

カラマツ落葉病に関する調査研究

I. 緒 論

本病がはじめて世人の注目をひいたのは 1924 年（大 13）9 月，長野県岩村田付近においてである。1929 年（昭 4）には福島県福島営林署管内のカラマツ林に 1,000 ha 以上の大面積にわたって同一病害が発生し（山田 1931）¹²⁾，翌 1930 年（昭 5）北島君三が現地調査を行ない，本病の病徴および被害状況を報告，この病原菌を新種とみとめ，本病の発見者矢野宗幹，窪田円平両氏にちなみ，これを *Phoma yano-kubota* sp. nov. と命名した（北島 1933）⁹⁾。はじめ本病は「葉ふるい病」とよばれたのであるが，欧州に産する *Mycosphaerella* (*Sphaerella*) *laricina* R. HARTIG によるオオシユウカラマツの近似病害と区別するため，のちにこれは「落葉病」と称された（北島 1933）¹⁰⁾。

井上（1953）⁸⁾によれば，北海道においては 1935 年（昭 10）ごろから本病の被害が注目されだしたという。1940～41 年（昭 15～16）には十勝国河西付近および南空知郡落合，幾寅付近に大発生，1952 年（昭 27）には釧路支庁管内鶴居村の 10～18 年生林 40 ha にはなほだしい被害をみた。同じころ，上川支庁管内の民有林に，また道南地方では倶知安から伊達にいたる胆振縦貫鉄道沿線のカラマツ林数百 ha に本病が発生した。

1952～56 年（昭 27～31）の北海道森林病虫害報告その他によれば，本病の北海道における分布は十勝，釧路，根室の道東地方に多く，そのほか胆振，網走，上川地方にも発生し被害面積約 1,700 ha に達しているが，実際にはこれらのほか広大な造林地にわたって発生しているものようである（小野 1956）¹¹⁾。

本州における本病の発生については北島（1931）⁹⁾以来，絶えて久しくその報告に接しなかったのであるが，1949 年（昭 24）9 月，長野県岩村田営林署管内塩野苗畑付近で注目されて以来，本州各地で本病の被害が目につくようになった（伊藤 1953⁴⁾，伊藤ら 1957⁷⁾）。

北島（1931）⁹⁾は，かれが本病病原菌として記載した *Phoma yano-kubotae* の“柄子殻”内に形成される“柄孢子”によって本病は伝播するものと考えたらしいが，これについて実験的にたしかめていない。ところで伊藤（1953⁴⁾，1954⁵⁾）はこの菌の形態的特徴，疾病の進展状況などから，生病葉上に形成される“柄子殻”と“柄孢子”は本病原菌の精子器時代（spermatogonium stage）で，かんじんの伝染源となる孢子型は越冬した前年の罹病葉上に形成されるのではあるまいかと予想した。

1954～1956 年（昭 29～31）の 3 か年間にわたり山形県釜淵の材料によって行なわれた実験結果は，まさにこの予想をうらがきするものであった。すなわち，北島（l.c.）のいう“柄孢子”は発芽能力を全くもたず，これは精子（spermatia）として取りあつかうべきで，5 月中～下旬に，越冬した前年の病落葉組織内に *Mycosphaerella* 属の子嚢菌が完熟，7 月中～下旬まで子嚢胞子の形成がみとめられる。子嚢胞子はきわめて容易に発芽し，これによる接種試験および子嚢胞子からの培養による接種試験はいずれも明らかに陽性の結果がえられた。着葉の期間中も，また落葉後もほかの分生孢子時代はみとめられなかった。そして分類学的検討の結果，本落葉病菌は新たに *Mycosphaerella larici-leptolepis* K. Ito et K. Sato, sp. nov. と命名され，北島（l.c.）の *Phoma yano-kubotae* はこの菌の精子器時代につけられた名称であるこ

とが確認された（伊藤・佐藤・太田 1956⁹⁾, 1957⁷⁾）。

本病の被害と林況その他の環境条件について北島（1931⁹⁾, 1933¹⁰⁾）は「林況を異にする各所の林地に於ける被害状況を詳細に観察するに、林内に殆ど雑木なく、而かも生育不良にして、植栽後一回の間伐をも行はざるが如きカラマツの純林は其被害最も大なるも、生育も相当良好にして且一回の間伐を行ひたるも林内に於ける雑木の発生不良なる部分は、前者に比して被害は大ならざるも、尙下方の針葉の変色及び落葉は多数である。唯茲に被害関係に就いて最も興味あることは、カラマツの純林中にミヅナラ、シデ、ホウ、サクラ、クリ、イタヤカヘデ等の如き落葉闊葉樹が混生して、カラマツの下枝付近迄伸長し、カラマツの上部が総て闊葉樹の高さ以上に抽出せるが如き状態の個所は、全く本病の被害なきか又は稀に被害を認むるも甚く軽微にして、殆ど意とするに足らざるが如き事実で、斯くの如き状態は被害造林地の各所に之を認め……」と述べ、井上（1953）⁸⁾も北海道における観察から「……14～15 年生前後のカラマツ純林で植栽後 1 回の間伐も行っていないような密林に被害が著しい傾向を認めた。間伐を行って生長のよい林は、被害があっても比較的軽微のように見受けられた。またカラマツ林の周辺に若い落葉広葉樹、特にナラ、ホホ、サクラ、シナ、カツラ、クリ、イタヤなどの多いところは被害が軽微のように観察された。元来カラマツの針葉は分解が悪いものであり、被害針葉に病原菌がついたまま林地に厚く敷かれているわけであるから……伝播し易い状態にあるものと考えられる。ところが広葉樹の葉がカラマツの落葉した被害針葉の上に積み重なり、これをカバーするため被害の伝播を防止するのに役立っているのではなかろうか。広葉樹の落葉の分解が、カラマツの落下した針葉より早いことも大いに関係があるものらしい」とし、なお伊藤（1954）⁵⁾は「この病気はカラマツの純林にひどい被害を与え、広葉樹の下木がある場合には被害をもたらすことのないのは事実である。この理由としてまず第一に頭にうかぶのは、前年の病落葉上に形成された病原菌の胞子が、これら下木の広葉樹の葉で、その飛散上昇がさえぎられて、カラマツの葉に到達することが少ないであろうということである。たしかに、これも原因の一つであろうが、しかし単に機械的な作用だけが、病気の発生を極端に少くするというように単純には考えられない。広葉樹の混交によってもたらされる土壌への影響が、ひいてはカラマツの生理状況を良好にし、これが病気の発生を少くする、という面も大切なことのように思われる」としている。すなわち、これらの記事はいずれも本病の被害と林況の間に密接な関係があるとし、なお土壌条件もカラマツの生理に影響してこれを左右する因子ではあるまいかと述べている。

カラマツ類の本病への耐病性について井上 (l. c.)⁸⁾ はチョウセンカラマツおよびチシマカラマツの被害が特に著しいとし、また伊藤（1953）⁴⁾も 1949 年（昭 24）、長野県岩村田における観察から「チョウセンカラマツ及びグイマツ系は本病のため甚しく侵されて殆ど緑葉を止めず、地上におびただしい落葉を認めたが、これと近接している信州カラマツ系では被害が軽微であることに気がつき非常に興味を覚えた。……若しもこの事が真実であるとすれば、樹木の耐病性の諸問題について興味ある又注目すべき重要な資料を提起するものと考えられる」としている。

1957 年（昭 32）ごろまでの落葉病に関する観察、調査および研究結果の概要は上述のとおりである。この前後から各地のカラマツ林に本病が大発生して林業技術者の関心をあつめ、その防除対策をもとめる声がしだいに大きくなってきた。一方当時までの試験、研究の段階はどうかというと、すでに述べたように、病原菌の生活史、伝染経路、伝染期間および潜伏期等、本病の防除対策を考究する上の最も重要な基礎的成績は得られているとはいえ、これは山形県下の一地域で行なわれたものでその普遍妥当性は保しが

たい。それで全国的規模において、本病の病原菌は1種なのか、それとも他の病原菌も関与しているかどうか。これに関連して病原菌は子嚢胞子世代のほかに、伝染源となる分生胞子世代を持つことがあるかどうか。また伝染源となる子嚢胞子の形成飛散期間は各地方ごとに差があるかどうか。その他病原菌の生理・生態的諸性質、病理生態等これまで不十分であった諸点の解明が防除法を考えるうえの前提条件でなければならない。

次にこれまでの観察結果から本病の発生および被害程度は林況および土壌、気象等の環境因子ならびに林木の生理条件、保育状態等に左右されるらしいことが察知される。薬剤による直接防除法の採用に大きく依存することが許されない林木病害において、これらのことはきわめて重要な暗示を与えるもので、すなわち本病の発生を促進する環境因子を除き、逆に発生しがたい因子を導入し、また造林・保育法等の改善により、いわゆる環境的・林業的防除法が見い出される可能性が無くもない。

昭和32年度(1957)から本病の広汎な調査研究に着手する運びとなったのであるが、以上述べたとおり本問題の解決には樹病学のほかに土壌学、造林学、樹木生理学等多方面の知識を必要とすることは論をまたない。それで保護部長(当時)今関六也をプロジェクト・リーダーとし、本病発生地域の林業試験場本・支・分場の樹病研究部門を結集、なお土壌調査部門および造林部門の協力のもとに本調査研究を実施することになった。各部門の研究担当者はつぎのとおりであった。

前保護部長	今 関 六 也
保護部樹病科長	伊 藤 一 雄
〳 樹病研究室長	千 葉 修
〳 前樹病研究室員(現関西支場保護研究室員)	寺 下 隆 喜 代
〳 樹病研究室員	高 井 省 三
〳 〳	陳 野 好 之
〳 〳	小 林 享 夫
〳 〳	林 弘 子
〳 〳	魚 住 正
〳 〳	真 宮 靖 治
造林部生理研究室長	古 川 忠
土壌調査部土壌調査科長	黒 鳥 忠
〳 土壌調査室員	脇 孝 介
〳 〳	吉 岡 二 郎
〳 土壌肥料科長	塘 隆 男
〳 土壌肥料研究室員	道 仙 喜 一
〳 〳	藤 田 桂 治
〳 〳	岩 崎 美 代
木曾分場前保護研究室長(現四国支場保護研究室長)	伊 藤 武 夫
〳 保護研究室長(前保護研究室員)	浜 武 人
〳 前土壌研究室長(現関西支場土壌研究室長)	河 田 弘
北海道支場樹病研究室長	小 野 馨

〃 樹病研究室員	横 田 俊 一
〃	遠 藤 克 昭
前 〃	中 川 玲 子
東北支場（旧青森・秋田支場）	
保護第一研究室長	佐 藤 邦 彦
保護第一研究室員	横 沢 良 憲
〃	庄 司 次 男
〃 前山形（旧釜淵）分場長（現東北支場保護部長）	野 原 勇 太
〃 山形分場研究員	児 玉 武 男
〃	遠 田 武
〃	栗田（旧姓佐藤）稔美

現在先枯病のかげにかくれて落葉病に対する関心はともすればうすれがちであるが、しかし実際の被害は決して減少はしておらず、先枯病、ナラタケ病およびかんしゅ病とともに、これはカラマツ造林木の重要病害たる地位を依然として失なっていない（IMAZEKI & Ito 1961¹⁾, 1963²⁾, 伊藤 1962³⁾）。

本報告は昭和 32～37 年度の 6 か年間にわたって実施した本病に関する調査研究結果の一部で、これを遂行するにあたりご助言を賜った前林業試験場長斎藤美鶴博士、前土壌調査部長宮崎穰博士、前造林部生理研究室長（現東京都立大学教授）長谷川正男博士、前木曾分場長（現四国支場長）渡辺録郎氏、前土壌調査部土壌調査室長（現東北支場育林部長）松井光瑤氏および前北海道支場保護部長井上元則博士に深く謝意を表する。

本調査研究の進展に伴い、抵抗性候補木のクローン増殖、検定等育種方面では、前関東（旧中央）林木育種場長石川健康氏、同原種課長塩田勇氏、東北林木育種場長（元林業試験場東北支場長）村井三郎氏、北海道支場育種研究室長（兼前北海道林木育種場原種課長）柳沢聰雄氏および関東林木育種場長野支場経営課長百瀬行男氏のご協力のご助言をいただいた。

現地調査および資料の採集にあたっては、北見、旭川、帯広、札幌、函館、青森、秋田、前橋、東京、長野各営林局、本病発生地域である北海道、東北、関東および中部地方の各地方庁ならびに民間のご好意をうけた。あまりに多数ゆえいちいちご芳名を列記することを省く非礼をあえてするが、お世話になった方々に心からお礼を述べる。

文 献

- 1) IMAZEKI, R., and K. ITO: Selected dangerous forest diseases in Eastern Asia (Japan). Report of Working Group on International Co-operation in Forest Disease Research. Sect. 24, Forest Protection, IUFRO, 13th Congress, Vienna, pp. 23～35, (1961).
- 2) ———: Dangerous forest diseases in Japan. Internationally dangerous forest tree diseases. Forest Service, U.S. Dept. Agr., Miscellaneous Pub., 939, pp. 46～54, (1963).
- 3) 井上元則: 北海道におけるカラマツの落葉病. 森林防疫ニュース (12), pp. 74～75, (1953).
- 4) 伊藤一雄: カラマツの落葉病について. 同上, (18), pp. 149～151, (1953).
- 5) ———: 樹病講座 (5). 林業技術 150, pp. 29～31, (1954).
- 6) ———・佐藤邦彦・太田 昇: カラマツ落葉病の研究 特に病原菌の生活史(予報). 7 回日林東北

- 支講, p. 41, (1956).
- 7) Ito, K., K. Sato, and N. Ota: Studies on the needle cast of Japanese larch-I. Life history of the causal fungus, *Mycosphaerella larici-leptolepis* sp. nov. 林試研報 96, pp. 69~88, (1957).
 - 8) 伊藤一雄: カラマツ造林木の重要病害. 73 回日林講, pp. 27~36, (1962).
 - 9) 北島君三: カラマツ造林地被害原因に就いて. 林友 (東京営林局林友会) 191, pp. 4~13, (1931).
 - 10) ———: 樹病学及木材腐朽論. 東京, pp. 102~107, (1933).
 - 11) 小野 馨: 北海道におけるカラマツ落葉病. 北方林業 8 (7), pp. 148~151, (1956).
 - 12) 山田昌一: カラマツ病害調査. 林友 (東京営林局林友会) 191, pp. 22~23, (1931).

(伊 藤 一 雄)

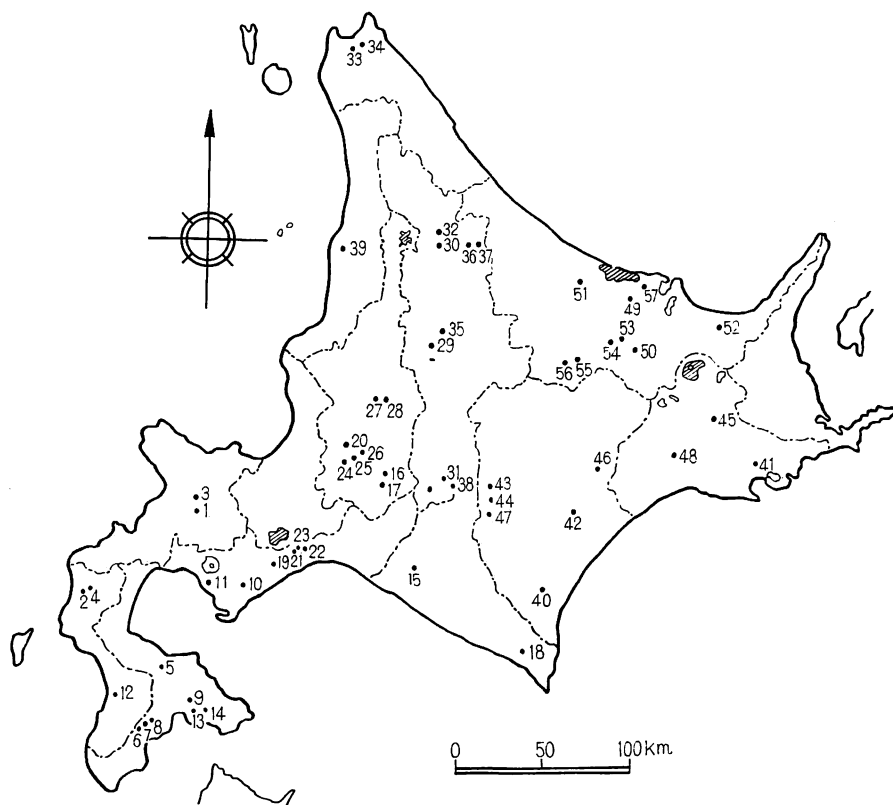
カラマツ落葉病に関する調査研究

II. 病原菌に関する研究

小 野 馨⁽¹⁾・浜 武 人⁽²⁾
高 井 省 三⁽³⁾・伊 藤 一 雄⁽⁴⁾

本病の病原菌は最初北島 (1931)⁵⁾ によって *Phoma yano-kubotae* sp. nov. と記載された。氏は福島県産の資料により、秋季罹病葉に形成される菌体に対してこのように命名したのである。

ところでその後伊藤ら (1957)⁴⁾ の研究により、北島⁵⁾ が柄子殻および柄子としたものはそれぞれ病原菌の精子器(spermogonium) および精子 (spermatium) にはかならず、本菌は病落葉中で越冬、伝染源となる胞子は翌春～夏に子囊殻内に成熟することを明らかにし、これに対して新たに *Mycosphaerella larici-leptolepis* K. Ito et K. Sato と命名、なお沢田 (1950)⁷⁾ が斑葉病菌と名づけた *Phyllosticta laricis*



第1図 病原菌の採集地(北海道)

Fig. 1 Localities of the causal fungus for measurement collected in Hokkaido.

- (1) 北海道支場保護部樹病研究室長 (2) 木曾分場保護研究室長 (3) 保護部樹病科樹病研究室・農学博士
(4) 保護部樹病科長・農学博士

SAWADA も *Phoma yano-kubotae* KITAJIMA と同じく本菌の精子器時代に対する名称であるとした。

本病の病原菌に関するこれまでの研究は、山形県真室川町大字釜淵林業試験場山形（旧釜淵）分場構内産資料によって行なわれた伊藤ら (l.c.)⁴⁾ の報告にほとんど限られているので、広く全国的に資料をもとめて再検討を加えることにした。

病原菌の形態

(1) 北海道産資料

1957 年 5 月下旬～6 月上旬に、北海道内 57 か所のカラマツ造林地から前年の落葉を採集、送付をうけ、これらの資料はそのつど低温室内 (0℃) に保存、逐次取り出して切片を作製、顕微鏡により子嚢殻、子

第 1 表 病原菌測定供試資料記録

Table 1. Data of materials for measurement of the causal fungus, collected in Hokkaido (1957).

番号 No.	採 集 地 Locality				樹 種 Host	林 齢 Age of stand	採集年月日 Date of collection		海 抜 高 Above the sea level (m)
	署	事業区	林 班	小 班					
1	○倶知安	羊蹄山	33	は	<i>L.l.</i>	28	May	29	530
2	東瀬棚	久 遠	18	い	<i>L.l.</i>	7	June	1	60
3	倶知安	倶知安	141	む	<i>L.l.</i>	42	June	4	240
4	東瀬棚	瀬 棚	132	り	<i>L.l.</i>	5	June	10	80
5	森	森	26	—	<i>L.l.</i>	8	June	10	108
6	木古内	知 内	233	に	<i>L.l.</i>	8	June	10	60
7	〃	〃	27	に	<i>L.l.</i>	8	June	10	40
8	〃	〃	251	と	<i>L.l.</i>	7	June	10	60
9	函 館	亀 田	132	い	<i>L.l.</i>	7	June	18	230
10	室 蘭	幌 別	73	い	<i>L.g.</i>	15	June	18	230
11	〃	有 珠	79	わ	<i>L.l.</i>	13	June	19	240
12	俄 虫	館	—	—	<i>L.l.</i>	20	June	20	—
13	○函 館	湯 川	54	に	<i>L.l.</i>	35	June	25	500
14	〃	〃	8	と	<i>L.l.</i>	44	July	3	200

札 幌

15	厚 賀	厚 賀	128	—	<i>L.l.</i>	6	June	4	170
16	夕 張	角 田	46		<i>L.l.</i>	8	June	5	200
17	〃	〃	48		<i>L.l.</i>	5	June	5	200
18	○浦 河	幌 泉	21	ほ	<i>L.l.</i>	36	June	11	130
19	白 老	樽 前	221	い	<i>L.l.</i>	9	June	11	190
20	○岩見沢	岩見沢	4	い	<i>L.l.</i>	6	June	12	440
21	苫小牧	苫小牧	294	ほ	<i>L.l.</i>	6	June	18	180
22	〃	〃	374	い	<i>L.l.</i>	6	June	18	140
23	〃	〃	408	—	<i>L.l.</i>	7	June	18	110
24	岩見沢	民有林			<i>L.l.</i>	17	July	1	—
25	〃	〃			<i>L.k.</i>	7	July	1	—
26	〃	〃			<i>L.d.</i>	—	July	1	—

旭 川

番号 No.	採 集 地 Locality				樹 種 Host	林 齢 Age of stand	採集年月日 Date of collection	海 抜 高 Above the sea level (m)
	署	事業区	林班	小班				
27	○滝 川	歌志内	8	—	<i>L.l.</i>	6	May 29	—
28	〃	〃	14	—	<i>L.l.</i>	9	May 29	—
29	○旭 川	金 山	16	ろ	<i>L.l.</i>	4	June 3	380
30	名 寄	名 寄	53	る	<i>L.l.</i>	6	June 4	260
31	幾 寅	北落合	16	ぬ	<i>L.k.</i>	28	June 6	460
32	○名 寄	天 塩	5	い	<i>L.k.</i>	29	June 10	260
33	稚 内	稚 内	104	〃	<i>L.g.</i>	28	June 10	45
34	〃	〃	〃	〃	<i>L.l.</i>	28	June 10	45
35	神 楽	神 楽	247	—	<i>L.d.</i>	60	June 10	110
36	一の橋	奥名寄	113	か	<i>L.l.</i>	34	June 17	200
37	〃	〃	117	は	<i>L.l.</i>	9	June 18	90
38	幾 寅	北落合	9	ほ	<i>L.l.</i>	29	June 20	400
39	古丹別	古丹別	201	ろ	<i>L.k.</i>	31	July 24	50

帯 広

40	大 樹	大 樹	53	い	<i>L.l.</i>	20	June 5	180
41	○厚 岸	厚 岸	6	か	<i>L.l.</i>	10	June 10	80
42	○池 田	大 津	10	ろ	<i>L.l.</i>	7	June 10	100
43	清 水	河 西	17	ろ	<i>L.k.</i>	28	June 13	440
44	〃	〃	20	い	<i>L.k.</i>	28	June 13	480
45	弟子屈	屈斜路	85	ほ	<i>L.g.</i>	28	June 14	250
46	本 別	本 別	31	—	<i>L.l.</i>	6	June 15	150
47	清 水	河 西	16	る	<i>L.k.</i>	30	June 16	360
48	阿 寒	雪 裡	2	と	<i>L.l.</i>	7	June 27	120

北 見

49	佐呂間	佐呂間	62	は	<i>L.l.</i>	29	June 2	180
50	津 別	ボンキン	110	は	<i>L.l.</i>	32	June 7	340
51	遠 軽	野 上	56	ろ	<i>L.l.</i>	28	June 10	450
52	斜 里	防風保安林	18	ろ	<i>L.l.</i>	27	June 11	10
53	北 見	常 呂	89	に	<i>L.l.</i>	28	June 12	340
54	〃	〃	〃	〃	<i>L.g.</i>	29	June 12	340
55	置 戸	置 戸	36	と	<i>L.l.</i>	32	June 13	520
56	〃	〃	〃	〃	<i>L.k.</i>	32	June 13	520
57	網 走	能 取	9	と	<i>L.k.</i>	35	June 21	200

- : 道有林, *L.l.*: ニホンカラマツ *Larix leptolepis*
L.k.: チョウセンカラマツ *L. gmelini* var. *olgensis*
L.g.: グイマツ *L. gmelini* var. *japonica*
L.d.: オオシュウカラマツ *L. decidua*

囊および子囊胞子の形態を観察し、なおそれぞれについて測定を行なった。

資料採集地は第1図にしめすとおりで、なお地区別の資料点数は函館地区 14、札幌地区 12、旭川地区 13、帯広地区 9、北見地区 9、合計 57 点。樹種別ではニホンカラマツ (*Larix leptolepis*) 42 点、チョウ

センカラマツ (*L. gmelini* var. *olgensis*) 9 点, グイマツ (*L. gmelini* var. *japonica*) 4 点, オオシュウカラマツ (*L. decidua*) 2 点であった。

供試資料採集記録を第 1 表にしめす。

各資料について得られた病原菌の測定値を第 2 表にかかげる。

第 2 表をみると総点数 57 のうち子嚢殻をみとめたもの 47, うち内容空虚なもの 4, 未熟なもの 6, なお子嚢の形成をみとめたもの 37, 子嚢胞子を確認したもの 30 であった。すなわち, 総資料中約 80% に本病原菌がみとめられ, これらの菌体の約 60% に完熟した子嚢胞子が得られた。

樹種別に菌体を測定した結果は第 3 表のとおりである。

各地から採集された病原菌の若干について, その子嚢胞子の形状を示せば第 2 図のとおりで, いずれも紡錘形〜舟形でやや弯曲して 2 細胞から成り, 各細胞の大きさは不等で隔膜部でくびれ, 無色, 両端はや

第 2 表 病原菌の測定値 (μ)

Table 2. Results of the measurement for dimension of the fungus (μ).

函 館

番号 No.	子 嚢 殻 Perithecium	子 嚢 Ascus	子嚢胞子 Ascospore	精 子 器 Spermogonium	精 子 Spermatium
1	—	—	—	—	—
2	96~102×102~123	7~8×35~47	—	—	—
3	—	—	—	—	—
4	85~90×93~121	6~8×48~56	3~4×14~16	—	—
5	98~115×122~128*	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—
7	—	—	—	—	—
8	96~112×102~112*	—	—	—	—
9	106~124×98~112	6~7×35~58	3×14~16	—	—
10	115~125×115~144	6~8×35~61	3×14~16	102~112×115~121	0.6×3.2~3.5
11	—	—	—	—	—
12	93~124×102~132	8~10×38~42	3×18~21	—	—
13	110~118×125~130*	—	—	—	—
14	83~115×90~122	6~8×29~32	—	—	—

札 幌

15	90~96×118~128	9~13×55~61	3×13~18	—	—
16	96~125×108~128	10~11×27~51	3×16~17	—	—
17	98~118×112~127	8~10×42~48	3×16~18	—	—
18	—	—	—	—	—
19	—	—	—	—	—
20	74~112×96~128	8~9×38~45	3×13~18	—	—
21	98~106×112~134*	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—
23	96~116×112~122	7~10×37~51	3×18~22	—	—
24	86~96×99~121	8~10×22~35	3×14~16	—	—
25	88~102×102~122	6~8×38~61	3×16~17	86~102×102~110	0.6×3.5~3.8
26	96~112×115~124	6~8×51~61	3×16~18	—	—

旭 川

番号 No.	子 囊 殻 Perithecium	子 囊 Ascus	子囊胞子 Ascospore	精 子 器 Spermatogonium	精 子 Spermatium
27	83~102×106~136	8~9×35~45	4×13~14	—	—
28	95~98×99~125	8~9×32~45	3×14~19	—	—
29	98~115×112~123	6~8×35~64	3×16~22	—	—
30	86~90×102~112	6~8×42~52	3×14~18	—	—
31	86~90×102~121	—	—	—	—
32	86~112×93~127	7~10×51~56	4×14~16	—	—
33	97~112×96~123	6~8×38~48	3×15~16	—	—
34	92~115×109~134	7×8×45~51	3×13~14	—	—
35	80~120×112~132	6~8×38~42	—	—	—
36	—	—	—	—	—
37	86~134×97~134	9~11×51~77	4×16~17	—	—
38	83~128×93~114	8~10×64~77	3×16~18	—	—
39	96~102×112~122	—	—	—	—

帯 広

40	80~102×96~132	8~9×38~45	—	—	—
41	84~108×74~112	—	—	—	—
42	98~112×128~135	6~7×32~51	4×16~18	—	—
43	80~115×102~132	6~10×48~51	3×14~18	—	—
44	88~96×115~127	6~9×26~51	3×16~17	—	—
45	83~122×93~122	6~8×38~48	4×13~16	—	—
46	135~160×122~157	6~8×48~51	3×9~16	—	—
47	95~102×109~121	6~8×26~48	—	—	—
48	80~115×102~131	6~9×35~45	—	98~109×112~122	0.6×3.2~3.5

北 見

49	95~112×110~128	7~8×38~42	3×14~18	93~116×96~112	0.6×3.2~3.6
50	86~90×96~117	7~8×38~42	—	—	—
51	80~96×83~98	—	—	—	—
52	84~96×96~100	—	—	—	—
53	—	—	—	—	—
54	98~122×96~112	6~10×48~54	3×16~18	—	—
55	86~118×106~134	—	—	—	—
56	97~118×128~131	8~10×29~61	3×12~14	—	—
57	88~112×118~126	8~10×38~51	3×13~16	—	—

* 内容空のもの Perithecium, empty

や細くなっているが、中には1細胞の先端が円みをおびてふくれているものもある。

第 2~3 表および第 2 図から、北海道における落葉病菌は、子囊胞子の大きさについては多少の変異はあるが、形状からみていずれも同一菌で伊藤ら (l.c.)⁹⁾ の *Mycosphaerella larici-leptolepis* K. Ito et K. Sato と同定してさしつかえないものと考えられる (Plate 1)。

(2) 長野県産資料

長野県下各地から採集された数百点の資料について顕微鏡検査によって菌体の形態および測定を行なっ

第3表 樹種別病原菌の測定値 (μ)Table 3. Results of the measurement for dimension of the causal fungus on various hosts (μ).

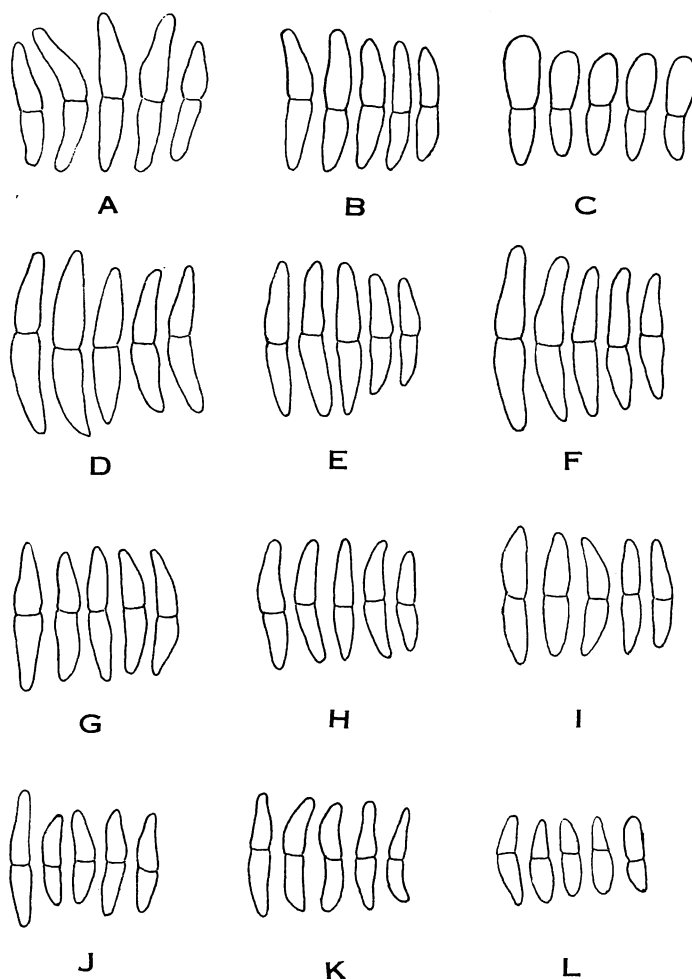
寄 主 Host		子 囊 殻 Perithecium		子 囊 Ascus		子囊胞子 Ascospore		精 子 器 Sper- mogonium		精 子 Spermatium	
		幅 (直径) Diam.	高さ Height	幅 Width	長さ Length	短径 Width	長 径 Length	幅 Diam.	高さ Height	短径 Width	長 径 Length
ニホンカラマツ <i>Larix leptolepis</i>	最小 Min.	83	90	6	22	3.2	9	83	80	0.6	3.2
	最大 Max.	160	157	11	77	4.2	21	109	122	0.6	3.8
	平均 Av.	106	111	8	45	3.4	16	95	99	0.6	3.6
チョウセンカラマツ <i>L. gmelini</i> var. <i>olgensis</i>	最小 Min.	90	102	6	26	3.2	13	102	102	0.6	3.8
	最大 Max.	118	128	10	61	3.2	18	115	118	0.6	4.8
	平均 Av.	102	115	8	44	3.2	15	109	110	0.6	4.1
グイマツ <i>L. gmelini</i> var. <i>japonica</i>	最小 Min.	83	93	6	35	3.2	13	90	102	0.6	3.2
	最大 Max.	125	144	10	61	3.8	18	102	115	0.6	4.2
	平均 Av.	111	109	7	46	3.3	17	96	108	0.6	3.5
オオシュウカラマツ <i>L. decidua</i>	最小 Min.	90	93	6	38	2.9	14	—	—	—	—
	最大 Max.	109	115	8	61	3.2	18				
	平均 Av.	104	107	7	48	3.1	17				

た。子囊殻の大きさは $113 \sim 182 \times 94 \sim 162 \mu$ ，子囊は $57 \sim 105 \times 10 \sim 15 \mu$ ，子囊胞子は $12 \sim 20 \times 4 \sim 6 \mu$ 。また精子器の大きさは $86 \sim 146 \times 84 \sim 140 \mu$ ，精子は $3 \sim 6 \times 0.6 \sim 1 \mu$ 。形態，大きさとも *Mycosphaerella larici-leptolepis* K. ITO et K. SATO によく一致する (Plate 1)。

なお関東地方および中部地方（長野県を除く）から採集された十数点の資料を調査した結果は，いずれも *Mycosphaerella larici-leptolepis* と同一菌であった。

以上北海道，関東地方および中部地方で落葉病をおこしている菌はいずれも同一で，伊藤ら (l.c.)⁴⁾ が山形県産資料によって記載した *Mycosphaerella larici-leptolepis* K. ITO et K. SATO であることが確認された。*

* 北海道千歳町で1例 (小野 1956)⁶⁾，東京都八王子市林業試験場浅川苗畑で1例 (伊藤・陳野未発表) の計2例ながら，落葉病菌 *Mycosphaerella larici-leptolepis* とは異なるごく近縁の菌が見い出された。この菌の完全時代はやはり *Mycosphaerella* であるが，これは分生子時代を有する。沢田 (1950)⁷⁾ によれば *Mycosphaerella cryptomeriae* SHIRAI et HARA がカラマツにも寄生するといわれているが，千歳および浅川菌は明らかにこれとは別種である。ドイツで HARTIG (1895)¹⁾，1896²⁾ によってオオシュウカラマツおよびニホンカラマツの葉ふりい病菌として記載された *Mycosphaerella* (*Sphaerella*) *laricina* R. HARTIG とは分生胞子を有する点で似ているが，その形状，大きさに明らかに差がみとめられる。したがって，この菌は *Mycosphaerella larici-leptolepis*，*M. laricina* および *M. cryptomeriae* のいずれとも異なるものと考えられる。この菌による病徴は落葉病に一見似ているが，病徴がやや早期に発現し，また病斑の大きさその



第 2 図 北海道各地から採集された病原菌の子嚢胞子 (—=10 μ)

Fig. 2 Ascospores of the causal fungus collected from various localities and hosts in Hokkaido.

A. 俄虫 (*Larix leptolepis*); B. 滝川 (〃); C. 厚賀 (〃); D. 留萌 (〃);
E. 旭川 (〃); F. 名寄 (〃); G. 本別 (〃); H. 清水 (*L. gmelini* v. *olgensis*);
I. 稚内 (*L. gmelini* v. *japonica*); J. 北見 (〃); K. 岩見沢 (*L. decidua*); L. 神楽 (〃)

病原菌子嚢胞子の形成時期

本菌は病落葉中で越冬，翌年子嚢胞子を成熟，これが伝染源となるものであるから，胞子形成の時期およびその期間は本病原菌の侵入，ひいては発病と直接関連する最も重要なことがらである。そして，この

他にも若干の差がみとめられる。それでこれを「にせ落葉病」と仮称しているが，これについては，後日機会をみて報告する予定である (伊藤 1957)³⁾。

ことは地方および気象条件の相違によって左右されるはずであるから、北海道と長野県において数年間にわたり調査を行なった。

（１）北 海 道

1956 年には千歳市真町伊藤組木材株式会社社有造林地（ニホンカラマツ，15 年生），1960 年には函館営林署函館事業区 1,137 林班ろ小班（大沼）（ニホンカラマツ，11 年生）で採集された資料によって調査した。

連年本病の発生がはなはだしい上記造林地で，前年の病落葉を５月初旬から７月中旬まで約１週間おきに採集，送付をうけ，おのおのについてその切片を作製，顕微鏡によって子囊殻の成熟度合および子囊胞

第 4 表 病原菌の子囊胞子形成（1956 年，北海道千歳）

Table 4. Ascospore formation of the causal fungus in fallen leaves under natural conditions (1956, Chitose, Hokkaido).

採 集 月 日 Date of collection	子 囊 殻 Perithecium	子 囊 Ascus	子 囊 胞 子 Ascospore
V— 1	○		
V— 7	○		
V—14	○	○	
V—22	●	●	●
VI— 1	●	●	●
VI—12	●	●	●
VI—21	●	●	●
VI—27	①		
VII— 3	①		
VII—12	①		
VII—18	①		

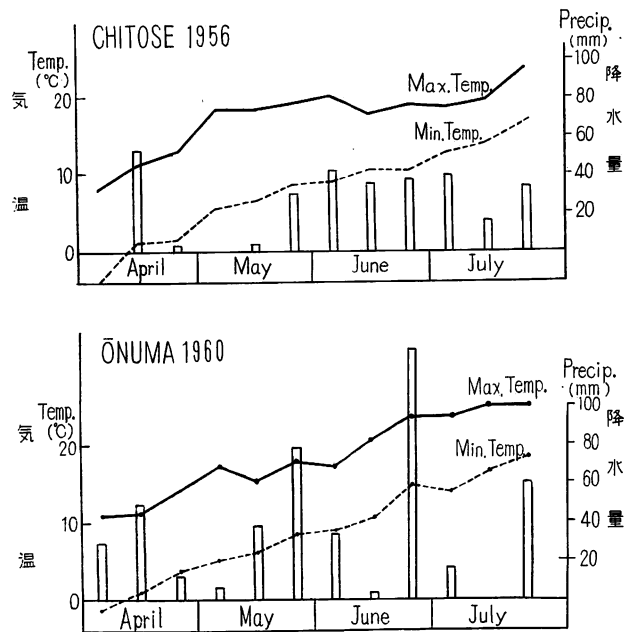
Notes: ○…未熟 (immature) ●…完熟 (mature) ①…内容空虚 (empty)

第 5 表 病原菌子囊胞子の形成（1960，北海道大沼）

Table 5. Ascospore formation of the causal fungus in fallen leaves under natural conditions (1960, Ônuma, Hokkaido).

採 集 月 日 Date of collection	子 囊 殻 Perithecium	子 囊 Ascus	子 囊 胞 子 Ascospore
2/V	○		
9/V	○	○	
16/V	●	●	●
23/V	●	●	●
30/V	●	●	●
6/VI	●	●	●
13/VI	●	●	●
20/VI	●	●	●
30/VI	●	●	●
4/VII	●	●	●
11/VII	①		
18/VII	①		

Notes: ○…未熟 (immature) ●…完熟 (mature) ①…内容空虚 (empty)



第 3 図 千歳および大沼における気温と降水量

Fig. 3 Temperature and precipitation at Chitose and Ônuma, Hokkaido (1956 & 1960).

子の存否を観察した。

調査結果は第 4～5 表のとおりで、また上記資料採集地付近の温度および降水量を第 3 図に示す。

第 4～5 表をみると子嚢胞子の形成時期および期間は年により、また場所によって多少のずれと幅があるが、大体 5 月上旬から 7 月上旬までである。

なお子嚢殻の完熟期間中において、完熟の度合いが進むにつれて子嚢胞子がきわめて容易に噴出する時期 (1960 年、大沼、6 月 13～30 日) のあることが認められた。この時期には野外においても子嚢胞子の放出飛散が盛んに行なわれるのではないかと考えられる。

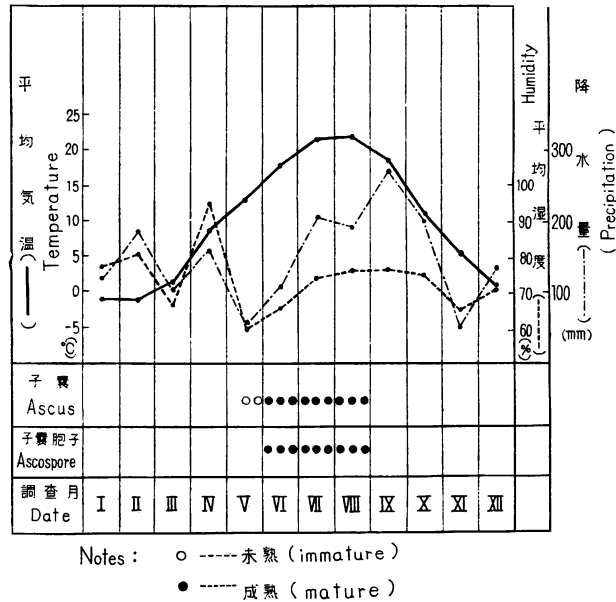
(2) 長野県

1957 年秋、落葉病罹病を確認した木を選定しておき、翌 1958 年 3 月から 9 月までの間毎月 5 日、15 日および 25 日の 3 回、それぞれの地点から約 10 g の罹病落葉を採集送付を受け、これらのなかから子嚢殻の形成された葉 10 枚を選び出して切片を作製、顕微鏡によってその成熟程度および子嚢胞子の存否を調査した。

1) 大町営林署管内の場合 調査木の所在地は北安曇郡松川町大町営林署高瀬川経営区 87 林班 (海拔約 1,000 m) における樹齢約 8 年の幼齢林分で、この付近一帯は本病の激害地である。

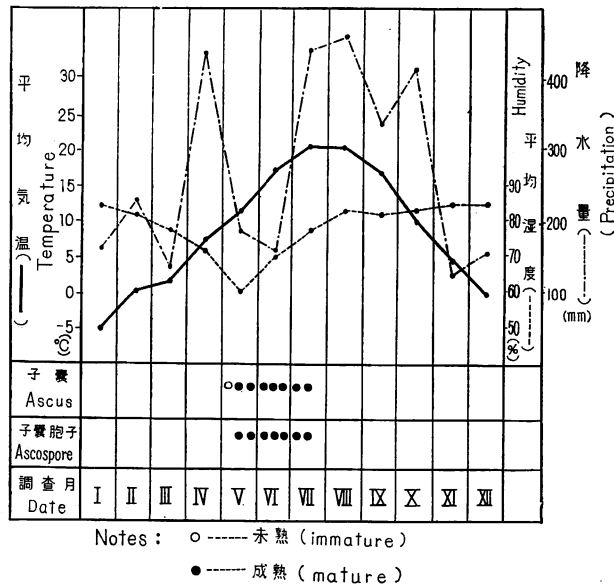
調査結果およびこの地点付近の気温、降水量をしめせば第 4 図のとおりで、子嚢胞子の形成は 5 月中旬から 8 月下旬までみとめられた。

2) 王滝営林署管内の場合 調査木の所在地は西筑摩郡王滝村王滝営林署王滝経営区 215 林班の小班 (海拔約 1,200 m) で、ヒノキ林の中の崩壊地に植栽された樹齢約 15 年の林分で 1955 年ごろから本病の被害がはなはだしい。



第 4 図 病原菌子嚢胞子の形成および気象観測資料（長野県大町地区，1958）

Fig. 4 Ascospore formation of the causal fungus in fallen leaves under natural conditions, and meteorological data (1958, Ômachi, Nagano).

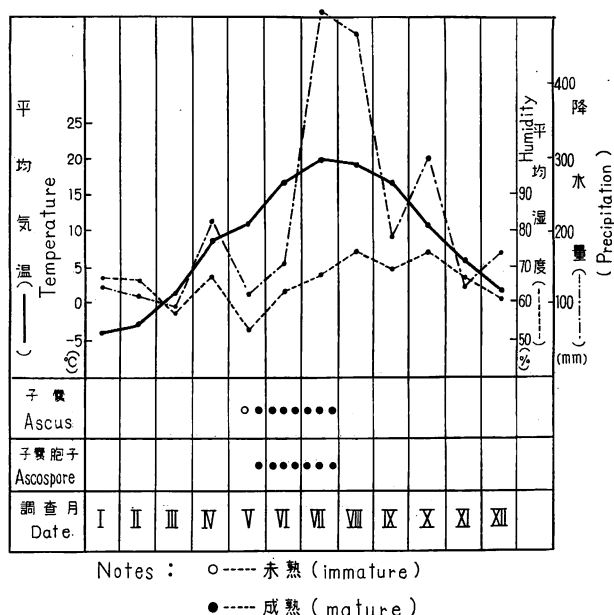


第 5 図 病原菌子嚢胞子の形成および気象観測資料（長野県玉滝地区，1958）

Fig. 5 Ascospore formation of the causal fungus in fallen leaves under natural conditions, and meteorological data (1958, Ôtaki, Nagano).

調査結果およびこの地点付近の気温および降水量をしめせば第 5 図のとおりで，すなわち，子嚢胞子の形成は 5 月上旬～7 月中旬の約 2 か月にわたってみとめられた。

3) 福島営林署管内の場合 調査木の所在地は西筑摩郡三岳村福島営林署福島経営区 359 林班（海拔約



第 6 図 病原菌子嚢胞子の形成および気象観測資料 (長野県福島地区, 1958)

Fig. 6 Ascospore formation of the causal fungus in fallen leaves under natural conditions, and meteorological data (1958, Fukushima, Nagano).

1,300 m) で、モミ、ツガ林伐採跡地に植栽された樹齢約 10 年の林分で 1955 年ごろから本病の発生がみられたところである。

調査結果およびこの地点付近の気温、降水量をしめせば第 6 図のとおりで子嚢胞子の形成は 5 月下旬から 7 月下旬までの 2 か月間にわたってみとめられた。

以上長野県下 3 地方について子嚢胞子の形成期間をみると大町地区は 5 月中旬～8 月下旬、王滝地区 5 月上旬～7 月中旬、福島地区 5 月下旬～7 月下旬と胞子形成開始期および形成期間にかなりの差がみとめられる。王滝地区ではほかの地区にくらべて胞子形成開始期が早いのは、降水量がいちじるしく多いことによるものとも考えられるが、ともかく、長野県内でも本菌子嚢胞子の形成開始期および形成期間にかなりの差があることは注目すべき事実であろう。

病原菌子嚢胞子の放出

本菌子嚢胞子の放出、飛散状態およびこれらに及ぼす環境因子を知るために 2, 3 の実験を行なった。

(1) 野外実験

1961 年および 1962 年の 2 回、札幌市豊平林業試験場北海道支場構内で行なった。

5 月初旬、千歳市真町ニホンカラマツ (12 年生) 造林地から前年の罹病落葉を多量に採集し、構内 4 年生カラマツ林の地面にしきつめた。落葉層の上面から約 10 cm の高さに、上面にゼラチン・グリセリンを塗布したスライドガラスを水平に設置した* (第 7 図)。

* スライドガラスの設置法についてはあらかじめ、ゼラチン塗布を上面、下面また地表に対して垂直、45° と試みた結果、上面塗布、垂直が最適であったので、これを採用することとした。

このようにして一定時間経過後スライドグラスをとりはずし、その中央部に 18×18 mm のカバーグラスをかぶせ、この中に含まれる総胞子を算えた。

1961 年には 5 月中旬～7 月上旬、また 1962 年には 6 月上旬～7 月上旬にそれぞれ観察を行った。その結果は第 6～7 表に示すとおりで、またこれを試験実施年の気象条件と関連づけて第 8 図にかかげる。

第 6～7 表および第 8 図をみると野外における子嚢胞子の放出、飛散数には年によりまた気象条件によってかなりのずれがみとめられる。すなわち、1961 年には採集胞子数は少ないが、6 月中、下旬に比較的多く採集された。一方、

1962 年の調査では前年にくらべてかなり多量の胞子が採集され、また時期的には 6 月上、中旬に多く採集された。なお、1962 年の調査では昼間に多く、夜間にはごくわずかしこ採集されなかった。

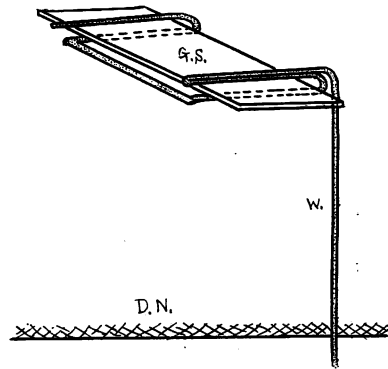
(2) 子嚢胞子の放出に及ぼす温度の影響

ペトリ皿内に濾紙をしきその上に U 字形ガラス棒をおき、ガラス棒上にスライドグラスをのせる。さらにスライドグラス上に U 字形ガラス棒をおき、病落葉をワセリンで固定した別のスライドグラスを下向きにして下方のスライドグラスと平行にする (第 9 図)。病落葉は北海道千歳市で採集されたものを用い、あらかじめ検査して子嚢殻を形成している部分を長さ 1 cm に切断、スライドグラス 1 枚につき 3 本なら

第 6 表 スライドグラス上に捕えられた病原菌の子嚢胞子数 (1961, 札幌)

Table 6. Number of ascospores trapped on glass slides in the field (1961, Sapporo).

観 察 時 Time of observation	スライドグラス番号 Glass slide No.							子嚢胞子合計 Total number of ascospores trapped
	1	2	3	4	5	6	7	
20/V, 8:00～20/V, 17:00	0	0	0	0	0	0	0	0
27/V, 8:00～27/V, 17:00	0	0	0	0	0	0	0	0
2/VI, 8:00～2/VI, 17:00	0	1	0	0	0	0	0	1
5/VI, 8:00～5/VI, 17:00	0	0	3	0	0	0	0	3
6/VI, 8:00～6/VI, 17:00	3	0	0	0	0	0	0	3
13/VI, 8:00～14/VI, 8:00	3	0	0	0	0	0	0	3
15/VI, 8:00～16/VI, 8:00	0	0	1	3	0	2	1	7
17/VI, 8:00～18/VI, 8:00	0	0	0	0	0	0	0	0
19/VI, 8:00～20/VI, 8:00	3	2	1	2	1	1	0	10
21/VI, 8:00～22/VI, 8:00	3	6	1	8	16	11	1	46
30/VI, 8:00～1/VII, 8:00	4	0	5	3	5	11	2	30
5/VII, 8:00～6/VII, 8:00	0	0	0	0	4	0	0	4
10/VII, 8:00～11/VII, 8:00	0	0	0	0	0	0	0	0



第 7 図 胞子採集装置

Fig. 7 Spore trap used in this experiment.

G.S.: スライドグラス (Glass slide)

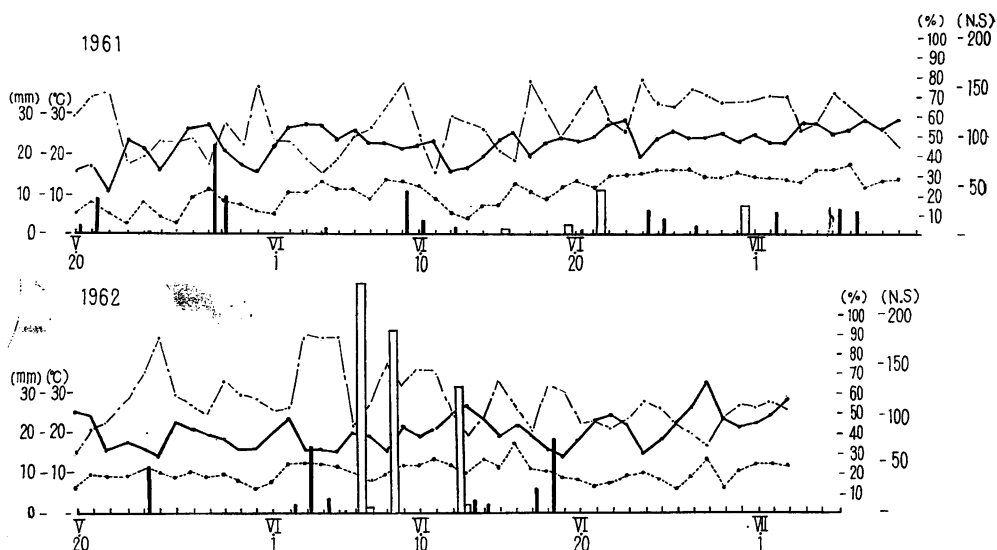
W: 針金 (Wire)

D.N.: 罹病落葉 (Diseased needles)

第7表 スライドガラス上に捕えられた病原菌の子嚢胞子数 (1962, 札幌)

Number of ascospores trapped on glass slides in the field
(1962, Sapporo).

観 察 時 Time of observation	スライドガラス番号 Glass slide No.					子嚢胞子合計 Total number of ascospores trapped
	1	2	3	4	5	
6/VI, 9:00~ 6/VI, 19:00	38	61	67	40	26	232
19/VI, 19:00~ 7/VI, 9:00	2	2	0	1	1	6
8/VI, 9:00~ 8/VI, 17:00	22	19	12	27	12	92
8/VI, 17:00~ 9/VI, 9:00	0	0	1	0	0	1
12/VI, 9:00~12/VI, 17:00	19	49	21	20	18	127
12/VI, 17:00~13/VI, 9:00	2	3	0	4	0	9
19/VI, 17:00~20/VI, 9:00	0	0	0	0	0	0
20/VI, 9:00~20/VI, 17:00	0	0	0	0	0	0
21/VI, 9:00~21/VI, 17:00	0	0	0	0	0	0
21/VI, 17:00~22/VI, 9:00	0	0	0	0	0	0
26/VI, 9:00~26/VI, 17:00	0	0	0	0	0	0
26/VI, 17:00~27/VI, 9:00	0	0	0	0	0	0
3/VII, 17:00~ 4/VII, 9:00	0	0	0	0	0	0



第8図 採集された病原菌の子嚢胞子数および気象観測値 (1961, 1962, 札幌)

Fig. 8 Number of ascospores trapped on glass slides in the field and
meteorological data (1961 and 1962, Sapporo).

- : N.S.: 採集された子嚢胞子数 (Number of ascospores trapped on glass slides)
 — : °C: 最高温度 (Maximum temperature)
 - - - : °C: 最低温度 (Minimum temperature)
 . . . : %: 湿度 (Relative humidity)
 I : mm: 降水量 (precipitation).

べとした。ペトリ皿内戸紙には蒸留水を含ませて湿度を飽和状態に保つようにし、この装置をおのおの所定温度 (30, 25, 20, 15, 10, 5°C) の定温器に搬入、19日後までは毎日、それ以後は適宜とり出して下方のスライドガラスを鏡検、放出落下した胞子数を算え、同時に下方スライドガラスを取りかえた。なお

ペトリ皿内の濾紙は乾燥しないよう時々水を補給した。

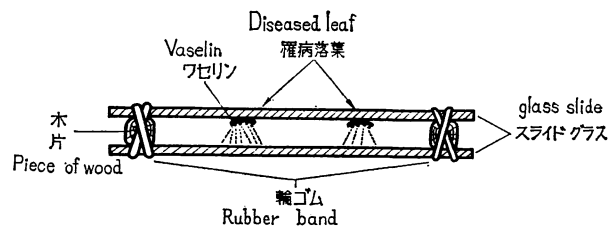
本実験結果をしめせば第 8 表のとおりで胞子の放出はかなり広い温度範囲で行なわれる。各温度階別の子嚢胞子の放出期間をみると、30℃ではわずか 3 日間で放出は全部終わり、その後は全く放出されない。25℃では 13 日間、20℃では 14 日間、15℃では 54 日間、10℃と 5℃では約 70 日間にわたって放出がつづいた。全般的にみて温度が高いほど子嚢胞子の放出期間は短く、これに対して温度が低くなるにしたがってその期間は長くなる傾向がみられた。

(3) 子嚢胞子の放出に及ぼす湿度の影響

1957 年 4 月、林業試験場山形分場構内落葉病罹病カラマツ林内の病落葉を採集し、子嚢胞子の成熟した病葉を選んで用いた (Plate 2 C, D)。

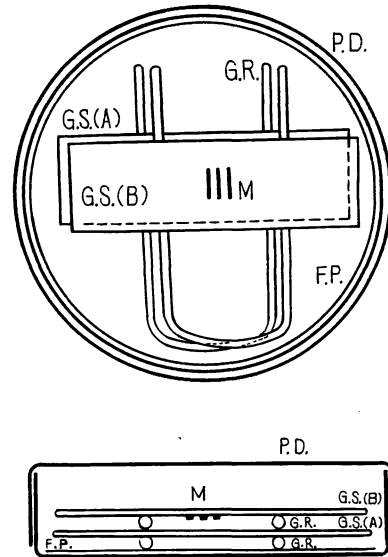
供試葉は子嚢殻が密集して形成されている部分のみ残し、他は切り落として約 5 mm 長とし、2 枚のスライドガラスを約 5 mm 間隔において平行にならべ、上側のスライドガラスの内面に病葉をワセリンではりつけ、これをあらかじめ各段階

の湿度に規整したデシケーター中におさめて暗黒下 25℃ に保つ (第 10 図)。放出した胞子は下側スライドガラスに落下するので一定時間後デシケーターから取り出して SHEAR 氏液を滴下、カバーガラスをかぶせて鏡検、発芽胞子と未発芽胞子に区分して算えた。デシケーター内湿度の規整は水および $\text{CaSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 、 K_2HPO_4 、 K_2HPO_4 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ の飽和溶液およびその固体により、それぞれ関係湿度を 100, 98, 95, 94, 92 および 87% とした。毎日鏡検したところ 10 日後がもっとも適期とみとめられたので、これを調査日と定めた。



第 10 図 病原菌子嚢胞子放出試験装置 (2)

Fig. 10 Apparatus for testing of ascospore expulsion (2).



第 9 図 病原菌子嚢胞子放出試験装置 (1)

Fig. 9 Apparatus for testing of ascospore expulsion (1).

- P.D.: シャーレ (Petri dish)
 G.R.: ガラス U 字棒 (Glass rod)
 G.S.: スライドガラス (Glass slide)
 E.P.: 濾紙 (Filter paper)
 M : 試料 (Material)

結果は第 9 表にしめすとおりで、湿度 100% 区においてのみ胞子の放出がみとめられ、これ以下の湿度では放出胞子は全くなかった。なお放出された胞子はスライドガラス上で、水滴がないにもかかわらず 1

第8表 病原菌子嚢胞子の放出に及ぼす温度の影響

Table 8. Effect of temperatures upon the ascospore expulsion of the fungus.

開始後日数 Days after starting	放出胞子数 Number of discharged ascospores					
	温度 Temperature (°C)					
	30	25	20	15	10	5
1	1532	516	29	0	0	0
2	34	339	8	53	682	40
3	4	289	137	12	237	15
4	0	955	68	0	0	8
5	0	1030	370	56	0	6
6	0	18	179	4	7	3
7	0	80	44	0	0	0
8	0	191	60	32	217	6
9	0	267	156	6	211	7
10	0	67	93	20	208	13
11	0	59	67	18	111	7
12	0	38	43	14	82	4
13	0	29	35	8	27	3
14	0	0	29	0	459	8
15	0	0	—	180	125	0
16	0	0	—	122	214	0
17	0	0	—	28	98	0
18	—	0	—	34	13	0
19	—	0	—	117	14	0
30				267	102	7
42				325	63	3
48				126	56	11
54				131	49	59
59				0	21	68
64				0	80	62
69				0	112	4
74				0	0	0
79				0	0	0
合 計 Total	1570	3878	1318	1553	3188	334
子 嚢 殻 数 No. of perithecia examined	17	39	19	24	17	23

例を除き全部発芽をはじめ、最も良好なものは発芽率約 99% に達した (第 11 図)。

罹病落葉上における子嚢および子嚢胞子の形成に及ぼす温・湿度の影響

本病原菌が病落葉上で子嚢および子嚢胞子の成熟、形成のために必要な温度および湿度条件を知るためにこの実験を行なった。

(1) 実験材料および方法

(a). 罹病落葉 1960 年 4 月 30 日、山形分場 (山形県最上郡真室川町大字釜淵) 構内落葉病罹病カラ

第9表 病原菌子嚢胞子の放出に及ぼす温度の影響
Table 9. Effect of relative humidities upon the ascospore
expulsion of the fungus.

湿度(%) Relative humidity	実験 Experiment No.	I						II					
	スライド番号 Glass slide No.	1		2		3		1		2		3	
100	放出胞子数 Number of discharged ascospores	85	433	47	0	393	514	785	57	727	494	582	174
	発芽胞子数 Number of germinat- ing ascospores	74	266	23	0	388	422	112	27	130	187	174	41
	未発芽胞子数 Number of non- germinating ascospores	11	127	24	0	5	92	673	30	597	307	408	133
	発芽率(%) Germination percentage	87	61	49	0	99	82	43	47	18	38	30	24
98	放出胞子数 Number of discharged ascospores	0		0		0		0		0		0	
95													
94													
92													
87													

マツ林内で採集した病落葉を用い、供試に先だち顕微鏡下で葉上病原菌子嚢殻内に子嚢および子嚢胞子がまだ全然形成されていないものを選別して実験に用いた。

(b) 温度および湿度条件 温度は定温器によって15°, 20°, 25° および 30°C の4区とした。湿度条件は水および NH_4Cl , NaCl および $\text{Na}_2\text{Cr}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の飽和溶液および結晶によってデシケーター内をそれぞれ 100%, 79%, 75% および 52% の関係湿度に保つようにした。

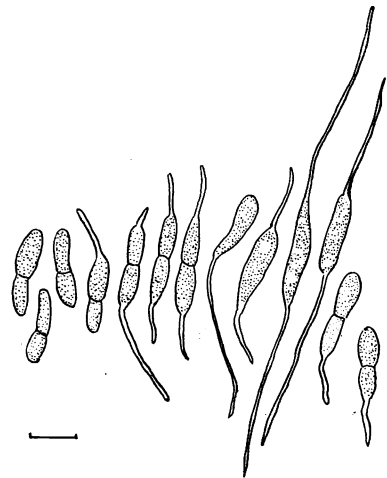
(c) 処理および組合せ 実験開始後からはじめの16日間は毎日

- i) 100% $\longleftrightarrow$ 52% [各温度8時間, 15°C 16時間]
ii) 79% $\longleftrightarrow$

の2様の処理を施した。ところで野外に放置しておいた同一材料ではすでに子嚢および子嚢胞子の形成がみとめられているのに、本実験では菌体成熟のきざしが確認されなかつた。

これは本処理では湿度条件に欠けたところがあるのが原因ではないかと考えられたので、実験開始16日目から湿度条件の一部を変更した。すなわち、

- i) 100% $\longleftrightarrow$ 76% [各温度8時間, 15°C 16時間]
ii) 79% $\longleftrightarrow$



第11図 病原菌子嚢胞子の発芽
Fig. 11 Germinating ascospores
of the fungus (—=10μ).

第 10 表 病落葉中における子嚢および子嚢胞子の形成に及ぼす温度および湿度の影響
 Table 10. Effect of temperatures and relative humidities on formation of asci and ascospores of the fungus in diseased fallen leaves.

湿度 (%) Relative humidity	100				79			
温度 (°C) Temperature	15	20	25	30	15	20	25	30
形成 Ascus or ascospore formation	A S	A S	A S	A S	A S	A S	A S	A S
経過日数 Days after starting of the experiment								
0~16	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
20	— —	+	+	— —	— —	— —	— —	— —
21~24	— —	+	—	— —	— —	— —	— —	— —
28	+	+	+	+	— —	+	+	— —
32	+	+	+	+	— —	— —	— —	— —
36	+	+	+	— —	— —	— —	± ±	— —
40	+	+	+	+	— —	— —	— —	— —
44	+	+	+	+	— —	— —	— —	— —
48	+	+	+	+	±	— —	— —	— —
52	+	+	+	+	±	— —	— —	— —
56	+	+	+	+	— —	— —	— —	— —
60	+	+	+	+	±	— —	— —	— —
64	+	+	+	±	±	— —	— —	— —
68	+	+	+	+	±	— —	— —	— —
72	+	+	+	+	±	— —	— —	— —

注 Notes A: 子嚢 (ascus), S: 子嚢胞子 (ascospore)

+: 抽出標本のほとんどに明らかな形成の認められるもの。

±: 抽出標本の少数のみに形成の認められるもの。

—: 全然形成の認められないもの。

の処理を毎日反復した。なお 100% 処理に先だって供試病落葉に水を軽く噴霧して水分を補い、76% 処理中に消失する水分を緩和するようにした。ここに 76% という低湿処理を設けた理由は、多湿下における連続処理による雑菌の繁殖を懸念したからで、このために 15°C 以上の温度処理は低湿条件で行なうようにしたのである。

(d) 子嚢および子嚢胞子の確認 実験開始日から 4 日ごとに、各処理区から無作為的に供試葉の一部を取り出し、子嚢の存在する葉少なくとも 5 本について徒手切片を作製、顕微鏡下で子嚢殻内の子嚢および子嚢胞子の存否、成熟程度を観察して比較した。

本実験は 5 月 30 日に開始し 8 月 10 日をもって終了した。

(2) 実験結果

第 10 表に示すとおりである。すなわち、子嚢の形成がはじまったのは実験開始から、湿度 100% 区では 15°C で 28 日後、20°C で 20 日後、25°C で 28 日後、30°C で約 68 日後であり、また湿度 79% 区では 15°C で約 72 日後、20°C および 25°C ではそれぞれ 28 日後および 32 日後に例外的な形成をみたがその後は確認できなかった。30°C においてはこの実験期間中は形成をみとめることができなかった。

一方、子嚢胞子の形成は、湿度 100% 区では 15°C で 28 日、20°C で 20 日、25°C で 48 日を要したが 30°C では本実験期間中には形成にいたらなかった。また湿度 79% 区では 15°C および 30°C においては形成されず、20°C においては例外的に 28 日後に形成をみとめたがそれ以後は全く確認されなかった。

したがって、本菌の子嚢および子嚢胞子の形成に最も好適な処理は湿度 100%、温度 20°C 区であり、100%、15°C 区がこれに次ぎ、湿度 100% でも 25°C でははるかにおとり、また 30°C ではきわめて不良であった。なお湿度 79% 処理区では、いずれの温度においても湿度 100% 処理区に比較にならないほど不適であった。

(3) 考察および結言

この実験における湿度条件の賦与に当たっては、雑菌のまん延を防ぐために、(1) 高湿処理は低温において行ない、(2) 高湿処理の後に各種温度下で低湿の処理を行なった。したがって、1 日の処理をみると高湿 $\rightarrow$ 低湿、低温 $\rightarrow$ 高温の断続処理が行なわれたことになる。この場合、特に湿度の条件は自然条件にくらべてきわめて苛酷（不良）な状態にあったといえよう。処理開始後子嚢ないし子嚢胞子形成にいたる期間が野外自然条件下のそれに比しきわめて長かったのはこのためではないかと思われる。

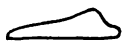
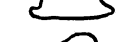
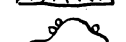
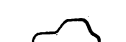
また湿度 100% 処理といっても処理の開始前に水を噴霧しているので、16 時間の処理時間中正確に 100% であったとはいいい難く、むしろ子嚢殻はその孔口から幾分吸水していたとも考えられる。また 76% のデシケーターに 8 時間移しているのでここにおける処理の終了までに果たして 76% の平衡に達したか否かは確認できないので不明である。しかし、比較的低湿処理の場合は 76% $\rightarrow$ 74% の湿度処理の交替であるから、おそらく両者の限界内の湿度下に落葉がおかれていたものと思われる。また、高湿と比較的低湿の 2 処理の間には定量的表示はできないがはっきりとした湿度の差異があったことは容易に想像されよう。実験の結果からは、100% ないしはそれに近い湿度が必要であることが明らかにされたが、自然状態ではこの実験よりもはるかに多量の水分が与えられていると思われる。すなわち、かりに晴天時

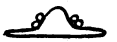
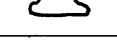
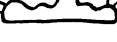
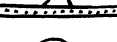
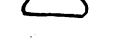
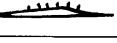
第 11 表 培養試験供試菌株記録

Table 11. Data of isolates of the fungus for culture on various agar-media.

菌株番号 Isolate No.	採 集 地 Locality	寄 主 Host	採集年月 Date of collection	分離年月日 Date of isolation
Mc— 4	山形県最上郡真室川町大字釜淵 Kamabuchi, Yamagata	ニホンカラマツ <i>L. leptolepis</i>	V, 1954	VI—13 '54
Mc— 5	山梨県南都留郡鳴沢村（富士山） Narusawa, Yamanashi (Mt. Fuji)	〃 do.	VI, 1957	VI—22 '57
Mc— 6	山形県真室川町大字釜淵 Kamabuchi, Yamagata	〃 do.	V, 1958	VI—11 '58
Mc— 8	北海道清水営林署河西経営区 Shimizu, Hokkaido	チョウセンカラマツ <i>L. gmelini</i> v. <i>olgensis</i>	VI, 1958	VI—25 '58
Mc— 9	北海道千歳市 Chitose, Hokkaido	ニホンカラマツ <i>L. leptolepis</i>	VI, 1958	VI—26 '58
Mc—10	北海道中標津防風林 Nakashibetsu, Hokkaido	〃 do.	VI, 1958	VI—27 '58
Mc—11	〃 do.	〃 do.	VI, 1958	VI—28 '58
Mc—12	〃 do.	チョウセンカラマツ <i>L. gmelini</i> v. <i>olgensis</i>	VI, 1958	VI—28 '58

第 12 表 4 種の培養基における各菌株の菌叢 (25°C, 28 日後)
Table 12. Macroscopic appearances of mycelial colonies of the isolates of the fungus on four agar-media (at 25°C, after 28 days).

培 養 基 Agar-medium	分離株 No. Isolate No.	菌 叢 の 色 Color of colony	菌 叢 の 様 相 Appearance of mycelia	菌叢の断面型 Section of colony	顕著な培地への拡 散色素の色 Pigment on agar- medium diffused	発 育 程 度 Degree of mycelial growth
ジャガイモ寒天 Potato-sucrose agar	Mc— 4	灰 白	黒いひだ混入		な し	卅
	Mc— 5	帯黄白	水滴, ビロード状気中菌糸		帯青黄	卅
	Mc— 6	帯黄白(幼), 帯黄緑(老)	外縁軟らかいビロード状, 中央短毛堅密, やせ形		淡黄橙—黄平	+
	Mc— 8	明緑々—黄鈍	短毛, 堅密, 水滴		な し	卅
	Mc— 9	濃橙灰, 灰白(気中菌糸)	短 毛		な し	卅
	Mc—10	灰白(幼), 淡黄緑—黄鈍(老)	やや長い毛のビロード状(幼) 気中菌糸発達不良(老)		黄	卅
	Mc—11	やや濃灰白	水 滴		な し	卅
	Mc—12	濃黄—黄鈍	堅密やせ形		な し	+
WAKSMAN 氏寒天 WAKSMAN'S solution agar	Mc— 4	橙黄—黄濁(幼), 灰白	ビロード状気中菌糸		な し	+
	Mc— 5	帯黄白—黄濁, 灰青白(老)	軟らかいビロード状, 水滴		な し	卅
	Mc— 6	白黄褪	〃		淡黄橙—黄平	卅
	Mc— 8	灰白, 帯青黒(幼)	軟らかい		な し	+
	Mc— 9	橙—黄々鈍(幼), 帯黄鈍白(老)	堅密, 短毛		な し	卅
	Mc—10	黒灰(幼), 灰白(老)	堅 密		な し	+
	Mc—11	緑黄—緑鈍	均質, 軟らか, ジャージ状		淡橙—黄鈍	卅
	Mc—12	橙—黄鈍(幼), 帯黄鈍白(老)	軟らか		な し	+

CZAPEK 氏寒天 CZAPEK's solution agar	Mc— 4	黄白(幼), 黒—黒黄濁(老), 灰白(気)	斑入, 軟らか		なし	卅
	Mc— 5	白橙黄, 黄褪	軟らか, ビロード状, 水滴		黄	卅
	Mc— 6	淡黄—黄々褪, 白黄緑黄鈍 (下部)	短毛ビロード状		なし	+
	Mc— 8	明緑々—黄鈍, やや白(気)	白色気中菌糸が混ざる		なし	卅
	Mc— 9	黄 灰	短 毛		なし	+
	Mc—10	暗黄緑—黄鈍	粗 毛		黄	+
	Mc—11	緑黄—緑鈍	均質, 軟らか		なし	+
	Mc—12	黄灰(幼), 灰白(老)	短毛, 粗		なし	+
RICHARDS 氏寒天 RICHARDS' solution agar	Mc— 4	淡黄灰	軟らか, ビロード状		なし	卅
	Mc— 5	白橙黄—黄褪	軟らか, ビロード状, 均質		なし	卅
	Mc— 6	灰白(幼), 白黄緑黄鈍(老)	軟らか, ビロード状, 層状		なし	卅
	Mc— 8	明緑々—黄鈍	軟らか, ビロード状, 短毛		なし	卅
	Mc— 9	帯黒濃黄灰	均質, 短毛		なし	卅
	Mc—10	明橙—黄々濁(幼), 濃黄—黄鈍	〃		なし	卅
	Mc—11	緑黄—緑鈍	均質, 軟らか, ビロード状		なし	+
	Mc—12	淡黄—黄々褪(幼), 緑黄—緑鈍	気中菌糸疎		なし	卅

注 卅: きわめて良好な発育, 卅: 良好な発育, 卅: 普通の発育, +: 不十分な発育
(幼): 幼若な菌糸, 菌叢周縁, (老): 古い菌糸, 菌叢中心部

を想定しても多湿な地上の落葉は屋間においてもかなり高い湿度条件下にあると思われるが、夜間気温の降下するにつれ容易に露点に達するので、落葉はある時間は盛んに吸水できる状態におかれよう。野外の自然状態では、この実験における子嚢および子嚢胞子の形成成熟の速さよりもはるかに速やかに進行していると考えられるので、実験開始より子嚢ないし子嚢胞子の形成にいたる日数そのものには意味はない。しかし、20°C においてももっともすみやかに形成されたということは、20°C $\rightleftharpoons$ 15°C という範囲の温度変化におかれたのであるから自然状態においても少なくとも15~20°C の範囲で、むしろ20°C に近い温度がもっとも好適となっているのではないかと想像される。この菌の菌糸発育の適温は20~25°C、胞子発芽の適温は25°C と報ぜられているが(伊藤ら 1957)⁴⁾、胞子形成のためには発育・発芽の適温よりも幾分低い方がかえって適しているようである。また100% 処理区における15°C、20°C 処理にみられるとおり、子嚢と子嚢胞子形成が相ついで起こっていることはこの処理が好適なため、成熟が滞りなく進んでいることを示すものであろう。

以上を要約すれば、子嚢および子嚢胞子の形成条件として自然状態下における湿度変化の範囲は容易に想像しがたいが、温度変化は15~20°C の範囲がもっとも好適で15~25°C ないしは30°C など上限の幅が大きくなるにつれて不適となり、一方15°C 付近の温度も不適当のようである。

各地産カラマツ落葉病菌の培養基上の菌叢

(1) 実験材料と方法

(a) 供試菌株 供試菌株の分離源およびその産地は第11表に示すとおりである。

(b) 培養基および培養法 2% ショ糖、ジャガイモ寒天、WAKSMAN 氏寒天、CZAPEK 氏寒天、およびRICHARDS 氏寒天の4種でHClによりpHを5.0に補整した。培養基は試験管に10mlずつ分注し、オートクレーブにより10lb加圧、20分間殺菌し、斜面培養基となし、あらかじめ10日間培養した菌叢の幼若な小片を取って移植し、25°Cに28日間保ち、菌叢の様相を比較した。

(2) 実験結果

第12表に示すとおりである。同じ培養基上においても、それぞれの分離菌株間には菌叢の外観は決して一様でない。しかし、ある1つの菌株の特長が4種の培養基に共通して発現していることもないようである(Plate 2 E, F, G)。

摘 要

1. 北海道、東北地方、関東地方および中部地方において落葉病をおこしている病原菌はすべて *Myco-sphaerella larici-leptolepis* K. Ito et K. SATO と同定された。

2. 本病の伝染源となる子嚢胞子の、病落葉上における形成時期は年ごとに、また地方ごとにいくぶんのずれがある。北海道においては5月中旬~7月上旬、長野県では福島および王滝地区では5月中・下旬~7月中・下旬であるのに対して大町地区では6月上旬~8月下旬となっている。これは年ごとの、また地域ごとの気象条件のちがいによるものと考えられる。

3. 北海道札幌市における観察によれば、子嚢胞子の放出飛散は6月が最も盛んであるが、これもその年の気象条件によって左右されるようである。

4. 子嚢胞子の放出は関係湿度100%の場合にだけみとめられ、これよりも低い湿度では放出しない。

5. 子嚢胞子の放出期間と温度の間には密接な関係がある。すなわち 30°C では 3 日, 25°C では 13 日, 20°C では 14 日, 15°C では 54 日, 10° および 5°C では約 70 日で, 全般的にみて温度が高くなるほど胞子の放出期間は短く, 温度が低くなるほど長い傾向がある。

6. 罹病落葉中における子嚢および子嚢胞子の成熟形成は温度および湿度によって左右される。これに最も好適な条件は湿度 100%, 温度 20°C で, 100%, 15°C がこれに次ぎ, 100%, 25°C でははるかにおとる。すなわち, 菌糸の発育および子嚢胞子発芽の適温よりもやや低い温度が子嚢および子嚢胞子の成熟形成に適すようである。

7. 寄主および採集地を異にする本菌の菌株を各種の寒天培地に培養すると, 菌叢の特徴にはおのおのかなりの差異がみとめられる。

(北海道支場 小野馨・中川玲子, 木曾分場 浜武人, 保護部 高井省三・伊藤一雄・真宮靖治)

文 献

- 1) HARTIG, R.: Der Nadelschüttepilz der Lärche, *Sphaerella laricina* n. sp. Forstl-Naturw. Zeits., 4, pp. 445~457, (1896).
- 2) ——— : *Sphaerella laricina* auf *Larix leptolepis* (japonica), *Ibid.*, 5, p. 74, (1896).
- 3) 伊藤一雄: カラマツ落葉病の病原菌について, 森林防疫ニュース, 6, pp. 27~30, (1957).
- 4) ITO, K., K. SATO and N. OTA: Studies on the needle cast of Japanese larch—I. Life history of the causal fungus, *Mycosphaerella larici-leptolepis* sp. nov. Bull. Gov. For. Exp. Sta., 96, pp. 69~88, (1957).
- 5) 北島君三: カラマツ造林地被害原因に就て, 林友 (東京営林局林友会), 191, pp. 4~13, (1931).
- 6) 小野 馨: カラマツ落葉病の防除時期—病原菌の生活史からみた一考察—北方 林業, 8, pp. 327~329, (1956).
- 7) 沢田兼吉: 東北地方に於ける針葉樹の菌類 II スギ以外の針葉樹の菌類, 林試研報, 46, pp. 111~150, (1950).

図 版 説 明

Explanation of plates

Plate 1.

A. 病葉上に形成された病原菌の精子器 (長野県)

A spermatogonium of *Mycosphaerella larici-leptolepis* on the needle of Japanese larch (Nagano Pref.). ×60

B. 同 上

Ditto. ×100

C. 病原菌の精子器および精子 (北海道)

Spermatogonium and spermatia of *Mycosphaerella larici-leptolepis* (Hokkaido). ×300

D. 越冬病落葉上に形成された病原菌の子嚢殻 (長野県)

A perithecium of *Mycosphaerella larici-leptolepis* on the overwintered diseased needle of Japanese larch (Nagano Pref.). ×100

E. 病原菌の成熟子嚢殻 (北海道)

A mature perithecium of *Mycosphaerella larici-leptolepis* (Hokkaido). ×400

F. 同 上 (長野県)

Ditto (Nagano Pref.). $\times 600$

G. 病原菌の未熟子嚢殻 (長野県)

A immature perithecium of *Mycosphaerella larici-leptolepis* (Nagano Pref.). $\times 300$

H. 病原菌の子嚢 (北海道)

Asci of *Mycosphaerella larici-leptolepis* (Hokkaido). $\times 100$

Plate 2.

A. 病原菌子嚢胞子の発芽 (25°C, 20 時間後)

Germinating ascospores of *Mycosphaerella larici-leptolepis* after 20 hours at 25°C.

B. 同上 (10°C, 20 時間後)

Ditto, after 20 hours at 10°C

C. 30°C で放出された病原菌子嚢胞子 (24 時間)

Discharged ascospores of *Mycosphaerella larici-leptolepis* at 30°C, after 24 hours.

D. 20°C で放出された病原菌子嚢胞子 (24 時間)

Discharged ascospores of *Mycosphaerella larici-leptolepis* at 20°C, after 24 hours.

E~F. 病原菌3菌株の各種寒天培養基における菌叢 (25°C, 28 日後)

Mycelial colonies of 3 isolates of *Mycosphaerella larici-leptolepis* on various agar-media after 28 days at 25°C.

E. ニホンカラマツ, 北海道 (Isolate from *Larix leptolepis*, Hokkaido)

F. チョウセンカラマツ, 北海道 (Isolate from *L. gmelini* v. *olgensis*, Hokkaido)

G. グイマツ, 北海道 (Isolate from *L. gmelini* v. *japonica*, Hokkaido)

1. ジャガイモ寒天 (Potato-sucrose agar); 2. 2% ショ糖寒天 (2% sucrose agar); 3. ブイヨン寒天 (Bouillon agar); 4. 斎藤氏しょう油寒天 (SAITO's soy agar); 5. Czapek 氏寒天 (CZAPEK's solution agar); 6. 乾燥酵母加用 Czapek 氏寒天 (CZAPEK's solution with dry yeast agar); 7. RICHARDS 氏寒天 (RICHARDS' solution agar); 8. WAKSMAN 氏寒天 (WAKSMAN's solution agar).

Researches on the Needle Cast of Larch

I. Studies on the causal fungus

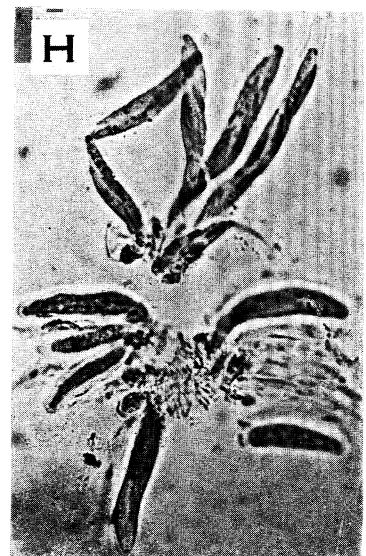
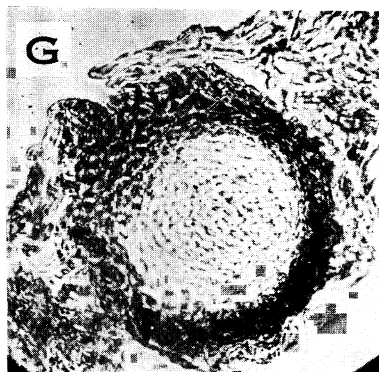
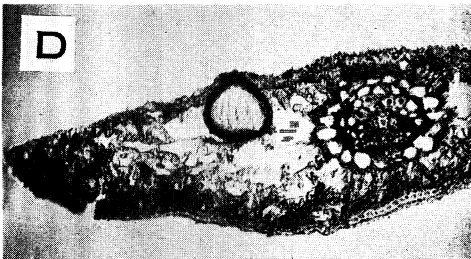
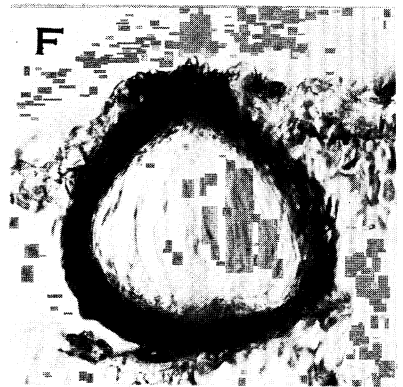
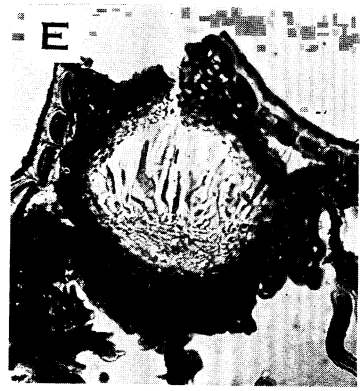
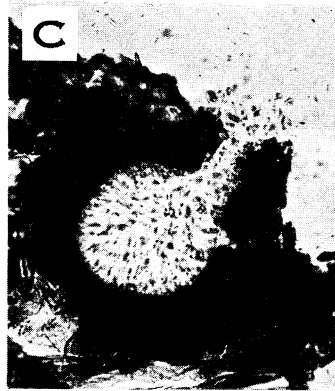
KAORU ONO, TAKETO HAMA, SHÔZÔ TAKAI, and KAZUO ITO

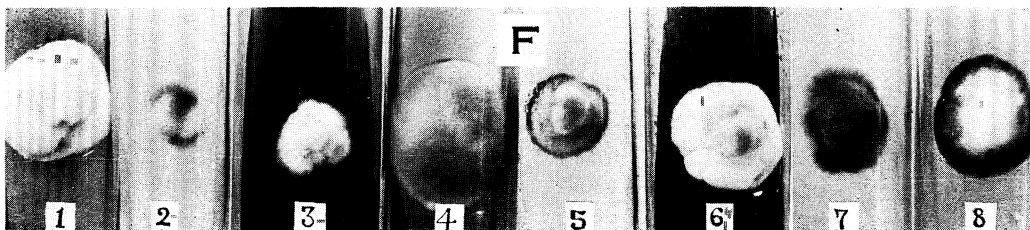
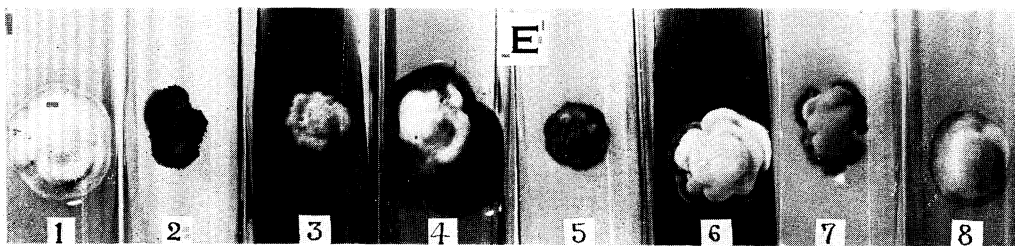
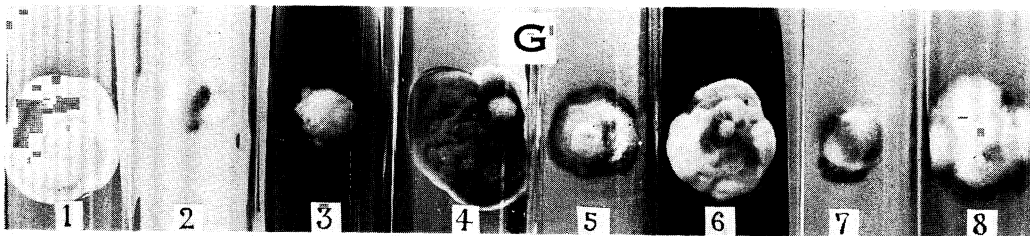
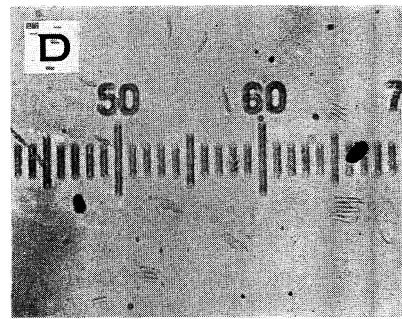
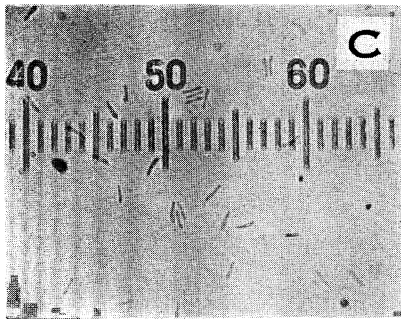
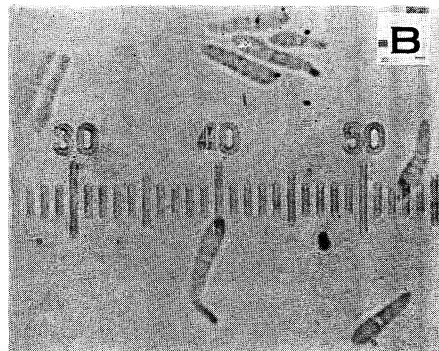
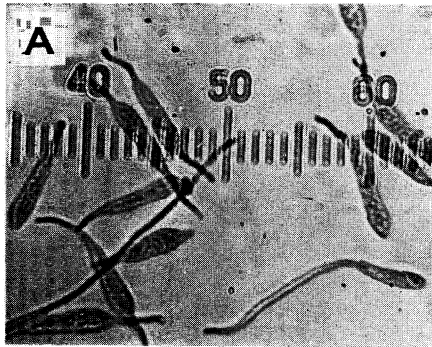
(Résumé)

KITAJIMA (1931) who found a fungus on the lesion of casting needles of Japanese larch considered it as the causal organism of the disease, and named it *Phoma yano-kubotae* sp. nov. Later, by SAWADA (1950), another fungus belonging to the family Phomaceae was described under the name of *Phyllosticta laricis* sp. nov. on the needle of the same tree species.

K. ITO, K. SATÔ and N. ÔTA (1957) who had made a life historical study of the causal fungus found the ascigerous stage of the organism on over-wintered fallen needles collected at Kamabuchi, Yamagata, and named it *Mycosphaerella larici-leptolepis* sp. nov. According to ITO et al. (l.c.), *Phoma yano-kubotae* KITAJIMA as well as *Phyllosticta laricis* SAWADA is unquestionably the spermogonial stage of *Mycosphaerella larici-leptolepis* K. ITO et K. SATO.

In order to make clear whether the causal fungus of the needle cast is a single species or not, numerous materials have been collected in Hokkaidô, Tôhoku, Kantô and Chûbu districts on the following species of the genus *Larix*: *Larix leptolepis* (Japanese larch), *L.*





gmelini var. *olgensis* (Korean larch), *L. gmelini* var. *japonica* (Kurile larch) and *L. ducidua* (European larch). All the fungi studied are very similar in the morphologic characteristics to each other, and they are almost identical with *Mycosphaerella larici-leptolepis* K. Ito et K. SATO.

Under natural conditions, ascospores of the fungus, the source of infection, are usually produced on over-wintered fallen needles for about two months in May to July. Development of perithecia and ascospores are somewhat influenced by meteorological factors in larch plantations. Exceptionally, ascospore formation was observed from middle May to late August in 1958 at Omachi, Nagano.

Expulsion of ascospores from perithecia occurred only in a saturated atmosphere, and never in 98 per cent humidity and below 98 per cent. The period of discharging ascospores is markedly dependent on the temperature, and it is generally longer at lower temperatures than at higher temperatures. For instance, it is about 70 days at 5~10°C, but 13 days at 25°C.

Development and maturity of asci and ascospores in over-wintered fallen needles are remarkably influenced by the temperature and relative humidity. Laboratory experiments showed that the most favorable conditions for ascospore development were 100 per cent relative humidity and 20°C air temperature. At 25°C, the favorable temperature for mycelial growth and ascospore germination, the development of the fruit bodies was not good.

Many isolates of the fungus which were collected from various hosts and localities were cultured on several agar-media under the same conditions. Among them, some variations were observed in the macroscopic appearances of the mycelial colonies

カラマツ落葉病に関する調査研究

III. 伝染に関する試験

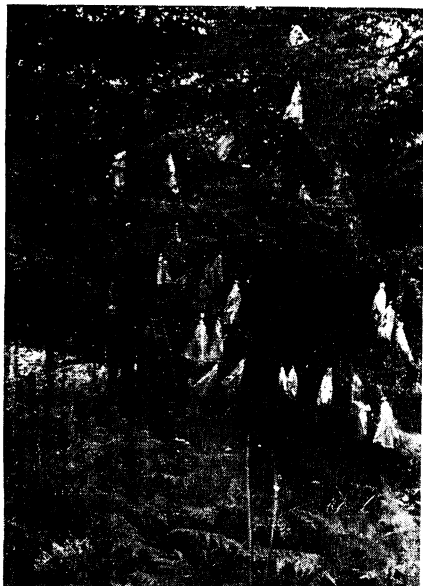
野 原 勇 太⁽¹⁾

陳 野 好 之⁽²⁾

感 染 時 期

本病の感染期を知る手段としては子嚢孢子飛散の状態を調べる方法もあるが、本試験ではカラマツの枝条に袋がけを行なって孢子の飛来および侵入を阻止し、ある一定期間のみ袋を開放して自然感染の機会を与え、その後の罹病状況を調査して、本病の感染期を間接的に知る方法をとった。

本試験は、1959 年以降 1962 年にわたる 4 か年間東北支場山形分場構内罹病カラマツ林分について実施したものである。



第 1 図 カラマツ落葉病の感染期調査地
(林内) 1961 年 8 月 4 日撮影

Fig. 1 A part of Experiment
Forest.

なお本研究を行なうにあたり、終始本場今関前保護部長、伊藤樹病科長のご指導とご鞭撻をいただき、また東北支場佐藤保護第一研究室長のご支援ならびに山形分場児玉技官らのご協力を得た。これらの各位に対してここに深甚の謝意を表する。本試験の一部はすでに報告済みである¹⁾。

(1) 試験地の概況および試験方法

1) 試験地の概況 本試験地は山形県最上郡真室川町大字釜淵山形分場構内実験林の一部で、1949 年、ha あたり 3,000 本植栽されたカラマツ林分で、その面積 0.12 ha、西北面は樹齢約 50 年のスギ林に接し、おおむね平坦地で、土壌は壤埴土である。

幼齡時において雪害がくりかえされ、このため部分的には現在相当疎開した箇所が見受けられ、その平均樹高 10.28 m、胸高 9.2 cm である (第 1 図)。

従来の保育関係はつまびらかでないが、1958 年の秋試験のつごうで、地上 2 m まで枝打を実施し今日に至っている。

2) 被害程度の標示 本病罹病程度の標示は、肉眼観察により被害度別に健全、微害、軽害、重害の 4 区分に区分けし、健全を 0、微害 1、軽害 2、重害 3 として便宜的に指数で被害程度を表わした。

1) 野原勇太・佐藤稔美・遠田 武: カラマツ落葉病の生態的防除に関する研究、カラマツ落葉病の感染期について、13 回日林東北支講、pp. 103~111, (1962)

(1) 東北支場保護部長 (前山形分場長) (2) 保護部樹病科樹病研究室

3) 試験方法 1959 年度においては、林内、林縁木ともに 4 本ずつ供試木をえらび、おのおの 4 月 1～5 日、6～10 日、というように 5 日間ずつ袋を開放し、その期間以外は袋かけを厳重に励行して、最終を 7 月 25～29 日までとし、前後を通じ 24 区に区分、9 月 27 日に至り袋内のカラマツ葉上の病徴の有無と、その被害程度を調査し、いつごろ開放したのが最も多く感染を許し、その罹病程度が大となっているかを判定した。

1960 年度は、だいたい前年度と同様にしたが、供試個体数は林内外木ともに 3 本ずつとした。本年度は気候のずれから前年度に比べて開始がやや遅れ、4 月 13～17 日が第 1 回目で、以下 5 日間おきに 8 月 27～31 日まで 35 回の長期にわたる調査を続行し、9 月 15 日に袋内の罹病状況を調査した。

用いた袋は幅 10 cm、深さ 30 cm のポリエチレン製で、開葉前にカラマツの枝条に袋かけを行ない、所定期間の開放露呈後は直ちにもとどおり袋かけを厳重に行なうこととした。

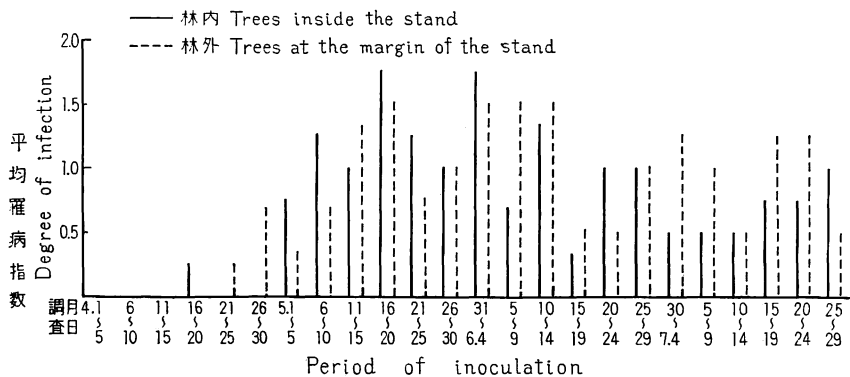
1961 年度においても前記のカラマツ林分で同様の実験法をくりかえしたが、本年度はとくに本病の伝染源胞子が形成される前年の罹病葉直下の地表および地中 5 cm の地温を測定し、なお構内の気象観測成績等からも本病の感染状況を推察した。さらに 1962 年度も前年度に引きつづき試験を継続した。

次に本試験に併行して当分場構内苗畑で、時期別の接種試験を行なった。カラマツ 2 回交替苗木を m^2 あたり 25 本植え、開葉前から 7 月ごろまで約 20 日間おきに 6 区を設定した。これによっていつごろが最も感染発病するかを調査し、前記林分内の試験結果と検討対比することとした。この場合接種源として、前年秋に罹病葉を採集して俵に詰めて室内に保管し、接種のつどとり出して床面に均一に厚さ 2 cm 程度接種し、秋期に至り試験区ごとに全個体について発病状況を肉眼観察によって調査した。

(2) 試験成績

1959 年度の成績を示すと第 2 図のとおりで、本結果を要約すると次のとおりである。

- a) 最も発病が大と認められたのは、林内外木ともに 5 月 16～20 日の期間中に袋を開放したものである。
- b) 林内外供試木いずれも 4 月中旬までは発病が見受けられない。
- c) 本試験は 7 月末日まで行なったものであるが、これによると 7 月末日に袋を開放露呈したのもでも感染していることから、本菌の胞子は 7 月末はもとより、8 月にも飛散する可能性があるものと考えられ



第 2 図 カラマツ落葉病の感染期調査結果 (1959, 山形分場実験林)

Fig. 2 Effect of periods of inoculation on the degree of infection
(1959, Yamagata Subbranch Station).

る。

d) 林内木が林縁木より若干発病が大なる傾向が認められた。

e) 袋の開放期によって罹病程度に多少のパラッキがあるのは、この期間中の気象条件とくに降雨、温度の関係かと考えられる。

f) 同一林分内外の供試個体中でも罹病程度に差があり、また袋内のカラマツ枝条の発病とその個体全般の発病には関連性があるやに見受けられる。

g) 被害激じんな個体に近接のものは、概してその罹病程度も大となる傾向が見受けられた。

次に同年度の床替苗畑における時期別接種試験の結果を掲示すると第1表のとおりである。

第1表 カラマツ落葉病の時期別接種試験成績（山形分場，1959．8．31）

Table 1. Effects of periods of inoculation with the causal fungus to Japanese larch stocks on occurrence of the needle cast (at Yamagata Subbranch Station; Aug. 31, 1959).

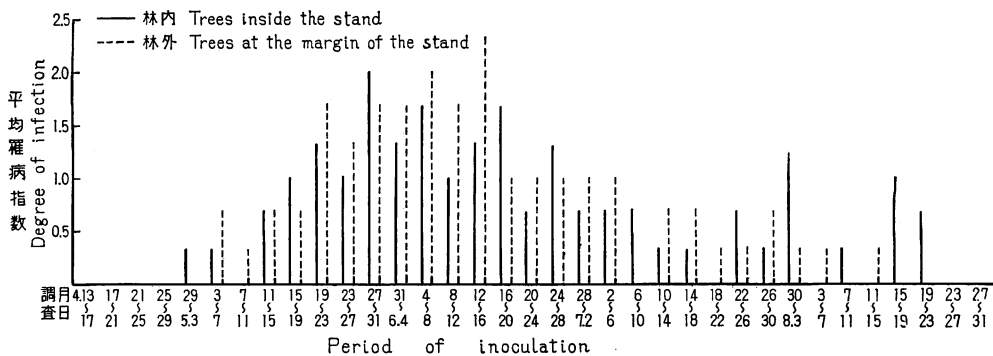
番号 No.	接種月日 Date of inoculation	供試植付本数 Number of stock tested	調査本数 Number of stock investigated	落葉病被害度別調査本数 Number of investigated stock					落葉病被害程度(指数) Degree of infection
				(0) 健全 Healthy	(1) 微害 Very slight	(2) 軽害 Slight	(3) 重害 Severe	計 Total	
1	4月30日	25	25	0	16	9	0	25	1.4
2	5月20日	25	25	0	12	13	0	25	1.5
3	6月10日	25	25	0	10	15	0	25	1.6
4	6月30日	25	25	0	21	4	0	25	1.2
5	7月20日	25	25	0	22	3	0	25	1.1
6	標準 (無接種) Uninoculated	25	25	0	24	1	0	25	1.0

備考 1. 植付本数 25本/m²，床替実施月日 4月21日

2. 施肥量 N. 65 g/m²， P. 90 g/m²， K. 18 g/m²， 堆肥 3 kg/m²

Note; 1. Number of planted stocks 25/m² Date of planting April 21

2. Amount of fertilizer N. 65 g/m²， P. 90 g/m²， K. 18 g/m²， Compost 3 kg/m²



第3図 カラマツ落葉病の感染期調査（1960，山形分場実験林）

Fig. 3 Effect of periods of inoculation on the degree of infection
(1960, Yamagata Subbranch Station).

第1表からわかるように、6月10日接種区が被害指数最も大で、8月31日調査時においてすでに1.6の指数を示し、ついで5月20日の1.5、4月30日の1.4、6月30日の1.2、7月20日の1.1の順となっている。ただし、標準区における発病は自然感染によるものと考えられる。

次に1960年度の結果を第3図に掲示する。

本結果を要約すると次のとおりである。

第2表 カラマツ落葉病の時期別接種試験成績（山形分場，1960. 10. 1）

Table 2. Effects of periods of inoculation with the causal fungus to Japanese larch stocks on occurrence of the needle cast (at Yamagata Subbranch Station; Oct. 1, 1960).

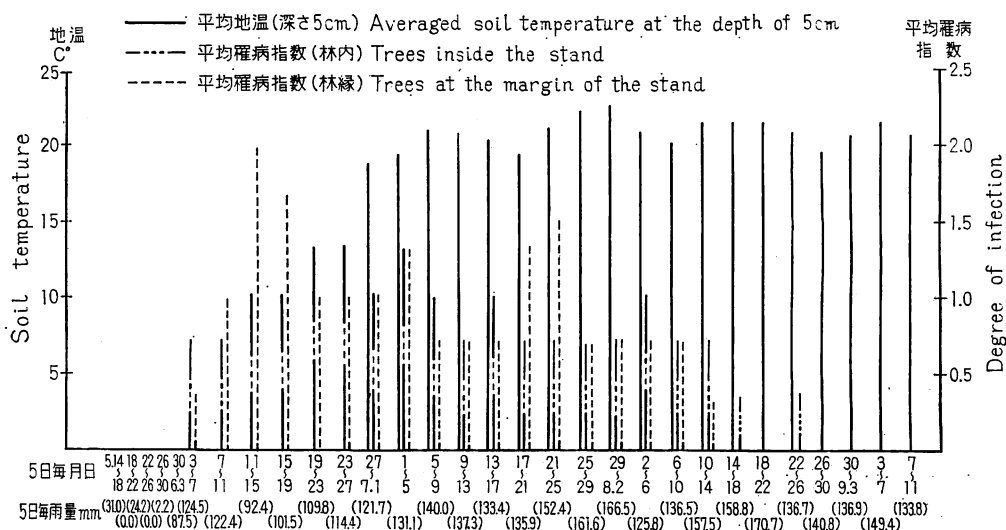
番号 No.	接種月日 Date of inoculation	供試植付本数 Number of stock tested	調査本数 Number of stock investigated	落葉病被害度別調査本数 Number of investigated stock					落葉病被害程度(指数) Degree of infection
				(0) 健全 Healthy	(1) 微害 Very slight	(2) 軽害 Slight	(3) 重害 Severe	計 Total	
1	5月5日	25	25	0	8	17	0	25	1.7
2	5月25日	25	25	0	0	25	0	25	2.0
3	6月14日	25	25	0	0	25	0	25	2.0
4	7月4日	25	25	0	15	10	0	25	1.4
5	7月24日	25	25	0	22	3	0	25	1.1
6	標準 (無接種) Uninoculated	22	25	0	17	5	0	22	1.1

備考 1. 植付本数 25本/m²，床替実施月日 4月24日

2. 施肥量 N. 65 g/m²， P. 90 g/m²， K. 18 g/m²， 堆肥 3 kg/m²

Note; 1. Number of planted stocks 25/m²， Date of planting April 24.

2. Amount of fertilizers N. 65 g/m²， P. 90 g/m²， K. 18 g/m²， Compost 3 kg/m².



第4図 地温および雨量と落葉病感染との関係（1961，山形分場実験林）

Fig. 4 Effect of soil temperature and precipitation on the degree of infection (1961, Yamagata Subbranch Station).

第3表 カラマツ林内における地温測定値

Table 3. Records of temperature at the ground

月日 7日ごと Date every 7 day		6.30~7.6		7.7~13		7.14~20		7.21~27		7.28~
番 号 No.	測定箇所 Place in- vestigated	地 中 Under ground (5 cm)	地 表 Surface of ground	地 中 Under ground (5 cm)	地 表 Surface of ground	地 中 Under ground (5 cm)	地 表 Surface of ground	地 中 Under ground (5 cm)	地 表 Surface of ground	地 中 Under ground (5 cm)
1 号 No. 1	計 Total 平均 Average	120.4 17.2	126.8 18.1	127.1 18.2	124.5 17.8	120.5 17.2	126.0 17.9	12.77 18.2	134.2 19.2	137.5 19.6
2 号 No. 2	計 Total 平均 Average	117.6 16.8	129.6 18.5	125.6 17.9	134.1 19.2	118.8 17.0	124.3 17.8	124.9 17.8	155.1 22.2	134.4 19.2
3 号 No. 3	計 Total 平均 Average					122.3 20.4	134.4 22.4	105.8 21.2	118.2 23.6	90.6 22.6
4 号 No. 4	計 Total 平均 Average	117.3 16.8	135.2 19.3	125.8 18.0	142.1 20.3	120.2 17.2	135.2 18.7	127.8 18.3	145.4 20.8	136.9 19.6
5 号 No. 5	計 Total 平均 Average	112.6 16.1	129.5 18.5	122.8 17.5	136.2 19.5	116.8 16.7	129.0 18.4	122.4 17.5	141.3 20.2	131.8 18.8
雨 量 Precipitation (mm)		194.0		103.5		0		30		80.0

a) 最も発病の大と認められたのは、林内木では5月27~31日の期間中に袋を開放したもので、その指数2.0である。また林縁木では6月12~16日に開放したものがその指数2.3で最高の罹病を見た。

b) 林内外木とも4月下旬までは発病が見受けられない。

c) 本試験は前年度の結果にかんがみ、長期間継続して調査した。林内木では8月23~27日および27~31日の調査では発病を全く見ず、また林縁木では8月15~19日以降最終まで4回の調査を行なったが全く発病を見なかった。

d) 林内外の発病状況は一般に林内木にあっては5月の初期に発生を見、林縁木はそれ以降に発病が多い傾向が認められた。

e) 本試験では、林縁木と林内木間における感染の差は判別困難である。これは、林分が雪害のため相当疎開し、林内木でも通常見られる林分とは環境条件が異なるためと思われる。

次に1960年度の苗畑における接種試験の成績を示すと第2表のとおりである。

第2表からわかるように、5月25日と6月14日の接種区はともに2.0の被害指数を表わし、それより早くてもおそくても発病が少ない。無接種区における被害指数は、7月24日の接種区と同様であるが、これらは自然感染によるものと考えられる。

(1961, 山形分場実験林)

in Japan larch forest (at Yamagata Subbranch Station, 1961).

8.3	8.4~10		8.11~17		8.18~24		8.25~31		9.1~7	
地 表 Surface of ground	地 中 Under ground (5 cm)	地 表 Surface of ground	地 中 Under ground (5 cm)	地 表 Surface of ground	地 中 Under ground (5 cm)	地 表 Surface of ground	地 中 Under ground (5 cm)	地 表 Surface of ground	地 中 Under ground (5 cm)	地 表 Surface of ground
149.7	124.3	129.5	133.0	143.2	129.9	138.8	124.0	131.2	130.3	139.8
21.4	17.8	18.5	19.0	20.5	18.6	19.8	17.7	18.7	18.6	20.0
145.8	122.4	126.6	131.0	140.4	127.6	135.7	120.1	126.8	126.8	136.1
20.8	17.5	18.1	18.7	20.1	18.2	19.4	17.2	18.1	18.1	19.4
104.5	104.6	111.4	67.1	77.6	6.6	71.3	40.9	43.2	86.9	91.6
26.1	20.9	22.8	22.3	25.9	22.0	23.7	20.4	21.6	21.7	22.9
159.8	123.2	136.9	129.4	131.8	129.0	144.3	121.4	135.5	126.8	139.9
22.8	17.6	19.5	18.5	18.8	18.4	20.6	17.3	19.4	18.1	20.0
153.5	120.1	131.0	128.0	140.7	125.6	138.2	118.1	135.2	123.5	139.5
21.9	17.2	18.7	18.3	20.1	17.9	19.7	16.9	19.3	17.6	19.9
	6.0		31.0		83.5		29.5		65.5	

以上の結果から本年度の感染の最盛期は、大体6月上旬であることが推察され、これは例年にくらべて発病が遅いといえよう。

1961年度の結果は第4図に示すとおりで、これを要約すると次のとおりである。

- 最初に発病を認めたものは、林内外木とも6月3～7日に袋を開放したものである。
- 最も感染発病したものは、林縁木の6月11～15日のようである。
- 最後に発病を認めたものは8月22～26日に袋を開放した林内木である。
- 全般的に見て罹病は林内の方がやや多い傾向が見受けられる。

以上は全体的に見て1960年度の結果とほぼ同様である。

これに関連して林内の地温観測成績を示すと第3表のとおりである。

1962年度も、前年度を踏襲して試験を継続した。本結果は第5図に示すとおりである。

本結果でわかるように、本年最も早く感染を見たのは、5月13～17日であり、前年度よりも約20日間早く、またその罹病の大なるのは昨年と同様、6月中旬の10～14日の林縁木であった。最終感染は8月12～16日の林内木である。

以上を要約すると次のとおりである。

第4表 気象観測成績 (1959, 山形分場露場)

Table 4. Results of observations of weather (at Yamagata Subbranch Station, 1959).

月 Month	温 度 Temperature					降水量 Precipitation	地 温 Soil temperature		平均湿度 Average of relative humidity	日照時数 Average amount of sunshine	風 Wind			雨日数 Number of rainy day	晴天日数 Number of fine day
	平 均 Average	最 高 Max.	極	最 低 Min.	極		深 さ Depth 0.05m	深 さ Depth 0.3 m			平均風速 Average of wind velocity	最大風速 Max. of wind velocity	最多風向 Prevailing wind direction		
1	—2.0	1.2	8.9	—5.2	—12.6	268.2	—1.5	1.0	82.6	52.3	1.7	10.0	NE ENE	9	9
2	—0.5	3.4	13.0	—4.3	—11.9	219.8	—1.4	0.3	83.7	77.0	1.1	7.4	WSW	11	5
3	2.1	6.0	11.3	—2.8	—7.4	205.6	—1.5	—0.2	75.3	113.1	1.5	10.8	W	12	13
4	7.5	12.7	22.2	0.5	—4.4	239.6	4.5	4.1	68.2	177.8	1.9	10.8	W	19	8
5	14.6	19.4	29.7	8.0	—2.0	149.3	14.2	12.0	70.1	152.9	1.7	7.8	W	18	66
6	18.3	23.0	27.3	12.6	6.2	169.7	20.6	17.9	79.8	157.4	1.4	6.3	WSW	15	8
7	22.2	26.4	31.7	17.1	9.4	228.2	24.0	22.0	84.1	173.5	1.1	4.6	SW	12	12
8	23.9	28.7	33.6	18.6	12.5	164.0	26.1	24.2	84.3	180.2	1.3	6.5	SW WSW	13	11
9	18.7	23.9	29.2	14.2	2.8	173.3	20.3	21.6	87.8	129.1	0.9	7.6	W	17	55
10	11.3	17.0	21.8	5.7	0.0	116.6	10.8	14.8	87.1	120.8	1.1	6.1	SW W	12	6
11	10.5	11.7	17.6	3.5	—2.6	171.9	6.1	9.9	89.0	83.8	1.0	×	WNW NW	21	7
12	0.5	3.4	8.6	—2.3	—8.6	414.7	—1.2	2.1	×	×	1.2	×		×	×

第5表 気象観測成績(1960, 山形分場露場)

Table 5. Results of observations of weather (at Yamagata Subbranch Station, 1960).

月 Month	温 度 Temperature					降水量 Precipitation	地 温 Soil temperature		平均湿度 Average of relative humidity	日照時数 Average amount of sunshine	風 Wind			雨日数 Number of rainy day	晴天日数 Number of fine day	最小湿度 Min. of relative humidity
	平 均 Average	最 高 Max.	極	最 低 Min.	極		深 さ Depth	深 さ Depth			平均風速 Average of wind velocity	最大風速 Max. of wind velocity	最多風向 Prevailing wind direction			
	°C	°C	°C	°C	°C	mm	°C	°C	%	hrs						
1	-1.9	0.8	8.3	-4.7	91.3	324.0	-1.4	1.1	86.9	44.04	1.4	8.7	NW	7	8	43
2	0.5	4.1	8.1	-3.0	92.4	138.0	-1.4	0.2	85.3	70.21	1.3	8.2	E	13	8	37
3	3.1	6.9	13.3	-1.6	91.2	300.0	-0.8	99.9	83.7	113.89	1.3	6.5	W	20	9	23
4	10.4	16.2	24.7	3.4	96.0	187.5	6.6	7.0	71.9	165.61	2.3	9.3	W	15	9	10
5	15.2	20.6	27.1	7.4	99.9	121.5	13.1	12.4	71.2	171.72	1.8	5.9	W	16	5	21
6	17.9	22.2	28.4	12.9	6.6	167.0	19.0	17.0	82.8	145.89	1.2	5.7	W	19	8	32
7	21.4	25.8	31.3	17.1	11.9	480.5	22.4	21.1	88.3	134.43	1.0	6.9	NW	24	9	46
8	22.6	27.5	30.5	17.9	13.9	245.0	23.5	22.9	86.5	152.70	1.7	10.5	W	14	13	49
9	19.5	23.8	27.6	14.9	9.3	200.0	20.2	21.2	85.4	106.89	1.3	10.5	W	18	9	36
10	12.5	17.6	22.6	7.1	0.5	165.0	11.5	15.2	88.2	113.33	1.2	8.5	WSW	20	7	29
11	6.1	10.9	17.6	1.8	95.2	214.0	4.7	9.4	84.3	97.88	1.3	7.4	E	20	3	34
12	0.8	4.0	15.2	97.7	91.7	256.0	99.8	3.7	85.7	35.63	1.2	6.3	SSW	15	3	31
平均 Mean	10.7	15.0	31.3	5.9	91.2 3.1	2798.5	9.8	10.9	83.4	1352.12	1.4	10.5	W	201	95	10 4.3

第6表 気象観測成績 (1961, 山形分場露場)

Table 6. Results of observations of weather (at Yamagata Subbranch Station, 1961).

月 Month	温 度 Temperature					降水量 Precipitation	地 温 Soil temperature		平均湿度 Average of relative humidity	平 均 日射量 Average amount of sunshine	風 Wind		
	平 均 Average	最 高 Max.	極	最 低 Min.	極		深 さ Depth 0.05 m	深 さ Depth 0.3 m			平均風速 Average of wind velocity	最大風速 Max. of wind velocity	最多風速 Prevailing wind direction
	°C	°C	°C	°C	°C	mm	°C	°C		cal/cm ²			
1	−3.2	0.1	3.7	−6.1	−12.9	321.7	−1.8	0.5	×	181.4	1.3		
2	−2.2	1.7	6.2	−6.2	−12.4	220.1	−1.8	0.1	×	313.6	1.8		
3	1.5	5.9	13.7	−3.6	−7.2	86.5	−1.7	×	×	×	1.5		
4	8.2	14.5	25.0	1.0	−5.0	168.0	2.8	×	×	664.4	1.8		
5	15.4	20.8	27.2	8.2	0.1	93.0	14.9	×	70.1	654.1	1.7		
6	19.1	22.9	28.9	12.6	4.5	237.0	20.0	×	76.1	578.8	1.2		
7	23.3	28.5	34.4	18.7	12.4	376.0	24.9	23.7	87.9	×	1.0		
8	23.3	28.5	33.1	18.6	11.8	217.5	24.9	25.1	85.0	571.0	1.0		
9	21.1	25.7	31.5	16.2	6.5	252.5	21.2	22.9	84.0	468.1	1.2		
10	13.2	18.1	24.5	3.4	−2.5	117.5	13.4	16.8	85.1	333.8	1.1		
11	6.0	12.0	19.5	1.6	−2.4	331.9	5.3	9.3	89.8	259.2	1.3		
12	0.3	4.7	12.9	−2.7	−9.6	279.2	00.1	4.1	×	195.7	1.0		
平均 Mean	10.5	15.3		5.6		2700.0	10.2	×	×		1.3		

注: ×印は観測中止。

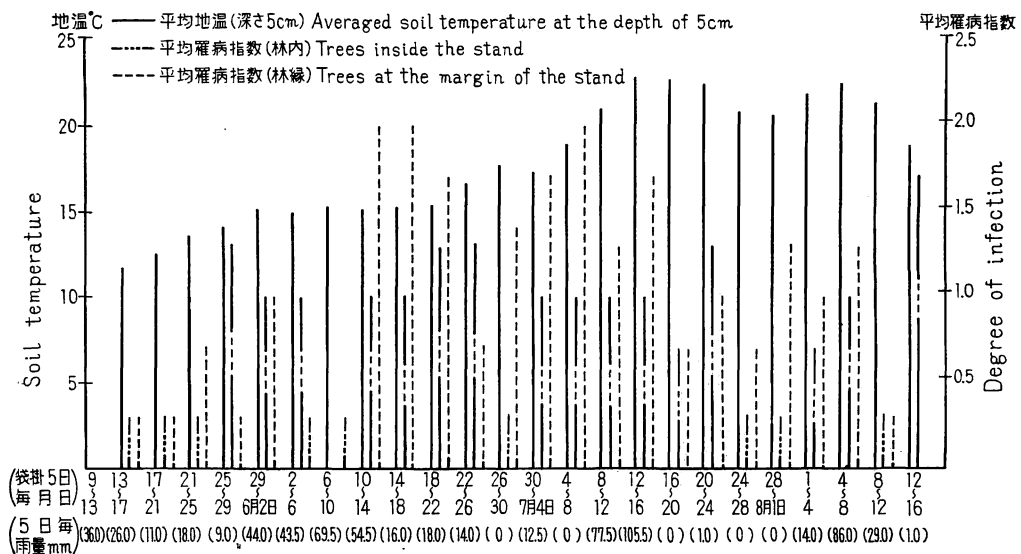
× Not observed

第7表 気象観測成績資料 (1962, 山形分場露場)

Table 7. Results of observation of weather (at Yamagata Subbranch Station, 1962).

月 Month	温 度 Temperature					降水量 Precipitation	地 温 Soil temperature		× 平均湿度 Average of relative humidity	平 均 日 射 量 Average amount of sun- shine	風 Wind		
	平 均 Average	最 高 Max.	極	最 低 Min.	極		深 さ Depth 0.05 m	深 さ Depth 0.3 m			平均風速 Average of wind velocity	× 最大風速 Max. of wind velocity	× 最多風速 Prevail- ing wind direc- tion
1	—1.6 °C	2.0 °C	6.0 °C	—4.9 °C	—12.9 °C	321.7 mm	—1.6 °C	1.1 °C		198.0 cal/cm ²	1.2 m/s		
2	—1.3	2.6	12.5	—4.7	—8.9	230.6	—1.9	0.3		269.6	1.4		
3	0.6	4.9	9.3	—3.6	—10.6	221.2	—1.9	—0.3		377.2	1.7		
4	7.4	13.5	22.0	0.5	—6.0	151.2	1.0	0.6		539.2	1.7		
5	15.4	221.1	27.7	7.3	—1.3	112.0	12.4	10.8		712.6	1.6		
6	17.3	22.0	29.9	11.8	4.9	183.0	17.3	16.7		577.2	1.1		
7	23.6	28.4	34.3	18.1	10.7	187.0	24.7	22.4		640.2	1.1		
8	23.6	28.9	35.4	18.8	12.5	347.0	25.0	24.1		648.4	1.3		
9	20.2	24.1	30.3	15.2	4.1	243.0	19.9	21.7		506.5	0.9		
10	9.6	15.9	22.0	5.6	—0.5	177.5	11.0	14.8		389.7	0.9		
11	5.1	9.6	18.8	1.5	—4.3	220.5	4.8	9.1		221.2	1.0		
12 平均 Mean	0.8	5.1	10.9	—2.3	—8.4	234.1	—0.4	2.8		167.6	1.1		
	10.1	14.8		5.3		2628.8	9.2	10.3		437.3	1.3		

注: ×印は 36 年度から観測中止したもの。 × Not observed from 1961.



第5図 地温および雨量と落葉病感染との関係 (1962, 山形分場実験林)
 Fig. 5 Effect of soil temperature and precipitation on the degree of infection
 (1962, Yamagata Subbranch station).

- a) 本年最も早く感染を見たのは、林内外木とも5月13～17日に袋を開放したもので、前年度より約20日間くらい早い。
- b) 感染の大なるものは、昨年同様6月中旬の10～14日、14～18日に袋を開放した林縁木である。
- c) 最終感染は、8月12～16日に袋を開放した林内木で前年度より約10日間くらい早い傾向が示された。

本試験に密接な関係のある1959～1962年の気象観測成績は第4～7表のとおりである。

(3) 要 約

以上1959～1962年度にわたる4か年間実施した病原菌の侵入回避を狙いとする袋かけ法による感染時期の推定およびこれをうらづける目的で1959～1960年に行なった床替苗畑における接種試験の結果を総合すると次のとおりである。

- a) 山形県釜淵における本病の感染は年によって異なるが、大体4月下旬からはじまるものと見られる。
- b) 当地方における本病の感染の最盛期は5月下旬から6月上旬ころと見られる。
- c) 当地方における本病の感染の最終期は、8月の下旬までと見られる。
- d) 林内と林縁では発病に遅速が認められるが、全般的に見て林内が林縁よりも発病が概して早い傾向がある。
- e) 同一林分でも供試個体間に発病程度に差を生ずるが、これは個体の性質のほか林内の微気候が鋭敏に働くもののように考えられる。
- f) 感染は樹冠の下部から上部にしたいに蔓延上昇する。
- g) 床替苗畑における接種試験の結果は、その年の降水量に相当影響されるものと考えられる。

感 染 と 樹 高

本病の感染源の主体は地表に堆積している前年度の罹病落葉にあることはすでに明らかにされている。

第8表 樹高とカラマツ落葉病発生との関係 (1961, 9. 18, 山形分場実験林)

Table 8. Relation between height of larch trees and occurrence of the needle cast (at Yamagata Subbranch Station, 1961).

種類 Place	方位と高さ Direction and height	東 East						西 West						南 South						北 North					
		2 m	3 m	4 m	5 m	計 Total	平均 Ave- rage	2 m	3 m	4 m	5 m	計 Total	平均 Ave- rage	2 m	3 m	4 m	5 m	計 Total	平均 Ave- rage	2 m	3 m	4 m	5 m	計 Total	平均 Ave- rage
林 内 In forest	1 号 No. 1	3.0	3.0	3.0	3.0	12.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	12.0	3.0	2.0	3.0	3.0	2.0	10.0	2.5	2.0	3.0	3.0	2.0	10.0	2.5
	2 号 No. 2	3.0	3.0	3.0	3.0	12.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	11.0	2.7	3.0	3.0	3.0	2.0	11.0	2.7	3.0	2.0	2.0	2.0	9.0	2.2
	3 号 No. 3		3.0	3.0	3.0	9.0	3.0		3.0	2.0	2.0	7.0	2.3		3.0	3.0	2.0	8.0	2.3		3.0	3.0	1.0	7.0	2.3
	指数計 Total of index	6.0	9.0	9.0	9.0			6.0	9.0	8.0	7.0			5.0	9.0	9.0	6.0			5.0	8.0	8.0	5.0		
	平 均 Average	3.0	3.0	3.0	3.0			3.0	3.0	2.7	2.3			2.5	3.0	3.0	2.0			2.5	2.7	2.7	1.7		
林 縁 Border of forest	1 号 No. 1		3.0	3.0	2.0	8.0	2.7		2.0	2.0	2.0	6.0	2.0		3.0	2.0	2.0	7.0	2.3		3.0	3.0	2.0	8.0	2.7
	2 号 No. 2	3.0	3.0	2.0	2.0	10.0	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	8.0	2.0		2.0	2.0	1.0	5.0	1.7
	3 号 No. 2	3.0	3.0	1.0	2.0	9.0	2.2	3.0	3.0	2.0	2.0	10.0	2.5	3.0	2.0	2.0	2.0	9.0	2.2	3.0	3.0	3.0	2.0	11.0	2.7
	指数計 Total of index	6.0	9.0	6.0	6.0			5.0	7.0	6.0	6.0			5.0	7.0	6.0	6.0			3.0	8.0	8.0	5.0		
	平 均 Average	3.0	3.0	2.0	2.0			2.5	2.3	2.0	2.0			2.5	2.3	2.0	2.0			3.0	2.7	2.7	1.7		

したがって、感染源となる子嚢胞子の密度は地表に最も多く、風または林内上昇気流によって上部に達するものと考えられる。それで感染はおのずから下部より上部にしたいに進行することは想像に難くない。

これらの点を知るためには孢子採集器等により数的に証明することが望ましいが、本試験では便宜上被害林分中の林木に樹高 2, 3, 4, 5 m と一定の箇所をマークして、その枝葉部の発病状況およびその程度を肉眼観察することによって、その傾向を把握しようとした。

(1) 試験方法

山形分場構内の 1949 年植栽カラマツ林分中より、林内、林縁各 3 本の供試個体を選び、樹高は地上 2, 3, 4 および 5 m の東、西、南、北各方位の枝条について調査部位をあらかじめ白エナメルでマークし、この部分について本病の発生した状況を、9 月 13 日に調査した。

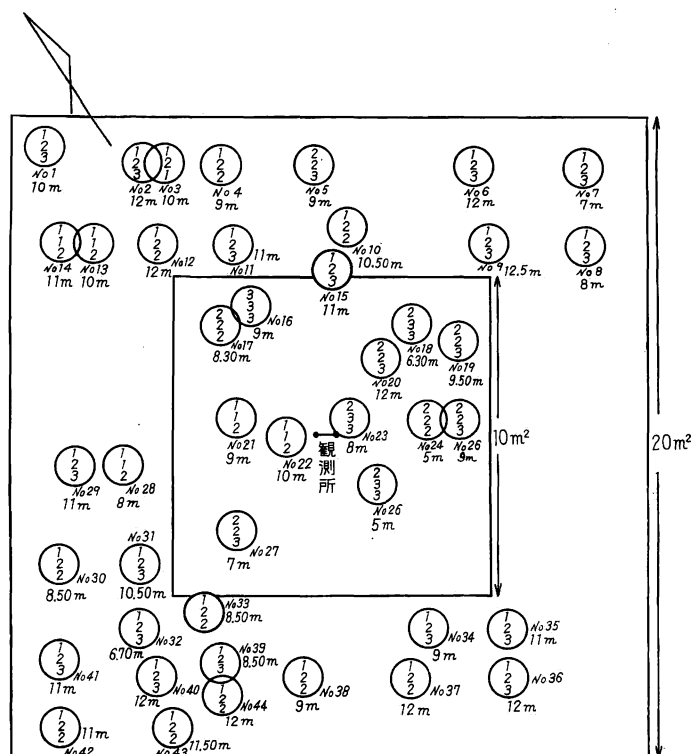
(2) 試験結果

本結果は、第 8 表に示すとおりである。

本表を要約すると次のとおりである。

林縁木よりも林内木が発病が幾分大である。

樹高別の発病状況は、林内外木ともに樹高の高くなるにつれて発病が少ない。最下部の 2 m の箇所では被害指数が比較的小なのは、すでに落枝するに至るきわめて衰弱した枝で、針葉の着生量も少なく、しかも枝打を実施したためか比較的通風もよいことによるものと考えられる。



第 6 図 樹高とカラマツ落葉病発生との関係 (1960, 山形分場)

Fig. 6 Relation between height of larch trees and occurrence of the needle cast (1960, Yamagata Subbranch Station).

さらに 1960 年度に別の 1949 年植栽のカラマツ林で樹高別に調べた被害状況を示すと第 6 図のとおりである。

本図の○印は、カラマツの位置を示し、○印内の数字は指数を意味する。上、中、下の順に掲示したものでこれによっても樹高別被害状況の差を知ることができる。

(3) 要 約

本試験の結果をとりまとめると次のとおりである。

- a) 樹高別本病の発病状況は、樹高が高くなればなるほど発病が少ない。
- b) 林縁木よりも林内木が発病が幾分大である。

(東北支場 野原勇太, 山形分場 栗田(旧姓佐藤)稔美・遠田 武)

伝 播 距 離

カラマツ落葉病菌は罹病落葉上で越冬し、翌春子嚢胞子が成熟飛散して新葉に感染することはすでに知られている。1957 年以来子嚢胞子の分散距離および感染に関与する環境因子を明らかにする目的で、本病未発生地で病落葉を接種する方法によって 2, 3 の観察を試みてきた。

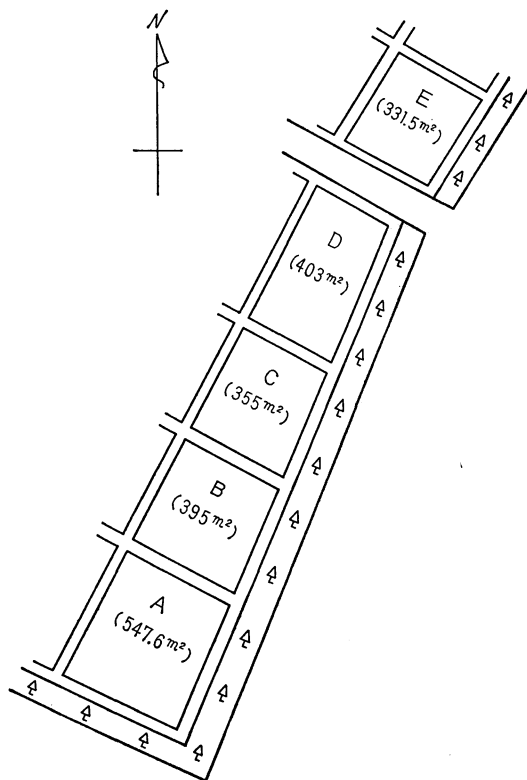
現在まで 1960 年を除いて毎年接種をおこなった結果、1962 年に至りはじめて発病を認めた。したがって、ここでは 1962 年の結果を中心にその概要を述べる。

この試験を行なうにあたり樹病科長伊藤一雄博士、樹病研究室長千葉修博士のご指導をいただき、発病調査には本場樹病研究室員各位のご協力を得た。また今関六也前保護部長、接種源病落葉の採取にご協力をいただいた山梨県南都留郡鳴沢村県有保護組合渡辺武敏氏、林試東北支場横沢良憲技官等、試験地の管理その他ご配慮をいただいた浅川実験林主任林 弥栄博士に対して厚くお礼申しあげる。

(1) 試験方法

1) 試験地 1957 年、林業試験場浅川実験林浅川苗畑に約 0.2 ha の試験地を設定した。試験地はほぼ平坦で第 7 図に示すようにわずかに南面に傾斜して A, B, C, D, E の 5 区に区分した。

供試苗木は栃木県塩谷郡矢板町矢板営林署東原苗畑産の 3 年生苗木を使い、1957 年の春に植え付けた。植付当時の大きさは約 50 cm であったが、一部に枯損を生じたため翌年補植を行なった。植付間隔は



第 7 図 試験地の見取図

Fig. 7 A disposition of plots in the tested nursery (Asakawa Nursery, Tokyo).

A, B, E 区が 1.5×1.5 m, C および D 区では 2.0×2.0 m の正条植とした。

2) 接種および発病調査方法 接種は罹病落葉を使って行なった。すなわち本病発生地で採取された病落葉を取り寄せ、これを感染期あるいはそれ以前に所定の箇所の地表に約 5 cm の厚さで一様にまいた。

病落葉の採取地および接種日は第9表に示すとおりである。

発病調査は各年とも8月下旬～9月上旬に行なった。被害程度の区分は地上より約 1 m 付近の高さに着生する葉を対象にして、多くの葉に多数の病斑が認められるものを重害(被害指数 4.0)、ごく一部の葉にわずかな病斑が認められたものに微害(指数 1.0)を与え、両者の中間を2つに区分し重害に近いものに中害(指数 3.0)、微害に近いものに軽害(指数 2.0)を与えた。試験成績で述べる被害指数はすべてこの基準にしたがった。

(2) 試験結果および考察

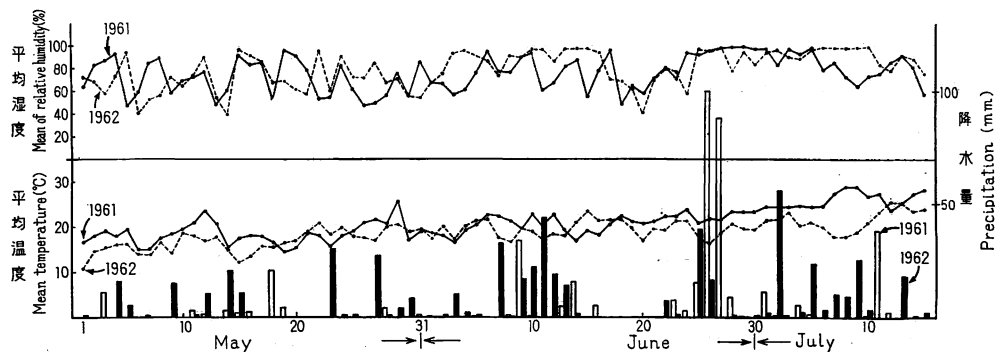
1) 発病調査 接種を行なったおのおのの年の秋における発病調査の結果は第9表のとおりである。

第9表によると 1957 年, 1958 年, 1959 年および 1961 年には全く発病が認められなかった。しかし

第9表 圃場接種試験結果

Table 9. Inoculation experiments to Japanese larch under field conditions.

	接種日 Date of inoculation	接種源採取地 Locality of inoculum collected	結果 Result of inoculation
I	July 3. '57	山梨県南都留郡鳴沢村 Narusawa, Yamanashi Pref.	—
II	June 7. '58	山梨県南都留郡鳴沢村 Narusawa, Yamanashi	—
	June 26. '58	岩手県大船戸営林署管内 Ofunato, Iwate Pref.	
III	June 10. '59	山梨県南都留郡鳴沢村 Narusawa, Yamanashi Pref.	—
IV	May 25. '61	〃 Do.	—
V	Feb. 25. '62	山形県最上郡真室川町 Kamabuchi, Yamagata Pref.	+



第8図 気象観測成績(1961 および 1962 年, 浅川実験林)

Fig. 8 The meteorological conditions in 1961 and 1962 at Asakawa, Tokyo
(from the records observed at Asakawa Forest Exp. Sta.).

1962 年接種では試験地全体に発病し、8 月 29 日調査で病葉に *spermogonia* を認め、本病であることを確認した。

2) 発病と気象条件 本病の発生には感染期間中における気象条件が深い関係をもっと思われたので、浅川実験林（試験地の西方約 1 km に位置する）の観測資料から 5~7 月の気象状態を調べてみた。この成績は第 8 図のとおりである。ここでは発病の認められた 1962 年の観測値と発病しなかった 1961 年のそれとの比較を示す。

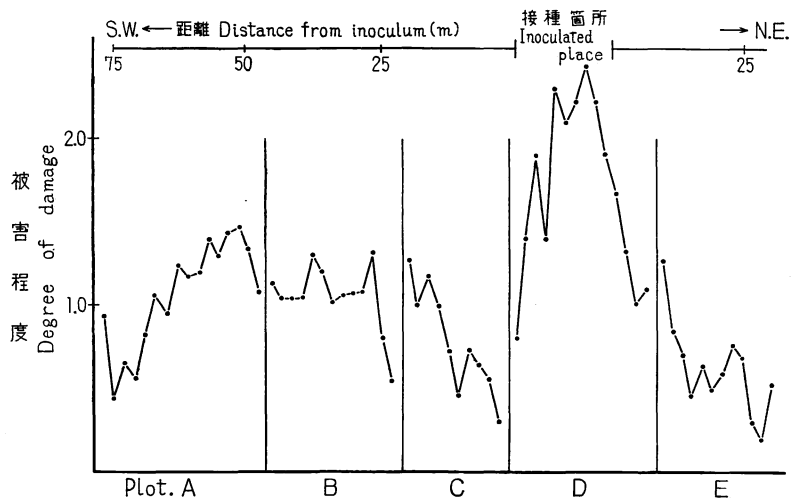
第 8 図によると、発病の認められた 1962 年では、5 月上旬、5 月下旬~6 月上旬、6 月下旬~7 月中旬にかけて連続的な降雨が認められる。これに反し 1961 年の接種された 5 月 25 日以降では、6 月下旬に集中的な降雨があった以外は比較的降雨が少なかった。気温は概して 1962 年が 1961 年より低目であった。これらの結果から降雨日数の多少が本病原菌の子嚢胞子放出、感染、ひいては発病に影響を及ぼしたものと考えられる。

(3) 伝 播 の 範 囲

1962 年 8 月 29 日に各試験区内の全個体について被害程度を調査した。そしてこれらの結果から接種位置からの伝播について取りまとめたのが第 9 図である。

第 9 図で明らかとなり、接種地点およびその至近距離の被害指数は平均 1.4~2.4 とかなり激しい。接種地点より NE 方向に位置する D 区の一部および E 区では接種地点より遠ざかるにつれて被害は漸減した。これと反対方向、すなわち SW 方向では概して不規則である。ここでは B、C 区の接種源に面する林縁で被害が軽く、逆に接種源に遠い林縁で重い傾向が認められる。A 区では全体としては接種源に近い方が多発しているが、林縁では B、C 区とおなじ傾向が認められる。このように少なくとも SW 方向では接種地点からの距離と発病程度との間には特に関係が認められない。むしろこの程度の距離では本菌の子嚢胞子が十分に飛散感染することが可能であると考えてよいであろう。

このように接種区を除く各区の林縁における発病程度のバラツキの原因の一つとして、供試木の生育程



第 9 図 接種地点からの伝播距離および被害程度 (1962)

Fig. 9 Relation between the distance from inoculated place and degree of damage of the needle cast (1962).

度が関係しているようである。すなわち、SW 方向の A 区では接種源に面する林縁の各個体の平均樹高は 4.8 m, 反対面では 3.3 m, B 区ではおなじく 4.2 m と 4.0 m, C 区が 4.1 m と 3.8 m, NE 方向の E 区でも 4.9 m と 3.6 m で、そのいずれも接種源に面する林縁で生育がよく、反対面では不良である。

(3) 要 約

- a) 1957 年以来 1962 年まで、病落葉を接種した結果、1962 年に発病させることに成功した。
- b) 本病が発生するための条件の一つに、本菌の子嚢胞子形成時期における連続的降雨の必要性が認められる。
- c) 本病の伝播距離を罹病程度から推量すると、接種源の至近距離ではきわめて孢子密度が高く遠ざかるにつれて漸減するが、約 70 m の距離をへだててもかなりの伝播がみとめられた。(保護部 陳野好之)

摘 要

1. カラマツ枝条にポリエチレン製袋をかぶせ、ある一定期のみばくろする方法によって本病の感染期を調査した山形県真室川町 林業試験場山形分場構内のカラマツ林における 1959～1962 年の成績によると、年度によって若干のずれはあるが、感染の最盛期は大体 5 月下旬～6 月上・中旬で、早いものは 4 月下旬からはじまり、おそいものでは 8 月下旬まで感染が見うけられた。なお床替苗床において病落葉を接種して調査した結果も林木の場合と同一傾向をたどり、なお感染期はその年の降水量に相当影響されるようである。

2. 東京都八王子市林業試験場浅川苗畑において 1957 年以来 1962 年まで、カラマツ幼齡木に対して病落葉による接種を行なった結果、1962 年に発病させることに成功した。本病が発生するための条件の一つに病原菌子嚢胞子形成時期における連続的降雨が必要なようである。

3. 本病の伝播距離を罹病程度から推量すると、接種源の至近距離においてはなほだしく、遠ざかるにつれて漸減するが、70 m をへだててもかなりの伝播がみとめられた。

Researches on the Needle Cast of Larch

III. Experiments on the time of infection and the occurrence of disease relating to distance from the infection source

Yûta NOHARA and Yoshiyuki ZINNO

(Résumé)

To ascertain the time of infection, height of infection and spread of the disease from the infection source, three experiments and an examination were planned and carried out.

1. The first experimental series took place at the field of Yamagata Subbranch Station of the Government Forest Experiment Station, in the Tôhoku District, to confirm the time of infection of the disease. A lot of young larch trees each with 4 trees for a plot was used (Fig. 7). Branches of these trees were covered by polyethylene bags, 10×30 cm in size, during

the entire infection period assumed from the life cycle studies of the causal fungus (Iro et al. 1957), with the exception of an exposing period for 5 days to give the natural infection (Fig. 1). The polyethylene bags of each plot were taken off during the exposing period and put on again after the treatment. Degree of the infection was judged in mid-to late-September. As shown in Figures 2 to 5, the earliest infection on the branches was recorded in the plots which were exposed on April 16~20th in the year 1959, April 29th~May 3rd in 1960, June 3~7th in 1961, and May 13~17th in 1962, respectively. The record of the latest one was the plots having exposed periods on August 19~23th in the year 1960 and August 22~26th in 1961. From These records it can be stated certainly that the beginning of the infection of the larch needle cast is, generally, in May, and the peak of infection is in late-May to mid-June. No infection occurred in September. Variation in the time of the earliest infection of the disease observed in these years depends probably on the rainfall during spring and summer (Climatic data are given in Tables 4 to 7).

2. Three-year old seedlings of larch were used for the second experimental series conducted in 1959 and 1960. Fallen larch needles collected from the diseased stand were seated over the ground beneath the seedlings planted at the nursery of Yamagata Subbranch Station, as inocula. The first inoculation was made in late-April and the other inoculations followed every 20 days to late-July. Judgement of the degree of infection was also made in mid-September. As shown in Tables 1 and 2, results confirmed those of the first experimental series obtained from natural infection.

3. Relation between the height of larch tree and infection of the needle cast was studied in the young plantation at Yamagata Subbranch Station. The needles of upper branches were less infected than those of lower ones (Figure 6 and Table 8).

4. The third experiment to confirm the spread of the disease from the infection source was conducted at Asakawa experiment nursery of the Government Forest Experiment Station in Tokyo, where larch was not cultivated. At the time when experiment started, 3-year-old larch seedlings were transplanted. Fallen larch needles collected from naturally infected stands were seated 5 cm thick over the ground of the centre plot D in the spring of every year from 1957 to 1962 except 1960 (Fig. 7 and Table 9). No development of the disease was observed up to 1961. In 1962, the disease occurred severely at the inoculation centre, and moderate to slight infection was observed at the uninoculated plots. Degree of the infection was examined on August 28th (Fig. 9). No distinct correlation between distance from the inoculation source and severity of the disease occurrence was recognized though the degree of infection at 70 m distant from the inoculation centre decreased to less than half that of centre plot. Reason why the disease developed suddenly in 1962 is not apparently explained. But the fact that in the year 1962, the summer was cooler than those in the other disease-free years, many rainfalls during infection season, and the crown of larch trees had closed so densely that the microclimatic condition in the test plots approached those in the forest stand, are presumably related to the unexpected success of inoculation (Fig. 8).

カラマツ落葉病に関する調査研究

IV. 発生環境調査

千葉 修⁽¹⁾・浜 武 人⁽²⁾
佐藤 邦彦⁽³⁾・小 野 馨⁽⁴⁾

1. 調査の目的

落葉病は中部地方以北のカラマツ林では、ほとんど全域にわたって広く発生している。しかし、その被害程度は必ずしも同様ではない。大面積に激しい被害が発生している一方、ほとんど発生が認められない地域もある。また、同一地域内においても、林分によってその被害程度に著しい差異が認められることは少なくない。

このような被害程度の差異は、主として、病害発生の誘因となる環境条件の差異にもとづくものと考えられるが、これらの点については、わずかに、広葉樹が混植されたカラマツ林において被害が少ない傾向があるという観察結果（北島 1933）が示されているのみであって、発生の誘因となると予想される多くの環境因子のなかで、どのような因子が主体となって本病の発生、蔓延に影響を与えるかという点についてはまだ明らかにされていない。

本病のように林地に広く蔓延している病害の防除には、薬剤散布などによる直接的防除法の実行は著しく困難であって、防除法の確立のためには、誘因となる環境因子を明らかにすることがきわめて重要と考えられる。

この意味から、各地域における主要カラマツ林地について広く調査をおこない、発生環境についての解析を進めることとした。

本調査の目的は次のとおりである。

- (1) 本病の分布の概況を知ること。
- (2) 調査林地において、本病の発生に関係すると考えられる諸種の環境因子について調査をおこない、被害発生の誘因と考えられる共通条件を探索すること。これによって、発生条件に関する各種試験実施上の手がかりを見いだすこと。

2. 調査区域、調査時期および調査方法

調査区域は中部地方以北であって、次のような地域分坦により実施した。

北海道支場—北海道全域、東北支場—福島県を除く東北地方一帯、本場—福島県・関東地方一帯・山梨県・静岡県および長野県の一部、木曾分場—長野県の主として中・南部地方。

(1) 保護部樹病研究室長・農学博士 (2) 木曾分場保護研究室長 (3) 東北支場保護第一研究室長
(4) 北海道支場樹病研究室長

第1表 調査野帳

Table 1. Survey note for disease severity and environmental conditions of diseased forest.

所在地 所有者	Location Owner	調査月日 調査地番号	Date No.
1. 地形 Topography			
a 標高, 傾斜, 方位			
b 地形と地形上の位置			
2. 気象 (観測地名 Climatic condition)			
a 降水量 (年間 5 月 6 月 7 月 8 月)			
b 平均気温 (5 月 6 月 7 月 8 月 9 月)			
c 特に空中湿度の高い時期			
d 常風の方向と強さ			
e 雪 (積雪期間 積雪の深さ 融雪期)			
f 最近の異常気象			
g その他			
3. 土壌 Soil condition			
a 地質		b 土壌型	
c 落葉層及び腐植層の厚さ			
d A層の厚さ		e B層の厚さ	
f 構造			
g 土性			
h 水湿状態 (外観, グライ層)			
i N.P.K の多少			
j 置換酸度		k 置換性石灰	
l その他			
4. 林況 Site condition			
a 概況			
b 立木度 (疎・中・密)		c 地位	
d 生育状態			
e 樹種の混交 (混交する樹種, その割合, 樹令)			
f 灌木の多少と特に多い種類			
g 特に多い地表植物の種類			
5. 植付および保育			
a 種子の産地		b 苗木の産地	
c 植栽年		d 植栽本数	
e 下刈の回数		f 補植の程度	
g 枝打の期時と程度		h 除伐・間伐の時期と程度	
6. 前代の林木 Condition of previous site			
a 樹種, 林況			
b 伐採した時期と植付までの状態			
7. 周囲の林況 Site condition of surrounding forests			
8. 被害面積 Area of damaged forest			
a 調査地の面積			
b 調査地付近の被害全面積			
9. 被害の程度 Severity of the disease			
10. 被害発生の経過 Progress of the disease			
a 何年位前から認められたか			
b その後の経過の概要			
11. 開葉と落葉の時期 Time of foliation and defoliation			
健全林 I) 開 葉 II) 黄 葉			
III) 落 葉			
被害林 I) 葉の変色の目立つ時期			
II) 烈しく落葉する時期			
12. 新梢の伸び Growth rate of shoot			
13. 病原菌の種類 Causal fungus			
14. その他 The others			
○被害発生に特に関係深いと思われる事項			
調査地略図および参考事項			
Sketch map of the surveyed forest			
断面図		平面図	
Cross-sectioned view		Plane figure	

調査は主として 1957～1959 年の 3 か年におこなったが、それ以後にも適宜に補足調査をおこなった。調査時期は 8 月下旬～10 月上旬の間で、それぞれの地域において被害がもっとも目だって現われる時期を中心に選んだ。

調査方法としてはそれぞれの担当地域内における、主要カラマツ造林地および天然林を対象として、第 1 表に示した調査野帳に記載された各項目について現地調査をおこなった。これらの調査項目の選定にあたっては、カラマツの生育および本病の発生に多少とも関係あると考えられる因子をできるだけ洩らさないようにした。

被害程度は次の規準によって判定した。

健全（被害度 0）：被害木を認めない。

微害（被害度 I）：罹病はほとんど下枝に限られ、下枝においても多くの健全葉が認められる。

中害（被害度 II）：主として下枝が罹病している。下枝では健全葉はごくわずかである。

激害（被害度 III）：罹病葉は樹冠の上方まで認められ、下枝では罹病落葉するものが多い。

気象条件については、現地での開取り調査のほか、付近にある気象観測所の記録を参照した。

調査例として数か所の調査地で得られた結果を第 3 表に示す。

土壌条件の調査*は、国有林林野土壌調査方法書⁹⁾によった。また、現地において土壌断面の調査をおこなった際に、A 層（必要により他の層位も加える）から土壌を採取し、簡易土壌検定器（八木式簡易土壌検定器を使用）により、土壌の化学性について簡易検定をおこなった。検定をおこなったのは、土壌 pH、リン酸吸収力、および有効リン酸・置換性石灰・有効カリ・アンモニヤ態チッソ・硝酸態チッソ・置換性マグネシヤの各含有程度である。リン酸吸収力および上記の各成分の含有程度は第 2 表に示した規準によって、一・±・＋・＋・＋の 5 段階に分けて比較をおこなった。

第 3 表にあげた調査地における検定結果を第 4 表に例示する。

（保護部 千葉 修）

第 2 表 土壌の化学性の区分

Table 2. Classification of chemical properties of soil.

	卅	卅	+	±	一
リン酸吸収係数 Coefficient value of phosphate absorption	2500 以上	2000～1500	1000	700	500 以下
有効リン酸含量 (P ₂ O ₅ mg/100 g) P ₂ O ₅ content	20.0 以上	10.0	5.0～1.0	0.1	0
有効カリ含量 (K ₂ O mg/100g) K ₂ O content	30 以上	15	8	3	0
置換性石灰含量 Exch. Ca content	0.20% 以上	0.15% 内外	0.10% 内外		0.07% 内外
アンモニヤ態チッソ含量 NH ₄ —N content (N mg/100 g)	25.0 以上	10.0	5.0	2.5	1.0 以下
硝酸態チッソ含量 NO ₃ —N content	頗るとむ Very rich	とむ Rich	含む Normal	やや欠く Poor	欠く Lack
置換性マグネシヤ含量 Exch. Mg content (MgO mg/100 g)	50 以上	35	25	15	5 以下

* 調査項目のうち、とくに土壌条件に関する項目の選定および調査の方法については、東北支体育林部長（当時本場土壌調査部土壌調査室長）松井光瑞氏にご指導をいただいた。

第3表 落葉病発生環境調査例

Table 3. Some examples summarized from survey notes on the needle cast.

調査地名 Locality	調 査 年月日 Date	被害度 Severity	生育状況 State of growth	林 況 Stand condition			土 壤 Soil condition					気 象 Climatic condition	備 考 Note
				現 在 Present	植 生 Vegetation	前 代 The last generation	地 形 Topography	土壌型 Soil type	層 位 Horizon		物 理 性 Physical properties		
									A ₀	A, B			
宇都宮日光 16—つ	32.9.11	II	中(やや良) 径 10 cm	16 年生純林	ササ レンゲツツジ 点在	広葉樹	S S W 9° 1500 傾斜の上部	B/c	3~4 cm (L)	A ₁ 15~20 A ₂ 40~45	上層粒状・潤 黒褐色小礫を 含む・潤 60 cm までネ ン土以下黒色	6~8 月 霧多し	A ₀ 厚い落葉 原形のまま腐 らない
同 上	〃	I	〃	〃	上方ササ少な くヒメシダ・ クサヨシ多し	〃	〃	B/c	2.0	〃	〃	〃	〃
岩村田・浅 間 129—り	32.9.18	I	良好(6~ 7m×8cm) 新梢 1m 以上	8 年	イボタ・コナ シ等低木多し 1m くらいま で密生	アカマツ天然 林	S S E 28° 1100	Bc	2~3 菌根あり	A. 25 B. 十	{粒(?)砂多し {乾・上部に 菌糸あり 礫より成る	6~8月特に 8 月霧多し	〃
〃 〃 130—へ	32.9.18	II~III	やや不良 (5m×5~ 6 cm)	8 年 アカマツ天然 林(8年)50% 混交 アカマツ生育 良好	チョウセンゴ ミン ヒメシダ・ズ ミ	〃	N N W 4° 緩傾斜の中腹 1150	Bd	2.0 大部分コ ケ	A. 10 B. 30+	多くは砂・下 部に礫混在 軟・潤~乾 軽石層・湿	〃	この地域で最 も被害目立つ 栄養不良(?)
〃 〃 56—ち	32.9.20	0~I	不良	昭 28 (4 年) 両側にアカマ ツ天然林で囲 まれる	メドハギ低木 ススキ・カヤ	アカマツ天然 林	S S E 6° 傾斜の下部 1300	B/c	0	A ₁ 5 A ₂ 7 B ₁ 15~16	層位細かく分 れ未成熟	〃	〃
長野県上高 井郡東村仁 礼・仙人山 (菅平—1)	32.9.27	I~II	中	17 年生 中	ギボン ワラビ	広葉樹	N E 緩	B/	1	A. 55+	A. 団粒 2+ 粒 8	〃	斜面上部
同 上 (菅平—2)	32.9.27	II~III	中	17 年生 中	ギボン ワラビ	広葉樹	N E 緩	B/	2	A. 45+10	A ₁ . 団粒+粒	〃	同上斜面 の下部

第4表 調査地における土壌検定結果(同上調査地)

Table 4. Soil properties of diseased forest (on forests noted in Table 3).

調査地 Locality	被害度 Severity	pH	P	P吸収 P absorption	K	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Ca	Mg
日光 16—つ	II	4.5~5.0	+<	+	±	±<	±	0	0
同上	I	4.5	<+	+	卅	±<	+	0	0
浅間 129—り	I	5.5	<+	±	±	0	0	卅~卅	±~+
浅間 130—へ	II—III	4.5	<+	卅	±	+	0	+	0~±
浅間 56—ち	0—I	5.0	±	+	<+	±	0	0	0~±
菅平—1	I—II	4.5	+<	<卅	<卅	±	+~卅	卅	0~±
菅平—2	II—III	5.0	+<	卅<	0	±	+	0	0~±

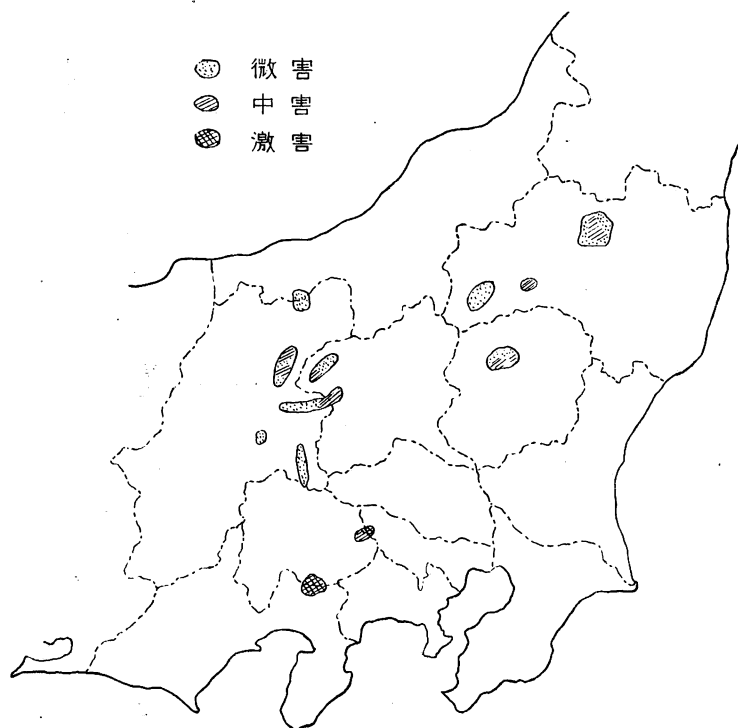
3. 調査結果

1) 関東・中部地方における被害の概況と発生環境

a) 被害の概況

調査箇所は、福島県北部および南西部 10, 栃木県北部 6, 群馬県北西部 11, 長野県東部および北部 74, 山梨県東部および南部 10, 静岡県北部 13, 合計 124 箇所である。

これらの地点の調査結果にもとづいて被害発生の状況を概括すれば次のようになる(第1図参照)。



第1図 関東・中部地方におけるカラマツ落葉病分布図

Fig. 1. Distribution of the needle cast of larch in Kanto and Chubu districts.

i) 関東・中部地域においてもっとも激しい被害は富士山一帯に見られる。この地帯では、とくに、北西面（山梨県鳴沢村）で大面積にわたって中～激害林が認められ、また、南面の静岡県側では御殿場周辺で被害が著しい。東面の須走周辺ではやや被害が少ないが、他の地区と比較してあまり大きな差はない。

ii) ハケ岳周辺における被害は一般に少ない。とくに北部の臼田西方地区ではカラマツの生育良好で、被害は軽微である。全体的に生育不良な東部の野辺山付近のカラマツ林においても、落葉病の被害は一般に軽微で、部分的に中害林を認めるにすぎない。

iii) 下諏訪北東方の和田峠付近では一般に被害が少ないが、一部に中～激害林が認められる。

iv) 浅間山周辺は、全体的に見るとハケ岳地域よりもやや被害が多い。この地域では、とくに軽井沢北部地区で被害が多く認められるが、浅間山南斜面に沿って西方にいくにつれて被害は軽微となる。小諸地区では、一部に被害を認めるにすぎない。この場合、被害林は主として海拔高 1,000 m 付近の林分であって、1,300 m 付近の林分には少なく海拔高によって被害程度に差が認められている。

浅間山北面の群馬県側では、長野原南部地区および田代地区で被害が認められる。

v) 草津周辺の白根山東面および南東面では被害は軽微である。この地域は、今回の調査において、大面積にわたってもっとも被害の少ない地域であった。しかしながら、その多くは広葉樹天然林伐採跡地の新植幼齢林であって、隣接する壮齢林ではかなりの被害が散見されるところからみて、今後の蔓延の状況については注意が必要と考えられる。

vi) 上田北部の傍陽地区では一般に被害は少ない。菅平・志賀高原一帯では、部分的に中～激害林が散在する。中～激害林は、菅平地区では斜面の上部に、志賀地区では斜面の下部に多く見られる。志賀地区で斜面の上部に被害が少ないのは、これらの林が広葉樹林の中に点在しているという林況との関係が深いと考えられる。

vii) 栃木県北部および福島県北部における被害は、一般に軽～中害である。

福島県内では、中・北部の猪苗代湖北方地区で比較的被害林が多い。南西部の檜枝岐周辺にある新植幼齢林では、現在までのところほとんど被害が認められないが、北東方にある館岩周辺にはかなり被害の著しい林分が認められる点からみると、今後の被害の進行については警戒が必要と考えられる。

b) 被害の発生と環境条件との関係

調査は3か年にわたって実施したが、各年における被害の発生状況には差があり、1958年の被害は一般的に、他の2か年にくらべて軽微であった。また、調査をおこなったカラマツ林の樹齢・林況・環境条件には著しい差異があるため、それぞれの環境因子と被害発生との関係を細かく考察することは困難であった。

それで、このような関係の全体的な傾向を知るために、被害度 II 以上の被害が発生している林分を、顕著に被害が認められる林分とし、このような被害林分の全調査林中での出現率（以下、顕著な被害の出現率という）によって、それぞれの環境因子との関係を考察することとした。

i) 被害と林況との関係

本病は、植栽後2年目ころから発生が認められ、被害度と樹齢の間には一定の関係は認められなかった。5年生以下の幼齢林では被害度が低い場合が比較的多かったが、これは樹齢による差というよりは広葉樹伐採跡地の新植地が多いため感染源となる周囲の罹病林が少ないことや、林床の乾燥によるものと考えられる。

カラマツ植栽前の林況と顕著な被害の出現率との関係をみると、広葉樹 22.4%、針葉樹 38.8%、草地 50.0% で、広葉樹伐採跡地に造林した場合に、もっとも被害が少ない。針葉樹のうちでは、カラマツ 40.8%、アカマツ 30.0%、その他 33.4% であった。カラマツ伐採跡地のいわゆる 2 代目造林地の場合には、被害がほとんど認められない例（八ヶ岳北部地区の臼田営林署大曲国有林内の 1 調査地、白根山東面の草津営林署入山国有林の 1 調査地など）もあったが、一般にカラマツ 2 代目造林地では、やや被害が多くなる傾向が認められる。

下層植生との関係をみると、広葉樹の幼樹や低木類が多い場合の顕著な被害の出現率は 31.5%、これらの低木類が少なく草本類が主体の場合 39.0%、ササ生地 34.6% で顕著な差は認められない。しかし、ササ生地の 26 か所のうちでは、ササの密生地は 43.3%、疎生地 30.0% であって、下層植生としては、ササが密生している林地では、被害の発生が多い傾向がある。

混交林については調査例が少ないが、クリ・ナラ類等の広葉樹との混交林の場合には、ヒノキ・アカマツなどの針葉樹と混交している場合に比較して、被害軽微な場合が多い。しかし、志賀地区や野辺山地区では、広葉樹との混交林であるにもかかわらず、付近のカラマツ純林と被害度に大差なく、かなりの被害が発生している例も認められた。また、草津地区においては、周囲をカンワ林で囲まれた小団地において、被害度 II～III の被害の発生を認めた例もあった。

ii) 被害の発生と気象条件との関係

調査をおこなった各種気象因子と被害度との間には、全体的にみて相関は認め難い。しかし、全調査地のうちでもっとも中～激害林が多い富士山北西面や、浅間山南面のうちでとくに被害林の多い軽井沢北部地区などでは、6～8 月に霧の発生が目だって多い点からみると、この期間の高湿度条件は、被害の発生を促進するものと思われる。

また、新植幼齢林の場合には、一般に下刈り不良で、林地に草本類が繁茂している場合に被害の発生が多く、とくに下草に被覆された下枝に目だって被害が激しい例がしばしば認められたが、このような現象は、草本類の繁茂によって微気象としての湿度条件が著しく高められたことと関係が深いものと考えられる。

iii) 被害の発生と地形および土壌条件との関係

地形・地質・土壌型と被害度との間には相関は認められない。地形についてみれば、菅平地区では斜面下部に比較して斜面上部で被害が著しかったが、一方志賀高原地区ではむしろ斜面下部に被害が多い。このように局部的にみれば、傾斜面の方位、形状、土壌型などと被害度との間に相関を認めることもあったが、全体的には一定の傾向は認められない。

土壌断面によって層位の厚さを調べ、A₀ 層の厚さと顕著な被害の出現率との関係をみると、0～2 cm : 24.6%、2.5～4.0 cm : 43.7%、4.5 cm 以上 : 50.0% であって、A₀ 層のうちでとくに L 層が厚く堆積している場合には中～激害の被害が多く認められた。

次に、A 層の厚さと顕著な被害の出現率との関係をみると、5～10 cm : 62.5%、11～20 cm : 36.0%、21～30 cm : 22.2%、31 cm 以上 : 25.0% であって、A 層が厚いほど被害が軽微となる傾向を認めた。

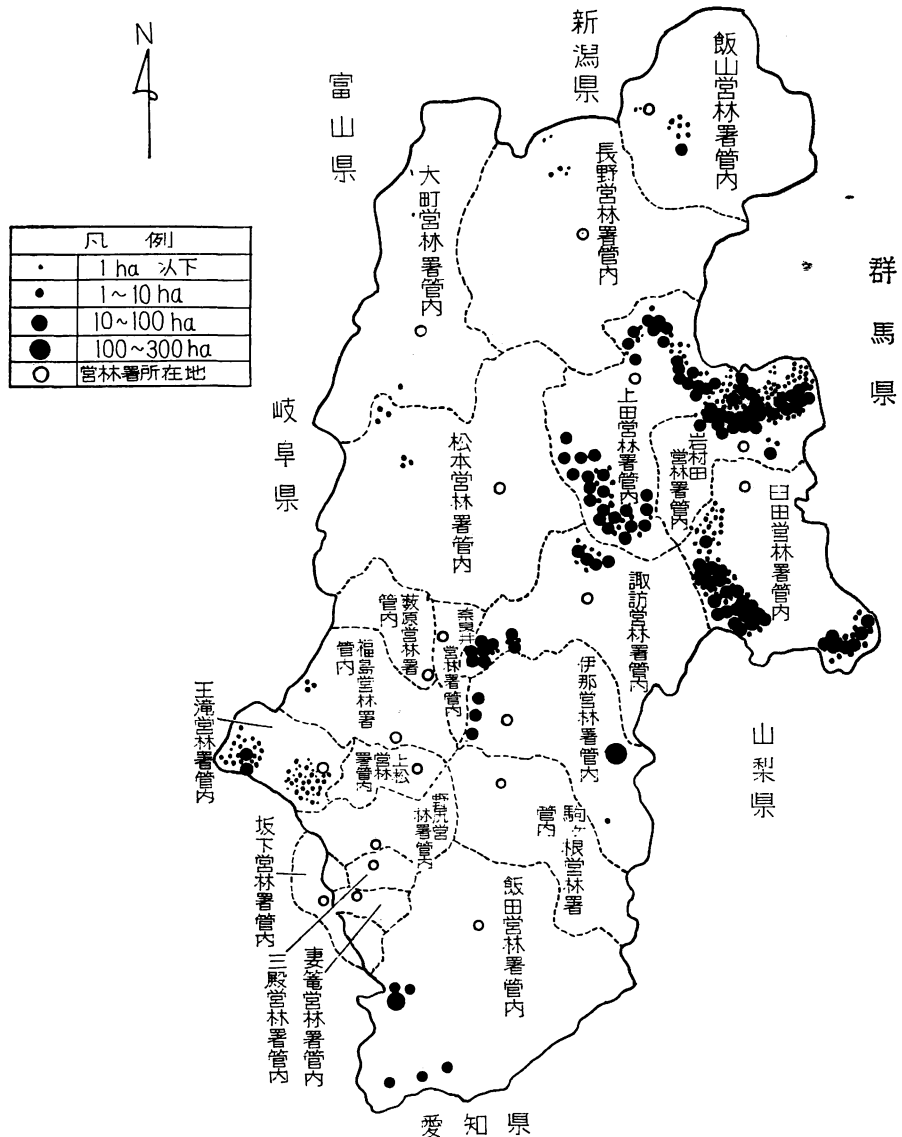
この他の B 層の厚さ、構造、水湿状態については相関は認められなかった。

次に、調査をおこなった 124 か所のうち、96 か所において土壌の採取をおこない、簡易検定によって土壌の化学性 (pH、リン酸含量、リン酸吸収度、カリ含量、チッソ含量、置換性石灰含量、マグネシウ

ム含量）について第2表に示した規準によって比較をおこなった。検定結果全体についてみると、土壌の pH・リン酸吸収力・カリ含量・および置換性石灰含量について被害度との間に相関が認められたが、他の要因については被害度の差異と含量の差異との間には一定の傾向は認められなかった。

土壌 pH と顕著な被害の出現率との関係をみると、pH 4.0～4.5 では 34.2% に対し、pH 5.0～5.5 では 24.4% で、酸性が強い場合には被害がひどくなる傾向がある。

リン酸吸収力の場合は、－～± すなわち吸収係数 700 以下では 26.1%、それ以上の吸収係数をもつ土壌では 36.1% であって、リン酸吸収係数が大きい場合には被害が大きくなる傾向がある。



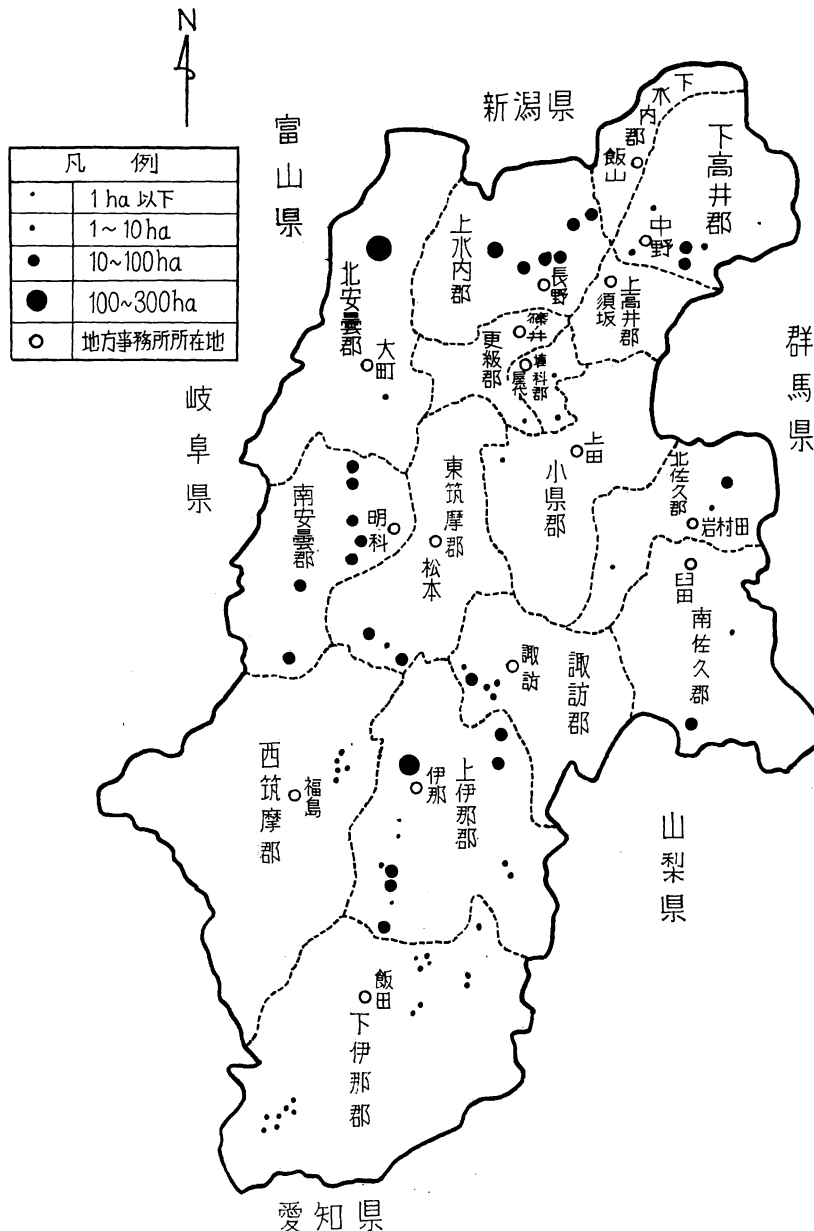
第2図 昭和33年度長野県下におけるカラマツ落葉病の発生概況図（国有林）

Fig. 2 Distribution of the needle cast of larch in Nagano Prefecture in 1958 (National forest).

有効カリ含量の場合には、 $1 \sim \pm$ すなわち土壌 100 g 中の K_2O mg で 3 以下では 32.6% に対し、それ以上の含量では 25.0% となり、有効カリ含量が少ない場合に被害が大となる傾向がある。

置換性石灰含量の場合には、 $0 \sim \pm$ すなわち 0.07% 以下の場合に顕著な被害率が 43.3% であるのに対して、それ以上では 26.2% であって、置換性石灰含量が多い場合には被害が軽い傾向が認められた。

(保護部 千葉 修・寺下隆喜代・高井省三・陳野好之・小林享夫・林 弘子・魚住 正・真宮靖治)



第3図 昭和33年度長野県下におけるカラマツ落葉病発生概況図(私有林)

Fig. 3 Distribution of the needle cast of larch in Nagano Prefecture in 1958 (Private forest).

2) 長野県における被害の概況と発生環境

a) 被害の概況*

昭和 33 年から 35 年にかけて実施した調査結果によると、長野県下における本病の被害は第 2, 3 図に示すとおり、県下カラマツ造林地のほぼ全域に及んでいて、同時に実施した被害面積調査の結果、国有林は 418 か所で 4,673.67 ha、公私有林 62 か所の 1,186.81 ha、計 480 か所 5,860.48 ha というぼう大な面積にわたって発生している事実が明らかとなった。

長野県下における明治以来のカラマツ人工造林面積は、昭和 33 年度末の集計によると、国有林・公私有林あわせて 143,249.79 ha と報告されているが、この造林面積に対する落葉病被害面積の比率は約 4% である。

なお被害程度は 480 か所中、激害 32 か所で 7%、中被害 79 か所の 16%、微害 369 か所で 77% という状態で、微害が大半をしめていた。次に、精査した王滝営林署管内における被害の調査結果によれば、同管内では昭和 30 年以前の造林面積 341.39 ha に対し、落葉病は 332.15 ha で約 94.4% の発病率であり、被害程度は微害が 199 か所の 273.97 ha で 85%、中害 6 か所の 19.35 ha で 6%、激害は 20 か所の 28.83 ha で 9% という状況であった。

次に以上の資料をもととして、被害状況を東信、北信、中信、南信別にみると次のとおりである。

国有林の被害発生総面積は 4,673.67 ha で、この内訳は東信地方は 3,171.16 ha で長野県内でも被害発生が最も多く、ついで南信地方の 1,081.91 ha、中信地方はやや少なくて 373.62 ha、北信地方へゆくと大変少なくて、46.98 ha という状況である。

つぎにこれを公、私有林の場合についてみると、被害発生総面積は 1,186.81 ha で、この内訳は中信地方が筆頭で 507.20 ha、次が南信地方で 449.10 ha、ついで北信地方の 164.00 ha、最も少ないのが東信地方で 66.51 ha という順位である。

国有、公、私有林の合計を地方別にみると、東信地方 3,237.67 ha、南信地方 1,531.01 ha、中信地方 880.82 ha、北信地方 210.98 ha という順序であった。

つぎに被害林の林齢について長野県下を地域別国有、公、私有林別にみれば次のとおりである。

東信地方の国有林は 2~65 年生の林分にわたって被害がみられ、発生の幅が広く、この被害程度は微害のものが大半で、また被害林の生育状況は中程度のものが約半数、残りの 2/3 が良、約 1/3 が不良という状態であった。公、私有林は被害数が少なかったが、2~30 年生にわたる発生がみられ、また激、中、微いずれもが少しずつ認められ、生育状況は良および中であった。

つぎに北信地方の国有林は 45 年生林分をのぞけば、被害は 5~12 年生の比較的幼齢林に多い傾向があり、被害程度は中、微、生育状況も中もしくは良という状況で、公私有林は 3~20 年生にわたる被害で国有林よりも被害の幅は広く、被害程度は中が多く、微は一部分で、生育も中が多く、一部に良がみられた。なお両者とも被害箇所数が少ないが、これは北信地方にスギの造林地が多く、カラマツ造林地が少ないためと思われた。

* 概況調査の方法

昭和 33 年 8 月 6 日長野県下 21 営林署、17 地方事務所に公文で調査様式を示して調査を依頼した。被害の発生が報告された分については罹病落葉の送付を依頼して病原菌の確認をおこない、また主要な被害地については現地調査をおこなった。

中信地方の国有林は、被害が 2~30 年生にわたっているが、このうち 6~8 年生幼齢林に被害が多く、この被害程度は微害が大部分であり、生育状況も大部分が中であつた。

公、私有林は 2~25 年生に発生がみられ、被害程度は中および微、生育状況も中および良であつた。

南信地方の国有林被害は 3~43 年生にほぼいちような被害がみられるが、被害程度は、中、微で、生育状況は中が大部分であつた。

公、私有林は調査数が少なかったが、3~25 年に被害があり、これは中被害が多く、生育状況も中程度のものが多かった。

以上、被害林の林齢は長野県下を総体的にみると、2~65 年で、このなかでは 5~45 年に発生が多く、罹病林齢層はかなり幅が広いことがうかがわれる。

病徴発生および落葉の時期は地域によって多少の差異があるが、全県的にみると、前者は 8 月上旬あたりが最も多く、後者は 9 月中下旬あたりが最も多いようであつた。

b) 被害の発生と環境条件との関係

i) 林況と被害との関係

(イ) 植生と被害との関係

カラマツ造林地内の植生はササ、雑草、低木、裸地の 4 とおりであるが、各被害地ともササのはえている場所に落葉病の発生が多い傾向が顕著であつた。このササの種類はクマザサが多く、大きさは 10 cm 前後から時に 2 m に達するものがあったが、同じ落葉病被害地域でもササのある場所は被害程度がさらにひどい事例があつた。なお雑草もよく認められたが、これはササと混生する場合が多く、単独の時は高さ地上数 10 cm ぐらいまでであり、種類には一定の傾向はみられなかった。

(ロ) 前生樹と被害との関係

長野県下で現在落葉病の発生している地帯の前生樹は、ヒノキ（王滝）およびカラマツ（東信）などの針葉樹と、クヌギ、カンバ、コナラ（県下各地）などの広葉樹の 2 とおりであつたが、被害はこのいずれにも現われていて、針葉樹の伐採跡地に被害が著しいとか、広葉樹の伐採跡地は被害が軽微であるといったような傾向は認められなかった。

iii) 土壌条件と被害との関係（第 1 表）

(イ) 土壌型および母材と被害

落葉病の発生している地帯に出現する土壌型は、B_B、B_D、B_E、B_I、Gr、P_D 型と多様であつたが、長野県下の場合、以上の土壌型のなかで特に被害の多い型というものはなく、どの型の土壌にもほぼいちように発生が認められた。

土壌母材について、国有林を対照として調査してみたところ東信地方の上田、岩村田、臼田営林署管内は大半が火山灰土壌、北信地方の飯山営林署管内が安山岩、長野営林署管内火山灰土壌、南信地方の諏訪営林署管内火山灰土壌および古生層、伊那営林署管内水成岩、飯田営林署管内花崗岩、中信地方では松本営林署管内で古生層、王滝営林署管内石英斑岩、安山岩であつた。そしてこの結果、母材についても長野県下の主要な発病地の場合発病との関連性を求めることは困難に思われた。ただし、王滝営林署の管内でつぎのような事例があつた。すなわち、王滝川北岸の安山岩地帯と南岸の石英斑岩地帯において、前者の地帯の方が後者の地帯よりも発病が少ないか、あっても微害のものが多く、また石英斑岩の上に玄武岩のみられる千林平のような塩基性の土壌では被害の少ない傾向が認められた。この地帯を土壌調査した木曾分

場土壌研究室の研究結果によると、安山岩地帯は養分的にも肥よくで、かつポドゾル化が少ないのに反し（玄武岩も同様）、石英斑岩地帯は養分的にもおとりポドゾル化が進んでいるということであるから、この例から考えると、土壌特に母材の種類は時に落葉病発生と関連性を生ずる場合もあることが推定される。

ii) 地形と被害との関係

落葉病は全県的には尾根～中腹、中腹、中腹～沢といった斜面から平坦地形にわたって発生がみられ、方位についても北東あるいは南西にときわめて多様であって、この間に一定した傾向は見いだしがたい。しかし、県下いたるところの被害地中傾斜地の被害について詳しくしらべてみると、山腹上部では激害、中腹中害、下部にいたって微害といった罹病状態がしばしば観察された。

たとえば、王滝宮林管管内のカラマツ人工造林地はこのような地形の場所に植栽されたものが多いのであるが、落葉病発生には上記のような明りょうな相違が認められた。このような傾斜地を土壌調査した結果によれば、尾根の部分は $P_{Wi} \sim P_{Wf}$ もしくは $P_{Di} \sim P_{Df}$ 型土壌が多く、沢筋は $P_{wc} \sim P_D$ 型土壌であって、傾斜の位置によっておこる土壌条件の差異が落葉病の発生程度に影響を与えたものと考えられた。

iii) 気象条件と被害との関係

長野県下の東信、中信、南信、北信 4 地方における昭和 33 年度の気象状況を長野県気象月報によって調べてみると地域によってかなり相違のあることが明らかである。

落葉病の大面積被害がみられる中信地方の王滝では、年間平均湿度 78%、降水量 3,168 mm という値が示されていて子嚢胞子の成熟条件としてはきわめて好適な環境であることがうかがえた。温度についても 6 月以降 9 月までは 17°C をこえる温度がでているうえ 6～9 月にかけて約 1,400 mm の降水量があることから罹病落葉が地表にあっては 100% に近い湿度に保たれる期間は相当長いであろう。これにひきかえ長野県下で最も落葉病被害面積の多い東信地方が年間降水量 1,224 mm であることは、やや意外の感があるが、これもよく調べてみると、5～8 月には年間の降水量の約 1/2 にあたる約 580 mm の降水があり、6～7 月の平均温度 $17 \sim 21^{\circ}\text{C}$ 、平均湿度 76% という値であることから、子嚢胞子成熟条件は十分満たされているとみることができよう。なお造林面積の多い南信地方の発病が、今のところ東信地方の約 1/2 であるが、この地方は年間平均気温、湿度、降水量とも東信地方より上まわっている点から考えて、今後被害の増加が予想される。

つぎに霧の多い地方に本病の発生が多いといわれているが、今回の調査結果でも、王滝、八ヶ岳、霧ヶ峰、浅間などの霧の多発地帯には本病が多く、また各地の被害地でも霧が深いといわれるところに被害の多い傾向がみられた。

要するに、気象と被害との関係では、年間降水量が多くしかも霧のたえず発生するような地域は当然発病が多くなるが、降水量が少なくても霧の多発する地域では発病がみとめられるようになる病害のように思われる。

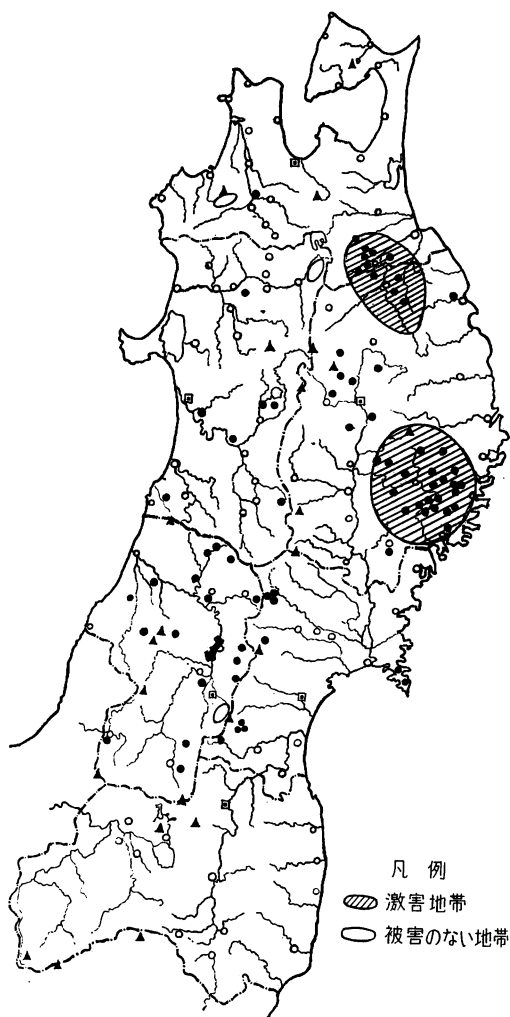
（木曾分場 浜 武人）

3) 東北地方における被害の概況と発生環境

a) 被害の概況

著者らの実査および森林防疫ニュースにより、東北地方における被害の分布状態をしめしたのが第 4 図である。

この結果からみて、本病の分布は広く、ほとんどの地方にわたる。しかしながら、八幡平山ろくの秋田県側、蔵王山の山形県側および岩木山ろくなどのように、かなりの大面積にわたって分布しない地帯もあ



第4図 東北地方におけるカラマツ落葉病分布図
Fig. 4 Distribution of the needle cast of larch
in the Tohoku district.

伐を行なったところが下層によく広葉樹植生が発達し、ほとんど落葉病の被害のない大面積の壮齡林分が岩手山ろくにみとめられる。ところが一方原野跡地では、腐植の堆積も少なく、カラマツ林下層には陽性のキツネヤナギなどの低木類やササ類、ススキ、ワラビなどを主とする貧弱な植生が現われる。そして広葉樹林跡地のような林相にはなかなか移行せず、被害も一般に多くなっている。

また広葉樹林やスギ、アカマツ林に囲まれた小面積のカラマツ林では被害が少ない傾向をみとめた。

つぎに耕地防風林などのように ha 5,000 本以上の密植林では発病が多かった。

ii) 土壌条件と被害との関係

i) と関連することであるが、褐色森林土における被害は草原性黒色土におけるよりも少ない傾向がある。

土壌の簡易分析結果において、土壌の各成分と発病との関係を明らかにすることはできなかった。

る。

被害面積はカラマツ造林地の多い表日本側は裏日本側よりも多い。この原因はつぎのように考えられる。すなわち、表日本側では、被害の発生しやすいせき悪な原野跡地の大造林地が多く、これに反して裏日本では一般に被害の少ない広葉樹跡地の幼齡造林地が多い。

b) 被害の発生と環境条件との関係

青森県 7, 岩手県 52, 宮城県 26, 山形県 14, 合計 99 か所において調査をおこなった。

i) 林況と被害との関係

一般的にみて、広葉樹林跡地の造林地は、放牧原野跡地におけるよりも被害が少ない傾向が明らかである。すなわち、調査をおこなった放牧原野跡地 61 か所のうち 40 か所が被害度 II 以上であったのに対して、28 か所の広葉樹林跡地の造林地では、被害度 II 以上の被害をうけている林分は認められなかった。この原因はつぎのように観察された。すなわち、広葉樹跡の造林地では腐植の堆積も多く、地力が高く、しかもカラマツ造林木がある程度の樹高に達すると、その下層にナラ類、カエデ類、ヤマザクラ類、クリ、ブナなどの広葉樹の植生が発達して、このような林相のところの被害は一般に少ない。なお広葉樹跡地のカラマツ林で、かなり強度の間

なお峰通りの急斜面の土壌の浅いところにおける被害は、土壌の深い緩斜面におけるよりも多いところがあった。

iii) 気象条件と被害との関係

被害の分布が広いので、気象因子が分布を支配しているとはみとめられない。要するに東北地方における現在のカラマツ造林地の分布地帯では、気象的にみても、どこにでも発生する可能性があると考えられる。

しかしながら、感染発病期に雨量の多い地帯、たとえば林業試験場山形分場付近では例年はなほだしい被害がみとめられる。しかも同地方や岩手県下における観察結果から、同じ被害林分では、感染前—感染期—発病期の高温多湿な年には被害の発生も早く、被害も多い。そして逆にこの期間に気温が低かったり、雨量がごく少ない年には被害が少ない傾向をみとめた。

鳥海山ろくにおける調査によると、幼齡林において、雪害で倒伏した林木では、被害の重いものが多いとみとめられた。これは本病が下枝の針葉をおかしやすいことから当然のことと考えられる。

c) 土壌型と被害との関係

調査地の概況

東北地方でのカラマツ造林地は、藩政時代から戦時中にかけて、放牧、採草地として利用されていた放牧原野の跡地に植栽された場合と、ブナ帯の樹種更改として広葉樹跡地に植栽された場合との2つに大別することができる。これらの放牧原野とブナ帯とは環境的にもかなりの相違があり、とくに土壌条件が異なっている。前者は主として草原性黒色土であり、後者は、褐色森林土の地帯である。また地理的にも、草原性黒色土は北上山系や、岩木山（標高 1,625 m、青森県中津軽郡）や、岩手山（岩手県滝沢村、標高 2,041 m）などの山ろくに広く分布している。奥羽山系のブナ帯は、褐色森林土が多い。そしてそれぞれの土壌型のカラマツ林の生育にはかなりの差異があり、一般的には褐色森林土のほうの成長がすぐれている。

ゆえに、これらの土壌型のところに造林されたカラマツ林の落葉病の発生状況に、差異が現われる可能性があるのを、これを明らかにするためにつぎの調査を行なった*。

調査方法

調査箇所は、主として北上山系南部地帯（遠野、大槌、大船渡の各営林署管内国有林）を対象としたがこれに補足的に、青森県では三戸営林署管内、宮城県では古川、中新田、白石の各営林署管内国有林を加えた。

調査対象カラマツ林の土壌を草原性黒色土と褐色森林土の2大別にした。黒色土壌をさらに、乾性黒色土 Bl_B 、 Bl_C と、適潤性黒色土 Bl_D 、 Bl_{DD-III} （弱度にポトゾル化した黒色土）および湿性黒色土 Bl_E 、 Bl_F の乾燥地型、適潤性型、湿性地型に分けた。褐色森林土は、乾性褐色森林土 B_B 、弱乾性褐色森林土に分けた。この土壌型別に 10 m^2 の調査区を設定し、生育状況、林況、下層植性の種類、被度、頻度および土壌調査を行なった。調査年度は 1959～1961 年の3か年で、8月から10月の落葉病の病徴のもっとも現われている時期に調査した。

* この調査にあたり、土壌調査についていろいろとご指導をいただいた林業試験場東北支場育林第4研究室長山谷孝一博士（当時青森営林局計画課土壌調査係長）および土壌分析にご協力いただいた同場 長谷川浩一技官に厚くお礼を申し上げる。

第 5 表 カラマツ林の土壌型と落葉病発生との関係

Table 5. Effects of soil types on the occurrence of the needle cast of Japanese larch forests.

土 壌 型 Soil type	調査か所数 Number of investigated place	被 害 程 度 Degree of infection				備 考 Remark
		0	I	II	III	
褐色森林土 Brown forest soil						前代は広葉樹の伐採地にカラマツが植栽されたものが多く、下層に広葉樹が混入している。 広葉樹の落葉が堆積しているのでカラマツの落葉の分解が早い。
B _B 褐色森林土 Dry brown forest soil	4	3	1			
B _C 弱乾性褐色森林土 Slightly dried brown forest soil	4	2	2			
B _D 適潤性褐色森林土 Moderately moist brown forest soil	6	6				
B _E 弱湿性褐色森林土 Slightly wet brown forest soil	7	5	2			
計 Total	21	16	5			
草原性黒色土 Black soil	9		9			放牧、採草地の跡地に植栽した林分で、下層植生はササが多い。 カラマツの落葉が堆積し、分解がおそい。
B _I B 乾性黒色土 Dry black soil						
B _I C B _I D 適潤性黒色土 Moderately wet black soil	39		11	19	9	
B _I DD ■ 弱度にポトゾル化した黒色土 Slightly podzolised black soil						
B _I E 湿性黒色土 Wet black soil B _I F G	16			3	13	
計 Total	64		20	22	22	
Sum total	85	16	25	22	22	

調査結果

第 5 表に示すように、褐色森林土地帯の 21 調査地では、被害は概して少ない。そして発病しているも微害地が多く、ほとんど健全であり、土壌の乾湿が被害に影響をおよぼしていない。この地帯では、初代目の造林地が多く、幼齢林が多く付近に伝染源がないところが少なくない。広葉樹跡地なので、広葉樹がカラマツ林の下層にはいつてきて、落葉の分解が良好でまたカラマツの生育も一般に良好である。ところが草原性黒色土では、被害はいちじるしく、激害、中害が多く、健全はほとんど見あたらない。この地帯は放牧原野に大正初期に大面積にわたって植栽されたもので、下層の植生はササが多く、カラマツの落葉が堆積し、分解が不良であり、カラマツの成長も不良のところが多い。草原性黒色土のなかでも、乾性黒色土では微害地が多く、湿性黒色土では激害林が多くなっている。以上の結果から褐色森林土は草原性黒色土と比較してカラマツ落葉病の被害はすくない。そして草原性黒色土では湿った方が乾燥土壌型より被害が多いことがうかがわれる。

d) 本数密度と発病との関係

一般に防風林などの密植林分において落葉病の被害が多いように観察した。さらにこの点を明らかにするのに適した調査林分をさがしていた。たまたま林業試験場東北支場育林部育林第4研究室担当の試験地に、つぎのようなところがあったので調査を行なった。

調査地および調査方法

岩手県松屋村赤川山国有林，岩手山事業区，193 林班，平坦地形で土壌は B₁D 型である。1954 年春にカラマツ植栽本数試験地として全面積 80×200 m (1.6 ha)，1 Block 4 Plot とし，1 Plot 10×40 m とし，ha あたり 1,000，2,000，3,000，4,000，5,000 本のおおのの Plot を設けた。おおのの本数区ごとに無処理区，施肥区（ちから粒状肥料 1 本あたり 180 g），土壌改良区（根元に 20×30 cm の穴をほり落葉をうずめる）および施肥土壌改良併用区を設けた。以上の処理は，1954 年，1956 年，1958 年にくりかえした。

1963 年 5 月 24 日に行なったおおのの Plot の植生の概況調査結果はつぎのとおりである。

1,000 本区……カラマツ落葉の堆積が少ない。

シロバナイカリソウ Vr，，ホタルカズラ Vr，コウボウ f，アキタフキ Vr，，クマヤナギ Vr，スズラン r，シバクサ f，キンミズヒキ Vr，オオイタドリ Vr，フジ Vr，ワラビ Vr，カワラマツバ Vr，ノガリヤス Vr，アキノタムラソウ Vr。

2,000 本区……カラマツ落葉の堆積が少ない。

ヒカゲスゲ r，コウボウ 0，シバクサ a，アキタフキ Vr，クマヤナギ Vr，ワラビ Vr，ホタルカズラ Vr。

3,000 本区…カラマツ落葉の堆積やや多い。

アキタフキ Vr，クマヤナギ Vr，ノガリヤス Vr，シバクサ f，フジ Vr，オオイタドリ Vr，スズラン la，キジカクシ Vr。

4,000 本区……カラマツ落葉の堆積が多い。

ベニバナイチヤクソウ Vr，オオタチツボスミレ Vr，オオイタドリ Vr，タチシオデ Vr，シロバナイカリソウ Vr，エゾスカボ Vr，クマヤナギ Vr，チゴユリ a，ウマミツバ r。

5,000 本区……カラマツ落葉の堆積が多い。

第6表 本数密度とカラマツ落葉病発生との関係

Table 6. Effects of stand densities of larch on the occurrence of the needle cast.

植付本数 Number of planted tree	病葉率 Percentage of infected leaf (%)	林木の成長 Growth of tree		
		樹高 Tree height (m)	胸高直径 Breast height diameter (cm)	根元径 Basal diameter (cm)
1,000	12	498	5.6	8.8
2,000	22			
3,000	27	526	5.8	8.5
4,000	58			
5,000	63	525	5.4	7.2

ニガナ Vr, キンミズヒキ Vr, シロバナイカリソウ Vr, クマヤナギ Vr, フジ Vr, オオタチツボスミレ Vr, ツタウルシ Vr, アキノキリンソウ Vr, マイヅルソウ la。

落葉病の発生は, 3, 4 年前からみとめられた。1962 年 9 月 21 日の罹病状態を第 6 表にしめた。なお罹病状態の調査は, 見かけ上の個々の林木の葉量に対する病葉の百分率で現わし, 平均値をとった。また林木の成長の調査結果は, 1961 年 9 月に東北支場育林第 4 研究室が測定したものをあげた。

この結果から, 林分密度が高くなるほど被害が多くなる。そして 4,000 本区以上になるとくにいちじるしい。
(東北支場 佐藤邦彦・横沢良憲・庄司次男)

4) 北海道地方における被害の概況と発生環境

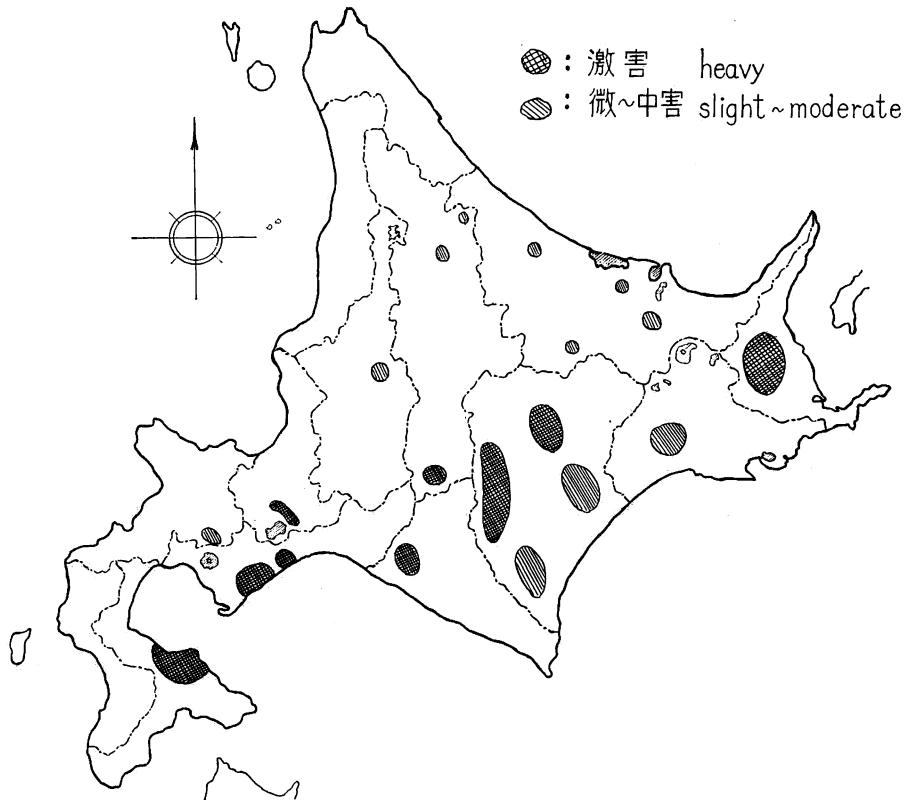
i) 被害の概況

道内においては昭和 12~13 年には帯広営林署管内に, また同 15~16 年には十勝の河西地方に本病が発生したという記録がある。戦後昭和 27 年ころからの被害については森林防疫ニュース, 北海道森林病虫害報告等にそのつど報告されている。

本調査においては, これらの報告を参考にして 56 か所のカラマツ林において調査をおこなった。

被害の分布状況について, 調査結果およびこれらの記録を総合して大まかな被害分布図を作ってみると第 5 図のようになる。

この図からみると激害林がみられる地方は 道南の内浦湾(噴火湾)に面した部分, 胆振, 日高地方の



第 5 図 カラマツ落葉病被害造林地の分布

Fig. 5 Distribution of larch plantations damaged by the needle cast in Hokkaido.

太平洋岸に面した箇所ならびに道東一帯、とくにそのなかでも河西、音更、中標津地方に比較的多く分布していることがわかる。

一方、道央、道北についてみると、部分的には被害林分がみられるが概して健全林分が多い。

ii) 気象条件と被害の関係

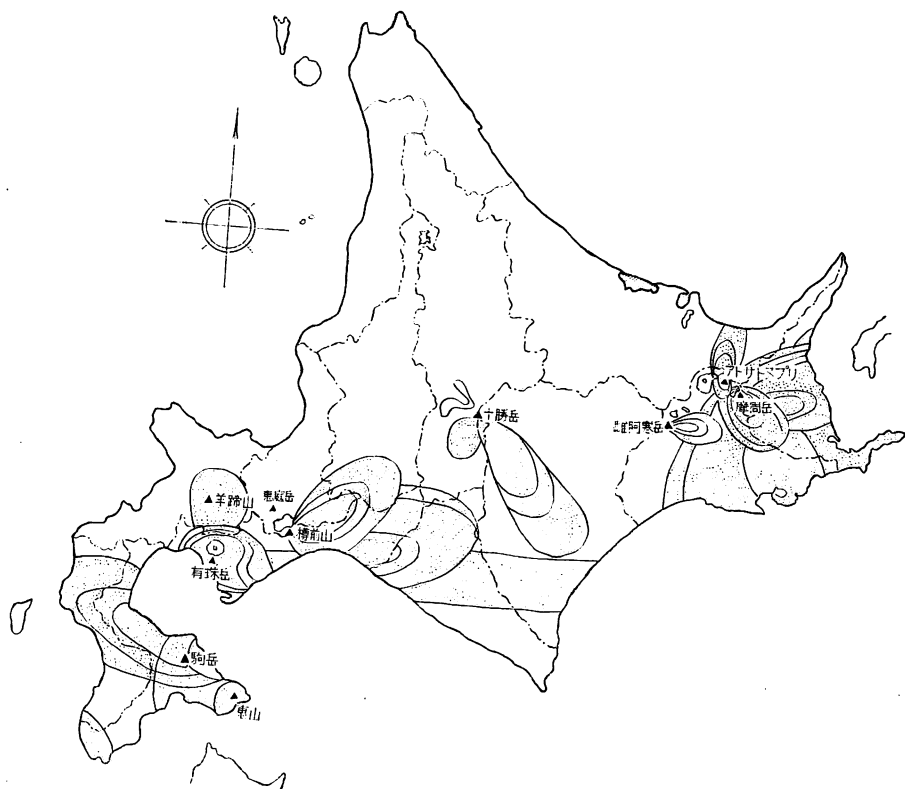
5～7月の気象条件は子嚢胞子の放出飛散、発芽、侵入等に関連があると考えられるので1957年から1961年までの道内各地における気温、降水量、湿度、霧日数を“北海道の気象”の記録によって検討した。

この結果、6月の平均気温は各地とも大体10～15℃であるから、湿度条件がととのえば十分胞子は放出しうるものと考えられる。

平均湿度についてみると被害林分の多い森、室蘭、苫小牧、帯広、釧路地方は6、7月の湿度が高く、一方、被害林分が比較的小さい札幌、岩見沢、旭川、網走地方の湿度は前記各地にくらべ低い傾向があった。

また、本病の発生に最も深い関連があると考えられる霧日数についてみると、被害林分のあらわれる道南、内浦湾、道東の各地方は6、7月がとくに多く、月の半ば以上を占めることが多い。一方、比較的小被害林分が少ない札幌、岩見沢、旭川地方は6、7月の霧日数は少ない傾向がみられた。

iii) 土壌条件と被害との関係



第6図 北海道における火山噴出物分布（瀬尾氏原図）

Fig. 6 Distribution of volcanic ash in Hokkaido,

全般的にみると黒色火山灰土を厚くかぶった地方、また、未熟土壌の地帯に被害林が多くみられる傾向がある。

ここに、北海道農業試験場土性調査報告第一編（1951）から、道内の火山噴出物の分布状況をみてみると第 6 図のとおりである。

この図でみられるように本道は千島火山脈、那須火山脈が東西、南北に走っており、各火山脈中に多数の火山が噴出している。これらの火山噴出物の堆積した地帯に造林されたカラマツ林の被害度は、前述の被害分布図と照合してみると、駒岳の近くには大沼、有珠岳の東には幌別、樽前山の近くには樽前、千歳、十勝岳の東南には河西、摩周岳の東には中標津というようにそれぞれ激害林分がみられる。このように火山噴出物（特に新しい年代の噴出物）と被害との間には関係があるように思われる。

また各地のカラマツ造林地の土壌について簡易分析を行なった結果を総合してみると、激害林分は、土壌 pH については 4.0～4.0 以下の箇所が比較的多い。カリについてみると含まず、わずかな含むという箇所が比較的多くみられる。Ca については少ない箇所が多く、健全林の方は富むという箇所が多い。リン酸吸収力は激害林の場合、強い箇所が多い。マグネシウムは欠く箇所が多い。

また、有効リン酸は全般に含むという箇所が多く、アンモニヤ態窒素、硝酸態窒素、マンガンは全般にやや欠く箇所が多く、とくに被害度との関係はみられないようである。

（北海道支場 小野 馨・遠藤克昭・横田俊一・中川玲子）

4. と り ま と め

本病は北海道から本州中部地方にかけて、広く発生しているが、その被害程度には地域によってかなりの差異が認められる。

北海道地方で被害の発生が多いのは、南部では内浦湾に面した地区、胆振および日高地方の大平洋岸に面した地区であり、東部では十勝・釧路・根室地方一帯、とくに川西・音更・中標津地区である。これらの南部および東部地域と比較すると、中央部および北部地域では被害は軽微である。

東北地方では、裏日本側に比較して表日本側に被害林が多く、とくに岩手県南部の遠野および大船渡周辺地区および、同県北部の福岡周辺地区から青森県南部の三戸周辺地区にかけての一帯に被害がはなはだしい。一方、岩木山麓、八幡平山麓の秋田県側、および蔵王山の山形県側など、かなりの面積にわたって被害が認められない地区もある。古くから発生が知られている福島県下では、一般に被害程度は微害～中害であって、猪苗代湖北部地区および南部の館岩周辺地区ではやや著しい被害が認められる。南西部の檜枝岐周辺地区で近年増加している新植幼齢林では、現在までのところほとんど被害が認められない。

関東・中部地方では、とくに富士山麓一帯で被害が激しく、一方、群馬県西部の草津・白根地区では、かなりの大面積にわたって被害が少ない。その他の地域では、全般的に被害の発生が認められるが、その被害程度はいちようではなく、同一地域内においても、林分によってかなりの差異が認められた。比較的被害林が多いのは、浅間山東面の軽井沢北部地区、菅平・志賀高原地区の一部、栃木県北部の日光周辺地区などである。

本病の発生の誘因となる環境因子を知るため、広く各地の被害林において現地調査をおこない、林況および植生・気象条件・土壌条件のうち、第 1 表（49 ページ）に示した各項目について検討した。

調査結果を要約すればつぎのとおりである。

a) 林況および植生

i) 本病は植栽後 2 年目ですでに発生が認められ、60 年生以上の老齢林にも発生している。7~20 年生の林で比較的被害が目だったが、これらの林齢の林では健全林や微害林も多く、被害程度と林齢との関係は明らかではない。

5 年生以下の幼齢林においては、一般に被害は軽微で、中〜激害林は少ないが、これは樹齢による差というよりは、これらの林の多くが、広葉樹天然林の伐採跡地に新植されているため、周囲に感染源となるカラマツ被害木が少ないこと、および林床が乾燥しやすいため、病原菌の成熟・感染に適した湿度条件が得にくいことによるものと考えられる。このような幼齢林においても、下刈り不良のため下草が繁茂している場合には、被害度が高くなり、ことに下草に被覆された下枝で著しく罹病葉が増加するのが認められた。

ii) 植栽密度と被害度との関係については、4,000 本以上の過密林分では、被害がいちじるしかった。（第 4 表）

枝打ちまたは間伐がおくれた林では、やや被害が増大する傾向があるが、前項で述べた幼齢林で下刈り不良な場合ほどには、その差は著しくない。

iii) 広葉樹が混交している場合には、一般に被害が軽微となる傾向があるが、ヒノキ・アカマツなどの針葉樹と混植されている場合には、被害程度にあまり差が認められない。

iv) 下層植生としては、ササが密生している場合には被害が増大する傾向が認められ、とくに黒色土壌でササが密生している場合には、一般に被害が多い。

v) 原野探草跡地に植栽された場合には、一般に被害が多い。

また、中部地方のいわゆるカラマツ 2 代目造林地では、被害が軽微な場合もあったが、調査林の約半数近くが中害以上の被害度を示し、被害が多くなる傾向が認められた。これに比較して、広葉樹林跡地に植栽された場合には、一般に被害は少なかったが、これらの調査林には、広葉樹天然林を伐採した跡地に新しくカラマツを植栽したため、付近に感染源となるカラマツ罹病林がない場合も少なくなく、したがって、被害が少ないことが前代が広葉樹林であったことの直接の影響か否かは検討を要する。

b) 気象条件

i) 病気の感染期における温度および湿度条件についてみると、温度の場合には被害程度とほとんど関連が見られなかったのに対し、湿度の場合にはしばしば相関が認められた。たとえば、北海道地方では 6~7 月に霧日数が多い道南の東部地域や道東各区に中〜激害林が多く、また、一般に被害が軽微な東北地方の裏日本地域では、6~7 月に雨量が多い山形県釜淵付近で被害の多いのが目だっているなどである。また、局部的に霧の発生が多い浅間東面の軽井沢北部地区や富士山西北面の鳴沢村西南部地区などのカラマツ林は付近の林分と比較して、被害が激しい傾向が認められている。また、梅雨期に極度に雨量が少なかった 1958 年には、各地域で被害程度は軽微となっている。このような例からみると、病気の感染期における高湿度条件は被害程度とかなり密接な関連があるように思われる。しかし、全般的にみると、被害度の差異が、感染期の湿度条件の差異によると判断される場合は少ない。

ii) その他の要因として、感染・発病期における気温・常風、および積雪について調査した。東北地方の裏日本側や長野県北部の多雪地帯において、雪害をうけて倒伏したり、生育阻害を受けた幼齢造林地で被害が多い例が認められたが、一般にこれら各気象因子と被害度との間には一定の傾向は認められなかつ

た。

c) 土 壌 条 件

i) 地形と被害度との関係についてみると、東北地方の調査では峰通りの土壌の浅いところでは緩斜面の土壌の深い林地よりも被害が著しい例が見られ、また、中部地方の調査でも王滝地区・菅平地区などで斜面の上部で被害が著しい例が認められた。しかし、一方同じく中部地方の志賀地区の場合のように、斜面の上部でむしろ被害が軽微な例も認められ、全般的に言えば、地形と被害度との間には関係が少ないと思われる。

ii) 土壌母材と被害度との関係では、北海道地方では、新しい火山噴出物との関係が認められ、黒色火山灰土が厚い土壌で被害が多い傾向がある。また、中部地方の木曾王滝地区では、石英斑岩地帯では安山岩地帯にくらべて発病が多いという結果が得られている。しかしながら、全般的にみた場合には、土壌母材と被害度との間には相関を認めることはできなかった。

iii) 土壌型についてみると、東北地方では草原性黒色土壌では褐色森林土壌と比較して、明らかに被害が激しいことが認められ、また草原性黒色土では湿性の $Bl_E \sim Bl_F$ 型土壌で、被害が多い傾向が認められた。関東・中部地方の場合には、このような土壌型による明らかな差異は認められないが、前述したカラマツ植栽前の植生との関係において、被害林が多く認められた草原跡地の造林地の多くが、湿性の黒色土壌であることからみると、このような土壌では被害が増大する傾向があるとみてよいであろう。

iv) 土壌の層位の厚さと被害度との関係についてみると、関東・中部地方においては、 A_0 層が 2 cm 以下の林地と比較して、 A_0 層が 4 cm 以上で厚く、とくに落葉の分解不良で L 層が厚く堆積している場合には、被害が激しい傾向が認められた。また、東北地方においても同様な傾向が認められている。

A 層の厚さについてみると、関東・中部地方においては、 A 層がうすい林地に比較して 20 cm 以上の厚い林地では被害が少ない傾向が認められ、東北地方においても、調査例は少ないが、ほぼ同様の傾向が認められている。

このほか、 B 層の厚さ・構造・水湿状態などの土壌の性質と被害度との間には明らかな関係は認め難いが、土壌がかべ状で根の分布不良の場合には、しばしば被害の著しい例が認められた。

v) 土壌の化学性と被害度との関係については、東北地方の調査においては明らかな関係は認められなかったが、調査例が多い関東中部地方の場合には、数種の化学的性質との間に相関が認められ、また、北海道地方の調査では、ほぼ同様の相関が認められた。

すなわち、これらの地方の調査地では、土壌酸度が pH 4.0~4.5 で酸性が強い場合、リン酸吸収力が大きい場合、有効カリまたは置換性石灰含量が少ない場合、には被害度が大となる傾向が認められた。また、関東・中部地方の場合には、中害以上の被害度をもつ林分では、その 77% がこれらの要因の 2 以上をもっていた。

上述した諸条件についての調査結果からみると、本病の発生に関連が深い環境条件としては、まず第 1 に土壌条件をあげることができる。すなわち、落葉の分解不良で A_0 層が厚い土壌では被害が増大する傾向が認められ、また、かべ状で根の分布不良な場合にも、しばしば被害の著しい林分が認められた。さらに、土壌の化学性の点からみると、酸性が強い場合、リン酸吸収力が大きい場合、有効カリまたは置換性石灰含量が少ない場合には被害が増大する傾向が認められ、ことにこれらの性質が複合されている場合には、この傾向はよりいっそう顕著であった。

土壌型についてみると東北地方北部において、湿性草原性黒色土壌に被害が多く、褐色森林土壌の場合と明らかな差異が認められ、また、長野県西南部の木曾王滝地区では斜面上部のポドゾル化土壌で被害が明らかであった。また、北海道地方では新しい火山噴出物の堆積した地帯に被害度の高い林が多く、長野県南部では局地的ではあるが安山岩を母材とする土壌をもつ林地では、石英斑岩を母材とする地帯とくらべて発病が多いことが認められた。しかしながら、全般的にみると土壌型や土壌母材と被害度との間には明らかな関係は認められなかった。

カラマツの生育に関係が深いA層の厚さについては、A層がうすい場合一般に被害が多い傾向が認められたが、一方、土壌が浅く乾性で、いわゆるやせた土壌に植栽され、明らかに生育不良なカラマツ林においても、被害が軽微な例は少なくなかった。

したがって、これらの点を考えると、土壌型・層位の厚さ・物理性などの土壌条件は、被害度との間に直接関係するというよりは、被害程度は、これらの条件によって生ずる上記のような化学性の差異によって影響されることが大きいように考えられる。この点については、今後検討を進めたい。

気象条件についてみると、病気の感染発病期に雨量の少ないことが目だった1958年には全般的に被害が軽微であったこと、また、この期間にとくに雨量が多かったり霧が多い地区では、被害が増大する傾向が認められたこと、などからみて、被害程度と感染・発病期の高湿度条件との間にはかなり密接な関係があるように思われる。これは、感染源となる病原菌の子嚢胞子の発芽および感染に対して、きわめて高い湿度条件が必要であることからみると当然のことと考えられる。しかし一方、被害の激しい林地で必ずしも局地的に著しい高湿度条件があるとは限らず、また、周囲と比較して湿度が高い条件にある林地においても、被害が軽微な場合が少なくなかった。このことは、病気の感染が5月中旬～7月下旬（とくに5月下旬～7月上旬）に限られることと関係が深いといえよう。すなわち、この期間は、北海道地方をのぞいて、いわゆる梅雨期にあたっているため降水量が多く、また昼間と夜間の温度差が大きいことから、林地においては病原菌の子嚢胞子の成熟感染に必要な高湿度条件は、広く与えられていると考えられる。したがって、1958年のようにこの期間に降水量が少ない年や、北海道地方などの場合には、降水量の多少や霧の発生の有無は被害程度と関係するが、全般的にみると、これらの条件は被害程度にさほど大きな影響はないと考えられ、上記のような土壌条件と比較すると、被害発生にとっては副次的な要因と考えるのが適当と思われる。

林況および植生についてみると、ササ密生地に被害が多く、また広葉樹と混交したり広葉樹跡地に植栽された林地で被害が軽微である傾向が認められた。広葉樹と混交したカラマツ林において、落葉病の被害が軽微となる傾向が認められることについては、北島（1931）²⁾らの報告があり、また、HARTIG（1900）¹⁾は葉ふりい病菌（*Sphaerella* (*Mycosphaerella*) *laricina*）によるオオシユウカラマツの被害の場合に、同様の傾向が認められることを報告している。しかし、混交している広葉樹の影響は、落葉が地床を被覆して病原菌胞子の分散を阻害するというよりは、広葉樹落葉の分解によって、土壌の諸性質（とくに化学性）に影響が与えられることにあるように思われる。

（保護部 千葉 修）

文 献

1) HARTIG, R.: Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten. Berlin, pp. 71~74, (1900).

2) 北島君三: カラマツ造林地被害原因について, 林友(東京営林局林友会), 191, pp. 4~13, (1931).

- 3) 林野庁・林業試験場：国有林野土壤調査方法書，1955.

図版説明

Explanation of plates

Plate 1

- A 落葉病に激しく侵されたニホンカラマツ幼齢木（8年生），山梨県南都留郡鳴沢村。
Young Japanese larch (8-years old) affected heavily with the needle cast. Narusawa, Yamanashi.
- B 落葉病による被害程度の差異（ニホンカラマツ）左より健全・微害・中害・激害。
Variation in the severity to the needle cast (Japanese larch). From left to right: healthy, slightly affected, moderately affected, and heavily affected.
- C 落葉病による被害程度の差異（ニホンカラマツ）左より微害木の枝，激害木の枝，激害木先端の長枝。
Variation in the severity of twigs to the needle cast from left to right: twig of slightly affected tree, twig of heavily affected tree, long shoot of heavily affected tree.

Plate 2

- A 落葉病微害カラマツ幼齢林（12年生），長野県北安曇郡松川町。
A young Japanese larch (*Larix leptolepis*) plantation (12-years-old) affected heavily with the needle cast. Matsukawa, Nagano.
- B 落葉病に激しく侵されたカラマツ幼齢木（4年生），長野県西筑摩郡王滝村。
A young Japanese larch (4-years-old) affected heavily with the needle cast. Otaki, Nagano.
- C 落葉病激害チョウセンカラマツ林（23年生），北海道中標津。
A Korean larch (*Larix gmelini* var. *olgensis*) plantation affected heavily with the needle cast. Naka-shibetsu, Hokkaido.
- D 落葉病に侵されたニホンカラマツ（右側）およびグイマツ（左側）（19年生），北海道中標津。
グイマツはニホンカラマツに比べて感受性大。
Japanese and Kurile (*Larix gmelini* var. *japonica*) larches (19-years-old) affected with the needle cast.
Kurile larch (left side) is more susceptible than Japanese larch (right side) to the needle cast. Naka-shibetsu, Hokkaido.

Researches on the Needle Cast of Larch.

IV. Survey on the needle cast in larch forests.

Osamu CHIBA, Taketo HAMA, Kunihiro SATO and Kaoru ONO

The survey of the disease was conducted in many larch forests in the central and northern parts of Japan, including the Kantô and Chûbu districts, and it was found that the disease was widely distributed throughout these areas on almost all ages of larch (Figs. 1, 2, 3 and 4). The severity, however, was not always similar in these surveyed forests, and there were considerable differences in it even among several forests near to each other.

To know the cause of such difference in the disease severity, many kinds of environ-

A

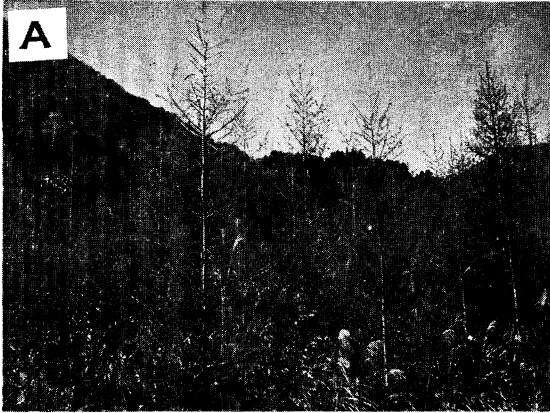


B



C





mental factors assumed to be responsible to the disease occurrence, such as climatic conditions, soil conditions, and stand conditions, were investigated in these forests (Table 1). Chemical properties of soil were tested by a simplified method using portable analytical apparatus (Table 2).

Among factors investigated, several kinds of soil properties seemed to be closely correlated to the disease severity. In general, the disease was more severe in the more acid soil, soils having lower amounts of kalium or exchangeable calcium, or those having higher coefficient value of phosphate absorption. In forests having two or more of these soil factors, such correlation was more clearly recognized. The correlation was also found in the depth of A₀ horizon (L, F and H layer). Where this horizon, especially L layer which is layer of litter consisting chiefly of larch needles, was over 2.5 cm in depth, the forest had a tendency to suffer more severely from this disease.

From other properties, such as soil type and physical properties, the severity of the disease did not seem to be affected so much, although in the Tôhoku district serious infection was more likely to occur in wet black soil than in brown soil, and in Hokkaido the forests situated on a thick layer of volcanic ash were more seriously damaged by the disease. Speaking of the thickness of A horizon of soil, the disease was generally more severe in the case of forest soil having thinner A horizon, but even in the case of thinner A and B horizon the forests were not always affected heavily.

From the above-mentioned observations, it appears that such properties would not directly influence the disease occurrence, but several kinds of chemical properties of the soil connected with these properties have a more close correlation with the disease severity.

Among many kinds of climatic factors, high relative humidity during infection period, from May to July, seems to be the most important factor for disease virulence. In general, however, clear correlation was found between the difference in the frequency of rainfall or foggy weather and the severity of the disease. Such a situation would be due to the following reason: the infection period of this disease corresponds to the so-called rain season, excepting in Hokkaido, and we usually have many rainy days in this period, resulting in preparing the favorable condition for infection. Consequently, it may be suggested that climatic conditions, even higher relative humidity during the infection period, do not play a particularly important part in making the disease severe in comparison with some chemical properties of forest soil.

It was often observed that the disease was more severe in plantations of which soil surface were covered densely with bamboo grasses. On the other hand, less damage was found in many forests which were mixed with hardwoods or were planted on cut-over areas of hardwood forest. This is in agreement with the observation by KITAJIMA²⁾ on the same disease and by HARTIG¹⁾ on the needle cast of larch caused by *Sphaerella laricina*. The cause leading to such situation is probably due to the change in chemical properties of soil resulting from the decomposition of litter of the hardwood rather than the effect of fallen leaves of hardwoods covering the fallen needles of larch and preventing dispersal of the ascospore produced on them.

カラマツ落葉病に関する調査研究

V. 王滝国有林におけるカラマツ幼齡林 の落葉病と土壌条件・成長およ び針葉の組成について

河 田 弘⁽¹⁾

1. は じ め に

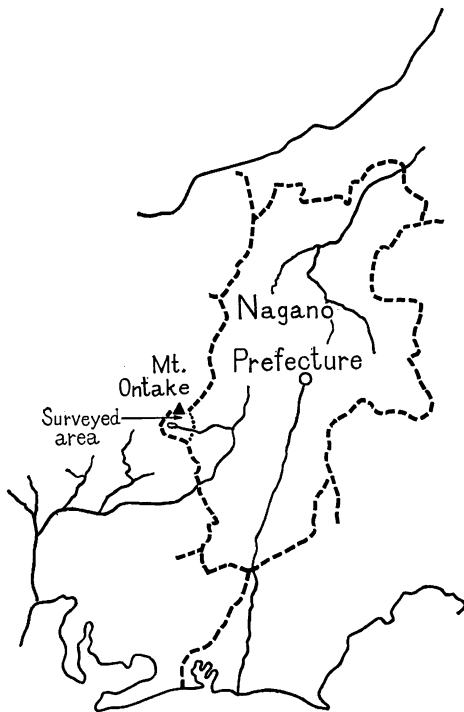
長野営林局王滝営林署管内王滝国有林一帯はほぼ木曾谷の中央部に位置し、主として老齡な天然生ヒノキの美林を形成し、木曾ヒノキの宝庫として知られている。しかしながら、これらのヒノキ林の伐採跡地に植栽されたヒノキ人工林の生育がきわめて不良な場合が多いために、跡地更新をいかに行なうかということがこの地域の造林上の大きな課題となっている。最近では、この地域にカラマツの植栽が年々増大し

ているが、高冷多湿な気候条件下におかれているこの地域一帯のカラマツに落葉病が多発する危険性が心配されていたが、最近になって本病の被害がしだいに目だつようになってきた。

昭和 33 年秋に前木曾分場長（現 四国 支 場 長）渡辺録郎技官の提案によって長野営林局、王滝営林署および木曾分場（保護および土壌研究室）の共同で、この地域一帯のカラマツ林の落葉病について調査研究が行なわれることになった。

最近拡大造林にともなう、同様の立地条件下におかれている奥地林において、カラマツの造林がしだいに増大しつつあるが、この調査研究はこのような問題に対する一つのテストケースとして有力な示唆を与えるものといえよう。

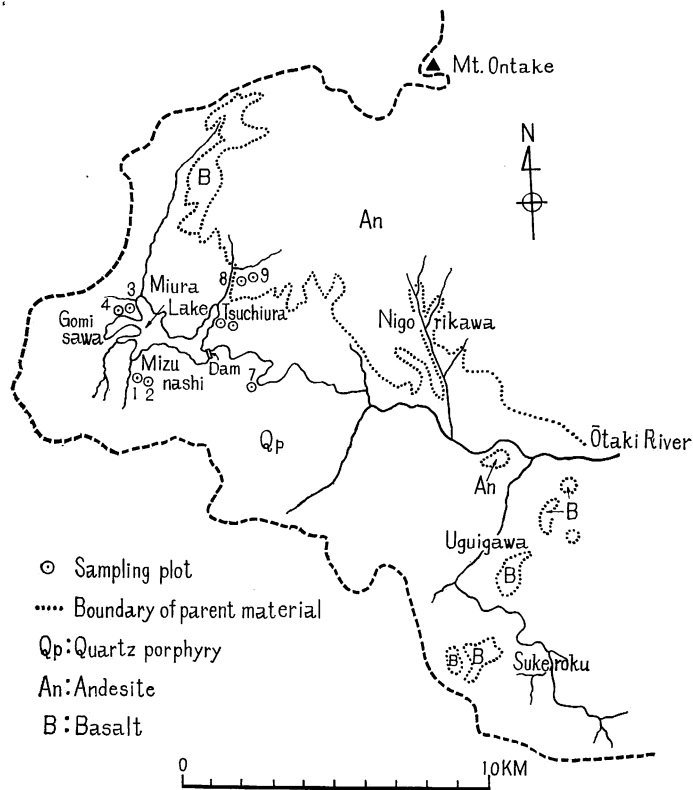
筆者はこの共同調査研究の一部として、カラマツ林の立地一主として土壌一条件と落葉病の発生の関係、さらにこれに関連して、葉分析によるカラマツの栄養生理と落葉病の発生および



第 1 図 調査地域の位置

Fig. 1 Location of surveyed area.

(1) 関西支場土壌研究室長・元木曾分場土壌研究室長・農学博士



第2図 王滝国有林の調査地区および試料採取箇所

Fig. 2 Surveyed districts and sampling plots in Ôtaki National Forest.

成長との関係等について検討を行なったのでその結果を報告する。

2. 調査時期および調査地域の概況

2-1. 位置および調査時期

この調査研究は長野県西筑摩郡王滝村王滝営林署管内の王滝国有林において行なった（第1図参照）。

調査した区域は同国有林の三浦湖の周辺部に位置する五味沢、水梨、土浦地区、三浦ダム下流地区、鹹川および助六地区、濁川地区等である（第2図参照）。

この調査研究は昭和34～36年に行なわれたが、34年度は五味沢、水梨、土浦および三浦ダム下流地区の概況調査を行ない、35年度は同地区の代表的な林分を選んで精密調査を行なった。鹹川および助六、濁川地区については、36年度に概況調査を行なったが、同年秋筆者は関西支場に転任したために、遺憾ながら同地区については精密調査を行なうにいたらなかった。

2-2. 気 候

三浦ダム観測所の資料（昭和20～29年）によれば、年平均気温 7°C 、最高平均 11.7°C 、最低平均 2.8°C 、年降水量 3550 mm で、高冷多湿な気候である¹⁾。

2-3. 林 況

この調査地域のカラマツ林は、試験的に小面積に植栽された壮齢林がわずかに見られたが、ほとんど大部分は樹齢 10 年以下の幼齢林によって占められていた。これらの幼齢林は、後述の石英斑岩を母材とする地区では、原生樹のヒノキ天然生林に対して 2 ha 以下の小面積皆伐が行なわれていたために、小面積の林分を形成し、また、ヒノキおよびカラマツの列状混交林を形成している林分が多かった。

2-4. 母材および土壌

調査地域は石英斑岩を基岩とするが、王滝川の北岸、御岳の南麓側は、石英斑岩の上を御岳の噴火活動による安山岩質の熔岩によって厚くおおわれている。また、小面積であるが、石英斑岩の割れ目から噴出した玄武岩の熔岩台地が一部に見られる（第 2 図参照）。

この地域の地形および土壌は、これらの母材の相違を明らかに反映して、つぎのような相違が見られた。

石英斑岩を母材とする地域では、標高 1,300 m 付近を境にして、同標高以上の地域は準平原地形を形成し、土壌はいわゆる湿性ポドゾル地帯を形成する（五味沢、水梨地区、土浦地区の一部、助六地区）。この地域における土壌型の分布状態は、主として斜面地形の影響によってつぎのような変化が見られた。一般に、沢沿～山腹斜面下部には B_d 型土壌（崩積土）が出現し、中腹、斜面上部～尾根の順にポドゾル化の進んだ土壌が出現する。ポドゾル化の進行の程度は、斜面長、傾斜、標高等の影響によっていちようではないが、中腹では Pw(i)_{III}～II 型ないし Pw(h)_{III}～II 型土壌、上部～尾根では Pw(i)_{II}～I 型土壌が出現するが多い。

三浦ダム下流、鯉川地区および濁川地区の一部は同様に石英斑岩を母材とするが、開析の進んだ早壮年期地形をなし、沢沿～斜面下部は B_e～B_d 型土壌、中腹では B_d(d) 型土壌、上部～尾根では P_D_{III}～I 型土壌が出現するが多い。

安山岩を母材とする地区（土浦および濁川地区の一部）は、台地地形およびこれにつづく山腹斜面を形成する。玄武岩を母材とする地区（鯉川地区の一部）は山頂の台地地形である。安山岩および玄武岩を母材とする場合は、B_d ないし B_d(d) 型土壌によって占められ、ポドゾル化土壌の出現は見られない。

3. 落葉病の被害状況と立地—とくに母材、地形および土壌— 条件との関係（各地区の概況）

3-1. 調査時期および調査方法

この調査はいずれの年度も 8 月下旬、落葉病の最盛期に行なった。

カラマツの落葉病の発生は樹齢によって相違が見られ、長野県下では 3～64 年生まで幅広く発生しているが、とくに 5～45 年生の林分に多いといわれている²⁾。この調査では 3 年生未満（調査当時）の林分は除外した。

調査した林分は、斜面地形の場合は沢沿～斜面下部、中腹、斜面上部～尾根に区分し、そのおのおのについて被害程度を健全、微害、中害、激害の段階に、肉眼観察によって区分した。この地域のカラマツは、古梢葉（短枝葉）は落葉病に犯されるが、新梢葉は犯されない。この点は落葉病菌の子のう胞子の完熟放出時期が、この地域では 5 月上旬から 7 月中旬ごろまでに行なわれるが²⁾³⁾、この時期には新梢の伸長、新葉の開葉がほとんど行なわれないためであろう。したがって、被害程度の判別は古梢葉の赤変の程度を基準とした。

また、各調査林分から採取した病葉は、木曾分場保護研究室 武人技官によって、落葉病菌を確認していただいた。同技官のご協力に対して、心からの謝意を表するしだいである。

3-2. 調査結果および考察

概況調査の結果、カラマツの落葉病の被害程度は、以下に述べるように、前述の母材および斜面地形の影響にもとづく土壌条件(土壌型)の相違と明りょうな関連性が認められた。

石英斑岩を母材とする地区(五味沢、水梨、三浦ダム下流、および助六地区、土浦および濁川地区の一部)では、同じ山腹斜面では、沢沿～斜面下部→中腹→斜面上部→尾根の順に、落葉病の被害の増大する傾向がいずれの山腹斜面においても明りょうに認められた。山腹斜面上の各位置における被害程度は、地区ごとに、また、同じ地区内でも各斜面ごとに多少の相違が見られたが、沢沿～斜面下部では健全～微害、中腹では微害～中害、斜面上部～尾根では中害～激害を示す場合が多かった。さらに、各地区ごとに比べると、三浦湖の南岸に位置する水梨地区では、他の地区に比べると同じ地形における落葉病の被害程度がはげしいように思われた。

これらの結果は、前述の斜面地形の影響による山腹斜面上に出現する各土壌型の変化と明りょうに関連性を示しているといえよう。すなわち、全般的には B_d 型土壌では健全～微害の場合が多かったが、Pw(i)_{III}～II 型ないし Pw(h)_{III}～II 型土壌では微害～中害、さらに、Pw(i)_{II}～I 型土壌では中害～激害を示す場合が多く、ポドゾル化が進むにしたがって落葉病の被害程度がはげしくなるといえよう。

これに対して、安山岩および玄武岩を母材とする地区(土浦、濁川および鮎川地区の一部)では、落葉病の被害は全く見られないか、またはきわめて軽微であった。

前述のように、これらの地区ではポドゾル化土壌は出現せず、B_d ないし B_d(d) 型土壌によって占められているが、土壌型と落葉病の被害程度は石英斑岩地区と同様の傾向を示すといえよう。

さらに、落葉病の被害程度はカラマツの成長とも明りょうに関連性を示していた。すなわち、石英斑岩を母材とする地区では、沢沿～斜面下部→中腹→斜面上部→尾根の順にカラマツの成長は明らかに低下を示していた。これに対して、安山岩および玄武岩を母材とする地区では、熔岩台地上の幼齡林は良好な成長を示し、また、鮎川地区千林平の熔岩台地上の壮齡林(昭和 13 年植栽)も、樹高成長はとくに良好とはいえないが、肥大成長は良好であった。後述のように、土浦地区の山腹斜面上の幼齡林は斜面上部および下部はいずれも良好な成長を示していた。

落葉病の被害程度は同時にカラマツの新梢葉および古梢葉の形状にも関連性を示していた。すなわち、健全～微害程度の林分では新梢葉は長大で 3～5 cm 程度に達していたが、落葉病の被害がはげしくなるほど短小となり、激害地では 1～2 cm 程度に過ぎず、古梢葉も同様に落葉病の激化にともなって小型になる傾向が明らかに認められた。

以上の概況調査の結果を総合すると、カラマツ落葉病の被害程度は、母材および斜面地形の影響等によってもたらされる土壌の溶脱が進行し、酸性が強くなるにしたがって、すなわち、土壌の肥沃度が低下するにともなって、落葉病の被害程度がしだいにはげしくなるといえよう。さらに、同時にカラマツの成長および針葉の形状等によって示される樹勢の低下が、落葉病の被害程度の激化と明らかに関連性を示すといえよう。これらの諸点は、土壌の肥沃度、カラマツの栄養条件およびそれにとまう成長、落葉病の被害程度等が、相互に密接な関連性を有することを暗示するものといえよう。

4. 落葉病の被害状況、土壌条件、成長および針葉の組成の関係

4-1. 調査林分

筆者は 3-2 で述べた作業仮説を確かめるために、つぎに述べる 9 か所の林分について、落葉病の被害状況、成長経過、土壌条件および針葉の組成について調査を行なった。

調査林分はつぎのとおりである。

Prof. 1 139 ほ林小班, 5 年生, 五味沢地区, 斜面下部。

Prof. 2 同上, Prof. 1 の斜面中腹～(上部)

Prof. 3 96 そ林小班, 7 年生, 水梨地区, 斜面下部。

Prof. 4 同上, Prof. 3 の斜面上部。

Prof. 5 287 ろ林小班, 8 年生, 土浦地区(石英斑岩), 斜面下部。

Prof. 6 同上, Prof. 5 の斜面上部。

Prof. 7 70 ろ林小班, 11 年生, 三浦ダム下流地区, 斜面上部。

Prof. 8 279 林班, 7 年生, 土浦地区(安山岩), 中腹。

Prof. 9 同上, Prof. 8 の斜面上部。

4-2. 立地条件、土壌型、断面形態および植生

調査林分の立地条件、土壌型、断面形態および植生は、第 1 および第 2 表に示すとおりである。

4-3. カラマツの成長および落葉病の被害状況

調査林分のカラマツの成長は、土壌断面を中心に約十数本の立木について、全樹高、最近 4 か年間の年度別の樹高成長(5 cm 括約)および胸高直径を測定した。

また、最近 4 か年間の主幹の節の形状が畸型を呈し(5 年以上以前の分は判別が困難)、なんらかの障害を受けたと推定された調査木は測定から除外した。

この地域のカラマツ幼齢林は植栽後初期に野兎の喰害等の障害を受ける場合が多く、また、植栽後初期の成長に比べると、数か年後からしだいに旺盛な成長を始める場合が少なくない。後者は長野県下の各地のカラマツ林で一般に見られる現象であるが、ことに土壌条件の良好な沢沿～山腹斜面下部の崩積土で見られる場合が多い。筆者は各地の幼齢林の観察結果から、この点は植栽された苗木の根系の発達が全般に不良なことと、土壌条件が良好な場合にはその後の根系の発達が良好となるにしたがって、しだいに成長が増大するのではないかと推定している。したがって、カラマツの幼齢林の場合には、全樹高は必ずしも成長の良否を示すとはいえない場合も少なくないので、今回の調査では主として最近 4 か年(Prof. 1 および 2 は 2 か年)の成長を基準として A, B, C の段階に区分した。

落葉病の被害程度は概況調査と同様肉眼観察によって、健全(—)、微害(+), 中害(++), 激害(+++)の 4 段階に区分した。

調査結果は第 3 表に示すとおりである。

これらの結果はいずれも母材、斜面地形、土壌型および成長と落葉病の被害程度との関連性等は 3-2. 概況調査の結果と同様の傾向が認められた。すなわち、石英斑岩地区では、全般的に Bd 型土壌におけるカラマツの成長は良好で、落葉病の被害は無害～微害であったが、ポドゾル化の進んだ土壌ほどカラマツの成長の低下と落葉病の被害の増大が認められた。さらに、前述のように、水梨地区では他の地区の同様

第1表 立地条件および植生
Table 1. Site conditions and vegetation.

断面番号 Profile No.	母 材 Parent material	標 高 Height above sea level (m)	方 位 Direction	傾 斜 Inclination	地 形 Topography	土 壤 型 Type of soil	堆積様式 Mode of formation	植 生 Vegetation
1	石英斑岩 Quartz porphyry	1250	N 20° E	30°	Lower part of mountain slope	B _D	Colluvial soil	カラマツ (4), ヒノキ (3), クマイザサ (5), ノリウツギ (2), ウダイカンバ (1), ヤマウルシ (+), ニワトコ (+), キイチゴ (+), ヤマブドウ (+)
2		1300	N	30°	Upper part of same mountain slope with Prof. 1	B _D	Residual soil	カラマツ (4), ヒノキ (3), クマイザサ (5), ノリウツギ (1), ウダイカンバ (1), シラカンバ (1), キイチゴ (+), ヤマウルシ (+), ヤマブドウ (+), タラノキ (+)
3		1500	N 40° W	25°	Lower part of mountain slope	B _D	Colluvial soil	カラマツ (4), ヒノキ (3), クマイザサ (5), ヤマウルシ (+), ノリウツギ (+), キイチゴ (+)
4		1550	N 50° W	35°	Upper part of same mountain slope with Prof. 3	Pw(h)- (Ⅲ)	Residual soil	カラマツ (4), ヒノキ (3), シシガシラ (+), ウダイカンバ (+), スゲ類 (+)
5		1300	N 20° W	20°	Lower part of mountain slope	B _D	Colluvial soil	カラマツ (4), ヒノキ (3), クマイザサ (5), ノリウツギ (1), ススキ (1), ニワトコ (1), キイチゴ (1), ヤマウルシ (+), ハンゴンソウ (+), フキ (+)
6		1350	N	35°	Upper part of same mountain slope with Prof. 5	Pw(i)- (Ⅱ)	Residual soil	カラマツ (4), ヒノキ (3), クマイザサ (4), リョウブ (2), ノリウツギ (1), アサヒカエデ (2), キイチゴ (1), ウダイカンバ (+), ヤマハハコ (+)
7		1300	S 40° E	35°	Upper part of mountain slope	BA~PdⅢ	Residual soil	カラマツ (3), ヒノキ (2), クマイザサ (5), キイチゴ (2), ウダイカンバ (2), リョウブ (1), シラカンバ (1), ヤマウルシ (+)
8	安山岩	1300	W	20°	Middle of mountain slope	B _D	Colluvial soil	カラマツ (4), ヒノキ (3), クマイザサ (5), キイチゴ (3), ニワトコ (+), ノリウツギ (1), ヤマウルシ (+), シラカンバ (+), ヤマハハコ (+)
9	Andesite	1350	W	30°	Upper part of same mountain slope with Prof. 8	B _D	Creep soil	カラマツ (4), ヒノキ (3), クマイザサ (5), キイチゴ (3), ニワトコ (1), ノリウツギ (+), ヤマウルシ (+), シラカンバ (+), ヤマハハコ (+)

第 2 表 断 面
 Table 2. Description

断面番号 Profile No.	土 壤 型 Type of soil	層 位 Layer, Horizon	厚 さ Thickness (cm)	推移状態 Definition of boundary	色 Color
1	B _D	A ₀ H-A A B	L : +, F : 1 cm 4~5 13 25+	G C	black dark brown dark yellow
2	B _D	A ₀ H-A A B ₁ B ₂	L : +, F : +~1 cm 2~3 5~8 11~15 15+	S G	black dark brown dark yellowish brown yellowish brown
3	B _D	A ₀ A ₁ A ₂ B	L : +, F : +~1 cm 12~15 15~20 20+	G C	blackish brown brown yellowish brown
4	Pw(h)-Ⅲ	A ₀ H-A A B	L : +, F : +~1 cm 15~17 12~14 25+	G C	blackish brown dark yellowish brown
5	B _D	A ₀ A A-B B	L : +, F : +~1 cm 14~18 10~15 15+	C G	blackish brown dark brown yellowish brown
6	Pw(i)-Ⅱ	A ₀ A ₁ A ₂ B ₁ B ₂	L : +, F : +, H : +~2 cm, blackish brown, crummy 16~18 10~14 5~6 10+	C S C	blackish brown grayish brown orange dark yellowish brown
7	BA~P _D Ⅲ	A ₀ A B ₁ B ₂	L : +, F : + 8 45 10+	S C	grayish black brown yellowish brown
8	B _D	A ₀ A ₁ A ₂ B ₁ B ₂	L : +, F : +~1 cm 8~10 15~16 8~12 10+	C G G	blackish brown dark brown dark yellowish brown yellowish brown
9	B _D	A ₀ A ₁ A ₂ B	L : +, F : 1~2 cm 8~10 12~15 35+	C G	black dark blackish brown dark yellowish brown

Remarks

Type of soil (土壌型)

BA : Dry brown forest soil (Steep slope type).

B_D : Moderately moist brown forest soil.

Pw(h)-Ⅲ : Wet slightly podzolised soil (Humus podzol type).

Pw(i)-Ⅱ : Wet podzolic soil (Iron podzol type).

P_DⅢ : Dry slightly podzolised soil.

Definition of boundary (推移状態)

S : Sharply defined. (明)

形 態
of profile.

土 性 Texture	構 造 Structure	堅 密 度 Compactness	石 礫 Stone (Size, quantity)	根 系 Root	溶 脱, 集 積 Eluviation Illuviation
CL // //	Crumb Crumb~massive Massive	1 2 3	none small, 1 medium, 1	4 2 1	— — —
CL // // //	Crumb Crumb Massive //	1 2 3 3	none small, 1 medium, 1 // 2	4 3 2 0	— — — —
CL // //	Crumb Massive //	1~2 4 4	small, 1, medium, 2 medium, large, 3 //	4 2 —	— — —
CL // //	Crumb Massive //	1 2 3	small, 2 small, medium, 3 medium, large, 3	4 2 1	Slightly Eluviated Illuviated
CL // //	Crumb Massive //	2 3 4	small, 2 small, medium, 3 medium, large, 3	4 3 —	— — —
CL // // //	Crumb Massive // //	2 3 4 4	small, 3 medium, 3, large, 1 medium, 2 medium, large, 3	4 2 1 —	Eluviated Illuviated
CL // //	Loose granular Granular Massive	1 3 4	small, 3 small, medium, 3 medium, 3	4 2 —	— (Slightly Illuviated) —
CL // // //	Crumb Massive // //	1 3 3 4	small, 2 small, medium, 2 small, medium, 3 small, medium, 4	4 2 1 1	— — — —
CL // //	Crumb Massive //	1 3 4	small, 2 small, medium, 3 small, medium, 4	4 2 1	— — —

C : Clearly defined. (判)

G : Gradually merging. (漸)

Compactness. (堅密度)

1 : Soil aggregates bound loosely. (しろう)

2 : Soil aggregates bound densely and firmly. (軟)

3 : Soil aggregates bound compactly. (堅)

4 : Soil aggregates bound very compactly. (すこぶる堅)

第 3 表 カラマツの成長および落葉病の被害状況
Table 3. Growth and extent of damage by needle cast disease of larch.

断面番号 Prof. No.	樹 齢 Age (year)	樹 高 Height (cm)										胸高直径 Diameter at breast height (cm) 1960	地 位 Site quality	落 葉 病 の 被 害 状 況 Extent of damage by needle cast disease
		1956	1957		1958		1959		1960					
		全 樹 高 Total height	年間成長量 Annual growth	全 樹 高 Total height	年間成長量 Annual growth	全 樹 高 Total height	年間成長量 Annual growth	全 樹 高 Total height	年間成長量 Annual growth	全 樹 高 Total height				
1	5	$\frac{40}{30\sim50}$	$\frac{35}{15\sim75}$	$\frac{75}{40\sim110}$	$\frac{65}{40\sim80}$	$\frac{140}{80\sim190}$	$\frac{65}{50\sim75}$	$\frac{205}{155\sim260}$	$\frac{75}{60\sim105}$	$\frac{280}{225\sim365}$	$\frac{3.3}{2.1\sim4.8}$	A～B	—～+	
2	5	$\frac{40}{25\sim60}$	$\frac{40}{20\sim65}$	$\frac{80}{45\sim120}$	$\frac{55}{30\sim75}$	$\frac{135}{75\sim190}$	$\frac{60}{35\sim75}$	$\frac{195}{125\sim255}$	$\frac{75}{65\sim80}$	$\frac{270}{210\sim320}$	$\frac{3.2}{2.1\sim4.5}$	A～B	+	
3	7	$\frac{145}{100\sim160}$	$\frac{50}{30\sim90}$	$\frac{195}{140\sim245}$	$\frac{65}{50\sim85}$	$\frac{260}{195\sim330}$	$\frac{70}{45\sim80}$	$\frac{330}{245\sim405}$	$\frac{65}{45\sim90}$	$\frac{395}{290\sim480}$	$\frac{4.9}{2.8\sim6.4}$	B	++	
4	7	$\frac{65}{40\sim95}$	$\frac{30}{20\sim45}$	$\frac{95}{60\sim130}$	$\frac{30}{15\sim45}$	$\frac{125}{90\sim170}$	$\frac{20}{10\sim35}$	$\frac{145}{100\sim205}$	$\frac{25}{5\sim45}$	$\frac{170}{120\sim235}$	—	C	+++	
5	8	$\frac{220}{175\sim260}$	$\frac{65}{50\sim85}$	$\frac{285}{235\sim345}$	$\frac{75}{55\sim100}$	$\frac{360}{290\sim445}$	$\frac{80}{65\sim100}$	$\frac{440}{355\sim535}$	$\frac{85}{70\sim105}$	$\frac{525}{425\sim635}$	$\frac{6.6}{4.3\sim8.9}$	A	—～+	
6	8	$\frac{145}{90\sim210}$	$\frac{40}{25\sim65}$	$\frac{185}{115\sim260}$	$\frac{55}{45\sim80}$	$\frac{240}{175\sim325}$	$\frac{45}{20\sim90}$	$\frac{285}{225\sim415}$	$\frac{60}{40\sim95}$	$\frac{345}{265\sim510}$	$\frac{4.2}{2.4\sim6.2}$	B～C	++	
7	11	$\frac{255}{190\sim325}$	$\frac{55}{35\sim95}$	$\frac{310}{255\sim365}$	$\frac{55}{30\sim75}$	$\frac{365}{290\sim440}$	$\frac{50}{20\sim70}$	$\frac{415}{330\sim500}$	$\frac{40}{25\sim60}$	$\frac{455}{360\sim550}$	$\frac{5.3}{3.3\sim7.4}$	B～C	+++	
8	7	$\frac{105}{75\sim130}$	$\frac{55}{25\sim70}$	$\frac{160}{100\sim200}$	$\frac{75}{60\sim115}$	$\frac{235}{160\sim280}$	$\frac{85}{65\sim115}$	$\frac{320}{255\sim395}$	$\frac{80}{60\sim90}$	$\frac{400}{315\sim485}$	$\frac{5.2}{3.3\sim6.9}$	A	—	
9	7	$\frac{145}{110\sim195}$	$\frac{55}{35\sim70}$	$\frac{200}{165\sim250}$	$\frac{65}{35\sim110}$	$\frac{265}{205\sim325}$	$\frac{80}{65\sim120}$	$\frac{345}{285\sim410}$	$\frac{80}{75\sim95}$	$\frac{425}{325\sim495}$	$\frac{5.4}{3.6\sim7.1}$	A	—	

Remarks : The extents of the damage are as follows.

—...non-attacked, +...slightly attacked, ++...moderately attacked, +++...violently attacked

第4表 土 壌 の 化 学 的 性 質

Table 4. Chemical properties of soil.

(On dry basis)

断面番号 Profile No.	土 壌 型 Type of soil	層 位 Horizon	深さ(cm) Depth from surface	Carbon %	Nitrogen %	C-N ratio	Exchangeable			0.2 N HCl soluble		
							Acidity Y ₁	CaO m.e./100 g	MgO m.e./100 g	P ₂ O ₅ p. p. m.	K ₂ O p. p. m.	pH (H ₂ O)
1	B _D	H-A	2~5	21.5	1.45	14.7	44.4	2.51	1.02	209	215	3.70
		A	6~16	15.6	1.15	13.5	49.2	1.22	0.60	95	142	3.90
		B	20~30	8.42	0.60	14.0	35.1	0.36	0.19	14	96	4.25
2	B _D	H-A	1~3	23.3	1.49	15.6	48.3	3.13	1.34	170	207	3.85
		A	4~10	15.8	0.99	15.9	41.5	1.90	0.67	87	106	3.90
		B ₁	12~22	9.02	0.57	15.8	32.6	0.57	0.26	12	71	4.40
		B ₂	26~36	6.27	0.40	15.6	15.2	0.14	0.08	7	23	4.70
3	B _D	A	3~13	10.1	0.61	16.5	29.6	1.28	0.47	76	155	4.35
		A-B	16~26	4.71	0.31	15.1	13.4	0.36	0.13	11	103	4.70
		B	35~45	3.72	0.21	17.7	6.9	0.11	0.05	8	45	5.00
4	Pw(h)-Ⅲ	H-A	3~13	28.0	1.50	18.6	47.6	5.61	1.13	244	164	3.85
		A	20~30	15.0	0.79	18.9	28.2	0.72	0.24	32	86	4.20
		B	30~40	5.77	0.30	1.92	21.4	0.23	0.05	11	59	4.55
5	B _D	A	2~12	9.89	0.70	14.1	23.7	5.12	1.25	115	177	3.90
		A-B	20~30	4.21	0.31	13.5	34.4	0.72	0.17	16	112	4.70
		B	33~43	3.16	0.22	14.3	13.6	0.23	0.01	8	75	4.70
6	Pw(i)-Ⅱ	A ₁	3~13	9.98	0.57	17.5	42.5	1.76	0.42	54	173	3.70
		A ₂	20~30	8.07	0.43	18.7	53.6	0.45	0.12	28	130	4.10
		B ₁	33~38	6.33	0.31	20.4	22.6	0.19	0.02	12	75	4.40
		B ₂	40~50	4.09	0.21	19.4	7.5	0.17	0.01	7	80	4.80
7	BA~PDⅢ	A	2~8	5.62	0.37	15.1	37.4	0.97	0.40	34	110	3.80
		B ₁	10~30	4.95	0.34	14.5	23.2	0.48	0.07	6	63	4.40
		B ₂	55~65	2.27	0.16	14.1	5.7	0.12	0.03	4	49	4.70
8	B _D	A ₁	2~10	15.1	1.06	14.2	22.6	3.16	1.03	82	187	4.30
		A ₂	12~22	10.3	0.66	15.6	15.0	1.03	0.26	49	98	4.40
		B ₁	27~35	8.37	0.51	16.4	4.7	0.36	0.02	23	64	4.70
		B ₂	40~50	5.04	0.37	13.6	1.2	0.14	0.06	24	49	4.90
9	B _D	A ₁	3~12	17.4	1.31	13.2	5.7	8.13	4.00	86	283	4.50
		A ₂	14~24	12.7	0.85	14.9	8.4	1.65	0.41	48	228	4.90
		B	27~37	8.24	0.55	14.9	2.4	0.44	0.03	18	109	4.90

の地形および土壌型の場合に比べると、落葉病の被害程度がはげしい傾向を示していた。安山岩地区では、カラマツの成長は良好で、落葉病の被害も見られなかった。

4-4. 土壌および針葉の分析方法

土壌および針葉の分析はつぎの方法を用いた。

C……酸化滴定法⁴⁾, N……KJELDAHL 法, P_2O_5 ……土壌は Vanadomolybden yellow 法⁵⁾, 針葉は Molybden blue 法⁶⁾, CaO および MgO……Versinate 法, MnO……過硫酸アンモニウム法, K_2O ……焰光分析法

置換性 CaO および MgO は N KCl 浸出液を用いて定量した。

カラマツ針葉の分析試料は、8 月下旬に各調査林分の成長測定木について、中段の全方位から新梢葉および古梢葉（短枝葉）に区分して採取した。試料は H_2SO_4 — HNO_3 — $HClO_4$ で湿式灰化後、上記の方法を用いて各無機成分を定量した。

4-5. 土壌の化学的性質

分析結果は第 4 表に示すとおりである。

この地域の土壌は、寒冷多湿な気候条件下に、落葉の分解のおそい天然生針葉樹林下におかれていたために、全般的に塩基の溶脱が進み、ポドゾル化が進行しているといえよう。これらの点は以下に述べるように、母材によって多少の相違が見られるが、地形的に塩基の集積地形に位置する山腹斜面下部の各 Bd 型土壌が強酸性を呈し、置換性塩基含有量の少ないことに明らかに示されているといえよう。

石英斑岩および安山岩の両地区を Bd 型土壌について比較すると、前者では後者に比べて、全般的に鉱質土層の置換酸度が大きく、置換性 CaO および MgO、可給態 K_2O 含有量が少なく、pH も低かった。しかしながら、可給態 P_2O_5 含有量は両者の間にとくに明らかな相違が見られなかった。

これらの点は、母材の相違が土壌の化学的性質におよぼす影響、すなわち、中性岩に属す安山岩に由来する土壌は、酸性岩に属す石英斑岩に由来する土壌よりも、ポドゾル化の進行がゆるやかであることを示すものといえよう。これらの点は、すでに竹原・久保・細川ら⁷⁾⁸⁾によって指摘されているが、今回の筆者の結果もほぼ同様の傾向を示していた。

各断面いずれも置換性 CaO および MgO、可給態 P_2O_5 および K_2O 含有量は下層ほど急激な減少を示した。また、一部の断面に見られた H-A 層では、置換性 CaO および MgO、可給態 K_2O 含有量とはとくに大きいとはいえないが、可給態 P_2O_5 含有量は全般的に鉱質土層に比べると、いずれもいちじるしく高い値を示していることが注目された。

さらに、土壌型別に見ると、Bd 型土壌に比べると、ポドゾル化の進行した土壌では、鉱質土層—とくに表層土において明りょうであるが—の置換性 CaO および MgO 含有量とともに、可給態 P_2O_5 含有量の減少が明らかに認められた。しかしながら、可給態 K_2O 含有量については必ずしも同様の傾向を見いだしがたかった。

このような土壌型別の土壌中の諸成分の含有量の相違は、全般的にカラマツの成長および落葉病の被害程度とも関連性を示しているといえよう。すなわち、カラマツの成長が良好で、落葉病の被害が無害～微害の場合には、鉱質土層中の置換性 CaO および MgO、可給態 P_2O_5 含有量が多く、成長の低下と落葉病の被害の増大にともなって、これらの諸成分の含有量はしだいに低下を示していた。しかしながら、鉱質土層中の可給態 K_2O 含有量との間には明らかな関連性を認めがたかった。このような結果は、筆者が

さきにカラマツ壮齡林の成長と土壤の化学的性質との関連性について得た結果⁹⁾と同様の傾向を示していた。

4-6. 針葉の組成

各調査林分における新梢葉および古梢葉の組成は第5表に示すとおりである。

第5表 カラマツ針葉の組成
Table 5. Composition of larch needle. (On dry basis)

断面番号 Profile No.	採葉箇所 Sampling position	Carbon %	Nitrogen %	C-N ratio	Ash %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn %
1	Shoot	54.5	2.83	19.2	3.16	0.21	0.49	0.38	0.10	0.033
	Aged branch	53.5	2.82	18.9	3.57	0.19	0.74	0.43	0.089	0.050
2	Shoot	52.8	2.74	19.2	3.05	0.18	0.56	0.38	0.096	0.041
	Aged branch	55.6	2.84	19.5	3.73	0.17	0.69	0.41	0.083	0.057
3	Shoot	53.2	3.00	17.7	3.29	0.17	0.56	0.48	0.13	0.066
	Aged branch	55.1	3.15	17.4	4.02	0.18	0.58	0.46	0.10	0.076
4	Shoot	52.3	2.75	19.0	3.44	0.12	0.51	0.38	0.13	0.077
	Aged branch	55.5	3.22	17.2	3.74	0.13	0.52	0.44	0.098	0.11
5	Shoot	53.3	2.65	20.1	2.74	0.20	0.55	0.34	0.13	0.032
	Aged branch	55.1	3.02	18.2	3.43	0.19	0.64	0.48	0.13	0.046
6	Shoot	55.5	2.54	21.8	2.88	0.15	0.51	0.28	0.12	0.083
	Aged branch	54.7	2.91	18.7	3.36	0.15	0.56	0.43	0.083	0.15
7	Shoot	54.8	2.59	21.1	2.95	0.15	0.63	0.22	0.092	0.058
	Aged branch	54.8	2.61	20.9	3.53	0.16	0.68	0.45	0.099	0.056
8	Shoot	53.1	2.47	21.5	3.00	0.20	0.67	0.32	0.089	0.028
	Aged branch	55.5	2.99	18.0	3.58	0.20	0.68	0.45	0.099	0.056
9	Shoot	54.1	2.50	21.6	2.85	0.20	0.73	0.32	0.097	0.028
	Aged branch	53.2	3.18	16.7	4.19	0.19	0.68	0.55	0.13	0.045

同じ林分について新梢葉と古梢葉の組成を比較すると、N, ash, K, Ca, Mn 含有量は、少数の例外を除くと、全般的にいずれも古梢葉の方が大きかったが、C, P, Mg 含有量は明らかな相違が見られなかった。

同じ山腹斜面上の各林分を地形別にそれぞれ比較すると、土壤の母材別につぎのような変化が見られた。すなわち、石英斑岩地区 (Prof. 1~6) では、斜面下部では上部に比べると、新梢葉では N, P, Ca, Mg 含有量が多く、Mn 含有量が少なかったが、K 含有量は一定の傾向が見られなかった。古梢葉では、P, Ca, Mg, Mn 含有量については新梢葉と同様の傾向が見られたが、K 含有量は斜面下部の方が多く、また、N 含有量は一定の傾向を示さなかった。安山岩地区 (Prof. 8~9) では、斜面下部は上部に比べると、新梢葉では K, Mg 含有量が少なく、古梢葉では N, Ca, Mg 含有量が少なく、Mn 含有量が多かったが、その他の成分は相違が見られなかった。

石英斑岩地区の同じ山腹斜面上の林分における新梢葉の K, 古梢葉の N 含有量を除くその他の P, Ca, Mg, Mn 含有量の変化は、明らかに前述の各林分の鉱質土層—とくに表層土—の可給態 P_2O_5 , 融

換性 CaO および MgO 含有量の相違, および斜面地形の影響による塩基の溶脱および集積と, それにともなって土壤の酸性が強化されることの影響を反映しているといえよう⁹⁾¹⁰⁾。Prof. 1~2 では, 土壤中の CaO および MgO 含有量は, 斜面中腹に位置する Prof. 2 の方が多少大きかったが, 針葉中の CaO および MgO 含有量が逆転していることは, 斜面地形の影響はこの程度のわずかな化学的性質の相違よりもさらに大きいこと⁹⁾を示すものといえよう。

安山岩地帯の同じ山腹斜面上の林分では, 土壤中の可給態 P_2O_5 含有量はいちじるしい相違が見られなかったが, 置換性 CaO および MgO 含有量, 可給態 K_2O 含有量は斜面上部の方が下部に比べるといちじるしく大きく, また, pH も高かったことは, 斜面地形の影響を相殺して, 上述のように, 針葉中の Mn を除く各成分含有量は斜面上部の方が下部よりも多いか, または相違を示さなかったことの原因をなすものと思われる。

しかしながら, 個々の同じ山腹斜面上の近接した林分について見られた針葉中の諸成分についての上述の傾向も, 全地区について総合すると, 新梢葉および古梢葉中の P 含有量の多少は, 同様に土壤中(とくに表層土)の可給態 P_2O_5 含有量の多少を明らかに反映していたが, K, Ca, Mg, 含有量の多少は, 必ずしも土壤中の可給態 K_2O , 置換性 CaO および MgO 含有量の多少とは明らかな関連性が認められなかった。

林木の葉中の諸成分は一般に月別に幅の広い変化を示すが, 葉分析の試料の採取時期としては, 安定した状態にある落葉直前ないし成長休止後が最適とされている¹¹⁾¹²⁾。今回の試料は落葉病罹病木の落葉(古梢葉)が8月末~9月上旬に最盛期に達するために, やむをえず8月下旬の試料を用いた。

中村¹³⁾の10~50年生のカラマツの新および古梢葉の8~11月の月別の組成の調査結果は, 各成分の含有量は幅広い変化を示すとともに, その変化は必ずしも一定の傾向が認めがたいように思われる。筆者の今回の分析結果が全地区について総合した場合, P以外の各成分と土壤中の各成分含有量が一定の傾向を示さなかったことは, 採取時期の影響か, または他の原因によるものかは今後の検討にまかたいと思う。

針葉の組成とカラマツの成長および落葉病の被害状況の関係について全調査林分を総合すると, 新梢葉および古梢葉中の P 含有量とこれらの諸点との間に明らかな関連性が認められた。すなわち, 落葉病が無害~微害 (P 0.21~0.19%)→微害 (P 0.18~0.17%)→中害 (P 0.18~0.15%)→激害 (P 0.16~0.13%)の順に P 含有量は低下を示し, 同時に成長も上記の順に明らかな低下を示していた。しかしながら, その他の N, K, Ca, Mg 等の含有量は明らかな関連性が認められなかった。

この地域のカラマツは前述のように古梢葉は落葉病に犯されるが, 新梢葉は犯されない。各林分の古梢葉の組成を相互に比較すると, P 含有量以外にはその他の成分含有量の相違と落葉病の発生の関連性は明らかでなかった。さらに, 各林分における新梢葉と古梢葉の相違は, 落葉病の中~激害林における両者の相違は, 無~微害林における場合に比べて, とくに異常な現象は認められなかった。したがって, このことは落葉病に犯されることによって, 針葉の組成がとくにいちじるしい変化を生ずるという現象は認められないことを示すものといえよう。

土壤中の可給態 P レベルの大小为樹葉中の P 含有量の多少と関連性を有することは, すでに筆者および多くの研究者によって明らかにされている⁹⁾¹⁰⁾。したがって, 筆者は落葉病の被害のはげしいカラマツ林の針葉中の P 含有量が低いことは, 落葉病の発生にともなう病理的な現象ではなく, 前述のように土壤中の可給態 P_2O_5 含有量の少ないことと関連性を有すると考えるのが妥当であろうと思う。

土壌中の可給態 P_2O_5 含有量の多少, ないしは施肥による P_2O_5 の供給がカラマツの成長にいちじるしい影響をおよぼすことは, 筆者および他の研究者によって明らかにされている¹⁰⁾¹⁴⁾¹⁵⁾。したがって, 土壌中の可給態 P_2O_5 含有量の多少が, カラマツの成長および栄養条件を支配し, 針葉中の P 含有量に示されるように, P の供給の不足が成長量の低下をもたらし, このような樹勢の悪化が同時に落葉病に対する抵抗力を低下せしめていると考えるのが妥当であろう。このような P の影響は次節で述べる針葉中の各成分含有量の相互関係にも明らかに示されている。

4-7. 針葉中の各養分の相互関係

林木が良好な成長をとげるためには, 各養分の量的なバランスが良好な状態に保たれることが必要であろう。

供試試料について, これらの関係を示すために, N/P, N/K, K/P, N/Ca について求めた値を第 6 表に示した。

N/P は新梢葉および古梢葉はいずれも成長および落葉病の被害状況と明らかな関連性が認められたが, N/K, K/P, N/Ca はいずれも関連性が認められなかった。

N/P は同じ林分では全般的に古梢葉の方が新梢葉より大きく, また, 新梢葉および古梢葉はいずれも同一山腹斜面では斜面下部の方が上部より小さかった。また, 全調査林分について総合すると, 成長の良好な林分ほど, さらに, 同時に落葉病の被害の軽微な林分ほど新梢葉では小さな値を示し, 多少の例外も

第 6 表 カラマツ針葉の各成分の含有比率
Table 6. Nutrient ratios in larch needles.

断面番号 Profile No.	採葉箇所 Sampling position	N/P	N/K	N/Ca	K/P
1	Shoot	13.5	5.8	7.4	2.3
	Aged branch	14.8	3.8	6.6	3.9
2	Shoot	15.2	4.9	7.2	3.1
	Aged branch	16.7	4.1	6.9	4.1
3	Shoot	17.6	5.4	6.3	3.3
	Aged branch	17.5	5.4	6.8	3.2
4	Shoot	22.9	5.4	7.2	4.3
	Aged branch	24.8	6.2	7.3	4.0
5	Shoot	13.3	4.8	7.8	2.8
	Aged branch	15.9	4.7	6.3	3.4
6	Shoot	16.9	5.0	9.1	3.4
	Aged branch	19.4	5.2	6.8	3.7
7	Shoot	17.3	4.1	11.8	4.2
	Aged branch	16.3	3.8	5.8	4.3
8	Shoot	12.4	3.7	7.7	3.4
	Aged branch	15.2	4.4	6.6	3.4
9	Shoot	12.5	3.4	7.8	3.7
	Aged branch	16.7	4.7	5.8	3.6

認められたが、古梢葉も同様の傾向が認められた。N/P の値が大きいことは、林木に対して N の供給の過剰か、P の供給不足かのいずれかを意味するが、今回の調査林分については、前述の土壌の化学的性質から見て、土壌中の P の供給の不足と考えるのが妥当であろう。これらの点は、前述のように、カラマツに対する P の供給量の多少が成長および落葉病の発生と明らかに関連することを裏書するものといえよう。

K/P は古梢葉の方が新梢葉より大きい場合が多く、N/Ca は逆に小さい場合が多かったが、N/K は一定の傾向が見られなかった。K/P は新梢葉および古梢葉はいずれも同じ山腹斜面では斜面下部の方が大きかったが、N/K、N/Ca は地形との関連性は明らかでなかった。さらに、全調査林分について総合すると、K/P、N/K、N/Ca は成長および落葉病の被害程度との間に一定の明らかな関係が認められなかった。

5. ま と め

1) この報文は長野営林局王滝営林署王滝国有林のカラマツ幼齢林について、落葉病の被害状況と土壌条件、成長および針葉の組成等の関係について検討を行なったものである。

2) 調査地域の土壌は母材の相違によって明らかな相違が見られた。石英斑岩を母材とする地区では、沢～山腹斜面下部は Bd 型土壌が、中腹から斜面上部～尾根の順にポドゾル化の進んだ土壌が出現した。安山岩および玄武岩を母材とする地区では、Bd ないし Bd(d) 型土壌が分布し、ポドゾル化土壌は見られなかった。

3) 落葉病の発生と地形および土壌との関係についての概況調査の結果、石英斑岩地区では地区ごとに落葉病の被害程度は多少の相違が見られたが、同じ山腹斜面では沢～斜面下部→中腹→斜面上部～尾根の順に土壌のポドゾル化が進行するほど被害が激化する傾向が認められ、同時にカラマツの成長も上記の順に低下を示した。安山岩および玄武岩の地区ではポドゾル化土壌は出現せず、落葉病の被害程度は無害～微害で、カラマツの成長も良好であった。

4) 概況調査の結果、落葉病の被害程度は土壌の肥沃度、カラマツの栄養条件、それにとりなり成長の相違と関連性を有するのではないかと作業仮説が得られたので、これを確かめるために9か所の林分について、土壌、針葉の組成、成長経過等について調査を行なった。

5) 安山岩地区の土壌は石英斑岩地区の土壌に比べるとポドゾル化の進行がゆるやかであった。また、石英斑岩地区ではポドゾル化の進行にとりなり、土壌中の置換性 CaO および MgO、可給態 P_2O_5 含有量の減少が認められたが、可給態 K_2O 含有量は明らかな傾向が認められなかった。

6) 土壌の化学的性質はカラマツの成長および落葉病の被害程度と明らかな関連性を示し、置換性 CaO および MgO、可給態 P_2O_5 含有量の低下にとりなり、成長の低下と落葉病の被害程度の増大が明らかに認められた。

7) 新梢葉および古梢葉について、C、N、P、K、Ca、Mg および Mn 含有量の分析結果は、いずれも P 含有量が落葉病の被害状況および成長と明らかな関連性を示し、P 含有量の低下にとりなり被害の激化と成長量の低下をもたらすことが認められた。その他の諸成分は関連性が認められなかった。

8) 針葉中の P 含有量は土壌中の可給態 P_2O_5 含有量と明らかな関連性が認められた。

9) 落葉病に犯されることによって、針葉組成にいちじるしい変化を生ずる傾向は認められなかった。

10) 針葉中の各成分の相互関係については、N/P が落葉病の被害程度および成長と明らかな関係が認められ、被害の激化と成長の低下とともなって N/P は増大を示した。N/K, K/P および N/Ca は関連性が認められなかった。

11) 以上の結果から、土壌中のカラマツに対する P_2O_5 供給の不足が成長の低下をもたらし、同時に樹勢の低下が落葉病に対する抵抗力を低下せしめているものと考えられた。

稿を終るにあたり、終始ご懇切な指導を賜った顧問研究員大政正隆博士、保護部今関六也技官、多大のご配慮をいただいた前木曾分場長（現四国支場長）渡辺録郎技官、木曾分場長梅原博技官、関西支場長徳本孝彦技官、野外調査にご協力下さった木曾分場土壌研究室員鷹見守兄技官、落葉病について有益な助言を与えられた同保護研究室員浜武人技官、分析に協力して下さいった河田明子さんに心からの謝意を表する。

文 献

- 1) 山本熊男・荒木一郎・林 亀・南湖正和・福島道夫：林野土調報，長野営林局，第6報，王滝（旧三浦）経営区，pp.1~42, (1960)
- 2) 浜 武人：長野林友，4,5, (1961)
- 3) ———：同 上，11, (1959)
- 4) 河田 弘：林野土調報，8, pp.67~80, (1957)
- 5) SNELL, F.D. and C.T. SNELL: Colorimetric methods of analysis (3rd Ed.), II, New York, (1949)
- 6) 池田長生：日化，72, pp. 23~26, (1951)
- 7) 竹原秀雄・久保哲茂・細川一信：日林誌，39, pp. 419~426, (1957)
- 8) ———：同上，40, pp.99~106, (1958)
- 9) 河田 弘 (KAWADA, H.): 林試研報，Bull. Govern. Forest Exp. Stat., 136, pp. 1~33, (1962)
- 10) ——— (ibid): 同上 (ibid.), 162, pp. 143~162, (1964)
- 11) LUTZ, H.J. and R.F. Jr. CHANDLER: Forest soils, New York, (1951)
- 12) LEYTON, L.: The physiology of forest trees (Edited by K.V. THIMANN). pp. 323~345, (1957)
- 13) 中村 健：信大農紀要，2, 4, pp. 377~419, (1961)
- 14) 河田 弘・佐々木茂：日林誌，44, pp.364~366, (1962)
- 15) 浅田節夫・赤井竜夫：日林講集，71 回，pp.105~107, (1961)

Researches on the Needle Cast of Larch.**V. A study on correlations of the needle cast, soil conditions, growth and composition of needles of young larch forests in Ôtaki National Forest.**

Hiroshi KAWADA

(Résumé)

1. Introduction

Ôtaki National Forest in Nagano Prefecture located in the high mountain area under cold and humid climatic conditions is famous for the widespread distribution of more than 200-year-old naturally grown Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) forests. As the growth of the successive Hinoki seedlings planted in this area was very poor, the plantation of larch (*Larix leptolepis*) instead of Hinoki has been annually increased in recent times.

The opinion that larch is suitable for afforestation in cold high mountain areas generalized among the foresters in this country, nevertheless, the adaptabilities of larch to the site conditions —principally soil conditions— was not well clarified. The information of the National Forest Soil Survey pointed out the widespread distributions of podzolised soils in this region. Therefore, the author felt unconvinced that the growth of the planted larches may be poor on account of the inferior soil conditions. Severe outbreaks of the needle cast disease of larch were often observed in the cold and humid climatic regions. Some forest pathologists were apprehensive that the larch forests in this region may be attacked by the needle cast disease violently.

With the object of throwing light on the outbreak of the needle cast disease and growth of larch in this region in relation to the soil conditions and the nutrient conditions of larch shown by the foliage analyses, the author arranged to carry out a study.

The unexpected transference of the author from Kiso Subbranch to Kansai Branch in October, 1961, resulted in the discontinuance of this study. Consequently, he regrets that the detailed field survey with the soil and foliage analyses was done only on a part of the pre-arranged districts.

2. An outlook of the surveyed area**A) Climatic conditions.**

This region is under cold and humid climatic conditions. Its annual precipitations are about 3500 mm. Its annual average temperature is below 7°C.

B) Soils.

The bed rock of this region is quartz porphyry. The northern part of this region is covered by andesite (volcanic lava erupted from Volc. Ontake). Furthermore, some lava plateaus originating from the eruptions of the basaltic lava through the crevices of the bed rock exist in the southern part of this region (see Fig. 2). The differences of the parent material of the soil affect the distributions of the types of soil. The quartz porphyry districts over 1300 m height above sea level form the peneplains and their distributions of the type of soil were as follows: B_h- (moderately moist brown forest soil) or B_h-soils (slightly wetted brown forest soil) distributed on the valley margin or on the lower part of the mountain

slope. The podzolised soils appear from the middle of the mountain slope to the ridge of mountain. Factors such as the length of the mountain slope, the inclinations and the heights above sea level, affect the podzolising processes of the soil. In general, Pw(i)-Ⅲ (slightly wet podzolised soil, iron type)~Pw(i)-Ⅱ soils (wet podzolic soil, iron type) or Pw(h)-Ⅲ (slightly wet podzolised soil, humus type)~Pw(h)-Ⅱ soils (wet podzolic soil, humus type) appear on the middle of mountain slope, and Pw(i)-Ⅱ~Pw(i)-Ⅰ soils (wet podzol, iron type) on the upper part of mountain slope or the ridge of mountain. The quartz porphyry districts below 1300 m height above sea level form the long and steep mountain slopes. In general, B_D or B_E soils appear on the valley margin or the lower part of mountain slope, and B_D(d) soil (B_D soil granular or nutty structures in A horizon) on the middle of mountain slope. P_DⅢ~P_DⅠ soils (dry slightly podzolised soil~dry podzol) appear on the upper part of mountain slope or the ridge of mountain.

In the andesite and basalt districts, B_D or B_D(d) soils are distributed, and the podzolised soils do not appear.

C) Larch forests and period of survey.

The larch forests in this region are, for the most part, about 10 years old and downwards. The fact that the very young larch forests under 3 years old were somewhat resistant to attack by the needle cast disease was deduced from the information of the preliminary survey on the outbreaks of this disease in Shinshu Area by the forest pathologist. Therefore, they were excluded from the object of this survey. The symptoms of this disease come to the climax from late August till early September. So, the annual survey was done in this season, 1959~1961.

3. Summary of field observations on the relations between the extent of damage by the needle cast disease and the site conditions, especially the topographical and soil conditions.

The soil conditions, such as the difference in types of soil affect the extent of the damage of the needle cast disease. In quartz porphyry districts, the extent of the damage by this disease advanced more violently in the following order as in valley margin and the lower part of mountain slope (harmless~slightly attacked)→in the middle of mountain slope (slightly attacked~moderately attacked)→in the upper part of mountain slope and the ridge of mountain (moderately attacked~violently attacked).

In detail, they were different to some extent even in the same localities of the mountain slope in every district or on every mountain slope in the same district. The relations among the extent of damage, types of soil and topographies are summarised in the following table.

Topography	Valley margin and lower part of mountain slope	Middle of mountain slope	Upper part of mountain slope and ridge of mountain
Extent of damage	—~+	+~++	++~+++
Type of soil	B _D or B _E	Pw(i)Ⅲ~Ⅱ Pw(h)Ⅲ~Ⅱ	Pw(i)Ⅱ~Ⅰ

Remarks:

Extent of damage. —…harmless, +…slight, ++…medium, +++…violent

In andesite and basalt districts the larches were not attacked or attacked very slightly by this disease. In these districts the types of soil distributed are B_p and B_p(d) soils, and the podzolised soils do not appear. So, the relation between the extent of damage and the types of soil was similar to the one of the quartz porphyry districts.

In quartz porphyry districts the growth of larch decreased in the above-mentioned order in accordance with the advances of the extent of the damage. But, in andesite and basalt districts, the growth of the larch was superior in every topography.

The decreases of the vigour of larches according to the increments of the extent of damage by this disease were clearly shown in the difference of the shape of their needles. The needles on the shoots of larches that were not attacked or slightly so by this disease were long and large, and they reached 3~5 cm in length. They were shorter and smaller by the degree of advance in the extent of damage; nevertheless, they were not attacked by this disease as stated below (see Chapter 4·D). They reached only 1~2 cm in length on the violently attacked larches. Similar tendencies were observed on the needles of the aged branches.

Summarising the above-mentioned results of the field observations, the fact that the advance of the podzolising process of the soil brought the decreases of the growth of larch and the increments of the extent of damage by this disease were clearly recognized. Consequently, the author assumed that the fertility of soil and the nutrient condition of larch correlated to the growth of larch and the extent of damage caused by this disease.

4. The interrelation among the growth of larch, the extent of damage by needle cast disease, the soil conditions and the composition of needles.

A) Surveyed forests.

The author examined in detail the extent of damage, the growing processes, the soil conditions and the composition of needles on the 9 selected forests to confirm the above mentioned assumption. Their site condition, types of soil and description of profile were shown in Table 1 and 2.

B) The growing processes and the extent of damage by needle cast disease.

The growing processes of larch and the extent of damage by needle cast disease were shown in Table 3.

The planted larch seedlings were frequently injured by hares in this area. The fact that the annual growth of larch increased by degrees on and after reaching several years of age in comparison with those of the early years after plantation was often observed. Consequently, it was inexact to express the superiority or inferiority of the growth of larch 10 years old and downwards in relation to their total height. Therefore, the author classified their growth into 3 grades, such as A, B and C, according to their annual height growth for the last 4 years in this survey.

The extent of damage by needle cast disease was classified into the following 4 grades, such as harmless (—), slight (+), medium (++) and violent (+++) on the field observations.

Similar results as shown in Chapter 3 were obtained on the interrelations among the extent of damage by needle cast disease, the parent materials, the topographies, the types of soil and the growth of larch.

C) The chemical properties of soils.

The chemical properties of the surveyed forest soils are shown in Table 4.

This area was under the influence of cold and humid climatic conditions and the coniferous forests for a long time. Consequently, the advancement of the eluviation of the bases and the podzolising process were generally recognized on the soils in this area. These facts were shown by the lower pH values and the less exchangeable base contents of the B_d soils on the lower parts of the mountain slopes that were the base accumulating locations, than on the one of the ordinary same type of soil on the same locations on the mountain slopes in other areas.

In detail, the differences of the parent material clearly affected the chemical properties of the soil. In comparison with the B_d soils originated from quartz porphyry and andesite, the lower pH values, the more exchangeable acidities, the less exch. CaO and MgO contents, less available (0.2 N HCl soluble) P₂O₅ contents of the mineral horizons of the former than the one of the latter were clearly recognized. However, there were no clear differences between them on the available (0.2 N HCl soluble) K₂O contents. These facts suggested the more slow proceedings of the podzolising process in the soils originated from andesite than the one from quartz porphyry.

In every profile, the exch. CaO and MgO, available P₂O₅ and K₂O contents decreased sharply in the lower horizons by degrees.

The exch. CaO and MgO, and available P₂O₅ contents of the podzolised soils were remarkably less than those of the B_d soils. But there were no certain differences of the available K₂O contents between both soils.

These differences of the soil chemical properties correlated clearly to the growth and the extent of damage by the needle cast disease of larch. The larches grew excellently and they were not or very slightly attacked by this disease in the forests that were rich in exch. CaO and MgO and available P₂O₅ of the soil. But their growth decreased and the extent of damage advanced by degrees according to the decreases of these components. However, it is difficult to find a clear correlation among the available K₂O contents of the soil, the growth and the extent of damage. These results were similar to the one that the author obtained on the correlation between the growth of the aged larch forests and the chemical properties of the soil (9).

D) The composition of needles.

The composition of the needles of shoots and aged branches of the surveyed forests were shown in Table 5.

These samples were collected in the late August. They were picked off from the shoots and aged branches, separately.

Comparing the composition of the needles of shoots and aged branches on the same forest, the increments of the N, ash, K, Ca and Mn contents of the latter in comparison with the former were generally observed. But there were no clear differences between them on the C, P and Mg contents.

From the topographical point of view, the following facts were observed in comparison with the composition of the needles of the forests located on the lower and upper parts of the same mountain slope.

In quartz porphyry districts (Prof. 1~6), the increments of the P, Ca and Mg contents and the decrease of the Mn content in the former compared with the latter were clearly observed on the shoots and aged branches, separately. The N content was more abundant

in the former than in the latter on the shoots, but its differences between both topographies showed no certain tendencies on the aged branches. The K content of the former was more abundant than the one of the latter on the aged branches; however, no certain tendency was observed on its differences between both topographies on the shoots.

In andesite district (Prof. 8~9), the decrease of the K and Mg contents of the shoots and the decrease of the N, Ca and Mg contents and the increment of Mn content of the aged branches of the former in comparison with the latter were observed. But, there were no clear differences in the contents of other components between the shoots and the aged branches of both topographies, separately,

The foregoing differences of the P, Ca and Mg contents of the needles on the shoots and the aged branches, separately, between the forests located on the upper and lower parts of the mountain slope in quartz porphyry districts correlated clearly with the exch. CaO and MgO and the available P_2O_5 contents of the soil, especially with the one of the surface horizons. Moreover, the differences of the Ca and Mg contents in the needles were accelerated by the eluviation of bases from the upper part of the mountain slope and the illuviation of them to the lower part of the mountain slope by the effect of the topographical factors. The more advanced acidities of the soil in the former than in the latter would bring the increment of the mobility of Mn. The above-mentioned difference of the Mn content of the needles would be affected by this effect.

The more abundant Ca and Mg contents in the needles of Prof. 1 (lower part of the mountain slope) than in the one of Prof. 2 (middle of the mountain slope) despite the somewhat more abundant exch. CaO and MgO contents of the soil in the latter than in the former suggested that the effect of the movement of the bases along the mountain slope by the topographical factors were more effective than the slight differences of the soil chemical properties on the compositions of the needles.

In andesite district, the exch. CaO and MgO and available K_2O contents of Prof. 9 (upper part of the mountain slope) were remarkably more abundant than in Prof. 8 (middle of the mountain slope). The pH values of the soil were higher in the former than in the latter. But they were similar in available P_2O_5 contents of the soil. The fact that the mineral contents of the needles except Mn of the former were nearly equivalent to or more rich than the contents of the latter would be brought by the canceling of the effect of the topographical factor with the effect of the differences of these chemical properties of the soil.

Summarising the compositions of the needles of all forests surveyed, the P contents of the needles correlated clearly to the available P_2O_5 contents of the soils. However, it was difficult to find definite correlations among the K, Ca and Mg contents of the needles, the exch. CaO and MgO and available K_2O contents and the topographical effects.

The optimum sampling period for foliage analysis would be just before the defoliation or sometime after the growing season (11, 12). However, in this survey, the author was obliged to collect the needles in the late August because of the defoliation of the damaged needles on the aged branches by this disease in late August to early September. The mineral contents of the foliage of trees vary remarkably in every month during the growing season. The fact that these changes of the larch needles were not always similar would be suggested by the results of another author (13).

The fact that there was no clear correlation on the contents in this survey between

the needles and the soils except P in all forests, and whether this is dependent on the influence of the sampling period or other factors has been left for future study.

Summarising the interrelations among the compositions of needles, the growth of larch and the extent of the damage by this disease on all forests surveyed, the following facts were clearly observed. The P contents of the needles on the shoots and the aged branches clearly decreased by degrees according to the decrease of the growth and the increment of the extent of the damage. But the N, K, Ca and Mg contents of the needles on them do not correlate to the growth of larch and the extent of the damage.

In this area, the growth of shoots of larch generally began to grow, after the period the ascospores of this pathogen that produced on the over-wintered leaf litters of the larch forests germinated and spread out into the atmosphere (from early May to the middle of July). Consequently, the needles of larch on the aged branches were attacked by this disease, but those on the shoots were not.

In detail, comparing the composition of the needles on aged branches mutually, there was no clear correlation between the extent of the damage and differences of the compositions except P. Furthermore, the difference of the composition of needles between the shoots and the aged branches of the larches that were not or slightly attacked by this disease was nothing unusual in comparison with the moderately or violently attacked larches. Consequently, these facts would support the following opinion that no remarkable changes of the composition of needles would be brought by the infection of this disease.

The fact that the available P levels of the soil related to the P contents of the foliage was confirmed by the author (9, 10) and others. Therefore, the low P contents of the needles of the larches that were violently attacked by needle cast disease would correlate to the low available P level of the soil, but not to the pathological effects by the infection of this disease.

Summarising the above-mentioned results, the following opinion was obtained. The contents of the available P_2O_5 in the soil affect the growth and the nutrient conditions of the larches. As shown by the P content of the needles, the deficiency of the P supply to the larches causes the decrease of their growth and vigour. The deterioration of the vigour of larch induces the lowering of the resisting power to this disease.

E) The nutrient ratios of the needles.

The ratios, N/P, N/K, K/P and N/Ca of the needles were shown in Table 6.

Among these relations, only the ratios of N/P of the needles of shoots and aged branches correlated to the growth and the extent of damage. They decreased in the needles of shoots compared with those in the aged branches of the same forest. Furthermore, they decreased more in the lower part of the mountain slope than in the upper part of the same mountain slope. Summarising the results of all the surveyed forests, the fact that N/P decreased by degrees according to the decrease of the extent of damage was generally observed with the exception of a few on the needles of the aged branches.

The increment of the N/P suggests the excess of the N supply or the deficiency of the P supply from the soil to the forest stands. On these forests surveyed, it is reasonable to presume a deficiency of P supply. This would confirm the above-mentioned opinion that the levels of the available P supply of the soil correlate to the growth and the extent of damage by the needle cast disease.

5. Acknowledgement

The author wishes to express his gratitude to Dr. M. OHMASA, his respected teacher, and Mr. R. IMAZEKI for their helpful directions and kind guidance. He is also indebted to Mr. R. WATANABE, former Director of Kiso Subbranch of this Experiment Station, Mr. H. UMEHARA, Director of Kiso Subbranch, Mr. T. TOKUMOTO, Director of Kansai Branch, for their encouragement, and to Mr. M. TAKAMI and Mrs. A. KAWADA for their cooperation in carrying out this work.

カラマツ落葉病に関する調査研究

VI. カラマツの栄養と本病の被害に関する研究

塘 隆 男⁽¹⁾・藤 田 桂 治⁽²⁾
道 仙 喜 一⁽³⁾・千 葉 修⁽⁴⁾
高 井 省 三⁽⁵⁾・児 玉 武 男⁽⁶⁾

本病の発生環境調査（第 IV 章）において、発病地土壌の簡易検定を行なった結果からカリあるいはリン酸欠乏土壌に本病の被害の著しい数例が認められた。それで、本病の発生と林木の栄養との間に何らかの関係のありそうなのが推定された。もちろん、このような予想は土壌検定にまつまでもなく、同一林分にありながら切土された林縁部に立っている生育の不良な小径の林木が激烈な被害を受け、他の林木との間に明らかな罹病のちがいのあることがしばしば観察されていることから容易に推察される。そこで寄主カラマツの栄養と本病の被害との間にいかなる関係があるかを確かめるために、ガラス室内で厳密な条件下における水耕培養実験、つぎに施肥により比較的栄養条件をコントロールしやすい苗畑試験、ついで現地の被害林における施肥試験の 3 種の試験を平行的に実行した。これらの試験の結果は、それぞれ有機的なつながりがあり、相互に関連させて考察する必要がある。しかし一方では各試験の進行にはそれぞれ個有の実験期間が必要であり、たとえば水耕のようにきわめて厳密に制御された条件のもとで行なわれる実験と比較的粗放な林内における施肥試験とは、一応の結果をうるまでの実験期間がおのずから異なるものである。本研究においても水耕培養試験では一応満足すべき結果をえたが、林地施肥試験は目下継続中でその結果がえられるまでには今後数年を要するであろう。本章においては必ずしも最終的結果を論ずるものではなく、あるものについてはいまだ中間的な経過報告にとどまっていることをあらかじめおことわりする。

なおこれらの試験のうち、水耕培養試験に関する結果の一部はすでに発表した。

試験の実行にあたり、試験地の提供を受けた、長野営林局岩村田営林署ならびに署員係官、山梨県庁林務課および山梨県南都留郡鳴沢村 1 町 2 か村恩賜県有財産保護組合ならびに試験の実行に献身的な協力を与えられた同組合書記渡辺武敏氏に深く感謝する。また実験結果の統計学的検討に関してご指導をいただいた林業試験場経営部西沢正久博士に対して深く謝意を表する。

1. 水 耕 培 養 試 験

1.1 実験方法

1.1.1 供試苗木の育成

1960 年 9 月 5 日山形県真室川苗畑のカラマツ 1 回床替苗床に、a) 3 要素区、b) 無窒素区、c) 無

(1) 土壌調査部土壌肥料科長・農学博士 (2)(3) 土壌調査部土壌肥料科土壌肥料研究室 (4) 保護部樹病科樹病研究室長・農学博士 (5) 同樹病研究室・農学博士 (6) 東北支場山形分場多雪地帯林業第一研究室

第1表 カラマツ 1—1 苗追肥設計 (g/m²)

Table 1. Design of top-dressing for larch seedlings (1—1) at nursery.

処 理 区 Treatments	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
a 肥料3要素区 N P K	6	8	8	—	—
b 無窒素区 —N	—	8	8	—	—
c 無リン酸区 —P	6	—	8	—	—
d 無カリ区 —K	6	8	—	—	—
e 石灰・苦土施用無カリ区 —K+(Ca·Mg)	6	8	—	16	8

備考 Note: 供試肥料 Fertilizers used

N: 硫酸アンモン, Ammonium sulphate

P: 過リン酸石灰, Calcium superphosphate

K: 硫酸カリ, Potassium sulphate

Ca: 消石灰, Calcium hydroxide

Mg: 硫酸苦土, Magnesium sulphate

第2表 カラマツ 1—1—1 苗の施肥設計 (g/m²)

Table 2. Fertilization to larch seedlings (1—1—1) at nursery.

処 理 区 Treatments	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
a 肥料3要素区 N P K	8	12	8	—	—
b 無窒素区 —N	—	12	8	—	—
c 無リン酸区 —P	8	—	8	—	—
d 無カリ区 —K	8	12	—	—	—
e 石灰・苦土加用無カリ区 —K+(Ca·Mg)	8	12	—	16	8

備考: 肥料の種類は第1表に同じ

Note: Fertilizers used are the same as in Table 1.

リン酸区, d) 無カリ区, e) 石灰・苦土加用無カリ区の5区を設けて, 第1表に示すような追肥処理を行なった。翌1961年5月13日, これらの苗木を林業試験場東北支場山形分場苗畑に床替えした。この苗木に対しても前年と同様の追肥処理を行ない, 栄養条件の異なる苗木の育成につとめた。2年間の追肥設計は第2表のとおりである。以上のように苗畑において, 2年間, 異なった施肥処理により栄養条件の異なるカラマツ苗 1—1—1 を育成し, 1962年これを林業試験場本場保護部のガラス室内で水耕培養に移した後, 本病原菌の人工接種試験に供した。

1.1.2 試験設計

5月10日より1.1.1においてのべた5種類の施肥処理を行なった苗木につき, それぞれ苗畑におけるほぼ同様の処理, すなわち, A: 完全培養区 (NPK), B: 窒素欠除区 (—N), C: リン酸欠除区 (—P), D: カリ欠除区 (—K), および E: 過剰の石灰・苦土加用カリ欠除区 (—K+Ca·Mg) の5処理区を設けて水耕培養を行なった。水耕液の組成は第3表に示すとおりである。またE区すなわち, 過剰

第3表 試験設計および培養液組成
Table 3. Design of water culture test.

使用塩類 Salts used	要素量 Elements mg/l	塩類濃度 Conc. of salts g/l	処 理 区 Treatments				
			A 完全培養区 (NPK)	B 窒素欠除区 (-N)	C 磷酸欠除区 (-P)	D カリ欠除区 (-K)	E 石灰苦土加用 カリ欠除区 (-K +Ca·Mg)*
NH ₄ NO ₃	N: 40	0.1143	○		○	○	○
NaH ₂ PO ₄	P ₂ O ₅ : 25	0.0422				○	○
KH ₂ PO ₄	P ₂ O ₅ : 25 K ₂ O: 17	0.0479	○	○			
KCl	K ₂ O: 30 K ₂ O: 13	0.0475 0.0209	○	○	○		
MgSO ₄	MgO: 40 MgO: 10	0.2439 0.0615	○	○	○	○	○
CaCl ₂	CaO: 40 CaO: 20	0.1047 0.0524	○	○	○	○	○
FeC ₆ H ₅ O ₇	Fe ₂ O ₃ : 2	0.0378	○	○	○	○	○

* -K with excess Ca·Mg

の石灰、苦土を与えたカリ欠除区を設けたのは、塘⁹⁾らのスギ苗に関する実験において、石灰および苦土とカリとの間には明りょうな拮抗作用が認められたので、石灰・苦土の加用により D 区のカリ欠除区よりもカリ欠乏の程度をより強く起こさせることができると考えたからである。

1.1.3 水耕の方法

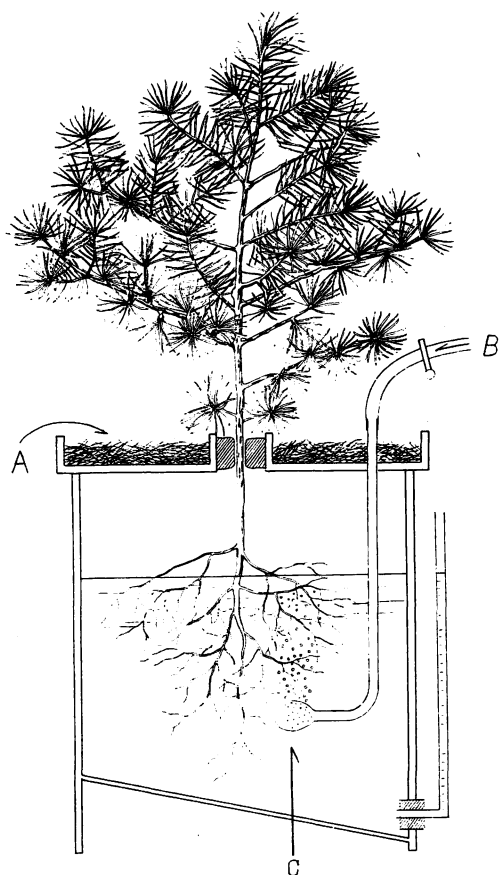
水耕に用いた容器は、やく 14l 容ホーロー仕上げのポットで、各ポットにはカラマツ苗 1 本ずつを第 1 図および図版 1A に示した要領でゴム栓で固定した。

供試苗木は、ポットに固定後、1962 年 4 月 10 日より 5 月 10 日まで純水で水耕した後、前記第 3 表に示した水耕液により水耕培養を開始した。水耕液の反応は pH 5.5 に調整し、その更新は週 2 回行ない、MnCl₂ のみは隔週に全ポットに 1 mg/l の割合で添加した。

水耕培養を行なったガラス室には、冷房装置を施し、室内温度は 30°C をこえないよう調整した。またカラマツはとくに酸素要求度が高いので、第 1 図に示したようなガラスフィルター 4 G を用いた通気装置により、1 日 2 回、やく 1 時間ていど水耕液中に通気を行ない、根に酸素を供給した。この水耕は 9 月 17 日で打ち切った。

1.1.4 病原菌の接種法

病原菌の接種源には、前年の罹病落葉を用い、葉上に形成された子囊殻から自然放出する子嚢胞子により接種を行なった。罹病落葉は 1961 年 11 月林業試験場山形分場において採取し、これを 1962 年 2 月より本場ガラス室外の土壤上に散布放置し、供試カラマツ苗と同じ自然条件下で子嚢胞子を成熟させ病原菌の寄主との感染条件の同調をはかった。接種源としての罹病落葉は第 1 図に示すように、水耕用ポットの蓋の上に敷きつめた。接種の開始は 5 月 8 日であるが、感染の確実を期するため、接種源を 5 月 25 日および 6 月 5 日に更新し、6 月 7 日に接種源を取り除いた。この間、供試苗の各部に装着したグリセリン—ゼラチン塗布スライドガラス上で病原菌胞子を捕捉して、胞子の放出飛散を確認した。水耕室内の温度は原則として 30°C を越えないよう冷房装置により調節したが、接種期間中は、冷房にともなう湿度低下



第1図 水耕培養装置および病原菌の人工接種法

Fig. 1. The Apparatus for the water culture of larch seedling and the method of artificial inoculation with the causal fungus.

A: 前年度の病落葉, Diseased leaves fallen in the previous autumn.

B: 通気管, Aeration tube

C: ガラスフィルター (4G), Glass filter (4G)

をさけるため冷房を中止した。またこの期間中は保湿のため、毎夕接種源および苗木に水を噴霧し、さらに室内全体に散水を行なった。

実験期間中のガラス室内の温度および湿度は自記観測計により観測記録した。その結果は第2図に示すとおりである。

1.1.5 罹病度の比較

罹病度の調査は8月8日に行ない、葉における病斑の形成と葉の病変と生理的な黄化にともなう落葉状況を観察により比較した。すなわち、各枝の葉における病斑の形成状況により0~10の指数のうちいずれかを与え、個体における全枝の罹病指数の平均をもってその個体の罹病度とした。これを式で示すならば、

$$D = \frac{\sum I_i}{N}$$

D: 個体の罹病度, N: 個体の総枝数,

I: 枝ごとの罹病指数

となる。指数の与え方は、現に着生している葉の罹病程度を現わすために、病斑の全く形成していない枝に対しては0、ほとんど全葉にわたりはげしく病斑を形成している枝に対しては10、これらの中位にあるものには程度に応じて1~9のうちいずれかをそれぞれ与えた。この場合、接種期以後に発生したと思われる葉は、実際に感染の対象とならなかったものであるから、識別の可能な範囲で調査から除外した。

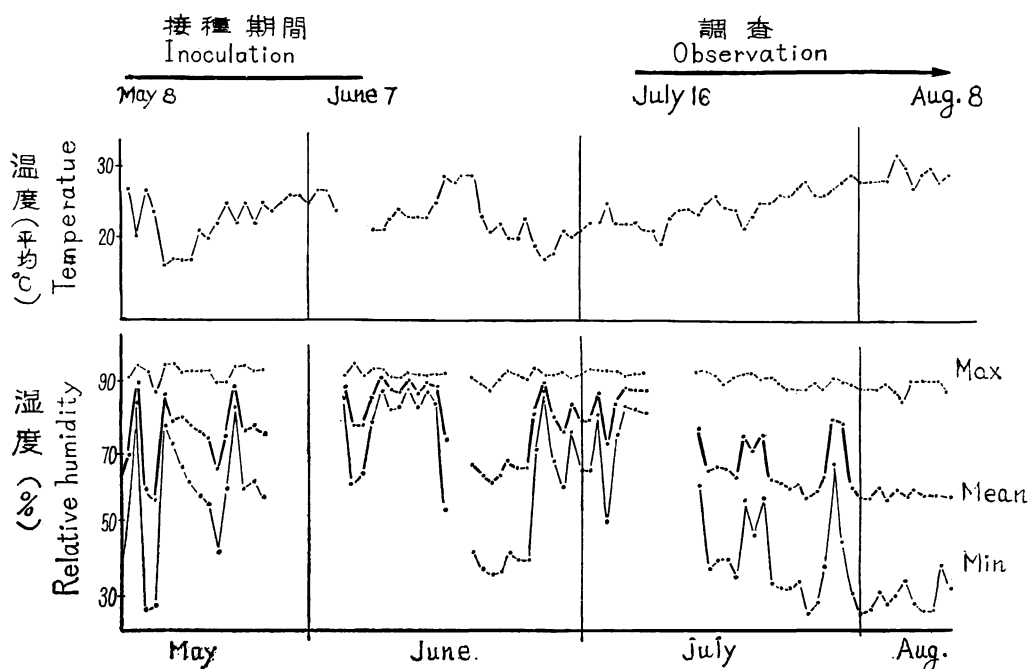
1.1.6 苗木の分析方法

水耕終了後ただちに各処理区の苗木より、枝、葉の分析試料を採取し、N, P, K およびアルコール・ベンゾール (1:3) 抽出物などを分析定量した。試料の採取にあたっては、病原菌のまん延の直接的影響をさけるため、原則として病斑を形成していない新梢 (長枝) およびそれに着生する葉に限った。N の分析は通常のケルダール法により、また P, K については湿式灰化した試料について、P はモリブデン青法による比色定量を行ない、K は炎光光度計を使用し、Ca はキレート滴定法によりそれぞれ含有率を求めた。

1.2 実験結果および考察

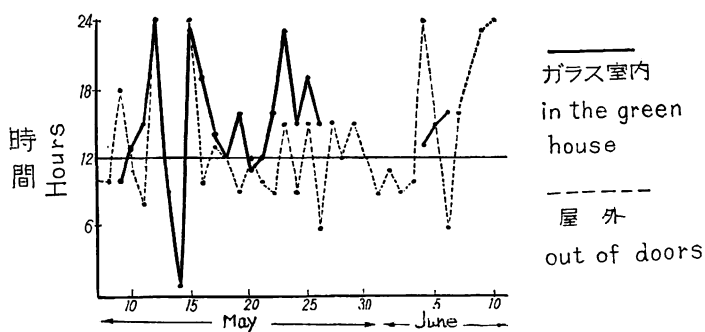
1.2.1 苗木の罹病状況

接種期間中における環境条件特に温度および湿度の制御の適否は、接種の成否に結びつくものである。この期間中のガラス室内の温度および湿度 (第2図参照) を検討してみると、観測の中断部を除けば室温



第2図 ガラス室内における温度および湿度

Fig. 2. Temperature and relative humidity in the green house.



第3図 85% 以上の湿度を保持した時間

Fig. 3. Times kept more than 85% relative humidity in every day.

は 28°C をこえたことはなかった。湿度については、感染に好適な状態の持続がきわめて重要であると考えられるので、自記観測結果を整理してみると第3図に示すようになる。なお、自記観測計の故障による観測中断部を補うため、同じ場内における野外の観測結果をもあわせ示した。図に示すように、1日のうち85%以上の高い空気湿度が12時間以上保持されたのは、観測日数21日中17日あった。さらに室内における観測値は保湿処理の結果概して野外における観測値を上まわる傾向が示されているので、観測中断期間における室内の湿度もよく実験目的に沿うよう良好な状態で保たれたものと想像される。したがって、接種はきわめて高い湿度条件下で行なわれたものといえるであろう。

供試苗は接種後約1か月の潜伏期間を経て、7月16日に識別できる病徴を発生し、7月25日ころに

第4表 罹病度の比較

Table 4. Comparison of the susceptibility of the larch seedlings cultured with various solutions.

処 理 区 Treatments	罹 病 度 Susceptibility						平 均 Mean
	1	2	3	4	5	計 Sum	
A NPK	3.93	1.00	0.68	1.17	2.43	9.21	1.84
B -N	3.08	3.40	4.13	4.54	1.00	16.15	3.23
C -P	5.14	6.72	2.00	2.38	2.28	18.54	3.70
D -K	3.44	2.20	2.44	2.65	3.36	14.09	2.82
E -K+(Ca·Mg)	5.89	3.05	5.29	3.88	7.42	25.53	5.11
	—	—	—	—	—	8.35	3.34

統計処理 Statistical analysis of the results.

S·V	S·S	d·f	M·S	F	$U\bar{x}$	Ud	$t-Ud$	$\bar{x}_i - \bar{x}_j > t \cdot Ud$
S_b	28.8990	4	7.2248	3.170*	0.675	0.954	$t_{20}(0.01) \cdot Ud$ =2.715	E—A=3.27**
S_w	45.5764	20	2.2789				$t_{20}(0.05) \cdot Ud$ =1.991	E—D=2.29*
S	74.4754							

は典型的な病徴²⁾を示すとともに、処理区間にも一見して明りょうなちがいを生じた。そこで適期と思われた8月8日罹病の状態を調査し、その結果は第4表に示すとおりである。これによると罹病はA区(NPK)においてもっとも軽微で(図版1B)、D区(-K)、B区(-N)、C区(-P)の順で増加し、E区(-K+Ca·Mg)においてもっとも激しかった(図版1C、D)。この結果に対して統計学的に検討を加え、分散分析を行なったところ各処理区間に5%水準で有意差が確認されたので、この処理が明らかに苗木の罹病性に影響しているものと判断できる。さらに、各処理区間の平均値の検定³⁾を行なったところ、E区(-K+Ca·Mg)とA区(NPK)との間に1%水準で、E区とD区(-K)との間に5%水準で有意差が認められた。したがって、3要素完全施用区に対し、Kを欠除すると明らかに罹病性が増加するといつてよいであろう。また同じカリ欠除の処理であっても、前述のようにKとCaおよびMgとの間には著しい拮抗作用が認められるので³⁾、E区の方がD区よりもK欠除の影響が大きく、そのために、罹病度も大きく現われたものと考えられる。

落葉状況の調査は、罹病状況とほぼ同様な要領で実施した。この結果は落葉の状態も罹病のそれとほぼ平行的関係にあり、E区(-K+Ca·Mg)にもっとも激しく、A区(NPK)にもっとも少なかった。しかし、個体差がはげしく分散分析の結果、有意差を認めるに至らなかった。

1.2.2 苗木の養分欠乏症ならびに生育状態

5月10日培養開始以来、A区(NPK)では順調に生育し、葉は光沢のある緑色を呈し、針葉も他の処理区に比し大きく生育した。B区(N欠除)は7月上旬より針葉がわずかながら黄色味を帯び淡緑色に変化した。またE区(-K+Ca·Mg)では針葉に緑褐色斑点を生ずるのが観察された。

すでに病徴の進行した8月下旬においては、A区(NPK)では順調な生育が認められたのに反し、B区(-N)は針葉全体に光沢を欠き、淡緑色の窒素欠乏症状を呈し、C区(-P)では苗畑に現われるような鮮明な紫化現象は認められなかったが、針葉先端が暗緑色となりリン酸欠乏の初期症状を呈した⁷⁾。D区およびE区(-K+Ca·Mg)では、下枝葉から中枝葉にかけて針葉の先端に黄褐色のネクロシスを生じ

第5表 水耕されたカラマツ苗木の生育状態 (5ポットの平均)

Table 5. Growth of larch seedlings cultured in various solutions.

処 理 区 Treatments	水耕開始前(Apr.10.'62) At beginning of culture		水 耕 終 了 後 (Sept. 17.'62) After culture			
	苗 長 Length of seedling cm	全 重 量 Fresh wt. g	苗 長 Length of seedling cm	全 重 量 Fresh wt. g	(同指数) (Index)	根 元 径 Basal diam. of stem cm
3要素施用区 A NPK	86	143	116	446	100	1.7
無窒素区 B -N	65	87	75	232	52	1.4
無リン酸区 C -P	78	105	108	296	66	1.5
無カリ区 D -K	73	110	98	327	73	1.4
石灰・苦土加用 無カリ区 E -K+(Ca·Mg)	73	107	93	294	66	1.5

第6表 カラマツ苗木の養分含有率

Table 6. Nitrogen, phosphorus and potassium contents of larch seedlings cultured in various solutions.

処 理 区 Treatments		N		P ₂ O ₅		K ₂ O		CaO		N/K ₂ O	Alcohol-Benzol 抽 出 物 Extracts by Alcohol- Benzol	
		%		%		%		%			%	
		L	T	L	T	L	T	L	T	L	L	T
水耕開始前 At beginning of culture	A NPK 区	2.03	0.60	0.44	0.21	0.45	0.16	0.80	0.81		16.8	11.7
	B -N 区	2.09	0.49	0.40	0.24	0.38	0.10	0.75	0.77		16.2	9.5
	C -P 区	2.07	0.66	0.45	0.19	0.35	0.14	0.73	0.65		21.2	9.1
	D -K 区	1.88	0.63	0.40	0.18	0.38	0.11	0.77	0.88		20.0	7.2
	E -K +(Ca·Mg)区	1.95	0.64	0.45	0.18	0.49	0.09	0.85	0.68		21.7	7.8
水耕終了後 After culture	A NPK 区	2.02	0.90	0.83	0.22	0.61	0.45	0.54	0.34	3.31	13.5	7.3
	B -N 区	1.27	0.54	0.28	0.21	0.32	0.42	0.82	0.39	3.97	14.5	10.3
	C -P 区	2.18	0.72	0.18	0.15	0.30	0.34	0.35	0.54	7.26	14.8	10.0
	D -K 区	1.79	0.68	0.24	0.64	0.27	0.17	0.77	0.55	6.63	14.8	10.5
	E -K +(Ca·Mg)区	2.25	0.70	1.02	0.31	0.20	0.17	0.70	0.52	11.25	18.2	13.1

L: needles, T: twigs.

初期の K 欠乏症状が認められた (図版 1 D)。

9月17日培養を中止した時期における苗木の生育状態の調査結果は第5表に示すとおりである。

1.2.3 苗木体の成分組成

苗木に施した処理が果たして所期の効果をあらわしているか否かを確かめるために、苗木体の分析を実施した。その結果は、第6表に示すとおりである。すなわち、N, P, K の含有率は、枝もしくは葉のいずれの部分においても A 区 (NPK) におおむね高い。また N 含有率は N 欠除の B 区に、P 含有率は P 欠除の C 区にもっとも低い。また K 含有率は E 区 (-K+Ca·Mg) にもっとも低く現われている。

以上のように N, P, K の含有率は各処理に応じた値を示しているの、苗畑における施肥ならびに水耕培養の処理の効果が十分に現われたものと考えられる。したがってこれらの苗木は、所期の実験目的によく適合したものであると認めることができる。

さらに N と K の比、すなわち N/K_2O の値を計算してみると第 6 表に示すとおり、A 区 (NPK) の 3.31 に対して、C 区 (—P) は 7.26, D 区 (—K) は 6.63, E 区 (—K+Ca·Mg) は 11.25 と著しく大きい値を示している。一般に N/K_2O の値が大きいことは K の供給に対して N の過剰吸収の状態にあり、植物体内の還元糖や非蛋白態窒素の含有量が増加して⁷⁾、そのため植物体が不健全になるものと考えられているが、本実験においても A 区の完全培養に対して、C 区、D 区、E 区の N/K_2O の値は著しく大きく、したがって感受性を増す結果となったものと考えられる。

また、アルコール・ベンゾール抽出物の含有率は E 区 (—K+Ca·Mg) においてもっとも高い。

これらの分析値はいずれも発病後におけるものであるから、試料の採取にあたっては極力病斑をふくまないよう細心の注意を払ったが、ある程度は罹病にともなう直接的影響も避けられないものと考えられる。しかし、全体的にみればこの分析値はおもに処理による影響をあらわしているものと理解してよいであろう。

以上の結果を総合すると、本病の誘因として栄養条件が関与しているものと考えられる。本実験においては、N, P, K のいずれの要素を欠いても罹病性は高まることが認められた。また、この実験に関する限り、K 欠乏の程度のもっとも著しかった E 区の石灰・苦土加用カリ欠除区において罹病度がもっとも高く、カリ欠乏の影響の大きいことは認められるが、D 区 (—K) におけるよりも C のリン酸欠除区 (—P) における方が罹病度の高かった事実からしても、必ずしも本病の発生には肥料 3 要素のうち、K がもっとも大きく関与するとはいいい切れないであろう。このことはカラマツがリン酸欠乏に鋭敏な樹種⁶⁾だけにリン酸欠乏の影響もまた大きいものと考えればよく理解することができる。(土壌調査部 塘 隆男・藤田桂治・岩崎美代、保護部 高井省三・陳野好之)

2. 施肥の相違がカラマツ苗の体内成分および落葉病発生 におよぼす影響 (苗畑土壌施肥試験)

2.1 ま え が き

1 の水耕による実験と平行して、施肥の相違が落葉病の発生に影響があるかどうかを、苗畑試験により検討した。この試験を進めてゆく上の考え方は 1 の水耕実験とほぼ同様で、ただ水耕という特殊な条件でなく、現実の土壌を用いた苗畑試験によった点が異なるだけである。

2.2 試験方法

2.2.1 実験場所の選定および実験材料の育成

実験場所としては、実験の目的に沿うように落葉病感染源の濃厚な場所を選ぶ必要がある。山形県真室川町大字釜淵、林業試験場東北支場山形分場の構内にあるカラマツの大部分はかなりひどい落葉病にかかっているの、確実な感染を期するため同構内で苗畑試験を行なうことにした。

1960 年 9 月 5 日、隣接の秋田営林局真室川営林署苗畑のカラマツ 1 回床替苗床に、a) 肥料 3 要素施肥区、b) 無施肥区、c) 無リン酸区、d) 無カリ区、e) 石灰・苦土加用無カリ区の 5 区を設けて前掲の第 1 表 (p. 96) に示すような追肥処理を行ない、これらの苗木を 1961 年度以降の実験に用いた。

第7表 施肥設計 (g/m²)

Table 7. Design of the fertilization trial for larch seedlings (1—1).

試 験 区 Treatments	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
a 3要素施肥区 N P K	8	12	8	—	—
b 無窒素区 —N	—	12	8	—	—
c 無リン酸区 —P	8	—	8	—	—
d 無カリ区 —K	8	12	—	—	—
e 石灰・苦土加用無カリ区 —K+(Ca·Mg)	8	12	—	16	8

備考：施肥した肥料は第1表に同じ。

Note: Fertilizers used are same as in Table 1.

2.2.2 試験設計

試験設計は第7表に示すように、実験材料を育成する時と同様の施肥処理による試験区を設けた。このうち B 区、C 区、D 区はそれぞれ窒素、リン酸、カリの欠乏ないし不足が落葉病の発生に及ぼす影響を考察するために設けた区である。E 区すなわち石灰・苦土加用無カリ区は前述 (p. 97参照) のように石灰、苦土とカリの拮抗作用を利用して、カリの欠乏を生理的にいっそう顕著に起こさせる意図で設けたものである。このほか比較の意味で、A 区の肥料3要素施用区および F 区の無施肥区を設けた。

2.2.3 試験の進め方（年度計画）

試験は 1961, '62, '63 年の3年間にわたり継続的に行なった。すなわち、1961 年度の試験は 2.1.1 でのべたように、あらかじめ 1960 年の秋に本実験と同様な施肥処理を施した苗木を 1961 年5月に前記の設計によって区画された試験苗畑に、4×4=16 m² あたり 7×7=49 本あて移植し、6月ころ、各区の地表面に前年度の罹病葉を厚さ 1~2 cm ていどに敷き、病原菌を接種し、同年9月に調査した。昭和 37 年度の試験は 1961 年度の調査結果によりその樹高、根元直径になるべく近い苗木を各区ごとに選び、これを前年度と同様の設計で、同じ区画に 4×4=16 m² あたり 6×6=36 本あて移植し、前年度同様 6 月に罹病葉を接種し、同年9月に調査した。同様にして 1962 年度の実験は 1961 年度の試験苗木を前年度と同様にして選び、同様の設計で 2×2=4 m² あたり 4×4=16 本あて移植して行なった。

罹病状況の調査に当たっては、発生環境調査において用いた被害表示基準によって各区の全木にわたって罹病指数を調べ、各区の平均指数をもって罹病度とした。すなわち、健全：0、微害：1、軽害：2 および重害：3 という指数を該当する苗木に与えた。

2.2.4 苗木体の分析

調査苗木の一部について N, P, K の葉分析を行ない、各施肥処理の効果をチェックした。葉分析の方法は 1 の場合と同様である。

2.3 試験結果ならびに考察

2.3.1 接種試験材料としての苗木の生育状態

1961, '62, '63 年の各年度ともカラマツ苗を各施肥処理別に春季（5月）に床替えし、秋季（9月）に

第 8 表 カラマツの生育調査—I (1961 年)

Table 8. Growth of the larch seedling with different fertilization treatment—I.

試 験 区 Treatments	ブロック Block	苗 長 Height of seedling cm (指 数) (Index)	根 元 径 Basal diam. of stem mm (指 数) (Index)	全 生 体 重 量 Fresh wt. g (指 数) (Index)
A 肥料 3 要素区 NPK	1	94.8	15.2	233
	2	68.7	13.8	169
	3	84.4	15.5	260
	平 均 mean	82.6 (100)	14.8 (100)	220 (100)
B 無 窒 素 区 -N	1	72.7	11.7	180
	2	57.4	11.5	110
	3	59.7	13.6	214
	平 均 mean	63.3 (77)	12.8 (83)	168 (76)
C 無 リ ン 酸 区 -P	1	78.5	13.6	186
	2	81.4	14.4	193
	3	74.6	13.3	154
	平 均 mean	78.2 (95)	13.8 (93)	178 (81)
D 無 カ リ 区 -K	1	81.1	14.3	196
	2	67.7	12.2	219
	3	77.7	14.1	234
	平 均 mean	75.5 (91)	13.5 (91)	216 (98)
E 石灰・苦土加用無カ リ区 -K+(Ca·Mg)	1	60.6	10.6	140
	2	73.2	13.3	139
	3	61.6	11.9	116
	平 均 mean	65.1 (79)	11.9 (80)	132 (60)
F 無 肥 料 区 Control	1	62.7	12.4	108
	2	65.1	13.1	223
	3	65.9	13.7	178
	平 均 mean	64.6 (78)	13.1 (89)	169.7 (77)

その生育状態を調査した結果をまとめると第 8, 9, 10 表および図版 2, A~D のとおりである。

理論的にいって、カラマツの苗木は施肥処理の影響を試験開始後 1 年目, 2 年目, 3 年目と経過するに従いしだいに大きく受けるはずである。そこで 2 年目, 3 年目にあたる 1962, 1963 年度の生育調査成績 (第 9, 10 表) についてみると, 成長の良否をもっとも直接的に現わしている苗木の生体重量の値はつぎの順序に大きかった。

NPK 区 > -K 区 > -P 区 > -K+(Ca·Mg) 区 > Control 区 > -N 区

この順序は火山灰土壌において 3 要素試験を行なった場合に普通にみられる傾向で, 施肥処理の効果はよくあらわれたものと考えられ, したがって, これら各試験区のカラマツは本試験の主目的である施肥と本病に対する罹病性との関係をみるために適当な材料となるように育成することができたといえることができるであろう。

2.3.2 葉分析について

第9表 カラマツの生育調査—II（1962 年）

Table 9. Growth of the larch seedling with different fertilization treatment-II.

試 験 区 Treatments	ブロック Block	苗 長 Height of seedling cm (指 数) (Index)	根 元 径 Basal diam. of stem mm (指 数) (Index)	全 生 体 重 量 Fresh wt. g (指 数) (Index)
A 肥料3要素区 NPK	1	116	16.5	407
	2	123	18.4	522
	3	146	21.2	572
	平均 mean	128 (100)	18.7 (100)	505 (100)
B 無窒素区 -N	1	114	17.4	446
	2	75	14.7	242
	3	95	18.3	328
	平均 mean	95 (74)	16.8 (90)	339 (67)
C 無リン酸区 -P	1	118	16.8	527
	2	105	16.9	439
	3	94	18.4	320
	平均 mean	103 (80)	17.4 (93)	434 (86)
D 無カリ区 -K	1	141	19.6	561
	2	126	19.1	441
	3	128	19.4	437
	平均 mean	132 (103)	19.4 (104)	482 (95)
E 石灰・苦土加用無カリ区 -K+(Ca·Mg)	1	116	17.8	406
	2	108	17.9	427
	3	86	16.2	286
	平均 mean	103 (80)	17.3 (93)	378 (75)
F 無肥料区 Control	1	94	16.8	360
	2	106	17.5	402
	3	102	17.2	368
	平均 mean	101 (79)	17.2 (92)	377 (75)

実験を開始してから3年目にあたる昭和38年度の秋季（9月20日）に各試験区のカラマツ幼木の針葉について、窒素、リン酸、カリの分析を行なった結果は第11表のとおりである。葉分析の結果について2, 3の考察を加えてみたい。

(1) N, P, Kの各要素の欠除の影響はKについてはわずかにみられるが、NおよびPについてはみられない。これはカラマツの幼木が罹病後は生理的に異常な状態になるためと考えられる。

(2) しかしN/K₂Oの値をみると、NPK区および-N区がそれぞれ、3.05, 3.04であるのに対して、-K区、-K+(Ca·Mg)区の値はそれぞれ3.43, 3.64と大きく、しかもつぎに述べるようにこの両区の罹病度がNPK区や-N区より高かったことは、前記水耕実験のところで述べたような理由により説明できるものと思われる。

これに対してNPK区および-N区のN/K₂Oの値はそれぞれ3.05, 3.04で他区にくらべて小さいが、上述のような理由によってこの両区の罹病度の低いことも理解できるであろう。

第 10 表 カラマツの生育調査—III (1963 年)

Table 10. Growth of the larch seedling with different fertilization treatment—III.

試 験 区 Treatments	ブロック Block	苗 長 Height of seedling cm (指 数) (Index)	根 元 径 Basal diam. of stem mm (指 数) (Index)	全 生 体 重 量 Fresh wt. g (指 数) (Index)
A 肥料 3 要素区 NPK	1	160	24	977
	2	160	21	720
	3			
	平 均 mean	160 (100)	23 (100)	849 (100)
B 無 窒 素 区 —N	1	120	21	570
	2	122	21	566
	3			
	平 均 mean	121 (76)	21 (91)	568 (67)
C 無 リ ン 酸 区 —P	1	140	22	718
	2	145	21	645
	3			
	平 均 mean	143 (89)	22 (96)	682 (80)
D 無 カ リ 区 —K	1	154	24	771
	2	155	23	910
	3			
	平 均 mean	155 (97)	24 (104)	841 (99)
E 石灰・苦土加用無カ リ区 —K+(Ca・Mg)	1	133	21	562
	2	155	23	649
	3			
	平 均 mean	144 (90)	22 (96)	606 (71)
F 無 肥 料 区 Control	1	131	23	655
	2	132	21	604
	3			
	平 均 mean	132 (83)	22 (96)	630 (74)

(3) 第 11 表に示される葉分析成績を通覧すると、一般の罹病していない正常な場合に比べて、N% の値が著しく高く、 $P_2O_5\%$ の値もやや高いのに対して $K_2O\%$ の値はむしろやや低い。したがって N/K_2O の値はいずれも 3 以上であった。

今回の葉分析はつごうにより罹病後だけ行なわれたものであり、罹病前との対比は残念ながらできなかったが、N% の値が著しく高かったのは N が移植後一度吸収、蓄積され、したがってカラマツの N% が高まった時点で罹病して、それ以後の成長による N の利用消費が正常でなく、成長による N の希釈作用⁷⁾が行なわれなかったものと筆者らは考える。

2.3.3 罹病度について

本実験を開始した 1961 年度 (カラマツの樹齢 3 年) には、病原菌を接種したにもかかわらず落葉病の発生をみなかったが、1962 年度 (カラマツは 4 年生) には微害ではあるが落葉病が発生し、翌 1963 年度 (カラマツは 5 年生) にはやや進行して微害ないし軽害程度に発生した。その罹病度を調べた結果は第 12

第 11 表 葉 分 析 成 績

Table 11. Nitrogen, phosphorus and potassium contents in needles of the larch seedling with different fertilization treatment.

試 験 区 Treatments	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	N/K ₂ O
A 肥 料 3 要 素 区 NPK	2.35	0.62	0.77	3.05
B 無 窒 素 区 -N	2.47	0.78	0.90	3.04
C 無 リ ン 酸 区 -P	2.47	0.66	0.84	3.26
D 無 カ リ 区 -K	2.57	0.71	0.75	3.43
E 石灰・苦土加用無カリ区 -K+(Ca·Mg)	2.51	0.43	0.69	3.64
F 無 肥 料 区 Control	2.79	0.91	0.84	3.32

第 12 表 肥料 3 要素がカラマツの罹病度に及ぼす影響

Table 12. Effect of N, P and K on the disease occurrence of larch seedlings to larch needle cast.

罹 病 度 Disease index 試験区 Treatments	1962 年 8 月 20 日 August			1963 年 8 月 26 日 August			9 月 17 日 September		
	1	2	平 均 mean	1	2	平 均 mean	1	2	平 均 mean
A 肥 料 3 要 素 区 NPK	1.00	1.30	1.15	1.75	1.56	1.66	1.94	1.81	1.88
B 無 窒 素 区 -N	1.00	1.45	1.23	1.81	1.25	1.53	2.00	1.53	1.77
C 無 リ ン 酸 区 -P	1.55	1.35	1.45	1.69	1.81	1.75	2.00	2.00	2.00
D 無 カ リ 区 -K	1.10	1.15	1.13	1.93	1.56	1.75	2.06	1.75	1.91
E 石灰・苦土施用無カリ区 -K+(Ca·Mg)	1.30	1.70	1.50	1.88	1.60	1.74	2.00	1.81	1.91
F 無 肥 料 区 Control	1.90	1.65	1.78	2.19	2.19	2.19	2.19	2.25	2.22

表のとおりである。

これによると 1962 年度（カラマツは 4 年生）では各試験区の罹病度の平均値は 1.13～1.78 の範囲にあり、全体的にみると微害でいどであるが、翌 1963 年度（カラマツは 5 年生）には各区の罹病度の平均値は 1.25～2.25 の範囲にあり、全体的にみると微害ないし軽害でいどで、カラマツの年齢とともに罹病度はわずかながら大きくなっている。

つぎに肥料要素との関係をみると

1962 年度では

Control 区 > $\begin{matrix} -K+(Ca \cdot Mg) \text{ 区} \\ -P \text{ 区} \end{matrix}$ > $\begin{matrix} -N \text{ 区} \\ -K \text{ 区} \end{matrix}$ > NPK 区

1963 年度，8 月 26 日では

$$\text{Control 区} \begin{matrix} > & \begin{matrix} -P \text{区} \\ -K \text{区} \\ -K+(Ca \cdot Mg) \text{区} \end{matrix} & > \end{matrix} \text{NPK区} > -N \text{区}$$

同年 9 月 17 日で

$$\text{Control 区} > -P \text{区} \begin{matrix} > & \begin{matrix} -K \text{区} \\ -K+(Ca \cdot Mg) \text{区} \end{matrix} & > \end{matrix} \text{NPK区} > -N \text{区}$$

の順に罹病度が大きであった。

以上のように 1962 年度と 1963 年度とではその結果が若干異なるが、両年度の結果をとおして 2, 3 の考察を加えてみたい。

1) 無肥料区の養分不足の状態と肥料 3 要素区の養分が比較的十分な状態とでは、その罹病度にかんがりの相違があることは当然のことであろう。

2) また無肥料の状態について、P と K の不足が罹病度を高めた(ただし 1962 年度では $-K+(Ca \cdot Mg)$ 区の罹病度は無肥料区について高かったが、 $-K$ 区の罹病度が NPK 区と同等に低かった。この例外的事実があらわれた原因についてはまだ明らかでない。一般に K の不足が罹病性を高めることは当然であり、本実験の成績もその例外ではないが、P の不足が K の不足と同等もしくはそれ以上に罹病度を高めたのは、前記の水耕実験のところで述べたように、P 不足に鋭敏な反応を示すというカラマツの特性によるものであろう。

3) 1963 年度においては無窒素区の状態の罹病度が 3 要素区よりも、前記の水耕実験成績と異なり、比較的低かったのは、水耕実験の場合は水耕液中の N は完全欠除であり、本実験の場合は肥料としての N を施用しなかっただけで、苗畑土壌中の天然供給による N がカラマツに供給されていた点に起因するものと考えられる。同時に N の過剰はかえって発病を促しやすい傾向が認められているのであるから、N 肥料を与えなかったことはかえってよい影響を与えたものと考えられる。

(土壌調査部 塘 隆男・岩崎美代, 保護部 千葉 修・高井省三, 山形分場 児玉武男)

3. カラマツ落葉病対策施肥試験

3.1 ま え が き

前述のように落葉病の誘因として、カラマツの栄養不良がある。そして栄養不良をもたらす条件はいろいろ考えられるが、ここでは無機栄養とくに窒素(N)、リン酸(P)、カリ(K)の肥料 3 要素の不足について研究を進めることにした。すなわち、本試験は落葉病の発生が激しい山梨県富士山麓河口湖地区*1および長野県浅間山麓省掛地区*2の 2 か所、計 3 か所において、すでに落葉病にかかっているカラマツの幼齡林分を試験林として選び、これに対して肥料 3 要素の施用が落葉病の罹病度にかんがる影響を及ぼすかを検討する目的で行なったものである。

本試験は施肥後 4 年しか経過していないので、いまだ中間的な報告さえ行なえる段階に至っていない。しかしながら上記 3 か所の試験地のうち、富士第 2 試験地においては施肥の影響が多少あらわれたので、本文では第 2 試験地についてのみその概要を報告するとともに、他の試験地については後日稿をあらためて報告することにする。

*1 山梨県有林富士経営区 23 な林小班(富士第 1 試験地)および 23 ろ林小班(富士第 2 試験地)

*2 長野営林局岩村田営林署省掛担当区 85 ん林小班

3.2 試験方法

3.2.1 試験地の概況

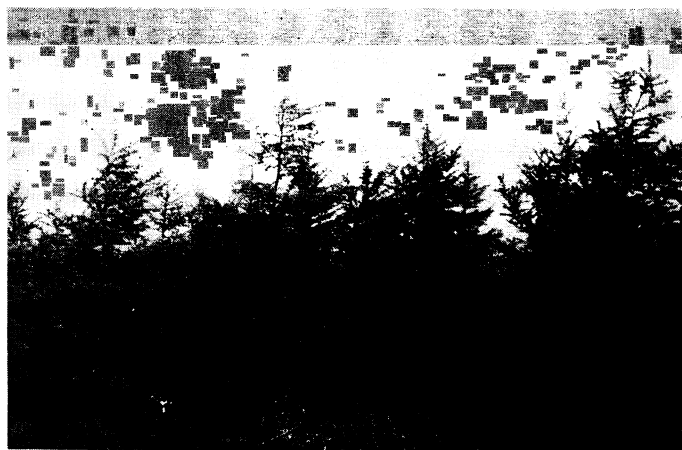
本試験の目的に沿うように落葉病の激害地区である富士、浅間の両地区に試験地を設けた。試験地の概況は第 13 表に示すとおりで、以下各試験地を浅間試験地、富士第 1 試験地および富士第 2 試験地（第 4 図）とそれぞれ呼ぶことにする。

試験地の設定にあたっては、つぎの 3.2.2 でのべる各試験区の土壌、微地形、林木の生育状況、本数密度、落葉病の罹病度などの諸条件がほぼ同一のところに選ぶ必要があるが、試験地選定のための踏査日数がいずれもわずか 1、2 日程度しかとれなかった事情もあり、これらの 3 試験地を上記の諸条件がすべ

第 13 表 カラマツ落葉病施肥対策試験地の概況

Table 13. Outlined conditions of the larch forests for the fertilization trial.

試験地名（所在） Name of trial forest	林況 （樹高，直径は 1961 年の値） Conditions of forest	地況 Conditions of site
浅間試験地 長野営林局岩村田営林署 沓掛担当区 85ぬ林小班	1953 年植栽幼齢林 平均樹高 5.2 m 直径 5.8 cm ほとんど閉鎖している。	浅間山麓 やく 2～3 度の緩斜地 B _{1D} 型土壌 （土壌母材は 浅間火山放出物）
富士第 1 試験地 山梨県有林富士経営区 23な林小班	1954 年植栽幼齢林 ただし，ウラジロモミと交互 混交植栽。 カラマツ平均樹高 1.73 m まだ閉鎖していない。	富士山麓 全体的にはほぼ平坦地であるが， 微地形的にかかなりの凹凸あり。 B _{1D} 型土壌 （土壌母材は富士火山放出物）
富士第 2 試験地 同上 23ろ林小班	1951 年植栽幼齢林 平均樹高 5.08 m 直径 5.62 cm ほとんど閉鎖している。	富士山麓 やく 2～3 度の緩斜地 B _{1D} 型土壌 微地形的にかかなりの凹凸あり （土壌母材は富士火山放出物）



第 4 図 林地施肥試験地（1962 年 9 月）

Fig. 4. View of larch stand (10 years old) in Mt. Fuji (September, 1962).

て満足するようなところに設定することはできなかった。

しかしながら、本試験は施肥によってカラマツの落葉病の発病を少しでも軽減させることを主目的とするものであるから、落葉病の罹病度がさほど不均一でなければ、一応よいものと考え、罹病度の概査を行なったうえ不満足ながらも設定した次第である。

3.2.2 試験設計

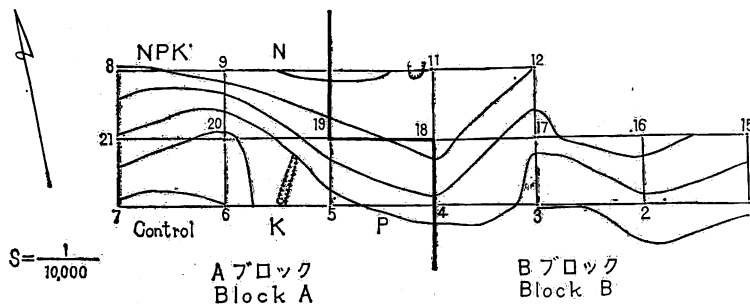
試験区は、A: 肥料3要素施用 (NPK) 区、B: 窒素施用 (N) 区、C: リン酸施用 (P) 区、D: カリ施用 (K) 区、F: 無肥料 (対照) 区の5区を設けた。前述の 1, 2 の実験で設けた無窒素、無リン酸、無カリ区の代わりに窒素単用、リン酸単用、カリ単用区を設けたのは、1, 2 の場合はいまだに罹病していない苗木に対して栄養条件の相違と落葉病発生との関係を見る目的で行なった実験であるのに対して、本試験はすでに年々罹病しているカラマツに対して、養分を補給して落葉病の発生を軽減させる目的で行なう試験であるからである。

試験設計の概要を取りまとめると第 14 表、第 5 図に示すようになる。

肥料は第 14 表に示す施肥要素量にしたがい、1961 年 6 月 6 日 および 1962 年 9 月 6 日に、それぞれ窒素肥料としては石灰窒素 (N 21%) を 1 試験区 (10 a) あたり 96 kg、リン酸肥料としては過リン酸石灰 (P_2O_5 19%), 熔成苦土リン肥 (P_2O_5 19%) をおのおの 52.8 kg、カリ肥料としては硫酸カリ (K_2O 49%) を 40 kg 施用した。施用方法は 2, 3 のカラマツについて土壌表層の根系を調査して、吸収根が地表下 1 cm ていどのところにもよく伸長していることを確かめたので、各肥料を地表に散布したのち、唐鍬でところどころ深さ 1~2 cm ていどに軽くたがやし、肥料が土壌中にもはいるようにした。

第 14 表 富士第 2 試験地の試験設計
Table 14. Design of the forest fertilization trial.

試 験 地 Treatments	施 肥 要 素 量 Amount of fertilizer element kg/10 a			備 考 Note
	N	P_2O_5	K_2O	
A 3要素施用区 NPK	10	10	10	1 試験区の面積 10 a, 図 5 に示すように、一応 5 区 2 ブロック制の乱塊法の配置をとっているが、本文でのべるように B ブロックは不備の点が多いので、参考のためにとってある。
B 窒素施用区 N	10	—	—	
C リン酸施用区 P	—	10	—	
D カリ施用区 K	—	—	10	
E 無施肥区 Control	—	—	—	



第 5 図 富士第 2 試験地の地形

Fig. 5. Topography of the trial forest and plot arrangement.

3.3 試験成績（富士第2試験地のみ）

試験開始時点（1961, 6）と3年目（1964, 9）のカラマツ林分の樹高、胸高直径、ならびに罹病度を調べた成績は第15表のとおりである。

表に示すように試験開始時の各区の樹高、胸高直径および罹病度にはかなりのバラツキがあるので、正確な比較はできないが、以下このバラツキを前提として検討を加えることにする。

上述のように樹高、胸高直径は各区によりかなりのバラツキが認められ、その成長増加量をそのまま比較することはできないので、各成長増加量の値を試験開始時の値で割った値をここでは成長率とかりに呼ぶことにして、この成長率で各試験区の比較を行なってみると、

樹高では

$$\text{NPK 区} > \begin{matrix} \text{P 区} \\ \text{K 区} \\ \text{Control 区} \end{matrix} > \text{N 区}$$

胸高直径では

$$\text{K 区} > \text{P 区} > \text{Control 区} > \text{NPK 区} > \text{N 区}$$

の順にそれぞれ成長率が大きい値を示している。すなわち樹高では NPK 区が最大の値を示しているが、胸高直径では K 区、P 区が大きな値を示し NPK 区はそれよりも劣っている。N 区の成長率が樹高、胸高直径ともに最少の値を示すのは、本試験地の土壌が火山灰土壌で著しいリン酸欠乏土壌であるため、N の施用がかえってマイナスに作用するためと考えられる。このことはカラマツ苗木を用いた原田の実験成績¹⁾と一致する。

つぎに 1964 年 9 月 11 日に採取したカラマツの葉について N, P, K の3要素の分析を行なった結果は第16表のとおりである。

この成績によると、葉中の養分濃度については罹病にあまり関係のない長枝上の葉と、罹病して病斑を形成している短枝上の葉との間に傾向のある差異は認められない。しかし、リン酸単用区の $\text{P}_2\text{O}_5\%$ 、カリ単用区の $\text{K}_2\text{O}\%$ はそれぞれ他区のそれよりも大きく、施肥の影響がカラマツに現われていることを示している。ただ窒素の影響については、上記のように成長にはかえってマイナスに作用しているかのよう

第15表 肥料3要素がカラマツの成長ならびに罹病度に及ぼす影響

Table 15. Effect of N, P and K on growth of larch and the disease occurrence.

試験区 Treatments	調査木 本数 No. of trees	樹高 Height in m				胸高直径 Breast high diameter in cm				罹病度 Disease index	
		1964.9 A	1961.6 B	A-B	$\frac{A-B}{B}$	1964.9 A'	1961.6 B'	A'-B'	$\frac{A'-B'}{B'}$	1961 Sept.	1964 Sept.
A 3要素施用区 NPK	45	7.58	4.72	2.86	0.61	10.8	6.8	4.0	0.59	4.59	4.80
B 窒素施用区 N	46	7.10	4.68	2.42	0.52	9.8	6.6	3.2	0.48	5.04	4.85
C リン酸施用区 P	46	6.80	4.33	2.47	0.57	8.9	4.8	4.1	0.85	3.61	4.82
D カリ施用区 K	37	6.94	4.41	2.53	0.57	9.9	4.8	5.1	1.06	3.87	4.92
E 無施肥区 Control	42	6.81	4.32	2.49	0.58	9.4	5.3	4.1	0.77	4.60	5.50

総体的にみると、現段階ではカラマツ林の成長に影響を及ぼすほど施肥の効果はまだ現われていないが、葉分析の結果からみると林分の栄養状態は、施肥によりあるていど影響をうけているものと解釈すべきであろう。

このような状態における施肥後 4 年目 (1964, 9) の罹病度をみると、Control 区の平均罹病度指数は 5.50 で最大なのに対して NPK 区の罹病指数は 4.80 を示し最小であるが、NPK 区と N 区, P 区, K 区はいずれも 4.80~4.92 の範囲にありその差は僅少である。すなわち、無施肥の状態に放置するよりは肥料 3 要素の施肥を行なった方が罹病度がわずかながら低下する傾向が見受けられる。しかし現段階では、N, P, K の 3 要素のうちいずれが最も大きく作用しているかはわからない。施肥後 4 年目で無施肥区のカラマツの罹病度が最も高かったことは、前記 1 の水耕実験、2 の苗畑試験のところで述べたように、葉中における N と K_2O の比、すなわち N/K_2O の値が第 16 表に示すように、無施肥区では他の区よりも一段と大きい値を示していることにより説明できるように思われる。

さらに、1, 2, 3 を通じて N/K_2O の値と罹病度との関係をまとめてみると、第 17 表に示すようになる。すなわち比較的に栄養条件がよく、罹病度の低い NPK 区の N/K_2O の値は比較的に罹病度の高い

第 16 表 施肥が葉の養分濃度に及ぼす影響

Table 16. Influence of fertilization on nutrient concentration of larch needles.

試 験 区 Treatments	葉の種類	N%	P_2O_5	K_2O	N/K_2O	K/P_2O_5
A 3 要素施用区 NPK	α	2.25	0.37	0.73	3.08	6.08
	β	2.24	0.38	0.80	2.80	5.89
B 窒素施用区 N	α	1.92	0.32	0.63	3.05	6.00
	β	1.96	0.30	0.60	3.27	6.53
C リン酸施用区 P	α	2.17	0.77	0.85	2.55	2.82
	β	1.99	0.50	0.61	3.26	3.98
D カリ施用区 K	α	2.30	0.57	1.12	2.05	4.04
	β	2.13	0.43	0.87	2.45	4.95
E 無施肥区 Control	α	2.11	0.42	0.58	3.64	5.02
	β	1.98	0.42	0.54	3.67	4.71

α : 長枝上に着生した葉 Needles on the long shoot.

β : 短枝上に着生した葉 Needles on the dwarf shoot.

第 17 表 栄養条件と N/K_2O Table 17. Relationship between nutritional condition and the N/K_2O ratio.

実験区分 Experiments	処理区 Treatments	N/K_2O	発病程度 Relative disease occurrence
1. 水耕実験 Water culture	NPK 区	3.31	軽 light
	-K 区	6.63	中 medium
	-K+(Ca·Mg) 区	11.25	重 heavy
2. 苗畑施肥試験 Nursery trial	NPK 区	3.05	軽~中 light~medium
	-K 区	3.43	} 中 medium
	-K+(Ca·Mg) 区	3.64	
	Control 区	3.32	中 medium
3. 林地施肥試験 Trial in larch forest	NPK 区	2.80—3.08	中 medium
	Control 区	3.64—3.67	重 heavy

K欠除区ないし無施肥区のそれよりも一段と高い値を示しており、この傾向は栄養条件を純粋に調整できる水耕実験の場合にはきわめて明りょうに見受けられる。したがって、今後さらに研究が進めば N/K_2O の値を検討することによって、罹病の危険性のあるていど診断する可能性が期待される。（土壤調査部 塘 隆男・道仙喜一・岩崎美代、保護部 千葉修・高井省三・小林享夫・魚住 正・陳野好之）

5. 総 括 摘 要

以上に述べたように、カラマツの栄養条件と落葉病との関係の水耕実験、苗畑土壤施肥試験および林地施肥試験の3つの手法を用いて研究を進めた。これらの成績は個々に述べたが、その主要点を総括するとつぎのとおりである。

(1) 水耕実験によると根系培地を比較的純粋に調整できるので、この方法を用いて N, P, K の各要素の欠除培養された苗木に対して病原菌の人工接種を行なった。その結果はこれらの3要素のうち、カラマツの落葉病罹病度の発現にはKの欠除の影響が最も大きく、つぎにPの欠除の影響が大きく、いずれの要素も欠除させないで栄養条件を完全に培養した場合にはその罹病度はきわめて低い。

(2) 上記の水耕実験は水中培養という特殊な条件下のものであるので、これと平行して実際の苗畑土壤を用いて試験を行なった。すなわち、腐植に富む黒色火山灰土壌の苗畑での肥料3要素試験の結果は、無施肥区の罹病度が最も高く、ついで無リン酸および無カリ区の罹病度が高く、3要素区および無窒素区の罹病度は比較的低かった。

以上の(1)、(2)よりカラマツ苗の落葉病発生には一般に推察されているように、Kの不足が大きく関係していることが確認されたが、またKのほかにPの不足も関係がある。またN, P, Kのいずれの要素も供給され、栄養条件のよい場合はその罹病度が比較的低い。

(3) すでに激しい被害を受けている10年生ていどのカラマツ林分に対して、施肥により被害を軽減させようとする目的で林地施肥試験を行なった。その結果は施肥後4年目に肥料3要素施肥区の罹病度はわずかながら無施肥区よりも低く、その効果の徴候が現われはじめているかのように見受けられるが、施肥後4、5年で林分全体の栄養条件を落葉病の発病を皆無にするまで変化させるほどの効果を期待するのは無理のように思われる。

(4) 以上(1)、(2)、(3)を通じて考察すると、要するにカラマツの栄養と病害との間には大きな関係があり、カラマツ林を栄養不良の状態におちいらないよう施肥その他の手段で健全に育成することが重要で、ひとたび被害を受けてからは、施肥という手段で治癒を期待するのはなかなか困難であると考えられる。

(5) カラマツの落葉病発生と関係のある栄養不良の状態を示すひとつの指標として、葉中のNとKの比をあげることができるであろう。すなわち、葉分析の結果から N/K_2O の値を求め、この値が大きいほど罹病の可能性が強いものと考えられる。
(土壤調査部 塘 隆男、保護部 千葉 修)

文 献

- 1) 原田 洸：苗木の成長と養分吸収に及ぼす土壌中の養分状態の影響（第2報）カラマツまきつけ苗木の成長と養分吸収に及ぼす土壌中の窒素と磷酸の interaction effects について、林試研報, 108, pp. 83~113, (1958).

- 2) ITO, K., SATO K., and N. OTA: Studies on the needle cast of Japanese larch I. Life history of the causal fungus, *Mycosphaerella larici-leptolepis* sp. nov., Bull. Gov. For. Expt. Sta., No. 96, pp. 69~88, (1957).
- 3) 三留三千男: 農業実験法, 26~28, 朝倉書店, 東京, (1960).
- 4) 高井省三・陳野好之・藤田桂治: 養分を異にした水耕カラマツ苗の落葉病に対する罹病性(予報), 74 回日林講集, pp. 308~311, (1963).
- 5) 塘 隆男・藤田桂治・及川伸夫: スギ苗の加里, 石灰, 苦土の相互欠除試験, 70 回日林講集, pp. 193~196, (1960).
- 6) 塘 隆男・原田 洸: 土壤養分の迅速簡易定量法の育苗への応用 (1), 磷酸の検定結果と苗の成長との関係, (研究資料), 林試研報 103, pp. 117~120, (1957).
- 7) 塘 隆男: わが国主要造林樹種の栄養および施肥に関する基礎的研究, 林試研報, 137, pp. 1~158, (1962).

図 版 説 明 Explanation of plates.

Plate 1

カラマツ苗の水耕培養試験 Water culture test of larch seedlings.

- A: 水耕培養状況 View of water culture in the green house.
B—D: 水耕カラマツ苗の落葉病罹病状況 Disease occurrence of larch needle cast in the larch seedling cultured in various solutions.
B: 完全区 Complete culture.
C: カリ欠除区 Culture without K.
D: 同上拡大 Ditto (enlarged).

Plate 2

苗畑施肥試験 (1962 年) Nursery fertilization trial in 1962.

- A: 肥料 3 要素区 Complete fertilization plot.
B: 無窒素区 Plot without N.
C: 石灰・苦土加用無カリ区 Plot without K and with excess Ca and Mg.
D: 無肥料区 Control.

Researches on the Needle Cast of Leach.

VI. Some studies on the relationship between the severity of the needle cast on Japanese larch and the nutritional condition of the host.

Takao TSUTSUMI, Keiji FUJITA, Kiichi DŌSEN, Osamu CHIBA,
Shōzō TAKAI and Takeo KODAMA

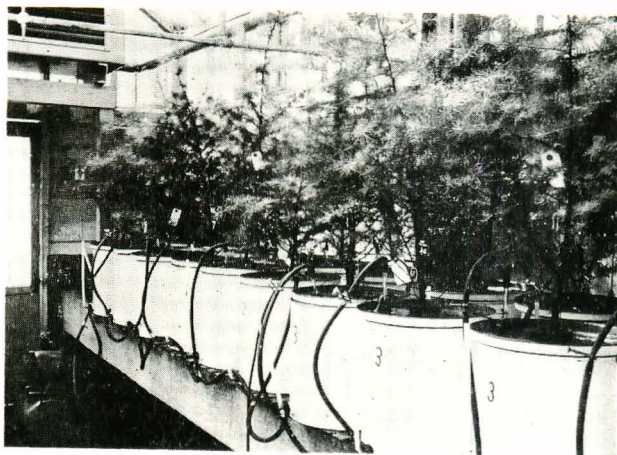
(Résumé)

The present paper deals with the results of the tests on the relationship between the severity of needle cast on Japanese larch caused by *Mycosphaerella larici-leptolepis* K. Irō et K. SATŌ and the nutritional condition of the host. These tests consisted of the water culture test, nursery fertilization trial and forest fertilization trial.

1) Water culture test

Larch seedlings were cultured in various solutions which were designed as to be deficient

A



B



D



C



A



B



C



D



in either of N, P and K. In the course of this culture, every seedling was artificially inoculated with ascospores of the causal fungus, dispersed from diseased needles which had fallen in the previous autumn. All treated seedlings including the seedling cultured with complete nutrient suffered from the damage. However, a distinct response of the difference in the disease severity among seedlings with different treatment was observed. The treatment without K resulted in the most heavy damage and that without P also resulted in fairly heavy damage. The damage resulting from the complete culture was rather lighter. N deficiency did not result in so heavy damage.

2) Nursery fertilization trial

Larch seedlings were grown on nursery soil with different fertilization designed as to be deficient either in N, P and K, and inoculated with the causal fungus. Effect of fertilization on the disease occurrence was not so apparent as in the case of water culture. However, a similar tendency was also observed in this case. Complete fertilization resulted in a slight damage, and the fertilization without either P or K resulted in a heavier damage. Non-fertilization, contrarily, resulted in the most heavier damage in all treatments. Fertilization without N never increased the damage compared with the control.

From these facts it is reasonable to assume that shortage of K or P may increase the susceptibility of Japanese larch seedlings to the needle cast.

3) Forest fertilization trial

Eleven-year-old larch plantation which had successively suffered from the needle cast, was chosen for this trial. Effects of N, P and K fertilization to the successively diseased tree on the change in the disease occurrence were examined. The examination is still proceeding; therefore the final result has not yet been obtained. According to an intermediary result, application of N, P and K may be effective in reducing the disease occurrence.

4) Inorganic analysis of needles of larch used for three kinds of tests gave a suggestive result. The N/K_2O ratio in needles, which may be an indicator of nutritional condition of plants, was higher in larch with incomplete treatment and lower in larch with complete treatment, in all three cases. Simultaneously, a heavily damaged host indicated a higher value of this ratio and a less damaged host indicated a lower value, almost commonly in these tests.

カラマツ落葉病に関する調査研究

VII. 落葉病が寄主の成長および 生理に及ぼす影響

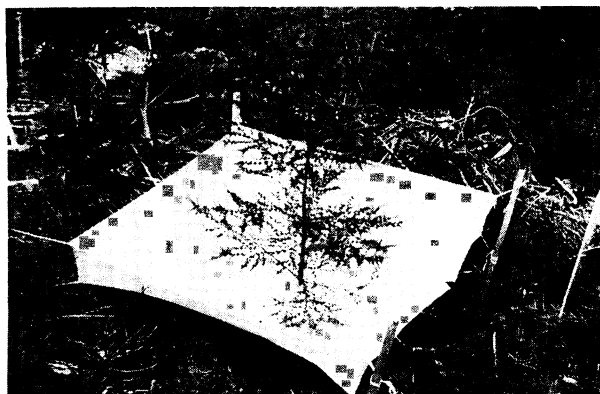
古 川 忠⁽¹⁾
高 井 省 三⁽²⁾
浜 武 人⁽³⁾

林木疾病の重要性に関する評価は、その被害の程度に応じてなされるべきものである。本病がカラマツに対して相当な生育阻害となっているであろうことは想像に難くないが、その実態を定性、定量的に示すことは、本病の防除対策上きわめて重要なことであると考えられる。

被害の実態は、最終的には収穫量の減少において示されるべきものであるが、これは植栽より伐採に長年月を要する林木においては到底不可能である。したがって、迅速な被害の推定には過渡的ではあるが、間接的な手段に頼らざるを得ない。その手段の1つとして、本研究においては、罹病にもとづく寄主カラマツの落葉、成長量の減少および、寄主カラマツの体内成分の変化について検討を加えた。これらの結果の一部はすでに発表した¹⁾。

この調査研究の遂行にあたり、試料の採取、送付につきご協力をいただいた山梨県南都留郡鳴沢村はか1町2か村恩賜県有財産保護組合ならびに同組合書記渡辺武敏氏に深く感謝する。

1. 発病の寄主カラマツの成長に及ぼす影響



第1図 林地における罹病落葉の採取法

Fig. 1. The method in collection of defoliated needles infected by the disease in plantation.

1. 調査の方法

本調査は、長野営林局王滝営林署鯉川担当区 208-い 林小班内における 健病カラマツおよび山梨県有富士事業区 第 26 林班における抵抗性および感受性候補木として選抜されたものおよびこれにはば準ずる形質のものにつき行なった。王滝営林署管内試験地における調査は、8年生カラマツ林内より選定した 10 本の罹病木と、本病感染期に毎月ボルドー液を樹冠に散布して感染を防いでえた 3 本の健全木について実施し、供試木の罹病による落葉量と

(1) 造林部生理研究室長 (2) 保護部樹病科樹病研究室・農学博士 (3) 木曽分場保護研究室長

樹高成長量の測定比較を行なった。落葉量の測定には、供試木の根本の周辺に 2 m×2 m×0.5 m の箱型白布を張り、布内に落下した葉量を 10 日ごとに採取し 40℃ の乾燥器で 1 週間乾燥し、取り出して秤量した（第 1 図）。落葉量測定の開始は、病落葉のはじまる 8 月上旬、終了は自然落葉の完了する 11 月下旬とした。また同じ供試木につき前年春から翌春にいたる 1 か年間の樹高成長量をも測定し、落葉量との関係を検討した。

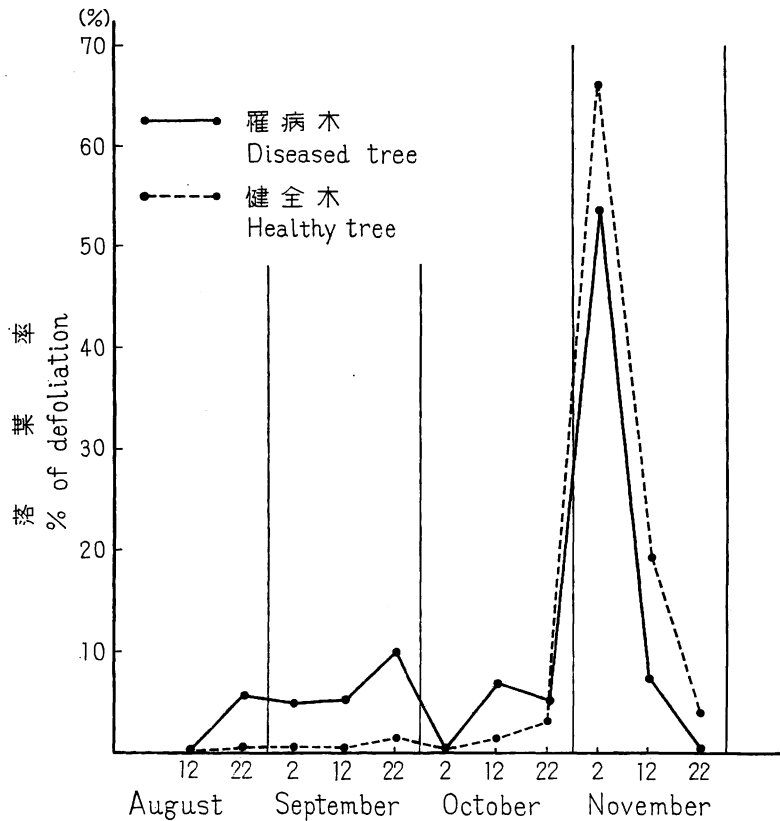
山梨県下における調査は、18～19 年生カラマツ林より選抜された本病に対する抵抗性および感受性候補木のうち各 5 本ずつを抽出し、9 月に約 100 本の当年生枝を採取し、1 年間に新しく伸長した量およびそれらの乾重量を測定した。さらに、2 年生枝に着生する短枝上の葉の 1 短枝あたりの着生葉数および葉長を測定した。また別に同じ林内で抽出した抵抗性および感受性候補木として選抜されなかったがこれらにきわめて近い形質を有する、それぞれ微害および激害を受けている 2 組の個体（AL, AH および BL, BH）を別々の場所から選抜し、伐倒して胸高断面における肥大成長量を測定した（第 5 図参照）。これらの試料は、後述する諸分析に供した。

2. 結果ならびに考察

第 1 表 落葉病罹病のカラマツ落葉量および樹高成長量に及ぼす影響

Table 1. Effect of the needle cast on defoliation and growth in height of larch (7-year-old).

		落 葉 量 (乾 重 g) Amount of defoliate (Dry weight, g)											計 Total	樹 高 (m) Height of tree		
		August		September			October			November				May 1959	Mar. 1960	成 長 Growth
		12	22	2	12	22	2	12	22	2	12	22				
罹 病 木 Diseased tree	1	0.8	12.0	10.0	10.5	11.0	0.3	9.5	9.5	45.0	2.0	0.1	110.7	2.40	2.70	0.30
	2	1.0	5.0	4.5	7.0	12.0	0.2	7.0	7.5	12.6	6.0	0.3	63.1	2.00	2.50	0.50
	3	0.4	3.5	4.0	2.0	11.0	0.2	8.0	1.5	61.0	6.0	0.2	97.8	1.70	2.00	0.30
	4	0.2	3.0	2.5	5.0	7.0	0.2	14.0	11.5	152.0	6.0	0.2	201.6	2.10	2.60	0.50
	5	0.2	7.0	4.0	3.0	8.0	0.2	7.5	2.5	22.0	3.0	0.1	57.5	2.00	2.40	0.40
	6	0.4	11.0	6.0	8.0	15.0	0.2	4.5	7.0	48.0	2.0	0.1	102.2	2.20	2.50	0.30
	7	0.2	7.0	7.5	4.0	14.0	0.2	4.0	1.5	77.0	16.0	0.1	131.5	1.80	2.30	0.50
	8	0.1	2.0	2.0	4.5	4.0	0.1	2.0	1.8	45.0	14.0	3.0	78.5	1.40	2.00	0.60
	9	0.2	3.5	3.8	2.0	7.0	0.1	7.0	0.8	41.0	6.0	0.5	71.9	1.50	1.80	0.30
	10	0.1	6.0	6.0	7.0	13.0	0.2	4.0	8.0	35.0	10.0	0.5	89.8	1.90	2.10	0.20
	計 Tot.	3.6	60.0	50.3	53.0	102.0	1.9	67.5	51.6	538.6	71.0	5.1	1004.6	190.0	22.90	3.90
	平 均 Mean	0.4	6.0	5.0	5.3	10.2	0.2	6.8	5.2	53.9	7.1	0.5	100.5	1.90	2.29	0.39
	%	0.3	5.9	4.9	5.2	10.1	0.2	6.7	5.1	53.6	7.0	0.4	100			
健 全 木 Healthy tree	1	0.0	0.5	0.5	0.8	1.5	0.2	8.0	7.0	130.0	26.0	2.0	176.5	1.80	2.20	0.40
	2	0	2.0	2.5	2.5	6.0	0.2	5.5	9.3	130.0	35.0	13.0	206.0	1.80	3.30	0.50
	3	0	0.2	0.5	0.3	1.0	0.2	1.5	3.3	124.0	50.0	8.0	189.0	2.20	2.70	0.50
	計 Tot.	0	2.7	3.5	3.6	8.5	0.6	15.0	19.6	38.4	111.0	23.0	571.5	5.80	8.20	1.40
	平 均 Mean	0	0.9	1.2	1.2	2.8	0.2	5.0	6.5	128.0	37.0	7.7	190.5	1.93	2.73	0.47
	%	0	0.5	0.6	0.6	1.5	0.2	2.6	3.4	67.2	19.4	4.0	100			



第 2 図 健病樹における落葉の変化

Fig. 2. Defoliation in the healthy and diseased trees.

王滝営林署管内における健・病樹の落葉量および樹高成長に関する測定結果は第 1 表および第 2 図に示すとおりである。この結果から明らかなように、罹病木は 8 月中旬より早期異常落葉をおこし、落葉量は漸増するが 10 月上旬いったん減少し、11 月上旬には最高に達する。これに反し、健全木の場合は 9 月上旬からごく軽微な落葉がはじまるが大部分の落葉は 11 月上旬を極点としておこる。すなわち、罹病樹では 10 月下旬までに全葉の 30% あまりの落葉がおこるが健全樹では約 9% にとどまっている。

この期間の健病木の落葉率の差から罹病にもとづく落葉率を推定すると全葉の約 20% あまりとなる。この結果からすれば罹病による落葉はそれほど多いとは考えられない。しかし、この地方における本病原菌の感染期間は比較的短いため、病斑は短枝上の葉にしか発生していない。したがって、この期間における落葉は短枝上の葉にのみ起こっていると考えられるから、激害木で測られた 30% の落葉はほとんど全部短枝上の葉と考えてよい。激害木では短枝上の葉のほとんどが罹病し、自然落葉に先んじて 8~10 月の間に落葉しているので、短枝上の葉は全葉の約 30% と推定することができる。したがって、この地方の感染期間の条件下では、全葉に対する短枝上の葉の割合の大きい林木ほど病落葉の比率は高まるといえよう。また、大町営林署管内におけるように、感染期間の長い地方では感染は短枝上の葉のみならず長枝に生じた葉にまで及ぶので病落葉率はこの試験例より増大すると考えられるので、このような地方では

より多い被害が想像される。

樹高成長における健・病樹の差はあまり著しくはなかった。これは病葉である短枝上の葉の全葉に対する比率が比較的低いことも1因をなすと考えられる。病葉の全葉に対する比率は樹齢により大きく左右されるので、被害もまた樹齢によってその程度が異なってくるであろう。事実、福島営林署管内のある15年生壮齡林の本病激害林では健全木との間に1~2mもの樹高差を生じている例も観察されている。伊藤・浜²⁾はカラマツ苗木の摘葉時期の生育に及ぼす影響について、6~7月がもっとも阻害はなほだしく、その後の処理では被害は漸減するが、8~9月の処理もかなりの阻害をもたらすことを明らかにした。菊谷⁴⁾⁵⁾は、7年生カラマツ造林木の摘葉の成長に及ぼす影響を詳細に調査した。この影響は処理の時期によって異なることは上述の伊藤・浜の見解に一致するが、その影響からの回復にも処理の時期と処理を受ける葉の部位が強く関係するとした。すなわち、7月摘葉の場合は被害は年内あるいは翌年に明らかにあらわれるが、その回復も速やかである。しかし、9月処理の場合は、被害のあらわれ方がおけるととも

第2表 カラマツ当年生枝の成長量（26林班）

Table 2. Growth of the current year's shoots of larch trees (Compartment 26)

試料 Sample	最大伸長 Max. length (cm)	最小伸長 Min. length (cm)	平均伸長 Average length (cm)	平均乾重 Average dry weight (g)	短枝葉 Needles on dwarf shoot	
					枚数 Number	長さ Length mm
R-1014	16.5	3.0	6.7	0.11	38	
R-1015	28.5	5.0	13.6	0.38	47	
R-1016	21.0	3.0	8.7	0.19	62	
R-1040	23.0	5.8	12.3	0.31	46	
R-1041	25.5	5.0	11.0	0.34	45	
Average	22.9	4.3	10.1	0.27	48	25—30
S-1001	8.0	1.1	3.1	0.03	42	
S-1002	11.0	1.7	5.6	0.07	37	
S-1003	11.6	2.0	5.6	0.05	43	
S-14*	9.1	1.8	4.3	0.09	53	
S-17*	13.2	2.0	6.1	0.14	37	
Average	10.5	1.7	4.9	0.08	42	8—15

R-1014, …… , R-1016 : T・33・R-1014, …… , T・33・R-1016

The construction of T・33・R-1014, …… and T・33・R-1016, respectively.

R-1040, R-1041 : T・35・R-1040, T・35・R-1041

The construction of T・35・R-1040 and T・35・R-1041

S-1001, …… , S-1003 : T・33・S-1001, …… , T・33・S-1003

The construction of T・33・S-1001, …… and T・33・S-1003, respectively.

R : 抵抗性候補として選抜された個体

The candidate tree selected for the resistance to the disease.

S : 感受性候補として選抜された個体

The candidate tree selected for the susceptibility to the disease.

* sampled for a control, heavily damaged.

に回復にもより多くの時間を要する。また、長枝上の葉を多くふくむ樹冠上部の処理は7月処理と類似した急性的被害をおこすが、短枝上の葉を多くふくむ樹冠下部での処理はむしろ慢性的被害をおこしやすいようである。本病の罹病はどちらかといえば、この例の後者の場合に相当すると考えやすいので、この見解に従えば、被害はむしろ翌年に持ち越されるとした方が妥当なようである。

高原⁶⁾はスギおよびヒノキにつき葉の同化量と呼吸量との関係を調べ、陽樹冠は生理的に高い活性を有するが、陰樹冠は活性がきわめて低いことを確かめている。事実高井⁷⁾の報告によれば、ヒノキのヒポデルメラ葉枯病は高原のいう陰樹冠部に多く発生するがほとんど寄主の成長に影響していない。本病の林木での発生部位についてみれば、発病が軽微の場合は樹冠の下部にしか発生しない。この場合はおそらく高原のいう陰樹冠に相当する部位と考えられる。しかし、発病の激しい場合には樹冠の上層部にまで発生するので、当然生理的に活発な、いわゆる陽樹冠の発病がおこりうる。したがって、これにともなう生理的変調は当然ありうることで、上記の例ともあわせ考えても本病による落葉の生育に及ぼす影響は無視できず、本試験の結果に対してはむしろ例外的な取扱いをすべきではないと考えられる。

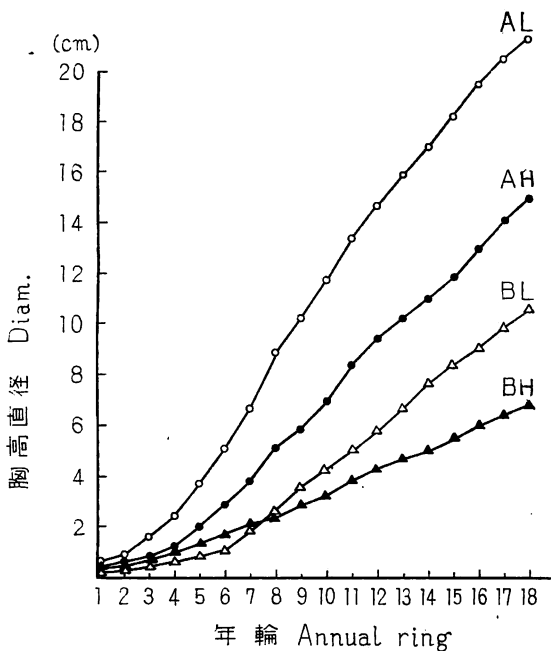
山梨県下富士山におけるカラマツ林は本病の激害を受けているので、連年の罹病による累積した被害が生じている。調査木として抽出された抵抗性候補木は毎年軽微な被害しか受けておらないのに反して、感受性木は毎年激しい被害を受けているので、成長は悪く、発病以前でも葉色は黄色味を帯びている。こ

れら供試木の新梢の成長量、短枝上の葉の短枝当たりの着生数および葉長は第2表に示すとおりである。

第2表から明らかなように、新梢の伸長量は、抵抗性候補木は感受性のそれに比し2倍、乾重は約3.5倍に達する。また短枝当たりの着生葉数は両者間に大差はないが、葉長は前者において2倍となっている。この傾向は長野県下で選抜された抵抗性候補木についても全く同様である²⁾。

胸高断面における樹幹の肥大成長は、別の供試木につき測定された。その結果は第3図のとおり、いずれの組合せにおいても微害木がはるかに良好な成長を示している。

以上の供試木はともに同一激害林分に成立しているから、生じた成長量の差は、主として罹病の軽重に由来するものと考えられる。(木曾分場 浜 武人、造林部 古川 忠、保護部 高井省三)



第3図 微害木および激害木の胸高直径成長の比較

Fig. 3. Comparison of the growth in the breast high diameter between the lightly and heavily affected trees.

- A : 生育良好, well grown
- B : 生育やや不良, poorly grown
- L : 微害, lightly affected
- H : 激害, heavily affected.

2. 発病の寄主カラマツの生理に及ぼす影響

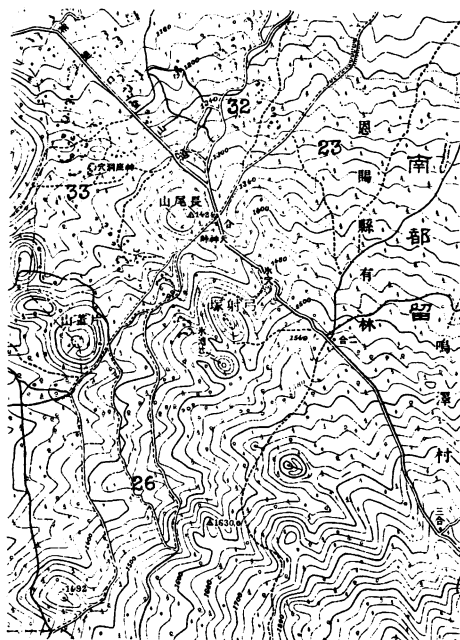
1. 実験材料および方法

(1) 葉におけるクロロフィル含量

生重 1 gr の短枝上の葉にアセトンを加えホモジナイザーで破碎しアセトン溶液とし、さらにエーテルを加え振とう後水で洗ってアセトンを除きクロロフィルのエーテル溶液として光電分光光度計により AOAC⁷⁾の方法で定量した。供試した試料は、林業試験場山形分場構内における本病罹病木およびボルドー液散布によって感染を防いでえた健全木の樹冠の上から 1/4 の高さで南面に張り出した枝から採取した。採取の時期は発病期の 9 月および、感染・発病以前の 6 月とした。また、山梨県有林富士事業第 26 区林班内抵抗性および感受性候補選抜木のおおの 2 個体ずつとり、6 月発病前、前記山形分場におけるものと同様の要領で試料を採取した。

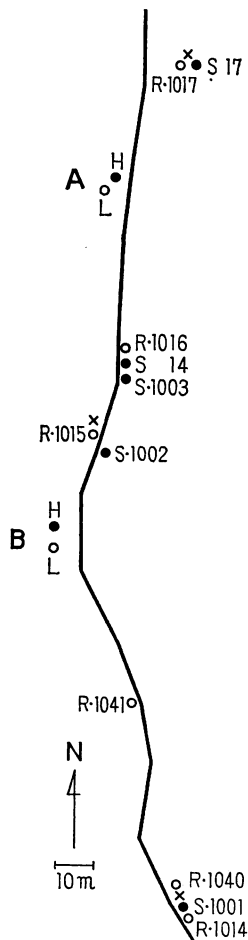
(2) 葉における糖含量

(1) におけると同様の要領で採取した生重 5 g の短枝上の葉を 80% アルコールとともにホモジナイザーで破碎し、三輪⁸⁾の方法により還元糖を定量し、残った抽出試料を塩酸加水分解して還元糖換算



第 4 図 26, 23 林班付近の地形図

Fig. 4. The topography around Compartment 26 and 23 on the northern part of Mt. Fuji.



○...抵抗性候補選抜木、もしくは微害林
The candidate for the resistance or the lightly affected tree.

●...感受性候補選抜木
The candidate for the susceptibility or the heavily affected tree.

×...土壌採取, Soil sampling.

A, B...伐倒, Cutting down.

第 5 図 試料採取場所 (26 林班)

Fig. 5. The location of sampling.
(Compartment 26)

全糖量を求め、加水分解前の還元糖量を減じた値をもって非還元糖量とした。供試試料の採取は9月、林業試験場山形分場における健病樹より行ない、前項において供試したものの一部と全く同一である。

(3) 葉内遊離アミノ酸6種の含量

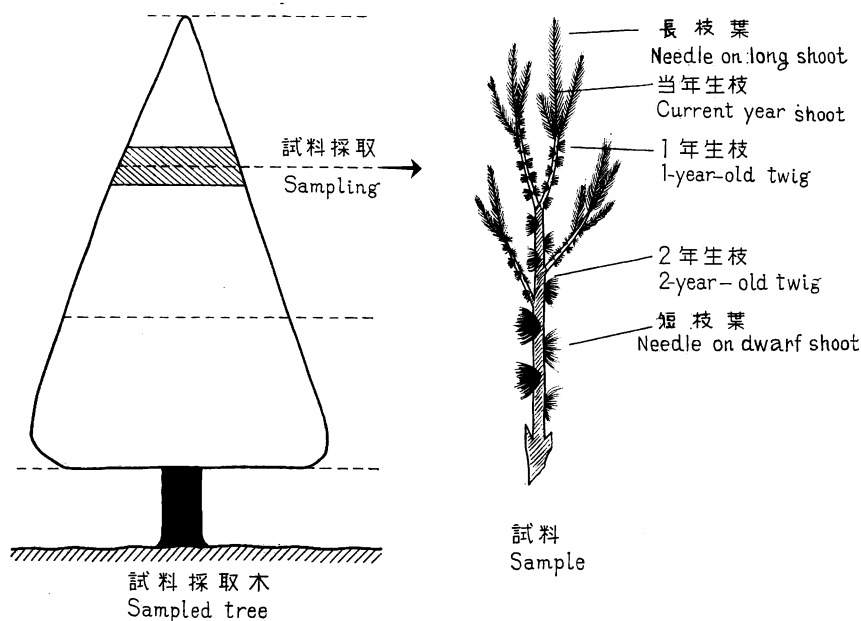
糖の定量と同じ方法でえた抽出液を PLAISTED¹⁰⁾ の方法で精製 1 ml まで濃縮し、その1定量を2次元ペーパークロマト法で展開発色し、アスパラギン酸、アスパラギン、 α -アラニン、バリン、プロリンおよびロイシン・イソロイシンのスポットの面積、呈色濃度を視察により比較した。展開剤はフェノール・0.1 %アンモニア (4:1) およびブタノール・酢酸・水 (4:1:1)、発色剤はニンヒドリンである。試料は山梨県下で採取してクロロフィル分析に用いたものと同じもので6月採取のものである。

(4) 山梨県有林富士事業区第 26 林班内において選抜された抵抗性および感受性候補木につき体内無機養分分布をしらべるため春秋2回試料を採取して分析に供した。また抵抗性を異にする個体間の養分含量の差とその個体の成立する土壌成分の差との関係を明らかにするため土壌分析を行なった。さらに、葉分析によって明らかにされた個体の特性が接木増殖木にもうけ継がれているか否かを確かめるためにそれらにつき葉分析を行なった。

供試木の成立している林分および林内における供試木の位置は第 4 図および第 5 図に示すとおりである。

(a) 抵抗性および感受性候補木の枝葉分析

山梨県有林富士事業区第 26 林班林齢 18~19 年生カラマツ林において、すでに実験開始3年前から選抜してきた抵抗性候補木 5 本 (R-1014, R-1015, R-1016, R-1040, R-1041)、罹病性個体 5 本 (S-1001, S-1002, S-1003, S-14, S-17) を主として使い (第 5 図参照)、1960 年春 (6 月 28 日)、同年秋 (10 月



第 6 図 樹冠よりの分析試料の採取

Fig. 6. Sampling of analytical materials taken at the 2/3 height of the crown.

11 日), 1961 年春 (6 月 6 日), 同年秋 (9 月 12 日) の 4 回にわたり 試料を採取し, 1 年生枝, 短枝上の葉, 当年生枝, 長枝上の葉について (第 6 図参照) 蓄積する無機養分元素 (N, P, K, Ca, Si) の量を定量した。

同じく 23 林班 (第 4 図参照), 林齢 18 年生カラマツ林において抵抗性候補木 8 本 (R-1018, R-1019, R-1020, R-1021, R-1022, R-1023, R-1024, R-1025), 罹病性個体 2 本 (S-1005, S-6.27) について, 1960 年春, 秋 2 回試料を取り, 1 年生枝, 短枝上の葉, 当年生枝, 長枝上の葉に含まれる無機養分元素の量を定量した。

(b) 葉に蓄積する無機養分元素の月変化

健全樹と発病樹から, 毎月 1 回葉を採取し, 葉に含まれる無機養分元素を定量して月変化を調べた。分析に供した試料は, 林業試験場山形分場において, 1960 年 6 月 22 日, 7 月 22 日, 8 月 20 日, 9 月 20 日, 10 月 20 日の 5 回にわたって採取, 風乾して送付されたものである。

(c) 幹, 葉および根に蓄積する養分元素の分布

前項供試抵抗性および感受性候補木の生立する山梨県下のカラマツ林 26 林班内で前記選抜個体以外に比較的成長のよい立木の中から激害木と微害木を各 1 本 (AH, AL), 成長の悪い立木の中から激害木と微害木 (BH, BL) 各 1 本, 計 4 本を選び, 伐倒して葉, 幹, 根の各部分から第 7 図に示した要領で試料を採取した。

葉は幹の各円板高ごとに最も近い力枝の先端に近い 2~1 年生枝に着生する短枝上の葉, ならびに最先端の当年生枝に着生する長枝上の葉を採取し, それらに蓄積する無機養分元素の量を定量した。

幹は樹幹解析の場合と同じ要領で円板を取り, 各円板は樹皮と木部に分け, 木部はさらに外側から 5 年輪おきに分割し, それぞれの部分に蓄積する無機養分元素の量を定量した。

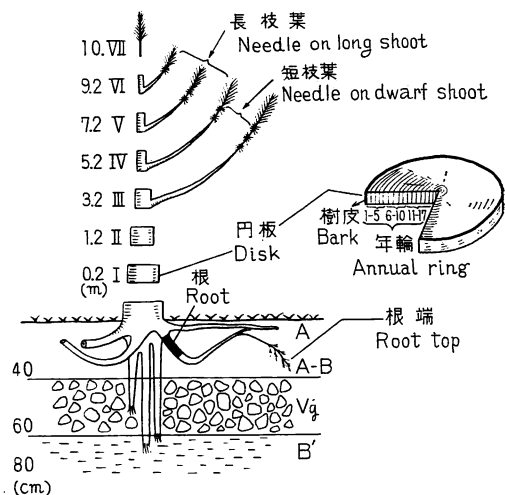
根は幹に近い部分と根の先端部分を取った。幹に近い部分は径が比較的大きいので, 皮部, 辺材部, 心材部に分けて分析に供した。先端部はそのまま土砂を洗い, 乾燥粉末にして分析に供した。

(d) 供試林内土壌の化学組成

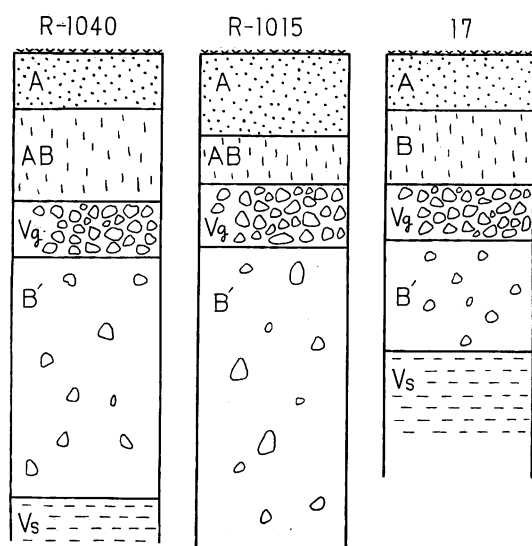
供試木の体内成分と土壌の化学成分との関連性を知るため, 1961 年春 26 林班において 3 か所に穴を掘り, 土壌の断面を調べるとともに土壌を採取し (既出第 5 図および第 8 図参照), カラマツの葉分析と併行して土壌の化学分析を行なった。

(e) 接木増殖個体の葉分析

26 林班においてすでに選抜した抵抗性候補木, 罹病性個体から接穂を取り, 1958 年接木を実施し, 林



第 7 図 伐倒木からの分析試料採取部位
Fig. 7. Sampling of analytical materials from the cut down tree.



第 8 図 土壌層の断面 (26 林班)

Fig. 8. Illustration of the soil profile.
(At Compartment 26)

業試験場浅川苗畑に植栽してある個体の中から、R-1040、R-1015、S-1001 の 3 個体について、1962 年 10 月 3 日試料を取り、当年生枝、長枝上の葉に蓄積する無機養分元素の量を定量し、親木の葉分析値と比較した。

分析方法

植物体はすべて乾燥粉末にしたものを、湿式法により灰化し、生じた不溶解物を汙別してルツボで焼き、 SiO_2 として求めた。汙液から K, Ca を焰光分析法により、P をモリブデン青による比色法によりそれぞれ定量した。N はキルダール法によって求めた。

土壌は風乾細土を 1:1 塩酸で 30 分間熱し、可溶成分について硅酸分離後、

K, Ca は焰光分析法、P はモリブデン青による比色法、N はキルダール法によりそれぞれ定量した。

2. 実験結果および考察

(1) 葉におけるクロロフィル含量

健・病樹および抵抗性を異にする林木の葉におけるクロロフィル含量の定量結果は第 3, 4 表に示した

第 3 表 健病葉におけるクロロフィル含量 (釜淵)

Table 3. Chlorophyll contents in needles of the healthy and diseased trees.

区 分 Plot	時 期 Time	生葉 1g あたりのクロロフィル含量 Mg of chlorophyll/1g of fresh leaves		
		クロロフィル a Ch. a	クロロフィル b Ch. b	全クロロフィル Total Ch.
健全樹葉* ¹ Healthy needles	June	0.741	0.322	1.062
罹病樹葉* ² Diseased needles		0.382	0.242	0.780
健全葉* ³ Healthy needles	September	0.963	0.269	1.332
罹病葉* ⁴ Diseased needles		0.457	0.206	0.645

*¹ 前年までの感染を人工的に阻止したもの。

Artificially protected from the infection up to the previous year.

*² 感染にまかせたもの。

Suffered from the successive infection.

*³ 感染を人工的に阻止したもの。

Artificially protected from the successive infection.

*⁴ 感染にまかせたもので現に発病している。

Suffered from the successive infection and shown the severe symptom.

第4表 抵抗性および感受性候補木の葉におけるクロロフィル含量（富士、6月）

Table 4. Chlorophyll contents in needles of the candidate tree for the resistance and susceptibility (In June).

区 分 Plot	生葉 1 g あたりのクロロフィル含量 Mg of chlorophyll/1 g of fresh wt.		
	クロロフィル a Ch. a	クロロフィル b Ch. b	全クロロフィル Total Ch.
T・33・R-1014*	0.444	0.306	0.750
T・33・R-1016*	0.593	0.470	1.063
T・33・S-1001**	0.321	0.234	0.555
T・33・S-1003**	0.356	0.262	0.618

* 抵抗性候補木 A candidate for the resistance.

** 罹病性候補木 A candidate for the susceptibility.

とおりである。

この結果から明らかなように、健全樹は罹病樹に比しはるかに多量のクロロフィルを含有する。この傾向は、発病してからは、褐変え死斑の生成により当然おこると考えられるが、発病前であっても変わりなく、特にクロロフィル a において著しい。発病前において前年の罹病樹が、すでに健全樹に比し少ないクロロフィルしかもたないということは、前年の罹病による影響としか考えられない。クロロフィルは光合成のにない手であるから、罹病による褐変え死斑の生成によるクロロフィルの減少、さらに翌年生育期の当初からのクロロフィルの不足は、寄主カラマツにとっては明らかな被害である。実際、分析に頼るまでもなく、林内において発病前すでに、激害木は葉色に緑色が淡く黄色を帯びているので肉眼的にも差異が認められる。このような差異は、主として前年の罹病にもとづくものと考えられるが、ボルドー液処理による影響も無視できないであろう。しかし、ボルドー液処理を受けていない、林内での抵抗性候補木においても明らかな差異があるので、山形分場における結果がボルドー液処理の影響を含むとしても、なお罹病の影響は十分認められてよい。

また、発病時におけるクロロフィル含量の定量により、病斑生成の軽重を推定することができないであろうか。特に適当な罹病度の標示法のない針葉樹の斑点性病害の罹病度の比較のために一応考慮していい方法ではないかと考えられる。

（2）葉における糖含量

前年度までの本病による罹病の有無ないしは軽重が、葉におけるクロロフィル含量のいちじるしい差となって現われることはすでに示したとおりである。この差は当然光合成能力にも決定的な影響をもたらすのであるから、結果的には炭水化物含量にも影響するはずである。そこで、きわめて概括的ではあるが健病樹の葉の糖含量のちがいを予備的に調べてみた。

その結果は第5表に示すとおりである。この結果は、全糖量には健病樹間に大差がないが、還元糖量にいちじるしい差が認められ、罹病により代謝の様式ないしは活性にいちじるしい変化が生じているらしいことを暗示している。本実験では、これらの糖に関する質的検討がなされていないので、結果に対して立ち入った考察はくだしえないが、糖含量の変化というきわめて限られた1断面をもつても罹病による寄主代謝への明らかな影響が認められる。しかし、このことはクロロフィル含量の明らかな差と表裏の関係にあるのでむしろ当然といわねばならない。

第5表 健病葉における糖含量 (釜淵, 9月)

Table 5. Sugar contents in needles of the healthy and diseased trees (In September).

区 分 Plot	生葉 1 g あたりの糖含量 Sugar content of leaves (mg/gr. fresh wt.)		
	還元糖 Reducing sugar	非還元糖 Non-reducing sugar	全糖 Total sugar
健全葉 Healthy needles	4.08	3.28	7.36
罹病葉 Diseased needles	2.64	3.68	6.32

第6表 抵抗性および感受性候補木の葉における6種アミノ酸 (富士, 6月)

Table 6. Comparative contents of 6 free amino acids in needles of the candidate tree for the resistance and susceptibility (In June).

区 分 Plot	アスパラギン酸 Aspartic acid	アスパラギン Asparagine	α -アラニン α -Alanine	バリン Valine	プロリン Proline	ロイシン・イソロイシン Leucine, iso-leucine
T-33- R-1014	+	+	+++	+	+	+
T-33- R-1016	+	+	+++	+	+++	+
T-33- S-1001	+	—	+	+++	+++	—
T-33- S-1005	+	±	+	+	+++	—

(3) 葉における6種遊離アミノ酸含量

遊離アミノ酸含量の検討は、満足すべきスポットの分離がえられなかったので、同定および同一スポット間の比較の可能な6糖アミノ酸についてのみ実施した。その結果は第6表に示すとおりである。このうち、抵抗性と感受性との間で明らかな量的差異の認められるものはアスパラギン、 α -アラニン、プロリンおよびロイシン・イソロイシンである。すなわち抵抗性候補木に多く認められたものはアスパラギン、 α -アラニンおよびロイシン・イソロイシンで、感受性候補木に多く認められたものはプロリンである。これらの結果は、他のアミノ酸についての十分な資料がないので分析結果を掲げるにとどめておく。

(4) 抵抗性および感受性候補木の枝葉分析

抵抗性および感受性候補木に関する枝葉分析の結果は第7, 8表に示すとおりである。これらのうち、葉に関する分析結果についての総合的な結論は第9表にまとめて示した。

葉における抵抗性および感受性候補木の分析結果中特に注目すべき点はN含量の春期より秋期にわたる消長である。すなわち、毎年激害をこうむっている感受性候補木においては、秋期Nの異常集積が起きていること、生育開始期において活性のもっともさかんである長枝上の葉にN分布が比較的少ないことおよび成長のために消費され、また休眠準備として貯蔵部への養分の移動が考えられるべき生育終期の長枝上の葉におけるNの増加がみられることなどである。これに加えて、K含量が、秋期において減少していることは代謝の異常を示すものではないかと考えられる。たとえば、N/Kについてみると、感受性候補木での秋期におけるN増加とK減少の結果は当然 N/K の急増を招来する。抵抗性候補木における分析結果が一応正常代謝を示すものと仮定すれば、この N/K の急激な増加は、代謝の変調を暗示するものと考えざるをえない。かような葉におけるNの異常集積は、樹体各部へのNの円滑な移動が妨げられておこった

第7表 カラマツの葉、枝に蓄積する養分元素 (26 林班)

Table 7. Accumulation of nutritional elements in needles and twigs of larch trees. (Compartment 26).

乾物重に対する窒素の百分率

N % of dry weight

試料 Sample	Years	1960				1961			
	部 位 Part	1 年生枝 1 year old twigs	短 枝 葉 Needles on dwarf shoot	当年生枝 Long shoots	長 枝 葉 Needles on long shoot	1 年生枝 1 year old twigs	短 枝 葉 Needles on dwarf shoot	当年生枝 Long shoots	長 枝 葉 Needles on long shoot
	季 節 Time								
R-1014	Spr.	0.63	1.82	1.41	1.47	0.24	1.70	—	—
	Autu.	0.76	0.78	1.05	1.27	0.54	1.13	0.78	1.73
R-1015	Spr.	0.36	1.85	1.34	1.36	0.67	2.06	—	—
	Autu.	0.73	0.37	1.03	1.75	0.34	1.83	0.88	1.55
R-1016	Spr.	0.56	1.62	1.53	1.57	0.57	1.97	—	—
	Autu.	0.72	1.29	0.99	1.57	0.46	1.77	0.80	1.82
R-1040	Spr.	0.66	2.04	1.50	1.76	0.56	1.87	—	—
	Autu.	0.69	1.16	0.90	1.40	0.54	1.56	0.73	1.77
R-1041	Spr.	0.64	1.60	2.00	1.67	0.65	1.15	—	—
	Autu.	0.74	1.09	0.92	1.47	0.62	0.68	0.71	1.98
平 均 Average	Spr.	0.57	1.79	1.56	1.57	0.54	1.75	—	—
	Autu.	0.73	1.23	0.98	1.49	0.50	1.40	0.78	1.77
S-1001	Spr.	0.46	1.20	—	0.98	0.52	1.41	—	—
	Autu.	0.45	1.25	0.88	1.32	0.55	1.64	0.73	1.23
S-1002	Spr.	0.43	1.20	1.06	1.06	0.46	0.97	—	—
	Autu.	0.62	1.05	1.01	1.26	0.59	1.47	0.78	1.57
S-1003	Spr.	0.50	1.22	—	0.99	—	—	—	—
	Autu.	0.57	1.32	1.02	1.47	0.59	1.46	0.74	1.51
S-14	Spr.	0.42	1.44	1.09	1.12	—	—	—	—
	Autu.	0.66	0.84	1.04	1.50	0.56	1.54	0.78	1.69
S-17	Spr.	0.49	1.26	0.86	1.12	0.67	1.33	—	—
	Autu.	0.67	0.95	1.05	1.44	0.60	1.41	0.59	1.32
平 均 Average	Spr.	0.46	0.25	1.01	1.06	0.55	1.23	—	—
	Autu.	0.59	1.08	1.00	1.40	0.58	1.30	0.72	1.46

乾物重に対するリン酸の百分率

P % of dry weight

R-1014	Spr.	0.08	0.15	0.18	0.16	0.12	0.24	—	—
	Autu.	0.16	0.15	0.19	0.12	0.10	0.15	0.16	0.16
R-1015	Spr.	0.08	0.17	0.23	0.19	0.12	0.25	—	—
	Autu.	0.12	0.14	0.15	0.17	0.09	0.18	0.14	0.21
R-1016	Spr.	0.08	0.19	0.21	0.23	0.13	0.27	—	—
	Autu.	0.13	0.19	0.15	0.17	0.11	0.19	0.15	0.26
R-1040	Spr.	0.09	0.23	0.25	0.26	0.13	0.27	—	—
	Autu.	0.13	0.20	0.14	0.26	0.10	0.20	0.12	0.30
R-1041	Spr.	0.09	0.20	0.27	0.25	0.12	0.29	—	—
	Autu.	0.12	0.14	0.14	0.16	0.10	0.16	0.13	0.19
平 均 Average	Spr.	0.08	0.19	0.23	0.22	0.12	0.26	—	—
	Autu.	0.13	0.16	0.15	0.17	0.10	0.18	0.14	0.22
S-1001	Spr.	0.07	0.14	0.18	0.14	0.11	0.22	—	—
	Autu.	0.13	0.14	0.19	0.15	0.11	0.18	0.13	0.15

試 料 Sample	Year	1960				1961			
	部 位 Part	1 年生枝 1 year old twigs	短 枝 葉 Needles on dwa- rf shoot	当年生枝 Long shoots	長 枝 葉 Needles on long shoot	1 年生枝 1 year old twigs	短 枝 葉 Needles on dwa- rf shoot	当年生枝 Long shoots	長 枝 葉 Needles on long shoot
	季 節 Time								
S-1002	春 Spr. 秋 Autu.	0.07 0.13	0.15 0.13	0.22 0.16	0.17 0.13	0.11 0.10	0.28 0.16	— 0.16	— 0.16
S-1003	Spr. Autu.	0.08 0.14	0.13 0.15	0.20 0.16	0.14 0.16	— 0.10	— 0.16	— 0.12	— 0.16
S 14	Spr. Autu.	0.08 0.11	0.17 0.16	0.19 0.16	0.16 0.18	— 0.11	— 0.19	— 0.15	— 0.20
S 17	Spr. Autu.	0.08 0.11	0.14 0.15	0.18 0.15	0.16 0.17	0.13 0.11	0.28 0.15	— 0.17	— 0.18
平 均 Average	Spr. Autu.	0.08 0.12	0.15 0.15	0.19 0.16	0.16 0.16	0.12 0.11	0.26 0.17	— 0.15	— 0.17

乾物重に対する加里の百分率

K % of dry weight

R-1014	Spr. Autu.	0.26 0.29	0.28 0.27	0.45 0.42	0.46 0.33	0.51 0.30	0.58 0.33	— 0.14	— 0.39
R-1015	Spr. Autu.	0.49 0.34	0.58 0.63	1.21 0.61	0.97 0.89	0.81 0.39	0.99 0.70	— 0.61	— 1.10
R-1016	Spr. Autu.	0.45 0.34	0.43 0.47	0.80 0.51	0.79 0.46	0.66 0.35	0.76 0.47	— 0.55	— 0.56
R-1040	Spr. Autu.	0.26 0.31	0.23 0.22	0.54 0.37	0.48 0.26	0.40 0.27	0.48 0.28	— 0.33	— 0.27
R-1041	Spr. Autu.	0.39 0.34	0.43 0.50	0.89 0.49	0.78 0.46	0.56 0.34	0.73 0.44	— 0.50	— 0.47
平 均 Average	Spr. Autu.	0.37 0.32	0.39 0.42	0.78 0.48	0.69 0.52	0.59 0.33	0.71 0.44	— 0.48	— 0.56
S-1001	Spr. Autu.	0.30 0.27	0.24 0.15	0.37 0.41	0.46 0.21	0.51 0.32	0.50 0.22	— 0.45	— 0.27
S-1002	Spr. Autu.	0.36 0.30	0.28 0.12	0.67 0.53	0.65 0.27	0.50 0.32	0.66 0.36	— 0.49	— 0.36
S-1003	Spr. Autu.	0.37 0.31	0.23 0.21	0.42 0.45	0.52 0.33	— 0.36	— 0.35	— 0.49	— 0.38
S 14	Spr. Autu.	0.41 0.43	0.27 0.27	0.56 0.57	0.60 0.32	— 0.39	— 0.37	— 0.53	— 0.37
S 17	Spr. Autu.	0.47 0.43	0.46 0.32	0.68 0.65	0.77 0.36	0.72 0.37	0.88 0.57	— 0.53	— 0.57
平 均 Average	Spr. Autu.	0.38 0.35	0.29 0.21	0.54 0.52	0.60 0.30	0.58 0.35	0.68 0.37	— 0.50	— 0.39

乾物重に対する石灰の百分率

Ca % of dry weight

R-1014	Spr. Autu.	0.44 0.31	0.43 0.60	0.35 0.24	0.32 0.46	0.28 0.36	0.11 0.47	— 0.30	— 0.43
R-1015	Spr. Autu.	0.31 0.20	0.33 0.50	0.36 0.20	0.32 0.33	0.20 0.19	trace 0.30	— 0.25	— 0.20
R-1016	Spr. Autu.	0.31 0.25	0.30 0.41	0.30 0.21	0.30 0.33	0.21 0.29	trace 0.39	— 0.20	— 0.28
R-1040	Spr. Autu.	0.42 0.40	0.68 0.97	0.43 0.30	0.50 0.57	0.24 0.39	0.19 0.80	— 0.31	— 0.54

試料 Sample	Year	1960				1961			
	部 位 Part	1 年生枝 1 year old twigs	短 枝 葉 Needles on dwa- rf shoot	当年生枝 Long shoots	長 枝 葉 Needles on long shoot	1 年生枝 1 year old twigs	短 枝 葉 Needles on dwa- rf shoot	当年生枝 Long shoots	長 枝 葉 Needles on long shoot
	季 節 Time								
R-1041	春 Spr. 秋 Autu.	0.32 0.20	0.34 0.53	0.29 0.22	0.32 0.38	0.23 0.24	0.04 0.43	— 0.26	— 0.31
平 均 Average	Spr. Autu.	0.36 0.27	0.41 0.60	0.34 0.23	0.35 0.41	0.23 0.29	0.07 0.47	— 0.26	— 0.35
S-1001	Spr. Autu.	0.58 0.48	0.55 0.67	0.36 0.44	0.33 0.51	0.45 0.63	0.30 0.73	— 0.47	— 0.53
S-1002	Spr. Autu.	0.44 0.46	0.43 0.64	0.32 0.31	0.40 0.42	0.32 0.39	0.18 0.65	— 0.30	— 0.43
S-1003	Spr. Autu.	0.49 0.40	0.42 0.56	0.35 0.30	0.34 0.52	— 0.43	— 0.54	— 0.31	— 0.38
S 14	Spr. Autu.	0.50 0.35	0.46 0.70	0.41 0.29	0.40 0.62	— 0.38	— 0.61	— 0.41	— 0.51
S 17	Spr. Autu.	0.40 0.38	0.34 0.57	0.39 0.28	0.37 0.48	0.32 0.40	0.15 0.47	— 0.40	— 0.34
平 均 Average	Spr. Autu.	0.48 0.41	0.44 0.63	0.36 0.32	0.37 0.51	0.36 0.44	0.21 0.58	— 0.38	— 0.44

乾物重に対する硅酸の百分率

Si % of dry weight

R-1014	Spr. Autu.	— —	— 1.16	— —	— 0.74	0.07 0.06	0.28 0.95	— 0.05	— 0.65
R-1015	Spr. Autu.	— —	— 1.34	— —	— 0.84	0.07 0.04	0.21 0.98	— 0.05	— 0.64
R-1016	Spr. Autu.	— —	— 1.37	— —	— 0.79	0.08 0.06	0.30 1.17	— 0.05	— 0.67
R-1040	Spr. Autu.	— —	— 1.47	— —	— 0.95	0.11 0.12	0.35 1.42	— 0.03	— 0.92
R-1041	Spr. Autu.	— —	— 1.35	— —	— 0.78	0.07 0.08	0.25 1.10	— 0.02	— 0.79
平 均 Average	Spr. Autu.	— —	— 1.34	— —	— 0.82	0.08 0.07	0.28 1.12	— 0.04	— 0.73
S-1001	Spr. Autu.	— —	— 1.57	— —	— 1.22	0.10 0.11	0.55 1.46	— 0.03	— 0.86
S-1002	Spr. Autu.	— —	— 1.59	— —	— 0.85	0.08 0.06	0.36 1.40	— 0.02	— 0.84
S-1003	Spr. Autu.	— —	— 1.74	— —	— 1.21	— 0.07	— 1.36	— 0.02	— 0.87
S 14	Spr. Autu.	— —	— 1.76	— —	— 1.10	— 0.08	— 1.48	— 0.02	— 1.08
S 17	Spr. Autu.	— —	— 1.82	— —	— 1.08	0.10 0.11	0.29 1.32	— —	— 0.99
平 均 Average	Spr. Autu.	— —	— 1.70	— —	— 1.09	0.09 0.09	0.40 1.41	— 0.02	— 0.93

乾物重に対する灰分の百分率

Ash % of dry weight

試料 Sample	Year	1960				1961			
	部 位 Part	1 年生枝 1 year old twigs	短 枝 葉 Needles on dwa- rf shoot	当年生枝 Long shoots	長 枝 葉 Needles on long shoot	1 年生枝 1 year old twigs	短 枝 葉 Needles on dwa- rf shoot	当年生枝 Long shoots	長 枝 葉 Needles on long shoot
	季 節 Time								
R-1014	春 Spr. 秋 Autu.	2.11 2.55	3.03 5.03	2.61 2.10	2.70 3.97	2.37 2.13	2.85 4.53	— 2.16	— 4.25
R-1015	Spr. Autu.	2.26 2.11	3.16 5.48	3.82 2.15	3.66 4.62	2.65 1.82	3.40 4.76	— 2.52	— 5.00
R-1016	Spr. Autu.	2.44 2.09	3.34 5.56	2.98 1.98	3.46 4.15	2.56 2.07	3.15 5.11	— 2.24	— 4.51
R-1040	Spr. Autu.	2.51 2.37	3.96 6.75	3.00 2.25	3.43 5.41	2.38 2.39	3.17 6.60	— 2.23	— 5.45
R-1041	Spr. Autu.	2.26 1.88	3.19 5.78	3.49 2.09	3.38 4.61	2.24 1.97	3.09 4.83	— 2.26	— 4.57
平 均 Average	Spr. Autu.	2.32 2.20	3.33 5.72	3.18 2.12	3.32 4.55	2.44 2.08	3.13 5.16	— 2.28	— 4.76
S-1001	Spr. Autu.	2.98 2.82	3.36 5.84	— 2.09	3.44 4.74	2.74 —	3.80 6.43	— —	— 4.86
S-1002	Spr. Autu.	2.40 2.58	3.60 6.08	3.07 2.27	3.59 4.27	2.22 2.18	3.42 6.22	— 2.22	— 4.65
S-1003	Spr. Autu.	2.72 2.70	3.45 6.45	— 2.22	3.18 5.20	— 2.32	— 5.97	— 2.10	— 4.86
S 14	Spr. Autu.	2.77 2.58	3.80 6.72	— 2.47	3.40 5.62	— 2.21	— 6.14	— 2.38	— 5.41
S 17	Spr. Autu.	2.57 2.57	3.43 6.37	— 2.56	3.05 5.20	2.92 —	3.85 5.84	— —	— —
平 均 Average	Spr. Autu.	2.69 2.65	3.53 6.29	3.07 2.42	3.33 5.00	2.63 2.24	3.69 6.12	— 2.23	— 4.95

とも考えられるので、結果的には樹体各部のN貯蔵量は減少し、翌春の發育基質としてのN化合物の不足を招き、最終的には成長の低下をもたらすことが想像される。

全般に葉における無機養分含有率は、健全樹の方が罹病樹よりも N, P および K に富んでいる。このことは罹病による被害として受けいれやすい結果である。

感受性木において灰分含有率の多いことは、主として含水率の低下により生じたものと考えられるので、これら供試木の罹病による水分代謝の変調も起きているのではないかと想像される。

総体的にみて1年生枝においてはNおよびPは秋期において増加の傾向にあるが、当年生枝においては逆に減少している。この傾向は抵抗性、罹病性間において異なるところはない。

(5) 健病樹における葉内成分の季節的变化

林試山形分場構内において自然感染にまかせた罹病木と、ボルドー液散布により確保した健全木の葉における無機養分の季節的变化は第 10 表に示すとおりである。この結果から、すでに抵抗性および感受性候補木の葉分析において示したごとく、N含有率は秋期健全樹において減少しているのに反して、罹病樹では逆に増大していることは前項の実験結果とともに、注目すべき点である。しかし、N以外の成分の消長にはとくにいちじるしい差は見あたらない。

第8表 カラマツの葉、枝に蓄積する養分元素 (23 林班)
 Table 8. Accumulation of nutritional elements in needles and
 twigs of larch trees (Compartment 23).

季 節 Time 部 位 Part 試 料* Sample	春 Spring, 1960				秋 Autumn, 1960			
	1 年生枝 1 year old twigs	短 枝 葉 Needles on dwarf shoot	当年生枝 Long shoots	長 枝 葉 Needles on long shoot	1 年生枝 1 year old twigs	短 枝 葉 Needles on dwarf shoot	当年生枝 Long shoots	長 枝 葉 Needles on long shoot
N % of dry weight								
R-1018	0.50	1.81	1.29	1.79	0.81	1.32	0.97	1.79
R-1019	0.53	1.75	1.06	1.51	0.81	1.75	1.14	1.74
R-1020	0.55	1.68	1.11	1.62	0.81	1.20	1.04	1.72
R-1021	0.57	1.81	1.13	1.68	0.77	1.40	0.83	1.60
R-1022	0.50	1.82	1.18	1.76	0.93	1.58	1.04	1.82
R-1023	0.60	1.96	1.26	1.65	0.88	1.54	0.87	1.58
R-1024	0.52	1.83	1.04	1.60	0.78	1.46	1.13	1.33
R-1025	0.36	1.83	0.95	1.60	0.92	1.92	1.10	1.78
Average	0.52	1.81	1.13	1.65	0.84	1.52	1.02	1.67
S-1005	0.53	1.32	1.18	1.54	0.79	1.15	0.94	1.32
S 6.27	0.36	1.50	1.11	1.23	0.78	1.41	1.14	1.62
Average	0.45	1.41	1.14	1.39	0.79	1.28	1.04	1.47
P % of dry weight								
R-1018	0.09	0.18	0.19	0.20	0.11	0.21	0.13	0.25
R-1019	0.08	0.16	0.19	0.20	0.11	0.19	0.17	0.28
R-1020	0.09	0.18	0.19	0.19	0.13	0.17	0.15	0.18
R-1021	0.09	0.17	0.19	0.20	0.11	0.15	0.14	0.21
R-1022	0.09	0.19	0.21	0.23	0.11	0.18	0.15	0.31
R-1023	0.10	0.18	0.19	0.18	0.10	0.18	0.12	0.21
R-1024	0.09	0.20	0.19	0.20	0.11	0.16	0.15	0.23
R-1025	0.09	0.22	0.17	0.20	0.12	0.25	0.16	0.29
Average	0.09	0.19	0.19	0.20	0.11	0.19	0.15	0.24
S-1005	0.09	0.18	0.22	0.22	0.14	0.19	0.14	0.24
S 6.27**	0.08	0.20	0.19	0.21	0.12	0.20	0.15	0.23
Average	0.08	0.19	0.20	0.22	0.13	0.20	0.14	0.23
K % of dry weight								
R-1018	0.54	0.47	1.14	0.73	0.35	0.45	0.52	0.59
R-1019	0.54	0.55	1.06	0.81	0.37	0.50	0.49	0.56
R-1020	0.46	0.35	0.82	0.74	0.36	0.28	0.50	0.47
R-1021	0.53	0.50	1.06	0.92	0.36	0.54	0.50	0.72
R-1022	0.44	0.41	0.98	0.86	0.37	0.40	0.43	0.46
R-1023	0.39	0.32	0.84	0.70	0.30	0.31	0.39	0.33
R-1024	0.39	0.32	0.84	0.72	0.32	0.29	0.55	0.38
R-1025	0.46	0.40	1.00	0.88	0.39	0.49	0.60	0.45

季 Time 部 位 Part 試 料 Sample	春 Spring, 1960				秋 Autumn, 1960			
	1 年生枝 1 year old twigs	短 枝 葉 Needles on dwarf shoot	当年生枝 Long shoots	長 枝 葉 Needles on long shoot	1 年生枝 1 year old twigs	短 枝 葉 Needles on dwarf shoot	当年生枝 Long shoots	長 枝 葉 Needles on long shoot
Average	0.47	0.41	0.97	0.80	0.35	0.41	0.50	0.49
S-1005	0.46	0.32	0.80	0.64	0.37	0.31	0.59	0.42
S 6.27	0.46	0.31	0.89	0.72	0.40	0.35	0.62	0.41
Average	0.46	0.31	0.85	0.68	0.38	0.33	0.61	0.42

Ca % of dry weight

R-1018	0.20	0.42	0.19	0.45	0.23	0.55	0.19	0.42
R-1019	0.25	0.37	0.22	0.33	0.31	0.51	0.27	0.37
R-1020	0.24	0.41	0.20	0.23	0.25	0.64	0.21	0.38
R-1021	0.20	0.32	0.22	0.18	0.22	0.38	0.21	0.25
R-1022	0.30	0.43	0.25	0.20	0.36	0.73	0.35	0.53
R-1023	0.32	0.52	0.29	0.33	0.27	0.73	0.28	0.41
R-1024	0.45	0.59	0.34	0.35	0.56	0.96	0.32	0.43
R-1025	0.28	0.52	0.27	0.27	0.29	0.75	0.32	0.52
Average	0.28	0.44	0.25	0.29	0.31	0.66	0.27	0.41
S-1005	0.24	0.56	0.25	0.35	0.30	0.77	0.23	0.55
S 6.27	0.39	0.49	0.31	0.29	0.37	0.68	0.30	0.44
Average	0.31	0.52	0.28	0.32	0.34	0.73	0.26	0.49

* In the names of R-1018, ……., and S-1005 'T · 33' is constructed in front of these names, respectively.

** Sampled for a control, heavily damaged.

(6) 葉、幹および根に蓄積する養分元素の分布

樹体内における養分元素の分布を知ることは、樹体生理の状態を推察する有力な手がかりとなる。したがって、樹体各部位におけるこれらの分布状態を追跡した。その結果は、第 11 表および第 12 表に示すとおりである。

葉に蓄積する養分元素のうち、N、P の量は微害木、激害木ともに樹冠のふところより外縁の方に向かって多くなる。また樹冠の下層葉と上層葉とでは樹冠の上層にいくにしたがって、増加する。すなわち、旺盛な発育の行なわれている所に多く分布している。ところが、K は微害木では N、P と同じ変化を示すが、激害木では樹冠の上下による差がはっきりしない。Ca は微害木、激害木ともに樹冠の上下による変化が見られないが、樹冠の外縁にある長枝上の葉より、ふところに近い短枝上の葉の方に若干多い傾向が見られる。Si は樹冠の上下による一定の傾向は見られないが、長枝上の葉に比べて短枝上の葉に多く、そのなかでも上層の方が若干多くなる傾向が見られる。

幹に蓄積する養分元素の量は樹皮に多く、辺材から心材に向かって少なくなる。また下層より上層に向かって多くなる。これは樹皮、辺材において明らかであるが、心材ではほとんど上下の差が見られない。しかし、Ca は樹皮においても上、下層の間に差が見られないようである。これらの傾向には罹病の軽重による差はない。

第9表 微害木および激害木における無機物含量の比較

Table 9. Comparison with results of inorganic analysis of needles between the lightly and heavily affected trees.

要素 Element	無機物含量の差異 Difference in inorganic contents	備考 Note
N	1. 微害木* に多い。 2. 秋期：微害木で減少，激害木**で増加。微害木で短枝上の葉に多く，激害木で長枝上の葉に多い。 3. 春期：微害木で長枝上の葉に多い。激害木で短枝上の葉に多い。 4. 両者とも樹冠上層部に多い。	N代謝の変調 Nの異常蓄積 新梢成長の阻害
P	1. 微害木に多い。 2. 秋期：微害木で対生葉に多く。激害木で変化なし。 3. 両者とも樹冠上層部に多い。	新梢部成長の遅滞
K	1. 微害木に多い。 2. 秋期：微害木で増加，激害木で減少。 3. 両者とも長枝上の葉に多い。 4. 微害木で樹冠上層部に多い。	N/K 比の増高
Ca	両者間に差なし。 1) 秋期増加。 2) 樹冠に均一分布。 3) 短枝上の葉に多い。	
Si	両者間に差なし。 1) 短枝上の葉に多い。 2) 樹間に均一分布	
灰分 Ash	1. 病樹に多い。 2. 両者とも秋期に増加。 3. 微害木で樹冠上層部に多く，激害木で均一。 4. 激害木で短枝上の葉に多い。	水分代謝の低下

* 抵抗性候補木および感染阻止木をもふくむ。

Included the candidate tree for the resistance and the tree protected from the infection.

** 罹病性候補木をふくむ。

Included the candidate tree for the susceptibility.

根に蓄積する養分元素の量は、幹に近い部分の根では、幹の組成と大差ないようであるが、根の皮部におけるK含有率において激害木が微害木に比し劣ることは、注目を要する。何故なれば植物の栄養吸収はほとんどが根を通じてなされるので、根における養分の不足はただちに樹体上部に影響を及ぼすものと考えられる。したがって、このような根における養分の不足は、罹病による樹体の活性低下にもとづくものか、あるいは養分不足のために罹病を促したかは別として、とに角罹病と深い関連があるように思われる。別に栄養と本病の発病との関係において述べるように、KやPの不足は本病の発病に強く影響することが確認されているので、もっとも要求の強い部分に移動しやすいKの根における含量は重要な意義をもつように解せられる。さらに、樹冠におけるK分布が、微害木では上層部に多く下層部に少なく示されて

第 10 表 釜淵におけるカラマツの葉に含まれる養分元素の季節的变化
(乾物重に対する %)

Table 10. Seasonal variation of nutritional elements in needles of larch trees (% of dry weight).

試料採取月日 Date of sampling	N	P	K	Ca	Si	Ash
健 全 木 Healthy tree						
6 月 22 日 Jun. 22	1.79	0.14	0.55	0.22	—	2.64
7 月 22 日 July. 22	1.75	0.13	0.60	0.17	—	3.10
8 月 20 日 Aug. 20	1.64	0.14	0.65	0.20	0.88	3.56
9 月 20 日 Sep. 20	1.82	0.15	0.68	0.27	0.52	3.97
10 月 20 日 Oct. 20	1.46	0.15	0.83	0.27	0.61	4.66
罹 病 木 Diseased tree						
6 月 22 日 Jun. 22	1.43	0.12	0.76	0.26	—	3.12
7 月 22 日 July. 22	1.01	0.10	0.87	0.21	—	3.89
8 月 20 日 Aug. 20	1.83	0.13	0.76	0.23	0.53	3.77
9 月 20 日 Sep. 20	1.67	0.14	0.85	0.33	0.62	4.43
10 月 20 日 Oct. 20	1.54	0.12	0.80	0.34	0.82	4.99

いるのに反し、激害木においては上下における分布上の差がないという事実とあわせ考えると、罹病の樹体内 K 含量および分布に対する影響は無視できないように思われる。

(7) 枝葉分析結果に対する補足分析

R-1014, R-1040 の 2 個体は 3 年前に抵抗性候補木として選抜され、現在も抵抗性候補木として順調に成長している個体であるが、第 7 表に見られるように K と Ca の蓄積量に他の抵抗性候補木とちがった点が見られる。すなわち、K の量が少なく Ca の量が多くて、罹病性個体によく似ている。これは 1960, 1961 年とも同じような現象を示し、一時的のものとは考えられない。すなわち、R-1014, R-1040 個体独自の遺伝的性質のようにも考えられるが、あるいはまた土壌の化学成分による影響かもしれない。この点を調べるため土壌の化学成分の分析と接木による増殖個体の葉分析を行なった。

a) 供試林内土壌の化学組成

第 13 表に示すとおり、T・33・R-1014, T・35・R-1040, T・33・S-1001 の成立する地点の土壌組成には他の地区に比し何らの差がなく、K および Ca 含量にちがいが認められない。つまり、この地区においては土壌の特異性は存在しないといっている。

b) 接木増殖個体の葉分析

抵抗性検定のために用意された接木増殖個体は、特別な検討のなされていない実生苗の台木に接木され

たものである。したがって、分析試料としての適否については問題がないわけではないが、T・33・R-1015 T・35・R-1040 および T・33・S-1001 の3種の増殖個体につき葉分析を実施した。その結果は第14表に示すとおりである。この結果 T・35・R-1040 の接木個体が、他の供試接木個体と比較して特に異なった点は

第11表 カラマツの幹、葉に蓄積する養分元素の量と分布

Table 11. Distribution of nutritional elements in stem and needles of larch trees.

微 害 木-A

Lightly affected tree-A

円 板 Disk	高 さ Height	幹 Stem				針 葉 Needles		
		樹 皮 Bark	年 輪 Annual ring			2	1	0
			1—5	6—10	11—17			
		N % of dry weight						
VII	10.0 ^m	—	—	—	—	—	—	2.31
VI	9.2	0.71	0.19	—	—	—	1.88	2.24
V	7.2	0.55	0.11	—	—	—	1.99	2.13
IV	5.2	0.42	0.09	0.06	—	—	1.93	2.24
III	3.2	0.42	0.09	0.07	—	1.76	1.82	1.85
II	1.2	0.42	0.08	0.04	0.04	—	—	—
I	0.2	0.41	0.09	0.06	0.05	—	—	—
		P % of dry weight						
VII	10.0	—	—	—	—	—	—	0.45
VI	9.2	0.100	0.079	—	—	—	0.26	0.34
V	7.2	0.062	0.023	—	—	—	0.18	0.20
IV	5.2	0.055	0.020	0.001	—	—	0.15	0.21
III	3.2	0.058	0.019	0.001	—	0.15	0.15	0.17
II	1.2	0.054	0.017	0.002	0.001	—	—	—
I	0.2	0.059	0.017	0.004	0.001	—	—	—
		K % of dry weight						
VII	10.0	—	—	—	—	—	—	1.23
VI	9.2	0.45	0.23	—	—	—	0.70	1.09
V	7.2	0.30	0.09	—	—	—	0.70	0.93
IV	5.2	0.27	0.08	0.03	—	—	0.62	0.90
III	3.2	0.26	0.08	0.02	—	0.75	0.68	0.93
II	1.2	0.21	0.07	0.03	0.02	—	—	—
I	0.2	0.24	0.07	0.03	0.01	—	—	—
		Ca % of dry weight						
VII	10.0	—	—	—	—	—	—	0.22
VI	9.2	0.16	0.04	—	—	—	0.23	0.11
V	7.2	0.14	0.02	—	—	—	0.27	0.23
IV	5.2	0.16	0.03	0.02	—	—	0.33	0.24
III	3.2	0.12	0.02	0.02	—	0.17	0.23	0.21
II	1.2	0.13	0.03	0.02	0.02	—	—	—
I	0.2	0.16	0.03	0.02	0.02	—	—	—

円 板 Disk	高 さ Height	幹 Stem				針 葉 Needles		
		樹 皮 Bark	年 輪 Annual ring			2	1	0
			1—5	6—10	11—17			
		Si % of dry weight						
VII	10.0 ^m	—	—	—	—	—	—	0.68
VI	9.0	—	—	—	—	—	1.34	0.85
V	7.2	—	—	—	—	—	0.99	0.73
IV	5.2	—	—	—	—	—	0.94	0.75
III	3.2	—	—	—	—	0.86	0.82	0.57
II	1.2	—	—	—	—	—	—	—
I	0.2	—	—	—	—	—	—	—
		Ash % of dry weight						
VII	10.2	—	—	—	—	—	—	5.87
VI	9.2	1.81	0.78	—	—	—	5.59	5.09
V	7.2	1.32	0.43	—	—	—	4.57	4.59
IV	5.2	1.37	0.37	0.18	—	—	4.38	4.31
III	3.2	1.12	0.32	0.16	—	—	3.97	4.00
II	1.2	1.11	0.26	0.12	0.16	—	—	—
I	0.2	1.23	0.28	0.13	0.11	—	—	—

激 害 樹—A

Heavily affected tree-A

N % of dry weight								
VI	7.0	—	—	—	—	—	2.07	2.41
V	6.2	0.73	0.17	—	—	—	2.10	2.28
IV	5.2	0.70	0.13	—	—	2.02	2.02	2.18
III	3.2	0.52	0.10	0.05	—	1.85	1.90	2.04
II	1.2	0.50	0.10	0.05	—	—	1.58	1.30
I	0.2	0.53	0.11	0.06	0.05	—	—	—
P % of dry weight								
VI	7.0	—	—	—	—	—	0.17	0.22
V	6.2	0.102	0.049	—	—	—	0.16	0.19
IV	5.2	0.109	0.034	—	—	0.16	0.15	0.17
III	3.2	0.093	0.020	0.004	—	0.16	0.15	0.16
II	1.2	0.071	0.023	0.005	—	—	0.14	0.15
I	0.2	0.080	0.023	0.005	0.001	—	—	—
K % of dry weight								
VI	7.0	—	—	—	—	—	0.65	0.78
V	6.2	0.36	0.12	—	—	—	0.71	0.79
IV	5.2	0.38	0.10	—	—	0.74	0.66	0.77
III	3.2	0.27	0.08	0.05	—	0.78	0.78	0.93
II	1.2	0.18	0.08	0.04	—	—	0.69	0.78
I	0.2	0.21	0.08	0.04	0.02	—	—	—

円板 Disk	高 さ Height	幹 Stem				針 葉 Needles		
		樹 皮 Bark	年 輪 Annual ring			2	1	0
			1—5	6—10	11—17			
		Ca % of dry weight						
VI	7.0 ^m	—	—	—	—	—	0.26	0.22
V	6.2	0.30	0.05	—	—	—	0.22	0.23
IV	5.2	0.31	0.04	—	—	0.25	0.28	0.19
III	3.2	0.27	0.04	0.03	—	0.29	0.31	0.24
II	1.2	0.23	0.03	0.02	—	—	0.23	0.15
I	0.2	0.29	0.03	0.03	0.02	—	—	—
		Si % of dry weight						
VI	7.2	—	—	—	—	—	1.05	0.67
V	6.2	—	—	—	—	—	0.98	0.69
IV	5.2	—	—	—	—	0.91	0.85	0.54
III	3.2	—	—	—	—	0.88	0.89	0.65
II	1.2	—	—	—	—	—	0.78	0.56
I	0.2	—	—	—	—	—	—	—
		Ash % of dry weight						
VI	7.0	—	—	—	—	—	4.50	4.39
V	6.2	1.95	0.51	—	—	—	5.27	5.17
IV	5.2	2.01	0.43	—	—	4.38	4.34	3.94
III	3.2	1.72	0.47	0.31	—	4.49	4.78	4.23
II	1.2	1.48	0.39	0.28	—	—	—	—
I	0.2	1.61	0.32	0.19	0.13	—	—	—

微害樹-B

Lightly affected tree-B

円板 Disk	高さ Height	幹 Stem			針葉 Needles			
		樹皮 Bark	年輪 Annual ring		2	1	0	
			1—5	6—17				
		N % of dry weight						
VI	7.0	—	—	—	—	—	3.12	
V	6.2	1.16	0.19	—	—	—	2.73	
IV	5.2	0.80	0.13	—	—	2.13	2.30	
III	3.2	0.73	0.08	—	2.13	2.24	2.27	
II	1.2	0.49	0.08	0.05	—	—	—	
I	0.2	0.46	0.09	0.07	—	—	—	
		P % of dry weight						
VI	7.0	—	—	—	—	—	0.24	
V	6.2	0.150	0.086	—	—	—	0.20	
IV	5.2	0.114	0.042	—	—	0.16	0.17	
III	3.2	0.098	0.023	—	0.18	0.18	0.20	
II	1.2	0.064	0.018	0.002	—	—	—	
I	0.2	0.059	0.014	0.003	—	—	—	

円板 Disk	高 さ Height	幹 Stem			針 葉 Needles		
		樹 皮 Bark	年 輪 Annual ring		2	1	0
			1—5	6—17			
		K % of dry weight					
VI	7.0 ^m	—	—	—	—	—	1.38
V	6.2	0.81	0.30	—	—	—	1.22
IV	5.2	0.44	0.13	—	—	0.62	0.67
III	3.2	0.37	0.09	—	0.54	0.53	0.72
II	1.2	0.29	0.09	0.03	—	—	—
I	0.2	0.27	0.07	0.02	—	—	—
		Ca % of dry weight					
VI	7.0	—	—	—	—	—	0.36
V	6.2	0.21	0.03	—	—	—	0.29
IV	5.2	0.31	0.03	—	—	0.38	0.27
III	3.2	0.29	0.03	—	0.41	0.45	0.44
II	1.2	0.23	0.03	0.02	—	—	—
I	0.2	0.24	0.02	0.02	—	—	—
		Si % of dry weight					
VI	7.0	—	—	—	—	—	0.56
V	6.2	—	—	—	—	—	0.69
IV	5.2	—	—	—	—	0.99	0.65
III	3.2	—	—	—	0.88	0.87	0.68
II	1.2	—	—	—	—	—	—
I	0.2	—	—	—	—	—	—
		Ash % of dry weight					
VI	7.0	—	—	—	—	—	5.55
V	6.2	2.69	0.85	—	—	—	5.21
IV	5.2	2.14	0.47	—	—	5.03	4.22
III	3.2	1.94	0.36	—	4.56	4.70	4.75
II	1.2	1.54	0.35	0.16	—	—	—
I	0.2	1.58	0.23	0.10	—	—	—

激害樹—B

Heavily affected tree-B

	高さ Height	N % of dry weight					
		樹皮 Bark	年輪 Annual ring	針葉 Needles	2	1	0
VI	5.7 ^m	—	—	—	—	—	2.17
V	5.2	0.76	0.14	—	—	1.90	2.07
IV	4.2	0.70	0.11	—	2.02	2.03	2.07
III	3.2	0.62	0.07	—	2.02	2.07	1.96
II	1.2	0.43	0.07	0.06	—	—	—
I	0.2	0.41	0.09	0.05	—	—	—

円板 Disk	高 さい Height	幹 Stem			針 葉 Needles		
		樹 皮 Bark	年 輪 Annual ring		2	1	0
			1—5	6—17			
		P % of dry weight					
VI	5.7 ^m	—	—	—	—	—	0.17
V	5.2	0.098	0.049	—	—	0.18	0.16
IV	4.2	0.089	0.024	—	0.18	0.19	0.16
III	3.2	0.080	0.019	—	0.19	0.17	0.15
II	1.2	0.084	0.013	0.004	—	—	—
I	0.2	0.078	0.016	0.003	—	—	—
		K % of dry weight					
VI	5.7	—	—	—	—	—	0.63
V	5.2	0.47	0.15	—	—	0.59	0.51
IV	4.2	0.39	0.10	—	0.68	0.63	0.53
III	3.2	0.32	0.07	—	0.68	0.62	0.59
II	1.2	0.25	0.04	0.03	—	—	—
I	0.2	0.18	0.05	0.02	—	—	—
		Ca % of dry weight					
VI	5.7	—	—	—	—	—	0.68
V	5.2	0.26	0.04	—	—	0.51	0.50
IV	4.2	0.32	0.04	—	0.44	0.50	0.55
III	3.2	0.36	0.04	—	0.46	0.53	0.50
II	1.2	0.27	0.04	0.06	—	—	—
I	0.2	0.22	0.03	0.03	—	—	—
		Si % of dry weight					
VI	5.7	—	—	—	—	—	0.93
V	5.2	—	—	—	—	1.68	1.09
IV	4.2	—	—	—	1.55	1.61	1.08
III	3.2	—	—	—	1.41	1.02	1.12
II	1.2	—	—	—	—	—	—
I	0.2	—	—	—	—	—	—
		Ash % of dry weight					
VI	5.7	—	—	—	—	—	5.32
V	5.2	2.14	0.57	—	—	6.37	5.16
IV	4.2	2.03	0.35	—	5.95	6.11	5.01
III	3.2	2.02	0.30	—	6.04	6.02	4.84
II	1.2	1.67	0.23	0.22	—	—	—
I	0.2	1.44	0.19	0.11	—	—	—

針葉 0…当年生枝に着生した長枝上の葉

1…1 年生枝に着生した短枝上の葉

2…2 年生枝に着生した短枝上の葉

Needles 0…The needles on the long shoot.

1…The needles on the one-year-old twig.

2…The needles on the two-year-old twig.

第 12 表 カラマツの根に蓄積する養分元素

Table 12. Accumulation of nutritional elements in the root of larch trees (% of dry weight).

元 素 Element	根 の 皮 Barks	根の辺材 Sapwood	根の心材 Heart-wood	根 端 Root point	根 の 皮 Barks	根の辺材 Sapwood	根の心材 Heart-wood	根 端 Root point
N P K Ca Ash	微 害 木—A Lightly affected tree-A				激 害 木—A Heavily affected tree-A			
	0.62	0.11	0.06	0.69	0.56	0.13	0.08	0.74
	0.11	0.02	0.01	0.08	0.09	0.02	0.01	0.11
	0.48	0.07	0.02	0.33	0.32	0.07	0.07	0.31
	0.22	0.02	0.02	0.17	0.22	0.03	0.03	0.15
	1.77	0.30	0.16	1.84	1.75	0.37	0.33	1.79
N P K Ca Ash	微 害 木—B Lightly affected tree-B				激 害 木—B Heavily affected tree-B			
	0.48	0.07	0.05	0.17	0.44	0.09	0.06	0.46
	0.08	0.02	0.01	0.05	0.07	0.02	0.01	0.06
	0.43	0.08	0.04	0.28	0.25	0.06	0.05	0.29
	0.33	0.02	0.02	0.24	0.38	0.02	0.03	0.18
	2.11	0.27	0.19	1.85	1.73	0.28	0.27	1.99

第 13 表 林地土壌の化学分析 (26 林班)

Table 13. Chemical composition of forest soils where the sample stands (Compartment 26).

試料 Sample	層 Profile	水素イオン 濃度 pH	乾物中の百分率 % of dry weight					
			灼熱損量 Loss of burning	N	P	K	Ca	Si
R-1040	A	5.3	0.32	0.71	0.08	0.07	1.11	0.30
	AB	4.6	0.23	0.19	0.06	0.06	1.02	0.23
	B'	4.6	0.11	0.09	0.01	0.08	1.72	0.21
R-1015	A	4.6	0.32	0.85	0.10	0.07	1.15	0.30
	AB	4.6	0.20	0.57	0.07	0.07	1.15	0.22
	B'	4.6	0.12	0.19	0.02	0.07	1.78	0.17
R-1017	A	5.3	0.30	1.00	0.10	0.07	1.35	0.31
	AB	4.6	0.22	0.60	0.07	0.07	1.24	0.22
	B'	4.6	0.10	0.20	0.02	0.07	1.52	0.11

見あたらず、T・35・R-1040 が他の抵抗性候補木に比し、K が少なく Ca が多くふくまれるという母樹の特性は見あたらなかった。これらの結果には台木の影響、接木個体の若返りなどの要素が作用していると思われるので、現段階では何らの結論をも導き出すことができない。(造林部 古川 忠、保護部 高井省三)

以上本病の発病の寄主の成長および生理に及ぼす影響につききわめて概括的であるが、考察を試みた。いずれの調査、分析結果についても結論を導きうるほどの精細さが与えられていない憾みはあるが、本病の発病の寄主に対する影響が決して少なくないことを明らかに示している。

第 14 表 接木個体の葉分析（浅川苗畑）

Table 14. Mineral contents in the needles and the twigs of the grafted seedling (% of dry weight) (Asakawa nursery).

試料 Sample	部 位 Part	P	K	Ca	Si
R-1040	当 年 生 枝 Twigs	0.11	0.33	0.32	0.08
	長 枝 葉 Needles on long shoot	0.14	0.34	0.61	1.22
R-1015	当 年 生 枝 Twigs	0.12	0.33	0.37	0.12
	長 枝 葉 Needles on long shoot	0.20	0.31	0.66	1.04
S-1001	当 年 生 枝 Twigs	0.15	0.33	0.42	0.10
	長 枝 葉 Needles on long shoot	0.18	0.27	0.54	1.31

摘 要

本病の発病が寄主カラマツの成長および生理に及ぼす影響につき、林地における健病樹、抵抗性および感受性候補選抜木などにつき、罹病による落葉量および成長量の変化、罹病によるカラマツ体内成分の変化等を測定比較した。

(1) 長野営林局管内王滝営林署鯉川担当区におけるカラマツ林木の本病による早期落葉は8月上旬よりはじまり、自然落葉のはじまる時期までに全葉の約 30% の葉が落葉した。しかし、これらの林木の樹高成長にはいちじるしい変化を生じなかった。

(2) 山梨県下で選抜された本病抵抗性および感受性候補木では、前者における長枝の伸長量および短枝上の葉の長さは後者の約 2 倍、長枝の乾燥重量は約 3.5 倍あった。微害木と 激害木の胸高断面における肥大成長は、微害木において著しく良好であった。

(3) 健病樹または抵抗性を異にする林木の葉内含有クロロフィル、糖および 6 種遊離アミノ酸の定量結果は、いちじるしい罹病の結果明らかな変化を生ずることを示した。特にクロロフィル含量に関しては、発病時はもちろん翌年の発病期以前においてもいちじるしい差異を生じ、いずれも健樹ないしは抵抗性と思われる個体に多い。このうちクロロフィル a 含量の差異がいちじるしい。還元糖量においても、健全ないしは微害樹には激害樹に比して含量が高い。

(4) 抵抗性および感受性候補選抜木の無機養分に関する枝葉分析の結果、N, P, K は前者に多く後者に少ないが、Ca, Si は逆に後者に多く前者に少なかった。N は前者においては春期よりも秋期に減少するが、後者においては秋期に増加する傾向が認められた。この傾向は、別の場所における健病樹においても確認された。

(5) 微害木および激害木の葉、幹および根に蓄積する無機養分元素の分布のうち、前者においては、K の分布が樹冠上層部に多く下層部に少ないが、後者においては上下層部に差がない。また根における K 含量は前者に多く後者に少ない。

文 献

- 1) 古川 忠：カラマツの落葉病と葉分析，第 72 回日本林学会大会講演集，p. 303～307，(1962)
- 2) 浜 武人：カラマツ落葉病抵抗性候補木と罹病木の形態上の相違について，第 74 回日本林学会大会講演集，p. 316～319，(1963)
- 3) 伊藤武夫・浜 武人：カラマツ苗の摘葉がその生長に及ぼす影響，長野林友，1958 年 7 月号，p. 36～43，(1958)
- 4) 菊谷光重：カラマツ幼齡木における針葉の喪失が樹幹の上長におよぼす影響，第 72 回日本林学会大会講演集，p. 334～337，(1962)
- 5) ———：カラマツ幼齡木における針葉の喪失が樹幹の肥大生長と完満度におよぼす影響，同上 p. 337～340，(1962)
- 6) 三輪知雄：炭水化物実験法（生物学実験講座），中山書店，(1955)
- 7) 岡崎文彬編：林木の生理，地球出版，(1960)
- 8) 高原末基：スギおよびヒノキの枝打が幹の生長におよぼす影響，東大演習林報告，46，pp. 1～95 (1954)
- 9) 高井省三・野原勇太・下垣内孝一・足立恭男・益子 進：新病害ヒポデルメラ葉枯病のヒノキ林木に及ぼす影響，林業試験場研究報告，139，p. 125～133，(1962)
- 10) PLAISTED, H. D.: Clearing free amino acid solutions of plant extracts for paper chromatography. Contrib. Boyce Thompson Inst., 19, p. 231～244, (1958).

Researches on the Needle Cast of Larch.

Effect of the needle cast on growth and physiology of the host.

Tadashi FURUKAWA, Shōzō TAKAI and Taketo HAMA

Résumé

Effects of the needle cast on growth and physiology of the host, Japanese larch, have been examined, and results obtained are summarized as follows.

1) The disease causes heavy browning of needles and defoliation of the larch during the late summer to the early autumn. To estimate the damage caused by the disease the loss in larch foliage was measured. It attained to more than 20 per cent of the total foliage of the 8-year-old tree, at least. However, significant retardation in the height growth was not observed in the same tree.

2) Growth in length of the current year's shoot and the length of the needles on the dwarf shoot of the resistant tree was 2 times those in the susceptible one. Dry weight of the current year's shoot in the resistant tree was also more than 3 times that of the susceptible one. Further, the growth in the breast high diameter of the stem of the lightly affected tree was much more than that of the heavily affected one.

3) Contents of chlorophyll, sugar, and 6 kinds of free amino acids in larch needles were determined. Much greater amount of chlorophyll especially and of reducing sugar was found in healthy needles when compared with leaves either diseased or diseased in the previous year.

4) Inorganic analysis of needles indicated that nitrogen, phosphorus and potassium were

more in the candidate tree for the resistance than in the one for the susceptibility. In contrast, calcium and silicon contents were higher in the latter. However, contents of nitrogen in the candidate for the resistant tree was less in autumn than in spring. On the contrary, nitrogen in the susceptible tree increased in autumn. This tendency was also confirmed by comparison between the healthy and the diseased in another forest. In view of these facts, the disturbance in nitrogen metabolism following the disease occurrence was assumed. Increment of ash content in heavily affected tree may indicate a reduction of the efficiency of water.

5) Analytical determination of inorganic nutritional elements which distribute in needles, stems, roots of the lightly and heavily affected trees was made. The accumulation of potassium in the crown was rather high at the upper part in the former; however, no difference was observed in the latter. Potassium content in roots was also greater in the former.

カラマツ落葉病に関する調査研究

VIII. 落葉病抵抗性に関する調査

高井省三⁽¹⁾・浜武人⁽²⁾
児玉武男⁽³⁾・佐藤邦彦⁽⁴⁾

カラマツ落葉病の発生環境調査において、激害林分でありながら、単木的にはほとんど被害を受けていない個体が点在することが往々観察された。これらの個体は、隣接する林木の樹冠が本病のため褐変しているのに反し、対照的な緑青色の樹冠を保っていた。さらに、これらの間には、ほとんどの場合なんらの立地的差異が見あたらなかったで、このような個体は本病に対して抵抗性を有するのではないかと想像された。

もし、このような個体が、後天的条件にもとづくものではなく、先天的に真の抵抗性を具備するものであるならば、このようなクローンの育成、造林は本病防除のためにきわめて有利であると考えられる。したがって現段階では、このような個体を広い範囲の林分から数多く選抜し、それらのなかに抵抗性が保有されているか否かを検定し、最後に抵抗性クローンを決定することがきわめて重要な課題であると考えられる。

同様に、カラマツ属に属する各種間における本病に対する感受性の差異があるとすればまた興味深い問題となりうる。事実、種間にはかなり明らかな差が認められたので、上記の問題とあわせ検討することは、学問的にも林業的にもきわめて意義深く感じられる。

以上の観点から、カラマツ落葉病被害林から抵抗性候補木を選抜し、その個体を接木により増殖し、これらのクローンの抵抗性を検定林において検定するよう計画し実行に移した。この種の試験の遂行には、多くの時日を要するもので、1958年発足以来実際にほぼ満足な結果を得たものは一部にすぎず、大部分の検定林における検定結果はなお将来にまたねばならない現状である。したがって、本報では主として抵抗性候補木の選抜、選抜クローンの接木による増殖育成より検定林の設定にいたる経過と、すでに検定を開始しある程度の結果をえたものをあわせ報告する。したがって、第1次検定の最終的結果は、全検定林における検定の完了する将来において与えられることになる。また、カラマツ属各種における抵抗性の差異に関する調査は、樹種の収集、試験材料の整備などにつき不十分な点は認められるが一応の結論を得たので報告する。

抵抗性候補木の選抜と抵抗性の検定

1. 抵抗性候補木の選抜

1957年より開始したカラマツ落葉病発生環境調査の際、本病激害林中とくに目だった微害木を探索し、

(1) 保護部樹病科樹病研究室・農学博士 (2) 木曾分場保護研究室長
(3) 山形分場多雪地帯林業第一研究室
(4) 東北支場保護部保護第一研究室長

それらを抵抗性候補木として選抜し、抵抗性検定に付することとした。

a) 抵抗性候補木の選抜方法

抵抗性候補木の選抜は、いずれの地方においてもすべて本病激害林分内に限って実施した。選抜の対象として検討した個体は、つぎの条件を満足するものに限った。

- (1) 本病激害林分中にある。
- (2) 他の林木に比し、皆無または極度に軽い罹病状態にある。
- (3) 隣立する他の個体に比し、一見して明りょうな立地条件上の差がない。

選抜は原則として、抵抗性候補木を対象としたが、可能な範囲においてこれらになるべく隣接する同一林分内平均被害程度をいじめるしくこえる個体をも、比較のため感受性候補個体として選抜した。

b) 抵抗性候補個体の選抜

前述の基準にもとづき選抜された富士山周辺産抵抗性候補個体の外観的性質を一般の個体と比較すると、第1表のようになる。表から明らかなように、富士山周辺産のカラマツで抵抗性候補木として選抜された個体は、他の一般の個体に比し特色のある外観的性質を有するものといえよう。なかでも、毛状に密生した濃緑の葉上にみられる病斑の拡張は強く抑えられ、隣接病斑との融合がみられない点は、本病に対する抵抗性を示唆するものではないかと思われる。これに反し、感受性候補木として選抜された個体の多くは、外観上一般の個体との差異が認められず区別は困難である。

抵抗性候補個体の選抜は、カラマツの分布する地方の落葉病被害林において試みられたが、実際にそのような個体が多く発見されたのは、富士山カラマツ林および北海道のカラマツ林など病歴の古いと思われ

第1表 抵抗性候補木の形質
Table 1. Natures of candidate larch trees for resistant clone (at Mt. Fuji).

形 質 Natures	抵抗性候補木 Candidate tree for resistance	一 般 林 木 Usual tree
樹 冠 型	下枝張の強い円錐型	下枝張の著しくない長円錐型
枝	太く、長い。力枝は水平に近い角度で張る。枝の数は比較的少ない。	細く、短い。枝の数が多。
樹 皮	平滑。粗皮の着生少ない。旺盛な生育を示す。	粗皮の着生がかなり多。
葉 形	針状で長い。	やや扁平。
着生状態	密生。短枝上の葉は試験管洗浄ブラシ状に枝をおおう。	疎生。短枝上の葉は枝上面にはほぼ平面的に配列。
病 斑	個々の病斑は収れんして融合しない。抵抗反応の1種。	病斑は拡大融合して、個々の区別はつけ難い。
落 葉	罹病しても容易に早期脱落しない。	罹病にともない容易に脱落する。

第2表 選抜個体の地域的分布
Table 2. Distribution of selected candidate larch trees for the resistance.

	富士山地区 Mt. Fuji area	長野地区 Nagano prefecture	東北地区 Tohoku district	北海道地区 Hokkaido district
抵 抗 性 Resistant	60	5	6	22
対 照* Control	8	0	0	18

* ……むしろ感受性に近い。

Rather susceptible

る激害林であり、東北地方および中部地方においても若干の選抜が行なわれた。選抜個体の地域的分布は第 2 表に示すとおりである。これらの個体は天然性の 1 例を除き全部人工植栽木であった。

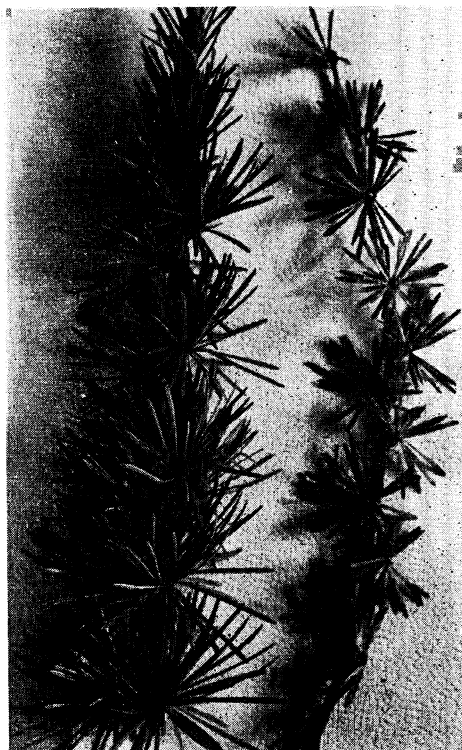
c) 選抜個体の育成、増殖

選抜された個体は、接木増殖法により増殖された。すなわち、母樹からの接穂の採取は、冬期休眠時に行なった。採穂は母樹樹冠の頂端より 1/4 程度下がった位置の枝で行ない、なるべく第 1 次枝を選んで採取した。採取した接穂はすぐに冷蔵し、4 月上旬から下旬にわたる期間に 2 回床替実生苗に割接法により接木した。活着した接木苗木は 1～2 年間苗畑にすえ置きした後、本病抵抗性検 定林に 山出し植栽した。

このようにして増殖された接木苗における抵抗性および感受性クローンの間にも一見して形質上のちがいが認められる。長野県下において選抜された抵抗性および感受性候補木と接木クローンについての形質の比較については第 1～2 図および第 3 表に示すとおりである。両者の形質上の差異はかなり明りょうであるが、なかでも葉色については抵抗性において目だって濃く、短枝に着生する葉数においても抵抗性においてきわめて多い。この比較は 2 つのクローン間においてのみ試みられたものであり、ただ 1 例として示したものではあるが、検定用接木苗を概観してもこの傾向は明らかに認められる。



第 1 図 抵抗性候補木
K・36・R-1001 (長野県松川)
Fig. 1. A larch tree
selected for the resistance.



第 2 図 抵抗性および感受性候補木の短枝上の葉の外観
左、抵抗性 (K・36・R-1001) 右、感受性 (福島 S-1)
Fig. 2. Appearances of the leaves of a tree selected
for the resistancee (left) and of those
of the susceptible one (right).

第3表 抵抗性および感受性接木クローンの形質

Table 3. Natures of the resistant and susceptible clones reproduced by grafting.

クローン Clone no.	芽 Bud		茎 皮 Bark of shoot		葉 Leaf (July 15)		
	開 葉 期 Date opened	色 Colour	葉 Leaf trace	色 Colour	短枝当り葉 数 No./a d- warf shoot	色 Colour	断 面 Transversal section
K-36-R-1001 (Resistant)	4月23日 Apr. 23	濃 緑 Concentrated green	長 い Long	灰 緑 Greyish green	120	濃 緑 Concentrated green	厚 い Thick
福 島 S-1 (Susceptible)	4月25日 Apr. 25	淡 黄 Light yellow	短く密集 Short & crowded	黄 緑 Yellowish green	50	淡 緑 Light green	う す い Thin

2. 抵抗性候補木クローンの検定

a) 検定林の設定

接木法により増殖された選抜クローンの抵抗性を同一条件下で検定するため検定林を設定した。検定林候補地は、(1) なるべく均一な環境条件をそなえていること、(2) 既往において本病が発生した林地に近接していることなどの条件を満足する場所から選んだ。その結果、長野、山梨、山形の諸県および北海道に計5か所の検定林を設定し、接木苗木の供給状態に応じて逐次植栽した。これらの検定林をそれぞれ、浅間、富士、釜淵および北海道清水検定林と呼称する。

b) 抵抗性の検定方法

検定林は原則として、近接した本病被害林からの自然感染により発病する十分な見込みのある場所に設定した。しかし、確実かつ十分な感染を期待するため、感染期直前に前年の罹病落葉を検定林内に散布して人工接種により感染を促進した。

抵抗性の検定は、明らかな病徴の発現をまって、各クローン各個体の発病状況を調査した結果の比較により実施した。発病程度の表示は、病斑の発生、拡張の程度および葉の褐変程度を総合し、それらを激害、軽害、微害、健全の4段階に分け、それぞれ3, 2, 1 および0の指数を与えた。したがって、クローンの発病程度Dは、

$$D = \frac{\sum i I_i}{N}$$

N: 同一クローンの総本数, I= 個体ごとの発病指数

で示した。この調査は毎年9月に行なった。調査結果の取りまとめに際しては、各年ごとの発病程度を平均し、平均発病指数として現わした。

抵抗性の検定林は前述のとおり4か所に設定したが、釜淵検定林を除いては、設定後日が浅く、あるいは十分な発病をみないなどの理由により、まだ満足な検定段階に達していない。したがって、釜淵検定林につき詳細を記述する。

釜淵検定林は4植栽区よりなる。植栽区-1は本病の激発林に隣接し、植栽区2および3はこの激害林より離れた場所に、植栽区-4は毎年本病の発生する12年生カラマツ林の伐採跡地に設定した。植栽密度はいずれもhaあたり3,000本とした。

c) 抵抗性の検定結果

第 4 表 選抜クローンの罹病度 (釜淵検定林)

Table 4. Disease occurrence of selected clones (at Kamabuchi test forest).

植栽地 Site	* 調査 年数	罹病度 Index of disease occurrence				
		1.1~1.5	1.6~2.0		2.1~2.5	2.6~3.0
1	6	T・33・R-1004 T・33・R-1013 T・33・R-1014	T・33・R-1001 T・33・R-1002 T・33・R-1003	T・33・R-1017 T・33・R-1018 T・33・R-1019	T・33・R-1006 T・33・R-1010 T・33・R-1012	T・33・R-1025 T・33・S-1001 T・33・S-1003
			T・33・R-1005 T・33・R-1007 T・33・R-1008 T・33・R-1009 T・33・R-1011 T・33・R-1016	T・33・R-1020 T・33・R-1021 T・33・R-1022 T・33・R-1023 T・33・S-1005	T・33・R-1015 T・33・R-1024 T・33・R-1050	
2	3	T・33・R-1003 T・33・R-1004 T・33・R-1014	T・33・R-1001 T・33・R-1002 T・33・R-1006	T・33・R-1019 T・33・R-1020 T・33・R-1021	T・33・R-1009 T・33・R-1010 T・33・R-1025	
		T・33・R-1017 T・33・R-1018 T・33・R-1023 T・33・R-1050	T・33・R-1007 T・33・R-1008 T・33・R-1012 T・33・R-1015 T・33・R-1016	T・33・R-1022 T・33・R-1024 T・33・S-1003 T・33・S-1005		
3	5	T・34・R-1030 T・34・R-1034	T・34・R-1032 T・34・R-1033 T・34・R-1034	T・34・R-1035 T・34・R-1036	T・34・S-1010	
4	3	T・35・R-1056 T・35・R-1065 T・36・R-1073	T・35・R-1040 T・35・R-1055 T・35・R-1058	T・36・R-1071 T・36・R-1072 T・36・R-1075	T・35・R-1041 T・35・R-1042 T・35・R-1051	
		T・36・R-1074	T・35・R-1059 T・35・R-1060 T・35・R-1064 T・35・R-1066 T・36・R-1070	T・36・S-1030 K・36・R-1001	T・35・R-1052 T・35・R-1053 T・35・R-1054 T・35・R-1057 T・35・S-1020	

*……継続調査の年数。Years repeated for test.

上述のとおり、4 検定林中実際に検定段階に達しているものは、釜淵検定林のみである。したがって、釜淵検定林における 1959 年から 1964 にいたる検定結果を第 4 表に示す。表から明らかなように、同一クローン内においても植栽地によって発病の程度が異なるものがある。たとえば、植栽区-1 および 2 にはほぼ同一クローンを植栽してあるが、前者は全般的に発病が多い傾向が認められる。これは本病激害林分に隣接しているため接種源濃度が高かったためではないかと考えられる。しかし、T・33・R-1004、T・33・R-1014 は両者に共通してきわめて軽微な発病を示したにすぎないので、この両者はかなり抵抗性の高いクローンとみてよいと思われる。これらを含めて発病のごく軽微なものは 13 クローンあった。また大多数のクローンは発病の比較的軽い指数 1.6~2.0 に集中している。感受性として選抜されたクローンは必ずしも最大の罹病指数を示さなかったが、概して発病は重いようである。

(山形分場 児玉武男, 東北支場 野原勇太, 木曾分場 浜 武人, 保護部 高井省三)

カラマツ属各種の本病に対する抵抗性の差異

佐藤・横沢・庄司らは 1958 年以来、カラマツ属各種の本病に対する耐病性の検定やニホンカラマツの抵抗性個体の選抜などを行ってきた。まだ未解決のことが多く、不完全ではあるが、数種のカラマツ類

の耐病性の強弱の傾向がかなり明らかになったので、ここに報告する。

この研究の実験材料とした各樹種の種子や苗木の多くは、東北林木育種場長村井三郎氏が前任地において収集したものである。ここに特記してあつくお礼を申しあげる。

1. 山形県釜淵における抵抗性検定試験

a) 試料および方法

山形県最上郡真室川町釜淵にある林業試験場山形分場付属苗畑において、1956年5月に北海道産グイマツ、チョウセンカラマツおよび長野県産カラマツ種子をまきつけ、翌年には床替えを行なって常法どおり養苗した。また北支産カラマツは1957年5月にまきつけて、その翌年に床替えを行なった。1958年5月15日に苗畑の一角に、0.5mの距離、間隔に、1樹種1列10本ずつの5回くり返しの任意の配置に植えた。つぎに伊藤・佐藤・太田³⁾の方法に準じて接種源をあたえた。すなわち、近くの約10年生の落葉病の被害林内から、前年の罹病落葉を集めてきて、苗木の周辺の地面に約5mmの厚さに均一にしいた。そして翌年からは新たな接種源はあたえずに、自然状態にまかせた。なお、オオシユウカラマツについては隣接して養成した苗木を調べた。罹病状態の調査は、見かけ上の個々の苗木の葉量にたいする病葉の百分率で現わした。

なお苗木の成長にとまって間隔がせまくなったので、1961年5月8日に、1.5mの間隔に植えかえた。

b) 試験結果

1958年から1962年までの発病状態は第5表のとおりである。

第5表 カラマツ属各種の落葉病に対する耐病性（山形県釜淵）
Table 5. Resistance of various species in the genus *Larix* to the needle cast (at Kamabuchi).

調査年月日 Date investigated	病葉率 Percentage of infected leaf (%)				
	ニホンカラマツ*1 Japanese larch	グイマツ*2 Chishima larch	チョウセン カラマツ*3 Korean larch	北支産カラマツ North China larch	オオシユウ カラマツ*4 European larch
15/VII '58	0	20	±		
16/X '58	30	90	70		
30/VII '59	10	30	20		
21/X '59	30	90	90	90	95
12/VII '60	5	50	30	30	
20/IX '60	35	90	80	80	
10/X '61	35	90	80	80	
23/VIII '62	23	73	73		
23/X '62	73	86	78	83	
	成 長 状 態 23/X '62 Growth of tree cm (mm)				
	92 (18)	50 (10)	52 (13)	47 (11)	

Note : *1 *Larix leptolepis*, *2 *L. gmelini* var. *japonica*, *3 *L. gmelini* var. *olgensis*, *4 *L. decidua*.

成長は樹高（根元径）をしめした。

Growth of tree.....tree height and basal diameter.

この結果から、ニホンカラマツは比較的耐病性で、グイマツ、オオシュウカラマツ、チョウセンカラマツの順に罹病性をまし、北支産カラマツとチョウセンカラマツには差がない。

2. 盛岡市における抵抗性検定試験

ニホンカラマツの落葉病と先枯病の抵抗性個体候補木の選抜を行なっているうちに、落葉病につよい個体でも、先枯病にきわめておかされやすいものが少なくないように観察した。ゆえに、このいずれにも抵抗性の品種ないしは樹種を明らかにする必要を感じた。それで、この試験では各種カラマツの自然発病の先枯病罹病木に、さらに落葉病を混合感染させた場合の結果を明らかにすることを目的とした。

a) 試料および方法

供試したカラマツ属各樹種の苗木はつぎのとおりであり、1部のものは横沢・村井¹³⁾の供試苗を用いた。

ニホンカラマツ……………長野県産，1958～1959 年まきつけ。

オオシュウカラマツ……………ドイツおよびデンマーク産が混じる。1958 年まきつけ。

オオシュウカラマツ×ニホンカラマツ……………スエーデン産，1956 年まきつけ 苗から 1959～1960 年に
つぎ木。

東部アメリカカラマツ……………アメリカ産，1958 年まきつけ。

チョウセンカラマツ……………北海道産，1958 年つぎ木。

グイマツ……………ク

グイマツ×ニホンカラマツ（天然交雑）……………ク

以上の苗木は旧青森支場新城苗畑において養成したもので、天然に先枯病にかかったものが多かった。1960 年 11 月上旬に掘りとり、東北支場苗畑に仮植越冬させた。1961 年 4 月 20～25 日に支場構内の一角に、1×1 m の間隔に、1 列につき 10～20 本ずつ、5 回くり返しに植えつけた。5 月 16 日に盛岡営林署煙山苗畑内の落葉病の被害林内から病落葉を集めてきて、前項の試験に準じた。罹病の調査は、前項に準じて行なった。

b) 試験結果

先枯病は 6 月下旬から発生しはじめ、7 月上旬になるとかなり目だってきた。

落葉病は 7 月中旬になると目だってきて、とくにグイマツ、チョウセンカラマツ、ヨーロッパカラマツではいちじるしかった。落葉病の 1961 年 8 月 2 日と 1962 年 8 月 27 日の発病状態を第 6 表に示した。

なお、各樹種の成長状態は 1962 年 10 月 18 日の調査結果により示した。

3. マンシュウカラマツとニホンカラマツの混交林における被害調査

a) 調査地および方法

岩手県遠野市上郷国有林の約 5 ha に、1915 年にマンシュウカラマツを植えつけ、2 年後にその枯損箇所にニホンカラマツを補植した林分である。

b) 調査結果

この林分では落葉病の発生がいちじるしく、とくにマンシュウカラマツの被害が目だっていたので、1958 年 9 月 11 日に調査を行なった結果を第 7 表に示した。

この結果から、マンシュウカラマツは、ニホンカラマツよりも明らかに被害が多い。しかも成長も不良

第6表 カラマツ属各種の落葉病に対する耐病性 (岩手県盛岡市)

Table 6. Resistance of various species in the genus *Larix* to the needle cast (at Morioka).

樹 種 Tree species	調査本数 Number of tested tree	樹 高 Tree height (cm)	根 元 径 Basal diameter (mm)	罹 病 率 Percentage of infected tree (%)	病 葉 率 Percentage of infected leaf	
					27/VIII '61	27/VIII '62
チョウセンカラマツ Korean larch	99	109	24	100	87	80
グイマツ Chishima larch	86	122	17	100	78	89
オオシュウカラマツ European larch	87	101	19	100	74	81
東部アメリカカラマツ Eastern American larch	84	156	25	100	53	80
グイマツ×ニホンカラマツ Chishima larch×Japanese larch	100	200	27	100	45	55
オオシュウカラマツ×ニホン カラマツ European larch×Japanese larch	98	217	33	100	23	46
ニホンカラマツ Japanese larch	91	179	31	100	17	35

第7表 ニホンカラマツとマンシュウカラマツ林木の落葉病被害調査結果

Table 7. Damage of the needle cast on Japanese larch and Manchurian larch forests.

樹 種 Tree species	調査本数 Number of tree investigated	被 害 程 度 Degree of infection (%)					林木の成長 Growth of tree	
		I	II	III	IV	V	樹 高 Tree height (m)	胸高直径 Breast high dia. (cm)
ニホンカラマツ*1 Japanese larch	107	0	6.9	52.3	24.2	16.6	34.2	22.6
マンシュウカラマツ*2 Manchurian larch	174	0	0	14.1	47.6	38.3	21.5	14.6

注 Note : *1 *Larix leptolepis* 樹齢 (tree age) 41*2 *L. olgensis* 樹齢 (tree age) 43

I ~ II...軽害 (slight), III...中害 (moderate), IV ~ V...重害 (severe).

である。

4. 考察および結論

井上²⁾は北海道におけるグイマツとチョウセンカラマツは、ニホンカラマツよりも落葉病の被害がとくにはなはだしいと述べている。また柳沢⁽¹²⁾⁽¹³⁾もグイマツとチョウセンカラマツは落葉病に弱いことを報告し、また東部アメリカカラマツ (ラシンナカラマツ) も弱い、オオシュウカラマツはニホンカラマツとほぼ同等らしいと述べている。

伊藤³⁾、亀井⁶⁾、小野⁷⁾もチョウセンカラマツおよびグイマツはニホンカラマツよりもはなはだ弱いことを報告した。

高橋・佐保¹⁰⁾は北海道十勝において、ニホンカラマツ、オオシュウカラマツ、グイマツ、チョウセンカラマツ、東部アメリカカラマツ、西部アメリカカラマツおよびこれらの交雑種など 17 種類 (樹種、産

地、雑種)について抵抗性を調べた結果は、ニホンカラマツは外来樹種に比べて抵抗性高く、産地、系統により抵抗性に差があると思われ、ニホンカラマツの雑種および外来樹種は抵抗性が弱いと報告した。

さらに千葉・永田¹⁾は、ニホンカラマツ、チョウセンカラマツ、グイマツ、ラリシナカラマツ、ヨーロッパカラマツ2種の6系統につき落葉病および先枯病に対する抵抗性のちがいを調べた。この結果、ヨーロッパカラマツ、ラリシナカラマツ、ニホンカラマツ、グイマツおよびチョウセンカラマツの順に抵抗性が減じていることを確認した。

この報告は著者ら(佐藤・横沢・庄司⁹⁾)がさきに公表した成績に、その後の分を追加したものであるが、大体諸研究者の報告と一致した。しかし、オオシユウカラマツはごく罹病性で、高橋¹⁰⁾、佐藤⁹⁾の報告と一致するが、千葉¹⁾、柳沢¹³⁾の意見とは一致しない。なお産地や系統による抵抗性の差の有無および抵抗性の機作については、今後の検討を要するものと考えられる。(東北支場 佐藤邦彦・横沢良憲・庄司次男)

摘 要

カラマツ落葉病激発林分内において本病による被害のきわめて軽微な個体を抵抗性候補木として選抜した。選抜個体から接穂を採取し、実生カラマツ苗に接木増殖し抵抗性検定林に植栽した。検定クローンに対しては、本病感染期において罹病落葉を接種源として人工接種を行なった。

検定林は、長野県、山梨県、山形県、岩手県および北海道の5か所に設定した。

山形検定林における検定の結果、比較のため供試した感受性クローンをふくむ62クローン中13クローンはきわめて軽微な発病しか示さず、これらのクローンにはかなり明らかな抵抗性を有することを暗示した。

カラマツ属各種の本病に対する抵抗性にはかなり明りょうな差異が認められる。すなわち、ニホンカラマツは比較的抵抗性が強いが、グイマツ、東部アメリカカラマツ、オオシユウカラマツ、チョウセンカラマツの順に感受性が増大する。北支産カラマツはチョウセンカラマツと差がない。これらの感受性の高い種とニホンカラマツとの交雑種は感受性を低減したが、ニホンカラマツよりもなお感受性が高いようであった。

文 献

- 1) 千葉 茂・永田義明：カラマツ属の育種に関する研究(2)落葉病、先枯病に対する樹種間の差異，12 回日林北海道支部大会講，pp. 114～119，(1963)。
- 2) 井上元則：北海道におけるカラマツの落葉病，森林防疫ニュース，12，pp. 6～7，(1953)。
- 3) 伊藤一雄：カラマツ落葉病について，森林防疫ニュース，18，pp. 7～9，(1953)。
- 4) Ito, K., K. Satô and N. Ota: Studies on the needle cast of Japanese larch I, Life history of the causal fungus, *Mycosphaerella larici-leptolepis* sp. nov., Bull. Gov. For. Exp. Sta., 96, pp. 69～88, (1957)。
- 5) 伊藤一雄：林木の耐病性，林木の病害と育種，東京農林出版社，p. 219，(1959)。
- 6) 亀井専次：カラマツ保護編，北方林業会，pp. 12～13，(1956)。
- 7) 小野 馨：北海道におけるカラマツ落葉病，北方林業，8，7，pp. 148～151，(1956)。
- 8) 佐藤邦彦：病害抵抗性樹種および品種の育成，林業技術，206，pp. 12～15，(1959)。
- 9) 佐藤邦彦・横沢良憲・庄司次男：カラマツ属各種の落葉病と先枯病に対する耐病性，72 回日林大会講 pp. 301～303，(1962)。

- 10) 高橋延清・佐保春芳：各種カラマツ類の落葉病に対する抵抗性比較 (予報), 9 回日林北海道支部大会講, pp. 18~20, (1961).
- 11) 高橋延清：カラマツの育種, 73 回日林大会講, pp. 1~15, (1962).
- 12) 柳沢聰雄：カラマツの育種, 林業技術, 175, pp. 26~29, (1956).
- 13) ————：カラマツの育種, 山林, 2, pp. 20~27, (1961).
- 14) 横沢良憲・村井三郎：欧州カラマツ, 日本カラマツおよび合の子カラマツにおける枝枯病 (*Phy-salospora laricina* SAWADA) の罹病状況について, 68 回日林大会講, pp. 254~256, (1958).

Researches on the Needle Cast of Larch.

VIII. Resistance of larch trees to the disease.

Shôzo TAKAI, Taketo HAMA, Takeo KODAMA and Kunihiro SATÔ

(Résumé)

When surveying the needle cast of larch, a number of trees that were only slightly affected were found in the severely damaged stands of larch (*Larix leptolepis*). In view of this fact, it may be presumed that these trees were resistant to the disease. It was felt most interesting to see if such presumption is verifiable. Thus, a conspicuously slightly affected tree was selected as a candidate for the resistance in the heavily affected forest in the various districts. The test of the resistance on the candidate tree was carried out in the field or forest. The test forest was established by planting various clones which were reproduced by grafting with a scion taken from the candidate tree for the resistance to a stock of the 1-1-1 seedling. A clear difference in the nature between either the resistant mother tree and the ordinary forest tree or the clone derived from the resistant tree and the one from the ordinary was observed.

Because of the young age of the clone submitted to test, most of the test forest except one were still insufficient for that practice. Results obtained from the one test forest which was born successfully to practice the test showed that 16 clones within 56 candidates were tentatively valued as resistant. It may suggest that the presence of the resistance to the disease in larch should be considered in problems of forest practice.

The comparative test on various species in the genus *Larix* for the response to the disease has been made under natural condition. *Larix gmelini* var. *japonica*, *L. gmelini* var. *olgensis*, *L. decidua*, and *L. laricina* showed a high susceptibility. However, *L. leptolepis* was more resistant than the others tested. Susceptible species, *L. gmelini* and *L. decidua* had their susceptibility reduced by crossing with *L. leptolepis*, comparatively resistant, in some degree.

カラマツ落葉病に関する調査研究

IX. 防除に関する試験

野 原 勇 太⁽¹⁾・佐 藤 邦 彦⁽²⁾
浜 武 人⁽³⁾・小 野 馨⁽⁴⁾
伊 藤 一 雄⁽⁵⁾

落 葉 処 理

本病原菌は病落葉中で越冬、翌春～夏にこれに子嚢殻を成熟、その子嚢胞子が伝染源となり、これ以外の第二次伝染は存在しないことはすでに伊藤ら (1957)⁽²⁾ によって明らかにされている。したがって、病原菌が成熟して子嚢胞子を形成する前に、これがひそんでいる病落葉を何らかの方法で処理して病原菌を除くかまたは殺滅するか、あるいは孢子形成または飛散を不能にすれば、本病の伝染はありえないはずである。このようなことから、本病罹病落葉を物理的あるいは化学的に処理してその防除効果を試験してみた。

1. 病落葉に対する被覆が本病の発生に及ぼす影響

試験—1

(1) 試験地および試験方法 山形県真室川町大字釜淵、林業試験場山形分場付属苗畑の一隅のスギ林に接したところに試験地を設けた。1 plot の大きさは 10 m² とし、1957 年 5 月 18 日に m² あたり 12 本ずつ 2 回床替え 3 年生カラマツ苗を植えた。なお、おのおのの処理間の距離は孢子の飛散の影響を少なくするために 50 m はなした。

同日に伝染源として近くのカラマツ落葉病被害林内から、前年の病落葉を集めて、おのおのの plot の地表に 5 mm 厚さに均一にしいた。対照区ではそのまま放置した。病葉に対する被覆区では、病葉の上にクリ、コナラを主とする広葉樹の落葉でカラマツ落葉がまったく見えない程度に被覆し、その上を 3 cm の角材をのせて落葉が飛散しないようにした。

翌年はそのまま放置し、継続して調査した。

(2) 試験結果 第 1 表にしめすとおり、伝染源の病落葉を被覆することによって、発病が少なくなり、また苗木の成長もよくなっている。

試験—2

(1) 試験方法 山形分場構内で 1949 年植栽、前年度本病の発生を見たカラマツ林分 0.1 ha を用いた。1960 年はそのうち 0.05 ha について隣接林で枝打ちしたスギ枝葉を集め、厚さ 30 cm 全面に地表が全く見えない程度にカラマツの開葉前に被覆し、一方 0.05 ha は対照区として被覆を行なわなかった。

(1) 東北支場保護部長 (前山形分場長) (2) 東北支場保護第一研究室長 (3) 木曾分場保護研究室長 (4) 北海道支場樹病研究室長 (5) 保護部樹病科長 [元釜淵 (山形) 分場長]・農学博士

第 1 表 伝染源病葉に対する被覆が発病におよぼす影響

Table 1. Effects of covering of fallen infected larch needles with fallen hardwood leaves on occurrence of the needle cast.

区 名 Plot	病 葉 率 Percentage of infected leaf (%)				苗木の成長 Growth of stock	
	13/VIII '57	10/X '57	21/VIII '58	16/X '58	苗 長 Length of stock (cm)	根 元 径 Basal diameter (mm)
無 処 理 Control	50	80	50	65	81	13
病 葉 被 覆 Covered infected needles	0	3	2	15	89	13

本病の発生状況を両区に調査木 3 本ずつ選んで、その個体の樹高別にマークした部分の発病程度および進行状態を月 1 回ずつ観察した。調査要領は、健全、微害、軽害、重害の 4 区分として肉眼観察によって判定した。

(2) 試験結果 8 月 1 日から 15 日おきに 10 月 15 日まで 6 回調査したが、被覆区は常に発病が少なく、また樹高は高くなればなるほど発病が少なくなる傾向が明らかであった。しかし、被覆区と対照区は 8 月上旬には顕著な発病差が認められたが秋期になるにつれて被覆区の病状が進行して、対照区の病状に接近してくる傾向があった。

これは本試験地から約 40 m 上部に同齢の被害林分があるために、そこから伝染源胞子が飛来したのではないかと考えられる。

(東北支場 佐藤邦彦・横沢良憲・庄司次男)

2. 落葉除去および薬剤処理が本病の発生に及ぼす影響

試験—1

試験地は盛岡市下厨川林業試験場東北支場構内カラマツ属各種抵抗性検定林分を用いた。1962 年 5 月 10～20 日に全面積約 1,000 m² の半分について、林内のカラマツ落葉および雑草を鋤で除き林外に運んだ。

8 月 23 日に中間の 1 block を除外して西側の罹病状態を調査した結果を第 2 表に示す。

この結果から、樹種によってはいちじるしい差がないものもあるが、概して処理区における被害が少なくなっている。

試験—2

(1) 試験地および方法 試験地は岩手県遠野市戈田官行造林地 2 林班の 12 年生の約 3 ha のカラマツ林である。この林分では数年前から落葉病の被害が発生した。

1960 年 11 月 1～2 日と、翌年 5 月 11～12 日に第 3 表に示すように落葉除去と薬剤処理の試験区を設定した。おのおのの plot は 28 m×28 m とし、1 回くりかえしとした。

薬剤散布は散粉器を用い、地表の落葉に均一に行なった。また落葉除去区の落葉はすべて試験区外に運び土をかけて埋めた。

なお秋の薬剤散布と落葉除去後に、落葉があった。

(2) 試験結果 1961 年 9 月 13 日の調査結果を第 3 表に示す。

第2表 病葉の除去と各種カラマツの落葉病発生との関係

Table 2. Effects of removing of fallen larch needles on occurrence of the needle cast of various larches.

樹 種 Tree species	病 葉 率 Percentage of infected leaf (%)	
	無 処 理 Control	処 理 Removed fallen larch needle
オオシュウカラマツ×ニホンカラマツ European larch×Japanese larch	11	46
オオシュウカラマツ European larch	37	81
東部アメリカカラマツ Eastern American larch	35	80
チョウセンカラマツ Korean larch	73	93
グイマツ×ニホンカラマツ Chishima larch×Japanese larch	55	55
グイマツ Chishima larch	62	89
ニホンカラマツ Japanese larch	38	35

第3表 カラマツ落葉病被害林の地表落葉除去および薬剤処理による防除試験結果

Table 3. Results of control experiment of the needle cast by removing of fallen larch needles and spraying with fungicides to fallen leaves.

区 名 Plot	散 布 量 Amount of used fungicide	被 害 程 度 (%) Damage			被 害 度 Index of infection
		I	II	III	
セレスン石灰(秋) Ceresan diluted with slaked lime (Autumn)	6 kg per 1 ha	0	30	70	4.4
同 上 (春) Ditto (Spring)	〃	1	31	68	4.3
モンゼット (秋) Monzetto (Autumn) (TUZ)	〃	0	19	81	4.6
同 上 (春) Ditto (Spring)	〃	0	49	51	4.0
落葉除去 (秋) Removed fallen larch needles (Autumn)		5	44	51	3.9
同 上 (春) Ditto (Spring)		27	64	9	2.7
無 処 理 Control		0	6	94	4.9

Note: 被害度 Index of infection $\frac{5 \times \text{III} + 3 \times \text{II} + 1 \times \text{I}}{\text{N}}$

N = I + II + III (本数 number)

この結果から、薬剤散布の効果はいちじるしくない。これは伝染源が近くに存在するためと考えられる。つぎに落葉除去の春の実施区ではかなり罹病が少なく、秋の実施区が多いのは実施後に落葉があったためであろう。

試験—3

(1) 試験地と試験方法 本試験を行なった箇所は、山形分場構内で 1949 年植栽、前年度本病の発生を見たカラマツ林分 0.12 ha を選び、1957 年根雪前に試験地を設定して 1958 年秋、その発病状況を調査したもので、試験区は下記のとおりで各区面積 0.04 ha である。

1) 落葉を除去した区

2) 落葉を除去せずそのまま根雪前にセレスン石灰 0.1 ha あたり 6 kg 散布した区

3) 標準区（無処理）

(2) 試験結果 本結果をとりまとめると、落葉除去区がもっとも好結果を示し、その被害度指数 1.7、つぎはセレスン石灰散布区の 1.9、発病のもっとも大きな区は標準区の 2.2 である。ただし被害度の表わし方はここでは健全 0、微害 1、軽害 2、中害 3、重害 4、最重害 5 の指数とし、これに当該発病本数を乗じ各区の供試個体数で除して算出したものである。

試験—4

川名 明の報告によれば、シダの駆除に石灰窒素を用いて地ごしらえ効果をあげているが、このことは石灰窒素を散布してシダを枯死させると同時に地ごしらえ施肥を行なう結果になるという。それでカラマツ落葉病を防除する一手段として、1960 年春薬剤処理の意味で地表面に石灰窒素を施用し、本病防除効果を試験した。

(1) 試験方法 山形分場構内の 1949 年植栽カラマツ林分中局所的に 25 m² 内に石灰窒素 m² あたり 150 g、開葉前に散布し、対照区（無処理）との発病状況を比較した。調査木は各試験区とも 1 本ずつに

第 4 表 石灰窒素およびホルサイドによる落葉処理の本病防除効果（1961、山形分場実験林）

Table 4. Results of control experiment with Nitrolime and Horsaído for the needle cast (at Yamagata Subbranch Station in 1961).

	調査年月日 Date of investigated	高 さ 別 Height (m)				
		2 m	3 m	4 m	5 m	6 m
石灰 N 区 150 g/m ² Nitrolime	VII—19	0	0	0	0	0
	VIII—2	0	0.33	0	0	0
	VIII—29	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0
	IX—12	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ホルサイド区 75 g/m ² Horsaído	VII—19	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	VIII—2	0.7	0.7	1.0	0.7	1.0
	VIII—29	1.0	1.7	2.0	1.7	2.0
	IX—12	1.33	2.0	2.0	2.0	2.33
対 照 区 Control	VII—19	0.7	2.33	1.33	0.33	0.33
	VIII—2	0.7	2.7	2.7	2.0	0.7
	VIII—29	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	IX—12	1.33	3.0	3.0	3.0	3.0

備考: 1. 石灰 N 施用月日 5 月 8 日

2. ホルサイド施用月日 5 月 10 日

Notes: 1. Date of dusting Nitrolime V—8

2. Date of dusting Horsaído V—10

ついて、1960 年予備的に実施を試み、樹高別にマークした箇所につき、8 月 1 日、15 日、30 日、9 月 10 日、30 日の 5 回観察調査した。調査方法は健全、微害、軽害、重害の 4 段階による指数で表わした。

(2) 試験結果 石灰窒素散布区は対照区に比して、その発病が少なかった。ことに 9 月 15 日、同 30 日の調査時においては無処理区は樹高 1~5 m まで常に指数 3 を示したが、石灰窒素散布区では 9 月 10 日調査で樹高 3 m において 2 未満の指数を示す程度で、9 月 30 日の調査では樹高 4~5 m において同じく指数 2 未満をしめしその発病は小であった。このことから石灰窒素を地表落葉に散布したことが本病の発生を阻止したものといえよう。

試験—5

(1) 試験方法 1961 年度には新たな本病被害林分 0.12 ha において、ホルサイド m^2 あたり 75g 散布区を設け、石灰窒素 m^2 あたり 150 g 区間との比較試験を行なった。この試験区面積は各区 200 m^2 とした。

(2) 試験結果 本試験結果を第 4 表にしめす。第 4 表でわかるように、薬剤間ではホルサイド区よりもむしろ石灰窒素区が各調査時期とも常に発病が少なく、対照区は両者よりも常に発病が多かった。以上は各区とも 3 個体につき 2~6 m の樹高別に観察したものであるが、試験区内の全個体について調査した結果をしめすと第 5 表のとおりである。

第 5 表 石灰窒素およびホルサイドによる落葉処理の本病防除効果
(IX—19, 1961 山形分場実験林)

Table 5. Results of control experiment with Nitrolime and Horusaido for the needle cast (at Yamagata Subbranch Station in 1961).

番号 No.	種 類 Treatment	調査個体本数 Number of tree investigated	調査方法 Part investigated	落葉病被害度別本数調査 Number of investigated stock					落葉病被害程度(指数) Index of infection
				健 全 Healthy (0)	微 害 Very slight (1)	軽 害 Slight (2)	重 害 Severe (3)	計 Total	
1	石灰 N 区 150 g/ m^2 Nitrolime 面積 200 m^2 Area.	43	上 Upper	11	29	3	0	43	0.8
			中 Middle	0	33	9	1	43	1.3
			下 Lower	0	19	18	6	43	1.7
2	ホルサイド区 75 g/ m^2 Horusaido 面積 200 m^2 Area.	36	上 Upper	6	24	6	0	36	1.0
			中 Middle	0	23	12	1	36	1.0
			下 Lower	0	9	21	6	36	1.9
3	対 照 区 Control 面積 200 m^2 Area.	33	上 Upper	1	19	11	2	33	1.4
			中 Middle	0	7	20	6	33	2.0
			下 Lower	0	0	7	26	33	2.8

備考: 1. 石灰 N 5 月 8 日 散布, 2. ホルサイド 5 月 10 日 散布

Notes: 1. Date of dusting Nitrolime V—8

2. Date of dusting Horusaido V—10

第 6 表 落葉除去が本病の発生に及ぼす影響

Table 6. Effects of removing of fallen diseased needles on occurrence of the needle cast.

a. 王滝, 昭和 32 年 (Otaki, 1957)

区 分 Treatment	供試本数 Number of trees examined	試 験 結 果 Result of the experiment			
		処 理 前 Before treatment		処 理 後 After treatment	
		罹 病 木 Diseased tree (%)	健 全 木 Healthy tree (%)	罹 病 木 Diseased tree (%)	健 全 木 Healthy tree (%)
落 葉 除 去 Removing fallen needles	65	100	0	60	40
対 照 Control	108	100	0	100	0

b. 福島, 昭和 33 年 (Fukushima, 1958)

落 葉 除 去 Removing fallen needles	60	83	17	65	35
対 照 Control	59	100	0	100	0

第 7 表 落葉焼却が本病の発生に及ぼす影響

Table 7. Effects of burning of fallen diseased needles on occurrence of the needle cast.

a. 王滝, 昭和 32 年 (Otaki, 1957)

区 分 Treatment	実施年月日 Date of treatment	供試本数 Number of trees examined	試 験 結 果 Result of the experiment			
			処 理 前 Before treatment		処 理 後 After treatment	
			罹 病 木 Diseased tree (%)	健 全 木 Healthy tree (%)	罹 病 木 Diseased tree (%)	健 全 木 Healthy tree (%)
落 葉 焼 却 Burning fallen needles	V—24 '57	120	100	0	87	13
対 照 Control		108	100	0	100	0

b. 大町, 昭和 32, 33 年 (Omachi, 1957, 1958)

落 葉 焼 却 Burning fallen needles	XI—9 '57	330	96	4	92	8
同 上 Ditto	V—21 '58	517	98	2	93	7
対 照 Control		798	100	0	100	0

c. 福島, 昭和 32, 33 年 (Fukushima, 1957, 1958)

落 葉 焼 却 Burning fallen needles	XI—9 '57	137	100	0	93	7
同 上 Ditto	V—21 '58	38	87	13	71	29
対 照 Control		59	100	0	100	0

本結果は各個体の樹高を 3 分して上, 中, 下に区分調査したものであるが, これによっても石灰窒素区がホルサイド区よりも若干良好な結果が示され, 対照区はもっともはなはだしい発病を見た。

試験—6

1962 年度も前年度と同一箇所では石灰窒素およびホルサイドを用いて継続実施した。

1962 年は供試木各区とも 3 個体につき樹高別に調査したもので, 1961 年度の結果とほぼ同様で, 石灰窒素散布区がホルサイド区よりも常に発病が少なかった。

試験—7

1957 年には長野県王滝営林署管内 (215 林班い小班 10~20 年生) で, また 1958 年には福島営林署管内 (359 林班い小班 110 年生) でそれぞれ落葉除去と本病発生との関係を試験した。王滝署管内では 5 月 23 日に, 前年の落葉を, くまでとほうきで集めて林外に持ち出し, また福島署管内では 5 月 21 日に集めた落葉を地中に埋没した。9 月下旬に調査した結果は第 6 表に示すとおりで, 落葉除去区はいずれも被害がいちじるしくすくなかった。

試験—8

火炎放射機を用いて落葉を焼却することが本病の発生にどのように影響するかを長野県王滝営林署管内 (215 林班い小班, 10~20 年生), 大町営林署管内 (87 林班そ小班, 8 年生) および福島営林署管内 (359 林班い小班, 10 年生) において試験した。王滝署管内では 5 月に, また大町署管内および福島署管内では 11 月と 5 月の 2 回実施した。試験結果は第 7 表にかかげるとおりで, 焼却処理区においては対照区よりもいくらか被害がすくない程度で顕著な防除効果はみとめられなかった。

試験—9

第 8 表 落葉に対する薬剤施用が本病の発生に及ぼす影響

Table 8. Effects of fungicides for fallen diseased needles on occurrence of the needle cast.

a. 王滝, 昭和 32 年 (Otaki, 1957)

区 分 Treatment	面 積 Area (ha)	実施年月日 Date of treatment	供試本数 Number of trees examined	試 験 結 果 Result of the experiment			
				処 理 前 Before treatment		処 理 後 After treatment	
				罹 病 木 Diseased tree (%)	健 全 木 Healthy tree (%)	罹 病 木 Diseased tree (%)	健 全 木 Healthy tree (%)
セレスン石灰 (18 kg) 施用 Dusting with Ceresan-Ca (18 kg)	0.19	V—23	257	86	14	81	19
対 照 Control	0.05		108	100	0	100	0

b. 大町, 昭和 33 年 (Omachi, 1958)

PCP (10 kg) 施用 Dusting with PCP (10 kg)	0.5	V—21	438	98	2	98	2
セレスン石灰 (24 kg) 施用 Dusting with Ceresan-Ca (24 kg)	0.5	V—21	566	99	1	99	1
対 照 Control	0.5		798	100	0	100	1

薬剤による落葉処理の本病防除効果を知るために 1957 年には長野県王滝営林署管内（215 林班い小班、10～20 年生）で、また 1958 年には大町営林署管内（89 林班、そ小班、8 年生）でセレンソ石灰および PCP を用いて試験を行なった。その結果は第 8 表のとおりで、これらの防除効果はほとんどみとめられなかった。（東北支場 野原勇太・佐藤邦彦・横沢良憲・庄司次男、山形分場 栗田（旧姓 佐藤）稔美・遠田 武、木曾分場 浜 武人）

薬 剤 散 布

本病の伝染源となる子嚢胞子は越冬病落葉に普通 5 月中、下旬～7 月中、下旬の約 2 か月間形成され、また第二次伝染は存在しないことから、この期間カラマツに対して保護的殺菌剤を散布することによって本病の予防が可能なのである。これを明らかにする目的でつぎの諸試験を実施した。

苗畑における薬剤防除試験

苗畑時代に苗木が罹病する場合があることはしばしば認められている。このような罹病苗が山行きされた場合は、罹病葉の一部が付着したまま林地に植栽され、本病の蔓延伝播のもとになることは疑う余地がない。しかも、従来事業用床替苗畑においてはカラマツに対してはボルドー液などの消毒を実施しないのが普通であるから、今後のカラマツ養苗にはこの点に留意する必要があると考え、山形分場苗畑において 1958～1961 年の 4 か年間本試験を実施した。

（1）試験方法

前年度本病が発生した圃場を用い、1 回床替えは m^2 あたり 36 本植え、2 回床替えは 25 本植えとし、歩道はともに 50 cm の短柵植えで、畦の長さ 15 m、1～2 回床替えとも 8 畦ずつ試験区を設定し、4 畦はボルドー液 4—4 式年間 8 回、1 回の散布量 $350 cc/m^2$ の散布、他は無散布の対照区として、10 月に本病の発生状況を調査した。なお 1959、1960 年ともに 2 回床替苗木について供試本数をやや多く用い試験を反復して行なった。さらに 1960、1961 年の 2 か年には接種試験を加味した薬剤防除試験を 1 プロット $4 m^2$ につき 4 ブロック 16 プロットのラテン方格法によって試験した。

第 9 表 苗畑におけるカラマツ落葉病薬剤防除試験成績 A. 1 回床替苗（1958、山形分場苗畑）

Table 9. Results of control experiment with Bordeaux mixture for the needle cast of Japanese larch stocks (at Yamagata Subbranch Station in 1958).

種 類 Treatment	供 試 植 付 本 数 Number of stock of stock tested	調査本数 Number of stock investi- gated	落葉病被害度別本数調査 Number of investigated stocks					落葉病被害 程度(指数) Index of infection
			健 全 Healthy (0)	微 害 Very slight (1)	軽 害 Slight (2)	重 害 Severe (3)	計 Total	
ボルドー液区 $350 cc/m^2$ Bordeaux mixture	2.016	894	434	364	86	6	894	0.62
無散布区 Control	2.016	896	404	390	88	14	896	0.68

備考: 1. 植付本数 36 本/ m^2 、床替実施月日 5 月 13 日、調査月日 10 月 18 日

2. 施肥量 N $50 g/m^2$ 、P $70 g/m^2$ 、K $8 g/m^2$ 、堆肥 $2 kg/m^2$

Note: 1. Number of planted stocks $36/m^2$, Date of planting V-13, Date of investigation X-18.

2. Amount of fertilizer, N $50 g/m^2$, P $70 g/m^2$, K $8 g/m^2$, Compost $2 kg/m^2$.

第 10 表 苗畑におけるカラマツ落葉病薬剤防除試験成績 B. 2 回床替苗 (1958, 山形分場苗畑)

Table 10. Results of control experiment with Bordeaux mixture for the needle cast of Japanese larch stocks (at Yamagata Subbranch Station in 1958).

種 類 Treatment	供 試 植 付 本 数 Number of stock tested	調査本数 Number of stock investi- gated	落葉病被害度別本数調査 Number of investigated stocks					落葉病被害 程度(指数) Index of infection
			健 全 Healthy (0)	微 害 Very slight (1)	軽 害 Slight (2)	重 害 Severe (3)	計 Total	
ボルドー液区 350 cc/m ² Bordeaux mixture	1,400	654	304	207	94	49	654	0.83
無散布区 Control	1,400	634	99	354	113	68	634	1.24

備考: 1. 植付本数 25 本/m², 床替実施月日 5 月 13 日, 調査月日 10 月 18 日2. 施肥量 N 50 g/m², P 70 g/m², K 8 g/m², 堆肥 2 kg/m²Note: 1. Number of planted stocks 25/m², Date of planting V-13, Date of investigation X1-118.2. Amount of fertilizer, N. 65 g/m², P. 70 g/m², K. 8 g/m², Compost 2 kg/m².

第 11 表 苗畑におけるカラマツ落葉病薬剤防除試験成績 2 回床替苗

Table 11. Results of control experiment with Bordeaux mixture for the needle cast of Japanese larch stocks (at Yamagata Subbranch Station in 1959).

種 類 Treatment	供 試 植 付 本 数 Number of stock tested	調査本数 Number of stock investi- gated	落葉病被害度別本数調査 Number of investigated stocks					落葉病被害 程度(指数) Index of infection
			健 全 Healthy (0)	微 害 Very slight (1)	軽 害 Slight (2)	重 害 Severe (3)	計 Total	
ボルドー液区 350 cc/m ² Bordeaux mixture	7,200	3,595	0	2,593	904	98	3,595	1.31
無散布区 Control	7,200	3,600	0	1,974	1,472	154	3,600	1.49

備考: 1. 植付本数 25 本/m², 床替実施月日 4 月 27 日.2. 施肥量 N 65 g/m², P 90 g/m², K 18 g/m², 堆肥 3 kg/m².Note: 1. Number of planted stocks 25/m², Date of planting IV-27.2. Amount of fertilizer, N. 65 g/m², P. 90 g/m², K. 18 g/m², Compost 3 kg/m².

(2) 試験結果

1958 年の成績を示すと第 9~10 表のとおりで, 1 回床替苗においては, 消毒と無消毒区間においてはほとんど差が認められない程度であるが, 2 回床替苗では消毒区と対照区(無消毒区)との間にやや発病差が認められた。

つぎに 1959 年度は 2 回床替えのみについて行なったが本試験結果は第 11 表のとおりで消毒区 1.3, 無消毒区 1.5 の指数をしめた。

つぎに 1960 年度も 2 回床替苗について実施したが, 本結果は第 12 表に示すとおりである。

さらに 1960, 1961 年の 2 か年, 接種試験を加味して, 4 ブロック 16 プロット, 1 プロットの面積 4 m², この所要苗木 100 本, ラテン方格法にもとづいて実施した結果を示すと第 13 表および第 14 表のとおりである。

第 12 表 苗畑におけるカラマツ落葉病薬剤防除試験成績 2 回床替苗
(調査月日 1960, X-1, 山形分場苗畑)

Table 12. Results of control experiment with Bordeaux mixture for the needle cast of Japanese larch stocks (at Yamagata Subbranch Station in 1960).

種 類 Treatment	供 試 植 付 本 数 Number of stock tested	調査本数 Number of stock investigated	落葉病被害度別本数調査 Number of investigated stocks					落葉病被害程度(指数) Index of infection
			健 全 Healthy (0)	微 害 Very slight (1)	軽 害 Slight (2)	重 害 Severe (3)	計 Total	
ボルドー液区 4—4 式, 350 cc/m ² Bordeaux mixture	1,000	852	0	572	272	8	852	1.3
無散布区 Control	1,000	718	0	316	380	22	718	1.6

- 備考: 1. 植付本数 25 本/m², 床替月日 4 月 26 日
2. 施肥量 N 65 g/m², P 90 g/m², K 18 g/m², 堆肥 3 kg/m²
3. 調査本数の減は枯損によるもの。

- Note: 1. Number of planted stocks 25/m², Date of planting IV-26.
2. Amount of fertilizer, N 65 g/m², P 90 g/m², K 18 g/m², Compost 3 kg/m².

第 13 表 各種薬剤散布によるカラマツ落葉病防除試験成績
(調査月日 1960, X-1, 山形分場苗畑)

Table 13. Results of control experiment for the needle cast of Japanese larch stock with several fungicides (at Yamagata Subbranch Station in 1960).

供 試 薬 剤 Treatment	供 試 植 付 本 数 Number of stock tested	調査本数 Number of stock investigated	落葉病被害度別調査本数 Number of investigated stock					落葉病被害程度(指数) Index of infection
			健 全 Healthy (0)	微 害 Very slight (1)	軽 害 Slight (2)	重 害 Severe (3)	計 Total	
落葉+ボルドー液 4—4 式, 350 cc/m ² A. Spraying with Bordeaux mixture to fallen needles	400	385	55	321	9	0	385	0.9
落葉+セレスン石灰 6 g/m ² B. Dusting with Ceresan diluted with slaked lime	400	388	3	341	47	0	388	1.1
落 葉 C. Fallen needles	400	398	0	249	148	1	398	1.4
標 準 D. Control	400	385	3	292	93	0	385	1.2

- 備考: 1. 植付本数 100 本, 2 m×2 m, 床替月日 4 月 24 日
2. 施肥量 N 65 g/m², P 90 g/m², K 18 g/m², 堆肥 3 kg/m²
3. 調査本数の減は枯損によるもの。

- Note: 1. Number of planted stocks 100/m², Date of planting IV-21.
2. Amount of fertilizer, N. 65 g/m², P. 90 g/m², K. 18 g/m², Compost 3 kg/m².
3. The decrease of investigated stocks was due to dying.

第 13 表および第 14 表の結果は被害度に若干の差が認められるが、ボルドー液散布区がセレスン散布区より常に良好な結果が 2 か年とも認められ、落葉を接種して何ら消毒を行なわない C 区がもっとも発

第14表 各種薬剤散布によるカラマツ落葉病防除試験成績
(1961, 山形分場苗畑)

Table 14. Results of control experiment for the needle cast of Japanese larch stock with several fungicides (at Yamagata Subbranch Station in 1961).

供試薬剤 Treatment	供試植付本数 Number of stock tested	調査本数 Number of stock investigated	落葉病被害度別調査本数 Number of investigated stock					落葉病被害程度(指数) Index of infection
			健全 Healthy (0)	微害 Very slight (1)	軽害 Slight (2)	重害 Severe (3)	計 Total	
落葉+ボルドー液 4—4式, 350cc/m ² A. Spraying with Bordeaux mixture	400 ^{a)}	393	3	354	31	5	393	1.1
	400 ^{b)}	393	0	291	85	17	393	1.3
落葉+セレンサン石灰 6g/m ² B. Dusting with Ceresan diluted with slaked lime	400	400	0	264	126	10	400	1.4
	400	400	0	66	302	32	400	1.9
落葉 C. Fallen needles	400	388	0	189	181	18	388	1.6
	400	388	0	66	251	71	388	2.0
標準 D. Control	400	398	62	216	115	5	398	1.2
	400	395	0	66	295	34	395	1.9

- 備考: 1. 植付本数 100本, 2m×2m, 床替月日 5月10日
 2. 施肥量 N. 65g/m², P. 90g/m², K. 18g/m², 堆肥 3kg/m²
 3. 調査本数の減は枯損によるもの。
 4. 上段の数字は9月1日調査, 下段は10月9日調査。

- Note: 1. Number of planted stocks 100/m², Date of planting V-10.
 2. Amount of fertilizer, N. 65g/m², P. 90g/m², K. 18g/m², Compost 3kg/m².
 3. The decrease of investigated stocks was due to dying.
 4. The results obtained on Sept. 1st (a) and Oct. 9th (b).

病を見, 標準区は2か年とも相当の被害度を表わしている。これは自然感染によるものと考えられる。

(3) 要約

1) 本試験は, 1958~1960年度まで, 山形分場苗畑において, カラマツ1~2回床替苗木について, ボルドー液による防除試験を, また別に1960~1961年の2か年接種試験を加味した薬剤消毒試験をラテン方格法によって実施した。

2) 1回床替苗ではボルドー液の散布効果は顕著でなかったが, 2回床替苗では消毒効果がいささかみとめられた。

3) 接種を加味した消毒試験では, 2か年ともセレンサン石灰区よりもボルドー液散布区が良好な結果を示した。

(東北支場 野原勇太・栗田(旧姓佐藤)稔美)

造林地における薬剤防除試験

本病被害の著しい造林地においては直接造林木に薬剤散布を行なうことにより, その発病を予防することができかどうかを知るために本試験を実施した。すなわち, 本病の伝染源である病原菌の子嚢孢子形成期間は約2か月間であり, また第一次伝染だけで第二次伝染は本病ではありえないことなどから, 薬剤散布回数は比較的すくなくすむはずで, 技術的にはそう大きな困難はないだろうと考えられたからであ

る。

本試験は山形分場構内造林地および長野県王滝営林署管内において数か年間にわたって行なわれた。

1. 山形分場における試験

本試験は元分場長伊藤一雄技官が在任中、1956年に立案されたもので、その後、前分場長野原勇太技官がこれを踏襲 1959 年まで継続観察された。

（1）試験地の概況

本試験地は、山形分場構内苗畑の西北隅にあり、1949 年植栽の本病被害林分で、既往の保育管理はつまびらかでないが、毎年くりかえされた雪害のため相当林分が疎開している。下刈、蔓切などは行なわれてきたようであるが、枝打、間伐は実施されていない。

試験地の設定は 1956 年（昭和 31 年）で、その面積は 0.05 ha、この半分を薬剤散布とし、他の半分を標準区（薬剤無散布区）とした。

土壌は壤植土、ほとんど平坦地で、北面に樹齢約 45 年生のスギ造林地、西面は同齢のカラマツ林分、東面は 1958 年植栽のスギ造林地、南面は 10 m の休閑地を隔ててポプラ見本林となっている。

（2）薬剤の散布方法

各年次別の薬剤散布は、つぎのとおりで散布期間は 5 月上旬～7 月下旬である。

年次	ボルドー液の濃度	散布回数	摘 要
1956 (昭 31)	4—4 式 (6 斗式)	3	共立ミスト機
1957 (昭 32)	4—4 式 (6 斗式)	6	〃
1958 (昭 33)	4—4 式 (6 斗式)	1	〃

薬剤散布量は試験区中供試個体約 50 本につき薬液 21.6l (1 斗 2 升)。

（3）試験結果

年次別試験成績を摘記すればつぎのとおりである。

1956 年（昭 31）ボルドー液散布区はきわめて顕著な防除効果をしめし、対照区は激害をうけた。すなわち、8 月中旬の調査において無散布対照区における針葉には多数の病斑が形成され、遠望してひと目で病樹とわかるほど褐色を呈するのに対して、散布区では針葉にほとんど病斑がみとめられないか、または病斑があってもきわめて少数で、遠望すれば濃緑色で健全樹といささかも異なるところがなく、散布区と無散布区の差は一目瞭然である (Plate 1)。その後時日の経過とともにこの差はいっそう顕著になった。

1957 年（昭 32）1956 年と同様薬剤散布の効果はきわめて顕著であった。

1958 年（昭 33）各林木がこみすぎたことおよびこれにともない薬剤散布がやりにくくなったことから 1 回の散布にとどめたためか、前年度ほど顕著な効果はみとめられなかった。

1959 年（昭 34）本年は薬剤散布を中止した。その結果は、前年までの散布区は対照無散布区と同様はなはだしい被害をみた。

なお 1957 年における薬剤防除試験成績を掲記すると第 15 表のとおりである。

さらに針葉の測定結果を示すと第 16 表のとおりである。

第 15 表および第 16 表から明らかなようにボルドー液散布区は無散布区と対比すると判然たる防除効果をもたらしたものと見える。これを要するに本病は、ボルドー液散布によって十分予防効果が期待で

第 15 表 昭和 32 年度におけるカラマツ落葉病薬剤防除試験成績（山形分場，1957）
Table 15. Results of control experiment with Bordeaux mixture for the needle cast of Japanese larch forest trees (at Yamagata Subbranch Station, 1957).

項 目 Item	試 験 区 Plots	
	ボルドー液散布 Bordeaux mixture	標準区（無散布区） Control
供 試 本 数 Number of tested tree	46	51
開 葉 の 時 期 Opening period of leaves	5 月 末 Late in May	6 月 上 旬 Early in June
葉 の 色 Colour of leaves	濃 緑 色 Deep green	黄 色 Yellow
葉 の 長 さ Length of leaves	長 Long	短 Short
葉 の 量 Volume of leaves	多 Much	少 Little
落 葉 の 時 期 Falling period of leaves	11 月 下 旬 Late in November	9 月 上 旬 Early in September
樹 高（平 均） Tree height (Average) (m)	5.2	5.4
胸高直径（平均） Diameter b. h. (Average) (cm)	5.4	5.1
成 長 量（樹高） Growth (Height) (cm)	82.0	66.0
成 長 量（胸高直径） Growth (Diameter b. h.) (cm)	1.0	0.9

第 16 表 ボルドー液散布区と無散布対照区におけるカラマツの針葉の比較（山形分場，1957）
Table 16. Comparison between the needles in Bordeaux mixture spraying plot and those in check plot (at Yamagata Subbranch Station, 1957).

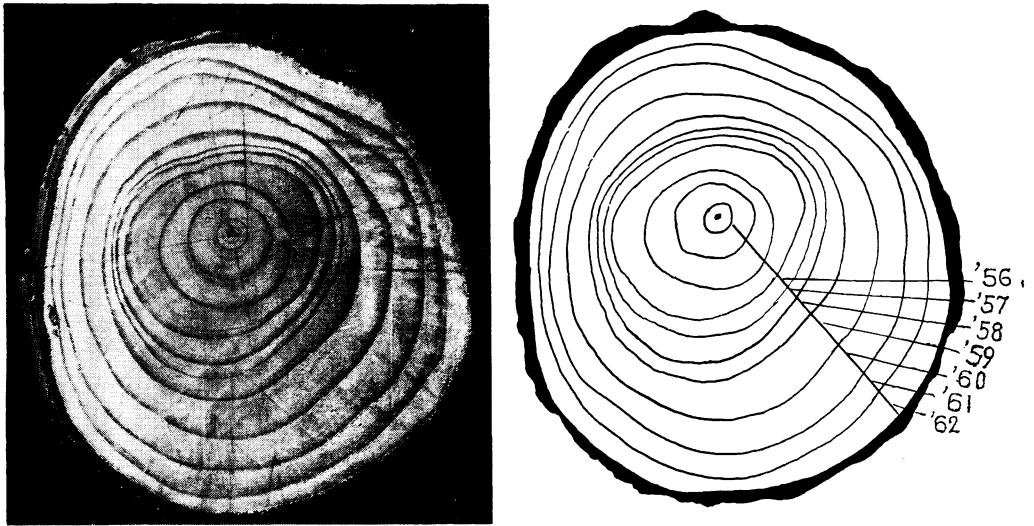
試 験 区 Plot	供 試 葉 数 Number of needle in- vestigated	葉 の 長 さ Length of needle mm	葉 の 重 さ Weight of needle g	乾 燥 重 量 Dry weight of needle g	含 水 率 Water content %
ボルドー液散布区 Bordeaux mixture spraying	200	21.5	0.629	0.230	61
標準区（無散布） Control	200	12.5	0.337	0.126	59

きることが判明した。

ボルドー液散布区から供試木を選び、1963 年（昭 38）5 月に樹幹解析を行なったところ、薬剤散布を開始した翌年、1957 年（昭 32）あたりを境にして、樹高、直径、材積成長ともに上昇の傾向がみられた（第 1 図）。

2. 長野県王滝営林署管内における試験

王滝営林署管内 215 林班い小班（10～20 年生）に薬剤散布区（0.28 ha）および無散布対照区（0.05 ha）を設け、1957 年（昭 32）に試験を実施した。供試薬剤は三共ボルドー 450 倍液（展着剤グラミンを 10l に対して 1 cc の割合に添加）とし、5 月 23 日、6 月 10、19 日、7 月 5、16、23 日の 6 回散布を行なった。



第1図 ボルドー液散布試験木の幹横断面

ボルドー液散布: 1956, 1957, 1958 年 伐倒 1963 年 5 月 $\times 2/3$ Fig. 1. Cross section of a Japanese larch trunk sprayed with Bordeaux mixture (1956~1958) for control of the needle cast. $\times 2/3$

第 17 表 造林木に対するカラマツ落葉病薬剤防除試験成績（長野，王滝，1957）

Table 17. Results of the control experiment with Sankyo Bordeaux mixture for the needle cast of Japanese larch forest trees (Otaki, Nagano, 1957).

区 分 Treatment	面 積 Area (ha)	供試本数 Number of trees examined	試 験 結 果 Result of the experiment			
			試 験 前 Before treatment		試 験 後 After treatment	
			罹 病 木 Diseased tree (%)	健 全 木 Healthy tree (%)	罹 病 木 Diseased tree (%)	健 全 木 Healthy tree (%)
三共ボルドー散布 Sankyo Bordeaux mixture spraying	0.28	170	100	0	12	88
対 照 Control	0.05	108	100	0	100	0

9 月末日調査した結果は第 17 表にしめすとおりで，病原菌子嚢胞子の放出期間中三共ボルドーを 6 回散布することは本病防除に卓効をみとめた。（東北支場 野原勇太・佐藤邦彦，山形分場 児玉武男・遠田 武，木曾分場 浜 武人，保護部 伊藤一雄）

サ サ 枯 殺

本病の激害林分には地床植物としてササの繁茂が著しい場合がしばしばみとめられる。それで本病罹病林分のササを枯殺することが，罹病程度を軽減するかどうかを知るために本試験を行なってみた。

(1) 試 験 地

北海道清水営林署管内経営区 11 林班は小班。標高約 250 m，傾斜 南東面 15~18°，植栽樹種 ニホンカラマツ，植栽年 1952 年（昭 27）秋植，植栽本数 ha あたり 2,500 本，下刈 1955 年（昭 30）

まで 2 回, 1956 年 1 回。補植 約 20%。

地床植物 クマイザサ約 80%, その他イチゴ類, ハギ類, ヒヨドリバナ, ヨモギ, カラマツソウ, フキ, シダ類, カンパネ類。

前代樹種 ナラを主とする広葉樹, 地ごしらえ 全刈火入地ごしらえ。土壌 B_{1D} 型, 落葉および腐植層 2~3 cm, A 層 23~24 cm, B 層 30~32 cm。

(2) 試験区およびササ枯殺剤散布

1 区 30×30 m とし, 散布区, 無散布区 3 回反復とし, 1959 年 (昭 34) 7 月 24 日にクロレート粉剤を 1 区 (900 m²) あたり 10 kg 散布した。

(3) 調査方法および結果

調査は 1962 年 (昭 37) 8 月 28 日につぎの 2 点について行なった。

a) 直径成長量の比較 1959 年 (昭 34) 7 月薬剤散布時における各区の平均直径と 1962 年 (昭 37) 8 月における平均直径の差をとり, これによって成長の比較を行なった (各区 30 本について調査)。

b) 罹病程度の比較 罹病度を 0 (健全), 1 (わずかに罹病), 3 (一見して落葉病と判定がつくもの), 5 (被害はなはだしいもの) の 4 段階にわけて各調査木について調査を行ない, 各区ごとに平均をとって比較してみた。

その結果は第 18 表にしめすとおりで, 成長量については 5% 危険率で散布区と無散布区の間に差がみとめられたが, 罹病度については両者間に有意差はみとめられなかった。(北海道支場 小野 馨・遠藤 克昭)

第 18 表 地床のササ枯殺と落葉病被害との関係 (北海道)

Table 18. Effect of chemical treatment of bamboo-grass in larch plantation on the degree of infection by the needle cast (Hokkaido).

区 分 Plot	1959 年試験着手時 における平均直径 Averaged diameter b. h. in 1959 (cm)	1962 年試験終了時 における平均直径 Averaged diameter b. h. in 1962 (cm)	1959~1962 年の 直径成長量 Diameter growth in 1959 to 1962 (cm)	1962 年における 落葉病罹病度 Degree of infection in 1962
A 処 理 区 Treated	3.1	6.9	3.8	1.0
B 対 照 区 Control	2.8	5.5	2.7	2.7
C 処 理 区 Treated	3.2	6.4	3.2	1.7
D 対 照 区 Control	3.6	6.5	2.9	0.8
E 処 理 区 Treated	3.1	6.3	3.2	2.0
F 対 照 区 Control	3.5	6.3	2.8	2.5

要 結

1. HARTIG (1900)¹⁾ はオオシユウカラマツ林内の 下層に各種の 広葉樹の発生を促すか, または ブナを植えつけることによって *Mycosphaerella* (*Sphaerella*) *laricina* R. HARTIG による葉ふるい病の防除効果があることを報告しており, この原因として地上に落下した広葉樹の落葉がカラマツの病葉をおおい,

翌年の病原菌子嚢胞子の飛散を機械的に防ぐためだとしている。病落葉で越冬後伝染源となる子嚢胞子を形成する本落葉病菌の場合にも、地上に堆積された病葉からの胞子飛散を阻止する手段として、病落葉の除去、焼却、薬剤処理および模型的ながら広葉樹葉あるいは針葉樹葉でカラマツ病針葉を被覆する試験を実施した。その結果は一時的には防除効果がみとめられても、著効をあげることはできなかった。これは各試験区がせまく、周辺に本病罹病木が存在するため、これから伝染源胞子が飛来するためと考えられる。

2. 本病伝染源は5月中・下旬～7月中・下旬の約2か月間に形成される子嚢胞子のみで、第二次伝染はないことから、カラマツに対する保護的殺菌剤の散布によって本病の予防は理論的に可能はずである。これを実証するために、山形および長野両県下における罹病林木にボルドー液散布を各年数回実施したところ、著しい防除効果がみとめられた。そして樹幹解析から、薬剤散布開始の翌年あたりを境にして、樹高、直径、材積成長とも上昇の傾向があった。

山形県で行なった苗畑における薬剤防除試験結果は林木に対するものほど著効はみとめられなかった。これは苗木は一般に本病に罹りがたいことから対照区（無散布区）と薬剤散布区の違いに罹病程度に著しい差が出なかったことによるものと思われる。

3. 本病激害林分には地床植物としてササ類の繁茂の著しい場合がしばしばみとめられることから、ササ枯殺がその罹病程度を軽減するかどうか試験したが、その効果は全くみとめられなかった。

文 献

- 1) HARTIG, R.: Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten. Berlin, pp. 71~74, (1900).
- 2) Ito, K., K. SATO, and N. OTA.: Studies on the needle cast of Japanese larch- I. Life history of the causal fungus, *Mycosphaerella larici-leptolepis* sp. nov. 林試研報 96, 69~88, (1957).
- 3) 伊藤武夫・浜 武人: カラマツ落葉病防除試験, 長野林友, 3 (1958), pp. 34~43, (1958).

図 版 説 明

Explanation of plate

Plate 1

- A カラマツ落葉病の薬剤防除試験結果（造林木、山形分場）
白ボール向かって左側: ボルドー液散布区
白ボール向かって右側: 無散布区（1956年8月16日撮影）
Result of spraying with Bordeaux mixture for control of the needle cast of Japanese larch tree at Yamagata Subbranch Station, August 16, 1956.
- B 薬剤散布区におけるカラマツ
Larch trees sprayed with Bordeaux mixture.
- C 薬剤無散布区（対照区）におけるカラマツ
Larch trees in check.
- D 薬剤散布区（上）および無散布区におけるカラマツの枝
Shoot of larch sprayed with Bordeaux mixture (upper) and that no-sprayed (lower).

Researches on the Needle Cast of Larch.

IX. Experiments on the control of the disease.

Yûta NOHARA, Kunihiro SATO, Taketo HAMA, Kaoru ONO and Kazuo ITÔ

(Résumé)

From the life cycle studies of the causal fungus (Iro *et al.* 1957) and, researches on the time of spore dispersal (Chapter II) and of infection (Chapter III), it was revealed that the infection source of the fungus was in fallen over-wintered needles and time of infection was, generally, in May to July with its peak in mid-May to June. Hence, the several tests to prevent the spore dispersal and infection were planned and carried out in Hokkaidô, Tôhoku and Chûbu Districts, respectively.

I. Treatment of the infection source

1. Covering of infection source: HARTIG (1900) reported that the mixed stand with larch and hardwoods was effective in inhibiting the development of needle cast of European larch caused by *Mycosphaerella (Sphaerella) laricina* HARTIG. He explained it as the covering effect of the leaves of hardwoods to the larch needles, *i. e.*, leaves of the hardwood defoliating on the fallen larch needles prevent naturally the dispersion of the spore produced on the needles. Concerning HARTIG's idea, two tests were conducted at Yamagata Subbranch Station of the Government Forest Experiment Station, in the Tohoku District. On the ground beneath 3-year-old larch seedlings the fallen diseased larch needles were seated 5 mm thick as inocula, then covered with the leaves of hardwoods such as chestnut and oak. On the other hand, pruned twigs of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. DON) were seated 30 cm thick over the fallen larch needles in a young larch stand. Effect of covering in the nursery plot is fairly obvious (Table 1) but less in the forest stand due probably to the presence of a large amount of infection source around the test plot.

2. Removing of infection source: Influence of removing the fallen larch needles on the damage of the disease was tried in the following three distinct localities; Iwate and Yamagata and Nagano prefectures. Two tests were made in November at Yamagata Subbranch Station and the Tono National Forest in Iwate prefecture, and, four were in May at Yamagata Subbranch Station, the Tohoku Branch Station of the Government Forest Experiment Station in Iwate prefecture, and Otaki and Fukushima National Forests Nagano prefecture. The fallen larch needles were brought out from the test plots except of the plot set up in Fukushima National Forest where needles were buried in the ground. Effect of removing the fallen larch needles in spring is fairly distinct, though it is not necessarily complete (Table 2, 3 and 6). Removing in autumn is not effective owing to the fall of larch needles after treatment (Table 2).

3. Burning of infection source: An attempt to kill the causal fungus within the fallen larch needles was made by using a flame projector. This test was carried out at Ôtaki, Ômachi and Fukushima National Forests in Nagano prefecture. Burning was repeated twice in November and thrice in May. Treatments made in spring were somewhat more effective than those in autumn, but the resultant effect is not complete (Table 7).

4. Chemical treatment of the infection source: Several tests with chemicals such as Monzetto (TUZ), Ceresan-Ca and PCP, were conducted at Yamagata Subbranch Station and,

Ôtaki and Ômachi National Forests, to kill the causal fungus within the fallen needles. No definite effect was observed (Table 3 and 8).

5. Treatment of infection source with nitrolime: KAWANA reported a successful instance in the control of fern by dusting the nitrolime with manuring effect on the planted trees. Then, nitrolime was employed as a killer to the causal fungus inhabiting fallen larch needles, at Yamagata Subbranch Station. Nitrolime (150 kg/m^2) was dusted in early-May. Influence of dusting was compared with that of "horusaïdo" (75 g/m^2) and check plot.

Periodical observations on the degree of infection were continued until mid-November. As shown in Tables 4 and 5, dusting of nitrolime is more effective than that of "horusaïdo" and check plot.

II. Chemical treatment on larch trees.

1. Chemical control for the seedlings: Tests to prevent the infection with 4-4 Bordeaux mixture and Ceresan-Ca were carried out at the nursery of Yamagata Subbranch Station. In these tests, 2- and 3-year-old seedlings were sprayed with them eight times during infection period. Effect of spraying the 4-4 Bordeaux mixture was not so evident because the degree of infection on larch seedlings generally, was low, even in the untreated plot (Tables 9 to 14). Ceresan-Ca was inferior in its effect to that of Bordeaux mixture (Table 13 and 14).

2. Bordeaux mixture spray for the young plantation: Tests with 4-4 Bordeaux mixture were conducted on the young larch trees grown in the stand of Yamagata Subbranch Station. Bordeaux mixture was sprayed three times in the year 1956, six times in 1957, and once in 1958. Marked contrast was observed between the plot sprayed with it and that without it in 1956 and 1957 (Plate 1: A-C). Development of the disease was completely inhibited in these years. In the year 1958, treatment of Bordeaux mixture was finished after the first spray, as the stand became so close that the operation of mist-sprayer was impracticable and effective spraying could not be expected. Therefore, the inhibition of infection in this year was incomplete. Since 1959, degree of infection in the treated plot became again severe as well as those in the untreated plot. In the other test conducted at Ôtaki National Forest, Bordeaux mixture (Sankyo) was also effective for control of the disease of the trees (Table 17).

3. Growth conditions of trees sprayed with and those without Bordeaux mixture: In the years 1957 and 1958, great differences appeared between the trees treated with Bordeaux mixture and those without it in their growth conditions. Treated trees not only opened their needles earlier but also kept them till later than the trees untreated (Table 15). Further, colour of needles of the former was more greenish and the length of them was much longer than those of the latter (Table 15 and Plate 1: D).

4. Growth increment of the trees treated with Bordeaux mixture: In 1963, some trees which were selected at random among the trees treated with Bordeaux mixture, were cut down and analysed in respect of their growth increment. Quantity of the increment as to their height, d.b.h., and volume was investigated. Since 1957, the second year of this test, increase was recorded about these points, especially in the increment of d.b.h. (Fig. 1).

III. Killing of the bamboo overgrown under the diseased larch stand

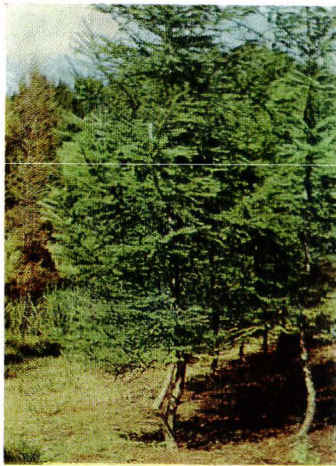
One of the phenomena which attracted our attention in the course of the survey on the distribution of the disease was the fact the bamboo is densely overgrown on the ground of most of the severely attacked stands. Then, an attempt to kill the bamboo grown over the ground of diseased stand was made at Shimizu National Forest, in Hokkaido. Chlorate-

sodium dust (10 kg/10 a) was used as a bamboo killer. Examination was made after three years from its dosage. As shown in Table 18, no correlation was observed between killing the bamboo and degree of infection, though a significant difference was found between the d.b.h. increment of the trees with and without treatment.

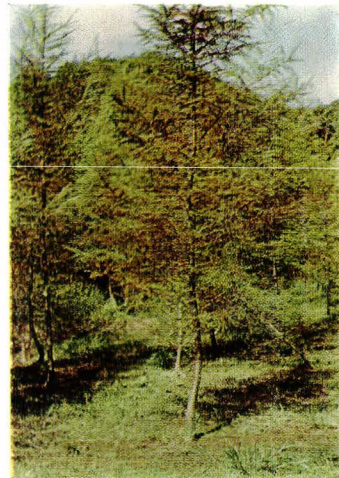
A



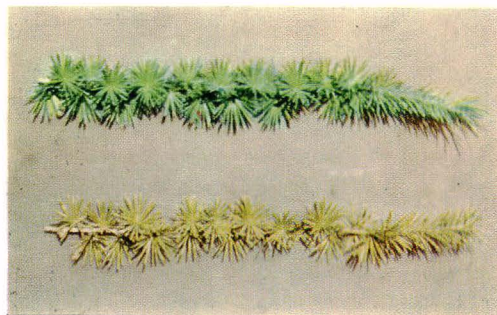
B



C



D



カラマツ落葉病に関する調査研究

X. 総 括

わが国におけるカラマツ造林木の重要病害としては先枯病、落葉病、がんしゅ病およびナラタケ病があげられる。なかでも落葉病は先枯病とともにもっとも被害が多く、その分布は北海道、東北地方、北関東地方および中部地方とカラマツ植栽地全般にわたり被害面積は推定数万 ha に及んでいる。

本病は昭和初期に発見されてその病原菌は *Phoma yano-kubotae* KITAJIMA (北島 1930) と命名されたが、その後久しい間これに関する試験研究は全くなく、ようやく昭和中期にいたって本病病原菌の生活史および本病の伝染が明らかにされ、菌名は *Mycosphaerella larici-leptolepis* K. Ito et K. SATO と改められた(伊藤ら 1957)。

本病の重要さにかんがみ、昭和 32～37 年度の 6 か年にわたり、農林省林業試験場の樹病、生理、土壌、肥料部門の共同的調査研究を実施、現在もおお継続されている。本報告はこれまでに得られた成果の一部で、その概要はつぎのとおりである。

1. 病原菌および本病の伝染

北海道、東北地方、関東地方および中部地方において落葉病をおこしている病原菌はすべて *Mycosphaerella larici-leptolepis* K. Ito et K. SATO で、分生子時代をもたず、伝染はもっぱら子嚢胞子によって行なわれる。

本病の伝染源となる子嚢胞子は越冬病落葉上に形成され、この形成時期は年ごとに、また地方ごとに多少のずれがあるが、大体 5 月中・下旬～7 月中・下旬の 2 か月間に限られている。もっとも、例はごく少ないが、6 月上旬～8 月下旬と 3 か月にわたって子嚢胞子の形成がみとめられたこともあった。これは年ごとの、また地方ごとの気象条件が影響したものと考えられる。

越冬罹病葉中における子嚢および子嚢胞子の成熟形成は温度および湿度によって左右され、湿度 100%，温度 20℃ で最適、温度がこれより低くてもまた高くても明らかにおとる。すなわち、菌糸の発育および子嚢胞子の発芽適温よりもやや低い温度が子嚢および子嚢胞子の成熟形成に適す。

子嚢胞子の放出は関係湿度 100% の場合にだけ認められ、これよりも低い湿度では放出しない。子嚢胞子の分散についての一観察例によると、70m の距離においてもかなりの伝播がみとめられ、いうまでもないことながら、接種源からの至近距離において罹病程度ははなはだしく、遠ざかるにつれて漸減する。

2. 本病の発生・被害程度と環境因子

本病発生の誘因となる環境因子を知るため広く各地の被害林において現地調査を行ない、林況・地況・植生・気象条件・土壌条件などを検討した。これらのうちおもなものについてそのあらましを述べればつぎのとおりである。

(1) 林況および植生 本病は植栽 2 年目ですでに発生、60 年生以上の老齢林にも認められるが、7～20 年生で被害が比較的目的だが、一方同林齢のものでも健全あるいは微害の場合があり、被害程度と林齢との関係ははっきりしない。植栽密度が大きいほど本病の被害が著しく、枝打、間伐がおくれた林分でも一般に被害が目だが、幼齢林においては下刈不良で下草が繁茂している場合には下枝がはなはだしく

侵される。広葉樹が混交する林では概して被害が軽微であるが、針葉樹と混植された場合にはあまり差が認められない。下層植生としてササが密生する林では被害が増大する傾向が明らかで、とくに黒色土壌の場合これが顕著である。原野採草地跡に植栽された場合には一般に被害が多く、またカラマツ 2 代目造林地では被害が著しい傾向がある。これに対して広葉樹跡地に植栽されたものは、概して被害が少なかった。

(2) 気象条件 本病の感染期における温度および湿度条件をみるに、温度は被害程度にさしたる関連は見られなかったが、湿度はしばしば相関が認められ、6～7月の雨量および霧の発生は本病の被害程度を左右すると考えられる事例が非常に多い。その他の気象因子と被害程度との間には一定の傾向は認められなかった。

(3) 土壌条件 地形と本病との関係をみると峰通りの土壌の浅いところでは、緩傾斜で土壌の深い林地よりも被害が著しい例が 1, 2 みられたが、しかし全般的にいえば地形と被害程度との間には関係が少ないようである。土壌母材との関係では、新しい火山噴出物、石英斑岩地帯などで発病が多い例があったが、全般的にみた場合には土壌母材と本病被害程度との間に相関を認めることはできなかった。土壌型については、草原性黒色土壌では褐色森林土壌と比較して、明らかに被害がはげしい例が東北地方で知られている。関東・中部地方ではこのような土壌型による明らかな差異は認められないが、被害林が多く存在した草原跡地の造林地は概して湿性の黒色土壌であることから、このような土壌では本病の被害が著しい傾向があるとみてよいであろう。土壌の層位の厚さと本病被害程度との関係については、 A_0 層が厚く、とくに落葉の分解が不良で L 層が厚く堆積している場合に被害が激しい傾向があり、また A 層がうすい林地に比較してこれが厚い林地では概して被害が少ない。このほか、B 層の厚さ、構造、水湿状態などの性質と本病被害との間には明らかな関係は認め難いが、土壌がカベ状で根の分布不良の場合には、しばしば被害の著しい例が知られている。土壌の化学性と被害との間には相関が認められた。すなわち、土壌酸度が pH 4.0～4.5 で酸性の強い場合、リン酸吸収力が強い場合、および有効カリまたは置換性石灰含量が少ない場合は本病の被害程度が大となる傾向が明らかであった。

以上本病の発生および被害程度に影響を及ぼす環境要因として林況、植生、気象条件、土壌の理・化学性など多数のものがあげられるが、なかでも関連が深い環境条件としては土壌条件を重視する必要がある。

長野営林局王滝営林署王滝国有林のカラマツ幼齢林について本病の被害状況と土壌条件、成長および針葉の組成などの関係を詳細に調査した結果の概要はつぎのとおりである。石英斑岩を母材とする土壌においてはポドゾール化が進行するほど被害が激化する傾向が認められ、同時にカラマツの成長も低下する。安山岩および玄武岩の地区ではポドゾール化土壌は出現せず、落葉病の被害程度は無害～微害で、カラマツの成長も良好であった。土壌の化学的性質はカラマツの成長および本病の被害程度と明りょうな関連性を示し、置換性 CaO および MgO 、可給態 P_2O_5 含有量の低下にともない、成長の低下と本病被害の激化が明りょうに認められた。新梢葉および古梢葉について各成分を分析した結果は、いずれも P 含有量が落葉病の被害状況および成長と明りょうな関連性を示し、P 含有量の低下にともなって被害の激化と成長量の低下をもたらすことが明らかであった。針葉中の各成分の相互関係については、N/P が落葉病の被害程度および成長と明りょうな関係が認められ、被害の激化と成長の低下にともなって N/P は増大したが、N/K、K/P および N/Ca は関連性が認められなかった。以上の結果から、すくなくともこの調査地では、土壌中のカラマツに対する P_2O_5 供給の不足が成長の低下をもたらし、同時に樹勢の低下が落葉病

に対する抵抗力を低下させるものと考えられる。

3. 本病が寄主の成長・生理に及ぼす影響

本病の発生が寄主カラマツの成長および生理に及ぼす影響について研究した結果の概要はつぎのとおりである。すなわち、本病による早期落葉は、自然落葉のはじまる時期までに約 30 % の落葉をみた。本病抵抗性木の新梢成長量および輪生葉の長さは感受性木の約 2 倍、新梢乾燥重量は約 3.5 倍であった。ボルドー液散布によって本病を防除したものと、無散布激害木をそれぞれ樹幹解析して比較すると、薬剤散布を開始した翌年あたりを境にし、樹高、胸高直径、材積成長とも上昇の傾向が明らかで、本病の発生がカラマツの成長に及ぼす影響は少なからざるものがある。罹病木の葉内含有クロロフィル、糖および遊離アミノ酸の定量結果は、健全木のそれらに比べて明らかな差が認められ、とくにクロロフィル含量は、発病時はもちろん、翌年の発病期以前においても著しく減じ、なお還元糖量も少なく、これらのことから本病の発生が寄主カラマツの成長減退をもたらすことは容易に察知される。

4. カラマツの栄養と本病の被害

本病の発生環境調査において、すでに述べたように発病地土壌にはカリあるいはリン酸の欠乏が著しい例がしばしば認められた。それで本病の発生・被害程度と寄主カラマツの栄養との関係を実験的に明らかにする目的で、ガラス室内で厳密な条件のもとで水耕培養実験、施肥により比較的栄養条件をコントロールしやすい苗畑施肥試験および被害林における施肥試験を行なった。病原菌の人工接種による水耕培養実験の結果は、肥料 3 要素のうち、落葉病の罹病程度にカリの欠除の影響がもっとも大きく、つぎにリン酸の欠除が影響し、いずれの要素も欠除しないで栄養条件が完全な場合にはその被害程度はきわめて軽微であった。つぎに腐植に富む黒色火山灰土壌の苗畑における 3 要素試験の結果は、無施肥区の罹病程度がもっとも高く、ついで無リン酸および無カリ区が罹病はなはだしく、3 要素区および無窒素区の罹病程度は比較的低かった。すでに被害を受けている樹齢約 10 年のカラマツ林分に対する施肥の本病被害に対する影響は、いまだ結論をみちびく段階にはいたっていないが施肥 4 年目に 3 要素施肥区の罹病程度は、わずかながら無施肥区よりも罹病程度が低く、その効果の徴候が現われはじめたようである。

5. 落葉病に対するカラマツ類の抵抗性

本病激害林分内から選抜した抵抗性候補木を接木増殖し、これらのクローンの抵抗性検定を実施中で、確実な結果は今後数年待たなければならないが、中間調査ではきわめて有望なものが数個体得られている。またカラマツ属各樹種あるいは変種または交雑種の間に本病耐病性の差が明らうで、ニホンカラマツは比較的抵抗性、グイマツ、東部アメリカカラマツ、オオシュウカラマツ、チョウセンカラマツの順に感受性が増大する。そして、これらの感受性の高い種とニホンカラマツとの交雑種は、その親よりも感受性を低減しているが、ニホンカラマツよりは感受性がなお高いようである。

6. 本病の防除法

本病の防除対策について本調査研究をもとにしてなお将来の研究課題にも言及すればつぎのとおりである。

(1) 環境的・林業的防除法 上述のごとく、本病の発生および被害程度は林況、植生、土壌の理化学性など環境条件に影響されるところがきわめて大きい。まずカラマツ単純林において本病の被害がはなはだしく、これに対して広葉樹の下木が成立する場合には概して被害が軽微なこと、下刈、枝打、間伐などがおくれた場合または不十分な場合にも激害をこうむる傾向のあることなどから、造林法および保育法が

考慮されるべきであろう。なお本病の被害程度を左右する大きな因子として土壌の理・化学性があり、なかでも土壌の酸性，リン酸およびカリの欠乏は重視する必要がある，これらはいわゆる林地施肥との関連において本病の防除対策の一つとして検討を要する重要課題である。抵抗性の利用による本病の防除は学問的にもまた実際上もきわめて興味のある問題ではあるが，これには今後かなりの長期間にわたる試験研究を必要とする。

(2) 直接的防除法 本病の伝染源は前年の病落葉中に形成されることから，熱あるいは薬剤による落葉処理の試験を行なったが所期の成果はえられなかった。一方，本病の伝染源となる子嚢胞子は大体5月中・下旬～7月中・下旬の約2か月間に形成され，第2次伝染は存在しないことから，この感染期間に数回ボルドー液をカラマツに散布したところ，その防除効果はきわめて卓抜であった。さらに効果的な薬剤の選抜，散布回数，地上散布方法および空中散布方法の検討など残された問題はあるが，本病の伝染期間は約2か月に限られ，また第2次伝染がないという特徴からみて，間接的防除もさることながら，薬剤防除も考慮されてよいのではあるまいか。

(伊 藤 一 雄)

あ と が き

今 関 六 也⁽¹⁾

カラマツ落葉病に関する調査研究と題するこのぼう大な原稿を前にして、本研究の提案者であり、プロジェクト・リーダーであった筆者の感慨は無量である。報告書の最後にいささか駄筆を加えることを諒とせられたい。

この研究を計画したのは昭和 31 年春、農林水産技術会議が発足した年である。かねて、森林病虫害の生態的防除論を提唱していた筆者は、病気とは寄主の防禦力が寄生者の攻撃力に敗れ、その結果寄生者の寄生を成立させることによって寄主体がおちいる病的状態である；寄主の防禦力は寄主体に生じた体質的な矛盾・欠陥によって低下する；寄主体の体質的な矛盾は寄主が生育する環境の中にある不適当な条件が寄主に不利に働きかけ、その結果寄主体にかもし出される；したがって、不適当な環境条件が病気発生の誘因とされるが、実はそれがとりもなおさず病気発生の本質的な原因である；という考えをいっている。

もちろん、このような考えは病理学の常識といってよいことであるが、病気に対して薬剤散布という直接防除にたよることが困難な林業では、環境の中に秘められる矛盾の所在を早期に察知し、環境の改善によって林木の積極的健康度を高めるという生態的防除論の考え方に徹すべきであるというのが、筆者の主張である。

しかし、この考え方がたとえよいとしても、現実の病気に対して無力であり何の解答をも与えることができなければ、生態的防除論は机上の空論になる。これを空論にとどめないためには、実際の病気と対決して具体的な解答を出すことが必要である。筆者はその機会を待っていた。たまたま農林水産技術会議が発足して、農林関係の研究に積極的推進強化がはかられた。そこで、森林病虫害の生態的防除の旗印しをかかげ、“カラマツ落葉病の生態的防除”と“マツカレハの発生予察”の2つの項目をとりあげて研究費を要請したのである。

なにぶんにも、この研究は、中部地方以北にひろがるカラマツ林の落葉病発生林と健全林とをひろく踏査して、両者の間に存在するであろう環境的なちがいのの中から、発病の誘因となると考えられる環境的要因を探りだそうという環境の分析調査から始まるのである。いうまでもなくそれは疫学的方法論にのっとるもので、疫学的方法の常道であるが、これを実行するためには多くの研究者により組織的に結合された共同研究体制が必要であり、また多額の研究費が必要であった。したがって、林業試験場のような組織と技術会議の理解と援助などがなければ実行不可能であった。

このことが農林水産技術会議の発足の機会に提起した理由であったが、さいわいにして当時ご在任中の塩見局長以下調整官各位の深い理解と、斎藤前場長の熱心なバックアップにより、この研究はとりあげられることになった。第一に、これら各位のご理解に対して深甚な謝意を表するものである。

さて、このようにして、本研究は発足することになったが、大自然は余りにも複雑であり、これに対して発病条件はきわめて微妙である。環境調査によって、複雑きわまる環境条件の中から、もっとも微妙な病気発生の誘因となる条件を探りだすことは、おそらく至難な仕事であろう。それにもかかわらず、中部

(1) 前保護部長

以北の広大なカラマツ造林地に網をひろげてこの疫学的方法論をもってこの研究に入ったことは、猪突ともいうべき冒険であった。素直にいうならば、自ら実験や克明な環境調査に手を下さない筆者が、ただ理念にもえて自然の複雑さに恐れることを知らず、きわめて単純に割り切って考えていたからであろう。

このことは、研究の実施に当たって、環境調査の第一線に立ち直接にこれを担当した研究者諸君に並々ならぬ苦勞をかけることになった。その点は時がたつにつれて本研究の責任者である筆者にはひしひしと感じられたのである。その時以来、この研究が何らかの成果をあげるとするならば、それはいつに第一線で苦勞された共同研究者各位の功績であるが、もしも自然の複雑さにまきこまれて不成功に終わったならば、首謀者である筆者一人の責任であると考え、その責任を負う覚悟をきめていた。

さいわいにして、幾多の困難にうちかって、絡みあった糸くずの中から、ときはぐす糸口を見出し、ほぼ初期の目的に答える成果をあげたことは感銘にたえない。ここに、本研究を直接担当され、幾多の困難を克服して立派な成果をあげて下さった研究者各位に対して、心からの敬意と感謝のまことをささげるものである。

この研究は一応昭和 32~37 年の 6 か年で一段落をつける予定ではじめられた。研究計画を項目別に分けると次のとおりである。

I. 概況調査

被害の実態をとらえ、あわせて環境因子の解析に役立つ造林地を選ぶ。

II. 病気の発生環境の解析

本試験用の野帳をつくり、できるだけ詳しくデータを取り、この中から発病の誘因となる条件を探る。

III. 病原菌に関する基礎試験

分類、菌の生理、生活史、孢子放出の条件、人工培養上における孢子形成、孢子放出の期間、落葉上の菌の生存期間、病原性などに細分し、本病に関する諸試験を実施するのに必要な基礎的知見を求める。

IV. 被害度の測定

本病発生がカラマツの成長に及ぼす影響について調査する。

V. 抵抗性カラマツの選抜

同一激害林分中に点々と存在する健全木あるいは微害木をマークして、それが先天的なものか後天的なものかを確かめる。抵抗性系統がありとするならば将来の抵抗性品種の育成に貴重な資料となる。

VI. カラマツの栄養状態と発病との関係

本研究は上述のように環境解析から誘因を発見しようとするものであるが、実はカラマツの栄養的欠陥が有力な誘因となるであろうという仮説を、はじめから抱いていたのである。したがって、一方において土壌の理化学性と化学性の解析は環境調査の重要な急所であると考え、土壌の見方、調査法などについて、基本的な習得をし、また土壌簡易検定器を用意した。これと同時に、試験地を設定して、施肥試験、落葉焼却試験、人為的養分欠乏苗を養成して人工接種試験を行なうこと、被害木と健全木との葉分析を行なうことも当初から計画の中に加えた。

以上は、当初の計画書の要約である。これらの計画はもちろん過去の研究と乏しい経験から作られたものであるから、研究の進展とともに変更は加えられた。しかし、大部分は当初の方針どおり進められた。それは、本文で見らるとおりである。

研究の総括的結論は伊藤科長がまとめたとおりである。このうちから、本病発生の誘因をさらに要約するならば、土壌中のカリ、リン酸の不足によるカラマツの栄養状態の欠陥がもっとも優占的な誘因となるということができであろう。

一般に日本の森林ではカリ欠乏の症状はほとんど聞かない。しかし、欠乏に至る前には不足の状態があるはずである。カリ不足の状態では生理的障害を起こさないとしても、そのことによってカラマツが落葉病に対する抵抗力を低下して発病とするならば、落葉病の発生は土壌中のカリが不足していることの指標であり、いつかはカリ欠乏の状態に至ることの予告であると考えることができるのである。リン酸不足についても同様である。

この研究の途中において、カラマツという樹種がリン酸だけでなく、とくにカリに対して他の樹種以上に要求度が高い特性をもつものではないかという疑問をいただいた。カラマツ林伐採跡を開墾してジャガイモを栽培するととくに不成績であるという。ジャガイモはとくにカリ肥料を要求する作物である。カラマツが他の樹種よりもカリを多量に要求し、しかも材中にこれを蓄積するとすれば、カラマツ造林が土壌に及ぼす影響は他の樹種とは異なるであろう。カラマツ林の連続育成の可能性の限界については、慎重な考慮が払われなければならないと考えられる。

また、本病が林床にササが繁茂する造林地に激発する傾向がみとめられるが、100年に近い寿命をもつササが土壌に及ぼす影響は少なくないと考えられる。もしも、ササもまたカリ、リン酸などに対する要求度が高い植物だとするならば、カラマツとササ類の共存は好ましくないことになる。このような研究も望まれるのである。その他、この研究によって新たに得た貴重な知見、問題点は多々あるが、省略する。

終わりに、この研究を通して筆者は筆者なりにいろいろなことを学んだ。その中のひとつは共同研究の力についてである。

1本の木の病気といえども、その病気の発生に関係した条件は複雑である。寄主、寄生者、環境の3つの要素の組み合わせによって発病の有無は定まるのである。したがって病気という現象ひとつを理解するためにも、これら3者について深い知識を持つことが必要なのである。今回の研究が樹病研究者間の共同研究から始まったが、後半に至ってさらに土壌、肥料、樹木生理、育種などの各部門の研究者間の共同研究にまで発展した。このことは自然のなりゆきではあったとしても、この緊密な提携なくしては、この研究をここまで発展させることは恐らくできなかったであろう。いつに土壌、造林、保護の3つの部にまたがる、いいかえれば環境、寄主、寄生者の研究陣の共同研究があげた成果である。改めて共同研究の力強さについて認識を深めるものである。

この意味において、本研究はカラマツ落葉病の研究史上に貴重な貢献をもたらしたばかりでなく、林業研究のあり方に対しても、ひとつの示唆を与えるものといつてよいのではなかろうか。もちろん、本研究には当初の計画にずさんなところがあり、その過程においても反省すべき点が多々ある。この研究に参加された各位が、胸襟を開いてかたり合い、反省しあうならば、文字にあらわれた知見以外に、さらに学べきものが多いであろうと考える。

この研究は筆者が保護部長在任中の最後に、かなり野心的な意図をもってとりあげたものである。やや誇張しているならば、筆者は自分の学的生命をかけるような気持ちでこの研究を見まもった。しかし、ただ店を開き、風呂敷をひろげただけで、自身では何ら直接に手を下さず、最後のとりまとめについても伊藤科長をわずらわすのみで、何の努力もしなかった。はなはだ無責任な態度であったと恥じいている。