

カラマツの先枯病に関する研究 I

佐 藤 邦 彦⁽¹⁾
横 沢 良 憲⁽²⁾
庄 司 次 男⁽³⁾

目 次

I まえがき	85
II 東北地方における被害	86
III 病徴および標徴	90
IV 病原菌の学名および形態	90
V 病原菌の病原性	92
VI カラマツ属各種の耐病性	101
VII 病原菌の生理的性質	106
VIII 病原菌の生態	119
IX 罹病木の成長	121
X 発病と環境との関係	123
XI 摘 要	130
文 献	131
函版説明	134
Résumé	137
Plate	1~10

I ま え が き

カラマツが東北地方と北海道における重要造林樹種として採用されて、いままでにない大造林が行なわれてきたのはこの10年来である。そして先枯病がまん延してきたのは、ここ3、4年のことであるが、現在ではその被害面積が北海道では60,000ha、東北地方では20,000haをこえ、拡大造林の最大の障害となっている。

・このような情勢下においては、今後のカラマツの造林は先枯病の対策を無視しては進められないといっても過言ではない。したがって、早急にこの防除対策を樹立するために、各方面における研究が活発になってきた。

つぎに、この病害の発生の記録と研究史の概要について述べよう。

亀井⁽¹⁾によれば、札幌付近で昭和のはじめころからこの病害が採集されたという。魚住⁽²⁾はすでに1939年(昭. 14)ごろから、札幌・小樽・函館・釧路などで発生していたと述べている。亀井⁽³⁾は函館地方で散見した罹病木に対して1943年(昭. 18)に井上元則氏と梢枯病と命名しようと話し合ったと述べている。そしてその病原菌の子のう時代を *Physalospora* 属の種類であると断定していたという。しかし、正式の

(1) 東北支場保護部保護第一研究室長

(2) (3) 東北支場保護部保護第一研究室員

発表がなされなかった。また、亀井¹⁸⁾によれば、1939年度（昭和14年度）の北海道大学林学実科の卒業論文の中に、越智正六がこの病害をはじめて記録したものが残されているという。梢枯病という病名がはじめて公表されたのは、魚住⁴⁶⁾の報文である。

沢田⁴¹⁾は以上とは別個に研究を行ない、この病害についての最初の正式の報告を行なった。氏は、青森・岩手・宮城・福島県下の苗畑から採集した病苗標本にもとづき、病名を枝枯病とし、病原菌を新種とみとめて *Physalospora laricina* SAWADA と記載した。しかし、氏は林木の被害にはふれていない。

この病害に対して、今日広く用いられている先枯病という病名を提案したのは伊藤¹⁰⁾である。この理由は学術的な先命権からは、枝枯病を用いるべきであるが、病徴からみて妥当でない。一方梢枯病は適切な病名ではあるが、さきがれ病と訓ずるのは無理なためである。

1953年（昭. 28）以来、北海道においては、魚住⁴⁶⁾ 47) によってこの病害による被害、病原菌の形態、生活史の一部などについて報告された。1959年（昭. 34）の秋には札幌営林局管内に大発生するにおよんで、重視されるにいたり、伊藤¹²⁾ 13)、亀井¹⁸⁾、魚住⁴⁸⁾ 49)、横田⁵⁵⁾-68)、横田・井上⁵⁷⁾、斎藤・五十嵐²⁸⁾、斎藤・武藤・五十嵐²⁹⁾、高井・伊藤・林⁴⁸⁾など本病に関する報文が次々として出されている。

東北地方における苗木の被害については、沢田⁴¹⁾により10年以上も前に記録されている。しかし、林木については調査が不十分なために、3、4年前までは、ごく一部で発見された程度だったので、ほとんど関心が払われていなかった。

また、さきに著者らの研究室が所属していた林業試験場旧秋田支場管内の秋田・山形県下では、当時は標本の入手も困難な病害だったので、研究テーマとしては成立しなかった。1959年（昭. 34）7月1日に旧青森・秋田両支場が合併して東北支場が発足し、翌年4月に、著者らのうち佐藤・庄司が岩手県好摩の仮庁舎に移った。その年の6月以降岩手山麓や花輪線沿線の林木の激害地を発見して以来、東北地方におけるこの病害の防除対策の樹立の必要を痛感して研究に着手した。それから3年にも満たないので、解決した分野はごく少ない。しかし、研究成績の公表は急を要する事情にあるので一部については予報として発表してきた³¹⁾-40)。

この報告は現在までの研究成績を述べるものであるが、資料がまだ不十分な薬剤防除などについては、統報にまわすことにした。

この稿を草するにあたり、つねづねご指導をたまわり、また原稿の校閲をいただいた林業試験場樹病科長伊藤一雄博士、現地調査に際していろいろとご協力をいただいた青森・秋田両営林局と管内営林署、岩手県庁、青森県庁、盛岡鉄道管理局、民有林関係各位および研究材料の入手にご協力いただいた林業試験場木曾分場浜武人技官に対して厚くお礼を申し上げる。

II 東北地方における被害

苗畑の被害については、沢田⁴¹⁾の1949年（昭. 24）の調査によれば、青森・岩手・宮城・福島各県下で、すでに被害が多かったという。しかし、その後10年近くの間は、あまり問題にされず、多量の病苗が山出しされたようである。そしてしだいに被害が増大してきて、1960年（昭. 35）ころになると、養苗量が増えるにつれて、苗畑で数万～数10万本の被害がみとめられるところもでてきた。

秋田・山形両県下の苗畑については、著者の1人佐藤³⁹⁾の調査では、1950年（昭. 25）に秋田県下の鷹巣苗畑で2、3本の病苗を採集した。その後1954年（昭. 29）に秋田市付近の苗畑で、当年生と1年生苗

および4～5年生のカラマツ生垣にかなりの被害をみとめた。また、河辺町の和田苗畑ではわずかではあるが、6～7年前から被害がでていいる。1957年(昭. 32)には、山形県下の尾花沢苗畑付近の防風林と、これに接した苗床に被害をみとめた。しかし、一般の苗畑では数10万本の養成苗中に1本の被害も見つからないのが普通であった。ところがこの2、3年来被害がまったくないところが増えてきた。

著者らの調査結果からも、苗畑の伝染源は、カラマツ防風林、生垣および隣接する林木などの被害木による場合がごく普通である。

林木の被害は、1958年(昭. 33)伊藤¹⁴⁾により宮城県鳴子付近における小面積の激害林が、はじめて確認された。この1年前の1957年(昭. 32)に著者の1人横沢が青森市内の新城苗畑付近の約10年生の民有林の造林地に被害をみとめている。また、1959年(昭. 34)には、岩手県雫石町の小岩井農場所有山林の8年生造林木に発生した被害標本が、林業試験場樹病研究室に届けられ、本病と確認された。また、同年著者の1人横沢によって岩手県下の大船渡営林署管内の種山高原にかなりひどい被害林が発見された。しかしながら、当時は研究者以外のこの病害による被害についての関心はきわめて低かった。

林木の被害のまん延が、はなはだしいことが明らかにされたのは、著者らの調査研究が本格的に開始された1960年(昭. 35)以降である。

営林局および各県の資料により、現在までわかっている被害面積をあげると Table 1 のとおりである。

この調査は各機関によって精粗があり、実態とかなりの差があるが、大体の傾向はしめされているものと思われる。一般的傾向としては、表日本側は裏日本側よりも被害が多い。これはカラマツの造林が表日本側に多く、また被害の発生しやすい海岸に面する林分がかなりあり、しかも伝染源となる古い造林地が多く分布しているからであろう。

Table 1. 東北地方におけるカラマツ先枯病被害面積
Infected area by shoot blight disease of Japanese larch in the Tōhoku district.

県 Prefecture	民 有 林 Private and communal forest					被 害 率 Percentage of infected area (%)
	造林面積 Planted area (ha)	激 害 Severe(ha)	中 害 Moderate (ha)	微 害 Slight (ha)	計 Total (ha)	
青 森 Aomori	13,668	778	1,371	2,763	4,912	35.9
岩 手 Iwate	48,128	1,340	2,951	7,084	11,375	23.6
宮 城 Miyagi	5,863	527	941	1,529	2,997	51.1
秋 田 Akita	4,401	35	44	67	146	3.6
山 形 Yamagata	3,962	16	34	74	124	3.1
福 島 Fukushima	5,512	0	38	80	118	2.1
計 Total	81,534	2,696	5,379	11,597	19,672	24.1
局 Regional forestry office	国 有 林 National forest					
青 森 Aomori	33,157	295	705	3,678	4,678	14.1
秋 田 Akita	21,714	296	449	1,372	2,117	9.7
前 橋 Maebashi	48,989	16	40	121	177	0.4
計 Total	103,860	607	1,194	5,171	6,972	6.7
合 計 Sum total	185,394	3,303	6,573	16,768	26,644	14.4

Note : 前橋営林局管内の造林面積は関東地方の分も含む。

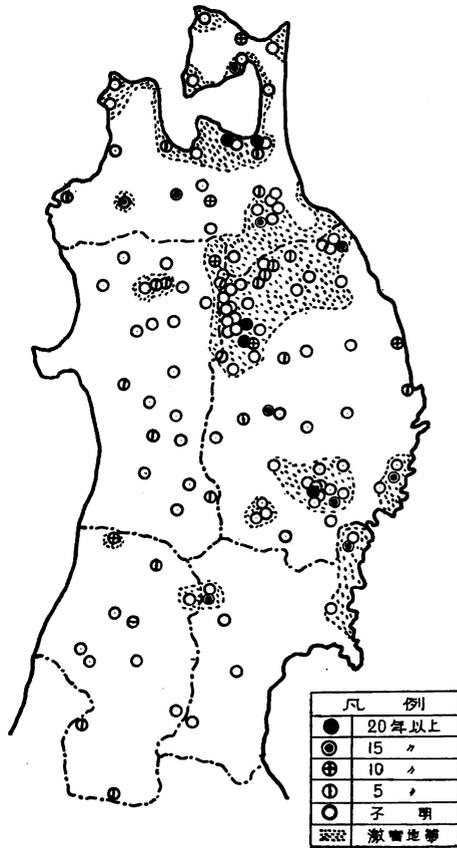


Fig. 1 東北地方におけるカラマツ先枯病の分布
—被害経過年数との関係—

Distribution of shoot blight disease of Japanese larch in the Tôhoku district, with special reference to the passing year after the infection by the disease.

内陸部では岩木山麓・八甲田方面，三戸・田子方面も被害がいちじるしい。
岩手県下では，東北の二戸郡・九戸郡下の高原地帯の大面积造林地に被害が多く，民有林だけで5,000ha以上の被害林分が確認されている。この地帯を横断する花輪線沿線では竜ヶ森信号所付近や前森山などは激害林が多い。そして新町・田山・兄畑から秋田県鹿角郡にかけて被害が連続している。

岩手山ろくでは松尾・屋敷台・松川方面から滝沢・小岩井にかけて幼齡林の被害がいちじるしい。
奥羽山系の南部地帯では，川尻・北上方面の山脈の横断地形の箇所や，一関・衣川方面などにも被害が目だってきた。また，北上山系の高原地帯の遠野・宮守・江刺方面の被害が目だっている。

つぎに海岸に面した久慈・大槌・山田・陸前高田・住田方面には激害林分が多い。

つぎに被害の分布と，発病後の経過年数の分布状態を Fig. 1 にしめた。

この図における被害木の発病後の経過年数の調査は，つぎの方法によって推定した。

1. 調査被害林分の中で，梢頭部が盆栽状を呈して樹高成長がとまった，もっとも早くから被害をうけたと推定される被害木を選んだ。つぎにこれに隣接する健全ないし梢頭部のおかされない微害木とを選んでこれらを樹幹解析して梢頭部がおかされてからの年数を推定する方法。
2. 1の激害木の盆栽状の梢頭部の年輪数を調べ，これを樹齡から減じた数による方法。
3. 1の被害木と健全木との樹高成長の目測による比較から推定する方法。

以上の1～3の方法で推定された経過年数は樹高成長の停止してからの年数であって，実際の被害の発生はそれより数年早いはずであるから樹齡の高い被害林では2～5年加えて推定した。

4. 被害発生後3～4年のものは，残存する罹病枝の経過年数により推定される。

以上のようにして調査した結果からみて，すでに20年以上も前から被害が発生していたらしい林分がある。そしてやはり古い造林地の多い表日本側に古い被害地がある。

つぎに，各県下における被害分布の概要を述べる。

青森県下で被害の目だつのは，下北半島の海岸に面

宮城県下の被害でいちじるしい地帯は、県北の海岸に面する造林地が多い気仙沼・石巻方面である。内陸部では、奥羽山脈を横断する陸羽東線沿いの鳴子付近がはなはだしい。また、奥羽山脈沿いの中央部や南部にも目だってきている。蔵王山にはあまり目だたないが、山麓には被害が発見されている。

秋田県下の被害で、いちじるしいのは、岩手県二戸郡、青森県三戸郡などの激害地帯に隣接する県北の鹿角郡や北秋田郡の一部である。県中央部や県南の内陸部にも被害が目だってきた。秋田県下では海岸に面するカラマツ林は少ないが、由利郡下で被害がみとめられている。

秋田県下における被害のほとんどはこの4、5年来侵入してきたとみられるもので、激害地帯からの病苗の移入が、原因となっているとみられる林分が多い。

山形県下の被害で目だっているのは、やはり、宮城県の激害地に接した陸羽東線沿いの最上郡最上町方面である。県内の内陸部でも各地で被害が発見されており、湯殿山麓にもはいつている。また、福島県境の板谷峠付近にもかなりの被害があり、新潟県境に近い小国にもわずかみとめられた。日本海に面した鳥海山腹にもかなりの被害地が発見された。

福島県下の被害については、著者らの勤務する東北支場の管轄外である関係上、まだ現地調査の機会を得ない。しかし、数か所の営林署から被害標本の鑑定依頼を受けたものと、手もとの資料をもととして被害のあらましをあげるとつぎのとおりである。

被害地帯は太平洋に面した平・原ノ町・浪江方面の浜通りと内陸部の南会津郡・双葉郡・耶摩郡方面である。

以上の各県下の分布状態からみて、新潟県下や関東地方の各県に侵入の危険はきわめて大きい。

以上の被害の分布状態からみて、被害の多い地帯を大別するとつぎのようになる。

1. 海岸に面する潮風の影響をうける林分およびこれに連続する平地丘陵林
2. 高山の山麓地帯や山腹
3. 高原地帯の大造林地
4. 奥羽山脈を横断する沢沿いの林分

これらの地帯は夏期に雨量が多く、霧がかかりやすく、風しょう地が多いなどの共通の気象条件をもつものとみとめられている。

著者らの現地調査では、被害林から遠くはなれた広葉樹やアカマツの伐採跡地内の幼齢造林地に被害が出ており、明らかに病苗の移入によると考えられる林分が多かった。また、主伐にはいった林分にはまったく被害がなく、最近造林した幼齢林に激害があり、病苗の移入の疑いのある地帯が多い。また、他の樹種の林分に囲まれた20年以上の造林地で、数km以内にカラマツはまったくないのに、10年以上前から発病しており、伝染源が不明のところもあった。

しかし、付近に被害がまん延している地帯では、新植地の近くの造林地に古い被害木があったり、防風帯として残した林分が古くから被害にかかっておいて、伝染源となっている例がきわめて多かった。また、激害林内に補植したカラマツがはなはだしくおかされている例も少なくなかった。

被害木は10年以内の幼齢林が90%以上をしめ、この病害が樹高成長の盛んな樹齢の林木に被害が目だつことをしめす。

被害のすすみやすい樹齢の造林面積の激増と、大造林の結果として被害のまん延に適した環境の造林地が多くなったことが、現在のような大被害をおこした大きい原因となっていることが考えられる。

III 病徴および標徴

〔病 徴〕

当年生苗から数10年生の林木までおかす。とくに被害が進むのは、幼齢期の10数年生までで、樹高が20 m以上に達した老壮齡木への実害は少ない。

この病害は枝幹の新梢だけをおかすもので、前年まで成長した部分は新たにおかされない。東北地方では、6、7月ころから発生しはじめ、秋までつづく。はじめ新梢の先端が生気を失なって、ややしおれて下垂し、緑色があせて黄ばんでくる。ついで被害枝の患部の針葉の多くは落葉するにいたる。しかし、新梢部の幼若な部分の針葉はそのまま残る。そして冬期でも付着しているものが多い。枝の患部は紫色をおびて収縮してくびれる。そしてこの部分にしばしば樹脂が吹きでてきて、塊となって付着する。なお、高温期にはこの樹脂塊の形成は少なく、秋になると目だってくる。秋期のかかり木質化した枝の部分に患部が現われる場合には、その上方の部分がすぐには枯死しないために新梢部が下垂しない。しかし、患部から上方の針葉は早くから黄化してくる。この場合には病斑の上部が紡錘形に肥大することがある。また、年内には発病せず、翌春萌芽後間もなく現われてくることもある。

以上のように梢や枝先の成長点が枯死するので、不定芽が発生してくるが、つぎつぎとおかされる。また、梢頭部の多数の枝がおかされて枯れると、その部分から上方の梢頭部全体が枯れることがある。このように数年間はげしい被害をうけると多数の枯枝を着けて、ホーキ状を呈し、ひどいものは10年以上たっても1 m前後にすぎないものがある (Plate 1~2)。

なお、針葉もおかされて落葉病より大型の褐色の斑点が形成され、その縁辺はすこし色があせる。この病斑ははだいに大きくなり、またしばしば2個以上が融合して針葉の大半がおかされると落葉する。したがって、針葉がはなはだしくおかされると、遠くからみても赤褐色を呈し落葉病に似た病徴を現わす。

〔標 徴〕

6月中・下旬ころから発病してくる病枝の新梢の先端の下垂した部分の針葉の裏表および木質化の進まないわん曲した患部には、間もなく黒色半球形に隆起した微小点が現われる。これが病原菌の不完全時代、すなわち *Macrophoma* 時代の柄子殻である。つぎに7月ころからやや木質化の進んだ枝の患部の樹皮に、わずかに隆起した小黑点が形成される。これが *Spermogonium* の口孔部である。これは新梢の患部に形成されることもある。そして以上の患部には、10月末ころから黒色の小粒点が現われ、とくに翌春5月ころから数をまして顕著になる。これが完全時代の *Guignardia* の子のう殻である。これは吸水すると顕著になってくる。木質化が進んだ場合には、樹皮の陥凹部が裂開し、黒色の子座様体に子のう殻が並列する。また、これは葉跡の部分にもよく形成される。なお、当年生の病枝では、外表に小さな裂開がすじ状にできるだけ、子のう殻がみとめられないことがある。

罹病枝は樹上に残り、翌年~翌々年までつぎつぎと子のう殻が形成される (Plate 3)。

IV 病原菌の学名および形態

1. 学 名

沢田⁴¹⁾はこの病原菌を新種として *Physalospora laricina* SAWADA と記載した。しかし、同氏は完全時代だけを記載し、その不完全時代の *Macrophoma* にはふれていない。その後、魚住^{48) 49)}はこの病原菌

の完全時代と *Macrophoma* の同根関係を立証し、また横田⁶⁰⁾も詳細な研究によってこれを明らかにした。著者ら (佐藤⁹²⁾、佐藤・庄司⁸⁵⁾も東北地方におけるこの菌の生活史の研究を行ない、この両世代の存在については魚住および横田と一致した結果を得た。

山本^{50) 51)}はヨーロッパの菌学者の意見を取り入れて炭疽病菌とその類似菌の種属の改変を行ない、この菌の学名については不完全時代が *Macrophoma* であることに基づき、伊藤一雄博士と協議のうえ、*Guignardia laricina* (SAWADA) YAMAMOTO et K. ITO と改めた。この学名に対して小林²¹⁾はさらに多くの検討を要するとして、従来の *Physalospora laricina* SAWADA を用いている。また、著者らも山本の分類に従えば、この菌のように、はじめに完全時代だけの標本によって記載されると、のちに不完全時代が発見された場合に、転属の必要がでてくる欠点を考える。しかし、今後の分類学では生活史を十分に明らかにしたのちに、記載される方向にあるので、この欠陥はさけられるであろう。

Table 2. *Guignardia laricina* の測定値
Dimension of *Guignardia laricina*.

測定者 Investigator	寄主 Host	子のう殻の大きさ Size of perithecium (μ)	子のうの大きさ Size of ascus (μ)	子のう胞子の大きさ Size of ascospore (μ)	柄子殻の大きさ Size of pycnidium (μ)	柄胞子の大きさ Size of pycnospor (μ)
沢田 ⁴¹⁾ SAWADA	1) ニホンカラマツ Japanese larch	368	114~135 ×22~26	24~27 ×13		
魚住 ⁴⁹⁾ UOZUMI	"	330×440	131~142 ×30~45	24.8~27.9 ×9.3~12.4 25.2~33.6 ×8.4~16.8	123~200 ×176~210	24.8~27.9 ×6.2~9.3
横田 ⁶⁰⁾ YOKOTA	2) グイマツ Chishima larch	200~310 ×200~240 (260×210)	120~140 ×20~28 (131×45)	25.0~32.5 ×10.0~15.0 (28.9~12.5)	100~110 ×70~100 (105×90)	20.0~27.5 ×7.5~11.3 (24.2×9.2)
	3) オウシユウカラマツ European larch				100~130 ×100~110 (115×105)	20.0~32.5 ×7.5~11.3 (24.4~9.6)
	4) チョウセンカラマツ Korean larch	220~290 ×190~210 (225×200)	105~140 ×20~27 (124×24)	25.0~35.0 ×10.0~12.5 (28.8×10.8)		
小林 ²¹⁾ KOBAYASHI	ニホンカラマツ Japanese larch	300~415 ×265~390	102~118 ×25~31	31~41 ×12.5~17	250~325 ×200~265	25.0~36.5 ×7~10
著者ら The Authors	5) ダグラスファー Douglas fir	220~410 ×200~270	114~142 ×23~34	26.6~38.4 ×9.5~15.0	130~190 ×110~180	20.6~32.9 ×8.2~10.6
	ニホンカラマツ Japanese larch	290~320 ×200~230	119~146 ×28~32	24.7~32.9 ×8.2~14.4		
	6) 東部アメリカカラマツ Eastern American larch				256~334 ×272~357 (285×327)	20.6~32.9 ×8.2~10.2

Note : 1) *Larix leptolepis* GORD., 2) *L. gmelinii* GORD., 3) *L. decidua* LINK,
4) *L. olgensis* var. *Koreana*, 5) *Pseudotsuga taxifolia* BRITT.,
6) *L. laricina* (Du Roi) KOCH

著者らはこれらの属や種概念の訂正改変については、十分な検討を要することには異論がないが、山本⁵⁰⁾ 51) の分類には肯定すべき点が多いので、*Guignardia laricina* (SAWADA) YAMAMOTO et K. ITO を採用することとする。

2. 形態

この菌の形態については、沢田⁴¹⁾、魚住⁴⁹⁾、横田⁶⁰⁾、小林²¹⁾が報告している。これらの研究者と著者らの測定値を Table 2 にあげた。

この結果から、いちじるしい差はなく、ほぼ一致している。この菌の特徴を以上の研究者の記載を参考にしてあげると、つぎのとおりである。

子のう殻は黒色球形～扁球形で大きさにはかなりの幅がある。子のうは無色、透明、こん棒状を呈し、中に 8 個の子のう胞子を有する。子のう胞子は単胞、無色～淡黄緑色、楕円形～紡錘形または洋ナシ形、か粒にとむ。側枝は豊富に存在し、無色、子のうより多少長く、幅は 3 μ 前後で先端がわずかに膨大する。

柄子殻は球形～やや扁球形、無数の柄胞子を内蔵し、柄子梗は通直で長さ 8 μ 前後。柄胞子は単胞、無色で楕円形～洋ナシ形、子のう胞子よりやや細長い。

Spermatia 時代については、魚住⁴⁹⁾、著者ら (佐藤・庄司⁵⁵⁾)、横田⁶⁰⁾ が報告している。つぎに著者らの測定値をあげる。

Spermogonium の殻壁は黒色球形～扁球形、大きさ 385～658×264～528 μ, Spermatia は無色透明で短棒形、4.0～6.0×2.7 μ あり、9.0～12.6×2.7 μ の無色の柄上に無数に形成される。

V 病原菌の病原性

この菌の接種試験についての報告は、魚住⁴⁹⁾、横田⁵⁵⁾ 63) および著者ら³⁶⁾ 40) によって行なわれた。

魚住⁴⁹⁾の接種方法は、殺菌メスで焼き傷をつけて、この部分に培養菌糸を接種し、殺菌水を含んだ脱脂綿でおおい、セロハンテープでとめる方法によっている。また、横田⁵⁵⁾ 63) は胞子を接種源として寄主に傷を与えている。

現在のところ培養基に多量の胞子を形成させる方法が、まだ十分に解決していない。ゆえに培養菌糸による簡便な接種方法を明らかにする必要をみとめて研究に着手した。さらに横田が報告し、著者ら (佐藤³²⁾) も肯定した子のう胞子を接種源とした場合に、寄主の組織に傷を与えないと発病しないということに対して、再検討を要すると考えるにいたった。なおまた、カラマツ属以外の樹種に対するこの菌の病原性を明らかにする目的からつぎの試験を行なった。

1. 培養菌糸による各種の接種方法の検討

試験—1

試料および方法

供試菌は Table 3 の G1—5 とした。

供試木には東北支場構内の約 6 年生カラマツの枝を用い、接種、無接種 20 本ずつとした。

接種方法は松尾²³⁾ の *Gibberella lateritium* (NEES.) SNYD. et HANS. のクワに対する接種方法に準じた。1961年 8 月 8 日に新梢の緑枝部に幅 2 mm、長さ 3 mm の大きさに、メスで樹皮をはぎ、その一端は枝に付着したままとした。剥皮部にジャガイモ寒天に 25°C で 3 日間培養したコロニーの先端の新鮮な部分を 2×3 mm 大にきりとりはさみ、樹皮をもとのままにもどして、その上にうすくワセリンを塗っ

Table 3. 供 試 菌 株
Isolates of the fungus tested.

菌 株 Isolate	分 離 源 寄 生 Host	分 離 源 Source of isolation	採 集 地 Locality	分 離 年 月 日 Date of isolation
G 1—1	東部アメリカカラマツ 2年生苗 Eastern American larch (2-year-old)	柄 胞 子 Pycnospore	東北支場苗畑 Tôhoku branch sta.	30/VIII '61
G 1—4	西部アメリカカラマツ 2年生苗 Western American larch (2-year-old)	"	東北林木育種場 Tôhoku forest tree breeding sta.	28/IX '61
G 1—5	ニホンカラマツ 10年生 Japanese larch (10-year-old)	子 の う 胞 子 Ascospore	青森県, 野辺地 Noheji, Aomori	9/VI '61
G 1—7	ダグラスファー 2年生 Douglas-fir (2-year-old)	"	東北林木育種場 Tôhoku forest tree breeding sta.	6/XI '61
G 1—9	ニホンカラマツ 10年生 Japanese larch (10-year-old)	"	秋田県, 増 田 Masuda, Akita	21/XI '61

Note : 1) *Larix occidentalis* Nutt.

て乾燥を防いだ。なお Control として培養基だけを用いて接種区に準じて処理した。

試験結果

8月14日には、接種部から褐色の病斑が広がった。そして16日からは、梢頭部からしおれて枯死するものが現われた。20日現在では試験枝数20本中、19本が発病し、患部には柄子殻を形成し、子のう殻は10月末に形成した。

試験—2

試料および方法

供試菌は Table 3 の G 1—5 とした。供試苗は 2 回床替 2 年生のはち植えのカラマツを用いて、つぎの

Table 4. 培養菌糸による噴霧接種試験結果
Results of inoculation experiments by means of spraying with mycelial suspension of the fungus to Japanese larch seedlings.

処 理 Treatment	供 試 枝 数 Number of inoculated shoot	罹 病 枝 数 Number of infected shoot	罹 病 率 Percentage of infected shoot(%)
無 処 理, 無 接 種 Control, uninoculated	49	0	0
無 処 理, 接 種 Control, inoculated	49	6	12.2
エーテル処理, 無 接 種 Ether treatment, uninoculated	42	0	0
エーテル処理, 接 種 Ether treatment, inoculated	42	13	30.9

処理を行なった。

エーテル処理…新梢部の一部に毛筆でエーテルを塗布。接種，無接種区。

無処理…接種，無接種区，以上おのおの 1 本ずつ。

接種方法はつぎのとおりである。1961年 8 月14日にあらかじめジャガイモ寒天に，25°Cで 1 週間培養しておいた 9 cm シャーレ 2 個分のコロニーに，300cc の殺菌水を加えて，ウォーリングブレンダーにかけて菌糸の浮ゆう液をつくった。これを小型スプレーで噴霧接種した。これに 3 日間ポリエチレン袋をおおって温室状態とし，室内においた。

試験結果

8 月25日現在の発病状態を Table 4 にしめた。9 月 6 日には患部に *Macrophoma* 時代の柄子殻を形成した。

試験—3

試料および方法

供試菌株は G1-5 を用いた。供試カラマツ苗は 1 回床替 1 年生苗で，おのおのの処理ごと 2 本ずつとした。1960年 9 月22日に，苗の枝先の幼弱部に，ジャガイモせん汁寒天に 25°Cで 2 日間培養したコロニーの 3 mm 角のものを切りとって付着させた。また，枝の樹皮が褐変して木質化の進んだ部分にも同様に接種した。なお，Control として無菌の培養基を同様に処理した。これらの苗に殺菌水を噴霧して 2 日間ポリエチレン袋でおおって日当りのよい窓ぎわにおいた。

試験結果

幼若な先端部への接種区では，9 月24日にはすでに病斑が形成されてしおれてきた。9 月27日には 100% 発病し，しおれて枯死した。ところが，木質部接種区ではまったく発病しなかった。

2. 子のう胞子と柄胞子による接種試験

(1) 子のう胞子による接種試験

試験—1

試料および方法

すでに述べたように，培養基上に子のう胞子を形成させて接種源とすることは，現在のところ不可能なのでつぎの方法によった。横田⁶⁾の報告した子のう殻を形成した罹病枝を浸水すると，多くの子のう胞子が放出される性質を応用し，この放出された胞子を接種源とした。1962年 6 月22日に盛岡市の 10 年生のカラマツ防風林の被害木から罹病枝を採集した。翌月に多量の子のう殻を形成している部分から長さ 1.5 cm，幅 0.4 cm の樹皮を削りとり，5 分間浸水した。これをつぎの処理を行なったのはち植えのカラマツ苗の枝 20 本の先端部にのせた。これに殺菌水を噴霧し，ポリエチレン袋をおおって，室内の窓ぎわにおいた。接種源とポリエチレン袋は 2 月後に除去した。

有傷区…枝の先端の幼若部の針葉を 3 本ずつむしりとる*。

無傷区…無処理

試験結果

発病状態は Table 5 にしめすとおり，有傷苗の方が発病も早く，しかも多くなっている。しかし無傷苗でもかなりよく発病することがわかる。なお，患部には発病後 2 週間前後で柄子殻を形成した。

* この方法は北海三共株式会社高岡恭氏のご教示による。特記してお礼を申しあげる。

Table 5. 子のう胞子によるカラマツ苗に対する接種試験結果 (1)
Results of inoculation experiments with ascospores of the fungus to Japanese larch seedlings.

調査月日 Date of investigation	罹病枝率 (数) Percentage (number) of infected shoot (%)		針葉罹病枝率 (数) Percentage (number) of shoot infected on leave (%)	
	無傷苗 Control	傷付け苗 wounded	無傷苗 Control	傷付け苗 wounded
29/VI' 62		5.0 (1)		5.0 (1)
30/ " "		10.0 (2)	10.0 (2)	5.0 (1)
6/VII "	5.0 (1)	45.0 (9)	20.0 (4)	5.0 (1)
8/ " "	10.0 (2)	45.0 (9)	20.0 (4)	5.0 (1)
13/ " "	25.0 (5)	45.0 (9)	20.0 (4)	5.0 (1)

Note : 供試枝数おのおの20本 Number of shoots tested...20.

試験—2

試験試料および方法

接種源は盛岡市内の当支場付近のカラマツ防風林から採集した罹病枝の、子のう殻の多量に形成した部分を用いた。6月12日に、65×52×52cm 内法のガラス箱に10cm 長さにとろえた罹病枝を20本ずつ1束としたものの10束を上方につるした。この下方に、はち植えし、つぎの処理を行なったカラマツ1回床替1年生苗をおき、噴霧器で常にぬれているように散水した。このまま4日間箱内におき、6月16日に箱から室内に出した。この間の箱内の温度は25~28°Cであった。

- 1) 針葉むしりとり…枝先の幼若な針葉の着生部から5本ずつピンセットでむしりとる。
- 2) 針葉切除…1)の部分の針葉5本をメスで着生部から切除。
- 3) 無傷… Control

試験結果

試験開始4日目から発病しはじめた。20日間の発病状態を Table 6 にしめた。

Table 6. 子のう胞子によるカラマツ苗に対する接種試験結果 (2)
Results of inoculation experiments with ascospores of the fungus to Japanese larch seedlings (after 20 days).

処 理 Treatment	供 試 枝 数 Number of tested shoot	罹 病 枝 率 (数) Percentage (number) of infected shoot (%)	針 葉 罹 病 枝 率 (数) Percentage (number) of shoot infected on leave
無 処 理 Control	30	3.3 (1)	10.3 (4)
針 葉 む し り と り Needle plucking	15	26.6 (4)	40.0 (6)
針 葉 切 除 Needle cutting	15	6.6 (1)	33.3 (5)

この結果でも苗木に傷を与えれば被害が多くなるが、傷がなくとも発病する。

(2) 柄胞子による接種試験

試験—1

試料および方法

著者らの実験 (Ⅷ. 2) によれば、柄子殻は柄胞子をはじき出すことがなく、湿室処理をするとその口孔部に塊となって分泌する性質があるので、これを接種源とした。1962年7月19日に、青森県田子町の20年生の被害木から採集した柄子殻を形成した新梢部の新しい患部を湿室処理して柄胞子塊を柄子殻の口孔部ににじみ出させた。これを(1)、試験—1に準じて有傷、無傷苗のそれぞれ10本ずつの枝の先端の幼若部にセロハンテープで固着させて管理した。

試験結果

Table 7 にしめすとおり、傷つけ苗のほうが発病も早く、被害も多い。しかし、無傷苗でも発病することがたしかめられた (Plate 6)。

Table 7. 柄胞子によるカラマツ苗に対する接種試験結果 (1)
Results of inoculation experiments with pycnospores of the fungus to Japanese larch seedlings.

調査月日 Date of investigation	罹病枝率 (数) Percentage (number) of infected shoot (%)		針葉罹病枝率 (数) Percentage (number) of shoot infected on leave (%)	
	無傷苗 Control	傷付け苗 Wounded	無傷苗 Control	傷付け苗 Wounded
2/VIII' 62		20.0 (2)		
9/ " "	10.0 (2)	70.0 (7)		
11/ " "	20.0 (2)	70.0 (7)	70.0 (7)	30.0 (3)

試験—2

試料および方法

接種源として1962年7月12日に、岩手県玉山村の8年生の造林木から新しい罹病枝を採集して、0°Cで保存しておいた。

供試カラマツは1回床替1年生苗を、1はちあたり3本ずつよせ植えしたものをを用いて、(1)、試験—2に準じて針葉をむしりとりた区と無処理区を設けた。

8月7日に(1)、試験—2と同じガラス箱内にはちを入れて、カラマツ苗の枝梢上に柄胞子のよく成熟した患部(新梢部)を1はちあたり50本ずつのせた。箱内の苗は常にぬれているように散水して管理し、4日目は

Table 8. 柄胞子によるカラマツ苗に対する接種試験結果 (2)
Results of inoculation experiments with pycnospores of the fungus to Japanese larch seedlings (after 12, 23 days).

処 理 Treatment	供試枝数 Number of tested shoot	罹病枝率 (数) Percentage (number) of infected shoot (%)
無 処 理 Control	44	2.2 (1) 2.2 (1)
針葉むしりとり Needle plucking	63	4.7 (3) 7.9 (5)

ちを箱内からだし接種源をとり除いた。なお、この間の箱内の温度は 30°C 前後であった。

試験結果

接種後8月目に発病しはじめた。23日間の罹病状態を Table 8 にしめた。

この結果でも、前の試験と同様に苗に傷を与えると発病が多いが、無傷でも発病する。

3. 風による損傷をうけたカラマツ苗に対する接種試験

横田⁵⁵⁾、横田・井上⁵⁷⁾はカラマツの先枯病

は風しょう地にとくに被害が多いことを指摘した。著者の 1 人佐藤³²⁾および著者ら³⁶⁾もこれをみとめている。その原因としては、風による胞子の飛散も重要視されるが、風の機械的作用によって生ずる樹体の損傷が感染を、よういにしてしているものと考えられているので、つぎの試験を行なった。

試料および方法

20cm 径のはちに 2 回床替 2 年生カラマツ苗を 2 本ずつ植えつけておいたものを供試苗とした。この苗木につきのような処理を行なって、Table 3 の G1-5 の菌株を用いて、前の 1、試験-2 に準じて菌糸の噴霧接種を行なった。

風 No. 1 1961年 9 月12日, 14日に 8 時間ずつ 70cm の距離で扇風機で風をあてる。風速 3.7m/s

〃 No. 2 9 月13日, 15日に No. 1 同様に処理

Control No. 1 } 無処理, それぞれ風 No. 1, No. 2,

〃 No. 2 } と同時に接種

以上のほかに風をあてただけの無接種区を設けた。なお風をあてた苗木は乾燥による衰弱がみとめられたが、肉眼的には傷はほとんどみとめられなかった。

試験結果

9 月20日から発病がみとめられた。9 月30日までの結果は Table 9 のとおりである。

Table 9. 風による損傷を受けた苗木に対する接種試験結果
Results of inoculation experiments with the fungus to
injured Japanese larch seedlings by wind.

処 理 Treatment	供 試 枝 数 Number of tested shoot	罹 病 枝 数 (率) Percentage (number) of infected shoot (%)	
		22 / IX	30 / IX
風 Wind No. 1	19	2 (10.5)	8 (47.3)
〃 No. 2	17	2 (11.7)	4 (23.5)
Control No. 1	12	1 (8.3)	3 (25.0)
〃 No. 2	16	0 (0)	1 (6.2)

なお、風をあてた無接種区には異常をみとめられなかった。

4. ダグラスファーから分離した菌株の病原性

著者の 1 人佐藤は 1961 年 9 月 28 日に、岩手県滝沢村にある東北林木育種場の苗畑において、*Larix laricina* のはなはだしい先枯病罹病苗に接して養成されたダグラスファー苗に、先枯病とよく似た病徴の被害を発見した。この病原菌は *Guignardia*, *Macrophoma* の両世代ともにみとめられ、測定値も Table 2 にしめすとおり、*G. laricina* と一致し、形態的には区別ができない。ゆえに、ダグラスファー菌とカラマツに対する交互接種試験によって病原性の点からの検討を行なった。

交互接種試験-1

試料および方法

供試菌株は Table 3 の G1-5, G1-7 および G1-3 とし、カラマツ 1 回床替 1 年生苗とダグラス

Table 10. カラマツとダグラスファー菌の両樹種に対する
交互接種試験結果 (1)

Results of cross-inoculation experiments with
isolates of the fungus from Japanese larch and
Douglas fir to both these tree seedlings.

菌 株 Isolate	罹 病 枝 率 (数) Percentage (number) of infected shoot	
	カ ラ マ ツ Japanese larch (%)	ダ グ ラ ス フ ェ ー Douglas fir (%)
G 1—5	5.0 (1)	5.0 (1)
G 1—3	5.0 (1)	5.0 (1)
G 1—7	25.0 (5)	20.0 (4)

Note : 供試枝数おのの20本 Number of shoots
tested...20.

G 1—3...ダグラスファー 2 年生 (東北林木育種
場産)の柄孢子から1961年10月 2 日分離

Isolated from pycnospor on Douglas fir seedling.

Table 11. カラマツとダグラスファー菌の両樹種に対する
交互接種試験結果 (2)

Results of cross-inoculation experiments with
isolate of the fungus from Japanese larch and
Douglas fir to both these tree seedlings.

菌 株 Isolate	罹 病 枝 率 (数) Percentage (number) of infected shoot	
	カ ラ マ ツ Japanese larch (%)	ダ グ ラ ス フ ェ ー Douglas fir (%)
G 1—5	90.0 (18)	75.0 (15)
G 1—3	75.0 (15)	30.0 (6)
G 1—7	90.0 (18)	75.0 (15)

11 にしめした。そして7月3日ころから柄子殻が形成した (Plate 7)。

5. カラマツ属以外の樹種に対する接種試験

(1) アカマツ, クロマツ, スギに対する接種試験

供試菌株は G 1—5 とし, 供試菌はアカマツ, クロマツ, スギのおのの1 回床替 1 年生苗を用い, 比較のために同苗齢のカラマツ苗を用いた。それぞれ1 はちあたり, 5 本ずつ混ぜ植えして2 個のはちを用いた。1961年 8 月30日に, 接種方法は4 の試験に準じて培養菌糸の傷付け接種を行なった。

試験結果

スギ以外は2 日から接種部に病斑を形成した。カラマツでは6 日目に全部しおれた。8 日目にはすでに柄子殻を形成した。アカマツ, クロマツでは8 日目に全部枯死した。

9 月15日にマツに *Macrophoma* の柄孢子を確認した。子のう殻は11月上旬に形成をみとめたが, 子のうは未熟であった。なお, スギは発病しなかった (Plate 5)。

(2) 各種針葉樹に対する接種試験

試験—1

試料および方法

供試菌株は Table 3 の G 1—5 とした。供試苗の盛岡市内の東北支場苗畑に養成中のものを用いた。

ファーの3年生苗の20cm 径のはちに1 本ずつ植えたものを供試苗とした。

1962年 6 月19日に, 1 本の苗につき10 本ずつの枝条に対して, 1, 試験—1 に準じて培養菌糸による傷付け接種を行なった。なお, 供試苗は1 区2 本ずつとした。

試験結果

接種後カラマツ, ダグラスファーとも, 7 日目から発病しはじめ, 天然におけると同じ病徴を現わした。10日目の罹病状態を Table 10 にしめした。

この結果から, いずれの区にも病原性がみとめられた。

交互接種試験—2

試料および方法

前の試験に準じて 1962年 7 月13日に おのの1 本ずつの苗木の20本の枝条に接種を行なった。

試験結果

4 日目からいずれの区にも発病しはじめた。7 月27日までの発病状態を Table

1962年4月17~20日に、同場第2苗畑に各樹種ごとに1列10本ずつ、列間30cm、15cm間隔に植えつけた。

6月19~20日に、樹種ごと5本の苗木につき、5本ずつの幼若な枝条の先端から1~2cmの部分に1、試験-1の培養菌糸による傷付け接種を行なった。なお、Controlとしてコロニーを接種せず、接種区同様に傷付け、ワセリン処理したものを5本ずつ設けた。

試験結果

8月14日までの発病状態を Table 12 にしめた。

Table 12. *Guignardia laricina* の各種針葉樹に対する接種試験結果 (1)
Results of inoculation experiments with mycelia of the fungus to various coniferous trees. (1)

供試樹種 Tree species tested		苗齡 Seedling age	発病枝数 Number of infected branch		備考 Remark
和名 Japanese name	学名 Scientific name		6/VII '62	14/VIII '62	
イヌガヤ	<i>Cephalotaxus drupacea</i> SIEB. et ZUCC.	7	—	—	
モミ	<i>Abies firma</i> SIEB. et ZUCC.	7	—	+	柄子殻形成 Pycnidium produced
ウラジロモミ	<i>A. homolepis</i> SIEB. et ZUCC.	4	+	11	
アオモリトドマツ	<i>A. mariesii</i> MAST.	7	+	3	
アカトドマツ	<i>A. sachalinensis</i> MAST.	8	—	+	
シラベ	<i>A. veitchii</i> LINDL.	6	—	6	
アカエゾマツ	<i>Picea glehnii</i> MAST.	8	2	25	"
ドイツトウヒ	<i>P. abies</i> KARST.	4	+	18	
コメツガ	<i>Tsuga diversifolia</i> MAST.	6	—	—	
アカマツ	<i>Pinus densiflora</i> SIEB. et ZUCC.	2	2	2	"
チョウセンゴヨウ	<i>P. koraiensis</i> SIEB. et ZUCC.	5	+	+	
ヒメコマツ	<i>P. pentaphylla</i> MAYR.	7	+	+	
クロマツ	<i>P. thunbergii</i> PARL.	2	+	+	
リギダマツ	<i>P. rigida</i> MILL.	4	1	1	
バンクスマツ	<i>P. banksiana</i> LAMB.	4	3	10	
ストロブマツ	<i>P. strobus</i> LINN.	4	3	12	
ヒノキ	<i>Chamaecyparis obtusa</i> SIEB. et ZUCC.	8	2	2	
サワラ	<i>C. pisifera</i> SIEB. et ZUCC.	5	+	+	
ネズコ	<i>Thuja standishii</i> CARR.	10	5	8	
ニオイヒバ	<i>T. occidentalis</i> LINN.	6	2	19	
コノテガシワ	<i>Biota orientalis</i> ENDL.	1	—	—	
メタセコイア	<i>Metasequoia glyptostroboides</i> HU et CHENG.	5	—	—	
ラクウショウ	<i>Taxodium distichum</i> RICH.	5	—	—	

Note : 供試枝数おのおの25本 Number of shoots tested.25

この結果から、供試23樹種中、12樹種には、明らかに病原性がみとめられ、6樹種には病斑を形成した。
試験-2

試験—1 では、接種当初に気温が低いために、発病がおくれ、またワセリン塗布の影響が現われた樹種もあった。ゆえにつぎの試験によって再検討を行なった。

試料および方法

試験—1 の 1 部と同一樹種の苗木を 3 本ずつはち植えておき、1962年 7 月 26 日に、20本の枝条に前試験に準じて傷つけ接種を行なった。これをワセリンを塗布せずに、殺菌水を噴霧し、2 昼夜ポリエチレン袋をおおって湿じゅん状態に保ち、室内の窓ぎわにおいた。なお、Control も設けた。

試験結果

8 月 9 日までの発病状態を Table 13 に示した。

Table 13. *Guignardia laricina* の各種針葉樹に対する接種試験結果 (2)
Results of inoculation experiments with mycelia of the fungus to various coniferous trees (2).

供 試 樹 種 Tree species tested		苗 齡 Seedling age	発 病 枝 数 Number of infected branch
和 名 Japanese name	学 名 Scientific name		
ウラジロモミ	<i>Abies homolepis</i> SIEB. et ZUCC.	4	20
アカエゾマツ	<i>Picea glehnii</i> MASTERS	8	20
ヒマラヤシーダー	<i>Cedrus deodara</i> LOUD.	5	5
コウヨウザン	<i>Cunninghamia lanceolata</i> HOOK.	6	—
ヒノキアスナロ	<i>Thujaopsis dolabrata</i> SIEB. et ZUCC. v. <i>hondai</i> MAKINO	8	2
サ ワ ラ	<i>Chamaecyparis pisifera</i> ENDL.	4	20
コノテガシワ	<i>Biota orientalis</i> ENDL.	1	—
ハイビャクシン	<i>Sabina chinensis antoine</i> var. <i>sargentii</i> KUSAKA	8	10

この結果から、コウヨウザンとコノテガシワ以外の樹種に病原性が現われた。

6. 考察および結論

(1) 野外における培養菌糸による接種には、松尾²³⁾ のクワに対する *Gibberella lateritium* の接種方法が簡便である。しかし、樹種によってはワセリンの害のあるものもあり、またワセリンを多量にぬると柄子殻の形成が不良な場合があるから注意を要する。室内ではこの方法で接種したものに、ワセリンをぬらずにポリエチレン袋をおおう方法が適するが、病原性が強く現われすぎる。また、新梢部にイノキュラムをのせて、ポリエチレン袋でおおう方法でもよいに接種できる。つぎに培養菌糸の懸濁液の噴霧接種方法も簡便であるが、著者らの実験（未発表）によると、30°C 近くの気温にならぬと成績がよくない。

(2) 罹病枝の子のう殻から放出される子のう胞子と、柄子殻からにじみだした柄胞子を接種源とした場合は、寄主のカラマツに傷を与えると発病も早く、また多くなる。しかし、無傷区でもかなり強い病原性を現わし、横田⁵⁵⁾ およびはじめの著者の 1 人の佐藤³²⁾ の報告は否定された。

なお、(1)、(2) の接種試験結果から、この菌の病原性はきわめて強く、潜伏期間も 4、5 日～10 日後である。また、侵入は梢頭部の幼若な組織から行なわれるものと考えられる。

(3) 風をあてて、衰弱させたカラマツ苗には、無処理区よりも発病が多い。この原因については、肉眼

に見えぬ傷が侵入をよういにするが、また BIER²⁾ 3) 4), BLOOMBERG⁵⁾ 6) の報告のように胴枯病の進行は樹皮の水分がある程度以上に減少してくるとひどくなり、増加すると停止するということにもとづくのか、今後の検討が必要である。

(4) ダグラスファー菌とカラマツ菌の両樹種に対する接種試験の結果から、病原性の点からもダグラスファー菌はカラマツ菌と区別ができない。

(5) カラマツ属以外の針葉樹26種に対して培養菌糸による傷つけ接種を行なった結果では、まったく病原性がみとめられないものは6種にすぎない。しかし、この接種方法はもっとも発病に好適な条件で行なわれたものであり、孢子による噴霧接種によってたしかめる必要がある。しかも、天然の発病は現在までのところ、ダグラスファー以外には見つからず、ほかの樹種の発病の可能性はごく少ないと考えられる。なお、この菌がヒノキに病原性があることは、小林²¹⁾も報告している。

VI カラマツ属各種の耐病性*

沢田⁴¹⁾、柳沢⁵²⁾ 53) 54)、魚住⁴⁷⁾ 49)、横沢・村井⁶⁶⁾、横田⁵⁵⁾ 60) らによれば、*Guignardia laricina* の寄主となるカラマツ属の樹種はつぎのとおりである。

ニホンカラマツ (*Larix leptolepis*)⁴¹⁾、オウシュウカラマツ (*L. decidua*)⁵²⁾、オウシュウカラマツ×ニホンカラマツ (*L. eurolepis*)⁶⁶⁾、グイマツ (*L. gmelinii*)⁴⁷⁾、チョウセンカラマツ (*L. olgensis* v. *koreana*)⁴⁷⁾、シベリヤカラマツ (*L. sibirica*)⁶⁰⁾、などで、著者ら⁸⁶⁾ 87) はこのほかに東部アメリカカラマツ (*L. laricina*)、西部アメリカカラマツ (*L. occidentalis*)、グイマツ×ニホンカラマツ (*L. gmelinii* × *L. leptolepis*) をあげた。以上のようにわが国の先枯病被害地に植栽されているほとんどすべての種類が寄主となっている。しかし、東北地方におけるニホンカラマツ以外の樹種の造林は見本林程度にすぎないので被害面積はごく少ない。

先枯病に対するカラマツ属各樹種の耐病性については、柳沢⁵²⁾ 53) 54)、横沢・村井⁶⁶⁾、横沢⁸⁷⁾ および著者ら⁸⁶⁾ 87) によって報告されている。さらに研究をすすめるために、つぎの試験を行なった。

1. カラマツ属各種の抵抗性検定試験

著者らはニホンカラマツの落葉病と先枯病の抵抗性候補木の選抜を行なっているうちに、落葉病に強い個体でも先枯病におかされやすいものが少なくないように観察した。したがって、この2つの病害のいずれに対しても抵抗性の品種、ないしは樹種を明らかにする必要を感じた。ゆえにつぎの試験では先枯病の自然感染の罹病木に、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目的で着手された。

試料および方法

供試したカラマツ属各樹種はつぎのとおりである。

ニホンカラマツ…長野県産、1958～1959年まきつけ。

オウシュウカラマツ…ドイツおよびデンマーク産、1958年まきつけ。

オウシュウカラマツ×ニホンカラマツ…スウェーデン産、1956年まきつけ苗から、1959～1960年につぎ木増殖。

東部アメリカカラマツ…アメリカ産、1959年まきつけ。

* 用語は吉井⁶⁵⁾にしたがった伊藤¹¹⁾によった。

チョウセンカラマツ…北海道産, 1958年つぎ木増殖。

グイマツ… //

グイマツ×ニホンカラマツ… //

以上の苗木はすべて旧青森支場の新城苗畑において養成したもので、先枯病にかかっていた。 1960年

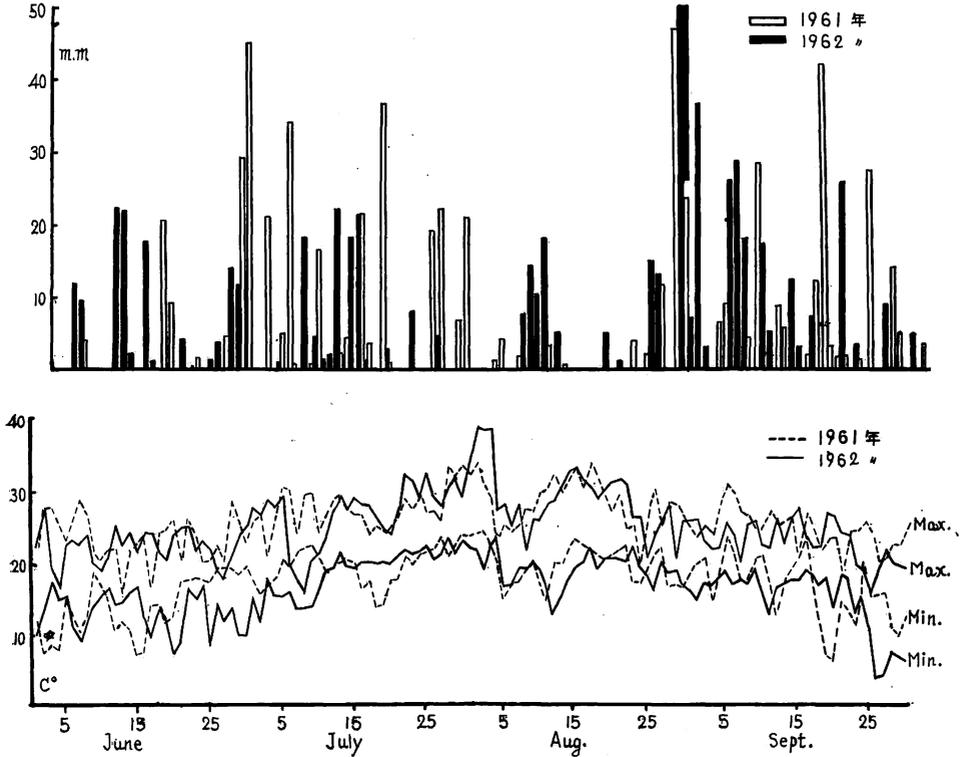


Fig. 2 伝染期における雨量と気温
Precipitation and temperature during the infectious period of the disease.

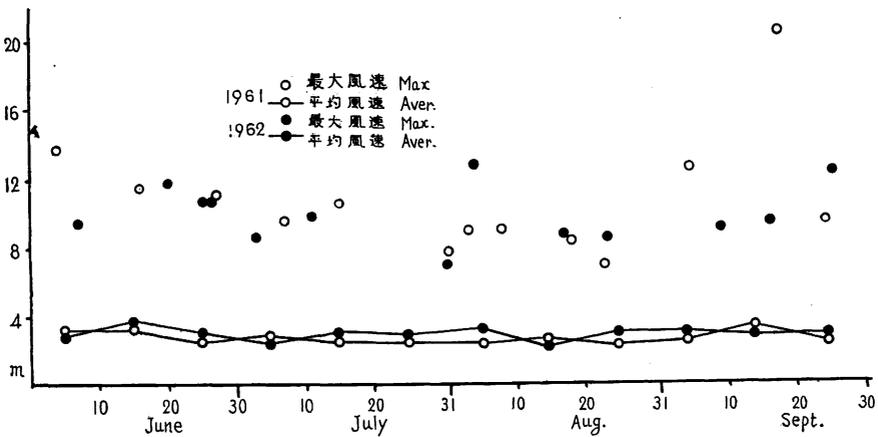


Fig. 3 伝染期における風速
Wind velocity during the infectious period of the disease.

11月中旬に掘りとりて東北支場苗畑に移し、仮植越冬させた。1961年4月20~25日に、東北支場第2苗畑の一角に、1×1m間隔で、1列につき10~20本ずつ5回くりかえして植えつけた。ついで5月16日に、盛岡営林署の畑山苗畑のカラマツ採種林内から前年の落葉病罹病落葉を集めてきて、植栽地の地面に2~3mmの厚さに均一にしいた。

なお、1962年には前年の結果からみて、落葉病を混合感染させて検定を行なうのが妥当でないともみためたので、できるだけ落葉病の発生をおさえた。なお、気象条件は盛岡地方気象台の資料により Fig. 2, 3 にあげた。

試験結果

1961年には6月下旬からかなり多く発病しはじめ、とくに7月上旬になると目だってきた。落葉病は7月中旬になると目だってきて、カラマツ、チョウセンカラマツ、オウシュウカラマツではいちじるしかった。先枯病の発病状態について、10月16日に、各個体ごとに枝条の全数をかぞえ、さらにその中の罹病枝条数をも調査した。この結果を Table 14 にあげた。

Table 14. カラマツ属各種の先枯病に対する耐病性(1961年)
Resistance of various larchs to shoot blight disease (1961).

樹種 Tree species	調査本数 Number of tested tree	樹高 Tree height (cm)	根元径 Diameter at bottom (cm)	罹病本数 Number of infected tree	罹病率 Percentage of infected tree (%)	平均枝数 Average number of shoot	平均罹病枝数 Average number of infected shoot	同罹病率 Percentage of infected shoot (%)
オウシュウカラマツ European larch	91	85	1.5	83	91.2	51	7	13.7
東部アメリカカラマツ Eastern American larch	43	133	1.8	34	79.1	77	6	7.7
1) オウシュウカラマツ ×ニホンカラマツ European larch ×Japanese larch	99	162	2.3	65	66.7	102	7	6.8
ニホンカラマツ Japanese larch	98	124	1.7	54	55.1	78	3	3.8
グイマツ ×ニホンカラマツ Chishima larch ×Japanese larch	101	136	1.6	28	27.1	74	0.4	0.5
チョウセンカラマツ Korean larch	94	85	1.3	17	18.1	52	0.3	0.6
グイマツ Chishima larch	99	88	1.2	8	8.1	43	0.01	0.02

Note : 1) *Larix eurolepis* HENRY

この表では罹病の多い順に配列してあるが、オウシュウカラマツと東部アメリカカラマツは感受性で、ニホンカラマツは中間で、グイマツとチョウセンカラマツは抵抗性である。そして交配種は両親の性質をほぼ同程度にうけつぐようである。

1962年は前年に比べて発病がおそく、6月下旬からわずか発病しかかった。発病のはやい種類は、東部アメリカカラマツ、オウシュウカラマツなどの罹病性のものであった。

10月18日の調査結果は Table 15 のとおりである。

Table 15. カラマツ属各種の先枯病に対する耐病性 (1962年)
Resistance of various larchs to shoot blight disease (1962).

樹種 Tree species	調査本数 Number of tested tree	樹高 Tree height (cm)	根元径 Diameter at bottom (cm)	罹病本数 Number of infected tree	罹病率 Percentage of infected tree (%)	平均枝数 Average number of shoot	平均罹病枝数 Average number of infected shoot	同罹病率 Percentage of infected shoot (%)
オウシュウカラマツ European larch	87	101	1.9	59	67.8	62	3	4.8
東部アメリカカラマツ Eastern American larch	84	156	2.5	56	66.7	46	6	13.0
オウシュウカラマツ ×ニホンカラマツ European larch ×Japanese larch	98	217	3.3	38	38.8	119	1	0.8
ニホンカラマツ Japanese larch	91	179	3.1	15	16.5	82	1	1.2
グイマツ ×ニホンカラマツ Chishima larch ×Japanese larch	100	200	2.7	8	8.0	100	1	1.0
チョウセンカラマツ Korean larch	99	109	2.4	9	9.1	78	1	1.2
グイマツ Chishima larch	86	122	1.7	3	3.5	55	1	1.8

この結果から、東部アメリカカラマツの被害が目だってきたほか、傾向としてはかわりがないが、一般に前年に比べて、罹病率がかなり低下している (Plate 8~9)。

2. カラマツ属各樹種に対する接種試験

現在まで報告されたカラマツ属各種の先枯病に対する抵抗性は、自然発病の結果であって、接種試験によるものは報告がない。ゆえに、つぎの試験を行なった。

試料および方法

1962年4月17日に、つぎの樹種を20本ずつ東北支場第2苗畑に植えておいた。

ニホンカラマツ…3年生

グイマツ… ”

チョウセンカラマツ…つぎ木3年生

オウシュウカラマツ…つぎ木3年生
東部アメリカカラマツ… //

1962年8月13日に、おのおの10本ずつの苗木ごとに、新梢のほかに2本の枝条に Table 3 の G 1-5 の菌株を用いて、V, 1, 試験-1 に準じて培養菌糸による傷つけ接種を行なった。

試験結果

Table 16 から、各樹種間の発病の傾向は自然感染における結果と一致する。

3. 考察および結論

横沢・村井⁶⁶⁾、横沢⁶⁷⁾は青森県下の新城苗畑において、オウシュウカラマツははなはだしく先枯病の罹病率が高く、オウシュウカラマツ×ニホンカラマツはニホンカラマツよりも被害が軽微であると

報告した。ところが、柳沢・斎藤⁵⁹⁾、柳沢⁵⁴⁾は、横沢らと同じ種子で養成したオウシュウカラマツ×ニホンカラマツの北海道野幌における罹病率は、両親の中間の値をしめしていると述べている。そしてオウシュウカラマツがもっとも罹病しやすく、グイマツとチョウセンカラマツは多分ニホンカラマツと等しいか、いくぶん上まわる抵抗性があるようであると述べている。

著者らのこのたびの2か年の成績から、オウシュウカラマツと東部アメリカカラマツはもっとも感受性である。それに著者らの東北林木育種場における観察によれば、西部アメリカカラマツ (*L. occidentalis*) も感受性である。したがって、先枯病菌が欧米に侵入した場合は大問題になるおそれがある。

オウシュウカラマツ×ニホンカラマツについては、著者らは横沢・村井⁶⁶⁾、横沢⁶⁷⁾の苗木をそのまま引きついで供試した。それにもかかわらず、柳沢・斎藤⁵⁹⁾、柳沢⁵⁴⁾の報告のように中間の値をしめすようになってきた。グイマツとチョウセンカラマツは抵抗性で、グイマツ×ニホンカラマツは両親の中間の性質をしめた。とくに1961年には、落葉病の混合感染をおこさせたために、この病害に感受性のグイマツとチョウセンカラマツの新梢の成長が阻害され、先枯病の感染を回避される結果となったことも考えられる。しかしながら、人工接種の結果も自然感染と同じ傾向をしめしているため、いちじるしい変動はないものと考えられる。

なお、抵抗性の機作については、今後十分に検討を加える必要がある。

横田⁶⁸⁾は北海道のニホンカラマツ激害林においては、グイマツやチョウセンカラマツの抵抗性の差は明らかでないと述べている。著者らもニホンカラマツの被害林分においても、被害発生経過年数の長い激害林分における個体間の抵抗性の差は、しだいに接近してくることをみとめている。したがって、抵抗性には限界があるものと考えられる。

つぎに1962年の各種類ごとの被害が、1961年よりもかなり少なくなった原因については、つぎのように考えられる。

Table 16. カラマツ属各種に対する接種試験結果
Results of inoculation experiments with the fungus to various larchs.

供試樹種 Tested larch	発病(株)枝数 Number of infected (tree) and shoot	
	17/VIII	24/VIII
和名 English name		
ニホンカラマツ Japanese larch	4	(9) 9
グイマツ Chishima larch	0	(2) 3
チョウセンカラマツ Korean larch	0	(3) 4
オウシュウカラマツ European larch	5	(10) 15
東部アメリカカラマツ Eastern American larch	9	(10) 21

Note: 供試株数10本 Number of trees tested, 10.
供試枝数30本 Number of shoots tested, 30.

横田⁶²⁾により病原菌の子のう胞子は、降雨直後に吸水罹病枝から多量に放出されることが明らかにされており、感染や発病と降雨との関係は、密接であると考えられる。それに自然発病の季節についての観察、接種試験の結果から気温の影響もきわめて大きいと考えられる。発病に対する風の影響についてはすでに述べたとおりである。

以上の見地から、発病の多い 1961 年を少ない 1962 年と比較してみると、雨量は 1962 年は 6 月中旬までかなり多いが、中下旬から 7 月上旬にかけて少ない。そして 7 月下旬から 8 月上旬まではごく少ない。それ以降はいちじるしい差はない。

気温については、6 月下旬から 7 月中旬にかけてかなり低い。それ以降にいちじるしい差はない。したがって 1962 年には発病期の梅雨の中後期に雨量が少なく、しかも気温が低い。そして気温が高まった 7 月中旬から 8 月上旬にかけて雨量が少なくなっている。

この 2 か年の伝染期における風速（とくに最大風速）の間にはいちじるしい差がみとめられない。なお、1961 年 9 月 16 日の台風は、著者らの観察によると、当地方では気温の関係もあり、発病に影響しなかった。

VII 病原菌の生理的性質

1. 柄胞子の発芽生理

(1) 柄胞子の各種培養液における発芽

試料および方法

病患部を 24 時間、28°C の定温器内で湿室処理して、にじみ出た柄胞子塊をかきとって、各種培養液の懸濁液をつくった。これを用いて Van Tieghem cell 法により、28°C、3 時間後の発芽状態を調査した。

なお、柄胞子は材料によって、発芽率にいちじるしい差異があり、はなはだしい場合には、まったく発芽しないことがあるので、できるだけ均一な材料を選んだ。

試験結果

Table 17. 各種培養液における柄胞子の発芽
Germination of pycnosporos in various
nutrient solutions (at 28°C, after 3 hours).

培 養 液 Nutrient solution	総 胞 子 数 Total number	発 芽 胞 子 数 Germinating number	発 芽 率 Germinating percentage (%)	平均発芽管長 Average length of germ-tube (μ)
1) 井 戸 水 Well-water	355	301	84.7	105
2) 2% ブドウ糖液 2% glucose sol.	350	261	74.5	109
3) カラマツ針葉せん汁 Jap. larch-needle decoc- tion	106	14	13.2	27
4) 3)+2% ブドウ糖 3)+2% glucose	166	32	19.2	92
5) カラマツ針葉さく汁 Jap. larch-needle extract	366	0	0	
6) 5)+2% ブドウ糖 5)+2% glucose	344	0	0	

2 回反復の試験結果の平均を Table 17 にしめた。

この結果のとおり、カラマツさく汁では、まったく発芽がみとめられず、ほとんどが原形質吐出をおこした。カラマツせん汁での発芽は、井戸水に比べてかなりおとり、これに 2%ブドウ糖を加えても大差がなかった。

また、発芽管の発育は、カラマツせん汁ではかなりおとり、2%ブドウ糖を加えると井戸水と同程度の伸長がみとめられた。

(2) 柄胞子の発芽におよぼす温度の影響

試料および方法

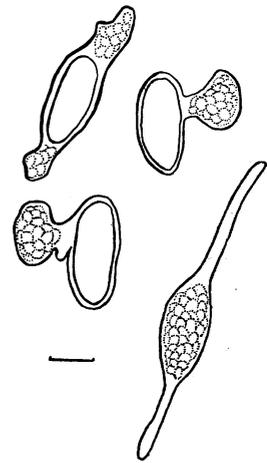
井戸水を用いて(1)と同一方法で 28°C, 3 時間後の結果を調べた。

試験結果

2 回反復の試験結果の平均を Table 18 にしめた。

この結果では、25~30°C で良好な発芽をみとめ、最適温は 28°C 付近にある。また、35°C でもよく、15, 20°C ではかなりおとった。そして 10°C と 40°C ではまったく発芽がみとめられない。

発芽管の発育は、20~30°C で大差がなく、15, 35°C ではかなり



Normal germination

Fig. 4 柄胞子のカラマツさく汁における原形質吐出現象
Prasmoptyse of the pycnosporium in larch needle extract.

Table 18. 柄胞子の発芽と温度との関係
Effects of temperatures on germination of pycnosporium of the fungus (after 3 hours).

温 度 (°C) Temperature	総 胞 子 数 Total number	発 芽 胞 子 数 Germinating number	発 芽 率 Germinating percentage (%)	平均発芽管長 Average length of germ-tube (μ)
10	380	0	0	
15	313	63	20.1	12
20	315	135	42.9	69
25	292	272	93.2	68
28	309	279	90.3	88
30	261	242	92.7	51
35	267	188	70.4	8
40	391	0	0	

おとる。

(3) 柄胞子の発芽におよぼす関係湿度の影響

試料および方法

伊藤・保坂⁹⁾の塩類の過飽和溶液によって関係湿度を調節する方法によった。すなわち、24時間温室処理して得た柄胞子の井戸水の懸濁液から 2~3 白金耳ずつカバーグラスに移し、これを乾燥させた。これをあらかじめ一定湿度に調節しておいたデシケータに入れ、28°C の定温器に収め、3 時間後の発芽状態を調べた。

試験結果

2 回反復の試験結果の平均を Table 19 にしめた。

Table 19. 柄胞子の発芽と関係湿度との関係
Effects of relative humidities on germination of
pyncospores of the fungus (at 30°C, after 3 hours).

過飽和液塩類 Salt in over saturated solution	関係湿度 Relative humidity (%)	総胞子数 Total number	発芽胞子数 Germinating number	発芽率 Germinating percentage (%)	平均発芽管長 Average length of germ-tube(μ)
H ₂ O	100	284	221	77.8	31
K ₂ SO ₄	98	271	12	4.4	11
KNO ₃	94	248	0	0	0
K ₂ HPO ₄	92	303	0	0	0
KCl	87	233	0	0	0
KBr	84	288	0	0	0

この結果のとおり、関係湿度 100%でもっとも発芽がよく、98%ではいちじるしく低下し、94%以下ではまったく発芽しない。

(4) 柄胞子の発芽におよぼす水素イオン濃度の影響

試料および方法

培養液は純水を用い、HCl および NaOH の各種規定液で pH 値の異なるものをつくった。なお、pH の測定には東亜電波の携帯用ガラス電極 pH 計を使用した。これらの柄胞子懸濁液をつくり、Van Tieghem cell 法で 28°C、3 時間後の発芽状態を調べた。

試験結果

2 回反復の試験結果の平均を Table 20 にしめた。

Table 20. 柄胞子の発芽と水素イオン濃度との関係
Effects of H-ion concentrations on germination of
pyncospores of the fungus (at 28°C, after 3 hours).

pH	総胞子数 Total number	発芽胞子数 Germinating number	発芽率 Germinating percentage (%)	平均発芽管長 Average length of germ-tube (μ)
2.0	320	0	0	
3.2	290	243	83.7	85
4.0	329	270	82.1	110
5.0	323	258	79.8	101
5.7	302	274	90.7	141
7.0	255	233	91.4	89
8.0	197	138	70.1	85
9.0	219	153	69.7	72
10.0	271	141	52.0	92
11.0	313	0	0	

この結果から、pH 2.0 と 11.0 では発芽がみとめられない。3.2~7.0 までは大差がなく、8.0~10.0 のアルカリ側ではわずかおとる。発芽管の発育はいずれも大差がない。

2. 子のう胞子の発芽生理

(1) 子のう胞子の各種培養液における発芽

試料および方法

罹病枝に形成した子のう殻から成熟した子のうを集め、各種培養液を用いて懸濁液をつくり、1, (1)の柄胞子の発芽試験に準じて、25°C, 3時間後の発芽状態を調べた。

試験結果

Table 21. 子のう胞子の各種培養液における発芽
Germination of ascospores of the fungus in various solutions
(at 25°C, after 3 hours).

培 養 液 Nutrient solution	総 胞 子 数 Total number	発 芽 胞 子 数 Germinating number	発 芽 率 Germinating percentage(%)	平均発芽管長 Average length of germ-tube(μ)
1) 井 戸 水 Well-water	332	301	90.7	218
2) 2% ブドウ糖液 2% glucose	278	259	93.2	206
3) カラマツ針葉せん汁 Jap. larch-needle decoction	343	268	78.1	214
4) 3) + 2% ブドウ糖 3) + 2% glucose	308	280	90.9	214
5) カラマツ針葉さく汁 Jap. larch-needle extract	273	0	0	
6) 5) + 2% ブドウ糖 5) + 2% glucose	237	0	0	

Table 21 にしめすとおり、カラマツ針葉さく汁では発芽がみとめられず、しかもほとんどが原形質吐出をおこした。そして、2%ブドウ糖を加えても差がない。カラマツ針葉せん汁でも発芽がかなりおとり、2%ブドウ糖を加えると良好になる。

発芽管の発育も発芽率と同じ傾向をしめた。

(2) 子のう胞子の発芽におよぼす温度の影響

試料および方法

Table 22. 子のう胞子の発芽と温度との関係
Effects of temperatures on germination of ascospores of
the fungus (after 3 hours).

温 度 Temperature	総 胞 子 数 Total number	発 芽 胞 子 数 Germinating number	発 芽 率 Germinating percentage (%)	平均発芽管長 Average length of germ-tube (μ)
0	104	0	0	
5	220	0	0	
10	208	0	0	
15	230	171	74.5	12
20	188	152	80.6	57
25	190	180	95.0	161
30	217	200	92.3	120
35	161	135	84.1	39
40	69		0	

培養液には井戸水を用い、前の試験に準じて、3 時間後の発芽状態を調べた。

試験結果

Table 22 に示したとおり、15~35°C で良好な発芽をみとめ、最適温は 25°C 付近にある。発芽管の発育は、25°C でもっともよく、ついで 30°C で、20°C および 35°C ではかなりおとる。そして 15°C ではわずかししか発育しない。

(3) 子のう胞子の発芽におよぼす関係湿度の影響

試料および方法

罹病枝に形成した子のう胞子を用いて、1, (3)の柄胞子における実験に準じて、25°C、3 時間後の発芽状態を調べた。

試験結果

Table 23. 子のう胞子の発芽と関係湿度との関係
Effects of relative humidities on germination of
ascospores of the fungus (25°C, after 3 hours).

過飽和液塩類 Salt in over saturated solution	関係湿度 Relative humidity (%)	総胞子数 Total number	発芽胞子数 Germinating number	発芽率 Germinating percentage (%)	平均発芽管長 Average length of germ-tube (μ)
H ₂ O	100	204	204	100.0	93
K ₂ SO ₄	98	240	220	98.0	96
KNO ₃	94	212	208	98.1	113
K ₂ HPO ₄	92	216	0	0	
Kcl	87	234	0	0	
KBr	84	184	0	0	

Table 23 に示したとおり、関係湿度 100%, 98% および 94% では発芽が良好で、発芽管の発育にも差がなく、92% およびそれ以下ではまったく発芽しない。

Table 24. 子のう胞子の発芽と水素イオン濃度との関係
Effects of H-ion concentrations on germination of
ascospores of the fungus (at 25°C, after 3 hours).

pH	総胞子数 Total number	発芽胞子数 Germination number	発芽率 Germinating percentage (%)	平均発芽管長 Average length of germ-tube (μ)
1.0	200	0	0	
2.1	419	339	80.9	76
2.8	326	296	87.0	87
3.9	390	362	93.0	97
5.2	273	234	97.9	98
5.8	320	271	86.0	86
7.2	357	301	85.0	110
8.1	319	287	90.0	96
9.0	341	297	87.0	81
10.2	306	255	83.0	82
11.0	208	71	33.0	32

(4) 子のう胞子の発芽におよぼす水素イオン濃度の影響

試料および方法

罹病枝に形成した子のう胞子を用いて, 1, (4)の柄胞子における実験に準じて, 28°C, 3時間後の発芽状態を調べた。

試験結果

Table 24 にしめすとおり, pH 2.1~10.2では発芽と発芽管の発育には大差がなく, 11.0 では発芽がかなり低下し, 発芽管の発育もわるい。

3. 病原菌の分離および培養上の性質

(1) 分離

この菌の子のう胞子および柄胞子の完熟した材料を用いれば, 吉井の変法〔吉井⁶⁴⁾, Iro and Hosaka⁹⁾〕により, よういに単胞子分離ができる。しかし, 場合によってはこの方法におけるバクテリアの発育を阻止するための2% CuSO₄液が胞子の発芽をさまたげることがある。著者らは CuSO₄液のかわりに酒石酸の0.5%液を用いて好結果を得ている。

また, 試験目的によっては, 罹病組織, 子のう殻および柄子殻から常法(50%アルコール→0.1%昇コウ水→殺菌水→培養基)によってように分離ができる。しかし, この場合には *Alternaria* sp., *Fusarium* spp., *Pestalotia* sp., *Botrytis cinerea*, *Cladosporium* sp. などが発育してきて, 純粋な分離をさまたげられることが少なくない。

(2) 各種寒天培養基上のコロニーの発育

試料および方法

供試菌は Table 3 の各菌株とし, 培養基はつぎの6種を用いた。それぞれ5個ずつの9cmシャーレ

Table 25. 各種培養基におけるコロニーの発育
Mycelial growth of the fungus on various agar-medias
(at 25°C, after 2, 5 days).

菌株 Isolate \ 培養基 Media	Potato	SAITO'S	Yeast	WAKSMAN'S	CZAPEK'S	RICHARDS'
G 1-1	19 54	25 Full	14 40	14 41	11 46	11 45
G 1-4	17 42	18 77	11 38	11 40	14 46	14 45
G 1-5	21 52	26 Full	15 36	15 39	17 56	16 44
G 1-7	18 50	19 75	15 37	14 40	15 57	14 44
G 1-9	14 49	18 71	15 36	13 40	12 41	12 43

Potato ジャガイモ寒天 (Potato agar)
 SAITO'S 斎藤氏ショウ油寒天 (SAITO'S soy agar)
 Yeast 酵母寒天 (Yeast agar)
 WAKSMAN'S ワクスマン氏寒天 (WAKSMAN'S sol. agar)
 CZAPEK'S ツァペック氏寒天 (CZAPEK'S sol. agar)
 RICHARDS' リチャーズ氏寒天 (RICHARDS' sol. agar)

内の扁平培養基の中心に3mm角のイノキュラムを接種して、25°Cで培養してコロニーの発育状態を調べた。

ジャガイモ寒天—ジャガイモ 200g, 蒸留水 1l, ショ糖 20g, 寒天 20g。

斎藤氏ショウ油寒天—タマネギせん汁 100cc, ショウ油 50cc, ショ糖 50g, 蒸留水 850cc, 寒天 20g。

酵母寒天—酵母水 100cc, 蒸留水 900cc, ショ糖 20g, 寒天 20g。

WAKSMAN 氏寒天—蒸留水 1l, ブドウ糖 10g, ペプトン 5g, KH_2PO_4 1g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.5g, 寒天 20g (pHを補正しない)。

CZAPEK 氏寒天—蒸留水 1l, MgSO_4 0.5g, K_2HPO_4 1g, KCl 0.5g, NaNO_3 2g, FeSO_4 0.01g, ショ糖 30g, 寒天 20g。

RICHARDS 氏寒天—蒸留水 1l, KNO_3 10g, MgSO_4 2.5g, KH_2PO_4 5g, ショ糖 50g, 寒天 20g。

試験結果

Table 25 にしめすとおり、各菌株とも斎藤氏ショウ油寒天でもっとも発育がよく、ついでジャガイモ寒天がよい。これら以外はかなりおとる (Plate 9)。

(3) 各種培養基におけるコロニーの培養的特徴

試料および方法

Table 26. コロニーの培養的特徴
Macroscopic appearances of mycelial colony of the fungus
on various agar-medias (at 25°C, after 5 days).

菌株 Isolate	G 1-1	G 1-4	G 1-5	G 1-7	G 1-9
培 養 基 Agar media					
Potato	White +++++	" ++++	White~Pale Medci Blue ++++	White~Pale Medci Blue +++++	" ++++
SAITO'S	White +++++	White~Glau- cous-Grey ++++	White~Pale Olive-Buff +++++	" ++++	White~Pale Medci Blue ++++
Yeast	White ++	White~Pale Medci Blue +++	White~Pale Medci Blue +++	" +++	" +++
WAKSMAN'S	White +++	White~Pale Medci Blue +++	White~Light Medci Blue +++	White~Pale Medci Blue +++	" +++
CZAPEK'S	White ++	White~Pale Medci Blue +++	" ++	" ++	" ++
RICHARDS'	White +	White~Pale Medci Blue +	" ++	" +	" ++

前の試験と同じ菌株と同じ培養基を用い、15mm径の5本ずつの試験管内の斜面培養基に25°Cの普通型の定温器内(暗黒)で培養した。

試験結果

培養開始後5日目の結果をTable 26にしめた。

その後もひきつづいて定温器内に収めて柄子殻の形成状態を観察したが、30日たってもほとんどその形成がみとめられなかった。それで、光線または変温の必要が考えられたので、全試験管を2日間室内に放置し、そののちに5本のうち2本を定温器に収め、残りの3本を室内にひきつづき放置した。90日後の柄子殻の形成状態を調査したのがTable 27である。

Table 27. 各種培養基における柄子殻の形成
Development of pycnidia of the fungus on various agar-medias.

菌株 Isolate	培養基 Media		Potato		SAITO'S		Yeast		WAKSMAN'S		CZAPEK'S		RICHARDS'	
	処理 Treatment		暗	明	暗	明	暗	明	暗	明	暗	明	暗	明
	Dark	Light	Dark	Light	Dark	Light	Dark	Light	Dark	Light	Dark	Light	Dark	Light
G 1-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 1-4	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	
G 1-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
G 1-7	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	
G 1-9	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	

この結果から、柄子殻の形成には、光線または変温が影響していることがたしかめられた。しかし、柄子殻内にはごくわずかの柄胞子しか形成されなかった。

(4) 柄子殻の形成におよぼす環境の影響

前の実験結果から柄子殻の形成には、光線か変温が関係していることがたしかめられたので、つぎの実験を行なった。

i. 柄子殻の形成におよぼす日光と温度との影響

試料および方法

供試菌はTable 3の各菌株とし、培養基はジャガイモ寒天を用いた。処理ごと6本ずつの試験管内の斜面培養基の中央部に3mm角のイノキュラムを接種し、つぎのように管理して培養した。

暗, Control……暗黒な普通型定温器(25°C)に収めて昼夜培養する。

暗, 夜間10°C……午前8時30分から午後5時まで、暗黒な普通型定温器(25°C)に収め、午後5時から翌朝8時30分まで暗黒な普通型定温器(10°C)に収める。

明, Control……昼夜採光式定温器(25°C)に収めて培養する(夜間は暗黒)。

明, 夜間10°C……午後8時30分から午後5時まで採光式定温器(25°C)に収め、5時から翌朝8時30分まで普通型定温器(暗, 10°C)に収める。

試験結果

13日、30日後の柄子殻の形成状態をTable 28にしめた。

Table 28. 柄子殻の形成におよぼす温度と日光の影響
Effects of temperatures and sunlight on developments of pycnidia of the fungus on potato agar (after 13, 30 days).

菌 株 Isolate	処 理 Treatment			
	暗 Dark		明 Light	
	25°C Control	夜 間 10°C, At night	25°C, Control	夜 間 10°C, At night
G 1-1	—	—	+++	—
	+	—	+++++	—
G 1-4	—	—	+	+
	+	+	+++	+++
G 1-5	—	—	—	—
	+	—	++	+
G 1-7	—	—	+++++	+++++
	—	—	+++++	+++++
G 1-9	—	—	+++++	+++++
	+	—	+++++	+++++

この結果から、夜間の低温 (10°C) 処理は影響がなく、光線の影響が大きいことがわかる (Plate 10)。

ii. 柄子殻の形成におよぼす光線の影響

試料および方法

供試菌は Table 3 の G 1-7 と G 1-9 の 2 菌株とし、培養基はジャガイモ寒天を用い、処理ごとに 5 本ずつの試験管内の斜面培養基にイノキュラムを接種した。これらを透明、黄、緑、赤、黒色のセロファン (20×10cm) の袋 (20×10cm) につめて口を封じて、窓ぎわの採光式定温器 (25°C) に収めて培養して柄子殻の形成について調べた。

試験結果

40日目の結果を Table 29 にしめた。

Table 29. 柄子殻の形成におよぼす光線の影響
Effects of sunlight on development of pycnidia of the fungus (at 25°C, after 15, 40 days).

菌 株 Isolate	色 Color of cellophane				
	透 明 Transparent	黄 色 Yellow	緑 色 Green	赤 色 Red	黒 色 Black
G 1-7	+++	+++	++	++	—
	++++	++++	+++	+++	+
G 1-9	++++	+	+++	+	—
	+++++	+++	++++	++	+

この結果からみて、とくに黒、ついで赤区の形成がおとり、黄色と緑色区もややおとるようである。

iii. カラマツの患部の柄子殻の形成におよぼす紫外線の影響

CALTRIDER⁷⁾ は *Guignardia bidwellii* の培養に紫外線を照射すると, Spermatia や柄子殻などの形成が増すことを報告している。

著者らはカラマツ先枯病の患部組織に紫外線を処理した場合をたしかめるためにつぎの試験を行なった。
試料および方法

1962年8月8日に、盛岡市内の約10年生の罹病木から採集した新梢部の新鮮な患部のまだ柄子殻の形成がみとめられないものを選んで、約5cmの長さにそろえた。これを吸水したろ紙をしいた12cm径のシャーレ内の5mm径の馬てい形のガラス棒上に20本ずつ並べた。

以上の処理をしたシャーレの4個は透明セロファンでおおった。ほかの4個は光線を通さない黒色ビニールシートでおおった。これらのシャーレを窓ぎわにおいた採光式定温器(25°C)に収めた。

8月10日および15日に暗、明両区の2個ずつのシャーレ内の患部に5分間、15Wの東芝製殺菌ランプを15cmの距離から照射した。

試験結果

8月20日までの結果を Table 30 にしめた。

Table 30. カラマツ患部における柄子殻の形成におよぼす紫外線の影響
Effects of ultraviolet ray on development of pycnidia of the fungus on diseased parts of Japanese larch.

処 理 Treatment		柄 子 殻 の 形 成 Degree of pycnidial production	
		15/VIII '62	20/VIII '62
明 Light	紫 外 線 Ultraviolet ray	++++	+++++
	無 処 理 Control	+++	++++
暗 Dark	紫 外 線 Ultraviolet ray	++	++++
	無 処 理 Control	+	+

Note : 紫外線照射は8月10日, 15日 5分間
The infected parts were treated with ultraviolet rays for 5 min. on August, 10, 15, '62, respectively.

この結果から、患部組織においても日光は柄子殻と柄胞子の形成を増進し、また紫外線の照射の効果もいちじるしい。

(5) コロニーの発育におよぼす温度の影響

試料および方法

供試菌は Table 3 の各菌株とし、9cmシャーレ内のジャガイモ寒天の扁平培養基の中心部に、3mm角のイノキュラムを接種し、所定温度の定温器に収めて発育状態を調べた。なお、所定温度ごとに5個のシャーレを用いた。

試験結果

Table 31 にしめすとおり、15~30°C でかなりよく発育し、7°C でわずかに発育しかかり、適温は25°C 付近にある (Plate 9)。

Table 31. コロニーの発育と温度との関係
Effects of temperatures on mycelial growth of the fungus
(after 3, 5 days).

温度 Temperature (°C)	0	7	15	20	25	30	35
G 1-1	— —	— +	13 34	27 48	35 66	16 31	— —
G 1-4	— —	— +	11 22	17 34	28 58	25 43	+ +
G 1-5	— —	— +	8 23	22 40	25 57	18 40	+ +
G 1-7	— —	— +	13 27	25 45	30 56	19 45	+ +
G 1-9	— —	— +	12 26	22 40	31 57	21 40	+ +

(6) 罹病枝組織内病原菌の乾熱に対する抵抗力

試料および方法

供試したカラマツ罹病枝は、1961年12月15日、岩手山麓の8年生造林木から採集し、ポリエチレン袋につめて、0°Cで貯蔵しておいたものである。1962年1月18日に、子のう殻の多量に形成している部分を径約2.5mm、長さ1.5cmにそろえた。これをあらかじめ所定の温度に調節しておいた定温乾燥器内の針金のわくにはったガーゼ上に15本ずつのせて、所定時間経過後すみやかにとり出して冷やした。これらのおのおの罹病枝から3個ずつ、計45の組織片をとり、常法によりジャガイモ寒天を用いて、25°C、1週間培養で病原菌を分離し、コロニーの発育の有無によってその生死をたしかめた。

試験結果

Table 32. 罹病枝組織内の病原菌の乾熱に対する抵抗力
Resistance of dormant mycelia and perithecia of the
fungus in diseased shoots of Japanese larch to dry heats.

処理時間 Time treated (min.)	5	10	20	30
85	+++	+++	+++	+++
95	+++	+++	+++	+++
105	+++	+++	+++	+++
115	+++	++	++	++
125	++	++	++	++
135	++	++	+	—

Table 32 にしめすとおり、135°C、30分処理ではじめて死滅する。

(7) 罹病枝組織内病原菌の湿熱に対する抵抗力

試験—1

(6)の試験と同じ材料を用い、15本ずつ木綿糸で軽くたばねて、ガラス棒を切ったおもりをつけ

た。これを所定温度に調節した恒温水そうの湯の中に浸漬し、所定時間後とり出して冷水で冷やして前の試験に準じて病原菌の分離を行なって生死をたしかめた。

試験結果

Table 33 にしめすとおり、55°C、5分ではじめて死滅する。

Table 33. 罹病枝組織内の病原菌の湿熱に対する抵抗力 (1)
Resistance of dormant mycelia and perithecia of the fungus in diseased shoots of Japanese larch to wet heats.

浸漬時間 Time soaked (min.)	2	3	5	10	20
45	+++	+++	+++	+++	+++
50	+++	+++	+++	++	+
55	+	+	-	-	-

Table 34. 罹病枝組織内の病原菌の湿熱に対する抵抗力 (2)
Resistance of dormant mycelia and perithecia of the fungus in diseased shoots of Japanese larch to wet heats (40°C).

浸漬時間 Time soaked (hour)	1	4	8	16
コロニー数 Number of colony	20	38	30	36

Table 35. コロニーの発育と水素イオン濃度との関係
Effects of H-ion concentrations on mycelial growth of the fungus (at 25°C, after 4, 6 days).

Isolate pH	G 1-1	G 1-4	G 1-5	G 1-7	G 1-9
2.4	- +	+ +	- +	+ +	- +
3.4	23.2 38.2	21.6 37.8	19.6 34.6	22.0 37.2	22.2 44.0
4.0	31.2 58.2	32.4 53.8	30.4 49.4	30.6 51.0	30.6 55.0
5.6	35.0 56.0	31.2 44.8	24.8 49.6	30.4 49.0	28.8 49.4
6.4	32.6 52.8	33.6 48.8	26.2 44.2	31.2 50.6	30.0 47.2
7.2	30.0 44.7	31.6 46.0	20.6 45.2	27.4 45.8	28.6 51.2
8.2	28.0 48.4	32.0 49.0	22.0 39.0	24.0 42.7	24.8 43.0
9.0	19.8 32.8	18.4 32.8	15.0 31.6	17.6 33.8	14.4 30.6
9.8	15.2 33.2	15.6 31.0	13.8 28.2	15.6 30.8	10.6 29.2

試験—2

試験—1の温度範囲では、山出し時の保菌苗の殺菌に応用できないので、つぎの試験を行なった。

試料および方法

試料は1962年2月22日に、宮城県気仙沼市の約10年生の罹病造林木から採集した。3月2日に前の試験に準じて恒温水そう内の40°Cの湯に所定時間浸漬して実施した。

試験結果

Table 34 にしめすとおり、この試験範囲では、病原菌の殺菌効果はまったく期待できない。

(8) コロニーの発育におよぼす水素イオン濃度の影響

試料および方法

供試菌は Table 3 の各菌株とした。ジャガイモ寒天培養基を 200cc とかし、これにあらかじめ調整殺菌しておいた Hcl および NaOH の各種規定液を 20cc ずつ加えて、よく混合したのち一部をとり、比色計で pH を測定した。その残部を5個ずつのシャーレに 20cc ずつ注いで、扁平培養基とし、その中央部にイノキュラムを接種して、25°C の定温器に収めて、発育状態を調べた。

試験結果

Table 35 にしめすとおり、菌株により多少の変動はあるが、一般に酸性側で発育がよい傾向がある。そして pH 4.0~7.2 でよく発育し、強酸性では不良である。

4. 考察および結論

(1) 柄孢子、子のう孢子ともに、井戸水と2%ブドウ糖液で発芽がよく、カラマツ針葉せん汁ではかなりおとり、これはとくに柄孢子においていちじるしい。カラマツ針葉さく汁では原形質の吐出がみられる。この原因については、著者らの実験(未発表)では、その希釈液においてもこの現象がみとめられるので、浸透価が高いための原因だけではなく、発芽阻害物質の存在も考えられ、今後の検討を要する。

(2) 柄孢子の発芽と温度との関係については、子のう孢子の15~35°Cの広範囲の良好な発芽に比較して、その範囲はせまく、25~30°Cにあり、最適温は子のう孢子が25°C付近にあるのに対して柄孢子は28°C付近にある。このことは、夏期の高温期に柄孢子の成熟の長盛期にあることと関係があると思われる。そして、15、20°Cおよび35°Cではかなり発芽がおとる。

発芽管の発育については、柄孢子は子のう孢子に比べて、20~30°Cではかなりおとり、それ以下および以上ではいちじるしい差がない。

(3) 柄孢子は関係湿度100%で良好な発芽をしめし、98%ではいちじるしく低下した。そして94%以下ではまったく発芽しない。これは子のう孢子が94%以上で良好な発芽をすることと比較して、柄孢子は乾燥に対して敏感なことをしめす。

(4) 柄孢子の発芽と水素イオン濃度との関係では、アルカリ側で多少低下し、発芽管の発育にはいちじるしい差がない。子のう孢子が pH 2.2, 11.0 で発芽し、pH 3.2~10.0 では大差がないのに比べて、柄孢子はアルカリ側に多少敏感のようである。

(5) コロニーの発育のよい培養基は魚住⁴⁹⁾ 横田⁶⁰⁾ の報告と同じく、斎藤氏シヨウ油寒天とジャガイモ寒天である。

培養基上とカラマツの患部組織上の柄子殻の形成には、日光が必要であり、低温処理は影響がないことがたしかめられた。そして患部への紫外線の照射は、柄子殻と柄孢子の形成を増進し、CALTRIDER⁷⁾ の

Guignardia bidwellii についての報告と一致する。しかしながら、培養基上に形成した柄子殻には柄胞子の形成がごく少なく、さらに柄胞子だけでなく子のう胞子の形成増進の研究が必要である。

(6) コロニーの発育と温度との関係の試験では、供試温度中、7°C ではわずかに発育しかかる程度で、15~30°C で発育した。25°C 付近に最適温があることは、魚住⁴⁹⁾ が10~30°C で発育し、最適温 25°C としているのと一致する。

罹病枝組織内の病原菌の熱に対する抵抗力の試験結果から、乾熱では 135°C、30分で死滅し、湿熱では 55°C、5分処理でようやく死滅する。そして 40°C の湿熱で16時間処理しても病原菌には影響がないことからみて、ムギ種子の黒穂病菌の消毒に用いられている冷水温湯浸または風呂湯浸などの応用は、あまり期待できないものと思われる。

(7) コロニーの発育は酸性側で良好であるが、pH 4.0~7.2 でかなりよく発育し、水素イオン濃度にとくに敏感な菌とは考えられない。

VIII 病原菌の生態

1. 生活史

この菌の生活史は、はじめ魚住⁴⁸⁾ ⁴⁹⁾ が北海道と東北地方の一部の材料による結果を報告した。北海道におけるものについては、横田⁶⁰⁾ ⁶¹⁾ ⁶²⁾ によって詳細に報告されている。

東北地方における生活史については、著者らの佐藤³²⁾ ³³⁾、佐藤・庄司³⁵⁾ によって発表された。

つぎに著者らがすでに報告した結果に補正を行なって述べる。

著者らの調査材料は、青森・岩手・宮城・秋田・山形県下の約30か所から採集したもので、検鏡、分離培養、発芽試験、子のう胞子の放出試験などによって調査した。

(1) 柄胞子 (*Macrophoma*) 時代

6月中旬ころから発病してくる新梢部の幼若な針葉や軸の患部に発病後間もなく柄子殻が現われて、その中に柄胞子が完熟してくる。これはつぎつぎに新しく発病した患部に形成されるのが普通であり、患部が古くなると空殻になるものが多い。柄胞子は9月中旬ころまで多くみとめられるが、冬季間もみつかると、4月中下旬ころまれにみられるが、ほとんどが空殻になる。

(2) 子のう胞子 (*Guignardia*) 時代

当年に発病した患部に子のう殻が現われてくるのは、9月下旬ころからである。そして10、11月ころから子のうの成熟したものが出てくる。冬季間も越冬している子のう胞子が少なくないが、5、6月ころになると子のう殻の発達がいちじるしくなり、6~7月ころから子のう胞子の形成が盛んになる。そして秋になるとしだいに形成能力がおとろえて10月ころには空殻のものが多い。

越冬した罹病枝には10月ころまで、つぎつぎと子のう殻が形成されるが、この形成部分は、罹病枝の新しい部分(枯死部)に広がってゆき、子座様体の部分に長期間形成されることがない。なお、罹病枝には翌々年まで病原菌が生活し、あまり多くはないが子のう殻と子のう胞子の形成がみとめられる。

(3) Spermata 時代

当年発生した患部に、多くの場合7~10月下旬に、普通の場合やや木質化した罹病枝に *Spermogonium* が形成される。この中に *Spermata* が形成される。これは秋末になると少なくなるが、翌年2月中旬ころまれに見られる。*Spermata* は発芽能力がない。

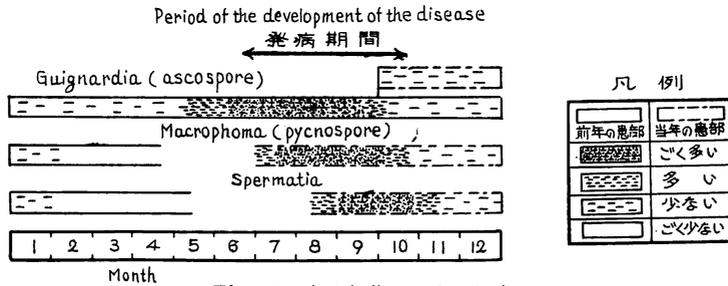


Fig. 5 病原菌の生活史
Life history of the causal fungus.

以上の生活史を図示したのが Fig. 5 である。

2. 胞子の放出

(1) 子のう胞子の飛散

子のう殻からの子のう胞子の放出については、横田^{(61) (62)}が詳細に報告している。これによれば、子のうの放出は、子のう殻が吸水した場合には行なわれ、乾燥状態では行なわれない。

著者らはこの性質を応用してつぎの試験を行なった。

試料および方法

1962年6月28日に、罹病枝の子のう殻を多数形成しているもの(岩手山麓から採集)を10cm長さにそろえて、20本束とした。これらの乾燥状態のもの、1時間浸水したものを送風器の送風口の正面30cmの距離につらした。これに佐藤製作所製ダブル式胞子採集器の採集箱の入口に接して配置した。採集箱には、栗林・市川⁽²²⁾のグリセリンにかわを塗布したスライドガラスを、病枝から15cmの距離にとりつけた。これに14.8m/sの風を送り、それぞれ1分、3分、5分後にスライドガラスを交替して、カバーガラス(18×18mm)をかけてその中の胞子数をかぞえた。

試験結果

Table 36. カラマツ罹病枝上の子のう胞子の飛散におよぼす風の影響

Effects of wind on dissemination of ascospores of the fungus produced on Japanese larch shoots.

送風時間 Time blowed	試料の処理 Treatment of diseased shoot	
	Control (dry)	1時間浸水 Soaked in water for 1 hour
1	0	1
3	0	16
5	0	2

Table 36の結果から、乾燥区ではまったく採集されず、浸水区では1分間送風後さらに3分間送風したものでもっとも多く採集され、その後5分間送風した場合には減少した。

(2) 柄胞子の放出

柄子殻の柄胞子をはね出す能力の有無をたしかめるために、つぎの試験を行なった。

試験—1

試験および方法

1962年7月18日に、青森県田子町の20年生のカラマツ罹病木から採集した、新梢部の新しい患部を湿室処理して2日後に、柄子殻の口孔部に柄胞子塊が分泌しはじめた。

10個の9cmシャーレ内に吸水したろ紙をしいて、1cmの高さの針金製の台をのせた。その上に前の患

部の 3 cm 長さにとろえたものを 4 本ずつのせた。その下にグリセリンにかわを塗布したスライドガラスをおき、25°C の定温器内に 24 時間収めたのちとりだして、柄胞子の落下の有無を検鏡によりたしかめた。

試験結果

まったく柄胞子の存在をみとめなかった。

試験—2

試験および方法

供試患部は岩手県釜石市の 25 年生罹病木から 1962 年 8 月 13 日に採集した。同 15 日にこれから柄子殻の成熟ないし成熟寸前とみとめられる針葉と、幼軸の患部を集めた。つぎに 9 cm シャーレ内の 2% ブドウ糖寒天の扁平培養基をあらかじめ準備しておいた。そのシャーレのフタの内面にセロファンテープ (幅 2.3 cm) の粘着面を培養基に面するように固定した。これに前記の罹病針葉 5 本、軸 3 本ずつ付着させた。この場合の培養基と組織間の距離は 1.3 cm であった。以上のものを 10 個準備し、5 個はさかさにし、5 個は正常位にして 25°C の定温器内に保ち、培養基におけるコロニーの発育の有無により柄胞子の放出や落下をたしかめることとした。

試験結果

試験開始の翌日に柄子殻の口孔部に多量の柄胞子塊の分泌がみとめられた。5 日間そのまま放置したが両区ともにコロニーの出現がなく、柄胞子の落下や放出はみとめられなかった。

3. 考察および結論

(1) この病原菌の東北地方における生活史を調査した結果は、多少の季節的ずれはあるが、北海道における横田⁶⁰⁾ 63) の報告とよく一致する。この結果から、この病害の第 1 次伝染源でもっとも重要なものは、前年の罹病枝に形成される子のう胞子である。しかし、前々年の罹病枝に形成された子のう胞子と前年の患部に形成される柄胞子もその伝染源となるものと考えられる。6 月上中旬になると、この子のう胞子が多量に成熟してきて、梅雨期のため雨も多くなり、しかも気温も高まり、カラマツの新梢もかなり伸長してくるので、感染が行なわれて間もなく発病してくる。この患部には間もなく柄胞子が形成されて伝染源となる。この時期からは前年の罹病枝から秋まで盛んに放出される子のう胞子と、新しい患部に形成される柄胞子により感染と発病をくりかえすことになる。

(2) 罹病枝からの子のう胞子の風による飛散は、吸水した枝からだけみとめられ、乾燥状態のものからはまったく飛散しないことがたしかめられた。したがって、横田⁶²⁾ の報告のように降雨によって吸水した罹病枝の子のう殻から子のう胞子の放出が行なわれ、これが風によって遠距離まで飛散するものと考えられる。伊藤の意見¹⁸⁾ のように柄子殻は柄胞子をはねとばす能力はなく、柄子殻から柄胞子がにじみだして雨水などにとけて滴下したり、乾燥して風で飛散するか、雨滴に風が加わり雨しぶきで移動分散するものと考えられる。

IX 罹病木の成長

先枯病にかかった被害木の成長については、著者ら³⁴⁾、青木・竹内・高島ら¹⁾ の報告がある。著者らは現在多数の標本について樹幹解析を実施中であるが、ここではその一例だけについて述べる。

試料および方法

岩手県玉山村にある林業試験場東北支場好摩試験林内の 22 年生のカラマツ林分 (先枯病中害程度) につ

いて調査した。1961年7月10日に被害木5本、健全木3本につき樹幹解析を行なった。調査木はつぎのとおりである

被害木の1号木は峰筋のもっとも風当たりの強い箇所のものである。この付近のカラマツはほとんど罹病しているのので、対照木の選定ができなかった。この樹高は5.95m、胸高直径12.0cmである。2号木は1号木より下方の林内にあり、3号木(健全)を対照として選定した。樹高6.11m、胸高直径9.7cm

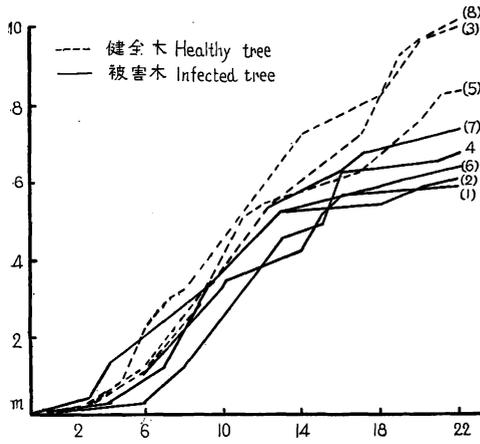


Fig. 6 罹病したカラマツの樹高成長経過
Process of the height growth of the affected Japanese larch trees by the disease.

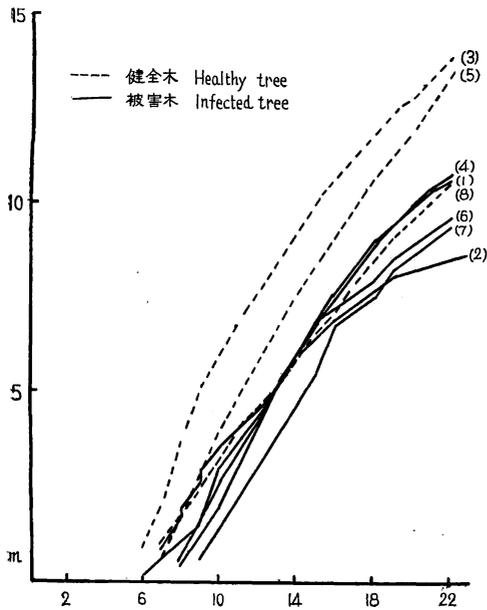


Fig. 7 罹病したカラマツの直径成長経過
Process of the diameter growth on the affected Japanese larch trees by the disease.

である。4号木は3号木(健全)を対照として選定され、樹高6.48m、胸高直径11.9cmである。

6号木は、5号木(健全)を対照として選定され、樹高6.87m、胸高直径12.4cmである。7号木は8号木(健全)を対照として選定され、樹高7.45m、胸高直径10.4cmである。健全木の3号木の樹高は10.06m、胸高直径14.8cm、5号木はそれぞれ8.37m、14.5cm、8号木はそれぞれ10.15m、11.5cmである。

樹幹解析にあたっては、被害木はいちじるしく上長成長が阻害されているので、先端部の1~2mの部分については、20cmごとに精密に調べたほかは常法によった。

調査結果

調査木の樹高、直径、材積成長曲線をそれぞれ Fig. 6, 7, 8, にあげた。

おのおのの調査木の樹高成長についてみると、1号木(被害)では植えつけ当時から、15年生までは比較的よい成長をしていたが、16年生以降の成長が急に止まり、梢頭部がおかされたことがわ

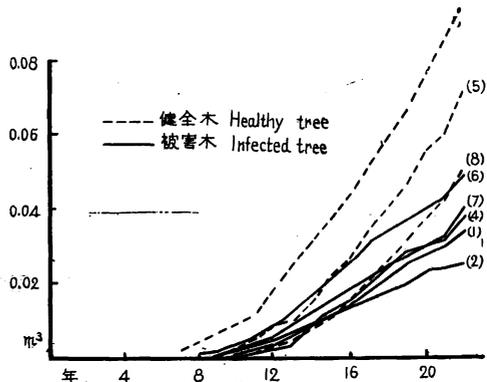


Fig. 8 罹病したカラマツの材積成長経過
Process of the volume growth on the affected Japanese larch trees by the disease.

かる。その後の6年間の総成長量は25cm, その間の年平均成長量は約40cmにすぎない。樹幹はホーキ状になり、枝条重量は20.2kgである。

2号木(被害)では13年生以降は横ばいの状態となっており, 6年生の成長量は48cm, この間の年平均の成長量は8cmである。枝条重量7.8kgである。

3号木(健全)は6年間に2.01m, その間の年平均33cmで枝条重量は35.0kgである。

4号木(被害)は14年生以降おとろえ, 6年間の成長は78cm, この間の年平均13cm, 枝条重量は14.5kgである。

5号木(健全)は6年間の成長2.25m, この間の年平均36cm, 枝条重量は42.5kgである。

6号木(被害)は15年生前後以降は不良で, 6年間の成長量39cm, この間の年平均約6cmにすぎない。なお, この枝条重量は22.0kgである。

7号木(被害)は16年生以降成長が阻害され, 6年間の成長量91cm, 年平均15cm, 枝条重量10.5kgである。

8号木(健全)は6年間の成長量3.25m, この間の年平均54cm, 枝条重量25.0kgである。以上の結果からこの林分では梢頭部が罹病して樹高成長がおとろえたのは, 6~10年前からと推定される。

つぎに直径成長についても, 樹高成長のようにいちじるしくないが, 被害木では下降の傾向がある。

材積成長については, 被害木では樹高成長の停止の影響をうけて, かなり下降している。

なお, Fig. 6~8をみると被害木でははじめから健全木よりもおとっている傾向があり, 被圧木では先枯病の被害がすみやすいことと関係があるものと考えられる。

X 発病と環境との関係

この病害の発生と環境との関係については, 風との関係がきわめて密接であるとする横田⁵⁵⁾, 横田・井上⁵⁷⁾, 井上⁸⁾, 著者ら³⁶⁾の報告がある。また, カラマツ林の保護樹帯の被害軽減効果を述べた加藤・小野¹⁹⁾の報告がある。また, 雨量や空中湿度が発病と密接な関係があることは通説となっている。佐保²⁷⁾は気温と霧のかかる日数と発病との関係を論じている。

以上のように, この病害の発生と環境因子との関係はきわめて密接である。したがって, この方面の調査研究は, この病害の防除法の樹立の上に重要な分野をしめるものと考えられる。ここでは著者らが現在まで行なった調査例を報告する。

1. 先枯病発生におよぼす林分密度の影響

著者らは, カラマツの被害林分において, 被圧木に被害がとくに多いように観察した。さらにこの問題を明らかにするのに適した調査地をさがしておいた。たまたま林業試験場東北支場育林部育林第四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

岩手県松尾村赤川山国有林, 岩手山事業区193林班, 平坦地形で土壌は B₁b型,

1954年春にカラマツ植栽本数試験として, 全面積80×200m (1.6ha), 1 block 4 plot とし, 1 plot 10×40mとし, haあたり1,000, 2,000, 3,000, 4,000, 5,000本の各 plot を設けた。おのお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180g), 土壌改良区(根元に20×30cmの穴をほり落葉をうめる)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。

Table 37. カラマツ先枯病の発生におよぼす林分密度の影響
Effects of stand density of Japanese larch on occurrence of shoot blight disease.

植付本数 Number of planted tree	被害程度 Degree of damage			被害率 Percentage of damaged tree (%)	被害度 Index of damage
	+++	++	+		
1,000	1	10	89	100	1.2
2,000	11	13	76	100	1.6
3,000	8	13	78	99	1.5
4,000	20	31	49	100	2.4
5,000	24	36	38	98	2.6

Note: +++ 重害 (5) ……被害がくりかえして、はげしく発生するために樹冠がホーキ状になり、上長成長がほとんど行なわれないもの。Trees affected severely.

++ 中害 (3) ……かなり被害枝がみとめられ、一見して被害木とみとめられるもの。Trees affected moderately.

+ 微害 (1) ……ようやく被害枝がみとめられるもの。
Trees affected slightly.

- 健全 (0) ……Healthy tree.

$$\text{被害度 Index of damage} = \frac{5a + 3b + 1c + 0d}{N}$$

- a …… 重害木本数 Number of trees affected severely. $N = a + b + c + d$
 b …… 中害木本数 Number of trees affected moderately.
 c …… 微害木本数 Number of trees affected slightly.
 d …… 健全木本数 Number of healthy trees.

Table 38. カラマツ林の先枯病発生におよぼす施肥の影響
Effects of manuring to Japanese larch forest on occurrence of shoot blight disease.

区名 Plot	樹高 Tree height (cm)	胸高直径 Chest diameter (cm)	被害程度 Degree of damage			被害率 Percentage of damaged tree (%)	被害度 Index of damage
			+++	++	+		
1) 無施肥区 Control	448	4.7	9	22	69	100	1.8
2) 施肥区 Manuring	479	4.9	7	24	69	100	1.7
3) 落葉埋込区 Burying with fallen leave	459	4.7	8	19	73	100	1.7
4) 2) + 3)	433	4.3	14	12	74	100	1.8

注：樹高と胸高直径の測定値は育林第四研究室の資料による。

この地帯は岩手山麓の風も比較的つよいところに位置し、先枯病発生地帯である。この調査林分でも盆栽状を呈する被害木がある。この被害は少なくとも4、5年前から発生したものと推定される。

先枯病の被害調査は1961年10月11～12日に行なった。おのおの本数区の調査は無肥料区について行な

い、施肥、土壌改良区と無施肥区との比較のための調査は、3,000本区について行なった。なお、被害木の調査の基準は横田の試案〔伊藤¹³⁾〕によった。

調査結果

Table 37 にしめすとおり、植えつけ本数が多くなるにつれて罹病程度が重くなる傾向が明らかである。つぎに 3,000本植えの各処理区における被害状態を調べた結果は Table 38 のとおりである。

この結果から、この程度の成長の差では、罹病の差が現われないものと考えられる。

2. 先枯病発生におよぼす地形の影響

風と関連してカラマツ林分やその周辺の地形と発病との関係は密接なので、つぎに調査例をあげる。

調査地—1

この調査地は岩手県一戸町小繋の民有林で、北上山系に属し、峰筋は台地状で平坦地や緩斜地が多く、標高は 480m、下部の沢沿いの部分は 380mで、100mの標高差がある。常風は樹冠の傾きから推定して峰筋に直角の南西からくるもので、かなり風当たりの強い地帯である。この林分は草原に1952~1954年に造林された約 200 ha のカラマツ林である。

1961年7月21日に、地形ごとに1調査区あたり60~80本の標本について、3~5回くり返して単木的に調査した。

調査結果

Table 39. カラマツ林の先枯病発生におよぼす地形の影響 (岩手県小繋)
Effects of landfeatures on occurrence of shoot blight disease at
Japanese larch forests (Kotsunagi, Iwate prefecture).

調査箇所 Plot	被害程度 Degree of damage (%)			被害率 Percentage of damaged tree (%)	被害度 Degree of damage	備考 Remark
	+++	++	+			
風上, 峰 Windward, top	39	58	3	100	3.7	海拔 480m
風上, 中腹 Windward, mountain- side	28	53	19	100	3.1	
風上, 谷 Windward, valley	2	22	74	98	1.3	380m
風下, 中腹 Leeward, mountain- side	6	87	7	100	2.9	
風下, 谷 Leeward, valley	0	10	27	37	0.5	380m

Table 39 の結果から、風上の峰筋では激害木と中害木がはなはだ多く、微害木はごくわずかで、健全木はまったくなかった。そして林木の樹高も約 4~7 mである。沢沿いの谷間ではさらに被害が少なくなっている。また、風下の中腹では風上の中腹よりも被害が少なく、谷間ではもっとも少なくなり、土壌条件もよくなっていることも関係して、林木の成長は10m以上に達し良好である。

調査地—2

岩手県中央部の北山山系高原地形の玉山村の海拔 700mの約 200ha の大造林地である。この林分は高原放牧地に1957年から造林されたもので、沢沿いに通ってきた南風が、峰すじに吹きつける地形のところ

である。この風上の峰すじとそのかげの風下の林分について調査した。

調査地— 3

青森県南部の奥羽山系の山麓地形の田子町内の林分である。この地帯は近年に大造林が行なわれた幼齡林を主とするが、部分的に壯齡林が点在し、これらが伝染源となっている。造林面積の多いのは、大黒森（719.3m）の山麓で、中腹まで幼齡林があり、上部は約20年生の林分である。この付近の林分の調査を行なった。

調査地— 4

岩手県南部の奥羽山系の山麓地形の水沢市内の長塚山（700m）、高倉山（678m）の山麓である。この地帯は沢通りにスギが植えつけられ、中腹部はアカマツ、上部には1955年と1959年にカラマツが造林された。この造林地の下部には原野状態のところが多いが、上部は広葉樹の伐採あと地の孤立した林分である。この地帯には古いカラマツ造林地がなく、伝染源は病苗によるものと考えられる。

調査結果

Table 40 にしめすとおり、いずれの調査地においても風しょう地では被害が多く、風下では少なく、中間部では、風上と風下の中間値をしめす。

Table 40. カラマツ林の先枯病発生におよぼす地形の影響
Effects of landfeatures on occurrence of shoot blight disease
at Japanese larch forests.

岩手県玉山村 Tamayama, Iwate prefecture (12/VII '62)

調査箇所 Plot	調査本数 Number of investigated tree	被害程度 Degree of damage (%)			被害率 Percentage of damaged tree (%)	被害度 Index of damage
		+++	++	+		
風上 Windward	200	33	46	21	100	3.2
風下 Leeward	300	0	3	31	34	0.4

青森県田子町 Takko, Aomori prefecture (18/VII '62)

風上 Windward	250	73	24	2	99	4.4
中間 Midway	380	25	41	33	99	2.8
風下 Leeward	290	0	3	28	31	0.4

岩手県水沢市 Mizusawa, Iwate prefecture (28/VIII '62)

風上 Windward	380	0	11	45	56	0.8
中間 Midway	300	0	1	27	28	0.3
風下 Leeward	950	0	0	4	4	0.1

3. 先枯病発生におよぼす他樹種林分の影響

調査地の概況

岩手山の南西山麓の海拔高 400~600m の霧のこい地帯のカラマツ林分である。この付近は、大正の初期にかなり大面積のカラマツの造林がおこなわれ、その成績もよく、先枯病の被害はほとんどうけていない。ところが2代目造地や広葉樹跡地の幼齢林にこの数年来被害が目だってきている。

(1) カラマツ林の発病におよぼす他樹種の混交、造林面積の影響

調査地および調査方法

1952年6月28日に林相、林齢の似かよった林分で、できるだけ隣接した箇所からつぎのような調査地を選んだ。

1) 広葉樹内孤立林分…大面積の広葉樹とアカマツ混交林(樹高約20m)内を1.5ha伐り開いて、1953年にカラマツを造林した。

2) 周辺の広葉樹を伐採した林分…1)の林分から150mばかりはなれた約2haの林分で、1952年にカラマツが造林された当時は、周辺が広葉樹とアカマツ混交林に囲まれていた。

これを2年前に伐採した。

3) アカマツ、カラマツ混交林分…2)の林分から約200mはなれた林分である。広葉樹を伐採し、1955年にアカマツとカラマツを3~5列ずつ列状に混植した35haの林分で、一般にカラマツの方の樹高が高い。

4) 大面積単純林分…3)に隣接した1953年に植えた50ha以上の大面積単純造林地。

1962年6月29日に以上の調査地内から標本を抽出して調査を行なった。

調査結果

Table 41. カラマツの先枯病発生におよぼす樹種の混交と造林面積の影響
Effects of mixed planting and dimension of afforested land of Japanese larch on occurrence of shoot blight disease.

調査林分 Plot	調査本数 Number of investigated tree	被害程度 Degree of damage (%)			被害率 Percentage of damaged tree (%)	被害度 Index of damage
		+++	++	+		
広葉樹林内孤立林分 Isolated stand in broad-leaved forest	200	0	1	49	50	0.5
周辺広葉樹を伐採した林分 Stand in new cut-over area	200	1	3	74	78	0.9
アカマツ混交林分 Mixed stand with Jap. red pine	400	1	10	87	98	1.2
大面積単純林分 Large pure stand	300	4	22	73	99	1.6

Table 41 にしめすとおり、広葉樹林内に小面積に植栽された林分では被害が少なく、大面積単純林分では被害の進み方が早い。そしてアカマツとカラマツの同時植え付けの混交林では、先枯病の被害が軽減しない。

(2) 先枯病の発病におよぼす周辺林分の影響

調査地—1

岩手山の南側山麓で、アカマツの混交した広葉樹林（樹高15~20m）を頂上に向かって長さ 800m、幅 100m の短ざく形（南北）に伐採し、1955年にカラマツを造林した林分が 500mの間隔で2か所ある。この2つの林分において、中央部、西南両側林縁と下方（北側）の4か所において、100本ずつの標本について調査した。

調査結果

Table 42. 周辺の他樹種林分がカラマツ林の先枯病発生におよぼす影響（岩手山麓）（1）
Effects of neighbored broad-leaved forests on occurrence of shoot blight disease at Japanese larch forests.

調査箇所 Plot	調査地 Plot No.	被害程度 Degree of damage (%)			被害率 Percentage of damaged tree (%)	被害度 Index of damage
		+++	++	+		
下部林縁 Forest edge at foot of mountain	1	0	0	26	26	0.3
	II	0	0	58	58	0.6
中央部 Middle	1	1	1	72	74	0.8
	II	0	3	73	76	0.8
右側林縁 Right forest edge	1	0	1	73	74	0.8
	II	0	0	74	74	0.7
左側林縁 Left forest edge	1	0	2	72	74	0.8
	II	0	0	69	69	0.7

Note : 調査本数 Number of investigated tree, 100.

周辺林分はアカマツ、広葉樹混交林、樹高約20m。

The investigated forests were surrounded by the broad-leaved forest mixed with Japanese red pine.

Table 42 にしめすとおり下部林縁においては被害が少ないが、ほかの区ではいちじるしい差がない。これはカラマツ造林地の幅、長さ、その方向などの再検討の必要があることをしめすものと考えられる。

調査地—2

岩手山南側山麓で、標高 500~600m にある 1955年造林の 16 ha の緩斜地の林分である。この林分の上部は先枯病の被害のほとんどない40年生のカラマツ造林地と、天然のアカマツと広葉樹の混交林（樹高15~30m）である。東側（側方）と南側（下方）は広葉樹林に接し、西側には、50 ha 以上のカラマツ幼齢林がつづいている。

調査箇所は造林地上部の林縁（北側）と下部林縁（南側）および中央部の3か所である。なお、上部林縁から下部林縁までの距離は約 1,000mで、標高差は約 100m、林縁の調査は、林から約50mの範囲内である。

1962年6月30日に、調査木はおのおの 100本ずつとし、被害程度ごとに区分し、さらに調査木ごとに前年（1961年）と前々年（1960年）の罹病枝数を調査した。

調査結果

Table 43. 周辺の他樹種林分がカラマツ林の先枯病発生におよぼす影響 (岩手山麓) (2)
Effects of neighbored broad-leaved forests on occurrence of shoot blight disease at Japanese larch forests.

調査箇所 Plot	被害程度 Degree of damage (%)			被害率 Percentage of damaged tree (%)	被害度 Index of damage	平均罹病枝数 Average number of infected shoot	
	+++	++	+			1960年	1961年
上部林縁 Forest edge at the upper part	7	41	50	98	2.1	0.7	12.7
中央部 Middle	38	49	13	100	3.5	3.3	36.1
下部林縁 Forest edge at foot of mountain	9	14	56	79	1.4	0.8	9.8

Table 43 にしめすとおり、林縁の被害は少なくなっており、とくに下部においていちじるしい。つぎに1960～1961年の被害の進行状態も、中央部では林縁におけるよりもはなはだ早い。

4. 考察および結論

(1) カラマツの密植林分ほど被害が重くなり、疎植林分では軽い傾向がある。そして、4,000本区以上では、とくに被害が多くなるので、3,000本以内が妥当なところであろう。なお、この傾向は同じ試験地内の落葉病の発生についても同様である (未発表)。

密植区に被害が多い原因については、環境因子や林木の生理状態と発病との関係などを明らかにする必要がある。

(2) 風しょう地形の林分では風の弱いところに比べてはなはだしく被害が多く、横田⁵⁵⁾、横田・井上⁵⁷⁾、横田⁶³⁾、岡本・中川²⁵⁾ の報告と一致する。これは今後のカラマツ造林適地の選定には十分に考慮しなければならないことである。また、環境の解析や風と林木の生理、病原菌の生態などの関係については今後十分に研究をすすめる必要がある。

なお、強風が誘因になる病害のいちじるしい例としては小林²⁰⁾ のスギの暗色枝枯病 (病原 *Guignardia cryptomeriae* SAWADA) がある。また、高橋・中山⁴²⁾によれば、ナシの胴枯病 (病原 *Phomopsis fukushii* TANAKA et ENDO) では強風地は被害がはなはだしく、薬剤防除の効果も低く、防風林の効果が大きいという。このようなものと比較しても、カラマツ先枯病の発生と風との関係はとくに顕著な例としてあげられる。

(3) 広葉樹とアカマツの混交林に隣接するカラマツ林分および風辺が他樹種に囲まれた小面積の孤立林分では被害が少ない。これに反して、大面積の単純林分では被害が多い傾向があり、横田⁵⁵⁾、加藤・小野¹⁹⁾の報告と一致する。しかし、他樹種林内に小面積のカラマツ林を配置する場合には常風の方向、幅、長さなどを十分に検討しないと効果が低い。また、カラマツとアカマツの同時植栽の列状混交林では、カラマツの方が樹高が高くなり、防風効果、ひいては先枯病の防除効果がみとめられない。したがって、列状混交を行なうにはカラマツ以外の樹種がかなり成長してのちに、カラマツを造林する必要がある。

XI 摘 要

この報告は著者らが1960年7月から1962年11月までの期間に、東北地方を対象として進めてきたカラマツ先枯病に関する研究成績を述べるものである。

1. 東北地方におけるカラマツ林の被害面積は、現在では 20,000ha をこしている。当地方に病原菌が侵入したのは最近ではなく、20年以上前から発病したとみとめられる林分がある地帯が少なくない。しかし、被害のまん延してきたのは、この 4～5 年来で、10年生以内の幼齡林が90%以上をしめる。

表日本側の被害は裏日本側よりも多い。また、無病地帯への侵入は、発病地帯からの病苗の移入によって行なわれた例がきわめて多い。

被害の多い地帯を大別すると、海岸に接する林分、高山の山麓や山腹、高原地帯の大造林地、季節風の通路となる山脈を横断する大きい沢などである。

2. 病原菌の形態は他の研究者の記載と一致した。学名については従来 *Physalospora laricina* SAWADA が用いられているが、著者らは山本⁵⁰⁾ 51) にしたがって *Guignardia laricina* (SAWADA) YAMAMOTO et K. Ito を採用した。

3. 野外における培養菌糸による接種方法は、松尾²⁸⁾ の *Gibberella lateritium* のクワに対する方法が好結果をえた。しかし、室内では有傷また無傷でワセリンを用いず温室に保つほうがよかった。

また、室内では培養菌糸の細片の懸濁液の噴霧接種法でもように成功した。

4. 罹病組織に形成した子のう胞子と柄胞子を接種源として、カラマツ苗の新梢部の有傷のものと無傷のものに接種を行なった。その結果から傷があれば発病が早く、被害も多いが、無傷でもかなりよく発病することがたしかめられた。

また、カラマツ苗に風をあてて衰弱させて、培養菌糸の噴霧接種をしたところ、発病を増進した。

5. ダグラスファー苗にカラマツ先枯病と同じ被害を発見した。この病原菌の形態、生理的性質、交互接種による病原性などの比較検討を行なった結果から、*Guignardia laricina* と同定した。

カラマツ属以外の針葉樹26種に対して、培養菌糸による松尾²⁸⁾の方法で接種試験を行ない、まったく発病のみとめられないのは、6種にすぎない。しかし、この接種方法で病原性をみとめられる樹種の天然発病の可能性はごく低いものと考えられる。

6. カラマツ属各種の自然感染による耐病性を2か年間調査した結果から、弱い順序にあげるとつぎのとおりである。

東部アメリカカラマツ、オウシュウカラマツ、オウシュウカラマツ×ニホンカラマツ、ニホンカラマツ、グイマツ×ニホンカラマツ、チョウセンカラマツ、グイマツ、

なお、交雑種以外のカラマツに対する人工接種の結果も自然感染の順序と一致した。

なお、各種カラマツの被害が1962年には1961年よりいちじるしく減少した原因は、気象条件の差によるものと推論した。

7. 柄胞子、子のう胞子ともに井戸水と2%ブドウ糖液で3時間以内で高率に発芽した。カラマツ針葉せん汁ではかなりおとり、カラマツ針葉さく汁では原形質吐出がみとめられる。

8. 柄胞子は 15～35°C で発芽し、良好な範囲は 25～30°C、子のう胞子は 15～35°C で良好な発芽がみとめられ、最適温はそれぞれ 28°、25°C 付近にある。発芽管の発育はほぼ発芽率と平行する。

9. 柄胞子は関係湿度 100%では発芽がよいが、98%でいちじるしく低下し、94%以下では発芽がおこなわれない。これに反して子のう胞子では94%以上では良好な発芽がみとめられる。

10. 柄胞子の発芽はアルカリ側で多少低下し、発芽管の発育にはいちじるしい差がない。ところが子のう胞子では pH 2.2, 11.0 でも発芽し、pH 3.2~10.0 の範囲で良好な発芽が行なわれる。

11. コロニーの発芽のよい培養基は、斎藤氏ショウ油寒天とジャガイモ寒天である。

培養基上とカラマツの患部の柄子殻の形成には、日光が必要であり、低温処理は影響がないことがたしかめられた。そして患部へ5分間、2回の紫外線照射は柄子殻と柄胞子の形成を増進した。

12. コロニーは7°Cでわずかに発育しかかり、15~30°Cで発育し、最適温は25°C付近にある。

罹病枝組織内の病原菌の熱に対する抵抗力は、乾熱では135°C、30分、湿熱では55°C、5分間処理で死滅する。そして40°Cの湿熱の16時間処理では影響がない。

13. コロニーの発育は、酸性側で良好であるが、pH 4.0~7.2ではかなり良く発育する。

14. 病原菌の生活史はつぎのとおりである。当年の患部組織内には一部の完熟した子のう胞子とわずかの柄胞子が越冬するが、5、6月になると子のう殻と子のう胞子がさかんに形成されて、第1次伝染源となる。その後ひきつづいて秋まで子のう胞子が形成されて伝染源になる。

さらに6月中下旬から発生しはじめ秋まで次々と現われる当年の新しい患部には、間もなく柄子殻と柄胞子が形成されて、これも伝染源となる。当年の患部に子のう胞子が形成されるのは、10~11月ころからである。なお、前々年の罹病枝にも子のう胞子の形成能力がある。

15. 罹病枝に風を送った場合の子のう胞子の飛散は、子のう殻が吸水した場合に行なわれ、乾燥状態のものからは行なわれない。つぎに柄胞子は柄子殻からはじき出されることがなく、その口孔部に塊となって分泌される。

16. 22年生の罹病木の樹幹解析を行なった結果は、梢頭部が盆栽状におかされたものでは、急激に樹高成長が低下し、1年間に数cmの成長をすにすぎなかった。被害木ではまた直径成長もやや下向し、材積成長もしだいに低下した。

17. haあたり1,000, 2,000, 3,000, 4,000, 5,000本植栽の岩手山麓のカラマツ林分において、密度が高くなるにつれて被害が重くなる傾向をみとめた。

18. 風しょう地形におけるカラマツ林は、風下地形のものに比べていちじるしく被害が多かった。そしてその中間部では中間の被害をしめた。

19. 広葉樹とアカマツの混交林に隣接するカラマツ林分および周辺が他樹種に囲まれた小面積の孤立林分では被害が少なかった。これに反して、大面積の単純林分では被害が多い傾向をみとめた。

アカマツとカラマツの同時植栽の列状混交林では、先枯病の防除効果はみとめられなかった。

文 献

- 1) 青木昭二・竹内直文・高島 正・大野時寛：カラマツ先枯病被害林分の成長について、札幌林友，99，pp. 1~5，(1962)
- 2) BIER, J.E. : The relation of bark moisture to the development of canker diseases caused by native, facultative parasites.
I. *Cryptodiaporthe* canker on willow, Can. Jour. Botany, 37, pp. 229~238, (1959)
- 3) ————— : Ditto I. *Fusarium* canker on black cottonwood, Ibid., 37, pp. 781~788, (1959)

- 4) BIER, J. E. : Ditto I. *Cephalosporium* canker on western hemlock, Ibid., **37**, pp. 1140~1142, (1959)
- 5) BLOOMBERG, W. J. : *Cytospora* canker of poplars. Factors influencing the development of the diseases, Can. Jour. Botany, **40**, pp. 1271~1280, (1962)
- 6) ————— : Ditto : The moisture relations and anatomy of the host, Ibid., **40**, pp. 1281~1292, (1962)
- 7) CALTRIDER, P. G. : Growth and sporulation of *Guignardia bidwellii*, Phytopath., **51**, pp. 860~863, (1961)
- 8) 井上 桂 : カラマツの成育についての風の影響, 北方林業, **14**, 6, pp. 22~26, (1962)
- 9) ITO, K. and Y. HOSAKA. : Notes on some leaf-spot diseases of broad leaved trees - I. *Cercospora* leaf-spot of plane trees, Bull. Gov. Exp. Sta., **46**, pp. 17~32, (1950)
- 10) 伊藤一雄 : 図説苗畑病害診断法, 前編, 東京, 林野共済会, pp. 106~108, (1959)
- 11) ————— : 林木の耐病性—林木の病害と育種, 東京, 農林出版社, pp. 219, (1959)
- 12) ————— : カラマツ先枯病について, 北海道の激害地をみて, 北方林業, **143**, pp. 43~48, (1961)
- 13) ————— : カラマツ先枯病の病原菌と伝播および防除対策, 森林防疫ニュース, **10**, 8, pp. 152~157, (1961)
- 14) ————— : 最近の樹病の諸問題(4), グリーンエージ, **4**, pp. 56~61, (1961)
- 15) 陳野好之 : スギ赤枯病菌 *Cercospora cryptomeriae* SHIRAI 分生胞子の分散に関する研究, 林試研報, **144**, pp. 31~52, (1962)
- 16) 亀井専次 : カラマツ保護編, 札幌, 北方林業会, pp. 12~13, (1956)
- 17) ————— : カラマツ類先枯病研究のおもいで, 札幌林友, **1**, pp. 13~17, (1961)
- 18) ————— : 初期におけるカラマツ先枯病研究等について, 森林防疫ニュース, **10**, 8, pp. 157~160, (1961)
- 19) 加藤亮助・小野 馨 : 苫小牧地域におけるカラマツ先枯病発生造林地の実態, 72回日林大会講, pp. 238~240, (1962)
- 20) 小林享夫 : スギの暗色枝枯病に関する研究, 林試研報, **96**, pp. 17~36, (1957)
- 21) ————— : カラマツの暗色枝枯病(新称)—先枯病との比較, 日林誌, **44**, 10, pp. 282~286, (1962)
- 22) 栗林数衛・市川久雄 : 稲熟病の発生予察に関する研究, 農業技術資料, **24**, pp. 229, (1952)
- 23) MATSUO, T. : Pathological studies of the "bud blight" of mulberry trees, I. On the occurrence and development of the disease, Jour. Fac. Text. Seric., Shinshu Univ, **2 Ser. A**, pp. 1~43, (1952)
- 24) 西門義一 : コムギのアカカビ病防除に関する研究, 農業改良技術資料, **97**, pp. 162, (1958)
- 25) 岡本光雄・中川祐四郎 : カラマツ先枯病発生地の環境, 72回日林講, pp. 291~295, (1962)
- 26) 小野小三郎・北島 博・渡辺文吉郎・明日山秀文 : 病気の生態, 植物病理実験法, 東京, 植物防疫協会, pp. 231~270, (1962)
- 27) 佐保春芳 : 東京大学北海道演習林内で認められたカラマツ先枯病とその気象状況について, 北方林業, **13**, 3, pp. 8~9, (1962)
- 28) 斎藤雄一・五十嵐恒夫・谷口三佐男・山口定一 : カラマツ先枯病の薬剤防除に関する研究 1. —各種殺菌剤の莖葉散布による防除試験(予報), 10回日林北海道支部大会講, pp. 67~69, (1961)
- 29) —————・武藤憲由・五十嵐恒夫・谷口三佐男・高岡 恭 : 同上
II —シクロヘキシイミド(Cycloheximide)油剤の樹幹塗布による防除試験(予報), 10回日林北海道支部大会講, pp. 69~71, (1961)
- 30) 佐々木 紀 : カラマツ先枯病の防除試験について, 寒帯林, **102**, pp. 46~50, (1962)

- 31) 佐藤邦彦：東北地方における樹病の発生状況と研究の現状，青森林友，5，pp. 7～13，(1961)
- 32) ————：東北地方におけるカラマツ先枯病（梢枯病，枝枯病），森林防疫ニュース，10，5，pp. 2～5，(1961)
- 33) ————：秋田営林局管内におけるカラマツの先枯病とその対策，蒼林，141，pp. 46～56，(1961)
- 34) ————・横沢良憲・庄司次男：カラマツ先枯病に関する研究（予報）I，東北地方における被害分布の実態，13回日林東北支部大会講，pp. 92～98，(1962)
- 35) ————・庄司次男：同上，II，病原菌の生活史と子のう胞子の発芽生理，13回日林東北支部大会講，pp. 98～102，(1962)
- 36) ————・横沢良憲・庄司次男：最近におけるカラマツ先枯病の研究，青森営林局林業技術研究集録，pp. 96～101，(1962)
- 37) ————・—————・—————：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)
- 38) ————・—————・—————：カラマツ先枯病に関する研究，（予報）III，東北地方における被害の実態，73回日林大会講，pp. 217～219，(1962)
- 39) ————・—————・—————：同上，IV，病原菌 *Guignardia laricina* の柄胞子の発芽生理，73回日林大会講，pp. 219～221，(1962)
- 40) ————・庄司次男：同上，V，病原菌 *Guignardia laricina* の病原性，73回日林大会講，pp. 221～224，(1962)
- 41) 沢田兼吉：東北地方における針葉樹の菌類II，スギ以外の針葉樹の菌類，林試研報，46，pp. 111～150，(1950)
- 42) 高橋栄治・中山嗣善：ナシの胴枯病多発生の原因と対策，農及園，37，4，pp. 97～98，(1962)
- 43) 高井省三・伊藤一雄・林 弘子：カラマツ先枯病菌の毒性について，72回日林大会講，pp. 298～301，(1962)
- 44) 高岡 恭：カラマツ先枯病菌に対する各種農業用殺菌剤の抗菌力（講要），日植病報，26，5，pp. 236，(1961)
- 45) ————：農業用殺菌剤としての有機錫化合物，農薬の進歩，2，pp. 17～24，(1961)
- 46) 魚住 正：カラマツ梢枯病について，林試札幌支場研究発表会講演集，pp. 116～117，(1953)
- 47) ————：北海道におけるカラマツの梢枯病（枝枯病）について，森林防疫ニュース，7，8，pp. 156～158，(1958)
- 48) ————：カラマツ先枯病菌の研究（予報），本菌の生活史について，70回日林大会講，pp. 340～341 (1960)
- 49) ————：カラマツ先枯病について，特に病原菌の生活史，林試研報，132，pp. 47～54，(1961)
- 50) 山本和太郎：*Glomerella* と *Guignardia* 属の種類の改変（講要），日植病報，26，5，pp. 229，(1961)
- 51) ————：*Glomerella* と *Guignardia* に属する種類，特にその不完全時代，兵庫農大研報，5，1，pp. 1～12，(1961)
- 52) 柳沢聰雄：カラマツの育種，林業技術，175，pp. 26～29，(1956)
- 53) ————・斎藤幹夫：カラマツさき枯病に対する耐病性，北海道の林木育種，3，1，pp. 25～29，(1960)
- 54) ————：カラマツの育種，山林，2，pp. 20～27，(1961)
- 55) 横田俊一：北海道におけるカラマツ先枯病，北方林業，142，pp. 20～26，(1961)
- 56) ————：苗畑におけるカラマツ先枯病の伝播について，林試研報，130，pp. 71～77，(1961)
- 57) ————・井上 桂：カラマツ先枯病の発生と風との関係について，（予報），北方林業，147，pp. 177～182，(1961)

- 58) 横田俊一：北海道におけるカラマツ先枯病の現況について，森林防疫ニュース，**10**，**8**，pp.160～164，(1961)
- 59) ————：カラマツ先枯病微写真集，森林防疫ニュース，**10**，**8**，pp.165～168，(1961)
- 60) ————：カラマツ先枯病に関する研究Ⅱ，病原菌とその生活史，林試研報，**142**，pp.174～202，(1962)
- 61) ————：カラマツ先枯病菌の子のう胞子の放出について，(予報)，72回日林大会講，pp.295～298，(1962)
- 62) ————：カラマツ先枯病菌の子のう胞子の放出について，野外における放出，北方林業，**163**，pp.289～293，(1962)
- 63) ————：カラマツ先枯病について，札幌林友，**100**，pp.106～115，(1962)
- 64) 吉井 甫：実験室の窓から(6)，病虫害雑誌，**20**，pp.560～562，(1933)
- 65) ————：植物の耐病性，農及園，**17**，pp.25～28，39～44，(1942)
- 66) 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.254～255，(1958)
- 67) ————：カラマツ先枯病 (*Phy-salospora laricina* SAWADA) に関する研究(第Ⅱ報)，68回日林大会講，pp.362～363，(1958)

図 版 説 明

Explanation of plate

Plate 1

- A. 急激におかされたカラマツ幼齡木(9月中旬)
A suddenly infected young Japanese larch tree by the shoot blight disease (Middle September).
- B. 新梢が毎年おかされてほうき状になったカラマツ激害木(10月上旬)
A Japanese larch tree like a broom as the result of repeated attack of the shoot blight disease (Early October).
- C. 多数の枝がおかされたために梢頭部が枯れたカラマツ被害木(7月上旬)
A Japanese larch tree which was damaged at the top of stem as the result of severe attack on the many twigs by the shoot blight disease (Early July).
- D. はなはだしくおかされたカラマツの不定芽(6月上旬)
Heavily infected sprouted shoots on stem of Japanese larch tree (Early June).

Plate 2

- A. カラマツ苗の木質化した部分に現われた患部(樹脂の浸出が明らかにみとめられる。)(10月上旬)
A diseased part appearing in a ligneous stem of Japanese larch seedling. The resin is obvious (Early October).
- B. 針葉に病斑を形成したカラマツ罹病枝(7月上旬)
An infected shoot by the shoot blight disease showing lesions on the needle-leaf (Early July).
- C. 越冬中のカラマツ罹病枝(3月上旬)
Overwintering infected shoots of Japanese larch (Early March).
- D. カラマツ当年生苗の被害(10月上旬)

A 0-year-old seedling of Japanese larch infected by the shoot blight disease (Early Oct.).

Plate 3

A. カラマツの新梢先端の患部 × 5, 黒色小点は病原菌の柄子殻である。(7月下旬)

An Infected top of shoot of Japanese larch showing black points (pycnidia of the causal fungus) at the under surface of needles (Late July).

B. ダグラスファー苗の新梢の患部 × 3, 黒色小点は病原菌の柄子殻である。(9月下旬)

An infected shoot of Douglas fir seedling producing pycnidia of the causal fungus (Early November).

C. ダグラスファー罹病枝に形成された子のう殻 × 3 (11月上旬)

An infected shoot of Douglas fir seedling producing perithecia of the causal fungus (Early November).

D. カラマツ罹病枝に形成された Spermogonium (8月上旬)

An infected shoot of Japanese larch producing spermogonium of the causal fungus (Early August).

E, F. カラマツの前年の罹病枝の樹皮を破って現われた子座様組織 × 2 (6月下旬)

Stromatic structure containing perithecia produced from the bark of Japanese larch shoot which was infected last year (Last June).

Plate 4

A. カラマツ罹病枝に形成された柄子殻 × 350

Pycnidium of *Guignardia laricina* produced on Japanese larch.

B. ダグラスファー罹病枝に形成された柄子殻 × 350

Pycnidium of *G. laricina* produced on Douglas fir.

C. カラマツ罹病枝に形成された Spermogonium × 250

Spermogonium of *G. laricina* produced on Japanese larch.

D. カラマツ罹病枝に形成した子のう殻と Spermogonium × 250

Perithecium and spermogonium of *G. laricina* produced on Japanese larch.

P……未熟な子のう殻 Immature perithecium

S……Spermogonium

Plate 5

A. カラマツ罹病枝に形成した子のう殻 × 250

Perithecium of *G. laricina* produced on Japanese larch.

B. ダグラスファー罹病枝に形成した子のう殻 × 250

Perithecium of *G. laricina* produced on Douglas fir.

C. 培養菌糸による人工接種で発病したカラマツ苗

Shoot blight disease on Japanese larch seedlings caused by artificial inoculation with cultured mycelia of the fungus.

D. 培養菌糸による人工接種で発病したアカマツ苗

Shoot blight disease on a Japanese red pine seedling caused by artificial inoculation with cultured mycelia of the fungus.

Plate 6

カラマツ苗に対する子のう胞子と柄胞子による接種試験結果

Results of inoculation experiments with ascospores and pycnospores of the fungus to Japanese larch seedlings.

A. Control

4. コロニーの発育と温度との関係

Effects of temperatures on mycelial growth of the fungus (after 5 days).

a, 10°C; b, 15°C; c, 20°C; d, 25°C; e, 30°C; f, 35°C.

Plate 10

ジャガイモ寒天上における柄子殻の形成におよぼす光線と温度との影響

Effects of sunlight and temperatures on producing of pycnidia of the fungus at potato-agar.

- A. 暗 25°C~25°C Dark, 25°C (at day) ~25°C (at night).
- B. 暗 25°C~10°C Dark, 25°C (at day) ~10°C (at night)
- C. 明 25°C~25°C Light, 25°C (at day) ~25°C (at night)
- D. 明 25°C~10°C Light, 25°C (at day) ~10°C (at night)

Studies on the Shoot Blight Disease of Larch I.

KUNIIHIKO SATÔ, YOSHINORI YOKOZAWA and TSUGIO SHÔJI

(Résumé)

The shoot blight disease of Japanese larch is the most destructive disease in the plantations and nurseries in Hokkaido and the Tôhoku district, northern part of Japan, and the damage is gradually spreading southward. Therefore, the large larch plantations in the Kantô district and the Central district, these being habitat regions of Japanese larch, are in danger.

The area of the Japanese larch plantations in Japan suffering from the disease amounts to more than 80,000 ha.

According to S. KAMEI (1956), the disease has been observed since some 30 years ago in Hokkaido, but the investigations made by earlier workers were very few in number until 1950. The reason for this could be that the total area of larch plantation was yet small, and the damage caused by the disease had not reach significant proportions. In 1950, the causal fungus of the disease was first described as *Physalospora laricina* SAWADA sp. nov. by K. SAWADA, who reported it produced shoot blight disease on Japanese larch seedlings in the Tôhoku district. Since then, few reports have been published on the disease.

In the Tôhoku district the damage to larch plantations caused by the disease had been overlooked by foresters till 1958 on account of the extraordinary resemblance to the damage caused by wind or tide water.

In recent years, as the planting of larch increased, the damage caused by the disease to plantations and seedlings in many forest nurseries has become widespread over the northern part of Japan.

This report deals with the experimental records on the disease in the Tôhoku district which have been performed by the present authors from 1960 to 1962.

Distribution of the disease in the Tôhoku District

It was recognised by the present authors that diseased old larch trees had been infected by the disease for the past 20 years or so, but about 90% of the affected plantations were below 10-year-old stands.

In general, the damage in the coastal district of the Pacific Ocean was more serious than that in the coastal district of the Japan Sea.

The causes which distributed the disease widely in the coastal district of the Pacific Ocean were thought to be as follows :

In the district concerned, the causal fungus of the disease has spread widely for more than 10 years, and the planted area of larch is not only large, but also many larch stands which front the sea are distributed (Table 1, Fig. 1).

It was frequently observed that the causal fungus was introduced by the affected larch stocks from the regions where the disease was widespread to those where the disease was not spreading.

The severely infected areas in the Tōhoku district are summarized follows :

1. The regions fronting the sea and hilly regions connecting the seaside : Northern part of Aomori prefecture, Iwate prefecture and northern part of Miyagi prefecture.

2. The mountain side or the foot of high mountains : Mt. Iwaki, Mt. Iwate, Mt. Maemori and Mt. Monomi.

3. Large tableland regions : Kitakami mountain system in Iwate prefecture.

4. Large valleys crossing the Ōu mountain chain : The regions along Hanawa Line, those along Rikuuhigashi Line.

Dense fog and strong wind during the summer season are regarded as the common meteorological conditions in the above mentioned areas.

Symptoms and signs of the disease

Symptoms

The disease attacks not only adult larch trees, but also nursery seedlings, and the infection occurs only in the shoots growing this year and not in the old twigs. The infection of the disease to the hosts occurs during early summer-early autumn, and the development of the disease is seen from mid-June till mid-October in the Tōhoku district.

The symptoms of the disease can be divided generally into 2 types from the difference of the period of infection. The one is the type hanging at the top of the infected shoot, and the other is that standing erect.

The first of the symptoms show themselves as hanging at the top of the shoot with the change of color in the leaves ranging from green to pale yellowish green.

Then, the leaves in the affected part of the shoot fall off except at the top where brown dead young leaves remain, and the leaves remaining are frequently observed in winter (Plate I, A; Plate 2, C, D).

The diseased part on the shoot turns purplish brown and shrinks ; in many case, resin exudes from a part of the infected shoot and it develops into a mass under cool temperature (Plate 2, A). Infected shoots soon die and dry, giving off a conspicuous contrast with the healthy part resulting from the shrinking of the dead tissue.

As the disease progresses, the infection occurs not only at the top of the shoot, the secondary growing small shoots and adventitious shoot sprouting from stem, but also at the middle part of the shoot.

The above mentioned features are the typical symptoms of the disease and are observed from mid-June to early October. After the period, the shoots affected in the ligne-

ous parts do not hang and remain straight (Plate 2, A). Sometimes the symptoms of the shoot which was infected late last year appear in early spring (Plate 9, 2).

The heavily damaged larch tree which have been repeatedly infected by the disease becomes like a broom. Occasionally the top of stem of infected tree dies as a result of the serious damage to many twigs (Plate 1, C).

The causal fungus attacks not only larch shoots, but also the needle-leaves. Generally, scattered spots on the needle are first infected. They are first brown surrounded by a faint yellow halo. As the disease progresses, these spots increase in size and coalesce, and the diseased needles soon drop off (Plate 2, B).

Signs

When the leaves remaining at the top of the curved shoot become purplish brown…… in late June in earlier cases……small, blackish points appear on the under-surface of the remaining leaves and the hanging part of the infected shoot. These are the fruit bodies of *Macrophoma*, the conidial stage of the causal fungus.

The pycnidial formation is seen generally until late autumn (Plate 3, A).

In summer-early autumn, the spermogonium of the causal organism appears on the diseased shoot (Plate 3, D).

Generally, blackish granular points are produced on the diseased part after October. These are the perithecium, the ascigerous stage of the causal fungus.

The overwintered fungus in diseased shoots continues to produce the perithecia until autumn (Plate 3, E, F).

Causal fungus

In 1950, the late K. SAWADA described taxonomically a fungus *Physalospora laricina* SAWADA sp. nov., as the causal fungus of the disease. In 1961, T. UOZUMI made it clear that the causal fungus of the disease in Hokkaido and Tôhoku district was identical with *Ph. laricina* and the imperfect stage, *Macrophoma*.

Recently, S. YOKOTA reported the results of observations on the morphological characteristics of the causal fungus collected from various localities in various seasons in Hokkaido.

In 1961, W. YAMAMOTO transferred the scientific name of the fungus from *Physalospora laricina* SAWADA to *Guignardia laricina* (SAWADA) YAMAMOTO et K. ITO with the consent of K. ITO.

The above innovation of the scientific name was performed in accordance with the opinions of European mycologists for the taxonomy of the causal fungi of anthracnoses and the kindred fungi. T. KOBAYASHI commented that the YAMAMOTO's opinion required further investigation.

The present authors used *G. laricina* for the reason that the YAMAMOTO's opinion was affirmable at many points.

Morphology

The morphological characters of the fungus observed by the present authors agree very closely with the results of earlier workers (Table 2).

Prethecia are formed singly or in groups on black stromatic structure, and are black globose or subglobose, measure 290~320×200~230.

Asci are clavate, hyaline, measure 119~146×28~32 and contain eight ascospores. Filiform paraphyses are formed abundantly. Ascospore are one-celled, ellipsoid or fusiform, hya-

line or light yellowish green, and $24.7\sim 32.9\times 8.2\sim 14.4\mu$ in size. Pycnospores borne in pycnidia similar to the perithecia but thinner-walled, $256\sim 334\times 272\sim 357\mu$ in size.

Pycnospore are hyaline, one-celled, ellipsoid or ovate, $20.6\sim 32.9\times 8.2\sim 10.2\mu$ in size. Spermatia borne in black globose or subglobose spermogonium, hyaline, one-celled, short-cylindric and $4.0\sim 6.8\times 2.7\sim 4.0\mu$ (Plate 4, 5, A, B).

Pathogenicity of the fungus

The several methods of inoculation experiments with the cultured mycelia of the causal organism to larch were performed to obtain the simple technique of inoculation (Table 3).

From these results, the following satisfactory methods were obtained.

1. This accorded with the T. MATSUO's method which was used for the inoculation of *Gibberella lateritium* to mulberry trees.

Each green shoot of larch was sterilized with 80% alcohol and washed with sterilized water, and a peeling abrasion ($3.0\text{mm}\times 2.0\text{mm}$) was made with a knife on the bark of each shoot. The injured part of the shoot was inoculated with the hyphae of the causal fungus. Then the bark was restored to its original shape as if it had not been injured and was painted with vaseline.

This method was suitable for the inoculation at field, and the painting with vaseline could be omitted by the covering with polyethylene sack (Plate 5, C).

2. The pieces of the mycelial colony of the fungus were placed at the tops of larch shoots and the plants were placed in a humidity chamber and held at 100% relative humidity for 2 days.

3. The mycelial suspension was used for the inoculation and consisted of two 6-day-old petri plate cultures of the fungus on potato agar mixed with 100ml distilled water in a waring blender. After the spraying with the suspension to the tested larch the plants were placed in a humidity chamber for 3 days (Table 4).

The inoculation tests with ascospores and pycnospores of the fungus formed on affected shoots to Japanese larch stocks were carried out. In these tests the diseased parts producing the ascospores and pycnospores, respectively were placed at the tops of tested shoots, and the stocks were kept in wet condition. From the results of the tests, Japanese larch stocks which were injured at the tops of shoots were more susceptible to the disease than the untreated stocks (Table 5~8, Plate 6).

The results of the inoculation tests which were performed by mean of spraying with mycelial suspension of the fungus to the weakened Japanese larch stocks by strong wind showed the lowering of resistance on the stocks to the disease (Table 9).

As has been stated above, the causal fungus was severely pathogenic to Japanese larch and the incubation period of the disease was within 14 days.

In the autumn of 1961, the senior author observed a shoot blight of Douglas fir seedlings which had an extraordinary resemblance to that of larch caused by *G. laricina*, and the measurements of the causal fungus made by the present authors agree closely with those of *G. laricina* (Table 2, Plate 3, B, C).

In order to make clear the pathogenicity of the fungus isolated from Douglas fir, the cross-inoculation experiments with the isolate from Japanese larch and that from Douglas fir to both these plants were carried out (Table 10, 11, Plate 7).

Moreover, the cultural characteristics and physiology of the fungus were examined. From the results of these tests, there was no significant difference between the fungus and *G. laricina*.

Pathogenicity of the fungus to 26 species of conifers was tested by the method mentioned in I. Among the tested plants, 20 species were listed as the hosts, but the infections under natural conditions have not been observed even in severely infected areas (Table 12~13, Plate 5, D).

Resistance of various larchs to the disease

The resistance of various larchs to the disease under natural conditions was investigated at Morioka in 1961~1962 (Plate 8, 9-1).

The results obtained are summarised as follows :

- Most susceptible..... European larch (*Larix decidua* LINK), eastern American larch (*L. laricina* (Du Roi) KOCH), western American larch (*L. occidentalis* NUTT.)
- Fairly susceptible.....European larch × Japanese larch (*L. eurolepis* HENRY)
- Susceptible.....Japanese larch (*L. leptolepis* GORD.)
- Fairly resistant.....Chishima larch (*L. gmelinii* GORD.), Japanese larch, Korean larch (*L. olgensis* var. *koreana* NAKAI)
- Resistant.....Chishima larch (Table 14~15)

The results of the artificial inoculation tests to European larch, eastern American larch, Japanese larch, Korean larch and Chishima larch, all indicated the same tendency (Table 16).

In 1962, the decrease of the infection by the disease to the larchs was observed against the damage in 1961.

The following differences in the weather between both these years were thought as the causes leading to the above results.

The precipitations during the infectious period of the disease in 1962 were less than those in 1961, and the temperatures during the rainy season in 1962 were lower than these in the previous year (Fig. 2, 3).

Physiology of the fungus

On 2% glucose solution and well-water, the germinating of the ascospores and pycnosporos occurred readily within 3 hours, and the growth of germ-tube was vigorous, and both spores germinated feebly on larch needle decoction. On needle extract, the plasmotyse of the spores occurred (Table 17, 21, Fig. 4).

The germination of pycnosporos took place at the temperatures ranging from 15°C to 35°C with an optimum at 28°C within 3 hours, and that of ascospores occurred at 15~35°C and the optimum was at 25°C (Table 18, 22).

The germination of ascospores was generally favoured at a saturated atmosphere, 98% and 94% relative humidities, respectively, and at 90% the germination did not take place. The pycnosporos germinated well at a saturated atmosphere, and feebly at 98% relative humidity; at 94% the germination did not occur (Table 19, 23).

The germination of pycnosporos decreased on the extreme alkaline side, and that of ascospores took place well at the H-ion concentrations ranging from pH 3.2 to pH 10.0

(Table 20, 24).

Single-ascospore and single-pycnospore isolations were obtained readily by a modification of the YOSHI's method [YOSHI (1933), Ito and HOSAKA (1950)], and the isolation from diseased tissues by standard method (80% alcohol-0.1% HgCl₂ solution-sterilized water-media) was also adapted.

All isolates developed well on SAITO's soy agar and potato agar, and feebly on CZAPK's sol. agar and RICHARDS' sol. agar (Table 25, 26).

The effects of sunlight and the treatment by low temperature on the development of pycnidia of the fungus on potato agar and diseased parts of larch were tested and the following results were obtained.

The pycnidial formation on potato agar and the diseased parts were extremely decreased by the interception of sunlight, but the treatment with low temperature for the colony of the fungus did not bear relation to the pycnidial development (Table 27~29, Plate 10).

The treatment with ultraviolet rays to affected parts of Japanese larch for 5 minutes which were repeated twice promoted the developments of pycnidia and pycnospores (Table 30).

The mycelia of the fungus grew at temperatures ranging from 15° to 30°C, and favorably at 25°C (Table 31, Plate 9-4).

The thermal death of the dormant causal organism in diseased shoots of Japanese larch occurred as follows :

In dry heat.....30 minutes at 135°C, not killed at 135°C for 20 minutes (Table 32).

In moist heat.....5 minutes at 55°C, not killed at 55°C for 3 minutes and at 40°C for 16 hours, respectively (Table 33, 34).

The mycelial growth occurred well on the acid side, and fairly in the media with exponents ranging from pH 4.0 to 7.2 (Table 35).

Ecology of the fungus

Life history of the fungus

Recently, S. YOKOTA (1961) reported the life history of the fungus in Hokkaido. The results obtained by the present authors nearly agreed with YOKOTA's investigation, but some seasonable differences were observed.

In various seasons, many samples infected by the disease were collected from several localities in the Tôhoku district to examine the life history of the causal fungus. From the results the diagram in Fig. 5 showing the life history of the fungus was obtained.

On the shoots affected this year the perithecia were produced first in October. Then the fungus continued to produce perithecia till late autumn, and overwintered in the form of perithecia containing immature or mature ascospores and mass of hyphae; the perithecial production reached maximum in May~July, and in this season the sprouting of ascospores occurred in large quantities for the first infection of the disease. Beside, the overwintering of the fungus in the form of pycnospores was recognized.

On the shoots infected this year pycnidia were formed first in late June~early July. After the period, the infection of the disease was caused by both ascospores and pycnospores, and the infection was repeated.

The spermogonium formed on the shoots infected this year previous to the perithecial

production.

Dissemination of the spores of the fungus

The diseased shoots of Japanese larch producing mature perithecia were soaked in water for 1 hour. Then 14.8 m/sec. wind was blown upon the treated shoots and untreated ones with a blower, and the dissemination of spore was examined with a spore-trap. In this test the dissemination of ascospores was observed only in the wet diseased shoots (Table 36).

From the above-mentioned results, rainfall and wind seemed to be important factors influencing the spore dissemination.

The secretion of pycnospores from pycnidia in moist chamber did not take place.

Growth of the affected larch tree by the disease

In order to make clear the growth of affected trees by the disease, the stem analyses on Japanese larch trees (22-year-old) in Kôma experiment forest were carried out, and the following results were obtained. The extreme decrease in height growth was caused by the heavy damage at the shoots of stems, and decrease in diameter growth was also observed. Consequently, decreases of volume increment were induced (Fig. 6, 7, 8).

Effects of environments on the development of the disease

The influences of stand densities of Japanese larch plantations upon the occurrence of the disease were investigated at the foot of Mt. Iwate. The investigated stands were 7 years old, and the numbers of planted trees at each plot were 1,000, 2,000, 3,000, 4,000 and 5,000 per ha. respectively. Investigation revealed that as the numbers of planted trees increased the development of the disease became severe (Table 37, 38).

Moreover, the effects of land features of afforested land of Japanese larch on the occurrence of the disease were investigated at several stands in Iwate and Aomori prefectures, and the following results were obtained.

The occurrence of the disease was most serious at the stands which were situated on the windward sides of mountains.

On the contrary, in the stands on the leeward the damage by the disease was very slight (Table 39, 40).

In order to find out the effects of managements of forests on the development of the disease, the investigation were carried out on Japanese larch stands at the foot of Mt. Iwate. The results obtained were as follows:

In the larch stands which were neighbouring the broad-leaved forest mixed with Japanese red pine trees, the damage and spreading of the disease were fairly slight compared with those in large pure forest. In the isolated larch stands in large broad-leaved forest, the occurrence of the disease was also slight.

The mixed planting with Japanese larch and Japanese red pine in the same year had little influence on the development of the disease (Table 41~43).

