

カラマツ先枯病に関する研究 VI
 保護樹帯の本病回避効果について^{*1}

横田 俊一⁽¹⁾・遠藤 克昭⁽²⁾・松崎 清一⁽³⁾

Shun-ichi YOKOTA, Katsuaki ENDO and Seiichi MATSUZAKI :
 Studies on Shoot Blight Disease of Larch Trees VI
 The effect of shelter forest or shelter tree belt
 escaping from the spread of the disease

要旨：カラマツ先枯病の発生は、カラマツ成長期間の風の強弱によって著しく左右されることが明らかにされている。このことは、保護樹帯を利用することによって、本病の発生を回避しうる可能性を暗示している。そこで、道内2か所の本病の激害地帯において、保護樹帯に囲まれたカラマツ造林地と保護樹帯のない造林地とで、本病の発生ならびに造林木の成長経過を観察し、両者を比較することによって、回避効果を明らかにしようと試みた。

その結果、保護樹帯は、明らかに本病発生を回避する効果を有し、造林木の成長にも有利であることが明らかとなった。

I ま え が き

カラマツの成長期間に吹く風の強弱が、本病の発生および被害の蔓延を左右する重要な因子となっていることは、従来経験的によく知られていた。また、筆者の一人横田とその協同研究者⁸⁾によって誘因としての風の強さを数量的に明らかにした報告がある。これによれば、全成長期間を通じて平均風速が3m/秒を越えるような、強風の当たりやすい環境のもとで、本病の発生が急激に増大すること、防風さくでできるだけ風をさえぎってやると本病の発生が著しく減少することなどが明らかにされた。しかし、保護樹帯の本病回避効果が期待しうる造林地の広さについては、現実の造林地の地形や、保護樹帯の樹種、樹高またはその幅などによって一定していないと思われるので、とくにこの点にはふれなかった。

たまたま、三菱鉱業(株)早来山林では、この試験の結果を応用して、既存の広葉樹二次林の一部を保護樹帯として残し、3~5 ha のカラマツ造林地を造成した。同社のご好意によって1964年からそのうちの1つの造林地内で、本病の発生状況とカラマツの成長について継続して観察をおこなうことができ、その結果の一部はすでに報告した¹⁰⁾。

これとは別に、道北地方の本病激害林分の一部に新たにカラマツ苗木を植えこみ、これに近いダケカンバ二次林内にも同様に苗木を植えて、本病の発生とカラマツの成長とを調査するための試験地を1963年春に、旭川営林局と共同で設定した。その後中間的な調査が旭川営林局および天塩営林署によっておこなわれ、結果も報告されている⁹⁾が、設定後7年を経過した1969年にあらためて調査をおこなった。

この2つの試験地において、保護樹帯は本病の発生を回避し、造林木の成長を期待するために有効である

*1) 本報告の一部はすでに北方林業 Vol. 21(8), 1969 および同 22(1), 1970 に発表した。

1971年1月8日受理

(1)~(3) 北海道支場

ことが明らかになったので、ここに報告する。

本稿を草するに当たり、たえずご指導をたまわった林業試験場前保護部長今関六也氏、さらに原稿のご校閲をいただいた同保護部長伊藤一雄博士に深く感謝する。また、試験地を提供していただいた三菱鉱業株式会社、試験地の管理ならびに調査に際して種々便宜をはかっていただいた同社早来山林中野末吉技師、徳満試験地の設定にとくにご協力をいただいた札幌営林局計画課試験調査係長（当時旭川営林局造林課保護係長）渡辺 惇枝官、早来試験地の地形測量を実施された当支場経営部治山 研究室長 遠藤泰造博士、同勝見精一技官の諸氏に厚くお礼申し上げる。

II 試験地の位置および概況

1. 早来試験地

本試験地は北海道勇払郡早来町所在の三菱鉱業社有林 5 林班の一部で、1963 年秋植栽のニホンカラマツ造林地である。Fig. 1 にしめされるように、社有林は太平洋岸からひろがる勇払原野がつきて丘陵地形になるところからはじまっているが、本試験地は社有林の南端に近く、海岸から約 16 km ほどはなれたところに位置している。この地域一帯は本道でも有数のカラマツ先枯病激害地域で、同社有林もその例外でなく、1960 年ごろからはなほだしい被害が発生していた。

試験地の地形は Fig. 2 にしめされるように、中央に沢をはさんで、ほぼ南東と北西に面する斜面からなり立っている。南東斜面はやや傾斜は急な凸地形であり (Plate 1, B)、北西斜面は比較的ゆるやかな凹地形である (Plate 1, A)。造林地の周囲は幅 15~30 m の広葉樹二次林でかこまれ、設定時の平均樹高は尾根筋で約 7 m、沢筋で約 13 m ほどである。保護樹帯を構成している樹種はミズナラ、イタヤカエデ、シナノキが多く、ホオノキ、アサダがこれに次ぎ、ハルニレ、シラカンバ、ヤマハンノキなどが混在している。試験地の面積は約 4 ha で、この中を全刈り火入れしたのち、ニホンカラマツを ha 当たり 3,000 本植栽した。土壌は砂壤土で適潤、カラマツの生育には適している。



Fig. 1 試験地の位置
Situation of test plantation.

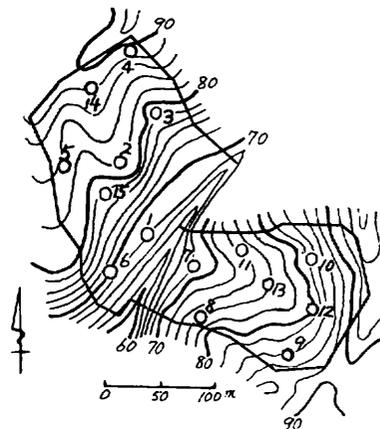
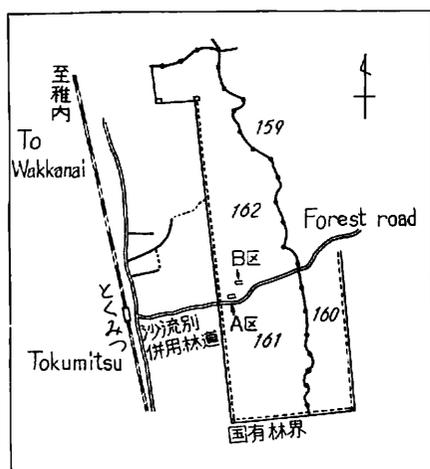
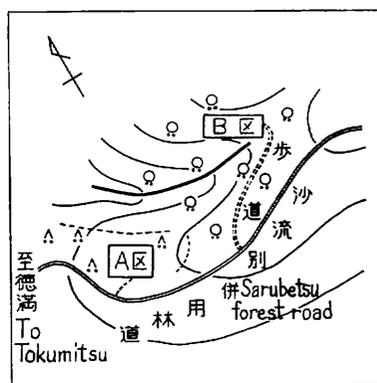


Fig. 2 試験地の地形と調査区の配置 (早来)
Topography, and position of test plot
in Hayakita test plantation.



佐々木⁶⁾による (After SASAKI⁷⁾)



敦賀⁷⁾による (After TSURUGA⁷⁾)

Fig. 3 試験地の位置と地形 (徳満)

Situation, and topography of Tokumitsu test plantation.

2. 徳満試験地

本試験地は、Fig. 1 にしめされるように、天塩郡豊富町に所在し、宗谷本線徳満駅から東へ 1.5 km の地点の、旭川営林局天塩営林署 162 林班の一部である。日本海岸からは約 14 km はなれており、サロベツ原野が終わって丘陵地形が始まったところに位置している。この林班は元来 1952 年に植栽されたカラマツ造林地で、先枯病によってはなはだしい被害をうけていた。

1963 年春に、旭川営林局造林課と天塩営林署によって、同林班内の風衝地と、隣接したダケカンバ二次林内に試験地が設けられた。この経緯についてはすでに報告した¹⁾。

Fig. 3 にしめされるように、風衝地の試験区 (A 区) は、木病激害林分内をほぼ方形に 0.4 ha を皆伐して作られた 0~3° の緩斜地で北西に面している。ダケカンバ二次林内の試験区 (B 区) は 130 m × 30 m の矩形 (長辺が常風方向) に皆伐して作られ、南西 3~10° の傾斜面である。この A、B 両区は、1963 年 5 月に、ha 当たり 3,000 本の割合でカラマツ苗が植えられた。A 区と B 区との間隔は約 130 m である。設定当時の二次林の林況は、平均樹高 9.2 m、平均直径 13.3 cm、ha 当たりの蓄積は約 70 m³ ということであった⁶⁾ (Plate 2. A, B)。

III 試験方法

1. 早来試験地

本試験地は南東斜面と北西斜面が小さな沢をはさんで向い合っている。カラマツの成長期間の常風は南寄りの風であり、両斜面に当たる風の強さにはかなりのちがいがあることが予想され、したがって、先枯病の発生にも差がでてくるだろうと推定された。このため、なるべく両斜面を代表させるように調査区を配置して、本病の発生とカラマツの成長状況をはあくするように努めた。

Fig. 2 にしめされるように、南東斜面には No. 1 から No. 6 までの 6 か所、北西斜面には No. 7 から No. 11 までの 5 か所の調査区を 1964 年春に設定した。これらの調査区は 20 本のカラマツ造林木からな

り、それぞれの調査木には一連番号を付した。

本病の発生と風とは密接な関係があるので、1成長期間に吹いた風の記録をとるために、調査区 No. 2 に接して、総合気候観測装置を設置して、1964年から観測を開始したが、装置が終始不調のため、よい記録がえられなかったので、1965年には中止した。これとは別に、11か所の調査区の中央に、樹高よりやや高めの位置に、理工研型小型ロビンソン風速計をおき、成長期間のうち、随時10分間の同時観測をおこない、調査区間の風当たりの強さの比較をおこなった。

先枯病による被害調査は、毎年10月に実施した。方法は、各調査区内の造林木の上部6本の当年伸長枝が本病におかされているかどうかを調査して、これによって罹病枝率を求め、同時に肉眼判定によって造林木全体の罹病状況を激害(5)、中害(3)、微害(1)、健全(0)の4段階に区分して、これによって平均被害度を求めた。この方法の詳細はすでに報告してある⁸⁾。被害調査と平行して、各調査区内の造林木の樹高と当年伸長量を測定して、成長状況を明らかにしようとした。

上記の調査は1964年10月から1968年10月まで継続しておこない、とくに1968年には、さらに調査区数を4か所ふやし、15調査区について実施した。1969年度の被害と成長状況については、1970年5月に、当5林班での状態と保護樹帯に囲まれていない同林齢の造林地での状態とを比較するために、5林班の南東および北西斜面からそれぞれ150本の造林木をえらんで調査すると同時に、5林班に近い6林班(1963年秋植栽、東ないし南東斜面)内の150本の造林木についても同様の調査をおこなった。

2. 徳満試験地

風衝地に設けた試験区(A区)と、二次林内に設けた試験区(B区)において、最初の3年間はそれぞれ半数の造林木に対して薬剤散布をおこない、薬剤による防除効果を同時に明らかにしようとした。薬剤はサキガレンT(シクロヘキシミド0.5%と有機錫剤TPTA 20%)の1000倍液を7月から9月まで2週間ごとに5回、1本当たり100ccを散布した。2年目と3年目は、同濃度の水溶液を、1本当たり20ccにおとして同じ期間、同じ回数散布した。そして、最初の3年間は毎月10月に先枯病の発生と造林木の成長状況とを、旭川営林局と天塩営林署が共同で、毎木調査した。風の当たりかたの調査は、風速計の不備により、1966年冬に、5回の観測がおこなわれたのみである。

先枯病による被害と造林木の成長の調査を1965年に行なった後は、A、B両区とも放置され、1969年に早来におけると同様な調査が行なわれた。この際は、全造林木について調査できなかったため、造林木5本ごとに1本を調査したにとどまった。この場合、薬剤散布を中止してから4年を経過しているため、散布の効果を考慮する必要はないと判断し、A、B両区内の状況は均一であるとみなして調査した。

IV 試験結果

A. 早来試験地における結果

1) 各調査区における風の当たりかた

1964年から67年までの4年間、カラマツの成長期間に随時現地でも10分間の同時観測をおこなった。しかし、常に風が吹くとは限らず、また風速計の不調などもあって、使用しうる風の記録は意外にすくなかった。その観測記録のうち、やや強い風が吹いた時の記録をしめすとTable 1のとおりである。

Table 1 で明らかのように、全般的にみて南東斜面の方が北西斜面の各区よりも風当たりが強いことが知られる。この地域一帯の、カラマツの成長期の常風は南寄りの風である⁹⁾ことから、全成長期間を通じ

Table 1. 早来試験地における10分間の同時観測による平均風速の比較

Comparison of mean wind velocity in 10-minute-interval
by simultaneous observation in each test plot (Hayakita)

1. August 10, 1965

Plot No.	9	11	7	10	3	8	1	6	2
風速 Mean wind velocity (m/sec)	0.7	1.6	1.7	1.8	2.0	2.3	2.7	2.7	4.1

No. 4, No. 5 は故障 No data were obtained in No. 4 and No. 5 because the apparatus was out of order.
風向：南 Wind direction : Southern.
4 回くり返しの平均 Mean values of tetraplicate observations.

2. June 1, 1967

Plot No.	9	10	7	8	11	3	5	6	1	4	2
Mean wind velocity	0.7	1.2	1.3	1.4	1.6	1.7	2.3	2.4	2.4	2.7	4.2

風向：南東 Wind direction : Southeastern.
10 回くり返しの平均 Mean values of 10 times repeat.

て南東斜面の造林木の方が風の影響をうけやすいことは容易に想像される。

2) 造林木の成長と本病の発生状況

1965 年までは、本病の発生はごくすくなかった。1966 年から、造林木は下草をぬけ出し、それにとまって本病の発生がみられるようになってきた。植栽 3 年から 5 年後までの造林木の成長と本病による被害状況を、Table 2, 3 および Fig. 4 にしめし、また 1969 年度は 5 林班と、同林齢で保護樹帯に囲まれていない 6 林班の造林木の成長と被害状況を比較した結果を Table 4 にしめす。

Table 2 は、1966 年 10 月と 1967 年 10 月に調査した結果である。樹高が大きくなるにつれて風の影響をうけやすくなり、先枯病に罹病する枝数が増加してくる傾向が、明らかにみとめられる。すなわち、1966 年度の罹病枝率は 28.5% であったものが、1967 年度には 47.4% に達し、平均被害度は 1967 年度は

Table 2. 早来試験地における樹高・当年伸長ならびに被害状況

Tree height, current growth and the damage in Hayakita test plantation
established in Oct., 1963

1. 1966年10月調査結果 Results in Oct., 1966.

樹高階 Tree height class	伸長量 Current growth	0~20cm	21~40	41~60	61~80	81~100	計 Total
	81~120cm	4	12	8	1		
121~160	1	10	30	14	1	56	
161~200		6	36	30	16	88	
201~240			4	19	12	35	
241~280			1	4	3	8	
計 Total		5	28	79	68	32	212

平均樹高 Mean tree height (5% level) 169 ± 4 cm
平均伸長 Mean tree growth (5%) 59 ± 2 cm
罹病枝率 Percent of infected shoots 28.5%

2. 1967年10月調査結果 Results in Oct., 1967.

樹高階 Tree height class	伸長量 Current growth	cm							計 Total	
		0~20	21~40	41~60	61~80	81~100	101~120	121~140		141~160
101~140cm		4	2	1			1			8
141~180		3	6	8	4	2				23
181~220		1	4	17	20	6	4	1		53
221~260			1	10	33	18	3			65
261~300				2	11	16	5			34
301~340						5	8	3	1	17
341~380						1	1	1		3
計 Total		8	13	38	68	48	22	5	1	203

平均樹高 Mean tree height (5% level) 235±8 cm

平均伸長量 Mean current growth (5%) 77±4 cm

平均被害度 Mean damage degree index 1.69

罹病枝率 Percent of infected shoots 47.4%

1.69をしめしている。しかし、このときまでは、斜面の方位の違いによる罹病および成長状況には、ほとんど差がみられなかったもので、南東、北西斜面を一括してしめた。

1968年には、さらにくわしく調査をおこなうために、両斜面にそれぞれ2か所の調査区を増やして調査した。その結果は Table 3 と Fig. 4 および Plate 1, C, D にしめしてある。Table 3 で明らかなように、1968年には樹高と当年伸長量は、ともに両斜面間にちがいがみられ、統計的にも1%の危険率で有意であることがしめされた。このちがいは、両斜面における平均被害度と罹病枝率にみられるように、先枯病の発病程度のちがいがおもな原因となっていると考えられる。すなわち、成長良好な北西斜面における平均被害度1.26に対して南東斜面では2.66(中害に近い)をしめし、さらに罹病枝率においても北西斜面の20%に対して南東斜面は65%とはるかに高い値をしめしている。

Table 3. 1968年度早来試験地における樹高・当年伸長ならびに被害状況(1968年10月調査)

Tree height, current growth and the damage in Hayakita test plantation established in Oct., 1963 (Survey: Oct., 1968)

1. 北西斜面 NW-slope

樹高階 Tree height class	伸長量 Current growth	cm							計 Total
		0~20	21~40	41~60	61~80	81~100	101~120	121~140	
141~180cm				1					1
181~220		2		3	3	2			10
221~260			2	1	4	1			8
261~300			1	3	8	5	3		20
301~340				9	11	15	4		39
341~380				2	6	11	4		23
381~420				1	4	10	6		21
421~460						1	3		4
461~500							1	1	2
計 Total		2	3	20	36	45	21	1	128

平均樹高 Mean tree height (5% level) 329±11 cm

平均伸長量 Mean current growth (5%) 84±4 cm

平均被害度 Mean damage degree index 1.26

罹病枝率 Percent of infected shoots 20.4%

今年にかぎり2プロット増 Two plots were added.

2. 南東斜面 SE-slope

樹高階 Tree height class	仲長量 Current growth	cm						計 Total
		0~20	21~40	41~60	61~80	81~100	101~120	
141~180cm		4	4	1				9
181~220		8	10	5	1			24
221~260		3	9	14	9			35
261~300			7	17	13	6		43
301~340			3	10	5	5		23
341~380				3	3	6		12
381~420					2	6	1	9
計 Total		15	33	50	33	23	1	155

平均樹高 Mean tree height (5% level) 276±10 cm

平均仲長量 Mean current growth (5%) 56±4 cm

平均被害度 Mean damage degree index 2.66

罹病枝率 Percent of infected shoots 65.4

今年にかぎり2プロット増 Two plots were added.

北西斜面と南東斜面における樹高、仲長量とも1%の危険率で有意差がみとめられた。

Significant difference in tree height and current growth was ascertained between NW-slope and SE-slope.

そこで、両斜面の各調査区の罹病と成長の状況をしめすと Table 4 のとおりで、罹病枝率、平均被害度ともに南東斜面は北西斜面よりも著しく高く、本病による被害がひどいことが明らかで、同時に成長も北西斜面よりもわるいことが明らかである。

これらの各調査区の平均被害度と樹高の関係をしめすと Fig. 4 のとおりで、平均被害度が2以下と3以上で、樹高が明らかに2つのグループに分けられている。このことは、ある程度までは本病におかされ

Table 4. 各調査区における先枯病の発生ならびに成長状況 (1968年10月調)

Status of disease severity and tree growth in each test plot (Oct. '68)

斜面の方位 Direction of slope	調査区番号 No. of test plot	本数 No. of surveyed trees	罹病枝率 (%) Percent of infected shoots	平均被害度 Mean damage degree index	平均樹高 Mean tree height	平均仲長量 Mean current growth	備考 Remarks
南東 South- eastern	1	20	20.8	1.3	325	85	平均樹高 Mean tree height 276±4 平均仲長量 Mean current growth 56±4
	2	18	74.1	3.0	247	54	
	3	20	51.7	1.8	324	68	
	4	20	69.2	2.9	257	42	
	5	17	81.4	3.0	272	43	
	6	20	60.0	2.4	286	55	
	14	20	90.8	3.8	230	46	
北西 North- western	7	19	19.3	1.4	334	86	平均樹高 Mean tree height 329±11 平均仲長量 Mean current growth 84±4
	8	19	33.3	1.5	363	87	
	9	19	8.8	0.8	290	86	
	10	15	27.8	1.4	288	80	
	11	16	36.5	1.9	320	66	
	12	20	2.5	0.7	348	96	
	13	20	20.0	1.3	348	79	

ていても、成長にはそれほど影響がない被害の限界が存在することをしめしているとみてよいと思われる。

1969年度は5林班の両斜面のほか、隣接する同林齢の6林班でも同様な調査をおこない、その結果はTable 5 にしめしてある。これによれば、樹高と当年の伸長量は5林班北西、同南東斜面、6林班の順となった(統計的には1%の危険率で有意)。罹病状況は、南東斜面と6林班との間には差がないが、6林班は1968年に空中散布によって先枯病の防除事業をおこなっていることを考慮すれば、保護樹帯の造林木におよぼす効果には顕著なものがあることは想像に難くない。

B. 徳満試験地における結果

1) 両区における風の当たりかた

徳満試験地では1回だけ、冬季間にA、B両区で風の当たりかたを測定した。Table 6 に10分間の平均風速をしめしてある。これによって明らかなように、二次林内のB区は風衝地のA区よりも、著しく風の当たりかたが弱いことが知られる。

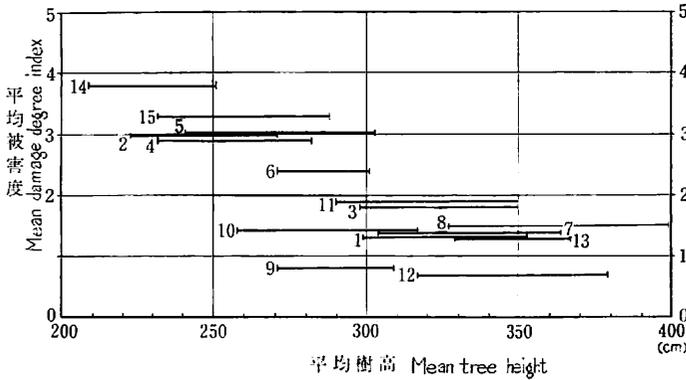


Fig. 4 平均被害度と樹高との関係
Relationship between mean damage degree index and tree height.

Table 5. 1969年度早来試験地における樹高当年伸長ならびに被害状況

Tree height, current tree growth and the damage in 1969, in Hayakita test plantation established in Oct., 1963, and neighboring plantation established in the same time

1. 北西斜面 NW-slope

樹高階 Tree height class	伸長量 Current growth								計 Total
	cm 0~20	21~40	41~60	61~80	81~100	101~120	120~140		
181~220cm		1							1
221~260	1		5	1					7
261~300	2	1	6	4	1				14
301~340	1	3	4	7	1				16
341~380			3	5	4	2			14
381~420		1	3	6	19	2			31
421~460			1	1	17	9	1		29
461~500				2	10	9	2		23
501~540				1	7	3	1		12
541~580					1	2			3
計 Total	4	6	22	27	60	27	4		150

2. 南東斜面 SE-slope

樹高階 Tree height class	伸長量 Current growth	cm						計 Total	
		0~20	21~40	41~60	61~80	80~100	101~120		121~140
181~220cm		4	4						8
221~260		2	4	5					11
261~300		1	8	9	2	1			21
301~340			2	6	9	4	1		22
341~380				6	10	13	2		31
381~420				5	7	18	1		31
421~460					1	7	3	1	12
461~500					2	4	6	1	13
501~540							1		1
計 Total		7	18	31	31	47	14	2	150

3. 5林班に隣接する1963年秋植栽の林分 (東~南東斜面)

Neighboring plantation established in Oct., 1963 (E~SE-slope)

樹高階 Tree height class	伸長量 Current growth	cm					計 Total	
		0~20	21~40	41~60	61~80	81~100		101~120
141~180cm			3					3
181~220		3	4	3				10
221~260		4	6	5	1			16
261~300		2	5	8	6	4		25
301~340		1	4	17	14	2		38
341~380			1	3	25	6		35
381~420				1	7	6		14
421~460				2	1	4		7
461~500						1	1	2
計 Total		10	23	39	54	23	1	150

この林班は、1968年にサキガレン T-5 水和剤 (シクロヘキシミド 50 ppm + 有機スズ 1,267 ppm) を75l/haの割合で3回空中散布した。

In this plantation, three application of aerial spray was conducted in 1968 with following dosage: 75 l/ha of aqueous solution composed from 50 ppm cycloheximide and 1,267 ppm of triphenyltin acetate.

	NW-slope	SE-slope	E~SE-slope	LSD (1%)
平均樹高 Mean tree height (5% level)	404 ± 15cm	363 ± 5cm	323 ± 11cm	23.3cm
平均伸長量 Mean current growth (5% level)	87 ± 4	75 ± 5	63 ± 4	7.7
平均被害度 Mean damage degree index	1.53	2.43	2.29	
罹病枝率 Percent of infected shoots	42.1%	63.5%	60.0%	

Table 6. 風衝地(A区)とカンバ林内(B区)における平均風速の比較 (敦賀⁷⁾による)

Comparison of mean wind velocity between plot A (wind blown site)
and plot B (in birch forest) (after TSURUGA⁷⁾)

観測日 Date of observation	調査場所 Observed plot	風向 Wind direction	測定時間 Time of observation	平均風速 Mean wind velocity(m/sec)
Feb., 1, 1966	A	N	11.15~11.25	4.7
	B	NW	11.00~11.10	0.6
" 2, "	A	NW	"	2.8
	B	NNW		0.5
" 3, "	A	SE	"	4.4
	B	E		2.1
" 4, "	A	NW	"	6.2
	B	WNW		0.8
" 5, "	A	NW	"	4.5
	B	WNW		0.8

Table 7. 徳満試験地における最初の3年間の発病ならびに成長状況 (敦賀⁷⁾)

Status of disease development and tree growth during
the first 3 years (after TSURUGA⁷⁾)

調査年 Year		1963				1965			
調査区 Test plot		A		B		A		B	
処 理 Treatment		散布 Sprayed	無散布 Check						
調査本数 No. of tested trees		462	394	350	313	440	371	335	289
苗高 Tree height (cm)		47.4	47.9	46.1	48.1	122.0	120.5	181.5	181.5
当年伸長量 Current growth (cm)		10.6	10.2	11.0	12.9	41.9	43.5	76.7	70.6
平均被害度 Mean damage degree index		0.5	1.4	0.1	0.1	1.5	1.6	0.2	0.2
被害率 Percent of infected trees (%)		28	61	4	7	67	70	17	19

A: 風衝地 Wind blown site, B: カンバ林内 In birch forest.

散布: 1963年はシクロヘキシミド 5 ppm と TPTA 200 ppm の水溶液を単木当たり 100 cc, 1964, 1965年は単木当たり 20 cc を7月上旬から9月上旬まで2週間おきに5回散布した。

Sprayed: In 1963, five application of aqueous solution containing 5 ppm cycloheximide and 200 ppm TPTA was conducted from early July to early September every 2-week-interval with 100 ml per 1 tree, and in 1964 and 1965, with 20 ml per 1 tree.

Table 8. 先枯病による被害状況

Status of damage caused by shoot blight (Oct., 1969)

調査区 Test plot	全木数 Total number tested	被害度 Damage degree index				平均被害度 Mean damage degree index	罹病枝率 Percent of infected shoots
		0	1	3	5		
A. 風衝地 Wind blown site	175	0 (0)	78 (44.6)	67 (38.3)	30 (17.1)	2.45	42.8
B. カンバ林内 In birch forest	160	35 (21.9)	107 (66.9)	12 (7.5)	6 (3.8)	1.08	19.0

() 百分率 Percent in each damage degree index.

2) 造林木の成長と本病の発生状況

試験地設定後3年間は、旭川管林局造林課と天塩管林署によって造林木の成長と罹病状況が調査された。この調査とは別に、3年後の8月に記録したカラマツの成長状況は Plate 2, C および Plate 3, A にしめすとおりであり、両者間にはきわ立ったちがいがみられる。Table 7 は3年後の調査結果の一部である。すなわち、保護林内は薬剤散布の有無とは無関係に発病がわずかで成長が良好であることをしめしている。これは、風をさえぎったために、発病しにくい環境が作り出され、ひいては成長にとってもよい環境が与えられていることをしめしている。A区では1年目は薬剤の効果が認められるが、2年目(表は省略)および3年目は無散布区と差がない。これは、2年目からは1本当たりの散布量を1/5におとしたために、薬効がなかったためと考えられる。

4年目以降は調査は中断されていたが、1969年10月に再度調査をおこなった。その結果を Table 8, 9 にしめす。

Table 9. 徳満試験地における樹高と当年伸長
Tree height and current growth in Tokumitsu test plantation
established in May, 1963 (Survey: Oct., 1969)

A. 風衝地 Wind blown site (A区)

樹高階 Tree height class	伸長量 Current growth					計 Total
	cm					
	0~20	21~40	41~60	61~80	81~100	
51~100cm	1	1				2
101~150		10	11			21
151~200		25	30	5		60
201~250	3	11	26	8		48
251~300	1	12	14	2	1	30
301~350	1	4	7	2		14
計 Total	6	63	88	17	1	175

平均樹高 Mean tree height (5% level) 215±8cm

平均伸長 Mean current growth (5%) 49±2 cm

B. カンバ林内 In birch forest (B区)

樹高階 Tree height class	伸長量 Current growth						計 Total
	cm						
	0~20	21~40	41~60	61~80	81~100	101~120	
151~200cm	1						1
201~250	2	2	3	2	1		10
251~300	2	8	17	7	1		35
301~350	1	5	11	29			46
351~400	2	3	4	19	7	1	36
401~450		1		6	3	2	12
451~500				2	4		6
501~550		1	3	5	2		11
551~600	1			1	1		3
計 Total	9	20	38	71	19	3	160

平均樹高 Mean tree height (5% level) 356±13cm

平均伸長量 Mean current growth (5%) 65±3 cm

A区とB区とでは樹高、伸長量とも、1%の危険率で有意差のあることが確かめられた。

Significant difference in tree height and current growth was ascertained in 1% level between plot A and plot B.

Table 8 から、A区とB区で先枯病の発生状況が著しく異なっていることがわかる。A区の平均被害度2.45に対してB区では1.08となっており、その内訳をみるとB区は89%が健全ないし微害であるのに対してA区では健全木は1本もなく、55%が中害ないし激害木となっている。これに対応して、罹病枝率のちがいが明りょうである。

造林木の成長は Table 9 および Plate 3, B, C と Plate 4, A, B にしめされるように、A区の平均樹高215 cm、平均伸長49 cmに対してB区はそれぞれ356 cmと65 cmで、樹高の差は実に140 cmに達し、2ないし3成長期に匹敵するちがいがあつた。このように、保護樹林は、成長期間の強風を緩和して本病の発生を回避するだけでなく、造林木の成長に対してもよい影響を与えていると推定される。

V 考察および結論

すでにのべたように、カラマツの成長期間の風と本病の発生とは密接な関係があり、逆にこの風をさえぎってやれば本病の発生を回避できることが実験的に証明されている⁸⁾。風が強いとカラマツ新梢に傷ができやすいことは、カラマツ新梢の形態⁹⁾ からみて当然であり、また本病原菌の新梢への侵入方法や、その後の菌系の蔓延の状態に関する陳野・千葉¹³⁾¹⁴⁾の報告を考えれば、風当たりの良い悪いが本病の発生を左右する大きな因子となることは容易に理解できる。風と本病発生についての観察は、北海道においてすでに加藤・小野²⁾が、苫小牧地方の本病激害林分で、天然林の風下側のカラマツに発病がすくなく、遠ざかるにつれて被害が大きくなるという観察や、日本海沿岸のカラマツ造林地において、海岸と反対の斜面では風当たりがよわいので本病による被害がすくないという中川ら³⁾の報告、あるいは道内各地の道有林内の先枯病の発生は、成長期間の風当たりのつよい場所ではなはだしいという岡木・中川⁵⁾の報告をうらづけている。また、東北地方においても横沢ら¹²⁾によって、同様な観察がおこなわれた。

上記の諸報告は、いずれも既存林分における被害状況調査にもとづくもので、とくに本病の発生と風との関係を明らかにするために設定した試験地でおこなった試験は、これまでになかったといつてよい。

そこで、筆者らは三菱鉱業(株)早来山林5林班に、保護樹帯に囲まれた小面積の造林地を設定されたのを機会に、これらの1つを調査に使わせていただくこととし、風と本病発生との関係についての追試と、造林木の成長とを継続して調査しようと試みた。風の記録については満足な結果が得られなかったが、発病と成長の状況については毎年調査をおこない、とくに1969年には、保護樹帯に囲まれていない林分でも調査をおこなつて結果を比較した。また徳満試験地では、本病の激害地域内の風衝地と二次林内にカラマツ苗を同時に植えて、本病の発生と成長状況を比較できるように設計された。

早来試験地においては、1967年までは斜面の方位の違いによる本病の発生と成長状況に差がみられなかった。この間、同社早来山林中野技師が、早来社有林内のカラマツ造林地の先枯病発生状況を調査した結果⁴⁾によれば、5林班の保護樹帯に囲まれた造林地では、他の造林地よりも本病による被害が軽微で、保護樹帯は明らかに本病の回避に有効であることを報告している。

1968年に至ると、Table 3, 4 にしめされるように、南東、北西両斜面における被害発生と造林木の成長に差がみられるようになった。ここに現われた成長の相違は、単に先枯病の被害の大小だけが原因ということはできないであろう。井上ら¹⁾の、成長期間の風の強さとカラマツの成長についての報告によれば、カラマツ成長期間の平均風速が3 m/秒で、のべ吹送時間が約1,800時間、あるいは4 m/秒で840時間以上の場合に常風害(樹冠の偏奇にとまう成長阻害)が現われるという。南東斜面は北西斜面にくら

べて、常風の吹く強さが大きい (Table 1) ことは明らかなので、たとえ先枯病の発生がなくとも、あるいは北西斜面にくらべて造林木の成長が低下することがあるかもしれない。しかし、Table 3 によれば南東斜面の平均被害度は北西斜面の2倍以上に達している。また、罹病枝率の値が高いことは、当年伸長した上部6本の枝の罹病が多いことをしめすから、南東斜面の罹病枝率65.4%は北西斜面の20.4%にくらべて著しく高く、先枯病の発生が成長阻害の大きな原因となっていることも疑う余地がないと思われる。

このように、保護樹帯で囲まれた造林地内でも、地形や方位のちがいによって、均一な罹病状況および成長をしめさないのは当然ではあるが、この5林班の南東斜面と、これに近い保護帯のない同林齢の6林班の成長を比較すると、Table 5 のように、南東斜面の方がすぐれていることがわかる。6林班は、1968年に先枯病を防除するために薬剤の空中散布をおこなったところであるが、南東斜面の造林木よりも成長がおとっている。罹病状況にちがいがみられないのに、成長がちがうということは、両斜面の方位がほぼ等しいことを考慮すると、保護樹帯による遮風の有無が成長に差を生じた原因の1つとみてよいのではないだろうか。このような結果から、激害地域でも5ha程度の小面積の造林地であれば、かなり良好な成長が期待できそうに思われる。

ここで、平均被害度と成長との関係を考えてみよう。単木ごとの被害度は肉眼判定によって健全(0)、微害(1)、中害(3)、激害(5)に区分され、合計を全本数で割って平均被害度が与えられる。Table 4 は早来試験地の各調査区における1968年の平均被害度、罹病枝率などをしめしているが、平均被害度が2.0以下の区の罹病枝率と3.0以上の区の罹病枝率とでは著しい相違があることがわかる。すなわち、2.0以下の罹病枝率はだまかにいって50%以下とみてよいであろう。罹病枝率の測定では、夏期以降に伸長した不定枝(土用芽が伸びた、いわゆる二次枝)が1本でも罹病していれば、その主枝が罹病しているものと記録されるので、罹病枝率は案外高い値が出てくる傾向がある。しかし、肉眼判定による平均被害度が低い場合、これに対応する罹病枝率は、その値がやや高くとも、主枝全体が枯れているものはすくなく、二次枝に罹病がみられるものが多いのが普通である。したがって、肉眼判定の調査本数が多ければ、罹病枝率の測定を行なわなくとも、平均被害度によって林分としての罹病状況ならびに成長状況はかなり正しくはあくできるように思われる。この関係は、Fig. 4 にさらに明りょうに示されている。すなわち、平均被害度が2.0以下の調査区の樹高と3.0以上の調査区の樹高とははっきりと区別され、平均被害度の大小によって、たとえ罹病木があっても成長にはほとんど支障のない林分と、防除を必要とする林分とに区別できるようである。このことは統計的にも成長良好なグループと不良なグループとははっきりと分けられている。Fig. 4 の中で、平均被害度が低いのに樹高がやや低い調査区 No. 9 と No. 10 は、前者が保護樹帯のすぐわきで陽当たりがやや悪いこと、後者はナラタケ病発生のために補植苗が混んでいることが原因で、平均樹高が低くなったものである。以上の理由から、肉眼的に被害度区分をして、その平均被害度が2.0以下であれば、成長には影響がないものとみてよく、3.0以上となれば本病による成長阻害が出るので、なんらかの処置をすることが望ましく、この中間の場合は、注意して推移をみるという目安が与えられると考える。

いっぽう、徳満試験地では、はじめから比較するために風衝地と二次林内に調査区を設定したもので、罹病ならびに成長状況のちがいはきわめて明りょうである。ただ、A区の罹病状況が思ったよりも低いのは、試験地設定当時周囲に存在した激害林分は、その後ほとんどドマツに改植されたため、伝染源が激減したのが原因となっていると考えられる。

それにしても、はじめの3年間の調査結果によれば、二次林内は激害区域にあっても発病しにくく、薬剤散布など必要ないことがしめされていることは、当然とはいえ興味深い。すなわち、植栽場所の選定は、その後の造林木の成長にとって、いかに重要であるかということを示した1例といえるだろう。そして7成長期を経過した時点の調査結果 (Table 9) は、さらにこれが正しかったことを立証している。すなわち、植え付け当初の苗高 35 cm を平均樹高から差しひくと、7年間の伸長はA区はわずかに 180 cm にすぎないのに、B区では 320 cm でほぼ倍に近い伸びをしめている。このちがいが、今後どう推移していくかは明らかではないが、成長期間の強風をさえぎってやることによって、先枯病の発生を回避し、造林木の旺盛な成長を期待できることが明らかにされたと思う。

なお、A区の平均被害度 2.45 は、要注意の区分にはいるが、風衝地は仮に先枯病がなくともカラマツの成長にとって望ましくない立地条件であることを、A区の成長状況は物語っている。

VI 摘 要

本報告は保護樹帯の有無がカラマツ造林木の成長とカラマツ先枯病の発生にどのような影響をおよぼすかについて、北海道勇払郡早来町および天塩郡豊満町徳満に所在するカラマツ造林地で実施した調査結果をとりまとめたものである。

前者は三菱鉱業(株)社有林の1958年秋植栽の造林地(5林班)の一部で、1968年まで継続して観察をおこない、さらに1969年度の被害および成長状況については同林齢で保護樹帯のない造林地でも調査をおこなって、保護樹帯の効果を確かめようとした。後者は1963年春に、旭川営林局管内でもっとも先枯病の被害の大きい、天塩営林署徳満閉地において、風衝地の一角にカラマツ苗を植えこみ、ここから約130 m 離れたダケカンバ二次林内にも同じ様に苗木をうえこんで、1969年秋に造林木の成長と先枯病の発生状況を調査した。この間、両試験地における風の当たりかたを測定しようとしたが、観測機器の不調のため、予定どおり実行できず、きわめて不完全なデータしか得られなかった。この両試験地で得られた結果を要約すれば、次のとおりである。

1. 風の当たりかた 不完全な結果ではあるが、早来では南東斜面の方が、北西斜面よりも常風の当たりかたがかなり大きいようである。また徳満では、風衝地とくらべて二次林内の風の当たりかたははるかにすくないようである。

2. カラマツ先枯病の発生 早来試験地では、1967年10月(4成長期後)までは先枯病の発生状況には斜面による差がみられなかったが、1968年になると、南東斜面が北西斜面よりも被害が大きくなってきた。これはおそらく造林木の伸長にとまない、南東斜面の方が風の影響を受けやすくなったためと考えられる。1969年度の被害調査の結果では、前年と同じく、南東斜面の方が被害は大きかったが、同林齢で保護樹帯がなく、1968年に防除事業として薬剤を空中散布した林分での発病状況と差がみられなかった。

徳満試験地では、最初の3年間は旭川営林局と天塩営林署が調査をおこなったが、その結果では二次林内では薬剤散布の有無にかかわらず先枯病の発生がきわめてすくないことが知られ、7年後の調査でも、二次林内では風衝地とくらべて木病の発生が著しくすくないことが知られた。

3. カラマツの成長 早来試験地では、1967年までは南東、北西両斜面の造林木間に成長の差がみられなかったが、先枯病の被害状況に差が出た1968年から、両斜面間の造林木の成長に相違が現われはじめ、

北西斜面の方がすぐれていることが知られた。1969年度については、両斜面および6林班の造林木との間で比較した結果、5林班南東斜面の造林木の成長は、6林班の成長よりもすぐれていることが知られた。

徳満試験地では、二次林内の造林木の成長は風衝地のものの2倍近くも伸びていることが明らかになった。

以上の諸事実から、先枯病の発生だけを成長阻害の要因とすることはできないとしても、保護樹帯の存在は本病の発生を回避するために有効であると同時に、成長にとってもよい環境を作り出しているということが出来るであろう。

なお、肉眼判定による平均被害度は、調査本数が多ければ、その林分の被害状況をかなり正しく判定できるもので、たとえば平均被害度が2.0以下であれば、その林分は放置しておいても正常な成長が期待でき、3.0以上になると放置しておけば著しい成長阻害が生ずるおそれがあり、この中間はその経過を慎重に監視する必要があるということが出来るように思われる。

文 献

- 1) 井上 桂・高田岩次・鶴田武雄・信田順子：カラマツの成育におよぼす風の影響(I)，林試北支年報，1961，97～110，(1961)
- 2) 加藤亮助・小野 馨：苫小牧地方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，238～240，(1962)
- 3) 中川祐四男・片岡是博・小関宇太：潮風害とカラマツ先枯病の発生について，第9回道林務部林業技術研究発表会講演集，175～186，(1960)
- 4) 中野末吉：カラマツ先枯病防除事業について，北方林業，20，360～362，(1968)
- 5) 岡本光雄・中川祐四男：カラマツ先枯病発生地の環境，72回日林大会講，291～295，(1962)
- 6) 佐々木 紀：旭川営林局におけるカラマツ先枯病の現況と防除試験，寒帯林(旭川営林局)，110，85～89，(1964)
- 7) 敦賀一継：カラマツ先枯病の防除試験について，同上，117，201～192，(1966)
- 8) 横田俊一・鶴田武雄・鈴木孝雄：カラマツ先枯病に関する研究IV 先枯病の発生，蔓延と気象，林試研報，164，41～77，(1964)
- 9) 横田俊一：カラマツ先枯病に関する研究V 先枯病の発生と関連したカラマツ新梢の形態的特徴，同上，197，1～11，(1967)
- 10) 横田俊一・遠藤克昭・松崎清一：広葉樹保護帯のカラマツ先枯病回避効果について，北方林業，21，228～232，(1969)
- 11) 横田俊一：続広葉樹保護帯のカラマツ先枯病回避効果について，同上，22，13～16，(1970)
- 12) 横沢良憲・小島忠三郎・佐藤邦彦・北田健二：竜ヶ森におけるカラマツ先枯病の発生と気象条件(予報)，76回日林大会講，312～314，(1965)
- 13) 陳野好之・千葉 修：カラマツ先枯病の病態解剖に関する研究(予報) 幼茎における侵入と寄主体内蔓延，76回日林大会講，314～317，(1965)
- 14) 陳野好之・千葉 修：同上(予報—2) 病原菌の寄主体内蔓延経路と組織の病変，77回日林大会講，306～309，(1966)

図 版 説 明 (Explanation of plate)

Plate 1

- A. 調査開始時の北西斜面 (早来, 1964年 5月)
Northwestern slope at the beginning of the survey (Hayakita, May, 1964).
- B. 調査開始時の南東斜面 (早来, 1964年 5月)
Southeastern slope at the beginning of the survey (Hayakita, May, 1964).
- C. 5年後の南東斜面 (早来, 1968年10月)
The view of southeastern slope after 5 years (Hayakita, October, 1968).
- D. 5年後の北西斜面 (早来, 1968年10月)
The view of northwestern slope after 5 years (Hayakita, October, 1968).

Plate 2

- A. ダケカンバ二次林内の plot B (徳満, 1963年 5月)
Plot B in the forest of *Betula ermanii* (Tokumitsu, May, 1963).
- B. 風衝地の plot A (徳満, 1963年 5月)
Plot A in the wind blown site (Tokumitsu, May, 1963).
- C. 3年後の plot B のカラマツの成長状況 (徳満, 1965年 8月)
Growth of larches in the plot B after 3 years (Tokumitsu, August, 1963).

Plate 3

- A. 3年後の plot A のカラマツの成長状況 (徳満, 1965年 8月)
Growth of larches in the plot A after 3 years (Tokumitsu, August, 1965).
- B. 7年後の plot A のカラマツの成長状況。被害は中害程度 (徳満, 1969年10月)
Growth of larches moderately damaged in the plot A after 7 years
(Tokumitsu, October, 1969).
- C. 7年後の plot B のカラマツの成長。きわめて旺盛な成長をしめしている (徳満, 1969年10月)
Vigorously growing larches in the plot B after 7 years (Tokumitsu, October, 1969).

Plate 4

- A, B. 7年後の plot B のカラマツの成長状況 (徳満, 1969年10月)
Vigorously growing larches in the plot B after 7 years (Tokumitsu, October, 1969).

Studies on Shoot Blight Disease of Larch Trees VI**The effect of shelter forest or shelter tree belt
escaping from the spread of the disease**Shun-ichi YOKOTA⁽¹⁾, Katsuaki ENDO⁽²⁾ and Seichi MATSUZAKI⁽³⁾

Summary

This paper dealt with the results of the observation on the effects of shelter forest or shelter tree belt escaping from the spread of the shoot blight and promoting the growth of planted larch trees. Two test plantations were used in this study. One was Mitsubishi Mining Company's forest (Hayakita test plantation), situated in Hayakita Town, Yūfutsu Gun, Hokkaido, about 16 km distant from the Pacific Coast. The other was a national forest belonging to Teshio District Forestry Office in Asahigawa Regional Forestry Office (Tokumitsu test plantation), situated in Tokumitsu, Toyotomi Town, Teshio Gun, Hokkaido, about 14 km distant from the Japan Sea. Both plantations were in the disease prevailing area, and their localities and topographies are shown in Figs. 1~3.

Hayakita test plantation was part of a larch plantation of about 4 ha in No. 5 Division of the Company's forest, established in the fall of 1958, surrounded by a natural deciduous tree belt of 15~30 m width, and consisted of southeastern and northwestern slopes. Eleven test plots each having 20 numbered larch trees were distributed as shown in Fig. 2 in 1964. In the middle of each test plot, Robinson-type anemometers were set and simultaneous observations of wind in ten-minute intervals during the growing season of larch were conducted and a comparison of the intensity of the wind in each test plot was made.

To make clear the status of disease development, measurements to ascertain whether the upper 6 current shoots were diseased or not, and the degree of the damage by naked-eye judgement were recorded in numbered test trees in each test plot. The former records gave the percentage of infected shoots and the latter the mean degree of damage index. As for the tree growth, the tree height and the length of current top shoot of each tree were measured. These surveys were conducted every October from 1964 till 1968, where four test plots were added to obtain further accurate data on the disease development and the tree growth in both slopes. In the early spring of 1970, just after the beginning of larch growth, 150 larch trees in both slopes and neighboring larch plantation belonging to 6 Division of the same plantation age, without shelter tree belt, were surveyed, and the status of disease development and the tree growth in 1969 were compared among them.

In Tokumitsu test plantation, two test plots were established in the spring of 1963, plot A being in wind prevailing site, and plot B in natural forest of birch (*Betula ermanii* CHAM.), about 130 m apart from each other. Half of the trees in both plots were sprayed 5 times in the first 3 years with "Sakigaren-T", specific for the shoot blight, and surveys on the status of the disease development and the tree growth were made during the first 3 years by members of Asahigawa Regional and Teshio District Forestry Office. Observations on the intensity of wind in both plots were conducted in the winter of 1965. Seven years after the

Received January 8, 1971

(1)~(3) Forest Pathology Unit, Hokkaido Branch, Government Forest Experiment Station, Sapporo, Hokkaido, Japan.

establishment of the test plantation, the survey on the status of the disease development and the tree growth were made with the same method as in Hayakita test plantation, and the results in both plots were compared. The results are summarized as follows :

1. Records of wind intensity

Data on the wind intensity were incomplete, because the automatic climatological station was out of order ; nevertheless it was known that stronger wind blew in the southeastern slope than in the northwestern in Hayakita test plantation (Table 1), and the wind in test plot B was far weaker than in plot A in Tokumitsu test plantation (Table 6).

2. Damage by the shoot blight disease

No difference in the state of disease development between two slopes occurred until October, 1967 (Table 2). In 1968, the damage by the disease in the southeastern slope became greater than that in the northwestern slope (Table 3). This was probably due to the effect of stronger wind in the southeastern slope and the decrease of the tree height. The state of the damage in 1969 was also heavier in the southeastern slope, being nearly the same as that of trees in 6 Division (Table 5).

Results of the survey during the first three years in Tokumitsu test plantation are given in Table 7. As can be seen, there were no differences in the state of the damage and the tree growth in the shelter forest (plot B) between sprayed and non-treated plot. This was the same in the survey in 1969, seven years after the establishment ; moreover, the trees in plot B were healthier than those in plot A (Table 8).

3. Growth of larches

In Hayakita test plantation, there was no difference in the tree growth in both slopes until 1967 (Table 2). The difference was first observed in 1968 (Table 3), being significantly better in the northwestern slope than in the southeastern. This was the same in 1969, but the growth in the southeastern slope was better than that in the same aged trees in 6 Division without shelter tree belt (Table 5).

The same tendency was obtained in Tokumitsu test plantation, showing that the tree height in plot B was about two times taller than that in plot A, if 35 cm of seedling height be deducted from the tree height in 1969 (Table 9).

Here the writers will comment on the relationship between the tree growth and mean damage degree index. As shown in Table 4 and Fig. 4, there exists a correlation between them. If mean damage degree index is less than 2.0, a normal growth in the stand can be expected ; and if it becomes over 3.0, a considerable retardation of the growth will occur. The assessment of a given larch stand, therefore, can be easily obtained by giving the damage degree index to successive trees, then by calculating the mean damage degree index for the stand.

According to these results, it may be safely concluded that the existence of the shelter forest or the shelter tree belt is effective for the escaping from damage caused by the shoot blight, and also for making the environment better for the tree growth.

