

カラマツヤツバキクイムシの接種に対するカラマツの反応

寺崎幸夫*・吉田成章**・福山研二**・古田公人*

Response of *Larix leptolepis* to Inoculated *Ips cembrae*

Yukio TERASAKI*, Nariaki YOSIDA**, Kenji FUKUYAMA**, Kimito FURUTA*

1 はじめに

カラマツヤツバキクイムシ (*Ips cembrae* Heer) はカラマツをはじめ、トウヒ、アカマツなどの樹皮下に穿入し、主として師部を食害する昆虫として知られている。カラマツ林の除間伐にともなつて立木被害が発生しやすく、たとえば1979年には北海道だけでも1,000 cm³をこえる枯損があらわれた(北海道森林昆虫談話会, 1980)。現在、拡大造林によるカラマツ林の多くが間伐期に入っているうえ、大面積一斉単純林であることから、間伐の方法、あるいは間伐材の処理のしかた次第では本種の広域にわたる発生が懸念される。

従来の知見によれば、成虫が穿入して母孔を形成するのは、胸高直径が7 cm以上で、高さ3 m前後以下の樹幹下部、すなわち樹皮厚が4~5 mm以上の部分に多い。とくに間伐の際の捨て切り材については、直径10 cm以上の丸太になると寄生率が飛躍的に増大するという(小泉・山口・秋田, 1971; 篠原, 1976)。いわゆる健全な木には寄生しないといわれることが多いが、本種が何らかの理由で衰弱し、放置しておいても枯れてしまうような木にのみ寄生するのか、あるいは、時がたてば回復する一時的な衰弱木にも寄生するのかといった点は十分に明らかにされないままに論じられてきたように思われる。

そこで、どのような条件下で寄生が成功するのかを明らかにするために、本種の接種実験を1982年に行ったところ、枝打ちや根切りなど供試木に処理を加えて接種した場合においても繁殖は成功しなかったが、供試虫によって作られた孔道の長さは接種頭数の違いによって異なることがわかった。しかも、それらの孔道の周囲には茶褐色の変色部が見られた。それをもとに、1983年には接種頭数を高めた場合の影響、および茶褐色の変色部について、その生成原因や時間的変化を解明するための実験を行った。以下、1982年の実験を実験I、1983年の実験を実験IIと呼び、その内容をここに報告する。

2 方 法

1) 実 験 I

供試木として、札幌市豊平区羊ヶ丘、林業試験場北海道支場構内の10年生のカラマツ造林地において、外見的に正常な生立木(DBH, 8~13 cm) 84本を選び、以下のような実験を行った。

まず、木の衰弱と本種の寄生の関連性を明らかにするため、1982年8月9日から11日までの

* 東京大学農学部林学科
Department of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Tokyo.

** 農林水産省林業試験場北海道支場
Hokkaido Branch, Forestry and Forest Products Research Institute.

間に次の2種類の処理を供試木に施した。(a) 枝打ち：供試木の樹冠部分を円錐形と見なし、樹高および生枝下高をもとに樹冠表面積の70%を除去できるように下から順に枝打ちを行った(29本)。(b) 根切り：この造林地のカラマツの根が地表から30cmまでの深さに存在することから、樹冠の半径の1/2のところまで深さ30cmまで根切りを行った(28本)。以上の2処理の対照実験として、次の2種類の処理区を設けた。(c) 無処理生立木：(27本)。(d) 伐倒玉切り丸太：丸太を2本横に並べた上に1mに玉切った丸太16本をかけ渡すように並べた。以上、いずれの供試木にも縦34cmの金網を幹を一まわりするように巻きつけ、上下を針金で締めて、その中にカラマツヤツバキクイムシを接種した。

接種頭数は10頭、20頭、60頭とし、さらに供試木が自然枯死する場合を考えて0頭の対照区を作った。この際、雌雄の区別は行わなかった。それぞれの供試木の胸高直径を測っておき、後に林他(1971)にしたがって数量化理論I類で解析する際のアイテムの一つとし、寄主の径級の違いによる寄生への影響をみた。供試虫は苫小牧市の民有林の枯死木から採集して使用した。すなわち、樹皮をはいで成虫を集め、スクリュー管に入れて15°Cの恒温室に1日保管したものである。接種は1982年8月17日に行い、同年11月に外観的な変化を観察した後に伐倒し、樹皮下の繁殖状態や供試木の状態を調査した。

2) 実験 II

カラマツヤツバキクイムシの接種頭数とカラマツの反応を中心に、本種の加害性を検討する実験を、実験Iと同じカラマツ造林地において行った。実験IIは以下の二つの実験に大別される。

a) 高密度接種

20頭および500頭の成虫を接種した。20頭は4本に、500頭は1本に接種した。接種のために使用した金網は縦15cmで、実験Iに使用した金網あたりの個体数に換算すれば、それぞれ45頭および1133頭に相当する。接種は1983年5月24~25日に行い、8月に伐倒して調査した。5月24~25日には、このほかの2本のカラマツに50頭と500頭ずつ接種し、これらの接種木には同年8月12日にそれぞれ480頭を再接種した。伐倒による調査は同年11月に行った。

b) 斑紋の生成とその時間的变化

穿入孔や孔道の周囲に茶褐色の変色が認められるので、その生成原因を知るため1983年5月に20頭接種した上述の4本の供試木のほか、同じ日に各20頭ずつ接種した別の3本と、100頭接種した1本に生じた斑紋の状態を同年8月と11月に調査した。

斑紋の形成が本種の穿入による生物的な刺激に反応したものか、あるいは穿孔による物理的な作用に反応したものなのかを検証するため、1983年8月に直径4mmの穴を樹幹部にドリルであけた。その際、穴の深さは本種による穿入孔に似せるため、形成層にドリルの先端がふれたところまでにした。穴は樹幹の周りに沿ってあけ、間隔は供試虫による斑紋の平均の幅を考慮して、2.4cm、1.2cm、0.6cmの3段階とし、それぞれに5本ずつ供試木を用意した。同年11月16~24日に伐倒調査を行った。

3 結 果

1) 実験 I

枝打ち、根切りの各処理木と無処理木に1982年8月に接種した例では、同年11月までに枯

表-1 接種されたカラマツヤツバキクイムシによって作られた孔道の平均長 (cm)

Table 1. Average length (cm) of galleries made by *Ips cembrae* inoculated into *Larix leptolepis*.

Treatments on trees	D. B. H. (cm)	No. of beetles inoculated		
		10	20	60
70% Pruning	8~ 9	—	—	1.29
	10~11	0.80	1.10	1.35
	12~13	0.54	—	—
Root cutting	8~ 9	—	1.12	—
	10~11	0.90	1.38	0.50
	12~13	0.69	—	1.10
Intact	8~ 9	—	—	1.28
	10~11	0.96	0.84	1.31
	12~13	—	—	—
Cross cutting	8~ 9	2.87	2.69	3.38
	10~11	1.47	2.73	3.53
	12~13	3.32	2.50	1.63

表-2 供試木の処理と孔道の長さ (cm) に対して数量化理論 I 類を用いた結果

Table 2. Results of multivariate analysis for the length (cm) of galleries made by inoculated *Ips cembrae*. (Statistic values were calculated with the lower equation and the lengths of galleries shown in Table 1)

	$L = X + Y + Z + 0.66$ (cm)	statistic values
X: D. B. H. class	8~ 9	0.40
	10~11	0.16
	12~13	0.00
Y: No. inoculated	10	0.00
	20	0.16
	60	0.26
Z: Treatments	Intact	0.05
	70% Pruning	0.04
	Root cutting	0.00
	Cross cutting	1.69

損したものはなかった。しかし、カラマツヤツバキクイムシの穿入孔からヤニが流出し、接種のために使用した金網の底部に固まっていた。ヤニの厚さは0.5ないし1.0 cmで、ヤニの内部には供試虫の死体が多く見られたが、樹皮下でヤニにまかれて死亡していた例は少なかった。

1982年11月に供試木の内38本を伐倒し、剥皮調査したところ、供試虫によって作られた孔道は、いずれもヤニによってその全部、もしくは一部がつぶされており、交尾室・産卵痕が備わった正常な母孔はなかった(写真-1)。一方、玉切り丸太ではヤニがしみ出ている例は少なく、産卵痕の認められたものも2例あったが、それ以外の多くは交尾室・産卵痕のない不完全な母孔であった。表-1に各条件下での供試木に作られた孔道の平均長を示した。これらのデータを数量化I類で解析した結果(表-2)によれば、孔道の長さの違いは、処理の違いよりも接種頭数の違いにでており、接種頭数が多くなれば平均孔道長が長くなることがわかる。無処理、枝打ち、根切

表-3 カラマツヤツバキクイムシを接種したカラマツに形成された1接種部位あたり穿入孔数, 平均孔道長, 斑紋数および平均面積

Table 3. Reaction zones of *Larix leptolepis* in response to the entrance of *Ips cembrae* inoculated with different numbers. (Inoculation: May 1983, Observation: August 1983)

No. of beetles inoculated	No. of entrance holes per ca. 450 cm ²	Ave. length of galleries (cm)	No. of reaction zone per ca. 450 cm ²	Ave. area of reaction zone (cm ²)
20	12.6	1.55	8.0	2.87
500	60	1.03	30	10.67

りの各処理間には孔道長に関して有意な差は認められず, 70%の枝打ちや根切りなどの処理は結果として供試木にそれほど大きな影響を与えなかったと判断される。玉切り丸太の平均孔道長は1.63~3.55 cmで, 他の処理木よりも孔道は長かったが, 自然状態での平均的な孔道長がおよそ15 cmほどであるのと比較してはるかに短いものであった。なお, 胸高直径と孔道の長さの関係では, 自然状態での寄生に関する報告(篠原, 1976)とは異なり, 直径が小さい木ほど長い孔道が形成されていた。

生立木に接種した場合, 穿入孔と孔道の周囲に濃い茶褐色の縁をもった変色が生じていた。変色部の大きさは孔道の長さによって異なるが, だいたい垂直方向が孔道の長さの1.2倍程度, 水平方向が孔道の幅の2倍程度の長楕円形である(写真-1)。またそれらの変色部の中には, 材部にまで淡い茶褐色の変色が広がっているものもあった。以下, この茶褐色の変色を斑紋と称することにする。

2) 実験 II

a) 高密度接種

1983年5月の接種木には同年11月までに枯損したものはなかった。実験Iの場合と同様, 穿入孔からヤニが流出していた。伐倒して剥皮したところ, 不完全な母孔の全部, もしくは一部がヤニによってふさがれていて, 通常見られる完全な母孔はなかった。

500頭接種した供試木と20頭接種した供試木5本とを同年8月に伐倒して内部の状況を観察したところ, すべての孔道はヤニにふさがれていた。穿入孔数と斑紋面積では500頭接種木が高い値を示したが, 平均孔道長にはそうした傾向は認められなかった(表-3)。これは, 500頭接種木の孔道は相互に接近して作られたために, 相互に接触した短い孔道が数多くあったためである。

1983年5月に接種したのち, 同年8月に再接種した2本の供試木を同年11月に調査したところ, 金網の上部にヤニの見られない穿入孔が多数集中していた。しかも通常, 本種の穿入が成功した際に見られるものと同様のフラスが多量に樹皮上に付着しており, 外見的には自然状態で寄生されたものと同様な症状を呈していた。韌皮部は孔道が多数つながって空洞状になっており, 孔道の内部のところどころに木屑状のものが集積していた。孔道内は湿ってはいたが, ヤニによってつぶされてはいなかった。ただ, 交尾室・産卵痕は認められなかった。材部には青変が広い面積にわたって広がっており(写真-2), 材の深い部分にまで黒色の変色がくさび型に生じていた。樹皮の外側には黒色の腐朽菌が半径1.5 cmの円状に付着しているのが認められた(写

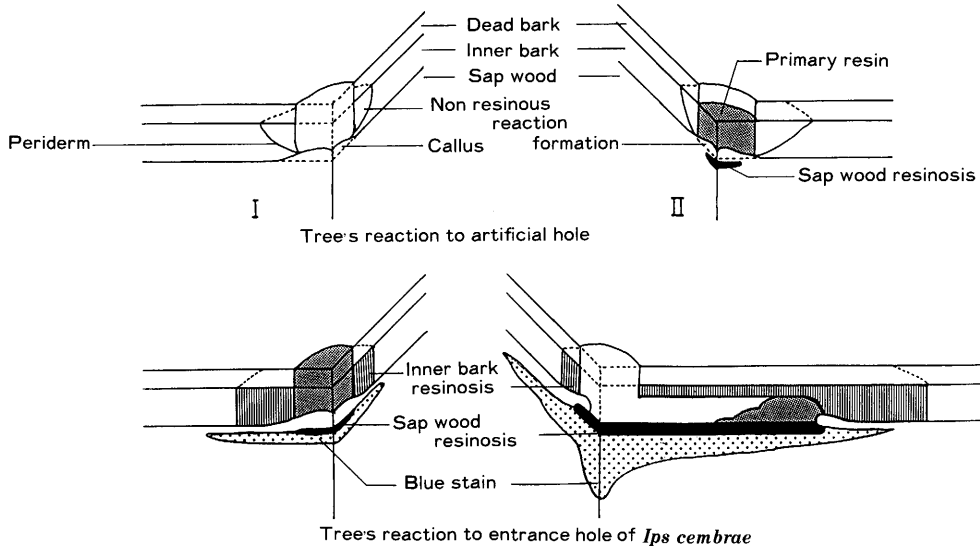


図-1 カラマツヤツバキクイムシの穿孔とドリルによる穿孔に対するカラマツの反応の違い

Fig. 1. Representation of the difference in the reactions of *Larix leptolepis* to entrance hole of *Ips cembrae* and artificially made hole.

表-4 ドリルによる穿孔に対して褐色の変色を示した割合

Table 4. Percentages of artificial holes, made by drilling through bark and phloem, surrounded by reaction zone.

Distance between artificial holes (cm)	No. of artificial holes made	No. of holes with reaction zone	%
2.4	11	3	27.2
	12	2	16.7
1.2	24	10	41.7
	19	5	26.3
0.6	41	0	0
	43	0	0

真-3)。

b) 斑紋の形成原因

1983年8月にドリルで穿孔した実験では、穴の周囲の変化を二つに大別することができた。その一つは周皮が形成され、粗皮化していく過程に似た淡褐色の変色である。これは比較的上層だけに見られた。もう一方は、供試虫によってできた斑紋に似た茶褐色で濃い緑をもった深い場所をも含む変色である。これらは肉眼で明確に区別でき、その構造は図-1のようにモデル化できる。

表-4におおのの供試木について、ドリル穿孔による変色部の数を示し、その比較のため、同年5月に接種して8月に伐倒調査した供試木での穿入孔数と斑紋数を表-5に示す。これらによれば、ドリル穿孔によって茶褐色の変色が生じる割合は接種の場合よりも低く、とくにドリルで

表-5 カラマツヤツバキクイムシの穿入孔に対してカラマツが斑紋を形成した割合
Table 5. Percentages of entrance holes of *Ips cembrae* surrounded by reaction zone.
(Inoculation: May).

Month	No. of beetles inoculated	No. of entrance holes	No. of reaction zones	%
Aug.	20	7	5	71.4
	20	15	12	80.0
	20	8	5	62.5
	20	9	6	66.7
Nov.	20	3	3	100
	20	5	5	100
	20	5	4	80.0
	100	11	11	100

表-6 カラマツヤツバキクイムシを接種した供試木に形成された孔道と斑紋の時間的変化
Table 6. Change of the parameters of the reaction zones found around the galleries of inoculated *Ips cembrae* from August to November of the same year (Inoculation: May).

	Aug.		Nov.	
	\bar{X}	S. D.	\bar{X}	S. D.
Ave. area of reaction zones (cm ²)	3.20	4.98	1.92	2.29
Ave. area of galleries (cm ²)	0.68	1.32	0.39	0.58
Ave. vertical length of reaction zones (cm)	2.81	2.71	2.17	1.89
Ave. horizontal length of reaction zones (cm)	1.19	0.59	1.09	0.51
Ave. vertical length of galleries (cm)	1.45	2.00	0.94	1.38
Ave. horizontal length of galleries (cm)	0.54	0.44	0.46	0.24

の穿孔間隔が 0.6 cm であった 2 本には全く変色したものはなかった。なお、ドリルによる穿孔によってできた斑紋については、くさび型の黒色の変色が生じている例は見られなかった。

c) 斑紋の時間的変化

1983年5月に20頭ずつ接種した供試木を、同年8月と11月にそれぞれ5本と4本伐倒し、斑紋の時間的変化を見た。その際、供試木にできた斑紋と孔道をトレーシングペーパーに写しとった後、まず単一の孔道による斑紋を対象として、斑紋と孔道のそれぞれの縦、横の長さ、面積をプランメーター等で計測した。それらの結果をまとめて表-6に示し、斑紋面積については図-2にヒストグラムを示した。それによれば、いずれの平均値も8月よりも11月の調査時の方が小さくなっており、とくに斑紋面積についてはかなり小さくなっているように思われるが、偏差が大きいため、有意差の検出は困難であった。

11月の調査において斑紋の平面や断面を観察したところ、孔道による斑紋については、カールの巻き込みによる癒傷作用で材部まで達していた傷害部は被覆され、同時に斑紋は材から遊離した形で、上層の粗皮部へ押し上げられていくことがわかった(写真-4)。しかし、8月から11月という短期間では、その作用がはっきりと面積の差に結びつかなかったものと思われる。おそらく、さらに長い時間がたてば、単一の孔道による比較的小さい斑紋は傷害周皮を形成することに

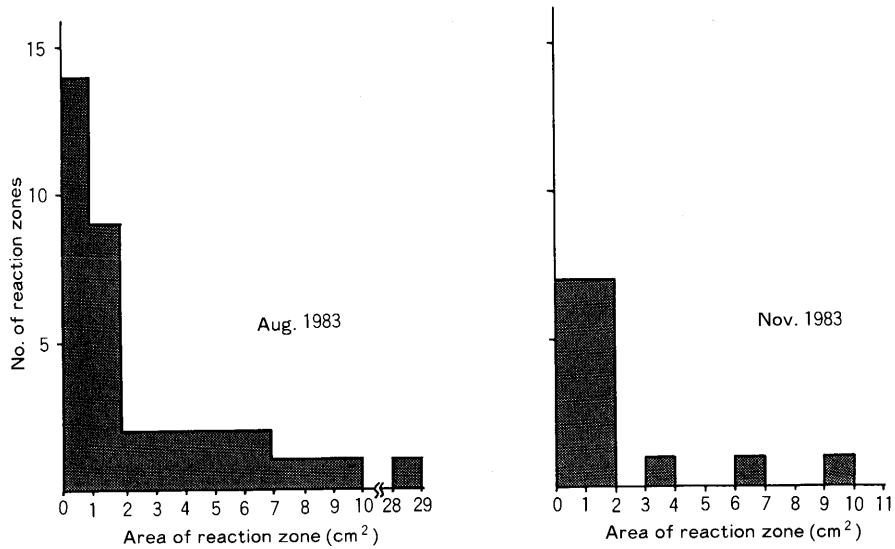


図-2 5月に接種したカラマツヤツバキクイムシの穿孔にともなう斑紋の同年8月と11月における面積
 Fig. 2. Histogram of the area of reaction zone of *Larix leptolepis* against boring of *Ips cembrae* inoculated in May, and observed in August and November of the same year.

表-7 単一の孔道による斑紋と複数の孔道による斑紋との平均面積の違い

Table 7. Areas of *Larix leptolepis* reaction zones found around single gallery and two or more galleries formed closely.

Month	Classification	No. of galleries	Area of Reaction zone (cm ²)
Aug.	Reaction zone (single gallery)	1.0	3.20
	Reaction zone (2 or more galleries)	3.4	30.92
Nov.	Reaction zone (single gallery)	1.0	1.92
	Reaction zone (2 or more galleries)	2.7	14.00

より材から離れ、治癒するものと思われる。他方、カルスによって巻き込まれた材の傷害部は、材の中にヤニがたまっていた状態で存在し、11月の伐倒調査でも、一度カルスによる被覆で治癒した材部をさらに削ってみると、材に埋もれたヤニだまりが数例見つかった(写真-5)。

複数の孔道が近接することによって生じる比較的大きな斑紋は、単一の孔道による斑紋と比較して平均面積が大きいために(表-7)、11月の伐倒調査でも材の傷害部に対してカルスの形成による被覆はほとんど起きていなかった。

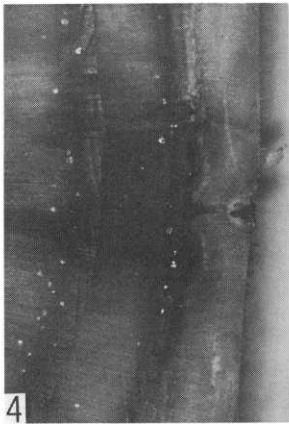
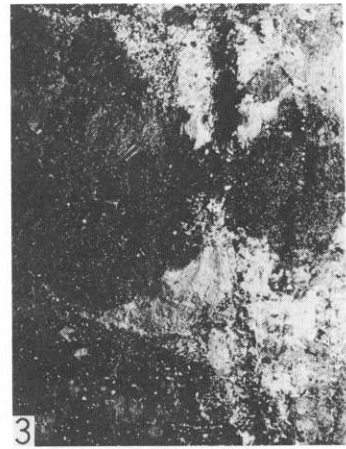


写真-1 接種されたカラマツヤツバキクイムシによって作られた孔道とその周辺に生じた変色
Photo 1. Galleries made by inoculated *Ips cembrae* and color change of the phloem.

写真-2 供試虫を接種したカラマツの材部に見られた青変
Photo 2. Blue stain spreading over sapwood of *Larix leptolepis*.

写真-3 500頭接種した場合に樹皮上に認められた腐朽菌
Photo 3. Decay fungi appeared on the bark of of *Larix leptolepis* inoculated with 500 *Ips cembrae*.

写真-4 カラマツヤツバキクイムシによる孔道に対して生じたカルス
Photo 4. Callus formation against a gallery made by inoculated *Ips cembrae*.

写真-5 カルスの下に認められたヤニだまり
Photo 5. Gallery filled with resin under newly formed callús.

表-8 カラマツヤツバキクイムシを接種したカラマツに形成された穿入孔数
Table 8. No. of entrance holes made by inoculated *Ips cembrae* per ca. 1000 cm².

Treatments for trees	No. of beetles inoculated		
	10	20	60
Intact	12.0	28.4	69.0
Root cutting	12.4	24.5	6.0
70% pruning	16.7	27.0	46.0
Cross cutting	10.0	19.0	42.5

4 考 察

実験 I で接種頭数を変えて接種した供試木間には孔道の長さの違いに明瞭な差が生じた。接種頭数の少ない供試木には穿孔を途中で放棄したと思われる縦方向の穿入孔のみに終わっているものが多く観察された (図-1; III)。接種頭数をふやせば比較的狭い場所に複数の個体が孔道を作り始める確率が高くなり、1頭で穿孔を始めるよりも好適な条件下で穿孔を始めることができたことによるとみるのが妥当であろう。

今回の実験によれば、1回限りの接種ではほぼすべての孔道がヤニによってふさがれ、産卵痕もなかったことから、生立木に対する本種の加害性は一応否定されるように思われるが、イニシャル・アタックによる穿入孔の形成は、それだけで師部組織に斑紋を作り、時として材にまで傷害を与える。接種頭数が増えれば健全木でも穿入孔数は増えるので (表-8)、何等かの理由で本種の密度が高まった場合、攻撃を受けた生立木に孔道が形成され、それに伴って斑紋や傷害部が形成されることが予想される。

ドリル穿孔では斑紋状の変色が生じる割合が低いことは、カラマツヤツバキクイムシが飛来し、穿孔した際に形成される斑紋は物理的な傷害によるものとするよりも、むしろ穿孔行動の際の化学的的刺激や、あるいは昆虫に付着する菌類の存在、またそれらを含めて刺激に対する樹木の生物学的な反応が原因となっているのではないかということを示している。

穿孔虫による樹皮下の変色は従来クイムシと青変菌の侵入に対する樹木の生理的な反応として研究されてきた (MOLNER, 1965; REID et al., 1967; BERRYMAN, 1969; CHRISTIANSEN and HORNTVEDT, 1983)。この反応は樹脂による傷害部の殺菌効果に加えて、過敏感反応による寄生部分のふうじこめ、さらには傷害周皮の形成による傷害部の被覆という一連の過程として考えられている (BERRYMAN, 1972; HAIN et al., 1983)。過敏感細胞死が、実質的に菌の侵入に際して、その拡大を抑制する効果があるかどうかについては現在議論の分かれるところで、CHRISTIANSEN and HORNTVEDT (1983) は、それらの反応が青変菌を抑制し、時として致命的な影響を与えているし、また BERRYMAN (1969) は、抵抗性の木はその反応部分がきわめて明瞭であるのに対し、感受性の高い木ではそれらの反応が欠けていたり、はっきりしないことを報告している。

マツの青変菌やニレの立枯病菌はクイムシが媒介者であるといわれている (千葉, 1975)。矢沢 (1956) はヤツバキクイムシがエゾマツ青変菌病の媒介昆虫となっているという。また、我が国の青変菌がほとんど昆虫伝播性であることからみて、カラマツヤツバキクイが青変菌の媒介

昆虫となっている可能性は高いのではないかと思われる。今回は青変菌の培養や同定は行わなかったが、接種を行った供試木の材部に高い割合で青変がみられたことは、本種のカラマツに対する寄生メカニズムに青変菌が関与していることが十分にうかがわれる。

複数の孔道による斑紋は単一の孔道により生じる斑紋より大きくなる傾向がある。その広い傷害部が治癒するには相当の時間がかかることが予想されるが、そのことは傷害部が樹木の生理状態により大きな影響を与えることになるだけでなく、その間に他の微生物が侵入する危険性を高めることにもなる。ここで問題となるのは、野外での本種のイニシャル・アタックの際にはたして複数の孔道が近くに集まるようなかたちで穿入孔が分布するかどうかである。古田他(1985)によれば、本種の近縁種であるヤツバククイムシの穿入孔は穿入密度が低い場合に集中分布し、密度が高くなると一様分布している。従来、クイムシと寄主の間の寄生のメカニズムを考えるうえで一つの課題となっていたことに、樹木の反応の多様性がある。同種の樹木であっても、環境や遺伝的な要因によって傷害に対する反応は異なるだけでなく、同一の個体であっても傷害を受けた場所によって異なった反応を示すという(BERRYMAN, 1969; RAFFA and BERRYMAN, 1983)。今回の実験でも孔道の長さに変異があったが、これは供試木の供試虫に対する反応の多様性が一つの原因になっていると考えられる。このように、樹木の反応には同一の個体でも部位による多様性があるので、本種についてもそれに対応するかたちで、樹体の特定の部位に穿入し、複数の孔道を形成することが可能であると考えられよう。

再接種処理を行った供試木2本が、いずれもその他の接種実験区とは異なった反応を示したが、これについてはその接種時期や樹体の生理状態などを含めた吟味が必要である。一つの考えかたとして、2度にわたった接種が互いに相乗的な影響を供試木に与えたことにより、供試木の極度の衰弱が起こったとする考えかたである。これは、本種の発生ピークが1年に2度あることから、健全木に対する本種の加害性を考える上できわめて示唆に富む考えかたである。しかし、問題点としては、1回目の接種頭数の違いにも拘わらず同じ反応が見られたこと、また実験Iでは処理木と無処理木の孔道長に差がなかったことなどから判断して、1回目の接種が供試木に与えた影響を接種頭数によらない何か別の生物的なものであった考えざるを得ないことである。第二の考えかたとして、2回目の接種(480頭)が、供試木に対して影響を与えたとする考えかたがある。一般に知られているとおり、材の早材の晩材とではその化学的な諸性質が大きく異なるので、この再接種実験の結果を春に500頭接種したものと単純に比較することによって、2回の接種による影響と結論することはできない。接種時期の問題について、1982年8月の接種頭数と穿入孔数(表-8)および、1983年5月の接種による接種頭数と穿入孔数(表-3)から、季節により供試木の生育速度や供試虫の活動レベルが異なることなどが、接種頭数に対する穿入孔数の割合の違いとして現れている解釈ができる。これについて、樹皮中の極性をもたない物質が穿孔行動の開始を引き起こすことが*Pinus contorta-Dendroctonus ponderosae*について報告されているが(RAFFA and BERRYMAN, 1982)、そのような寄主に含まれる化学物質などの季節的な変動も考えられる。これらのことから、第二の考えかたは最初の考えかたでの問題点を説明することができるものであるといえよう。いずれにしろ、今回の再接種実験において健全であった木が外観的にも明らかな極度の衰弱ともいえる状態を呈したことは、集中して形成された孔道と広い面積におよぶ斑紋で表されるような高密度な寄生によって、カラマツが枯死する可能性があることを示したものと判断される。

5 摘 要

カラマツヤツバキクイムシを生立木に接種し、その反応をみた。供試木に枝打ちや根切り処理を加えて接種した場合と、接種頭数を変えた場合のどちらにおいても繁殖は成功しなかった。また、供試虫によってつくられた孔道の長さは枝打ちや根切り処理では無処理の場合と差はなかったが、接種頭数の多い方が少ないものより長かった。

生立木に接種した場合は、作られた孔道にはヤニがたまっていたが、その周囲は茶褐色に変色し、材には青変がみられた。春と夏の2度接種した木では、孔道は相互につながり、ヤニのない乾燥した穿入孔が形成された。材には青変が広い範囲にわたって拡がっており、樹皮の外側には黒色の腐朽菌が付着していた。ドリルで穴をあけただけでは茶褐色の変色はほとんどみられず、また青変もまれにしか認められなかった。本種の寄生メカニズムにおいても、すでに他種に関して報告されているような青変菌の関与を示唆するものといえよう。

単一の孔道ではカルスの形成によって孔道は被覆されるが、いくつもの孔道が近接していると、茶褐色の変色部が大きくなり、カルスの形成による被覆は接種後6か月たってもみられなかった。

6 謝 辞

本論文を作成するにあたり、ご指導いただいた東京大学農学部立花観二教授に深く感謝いたします。また、実験を行うにあたり、林業試験場北海道支場の各位には多大のご援助をお願いした。とくに、同昆虫研究室小泉力氏にはカラマツヤツバキクイムシについて、また同樹病研究室佐々木克彦氏には青変菌についてご教示をいただいた。これらの方々には厚くお礼申し上げます。

引 用 文 献

- BERRYMAN, A. A. 1969: Responses of *Abies grandis* to attack by *Scolytus ventralis* (Coleoptera: Scolytidae). *Can. Ent.* **101**: 1033-1041.
- BERRYMAN, A. A. 1972: Resistance of conifers to invasion by bark beetle-fungus associations. *BioScience* **22**: 598-602.
- 千葉 修 1975: 改訂 樹病学, 地球社, 240pp.
- CHRISTIANSEN, E. & R. HORNTVEDT 1983: Combined Ips/Ceratocystis attack on Norway spruce, and defensive mechanisms of the trees. *Z. ang. Ent.* **96**: 110-118.
- 古田公人, 高橋郁雄, 安藤祥一, 井上 真 1985: ヤツバキクイムシ (*Ips typographus japonicus* Nijijima; Coleoptera) の風害後の繁殖と大量誘殺による枯損防止. *東大演報* **74**: 39-65.
- HAIN, F. P., W. D. MAWDY, S. P. COOK & F. H. ARTHUR 1983: Host conifer reaction to stem invasion. *Z. ang. Ent.* **96**: 247-256.
- 林知己夫, 樋口伊佐夫, 駒沢 勉 1971: 情報処理と統計数理, 産業図書.
- 北海道森林昆虫談話会 1980: 昭和54年度北海道に発生した森林害虫. *北方林業* **32**: 159-163.
- 小泉 力, 山口博昭, 秋田米治 1971: パイロットフォレストにおけるカラマツヤツバキクイムシの被害と枯損との関係. *林試北支年報* (1970): 140-146.
- MOLNAR, A. C. 1965: Pathogenic fungi associated with a bark beetle on Alpine. Fir. *Can. J. Botany* **43**: 563-570.
- RAFFA, K. F. & A. A. BERRYMAN 1982: Gustatory cues in the orientation of *Dendroctonus ponderosae* (Coleoptera: Scolytidae) to host trees. *Can. Ent.* **114**: 97-104.
- RAFFA, K. F. & A. A. BERRYMAN 1983: Physiological aspects of lodgepole pine wound responses to a fungal symbiont of the mountain pine beetle, *Dendroctonus ponderosae* (Coleoptera: Scolytidae). *Can. Ent.* **115**: 723-734.

REID, R. W., H. S. WHITNEY & J. A. WATSON 1967: Reactions of lodgepole pine attack by *Dendroctonus ponderosae* Hopkins and blue stain fungi. Can. J. Botany 45: 1115-1126.

篠原 均 1976: カラマツ間伐林とカラマツヤツバキクイムシの繁殖について. 北方林業 28: 12-14.

矢沢亀吉 1956: 樺太の風害と北海道の風害にたいする所感. 第66回日林講 12-16.

(1986年12月25日受理)

Summary

Ips cembrae attacks and kills Japanese larch. It is usually said that this insect prefers hosts that have been severely damaged, and does not bore into vigorously growing trees. To ascertain this, the relationship between attacks of *I. cembrae* and the response of larch trees was observed.

Healthy standing larch trees were treated to weaken in following two ways; (1) removal of 70% foliage, (2) partial root cut along the circle of half the canopy diameter. After about one week the beetles of certain numbers were released inside the wire net cages on the treated tree trunk. Number of released were 10, 20 or 60 in each treatment including controls. These treatments were carried in 1982.

The beetles made galleries under bark of the trees. Though, most galleries were soaked with resin (Photo 1), and the phloem tissue around the galleries became dark-brown (Photo 2). This area of color change is called a reaction zone in this paper.

In 1983, another experiment was done; wire nets of 15 cm long were winded around the trunks of standing trees and 50 or 500 beetles were inoculated in May, and then 480 beetles were inoculated additionally in November. No treatment on foliage or root was done this year. In this experiment, some galleries were not soaked with resin. Reaction zone became large as a whole, and blue-stain spreaded under the bark (Photo 3). When small holes like entrance holes were made artificially by drilling through bark, color change in phloem was found with much lower rates (Tables 4, 5), and no blue-stain spreaded under the bark. Beetles seemed to have accompanied the color change of phloem and the spreading of blue-stain. When a gallery was made solitary under bark, it became to be covered with callus in about several months (Photo 5). However, when several galleries were made closely, callus did not cover them still in November of the same year.