

スギカミキリの被害とその防除法に関する研究

II. スギカミキリ幼虫の発育におよぼす食餌質の影響

林 親生*・橋詰隼人**・近藤芳五郎**

昭和61年5月31日受付

Studies on the Damage of Sugi Bark Borers and its Prevention

II. Effect of Feed Quality on the Development of Larvae of Bark Borers

Chikao HAYASHI*, Hayato HASHIZUME** and Yoshigoro KONDO**

Larvae of Sugi bark borers (*Semanotus japonica*) were inoculated in a short-cut wood segment of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparises obtusa* and the effect of different feed quality on the development of larvae was compared. Further, the larvae were reared with synthesized artificial feeds containing the crude resin which was extracted from the inner bark of *Cr. japonica*, and the effect of crude resin on the development of larvae was examined.

When larvae were reared in a short-cut wood segment with the bark, there was a tendency that the percentage of death of immature larvae was higher in wood segments of *Ch. obtusa* than in those of *Cr. japonica*. However, the body-weight of larvae was heavier conversely in wood segments of *Ch. obtusa*.

From the result of rearing test with artificial feeds, it is proved that the crude resin extracts from *Cr. japonica* inhibit the development of larvae. When the resin extracts corresponding to threefold of amount contained in the bark were eaten, almost all the larvae died after 130 days. The artificial feed containing the outer bark of *Cr. japonica* seems to inhibit the development of larvae and to increase the percentage of death.

緒 言

スギカミキリはスギ、ヒノキ、サワラなどの生立木に侵入し材部を食害するが、被害の発生状況や食害様式はスギとヒノキとで著しく異なる。一般に被害はスギ林に

多く発生し、ヒノキ林には少ない¹⁾。また幼虫の食害様式に違いがみられ、スギでは材の繊維方向に平行に(縦食)、ヒノキでは繊維方向に直角に(横食)食害する傾向が強い²⁾。スギの在来品種や精英樹クローン集植所での調査によると、品種によって被害状況に著しく差がみられ、感受

* 鳥取県八頭地方農林振興局

Yazu District Agriculture and Forest Office, Tottori Prefecture

** 鳥取大学農学部林学科造林学研究室

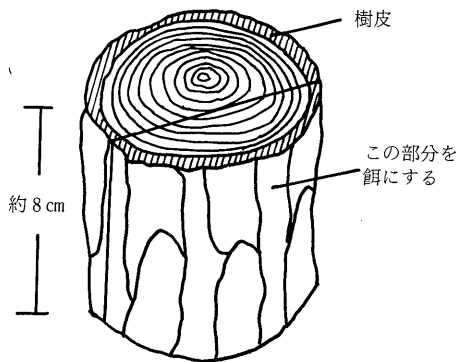
Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Tottori University

性品種と抵抗性品種が分類されている。¹⁰⁾ 感受性品種は傷害による樹脂の分泌が少なく、抵抗性品種は樹脂の分泌量が多くて、幼虫が内樹皮から辺材部に侵入すると樹脂にとりかこまれて死亡することなどが報告されている。^{5,12)} スギとヒノキに対する食害様式の違い、樹脂による幼虫の死亡など多くの疑問点があり、これらの疑問に答えるために、食餌質がスギカミキリの幼虫の発育にどのような影響をおよぼすか、幼虫の人工飼育試験を行って調べた。

材料と方法

1. 木材片による幼虫の飼育試験

1) 供試木材片 供試木材片は井上の方法¹⁾によって、10～15年生のスギとヒノキの丸太から、地上高1 mごとに、地上7 mまで採取して作成した(第1図)。これ



第1図 皮つき木材片の作成

らの木材片はビニール袋に入れて、給餌するまで5°Cの冷蔵庫に貯蔵した。

2) 供試幼虫 1984年の春、スギの被害木から脱出してきたスギカミキリの成虫を寒冷紗のネットをかけたスギ、ヒノキの丸太に強制的に産卵させ、同年6月にこれらの丸太の樹皮を剥皮して食入中の幼虫を採取し、秤量後実験に用いた。供試幼虫の接種時生体重は31～78mg、平均53mgであった。

3) 接種方法 井上の方法¹⁾に従った。皮つき木材片の中央部を繊維方向に、幼虫がちょうど収まる程度の小室を形成層の所まで切り取って作り、幼虫を接種した。接種後は樹皮で蓋をして、ガムテープで固定した。接種済み木材片は直径10cm、容量500mlのポリエチレン丸カップに収め、20°C暗黒の恒温器に入れた。木材片は10日毎に交換した。

4) 測定項目 木材片の交換時に幼虫の個体重、脱糞量、摂食面積、摂食深を測定した。脱糞量は、24時間、100°Cで絶乾して求めた。摂食面積は、食痕をトレースし、プランメーターで面積を求めた。摂食深は、最大と最小を測定し、平均摂食深に面積を乗じて摂食量とした。

5) 試験区の設定 試験区はスギ木材片5区、ヒノキ木材片5区で、供試幼虫は1区10頭ずつ(地上～1 m区と1～2 m区はスギふ化幼虫とヒノキふ化幼虫を5頭ずつ、地上2～4 m、4～6 m、6～7 m区はスギふ化幼虫10頭ずつ使用する)、合計100頭である。

2. 樹脂抽出物を含む人工飼料による飼育試験

1) 人工飼料の組成 人工飼料の組成は山田¹³⁾の方法

第1表 スギカミキリ人工飼料組成表

メタノール抽出済み乾燥木粉 (スギ・ヒノキ、内樹皮、外樹皮)	100.0 g
サッカロース	20.0 g
寒天培地	20.0 g
乾燥酵母	12.5 g
安息香酸ナトリウム	2.0 g
1N-H ₂ SO ₄	10.0 g
蒸留水	500.0 ml

に従った(第1表)。供試木粉は、16年生スギ(品種不明)、13年生ボカスギ及び27年生ヒノキを伐倒して内樹皮を採取した。内樹皮は乾燥後粉碎机で粉末にしてメタノールで4～5時間煮沸抽出し、吸引ろ過して木粉とメタノール抽出物に分けた。木粉は水洗後105°Cで24時間乾燥して人工飼料に用いた。メタノール抽出物はロータリーエバポレーターで減圧濃縮し、樹脂状の抽出物(以下抽出樹脂質と呼ぶ)を得た。

2) 人工飼料調合法 乾燥木粉100 g、サッカロース20 g、寒天20 g、乾燥酵母12.5 g、蒸留水500 mlを2 lのビーカーに入れ、ウォーターバスで80°Cに加熱し、ゲル化後安息香酸ナトリウムを加えた。ゾル化後の処理は丹藤ら¹¹⁾の方法によった。すなわち、ゾル化した飼料をオートクレーブに移し、120°Cで20分間加圧滅菌した。これをクリーンベンチ内で90 ml容のプラカップに分注し、2～4時間乾燥させた。この際プラカップ間で水分状態が不均一にならないよう、分注、乾燥には特に注意した(高水分飼料は幼虫の初期死亡率を高め、カビの発生を招く)。

3) 供試幼虫及び接種方法 供試幼虫は、複数親から採取した卵を自然ふ化させ、ふ化直後の幼虫を用いた。これらのふ化幼虫はランダムに1カップ当たり10頭接種

した。接種方法は、固化した人工飼料の上に幼虫が収まるようなくぼみをピンセットで作成し、接種後上面を人工飼料で薄く覆った。接種の深さは2~3mm程度とした。接種は人工飼料作成3日後(5月15日)に行った。これらの操作はすべてクリーンベンチ内で行った。人工飼育は25°C恒温下で行った。

4) 試験区の設定 試験区は第2表のとおりで、a

第2表 スギカミキリ人工飼料の区分

試験区	乾燥木粉の種類	木粉量(g)	添加樹脂量(g)
a区	スギ内樹皮(抽出済み)	100	なし
b区	〃 (〃)	100	1.2(0.1倍区)
c区	〃 (〃)	100	20(2倍区)
d区	〃 (〃)	100	30(3倍区)
e区	ボカスギ(未抽出)	100	なし
f区	ヒノキ内樹皮(抽出済み)	100	—
g区	ヒノキ内樹皮(未抽出)	100	—
h区	スギ内樹皮・外樹皮(抽出済み)	各50	—
i区	スギ外樹皮(抽出済み)	100	—

~d区は樹脂抽出済みスギ内樹皮を用い、抽出樹脂質の量を変えて設定した。f~g区はヒノキ内樹皮を用い、h区はスギの外樹皮と内樹皮をそれぞれ50%ずつ加えて飼料をつくった。

結 果

1. スギとヒノキの皮付木材片におけるスギカミキリ幼虫の発育

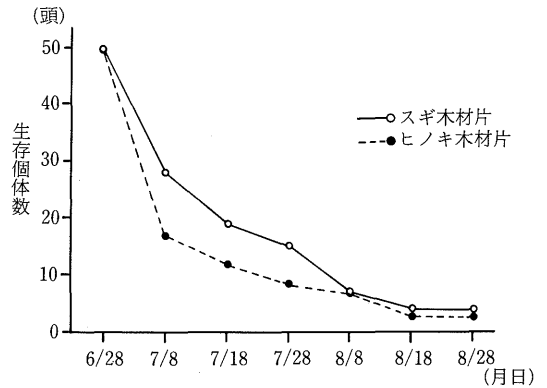
1) スギカミキリ幼虫の初期生存率

接種から10日後の生存率を第3表に示した。平均生存率はスギ木材片で56%、ヒノキ木材片では34%で、ヒノキの方が低かった。供試木材片の採取位置との関係についてみると、ヒノキ木材片の地上2~6mで生存率が極端に低下しているが、この原因は明らかでない。供試木材片と供試幼虫との関係についてみると、スギ木材片—スギふ化幼虫、スギ木材片—ヒノキふ化幼虫、ヒノキ木材片—ヒノキふ化幼虫の組み合わせでは平均生存率が60%程度であったが、ヒノキ木材片—スギふ化幼虫の組み合わせでは平均生存率が27.5%に低下している。しかし、この組み合わせでも地上~1m区と1~2m区では60%の生存率であり、スギふ化幼虫がヒノキ木材片で死亡率が本当に高いかどうかもう少しわしく研究してみる必要がある。

次に木材片における幼虫の死亡経過をみると(第2図)、

第3表 試験区別スギカミキリ幼虫の初期生存率(10日後:7月8日)

試験区	供試木材片		生存幼虫数				試験区 平均生存率 (%)
	樹種	地上高(m)	スギふ化幼虫(N)	(%)	ヒノキふ化幼虫(N)	(%)	
(a)	スギ	~1	2	40	2	40	40
(b)	スギ	1~2	2	40	4	80	60
(c)	スギ	2~4	8	80	—	—	80
(d)	スギ	4~6	4	40	—	—	40
(e)	スギ	6~7	6	60	—	—	60
計(平均生存率)			22	55	6	60	56
(f)	ヒノキ	~1	3	60	3	60	60
(g)	ヒノキ	1~2	3	60	3	60	60
(h)	ヒノキ	2~4	1	10	—	—	10
(i)	ヒノキ	4~6	0	0	—	—	0
(j)	ヒノキ	6~7	4	40	—	—	40
計(平均生存率)			11	27.5	6	60	34
全体(平均生存率)			33	41.3	12	60	45



第2図 スギとヒノキの木材片に接種したスギカミキリ幼虫の生存曲線

接種後急激に個体数が減少したが、特にヒノキ木材片では最初の10日間に個体数が激減した。これはスギふ化幼虫の死亡率が高かったためである。

2) 初期脱糞量・摂食率

接種後10日間の脱糞量(乾重量)を第4表に示した。平均脱糞量は、スギ木材片よりもヒノキ木材片の方が多く、またヒノキふ化幼虫よりもスギふ化幼虫の方が多い傾向がみられた。しかし、幼虫の摂食効率を平均脱糞量のみで判断するのは危険であり、相対的な摂取効率の目

第4表 試験区別スギカミキリ幼虫の脱糞量
(10日間：7月8日測定)

試験区	供試木材片		脱糞量 (乾重量)		平均脱糞量 (g)
	樹種	地上高 (m)	スギふ化幼虫 (g)	ヒノキふ化幼虫 (g)	
(a)	スギ	~1	0.240	0.223	0.234
(b)	スギ	1~2	0.209	0.187	0.196
(c)	スギ	2~4	0.326	—	0.326
(d)	スギ	4~6	0.215	—	0.215
(e)	スギ	6~7	0.203	—	0.203
計	(平均脱糞量)		0.251	0.168	0.231
(f)	ヒノキ	~1	0.270	0.293	0.280
(g)	ヒノキ	1~2	0.553	0.283	0.445
(h)	ヒノキ	2~4	0.130	—	0.130
(i)	ヒノキ	4~6	—	—	—
(j)	ヒノキ	6~7	無摂食	—	—
計	(平均脱糞量)		0.359	0.289	0.331
全体	(平均脱糞量)		0.286	0.228	0.269

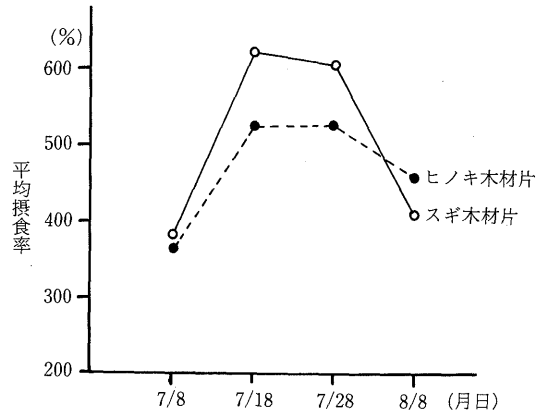
第5表 スギカミキリ幼虫の初期摂食率
(10日間：7月8日測定)

試験区	スギふ化幼虫 摂食率% (N)	ヒノキふ化幼虫 摂食率% (N)	摂食率平均% (N)計
(a)	373.4 (2)	462.1 (2)	417.8 (4)
(b)	259.1 (2)	315.2 (3)	292.8 (5)
(c)	439.2 (7)	—	439.2 (7)
(d)	367.3 (3)	—	367.3 (3)
(e)	350.4 (3)	—	350.4 (3)
平均	381.9 (17)	374.0 (5)	380.1 (22)
(f)	308.1 (3)	288.3 (3)	298.2 (6)
(g)	455.0 (3)	874.1 (1)	559.8 (3)
(h)	162.5 (1)	—	162.5 (1)
(i)	—	—	—
(j)	無摂食	—	—
平均	350.3 (17)	434.7 (4)	366.4 (21)
		全体	373.4 (21)

注：摂食率 = 期間脱糞量 (乾重) / 測定時生体重 × 100 (%)

安として、摂食率 (期間脱糞量 (乾重) / 測定時生体重 × 100 (%)) を算出した。その結果、スギ木材片で飼育した場合、スギふ化幼虫、ヒノキふ化幼虫とも摂食率に差は認められなかったが、ヒノキ木材片でスギふ化幼虫を飼育した場合には摂食率の低下がみられた (第5表)。

次に摂食率の経時的変化についてみると (第3図)、ス

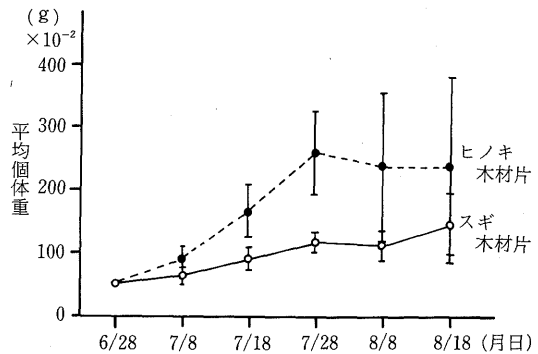


第3図 スギとヒノキの木材片におけるスギカミキリ幼虫の摂食率の経時的変化
(摂食率 = 期間脱糞量 (乾重) / 測定時生体重 × 100 (%))

ギ木材片では接種後約20日で摂食率が最大になり、以後急激に減少した。ヒノキ木材片では、スギ木材片ほど摂食率は増加しなかったが、摂食率の減少は緩やかで、接種40日後にはスギ木材片を上回った。

3) 幼虫の成長

木材片別スギカミキリ幼虫の個体重の経時的変化を第4図に示した。幼虫の個体重はヒノキ木材片で飼育したものがスギ木材片で飼育したものよりも重く、接種30日後に両者の差は最大になった。最終的に羽化したのは、スギ木材片では80頭中4頭、ヒノキ木材片では20頭中3頭であった。



第4図 スギとヒノキの木材片におけるスギカミキリ幼虫の個体重の経時的変化

4) 幼虫の食害様式

木材片における幼虫の食害痕は、スギでは繊維方向に(縦食)、ヒノキでは繊維方向に直角に(横食)食害する傾向がみられた。そこで幼虫の横方向への食害程度を横食率(横方向食害長/縦方向食害長)とし、飼育期間中に食害した木材片のすべてについてスギとヒノキ間の比較を行ったところ、スギでは0.77、ヒノキでは0.75という値がえられ、両者の間に大きな差は認められなかった。

2. 合成人工飼料におけるスギカミキリ幼虫の発育、特に樹脂抽出物の影響

1) 樹脂含有量

樹脂の含有量は樹種及び樹皮の種類によって差があった(第6表)。外樹皮よりも内樹皮に多く含まれており、またヒノキよりもスギでやや含有量が多いようであった。抽出実験の結果から樹皮乾重100g当たりの樹脂量を約10

gとみなして試験区を設定した(第2表参照)。

2) 初期生存率と個体重

接種30日後に恒温室からカップを取り出して幼虫の生存調査と個体重の測定を行った。これらの操作はクリーンベンチ内で行った。調査結果を第5図に示す。幼虫の初期死亡率についてみると、スギ内樹皮区では、対照区(未抽出木粉区)で最も死亡率が低く、樹脂の添加量が多くなるほど死亡率が高くなった。また樹脂無添加区では死亡率が86%と高い値を示したが、これはカビの発生のためである。スギ外樹皮区では、内樹皮添加区が無添加区よりも死亡率が低かった。ヒノキ内樹皮区では樹脂無添加区が対照区よりも死亡率が低く、スギ内樹皮区と逆の結果であった。

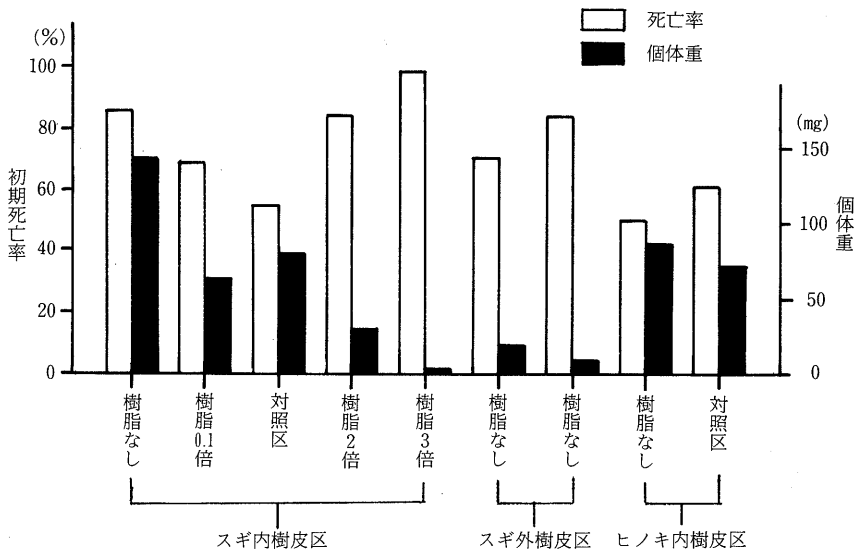
次に幼虫の個体重についてみると、スギ内樹皮区では樹脂無添加区で最も成長が良く、樹脂の添加量が増加するにつれて個体重が減少した。スギ外樹皮区では、幼虫の成長は著しく悪く、対照区の8分の1程度であった。

第6表 乾燥木粉100g当たり抽出樹脂量

樹皮の種類	樹脂量 (g)
スギ内樹皮	13.13
スギ外樹皮	6.47
ヒノキ内樹皮	11.80

第7表 初期生存幼虫の個体重の分散分析表

要因	自由度	平方和	平均平方	F検定
試験区間	7	0.201	0.209	18.69 > 5.7**
誤差	161	0.248	0.002	
全体	168	0.449		

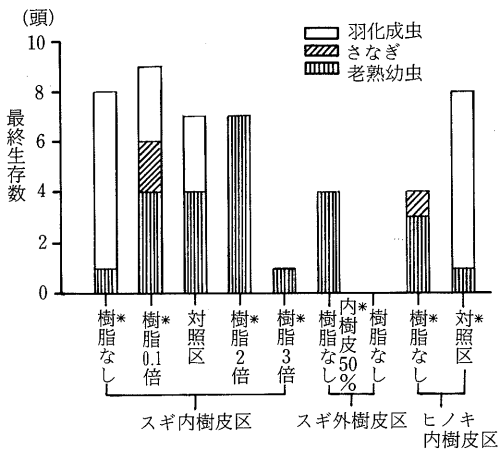


第5図 試験区別スギカミキリ幼虫の死亡率と個体重(接種30日後)(対照区には未抽出木粉を用いた)

ヒノキ内樹皮区でも、樹脂無添加区の方が対照区を上回った。幼虫の個体重について分散分析を行った結果、実験区間に有意差が認められた(第7表)。樹脂の添加は幼虫の成長を阻害するということが明らかになった。

3) 最終個体数と最終個体重

第1回目の測定から100日後の9月下旬にすべてのカップを取り出して生存状態を調査した。ほとんどのカップで幼虫は消失し、1カップ当たり1頭前後になっていた。各試験区の最終個体数を第6図に示した。



第6図 試験区別スギカミキリ幼虫の最終個体数
*印は測定時に死亡個体を含む(接種130日後)

老熟幼虫は、スギ内樹皮区では樹脂2倍添加区で最も多かったが、樹脂濃度が2倍以上になると老熟幼虫の段階で発育が停止し、さなぎや羽化成虫はみられなかった。スギ外樹皮区では、すべてが老熟幼虫で、かつ測定時に全部が死亡していた。ヒノキ内樹皮区では、対照区よりも樹脂無添加区で老熟幼虫が多かった。

さなぎと羽化成虫についてみると、スギ内樹皮区では、対照区、樹脂0.1倍区、樹脂無添加区で羽化成虫がみられ、羽化率は樹脂添加区で最も高かった。ヒノキ内樹皮区では対照区のみ羽化成虫がみられた。羽化直前のさなぎはスギ内樹皮区の樹脂0.1倍区とヒノキ内樹皮区の樹脂無添加区でみられた。

最終時の個体重は生存虫で測定した。スギ内樹皮区では老熟幼虫、羽化成虫とも各試験区間で個体重にほとんど差はなく、老熟幼虫は体重400mg前後、羽化成虫とさなぎは体重160mg前後であった。ヒノキ内樹皮区では樹脂無

添加区よりも対照区で老熟幼虫の体重が重かった。

考 察

スギカミキリはスギ、ヒノキ、サワラなどを食害するが、被害はスギ林に多く、ヒノキ林には少ない事が報告されている^{6,9)}井上は³⁾ヒノキ林における被害が低いのは産卵密度が低いことによるのではないかと考えて、スギとヒノキの伐倒丸太を使って成虫を放虫し、幼虫の寄生密度を調べたところ、スギよりもヒノキの方が幼虫寄生密度が高いという結果がえられた。スギ、ヒノキ間に孵化率あるいは食入率に差があるとは思われないので、産卵密度もヒノキの方が高いのではないかと述べている。更に井上は^{2,4)}スギとヒノキの木材片、生立木、断幹木などを使ってスギカミキリの接種試験を行い、ヒノキの生立木における幼虫の生存率はスギよりもやや低いこと、幼虫の成長は、スギ、ヒノキの皮付木材片で飼育した場合はヒノキを餌にした方が成長量が大きく、生立木と断幹木で飼育した場合は、生存幼虫の体重はスギの生立木が最も軽く、ヒノキの生立木と断幹木がそれに次ぎ、スギの断幹木が最も重かったことを報告している。これらのことから、スギの生立木にはスギカミキリの成長を阻害する何らかの要因があるのではないかと述べている。本研究の結果によると、スギとヒノキの皮付木材片を使って幼虫を飼育した場合、ヒノキ木材片では幼虫の初期死亡率が高い傾向がみられた。しかし、生残幼虫の体重はヒノキ木材片の方が上回っており、井上の研究結果と大体一致した。これらのことから、ヒノキとスギでは樹皮及び材部の成分が著しく異なり、ヒノキには幼虫の初期死亡率を高める作用物質が存在するのではないかとと思われる。なお幼虫の初期死亡率は産卵ふ化条件の違いによっても差があるようで、ヒノキ丸太で産卵ふ化した幼虫をスギ木材片とヒノキ木材片に接種した場合には両者の間に差がみられなかったが、スギ丸太で産卵ふ化した幼虫をヒノキ木材片に接種すると死亡率が高い傾向がみられた。これらについては更にくわしい研究が必要である。

幼虫の成長はスギ木材片よりもヒノキ木材片で良い傾向がみられたが、幼虫の摂食率をみるとスギ木材片の方がかえって高く、摂食効率はヒノキ木材片の方が勝っている。木材片に接種した幼虫の摂食行動をみると、最初内樹皮の表面を浅く食害した後内部に侵入し、更に内樹皮と木部表面を食害しながら成長を続けている。幼虫の脱糞物はほとんどが内樹皮であった。ヒノキはスギに比べて内樹皮が厚く、食餌に占める内樹皮の割合の多少が(内樹皮は辺材部よりも栄養価が高いので)幼虫の成長

量を決定づけているものと考えられる。人工飼料による飼育試験によると、スギの内樹皮と外樹皮を餌にした場合外樹皮区では幼虫の死亡率が高く、また個体重も著しく減少している。食餌質の栄養価の違いもまた幼虫の死亡率や発育に大きく影響するようである。

スギの生立木に食入するスギカミキリの幼虫は、大部分が内樹皮内で死亡するといわれている^{7,8)}。その原因として、樹皮から傷害によって分泌される樹脂によって機械的に幼虫がとりまかれて死亡すると考えられており、樹脂の分泌量の多いスギの品種はスギカミキリに対する抵抗性が強く、これをよりどころに抵抗性育種が進められている^{5,10,12,14)}。しかし、これはスギカミキリ幼虫に対するスギの防御作用を物理的、機械的な面から見たものであって、生理的な面から、特に食餌質としての樹脂の影響について研究したものはない。幼虫は最初内樹皮を食害して生活しているから、内樹皮の成分も幼虫の死亡や発育に大きく影響するものと思われる。本研究においては人工飼料にスギの抽出樹脂を混入してスギカミキリを飼育したが、樹脂の混入量が増加すると死亡率は著しく高くなり、また幼虫の発育が抑制されて羽化成虫に至らないものが多くみられた。食餌質としての樹脂の役割も大きいと思われる。なお今回はスギの抽出樹脂の影響について調べたが、スギとヒノキに対するスギカミキリの加害様式の違いを解明するためにはヒノキ抽出樹脂の影響についても調べる必要があるであろう。また樹脂以外の樹体成分についても幼虫の発育にどのように影響するか研究する必要がある。今後の研究に期待したい。

総 括

スギとヒノキの皮付木材片を使用してスギカミキリの幼虫を飼育し、幼虫の発育に及ぼす食餌質の影響を調べた。更に合成人工飼料を使用して幼虫の発育に対するスギ抽出樹脂の影響を調べた。本研究の結果は次のとおりである。

1. 皮付き木材片による飼育試験の結果、ヒノキ木材片ではスギ木材片に比べて幼虫の初期死亡率が高い傾向がみられた。しかし、個体重はヒノキ木材片の方が重く、摂食効率もヒノキの方が優れているようであった。

2. 合成人工飼料による飼育試験の結果、樹脂質が幼虫の発育に大きく影響を及ぼすことがわかった。すなわち、飼料の中の樹脂質の量が増加するに従って幼虫の発育は抑制され、樹皮含有量の3倍量の樹脂質添加区では摂種130日後にはほとんどが死亡した。

3. スギの外樹皮を含む人工飼料では、幼虫の死亡率

が高く、発育も不良であった。幼虫の初期の発育には内樹皮の栄養分が重要な役割を演じているようであった。

謝 辞

本研究に際し、供試材料の提供及び人工接種についてご指導いただいた鳥取県林業試験場井上牧雄研究員に対し厚くお礼申し上げる。

文 献

- 1) 井上牧雄：スギ皮付材片によるスギカミキリの飼育。日林関西支講, **32** 210~212 (1981)
- 2) 井上牧雄：スギカミキリのスギ及びヒノキ材片による飼育個体の生長比較。日林関西支講, **34** 221~223 (1983)
- 3) 井上牧雄：スギカミキリ産卵密度のスギ、ヒノキ間比較。日林関西支講, **34** 228~230 (1983)
- 4) 井上牧雄：スギ、ヒノキ生立木と断幹木に接種したスギカミキリ幼虫の生存率、平均体重及び食害痕形態の比較。日林関西支講, **36** 232~235 (1985)
- 5) 河村嘉一郎ほか：スギカミキリ抵抗性育種に関する樹体の組織・成分の分析 (I) 人為的傷害に対するスギ在来品種の傷害樹脂道形成能力の差異。日林関西支講, **33**, 85~88 (1982)
- 6) 小林一三ほか：ハチカミ被害のスギとヒノキにおける比較。林試関西支場年報, **20** 64~68 (1979)
- 7) 小林一三：スギのヤニ分泌とスギカミキリの寄生。日林関西支講, **33** 272~273 (1982)
- 8) 小林一三・柴田勲氏：スギカミキリの被害と防除法。林業科学技術振興所, pp. 1~88 (1985)
- 9) 岡田 剛・藤下章男：スギのハチカミに関する研究。広島県林試報, **3** 90~103 (1973)
- 10) 岡田 滋：スギカミキリ抵抗性育種。林木の育種, **114** 10~14 (1980)
- 11) 丹藤 修・植月充孝：スギカミキリの人工飼料について一調整法の一考察。日林関西支講, **31** 266~267 (1980)
- 12) 植月充孝ほか：スギクロンのスギカミキリ抵抗性に関する人工接種検定方法。林育研報, **1** 93~107 (1983)
- 13) 山田栄一・山根明臣：スギカミキリ幼虫の人工飼育 (III) 人工飼料を用いて。90回日林論, 383~384 (1979)
- 14) 吉野 豊：スギカミキリ抵抗性育種に関する研究 (IV) スギ品種の傷害にとまなう樹脂分泌のちがいとスギカミキリ被害。日林関西支講, **34** 192~194 (1983)