

ヤツバキクイムシ (*Ips typographus japonicus* NIIJIMA; Coleoptera) の風害後の繁殖と大量誘殺による枯損防止

Reproduction and Mass Trapping of *Ips typographus japonicus* NIIJIMA
(Coleoptera; Scolytidae) in Wind Damaged Forest in Hokkaido

古田 公人*, 高橋 郁雄**, 安藤 祥一****, 井上 真*****

Kimito FURUTA*, Ikuo TAKAHASHI**, Syoichi ANDO**** and Makoto INOUE*****

I はじめに

北海道の天然林はこれまでに幾度も暴風害をこうむったと思われるが、近年では1954年の台風15号と1981年の台風15号によるものが大規模な例として知られている。

暴風による森林災害が大量の風倒木の発生として問題となることはいうまでもないが、それに付随した形で現われるキクイムシ類による立木枯損もまた無視できない。1954年の台風15号についてみると、全道で約1700万㎡の風倒木の発生に引き続き、1956年からの3年間で約250万㎡の立木枯損の発生が記録されているが(山口, 1959), その多くはヤツバキクイムシによるエゾマツ・アカエゾマツの枯損であった。

ヤツバキクイムシは風害後2年目から3年間ほどにわたり、エゾマツ天然林で激しい立木枯損を引き起こすことが特徴的である。これはヤツバキクイムシが暴風によって発生した大量の風倒木を繁殖の場として利用し、密度が高くなった結果として立木枯損を引き起こすものと考えられている。したがって、立木枯損の発生を少なく抑えるには風倒木の搬出をできるだけすみやかにを行い、ヤツバキクイムシの密度の上昇を回避する必要がある。しかし、広域にわたる風害地の中には、奥地や急傾斜地にあるため搬出もままならない林が少なくない。また、たとえ搬出が可能なところであっても、搬出にたずさわる労働力や使用できる機械の数には限りがある。

* 東京大学農学部林学科

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Tokyo.

** 東京大学農学部北海道演習林

University Forest in Hokkaido, Faculty of Agriculture, University of Tokyo.

*** 現在は住友林業株式会社

Present address: Sumitomo Forestry Co., Ltd.

**** 現在は農林水産省林業試験場

Present address: Forestry and Forest Products Research Institute, Ministry of Agriculture, Forestry and Fishery.

あり、また材価や労賃など経済的な環境条件によってもすみやかに搬出できない場合がある。そのうえ、搬出された風倒木がすべてすぐにはく皮されたり、製材されるわけではないため、林内で寄生したヤツバキクイムシが貯木場などで大量に羽化脱出することもある。このようなわけで、大規模な風害後には広い地域にわたってヤツバキクイムシの密度が高まり、たとえ風倒木を搬出してしまったところでも、残存林分に立木枯損が現われることはさげられない。

面積23,000haの東京大学北海道演習林では、1981年の台風15号により約60万 m^2 の風倒木の発生をみた。このため、演習林内のエゾマツ林においてヤツバキクイムシの繁殖状況を1982～1983年の2年間にわたり調査した。とくに、風倒地の大きさとヤツバキクイムシの寄生、エゾマツの太さと繁殖の関係を中心に調査したところ、ヤツバキクイムシの密度の違いによって材の利用のし方が異なることが分布様式のうえで明瞭に示されることがわかった。また、繁殖は幹の太さによって異なり、とくに幹の太い木ではこれまで観察された結果から考えられていたよりもはるかに高い増殖率となることがわかるなど、1954年の風害時には観察されなかったいくつかの新知見が得られた。

ところで、1982年には立木枯損は見あたらなかったが、7月下旬の調査ではエゾマツ風倒木の60%以上にヤツバキクイムシの穿入が見られ、穿入孔数は樹幹表面積1 m^2 あたり平均5.7個であった。このことから、1983年以後にはヤツバキクイムシによる立木枯損が発生するものと予想されたため、合成フェロモンを使用したトラップによる大量誘殺を行い、立木枯損の発生を防止する試験を行った。

合成フェロモンを使用したトラップによるヤツバキクイムシの大量誘殺は、わが国ではまだ行われていない。この方法は北ヨーロッパで開発され (BAKKE and STRAND, 1981)、タイリクヤツバキクイムシ (*I. typographus* L.) に対して広く用いられているが、ヤツバキクイムシはタイリクヤツバキクイムシの亜種であり、そのうえ森林の地形や樹種構成もヨーロッパと日本とは著しく異なる。したがって、ヨーロッパで使用されている合成フェロモン、ディスペンサー、あるいはトラップを使用した大量誘殺が日本のヤツバキクイムシの防除に実際に有効であるかどうかについては確証がなかった。

今回の試験の結果、大量誘殺で立木枯損の発生を防止することが可能であることが明らかになったため、ヤツバキクイムシの繁殖状況と併せてここに報告する。

試験の実施にあたり、フェロモントラップの使用に関する有益な助言を林業試験場北海道支場昆虫研究室、吉田成章室長はじめ同研究室の各位よりいただき、またトラップの設置や誘殺虫の回収などには東京大学北海道演習林、松崎健助教授 (現、新潟大学農学部) はじめ職員各位にひとかたならぬお世話になった。また研究を行うにあたり、東京大学農学部立花観二教授には有益なるご助言とご鞭達をいただき、また原稿の校閲をいただいた。ここに厚く謝意を表す。

II 試験地および調査の方法

ヤツバククイムシの繁殖状況は44, 48, 96および97の各林班で調査した(図-1)。すなわち, 風害の1年後の1982年には, 48林班内2か所(11区, 12区), 97林班内1か所(13区)および44林班内1か所(14区)で, 倒伏しているエゾマツに穿入している状況を, 各調査区ごとに任意に選んだ10本ずつについて調べた。調査地は標高600~700mに位置し, 11区と12区は共に200haあまりの大風倒地の一部で, 11区は東斜面, 12区は南西斜面上に位置している。13区も大風倒地の一部分で, 南西斜面に位置しているなど12区と類似の環境条件下にある。これらの3区と異なり, 14区は0.2~5.0haの小面積の風倒地が斑点状に散在する, 南にやや傾斜した台地上に位置している。これらの調査区を含む各林班では, 14区を除いてすでに風倒木の搬出が始まっていたが, それらの丸太もまだ土場に集積されているものが多かった。調査は7月19~31日に行い, 各調査木は地際から3m間隔で, 幅50cmあたりの穿入孔数とその部分の幹の直径を測定した(図-2)。

1983年には上記の調査区のうち14区を除いてすべての風倒木(1981年倒伏)は搬出され終わっていた。しかし, 1982年秋から1983年春にかけて, 残存林分の林縁を中心に小集団状に風倒木が発生していたため, これらのエゾマツに寄生しているヤツバククイムシの繁殖状況を1983年7月28日~8月3日に調査した。調査本数は96~97林班の1区, 2区, 3区の林縁でそれぞれ3, 1, 6本, 2区の林縁から50mあまり林内に入った10区で5本, 13区で5本, 14区で5本である。調査木は樹幹中央部で樹皮を縦50cm, 横20cmの大きさにはぎ取り, その部分に生息しているヤツバククイムシの個体数を発育段階別に記録した。

大量誘殺試験は上記の1~3区で行った。これらの調査区のある地域は約200haにわたり全面的に立木が倒伏した区域を2か所含み, 演習林の中でも最も激しく風害をうけたところの一つである。標高600~700mに位置し, 大部分は平坦な地形であるが, 部分的に西あるいは南に少し傾斜しているところもある。

この地域の風倒木の搬出は1981年秋に始まり, 残存林分内も含みほぼすべての風倒木の搬出は1982年度内に完了した。しかし, 1982年秋~1983年春に局所的に風害をこうむり, 残存林分のあちこちで少数の風倒木の発生をみたことは前述のとおりである。

ヤツバククイムシの大量誘殺はまだ行われていないが, 北欧の諸国でタイリクヤツバククイムシに使用されている合成フェロモン, ディスベンサー, ならびにトラップがヤツバククイムシについても効果的であることはすでに明らかにされており(吉田他, 1982ほか), 今回の試験でも北欧で使用されているもの(BAKKE, 1981)を使用した(写真-1)。このトラップは暗渠用排水パイプ(外周径12.5cm, 長さ135cm)にヤツバククイムシが通過できる大きさの小穴を約



図一 1 試験地図

黒は風害によってほぼ全木が倒れた区域。 1-3 : フェロモントラップ設置区,
4-5 : 同対照区, 10-14 : 繁殖調査区, 7-8 と 98-99 : 林道 (破線) に沿って
枯損調査

Fig. 1 Study area

Black means the area where almost all trees were blown down by the typhoon 15 in 1981.
1-3 : pheromone traps deployed plots, 1-5 : mortality of Ezo-spruce observed plots, 10
-14 : reproduction of *Ips typographus japonicus* estimated plots, 7-8 and 98-99 : tree
mortality estimated plots (By the roads = broken lines)



写真-1 ヤツバキクイムシ大量誘殺に使用したトラップ

Photo 1 The trap used for the study

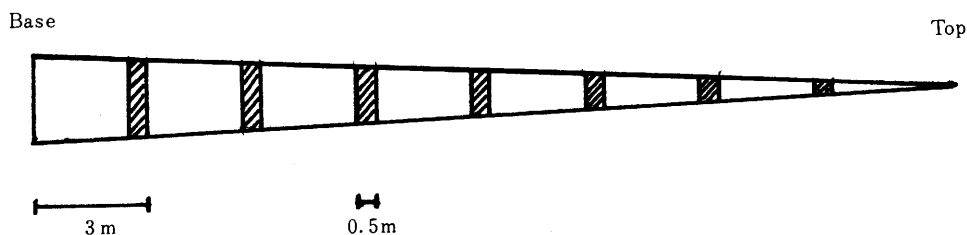


図-2 穿入孔調査サンプルのとり方

Fig. 2 The stem was debarked 0.5m width at 3m intervals from base to top and the number of entrance holes of *Ips typographus japonicus* was counted

900個開けたものである。ディスペンサーに含まれる合成フェロモン等は

1500mg—メチルプタノール

70mg—シス・ベルベノール

15mg—イプシディエノール

である。

トラップは1983年5月15～16日に合計43個設置した。すなわち、97林班の風倒木搬出跡地に、残存林分から約50m離して林縁に沿って50m間隔で延長1,100mに22個（1区）、96林班から97林班にかけて同様に延長500mに10個（2区）、さらに96林班に同様に11個（3区）設置した。

ディスペンサーは約1か月間隔で新しいものと交換し、いつも十分な誘引力を有するようにした。誘殺されたヤツバキクイムシは、約2週間間隔で8月25日まで回収を続け、100°Cで2日間乾燥させた。毎回の回収ごとに、任意に選んだ10トラップから各200個体をランダムに取り出し、この重量を測定し、200頭あたりの平均重量から誘殺数を推定した。また、毎回、8～10トラップから各50個体を任意に選び、それについて性比を調べた。

大量誘殺による立木枯損の減少効果の判定は、トラップを設置したところに面する残存林分の林縁のエゾマツ立木枯損割合をもとに行った。すなわち、林縁延長1km（1区）、500m（2区、3区）について、奥行50mの区域にみられるエゾマツの本数と、そのうち虫害をこうむって枯れているものを1983年9月26～29日に計数した。対照区として、大量誘殺を行わない林分の立木枯損割合も同時に97林班で調査した。すなわち、図-1に示した2か所（4区、5区）で、それぞれ延長300m、奥行50mの区域について、大量誘殺区と同様に調査した。このうち4区は、上述の13区から100mほど離れたところである。

III 結 果

1 繁 殖

(1) 風害1年後の繁殖

各区それぞれ10本のエゾマツ調査木の平均胸高直径，ヤツバキクイムシ成虫の穿入本数割合，樹幹表面1 m²あたり平均穿入孔数を表一1に示した。

表一1 ヤツバキクイムシの風倒木への穿入割合と樹幹表面積1 m²あたりの穿入孔数 (1982年7月調査)

Table 1 Infestation of *Ips typographus japonicus* on Ezo-spruce windfalls and the mean number of the entrance holes per 1 m² of trunk surface (July, 1982)

| Plot | DBH (cm) | No. of trees observed | No. of trees infested | % | No. of entrance holes | |
|------|----------|-----------------------|-----------------------|----|-----------------------|------|
| | | | | | \bar{x} | s |
| 11 | 51.1 | 10 | 4 | 40 | 3.05 | 5.85 |
| 12 | 48.3 | 10 | 7 | 70 | 2.78 | 4.00 |
| 13 | 58.7 | 10 | 8 | 80 | 5.77 | 6.35 |
| 14 | 60.3 | 10 | 9 | 90 | 11.14 | 8.31 |

大面積の風倒地域の穿入本数割合を11~13区間で比較したところ，どの調査区間にも有意な差はみられず，また12区と13区を込みにしたものと11区の間にも有意な差はなかった ($u=1.87 < u_{0.05}$)。さらに，1 m²あたり平均穿入孔数についても11~13区間には有意な差は認められない ($F=0.05 < F_{0.05}$)。ところで，調査木は胸高直径が27cmのものから84cmのものまであり，このような幹の太さの違いによって穿入のしかたが若干異なるように思われた。このため，胸高直径40cm以下，41~60cm，61cm以上の3段階に分けて1 m²あたり平均穿入孔数を比較したところ，41~60cmと61cm以上との2段階間には差が無いことは明らかであった(表一2)。したがって，40cm以下とそれ以外の間で有意差検定を行った。40cm以下の9本のうち3本に穿入孔があり(33.3%)，41cm以上の21本には16本に穿入孔があった(76.2%)。この両者の百分率は有意に差がある ($u=2.24 > u_{0.05}$)。また，1 m²あたり穿入孔数も40cm以下が1.01，41cm以上が4.81で，その間には有意な差がある ($F=6.52 > F_{0.01}$)。したがって，幹の細いエゾマツよりも太いエゾマツに多くのヤツバキクイムシが穿孔したものと判断される。なお，上記の判断をもとに，胸高直径41cm以上の調査木について，穿入本数割合，1 m²あたり平均穿入孔数を東斜面上の11区と南西斜面上の12~13区間で比較したが，これらについては有意な差は認められなかった。以上のことから，東斜面上と南西斜面上との間にはヤツバキクイムシの穿入密度に関して大差は認められなかったといえよう。

表-2 ヤツバキクイムシのエゾマツ胸高直径別穿入孔数 (1982年7月調査)

Table 2 Mean number of entrance holes of *Ips typographus japonicus* on Ezo-spruce windfalls (July, 1982)

| DBH (cm) | Plot | No. of trees observed | No. of trees infested | Mean number of entrance holes per m ² | DBH (mean) | % of trees infested | Mean number of entrance holes per m ² |
|----------|------|-----------------------|-----------------------|--|------------|---------------------|--|
| ≤40 | 11 | 2 | 0 | 0 | 34.9 | 33.3 | 1.01 |
| | 12 | 4 | 2 | 1.79 | | | |
| | 13 | 3 | 1 | 0.64 | | | |
| | 14 | 0 | - | - | | | |
| 41-60 | 11 | 6 | 4 | 5.08 | 50.6 | 82.4 | 6.73 |
| | 12 | 3 | 3 | 4.29 | | | |
| | 13 | 2 | 2 | 7.34 | | | |
| | 14 | 6 | 5 | 9.42 | | | |
| ≥61 | 11 | 2 | 0 | 0 | 72.1 | 78.6 | 6.98 |
| | 12 | 3 | 2 | 2.59 | | | |
| | 13 | 5 | 5 | 7.01 | | | |
| | 14 | 4 | 4 | 13.73 | | | |

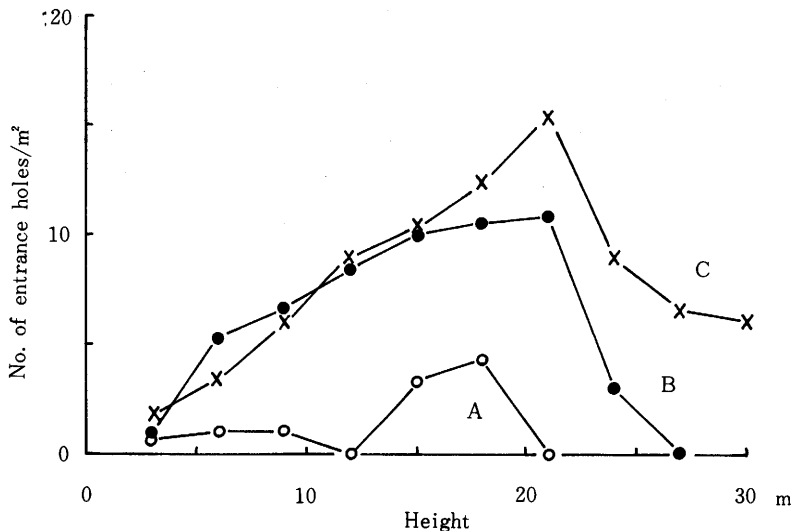
大面積の風倒地にある11~13区と斑点状の風倒地にある14区とを比較すると、穿入本数割合に差はない(表-1)。しかし、14区の調査木の胸高直径はすべて40cm以上であるため、41cm以上のものについて1m²あたり平均穿入孔数を比較すると、11~13区は4.8個、14区は11.1個であり、両者の間には有意な差が認められた ($F=5.71 > F_{0.01}$)。これは11~13区が大面積の風倒地に設定されたのに対し、14区が斑点状の風倒地に設定されており、単位面積あたりエゾマツ倒木本数が少なかったためではないかと考えられる。

なお、エゾマツ1本あたり平均穿入孔数を11~13区と14区とにわけて、太さ別に表-3に示しているが、11~13区よりも14区で、またそれぞれの調査区内では幹の太いものほど多くのヤ

表-3 エゾマツ1本あたりヤツバキクイムシ平均穿入孔数 (1982年7月調査)

Table 3 Estimated number of entrance holes of *Ips typographus japonicus* per one Ezo-spruce (July, 1982)

| Plot | DBH (cm) | Mean trunk surface area (m ²) | No. of entrance holes | | |
|-------|----------|---|-----------------------|------|-------|
| | | | Max. | Min. | Mean |
| 11-13 | ≤40 | 11.4 | 66 | 24 | 49.0 |
| | 41-60 | 21.5 | 509 | 6 | 156.6 |
| | ≥61 | 36.5 | 774 | 18 | 279.0 |
| 14 | ≤40 | - | - | - | - |
| | 41-60 | 24.3 | 378 | 96 | 278.0 |
| | ≥61 | 34.3 | 768 | 18 | 417.0 |

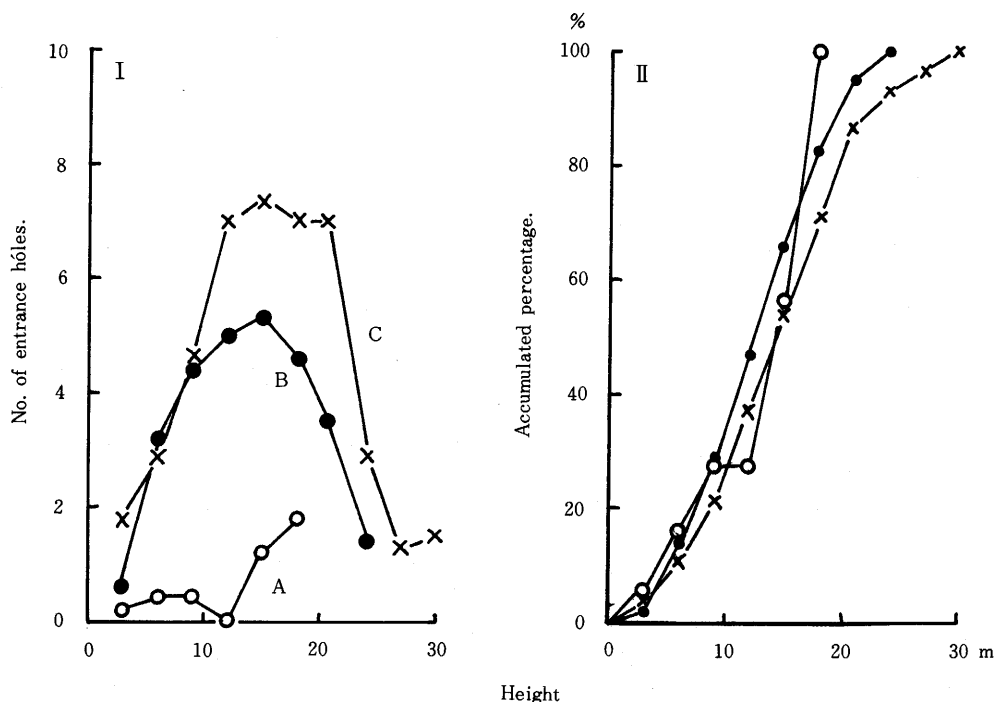


図一 3 胸高直径の異なるエゾマツ上の樹高別、樹幹表面積 1 m²あたりヤツバキクイムシ穿入孔数
A : DBH ≤ 40cm, B : 41-60cm, C : ≥ 61cm

Fig. 3 Mean number of entrance holes of *Ips typographus japonicus* per 1 m² of trunk surface observed at 3 m intervals from base to top
A : DBH ≤ 40 cm, B : 41-60 cm, C : ≥ 61 cm

ツバキクイムシが穿入している。したがって、1982年の繁殖から生じる次世代虫の大部分は、胸高直径40cm以上のエゾマツから出現すると判断される。ヤツバキクイムシがエゾマツにどのような形で穿入したかを明らかにするため、1 m²あたりの平均穿入孔数（密度）を地際からの高さ別に図一 3 に示した。それによれば、胸高直径が40cm以下の細いエゾマツではどの高さの部位も穿入密度は低かった。41cm以上の太いエゾマツでは、21m あたりまでは地際から離れて上部へ行くほど穿入密度は高まるが、それ以上梢端へと近づくとかえって低くなる傾向がある。これに対し、実際に形成されている穿入孔数が樹幹上にどのような割合で存在しているかを図一 4 に示している。それによれば、穿入孔は幹の上半と下半に半数ずつ存在し、10~20m の範囲では同じような割合で分布している。累積百分率曲線によれば、穿入孔の割合が20%、50%、80%を越えるのは地際からそれぞれ6~9 m、12~15m、15~18m（胸高直径60cm以下の場合）あるいは18~21m（同61cm以上の場合）である。

以上のようにヤツバキクイムシは樹幹中央部を広く利用して穿入しているように思えるが、穿入孔がどのような分布をしているかを平均密度 (x) - 平均こみ合い度 (y) の関係 (Iwao, 1968) として図一 5 に示した。ここにいう平均密度とは各調査木の樹幹表面積 1 m²あたりの平均穿入孔数である。図一 5 によれば、穿入孔の分布様式は調査木の胸高直径によって異なるこ



図一 4 ヤツバクイムシの樹高別穿入孔数 (I) とその累積百分率 (II)

Fig. 4 Number of entrance holes of *Ips typographus japonicus* observed at 3 m intervals from base to top (I) and its accumulated percentages (II)
 A : DBH ≤ 40 cm, B : 41-60 cm, C ≥ 61 cm

とはなく、したがって幹の太さにかかわらず同じ分布様式で穿入している。しかし、分布様式は穿入密度によって明らかに異なっており、平均密度が低いと集中分布であるのに対し、密度が高いと一様分布へと変化するのが明瞭に認められる。その変化は 1 m^2 あたりの穿入密度が15個ほどのところで生じている。ヤツバクイムシは雄成虫が穿入後に発するフェロモンによって雌雄の両成虫が誘引されて穿入するが (BORDEN, 1974), 穿入密度が高くなると集合フェロモンの放出は停止して抗集合フェロモンが生産されるとされている (BAKKE, 1981)。しかし、穿入孔密度15のあたりで分布様式が変化していることは、このあたりまで穿入が進んだ時点でフェロモンに何らかの変化があったことによるとは思えない。

(2) 風害2年後の繁殖

1982年秋から1983年春の間に局所的に発生したエゾマツ風倒木を、1～3区の林縁とトラップとの間で10本、林縁から50m以上林内に入った10区で5本、13区で5本、14区で5本選び、

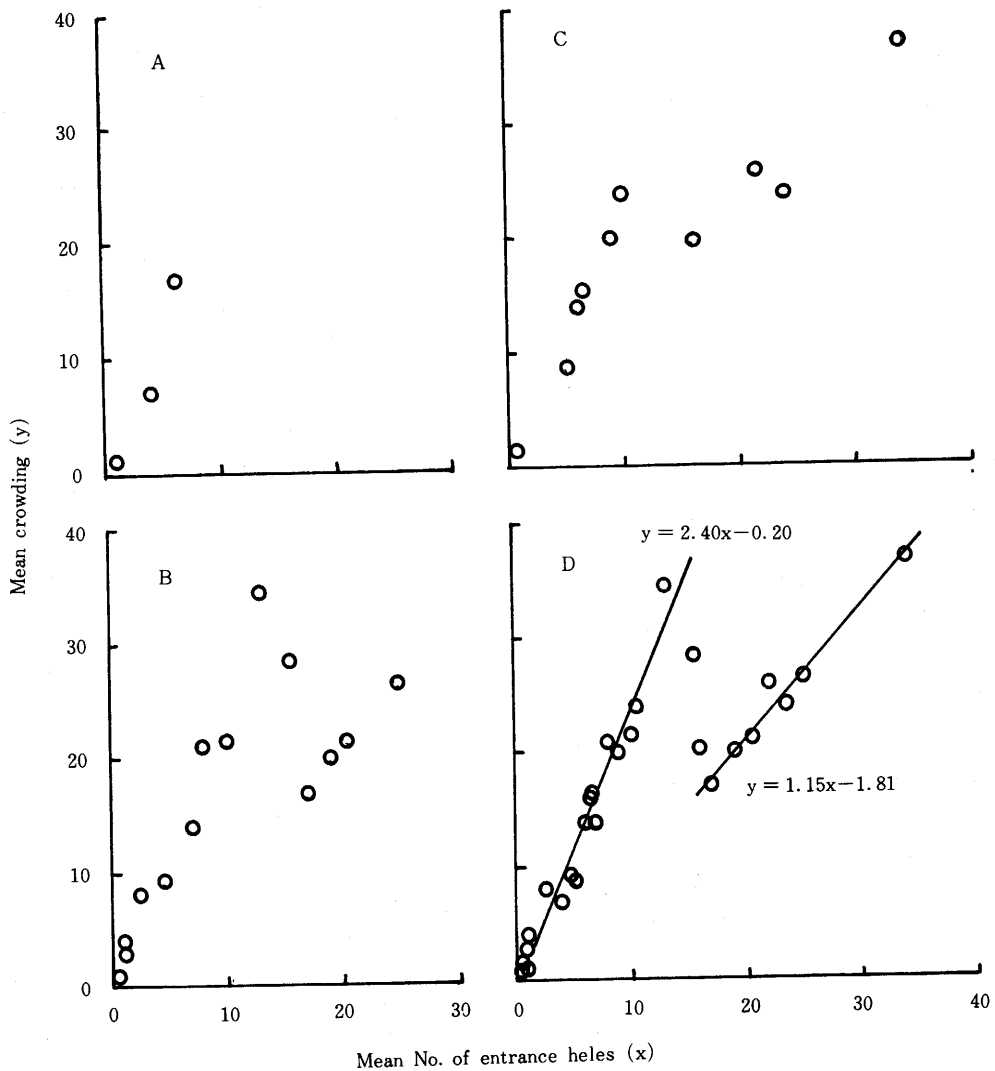
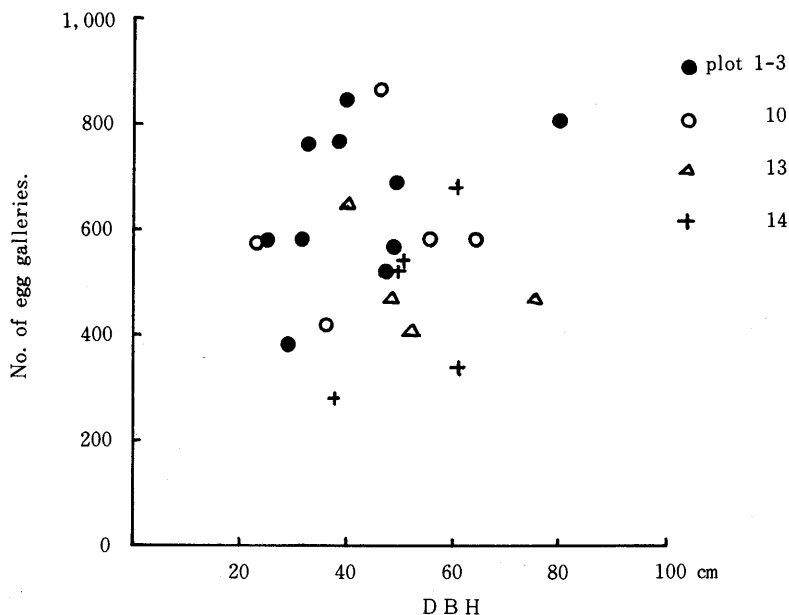


図-5 ヤツバキクイムシの樹皮下1m²あたり平均穿入孔数(x)と平均こみ合い度(y)
A: DBH ≤ 40cm, B: 41-69cm, C: ≥ 61cm, D: 27-84cm

Fig. 5 Relationships between mean number of entrance holes (x) and mean crowding (y) of *Ips typographus japonicus* per 1 m² of trunk surface

それぞれについてヤツバキクイムシの繁殖を調べた。調査は1983年7月28日～8月3日に行ったが、その際、それぞれの幹の中央部で縦50cm、横20cmの大きさに樹皮をはぎ取り、ヤツバキクイムシ個体数を幼虫、蛹、成虫の発育段階別に調べた。

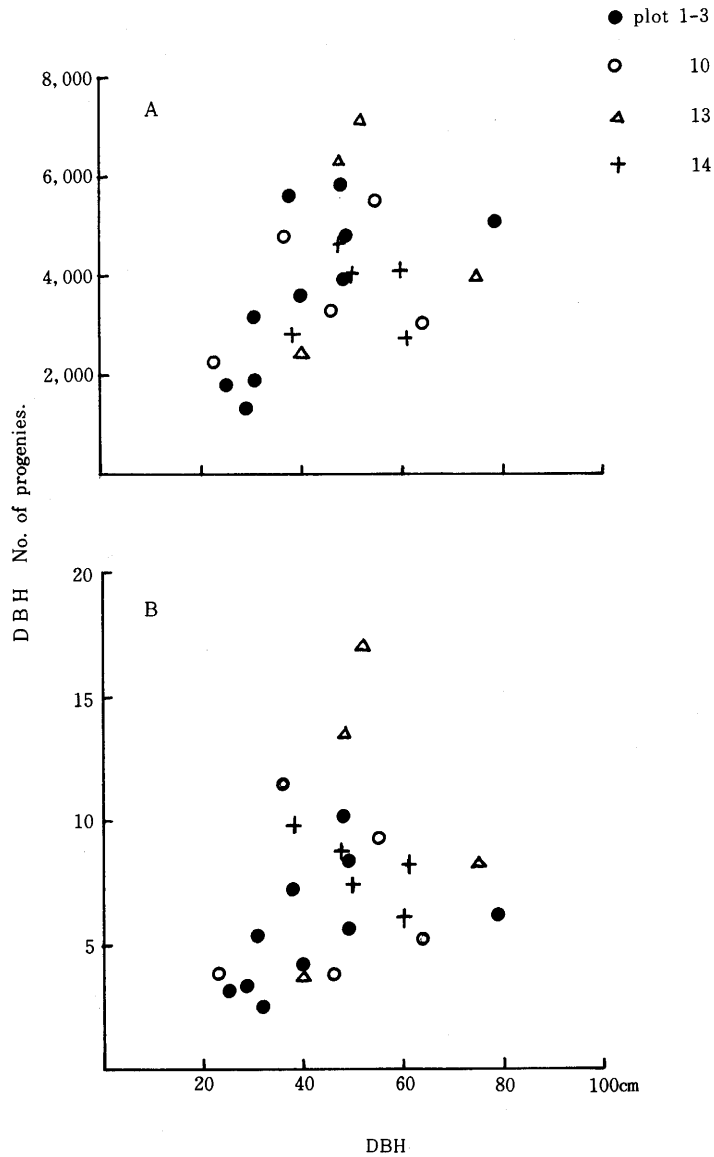


図一六 調査木の胸高直径とヤツバキクイムシの母孔密度（1 m²あたり）の関係

Fig. 6 Relationships between DBH of the Ezo-spruce and mean number of egg galleries of *Ips typographus japonicus* (per 1 m² of the trunk surface)

図一六は調査区ごとに調査木の胸高直径と1 m²あたり母孔数との関係を示したものである。調査木の胸高直径には23cmから79cmまで大きな幅があったが、標本数の比較的多い1～3区についてみると、胸高直径が大きくなるほど母孔数も大きくなる傾向が若干認められる ($r = 0.404$)。しかし、全調査木を調査区ごとに眺めてみてもこの傾向はそれほど顕著なものとは思えず、したがって、ヤツバキクイムシはエゾマツの幹の太さにあまり影響されずに穿入したものと見えよう。この結果は1982年の穿入孔調査の結果とは矛盾するようである。しかし、ほぼ季節を同じくして調査した1982年の場合は1 m²あたりの穿入孔密度は3～11であり、1穿入孔から2母孔が形成されたと仮定しても母孔密度は6～22にすぎない。密度が異なれば生息空間（材）の利用のし方が変化することは1982年の調査でも明らかになっており、1982年には林分単位でも集中分布であったものが1982年には一様分布へと変化し、その過程で密度が低い条件下ではあまり利用しないような木にも穿入したものと考えられる。

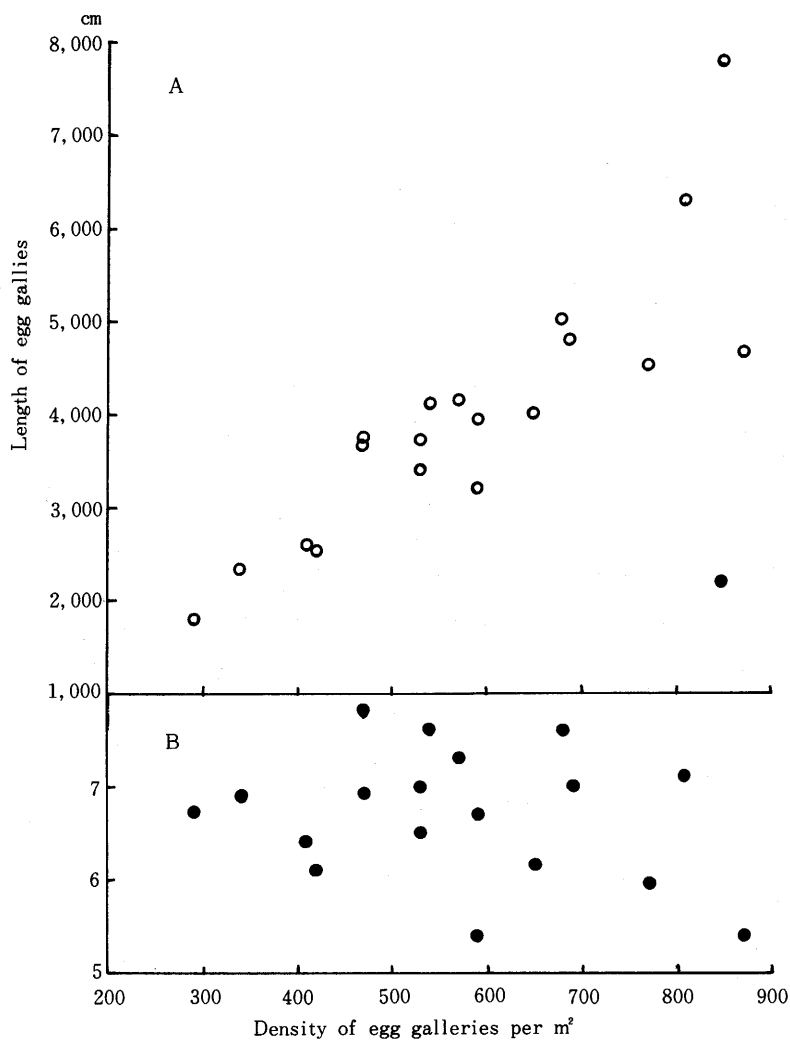
図一六に示した1 m²あたり平均母孔数について、母孔密度を各調査区で比較してみた。1～3区以外は標本数が少なく、差の検定を行うことは必ずしも適切なことではなかったが、1～3区と13区の間には有意な差が認められた ($\mu = 2.02 > \mu_{0.05}$)。その他の調査区間には有意な差は検出されなかったが、1～3区の母孔密度はその他の各区の値より大きいように見える。これは、



図一 7 胸高直径とヤツバキクイムシ次世代虫数との関係
A : 1 m²あたり次世代虫数, B : 1 母孔あたり次世代虫数

Fig. 7 Relationships between DBH of Ezo-spruce and the number of progenies of *Ips typographus japonicus*
A : No. of progenies per 1 m² of trunk surface, B : No. of progenies per egg gallery

1～3区の調査木はすべてフェロモントラップから50m以内に位置しており、フェロモンに誘引されたものが穿入したため高密度になったものと考えられる。



図一八 ヤツバキクイムシの樹皮下の母孔密度と母孔長
A : 1 m²あたり母孔長, B : 1 母孔あたり母孔長

Fig. 8 Relationship between egg gallery density of *Ips typographus japonicus* and its length
A : total length per 1 m² of trunk surface
B : length per one egg gallery

ヤツバキクイムシの成虫が穿入孔から樹皮下に侵入すると、雌成虫は母孔を掘って産卵する。このため、幼虫は樹皮下という一種の閉鎖空間で発育する。樹皮下での繁殖と発育には調査間に大きな差はないものと思われるが、個々の樹木の樹皮の厚さなどの条件の違いによって差が生じる可能性がある。その1例として調査木の幹の太さと繁殖の関係を図一七に示した。そ

れによれば、胸高直径35cm以下の調査木の単位面積あたり次世代虫数、あるいは1母孔あたり次世代虫数は、その他のものよりも明らかに少ない。ここにいう次世代虫は樹皮下の幼虫、蛹、新成虫のことで、調査時点でのそれぞれの割合は29%、34%、37%であった。調査木によって発育段階別構成割合が異なり、35cm以下の5本ではそれぞれの割合は54%、41%、5%と発育に遅れがみられていた。したがって、幹の太さはヤツバキクイムシの繁殖に影響を与えているものと判断される。このことが何に由来するかについての詳しい解析は行っていないが、幹の太いエゾマツは樹皮が厚く、ヤツバキクイムシは何層にも重なるようにして樹皮を立体的に利用しているのに対し、幹の細いものの樹皮は薄く、生息空間としては幹の太いものよりも小さいことによるのではないかと思われる。いずれにしろ、幹の細いものは繁殖がよくないため、以下においては胸高直径36cm以上のものについて、穿入密度と繁殖の関係を解析する。

樹皮下の母孔密度は1㎡あたり280~870であるが、母孔密度と平均母孔長との間には、穿入密度が高くなっても母孔の長さが短くなるような特定の関係は図-8からは読みとれない($r=0.132$)。したがって、母孔密度が高くなると総母孔長は明らかに長くなっている($r=0.868$)。しかしながら、図-9に示したように、樹皮下の次世代虫数はどの調査木でも1㎡あたりおよそ3,000~6,000頭の範囲にあり、総母孔長が増大するにつれて次世代虫数が増加するという傾向は認められなかった。樹皮中のヤツバキクイムシには天敵の寄生を受けているものはほとんど見られず、発育も良好であった。幼虫と蛹の個体数が樹皮下の全個体数の5%以下で、新成虫の脱出がまだ始まっていない3本の調査木の平均新成虫数は1㎡あたり3,530($s =$

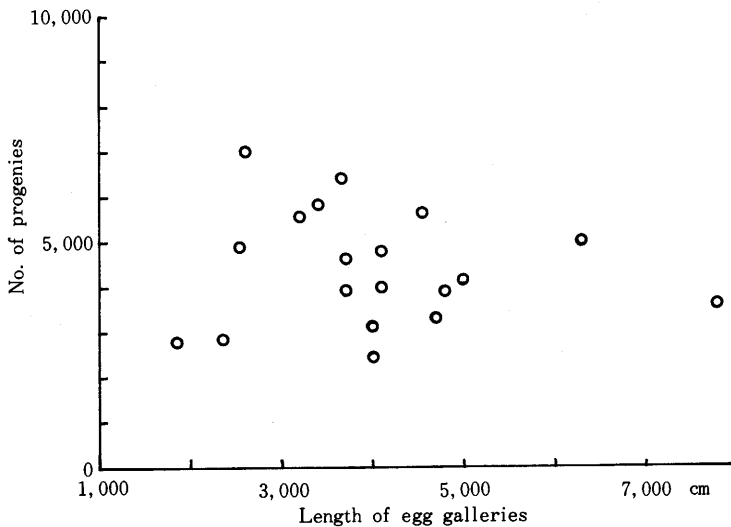


図-9 樹皮下1㎡あたりの母孔の長さで次世代虫数の関係

Fig. 9 Relationship between total length of egg galleries of *Ips typographus japonicus* per 1 m² of trunk surface and the progenies in the same place

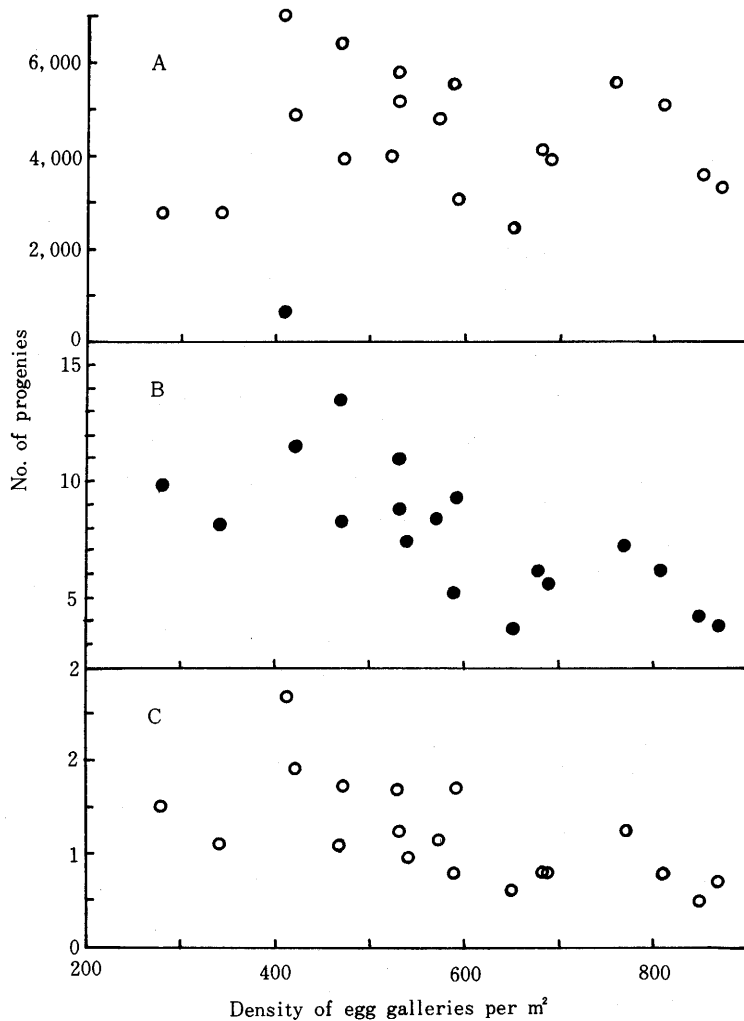


図-10 母孔密度と次世代虫数
 A : 樹幹表面積 1 m^2 あたり次世代虫数
 B : 1 母孔あたり次世代虫数
 C : 母孔 1 cm あたり次世代虫数

Fig. 10 Relationships between egg gallery density of *Ips typographus japonicus* and the number of its progenies

A : No. of progenies per 1 m^2 of trunk surface, B : No. of progenies per egg gallery, C : No. of progenies per 1 cm long of the egg gallery

340) 頭であった。

母孔密度と次世代虫数の関係を図-10から判断すれば、母孔密度が 1 m^2 あたり 450 以下では密度が高くなると次世代虫数は多くなるようであるが、それ以上の密度ではかえって少なくなる

傾向が認められる。この傾向は1母孔あたり次世代虫数をとれば、もっと明瞭に表わされる。母孔密度400~600(1m²あたり)では1母孔あたりの次世代虫は10頭ほどであったが、600~900ではその半分ほどとなっている。羽化成虫の性比は1であるとの報告があるので(小泉・山口, 1967), 次世代虫の性比を1とし、また次世代虫がすべて羽化すると仮定して増殖率を推定すれば、母孔密度400~600で5.5, 600~900で2.7ほどとなる。すでにみたように、母孔密度の上昇は母孔長の短小化をひき起こしていないため、1母孔あたりの次世代虫数の減少が母孔長の変化によるものではないことは明らかである。図-10cによれば、母孔1cmあたり次世代虫数は母孔密度の上昇につれて減少している。これが産卵数の変化によるのか、あるいは幼虫期の死亡率の変化によるのかはわからないが、母孔密度が高い調査木では樹皮下がすっかり食われていたことからみて、幼虫期の死亡率が変化したことは否定できない。

各調査区の平均母孔密度をもとに、上に述べた仮定にのっとって増殖率を推定すれば表-4のようになる。観察した1,413母孔には合計192頭の親世代成虫がいたが、1穿入孔からは雌2頭、雄1頭が穿入し、母孔を2本形成するのが常であるため性比を2:1と仮定すれば、128頭の雌成虫がいたことになる。したがって、母孔を形成した1,413頭の雌成虫のうち約90%のものはこの頃までに再寄生へと飛び出したものと考えられる。これらがすべて再寄生に成功したとすれば、1年間を通した増殖率は表-4に示した値の約2倍弱となることになる。

表-4 1983年のヤツバキクイムシの増殖率

Table 4 Reproductive rates of *Ips typographus japonicus* in 1983

| Plot | Mean number of egg galleries per m ² | No. of progenies per egg gallery | Reproductive ¹ rates |
|------|---|----------------------------------|---------------------------------|
| 1-3 | 623±298 | 7.61 | 3.81 |
| 10 | 474±162 | 9.70 | 4.85 |
| 13 | 500±104 | 9.34 | 4.67 |
| 14 | 618±186 | 7.68 | 3.84 |

1: No. of progenies observed underbark/(2×No. egg galleries)

2 大量誘殺

(1) 誘殺数

誘殺数を推定するため、43個のトラップのうちから任意に選んだ10トラップについて、各200個体のヤツバキクイムシの乾重を測定した(図-11)。その重さはおよそ0.8gで、季節による変動は比較的小さいが、6月15~28日捕獲個体が重く、また8月6~25日捕獲個体が軽い。これをもとに推定した誘殺数は1トラップあたり最大69,900頭、最小16,600頭、平均41,200(S=12,900)頭であった。全期間を通して、すべてのトラップで誘殺した個体数は約177万頭と推定

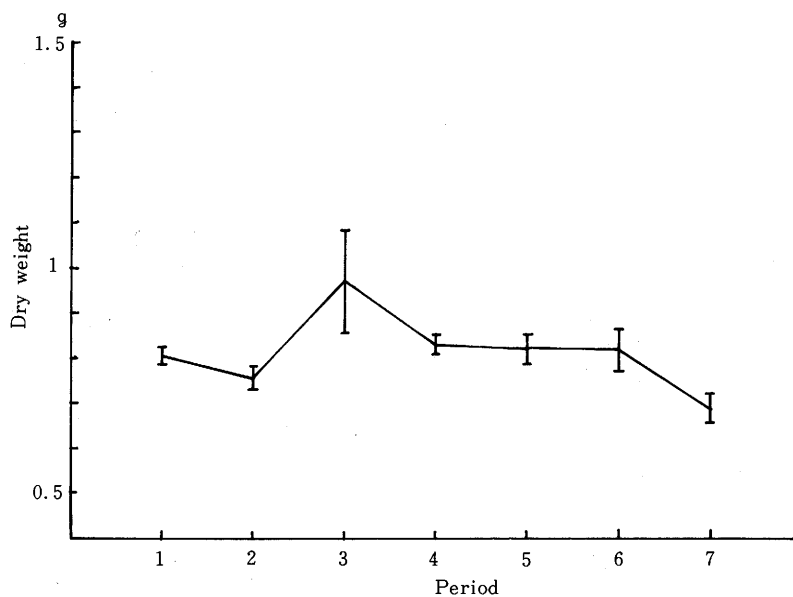


図-11 ヤツバキクイムシ200頭の乾重

Fig. 11 Dry weight of 200 individuals of *Ips typographus japonicus*

Period 1 : 17 May-2 Jun., 2 : 3 Jun.-14 Jun., 3 : 15 Jun.-28 Jun., 4 : 29 Jun.-12 Jul., 5 : 13 Jul.-25 Jul., 6 : 26 Jul.-5 Aug., 7 : 6 Aug.-25 Aug.

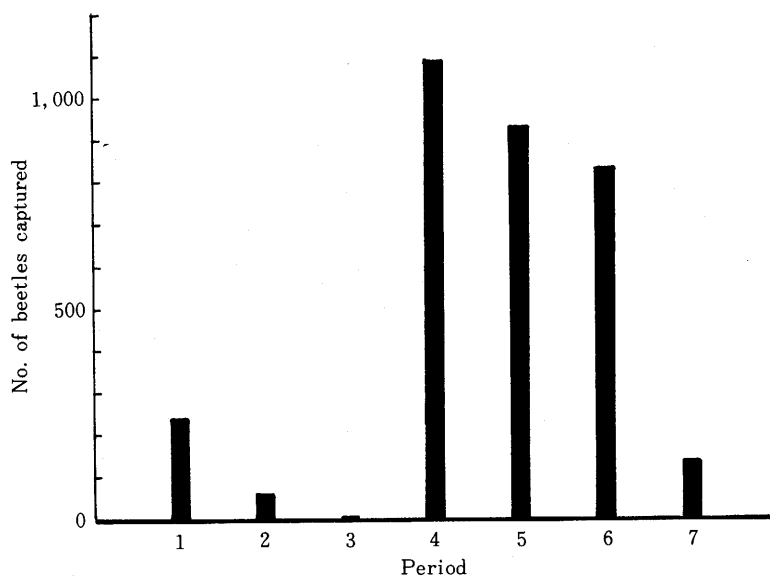


図-12 1トラップ1日あたり誘殺数 (FURUTA et al., 1984)

Fig. 12 No. of *Ips typographus japonicus* captured per trap per day

Period 1 : 17 May-2 Jun., 2 : 3 Jun.-14 Jun., 3 : 15 Jun.-28 Jun., 4 : 29 Jun.-12 Jul., 5 : 13 Jul.-25 Jul., 6 : 26 Jul.-5 Aug., 7 : 6 Aug.-25 Aug.

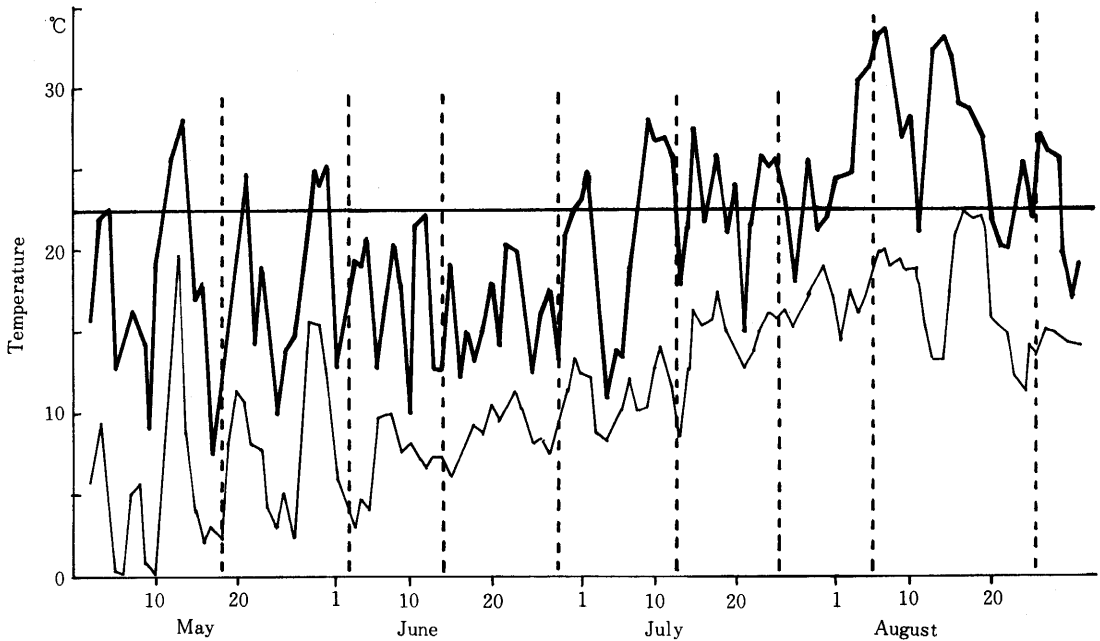


図-13 富良野市山部町における日最高気温と最低気温（1983年）
標高100m上昇につれて 0.6°C 気温の低下があるとすると、試験地の 20°C は山部町のおよそ 22.5°C に相当すると考えられる。

Fig. 13 Daily max. and min. air temperatures at Yamabe in the summer of 1983
As air temperature decreases 0.6°C with increasing 100 m in the altitude, 20°C at the study sites seems to correspond to about 22.5°C at Yamabe

されている。

各調査区ごとの1トラップあたり誘殺数は表-6に示したとおりである。1区と2区の誘殺数には差がないが、3区はそれよりも多く捕獲されている。

1トラップ1日あたり誘殺数は最大約1,200頭、最小4頭であった(図-12)。誘殺数は5月下旬と7月上旬とに山を持ち、明瞭な二山型となっている。5月下旬の山は、この試験が始まるより以前に多くの成虫が飛翔していた可能性が高いことを意味している。事実、ヤツバクイムシは 20°C 以上で活発に飛翔するが(山口・小泉, 1967; 福山・吉田, 1982), この年は5月上旬に 20°C 以上の気温の高い日があった(図-13)。5月上旬に飛翔が始まっていたことは確実である。

6月は誘殺数が少ない。この年は6月の気温が低く、飛翔活動が活発でなかったためであろう。誘殺数が最も少ない6月15~28日の誘殺個体は他の時期のものよりも明らかに体重が大きい。BOTTERWEG (1983)によれば、タイリクヤツバクイムシの体重は樹皮下での生活期間に比例して増加している。したがって、これらの個体は再寄生のものではなく、越冬成虫であっ

たとみなされる。1958年に山口（1959）が観察したところによれば、5月下旬に初寄生のあと、6月下旬に再寄生があった。穿入孔が季節の変化につれてどのような経過で形成されていくかを1982年にこの演習林で観察したところ、6月上旬以前、7月中旬、8月中旬に多くの穿入孔が形成され、前の2つは同数であったが、8月には前の2つを合わせたものの4倍以上も形成された（松崎他、1982）。6月上旬以前が初寄生、7月中旬が再寄生、8月中旬が新成虫による寄生であったと考えられる。今回の誘殺経過と図-13に示した気温の推移から判断すれば、1983年は6月以前と7月上旬に初寄生、7月中～下旬に再寄生があり、新成虫による寄生はほとんどなかったものと思われる。

8～10トラップから任意に選んだ各50個体の性比は全体として1：0.15であった（図-14）。どの回収分でも雄よりも雌が多く捕獲されていたが、6月はその他の月よりも雄の割合がいくらか多かった。樹皮下で羽化する新成虫の性比は1：1であり（山口・小泉、1967）、また樹皮下に穿入している雌は雄の約2倍であるのが普通であるため、雄の誘殺割合が雌よりも低いことは明らかである。

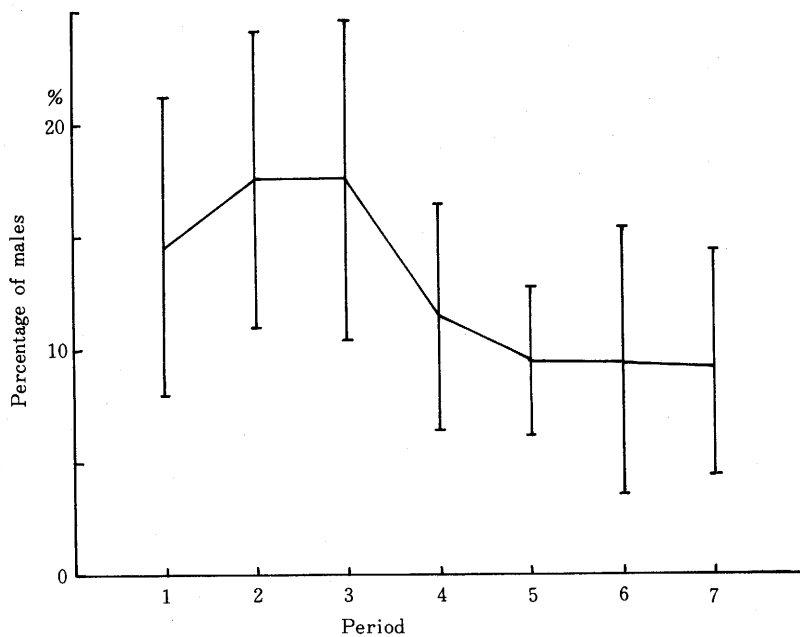


図-14 捕獲されたヤツバキクイムシの性比

Fig. 14 Percentage of the males of *Ips typographus japonicus* captured by traps

Period 1 : 17 May-2 Jun., 2 : 3 Jun. -14 Jun., 3 : 15 Jun. -28 Jun., 4 : 29 Jun. -12 Jul., 5 : 13 Jul. -25 Jul., 6 : 26 Jul. -5 Aug., 7 : 6 Aug. -25 Aug.

ヤツバキクイムシ以外に捕殺された昆虫のうちで最も個体数の多いのはムネアカアリモドキカッコウムシ (*Thanasimus substriatus* GEBLER) であった (表-5)。これはヤツバキクイムシ

表-5 トラップに捕獲されたヤツバキクイムシ以外の動物の個体数

Table 5 Mean number of small animals captured per trap for *Ips typographus japonicus*

| Period | <i>Thanasimus</i> spp. | Forficulidae | spiders |
|-------------------|------------------------|--------------|---------|
| 17 May - 2 Jun. | 22.0 | 0 | 0.35 |
| 3 Jun. - 14 Jun. | 9.0 | 0 | 0.37 |
| 15 Jun. - 28 Jun. | 2.9 | 0 | 0.26 |
| 29 Jun. - 12 Jul. | 110.9 | 0 | 0.23 |
| 13 Jul. - 25 Jul. | 30.2 | 0.02 | 0.35 |
| 26 Jul. - 5 Aug. | 15.5 | 0.40 | 0.23 |
| 6 Aug. - 25 Aug. | 36.1 | 3.26 | 0.49 |

シの捕食性天敵の1種であるが、この科の昆虫にはタイリクヤツバキクイムシの集合フェロモンに反応して集ってくるものが多く (BAKKE & KVAMME, 1978)、本種も誘引されたものと思える。ヤツバキクイムシ100頭に対して2頭の割合で誘殺されており、とくに6月には同100頭に対して67頭の割合で誘殺されている。ムネアカアリモドキカッコウムシ以外ではハサミムシ類とクモ類等に捕獲されたものが目立ったが、あまり多くはなかった。

(2) 枯損防止効果

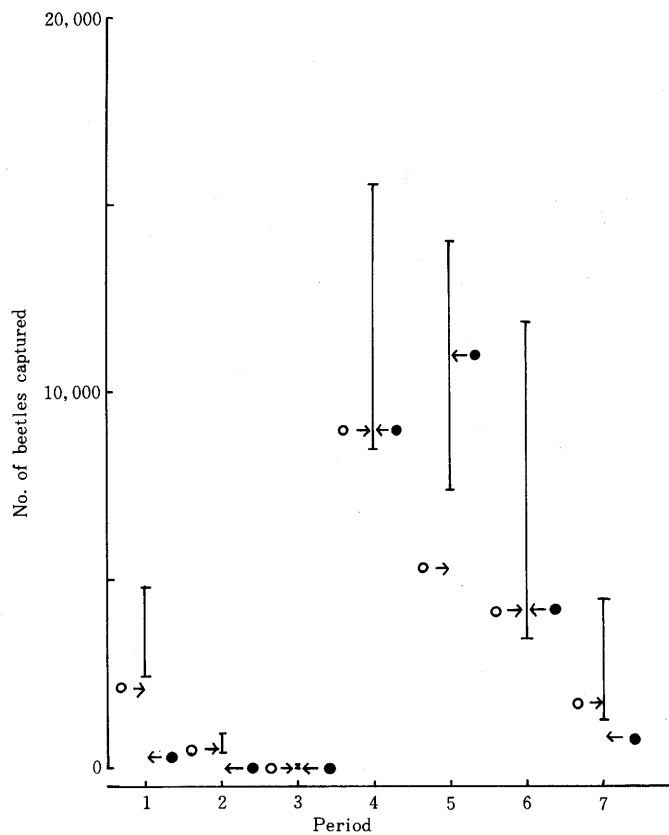
ヤツバキクイムシによる立木枯損は、トラップによる大量誘殺を行ったところでは林縁のみに見出された。このため、トラップを設置した1~3区と、トラップを設置していない4~5区において、林縁から50mの範囲に存在するエゾマツ生立木と当年の枯損本数を計数し、枯損率を求めた (表-6)。

表-6 1トラップあたりヤツバキクイムシ誘殺数とエゾマツの枯損率 (FURUTA et al., 1984)

Table 6 Mean number of *Ips typographus japonicus* captured per trap (17 May-25 August) and the mortality of Ezo-spruce

| Plot | Treatment | No. of the beetles captured | Area observed (ha) | No. of Ezo-spruce | No. of trees killed | % |
|------|---------------|-----------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|------|
| 1 | Mass trapping | 36600±12000 | 5 | 324 | 36 | 11.1 |
| 2 | Mass trapping | 38100±10000 | 2.5 | 116 | 0 | 0 |
| 3 | Mass trapping | 53400±9500 | 2.5 | 102 | 3 | 2.9 |
| 4 | Control | — | 1.5 | 65 | 19 | 29.2 |
| 5 | Control | — | 1.5 | 35 | 18 | 51.4 |

1～3と4～5区のそれぞれを込みにした立木枯損率は各7.2%と37.0%で、この両者には有意な差があった ($u=8.23 > u_{0.01}$)。また、どの誘殺区の枯損率もどの対照区の枯損率よりも低かった ($P < 0.05$)。大量誘殺区の枯損割合は対照区に比較して明らかに小さいといえよう。なお、1区での36本の枯損のうち31本は14本と17本ずつ、2か所に集中的に出現したものであった。これはいずれも、1982年秋から1983年春にかけて倒伏した8～15本ほどのエゾマツの周囲およそ0.5haの範囲に集中的に現われたものである。倒伏したエゾマツが誘引源となり、ひかれて集ってきたヤツバキクイムシの攻撃を受けて枯れたものと推測される。



図—15 ヤツバキクイムシの1トラップあたり平均誘殺数($\bar{x} \pm s$)と、1982年秋～1983年春に生じた小集団の新風倒木の近くの2トラップ(黒と白)の誘殺数

Fig. 15 Mean number of *Ips typographus japonicus* captured per trap in each period and the numbers captured by the two traps (black and white) which situated near small groups of new windfalls occurred during 1982 fall to 1983 spring

Period 1 : 17 May- 2 Jun., 2 : 3 Jun-14 Jun., 3 : 15 Jun. -28 Jun., 4 : 29 Jun. -12 Jul., 5 : 13 Jul. -25 Jul., 6 : 26 Jul. -5 Aug., 7 : 6 Aug. -25 Aug.

これらの2か所の立木枯損発生地に最も近いトラップの誘殺数は1区のその他のトラップの平均誘殺数よりも少なかった(図-15)。とくに6月には平均誘殺数マイナス標準偏差よりも少ないことがしばしばあった。倒伏木の誘引力はトラップの捕獲数を減少させたものと考えられる。

林況が著しく異なるため大量誘殺区の対照区とは必ずしもいえないが、演習林内のその他の地域でのヤツバキクイムシによる立木枯損についても3か所で調査した。

繁殖状況調査を行った14区では、約1 haの調査域に26本のエゾマツがあったが、このうち8本が枯損した。枯損率は30.8%である。これらは風害によって生じた空地の東に集団で出現したものである。なお、この周囲に散在する風害によって生じた5か所の空地(直径50~100m)の周囲50mに生えていたエゾマツ56本のうち11本が枯れていた。枯損率は最低0%から最高50%で、平均19.6%であった。これらの地点は斑点状に風害の生じた林の中の小面積の風倒地であると特徴づけられるが、14区以外では1981年風倒木が搬出されていたにもかかわらずかなりの立木枯損が発生したことは注目される。

立木枯損調査は7~8林班と98~99林班でも実施した(図-1)。7~8林班では林道上を3.5 km、78~99林班では5 kmを歩行し、片側50m(両側を合せて合計100m)の範囲に出現する虫害枯損木を調査した。7~8林班は1981年の風倒木が未搬出であるのに対し、98~99林班では1983年春までに搬出が完了していた。

ヤツバキクイムシによる立木枯損は、7~8林班では18か所で合計105本、98~99林班では14か所で82本出現した。枯損木はいずれも集団で出現しており、1集団あたりの平均枯損本数は7~8林班で5.8($S=4.1$)本、98~99林班でも5.8($S=6.0$)本であった。林道100mあたり、すなわち林地1 haあたりの枯損は7~8林班は0.51か所で3本、98~99林班は0.28か所で1.6本となる。これらの値は4~5区よりもかなり小さいように思えるが、4~5区は林縁で調査しているのに対し、7~8林班や98~99林班の調査は立木枯損のにくい残存林分や風倒木の搬出によって生じた大面積の空地の一部分(98林班)を含んで行っているため比較は困難である。

調査区域内の環境条件が比較的斉一な7~8林班についてみると、立木枯損の出現した18か所のうち16か所は風害を受けて林冠に穴の開いたところで、残りの2か所は風倒以外の何らかの理由で林冠の閉鎖が破れているところであった。風害を受けた場所のうちの13か所は倒木のあるところで、残る3か所は倒木はないが、傾いた木がかかり木となっていて、寄りかかられた木が枯れていた。倒木のある13か所でもかかり木のある例が4例あったが、寄りかかられた木はどこでも枯れていた。ヤツバキクイムシによる立木枯損は林冠が破れたところに集団で発生することは1954年の風害の後にも観察されており(山口他, 1963)、今回の風害の例でも同じ結果となっている。

枯損木が風倒地のどの方角に出現しやすいかをみたところ、風倒地の北が47%で最も多く、次いで東の29%、南の13%、西の11%という順であった。

以上のように当演習林では風倒地の東側あるいは北側に多数の立木枯損が発生した。たとえ小面積の風倒地でも、その周囲では小集団状の枯損が必ずといってよいほど出現し、平均枯損木数は6本ほどであった。また大面積の風倒地では、林縁部を中心に30%あるいはそれ以上のエゾマツが枯れている。これに対し、大量誘殺区の平均枯損率は7.2%であること、林内では林冠の破れたところにも枯損木が少なかったことなどから判断すれば、大量誘殺は立木枯損を少なく抑えるうえで効果のあったものと結論される。

IV 考 察

風害1年後の1982年にはヤツバキクイムシはエゾマツ倒木の70~80%に寄生し、樹幹表面積1㎡あたりの穿入孔数は4.8~11個であった。これらの値は1954年の風害の翌年の値よりもかなり小さい値のように思える(山口, 1963)。しかし、1955年には9月下旬に調査して、1㎡あたり58個という観察を行っているのに対し、1982年は7月下旬の調査である。この年は8月になってから、それ以前の4倍ほども穿入孔が形成されているので(松崎他, 1982)、最終的には1955年に近い穿入数となったものと思われる。

1955年の発育は良好で、増殖率(子世代羽化雌虫数/親世代母孔形成雌虫数)は約14であった。1982年には増殖率の調査を行っていないが、1955年と同じ程度であるとすれば個体群密度は大幅に上昇したことになる。

1982年には胸高直径40cm以下の木の穿入孔数はそれより太いものよりも少なかったが、1983年には幹の太さにかかわらず同じような密度で母孔が形成されていたことから判断すれば、幹の太さにかかわらず穿入孔が形成されたものと思われる。樹幹上の穿入孔の分布様式は密度が高くなると集中分布から一様分布へと変化し、またタイリクヤツバキクイムシが形成する穿入孔の密度には上限があるといわれている(BAKKE, 1983)ことから推測すれば、ヤツバキクイムシの密度が高くなった1983年には幹の太いものだけでなく、幹の細いものにも高密度に穿入するようになったものと思われる。

母孔密度が高くなると総母孔長は長くなっているが、平均母孔長は短くなるようなことはなかった。この点は山口・小泉(1959)が観察した結果と異なっている。また、1983年の増殖率は1955年に山口・小泉(1961)が測定した値の2.5~5.0倍であると推定されている。そのうえ、1955年には1㎡あたり150ほどの母孔密度で1母孔あたりの次世代虫数の低下する現象が見られているが、今回の調査では400ほどの母孔密度から次世代虫数の低下が始まっている。このような違いは何によるものであろうか。山口他(1963)によれば、1955年の調査木は胸高直径35

cm以下の細い木が主体であったが、1983年は35cm以上の木が主体であった。幹の細いものは次世代虫数が少ないことから判断すれば、1955年と1983年に見られた上記のいくつかの繁殖上の差違は調査木の太さの違いによるところが大きいと考えられる。

今回の大量誘殺試験はあくまでも風害後の立木枯損の防止を目的としてはいるが、その前提として風倒木の搬出を行っているのが特徴である。枯損木のあるところでこのトラップを使用する場合には、枯損木3本に1個の割合でトラップを設置することが勧められているが(LIE & BAKKE, 1981)、同じ割合で風倒木の周辺にトラップを設置することは労力的にも経済的にもほとんど不可能なためである。したがって、今回の試験は羽化してくるものを集めて枯損の拡大を防止するものではなく、飛翔しているヤツバキクイムシを捕え、立木枯損の現われやすい林縁木を攻撃から護る点に特徴がある。

ここで捕獲されたヤツバキクイムシは1トラップあたり平均41,600頭であったが、ノルウェーの激害地での捕獲数が10,000頭あまりであったのと比較してかなり多いものである。対照区では1本のエゾマツの樹幹表面積がおよそ22m²で、平均母孔密度は1m²あたり500であった。雌2頭に対して雄1頭の割合で穿入したとすれば、1本に16,500頭のヤツバキクイムシが穿入したことになる。したがって、1トラップの捕獲数は約2.5本分のヤツバキクイムシを捕えたものと推定される。大量誘殺は立木枯損を少なく抑える効果があったことは確実であるが、誘殺虫に占める雄虫の割合が低いこととアリモドキカッコウムシを多数誘殺したことなどは、捕獲を免れたヤツバキクイムシ個体群に重要な影響を及ぼす可能性がある。大量誘殺の現地適用にあたってはヤツバキクイムシ個体群の動態に関して詳しい解析を行う必要がある。

要 旨

1981年の暴風雨によって大規模に風倒木の発生した東大北海道演習林のエゾマツ林で、1982～1983年にヤツバキクイムシの繁殖を調査し、合成フェロモンを使用したトラップを用いた大量誘殺によって立木枯損の発生を少なく抑えることを試みた。

1982年7月下旬には、ヤツバキクイムシは風倒木の60%以上に穿入し、樹幹表面積1m²あたり4.8～11個の穿入孔を形成していた。胸高直径41cm以上のエゾマツの単位樹幹表面積あたりの穿入孔数は40cm以下のものよりも多く、また小面積の風倒が斑点状に現われたところでの穿入孔数は大面積の風倒地のエゾマツ上よりも多かった。樹幹上の穿入孔の分布様式は穿入密度に応じて変化し、1m²あたり15個以下では集中分布であったが、それ以上ではほぼ一様分布となった。

1983年にはヤツバキクイムシは胸高直径40cm以下のエゾマツにも高密度に穿入し、樹幹表面積1m²あたりの母孔数は幹の太さとは無関係に280～870となった。母孔密度が高くなると総母

孔長は増大したが、次世代虫数は必ずしも増加していない。これは単位母孔長あたりの次世代虫数が母孔密度の上昇につれて減少し、1母孔あたりの次世代虫数が少なくなったためである。この年の増殖率は母孔密度400~500/m²で5.5、600~900/m²で2.7であった。しかし、胸高直径35cm以下の細い木では1母孔あたりの次世代虫数は少なく、増殖率は低かった。

大面積に風倒木が発生した地域で、風倒木を搬出した跡地に、残存林の林縁に沿って50mの間隔で1個ずつ、延べおよそ2kmの延長線上に43個のフェロモントラップを設置した(1983年5月17~18日)。8月25日までの1トラップあたり平均誘殺数は約41,000頭(70,000~17,000頭)で、性比は1:0.15であった。この林縁では7.2%のエゾマツが枯れたが、対照区の枯損率(37%)よりは有意に低い枯損率であった。対照区で1本のエゾマツに穿入したヤツバキクイムシ成虫個体数は約16,000頭と推定されており、トラップ1個の誘殺数はエゾマツ2.5本に穿入する成虫数に相当するといえよう。大量誘殺は立木枯損を少なく抑える有効な方法であると結論される。

引用文献

- BAKKE, A. (1981) : Inhibition of the response in *Ips typographus* to the aggregation pheromone; field evaluation of verbenone and ipsenol. *Z. ang. Ent.* 92:172-177.
- _____(1983) : Host tree and bark beetle interaction during a mass outbreak of *Ips typographus* in Norway. *Z. ang. Ent.* 96:118-125.
- BKKKE, A. and T. KVAMME (1978) : Kairomone response by the predators *Thanasimus formicarius* and *Thanasimus rufipes* to the synthetic pheromone of *Ips typographus*. *Norw. J. Ent.* 25:41-43.
- BAKKE, A. and L. STRAND (1981) : Pheromones and traps as part of an integrated control of the spruce bark beetle. *Rapp. Nor. Inst. Skogforsk* 5/81:1-39.
- BORDEN, J. H. (1974) : Aggregation pheromones in the Scolytidae (In : Birch, N. C. (ed.), *Pheromones*): 135-160. Amsterdam, North Holland Publishing Company.
- BOTTERWEG, P. F. (1983) : The effect of attack density on size, fat content and emergence of spruce bark beetle *Ips typographus* L. *Z. ang. Ent.* 96:47-55.
- 福山研二・吉田成章(1982) : ヤツバキクイムシの飛しょうと温度の関係. *日林北支講* 31:146-148.
- FURUTA, K., S. ANDO and I. TAKAHASHI (1984) : A trial of mass trapping of *Ips typographus japonicus* NIJIMA after an extensive wind damage in Hokkaido. *Appl. Ent. Zool.* 19:518-519
- IWAO, S. (1968) : A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. *Res. Popul. Ecol.* 10:1-20.
- 小泉 力・山口博昭(1967) : ヤツバキクイ (*Ips typographus* L. f. *japonicus* NIJIMA) の繁殖, 行動, 分散に関する研究 IV. *林試研報* 204:129-134.
- LIE, R. and A. BAKKE (1981) : Practical results from the mass trapping of *Ips typographus* in Scandinavia (In : Mitchell, E. R. (ed.), *Management of insect pests with semiochemicals*): 175-181. New York, Plenum Publishing Corporation.
- 松崎 健・高橋郁雄・芝野博文・宮森吉次(1982) : 風害翌年の東京大学北海道演習林におけるエゾマツのヤツバ

- キクイムシの加害状況. 日林北支講 31 : 130-132.
- 山口博昭 (1959) : 風害後のキクイムシ類による被害の推移. 北方林業 11 : 27-31.
- _____ (1963) : 北海道の風倒地における穿孔虫の発生分散機構 (第2報). 林試研報 151 : 53-73.
- 山口博昭・小泉 力 (1959) : ヤツバキクイ (*Ips typographus* L. f. *japonicus* NIIJIMA) の繁殖, 行動, 分散に関する研究 I. 林試道支場年報 (1956) : 39-47.
- _____ ・ _____ (1961) : 風害後のヤツバキクイ棲息数の変動. 71回日林講 : 308-310.
- _____ ・ _____ (1967) : ヤツバキクイ (*Ips typographus* L. f. *japonicus* NIIJIMA) の繁殖, 行動, 分散に関する研究 III. 林試研報 204 : 113-127.
- 山口博昭・平佐忠雄・小泉 力・高井正利・井上元則・小杉孝蔵・野淵 輝 (1963) : 北海道の風倒地における穿孔虫の発生分散機構 (第3報). 林試研報 151 : 75-135.
- 吉田成章・福山研二・小泉 力・秋田米治・山根明臣 (1982) : 風倒地でのフェロモンによるヤツバキクイムシ誘殺試験 (I). 日林北支講 31 : 139-141.

(1984年5月21日受理)

Summary

Tphoon 15 attacked Hokkaido in 1981 and caused more than 600,000m³ windfalls in the 23,000 ha of the Tokyo University Forest in Hokkaido, and reproduction of *Ips typographus japonicus* was observed in Ezo-spruce (*Picea jezoensis*) forests during the years 1982-1983, and a pheromone trap test was carried there in 1983.

The beetles infested more than 60% of the windfalls in July 1982, and the numbers of the entrance holes per 1 m² of trunk surface were 4.8-11.0. More entrance holes were made on the trees with DBH of larger than 41 cm than those of smaller than 40 cm. The density of entrance holes on a tree was higher in patchy windfall areas (plot 14) than in large windfall areas (plots 11-13). Distribution pattern of the entrance holes on trunk surface was contagious when relatively small number of holes were made, but it changed to uniform when more than 15 holes were made per 1 m² of trunk surface.

In 1983, the beetles infested new windfalls (appeared during the fall of 1982 to the spring of 1983) intensely and the number of egg galleries reached 280-870 per 1 m². Though total length of egg galleries increased with increasing density of egg galleries, the number of progenies did not show increase. This was due to a fact that the number of progenies produced per unit length of egg galleries decreased with increasing density of egg galleries. Thus, reproduction rate (number of progenies/(2×number of egg galleries)) decreased with increasing density of egg galleries; it was 5.5 where 400-500 egg galleries per 1 m², and 2.7 where 600-900 egg galleries. The reproduction rates on the trees whose DBH were less than 35 cm were apparently smaller than other trees.

In an area where trees were intensely blew down over 200 ha, 43 pheromone traps were deployed every 50 m distance on three lines (plots 1-3) of about 2 km overall along the forest margin. Traps were set on 17-18 May 1983 and the dispensers were exchanged at about one month intervals. Each dispenser contained 1,500 mg methybutenol, 70 mg cis-

verbenol and 15 mg ipsdienol. The mean number of beetles captured per trap during 18 May - 25 August was 41,000 (max.=70,000, min.=17,000). The sex ratio was 1 : 0.15 and more females were captured than males. This trend did not change throughout the period.

Tree mortality was observed in the forest margin (3 km × 0.05 km) where traps were deployed (plots 1-3) and other two plots 4 and 5 where no traps were deployed. Though 7.2% of the Ezo-spruce were killed by the beetles in plots 1-3, the percentage was significantly lower than 37% which was observed in the other two plots 4-5.