

スギカミキリの被害を受けたスギの林内分布

西 村 正 史

Spatial Patterns in Sugi (*Cryptomeria japonica* D. DON)

Trees damaged by the Sugi Bark Borer (*Semanotus japonicus* LACORDAIRE) on Sugi Stands

Masashi NISHIMURA

要旨：スギカミキリの林内における防除法を確立するための一つの基礎資料として、スギ林分における被害木の分布様式を調査したところ、次のようなことがわかった。

- 1) 新たな被害木は、既存の被害木の周辺に発生しやすいことが示唆された。
- 2) 被害木は、ルーズな集団を形成した。
- 3) そのような集団の分布は、林内の局所的な生育条件に依存しており、生育条件に明らかな差が認められる場合は、集中的に分布し、そうでない場合は、ランダムに分布した。

I. はじめに

スギカミキリは、スギの主要な穿孔性害虫の一つであり、幼虫の食害が原因で二次的に侵入した腐朽菌により木部が変色したり腐れたりするので、材質や材価を著しく低下させる。そのため、スギカミキリを対象にしたいくつかの防除法が考えだされたが、²⁾⁵⁾⁶⁾それぞれに欠点を持ち、スギ林における有効かつ効率的な防除法とは成り得なかった。

しかしながら、スギ林に適用できる防除法としてスギカミキリが単木的に同じ木を繰り返して加害することに注目して、2ないし3齢級の林で被害率の低い時期に、被害木を伐採して処分する方法が提案⁸⁾¹⁰⁾されている。この方法を除伐期に併せて実施するならば、スギカミキリの密度は低下し、その後の被害木の発生も最小限に抑えられることが期待できる。そのためには、被害木の林内における分布様式の特

徴を知ることが重要になってくる。岡田・藤下⁹⁾、山田¹⁰⁾はスギ被害林分の解析を行った際、全立木の配置図を作成して、視覚による判断に基づき、被害木は林内で一様に分布することはまれで、集中的に被害を受けた木を中心に徐々に周囲に広がっていく傾向を、岸ら⁷⁾はスギクローン集積所においてI₈指数によって解析を試み、被害木が弱い集中分布を示したと報告している。これらの報告は、視覚のみにたよったり、I₈指数を用いながらも分布構造まで解析していないなど、いくつかの欠点を持っている。

そこで、筆者は被害木の分布様式をより詳しくかつ客観的に解析する必要があると考え、今回、スギ人工林とスギ採種園において調査を行なったので、その結果を報告する。

なお、調査にあたり御協力をいただいた富山県魚津農地林務事務所林務課及び富山県林業試験場の諸氏に深く謝意を表する。

表-1 調査林分の概要
The outline of plots

調査プロットNo. Plot No.	調査地 Locality	調査年 Year	調査プロットの大きさ Plot size	林齢 Stand age	立木密度 Stand density	平均胸高直径 Mean DBH	林分の種類 Type of stand
1	立山町米道 Tateyama	1980	800m ²	35yr	1,175/ha	25.6cm	実生林分 Seedlings
2	立山町池田 Tateyama	1980	1,600	28	1,750	19.7	実生林分 Seedlings
3	大山町原 Oyama	1979	1,600	20	2,144	16.3	実生林分 Seedlings
4	魚津市石垣新 Uozu	1980	6,400	11	1,323	8.7	採種園 Tree seed orchard
5	魚津市石垣新 Uozu	1980	6,400	11	1,028	8.7	採種園 Tree seed orchard
6	砺波市頼成 Tonami	1982	8,424	13	2,391	10.6	さし木林分 Cuttings

II. 調査地及び調査方法

スギカミキリ被害木の分布様式を把握するためには、スギ林分ができるだけ同じような生育条件下にあることが望ましい。そこで、人工林でかつ優勢な木の樹高が比較的良好とされていると思われる林分を3か所選び、各々の林分において、その広さに応じて20m×40mないしは40m×40mの調査プロットを設定した。また、スギ採種園は、1) ならかな台地上にあり、以前は畑地であったこと、2) すべての個体は、2.5mで断幹されていること、3) 毎年、同じような管理が行なわれていること等を考慮すれば、ほぼ同じような生育条件下にあると考えられるので、調査地として選び、80m×80mの調査プロットを2か所設定した。このようにして選んだ5か所の調査プロットにおいて、被害木であるかどうかを毎木調査し、最小枠を5m×5mにして、被害木の数を記録した。なお、スギ採種園では、調査時以前に、毎年7月ないしは8月頃に殺ダニ剤の散布は行われたが、殺虫剤の散布は、ほとんど行われなかった。

一方、砺波市頼成地内には、本県の代表的なさし木品種であるマスマスギのほぼ単一なクローンからなる人工林がある。この林分は、以前、起伏のある所を整地して平坦にした後に植栽されたため、生育環境の変異が大きく、そのため、ほぼ単一なク

ーンから成り立っているにもかかわらず、場所的にスギの生長が著しく異なっている。ほぼ同じような生育条件下にある林分の被害木の分布様式と比較検討するためには、このような林分においても調査する必要があると考え、ほぼその全域(約0.8ha)について被害木の有無と胸高直径を毎木調査した。

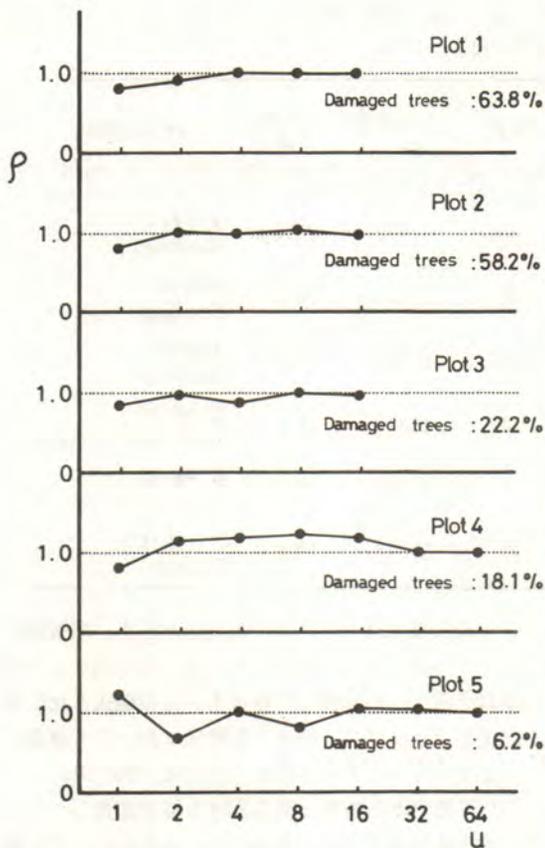
被害木は次のように定義した。すなわち、1) 樹幹表面に脱出孔が認められるもの、2) 樹皮に裂目が生じて比較的新しい糞が押し出されようとしているもの、3) 食害部が完全に巻き込まれて樹皮に不規則な食痕が残っているもの、4) 食害部の巻き込みが遅れて木部が外から見えるものとし、これらのいずれかが少なくとも観察されれば被害木と判定し、ヤニが流出したり、若齢幼虫によると思われる横方向のかすかな食痕だけが観察される木は、被害木とみなさなかつた。そして、1)～4)の被害は一般に樹幹下部に集中しているので、原則として5mの高さまで調べて、被害木であるかどうかを判定した。

なお、調査地の概要は、表-1に示した。

III. 結果及び考察

1. 被害木の林内分布

スギカミキリによる被害木の林内分布を解析する方法としてはいろいろあるが、IWAO⁴⁾によって提案された枠サイズの変化に伴う平均値(m)と平均こ



図一 スギカミキリによる被害木の ρ 指数と枠サイズとの関係

$u=1$ はもっとも小さい枠サイズで $25m^2$ である。
点線はランダム分布を示す。

The relationships between ρ -index and quadrat size for damaged trees in each plot.

$u=1$ indicates the smallest quadrat size, $25m^2$.
The dotted line shows random distribution.

み合い度 (\bar{m}) との関係による空間分布解析法を用いた。

1979年と1980年に調査した比較的スギの生育条件がそろっていると思われる各々の調査プロットにおいて、枠サイズの変化に伴う ρ 指数⁴⁾の値を求めたところ(図一), もっとも被害率の低かった採種園では、比較的まとまった被害木の小集団が一様な傾向をもって分布していたが、同じ採種園でも被害率が少し高い場合には、被害木のルーズな集団がランダムに分布し、しかも、この集団の占める平均

的な広さは $400m^2$ と広いことが示された。ところが、被害率の高いスギ人工林では、被害木が集団を形成するようなことはみられず、被害木が調査プロット全体にわたってランダムに近い様分布をすることが示された。このように各々の調査プロットごとの解析では、集団の有無について判断としないので、これら5組の被害木に関するデータから、各々の枠サイズごとに m と \bar{m} の回帰関係を求めた(図二)。いずれの枠サイズにおいても寄与率が0.99以上の高い値をもった回帰直線を得ることができたので、各々の枠サイズごとに求められた α と β の変化をみたところ(図三), 枠サイズの小さい範囲では $\alpha \approx 0$, $\beta < 1$ であるが、枠サイズが大きくなるにしたがい α は増加する傾向を、 β は1に近い値を示した。これらの結果から、スギカミキリによる被害木の分布は、基本的には一定平均値のルーズな集団から成り立っていると考えられる。そして、そのような集団は林内でほぼランダムに分布し、集団内では被害木自体が一様な傾向をもって分布するものと考えられる。

一方、1982年にはさし木品種マヤマスギの人工林で、視覚により明らかに生長に差のみられる林分においても調査したが、この林分は造林後自然に枯死した木を除いて、生立木の伐採は行われておらず1.8m間隔で規則正しく植栽されているので、全立木の配置図を作成し、被害木と健全木とを区別して図四に示した。一見して、被害木はかたよって分布していることが示唆された。そこで、より客観的に分布構造を把握するために先の5例と同様な解析方法⁴⁾によって、東西方向の $54m \times 108m$ の方形区を解析したところ(図五), $81m^2$ 程度の広さのルーズな被害木の集団が存在し、集団内は一様な傾向をもって分布していた。そして、そのような集団が集まって、さらに大きな集団を形成していることも示された。したがって、被害木はこの林分においてかなりかたよって分布していることが明らかにされた。

スギの生育条件がほぼ同じような林分と明らかに差の認められるような林分において、被害木の分布様式を解析したが、被害木がルーズな比較的小さい集団を形成する点は、共通して認められた。このような集団を形成している被害木は、被害の発生した時期から今回の調査時期までの間に発生したものであるから、当然、集団内の個々の被害木の発生年は

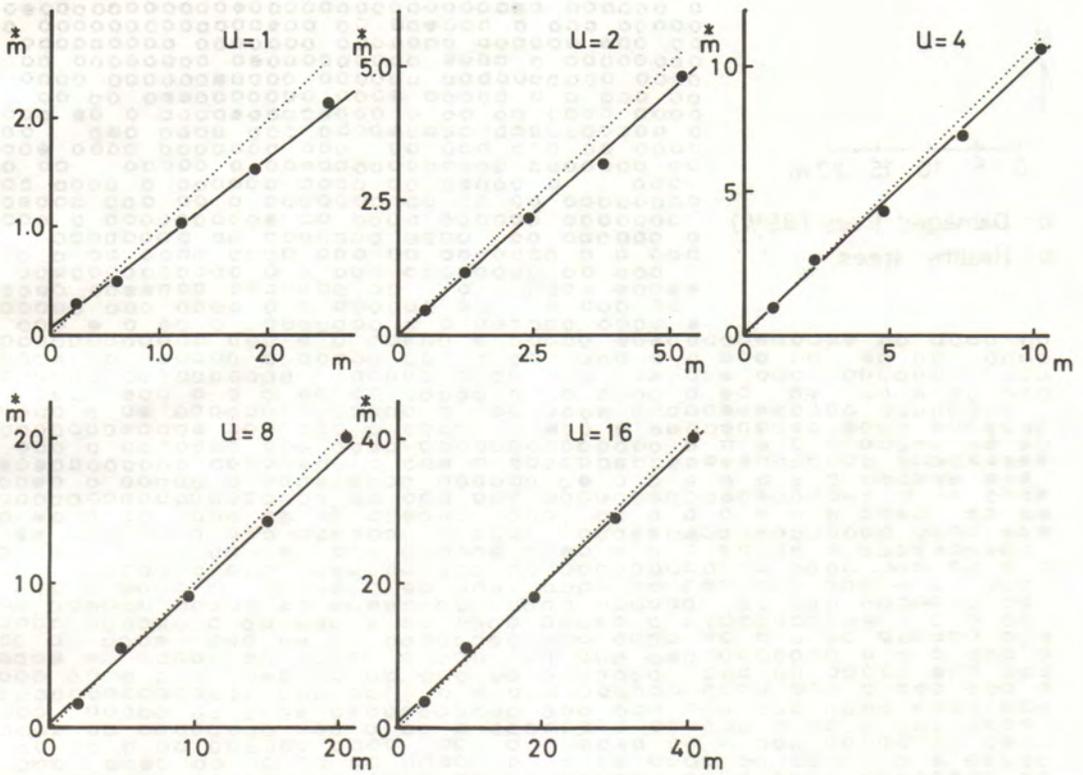


図-2 各々の枠サイズごとの \bar{m} - m 関係
点線はランダム分布を示す。

The \bar{m} - m regressions of damaged trees
in different quadrats.
The dotted line shows random distribution.

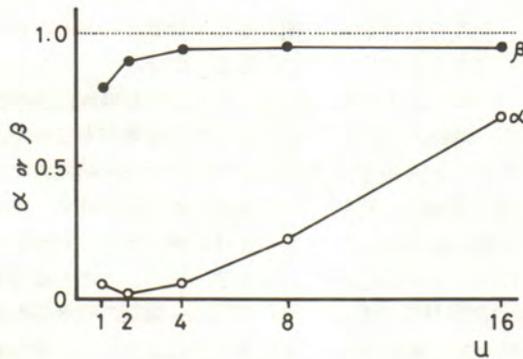


図-3 図-2において求められた各々の枠サイズ
ごとの回帰直線の α と β

The relationships between quadrat size
and α or β in the \bar{m} - m regression
analysis showing Fig. 2.

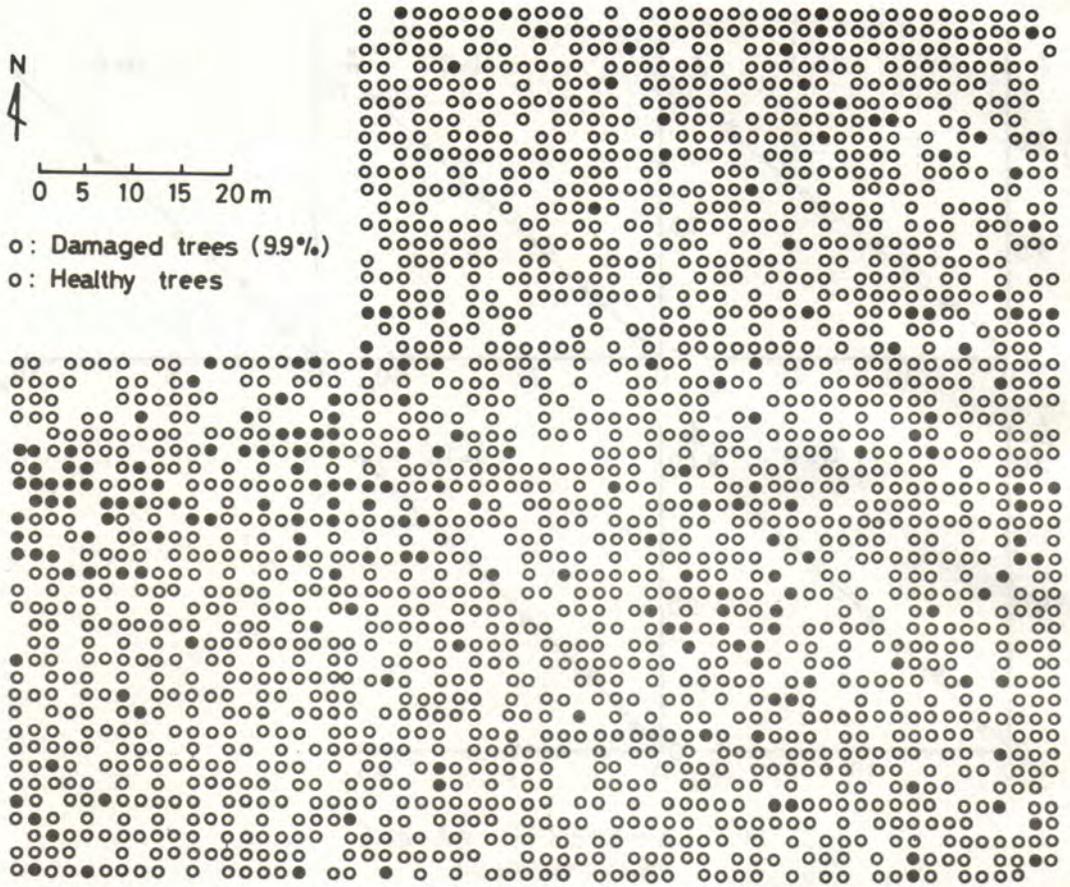


図-4 調査プロット6における植栽木の位置図

Distribution map of all trees in plot 6.

違うものと思われる。このことは、新たな被害木が既存の被害木の周辺に発生しやすいことを示唆しているものと思われる。この点については、今までの報告⁹⁾¹⁰⁾ともほぼ一致するものである。集団内では、被害木が一様の傾向をもって分布することも共通して認められたが、これはスギが一定の間隔で1本ずつ植栽されていることによるものと思われる。

なお、スギ人工林の実生林分では、ランダムに近い一様分布を示したが、すべて被害率の高い林分であった。このことは、被害率の増加に伴って、被害木の集団がお互いに重なり合っ、消失したため、一様な傾向を示すようになったものと思われる。

2. スギの生長と被害木との関係

分布様式の解析により、被害木はルーズな集団を形成することがわかったが、その集団は、林分内に

明らかな生育条件の差が存在する場合には、局所的にかたよって分布することが示された。そこで、実際にはどのような場所にかたよって分布するのかを明らかにする必要があるので、被害木がかたよって分布している砺波市頼成のマスヤマスギの林分において検討した。同一林分においては胸高直径の大きいスギほど被害木になりやすいと言われているので、³⁾¹⁰⁾

まず第一に、全立木と被害木の胸高直径についてそれぞれ1cm間隔の頻度分布を作成した(図-6)。全立木のそれは左の方に、被害木のそれは右の方にかたよっており、明らかに胸高直径の大きいスギに被害が多いという結果が得られた。次に、林分内の局所的な生長の良否と被害率との関係を見るために、18m間隔のメッシュをひき、それぞれの区画における被害率と優勢木の割合とを比較した(図-7)。

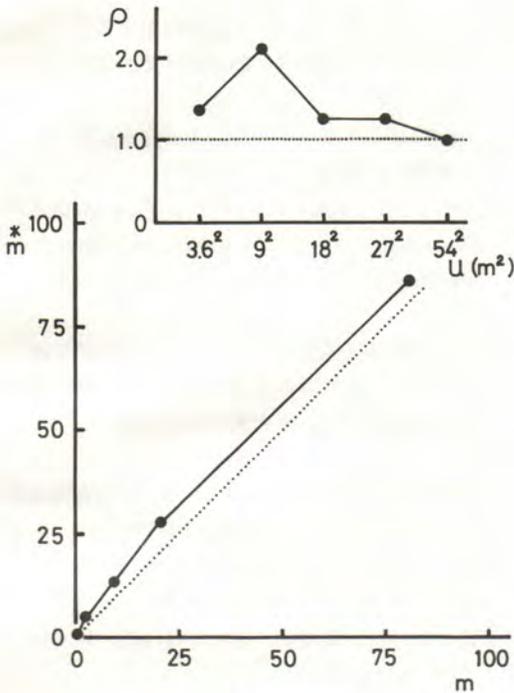


図-5 調査プロット6における分布様式の解析
 上図：幹サイズと ρ 指数の関係
 下図： m^* - m 関係

Analysis of the spatial pattern of damaged trees in plot 6.

Upper : the ρ -index plotted against quadrat size
 Lower : the unit-size m^* - m relations

なお、優勢木とは、便宜的に全立木の平均胸高直径(10.6cm)以上の個体をいい、この割合でもって各々の区画の生長の指標とした。その結果、局所的な著しい生育条件の差を反映して、優勢木の割合は0%から100%まで存在し、優勢木の割合が低い範囲では、大部分の区画の被害率は全体の被害率以下であるのに、50%を越えると、きわめて高い被害率の区画が出現することがわかった。スギカミキリの加害初期林齢は10年生前後¹²⁾と言われているが、これは、スギがある一定の生育段階に達すれば、被害を受けるようになることを意味している。この林分は13年生であるので、加害初期に相当する。したがって、生育条件の悪い場所のスギの大部分は、被害を受けるような生育段階に達していなかったために被害率が低くなったのに対して、生育条件の良い場所のスギは、その大部分がそのような段階に達してい

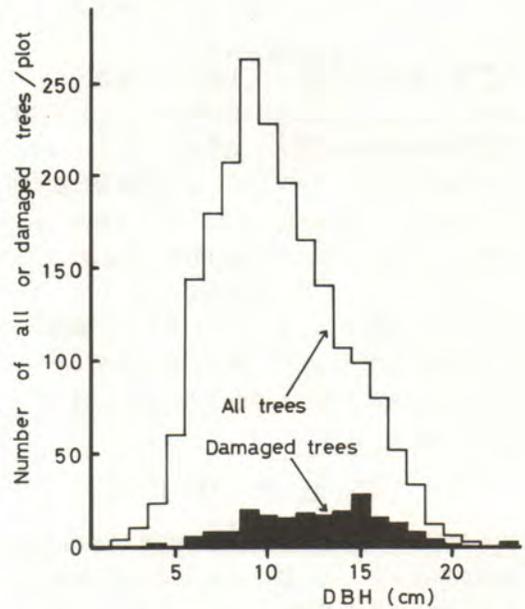


図-6 調査プロット6における全立木及び被害木の胸高直径の頻度分布
 Frequency distribution of DBH of all and damaged trees in plot 6.

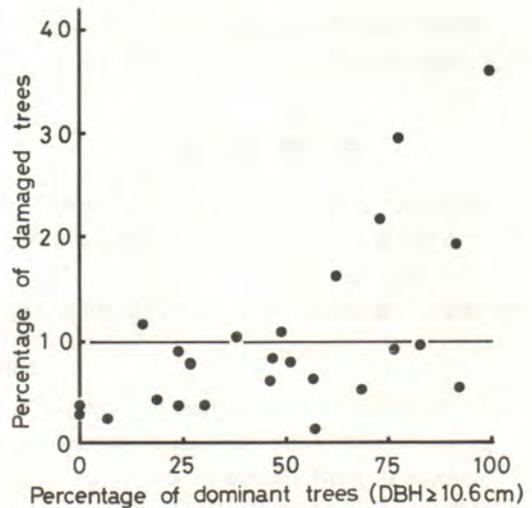


図-7 調査プロット6における小区画ごとの被害率と優勢木との関係

The relationships between the percentage of damaged trees and that of dominant trees (DBH \geq 10.6 cm) on each small area in plot 6.

たので、被害が集中して発生し、高い被害率になったと考えることができる。

一方、本県のスギカミキリ被害実態調査から、人工林の大部分を占めるタテヤマスギ(実生)の平均被害率が約40%であるのに対して、マスマスギのそれは数%であり、10%を越すような林分は観察されておらず、スギカミキリに対してはきわめて強い品種であると考えられている(西村, 未発表)。このような立場からすれば、局所的であるにせよ、生育条件のよい場所で、きわめて高い被害率が観察されたことは、スギカミキリの被害の発生を低くおさえていたと思われる何らかの要因の作用が、低下したものと考えることもできる。

IV. おわりに

スギカミキリの被害を受けたスギは、基本的には集団を形成するという特徴があるが、集団自身の分布は、林内の生育条件のかたよりの程度によって、ランダムになったり、集中的になったりする。このようなことは、スギカミキリの成虫の行動、特に産卵行動とも深く関係していることが予想されるのでこの分野に関する調査を行なう必要がある。

また、今回の調査では行なわなかったが、その年ごとの被害木や脱出孔の分布様式についても、それらの分布構造の形成過程を知るうえで重要であると思われる。

引用文献

- 1) 萩原幸弘・小河誠司：九州におけるスギのはちかみ発生事例とその分布特性。森林防疫19(5) 118~121, 1970
- 2) 林洋二・藤原均：スギカミキリの薬剤防除試験

- スギ被害生立木の幹に薬剤散布することによる成虫脱出抑制試験。29回日林関西支講, 160~162, 1978
- 3) 井上牧雄：スギカミキリによる立木被害の解析。鳥取林試研報22, 26~33, 1979
 - 4) IWAQ, S. : Application of the $\bar{m}-m$ method to the analysis of spatial patterns by changing the quadrat size. Res. Poul. Ecol. 14, 97~128, 1972
 - 5) 関西地区林試協保護部会ハチカミ共同研究班：スギカミキリによるスギのハチカミに関する研究。関西地区林試研究機関連絡協議会保護部会 58pp.
 - 6) 川崎政治・和田克之：スギカミキリの食害状況と薬剤防除について。27回日林中部支講, 69~72, 1979
 - 7) 岸洋一・神永翔六・森元安次：スギカミキリ被害のクローン間差異。林木の育種77, 10~13, 1973
 - 8) 小林富士雄：スギ、ヒノキの材質を低下させる穿孔性害虫(II)。林業技術464, 15~19, 1980
 - 9) 岡田剛・藤下章男：スギのハチカミに関する研究〔3〕スギカミキリによる被害林分の解析について。広島林試研報3, 90~103, 1968
 - 10) 山田栄一：スギのハチカミに関する研究—スギカミキリの生息密度と被害—。島根林試研報19, 73~85, 1968
 - 11) ————：スギカミキリの生態・被害実態と防除の問題点。林業と薬剤69, 6~14, 1979
 - 12) ————：スギカミキリの生態・被害・防除及び今後の対策。15回林業シンポジウム, 19~28, 1982

Summary

In order to obtain fundamental data on the control of the sugi bark borer (*Semanotus japonicus* LACORDAIRE), the spatial patterns of damaged trees were studied on sugi (*Cryptomeria japonica* D. DON) plantations and its tree seed orchard in Toyama Prefecture in 1979, 1980 and 1982.

The results were as follows.

- 1) It was indicated that new damaged trees tended to be located near ones damaged previously.
- 2) The damaged trees were distributed basically in loose clumps on sugi stands.
- 3) These clumps were distributed near a random or with a tendency for aggregation and its spatial pattern may depend on the degree of local heterogeneity of site condition on sugi stands.