

## マツクイムシ被害林の植生回復にともなう種組成の変化

片桐成夫\*・金子信博\*・長山泰秀\*

### Changes on species composition with vegetation recovery of damaged pine forests

Shigeo KATAGIRI, Nobuhiro KANEKO, Yasuhide NAGAYAMA

**Abstract** The species composition of pine forests was studied in the eastern part of Shimane Prefecture. The changes on the species composition after the damage by pine wilting disease were discussed.

The species numbers of the overstory in heavy damaged pine forests was not different from that in no damaged forests. However, *Symplocos lucida*, *Ilex integra* and *Castanopsis cuspidata* have high occurrence rates as for evergreen broad-leaved trees, and *Quercus serrata* also has a high rate as for deciduous broad-leaved trees. 77 species appeared in the overstory of damaged pine forests and it was larger than the number in no damaged pine forests. The rate of deciduous broad-leaved species in both number and basal area became larger with the increase of damage rate. The deciduous broad-leaved species included many pioneer species. Furthermore, the species diversity of pine forests became higher with the recovery of vegetation after the damage.

key words: Pine wilting disease, species composition, diversity, vegetation recovery

### はじめに

西日本の里山にはアカマツ林が広く分布しているが、最近20年の間にマツクイムシ被害によってその様相は大きく変化しつつある。岸(1988)によるとマツクイムシ被害跡地は人工造林によってヒノキ、スギ林に林種転換されている場合もあるが、約2/3は放置されている。これには森林所有者の山林に対する関心の薄れが影響している。被害木の処理や防除を行ってもアカマツ林からの収入が期待できないために、被害跡地を放置しているためである。アカマツ被害跡地を放置した場合に植生はどのように変化するのは生態学的にも興味ある問題であり、景観からみても大きな問題である。

マツクイムシ被害後のアカマツ林の植生の変化に関しては、豊原ら(1986)が宮島で植物社会学的に群落の変化を明らかにしている。関東地方ではアカマツの枯死によって、林分はコナラ、クリなどが優先する林分へ変化すると野本ら(1985)は報告している。また、達ら(1992)はアカマツが枯死してから5年後にアカマツ・コナラ優

占型に、さらに3年後にはコナラ・クヌギなどの落葉広葉樹とアカマツの混交林へ変化するとしている。

本研究は山陰地域においてマツクイムシ被害を受けた森林が自然に回復する過程でどのような種組成の変化を示し、岸(1988)が述べているように気候的極相であるシイ・タブ林へと変化していく過程にあるかを明らかにすることを目的とした。

調査地の選定に際しては島根県造林課および松江農林事務所には多大の便宜を図っていただいたことをここに記して感謝する。また、斐川町役場総務課、玉湯町役場産業課には調査地の決定に協力をいただいたことに感謝する。さらに調査地とすることに同意いただいた森林所有者の皆様に感謝する。本研究の一部は文部省科学研究費補助金(一般研究B)によって行った。

### 調査地および調査方法

調査の対象として島根県東部のアカマツ被害跡地を選んだ。島根県東部では昭和59年前後をピークとしてマツ

\* 森林環境学講座

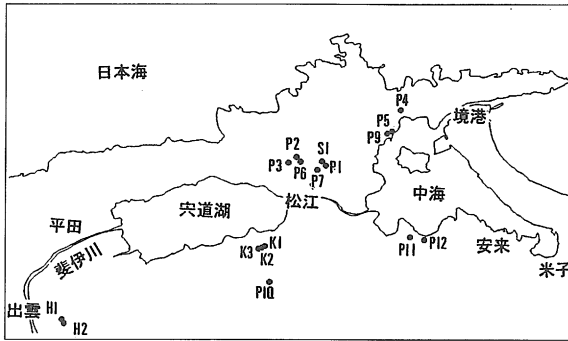


図1 調査地の位置図

クイムシ被害が発生し、現在は減少しつつある。松江市、東出雲町、玉湯町、斐川町のマツクイムシ被害林から所有者の了解の得られた森林を調査地として選んだ。調査地の位置および概要は図1および表1に示した。

各調査地に20m×20mの方形区を設定し、胸高直径4.8cm以上の全個体の樹種を記載し、胸高直径、樹高を測定した。アカマツについては枯死木、枯死株、切り株についても胸高直径または地際直径を測定した。

また、方形区内に5m×5mのサブプロットを設定し、樹高1.3m以上の個体の樹種、地上30cmの直径、胸高直径、樹高を測定した。さらに樹高1.3m未満、0.5m以上の個体の樹種別本数を測定した。

## 結果および考察

### 1. アカマツの被害状況

#### (1) 島根県全体の被害状況

図2に示したように島根県におけるマツクイムシ被害は昭和40年代後半に始まり、県中部から東部へと拡大してきた。さらに昭和55年頃から隠岐へも広がった。昭和59年に県全体の被害のピークに達し、その後はやや減少傾向にある。県東部では昭和53年から被害が発生し、59年にピークに達したのち減少傾向を示している。この被害の拡大防止のために空中薬剤散布が防除法として採られてきたが、顕著な効果を見ないまま現在にいたっている。空中散布は防除であり、被害発生可能域全体に行う必要があるが、さまざまな原因からその徹底性を欠いていたために顕著な効果を上げることが出来なかったといえる。本調査地の中でも玉湯町花仙山のアカマツ林は毎年空中散布が行われており、防除効果が上がっている林分である。しかし、周辺では被害の激しいアカマツ林も見られ、全く被害が侵入していないわけではない。この

表1 調査地の概要

プロット番号	所在地	斜面方位	傾斜	被害程度	被害後経過年	被害木処理率	処理方法
P1	松江市西川津町	N80W	26.0	100	7.5	0	放置
P2	法吉町	N50W	5.5	97	5.5	29	放置
P3	法吉町	S20E	37.5	80	6.1	6	放置
P4	手角町	S14W	22.0	56	7.1	4	放置
P5	野原町	N22W	19.5	78	6.1	4	放置
P6	東奥谷町	N59E	25.0	26	5.8	0	放置
P7	西川津町	N18E	12.0	92	10.6	0	伐採
P9	野原町	S12W	18.0	27	6.0	11	放置
P10	西忌部町	S18E	23.3	62	7.3	15	放置
P11	八東郡東出雲町	N66W	33.8	95	4.4	22	放置
P12	八東郡東出雲町	N76W	19.7	93	5.9	1	放置
S1	松江市下東川津町	N37W	24.0	73	8.8	77	一部伐採
K1	八東郡玉湯町	S37W	17.3	7		100	空中散布
K2	八東郡玉湯町	S24E	20.0	5		100	空中散布
K3	八東郡玉湯町	S34W	19.3	10			空中散布
H1	簸川郡斐川町	S58W	24.5	98		0	放置
H2	簸川郡斐川町	S46W	30.0	77		46	伐採

点からも防除策の徹底化が最も重要である。

#### (2) 調査地の被害について

森林所有者に対して調査の了承を得ると同時に被害に関する回答を得た。その結果からみても、調査地の大半は昭和50年代後半から被害が発生し始めたと考えられる。被害発生からの被害率は不明であるが、現存する健全木と枯死木、切り株の本数から被害率を推定し、表1に示した。玉湯町の3プロットを除いてはほとんどのプロットが50%以上の被害を受けている。中でも松江市西川津町(P1, P7)、法吉町(P2)と東出雲町(P11, P12)、斐川町(H1)の6プロットが被害率90%以上とほぼ壊滅状態であった。

被害を受けたアカマツの大きさは、図3に示したように胸高直径または地際直径の度数分布からみると、胸高直径4cmから42cmまで幅広く分布しており、8-14cmを中心に被害を受けている。この直径分布は図4に示した健全アカマツの直径分布と違いはなかった。言い替ればアカマツの被害はほぼすべての階級にわたっている。さらに、全プロットの平均の被害率は約60%であるが、直径階ごとに被害率を求めると、4-10cm、24-26cm、28-30cmの階級でやや被害率が高くなる。しかし、被害の受け易さは直径と特に関係は認められなかった。

被害発生年度を特定することは重要であるが、マツクイムシ被害が数年にわたって徐々に起こること、森林所有者が記録にとどめている場合が少ないこと、被害の集計が市町村単位であることなどから正確には極めて難しい。ここでは、被害アカマツの立ち枯れ状況と森林所有者の回答から、玉湯町、斐川町のプロットについてはプロット内の広葉樹の年輪解析の結果から推定した。

島根県東部のマツクイムシ被害は前述したように昭和53年から発生し、15年前にさかのぼる。調査地の推定被

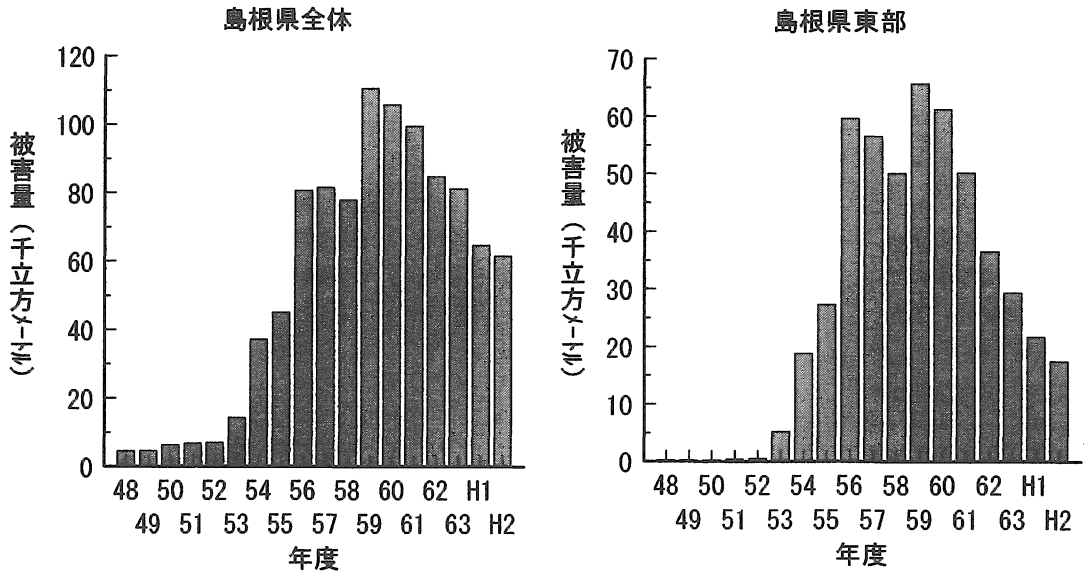


図2 島根県におけるマツクイムシ被害の推移

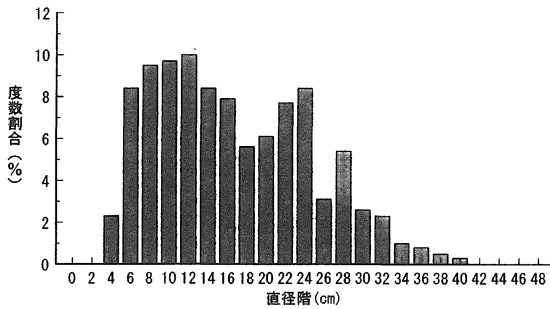


図3 アカマツ被害木の直径分布

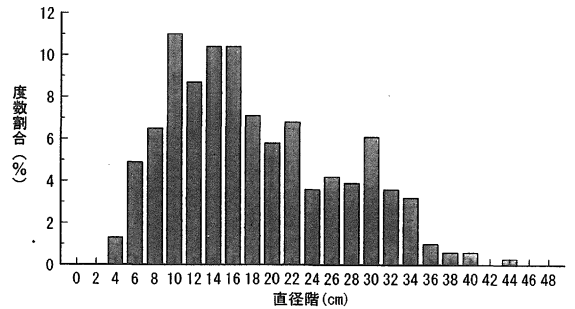


図4 アカマツ健全木の直径分布

害年は5-12年前で昭和56年から63年にあたり、被害の多い時期と一致している。

### (3)被害木の処理

被害木の処理率を見ると、0%から100%までさまざまであるが、K1,K2,K3のように、薬剤散布を実施した上で被害があれば速やかに伐倒しているところは例外的存在である。また、P1,P3,P4,P7,P12,H1のように残ったアカマツの本数の少ないところは処理率が低くなっているが、現在の林業の状況からみて再生林をするよりも自然に任せるという選択は森林所有者の心理からみてもいたし方のないところであろう。しかし、P5,P6,P9,P10のように残ったアカマツの本数が多いにもかかわらず、処理率が低いのは防除の点からも問題である。被害木の20%

以上を伐倒処分した所は少なく、P2,S1,P11, H2の4プロットだけであった。いずれも森林所有者が比較的山林に関心を持っている場合であるが、今後の取扱いについては放置しておくという考え方が多いことは憂慮すべき状態である。

### 2. 被害後の林分の種組成

マツクイムシ被害林の上層木、下層木、低木の樹種別出現本数は附表1から附表4に示した。

#### (1)上層木

マツクイムシ被害林の上層木を形成する種は、10~21種とプロットにより異なるが、被害の大きいプロットの種数で11~21と、被害を受けていない玉湯町のプロットの12~13種と大きな違いがあるとはいえない。ほぼすべ

てのプロットに出現する種はアカマツ、クロキ、ソヨゴ、ネジキ、ネズミモチ、ヒサカキの6種で、ネジキ以外は被害を受けていない玉湯町のプロットと共通している。

アカマツがほとんどなくなったプロット (P1, P2, P7, H1) ではスダジイ、タブノキ、タカノツメ、コナラ、クリが多くなっている。上層に遷移後期種のスダジイが見られるプロットはP2, P4, P7, P10, H1の5プロットだけであった。また、タブノキが見られるプロットはP1, P3, P7, S1, H1, K3の6プロットだけであった。

樹種別本数をみると、アカマツがほとんどのプロットにみられるが、その密度は低く、500本/ha以上であったのはK1~K3とP5, P6, P9だけであった。アカマツに次いで多く出現するのは常緑樹ではクロキ、ソヨゴ、ヒサカキ、ネズミモチがそれぞれ平均で470, 210, 134, 88本/haとなっている。落葉樹ではネジキ(165本/ha)、リョウブ(123本/ha)、タカノツメ(100本/ha)、コシアブラ(85本/ha)、コナラ(63本/ha)の順で出現している。

胸高断面積合計でみるとクロキ(3.04m<sup>2</sup>/ha)、ソヨゴ(1.19m<sup>2</sup>/ha)、スダジイ(0.89m<sup>2</sup>/ha)となり、落葉樹ではコナラが0.94m<sup>2</sup>/haと最も多かった。

## (2)下層木

アカマツ林は他の森林に比べて比較的林内が明るく、下層木が多いのが一つの特徴である。上層のアカマツが被害を受けて、さらに光条件が明るくなると、下層木の成長が旺盛になり、新たな侵入種も見られるはずである。

ここでは胸高直径4.8cm未満、樹高1.3m以上のものを下層木としてその種組成を検討する。下層木として出現した種数は玉湯町のK1, K2で13, 6種と少なく、松江市のS1や斐川町のH1の25~26種に比べると半分であった。玉湯町のプロットは上層木にアカマツが存在し、その下に亜高木層としてソヨゴ、ネズミモチ、ヒサカキが階層を形成していた。ヒサカキは耐陰性や萌芽能力が高く、樹冠を水平方向に拡張するために低木、草本層の成長を抑制する(鎌田ら, 1990)とされており、下層木の種組成が乏しくなったものと考えられる。しかも、ヒサカキ、ネズミモチ、クロキなど亜高木層から連続した層を形成する種が多く、低木種としてはクロモジ、シャシャンボが出現したのみである。また、K3のようにアカメガシワ、トラノキ、ヤマウルシ、ヤマハゼが出現し、被害の少ないアカマツ林でも林孔が出来た場合は先駆種が侵入してくることを示している。

一方、マツクイムシ被害の大きい他のプロットでは出現種数が9~22種となり、特に被害跡に侵入種類が増加

したとはいえない。これには2つの原因が考えられる。1つは被害前にクロキ、ヒサカキ、ネズミモチなどの種によって亜高木層が形成され、林内の光環境が明るくならなかったことである。P1, P3, P7, P9, P10, P12, S1ではクロキ、ネズミモチ、ヒサカキがそろった下層木として大きい種組成を示している点から明らかである。もう1つはP1, P4, P7, P11, S1, H2でノグルミ、ヤマハゼ、ヌルデ、アカメガシワなどの先駆種が上層木に出現し、下層木に出ていないことから、被害後に侵入した種の成長が速く、被害後数年を経過した現時点では既に上層木に達していたと考えられる。

また、下層木としては照葉樹林の優占種であるスダジイ、タブノキが、P1, P2, P4, P7, P9, P10, S1, H1, H2でそれぞれ100-1125本/ha, 101-3020本/haとかなりの本数が出現した。被害の少ないK1, K3にもこれらの種が出現しているので、被害前には全くなかったとはいえないが、その割合がかなり高いことから照葉樹林に向かって遷移が進む過程にあると考えることができる。

樹種別本数をみると常緑樹ではヒサカキが圧倒的に多く、平均で6389本/haであった。これに次いでネズミモチ(1077本/ha)、クロキ(467)、タブノキ(352)が多く、さらに100本/ha以上の出現をみたものがサカキ、アセビ、ソヨゴ、スダジイ、モチノキである。落葉樹ではネジキ、ミヤマガズミ、コバノガズミ、コバノミツバツツジ、タカノツメの5種が300本/ha以上の出現本数を示した。これらはいずれもアカマツ林に良くみられる種であり、出現本数からみた限りにおいては被害林の下層植生が大きく変わったとはいえない。

## (3)低木層

マツクイムシ被害林の低木層には77種が出現し、被害の小さいK1, K2, P6では7~9種と少なかった。被害の大きいプロットでは20種以上の種が出現する場合と10種前後しか出現しない場合とに大きく分けられる。被害によって林床が明るくなるとまず低木層に種組成の変化がみられ、種の多様性が高くなるといえる。

低木の出現種数には上層木による被陰の度合いが大きく影響すると考えられる。林床での明るさをすべてのプロットで測定していないが、被害率の大きいところでは相対照度が高くなっている。上層木の密度がある程度被陰の度合いを表すとして、上層木の密度と低木の種数の関係を図5に示した。また、下層木の平均樹高と低木の出現種数との関係を図6に示した。これらの図から上層木による被陰の度合いが小さく、下層木の樹冠層が高い

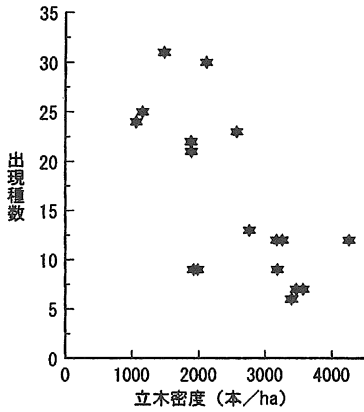


図5 上層木の木数密度と低木の出現種数の関係

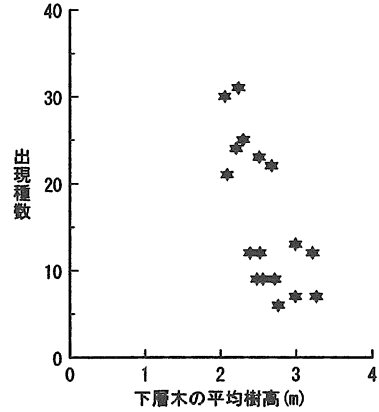


図6 下層木の平均樹高と低木の出現種数の関係

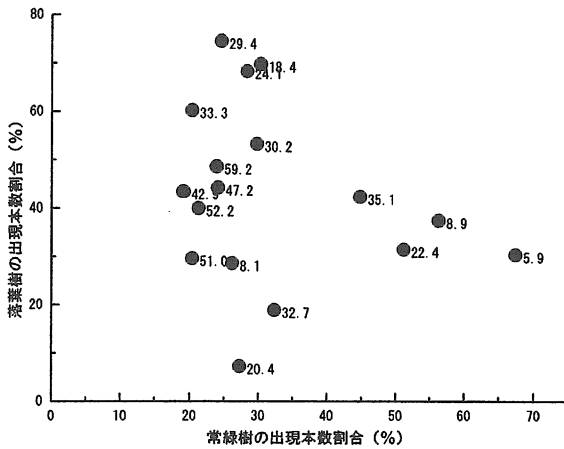


図7 上層木の常緑樹と落葉樹の出現本数割合の関係

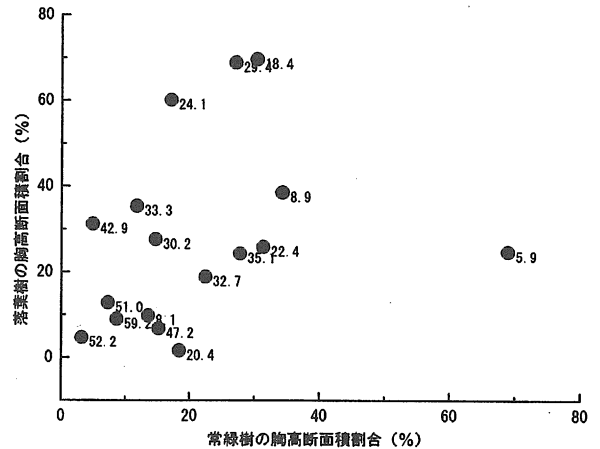


図8 上層木の常緑樹と落葉樹の断面積割合の関係

ほど低木層に多くの種が出現することが明らかであった。低木層に出現頻度の高い種はヒサカキ(ほとんどすべてのプロットに出現し、平均で5375本/ha)、ネズミモチ(942本/ha)、クロキ(509)、アオキ(427)、シロダモ(322)で、これに次いでタブノキ、スタジイ、カクレミノ、モチノキなどが100本/ha以上と多い。ヒサカキは伐採などの攪乱に対して強く、個体を維持することが出来る(鎌田ら, 1990)とされているように、ここでも被害の大きいプロットに多く出現している。落葉樹ではサルトイバラが最も多く、平均で1173本/haに達する。そのほかにはタカノツメ(381本/ha)、コバノミツバツジ(297)、ヤマウルシ(213)、リョウブ(249)などとマツブサ(268)、ミツバアケビ(122)、ハンショウヅル(118)などの蔓類が多く出現した。これらの樹種は裸地化された場合やギャップが出来た場合に最初に侵入してくる種に挙

げられており(豊原ら, 1986, 磯谷, 1991)、被害による影響が植生に顕著に現れた結果である。

アカマツの枯死によって林分の種組成が常緑樹、落葉樹のいずれが多い方向へ変わっているかをみるために、上層木の種を常緑樹と落葉樹に分けてそれぞれの本数割合の関係で図7に示した。常緑樹の割合は40%前後、落葉樹の割合は30%前後で変化する。しかし、これに各プロットの胸高断面積合計を示すと、両者の平均値を中心に周囲へ向かって断面積が小さくなっていく。アカマツの枯死によって種組成が変化する方向が落葉樹に向かう場合と常緑樹に置き換えられる場合とがありそうである。同様の関係を胸高断面積で示すと図8のように、落葉樹の割合が増加し、常緑樹の割合が変化しない場合と、落葉樹の割合の増加よりも常緑樹の割合の増加の方が著しい場合とに分けられる。

3. 林分の被害率と種組成

マツクイムシ被害の程度によって林分の種組成が異なることは前述した。ここでは被害率と種組成の関係を種的生活形で分けて検討する。被害率の大きさは林分の攪乱の大きさを示しており、被害率が大きいほど植生への影響は大きいと考えられる。図9は被害率と上層木における落葉広葉樹、常緑広葉樹の割合との関係を示したものである。林分の被害率が大きくなると落葉広葉樹の割合が高くなっている。落葉広葉樹の中には遷移初期種すなわち先駆種が多く含まれ、攪乱の影響が種組成に現れることを示している。一方、常緑広葉樹の割合も落葉広葉樹の場合ほど明らかではないが、同様の傾向が認められる。常緑広葉樹の割合が増加するには、被害前に共生

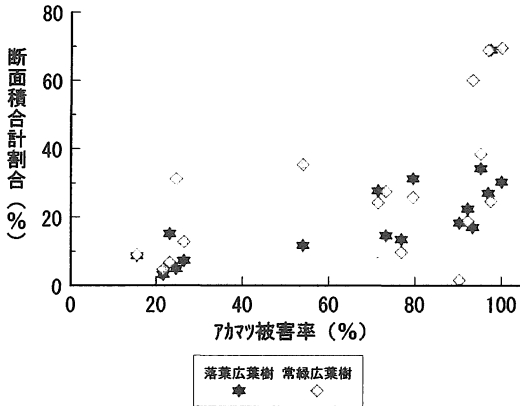


図9 被害率と常緑広葉樹、落葉広葉樹の断面積割合の関係

樹として低木層に出現していたか、下層木を占めていた常緑広葉樹が、伐倒処理などの際に伐採され、そこから萌芽更新するために密度が増加したことが考えられる。また、下層木にスダジイ、タブノキなどの遷移後期種が新たに侵入したことも考えられる。しかし、落葉広葉樹の場合ほど顕著な傾向ではなく、その原因も明らかではない。この点についてはアカマツの枯死、伐採によって低木、下層木に常緑樹が増加するメカニズムを明らかにしていくことが必要である。

4. マツクイムシ被害林の種の多様性について

マツクイムシ被害林の種組成を各階層での優占種によって分けると次の6つに分類できそうである。すなわち、アカマツ・クロキ・ヒサカキ型、アカマツ・ヒサカキ・コバノミツバツツジ型、アカマツ・コナラ型、アカマツ・タブノキ型、スダジイ・コナラ型、タブノキ・コナラ型の各タイプである。被害前にはこれらの内アカマツ・クロキ・ヒサカキ型とアカマツ・ヒサカキ・コバノミツバツツジ型に分かれていたと考えられる。被害によって、下層に新しくタブノキが更新したり、コナラやクリなどの落葉広葉樹が優勢になる場合がある。また、下層にはサルトリイバラやミツバアケビ、マツサなどのツル類が多くなる。これらの種の変化が林分の種多様性に及ぼす影響をみるために3通りの多様度指数(対数級数則の $\alpha$ ,  $H'$ ,  $1/\lambda$ )を求め、 $\alpha$ について図10に示した。

上層木の多様度指数は被害の大きいプロットで大きく、被害の小さいプロットで小さい傾向にあり、下層木、低木もこれと似た傾向を示す。それ故、大きく2つのグルー

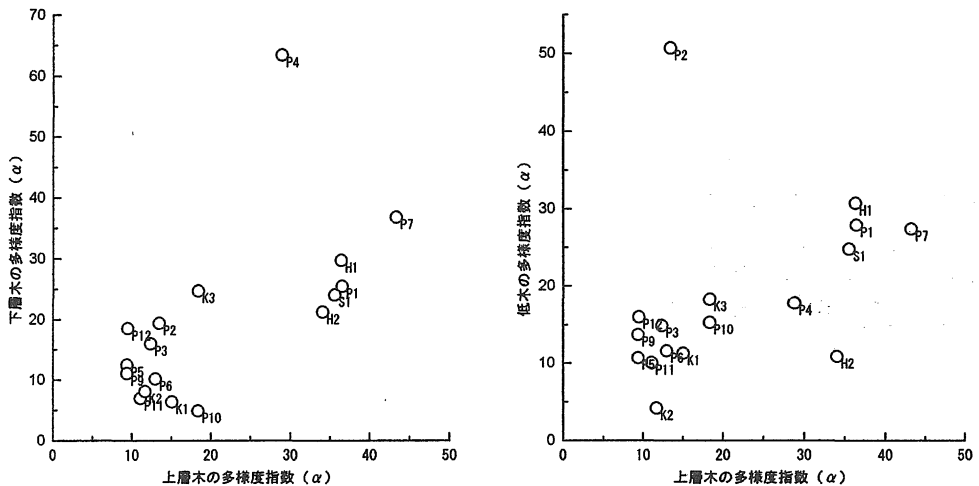


図10 林分の多様度指数( $\alpha$ )の関係

プに分けられる。この図でマツクイムシ被害の発生する前の林分種多様性は上層木で $\alpha=10-15$ 、下層木で $\alpha=15$ 前後であったものが被害によって多様度指数が大きくなる方向へ変化したと考えられる。この場合にP2の方向への変化は、P2では下層にあったクロキが閉鎖し、上層への侵入を妨げたために下層の $\alpha$ のみが大きくなったと考えられる。H2の方向への動きは、H2では被害アカマツの処理と同時に下層の広葉樹もかなり伐採されて、新たな侵入の抑制に働いたために下層の $\alpha$ が増加しなかったためと考えられる。

H'については、被害の小さいK1,K2で下層のH'が小さく、種の多様性が低いことを示している。また、 $1/\lambda$ については、被害の小さいプロットで上層木、下層木、低木ともに $1/\lambda$ が小さい傾向にあるが、被害が大きくなった場合に上層木、下層木の $1/\lambda$ がともに大きくなるといえる。

以上のよう玉湯町のプロットが被害前の種組成であると考え、被害後には先駆種の侵入、前生樹の繁茂、極相種の新たな侵入によって、上層木、下層木、低木ともに種の多様性が高まるものと考えられる。

## 5. 林分の類似度の変化

マツクイムシ被害を受けた林分の状態が被害前と被害後でどのように変化したかをみるために、クラスター分析によって求めた類似度を図11に示した。被害前の林分の類似度は枯死アカマツを加えた種組成で求めた。ただしこの場合、被害後に侵入した個体も含まれているために、そのまま被害前の植生を表しているとはいえないことは考慮する必要がある。

上層木の半数割合でみるとP6,P9,P12のプロットは被害の前後ともに他の林分とは異なった種組成を持っている点では変化はみられない。しかし、玉湯町のK1,K2,K3のプロットは被害前には松江市や斐川町の林分と異なっていたが被害後には類似した林分に変化している。玉湯町では被害率が比較的小さかったことから考えると種組成が大きく変化したとは考えにくく、なぜこのような結果になったかは明らかではない。その他のプロットでは被害前の林分の状況が似ており、被害後の種組成の変化もほぼ同じように起こったと考えられる。

これに対して、胸高断面積割合でみると図12のように被害前、被害後ともに玉湯町の林分は他の林分と明らかに異なった種組成であり、他のプロットと林分の状態が異なることがマツクイムシ被害をさほど受けなかったことに影響している可能性も考えられる。同様に斐川町の

H1,H2のプロットは被害前、被害後ともによく似た林分であり、同様の被害を受けて同様の種組成の変化を引き起こしている。

被害後に侵入、成長した個体を多く含む下層木、低木の種組成の類似度を同様に求めると図13のようである。この図から下層木の種組成は玉湯町(K1,K2,K3)、斐川町(H1, H2)、松江市(S1)のプロットは比較的よく類似しており、2つのグループに分けられる。他のプロットはこれらとは別のグループとして分けることが出来る。また、低木の種組成は大きく3つのグループに分けられ、玉湯町、斐川町、松江市のプロットはそれぞれのグループに分かれている。

これらの点から被害前の林分の植生は上層にアカマツ、クロキ、下層にヒサカキが多く出現するタイプと上層にアカマツ、下層にヒサカキ、低木にコバノミツバツツジが出現するタイプに大別することができる。これらの林分がマツクイムシ被害を受けたことによって次のタイプに変化していくと考えられる。

- 1.被害前とは一時的にアカマツが減少するが大きな変化はない。
- 2.アカマツ・コナラの優占する二次林
- 3.アカマツ・タブノキの優占する二次林
- 4.スダジイ・コナラの二次林
- 5.タブノキ・コナラの二次林

達ら(1992)はアカマツの枯死によって8年後にコナラ、クヌギなどの落葉広葉樹とアカマツの混交林になったと報告している。また、コナラ・クリ型(大沢ら, 1987)、アカマツ再生林、アベマキ・コナラ林へと変化するとしている(野本, 1985)。

すべての林分で被害前のアカマツ林の植生をとらえているわけではないが、マツクイムシ被害によって、一時的に変化した植生は被害後の回復ともなって明らかにいくつかの方向へ変化してきている。今後の植生の変化を推測すると、1-3のタイプの林分は時間の経過とともにアカマツ二次林へ、3-5のタイプはスダジイまたはタブノキが優占種となる可能性があり、すぐに照葉樹林へと移るわけではないが、コナラと混交した林分を経て、照葉樹林へと遷移が進行して行くであろう。

## 引用文献

- 藤原道郎・豊原源太郎・池田善夫・岩月善之助：広島市におけるアカマツ二次林の遷移段階とマツ枯れ被害度。日生態会誌 42:71-79,1992

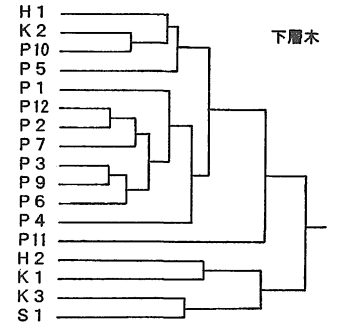
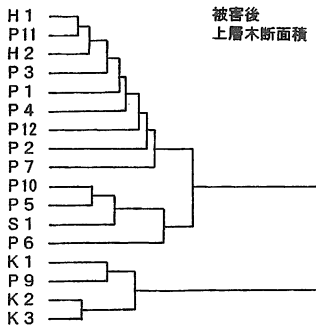
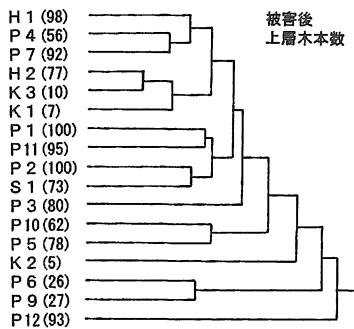
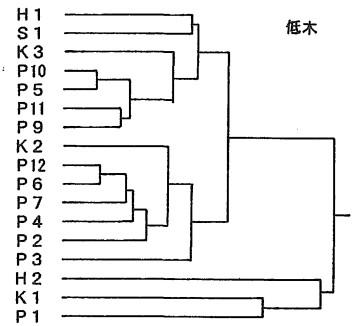
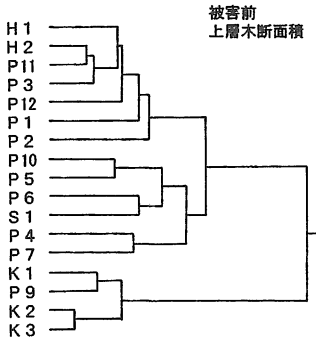
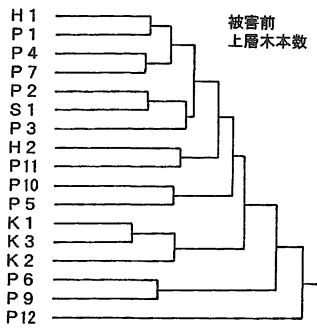


図11 林分の上層木の類似度の比較  
—一本数—

図12 林分の上層木の類似度の比較—胸高断面積合計—

図13 林分の下層木、低木の類似度の比較

服部 保：タブノキ型林の群落生態学的研究。I。タブノキ林の地理的分布と環境。日生態会誌42:215-230,1992

磯谷達宏・奥富 清：箱根山函南原生林におけるアカガシ林の動態。日生態会誌 41:209-223,1991

鎌田磨人・中越信和：農村周辺の1960年代以降における二次植生の分布構造とその変遷。日生態会誌 40:137-150,1990

岸 洋一：マツ材線虫病—松くい虫—精説。トーマス・カンパニー，東京， pp277,1988

野本宣夫・大石祐治・佐伯敏郎・岸洋一・井上悦甫・中島嘉彦：岡山県と茨城県の「松枯れ」跡の植生遷移—D<sup>2</sup>H図，D<sup>2</sup>H頻度分布図による樹種構成の解析。松枯れとその生態系に及ぼす影響「環境科学」研究報告書:17-26,1985

大沢雅彦・達 良俊：マツ林の構造と構成種の生態的特性。松くい虫被害対策として実施される特別防除が自然生態系に与える影響評価に関する研究—松くい虫等被害にともなうマツ林生態系の攪乱とその動態について—,234-244,日本自然保護協会,1987

奥富 清・辻 誠治・小平哲夫：南関東の二次林植生—コナラ林を中心として。東京農工大演報 13:55-66,1976

達 良俊・大沢正彦：都市景観域における放棄アカマツ植林の二次遷移とアカマツ—斉枯死による影響。日生態会誌 42:

81-93,1992

豊原源太郎・奥田敏統・福島昭郎・西浦宏明：松枯れに伴う森林植生の変化。日生態会誌 35:609-619,1986



附表1 マツクイムシ被害林の上層木樹種別出現本数(本数/ha)

樹種	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9	P10	P11	P12	S1	H1	H2	K1	K2	K3
アカマツ	—	25	200	81	610	1309	26	1998	435	90	106	301	25	482	603	956	729
クロキ	250	1055	575	27	133	1199	77	973	327	511	1885	794	—	—	50	25	101
ネジキ	250	327	175	—	133	245	77	237	272	842	106	55	25	51	25	—	—
ソヨゴ	167	176	150	—	1432	109	—	210	816	120	53	55	—	25	226	25	—
ヒサカキ	56	50	150	—	159	55	—	—	82	—	27	—	50	25	563	956	126
コナラ	28	201	—	81	212	55	—	105	54	—	—	55	227	25	—	25	—
アセビ	56	126	75	—	27	136	—	53	82	—	—	—	101	51	—	—	25
ネズミモチ	111	—	25	—	—	—	—	—	27	—	27	55	76	203	50	604	327
コシアブラ	56	—	—	27	—	—	—	79	190	120	—	—	25	—	50	679	226
タカノツメ	56	—	650	—	—	82	51	394	327	—	—	137	—	—	—	—	—
リュウブ	83	50	650	—	318	245	—	—	—	—	744	—	—	—	—	—	—
モチノキ	584	226	—	—	—	—	51	—	54	—	—	82	—	—	—	25	—
タブノキ	139	—	25	—	—	—	26	—	0	—	—	301	101	—	—	—	126
ゴンズイ	83	—	—	—	—	—	77	—	54	—	—	—	—	—	25	25	50
スギ	—	—	350	755	—	—	332	—	—	—	—	55	—	—	—	—	—
その他	196	527	150	513	240	135	1177	209	679	240	240	684	530	201	402	150	175
アカマツ(枯)	807	779	775	755	716	463	307	710	1088	1774	1487	821	984	1597	151	176	201
合計	2113	2762	3175	1482	3262	3571	1891	4258	3401	1924	3186	2572	1160	1064	1984	3471	1885
合計(枯マツ)	2920	3541	3950	2237	3978	4034	2198	4968	4489	3698	4673	3393	2144	2661	2134	3647	2086
小計(落葉)	640	678	1625	404	663	682	613	867	1524	1082	903	766	782	279	477	830	402
小計(常緑)	1474	2059	1000	108	1963	1554	358	1262	1442	722	2177	1368	353	304	879	1685	754
小計(針葉)	0	25	550	971	637	1336	920	2129	435	120	106	438	25	482	628	956	729

スギを除いて17プロット中6プロット以上に出現したものを示し、それ以外の種はその他としてまとめた。

附表2 マツクイムシ被害林の上層木樹種別断面積合計(m<sup>2</sup>/ha)

樹種	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9	P10	P11	P12	S1	H1	H2	K1	K2	K3
アカマツ	—	1.18	7.22	4.51	17.38	27.32	0.68	39.43	16.81	2.32	5.51	14.50	0.38	6.23	36.75	48.66	48.09
クロキ	1.50	7.59	3.90	0.10	0.34	12.12	0.21	5.36	2.09	1.45	10.87	5.33	—	—	0.13	0.36	0.32
ネジキ	1.48	0.89	0.61	—	0.30	0.57	0.22	0.53	0.81	2.02	0.31	0.18	0.08	0.14	0.07	—	—
ソヨゴ	2.26	1.64	1.04	—	6.80	0.50	—	0.77	3.97	0.96	0.49	0.40	—	0.22	1.11	0.10	—
ヒサカキ	0.17	0.57	0.43	—	1.37	0.12	—	—	0.21	—	0.06	—	0.17	0.05	1.86	2.81	0.31
コナラ	0.23	5.86	—	1.01	2.65	0.38	—	1.09	3.57	—	—	0.10	0.83	0.06	—	0.22	—
アセビ	0.25	0.35	0.26	—	0.06	0.37	—	0.17	0.31	—	—	—	0.22	0.10	—	—	0.05
ネズミモチ	0.56	—	0.06	—	—	—	—	—	0.06	—	0.06	0.11	0.24	0.44	0.11	1.57	0.99
コシアブラ	0.13	—	—	0.05	—	—	—	0.31	1.05	0.59	—	—	0.11	—	0.93	4.35	0.98
タカノツメ	1.79	0.05	2.82	—	—	0.40	0.55	1.63	1.65	—	—	0.64	—	—	—	—	—
リュウブ	0.39	0.23	3.04	—	0.97	0.65	—	—	—	3.44	—	—	—	—	—	—	—
モチノキ	7.38	1.35	—	—	—	—	0.38	—	0.68	—	—	0.28	—	—	—	0.34	—
タブノキ	0.30	—	0.11	—	—	—	0.11	—	—	—	1.99	0.76	—	—	—	—	0.60
ゴンズイ	0.24	—	—	—	—	—	0.53	—	0.32	—	—	—	—	—	0.31	0.06	0.23
スギ	—	—	2.34	8.31	—	—	2.98	—	—	—	—	1.98	—	—	—	—	—
その他	1.69	9.93	0.55	6.42	3.45	0.47	27.02	1.71	3.56	1.58	3.38	4.63	3.14	0.90	5.96	0.68	0.63
アカマツ(枯)	40.45	23.43	35.11	13.37	24.80	8.14	9.74	4.16	15.37	31.07	28.44	6.64	24.79	35.00	1.98	3.78	3.44
合計	58.82	52.86	57.50	33.78	58.11	51.04	42.45	55.15	50.45	39.99	52.55	36.79	30.71	43.13	49.20	62.92	55.65
合計(枯マツ)	18.37	29.44	22.40	20.41	33.32	42.91	32.71	50.99	35.09	8.93	24.12	30.15	5.93	8.14	47.23	59.15	52.21
小計(落葉)	5.59	7.98	7.03	3.75	3.92	2.10	7.35	3.71	9.75	3.06	4.12	4.42	4.09	1.10	7.16	5.16	1.65
小計(常緑)	12.78	20.27	5.81	0.32	11.79	13.39	6.19	6.54	8.53	3.44	14.49	8.33	1.47	0.80	3.21	5.33	2.47
小計(針葉)	—	1.18	9.56	16.34	17.62	27.42	19.18	40.74	16.81	2.43	5.51	17.40	0.38	6.23	36.85	48.66	48.09

スギを除いて17プロット中6プロット以上に出現したものを示し、それ以外の種はその他としてまとめた。

附表3 マツクイムシ被害林樹種別出現本数(下層木: H>1.3m, DBH<4.8cm, 本/ha)

樹種	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9	P10	P11	P12	S1	H1	H2	K1	K2	K3
ヒサカキ	5007	402	3100	4314	7002	4362	2760	4206	7292	8419	1593	8429	6157	15414	11854	8050	10259
ネジキ	111	201	500	—	1910	436	511	1157	653	2165	425	219	707	1217	201	—	—
ネズミモチ	1669	201	200	—	—	—	1022	105	762	—	212	3174	1009	1420	603	2214	5733
クロキ	1224	—	500	—	530	654	204	421	109	2165	531	1314	—	—	100	—	201
タカノツメ	1669	100	300	108	—	—	204	631	218	—	—	1423	—	—	100	—	704
ソヨゴ	111	301	—	—	1273	—	102	210	109	120	106	109	—	—	201	—	—
タブノキ	779	100	—	3020	—	—	613	105	—	—	—	766	202	101	—	—	302
ミヤマガマズミ	223	—	100	—	2334	2072	—	526	762	120	956	985	—	—	—	—	—
ツクバネウツギ	—	—	—	—	106	109	—	210	—	—	241	—	1204	1514	304	—	101
アセビ	—	603	100	—	1273	981	—	—	653	—	—	—	202	—	—	—	—
コバノガマズミ	—	—	—	—	—	—	307	—	1306	722	212	2408	—	—	201	—	1408
コシアブラ	668	—	—	—	—	—	102	—	—	241	—	—	—	101	—	100	302
クロモジ	—	—	—	—	106	—	—	—	—	—	—	—	807	304	804	402	302
ヤブムラサキ	223	—	—	216	—	—	204	—	—	—	—	766	—	—	301	—	805
ヤマウルシ	—	—	—	—	106	—	204	—	—	1684	—	219	—	203	—	—	302
スダジイ	445	402	—	—	—	—	1125	—	109	—	—	109	—	—	100	—	—
サカキ	445	—	—	—	—	—	—	315	—	3849	106	—	—	—	—	—	—
シャシャンボ	—	—	—	108	—	—	—	—	—	—	—	—	404	—	100	201	101
モチノキ	445	402	—	—	106	—	613	—	—	—	—	547	—	—	—	—	—
リュウブ	111	—	400	—	1061	109	—	—	—	—	106	—	—	—	—	—	—
ナツハゼ	—	—	—	—	—	—	—	—	327	361	—	—	109	101	811	—	—
スギ	—	—	2804	—	—	—	1022	—	—	—	—	—	1204	—	—	—	—
その他	1222	201	300	1727	636	327	715	1051	871	3247	—	2296	5755	5272	—	—	3421
合計	14353	2913	5500	12295	16443	9160	9712	8937	13169	23332	4249	25286	16957	25047	14768	11169	23837
小計(落葉)	3449	301	1600	1618	6153	2944	1738	3470	4136	8659	1699	9414	8377	7808	1708	704	7141
小計(常緑)	10792	2612	3900	7873	10184	6216	6645	5468	9034	14673	2549						

附表4 マツクイムシ被害林樹種別出現本数(低木:1.3&gt;H≥0.5m, 本/ha)

樹種	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 9	P 10	P 11	P 12	S 1	H 1	H 2	K 1	K 2	K 3
ヒサカキ	13017	1105	—	2265	6365	2617	3578	7045	6639	8539	1593	5145	4643	9836	11754	—	7242
サルトリイバラ	223	201	—	863	1167	654	511	421	544	962	319	4160	1918	7910	100	—	—
ヤマウルシ	445	1306	—	108	106	109	102	105	218	120	—	—	202	608	100	—	101
ネズミモチ	1113	—	200	1294	—	—	511	315	—	—	425	1095	2321	913	3014	3119	1710
クロキ	1780	100	100	—	106	—	—	1682	—	1804	637	1642	—	—	201	402	201
カクレミノ	334	100	—	431	106	109	102	1262	—	—	—	109	—	—	—	—	—
タブノキ	890	—	—	—	—	—	307	315	109	—	—	—	547	505	304	—	101
ツクバネウツギ	—	201	—	216	106	—	—	105	—	—	—	109	202	608	—	101	—
コバノガマズミ	223	—	—	—	—	—	511	—	—	120	106	438	—	101	—	—	402
タカノツメ	2893	2009	—	—	—	102	526	—	—	—	—	657	—	—	101	201	—
ネジキ	—	502	300	—	318	—	—	—	—	—	—	109	—	710	—	—	—
ソヨゴ	—	301	100	—	—	102	105	—	—	481	106	109	—	—	100	—	—
ジャシヤンボ	—	—	100	324	212	—	307	—	—	—	106	109	—	—	100	—	—
ジャシヤンボ	4339	—	—	—	—	—	102	105	—	—	—	—	202	—	—	—	—
シロダモ	223	703	—	—	—	—	102	—	109	—	—	438	404	—	—	—	101
スダジイ	223	—	—	—	—	—	1329	—	—	—	—	—	—	203	—	—	101
クロモジ	223	—	300	108	—	—	—	—	—	—	—	—	404	608	—	—	—
イヌツゲ	111	—	—	216	—	—	—	—	—	—	—	—	908	—	100	—	101
アセビ	111	—	—	—	637	109	—	—	—	—	—	—	101	101	—	—	—
ヤマツツジ	—	—	—	—	106	—	102	—	—	—	—	219	303	—	—	—	101
スギ	—	—	—	1186	—	—	—	—	—	—	—	1532	—	—	—	—	—
その他	10126	602	6300	5604	954	327	2350	210	109	721	531	3062	5552	4764	100	1407	6338
合計	36048	7133	7400	12511	10184	3926	10019	12197	7728	12749	3824	19375	17663	26670	15571	5132	16696
小計(落葉)	7121	4521	6400	4853	2758	872	1431	1157	871	2285	1062	6568	8277	15008	301	1610	7141
小計(常緑)	28928	2612	1000	6471	7426	3053	8281	11040	6857	10463	2762	11275	9387	11662	15270	3522	9555
小計(針葉)	0	0	0	1186	0	0	307	0	0	0	0	1532	0	0	0	0	0

スギを除いて17プロット中6プロット以上に出現したものを示し、それ以外の種はその他としてまとめた。