

## 論文 (Original article)

# 四国中部・西部地域におけるニホンキバチの被害程度に関する環境要因の解析

佐藤重穂<sup>1)\*</sup>・前藤 薫<sup>2)</sup>・宮田弘明<sup>3)</sup>・稲田哲治<sup>4)</sup>・田端雅進<sup>5)</sup>・松本剛史<sup>1)</sup>

## Environmental factors associated with the damage ratio caused by the Japanese horntail *Urocerus japonicus* (Hymenoptera: Siricidae) in the middle and western parts of Shikoku Island

SATO Shigeho<sup>1)\*</sup>, MAETO Kaoru<sup>2)</sup>, MIYATA Hiroaki<sup>3)</sup>, INADA Tetsuji<sup>4)</sup>,  
TABATA Masanobu<sup>5)</sup> and MATSUMOTO Takeshi<sup>1)</sup>

### Abstract

Environmental factors related to the incidence of wood discoloration caused by the Japanese horntail *Urocerus japonicus* were analyzed to determine the damage ratio for Japanese cedar *Cryptomeria japonica* and hinoki cypress *Chamaecyparis obtusa* stands in Shikoku Island, western Japan. The average damage ratio (proportion of the number of damaged trees) of *Ch. obtusa* stands was significantly higher than that of *Cr. japonica* stands. There was no significant difference in the damage ratio among seven sub-areas. The damage ratio did not correlate with altitude, grade of slope, age or planted density of the stands for either of two tree species. Moreover, the damage ratio did not significantly differ among the stands with different thinning histories.

**Key words :** *Chamaecyparis obtusa*, *Cryptomeria japonica*, environmental conditions, damage ratio, thinning history, *Urocerus japonicus*, wood discoloration

### 要旨

ニホンキバチの被害発生環境の特性を把握するために、愛媛県と高知県におけるスギまたはヒノキの100林分の被害調査結果を解析した。ニホンキバチの被害率(被害木の占める本数割合)の平均値はヒノキ林がスギ林に比べて有意に高かった。調査地点を7地域に区分したが、地域間で被害率に違いはなかった。いずれの樹種についても、標高、斜度、林齢、植栽密度と被害率との間に相関はなかった。過去の間伐回数と被害率との間に有意な関係はなかった。したがって、ニホンキバチの被害率はこれらの要因に影響されていないと考えられる。

キーワード: ヒノキ、スギ、被害発生環境、被害率、間伐歴、ニホンキバチ、材変色被害

### はじめに

ニホンキバチ *Urocerus japonicus* はキバチ科に属す昆虫で、雌成虫がスギ *Cryptomeria japonica* やヒノキ *Chamaecyparis obtusa* などの針葉樹に産卵する際に、腹部の菌嚢に保持している共生菌キバチウロコタケ *Amylostereum laevigatum* を寄主木に感染させる (Tabata & Abe, 1997; 田端ら, 2004)。幼虫は共生菌に感染した材を食べて成育する (福田, 1997)。この共生菌はスギやヒノキの材を褐色に変色させ、変色した材の経済的価値は著しく低下する (稲田・井上, 2000; 宮田ら,

2001)。このため、本種は針葉樹人工林の重要な材質劣化害虫となっている (福田・前藤, 2001)。

ニホンキバチによる材の変色被害は、立木の外観からでは発見することはきわめて困難であり、伐採して初めて発見されることが多い。これまで、間伐後の林分で間伐木の伐根の木口面に現れる材変色を確認するという方法で、各地で被害実態調査が行われてきた。これによって、県単位での被害分布や被害程度などが明らかにされてきており (宮田ら, 2001)、防除法も検討されている (福田・前藤, 2001; 稲田, 2003; 細田ら

原稿受付: 平成17年4月28日 Received April 28, 2005 原稿受理: 平成17年10月4日 Accepted Oct. 4, 2005

\* 森林総合研究所四国支所 〒780-8077 高知市朝倉西町2-915

Shikoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), 2-915 Asakura-nishimachi, Kochi, 780-8077, Japan; e-mail: shigeho@ffpri.affrc.go.jp

1) 森林総合研究所四国支所 Shikoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) 神戸大学農学部 Faculty of Agriculture, Kobe University

3) 高知県立森林技術センター Kochi Prefectural Forest Technology Center

4) 愛媛県林業技術センター Ehime Prefectural Forest Research Center

5) 森林総合研究所東北支所 Tohoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

, 2005)。しかし、都道府県よりもさらに広い地域を対象とした被害発生環境の解析は行われていない。ニホンキバチによる被害の発生しやすい環境特性を広域で明らかにすることは、木材生産を主体とした森林管理を行う上で不可欠である。

筆者らは愛媛県と高知県で行われた被害実態調査の結果を用いて、広域を対象とした被害発生地の分布特性と被害程度との関係について解析した。これによって、ニホンキバチの被害発生環境の特性を把握することを試みた。

## 方法

解析には、愛媛県および高知県によって実施されたスギ・ヒノキ人工林におけるキバチ類の被害実態調査の結果(宮田, 1995, 1997; 稲田・井上, 2000)を利用した(Appendix 1)。調査林分数は愛媛県内が30林分、高知県内が70林分の合計100林分であり、両県のほぼ全域をカバーするように分布していた。これらの調査地点を愛媛県は東予、中予、南予、高知県は高知東部、高知中部、高知北部、高知西部の合計7地域に区分した。被害実態調査では間伐後1年以内のスギ・ヒノキの林分において、50~100本の間伐木について伐根の木口面に現れた材変色の有無を調査して、林分ごとの被害本数率(以下、被害率とする)が算出された。各調査林分について植栽樹種、林齢、標高、斜度、過去の間伐回数が記録された。植栽樹種別の調査林分数はスギが60林分、ヒノキが34林分、スギ・ヒノキ混植が6林分であった。調査林分の林齢は17~50年生(平均28年生)であった。調査された100林分のうち植栽時の密度と過去の間伐回数が明確な調査地は70林分であった。これら70林分の植栽密度は2,000~5,700本/ha(平均3,420本/ha)で、過去の間伐回数は1~3回であった。

算出された林分ごとの被害率について、樹種、地域による違いの有無を調べた。次に過去の間伐回数による被害率の違いの有無を調べた。また、被害率と標高、斜度、林齢との間に相関の有無を調べた。標高については、400m未満を低標高、400m以上600m未満を中標高、600m以上を高標高として3標高帯に区分した。林齢については、25年生以下、26~35年生、36年生以上の3齢階に区分した。さらに、齢階別に被害率と植栽密度との間の相関の有無を調べた。

## 結果

### 1. 樹種および地域と被害率の関係

調査された100林分全体の被害率は $29.3 \pm 16.2\%$ (平均値 $\pm$ 標準偏差、以下同様)であり、最少が被害率0%で該当林分は1林分のみであり、被害率の最大の林分は76%であった。樹種別の被害率はスギが $24.8 \pm 16.1\%$ 、ヒノキが $35.5 \pm 13.7\%$ であり(Fig. 1)、こ

の2樹種間で比較するとヒノキの方が有意に高かった(Mann-WhitneyのU検定、 $z=-3.70$ ,  $p<0.001$ )。地域別の被害率は東予が $38.2 \pm 13.5\%$ ( $n=9$ )でもっとも高く、次いで南予が $36.8 \pm 17.8\%$ ( $n=10$ )、高知中部が $33.5 \pm 14.9\%$ ( $n=19$ )、高知北部が $28.5 \pm 21.7\%$ ( $n=13$ )、高知東部が $25.5 \pm 11.0\%$ ( $n=19$ )、中予が $25.3 \pm 22.3\%$ ( $n=11$ )、高知西部が $23.9 \pm 11.0\%$ ( $n=19$ )であったが、地域間の違いは有意ではなかった(Kruskal-Wallisの検定、 $H=11.97$ ,  $p=0.063$ )。地域別の被害率を樹種によって分けてみた場合、スギでは高知中部が $31.7 \pm 16.4\%$ ( $n=13$ )でもっとも高く、次いで高知北部が $27.2 \pm 24.3\%$ ( $n=10$ )、高知東部が $23.5 \pm 10.9\%$ ( $n=15$ )、高知西部が $21.8 \pm 11.5\%$ ( $n=12$ )、中予が $19.4 \pm 17.2\%$ ( $n=9$ )、東予が $13.0\%$ ( $n=1$ )で、南予は該当林分がなかったが、地域間の違いは有意ではなかった(Kruskal-Wallisの検定、 $H=5.471$ ,  $p=0.361$ )。ヒノキでは中予が $73.0\%$ ( $n=1$ )でもっとも高く、次いで東予が $38.4 \pm 8.3\%$ ( $n=6$ )、高知中部が $37.3 \pm 11.2\%$ ( $n=6$ )、南予が $36.7 \pm 18.6\%$ ( $n=7$ )、高知東部が $33.0 \pm 8.9\%$ ( $n=4$ )、高知北部が $32.7 \pm 12.2\%$ ( $n=3$ )、高知西部が $27.4 \pm 10.0\%$ ( $n=7$ )であったが、地域間の違いは有意ではなかった(Kruskal-Wallisの検定、 $H=6.597$ ,  $p=0.360$ )。スギとヒノキの混植林分では東予が $50.5 \pm 13.4\%$ ( $n=2$ )でもっとも高く、次いで南予が $37.1 \pm 19.8\%$ ( $n=3$ )、中予が $30.0\%$ ( $n=1$ )で、高知東部、高知北部、高知中部、高知西部では該当林分がなかったが、地域間の違いは有意ではなかった(Kruskal-Wallisの検定、 $H=1.385$ ,  $p=0.500$ )。樹種間に被害率の有意な差異が認められ、地域による有意な差異はなかったため、以下の解析では地域を区分せずに、混植の6林分を除外して樹種別に行った。

### 2. 標高と被害率の関係

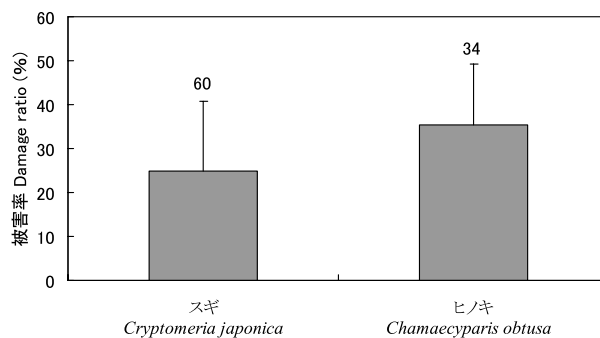


Fig. 1. 樹種別のニホンキバチの平均被害率。被害率は被害本数率。縦線は標準偏差。上部の数字は調査林分数。

The average *Urocerus japonicus* damage ratio for the stands of each tree species. The damage ratio was calculated as the proportion of damaged trees, and was significantly different between *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* (Mann-Whitney's U-test,  $z=-3.70$ ,  $p<0.001$ ). The bars and the figures above the bars represent standard deviations and the number of stands, respectively.

被害率と標高との間には、スギ、ヒノキとも相関はみられなかった (Fig. 2, Kendall の順位相関係数、スギ  $\tau = 0.007, p = 0.937$ , ヒノキ  $\tau = 0.064, p = 0.593$ )。標高帯別に区分した場合、スギでは低標高で被害率は  $23.7 \pm 9.1\% (n=13)$ 、中標高で  $26.6 \pm 18.2\% (n=34)$ 、高標高で  $21.1 \pm 15.9\% (n=13)$  で、標高帯の間で有意な差はなかった (Kruskal-Wallis の検定、 $H = 0.790, p = 0.674$ )。ヒノキでは低標高で被害率は  $33.3 \pm 15.7\% (n=14)$ 、中標高で  $37.5 \pm 14.1\% (n=15)$ 、高標高で  $35.3 \pm 4.6\% (n=5)$  で、標高帯の間で有意な差はなかった (Kruskal-Wallis の検定、 $H = 1.391, p = 0.499$ )。

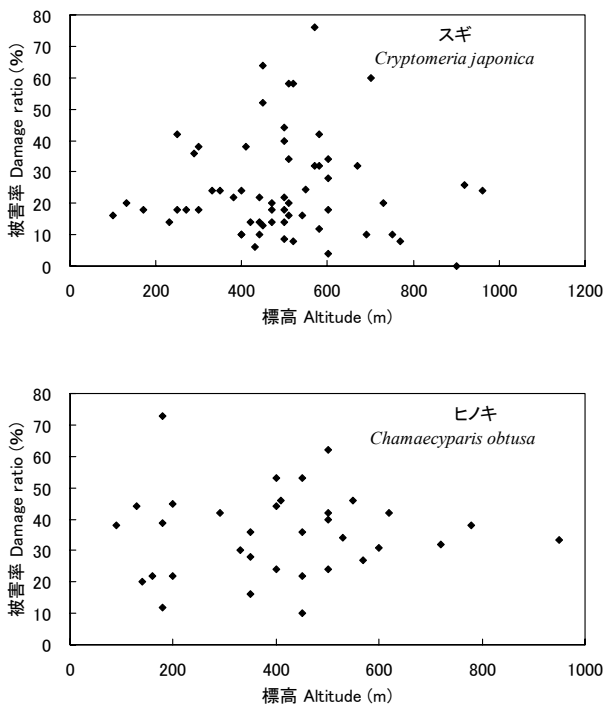


Fig. 2. 林分の標高と被害率の関係

The relationship between altitude and the damage ratio for each stand. The damage ratio was not correlated with the altitude (Kendall' s rank correlation coefficient  $\tau = 0.007, p = 0.937$  for *Cryptomeria japonica*,  $\tau = 0.064, p = 0.593$  for *Chamaecyparis obtusa*).

### 3. 斜度と被害率の関係

斜度と被害率との間には、スギ、ヒノキとも相関はみられなかった (Fig. 3, Kendall の順位相関係数、スギ  $\tau = 0.002, p = 0.979$ , ヒノキ  $\tau = -0.078, p = 0.514$ )。

### 4. 林齢と被害率の関係

林齢と被害率との間には、スギ、ヒノキとも相関はみられなかった (Fig. 4, Kendall の順位相関係数、スギ  $\tau = 0.063, p = 0.474$ , ヒノキ  $\tau = 0.132, p = 0.273$ )。年齢別に区分した場合、スギでは 25 年生以下で被害率は  $22.9 \pm 16.7\% (n=23)$ 、26~35 年生で  $27.1 \pm 16.9\% (n=29)$ 、36 年生以上で  $21.8 \pm 10.7\% (n=8)$  で、年齢の間で有意な差はなかった (Kruskal-Wallis の検定、 $H = 1.513, p = 0.469$ )。ヒノキでは 25 年生以下で

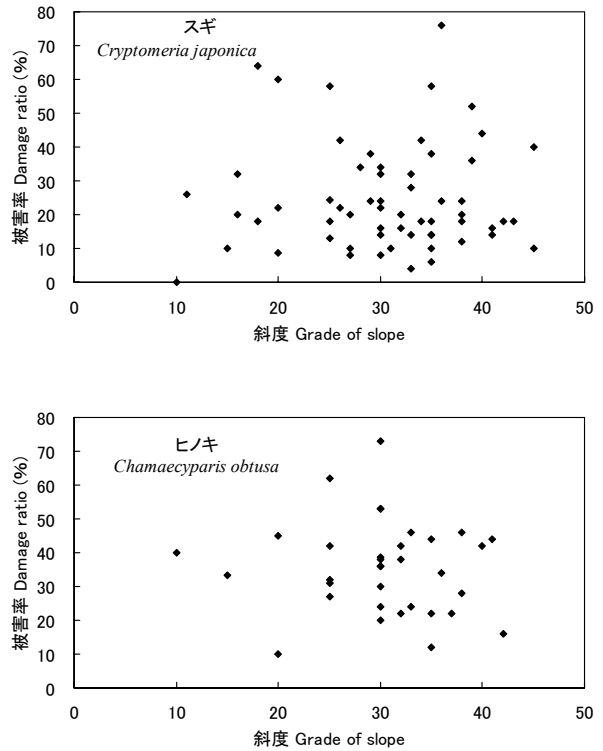


Fig. 3. 林分の斜度と被害率の関係

The relationship between the slope gradient and the damage ratio for each stand. The damage ratio was not correlated with the slope gradient (Kendall' s rank correlation coefficient  $\tau = 0.002, p = 0.979$  for *Cryptomeria japonica*,  $\tau = -0.078, p = 0.514$  for *Chamaecyparis obtusa*)

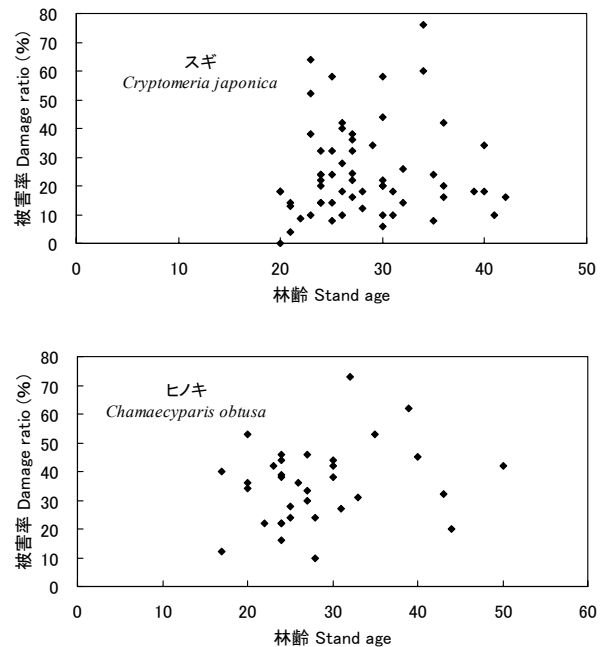


Fig. 4. 林齢と被害率の関係

The relationship between stand age and the damage ratio for each stand. The damage ratio was not correlated with the stand age (Kendall' s rank correlation coefficient  $\tau = 0.063, p = 0.474$  for *Cryptomeria japonica*,  $\tau = 0.132, p = 0.273$  for *Chamaecyparis obtusa*).

被害率は  $32.4 \pm 11.8\%$  ( $n=16$ )、26~35 年生で  $37.5 \pm 15.3\%$  ( $n=13$ )、36 年生以上で  $40.2 \pm 15.6\%$  ( $n=5$ ) で、年齢の間で有意な差はなかった (Kruskal-Wallis の検定、 $H=1.217$ ,  $p=0.544$ )。

#### 5. 植栽密度と被害率の関係

年齢別に区分した場合の植栽密度と被害率との関係について、スギではいずれの年齢でも相関はみられなかった (Kendall の順位相関係数、25 年生以下  $\tau = 0.196$ ,  $p=0.227$ , 26~35 年生  $\tau = 0.194$ ,  $p=0.184$ , 36 年生以上  $\tau = -0.297$ ,  $p=0.403$ )。ヒノキでも植栽密度と被害率との間には有意な相関はみられなかった (Kendall の順位相関係数、25 年生以下  $\tau = 0.027$ ,  $p=0.898$ , 26~35 年生  $\tau = 0.056$ ,  $p=0.859$ , 36 年生以上該当林分なし)。

#### 6. 間伐歴と被害率の関係

過去の間伐歴の違いと被害率については、スギでは間伐回数 1 回では被害率が  $23.3 \pm 16.4\%$  ( $n=8$ )、間伐回数 2 回では  $27.5 \pm 17.5\%$  ( $n=31$ )、間伐回数 3 回では  $23.6 \pm 10.6\%$  ( $n=11$ ) であり、異なる間伐歴の間で被害率に有意な差はなかった (Kruskal-Wallis の検定、 $H=0.504$ ,  $p=0.777$ )。ヒノキでは間伐回数 1 回では被害率が  $30.3 \pm 15.2\%$  ( $n=4$ )、間伐回数 2 回では  $32.3 \pm 10.4\%$  ( $n=13$ )、間伐回数 3 回では  $35.3 \pm 6.1\%$  ( $n=3$ ) であり、異なる間伐歴の間で被害率に有意な差はなかった (Kruskal-Wallis の検定、 $H=0.102$ ,  $p=0.950$ )。

年齢別に異なる間伐歴における被害率を比較した結果、スギの 25 年生以下では間伐回数 1 回では被害率が  $38.0 \pm 28.3\%$  ( $n=2$ )、間伐回数 2 回では  $25.5 \pm 17.7\%$  ( $n=13$ )、間伐回数 3 回では  $19.2 \pm 5.0\%$  ( $n=5$ ) であり、異なる間伐歴の間で被害率に有意な差はなかった (Kruskal-Wallis の検定、 $H=0.788$ ,  $p=0.674$ )。スギの 26~35 年生では間伐回数 1 回では被害率が  $18.4 \pm 11.1\%$  ( $n=5$ )、間伐回数 2 回では  $29.1 \pm 18.7\%$  ( $n=16$ )、間伐回数 3 回では  $30.0 \pm 13.1\%$  ( $n=3$ ) であり、異なる間伐歴の間で被害率に有意な差はなかった (Kruskal-Wallis の検定、 $H=1.981$ ,  $p=0.371$ )。スギの 36 年生以上で間伐回数 1 回では被害率が  $18.0\%$  ( $n=1$ )、間伐回数 2 回では  $27.0 \pm 9.9\%$  ( $n=2$ )、間伐回数 3 回では  $24.7 \pm 15.0\%$  ( $n=3$ ) であり、異なる間伐歴の間で被害率に有意な差はなかった (Kruskal-Wallis の検定、 $H=0.882$ ,  $p=0.643$ )。ヒノキの 25 年生以下では間伐回数 1 回では被害率が  $30.3 \pm 15.2\%$  ( $n=4$ )、間伐回数 2 回では  $29.05 \pm 10.4\%$  ( $n=8$ )、間伐回数 3 回では  $34.0\%$  ( $n=1$ ) であり、異なる間伐歴の間で被害率に有意な差はなかった (Kruskal-Wallis の検定、 $H=0.208$ ,  $p=0.901$ )。ヒノキの 26~35 年生では間伐回数 1 回の該当林分はなく、間伐回数 2 回では  $37.6 \pm 8.6\%$  ( $n=5$ )、間伐回数 3 回では  $36.0 \pm 8.5\%$  ( $n=2$ ) であり、異なる間伐歴の間で被害率に有意な差はなかった (Mann-Whitney の U 検定、 $z=0.387$ ,  $p=0.699$ )。ヒノキの 36

年生以上で間伐歴の明らかな該当林分はなかった。

### 考察

ニホンキバチの被害率は樹種間に有意な差があり、スギよりもヒノキの方が高く (Fig. 1)、宮田ら (2001) の報告と一致した。高知県と愛媛県を合わせた地域全体でも、本種による被害の危険度はヒノキで高いものと判断される。ヒノキで被害率が高い原因については、ニホンキバチの生息密度や生立木への産卵選好性、あるいはこの両方が樹種間で異なる可能性が考えられるが、これらは明らかにされていない。今後、この原因について検討される必要がある。

一方、間伐歴と被害率の間には一定の関係はみられなかった。ニホンキバチは間伐の遅れによって生じる被圧木・枯死木や間伐されて搬出されずに林内に残っている間伐放置木を繁殖源として利用する (佐野, 1991; 福田・前藤, 2001)。被圧木・枯死木の発生量は植栽密度によって変化することが予想される。今回、植栽時の密度と被害率との間には有意な関係はみられなかったが、植栽密度や間伐歴と被圧木・枯死木の発生量との関係について今回は検討していない。また、間伐放置木の量もニホンキバチの成虫発生数に大きく影響すると考えられる。したがって、単に間伐の回数だけでなく、間伐前後の立木密度、間伐に伴う残存木や間伐木の状態、被圧木や枯死木の発生量などについても検討する必要がある。

今回、愛媛、高知の両県地域に渡る解析では標高、斜度、林齢と被害率との間に相関はみられなかった (Fig. 2, 3, 4) が、静岡県では標高 300m 以下に被害林分が多く (宮田ら, 2001)、茨城県では標高が低く気温の高い地域で被害が多い (細田・横堀, 1999) とする報告がある。ニホンキバチは成虫発生期間が 6~10 月と長期にわたる (奥田, 1989) が、高標高地では成虫発生は 7 月下旬以降になり成虫発生期間が短い (宮田, 1997) ので、高標高地ではニホンキバチの発生量が少ない可能性があり、これによって高標高地で被害が少ないのかもしれない。一方、標高とキバチ類による被害との関係は地域によって異なる可能性があることが指摘されている (福田・前藤, 2001)。標高と被害率との間には府県単位やそれよりも狭い地域に限定した場合には関係が認められることがあっても、複数の府県にまたがるような広域を対象とした場合はさまざまな要因が介在することにより、標高と被害率との関係は明確でなくなるのかもしれない。

ニホンキバチの産卵による材変色被害の発生は、林齢が 11 年生から 25 年生の林分で多いとされている (宮田, 1995)。今回、被害率と林齢との間には相関がみられず、年齢の間でも違いはみられなかった。ニホンキバチによる変色被害は材内に蓄積されるが、被害率と林齢に相関がなく、高齢級になるほど被害率が上が

るわけではないので、材変色被害が多く生じる11年生から25年生まで(宮田, 1995)に適切な施業によって被害を生じさせないように管理をする必要がある。

今回、愛媛と高知の両県地域に渡る解析で被害発生環境の特性は把握できなかった。しかし、以上に述べたように、被圧木・枯死木の発生状況や間伐放置木の有無などの要因とニホンキバチによる変色被害の量との関係について検討することができれば、被害発生環境の特性をよりの確に把握できるものと考えられる。さらに、ニホンキバチの雌成虫は100m以上飛翔する(Satoら, 2000)ので、林分ごとの被害率には、周辺林分の状況が影響している可能性があり、周辺林分での被害状況もあわせて検討することが必要かもしれない。

#### 引用文献

- 福田秀志(1997)キバチ類3種の資源利用様式と繁殖戦略, 名大森研, **16**, 23-72.
- 福田秀志・前藤薫(2001)スギ・ヒノキの材変色被害に関与するキバチ類とその共生菌 - 防除技術の構築を目指して -, 日林誌, **83**, 161-168.
- 細田浩司・横堀誠(1999)キバチ類の被害率と環境要因および防除の可能性, 110回日林学術講, 70-71.
- 細田浩司・大長光純・稲田哲治・佐野明・今 純一・加藤徹・法眼利幸・井上牧雄・周藤成次・杉本博之・竹本雅晴・宮田弘明・吉本貴久雄(2005)キバチ類によるスギ・ヒノキ材変色被害に対する防除方法の検討, 森林防疫, **54**, 3-14.
- 稲田哲治(2003)スギ・ヒノキ間伐木の伐倒時期ならびに玉切り方法がニホンキバチ成虫発生数に及ぼす影響, 日林誌, **85**, 95-99.
- 稲田哲治・井上功盟(2000)愛媛県におけるキバチ類の分布と材変色被害の実態ならびに防除の試み, 愛媛林試研報, **20**, 31-37.
- 宮田弘明(1995)キバチ類の防除技術に関する研究, 高知林試研報, **24**, 48-63.
- 宮田弘明(1997)主要材質劣化病害の被害実態の解明と被害回避法の確立, 高知林試研報, **26**, 43-52.
- 宮田弘明・加藤徹・吉岡信一・福原伸好・細田浩司・法眼利幸・井上牧雄・周藤成次・大久保政利・稲田哲治・大長光純(2001)キバチ類によるスギ・ヒノキ材変色被害の実態と防除に関する基礎調査, 森林防疫, **50**, 105-113.
- 奥田素男(1989)ニホンキバチの生態と加害, 森林防疫, **38**, 140-144.
- 佐野明(1991)キバチ類の防除法とその問題点, 森林防疫, **40**, 30-33.
- Sato, S., Maeto, K. and Miyata, H. (2000) Dispersal distance of adult Japanese horntail *Urocerus japonicus* (Hymenoptera: Siricidae) which causes wood discoloration damage, Appl. Entomol. Zool., **35**, 333-337.
- Tabata, M. and Abe, Y. (1997) *Amylostereum laevigatum* associated with the Japanese horntail, *Urocerus japonicus*, Mycoscience, **38**, 421-427.
- 田端雅進・浄西隆介・前藤薫・宮田弘明・阿部恭久(2004)拮抗菌がニホンキバチの羽化成虫数に及ぼす影響, 115回日林学術講, 87.

Appendix 1. 愛媛県と高知県のニホンキバチ被害実態調査結果  
*Urocerus japonicus* damage ratio of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* stands  
 in Ehime and Kochi prefectures.

都道府県	市町村	樹種	標高 (m)	傾斜 (度)	林齢	健全木数 No. of trees without damage	被害木数 No. of damaged trees	被害率 (%) Damage ratio
愛媛 Ehime	久万町 Kuma	スギ <i>Cr. japonica</i>	550	25	27	50	16	24.2
愛媛 Ehime	伊予三島市 Iyo-mishima	スギ <i>Cr. japonica</i>	450	25	21	87	13	13.0
愛媛 Ehime	広田村 Hirota	スギ <i>Cr. japonica</i>	440	35	31	63	7	10.0
愛媛 Ehime	中山町 Nakayama	スギ <i>Cr. japonica</i>	500	20	22	73	7	8.8
愛媛 Ehime	松山市 Matsuyama	スギ <i>Cr. japonica</i>	380	20	27	78	22	22.0
愛媛 Ehime	美川村 Mikawa	スギ <i>Cr. japonica</i>	500	30	30	39	11	22.0
愛媛 Ehime	久万町 Kuma	スギ <i>Cr. japonica</i>	750	15	41	45	5	10.0
愛媛 Ehime	双海町 Futami	スギ <i>Cr. japonica</i>	700	20	34	20	30	60.0
愛媛 Ehime	久万町 Kuma	スギ <i>Cr. japonica</i>	500	25	39	41	9	18.0
愛媛 Ehime	久万町 Kuma	スギ <i>Cr. japonica</i>	900	10	20	50	0	0.0
高知 Kochi	本山町 Motoyama	スギ <i>Cr. japonica</i>	600	33	21	48	2	4.0
高知 Kochi	本山町 Motoyama	スギ <i>Cr. japonica</i>	440	26	24	39	11	22.0
高知 Kochi	本山町 Motoyama	スギ <i>Cr. japonica</i>	300	34	26	41	9	18.0
高知 Kochi	本山町 Motoyama	スギ <i>Cr. japonica</i>	520	30	25	46	4	8.0
高知 Kochi	土佐山田町 Tosayamada	スギ <i>Cr. japonica</i>	410	29	23	31	19	38.0
高知 Kochi	大豊町 Otoyō	スギ <i>Cr. japonica</i>	450	18	23	18	32	64.0
高知 Kochi	南国市 Nankoku	スギ <i>Cr. japonica</i>	450	39	23	24	26	52.0
高知 Kochi	大川村 Okawa	スギ <i>Cr. japonica</i>	600	28	40	33	17	34.0
高知 Kochi	本山町 Motoyama	スギ <i>Cr. japonica</i>	770	27	35	46	4	8.0
高知 Kochi	大豊町 Otoyō	スギ <i>Cr. japonica</i>	510	16	24	40	10	20.0
高知 Kochi	安芸市 Aki	スギ <i>Cr. japonica</i>	250	38	31	41	9	18.0
高知 Kochi	安芸市 Aki	スギ <i>Cr. japonica</i>	430	35	30	47	3	6.0
高知 Kochi	安芸市 Aki	スギ <i>Cr. japonica</i>	400	31	30	45	5	10.0
高知 Kochi	北川村 Kitagawa	スギ <i>Cr. japonica</i>	570	33	24	34	16	32.0
高知 Kochi	馬路村 Umaji	スギ <i>Cr. japonica</i>	500	45	26	30	20	40.0
高知 Kochi	馬路村 Umaji	スギ <i>Cr. japonica</i>	470	42	20	41	9	18.0
高知 Kochi	北川村 Kitagawa	スギ <i>Cr. japonica</i>	350	29	24	38	12	24.0
高知 Kochi	馬路村 Umaji	スギ <i>Cr. japonica</i>	510	30	27	42	8	16.0
高知 Kochi	安芸市 Aki	スギ <i>Cr. japonica</i>	300	35	27	31	19	38.0
高知 Kochi	安芸市 Aki	スギ <i>Cr. japonica</i>	130	38	36	40	10	20.0
高知 Kochi	池川町 Ikegawa	スギ <i>Cr. japonica</i>	510	30	29	33	17	34.0
高知 Kochi	池川町 Ikegawa	スギ <i>Cr. japonica</i>	520	35	30	21	29	58.0
高知 Kochi	池川町 Ikegawa	スギ <i>Cr. japonica</i>	690	27	23	45	5	10.0
高知 Kochi	葉山村 Hayama	スギ <i>Cr. japonica</i>	100	41	42	42	8	16.0
高知 Kochi	佐川町 Sakawa	スギ <i>Cr. japonica</i>	600	33	26	36	14	28.0
高知 Kochi	伊野町 Ino	スギ <i>Cr. japonica</i>	250	34	26	29	21	42.0
高知 Kochi	仁淀村 Niyodo	スギ <i>Cr. japonica</i>	580	16	27	34	16	32.0
高知 Kochi	仁淀村 Niyodo	スギ <i>Cr. japonica</i>	920	11	32	37	13	26.0
高知 Kochi	吾北村 Gohoku	スギ <i>Cr. japonica</i>	440	35	24	43	7	14.0
高知 Kochi	伊野町 Ino	スギ <i>Cr. japonica</i>	330	36	25	38	12	24.0
高知 Kochi	十和村 Towa	スギ <i>Cr. japonica</i>	170	43	40	41	9	18.0
高知 Kochi	大正町 Taisho	スギ <i>Cr. japonica</i>	400	45	26	45	5	10.0
高知 Kochi	梶原町 Yusuhara	スギ <i>Cr. japonica</i>	580	26	36	29	21	42.0
高知 Kochi	東津野村 Higashitsuno	スギ <i>Cr. japonica</i>	470	32	30	40	10	20.0
高知 Kochi	東津野村 Higashitsuno	スギ <i>Cr. japonica</i>	540	32	36	42	8	16.0
高知 Kochi	東津野村 Higashitsuno	スギ <i>Cr. japonica</i>	470	41	32	43	7	14.0
高知 Kochi	十和村 Towa	スギ <i>Cr. japonica</i>	580	38	28	44	6	12.0
高知 Kochi	梶原町 Yusuhara	スギ <i>Cr. japonica</i>	960	30	35	38	12	24.0
高知 Kochi	東津野村 Higashitsuno	スギ <i>Cr. japonica</i>	670	30	25	34	16	32.0
高知 Kochi	大野見村 Onomi	スギ <i>Cr. japonica</i>	500	40	30	28	22	44.0
高知 Kochi	池川町 Ikegawa	スギ <i>Cr. japonica</i>	510	25	25	21	29	58.0
高知 Kochi	大正町 Taisho	スギ <i>Cr. japonica</i>	420	30	25	43	7	14.0
高知 Kochi	大川村 Okawa	スギ <i>Cr. japonica</i>	570	36	34	12	38	76.0
高知 Kochi	南国市 Nankoku	スギ <i>Cr. japonica</i>	730	27	30	40	10	20.0
高知 Kochi	安芸市 Aki	スギ <i>Cr. japonica</i>	400	38	24	38	12	24.0
高知 Kochi	馬路村 Umaji	スギ <i>Cr. japonica</i>	290	39	27	32	18	36.0
高知 Kochi	安田町 Yasuda	スギ <i>Cr. japonica</i>	600	18	28	41	9	18.0
高知 Kochi	安芸市 Aki	スギ <i>Cr. japonica</i>	230	33	24	43	7	14.0
高知 Kochi	越知町 Ochi	スギ <i>Cr. japonica</i>	500	35	21	43	7	14.0
高知 Kochi	大豊町 Otoyō	スギ <i>Cr. japonica</i>	270	35	20	41	9	18.0

Appendix 1. 愛媛県と高知県のニホンキバチ被害実態調査結果(つづき)  
*Urocerus japonicus* damage ratio of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* stands in Ehime and Kochi prefectures.(continued)

都道府県	市町村	樹種	標高(m)	傾斜(度)	林齢	健全木数	被害木数	被害率(%)
Prefecture	City, Town, Village	Tree species	Altitude	Grade of slope	Stand age	No. of trees without damage	No. of damaged trees	Damage ratio
愛媛 Ehime	東予市 Toyo	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	180	30	24	60	38	38.8
愛媛 Ehime	川之江市 Kawano	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	600	25	33	69	31	31.0
愛媛 Ehime	宇和島市 Uwajima	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	140	30	44	80	20	20.0
愛媛 Ehime	重信町 Shigenobu	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	180	30	32	20	54	73.0
愛媛 Ehime	新居浜市 Niihama	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	400	30	35	47	53	53.0
愛媛 Ehime	日吉村 Hiyoshi	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	450	30	20	47	53	53.0
愛媛 Ehime	西海町 Saikai	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	200	20	40	55	45	45.0
愛媛 Ehime	伊予三島市 Iyo-mishima	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	950	15	27	54	27	33.3
愛媛 Ehime	別子山村 Besshiyama	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	720	25	43	68	32	32.0
愛媛 Ehime	津島町 Tsushima	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	570	25	31	38	14	26.9
愛媛 Ehime	八幡浜市 Yawatahama	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	450	20	28	45	5	10.0
愛媛 Ehime	川之江市 Kawano	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	620	25	50	29	21	42.0
愛媛 Ehime	久万町 Kuma	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	500	25	39	19	31	62.0
愛媛 Ehime	双海町 Futaumi	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	500	10	17	30	20	40.0
高知 Kochi	佐川町 Sakawa	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	290	32	30	29	21	42.0
高知 Kochi	伊野町 Ino	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	130	41	30	28	22	44.0
高知 Kochi	伊野町 Ino	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	350	42	24	42	8	16.0
高知 Kochi	佐川町 Sakawa	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	550	33	27	27	23	46.0
高知 Kochi	越知町 Ochi	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	500	40	23	29	21	42.0
高知 Kochi	安芸市 Aki	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	350	38	25	36	14	28.0
高知 Kochi	土佐町 Tosa	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	450	32	24	39	11	22.0
高知 Kochi	大正町 Taisho	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	200	37	24	39	11	22.0
高知 Kochi	大正町 Taisho	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	350	30	20	32	18	36.0
高知 Kochi	梶原町 Yusuhara	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	400	33	28	38	12	24.0
高知 Kochi	越知町 Ochi	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	530	36	20	33	17	34.0
高知 Kochi	安芸市 Aki	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	400	35	24	28	22	44.0
高知 Kochi	土佐町 Tosa	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	410	38	24	27	23	46.0
高知 Kochi	梶原町 Yusuhara	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	780	32	30	31	19	38.0
高知 Kochi	北川村 Kitagawa	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	500	30	25	38	12	24.0
高知 Kochi	室戸市 Muroto	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	450	30	26	32	18	36.0
高知 Kochi	大豊町 Otoyo	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	330	30	27	35	15	30.0
高知 Kochi	西土佐村 Nishitosa	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	180	35	17	44	6	12.0
高知 Kochi	西土佐村 Nishitosa	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	90	30	24	31	19	38.0
高知 Kochi	西土佐村 Nishitosa	ヒノキ <i>Ch. obtusa</i>	160	35	22	39	11	22.0
愛媛 Ehime	朝倉村 Asakura	混植 mixed	250	23	23	40	60	60.0
愛媛 Ehime	大洲市 Ozu	混植 mixed	100	30	29	40	60	60.0
愛媛 Ehime	伊予三島市 Iyo-mishima	混植 mixed	340	20	23	59	41	41.0
愛媛 Ehime	双海町 Futami	混植 mixed	500	30	36	53	19	26.4
愛媛 Ehime	八幡浜市 Yawatahama	混植 mixed	200	20	40	51	17	25.0
愛媛 Ehime	面河村 Omogo	混植 mixed	650	5	44	35	15	30.0