

研究資料

カラマツヤツバキクイムシ防除のための集合フェロモンの利用について

原 秀穂*・三好秀樹*・徳田佐和子*・石濱宣夫**

Notes on the technique of aggregative pheromone for control of the larch bark beetle, *Ips cembrae* (Coleoptera: Scolytidae)

Hideho HARA*, Hideki MIYOSHI*, Sawako TOKUDA* and Nobuo ISHIHAMA**

はじめに

カラマツヤツバキクイムシ *Ips cembrae* (鞘翅目 Coleoptera, キクイムシ科 Scolytidae) はカラマツ属の穿孔性害虫であり、しばしば風雪害跡地や食葉性害虫の大発生地などで衰弱した林木を加害枯死させる (小泉1994)。北海道では2002年、食葉性害虫発生後に大規模な被害が観察されている (上田ほか2004)。また、2002、2004年に道内各地の森林で台風による大規模な風倒被害が発生したため、カラマツヤツバキクイムシおよび類似のヤツバキクイムシ *Ips typographus* による森林被害が懸念されている (上田ほか2005, 上田2006)。

ヤツバキクイムシ類 (*Ips* 属) は雄が木の幹に穿孔する際に雌雄を誘引する集合フェロモンを分泌することが知られている。ヨーロッパではトウヒ属を加害するヤツバキクイムシの捕殺防除に集合フェロモンが広く利用されている (Turcani and Novotný 1998, ノボトニー・尾崎1999)。カラマツヤツバキクイムシの集合フェロモンは Stoakley *et al.* (1978) により明らかにされているが、防除への利用は試験も含めほとんど例がなく、北川・鈴木 (1988) の誘引範囲に関する報告があるにすぎない。

ここでは、カラマツヤツバキクイムシ防除における集合フェロモンの実用化に向けて進めてきた試験研究のうち、1. フェロモンの成分比率, 2. フェロモンの有効期間, 3. フェロモン・トラップの設置場所に関する結果を報告する。

1. フェロモンの成分比率

目 的

Stoakley *et al.* (1978) はカラマツヤツバキクイムシの集合フェロモンが Ipsenol (以下イプセノール), Ipsdienol (以下イプスジエノール), 3-Methyl-3-buten-1-ol (以下メチルブテノール) の混合物であることを明らかにした。彼らの報告ではイプセノールとイプスジエノールは雄の後腸内に4~5:1の比率で存在すると記されている。しかし、メチルブテノールについては雄後腸内から得られたと述べているが、他の成分に対する比率には言及していない。そこで、メチルブテノールの比率と誘引数との関係について試験を行った。また、イプスジエノールの比率と誘引数との関係も検討した。

* 北海道立林業試験場 Hokkaido Forestry Research Institute, Bibai, Hokkaido 079-0198

**北海道立林業試験場道東支場 Hokkaido Forestry Research Institute, Doto Branch Station, Shintoku, Hokkaido 081-0038

〔北海道立林業試験場研究報告 第44号 平成19年3月, Bulletin of the Hokkaido Forestry Research Institute, No.44 March 2007〕

方 法

フェロモンにはイプセノール (S)-(-)-Ipsenol, 純度95%以上, 和光純薬工業社製), イプスジエノール (S)-(+)-Ipsdienol, 純度95%以上, 和光純薬工業社製), メチルブテノール (3-Methyl-3-buten-1-ol, 純度97%, Aldrich Chemical社製) を用いた。また, イプセノールとイプスジエノールは粘性が高いため, アセトン (純度98%, 関東化学社製) で希釈して定量した。

メチルブテノールの比率に関する試験では, イプセノールとイプスジエノールの重量比を5:1に固定し, これにメチルブテノールをイプスジエノールに対する重量比が0, 34.2, 85.4, 171, 341となるように加え, 5種類の処理を設けた (以下0区, 34区, 85区, 171区, 341区)。試薬はポリエチレン (0.1mm厚) の袋 (内側縦10cm横7cm) に入れて密封 (ヒート・シール) して試験に用いた。袋内には脱脂綿 (長さ7cm, 幅4cm, 厚さ3mm) を入れた。1袋内の試薬はイプセノール25mg, イプスジエノール5mg, メチルブテノール0, 171, 427, 853または1706mgにアセトンを加え1mlとしたものであった。各処理の反復数は6とした。

イプスジエノールの比率に関する試験では, イプセノールとメチルブテノールの重量比を1:20.5に固定し, これにイプスジエノールをイプセノールに対する重量比が0.180, 0.200, 0.220, 0.247, 0.287となるように加え, 5種類の処理を設けた (以下0.18区, 0.20区, 0.22区, 0.25区, 0.29区)。なお, イプスジエノールを1としたときのイプセノールの比率は3.48~5.56, メチルブテノールの比率は71.4~114となる。試薬はポリエチレン (0.06mm厚) の袋 (内側は縦7.7cm横5cm) に入れて密封 (ヒート・シール) して試験に用いた。袋には脱脂綿 (長さ5cm, 幅3cm, 厚さ3mm) を入れた。1袋内の試薬はイプセノール11.25mg, イプスジエノール2.03, 2.25, 2.48, 2.78または3.23mg, メチルブテノール230.31mgにアセトンを加え3mlとしたものであった。各処理の反復数は6とした。

試験は北海道美唄市北海道立林業試験場構内のカラマツ林内の開放地で2003年に行った。MEP乳剤 (スミパイン乳剤, サンケイ化学社製) を散布したカラマツ丸太 (長さ100cm, 平均直径15cm; 2003年4月下旬に生立木を伐倒・切断) を受け皿の上に立てて固定し, 上端近くの北側にフェロモンの入った袋1個をそのまま取り付け (写真-1)。このセットを10m間隔で2列に並べ, 列内の間隔も10mとし, 各処理をランダムに配置した。なお, 丸太の直径や樹皮表面積には処理区間で有意差がないようにした。MEP乳剤の丸太への散布は5月12日に噴霧器を用いて行い, 50倍液を丸太表面積1m²あたり600ml散布した。丸太の下の受け皿は直径36cm, 暗青色であった。誘引されたカラマツヤツバキクイムシは丸太に散布したMEP乳剤に触れて死亡し, 受け皿内に落下するので, これを4~10日間隔で回収し, 個体数を記録した。また, 一部を解剖し, 性比を調べた。メチルブテノールの比率に関する試験は5月15日~6月11日に, イプスジエノールの比率に関する試験は7月22日~8月5日に行った。なお, 各試験期間中, フェロモンは交換しなかった。



写真-1 誘引試験状況

結果と考察

メチルブテノールの比率と誘引数との関係を図-1に時期別に示した。5月15~19日の1日あたりの平均誘引数は0区6.6個体, 34区8.4個体, 85区7.8個体, 171区7.9個体, 341区5.1個体となり, 341区でやや低かったが, 全体の検定では処理区間に有意差がなかった (Kruskal-Wallis検定, 5処理各6反復: $\chi^2 = 4.46$, $P = 0.35$)。5月20~24日の1日あたりの平均誘引数は0区8.9個体, 34区10.0個体, 85区9.0個体, 171区9.9個体, 341区6.0個体となり, 341区でやや少なかったが, 処理区間で有意差は認められなかった (Kruskal-Wallis検定, 5処理各6反復: $\chi^2 = 4.31$, $P = 0.37$)。5月25~31日の1日あたりの平均誘引数は0区0.1個体,

34区2.0個体、85区4.6個体、171区3.8個体、341区2.7個体で、処理区間で有意差が認められた (Kruskal-Wallis検定, 5処理各6反復: $\chi^2 = 17.57$, $P = 0.0015$)。二つの区間ごとにWilcoxonの符号順位和検定を行ったところ (ただし、有意水準はBonferroni法で調整し、 $\alpha = 0.005$)、誘引数は0区が他区よりも有意に低かった。6月1~11日の1日あたりの平均誘引数は0区0.06個体、34区0.08個体、85区0.8個体、171区0.9個体、341区1.4個体で、処理区間で有意差が認められ (Kruskal-Wallis検定, 5処理各6反復: $\chi^2 = 18.01$, $P = 0.0007$)、二つの区間ごとにWilcoxonの符号順位和検定を行ったところ、誘引数は0区が171区と341区より有意に低かった。試験後期では0区や34区は誘引数が著しく減少しており、メチルブテノールの比率が高い区に比べ誘引期間が短い傾向が認められた。

全期間を通じての誘引数とメチルブテノールの比率との関係を図-2に示した。平均誘引数は0区70.0個体、34区96.3個体、85区116.0個体、171区115.7個体、341区84.3個体となり、中間的な比率の85区と171区で最も多かったが、処理区間で有意な違いは認められなかった (Kruskal-Wallis検定, 5処理各6反復: $\chi^2 = 6.21$, $P = 0.18$)。なお、85区の性比は雌:雄 = 1:1.28 ($n = 426$) となり、雄に偏った (χ^2 検定: $\chi^2 = 6.35$, $P = 0.011$)。

今回の試験ではメチルブテノールの添加による誘引効果の増加は同一期間では明瞭ではなかった。Stoakley *et al.* (1978) はイプセノール+イプスジェノールにメチルブテノールを添加すると誘引数が増加したと報告している。しかし、その報告 (試験期間1週間) ではイプセノール+イプスジェノールの誘引数は平均54 (範囲23~111)、それらにメチルブテノールを添加した場合の誘引数は平均91.3 (範囲28~150) であり、平均値は添加した方が大きいものの範囲は広く重なっており、今回の試験同様にメチルブテノールの有無による明瞭な違いがあるとは言い難い。もっとも、今回の試験により、メチルブテノールの添加はフェロモンの有効期間を延長させる上で有効であることがわかった。

イプスジェノールの比率と誘引数との関係を図-3に示した。7月22~28日、7月29日~8月5日

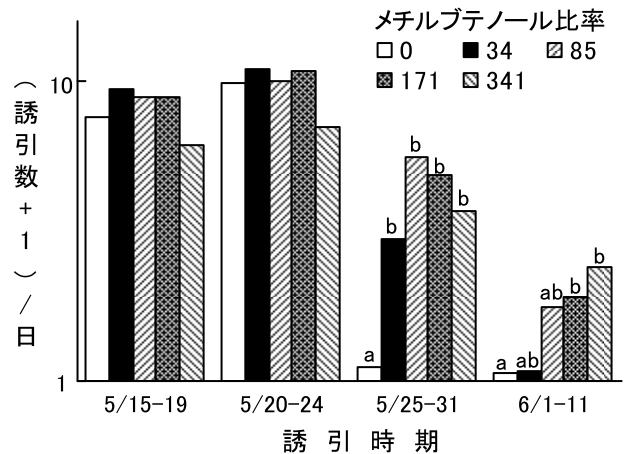


図-1 時期別のメチルブテノール比率と誘引数との関係

縦軸はトラップあたりの常用対数値。各時期では同じアルファベットの伴う区間に有意差はない (Wilcoxon符号順位和検定, 有意水準はBonferroni法で調整した $\alpha = 0.005$)。

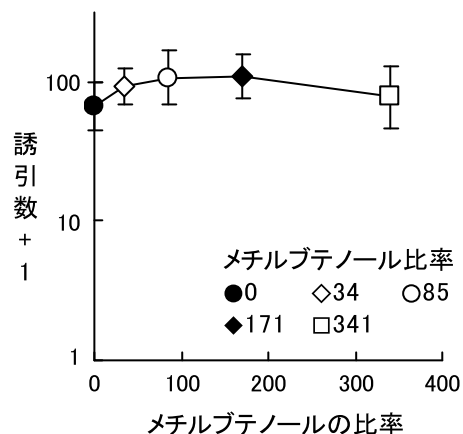


図-2 メチルブテノールの比率と総誘引数との関係 (平均値±標準偏差)

縦軸はトラップあたりの常用対数値。

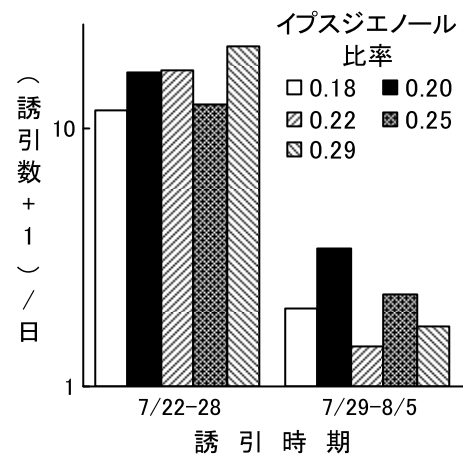


図-3 イプスジェノールの比率と誘引数との関係

縦軸はトラップあたりの常用対数値。

ずれの期間においても処理区間で有意差は認められなかった (Kruskal-Wallis 検定, 5 処理各 6 反復: 7 月 22 ~ 28 日, $\chi^2 = 4.28$, $P = 0.37$; 7 月 29 日 ~ 8 月 5 日, $\chi^2 = 2.55$, $P = 0.63$)。全期間を通じての誘引数にも処理区間で有意差はなかった (Kruskal-Wallis 検定, 5 処理各 6 反復: $\chi^2 = 3.49$, $P = 0.48$)。

以上のことから, イブスジェノールの比率がイブセノールに対し 0.18 ~ 0.29 という狭い範囲で変動しても誘引数にはほとんど影響ないと言える。なお, Stoakley *et al.* (1978) はイブセノール, イブスジェノール単独よりも両者を混合したもの (比率 1:1) の方が, 誘引数が大幅に増加することを明瞭に示している。

2. フェロモンの有効期間

目 的

北海道ではカラマツヤツバキクイムシ成虫の飛翔は 5 ~ 9 月まで約 5 ヶ月間続き, 5 月下旬と 8 月上旬がピークになる (井上 1950)。このうち, 春に飛翔するのは前年生まれの越冬成虫で, 夏はその次世代の成虫が飛翔する。気象条件により飛翔期間や世代数は変化するが (鈴木 1984), 5 ~ 8 月の 4 ヶ月間が主な飛翔期間である。フェロモンによる防除やモニタリングを行う場合, 取り替え作業効率化のためには誘引期間はある程度長いことが望まれる。越冬成虫は 5 ~ 6 月, 次世代成虫は 7 ~ 8 月に飛翔するので, フェロモンを交換することなく 1 世代分を捕獲するには有効期間が少なくとも 2 ヶ月間必要である。

ヤツバキクイムシのフェロモン・ディスペンサーにはポリエチレン袋が使用されている (Bakke *et al.* 1983)。有効期間は 2 ヶ月以上あるが (Bakke *et al.* 1983, 井口 1997), 2 ヶ月後には交換した方がよいとされている (Bakke *et al.* 1983)。

ここでは, カラマツヤツバキクイムシのフェロモン・ディスペンサーの有効期間を調査するとともに材質を検討した結果について述べる。

方 法

試験は 2005 年と 2006 年に行った。2005 年の試験地は集合フェロモンの成分比率の試験地 (以下試験地 A) に設定した。2006 年は試験地 A とそこから北東に約 500m 離れた林業試験場構内のカラマツに囲まれた開放地に試験地 (試験地 B) を設定した。

試薬は集合フェロモンの成分比率と同じであるがアセトンは使用しなかった。袋の材質にはポリエチレン 0.1mm 厚とポリプロピレン 0.06mm 厚を使用した。袋は内側縦 6cm 横 4cm で, 中に脱脂綿 (縦 4cm 横 3cm 厚さ 3mm) を入れた。集合フェロモンの成分比率試験のときより袋を小さくしたのはフェロモンの揮発速度が袋の表面積に比例することによる。メチルブテノールの室内 (23℃, 相対湿度 50%, 風速 0.1 ~ 0.2m/秒) における揮発量を測定したところ, 袋の表面積あたりポリエチレン 0.1mm 厚製で 0.19mg/cm²/日, ポリプロピレン 0.06mm 厚製で 0.0068mg/cm²/日であった。

試験地 A ではフェロモン・ディスペンサー 1 袋あたりの試薬量はイブセノール 75mg, イブスジェノール 15mg, メチルブテノール 1280mg (比率 5:1:85.3) とした。フェロモン・ディスペンサーを黒色衝突板型トラップ (マダラコール用誘引器[®], サンケイ化学社製; 写真-2) の衝突板部分に取り付けて使用した。下部のパケツ部分には粘性があり, 防腐効果のあるプロピ



写真-2 衝突版型フェロモン・トラップ設置状況

レングリコールを各トラップに500ml入れた。フェロモンに誘引され、トラップに衝突したカラマツヤツバキクイムシはプロピレングリコールに落下して捕獲される。トラップは写真-2のように3本の支柱（長さ2.4m）を組んで設置した。トラップの高さは1.2～1.5mであった。

2005年はポリプロピレン一重、ポリエチレン一重、片面ポリエチレン片面ポリプロピレン一重の3処理各2反復を設けた。50m程度離れた2ヵ所に各処理のトラップを1台ずつ設置し、各ヵ所ではトラップ間隔を10mとした。5月20日に試験を開始し、8月2日まで1週間間隔でトラップ内のカラマツヤツバキクイムシを集め、個体数を記録した。また、一部を解剖し、性比を調べた。

2006年は試験地Aにポリプロピレン一重袋とポリエチレン二重袋の2処理各6反復を設けた。ポリエチレン二重袋は上記の袋で密封した後にさらにポリエチレン0.1mm厚の袋（内側縦10cm横8cm）に入れ二重に密封した。トラップは10m間隔で2列に並べ、列内のトラップ間隔も10mとし、各処理をランダムに配列した。試験期間は6月12日～9月18日で、7月24日にフェロモンを交換した。試験地Bではフェロモン・ディスペンサー1袋あたりの試薬量を試験地Aの2/3とし、ポリエチレン一重袋を使用した。トラップはペットボトル・トラップ（写真-3、詳細は後述のフェロモン・トラップの設置場所の方法を参照）で、支柱を用いて高さ約1.2mに固定した。トラップは10m離して2台設置した。試験は5月1日～9月18日まで行い、4週間間隔でフェロモンを交換した。両試験地では1～2週間間隔でトラップ内のカラマツヤツバキクイムシを回収し、個体数を記録した。

結果と考察

2005年の結果を図-5に示す。ほとんどのトラップでは誘引数が多かったのは調査開始から5週間であり、6月24日以降の誘引数は1～4個体/週に過ぎなかった。ただし、場所2のポリプロピレン一重のトラップは調査終了まで誘引効果が持続した。なお、誘引個体の性比は、5月20日～6月24日ではポリプロピレン一重で雌：雄 = 1 : 1.02 (n = 337)、ポリエチレン一重で雌：雄 = 1 : 1.18 (n = 275) となり、いずれも1 : 1と有意差がなかった (χ^2 検定：ポリプロピレン, $\chi^2=0.027$, P = 0.87；ポリエチレン, $\chi^2=1.92$, P = 0.16)。

2006年は、試験地Aではポリプロピレン一重区、ポリエチレン二重区ともに、フェロモン設置後6週目の7月17～24日の間で誘引数は著しく減少した（図-5上中）。同時期、試験地Bでは多数の個体が誘引されたことから（図-5下）、試験地Aでの減少は飛翔個体の減少ではなく誘引効果の低下を示すと考えられる。従って、誘引効果が高かった期間はいずれも5週間程度であり、2005年の結果と同様であった。フェロモンを交換した7月24日以降はより短期間で誘引数が減少したが、これは飛翔個体が減少したためと考えられ、試験地Bでは8月21日にフェロモンを交換したが、それ以降もまったく誘引されなかった。試験地Aでのトラップあたりの平均誘引数は、6月12日～7月24日ではポリプロピレン一重区が90.2個体、ポリエチレン二重区が828.3個体、7月24日以降ではポリプロピレン一重区が49.0個体、ポリエチレン二重区が268.5個体で、両期間ともポリエチレン二重区の方が著しく多かった（Wilcoxon符号順位和検定、2処理各6反復：6月12日～7月24日, Z = 2.88, P = 0.0039；7月24日以降, Z = 2.88, P = 0.0039）。

今回の試験では、ポリプロピレン一重、ポリエチレン一重、同二重、各片面一重のいずれも、高い有効



写真-3 ペットボトル製フェロモン・トラップ

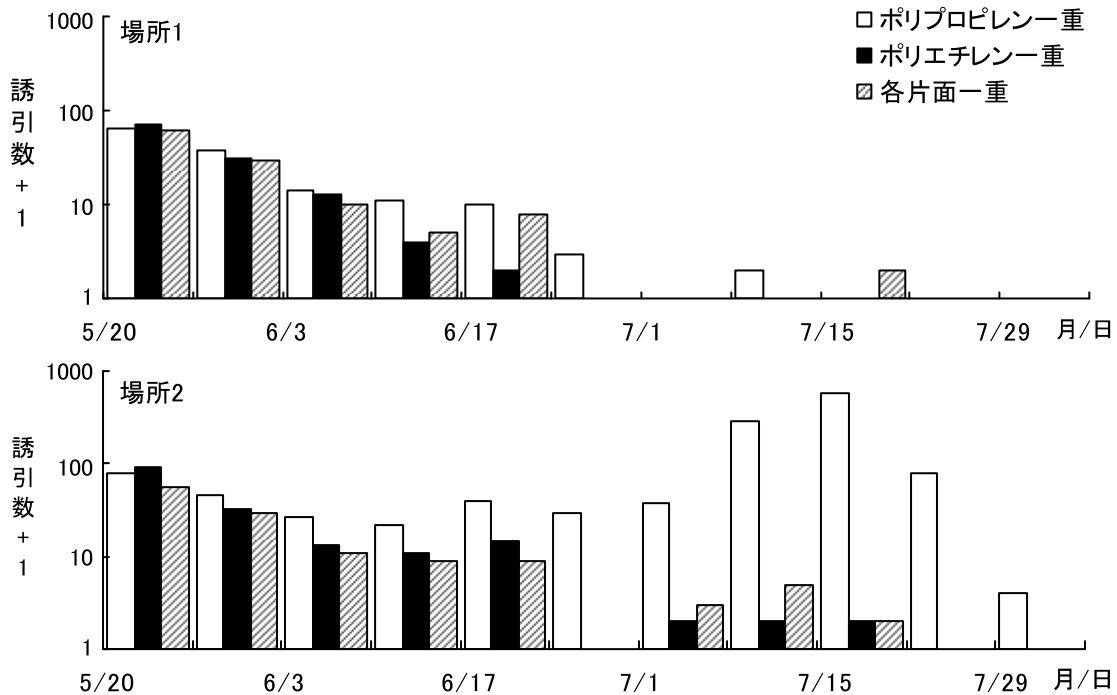


図-4 2005年のカラマツヤツバキクイムシの誘引消長
縦軸は常用対数値。

性が持続する期間はポリプロピレンの一部を除き約5週間と大差なかった。また、この5週間の誘引数はポリエチレンの方がポリプロピレンよりはるかに多く、フェロモン・ディスペンサーの材質としては、ポリエチレンの方がポリプロピレンより適していると言える。

方法で述べたように室内でのメチルブテノールの単位時間あたりの揮発量はポリプロピレンではポリエチレンの1/30程度であることから、野外における同一期間の誘引数がポリプロピレンでポリエチレンより少なかったことは当然と言える。一方、揮発量が少なければ誘引期間が長くなるはずだが、ポリプロピレンの多くは有効期間がポリエチレンと同程度であった。原因は不明である。

今回試験したカラマツヤツバキクイムシのフェロモン・ディスペンサーの有効期間はヤツバキクイムシのフェロモン・ディスペンサーに比べかなり短い。ヤツバキクイムシのフェロモンは *cis*-Verbenol, Ipsdienol, 2-Methyl-3-buten-2-ol からなり、フェロモン・ディスペンサー (Ipslure[®], Borregaard Ind. 社製) ではポリエチレン0.06mm厚の袋 (内側縦7cm横5cm) に各70mg, 15mg, 1500mgのフェロモン成分とその他500mgが含まれている。このヤツバキクイムシ用フェロモン・ディスペンサーに含まれるフェロモン量は今回カラマツヤツバキクイムシ用に作成したものと同程度であるが、ポリエチレン袋の厚さがやや薄く袋の大きさはやや大きいため、フェロモンの揮発速度はより速いように思われる。それにもかかわらずカラマツヤツバキクイムシ用のフェロモン・ディスペンサーの誘引期間がヤツバキクイムシ用のものより短かったのは、成分の違いによるのであろう。カラマツヤツバキクイムシのフェロモン・ディスペンサーの有効期間をより延長するためには、メチルブテノールの増加あるいは別の材質や異なる揮発方法を検討する必要がある。

3. フェロモン・トラップの設置場所

目的

フェロモンによる防除のためには、効果的な設置場所を明らかにする必要がある。また、フェロモンによるモニタリングにおいて林分や地域間の個体数を比較するには、誘引条件が同じになるよう設置場所を選

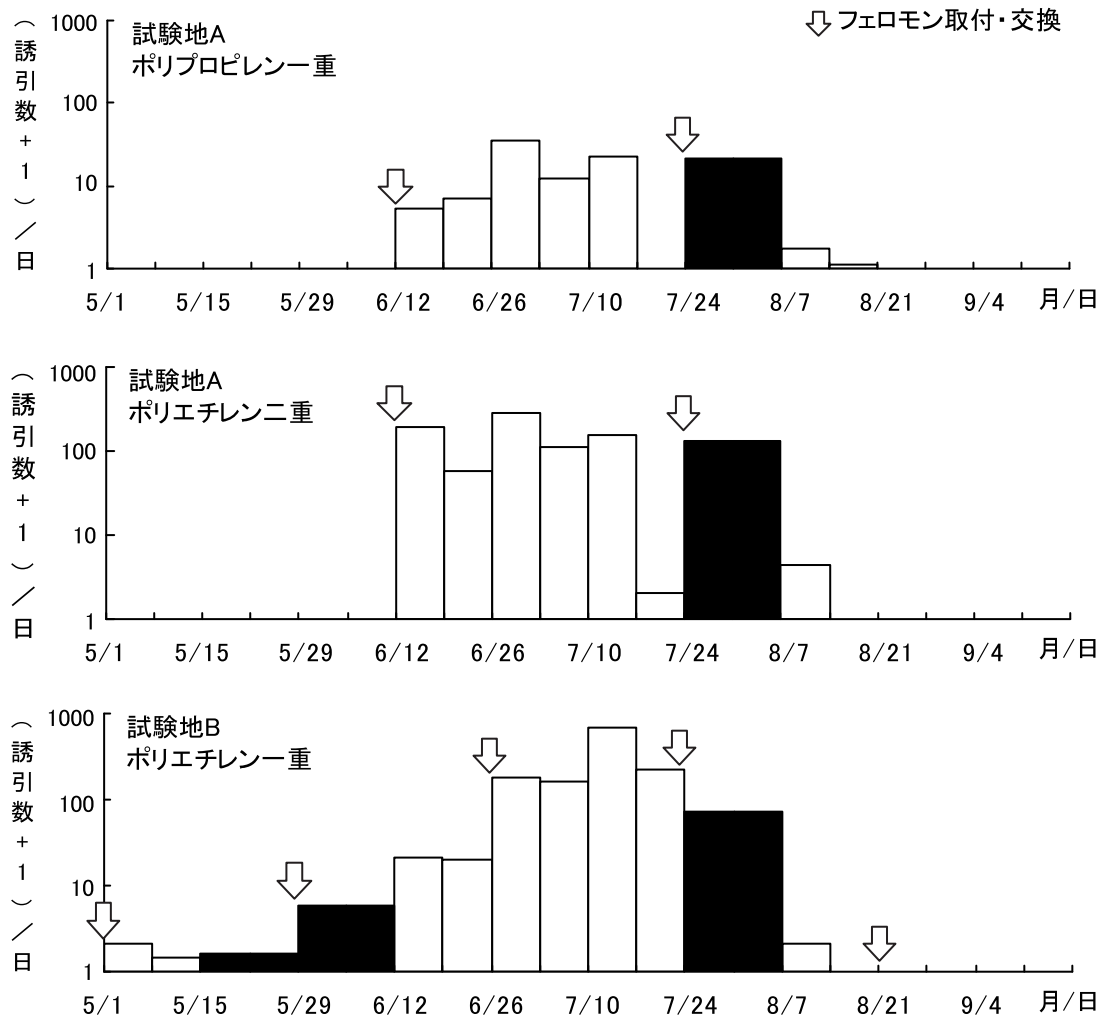


図-5 2006年のカラマツヤツバキクイムシの誘引消長
 回収間隔：□-1週間，■-2週間。縦軸は常用対数値。
 上図と中図はトラップあたりの誘引数，下図はトラップ2台の合計誘引数。

ばなければならない。そこで、設置場所の開放度や周辺林相と誘引数との関係を調査した。

方法

調査は2006年7月13日～9月28日に十勝支庁管内池田町の民有林で行った。7月13日に林道の路傍または隣接する開放地にフェロモン・トラップを40～300mの間隔で20台設置した。使用したフェロモン・トラップは容量2リットルのペットボトルを光沢のない黒色ポリエチレンで覆い、その上部の前後に横6cm縦5.5cmの穴を空けたものである（写真-3）。なお、このトラップの誘引数は別途調査したところ、黒色衝突板型トラップ（写真-2）の1/4程度であった。トラップ内部の上部にフェロモンを取り付け、中にプロピレングリコール250mlを入れた。これを地上高1.2mの支柱の上端に固定した。フェロモン・ディスペンサーはポリエチレン0.1mm厚の一重袋（内側縦6cm横4cm）で、1袋あたりの試薬量はイプセノール75mg、イプスジエノール15mg、メチルプテノール1280mg（比率5:1:85.3）とした。9月28日にトラップ内のカラマツヤツバキクイムシを集め、個体数を記録した。また、トラップから東西南北各4方位にある林分または高木までの距離の測定、各方位の林相、見渡せる範囲でのカラマツ高木の有無を記録した。

結果と考察

トラップから東西南北各方位にある林分または高木までの距離の平均値と誘引数との関係を図-6に示

した。この図ではトラップの位置からカラマツ高木が見えるか（カラマツ有り）、見えないか（カラマツなし）で、周辺の林分状況を区別した。なお、ほとんどの設置場所では周辺木はカラマツまたは広葉樹であり、2カ所のみトドマツが認められた。

誘引数と周辺立木までの距離との間には正の相関が認められた（Kendallの順位相関係数， $n = 20$ ： $\tau = 0.58$ ， $P = 0.0004$ ）。一方、カラマツ有りでの平均捕獲数は994.0個体、カラマツなしでは301.6個体で、平均値は有意に異なった（Wilcoxon符号順位和検定，カラマツ有り12カ所，同なし8カ所： $Z = 2.39$ ， $P = 0.017$ ）。しかし、周辺立木までの距離がカラマツ有りでは平均41m、カラマツなしでは平均14mと大きく異なっていた。このため、周辺立木までの距離が20m以内のトラップで比較したところ、周辺立木までの平均距離はカラマツ有り12.6m、カラマツなし9.4mで、有意差は認められなかったが（Wilcoxon符号順位和検定，カラマツ有り8カ所，同なし7カ所： $Z = 1.16$ ， $P = 0.25$ ），平均捕獲数はカラマツ有り477.4個体，カラマツなし221.7個体で、有意差が認められた（検定方法は同上： $Z = 2.20$ ， $P = 0.028$ ）。

以上のように、トラップの誘引数は周囲が開放されるほど増加し、開放地周囲の林分にはカラマツがないと減少する傾向が示された。今回の調査では周囲の林分はカラマツを除けばほとんど広葉樹であった。ヤツバクイムシやカラマツヤツバクイムシは広葉樹の揮発物質を忌避することが知られているので（Zang and Schlyter 2003，上田2005），今回の結果は広葉樹の忌避を反映しているのかもしれない。

おわりに

カラマツヤツバクイムシのフェロモン・ディスペンサーは、3種類のフェロモン成分イプセノール、イプスジエノール、メチルブテノールの比率が5：1：85～171のときに、設置してから4週間の誘引数が最も多くなったが、メチルブテノールの濃度差による誘引効果の違いははっきり表れなかった（図-2）。しかし、メチルブテノールの比率が増加すると誘引期間が長くなったことから、より長期間で比較した場合はメチルブテノールの比率をより高めた方が誘引数は多くなる可能性がある。

ポリエチレン0.1mm厚の袋（内側縦6cm横4cm）にイプセノール75mg、イプスジエノール15mg、メチルブテノール1280mg（比率5：1：85.3）を密封（ヒート・シール）したフェロモン・ディスペンサーを黒色衝突板型トラップに取り付けて使用した場合、誘引効果が高い期間は5週間であった。このポリエチレン製フェロモン・ディスペンサーを防除に使用する場合は1ヶ月ごとに交換する必要がある。一方、袋にポリプロピレン0.06mm厚を使用した場合は、誘引期間はポリエチレンと同様であったが、誘引数が大幅に減少した。

ヨーロッパにおけるヤツバクイムシの防除は、風雪害木や被害木の整理、餌木による防除、フェロモン・トラップによる防除、餌木とフェロモンの組み合わせによる防除（フェロモンを取り付けた農薬散布木による防除を含む）を組み合わせで行われている（Turcani and Novotný 1998，ノボトニー・尾崎1999）。今回は、2003～2004年ではMEP乳剤散布丸太に、2005年以降はマツノマダラカミキリ用の黒色衝突板型トラップにフェロモンを付けて誘引試験を行ったが、各手法の効果を比較する試験は行っていない。これは、農薬散布丸太にフェロモンを取り付けた場合は誘引され死んだ個体を受け皿でどの程度集められているか不明なことによる。

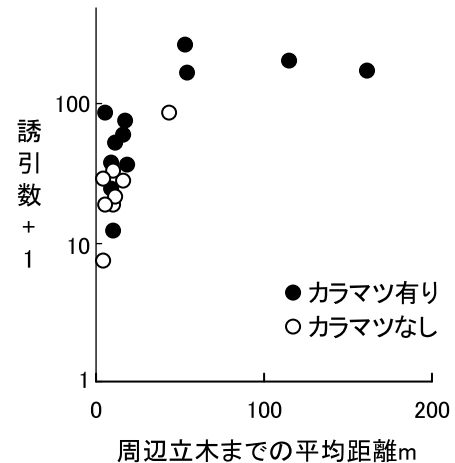


図-6 周辺立木までの距離や周辺林分でのカラマツの有無による誘引数の違い
縦軸は常用対数値。

マツノマダラカミキリ用の黒色衝突板型トラップはヨーロッパで使用されているトラップに比べ誘引数が少ないと報告されている(竹田ほか1995)。ただし、この報告では、今回の試験と異なり衝突板型トラップに揮発性殺虫剤が使用されているため、その影響は否定できない。ヨーロッパ製のトラップ(吉田1984a, ノボトニー・尾崎1999参照)は入手が困難である。また、そのひとつである筒型トラップは捕獲個体の性比が著しく雌に偏り(Bakke *et al.* 1983, 吉田1984bなど)、誘引された雄を十分に捕獲できない可能性がある。もうひとつの箱形トラップはシテムシ類が中に入り捕獲されたキクイムシを食べるため、誘引数を正確に把握しにくいという問題がある(中山ほか1991)。黒色衝突板型トラップにプロピレングリコールを入れて使用する今回の方法では、このような問題は生じなかった。

ヤツバキクイムシではフェロモンによる防除の際には、すでに被害が発生している林分ではその風上側の林縁に、これから被害が予想される林分では風下側の林縁にフェロモン・トラップを並べ、生立木からは15m以上離すのがよいとされている(ノボトニー・尾崎1999)。フェロモントラップの設置場所に関しては、カラマツヤツバキクイムシでも同様に考えて問題なからう。さらに、今回の結果から、開放地に設置するのが効果的であると考えられる。また、フェロモン・トラップを用いて地域間の個体数を比較するには、設置場所の開放状況や周辺における林相の状態などの条件をそろえる必要がある。

末尾ながら、本稿についてご助言いただいた森林総合研究所北海道支所の上田明良氏、池田町における調査にご協力いただいた十勝支庁林務課及び十勝森づくりセンター普及課の方々に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- Bakke, A., Sæther, T. and Kvamme, T. 1983 Mass trapping of the spruce bark beetle *Ips typographus*. Pheromone and trap technology. Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning 38(3): 1-35
- 井口和信 1997 ヤツバキクイムシ誘殺防除のためのフェロモン剤の有効期間 日林北支論45: 81-83
- 井上元則 1950 唐松食蟲に就て(第1報) 日林誌32: 112
- 北川善一・鈴木重孝 1988 カラマツヤツバキクイムシに対する合成フェロモンの誘引効果 森林保護 204: 14-15
- 小泉力 1994 カラマツヤツバキクイムシ 小林富士雄・竹谷昭彦編 森林昆虫: 183-184 養賢堂, 東京
- 中山基・古田公人・高橋郁雄・佐藤義弘・井口一信 1991 エゾマツ天然林の伐採後の虫害枯損とヤツバキクイムシ成虫の動態 東京大学演習林報告84: 39-52
- ノボトニー, ジュリウス・尾崎研一 1999 アカエゾマツ林に忍び寄るヤツバキクイムシの脅威—スロバキアに学べ— 北方林業51: 116-119
- Stoakley, J. T., Bakke, A., Renwick, J. A. A. and Vité J. P. 1978 The aggregation pheromone system of the larch bark beetle, *Ips cembrae* Heer. Z. ang. Ent. 86: 174-177
- 鈴木重孝 1984 風雪害とカラマツヤツバキクイムシ 光珠内季報60: 7-11
- 竹田繁義・尾崎研一・福山研二・伊藤賢介 1995 森林施業はヤツバキクイムシの個体数にどんな影響を与えるのか 日林論106: 397-400
- Turcani, M. and Novotný, J. 1998 The importance of the eight-toothed spruce bark beetle (*Ips typographus* L.) in central Europe. Proceedings U.S. department of agriculture interagency gypsy moth research forum 1998: 62-63
- 上田明良 2005 カラマツヤツバキクイムシの広葉樹由来の揮発物質およびverbenoneに対する忌避反応 第49回日本応用動物昆虫学会講演集要旨: 184
- 上田明良 2006 大規模風倒後のヤツバキクイムシ類による生立木被害とその予防法—2004年18号台風とこれまでの台風の比較— 日林北支論54: 156-159
- 上田明良・尾崎研一・原秀穂・石濱宣夫 2004 2002年に北海道で発生した森林昆虫 北方林業56: 85-86

- 上田明良・尾崎研一・原秀穂・石濱宣夫 2005 2003年に北海道で発生した森林昆虫 北方林業57: 64-65
- 吉田成章・小泉力・秋田米治・福山研二 1984a フェロモンによるヤツバキクイムシの誘殺 (I) 森林防
疫33: 39-43
- 吉田成章・小泉力・秋田米治・福山研二 1984b フェロモンによるヤツバキクイムシの誘殺 (II) 森林
防疫33: 114-117
- Zang, Q. H. and Schlyter, F. 2003 Redundancy, synergism, and active inhibitory range of non-host volatiles in
reducing pheromone attraction in European spruce bark beetle, *Ips typographus*. Oikos 101: 299-310