論 文

フェニトロチオン乳剤の樹幹散布による
カシノナガキクイムシの穿入防止効果江崎功二郎^{*,1}

江崎功二郎：フェニトロチオン乳剤の樹幹散布によるカシノナガキクイムシの穿入防止効果 日林誌 90：391~396, 2008 コナラ林およびミズナラ林においてフェニトロチオン乳剤（以下、MEP）をカシノナガキクイムシ成虫の発生前に1回、地上から6 mまで樹幹散布した。コナラ林の成虫発生密度は、ミズナラ林より5倍以上高かった。コナラ林において、イニシャルアタック防止率は散布後1~3週間は100%であったが、散布5週間後には50%に低下した。さらに、イニシャルアタック防止効果を示す未穿入木での♂捕獲数7頭以上は22回出現し、20回は散布1~5週間後に集中していた。また、マスアタック防止効果もこの期間示された。ミズナラ林において、イニシャルアタック防止率は散布5~7週間まで100%であったが、それ以降は約80%に低下した。コナラ林において薬剤散布高までの穿入密度は無処理木より低く、地上高0.5~1.5 mの範囲で最も差が大きかった。これらのことより、MEPの樹幹散布はカシノナガキクイムシの穿入防止に有効で、MEPを1回散布すると、3週間以上にわたり高い穿入防止効果を維持できることが明らかになった。

キーワード：イニシャルアタック、カシノナガキクイムシ、穿入防止、フェニトロチオン、マスアタック

K. Esaki: Control Effects of the Oak Borer *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae) by Spraying Trunk Surface with Fenitrothion. J. Jpn. For. Soc. 90: 391~396, 2008 I sprayed the trunk surface lower than 6 m above ground level with 1.6% fenitrothion once before the occurrence of *Platypus quercivorus* adults in *Quercus serrata* and *Q. crispula* forests. The number of captured males and this attack density were five times higher in the *Q. serrata* forest than in the *Q. crispula* forest. In the *Q. serrata* forest, the control rate of initial attacks was 100% for 1~3 weeks and it decreased to 50% five weeks after spraying. The incidence of capturing more than six males, which indicated the control effect on the initial attacks emerged 22 times and concentrated on 1~5 weeks after spraying. The mass-attack controlling effect was also observed during this period. In the *Q. crispula* forest, the rate of control of the initial attack was 100% for 5~7 weeks and it decreased to about 80% there after. The boring density on the trunk surface lower than 6 m height, where fenitrothion had been sprayed, was less than in non-sprayed trees, and the difference was the largest in the 0.5~1.5 m height range in the *Q. serrata* forest. These results suggest that spraying fenitrothion should be effective to control boring by *P. quercivorus* adults and that spraying of 1.6% fenitrothion once can have a high control effect on boring over a period of more than three weeks.

Key words: attack control, fenitrothion, initial attack, mass attack, *Platypus quercivorus*

I. は じ め に

1980年代からナラ枯損被害は本州日本海側のミズナラやコナラを中心に流行している（伊藤・山田，1998）。この被害は、病原菌がカシノナガキクイムシによって媒介されるため、高密度にカシノナガキクイムシに穿孔されるほど枯死が発生しやすい傾向が認められる（江崎ら，2002）。カシノナガキクイムシの穿入密度は立木の地上高と負の相関関係を示す（Hijii *et al.*, 1991；小林ら，2001；小林・野崎，2003；ほか）ため、被害防止には地際部分を中心とした穿入防止処理が効果的であると考えられている（斉藤ら，1999，2003；小林ら，2001）。

フェニトロチオン乳剤（以下、MEP）80%は、キクイムシ類防除のために一般樹木の樹幹に散布できる登録農薬である（全国農薬協同組合・全国農薬安全指導者協議会，2006）。小林（1977）はカシノナガキクイムシの予防法として100倍希釈液の樹幹散布が有効であると述べている。中

村ら（1996）は50倍希釈液をミズナラの樹幹4 mまで2回散布し、散布範囲内における高い穿入防止効果を確認している。また、斉藤・中村（2005）は50倍希釈液をミズナラの樹幹1.5 mまで散布し、1.5~2.0 mまで接着剤を散布する方法で穿入防止効果を確認した。しかし、末吉（1990b）は200倍希釈液のマテバシイ樹幹2 mまでの散布では穿入防止効果がなかったことを報告している。これらの報告は、一定濃度以上のMEPの樹幹散布は、カシノナガキクイムシの穿入防止に有効であることを示唆している。しかし、これらの報告には、穿入防止効果を明らかにするために必要な、カシノナガキクイムシの飛来経過や穿入密度などのデータは示されていない。

そこで、コナラ林およびミズナラ林にMEP処理区と無処理区を設置し、薬剤散布後から1週間ごと調査木ごとに♂捕獲数と穿入数をカウントし、♂飛来数と穿入密度の関係について解析を行った。カシノナガキクイムシの穿入経過は、♂が寄主へ飛来しイニシャルアタックの成功によって

* 連絡・別刷請求先（Corresponding author）E-mail: esaki@pref.ishikawa.lg.jp

¹ 石川県林業試験場（920-2114 白山市三宮ホ 1）

Ishikawa-ken Forest Experiment Station, Ho 1 Sannomiya, Hakusan 920-2114, Japan.

（2008年4月14日受付；2008年7月31日受理）

集合フェロモンが発散され (Tokoro *et al.*, 2008; Kashiwagi *et al.*, 2006), 飛来数が急激に増加し, マスアタックに発展することが知られている (Ueda and Kobayashi, 2001; Urano, 2000; 小林・上田, 2003)。そのため, 今回の試験では, MEP を地上高 6 m まで樹幹散布し, 穿入密度の高い地上高 0.5~1.5 m についてはイニシャルアタックおよびマスアタックの防止効果を明らかにした。また, 散布範囲の空間的な防止効果やそれより高い範囲の影響を明らかにするために, 地上高 2.5~3.5 m, 4.5~5.5 m および 6.5~7.5 m の穿入数をカウントした。これらの結果をもとに, MEP の樹幹散布による枯損防止技術の開発の可能性について考察を行った。

II. 材料と方法

1. 調査木

1) コナラ林

石川県河北郡津幡町森林公園のコナラ林 (標高 90 m) において, 0.28 ha (40 m×70 m) の調査林を設置した。このコナラ林において, 地上高 1.5 m 以下の樹幹表面にカシノナガキクイムシの穿入痕が確認されていない, 胸高直径 25 cm 以上のコナラ 40 本を, 調査木として選木した。株立ちの個体については, そのうちの 1 本のみを調査木とした。40 本のうち, 20 本を MEP 処理区とし, 残りの 20 本を無処理区とした。調査林内で両方の処理区間で立地条件の違いがないように, 調査木をできるだけ均一に分布させた。MEP 処理区の平均胸高直径は 32.8 ± 6.3 (標準誤差) cm, 無処理区は 31.6 ± 5.1 cm であった。薬剤散布前に, 調査木の半径 1 m の範囲の灌木や下草などは刈り払いを行い, 薬剤散布の障害になるような樹幹に架かる枝葉は除去した。調査木が株立ちであった場合は, 油性ペンキでその他立木との境界線を樹幹表面に明確に描いた。

2) ミズナラ林

石川県白山市宮谷のミズナラ林 (標高 700 m) において, 0.075 ha (15 m×50 m) の調査林を設置し, コナラ林の場合と同様に, カシノナガキクイムシの穿入痕が確認されない胸高直径 25 cm 以上のミズナラ 26 本を選木した。26 本のうち, 13 本を MEP 処理区とし, 残りの 13 本を無処理区とした。MEP 処理区の平均胸高直径は 27.8 ± 1.3 cm, 無処理区は 26.9 ± 3.9 cm であった。調査木の選木, 分布, 株立ちの個体の扱い, 散布前の処理などはコナラ林と同様な方法で行った。

2. 薬剤散布

処理木に散布した MEP1.6% は, MEP 80% (井筒屋スミパイン 80 乳剤, 井筒屋化学産業(株)製) を 50 倍に水道水で希釈したものである。この濃度の MEP の樹幹への散布はキクイムシ類の防除に対して登録されている (全国農薬協同組合・全国農薬安全指導者協議会, 2006)。散布範囲は地際から樹幹 6 m まで, 散布量は 500 cc/m^2 になるように調整した。胸高直径から算出した周囲長に散布高 6 m を乗じて算出した樹幹表面積から, 散布量を算出した。散布には鉄

砲型ノズル (ミニ畦畔自在ノズル (H1/4), ヤマホ工業(株)) を付属したエンジン付きポータブル噴霧機 (背負動力噴霧器 MS059D, (株) 丸山制作所) を使い, 時間散布量が一定になるように調整し, 木あたり散布量を散布時間により算出した。散布前に MEP 処理区の調査木の地上高 6 m に白ペンキを付け, 散布範囲がわかるようにした。散布高は調査木の斜面下方から測定した。調査木の 3 方向から樹幹全体が均一に濡れるように散布し, 特に地際部から 1.5 m の範囲は散布もれがないように注意した。散布時には, 無処理区の調査木に散布農薬のドリフトがないように十分注意した。農薬散布はコナラ林では 2007 年 6 月 19 日, ミズナラ林では 6 月 20 日に 1 回のみ行った。散布の前日および当日は降雨がなく, 散布時に新しい穿入孔は観察されなかった。

3. 調査法

コナラ林およびミズナラ林における MEP 処理区と無処理区において, カシノナガキクイムシの飛来数を比較するために, 薬剤散布直後に各調査木の樹幹に粘着シート ($0.2 \times 0.3 \text{ m}$, 透明 IT シート, 出光興産(株)) を設置し, 1 週間ごとに捕獲された♂成虫数を数えた。粘着シートは, 調査木の地上高 1.0 m の斜面下方側の樹幹に粘着面を表にして設置した。粘着シートの交換は基本的には 2 週間ごとに行い, 粘着シートの交換を行わない調査日には雌雄を判別し, 油性ペンキで捕獲個体をマークした。新しく 10 個体以上のカシノナガキクイムシが捕獲されるか, 粘着シートに汚れ目立った場合には, 新しいシートと交換した。

また, 各調査木のカシノナガキクイムシの穿入経過を調査するために, 散布直後に地上高 0.5~1.5 m の調査範囲を設置し, 1 週間ごとに新たに出現した穿入孔をカウントした。各調査木の地上高 0.5 m と 1.5 m の樹幹周囲を麻縄 (直径 3 mm) で水平になるように縛り, 調査範囲を明らかにした。新しく出現した穿入孔は, マチ針 (展翅用玉針, (株) 志賀昆虫普及社) を穿入孔から僅かにずらして刺し, そのマチ針数を穿入数とした。ただし, 粘着シートで覆われた箇所は穿入孔の調査範囲から除外した。地上高 0.5~1.5 m の調査範囲において穿入孔が出現した調査木を穿入木とし, 穿入密度は調査範囲の樹幹表面積と穿入数からそれぞれ算出した。コナラ林では散布 18 週間後 (10 月 23 日), ミズナラ林では散布 17 週間後 (10 月 17 日) の調査で新しい穿入孔の出現がなかったため, 1 週間ごとの定期調査を終了した。

さらに, 地上高 2.5~3.5 m, 4.5~5.5 m および 6.5~7.5 m の樹幹に新たに出現した穿入孔について, 同様な方法でマーキングした。地上高 2.5~7.5 m まで 1 m ごとに樹幹に蛍光テープ片 (約 $30 \times 10 \text{ mm}$) を付け, 調査範囲の目印にした。コナラ林では 7 月 30 日~8 月 17 日, 8 月 24 日~9 月 6 日, 10 月 12 日~10 月 15 日, および定期調査が終了した翌日の 10 月 24 日までの 4 回, ミズナラ林では定期調査が終了した前日の 10 月 16 日の 1 回のみ行い, 各調査範囲の穿入数をマチ針数でカウントした。穿入密度は各調査範囲の

樹幹表面積と穿入数からそれぞれ算出した。

樹幹表面積は、基本的に調査範囲の上下部の周囲長を上下底として台形近似して算出した。調査範囲に幹別れ箇所があった場合には測点を増やしおのおの表面積を算出して、それらの合計により調査表面積を算出した。ただし、地上高 0.5~1.5 m の範囲の樹幹表面積は、粘着シート面積 0.06 m^2 を差し引いて算出した。

4. 解 析

コナラ林とミズナラ林の MEP 処理区におけるイニシャルアタック防止率は、Abbot の補正式により無処理区と MEP 処理区の穿入木数の差を無処理区の穿入木数で除して算出した。また、MEP 処理区におけるイニシャルアタック防止効果は、未穿入木の♂捕獲数を無処理区と比較して評価した。Esaki *et al.* (2004) は閾値以上の飛翔密度で寄主への穿入が始まることを明らかにした。小林・上田 (2003) は寄主への穿入が始まる前に少数の♂が捕獲されたデータを示し、今回の調査においても無処理区未穿入木において同様のデータが示された。そのため、調査林ごとに無処理区未穿入木における♂捕獲数の 95% 信頼区間では穿入しないとし、その区間の上端を超える♂捕獲数とその出現頻度によって、MEP 処理区のイニシャルアタック防止効果を評価した。

コナラ林の無処理区と MEP 処理区における穿入木ごと調査回ごとの♂捕獲数と穿入密度の同調性について、Kendall の順位検定によって解析した。その際、♂捕獲数と穿入密度の両方が 0 のデータは除いた。また、MEP 処理区のマスアタック防止効果は、穿入木ごと調査回ごとの♂捕獲数に対する穿入密度を無処理区と比較して評価した。この解析において、♂捕獲数が 0 になるデータセットがみられたため、穿入密度を♂捕獲数に 1 加えた値で除した商について、調査区間で Mann-Whitney の *U* 検定によって比較を行った。さらに、散布 4 週後に出現した穿入木について調査区間で穿入経過を比較し、MEP 処理区におけるマスアタック防止効果が発揮された期間を明らかにした。

コナラ林とミズナラ林における地上高と穿入密度の関係を明らかにするために、調査範囲である地上高 7.5 m までに穿入が認められた調査木のデータについて解析した。

III. 結 果

1. コナラ林とミズナラ林の発生密度比較

コナラ林の無処理区および MEP 処理区における総♂捕獲数は、2,404 頭および 3,852 頭で、調査木あたり平均総♂捕獲数は、それぞれ 120.2 ± 23.3 頭および 192.6 ± 51.0 頭であった。地上高 0.5~1.5 m の範囲の無処理区および MEP 処理区における総穿入数は、それぞれ 2,178 個および 756 個で、調査木あたり平均総穿入密度は、それぞれ 98.8 ± 13.5 個/ m^2 および 34.2 ± 7.8 個/ m^2 であった。ミズナラ林の無処理区および MEP 処理区における総♂捕獲数は、それぞれ 274 頭および 40 頭で、調査木あたり平均総♂捕獲数は、それぞれ 21.1 ± 5.9 頭および 3.1 ± 2.3 頭であった。地上高 0.5~

1.5 m の範囲の無処理区および MEP 処理区における総穿入数は、それぞれ 198 個および 17 個で、調査木あたり平均総穿入密度は、それぞれ 17.6 ± 5.4 個/ m^2 および 1.4 ± 1.4 個/ m^2 であった。コナラ林における調査木あたり平均総♂捕獲数はミズナラ林より有意に多く (Mann-Whitney の *U* 検定, $p < 0.01$)、穿入密度も有意に高かった (Mann-Whitney の *U* 検定, $p < 0.001$)。

2. コナラ林での穿入防止効果

調査期間を通じて、調査木のうち穿入のみられた個体の割合 (穿入木数割合) は、80% (32/40 本) に達した。無処理区における穿入木数割合は 90% (18/20 本) に達し、散布 1 週間後から 8 週間後まで増加した (図-1a)。MEP 処理区における穿入木数割合は 70% (14/20 本) に達し、散布 4 週間後から 10 週間後まで増加した。両区の穿入木数の比較による MEP 処理区のイニシャルアタック防止率は、散布 1~3 週間後まで 100% であったが、散布 4, 5 週間後には、それぞれ 62.5% と 50.0% に低下した (図-1b)。その後、イニシャルアタック防止率は散布 10 週間後まで低下したが、MEP 処理区の穿入木数割合は、無処理区より散布 9 週間後まで有意に低かった (Fisher の正確確率検定, $p < 0.05$)。

無処理区の未穿入木における平均♂捕獲数は 2.3 ± 0.8 頭 ($n=8$) で、95% 信頼区間の上端は 6 頭であった。MEP 処理区の未穿入木における平均♂捕獲数は 7.3 ± 1.1 頭 ($n=69$, 最小~最大値: 1~55) で、無処理区のそれより有意に多く (Mann-Whitney の *U* 検定, $p < 0.05$)、無処理区の 95% 信頼区間の上端 (6 頭) より多い♂捕獲数は、69 回のうち 22 回カウントされた。この出現頻度は散布 1~3 週間後に 4 回以上で高く、調査回ごとの♂捕獲数も平均 16 以上であった (図-2)。散布 4~5 週間後には出現頻度は 2~3 回に低下するが、平均♂捕獲数は 17 以上であった。その後、散布 7 と 9 週間後に 1 回ずつ出現しているが、その際の♂捕獲数は 10 以下であった。

図-1. コナラ林における無処理区 (□) および MEP 処理区 (■) の穿入木数割合 (a) およびイニシャルアタック防止率 (b) の時間的変化

図中の*は、調査区間における穿入木数割合の有意差 ($p < 0.05$, Fisher の正確確率検定) を示す。

図-2. コナラ林の MEP 処理区未穿入木における♂捕獲数7頭以上の出現頻度(○, 左軸)および平均♂捕獲数(—, 右軸)の時間的変化

図中の縦棒は最大～最小値の範囲を示す。

図-3. コナラ林の無処理区(○)および MEP 処理区(●)において散布4週後に出現した穿入木の穿入密度の時間的変化

図中の*は、調査区間における穿入密度の有意差 ($p < 0.05$, Mann-Whitney の U 検定) を示す。縦棒は標準誤差を示す。

図-4. ミズナラ林における無処理区(□)および MEP 処理区(■)の穿入木数割合(a)およびイニシャルアタック防止率(b)の時間的変化

図中の*は、調査区間における穿入木数割合の有意差 ($p < 0.05$, Fisher の正確率検定) を示す。

無処理区および MEP 処理区の穿入木ごと調査回ごとの♂捕獲数と穿入密度の関係は正の相関関係を示した (Kendall の順位検定, 無処理区: $n = 187$, $\tau = 0.41$, $p < 0.001$; MEP 処理区: $n = 133$, $\tau = 0.23$, $p < 0.001$)。しかし, この穿入密度を♂捕獲数に1加えた値で除した商は, MEP 処理区で 0.57 ± 0.08 になり, 無処理区の 1.25 ± 0.24 より有意に低かった (Mann-Whitney の U 検定, $p < 0.001$)。

図-5. コナラ林 (a) およびミズナラ林 (b) における無処理区(□)および MEP 処理区(■)の高さ別穿入密度の比較

図中の*は、調査区間における穿入密度の有意差 ($p < 0.05$, Mann-Whitney の U 検定) を示す。縦棒は標準誤差を示す。

表-1. 各調査区における高さ別の穿入密度

調査林	調査区	穿入木数	割合 (%)	平均穿入密度 (個/m²)			
				0.5～1.5 m	2.5～3.5 m	4.5～5.5 m	6.5～7.5 m
コナラ林	無処理区	18	90.0	109.8	58.2	52.2	41.5
	MEP 処理区	19	95.0	36.0	27.6	27.4	33.2
ミズナラ林	無処理区	9	69.2	25.4	13.5	16.9	14.2
	MEP 処理区	1	7.7	17.9	6.7	5.0	0.0

穿入木は地上高 7.5 m までに穿入孔が認められた調査木を示した。平均穿入密度は穿入木における樹幹表面積 1 m² あたりの穿入密度の平均値を示した。

無処理区および MEP 処理区について穿入経過の違いを明らかにするために, 散布4週後に出現した穿入木(無処理区: 5本, MEP 処理区: 6本)について穿入密度の比較を行った(図-3)。無処理区の穿入密度は急激に増加し散布5週間後にピークに達した。一方, MEP 処理区の穿入密度は急激に増加することなく, 散布7週間後にピークに達した。穿入密度は散布5および9週間後で MEP 処理区の方が無処理区より有意に低かった (Mann-Whitney の U 検定, $p < 0.05$)。

3. ミズナラ林での穿入防止効果

調査期間を通じて, 全調査木の穿入木数割合は 38.5% (10/26 本) であった。無処理区における穿入木数割合は, 最終的には散布5～11週間後まで増加し 69.2% (9/13 本) に達した(図-4)。しかし, MEP 処理区における穿入木は, 散布8週間後に1本のみ出現し, 穿入木数割合は 7.7% (1/13 本) であった。両区の穿入木数から算出した MEP 処理区のイニシャルアタック防止率は, 散布5～7週間後まで 100.0% であったが, 散布8週間後に 80.0% までいったん低下した。その後, 散布11週間後まで上昇し, それ以降 88.9% で推移した。MEP 処理区と無処理区の穿入木数割合は散布9～17週間後で有意に異なった (Fisher の正確率検定, $p < 0.05$)。

無処理区の未穿入木における平均♂捕獲数は 2.0 ± 0.5 頭

($n=7$) で、95%信頼区間の上端は5頭であった。MEP 処理区の未穿入木における平均♂捕獲数は 1.7 ± 0.5 頭 ($n=12$, 最小~最大値: 1~7) で無処理区と差がなく (Mann-Whitney の U 検定, $p>0.05$)。無処理区の95%信頼区間の上端 (5頭) より多い♂捕獲数は、散布7週間後に1回カウントされただけであった。

4. 地上高と穿入密度の関係

コナラ林では無処理区 18 本および MEP 処理区 19 本の調査木において、地上高 7.5 m までに穿入が認められた。MEP 処理区の 19 本のうち 5 本は、地上高 0.5~1.5 m において穿入がなかった調査木である。無処理区の地上高 0.5~1.5 m, 2.5~3.5 m, 4.5~5.5 m および 6.5~7.5 m の穿入密度は、109.8, 58.2, 52.2 および 41.5 個/m² で (表-1), 地上高との間に負の相関関係が認められた (直線回帰, $n=72$, $F=20.8$, $r=0.478$, $p<0.001$)。MEP 処理区の穿入密度は、それぞれ 36.0, 27.6, 27.4 および 33.2 個/m² であった (表-1)。薬剤の散布範囲である地上高 0.5~1.5 m, 2.5~3.5 m および 4.5~5.5 m の穿入密度は、MEP 処理区で無処理区より著しく低く (Mann-Whitney の U 検定, $p<0.05$)。地上高 0.5~1.5 m で最大差が認められた (図-5a)。しかし、薬剤を散布していない地上高 6.5~7.5 m では差が認められなかった (Mann-Whitney の U 検定, $p>0.05$)。

ミズナラ林では無処理区 9 本および MEP 処理区 1 本の調査木で、地上高 7.5 m まで穿入が認められた。無処理区の地上高 0.5~1.5 m, 2.5~3.5 m, 4.5~5.5 m および 6.5~7.5 m の穿入密度は、それぞれ 25.4, 13.5, 16.9 および 14.2 個/m² で (表-1), 地上高との間に相関関係は認められなかった (直線回帰, $n=36$, $F=1.662$, $r=0.216$, $p>0.05$) (図-5b)。また、いずれの調査範囲においても、MEP 処理区と無処理区の穿入密度に違いは認められなかった (Mann-Whitney の U 検定, $p>0.05$)。

IV. 考 察

コナラとミズナラでカシノナガキクイムシの穿入経過や密度に差がないことが知られている (Kamata *et al.*, 2002; 小林・上田, 2001; 上田・小林, 2001)。コナラ林の無処理区における調査木あたり♂捕獲数はミズナラ林の無処理区より 5.7 倍多く、穿入密度は 5.6 倍高くなった。また、コナラ林の穿入木はミズナラ林より 4 週間早く出現し、穿入は 1 週間遅く終息した (図-1a, 4a)。これらのことは、調査時のコナラ林はカシノナガキクイムシの発生および飛来した成虫数が多く、逆にミズナラ林では少なかったことを示している。そのため、今回調査したコナラ林をカシノナガキクイムシ高密度出現林分、ミズナラ林を低密度出現林分と位置付けることができる。

コナラ林においてカシノナガキクイムシの穿入木は散布 1 週間後から出現した (図-1a)。コナラ林における MEP 処理区のイニシャルアタック防止率は散布 3 週間後までは 100%であったが、散布 4 週間後には 62.5%、5 週間後には 50.0%に低下した。イニシャルアタック防止率は散布 10 週

間後まで低下し続けたが、MEP 処理区の穿入木数割合は無処理区より散布 9 週間後まで有意に高かった (図-1b)。MEP 処理区においてイニシャルアタック防止効果を示す未穿入木での 7 頭以上の♂捕獲数は 22 回カウントされ、その出現頻度はイニシャルアタック防止率と同調して増減した (図-2)。これらのことから、カシノナガキクイムシ高密度出現林分のイニシャルアタック防止効果は、MEP 散布 1~3 週後は高く、散布 4~5 週間後には一部で持続されるが、それ以降は低下したと推測される。

穿入木ごと調査回ごとの♂捕獲数と穿入密度は、無処理区と MEP 処理区の両方で正の相関関係を示した。しかし、穿入木における MEP 処理区の♂捕獲数に対する穿入密度は無処理区より低くなる傾向が認められ、MEP 処理区においてマスアタック防止効果が発揮されたことが確認された。散布 4 週間後に無処理区において出現した穿入木の穿入密度は、上田・小林 (2001) の報告と同様に急激に増加し、散布 5 週間後にピークに達した (図-3)。しかし、MEP 処理区の穿入密度は散布 5 週間後に増加することなく、無処理区より有意に低く、その後緩やかに増加した (図-3)。これらの結果は、散布 5 週間後に明らかなマスアタック防止効果が発揮されたことを示しており、散布 4~5 週間後にイニシャルアタックが成功しても、穿入数の急激な増加が抑えられると考えられた。

ミズナラ林においては、散布 5 週後に無処理区のみで 23.1%の穿入木が出現し (図-4a)、100%のイニシャルアタック防止率を示した (図-4b)。この調査時には、MEP 処理区においてイニシャルアタック防止効果を示す♂捕獲数はカウントされなかったが、コナラ林において散布 5 週後まで穿入防止効果の持続が示唆されたことから、ミズナラ林においてもイニシャルアタック防止効果が発揮されたと考えられる。その後、無処理区において散布 11 週間までに、さらに 6 本の穿入木が出現し穿入率 69.2%に達した。その一方で、MEP 処理区においては散布 8 週後に 1 本の穿入木が出現したのみであったため、散布 8 週後以降も 80%以上の高いイニシャルアタック防止率を持続したと考えられる。樹幹表面における MEP の残効特性については未知であるが、ミズナラ林の調査結果は寄主へのカシノナガキクイムシの飛来機会が少ない低密度出現林では、MEP 処理による穿入防止効果が長期間持続される可能性を示唆した。

カシノナガキクイムシの穿入密度は立木の地上高と負の相関関係を示すことが知られており (Hijii *et al.*, 1991; 小林ら, 2001; 小林・野崎, 2003; ほか)、コナラ林の無処理区においてもこの傾向が認められた (図-5a)。コナラ林において薬剤の散布範囲である地上高 0.5~1.5 m, 2.5~3.5 m および 4.5~5.5 m において、MEP 処理区の穿入密度は無処理区より有意に低くなり (図-5a)、穿入防止効果が示された。また、穿入密度が高いと枯死率が高くなる傾向があるため (江崎ら, 2002)、穿入密度の高い立木の地際部の穿入防止は枯損防止のために非常に有効な手段であると考えられている (斉藤ら, 1999, 2003; 小林ら, 2001)。この穿入

防止効果は地上高 0.5~1.5 m で最も高くなり (図-5a), 枯損防止に有効性が高いことが示された。

中村ら (1996) は, 樹幹 4 m まで MEP の散布を行い散布範囲の穿入防止効果を確認しているが, それより上部で穿入防止効果が認められなかったことを報告している。今回の試験は中村ら (1996) の試験より 2 m 高い地上高 6 m の範囲まで薬剤散布を行っているが, それより上部の地上高 6.5~7.5 m 範囲では穿入防止効果が認められなかった (図-5a)。これらのことは, 散布範囲の穿入防止効果はそれ以外の範囲には影響を及ぼさない可能性を示している。

カシノナガキクイムシの穿入密度は地上高との相関よりも幹直径と相関が高いことが知られており (Hijii *et al.*, 1991; 布川・吉田, 1995), 幹直径 10 cm 以下になるまで穿入密度は極端に少なくなる (末吉, 1990a; 小林・上田, 2002)。そのため, 安定した防除効果を得るためには, 地上高のみならず対象立木の幹直径も考慮して決定する必要がある。広範囲に散布処理が可能で, キクイムシ類の登録農薬である MEP を利用したカシノナガキクイムシの穿入防止技術の開発に期待したい。

引用文献

- Esaki, K., Kato, K., and Kamata, N. (2004) Stand-level distribution and movement of *Platypus quercivorus* adults and patterns of incidence of new infestation. *Agric. For. Entomol.* 6: 71-82.
- 江崎功二郎・鎌田直人・加藤賢隆・井下田寛 (2002) カシノナガキクイムシの穿入と枯損木拡大経過. *森林防疫* 51: 131-135.
- Hijii, N., Kajimura, H., Urano, H., Kinuura, H., and Itami, H. (1991) The mass mortality of oak tree induced by *Platypus quercivorus* (Murayama) and *Platypus calamus* Blandford (Coleoptera: Platypodidae) —The density and spatial distribution of attack by the beetles—. *J. Jpn. For. Soc.* 73: 471-476.
- 伊藤進一郎・山田利博 (1998) ナラ類集団枯損被害の分布と拡大. *日林誌* 80: 229-232.
- Kamata, N., Esaki, K., Kato, K., Igeta, Y., and Wada, K. (2002) Potential impact of global warming on deciduous oak dieback caused by ambrosia fungus carried by ambrosia beetle in Japan. *Bull. Entomol. Res.* 92: 119-126.
- Kashiwagi, T., Nakashima, T., Tebayashi, S., and Kim, C.S. (2006) Determination of the absolute configuration of quercivorol, (1S, 4R)-*p*-menth-2-en-1-ol, an aggregation pheromone of the ambrosia beetle, *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 70: 2544-2546.
- 小林富士雄 (1977) 緑化樹木の病害虫 (下) 害虫とその防除. 290 pp, 日本林業技術協会, 東京.
- 小林正秀・上田 明 (2001) ナラ枯損発生直後の林分におけるカシノナガキクイムシの穿入と立木の被害状況 (Ⅱ)—京都府和知町と京北町における調査結果—. *森林応用研究* 10: 79-84.
- 小林正秀・上田 明 (2002) 長さの異なる餌木へのカシノナガキクイムシの穿入と繁殖. *森林応用研究* 11: 55-58.
- 小林正秀・上田 明 (2003) カシノナガキクイムシによるマスアタックの観察とその再現. *応動昆* 47: 53-60.
- 小林正秀・野崎 愛 (2003) ミズナラにおける地上高別のカシノナガキクイムシの穿入数と成虫脱出数. *森林応用研究* 12: 143-149.
- 小林正秀・萩田 実・春日隆史・牧之瀬順久・柴田 潔 (2001) ナラ類集団枯損被害木のビニールシート被覆による防除. *日林誌* 83: 328-333.
- 中村人史・斉藤正一・三浦直美・三河孝一・小野瀬浩司 (1996) ナラ類集団枯損におけるカシノナガキクイムシの加害特性と防除に関する一考察. *山形県立林試研報* 26: 9-13.
- 布川耕市・吉田成章 (1995) コナラ樹幹でのカシノナガキクイムシの寄生分布. *日林関東支論* 46: 101-102.
- 斉藤正一・中村人史・三浦直美・小野瀬浩司 (1999) ナラ類集団枯損の薬剤防除法. *森林防疫* 48: 84-94.
- 斉藤正一・中村人史・三浦直美 (2003) 薬剤と接着剤によるナラ類集団枯損被害における枯死木の新たな防除の試み. *林業と薬剤* 166: 18-24.
- 斉藤正一・中村人史 (2005) 殺虫剤と接着剤によるナラ類集団枯損被害の防除法. *公立林業試験研究機関研究成果選集* 2: 19-20.
- 末吉政秋 (1990a) 広葉樹に発生したカシノナガキクイムシ被害 (第1報). *森林防疫* 39: 58-61.
- 末吉政秋 (1990b) 広葉樹に発生したカシノナガキクイムシ被害 (第2報). *森林防疫* 39: 242-245.
- Tokoro, M., Kobayashi, M., Saito, S., Kinuura, H., Nakashima, T., Shoda-Kagaya, E., Kashiwagi, T., Tebayashi, S., Kim, C.S., and Mori, K. (2008) Novel aggregation pheromone, (1S, 4R)-*p*-menth-2-en-1-ol, of the ambrosia beetle, *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). *Bull. FFPRI.* 6: 49-57.
- 上田 明・小林正秀 (2001) 生立木へのカシノナガキクイムシとヨシブエナガキクイムシの飛来消長. *日林誌* 83: 77-83.
- Ueda, A. and Kobayashi, M. (2001) Aggregation of *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae) on oak logs bored by males of the species. *J. For. Res.* 6: 173-179.
- Urano, T. (2000) Relationships between mass mortality of two oak species (*Quercus mopngolica* Turcz. var. *grosseserrata* Rehd. et Wils. and *Q. serrata* Thunb.) and infestation by and reproduction of *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae). *J. For. Res.* 5: 187-193.
- 全国農業協同組合・全国農業安全指導者協議会 (2006) 農業安全適正使用ガイドブック 2007 年度版. 700 pp, 全国農業協同組合, 東京.