

樹幹表面におけるカシノナガキクイムシの初期穿入分布

江崎功二郎^{*1}・加藤賢隆^{2,3}・鎌田直人^{2,4}

当年枯死のミズナラ 6 本について、地際から地上高 1.5 m までの樹幹表面におけるカシノナガキクイムシの穿入孔の空間分布を解析した。2 週間間隔で穿入孔の調査を行い、最初に穿入孔が発見された調査日の穿入を初期穿入とした。木あたり初期および総穿入密度は 27.1 および 173.0 個/m² で、初期穿入割合は 16.2% であった。初期穿入密度は高い部位ほど少ない傾向が、斜面上方向より斜面下方向で高くなる傾向が認められた。また、総穿入密度の解析でも、初期穿入と同様の傾向がみられた。このため、傾斜地では、穿入密度が高い地際部と斜面下方向を丁寧に処理することによって穿入防止効果が向上できるものと考えられた。

キーワード：カシノナガキクイムシ、斜面の向き、初期穿入、分布、予防

Kojiro Esaki,^{*1} Kenryu Kato,^{2,3} and Naoto Kamata^{2,4} (2009) Early Attack Distribution of the Oak Borer *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae) on the Trunk Surfaces of Newly Infested Trees. J. Jpn. For. Soc. 91: 208-211. We analyzed the spatial distributions of *Platypus quercivorus* attacks on trunk surface lower than 1.5 m above the ground level of six *Quercus crispula* trees, which were newly infested and killed in the season. The density of the entry holes (attack density) on the census occasion when insect attacks were first observed on respective trees, early attacks, was 27.1 m⁻², and the total attack density was 173.0 m⁻², on average. The percentage of the early attacks was 16.2%. The early attack density was correlated negatively with the heights above the ground level, and tended to be higher on the downhill-facing half than on the uphill-facing half of trunk surface of investigated trees. A similar tendency was also found in the total attack density. These results suggests that the attacks of *Platypus quercivorus* can be controlled by intensive treatment on tree trunks on down-hill facing surface near root collar, on which attack density will be higher than any other parts of trunks.

Key words: control, distribution, early attack, *Platypus quercivorus*, slope aspects

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 (以下、カシナガ) *Platypus quercivorus* によって媒介されるため、高密度にカシナガに穿入されるほど寄主が枯損する確率が高くなる傾向が認められる (江崎ら, 2002)。このため、樹幹をビニールシートで保護する方法 (小林ら, 2001)、接着剤を塗布する方法 (増田, 2006) や薬剤を散布する方法 (江崎, 2008a, b) などの穿入予防法が開発されてきた。立木におけるカシナガの穿入分布は、高い位置ほど少なくなる傾向があることが知られているため (Hiji et al., 1991; 小林ら, 2001; 小林・野崎, 2003 ほか)、これらの穿入予防法を実行する際には地際部分を中心とした処理が効果的であると考えられてきた (斉藤ら, 1999, 2003; 小林ら, 2001)。カシナガの穿入経過は、まず雄が寄主へ飛来して穿入が成功すると、集合フェロモンを分泌し (Kashiwagi et al., 2006; Tokoro et

al., 2008)、マスアタックに発展する (Urano, 2000; Ueda and Kobayashi, 2001; 小林・上田, 2003; Kamata et al., 2008)。そのため、予防を効果的に行うためには、初期に穿入密度が高くなる部位を重点的に予防処理し、寄主上でのマスアタックへの進展を抑制することが重要である。筆者らが石川県のいくつかの傾斜地で行ってきた穿入数調査 (たとえば, Esaki et al., 2004; 江崎, 2008a ほか) において、カシナガ成虫の新たな穿入がみられる期間のうち、初期において穿入は地際部斜面下方向に多い傾向が認められたが、これまでに初期段階における樹幹表面の穿入分布について詳しく調査した研究は行われていなかった。そこで、本研究ではカシナガの穿入が関係して枯死したミズナラについて、樹幹表面における初期および総穿入孔の分布を調べ、高さや斜面方位の影響について解析を行った。その結果、初期の穿入密度も地上高と負の相関関係を示すこと、および斜面下方向で穿入密度が高い傾向が認められたので報告する。

* 連絡先著者 (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, 1 Ho, Sannomiya, Hakusan 920-2114, Japan)

² 金沢大学大学院自然科学研究科 〒920-1192 金沢市角間町 (Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, Kakumamachi, Kanazawa 920-1192, Japan)

³ 現所属: (株)ニコンインステック 〒920-0025 金沢市駅西本町 1-14-29 (NIKON INSTECH Co., Ltd., 1-14-29 Ekinishi Honmachi, Kanazawa 920-0025, Japan)

⁴ 現所属: 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林秩父演習林 〒368-0034 秩父市日野田町 1-1-49 (University Forest in Chichibu, Graduate School of Agricultural and Life Science, The University of Tokyo, 1-1-49 Hinodamachi, Chichibu 368-0034, Japan)

(2008 年 10 月 29 日受付; 2009 年 1 月 8 日受理)

II. 材料と方法

石川県加賀市刈安山の落葉広葉樹二次林（標高300～340 m, 北西斜面）に0.65 haの調査区を設置した（Esaki *et al.* (2004) のプロットAと同じ）。調査区の平均斜度は33°で、上端は舗装路に面している。カシナガは細い木には穿孔が認められないという先行研究に基づき（末吉・谷口, 1990）、この調査区において胸高直径15 cm以上のブナ科樹木についてカシナガの穿入数調査を行った。調査木には、斜面下方向の樹幹地際部から高さ1.5 mの位置に水平にビニールテープを巻き付けて目印とした。また、株立ちしている個体については、幹ごとに調査を行った。その際、地際部に各幹の境界の目印をペンキで描いた。調査は、1999年6月14日～12月17日まで、2週間間隔で行い、地上高1.5 mまでの幹ごとに新しく出現した穿入孔を数えた。頭の色を変えたマチ針（展翅用玉針、(株)志賀昆虫普及社）を穿入孔の脇に刺して目印とした。以後の解析には、過去のカシナガの穿入履歴がなく、調査期間中に枯死したミズナラ6本を調査木とした。さらに、最初に穿入孔が発見された調査日を穿入初発日とし、その穿入を初期穿入とした。穿入初期に穿入密度が高くなる部位を予測して、予防を効果的に行うための指針とすることが本研究の目的であるため、株立ちしている場合には、初期穿入割合（＝穿入初発日の穿入数/総穿入数）がもっとも低い1本の幹のみを解析の対象とした。調査木6本の胸高直径は 24.5 ± 1.7 cm（平均値±標準誤差）であった。

垂直分布を解析するために、調査木ごとに地上高1.5 mから地際部に向けて地上高10 cmごとに区切り、露出した部分を台形近似して樹幹表面積を求めた。穿入数を樹幹表面積で除することによって、穿入密度を算出した。穿入が初めて確認された調査日における穿入（以下、初期穿入）と総穿入について、地上高と穿入密度の関係を直線回帰によって求めた。さらに、斜面の上下方向間での穿入密度を比較するために、各調査木の樹幹を斜面上下方向にほぼ均等になるように区切り、それぞれの初期穿入密度と総穿入密度を算出した。斜面下方向の樹幹地際部から調査範囲（地上高0～1.5 m）を定めたため、斜面上方向の最下部位（地上高0～10 cm）のデータは調査木3本で欠損した。初期穿入と総穿入について、斜面上方向と下方向ごとに地上高との関係を調べるとともに、斜面の上下方向による穿入密度

の違いをpaired-*t*検定によって解析した。

III. 結果

地上高1.5 mまでの調査木あたり初期および総穿入数はそれぞれ 37.7 ± 11.7 個および 240.3 ± 24.6 個で、初期穿入割合は $16.2 \pm 5.2\%$ であった（平均値±標準誤差）。調査木あたり初期および総穿入密度はそれぞれ 27.1 ± 8.5 個/m²および 173.0 ± 14.8 個/m²であった。初期および総穿入密度と地上高との間には負の相関関係が認められた（初期穿入密度： $r=0.38$, $p<0.001$, 総穿入密度： $r=0.75$, $p<0.001$ ）（図-1）。斜面上下方向別に初期穿入密度と地上高との関係を示すと、斜面下方向では負の相関関係が認められた（ $r=0.39$, $p<0.001$ ）が、斜面上方面では相関関係は認められなかった（ $r=0.13$, $p>0.05$ ）。総穿入密度については、斜面下方向および斜面上方面のいずれも負の相関関係が認められた（斜面下方向： $r=0.74$, $p<0.001$, 斜面上方向： $r=0.58$, $p<0.001$ ）。

斜面上下方向間で初期穿入密度を比較すると、斜面下方向の穿入密度が高い調査木の割合は83.3%（5/6）であったが、斜面上下方向間で穿入密度に有意差は認められなかった（paired *t*検定, $p=0.06$ ）（図-2A）。しかし、初期穿入密

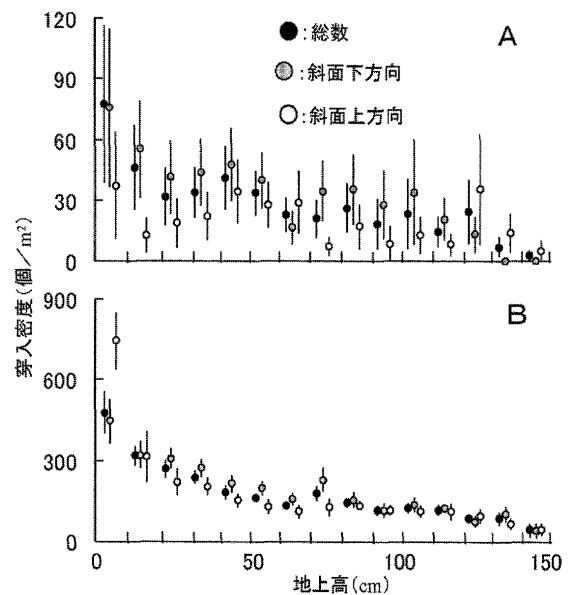


図-1. 地上高と穿入密度の関係

A, 初期穿入; B, 総穿入。縦棒は標準誤差を示す。

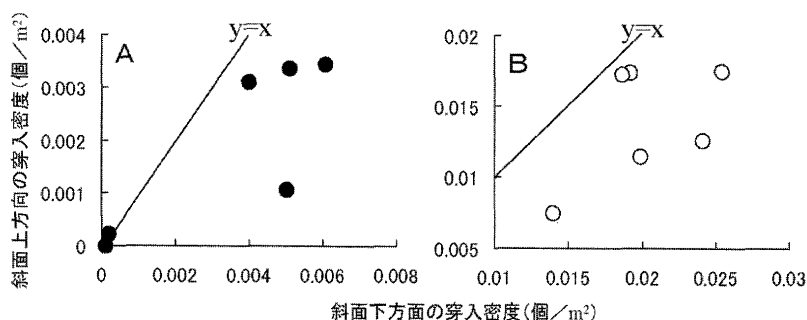


図-2. 立木ごとの斜面上下方向間の穿入密度の比較

A, 初期穿入; B, 総穿入。

度の低い2本を除くと、これらに有意差が認められた (paired *t* 検定, $p < 0.05$)。また、総穿入密度ではすべての調査木で斜面下方向の穿入密度が斜面上方向よりも高く、両者の間には有意差が認められた (paired *t* 検定, $p < 0.05$) (図-2B)。

IV. 考 察

これまで、カシナガの穿入孔の空間分布を調べた研究 (Hijii *et al.*, 1991; 布川・吉田, 1995) では、樹幹上での方向による穿入数の差については明らかにされていなかった。本研究では斜面下方向での初期および総穿入密度が高くなる傾向があることが示された。この調査区やその周囲の林分で行った先行研究においては、斜面上方へ向かって飛翔する個体が多かったことから (Esaki *et al.*, 2002; Igeta *et al.*, 2003), 斜面上方へ向かって飛翔する成虫が多いことが、斜面下方向に穿入孔が多く分布する原因の一つとなっているのかもしれない。

これまでも、カシナガの穿入数は低い位置ほど多いという報告がみられるが (Hijii *et al.*, 1991; 吉田・布川, 1994; 小林ら, 2001; 小林・野崎, 2003 ほか), 地上高 1.5 m までの部位の中で、10 cm 単位で細かく解析しても、同様の傾向が認められた。太いほど繁殖に有利な長い坑道を構築でき、繁殖時に高い含水率を維持できることが、地際部ほど穿入密度が高くなる原因と考えられている (Hijii *et al.*, 1991; 小林ら, 2004; 小林・上田, 2005)。横倒しになった丸太でも接地面にカシナガの穿入が多くなることが知られており、高い含水率を維持できる部位では穿入選好性が高くなると推測されている (小林ら, 2000)。カシナガ成虫は低い位置を飛翔する個体が多いことが報告されているが (Igeta *et al.*, 2004), 地上高 0.5~1.5 m の狭い範囲に注目すると、地上からの高さで飛翔するカシナガの個体数との間には一定の傾向は認められなかった (Esaki *et al.*, 2002)。寄主の樹幹周囲ではホバーリングによって定位するカシナガが頻繁に観察される (江崎, 未発表)。このことから、寄主樹幹の近くに飛翔してきたカシナガは、穿孔する前にホバーリングによって定位行動をとって、樹幹地際部に移動してから穿入するものと推測される。

多雪地帯で生育するミズナラは根元曲がり大きい (小谷, 1996)。このような樹形の場合、湾曲部の斜面下方向の地際部は常に暗く陰になり、横倒しになった丸太の接地面に似た条件になる。このことが、傾斜地の斜面下方向で穿入が多くなる主な原因であろう。

カシナガの穿入を予防する方法としては、物理的に穿入を防止する方法や薬剤の樹幹散布による方法が開発されている (小林ら, 2001; 齊藤・中村, 2005; 増田, 2006; 江崎, 2008a)。穿入密度が高くなるほど寄主が枯損する確率が高くなる (江崎ら, 2002) ので、カシナガの穿入密度が高くなる地際部については丁寧な予防処理が求められてきた。本研究で示されたように、穿入初期に限っても地際部ほど穿入密度が高かったことから、従来から指摘されてき

たのと同様に、地際部が被害の予防上重要な箇所と考えて差し支えないだろう。さらに本研究では、斜面下方向の穿入密度が斜面上方向より高くなる傾向がみられた。このことは、傾斜地においては、斜面下方向の予防処理を丁寧に行うと被害防止効果の向上が期待されることを示唆する。しかし、前述の考察のように、本研究において斜面下方で穿入が多かった現象には、成虫の飛翔方向や寄主の形状が関係しているものと考えられるため、条件によっては必ずしも斜面下方で穿入が多くなる木もあると推測される。したがって、適切な予防処理を普及するためにはさらなるデータの集積が必要と考える。

引用文献

- 江崎功二郎 (2008a) 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.
- 江崎功二郎 (2008b) MEP 乳剤によるナラ枯損被害防止効果と薬害試験. 林業と薬剤 186: 9-12.
- Esaki, K., Kamata, N., and Kato, K. (2002) A sticky screen trap for surveying aerial populations of the ambrosia beetle *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). Appl. Entomol. Zool. 37: 27-35.
- 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: 132-135.
- Hijii, N., Kajimura, H., Urano, H., Kinuura, H., and Itami, H. (1991) The mass mortality of oak tree induced by *Platypus quercivorus* (Mura-yama) and *Platypus calamus* Blandford (Coleoptera: Platypodidae) — The density and spatial distribution of attack by the beetles —. J. Jpn. For. Soc. 73: 471-476.
- Igeta, Y., Esaki, K., Kato, K., and Kamata, N. (2003) Influence of light condition on the stand-level distribution and movement of the ambrosia beetle *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). Appl. Entomol. Zool. 38: 167-175.
- Igeta, Y., Esaki, K., Kato, K., and Kamata, N. (2004) Spatial distribution of a flying ambrosia beetle *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae) at the stand level. Appl. Entomol. Zool. 39: 583-589.
- 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., Mori, K., Takemoto, H., Mitsunaga, T., and Honda, H. (2008) Field trap test for bioassay of synthetic (1S, 4R)-4-isopropyl-1-methyl-2-cyclohexen-1-ol as an aggregation pheromone of *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). J. For. Res. 13: 122-126.
- 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・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. 応動昆虫 47: 53-60.
- 小林正秀・上田 明 (2005) カシノナガキクイムシとその共生菌が関与するブナ科樹木の萎凋枯死—被害発生要因の解明を目指して—. 日林誌 87: 435-450.
- 小林正秀・野崎 愛・上田 明 (2004) 寄主の含水率がカシノナガキクイムシの穿入行動と孔道内菌類に与える影響. 応動昆虫 48: 141-149.
- 小林正秀・上田 明・野崎 愛 (2000) 倒木がナラ類集団枯損発生に与える影響. 森林応用研究 9(2): 87-92.

- 小林正秀・萩田 実・春日隆史・牧之瀬照久・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.
- 小谷二郎 (1996) 落葉広葉樹 6 種の根元曲がり と 2, 3 の要因との関係. 石川県林試研報 28: 5-14.
- 増田信之 (2006) 液体粘着剤を用いたカシノナガキクイムシの防除. 公立林業試験研究機関研究成果選集 3: 19-20.
- 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.
- 齊藤正一・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.
- 齊藤正一・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.
- 齊藤正一・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.
- 末吉政秋・谷口 明 (1990) カシノナガキクイムシに関する研究 (I) 被害の地理的分布と被害の実態. 日林九支研論 43: 153-154.
- 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.
- 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.
- 吉田成章・布川耕市 (1994) 新潟県柏崎市におけるカシノナガキクイムシ成虫の寄生生態. 日林論 105: 441-442.