

九州大学福岡演習林におけるブナ科樹木萎凋病の発生と コナラ・マテバシイ枯死木の伐倒駆除^{*1}

扇 大輔^{*2}・村田秀介^{*2}・村松優子^{*2}・中村琢磨^{*2}・今村明雄^{*2}・菱 拓雄^{*2}

扇 大輔・村田秀介・村松優子・中村琢磨・今村明雄・菱 拓雄：九州大学福岡演習林におけるブナ科樹木萎凋病の発生とコナラ・マテバシイ枯死木の伐倒駆除 九州森林研究 77：215－218, 2024 2021～2022年に、九州大学福岡演習林において、コナラ21本とマテバシイ3本がブナ科樹木萎凋病によって枯死した。枯死木は林縁などの明るい場所で発生した。枯死したコナラは30～73年生の高樹齢で、胸高直径は健全木より大きかった。枯死木の樹幹にはカシノナガキクイムシの穿入孔が多数認められ、低い部分に多いが地上10 mにまで達した。枯死木周辺の生立木にもキクイムシの穿入孔が生じたが、枯死木に比べて少数であり、また低所に限られた。伐倒した枯死木の丸太からは枯死翌年の6月上旬～7月上旬にキクイムシ成虫が脱出した。丸太を0.3 mに鋸断して刻み細かく割材すると、キクイムシはほとんど死滅して脱出しなかった。枯死木の丸太をカーバムナトリウム塩剤で燻蒸して、高いキクイムシ駆除効果が得られた。

キーワード：ブナ科樹木萎凋病、カシノナガキクイムシ、コナラ、マテバシイ、伐倒駆除

I. はじめに

1980年代以降、本州の日本海側の地域を中心にカシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus*, 以下キクイムシと略記) が媒介する糸状菌 *Raffaelea quercivora* を病原とするブナ科樹木萎凋病 (俗称ナラ枯れ) が拡大し (伊藤・山田 1998), その被害は2022年現在で41都府県に及んでいる (林野庁 WEB ページ 2023 a)。九州地方ではこれまで南部 (鹿児島県, 宮崎県) において、低標高地でのシイ・カシ類と高標高地でのミズナラで本病による枯死が報告されている (曽根ほか 1995, 末吉ほか 2018, 山内ほか 2022)。一方、北部では2019年に福岡県北部 (糸島市・福岡市) 沿岸部でのマテバシイの枯死が発生し、その後玄界灘沿いを中心に被害が拡大している (檜崎康二私信)。

福岡県北部内陸部に所在する九州大学農学部附属演習林 (以下福岡演習林と略記) では2021, 2022年にコナラとマテバシイの樹冠が褐変して枯死木が発生した。その樹幹にはキクイムシ成虫による穿入孔とそこから排出される多量のフラスを認め、また枯死木の木口面にはキクイムシの孔道から暗褐色の変色が生じていることから、枯死の原因はブナ科樹木萎凋病によると診断した。本病の福岡演習林での発生は初めてであり注目した。そこで本調査では、本病の発生初期での被害の大きさや特徴を、樹種、分布、個体サイズ、樹齢などの点から明らかにするとともに、枯死木の伐倒駆除による防除を試みた。

本稿を草するにあたり、現地調査、とくに伐倒駆除をはじめとする多くの作業に協力いただいた長澤久視氏、柳池定氏、吉田盛義氏、吉村孝幸氏、また多くの有用な情報を提供いただいた福岡県農林業総合試験場資源活用研究センター檜崎康二専門研究員に厚くお礼申し上げる。

II. 調査方法

1. 調査地

福岡演習林は福岡県北部の糟屋郡篠栗町と久山町に位置し、全体の面積は464 haである。このうちの一部、本病の発生がみられた第9, 10, 11林班 (面積80 ha) を調査地とした。調査地の標高は30～110 m, 緩やかな丘陵地で、全体的に南向きである。これらの林地は常緑樹と落葉樹が混交する広葉樹二次林であり、林齢は推定で80～90年の高樹齢である。調査地の南側と西側は宅地と農地が隣接して、調査地内には建物、管理緑地、果樹園などがあり、概して林縁部が多く明るい。

2. 被害木の調査

2021年10月と2022年7～9月に当年発生した枯死木を調査した。2021年には地上からの目視で探査したが、2022年にはドローン (DJI 社製 PHANTOM 4) を用いて調査区域を空撮し、枯死木の分布を把握した後に、地上で枯死木の位置をGPS測器 (Spectra Precision 社製 Mobile Mapper 120) で計測した。

2021年の枯死木を2022年3～5月に、2022年の枯死木を2022年11月～2023年5月に伐倒して、樹齢、胸高直径、樹高、キクイムシの穿入の有無とその最高の高さを調査した。このうちコナラ13本とマテバシイ3本のキクイムシの寄生部分を林外に搬出して、高さ別に全穿入孔数を計数した。また、枯死木を中心にその周辺半径10～20 mのブナ科樹木の生存木と部分的な萎凋木について、樹種、胸高直径およびキクイムシの穿入の有無を調査した。

3. 枯死木からのキクイムシの脱出調査

2021年に枯死したコナラ1本 (DBH 39 cm, H 19.1 m) と2022年に枯死したコナラ1本 (DBH 52 cm, H 17.8 m) を枯死

^{*1} Ogi, D., Murata, S., Muramatsu, Y., Nakamura, T., Imamura, A., Hishi, T.: The Japanese oak wilt and felling extermination of wilted *Quercus serrata* and *Pasania edulis* trees in the Fukuoka Forest, Kyushu University

^{*2} 九州大学農学部附属演習林 Kyushu University Research Forest, Fukuoka 811-2415, Japan

翌年の5月に0.2～0.25 mに玉切りした。2021年枯死木からは地際～地上6 mの部位を7丸太、2022年枯死木からは地上1～9 mの部位を9丸太採取した。これらを大型のビニール袋に入れて倉庫に置き、5月下旬～7月上旬にかけて、7～10日間隔で材から脱出する成虫を捕獲して計数した。

4. 伐倒駆除

1) 割材による駆除

枯死木を大小のサイズに割材してキクイムシの駆除効果と被害材の利用の可能性を検討するために、枯死木の丸太（直径約40 cm）を高さ0.25 mに玉切りして、動力薪割機（MTD社製TB27LS）によって、5段階（A～E）の大きさに割材した（割材の大きさは表-3）。2021年の枯死木では2022年5月に割材して、ビニール袋にいれて2022年5月下旬から7月上旬まで倉庫で保管した後に材から脱出したキクイムシを捕獲し計数した。また、2022年の枯死木では2022年12月に割材して、A～Dのサイズは2022年12月～2023年6月まで野外で放置した後、細かく細断して材内のキクイムシを探した。Eについては割材後3日～1か月後にかけて随時細断して材内のキクイムシを探した。

2) カーバムナトリウム塩剤による燻蒸

サンケイ化学社製のキルパー40による燻蒸殺虫効果を確かめた。伐倒した枯死木を野外または林内で、0.2～1.0 mに玉切りして、長さ1.0～2.0 m、幅0.5～1 m、高さ0.3～1.2 mに集積した。1集積当たりの体積0.3～1.2 m³に対してキルパー40を750～1500 ml施用した後、燻蒸用シート（アキレス社製 ビオフレックス）を用いて被覆した。2021年枯死木1本を燻蒸処理後野外で2022年5月中旬～6月下旬の35日間、また、2022年枯死木8本を燻蒸処理後野外と林内で2023年4月下旬から7月上旬の31～58日間それぞれシート被覆した。

Ⅲ. 調査結果

1. 被害木の調査

2021年にコナラで6本の枯死木を確認した。また、コナラで7本、マテバシイで12本にキクイムシの穿入木をそれぞれ認めた。2022年にはコナラ15本、マテバシイ3本が新たに枯死し、コナラで35本、マテバシイで172本に部分的な萎凋を含むキクイムシの穿入木をそれぞれ認めた。枯死木のうち、20本が道路や緑地から20 m以内の林縁部に、4本が尾根上にそれぞれ発生した。枯死の発生は、2021年は8月上旬に、2022年は7月中～下旬に確認した。枯死したコナラは樹齢30～73年生で、50年生以上が半数を占めた。胸高直径は24～67 cmで、30 cm以上の個体が75 %を占めた。マテバシイは樹齢32年生、胸高直径は18～30 cmであった。キクイムシの穿入孔数はコナラでは1本当たり約70～1030個、マテバシイでは60～230個であった。コナラの胸高直径が50 cm以上の個体では、穿入孔数は500個以上で、穿入孔は地上5 m以上でもみられた（表-1）。

穿入孔はコナラで地上10 m、マテバシイでは6 mまで認められた。高さ別の穿入孔の割合は、コナラ、マテバシイのいずれも地上1 mまでが最も高く、高さとともに低下した。マテバシイに比べ、コナラの方が高さともなう割合の低下は緩やかであっ

た（図-1）。

枯死木周辺のブナ科樹木については、キクイムシの穿入は枯死木だけでなく部分的に萎凋した木や生存木でも認めた。しかし、これらの木では穿入孔数は計数していないが、枯死木に比べてその穿入は概して少なく、穿入は樹幹の5 m以下に留まった。

コナラ、マテバシイともキクイムシが穿入したのは生存木を含めて健全木よりも直径が大きかった（表-2）。また、調査区域に

表-1. 枯死木のサイズと穿入状況

樹齢 (年生)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	穿入孔数 (個)	最高穿入高 (m)
(コナラ)				
67	24	12.4	83	3.8
30	25	17.0	119	6.7
42	26	11.8	*	4.5
36	29	16.3	*	9.1
37	30	14.2	159	9.2
37	30	15.9	66	8.8
60	31	9.7	83	3.9
60	32	10.6	227	3.1
47	33	13.1	*	4.7
36	37	14.3	573	5.3
53	39	19.1	714	7.8
50	39	15.7	*	8.4
34	39	17.1	*	6.1
42	40	17.7	68	6.5
57	41	16.7	*	9.5
52	45	14.5	154	6.6
64	50	14.5	958	7.8
57	52	17.8	1,026	9.2
68	57	13.5	*	8.5
47	62	17.3	*	6.0
73	67	17.8	669	8.6
(マテバシイ)				
32	18	7.6	58	4.4
32	28	8.2	67	3.4
32	30	8.7	228	5.7

* 調査せず

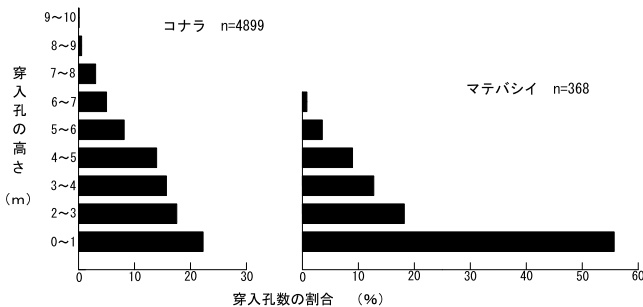


図-1. カシノナガキクイムシの穿入孔の垂直分布

表-2. 発病状態の異なるコナラとマテバシイの胸高直径

樹 勢	コナラ		マテバシイ	
	胸高直径 (cm) 平均±標準偏差	本数	胸高直径 (cm)	本数
発病枯死	41.4 ± 12.2 ^a	21	25.3 ± 6.4 ^{xy}	3
部分的萎凋	46.0 ± 26.0 ^a	5	26.5 ± 13.4 ^x	9
穿入生存	40.1 ± 14.8 ^a	37	19.7 ± 5.5 ^y	175
健全	26.1 ± 10.9 ^b	170	12.9 ± 4.4 ^z	89

Benjamin & Hochberg 法（BH 法）による FDR 調整
同じアルファベットでは有意差がないことを示す

はクリ 5 本、アラカシ 2 本が含まれて、そのうちクリ 2 本、アラカシ 1 本でもキクイムシの穿入を少数認めた。

2. 枯死木からのキクイムシの脱出調査

2022 年の調査では計 988 頭の成虫を捕獲し、腐敗や損傷して雌雄が判別できないものを除くと性比は雄：雌 = 544：384 でやや雄が多かった。2023 年の調査では合計 375 頭を捕獲し、性比は雄：雌 = 180：180 で雌雄に差はなかった。なお、キクイムシは採取したすべての高さの部位から脱出した。

キクイムシ成虫は 5 月下旬から 6 月上旬にかけて多くが脱出し、2022 年には脱出成虫の約 60%，2023 年には約 80%がこの時期に捕獲された。その後、脱出数は減少して、6 月下旬から 7 月上旬には終了した（図-2）。なお、2022 年、2023 年のいずれの調査丸太からもカシノナガキクイムシのほかヨシブエナガキクイムシ（*Platypus calamus*）の脱出を少数認めた。

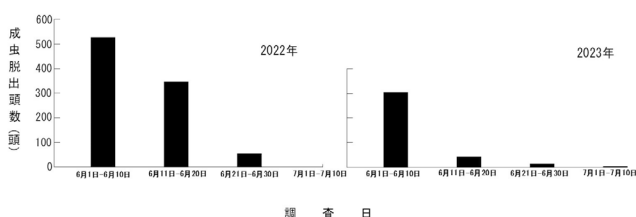


図-2. 枯死木からのカシノナガキクイムシの脱出数

3. 伐倒駆除

1) 割材による駆除

2021 年の枯死木では、割材サイズ A, B, C で 3~12 頭のキクイムシの成虫が脱出したが、D と E では脱出しなかった。一方、2022 年の枯死木ではすべてのサイズで割材内にキクイムシは生存していなかった。E では割材後 2 日程度は孔道から多数の幼虫と成虫が脱落したが、それ以降は材からの脱落はほとんど見られず、細断時点では材内には幼虫・成虫とも残っていなかった（表-3）。

表-3. 割材によるカシノナガキクイムシの駆除

割材の大きさ		2021 年枯死木		2022 年枯死木	
長さ	幅	供試数	脱出頭数	供試数	生存頭数
A 18~22 cm	17~23 cm	5	12	5	0
B 20~23	9~11	5	7	5	0
C 9~10	10~12	5	3	5	0
D 14~16	4~6	5	0	5	0
E 5	5	10	0	50	0

2) カーバムナトリウム塩剤による駆除

枯死木の丸太を 1 m に玉切りした場合、シート内に脱出して生存したキクイムシをごく少数認めたが、シート内ですでに死亡するか衰弱しており、シートを破って脱出するものはなかった。玉切りを 0.5 m 以下にした場合、キクイムシは完全に死滅していた。さらに燻蒸済みの材を割材し孔道内で死亡した幼虫と成虫を多数認めた。

IV. 考察

これまで本病の分布は、鹿児島県、宮崎県、熊本県に集中しており、北部九州では 2019 年に福岡県北部の糸島半島と志賀島での発生に限られていた。本調査によって、福岡県北部内陸部でもコナラの大径木を中心に本病の被害が生じているのを確認した。しかし、広域に被害が生じていない場所での突発的な発生については、鳥根県でも例がある（周藤ほか 2001）。

大径のコナラには多数のキクイムシが穿入し、またその穿入が樹幹の高所にまで及ぶのは既往の報告（小林・野崎 2003, 赤石ほか 2006）と同様であった。一方、穿入しても枯死しない個体や部分的な萎凋に留まる個体もあった。枯死、部分的な萎凋、穿入生存の相違は個体の感受性により相違があると考えられている（小林・上田 2005, 佐藤ほか 2004）。これら穿入生存木や部分的な枯死木ではキクイムシの穿孔数は少なく、穿入の高さも地上 2 m 程度に留まったので、本調査・試験では伐倒駆除の対象とはしなかった。しかし、穿入生存木が被害再発の発生源とする報告もある（長岐 2019）ので、今後検討を要する。なお、枯死木が林縁部や尾根に集中したのは、こうした明るい環境にキクイムシが集まりやすい（鎌田 2002）ためと考える。

枯死木からのキクイムシの脱出消長については、鹿児島県では脱出のピークは 6 月下旬（佐藤ほか 2004）、鳥根県での調査では 6 月上旬から中旬がピーク（周藤ほか 2001）と報告されている。今回の調査では 5 月下旬から 6 月上旬にかけて脱出頭数の多くが脱出したが、枯死木の材をビニール袋に入れて倉庫に保管したため外気温より高温の環境下で自然状態より脱出が早まったと推定される。伐倒駆除の効果を得るためには駆除は枯死当年から翌年 5 月までには完了するのが無難であろう。

枯死木の割材については、割材時の虫体への機械的傷害、また材の乾燥によってキクイムシは死滅すると推定した。割材によるキクイムシの駆除の試みはこれまで青森県（林野庁 2023 b）や奈良県（田中 2018）で行なわれており、広く紹介されている駆除法の一つである（日本森林技術協会 2012）。本調査では割材のサイズを薪程度にまで小さくすれば駆除効果が得られた。また、このサイズに割材することで枯死木を燃料として効率的に利用することが可能となる。

枯死木の燻蒸処理では、キルパー 40 の殺虫効果を確認できた。このように伝染源の除去としての伐倒駆除の有効性を確認したが、キクイムシの穿入は高所に及ぶため、寄生部分を見落とすことなくすべて燻蒸することが重要と考える。

旧薪炭林であった森林が放置され高齢化、大径化したコナラが多く存在することが本病の拡大を容易にしていると推測される（小林・上田 2005, 黒田 2014）。本調査林は 1922 年から福岡演習林に編入されたが、広葉樹林が伐採されずに樹木が高齢化、大径化している。今後はコナラの大径木、さらには大径前の若齢木を伐倒して利用することを検討したい。

引用文献

- 赤石大輔ほか（2006）日林誌 88：274-278
伊藤進一郎・山田利博（1998）日林誌 80：229-232

- 鎌田直人 (2002) 森林科学 35: 26 - 34
- 小林正秀・野崎愛 (2003) 森林応用研究 12: 143 - 149
- 小林正秀・上田明良 (2005) 日林誌 87: 435 - 450
- 黒田慶子 (2014) 樹木医学の基礎講座 (樹木医学会編), 海青社, 滋賀, 280 - 291
- 長岐昭彦 (2019) 秋田林研セ研報 26: 1 - 24
- 日本森林技術協会 (2012) ナラ枯れ被害対策マニュアル - 被害対策の体制づくりから実行まで. 16 - 20
- 林野庁 (2023 a) ナラ枯れ被害.
- URL: https://www.rinya.maff.go.jp/j/hogo/higai/naragare_R3.html (2023 年 10 月 24 日利用)
- 林野庁 (2023 b) 2022 年ナラ枯れ被害防除実証試験報告書: 1 - 10
- 佐藤嘉一ほか (2004) 九州森林研究 57: 120 - 123
- 曾根晃一ほか (1995) 鹿児島大演習林報 23: 11 - 22
- 末吉智英ほか (2018) 日林誌 100: 224 - 228
- 周藤成次・富川康之ほか (2001) 鳥根県林技センター研報 52: 1 - 10
- 田中正臣 (2018) 奈良森技センター研報 47: 1 - 5
- 山内耕司朗ほか (2022) 九州大学演習林報 103. 41 - 44
- (2023 年 11 月 7 日受付; 2024 年 1 月 11 日受理)