

自然教育園におけるナラ枯れの発生

下田彰子^{1,*}・高田恵一²・宮田凧樹²・所 雅彦³

¹国立科学博物館附属自然教育園, ²株式会社エコル, ³森林研究・整備機構 森林総合研究所

Akiko Shimoda¹, Keiichi Takada², Nagi Miyata², Masahiko Tokoro³: Outbreak of Japanese oak wilt in the Institute for Nature Study. Miscellaneous Reports of the Institute for Nature Study (52): 37–44, 2020.

¹Institute for Nature Study, National Museum of Nature and Science, ²ECOL co., Ltd., ³Forestry and Forest Products Research Institute

はじめに

2019年4月、自然教育園の2本のコナラが、葉をつけたまま枯死していることに気が付いた。枯死したコナラは、幹に昆虫から穿孔を受けたと考えられる2mm程度の穴があり、地際に木くず（フラス）が散乱していた。原因を特定するため、木片を採取し調査したところ、カシノナガキクイムシ *Platypus quercivorus*（以下、カシナガと呼ぶ）の穿入に伴うブナ科樹木萎凋病（通称：ナラ枯れ）であることが確認された。また、カシナガは遺伝的に異なる2つの集団が存在するが（Hamaguchi and Goto, 2010）、自然教育園で確認されたカシナガの生体サンプルは、日本海型であることがわかった。枯死し

たコナラへの対処として、2本のうち、フラスの多かった1本は伐採搬出し、フラスが少なかった1本は穿孔部分をビニールシートで被覆して（以下、ビニール被覆）、羽化した成虫の拡散を防ぐ措置をとった。

ナラ枯れは1980年頃から日本海側を中心に増加し、その後内陸部や太平洋側へと被害を拡大してきた。2019年には速報値で38都府県の発生が報告されているが、東京都の被害の発生量はまだ少なく、100㎡に留まっている（林野庁HP）。また、自然教育園では、2016年度から2018年度に実施した生物相調査でカシノナガキクイムシが確認され、東京都心では初めての発見であると報告されている（野村ほか, 2019）。

自然教育園において、今回のナラ枯れと同様に昆虫類



図1. ナラ枯れにより枯死したコナラ。



図2. カシナガの穿孔によるフラス。

*E-mail: a-shimoda@kahaku.go.jp

等の異常発生が樹木の枯死などに繋がった過去の事例として、アオキミタマバエの大発生や胴枯病によるアオキの枯死（矢野ほか，2001），キアシドクガによるミズキの食害（矢野・桑原，2012），褐斑落葉病によるキハダの枯死（渡辺ほか，1993）などが挙げられる。その際には、被害状況を記録として残すとともに、自然教育園が天然記念物および史跡に指定されていることから、園内の生態系への影響に配慮し、原則として薬剤散布などを避けた対策を検討してきた。

今回、自然教育園におけるナラ枯れの現状を把握し、今後の対策を視野に入れた資料を得ることを目的として、2019年8～11月に被害状況の調査を行った。さらに、得られた被害状況を踏まえた拡大防止対策を実施した。

このたび、その結果をとりまとめたので、東京都23区内における数少ないナラ枯れ被害および対策の事例として報告する。

調査方法

調査は東京都港区白金台の国立科学博物館附属自然教育園において行った。調査対象木は、園内に生育する胸高周囲30cm以上のコナラ247本とした。なお、調査対象木には、2018年に地際から約1m程度の高さで伐採して切り株となっているものも含めた。

調査は、2019年8月6～9日・20日の5日間に実施した。さらに、9月以降も新たな穿孔が確認されたため、11月12～14日の3日間に追加調査を行った。調査項目は、樹木個体の生育状況、フラスの有無、フラスの形状、穿孔数とした。穿孔数については、地際からの高さ別（0～50cm，51～100cm，101cm以上）に、それぞれなし（穴は確認されず）、少（穴数1～5カ所程度）、中（穴数6～50カ所程度）、多（穴数51カ所以上程度）の4段階で記載した（図3）。なお、カシナガ成虫の穿入孔の判定は、カシナガの穿入孔のサイズ（約1.4～1.9mm）が目盛として記された定規（カシナガスケール MiK2；鳥取県農林総合研究所林業試験場）を用いて現場で行った。

結果と考察

1. 被害木の割合

調査対象木247本のうち、カシナガによる穿孔が確認された個体は44本で、全体の17.8%であった。そのうち41本に葉が枯れるなどの異常が見られ、これは穿孔が確認された個体全体の93.2%に該当する。カシナガの穿孔による樹木の異常の程度については、健全木、枯死木、異常木、穿孔生存木の4段階に分類する方法などがある（黒田，2008）が、本調査では異常をより詳細に把握するために、外見上の枯葉の割合から表1のとおり区

調査票記入例

No.	G680	樹種	コナラ	調査日	2019/5/8
生育状況： <input type="checkbox"/> 生存/異常なし <input type="checkbox"/> 生存/葉萎れ <input checked="" type="checkbox"/> 枯死 <input type="checkbox"/> その他()					
フラス： <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり(<input checked="" type="checkbox"/> 穿孔穴周囲 <input checked="" type="checkbox"/> 下に堆積)					
フラスの形状： <input checked="" type="checkbox"/> 針状 <input type="checkbox"/> 団子状 <input type="checkbox"/> その他() 樹液： <input checked="" type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり					
穿孔数：101cm以上 <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> 少 <input checked="" type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 多い					
51～100cm <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> 少 <input checked="" type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 多い					
0～50cm <input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> 少 <input type="checkbox"/> 中 <input checked="" type="checkbox"/> 多い					
					
樹木全景		穿孔穴		フラス	

図3. 調査票の記入例.

表 1. 異常の程度による被害区分.

被害区分		内容
生存/異常なし		枯葉なし
生存/異常あり	生存/A	樹冠に占める枯葉の割合が25%未満
	生存/B	樹冠に占める枯葉の割合が25~50%
	生存/C	樹冠に占める枯葉の割合が50~75%
	生存/D	樹冠に占める枯葉の割合が75%以上
枯死		樹冠の葉がすべて枯れている

表 2. 穿孔被害の有無と異常の程度.

被害の有無	生存/異常なし	生存/異常あり					その他※	合計(本)
		生存/A	生存/B	生存/C	生存/D	枯死		
穿孔なし	192	2		1	1	7	203	
穿孔あり	2	20	8	2	5	6	44	

※その他：切り株の状態で、葉は付いていない

分した。その結果、穿孔を受けたコナラ 44 本のうち枯死した個体は 6 本 (13.6%) であった (表 2)。また、枯葉が 50% 以上ではほぼ瀕死の状態と言える生存 C、生存 D に該当する個体は合計 7 本で、枯死木 6 本とあわせると穿孔を受けた個体全体の 29.5% となった。カシナガの穿孔が確認されなかった個体 (穿孔なし) は 203 本で、そのうち 192 本 (94.6%) には異常がなかった。一方で、11 本 (5.4%) には枯葉が確認され、そのうち 7 本のコナラは枯死していた。これは、カシナガ以外の原因による枯れと考えられる。

2. 被害木の分布状況

調査対象木 247 本について、穿孔が 1 か所以上確認された樹木を「被害あり」、穿孔が確認されなかった樹木を「被害なし」としてその位置を示す (図 4)。分布はばらついており、特定の方角に偏るなどの傾向は特に見られない。

自然教育園では、園路や外周周辺の枯死木は安全管理上の課題となることから、園路と外周からの距離と被害の有無について、それぞれ検討した。

園路から対象木までの距離と被害の有無については、図 5 に示すとおり、被害ありは、最大値 65.9 m、最小値 0.3 m であった。被害なしは、最大値 88.0 m、最小値 0.0 m であった。両者を比較すると、最大値は被害ありが被害なしよりも小さく、最小値はほぼ同じであった。

外周からの距離と被害の有無については、図 6 に示すとおり、被害ありは、最大値 189.6 m、最小値 7.2 m と

なり、被害なしは、最大値 186.5 m、最小値 4.0 m であった。両者を比較すると、最大値、最小値ともにほぼ同じであった。

現状ではデータが少なく精査が必要な段階ではあるが、園路および外周と対象木までの距離と被害の有無の検討から、園路から近い距離でカシナガによる穿孔被害が見られる傾向があった。園路は 2m 程度のオープンスペースで、その上空は樹木がない。また、園内の景観的な観点から、園路周辺はシュロを除去するなどの樹木管理も行っており、林内に比べ開けた環境となっている。カシナガは明るい環境を好む (Igeta et al., 2003) ため、開けた環境の園路周辺にカシナガが多く誘引されている可能性がある。一方で、外周からの距離とカシナガの穿孔被害の有無については、特に関係は見られなかった。

3. 胸高周囲と被害の有無

調査対象木 247 本について、胸高周囲と被害の有無について検討した。穿孔が 1 か所以上確認された樹木を被害ありとし、胸高周囲ごとにその割合を見ると、胸高周囲 1 m 以下は 5 本 (12.5%)、1.1 ~ 2m は 25 本 (15.4%)、2.1 m 以上で 13 本 (28.9%) となり、胸高周囲が大きくなるにつれて被害の割合が高くなった (表 3, 図 7)。

カシナガは小径木よりも大径木を加害し易い傾向があり (黒田, 2008)、今回の結果も同様に大径木のコナラが高い割合で被害を受けていた。



図4. 自然教育園内における被害木(★)と健全木(●)の分布.

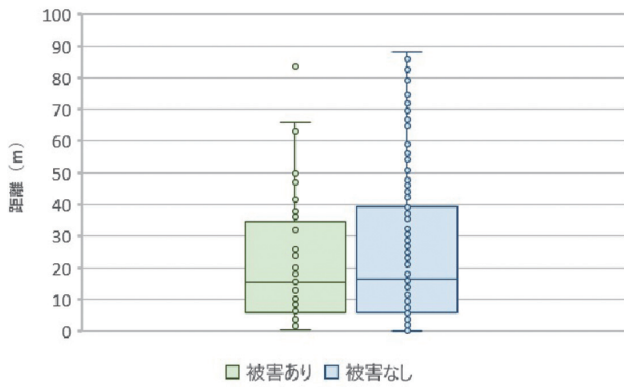


図5. 被害の有無と園路から対象木への距離.

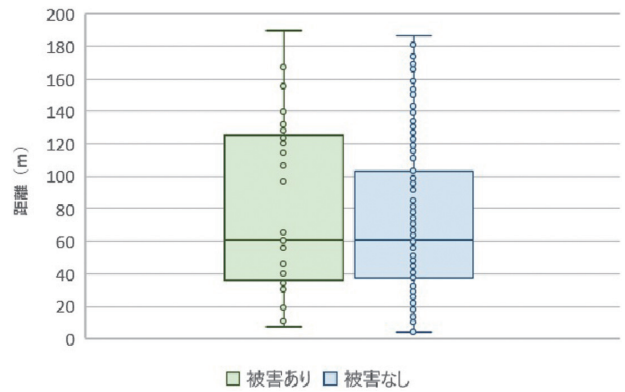


図6. 被害の有無と外周から対象木への距離.

表 3. 胸高周囲別の被害の有無.

胸高周囲	被害あり	被害なし	不明	合計 (本)
0~1m	5	35		40
1.1~2m	25	136	1	162
2.1m以上	13	32		45

表 4. 地際からの高さ階級別にみた穿孔数.

高さ	穿孔数※					合計 (本)
	多	中	少	なし	不明	
0-50cm	21	10	8	3	2	44
51-100cm	11	15	11	5	2	44
101cm以上	9	12	10	12	1	44

※穿孔数

少：穴数1~5 ヲ所程度/中：穴数6~50 ヲ所程度/多：穴数51 以上程度

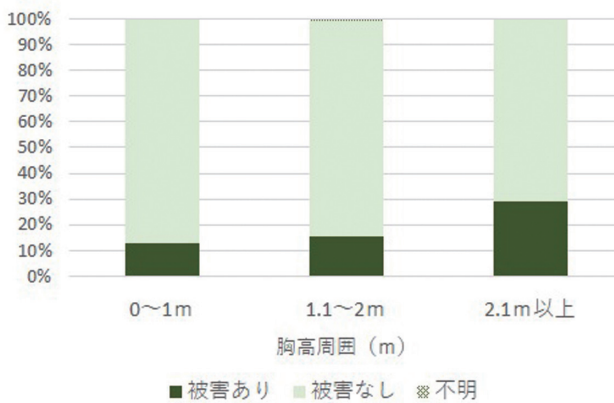


図 7. 胸高周囲階級別に見た被害の有無.

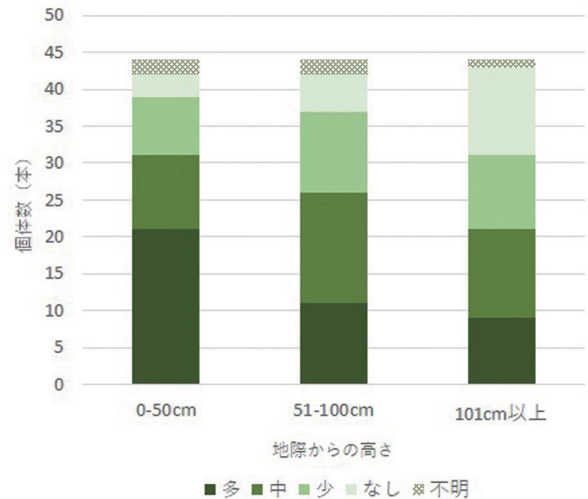


図 8. 地際からの高さ階級別に見た穿孔数とコナラの個体数との対応.

4. 地際からの高さと穿孔数

穿孔が1か所以上確認された44本について、地際からの高さ階級別に穿孔数を検討した。51か所程度以上の穿孔を受けた「多」に該当する対象木は、0~50cmの高さで21本(47.7%)、51~100cmで11本(25.0%)、101cm以上で9本(20.5%)となり、地際から低い位置ほど多くの穿孔を受けていた(表4, 図8)。一方、穿孔数が「なし」に該当する対象木を見ると、0~50cmの高さで3本(6.8%)、51~100cmの高さで5本(11.4%)、101cm以上の高さで12本(27.3%)となり、地際から高い位置ほど穿孔を受けない個体が多かった。

カシナガは樹幹上部よりも地際の太い部分に集中して穿入すると言われており(黒田, 2008)、今回の結果でも地際に近い部分で穿孔が多く確認され、同様の結果となった。

5. 穿孔数と生育異常

すべての高さで穿孔が1か所以上確認された43本について、穿孔数と生育異常について検討した。なお、ここでの穿孔数は、高さ別(0~50cm, 51~100cm, 101cm以上)の値の最大値とした。穿孔が「多」の樹木は、切り株となっていた1本を除き、すべての樹木で何らかの生育異常が確認された(表5, 図9)。穿孔が「多」もしくは「中」の個体のみで枯死した個体が確認され、穿孔が「少」については、枯死した樹木はなかった。生育異常については、穿孔の多さにかかわらず確認されたが、枯死に至るのは穿孔が多い樹木であったと言える。

表 5. 穿孔数と生育異常.

穿孔数	生育異常							合計 (本)
	生存 /異常なし	生存/異常あり※				枯死	その他 ※	
		生存/A	生存/B	生存/C	生存/D			
多		6	6	2	3	3	1	21
中	1	8				2		11
少	1	6	2		2			11

※ その他：切り株の状態、葉は付いていない

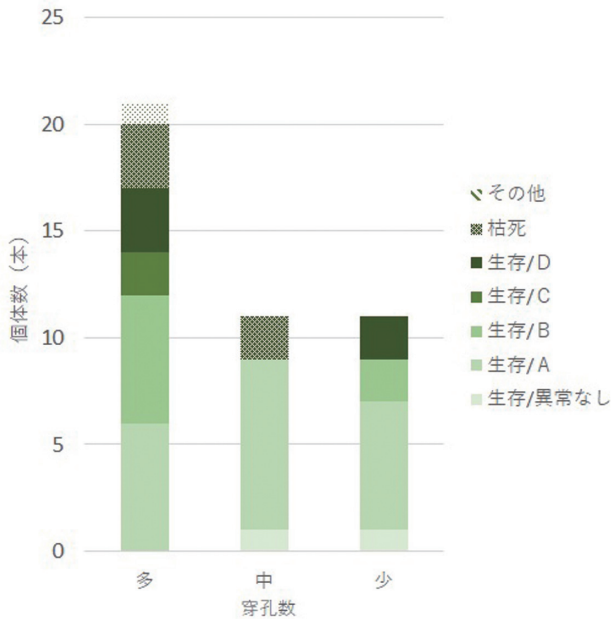


図 9. 穿孔数階級別にみた生育異常.

拡大防止対策の実施

カシナガによるナラ枯れの防御の手段として、殺菌剤の樹幹注入、大量集積型おとり丸などのさまざまな手法が開発され、効果を上げている（森林総合研究所, 2015）。ただし、自然教育園では、昆虫類等による植物への被害が発生した場合、生態系への影響を配慮し、薬剤散布等を原則として使用しない対応をとっている。そのため、今回も薬剤使用は避け、園内のカシナガの個体密度をできるだけ下げ目的で、被害木の伐採搬出およびビニール被覆による拡大防止対策を実施した。処置の対象木は、表 6 に示す基準で選定した。

枯死もしくは樹冠に枯葉が 50% 以上（生存/C, 生存/D）で、穿孔が「多」と判定された樹木個体は、成虫飛翔時期を避けて伐採搬出を行った。なお伐採した枝や幹の一部は搬出が困難であったため、穿孔にビニール被

覆等の拡大防止措置を行った上で、園内に存置した。

今回の調査で、地際付近に多く穿孔が確認された。そのため、カシナガの幼虫も地際付近に多く存在すると予想され、伐採だけでは地際付近の幼虫が幹に残る可能性がある。カシナガの幼虫をできるだけ残さないためには、被害木も根まで除去することが望ましいが、自然教育園には史跡である土塁が存在し、伐根は極力避ける必要がある。そのため、被害木を地際で伐採後、根株をできるだけ削り取って、穴があいた部分に土壌を埋め戻す対応をとった。また、被害木はコナラがほとんどであったが、スタジイ 1 個体にカシナガの穿孔と枯死が確認されたため、同様に伐採搬出を行った。

樹冠の枯葉は 50% 未満（生存/A, 生存/B）と生育異常の程度は低いが、カシナガによる穿孔が多い樹木については、伐採はせず、5m 程度の高さまでビニール被覆を行った。根際はビニールが密着できないため、カシナガが捕獲可能な粘着シート（アース製薬製「カシナガホイホイ」）で覆った。ビニール被覆はカシナガ穿孔の予防措置としてもよく用いられる手法であるが（黒田, 2008）、今回はカシナガの脱出を防ぐ手段として実施した。また、粘着シートは、今後、シートを剥いで付着したカシナガの数を計数することで、カシナガの脱出状況を確認することも可能である。

齋藤・柴田（2012）は、ナラ枯れで枯死した樹木の多くは、5 年程度で幹折れや倒伏に至り、被陰や風倒で枯死した樹木に比較して非常に分解が早いことを指摘している。このことから、特に園路もしくは外周沿いの枯死木を早急に除去することは、安全管理上においても重要であると言える。

表 6. 処置を実施した樹木の選定基準.

生育異常	穿孔数	処置の方法	樹種および本数
生存/A, 生存/Bのいずれか	多もしくは中で多に近いもの	5 m程度の高さまで幹をビニール被覆	コナラ 12本
生存/C, 生存D, 枯死のいずれか	-	原則として伐採搬出。搬出困難な幹や枝は、拡大防止措置を実施した上で園内に存置	コナラ 11本 スダジイ 1本
上記に該当しないもの		処置は実施せず	-

今後の課題

今回、生態系に配慮したナラ枯れの対策として、伐採搬出とビニール被覆という拡大防止措置を行った。中部地方の事例として、コナラの林分は発生から5年の間で特に被害が激しいという報告（渡辺ほか, 2016）があり、次年度以降も被害が発生する可能性が高い。そのため、被害の状況は継続して記録し、今回実施した措置の効果とあわせて検討する必要がある。また、カシナガの穿孔被害を受けながらも枯れずに生存した樹木（穿孔生存木）も多かった。穿孔生存木は、翌年カシナガが穿孔することは少ないと言われ（黒田, 2008）、枯れずに生存することも期待できる。ただ、今回の調査では穿孔生存木の多くに生理的な生育異常が認められ、鎌田（2008）は穿孔を受けた樹木が環境ストレスを受けて枯死するケースもゼロではないことを指摘している。今後、枝枯れの進行や倒木や根上り等の二次的な被害が発生する可能性もあり、継続的な経過観察が必要である。

今回の調査で、カシナガの穿孔被害は園路から近い場所で多い傾向が見られた。園路はカシナガが好む明るいオープンスペースとなっているためと考えられたが、樹木の胸高直径や個体間の関係など他の要因の可能性もあり、さらなる検討が必要である。

カシナガの拡大防止措置として、幹のビニール被覆を行ったが、景観上はかなり異質なものである（図 10）。被覆の高さについては、穿孔が5m程度の位置まで見られるものもあったため、これを全面被覆する設定をした。今後は被覆高さの低減化が課題であり、地際から1m以上の高い位置での穿孔状況をより詳細に把握し、景観に配慮しつつ効果的に拡大を予防するための被覆高さを検討する必要がある。また、被覆したビニールの除去については、被覆した樹幹内に生残するカシナガの調査を行い、生存個体がない状況を確認した上で、早期の除去を検討する必要がある。



図 10. ビニール被覆したコナラ.

謝 辞

本研究を進めるに当たり、自然教育園の矢野亮名誉研究員には調査の進め方やまとめについてご指導とご助言を頂いた。NPO 地域自然ネットワークの梶並純一郎氏にはデータ解析においてご協力を頂いた。東京農工大学の八木正徳氏には、現地調査にご協力いただくとともに、資料提供やまとめについてご助言を頂いた。大澤陽一郎氏、奥津励氏、遠藤拓洋氏をはじめとする自然教育園の皆様には、調査の準備などで大変お世話になった。末筆ながら、この場を借りて深く感謝する次第である。

引用文献

- Hamaguchi K, Goto H (2010) Genetic variation among Japanese populations of *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae), an insect vector of Japanese oak wilt disease, based on partial sequence of nuclear 28S rDNA. *Applied Entomology and Zoology*, 45 : p319-328.
- Igeta, Y., Esaki, K., Kato, K., Kamata, N. 2003. Influence of light condition on the stand-level distribution and movement of the ambrosia beetle *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). *Applied Entomology and Zoology*, 38 : p167-175.
- 鎌田直人. 2008. 樹木医学研究, (12) : p61-66.
- 黒田慶子. 2008. ナラ枯れと里山の健康, (社) 全国林業改良普及協会 : 166pp.
- 野村周平・松原豊・山崎裕志・上田衛門・亀澤洋. 2019. 国立科学博物館附属自然教育園(東京都港区白金)産甲虫類目録, 自然教育園報告, (51) : p37-71.
- 齋藤正一・柴田銃江. 2012. 山形県におけるナラ枯れ被害林分での森林構造と枯死木の動態. 日本森林学会誌, (94) : p.223-228.
- 森林総合研究所. 2015. ナラ枯れ防除の新展開 : 23pp.
- 林野庁. ナラ枯れ被害. 林野庁ホームページ (https://www.rinya.maff.go.jp/j/hogo/higai/naragare_R1.html) (最終検索日 : 2020年3月18日).
- 渡辺直登・岡田知也・戸丸信弘・西村尚之・中川弥智子. 2016. 愛知県海上の森におけるナラ枯れ被害林分の森林動態. 日本森林学会誌, (98) : p273-278.
- 渡辺恒雄・萩原信介・土居祥兌. 1993. キハダの衰退と罹病した実生苗から分離した3種の *Cylindrocladium* 属菌 Decline of *Phellodendron amurense*, and ree Species of *Cylindrocladium* Isolated from Its Seedlings. 日本植物病理學會報, (59) : p42.
- 矢野亮・桑原香弥美. 2001. 自然教育園におけるアオキの最近20年間の変化, 自然教育園報告, (33) : p81-92.
- 矢野亮・桑原香弥美. 2012. 自然教育園におけるキアシドクガの異常発生について(第7報). 自然教育園報告, (43) : p65-75.