

森林防疫

FOREST PESTS

— 森の生物と被害 —



目次

論文

ブナハバチ防除のためにブナ成木に樹幹注入したジノテフランの葉内濃度の季節変化
[谷脇 徹・猪野正明・鶴田英人・相原敬次・岡田充弘] 3

潜在感染木とマツ枯れ防除戦略
[二井一禎] 9

田舎の集落で放育されているイエネコ(*Felis catus*)の隣接する森林への進入状況
[笠このみ・畑 邦彦・曾根晃一] 17

解説

サンブスギ以外のスギ品種におけるチャアナタケモドキによる非赤枯性溝腐病の初報告
[太田祐子・遠藤優季・服部 力] 27

都道府県だより：東京都・香川県 32

森林病虫獣害発生情報：平成29年1月・2月受理分 38



A



B



C

[表紙写真] ブナハバチ幼虫によるブナの葉の食害

写真 A：大発生したブナハバチ幼虫の食害により失葉したブナ（2013年7月，檜洞丸）。

写真 B：ブナの葉を食べるブナハバチ幼虫（2010年6月，檜洞丸）。

写真 C：大発生時に樹幹に群がるブナハバチ幼虫（2013年6月，大室山）。

ブナハバチは幼虫がブナとイヌブナの葉を食べるハバチの仲間で、北海道、本州、四国、九州に分布する日本固有種である。比較的最近の 2000 年に新属新種として記載されている。ブナハバチの突発的な食害は各地で散見されるが、度重なる食害により広域でブナの枯死・衰弱症状が観察されているのは丹沢山地のみである。丹沢山地の高標高域では、メス成虫は5月中～下旬のブナ展葉期を中心に羽化して展開途中の若葉に産卵し、5月下旬～6月上旬に孵化した幼虫が葉を食べて成長すると、6月中～下旬には摂食を完了して終齢となり、土中に潜って繭を形成する。大発生時には樹幹をよじ登る大量の幼虫が観察される。防除法として、樹幹粘着シートによる幼虫の大量捕獲のほか、樹幹に穴を空けて少量の薬剤を注入し、水の吸い上げに伴い葉に到達した薬剤による幼虫の防除手法の開発が進んでいる。（本文3ページ参照）

（神奈川県自然環境保全センター 谷脇 徹）

論文

ブナハバチ防除のためにブナ成木に樹幹注入したジノテフランの葉内濃度の季節変化

谷脇 徹¹・猪野正明²・鶴田英人³・相原敬次⁴・岡田充弘⁵

1. はじめに

ブナは日本の冷温帯を代表する樹種である。ブナの原生林は多様な動植物の生息場所として生物多様性を支える存在であり、人々にとってかけがえのない水源環境であるが、近年、葉食昆虫であるブナハバチ（写真-1）の大発生が日本各地で報告されている（桃澤 1999；野澤 2009；上田ら 2014など）。



写真-1 葉を食べるブナハバチ幼虫



写真-2 ブナハバチ大発生時のブナ林

とくに神奈川県丹沢山地では1990年代以降、ブナハバチによる小～大規模な食害（写真-2）が繰り返し生じており、その影響でブナの立ち枯れが増加し、ブナ林の疎林化や草地・裸地化を助長していることが明らかとなってきた（谷脇ら 2016a）。

このような現状からブナハバチ対策が求められている（谷脇ら 2012）。ブナハバチの防除法としては、発生予察、樹幹粘着シートによる幼虫大量捕獲、薬剤の樹幹注入などが開発され（谷脇 2015）、これらを効果的に組み合わせた防除体系が考案された（谷脇ら 2016b）。そのなかでも薬剤の樹幹注入は、幼虫による葉の食害を回避する唯一の方法として、今後の防除事業への展開が期待される。

これまでに神奈川県と長野県の苗畑で実施されたブナ若木への薬剤の樹幹注入試験では、様々な齢期の幼虫に加えて、葉裏の葉脈沿いに産み付けられた卵の段階でも効果があることが明らかとなった（谷脇ら 2015）。樹体に影響なく高い防除効果が発揮されることから、ブナ原生林への適用可能性が高いと考えられた（谷脇ら 2015）。今後ブナ原生林で適用するに当たっては、ブナはもちろんのこと、そこに棲息する様々な生き物への影響に十分に配慮する必要があるが、実際に適用した事例がなく、ブナ成木への薬剤の影響や効果の持続性、環境への流出の有無は明らかになっていない。

そこで本研究では、薬剤の樹幹注入を現地のブナ成木に適用したうえで、葉の薬剤濃度の季節変化と薬害症状の有無を追跡し、あわせてブナハバチ幼虫および食害の発生状況との関係を調べた。これらの結果から、本手法をブナ原生林に適用するうえでの注意点と具体的な適用方法について検討した。

Seasonal changes of dinotefuran concentration in leaves injected on trunks of adult beech trees for control of beech sawfly, *Fagineura crenativora*

¹TANIWAKI, Toru, 神奈川県自然環境保全センター；²INO, Masaaki, サンケイ化学株式会社；

³TSURUTA, Hideto, サンケイ化学株式会社；⁴AIHARA, Keiji, 神奈川県自然環境保全センター；

⁵OKADA, Mitsuhiro, 長野県木曽地方事務所

2. 材料と方法

(1) 試験地

試験地は神奈川県西丹沢にある犬越路から稜線上東方向500mの地点(標高1,100m)とした。この地点周辺は2011年や2013年のブナハバチ食害の累積的影響により、今後の食害による枯死・衰弱リスクが高い重点対策地区や要注意地区となっている(鈴木ら 2016)。今回、現地のブナ成木への施用は初めてであることを考慮し、丹沢大山国定公園の特別保護地区には含まれない地点での実施とした。

(2) 薬剤の注入方法

注入時期は2014年5月12日とした。このときの供試木はすべて若葉の展開途中の段階であった。薬剤はジノテフラン8%液剤(製品名ウッドスター、サンケイ化学株式会社)を用いた。薬剤の注入量はやぶつばき(適用害虫チャドクガ)やプラタナス(適用害虫プラタナスグンバイ)の使用量を参考に、胸高直径20cmの使用量を12mlとし、以降直径が10cm増すごとに6mlを追加した。注入間隔はさくら(適用害虫アメリカシロヒトリ)、やぶつばき、プラタナスでは胸高の樹幹周囲10cm間隔とされているが、ブナでは樹体影響の軽減に向けた注入孔数の調整が求められている(谷脇ら 2015)ことから、注入間隔の異なる試験区を設定した。すなわち試験区は、胸高直径に応じた使用量を、胸高の樹幹周囲10cm間隔に等分して注入する標準区、胸高の樹幹周囲上等間隔の4ヶ所に等分して注入する4ヶ所区、標準区と同様の間隔で水を注入する対照区を設定した(表-1)。4ヶ所区の樹幹周囲上における注入間隔は

18~40cmとなった(表-1)。供試したブナ本数(胸高直径)は標準区3本(28~44cm)、4ヶ所区3本(23~51cm)、対照区2本(23~36cm)であった(表-1)。注入孔として斜め下45°方向に直径5mm、深さ5cmの穴をドリルで開け、ガイドとして先端を切り落とした1mlピペットチップを差し込み、注入器(試作品)を用いて(写真-3)、1箇所あたり標準区と対照区では2mlの薬剤または水を、4ヶ所区では直径に応じた使用量を4等分した3.5~8mlの薬剤を注入した(表-1)。注入孔には薬剤の注入後、保護のためガムテープを貼りつけた。

(3) 葉の採取方法

すべての供試木において、2014年5月28日(以下5月)、6月20日(以下6月)、8月25日(以下8月)および10月24日(以下10月)に葉を採取した。注入後の経過日数はそれぞれ16日、39日、105日および165日であった。葉の採取は先端に鎌を取り付けた15m測かんを用いて、毎回ブナ供試木ごとに樹冠



写真-3 薬剤の樹幹注入状況

表-1 各個体の樹体サイズ、注入孔数および注入量

試験区	個体 No.	樹体サイズ		注入孔		注入量	
		胸高直径 (cm)	胸高周囲 (cm)	間隔 (cm)	孔数 (箇所)	1ヶ所あたり (ml)	合計 (ml)
標準区	1	44	137	10	13	2	26
	2	44	137	10	13	2	26
	3	28	86	10	8	2	16
4ヶ所区	1	51	161	40	4	8	32
	2	47	148	37	4	7	28
	3	23	71	18	4	3.5	14
対照区(水)	1	23	71	10	7	2	14
	2	36	114	10	11	2	22

10ヶ所からそれぞれ50枚程度ずつを目安に、合計500枚以上の葉を採取し、採取箇所ごとにチャック付きポリ袋に分けて持ち帰った。10月に落葉が進み、樹冠から十分に葉を採取できない場合は、樹冠下10ヶ所で50枚程度ずつ落葉を採取した。4回の調査で採取した各供試木の葉の合計枚数は落葉を含めて2,321～2,953枚であった。採取した葉は、次に述べる幼虫数および食害状況を調べた後、冷凍保存した。

(4) 幼虫数および食害調査

採取時期が5月の葉では、葉に付着しているブナハバチ幼虫数を計数した。また、樹冠から幼虫が消失した6月の葉では、個葉ごとの食害状況を調べた。個葉ごとの食害状況は、葉面積に対して食害により消失した面積割合を0%、1～25%、26～50%、51～75%および76～100%の5段階で目視判定した。なお、ブナ供試木ごとの食害度は、越地(2002)の判定に従うとすべて1(樹冠全体の葉面積に占める食害割合1～25%)と軽微であった。個葉ごとおよび供試木ごとの調査を通じて、葉に薬害症状と判断される変色や萎凋症状があるか否かを観察した。

(5) 薬剤濃度の分析

高速液体クロマトグラフィー(HPLC)法によって、薬剤濃度を分析した。箇所ごとに分けて冷凍保

存しておいた葉を解凍し、10枚ずつ取り出して重量を計測し、有機溶媒による処理を行ったのちHPLC分析装置にかけて、葉の新鮮重量に対する薬剤の重量として濃度を検出した。

(6) 統計解析

薬剤濃度の試験区間および時期間の差の有無については、繰り返しのある対応のある二元配置分散分析を行った。幼虫密度と食害を回避した葉枚数の割合との相関係数は回帰分析により求めた。

3. 結果

(1) 葉の薬剤濃度の時期変化

標準区の葉の新鮮重量に対する薬剤濃度は5月が15.87～47.89ppm、6月が7.16～53.05ppmであったのが8月には0.04～1.26ppmと低下し、10月にはすべて検出限界以下となった(図-1)。4ヶ所区の葉の薬剤濃度は、No.3は5月が61.3ppm、6月が27.01ppm、8月が0.25ppm、10月が検出限界以下と標準区と同等であった(図-1)。一方4ヶ所区のNo.1とNo.2は葉の薬剤濃度が小さく、5月の段階で0.67～2.69ppm、6月には0.27～0.66ppmとなり、8月がNo.1は検出限界以下でNo.2が0.07ppm、10月は2本とも検出限界以下となった(図-1)。二元

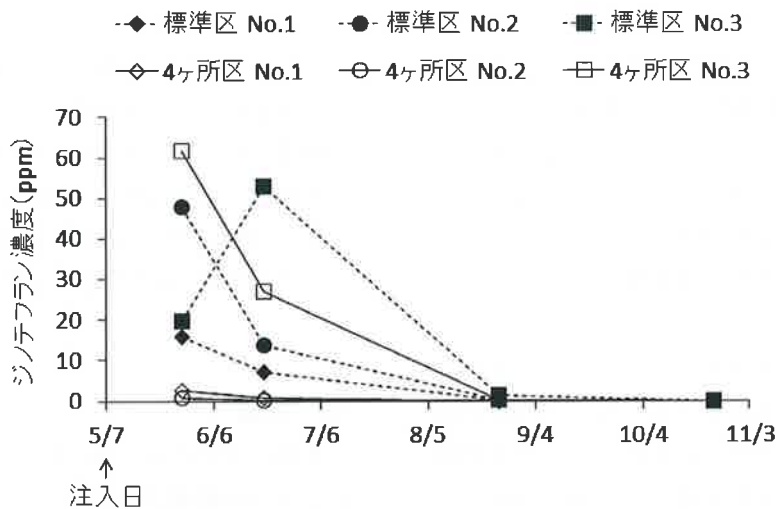


図-1 ブナ葉中のジノテフラン濃度の時期変化

濃度が検出限界以下の場合は0ppmとして作図した。試験区間で有意な差はなく ($p > 0.05$)、時期間では有意な差があり ($p < 0.05$)、交互作用に有意な差はなかった ($p > 0.05$) (繰り返しのある対応のある二元配置分散分析)。

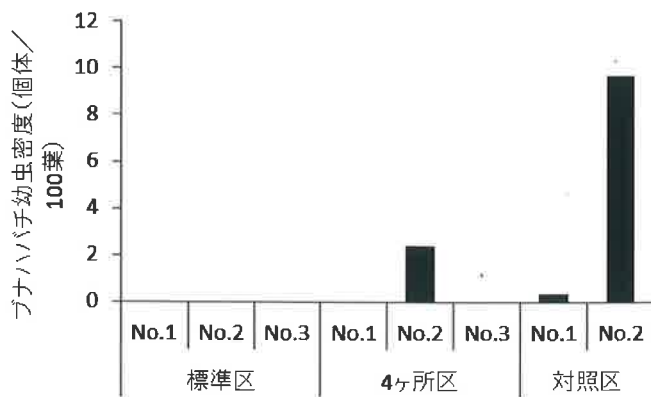


図-2 2014年5月28日のブナハバチ幼虫密度

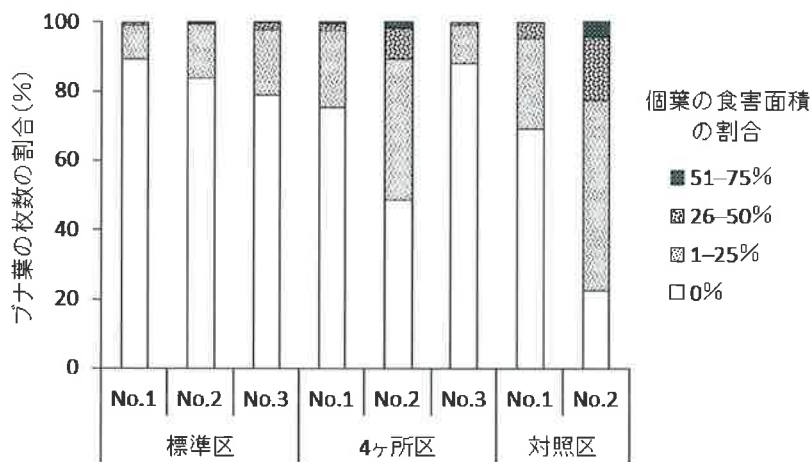


図-3 2014年6月20日のブナハバチによる葉の食害状況

配置分散分析の結果、薬剤濃度は試験区間では有意な差はなく ($p > 0.05$), 時間間では有意な差があり ($p < 0.05$), 交互作用に有意な差はなかった ($p > 0.05$)。

葉の変色や萎凋などの薬害症状は、調査期間を通じて全供試木、全個葉で観察されなかった。

(2) ブナハバチの幼虫密度と食害度

いずれの供試木でも採取葉に産卵の痕跡はみられたが、ブナハバチ幼虫は標準区では観察されず、4ヶ所区では葉の薬剤濃度が最も低いNo. 2のみで観察された(図-2)。対照区では2本とも幼虫が観察された(図-2)。幼虫密度は4ヶ所区No. 2が2.4、対照区No. 1が0.3でNo. 2が9.7(単位はいずれも個体/100葉)であった(図-2)。食害を回避した葉の枚数割合は、幼虫密度が最も高い対照区

No. 2で23%と最も低く、幼虫密度が次に高い4ヶ所区No. 2では49%と次に低く、低密度ながら幼虫が観察された対照区No. 1では69%となり、その他の薬剤を注入した供試木では75~89%となった(図-3)。幼虫密度と食害を回避した葉枚数の割合には有意な負の相関が認められた($r = -0.92, p < 0.01$)。

4. 考察

苗畑のブナ若木で高い防除効果が認められたジノテフランの樹幹注入(谷脇ら 2015)を現地のブナ成木に適用したところ、薬害症状などの樹体影響が現れることなく、ブナハバチ幼虫防除と食害の回避・軽減に効果があると考えられる濃度の薬剤が葉に到

達することが明らかとなった。

根部浸漬により植物に吸収させたジノテフランの半数致死濃度 (LC₅₀) は、アオムシ2齢幼虫が4.8ppm, コナガ2齢幼虫が2.8ppm, シルバーリーフコナジラミ幼虫が0.138ppm, ワタアブラムシ幼・成虫が0.108ppm, モモアカアブラムシ幼・成虫が0.04ppmとされる (三井化学アグロ株式会社 2000)。ブナハバチに対するLC₅₀は明らかではないが、5月に幼虫が確認されなかった供試木のなかで、薬剤濃度が最小であったのは4ヶ所区No. 1の2.69ppmであることから、これを下回る可能性がある。すなわち標準区では、防除効果を期待できる濃度の薬剤が注入後16日以内に樹冠に広く到達し、幼虫の摂食期が終わるまで効果が持続したと推測される。

4ヶ所区の供試木ごとの薬剤濃度のばらつきには、注入間隔の違いが影響したと考えられる。注入間隔40cmのNo. 1と37cmのNo. 2は薬剤濃度が低くなった。注入間隔10cmの標準区ではいずれの個体でも防除効果を期待できる薬剤濃度となっており、樹冠に広く薬剤を到達させるには注入間隔は小さいほうがよいことが分かる。

ブナハバチ防除のためには幼虫の摂食期に葉に薬剤の効果があることが必要だが、摂食期が終了し幼虫が消失した後は薬剤濃度が速やかに低下するのが望ましい。この点、8月には葉内での代謝分解によると考えられる薬剤の顕著な濃度低下がみられた。このときの最大の薬剤濃度である1.26ppmは、アオムシ2齢幼虫 (4.8ppm) やコナガ2齢幼虫 (2.8ppm) のLC₅₀ (三井化学アグロ株式会社2000) を下回るものであった。この濃度 (1.26ppm) は、シルバーリーフコナジラミ幼虫 (0.138ppm), ワタアブラムシ幼・成虫 (0.108ppm), モモアカアブラムシ幼・成虫 (0.04ppm) のLC₅₀ (三井化学アグロ株式会社 2000) を上回るものであったが、標準区でも供試木によっては0.04ppmとシルバーリーフコナジラミ幼虫やワタアブラムシ幼・成虫のLC₅₀を下回った。このように個体差はあるが8月の時点で薬剤の影響が緩和される濃度低下が生じている点は共通していた。

そして、ジノテフランは落葉期にあたる10月には

すべての供試木で検出限界以下となり、落葉を介した薬剤の土壌や水への流出は問題にならないことが明らかとなった。ジノテフランは既存のネオニコチノイド系薬剤より哺乳類や鳥類への毒性が低く、主要な代謝分解物にも殺虫、殺菌および除草活性は認められないので (三井化学アグロ株式会社 2000), 落葉を採食するニホンジカ (永田・岩岡 2011) などの動物に対する影響は一層低くになると考えられる。このように薬剤の効果は樹体内に限定され、環境への影響が極めて小さいことから、本手法のブナ原生林への適用可能性は高い。

ただし、5～6月の薬剤の効果を持続する期間に葉を利用する昆虫等や、それらを利用する捕食者や捕食寄生者等については影響が懸念されるため、特に自然公園の特別保護地区のように地域固有の多様な動植物が棲息する脆弱な自然環境が残された場所では、この点に配慮した施用方法を検討する必要がある (谷脇ら 2015)。例えば施用本数を極力減らし、対象木の選定にあたっては、食害の影響で枯れるリスクが高い地区 (鈴木ら 2016) や個体 (谷脇ら 2016b) を優先するが、開花・結実個体については花や堅果を利用する生物に配慮して施用を避けることなどが考えられる。

その際に重要なのは、現在の生態リスク評価の枠組みでは、化学物質の毒性の強さは「生物個体の生存や繁殖などに与える影響」を評価する半数影響濃度や無影響濃度を用いて表現されるが、実際に多くの人々がまもりたいと考えているのは個体群・種・群集・景観・生態系レベルでの“健全性”や“持続可能性”であり、個体レベルの保護ではない (林ら 2010) ということである。薬剤の効果は樹体内に限定することができる本手法の場合、単木的に施用している限り、薬剤の影響が懸念される範囲は、丹沢山地の連続したブナ原生林の拡がりのなかで極めて局所的であり、個体群・種・群集・景観・生態系レベルでの健全性や持続可能性を損なうとは考えにくい。ただし、具体的にどの程度の施用規模になると影響が出始めるかは不明であるため、これら生き物の保全とブナの保全とを両立することができる規模

や施用方法を注意深く見極める必要がある。実際に防除対策を展開するには、最初は少数の施用から始めて徐々に本数を増やしていき、様々な生物種を注意深くモニタリングして影響を評価していくなかで、特定の生物種に極端な個体数の減少が生じるなど異常が感知されればすぐに中止できる体制をとっていくことが求められるだろう。

5. おわりに

以上のように、現地のブナ成木の樹幹に注入したジノテフランの葉内濃度の季節変化を把握し、本手法が環境への負荷や樹体影響が小さいことから、ブナ原生林でも適用できる可能性が高いことが分かった。

防除効果については、今回の試験は幼虫数のみの調査で卵数やその後の死亡率を調査した訳ではないので、より具体的に評価するには、現地のブナ成木における卵や幼虫の死亡率を詳細に調査・解析する必要がある。注入孔は時間が経てば閉鎖し、材部に過度の変色拡大を生じさせることはないものの、長期的には腐朽の原因となる可能性があり、極力注入孔数を減らすことが求められる(谷脇ら 2015)。このため、防除効果が十分に発揮される最小の注入孔数を明らかにする必要がある。

薬剤注入の実用化に際しては、本薬剤をブナおよびブナハバチでも登録(適用拡大)する必要があるほか、特別保護地区などの自然度が高い場所でも問題なく使用していけることを科学的に示していく必要がある。したがって今後、防除を段階的に展開するにあたっては、ブナの保全と、薬剤注入の生物への影響を両立することができる事業規模を見極めていくための、モニタリング体制の構築が急務となる。モニタリング結果を踏まえて事業規模を見極めていくには、多様な視点で事業を評価する第三者委員会の存在が重要になるほか、自然公園法上の許認可審査は過度の事業拡大を抑止するのに有効に機能する。

引用文献

林 岳彦・岩崎雄一・藤井芳一(2010) 化学物質の生態リスク評価: その来歴と現在の課題. 日本生

態学会誌 60: 327 ~ 336

越地 正(2002) 丹沢山地におけるブナハバチ大発生経過とブナの被害実態. 神奈川県自然環境保全センター研究報告 29: 27 ~ 34

三井化学アグロ株式会社(2000) 農薬抄録(ジノテフラン, 平成12年8月22作成, 平成24年11月21日改訂), <http://www.acis.famic.go.jp/syouroku/di-notefuran/>, 2016.11.13閲覧

桃澤邦夫(1999) 三頭山ブナ林における昆虫被害とその影響について. 日林関東支論 50: 87 ~ 88

永田幸志・岩岡理樹(2011) 丹沢山地札掛地区におけるニホンジカ(*Cervus nippon*) 生息密度. 哺乳類科学 51: 53 ~ 58

野澤彰夫(2009) 栃木県におけるブナハバチによるイヌブナの食葉被害. 関東森林研究 60: 221 ~ 223

鈴木 透・谷脇 徹・山根正伸(2016) 衰退リスクから見たブナ林の再生優先地マップの作成. 神奈川県自然環境保全センター報告 14: 75 ~ 80

谷脇 徹(2015) 丹沢山地におけるブナハバチの大発生と防除法の開発. 森林防疫 64: 165 ~ 173

谷脇 徹・相原敬次・齋藤央嗣・山根正伸(2016a) 丹沢山地ブナ林の衰退要因とその複合作用. 神奈川県自然環境保全センター報告 14: 1 ~ 12

谷脇 徹・相原敬次・齋藤央嗣・山根正伸・伴野英雄・山上 明・谷 晋(2016b) 丹沢山地におけるブナハバチ対策. 神奈川県自然環境保全センター報告 14: 59 ~ 65

谷脇 徹・猪野正明・鶴田英人・齋藤央嗣・相原敬次・岡田充弘(2015) ブナ若木へのジノテフラン樹幹注入によるブナハバチの防除効果. 樹木医学研究 19: 139 ~ 148

谷脇 徹・山根正伸・田村 淳・相原敬次・越地 正(2012) 丹沢山地において大量発生したブナハバチ対策への取り組み. 神奈川県自然環境保全センター報告 9: 81 ~ 89

上田明良・小坂 肇・高畑義啓・矢部恒晶(2014) 平成25年の九州地域の森林病虫害発生状況. 九州の森と林業 108: 4 ~ 5

(2016.11.14受付, 2016.12.13掲載決定)

論文

潜在感染木とマツ枯れ防除戦略

二井一禎¹

1. 「潜在感染木」と「年越し枯れ」

“マツ枯れ”(=マツ材線虫病)においては、病原体のマツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*, 以下, ザイセンチュウ) に感染し発病した木が衰弱～枯死の過程で、揮発性の物質を放出する結果、性成熟した伝播昆虫、雌雄のマツノマダラカミキリ (*Monochamus alternatus*, 以下, マダラ) を誘引してしまい、彼らに産卵の場を提供し、翌年以降の感染源になるという被害拡大のメカニズムが知られている (Ikeda *et al.* 1980a, 1980b)。この衰弱、枯死木の中に“潜在感染木”が加わるとそれらが防除の網目をくぐり抜けるだけでなく、マツ枯れシーズン初頭に発病する場合には強力な誘引器としてマダラを呼び込むため、被害拡大はより深刻な影響を受ける。しかし、これまで潜在感染木については用語が明確に定義されておらず、それ以前から使用されていた“年越し枯れ木”との用語上の混乱が見られるため、被害拡大における“潜在感染木の役割”についての正確な理解を阻んできたように思われる。私自身も2003年に発表した論文 (Futai 2003) の中で、「無病徴感染木とはザイセンチュウを宿しながら針葉の萎凋とか褐変のような明らかな病徴を示さない木のことで、樹脂の滲出が停止していることも、していないこともある」と定義しているが、この小論で述べる潜在感染木とは微妙なズレがある。ここではまず、「潜在感染木」という言葉の定義を再検討してみたい。

インターネット上のフリー百科事典ウィキペディアで最新の「マツ材線虫病」の解説を調べてみると、「病徴と診断」の項に、「条件によっては典型的な経過とならず、樹脂滲出が止まっても外見が正常なまま翌年まで生存することがある。冷涼な地方ではこのような経過をたどる個体が温暖な地方より多い。

それらの個体は翌年の春から初夏に枯死して年越し枯れ木と呼ばれたり、さらに遅れて通常のマツ枯れシーズンに至って枯れて潜在感染木と呼ばれることもある」(Wikipedia, “マツ材線虫病”) という説明があり、エッ?と目が止まる。ここでは、年越し枯れ木と潜在感染木はともにマツ材線虫病に感染したその年には発病することなく、翌年に遅れて枯損する木のこと、年越し枯れ木は春から初夏、潜在感染木はさらに遅れて通常のマツ枯れシーズン(晩夏から秋)に枯れる木と説明されている。つまり、潜在感染木の「潜在」の意味は当年に枯死する多くの木に、前年の感染木が密かに混じっているから「潜在」と考えられたようなニュアンスである。しかし、これでは潜在感染木の本来の意味が大きく誤解されてしまう。このような解釈が拙書(二井 2003)の中で「発病が遅れて翌年のマツ枯れシーズンにまでずれ込む個体を潜在感染木と呼んで、他の年越し枯れ木と区別する」という私の不注意な類別に基づいているなら、私もこのような誤解が生じた責任の一端を負わねばなるまい。

「年越し枯れ木」という言葉はずいぶん昔から使われているが、それは感染時の条件によって、発病が遅れ、翌年になって発病する個体を意味する。その意味で、必ずしも春から初夏に時期が限定されているわけではない。言い換えれば、元来は、感染した当年に枯損する「当年枯れ木」と区別するため、翌年までその枯れがずれ込む個体を「年越し枯れ木」と呼んでいたのであろう。春から初夏に枯損した木に限って「年越し枯れ木」と呼ぶようになったのは、それ以降に発病・枯死する「年越し枯れ木」は、新たに感染し、枯死する「当年枯れ木」と区別できなかったためであろう。

一方、「潜在感染木」というとき、そこには本来、

Control strategy of pine wilt disease, targeting asymptomatic carrier trees

¹FUTAI, Kazuyoshi, 京都大学名誉教授, 同志社大学講師, サンケイ化学技術顧問

感染や発病、枯死などの時期の遅速の意味は含まれていない。そこで、「潜在感染」の原義を医学分野に探ってみると、潜在感染は“潜伏感染”（英語ではlatent infection）とも呼ばれ、潜在感染している人（英語ではlatent carrierとかasymptomatic carrier）は感染症の感染源として集団の中に感染症を密かに広げる因子として重要視されている。ただ、その定義は出典により微妙な違いがあり、例えばウィキペディアでは「潜伏感染とは臨床的に認められる症状を示さず、体内に病原体が存続している状態」（Wikipedia “潜伏感染”）と、症状の無いことを定義に含めているが、世界大百科事典では「顕性感染、不顕性感染を問わず、生体に病原微生物の感染が成立した後、長期間にわたって病原体と宿主生体との間に平衡関係が保たれている状態」（世界大百科事典第2版“潜伏感染”）と、症状の有無は潜伏感染の条件には入れていない。それでは医療の現場ではどのように捉えられているのだろうか。具体例としては、潜伏感染が病気の伝染に大きな影響を与える“結核”の例が参考になる。神戸市保険福祉局が出しているサイトに「よくわかる潜在性結核感染症」という解説記事（神戸市保健福祉局 2012）がある。その冒頭に「潜在性結核感染症って、なに？」という項目があり、そこでは「結核菌」に「感染」しているけれど「発病」はしていない状態のことを「潜在性結核感染症」といいます、と簡潔に定義されている。やはり、症状の無いことが診断や治療に影響してくるから重要とみなされている。以上を総括すると、潜在感染とは「生体に病原体が感染後、病原体と宿主生体との間に平衡関係が保たれているため、発病していない状態」と定義するのが正しい解釈だろう。つまり、「潜在（伏）感染」とは感染後、発病していない「状態」を表しているのだ。そして、この定義はまた、樹木の病気、マツ枯れにも適用可能なものだと考える。

2. 「発病」の定義の難しさ

それでは、これで「潜在感染」のことが理解できたかというところ、すぐに次のような疑問が湧いてくる。

そこで言う「発病」とは何をもって「発病」と判断すればよいのか、という素朴な疑問である。医学を離れて、マツ枯れに限ってこの「発病」について考察してみよう。

肉眼的に萎凋症状（針葉変色）が現れてくる時は、病気は末期状態かすでに枯死しているから、針葉変色をもって「発病」と考えるのは間違いである。しかし、一般にはこれを「発病」と捉えている人が多く、マツ枯れの本質を見誤ることになる。それでは、何をもって「発病」とすれば良いか。マツ枯れに限らず、また、植物の病気に限らず、病原体に感染すると、宿主の組織は、様々な生理作用を通して、この侵入した異物を殺したり、除去したりしようと反応する。これが動的抵抗反応で、植物の場合、異物侵入に対する最初の動的抵抗反応は、活性酸素の放出（オキシダティブ・バースト）によると考えられている（道家 1999）。

マツ枯れにおいてもサイセンチュウが侵入した組織の柔細胞がこの反応を示し、結果的に組織の小さな壊死が起こる。試しに線虫の侵入部位近くの若い枝を切断してみると良い。樹脂道の周辺組織などに小さな褐色の斑点を見ることができるといえる。このような組織レベルの防御反応が局所に限られているうちはまだ発病しているとは呼べない。これらの抵抗反応に費やすエネルギーが大きくなり、樹体全体の生理が異常になり衰弱し始めると、樹脂滲出の低下が起こる。したがって、発病のより初期の指標が明確になっていない現状では、樹脂滲出の低下をもって早期の発病の指標と考える既往の診断法は十分に理に適っており、また実用的でもある。ただ、樹脂滲出低下や一時的な滲出停止は必ずしも枯死に直結せず、時には樹脂滲出が復活することもあるので、発病状態にあるとはいえるが、不可逆的な枯死過程だと考えるのは間違いであろう。

病徴が進行すると、水分の通り道である仮道管に隣接する放射柔細胞でも変性が進み、その内容物が仮道管に流入してその狭窄部、壁孔膜に付着することにより水分通導を阻害したり、壁孔膜の通導調節機能が損なわれたりすることにより（Nobuchi *et*

al. 1984; 原・二井2001) 宿主マツを萎凋症状に導く。すなわち外見からも明瞭な針葉変色という症状が現れることになる。

ただ、このような水分生理の異常はむしろ発病の原因と言うよりその結果と考えられる。ましてや、その最終段階に現れる針葉変色(萎凋症状)は発病の結果以外の何物でもないので「発病」の指標とするのは適切ではない。やはり、現状では樹脂滲出低下をもって「発病」の指標とするのが妥当であろう。つまり、マツ材線虫病の「潜在感染状態」を便宜的に定義するなら、「線虫がマツ樹体内に存在しているが、宿主マツ抵抗性とザイセンチュウの病原性が平衡状態にあるため樹脂は正常に滲出している状態」と言えるかもしれない。

ザイセンチュウが媒介者、マダラの後食痕からマツ組織内に侵入した時点で「感染」が成立し、潜在感染期間を経て「発病」に至る。普通、潜在感染期間は短く、感染後1ヶ月ほどで発病し、夏季のうちに枯死し、針葉に変色が現れる(図-1)。しかし、針葉に変色が現れる(枯死)時期が秋から冬期、さらには翌年以降に持ち越す、いわゆる「年越し枯れ」が発生することがある。なぜ、針葉変色の時期にこのような遅速が生じるのだろうか。一つには、これまでも言われてきたように、東北地方や標高の高い長野県のような寒冷地域では、温量不足のためザイセンチュウの成長や増殖、行動が制限を受けるためである。また、低温が感染したマツの病状進展を遅らせる点も忘れてはなるまい。さらに、宿主マツの抵抗性にも、また線虫の病原性や感染時の個体数にも、多様性があることが潜在感染期の長さ(感染から発病までの期間)に差異をもたらす可能性がある。このような理由で発病時期が遅れたり(図-2-1)、発病後であっても病状の進展が遅れたり(図-2-2)することにより、マツ樹の生理活性の低下時期(冬季休眠期)と重なると、「年越し枯れ木」発生の原因となる。

このように、春先に針葉が健全に見える感染木の中には発病前の潜在感染木と、発病後、病状の進展が遅れた木が含まれる。また、後者には病状が軽微

で回復可能なものと、既に枯死に向かって回復不能の病状をたどっているものが混じっていると考えられる。これら無病徴感染木の3つのステージは限りなく連続的なので、それぞれを峻別することは現時点ではできない。しかし、一つの指標は樹脂滲出の状態、春先になって、1ヶ月以上も樹脂滲出が停止している個体は枯死していると判断して大過はないと思われる。

3. 潜在感染木の野外での存在率

野外において一体どれほどの木が潜在感染状態にあるのかについては、いくつかの報告例がある。私たちも、ザイセンチュウに固有のDNAを標的にした検出法をいち早く開発し(Takeuchi *et al.* 2005, Takeuchi and Futai 2009)、その実態解明に乗り出した(Takeuchi and Futai 2007)。鳥取県(クロマツ林)と石川県(アカマツ林)で実施した調査の結果、外見が健全なマツの28~43%からザイセンチュウ陽性の答えが得られた。ただ、ここで用いた方法では、標的とする線虫の生死に関わらずこの線虫のDNAを検出してしまふ。従って、陽性を示した木の全てにザイセンチュウが生息しているとは言えないが、少なくとも陽性を示した木には線虫が感染していたことはまちがいない、潜在感染状態にあったと言える。その後、同じ方法を用いて京都のアカマツ林で実施した例ではその比率は80%を超え、ほとんどのマツが潜在感染木化していた。

この3例の潜在感染木の比率の違いは、マツ枯れが侵入してからの被害経過や防除履歴の違いに求めることができるかもしれない。京都のアカマツ林では枯死木を毎年完全駆除しているが、殺虫剤の予防散布は一切行われておらず、周辺の間々には枯死木が放置されていた。鳥取県の海岸クロマツ林についても、マツ枯れ防除体制は京都とよく似たものだが、周辺のマツ林には殺虫剤の散布が行われていた。石川県のアカマツ林は激害地から比較的遠く、新たに被害が侵入してきたと思われる林分であった。私たち以外にも秋田(Hoshizaki *et al.* 2015)と静岡(未公表)で潜在感染木の調査が行われているが、いず

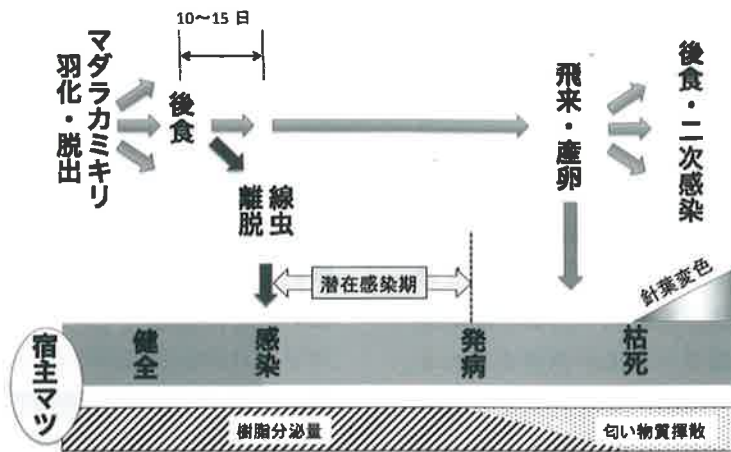


図-1 感染, 発病, 潜在感染と病状進展の関係

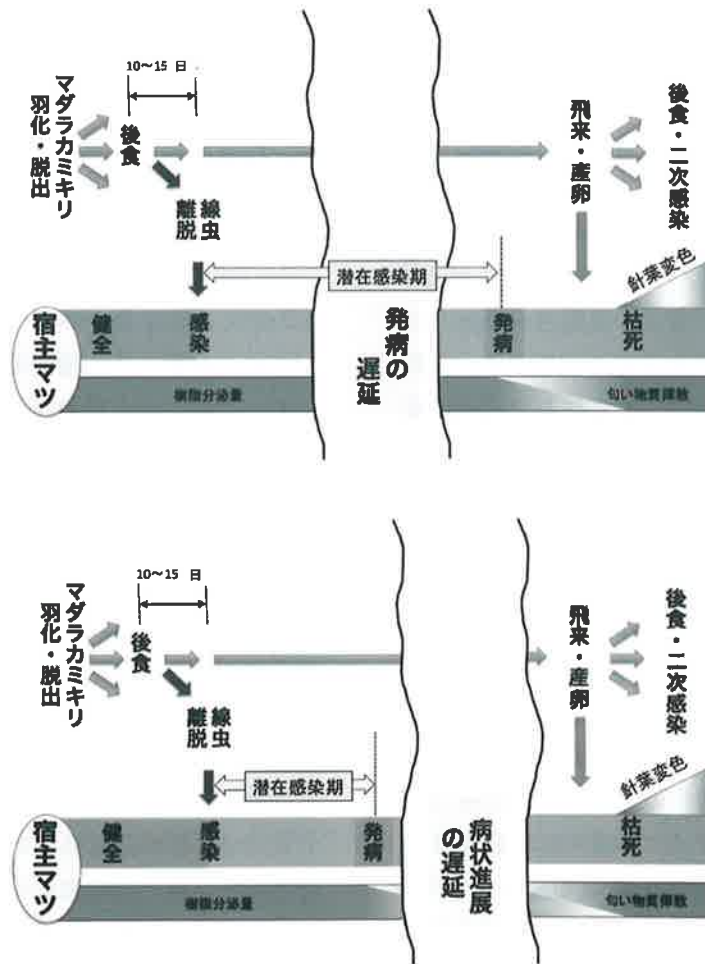


図-2 年越し枯れが発生するメカニズム

1. 宿主マツの冬季休眠により発病が遅延する場合
2. 宿主マツの冬季休眠により発病後の病状進展が遅延する場合

れもその率は30%程度であった。

このように潜在感染木の比率は想像以上に大きなものであったが、上述したとおり、現在用いられているザイセンチュウのDNAを標的にした方法では死んだ線虫体内のDNAも、死んだ線虫の体内から遊離したDNAも検出してしまうため、生存線虫の存在率を見誤る恐れがある。そして、潜在感染木のうち、遅れて発病し、被害の再発と進展を誘発するのはザイセンチュウが生息する潜在感染木であるから、生存線虫だけを検出する改善法が必要だが、これもすでに開発されている (Leal *et al.* 2014) ので、このような新しい検出法の普及が待たれる。

もう一点、現在市販されるようになったザイセンチュウ検出キットの性能も含めて、ザイセンチュウのDNAを標的にした検出方法の問題点を挙げるなら、この方法では、検査試料は巨大なマツ樹のごく一部を用いて行われるため、陽性の結果が出た場合は間違いなくそのマツにザイセンチュウがいるか、いたことを証明しているが、結果が陰性の場合にはザイセンチュウがその少量の試料の中にいなかったことしか証明できず、樹体全体がザイセンチュウに感染していないことは証明できない点である。したがって、DNAを標的にした検出方法で得た潜在感染木の比率は“最低でも”これくらい潜在感染木が存在するという目安にすぎない。

4. 潜在感染木の治療の可能性

潜在感染木が感染後、発病していない状態の木とするならば、このような個体を治療することはできないだろうか。答えから述べると、それは可能だと考える。樹幹注入剤は樹体内に感染したザイセンチュウの行動を阻害し、増殖を抑制することにより健全木をマツ枯れから守ろうという薬剤であるが、このような薬剤をザイセンチュウにすでに感染したマツ (潜在感染木) に注入するという小さな実験で、発病を未然に防ぐことに成功したからである (二井ら 未公表)。

この方法により、潜在感染状態にあたり発病後まだ生理的障害が軽微なマツを回復させることは可

能だと考えられるが、生理的な障害が深刻化し、不可逆的な枯死過程に進行してしまったマツを回復させることは不可能である。しかし問題は、このような枯死過程にある木が、発病していない潜在感染木や発病後まだ生理的障害が軽微な木と外見的には区別がつかない点である。そのため、このような樹に樹幹注入剤を使用した場合、その木が枯れて樹幹注入剤の使用が無駄になる恐れがある。そこで、これまでは治療目的には樹幹注入剤の利用は控えられてきた。樹幹注入剤処理した樹が枯損した場合、賠償問題が発生することを恐れてのことであろう。もちろん、針葉変色のように明らかに枯死過程にあるものを治療することは不可能であるが、潜在感染木のうち、発病していない個体や発病後間もない個体への樹幹注入剤処理は治療効果を発揮することが期待できる。しかも、この方法を貴重な庭園樹に用いるのではなく、山地のマツ林のマツ枯れ防除対策の一環として用いる場合には、万一樹幹注入剤処理木に枯死が発生しても、その数は潜在感染木に対して樹幹注入剤を用いない場合よりはるかに少数であろうから、被害進展は効果的に抑制でき、以後の対処が容易になるものと考えられる。

5. マツ枯れ防除の盲点となっている「潜在感染木」

マツ枯れが初めてあるマツ林に発生する場合を考えてみよう (図-3 Stage 1,2)。それぞれの地域でマダラが羽化・脱出するには、それ以前に十分な温量が必要であるから、早くても春の終わりから夏のはじめ頃になる。羽化・脱出したマダラからザイセンチュウが離脱しはじめるのは、さらにそれから7~10日後だと考えられている。感染後、発病して生理的に衰退が進行し、樹脂停止やテルペン、アルコールなどのガスを揮散させ始めるにはさらに1か月以上の時間が必要であろう。したがって、約3週間の後食期間を経て性成熟した雌雄のマダラが、全く新たに健全なマツ林に飛来した場合、産卵可能な衰弱木が存在しない期間が続く。おそらくこの間は雪折れや被圧など他の原因で衰弱し樹脂停止を起

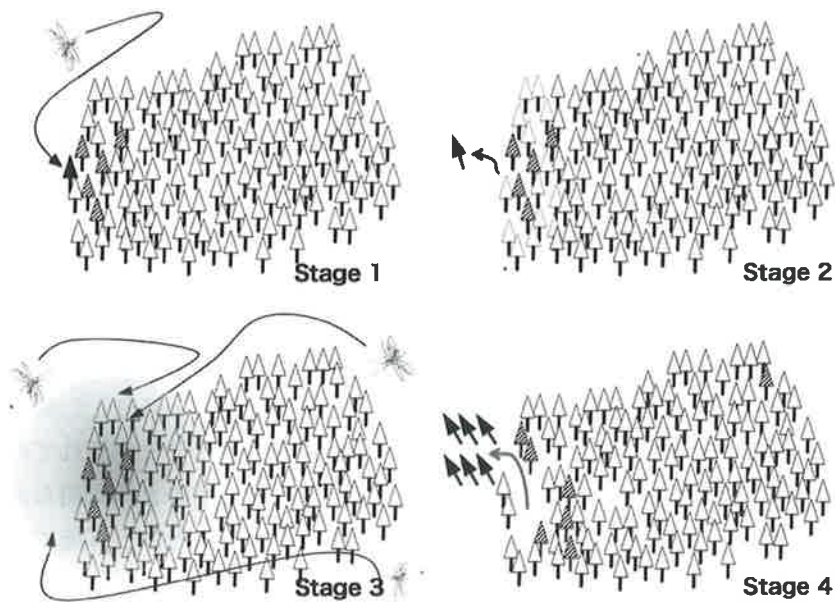


図-3 潜在感染木による枯死木除伐後の被害再発

Stage 1 : マダラがマツ林に飛来し、1本の木を枯らす(黒)。さらに周辺の木に移動し、少数のザイセンチュウを感染させるため、これらの木は潜在感染木化(斜線)する。
 Stage 2 : 枯死木(黒)は除伐されるが、潜在感染木は林内に残る。
 Stage 3 : 翌年の晩春～初夏に潜在感染木は発病し、揮発性のガスを発散する。これに誘引されたマダラがこの林分に飛来する。
 Stage 4 : 枯死木は除伐され林外に持ち出されるが、林内には多数の潜在感染木が残る。

こしている樹やその枝などを対象に産卵を行っているものと考えられる。このようにマダラ侵入初期のマツ林ではマダラの産卵対象となる資源が限られているから、その個体数の増加はきわめて緩やかなものであろう。しかし、いったんマツ枯れが始まると、マダラの個体数増加は加速する。それは、次に述べる潜在感染木の効果による。

潜在感染木はそれまで保たれていた宿主マツの抵抗性とザイセンチュウの病原性のバランス状態が崩れることにより発病する。このようなバランスを崩す要因としては、高温や乾燥により、宿主マツが水分ストレスを受けたり、高温により、ザイセンチュウの個体数増加が加速されたり、あるいは新しいシーズンになって飛来したマダラによりザイセンチュウの感染が追加されたりすることなどが挙げられる。夏季のはじめにこのような条件がそろうため、年を越した潜在感染木のうち枯死に向かって不可逆的な衰弱病状をたどっているものは、年越し枯れ木としてシーズンの最初に萎凋する。その際、盛んに誘引

物質(エタノールやテルペン類)を揮散させるので、その林分の内外からマダラを誘引し、産卵の場を提供する。また、マダラが後食を継続するため周辺の健全木に徘徊飛来することにより、新たな感染木を生み出すことになる。したがって、枯死木を皆伐して林内からマダラが発生する恐れがなくなったはずの林分にも潜在感染木が残っていると、これらがマダラの産卵誘引源となって被害の再発を招くことになる(図-3 Stage 3)。

産卵のために飛来する時点でマダラが保持する線虫数は減少しているであろうが、後食は周辺の健全木を利用して継続されるので、これらの木が感染することになる。ただし、侵入する線虫数は低密度であることが多いため、潜在感染状態になる可能性が高い。このようにして林内に潜在感染木が増えてくると、マダラには十分に後食して生殖腺が発達した時点ですでに産卵対象の衰弱木が豊富に用意されることになり、その密度の急増をもたらす(図-3 Stage 4)。

6. 潜在感染木も視野に入れた防除法

マツ枯れの病原体が明らかになり、さらにその媒介者が解明され、マツ枯れの感染鎖がほぼ解明された1972年以来、媒介者に焦点を絞った殺虫剤の空中散布法が励行されてきた。しかし、効果的と思えるこの方法も、周辺住民の健康への影響などを懸念する声に実行が縮小、廃止傾向にある。代わって登場した、サイセンチュウを標的にした樹幹注入剤は、庭園やゴルフ場、海岸保安林など重要なマツ林に用いられ、その保護に大きな役割を果たしてきた。しかし、その薬価は高く、山野に広がる大量のマツ林に適用するには限界がある。また、この方法は人力による単木処理法であるから、林地における施用には多くの労働力と熟練が必要とされ、ごく一部を除き、広汎な実施が見送られてきている。

しかし、防除対象に潜在感染木をも組み入れた防除を実施することにより被害の沈静化、被害拡大の阻止が可能になると考えられる。そのために必要な防除法の基本プランを示すと、

- (i) 枯死木の徹底駆除
- (ii) 秋（冬季休眠前）の樹脂調査→樹脂異常木にはマークをする
- (iii) 翌年春先（冬季休眠後）の樹脂調査
 - この際、(ii)の段階で樹脂異常を起こしている、(iii)の段階で樹脂滲出停止していたものは枯死過程にあるものと判断し除伐する。
 - 一方、この段階で初めて樹脂滲出の異常が見つかったものはまだ回復可能と考え、樹幹注入剤の施用対象とする。（ただし、その後枯れる可能性はゼロではないから、マークして経過観察）。
- (iv) (i)と(iii)の除伐後も、生残木が多数の場合：前年枯死した木の伐根と、樹脂停止し衛生伐された木の伐根の周囲半径10m以内のすべての生残木に樹幹注入剤施用。その時期は春の樹脂調査の直後とする。
- (v) 生残木が少数の場合：全生残木に樹幹注入剤施用。

この方法では2回の樹脂調査を実施するため余分

の経費がかかるが、これを実施することにより、大量の枯死木の追加発生を防げるので、枯死木の駆除に要する費用を大幅に削減できる。また、シーズン初めの年越し枯れを防ぐことができるので、新たなマダラの飛来を防止でき、被害の進展を食い止めることが可能となる。

7. 最後に

日本各地のマツ林保護において常に問題になるのは予算の不足である。しかし、ここまで被害が広がる前に適切な処置が講じられれば予算の制約の範囲内で防除が可能な時期があったと思われる。過去のことを言っても仕方がないが、私が潜在感染木のことを論文や著作として発表したのは2003年。学会などで発表したのはそれ以前のことである。研究面に限らず、研究成果の周知にもっと力を注ぐべきであったと悔やまれる。マツ枯れ防除の難しさは周辺のマツ林にマツ枯れが初めて発生した時に見逃されることが多く、その間に潜在感染木が増加してしまう点にある。多数の樹が枯れ始めてことの深刻さに気付かされるが、被害はすでに限られた予算では制御が困難な激害状態に入っていることが多い。流行病は水際で徹底防除することこそ合理的なのだが、現実にはそれを励行することは難しい。枯死木の処理（伐倒、搬出、燻蒸、焼却やチップ化など）に要する膨大な費用と、枯死によって生じるみすぼらしい景観を考えると、潜在感染木をも対象とした予防的で徹底した防除対策が何よりも必要であることを訴えざるをえない。

引用文献

- 道家紀志 (1999) 植物の感染・ストレス応答におけるオキシダティブースト 防御応答のための緊急シグナル. 化学と生物 37: 800 ~ 806
- Futai K (2003) Role of asymptomatic carrier trees in epidemic spread of pine wilt disease. J For Res 8: 253 ~ 260
- 二井一禎 (2003) マツ枯れは森の感染症－森林微生物相互関係論ノート－. 文一総合出版, 東京

原 直樹・二井一禎 (2001) マツノザイセンチュウ感染によるクロマツ木部放射柔細胞の変化と周辺仮道管への影響. 日林誌 83 : 285 ~ 289

Hoshizaki K, Matsushita M (2015) Localized within- and between-tree variation in nematode distribution during latent state of pine wilt disease makes the disease status cryptic. For Pathol 46: 200 ~ 205

Ikeda T, Enda N, Yamane A, Oda K, Toyoda T (1980a) Attractants for the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae). Appl Entmol Zool 15: 358 ~ 361

Ikeda T, Oda K, Yamane A, Enda N (1980b) Volatiles from pine logs as the attractant for the Japanese pine sawyer *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae). 日林誌 62 : 150 ~ 152

神戸市保健福祉局 (2012) よくわかる潜在性結核感染症 <http://www.city.kobe.lg.jp/life/health/infection/tb/senzaisei.pdf>, 2016.10.4参照

Leal I, Allen E, Foord B, Anema J, Reisle C, Uzunovic A, Varga A, James D (2014) Detection of living *Bursaphelenchus xylophilus* in wood, using reverse transcriptase loop-mediated isothermal amplification (RT-LAMP). For Pathol 45: 134 ~ 148

Nobuchi T, Tominaga T, Futai K, Harada H (1984)

Cytological study of pathological changes in Japanese black pine (*Pinus thunbergii*) seedlings after inoculation with pinewood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*). 京都大学農学部演習林報告 56 : 224 ~ 33

世界大百科事典 第2版 (2016) 潜伏感染. <https://kotobank.jp/word/潜伏感染>, 2016.10.4 参照

Takeuchi Y, Futai K (2007) Asymptomatic carrier trees in pine stands naturally infected with *Bursaphelenchus xylophilus*. Nematology 9: 35 ~ 41

Takeuchi Y, Futai K (2009) Diagnosis and quantification of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhrer), in wood of *Pinus thunbergii* with real-time PCR. Nematological Research 39: 9 ~ 16

Takeuchi Y, Kanzaki N, Futai K. (2005) A nested PCR-based method for detecting the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, from pine wood. Nematology 7: 775 ~ 782

Wikipedia・フリー百科事典 (2016) マツ材線虫病. <https://ja.wikipedia.org/wiki/マツ材線虫病>, 2016.9.29 参照

Wikipedia・フリー百科事典 (2016) 潜伏感染. <https://ja.wikipedia.org/wiki/潜伏感染>, 2016.9.29 参照
(2016.10.16受付, 2016.12.27掲載決定)

論文

田舎の集落で放育されているイエネコ (*Felis catus*) の隣接する森林への進入状況

笠このみ¹・畑 邦彦²・曾根晃一³

1. はじめに

イエネコ (*Felis catus*; 以下 ネコ) は、今から4000～5000年前の古代エジプトにおいて、収穫した穀物を食い荒らすネズミを駆除するために、リビアヤマネコ (*Felis lybica*) を家畜化したものであるとされ、このことは分子生物学的検証からも確認されている (Serpell 1998)。ネコは、もともと日本に生息していた動物ではなく、人間によりヨーロッパや中国に持ち込まれ、日本には少なくとも1000年前に中国から渡ってきたと言われている (山根 1996)。このように、ネコは長い歴史の中、人と共に生きてきた。一般的には、ネコのうち人間が飼養しているものを「飼いネコ」、飼養はされていないが、人間生活に餌や住処等を依存しているものを「ノラネコ」、人間生活に依存せず生活しているものを「ノネコ」と呼びわけている (城ヶ原ら 2003)。

これまで、オーストラリアでは野生動物を狩って生活する「ノネコ」は確認されていた (Jones and Coman 1982) が、日本では、野山で小型の野生動物を狩るなどして、人間の生活環境にほとんど、あるいはまったく依存しない「ノネコ」は、ほとんど存在しないとされていた (山根 1996)。しかし、「ノネコ」に限らず、集落内において放育されているネコも、全ての餌資源を人に依存することはむしろ希で、捕食行動が見られる (Webber and Raily 1998)。そのため、ネコは自らの活動範囲内において、多くの哺乳類、鳥類、両生類、爬虫類、魚類、そして無脊椎動物を狩り (George 1974; Woods *et al.* 2003; Loss *et al.* 2013; 金ら 2014など)、アメリカ合衆国やイギリスでは、毎年1億から数百億個体の野生動物がネコにより狩られていると推定されている (Woods *et al.* 2003; Loss *et al.* 2013)。これらの

ことは、ネコは上位の捕食者として、地域の生態系に著しい影響を与えうることを示唆している。これまでに、ニュージーランドでは、ある地域のウサギがネコによりほぼ絶滅させられ (Flux 2007)、アメリカ・イリノイ州南部では、25エーカーの土地で、そこに生息する猛禽類の餌となる哺乳類を多数殺傷し、猛禽類の繁殖に多大な影響を与えたといった事例が報告されている (George 1974)。

特に、島嶼のような隔離された環境下では、野生化したネコによる捕食がそこに生息する動物に与える影響は大きく、既存種の存続を危うくする事態が生じる可能性が危惧されている。ニュージーランドでは、飼いネコがスティーブ島のスチーフンイワサザイ (*Traversia lyalli*) の絶滅の主な原因といわれ (Galbreath and Brown 2004)、わが国においても、小笠原諸島ではオナガミズナギドリ (*Puffinus pacificus*) やカツオドリ (*Sula leucogaster*) などの海鳥の繁殖が妨げられ (堀越ら 2009)、奄美大島のアマミノクロウサギ (*Pentalagus furnessi*) (船越ら 2007) や沖縄島北部のやんばる地域のオキナワトゲネズミ (*Tokudaia muenninki*) やノグチゲラ (*Sapheopipo noguchii*) などの希少種の脅威となっている (城ヶ原ら 2003)。

これまで、ネコがかなりの頻度で林内に出没しているという認識はあまりなかった (北垣ら 2012)。しかし、野幌森林公園において、野生動物を対象に行った自動撮影装置を用いた調査では、ネコが頻繁に撮影され、2006年9月～2014年10月の間に少なくとも28個体以上が林内を利用し、同時期に最大7個体以上が林内を利用していた (渡辺 2015)。また、GPS発信機を装着したネコの行動範囲の調査から、飼いネコも周囲の森林へかなりの頻度で進入してい

Ingress of free-ranging domestic cats (*Felis catus*) into a forest adjacent to a settlement

¹KASA, Konomi, 鹿児島大学農学部森林保護学研究室; ²HATA, Kunihiro, 鹿児島大学農学部森林保護学研究室;

³SONE, Koichi, 鹿児島大学農学部森林保護学研究室

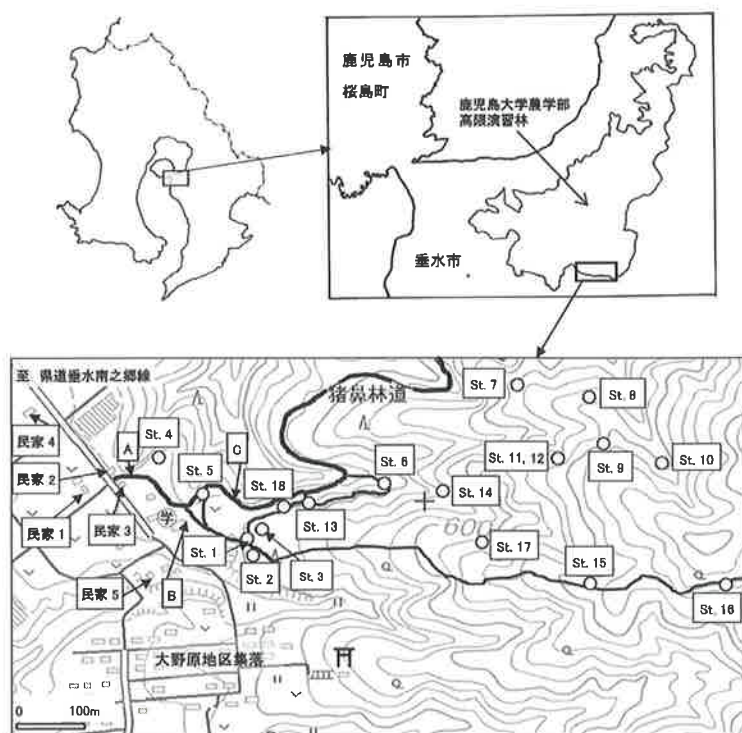


図-1 調査地とカメラステーションの配置

St.1からSt.16に向かう黒の実線は調査用の歩道, St.5, St.1, St.18, St.13, St.6をつなぐ黒の実線は自然観察会や環境教育の実践で使用される遊歩道。
 ◎は大野小・中学校跡地, A, B, Cは民家以外のネコの目撃地点。

ることが明らかになってきている (Gitlin 2013)。

言うまでもなく、生態系においてネコは捕食者としての役割を担い、小型の動物のみならず、中型の哺乳類や鳥類の狩りを試みている (金ら 2014)。そのため、集落に暮らすネコが集落周辺の里山に頻繁に進入するならば、ネコは里山の生態系に対して著しい影響を与える可能性がある。地域の自然環境や生物多様性保全の面から価値が見直されている里山 (林野庁 2016) の適正な管理のために、そこでのネコの捕食者としての影響を明らかにすることはきわめて重要である。そこで、ネコの影響を知る第一歩として、自動撮影装置を用いて、田舎の集落で放飼されているネコの、隣接する林内への進入状況を調査した。

2. 調査地および調査方法

調査は、鹿児島県垂水市に位置する鹿児島大学農学部附属高隈演習林第104林班 (以下 演習林) (北

緯 $31^{\circ} 31'$, 東経 $130^{\circ} 46'$) とその西側に隣接する大野原地区の集落で行った (図-1)。県道垂水南之郷線から分かれ、大野原地区に向かって南に延びた道路に沿って、1軒の牛舎と9軒の民家が点在し、旧大野小・中学校の跡地 (以下 学校跡地) がある。その南の一面に、20戸余りの民家が存在している。民家2と3の間から、猪鼻林道が演習林内に延びている。また、環境教育等の行事で使用されている学校跡地から、道幅が1.5~2mの遊歩道が林内に設定され、自然観察教室等のイベントで利用されている。また、学校跡地から尾根に沿って、調査に使用するための道幅約1~1.5mの歩道が続いている。

今回、集落に近い演習林において、St.1~18の計18カ所のステーションを設けた (図-1)。そのうち、St.1, 5, 6, 13, 15, 16, 18は、林道または歩道沿いに、それ以外は林内に設置した。ステーションの設置場所の状況とそれに基づく区分を表-1に示す。St.1~5を設置したスギ人工林は、約40年

生で、林冠は閉鎖していた。St.1～3とSt.5では、下層にダイミョウチクが密に叢生し、林床植生は極めて貧弱であった。しかし、イノシシが頻繁にやってきて、タケノコを至る所で掘り返していたので、林内では開けた空間が連続して存在していた。St.4では、ダイミョウチクは生育しておらず、シロダモが優占する下層植生は貧弱で、林床にはオシダやヤブミョウガが生育していたが、被覆率は10%程度と低かった。St.7～10を設置したヒノキ人工林は90年生の林冠が閉鎖した林分で、林内にはヒサカキ、ハイノキ、イヌガシ、シロダモ、イスノキなどの低木がまばらに見られた。林床にはリターが堆積しているだけで、ほとんど植物は生育していなかった。St.6とSt.11～18を設置した約90年性の常緑広葉樹林では、マテバシイが優占し、アカガシ、ウラジロガシ、スタジイ、ヤブニッケイ、シロダモ、タブノキ、イスノキなどが林冠を構成していた。低木層や林床植生の発達が悪く、それぞれサカキ、ヒサカキ、イスノキ、ミヤマシキミ、シロダモなどの低木とアリドオシ、コンテリギなどが点在していた。以上のことから、ダイミョウチクが叢生していたSt.2と3でも、ネコの移動が著しく妨げられることはなく、それ以外のステーションではネコは楽に移動できたと考えられた。

各ステーションに赤外線センサーつき自動撮影カメラ(Fieldnote II, II a, Fieldnote DS1000, DUO, 麻里府商事, 岩国市)またはビデオカメラ(SG560K-8mHD, BMC)を設置し、2015年4月1日～2016年4月30日まで撮影を行った。全てのカメラを設置後、2週間～3週間ごとにフィルムまたはSDカードの残量、及びカメラの電池の残量を確認し、必要に応じて交換した。撮影された個体の撮影日時、撮影場所、毛の色、目の色、尾の長さなどの身体的特徴、撮影時の移動方向について記録した。その際、毛や目の色や尾の長さ、個体のサイズ、住民への聞き取り調査によるネコの特徴をもとに、個体識別を試みた。

今回データの集計に際しては、同一個体が30分以内に連続して同じ状況で撮影された場合は、撮影回数を1回とした。ただし、同一個体が30分以内に撮

表-1 自動撮影カメラ設置地点周辺林相と区分

St.	林相	区分
①	スギ人工林	集落側, 道沿い
②	スギ人工林	集落側, 林内
③	スギ人工林	集落側, 林内
④	スギ人工林	集落側, 林内
⑤	スギ人工林	集落側, 道沿い
⑥	常緑広葉樹林	集落側, 道沿い
⑦	ヒノキ人工林	森林側, 林内
⑧	ヒノキ人工林	森林側, 林内
⑨	ヒノキ人工林	森林側, 林内
⑩	ヒノキ人工林	森林側, 林内
⑪, ⑫	常緑広葉樹林	森林側, 林内
⑬	常緑広葉樹林	森林側, 道沿い
⑭	常緑広葉樹林	森林側, 林内
⑮	常緑広葉樹林	森林側, 道沿い
⑯	常緑広葉樹林	森林側, 道沿い
⑰	常緑広葉樹林	森林側, 林内
⑱	常緑広葉樹林	森林側, 道沿い

影された場合でも、撮影個体の進行方向が異なっていた場合は、それぞれを1回としてカウントした。また、同時に複数個体が撮影された場合は、撮影された個体数を撮影回数とした。また、カメラ間や月ごとで稼働日数が異なっていたので、100稼働日数あたりの撮影回数(撮影頻度)を算出した。フィルム切れや電池切れ、シャッターが作動しないなどの故障が発生したカメラについては、カメラが稼働しなくなった日を特定できなかった。そこで、最後に撮影された日から交換日までの中日まではカメラが正常に作動していたとして、稼働日数を計算した。カメラ設置場所の環境がネコの撮影状況に与える影響を明らかにするために、集落からの距離が400m未満のステーションを集落側(St.1～6, 13, 18)とそれ以上離れていた森林側(St.7～12, 14～17)とし、それぞれを道沿いと道から外れた林内に区分した(表-1)。そして、撮影頻度を集落側と森林側、撮影回数が多かった集落側のステーションを道沿いと道から外れた林内のステーション間で、Mann-WhitneyのU検定を用いて比較した。

また、調査中にネコを目撃した場合、目撃日時、

目撃場所、目撃した個体の特徴などを記録した。

3. 結果

今回、集落で昼夜を問わず自由に野外で活動しているネコで、毛の色が白黒のまだらが9個体、黒が6個体、シャム系が4個体、白と灰色のまだら、クリーム色、茶色のトラ模様、こげ茶のトラ模様各1個体の合計23個体が識別できた。表-2にそれぞれの個体の毛の色などの特長、親子関係、採餌していた民家、人へのなれ具合を示す。民家1を餌場としているネコは、No.1, No.2, No.3, No.5, No.7, No.9, No.13, No.20, の8個体で、そのうちNo.1, No.3, No.7の3個体は、人が近づいても警戒する様子もなく、人に慣れていた。民家5では、No.11, No.21,

No.23の3個体が餌を食べていたが、人には慣れておらず、いずれも人が近づこうとするとすぐに逃げだした。

今回個体識別できた23個体のうち17個体が、全部で157回撮影された。最も撮影回数が多かったのはNo.1で、全部で68回撮影された。次いで多かったのはNo.9の40回、No.14の20回で、それ以外の14個体の撮影回数は10回未満であった(表-3)。各月の撮影個体数は1~9個体で、夏から秋にかけて少ない傾向がみられた。撮影頻度は、2015年4月~6月は高かったが、7月~11月にかけては低いレベルで推移した。11月と12月に増加し、2016年1月に一度減少したが、2月に再び増加し、3月と4月で減少した。個体別にみると、No.1とNo.9は1年を通し

表-2 個体識別できたネコの特徴、民家の餌場としての利用状況、人慣れの程度、及び血縁関係

個体番号	毛色など	サイズ	性	民家の餌場 利用	人慣れの程度		血縁関係
					民家の家主	他人	
1	黒	大		①	○	△	3, 7と兄弟
2	黒	中		①	×	×	
3	黒	小		①	○	○	1, 7と兄弟
4	黒	大					
5	黒	大	♀	①			
6	黒	小(子供)					14の子供
7	茶トラ	大		①	○	○	1, 3と兄弟
8	こげ茶トラ	大					
9	シャム	大		①	×	×	
10	シャム	大					
11	シャム	中		⑤	×	×	21, 23と兄弟
12	シャム	小(子供)					14の子供
13	クリーム	大		①	×	×	
14	白黒	大	♀				6, 12, 22の母親
15	白黒	大					
16	白黒	大					
17	白黒	大					
18	白黒	大					
19	白黒	大					
20	白黒	中		①	×	×	
21	白黒	中		⑤	×	×	11, 23と兄弟
22	白黒	小(子供)					14の子供
23	白と灰色	中		⑤	×	×	11, 21と兄弟

○：人に慣れており、近づいても警戒しない
 △：人が近づくと警戒するが、すぐに逃げ出すことはない
 ×：人が近づこうとすると、すぐに逃げ出す
 No.5とNo.14以外の個体の性は確定できなかった。

表-3 それぞれのネコの月別撮影状況

個体番号	2015年				2016年										合計
	4月**	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
1		13	11	5	2	2	4	8	13	2	4	2	2	68	
3									2					2	
4					1									1	
6	2													2	
7											1			1	
8											1			1	
9		8	1		2			2	8	4	11	3	1	40	
10									1		1			2	
12	3													3	
13			4								1	1		6	
14	1	1	13							1	4			20	
15			1											1	
16					1	1								2	
17						1								1	
18										2	3			5	
19											1			1	
22	1													1	
個体数	4	3	5	1	3	3	1	2	4	4	9	3	2	17	
撮影回数	7	22	30	5	6	4	4	10	24	9	36	6	3	157	
稼働日数	103	377	455	508.5	543	487.5	542	496	468	462	450	459	408		
撮影頻度*	6.796	5.836	6.593	0.983	1.105	0.821	0.738	2.016	5.128	1.948	8.000	1.307	0.735		

*撮影頻度はカメラの100稼働日数あたりの撮影回数

**2015年4月はSt.1, 2, 3, 11, 12にのみカメラを設置

て撮影されたが、7～10月の撮影回数は他の時期より少なかった。また、No.14 (メス) は、夏を除いて撮影された。2016年1月以降は、No.7, No.8, No.18, No.19の4個体が新たに撮影されるようになった (表-3)。

図-2に、各季節における時刻別の撮影回数を示す。1日を通して、どの時刻でもネコは撮影された。しかし、撮影回数の多かった4～6月と1～3月は、夜明け前と宵の口に、昼間より撮影回数が多い傾向がみられた。撮影回数が少なかった7～12月では、そのような傾向は認められなかった。

表-4に各ステーションでのネコの撮影状況を示す。ネコは、18のステーションのうち、St.1, 2, 3, 4, 5, 9, 13, 15, 18の9つのステーションで撮影された。最も多く撮影されたのはSt.1で、12個体が79回撮影された。次いで、St.5での撮影が多く、5個体が38回撮影された。撮影のほとんどは集落側のステ

ーションで、森林側のステーションでは、民家5から直線距離で700～800m離れたSt.9とSt.15で、No.17とNo.4が、それぞれ1回撮影されただけであった。森林側と集落側のステーションでの撮影頻度には有意差がみられた ($U = 8, p < 0.05$)。また、集落側のステーションでは、撮影頻度は道沿いのステーションの方が、林内のステーションより有意に高かった ($U = 0, p = 0.028$)。そして、St.4での撮影頻度は、St.2と3での撮影頻度に比べ、それぞれ10倍と2倍ほど高かった。

No.1は7つ、No.9は5つ、No.13は4つ、No.14は3つのステーションで撮影された。それ以外の個体は1つないしは2つのステーションで撮影されただけであった。No.1, No.9, No.13の3個体は、非常に短い時間に複数のステーションで連続して撮影されたことがあった。No.1は、2015年5月26日の1時30分～37分の間にSt.13, St.1の順で、6月19日の14

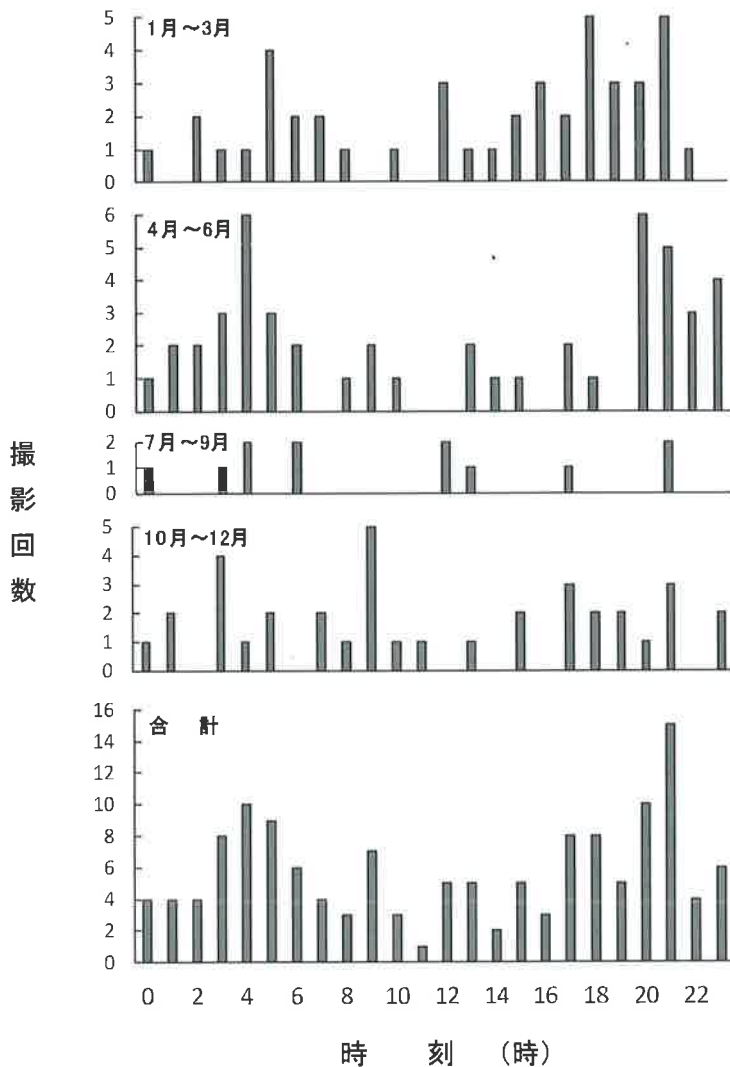


図-2 ネコの時刻別撮影回数

撮影回数は期間を通じての全てのステーションでの撮影回数の合計。

時43分～48分の間にSt.18, St.13, St.18, St.1の順で撮影された。No.13は6月29日9時9分～22分の間にSt.1, St.18, St.13の順で、No.9も、5月28日4時49分～58分の間に、St.13, St.18, St.1の順で撮影された。

ほとんどの場合ネコは単独個体で撮影されたが、3回複数の個体が同時に撮影された。2015年4月21日21時3分に、No.14とその子供のNo.6, No.12, No.22 (表-2) の計4個体が、St.3で一緒に撮影された。No.6とNo.12の兄弟 (表-2) は、2015年4月5日20時21分にも、St.1で一緒に撮影された。

St.1では、2016年2月22日2時35分に成獣と思われるNo.9とNo.14と一緒に撮影された。

調査を通して、全部で18回ネコを目撃した。民家の庭で、No.1, No.2, No.3, No.6, No.7, No.8, No.9, No.23と毛の色が白黒 (個体識別は出来ず) の個体を、全部で12回目撃した。民家以外では、毛が黒の個体 (No.1の他に個体番号不明個体が含まれる) を猪鼻林道の入り口付近 (図-1中のA) で1回、大野小中学校跡地 (同B) で2回の計3回、No.3をSt.1付近で1回、そしてNo.13を林道入口とそこから200mほど進んだ猪鼻林道上 (同C) で1回ずつ目撃した。

表-4 ネコのサイト別撮影状況

個体番号	集落側									森林側							合計		
	道沿い					林内				道沿い		林内							
	1	5	6	13	18	2	3	4	15	16	7	8	9	10	11	12		14	17
1	42	7		7	8	1	1	2											68
3		2																	2
4									1										1
6	1						1												2
7	1																		1
8		1																	1
9	5	25		3	3			4											40
10	1			1															2
12	2						1												3
13	3			1	1			1											6
14	18						1	1											20
15	1																		1
16	2																		2
17													1						1
18	2	3																	5
19	1																		1
22							1												1
個体数	12	5		4	3	1	5	4	1				1						
撮影回数	79	38	0	12	12	1	5	8	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	157
稼働日数	373	260.5		331	225.5	388	396	297	304				279.5						
撮影頻度*	21.18	14.59	0	3.63	5.32	0.26	1.26	2.69	0.33	0	0	0	0.36	0	0	0	0	0	

*撮影頻度はカメラの100稼働日数あたりの撮影回数

しかし、林内での目撃はなかった。

目撃回数と撮影地点や回数が多かったNo.1, No.9, No.13について、目撃地点と撮影地点を結んだエリアの面積を求めたところ、エリアの面積は、民家1, 学校跡地, St.1, 2, 3, 4, 5, 13, 18, で目撃または撮影されたNo.1では1.7ha, 民家1, 2, 3, St.1, 4, 5, 13, 18で目撃または撮影されたNo.9では2.1ha, 民家4, 林道入口, St.1, 4, 13, 18で目撃または撮影されたNo.13では1.8haと推定された。

4. 考察

今回、大野原地区で個体識別できた23個体のネコのうち、民家1で8個体、民家5で3個体が、提供されたキャットフードと一緒に食べたていた(表-2)。さらに、民家1で餌を食べている個体のうち、複数の個体が同一のステーションでたびたび撮影された。このことから、これらのネコは、餌場および

行動圏を共有しており、「餌場グループ」(Izawa *et al.* 1982) を形成していたと考えられる。

今回個体識別できた23個体のうち、17個体が林内に設置されたカメラに撮影された(表-4)。残りの6個体は、少なくとも今回調査を行った範囲の林内には進入していなかった可能性が高いと考えられた。撮影個体のうち、No.7とNo.17は、集落から700~800m離れた地点で1回ずつ撮影された(表-4)。集落の住民の話によると、周辺の森林内では、人によって捨てられてそのまま森林内に住み着き、人から給餌されることなく、自力で生活している個体がいる。これらの個体は、Jones and Coman (1982) がオーストラリアで確認し、山根(1996)や城ヶ原ら(2003)が指摘しているように、人への依存度が極めて低い「ノネコ」の可能性が高い。

残りの15個体は、集落から300m以内に設置されたカメラで撮影された(図-1, 表-4)。No.1や

No.9は、撮影回数が多く、撮影されたステーションの数も多かった。また、これらの個体は、毎月または1年を通して多くの月で撮影された。No.14は、1月から6月にかけて(3月を除く)、全個体の中で3番目に多い20回撮影された。しかし、その撮影の9割はSt.1であった。No.13は4カ所で撮影されたが、撮影回数は6回と少なく、撮影されたのは、2月、3月、6月の3ヶ月でしかなかった。それ以外の個体は、撮影回数や撮影されたステーションが非常に少なかった(表-3, 4)。これらのことから、大野原地区で「餌場グループ」を形成していたネコの多くが、集落に隣接する森林に進入していたことが分かる。しかし、進入程度や期間には個体差があり、恒常的に、比較的高頻度で進入していた個体は数個体に限られていたことも明らかになった。北垣ら(2012)は、都留文科大学のキャンパスとその周辺地域の哺乳動物相を調査し、ネコはキャンパス内には多く生息しているが、その周辺の山地では生息数は少ないか全くいないのではないかと報告している。

ノラネコの発情期は1~3月、妊娠期間は61~70日で、発情期には、非発情期と比べて行動圏の大きさはかなり大きくなる(山根 1996)。撮影頻度は発情期と繁殖期に高く、それ以外の夏から秋にかけて低かった。2016年1月に撮影頻度が低くなったが、これは1月に降った大雪が原因であろうと思われる。また、4月には幼獣の兄弟や親子と一緒に撮影されていた。発情に伴う行動圏の拡大と親子や生後間もない近親個体の連れだった森林への進入が、発情期と繁殖期に撮影頻度が高かった原因としてあげられる。しかし、近親個体が連れだって撮影されたのは、出産後まもなくの4月に限られていた。そして、その母親のNo.14は、冬から6月にかけて撮影されたが、7~12月までは撮影されなかった。No.1とNo.9は、1年を通して撮影されたが、7~10月までは、撮影回数が少なかった(表-3)。これらのことから、ネコは春や冬に比べ、非繁殖期の夏や秋には林内への進入が少なかったと推察される。これは、気温が高かったこの時期、ネコの移動が少なく

なったからではないかと考えられる。林内での撮影回数の季節変化に、繁殖にともなう採餌量や採餌項目の変化も関係している可能性が考えられるが、この点については、林内での採餌項目の詳細な調査が必要である。

ネコの活動は、日の出と日没時に盛んになり、夜間の方がより活動的である(Jones and Coman 1982; Izawa 1983)。今回の調査では、1日を通してネコは森林内へ進入していた。4~6月には、撮影回数は夜明け前と宵の口が高く、昼間は低い傾向が見られた。1~3月でもそのような傾向が見られたが、4~6月に比べると明確ではなかった。その他の時期では、撮影回数が少なかったことが原因の一つかも知れないが、そのような傾向は認められなかった(図-2)。本調査地では、Izawa(1983)が指摘している夏は夜行性が、冬は昼行性が強くなるという傾向は見られなかった。

今回、撮影頻度は、集落側のステーションの方が森林側のステーションより有意に高く、人と何らかの関係を持って集落で暮らすネコの撮影は、集落の端の民家から300m以内のステーションに限られた(表-4)。このことから、集落のネコの森林への進入は、集落周辺のエリアに限定されていたことが分かる。ニュージーランドの「飼いネコ」が家から600m以上離れた場所でウサギやイタチを狩りしたという報告がある(Flux 2007)が、多くの場合「飼いネコ」や「ノラネコ」の行動範囲は50mから数百mに限られており(Izawa and Ono 1986; Webber and Raily 1998; Gitlin 2013など)、今回の結果は、これまでの報告とよく一致した。

今回ネコが撮影されたスギ人工林と常緑広葉樹林の林床植生は極めて貧弱で、ネコの移動が植生により著しく妨げられることはなかったと考えられた。St.2と3では、林内にダイミョウチクが繁茂していたが、イノシシが地面を掘り返した跡が網目状に張り巡らされ、ネコはそれを利用して、林内を移動出来ると考えられた。しかし多く撮影された集落側のステーションでの撮影頻度は、2本の歩道が交差するSt.1と遊歩道が林道と交わるSt.5の方が、林内の

ステーションより有意に高かった。また、スギ人工林内のSt.2～4での撮影頻度は、ネコがより移動しやすいと考えられたステーション (St.4) で高かった (表-4)。St.1からSt.18を経てSt.13に続く遊歩道では、同じ個体が極めて短い時間に連続して撮影された。しかし、その途中にあるSt.3では、ネコは撮影されなかった。また、林道には多くのタヌキやアナグマ、そしてイノシシがつかれたと思われる獣道が合流し、それを利用して林内に入り出すネコも住民により目撃されている。これらのことは、林相の如何に関わらず、ネコは集落周辺の林内への進入や林内での移動に、より移動が楽な場所やより歩きやすい歩道や他の動物の獣道を盛んに利用していたことを示している。渡辺 (2015) も、野幌自然公園ではネコは人の多く通る出入り口を利用して公園内に進入しているのではないかと報告している。

ネコの行動圏は0.1ha～1.5ha程度言われている (米田 2008)。長崎大学キャンパス内での餌場グループに属しているネコの行動圏は1.1ha～8.6ha (土肥ら 2007)、福岡県相の島に生息しているネコは、幅50～100m、長さ200～300mの行動圏を持っている (Izawa and Ono 1986)。田舎に生息しているネコの行動圏は町に暮らすネコより大きく、スイスの農場で暮らすネコは6.5haと10.6ha (Webber and Raily 1998)、北西ジョージアの田舎のネコは、4.26～10.23haの行動圏を持っている (Kitts-Morgan *et al.* 2015)。今回、複数の地点で目撃または撮影された成獣のNo.1, No.9, No.13の民家や林内での目撃地点と撮影地点を包括するエリアの面積は、それぞれ1.7ha, 2.1ha, 1.8haと推定された。今回は、民家より南西に位置する畑での調査は行っていない。しかし、ネコが畑の方へも移動していることは十分に考えられるため、実際の行動範囲はさらに大きくなると考えられる。今回行動範囲を推定した3個体は、オスである可能性が高いが、性を判定できなかった。また、明らかにメスであることが分かっている2個体については、撮影地点や目撃地点が少なかったので、行動範囲を推定できなかった。行動範囲のサイズには成獣であるか否か、性などが影響すると思わ

れるので、今後のさらなるデータの積み重ねが必要である。

ネコは人から餌を与えられても狩りの習性は残り (Webber and Raily 1998)、小型の動物のみならず、自分と同等のサイズの動物も狩りの対象にし、捕獲が確認されている動物は、野ネズミ、ノウサギ、イタチ、タヌキなどの哺乳類、キジ、カルガモなどの鳥類、トカゲ、カエルなど多岐にわたる (Flux 2007; 金ら 2014)。地区の住民の話では、この地区のネコが山で捕獲した獲物は、ノウサギ、モグラまたはヒミズ、ネズミ、鳥類 (種不明)、カナヘビで、獲物の内蔵だけが食べられていることもたびたびあった。ノウサギはネコの子育て時に多く捕獲され、あるネコは、3回の出産・子育て中に、毎回1羽のウサギを捕獲し、食べていたのが確認されている。今回は、ネコが民家に持ち帰った獲物の数は明らかにできなかった。ネコによる狩りが集落周辺の中小型動物や昆虫類にどの程度影響を与えているかは明らかにできなかった。しかし、森林に頻繁に進入する個体は少なく、進入範囲は集落に近い場所に限定されているので、動物相に対するネコの捕食の効果は限定的であろうと考える。今後も集落のネコが恒常的に隣接する森林内に進入し、狩りを続けるならば、ニュージーランドのある地域でのウサギの個体数の激減 (Flux 2007)、アメリカ・イリノイ州南部での猛禽類の餌となる哺乳類の捕殺による猛禽類の繁殖の危機 (George 1974) などの例に見られるように、地域の森林生態系の変化が生じる可能性は十分に考えられる。今後も注意深くネコの侵入や狩りの状況について見ていく必要がある。

引用文献

- 土肥照夫・篠崎桃子・寺西あゆみ・伊澤雅子 (2007) 長崎大学文教キャンパスに生活するノネコに見られる社会的集会. 長崎大学総合環境研究創立10周年記念特別号: 44～57
- Flux JC (2007) Seventeen years of predation by one suburban cat in New Zealand. *N Z J Zool* 34: 289～296

- 船越公威・久保真吾・南雲 聡・塩谷克典・岡田 滋 (2007) 奄美大島における外来種ジャワマンダース *Herpestes javanicus* のトラッキングトンネルを利用した生息状況の試み. 保全生態学研究 12: 156 ~ 162
- Galbreath R, Brown D (2004) The tale of the lighthousekeeper's cat: discovery and extinction of the Stephens Island wren (*Traversia lyalli*). *Notornis* 51: 193~200
- George WG (1974) Domestic cats as predators and factors in winter shortage of raptor prey. *Wilson Bull* 86: 384 ~ 396
- Gitlin JM (2013) GPSや装着カメラで明らかになった「飼い猫たちの行動」. <http://wired.jp/2013/06/17/what-does-your-cat-do-when-youre-not-around/>, 2016.11.22 参照
- 堀越和夫・鈴木 創・佐々木哲朗・千葉勇人 (2009) 外来哺乳類による海鳥類への被害状況. *地球環境* 14: 103 ~ 105
- Izawa M (1983) Daily activities of the Feral cat *Felis catus* Linn. *J Mamm Soc Japan* 9: 219 ~ 228
- Izawa M, Doi T, Ono Y (1982) Grouping patterns of feral cats living on a small island in Japan. *Jap J Ecol* 32: 373 ~ 382
- Izawa M, Ono Y (1986) Mother-offspring relationship in the feral cat population. *J Mamm Soc Japan* 11: 27~34
- 城ヶ原貴通・小倉 剛・佐々木健志・髙原建二・川島由次 (2003) 沖縄島北部やんばる地域の林道と集落におけるネコ (*Felis catus*) の食性および在来種への影響. *哺乳類科学* 43: 29 ~ 37
- Jones E, Coman B J (1982) Ecology of the feral cat, *Felis catus* (L.), in south-eastern Australia. III Home ranges and population ecology in semiarid north-west Victoria. *Aust Wildl Res* 9: 409 ~ 420
- 金 玲花・中野亜里沙・安藤元一 (2014) 神奈川県厚木市における自由行動ネコ (*Felis catus*) の野生鳥獣に対する捕食圧. *東京農大農学集報* 59(2): 137 ~ 144
- 北垣憲仁・西 教生・西丸堯宏・東郷継直 (2012) 都留文科大学キャンパスとその周辺地域の哺乳類相 - 2009 ~ 2011年の哺乳類調査結果について -. *都留文科大学研究紀要* 75: 91 ~ 107
- Kitts-Morgan SE, Cairns KC, Bohannon L, Parsons EI, Hilbum K (2015) Free-ranging farm cats: Home range size and predation on a livestock unit in northwest Georgia. *PLOS One* 10(4): e012053
- Loss SR, Will T, Marra PP (2013) The impact of free-ranging domestic cats on wildlife of the United States. *Nat Commun* 4: 1396
- 林野庁 (2016) 平成28年度版森林・林業白書. 全国林業改良普及協会, 東京
- Serpell JA (1998) Domestication and history of the cat. In: *The domestic cat; the biology of its behavior*. Turner DC, Bateson P (eds). Cambridge University Press, 179 ~ 192
- 渡辺洋之 (2015) 野幌森林公園をネコはどう利用しているのか - 自動撮影の映像分析. *森林防疫* 64: 130 ~ 136
- Webber J-M, Raily L (1998) Food habits and ranging behavior of a group of farm cats (*Felis catus*) in a Swiss mountainous area. *J Zool (London)* 245: 234 ~ 237
- Woods M, McDonald RA, Harris S (2003) Predation of wildlife by domestic cats *Felis catus* in Great Britain. *Mamm Rev* 33: 174 ~ 188
- 山根明弘 (1996) ネコ. *日本動物大百科* 第1巻哺乳類 I. (川道武男編), pp116 ~ 119, 平凡社, 東京
- 米田政明 (2008) 食肉目 (ネコ目). *日本の哺乳類改訂版*. (阿部永監修), pp73~94, 東海大学版会, 秦野
- (2016.12.26原稿受付, 2017.2.3掲載決定)

解説

サンブスギ以外のスギ品種におけるチャアナタケモドキによる非赤枯性溝腐病の初報告

太田祐子¹・遠藤優季²・服部 力³

1. はじめに

スギ非赤枯性溝腐病は、チャアナタケモドキ (*Fomitiporia torreyae* Y.C. Dai & B.K. Cui) という硬質菌の仲間キノコにより引き起こされる辺材腐朽病害である。本病は千葉県と茨城県南部に限られた場所に発生する地域的な病害で、サンブスギという特定の挿し木品種に多発する病害であると考えられていた。しかし近年、本病原菌は本州から九州まで広範囲に分布し、サンブスギだけでなく幸水などのナシの萎縮病やコウヤマキの枝枯れおよび全身枯れ症状など多種多様な樹種に様々な症状の病害を引き起こす多犯性の病原菌であることが明らかになり (Ota *et al.* 2014), このことについては、すでに本誌で紹介した (太田 2015)。今回、京都においてサンブスギと関係のないスギ品種上に非赤枯性溝腐病が初めて検出され、非赤枯性溝腐病は千葉県と茨城県に限定された地域的な病害ではなく、さらにサンブスギ以外のスギ品種も罹病することが明らかにされた (Ota *et al.* 2016)。また、罹病したスギの品種を識別する過程で、「サンブスギ」と呼ばれる挿し木品種のクローンが複数クローンからなるのか単一クローンなのかという育種学的な長年の課題に結論を出すこともできたので、本稿ではこれらの概要についても紹介する。

2. スギ非赤枯性溝腐病とは

非赤枯性溝腐病は、スギの挿し木品種の「サンブスギ」に特異的な辺材腐朽病害とされてきた。サンブスギにおける本病の病徴は、最大で長さ6 m以上深さ5 cmにも達する辺材の溝腐れ症状、そして褐色の帯線を有する特徴的な白色腐朽である (青島ら 1964)。これらの症状は多くは樹齢20年を超えて初

めて現れ、罹病木は用材としての価値はなくなり、さらに腐朽の進行に従って材強度が低下し、その結果、気象害に弱くなるため罹病木を放置するのは危険である (福島 2007)。この病原菌の分類学的位置はしばらく不明であったが、近年*F. torreyae*と同定された (Ota *et al.* 2014)。同属に所属する種の中には心材腐朽菌が含まれることが知られている (Fisher *et al.* 2005)。

スギは日本の林業上最重要造林樹種である。スギの植林は実生苗か挿し木苗のいずれかを用いて行われているが、挿し木苗を用いた場合は無性生殖であるため親木と遺伝的に同一の苗木の生産が可能であり、親木の持つ優れた性質を維持できるというメリットがある (坂口 1983)。一方、遺伝的に均一な宿主植物が同一箇所に多数植栽されている場合、ひとたび病害が発生すると被害が激甚になる可能性が高い (小林ら 1986)。このことから、同一クローンからなる森林は、病害に対してより脆弱であると言える。

千葉県山武地方で確立された挿し木品種である「サンブスギ」は江戸時代後期以降、千葉県に広く植えられた。サンブスギは材質や材色がよく、挿し木品種として高い発根率をもち、成長が良いという優れた特徴を持つ。さらに、雄花の量が少ない品種としても有望である。また、*Cercospora sequoia* Ellis & Everh.によって引き起こされるスギ赤枯病に抵抗性であるが、残念ながら非赤枯性溝腐病には感受性が高い (幸ら 2014)。この病気は千葉県と茨城県の一部のサンブスギに多発することが知られていたが、これまで他地域での発生記録はなく、他のスギ品種においても本病は報告されていなかった (今関 1960)。

First report of trunk rot caused by *Fomitiporia torreyae* on cultivars of Japanese cedar with no relatedness to 'Sanbu-sugi'

¹OTA, Yuko, 日本大学生物資源科学部; ²ENDO, Yuki, 日本大学生物資源科学部;

³HATTORI, Tsutomu, (研)森林総合研究所きのこ・森林微生物研究領域

致し、塩基配列もデータベース上のチャアナタケモドキのデータと完全に一致した(図-1)。したがって、京都で発見されたスギの溝腐症状の原因菌はチャアナタケモドキであることが明らかになった。

4. 挿し木品種「サンプスギ」は単一クローンか、複数クローンか?

近年、クローン識別や親子解析に、多型性・再現性の高い共優性マーカーでありきわめて識別能力が高いマイクロサテライト(別名 SSR; Simple Sequence Repeats) マーカーが用いられている。スギにおいても、多くのゲノムSSRとEST-SSRマーカーが開発され(Moriguchi *et al.* 2003; Tani *et al.* 2004; Ueno *et al.* 2012), クローン識別に使用されている(Kimura *et al.* 2013; 木村ら 2013; 松井ら 2013)。

これまでスギのいくつかの品種については、既に複数クローンを含むことが報告されている(松井ら 2013)。挿し木品種である「サンプスギ」は、葉の形態に変異がみられることから複数クローンからなる品種か否かが議論されてきた。アイソザイム分析(奥泉ら 1993)とRAPD分析(吉丸ら 1995)を用いた報告では、サンプスギは単一クローンではなく、一つの優占するクローンとその他の複数のマイナーなクローンを含むと報告されている。SSRマーカーを用いた報告は、サンプスギ1個体と精英樹とを3つのSSRマーカーを用いて比較した報告(Kondo *et al.* 2005)のみで、サンプスギそのもののクローン性は明らかにされていなかった。

本研究では、「元祖」サンプスギとして千葉県森林研究センターに保存されている8本のスギを含む11本のサンプスギと、サンプスギの発祥の地とされるスギ造林地(牛尾, 蕨, 賀茂神社)に残されている200~250年生スギ(それぞれ7本, 6本, 1本)の針葉よりDNAを抽出し、8つのSSR遺伝子座(Moriguchi *et al.* 2003; Tani *et al.* 2004)における遺伝子型を分析した。8つのSSR遺伝子座で同一の遺伝子型を共有した場合、同一クローンであると考えて差し支えない(Kimura *et al.* 2013)。

その結果、すべての「サンプスギ」は完全に同一

の遺伝子型を示した。これは既報のアイソザイムとRAPDによる分析結果と異なる。アイソザイム分析やRAPD分析は条件により不安定な結果となることが知られ、アイソザイム分析によって別遺伝子型を示したスギ精英樹がSSR分析では同一クローンと判定された例があり(松井ら 2013), SSRマーカーによる遺伝型分析がアイソザイム分析やRAPD分析に比較してはるかに安定性、感度ともに高い手法であることから、本試験で用いた「サンプスギ」は同一クローンと考えられる。これより、牛尾, 蕨, 賀茂神社の200~250年生スギはサンプスギであることが明らかになった。また、サンプスギは、古い文献の通り少なくとも江戸時代後期には確立されていた品種であることが明らかになった。

5. 京都でチャアナタケモドキによって溝腐症状を起こしていたスギ罹病木とサンプスギの関係

非赤枯性溝腐病はサンプスギに多発する病害とされており、これまで他の品種からの報告はなかった。そこで、京都の罹病木がサンプスギと関係のある品種かどうかについて、罹病木10本の針葉からDNA

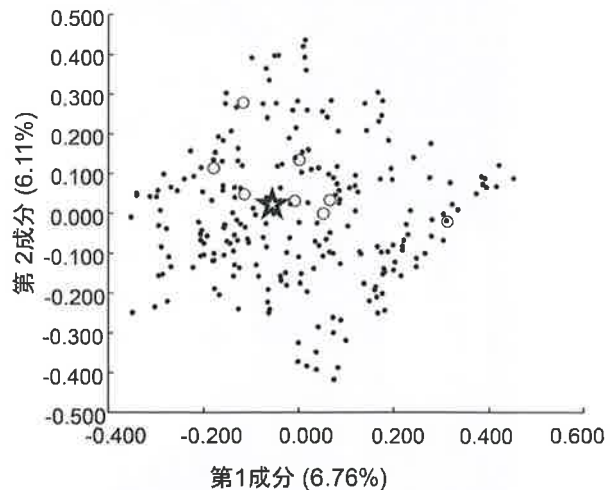


図-2 複数遺伝子座に基づくスギのジェネット間の遺伝的類似度をもちいた主座標分析の結果

遺伝的類似度が高いジェネットは近い位置にプロットされている。第1成分および第2成分の寄与率はそれぞれ6.76%と6.11%である。★はサンプスギジェネット、○は京都の罹病スギのジェネットを示す。黒点は天然スギの227個体群由来のジェネットの位置を示す。Ota *et al.* (2016)を改変。

を抽出し、上記の8つのSSRマーカーを用いて分析した。その結果、京都の罹病木10個体からは8つの異なる遺伝子型が検出された。これらの8つのジェネットの遺伝子型とサンプスギの遺伝子型との間には関係性はなく、さらに京都の8つのジェネット間にも関係性は見られなかった(図-2)。したがって、京都で非赤枯性溝腐病に罹病していたスギはサンプスギとは関係のないスギ品種であることが明らかになった。

6. おわりに

サンプスギ非赤枯性溝腐病の罹病率は、剪定を行わない林分よりも剪定を行った林分のほうが低いことが報告されている(中川 2000)。また、感染源となる子実体は、生立木上には滅多に発生しないが、林地残材にはしばしば発生すると報告されている(岩澤・幸 2011)。適切な剪定が行われず枯れ上がりの枝が放置されると病原菌の侵入口の数が増え、さらに残材が放置されると子実体が発生し感染源も

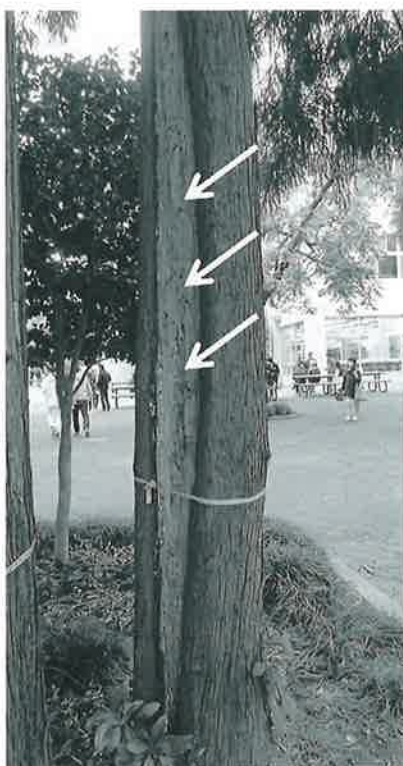


写真-2 神奈川県藤沢市の緑地内で発見された溝腐症状を示すスギ

増加する。桃山試験林は木材生産を目的とした林分ではないため適切な管理が行われていなかった。感染機会が増加したことが被害を助長した可能性がある。スギ林内において溝腐病を防ぐためには、そして、隣接する地域にこの病気が拡大するのを防ぐためには、スギ林の適切な管理が必要である。

チャアナタケモドキはサクラヤコウヤマキ、ナシ、ツツジを含む広い範囲にわたる宿主範囲を持ち、特にナシの人気品種である「幸水」には深刻な経済的損失を与えている(金子ら 2013)。チャアナタケモドキを病原菌とするナシ萎縮病は東北から九州まで報告されていることから、ナシだけではなくその他の樹種にも本州から九州のいたるところで本病原菌による病害が起こる可能性がある。また、茨城県つくば市にある森林総合研究所構内に植栽された台杉の溝腐れ部分からチャアナタケモドキが確認され(太田 2015)、著者の勤務する神奈川県藤沢市の緑地内においても非赤枯性溝腐病の症状を示すスギが複数本観察され、現在分析中である(遠藤ら 未発表、写真-2)。

本病の管理には、スギだけではなくナシやその他の主要な宿主をも対象に、森林、果樹園、庭園、緑地を含めた横断的かつ総合的な管理を行う必要がある。

引用文献

- 青島清雄・林 康夫・米林俵三・近藤秀明 (1964) サンプスギの非赤枯性溝腐病. 日林講 75: 394 ~ 397
- Fischer M, Edwards J, Cunnington JH, Pascoe IG (2005) Basidiomycetous pathogens on grapevine: a new species from Australia - *Fomitiporia australiensis*. Mycotaxon 92: 85 ~ 96
- 福島成樹 (2007) サンプスギ林の現状と今後の管理. 千葉県森林研究センター研究報告 2: 37 ~ 40
- 今関六也 (1960) 山武スギの新しい病気, 非赤枯性の溝腐れ病とその生態的防除論. 森林防疫ニュース 9: 240 ~ 245
- 岩澤勝巳・幸由利香 (2011) 林地残材におけるスギ非赤枯性溝腐病菌の子実体発生. 日林講 121: D36

- 金子洋平・塩田あづさ・鈴木 健・鈴木達哉・幸由利香・牛尾進吾 (2013) 千葉県内におけるナシ萎縮病菌 *Fomitiporia* sp. の感染実態および分布状況. 関東東山病害虫研究会報 60: 67 ~ 70
- Kimura KM, Kabeya D, Saito T, Moriguchi Y, Uchiyama K, Migita C, Chiba Y, Tsumura Y (2013) Effects of genetic and environmental factors on clonal reproduction in old-growth natural populations of *Cryptomeria japonica*. For Ecol Manage 304: 10 ~ 19
- 木村 恵・中村千賀・林部直樹・小山泰弘・津村義彦 (2013) 戸隠神社奥社社叢林に生育するスギの遺伝的多様性と遺伝的特性. 日林誌 95: 173 ~ 181
- 小林享夫・佐藤邦彦・佐保春芳・陳野好之・寺下隆喜代・鈴木和夫・楠木 学・大宜見朝榮 (1986) 樹病学概論. 養賢堂, 東京
- Kondo T, Watanabe A, Hirao T (2005) Relationships between two Sugi local varieties, Sanbu-sugi and Nyukawa-sugi, and plus trees revealed by SSR markers. Trans Ann Mtg Kanto Br Jpn For Soc 56: 139 ~ 140
- 松井由佳里・家入龍二・森口喜成・松本麻子・高橋 誠・津村義彦 (2013) 九州における主要なスギ在来品種のクローン識別および遺伝的類似性の評価. 日林誌 95: 220 ~ 226
- 幸由利香・寺嶋芳江・岩澤勝巳・福島成樹・遠藤良太 (2014) 非赤枯性溝腐病と病原菌チャアナタケモドキに関する最近の知見. 千葉農林総研研報 6: 125 ~ 131
- Moriguchi Y, Iwata H, Ujino-Ihara T, Yoshimura K, Taira H, Tsumura Y (2003) Development and characterization of microsatellite markers for *Cryptomeria japonica* D. Don. Theor Appl Genet 106: 751 ~ 758
- 中川茂子 (2000) 早期枝打ちによるスギ非赤枯性溝腐病の予防効果. 森林防疫 49: 204 ~ 209
- 奥泉久人・遠藤良太・小平哲夫・大庭喜八郎 (1993) 千葉県山武地方のさし木スギ一斉林分の構成クローン数の現状. 林木の育種 1993特別号: 24 ~ 27
- 太田祐子 (2015) チャアナタケモドキによる樹木病害 - サンプスギの非赤枯性溝腐病とその他の樹種の病害について -. 森林防疫 64: 111 ~ 119
- Ota Y, Hattori T, Nakamura H, Terashima Y, Lee SS, Miyuki Y (2014) Taxonomy and phylogenetic position of *Fomitiporia torreyae*, a causal agent of trunk rot on Sanbu-sugi, a cultivar of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) in Japan. Mycologia 106: 66 ~ 76
- 太田祐子・木村 恵・服部 力・幸由利香 (2013) サンプスギ以外のスギ品種における非赤枯性溝腐病の発生. 日林講 124: P2-055
- Ota Y, Kimura KM, Hattori T, Miyuki Y, Endo R (2016) First report of trunk rot caused by *Fomitiporia torreyae* in Kyoto prefecture on cultivars of Japanese cedar with no relatedness to 'Sanbu-sugi'. J For Res 21: 105 ~ 109
- 坂口 勝 (1983) 新版スギのすべて. 全国林業改良普及協会編, 東京
- Tani N, Takahashi T, Ujino-Ihara T, Iwata H, Yoshimura K, Tsumura Y (2004) Development and characteristics of microsatellite markers for sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) derived from microsatellite-enriched libraries. Ann For Sci 61: 569 ~ 575
- Ueno S, Moriguchi Y, Uchiyama K, Ujino-Ihara T, Futamura N, Sakurai T, Shinohara K, Tsumura Y (2012) A second generation framework for the analysis of microsatellites in expressed sequence tags and the development of EST-SSR markers for a conifer, *Cryptomeria japonica*. BMC Genomics 13: 136
- 吉丸博志・小平哲夫・遠藤良太・福島成樹・河原孝行・奥泉久人 (1995) RAPDマーカーを利用した山武地方産スギのクローン分析. 日林論 106: 253 ~ 254
- (2016.10.31受付, 2016.12.11掲載決定)

都道府県だより

東京都利島におけるエダシヤク類防除対策について

○平成27年エダシヤク類防除対策会議の まとめ

利島の森林面積の約7割を占めるツバキ林は、水源かん養や土砂災害の防止のほか、国内有数の生産量を誇るツバキ油の原料供給を担うなど、島民の生活を支える重要な自然資源です。

しかし、利島では平成25年以降、森林病害虫であるトビモンオオエダシヤクが大量に発生し、幼虫によるツバキ林の食害が深刻な状況となりました（写真-1, 2）。さらに、同じくツバキを食害するハソオビエダシヤクも若干、微増傾向にありました。

このため、都は「東京都エダシヤク類防除対策会

議」を設置し、病害虫の防除対策について検討を行いました。

1. 被害発生の経過

平成23年からトビモンオオエダシヤクの幼虫密度が増加し始め、平成25年には島東部におけるツバキ林への被害が顕著となりました。

平成26年には幼虫密度が更に増加したため、利島村は島東部でバチルス・チューリンゲンシス剤（BT剤：エスマルク®DF クルスターキ系菌種）の散布を開始しましたが、平成27年の被害区域は131haにまで拡大しました（図-1）。

2. 対策会議の設置

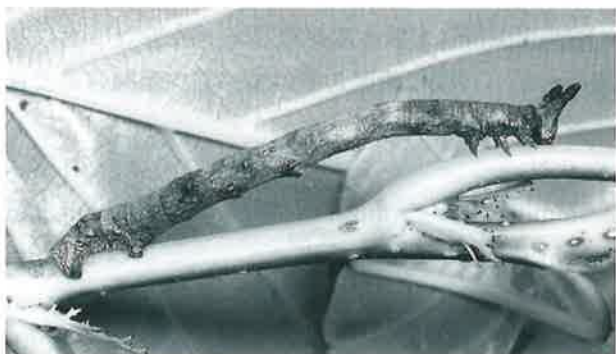


写真-1 トビモンオオエダシヤク（中齢幼虫）



写真-2 葉をすべて食べつくされたツバキ林

<平成25年 被害区域40ha>

<平成26年 被害区域100ha>

<平成27年 被害区域131ha>

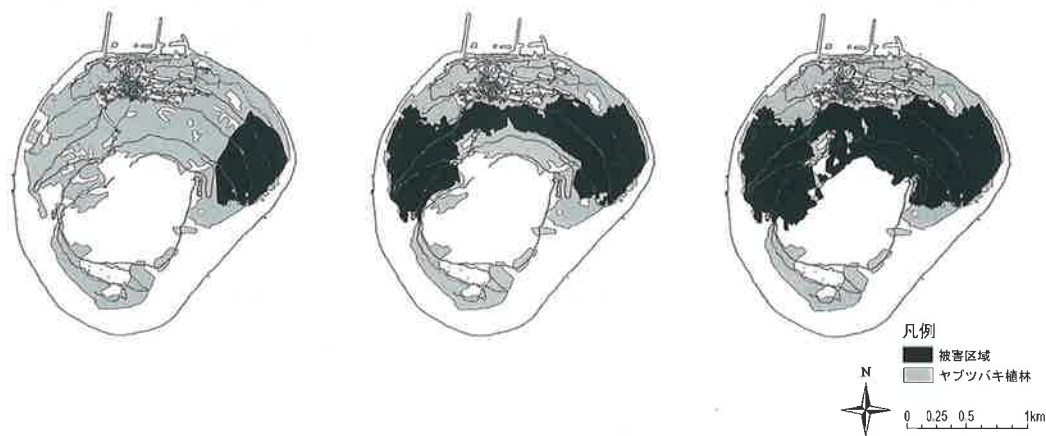


図-1 被害区域の拡大状況

ツバキ林の深刻な被害を受け、都は平成27年10月に専門家を交えた対策会議を設置し、3回にわたって会議を開催しました。

対策会議がまとめた「東京都エダシヤク類防除対

策会議報告書」(平成27年12月)の要旨は、次のとおりです。

(1) 薬剤の効果的な散布の実施

幼虫の若齢期(1~2齢期:4月末から5月末)

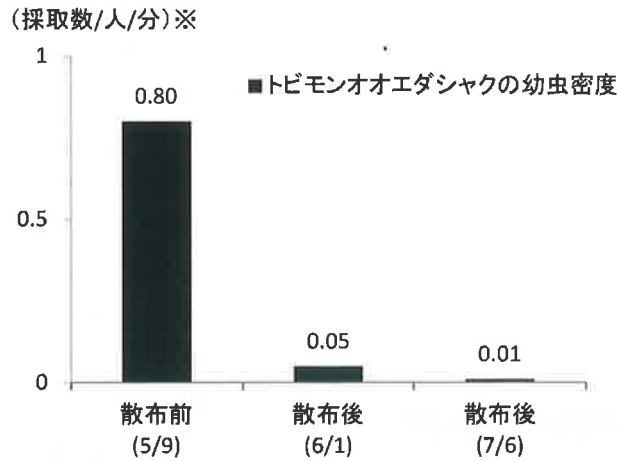


図-2 平成28年 トビモンオオエダシヤク幼虫の生息密度調査結果

※調査員が5分間に採取できた幼虫数をもとに、生息密度を算出。



写真-3 利島のツバキ林の状況(平成27・28年)

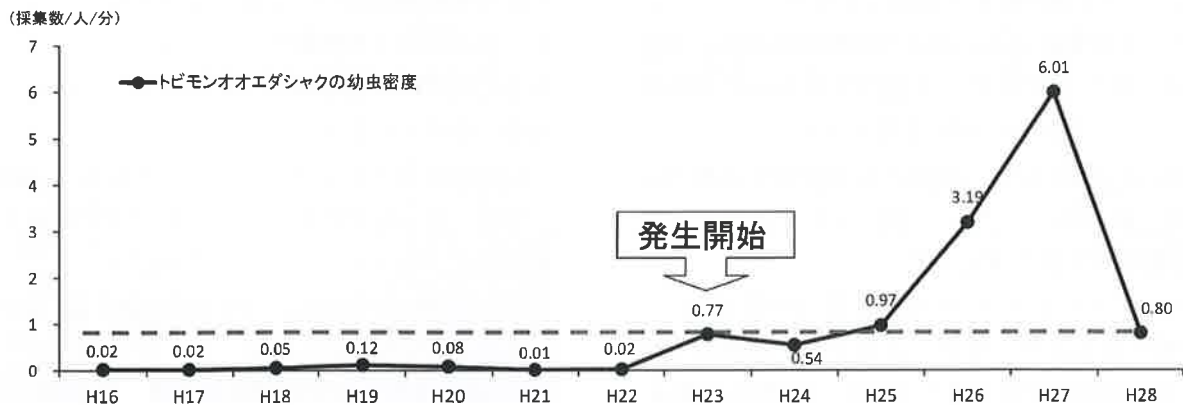


図-3 トビモンオオエダシヤク幼虫の生息密度の推移(薬剤散布前)

において、BT剤を散布することが最も有効な対策であるため、この若齢期に、ツバキ林の被害が予想される区域に重点的にBT剤を散布する。また、ツバキ林の樹冠部など高所にも十分散布する。

(2) BT剤散布以外の防除対策の検証

一部のツバキ林は、飲用水となる雨水の集水域と重なるため、BT剤の散布を行わないこととしている。このため、BT剤の散布によらない誘蛾灯などの防除対策の効果を検証し、今後の発生防止策に役立てる。

(3) 調査研究・地元との連携

幼虫のふ化日を特定するなど、関係機関と緊密に連携して現地調査を実施するとともに、地元の農業団体等とともにエダシヤク類の防除を進める。

○平成28年エダシヤク類防除の実施結果

平成28年は、対策会議の提言に基づき、次のとおり防除対策を実施しました。

1. エダシヤク類幼虫の防除対策

(1) BT剤の散布時期の見直し

幼虫の若齢期を逃すことなくBT剤を散布するため、地元農業団体等の協力のもと、エダシヤク類幼虫の発生日（ハスオビエダシヤク：4/22、トビモンオオエダシヤク：4/29）を特定し、発生直後の4月27日からBT剤の散布を開始しました。

(2) BT剤の散布範囲の拡大

都の支援のもと、利島村はツバキ林の樹高（10m程度）にも対応できる農薬散布機を4台導入し、村民とともにBT剤の散布を実施しました。

こうした取組により、幼虫の防除効果が高い4月27日から約1か月間で、平成27年の78haを上回る146haのツバキ林にBT剤を散布できました。

なお、BT剤散布後、幼虫の生息密度が比較的高い場所（約1.8ha）については、6月22日にBT剤の追加散布を実施しました。

(3) エダシヤク類幼虫の生息密度調査の結果

BT剤の散布前後で踏査による生息密度調査を実施し、その結果を比較検証しました。BT剤散布後は、ほとんど幼虫を発見できないレベルにまで低下し、

平成28年は幼虫による食害がほとんど見られなくなりました（図-2、写真-3）。

○利島におけるエダシヤク類対策の対処方針

平成28年の防除対策の結果を専門家会議で検討し、平成29年以降の防除対策方針を次のとおりまとめました。

1. 生息密度調査等の実施

蛹、成虫及び幼虫の生息密度調査等を着実に実施し、エダシヤク類の発生動向や被害予測等の基礎データを収集の上、効果的な防除対策に役立てる。

2. BT剤の散布

平成28年の幼虫発生密度（図-3 破線）は、幼虫の発生が少なかった平成16年～22年のレベルまで低下していないため、平成29年春は、平成28年と同様（約146ha）にBT剤を散布し、幼虫密度を抑制することにより、被害を受けたツバキの回復に必要な期間を確保する。

3. 集水域における防除方法の検討

BT剤を散布できない集水域のツバキ林の保全に向け、誘蛾灯の活用など薬剤によらない防除方法を検討する。

○おわりに

利島村や地元団体が連携し、エダシヤク類幼虫の若齢期にBT剤を散布した結果、ツバキ林の被害度は大きく改善されました。しかし、今後のエダシヤク類の発生動向については、まだ不明な点もあります。都は今後とも利島のツバキ林を守るため、利島村など関係機関と連携し、エダシヤク類防除対策を適切に進めていきます。

利島村におけるエダシヤク類防除対策の詳細については、東京都環境局のホームページで公開していますので、こちらをご覧ください。

<http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/nature/conference/edashaku.html>

(東京都環境局自然環境部緑環境課 森林保全担当)

香川県における松くい虫被害の状況と対策について

○はじめに

香川県の森林面積は87,554haで県土に占める割合は47%，うち民有林のマツ林面積は10,757haとなっています。マツ林面積は，過去の松くい虫の大発生やその後の防除の中止などの影響により樹種転換が進んで大幅に減少していますが，日本の白砂青松100選に選ばれている津田の松原，観音寺松原，白鳥神社（三里）の松原をはじめ特別名勝栗林公園など景観が優れたマツ林や，保安林など地域にとって

重要なマツ林は，国や市町などの関係機関と連携し，保全に努めています。

○被害量の推移 伐採

香川県における民有林の松くい虫被害は，昭和46年度から増加の一途をたどり，昭和54年度にピークを迎えました。その後，県を挙げての防除の甲斐あって，平成2年度まで減少傾向にありました。しかしながら，平成3年度以降10年間程度は，気象要因やその他の要因により被害が増加し，年間3～4万

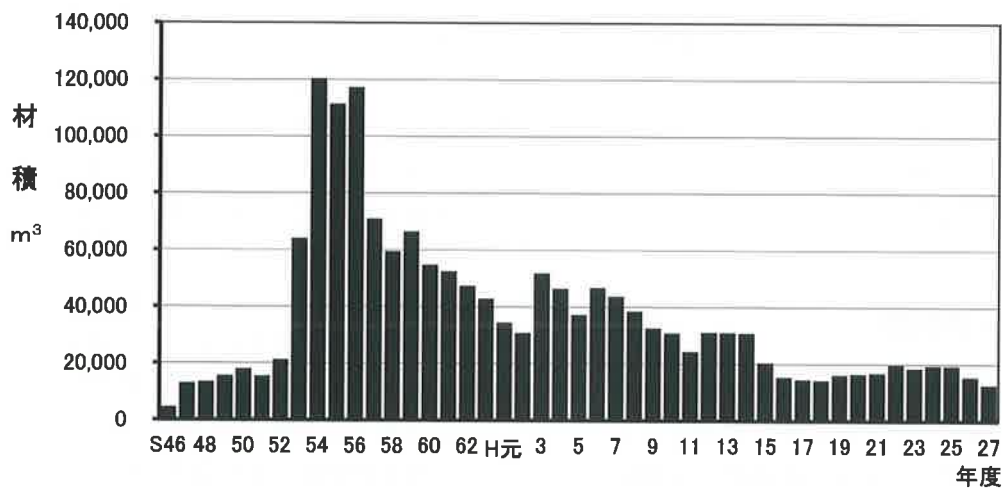


図-1 松くい虫被害量の推移



写真-1 地上散布



写真-2 特別伐倒駆除(破碎)



写真-3 樹幹注入

m²の松くい虫被害が発生しました。その後増減を繰り返して、平成15年度以降は毎年2万m²前後で推移しており、被害の終息には至っていません（図-1）。

近年の傾向としては、マツノザイセンチュウに感染後枯死に至るのが年を越えたり、春以降にずれ込む場合があります。どの対策をとったらよいのか判断が難しくなっています。

○松くい虫被害への対応

松くい虫被害への対応として、カミキリ成虫がマツの枝を摂食する際マツノザイセンチュウが生存木に侵入するのを防ぐため、生存木に噴霧器等を利用

して薬剤散布しカミキリ成虫の防除を行う地上散布（予防散布）や、マツノザイセンチュウの寄生を防ぐことを目的に生存木に穴を開け薬剤を注入する樹幹注入や、枯死木内に寄生したカミキリ幼虫や蛹が翌春以降成虫になり拡散するのを防止するため、枯死木を伐倒し薬剤処理したり、チップ化等をする伐倒駆除、特別伐倒駆除などを実施しています（写真-1～3）。

こうした対策を実施しているにも関わらず、松くい虫被害が発生する事例が認められています。被害を完全に抑えるために①適期に予防散布を実施する、②予防散布の際薬剤を木の先端部までしっかりかける、③特別伐倒駆除、伐倒駆除をする際、駆除に漏れが無いようにすることを一層徹底したいと考えています。

また、カミキリ成虫の防除適期を把握するため、平成27年度から、発生予察方法の改良を試みており、その年のある時期までのカミキリの発育が進む温度（11°Cを超えた温度）の積算値の推移と、その後、気象庁が発表する1ヶ月予報から有効積算温度（本県で336.8日度と設定）に達する時期、すなわちカミキリ成虫の羽化時期を大まかに予測しようとしています（図-2）。平成28年度の場合は、県の防除の方針を決定する防除連絡協議会時点（4月22日）で、カミキリの発育が進む温度の積算値が平年の積

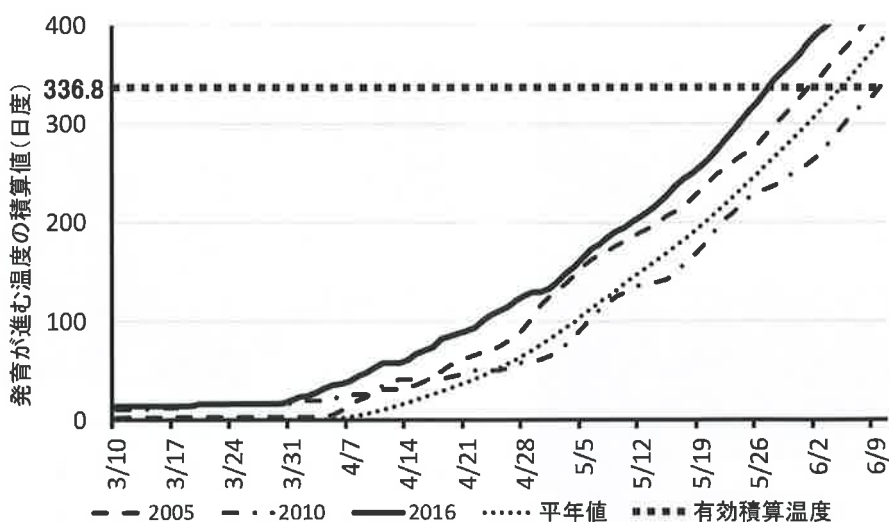


図-2 マツノマダラカミキリの発育が進む温度の積算値の推移（発育零点：11°C）

算値より高く推移しており、その後の1ヶ月予報も気温が平年より高くなる予報でしたので、成虫の羽化時期を平年の6月上旬より早くなると予測し、関係機関に周知しました。平成28年度は、概ね予測羽化時期頃に地上散布が実施され、防除効果は確認されました。そのことから、予測がほぼ適合していたのではないかと推察されます。次年度以降も、予測結果と成虫発生時期、地上散布時期及び防除効果について追跡調査を行い、発生予察の精度を上げ効果的な地上散布の時期の設定に役立てます。

○終わりに

松くい虫被害を完全に抑えきることは相当困難ですが、対策を継続することで、少しでも長くマツを健全に保ち、「適期に」「漏れ無く」をモットーに市町と連携して守るべきマツ林を守っていきます。

最後に、省力的かつ安価で効果の高い松くい虫被害防止技術が開発されることを切に望みます。

(香川県環境森林部みどり整備課 森林整備グループ)

森林病虫獣害発生情報：平成29年1～2月受理分

病害

なし

獣害

なし

(森林総合研究所 佐橋憲生/尾崎研一/堀野真一)

虫害

〔カシノナガキクイムシ…福島県二本松市〕

60・67年生コナラ天然林，2016年8～9月発見，被害面積33.42ha，被害本数約40本（福島県県北農林事務所・小野田義宏）

〔カシノナガキクイムシ…福島県南相馬市〕

約40年生コナラ天然林，2016年9月発見，被害面積約8ha，被害本数約10本（福島県相双県北農林事務所・櫻井哲史）

〔カシノナガキクイムシ…福島県双葉郡〕

約40年生ミズナラ天然林，2016年9月発見，被害面積約0.1ha，被害本数約6本（福島県相双県北農林事務所・櫻井哲史）

森林防疫 第66巻第2号(通巻第719号)
平成29年3月25日 発行(奇数月25日発行)

編集・発行人 佐藤重芳
印刷所 松尾印刷株式会社
東京都港区虎ノ門5-8-12
☎ (03) 3432-1321

定価 1,339円(送料込, 消費税込)
年間購読料 6,696円(送料込, 消費税込)

発行所 全国森林病虫獣害防除協会
National Federation of Forest Pests Management
Association, Japan

〒101-0047 東京都千代田区
内神田 1-1-12(コープビル)

☎ (03) 3294-9719 FAX (03) 3293-4726

振替 00180-9-89156

<http://bojyokyokai.main.jp/>