

森林防疫

FOREST PESTS

— 森の生物と被害 —



目次

論文

Fomitiporia punctata によるヒノキアスナロの幹辺材腐朽被害

〔市原 優・鳥居正人・相川拓也・服部 力〕 3

解説

DNA解析に基づくニホンヤマビルの宿主動物の同定と近年の分布拡大範囲

〔森嶋佳織・逢沢峰昭〕 11

都道府県だより：滋賀県・福島県 21

協会だより：

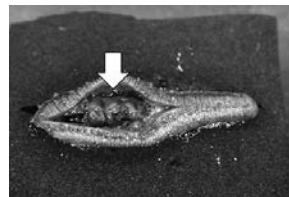
どなたでも投稿できます！ 26



A



B



C



D

〔表紙写真〕 ヒトへの吸血被害が多数報告されているニホンヤマビル

写真A：ヒトの手についたニホンヤマビル

写真B：ヒトを吸血した後に膨張したニホンヤマビル

写真C：解剖したニホンヤマビルの消化管に残る吸血液（宿主動物の血液塊）（矢印）

写真D：カエルの脚に吸血し、膨張したニホンヤマビル（矢印）

ニホンヤマビル（以下、ヤマビル）は、哺乳類やヒトへの吸血性をもつ陸生ヒルである（写真A, B）。ヤマビルは、口吸盤と尾吸盤の2つの吸盤を持ち、尺取虫のように移動する（写真A）。ヤマビルの分布は、かつては山中や溪谷に限定されていた。しかし、近年、全国的に多くの被害が報告されている。ヤマビル自身の移動性は低いため、ヤマビルの近年の分布拡大と野生動物の分布拡大との関連性が指摘されている。我々は、ヤマビルがどんな野生動物を吸血しているのか調べることで、両者の関連性がわかるのではないかと考えた。そこで、ヤマビルの消化管に残る吸血液（宿主動物の血液塊、写真C）のDNAからヤマビルの宿主動物を同定した。その結果、ニホンジカ（以下、シカ）がおもな宿主動物であること、そして、哺乳類だけでなく両生類も利用していることが明らかとなった。実際、群馬県での野外調査時にカエルを吸血するヤマビルを観察した（写真D）。シカの増加に伴い、ヤマビルの宿主動物がカエル類からシカに変化することで、ヤマビルの増加や分布拡大がおきている地域があるようだ。

（国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 森嶋佳織）

論文

*Fomitiporia punctata*によるヒノキアスナロの 幹辺材腐朽被害

市原 優¹・鳥居正人²・相川拓也³・服部 カ⁴

I. はじめに

ヒノキアスナロ (*Thujopsis dolabrata* (L.f.) Siebold et Zucc. var. *hondae* Makino) は青森県など北東北から渡島半島ではヒバ、石川県能登半島ではアテと呼ばれ、両地域が主な産地となっている地域特産樹種である。ヒノキアスナロは材を建材や木工品に利用するため、材質劣化病害の発生には注視する必要がある。ヒノキアスナロの材質劣化病害には、これまで漏脂病と溝腐病が登録されている (岸 1998)。漏脂病は、樹脂流出を伴って樹幹変形する病害であり、ヒノキアスナロの立木密度が高いと発生しやすい (窪野ら 2003)。溝腐病は、辺材腐朽菌のモミサルノコシカケ (*Fomitiporia hartigii* (Allesch. & Schnabl) Fiasson & Niemelä) によって引き起こされる病害であり、とくにヒノキアスナロとトドマツに多く発生する (Kobayashi 2007)。

2015年に、これまでに知られているヒノキアスナロ樹幹の病害とは一致しない幹の溝腐症状が、能登半島のヒノキアスナロ人工林 (石川県林業試験場アテ試験林) において数本のヒノキアスナロに発生しているのを発見した。いずれの個体においても、樹幹の溝腐症状の周囲には背着生の担子菌の子実体が発生していた。この子実体は、針葉樹と広葉樹の多くの樹種に辺材腐朽病を起こすタバコウロコタケ科のチャアナタケモドキ (*Fomitiporia torreyae* Y.C. Dai & B.K. Cui) (中村・服部 2020) に類似していた。本菌によるスギ (*Cryptomeria japonica* D. Don) の幹辺材腐朽病は非赤枯性溝腐病と命名されており、辺材を腐朽するとともに樹幹の顕著な変形を起こす (今関 1960, 青島ら 1964)。さらに、スギ人工林ではチャアナタケモドキによる辺材腐朽が強風による

幹折れの発生に関与するため (市原ら 2021)、スギ人工林施業に与える影響が大きい。そのため、非赤枯性溝腐病に類似したヒノキアスナロの溝腐症状についても被害実態を明らかにする必要がある。

Fomitiporia punctata (Pilát) Murrillは広葉樹と一部の針葉樹上に発生が認められている担子菌である (Farr and Rossman 2022)。本種はチャアナタケモドキと類似しており、国内では両者は長らく混同されていた (Ota *et al.* 2014)。日本国内では本種はこれまで広葉樹上に発生が認められ、その一部について辺材腐朽病を引き起こすことが知られている (中村・服部 2020)。一方、Torii *et al.* (2021) は能登半島のヒノキアスナロ辺材腐朽木上に形成された子実体1サンプルについて、DNA塩基配列に基づき*F. punctata*と同定した。しかし、国内では本種が針葉樹上に発生した例は他に知られておらず、また本菌のヒノキアスナロに対する病原性も明らかになっていない。また、同じタバコウロコタケ科に属するチャアナタケ (*Fomitiporella sinica* Y.C. Dai, X.H. Ji & Vlasák) など肉眼的特徴が類似した種も多く、チャアナタケモドキとチャアナタケが同一スギ林分に生息していた事例 (市原ら 2021, Torii *et al.* 2022) もあることから、石川県林業試験場アテ試験林における未同定の子実体についても*F. punctata*であるかどうか検証する必要がある。本報告では、ヒノキアスナロに発生した溝腐症状の原因菌やその被害状況を明らかにするため、被害木上に形成された子実体の外観的特徴、および子実体と腐朽材から分離された菌のDNA塩基配列に基づく同定、病原性と発生状況を調査した。

Occurrence of sap rot caused by *Fomitiporia punctata* on stems of *Thujopsis dolabrata* var. *hondae*

¹ICHIHARA, Yu, (国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 関西支所; ²TORII, Masato, (国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所; ³AIKAWA, Takuya, (国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 東北支所; ⁴HATTORI, Tsutomu, (国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所

II. 材料と方法

1) 調査地

ヒノキアスナロが7haにわたって植栽された石川県林業試験場アテ試験林 (37° 18' 6"N, 136° 55' 38"E) において、挿し木の一品種 (エソアテ) が植栽された約50年生の一林分で調査した (図-1)。この林分は、海拔200m, 平均傾斜26.8° (20.3 ~

34.2°) の南西斜面に位置する0.057haの林分であり、尾根筋から谷底まで植栽されている (図-2)。林分の構成樹種は、植栽したヒノキアスナロのほか、尾根筋に天然更新したアカマツとクリであり、本数密度は1700本/haである (表-1)。ヒノキアスナロの24%には漏脂病が発生している。

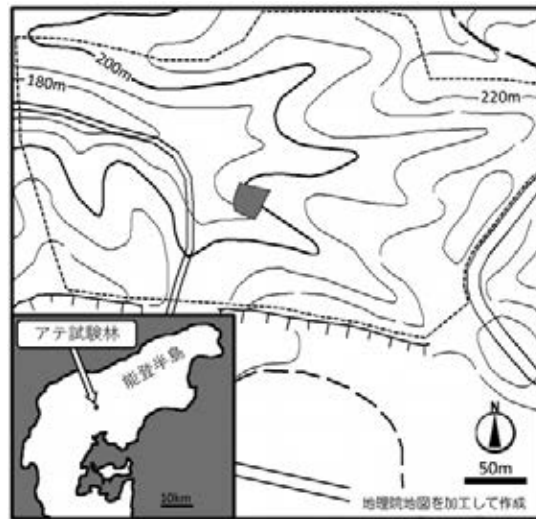


図-1 調査地の場所

灰色部, 調査地, 点線, 石川県林業試験場アテ試験林のおよその範囲。

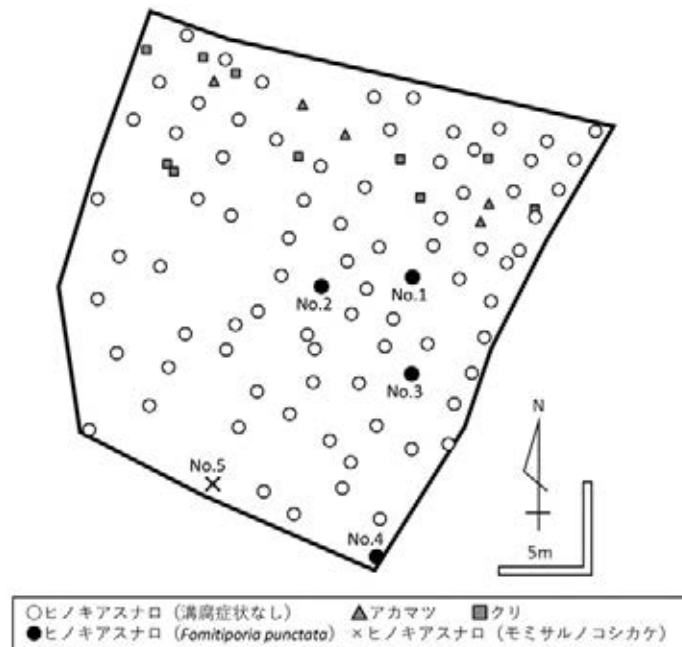


図-2 調査地の樹木位置と辺材腐朽菌子実体発生木の位置

表-1 調査地の構成樹木

樹種	本数 (本)	胸高直径* (cm)
ヒノキアスナロ	83	17.9±4.9cm (8.2 ~ 29.0cm)
アカマツ	5	19.7±5.0cm (13.6 ~ 25.2cm)
クリ	10	13.3±2.7cm (7.1 ~ 17.5cm)

*、平均値±標準偏差 (最小~最大値)

2) 被害木の発生状況調査

この林分のヒノキアスナロを対象として、2019年11月に幹に発生した背着性のタバコウロコタケ科未同定菌や溝腐病の病原菌であるモミサルノコシカケなど、幹辺材腐朽病の原因となりうる腐朽菌の子実体を探索した。いずれかの子実体が認められたヒノキアスナロ個体については、外観的発病状況として、溝腐症状に伴う開口部（症状が進展して外樹皮が離

脱し辺材部が露出した部分）の長さとして地上高、溝腐部位（開口部とその上下の外樹皮が脱離していない幹の凹み）の地上高、子実体が発生した部位の地上高を記録した。なお、未同定菌の発生が認められた発生木の一本については、2015～2019年に子実体の発生状況を継続観察した。さらに、調査林分のほかに石川県林業試験場アテ試験林内の他の挿し木品種が植栽されたエリアを踏査し、ヒノキアスナロ植栽木に未同定菌が発生しているかを探索した。

3) 樹幹内部の腐朽状況

本林分の被害木1本（表-2，図-2，被害木No. 1）を2020年8月6日に伐採し、辺材腐朽の内部状況を調査した。被害木No. 1を地上高20cmから380cmの間10cm毎に切断、木口面を写真撮影し、画像描画ソフトウェア（GIMP 2.10.12）で画像上の木

表-2 調査地のヒノキアスナロに発生した溝腐症状被害木の概要

個体 番号	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	生枝下高 (m)	子実体の種	溝腐部 地上高(cm)	溝腐部中の開口部 地上高(長さ)(cm)	子実体が形成された範囲 地上高(cm)	備考
No.1	17.9	9.3	2.2	<i>Fomitiporia punctata</i>	80 ~ 230	130 ~ 163(33)	30 ~ 290	開口部に枯枝あり
				子実体なし	290 ~ 340	なし	なし	溝腐部に枯枝あり
No.2	17.4	8.3	4.4	<i>Fomitiporia punctata</i>	60 ~ 440	200 ~ 440(240)	60 ~ 310	開口部に枯枝あり
No.3	21.6	13.3	5.7	<i>Fomitiporia punctata</i>	160 ~ 290	170 ~ 230(60)	190 ~ 220	開口部に枯枝あり
No.4	26.8	13.3	5.8	<i>Fomitiporia punctata</i>	320 ~ 580	380 ~ 530(150)	460	開口部に枯枝あり
No.5	29.0	13.8	4.3	モミサルノコシカケ	50 ~ 430	なし	100, 240, 390	子実体3個

表-3 調査地の子実体と腐朽部から分離した菌株

菌株	ヒノキアスナロ個体	分離源	採取日
YI0521	No.1	子実体	2017年6月23日
YI0522	No.2	子実体	2017年6月23日
YI0520	No.3	子実体	2017年6月23日
ate-55	No.4	子実体	2019年12月17日
YI0691	No.1	170cm付近の腐朽辺材	2020年8月6日
YI0692	No.1	170cm付近の腐朽辺材	2020年8月6日
YI0693	No.1	170cm付近の腐朽辺材	2020年8月6日
YI0694	No.1	310cm付近の腐朽辺材	2020年8月6日
YI0695	No.1	310cm付近の腐朽辺材	2020年8月6日

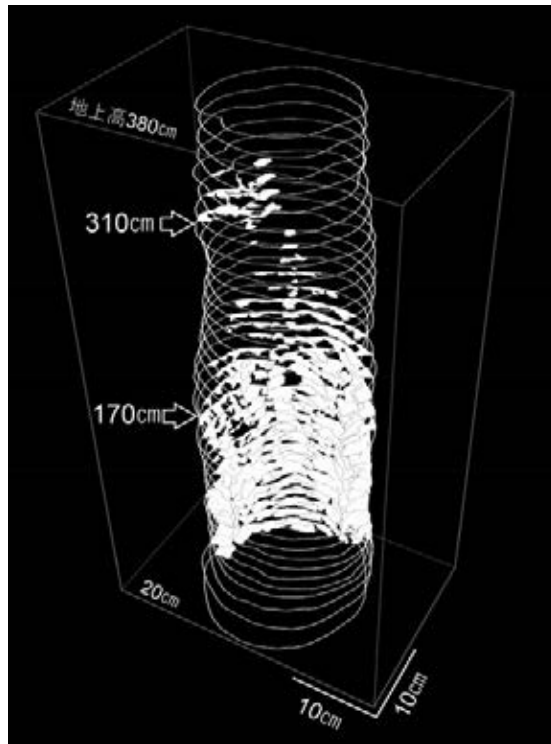


図-3 被害木No. 1の樹幹に認められた辺材腐朽部の分布

地上高20cmから380cmの木口面の輪郭と辺材腐朽部を10cmおきに白色で示した。矢印：枯枝痕が認められた170cmと310cmの木口面。

口面の輪郭と腐朽部を塗り、画像解析ソフトウェア (ImageJ 1.53c) により腐朽部を立体的に作図することにより腐朽部を可視化した。

4) 子実体と腐朽部の分離菌の同定

被害木No. 1に認められた互いに連続していない2か所の辺材腐朽部 (図-3, 写真-2A, B) からそれぞれ約5mm角の材片を採取した。また、被害木No. 1から4に発生した未同定菌の子実体組織の一部を約5mm角で採取した (表-3)。材片と子実体片は、直接ポテトデキストロース寒天 (PDA) 培地に置いて、培地上に進展した菌糸から菌を分離した (表-3)。分離菌はOta *et al.* (2014) の方法を一部改変して (ITS1F/ITS4のプライマー対, PCRにはGoTaq Green Master Mix (Promega) を使用), 培養菌糸のrDNA ITS領域の塩基配列をシーケンスし、得られた塩基配列を用いてNCBI BLAST (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) の相同性

検索を行った。

5) 接種試験

直径9cmのプラスチックシャーレのPDA培地に未同定菌の菌株 (YI0521) と高圧滅菌した木駒 (直径8mm, 長さ18mm, プナ材製) を置いて2か月間培養した。対照として菌株を植菌していないPDA培地上に木駒を置き2か月間培養した。岩手県盛岡市に植栽されたヒノキアスナロの枝3本 (平均直径約8.5cm) に、ハンドドリルで穴 (直径8mm, 深さ20mm) を2カ所ずつ同じ木口面になるように開け、1か所に菌糸培養した木駒, もう一方に対照の木駒を入れ、ガムテープで覆った。接種は2021年6月30日に行った。接種4か月後に枝を採集し、断面に認められた黒色の境界線を伴う壊死部について、木口面の水平方向と縦断面の軸方向の最大長をデジタルノギスを用いて計測した。黒色の境界線の接種駒側の辺材壊死部から材片を採取し、直接PDA培地に置いて接



写真-1 能登半島のヒノキアスナロの溝腐症状の被害木に発生した菌類

A～D, 被害木No. 1に発生した*Fomitiporia punctata*, A, 2015年6月18日, B, 2017年6月23日, C, 2019年11月13日, D, 溝腐部の枯枝痕(黒矢印)とその周囲の子実体(白矢印), E, 被害木No. 5に発生したモミサルノコシカケ.

スケールバー, A～C, 10cm, D, E, 5cm

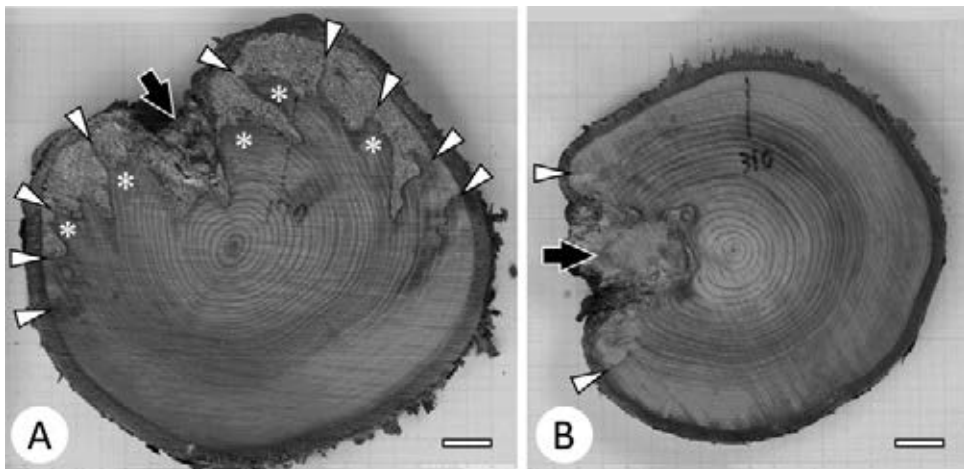


写真-2 被害木No. 1の木口面に認められた辺材腐朽

A, 地上高170cmの木口面, B, 地上高310cmの木口面, 白矢印, 反応帯, 黒矢印, 枯枝痕, *, 傷害心材になった反応帯, スケールバー, 1cm.

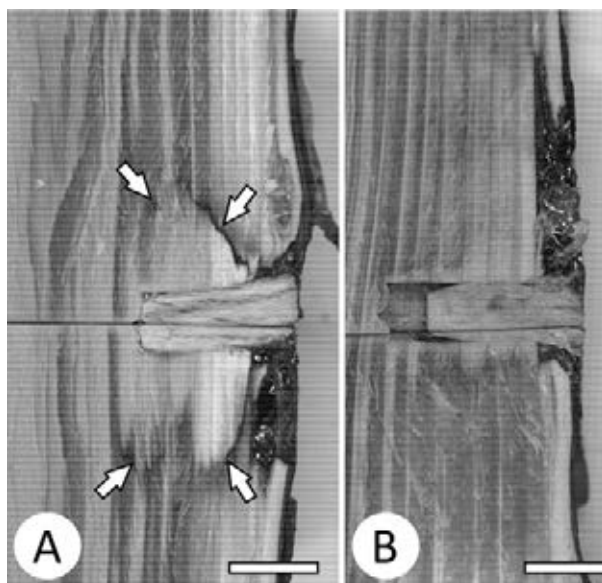


写真-3 *Fomitiporia punctata*を接種したヒノキアスナロの辺材に形成された壊死部
A, 接種, B, 対照, 白矢印, 壊死部の外縁に形成された黒色の境界線, スケールバー, 1 cm.

種菌を再分離した。

Ⅲ. 結果

調査林分のヒノキアスナロのうち4本(本数比率4.5%)の樹幹にタバコウロコタケ科とみられる背着生の子実体が発生していた(表-2, 図-2, 写真-1A~D)。この4本のうち1本(被害木No. 4)の子実体は, Torii *et al.* (2021) により *F. punctata* と同定されたものである。

被害木No. 1から4の子実体から分離した菌株と, 被害木No. 1の2か所の腐朽部から分離した菌株(表-3)からITS領域を含む682bpの塩基配列を取得した。供試菌株間の相同性(682bp)は99.7~100%であり, これらは同種に属することが示唆された。BLASTの結果, いずれの菌株でも99.0%以上の相同性を示したのは *F. punctata* のみであった。そのため, 分離菌は全て *F. punctata* であると判断した。

調査林分内の *F. punctata* 発生木の立木位置は, 斜面中部から下部に分布している傾向があった(図-2)。これらとは別の斜面下部の個体1本(1.2%)でモミサルノコシカケの子実体が発生していた(表-2, 図-2, 写真-1E)。調査林分以外の石川

県林業試験場アテ試験林内では *F. punctata* の子実体は確認できなかった。調査林分では風の弱い夕刻に斜面中段以下に湿った冷気がたまるが多かった。

被害木の樹幹に形成された *F. punctata* の子実体は, 非赤枯性溝腐病による病徴に類似した縦方向に長い溝腐部位の周囲に発生していた(写真-1A~D)。溝腐部位は地上高60~580cmにあり, 溝腐部位の一部は開口部(長さ33~240cm, 地上高130~530cm)となっていた(表-2, 写真-1A~C)。また, いずれも溝腐部位の開口部の中に枯枝痕があった(写真-1D)。溝腐部位の周囲に形成された *F. punctata* の子実体は, 地上高が30~460cmの樹幹(表-2)と一部の枝に形成されていた。被害木No. 1の樹幹における子実体の形成範囲は, 2015年からの4年間で時間経過とともに拡大する傾向があった(写真-1A~C)。被害木No. 1では, 子実体形成した溝腐部位(地上高80~230cm)とは別に地上高290~340cmの部位に子実体を伴わない溝腐部位があり, その中の地上高310cmの部位に枯枝痕があった(表-2)。モミサルノコシカケが発生したヒノキアスナロ1本には, 縦に長い溝腐部内に子実体が形成されていたが, 開口部は認められなかった(表-2,

写真-1E)。

被害木No. 1の樹幹木口面を観察した結果、地上高170cmの枯枝痕を中心とする長さ260cmの辺材腐朽部(地上高20cm~280cm, 図-3, 写真-2A), および地上高310cmの枯枝痕を中心とする長さ60cmの辺材腐朽部(地上高280cm~340cm, 図-3, 写真-2B)があり, これらはいずれも外観観察により樹幹に溝が認められた部分の内側に位置していた。また, これらの辺材腐朽部は互いに連続していなかった(図-3)。地上高170cmの枯枝痕を中心とする辺材腐朽部では腐朽がより進展し, 多数の反応帯が形成されており, 反応帯の一部は傷害心材になって腐朽せずに残存していた(写真-2A)。

接種試験の結果, 菌株接種区では辺材に接種部から軸方向に 12.1 ± 4.5 mm(平均 \pm 標準偏差), 水平方向に 3.7 ± 1.5 mmの, 軸方向に長い辺材壊死部が形成され, 生きた辺材との間には黒色の境界線が形成された(写真-3A)。接種区3箇所全てについて, 黒色の境界線の接種駒側の辺材壊死部から接種菌が再分離された。対照区では明瞭な辺材壊死は認められず, このような境界線は生じなかった(写真-3B)。

IV. 考察

これまで, ヒノキアスナロについてはマツノウロコタケ(*Veluticeps abietina* (Persoon) Hjortstam & Tellería)による幹心腐病及びモミサルノコシカケによる溝腐病以外の幹腐朽病は知られていなかった(日本植物病理学会 2022)。本研究の結果, 本調査地のヒノキアスナロの辺材腐朽部から分離された菌及び腐朽部付近に形成されたタバコウロコタケ科に属する子実体はいずれも*F. punctata*であることが確認された。さらに接種試験により*F. punctata*がヒノキアスナロの辺材内に侵入, 定着可能であることがわかり, 本菌がヒノキアスナロの幹辺材腐朽病の病原菌であることが明らかとなった。

これまで日本における*F. punctata*の発生記録は広葉樹上が主であり(中村・服部 2020, Ota *et al.* 2014), 針葉樹上の発生記録は本調査地に発生した

子実体が唯一だが(Torii *et al.* 2021), 幹に辺材腐朽が生じているかは確認されていなかった。*F. punctata*を病原とする針葉樹辺材腐朽病による幹辺材腐朽被害を確認した報告は国内では本報告が初めてである。本菌の接種による辺材への侵入範囲は接種後4カ月で軸方向に平均12.1mmと限定的であったが, 被害地では数mにおよぶ辺材腐朽が広がっていたことや, 1本の被害木に複数の辺材腐朽部が発生していた事例が認められた。このことから, 本菌はヒノキアスナロに材質劣化をもたらす病害と考えられる。また, 辺材腐朽病はスギでは幹折れ発生に関与しているため(市原ら 2021), ヒノキアスナロにおいても強風や冠雪による幹折れに関与するかを今後調査する必要がある。

本調査の腐朽部の中心付近に枯枝痕があったことから, *F. punctata*は枯枝痕から辺材に侵入したことが示唆される。チャアナタケモドキによるスギ非赤枯性溝腐病では, 枝打ちによる被害の発生抑制効果が得られている(小林・高橋 2020)。現時点では, *F. punctata*によるヒノキアスナロの幹辺材腐朽被害は今回の調査地外では未確認であるが, 今後の調査により広域で被害が発生することがわかった場合や被害拡大が認められた場合には, 被害抑制のための枝打ち効果検証試験が求められる。

被害木は, 斜面の中段から下部で発生していた。一般に谷部では空中湿度が高く, 現地では風の弱い夕刻に斜面中段以下に湿った冷気がたまることが多かったことから, 本病害が空中湿度の高い環境に発生しやすい可能性が示唆される。しかし, 本調査で調査できた被害木は少ないため, 今後多くの被害地の実態調査を行い, 本病の発生に与える湿度などの環境要因について明らかにする必要がある。

今回伐採調査した被害木の1本(No. 1)では, 2か所の腐朽部のうち一か所で辺材腐朽部付近に子実体が発生せず外観的に溝腐症状だけが認められたが, 他の要因によって生じる樹幹の溝もありうることから, 外観だけでは罹病しているかは判断できないと考えられる。チャアナタケモドキによるスギ非赤枯性溝腐病では, 罹病率が非常に高い林分におい

ても子実体は被害立木上ではほとんどみられない(幸ら 2014)。本調査では, 調査林分周囲の別品種のヒノキアスナロ林分では*F. punctata*の子実体発生は認められなかったが, 子実体が形成されにくいことにより発見されていない被害木がある可能性がある。他の品種についても, 樹幹に溝が生じた立木を伐採して菌の感染の有無を確認するなど, 注意深く探索し被害実態を把握する必要がある。

本研究の結果, ヒノキアスナロの辺材腐朽病として, モミサルノコシカケによる溝腐病に加え, *F. punctata*による幹辺材腐朽病が発生することが明らかになった。本病の病名をヒノキアスナロ幹辺材腐朽病(stem sap rot)とすることを提案する。本病害の発生の確認は本調査地だけであるが, Torii *et al.* (2021) による*F. punctata*の予想分布域とヒノキアスナロの分布域が重なることから, 今後他の地域のヒノキアスナロ林においても本病の発生状況を調査する必要がある。

謝辞

石川県農林総合研究センター林業試験場の矢田豊氏には, 多大なご協力をいただいたことに深謝する。本研究の一部は(国研)森林研究・整備機構森林総合研究所交付金プロジェクト(課題番号 201603, 201708), および JSPS 科研費19H03010の研究成果である。

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. 日本林学会大会講演要旨集 75: 394 ~ 397
- Farr DF and Rossman AY (2022) Fungal Databases, U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA. Retrieved February 3, 2022, from <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>
- 市原 優・服部 力・松永孝治・高橋由紀子(2021) 強風によるスギ幹折れ被害における非赤枯性溝腐病による辺材腐朽の状況. 森林防疫 70: 91 ~ 97
- 今関六也(1960) 山武杉の新しい病気, 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

- 岸 國平(1998) 日本植物病害大事典. 全国農林教育協会
- 小林真生子・高橋真秀(2020) 枝打ちによるスギの非赤枯性溝腐病の発生抑制効果. 日林誌 102: 306 ~ 310
- Kobayashi T (2007) Index of fungi inhabiting woody plants in Japan -Host, Distribution and Literature-. Zenkoku-Noson-Kyoiku Kyokai
- 窪野高德・市原 優・兼平文憲・田中功二(2003) 東北地方のヒバ天然林及び人工林における漏脂病被害実態と被害形態の把握. 東北森林科学会誌 8: 88 ~ 93
- 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
- 中村 仁・服部 力(2020) チャアナタケモドキの緑化木・花木における発生樹種および発生頻度. 森林防疫 69: 33 ~ 39
- 日本植物病理学会(2022) 日本植物病名目録. 日本植物病理学会. 東京
- Ota Y, Hattori T, Nakamura H, Terashima Y, Lee SS, Miyuki Y, Sotome K (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
- Torii M, Ichihara Y, Masuya H, Hattori T (2022) Trunk sap rot of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) caused by *Fomitiporella sinica*. Journal of Forest Research (in press)
- Torii M, Masuya H, Hattori T (2021) Temperature characteristics of two *Fomitiporia* fungi determine their geographical distributions in Japan. Forests 12: 1580.
- (2022.7.13 受理)

解説

DNA解析に基づくニホンヤマビルの宿主動物の同定と近年の分布拡大範囲

森嶋佳織¹・逢沢峰昭²

1. はじめに

ヒル類とは、環形動物門環帯綱ヒル亜綱のヒル下綱に属する分類群を指し（中野 2013）、吻蛭目（Rhynchobdellida）と吻無蛭目（Arhynchobdellida）の2目からなる（Apakupakul *et al.* 1999；Kutschera and Wirtz 2001）。ヒル類は、淡水および海水の水生生活に適応した種と陸上生活に適応した種からなり、多様性に富んだ分類群である（Kutschera and Wirtz 2001）。陸上で生活するものを陸生ヒル（terrestrial leech）と呼び、陸生ヒルの多くは、イ

ンド・太平洋地域の湿潤な森林に生息する（Borda and Siddall 2010）。日本では、陸生ヒルのうち、吸血性をもつヤマビル科（Haemadipsidae）の種として、ニホンヤマビル（*Haemadipsa japonica* Whitman）とサキシマヤマビル（*H. rjukjuana* Oka）の2種が生息している（Borda and Siddall 2010；Lai *et al.* 2011）。このうち、ニホンヤマビルは、秋田県から屋久島までの本州、四国、九州に分布している（吉葉 1994；金城ら 2016；逢沢・森嶋 2018；森嶋・逢沢 2018；図-1）。一方、サキシマヤマビルは、ト

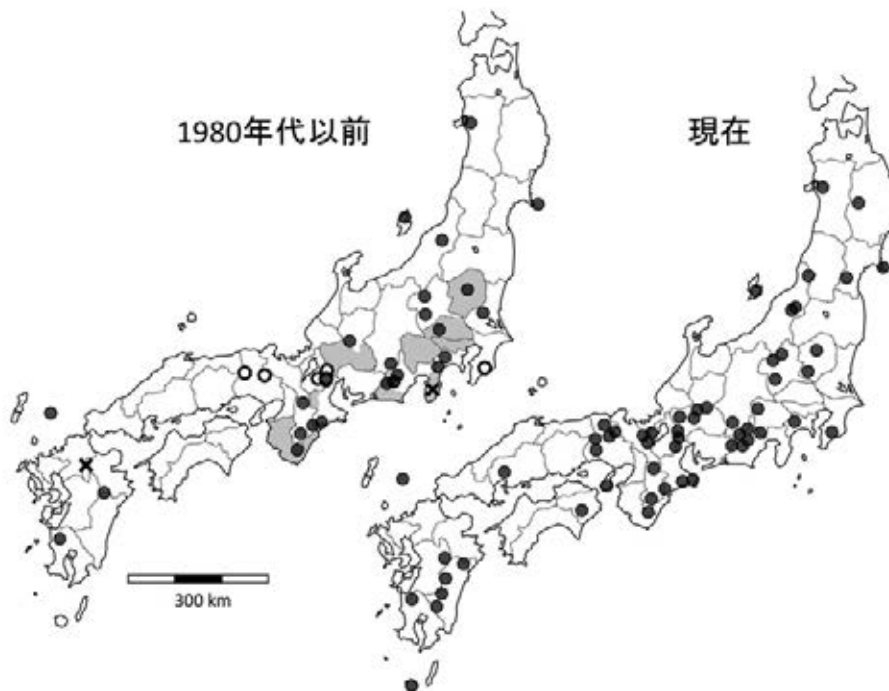


図-1 ニホンヤマビルの過去（1980年代以前）と現在の分布

逢沢・森嶋（2021）を基に作成。1980年代以前の分布は逢沢・森嶋（2018）を基に作成。現在の分布は、ヤマビル研究会の「ヤマビル注意報」、著者らの現地調査、聞き取り調査およびインターネット上の情報（ニホンヤマビルの写真や吸血情報など）を基に作成。灰色の丸が確実性の高い分布地を示す。文献上に分布記載があるのみで写真や吸血の記載がないなど、分布の確実性がやや低い場所は白丸で示した。灰色の塗りつぶしは、文献上に旧国名（遠江など）で記された分布地を示す。×印は過去にみられたが昭和初期までにみられなくなった分布地を示す。

DNA analyses reveal the hosts and range of current distributional expansion of a Japanese sanguivorous land leech (*Haemadipsa japonica*)

¹MORISHIMA, Kaori, 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所; ²AIZAWA, Mineaki, 宇都宮大学 農学部 森林科学科

カラ列島の悪石島以南の南西諸島, インドシナ半島, マレー半島, インドネシア, 台湾および韓国の可居島 (Gageo Island) に分布している (Lai *et al.* 2011; Won *et al.* 2014)。日本でのニホンヤマビルの分布は, 古くは江戸時代中期の書物にみられ, かつては山中や溪谷に限定されていた (Whitman 1886; 逢沢・森嶋 2018; 逢沢・森嶋 2021)。しかし, 1990年代以降, 全国的にニホンヤマビルによる吸血被害が多数報告されるようになった (浅田ら 1995; 森嶋ら 2018; ヤマビル研究会 2019)。ニホンヤマビルが尺取虫様に移動することを考慮すると, ニホンヤマビル自身の移動範囲は非常に狭いと考えられ, 吸血対象 (宿主) 動物の移動とともに拡大した可能性が示唆される (山中 2002; 杉山・坂庭 2010; 森嶋ら 2018)。ニホンヤマビルの分布拡大は, 山林で働く林業従事者の深刻な精神的負荷をもたらすとともに, ニホンヤマビルの防除対策コストが増加するなど, 問題化している (森嶋ら 2018)。このような問題を解決するうえで, (1)ニホンヤマビルは, どのような宿主動物を介して広がっているのか, (2)現在のニホンヤマビルの分布拡大はどこの集団を核として, どの程度広がっているのか, という知見は重要である。

上述の(1)に関して, ニホンヤマビルが利用する宿主動物種を明らかにする必要がある。Sasaki *et al.* (2005) および Sasaki and Tani (2008) によるDNA解析の結果, ニホンヤマビルの宿主動物は, ニホンジカ (*Cervus nippon*), イノシシ (*Sus scrofa*), ニホンカモシカ (*Capricornis crispus*) およびキジ類 (*Phasianus* sp.) であったと報告されている。しかし, 当時のDNA解析は, 予め候補となる宿主動物の標的DNA断片のサイズを事前に調べ, それと参照することで, どの種が宿主であるかを決定する方法を用いていた。そのため, ニホンヤマビルが宿主候補にない動物を吸血した場合は宿主動物として検出できない問題があった。したがって, これまでの解析手法とは異なる手法を用いる必要がある。近年, 蚊やヒルといった吸血性の無脊椎動物に含まれる脊椎動物由来のDNA (invertebrate-derived DNA; iDNA) を利用

した宿主動物の同定が試みられている (例えば, Calvignac-Spencer *et al.* 2013; Schnell *et al.* 2015)。ヒルの場合, iDNAは消化管に残る宿主動物の血液塊から抽出したDNAを指し, 取得したiDNAの塩基配列をGenBankに登録されている様々な動物種の塩基配列と参照して宿主動物種を同定する。したがって, これまでのニホンヤマビルの宿主同定に用いられてきた手法と異なり, 宿主動物の候補を事前に設定することなく種同定が可能となる (例えば, Schnell *et al.* 2012; Schnell *et al.* 2015; Tessler *et al.* 2018)。そこで, 上述した(1)のニホンヤマビルはどのような宿主動物を介して広がっているのか, という点については, ニホンヤマビルのiDNAを用いて, 全国のニホンヤマビルの宿主動物を明らかにするとともに, 主要宿主動物と予測されるニホンジカの在・不在によってニホンヤマビルの宿主選択にどのような変化が生じているのか明らかにした。

上述の(2)に関して, ニホンヤマビルの分布拡大過程を明らかにする必要がある。2000年代より, 生物集団の歴史の変遷を推定する系統地理学的研究が国内外で報告され (例えば, Avise 2000; Dufresnes *et al.* 2016), さまざまな生物の分布域の拡大・縮小過程や移動ルートなどが明らかにされつつある。動物では母性遺伝することが知られているミトコンドリアDNA (mtDNA) が多数の動物の系統地理学的解析に用いられてきた。また, 核DNA中に存在するマイクロサテライト (Simple Sequence Repeat; SSR) 領域は, ゲノム中に1ないし数塩基の単位配列の繰り返しによって構成される領域であり, 極めて高い多型性を示す。そのため, 集団内および集団間の遺伝子流動の把握, 分布拡大した生物種の祖先集団の推定, さらには系統地理学的解析など, さまざまな目的に利用されている (例えば, Rutkowski *et al.* 2015; López-Urbe *et al.* 2016; Konishi *et al.* 2017)。そこで, 上述した(2)の現在のニホンヤマビルの分布拡大はどこの集団を核として, どの程度広がっているのか, という点については, 遺伝マーカーを用いることで, 各地域における遺伝的組成の違い (地理的遺伝構造) を調べ, 近年のニホンヤマビ

ルの分布拡大がどこの集団を核として拡大したのか推察した。

なお、本論はMorishima and Aizawa (2019) および Morishima *et al.* (2020) を解説したものである。遺伝解析およびデータ解析の詳細は、これらの論文を参照されたい。

2. 材料と方法

2.1. 試料採集

全国40箇所を選定し、2015～2018年の4月から10月に採集した(表-1)。採集には、「ヒトおとり法」を用いた。林内を歩行しながら、手足に付着したニホンヤマビルを採集した。採集したニホンヤマビルは、99%エタノールの入った1.5mlチューブに入れて捕殺し、冷蔵庫(4℃)で保存した。また、ニホンジカの分布する箇所と分布しない箇所を、自然環境保全基礎調査に基づき環境省自然環境局生物多様性センターが作成したニホンジカの分布図(http://www.biodic.go.jp/kiso/fnd_list.html)を用いて調べた。そして、第2回基礎調査(1978)と第6回基礎調査(2003)の両調査でニホンジカの分布が確認されたメッシュを在地域、それ以外のメッシュを不在地域とした。

2.2. 遺伝解析

宿主動物の同定には、ニホンヤマビルの消化管(胃や胃側盲囊)に残る未消化の血液塊を用いた。採集したニホンヤマビル826個体について、口吸盤から尾吸盤に向かってマイクロ剪刀で切開し、目視で確認できる未消化の血液塊の有無を調べた。血液塊のみられた216個体において、血液塊を摘出し、抽出キットを用いて全DNAを抽出した。そして、取得したiDNAの16SリボソームRNA遺伝子領域の塩基配列から宿主動物を同定した(表-1)。

地理的遺伝構造解析には、ニホンヤマビルの消化器内や口吸盤に残った宿主動物の血液の混入を防ぐために尾吸盤を用いた。尾吸盤をマイクロ剪刀とピンセットを用いて切り取り、全DNAを抽出した。本研究では、mtDNAのチトクロムC酸化酵素サブ

ユニットI(COI)遺伝子領域と多型性が高い核DNAのSSR領域を併用し、解析を行った。2つの遺伝マーカーを用いることで、様々な空間スケールに応じた地理的遺伝構造の検出が可能となる。mtDNAのCOI領域の塩基配列を決定し、地理的遺伝構造解析を行った(表-1)。さらに、Morishima *et al.* (2018) がニホンヤマビルで開発した9つの核SSRマーカーを用いてフラグメント解析を行った(表-1)。そして、得られた増幅断片のサイズから、各サンプルの遺伝子型(父方と母方のそれぞれに由来する塩基配列の組み合わせ)を決定し、地理的遺伝構造解析を行った。

2.3. データ解析

ニホンヤマビルのiDNAから得られた16SリボソームRNAの塩基配列については、日本DNAデータベース(DDBJ)のデータベースと照合し、塩基配列の相同性が97%以上で一致した動物を宿主と決定した。

ニホンジカの在・不在が、ニホンヤマビルの宿主動物選択にどのような影響を与えているか評価するため、一般化線形混合モデル(GLMM)を用いた解析を行った。応答変数は、ニホンヤマビルのiDNAから同定された宿主動物のうち、個体数(当該の宿主動物分類群を吸血したニホンヤマビルの個体数)の多かった、イノシシ、ニホンカモシカ、食肉目および無尾目(カエル類)の個体数とした。確率分布はポアソン分布に従うものとした。説明変数および固定効果には、採集地のニホンジカの在・不在情報と採集地の標高を用いた。

ニホンヤマビルの地理的遺伝構造については、mtDNAの塩基配列データを用いて最尤法に基づく系統関係の推定および核SSRを用いたSTRUCTURE解析(Pritchard *et al.* 2000)を行った。

3. 結果と考察

3.1. ニホンヤマビルの宿主動物

全国から採集したニホンヤマビルのうち144個体の宿主動物が同定された(表-1)。その内訳は、

表-1 ニホンヤマビルの採集地と各解析に用いたサンプル数

集団 ID	採集地	採集日	解剖数	宿主動物の同定		地理的遺伝構造解析		
				血液塊の摘出数	同定数	mtDNA	核SSR	
1†	秋田県	五城目	2016/6/17	16	11	4	12	19
2†		秋田市					16	25
		俎山	2016/6/18	6	1	1	(8)	(8)
		仁別	2016/6/18	16	2	2	(8)	(17)
3	岩手県	雫石町御明神	2016/7/13, 8/18	-	-	-	8	7
4	宮城県	石巻市金華山	2016/6/19	-	-	-	6	6
5		石巻市鮎川浜	2016/6/19	12	5	4	16	16
6†	新潟県	佐渡島	2017/8/1, 2018/7/5-6	55	11	9	12	21
7†		五泉市小面谷	2017/6/28, 2018/7/4	73	12	4	12	24
8†		五泉市蛭野	2017/6/28	15	1	1	12	17
9		加茂市粟ヶ岳	2017/6/28	-	-	-	12	22
10	栃木県	塩谷町高原山系	2015/5/16	25	12	11	16	26
11		日光市藤原	2015/7/14	-	-	-	16	29
12		塩谷町船生	2015/6/18	12	5	3	16	21
13		鹿沼市上粕尾	2016/5/28	44	12	8	15	24
14		佐野市作原町	2015/6/19	19	5	5	15	29
15		佐野市秋山町	2016/10/6	-	-	-	16	20
16†	群馬県	みなかみ町谷川岳	2015/7/22	20	3	3	12	22
17†		中之条町四万	2015/6/25	80	18	15	15	24
18		安中市妙義山	2016/7/26	37	20	15	14	20
19	千葉県	鴨川市天津	2015/6/27	38	7	3	15	29
20	神奈川県	清川村丹沢山地	2015/7/10	50	9	6	13	26
21	山梨県	北杜市武川町	2017/9/6	36	9	4	12	24
22	長野県	飯田市風越山	2017/7/6	30	8	6	12	24
23		飯田市易老渡	2017/7/7	35	12	6	12	24
24	静岡県	浜松市水窪町	2017/7/8	26	10	6	12	24
25	岐阜県	郡上市八幡町	2016/9/27	26	5	4	16	16
26							14	15
		養老町	2016/9/5	6	4	2	(6)	(7)
		郡上市八幡町	2016/9/14				(8)	(8)
27	三重県	いなべ市					16	20
		藤原岳	2016/7/23	14	2	1	(8)	(12)
		御池岳	2016/7/23	10	2	1	(8)	(8)
28	愛知県	東栄町尾籠岩山	2017/7/8	27	2	2	12	24
29	京都府	京都市貴船山	2016/9/28	15	4	1	16	19
30	奈良県	奈良市春日山	2017/7/6	-	-	-	12	24
31	兵庫県	淡路島	2016/6/16, 2017/8/9	10	5	5	14	24
32		丹波市青垣町	2016/7/22	-	-	-	16	20
33	徳島県	那賀町海川	2017/8/8	25	7	2	12	24
34	大分県	佐伯市宇目	2016/8/4	17	4	2	13	23
35	宮崎県	椎葉村大河内	2016/8/3	10	3	3	13	13
36	鹿児島県	さつま町紫尾山	2016/8/2	20	4	4	16	30
37		屋久島	-	-	-	-	13	23
38	広島県	広島市白木山	2017/10/11	-	-	-	2	-
39	和歌山県	古座川町松根	2017/6/17	-	-	-	1	-
40	滋賀県	高島市朽木栃生	2018/4/25	1	1	1	-	-
	合計			826	216	144	503	798

Morishima and Aizawa (2019)およびMorishima *et al.* (2020)を基に作成。†:ニホンジカの不在地域を示す。宿主動物の同定に用いたサンプル数について、「解剖数」は解剖したニホンヤマビルの数、「血液塊の摘出数」は解剖したニホンヤマビルから血液塊を摘出した数、「同定数」はニホンヤマビルのiDNAから同定された宿主動物の数を示した。地理的遺伝構造解析については、「mtDNA」はmtDNAのCOI遺伝子領域を用いて地理的遺伝構造解析を行ったサンプル数、「核SSR」は核SSRマーカーを用いて地理的遺伝構造解析を行ったサンプル数を示した。同じ山系や河川系に位置する集団は、一つの集団として解析し、それぞれの集団のサンプル数を括弧内に示した。

ニホンジカが4割を占め、次いでヒキガエル、タゴガエル類などの無尾目（カエル類）が約3割、ツキノワグマ、ホンダタヌキ、外来種のシマリスなどのその他の哺乳類（9種）が約3割を占めた（図-2）。種レベルでは、ニホンジカがニホンヤマビルの主要な宿主動物であることが明らかとなった（図-2）。なお、ヒトも数例含まれていたが、実験者のDNA

の混入の可能性が否定できないことから、解析から除外した。

3.2. ニホンヤマビルの分布拡大に対するニホンジカの影響

GLMM解析の結果、ニホンジカの分布情報の無い不在がニホンヤマビルの宿主動物として同定され

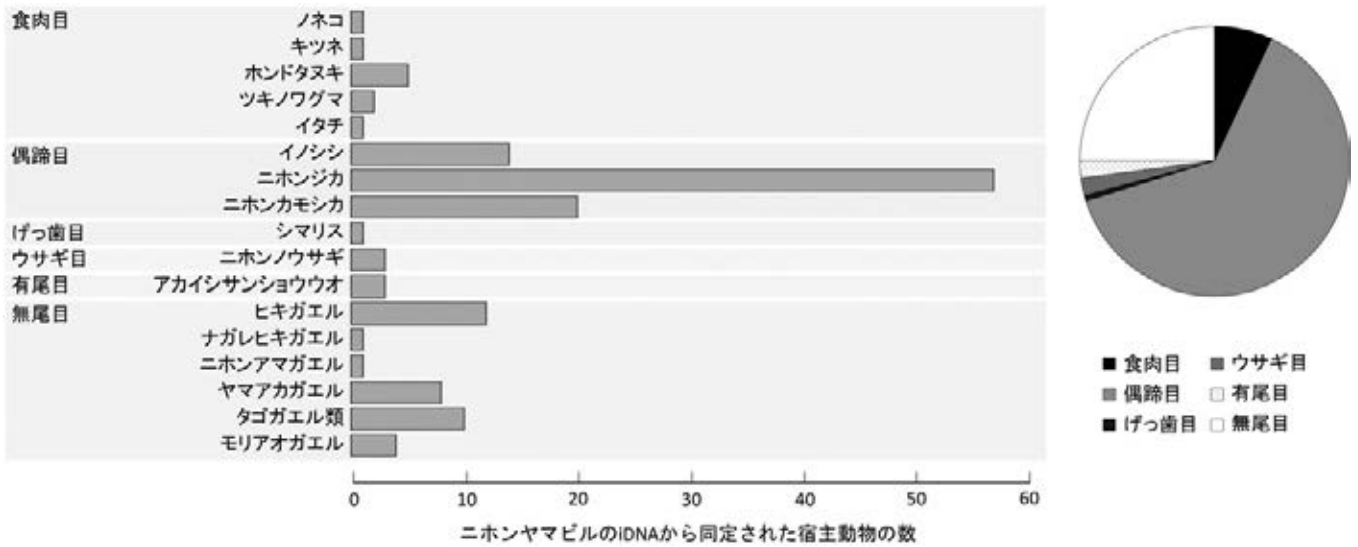


図-2 144匹のニホンヤマビルのiDNAから同定された宿主動物の個体数（左）と宿主動物種の目ごとの割合（右）森嶋（2021）を基に作成。右の円グラフは、ニホンヤマビル144匹を100としたときの宿主動物種の目ごとの割合を示す。

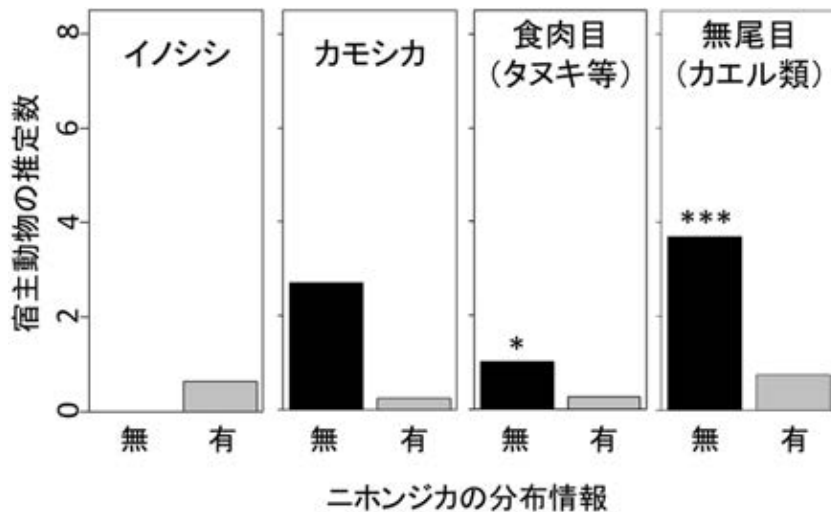


図-3 ニホンジカの在・不在とモデルから推定されたニホンヤマビルの宿主動物の個体数との関係 森嶋（2021）を基に作成。* ; $p < 0.05$, *** ; $p < 0.01$

た食肉目（タヌキ等）および無尾目（カエル類）の数にそれぞれ有意な負の効果がみられた（ $p < 0.05$ および $p < 0.01$ ；図-3）。一方，他のモデルでは，有意な効果はみられなかった。これらの結果は，ニホンジカが分布する地域では，ニホンヤマビルはカエル類をあまり利用していない一方で，ニホンジカの分布が確認されていない地域では，特に無尾目（カエル類）がニホンヤマビルの重要な宿主動物であることを示唆している。ヨーロッパでは，無尾目（カ

エル類）の血液よりも哺乳類の血液のほうが高い栄養価を持ち，1回の吸血量も多いため，水生ヒル（*Hirudo medicinalis*）の成長と繁殖に有効であると示唆されている（Davies and McLoughlin 1996）。さらに，ウシやシカの管理が，これらの動物と水生ヒルの接する機会を減少させたため，水生ヒルはカエル類を利用するようになり，その結果，繁殖力の低下に伴う集団の縮小が生じたことが示唆されている（Wilkin and Scofield 1990；Davies and McLoughlin

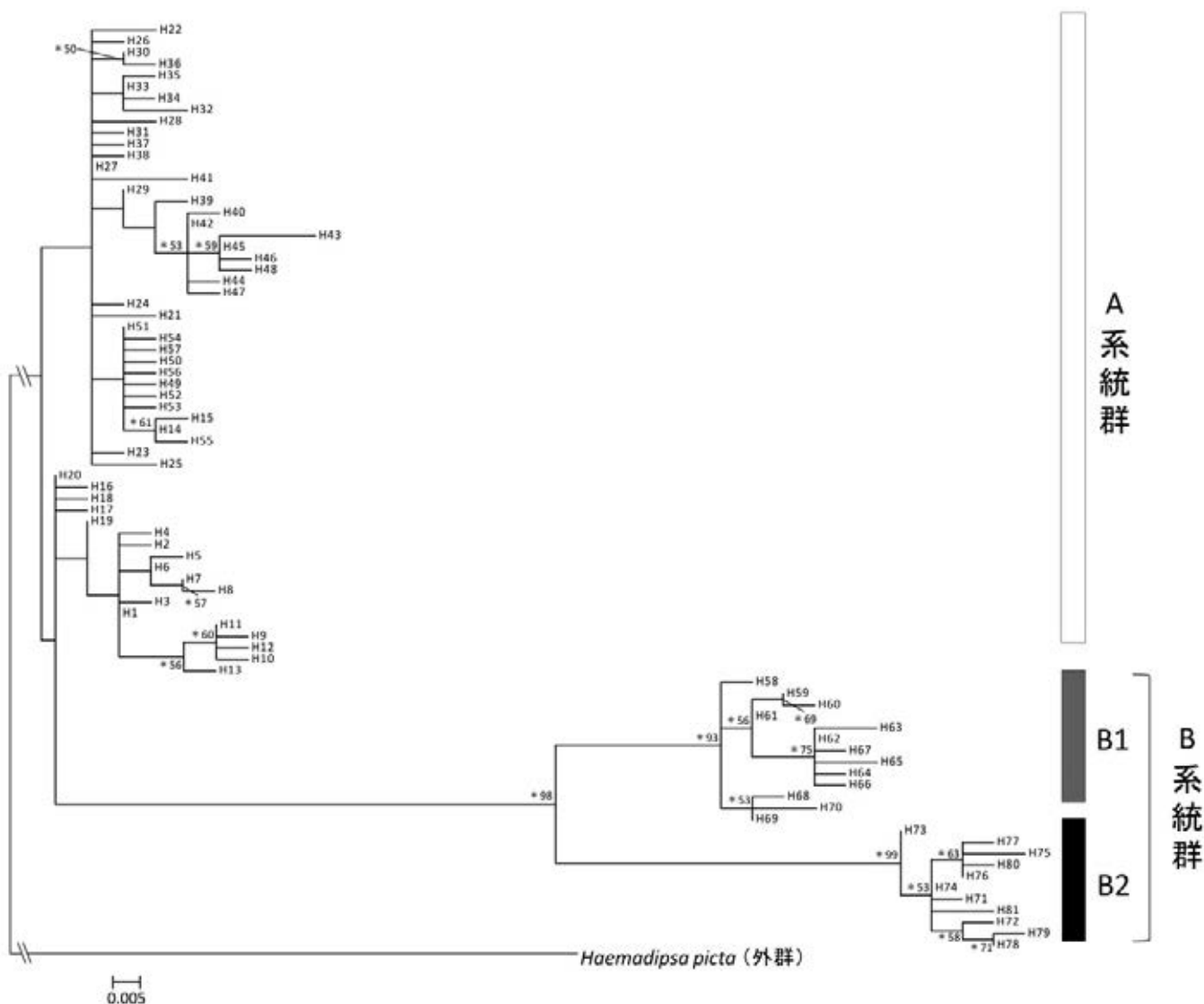


図-4 ミトコンドリアDNAのCOI部分領域（658bp）を用いて最尤法によって推定したハプロタイプ間の系統的關係 Morishima and Aizawa (2019)を基に作成。各調査地にて採集されたニホンヤマビル（詳細は表-1を参照）から検出されたハプロタイプから作成した。ブートストラップ値(*)は枝の指示確率を示し，50%以上のみを表示した。外群（*Haemadipsa picta*）はGenBankの塩基配列データを利用した。

1996)。したがって、ニホンジカの増加に伴い、ニホンヤマビルの主要宿主動物が無尾目（カエル類）から移動能力の高いニホンジカに変化することで、ニホンジカの高い栄養価の血液を得たことで繁殖力が高まり、結果としてニホンヤマビル個体群が増加し、ニホンジカの移動とともにニホンヤマビルが分布拡大した可能性がある。

3.3. ニホンヤマビルの地理的遺伝構造と分布拡大範囲の推定

全国39集団503個体のmtDNAのCOI遺伝子領域658bpの塩基配列を決定した結果、75の塩基置換サイトが確認され、81のハプロタイプ（mtDNA配列の違い）が検出された。塩基の挿入欠失はみられなかった。最尤法に基づき得られたハプロタイプ間の系統関係を図-4に示した。ニホンヤマビルのハプロタイプは秋田県から徳島県にかけて広く分布する系統群（A系統群）と、分布がより限定された系統群（B系統群）の2つに大別された（図-4, 5）。

A系統群は、57のハプロタイプ（H1～H57）からなり、全国30集団から検出された（集団1～21, 25～31, 33および39；図-4, 5）。B系統群は、24のハプロタイプ（H58～H81）からなり、さらに長野県（集団22および23）、静岡県（集団24）および兵庫県（集団32）のB1地域系統群と九州地方（集団34～37）および広島県（集団38）のB2地域系統群に細分された（図-4, 5）。

核SSRマーカーを用いたSTRUCTURE解析の結果、地域ごとに明瞭な地理的遺伝構造がみられた（図-5）。本州の北部（集団1～5）、新潟県（集団6～9）、栃木県の北部（集団10～12）、栃木県の南部（集団13～15）、群馬県（集団16～18）、千葉県（集団19）、神奈川県（集団20）、山梨県（集団21）、長野県の南部（集団22および23）、琵琶湖周辺（集団27, 29および30）、兵庫県淡路島（集団31）、兵庫県丹波市と四国（集団32および33）および九州と屋久島（集団34～37）の13のクラスターに細分され、地理的なまとまりと対応した（図-5）。さらに、

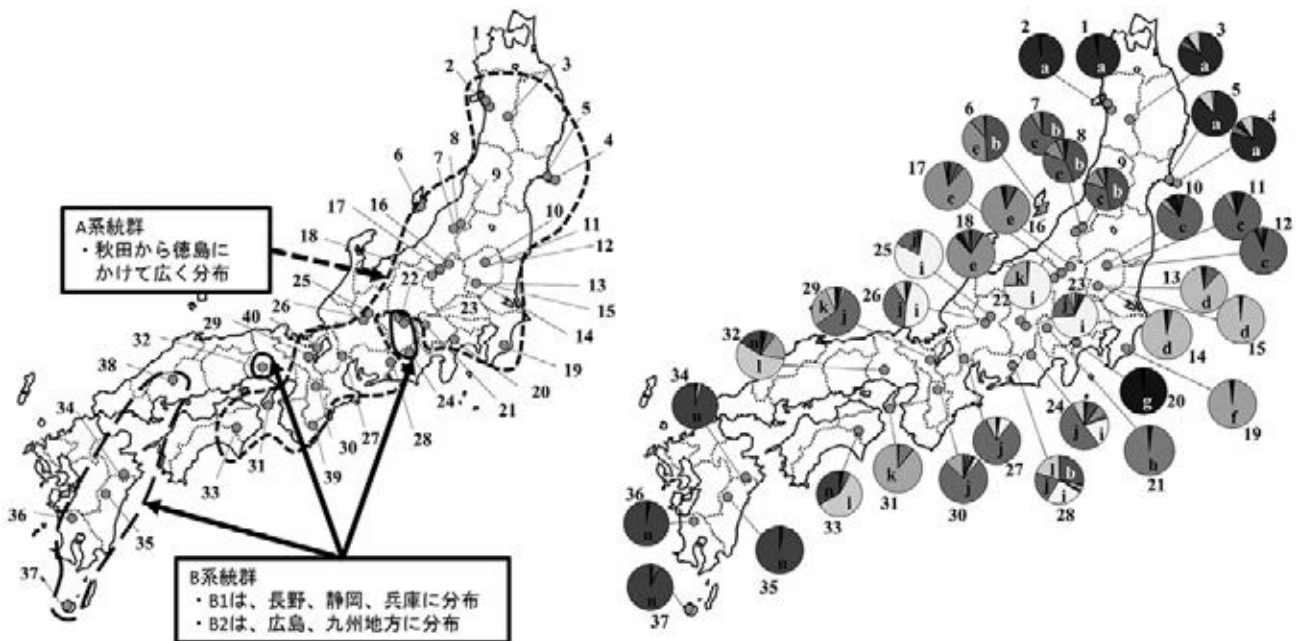


図-5 ミトコンドリアDNA(左)と核DNAのマイクロサテライト領域(右)を用いて得られたニホンヤマビルの地理的遺伝構造 Morishima and Aizawa (2019)および森嶋 (2021) を基に作成。各点は調査地を示す。ミトコンドリアDNAのAグループおよびBグループは図-4 と対応する。核DNAのマイクロサテライト領域の解析による遺伝的組成の違いをアルファベット (a～n) の違いで示した。

栃木県内の6集団は、南北の地域間で遺伝的な違いがみられた（北部はcクラスター，南部はdクラスター；図-5）。この結果は、栃木県内では遺伝的交流を伴う南北間での長距離移動が生じていないことを示唆している。房総半島では、1980年以前には数kmであったニホンヤマビルの分布が、ニホンジカの増加に伴って、2000年には約220kmに同心円状に拡大したと報告されている（山中 2002）。栃木県でみられた南北の分布地間の距離は50km未満である。これらのことから、ニホンヤマビルがニホンジカなどの大型哺乳類を宿主として分布地を拡大したとしても、数十kmを超えるような長距離分散は生じていないことが示唆される。栃木県では南北のそれぞれの地域では、古くからニホンヤマビルが分布していたとされる地域が明らかとなっている（森嶋ら 2018）。これによると、栃木県の集団11および15は、ニホンヤマビルが古くから分布していた地域である（図-5）。これらのことから、栃木県におけるニホンヤマビルの分布拡大は県内の南北にあった古くから分布していた各集団（集団11および15）を核として周囲に十数kmの狭い範囲で広がっているのみであると考えられた。このようにニホンヤマビルの古くからの分布情報と核SSRマーカーを用いた遺伝解析を組み合わせることで、栃木県の事例のように、どの地域を核に分布が拡大したのか推定が可能な地域もあることが明らかになった。

4. 謝辞

本研究の試料採集・実験・解析にあたっては、岩手大学附属御明神演習林，東京大学大学院農学生命科学研究科附属千葉演習林，九州大学農学部附属宮崎演習林，宇都宮大学附属船生演習林，新潟大学，大阪市立大学，京都大学，兵庫県立大学，国立開発研究法人森林研究・整備機構森林総合研究所東北支所，秋田県五城目町役場，秋田県秋田市仁別森林博物館，宮城県石巻市金華山の黄金山神社，群馬県林業試験場，岐阜県郡上市役所，岐阜県森林研究所，兵庫県丹波市青垣いきものふれあいの森，三重県いなべ市役所，三重県山岳会などの多くの方々にご協

力をいただいた。この場を借りて心より御礼申し上げます。

引用文献

- 逢沢峰昭・森嶋佳織（2018）1980年代以前のニホンヤマビルの分布. 日林誌 100 : 65 ~ 69
- 逢沢峰昭・森嶋佳織（2021）ニホンヤマビルとその分布. 森林科学 92 : 4 ~ 7
- Apakupakul K, Siddall ME, Burreson EM (1999) Higher level relationships of leeches (Annelida: Clitellata: Euhirudinea) based on morphology and gene sequences. *Mol Phylogenet Evol* 12 : 350 ~ 359
- 浅田正彦・落合啓二・山中征夫（1995）房総半島におけるニホンジカに対するヤマビルの寄生状況. 千葉中央博自然誌研究報告 3 : 217 ~ 221
- Avice JC (2000) *Phylogeography: The history and formation of species*. Harvard University Press [西田睦・武藤文人（訳）（2008）生物系統地理学—種の進化を探る. 東京大学出版会, 東京]
- Borda E, Siddall ME (2010) Insights into the evolutionary history of Indo-Pacific bloodfeeding terrestrial leeches (Hirudinida: Arhynchobdellida: Haemadipisidae). *Invertebr Syst* 24 : 456 ~ 472
- Calvignac-Spencer S, Leendertz FH, Gilbert MTP, Schubert G (2013) An invertebrate stomach's view on vertebrate ecology: Certain invertebrates could be used as "vertebrate samplers" and deliver DNA-based information on many aspects of vertebrate ecology. *BioEssays* 35 : 1004 ~ 1013
- Davies R, McLoughlin N (1996) The effects of feeding regime on the growth and reproduction of the medicinal leech *Hirudo medicinalis*. *Freshw Biol* 36 : 563 ~ 568
- Dufresnes C, Litvinchuk SN, Borzée A, Jang Y, Li JT, Miura I, ... Stöck M (2016) Phylogeography reveals an ancient cryptic radiation in East-

- Asian tree frogs (*Hyla japonica* group) and complex relationships between continental and island lineages. *BMC Evol Biol* 16 : 253
- 金城芳典・山城 考・山城明日香 (2016) 徳島県におけるヤマビルの採集記録. *四国自然史科学研究* 9 : 15 ~ 16
- Konishi S, Hata S, Matsuda S, Arai K, Mizoguchi Y (2017) Evaluation of the genetic structure of sika deer (*Cervus nippon*) in Japan's Kanto and Tanzawa mountain areas, based on microsatellite markers. *Anim Sci J* 88 : 1673 ~ 1677
- Kutschera U, Wirtz P (2001) The evolution of parental care in freshwater leeches. *Theory Biosci* 120 : 115 ~ 137
- Lai Y, Nakano T, Chen J (2011) Three species of land leeches from Taiwan, *Haemadipsa rjukj-uana* comb. n., a new record for *Haemadipsa picta* Moore, and an updated description of *Tritetrabdella taiwana* (Oka). *ZooKeys* 139 : 1 ~ 22
- López-Uribe MM, Cane JH, Minckley RL, Danforth BN (2016) Crop domestication facilitated rapid geographical expansion of a specialist pollinator, the squash bee *Peponapis pruinosa*. *P Roy Soc Lond B Bio* 283 : 20160443
- 森嶋佳織 (2021) DNA解析によるニホンヤマビルの宿主動物の識別と分布拡大範囲の推定. *森林科学* 92 : 8 ~ 11
- 森嶋佳織・逢沢峰昭 (2018) 徳島県那賀町におけるニホンヤマビルの生息状況. *四国自然史科学研究* 11 : 62 ~ 64
- 森嶋佳織・林 宇一・逢沢峰昭 (2018) 栃木県におけるニホンヤマビルの分布と被害状況. *栃木県立博物館研究紀要* 35 : 1 ~ 7
- Morishima K, Suzuki T, Aizawa M (2018) Characterization of 13 polymorphic microsatellite loci in the Japanese land leech. *Parasitol Int* 67 : 13 ~ 15
- Morishima K, Aizawa M (2019) Nuclear microsatellite and mitochondrial DNA analyses reveal the regional genetic structure and phylogeographical history of a sanguivorous land leech, *Haemadipsa japonica*, in Japan. *Ecol Evol* 9 : 5392 ~ 5406
- Morishima K, Nakano T, Aizawa M (2020) Sika deer presence affects the host-parasite interface of a Japanese land leech. *Ecol Evol* 10, 6030 ~ 6038.
- 中野隆文 (2013) 東アジア産巨食性ヒル類の多様性研究. *タクサ* 34 : 2 ~ 10
- Pritchard JK, Stephens M, Donnelly P (2000) Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155 : 945 ~ 959
- Rutkowski R, Krofel M, Giannatos G, Ćirović D, Männil P, Volokh AM, ... Bogdanowicz W (2015) A European concern? Genetic structure and expansion of golden jackals (*Canis aureus*) in Europe and the Caucasus. *PLoS One* 10: e0141236
- Sasaki O, Saito H, Harada M (2005) A survey of host animals of land leech *Haemadipsa zeylanica* var. *japonica* (Whitman) in Akita Prefecture revealed by PCR-SSCP analysis of 28S rRNA genes. *Med Entomol Zool* 56 : 79 ~ 84
- Sasaki O, Tani S (2008) Sika deer and wild boar are possible host animals of the land leech *Haemadipsa zeylanica* var. *japonica* (Whitman) in Kanagawa Prefecture based on PCR-SSCP analysis of 28S rRNA. *Med Entomol Zool* 59 : 25 ~ 28
- Schnell IB, Sollmann R, Calvignac-Spencer S, Siddall ME, Douglas WY, Wilting A, Gilbert MTP (2015) iDNA from terrestrial haematophagous leeches as a wildlife surveying and monitoring tool-prospects, pitfalls and avenues to be developed. *Front Zool* 12 : 24
- Schnell IB, Thomsen PF, Wilkinson N, Rasmussen M, Jensen LR, Willerslev E, ... Gilbert MTP

- (2012) Screening mammal biodiversity using DNA from leeches. *Curr Biol* 22 : R262 ~ R263
- 杉山直人・坂庭浩之 (2010) 群馬県内のヤマビル分布状況 (2009年). 群馬県立自然史博物館研究報告 14 : 145 ~ 148
- Tessler M, Weiskopf SR, Berniker L, Hersch R, Mccarthy KP, Yu DW, Siddall ME (2018) Bloodlines: Mammals, leeches, and conservation in southern Asia. *Syst Biodivers* 16 : 488 ~ 496
- Whitman CO (1886) The leeches of Japan. *Quarterly Journal of Microscopical Sci* 26 : 317 ~ 416
- Wilkin PJ, Scofield AM (1990) The use of a serological technique to examine host selection in a natural population of the medicinal leech, *Hirudo medicinalis*. *Freshw Biol* 23 : 165 ~ 169
- Won S, Park BK, Kim BJ, Kim HW, Kang JG, Park TS, ... Chae JS (2014) Molecular identification of *Haemadipsa rjukjuana* (Hirudiniformes: Haemadipsidae) in Gageo Island, Korea. *Korean J Parasitol* 52 : 169 ~ 175
- ヤマビル研究会 (2019) ヤマビルなぜ増えた?. ヤマビル研究会 http://www.tele.co.jp/ui/leech/why/why_outline.html (2019年11月14日閲覧)
- 山中征夫 (2002) ヤマビルの発生予測と防除方法に関する基礎的研究. 平成10 ~ 13年度科学研究費補助金基礎研究(C) (2)研究成果報告書
- 吉葉繁雄 (1994) 各地に蔓延中の山蛭バイオハザードの諸問題 - 南房総での環境医学的追跡を中心に -. 平成4・5年度科学研究費補助金一般研究 (C) 研究成果報告書

(2022.7.27 受理)

都道府県だより

滋賀県におけるニホンジカによる林業被害の現状と対策について

〇はじめに

滋賀県におけるニホンジカによる林業被害面積は平成10年頃から急増し、平成24年にピークを迎え、近年は減少傾向で推移しているものの、引き続き対策が必要となっている。

県では、森づくりに関する施策を総合的かつ計画的に進めるため、令和3年度から令和12年度を計画期間とした「琵琶湖森林づくり基本計画（第2期）」を策定しており、この中で多面的機能の持続的発揮に向け、生物多様性が保全された豊かな森林づくりを基本施策に位置づけ、多様な主体が実施する捕獲などによるニホンジカの利用密度の低減、被害防除対策および生息環境管理対策を推進することとしている。

また、農林業や森林における植生等へのニホンジ

カの影響が顕著となるなか、生物多様性の保全や人とニホンジカの共生を図るため、県は令和4年度から令和9年度を計画期間として、「滋賀県ニホンジカ第二種特定鳥獣管理計画（第4次）」を作成し、①個体群管理、②被害防除対策、③生息環境管理の3つの総合対策により、農林業被害の軽減、森林植生等への影響の低減および健全な個体群の安定的維持を図ることとしている。

〇ニホンジカの生息動向と林業被害の状況について

滋賀県のニホンジカの推定生息数は平成25年度には57,050頭（中央値；90%信用区間 49,747頭～66,348頭）であったが、令和元年時点には、41,576頭（中央値；90%信用区間 33,017頭～52,083頭）に減少しているものの、地域的な生息密度の推定指標となる糞塊密

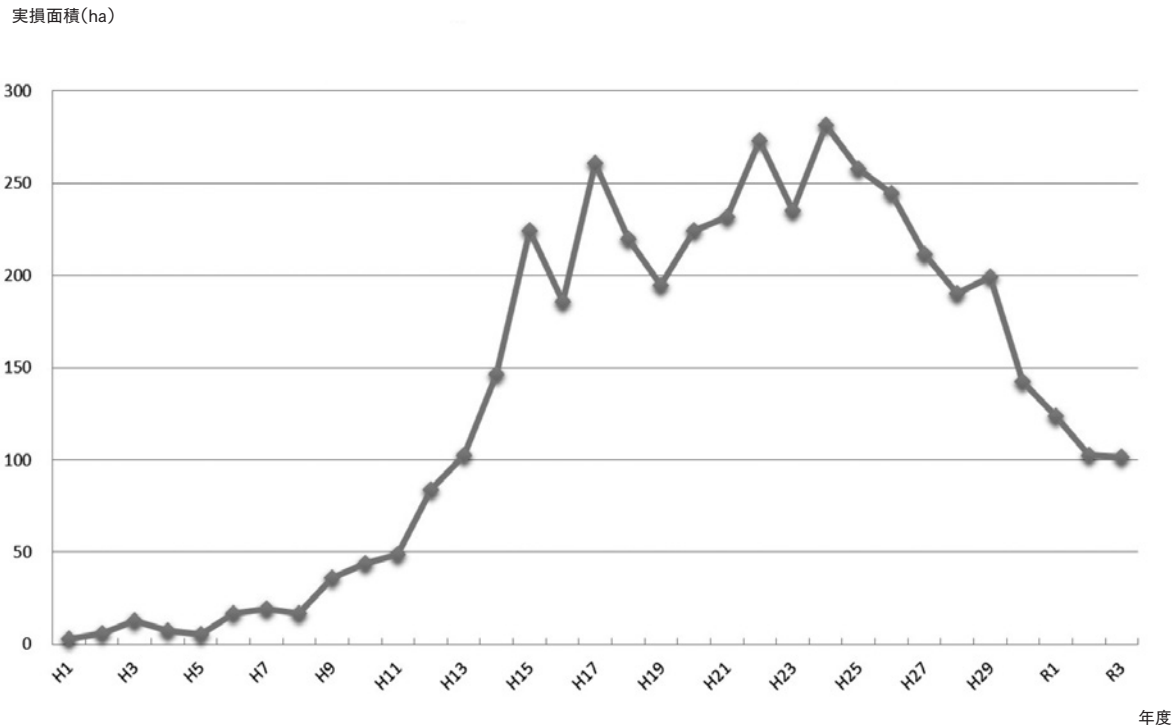


図-1 滋賀県内のニホンジカによる林業被害面積（実損面積；幼齢木食害・剥皮被害）の推移



写真-1 剥皮被害 (矢印)



写真-2 テープ巻き (生分解性)

度の状況は、湖南西部と湖北地域の上昇が著しく、その他の地域は横ばいまたは緩やかに上昇している。このことから、引き続き今後の推移を注視していく必要がある。

ニホンジカによる主な林業被害である新植地の食害と樹皮の剥皮被害のうち、本県では新植地の面積が小さいことから、その被害面積のほとんどが剥皮被害(写真-1)となっている。林業被害面積は平成24年の約281haをピークとして、近年減少傾向にあるものの、令和3年には平成13年と同程度の約102haとなっている(図-1)。

○個体群管理

県は個体群管理について、狩猟捕獲や有害捕獲等の捕獲の積極的な実施に向けて、狩猟の捕獲頭数制限の撤廃や狩猟期間の延長、高標高域などの捕獲困難地における捕獲事業等の施策を講じることとしている。

○被害防除対策および生息環境管理

県は被害防除対策および生息環境管理に向けて、森林病虫害等防除事業や造林事業により、剥皮被害を防ぐための人工林の樹幹へのテープ巻き(写真-2)や造林地へのニホンジカの侵入を防ぐ防護柵の設置(写真-3)等の実施に対する支援等を行っている。



写真-3 獣害柵

○今後の取組

本県の森林資源は多くが利用期を迎えるなか、森林資源の循環利用の確立による林業の成長産業化や地球温暖化防止の役割を果たすため、主伐・再造林による林木の若返りの必要性が高まっている。

一方で、ニホンジカによる林業被害が続いており、獣害対策の負担に対する懸念から、森林所有者は主伐・再造林に積極的になれない状況である。県では主伐・再造林の促進に向けて、令和4年度から造林事業における獣害対策の支援を強化したところであり、今後は各地域の実情に応じた低コストで効果的な獣害防止技術の普及等が必要であると考えている。

(滋賀県琵琶湖環境部 森林保全課)

福島県におけるニホンジカによる森林被害の実態調査について

○はじめに

近年、ニホンジカによる被害が全国的に大きな社会問題となっています。当県においても県西部の会津地方南部に位置する南会津地域を中心に、尾瀬のニッコウキスゲ等貴重な野生植物への食害や農作物への被害が問題となっています。また、民有林の造林木にも樹皮食害が確認されるようになり、ニホンジカの生息域が広がっていることなどから、当県における森林被害の拡大が危惧されています。今後再造林を進めていくうえでも被害防止対策の構築が求められることから、ニホンジカによる森林被害の実態について調査を実施しました。

○被害実態の把握調査

当県では、これまで県内一円でのニホンジカによる造林木被害の詳細な実態調査はほとんど行われていませんでした。そこで、県内の被害実態を把握することを目的として、令和3年度に調査を実施しました。

(1) 調査方法

樹皮被害はツキノワグマの被害（クマハギ）と区別が難しいこと、枝葉採食被害はニホンカモシカ（以下「カモシカ」という。）の被害と区別が困難で判別には専門性を必要とすることから、ニホンジカによる林木被害が疑われる情報を収集し、画像確認や情報提供者への聞き取りによる絞り込みを行い、ニ

ホンジカの被害と推定される箇所について現地調査を行いました。なお、現地調査時に広葉樹の被害を確認した場合、その樹種についても調査を行いました。

(2) 結果

県の出先機関である農林事務所からの被害報告は20件あり、その中から、11地点で現地調査を行った結果、カラマツの角こすり（図-1）と樹皮採食（図-2）、ヒノキとスギの枝葉採食（図-3）の4件がニホンジカによる造林木被害と確認されました。

その他の樹種も含めた被害は表-1に示したとおりで、特定の樹種で被害が集中する傾向がありました。特に、展葉期から初夏にかけては、サクラが集中的に枝葉採食、積雪期はミズキやフジが樹皮採食（図-4, 5）、ハイイヌガヤが枝葉採食を受けていました。特に積雪期の調査では、越冬個体も確認でき、それら越冬個体が沢筋に生育しているミズキやフジなどを選択的に採食している傾向が感じられました。なお、同沢にはスギ及びカラマツの壮齢林もありますが、それらの被害は見られませんでした。

○植栽樹種ごとの被害発生状況調査

(1) 調査方法

県中央の中通り北部に位置する大玉村「ふくしま県民の森」に令和元年に植栽した8樹種（コブシ、エゴノキ、ヤマザクラ、コナラ、ケヤキ、ナナカマド、ミズナラ、ヤマモミジ）に対し、ニホンジカもしくは、カモシカによる枝葉採食被害が生じている

表-1 ニホンジカによる林木被害実態

被害形態	樹種
角こすり被害	カラマツ・カエデ類・オヒョウ
樹皮採食被害	カラマツ・ミズキ・タラノキ・フジ・ヤマウルシ・クリ・マユミ・カエデ類・ヤナギ類・ノリウツギ
枝葉採食被害	ヒノキ・スギ・サクラ・ナナカマド・ハクウンボク・リョウブ・カエデ類・オオカメノキ・ハイイヌガヤ



図-1 カラマツ角こすり



図-2 カラマツ樹皮採食



図-3 スギ枝葉採食



図-4 ミズキ樹皮採食



図-5 フジ樹皮採食

ため、令和3年度に被害調査を行いました。

植栽場所は、段差（約1.5m）で3箇所に分かれており、各々が約0.1haで、2～3樹種が混植されています。なお、ニホンジカの出没を確認するため、上段と下段にセンサーカメラを設置しました。

食痕は当年枝の摂食痕を目視で確認し、被害が発生した本数から被害率を求めました。

(2) 結果

被害状況は表-2のとおりで、ヤマザクラ、ナナカマドでの被害率が高い傾向が確認されました。な

表-2 植栽地における枝葉採食被害状況

植栽位置	樹種	調査本数	被害本数	被害率 (%)	備考
上段	コブシ	185	0	0.0	枯損木2本(原因不明)
	エゴノキ	238	11	4.6	
	ヤマザクラ	150	141	93.3	
中段	コナラ	127	4	3.2	枯損4本(ボクトウガ)
	ケヤキ	190	5	2.6	枯損4本(ボクトウガ)
	ナナカマド	40	18	45.0	枯損4本(ボクトウガ)
下段	ミズナラ	76	0	0.0	
	ヤマモミジ	103	20	19.4	

お、センサーカメラ調査では、下段においてカモシカのみが確認されたことから、下段のヤマモミジはカモシカによる被害である可能性が高いと考えられました。上段では、カモシカと上段と中段を行き来するニホンジカが確認されており、ヤマザクラやナナカマドもニホンジカに摂食されたものと考えられます。

(3) その他調査

被害発生状況調査により被害を受ける可能性が高いと考えられた広葉樹3種(ヤマザクラ、ナナカマド、エゴノキ)とスギに林業農薬登録の実績がある忌避剤3種(ジラム水和剤、全卵粉末水和剤、水和硫黄剤)を施用し、被害抑制効果の検証試験を実施しました。

無施用区も含めて被害本数がいずれも少なく、現時点では、忌避剤の種類による効果が確認できる結果が得られておらず、今後も施用時期や方法等について検討が必要と考えています。

○最後に

今回の調査において、森林の多面的機能に影響を及ぼすような被害は確認されませんでした。これは、調査地及び周辺の森林内にニホンジカの摂食出来る多様な森林があったため、造林木への加害が起らなかった可能性が高いと考えられます。

会津地方でニホンジカの生息が確認されるようになってからすでに30年が過ぎようとしているにも関



図-6 郡山市で撮影されたニホンジカ

わらず、造林木に被害が拡大しないのは、積雪が影響しているとも言われており、会津地方の多雪が越冬するニホンジカの個体数を押さえている可能性が考えられます。

ただし、温暖化によるニホンジカの越冬個体の変動や、ニホンジカの被害樹種がどのように変わっていくかは不明であり、引き続き動向を把握していく必要があります。また、ニホンジカの分布域は積雪の少ない県東部(図-6)へと拡大しつつあることから、奥羽山系東側斜面の植生変化や造林木被害の状況把握が必要と考えられます。

引き続き、情報収集に努め、各方面と連携し対策に取り組んでいきたいと思ひます。

(福島県森林保全課)

協会だより

どなたでも投稿できます！本誌に投稿してみませんか？

「森林防疫」はその前身となる「森林防疫ニュース」として、林野庁森林害虫防除室の編集によって1952年（昭和27年）に発刊されました。1963年には、編集発行主体が「全国森林病虫獣害防除協会」に移り、誌名が現在の「森林防疫」に変わった（1969年）ものの、森林保護事業及び研究の普及・技術解説情報月刊誌として、1号の欠号もなく発行されてきました。このように、本誌は半世紀以上にわたり、森林や緑化樹の病虫獣害防除、並びに生物多様性などに関連した情報を発信し続けてきた伝統ある雑誌ですが、最近、「森林防疫」への投稿が少なくなっており、毎号の発行に苦慮しているところです。

研究者の皆様にとっては、オリジナリティの高い研究成果を「森林防疫」に掲載するのはもったいない、というお考えもあるかと思えます。それも理解できますが、本誌の読者は研究者だけではなく、研究者でも専門から離れた学会の論文を読む機会は少ないと思えます。国際誌に英語の論文で出した成果を、一般の読者に分かりやすく解説する日本語の雑誌、また、身近な観察の中から得られた貴重なデータを迅速に公表する雑誌、本誌はそんな役割も果たせると考えております。さらに、本誌に投稿された「論文、総説及び解説」は2名のレフェリーによる査読によって、学術的価値が認証されます。ご自分の研究が半世紀以上続く、伝統ある雑誌に掲載される喜びを味わってみませんか？

記事ばかりではなく、表紙写真の原稿もお待ちしております。表紙写真はカラー印刷となり、無料で掲載できます。被害写真や原因となる生物をカラー写真で掲載したい方は是非、表紙写真として投稿ください。下に投稿規定を掲載しますので、どうぞ皆様、奮ってご投稿をお願いいたします。

森林防疫投稿規定（2021. 6改訂）

本文記事

1. 原稿の種類

本誌記事の原稿の種類には、論文（速報、短報を含む）、総説、解説、学会報告、記録、新刊紹介、読者の広場、病虫獣害発生情報、林野庁だより、および都道府県だより等があります。

2. 審査委員会

各分野8名の専門家よりなる審査委員会を設け、1件の原稿につき原則として2名の審査委員（主1、副1）が審査にあたります。審査委員会の意見により、著者に原稿の変更をお願いする場合があります。

3. 著作権

本誌記事の著作権は、全国森林病虫獣害防除協会に属します。本誌記事の電子ファイルを転載、公開、商用利用、二次情報の作成（データベース化など）などを行う場合には、利用許諾の申請をお願いします。

4. 印刷

本文の印刷は原則として白黒ですが、ご希望の場合は割増料金にてカラー印刷も可能です。別刷をご希望の方は、実費にて100部単位で受け付けます。別刷を御購入の方には、論文のPDFファイルを無償で差し上げますが、PDFファイル単体での分譲はいたしません。

5. 執筆要領

皆様からの投稿を歓迎いたします。執筆に当たっては、幅広い読者に対し、わかりやすく、読みやすく、見やすく記述していただきますようお願いいたします。

1) 原稿は電子ファイルによる投稿をお願いします。本文と図表、写真は原則として別ファイルとして下さい。

2) 本文はできるだけMicrosoft Wordで作成してください。本文の最初の1枚目は、原稿の種類、表題（和文と英文）、連絡先住所・所属・氏名（ローマ字つづり）、E-mailアドレス（非公開、著者との連絡用）、別刷希望部数および写真・図表等資料の返送の要・不要、カラー印刷希望の有無について書き、実際の内容は2枚目から書き始めて下さい。1ページ46字×39行にすると、本誌の1ページと同じ字数になります。本文ファイルには、図表の張り付けはせず、説明文のみを本文末尾に付けて下さい。なお、本誌誌面は2段組みですが、原稿は段組みなしに設定して下さい。記事1件の長さは、原則刷り上り10ページ以内とし、それを超えるページについては相談に応じます。

- 3) 写真・図表もできるだけ電子ファイルで作成して下さい。それぞれ本文とは別ファイルとし、ファイル形式は、Microsoft Excel, Word, Power Point, JPEG, PDFとして下さい。
- 4) 用語等については、次の点に留意をお願いします。
- ①常用漢字、現代仮名遣いを用いてわかりやすく記述して下さい（ただし専門用語はこの限りではありません）。
 - ②生物の標準和名はカタカナで、学名はイタリック体で表記します。
 - ③樹齢の表わし方は満年齢です（当年生、1年生、2年生、40年生等）。
 - ④単位は記号を用いて下さい（例：m, cm, mm, ha, %等）。
 - ⑤年の表記は原則として西暦ですが、行政上の文書や施行に言及するような場合は、元号で構いません。
- 5) 本文の構成にはとくに既定しませんが、例えば論文であれば1. はじめに、2. 材料と方法、3. 結果、4. 考察、等の見出しを付けることをお勧めします。また、必要に応じてその下に中見出し(1), (2), …, 小見出し1), 2), …を付けて下さい。
- 6) 図表の見出しは、表-1, 図-1, 写真-1…とします。図表の説明文は、原稿本文の最後（引用文献の後）にページを改めて付けて下さい。
- 7) 文献は引用個所に「(著者姓 年号)」あるいは複数の場合は「(著者姓 年号; 著者姓 年号; …)」のように記し、本文末に引用文献リストを付けて下さい。本文中の引用文献の著者名は、2人までは全員の、また3人以上は筆頭著者の後を「ら」あるいは「*et al.*」として省略します。引用文献リストでは著者名は全員の名前を書きます。引用文献リストの文献の順番は、著者名のアルファベット順、同一著者については年代順とします。同一著者で同一年の場合は、2004a, 2004b, …のように記して下さい。アルファベットの著者名では、イニシャルのピリオドは省略します。また、誌名の略し方はNLM方式で、分からない場合は<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>でお調べ下さい。文献リストは、次の記載例を参考にしてお書き下さい。

論文引用

清原友也・徳重陽山 (1971) マツ生立木に対する線虫*Bursaphelenchus* sp.の接種試験. 日林誌 53: 210 ~ 218

Sepideh MA, Clement KM, Colette B (2009) Multigene phylogeny of filamentous ambrosia fungi associated with ambrosia and bark beetles. Mycol Res 113: 822 ~ 835

単行本部分引用

吉田成章 (1993) ヤツバキタイムシ. (森林昆虫 総論・各論. 小林富士雄・竹谷昭彦編, 養賢堂). 171 ~ 178

Shimazu M (2008) Biological control of the Japanese pine sawyer beetle, *Monochamus alternatus*. In: Pine wilt disease. Zhao BG, Futai K, Sutherland JR, Takeuchi Y (eds) Springer, 351 ~ 370

単行本全体引用

岸 洋一 (1988) マツ材線虫病-松くい虫-精説. トーマス・カンパニー, 東京 (ページ数記載不要)

ホームページ引用

内閣府 (2004) 森林と生活に関する世論調査. <http://www.cao.go.jp>..., 2004.10.1参照 (閲覧日を記入)

表紙写真

1. 表紙写真の種類

森の生物と被害に関係し、表紙を飾るにふさわしい写真を募集いたします。カラー写真で、単写真でも組写真でも結構です。内容は、本文記事との関連の有無はどちらでも構いません。写真の原画は出来るだけ高解像度・低圧縮率の方が高画質できれいな表紙にできます。写真はJPEG形式のファイルとして下さい。

2. 表紙写真説明文

表紙写真には300 ~ 500字の説明文が必要です。説明文の最後には、投稿者の所属と氏名をカッコ内に入れて記して下さい。

原稿の送付

本文記事、表紙とも原稿はなるべくE-mail添付で、boujo@zenmori.org宛てにお送り下さい。なお、大きなファイルをメール添付した場合、稀にトラブルがありますので、添付ファイル送信時には、原稿を送付したことを、別便のメールにてご連絡下さいますようお願いいたします。

ファイルサイズが大きく、添付が難しい場合は、ファイルをCDあるいはDVDに保存し、郵便などで次の宛先にお送り下さい。

〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町1-9-16 (丸石第2ビル6階)

全国森林病虫獣害防除協会 森林防疫編集担当宛

<p>マツクイ虫防除に多目的使用が出来る サンケイ スミパイン[®] 乳剤 <small>スミパイン®は住友化学(株)の登録商標</small></p> <p>松枯れ防止樹幹注入剤 グリーンガード[®]・NEO <small>グリーンガード®は日本曹達(株)の登録商標</small></p> <p>少量注入でクビアカツヤカミキリや ケムシ、吸汁性害虫を防除 ウッドスター[®]</p> <p>伐倒木くん蒸用分解性シート ビオフィレックス[®] <small>ビオフィレックス®はアキレス(株)の登録商標</small></p>	<p>松枯れ防止と庭木の害虫防除に マツグリーン[®]液剤2 <small>マツグリーン®は日本曹達(株)の登録商標</small></p> <p>ナラ枯れ予防用樹幹注入剤 ウッドキング[®] DASH</p> <p>伐倒木用くん蒸処理剤 キルパー40[®] <small>キルパー®はマックマンラボラトリーズ(株)の登録商標</small></p> <p>マツクイ虫被害木伐倒駆除に パインサイド[®]S油剤D</p>																
<p> サンケイ化学株式会社 <説明書進呈></p>																	
<table border="0"> <tr> <td>本社</td> <td>〒891-0122</td> <td>鹿児島市南栄2丁目9</td> <td>(099)268-7588</td> </tr> <tr> <td>東京営業部</td> <td>〒366-0032</td> <td>埼玉県深谷市幡羅町1丁目13-1</td> <td>(048)551-2122</td> </tr> <tr> <td>大阪営業所</td> <td>〒532-0011</td> <td>大阪市淀川区西中島2丁目14-6 新大阪第2ビル3F</td> <td>(06)6305-5871</td> </tr> <tr> <td>九州北部営業所</td> <td>〒841-0025</td> <td>佐賀県鳥栖市曾根崎町1154-3</td> <td>(0942)81-3808</td> </tr> </table>		本社	〒891-0122	鹿児島市南栄2丁目9	(099)268-7588	東京営業部	〒366-0032	埼玉県深谷市幡羅町1丁目13-1	(048)551-2122	大阪営業所	〒532-0011	大阪市淀川区西中島2丁目14-6 新大阪第2ビル3F	(06)6305-5871	九州北部営業所	〒841-0025	佐賀県鳥栖市曾根崎町1154-3	(0942)81-3808
本社	〒891-0122	鹿児島市南栄2丁目9	(099)268-7588														
東京営業部	〒366-0032	埼玉県深谷市幡羅町1丁目13-1	(048)551-2122														
大阪営業所	〒532-0011	大阪市淀川区西中島2丁目14-6 新大阪第2ビル3F	(06)6305-5871														
九州北部営業所	〒841-0025	佐賀県鳥栖市曾根崎町1154-3	(0942)81-3808														

森林防疫 第71巻第5号(通巻第752号)
令和4年9月25日 発行(奇数月25日発行)

編集・発行人 中崎和久
印刷所 松尾印刷株式会社
東京都豊島区東池袋5-45-5
ASビル

☎ (03) 5944-9853

定価 1,570円(送料込, 消費税込)
年間購読料 7,850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

〒101-0044 東京都千代田区
鍛冶町 1-9-16(丸石第2ビル6階)

☎ (03) 6700-4735 FAX (03) 3258-5611

<https://forest-pests.sakura.ne.jp/>