

森林

FOREST PESTS

防疫



目次

年頭所感 (独)森林総合研究所理事長 鈴木 和夫 3

総説

昆虫ウイルスとその害虫管理への利用について

[高務 淳] 4

論文

*Cercospora*とその近縁属菌の診断と類別(Ⅲ)

[中島千春] 12

カシノナガキクイムシの接種によるブナ科樹木萎凋病の再現

[小林正秀・野崎 愛・衣浦晴生] 20

都道府県だより：島根県・神奈川県 33

森林病虫獣害発生情報：平成19年11月受理分 36

林野庁だより：平成20年度森林病害虫等防除関係予算について 36



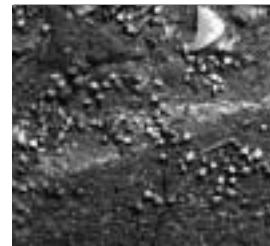
A



B



C



D

[表紙写真] サクラの花芽を食べるウソ

写真A：サクラの花芽を食べるウソの♂

写真B：胸まで紅色のアカウソの♂

写真C：花芽を食べられたサクラ

写真D：落下した多数の花芽の鱗片

2007年の春は、各地の桜の名所で花が寂しいという声が聞かれた。冬から春にかけてウソ *Pyrrhula pyrrhula* に花芽を食べられてしまったことがおもな原因であると考えられる。ウソはスズメと同じくらいの大きさの小鳥で、国内では本州中部以北の亜高山の針葉樹林で繁殖するが、冬期には低地の林に数羽から十数羽の群れで生息し、草木の種子や木の芽を摂食する。桜の中でもソメイヨシノを特に好み、おもに花芽の芯の部分を食べる。2006年の冬から2007年の春にかけては、関東地方南部などからも、例年と違って飛来数が多いといった情報が多数あったが、サハリンや中国東北部で繁殖し日本には冬鳥として渡ってくる別亜種のアカウソが多かったようである。ウソによる花芽の摂食を回避するためには、果樹などの殺菌剤であるペフラン(1kgを水15ℓに加えたもの)を動力噴霧器で枝に散布することが有効である(大津, 1996)。ウソの飛来状況や食べられた花芽の鱗片が地面に落下していないかなどを定期的に確認し、必要に応じて対処することが大切である。美しい姿に加え、口笛のように優しい鳴き声で、古より日本人に愛されてきた鳥であり、よい共存策がないか考えているところである。

((独)森林総合研究所東北支所 鈴木祥悟)

年 頭 所 感

独立行政法人森林総合研究所 理事長 鈴木 和夫¹



平成20年の新年を迎え皆様に新春のお慶びを申し上げます。また、皆様から日頃森林総合研究所にお寄せ頂いているご支援に感謝申し上げます。

平成19年版森林・林業白書は、－健全な森林を育てる力強い林業・木材産業を目指して－で始まりました。そして、新たな森林・林業基本計画の始動、「美しい森林づくり推進国民運動」の展開、温暖化防止のための森林吸収源対策の加速化、急激に変化した平成18年の木材価格、環境に優しい木質バイオマス資源、などがトピックスとして取り上げられました。なかでも美しい森林づくり推進国民運動は、「美しい森林づくり」を実現するため、幅広い国民の理解と協力のもと、森林づくりへの参画、木材利用、地域作りを政府一体となって進める国民運動です。森林を研究対象とする者にとっては追い風ですが、サイエンティストとしては、美しい森林とは何かが気に懸かります。

昨年、国連の気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第4次評価報告書が取り纏められ、そして、ノーベル平和賞受賞機関となったパチャウリ議長は受賞賞金約90万ドルでアフリカなどの研究活動や人材育成を図りたいとしています。洪水や降水の極端現象などの気候変動の影響は、その適応策の検討とともに科学が気候変動にどう立ち向かうのかに世界の大きな関心が寄せられています。地球温暖化と多面的機能を有する森林の健全性維持との関係はこれからの正念場です。地球的環境問題については、地球温暖化対策の推進やそれと密接な関係にある生物多様性の保全などが、新年度に入ってますますその取り組みが加速するものと思います。モントリオールプロセスで合意された持続的な森林の管理は、森林の価値の量から質への転換を図るものですが、ご存じのように、森林管理の基準である、森林生態系の健全性と活力の維持、森林生態系の生産力の維持、生物多様性の保全、そして、社会の要望を満たす長期的、多面的な社会・経済的便益の維持及び増進などは、いずれも森林における病虫害の発生や野生鳥獣の推移などと密接に関係しています。また、わが国では、1千万haのスギ・ヒノキ人工林の健全性と活力の維持が喫緊の課題です。

昨年11月に名古屋大学野依記念学術交流館で開催された公開シンポジウムは、テーマがいわゆるナラ枯れという身近な話題ということもあって、会場は熱気に溢れていました。また、この大会には韓国の樹木医師や樹木病院長ら20名近くが昨年に引き続き参加して、今後、日本を中心としたアジアにおける森林防疫に関する交流が期待されます。わが国では、樹木医が1,608名、樹木医補が796名登録されており、当初期待された市区町村数に近づく数になりました。貴森林防疫誌に掲載されている論文や技術情報は今後益々貴重なデータとして生かされるものと思います。今年7月には洞爺湖サミットが開催されます。是非、わが国の美しい森林の有り様をG8サミット各国にお見せしたいものです。

新しい年を迎え、森林防疫誌が、新しい時代に応えてますます充実し、持続可能な森林の管理に貢献することを祈念致します。

¹SUZUKI, Kazuo

総説

昆虫ウイルスとその害虫管理への利用について

高務 淳¹

1. はじめに

昆虫病原微生物は、カイコガやミツバチの病気の防除、あるいは、害虫の防除資材としての利用の観点から研究され、現在では、医薬や物質（蛋白質）

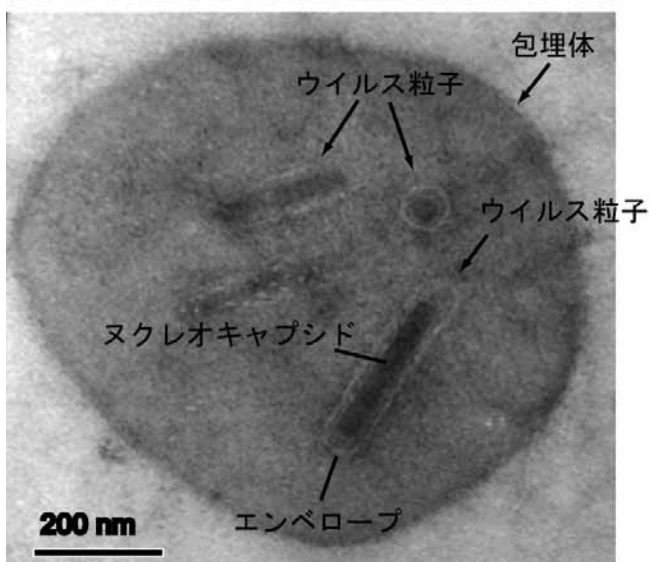
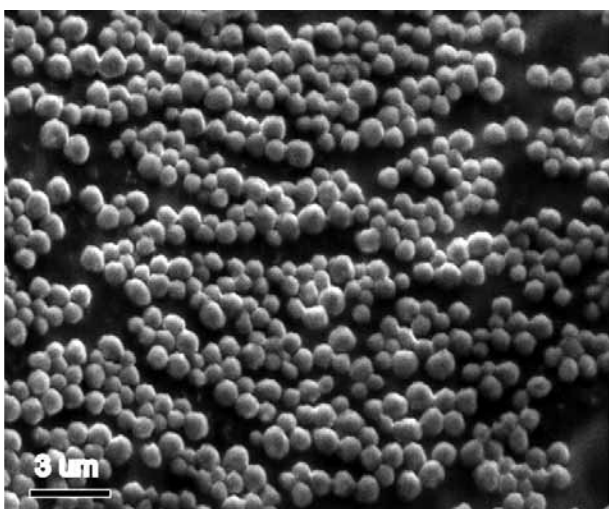


写真-1 Nucleopolyhedrovirusの包埋体の走査型電子顕微鏡写真（上）と包埋体の超薄切片の透過型電子顕微鏡写真（下）。キャプシドと呼ばれる蛋白質と核酸からなる構造をエンベロープという膜が囲んでいるのがわかる。（Takatsuka (2007)を改変）

生産への応用など幅広い研究が展開されている。昆虫病原微生物を用いて害虫を防除しようという試みは、1800年代後半の、糸状菌、*Metarhizium anisopliae*によるコガネムシの一種の防除試験に始まる。昆虫ウイルスの研究もやはり、カイコガの病気を防除するという観点から始まり、1900年初頭には、*Nucleopolyhedrovirus* (NPV；写真-1)の一種がノンマイマイに散布され、防除に成功した。このウイルスは、幼虫に感染するが、その体内で著しく増殖した後、宿主である幼虫を溶かして、増殖したウイルスが環境中に分散される。この分散されたウイルスがさらに次の感染源となり、流行が進行する。このように昆虫ウイルスの防除資材としての魅力のひとつは、流行を引き起こして害虫個体群を制御できるかもしれないということであろう。

2. 昆虫ウイルスの種類

ウイルスゲノムを構成する核酸は、1本鎖もしくは2本鎖で、環状や直鎖状あるいは断片化していたりする。また、+鎖（mRNAと同じ配列）であったり-鎖（mRNAと相補的な配列）であったりと、ウイルスのゲノムは、動植物に比べて変化に富んでいる。これを反映して、ウイルスは核酸の種類や、ゲノムの構造、複製の様式、ウイルス粒子の形態などによって分類される。昆虫ウイルスとしては、6科のDNAウイルスと8科のRNAウイルスおよび、今のところ科には属していない1属のRNAウイルスが報告されているが、未分類のウイルスも多く存在する（Miller and Ball, 1998; Boucias and Pendland, 1998; 表-1）。

ほとんどの昆虫ウイルスは、脊椎動物のウイルスの近縁か、脊椎動物や植物に感染するウイルスを同じ科に含んでいる。科レベルで昆虫特異的ウイルス

表-1 昆虫ウイルスの分類

科	核酸	エンベロープ	粒子	宿主 ¹	昆虫ウイルス			
					属	包埋体	宿主 ²	代表的ウイルス種
Baculoviridae	dsDNA, 環状	有	棒状	昆虫	<i>Nucleopolyhedrovirus</i>	有	鱗翅目, 膜翅目, 双翅目	<i>Autographa californica</i> NPV
Poxviridae	dsDNA, 直鎖	有	球形, 煉瓦型	脊椎動物, 昆虫	<i>Granulovirus</i>	有	鱗翅目	<i>Cydia pomonella</i> GV
					<i>Entomopoxvirus</i>	有	鞘翅目, 鱗翅目, 直翅目, 双翅目, 膜翅目	<i>Melolontha melolontha</i> EPV
Polydnaviridae	dsDNA, 多数の環状断片	有	棒状, 楕円形	昆虫	<i>Bracovirus</i>	無	膜翅目コマユバチ科	<i>Cardiochiles nigriceps</i> PV
Ascoviridae	dsDNA, 直鎖もしくは環状	有	ソーセージ状, 桿状	昆虫	<i>Ichnovirus</i>	無	膜翅目ヒメバチ科	<i>Campoletis sonorensis</i> PV
					<i>Ascovirus</i>	無 ³	鱗翅目ヤガ科, 膜翅目	<i>Spodoptera frugiperda</i> AV-1a
Iridoviridae	dsDNA, 直鎖	無	正20面体	脊椎動物, 無脊椎動物	<i>Iridovirus</i>	無	幅広い昆虫目, 甲殻類	IIV-1
Parvoviridae	ssDNA, 直鎖, +鎖, -鎖	無	正20面体	脊椎動物, 無脊椎動物	<i>Chloriridovirus</i>	無	双翅目	IIV-3
					<i>Densovirus</i>	無	鱗翅目, ゴキブリ目	<i>Junonia coenia densovirus</i>
					<i>Iteravirus</i>	無	鱗翅目	<i>Bombyx mori densovirus</i>
Reoviridae	dsRNA, 直鎖	無	正20面体	脊椎動物, 無脊椎動物, 植物	<i>Brevidensovirus</i>	無	双翅目, 鱗翅目, 甲殻類	<i>Aedes aegypti densovirus</i>
					<i>Cypovirus</i>	有	鱗翅目, 双翅目, 膜翅目	<i>Bombyx mori cypovirus</i>
Birnaviridae	dsRNA, 直鎖, 2断片	無	正20面体	脊椎動物(魚, 鳥類), 無脊椎動物	<i>Entomobirnavirus</i>	無	双翅目	<i>Drosophila X virus</i>
Picornaviridae	ssRNA, 直鎖, +鎖	無	正20面体	脊椎動物, 無脊椎動物, 植物	-	無	幅広い昆虫目	
	-	ssRNA, 直鎖, +鎖	無	正20面体	昆虫	<i>Iflavirus</i>	無	膜翅目, ダニ
Dicistroviridae	ssRNA, 直鎖, +鎖	無	正20面体	昆虫	<i>Cripavirus</i>	無	膜翅目, 直翅目	acute bee paralysis virus
Tetraviridae	ssRNA, 直鎖, +鎖	無	正20面体	昆虫, 植物	<i>Betatetravirus</i>	無	鱗翅目	<i>Nudaurelia capensis β virus</i>
					<i>Omegatetravirus</i>	無	鱗翅目	<i>Helicoverpa armigera</i> Stunt virus
Nodaviridae	ssRNA, 直鎖, 2断片, +鎖	無	正20面体	昆虫	<i>Alphanodavirus</i>	無	双翅目, 鞘翅目, 鱗翅目	Nodamura virus
Caliciviridae	ssRNA, 直鎖, -鎖	無	正20面体	脊椎動物, 無脊椎動物	-	無	鱗翅目	chronic stunt virus
Rhabdoviridae	ssRNA, 直鎖, -鎖	有	弾丸状, 桿状	脊椎動物, 無脊椎動物, 植物	-	無	双翅目, 膜翅目	sigma virus

¹科に含まれる種々のウイルスの自然界における宿主.

²昆虫ウイルスが含まれる属の種々のウイルスの自然界における代表的な宿主.

³一部のウイルス粒子が包埋体に包まれるウイルスも存在する.

としては、バキュロウイルス (Baculoviridae)、ポリドナウイルス (Polydnaviridae)、アスコウイルス (Ascoviridae)、ディシストロウイルス (Dicistroviridae) がある。このようなウイルスは、脊椎動物への安全性という観点からすると、資材化する場合には社会的に受け入れられ易いだろう。ただし、バキュロウイルスは、宿主を急性的に殺すウイルスであるが、ポリドナウイルスは、寄生ハチの共生ウイルスである。また、アスコウイルスは、多くの場合、宿主にとって致命的なウイルスだが、経口的に感染することはなく、寄生ハチによって伝播されると考えられているウイルスである。またディシストロウイルスも昆虫特異的と考えられ、コオロギに麻痺を起こすコオロギ麻痺病ウイルスや、一見健全なミツバチが、何らかの条件がそろった時に死亡してしまい、巣が壊滅的影響を受けてしまう現象の原因、急性麻

痺病ウイルスやカシミールウイルス、アカヒアリに同様な現象を引き起こしうる *Solenopsis invicta* virus 1などが含まれる。これらディシストロウイルスは、近年、ピコルナウイルス (Picornaviridae) から再編されたもので、ピコルナウイルススーパーファミリーとでもいうべき大きなグループに属するものである (Liljas et al., 2002)。ディシストロウイルスとピコルナウイルスの系統進化的な関係を正確に理解するには、今後のさらなる研究が必要である。ノダウイルス (Nodaviridae) も昆虫を宿主とするが、実験的には哺乳類にも感染する。

昆虫ウイルスを記載する場合に興味深いのは、包埋体と呼ばれる蛋白質性の結晶を産生するウイルスが存在することである。写真-1のように、この包埋体の中にウイルス粒子が包まれている。包埋体は、宿主体内におけるウイルスの増殖には必要ないが、

環境中において、UVや化学反応などさまざまな要因からウイルスを保護する役割がある。包埋体に包まれたウイルスは、宿主体内から放出されても、環境中で比較的安定で、例えば、森林の土壤中において40年も感染性が残っていたという報告もある(Thompson et al., 1981)。この包埋体は、系統的に全く離れた存在であるバキュロウイルス、昆虫ポックスウイルス (*Entomopoxvirus*)、*Cypovirus*でそれぞれ異なる蛋白質から構築される。また、脊椎動物のウイルスを含むポックスウイルス科のなかでも包埋体を産生するのは、昆虫ウイルスの属である昆虫ポックスウイルスだけである。同様に、動植物のウイルスを含むレオウイルス科でも、無脊椎動物、特に昆虫から分離されるウイルスの属*Cypovirus*のみが包埋体を産生する。包埋体は、適応的形質として昆虫ウイルスに進化してきたのであろう。

昆虫ウイルスは、宿主に対して病原性を示す敵対的なものから、宿主の適応度に正の影響を与える共生的なものまでさまざまである。NPVは、感染すれば、宿主を殺して溶かしてしまう。ただし、化学合成農薬のように虫を即座に殺すのではない。本ウイルスが増殖して宿主を殺すまで早くても数日を要するのが一般的である。昆虫ポックスウイルスでは、感染した昆虫は幼虫期間が著しく延長し、健全虫が蛹化した後も生きつづけることがある。上述のポリドナウイルスは、寄生ハチが寄主に産卵するとき一緒に注入される。その寄主においてポリドナウイルスが増殖することはないが、遺伝子の一部が翻訳され、寄主の生体防御機構を抑制したり、蛹化を阻止するなど寄生ハチの寄主制御を助けている。ポックスウイルスやアスコウイルス、レオウイルスも、宿主に致命的な影響を与えるものがほとんどであるが、ポリドナウイルスのように寄生ハチと共生関係にあるウイルスも存在する (Lawrence, 2002; Stasiak et al., 2005; Renault et al., 2005)。また、昆虫の性比を変えてしまうウイルス様因子の存在も報告されている (中西ら, 2007)。このように、昆虫ウイルスとその宿主との関係は、さまざまである。

3. 昆虫ウイルスの害虫管理への利用

現在、ウイルス農薬として登録されている昆虫ウイルスは、バキュロウイルスに属するNPVと*Granulovirus* (GV)のみである (高務・国見, 2003; 表-2)。これは、これらウイルスが昆虫に特異的で安全性が高いこと、病原性が高いこと、流行を引き起こす能力があること、包埋体にウイルス粒子が包まれて保護されているために導入後にも他ウイルスと比較して安定であること、ウイルス剤の製造や取り扱いが比較的容易なことを反映しているのであろう。これらウイルス剤の化学殺虫剤と比較した場合の特徴は、次のようなものである: 1) 昆虫に特異的で、人畜に対して安全性が高い。2) 特異性が高く、目を超えた昆虫間では感染が成立しない。例えば、ハスモンヨトウのNPVは、同じ*Spodoptera*属の昆虫以外には感染しない (Takatsuka et al., 2007)。3) 導入後、感染が広がることにより害虫の世代を超えて効果が持続しうる。4) 抵抗性が発達しにくい (高務, 2003)。3) 宿主域が狭い。4) 効果が遅効性である。5) 量産化にコストがかかる。ウイルス剤による害虫管理は、化学殺虫剤と同じ効果を期待して行うのではなく、その短所を熟知し長所を生かすことを目指すべきである。これまでウイルス剤の施用法に関しては、大量導入、永続的導入、接種的導入、環境改善法の4つに分類されている (Fuxa, 1987; Fuxa, 2004)。

(1) 大量導入法

1 シーズンに複数回、化学合成農薬と同様な方法で導入するものである。この場合、ウイルスによる流行は全く意図されず、害虫を早く殺すウイルス剤が望まれる。もっとも商業的に興味をひくところであるが、一般にウイルス剤は、適用害虫種が限定されるうえ、生産コストも高いため他の剤との競合力は弱い。1970年代にアメリカ合衆国でタバコガ類の防除剤として開発された*Heliothis* NPVや、アメリカ合衆国とヨーロッパでコドリングの防除剤として開発されてきた*Cydia pomonella* GVは、上に述べた理由と効果の遅効性 (害虫を殺すのに時間がかかる) のため、市場は小規模で経済的には成功してい

表-2 世界で農薬として登録されているウイルス剤の例

ウイルス	商品名	会社名	標的害虫	登録国
GV	Agrovir	Saturnia	<i>Agrotis segetum</i>	デンマーク
GV	Capex 2	Andermatt-Biocontrol	<i>Adixophyes orana</i>	スイス
NPV	<i>Anagrapha falcifera</i> NPV	Thermo Trilogy	<i>Anagrapha falcifera</i>	アメリカ
NPV	Polygen	Agroggen S/A Biol. Ag.	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	ブラジル
NPV	Multigen	EMBRAPA	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	ブラジル
NPV	VPN 80	Agricola El Sol.	<i>Autographa californica</i>	ブラジル
NPV	Gusano	Thermo Trilogy	<i>Autographa californica</i>	アメリカ
GV	Madex 3	Andermatt-Biocontrol	<i>Cydia pomonella</i>	スイス
GV	Carpovirusine	Calliope	<i>Cydia pomonella</i>	フランス
GV	Granupom	AgrEvo	<i>Cydia pomonella</i>	ドイツ
GV	Carposin	Agrichem	<i>Cydia pomonella</i>	オランダ
GV	Virin-Gyap	NPO Vector	<i>Cydia pomonella</i>	ロシア
GV	CDY-X	Thermo Trilogy	<i>Cydia pomonella</i>	アメリカ
NPV	GemStar	Thermo Trilogy	<i>Helicoverpa zea</i>	アメリカ
NPV	Gypchek	US Forestry Service	<i>Lymantria dispar</i>	アメリカ
NPV	mamestrin	NPP and Calliope	<i>Mamestra brassicae</i>	フランス
NPV	Virin-EKS	NPO Vector	<i>Mamestra brassicae</i>	ロシア
NPV	Monisarmiovirus	Kermia	<i>Neodiprion sertifer</i>	フィンランド
NPV	Virox	Oxford Virology	<i>Neodiprion sertifer</i>	イギリス
NPV	Neochech-S	US Forestry Service	<i>Neodiprion sertifer</i>	アメリカ
NPV	Lecontevirus	Canadian Forestry Service	<i>Neodiprion lecontei</i>	カナダ
NPV	Spod-X	Thermo Trilogy & Brinkman	<i>Spodoptera exigua</i>	オランダ, アメリカ
NPV	Ness-A	Applied Chemicals Thailand	<i>Spodoptera exigua</i>	タイ
NPV	Ness-B	Applied Chemicals Thailand	<i>Spodoptera exigua</i>	タイ
NPV	Spodopterin	Calliope	<i>Spodoptera littoralis</i>	フランス
GV	ハマキ天敵	アリスタ	<i>Adoxophyes honmai</i> <i>Homona magnanima</i>	日本
NPV	ハスモン天敵	日本化薬	<i>Spodoptera litura</i>	日本

ない。しかし、化学合成農薬への抵抗性問題や環境への安全性から、見直されてきている。

(2) 永続的導入法

一般に、導入するウイルスが存在しない地域に導入し、害虫個体群中にウイルス病を広め、永続的に害虫個体群とウイルスとを相互作用させ、害虫を制御する方法である。ウイルスが永続的に宿主個体群中に留まるためには、不活性化されるまでに（感染可能な間に）次の宿主に感染することが必要である。

また、この間により多くの宿主に感染できるウイルスは、より宿主個体群中に広がるのが可能であろう。宿主個体群中におけるウイルスの伝播性を表す指数に基本増殖率 R_0 がある。 R_0 は数学的モデルの解析から算出され、『最初の感染に起因する新たな感染数の期待値』と定義される (Briggs et al., 1995)。単純なモデルでは、 R_0 が1なら最初に感染したウイルスは新たな宿主に伝播してもその数はかわらない。1より小さければ、最初のウイルス数よりも減少し、最終的には絶滅する。 R_0 が1より大きいこ

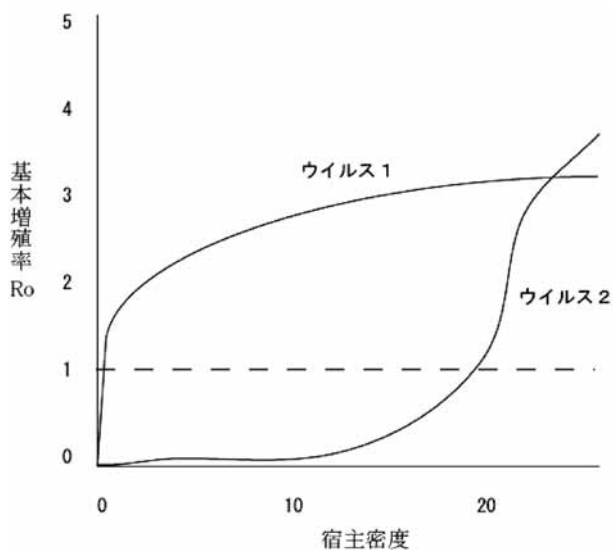


図-1 仮想的なウイルス2種の基本増殖率 R_0 。

とがウイルスが宿主個体群中に広がる条件となる。図-1は、仮想的なウイルス2種の R_0 である。この場合、 R_0 は宿主密度によって変化し、ウイルス1の場合は宿主密度が低くても R_0 は1より大きい。ウイルス2の場合には、宿主密度が高くなってはじめて1を超えている。すなわち、ウイルス1は宿主個体群に存続しやすいが、ウイルス2が宿主個体群中に広がるには、宿主の高密度条件が必要である。 R_0 を高める働きがある性質として、伝播力、宿主外での生存能力（生残性）、娘ウイルスの生産性が高いなどがあげられ、永続的導入をする場合には、そのような性質を持つウイルス剤が望まれる。大量導入における、適用害虫種が狭い、生産コストが高い、効果の遅効性という問題もほとんど障壁とはならない。また、1回導入するとその後はほとんどコストがかからないため、導入したウイルスが、あるとき害虫個体群の20%のみしか殺さなかったとしても、化学合成農薬の施用数が1回でも減れば、経済的にも環境への配慮という点からも成功と言える。さて、永続的導入に関して少なくとも16件の成功例があるという（Fuxa, 1987）。5例が作物の害虫で、11例が森林害虫である。例えば、北アメリカにおける*Gilpinia hercyniae* NPVはヨーロッパから北アメリカに導入され、ハバチを低密度に制御し

ているという。この成功は、ハバチが群生する習性を持つこと、系が安定でウイルスの生残性が高いこと、効率的な水平伝播と垂直伝播に帰されている。また、永続的導入は、他の昆虫病原微生物でも行われてきたが、その成功率はウイルスが最も高く、導入されたうちの91%が成功しているという（Hajek et al., 2007）。

(3) 接種的導入

一時的にウイルスを定着させ、少なくとも害虫1世代以上を制御する方法である。1回の導入で害虫の複数世代を制御できるため、害虫を殺すまでに時間がかかることは、大量導入法の場合ほど深刻ではない。ウイルスによる一時的な流行を期待するため、ある程度伝播力や生残性が高い剤が望まれる。また、生産コストが高いことは、化学合成農薬を複数回施用することを仮定すると相殺される場合が多い。この方法は、ウイルス剤の施用法としてはもっとも広く使われている方法である。ブラジルにおける大豆の大害虫、*Anticarsia gemmatalis*の制御に*A. gemmatalis* NPVが100万ha以上の面積に施用されており、1回の導入で1シーズンの制御ができています。その他、北アメリカにおいてマイマイガの制御に施用されている*L. dispar* NPV、わが国でクワゴマダラヒトリの制御に施用されているNPVなど多数の例がある。

(4) 環境改善法

ウイルス病の流行は、環境によって影響を受けるため、環境や通常行っている管理法を改善することにより、ウイルスの働きを強化し、害虫密度を抑制することが可能である。ニュージーランドの牧草地において、土壌にはコウモリガのNPVが蓄積しており、放牧によって牧草にウイルスが移行され、コウモリガ幼虫個体群にNPVが流行すること、また、NPVはコウモリガ個体群の密度抑制に重要であることが示された。そこで、耕耘を極力減らして土壌のNPVを保護するとともに、放牧を行っていない牧草地でも放牧をすることにより、ウイルスの牧草

表-3 日本における昆虫ウイルスによる防除試験

対象害虫	対象作物	ウイルス	試験実施年	施用面積(ha)	害虫密度減少率(%)
ヨトウガ	キャベツ	NPV	1962		83
ハラアカマイマイ	モミ	NPV + cypovirus	1965	64	99
アメリカシロヒトリ	クワ	NPV	1967-1968	83	50-90
モンシロチョウ	キャベツ	GV	1968	0.05	80
ドクガ		NPV	1969	0.25	95
モンシロドクガ	クワ	NPV	1971	0.04	95
リンゴコカクモンハマキ	リンゴ	GV	1972	0.1	78
マツカレハ	マツ	cypovirus	1974	395	34-90
ハスモンヨトウ	サトイモ	NPV	1975	0.2	82-90
ツガカレハ	ツガ	cypovirus	1976	0.4	82
コナガ	キャベツ	GV	1978	0.002	50
チャノコカクモンハマキ	茶	GV	1979	0.5	67-82
チャハマキ	茶	GV	1979	0.5	50-74
クワゴマダラヒトリ	広葉樹	NPV	1982-1989	15	23-97
ハスモンヨトウ	大豆	NPV	1984-1986	42	0-99
チャノコカクモンハマキ	茶	GV	1985-2002	240	>60
チャハマキ	茶	GV	1985-2002	227	>50

Kunimi(2007)を改変

への移行を助け、NPVによる流行を高めるよう推奨されている。一般に、環境改善法は、他の施用法とともに使われている。

4. おわりに

次のような理由から、ウイルス剤を含む微生物農薬が、害虫管理の中で果たすことのできる役割は大きくなっている(Kunimi, 2007)。1) 1997年に農林水産省は「微生物農薬の安全性評価に関する基準」および「微生物農薬の申請に係わる試験成績の取り扱いについて」を公表し、微生物農薬登録のガイドラインを打ち出した。それによると農薬登録に係わる時間とコストは化学合成農薬の場合に比べると格段に低くなると考えられる。2) 2003年からは、化学肥料や化学合成農薬の使用を削減するよう推奨している。3) 2006年には厚生労働省によるガイドラインによって、食品に含まれる化学物質の量が規制されたが、ウイルス剤を含む微生物農薬はこの対象外である。これまでにウイルス剤による害虫防除試験は、森林昆虫と果樹や茶樹の害虫を中心に、少なくとも17試験が行われており、よい成績を取めてい

る(Kunimi, 2007; 表-3)。わが国において、現時点で登録されているウイルス剤は2剤のみであるが、著者は、新たに登録されるウイルス剤が増えることと期待している。

上述したように、ウイルス農薬として登録されている昆虫ウイルスは、バキュロウイルスに限定されているが、他の分類群のウイルスがウイルス剤として害虫管理に使えないことを意味しているのではない。これまで、ウイルス剤による害虫管理としてもっとも成功している例の1つに、南太平洋の島々における未分類のウイルス、オリクテスウイルスによるタイワンカブトムシの防除があげられる(Huger, 2005)。このウイルスは、包埋体を持たず、むき出しのウイルス粒子は容易に環境中で死滅してしまう。NPV剤やGV剤のように農薬と同様に散布器で散布するのではなく、感染した雌成虫を放飼するというユニークな方法で導入されている。タイワンカブトムシは、樹勢の弱ったヤシに集まり集中的に産卵する。感染した雌が産卵場所に大量のウイルス粒子を含む糞を排泄するため、産卵場所で孵化した幼虫がこの糞中のウイルスによって感染し、ウイルス病が

広がってゆく。また、枯れたヤシや樹勢の弱ったヤシを処分しないで、ウイルス伝播の場として保存したり、積極的にそのような場を設けるなど、ウイルスの伝播を助長する環境改善法が執られており、台湾カブトムシの被害を抑えることに成功している。また、テトラウイルス (Tetraviridae) 科の *Helicoverpa armigera* Stunt virus は、幅広い pH、蛋白質分解酵素、温度に強く、常温でも数ヶ月安定であり、病原性も高い。若齢幼虫の場合には2日で死に至らしめる。そこで、オオタバコガの防除のために試験された (Christian et al., 2005)。ソルガム畑に農薬的に大量導入され、Gemstar という商品名の NPV 剤と効果が比較されたが、遜色ない結果であった。また、パルボウイルス科の *Densovirus* もハチミツガやイラガ類の防除に使用され、よい結果がでている (Tanada and Kaya, 1993)。ピコルナ様ウイルスもカレハガの一種に使用され防除に成功している (Longworth et al., 1973)。 *Helicoverpa armigera* Stunt virus 以外のテトラウイルス科のウイルスもイラガの一種の大発生時に使用された (Christian et al., 2005)。バキュロウイルス科のウイルスはこれからも重要な資材であることに間違いはないが、他の科のウイルスもウイルス剤としての隠れた価値があるかもしれない。今後の重要な研究開発の対象である。

昆虫ウイルスと宿主との関係は、多岐に渡るが、その詳細については今後の研究に期待するところである。最もよく研究されているバキュロウイルスにおいても、例えば、宿主の密度が極端に低い状態が長期間続くことがあるのに、なぜ絶滅しないのかなどよくわかっていない謎が数多くある。また、表-1 に記載したウイルスの他にも未分類で、いまだ解析が十分でないウイルスが多数存在し、宿主にさまざまな影響をおよぼしている。これらウイルスと宿主の相互作用を十分に理解することができれば、ウイルスによる害虫管理をさらに洗練されたものにするができるかもしれないし、これまでとは異なるさまざまな形での害虫管理への応用が期待されよう。

謝辞

本稿で示した図表の一部は、科学研究費 (若手 B) (No. 18780038) の助成を受けて行った研究に基づいている。

引用文献

- Boucias, D.G. and Pendland, J.C. (1998) Principles of Insect Pathology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Briggs, C.J., Hails, R.S., Barlow, N.D. and Godfray, H.C.J. (1995) The Dynamics of insect-pathogen interactions. In: Ecology of Infectious Diseases in Natural Populations (eds. By Grenfell, B.T. and Dobson, A.P.), pp295~326. Cambridge University Press, Cambridge.
- Christian, P.D., Murray, D., Powell, R., Hopkinson, J., Gibb, N.N. and Hanzlik, T.N. (2005) Effective control of a field population of *Helicoverpa armigera* by using the small RNA virus *Helicoverpa armigera* stunt virus (Tetraviridae: *Omegatetravirus*). J. Econ. Entomol. 98: 1839~1847.
- Fuxa, J.R. (1987) Ecological considerations for the use of entomopathogens in IPM. Annu. Rev. Entomol. 32: 225~251.
- Fuxa, J. R. (2004) Ecology of insect nucleopolyhedroviruses. Agric. Ecosys. Environ. 103: 27~43.
- Hajek, A. E., McManus, M. L. and Delalibera Junior, I. (2007) A review of introductions of pathogens and nematodes for classical biological control of insects and mites. Biol. Control 41: 1~13.
- Huger, A.M. (2005) The Oryctes virus: Its detection, identification, and implementation in biological control of the coconut palm rhinoceros beetle, *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera: Scarabaeidae). J. Invertebr. Pathol. 89: 78~84.
- Kunimi, Y. (2007) Current status and prospects

- on microbial control in Japan. *J. Invertebr. Pathol.* 95: 181~186.
- Lawrence, P.O. (2002) Purification and partial characterization of an entomopoxvirus (DIEPV) from parasitic wasp of tephritid fruit flies. *J. Insect Sci.* 2: 1~12.
- Liljas, L., Tate, J., Lin, T., Christian, P. and Johnson, J.E. (2002) Evolutionary and taxonomic implications of conserved structural motifs between picornaviruses and insect picorna-like viruses. *Arch. Virol.* 147: 59~84.
- Longworth, J.F., Payne, C.C. and Macleod, R. (1973) Studies on a virus isolated from *Gonometa podocarpi* (Lepidoptera: Lasiocapidae). *J. Gen. Virol.* 18: 119~125.
- Miller, L.K. and Ball, L.A. (1998) *The Insect Viruses*. Plenum Publishing Corporation, New York.
- 中西和子・星野真由・小山裕徳・仲井まどか・国見裕久 (2007) 特異的RNAを用いたチャハマキの late male-killing 因子の解析. 日本応用動物昆虫学会講演要旨 51: 138.
- Renault, S., Stasiak, K., Federici, B. and Bigot, Y. (2005) Commensal and mutualistic relationships of reoviruses with their parasitoid wasp hosts. *J. Insect Physiol.* 51: 137~148.
- Stasiak, K., Renault, S., Federici, B.A. and Bigot, Y. (2005) Characteristics of pathogenic and mutualistic relationships of ascoviruses in field populations of parasitoid wasps. *J. Insect Physiol.* 51: 103~115.
- 高務 淳 (2000) 資材化微生物に対する抵抗性の進化とその管理戦略. 微生物の資材化: 研究の最前線 (鈴木孝仁ら編), pp.259~272, ソフトサイエンス社, 東京.
- Takatsuka, J. (2007) Characterization of a nucleopolyhedrovirus of *Epinotia granitalis* (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Invertebr. Pathol.* 96: 265~269.
- 高務 淳・国見裕久 (2003) ウイルス剤. 次世代の農薬開発—ニューナノテクノロジーによる探索と創製— (安部浩ら編), pp.145~160, ソフトサイエンス社, 東京.
- Takatsuka, J., Okuno, S., Ishii, T., Nakai, M. and Kunimi, Y. (2007) Host range of two multiple nucleopolyhedroviruses isolated from *Spodoptera litura*. *Biol. Control* 41: 264~271.
- Tanada, Y. and Kaya, H.K. (1993) *Insect Pathology*. Academic Press, California.
- Thompson, C.G., Scott, D.W. and Wickman, B.E. (1981) Long-term persistence of the nuclear polyhedrosis virus of the Douglas-fir tussock moth, *Orgyia pseudotsugata* (Lepidoptera: Lymantriidae), in forest soil. *Environ. Entomol.* 10: 254~255.

(2007. 8. 3 受理)

*Cercospora*とその近縁属菌の診断と類別 (Ⅲ)

中島 千晴¹

1. はじめに

*Cercospora*属とその関連属菌は重要な植物病原菌として知られ、かつて50数属が認識されていたが、現在では完全世代*Mycosphaerella*属菌のシミアナモルフの20数属を指すようになってきている。20数属としたのは、いまだにその属の数については確定するに至っていないためである。2003年にCrous and Braunが、これまでに世界中で公表された*Cercospora*属と*Passalora*属の種名を精査、欧米の標本庫を中心に基準標本などの検討を進め、現時点での分類学的な位置を整理したリスト「*Mycosphaerella* and its anamorphs: 1. Names published in *Cercospora* and *Passalora*」(以下MAとする)を公表した。これにより、1960年代後半に提案された狭義*Cercospora*属の定義に沿った種の再検討は、欧州ではほぼ終了した。アジア産のこれらの菌類に関しては、いまだ分布の調査さえ行われていない国々が多いが、韓国、中国、台湾、ミャンマーでは新分類基準での地域的モノグラフ、もしくはリストが公表された。日本では筆者らが再検討を進めている最中で、それらの成果を公表している(Kobayashi et al., 1998, 2002; Nakashima et al., 1999, 2002, 2004, 2006; Nakashima and Kobayashi, 2000; 中島, 2002a, b; Nakashima, 2004a, b)。

前述のとおりCrous and Braun (2003)のMAには、狭義*Cercospora*属とその関連属菌の分類上の定義を記している。この中には多くの重要な植物病原菌が含まれており、属および種の記載方法についても重要な提案が行われ、すでに世界的な標準となっている。しかしながら、日本の試験研究機関等においては十分に認知されているとは言えない。そこで本稿では中島(2002a, b)以降に記載された日本産種と所属変更種、属および種の内容に変更な

どが生じた種について、若干の解説とともに示したい。

2. *Cercospora apii* sensu lato概念の導入

かつて*Cercospora*属の基準種と認識されていた*Cercospora apii*は、文献調査の結果から現在では基準種からはずされている。一方でその形態的特徴は狭義*Cercospora*属を非常によく体現している。そもそも、*Cercospora*属とその関連属菌の種の内容は「宿主植物1属に対して1菌種」が与えられる(Chupp, 1954)と言うものであり、他の宿主上の菌と形態的に類似していても、別種として扱われてきた。しかしながら、これは本菌が宿主限定的であるという仮定に基づいたものである。これまでも接種試験の結果から、この仮定に疑問が呈されることも少なくなかったが、限定的であるという反証や、これまでの種の定義が、種数が増加するほど実用上簡便であるなどの理由から、ほぼ種数が増えるに任される状態であった。

一方で、宿主限定性か否かということについては保留し、*C. apii*と形態的に類似する種を再度*C. apii* sensu lato (広義*C. apii*)としてグルーピングすることが提案され、再検討が進められ、その結果、基準標本の形態的特徴が相互に変異の幅に収容されるとして、281種を*C. apii* sensu latoとしている。さらに近年ではDNA塩基配列に基づいて類縁関係の推定が可能になり、数種の*C. apii* sensu lato菌を用いた研究では、系統的にこれらは極近縁な関係にあり、rDNA領域の塩基配列では区別できず、複数の蛋白コード領域の結合データにより区別できること、しかも、宿主範囲が同一属に限られる菌と、科を超える広い宿主範囲を持つものが存在することが明らかになった(Groenewald et al., 2006)。このことから、現在では形態的にセルリー上の*C. apii*

と異なる場合を除いて新種の提案は避けるべきで、単に [*Cercospora apii* sensu lato] と引用すべきであるとしている (Crous and Braun, 2003)。なお、すでに発表されている種についても、形態的にセルリー上の *C. apii* と同一であれば [*Cercospora apii* sensu lato] の表記をするように提案されている (但しこれまでの種名については変更しない)。以下に *C. apii* sensu lato の簡易な概念を引用する。太線部は特に他の種との重要な類別点である。

「子座は欠く、ないし大型、10~50 μ m、分生子柄は単生もしくは叢生、2~30本、長く、先端で分生子の形成に伴い屈曲、有色、稀に分岐、(10-)20-350(-450)×(2-)3-6(-8) μ m (過湿条件下では長くなる)。明瞭に肥厚し、濃色の幅(1.5)2-3(-4.5) μ m の分生子離脱痕を有する。分生子は単生、長く、成熟すると針状、無色、多隔壁、先端はやや尖る、基部は截切状だが細くはならない (non attenuate), (10-)30-250(-380)×(1.5-)2-5(-5.5) μ m。病斑は通常褐色、進行に伴って中心部が灰白色から灰褐色となる。」

種の統合はされていないものの、*C. apii* sensu lato とすることが提案されている日本産種は以下のとおりである。

C. alocasiae Goh & W. H. Hsieh (= *C. alocasiae* Sawada), *C. antirrhini*, *C. arctii-ambrosiae*, *C. begoniae*, *C. beticola*, *C. brachiata*, *C. brunckii*, *C. canescens*, *C. physalidis* (形態的特徴からシノニムとして *C. capsici*, *C. nicotiana* を含む), *C. chrysanthemi*, *C. citrullina*, *C. deutziae*, *C. dianthi*, *C. fagopyri*, *C. flagellaris*, *C. fukushiana*, *C. guatemalensis*, *C. helianthicola*, *C. hydrangeae*, *C. ipomoeae*, *C. kikuchii*, *C. malayensis*, *C. penniseti*, *C. penzigii*, *C. plantaginis*, *C. richardiicola*, *C. salviicola*, *C. sesami*, *C. sigesbeckiae*, *C. tetragoniae*, *C. zinniae*.

3. *Passalora* 属菌の肥大化

Passalora 属は *Cercospora* と同じく 1849 年に Fries によって創設された、有色の分生子柄を有し、分生

子は糸状から紡錘状、ないし倒棍棒状、垂円筒状、多隔壁、有色、単生、分生子の離脱痕と分生子基部が肥厚する *Cercospora* 関連属の一つである。わが国ではこれまで本属菌による重要病害がなく、それほど重要な病原菌であると認識されていなかった。一方で、形態的に類似する *Cercosporidium* 属菌が、Deighton (1967) の分類基準を基に広く受け入れられており、その病害の報告も多い (中島, 2002a)。両属の類別点は子座の大きさのみとされていた。しかしながら、von Arx (1983), Castañeda and Braun (1989), Deighton (1990), Braun (1995a, b) は *Passalora* 属の基準標本検討の結果、両属は同一であり、*Cercosporidium* 属は *Passalora* 属へ包含されるとした。一方で、Baker et al. (2000) は *Cercosporidium* 属が分類上、充分有用であるとして、別属とすべきとし、著者らもこれらの議論を待つこととして両属名を併記してきた (中島, 2002a)。その後、Crous et al. (2000, 2001a, b) を始めとする、*Mycosphaerella* 属とその不完全世代の rDNA 塩基配列の系統解析の結果、両属は同一とすべき結果が得られ、この議論は決着した。これら一連の研究の中で、重要な森林病害の一つであるスギの赤枯病菌 *Cercospora sequoiae* Ellis & Everh. は、まず *Asperisporium sequoiae* (Ellis & Everh.) B. Sutton & Hodges として *Asperisporium* 属へ転属されたが、その後形態的に *Passalora* 属とするのが適当であるとされ、現在では *Passalora sequoiae* (Ellis & Everh.) Y.L.Guo & W.H.Hsieh (in Guo et al., Flora Fungorum Sinicorum 20:120, 2003) という変遷をたどっている。

この *Passalora* 属への統合はさらに大きな展開をすることになった。*Passalora* 属菌と *Phaeoramularia* 属菌両者の違いは、分生子を単生もしくは連生する点だけであり、他の広義の *Cercospora* 属菌においても同一属内の変異として扱われるとして、*Phaeoramularia* 属は *Passalora* 属へ統合された。また、やはり植物病原菌で葉面上に遊走菌糸を迷走させ、そこから形成された有色の分生子柄より、有色の分生子を連鎖、分生子の離脱痕と分生子の基部がやや

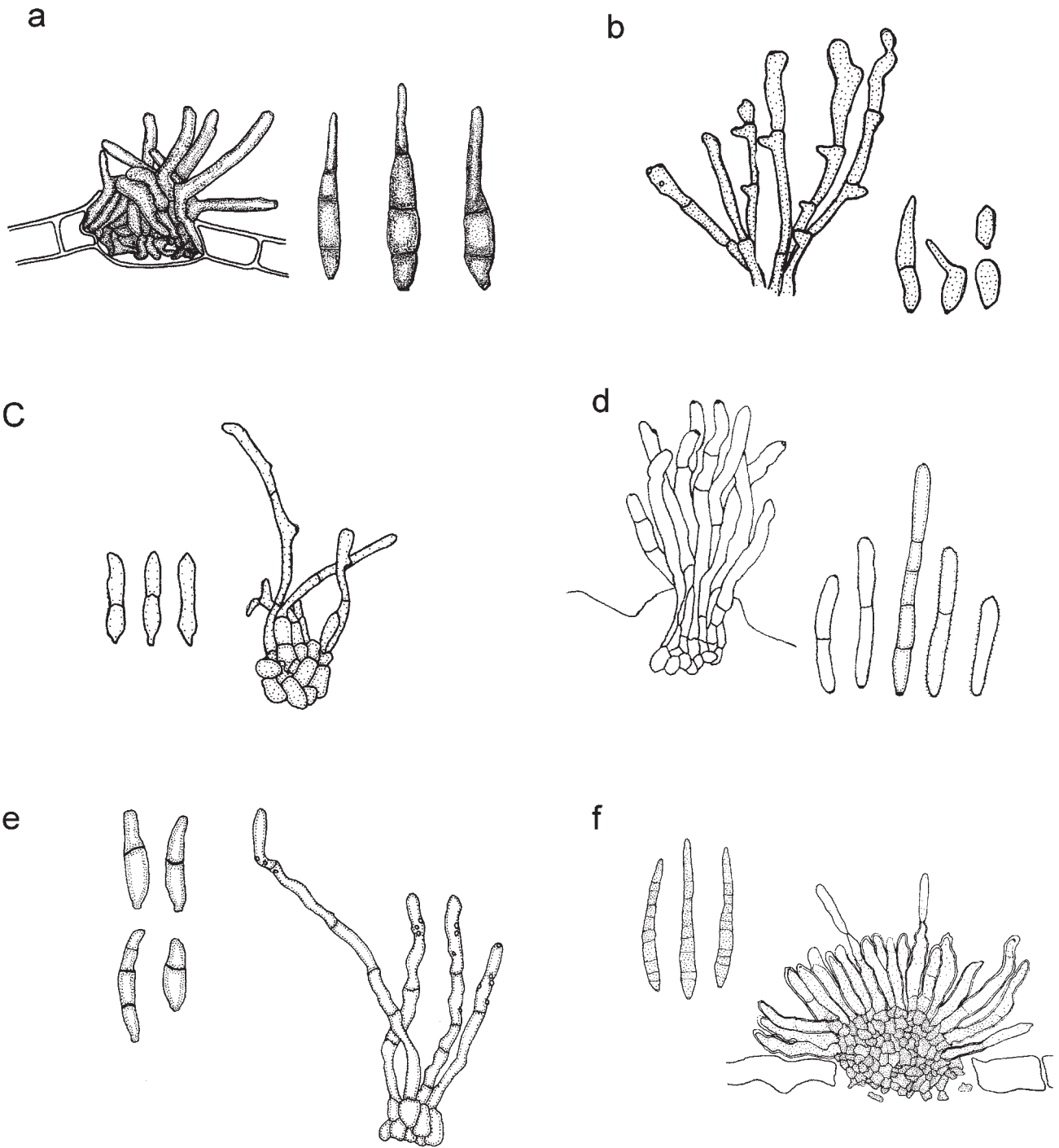


図-1 *Passalora*属内の形態的な変異

これら全ては現在*Passalora*属として取り扱われる。a : 旧*Cercosporidium*属, b : 旧*Fulvia*属, c : 旧*Mycovellosiella*属, d : 旧*Phaeoramularia*属, eおよびf : 典型的な*Passalora*属。原図a : 小林享夫氏, d : 中島英理夏氏, f : 本橋慶一氏。

肥厚する *Mycovellosiella* 属菌 (ナスすすかび病菌等) と、重要病害であるトマト葉かび病を引き起こす病原菌の *Fulvia* 属菌 (1属1種 = *Fulvia fulva*; Braun (1995a) は、分生子形成様式や分生子離脱痕が *Mycovellosiella* 属と類似するため *Mycovellosiella* 属の亜属と提案) は、*Passalora* 属が *Phaeoramularia* 属との統合で分生子を連鎖するという属徴を持つこととなったことから統合が提案された。これらの基準種の形態比較においても、属の統合が適当であるという結果が得られ、さらに数属を統合し、*Passalora* 属菌は *Cercospora* 属とその関連属菌の中でも大きな位置を占めるようになった。また rDNA 塩基配列による系統解析の推定によっても、上記の処理は支持されている。図-1 に *Passalora* 属の形態的な変異を示すと共に、以下に上記の処理によって学名に変更が生じた種を記す (但し、*Cercosporidium* 属菌からの転属種は除く)。

Cercospora dubia (→ *Passalora spegazzinii* (Sacc.) U.Braun, in Braun and Melnik, Trudy Bot. Inst. im. V.L. Komarov. 20:94, 1997), *Cercospora hydrocotyles* (→ *Passalora hydrocotyles* (Ellis & Everh.) U.Braun, R.Delhey & M.Kiehr, Fungal Diversity 6: 27, 2001), *Cercospora hyperici* (→ *Passalora hyperici* (Tehon & E.Y.Daniels) U.Braun, in Braun and Melnik, Trudy Bot. Inst. im. V.L. Komarova 20: 64, 1997), *Cercospora janseana* (→ *Passalora janseana* (Racib.) U.Braun, Schlechtendalia 5: 39, 2000; イネすじ葉枯病), *Cercospora pteridis* (→ *Passalora pteridis* (Siemaszko) U.Braun & Crous, MA: 340, 2003), *Cercospora scandicearum* (→ *Passalora scandicearum* (Magnus) U.Braun & Crous, MA: 368, 2003), *Cercospora selini-gmelini* (→ *Passalora selini-gmelini* (Sacc. & Scalia) U.Braun, Fungal Diversity 8: 57, 2001), *Cercospora taihokuensis* (→ *Passalora taihokuensis* (Goh & W.H.Hsieh) Y.L. Guo & W.H. Hsieh, in Guo et al., Flora Fungorum Sinicorum 20: 87, 2003; カキバカンコノキ・カンコノキ円星病), *Cercospora tokoroii*

(→ *Passalora dioscoreae* (Ellis & G.Martin) U. Braun & Crous, MA: 162, 2003), *Mycovellosiella concors* (→ *Passalora concors* (Casp.) U. Braun & Crous, MA: 134, 2003; ジャガイモ褐斑病), *Mycovellosiella consimilis* (→ *Passalora consimilis* (Syd.) U. Braun & Crous, MA: 136, 2003; ムラサキムカシヨモギ), *Mycovellosiella dioscoreae* (→ *Passalora tranzschelii* (Vassiljevsky) U. Braun & Crous, MA: 473, 2003; ウチワドコロ), *Mycovellosiella ferruginea* (→ *Passalora ferruginea* (Fuckel) U. Braun & Crous, MA: 183, 2003; ヨモギ), *Mycovellosiella koepkei* (→ *Passalora koepkei* (W.Krüger) U. Braun & Crous, MA: 238, 2003. サトウキビ葉片赤斑病), *Mycovellosiella natrassii* (→ *Passalora natrassii* (Deighton) U. Braun & Crous, MA: 461, 2003; ナスすすかび病), *Cercospora pachypus* (→ *Passalora pachypus* (Ellis & Kellerm.) U. Braun, Schlechtendalia 2: 9, 1999; ヒマワリ斑点病), *Cercospora polygonati-maximowiczii* (→ *Passalora polygonati-maximowiczii* (Togashi) U. Braun & Crous, MA: 331, 2003; オオアマドコロ斑点病), *Mycovellosiella pteleae* (→ *Passalora pteleae* (G.Winter) U. Braun, Schlechtendalia 2: 10, 1999; ホップノキ), *Mycovellosiella vaginae* (→ *Passalora vaginae* (W.Krüger) U. Braun & Crous, MA: 417, 2003. サトウキビ葉鞘赤斑病), *Phaeoisariopsis gnaphalicea* (→ *Passalora gnaphalicea* (Cooke) U. Braun & Crous, MA: 201, 2003; ハハコグサ斑点病), *Stigmina compacta* (→ *Passalora compacta* U. Braun & Crous, MA: 133, 2003; ニレまた枯病)。

4. *Pseudocercospora* 属への統合

分子系統解析手法の導入により、2000年代から *Cercospora* 属とその関連属菌においてもその成果が公表されるようになった。その結果、*Cercospora* 属とその関連属菌の完全世代である *Mycosphaerella* は単一のクレードを形成しており、その中に分類学上、現在形態属 (form-genus) と認識される各属

がそれぞれのクレードを構成し、これまでの分類基準を支持するものである。

Crousら (Braun and Crous, 2006; Crous et al., 2006) は基準種の形態的特徴および分子系統解析の結果から, *Phaeoisariopsis*属と *Stigmina*属を *Pseudocercospora*属へ統合したが, 両属は *Pseudocercospora*属に対して先名権を有するため, *Pseudocercospora*属を保護名とする提案が同時に行われている。この提案により, 学名に変更が生じた種は以下の通りである。

Phaeoisariopsis griseola (→ *Pseudocercospora griseola* (Saccardo) Crous & U. Braun, in Crous et al., Stud. in Mycol. 55: 168, 2006; インゲンマメ・ササゲ角斑病)。

5. その他の学名変更種および日本産追加種

2002年に中島らはこれまでに学名が変更されたリストを公表しているが (2002a,b), その後, 追加もしくは所属が変更された種を以下に記す。

a) 既知の日本産種に対する学名の変更

Cercospora apiodis (→ *C. apii* Freseniusのシノニムへ, Crous and Braun, MA: 61, 2003), *Cercospora alpiniae* (→ *Stenella alpiniae* (Syd. & P. Syd.) U. Braun, Fungal Diversity 8: 68, 2001), *Cercospora cryptomeriicola* Sawada (→ *Pseudocercospora cryptomeriicola* (Sawada) C. Nakash., Akashi, & Akiba, in Nakashima et al., Mycocience 48: 254, 2007), *Cercospora dichondrae* (→ *C. ipomoeae*のシノニムへ, Crous and Braun, MA: 228, 2003), *Cercospora ehretiae* (→ *Pseudocercospora ehretiae* (Togashi & Katsuki) C. Nakash. & Tak. Kobay., in Nakashima et al. Mycoscience 40: 271, 1999. → *Pseudocercospora pseudehretiae* Chao H. Chung & Tzean, Mycotaxon 75: 477, 2000), *Cercospora obtegens* (→ *Pseudocercospora obtegens* (Syd. & P. Syd.) U. Braun & Crous, MA: 294, 2003), *Cercospora septoriopsis* (→ *Cylindrosporium ribis* Davis. → *Pseudocercospora ribis* (Davis) U. Braun, A monograph of *Cercos-*

porella, *Ramularia* and allied genera (phytopathogenic hyphomycetes), Vol. 2: 408, 1998), *Cercospora triloba* (→ *Phaeoramularia triloba* → *Pseudocercospora triloba* (Chupp) U. Braun & Crous, MA: 410, 2003), *Cercospora vitis-heterophyllae* (*Eriocercospora vitis-heterophyllae* (Henn.) U. Braun, Cryptog. Mycol. 20: 160, 1999), *Cercostigmina concentrica* (→ *Pseudocercospora concentrica* (Cooke & Ellis) U. Braun & Crous, in Braun and Hill, Mycol. Progress 1: 22, 2002), *Cercostigmina tineae* (→ *Pseudocercospora viburnigena* U. Braun & Crous, in Braun and Hill, Mycol. Progress 1: 23, 2002), *Mycovellosiella toxicodendri* (→ *Cercospora toxicodendri* (Ellis) U. Braun, A monograph of *Cercospora*, *Ramularia* and allied genera (phytopathogenic hyphomycetes), vol. 2: 402, 1998), *Passalora fuliginosa* (→ *Pseudocercospora fuliginosa* (Ellis & Kellerm.) W. X. Zhao & Y. L. Guo, Acta Mycol. Sinica 12: 195, 2003 → Braun & Crous (2005) が基準標本の検討の結果再転属した), *Pseudocercospora annicola* (→ *P. annonae-squamosae* U. Braun & R. F. Castañeda, in Castañeda and Braun, Cryptog. Bot. 1: 50, 1989. のシノニムへ, Crous & Braun, MA: 59, 2003), *Pseudocercospora elaeagnicola* (→ *Pseudocercospora carrii* (Barthol.) U. Braun, Cryptog. Mycol. 20: 168, 1999 のシノニムへ), *Pseudocercospora exochordae* (→ *Cercospora exochordae*; Crous & Braun, Mycotaxon 78: 328, 2001; 基準標本の検討の結果, 再度 *Cercospora* 属へ戻されたが日本産種は *Pseudocercospora* 属菌であり, 所属の検討が必要), *Pseudocercospora laburni* (→ *Cercospora laburni*; Crous & Braun, MA: 240, 2003; 基準標本の検討の結果再度 *Cercospora* 属へ戻されたが日本産種は *Pseudocercospora* 属菌であり, 所属の検討が必要), *Pseudocercospora riachueli* (日本産の菌のうち遊走菌糸を形成するものに *P. riachueli* var. *horiana* (Togashi & Katsuki) U. Braun & Crous, MA: 354, 2003 があてられている)。

b) 中島 (2002a,b) 以降に記載された日本における
新産・新種

Cercospora armoraciae (ワサビダイコン; Nakashima et al., 2006), *C. plantagnis* (オオバコ; Nakashima, 2004b), *Passalora passaloroides* (イタチハギ; Nakashima et al., 2006), *Pseudocercospora asystasiae* (セキドウサクラソウ; Nakashima, 2004b), *P. cassiae-fistulae* (ナンバンサイカチ; Nakashima, 2004b), *P. catappae* (モモタマナ円星病; Nakashima, 2004a), *P. cyatheae* C. Nakash. & S. Inaba, in Nakashima et al., *Mycoscience* 47: 48, 2006. (ヘゴの一種), *P. cymbidiicola* (シンビジウム裏すかび病; 中島ら, 2006), *P. dendrobii* (デンドロビウム; Braun and Crous (2005)によるとBPIに日本産標本が収蔵されていた), *P. hachijokibushi* C. Nakash., H. Horie & Tak. Kobay., *Mycoscience* 45: 50, 2004 (ハチジョウキブシ褐斑病), *P. izuohshimensis* C. Nakashi. H. Horie & Tak. Kobay. *Mycoscience* 45: 49, 2004 (ハナイカダ斑点病), *P. mali* (ズミ; Nakashima, 2004a), *P. melastomobia* (ノボタン円星病; Kobayashi et al., 2002), *P. nogalesii* (エニシダ; Nakashima et al., 2006), *P. paederiae* C. Nakash. & Tak. Kobay. (Kobayashi and Okamoto (2003)で新名として記載されたが命名規約上廃棄 (nom. superfl.) し *P. paederiae* Goh & W. H. Hsiehを用いるべきである), *P. polysciatis-pinnatae* (ポリスギアス; Nakashima, 2004a), *P. puderi* (バラ; Nakashima, 2004a), *Pseudocercospora oxalidis* (Kobayashi and Okamoto, 2003), *Pseudocercospora ranunculacearum* (リュウキュウボタンヅル; Nakashima, 2004b), *Scolecostigmina chibaensis* C. Nakash. Tak. Kobay. & Tosh. Yamada (ゴヨウマツ類; Nakashima et al., *Mycoscience* 48: 250, 2007)。

引用文献

von Arx, J. A. (1983) *Mycosphaerella* and its anamorphs. Proc. K. Ned. Akad. Wet. Ser.

C Biol. Med. Sci. 86, 1: 15~54.

- Baker, W.A., Partridge, E.C. and Morgan-Jones, G. (2000) Notes on Hyphomycetes, LXXVIII. *Asperisporium sequoiae*, the causal organism of Conifer needle blight, reclassified in *Cercosporidium*, with comments on the status of the genus. *Mycotaxon* 76: 247~256.
- Braun, U. (1995a) A monograph of *Cercospora*, *Ramularia* and allied genera (phytopathogenic hyphomycetes), Vol.1. IHW-Verlag, Eching.
- Braun, U. (1995b) Miscellaneous notes on phytopathogenic hyphomycetes (II). *Mycotaxon* 55: 223~241.
- Braun, U. (1998) A monograph of *Cercospora*, *Ramularia* and allied genera (phytopathogenic hyphomycetes), Vol.2. IHW-Verlag, Eching.
- Braun, U. (1999a) Taxonomic notes on some species of the *Cercospora* complex(V). *Schlechtendalia* 2: 1~28.
- Braun, U. (1999b) Taxonomic notes on some species of the *Cercospora* complex(VI). *Cryptog. Mycol.* 20: 155~177.
- Braun, U. (2000) Miscellaneous notes on some micromycetes. *Schlechtendalia* 5: 31~56.
- Braun, U. (2001) Taxonomic notes on some species of the *Cercospora* complex(VII). *Fungal Diversity* 8: 41~71.
- Braun, U. and Crous, P.W. (2005) Additions and corrections to names published in *Cercospora* and *Passalora*. *Mycotaxon* 92: 395~416.
- Braun, U. and Crous, C. W. (2006) Proposal to conserve the name *Pseudocercospora* against *Stigmina* and *Phaeoisariopsis* (Hyphomycetes). *Taxon* 55: 801~808.
- Braun, U., Delhey, R. and Kiehr, M. (2001) Some new cercosporoid hyphomycetes from Argentina. *Fungal Diversity* 6: 18~33.
- Braun, U. and Hill, C.F. (2002) Some new micromycetes from New Zealand. *Mycological Pro-*

- gress 1: 19~30.
- Braun, U. and Melnik, V.A. (1997) Cercosporoid fungi from Russia and adjacent countries. Trudy Bot. Inst. im. V.L. Komarov. 20: 1~130.
- Castañeda, R.F. and Braun, U. (1989) *Cercospora* and allied genera of Cuba(I). Cryptog. Bot. 1: 42~55.
- Chung, C.-H. and Tzean, S.-S. (2000) Notes on fungi from Taiwan: two new names. Mycotaxon 75: 477~478.
- Chupp, C. (1954) A monograph of the fungus genus *Cercospora*. Published by the author, Ithaca.
- Crous, P. W., Aptroot, A., Kang, J.-CH., Braun, U. and Wingfield, M.J. (2000) The genus *Mycosphaerella* and its anamorphs. Stud. in Mycol. 45: 107~121.
- Crous, P.W. and Braun, U. (2001) A reassessment of the *Cercospora* species described by C. Chupp: specimens deposited at BPI, Maryland, U.S.A. Mycotaxon 78: 327~343.
- Crous, P.W. and Braun, U. (2003) *Mycosphaerella* and its anamorphs: 1. Names published in *Cercospora* and *Passalora*. CBS, Utrecht.
- Crous, P. W., Hong, L., Wingfield, B. D. and Wingfield, M. J. (2001a) ITS rDNA phylogeny of selected *Mycosphaerella* species and their anamorphs occurring on Myrtaceae. Mycol. Res. 105: 425~431.
- Crous, P.W., Kang, J.C. and Braun, U. (2001b) A phylogenetic redefinition of anamorph genera in *Mycosphaerella* based on ITS rDNA sequence and morphology. Mycologia 93: 1081~1101.
- Crous, P.W., Liebenberg, M.M., Braun, U. and Groenewald, J.Z. (2006) Re-evaluation the taxonomic status of *Phaeoisariopsis griseola*, the causal agent of angular leaf spot of bean. The causal agent of angular leaf spot of bean. Stud. in Mycol. 55: 163~173.
- Deighton, F.C. (1967) Studies on *Cercospora* and allied genera. II. *Passalora*, *Cercosporidium* and some species of *Fusicladium* on *Euphorbia*. Mycol. Pap. 112: 1~80.
- Deighton, F.C. (1990) Observations on *Phaeoisariopsis*. Mycol. Res. 94: 1096~1102.
- Guo, Y.-L., Liu, X.-J. and Hsieh, W.-H. (2003) Flora Fungorum Sinicorum. Vol.20. *Mycovellosiella*, *Passalora*, *Phaeoramularia*. Science Press, Beijing.
- Groenewald, M., Groenewald, J.Z., Braun, U. and Crous, P. W. (2006) Hostrange of *Cercospora apii* and *C. beticola* and description of *C. apiicola*, a novel species from celery. Mycologia 98: 275~285.
- Kobayashi, T, Nakashima, C., and Nishijima, T. (2002) Addition and re-examination of Japanese species belonging to the genus *Cercospora* and allied genera. V. Collections from the Nansei Islands(2). Mycoscience 43: 219~227.
- Kobayashi, T., Nishijima, T. and Nakashima, C. (1998) Addition and reexamination of Japanese species belonging to the genus *Cercospora* and allied genera. Collection from Nansei-Islands(1). Mycoscience 39: 185~194.
- Kobayashi, T. and Okamoto, T. (2003) Notes on some plant inhabiting fungi collected at Hahajima, Bonin Islands. Jour. Agri. Sci. Tokyo Univ. of Agric. 48: 89~104.
- 中島千晴 (2002a) *Cercospora*とその近縁属菌の診断と類別(1). 森林防疫 604 : 122~132.
- 中島千晴 (2002b) *Cercospora*とその近縁属菌の診断と類別(2). 森林防疫 605 : 147~156.
- Nakashima, C. (2004a) Addition and reexamination of Japanese species belonging to the genus *Cercospora* and allied genera VII. Newly recorded species from Japan(2). Mycoscience 45: 67~71.
- Nakashima, C. (2004b) Addition and reexamina-

- tion of Japanese species belonging to the genus *Cercospora* and allied genera VIII. Newly recorded species from Japan(3). *Mycoscience* 45: 116~122.
- Nakashima, C., Akashi, T., Takahashi, Y., Yamada, T., Akiba, M. and Kobayashi, T. (2007) New species of the genus *Scolecotigmina* and revision of *Cercospora cryptomeriicola* on conifers. *Mycoscience* 48: 250~254.
- Nakashima, C., Horie, H. and Kobayashi, T. (2004) Addition and reexamination of Japanese species belonging to the genus *Cercospora* and allied genera IV. Four *Pseudocercospora* species from Ohshima Island, Tokyo. *Mycoscience* 45: 49~55.
- Nakashima, C., Inaba, S., Park, J.-Y. and Ogawa, Y. (2006) Addition and reexamination of Japanese species belonging to the genus *Cercospora* and allied genera IX. Newly recorded species from Japan(4). *Mycoscience* 47: 48~52.
- Nakashima, C. and Kobayashi, T. (2000) Addition and reexamination of Japanese species belonging to the genus *Cercospora* and allied genera III. Species described by Japanese mycologists (2). *Mycoscience* 41: 25~31.
- 中島千晴・小林享夫・植松清次・浦上好博 (2006) シンビジウム裏すすかび病の病原菌の同定. 関西病虫害研報 48 : 61~63.
- Nakashima, C., Nishijima, T. and Kobayashi, T. (1999) Addition and reexamination of Japanese species belonging to the genus *Cercospora* and allied genera II. Species described by Japanese mycologists(1). *Mycoscience* 40: 269~276.
- Nakashima, C., Tanda, S. and Kobayashi, T. (2002) Addition and reexamination of Japanese species belonging to the genus *Cercospora* and allied genera IV. Newly recorded species from Japan(1). *Mycoscience* 43: 95~102.

(2007. 8. 1 受理)

論文

カシノナガキクイムシの接種によるブナ科樹木萎凋病の再現

小林正秀¹・野崎 愛²・衣浦晴生³

1. はじめに

現在、日本国内でカシノナガキクイムシ (*Platypus quercivorus*, 以下カシナガ) の穿入を受けたブナ科樹木が枯死する被害 (以下, ブナ科樹木萎凋病) が拡大しており (伊藤・山田, 1998; 小林・上田, 2005), 2006年までに1府20県で被害が確認されている (図-1)。

カシナガが属するナガキクイムシ科 (Platypodidae) の甲虫は, ほとんどが養菌性キクイムシであり (Wood, 1978), 衰弱木や倒木の材部の奥深くまで穿入し, マイカンギア (孢子貯蔵器官) によって運搬したアンブロシア菌と総称される共生菌を培養して摂食している (野淵, 1974)。このため, 通常は木材にピンホールと呼ばれる欠点を形成する材質劣化害虫として問題視されている (野淵, 1993)。健

全木に穿入する種もいるが (表-1), 健全木に穿入しても樹液などによって繁殖に成功することは少なく, 穿入を受けた健全木が枯死することもほとんどない (野淵, 1979)。ところが, ブナ科樹木萎凋病では, 健全木に穿入したカシナガが繁殖に成功し, 穿入を受けた樹木が枯死するため, 養菌性キクイムシが関与した希な森林被害として, 世界的に注目されている (梶村 恒, 名古屋大学私信)。

キクイムシ科 (Scolytidae) の甲虫が病原菌を伝播して樹木を枯死させる事例は多い (Webber and Gibbs, 1989)。このため, ブナ科樹木萎凋病でも病原菌の関与が疑われ, 被害木から菌類が分離された。その結果, 各地の枯死木から糸状菌の一種 (*Raffaelea quercivora*, 以下ナラ菌) が優占的に分離された (伊藤ら, 1998; Kubono and Ito, 2002)。そして, ナラ菌を健全なブナ科樹木に接種することで病徴が再現され, 接種による枯死木からナラ菌が再分離された (伊藤ら, 1998; 斉藤ら, 2001)。これらの結果は, ある微生物が病原体であることを立証するために必要なコッホの原則を満たすものであり, ナラ菌が病原体であることは既に証明されている。

次に, ナラ菌がどのような方法で樹木への感染を拡げているのかが検討された。その結果, カシナガの体表からナラ菌が優占的に分離されたことから, カシナガがナラ菌のベクター (伝播者) であると推察された (伊藤ら, 1998)。ただし, 昆虫が病原体のベクターになっていることを立証するためには, ①その昆虫と植物との間に密接な関係があること, ②その昆虫が健全植物を加害すること, ③その昆虫に病原体が付着していること, ④その昆虫を健全植物に接種することで病徴が再現されること, の4条件を満たす必要がある (Leach, 1940)。ブナ科樹

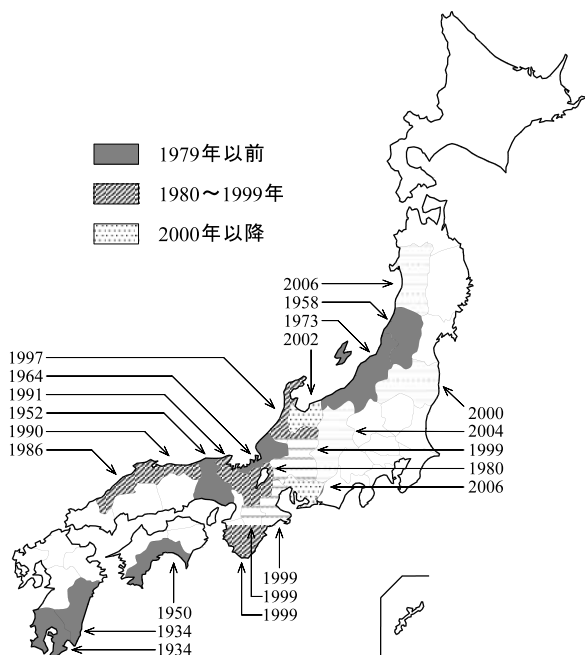


図-1 府県別の最初に被害が確認された時期

表-1 健全木に穿入するナガキクイムシ科の甲虫

種類	主な地域	主な穿入樹種	主な参考文献
<i>Austroplatypus confertus</i>	オーストラリア	マホガニー属(<i>Swietenia</i>)	梶村(2002)
<i>A. incomptus</i>	オーストラリア	ユーカリ属(<i>Eucalyptus</i>)	Kent and Simpson(1992)
<i>Chaetastus tuberculatus</i>	ガーナ	ユーカリ属(<i>Eucalyptus</i>)	梶村(2002)
<i>Crossotarsus extemedentatus</i> (ソトハナガキクイムシ)	サモア, ジャワ島, フィジー, ホリネシア, 南アフリカ	ブラウンターミナリア(<i>Terminalia brassi</i>), イジゴボ(<i>T. ivorensis</i>), リンバ(<i>T. superba</i>), カナリウム属(<i>Canarium</i>), スパニッシュシーダー(<i>Cedrela mexicana</i>), ラウレレ(<i>Cordia alliodora</i>), アフリカンマホガニー(<i>Khaya anthotheca</i>), オオバマホガニー(<i>Swietenia macrophylla</i>), レモンユーカリ(<i>Eucalyptus citriodora</i>), カメレレ(<i>E. deglupta</i>), メソプシス属の一種(<i>Maesopsis eminii</i>), オベベ(<i>Nuclea diderrichii</i>), ニクス属の一種(<i>Myristica castaneifolia</i>),	Roberts(1977)
<i>Cryptoqenus cribicollis</i>	ガーナ	エラエオファビア属の一種(<i>Elaeophorbium drupifeta</i>)	梶村(2002)
<i>Dendroplatypus impar</i>	マレーシア	レッドメランティ属(<i>Shorea</i>)	Roberts(1968); Kile and Hall(1988)
<i>Doliopygus aduncus</i>	ナイジェリア	ダニエラ属の一種(<i>Daniellia oliveri</i>)	梶村(2002)
<i>D. conradi</i>	ガーナ	チマア(<i>Entandrophragma angolense</i>)	Roberts(1968); Kirkenball <i>et al.</i> (1997); 梶村(2002)
<i>D. dubius</i>	ガーナ, ナイジェリア, ニュージーランド	リンバ(<i>T. superba</i>)	Roberts(1968); Kirkenball <i>et al.</i> (1997)
<i>D. erichsoni</i>	ガーナ, ナイジェリア	カエンボク(<i>Spathodea campanulata</i>), チークノキ(<i>Tectona grandis</i>)	梶村(2002)
<i>D. serratus</i>	ガーナ, コートジボアール, ナイジェリア	タガヤサン(<i>Cassia siamea</i>), ステルクリア・ブラウン(<i>Sterculia rhinopetala</i>)	Jover(1952); Roberts(1968); 梶村(2002)
<i>D. solidus</i>	ガーナ	ステルクリア・ブラウン(<i>S. rhinopetala</i>)	梶村(2002)
<i>D. unispinosus</i>	ガーナ	インドセンダン(<i>Azadirachta indica</i>), オベチェ(<i>Triplochiton scleroxylon</i>)	梶村(2002)
<i>Notoplatypus elongatus</i>	オーストラリア	不明	Kirkenball <i>et al.</i> (1997)
<i>Periomatus</i> 属の一種	ガーナ	不明	梶村(2002)
<i>Platypus apicalis</i>	ニュージーランド	ナンキョクブナの一種(<i>Nothofagus fusca</i>), カマヒ(<i>Weinmannia racemosa</i>), ユーカリ属(<i>Eucalyptus</i>), ラジアータマツ(<i>Pinus radiata</i>), ヒビヤナギ(<i>Salix flagilis</i>)	Milligan(1982a, 1952) Payton(1989); Ytsma(1986)
<i>P. caviceps</i>	ニュージーランド	ナンキョクブナの一種(<i>N. fusca</i>)	Ytsma(1989)
<i>P. cylindrus</i>	南ヨーロッパ	コナラ属(<i>Quercus</i>), ヨーロッパブナ(<i>Fagus sylvatica</i>), ヨーロッパクリ(<i>Castanea sativa</i>), オウトウ(<i>Prunus avium</i>)	Cassier <i>et al.</i> (1996)
<i>P. gerstaeckeri</i> (フィジーナガキクイムシ)	フィジー	イジゴボ(<i>T. ivorensis</i>), リンバ(<i>T. superba</i>), オオバマホガニー(<i>S. macrophylla</i>), オベベ(<i>N. diderrichii</i>), ニクス属の一種(<i>M. castaneifolia</i>)	Roberts(1977)
<i>P. gracilis</i>	ニュージーランド	ナンキョクブナの一種(<i>N. fusca</i>), ユーカリ属(<i>Eucalyptus</i>), カマヒ(<i>W. racemosa</i>)	Milligan(1982b); Milligan <i>et al.</i> (1988); Ytsma(1986)
<i>P. hintzi</i>	コートジボアール, ナイジェリア	レモンユーカリ(<i>Eucalyptus citriodora</i>), トクサバモクマオウ(<i>Casuarina equisetifolia</i>)	Jover(1952); Roberts(1968); 梶村(2002)
<i>P. horyoensis</i>	韓国	モンゴリナラ(<i>Quercus mongolica</i>), コナラ(<i>Quercus serrata</i>), アベマキ(<i>Quercus variabilis</i>)	鎌田ら(2006)
<i>P. mutatus</i> (<i>P. sulcatus</i>)	アルゼンチン, イタリア	ポプラ属(<i>Populus</i>), コナラ属(<i>Quercus</i>), ユーカリ属(<i>Eucalyptus</i>), マツ属(<i>Pinus</i>), アカシア属の一種(<i>Acacia meanmsii</i>), アメリカデイゴ(<i>Erythrina crista-galli</i>)	Kirkenball <i>et al.</i> (1997); Mareggiani <i>et al.</i> (2000); Grazielle <i>et al.</i> (2006)
<i>P. pseudocupulatus</i>	マレーシア	アカシア属(<i>Acacia</i>)	梶村(2002)
<i>P. refertus</i>	ガーナ	カジュアリーナ属(<i>Casuarina</i>)	梶村(2002)
<i>P. solidus</i> (トガリハネナガキクイムシ)	フィジー, マレーシア	ユーカリ属(<i>Eucalyptus</i>)	Roberts(1977); 梶村(2002)
<i>P. subgranosus</i>	オーストラリア	ナンキョクブナ(<i>Nothofagus cunninghamii</i>), ユーカリ属(<i>Eucalyptus</i>), モニミア科の一種(<i>Atherosperma moschatum</i>)	Elliott <i>et al.</i> (1983); Kile <i>et al.</i> (1991)
<i>P. tuberculosus</i>	オーストラリア	不明	Kirkenball <i>et al.</i> (1997)
<i>P. vitiensis</i>	フィジー	マホガニー属(<i>Swietenia</i>), ニクス属の一種(<i>M. castaneifolia</i>)	Roberts(1977)
<i>Trachyostus aterrimus</i>	ナイジェリア	エノキ属の一種(<i>Celtis midbraedii</i>)	Roberts(1968)
<i>T. carinatus</i>	ナイジェリア	トウダイグサ科の一種(<i>Ricenedendron africanum</i>)	Roberts(1968)
<i>T. ghanaensis</i>	ガーナ	オベチェ(<i>T. scleroxylon</i>), ココア(<i>Theobroma cacao</i>), エノキ属(<i>Celtis</i>)	Roberts(1968)
<i>T. schaufussi medius</i>	ナイジェリア	エノキ属の一種(<i>C. midbraedii</i>)	Roberts(1968)
<i>T. schaufussi schaufussi</i>	ガーナ, ナイジェリア	エノキ属の一種(<i>C. midbraedii</i>), ホロボロノキ科の一種(<i>Strombosia glaucescens</i>)	Roberts(1968)
<i>T. tomentosus</i>	ガーナ	エノキ属(<i>Celtis</i>)	梶村(2002)

木萎凋病の場合、枯死木には例外なくカシナガが穿入していることから、第1条件は満たされている。また、カシナガは健全木にマスアタック（集中攻撃）することから（上田・小林，2001；小林・上田，2003），第2条件も満たされている。さらに、カシナガ成虫の体表や体内からナラ菌が分離されることから（伊藤ら，1998；Kinuura，2002），第3条件も満たされている。しかし、カシナガ成虫を健全木に接種することで病徴を再現した事例はなく、第4条件は満たされていない。そこで、筆者らは、第4条件を満たすため、カシナガ成虫をミズナラ健全木に接種する野外実験を実施した（Kinuura and Kobayashi，2006）。本報では、その実験内容を紹介するとともに、過去のカシナガ成虫の接種実験について総括する。

報告に先立ち、調査に協力して下さった北山の自然を守る会の主原憲司氏、貴重な助言をいただいた森林総合研究所北海道支所の上田明良博士に厚くお礼申し上げる。

2. 方法

1) 試験地

無被害地においてカシナガ成虫の接種実験を実施すると、接種した雄が発散する集合フェロモンに野外のカシナガ個体群が誘引され（Ueda and Kobayashi，2001），周辺木が穿入を受けて被害が誘発される危険性がある（小林ら，2000）。そこで、接種実験は、2001年に被害が確認され、2002年までに約50本の枯死木が発生した京都市右京区京北上弓削米々谷の被害林（小林ら，2004a）で実施した。本被害林は、ミズナラ、コナラ、クリ、ホオノキ、ウリハダカエデが優占する広葉樹二次林で、面積約3haの林内のほぼ中央部に試験地を設定した。

2) 供試木

カシナガはミズナラに対する穿入が多く（山崎，1978；小林，2000；岩竹ら，2004），胸高直径8cm以上の樹木に穿入する（末吉，1990）。そこで、2003年6月23日、試験地内に生育する胸高直径8～10cmのミズナラ健全木から成虫を接種する供試木15本を

選んだ。

接種した成虫のみによって病徴を再現するためには、接種した成虫以外の野外のカシナガ個体群による供試木への穿入を阻止する必要がある。カシナガの穿入は樹幹部にビニールシートを被覆することで阻止でき、クレオソートを塗布することで軽減できる（小林ら，2001）。そこで、2003年7月3日、供試木の地上高4mまでの樹幹部にビニールシートを被覆した。また、カシナガは地下部にも穿入するため（斎藤，1959），供試木の地際部の土壌を掘り取って地下部約10cmの根株部にクレオソートを塗布し、掘取った土壌を埋め戻した。

3) 供試虫

接種実験には、枯死木から脱出したカシナガ成虫を用いた。2003年5月12日、試験地から北東約2,500mに位置する京都市右京区京北上弓削男鹿谷の被害林（小林・上田，2001）において、前年（2002年8～9月）に枯死した胸高直径20～30cmの枯死木9本を伐倒して長さ50cmの丸太を作成し、京丹波町に位置する京都府林業試験場に持ち帰った。丸太から脱出する成虫を捕獲するため、両木口面にパラフィン塗布して乾燥を防止した丸太をゴムシートトラップ

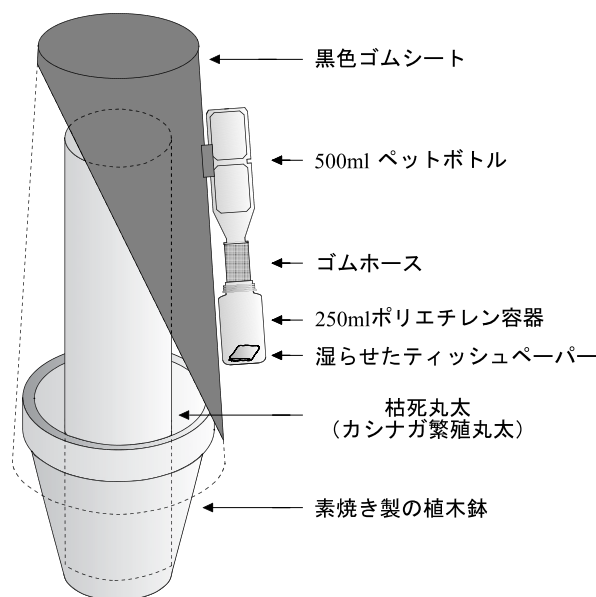


図-2 脱出虫を捕獲するためのゴムシートトラップ

プ(図-2)内に静置した。その後、2003年6月中旬～7月下旬の間、ゴムシートトラップに取り付けたポリエチレン容器を数日毎に回収し、成虫が動かない温度(15℃)に調整した恒温室内で捕獲虫の雌雄を判定した。捕獲虫は、湿らせたティッシュペーパーを入れたプラスチック容器内に雌雄別に入れ、接種実験に用いるまで恒温室内(15℃)で保存した。

4) 接種方法

供試木の地上高4 mまでの樹幹を被覆したビニールシートのうち、地上高50～70 cm範囲を剥ぎ取って樹皮を露出させた。このような処理をした15本の供試木を5本ずつ3グループに分け、以下の異なる処理を実施した。

等間隔接種：2003年7月3日、供試木の樹皮露出部(以下、接種部)を3 cm間隔で、径3 mmのドリルで深さ5 mm穿孔した。このドリル孔(縦方向に5列、供試木1本当たり50～60孔)に、雄1頭を入れたピペットチップを挿入して雄を接種した(写真-1)。その後、接種した雄が掘った穿入孔に雌1頭を入れたピペットチップを挿入して雌を接種した。雄の接種は7月3日と7月7日に、雌の接種は7月7日、7月11日、7月15日に実施し、接種後は、接種虫の逃亡と野外のカシナガ個体群による接種部への穿入を避けるため、ポリエステル布で接種部を覆った。なお、接種に用いたピペットチップの容量は2 mlで、先端部は成虫が通過できるように径1.5 mm程度に切りそろえ、基部は成虫の逃亡を避けるためにティッシュペーパーで栓をした(写真-1)。

ランダム接種：接種部をファスナー付きの防虫網でゆるく覆い、その中に雄200頭を放虫して雄を接種した(写真-2)。その後、等間隔接種と同様の方法で雌を接種した。雄の接種は7月7日と7月11日に、雌の接種は7月11日と7月15日に実施し、接種後は、接種虫の逃亡と野外のカシナガ個体群による接種部への穿入を避けるため、接種部を覆った防虫網のファスナーを閉じた。

無接種：7月4日、等間隔接種と同様の方法でド



写真-1 ピペットチップを用いた接種(等間隔接種)



写真-2 防虫網を用いた接種(ランダム接種)

ドリル孔をあけ、成虫を接種せずにポリエステル布で覆った。

なお、接種に用いた成虫は、各接種日の朝に、プラスチック容器内で保存しておいた捕獲後3日以内の成虫から健全なものを選び、高温による衰弱を避けるためにクーラーボックスに入れて輸送した。

5) 供試木の症状の観察と坑道長の推定

成虫の接種後、3～13日間隔で供試木の外観を観察し、葉の一部が変色したものを「萎凋」、樹冠全体の葉が変色したものを「枯死」、葉に変色が認められないものを「健全」に分類して記録した。

接種部に掘られた穿入孔からフラス(木屑と昆虫の排泄物の混合物)が排出され、接種部を覆ったポ



写真-3 接種部を覆った防虫網内に堆積したフラス

リエステル布（等間隔接種）や防虫網（ランダム接種）内に堆積した（写真-3）。堆積したフラスの容積をカシナガが掘った坑道容積と等しいとみなし、フラスの容積から供試木に掘られた坑道の全長を推定した。2003年9月29日、各ネット内のフラスを全て回収して京都府林業試験場に持ち帰り、105℃で24時間乾燥させてフラスの乾重を求め、次式によって坑道長を推定した。なお、伐倒直後のミズナラの含水率 $\{(\text{生重量}-\text{乾燥重量})\div\text{乾燥重量}\times 100(\%)\}$ は65~70%程度であることから（小林ら, 2003; 2004b）、推定に用いた含水率は70%とした。また、カシナガの坑道の内径は1.4~1.8mmであることから（井上ら, 1998）、推定に用いた坑道半径は0.8mmとした。さらに、ミズナラ生材の比重は1.0とみなした。

$$\begin{aligned} \text{坑道長(m)} &= \frac{\text{フラス重量(g)}}{\text{坑道断面面積(mm}^2\text{)}} = \frac{\text{フラス乾重(g)} \times \{1 \times \text{含水率}(\%) \div 100\}}{\text{坑道半径(mm)}^2 \times \pi} \\ &= \text{フラス重量(g)} \times \frac{(1+70 \div 100)}{0.8^2 \times \pi} = \text{フラス乾重(g)} \times 0.8455 \end{aligned}$$

6) 供試木の割材

2003年10月20日、供試木の全てを伐倒し、地上高50~70cmの接種部から厚さ約3cmの円板を7枚ずつ採取して京都府林業試験場に持ち帰った。そして、各供試木の樹幹最下部（地上高50cm部）の円板の木口面をカラーコピーし、辺材部の変色割合（変色域の面積/辺材部の面積）を求めた（図-3）。また、樹幹最下部と最上部（地上高70cm部）の2枚の円板の木口面に任意の十字線を引き、線上の辺材部から3mm角の材片（供試木1本当たり8材片）を採取し

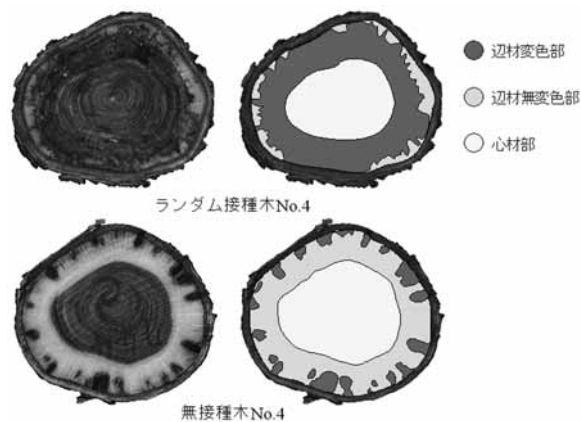


図-3 供試木の辺材部の変色割合

て菌類を分離した。菌類の分離方法は、材片を2%次亜塩素酸ナトリウムで5分間表面殺菌して滅菌水で3回洗浄して風乾し、PDA平板培地の中心に置いて22℃で培養した。分離した菌類は、菌糸の発達状況とコロニーの色調や形態から、ナラ菌であるか否かを判定し、ナラ菌の分離率（ナラ菌が分離された材片数/8材片）を求めた。さらに、残り5枚の円板を慎重に割材して次世代虫（卵または幼虫）を確認し、繁殖に成功した坑道密度（繁殖に成功した坑道数/割材した円板の材積）を求めた。

3. 結果

全ての供試木は、接種した成虫以外の野外のカシナガ個体群による穿入を受けなかった。成虫を接種した供試木10本のうち9本が枯死し、このうち7本では葉の褐変が始まった1~2週間後に枯死するというブナ科樹木萎凋病と同様の病徴を示した。しかし、2本（ランダム接種木No.1とNo.3）は葉が褐変せず、黄色くなるにとどまった。5本の無接種木は、いずれも葉の変色などの病徴は認められなかった（表-2）。

枯死に要した日数（7月11日から枯死を確認するまでに要した日数）と、繁殖に成功した坑道密度、フラス乾重から推定した坑道長、ナラ菌の分離率および辺材部の変色割合との関係を図-4に示す。繁殖に成功した坑道密度、推定坑道長、ナラ菌の分離率および辺材部の変色割合のいずれも、その値が大き

表-2 供試木別の繁殖に成功した坑道密度, 推定坑道長, ナラ菌の分離率, 辺材部の変色割合および病徴の推移

供試木 No.	胸高直径 (cm)	ドリル孔数	穿入孔数	繁殖成功坑道		推定坑道長 (m)	ナラ菌の ^a 分離率 (%)	辺材部の変色割合 (%)	枯死に要 ^b した日数 (日)	観察日(月/日)							
				実数	密度 (数/m ³)					8/15	8/25	9/5	9/8	9/12	9/16	9/29	10/7
等間隔接種木No.1	9.2	55	19	11	7,759	5.00	100	100	63	健全	健全	健全	衰弱	枯死	枯死	枯死	枯死
等間隔接種木No.2	9.2	55	22	14	10,530	8.36	100	100	56	健全	衰弱	枯死	枯死	枯死	枯死	枯死	枯死
等間隔接種木No.3	9.2	55	24	5	3,761	0.36	62.5	79.6	67	健全	健全	健全	健全	衰弱	枯死	枯死	枯死
等間隔接種木No.4	8.5	60	13	2	1,762	0.98	87.5	100	63	健全	健全	健全	衰弱	枯死	枯死	枯死	枯死
等間隔接種木No.5	10.0	0	19	7	4,456	2.47	87.5	74.4	—	健全	健全	健全	健全	健全	健全	衰弱	衰弱
ランダム接種木No.1	7.8	0	6	0	0	0.09	75.0	7.5	67	健全	健全	健全	衰弱	衰弱	枯死	枯死	枯死
ランダム接種木No.2	9.2	0	17	9	6,769	6.92	100	100	59	健全	健全	衰弱	枯死	枯死	枯死	枯死	枯死
ランダム接種木No.3	9.5	0	13	0	0	0.22	50.0	27.5	80	健全	健全	健全	健全	健全	健全	枯死	枯死
ランダム接種木No.4	9.5	0	23	14	9,980	7.51	100	83.6	59	健全	健全	衰弱	枯死	枯死	枯死	枯死	枯死
ランダム接種木No.5	10.2	0	14	6	3,671	6.03	75.0	72.2	80	健全	健全	健全	健全	健全	健全	枯死	枯死
無接種木No.1	8.2	50	0	0	0	0	0	17.2	—	健全	健全	健全	健全	健全	健全	健全	健全
無接種木No.2	8.4	50	0	0	0	0	0	16.3	—	健全	健全	健全	健全	健全	健全	健全	健全
無接種木No.3	8.6	50	0	0	0	0	0	15.3	—	健全	健全	健全	健全	健全	健全	健全	健全
無接種木No.4	9.5	55	0	0	0	0	0	17.8	—	健全	健全	健全	健全	健全	健全	健全	健全
無接種木No.5	9.9	55	0	0	0	0	0	29.4	—	健全	健全	健全	健全	健全	健全	健全	健全

^a 調査に用いた8材片のうちナラ菌が分離された林片の割合

^b 最も多数の雌成虫を接種した7月11日から枯死を初めて確認するまでに要した日数

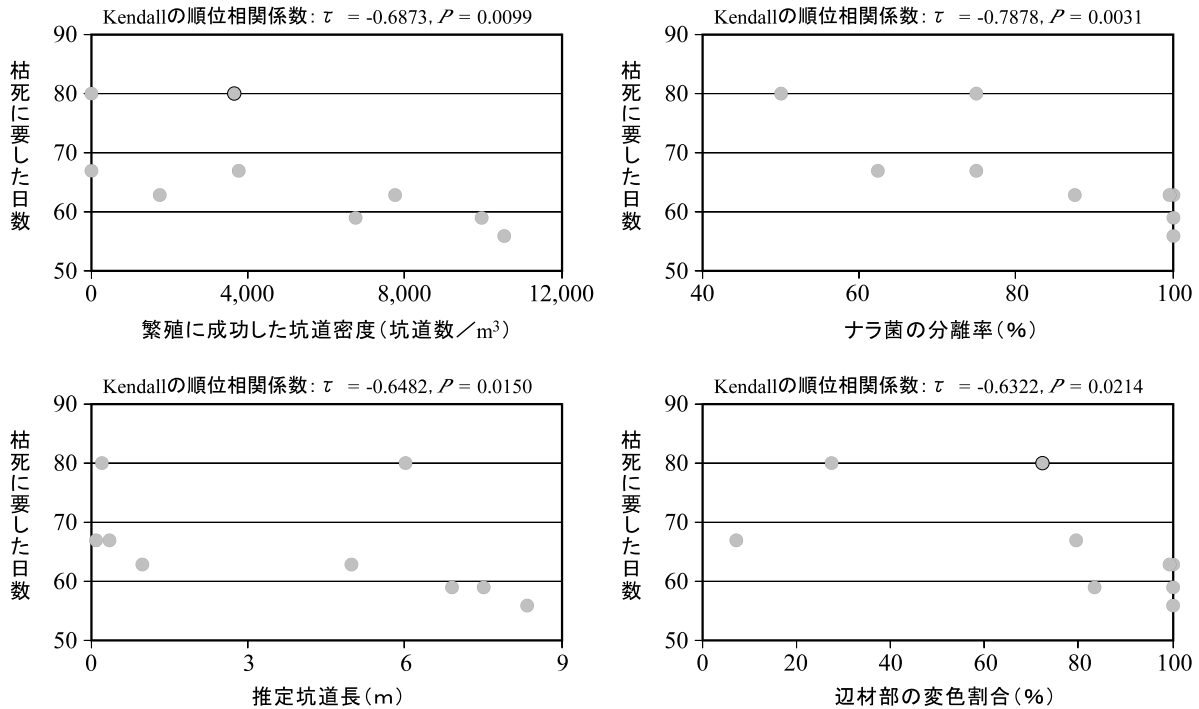


図-4 枯死に至るまでに要した日数と、繁殖に成功した坑道密度, 推定坑道長, ナラ菌の分離率および辺材部の変色割合との関係

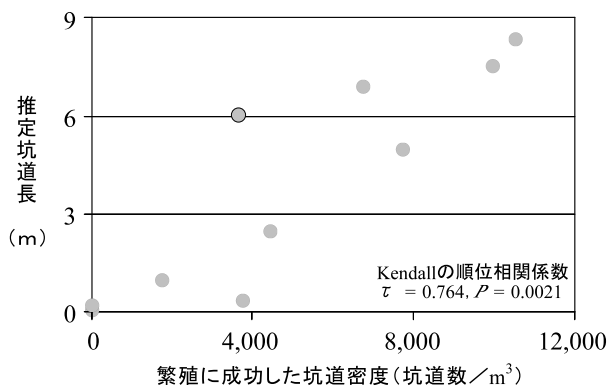


図-5 繁殖に成功した坑道密度と推定坑道長との関係

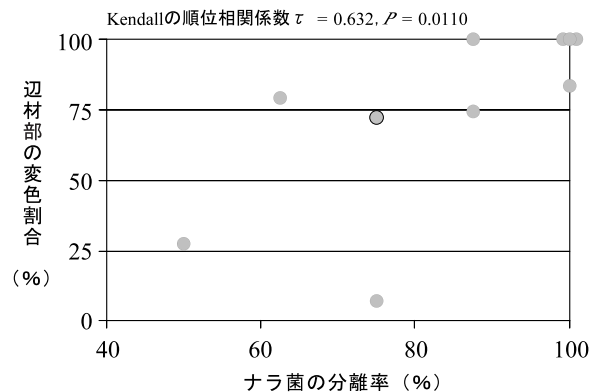


図-7 ナラ菌の分離率と辺材部の変色割合との関係

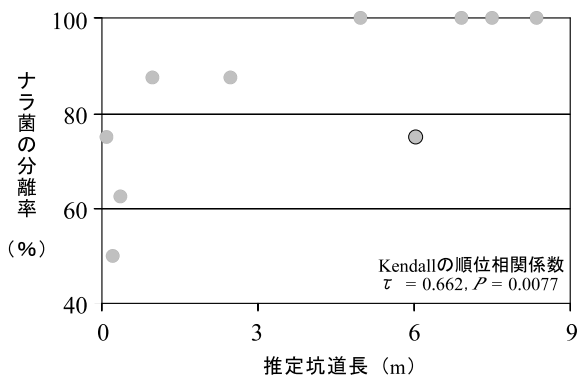


図-6 推定坑道長とナラ菌の分離率との関係

いほど枯死に至るまでに要した日数が有意に短かった。

接種した雄が掘った穿入孔数は合計170孔（供試木1本当たり6～24孔）で、このうち40%に相当する68孔（供試木1本当たり0～14孔）の坑道で次世代虫が確認でき、繁殖に成功していた（表-2）。繁殖に成功した坑道密度が高いほど推定坑道長が有意に長く（図-5）、葉が褐変に至らなかった2本の供試木（ランダム接種木No.1とNo.3）では、カシナガが繁殖に成功しておらず、推定坑道長が短かった（0.09mと0.22m、表-2）。

無接種木からはナラ菌が分離されなかったが、成虫を接種した供試木の全てからナラ菌が分離された（表-2）。ナラ菌の分離率は50～100%の範囲内で（表-2）、推定坑道長が長いほど有意に高かった（図-6）。

無接種木では、辺材部の変色域はドリル穿孔部に限定され（図-3）、変色割合（平均±SE=19.2±2.6%）は低かった。一方、成虫を接種した供試木

では、カシナガの坑道に沿って変色域が広がっており（図-3）、変色割合（平均±SE=74.5±10.2%）は無接種木よりも有意に高かった（Mann-WhitneyのU検定、 $P=0.0189$ ）。ただし、接種木の変色割合は供試木間によるばらつきが大きく、ナラ菌の分離率が高いほど有意に高かった（図-7）。

4. 考察

1) キクイムシが病原菌を伝播する事例

キクイムシは、その食性から樹皮下キクイムシ（bark beetle）と養菌性キクイムシ（ambrosia beetle）に大別されている（野淵，1974）。このうち内樹皮を摂食する樹皮下キクイムシが病原菌のベクターとなって健全木を枯死させる事例は多く、世界4大樹病であるニレ立枯病（Dutch elm disease）では、*Scolytus*属などの樹皮下キクイムシが病原菌（*Ceratocystis ulmi*）を伝播している（Webber and Gibbs, 1998）。また、北米で深刻な被害を与えているナラ・カシ萎凋病（oak wilt）では、ケシクスイ科（Nitidulidae）甲虫と*Pseudopityophihorus*属の樹皮下キクイムシが病原菌（*Ceratocystis fagacearum*）を伝播している（Rexrodel and Brown, 1983）。これらの他に、*Dendroctonus*属や*Ips*属の樹皮下キクイムシが青変菌（*Ceratocystis*属や*Ophiostoma*属）を伝播して針葉樹を枯死させる被害が世界各地で発生している（山岡，2000）。日本では、ヤツバキクイムシ（*Ips typographus japonicus*）によるエゾマツ（*Picea jezoensis*）の枯死（上田，2006）

とカラマツヤツバキクイムシ (*Ips cembrae*) によるカラマツ (*Larix leptolepis*) の枯死 (武下・村上, 1982) が発生しており, カラマツヤツバキクイムシ成虫を健全木の樹幹にあけた穴に埋め込む方法で病徴が再現され, 本種が病原菌のベクターであることが証明されている (前藤ら, 1991)。

一方, マイカンギアによって運搬した菌類を坑道壁面で栽培して摂食する養菌性キクイムシが病原菌のベクターとなっている事例は少ない (Browne, 1961)。ニュージーランドに生息するナガキクイムシ (*Platypus apicalis*, *P. caviceps*, *P. gracilis*) の穿入を受けた樹木が枯死する事例 (表-1) では, 病原菌 (*Sporothrix* spp.) の存在が証明され (Payton, 1989), ナガキクイムシが病原菌のベクターであると推察された (Faulds, 1977)。同様に, オーストラリアに生息するナガキクイムシ (*P. subgranosus*) の穿入を受けた樹木が枯死する事例 (表-1) でも, 病原菌 (*Chalara australis*) の存在が証明され (Kile and Walker, 1987), ナガキクイムシが病原菌のベクターであると推察された (Howard, 1973)。ところが, オーストラリアの事例では, 病原菌は空気や水だけでなく根を通じても樹木に感染することが判明したことから, オーストラリアとニュージーランドのナガキクイムシはベクターとして重要な役割を果たしていないと考えられている (Kile and Hall, 1988)。これらの他に, 南ヨーロッパに生息するナガキクイムシ (*P. cylindrus*) や, 韓国に生息するナガキクイムシ (*P. koryoensis*) の穿入を受けたブナ科樹木が枯死しており (表-1), これらの事例ではナガキクイムシのマイカンギアからナラ菌と同属の菌が分離されている (Cassier *et al.*, 1996; Kim Kyung Hee, 韓国山林科学院私信)。しかし, いずれの事例でも, 成虫を健全木に接種することで病徴が再現されておらず, Leach (1940) の第4条件は満たされていない。このように, 養菌性キクイムシが病原菌のベクターになっていると推察された事例は多いが, 完全に証明された事例はなかった。

2) これまでのカシナガ接種実験の概要

伊藤ら (1993) と衣浦ら (1998) は, 枯死木から脱出したカシナガ成虫を健全木に接種する方法や, 健全木にカシナガ繁殖丸太をくくりつける方法で成虫を接種した。その結果, 接種した成虫が健全木に穿入したことから, カシナガが健全木に穿入する能力を有していることが明らかになった。また, 接種木の辺材部に形成された変色域からナラ菌が分離されたことから, カシナガがナラ菌のベクターであることも示唆された。ただし, いずれの接種実験でも, 穿入したカシナガは繁殖に成功せず, 接種木は枯死しなかった。

衣浦 (2005) は, カシナガが穿入しやすいように樹皮表面をドリルで穴をあけたミズナラに, カシナガ繁殖丸太をくくりつける方法で成虫を接種した。その結果, 樹皮の一部を剥皮して予め衰弱させたミズナラは枯死したが, ドリルで穴をあけただけのミズナラは枯死しなかった。この実験によって, カシナガが不健全な状態にあるナラ類を枯死させる能力を有していることが明らかになった。しかし, カシナガが健全な状態にあるナラ類を枯死させる能力を有しているかどうかは明らかにならなかった。

小林・上田 (2003) は, 被害地において, 8月中旬になっても穿入を受けなかった2本のミズナラ健全木にカシナガ雄を10頭ずつ接種した。その結果, 両接種木とも野外のカシナガ個体群による飛来と穿入を受けてマスアタックが生じ, うち1本が枯死した。この実験によって, 多数のカシナガが穿入することで健全な状態にあるナラ類が枯死することが示唆された。しかし, 接種した成虫だけで健全木の枯死を再現しておらず, Leach (1940) の第4条件は満たしていなかった。

3) 今回のカシナガ接種実験の解釈

カシナガによるマスアタックは, 最初の雄が掘った穿入孔から発散される集合フェロモンに雌雄が誘引され (Ueda and Kobayashi, 2001; Tokoro *et al.*, 2007), 誘引された雄が次々に穿入して誘引力が増すことで生じる。このマスアタックを受けた後に樹

木が枯死することが確認され（小林・上田，2003），マスアタックを受けて穿入密度が高い樹木ほど枯死しやすいことから（小林・野崎，2006），マスアタックを受けることが樹木の枯死の前提条件になっていると考えられる。したがって，過去の接種実験で健全木の枯死が再現できなかったのは，接種した成虫数が野外で生じているマスアタックよりも少なかったことや，接種した成虫が樹木の抵抗を打ち破って穿入するだけの体力を失っていたことが原因であると考えられた。そこで，等間隔接種では，カシナガの樹幹表面当りの穿入密度の最大値が1,000孔/m²程度である（小林・野崎，2006）ことを考慮して，樹幹表面を3 cm間隔にあけたドリル孔に，捕獲後3日以内の健全な成虫を接種した。また，ランダム接種では，穿入に成功する雄が半数以下である（小林・野崎，2006）ことを考慮して，防虫網内に捕獲後3日以内の健全な雄200頭を放虫した。その結果，接種部に掘られた穿入孔数は最大24孔（穿入密度約400孔/m²）となり，現実に近い穿入密度で枯死が再現された。

カシナガは，親成虫が坑道を完成させてから産卵すると考えられていたが（野淵，1993），人工飼料飼育などによって，カシナガは交尾直後に産卵し，初期に孵化した幼虫が坑道を拡張していることが明らかになった（小林，2006）。今回の接種実験において，繁殖に成功した坑道密度が高いほど推定坑道長が長かったのは，繁殖に成功した坑道内で生まれた幼虫が坑道を拡張したためと考えられる。また，推定坑道長が長いほどナラ菌の分離率が高かったのは，張り巡らされた坑道を利用してナラ菌が辺材部に蔓延したためと考えられる。ナラ菌が侵入した辺材部には，通水機能を失った変色域が形成される（黒田・山田，1996）。今回の接種実験でも，ナラ菌の分離率が高いほど辺材部の変色割合が高く，枯死に至るまでに要した日数が短かった。一方，無接種木はナラ菌に感染せず，辺材部の変色域はドリル穿孔部に限定され，枯死しなかった。以上のことから，成虫を接種した供試木が枯死したのは，カシナガが運搬したナラ菌が辺材部に蔓延して通水機能を失っ

た変色域が拡大したことが原因であるといえる。本実験は，Leach（1940）の第4条件を満たしており，カシナガが運搬するナラ菌がブナ科樹木萎凋病の主因であることが完全に証明された。

5. おわりに

マツノマダラカミキリ (*Monochamus alternatus*, 以下マダラカミキリ) が媒介するマツノサイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*) を病原体とするマツ材線虫病は依然として我が国最大の森林害虫被害であり，ブナ科樹木萎凋病による被害も，「第二の松くい虫」と呼ばれるほどの被害量に達している（林野庁，2007）。これらの病害によって大量の樹木が枯死する惨状を目の当たりにすると，小さな昆虫が運ぶ病原体が主因であるとは想像しがたく，大気汚染，酸性雨，地球温暖化などが原因であるかのように思える。実際に，マツ材線虫病では，マダラカミキリを健全木に放虫しても枯死が再現できない場合があり（中根・戎，1998；岡馬ら；1999），『真の原因は大気汚染であり，マダラカミキリは無関係である』とか，『防除しても被害が終息しないのは原因を取り違えたからだ』という主張が繰り返されてきた。しかし，マツノサイセンチュウを多数保持したマダラカミキリを健全木に放虫すれば枯死が再現できる（小林・野崎，2007）。また，被害が終息しないのは，防除対象面積が広く，全てを防除することが困難なことが主な原因であり，徹底した防除を実施すれば防除効果が得られる場合が多い（小林・野崎，2007）。このような事実を無視した誤った主張は，防除現場を混乱させ，防除を後退させている。

大気汚染，酸性雨，地球温暖化は燃料革命以降に発生した問題であるが，マツ材線虫病やブナ科樹木萎凋病はそれ以前から各地で発生しており，これらの環境要因だけで樹木が枯死するという主張には無理がある。筆者らが，病原体の媒介者であるマダラカミキリやカシナガを健全木に接種することで病徴を再現したのは（Kinuura and Kobayashi, 2006；小林・野崎，2007），これらの昆虫が媒介する病原体が主因であることを誰の目にも明らかな形で示す

ことで、誤った主張が繰り返されることを防ぐことを目的としている。ただし、主因である病原体が存在しただけでは発病に至らないのが普通であり（浅田ら, 1996）、大気汚染、酸性雨、地球温暖化などの環境要因が誘因になっている可能性は否定しない。特に、樹木の利用が減少したことが誘因になっている可能性がある。

マツの分布拡大と定着には、人間活動が大きく関与している。建築用などとして木材を伐採すると、伐採跡地には先駆植物であるマツが侵入する。このようにして形成されたマツ林を放置すれば、落ち葉が堆積して土壌の富栄養化が進み、他樹種が侵入して林冠を覆うようになり、陽樹であるマツは衰退してやがて陰樹のシイ・カシ類が優占する極相林へと変化していくこととなる（二井, 2003）。しかし、燃料革命以前のマツ林からは、燃料や肥料とするためにマツの材や落ち葉が持ち出されていたため、植生遷移は進まず、マツ林のまま維持されていた。地層に堆積した花粉から過去の植生を推定する花粉分析でも、マツが増加するのは人間活動が始まった約1,500年前からであり、マツが優占するようになるのは人間活動が盛んになった約500年前からであることが示されている（塚田, 1974）。このようにして維持されていたマツ林は、燃料革命以降にマツの利用が急激に減少すると、停止していた植生遷移が進むようになる。その過程で、被圧などによって衰弱または枯死したマツが増加し、それらがマダラカミキリの繁殖源となり、マツ材線虫病の蔓延を助長した可能性がある。少なくとも、マツが盛んに利用されていれば、枯死木内で繁殖しているマダラカミキリの多くが枯死木の利用とともに殺虫され、被害が軽減されていたはずである。西口（1979）は、『マツ材線虫病は、人間がマツを顧みなくなったことに根本原因があるため、被害木を利用することが重要である』と主張している。これに賛同した岸（1989）も、『世界的に乏しくなった木材資源を考えた時、マツをまず顧みるべきである』と主張している。

ブナ科樹木萎凋病でも樹木の利用が減少したことが誘因になっている可能性が高い。この病害の発生

地の多くは、かつて薪炭林であった広葉樹二次林であり、燃料革命以降に利用されなくなった大径木を利用してカシナガが大繁殖していることが被害発生要因の一つであると考えられている（小林・上田, 2005）。ブナ科樹木萎凋病被害の最も根本的な防除策は、放置されて大径化したブナ科樹木を、カシナガが繁殖のために利用する前に有効利用することなのかもしれない。

引用文献

- 浅田泰治・井上忠男・後藤正夫・久能均（1996）最新植物病理学概論。295pp., 養賢堂, 東京。
- Browne, F. G. (1961) The biology of Malayan Scolitidae and Platypodidae. *Malayan For. Records* 22: 1~255.
- Cassier, P., Léveux, J., Morelet, M. and Rougon, D. (1996) The Mycangia of *Platypus cylindrus* Fab. and *P. oxyurus* Dufour (Coleoptera: Platypodidae). structure and associated fungi. *J. Insect Physiol.* 42: 171~179.
- Elliott, H. J., Madden, J. L. and Bashford, R. (1983) The association of ethanol in the attack behaviour of the mountain pinhole borer *Platypus subgranosus* Schedl (Coleoptera: Curculionidae: Platypodinae). *J. Aust. Entomol. Soc.* 22: 299~302.
- Faulds, W. (1977) A pathogenic fungus associated with *Platypus* attack on New Zealand *Nothofagus* species. *N. Z. J. For. Sci.* 7: 384~396.
- 二井一禎（2003）マツ枯れは森の感染症。222pp., 文一総合出版, 東京。
- Graziele S., Rosana A. and Márcia R. (2006) Occurrence of *Platypus mutatus* Chapuis (Coleoptera: Platypodidae) in a brazilwood experimental plantation in Southeastern Brazil. *Neotropical Entomology* 36: 864~867.
- Howard, T. M. (1973) Accelerated tree death in mature *Nothofagus cunninghamii* Oerst. forest

- in Tasmania. *Victorian Naturalist* 90: 343~345.
- 井上牧雄・西垣眞太郎・西村徳義 (1998) コナラとミズナラの生立木, 枯死木および丸太におけるカシノナガキクイムシとヨシブエナガキクイムシの穿入状況と成虫脱出状況. *森林応用研究* 7: 121~126.
- 伊藤進一郎・窪野高德・佐橋憲生・山田利博 (1998) ナラ類集団枯損被害に関連する菌類. *日林誌* 80: 170~175.
- 伊藤進一郎・黒田慶子・山田利博・三浦由洋・井上重紀 (1993) ナラ類集団枯損における枯損機構の解明—健全なナラ類へのカシノナガキクイムシの接種—. 第104回日林講要: 217.
- 伊藤進一郎・山田利博 (1998) ナラ類集団枯損被害の分布と拡大. *日林誌* 80: 229~232.
- 岩竹淳裕・二井一禎・山崎理正 (2004) カシノナガキクイムシの穿孔様式と辺材成分の変化. 第115回日林学術講要: 63.
- Jover, H. (1952) Note préliminaire sur la biologie des Platypodidae de basse-Côte d'Ivoire. *Rev. Path. vég. Ent. agric.* 31: 73~81.
- 梶村 恒 (2002) 養菌性クイムシ類の生態と森林被害. *森林科学* 35: 17~25.
- 鎌田直人・後藤秀章・小村良太郎・久保 守・御影雅幸・村本健一郎 (2006) 沿海州・韓国で最近起こったナラ枯れと今後のナラ枯れ研究の展望について. *中森研* 54: 235~238.
- Kent, D.S. and Simpson, J.A. (1992) Eusociality in the beetle *Austroplatypus incompertus* (Coleoptera: Curculionidae). *Naturwissenschaften* 79: 85~87.
- Kile, G. A., Elliott, H. J., Candy, S. G., and Hall, M. F. (1991) Treatments influencing susceptibility of *Nothofagus cunninghamii* to the ambrosia beetle *Platypus subgranosus* in Australia. *Can. J. For. Res.* 22: 769~775.
- Kile, G. A. and Hall, M. F. (1988) Assessment of *Platypus subgranosus* as a vector of *Chalara australis*, causal agent of a vascular disease of *Nothofagus cunninghamii*. *N. Z. J. For. Sci.* 18: 165~186.
- Kile, G. A. and Walker, J. (1987) *Chalara australis* sp. nov. (Hyphomycetes), a vascular pathogen of *Nothofagus cunninghamii* (Fagaceae) in Australia and its relationship to other *Chalara* species. *Aust. J. Bot.* 35: 1~32.
- Kinuura, H. (2002) Relative dominance of the mold fungus, *Raffaelea* sp., in the mycangium and proventriculus in relation to adult stages of the oak platypodid beetle, *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). *J. For. Res.* 7: 7~12.
- 衣浦晴生 (2005) 穿入丸太を用いたカシノナガキクイムシの接種によるミズナラ生立木の枯死. *東北森林科学会誌* 10: 37~40.
- 衣浦晴生・後藤忠男・伊藤進一郎 (1998) カシノナガキクイムシのナラ類への接種. 第109回日林講要: 219.
- Kinuura, H. and Kobayashi, M. (2006) Death of *Quercus crispula* by inoculation with adult *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). *Appl. Entomol. Zool.* 41: 123~128.
- Kirkendall, L. R., Kent, D. S., and Raffa, K. F. (1997) Interactions among males, females and offspring in bark and ambrosia beetles: the significance of living in tunnels for the evolution of social behavior. *In The Evolution of Social Behavior in Insects and Arachnids* (Choe, J. C. and Crespi, B. J. eds.), pp. 181~215, Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- 岸 洋一 (1988) マツ材線虫病—松くい虫—精説. 292pp., トーマス・カンパニー, 東京.
- 小林正秀 (2000) カシノナガキクイムシの各種広葉樹丸太への穿孔. *森林応用研究* 9(2): 99~103.
- 小林正秀 (2006) ブナ科樹木萎凋病を媒介するカシノナガキクイムシ. 樹の中の虫の不思議な生活 (柴田叡弼・富樫一巳編著), pp.187~212. 東海大学出版会, 東京.

- 小林正秀・萩田 実・春日隆史・牧之瀬照久・柴田繁 (2001) ナラ類集団枯損木のビニールシート被覆による防除. 日林誌 83: 328~333.
- 小林正秀・野崎 愛 (2006) カシノナガキクイムシの脱出数と枯死本数の推定. 森林防疫 55: 224~238.
- 小林正秀・野崎 愛 (2007) マツノマダラカミキリの放虫によるマツ枯れの再現. 森林防疫 56: 211~223.
- 小林正秀・野崎 愛・衣浦晴生 (2004a) 樹液がカシノナガキクイムシの繁殖に及ぼす影響. 森林応用研究 13: 155~159.
- 小林正秀・野崎 愛・上田明良 (2004b) 寄主の含水率がカシノナガキクイムシの穿入行動と孔道内菌類に与える影響. 応動昆 48: 141~149.
- 小林正秀・上田明良 (2001) ナラ類集団枯損発生直後の林分におけるカシノナガキクイムシの穿入と立木の被害状況(Ⅲ)ー京都府和知町と京北町における調査結果ー. 森林応用研究 10(2): 79~84.
- 小林正秀・上田明良 (2003) カシノナガキクイムシによるマスアタックの観察とその再現. 応動昆 47: 53~60.
- 小林正秀・上田明良 (2005) カシノナガキクイムシとその共生菌が関与するブナ科樹木の萎凋枯死ー被害発生要因の解明を目指してー. 日林誌 87: 435~450.
- 小林正秀・上田明良・野崎 愛 (2000) 倒木がナラ類集団枯損発生に与える影響. 森林応用研究 9(2): 87~92.
- 小林正秀・上田明良・野崎 愛 (2003) カシノナガキクイムシの飛来・穿入・繁殖に及ぼす餌木の含水率の影響. 日林誌 85: 100~107.
- Kubono, T. and Ito, S. (2002) *Raffaelea quercivora* sp. nov. associated with mass mortality of Japanese oak, and the ambrosia beetle (*Platypus quercivorus*). Mycoscience 43: 255~260.
- 黒田慶子・山田利博 (1996) ナラ類の集団枯損にみられる辺材の変色と通水機能の低下. 日林誌 78: 84~88.
- Leach, J. G. (1940) Insect transmission of plant disease. 651pp., McGraw-Hill, New York.
- 前藤 薫・尾崎研一・林 康夫・小泉 力 (1991) カラマツヤツバキクイムシに随伴する青変菌によるカラマツの萎凋. 日林北海支論 39: 79~82.
- Mareggiani, G., Etiennot, A., Gimenez, R., and Garcia, G. (2000) *Platypus sulcatus*: a rational approach to its control in *Populus* spp. in Argentina. XXI Internatinal Congress of Entomology, Iguass, Brazil 20-26 August 2000 Abstract book I: 462.
- Milligan, R. H. (1982a) *Platypus* pinhole borer affects sprinkler storage of logs in New Zealand. N. Z. J. For. 27: 235~241.
- Milligan, R. H. (1982b) Evidence for an aggregating pheromone in *Platypus apicalis* (Coleoptera: Platypodidae). In Insect Pheromones and their application, N. Z. Dept. Sci. Ind. Res. Entomol. Div. Rep. 2: 37~50.
- Milligan, R. H., Osborne, G. O., and Ytsma, G. (1988) Evidence for an aggregation pheromone in *Platypus gracilis* Broun (Col., Platypodidae). J. Appl. Entomol. 106: 20~24.
- 中根周歩・戎 晃司 (1998) マツノマダラカミキリ摂食影響評価(2)アカマツ若齢自然林について. 第109回日林講: 320.
- 西口親雄 (1979) 空中散布より松材利用の再考を. グリーンパワー 9月号: 34~37.
- 野淵 輝 (1974) キクイムシ類の生活型の進化. 植物防疫 28: 75~81.
- 野淵 輝 (1979) フィジーにおけるマホガニーのナガキクイムシ被害. 熱帯林業 52: 41~47.
- 野淵 輝 (1993) カシノナガキクイムシの被害とナガキクイムシ科の概要(Ⅱ). 森林防疫 42: 109~114.
- 岡馬裕人・中根周歩・富井利安・戎 晃司 (1999) マツノマダラカミキリ放虫実験ー(3)生育環境の異なる若齢アカマツ自然林ー. 第110回日林学術講: 657~658.

- Payton, I. J. (1989) Fungal (*Sporothrix*) induced mortality of kamahi (*Weinmannia racemosa*) after attack by pinhole borer (*Platypus* spp.). *N. Z. J. Bot.* 27: 359~368.
- Rexrodel, C. O. and Brown, D. (1983) Oak Wilt. Forest Insect and Disease Leaflet 29, U. S. Department of Agriculture Forest Service Home Page.
http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/fidls/oak-wilt/oakwilt.htm
- 林野庁 (2007) 平成19年度版 森林・林業白書. 243 pp., 日本林業協会, 東京.
- Roberts, H. (1968) Notes on the biology of ambrosia beetles of the genus *Trachyostus* Schedl (Coleoptera: Platypodidae) in west Africa. *Bull. Entomol. Res.* 58: 325~352.
- Roberts, H. (1977) The Platypodidae (Coleoptera) of Fiji (with descriptions of two new species). *J. Nat. Hist.* 11: 555~578.
- 斎藤孝蔵 (1959) カシノナガキクイムシの大発生について. *森林防疫ニュース* 8: 101~102.
- 斎藤正一・中村人史・三浦直美・三河孝一・小野瀬浩司 (2001) ナラ類の集団枯損被害の枯死経過と被害に関与するカシノナガキクイムシおよび特定の菌類との関係. *日林誌* 83: 58~61.
- 末吉政秋 (1990) 広葉樹に発生したカシノナガキクイムシ被害 (第2報). *森林防疫* 39: 242~245.
- 武下秀雄・村上 博 (1982) カラマツ人工林間伐におけるカラマツヤツバキクイムシの発生消長と防除. *森林防疫* 31: 190~194.
- Tokoro, M., Kobayashi, M., Saito, S., Kinuura, H., Nakashima, T., Shoda-Kagaya, E., Kashiwagi, T., Tebayashi, S., Kim, C. and Mori, K. (2007) Novel aggregation pheromone, (1S,4R)-p-menth-2-en-1-ol, of the ambrosia beetle, *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). *Bulletin of FFPRI* 402: 49~57.
- 塚田松雄 (1974) 古生態学 (生態学講座応用論) II. 231pp., 共立出版, 東京.
- 上田明良 (2006) 大規模風倒後のヤツバキクイムシ類による生立木被害とその予防法—2004年18号台風とこれまでの台風の比較—. *日林北海支論* 54: 155~159.
- 上田明良・小林正秀 (2001) 生立木へのカシノナガキクイムシとヨシブエナガキクイムシの飛来消長. *日林誌* 83: 77~83.
- Ueda, A. and Kobayashi, M. (2001) Aggregation of *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae) on oak logs bored by males of the species. *J. For. Res.* 6: 173~179.
- Webber, J. F. and Gibbs, J. N. (1989) Insect dissemination fungal pathogens of trees. *In* Insect-fungus interactions (Wilding, N., Collins, N. M., Hammond, P. M., and Webber, J. F. eds.), pp.161~193, Academic Press, London.
- Wood, S. L. (1978) A reclassification of the subfamilies and tribes of Scolytidae (Coleoptera). *Ann. Soc. ent. Fr.* 14: 95~122.
- 山岡裕一 (2000) 微生物による繁殖源の創出—樹皮下キクイムシと青変菌—. *森林微生物生態学* (二井一禎・肘井直樹編著), pp.148~162, 朝倉書店, 東京.
- 山崎秀一 (1978) 新潟県朝日村に発生したナガキクイムシの被害. *森林防疫* 27: 28~30.
- Ytsma, G. (1986) Inducing attack by male *Platypus* (Col., Platypodidae) on wood billets in the laboratory. *J. Appl. Entomol.* 102: 210~212.
- Ytsma, G. (1989) Colonization of southern beech by *Platypus caviceps* (Coleoptera: Platypodidae). *J. Chem. Ecol.* 15: 1171~1176.

(2007. 8. 23 受理)

都道府県だより

島根県におけるナラ類の集団枯死被害の現状と今後の対応について

○島根県におけるナラ類の集団枯死被害

近年、本県の西部地域においてコナラが夏～秋期に葉が赤褐色に変色して枯れてしまう被害が拡大しています。これはカシノナガキクイムシ（以下カシナガと略記）という小さなナガキクイムシが媒介するナラ菌によって引き起こされる萎凋病であることがわかってきました。

本県では昭和61年に県西部でナラ枯れの発生が初めて確認され、現在では、県西部のほぼ全市町村に拡大しており、平成18年度には1,376本（440㎡）の

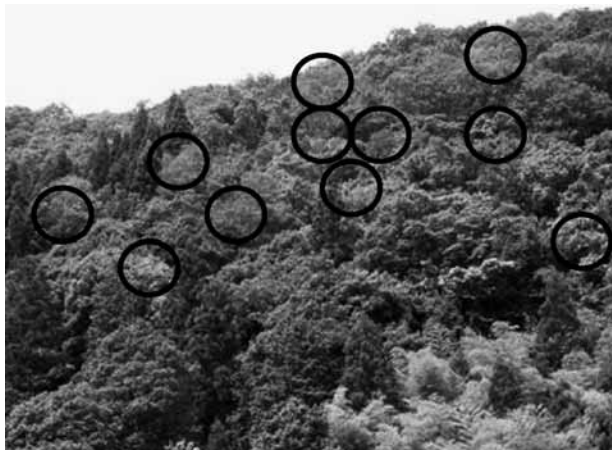


写真-1 ナラ類の集団枯死被害

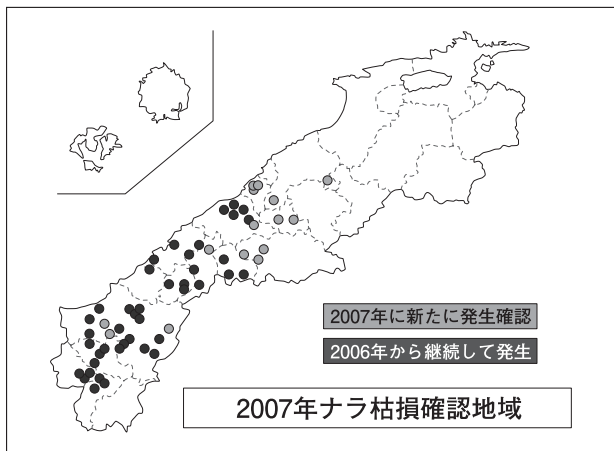


図-1 平成19年度枯損確認地域

被害木を確認しています。

○カシノナガキクイムシとナラ類の枯死

本県では、カシナガ成虫が5月下旬～6月下旬に前年被害枯死木の材内から脱出します。脱出したオスは、コナラなど加害樹種の幹の主として下部に直径1.5mm程度の孔道をあけ材内に穿入します。穿入孔からは、多量の木屑と虫糞の混合物（フラス）が排出され幹の地際部に堆積します。オスが孔道をつくとメスが飛来して孔道内に産卵します。メスはナラ菌をはじめとする菌の胞子を持っており、孔道内で増殖させます。孵化した幼虫はこの菌糸を餌に成長します。

加害された樹幹内に、ナラ菌が広がると辺材部に暗褐色の変色域が形成され通水阻害が発生し、変色が辺材の大半に広がると樹幹内全体の通水が阻害され、急速に萎凋状態となって枯葉を枝に付けたまま枯死します。

被害は、発生した場所から周囲へ連続的に拡大するだけでなく、離れた場所に突発的に発生することもあります。通常、胸高直径が30cmを超えるような大径木を中心に、集中的な加害を受け枯死します。

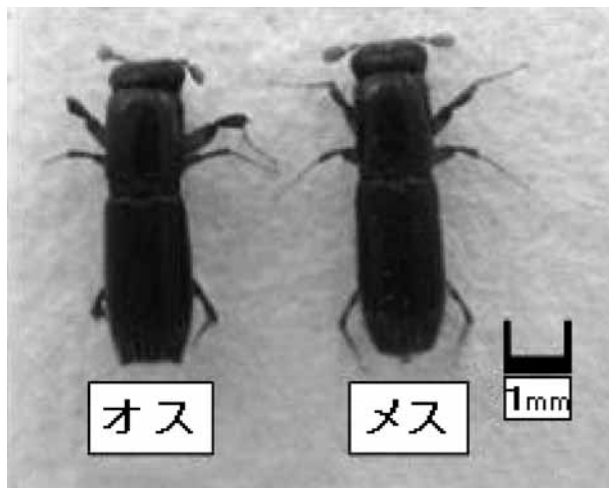


写真-2 カシノナガキクイムシ成虫

小中径木は加害を受けても枯死に至らないものも多くみられます。被害林では、すべての加害木が枯死しているわけではありません。また被害は発生して2～5年程度で被害が終息し、別の場所で新たに発生するという被害形態です。1林分あたりの被害本数も数本から多い年で20～30本程度が多いようです。

○ナラ枯れ被害対策検討会

本県では、これまで、試験研究機関による被害発生状況の把握、林業普及指導員への情報提供などを行ってきましたが、ナラ類の枯損による森林機能への影響が景観の悪化や一部の危険木化を除き顕著ではない、公園木等の限定した地域での対策は可能だが森林内での有効かつ効果的な防除手段がない、ことから具体的な対策を執っていませんでした。

そこで、平成19年10月5日、県西部において、ナラ枯れ被害対策検討会を開催し、ナラ枯れの正確な情報を提供するとともに、今後の対応等を検討する機会を設けました。

検討会では、市町、森林組合、森林管理署、J A、素材生産業者、チップ製造業者、製紙工場等の関係者60名が集まり、被害の現状と防除方法等について理解を深め、対策のあり方等について意見交換を行いました。

まず、被害の発生状況、ナラ菌やカシナガの生態、被害の特徴を説明し、ビニール、粘着剤、くん蒸剤を使った防除方法等を紹介しました。

また、放置され大きくなった老木が主に枯死することから、これらを椎茸原木やチップ等に活用する、早期に伐採して樹木を更新し、カシナガが繁殖しにくい林にする、など被害木を含む広葉樹の利用拡大によって進める対策を提案しました。

参加者からは、木の繊維質が残っていれば被害木であってもパルプ原料として使えるなど利用を後押しする発言もありましたが、太く重い被害木はホダ木として使いにくい、散在する被害木を切り出しているのはコスト的に合わないなど、活用の難しさを指摘したものもありました。

この検討会は、森林所有者や県民等への情報提供



写真－3 被害対策検討会の様子

を進めて正確な情報を共有し、連携した対策が必要であることを確認し、今後の対応を検討するうえで有意義なものとなりました。

○今後の対応方針

本県では、今後、次のような取り組みについて検討する必要があると考えています。

- ①対策協議会を設置し、関係機関等と情報を共有し、連携して対応を協議する。
- ②ホームページ、広報誌、パンフレット等による広報・周知による森林所有者や県民等への情報提供を行う。(県では、ホームページによる情報提供を開始。)
- ③防除は、被害先端地域など防除対象木を限定した対応となることから、被害材を含む広葉樹利用を進めるための被害木搬出利用の仕組みづくり、伐採を進めるための誘導策等を検討する。
- ④地域住民、ボランティア等による防除を推進するため、説明会、研修会等を開催する。
- ⑤被害を監視するため、試験研究機関による調査を継続するとともに、新たに被害状況を把握する新たな手段となる被害通報システムの構築、被害データの利活用の方法等について検討する。

以上、本県におけるナラ類の枯死被害の発生状況及び対策の検討方針等について報告しました。具体的な検討はこれからですが、他県等の先進的な取り組み等を参考にしながら、進めていきたいと考えています。

(島根県農林水産部森林整備課)

神奈川県におけるニホンジカ保護管理事業

全国的に深刻化しているシカ問題ですが、本県でも、丹沢山地においてシカによる様々な問題が深刻な状況となっています。特に本県のシカ問題は、シカの採食圧による自然植生への影響が全国的に早い時期から顕著になった点で特徴的であり、1980年代のスズタケの退行に始まり、現在では、林床植生の消失や一部の場所では土壌流出が見られています。

本県のシカは、江戸時代には三浦半島や横浜など平野部に広く分布していた記録があり、農地や市街地の拡大のほか、狩猟等人間活動の活発化に伴って、本来の生息地である平野部を追われ、丹沢山地を中心に分布することになった経緯があります。主な分布域が山地に替わった後も、狩猟や保護施策、造林事業等の影響を受けて分布や個体数を変化させ、現在では暖冬の影響もあって、高標高域の鳥獣保護区を中心に高密度で分布しており、50頭/km²を超える場所も見られています。

本県では、高密度化したシカによる自然植生への影響や恒常的に発生している農林業被害への対策に取り組むため、平成15年にニホンジカ保護管理計画を策定し、植生保護柵の設置や高標高域での管理捕獲等を実施してきました。事業の実施により、一部の地域では植生回復の兆候が見られるなどの成果がありました。依然、シカによる影響は深刻な状況であることから、平成19年には第2次ニホンジカ保護管理計画を策定し、対策を強化・継続して実施しています。また、丹沢大山の抱える様々な問題につ

いて新たな解決の仕組みを提案するため、学識者や市民等の参加した丹沢大山総合調査実行委員会により丹沢大山総合調査（平成16～17年度）が実施され、実行委員会から丹沢大山自然再生基本構想が知事に提出されました。これを受けて、県では平成19年に丹沢大山自然再生計画を策定し、重点的に取り組む課題としてシカの保護管理を位置付けています。

シカの保護管理は、個体数調整、被害防除対策、生息環境整備を組み合わせることで実施していくことが基本ですが、林業や山麓農業等、山地およびその周辺域を取り巻く環境の変化も大きく関係しているため、個体数調整や防護柵の設置等の直接的な被害対策だけではなく、関連する問題を含めて統合的に取り組むことが必要です。丹沢大山自然再生計画では、事業間の連携を図り、統合的に種々の事業を進めることとしており、特に、課題が多数重なり、かつ課題の重要度が高い場所を統合再生流域、流域内の事業を統合再生プロジェクトとして、重点的に事業展開することとしています。シカ保護管理事業も統合再生プロジェクトに関連付けられており、各種事業連携の中で重点的に進めることとしています。

シカによる自然植生への影響は全国的に顕在化しつつあり、農林業被害から始まったシカ問題が新たな局面を迎えているようです。効果的な対策を実施するため、隣接都県を始め、各地域との情報交換を図りながら取組を進めていきたいと考えています。

(神奈川県環境農政部緑政課)

森林病虫獣害発生情報：平成19年11月受理分

病害

〔多芽病…奈良県 奈良市〕

老齡クロマツ緑化樹，2007年11月12日発見，被害本数7本（奈良県森林技術センター・天野孝之）

獣害

〔ツキノワグマ…群馬県 沼田市〕

48年生スギ，カラマツ人工林，2007年6月6日発見，被害本数1,006本，被害面積12.21ha（利根森林事務所・生天目幸喜）

（森林総合研究所 阿部恭久／牧野俊一／小泉 透）

林野庁だより

平成20年度森林病虫害等防除関係予算概算要求の新規・拡充事業について

ナラ枯れ被害の総合的防除技術高度化調査（新規）

1 趣旨

カシノナガキクイムシが媒介するナラ菌により，ナラ類等の樹木が集団的に枯損する「ナラ枯れ」被害については，近年，本州の日本海側を中心に被害が拡大し，また，太平洋側の一部でも被害が発生しており，水源かん養，土砂流出防止機能等の低下に加え，里山等における景観悪化に対する懸念が顕在化している。

このような中，被害の拡大を防ぐためには，カシノナガキクイムシの特性等を踏まえつつ，被害対策を実施する地域の重点化を図り，地域の特性にあった効率的・効果的な対策を推進することが不可欠であることから，被害の発生危険度予測等から総合的な対策を策定するシステムを開発するための調査を実施し，もってナラ枯れ被害のまん延の防止を図り，里山の景観等の保全に資することとする。

2 事業内容

ナラ枯れ被害が急速に拡大しつつあり，里山の景観に与える影響も危惧されている地域においてモデル地域を設定し，以下の調査を実施する。

- (1) ナラ類の分布や林況とナラ枯れ被害の拡大（カシノナガキクイムシの伝播）状況を分析し，被害の発生危険度等の予測手法を開発，実証
- (2) 被害の発生危険度等の予測を踏まえ，水源かん養機能や景観等へのナラ枯れ被害の影響を面

的に評価し，効率的かつ効果的に各種の防除手法を組み合わせ，重点的かつ総合的な被害対策を策定するシステムを開発

3 事業実施主体（委託）

民間団体

4 事業実施期間

平成20～22年度（3年間）

5 平成20年度概算決定額

9,600千円（0）千円

森林害虫駆除事業委託（拡充）

1 趣旨

松林は，その生態的特性から，海岸地帯等のせき悪な土壌にもよく耐え，保安林等として国土の保全・生活環境の保全等に重要な役割を果たしている。しかしながら，我が国の松林では，激しいまん延力を有する松くい虫被害（マツ材線虫病）が毎年発生しているところである。

松くい虫被害は，長期的にみれば減少傾向で推移しているものの，被害先端地域である東北地方においては，新たな地域で被害が発生している。また，一旦被害が発生すると，早期かつ緊急に防除を実施しなければ急速に被害がまん延するものであることから，被害先端地域である東北地方の県境地域において，「森林病虫害等防除法」に基づく農林水産大臣の命令による国の強い主導の下，各県の対策を調

整しつつ迅速かつ的確に事業を実施する必要がある。

2 事業内容

被害先端地域において、松くい虫による被害発生を厳に抑制し未被害地等への被害の拡大を未然に防止する観点から、徹底的な防除対策を推進することとして、以下の事業を実施する。

- (1) くん蒸型伐倒駆除
- (2) 特別伐倒駆除（破砕又は焼却）
- (3) 補完伐倒駆除
- (4) 薬剤の地上散布（無人ヘリコプター散布を含む）
- (5) 樹幹注入
- (6) 薬剤防除自然環境等影響調査

3 事業実施主体（委託）

都道府県

4 事業実施期間

平成20年度～22年度（3年間）

5 平成20年度概算決定額

151,098千円（151,098）千円

営巣木等保全整備事業（拡充）

1 趣旨

国内希少野生動物種である「トキ」については、トキ保護増殖事業計画（農林水産省、国土交通省、環境省）に基づき、新潟県佐渡市にある「佐渡トキ保護センター」において人工増殖事業が進められており、平成20年の秋を目途に試験的放鳥の開始を目指しているところである。

放鳥が予定されている当事業エリア内の松くい虫被害については、平成15年度から実施している樹幹

注入や伐倒駆除等の効果により減少しているものの、未だに被害の発生源が残されていることから、今、防除の手を緩めれば、再び被害が激化する危険性が高い状況にある。

このため、平成19年度に終期を迎える当事業を延長して、新潟県や関係省庁等との連携のもと引き続き実施していくことにより、当該エリアにおける松くい虫被害の終息化を図り、もって生物多様性の象徴であるトキの生息環境として必要な松林を重点的に保全することとする。

2 事業内容

松くい虫による被害発生を厳に抑制し松林の保全を図る観点から、森林病虫害等防除法に基づく農林水産大臣の駆除命令等により、被害木の処理等を行うこととして、以下の事業を実施する。

- (1) 防除効果の高い特別伐倒駆除（破砕又は炭化）、又はくん蒸型伐倒駆除
- (2) トキの営巣木やねぐら木を確実に保全するため、当該地域に生育するマツの高木を対象とした樹幹注入
- (3) トキの生息環境の改善や松林の健全化のための周辺地域における不用木や不良木の除去

3 事業実施主体（委託）

新潟県

4 事業実施期間

平成20～22年度（3年間）

5 平成20年度概算決定額

34,901千円（34,901）千円

（林野庁研究・保全課）

平成20年度森林病虫害等防除対策等予算概算決定額について

1 森林病虫害等防除に必要な経費（研究・保全課分）〈非公共〉

(単位：百万円)

区 分	前年度予算額 (a)	20年度概算決定額 (b)	前年度比 (b/a)
森林病虫害等防除	998	992	99%
(目) 森林病虫害等防除事業費補助金	751	744	99%
・ 松くい虫防除費 (被害拡大地域対策)	271	268	99%
・ 環境に配慮した松林保全対策費	345	341	99%
・ 政令指定病虫害等防除費 (他害虫)	136	134	99%
(目) 森林病虫害等防除事業地方公共団体委託費	186	186	100%
・ 森林害虫駆除事業委託費	151	151	100%
・ 営巣木等保全整備事業費	35	35	100% (拡充)
(目) 森林病虫害等防除調査等委託費	58	59	102%
・ 野生鳥獣被害広域防除対策推進調査費	15	15	100%
・ 無人ヘリによる松くい虫防除総合評価手法開発調査	20	18	99%
・ 松くい虫被害モニタリング高度化調査	17	16	94%
・ 松くい虫駆除技術高度化調査事業費	5	—	(廃止)
・ ナラ枯れ被害の総合的防除技術高度化調査費	—	10	(新規)
(目) 森林病虫害等防除損失補償金	3	3	100%

2 森林・林業・木材産業づくり交付金（研究・保全課分）〈非公共〉

(単位：百万円)

区 分	前年度予算額 (a)	20年度概算決定額 (b)	前年度比 (b/a)
○ 森林環境保全の推進	9,756	9,692	99%
○ 森林資源保護の推進	の内数	の内数	

(林野庁研究・保全課)

森林防疫 第57巻第1号(通巻第664号)
平成20年1月25日 発行(隔月刊25日発行)

編集・発行人 國井常夫
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 1,302円(送料共)
年間購読料 6,510円(送料共)

発行所 全国森林病虫害獣害防除協会
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
E-mail shinrinboeki@zenmori.org
http://bojyokyokai.hp.infoseek.co.jp/

森林防疫投稿規程 (2006.12)

本誌「森林防疫」は各都道府県の森林病虫獣害防除協会を中心として、山林所有者をはじめ林業・林産・木材産業関係者・林業技術の指導・研究関係者・学校教職員・学生、行政機関の関係者等、各層の会員を対象として、森林・林業の維持・発展に資するため、森林病虫獣害の防除および森林における生物多様性の保全に関する総合誌となるよう編集に努めています。

1. 原稿の種類

論文（速報、短報を含む）、総説、学会報告、記録、新刊紹介、読者の声、病虫獣害発生情報、林野庁だより、都道府県だより、および表紙写真とその解説など。

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、論文ならびに総説の審査にあたります。原稿は原則として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. 執筆要領

皆様の投稿を歓迎いたします。執筆に当たりましては、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) 原稿は横書きとし、最初の1枚目に表題と連絡先住所・所属・氏名（ローマ字つづり）を記載し、別刷希望部数（別刷は実費、100部単位）および写真・図表等資料の返送の要・不要を記入した表紙をつけていただき、本文は2枚目からとします。なお、原則として論文および総説の表題には英文タイトルを併記下さい。また、E-mailアドレスをお持ちでしたら連絡用として表紙にご記入ください（非公開）。
- 2) 本誌は横書き2段組みで、1段は23字39行です。1頁の字数は文字だけで1,794字です。原稿の2段組みは不要ですが執筆の目安にしてください。投稿1題の長さは通常刷り上り10頁以内としますが短編の記事も歓迎します。
- 3) 写真・図表については鮮明なものを用い、可能ならデジタル化してください。
- 4) 用語等については、原則として次のとおりです。
 - 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ください（ただし専門用語はこの限りではありません）。
 - ② 樹種・草本類・病虫獣等の標準和名は、カタカナで表記します。
 - ③ 樹齢の表わし方は満年齢とする（当年生、1年生、…、20年生）。
 - ④ 単位は記号を用いてください（例：m, cm, mm, ha, %等）。
 - ⑤ 年月日の表記は原則として西暦表記とします（2003年1月21日）。
 - ⑥ 図表の見出しは、表-1, 図-1, 写真-1…とします。
- 5) 文献は引用個所に「(著者姓, 2003) 複数の場合は(著者性, 2003; 著者姓, 2004; …)」のように記し、文末に引用文献を列記してください。引用文献が複数ある場合は著者名のアルファベット順、同著者は年代順とします。同一著者、同一年の場合は、2004a, 2004b…と記してください。

記載例

論文引用

森林太郎 (2003) 松くい虫の生態について. 日林論 107: 215-217.

Giebel, J. (1982) Mechanism of resistance to plant nematodes. Rev. Phytopathology 20: 250-255.

単行本部分引用

森林太郎 (2003) マツの材線虫病について. 森林総合防除 (森林二郎ら編), pp. 52-67, 現代社, 東京.

Hood, I.A. (1991) *Armillaria* in planted hosts. In: *Armillaria root disease* (ed. By Shaw, C.G. and Kile, G.A.), pp. 122-149. Forest Service, USDA, Washington, D.C.

単行本全体引用

松下山一 (1990) 森林の病虫獣害. 森林出版, 大阪. (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. 内閣府ホームページ (<http://www.cao.go.jp>…), 2004.10.1ダウンロード.

- 6) 表紙写真はカラーとし、2～4枚の組写真が最適です。写真は高画質のデジタル写真、スライド、プリントとし、電子ファイルではできるだけ圧縮はしないで下さい。写真の解説は300～500字程度とします。

4. 原稿の送付

原稿はできればE-mail添付ファイルでお送り下さい（ワード、一太郎、エクセル、テキストファイル、写真はJPEGファイル等）。難しい場合は、プリントアウトした原稿とファイルを保存したCD等も併せて送付下さい。容量の大きい表紙写真もCD等で送付下さい。

なお、大きなファイルを添付した場合、稀にメールにトラブルがありますので、原稿を送付した旨を記した別便のメールも必ずお送り下さい。

送付先

全国森林病虫獣害防除協会 森林防疫編集担当 金子 繁

〒101-0047 東京都千代田区内神田1-1-12 (全森連内)

E-mail: shinrinboeki@zenmori.org