

# 森林防疫

# FOREST PESTS

VOL.55 No. 8 (No. 653)

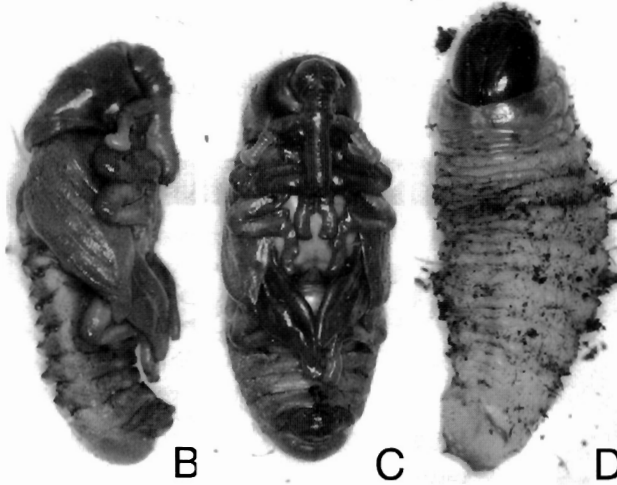
2006

昭和53年11月8日第三種郵便物認可

平成18年8月25日発行（毎月1回25日発行）第55巻第8号



A



B

C

D

ヤシオオオサゾウムシの成虫, 蛹, 幼虫

臼井 陽介\*  
鹿児島県林業試験場

ヤシオオオサゾウムシ *Rhynchoforus ferrugineus* (Olivier) は、多くのヤシ科植物に寄生する甲虫目オサゾウムシ科に属する昆虫であり、本種がヤシに寄生すると、成長点付近の組織を幼虫が食害し、枯死させてしまう。

元々は、インドから東南アジア諸国、台湾に分布していたが、1980年代半ば以降、人為的なヤシの移動により、中東諸国、エジプト、スペイン、そして日本に侵入し、各国で大きな被害を引き起こしている。

A：成虫♂, 29mm, B, C：蛹, 35mm,  
D：幼虫, 36mm（薩摩川内市東郷町産）

\*USUI, Yousuke

## 目 次

スギカミキリ抵抗性育種事業に関する最近の成果.....東原貴志・加藤一隆...162

糞粒を用いたシカ生息密度の調べ方.....池田浩一・遠藤晃・岩本俊孝...169

世界的な研究対象となったサイセンチュウー第28回ヨーロッパ線虫学会国際シンポジウム報告ー.....小坂 肇...177

《森林病虫獣害発生情報：平成18年6月受理分》.....180

《都道府県だより：宮城県, 山口県》.....181

# スギカミキリ抵抗性育種事業に関する最近の成果

Recent Results of the Breeding Project for Selecting Japanese Cedar Resistant to *Semanotus japonicus* (Coleoptera: Cerambycidae)

東原貴志<sup>1</sup>・加藤一隆<sup>2</sup>

## 1. はじめに

スギカミキリはスギ等の樹幹に侵入する穿孔性害虫として古くから本州および四国各地のスギ林でその存在が知られている(写真-1)。材部に被害を受けたスギ立木は商品価値が著しく低下し、場合によっては枯死に至るため問題となっている。スギカミキリ被害対策として、高密度の植栽や枝打ちの実施等により、被害発生初期段階でのスギ林で肥大成長を抑制させることが有効であると報告されている(西村, 1997, 在原, 2001, 吉野, 2004)。ところが、枝打ちや間伐が十分に実施されずに密植状態のまま放置されたスギ林が近年目立つようになってきている。

そのため、スギカミキリ被害の拡大防止のためには、施業面からの対策のほかに、育種的対策、すなわちスギカミキリ被害に強いスギの品種開発と普及が求められている。そのため林木育種センターでは、スギカミキリ被害への育種的対策として、1980年から1984年までに各県および林木育種協会で行われた被害林分の実態調査、選抜法および検定法についての調査結果(林野庁, 1985a)をもとに、1985年から「地域虫害抵抗性育種事業」(林野庁, 1985b)の一環として、育種基本区(図-1)ごとにスギカミキリの被害に強いスギ抵抗性品種の開発を進めている。



写真-1 スギカミキリ成虫と食害痕

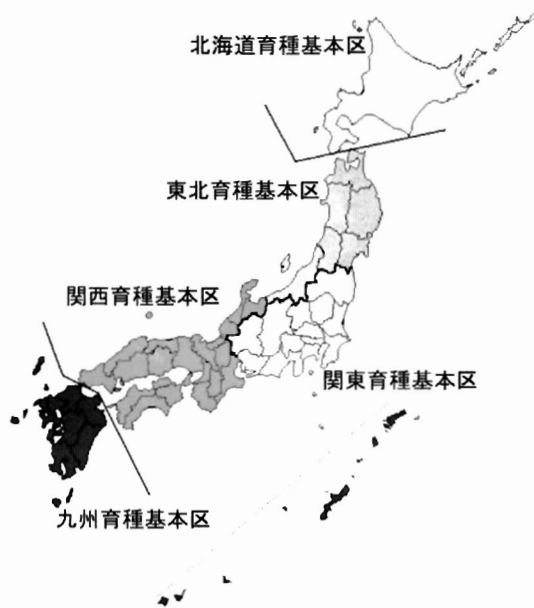


図-1 育種基本区

<sup>1</sup>HIGASHIHARA, Takashi, 独立行政法人林木育種センター; <sup>2</sup>KATO, Kazutaka, 同

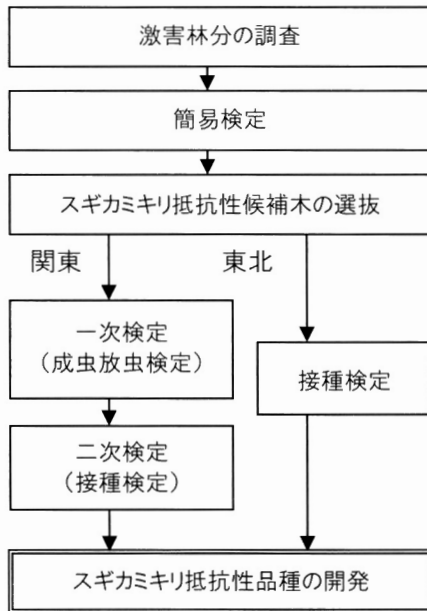


図-2 スギカミキリ抵抗性育種事業の流れ

これまでの事業成果として、1999年までに関西育種基本区でスギ38クローン、2001年に東北育種基本区でスギ10クローンのスギカミキリ抵抗性品種を開発し、スギカミキリ被害の低減に役立てられている（植木，2004，寺田ら，2003）。

スギカミキリ抵抗性品種の開発は、図-2の流れで行われている（加藤，2002）。本稿では、スギカミキリ抵抗性育種事業における接種検定技術について概説するとともに、関東育種基本区および東北育種基本区において新たに開発されたスギカミキリ抵抗性品種について報告する。

## 2. 材料と検定方法

### (1) 激害林分の調査

まず、スギカミキリ激害地の山林に関する情報を得てから現地調査を行い、スギカミキリ被害がみられない個体または微害木のなかから、樹幹が通直で成長が良く、外樹皮表面の割裂が少なく平滑でスギカミキリが産卵しにくいスギ個体を選抜した。

### (2) 簡易検定による候補木の選抜

スギは外傷を負うと傷害樹脂道を形成し、樹脂（ヤニ）を滲出して腐朽菌などの侵入を防ごうとする。スギカミキリに対する抵抗性が高い品種（ヤブクグリ，ボカスギ）は、傷害樹脂道の形成能力が高いため、スギカミキリ幼虫が辺材部に侵入しにくいと考えられる（河村，1984）。そこで、スギカミキリ幼虫による穿孔に近い状態を作るために、人為的に千枚通しなどの突起物を樹幹に差し込み、傷害樹脂道の形成状況について調査した。傷害樹脂道が複数年輪に形成されるなど、その形成能力の高いスギ個体をスギカミキリ抵抗性候補木として選抜した。これら候補木についてクローン増殖し、スギカミキリ接種検定に供した。

### (3) スギカミキリ接種検定

#### (3-1) 関東育種基本区における接種検定

関東育種基本区から選抜された候補木については、林木育種センター本所（1995年までは茨城県水戸市、1996年から茨城県多賀郡十王町）の敷地内で検定を実施した。1991年から2000年までに、196クローンについて一次検定を行った。

一次検定（成虫放虫検定）は以下の要領で実施した。網で囲まれた長さ6.3m、幅4m、高さ5mの網室内（写真-2）に、樹高4m程度に成長した候補木のクローンを移植し、



写真-2 網室の外観

1年間養生した。4月中旬から下旬に、検定用に捕獲したスギカミキリ成虫のつがいをペアリングさせた後、網室内に放った。

同年の10月から11月に供試木を伐倒後、幼虫の侵入痕を接種箇所の外樹皮に確認し、カッターナイフで少しずつ内樹皮と木部を削り、食害の程度を追跡調査した。食害が木部まで達したものについては、蛹室形成の有無を調査した。外樹皮部の食入頭数に対し、木部形成層付近の食入頭数および蛹室形成数を調査した。これらのデータをもとに、クローン毎に材表面食入率と蛹室形成率を求めた。

$$\text{材表面食入率(\%)} = \frac{\text{木部形成層付近の食入頭数}}{\text{外樹皮部の食入頭数}} \times 100$$

$$\text{蛹室形成率(\%)} = \frac{\text{蛹室形成数}}{\text{外樹皮部の食入頭数}} \times 100$$

一次検定に合格したクローンについて、樹皮に直接スギカミキリ幼虫を密着（接種）させて、幼虫の食害程度を調査する二次検定（接種検定）を実施した。スギカミキリの食害程度は、宿主であるスギクローンの特性だけでなく、環境要因からも影響を受けると考えられるため、この検定は2001年から2003年の3年間にわたり実施した。

春に捕獲したスギカミキリ雌成虫と雄成虫をシャーレの中でペアリングさせ、スギカミキリ卵を採取した（写真－3）。卵は約20℃



写真－3 スギカミキリ成虫と卵

の恒温器内で孵化させた。

中心部に窪みをつけた約2 cm四方の紙製の接種板を作成し、孵化直後のスギカミキリ幼虫を入れた。4月中旬から5月上旬に、樹高4 m程度に成長した候補木のクローンに接種板を布粘着テープで固定する方法でスギカミキリ幼虫を接種した（河村ら、1982）。

同年の10月から11月に供試木を伐倒後、一次検定と同様に供試木の被害調査を実施した。クローン毎に材表面食入率および蛹室形成率を計算し、被害程度を評価した。

### （3－2）東北育種基本区における接種検定

東北育種基本区から選抜された候補木については、林木育種センター東北育種場奥羽増殖保存園（山形県東根市）の敷地内で検定を実施した。2001年から2004年にかけて、191



写真－4 接種作業



写真－5 供試木の被害調査



クローンについて検定を行った。

ところで奥羽増殖保存園では、スギカミキリが当年秋に蛹室を形成せずに、越冬する幼虫が多数観察された。特に冷夏の年には、蛹室形成がほとんどみられなかった。そのため、スギカミキリによる辺材部（材表面）の被害について調査し、クローンの抵抗性を評価した。辺材部の被害調査に関しては、幼虫の孵化場所が点在し、辺材部の食害経路が交錯しやすい網室放虫検定は行わず、幼虫の接種位置がわかり、孵化した幼虫の侵入経路を確実に追跡できる接種検定について実施した。また、動きのあるスギカミキリ幼虫を接種板に入れる作業は時間を要するため、接種にはスギカミキリ幼虫の代わりに、孵化直前のスギカミキリ卵を用いることで作業効率の向上を図った。接種検定を複数年にわたり実施し（写真-4、写真-5）、材表面食入率の小さいクローンを検定合格木とした。

### 3. 接種検定結果と新品種決定

#### (1) 林木育種センター本所における接種検定結果

表-1に、一次検定の結果を示す（Kato et al, 2003）。各年次の検定木の平均樹高および胸高直径とも年次間で非常にばらつきがあった。これらの値が大きい年次には、検定

表-1 林木育種センター本所において実施した一次検定の結果

年度	材表面食入率(%)	蛹室形成率(%)
1991	66.7	40.4
1992	37.7	11.9
1993	45.8	35.6
1994	57.6	48.6
1995	21.6	8.2
1996	59.1	40.9
1997	67.9	53.8
1998	36.9	27.4
1999	40.7	25.9
2000	36.3	32.6
平均	47.0	32.5

供試個体の平均値を示す

木あたりの内樹皮穿孔幼虫数、木部穿孔幼虫数および羽化成虫数も増加する傾向がみられたが、内樹皮穿孔から木部穿孔までの生存率および内樹皮穿孔から羽化までの生存率とも増加するわけではなかった。

これらの結果より、供試した196クローンのうち、材表面食入率が小さく、蛹室形成が認められなかった21クローンを一次検定合格クローンとした。そのうち、供試木3本が確保できた16クローンについて二次検定を実施した。

表-2に検定結果を示す（加藤ら, 2004, Kato et al, 2005）。表-1の一次検定と比較すると材表面食入率、蛹室形成率ともに低い値を示した。二次検定については、スギカミキリの繁殖を抑え被害拡大を防ぐ観点から、スギカミキリ被害がほとんど生じないことで知られるボカスギと蛹室形成率について比較し、クローンの抵抗性を評価した。

図-3に、クローンの蛹室形成率を示す（加藤ら, 2004, Kato et al, 2005）。縦軸は蛹室形成率を示す。2001年に蛹室形成率についてボカスギと比較し、統計的（ $\chi^2$ 片側検定）に有意差（10%で棄却）がある5クローン（候カミキリ茨城県27号、候カミキリ茨城県22号、候カミキリ茨城県38号、候カミキリ白河署隅戸2号、候カミキリ岐阜県1号）および、自然条件下で幼虫が穿孔し、2つ以上の蛹室が形成されたクローン（候カミキリ茨城県24号および候カミキリ茨城県35号）については、スギカミキリに対する感受性が高いと判断し、翌年の検定から除外した。

表-2 林木育種センターにおいて実施した二次検定の結果

年度	材表面食入率(%)	蛹室形成率(%)
2001	24.8	9.4
2002	14.5	1.7
2003	19.1	2.7
平均	19.5	4.6

供試個体の平均値を示す

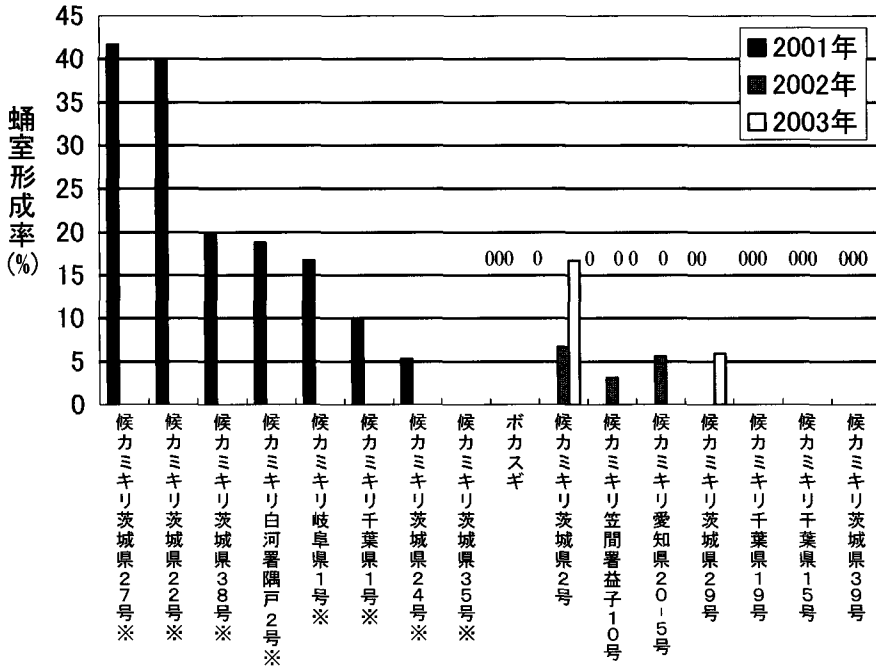


図-3 林木育種センター本所において実施した二次検定の結果

図中の数字(0)は、蛹室形成率が0であることを示す

※印のクローンについては、2002年以降の試験を行わなかった

2002年は検定した8クローンとも蛹室形成率についてボカスギと統計的に有意差がみられなかったが、2003年は1クローン（候カミキリ茨城県2号）において有意差がみられた。

3年間の結果から各クローンの最小自乗推定値を計算したところ、3年間通して全く蛹室を形成しなかった候カミキリ千葉県19号、候カミキリ千葉県15号、候カミキリ茨城県39号およびボカスギが0となった（加藤ら，2004，Kato et al, 2005）。

これらクローンの3年間の材表面食入率の平均値については、候カミキリ千葉県19号11.1%，候カミキリ千葉県15号10.9%，候カミキリ茨城県39号1.5%，ボカスギ7.4%であった。以上の結果から、材表面食入率および蛹室形成率ともに低い値を示したこれら3クローンについては、スギカミキリに対して高い抵抗性を有すると判断して、二次検定合格クローンとした。

## (2) 東北育種場奥羽増殖保存園における接種検定結果

接種検定を3年間にわたり実施した結果を表-3に示す（東原ら，2004，東原ら，2005a）。冷夏であった2003年度の蛹室形成率の平均値は8.8%で、供試クローンの3分の1は蛹室形成が全くみられなかった。蛹室形成率は、表-2に示す通り年次間のばらつきが大きく、抵抗性を評価する指標として用いることができなかった（東原，2005b）。

そこで、製材時に問題となる辺材部の穿孔

表-3 東北育種場奥羽増殖保存園において実施した接種検定の結果

年度	材表面食入率(%)	蛹室形成率(%)
2001	45.9	25.6
2003	43.6	8.8
2004	53.6	13.3
平均	47.7	15.9

供試個体の平均値を示す

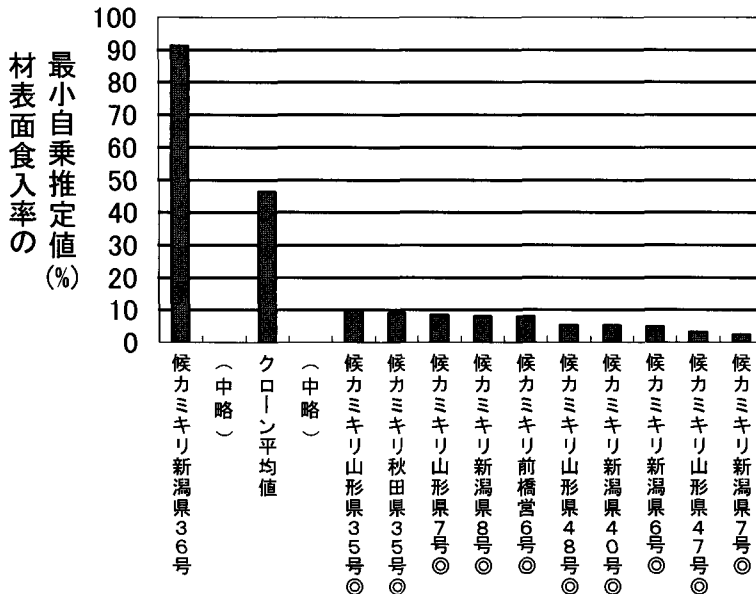


図-4 東北育種場奥羽増殖保存園において実施した接種検定の結果(抜粋)

◎印の系統は、評価「5」を示した

被害が小さいクローンを選抜することを目的とし、材表面食入率からクローンの抵抗性を評価した。3年間の調査結果からクローン毎に最小自乗推定値を求め、クローンの被害程度を5段階評価した。(評価5:  $x < \mu - 1.5\sigma$ , 評価4:  $\mu - 1.5\sigma \leq x < \mu - 0.5\sigma$ , 評価3:  $\mu - 0.5\sigma \leq x < \mu + 0.5\sigma$ , 評価2:  $\mu + 0.5\sigma \leq x < \mu + 1.5\sigma$ , 評価1:  $\mu + 1.5\sigma \leq x$ ,  $x$ は最小自乗推定値,  $\mu$ は平均値,  $\sigma$ は標準偏差)。

その結果、供試した191クローンのうち、最上位の評価「5」を示したのは10クローンであった(図-4)。これら10クローンの材表面食入率の最小自乗推定値はいずれも10%

以下であり、2001年に発表した東北育種基本区のスギカミキリ抵抗性品種(寺田ら, 2003)と同程度であった(東原, 2006)。

以上の結果から、今回調査したクローンのうち評価「5」を示した10クローンについては辺材部の穿孔被害が小さく、スギカミキリに対する抵抗性が高いと判断して、接種検定合格クローンとした。

### (3) スギカミキリ抵抗性品種の決定

これらの結果をもとに、林木育種センター新品種開発委員会による審議の結果、2003年に関東育種基本区からスギ3クローン、2005年に東北育種基本区からスギ10クローンがス

表-4 2003年および2005年に決定されたスギカミキリ抵抗性品種

関東育種基本区	東北育種基本区	
スギカミキリ抵抗性茨城県39号	スギカミキリ抵抗性秋田県 35号	スギカミキリ抵抗性新潟県 6号
スギカミキリ抵抗性千葉県15号	スギカミキリ抵抗性山形県 7号	スギカミキリ抵抗性新潟県 7号
スギカミキリ抵抗性千葉県19号	スギカミキリ抵抗性山形県 35号	スギカミキリ抵抗性新潟県 8号
	スギカミキリ抵抗性山形県 47号	スギカミキリ抵抗性新潟県 40号
	スギカミキリ抵抗性山形県 48号	スギカミキリ抵抗性前橋営 6号

ギカミキリ抵抗性品種として決定された(表-4)。

#### 4. おわりに

本報告の一連の接種検定は、肥大成長が著しく、スギカミキリ被害が顕著となる幼齢期のスギを用いた。そのため、これらの検定に合格したスギカミキリ抵抗性品種は、造林地での被害に強いことが期待できる。スギカミキリ被害の低減に向けて、今後ともスギカミキリ抵抗性品種の開発に取り組みたい。

#### 引用文献

在原登志男 (2001). スギカミキリの被害程度が異なるスギ林における肥大成長と被害の関係. 森林防疫 50(12), 252~254.

東原貴志・中田了五・宮下久哉・寺田喜美雄・滝口幸男・長谷部辰高・飯野博志 (2004). スギカミキリ抵抗性育種事業の東北育種場における平成13年度及び15年度実施結果. 平成15年度林木育種センター年報, 64~67.

東原貴志・中田了五・滝口幸男・海老名雄次 (2005a). スギカミキリ抵抗性育種事業の東北育種場における平成16年度接種検定実施結果. 平成16年度林木育種センター年報, 75~77.

東原貴志 (2005b). 複数年にわたるスギカミキリ接種試験結果の解析. 東北森林科学会第10回大会講演要旨集 pp.60.

東原貴志 (2006). 東北育種基本区のスギカミキリ抵抗性品種. 林木育種技術ニュース 26, 4.

加藤一隆 (2002). スギカミキリ抵抗性の検定技術. 林木育種技術ニュース 14, 6~7.

Kato Kazutaka, Taniguchi Toru (2003). Ten Years Examination in the Primary Screening Test in a Project for Selecting Japanese Cedar Resistant to *Semanotus japonicus* (Coleoptera: Cerambycidae) Conducted in Kanto Breeding Region.

Bull. For. Tree Breed. Center 19 13~24.

加藤一隆 (2004). センター本所でのスギカミキリ抵抗性育種事業. 平成15年度林木育種センター年報, 62~63.

Kato Kazutaka, Taniguchi Toru (2005). Three Years Examination in the Secondary Screening Test in a Project for Selecting *Cryptomeria japonica* Resistant to *Semanotus japonicus* (Coleoptera: Cerambycidae) Conducted in Kanto Breeding Region. Bull. For. Tree Breed. Center 21, 67~74.

河村嘉一郎・佐々木研・田島正啓・小林慎一・岡田滋 (1982). スギカミキリ虫害抵抗性育種に関する寄生者の生態的分析(I)接種幼虫の食入率と穿入率のスギ在来品種間差異. 日本林学会関西支部大会講演集 33, 77~80.

河村嘉一郎・南光浩毅・佐々木研・田島正啓・岡田滋 (1984). スギカミキリに対するスギの抵抗性検定方法(I)傷害樹脂道の形成パターンによる判別法. 日本林学会誌 66(11), 439~445.

西村正史 (1997). スギ林におけるスギカミキリの生態と防除. 森林防疫 46(2) 21~25.

林野庁 (1985a). スギカミキリ抵抗性育種に関する調査報告書.

林野庁 (1985b). 地域虫害抵抗性育種事業実施要領.

寺田喜美雄・宮下久哉・滝口幸男・飯野博志・佐々木文夫 (2003). スギカミキリ抵抗性品種の開発. 平成13年度林木育種センター年報, 56~59.

植木忠二 (2004). 関西育種基本区におけるスギカミキリ抵抗性育種に関する研究. 林木育種センター研究報告 20, 219~292.

吉野豊 (2004). スギ林の植栽密度とスギカミキリ被害との関係. 森林防疫 53(11), 239~242.

(2006. 6. 27 受理)

## 糞粒を用いたシカ生息密度の調べ方

Estimating deer density by the pellet count method in south-west Japan

池田浩一<sup>1</sup>・遠藤晃<sup>2</sup>・岩本俊孝<sup>3</sup>

## はじめに

近年、ニホンジカ *Cervus nippon* (以下、シカとする) による農林業被害や希少植物の衰退も含めた自然植生への影響が全国的に増加し、大きな社会問題となっている。多くの地域では、1999年に「鳥獣保護及狩猟に関する法律」に創設された「特定鳥獣保護管理計画」制度にもとづき、シカの個体数(あるいは密度)を適正なレベルへ誘導する計画が進められている。

しかしながら、森林を生活の場とし、広範囲に動き回る野生動物の正確な数を知ることは難しく、特に、地形が急峻で、山地の多くが森林で覆われ、暴露地が少ない日本では容易なことではない。日本で行われているシカの個体数推定法には、シカを直接観察する航空機センサス法(丸山・岩野, 1980)や区画法(Maruyama & Furubayashi, 1983)、糞をもとに間接的に密度を推定する糞塊法(飯村, 1980)、糞粒法(小野ほか, 1983)などがある。森林の多くが常緑樹に覆われ見通しの悪い九州では、糞場を持たないシカの場合糞塊の区別が難しいことから、糞粒法が多用されてきた(小野ほか, 1983; 自然環境研究センター, 1994; 池田, 1997など)。しかし、この方法で推定される個体数では最近の膨大な捕獲数を説明できないことが指摘されるようになり(常田ほか, 1998)、過小評価のレベルは宮崎県のオスジカが既に絶滅してしまうほどであるという(西下, 1999)。このような推定個体数の不確かさは、特定鳥獣保

護管理計画制度が目指すモニタリングや説明責任の骨格に関わる問題であり(三浦, 2000)、農林業生産者に被害の許容を求めることへの不信感を強める原因ともなっている(坂東, 1999)。

シカは日本列島の冷温帯から亜熱帯にいたる多様な環境に広く生息しており、それぞれの地域に適した調査法が必要である。現状では、糞粒法は照葉樹林帯における最も実用的なシカ・センサス法であり、筆者らは糞粒法に係わるパラメータの精度の向上とそれにもとづく密度推定法の改良を進めている(岩本ほか, 2000; 池田・岩本, 2004; 池田, 2005)。ここでは、池田・岩本(2004)をもとに最近の調査研究の結果を加え、糞粒法によるシカ密度推定法の概要を紹介する。

なお本報告の一部は、農林水産技術会議プロジェクト研究「野生鳥獣による農林業被害軽減のための農林生態系管理技術の開発」の小課題「西南日本におけるシカ個体数推定方法の確立」(実施年度:平成13~17年度)により実施したものである。

## 糞粒法の問題点

糞粒法は、一定面積内にある糞粒数が実際には何頭分に相当するかを様々な補正により推定する方法である。Taylor & Williams(1956)はウサギ *Oryctolagus cuniculus* について糞の消失率で、森下ほか(1979)はカモシカ *Capricornis crispus* について、糞消失率と糞の発見率で補正する式を提唱した。両

<sup>1</sup>IKEDA, Koichi, 福岡県森林林業技術センター; <sup>2</sup>ENDO, Akira, 佐賀大学大学院農学研究科;

<sup>3</sup>IWAMOTO, Toshitaka, 宮崎大学教育文化学部

法は基本的には同じであり(東・江口, 1982), Taylor & Williams (1956) の式は次のように表される(一部の記号は説明上原著と異なった記号を用いている)。

$$N = \frac{1}{h} \cdot \frac{m_2 k_1 - m_1 k_2}{k_1 - k_2} \cdot \frac{\ln(k_1/k_2)}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

ここで,  $N$  は  $t_2 - t_1$  間の動物の密度,  $h$  は動物 1 頭・1 日当たりの排糞量,  $m_1$  は初回 ( $t_1$  時) 調査時に存在していた糞粒数,  $m_2$  は次回 ( $t_2$  時) 調査時に存在していた糞粒数,  $k_1$  は初回調査時にマークした糞粒数,  $k_2$  は初回マークした糞のうち次回調査時に残った糞粒数,  $t_2 - t_1$  は調査間隔で,  $\ln(k_1/k_2)/(t_2 - t_1)$  は単位時間当たりの糞粒の連続消失率である。

これらの方法はいずれも同一地点を任意の期間において 2 回以上調査することを前提としているが, 動物の密度や排泄糞粒数, 糞の消失率に定常状態を仮定すると, 次式のような簡単な式で密度を求めることができる(森下ほか, 1979)。

$$N = \frac{f'c}{h\beta} \quad (2)$$

ここで,  $f'$  は調査で得られた単位面積当たりの糞粒数,  $\beta$  は糞粒発見率,  $c$  は単位時間当たりの糞粒の連続消失率である。

小野ほか(1983) は(2)式の  $c$  に対馬で得た 0.0418 を,  $h$  に高槻ほか(1981) の季節ごとの排泄量をもとに計算しなおした 30,300 粒/月を,  $\beta$  に糞粒調査枠を 1 m × 1 m のサイズで実施することにより糞の見落としはしないとみなして 1 をあて, ツシマジカ *Cervus nippon pulchellus* に応用した。この方法は 1 回の調査で得られた糞粒数から密度を推定できることから, その後の糞粒法はこの式と数値が使用されてきた(以下, 従来法とする)。

ところが, 福岡県犬ヶ岳山麓で毎月新鮮なシカ糞の設置と残存粒数のカウントを繰り返

し行った結果, シカ糞の消失は, 春から秋に設置した糞では急速に, 冬に設置した糞では緩やかに進行し, 季節的に大きく変化することが明らかになった(図-1 参照)。このような糞の消失パターンは, 消失率や時期にズレはあるものの, 多くの地域で報告されている(阿部・吉原, 1970; 園部, 1973; 曾根, 1977; 遠藤, 2001; 佐藤, 2001; 尾崎, 2005)。このことは, 糞の消失率を一定と仮定した従来法による推定値が, 糞消失率の季節や場所による違いによって大きく歪められていることを示唆するだけでなく, (2)式の条件に抵触することから, 従来法は 1 回の調査には使えないことが明らかになった。

### 糞粒法の改良

シカ糞の消失率が季節的に変化する条件下では, 糞粒法は同一調査枠内で 2 回以上調査しなければならないことになる。しかし, 糞粒法による推定精度を高めるためには調査面積をできるだけ広く確保する必要があること(東・江口, 1982; 西下, 1999) や, 特定鳥獣保護管理計画にもとづく長期にわたるモニタリングを実施するためには, 安価で誰にでもできる調査方法が望まれる。そこで, 糞粒法により 1 回の調査で密度を推定できる方法が検討された。

ある時点に存在する糞粒数は, それ以前に排泄された様々な糞が, 各月特有の消失率に出会った後に残った総和である。岩本ほか(2000) は, 消失率が各月ごとに変化することに加え, シカ 1 個体当たりの排泄糞粒数も季節によって変化すること(高槻ほか, 1981) を考慮し, (2)式を以下のように改良した。

$$N = \frac{f'}{\beta h \left( \sum_{t=1}^T h_t e^{-\sum_{i=1}^t c_i} \right)} \quad (3)$$

ここで,  $h_t$  は調査月から  $t$  か月前の月に付加されたと仮定される 1 個体当たりの排泄糞

粒数,  $C_{ti}$ は調査月のtか月前に付加された糞がiか月前の月に経験した消失率,  $T$ は遡る期間である。

そして、福岡県犬ヶ岳と熊本県白髪岳で得られた月ごとの消失率データをもとに、月消失率を調査地の月平均気温と糞の月齢（糞が落とされてからの経過月数）から推定する回帰式を求め、MicrosoftのExcelのVisual Basicによりシカ密度推定プログラム「FUN RYU」を作成した。

池田（2005）は、糞の消失についての詳細な調査をもとにFUNRYUの改良を行い、FUNRYUで示された回帰式で得られる消失率が観察値に比べ過小となることから、月消失率を推定する回帰式を設置直後と1か月以降にわけて求めた。また、消失率は糞粒が接した状態と離れた状態とで差があることから、月消失率を求める新たな回帰式と糞の散乱状態の違いによる消失率補正を組み込んだ「FUNRYU Ver1.2.1」を作成した。

その後、嘉穂町八丁峠や馬見では、これまでのプログラムに使用した犬ヶ岳に比べ、春から秋にかけての消失が緩やかであることが明らかになった（図-1）。糞虫調査の結果、犬ヶ岳では春から秋にかけてオオセンチコガネ、冬にチャグロマガソコガネが主に生息するのに対して、嘉穂町では春から秋にかけてツノコガネやフトカドエンマコガネ、冬にミゾ

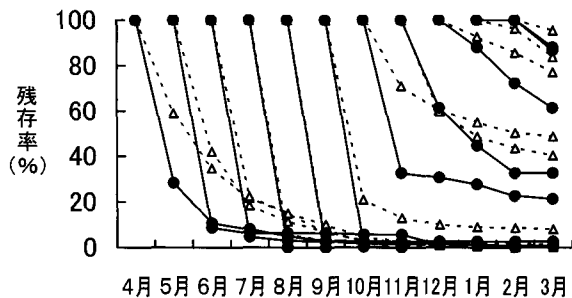


図-1 犬ヶ岳（実線）と馬見（破線）の森林に設置した糞の消失パターン\*

\*犬ヶ岳は池田ほか(2002)の1997年データ、馬見は2004年データを示す。

ムネマガソコガネが主に生息していた。犬ヶ岳と嘉穂町における消失パターンの違いは、オオセンチコガネが糞粒をそのまま地中に埋め込むTunnelers, ツノコガネやフトカドエンマコガネが糞粒内部に潜り込むDwellersという、糞虫による糞の利用様式の違い（Cambefort & Hanski, 1991）によると考えられた。一方、冬期では、犬ヶ岳にチャグロマガソコガネ、嘉穂町にムネミゾマガソコガネが生息していたにもかかわらず、両調査地の消失パターンはほぼ同じであった。両種とも糞の利用様式がDwellersであること、体サイズが3.0~4.5mm程度とほぼ同じであることから、糞の分解・消失への作用に差がなかったためと考えられた。

嘉穂町の糞消失は、犬ヶ岳同様、糞設置1か月までに急速に減少し、1か月までの消失率は月平均気温と高い相関を示した（図-2）。そこで、「FUNRYU Ver1.2.1」の作成手順

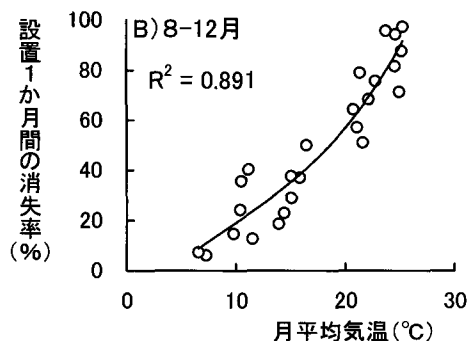
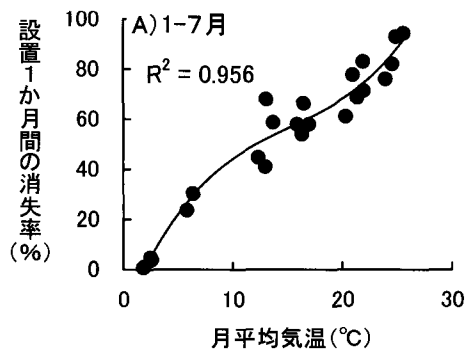


図-2 嘉穂町における設置1か月間の消失率と月平均気温との相関関係



に従って設置直後と1か月以降の糞にわけて月消失率を推定する回帰式を求め、密度推定プログラム「FUNRYU Ver1.3.2」を作成した。そして、夏期に優占した糞虫が「FUNRYU Ver1.2.1」ではオオセンチコガネ (*Phelotrupes auratus*)、「FUNRYU Ver1.3.2」ではツノコガネ (*Liatongus minutus*) であることから、糞虫の学名の頭文字をとり、前者を「FUNRYU Pa」、後者を「FUNRYU Lm」と名付けた。

ところで、(3)式からも明らかのように、シカが排泄する糞粒数も糞粒法の重要なパラメータである。野生シカの排泄量に関する情報はblack boxであるが、最近、堀野(未発表)が森林に設置した大型囲い柵に放獣した個体を24時間追跡するという調査を行い、動物園の飼育個体を用いた高槻ほか(1981)と同様な排泄量を得た。

以上の密度推定法について、従来法で10頭/km<sup>2</sup>と推定される7.25粒/m<sup>2</sup>が調査で得られた場合の推定値を比較した(図-3)。従来法は糞の消失率を定常と仮定しているため、どの月に調査しても10頭/km<sup>2</sup>となるのに対して、プログラムによる推定値は調査した月によって大きく異なった。特に6~11月にかけての差が大きく、FUNRYU PaはLmの1.3~1.8倍、FUNRYUの2.4~3.0倍であった。

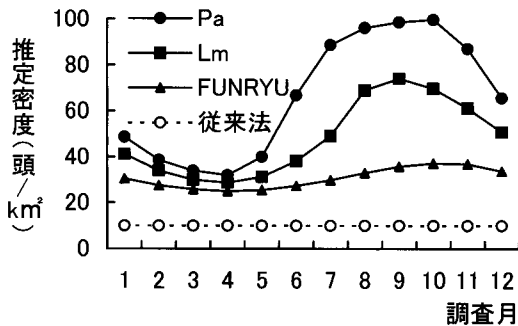


図-3 FUNRYUプログラムに糞粒密度7.25粒/m<sup>2</sup>を与えた場合のシカ推定密度の月変化

糞粒密度7.25粒/m<sup>2</sup>は、小野ほか(1983)の推定式で10頭/km<sup>2</sup>を与える糞粒数。FUNRYUプログラムによる密度は与える月平均気温により変化する。

しかし、1~4月はPaがLmの1.1~1.2倍、FUNRYUの1.3~1.6倍とプログラム間による差は小さかった。

次に、これらのプログラムによる推定値の精度を検証した。検証はシカの個体数がわかっている場所で比較検討されるべきであるが、そのような場所は限られている。住吉ほか(2003)は、直接観察によりおおよその個体数が把握されている鹿児島県阿久根大島で、冬期に任意の期間内に新たに加わった糞粒数を用いてTaylor & Williams (1956)の式(以下、Taylor法とする)による密度調査を行い、実際の生息密度の107~116%の推定値を得た。そこで、オオセンチコガネが生息し、1年を通してシカの個体数が安定している福岡県犬ヶ岳山麓の鳥獣保護区内(池田, 2005)に10m×10mの固定枠を18か所設定し、12月と3月(または2月)に枠内の糞粒をカウント後除去する調査を行い、調査期間中の消失率を実測した12月から3月にかけての糞粒数からTaylor法(注1)で算出した密度とプログラムによる両調査時の推定値を比較した(図-4)。Taylor法とFUNRYU Paによる推定値は期間を通してほぼ安定した密度が得られ、Paの密度はTaylor法の93.1~106.9%と良く近似していた。これに対し、FUNRYU

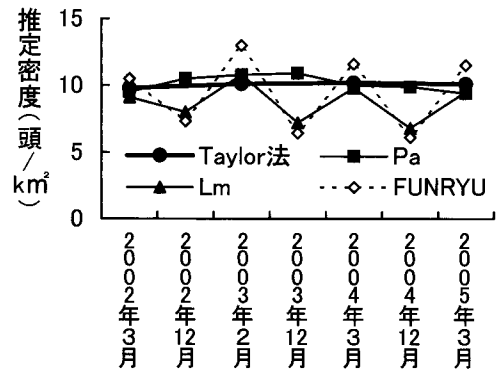


図-4 各種密度推定法で得られた推定密度(頭/km<sup>2</sup>)

各調査時の密度は、前回調査時から新たに加わった糞粒数から求めたもので、2002年3月は2001年12月からの糞粒数で求めた。

Lm, FUNRYUでは変動が大きく、冬期(12~3月)に加わった糞粒数から算出される推定値はTaylor法のそれぞれ92.9~106.9%, 107.1~128.7%であった。しかし、春~秋期(3~12月)に加わった糞粒数から算出される推定値は、それぞれ70.6~79.2%, 60.4~72.3%にすぎなかった。

以上のことから、調査地の糞消失パターンに対応したシカ密度推定プログラムを使用することにより、どの月に調査しても2回の調査を行う方法と同程度の精度でシカ密度を推定できると考えられた。

(注1) 初回調査時に柵内の糞粒数を除去したため、次回調査時に得られた糞粒数を $M'$ とし、(1)式を次式に改変して密度を算出した。

$$N = \frac{1}{h} \cdot \frac{M'}{1 - k_2/k_1} \cdot \frac{\ln(k_1/k_2)}{t_2 - t_1}$$

## 糞粒法による野外調査

### (1) 調査時期

現地調査は、調査予定地の糞の消失状況あるいは生息している糞虫の種類(特に夏期)がわかっているならば、それに適合するプログラムを使うことにより、どの月でも行うことができる。糞虫の生息状況がわかっている場合において、現在のところオオセンチコガネやセンチコガネが優占している場所ではFUNRYU Paを、これらの糞虫がいない、または極めて少なく、ツノコガネやエンマコガネ類が優占している場所ではFUNRYU Lmが適当であろうと考えている。

糞の消失状況や糞虫に関する情報がない場合には、プログラム間で推定値にバラツキの少ない1~4月頃に調査を実施するのがよい。当然糞粒法は積雪下では行えないので、積雪の状況により調査日が大きく変更になるおそれがあることを前提にしておく必要がある。

### (2) 調査柵

糞粒をカウントする調査柵の大きさは、小面積で多数設置する方が大面積で少数設置す

るより効果的であること(Neff, 1968)、糞の見落とし率を考慮しないですむ大きさであること(小野ほか, 1983)から、1m×1mの方形柵が一般的である(小野ほか, 1983; 自然環境研究センター, 1994; 池田, 2005)。

調査柵の配置は、シカの糞は生息地内に一樣に分布するのではなくパッチ状に分布し、そのサイズは50㎡程度であること、糞量は地形との相関は低く異なる植生の境界付近に多く存在すること、調査面積が110㎡以上から糞粒数の調査誤差が安定することなどから、1km<sup>2</sup>につき植生境界を多少とも含む50m×50mの調査地を1か所選定し、1m×1mの調査柵を5mおきに設置(調査柵数は11×11=121個になる)する(西下, 1999)。調査柵はシカやイノシシのヌタ場、掘り痕などは避けて水平に設置し、柵内のリターを取り除きながら原形を留めている糞粒をカウントする。糞粒が分かれていない糞塊は持ち帰り、全重と単離できた1粒当たりの重さから糞粒数を算出する。このような調査方法での所要時間(調査地までの移動時間を除く)は、地形や林床の状態、糞粒密度によって異なるが、8~10人の調査員で、50~90分程度である。

ところで、新植造林地には糞が多く存在し、調査地の糞粒密度が新植地の有無や割合によって大きく影響される(前田ほか, 1989; 池田, 2005)。長崎県五島列島野崎島の調査では、森林内の糞粒密度は区画法による推定個体数と高い相関を示すのに対して、草地の糞粒密

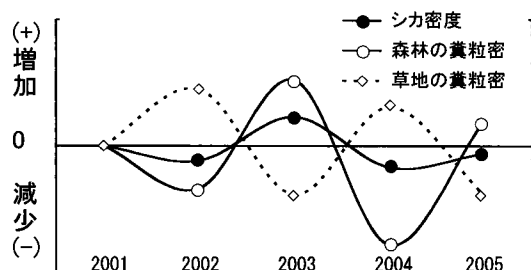


図-5 シカ密度および森林、草地の糞粒密度の変動パターン(前年度との比較)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	月別糞分解率(気温と糞の令の推定式により計算)を使用した場合のシカ糞粒法による密度計算										
2	夏期にツノコガネが優占する地域の糞消失パターンに対応したプログラム										
3	プログラム名: FUNRYU Lm ver 2(2005年12月版)										
4											
5	糞発見率(0-1.0)=		1								
6											
7											
8						計算事例数=	1				
9						場所	調査月 (1-12)	消失過程 計算月数	調査地糞密度 (糞粒数/m <sup>2</sup> )	蓄積糞粒数 (100ヶ月理 論値)	シカ密度 (頭/km <sup>2</sup> )
10	馬見	気温	過去1年 気温	排糞数 /月							
11	1月	2.00	1.0	36129	A		1	100	217	176293	12.3091
12	2月	2.78	3.6	36129							
13	3月	5.98	5.7	31524							
14	4月	11.08	11.5	31524							
15	5月	15.58	16.1	31524							
16	6月	19.32	19.5	26325							
17	7月	23.30	24.6	26325							
18	8月	23.86	23.9	26325							
19	9月	20.28	20.3	27168							
20	10月	14.42	14.4	27168							
21	11月	9.00	10.1	27168							
22	12月	4.48	5.4	36129							

図-6 FUNRYU Lmのシカ糞計算シート画面  
FUNRYU Paのシートも同じ形式になっている。

度は変動が激しく、推定個体数との相関は低いという結果が得られた(図-5)。したがって現状では、調査枠は開けた伐採地を避け、森林内に設置した方が長期の個体数変動を評価するには適している。

(3) 推定密度の計算

シカ密度推定プログラムで密度を推定するためには、最寄りの気象測候所における過去5年間の月平均気温を準備し、100mにつき0.6℃という気温補正により調査地の月平均気温を算出しておく。

シカ糞計算シート(図-6)をひろげ、B列に調査地の5年間の平均月平均気温、C列に調査月直近12か月の月平均気温、F列に調査月、H列に現地調査で得られた1㎡当たりの糞粒数を入力する。2種類の月平均気温を用いるのは、5年間の平均月平均気温が1か月以上の古い糞の消失率に、調査月直近12か月の月平均気温が排泄1か月間の糞消失率に対応するためである。同一調査枠を用いた継続調査の場合は、前回調査からの経過月数をG列の消失過程計算月数に入力する。ツールの「ツール」、「マクロ」、「実行(R)」をクリックすれば、J列に1km<sup>2</sup>当たりのシカ

密度が計算される。

(4) 推定密度の捉え方

直接観察による区画法や航空機センサス法は、リアルタイムの密度を与える。これに対して、1回の調査から密度を推定する糞粒法では、長期にわたり蓄積された糞量から密度を推定するため、シカの移出入によって現実の密度とタイムラグが生じることになる。そのため、積極的な個体数調整が行われている地域では、調査以前に捕獲された多くの個体が推定された密度に反映されていることに注意しておく必要がある。

このような地域で精度の高い密度を知る必要がある場合には、数か月間に2回の調査を行う計画を準備する。

おわりに

シカ糞粒の消失パターンに対応したシカ密度推定プログラムを作成し、どの月に1回調査しても精度の高い密度を推定することが可能となった。また、糞の消失率が季節的に変化する条件下では、糞粒法は基本的には2回の調査が必要であることから、今回提示したシカ密度推定法は調査経費を少なくとも半減

させることができ、見通しの悪い照葉樹林帯におけるシカ個体数モニタリング調査の有効な手法であろう。

しかし、シカ糞の消失には糞虫の活動が大きく作用する(阿部・吉原, 1970; 園部, 1973; 曾根, 1977)が、近年シカが生息するようになった地域では、糞虫相が十分に発達していない可能性があり、これまでと全く異なる消失パターンを示すことが考えられる。また、今回のプログラムでは降雨による糞の分解・消失を考慮していないが、五島列島野崎島では、林床が裸地化した急傾斜地で降雨によると考えられる糞の流失が頻繁に発生している。さらに、ケバエ科幼虫の大量発生によると考えられる糞の急激な消失(図-7, 8)や冬期には凍結と融解の繰り返しによると考

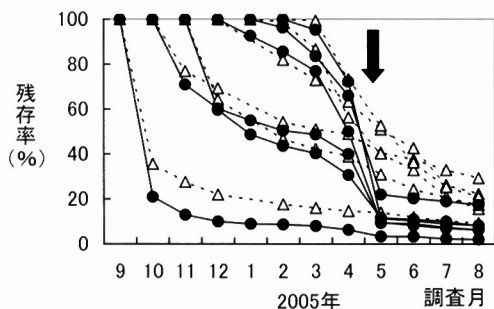


図-7 嘉穂町馬見(実線)と八丁峠(破線)の糞の消失パターン

ケバエ科幼虫が発生した馬見では急激な糞の消失(矢印)がみられた。



図-8 嘉穂町馬見でみられたケバエ科幼虫のコロニー

コロニーの平均虫数は273.3頭 (n=11、5月16日調査)。

えられる糞の崩れが発生する場合もある。したがって、糞の消失とそれにもとづく密度推定については、今後、様々な地域での検証が必要である。

このような糞粒法に係わる様々なパラメータの精度を高めても、調査対象地域の糞粒密度調査が不完全であれば、推定される個体数は不確実な値になる。特に、県をレベルとするような広域調査では、調査面積を十分に確保することが難しい場合が多く、推定される個体数が実際の個体数と大きく異なる危険性がある。したがって、地域個体群の管理を進めるにあたっては、個体数至上主義は避け、捕獲効率や被害率など様々な指標をもとに進めていく必要がある。

森林総合研究所の堀野眞一氏(現、森林総合研究所東北支所)には未発表資料の提供を、森林総合研究所九州支所の後藤秀章氏には幼虫の同定をいただいた。厚くお礼申し上げます。

#### 引用文献

- 阿部真幸・吉原耕一郎(1970)金華山におけるシカの糞の地域的分布とその季節的変動。JIBP-CTS昭和44年度研究報告, 196~211.
- 坂東忠明(1999)シカによる森林被害と共存の課題~シカ対策から学ぶこと~。林業経済, 613, 10~18.
- Cambefort, Y. and Hanski, I. (1991) Dung beetle population biology. In Dung beetle ecology. Hanski, I. and Cambefort, Y. (eds.), 481pp, Princeton University Press, Princeton, 36~50.
- 遠藤 晃(2001)西南日本における植生の相観によるニホンジカの糞の消失および加入パターンの違いについて。哺乳類科学, 41, 13~22.
- 東 和敬・江口和洋(1982)動物の相互作用研究法I. pp.112~117, 生態学研究講座19, 共立出版, 東京.

- 飯村 武 (1980) シカの生態とその管理—丹沢の森林被害を中心として—. 大日本山林会, 東京, 149pp.
- 池田浩一 (1997) 福岡県豊前市における糞粒によるシカ生息密度の推定. 日林九支研論, 50, 101~102.
- 池田浩一・野田 亮・大長光純 (2002) シカ糞の消失と糞の分解消失に及ぼす糞虫の影響. 日林誌, 84, 255~261.
- 池田浩一 (2005) 福岡県におけるニホンジカの保護管理に関する研究. 福岡県森林研報, 6, 1~93.
- 池田浩一・岩本俊孝 (2004) 糞粒法を利用したシカ個体数推定の現状と課題. 哺乳類科学, 44, 81~86.
- 岩本俊孝・坂田拓司・中園敏之・歌岡宏信・池田浩一・西下勇樹・常田邦彦・土肥昭夫 (2000) 糞粒法によるシカ密度推定式の改良. 哺乳類科学, 40, 1~17.
- 前田 満・三浦慎悟・北原英治・清野嘉之 (1989) 小豆島におけるニホンジカの生息状況. 小豆島におけるニホンジカの生息現況報告書, 1~22, 香川県.
- Maruyama, N. and K. Furubayashi (1983) Preliminary examination of block count method for estimating numbers of Sika deer in Fudakake. J. Mamm. Soc. Jpn., 9, 274~278.
- 丸山直樹・岩野泰三 (1980) 表日光におけるニホンジカのエアカウントの精度. 哺乳類学誌, 8, 139~143.
- 三浦慎悟 (2000) 鳥獣法の改定とわたしたちの課題. 森林防疫, 49, 33~40.
- 森下正明・村上興正・小野勇一 (1979) 糞調査によるニホンカモシカの密度推定. 森下正明生態学論集 第二巻, 273~299, 思索社, 東京.
- Neff, D. J. (1968) The pellet-group count technique for big game trend, census, and distribution: a review. J. Wildl. Manage., 32, 597~614.
- 西下勇樹 (1999) ニホンジカの土地利用様式を考慮した密度推定法の改良に関する研究. 平成10年度宮崎大学学位 (修士) 論文, 54 pp.
- 小野勇一・徳永章二・土肥昭夫 (1983) 糞粒法によるツシマジカの個体数調査報告. 長崎県教育委員会・対馬町村会, 1~15.
- 尾崎真也 (2005) 兵庫県におけるニホンジカ生息数推定のための糞の消失調査. 森林応用研究, 14, 45~50.
- 佐藤嘉一・住吉博和・田實秀信 (2001) 鹿児島県におけるシカ糞消失とそれに関連した昆虫類. 日林九支研論, 54, 123~126.
- 自然環境研究センター (1994) ツシマジカ生息状況等調査報告書. 99pp.
- 曾根晃一 (1977) 奈良公園におけるシカの糞の分解・消失に及ぼす糞虫の影響. 昭和51年度春日大社境内原生林調査報告, 81~90, 春日顕彰会, 奈良.
- 園部力雄 (1973) 宮城県金華山島におけるシカ (*Cervus nippon nippon*) の糞の消失に及ぼす糞虫の影響. JIBP-CTS昭和47年度研究報告, 184~196.
- 住吉博和・清久幸恵・平田令子 (2003) 3種類のシカ生息密度推定法の検証試験. 九州森林研究, 56, 105~108.
- 高槻成紀・鹿股幸喜・鈴木和男 (1981) ニホンジカとニホンカモシカの排糞量・回数. 日生態会誌, 31, 435~440.
- 常田邦彦・北浦賢治・須田和樹 (1998) 長崎県対馬におけるニホンジカのコントロール. 哺乳類科学, 38, 334~339.
- Taylor, R. H. and R. M. Williams (1956) The use of pellet counts for estimating the density of populations of the wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus* L.). New Zealand J. Sci. & Technol. Sec.B, 38, 236~256.

(2006. 3. 23 受理)

# 世界的な研究対象となったザイセンチュウ

—第28回ヨーロッパ線虫学会国際シンポジウム報告—

小坂 肇<sup>1</sup>

はじめに

ヨーロッパ線虫学会設立50周年にあたる2006年、同学会主催第28回国際線虫学シンポジウムが、ブルガリアのブラゴエフグラードで6月5日から9日にかけて開かれた。ブラゴエフグラードは首都ソフィアから100kmほど南下したギリシャ国境に程近い街である。会場となったアメリカン大学を中心とした学生の街であるとともに、リラやメルニックといった周辺観光地を廻る拠点にもなっているようである(写真-1)。

ヨーロッパと名前はついているが、過去の実績をみると、このシンポジウムは世界各国から線虫研究者が集う名実ともなう国際シンポジウムである。ただ、今回に限っては本シンポジウムと前後してアメリカ線虫学会大会、昆虫病原性線虫の国際シンポジウム及びマツ材線虫病の国際シンポジウムが開かれるため、関連研究者の参加が少なかったことが残念であった。それでも講演要旨に口頭発表113題、

ポスター発表125題が掲載される盛会であった。これらの中で本稿では森林に関連する線虫研究の発表を紹介する。

## 発表の概要

口頭発表は3つの会場で同時進行で行われた(写真-2)。農業線虫に関する複数のセッションの他、線虫分類、植物防疫に関連する線虫問題、無脊椎動物の寄生線虫、脊椎動物の寄生線虫、海産線虫、線虫教育、指標生物としての線虫など、基礎から応用まで幅広くセッションが設定されていた。主なセッションでは総説を中心とする招待講演とオリジナルな研究成果を発表する一般講演(contributed paper)からなった。森林に関する線虫のセッションは設定されていなかったため、研究内容が近いセッションでの発表となった。

以前、国際線虫学会議に参加したときは、大幅に時間を超過する口頭発表が目立った。しかし、今回は所定の時間通りにセッション



写真-1 シンポジウム開催を表す横断幕と会場のアメリカン大学(突き当たりの建物)



写真-2 竹本氏(京大)の口頭発表

<sup>1</sup>KOSAKA, Hajime, 森林総合研究所北海道支所

を進行させようとする座長の強い意思を感じた。質問の打ち切りや、発表の終了を促すこともあった。自分の発表は最終日であったため、時間超過は絶対にできないという緊張感の下に過ごさざるを得なかった。

ともすれば軽視されがちなポスター発表にも十分な配慮がなされていたと思う。ポスター発表のためだけの時間が2日間で合計4時間設けられ、ポスターは廊下や階段あるいはロビーの壁に掲示された。発表者と十分に意見を交わす時間と場所があり、好感が持てた。

### ザイセンチュウ研究

森林に関する線虫研究の中心は、間違いなくマツノザイセンチュウを含むザイセンチュウ (*Bursaphelenchus* 属の線虫) である。本シンポジウムでは、ザイセンチュウに関する口頭3題、ポスター7題が発表された。

Mota (ポルトガル) は、マツ材線虫病の発生生態とマツノザイセンチュウは植物防疫上の最重要害虫であることを述べた。彼はもう1題、「ザイセンチュウと昆虫の関連及びマツ材線虫病感染過程における細菌関与の可能性 (著者による仮訳)」と題する講演をする予定であり聴講を期待していたのだが、発表は取り消された。Kulinich (ロシア) らは、ロシアの20地域から採集した4,000以上のサンプルを調べて、ロシアにはマツノザイセンチュウは存在していないと結論付けた。これら2題の講演は、総説でもあったことから、内容には新鮮味に欠ける点もあった。それに比べ、竹本 (京大) らが講演した病原力の強いマツノザイセンチュウと弱いセンチュウが交わると強い病原力を保持したセンチュウが維持される可能性が高いことを接種試験により示した発表は聞き応えがあった。座長は農業線虫の人であったが、休憩時にとっても良い発表であったと声をかけてきたことから研究の質の高さがうかがえた。長谷川 (京大, Motaによる掲示) らはマツノザイセンチュウ卵の染色体

構造と初期発生について発表した。Zouhar (チェコ) らはチェコではマツノザイセンチュウは分離されなかったが近縁線虫 (*B. vallesianus*) と潜在的な媒介昆虫 (*Monochamus galloprovincialis*) が存在することを示した。Mota (ポルトガル) らはポルトガルのマツノザイセンチュウの由来を調べる一環として、同国と日本のセンチュウの比較を始めた。神崎 (森林総研) はザイセンチュウ類の分子系統と形態、生態の関係について論じ、交接刺の形がある程度分子系統を反映していることとセンチュウが昆虫に乗り移る現象が独立して少なくとも4回生じたことを示した。Fonseca (ポルトガル) らはファージを利用してマツノザイセンチュウに特異的な単クローン抗体を開発した。Vieira (ポルトガル) らはポルトガルで採集したマツノザイセンチュウのRAPDパターンを示した。Vieira (ポルトガル) らはトルコからはマツノザイセンチュウは分離されなかったがニセマツノザイセンチュウと近縁線虫 (*B. sexdentata*) が存在することを示した。

### その他森林に関する線虫研究

Hodda (オーストラリア) らは山火事跡地では樹木の線虫相が豊富であることを示し、昆虫相も豊富であったことから多様な昆虫により多様な線虫が媒介されて線虫相も豊富となった可能性を講演した。小坂 (森林総研北海道) らはキクイムシ2種とスズメバチ1種に寄生する線虫について講演した。Gradinarov (ブルガリア) らはヨーロッパアカマツ林土壌にいるケバエ幼虫 (*Bibionidae*) に昆虫病原性線虫 (*Steinernema kraussei*) が自然感染していることをポスター発表で明らかにした。

### 現地視察等

シンポジウムの中日にはメルニック周辺へ現地視察に出かけた (写真-3)。解説して



くれた人によると、ブルガリアの全盛期は10世紀だという。往事を偲ばせる要塞や修道院も見学した。全盛期の後、ブルガリアは1300年台半ばから約500年間オスマントルコの支配下に置かれた。披露された伝統音楽を聴くと、宗教歌は別として、全般的にトルコの影響を強く感じた。エクスカージョンの移動中には明らかに植林されたマツ林も多く見かけた（写真-4）。1900年代の半ばに集中的に植えられたという。植えた目的を尋ねたところ、当時あまりに木がなかったから、とのことであった。かなり成長したマツも見かけたが、木材資源としての利用計画は現時点ではないそうで、マツ林は切らずに残しておく方針とのことであった。おそらく植林の背景にはもっと深い意図があり、現在のマツ林管理の方針も単純ではないと思うのだが、これだけ聞き出すのが精一杯であった。



写真-3 メルニック入り口の看板



写真-4 明らかに植林されたマツ山



写真-5 森に囲まれたリラの修道院

シンポジウム参加者の同伴者には、毎日現地ツアーが用意されていた。世界遺産に登録されているリラの修道院も見学したようである（写真-5）。

ブラゴエフグラード市内でも移動や運搬の手段として牛やロバが使われていたのには驚いた。もちろんほとんどの人は車を利用しているのだが、バスも通る車道で牛に引かせた荷車から手綱を捌いている場面を何回か見かけた。

#### おわりに

ザイセンチュウに関する発表は全発表の約5%であり、発表も日本かポルトガルに関連するものがほとんどであった。しかし、発表数と内容以上にザイセンチュウの研究は世界的に拡がりつつあると感じた。研究発表に先駆けて行われたWebster（カナダ）の基調講演では、ヨーロッパ線虫学会の設立以来の50年間を振り返り、大きな出来事の一つとしてマツノザイセンチュウのポルトガルへの侵入を指摘した。この講演では日本の研究者も好意的に取り上げられ、森林総研東北支所の中村さんや学生時代京都大学にいた浅井さんも写真で登場した。そして、今後の研究対象として我々の守備範囲であるザイセンチュウ、さらに森林やきのこの線虫が重要であると述べたことは深く印象に残った。休憩時間等では、ブルガリアの南部でマツ林が大規模に衰

退していることを聞き、樹木からの線虫の分離方法等を尋ねられた。このマツ林の衰退にザイセンチュウが関与しているかどうか、これから調査を始めるそうである。特に竹本さんは、ブルガリアの調査代表の先生から熱心な質問を受けていた。また、初対面の数人の研究者からも、日本から来たと分かるザイセンチュウの研究をしているのかと、挨拶代わりに聞かれもした。

ヨーロッパではマツ材線虫病に関するEUプロジェクトが3年間進められたため(本年

中に終了し、現在は他の植物病原菌とともに枠組みを変えたプロジェクトが進行中)、その研究は一時的なブームで終わる可能性も考えられる。しかし、一昔前ではヨーロッパでザイセンチュウといっても情報として知っているけれど興味はない、という雰囲気であったことを思うと時代が変わったことを実感した。本シンポジウムに参加してザイセンチュウ(*Bursaphelenchus*)は線虫研究の国際的なキーワードになったのだと強く感じた。

(2006. 6. 29 受理)

### 森林病虫獣害発生情報：平成18年6月分受理

#### 病害

##### ○首垂細菌病

宮城県 仙台市、若齢トウカエデ緑化樹、2006年5月29日発見、被害本数100本(宮城県樹木医会・早坂義雄)

##### ○首垂細菌病

石川県 石川郡、25年生トウカエデ緑化樹、2005年6月15日発見、被害本数40本(石川県樹木医会・松枝章)

##### ○マツ材線虫病

宮城県 仙台市、30年生アカマツ屋敷林、2006年5月14日発見、被害本数1本(宮城県樹木医会・早坂義雄)

##### ○こぶ病

佐賀県 唐津市、11年生ヤマザクラ人工林、2005年11月1日発見、被害本数5本(唐津農林事務所・佐藤繁和)

##### ○うどんこ病

宮城県 仙台市、若齢マサキ緑化樹、2006年6月12日発見(宮城県樹木医会・早坂義雄)

##### ○寄生病(ヒノキバヤドリギ)

奈良県 奈良市、若齢ツバキ緑化樹、2006年6月19日発見、被害本数2本(奈良県森林技術センター・天野孝之)

##### ○うどんこ病

石川県 金沢市、若齢マサキ緑化樹、2005年6月26日発見、被害本数300本(石川県樹木医会・松枝章)

##### ○こふきたけ病(コフキササルノコシカケ)

石川県 輪島市、約300年生ケヤキ庭木、2005年6月26日発見、被害本数1本(石川県樹木医会・松枝章)

#### 虫害

##### ○ケヤキクロカイガラムシ

宮城県 仙台市、壮齢ケヤキ緑化樹、2006年5月27日発見、被害本数1本(宮城県樹木医会・早坂義雄)

##### ○モミジワタカイガラムシ

宮城県 仙台市、壮齢ケヤキ緑化樹、2006年5月27日発見、被害本数1本(宮城県樹木医会・早坂義雄)

##### ○ヒモワタカイガラムシ

宮城県 仙台市、壮齢ケヤキ緑化樹、2006年6月10日発見、被害本数2本(宮城県樹木医会・早坂義雄)

##### ○クワゴマダラヒトリ

宮城県 仙台市、若齢ウバメガシ緑化樹、2006年5月29日発見(宮城県樹木医会・早坂義雄)

##### ○ウメシロカイガラムシ

宮城県 仙台市, 壮齡ウメ庭木, 2006年5月31日発見, 被害本数1本(宮城県樹木医会・早坂義雄)

○ケヤキブチアブラムシ

宮城県 仙台市, 壮齡ケヤキ街路樹, 2006年5月30日発見, 被害本数1本(宮城県樹木医会・早坂義雄)

○ケヤキフシアブラムシ

宮城県 仙台市, 壮齡ケヤキ街路樹, 2006年5月30日発見, 被害本数1本(宮城県樹木医会・早坂義雄)

○ドクガ類

宮城県 仙台市, 若齡ユスラウメ庭木, 2006年5月27日発見, 被害本数1本(宮城県樹木医会・早坂義雄)

○マツカレハ

佐賀県 唐津市, 10~20年生クロマツ人工林, 2005年9月1日発見, 被害面積1.3ha(唐津農林事務所・佐藤繁和)

○エグリトラカミキリ

宮城県 黒川郡, 15年生ブナ人工林, 2005年5月発見, 被害面積0.2ha(宮城県林業試験場・佐々木周一)

○カシノナガキクイムシ

鹿児島県 鹿児島市, 30年生マテバジイ天然林, 2006年6月19日発見, 被害本数70本, 被害面積3ha(日本樹木医会・村本正博)

○マルバネキシタケンモン

奈良県 奈良市, 壮齡イチイガシ緑化樹, 2006年5月19日発見, 被害本数2本(奈良県森林

技術センター・木南正美)

○ノミゾウムシ類

石川県 白山市, 壮齡~老齡エノキ緑化樹, 2005年6月10~25日発見(石川県樹木医会・松枝章)

○チャドクガ

石川県 白山市, 加賀市および小松市, 若齡~壮齡ヤブツバキおよびサザンカ緑化樹, 2005年6月14~26日発見(石川県樹木医会・松枝章)

○シロオビアカアシナガゾウムシ

石川県 白山市, 能美市および小松市, 若齡ヤマアジサイおよびガクアジサイ緑化樹, 2005年6月10~24日発見(石川県樹木医会・松枝章)

○クスサン

石川県 七尾市, 若齡~壮齡クリおよびヌルデ天然林, 2005年6月24日発見(石川県樹木医会・松枝章)

○ハラアカマイマイ

石川県 鹿島郡, 60年生モミ人工林, 2005年6月26日発見, 被害本数20本(石川県樹木医会・松枝章)

○アメリカシロヒトリ

石川県 白山市, 加賀市および小松市, 若齡~壮齡サクラ, キリ, ハナミズキおよびカキ緑化樹, 2005年6月21~25日発見(石川県樹木医会・松枝章)

(森林総合研究所 阿部恭久/牧野俊一/川路則友)

## 都道府県だより

### ①宮城県における松くい虫被害状況と対策

#### 1 松林の状況

本県の松林は約4万ha(人工林3万2千ha, 天然林8千ha)で, 民有林面積28万5千haの14%を占めています。樹種別には, アカマツ林が3万8千ha, クロマツ林が2千haと

なっています。

海岸線の総延長は島嶼の周囲も含めて853kmと言われており, 牡鹿半島以北はリアス式海岸で, 岩礁地とその狭間に点在する白い砂浜が織りなす海岸美とクロマツ林が調和した風光明媚な景観を呈しています。

また、牡鹿半島以南は松島地域を除き、約75kmの砂浜海岸に沿ってクロマツの防災林が見事に成林しています。

海岸防災林造成の歴史は古く、慶長5年(1600年)、仙台藩主伊達政宗公が沿岸部の新田開発を目的とする砂防林を造林したのが始まりと言われていますが、現在の海岸防災林の多くは昭和8年3月3日に発生した三陸地震津波に対する防潮林の効果が高く評価され、災害防潮林造成事業として昭和10年(1935年)から19年(1944年)にかけて造成されたものです。現在も30の海岸林保護組合が存続し、海岸防災林の保護や清掃などの活動を行っています。

仙台湾の中央部に位置する「松島」は古くから景勝地として知られており、「安芸の宮島」や「天の橋立」とともに日本三景の一つに数えられ、周辺の1市4町(現2市3町)の一部約9千7百haが、昭和27年に文化財保護法の特別名勝に指定されています。

松島の自然的景観は、松島湾内に点在する大小260余りの島々と、これを抱くような形で分布する丘陵地帯で構成され、海岸線までアカマツ林が生育しており、学術的にも価値の高い植生を形成しています。

## 2 被害の推移

本県の松くい虫被害は、昭和50年(1975年)に石巻市のアカマツ枯損木からマツノザイセンチュウが確認されたのが始まりで、その後、海岸部を中心に全県的に広がりました。

被害量は、平成8年度(1996年)の2万9千㎡をピークに減少傾向にあり、近年は2万3千㎡で推移していましたが、平成17年度は1万8千㎡に減少しています。

## 3 被害対策の状況

県の松くい虫被害対策は、平成14年度に策定した「第2次松くい虫被害対策事業推進計画」に基づく高度公益機能森林3,385ha、被害拡大防止森林181ha、地区保全森林3,974ha、地区被害拡大防止森林811haの計8,351haに

ついて各種国庫補助事業により総合的な対策を実施しているほか、県単独事業によりその他の松林の対策を行っています。特に、平成16,17年度には、県単独の緊急経済産業再生戦略プランにより、集中的に公園や幹線道路沿いの枯損木除去や林内整備を実施しました。

なお、主な事業の平成18年度実績・計画などは次のとおりです。

### (1)国庫補助事業

#### ①伐倒駆除

松くい虫被害対策事業の奨励駆除及び森林環境保全整備事業の衛生伐を実施しています。

なお、平成17年度からは、全箇所でごん蒸生分解シートの利用を認めています。

#### ②特別防除

松島地域の海岸林及び石巻地域の3離島において、奨励防除で391ha実施しています。

#### ③地上散布

海岸林及び島嶼部などにおいて、奨励防除で542ha実施しています。

#### ④樹幹注入

松島湾の島嶼部において、奨励防除で1,962本実施する予定です。

#### ⑤実証事業

森林づくり交付金事業の松林保全体制整備強化により、県林業試験場内においてボーマリア菌の施用による防除の実施についての実証を実施しています。

具体的には、集積した被害材に同菌が培養された不織布を貼付し、それをブルーシート及び生分解シートで覆い、両者の殺虫効果の比較と施工に係る実施経費を検討しています。

### (2)県単独事業

#### ①伐倒駆除、樹幹注入

平成17年度に県庁各課の県単独事業を一本化した市町村振興総合補助金事業が創設され、市町村の裁量により配分額内で事業を選択し伐倒駆除及び樹幹注入を実施しています。

#### ②地上散布

平成18年度に税源移譲された地域について

実施しています。

### ③抵抗性種苗の育成

マツノサイセンチュウに抵抗性のあるアカマツ及びクロマツ苗木の供給に向けて、採種園の整備及び検定試験を実施しているほか、試験検定済みの苗木をボランティアによる植栽などに提供しています。

なお、現在、県内産の種苗ではアカマツ1品種、クロマツ6品種が認定を受けています。

## 4 その他

被害材の有効利用策としては、チップの水田暗渠疎水材や炭化処理物の土壌改良材等への活用を進めているほか、構造用合板へ加工する取組が検討されています。

(宮城県産業経済部森林整備課)

## ②山口県におけるシカ被害防除方法の開発について

### 1 背景

シカは、跳躍力があり、道路沿いの急な法面でも歩く、俊敏な動物です。その俊敏性を利用して、全国各地に被害を発生させており、山口県においても、造林木を中心に大きな被害が発生しています。

その被害を防除するために、最も利用されているのは「柵」です。柵は、シカと林地及び農地を分ける方法ですが、この方法にもいくつか問題点があります。そのなかでも、柵を横切る道路管理の問題は、野生動物の保護管理におけるゾーニングを行う上で重要な課題です。そこで、シカは通れず、人や車は通



れる柵を道路を横切る場所に設置することを考えました。

シカは偶蹄目という仲間に入ります。偶蹄目の中の牛を管理する方法で、テキサスゲート（キャトルガード）というものがあります。これを、シカに応用できないか考えましたが、テキサスゲートは建設費が高くて小規模な農林家には実施しにくいことがわかりました。これを、より安価で簡易な構造に改良することを開発の発端としました。

## 2 シカ防御の方法

試験は、飼育されよく馴れているシカを行いました。テキサスゲートに変わる障害物には、安価に入手できるものとして、波板トタン、ワイヤーメッシュ、ラティス、グレーチング、鉄パイプ、網を用意しました。

試験を行う中で、通過するものとそうでないものに共通点があることがわかってきました。シカは、幅の狭まったところでもつま先がかかれば歩くが、固定していない不安定なものでは、歩きにくいということでした。

そこで、残ったのが鉄パイプでした。

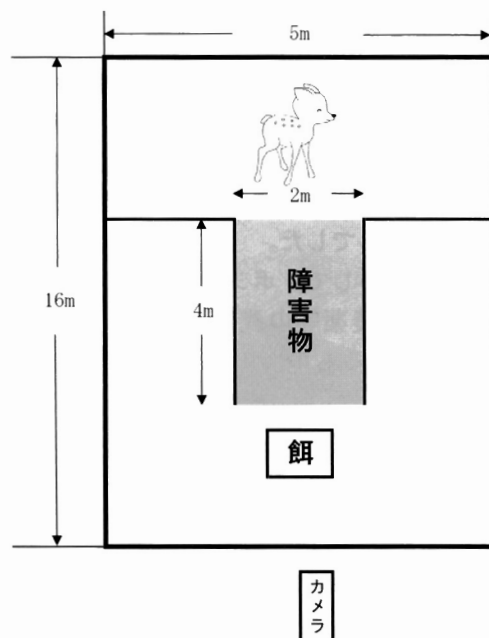


図1 実験施設

### 3 鉄パイプによる防御成果

図1のような実験施設で、鉄パイプを縦に2本引いた上に、そのまま横に並べて敷くと、鉄パイプに間隔がなくなり、前後に動かなくなってしまう表1のとおり1回目で通過しました。しかし、鉄パイプをロープで縛っていくと鉄パイプは前後に不安定に動くので、通ることができませんでした。また、人や車で走行試験を行いました。人は少し不安定ですが歩くことができ、車については、トラクター及び軽トラックともに走行することができました。

この方法は、まだ現地での実証試験を済ま

表1 障害物別通過状況

	第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目
グレーチング表	○	×	×	×	×
鉄パイプ敷き詰め	×	○	×	×	×
鉄パイプロープ縛り	×	×	×	×	×
ワイヤーメッシュ	○	×	○	○	○
波板トタン	○	○	○	○	○

○：シカが障害物を通過  
×：シカが障害物を通過できなかった

せていません。草がからむことや流れ込んだ土砂で鉄パイプが動かなくなることが考えられ、改良の余地はまだ多くあります。

今年中に現地実証を行い、現地で使える試作品を作りたいと考えています。

(山口県農林水産部森林整備課)

## 森林防疫ジャーナル

### 残留農薬基準のポジティブリスト制度の導入

平成15年の食品衛生法の改正にもとづき、本年5月末から食品中の農薬の残留基準についてポジティブリスト制度が施行されました。

これまでのネガティブリスト制は「残留してはならないもの」を一覧表にして示し、一覧表にある農薬が食品中に残留する場合、その食品の流通を禁止するという制度です。しかしながら、この一覧表にない農薬・飼料添加物・動物用医薬等が高濃度に残留していてもその食品の流通を禁止する措置をとることができませんでした。

これにたいして、ポジティブリスト制は、原則として農薬等の残留をすべて禁止し、「残留を認めるもの」のみを一覧表にして示

すという方式です。このポジティブリストにあげる基準は、1) これまで残留基準が設定されているものは、その基準値をもちいる、2) 残留基準が設定されていないものも、国際基準、登録保留基準、外国基準がある場合はこれらの基準を暫定的に適用する、3) 1, 2) で基準値が設定できなかったものは一律基準(0.01ppm)を適用する、というようになっています。

この基準をみれば、非常に厳しいようにみえますが、散布方法等適切に遵守しておればとくに厳しいものではありません。ただ、農薬散布のTPOは常に注意しておくべきでしょう。

(竹谷昭彦)

森林防疫 第55巻第8号(通巻第653号)

平成18年8月25日 発行(毎月1回25日発行)

編集・発行人 飯塚昌男

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 651円(送料共)

年間購読料 6,510円(送料共)

発行所

〒101-0047 東京都千代田区内神田1-1-12(コープビル)  
全国森林病虫獣害防除協会

National Federation of Forest Pests Management Association, Japan

電話 03-3294-9719, FAX 03-3293-4726

振替 00180-9-89156

E-mail shinrinboeki@zenmori.org