

森林防疫

FOREST PESTS

VOL.44 No.12 (No. 525)

1995

昭和53年11月8日第三種郵便物認可

平成7年12月25日発行(毎月1回25日発行)第44巻第12号



ツキノワグマによる ヒノキ造林木の害

和口 美明*

奈良県林業試験場

写真の剥皮害は古く、地際付近で腐朽が進んでいるのがわかる。被害木の材内を観察すると、剥皮された部分を起点に変色や腐朽が広がっている。また、被害を受けた造林木は剥皮部分を巻き込むように成長するので、横断面はかなり変形している。

1992年4月、奈良県上北山村で撮影。

• Yoshiaki WAGUCHI

目 次

ツキノワグマによる剥皮害の損失額—ヒノキ60年生林の事例	和口美明・隅 孝紀・米田吉宏	220
果樹すす点病の伝染源としての各種樹木のすす点病菌	那須 英夫	226
最近の世界の森林昆虫研究の動向—第20回ユフロ(IUFRO)世界大会より—	鎌田 直人	232
《林野庁だより、都道府県だより—和歌山県・埼玉県》		238, 239
《森林防疫ジャーナル》		231

ツキノワグマによる剥皮害の損失額

—60年生ヒノキ林の事例—

和口 美明*・隅 孝紀**・米田 吉宏***
奈良県林業試験場 同 同

1. はじめに

ツキノワグマ (ニホンツキノワグマ *Selenactas chibetanus japonicus*) はスギやヒノキなどの造林木の樹皮を剥ぐ、いわゆるクマハギと呼ばれる被害を与える(表紙写真)。この被害が林業上問題になっている主な要因は、剥皮された部分から材内に変色や腐朽が生じ(写真-1)、立木評価額が著しく下落することにある。したがって、林業経営者が最も気かかっているのはその被害がもたらす損失額であろう。そこで、ツキノワグマによって剥皮害を受けた60年生のヒノキ林における損失額の一事例を紹介し、今後のツキノワグマによる剥皮害を理解するための一助としたい。本報告では、まず最初に被害の状況を示す。次いで、林業経営者が被害木をどのように取り扱っているのかについて述べる。そして最後にそれらの結果に基づいて、立木評価額が下落する過程を明らかにしながら、損失額を算出する。

本文に入るに先立ち、本調査にご協力いただいた奈良県林業基金の関係者の方々に謝意を表す。なお、本調査は林野庁情報活動システム化事業「野生獣類による新たな森林被害の防除法確立のための基礎調査」の一環として行ったものである。

2. 被害の状況

2. 1. 被害林分の概要と調査方法

被害林分は奈良県上北山村白川にある林齢60年生のヒノキ林で、面積38.49ha、標高1,000m、傾斜角21度の南西向き傾斜である。1992年4月9日に1,000m²の調査区を設定し、調査区内に含まれるすべてのヒノキの胸高直径を直径巻尺を用いて測定するとともに、剥皮の痕跡(以下、剥皮痕という)が認められた個体については、その数と高さを測定した。

被害木の材内の変色と腐朽の状態を観察するために、調査区から10本の被害木を採取した。被害木を伐倒した

後、地上高20cmから20cm間隔に玉切り、すべての木口面で被害発生時における剥皮と、調査時の変色および腐朽の有無を観察するとともに、地際付近の木口面で被害の発生年を調べた。剥皮、変色および腐朽の高さはそれぞれが確認できた木口面のうち、最も高い面の高さとした。

2. 2. 調査結果

調査区内に成立していたヒノキ130本中48本に被害が認められ、そのうち4本に2カ所の剥皮痕が認められた。調査区における被害木と無被害木の胸高直径の頻度分布は図-1のとおりである。全調査木の胸高直径の平均値は23.7cm、被害木と無被害木のそれらはそれぞれ26.6cmと21.9cmであり、被害木の方が無被害木よりも胸高直径の大きい個体が多かった。剥皮痕の高さの頻度分布は図-2のとおりである。剥皮痕の高さの平均値は148cm、最大値は260cm、最小値は100cmであった。

採取した被害木の被害発生時の林齢を表-1に示す。

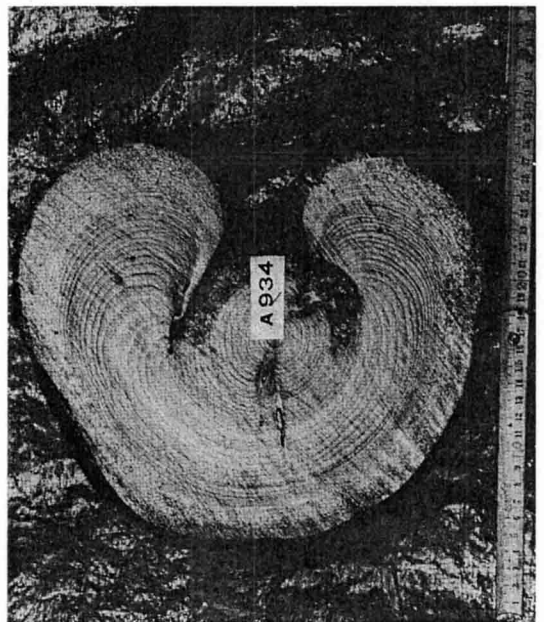


写真-1 剥皮被害木の材断面

* Yoshiaki WAGUCHI, **Takanori SUMI and ***Yoshihiro YONEDA

表-1 被害木材内の観察結果

被害木 記号	被害発生時			調査時			
	林 齢 (年生)	皮なしの 胸高直径 (cm)	剥皮の 高さ (cm)	胸高 直径 (cm)	剥皮痕 の高さ (cm)	変色の 高さ (cm)	腐朽の 高さ (cm)
H-1	25	15.5	200	34	170	280	200
H-2	24	11.2	260	30	260	260	240
H-3	24	10.6	160	28	160	180	120
H-4	24	11.7	180	26	170	220	200
H-5	24	11.0	160	26	150	180	180
"	38	21.5	120	"	100	140	120
H-6	24	12.3	180	28	160	220	180
H-7	24	9.8	180	22	130	260	260
H-8	35	13.2	120	20	120	220	160
H-9	25	11.8	140	24	150	140	140
H-10	24	12.2	200	30	200	200	200

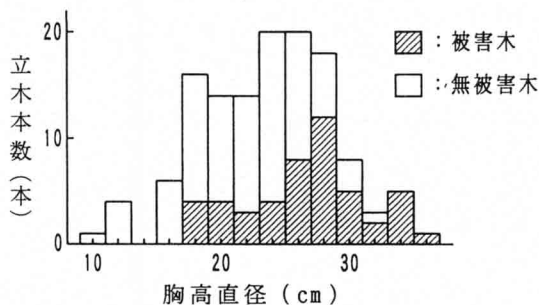


図-1 被害木と無被害木の胸径分布

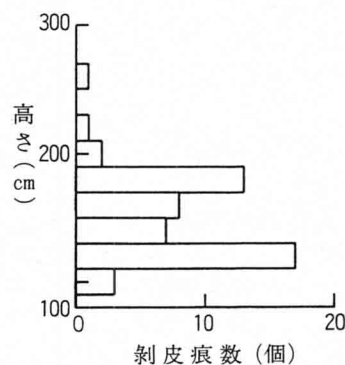


図-2 剥皮痕の高さ別分布

被害発生時の林齢はH-5(被害木記号)を除く9本中6本が24年生, 2本が25年生, 1本が35年生, そして2カ所に剥皮痕が認められるH-5では林齢24年生時と38年生時に剥皮されており, この林分では調査時の35~36年前と22~25年前の2つの時期に被害が発生したことがわかる。

採取した被害木の材内の変色と腐朽の状態の一例を図-3に示す。変色と腐朽は剥皮部を中心にやや年輪に沿うようなかたちで材内部に広がっている。また, 被害発生後の肥大成長は剥皮部を巻き込むようにして進行しており, その結果, 樹幹の横断面はかなり変形している。

採取した被害木における被害発生時の剥皮の高さ, 調査時の剥皮痕, 変色および腐朽の高さは表-1のとおりである。被害発生時の剥皮の高さの平均値は173cm, 最大値は260cm(H-2)であった。一方, 調査時の剥皮痕の高さの平均値は161cm, 最大値は260cm(H-2), 変色のそれらは209cmと280cm(H-1), そして腐朽のそれらは

182cmと260cm(H-7)であった。材内の変色や腐朽は剥皮された部分にとどまらず, さらに上方まで進行している。したがって, 伐倒調査した10本以外の被害木においても, 外見から判断できる剥皮痕よりさらに上方まで剥皮の影響が及んでいると考えなければならない。

このように被害は樹幹下部のいわゆる「元玉」に発生しており, 材内には変色や腐朽が剥皮部を中心に広く進行して材質が著しく劣化している。

3. 被害木の取り扱い

3. 1. 調査方法

被害木の利用方法を考えると, 変色や腐朽が激しい場合にはその部分の利用は不可能であるにしても, 被害が軽微であれば板材などで利用できる。また今回の調査結果では, 剥皮は通常「2番玉」に相当する部位以上には影響を与えていないので, 被害木の2番玉以上は無被害木と同じように扱えるはずである。そこで, 奈良県内に

も持山がある林業会社で、立木評価から市場への出荷までの業務に携わっている担当者に、実際に現場では被害木をどのように取り扱っているのかについて聞き取り調査を行った。

3. 2. 調査結果

奈良県内の木材市場にツキノワグマによって剥皮された被害木が出荷されてくることはごくまれであるが、被害木が市場で取引された例では、60年生ヒノキ間伐木の無傷の元玉4mが1㎡あたり10万円で取引されているのに対し、同林齢、同径級のもので、変色や腐朽が入っていても被害の痕跡が認められた場合は1㎡あたりわずか3万円であった。しかも腐朽が入っているものは買い手がつかないという状況であった。この事例からわかるように、被害を受けた丸太は低価格でしか取引されない。その上、被害を受けた丸太であっても伐出にかかる経費は被害を受けていない丸太と変わらないので、いきおい採算があわなくなり、普通は搬出しない。被害木の2番玉以上の取り扱いについては、枝打ちされていて良質である場合に限り搬出する。

以上が聞き取りによって得られた知見の概略であるが、これまでに聞いた他の林業経営者の考えも、上述したものとはほぼ同様であり、いくら被害が軽微で利用可能であったとしても、その搬出は採算にあわず、そのまま林内

に放置しているというのが実状のようである。なお、この点について1つ付け加えておくと、皆伐再造林を行う場合には、被害木を林外に搬出せず林内に放置しておくと、放置した被害木が地拵えに支障をきたし、地拵えに要する経費がその分割高になるといった弊害を引き起こすことになる。

4. 被害の損失額

4. 1. 算出方法

被害が立木評価額の下落にどのように影響しているのかを明らかにするために、被害林分の立木評価額を無被害木と被害木に分けて、市場価逆算法によって計算した。そして、ツキノワグマによる剥皮被害の損失額を算出するために、被害がなかった場合を仮定してその立木評価額を試算した。

評価対象林分には、明瞭な尾根・谷で区分され伐出事業の一事業単位と考えられる、調査区を含む被害林分の一角8.66haを選んだ。伐木造材にはチェーンソーを使用し、集材は架線によるものとした。集材線は2回張り替え、平均集材距離は100mとした。評価対象林分における直径階ごとの立木本数と本数被害率は調査区の測定結果を用いて、樹高は奈良県林業基金が1989年に同林分で調査して求めた樹高曲線を用いてそれぞれ算出した。単木

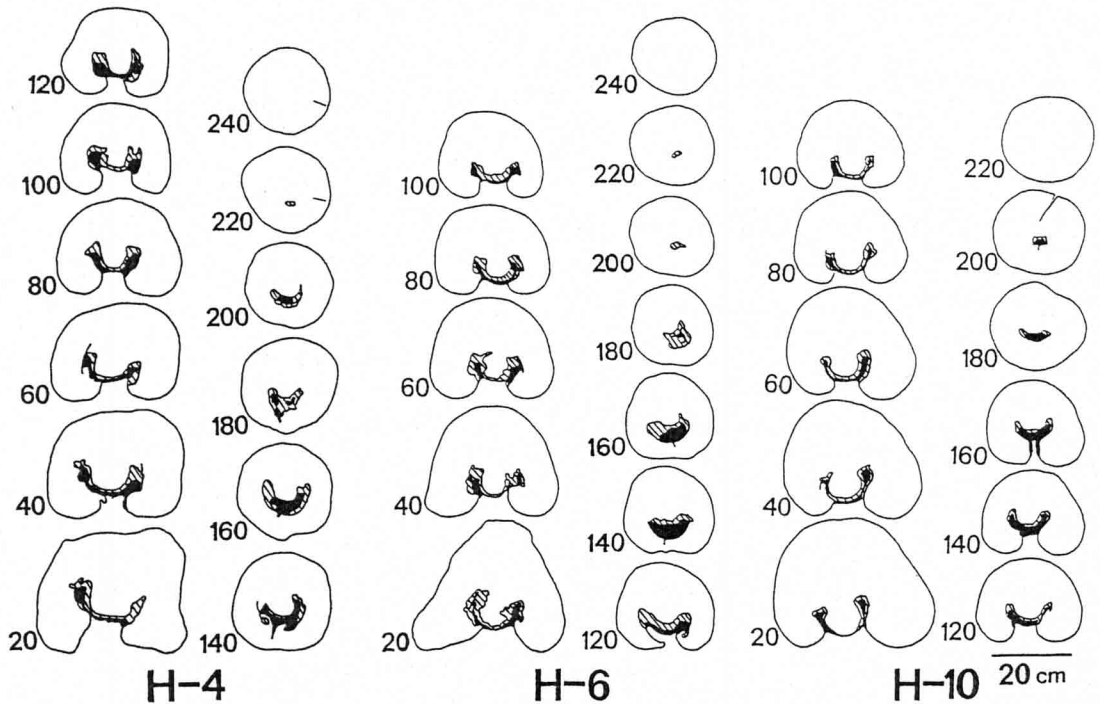


図-3 被害木材内の変色と腐朽の例

表-2 丸太市場価格表(ヒノキ)

立木 直径 階 (cm)	標準木		標準木より生産される丸太						
	樹 高 (m)	立木 在積 (m ³)	長 級 (m)	径 級 (cm)	材 積 (m ³)	丸太市場 単価 (円/m ³)	丸太 価格 (円)	平均 単価 (円/m ³)	利用 率 (%)
10 小計	8.72	0.03674	4	6	0.01440 0.01440	20,000	288 288	20,000	39.2
12 小計	10.09	0.06034	4	8	0.02560 0.02560	20,000	512 512	20,000	42.4
14 小計	11.36	0.09134	4	10	0.04000 0.04000	20,000	800 800	20,000	43.8
16 小計	12.55	0.13030	4	12	0.05760 0.05760	20,000	1,152 1,152	20,000	44.2
18 小計	13.67	0.17768	3 4	14 9	0.05880 0.03240 0.09120	85,000 20,000	4,998 648 5,646	61,908	51.3
20 小計	14.71	0.23387	3 4	16 11	0.07680 0.04840 0.12520	85,000 20,000	6,528 968 7,496	59,872	53.5
22 小計	15.69	0.29918	3 3 4	18 14 9	0.09720 0.05880 0.03240 0.18840	85,000 55,000 20,000	8,262 3,234 648 12,144	64,459	63.0
24 小計	16.61	0.37388	3 3 4	20 16 11	0.12000 0.07680 0.04840 0.24520	85,000 55,000 20,000	10,200 4,224 968 15,392	62,773	65.6
26 小計	17.48	0.45819	4 3 4	20 16 11	0.16000 0.07680 0.04840 0.28520	85,000 55,000 20,000	13,600 4,224 968 18,792	65,891	62.2
28 小計	18.30	0.55230	4 3 4	22 18 12	0.19360 0.09720 0.05760 0.34840	83,000 55,000 20,000	16,069 5,346 1,152 22,567	64,773	63.1
30 小計	19.08	0.65635	4 3 4	24 16 12	0.23040 0.07680 0.05760 0.36480	83,000 55,000 20,000	19,123 4,224 1,152 24,499	67,158	55.6
32 小計	19.81	0.77047	4 3 3 4	26 20 14 9	0.27040 0.12000 0.05880 0.03240 0.48160	83,000 52,000 45,000 20,000	22,443 6,240 2,646 648 31,977	66,398	62.5
34 小計	20.51	0.89477	4 4 3 4	26 22 16 11	0.27040 0.19360 0.07680 0.04840 0.58920	83,000 50,000 45,000 20,000	22,443 9,680 3,456 968 36,547	62,029	65.8
36 小計	21.17	1.02933	4 4 3 4	28 24 18 12	0.31360 0.23040 0.09720 0.05760 0.69880	85,000 50,000 45,000 20,000	26,656 11,520 4,374 1,152 43,702	62,539	67.9

(注) 本表は奈良県林業基金が1987年に奈良県大淀町内の木材市場で調査した結果である。
この調査では2番玉まで枝打ちされている立木から生産される丸太を対象としている。

表－3 評価対象林分と被害がなかった場合の算出結果（8.66haあたりの値）

項目名	評価対象林分			被害がなかった場合
	無被害木	被害木	林分全体	
立木本数（本）	7,102	4,157	11,259	11,259
立木材積（m ³ ）	2,283	2,136	4,419	4,419
丸太材積（m ³ ）	1,371	609	1,980	2,696
利用率（％）	60	29	45	61
丸太価格（円）	86,342,602	25,282,238	111,624,840	171,615,434
立木評価額（円）	52,736,030	13,026,971	65,763,001	106,044,336

の幹材積は林野庁計画課編『立木幹材積表－西日本編－』（日本林業調査会発行）から求めた。また、直径階ごとの採材方法と丸太市場価格は、奈良県林業基金が1987年に奈良県大淀町内の木材市場で調査した結果を援用した。被害木については2番玉以上は評価に加えるが、剥皮によって生じた変色や腐朽の高さに関係なく元玉は評価に加えなかった。

被害がなかった場合の立木評価額は、被害木と同じ胸高直径の無被害木があると仮定して試算した。

4. 2. 算出結果

奈良県林業基金が調査した丸太市場価格を表－2にまとめた。この表からわかるように、いずれの直径階においても丸太価格は元玉が最も高い。直径階によって異なるが、ヒノキ立木1本から生産される丸太に対して、元玉は材積で100～45%、価格で100～65%を占める。したがって、元玉が評価対象にならないとすれば立木評価額がかなり低下することは容易に想像できる。

評価対象林分における無被害木と被害木の立木本数、立木材積、丸太材積、丸太価格、立木評価額、そして被害がなかった場合のそれらを表－3に示す。無被害木と被害木の立木本数はそれぞれ7,102本と4,157本で、被害木は無被害木の60%弱であるのに対し、立木材積では無被害木が2,283m³、被害木が2,136m³で、被害木は無被害木の94%とほぼ同程度であった。これは、被害木の方が無被害木に比べて直径の大きい個体が多かったことによるものである。

無被害木の丸太材積は1,371m³と立木材積の60%であるのに対し、被害木の丸太材積は609m³と立木材積のわずか29%であった。被害木と無被害木の丸太材積を比較すると、被害木は無被害木の45%弱しかない。立木材積では被害木と無被害木の間あまり差がなかったのに対し、丸太材積では被害木の元玉を除いているので、その分両者の差が広がっている。

丸太価格をみると、無被害木が86,342,602円であるのに対し、被害木が25,282,238円と無被害木の30%弱とな

り、丸太材積よりも両者の差が広がった。これは、被害木の丸太材積の中に最も価格の高い元玉が含まれていないことが影響している。

最終的に算出された立木評価額は、無被害木が52,736,030円、被害木が13,026,971円と無被害木のわずか25%弱となり、丸太価格よりもさらに両者の差が広がった。これは、被害木の方が無被害木よりも単位材積あたりの平均丸太価格が低いにもかかわらず、平均丸太価格から差し引かれる単位材積あたりの伐出事業費（表－4、5）が被害木と無被害木でほとんど差がないことが原因である。

被害を受けたヒノキの立木評価額は、被害木の元玉が評価対象にならないことによってまず丸太材積が減少し、次いで、価格の高い元玉の占める割合が減ることによって丸太価格が低下する。さらに、被害木であっても単位材積あたりの伐出事業費は無被害木と同程度にかかることで、被害木と無被害木の差がより一層広がる。このように、ツキノワグマによって剥皮害を受けた林分は立木材積から丸太材積へ、丸太材積から丸太価格へ、そして丸太価格から立木評価額へと評価が進むたびにその価値を落としていく。

次に、以上のような立木評価額の下落過程を踏まえて、評価対象林分と被害がなかった場合の立木評価額を比較しながら、最後に被害の損失額を示す。立木本数および立木材積は、当然のことながら同じで、11,259本と4,419m³であった。丸太材積は、被害がなかった場合が2,696m³、評価対象林分が1,980m³で、評価対象林分の方が被害木の元玉の分だけ少なく、被害がなかった場合の73%であった。また、評価対象林分の丸太材積では被害がなかった場合に比べて価格の高い元玉の占める割合が少ないので、丸太価格では丸太材積よりも両者の差が広がり、被害がなかった場合の丸太価格が171,615,434円であるのに対して、評価対象林分の丸太価格は111,624,840円と被害がなかった場合の65%しかなかった。さらに、単位材積あたりの伐出事業費が同程度かかることから、立

表-4 事業費の明細

作業種別	費目	樹種	標準 功程 (m ³) A	標準 賃金 (円) B	算出 単価 (円) C(=B/A)	作業 比率 (%) D	m ³ 当り 経費 (円) E(=C*D)	備 考
伐木造材	労賃 燃料費	ヒノキ	7.1	15,000	2,113	100	2,113	チェーンソー使用
人力木寄	労賃		6.2	13,000	2,097	51	1,069	平均木寄距離：20m
機械集材	労賃						1,651	平均集材距離：100m
	燃料費						267	エンドレスタイラー方式
	付属品						152	集材機馬力：25PS
	損料							
トラック 積み卸し	労賃						684	
小計							6,179	
雑費							0	*1
トラック 運賃							2,859	6tトラック使用 市場までの距離：60km
労災 保険料						783		
計						9,821		

(注)*1：雑費は伐出事業費の8%を別途計上している。

表-5 施設費の明細

種別	細別	費目	数量	経費		事業負担額		備 考
				単価	金額	作業比率	金額	
集材索	架設	労賃	57	13,000	741,000	100	741,000	エンドレスタイラー スパン長：800m 2回張り替え
	張替	〃	80	13,000	1,040,000	100	1,040,000	
	撤去	〃	17	13,000	221,000	100	221,000	
	中間支柱作設	〃					0	
盤台	作設	〃	32	13,000	416,000	100	416,000	槽構造、面積：50m ² 高さ：1.2m、2基作設
	撤去	〃	10	13,000	130,000	100	130,000	
仮設物	現場事務所						0	
	油倉庫						0	
	倉庫						80,000	
	現場人件費						0	
	人員輸送費						0	
	雑費						0	*1
	労災保険料						361,816	
	器材運搬費						0	
	計						2,989,816	

(注)*1：雑費は伐出事業費の8%を別途計上している。

木評価額において両者の差はさらに広がり、被害がなかった場合が106,044,336円、評価対象林分が65,763,001円と被害がなかった場合の62%であった。そして両者の立木評価額の差、すなわちツキノワグマの剥皮害を受けたこの林分の損失額は40,281,335円、1haあたり4,651,424円となった。

おわりに

本報告での評価は剥皮によって生じた変色や腐朽の高さが低い場合でも3～4mの元玉を捨てるとして試算した値であるので、損失額はやや過大評価されている。しかしながら、そのことを考慮しても林業経営上かなりの

大きな損害を被ったことは間違いなく、ツキノワグマによる剥皮害の深刻さを改めて認識する結果になった。

この被害を防止する方法として、奈良県では数年前まで主に捕獲檻を使った駆除が行われていた。しかしながら、紀伊半島におけるツキノワグマの個体数が減少していることから、平成4年10月から本種の捕獲が禁止された。したがって、今後ツキノワグマによる剥皮害が増加することが懸念されるので、捕獲によらない被害防除法を早急に確立するとともに、県内におけるこれからのツキノワグマの生息数と年間の被害発生量の推移を詳細に把握していく必要がある。

(1995・4・11 受理)

果樹すす点病の伝染源としての各種樹木のすす点病菌

那須 英夫*
岡山県農業試験場

1. はじめに

すす点病菌 (*Zygothiala jamaicensis*) との最初の出会いは1980年のことであった。この年はいわゆる冷夏長雨で、岡山県の特産品であるマスカット・オブ・アレキサンドリア (以下アレキとする) に以前から発生していた果粒の果粉消失症状が多発した。その年の8月中旬に本症状が激しく発生した加温のアレキが当試験場に持ち込まれたのが最初である。栽培農家はこれを“キンキラ”と称していたが、ブドウ果粒上の果粉が全て無くなっているために光って見える (写真2) ことがその由来であるらしいが、非常に的を得た呼称である。本症状のアレキから菌の分離と接種試験などを行った結果、本症状はすす点病の一症状であることが判明した^{4,7)}。すす点病はブドウ以外にカキ、リンゴ、ナシ、スモモ、カリンなどの果実にも発生する^{4,5)}。我が国では以前には本病菌が *Leptothyrium pomi* と誤って記載されていたが、筆者らの研究で *Zygothiala jamaicensis* Mason であることが明らかになった⁴⁻⁸⁾。

ここでは *Z. jamaicensis* の形態、培養性質およびブドウすす点病の伝染源としての野外の樹木上での寄生状況および分生子の飛散について考察する。

2. ブドウすす点病の病徴および発生状況

すす点病の病徴は従来“蠅糞病”とも呼ばれているように、蠅の糞に似た約0.3mm大の小黒点 (小菌核様の黒色菌糸組織) が果粉が消失している部位に多数形成されるのが特徴である。ブドウすす点病は1980、1993年の冷夏長雨には多発したが、その他の年では平年並～少発生に経過している。しかし、県内の一部のガラス室では毎年多発していた。

そこで、1985年に毎年多発しているガラス室のアレキについてすす点病の発病推移を調査した。調査したガラス室Aは、他の室に比べて山際の最も近くに位置しており、栽培農家からの聞き取りでは本病の発生が最も多い室とされていた。図-1に示すように、本病は7月12日に初発し、その後次第に拡大したが、発病果房は谷側の

面に比べて (写真-1), 山側面の果粒が激しく発病しており、いわゆる“キンキラ”症状であった (写真-2)。9月28日の最終調査では山側面に着果していたアレキが激しい発病していたが、水田側のアレキは軽微であった。他の地域で発生しているガラス室についても同様の結果であった。

岡山県のブドウは一般に短梢剪定であるので、結果母枝の長さは、ネオ・マスカットなどの品種では約50mm、アレキでは基底芽を用いるため約10mmである。本病の多発圃場で剪定後の枝における本病菌の越冬状況を調査した結果、ネオ・マスカットでは結果母枝 (2年生枝) でもっとも多く検出された。しかし、アレキでは前年多発したガラス室でも小黒点はほとんど検出されなかった。この原因としては結果母枝が非常に短いことやガラス室栽培であることなどが考えられる。

これらのことから、本病の伝染源は山林の樹木ではな

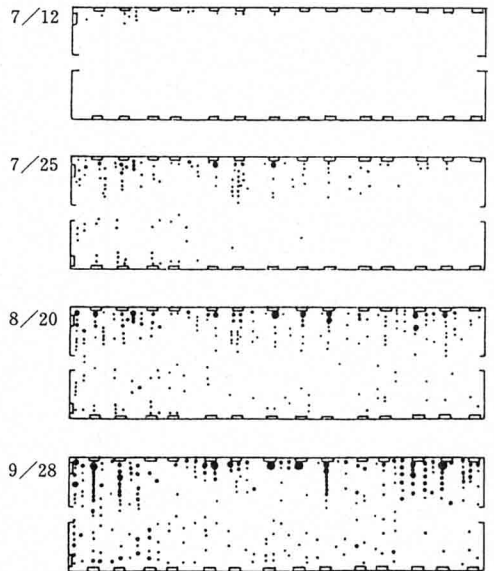
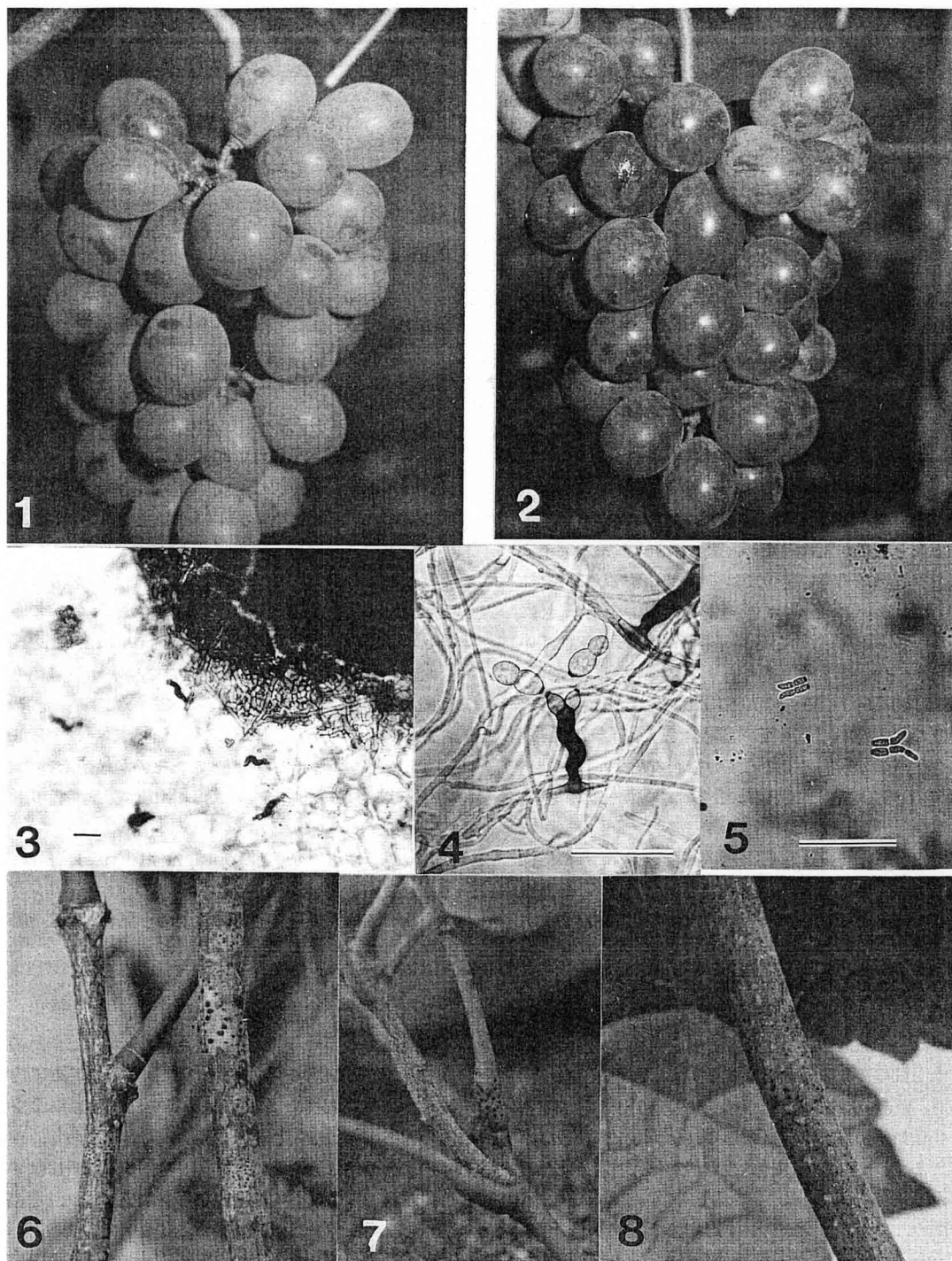


図-1 ガラス室Aにおけるブドウすす点病の発病推移 (1985)
果房の発病度: ●●●●●
(黒点の大きさは指数 (1~5, 第4表) を示す)

* Hideo NASU



写真説明

1. マスカット・オブ・アレキサンドリアの一見健全にみえる果粒; 2. 1. の裏側面(山側面)の果粒に激しく発生している果粒消失症状(すす点病の一症状); 3. すず点病の特徴を示す小黑点と連絡している菌糸上の分生子柄; 4. PSA培地上に形成された *Zygophiala jamaicensis* の分生子柄と分生子; 5. 孢子採集器で採集された対の分生子(3, 4, 5のバー=30 μ m); 6. ネムノキに形成された小黑点; 7. アラクシに形成された小黑点; 8. ノブドウに形成された小黑点

表-1 分離した *Zygothiala* 属菌株の形態

菌 株	分生子柄	分生子形成細胞	分生子
<i>Zygothiala</i> sp. アレキNo.1	(μm) 23.1~34.4×4.4~5.6 (27.7×5.2) ^{a)}	(μm) 3.1~6.3×3.8~8.8 (5.0×5.5)	(μm) 13.8~17.5×6.3~8.1 (15.5×7.4)
ブドウNo.2	25.0~33.1×5.0~5.6 (28.0×5.0)	4.4~6.3×4.4~9.4 (5.4×6.0)	12.5~17.5×5.6~8.8 (14.8×7.2)
ブドウNo.22	29.1~36.9×5.0~5.6 (30.3×5.3)	3.8~6.3×5.0~9.4 (5.3×7.5)	13.1~26.3×4.4~10.0 (20.0×7.8)
ブドウNo.31	26.3~35.8×5.0~5.6 (29.4×5.2)	3.6~6.3×3.8~9.4 (5.3×6.8)	12.5~20.0×5.2~8.8 (17.6×7.4)
<i>Z. jamaicensis</i> ^{b)}	<35 ×4~8	4~6×6~15	13~20×5~6
” ^{c)}	16~24×4~5	6~8×4	15~18×4~5

a) 平均値, b) Ellis (1971), c) Martyn (1945)

いかと考えられた。

3. すず点病菌の形態および培養性質

ブドウ, カキ, リンゴのすず点病果を検鏡すると, 果皮の表面を菌糸が密に迷走し, 果粉は菌糸に沿って消失しており, 菌糸の多い部位では全面的に消失していた。菌糸上あるいは小黒点と連絡している菌糸上に *Zygothiala* 属の特徴的な分生子柄が多数形成されていた(写真-3)。ブドウ, カキ, リンゴの小黒点の長径×短径は100~690×90~475(平均295×252) μm であった。また, 測定中に小黒点が裂開している場合があったが, 分生子殻の形態にはなっていなかった。

本菌のPSA培地上の菌叢は二つのコロニータイプ(A型, B型)に大別された。

A型: 菌糸の伸長は速く, 分生子柄, 分生子, 小菌核様黒粒(形成初期は小黒点と極めて類似している)を多数形成した。適温は20~25°C, 最低約6°C, 最高28°Cであり, 菌叢の色は一般に淡茶褐色であった。小菌核様黒粒は円形~だ円形で黒褐色を呈し, 大きさは140~2200×120~1750(平均690×490) μm で, 約2mmに達するものもあり, 指で圧するとほとんどの場合簡単に壊れたが, 約2か月間培養すると菌核に成長する場合もあった。

B型: 菌糸の伸長は遅く, 分生子柄, 分生子を形成するが, 小菌核様黒粒の形成は認められなかった。菌叢は不整形であり, 一般に, 灰褐色, 生育適温はA型菌と同じであった。

ブドウ, カキ, リンゴのすず点病菌は分生子柄, 分生子の形態(写真-4)およびその形成方法がほぼ同じであった。分生子柄は10.8~36.9×3.8~6.3(平均28×5) μm で, 上部細胞はほぼ無色, 頂端に通常2個の分生子形成細胞を形成し, scurは濃色, 分生子は無色, 平滑, 中心付近がくびれた2細胞, 11.9~26.3×

4.4~12.5(平均17.1×7.6) μm で, 基部にhilumをもつ。本菌はEllisやMartynによるDeuteromycotina, Hyphomycetes所属の *Zygothiala* 属菌の記載^{2,3)}とほぼ同じであった。 *Zygothiala* 属は1属1種であり, タイプ種の *Zygothiala jamaicensis* Masonと筆者らの分離菌とを比較すると表-1に示したように, 多少の差は認められるもののほぼ一致していることから, 本菌を *Zygothiala jamaicensis* Mason apud Martynと同定した。いくつかの樹木から分離した *Zygothiala* 属菌もほぼ同じ形態であり, すべてB型菌であった。

*Z. jamaicensis*は1945年ジャマイカでバナナの leaf speckleの病原菌として記載³⁾されたのが最初であり, その後, カーネーションのgreasy blotch, 果樹ではリンゴの flyspeckの病原菌とされ, 本菌の完全時代は *Schizothyrium pomi* (Montagne et Fries) von Arxとされている¹⁾。しかし, 筆者はブドウ, カキ, リンゴすず点病の罹病果や各種樹木の枝上の小黒点内に *S. pomi*の子のう殻を観察することはできなかった。

4. 樹木のすず点病の発生状況

前述したように, ブドウすず点病の伝染源は山林の樹木であることが示唆された。そこで, ガラス室Aがある山林に主に分布しているナラガシワを1986年以降調査したところ毎年ほぼ同じ結果が得られた。すなわち, 1991年の調査結果は図-2に示すように, 6月26日にはすでにナラガシワの5%の新梢に小黒点が認められ, その後急増し7月12日には40%, 29日にはすべての新梢に小黒点が多数認められた。小黒点と繋がっている菌糸上には果樹のすず点病(写真-3)と同じように *Zygothiala* 属の分生子が多数検出され, 小黒点からは本菌が高率に分離された。

A室のアレキではナラガシワより1か月後の7月29日

表-2 野生の宿主植物の新梢における *Z. jamaicensis* の発病推移

宿主	調査年次	調査月日(月/日)						
		5/9	5/19	5/29	6/7	6/19	6/29	7/12
バイカウツギ	1986			10		100		100
ネムノキ	1987	0	0	0		20	36	60
アラカシ	1987	0	0	0		0	26	64
ナラガシワ	1987			0	10	85	100	
クララ	1987	0	10	70		100	100	

a) 新梢50本当りの小黒点検出枝率(%)

表-3 岡山県における *Z. jamaicensis* の宿主植物

イチョウ科：イチョウ、ヤマモモ科：ヤマモモ、カバノキ科：ハンノキ、サクラバハンノキ、クマシデ、イヌシデ、ブナ科^{b)}：クリ^{a)}、クヌギ^{a)}、ナラガシワ^{a)}、カシワ、アラカシ^{a)}、ミズナラ^{a)}、シラカシ、ウラジロガシ、コナラ、ツクバネガシ、アベマキ^{a)}、クワ科：カラヤマガワ^{a)}、ヤマゲワ、タデ科：イヌドリ、ヤマゴボウ科：コウシュヤマゴボウ、シキミ科：シキミ、バイレイシ科：ポーポー^{a,b)}、モクレン科^{b)}：コブシ、モクレン、ホオノキ、タムシバ、ヒメタイサンボク、カブラ科：カブラ、キンポウゲ科：センニンソウ、アケビ科：アケビ、ツツラフジ科^{b)}：アオツツラフジ、クスノキ科^{b)}：カゴノキ、クスノキ^{b)}、カナクギノキ、ヤマコウバシ、ダンコウバイ、イヌガシ、タブノキ、ユキノシタ科：ウツギ、ノリウツギ、バイカウツギ^{a)}、スズカケノキ科^{b)}：モミジバズカケノキ、バラ科^{b)}：ボケ^{a)}、カリン^{a)}、ヤマアキ、リンゴ^{a)}、ウワミズザクラ^{a)}、ヤマザクラ、ウメ、モモ^{a,b)}、ニホンズモモ^{a)}、中国ナシ^{a)}、ノイバラ、ヤマイバラ、アズキナシ、コデマリ、マメ科^{b)}：ネムノキ^{a)}、ヤマハギ^{a)}、ナツフジ、クズ、ヤマフジ^{a)}、クララ、ミカン科：キハダ、トウダイグサ科：ユズリハ、ヒメユズリハ、ノウルシ^{a)}、シラキ、ナンキンハゼ、ヒトツバハギ、ツゲ科：ツゲ、ウルシ科^{b)}：ヌルデ^{a)}、モチノキ科：モチノキ、タラヨウ、ソヨゴ、クロガネモチ、ニシキギ科^{b)}：ツルウメモドキ、マサキ、マユミ、ミツバウツギ科：ゴンズイ、カエデ科^{b)}：ハウチワカエデ、イタヤカエデ、アカイタヤ、オオモミジ、ウリハダカエデ、トチノキ科：トチノキ、ブドウ科^{b)}：アメリカブドウ、ヨーロッパブドウ^{a)}、ノブドウ^{a)}、シナノキ科^{b)}：シナノキ、アオギリ科：アオギリ、サルナシ科：キウイ、ツバキ科：ヤブツバキ、ナツツバキ、イイギリ科：イイギリ、キブシ科：キブシ、フトモモ科：ユーカリ、ウコギ科：ヤマウコギ、カクレミノ、ヤツデ、ハリギリ、ミズキ科^{b)}：アオキ、クマノミズキ、ミズキ、ヤマボウシ、ツツシ科^{b)}：ナツハゼ、ブルーベリー、カキノキ科：カキ^{a)}、モクセイ科^{b)}：レンギョウ、シナレンギョウ、トウネズミモチ、スイカズラ科^{b)}：スイカズラ^{b)}、ウグイスカグラ、ニワトコ、タニウツギ、イネ科：ススキ、メダケ^{a)}、モウソウチク、メダケ、ユリ科：サルトリイバラ

a) *Z. jamaicensis* を分離した植物
b) Bakerら(1977)によって報告されている宿主植物

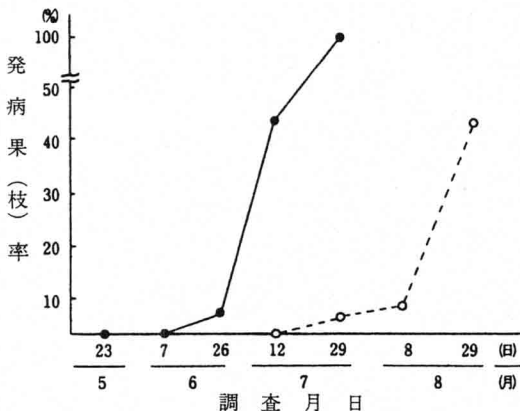


図-2 すず点病の発病推移(1991)
●—●：ナラガシワ
○---○：マスカット・オブ・アレキサンドリア

に初めて発生し、8月下旬には急増した(図-2)。他のガラス室においても同様のことが推測されたので、その

周辺における宿主植物について調査した結果(表-2)、クララ、バイカウツギなどでは5月中~下旬から、ネムノキ(写真-6)、アラカシ(写真-7)では6月中・下旬から新梢に小黒点の形成が認められ、7月上旬には多くの新梢に高率にしかも多数形成されているのが確認された。また、ナラガシワ、ネムノキ、バイカウツギ、ノブドウ(写真-8)、クララなどから分離された *Z. jamaicensis* はブドウ、カキの果実に接種すると、容易にすず点病の病徴が再現された。

以上のことから、アレキすず点病の主な伝染源としての植物はナラガシワ、アラカシ、ネムノキなどの野生植物であることが明らかになった。なお、分子子からバイカウツギ、クララから早い時期に飛散するのは、これらの植物が灌木で低く、地表面近くで周囲の雑木とともに生育し、早い時期に過繁茂状態になるためと考えられる。ガラス室のすず点病の伝染源は野外のナラガシワ、アラカシなどの植物であったことから、その他の室においても同様な調査をするともに、県内の植物園などで調査した結果(表-3)、現在までのところ、44科120種の植物

で本菌が確認されている。今後も調査すれば本菌の寄生はより多くの植物で確認されることが推測される。

5. 分生子の飛散と気象条件

本病はガラス室内において蔓延するので、病原菌は空気伝染するものと考えられる。したがって、*Z. jamaicensis*がこれらの伝染源からいつごろから飛散するか、さらに飛散と気象条件との関係について調査した。

分生子の飛散の日周性を調べるために、農試圃場のネオ・マスカット(簡易被覆栽培)のブドウ棚下50cmに回転式孢子採集器(池田製)を置いた。採集器にグリセリンゼリーを塗ったスライドガラス2枚を装着して、分生子が多く採集される夏期および秋期の一定期日の6~16時まで1時間おきに18×18mmの範囲内にトラップされる分生子数を計数した。

夏期、秋期別における分生子の飛散状況は図-3に示すとおりである。夏期においては、午前9時頃晴天の場合は、飛散のピークは7~8時、曇天の場合は8~9時、また雨天の場合は11~12時にあった。秋期においては、

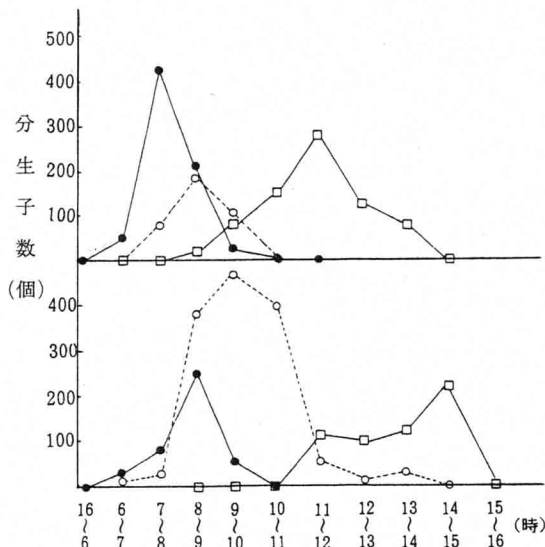


図-3 夏期と秋期における*Z. jamaicensis*の分生子飛散の時間帯
 a) 午前9時頃の天候が晴(●—●), 曇り(○---○), 雨(□—□)の場合
 b) 上図: 1984, 1986年の夏期(平均)
 下図: 1983, 1986年の秋期(平均)

午前9時頃晴天の場合は、飛散のピークは8~9時、曇天の場合は9~10時にあったが、雨天の場合は判然としなかった。夏期、秋期とも、分生子の飛散する時間は午前9時頃の天候が良い場合比較的短かった。

以上のように、夏期、秋期に関係なく分生子の飛散は温・湿度の変化によって左右された。したがって午前9時頃の天候が良ければ、そのピークは早くなり、短時間に飛散する。午前9時頃の天候条件が同じであれば、分生子の飛散時刻は夏期の方が秋期より早かった。

次に、簡易被覆栽培圃場における年次別の分生子の飛散と気象条件との関係を明らかにするために、分生子の飛散状況を1983~87年の5年間、農試圃場において5月中旬~11月上旬の間ほぼ毎日調査した結果を図-4に示した。分生子の採集数、降水量および日照時間は半旬別積算値の単純移動平均を求めて作成したものである。農試圃場のネオ・マスカットには殺菌剤を散布していない

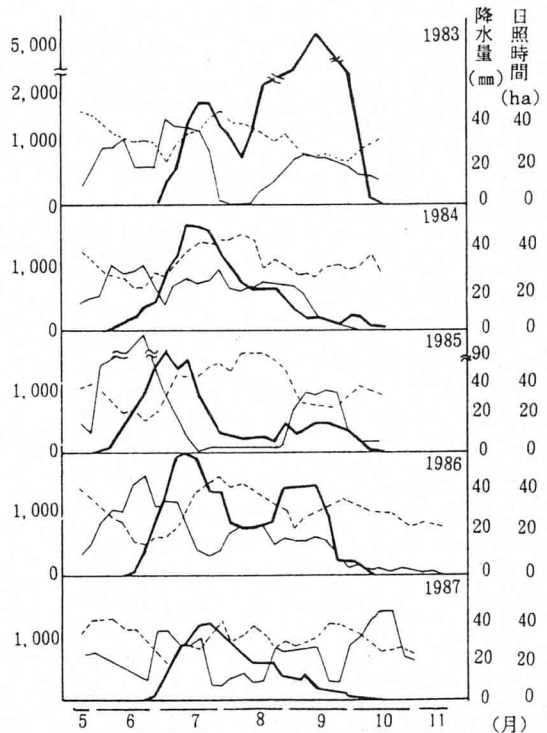


図-4 農試圃場における*Z. jamaicensis*の分生子飛散状況(単純移動平均)
 — : 分生子数,
 - - : 降水量, ····· : 日照時間
 いずれも半旬別の積算値を示す。

いので本菌の菌密度が極めて高く、毎年本病が多発した。1983、'85、'86年には、分生子の飛散に2回のピークが認められたが、これらの年には降水量にも2回のピークがあった。1984、'87年の飛散のピークは1回であり、これらの年の降水量には明瞭なピークが認められなかった。なお、分生子の飛散に2回のピークが認められた年の第1回目は、1回しか認められなかった年の飛散のピークと同様7月上・中旬で、降水量のピークの後に認められた。第2回目の飛散ピークは2回目の降水量のピークと同じ時期であった。すなわち、第1回目は梅雨明け頃で、晩夏から秋に降雨量が多いときにはその時期にもう一度分生子が飛散した。

日別の分生子採集数と当日および前日の降水量、日照時間との間に相関が認められる年もあったが、5年間を通じてみると、いずれの組合せにおいても相関が認められなかった。

農試圃場のブドウすす点病菌分生子の形成時期は樹木の新梢にみられた6月中・下旬の時期とよく一致していた。なお、宿主上に形成される分生子は培地上に形成されるように2つの分生子が離れるのではなく、多くの場合対になっていた(写真-5)。

以上の結果から、本菌の分生子の飛散は年間1~2回のピークがあり、圃場における分生子の飛散は、6月上旬~11月中旬の極めて長期間にわたって認められることが明らかになった。

6. おわりに

すす点病は以上述べたように、果樹や樹木など多くの植物に発生しているが、果実や枝の表面だけの汚れであることからマイナー病害とされ、試験研究がきわめて少なかったが、これまでの試験研究の結果¹⁻³⁾から大まかなアウトラインは把握できたように思われる。しかし、外国ではすでに小黒点内に完全時代の子のう殻が多数確認されているが、わが国ではいまだに確認されていない。

筆者もこれまで小黒点を観察してきたが、子のう殻は確認できていないので、今後より詳細な調査が必要である。

引用文献

- 1) Baker K. F., Davis, L. H., Durbin, R. D. and Snyder, W. C. (1977). Greasy blotch of carnation and flyspeck of apple: Diseases caused by *Zygothiala jamaicensis*. *Phytopathology* **67**: 580-588.
- 2) Ellis, M. B. (1971) Dematiaceae Hyphomycetes, CMI, Kew, pp. 292.
- 3) Martyn, E. B. (1945) A note on banana leaf speckle in Jamaica and some associated fungi. CMI, Mycol. Pap. **13**: 1-5.
- 4) 那須英夫・藤井新太郎・横山竜夫(1985). ブドウ、カキ、リンゴのすす点病菌 *Zygothiala jamaicensis* Masonについて. 日植病報**51**: 536-545.
- 5) 那須英夫・中尾茂夫・畑本 求・岡本康博(1986). ナシ、スモモ、カリン、ポポー及びボケのすす点病菌 *Zygothiala jamaicensis* Masonについて. 近畿中国農研**72**: 12-18.
- 6) Nasu, H. and Kunoh H. (1987). Scanning electron microscopy of flyspeck of Apple, pear, Japanese persimmon, plum, Chinese quince, and pawpaw. *Plant Disease* **71**: 361-364.
- 7) 那須英夫(1990) ブドウすす点病の発生生態と防除に関する研究. 岡山農試臨時報告 **80**: 1-73.
- 8) Nasu, H. and Kunoh, H. (1993). Handbook of cytology, histology, and histochemistry of fruit tree diseases (Edited by A. R. Biggs). CRC press, Boca Raton, pp. 137-155.

(1995・7・4 受理)

森林防疫ジャーナル

樹木医が農林水産省認定資格に!

これまで農林水産事務次官通達により林野庁からの国庫補助を受けて(財)日本緑化センターが実施してきた樹木

医認定制度が、このたび農林水産大臣告示に基づく事業となり、樹木医は正式に公的資格となる。これにより本制度の認定法人要件は官報に告示される。

最近の世界の森林昆虫研究の動向

—第20回ユフロ(IUFRO)世界大会より—

鎌田 直人*

農林水産省森林総合研究所
東北支所保護部主任研究官

1. はじめに

1995年8月6日～12日まで、フィンランドのタンペレで、第20回ユフロ世界大会が開催された。筆者は、科学技術庁による科学技術振興調整費によって、世界大会とその前に開催されたワークショップおよび、森林昆虫エクスカーションに参加する機会を得た。私が感じることのできた、現在の森林昆虫の研究の流れについて報告したい。

2. ワークショップ「針葉樹-キクイムシ-青変菌の相互作用」

世界大会に先立ち、ワーキンググループS2.05-08「Mechanisms and Genetics of Tree Resistance against Insects」の主催で、「針葉樹-キクイムシ-青変菌の相互作用」に関するワークショップが、7月31日から8月1日にノルウェーのオース(Ås)で開催された。前回のワークショップは1994年2月にアメリカ合衆国ハワイ州で開催されている。前回は食葉性昆虫や広葉樹も含まれていたが、今回は開催地が北欧ということ、会議期間が実質2日半と短かったこともあり、キクイムシと針葉樹にターゲットが絞られたようだ。オースは首都オスロから約30km南方にある衛星都市で、ノルウェー国立林業試験場(NISK)やノルウェー農業大学が位置している。両者の関係は、日本における国研と大学の関係とは異なっており、大学のキャンパスの中に林業試験場があり、電顕などの実験施設や会議場もすべて共同利用している。私を含め、参加者の多くは農業大学の寮に宿泊し、食事もすべて一緒にとった。このような小さな学会では、共通の興味を持った研究者とじっくりと話ができるため、全員が顔なじみになることができる。また、内容も細かいところにつっこんだ話が多く得るところが多い。

会議は林業試験場の建物の隣にある大学の会議場で行われた(写真-1)。発表のほとんどは、ヤツバキクイム

シ類と青変菌、針葉樹の相互関係に関するものであった。ヤツバキクイムシは二次性の強い昆虫で、かつては強風や水分ストレスによって衰弱した木にしか加害しないものと考えられていた。しかし、1980年代前半に、青変菌とキクイムシの連合軍によって木が枯れていくメカニズムが明らかにされ、その後もこの分野の研究は着実に進展している。現在では、キクイムシや菌にアタックされた際のレジンの量ばかりではなく、レジンの質(化学的な組成)の変化を調べる研究が数多く見られた。とくに、木が衰弱していく過程でレジンの浸出量や質が変化するばかりでなく、侵入する青変菌の種類によってもレジンの組成や量が違うということ、その遺伝子レベルでのメカニズムも明らかにされつつある(4-1.世界大会の項参照)。これらの研究では、昆虫、植物病理、樹木生理、化学といった、専門を異にする研究者間の関係がきわめてうまくとれていることが印象的だった。また、二国間以上の国際的な共同研究として行われているものもいくつかみられた。

北欧に行って参ったことがひとつある。それは昼がやたらと長いことである。夜明けは3時半頃で日本の夏至の頃とさほど変わらないのだが、日が暮れるのが非常に遅い。話には聞いていたが、午後10時頃に日が落ちてからもなかなか暗くならないのだ。時差ボケで眠いの、朝の7時には朝食を取り、8時半から4時半頃までシンポジウムを行い、夕方6時頃には夕食、そのあとも10時頃まで様々な行事が待ち受けていた。シンポジウムの司会進行、ノルウェー内のエクスカーションなど、すべての世話役をさせていただいたノルウェー国立林業試験場のErik Christiansen博士に、心から感謝の意を表したい。

3. スカンジナビア諸国の森林昆虫エクスカーション

森林昆虫エクスカーションはシンポジウム終了後、ノルウェー国立林業試験場を出発し、オスロから陸路北東に向かい、スウェーデン、フィンランドに入り、最後はユフロ世界大会の会場であるタンペレホールで解散するというコースだった。

ノルウェーではNorway Spruceのヤツバキクイムシ

* Naoto KAMATA: Trends in the study on forest insects.
-A report from the 20th IUFRO world congress in
Finland 1995

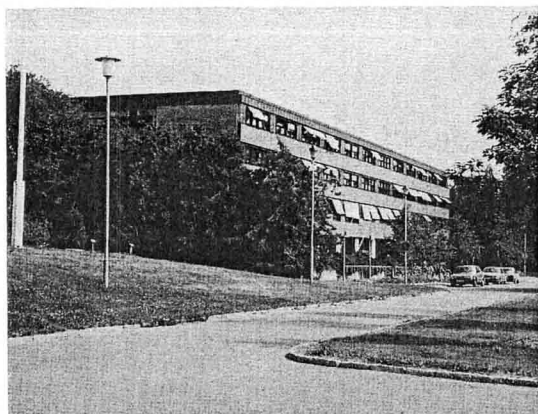


写真-1 ノルウェー林業試験場(NISK)

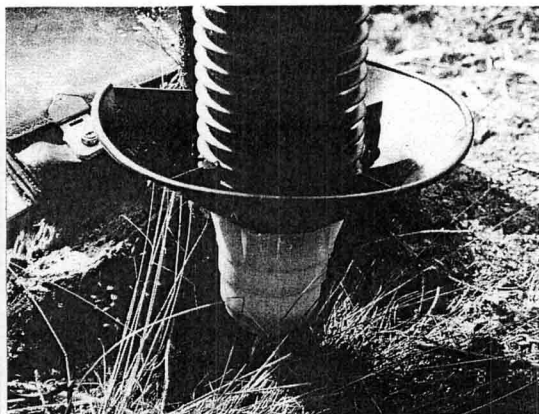


写真-2 ヤツバキクイムシのフェロモントラップの最新版

*Ips typographus*の被害地を見学した。1970年代からBakke博士やChristiansen博士らが中心となって実験が繰り返されてきたヤツバキクイムシのフェロモントラップの最新版も目にかかることができた(写真-2)。ノルウェーではヤツバキクイムシの被害が発見された場合速やかに被害木を伐倒除去することが義務づけられている。日本における松くい虫防除についても同じことがいえるが、研究によって開発された防除技術をいかに徹底できるかは、林業経営者や地方行政組織の実務担当者に対する正しい知識の啓蒙にかかっている。エクスカーションのために、数本を除去せずに放置しておいたということだったが、クイムシに関する知識の啓蒙は、日本の松くい虫問題のそれよりもはるかに浸透しているように見えた。

スウェーデンに入ると、進行役はBo Langstorm博士にバトンタッチされた。まず、スコッチパインとトウヒの混交林で起きた火事跡を見学した。火事跡の林縁部では、ストレスを受けた樹木にクイムシの寄生が見られた。スウェーデンは、1993年、環境保護を強く前面に押し出した森林法の改正がなされた。1979年に制定された前の森林法では木材生産により重点が置かれていたが、今回の大改正により環境と木材生産は同等の重要性を持って位置づけられた(Equal emphasis on environment and production goals)。また、施業は常に環境に配慮して行われるべきであるとしている。日本では本州のクマガラの保護が大きな問題になっているが、スウェーデンでもwhite-backed woodpeckerの個体数が減少していて、絶滅危惧種になっている。種の維持のためには個体数を現在の2倍以上に増やさなければならないという。スウェーデンの森林法はこのキツツキの保護にも配

慮がなされたものになっている。つまり伐採する際にはある一定の本数率で、high stump(5mくらいの高さまで残した高い伐根)を残すことが義務づけられている(写真-3)。また、3ha以上の皆伐の際には、手つかずのパッチをお互いの距離が200m以内になるように残すことも定められている。ひとつのパッチの中には10本以上の高木が残さなければならないという。倒木や胸高直径20cm以上の枯死木はそのまま残して自然の分解にゆだねることも定められている。

ストックホルムからフィンランド第2の都市チュルクまでは、豪華客船の旅であった。ガイドは, Erkki Annira, Pekka Niemelä, Kari Heliövaaraの各博士に変わった。フィンランドでは、まず工場による重金属によって土壌が汚染された森林の害虫を見学した。被害地はスコッチパインの林であるが、植栽後40年を経過しているのにも関わらず、胸高直径10~15cm程度、樹高も10m程度にすぎなかった。当然のことながら強いストレスを受けているものと考えられ、実際レジンの分泌量が非常に少ない。その結果、穿孔性害虫の*Melanophila formaneki* (Coleoptera: Buprestidae)が大発生して、広い面積で松が枯損したという。現在は土壌改良や施肥によって松の健全性を高め、レジンの分泌量を増やして穿孔性昆虫に対する森林の耐性を高めようとする試験がおこなわれている。針葉の化学成分にも汚染の影響がみられている。汚染されていないところと比べ、汚染源から近いところではMgが少なく、Fe, Cu, Kが多く蓄積されていた。このような葉を食べると、マツキリガ*Panolis flammea*やマツノエダシヤク*Bupalus piniaria*の鱗翅目昆虫の蛹や、ハバチ(4種)の繭は小型化するという。付近ではハバチの1種*Diprion pini*が大



写真-3 キツキの餌場のために残された high stump



写真-4 ハバチ *Diprion pini* の食害後に枯損したスコッチパインの林

発生したというが、これらの結果が大発生とどのように結びつくのかについては詳しい説明がなされなかった。とくに食葉性昆虫の大発生と樹木のストレスの関係については、活力仮説 (tree vigor hypothesis) とストレス仮説 (tree stress hypothesis) という、相反する仮説があって、いまだにフレームワークが確立していないのが現状である(「世界大会」の項を参照していただきたい)。今後、さらに多くの事例研究が積み重ねられなければならない分野である。タンペレから北西に50kmほど離れた Lauhanvuori 国立公園のスコッチパインの林では、ハバチの1種 *Diprion pini* が大発生して松が集団枯損した(写真-4)。あとでも述べるが、現在では、昆虫の食害も樹木にとっては multiple stress のうちのひとつにすぎないという考えが支配的である。また、樹木の健全性にも個体差が存在することも共通の認識である。食葉性昆虫の食害で木が枯れるかどうかは、昆虫の食害の他にどの程度のストレスが加わるかに関係している。なかでも、水分ストレスは重要な役割を果たしているというのが、一般的な見方である。

4. 第20回ユフロ世界大会

世界大会は二つの湖にはさまれたフィンランド第3の

都市タンペレで開かれた(写真-5)。タンペレホール、タンペレ大学が会議場であった(写真-6)。以下に、昆虫関係の主なセッションと講演内容を要約したので参考にして欲しい。また、昆虫関係のセッションがいくつか同時進行的に開催されたので、すべてを網羅できていないことをご承知いただきたい。

4-1. (2.05-00 樹木と食植者の相互作用に関する生理と遺伝)

このワーキンググループでは、2つの大きなセッションが開かれた。ひとつは「大気汚染が森林昆虫におよぼす影響と、森林の健全性に対する示唆(moderator: William Mattson)」, もう一つは「昆虫に対する森林や樹木の感受性に自然のストレスが及ぼす影響(moderator: Pekka Niemelä)」である。

大気汚染が森林昆虫にどのような影響及ぼすかは、昆虫の種によって異なっているし、大気汚染によって樹木が受けるストレスの質、強さ、ストレス要因の動態によって変化する。したがって、ひとつにパターン化することはできないが、大気汚染が森林昆虫と森林の関係に変化を引き起こしていることは間違いない(Führer)。ストレス仮説(Plant Stress Hypothesis)では「ストレスを受けると食植者の攻撃に対する防御反応が弱くなるた



写真-5 2つの大きな湖にはさまれたフィンランド第3の都市タンペレ



写真-6 会議のメイン会場となったタンペレホール（左より、周藤靖雄、小林富士雄の両氏と、著者）

めに好適な条件になる」と考えられているが、活力仮説 (Tree Vigor Hypothesis) では逆である。Larssonは、寄主植物の生理的な状態と昆虫の摂食様式によって、昆虫のパフォーマンスが違ってくことを実験によって証明し、ストレス-植物-昆虫の生物間相互作用系が、これまでのストレス仮説や活力仮説でいわれているようには単純でないことを示した。通常の実験系ではSO₂やNO_xは量が増えるほど食植性昆虫に対する負の影響が強くなる。しかし、実際の生態系では、植物相も動物相も影響を受けるため、ある種が他の種よりも相対的に汚染に対して強いような場合には、天敵や競争種が減少するために、被害を引き起こすようになることもあるのだという (Heliövaara)。水分や養分 (ミネラル) ストレスと樹木の食植者に対する誘導防御反応に関してもフレームワークが構築されつつある。穿孔性昆虫に関しては、軽度のストレスを受けた場合、植物は光合成量が減少するよりも成長をより低く抑えるために、二次代謝に回る炭素が増えて誘導防御反応 (Oleoresinの生産) が強くなる。しかし、強度のストレスを受けて、二次代謝系がはたらかなくなるほど光合成量が大きく減少すると、樹木の誘導防御反応は弱くなって穿孔性昆虫の寄生が成功するようになる。逆に、水分や養分が十分にあれば、樹木は生長に資源をまわすようになり、Oleoresinの生産量が減少するため、穿孔性昆虫の寄生を受けやすくなる (Ayres & Lorio)。このメカニズムは、無細胞酵素活性測定法とイムノプロット法を使った実験によって生化学的にも解明されつつある (Savage & Crouteau)。すなわち、樹木が光ストレスや水分ストレスを受けると、レジン生合成酵素をコードする遺伝子の転写率が減少するため、レジン生合成酵素の量が少なくなり、その結果 oleoresinの生成が少なくなるものと推測されている。ま

た、これまで、植物の防御反応に関して、ストレス仮説 (Plant Stress Hypothesis) と成長/異化仮説 (Growth/Differentiation Hypothesis) という相容れない仮説があったが、Herms & Raffaは、「誘導防御反応」と「恒常的防御反応」、「資源の獲得」と「資源の配分」という点に着目し、「誘導防御反応は短いタイムスパンにおける資源獲得量によって支配されるのに対し、恒常的防御反応は長いタイムスパンの資源配分パターンによって支配される」という統合理論を提案した。

次に、昆虫関係のワーキンググループで開かれたいくつかのセッションを紹介する。

4-2. (S2.07-00 昆虫)

「森林生態系の安定性に関係した昆虫の被害 (moderator: Max MacFadden)」というテーマでセッションがもたれた。

天然林では大した被害をもたらさない昆虫種が、人工林で甚大な被害を引き起こす例は、日本でも知られているが、ガーナでもゴールを形成する昆虫が Iroko (*Milicia excelsa*: クワ科の有用樹種) の造林地の大害虫になっている。在来の植物を混植することによって、被害が低減できたという。このほかにも、窒素固定能力を持つ植物との混植、被陰、施肥を行うことによって害虫の被害を低減しようと試みている (Cobbinah & Wagner)。北アメリカでは370種もの侵入害虫が記録されている。昆虫ではないが、クリ胴枯病とニレ立枯病という二つの侵入病害によって、クリとニレが壊滅的な被害を受けた。その結果、広葉樹林ではナラ類の割合が増加し、やはり侵入害虫であるマイマイガに対して感受性が高い林になってしまったという。このように、侵入害虫は在来種の存在を脅かすのみでなく、生態系の安定性にも影響を及ぼす (Montgomery)。東南アジアの経済

表-1 1996年1月1日からあらたにスタートする
昆虫関係のセクション

S7.03-01 Cone and Seed Insects	WL Gary L. DeBarr (USA)
S7.03-02 Gall-forming insects	WL Heikki Roininen (Finland)
S7.03-03 Insects affecting reforestation	WL Keith Day (UK)
S7.03-04 Disease and insects in forest nurseries	WL Robert Perrin (France)
S7.03-05 Integrated control of scolytid bark beetles	WL Jean-Claude Gregoire (Belgium)
S7.03-06 Integrated management of forest defoliating insects	WL Michael McManus (USA)
S7.03-07 Population dynamics of forest insects	WL Andrew Liebhold (USA)
S7.03-08 Forest protection in northeast Asia	WL Kimito Furuta (Japan)
S7.03-09 Protection of forests in the tropics	WL Chaweewan Hutacharem (Thailand)

林では、植栽樹種を選択する際に発育の早さがもっとも重要視され、ときには外来種も多く導入されてきた。そのため、*Tectona grandis*, *Pinus merkusii*, *Acacia mangium*, *Eucalyptus*属の単一栽培がほとんどを占め、昆虫の被害が深刻化しているところが多い。これら東南アジア諸国にとって必要なことは、混植の奨励、国際協力と情報交換であるという(Hutacharem)。

4-3. (S2.07-05 キクイムシの総合防除)+(S2.07-06 森林昆虫の個体群動態)+(S2.07.11 森林食葉性昆虫の総合防除)

3つのワーキンググループが合同で、「森林昆虫の環境や経済に対するインパクト(moderator: Thomas Payne, Fred Hain, Michael Mcmanus)」というシンポジウムが開かれた。

Alfarohは、カナダのブリティッシュコロンビアで、トウヒやマツの更新を妨げる重要な害虫 *Pissodes strobi* (Coleoptera: Curculionidae)の総合防除について講演を行った。本種はトウヒやマツの主軸の梢端部、それも成長の良い個体を好んで加害する。造林後5年ほどで加害が始まり、毎年30~50%も本数被害率が増えていく。しばらくすると高い被害率で安定するようになり、この状態が10~20年続くという。林業の防除、抵抗性育種、薬剤防除を組み合わせた総合防除の必要性を説明していた。Cameronはサトウカエデにつくアザミウマ *Taeniothrips inconsequens* (Uzel)の生態と被害について発表した。北米では、サトウカエデはメイプルシロップを採取する非常に重要な樹種である。アザミウマの大発生を1年受けると、3年間はシロップの生産量が激

減する。直径生長量が減少するほか、稚樹では強度の水分ストレスを誘発して枯死することが多い。アザミウマはカエデが開葉した直後に寄生するため、アザミウマの羽化・産卵・孵化とカエデの開葉の時期が一致するかどうか発生量を大きく左右する。林床に火入れを行って落葉層を燃やして地表温度を上げ、アザミウマの羽化時期を早めることによって被害量を抑制する試みを行っている。Bandola Ciolczykは、ポーランドで重金属による土壤汚染を受けたナラ林での食葉性昆虫の被害を解析した。樹木が毎春に生産する葉の量は汚染源に近いほど少なかった。食害は汚染のもっともひどいところでは非常に少なく(「活力仮説」を支持)、弱度の汚染を受けたところでもっとも食害がひどかった(「ストレス仮説」を支持)。Csókaは近年の森林害虫の発生量の増加を、気候の変動と人間の森林経営の観点から解析した。ハンガリーでは森林害虫の被害面積が増えているだけでなく、この10年間に初めて害虫化した種が7種も認められた。暖冬は越冬中の昆虫の死亡率を低くするし、幼虫発育期に雨が少なくと生存率が高くなる。その一方で、水分ストレスを受けると樹木は昆虫に対する抵抗性が弱くなる。気象データを解析すると、この10年間は暖かく雨の少ない傾向がみられた。気象の変異に加え、林内の排水路を設置することによって引き起こされる水分ストレス、単一樹種の一斉林、判を押したようにトウヒを不適地にまで植えるような森林の取り扱いが、近年の森林害虫の大発生の増加を引き起こしている結論づけていた。われわれも耳を傾ける必要があろう。Franklinらは、ランドサット衛星のTMデータを使って、ハマキガの食害に対するバルサムモミ林の「食害の受けやすさ(susceptibility)」と「食害を受けたときのインパクトの強さ(vulnerability)」を推定した。一般的な傾向としては、若くて成長の良い林ほど食害を受けやすく、高齢で成長率の低い林ほど食害を受けたときのダメージが大きい。両方ともロジスティック回帰によって、かなり高い精度(約80%)で推定可能だという。Hudak & Bowersはバルサムモミの食葉性害虫 *Lambdina fiscellaria*の総合防除に関する研究について講演を行った。1)越冬卵調査の結果から、その年の個体群密度と被害程度を推定する方法の確立、2)リモートセンシング法による失業率の推定、3)性フェロモンの同定・合成とモニタリングへの応用、4)BT剤の効力の検定、5)昆虫病原菌 *Entomophaga aulicae*の胞子の大量培養法の確立、6)枯死木の劣化過程の解明と商業的な有効利用法の確立、7)コンピューターを使った総合防除に関する意志決定システムの開発、を行っている様子が報告された。

Montgomeryは、最近北米で問題になっているアジア系のマイマイガに関する講演をした。ヨーロッパ系のマイマイガの雌はほとんど飛翔することができないが、アジア系の雌は比較的強い飛翔力を持つ。北米大陸には19世紀後半にフランスから人為的に持ち込まれたヨーロッパ系統しかいなかったが、近年、冷戦の終息にともない東西の交流が盛んになるに連れ、アジア系のマイマイガが持ち込まれるようになった。主に蛹や卵塊がコンテナなどに付着して持ち込まれるという。ドイツではアジア系のマイマイガが侵入したあと、最近75年間で最悪の大発生が起こった。現在は、ロシア、カナダ、アメリカ合衆国、ドイツの国際共同プロジェクトとして研究が進んでおり、DNA鑑定によってフェロモントラップで捕獲された雄成虫のレースを判別したり、両系統間のさまざまな交配実験を行っている。Witterらは、ミシガン州におけるマイマイガのモニタリングシステムと森林タイプごとの被害を受けたときのインパクトの強さを時間的・空間的な統計解析によって調べた。その結果、樹種ではpin oakがもっとも感受性が高く(本数枯死率19%)、続いてred oak(同11%)、red maple(同5%)であった。また、乾燥した場所で死亡率が高い。1988年に乾燥と被害が同時に起こったときに、もっとも多くの枯死木が発生した。Oak declineのセッションでは、Gottschalkらも、マイマイガの被害後の枯死危険率をカテゴリカル解析によって推定していた。その結果、失業率、被害前の木の健全性、樹種が枯死危険率と高い相関が見られた。また、水分ストレスや地形、樹齢も影響していた。繰り返しになるが、これらの講演でも昆虫の被害も樹木にとってはmultiple stressのうちの一つにすぎないという考えを支持している。すなわち、食葉性昆虫の被害で木が枯れるかどうかは、昆虫の被害の他にどの程度のストレスが加わるかに関係しており、なかでも、水分ストレスは重要な役割を果しているというのが一般的な見方である。

アナキゾウムシの仲間(*Hylobius*属)は、おもに地際部を食害して生長の減少やときには樹木を枯死させたり、根系や幹の病害を病原菌を伝染する。そのため、苗畑や造林地の重要な害虫として世界中で問題になっている。丸1日をかけて、*Hylobius*属の生態と防除に関する2つのセッションが連続して開かれた。午前中のセッションで3人の演者がそれぞれカナダ(Cerezke)、アメリカ合衆国(Salom)、ヨーロッパ(Lempérière)における*Hylobius*属の被害実態と総合防除に関する概略の発表を行った。午後のセッションでは、主に防除に関する話題が取り上げられた。Heritagelは生物的防除法に関する

可能性について講演を行い、即効性と持続性の観点から、昆虫寄生性の線虫がもっとも有力ではないかと結論づけていた。その理由として、いくつかの系統の線虫が*Hylobius*属の幼虫と成虫に対して殺虫力を有するばかりでなく、*Hylobius*成虫の行動異常をも引き起こした。また、いろいろな土壌やpHのところで長い間生存可能なことも、大きな利点である。Nordlanderは、*Hylobius*属の寄生探索行動に、寄主が出すテルペン類が関係していることを報告し、造林地で被害を減らすためには、苗木の地際部を忌避剤を加えたワックス処理するのが適当であると結論していた。

4-4. (S2.07-07 熱帯における森林保護)

「熱帯林の害虫防除(moderator: K. S. S. Nair)」というセッションも開かれた。Billingsはホンデュラスにおけるキクイムシの1種*Dendroctonus frontalis*の防除法として、これまでの薬剤散布などにかかわるcut-and-leave方式による防除の効果を発表していた。これは、最初スポット的に発生する枯損木とその周り10~30mの範囲をバッファーとして切り倒すことによるものである。直射日光による高温や、二次性のキクイムシとの種間競争によって、繁殖が抑えられる。この防除法を適用することによって、適用前の20分の1以下に被害が抑えられたという。タイのチーク造林地で、食葉性昆虫の防除に*Bacillus thuringiensis*を空中散布した。空散は、地上からの散布に比べるとコストがかかるものの、殺虫効率が高い。cost-benefitを解析した結果、チーク造林地での食葉性昆虫の防除に対して、空散は選択肢のひとつとして考慮に値する防除ストラテジーのひとつであると結論された(Hutacharemほか)。Nair & Varmalはインドの造林地でシロアリの防除に成功した例を発表した。インドでは、根を加害するシロアリがユーカリなどの植林地の大害虫になっていた。1976年以降、植林前に苗木を殺虫剤に浸して処理することによって、シロアリの被害を大幅に減らすことに成功した。この防除法は、労働力の削減、殺虫剤使用量の減少だけでなく、環境汚染の低減などのメリットが多い。しかし、この防除が成功した大きな理由は、末端の林業労働者にまで指導・啓蒙を行き渡らせたことにある。平易な言葉で書かれたパンフレットの作成や、細かな実技指導を頻繁に行ったという。

4-5. ビジネスミーティング

1996年1月1日から、新しくDividion7ストレス環境下における林木(Forest Trees Under Stress)という部門があらたに設立されることになった。森林保護部門

はほとんどこちらに移ることになる。オフィサーは David Karnosky (USA), Bo Langstorm (Sweden), Kazuo Suzuki (Japan) の3氏である。また、昆虫部門はS7.03-00にかかわることになる。昆虫関係の新しいセクションを表-1にあげておいたので参考にさせていただきたい。

5. おわりに

さすがに4年に1度の林学・林産学関係の世界大会ということで、参加人数は3,000人と開催規模は大きく、非常に賑やかなものであった。大会の開催に尽力していただいた関係者の方々には頭の下がる思いである。しかし、その一方で、講演のキャンセルが多く、また、一部の講演を除くと紙芝居的なおどろおどろ話が多かった。一般的に、有名な研究者ほどその傾向が強くなり、表題が非常に魅力的なので聞きにいってみるとがっかりしたというこ

とは枚挙にいとまない。これについては、学会終了後に、インターネット経由のメーリングリスト (Forest) でも、「講演のレベルが低いので改善の必要がある」といったあからさまな討論がされていた。私の個人的な見解ではあるが、国際昆虫学会にしても同じことがいえるので、これはIUFROだけの問題ではないだろう。要は、世界大会は「お祭り」なのである。実際IUFROでも、世界大会とは別に各セッションで頻繁に開かれているワークショップでは、かなり細部につこんだ発表が行われているし、研究レベルも世界の最先端をいっている。また、世界大会でもポスター発表の方が細かなデータが提示されている興味深い発表が多かった。科学技術庁、というよりは、政府の方針が大きく変換したため、研究者が国際集會に参加する機会は今から急速に増えていくことと、思う。拙文が何かの参考になれば幸いである。

(1995・10・17 受理)

林野庁だより

平成6年度 主要森林病虫害等による被害状況

平成6年度の森林病虫害等による被害のうち、主要な被害をとりまとめたものである。
 法定森林病虫害等は近年減少傾向にあるが、すぎのあかねとらかみきり等スギ・ヒノキせん孔性害虫の一部の害虫被害において微増傾向にあるものもある。また、動物害については、シカの被害が増加している。 単位：百ha

区 分	被害面積					うち民有林	6年度被害状況				
	2年度	3年度	4年度	5年度	6年度		主要都道府県				
松くい虫 (千㎡)	947	1,154	1,126	999	1,117	1,010	広島県 92.7	島根県 82.8	山口県 67.1	福島県 66.6	長野県 45.8
その他松くい虫 (千㎡)	6.0	7.4	0.2	0.3	0.2	0.2	秋田県 0.2				
松毛虫	5.0	2.4	0.5	0.6	0.6	0.6	鹿児島県 0.5	富山県 0.1			
またつばのえ	4.7	8.2	2.4	1.6	1.0	1.0	山形県 0.8	広島県 0.2			
すぎたまばえ	10.2	9.2	6.0	5.6	4.3	4.3	大分県 4.1	鹿児島県 0.1	富山県 0.1		
まいまいが	0.0	0.3	0.2	0.1	0.3	0.3	新潟県 0.3	富山県 0.0			
すぎはだに	11.7	14.2	5.5	2.9	3.0	3.0	鹿児島県 1.6	新潟県 0.5	青森県 0.3	福井県 0.2	福島県 0.1
くりたまばえ (千㎡)	0.0	0.0	0.0	-	-	-					
からまつ先枯れ病	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	岩手県 0.0				
すぎのあかねとらかみきり	2.4	1.7	5.0	7.0	6.2	6.2	青森県 4.0	三重県 1.1	岩手県 0.5	和歌山県 0.4	鹿児島県 0.1
すぎかみきり	7.4	6.4	6.6	5.8	7.9	7.9	徳島県 2.5	新潟県 1.7	広島県 1.1	愛媛県 0.8	岩手県 0.6
すぎざいえ	16.2	42.7	15.8	12.9	7.5	7.5	大分県 4.3	熊本県 2.7	鹿児島県 0.3	佐賀県 0.1	福岡県 0.1
ひかわもぐりが	3.7	9.2	3.6	4.7	6.8	6.8	徳島県 3.0	熊本県 1.7	大分県 1.5	福岡県 0.3	愛媛県 0.2
かしくいむし	1.5	0.1	0.8	1.6	2.6	2.5	山形県 1.4	福井県 0.4	大阪府 0.3	鹿児島県 0.2	新潟県 0.1
のねずみ	9.7	7.4	11.7	13.3	7.6	5.1	長野県 2.4	北海道 1.3	高知県 0.3	山梨県 0.2	岐阜県 0.2
のうさぎ	17.5	16.5	14.4	12.1	9.9	9.6	岐阜県 1.4	徳島県 1.3	高知県 0.6	静岡県 0.5	鹿児島県 0.4
かもしか	19.9	19.1	19.2	18.9	17.1	16.9	長野県 4.5	徳島県 2.7	岐阜県 2.1	岩手県 1.8	三重県 1.5
しか	24.5	28.1	31.5	38.3	40.4	38.7	栃木県 6.1	兵庫県 4.9	岩手県 4.5	熊本県 4.4	徳島県 3.7
いのしし	2.4	2.7	4.9	4.7	4.5	4.5	福岡県 3.1	愛媛県 0.3	佐賀県 0.2	大分県 0.2	山口県 0.1
くま	1.5	1.6	1.9	2.3	2.4	2.4	長野県 0.6	福井県 0.5	岐阜県 0.4	滋賀県 0.3	静岡県 0.2

注) 主要都道府県は、上位5都道府県を被害面積が大きい順に掲載した。

○平成7年度のカモシカの個体数調整は次のとおり実施されることとなった。

1. 許可頭数

- 長野県 685頭 (対前年度±0頭)
- 岐阜県 440頭 (対前年度±0頭)
- 愛知県 72頭 (対前年度±0頭)
- 山形県 33頭 (対前年度-2頭)
- 計 1,230頭

2. 許可期間

平成7年12月1日から平成8年3月31日まで

3. その他

環境庁(個体数調整)及び文化庁(現状変更)の許可は、平成7年11月24日付けで関係県に通知される。

○平成8年度事業打合せ会議は、平成8年2月5日~22日(金曜日を除く)までの間に行う予定です。

都道府県だより

①埼玉県における松くい虫被害対策

松くい虫による松枯れは、昭和49年に県南の6市町の平地林において確認され、その後、次々と被害地域は拡大し、県北西部の山間地域にまで及び、昭和59年には65市町村にもなりました。被害地域の拡大とともに、被害量は急速に増加し、昭和60年には33,700㎡とピークに達しました。

被害発生当初は、全量防除を目標として対策を実施してきましたが、被害の急激な拡大に対応できなくなったため、やむを得ず重点的防除の方針を転換しました。主に伐倒駆除を行ってきましたが、昭和59年からは、地上散布の地域を大幅に拡大するとともに特別防除を実施するなど予防対策を強化しました。しかし、周辺環境への影響を検討した結果、特別防除は61年までの3年間実施した後、取り止めとなりました。

その後、伐倒駆除や特別伐倒駆除、地上散

布を継続して実施するとともに、昭和63年より樹幹注入を導入し、貴重な松または松林の保全に努めてきました。

この結果、表に示したように被害量は着実に減少し、平成6年度には4,300㎡までになりました。さらに効果的な防除を実施し、平成8年度末には終息型の微害とするよう県の被害対策実施計画を本年変更することになりました。

今後、各方面の協力を得ながら、引き続き重点的な防除を実施し被害の確実な終息を図るとともに、これまでの対策に加え新たに保全松林再生整備を実施するなどして、松林の有する森林としての機能を確保していきたいと考えています。

(埼玉県農林部林務課)

②和歌山県美浜町における松くい虫対策事例

本県の民有林における松林面積は、約13千haで全体の約4%を占めています。これらの

被害の推移

年度 区分	49	50~53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	元	2	3	4	5	6
被害市町村数	6	27	22	47	55	58	63	65	65	63	61	55	53	53	52	52	34	34
被害量(百㎡)	1	17	11	23	81	132	264	328	337	305	299	257	207	163	116	80	53	43
前年比(%)			186	209	352	163	200	124	103	91	98	86	81	79	71	69	66	81

松林の多くは、保安林としてその防災効果や景勝地の形成等、公益的機能の高度発揮を期待されています。しかし、全国的に見られますように、松くい虫による枯損被害が本県でも昭和30年代から見受けられ、昭和50年代にはそのピークに達し、県内各地で松林の減少が見られました。この被害に対して、本県でも法令に基づき和歌山県松くい虫被害対策実施計画を策定し、保全すべき松林に対しては薬剤の空中散布、地上散布、枯損木の伐倒駆除を、またカミキリムシの飛び込みが予想される周辺松林に対しては樹種転換等、総合的な被害対策を実施し、その被害の沈静化に努めてきました。

本県には、東洋一といわれる「煙樹ヶ浜の松林」(日高郡美浜町)があります。水墨画による独特の画風を確立された近藤浩一郎画伯が、美浜町沖よりこの松林を描き、その眺望が雲煙が長くたなびいている様であると言われ、画題に「煙樹ヶ浜」と書いたことが名前の由来であります。煙樹ヶ浜松林は面積79ha、延長4,500m、最大林帯幅500mであり、保安林(潮害防備、保健、風致)、県立自然公園2種に指定されています。林況は上層木をクロマツ・アカマツが占め、中層、下層木はヤマモモ・トベラ等で形成され、平成元年調査によるマツの植生本数は胸高直径10cm以

上が約6万5千本、幼齡木を含めると約10万本以上、またマツの老樹は200年生から250年生と推定されます。松くい虫被害対策として薬剤空中散布50haを年間県単独事業を含めて3回、地上散布14haも同じく年間3回、また被害量に応じての特別伐倒駆除、周辺松林の樹種転換を行っています。

歴史的背景としては、江戸時代以前に農民がこの日高平野の穀倉地帯を守るため松林を育てたのが始まりで、1619年(元和5年)初代紀州藩主徳川頼宣のころ、山林保護政策により御留山に指定され、六代藩主の時代に藩政建て直しのため何度か伐裁されましたが、その都度農民によりマツが植林されてきました。現代も昭和30年代から松くい虫被害が目立つようになり、上記事業を実施している中で美浜町における各種団体による松林内の清掃・除草活動等が積極的に行われてきました。平成4年12月には、この各種団体の代表者を会員とした「煙樹ヶ浜保安林保護育成会」が設立され、松がどのように枯れていくかなどの啓発活動を含め、より計画的、効果的な取り組みがなされています。このように美浜町では今なお、官民一体となって煙樹ヶ浜マツ林の保護育成に努めています。

(和歌山県日高県事務所林務課 小川晃史)

森林防疫 第44巻第12号 (通巻第525号)

平成7年12月25日 発行 (毎月1回25日発行)

編集・発行人 佐藤清吉

印刷所 松尾印刷株式会社

東京都港区虎の門 5-8-12 ☎(03)3432-1321

定価 620円 (送料共)

年間購読料 6,200円 (送料共、消費税186円別)

発行所

〒101 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

電話 03-3294-9719, FAX 03-3293-4726

振替 00180-9-89156