

# 森林防疫

## FOREST PESTS

VOL.45 No.7 (No. 532)

1996

昭和53年11月8日第三種郵便物認可

平成8年7月25日発行(毎月1回25日発行)第45巻第7号



### マツノザイセンチュウの人工接種検定試験

戸田 忠雄\*

林木育種センター九州育種場育種研究室長

「マツノザイセンチュウ抵抗性」を主たる改良の目標形質として選抜された抵抗性クローンは着花性や実生後代の抵抗性など他の形質で不明な部分が多い。これらについては各機関でも調査が進められているが、写真は1995年に林木育種センター九州育種場で行ったアカマツ・クロマツ抵抗性家系(オープン、実生苗)に対するマツノザイセンチュウ接種試験の60日後の様子で、家系による枯損の多少が見られる。試験は、2年生苗木に1本当たり5千頭のマツノザイセンチュウを接種して行った。この試験は、毎年採取した各クローンのオープン種子からの2年生苗木に対して、毎年行っているもので、本年で6年目を迎える。

\* Tadao TODA

### 目 次

特集：松枯れの研究はどうなっているか—歴史・現状とまとめ(2)

#### 第III章 防除対策

1. マツノザイセンチュウ抵抗性育種 .....	戸田 忠雄	132
2. 松くい虫防除技術の研究開発について —生物的防除研究の現状と見通し— .....	田畑 勝洋	137
3. 松くい虫防除剤の生態系への影響 .....	田畑 勝洋	142
4. マツ林の施業と樹種転換のめやす .....	埴田 宏	144
《林野庁だより、都道府県だより—宮城県・大分県》 .....		149, 150
《森林防疫ジャーナル：森林防疫編集委員会、森林病虫獣等防除活動優良事例コンクール審査委員会、森林防疫奨励賞審査委員会》 .....		152

## 1. マツノザイセンチュウ抵抗性育種

戸田 忠雄\*

林木育種センター九州育種場育種研究室長

### 1. はじめに

1905年に九州で初めてマツの集団枯損が発見されて以来、マツノザイセンチュウ(以下ザイセンチュウと略記)によるマツの枯損は年々拡大を続け、現在ではこれまで被害の見られなかった高海拔地域や北陸、東北地方にまで及んでいる。近年に至って、夏季の高温・小雨の気象条件に加え台風の影響も重なって、ザイセンチュウと潮害の複合害が各地で発生しており、被害量も100万 $\text{m}^2$ /年の水準で推移している。また被害形態もこれまで林分上層の壮・老齡樹が主体であったものが、近年では若齡小径木にまで及んでいる。こうしたことから被害はマツ材の生産面ばかりでなく、林分としての公益的機能の低下、さらには景勝地をはじめ、古くから親しまれて来た身近な景観の損壊等、社会的に大きな問題となっている。このことは、各地の有名マツも例外ではなく、九州地方の場合、日向マツ(アカマツ:宮崎県)や霧島マツ(アカマツ:宮崎・鹿児島県)も被害を受けており、さらに牛根マツ(クロマツ:鹿児島県)や茂道マツ(クロマツ:熊本県)等にいたっては消滅の危機にあり、遺伝資源保存の面からも重大な事態となっている。

こうした被害地では薬剤散布、焼却などの防除が行われる一方で、海岸保安林の修復には樹種転換による森林の造成も実施されている。しかし、立地的にマツ類しか生育しない花崗岩地帯やマツ林が主体の景勝地などでは、松くい虫に強い、「ザイセンチュウ抵抗性マツ」の早期供給が望まれている。

本報では松くい虫の被害対策として1978年から進められた「マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業」(以下抵抗性育種事業)のうち、「選抜育種法」の実施経過の概要と、その後の研究成果等について紹介する。

### 2. 抵抗性育種事業の仕組み

抵抗性育種事業は「選抜育種法」と「交雑育種法」の二本立てで実施された。前者は激害林分内で生き残った個体の中から抵抗性候補木を選抜し、そのつぎ木苗にザイセンチュウを人工接種し、遺伝的に強い抵抗性マツを選定する方法である。後者はクロマツの精英樹を母樹

に、馬尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)を花粉親とした種間交雑を行い、抵抗性の高まった $F_1$ 苗を利用する方法である。本報では選抜育種法を中心に述べることにする。

抵抗性育種事業は、被害が最も激しかった西日本の14県と、九州(林木育種センター九州育種場)、関西(関西育種場)、四国(関西育種場四国事業場)の国立育種場3機関、計17機関のプロジェクト事業として、1978年から実施された<sup>1,4)</sup>。事業の仕組みを図-1に、実施数量を表-1に示した。予備調査でリストアップされたアカマツ、クロマツ約97,000本の中、1978年から3年間でアカマツ11,446本、クロマツ14,620本の抵抗性候補木が選抜された。これらの候補木はつぎ木で増殖され、各クローンのつぎ木苗について一次及び二次の2回にわたる人工接種検定が行われた。合格基準は、ザイセンチュウに対して強い抵抗性を持つテダマツ<sup>4)</sup>と同等以上の健全率、生存率を示すものとした結果、アカマツ92本、クロマツ16本合計108本の抵抗性個体が選定された。一次検定における合格クローン率は、アカマツが0.85%であったのに対して、クロマツでは0.12%と著しく低く、全体では0.44%という厳しい値にとどまった。

これら抵抗性クローンのつぎ木苗による「抵抗性採種園」が設定されており、1993年現在、西日本でアカマツ11箇所6.37ha、クロマツが16箇所7.71haにおいて抵抗性種子の生産が開始されている<sup>5)</sup>。

### 3. 抵抗性クローン選抜後の研究成果

抵抗性クローンは「ザイセンチュウに対する抵抗性」を一義的な目標形質として選抜されたため、各クローンの実生家系の抵抗性をはじめ、着花性、種子生産性などの特性は不明であった。こうした特性については本事業に携わった各機関においても調査が進められているが、九州育種場では1986~1987年にかけて設定した抵抗性クローン集植所(現育種素材保存園と改名)において各種特性の調査を設定年度から継続して行っている。

#### 1) 抵抗性クローンの着花性

雌雄花の着花性は採種園造成に際して最も重要な特性である。抵抗性クローンの着花性について7年生までの推移を図-2, 3に示した。雌花の着生状況を見ると、ア

\* Tadao TODA

表-1 マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業における  
実施数量と合格数(1978~1995年実施数量)

樹種	地区	候補木の 選抜本数	一次検定			二次検定		
			検定数	合格数	合格率	検定数	合格数	合格率
アカマツ	関西	5,740	5,263	380	7.22%	285	32	11.23 (0.61)%
	四国	1,528	1,525	216	14.16	98	15	15.31 (0.98)
	九州	4,448	3,979	201	5.05	145	45	31.03 (1.13)
	計	11,446	10,767	797	7.40	528	92	17.42 (0.85)
クロマツ	関西	1,849	1,818	25	1.38	13	1	7.69 (0.06)
	四国	3,062	3,054	106	3.47	57	7	12.28 (0.23)
	九州	9,709	8,955	77	0.86	57	8	14.04 (0.09)
	計	14,620	13,827	208	1.50	127	16	12.60 (0.12)
合計		26,066	24,594	1,005	4.09	655	108	16.49 (0.44)

注) 合格率の( )は一次検定数を母数。

カマツは2年生から着生し、4年生では98.9%のクローン、85.8%の個体に着生し、個体当たりの平均雌花数は19.8個であった。これに対して7年生では79.3%のクローン、50.8%の個体に着生し、平均6.6個と4年生時より下回ったが、4~7年の平均雌花数は15.0個であった。一方クロマツは4年生で68.8%のクローン、41.9%の個体に着生し、平均雌花数は5.3個、7年生は68.8%のクローン、47.4%の個体に平均5.7個着生し、4~7年の平均雌花数は5.7個であった。また、雌花も2年生から着生が見られ、アカマツは4年生に92.4%のクローン、72.8%の個体に着生したが、5が最多で0が無着花とする6階

階の指数評価で平均指数1.5であった。7年生では91.3%のクローン、78.4%の個体で、平均2.3と高くなり、4~7年の平均は2.0であった。クロマツでは4年生で50%のクローン、18.1%の個体に着生し、平均0.2であった。7年生も同様な低い値で推移し、4~7年の平均指数も0.6と、アカマツに比べて著しく低い水準であった。

これらの調査において着花性にはクローン間及びクローン内個体間の差が見られたが、前者は本来の着花性の遺伝的な差以外に、つぎ木親和性のクローン間差も考えられ、後者はつぎ穂の良否やつぎ木のゆ合状態等生理

(本格対策)

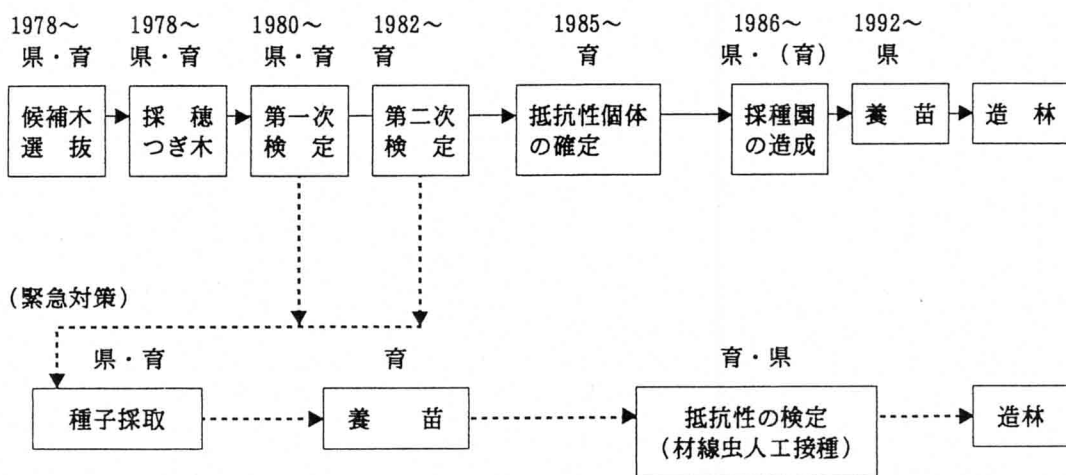


図-1 マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業における選抜育種法の仕組み・県、育(育種場)は実施機関

表-2 抵抗性クローンの種子生産性

樹種	単位	球果数	球果数	種子重	種子粒
アカマツ	1本当たり	40個	261g	5.7g	651粒
	ha当たり	25,000個	163kg	3.6kg	406,800粒
	全採種園	160,000個	1,043kg	23.0kg	2,603,500粒
クロマツ	1本当たり	16個	126g	2.6g	150粒
	ha当たり	10,000個	79kg	1.6kg	93,700粒
	全採種園	77,000個	608kg	12.3kg	721,000粒

注) 本表は1994年10月クローン集植所(10年生)からの種子生産量から推定  
クローン集植所の構成はアカマツ92クローン557個体、クロマツ16クローン97個体  
ha当たりの推定値は625本仕立てとして推定した  
全採種園の生産量はアカマツ6.4ha、クロマツ7.7haで推定した

的、技術的なものと考えられる。また、年による着花量の変動も大きく、7年生時では雌雄花とも低い値となっている。こうした年変動は、花芽分化期の気象条件や着花周期、樹勢等が関与していると考えられる。

## 2) 抵抗性クローンの種子生産性

クローン集植所で行った結果では3年生時にアカマツ46クローンから93gが生産された。

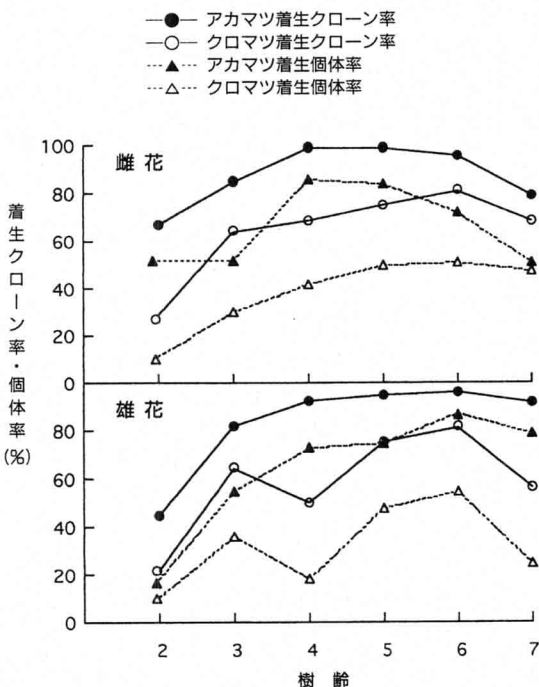


図-2 抵抗性クローンの雌雄花着生クローン率及び個体率の推移

5~11年生時の種子生産量はクローンによる多少は見られるものの採種木1本当たりにしてアカマツは0.5g~5.7g、クロマツは0.1~2.6gで着花性と同様年によって変動した。マツ類の精英樹採種園の種子生産目標は、400本仕立てでha当たり30kg、採種木1本当たり75gとされているが、採種量が最も多かった10年生時でも採種木1本当たりの種子重は表-2に示したようにアカマツ5.7g、クロマツ2.6gで精英樹の生産目標に較べて著しく低い値である。上記数値から全国の抵抗性採種園の園齢10年生時における種子生産量を試算すると、アカマツは23.0kg、クロマツは12.3kgとなるが、正規に設定された採種園ではこの値をかなり上回るものと予想される。次に苗木の生産量を左右する抵抗性種子の苗畑発芽率については、別項でも述べたが雌花着生量が充分でないこともあってか、過去4年間の平均値はアカマツ78.7%、クロマツ63.7%と高い値とはいえない。しかし今後、施肥、剪定、人工着花促進<sup>3)</sup>等の適正な育成管理や、花粉密度を高めるため花粉樹等の利用によって、園齢の増加とともに種子生産性は高まるものと考えられる。

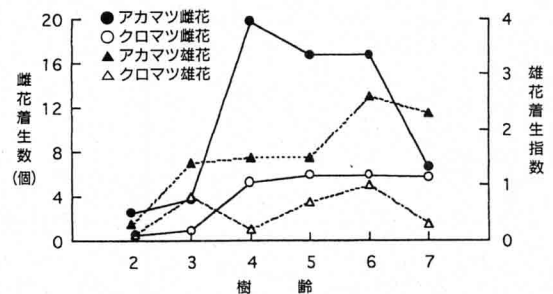


図-3 抵抗性クローンの平均雌雄花着生数・指数の推移

### 3) 抵抗性クローンの実生後代の抵抗性

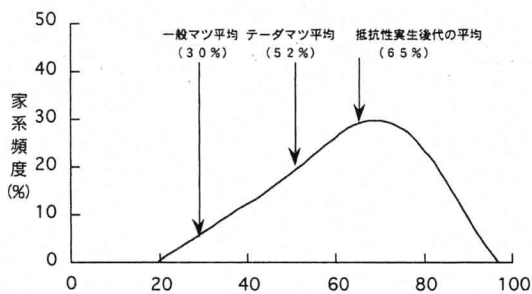
抵抗性採種園はさまざまな抵抗性要因を持つクローンで構成されていると推測されるため、それらの自然交配による実生後代では、各種の抵抗性遺伝子が集積され、抵抗性はさらに高くなるものと考えられる。こうした抵抗性の強さは接種検定で得られる各家系の生存率によって評価できる。ここでは、過去数回にわたって行った接種検定の生存率から、抵抗性育種の効果について検討し、その結果を図-4に示した。図の上段(a)は抵抗性クローンからの家系頻度、下段(b)は生存率が70%以上の家系頻度である。図(a)に示した抵抗性クローンの中103クローンからの実生家系を用いた検定では、平均生存率64.9%を示し、一般マツの平均生存率に較べて30%程度高い値となった。また、抵抗性家系の中には生存率70.0%以上のアカマツ38、クロマツ4の計42家系が認められるが、それらの平均生存率(b)は75.3%となり、抵抗性の低い

い個体を除去すると10%程度の抵抗性の向上が期待される。

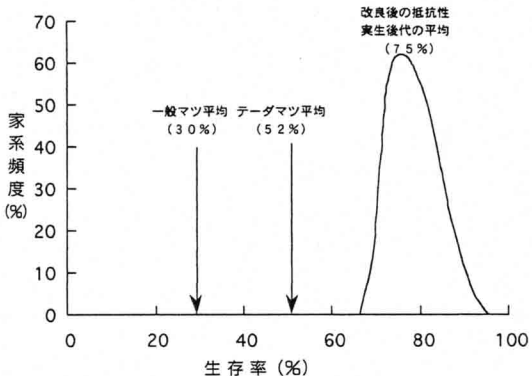
抵抗性実生後代と非選抜の一般マツにおける実生後代の生存率別家系頻度を図-5に示した。抵抗性家系では生存率の高いグループの家系が多く、平均生存率はアカマツは65.2%、クロマツは58.4%であるのに対して、一般マツでは生存率の低いグループの家系が多く、平均生存率はそれぞれ38.9、15.1%であった。しかし、図でも明らかのように、抵抗性家系の中にも生存率の低いグループが存在することを見逃してはならない。特に生存率70%以上の家系が約3割と少ないクロマツでは、抵抗性採種園産の種苗といえども無条件で全てをそのまま造林するのは危険である。そのため、抵抗性採種園産種子が量的・質的に安定するまでの間、造林には①生存率が70%以上の家系を使用する、②接種検定で生き残った苗木を用いる、のどちらかの方法によることが望ましい。

### 4) 抵抗性種苗の現地適応性

抵抗性実生後代の接種検定には、事業で用いた加害性の極めて高いザイセンチュウの系統「島原」<sup>1)</sup>を接種源としている。このため接種検定における生存苗は一定の抵抗性があると判断される。しかし、自然界におけるザイセンチュウの加害に対する反応は、現地に植栽して見なければ分からない。九州育種場では、熊本営林局の協力を得て1988年から激害地3箇所「現地適応試験地」を設定して調査を進めている。これらの試験地では植栽2



(a) 抵抗性103クローンの実生苗の抵抗性



(b) 抵抗性の低い後代を生産するクローンを採種園から除去した改良後の抵抗性(42クローンの実生苗)

図-4 マツノザイセンチュウ抵抗性育種の効果

注 抵抗性実生後代及びテードマツの生存率は1991~1994年の4年間の検定結果を用いた。一般マツの生存率は1991年に行ったアカマツ、クロマツ精英樹等計91家系の検定結果を用いた。

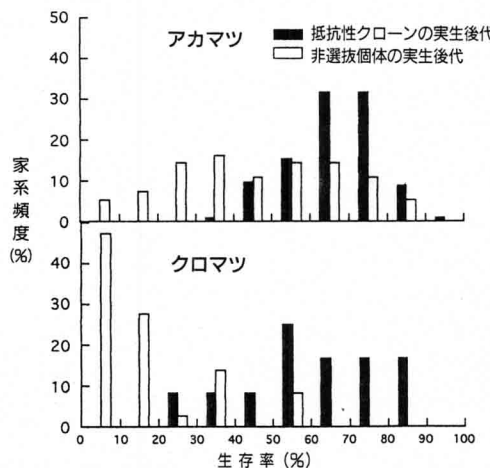


図-5 抵抗性クローン及び非選抜個体家系の実生後代の抵抗性

注 抵抗性クローンの実生後代は1991~1994年、非選抜個体の実生後代は1991年の接種検定結果を用いた。

表-3 現地適応試験地の状況

試験地名	場所	設定年	家系数	設定数	造林活着率	定植2年以後の生存率	調査時林齢
現地適応試験地	鹿児島県日置	1988	37	444	80.2% *	95.8%	4年生
マツ3号試植検定林	熊本県水俣	1991	58	2,504	85.8 **	99.3	5年生
マツ3-1号試植検定林	熊本県水俣	1992	84	2,752	98.3 **	97.7	4年生

注) 1988年設定の家系は一般マツ等の検定済み実生苗  
 1991, '92年設定の家系は抵抗性クローンからの検定済み実生苗  
 \* の主な枯損は折損14.6%、野兎害4.1%  
 \*\*同じく乾燥害

表-4 抵抗性マツの推定生産量

植樹	全国生産種子粒数	発芽率	山行生産数	検定済み抵抗性マツ
アカマツ	2,604,000粒	80%	1,500,000本	978,000本
クロマツ	721,000	60	311,000	182,000

注) 全採種圃の生産種子量は表-2より転記  
 床替率90%, 山行率80%として計算した  
 接種検定における生存率はアカマツ65.2%, クロマツ58.4%を用いた

表-5 人工交配家系の抵抗性 1993年人工接種検定

区分	交配樹種	家系数	母樹群の生存率	花粉親群の生存率	家系の生存率
抵抗性クローン間	クロマツ×クロマツ	1	73.3%	62.2%	67.6%
"	クロマツ×アカマツ	5	59.7	77.0	95.4
"	アカマツ×アカマツ	29	69.4	75.3	75.6
精英樹・抵抗性間	クロマツ×アカマツ	3	9.3	77.0	85.8

注) 母樹及び花粉親群の生存率は母樹の自然受粉苗の接種結果  
 採種年・育苗方法・検定場所等は同じ  
 抵抗性アカマツ×アカマツの生存率は自殖苗を除外した。

年目からマツノマダラカミキリの後喰痕が見られ、ザイセンチュウの侵入の可能性は高い。しかしここまでのところ接種検定によるスクリーニングの効果が認められ、表-3に示すように定植2年目以降の生存率は95.8~99.3%で生育も順調である。

現地適応試験地から得られるデータは、抵抗性種苗の本格的生産とともに生ずる「抵抗性種苗の配布区域」の検討資料としても活用される。そのため九州のみならず広範囲に多くの試験地を設定する必要がある。その一環として1992年、林木育種センターと九州育種場が共同で鹿児島臨海工業地帯(茨城県波崎町)に試験地を設定しており、また、1996年3月には九州地域の2箇所に試験地を設定することになっている。

#### 4. 抵抗性種苗の生産体制

抵抗性採種圃からの種子苗は、すでに本格的に生産が開始されつつある。九州のこれらの種子は森林組合等で

養苗され、ザイセンチュウの接種検定が行われていて、この検定済み「抵抗性マツ」の生産量は1995年は約28,000本となっている。そのほか一般マツの実生後代の接種検定済み苗を加えても約30,000本程度であり、九州地域の被害跡地をカバーできる数量ではない。しかし、先に推定した全国の種子量から検定済み「抵抗性マツ」の生産量を試算すれば、表-4に示すようにアカマツ約98万本、クロマツ約18万本の合計116万本となる。いま仮にha当たりの造林本数を6,000本とするとアカマツでは163ha、クロマツでは30haがまかなえることになる。

#### 5. 今後の課題

抵抗性レベルアップの方法の一つに人工交配がある。筆者らが1993年に行った実験において、表-5に示したようにクロマツの抵抗性クローン及び精英樹を母樹とし、アカマツ抵抗性クローンを花粉親とした交配家系群で、母樹が抵抗性クローンの場合、平均生存率95.4%と

いう高い値を示した。また、母樹にクロマツ精英樹を用いた交配家系群でも平均85.8%と著しく高い値を示した。こうした抵抗性の向上については関東林木育種場(現林木育種センター)で創出されたクロマツと馬尾松の種間交雑品種(和華松)でも認められており<sup>9)</sup>、雑種強勢とも考えられる。これに関して、アカマツ抵抗性クローンの中には雄花の開花時期や外部形態がクロマツに近いものも存在するので<sup>7,8,9)</sup>、両樹種で構成された抵抗性採種園で雑種性の高い自然交雑F<sub>1</sub>苗を利用することも効果的と思われる。また、ザイセンチュウ抵抗性ばかりでなく、成長性あるいは適応性等複合特性を兼ね備えた品種の創出も行わなければならない。

採種園はクローン数が多いほど遺伝的に好ましいが、選抜された抵抗性クローン数が少ない上、特に幼齢期の着花性の低いクロマツでは、採種園の遺伝的な管理の面でも問題が生ずる。九州育種場では1995年からクロマツの追加選抜を実施している。この方法は、被害地の残存木から採種した実生家系に2度の接種検定を行い、最終的には抵抗性の高い家系においても1家系から1本の抵抗性個体を選定するものである。この方法は本事業に比べて期間が短縮される等の利点があり、すでに102個体から採種しており、早ければ1998年に抵抗性個体が選定される見とおしである。

各地のマツの老樹・名木の中には、天然記念物に指定されているものも少なくない。こうした名松は無性繁殖によってその遺伝子を保存して行かなければならないが、同時にそれらを母樹あるいは花粉親とし、抵抗性遺伝子導入した子孫を残すことも必要である。

抵抗性の遺伝様式の解明は、今後抵抗性育種を進展させるためには重要な課題である。最近、ザイセンチュウ病の発病・枯死機構について組織学的な面からの研究が進められており、抵抗性マツの通水機能及び柔細胞と形成層の変性などが解明されつつある<sup>2)</sup>。今後、こうした組

織学的な特性についても抵抗性要因として検討する必要がある。

## 引用文献

- 1) 藤本吉幸他 4名：マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業—技術開発と事業実施10カ年の成果—。林育研報 7, 1~84, 1989
- 2) 池田武文・戸田忠雄・田島正啓：マツノザイセンチュウ抵抗性の異なるクロマツとアカマツ家系のマツノザイセンチュウ侵入に対する組織学的反応。日植病報 60(4), 540~542, 1994
- 3) 金川 侃：ジベレリン(GA4+GA7)によるクロマツの着花促進効果。林木育種特別号, 48~49, 1979
- 4) 大庭喜八郎・藤本吉幸・古越隆信：マツノザイセンチュウ抵抗性育種, 育種学最近の進歩24, 90~101, 1983
- 5) 林木育種センター：林木育種事業統計(平成5年), 62~63, 1994
- 6) 佐々木研・古越隆信：クロマツと台湾アカマツおよびフクシュウマツの種間交雑。87回日林論, 183~184, 1976
- 7) 戸田忠雄他 3名：九州におけるマツノザイセンチュウ抵抗性育種—抵抗性クローンの選抜後の研究経過—。林育研報 11, 37~87, 1994
- 8) 戸田忠雄・竹内寛興・田島正啓：マツノザイセンチュウ抵抗性クローンの諸特性—抵抗性クローンの樹脂道指数から見た雑種性—。日林九支研論 47, 55~56, 1994
- 9) 山田浩雄・半田孝俊：マツノザイセンチュウ抵抗性個体の雑種性について(I)—樹脂道の配列状態—, 日林関西支研論 1, 203~204, 1991

(1996・5・7 受理)

## 2. 松くい虫防除技術の研究開発について

### —生物防除研究の現状と見通し—

田畑 勝洋\*

森林総合研究所森林生物部生物管理科長

#### 1. はじめに

我が国の松林面積は1971年には約260万haあったが、

現在では約220万haに減少した。その原因は主に国土開発等によるものであり、マツ材線虫病による減少はわずかである。

1977年に「松くい虫被害対策特別措置法」を制定し、松

\* Katsuhiko TABATA

くい虫防除対策を実施してきたことによって被害は1979年のピーク時の4割程度まで減少し、近年においては100万㎡前後の水準で安定的に推移している。また国や県等が防除措置を重点的且つ徹底的に実施してきたことから、約30万haの保全松林の約70%は微害松林となってきた。

このようなことから、現在まで保全松林の多くは微害状態となっており、再度被害を激化させない対策と微害状態を維持する具体的な防除対策が必要となってきた。これまでの松くい虫防除は中・激害の松林を対象に特別防除(ガンノズルによる緊急防除を含む)や地上散布を主体として伐倒駆除(くん蒸を含む)、特別伐倒駆除(全木焼却、破碎等)、樹幹注入等が実施されてきたが、被害率が1%未満の微害松林の松くい虫防除対策には、天敵生物やフェロモン等の生理活性物質を利用した生物的防除法と既存の伐倒駆除、特別伐倒駆除、樹幹注入等とを組み合わせた総合的な防除システムが重要となる。

そこで、本報では微害松林の総合的防除システムの作成に必要な生物的防除法の開発の研究の現状と今後の見通しについて述べることにする。

## 2. 天敵微生物の利用技術

### 1) ボウベリア・バッシアナ菌の利用

マツノマダラカミキリ感染死亡虫から分離したボウベリア・バッシアナ(*Beauveria bassiana*)菌をその運び屋のキイロコキクイムシに<sup>9)</sup>、自動付与装置によって附着させ、枯損木のマツノマダラカミキリ幼虫を感染・死亡させる技術<sup>11,19,20)</sup>と、ボウベリア・バッシアナ菌を培養した不織布を枯損立木や伐倒丸太に設置し、マツノマダラカミキリ幼虫を感染・死亡させる技術が開発されてきている<sup>3,16-18)</sup>。

(1) ボウベリア菌付与キイロコキクイムシの放虫によるマツノマダラカミキリ幼虫の感染・死亡率は、樹皮下幼虫に対しては、平均73.3%、材内幼虫や枝条内幼虫では20%~35%で、全罹病率は平均25.6%であることが明らかになっている。また、千葉県1.5haの海岸松林に自動付与装置9基を設置した場合には、枯損木数が設置2年後ではほぼ半数に減少するといった結果も得られており、今後も継続して調査を行うことにしている。

(2) 一方、不織布の巻き付けや設置した枯損立木や伐倒丸太のマツノマダラカミキリ幼虫感染・死亡率は、枯損立木1本に1枚の巻き付け処理で、樹皮下幼虫では25%~100%、材内幼虫では21%~72%で、全罹病率として見ると平均38.7%であった。また、伐倒丸太では、1m当たり1枚の設置で、樹皮下幼虫では84%~100%、材内

幼虫では56%~91%で、全罹病率は平均73.3%あった。

以上の結果から、ボウベリア菌付与キイロコキクイムシ放虫によるマダラカミキリ幼虫感染・死亡率は、樹皮下幼虫に対しては、比較的高い防除効果はあるが、材内(または枝条内)幼虫に対しては効果は低い。しかし、不織布によるマダラカミキリ幼虫感染・死亡率では樹皮下幼虫には高く、材内幼虫でも比較的良好な防除結果が得られている。

ボウベリア菌付与キイロコキクイムシ放虫や不織布設置によるマダラカミキリ材内幼虫感染・死亡率が低くなる原因は、健全虫の放虫数が少なかったり、菌の活性が低かったりするためであると考えられるが特に放虫時期や不織布設置時期の遅れは防除効果に大きな影響を与える。不織布の場合では枯損木や伐倒丸太にナタ目を入れると感染・死亡率が高まるようである。これは、ナタ目をいれることによって人為的に菌とマダラカミキリ幼虫の接触機会を増やす結果によるものであろう。

冒頭に述べておくべきではあったが、現在までに、ボウベリア菌の大量培養法、長期保存法、キイロコキクイムシの大量飼育法、キイロコキクイムシへの菌の自動付与装置が既に確立されている。

一般に、ボウベリア菌は紫外線に対して弱く、約3日で死活するといわれており、また、キイロコキクイムシに対しても殺虫力をもっている。したがって、放虫後、ボウベリア菌付与のキイロコキクイムシが健全で且つ、菌の活性を維持した保菌状態で、衰弱木に到達し、マダラカミキリ幼虫生息部位に穿入することが防除効率を結果として高めることになるが、放虫時期には野外のキイロコキクイムシ個体群が衰弱木探査行動を開始しており、いち早く衰弱木に穿入すると考えられるため、適正な放虫時期を決めることはきわめて困難であろうと思われる。したがって、放虫約1週間前にマダラカミキリ用の誘引器によって、野外のキイロコキクイムシの密度を低下させておき、菌付与のキイロコキクイムシを放虫すれば防除効果を高めることが可能であろうと思われる。

なお、保全松林地域には、地形が複雑且つ急峻で枯損木の伐倒駆除が不可能な場所もあり、このような場所の被害を抑えるには、ガンノズルによる緊急防除か、薬剤散布を避けるとすれば菌付与のキイロコキクイムシの放虫に依存するしかないと考えられ、ここにこの放虫技術の研究開発の重要性がある。

不織布の枯損立木への設置では、設置部位周辺か下部以外のマダラカミキリ幼虫には効果は低く、篠竹を使って高所に巻き付けることも一案であるが、効果を飛躍的に高めるまでには至っていない。伐倒丸太での設置は丸



太を集積し、最上部の丸太に1枚ずつ設置するだけで、全ての丸太のマダラカミキリ幼虫の約70%を感染・死亡させることができる。この場合、丸太に1枚以上設置しても防除効果は変わらない。

ボウベリア菌は、マダラカミキリだけでなく多くの昆虫類に対しても殺虫力を持ち、特にカイコやミツバチに対する影響を把握することが実用化を図る上に大切な問題である。

菌付与のキイロコキイムシ放虫のカイコに対する安全確認調査ではカイコが死亡する等の影響は認められていない。また、不織布からのボウベリア分生子の飛散調査では、平均風速1.04m/sで50m飛散すること確認されたが、20m以遠の飛散分生子量は0.017個/cm<sup>2</sup>/hであり、カイコの半致死濃度に達する分生子付着量に比べてはるかに少ない量であった。

## 2) 天敵昆虫の利用技術

寄生性や捕食性の昆虫を利用して、枯損木のマダラカミキリ幼虫を防除する研究開発で、(1)クロアリガタバチ<sup>11)</sup>や(2)オオコクヌスト<sup>9,27,28)</sup>さらには、(3)生殖器寄生性線虫<sup>13,14)</sup>について研究が進められている。

(1)アリガタバチの利用は既に中国(中華人民共和国)の松くい虫防除で導入されており、予期しない良好な効果をあげていることから、我が国の松くい虫防除にも導入可能かどうかを検討してきた。我が国には、中国のアリガタバチ(*Scleroderma guani*)と類似したクロアリガタバチ(*Scleroderma nipponica*)が本州、九州に広く分布しており、日本固有種である。本種はマダラカミキリ等の幼虫、蛹に寄生し、体液を吸収して栄養を摂取した後、刺針で麻痺させ、腹部などに産卵することから、マダラカミキリやスギカミキリの幼虫や蛹に対する寄生率を調査した。その結果、マダラカミキリへの寄生率は平均4%で低く、この時点で、天敵昆虫として利用するには困難であると判断された。しかし、スギカミキリへの寄生率は約50%であったことから、現在ではクロアリガタバチの大量培養飼育法の研究が推進されている。

### (2) オオコクヌストの利用

枯損木を伐倒し、玉切ってマダラカミキリ幼虫を摘出してみると、時々、孔道や蛹室にオオコクヌストの幼虫や成虫を発見することがある。このことから、オオコクヌストを天敵としてマダラカミキリの防除に利用する研究が始められた。これまでに、オオコクヌストの人工飼育法が確立され、最近、1mの伐倒丸太に3齢以上のオオコクヌストを1頭放虫することで、2~3齢のマダラカミキリ材内幼虫であればすべて捕食する適正放虫密度

が明らかになった。しかし、野外での捕食圧や寄主探索行動はまだ解明されておらず、この点での研究に重点が置かれている。

### (3) 生殖器寄生性線虫の利用

マツノマダラカミキリ雌雄成虫の生殖器に特異的に寄生する *Contortylenchus genitalicola* の寄生率は平均4.9%である。本線虫は昆虫寄生期と菌食期を持ち、マダラカミキリを殺虫することはなく、多数寄生したマダラカミキリでは産卵数や孵化率の減少等繁殖に障害が生ずることが明らかにされている。菌食期ではある種の糸状菌を摂食することから現在、菌による大量増殖法の研究開発が進められている。

### 3) 天敵鳥類の利用

全国的に生息するアカゲラ等キツツキ類を利用してマダラカミキリ幼虫を捕食させる技術開発が研究され、平成4年度から実用化されている。

ねぐら用底無巣箱を被害林に設置し、アカゲラを誘致させ、枯損木のマダラカミキリ幼虫を捕食させて、松くい虫被害を防除する生物的防除法である。マダラカミキリ幼虫を捕食するキツツキ類には、アカゲラ、オオアカゲラ、アオゲラ、コゲラの4種類が確認されているが、特にアカゲラの捕食圧が高く、1羽のアカゲラが1冬に捕食するマダラカミキリ幼虫数は約14,000頭といわれている。アカゲラの繁殖率は東北地方では高く、西日本では低い。繁殖率の高い岩手県では、捕食率は90%~100%であるが、福島県以北の岩手県以外では41%程度である。一方、愛知県以西ではほとんど捕食は認められないが、高標高地でアカゲラの比較的多い地域の被害林では捕食率は高くなる。最近、岩手県の松くい虫被害先端地域では、ねぐら用底無巣箱架設による誘致技術等を導入し、防護帯を造成する松林保全対策が実施されている。アカゲラ密度の低い西日本では、この技術を直ちに導入することはできないが、アカゲラを誘致することが可能であれば、高標高地周辺の微害松林の保全に役立つであろう<sup>21,22,23,29-31)</sup>。

### 4) フェロモン等生理活性物質の利用

これまでにフェロモン等生理活性物質を利用した松くい虫防除技術としては、メチルオイゲノール・ $\alpha$ -ピネン・安息香酸を成分とする誘引剤(商品名ホドロン)とエタノール・ $\alpha$ 、 $\beta$ -ピネンを成分とする誘引剤(商品名マダラコール)が開発され<sup>4,5)</sup>、実用化されている。これらの誘引剤は主として衰弱木から放出される成分がマダラカミキリを誘引することから開発されてきたものである。このような成分を「カイロモン」という。しかし、これらの誘引剤は産卵期のマダラカミキリ成虫しか誘引でき

ず、その誘引効果は低く、せいぜい20%程度であるため、防除に利用するより、成虫発生予察のためのモニタリング手法として利用するのがよい。

近年、新たなマダラカミキリとマツノザイセンチュウに関する生理活性物質の研究が進められており、その1つは、後食期のマダラカミキリ成虫の誘引物質(カイロモン)と性フェロモンの研究である<sup>2,7,10)</sup>。次には、マツノザイセンチュウの性フェロモン<sup>12)</sup>と耐久型幼虫誘導に関する生理活性物質<sup>25)</sup>の研究である。

(1) 後食期マダラカミキリ成虫誘引物質と性フェロモン

実験的段階ではあるが、後食期のマダラカミキリ成虫誘引物質は既に生物検定によって明らかにされた<sup>7)</sup>。その主成分は $\alpha$ -ピネン、カンフェン、 $\beta$ -ピネン、 $\beta$ -ミルセン、リモネン、 $\beta$ -フェランドレンの混合物である。

これらのモノテルペン混合物の後食期のマダラカミキリ成虫に対する誘引率は80.6%である。この結果はさきにも述べたが、室内実験の生物検定試験から得られた結果であり、野外での誘引効果は不明である。しかし、仮に野外試験において、低い誘引効果しか得られなくても、当該林分におけるマダラカミキリ成虫の羽化脱出初期が把握できればよい。つまり、後食期のマダラカミキリ成虫の発生予察法として高く評価できる。

マダラカミキリ雄成虫の前胸には分泌腺があってそこから性フェロモンを放出して、雌成虫を誘引する。一方、雌成虫の体表にはコンタクトフェロモンがあり、接近してきた雌成虫の体表に雄の触角が触れることによってはじめて交尾が成立する。すなわち、マダラカミキリの配偶行動には2つの性フェロモンシステムが存在することになる<sup>2)</sup>。現在、この2つの性フェロモンがどのような化学構造を持っているかを究明しているところである。これらの性フェロモンが解明されれば、産卵初期のマダラカミキリ成虫の誘殺法の開発につながるものと考えられる。また、既存の誘引剤と組み合わせれば誘殺効果を高めることも可能である。参考までに述べておくと、マダラカミキリ成虫は雌雄とも性成熟しないと交尾行動は行わない<sup>6)</sup>。

(2) マツノザイセンチュウの性フェロモンと耐久型幼虫誘導に関する生理活性物質

寒天上でマツノザイセンチュウの性フェロモン実験から、雄は処女雌に誘引されることや雌(雄)の放出する水溶性且つ揮発性物質に雄(雌)が誘引されることが判っており、現在その誘引物質の同定に関する研究が行われている。本研究は性フェロモンを利用した新たな樹幹注

入剤等の開発の糸口となろう。

また、耐久型幼虫誘導に関する研究では、羽化直後のマダラカミキリ材内成虫と共存することによって、分散型第3期幼虫の約40%が耐久型幼虫へ誘導されること明らかになった。この耐久型幼虫誘導に羽化直後のマダラカミキリ材内成虫のどのような化学的因子が絡んでいるかはまだ解明されていない。

### 5) その他

寄生性線虫クシダネマ(*Steinernema kushidai*)はその感染態幼虫が根切り虫等の昆虫類に寄生し、殺虫するものであり、これまでに本線虫の大量増殖法や長期冷蔵保存法などが確立されている<sup>24,26)</sup>。しかし、松くい虫防除に対しては十分な効果は得られていない。

### 3. おわりに

以上に示した生物的防除法に関連する一連の興味深い研究の多くはいずれも研究途上であり、今後の研究に待たねばならないところであるが、組織的な研究を推進し、微害松林の総合的防除システムを図るためには、実用化に結びつく成果を早急に得なければならないところである。

### 引用文献

- 1) 遠田暢男(1992). 中国における天敵昆虫アリガタバチを利用した松くい虫の防除. 森林防疫 41(7), 10-15.
- 2) Fauziah, B. A., Hidaka, T. and Tabata, K. (1987). The reproductive behavior of *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae). Appl. Ent. Zool. 22, 272-285.
- 3) 五十嵐豊・衣浦晴生・大谷英児・楨原 寛・長岐昭彦・藤岡 浩(1995). 秋田県における天敵微生物を用いたマツノマダラカミキリ防除試験(II)-不織布試験-. 106回日林論, 437-438.
- 4) 池田俊弥(1981). マツノマダラカミキリの寄主選択と誘引物質. 植物防疫 35, 223-227.
- 5) 池田俊弥・山根明臣・遠田暢男・尾田勝夫・楨原 寛・伊藤賢介・大河内勇(1986). マツ伐倒木揮発成分のマツノマダラカミキリに対する誘引性. 日林誌 68, 15-19.
- 6) 勝山直樹・桜井宏紀・田畑勝洋・武田 亨(1989). マツノマダラカミキリの卵巣発育に及ぼす後食枝の年生の影響
- 7) Kim, G. H., Takabayashi, J., Takahashi, S. and Tabata, K. (1992). Function of pheromones in

- mating behavior of the Japanese pine sawyer beetle, *Monochamus alternatus* Hope. Appl. Ent. Zool. **27**(4), 489-497.
- 8) 衣浦晴生・五十嵐豊・大谷英児・楨原 寛・長岐昭彦・藤岡 浩(1995). 秋田県における天敵微生物を用いたマツノマダラカミキリ防除試験(1)-キイロコキクイムシ多量放虫試験-. 106回日林論, 435-436.
- 9) 岸 洋一(1970). 松くい虫の捕食者, オオコクヌスト(*Temnochila japonica* Reitter)(鞘翅目:コクヌスト科)について. 日林誌52, 215-217.
- 10) Kishi, Y., Sasaki, K. and Furukoshi, T. (1987). Preliminary study on pheromone of *Monochamus alternatus* (Coleoptera; Cerambycidae). TMJF. **98**, 537-538.
- 11) 北島 博・後藤忠男・楨原 寛・松原 功・中川茂子・白石智美(1995). 千葉県における天敵微生物を利用したマツクイムシ防除試験(1)-キイロコキクイムシの増殖試験結果-. 47回日林関東支論 81-82.
- 12) Kiyohara, T. (1982). Sexual attraction in *Bursaphelenchus xylophilus*. J. J. Nematol. **11**, 7-12.
- 13) 小坂 肇・小倉信夫(1994). マツノマダラカミキリの生殖器に寄生する線虫 *Contortylenchus genitalicola* の感染様式. 38回日本応動昆虫学会大会講要, 164.
- 14) Kosaka, H. and Ogura, N. (1994). Adult longevity and female reproductive potential of *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae) parasitized by *Contortylenchus genitalicola* (Tylenchida: Sphaerulariina), Jpn. J. Nematol. **24**, 30-34.
- 15) Kosaka, H. and Ogura N. (1995). *Contortylenchus genitalicola* as a nematode candidate for a biological control agent against the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus*. in Behavior, population dynamics and control of forest insects (Hain, F. P., Salom, S. M., Payne, T. L. and Raffa, K. F. eds.), Proceedings of a joint IUFRO working party conf., Hawaii, 403-407.
- 16) 島津光明(1994). 森林害虫の微生物的防除. 植物防疫 **48**, 482-485.
- 17) Shimazu, M. and Sato, H. (1995). Microbial control of the pine sawyer, *Monochamus alternatus* by *Beauveria bassiana*. Abs. Intl. Symp. on PWD. caused by PWN. Beijing China.
- 18) Shimazu, M., Tsuchiya, D., Sato, H. and Kushida, T. (1995). Microbial control of *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera; Cerambycidae) by application of nonwoven fabric strips with *Beauveria bassiana* (Deuteromycotyna: Hyphomycetes) on infested tree trunks. Appl. Ent. Zool., **30**(1).
- 19) 楨原 寛・北島 博・後藤忠男・松原 功・中川茂子・白石智美(1995)千葉県における天敵微生物を利用したマツクイムシ防除試験(2). 47回日林関東支論, 83-84.
- 20) 楨原 寛・衣浦晴生・富樫 均・加茂谷常雄・高橋健太郎・藤岡 浩・山家敏雄(1994). 秋田県における天敵微生物付着キイロコキクイムシを利用したマツノマダラカミキリ防除試験. 105回日林大会講要, 179.
- 21) 中村充博・鈴木祥悟・由井正敏(1992). 人工林におけるアカゲラの生息密度と環境. 日林東北支誌 **44**, 165-166.
- 22) 中村充博(1993). アカゲラによる松くい虫の退治. 山林 **1308**, 47-53.
- 23) 中村充博・五十嵐豊・藤岡 浩・加茂谷常雄(1991). キツツキ類による捕食のための穿孔実態 森林防疫 **40**, 14-16.
- 24) Ogura, N. (1993). Control of Scarabaeid grubs with an Entomogenous nematode, *Steinernema kushidai*. JARQ. **27**(1), 49-54.
- 25) 小倉信夫・中島忠一(1991). マツノザイセンチュウ分散型III期幼虫・分散型IV期幼虫の培養条件下での形成. 35回日本応動昆虫大会講要, 184.
- 26) Ogura, N. and Mamiya, Y. (1989) Artificial culture of an Entomogenous nematode, *Steinernema kushidai* (Nematoda: Steinernematidae). Appl. Ent. Zool. **24**(1), 112-116.
- 27) 上田明良・藤田和幸・浦野忠久・細田隆治(1996)オオコクヌスト成虫・幼虫によるマツノマダラカミキリ捕食実験. 日林関西支論 **5**, 147-150.
- 28) 上田明良・細田隆治・藤田和幸・浦野忠久(1995). オオコクヌストの生態(III)-産卵と発育の経過-. 日林関西支論 **4**, 173-176.
- 29) 由井正敏(1980). マツノマダラカミキリを捕食する鳥類. 森林防疫 **29**, 15-17.
- 30) 由井正敏・鈴木一生・山家敏雄・五十嵐正俊(1985). キツツキ類の生息密度とマツノマダラカミキリの捕食

率. 96回日林論 525-526.

森林防疫 42, 2-6.

31) 由井正敏・鈴木祥悟・中村充博(1993). キツツキ類によるマツノマダラカミキリの捕食実態と保護対策.

(1996・6・26 受理)

### 3. 松くい虫防除剤の森林生態系への影響

田畑 勝洋\*

森林総合研究所森林生物部生物管理科長

#### 1. はじめに

天然林以外の森林生態系は人間が木材や森林の公益的機能を確保するために自然を切り開いて造成した人為的生態系であり、これを保全・維持するには多くのエネルギーを投入しなければならない。この投入するエネルギーの一つが病虫獣害や雑草等の森林の生育を阻害する要因を排除することである。そのために、薬剤が使用され、これまで木材生産の向上と安定化、省力化等に大きな効果をあげてきたのである。しかし、その反面、薬剤の使用による林業生産や森林保全現場以外の環境に与える影響が毎年問題とされるに至っている。最近では、農薬による環境汚染が口にされ、きわめて微量の農薬が検出されたということだけで重大な危険に直面しているかのような印象がもたれている傾向にある。

松くい虫の特別防除に使用されている散布薬剤は、MEPおよびNAC剤である。現在これら2薬剤の特別防除面積は6万6千haで、このうち70%をMEP剤が占める。しかし、平成6年度の薬剤原液量を見るとMEP剤では約160キロリットル、NAC剤では約260キロリットルで、NAC剤が多くなっている。

MEPおよびNAC剤の空中散布によって現在では約30万haの保全松林の大半が1%未満の微害となってきたことは既に述べたとおりである。

ここでは松くい虫防除のための特別防除が自然環境や生活環境に及ぼす影響を把握するために1977年から実施されている安全確認調査結果や関連文献<sup>1-2,3,4,5,8)</sup>等から、主として松くい虫の空中散布薬剤の環境影響等を整理して考えてみよう。

#### 2. 薬剤の環境動態

松林等に散布された薬剤は、多種多様な生物とそれを取り巻く大気、水、土壌環境の間で移行と分配を繰り返して分布する。そして、散布した薬剤やその代謝物が特

定の場所に滞留すると環境汚染につながり、対象としない生物相に多く分布すると生態系に悪影響をもたらすことになる。散布した薬剤は大気や水系を経て最終的に土壌に移行する。土壌中に移行した薬剤は多くの土壌微生物によって分解されるが、一部は大気中に揮散したり、光分解を受けたり、河川水に流亡したりするものもある。

#### 3. 薬剤の環境生物に及ぼす影響

松林環境には様々な生物が相互に作用を及ぼしながら生息している。従って、マツノマダラカミキリ以外の標的外生物への影響は避けることはできない。

##### 1) 林木・下層植生への影響

松林には、マツのみの林分もあるが、スギ・ヒノキや多くの広葉樹と混交しているものもある。また、下層植生も様々である。1972年にマツとヒノキの混交林にMEP剤を空中散布した際、一部のヒノキに異常な落葉を伴う枯損が発見された。その原因はその後の調査研究によってMEP等有機りん殺虫剤によるものであることが判明した<sup>6,7)</sup>。それ以後、ヒノキの混交した松林にはMEP剤は使用しないこととし、ヒノキに影響のないNAC剤を用いることとした。また、近年ではヒノキに影響のないマイクロカプセル化したMEP剤の開発が進められている。

このようなMEP剤による害害はヒノキに限られており、その他の林木ではこれまで認められていない。一方、下層植生に対する影響は一部の植生に葉の褐変や斑点、新芽の枯死等が認められるものもあるが、枯死するものや無散布地に比較して種数や個体数が減少したりするものはなく、少なくとも翌年春には新たな芽や葉が展開し、薬剤による影響は一時的なものである。

##### 2) 野生鳥類への影響

主として西日本の平地林での鳥相と生息密度調査結果<sup>3)</sup>ではあるが、MEPおよびNAC剤の野生鳥類への影響は次に示すとおりである。

MEP散布時期(6月はじめと中旬の2回)に確認され

\* Katsuhiko TABATA

た鳥類は約30種でヒヨドリ、ホオジロ、カワラヒワ、キジバト、ハシボソガラス、コジュケイ、シジュウカラ、コゲラ、エナガ等の留鳥が主である。これらの種においてMEP散布前と散布後や散布5年間における出現個体数および種類数の変動や架設巣箱による繁殖状況、繁殖なわばり数の変化、群行動を調査した結果、MEP散布期における鳥類の出現現況では年内や年間で多少の変動は認められるが、この変動はMEP剤の影響によるものではなく通常の年内・年間変動である。また、平地林では野鳥の繁殖開始時期が一般的に早いといわれており、第1回目の散布時期には既に巣立った後であることが多いが、第2回目の散布時期は2度目の繁殖時期である。架設巣箱によるシジュウカラの繁殖状況調査では営巣数、産卵数、孵化率、巣立ち率ともMEPによる影響は認められず、卵や雛が消失する原因はへびによる捕食や人間による盗難によるものである。また、MEP散布時のエナガの群行動でも、散布によって群の行動範囲が変化したり、群が破壊されたりすることは見られていない。ホオジロの繁殖なわばり数の2年間にわたる調査では、なわばりの位置は多少の移動はあっても毎年同じ場所につくられており、特に影響は認められていない。1977年から実施されている安全確認調査でも鳥相や生息密度及び繁殖状況においてMEPやNEC剤による影響は確認されていない。

実験的に、MEP散布地に市販のジュウシマツを鳥かごに入れて枝に吊し、散布4時間後に採血し、血液コリンエステラーゼ(chEと略す)活性を測定した結果では、約50%のchE阻害(この程度の一時的なchE阻害では死亡することはないが、連続的であれば死亡する可能性がある)が認められた。しかしながら、MEP散布地で散布3～5日後に捕獲したホオジロ、エナガ、ウグイスではchE阻害は認められていないことから、散布直後には一時的なchE阻害は認められるもののその後の回復は早いようである<sup>2)</sup>。しかし、薬剤に対する感受性は野鳥の種類によっても異なる。

MEP散布地の落下昆虫類のMEP付着量は種類によって異なるが、1～12ppm程度である<sup>4)</sup>。野鳥の餌となるのは主に昆虫類の幼虫である。捕食の対象となるチョウ目や甲虫目の昆虫類の成虫のMEP付着量は約3ppmであるが、幼虫のMEP付着量は不明である。仮に幼虫のMEP付着量を約0.01ppmとしてシジュウカラの雛に連続して経口投与し、3日目と7日目にchE活性度を調べた結果では、無投与区の雛のchE活性値と投与区の雛のchE活性値に大差ないことから、この程度のMEP量では雛に影響を与えないことが判った<sup>3)</sup>。また、その間の雛の

成長は順調で採血個体を除くすべての個体は異常なく巣立った。

### 3) 昆虫類への影響

さきにも述べたが、MEPやNAC剤を散布した場合、標的以外の昆虫類への影響は避けられないが、散布前後の昆虫類の種数や生息数にどのような変動が生ずるかを調査することによって散布薬剤の影響を見ることが必要である。そこで、1977年から実施されている安全確認調査の中でハエ目、ハチ目、甲虫目、チョウ目、カゲロウ目等約17目について樹上や下層植生の昆虫類は叩き落とし法やすくい網法で、地上徘徊性昆虫については地上トラップ誘引法、土壤動物についてはツルグレン法によって調査が行われている。

その結果では、薬剤散布2～3日後では種類数も生息数も一時的に減少するが、その後は徐々に回復し、薬剤による影響は一時的なものであると判断されるが、それは当然の結果である。散布地によって種類数や生息数が大きな違いがあり、散布後に一時的な減少が認められたとしても、無散布地で同様な傾向が観察される場合があり、減少傾向を直ちに薬剤の影響によるものと判断してはならない。

一時的な減少傾向は樹上に生息している昆虫類に見られ、その他の昆虫類や土壤動物類ではその傾向は低い。

また、へい死する昆虫類の種類や個体数は散布直後に多いが、散布7日後以降にはその数は急激に減少する。これは、散布されたMEPやNAC剤が環境中で急速に消失していくことによるものである。へい死昆虫類調査の中には、マツノマダラカミキリは含まれていないが、1979年～1982年に茨城県の2haのMEP散布地でマダラカミキリの路上拾いとり調査したところ、調査初年度には比較的多く、年を経る毎に少なくなり、1982年ではほとんど発見されなかったという結果が得られている<sup>8)</sup>。これは連年のMEP散布によって、枯損木数やマダラカミキリ個体数が減少した結果によるものである。

一方、魚類や水生生物に対する散布薬剤の影響についても調査が実施されている。その結果を見ると、コイ、ニジマス、ウグイ等に遊泳や形態異常は観察されておらず、魚体からのMEPやNACの検出は検出限界未満(0.01ppm)であった。時折低い値ではあるが検出限界以上の値が検出される場合があるが、無散布地でも同程度検出されている。この場合は検出された化合物が散布薬剤であるかどうか再検査する必要がある。また、閉鎖系の水系の中では、魚体に薬剤が蓄積されることがあるが、清流に戻すと蓄積された薬剤は速やかに体外に排泄されることが知られており<sup>9)</sup>、河川水中の魚類に対して

は薬剤が体内に蓄積残留することはないと考えられる。

水生生物の調査では、水生昆虫類、水生植物、ミジンコ等の甲殻類が含まれているが、水生昆虫や水生植物、ミジンコが散布地やその周辺ではきわめて種数が少なく、薬剤による影響を判断するには至っていない。しかし、散布地やその周辺以外の河川や池等の水生生物の種類や個体数を毎年調査し、参考資料としてデータを蓄積しておくことが松くい虫防除剤の影響を評価する上に必要である。なお、周知のことと思うが、MEP等の有機りん殺虫剤は甲殻類に対して大きな影響を与えるものであるといわれている。

#### 4) 土壌及び河川への薬剤残留

散布薬剤の土壌残留調査では、散布2日後では検出量が多い傾向(約0.04ppm)はあるが、その後時間の経過に伴って徐々に減少し、散布3ヶ月後にはほとんど検出されないかされても検出限界未満となると考えられる。

一方、河川水での薬剤残留量はこれまでの調査によれば散布直後かその翌日に微量(土壌残留量の1/10量程度)検出されるが、その後急速に減少し、検出されなくなると考えられる。

#### 5) その他

本報では主として松くい虫の空中散布剤における環境影響について述べてきたが、地上散布剤、伐倒駆除剤、樹幹注入剤については触れなかった。それは、空中散布剤は広範囲に薬剤が散布されるため、環境影響が懸念されるが、その他の防除剤は局所的であり、概して影響も少ないと考えられるためである。

現在使用されている伐倒駆除剤のくん蒸剤(NCSやキルマー剤)は、枯損木を伐倒玉切りし、集積シートで覆い、くん蒸するため環境への悪影響はきわめて少ないと考えられる。また、グリーンガード、センチュリー、ネマノーンの樹幹注入剤は健全木の樹幹に薬液を注入するといった予防措置をとっているため、他への影響を考慮

する必要はない。しかし、樹幹に注入孔をマツの太さに応じていくつも開けねばならないが、注入孔やその周辺部の材に通水障害や変色等が生ずることが判っており、連続して使用するのは避ける必要がある。

#### 引用文献

- 1) ゴルファーの緑化促進協力会(1983). ゴルフ場における松くい虫防除対策の手引. 予防散布, 29-38.
- 2) Mihara, K., Misaki, Y. and Miyamoto, J. (1979). Metabolism of fenitrothion in birds. J. Pesticide Sci. 4, 175-185.
- 3) 農林水産技術会議(1985). 有機合成(有機りん)殺虫剤の環境生物に及ぼす影響と代替技術としての害虫誘引物質の開発利用に関する研究. 研究成果 168, 3-59.
- 4) 田畑勝洋・山崎三郎(1980). MEP散布地における落下昆虫のスミチオン含量. 日林誌 64, 438-440.
- 5) Takimoto, J. and Miyamoto, J. (1976). Studies on accumulation and metabolism of sumition in fish. J. Pesticide Sci. 1, 261-271.
- 6) 田畑勝洋・大久保良治(1980). ヒノキの fenitrothion (Sumithion<sup>®</sup>)による異常落葉減少のメカニズム(I)各種有機燐剤で処理したヒノキの落葉と内生エチレンの発生. 日林誌 62, 249-253.
- 7) 田畑勝洋・大久保良治(1980). ヒノキの fenitrothion (Sumithion<sup>®</sup>)による異常落葉現象のメカニズム(II)<sup>14</sup>C-fenitrothion (o, o-dimethyl-o-(3-methyl-4-nitrophenyl phosphorothioate))のヒノキ葉における代謝. 日林誌 62, 350-353.
- 8) 山崎三郎(1980). MEP空中散布地におけるマツノマダラカミキリひろいとり調査. 森林防疫 29, 9-14.

(1996・6・26 受理)

## 4. マツ林の施業と樹種転換のめやす

埤田 宏\*

森林総合研究所森林環境部植物生態科長

#### マツが好む土地条件とは

アカマツ林は乾燥した尾根に多いことから、アカマツの生息適地も同様の場所であると思われるがちである。し

かし、天然生のアカマツの成長は、スギが十分に育つような肥沃地に植えられたアカマツには及ばない。アカマツ林が成立するようなやせ地は、アカマツ自身にとっても好ましい場所ではないからである。なぜ、成長の良い適地にアカマツの天然林が見られないのか? そのような

\* Hiroshi TAODA

場所には、シイ・カシヤブナ・ミズナラのような広葉樹が多く、マツ類を負かしてしまうためである。乾燥地や過湿地、養分の少ない土地では広葉樹の生育が悪く、マツ類が生き伸びることができる。つまり、マツ類は幼時に陽光を必要とするため他樹種との競争に弱い、生息できる環境の範囲が広い、他の有力な樹種が嫌う立地に生き残る場所を得ているのである。このように、他種との競争がない状態での生息適地(生理的最適域という)と、競争にさらされた条件下で観察される生育適地(生態的最適域)が異なる例は多い。スギ、ヒノキなど、造林に適した樹種はすべて、この例に当てはまる。生理的最適域に植栽される樹木は、下刈りによって他種との競争から守ってやれば、自生地以上をはるかに上回る成長を示す。

### 人間が広げたマツの生育地

アカマツやクロマツが生息できる場所は、栄養分が少なく、乾燥または過湿で、日当たりの良い場所である。大昔では、火山活動によって生じた溶岩台地、崩壊地、粘土分の少ない氾濫原など限られた面積であったに違いない。文化の発展とともに森林からの取奪が多くなり、土地がやせ、マツ林の適地が増加した。自然林が失われた跡に、マツ林が成立したことは我々にとっても好都合であった。森林資源の主な用途は燃料であったため、広葉樹を伐採した跡に火力の強い薪を供給するマツ林が成立することを知り、積極的にマツ林の育成が進められた。これは、現在マツ林が多い地域の歴史を調べれば、製鉄(たたら)、窯業、製塩など、燃料を必要とする地場産業との結びつきが深いことで確かめられる。化石燃料の利用により、マツ林と人間の持ちつ持たれつの関係が失われたのは、昭和30年代以降であり、我が国の歴史から見ればほんのわずかな年数である。また、この時期は松くい虫被害の蔓延とも符号している。

### マツ枯れ後の山

いわゆる「松くい虫」の主犯であるマツノザイセンチュウが発見されてから、30年近くになり、西日本の多くの有名マツ林業地帯にかつての面影はなくなった。しかし、アカマツやクロマツが枯れた跡は禿げ山にならずにすんだ。多くの場所ではコナラやアラカシ、シイ等の広葉樹林になったが、再び若いアカマツが発生しマツ林になった場所も少なくない。一口で言えば、自然の復原力で森林が再生したことになる。しかし、元に戻ろうとする力が働いたのではなく、ある方向へ向けて、変化する力が働いたと見るのが正しい。たとえ、松くい虫の被害

を受けなくても、寿命が尽きればアカマツは枯れてしまう。年月を追って草地や森林が変化する減少は遷移と呼ばれる。生態学の教科書では遷移を「時間の経過とともに、ある群落別の群落に変化する現象」と定義している。植物が生育すると、落葉などで有機物が土壌に供給され、次第に土壌が肥沃化する。現在の植物群落を構成する植物が最初に発芽した時期と、寿命によって枯死する時期の土壌条件や地表の環境条件はすっかり異なったものになっているため、類似の植物群落(森林)が再び成立することは稀である。

松くい虫によってマツが枯れた後のマツ林を観察すると、大きく二つの型に分けることができる。その一つは、マツ林時代には下木であった広葉樹が大きくなって、広葉樹林となったもの。もう一つは、再び若いマツ林になったものである。前者は、土壌が比較的肥沃で、高木となる広葉樹の下木が多かった地域に見られ、後者は、ウラジロやコシダの多い痩せ地のマツ林で、瀬戸内海沿岸の寡雨地帯、花こう岩地等に見られる。これを林業の観点から見ると、成長の良い人工造林されたマツ林が前者で、マツしか生えない場所の天然マツ林が後者に相当する。

天然生のマツ林にも、土地条件により次のような違いがある。

極相のアカマツ林：花コウ岩等を母材とする貧栄養の土壌に成立したもの。林床にはミツバツツジ類、ネジキ、イヌツゲ等が疎らに生育する。草本は少なく、ハナゴケ、ワラハナゴケ、ヤグラゴケ等の地衣類、ツリバリゴケ、ホソバオキナゴケ、ハイゴケ等の蘚苔類が目立つ。コシダ、ウラジロが密生することも多い。厳密に言えば、土地的極相である。マツ枯れ後も林床に稚樹が発生しやすい。

二次林のアカマツ林：中・古生代の堆積岩等を母材とする土壌に成立する。アラカシ、シリブカガシ、ナナメノキ、コナラ、クヌギ、ミズナラ等の高木となる樹種が低木層に多く、ヤマツツジは見られてもミツバツツジ類は少ない。水分条件が良い場所では、草本層が発達し、ササクサ、チジミザサ、ヌスビトハギ等が見られる。ふつう、林床が暗く、コケ層の発達は不良である。

### マツ林の健全性とは

松くい虫の被害が激害型になりにくいマツ林があるのではないか。また、施業によってその性質を強くすることができるのではないだろうか。コレラやペストのような伝染病でも、都市の衛生や住民の栄養状態が改善されれば大流行に至らないことから、各種の病害虫に対する抵







図-3 林床の落葉掻きをおこなったアカマツ人工林(茨城県)

しにくくなると考えられる。もちろん、落葉掻きが行われている林分では、作業効率を上げるために枯損木や枯れ枝がきれいに除去され、感染源対策になっていることも見逃せない。

#### マツ林施業の「V1」

先日の航空機事故によって、V1速度が話題になった。離陸のための滑走中にエンジントラブルが生じた場合、離陸を中止すべきか、決定すべきかの判断速度がV1である。マツ林の施業においてもV1に相当する「決断点」が存在する。落ち葉掻きや枯損木処理を行っていても、松くい虫被害を完全には防止できない。もし、マツ林に代わって成立できる森林があり、樹種更改による森林の維持が改善の策として求められているとすれば、保育方法を転換しなければならない。遷移の進行による森林構成の変化という観点から施業を見ると、マツ林の維持とは遷移にブレーキをかけることであり、樹種更改とはアクセルを踏むことである。両方を満足させる施業方法は有り得ない。

海岸砂防・防風林を始めとして、マツ林には特有の機能や景観が存在する。マツ林を維持するための努力は大事であるが、それが不可能と判断された場合には施業の

方法を180度転換しなければならない。マツ林を維持するための施業を逆にすれば、広葉樹林への更改を促進することになる。

(1) マツの落葉・枯枝、低木類を林外に持ち出さない。土壌の肥沃化がマツの衰退と広葉樹の成長につながる。

(2) 枯損木の処理を行わず、林内に残す。たとえ枯木であっても、それが存在することによって鳥に休息場所を与え、鳥散布型の種子を林内にもたらす。

#### 遷移から見たマツ林の類型化と施業指針

激害を受けた、または、受ける可能性のあるマツ林の取り扱いを決定するには、放置した場合の遷移を予測し、望ましいと考える林相・林型と比較する。放置した結果として予測される林相が望ましいものでない場合に林相を変えるための施業(樹種転換)を行う。前述のように、マツ林のまま維持するための施業と、樹種転換するための施業は全く異なるものであり、時期を失うことなく判断をしなければならない。以下にマツ林の林型区分と施業方針を示すが、これはあくまで一つの目安である。

##### 1. 極相(土地的極相)のマツ林

天然生のアカマツが生じる場所は、広葉樹や草本植物

の生育が不良な場所であるため、アカマツの枯損後も再びアカマツ林になり易い。瀬戸内沿岸の花崗岩地帯は典型的な例である。この型の林床にはハナゴケ、ワラハナゴケ、トゲシバリ等の地衣類、コバノミツバツツジ、モチツツジ、ネジキ等の落葉のツツジ科植物やネズミサシ等で特徴づけられる。

熊本県の天草上島の硬質砂岩地帯は、土地的極相のアカマツ林が成立する程のせき悪地ではないが、松くい虫の被害が著しいため、更新したアカマツが十分に成長しないうち(約20年生以下)に枯死し、常に若いアカマツ林の林相を示す場所がある。アカマツ林要素としては、上層のアカマツのほか、ヒサカキ、サルトリイバラ、アセビ、シャシャンポ、カナメモチ、ネジキ、ネズミサシ、ヤマツツジ、アラゲミツバツツジ、オンツツジが見られ、地表はコシダやウラボシで被われる。照葉樹林要素としては、シリブカガシ、ヤマモモ、ウラボシガシ、アラカシ、モッコク、ヤブツバキ、ボロボロノキ、ハクサンボク、クロキ等が見られ、土壌条件が良い場所では照葉樹林化しつつある(アカマツ-アラカシ群落)。しかし、シイ・タブ林になることは少なく、アラカシ林やシリブカガシ林となることが多い。

(1) アカマツ-ハナゴケ林: 土壌が薄く、乾燥し易い、また、過湿になり易い等の理由で、樹木や草本植物の生育が不良、疎林であるにもかかわらず林床植生の発達が悪い。地衣類のハナゴケ、ワラハナゴケ、トゲシバリ、イネ科のトダシバ、ヌマガヤ等が特徴的。土地が痩せているため、ヒノキの造林は期待できない。抵抗性マツを造林、または、ヤシヤブシ類を植えて、天然生アカマツの侵入を待つ。落ち葉掻きは、遷移の進行を抑制するため、好ましい施業である。

(2) アカマツ-シモツケ林: 蛇紋岩地のアカマツ林。シモツケ、イワガサ、イブキシモツケ、ヒュウガミズキ、コウヤミズキ等の低木やアスナロ等が特徴的である。導入樹種の成長は不良となることが多いので、現存する木本植物の成長を促進する。崩壊を生じ易い土壌でもあるので、有用樹の成長を促すための刈り出しは最少限度とする。

(3) アカマツ-ミヤマキリシマ林: 九州の桐島山、雲仙岳の溶岩上に見られるアカマツ林で、ミヤマキリシマ、イヌツゲ、ススキが多く、一部にミズナラが侵入する。気温が低いため、激害とはならないはずである。また、自然植生の保護対象地でもあり、施業は行わない。

## 2. 遷移の初期相としてのマツ林

マツ林から気候に対応した自然植生に移行する過程の初期段階にあるマツ林であって、高木性の樹種が少な

く、ミツバツツジ類、シャシャンポ、ナツハゼ等が多いことが特徴である。マツ林として維持されるための施業(定期的な皆伐、落葉・落枝の採取、広葉樹の除去)が停止されて数十年以上を経ているにもかかわらず、この林相である場合は、遷移の進行がきわめて遅いことを示している。したがって、激害後の更新には何らかの対策が要求される。

(1) アカマツ-ヤマツツジ林: 東日本、ブナ帯のアカマツ林で、林床の刈払い、落ち葉掻き等の手入れを行っている林分では、遷移が進行しないため高木性の樹木が少なく、アズマネザサ、ヤマツツジ、トウゴクミツバツツジなどの落葉低木が多い。激害の発生が予想される地域においては、下層植生に対する人為的干渉を停止し、広葉樹類の発生と成長を促進するよう務める。激害の発生後に更新樹の(高木性の樹種)本数が少ない場合は植え込みも行う。

(2) アカマツ-アラカシ林: 西南日本、シイ・カシ帯のアカマツ林で、亜高木層にアラカシなどなどの常緑樹、ヤマハゼなどの落葉樹が見られ、低木層にはコバノミツバツツジ、モチツツジ、オンツツジ、サイゴクミツバツツジなどのミツバツツジ類が特徴。地域により種類が異なる。ソヨゴ、ヒサカキ、ヤブツバキなどの常緑樹が多い場合は広葉樹への更新が妨げられることもある。前林型と同様の施業を行う。

(3) クロマツ-チガヤ林: 海岸の砂地に植林されたクロマツ林は北陸、山陰地方に多いほか、九州の各地にも見られる。付近でタバコ耕作が行われている地域では、クロマツ林内で落葉掻きが行われているため、林床に腐植が堆積せず、低木層、草本層の発達は不良である。このような場所ではススキ、チガヤなどの草本が疎らに生育し、ハイゴケで地表が被われていることが多い。ハイゴケ型の林床にはクロマツの稚樹が発生・定着し易いため、上層のマツが枯損した後には天然更新が容易である。一方、落葉掻きが行われていない林分では、土壌の発達と共に照葉樹林への遷移が進行し、タブ型の植生へ移行する。防風林、飛砂防止林としての機能はマツ林が優れているので、できるだけマツ林として長く維持するため、林床の手入れを行ってマツ林としての健全性を保つようにすべきである。適切な防除が不可能であって、クロマツ林の維持ができない場合は、落ち葉掻き等を厳禁し、広葉樹の侵入と生育を促進する。

(4) クロマツ-トベラ林: 岩石海岸のクロマツ林の多くは下層にウバメガシ、トベラ、ヒサカキ、ヒメユズリハ等の常緑樹が密生している。ウバメガシが多い林分では、クロマツの枯損後にウバメガシ林となり、その後

の遷移は停滞する。この型の林分は、伊豆半島や東海地方に多く、九州では大分県の海岸に見られる。また、トベラ、マサキ、コクテンギ等が下層の優占種となるのは、海岸にごく近い場所に限られ、多くの場所ではタブノキ、クスノキ、スダジイ等の生育が顕著であり(次項のクロマツ-タブノキ林)、比較的短期にタブ林やシイ林に移行する。かつて、「もどうまつ」(アイグロマツ)の産地として有名であった水俣市茂道の半島は現在、高木層をスダジイまたはダブノキやクスノキが優占し、下層にヤブツバキ、カクレミノ、ヒサカキ、ハクサンボク、イヌビワ、クチナシを含んだ典型的な照葉樹林となっている。砂岩や頁岩を母材とする乾燥地帯で、付近に母樹となるマツが存在する場合、照葉樹林の皆伐後にマツの実生と広葉樹の萌芽が発生し、同齡のマツ-広葉樹型の林分を形成する。この型の林分では、松くい虫の被害はあまり問題とならない。岩石海岸のマツ林では落ち葉掻き等が行われることは稀であり、マツが枯損しても広葉樹林が残るため、特に施業は行わない。しかし、付近に守るべきマツ林がある場合は、枯損木の処理を徹底的に行う。

### 3. 遷移中、後期相としてのマツ林

アカマツ林から広葉樹林への遷移が進行した林分であり、コナラ林、ミズナラ林、シイ・カシ林の構成要素のほとんど全部が存在しているため、上木にアカマツが残存した広葉樹林の林型を成す。

(1) アカマツ-ミズナラ林：東日本、ブナ帯のアカマツ林で高木性の樹種としては、ミズナラ、コナラ、クリ、ヤマザクラ、ウワミズザクラ、カスミザクラ、アオハダ、ホオノキ等の落葉樹が主である。マツ枯れ後は広葉樹林に移行できると見なし、特に施業は行えないが、場合によっては、低木性樹種の除伐を行って有用樹の成長促進をはかる。

(2) アカマツ-ナナメノキ林：西日本、シイ・カシ帯のアカマツ林で、アラカシ、シイ、ヤブニッケイ、クスノキ、タブノキ、ナナメノキ等の常緑樹、ヤマハゼ、ヤマウルシ、ヤマザクラ等の落葉樹が亜高木層に多い林分。前林型と同様の施業を行う。

(3) クロマツ-タブノキ林：西南日本の海岸に見られる林型で、タブノキ、スダジイ、クスノキ、ヤブニッケイなどの常緑広葉樹林にクロマツの高木が残存した状態である。前林型と同様の施業を行う。

(4) アカマツ植林：植林によってマツ林を作る理由は、天然更新が不可能であるか、特別な種類または品種(アイグロマツなど)の林分を造成しようとするためである。この場合は、土壌条件が比較的良好であり、手入れをしなければマツ林を維持することができず、広葉樹林化する。熊本県の芦北地方では坑木生産のためのアカマツ林施業が行われている。本来のマツの立地と異なり、生産性の高い場所であるため下層に多くの照葉樹林の要素を含んでいる。植林したアカマツが閉鎖した後に放置された林分では、ヒサカキ、ネズミモチ等の常緑性の低木が密生し、高木性の樹種が侵入しにくい。上木の閉鎖後も下刈りが行われている場所では、亜高木層、低木層の発達が不良であるが、草本層に多種類の木本植物の生育を可能にしている。このため、上層のアカマツが枯損した後に、タブノキ、スダジイ、コジイ、ヤブニッケイ等の樹種が成長を始め、照葉樹林化し易い。

この林型では徹底的な防除が必要である。マツノマダラカミキリの侵入を封じるためにも、被圧されて衰退した個体の間伐(いわゆる衛生伐)が必須である。被害木の伐倒処理を毎年行うことにより、激害化が避けられた例は少なくない。

(1996・6・28 受理)

## 林野庁だより

### 試験研究と行政の係わり

最近、マスコミ報道を通じて「病原性大腸菌O-157」に世間の耳目が集中している。この雑文を記している現時点では汚染経路を含めて事実関係の究明は進んでいない。病理研究が進んだ今日において、なお原因不明の病気がまん延したり、エイズやエボラ出血熱など

病原が特定されながら決定的な治療手段の解明がなされていない事実を目の当たりにして、人間の英知の限界というのは言い過ぎだろうか。

一方、人類はこれまで種々の病気を解明し、克服してきたことも事実であり、ジェンナーが発見し、近時にはWHOが保管してい

た「天然痘菌」が地上から消滅するということは、ある種の感慨を抱かざるを得ない。

さて、我々の関係する森林・林業の世界においても、「マツノサイセンチュウ」の特定など数多くの森林病虫害の発見等が発表されてきているが、これらはいずれも関係者の地道な試験研究の賜であることはいうまでもないところである。過日、森林防疫奨励賞の応募論文を見る機会があり、専門的な知識に疎い筆者であるものの、各地の試験研究機関で地域の行政ニーズに対応すべく地道な努力を続けた成果に接して心強く感じたものである。しかし、これらの試験研究がすべからず行政に反映されるものでもないことは周知の事実であり、あるものは次のステップの基礎研究的な役割を果たし、あるものは別の方法論のきっかけとなる場合もあろう。肝心なのは、各種の試験研究に対して、行政サイドが直ちに

結果を求めないことであるが、行政の立場からすれば、一定の予算枠から研究費を捻出している以上、金額に見合った目に見えるものをとの期待も無理からぬところであり、その接点をどこに見いだすか、まさに試験研究・行政双方にとっての永遠のテーマである。試験研究は、企業における設備投資の性格を帯びており、販売戦略などにお金をかけると当面の営業成績は上がるものの将来的には暗く、かといって過剰な設備投資は経営そのものを危うくするおそれがあるという点においてである。低成長期の現在において、各企業とも設備投資は控えめにしているが、少なくとも森林病虫害の予防等に係わる試験研究は遅滞なく進められることを希望するとともに、画期的な発表等を期待する次第である。

(林野庁業務第一課造林種苗班担当補佐  
城土 裕)

## 都道府県だより

### ①「松島」における松くい虫被害対策

松島町は、湾内に浮かぶ260余の島々と松林の織りなす景色の美しさから、天の橋立・巖島と並ぶ日本三景の一つとして国内外に知られる観光地です。しかし、「松島」では松くい虫による松枯れの被害が深刻な問題となっています。

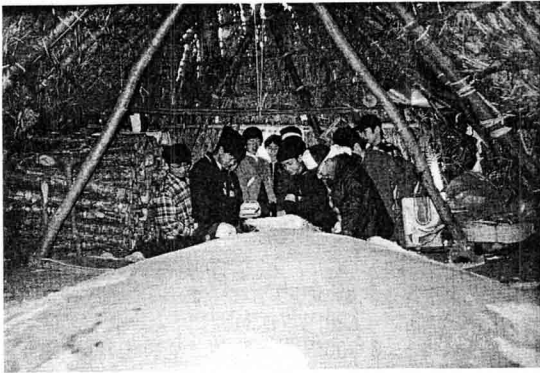
この松枯れの被害に対して昭和51年度から、空中散布・地上散布・樹幹注入等の予防と伐倒駆除を組合わせた総合的な防除対策を講じてきましたが、夏期の異常な気象条件等により被害の拡大・拡散の傾向は、近年より一層強まっています。

このような中、平成7年度松島町では、林野庁の補助事業「松林保全体制整備事業」を導入しました。この事業の実施に当たっては、周辺市町との連絡調整会議を開催し、連携した防除の推進を図る一方、松島を松くい

虫被害から守るために活動を行っている「特別名勝松島の松を守る会」の会員を対象に、松くい虫防除に関する講習会を開催し、幅広く意見・情報の交換を行いました。

また、町民等に被害材利用促進をPRするため、町で整備を進めている森林公園内に炭窯を設置し、松くい虫被害材を利用した炭焼き体験教室を開催しました。この教室には町内の小・中学生約30名も参加、松くい虫の防除方法や被害木の利用方法について説明を受けた後、炭窯から出した松炭に火を起し、バーベキューを楽しみました。今後、この炭窯の有効活用により、松くい虫被害材の利用促進が図られるものと期待しています。

年間500万人余りの観光客が訪れる松島町においては、その財産である松林を守るため徹底した防除の推進が要求されていることから、今後とも町・地域住民の方々の理解と協



町内の小中学生が参加した炭焼き体験教室

力を得ながら総合的な防除を実施していく方針です。

(宮城県仙台農林振興事務所 猪内太郎)

## ②松くい虫防除と今後の松林保全対策（大分県西高地域を例に）

大分県の西高地域は、国東半島の西部に位置する豊後高田市並びに西国東郡の1市2町1村よりなり、総面積25,264haのうち森林が14,928ha（58%）を占める地域です。この地域は凝炭岩や安山岩などの基岩で形成され、土壌は比較的浅く多少乾燥気味のため、多くの松が分布しており、海岸部では防潮防風林として、山間部では用材生産としての重要な森林に位置づけられています。

しかし、県下では、県南部から始まった松くい虫の被害が、今では全域に広がり、県北、国東半島が最も被害の多い地域となっています。当地域での近年の松くい虫被害量、および防除実績は表のような状況で、平成3年

の台風19号、平成5年の台風13号、および平成6年には異常気象により松くい虫被害が拡大し、多くの松林が枯損しました。特に海岸の名勝地である長崎鼻では、毎年薬剤の空中散布や百数十本の伐倒駆除を行ってきたにもかかわらず、平成5年をピークとして多量の松が枯損する結果となりました。現在では台風の影響も薄れ、松も徐々に元気を取り戻したのか、枯損するものも平成7年度には30本程度とピーク時の5分の1以下となりました。

最近の防除実績をみると、特別防除は徐々に減少してきましたが、これは対象地域を重点的に絞りこんだこと、広葉樹等への樹種転換を積極的に推進したこと等によるものです。

このような現状の中で、当地域では松林保護に対する地域住民の意識は高く、航空散布に伴う危被害が懸念されるところですが、たばこ生産者、養蜂業者を含む地域住民の協力の上で松くい虫防除が実施されています。地域住民の期待に添うためにも、松林の保全を図るためなお徹底した防除措置を継続して実施する必要があると考えています。薬剤散布による予防措置が最も効果的な方法の一つではありますが、最近の環境問題等から防除について様々な問題が提起されています。

県林業試験場で研究されている土壌改良剤やカルシウム剤の施用の効果等も見極めながら、松の樹勢回復や抵抗性の向上、樹幹注入による予防等の併用により松林の総合的な保全対策の徹底を図っていきたいと考えています。  
(大分県西高地方振興局林業水産課 佐藤朗)

表 松くい虫被害量および防除実績

単位：ha、m<sup>2</sup>

区 分		年 度	3	4	5	6	7
被 害 量	面 積		1,610	1,848	1,691	1,871	1,045
	材 積		5,145	5,204	4,773	7,235	3,507
防 除 実 績	特別防除		325	375	375	304	185
	地上散布		5	5	5	5	5
	伐倒駆除		2,606	2,732	2,266	1,830	1,622

森林防疫ジャーナル

○森林防疫編集委員会

平成8年6月28日午後2時よりコープビル8F全国森林組合連合会会議室において各編集委員出席のもと森林防疫45巻8号～12号の編集会議が開かれた。原稿・表紙写真等の投稿状況と8～12月号掲載案、掲載予定原稿の審査を行い、掲載案が了承された。

○森林病虫獣害防除活動優良事例コンクール審査委員会

○森林防疫奨励賞審査委員会

前記と同じく平成8年6月28日、コープビル8F全国森林組合連合会会議室において開催された。審査結果等詳細については次号(8月号)を参照されたい。

森林防疫 第45巻第7号(通巻第532号)

平成8年7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

マツクイムシ防除に多目的使用が出来る

スミパイン® 乳剤

マツクイ虫被害木伐倒駆除に

パインサイド® S 油剤C  
油剤D

伐倒木用くん蒸処理剤

キルパー®

松枯れ防止樹幹注入剤

グリーンガード®・エイト

スギノアカネトラカミキリ誘引剤

マツノマダラカミキリ誘引剤

アカネコール®

マダラコール®



サンケイ化学株式会社

〈説明書進呈〉

本社	〒890 鹿児島市唐湊4丁目17-6	TEL(099)254-1161(代)
東京本社	〒110 東京都台東区東上野6丁目2-1 都信上野ビル	TEL(03)3845-7951(代)
大阪営業所	〒532 大阪市淀川区西中島4丁目5-1 新栄ビル	TEL(06)305-5871
福岡営業所	〒812 福岡市博多区博多駅東2丁目17-5 モリメンビル	TEL(092)481-5601