

除雄剤によるスギ、アカマツ、クロマツの 雄性不稔の誘発に関する試験

齋藤 幹夫⁽¹⁾・藤本 吉幸⁽²⁾
一ノ関 訓⁽³⁾・大津 正史⁽⁴⁾

Mikio Saito, Yoshiyuki FUJIMOTO, Satoshi ITINOSEKI
and Masasi Oono: Male Sterility Induced by Some
Gametocides in *Cryptomeria japonica* D. DON, *Pinus
densiflora* SIEB. et Zucc., and *P. thunbergii* PARL.

要 旨：スギ、アカマツおよびクロマツに対する、雄性不稔の人為的誘発の可能性を検討するために、1968年から1970年にわたって、除雄剤の葉面散布による試験を行なった。

スギでは開花前年の8月下旬～9月上・中旬にFW-450(0.2%)、RP-7194(0.05%)、FCPA(0.5%)、およびMH-30(0.1%)で処理することによって、また、アカマツとクロマツでは、MH-30(0.2%)を用いて花粉母細胞の減数分裂開始の3～4週間前に処理することによって、それぞれ雄性不稔を誘発する効果が得られた。処理雄花であっても、そこから花粉が飛散した場合には、その花粉は多少とも発芽力を有しているので、薬剤処理の効果は花粉飛散時における雄花の枯死、または、成長阻害により、花粉を飛散しない場合に有効と判定した。しかし、有効な処理では同時に、雌花の枯死や成長阻害、また、新梢枯死や葉ヤケなどの葉害が生じた。この4薬剤のうちでは、MH-30が葉害がいちじるしく少なかったが、雄花のみを選択的に死滅させるという除雄剤本来の意味での実用化はなお困難である。ただし、採種林、採種園に侵入する不良花粉の母樹はタネ採取の対象とはならないので、これらの母樹に対する多少の葉害を無視するならば、不良花粉の侵入防止という観点から、これらの薬剤を使用することは可能であろう。

I はじめに

近年、農業方面では除雄剤による大量除雄法を開発し、一部実用化されている。

この除雄剤という術語は“gametocide”の訳語といわれ、もともと“gamete”の発育を妨げる成長調節物質の作用を指すものであった。したがって本来は、雌雄いずれの配偶体(gamate)の発育を妨げるものでもよかったのであろうが、現在、わが国では雄性器官(雄花、やく、花粉など)の発育を妨げる場合のみ用いられ、外国においても主として選択的に雄性器官に作用する場合に用いられることが多くなっている³⁰⁾。

また、除雄剤の働きには2つの種類があり、それはその物質本来の生理的作用のちがいと適用される植物の生殖生理的特性のちがいによって生まれるものであって、1つは両性花中の雄性器官の発育を抑制する働きであり、他の1つは雄花の着生を抑制する働きである。

前者の現象は、両性花中の雌性器官にいちじるしい影響を与えないで雄性不稔を招くものであり、後者はウリ類などの単性花をつける植物にみる現象で、この類では雌・雄花が発生原基的には差がなく、発生

1975年7月11日受理

造林—7 Silviculture—7

(1) 造林部

(2) 静岡県林業試験場

(3) 元 関東林木育種場(現 構造改善局)

(4) 元 関東林木育種場(現 平営林署)

途上のオーキシン・レベルのちがいで性が決定されるため、この過程に成長調節物質が効果を及ぼし、雄花の形成を妨げ、時にはこれを雌花として株全体の雌性化をすすめるものである³⁰⁾。

人工交配では、その交配が自家受粉でないかぎり、交配袋内に雄花の着生することは許されないので、その除雄が必要となる。この除雄作業はわれわれのとり扱う主要樹木では、単性花の多いことから比較的容易であるとはいえ、雄花の小さいヒノキやスギではやや困難があり、とくに枝葉にかくれた雄花がとり残される場合もある。さらに両性花であるアカシア類では、花器の小さいことと合わせて、その除雄には非常に多くの労力を要する。

林木の除雄剤による大量除雄法が開発されれば、人工交配における除雄の簡易化、省力化、さらに目的とする交配の確実性を高めるとともに、雑種タネの量産も可能になる。

また、採種林、採種園に隣接する不良林分や不良個体が、汚染花粉の飛散源でありながら伐り除けない場合にも、その対策として利用できよう。さらに、将来、天然更新施業の中に優良花粉の人工散布という行程が入った場合でも、その効果を増大させる可能性をもっている³⁵⁾。

農作物を対象にした大量除雄法開発のための研究を概括するとつぎのようである。

農作物では両性花が多く、その花器が小さいこと、また、閉花受粉を行なうものなどもあり、除雄には非常に多くの労力が必要である。また、一代雑種のタネが比較的多く使われることから、除雄の省力化、交雑タネの量産化のためには、ぜひとも、適切な大量除雄法を開発しなければならないとして、古くからその解決のために努力されてきた。

農作物の両性花植物に対して、いままでに大量除雄法として試みられた方法は、機械的に雄しべをとり除く方法と物理的、化学的な作用を与えて雄しべの機能だけをなくす方法とに二大別することができよう。前者の例としてはニンジン³¹⁾における水洗法、クローバー類³²⁾における吸引法などがある。

後者の例としては、トウモロコシ³³⁾やイネ¹²⁾¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾²⁵⁾、オーチャードグラス²³⁾、チモシー²²⁾、粟⁴⁾などにおける温湯法、小麦における冷却法³⁵⁾、レンゲ³⁴⁾³⁵⁾、ムラサキウマゴヤシ³⁶⁾における薬品（アルコール）浸漬法、トウモロコシ²¹⁾、ワタ²⁾、ナス¹⁸⁾²⁰⁾²⁶⁾、ピーマン¹⁹⁾、トマト²⁴⁾²⁷⁾²⁸⁾²⁹⁾⁴⁰⁾、ビート³¹⁾³⁹⁾、赤クローバー³⁹⁾、白クローバー³⁹⁾、カブ³⁹⁾、多年生ライグラス³⁹⁾、キンギョソウ¹⁷⁾などにおける薬剤（除雄剤）葉面散布法などがある。

水洗法、吸引法などでは多少の能率化ははかれるが、雑種タネの量産は望めない。また、温湯法は STEPHENS³²⁾ がトウモロコシで雄しべと雌しべの温度に対する抵抗差のあることを利用し、特殊な装置による温湯処理により除雄に成功したことに始まる。その後、JODON¹²⁾ がイネに応用し成功して以来、上記の多くの種について研究された。しかしながら、温湯法にしる、冷却法にしる、また薬品浸漬法にしる、これらの方法はその装置ととり扱いの面から、大量の除雄はなお容易ではない。

薬剤葉面散布法は MOORE²¹⁾ が MH 水溶液をトウモロコシに散布することによって、雄性不稔を誘発することを発見（1950）して以来、そのとり扱いの容易なことから、すぐれた大量除雄法として注目された。その後、いろいろな薬剤（MH, FW-450, RP-7194, FCPA, 2,4-D, Phosfon, トマコン B）により、上記の多くの種について研究されてきた。これらの薬剤のうち、FW-450 はワタ²⁾でいちじるしい雄性不稔の誘起に効果のあることが認められ、さらに雌性器官や栄養体に影響を与えないことから、一代雑種、採種用に実用化されている。このワタにおける FW-450 の薬剤散布法では、両親となる植物を交互に列状に植え、母本としてすぐれた側を処理して、雄性器官の機能を阻害し、花粉の飛散を押え、無処理の父

本の花粉との自然交雑によって, 雑種タネの生産を行なうものであり, 人工交雑の省力化, ひいては生産費を軽減し, 同時に雑種タネを量産することが可能になった。

一方, 林木における除雄剤による大量除雄法の試みとしては, いままでのところ, アメリカや韓国で, テーダマツやエキナータマツ¹⁾, リギダマツ²⁾など単性花植物に対して, 両性花中の雄性器官の発育を抑制する働きをもつ薬剤や単性花中の雄花の着生を抑制する働きをもつ薬剤などを使い試験されている。これらの結果では, みるべき成果は得られていないが, 林木では両性花中の雄性器官の発育を抑制する働きをもつといわれている薬剤のなかに有望視されているものがある。

われわれは除雄剤の林木育種への応用の可能性を検討するために, 1968年から1970年にわたり, 静岡県林業試験場, 関東林木育種場, 農林省林業試験場との共同試験として, スギ, マツ類を対象に両性花中の雄性器官の発育を抑制するのに効果があるとされている, 各種薬剤を葉面散布するいくつかの試験を行なった。これらの結果について報告する。

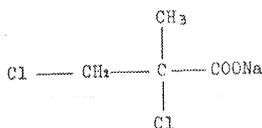
なお, この試験の全般的計画は齋藤が立案し, この試験の主要部であるスギの大部分は藤本が, マツ類の一部は一ノ関, 大津が, また, スギとマツ類の一部および花粉の発芽試験, 雄花の細胞学的観察調査は齋藤が, それぞれ担当した。そして, 全体のとりまとめは齋藤が行なった。

II 材料と方法

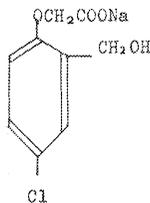
1. 供試薬剤

供試した薬剤は FW-450, RP-7194, FCPA, MH (MH, MH-30) の4薬剤である。この4薬剤の化学名, 構造式は下記のとおりである。

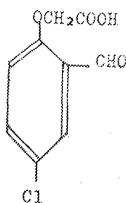
FW-450 : Sodium 2, 3-dichloroisobutyrate



RP-7194 (トライロントマト) : Sodium 4-chloro-2-hydroxymethylphenoxyacetate

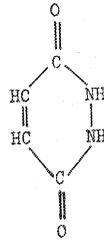


FCPA (RP-7846) : 2-Folmyl-4-chloro-phenoxyacetic acid



MH : Maleic hydrazide

(MH : 粉剤 100%)
(MH-30 : 30% 溶液)



なお、スギに供試した各薬液には展着剤イハラクミテン（液量に対して0.01%）と、界面活性剤エアロール（液量に対して0.1%）をそれぞれ添加した。

また、マツ類では展着剤を使用せず、界面活性剤のエアロールのみをスギと同量添加した。

Table 1. 各試験に使った
Chemicals and materials used

試験番号 Exp. No.	年度 Year	樹種 Species	薬剤 Chemicals	供試木名 Name of treated trees
1	1968	<i>Cryptomeria japonica</i>	FCPA RP-7194	MGR-1 " -2
"		"	FW-450 "	FJI-2 OOI-1
2		"	"	" -4
"		"	MH-30	FJI-2
"		"	"	OOI-1 " -4
3	1969	"	"	" -6
"		"	"	" -10
"		"	"	IZU-5
"		"	"	FJI-4 TNR-1
4	1970	"	"	FJI-4
"		"	"	ABE-6
"		"	"	TNR 18
"		"	"	" -19 OOI-1
5	1968	<i>Pinus thunbergii</i>	FW-450	ASK-11
"		"	FCPA	" -13
"		"	RP-7194	" -12
6	1969	<i>Pinus densiflora</i>	MH-30	MGR-21
"		"	"	IWM-1
"		"	MH	" -1
7		<i>Pinus thunbergii</i>	MH-30	MGR-22
"		"	"	SND-6
"		"	MH	" -6
8	1970	"	MH-30	MGR-1
"		"	"	" -2
"		"	"	" -3

注) GFES (Meguro) : 農林省林業試験場 Government Forest Experiment Station, GFES (Hatigozi) : 農林省
SPFES (Sizuoka) : 静岡県林業試験場 Sizuoka Prefectural Forest Experiment Station, KFTBS (Mito) :
スギ : MGR-1, 2 : 目黒1号, 2号 FJI-2, 4 : 精英樹富士2号, 4号 OOI-1, 4, 6, 10 : 精英樹大井1号, 4号,
アカマツ : MGR-21 : 目黒21号 IWM-1 : 精英樹岩村田1号 クロマツ : MGR-1, 2, 3, 22 : 目黒1号, 2号,

なお、各試験に使った薬剤の明細は Table 1 に示した。

2. 供試材料

供試木としては、林試（東京、目黒：スギ、アカマツ、クロマツ）および林試、浅川実験林（東京、八王子：クロマツ）、静岡県林試（静岡、浜北：スギ）、関東林木育種場（茨城、水戸：アカマツ、クロマツ）など、それぞれの構内に植栽されたものを使用した。

各試験に使った供試木の樹種名、個体数、樹齢、1処理あたりの枝数および試験場所などは Table 1 に示したとおりである。

スギの供試木は試験 1 にミショウ木を用いたほかは、すべてサンキ木である。また、マツ類の供試木ではアカマツ、IWM-1 とクロマツ、SND-6 はツギキ木であるが、他はミショウ木である。

なお、スギの供試木は試験 1 の自然着花木を除いたほかは、すべてジベレリン処理によって着花させ

薬剤と材料
in each experiment

個体数 Number of trees	樹 齢 Age	1処理あたりの枝数 Number of twigs per treatment	試 験 場 所 Locality of experiment	摘 要 Remarks	
1	10	2	GFES (Meguro)	} Fig. 4	
1	10	2	"		
3	8	} 9	SPFES (Sizuoka)		} Fig. 1
3	10		"		
3	10		"		
3	8		"		
3	10		"		
3	10		"		
3	7	} 15	"		} Fig. 9
3	5		"		
3	4		"		
3	4		"		
3	4		"		
3	10	} 15	"		} Fig. 5
3	11		"		
3	11		"		
3	11		"		
3	11		"		
1	22	2	GFES (Hatoozi)	} Fig. 7	
1	22	2	"		
1	22	2	"		
1	10	1	" (Meguro)		} Fig. 2
1	13	1	KFTBS (Mito)		
1	13	1	"		
1	10	1	GFES (Meguro)		} Fig. 3
1	14	1	KFTBS (Mito)		
1	14	1	"		
1	11	} 3	GFES (Meguro)		} Fig. 8
1	11		"		
1	11		"		

林業試験場浅川実験林 Asakawa Experimental Forest, Government Forest Experiment Station,
 関東林木育種場 Kanto Forest Tree Breeding Station
 6号, 10号 IZU-5: 精英樹伊豆5号 TNR-1, 18, 19: 精英樹天竜1号, 18号, 19号 ABE-6: 精英樹安倍6号
 3号, 22号 ASK-11, 12, 13: 浅川11号, 12号, 13号 SND-6: 仙台6号

た。また、マツ類の供試木は試験 6 のアカマツ、IWM-1 の剥皮処理木を除いては、すべて自然に着花したものである。

3. 処理濃度と処理時期

各樹種に対する各薬剤による処理濃度は、0.01%から5.0%まで14段階であった (Fig. 4)。

また、処理の時期はスギ、マツ類とも、花粉母細胞の減数分裂以前の処理を目標に行なった。試験 1 (スギ) の処理日 (9月1日, 10月1日, 11月15日), 試験 5 (クロマツ) の処理日 (3月15日, 20日, 4月5日, 20日) を除いた各試験の処理日は各図内 (Fig. 6, 7) にそれぞれ示したとおりである。

4. 薬剤の処理方法

スギ、マツ類とも、供試木の花芽着生枝に透明ビニール袋をかぶせて処理を行なった。この袋の底には、あらかじめポリエチレン製小型噴霧器の入る大きさの穴をあけておいた。この穴から噴霧器を入れ、処理枝の葉面にムラなく薬液の噴霧を行なった。

処理後、ビニール袋をとり除くと同時に、他の枝との接触をさけるため紙筒をかぶせた。紙筒は薬液の乾燥後にとり除いた。

なお、薬液の葉面散布は、一定濃度を1回だけ処理をする単処理を原則として行なったが、試験 4 (スギ) については、単処理の半分濃度で連続 2 回、処理をする連処理も行なった。

5. 調査方法

処理後、雌・雄花の枯死したものや枝葉 (スギ)、新梢、針葉 (マツ類) などの枯死したもの、また、成長阻害による小雌・雄花などが生じた。これらの占める割合は、その個数をいちいち数えないで、肉眼により判定した。なお、これらの調査は原則として、開花直前に行なった。

しかし、試験 3 (スギ) については諸般のつごうにより、開花前年の秋 (11月28日) に調査を行なった。なお、開花直前、一部について再調査した結果、雄花の枯死と成長阻害による小雄花の割合には変化が認められなかった。また、試験 4 (スギ) では、調査後も継続観察した。

試験 7 (クロマツ) では、対照雄花の花粉飛散直前に、ランダムに採集した各処理 5 個の雄花の長さおよび直径の調査を行なった。

なお、試験 8 (クロマツ) では、効果のある処理時期と供試木の花粉母細胞の減数分裂の時期との関係を明らかにするために、2月中旬から、ほぼ5日間隔に2供試木 (No. 1, No. 3) の無処理の雄花、数個ずつを採集した。細胞学的観察調査には、薬内細胞を酢酸カーミンで染色する方法で行ない、各資料については500個の細胞について検鏡調査した。

6. 花粉の採集と発芽試験

処理雄花からの花粉飛散の有無をしらべるには、雄花を生体につけたままで観察することが望ましい。しかし、飛散花粉の発芽力を調査する必要上、試験 4 (スギ) を除いたすべての試験では、対照雄花の花粉飛散直前に、対照および処理枝ごとの雄花着生枝の切りとり (スギ) や雄花のつみとり (マツ類) を行なった。そして、発芽試験用の花粉は、雄花着生枝 (スギ) にセロハン袋をかぶせ、水挿しする方法³⁷⁾やつみとった雄花を (マツ類) セロハン袋に入れる方法³⁷⁾で採集した。

花粉の発芽試験はスギ、マツ類とも寒天培地を使う常法にしたが行なった。

III 結果と考察

1. 効果の判定

供試薬剤の除雄剤としての働きは、雌花および栄養体に障害を与えず、選択的に雄花に作用して、その生殖能力をなくすものであるとすることができる。

雄花の生殖能力をなくすという点では雄花が枯死すること、枯死はしないが、花粉を飛散しないこと、あるいは、花粉は飛散するが発芽能力がないことのいずれであってもよい。

スギの FW-450, MH-30 処理（試験 2）やアカマツ、クロマツ（試験 6, 7）の MH-30, MH 処理などいくつかの試験で、処理雄花から飛散した花粉の発芽試験の結果（Fig. 1, 2）をみると、アカマツに MH-30 を処理した IWM-1 の 1 処理区を除いた、すべての処理区での花粉は多少とも発芽力を有してい

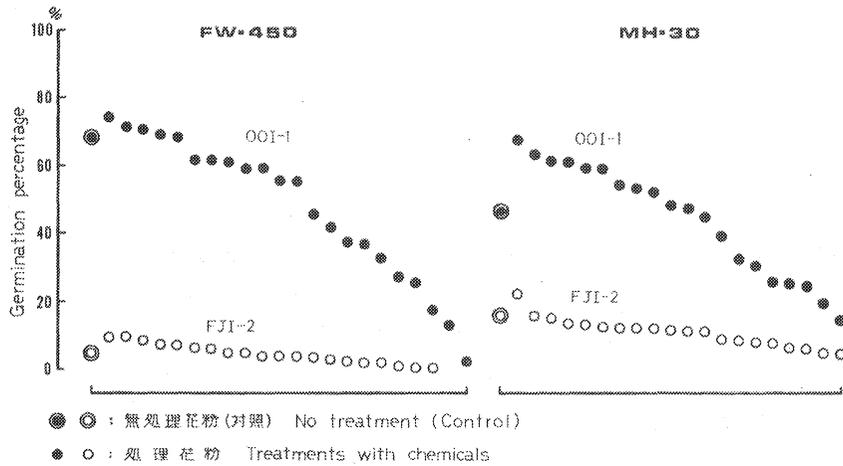


Fig. 1 薬剤処理をしたスギ雄花から飛散した花粉の発芽率（試験 2）
Germination percentage of pollen collected from treated male flowers with chemicals in *Cryptomeria japonica* (Exp. 2).

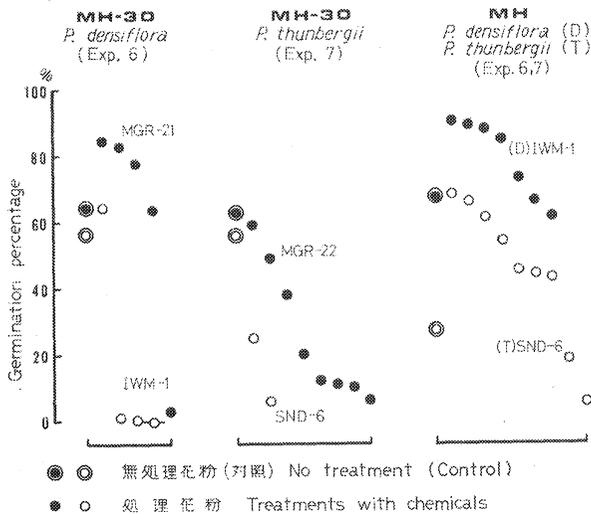
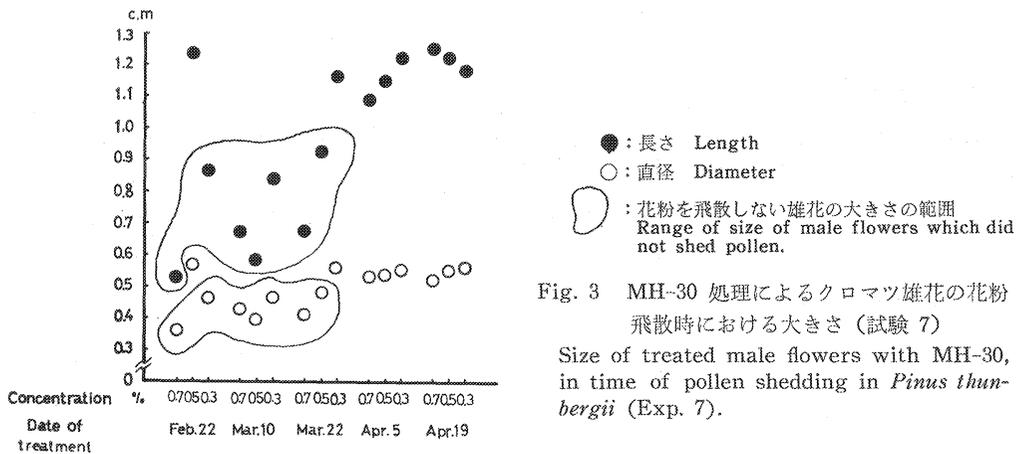


Fig. 2 MHで処理をしたマツ類雄花から飛散した花粉の発芽率（試験 6, 7）
Germination percentage of pollen collected from treated male flowers with MH in *Pinus densiflora* and *P. thunbergii* (Exp. 6, 7).



た。

したがって、スギ、マツ類とも、薬剤処理の効果は雄花の枯死、または成長阻害により花粉を飛散しないことに限って、有効と判定すべきである。

MH-30 処理 (試験 7) のクロマツ雄花について、対照雄花の花粉飛散時に、その大きさを測定した結果 (Fig. 3) によると、花粉を飛散しない雄花はほぼ処理時の大きさのまま、あまり発育をしないで花粉の飛散期を迎える。このことはスギ (Plate 1, B, C) でも同様の結果がえられた。

したがって、スギ、マツ類とも、花粉が飛散しない雄花であるかどうかは飛散時の雄花の大きさで、ほぼ知ることができる。また、きわめて形の小さい雄花は、飛散時を迎える前に枯死した。

考察：薬剤処理の効果は、雄花の枯死、または成長阻害により、花粉を飛散しないことに限って有効と判定された。

こうした観点から考えると、リギダマツで処理雄花から飛散した花粉と、対照花粉の発芽率に有意な差があったという報告⁹⁾は、それほど重要な意味はないといえる。

最近、ツバキ、サザンカ、その他 1 年生草本などの花粉に、放射線の照射を行ない、発芽が完全に不能になる放射線量は 650 kr であり、核は 1 kr から 5 kr で完全に機能を失うことを明らかにし、実際に核が機能を失っているながら、発芽が可能な 100 kr の放射線をうけた花粉を雌ずいにつけると、花粉管はのびるがタネは全くとれなかったという報告¹⁰⁾¹¹⁾がある。

除雄剤の処理でもこのようなことがあるとすれば、人工発芽床での発芽検定結果がそのまま、花粉稔性の有無に結びつかなくなるので、除雄剤の処理をうけた花粉を、実際に雌花に受粉して、タネの稔性調査を行なう必要があるが、現在のところ、こうした点の検討は行っていない。

トマトのように、枝階ごとに、段階的に開花する植物での調査結果²⁴⁾³⁰⁾では、FW-450 は処理後 5 ~ 20 日で雌性不稔を起こさせ、条件によっては、しばらくその効果が継続した後しだいに回復して、その後開花する花は正常な花粉を有するものにも戻るとも知られており、残効はそれほど長くはないといわれている。

なお、その個体に着生した花が、いっせいに開花期を迎えるような植物では、このような調査は不可能である。

Chemicals	Species	Concentration (%)													EXP.		
		5.0	3.0	2.0	1.5	1.0	0.7	0.5	0.3	0.2	0.1	0.07	0.05	0.02		0.01	
RP-7194	<i>C. japonica</i>	●						●							●		1
FCPA		●						●							○		1
FW-450				●				○							○		2
MH-30															●	○	2
														●	●		3
														●	○		4
														●	○		4
														●	○		4
RP-7194	<i>P. thunbergii</i>														○	○	5
FCPA			○					○							○		5
FW-450					○	○		○							○		5
MH-30								●	●								7
								●									8
	<i>densiflora</i>							●	●	●					○	○	6
MH	<i>thunbergii</i>							●	●		●						7
	<i>densiflora</i>							○	○		○						6

● : 除雄効果あり Effective; No pollen was shed from treated male flowers.
 ○ : 除雄効果なし Not effective; Pollen was shed from treated male flowers.
 * : 連 処 理 Repeated twice at the same concentration.

Fig. 4 各薬剤の処理濃度とその効果

Effect of emasculation by various leveles of concentration of chemicals.

2. 各薬剤の処理濃度と回数

スギ : 4 薬剤による薬液の濃度別処理 (試験 1, 2, 3, 4) と効果との関係は, Fig. 4 に示した。

効果の認められた各薬剤の処理濃度は, RP-7194 が 0.05% 以上, FCPA が 0.5% 以上, FW-450 が 2.0%, また MH-30 は 0.05% 以上である。

しかし, 試験 4 の MH-30, 0.05% の単処理と 0.02% の連処理で, 雄花の枯死と成長阻害による小雄花を加えた割合が, 80~90% (各処理, 15枝の平均) の範囲を示す処理区では, 残余の健全雄花とされたものに, 花粉飛散期の遅延現象が部分的な観察のなかでみられた。この点については, さらに詳細な検討が必要であるが, スギの MH-30 の処理では, さらに高濃度の 0.1% で 1 回の処理, または, 0.05% の 2 回処理などが, より確実な効果の得られる濃度であり, 処理方法であると考えられる。

なお, この 0.1% の単処理と 0.05% の連処理について, 雄花の枯死, 葉害による小雄花, 枝葉の枯死など, それぞれの割合を, 各処理 15 枝の平均値をもって示した結果 (Fig. 5) をみると, これらの処理区での枝葉の枯死した割合は, ともにほぼ 20% 以下であって, そう大きな差はない。このことはい換えれば, 薬量の半分ずつを 2 回に分けて散布しても, 全量を一度に散布しても, 枝葉の葉害には差がないといえる。

連処理は 2 倍の労力を必要とする。労力・効果・葉害などを関連させて考えた場合, 最適期に処理が実行できれば, 全量 (0.1%) 1 回散布が得策のようである。

しかしながら, 処理の対象クローン数, 母樹数が多く, 処理対象木間に最適処理時期の差異が生ずる場合には, 処理むらが少なくなることと合わせて, 半量 (0.05%) ずつ 2 回の処理をすることによって, より効果を高めることができるであろう。

マツ類 : 各薬剤の濃度別処理 (試験 5, 6, 7, 8) と効果との関係は Fig. 4 に示したとおりである。

試験 5 の RP-7194 と FCPA はスギの有効濃度よりも高濃度の処理も行なった。しかし, RP-7194 はスギでは 0.05% で効果があったのに, クロマツでは 0.3% でも効果がなく, また, FCPA はスギでは 0.5%

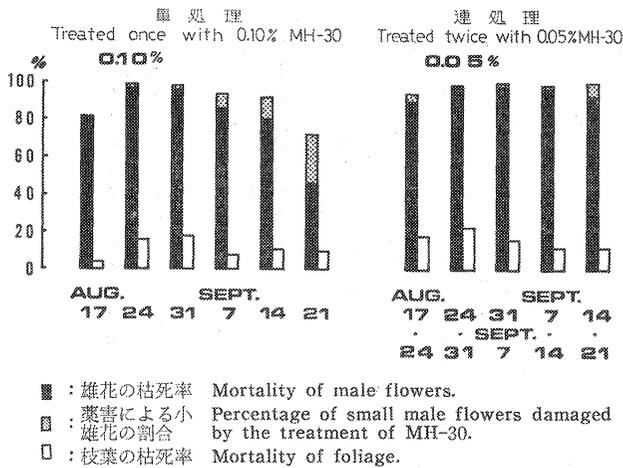


Fig. 5 MH-30 の単・連処理によるスギの雄花と枝葉の枯死率 (試験 4)

Mortality of male flowers and foliage treated with MH-30 once at high concentration and twice at low one in *Cryptomeria japonica* (Exp. 4).

30) は両樹種で効果があったが、粉剤 (MH) はアカマツでは効果がなかった。この原因が、粉剤は溶解がむずかしいことによるのかどうか、この点については明らかでないが、液剤 (MH-30) を使用することが得策である。

マツ類では、1 処理の枝数が少ないことから、スギでみられたような花粉飛散期の遅延についての観察はできなかったが、試験 8 の 0.1% の処理で花粉の飛散しなかった雄花は、雄花をつみとらないでそのまま放置した場合には、花粉が飛散しないと断定できるほど小さいものではなかった。したがって、マツ類の MH-30 処理でより確実な効果を得るためには、0.2% で処理を行なうことが必要であろう。

考 察：効果の認められた各薬剤は、供試各樹種で、濃度が高くなるにつれて雄花の枯死する割合は高く、効果は増大した。また、葉害も同様の傾向があった。したがって、効果の得られる濃度での最低濃度をもって、有効濃度とすることが望ましい。

しかし、スギの部分的な観察結果では、処理雄花の一部に、リギダマツで指摘されているような花粉飛散の遅延現象⁶⁾が認められた。

花粉の採取量は、雄花着生枝の切りとり (スギ) や雄花のつみとり (マツ類) の時期によって、大きく左右される。この試験では、無処理の雄花の花粉飛散直前に、処理雄花も同時に切りとりやつみとりを実行したため、処理雄花としては採取時期が早く、本来であれば、無処理の雄花よりも飛散期がおくれて、花粉を飛散するはずのものが、花粉を飛散しなかったとも考えられる。十分な観察はできなかったが、スギ、マツ類とも有効濃度は、これらの点も十分考慮して決定した。

MH-30 の有効濃度はスギでは 0.1% (または、0.05% の 2 回散布)、アカマツ、クロマツでは 0.2% であった。MH-30 のリギダマツ⁶⁾で効果のあった濃度 (0.5%) に比較すると、スギ、アカマツ、クロマツなどでは、より低濃度で効果が得られたことになる。

で効果があったが、クロマツでは 3.0% でも効果がなかった。なお、FW-450 はスギとほぼ同濃度の 1.5% で処理をしたが、効果がなかった。

クロマツとスギとでは、枝葉面からの薬剤吸収機構もちがうであろうし、また、処理の時期もちがうので単純な比較はできないが、このような処理では、スギよりもかなり高い濃度でなければ、効果は現われないと考えられる。

MH には 30% 溶液 (MH-30) と粉剤 (MH) との 2 種類がある。これら 2 種類をクロマツとアカマツに葉面散布 (試験 6, 7) した結果 (Fig. 4) をみると、液剤 (MH-

3. 処理の時期

スギ: 3か年にわたる MH-30 の時期別処理 (試験 2, 3, 4) の結果は, Fig. 6 に示した。

これによると, 3か年を通じての処理日は, 8月17日にはじまり, ほぼ1週間間隔で, 10月2日までである。これらの処理日のうち, 効果のなかった処理日は8月17日と, さらに, 9月21日以降のそれぞれの処理日である。

したがって, 試験を行なった静岡県林試構内における MH-30 の最適処理の時期は, 8月下旬から9月上旬・中旬までのようである。

マツ類: 目黒と水戸のアカマツ, クロマツに対する MH-30 の時期別処理 (試験 6, 7, 8) の結果は, Fig. 7 に示した。

1969年に効果の認められた処理の時期は, クロマツが目黒で2月22日~3月10日, 水戸が2月15日~4月1日である。また, アカマツは目黒が3月22日~4月5日, 水戸が4月15日である。

処理効果のなくなる時期は, クロマツ, アカマツとも水戸よりも目黒が早く, また, クロマツはアカマツよりも早い傾向が認められた。

また, 1970年における目黒のクロマツに対する MH-30 の時期別処理 (試験 8) の結果をみると, この試験の供試木, MGR-1 では4月1日以前の処理, MGR-3 では3月17日以前の処理で, それぞれ効果が認められた。なお, この両供試木について, 雄花の細胞学的観察をした結果によると, 花粉母細胞の減数分裂像が認められたのは, 両供試木とも4月11日に採集の標本からである。したがって, 効果の得られた処理区は, 花粉母細胞の減数分裂開始以前に処理を行なったものである。

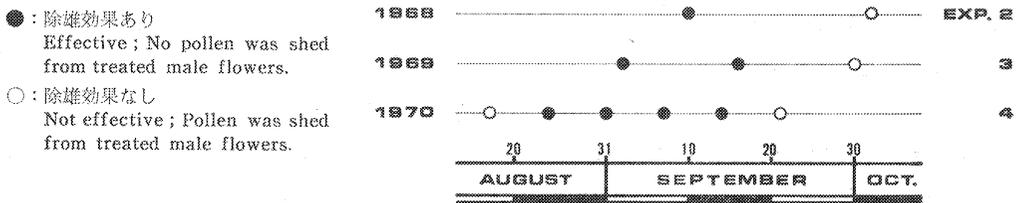


Fig. 6 スギの各年度における MH-30 の処理時期とその効果
Effect of emasculation in various times of treatment with MH-30 in *Cryptomeria japonica*.

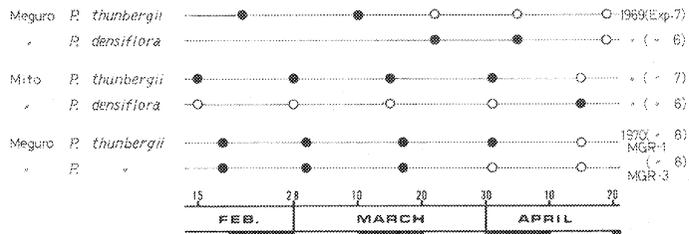


Fig. 7 マツ類における MH-30 の処理時期とその効果
Effect of emasculation in various times of treatment with MH-30 in *Pinus densiflora* and *P. thunbergii*.

なお、花粉母細胞の減数分裂のどのくらい前に処理をすればよいかであるが、同時期、同濃度の処理で、供試木によっては効果が得られない場合があり、あまり明確ではないが、おそらく、MH-30のクロマツに対する処理は、花粉母細胞の減数分裂開始の3～4週間前に実行することが必要であろうと考えられる。

考 察：除雄剤(FW-450, 2,4-D)は花粉母細胞の減数分裂時に作用して、花粉の形成を妨げると考えられており、実際に処理後、数週間で花粉母細胞の核の凝固がみられ、ついで、花粉母細胞や花粉(小孢子)が壊死すること²⁶⁾⁸⁰⁾、あるいはタペート細胞が崩壊せず、花粉の栄養とならないために、花粉は内容のない小形のものに退化すること⁸¹⁾などが観察されている。

しかし、この試験では、処理雄花の花粉母細胞、タペート細胞、花粉などの観察を行っていないので、雄花が枯死する前に、このような経過があったかどうかは明らかでない。

スギで効果の得られた処理の時期は、静岡では開花前年の8月下旬から9月上・中旬であった。

スギの自然状態における花粉母細胞の形成の時期は、鳥取ではおよそ9月下旬～10月下旬であることが知られている⁸⁾。

また、クロマツでは花粉母細胞の減数分裂開始(年により異なるが、東京でのクロマツはおよそ4月中旬)のおよそ3～4週間前に、処理することによって効果の得られることがわかった。

したがって、この試験のスギ、クロマツでの効果のあった処理の時期は、いずれも花粉母細胞の減数分裂開始以前であって、リギダマツ⁵⁾⁶⁾や農作物⁸⁰⁾での結果に一致した。

なお、スギ(試験4)の最適処理時期よりも、少し遅くなった処理の同一新条の雄花群では、下部の雄花は枯死せず、上部の雄花だけが枯死することも観察された(Plate 1, D)。これは、スギの花芽の分化は、同一新条においては下部から上部へ新条の成長にともなって、求頂的に進行したという報告⁸⁾とあわせて考えれば理解できる。

また、アカマツ、クロマツでは、処理効果のなくなる時期は水戸よりも目黒が早く、クロマツはアカマツよりも早いという差異がみられた。われわれは、この年度の供試木の花粉母細胞の減数分裂の時期の調査は行っていないが、花粉の飛散期に関しては、アカマツ、クロマツとも水戸よりも目黒のほうが、7～10日ほど早いことを観察している。また、クロマツはアカマツよりも7～10日、早いことが知られており⁷⁾⁹⁾、花粉母細胞の減数分裂の時期もほぼ、これに準じた差異を示すものと考えてよい。したがって、供試木の植栽場所、樹種による花粉母細胞の減数分裂の時期のちがいが、この差異を生じた原因と考えられる。

4. 各薬剤の選択性

スギ：いろいろな時期や濃度で各薬剤を葉面散布(試験1, 2, 3)した多くの処理枝から、除雄効果(花粉が飛散しない)のあった処理枝、50～99%の雄花が枯死した処理枝、1～49%の雄花が枯死した処理枝などをそれぞれ選出、分類した。

そして、分類したそれぞれに含まれる処理枝については、枝葉の葉害の程度により4つに分類した。また、MH-30処理については、雌花の葉害の程度によっても枝葉と同じように4つに分類した。

葉害の程度は、全枝葉(全雌花)の枯死した処理枝、50～99%の枝葉(雌花)の枯死した処理枝、1～49%の枝葉(雌花)の枯死した処理枝、枝葉(雌花)に葉害のみられない処理枝などである。

除雄効果の程度により分類したそれぞれの処理枝のなかに、葉害の程度により分類した処理枝の数が、

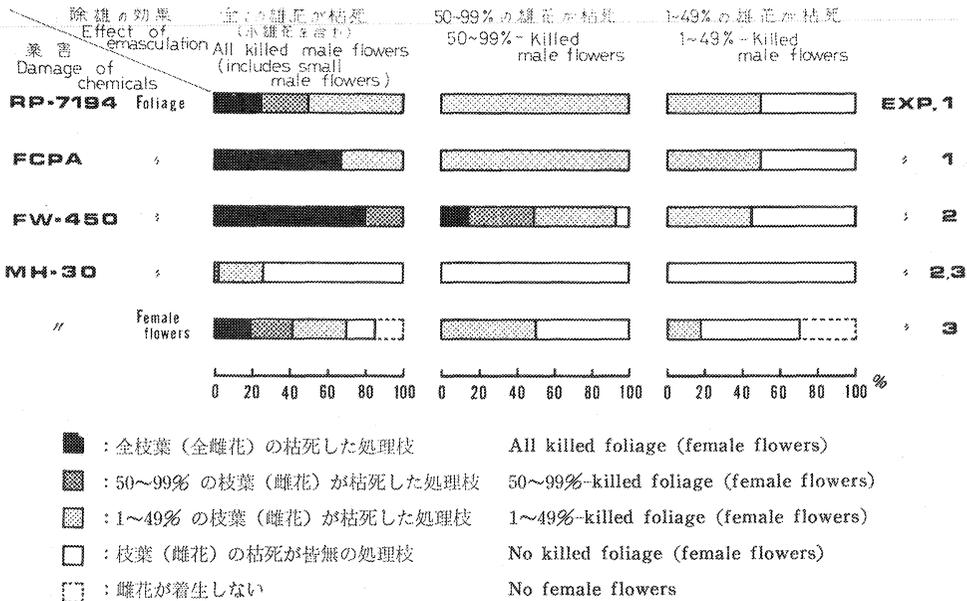


Fig. 8 スギの除雄効果と葉害との関係

Relation between the effect of emasculation and the damage of foliage and female flowers in *Cryptomeria japonica*.

どのような割合で含まれるかを示したのが、Fig. 8 である。

この結果でも明らかなように、いずれの薬剤も除雄効果のあった処理枝では、枝葉に葉害が生じた。なかでも、RP-7194, FCPA, FW-450 の3薬剤では、葉害の被害程度の重い、全枝葉の枯死した処理枝のみられ、さらに、50~99%の雄花しか枯死せず、十分な除雄効果の得られなかった処理枝のなかにも、葉害が生じた。

したがって、この3薬剤は、雄花のみに作用するという選択性が低いようである。なかでも、アメリカでワタの除雄剤として市販されている FW-450 は、枝葉の葉害が顕著であり、選択性をもっとも低かった。

一方、MH-30 は除雄効果のあった処理枝に、葉害の被害程度の軽い処理枝が26%程度含まれるにすぎず、3薬剤に比較して枝葉の葉害がはるかに少なく、供試薬剤のうちではもっとも有望である。

しかし、雌花の葉害をみると、除雄効果のあった処理枝では、ほとんどの処理枝に葉害が生じ、被害程度の重いものも含まれている。さらに、50~99%の雄花しか枯死せず、十分な除雄効果の得られなかった処理枝の約半数にも、被害程度は軽いが葉害が生じた。

なお、成長阻害による小雌花の厳密な確認はきわめて困難であるが、明らかに葉害による小雌花も認められた。したがって、これらの小雌花を加えるとさらに雌花の葉害の割合は増加する。これらの点から考えると、MH-30 処理での雌花の葉害は、雄花と枝葉の中間よりも、やや雄花に近い影響をうけるようである。

なお、部分的な観察結果では、葉害による小雌花から発達した球果は、収穫時においても、正常球果に比較して、その形が小さかった。

マツ類：マツ類では処理枝数の少ないこと、また処理時、とくにアカマツでは処理枝上の雌花着生の判定が困難なこと、さらに1処理枝上の雌花数の少ないことなどから、MH-30の葉害関係については、スギのようなとりまとめかたはできなかつた。針葉、雌花の葉害は、スギの場合とほぼ同様であり、除雄効果のあつた処理枝のなかには、針葉のごく一部が枯死した処理枝および全雌花の枯死した処理枝がともに50~60%認められた。

また、マツ類の雌花はそれが着生している新梢とともに枯死(Plate 1, F)するものが多く、その後、新梢の枯死した大半のものでは、枯死部直下の前年葉の間からの萌芽が観察された(Plate 1, G)。

考 察：林木では、リギダマツにMH-30, FW-450, 2,4-D, Phosfonなどを葉面散布し、これらの薬剤のなかでは、MH-30, Phosfonが有効であるが、1年生球果の発達が阻害されるので、まだ、実用化の域に達していないとの報告⁸⁰⁾がある。

供試薬剤のなかでは、MH-30が枝葉の葉害が少なく、すぐれている点では、われわれの結果も同様であつた。

両性花植物では、除雄剤(FW-450)は容易に葉面から吸収されて、植物体に移行すること、また、植物体全体に移動するが、新葉およびとくに花芽の部分にいちじるしく集まる。なお、花器のなかでは、子房よりもやく部に多く蓄積されるといわれており、これが、選択的に雄性器官に作用する原因であろうと考えられている⁸⁰⁾。

単性花植物の場合、雌・雄花の分化期に差異があり、雄花の分化が早ければ薬剤を雄花のみに作用させることが可能であるかもしれない。

スギの自然状態における雄花の分化期は6月下旬~9月上旬であり、雌花の分化期は7月上旬~9月中旬で、雌花の分化開始期は雄花よりも2~3週間遅いことが知られている⁸¹⁾。

このため、スギでは、ある程度の雄花に対する選択性を期待して試験をすすめた。しかし、効果のある処理では、葉害がとくに雌花に生じ、分化期のこの程度の差異では、なお、完備な選択性は得られなかつた。

5. クロウン間の反応差

スギ、5クロウンにMH-30を時期、濃度別に葉面散布(試験3)した結果(Fig. 9)によると、供試木1(OOI-10)のように反応の高いクロウン、5(TNR-1)のように反応の低いクロウンがみられ、ク

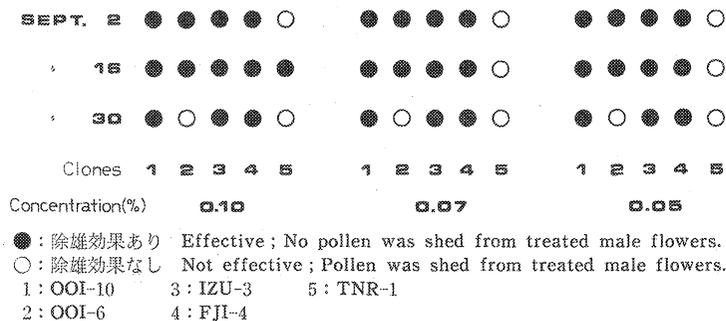


Fig. 9 スギ5クロウンに対するMH-30の時期、濃度別処理と効果(試験3)
 Effect of emasculation by different concentrations of MH-30 at various times of treatment in *Cryptomeria japonica* five clones (Exp. 3).

クローン間に薬剤に対する反応差が認められた。

考察：ナス¹⁸⁾やトマト³⁰⁾に対する FW-450 の処理で、品種間に反応差のあることが報告されているが、スギのクローン間にも同様の結果が得られた。

このクローン間に反応差の生ずる原因が、何によるのかは明らかでないが、スギの場合、各クローンの最適処理時期のちがいが原因として考えられる。反応差が各クローンの最適処理時期のちがいによるものとすれば、除雄剤の散布時期をクローンごとに考慮しなければならないことになる。

いずれにしても、クローン間の反応差は除雄剤を使用する場合の困難さを増すものである。

IV むすび

現在のところ、もっとも有望な MH-30 でも、効果のある濃度では、スギ、アカマツ、クロマツとも雌花と枝葉、とくに雌花に葉害がともなうことから、雄花を選択的に死滅させるという除雄剤本来の意味での実用化はなお困難である。

林木育種における除雄剤の応用面は広いが、除雄剤の施与にあたって、雌花および枝葉に葉害の生ずることは決定的にその用途が制限される。

したがって、今後は選択的に雄花に作用する薬剤を選出すること、また、対象植物の雌・雄花の分化の時的差異の利用も一つの方法である。さらに、この試験では、除雄剤の一つの働きである、雄性単性花の着生を抑制するのに効果があるといわれている薬剤は使っていないが、これらの薬剤についての効果の検討も必要であろう。

花粉の発芽や飛散の機能を停止させ得ないにしても、除雄剤の処理によって、雌花が花粉を受容しなくなる時期まで、雄花の開花期を遅らせることができれば、除雄剤としての間接的な効果を利用できる。この点については、さらに調査が必要である。

なお、この試験では、発芽した花粉は受精能力があるものとして、効果を判定した。

しかし、花粉管は伸長するが、受精能力はないという、放射線照射の場合に認められた現象が、除雄剤処理にも生ずるかどうかが、処理花粉の生体での受精能力の検討が必要である。かりに、このような現象が確認できれば、除雄剤のさらに低濃度使用を可能にし、ひいては、より葉害を少なくすることができるであろう。

なお、採種林、採種園に侵入する不良花粉の母樹はタネ採取の対象とはならないので、これらの母樹に対する多少の葉害を無視するならば、不良花粉の侵入防止という観点から、この試験で枝葉の葉害のもっとも少なかった MH-30 を使用することは可能であろう。

この試験をすすめるにあたって、ご指導をいただいた農林省林業試験場造林部長 岩川益夫技官、遺伝育種科長 戸田良吉博士、ならびに共同研究の機会を与えていただいた元関東林木育種場長 岩田重夫氏、元原種課長 百瀬行男技官(現、農林省林業試験場木曽分場造林研究室長)、静岡県林業試験場長 水本 晋博士に厚くお礼申上げる。

文 献

- 1) BROWN, C. L., & J. T. GREEN: A preliminary report on the development of male gametocides for southern pine. *Georgia For. Res. Pap.*, 6, (1961) (文献 No. 5 による)
- 2) EATON, F. M.: Selective gametocide opens way to hybrid cotton. *Science*, 126, 1174~1175, (1957)
- 3) 福島与平・石田 明: 人参の育種に関する実験(1) 除雄について, 静大農研報, 10, 13~15, (1960)
- 4) 宮司佑三・酒井慎介・石秋 炯: 温湯法に依る粟の人工交配, 鹿児島大農学報, 4, 28~36, (1954)
- 5) HONG, S. O. (洪性玉): The effect of some growth regulators upon the development of male gametophyte of pitch pine. *Res. Rep. Inst. For. Genet. (Korea)*, 3, 45~60, (1963)
- 6) 玄 信圭 (HYUN, S. K.): 韓国の林木育種(1), 林木の育種, 47, 9~13, (1968)
- 7) 橋詰隼人: アカマツ花性分化の人工管理(第III報) 花芽分化期, 球花発育過程ならびに花性転換の機構について, 鳥取農学会報, 13, 141~149, (1961)
- 8) —————: スギの花芽分化期および花芽の発育過程について, 日林誌, 44, 312~319, (1962)
- 9) —————: 林木の交配に関する基礎的研究(IV) クロマツおよびアカマツの花粉の発育と発芽, 鳥取大農演報, 5, 17~28, (1971)
- 10) IWANAMI, Y.: Effects of irradiation on pollen II. *Gamma Field Symposia*, 2, 53~67, (1963)
- 11) 岩波洋造: “花粉を有機溶媒に入れる”, 日本花粉学会誌, 8, 39~43, (1971)
- 12) JODON, N. E.: Experiments on artificial hybridization of rice. *Jour. Amer. Soc. Agron.*, 30, 294~305, (1938)
- 13) KIRK, L. E.: Abnormal seed development in sweet clover species crosses. *Sci. Agric.* 10, (1930) (安田貞雄: 高等植物生殖生理学, 405~406, 養賢堂, 東京, 1948による)
- 14) 近藤頼己: 温湯除雄法に依る稲の人工交配に就て, 農業及園芸, 14, 41~52, (1939)
- 15) —————: 温湯浸種法に依る稲の人工交配方法, 農業及園芸, 14, 2496~2502, (1939)
- 16) —————: 稲の交配に関する温湯浸種法の研究, 科学, 12, 17~20, (1942)
- 17) KVO, Y. O. & J. W. DE BRUYN: Gametocidal action of Dichloroacetic acid. *Euphytica*, 11, 287~292, (1962)
- 18) 栗山尚志・佐久間青成: ナスに対する FW-450 全葉散布の生殖器官に及ぼす影響に関する試験, 昭和41年度化学物質による作物の生育調節に関する研究成績書, 農林水産技術会議事務局, 1~6, (1967)
- 19) —————・—————: ピーマンに対する FW-450 全葉散布の生殖器官に及ぼす影響に関する試験, 昭和41年度化学物質による作物の生育調節に関する研究成績書, 農林水産技術会議事務局, 6~8, (1967)
- 20) —————・—————: ナスに対する FW-450 全葉散布の生殖器官に及ぼす影響に関する試験, 昭和42年度化学物質による作物の生育調節に関する研究成績書, 農林水産技術会議事務局, 1~6, (1968)
- 21) MOORE, R. H.: Several effects of maleic hydrazide on plant. *Science*, 112, 52~53, (1950) (文献 No. 30 による)
- 22) 村上道夫: 牧草の集団除精法(I) 温湯法によるチモシーの除精, 育種学雑誌, 4, 14~17, (1954)
- 23) —————: 牧草の集団除精法(II) 温湯法によるオーチャードグラスの除精, 西京大学報, 7, 134~138, (1955)
- 24) MOORE, J. F.: Male sterility induced in tomato by Sodium 2,3-Dichloroisobutyrate. *Science*, 129, 1738~1740, (1959)

- 25) 長尾正人・河村幸次郎：稲の交雑に関する研究(II) 温湯除精法による稲の人工交雑に関する実験的研究, 遺伝学雑誌, **18**, 58~67, (1942)
- 26) 中村直彦：人為的雄性不稔の研究(I) 薬剤散布による茄子の雄性不稔, 兵庫農科大学研究報告, **1**, 111~114, (1954)
- 27) 西 貞夫・栗山尚志・梅田昭一：除雄剤 FW-450 によるトマトの雄性不わん性誘発に関する試験, 昭和38年度園試そ菜部そ菜花き研究年報, 12~16, (1963)
- 28) 西 貞夫・梅田昭一・戸田幹彦：除雄剤 FW-450 によるトマトの雄性不わん性誘発に関する試験, 昭和39年度園試そ菜部そ菜花き研究年報, 4~8, (1964)
- 29) —————・—————・—————：除雄剤 FW-450 によるトマトの雄性不わん性誘発に関する試験, 昭和40年度園試そ菜部そ菜花き研究年報, 4~9, (1965)
- 30) 西 貞夫：除雄剤について, 植物の化学調節, **3**, 136~143, (1968)
- 31) 太田朋子・松村清二：化学薬品処理によるビートの雄性不稔性に関する細胞学的観察, 生研時報, **14**, 53~56, (1962)
- 32) STEPHENS, J. C. & J. R. QUINBY: Bulk-emasculatation of sorghum flowers. Jour. Amer. Soc. Agron., **25**, 233~234, (1933)
- 33) SUNESON, C. A.: Emasculation of wheat by chilling. Jour. Amer. Soc. Agron., **29**, 247~249, (1937)
- 34) 末次 勲・植木千尋：紫雲英の除雄法に関する二三の実験, 農業及園芸, **26**, 471, (1951)
- 35) —————・—————：レンゲの交配技術, 育種学雑誌, **2**, 225~229, (1953)
- 36) 重永昌二：アルファルフアの集団除雄法に関する研究, 兵庫農短大研蒐録, **5**, 45~49, (1955)
- 37) 齋藤幹夫・小野 豊：セロハン袋によるマツ・スギの花粉採集法, 日林誌, **50**, 388~389, (1968)
- 38) 戸田良吉：明日の林業のために—4—明日の林業と林木育種, 林業技術, **333**, 7~9, (1969)
- 39) WIT, F.: Chemically induced male sterility a new tool in plant breeding? Euphytica, **9**, 1~9, (1960)
- 40) 山田英一・神山利一・加藤 浩：F₁ 採種の除雄の簡易化に関する試験, 昭和41年度化学物質による作物の生育調節に関する特別研究推進会議資料, 28~32, (1967)

図 版 説 明

Plate 1

- A. 花粉飛散直前の無処理のスギの雄花
- B, C. MH-30 の処理によって枯死したスギの雄花
- D. 雄花の着生部位による MH-30 の効果のちがい (上部：枯死した雄花, 下部：成長阻害による小雄花)
- E. 除雄剤の処理時期から約 5.5 か月経過したクロマツ無処理の幼球果 (撮影：8月7日)
- F. MH-30 の処理によって枯死した新梢と雌花 (撮影：8月17日)
- G. 枯死部直下の前年葉の間から萌芽した状態 (撮影：8月17日)

Plate 2

- H. 花粉飛散直前の無処理のクロマツの雄花
 - I. MH-30 (0.5%), 3月1日処理の H と同時期のクロマツの雄花
 - J. MH-30 (0.3%), 3月1日処理の H と同時期のクロマツの雄花
 - K. MH-30 (0.7%), 3月15日処理の H と同時期のクロマツの雄花
 - L. MH-30 (0.5%), 3月15日処理の H と同時期のクロマツの雄花
 - M. MH-30 (0.3%), 3月15日処理の H と同時期のクロマツの雄花
- 注. I~Mまではいずれも花粉を飛散しない。

Male Sterility Induced by Some Gametocides in
Cryptomeria japonica D. DON, *Pinus densiflora*
SIEB. et ZUCC. and *P. thunbergii* PARL.

Mikio SAITO⁽¹⁾, Yoshiyuki FUJIMOTO⁽²⁾, Satoshi ITINOSEKI⁽³⁾
and Masasi OOTU⁽⁴⁾

Summary

Experiments were carried out for studying possibilities of inducing selective male sterility in *Cryptomeria japonica* D. DON, *Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC. and *Pinus thunbergii* PARL. Studies were carried out during the period of 1968 to 1970 using FW-450, RP-7194, FCPA, and MH-30 as the gametocides, which had so far been studied in several crop plants. The study produced results similar to those previously reported and in which four chemicals were mentioned as being respectively effective in preventing pollen formation.

Four- to ten-year-old *Cryptomeria japonica* trees, were selected as the experimental materials, in the arboreta of Government Forest Experiment Station, Meguro, Tokyo, and Sizuoka Prefectural Forest Experiment Station, Hamakita, Sizuoka Prefecture. Similarly, 10- to 13-year-old *Pinus densiflora* trees, and 10- to 22-year-old *P. thunbergii* trees, were selected in the arboreta of Government Forest Experiment Station, Meguro, Tokyo, Asakawa Experimental Forest, Hatioozi, Tokyo, and Kanto Forest Tree Breeding Station, Mito, Ibaraki Prefecture.

The gametocides were applied to the twigs of sample trees by means of spraying solution of various concentrations and on different dates.

FW-450 was effective at the concentration level of 2.0%, while FCPA and RP-7194 were effective at the levels of 0.5 and 0.05%, respectively. However, they were considerably harmful to foliage and female flowers at the same time, and the less harmful chemical, MH-30, was preferred. The latter was effective to *Cryptomeria japonica* at the concentration level of 0.1% and at the level of 0.2% to the two species of pine. The dates of effective treatments were from late August to early September in the year previous to *Cryptomeria* flowering, and early in the spring in pines, just three to four weeks prior to the pollen mother cell meiosis.

Even when the development of male strobili was disturbed considerably, pollen shed from strobili was able to germinate. Therefore, treatments of chemicals were considered as being effective only when no pollen grain was shed.

Although MH-30 was less harmful than the other three sorts of chemicals, it actually caused injuries to the foliage and female flowers of the treated plants at the minimum levels of concentration. Therefore, it cannot be practically utilized as the emasculating gametocide in ordinary situations. Even so, it can be utilized in some cases such as the emasculation of less favourable individuals around the seed orchards or selected seed stands.

Received July 11, 1975

(1) Silviculture Division

(2) Sizuoka Prefectural Forest Experiment Station

(3) Kanto Forest Tree Breeding Station (Present address : Agricultural Structure Improvement Bureau)

(4) Kanto Forest Tree Breeding Station (Present address : Taira District Forestry Office)

Explanation of plates

Plate 1

- A. Male flowers of control just before pollen shedding in *Cryptomeria japonica*
- B, C. Male flowers killed by treatment with MH-30 in *Cryptomeria japonica*
- D. Difference of the effect of treatment with MH-30 by the set position of male flowers (upper part : killed male flowers; under part : small male flowers damaged by the treatment)
- E. Young cones of control after about five months and a half from the treatment time of gametocide in *Pinus thunbergii* (Photographed on Aug. 17)
- F. Shoot and female flowers killed by the treatment with MH-30 (Photographed on Aug. 17)
- G. Sprouts elongated out of preceding foliage directly under killed part (Photographed on Aug. 17)

Plate 2

- H. Male flowers of control just before pollen shedding in *Pinus thunbergii*
- I. Male flowers at the same time as H, treated with 0.5% of MH-30 on March 1 in *P. thunbergii*
- J. Male flowers at the same time as H, treated with 0.3% of MH-30 on March 1 in *P. thunbergii*
- K. Male flowers at the same time as H, treated with 0.7% of MH-30 on March 15 in *P. thunbergii*
- L. Male flowers at the same time as H, treated with 0.5% of MH-30 on March 15 in *P. thunbergii*
- M. Male flowers at the same time as H, treated with 0.3% of MH-30 on March 15 in *P. thunbergii*

Note : Every male flower of I. to M. did not shed pollen.

