

## ソルビタン脂肪酸エステルによるヒノキ雄花の枯死効果

遠藤良太 (千葉県農林総合研森林)・西川浩己 (山梨県森林総研)・三宅智浩・椎野太二郎 (日油油化研)

中村博一 (群馬県林試)・小塩海平 (東農大)・伊澤勝俊 (千葉森林研)

要旨：千葉県，山梨県，群馬県のヒノキ採種園の雄花の発現している3次枝を供試枝として，スギ雄花枯死に効果のあるソルビタン脂肪酸エステル13倍及び22倍希釈液の浸漬処理と葉面散布処理を行ったところ，すべての県の採種園の供試枝においてヒノキ雄花を枯死させる効果が示された。効果の程度は，22倍より13倍希釈液の方が高くなった。さらに，処理の時期は，千葉県では10月上旬が適していた。

キーワード：ヒノキ，ソルビタン脂肪酸エステル，雄花枯死，浸漬，葉面散布

## I はじめに

スギ花粉症は，今や国民病の一つといわれ，この対策のためにスギ林の雄花を抑制する研究が進められている。我々は，糖脂肪酸誘導体の一つであるソルビタン脂肪酸エステルをスギ雄花発現初期に施用した場合，雄花が選択的に枯死することを確認している(4)。さらに，この性質を利用して，スギ林の花粉生産量を抑制する実用的な技術開発に取り組んでいる。

一方，スギとともに主要な造林樹種であるヒノキは，スギと共通抗原性を持つことから，スギに次いで花粉症を引き起こす樹種である。また，スギ花粉症患者の相当数が，ヒノキ花粉症も併発すると考えられており，スギ林同様にヒノキ林での雄花抑制も重要な問題である。したがって，ソルビタン脂肪酸エステルが，ヒノキ雄花も枯死させる効果を持つものであれば，スギと併せて総合的に花粉抑制を進めることができる。

そこで，千葉県，山梨県，群馬県のヒノキ採種園を利用して，ヒノキ雄花発現初期にソルビタン脂肪酸エステルの施用試験を行い，雄花枯死に対する効果を確認したので報告する。

## II ソルビタン脂肪酸エステル

糖脂肪酸誘導体の一つであるソルビタン脂肪酸エステル(以下，SEFAと省略)は，糖の一種であるソルビトールと脂肪酸を脱水することによって得られるエステル化合物で，昭和30年に食品添加物に指定されている(5)。放射線ラベル化合物を用いた体内動態の評価により，分解物が主に呼吸や尿として排出される事が知られており(6)，1日許容摂取量(グループADI)は0-25mg/kgである

(5)。SEFAの用途としては，食品工業用乳化分散剤(例えばパン，ケーキ，チョコレート材料)のほか，医薬，化粧品原料，工業用乳化剤，潤滑用乳化剤，合成樹脂滑剤，顔料分散剤等，幅広く使われている(2,3)。またSEFAは，動物の経口，経皮投与に関して安全性が確認されている環境負荷の少ない物質でもある。

## III 施用時期と濃度による効果の違い

## 1. 試験地と方法

試験地は，千葉県山武市にある千葉県農林総合研究センター森林研究所内において1968年に造成されたヒノキ採種園である。園内の箱根3号，鬼泪7号の2クローン各1個体から，雄花がある程度以上に発現していた3次枝を選び，その先端15~20cmを供試枝とした。2008年10月2日から12月10日までの間に6回(12から16日間隔)，SEFA剤の13倍及び22倍希釈液に浸漬処理した。各処理の供試枝数は，箱根3号3本，鬼泪7号2本とした。効果の判定については，雄花の枯死及び落下程度を，表-1に示す0~4の5段階の指数(以下，効果指数とする)により行った。また，雄花をSEFA剤希釈液に浸漬すると，約2ヶ月で効果が確認できること，2月下旬には花粉飛散が始まることから，2009年2月20日に目視により判定した。

分析は，供試枝ごとに判定した効果指数を用い，クローン，処理日，濃度を要因とした三元配置の分散分析により行った。なお，クローンにより繰り返し数不揃いであったため，明石による簡便な補正の方法(1)により欠測値の補正を行った。

Ryota Endo (Chiba Pref. Agriculture and Forestry Res. Center Forestry Res. Inst., Haniya 1887-1 Sanmu-shi Chiba 289-1223)・Hiroki Nishikawa (Yamanashi For. Res. Inst.)・Tomohiro Miake・Taijiro Shino (Oleo & Speciality Chem. Res. Lab. NOF Corp.)・Hirokazu Nakamura (Gunma Pref. For. Lab.)・Kaihei Koshio (Tokyo Uni. of Agr.)・Katsutoshi Izawa (Chiba Pref. Agriculture and Forestry Res. Center Forestry Res. Inst.)  
Mortality effect of hinoki male flower using sugar derivatives of fatty acid esters

## 2. 結果及び考察

処理日ごとにクローン、浸漬濃度別に効果指数の平均を図-1に示した。10月2日に処理したすべての供試枝の効果指数は4、すなわち75%以上の雄花が枯死または落下し、SEFA 剤希釈液の浸漬処理により、発現したヒノキ雄花が抑制される効果があることが認められた。10月16日以降処理した場合は、箱根3号の方が鬼泪7号より効果が大きく、箱根3号では12月10日に処理した枝の一部でも効果が表れていた。また、両クローンとも13倍希釈液の方が22倍希釈液より効果が大きい傾向であった。表-2に示した三元配置の分散分析結果においても、クローン間、濃度間、処理日間に有意差が検出された。処理時期が10月中旬以降の場合、効果が低下する可能性があること、クローンや濃度により効果に差が生じる可能性があることが示された。したがって、千葉県では、10月上旬にSEFA 剤13倍または22倍希釈液を浸漬処理すると、クローンや濃度により効果の程度に差があるものの、雄花枯死の効果が期待できる可能性が示された。

## IV 地域、処理方法、処理濃度による効果の違い

### 1. 試験地と方法

試験地は、前項の千葉県農林総合研究センター森林研究所のヒノキ採種園(以下、千葉試験地)、山梨県南巨摩郡南部町にある山梨県森林総合研究所八木沢採種園において1969年に造成されたヒノキ採種園(以下、山梨試験地)、群馬県渋川市にある群馬県林業試験場子持育種事業地において1968年に造成されたヒノキ採種園(以下、群馬試験地)である。試験に用いたクローンは、千葉試験地では酒々井1号、箱根2、3、4、5号、鬼泪7号、西多摩1、5号、南多摩5号、三保6号、新城2号、丹沢5号、片浦6号、鬼泪7号の13クローン、山梨試験地では鰍沢1号、6号、下伊那1号の3クローン、群馬試験地では沼田3号、西川5号、久野2号の3クローンであり、各試験地で共通に用いたクローンはない。

前項の試験同様、各クローンそれぞれ1個体から雄花の発現した3次枝を3本選び、その先端15~20cmを供試枝とした。処理数は前項の試験で用いたSEFA 剤13倍及び22倍希釈液への浸漬処理及び葉面散布処理とし、対照(無処理)を含めた5処理とした。葉面散布の方法は、供試枝から30cm離れた位置から、ハンドスプレーを用いて定量(54g/m<sup>2</sup>)を吹き付けた。各処理は、前項に示した2008年の結果から、千葉試験地では10月上旬が適期と考えられたが、2009年は雄花の発現が多少遅くなったこと、対象とした13クローンすべてで雄花の発現の確認を行ったため、10月14日に行った。山梨試験地は、千葉試験地に

時期を合わせて翌15日に実施したが、両試験地より標高の高い群馬試験地では、雄花の発現が遅くなったため10月29日に実施した。

効果の判定については、前項の試験と同様、雄花の枯死、落下程度を5段階の効果指数により、千葉試験地では2009年12月8日、山梨試験地では12月9日、群馬試験地では12月10日に目視により判定した。判定を12月上旬としたのは、2008年の試験から、薬剤処理後1.5ヶ月程度で効果が判定できると判断されたためである。

分析は、供試枝ごとに判定した効果指数を用い、処理とクローンを要因とした二元配置の分散分析により行った。なお、この分析には、処理方法間の違いを検討するため、分析は対照のデータを除いて行った。

### 2. 結果及び考察

試験地別、処理別に、クローンごとに用いた3供試枝の効果指数の平均を求め、さらにそれらの値の平均を算出し、図-2に示した。千葉試験地では、SEFA 剤13倍及び22倍希釈液の浸漬、葉面散布とも効果指数の平均が3.5以上と高い枯死効果を示した。山梨試験地及び群馬試験地での効果指数の平均は、千葉試験地の値より低くなったものの、無処理の対照に比べると、明瞭な雄花枯死効果は認められた。表-3に示した分散分析の結果では、クローン間、処理間とも千葉、山梨では有意差が検出された。群馬では、有意差が検出されなかったが、これはデータ数が少なく、誤差、すなわち同一クローン、処理内での個体間のバラツキが大きくなったためと考えられる。これらの結果から、SEFA 剤希釈液の処理は、処理方法やクローンによって効果に違いがある可能性が考えられる。図-2より、3試験地とも葉面散布より浸漬で、22倍より13倍で効果が高い傾向がみられた。葉面散布より浸漬の方が、SEFA 剤希釈液は雄花に付着しやすいことなどから、この傾向は妥当と考えられる。千葉試験地で試験を行った13クローンを用いて、処理ごとに供試枝の効果指数のバラツキをみるため、それらの標準誤差を算出し、その平均と範囲を図-3に示した。この図から、13倍よりも22倍の方が標準誤差は大きい、すなわち効果はバラツク傾向があることが分かる。

以上の結果から、SEFA 剤13倍及び22倍希釈液の浸漬及び葉面散布処理は、千葉県から群馬県まで、ある程度の範囲において、ヒノキ雄花枯死効果が認められ、13倍希釈液が22倍希釈液より効果が大きいというのにバラツキも少ない傾向があった。なお、群馬試験地での効果指数は、千葉及び山梨試験地よりも低い傾向であった。すべての試験地で供試クローンが異なっており、群馬試験地の対象クローンは、効果が表れにくいクローンであった可能

性があるが、2008年の試験結果から、10月下旬の浸漬は、10月上～中旬より効果が低い可能性があることも考えられる。

V 年による処理効果の違い

1. 試験地と方法

千葉試験地では、箱根3号と鬼泪7号の2クローンについて、2008年と2009年の両年とも、13倍及び22倍希釈液の浸漬処理を行った。そこで、両年の結果から、年により違いがあるのかを検討した。この分析に用いた2008年の効果指数は、10月16日に浸漬した枝の値とし、クローン、年、濃度を要因とした三元配置の分散分析により行った。なお、クローンにより繰り返し数が不揃いであったため、明石による簡便な補正の方法(1)により、欠測値の補正を行った。

2. 結果及び考察

箱根3号と鬼泪7号の浸漬濃度及び年別に効果指数の平均を求め表-4に、そしてクローン、年、濃度を要因とした三元配置の分散分析の結果を表-5に示した。分散分析から、クローン間、年次間、濃度間に有意差が検出された。これは、鬼泪7号の効果指数が13倍希釈液、22倍希釈液とも2009年より2008年の方が小さい値を示したためである。その一方で、箱根3号は両年とも同様な効果を示しており、両年をとおして安定的な効果を示した。ここで行った年次の違いの検討は、わずかに2クローンの結果からのものであり、年次間で効果に違いがあるか否かについては、試験クローン数を増やして引き続き検討する必要がある。

VI おわりに

ヒノキ花粉症対策として、SEFA 剤の実用化を考える場合、散布による方法が現実的である。今回の試験結果から、13倍及び22倍希釈液ともに雄花枯死効果があることが示されたが、効果の程度や効果のバラツキを考えた場合、13倍希釈液の方が適していると判断された。一方、近年、環境負荷低減の観点から、より濃度を低下させる技術開発を求められる傾向がある。今後は、13倍希釈液よりも低濃度で、同じ効果を持つ濃度の検索などを、現地規模の実証試験と併せて進めていく必要がある。また、育種種苗は、都道府県ごとにクローン構成が異なる採種園から提供されているので、クローン間差が認められたことは、地域によって効果の程度が異なる可能性を示す。したがって、SEFA 剤の雄花枯死効果を定量的に把握するためには、多くのクローンで効果の確認を行うことも必要と考えられる。なお、SEFA 剤施用後に枯死した雄花が

落下する際に、雄花基部に接する針葉先端の一部が落下する現象が認められた。この現象と SEFA 剤との関係の有無も今後の検討課題と考えられる。

引用文献

- (1) 明石孝輝 (1978) 次代検定林のデータ処理と交配設計. 147pp, 林木育種協会.
- (2) フレグランスジャーナル社編 (2005) 香粧品原料便覧代5版. 260, フレグランスジャーナル社.
- (3) 化学工業日報社 (2009) 15509の化学商品. 1536, 化学工業日報社.
- (4) 小塩海平・山仲藍子・嶋田昌彦・椎野太二郎・鶴岡邦昭・柴山俊朗 (2008) プレインテクノニュース129 : 27-30.
- (5) 谷村頭雄, 棚元憲一, (2007) 食品添加物公定書解説書第8版. D-1035-1039, 広川書店.
- (6) Treon, J. F. et al. (1967) Physiologic and metabolic patterns of non ionic surfactants. Chem. Phys. Appl. Surface Active Subst., Proc. Int. Congr., 4th, 1964, 3, Edited by Paquot, C. 381-395, Gordon Breach Sci. Publ., London, England.

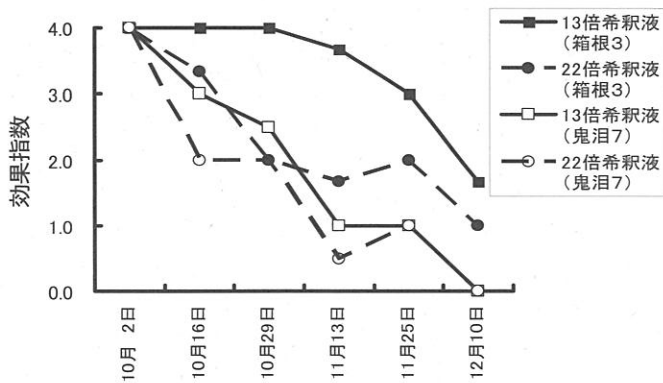
表-1. SEFA剤によるヒノキ雄花枯死効果判定に用いた効果指数

指数	内容
0	: 変化なし
1	: 25%未満の雄花が枯死、落下
2	: 25%以上の雄花が枯死、落下
3	: 50%以上の雄花が枯死、落下
4	: 75%以上の雄花が枯死、落下

表-2. SEFA剤13倍及び22倍希釈液を浸漬処理した場合のヒノキ雄花枯死効果指数について、クローン、処理日、処理濃度を要因とした三元配置の分散分析表

要因	自由度	平方和	平均平方	F値
クローン	1	22.22	22.22	45.54 **
処理日	5	83.15	16.63	34.08 **
処理濃度	1	8.68	8.68	17.79 **
クローン×処理日	5	6.65	1.33	2.73 *
クローン×処理濃度	1	2.35	2.35	4.81 *
処理日×処理濃度	5	3.86	0.77	1.58
誤差	53	25.86	0.49	
全体	71	152.78		

\*\* : 1%水準, \* : 5%水準有意

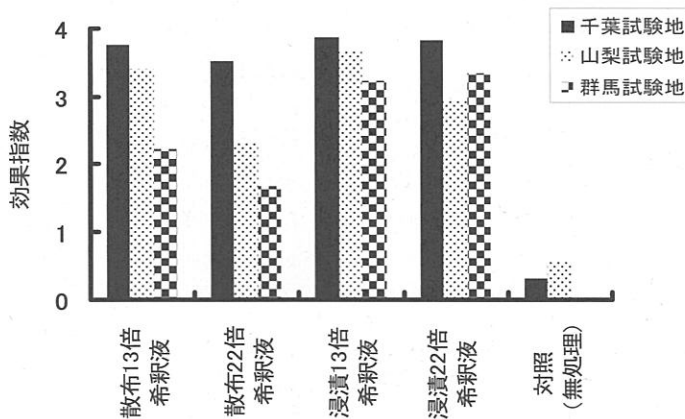


図一1. SEFA剤13倍及び22倍希釈液を浸漬処理した場合のクローン、処理濃度別の処理日ごとのヒノキ雄花枯死効果指数

表一3. 3試験地ごとにSEFA剤13倍及び22倍希釈液を浸漬及び葉面散布処理した場合のヒノキ雄花枯死効果指数について、処理、クローン要因とした二元配置の分散分析表

要因	自由度	平方和	平均平方	F値
千葉 処理	3	3.94	1.31	5.01 **
クローン	12	10.04	0.84	3.19 **
試験 交互作用	34	5.03	0.15	0.56
地 誤差	96	25.20	0.26	
山梨 処理	3	12.50	4.17	3.62 *
クローン	2	11.06	5.53	4.80 *
試験 交互作用	6	2.28	0.38	0.33
地 誤差	36	41.43	1.15	
群馬 処理	3	17.44	5.81	2.55
クローン	2	2.06	1.03	0.45
試験 交互作用	6	6.39	1.06	0.47
地 誤差	24	54.67	2.28	

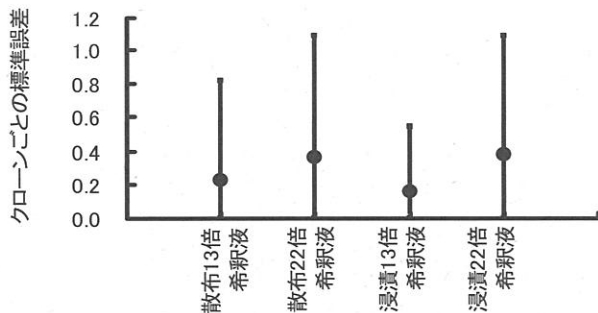
\*\* : 1%水準, \* : 5%水準有意



図一2. 3試験地でSEFA剤13倍と22倍希釈液の浸漬及び葉面散布処理によるヒノキ雄花枯死効果指数の平均

表一4. 2009年と2010年に共通してSEFA剤13倍及び22倍希釈液を浸漬処理した鬼泪7号と箱根3号のヒノキ雄花枯死効果指数の年、処理別の平均

		浸漬13倍	浸漬22倍
鬼泪7	2008年	2.5	2.0
	2009年	4.0	3.3
箱根3	2008年	4.0	3.3
	2009年	4.0	3.7



図一3. 千葉試験地でSEFA剤13倍及び22倍希釈液を浸漬及び葉面散布処理した場合の処理、クローンごとに求めたヒノキ雄花枯死効果指数の標準誤差の平均と範囲

表一5. SEFA剤13倍及び22倍希釈液を浸漬処理によるヒノキ雄花枯死効果指数について、クローン、年、処理濃度を要因とした三元配置の分散分析表

要因	自由度	平方和	平均平方	F値
クローン	1	3.76	3.76	13.92 **
年	1	3.76	3.76	13.92 **
浸漬濃度	1	1.76	1.76	6.51 **
クローン×浸漬日	1	2.34	2.34	8.67 *
クローン×浸漬濃度	1	0.01	0.01	0.04 **
浸漬日×浸漬濃度	1	0.01	0.01	0.04
誤差	17	4.59	0.27	
全体	23	16.24		

\*\* : 1%水準, \* : 5%水準有意