

羊毛製品の防虫加工について

中 元 直 吉*

Mothproofing Treatment of Woolen Fabrics

Naokichi NAKAMOTO

はじめに

繊維（とくに羊毛製品）を加害する昆虫は数10種記載されかなり多いが、なかでも羊毛を好み加害する重要害虫といえば、羊毛の蛋白ケラチンを消化、吸収できる能力を有する鞘翅目・カツオブシムシ科のヒメマルカツオブシムシ(姫丸鯉節虫) *Anthrenus verbasci* とヒメカツオブシムシ(姫鯉節虫) *Attagenus unicolor japonicus*, 鱗翅目・ヒロズコガ科のイガ(衣蛾) *Tinea translucens* とコイガ(小衣蛾) *Tineola bisselliella* の以上4種である。

これらの害虫による被害を防ぐ対策としては昇華性防虫剤(パラジクロルベンゼン・ナフタリン・樟脳), 蒸散防虫剤(DDVP, Empenthrin), 接触殺虫剤(フェニトロチオン・ペルメトリンなど), 防虫加工剤(デイルドリン・ミチン・オイラン・ガードナ・アレスリンなど)及び無酸素密封包装(脱酸素剤・窒素ガス置換包装)が用いられてきた。著者(1983)は本誌の15・16号に, 前述した重要害虫の形態・生態・加害様相及びEmpenthrin以外の防除法について記載した。その際防虫加工については加工剤の種類を記したのみで, 詳細にふれなかったので再度本誌に記述することにした。防虫加工剤のなかには以前かなり普及使用されたが, 最近「有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律」に基づき規制されたものがあるので, まずこれについて述べ, 次に現在市販されている防虫加工剤, 最後に食害抑制効力が認められる物質についてふれることにする。何かの参考となれば幸いである。本文に入るに先だち, Gardona と Allethrin の防虫効果試験結果の記載を許可して頂いた全国クリーニング環境衛

* 農林水産省横浜農林規格検査所

生同業組合連合会クリーニング総合研究所の三石芳通次長, 出島茂氏に心からお礼申し上げる。また, 文献を引用させて頂いた奈良女子大学教授辻井康子博士はじめ各位に謝意を表する。

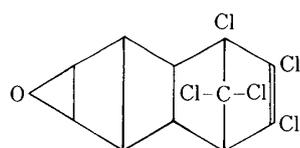
1. 「有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律」に基づき, 規制された防虫加工剤

(1) Dieldrin (デイルドリン)

シエル社が1948年に, ヘキサクロルエポキシオクタヒドロエンドエキソジメタノナフタリン(略名; HEOD, 分子式; $C_{12}H_8Cl_6O$, 分子量; 380.9, 性状; 白色・無臭の結晶, 融点; 177~179℃)を85%以上含有する物質をデイルドリンとして発売した。本剤は接触剤・消化中毒剤として作用し, 強力な殺虫力を有するので農薬・殺虫剤として広く使用されてきた⁽²⁸⁾。また繊維(とくに羊毛製品)の防虫加工剤としても有効であるという報告が多くなされ^(5-11,12,20,33), デイルモス, モニサイドなどの商品名で市販され, かなり使用されてきた⁽²⁾。

ところが本剤の毒性(中枢神経障害, 肝障害), とくにその蓄積性が問題となり, 昭和46年7月22日, 通産省は羊毛紡績会や毛工連など繊維関係7団体に対し, デイルドリンの使用を中止するように通達した⁽²⁾。そして, 生活環境審議会において検討した結果, 繊維製品中のデイルドリン含有量は30 ppm以下とされ, 「有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律」に基づき, 昭和53年10月1日から適用された⁽³⁾。繊維製品中の含有基準値を30 ppmとしたのは, デイルドリン防虫加工を行わなくても30 ppm程度のデイルドリンを有する製品が製造される場合があること, 繊維残留値30 ppmでは安全性の面で問題がないこと, ま

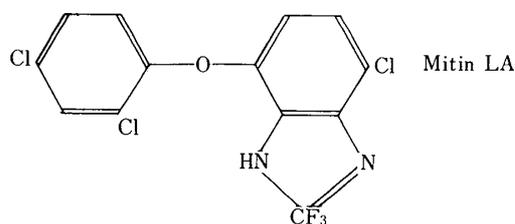
たデイルドリン防虫加工の有効濃度は少なくとも150~200 ppm 以上であり、実質的にデイルドリンの防虫加工剤としての使用を禁止することになるからである⁽³⁾。対象繊維製品は、おしめカバー、下着、寝衣、手袋、くつ下、中衣、外衣、帽子、寝具及び床敷物、家庭用毛糸である⁽³⁾。なお、デイルドリンは前述したとおり毒性・蓄積性を存することから昭和47年に有機塩素剤製造販売禁止品目となっていることを討記する。



Dieldrinの化学構造式

(2) Mitin (ミチン) LA, Mitin LA conc

4, 6-ジクロロ-7-(2, 4, 5-トリクロロクロルフェノキシ)-2-フルオルメチルベンズイミダゾール (略名; DTTB, 商品名; Mitin LA, Mitin LA conc) は羊毛製品等の防虫加工剤として、1969年スイスで開発され我が国にも輸入されたが、毒性試験の結果、極めて強い経皮、経口急性毒性を有する他、反復投与により肝臓や生殖器官に障害を生じさせることが明らかとなった⁽⁴⁾。従って繊維製品中の含有基準値が前述したデイルドリンと同様に30 ppm 以下とされ⁽⁴⁾、前述した法律に基づき昭和57年10月1日から適用された⁽⁴⁾。対象繊維製品は前述したデイルドリンの場合と同じである。



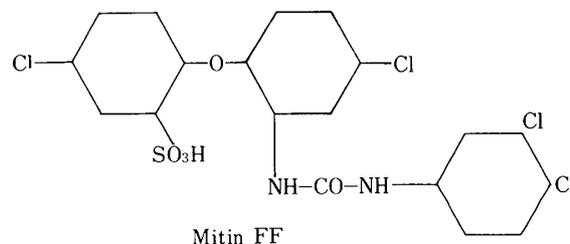
2. 市販防虫加工剤

近年、防虫加工剤として Mitin (ミチン) FF, Eulan (オイラン) U₃₃, Eulan NK などがカーペットや羊毛布団などに、Gardona (ガードナ) と Allerthrin (アレスリン) がクリーニング業界で用いられている。各々の効果について記す。

(1) Mitin FF の効力

ガイギー社が1939年に洗濯堅ろう度のすぐれた

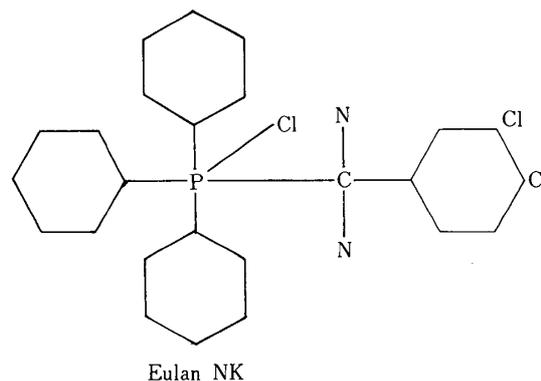
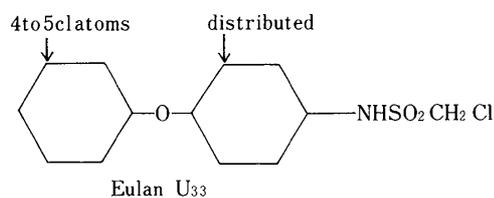
防虫加工剤として、ジクロロジフェニルエーテルを含む尿素誘導体である Mitin FF を開発した⁽²⁾。Mitin FF は酸性染料と同様な染色機構で繊維に吸着されるので、染色あるいは染着防虫加工剤といわれている^(27,10)。

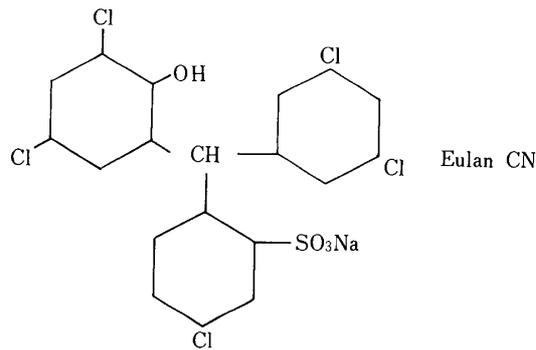


本剤の効力については我が国でも多くの報告がみられる^(5-12,19)。桑名ら⁽⁵⁻⁹⁾は Mitin FF の防虫効力を試験した結果、ヒメカツオブシムシ、イガ及びコイガの各幼虫に対しては加工率1%で効力を発揮すること (第1表), また耐洗濯性・耐ドライクリーニング性にすぐれていること (第2表) を示した。辻井⁽¹²⁾もイガに対する Mitin FF の効力を調べた結果 (第3表) から、実用上の処理濃度(加工率)は保管状態や耐洗濯性を考慮して3%必要であることを示した。カーペットの防虫性に対するウールマークの品質基準は Mitin FF High conc の場合0.65% o. w. f 以上である⁽¹⁵⁾。

(2) Eulan (オンラン) 類

ホスフォニウム系化合物に防虫効力のあることが確認され、ドイツのバイエル社から、Eulan U₃₃, Eulan CN, Eulan CNA, Eulan NK, Eulan NKF, Eulan BN などの商品名で市場に出された^(2,29,30)。





Eulan 類も前述した Mitin FF と同様に染色 (染色) 防虫加工剤といわれ、多くの報告がみられる^(5-13,19,27)。桑名ら⁽⁵⁻⁹⁾は Eulan U₃₃ の防虫効果を試験した結果 (表 1 表), ヒメカツオブシムシの幼虫に対しては1.5%, イガとコイガの幼虫に対しては0.375%の加工率で効力を発揮することを示した。また耐洗濯性・耐ドライクリーニング

第 1 表 Mitin FF 及び Eulan U₃₃ 加工羊毛布に対する繊維害虫の食害量 (桑名・中村; 1959, Kuwana ら; 1963)

防虫加工剤	加工率 (対繊維重量)	ヒメカツオブシムシ幼虫			イガ幼虫			コイガ幼虫		
		食害量	食害指数	致死率	食害量	食害指数	致死率	食害量	食害指数	致死率
Mitin FF	16%	1.45mg	2	33%	0.56mg	1	100%	0.10mg	<1	100%
	4	2.45	3	18	2.38	4	100	0.64	1	100
	1	5.45	7	11	4.12	7	100	1.50	2	100
	0.25	14.39	20	3	43.76	74	4	6.98	10	100
	0.0625	19.99	27	0	52.40	89	0	23.52	35	42
	0.0156	—	—	—	49.60	84	6	34.78	51	8
	0	72.71	100	0	59.16	100	2	67.65	100	2
Eulan U ₃₃	6	1.30	2	100	0.22	<1	100	0.24	<1	100
	1.5	2.47	4	100	0.48	<1	100	1.44	2	100
	0.375	9.46	14	100	1.30	2	100	2.54	4	100
	0.0937	63.17	91	10	7.84	13	100	7.20	11	100
	0.0234	—	—	—	49.00	83	12	41.90	62	12
	0.0058	—	—	—	45.46	77	0	46.56	69	2
	0	69.14	100	5	59.16	100	2	67.65	100	2

注：食害量の数字は 4 週間10頭当たり，食害指数は無加工 (0%) の食害量を100とした場合，致死率は 4 週間後の死亡率を示す。

第 2 表 Mitin 及び Eulan U₃₃ 加工羊毛布の耐洗濯性と耐ドライクリーニング性 (桑名ら: 1963)

加工剤	加工率 (対繊維重量)	洗濯回数				ドライクリーニング回数			
		0 回		8 回		0 回		8 回	
		食害量	致死率	食害量	致死率	食害量	致死率	食害量	致死率
Mitin FF High conc.	4.00%	2.43mg	46%	2.42mg	44%	2.32mg	44%	2.42mg	24%
	1.00	5.52	50	5.44	10	5.81	30	6.02	24
	0.25	18.63	6	19.68	0	20.48	8	18.32	4
	0.0625	36.48	0	33.34	0	37.56	0	37.36	0
	0	85.20	0	—	—	85.36	0	—	—
Eulan U ₃₃	6.00	1.62	100	1.88	100	1.90	100	2.38	100
	1.50	2.74	100	2.44	100	2.68	100	3.48	100
	0.375	14.90	100	14.86	100	15.94	100	15.68	100
	0.0937	45.60	49	57.44	1	46.98	50	48.04	50
	0	87.00	0	—	—	86.30	0	—	—

注：1) 洗濯：0.5% モノゲン液 42℃ 30分間処理後，40℃ で水洗，風乾。

2) ドライクリーニング：ベンゼン 32℃ 30分間処理後風乾。

3) 食害量の数字は 30℃ 75%RH 4 週間10頭当たり，単位はmg である。

第3表 Mitin FF 及び Eulan 類加工羊毛布に対するイガ幼虫の食害量 (辻井：1975)

防虫加工剤	加工率 (対繊維重量)	20℃区			30℃区		
		食害量	食害指数	致死率	食害量	食害指数	致死率
対照区	0%	37.62mg	100		18.52	100	
Mitin FF	0.05	35.05	93	4	153.8	83	6
	0.1	24.26	64	5	13.71	73	18
	0.5	8.95	24	16	3.53	19	70
	1.0	5.82	15	13	1.18	6	72
	3.0	1.89	5	24	0	0	96
	5.0	0.62	2	42	0	0	98
Eulan U ₃₃	0.05	33.37	89	14	17.26	93	8
	0.1	26.51	70	7	15.22	82	20
	0.5	5.89	16	18	5.29	29	96
	1.0	3.62	10	17	0.24	1	92
	3.0	2.05	5	28	0	0	98
	5.0	0.93	2	28	0	0	100
Eulan NKF	0.05	22.66	60	9	12.85	69	4
	0.1	17.06	45	11	7.00	38	0
	0.5	6.25	17	22	3.17	17	14
	1.0	4.68	12	31	1.83	10	56
	3.0	2.43	6	41	0.71	4	50
	5.0	1.73	5	39	0	0	78
Eulan CNA	0.05	34.46	92	4	20.50	111	6
	0.1	32.01	85	3	17.96	97	12
	0.5	30.01	80	7	16.70	90	14
	1.0	22.89	61	7	15.71	85	24
	3.0	9.50	25	5	5.98	32	24
	5.0	4.55	12	5	2.04	11	36

注：20℃区はふ化50日目の幼虫で、体重4.22mg（1頭）、30℃区はふ化後28日目、体重1.75mg（1頭）、食害量の数字は1週間10頭当たりである。

性についても検討し、第2表のとおり洗濯又はドライクリーニングを8回くり返しても効力に変化がみられなかったことを示した。辻井⁽¹²⁾はイガ幼虫に対する Eulan U₃₃・NKF・CNA の防虫効力を調べた結果（第3表）、処理濃度（加工率）は保管状態や耐洗濯性を考慮して Eulan U₃₃ と NKF の場合は3%、Eulan CNA の場合は5%以上必要であることを示した。また谷川⁽¹⁹⁾も Eulan CNA のヒメマルカツオブシムシ幼虫に対する効力を調べた結果、4%（加工率）必要であることや耐洗濯性・耐ドライクリーニング性にすぐれていることを確認した。

著者は布団用に輸入された防虫加工済み（加工

剤：Eulan WA new）の羊毛を試験する機会が与えられたので、その結果を第4表に示した。Eulan WA new 加工羊毛（推定加工率1.25～1.5%）に対するヒメカツオブシムシ幼虫の食害量はかなり多く（食害指数38～97）、効果はあまり認められなかった。しかし、仰転・致死率が23～56%でかなり高かったことから、布団用羊毛の場合はこの程度の効力でよいのかもしれない。衣類の場合は少しでも食害されると着用できなくなるので防虫加工羊毛の食害指数は5以下少なくとも10以下が望ましいが、布団用羊毛の場合は少し食害されても影響が少ないので、食害指数より仰転・致死率を重視して効力の判定をしてもよいの

第4表 布団用の輸入防虫加工羊毛（加工剤：Eulan WA new）の食害試験

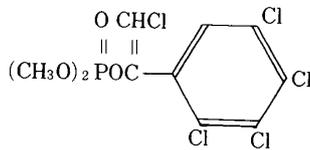
輸入供試羊毛 (輸入国)	推定加工率 (%)	ヒメカツオブシムシ幼虫		
		食害量 (mg/10頭)	食害指数	仰転・致死率 (%)
a (イギリス)	1.5	21.6	44	47 (47)
b (ニュージーランド)	1.25	18.6	38	56 (50)
c ()	1.25	22.6	46	47 (30)
d ()	1.25	47.0	97	23 (23)
対照区(無加工)	0	48.7	100	0

注：食害試験は28℃・75%RH, 3週間行った。供試虫体重は76mg/10頭, 供試数は3連制。

ではなかろうか。効力判定基準の再検討が必要と考える。

(3) Gardona (ガードナ)

本剤は1963年シエル社が合成したフェニールホスフェート系化合物の1つであり、ランタイズDM-10(商品名)とも呼ばれている。本剤の化学名は2-クロロ-1-(2, 4, 5-トリクロロフェニル)ビニルジメチルホスフェートトランス異性体。



第5表 Gardona 加工羊毛布に対するカツオブシムシ類幼虫の食害量

供試虫	加工率 (対繊維重量)	羊毛布の防虫加工処理後の経過日数											
		1週間			2カ月			5カ月			10カ月		
		食害量 (mg/10頭)	食害指数	仰転・致死率 (%)	食害量 (mg/10頭)	食害指数	仰転・致死率 (%)	食害量 (mg/10頭)	食害指数	仰転・致死率 (%)	食害量 (mg/10頭)	食害指数	仰転・致死率 (%)
ヒメカツオブシムシ	2.4	0	0	100(80)	0.4	1	100(82)	0	0	100(95)	0	0	93(80)
	1.2	0.1	<1	100(65)	0.8	2	100(78)	0	0	100(90)	290	79	7(7)
	0.6	1.6	3	70(30)	3.6	9	88(68)	33.0	96	0	—	—	—
	0.3	22.6	37	5(0)	44.6	113	0	—	—	—	—	—	—
	0	61.9	100	0	39.5	100	0	34.5	100	0	36.8	100	7(7)
ヒメマルカツオブシムシ	2.4	0	0	100(87)	0	0	100(98)	0	0	100(100)	0	0	100(37)
	1.2	0	0	100(83)	0	0	100(100)	0	0	100(100)	4.2	16	37(27)
	0.6	0	0	100(90)	0	0	100(96)	3.2	19	50(40)	22.5	87	3(3)
	0.3	0	0	100(90)	14.8	112	26(24)	—	—	—	—	—	—
	0	11.8	100	7(7)	13.2	100	20(16)	16.9	100	0	26.0	100	0

注：食害試験は28℃, 75%RHでヒメの場合2週間, ヒメマルの場合3週間行った。供試虫の体重(mg/10頭)は44~66, ヒメマルの場合19~24, 供試用は2~5連制。食害指数は対照区(0%)の食害量を100とした場合を示す。仰転・致死率の()内の数字は致死率を示す。

本剤の防虫効果についてはBryら⁽²⁴⁾が, *Attagenus megatoma* (ヒメカツオブシムシの一種)の幼虫を供試して調べ, 効力が高いことを示している。著者も全国クリーニング環境衛生同業組合連合会クリーニング総合研究所(三石芳通次長, 出島茂氏)でGardona加工処理された羊毛布の防虫効力を試験する機会が与えられたので, その結果について記述する。

供試虫にはヒメカツオブシムシ (*Attagenus unicolor japonicus*) とヒメマルカツオブシムシ (*Anthrenus verbasci*) の各幼虫を用いた。まず加工率と効力期間との関係を調べ, その結果を第5表に示した。ヒメカツオブシムシに対しては0.6%で2カ月間, 1.2%で5カ月間, 2.4%で10カ月間効力が認められた。ヒメマルカツオブシムシに対しては, 0.5%で5カ月間, 1.2%で10カ月間, 2.4%では10カ月間以上の効力が期待された。特に本剤の殺虫効力は顕著であった。

次に効力の表われる食害日数を知るために, 加工布を1, 2, 4, 8日間食害させ, その後各々無加工布を2週間食害させた。その結果(第6表), ヒメカツオブシムシに対しては1.2%・2.4%の場合4日間で, ヒメマルカツオブシムシに対しては0.3%の場合4日, 0.6%の場合2日, 1.2%・2.4%

第6表 Gardona 加工羊毛布食害期間と効力発揮との関係

	加工布 食害日数 (日)	0.3 % 加工区				0.6 % 加工区			
		加工率		無加工布		加工率		無加工布	
		食害量 (mg/10頭)	仰転・致死 率 (%)						
ヒメカツオブシ ムシ	0	—	—	56.8	0	—	—	—	—
	1	—	—	—	—	1.2	20(0)	49.0	15(15)
	2	—	—	—	—	1.0	30(0)	35.8	30(30)
	4	—	—	—	—	1.5	30(15)	47.0	20(20)
	8	—	—	—	—	1.1	35(30)	30.3	35(20)
ヒメマルカツオ ブシムシ	0	—	—	14.3	23(23)	—	—	—	—
	1	0	17(0)	13.8	17(17)	0	53(0)	5.5	60(60)
	2	0	50(0)	3.8	57(57)	0	93(0)	0.3	100(83)
	4	0	73(0)	1.2	80(77)	0	100(7)	0	100(100)
	8	0	100(17)	0	100(100)	0	100(43)	0	100(100)
	加工布 食害日数 (日)	1.2 % 加工区				2.4 % 加工区			
		加工率		無加工布		加工率		無加工布	
		食害量 (mg/10頭)	仰転・致死 率 (%)						
ヒメカツオブシ ムシ	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	1	0	50(0)	39.0	35(35)	0	60(0)	30.7	60(60)
	2	0	75(10)	9.9	75(75)	0	80(5)	7.4	80(75)
	4	0	90(5)	1.9	85(80)	0	100(15)	0.9	90(90)
	8	0.1	90(40)	4.7	80(80)	0	100(50)	0	100(100)
ヒメマルカツオ ブシムシ	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	1	0	97(0)	0.5	97(93)	0	97(0)	0.1	97(97)
	2	0	100(0)	0	100(100)	0	100(0)	0	100(100)
	4	0	100(3)	0	100(100)	0	100(13)	0	100(100)
	8	0	100(33)	0	100(100)	0	100(47)	0	100(100)

注：加工布を1～8日間食害させ、その後無加工布を2週間食害させ、効力のあらわれる期間を調べた。食害試験は28℃、75%RHで加工布の場合1, 2, 4, 8日間、無加工布に対しては2週間行った。供試虫体重 (mg/10頭) はヒメの場合52, ヒメマルの場合19, 供試数は2～3連制。仰転・致死率の () 内の数字は致死率を示す。

の場合1日で効力が発揮されることが示された。次に耐洗濯性・耐ドライクリーニング性を知るために、モノゲン又はパークロルエチレンで1回処理し、食害試験を行った結果、第7表に示すとおり効力がなくなることが示された。

(4) Allethrin (アレスリン)

アレスリンはピレスロイド系の薬剤で、ピナミン (商品名) と呼ばれ、衛生害虫の駆除剤 (蚊取線香, エアゾール剤など) としてかなり使用されている⁽³¹⁾。Bry ら⁽²⁵⁾はアレスリンには防虫加工剤としての効力も認められると報告している。著

者もアレスリンで加工された羊毛布の効力を試験する機会が与えられたので、その結果について述べる。アレスリン防虫加工は前述したガードナの場合と同様にクリーニング総合研究所で行ったものである。使用薬剤は米国 MGK 社の D-トランスアレスリン F 2043であり、その成分、化学式、化学構造式は次のとおりである。

イ) D-トランスアレスリン (純度93%)

—33.34%

ロ) ピペロニルブトキイド

—33.33%

ハ) MGK 264

—33.33%

第7表 Gardona 及び Allethrin の耐洗濯性・耐ドライクリーニング性

加工剤	加工率 (対繊維重量)	洗濯 1 回				ドライクリーニング 1 回			
		ヒメカツオブシムシ		ヒメマルカツオブシムシ		ヒメカツオブシムシ		ヒメマルカツオブシムシ	
		食害量 (mg/10頭)	食害指数	食害量 (mg/10頭)	食害指数	食害量 (mg/10頭)	食害指数	食害量 (mg/10頭)	食害指数
Gardona	2.4	41.3	86	7.1	67	46.8	99	8.0	61
	1.2	46.3	96	7.8	74	54.9	117	10.8	82
	0.6	40.0	83	9.2	87	56.7	120	11.2	85
	0.3	—	—	8.6	81	—	—	10.7	81
Allethrin	0.08	39.3	82	10.0	94	51.1	108	11.7	89
	0.04	44.5	93	13.6	128	64.2	136	10.1	77
対照区	0	48.0	100	10.6	100	47.1	100	13.2	100

注：1) 洗濯は0.5%モノゲン液（浴比1：100），40℃，20分間振盪処理，30分間水洗，風乾。

2) ドライクリーニングはパークロールエチレン（浴比1：50），常温，16分間振盪処理，風乾。

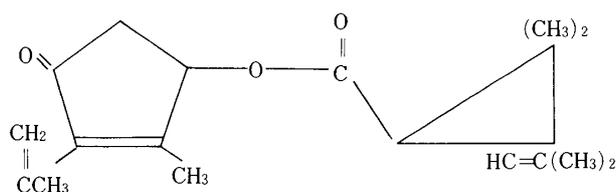
3) 食害試験は28℃，75%RHでヒメの場合2週間，ヒメマルの場合3週間行った。供試虫体重（mg/10頭）はヒメの場合44，ヒメマルの場合15，供試数は2～3連制。

第8表 Allethrin の加工羊毛布に対するカツオブシムシ類幼虫の食害量（その1）

供試虫	加工率 (対繊維重量)	羊毛布の防虫加工処理後の経過日数					
		1 週 間			2 カ 月		
		食害量 (mg/10頭)	食害指数	仰転・致死率 (%)	食害量 (mg/10頭)	食害指数	仰転・致死率 (%)
ヒメカツオブシムシ	0.08	0	0	45(0)	34.9	88	0
	0.04	1.0	2	25(0)	40.3	102	0
	0.02	43.0	70	0	46.1	117	0
	0.01	54.8	89	0	—	—	0
	0	61.9	100	0	39.5	100	0
ヒメマル カツオブシムシ	0.08	1.1	10	23(13)	15.3	116	16(1)
	0.04	4.7	40	6(3)	14.8	112	24(22)
	0.02	10.9	93	20(20)	16.9	128	16(16)
	0.01	14.0	119	13(13)	—	—	—
	0	11.8	100	7(7)	13.2	100	20(16)

注：食害試験は28℃，75%RHでヒメの場合2週間，ヒメマルの場合3週間行った。供試虫体重（mg/10頭）はヒメの場合66，ヒメマルの場合19～22，供試数は2～5連制，仰転・致死率の（ ）内の数字は致死率を示す。

イ)は有効成分で化学式は C₁₉H₂₆O₃，ロ)とハ)は増強剤である。



供試虫にはヒメカツオブシムシとヒメマルカツオブシムシの各幼虫を用い試験を行った。まず，加工率と効果期間との関係を調べ，その結果を第

8表と第9表に示した。ヒメカツオブシムシに対する有効期間は0.08%の場合短かったが，0.2%の場合は8カ月間であった。ヒメマルカツオブシムシに対する有効期間は0.08%の場合やはり短く，0.2%の場合3カ月間，0.5%の場合8カ月間以上が期待された。このことは，アレスリンに対するヒメカツオブシムシの感受性が，ヒメマルカツオブシムシのそれより高いことを示している。ガードナに対しては前述したとおり，ヒメマルカツオブシムシの感受性がヒメカツオブシムシのそ

第9表 Allethrin 加工羊毛布に対するカツオブシムシ類幼虫の食害量 (その2)

供 試 虫	加工率 (対繊維重量)	羊毛布の防虫加工処理後の経過日数											
		1 週 間		1 カ 月		2 カ 月		3 カ 月		5 カ 月		8 カ 月	
		食害量 (mg/10頭)	仰転・ 致死率 (%)	食害量 (mg/10頭)	仰転・ 致死率 (%)	食害量 (mg/10頭)	仰転・ 致死率 (%)	食害量 (mg/10頭)	仰転・ 致死率 (%)	食害量 (mg/10頭)	仰転・ 致死率 (%)	食害量 (mg/10頭)	仰転・ 致死率 (%)
ヒメカツオブシムシ	2	0	100 (94)	0	100 (90)	0	100 (100)	0	100 (90)	—	—	0	100 (95)
	1	0	100 (78)	0	100 (92)	0	100 (100)	0	100 (63)	—	—	0	100 (100)
	0.5	0	100 (58)	0	100 (60)	0	100 (97)	0	100 (70)	—	—	0	95 (40)
	0.2	0	100 (18)	0	100 (22)	0	100 (57)	0	100 (17)	—	—	1.4	15 (0)
	0	56.3	0	31.2	0	40.4	0	33.4	0	—	—	36.8	7 (7)
ヒメマルカツオブシムシ	2	0	100 (96)	0	100 (75)	0	100 (97)	0	87 (47)	0	100 (53)	0	95 (30)
	1	0	100 (86)	0	100 (70)	0	100 (90)	0	80 (57)	0	100 (67)	0	85 (20)
	0.5	0	100 (90)	0	100 (57)	0	100 (90)	0	70 (33)	0	100 (40)	0	70 (20)
	0.2	0	100 (84)	0	100 (32)	0	100 (5)	0	63 (43)	22.3	7 (6)	8.4	0
	0	11.3	8 (8)	13.5	23 (20)	20.3	20 (20)	21.1	30 (30)	31.5	3 (3)	26.0	0

注：食害試験は28℃，75%RHでヒメの場合2週間，ヒメマルの場合3週間行った。供試虫の体重はヒメの場合43～80，ヒメマルの場合21～26，供試数は2～5連制，仰転・致死率の()内の数字は致死率を示す。

第10表 Allethrin 0.2%加工羊毛布の防虫効果に及ぼす紫外線照射と日光暴露の影響

0.2%加工布に対する処理方法	羊毛布の防虫加工処理後の経過日数								
	1 カ 月			3 カ 月					
	ヒメカツオブシムシ			ヒメカツオブシムシ			ヒメマルカツオブシムシ		
	食害量 (mg/10頭)	食害 指数	仰転 致死率 (%)	食害量 (mg/10頭)	食害 指数	仰転 致死率 (%)	食害量 (mg/10頭)	食害 指数	仰転 致死率 (%)
紫外線100uw/cm ² 2時間照射	1.3	4	27(3)	0.6	2	25(5)	18.0	57	10(0)
〃 200uw/cm ² 〃	0.9	2	7(0)	16.8	46	10(0)	28.5	90	3(0)
日光暴露1日間(9～16時)	0	0	20(0)	0	0	30(5)	11.8	37	3(0)
〃 2日間(〃)	6.9	19	7(0)	8.2	23	25(10)	19.8	63	3(0)
無処理区	0	0	90(30)	0	0	85(15)	1.8	5	47(3)
対照区(無加工布)	36.9	100	0	36.2	100	0	31.6	100	0

注：食害試験は28℃，75%RHでヒメの場合2～3週間，ヒメマルの場合3週間行った。供試虫体重(mg/10頭)はヒメの場合65～102，ヒメマルの場合27，供試数は2～3連制，仰転・致死率の()内の数字は致死率を示す。

れより高いことから，防虫効力発揮機構にかなり
相違があるものと思われる。

次に，アレスリン防虫加工羊毛布の効果に及ぼ
す紫外線照射と日光暴露の影響を調べた結果，第
10表のとおりかなり防虫効力が低下することが示さ

た。

Mayfield ら⁽²⁶⁾はアレスリンと同じピレスロイ
ド系の Permethrin (ペルメトリン，商品名エク
スミン) が防虫加工剤として優れていると報告し
ている。本剤は殺虫力・残効性ともに高いので衛

生害虫の駆除剤（ゴキブリ用エアゾール剤など）としてかなり使用されている薬剤である⁽³¹⁾。しかし、我が国では人体に及ぼす薬害が懸念され防虫加工剤として実用化されていないことを付記する。

3. その他食害抑制効果が認められた物質

染料、洗剤及び界面活性剤などのなかには繊維害虫に対し食害抑制効力をもつ物質があることが知られている。

(1) 染料の防虫効果

谷川⁽¹⁶⁾は第11表に示す染料を供試してその防虫

第11表 供試染料（谷川，1958）

塩基性染料	酸性染料	直接染料
Phodamin	Acid red	Congo red
Bismark brown	Silk skarlet	Benzo purpurin
Maracite green	Acid green	Direct orange
Methylene blue	Acid blue	Direct sky blue
Methyl violet	Acid brown	Direct brown
Auramine	Tartragine	Chrysophenine
Magenta	Picric Acid	Cirious yellow
	Solar blue black	

濃度は酸性染料，直接染料は6%，塩基性染料は3%とした。染色時間は沸騰後30分間とし，染色後充分水洗して乾燥した。

第12表 供試界面活性剤（谷川，1972）

界面活性剤	構造式	メーカー (商品名)	形状	濃度* %	略号
〔アニオン系〕					
alkyl sulfate I (R=C ₁₂ H ₂₅)	R-O-SO ₃ Na	花王石鹼 (エマル0)	白色粉末	99.7	AS-I
II (R=C ₁₂ H ₂₅)		ライオン油脂	白色ペースト	36	AS-II
alkylbenzene sulfonate	R-SO ₃ Na				
I (R=C ₁₂ H ₂₅ 側鎖)		花王石鹼 (ネオペレックス05)	淡黄色粉末	95	ABS
II (R=C ₁₂ H ₂₅ 直鎖)		花王石鹼	アメ色流動体	58	LAS-I
III (R=C ₁₂ H ₂₅ 直鎖)		ライオン油脂	乳色流動体	48.2	LAS-II
α-olefin sulfonate (原料オレフィン C ₁₅ ~C ₁₈)	R-CH=CH-(CH) _n - CH ₂ -SO ₃ Na	ライオン油脂	アメ色流動体	39.3	AOS
alkylether sulfate (R=C ₁₂ H ₂₅)	R-O-(C ₂ H ₄ O) _n SO ₃ Na	ライオン油脂	無色透明液体	22.3	AES
alkyl sulfonate (R=C ₁₅ H ₃₁)	R-SO ₃ Na	ライオン油脂	アメ色流動体	66.5	PS
〔カチオン系〕					
trimethylhexadecyl ammonium chloride	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{R}-\text{N}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]^+ \text{Cl}^-$	日本油脂 (カチオンPB-40)	透明液状	40	THAC
alkyldimethylbenzyl ammonium chloride I	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{N}-\text{R} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]^+ \text{Cl}^-$	日本油脂 (カチオンF250)	透明液状	50	ADBAC-I
II (R=C ₁₂₋₁₄ rich)	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5-\text{N}-\text{R} \end{array} \right]^+ \text{Cl}^-$	花王石鹼 (サニゾールC)	透明液状	50	ADBAC-II
alkylpicolinium chloride (R=C ₁₂₋₁₄ rich) (ドライクリーニング・リ ンス剤)	(主成分不明)	花王石鹼 (ポジトンB)	褐色流動体	57	APC
		日本石油 (ソルノンリンス)	透明液状		

*濃度はメーカーから示されたものである。

防虫効果を調べた結果（供試虫はヒメマルカツオブシムシ幼虫），塩基性染料の Methyl violet, Magenta, pholamin, Auramin, Maracite green, 酸性染料の silk skarlet, Picric acid に食害抑制効果があることを報告している。また辻⁽¹³⁾はイガ幼虫を供試して，Matus yellow Palatime Chrome Red R, Naphthol yellows, Suminol Milling Cyanine GR extra, Orage BC に食害抑制効果があることを示した。しかし，染料には殺虫力は認められず，食害を抑制する原因は染料の化学構造に起因すると推測している。

(2) 洗剤と界面活性剤の防虫効果

谷川^(16,17)はヒメマルカツオブシムシ幼虫を供試して，洗剤に防虫効果があるか否かを調べた結果（処理法：0.5%溶液，80℃，20分間浸漬後十分に水洗），モノゲン，ミケソープ，エマール，センタックスには食害抑制効果が認められたが，マルセル石ケンには認められないことをまず報告した。次に谷川⁽²¹⁾は第12表に示す各種界面活性剤の食害抑制効果を検討した。その結果（第13表，第14表）ノニオン系のは概して防虫効果がなくアニオン，カチオン系のは効力がかなり大きいことを示した。しかし，界面活性剤には殺虫効力が認められないことを示している。さらに谷川⁽²¹⁾はモノゲンの食害抑制効果が高いので，高級アルコールサルフェートの炭素数と防虫効果の関係を調べた。その結果，食害量は $C_{12} < C_{16} < C_{10} < C_{18}$ の順であったので $C_{12} \sim C_{16}$ のあたりが大きい防虫効果を示すと考察している。

また谷川⁽²¹⁾は界面活性剤に食害抑制効果が認められるのは，80℃という高温で処理した場合であっ

第14表 ヒメマルカツオブシムシのアニオン，カチオン活性剤処理羊毛に対する食害量

（谷川，1972）

界面活性剤		食害量 (mg/10頭)	食害指数
無加工		21.10	100
アニオン系	AS-I	1.62	8
	II	2.73	13
	ABS	0.74	4
	LAS-1	1.42	7
	2	1.04	5
	AOS	0.93	4
	AES	1.85	9
PS	1.83	9	
カチオン系	THAC	5.75	27
	ADBAC-I	1.22	6
	II	1.17	6
	APC	0.63	3

処理法：濃度0.5%，80℃，50分，浴比1：50。供試期間28日間，供試数4連制。

たので，羊毛洗濯温度である30～35℃で処理した場合はどうなるかについて，カチオン系のカチオーゲン H を供試して行ったところ，防虫効果は低下したと報告している。さらに，谷川^(21,22)はカチオン系のカチオーゲン H とジアミトール，アニオン系の LAS と AS の耐洗濯性，耐ドライクリーニング性を調べ，効力が低下しないことを報告している。なお，界面活性剤のなかには薬害（とくにアレルギー体質の人への皮膚障害）が認められるものがあるといわれている⁽³²⁾ので，この点慎重に検討する必要がある。

第13表 ヒメマルカツオブシムシの各種界面活性剤処理羊毛に対する食害量（谷川，1972）

界面活性剤		食害量 (mg/25頭)	食害指数	死虫数
アニオン系	モノゲン（粉末，家庭用）	1.16	5.2	4.3
	モノゲン（ペースト，高級アルコール・サルフェート，有効成分：6.5%）	0.87	4.0	7.5
	ネオゲン R（ドデシルベンゼンスルホネート，有効成分：58～62%）	0.78	3.5	5.0
	マルセル石ケン	29.75	133.8	5.8
カチオン系	カチオーゲン H（アルキルピコリニウムクロライド，有効成分：25%）	0.85	3.8	6.0
ノニオン系	ノイゲン SS（ポリエチレングライコールアルキルアリルエーテル型）	17.42	78.4	3.5
対照区（無処理）		22.23	100	4.3

注：処理条件：0.5%溶液，80℃，10分，浴比1：50。食害期間：14日，供試数4連制

4. 今後の検討事項

使用禁止された防虫加工剤の理由，市販防虫加工剤の効力及び将来の防虫加工剤として有望なものについて記してきたが，今後の防虫加工剤の問題・方向について考えてみたい。柴田²⁾は，優れた防虫加工剤としては次の条件を満たしたものであると述べている。

- ①防虫効果が大きく，永続的であること。
- ②無色，無臭であり，且つ着用に当って，人体の生理機能に影響を及ぼさないこと。
- ③洗濯やクリーニング等の影響で効果が失われないこと。
- ④羊毛製品の色相，染色堅牢度，風合，触感などを阻害しないこと。
- ⑤着用中或は製造工程で変質したり，染料とか助剤などに影響を与えないこと。
- ⑥加工法が簡単であり，費用が低廉であること。

しかし，これらの条件を完全に満たせる防虫加工剤はますます期待できない状況にある。これは①と③を満たすものは②の薬害の問題につきあたり，①③と②とは裏腹の関係にあると思われるからである。デイルドリンがその例である。今後の防虫加工剤に対する要求は人体に及ぼす薬害の問題が第1であるので，かなり長期間使用されるカーペットやふとん用羊毛の場合と，度々洗濯・クリーニングされる衣服の場合とに分けて考えてみてはどうだろうか。前者の場合は長期間使用される機会が多いので効力持続性の高いことがかなり要求されるが，後者の場合は皮膚に接触する機会，また洗濯・クリーニングすることが多いので効力持続期間は6～10カ月間程度でよいのではなかろうか。衣服を洗濯・クリーニング後防虫加工し保管すれば，次のシーズン着用時には効力がなくなっておりそれだけ薬害の心配もないわけである。すなわち，衣服の防虫加工においては，以前のように効力の持続性，耐洗濯・耐クリーニング性についてそれほど重要視しなくてもよいのではないかということである。

次に，これまでの市販防虫加工剤に殺虫効力が認められるので将来薬害の問題がおきないとも限らない。そこで殺虫効力はないが食害抑制効力の高い（例えば界面活性剤）防虫加工剤の開発が期

待される。その際，問題となるのは殺虫効力が認められる防虫加工剤と認められないものと同じ試験方法・基準で効力の有無を判定してよいかということである。殺虫効力が認められる場合は，ある程度食害されてもそれ以上あまり被害が増えないと思われるが，殺虫効力のない場合はわずかでも食害されるということは，時間の経過と共に次第に被害が多くなることを示している。この両者の相違点を十分に認識し試験方法と効力の判定基準の検討が必要と考えられる。現在効力の判定は食害量とその食害指数（無加工食害量を100とした場合）で行われているが，殺虫効力のない場合はその基準値をきびしくするのは当然と考える。

おわりに

これまで防虫加工剤の効果や問題点などについて述べてきたが，最近防虫加工剤に関する研究報告は少ないように思われる。これは，防虫加工剤の防虫効力と人体に及ぼす薬害との関係が裏腹の場合が多いことから，新防虫加工剤の開発がますます困難になってきたためであろう。また，最近では低温保管庫（10℃）の普及や新防虫剤 Empenthrin の発売などで，防虫加工の必要性が低下傾向にある（社会的要求の低下）ためかもしれない。しかし，防虫対策として防虫加工剤に頼らざるをえない場合も多いことから，今後の研究の発展が期待されることである。

文 献

- 1) 中元直吉（1983）：衣類害虫の生態とその防除，家屋害虫 15・16：52—70.
- 2) 柴田豊（1976）：防虫加工について，織消誌 17：232—238.
- 3) 厚生省環境衛生局家庭用品安全対策室（1977）：有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律の改正について—APO とデイルドリンの基準について—，織消誌 18：536—539.
- 4) 西沢元仁（1982）：有害物質を含有する家庭用品の規制に関する法律に基づく規制について—DTTB，ビス（2，3—ジブロムプロピル）ホスフェイト等の追加指定他—，織消誌 23：13—17.
- 5) 桑名寿一・中村茂子（1959）：ヒメカツオブシムシ幼虫の羊毛製品に対する食害習性（繊維類防虫性検定法の基礎としての研究），蚕試報 15：493—522.
- 6) 桑名寿一・中村茂子（1959）：不均一に加工された

- 羊毛製品のヒメカツオブシムシによる被害, 蚕試報 15 : 523—532.
- 7) Kuwana, Z., S. Nakamura and H. Sugiyama (1963) : Studies in Mothproofing Part I : Relation Between Content of Mothproofing Agents and Durability of Moth Resistance in Woolen Fabrics Following Washing and Dry Cleaning, Textile Research J., 33 : 489—500.
- 8) Kuwana, Z. and S. Nakamura (1963) : Studies in Mothproofing Part II : Feeding Damage to Several Kinds of Fibers by the Larvae of Two Species of Clothes Moth, With a Note on Their Life Histories, Textile Research J., 33 : 649—660.
- 9) Kuwana, Z. and S. Nakamura (1963) : Studies in Mothproofing Part III : Patterns of Damage Caused in Mothproofed Woolen Fabrics by Two Species of Clothes Moth, Textile Research J., 33 : 745—752.
- 10) 桑名寿一 (1968) : 繊維の防虫について, 繊維と工業 1 : 365—371.
- 11) 桑名寿一・高野富士子・松村澄江 (1969) : 染着防虫加工羊毛品の食品汚染による虫害, 家政学雑誌 20 : 113—117.
- 12) 辻井康子 (1975) : イガ幼虫に対する防虫加工織物の防虫効果および実用濃度の検討, 防虫科学 40 : 138—143.
- 13) 辻井康子 (1976) : 染料の防虫効果に関する研究, 防虫科学 41 : 36—41.
- 14) 辻井康子 (1978) : 被服の保存と虫害, 織消誌 19 : 14—21.
- 15) 辻井康子 (1982) : 最近の虫害と対策, 織消誌 23 : 88—92.
- 16) 谷川美知子 (1958) : 被服の虫害に関する研究 (第 1 報), ヒメマルの毛織布における虫害—染料及び洗剤処理との関係—, 家政学雑誌 9 : 186—192.
- 17) 谷川美知子 (1959) : 被服の虫害に関する研究 (第 3 報), ヒメマル (幼虫) の毛織布における虫害—洗剤処理との関係—, 家政学雑誌 10 : 280—283.
- 18) 谷川美知子 (1960) : ヒメマル (幼虫) の羊毛布における虫害について—洗剤処理との関係—, 熊本大学教育学部紀要 8 (自然科学) : 199—208.
- 19) 谷川美知子 (1963) : 防虫加工羊毛の効力に及ぼす洗濯及びドライクリーニングの影響, 熊本大学教育学部紀要 11 (自然科学) : 27—34.
- 20) 谷川美知子 (1966) : デイルドリン加工羊毛の防虫効果について, 熊本大学教育学部紀要 14 (自然科学) : 50—55.
- 21) 谷川美知子 (1972) : 界面活性剤による羊毛製品の防虫加工について, 第 1 報アニオン及びカチオン界面活性剤の効果, 熊本大学教育学部紀要 20 (自然科学) : 69—77.
- 22) 谷川美知子 (1973) : 界面活性剤による羊毛製品の防虫加工について, 第 2 報アニオン界面活性剤の防虫効果に及ぼす洗たく並びに処理条件の影響, 熊本大学教育学部紀要 22 (自然科学) : 75—81.
- 23) 谷川美知子 (1975) : 界面活性剤による羊毛製品の防虫加工について, 第 3 報防虫効果に及ぼす食品汚染並びにドライクリーニングの影響, 熊本大学教育学部紀要 24 (自然科学) : 47—52.
- 24) Bry, R. E., J. H. Lang and N. M. Dennis (1969) : Gardona as a Mothproofing Agent of Woolen Fabric, J. Econ. Entomol., 62 : 868—872.
- 25) Bry, R. E., L. L. McDonald and J. H. Lang (1968) : Allethrin as a Protectant of Woolen Fabric Against Black Carpet Beetle Larval Damage, J. Econ. Entomol., 61 : 1194—1197.
- 26) Mayfield R. J. and I. M. Russell (1979) : 6—A Comparison of New Synthetic Pyrethroids for the Industrial Insectproofing of Wool, J. Text. Inst., 2 : 53—61.
- 27) 麓泉 (1969) : 被服整理学 95—97, 朝倉書店, 東京.
- 28) 林晃史・加納六郎 (1974) : 家庭用殺虫剤概論 118 pp. 北隆館, 東京.
- 29) 小川省吾 (1957) : 繊維害虫と完全防虫加工に至るまで(2), 繊維 9 : 49—53.
- 30) 小川省吾 (1957) : 繊維害虫と完全防虫加工に至るまで(3), 繊維 9 : 27—36.
- 31) 林晃史 (1983) : 害虫防除の実際と殺虫剤 31—51, 南山堂, 東京.
- 32) 寺島治良・中村哲雄 (1961) : キャリヤー成分の生体への影響並びに柔軟剤の膚障害について(中)(下), 繊維 16 : 418—420, 454—458.
- 33) 田中道一・弓削治 (1965) : 被服の防虫加工に関する研究, 大阪市立大学家政学部紀要 13 : 21—30.