防虫加工羊毛製品からのディルドリンの溶出および発散について——

繊維加工剤の有害性評価に関する一考察¹⁾

鹿庭正昭, 小嶋茂雄, 中村晃忠

国立衛生試験所²⁾

Dissolution and Volatilization of Dieldrin from Moth-proofed Wool Fabrics—
An Attempt to Evaluate Harmfulness of Textile Treating Agents for Consumers¹⁾

MASAAKI KANIWA, SHIGEO KOJIMA, and AKITADA NAKAMURA

National Institute of Hygienic Sciences²⁾

(Received November 5, 1976)

Five kinds of wool fabrics treated with dieldrin emulsion in the laboratory under reflux or at 40° and those on the market were used for the experiments. The amount of dieldrin dissolved in perspiration or saliva increased with increasing total dieldrin concentration (A) in fabrics, and also with the mild treating condition, at 40°. Ease of dissolution of dieldrin into both body fluids varied with the kind of fabrics and decreased in the order of carpet, blanket, flannel, and doeskin. This also indicates the order of harmfulness by dermal and oral exposure.

Volatilization of dieldrin obeyed the first-order kinetics under the adopted condition, at 40°, 50% relative humidity. Through the kinetic treatment, the total volatilizable dieldrin (a) in fabrics, volatilization rate constant (k) and half-life of a ($t_{1/2a}$), were obtained. The ratio of a/A decreased with the kind of fabrics in the order of blanket, carpet, flannel, doeskin and tuxedo cloth, while $t_{1/2a}$ decreased in the order of blanket, carpet, doeskin, tuxedo cloth, flannel. Harmfulness by respiratory exposure to dieldrin volatilized from fabrics should be evaluated with two factors, volatilized amount and prolonging time which are represented by ka/A and $t_{1/2a}$, respectively. The order evaluated in this manner was as follows: carpet = blanket $\gg$ flannel $>$ doeskin = tuxedo cloth.

From these results, care should be taken in using carpets and blankets moth-proofed with dieldrin, compared with others, because they are treated in a mild condition with dieldrin to effect its easy dissolution and volatilization, and in addition these large products containing a large amount of dieldrin are used daily.

Keywords—dieldrin; moth-proofing agent; wool fabrics; dissolution; perspiration; saliva; volatilization; evaluation of harmfulness

ま え が き

著者らは繊維加工剤の安全性の検討に資するために、その分析化学的研究を行なっているが、その一環として先に羊毛製品からのディルドリンの分析法の確立と市販

製品の実態調査の結果について報告した。³⁾その結果、昭和47年の通産省通達⁴⁾でその羊毛防虫加工への使用が大幅に制限されたにもかかわらず、いまだに一部の製品ではディルドリンがかなりの高濃度で使用されていること

1) 本報は第3回環境汚染物質とそのトキシコロジーシンポジウム(昭和51年10月, 千葉)にて報告した。

2) Location: Kamiyoga 1-18-1, Setagaya, Tokyo (東京都世田谷区上用賀1-18-1)。

3) 鹿庭正昭, 毛利潤子, 小嶋茂雄, 中村晃忠, 大場琢磨, 衛生化学, **23**, 7 (1977)。

4) 通産省繊維雑貨局長通達, 47纖局961号 (1972)。

が判明した。⁵⁾ディルドリンは毒性が強く、経口毒性と経皮毒性の間に大きな差のないことが特徴であり、また、体内に蓄積しやすい化合物で、⁶⁾慢性毒性では弱い発癌性も懸念されている。⁷⁾一方、ディルドリンは繊維加工剤の分類上は添加型（非反応型）加工剤に属し、通常はキシレンなどの溶媒に分散剤とともに溶かした製剤を水に加えて均一に分散させ、これに布地を浸し、必要に応じて加熱して繊維内部にディルドリンを吸着させる加工方法がとられる。⁸⁾しかし、繊維とは結合せず、そのために、肌直接ふれる製品からは汗に溶けて経皮的に、乳幼児の身の製品からはなめることによって唾液に溶けて経口的に、また、ディルドリンは比較的に蒸気圧の高い化合物のため、発散して経気道的に人体に取りこまれる可能性がある。ディルドリンの汗や唾液への溶出については1962—1964年に若干の報告があるが、⁹⁾定量法の感度および精度が低く、また試料として用いた製品の種類がごく少ないなど、現在からみると検討が充分といえないところがある。また、羊毛製品からの発散に関する報告はない。そこで、著者らは電子捕獲型検出器（ECD）付きガスクロマトグラフを用い、多種類の加工製品を試料として、ディルドリンの汗や唾液への溶出ならびに空気中への発散について検討し、それらのデータをもとにディルドリンの羊毛防虫加工剤としての使用の安全性について評価を試みたので以下に報告する。

実験方法

1. 試薬・器具および装置 前報⁹⁾で用いたものを外を記す。

エチレングリコール——試薬特級のもの。

人工汗（酸性および塩基性）——AATCCの処方によった。¹⁰⁾

汗および唾液——実験前日に採取した。

振とう機——入江製作所製、イワキKM振とう機V-D型。

インキュベーター——ヤマト科学製、BT-25型。

恒温恒湿槽——千野化学電気工業製、ELH-700改良型。

発散量測定装置——Farmer らが土壌からの農薬の発散に関する研究で用いた装置¹¹⁾を参考に、Fig. 1 のようにガラス製装置を組立てた。すなわち、実線で囲んだ部分を恒温恒湿槽（J）内に置き、ダイヤフラムポンプ（A）で槽内の空気を発散室（D）内に送りこむ。流量の調整は空気溜め（B）に付けたバイパス（C）によって行なう。発散室は内径 6.5 cm、深さ 20 cm で、その中に幅 5 cm、長さ 17.5 cm のガラス板（E）を置き、その上に試料をのせる。インピンジャー（F-H）にエチレングリコールを入れ、発散したディルドリンを捕集する。

2. 試料 Table I に使用した試料を表示した。

2-1. 市販加工製品——前報⁹⁾での調査により、ディルドリンによる加工が明らかになったタキシードクロス（前報での試料番号 No. 18）、ドスキンAおよびB（同、No. 12 および 13）、毛布（同、No. 65）、およびその後の調査によりディルドリン加工が明らかになったカーペットA（国産）およびB（オーストラリア産）を用いた。

2-2. 実験室加工製品——ディルドリンで加工されて

Fig. 1. Diagram of Trapping Apparatus used to Measure Volatilization of Dieldrin from Wool Fabrics

condition: 40°; 50% RH; flow rate, 1 liter/min; surface area of fabrics, 87.5 cm²

A: diaphragm-pump; B: manifold; C: bypass; D: volatilization chamber; E: sample holder; F-H: impingers; I: flow-meter; J: temperature and humidity-controlled chamber

- 5) 前報にて、ドスキン、タキシードクロス、モスリンおよび毛布にディルドリンを 50 $\mu\text{g/g}$ 以上含有するものがあつたことを報告したが、その後の調査によりカーペットにも 176 および 140 $\mu\text{g/g}$ という高含有量の製品があることを見出した。
- 6) FAO and WHO, 1970 *Evaluation of Some Pesticide Residues in Food*, 1971, 177.
- 7) S. S. Epstein, *Cancer Res.*, **34**, 2425 (1974).
- 8) 羊毛防虫加工剤ディールモス XC-E3 パンフレット, 化研工業株式会社。
- 9) 佐藤鎗太郎, 産業医学, **4**, 701 (1962); 飯塚喜一, 産業医学, **5**, 531 (1963); 飯塚喜一, 森 崇, 歯科学報, **64**, 835 (1964).
- 10) American Association of Textile Chemists and Colorists, *Technical Manual of Am. Assoc. Text. Chem. Color.*, **51**, 148 (1975).
- 11) W. J. Farmer, K. Igue, W. F. Spencer, J. P. Martin, *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **36**, 443 (1972).

いないことを確かめたドスキン、フラノ、毛布およびカーペットをディールモス XC-E 3・H/C を用いて、還流加工法¹²⁾ (reflux) および浸漬加工法¹²⁾ (soak) の2通りの条件で加工した。試料と加工剤溶液の比(浴比)を1:30とし、還流加工法では、加熱して約1時間かけて沸騰させ、さらに30分間還流させたが、浸漬加工法では、単に40°で2時間浸漬するにとどめた。いずれの場合も、冷後、2回水洗し、室温で風乾した。

3. ガスクロマトグラフィー 前報³⁾と同様に行なった。

4. 羊毛製品中のディルドリン量の測定 4-1. 総ディルドリン量(A)——前報³⁾の方法で行なった。

4-2. ヘキサン抽出量(B)——細切した試料1gを分液ロートにとり、ヘキサン80mlで2回、ついで90mlで1回、振とう機で5分間ずつ振とうして抽出し、抽出液はあわせ、以下、濃縮および定量は4-1と同様に行なった。ただし、クリーンアップは省略した。

5. 溶出実験 細切した試料0.5gを10mlの共栓つき試験管にとり、汗、唾液など5mlを加え、インキュベーター中で40°で所定の時間振とうした。液を傾斜してとり、その2mlを別の共栓つき試験管にとり、ヘキサン5mlで3回、5分間ずつ振とうして抽出し、抽出液はあわせ、以下、濃縮および定量は4-1と同様に行なった。ただし、クリーンアップは省略した。なお、本条件で汗ならびに唾液へ溶出したディルドリンは定量的に回収されることを確認した。

6. 発散実験 あらかじめ恒温恒湿槽内を温度40°、相対湿度50%に調整し、ついでFig. 1の発散室内のガラス板上にそれと同じ大きさの試料(面積87.5cm²)を置き、ダイアフラムポンプを作動させ、槽内の空気を1liter/minで発散室に送りこんだ。インピンジャーには各々50mlずつのエチレングリコールを入れておき、発散したディルドリンを捕集した。所定の日数ごとにインピンジャーを交換し、回収したエチレングリコールは各インピンジャーごとに蒸留水250mlを加え、ヘキサン60mlで2回、80mlで1回、振とう機で5分間ずつ振とうして抽出し、抽出液はあわせ、無水硫酸ナトリウムで乾燥し、以下、濃縮および定量は4-1と同様に行なった。ただし、クリーンアップは省略した。なお、本条件で発散室内より発散したディルドリンは定量的にインピンジャーに捕集され、回収されることを確認した。

結果および考察

1. 加工条件とヘキサン抽出量との関係

羊毛製品にディルドリンのヘキサン溶液を滴下し、室温で溶媒を蒸発させて製した加工布をヘキサンで振とうして抽出すると、ディルドリンは定量的に回収されるのに対し、ディールモス XC-E 3・H/C を用いて通常の加工条件で加工したものからは、ヘキサンでは総ディルドリン量のごく一部しか抽出されないことは前報³⁾に述べた。また、市販製品について総ディルドリン量(A)に対するヘキサン抽出量(B)の比(B/A)をみると、Table I に示したようにタキシードクロスやドスキンでは1%弱であるのに対し、毛布では59.1%、カーペットでは10—20%と、製品によって大きな差がみられた。このB/A値の相違の原因として布地の厚さやかさ高さ等の性質および加工条件の違いが考えられた。そこで、今回、2-2で述べた各種の実験室加工布についてB/A値を測定し、その結果をTable I に示した。このデータより次のことが判った。イ) 同じ種類の布地を同一条件で加工したとき(ex. No. 1—4), B/A値はAの大小に関係なく、ほぼ一定の値を示した。ロ) 同じ種類の布地を異なる条件で加工したとき(ex. No. 1—4とNo. 5—8の比較), 還流加工法の場合より、浸漬加工法の方がB/A値は大であった。すなわち、加工条件が弱い方がB/A値はより大となる。ハ) 厚さやかさ高さ等の性質は、ドスキン<フラノ<毛布≤カーペット、の順に大となるが、これらの性質とB/A値の間に強い相関があるようには考えられず、従って、B/A値は先に想定した2つの原因のうち、加工条件の強弱により強く影響されるものと思われる。これらのことをもとに市販製品の加工条件を推定すると、B/A値が1%弱であるドスキン(Table I, No. 36, 37)やタキシードクロス(No. 35)の梳毛製品では強い加工条件が、B/A値が60%にもなる毛布(No. 38)などの紡毛製品では弱い加工条件がとらわれていると考えられる。なお、カーペットは羊毛部分と裏張り材などの異なる素材から製品ができており、他のものと同じには扱えないが、毛布と同様に紡毛製品であることから、やはり弱い加工条件で加工されていると思われる。

2. 加工布からの汗や唾液への溶出

人の汗や唾液の分泌量は普通時では1日に1—2literといわれ、その成分の大部分は水で、わずかに0.25—1.0%の有機成分が含まれるが、その成分は複雑である。¹³⁾

12) 著者らが便宜上つけた名称で、一般に通用するものではない。

13) 竹内 勝, “皮膚科学入門,” 丸善, 東京, 1968, p.12, 95; W. F. Ganong, “Review of Medical Physiology,” 4th ed., Medical Publication, California, 1969, 松田幸次郎, 市岡正道, 八木欽治共訳, “医科生理学,” 丸善, 東京, 1971, p.355, 383.

TABLE I. Fabrics Used in the Experiments and Their Dieldrin Contents

No.	Kind of fabrics	Treating condition ^{a)}	Total dieldrin in fabrics ^{b)} (A, $\mu\text{g/g}$)	Dieldrin extracted with hexane by shaking ^{c)} (B, $\mu\text{g/g}$)	Ratio (B/A, %)	(mean)
1) Fabrics treated with dieldrin in the laboratory						
1	doeskin	reflux	17.1	0.60	3.51	(2.38)
2			34.6	0.80	2.31	
3			55.8	1.19	2.13	
4			90.4	1.41	1.56	
5		soak	13.2	1.55	11.7	(11.0)
6			17.7	2.68	15.1	
7			25.1	2.82	11.2	
8			35.0	2.14	6.11	
9 ^{d)}	flannel	reflux	102	3.52	3.45	(1.83)
10			45.5	0.71	1.56	
11			52.7	0.95	1.80	
12			63.7	1.52	2.39	
13			113	1.77	1.57	(5.95)
14		soak	21.7	1.41	6.50	
15			30.8	1.97	6.40	
16			49.5	4.02	8.12	
17			69.6	1.94	2.79	(3.28)
18	blanket	reflux	44.9	1.38	3.07	
19			47.7	1.66	3.48	
20			72.1	2.70	3.74	
21			109	3.07	2.82	(8.75)
22		soak	32.1	2.75	8.57	
23			37.0	2.92	7.89	
24			51.6	5.18	10.0	
25			81.4	6.95	8.54	(18.9)
26 ^{d)}	carpet	reflux	61.0	5.53	9.07	
27			17.9	2.92	16.3	
28			29.9	4.94	16.5	
29			44.5	7.49	16.8	(30.1)
30			27.7	7.22	26.1	
31		soak	7.94	3.71	46.7	
32			25.9	6.89	26.6	
33			62.3	8.52	13.7	
34			33.4	11.2	33.5	
2) Commercial dieldrin-treated fabrics						
35	tuxedo cloth	(No.18) ^{e)}	183	1.76	0.96	
36	doeskin A	(No.12) ^{e)}	166	1.35	0.81	
37	B	(No.13) ^{e)}	62.2	0.45	0.72	
38	blanket	(No.65) ^{e)}	352	208	59.1	
39	carpet A		176	35.7	20.3	
40	B		140	14.3	10.2	

a) reflux : A moth-proofing preparation, Dielmoth XC-E3-H/C, containing 20% of dieldrin, was emulsified with water. A wool fabrics was soaked in the solution, the mixture was gradually heated to reflux for 1 hr and refluxed further for 0.5 hr. The fabrics was picked up, washed with water twice and air-dried. soak : A fabrics was soaked in the solution at 40° for 2 hr, picked up, washed, and air-dried.

b) Analytical method was described in the previous paper.³⁾ (M. Kaniwa, J. Mohri, S. Kojima, A. Nakamura, T. Oba, *Eisei Kagaku*, 23, 7 (1977))

c) One gram of fabrics was shaken twice with 80 ml, and once with 90 ml of hexane for 5 min, respectively. Dieldrin content of the combined extracts was determined by GLC.

d) Treating conditions for these samples were not strictly same with a).

e) The numbers in parentheses are same with those of samples listed in Table III in the previous paper.³⁾

一方、染色堅ろう度の試験には人工汗が用いられているが、加工剤の布地からの溶出を安全性の面から考えると、汗や唾液の代りに水や人工汗を用いることが妥当かどうかは不明である。この点を明らかにするために、市販のディルドリン加工製品のドスキンA (No. 36) を

TABLE II. Effect of Solvent on Dissolution of Dieldrin from Fabrics

Solvent	Dissolved dieldrin ^{a)} (μg)	Ratio of dissolved dieldrin to total dieldrin (%)
Perspiration		
A-1	1.20	1.44
A-2	0.93	1.12
B-1	0.58	0.69
C-1	0.65	0.78
D-1	0.48	0.57
D-2	0.78	0.93
D-3	0.70	0.84
D-4	0.65	0.78
Saliva		
D-1	1.51	1.81
Distilled water	0.18	0.21
Artificial perspiration ^{b)}		
acidic	0.14	0.16
basic	0.20	0.24

a) dissolved amount in 5 ml of solvent from 0.5 g of doeskin A (No.36) containing 83.0 μg of dieldrin at 40° for 2 hr.

b) prepared by direction of AATCC¹⁰⁾

Fig. 2. Dissolution Curves of Dieldrin from Fabrics

a) dissolved amount in 5 ml of solvent from 0.5 g of tuxedo cloth (No.35) containing 91.5 μg of dieldrin at 40°

kind of solvent

○—○: perspiration

●—●: saliva

×—×: distilled water

試料として溶出実験を行なった。実験条件はなるべく使用状態に近くする意味で、温度を体温に近い40°, 試料と溶媒の比は重量 500 g の衣服を着用し、発汗量を多汗時の 5 liter として、0.5 g/ml とした。2時間後に汗へ溶出した量を測定し、その結果を Table II に示した。表中で溶媒を A-1 などと表現しているが、アルファベットは人物を、数字は採取時の違いを表わしている。Table II の結果より、イ) 人工汗の溶出力は水とほとんど変わらないのに対し、汗や唾液の場合は水より2.5—8倍強いこと、ロ) 汗や唾液の溶出力は人や採取時の違いによって著しく変化することがわかった。次に、溶出の経時変化をみるため、タキシードクロス (No. 35) を試料とし、一人から採取した汗および唾液を用いて実験した。その結果を Fig. 2 に示した。図から明らかなように、汗や唾液の場合、水と比べて溶出量だけでなく、溶出曲線も異なることがわかった。これらの結果から、ディルドリンの溶出実験において、汗や唾液の代りに水や人工汗を用いることは不適であることがわかったので、以下の実験は汗および唾液そのものを用いて行なうこととした。

Fig. 3. Dissolution of Dieldrin to Perspiration from Fabrics as a Function of Total Dieldrin, Kind of Fabrics, and Treating Condition

a) dissolved amount in 5 ml of perspiration from 0.5 g of fabrics at 40° for 2 hr

kind of fabrics

□—□: doeskin, ○—○: flannel

×—×: blanket, ●—●: carpet

treating condition with Dielmeth soln.

—: refluxed,: soaked at 40°

Fig. 4. Dissolution of Dieldrin to Saliva from Fabrics as a Function of Total Dieldrin, Kind of Fabrics, and Treating Condition

a) dissolved amount in 5 ml of saliva from 0.5 g of fabrics at 40° for 2 hr

kind of fabrics

—□—: doeskin, —○—: flannel

—×—: blanket, —●—: carpet

treating condition with Dielmoth soln.

—: refluxed,: soaked at 40°

さて、布地からの汗や唾液へのディルドリンの溶出に影響を与える要因としては1で述べたと同様に、布地の種類および加工条件が考えられる。その点を明らかにするために、Table I の No. 9 と 26 を除くすべての実験室加工布を試料とし、5人から採取した混合汗および15人からの混合唾液を用いて溶出実験を行ない、その結果をFig. 3およびFig. 4に示した。これらの図から次のことがわかった。イ) 布地の種類および加工条件が同じとき、溶出量は試料中の総ディルドリン量に比例して大となった。ロ) 布地の種類および試料中の総ディルドリン量が同じとき、加工条件の弱い浸漬加工法によるものの方が加工条件の強い還流加工法によるものより、溶出量は大きであった。ただし、カーペットでは加工条件の強弱にかかわらず、ほぼ同じくらいの溶出量であった。ハ) 布地からの溶出のしやすさの指標としてグラフの傾きをとると、汗、唾液いずれの場合も、カーペット>毛布≧フラノ>ドスキン、の順に大きであった。ニ) 全般的にFig. 3よりもFig. 4の方がグラフの傾きが急であることから、概して唾液の方が汗より溶出力は大きであると考えられる。

3. 加工布からの空気中への発散

加工布からのディルドリンの発散を実態に即して考える場合、その製品の使用目的によって実験条件は変えられるべきであるが、本研究においては製品の種類による相違をつかむことを目的としたので、一律に温度40°、相対湿度50%という条件で実験を行なった。なお、試料はできるだけ市販製品を用いることとし、適当な市販製品が入手できなかったものについては実験室加工布を用いた。すなわち、タキシードクロス(No. 35)、ドスキンA(No. 36)、毛布(No. 38)の市販製品、フラノ(No. 9)およびカーペット(No. 26)の実験室加工布である。実験結果をFig. 5に示した。毛布およびカーペットの場合、他の3者に比べて格段に大きい発散量を示した。

次に、発散を速度論的に取扱うために、発散速度(dx/dt)を各測定時における前回測定時からの発散の増加量の1日当りの平均値として算出し、それを総発散量(x)に対してプロットしたところ、Fig. 6に示したように、いずれの試料の場合も直線関係を示した。このことから、羊毛製品からのディルドリンの発散は本実験条件下では製品の種類に関係なく、一次式で近似されることが判った。すなわち、式(1)が成立する。

Fig. 5. Volatilization of Dieldrin from Fabrics

condition: 40°; 50% RH; flow rate, 1 liter/min; surface area of fabrics, 87.5 cm²

kind of fabrics

△...△: tuxedo cloth (total dieldrin in fabrics: 491 μg), □...□: doeskin (350 μg), ○...○: flannel (235 μg),

×...×: blanket (1935 μg), ●...●: carpet (1430 μg).

In the case of tuxedo cloth, doeskin and flannel, x is shown in the dotted lined scale.

Fig. 6. Volatilized Dieldrin (x) to Rate of Volatilization (dx/dt) Plot

kind of fabrics

△··△: tuxedo cloth, □··□: doeskin

○··○: flannel, x-x: blanket

●-●: carpet

In the case of tuxedo cloth, doeskin and flannel, x and dx/dt are shown in the dotted lined scale.

$$x = -(dx/dt)/k + a \quad (1)$$

ここで、 a は布地中の発散しやすいディルドリンの総量(易発散性ディルドリン量)、 k は発散速度定数で、それぞれ Fig.6 より求められる。式(1)を t について解くと式(2)

$$t = -\ln(1-x/a)/k \quad (2)$$

となり、式(2)に $x=1/2a$ を代入すれば、易発散性ディルドリンの半減期は式(3)

$$t_{1/2a} = 0.693/k \quad (3)$$

により求められる。また、ある時間までの総発散量は式(1)を t について積分して得られる式(4)

$$x = a\{1 - \exp(-kt)\} \quad (4)$$

で表わされるが、 t が十分に小さいとき、その一次近似は式(5)

$$x = kat \quad (5)$$

によって表わされる。

これらの式から求めたデータを Table III にまとめた。これらのデータから、次のことがわかった。イ) 羊毛製品中でディルドリンは発散しやすい状態と発散しにくい状態の2つの状態で存在し、総ディルドリン量(A)中に占める易発散性ディルドリン量(a)の割合(a/A)は布地の種類によって著しく異なり、毛布>カーペット>フラノ>ドスキン=タキシードクロス、の順に大きかった。ロ) a/A 値と B/A 値を比較すると、カーペットを除いてよく一致しており、 a の値はヘキサン抽出量によって推量が可能と思われる。

さて、発散するディルドリンによる危険度は、どのくらいの量のディルドリンがどれくらいの期間にわたって発散するかという量と期間の2つの因子によって把握する必要がある。量の指標としては、発散1日目の発散量の一次近似値 ka に着目し、その単位加工量あたりの値 ka/A を用いることとした。一方、期間の指標としては、半減期 $t_{1/2a}$ を用いることとした。この2つの指標を用いて製品の種類間で発散による危険性を比較すると、イ) タキシードクロスやドスキンでは、 ka/A 、 $t_{1/2a}$ ともに小さく、危険性は最も小さい。ロ) フラノでは、 ka/A は毛布やカーペットに匹敵するほど大であるが、 $t_{1/2a}$ が小さい。ハ) 毛布やカーペットでは、 ka/A 、 $t_{1/2a}$ ともに大きく、危険性は最も大である、といえる。従って、発散による危険度の順位は、カーペット=毛布>フラノ>ドスキン=タキシードクロス、のようである。

総 合 評 価

化学物質の安全性の評価の3要因として、“質と量と使い方”が、また、評価法として、絶対評価と相対評価の2つの方法があげられる。前報³⁾にも述べたように、羊

TABLE III. Volatilization^{a)} of Dieldrin from Fabrics

Kind of fabrics	$A^b)$ (μg)	$a^c)$ (μg)	a/A (%)	$B^b)/A$ (%)	$k^c)$ (day^{-1})	ka ($\mu\text{g}/\text{day}$)	ka/A (day^{-1})	$t_{1/2a}^c)$ (day)
Tuxedo cloth (No. 35)	491	2.95	0.59	0.96	0.26	0.77	0.15	2.67
Doeskin A (No. 36)	350	3.91	1.11	0.81	0.28	1.09	0.31	2.48
Flannel (No. 9)	235	6.35	2.70	3.45	0.72	4.57	1.94	0.96
Blanket (No. 38)	1930	930	48.3	59.1	0.039	36.3	1.88	17.8
Carpet (No. 26)	1430	406	28.5	9.07	0.066	26.8	1.88	10.5

a) condition: 40°; 50% RH; flow rate, 1 liter/min; surface area of fabrics, 87.5 cm².

b) A: total dieldrin; B: dieldrin extracted with hexane

c) a: total amount of volatilizable dieldrin; k: rate constant of volatilization; $t_{1/2a}$: half-life for volatilization.

These were calculated by Eq. 1 and 3.

TABLE IV. An Evaluation^{a)} of Harmfulness of Wool Fabrics Moth-proofed with Dieldrin

Kind of fabrics	Treating condition	Ease of dissolution	Ease of volatilization	Weight of fabrics	Frequency of use	Sum
Carpet	1	1	1	1	1	5
Blanket	1	2	1	2	2	8
Flannel	2	2	2	3	3	12
Tuxedo cloth } Doeskin }	2	3	3	3	3 or 4	14 or 15

a) The smaller number is, the more harmfulness is evaluated.

毛防虫加工剤として、国内ではディルドリン製剤を含めて、CIBA-GEIGY 社のミチン FF, LA および Bayer 社のオイラン U-33 の4種が主に用いられているが、これらの各々について3要因を絶対評価して使用することは非常に難しい。現実的には、「より安全なものに近づける」という相対評価的な立場から、各防虫加工剤の一般的な加工量を考慮したうえで、各種の毒性を比較することが必要である。同時に、1つの化合物でも使用用途によって危険性の評価は異なるはずである。そこで、今回は、ディルドリンを羊毛防虫加工に用いたときに、加工製品から使用者がうける危険度を加工対象製品間で定性的に相対評価することを試みた。その着眼点として、(1)加工条件の強弱、(2)汗や唾液への溶出の難易、(3)発散の難易、(4)製品の重さ、(5)使用頻度、の5項目をあげ、各々について危険性の高いものから順位をつけ、その和をもって評価した。その結果を Table IV に示した。なお、数字の小さいものほど危険性の高いことを示している。すなわち、1) 毛布やカーペットでは、弱い条件で加工されるのに対し、フラノ、ドスキンおよびタキシードクロスでは、強い条件で加工されると考えられた。

2) 汗や唾液への溶出のしやすさは、カーペット>毛布≥フラノ>ドスキン、の順であった。3) 発散のしやすさは、カーペット=毛布>フラノ>ドスキン=タキシードクロス、の順であった。4) 使用する1製品の重量はカーペット>毛布>フラノ=ドスキン=タキシードクロス、の順であり、加工濃度が同じならば、この順に製品中のディルドリン量は大きくなる。5) 使用頻度では、カーペットは通年、毛布も夜間のみだが、ほぼ通年使用であるのに対し、服地類は頻度が少なく、従って、順は、カーペット>毛布>フラノ=ドスキン=タキシードクロス、のようである。

ディルドリンは毒性、蓄積性ともに大きく、また弱い発癌性も懸念されることから、防虫加工剤として使用すること自体に問題があるが、さらに上記の各項目の評価点を総和して、ディルドリンで防虫加工した羊毛製品から使用者の受ける危険性を判断すると、カーペット>毛布>フラノ>ドスキン=タキシードクロス、の順に危険性を高く見積る必要があると考えられる。

謝辞 終りに、汗や唾液の採取に御協力いただいた当所療品部の方々に厚く感謝いたします。