

## 報 文

新しいゴキブリ忌避効力評価法および天然精油の  
チャバネゴキブリに対する忌避性

稲 塚 新 一

味の素株式会社川崎工場技術部

(昭和56年11月5日受理)

New Methods of Evaluation for Cockroach Repellents and  
Repellency of Essential Oils against German  
Cockroach (*Blattella germanica* L.)

Shin-ichi INAZUKA

Kawasaki Factory, Ajinomoto Co., Inc.,

Suzuki-cho, Kawasaki-ku, Kawasaki, Kanagawa 220, Japan

Two new techniques to evaluate repellency against the German cockroach (*Blattella germanica* L.) were devised, a test tube method and a beaker method. The former estimates the repellent impact on a roach attracted by roach excrement on a paper filter. The latter, estimating effectiveness by changes in the number of roaches in a beaker, is an excellent method for evaluating olfactory repellency. Among the reference compounds,  $\alpha$ -naphthoquinone, 2-hydroxyethyl-*n*-octylsulfide and naphthalene were effective in the test tube method, however their 2% sublimates were not effective in the beaker method. Those compounds were thus not judged as promising olfactory repellents. The oils of Japanese mint (*Mentha arvensis*) and spearmint (native and Scotch type, *Mentha specicata*) were the most effective among 92 such substances. Strong mosquito repellents such as oils of citronella, lavender, rosemary, and penny royal had little or no effect against the cockroach.

## 緒 言

近年、チャバネゴキブリ、クロゴキブリなど一部のゴキブリは、都市型家屋内害虫として、一般家庭および飲食店の厨房などに増殖し、情緒面および衛生面から大きな社会問題になっている。現在、その駆除には、有機リン酸エステル系、合成ピレスロイド系などの殺虫剤をゴキブリの生息する場所に噴霧する方法などがとられている。しかし、それらのゴキブリは、食物や食器などわれわれの身近なものの周囲に生息しているため、薬剤の処理に限界があり、安全な駆除をするには、非常にむずかしい現状にある。

これに対し、われわれの生活環境にゴキブリを積極的に寄せつけない薬剤、すなわち、忌避物質をゴキブリの駆除に用いようとする研究が行なわれてきた。いままでに、ゴキブリの忌避物質として、*N,N*-diethyl-*m*-tolu-

amide<sup>1-4)</sup>, 2,3,4,5-bis( $\Delta^2$ -butenylene) tetrahydrofurfural (MGK·R-11)<sup>1-4)</sup>, 2-hydroxyethyl-*n*-octylsulfide (MGK·R-874)<sup>1-4)</sup>, *tert*-butylsulfenyldimethyldithiocarbamate (MGK·R-55)<sup>2-4,8)</sup>, methyl- $\alpha$ -cyano- $\beta$ -butylheptanoate<sup>5,6)</sup>, cumen hydroperoxide<sup>9)</sup>, *N,N*-diethylnoramide<sup>7,13)</sup>, allyl caproate<sup>10)</sup>などの化合物が報告されている。しかし、それらの化合物は、いずれもそれぞれの生物検定法ではかなりの効果を示したが、ゴキブリの実用的駆除に用いるには忌避効果が弱く、さらに、匂い、安全性、持続性などの点からも実用に供しうる化合物はなかったといえる。

そこで、著者は、新たに忌避物質を研究するにあたり、従来の化合物に見られない嗅覚的忌避性を有し、空間的忌避効果の期待できる物質の検討を試みた。

また、従来の検定法、たとえば濾紙円筒法、シェルター法<sup>1)</sup>、シリンダー法<sup>2)</sup>、スランディングカード法<sup>2)</sup>、カ

ートン法<sup>3)</sup>, 摂食法<sup>4)</sup>などの方法は, おもに, 接触的忌避性を評価するものであるが, 著者は嗅覚的忌避性の簡便な評価方法—“試験管法” および “ビーカー法”—を工夫した. 次に, ゴキブリが一部の食品および香辛料に対し逃避行動を示すことに着目し, 食品に添加される種々の香料, すなわち, 天然精油のチャバネゴキブリ (*Blattella germanica* L.) に対する忌避性を上記の方法を用いて調べた結果, 興味ある知見を得たので報告する.

### 実験材料および方法

#### 1. 供試虫

(財)日本環境衛生センター生物部で累代飼育されていたチャバネゴキブリ (渡田系) を当研究室で飼育したものを使用した.

#### 2. 供試化合物

対照化合物として, *N,N*-diethyl-*m*-toluamide, 2,3,4,5-bis(4<sup>2</sup>-butenylene)tetrahydrofurfural, 2-hydroxyethyl-*n*-octylsulfide, di-*n*-propylisocinchomeranate,  $\alpha$ -naphthoquinone, *p*-dichlorobenzene, naphthalene を用いた. 供試天然精油は 87 種であり, Table 5 に示した.

#### 3. 試料の調整

試験管法では, 供試化合物の一定濃度のアセトン溶液で処理したペーパーディスクを用い, ビーカー法では, 供試化合物を一定濃度含有する 2,4,6-triisopropyl-1,3,5-tricosane (昇華担剤, 小川香料(株)製) の加熱溶解液 3g をプラスチック容器 (径 2.4 cm, 高さ 1.3 cm) に入れ, 放冷, 製剤化し, 容器上に一定表面積の開放口をもつ蓋をかぶせて, 使用した.

#### 4. 試験方法

試験管法 (Fig. 1) は, 試験管 (径 1.6 cm, 長さ 16.5 cm) の底部にチャバネゴキブリの排泄物の付いた汚染濾紙 (後述) を入れ, 供試虫の雄成虫または雌成虫 1 頭あるいはふ化後 2 日の若虫 1 卵鞘分を試験管中に放ち, 脱脂綿

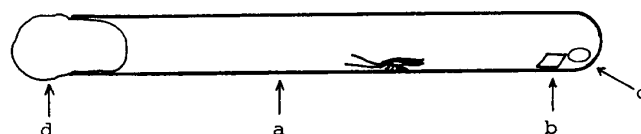


Fig. 1 Diagram of the test tube method for cockroach repellent test.

a: test tube ( $\phi$  1.6 cm  $\times$  16.5 cm), b: filter paper ( $\phi$  0.5 cm  $\times$  0.5 cm) treated with pheromone of cockroach, c: paper disc ( $\phi$  0.8 cm  $\times$  0.1 cm) treated with tested compound, d: absorbent cotton.

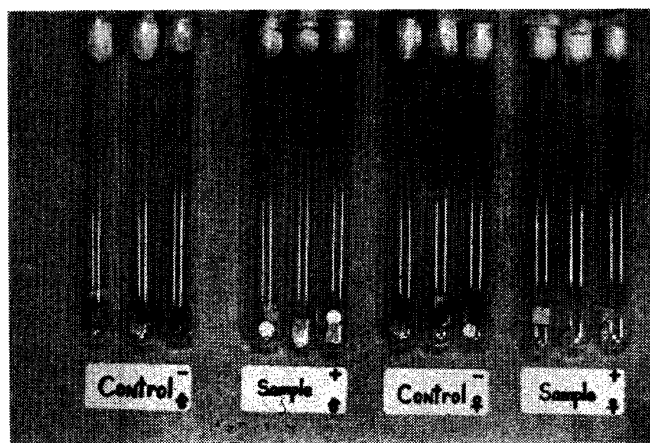


Fig. 2 Cockroach repellency of a sample (Japanese mint oil, 0.1 mg/disc, after 24 hr) by the test tube method.

で蓋をした. この試験管を一夜静置後, 一定濃度の供試化合物のアセトン溶液 0.02 ml で処理し, 1 分間放置したペーパーディスク (東洋濾紙(株)製, 径 0.8 cm, 厚さ 0.1 cm) を試験管中の上記汚染濾紙側に置いた. 処理した試験管を横倒状態にし, 24 時間後の試験管中のゴキブリの位置により Table 1 に従い, 忌避効果を判定した. 一例を Fig. 2 に示した. また, 1 区 3 連制で実施したが, 3 連とも (+) レベルの忌避効果を示す濃度により有効最小濃度 (minimum effective concentration of 100% re-

Table 1 Evaluation of repellency.

Response		Evaluation for repellency	Indication
Test tube method	Beaker method		
Aggregation on filter paper	Over 60 roaches in beaker	None	—
Location around middle position	59-30	Slight	±
Location at the end	29-5	Moderate	+
—————	4-1	Strong	++
—————	0	Remarkable	+++

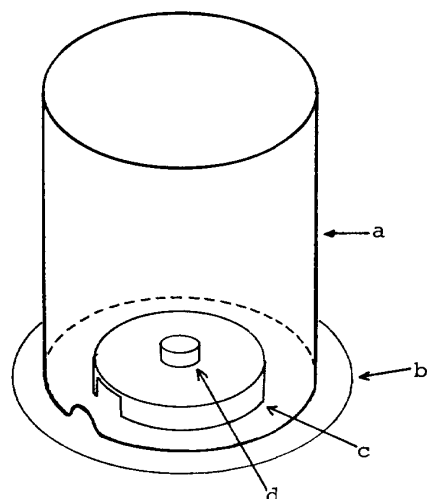


Fig. 3 Diagram of the beaker method for cockroach repellent test.

a: beaker ( $\phi$  11.0 cm  $\times$  H 14.5 cm), b: filter paper ( $\phi$  15 cm), c: plastic laboratory dish ( $\phi$  9.0 cm  $\times$  H 1.5 cm), d: sublimate containing the tested compound ( $\phi$  2.45 cm).

pellency,  $MCE_{100}$  と以下略す) を求めた。

ピーカー法 (Fig. 3) は、ステンレス製試験用バット (100 cm  $\times$  100 cm, 高さ 15 cm) の内面壁をグリースで処理し、濾紙 (東洋濾紙(株)製, No. 2, 径 15 cm) を敷き、その上に両側面開放型プラスチックシャーレ (径 9 cm, 高さ 1.5 cm) を倒置し、その上に 1 l ピーカー (径 11 cm, 高さ 14.5 cm) をかぶせた。供試虫 (雌雄成虫および若虫を含む集団) の一定数を上記バット中に放飼した。一夜経過後、試料の入ったプラスチック容器を上記シャーレ上に静置した。その後、経時的にピーカー中のゴキブリを数え、無処理区と比較し、頭数の減少の程度により Table 1 のごとく忌避効果の有無を判定した。1 区 3 連制で実施した。

## 結 果

### 1. 試験管法に用いる汚染濾紙の規格化

プラスチック製飼育箱 (20 cm  $\times$  35 cm, 高さ 25 cm) の底面に濾紙 (10 cm  $\times$  15 cm) を敷き、約 5,000 頭の供試虫 (雌雄成虫および若虫を含む集団) を放飼し、水と固型飼料 (オリエンタル酵母(株)製, マウス・ラット用) を給餌した。供試虫の排泄物で汚染された上記の濾紙を“汚染濾紙”と称する。生物検定に用いる汚染濾紙を規格化するために飼育箱中での汚染期間の忌避性への影響を比べた。汚染濾紙を 0.5 cm  $\times$  0.5 cm の大きさに切り試験管の底部に置き、試料を入れない状態での供試虫の汚染濾紙上の集合率を調べた。Table 2 に示すごとく、雌成

Table 2 Effect of filter paper contaminated with roach excrement on aggregated activity using the test tube method.

Contaminating time of filter paper (weeks)	% aggregation on the filter paper		
	Male	Female	Nymph
1	69	92	65
2	73	95	69
3	80	90	74
4	88	97	76
5	92	93	80
6	90	95	76

Male, Female:  $n=100$ , Nymph:  $n=50$ .

Table 3 Effect of filter paper contaminated with roach excrement on the evaluation of repellency using the test tube method.

Time contaminated with roach excrement (weeks)	Repellency $MEC_{100}^{a)}$ ( $10^{1-n}$ mg/disc)	
	$n$	
	Compounds tested	
	2-Hydroxyethyl- $n$ -octylsulfide	Spearmint oil (Scotch type)
1	3	3
2	2-3	2-3
3	2	2-3
4	2	2-3
5	2	2-3
6	0	2-3

<sup>a)</sup> Minimum effective condensation of 100% repellency.

虫は汚染期間に関係せずに 90% 以上の高い集合率を示した。これに対し、雄成虫および 2 日齢若虫は 1 週間の汚染濾紙ではおのおの約 70%, 約 65% で、4 週間の汚染濾紙ではおのおの約 90%, 約 75% であり、汚染期間を長くすることにより集合率の向上が認められた。次に、供試虫が汚染濾紙上に集合している試験管のみを用いて、2,3,4,5-bis(4<sup>2</sup>-butenylene)tetrahydrofurfural および spearmint oil (Scotch type) の  $MEC_{100}$  値への汚染期間の影響を見た。Table 3 に示すごとく、2 試料とも雌雄成虫および若虫の別なく、1 週間の汚染濾紙を用いた場合の  $MEC_{100}$  値は、3 週間以上の汚染濾紙を用いた場合に比較して、約 1/10 の値を示した。また、3 週間以上 6 週間までの汚染期間の間では、有意な差は認められなかった。よって以後、生物検定では、4 週間の汚染濾紙を使用した。

Table 4 Repellency of reference compounds for German cockroach.

No.	Compound	Repellency					
		Test tube method MEC <sub>100</sub> <sup>a)</sup> (10 <sup>1-n</sup> mg/disc) <i>n</i>			Beaker method <sup>b)</sup> Evaluation <sup>c)</sup> after		
		Male	Female	Nymph	3	24	170 (hr)
000	Untreated	—	—	—	—	—	—
001	Acetone	—	—	—	—	—	—
002	2,4,6-Triisopropyl-1,3,5-tricasane (sublimate carrier)	—	—	—	—	—	—
003	<i>N,N</i> -Diethyl- <i>m</i> -toluamide	1	1	1-2	—	—	—
004	2,3,4,5-Bis( $\Delta^2$ -butenylene)-tetrahydrofurfural	1-2	2-3	2-3	—	—	—
005	2-Hydroxyethyl- <i>n</i> -octylsulfide	2	2	2-3	—	±	±
006	Di- <i>n</i> -propylisocinchomeronate	0	0	0	—	—	—
007	$\alpha$ -Naphthoquinone	2-3	2-3	2-3	—	—	—
008	<i>p</i> -Dichlorobenzene	(dead)	1 (dead)	1 (dead)	—	—	—
009	Naphthalene	2	2	2	—	—	—

a) Minimum effective condensation of 100% repellency.

b) 2 v/w% Sublimate (carrier: 1,4,6-triisopropyl-1,3,5-tricosane).

c) —: No repellency, ±: Slight repellency, +: Moderate repellency, ++: Strong repellency, +++: Remarkable repellency.

## 2. 試験管法による忌避効力評価

Table 4 に示すごとく、対照化合物において、 $\alpha$ -naphthoquinone, 2-hydroxyethyl-*n*-octylsulfide および naphthalene は、雌雄成虫および若虫の間に差なく、MEC<sub>100</sub> 値 0.1~0.01 mg/disc の忌避効果を示した。

これに対し、2,3,4,5-bis( $\Delta^2$ -butenylene)tetrahydrofurfural は、雌成虫および若虫に対しては同等の力価を示したが、雄成虫には弱い効果しか示さなかった。一方、*N,N*-diethyl-*m*-toluamide, di-*n*-propylisocinchomeronate および *p*-dichlorobenzene は MEC<sub>100</sub> 値 1 mg/disc 以上の高濃度でしか忌避効果を示さなかった。ただし、*p*-dichlorobenzene は 1 mg/disc の処理で供試虫に対し殺虫性を示した。

Table 5 に示すごとく、天然精油では Japanese mint oil (No. 50) および spearmint oil (No. 85, 86, 87) が MEC<sub>100</sub> 値 0.1~0.01 mg/disc の最も低濃度で忌避効果を示した。Birch oil (No. 19), cascarilla bark oil (No. 29), Japanese pepper oil (No. 51), marjoram oil wild Spanish (No. 60), nutmeg oil (No. 63), origanum oil (No. 68), palmarosa oil (No. 70), pepper mint oil (No. 74, 75, 76), perilla oil (No. 77), rose oil (No. 81), sa-voury oil (No. 84), tolu balsam oil (No. 93) の 11 種の精油は MEC<sub>100</sub> 値約 0.1 mg/disc (一部の精油において、雌雄成虫、若虫で差が認められたが) を示し、Japanese

mint oil などよりもやや弱い活性であった。また clove oil (No. 36) (MEC<sub>100</sub> 値, 雌成虫>雄成虫), eucalyptus oil (No. 43) (雄成虫>雌成虫) など数種の精油に雌雄の差による活性に相違が認められた。しかし, citronella oil (No. 35), lavender oil (No. 55), rosemary oil (No. 82), pennyroyal oil (No. 73), anis oil (No. 15) など他の天然精油には MEC<sub>100</sub> 値 1 mg/disc 以上の高濃度でしか忌避効果が認められなかった。

## 3. ビーカー法での供試虫の放飼密度と忌避性の関係について

ステンレス製試験用バットに供試虫を 100, 500, 1,000, 2,000 頭放ち、放飼密度の忌避性に対する影響を見た。試料は 2-hydroxyethyl-*n*-octylsulfide, Japanese mint oil および spearmint oil (Scotch type) の 2% 昇華製剤 (表面積 4.52 cm<sup>2</sup>) を用いた。

Table 6 に示すごとく、2-hydroxyethyl-*n*-octylsulfide は 100 頭/m<sup>2</sup> の低密度では、1 週間後に顕著な忌避効果(++)を示すようになったが、500 頭/m<sup>2</sup> 以上の高密度では 1,000 時間後でも強い忌避効果(++)は認められなかった。これに対し、Japanese mint oil および spearmint oil は 100 頭/m<sup>2</sup> の密度では、おのおの 1 時間後および 7~8 時間後に、2,000 頭/m<sup>2</sup> の高密度では、おのおの 2 日後および 5 日後に顕著な忌避効果(++)を示した。いずれの化合物も放飼密度が高くなると、忌避効

Table 5 Repellency of essential oils for German cockroach.

No.	Essential oil	Repellency					
		Test tube method MEC <sub>100</sub> <sup>a)</sup> (10 <sup>1-n</sup> mg/disc) n			Beaker method <sup>b)</sup> Evaluation <sup>c)</sup> after		
		Male	Female	Nymph	3	24	170 (hr)
010	Allspice oil	0	0	0	—	—	—
011	Almond oil bitter	0	0	0	—	—	—
012	Ambrette seed oil	0	0	0	—	—	—
013	Amyris oil	0	0	0	—	—	—
014	Angelica root oil	0	0	0	—	—	—
015	Anise oil	0	0	0	—	—	—
016	Basil oil	1-2	1	1-2	+	—	—
017	Bay leaf oil	1	1	1	—	+	+
018	Bergamot oil	0	0	0	—	—	—
019	Birch oil	2	2	2	+	++	++
020	Brack pepper oil	1	0	0	—	—	—
021	Boronia absolute	0	0	0	—	—	—
022	Calamus oil	1	0	0	—	—	—
023	Camomile oil	1	1	1	+	+	—
024	Canagna oil	0	0	0	—	—	—
025	Capsicum oil	0	0	0	—	—	—
026	Caraway oil	1	0	1	±	—	—
027	Cardamon oil	1	1	1	—	—	—
028	Carrot seed oil	0	0	0	—	—	—
029	Cascarilla bark oil	2	2	2	+	++	±
030	Cassia cinnamon oil	1	1	1	—	—	—
031	Celery seed oil	1	0	0	+	+	—
032	Chamomile oil	0	0	0	—	—	—
033	Cinnamon bark oil	1	1	1	+	+	+
034	Cinnamon leaf oil	1	1	1	+	++	±
035	Citronella oil	1	1	1	+	++	—
036	Clove oil	2	1	1-2	±	++	+
037	Coriander oil	2	2	2	+	+	+
038	Costus oil	0	0	0	—	—	—
039	Cubeb oil	0	1	0	—	—	—
040	Cumin oil	1-2	1-2	1-2	—	+	+
041	Dill seed oil	0	0	0	—	—	—
042	Estragon oil	1	0	0	—	—	—
043	Eucalyptus oil	1	2	1-2	++	++	±
044	Fennel oil	1	0	0	—	—	—
045	Garlic oil	1-2	1	1	++	+	—
046	Geranium oil	1	1	1	+	+	+
047	Ginger oil	1	0	0	+	±	—
048	Grapefruit oil	0	0	0	—	—	—
049	Hop oil	0	0	0	—	—	—
050	Japanese mint oil	2-3	2-3	2	++	++	++
051	Japanese pepper oil	1-2	2	2	±	+	+
052	Juniper oil	0	0	0	—	—	—
053	Laurel leaf oil	0	0	0	—	—	—
054	Lavandin oil	0	0	0	—	—	—

(to be continued)

Table 5 (continued)

No.	Essential oil	Repellency					
		Test tube method MEC <sub>100</sub> <sup>a)</sup> (10 <sup>1-n</sup> mg/disc) <i>n</i>			Beaker method <sup>b)</sup> Evaluation <sup>c)</sup> after		
		Male	Female	Nymph	3	24	170 (hr)
055	Lavender oil	0	0	0	—	—	—
056	Lemon oil	0	0	0	±	—	—
057	Lemongrass oil	0	0	0	—	—	—
058	Lime oil	1	1	1	±	—	—
059	Mandarin oil	1	1-2	1	±	+	—
060	Marjoram oil wild Spanish	2	3	1-2	‡	‡	+
061	Mustard seed oil	1	0	0	—	—	—
062	Mystle oil	0	0	0	—	—	—
063	Nutmeg oil	2	2	1	+	‡	±
064	Olibanum oil	1	1	1	—	—	—
065	Olibanum lesin	0	0	0	—	—	—
066	Onion oil	1	0	1	—	—	—
067	Orange oil bitter	0	0	0	—	—	—
068	Origanum oil	1-2	2	1-2	±	+	+
069	Orris root oil	0	0	0	—	—	—
070	Palmarosa oil	1-2	1-2	1-2	±	‡	—
071	Patchouly oil	1	1	1	—	—	—
073	Pennyroyal oil	0	0	0	—	—	—
074	Pepper mint oil (madorus type)	2	2	2	‡	‡	+
075	Pepper mint oil (wimmet type)	2	2	2	+	‡	+
076	Pepper mint oil (vilamett type)	2	2	2	+	‡	+
077	Perilla oil	1-2	2	1-2	±	‡	—
078	Peru balsam oil	1	1	1	—	±	—
079	Petitgrain oil	0	0	0	—	—	—
080	Pimenta leaf oil	1	0	0	—	—	—
081	Rose oil	1-2	2	1-2	±	‡	+
082	Rosemary oil	1	1	0	—	—	—
083	Sage clary oil	1	1	1	±	—	—
084	Savoury oil	1-2	1-2	1	+	‡	+
085	Spearmint oil (native type)	2-3	2-3	2	+	+	‡
086	Spearmint oil (Scotch type)	2-3	2-3	2	+	‡	‡
087	Spearmint oil (midwest type)	2-3	2-3	2	‡	‡	‡
088	Star anise oil	1	0	0	—	—	—
089	Swamp bay oil	1	0	0	—	—	—
090	Summer rue oil	0	0	0	—	—	—
091	Tangerine oil	0	0	0	—	—	—
092	Thyme oil	1	1	1	+	+	—
093	Tolu balsam oil	1-2	1-2	1	+	+	±
094	Vanilla extract	1	1	1	+	+	—
095	Wormwood oil	0	0	0	—	—	—
096	White pepper oil	1	0	1	—	—	—

<sup>a)</sup> Minimum effective condensation of 100% repellency.

<sup>b)</sup> 2 v/w% Sublimate (carrier: 2,4,6-triisopropyl-1,3,5-tricosane).

<sup>c)</sup> —: No repellency, ±: Slight repellency, +: Moderate repellency, ‡: Strong repellency, ‡: Remarkable repellency.

Table 6 Effect of roach population density on time required to attain remarkable repellency (###) beaker method.

Population density (number/m <sup>2</sup> )	Time required to attain remarkable repellency (###) (hr)		
	Compounds tested		
	2-Hydroxyethyl- <i>n</i> -octylsulfide	Japanese mint	Spearmint oil (Scotch type)
100	24×7	1	7-8
500	>24×30	3	24
1,000	>24×60	6-7	24×3
2,000	>24×30	24×2	24×5

Tested sample: 2 v/w% sublimate, surface area 4.52 cm<sup>2</sup>.

Table 7 Effect of surface area of sublimate preparation on repellency beaker method.

Compound	Surface area (cm <sup>2</sup> )	Repellency area			
		3	24	24×4	24×7 (hr)
Japanese mint oil	4.52	##	###	###	###
	1.00	+	##	###	###
	0.54	+	+	##	##
	0.18	-	-	-	-
Spearmint oil (Scotch type)	4.52	+	+	###	###
	1.00	+	+	+	###
	0.54	+	+	+	##
	0.18	-	-	-	-
Eucalyptus oil	4.52	###	##	-	-
	1.00	+	-	-	-
	0.54	+	-	-	-
	0.18	-	-	-	-

Population density: 1,000 roaches/m<sup>2</sup>.

果が低下する傾向を示した。よって、以後、生物検定では、約1,000頭/m<sup>2</sup>の放飼密度に定め、試験を行なった。

#### 4. ビーカー法での昇華製剤の表面積の忌避性への影響

Japanese mint oil, spearmint oil (Scotch type) および eucalyptus oil の 2% 昇華製剤の入ったプラスチック容器に、表面積 4.52, 1.00, 0.54 および 0.18 cm<sup>2</sup> の上蓋をかぶせ、表面積の忌避性に対する影響を見た。Table 7 に示すごとく、いずれの試料も製剤の断面積が同じであるにもかかわらず、上蓋の表面積が小さくなるにつれて、忌避効果の低下が認められた。また、0.18 cm<sup>2</sup> の表面積では、いずれの試料においても忌避効果は認められなかった。

#### 5. ビーカー法での供試化合物の添加率の忌避効果への影響

2,3,4,5-bis( $\Delta^2$ -butenylene)tetrahydrofurfural, 2-hydroxyethyl-*n*-octylsulfide, Japanese mint oil, spearmint oil (Scotch type) および eucalyptus oil の 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0 v/w% 昇華製剤 (表面積 4.52 cm<sup>2</sup>) を用いて、供試虫約 1,000 頭/m<sup>2</sup> の放飼密度で、供試化合物の添加率の忌避性への影響を見た。Table 8 に示すごとく、2,3,4,5-bis( $\Delta^2$ -butenylene)tetrahydrofurfural は 4% 以下、2-hydroxyethyl-*n*-octylsulfide は 1% 以下の添加率ではビーカー中のゴキブリ数に減少が認められなかった。また、8% の添加率でも、ゴキブリ数にやや減少が認められたものの、顕著な忌避効果(###)は認められなかった。eucalyptus oil は添加率が増加するにつれ、速効性のある顕著な忌避効果を示すようになった。

Table 8 Effect of concentration of tested compounds on repellency beaker method.

Compound	Concentration (v/w%)	Repellency after							
		1/8	1	4	7	14	21	28	35 (day)
2,3,4,5-Bis (2-butenylene)tetrahydrofurfural	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—
	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—
	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—
	4.0	—	—	—	—	—	—	—	—
	8.0	—	±	+	+	+	+	+	+
2-Hydroxyethyl <i>n</i> -octylsulfide	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—
	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—
	2.0	—	±	±	±	±	±	±	—
	4.0	—	±	±	+	+	+	+	+
	8.0	—	±	+	+	++	+	+	+
Japanese mint oil	0.5	≡	≡	++	++	+	+	—	—
	1.0	≡	≡	≡	++	++	+	—	—
	2.0	≡	≡	≡	≡	++	++	+	—
	4.0	≡	≡	≡	≡	≡	≡	++	+
	8.0	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	++
Spearmint oil (Scotch type)	0.5	+	+	++	≡	≡	++	+	+
	1.0	+	++	++	≡	≡	≡	+	+
	2.0	+	++	≡	≡	≡	≡	≡	++
	4.0	+	++	≡	≡	≡	≡	≡	++
	8.0	++	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡
Eucalyptus oil	0.5	+	—	—	—	—	—	—	—
	1.0	++	+	—	—	—	—	—	—
	2.0	≡	++	±	—	—	—	—	—
	4.0	≡	≡	+	—	—	—	—	—
	8.0	≡	≡	++	—	—	—	—	—

Population density: 1,000 roaches/m<sup>2</sup>.

が、8%の添加率でも4日間程度の短い持続性しか認められなかった。Japanese mint oil および spearmint oil は、添加率が増すと忌避効果に顕著な増大が認められるとともに、4%の添加率で約4週間にわたり顕著な忌避効果が認められた。

#### 6. ビーカー法による忌避効力評価

供試虫約1,000頭/m<sup>2</sup>の放飼密度で、供試化合物の2%昇華製剤(表面積4.52 cm<sup>2</sup>)を用いて、評価を行ない、Table 5 にその結果を示した。

なお、この試験方法では、一般的に、強い嗅覚的忌避効果を有する試料には、次のようなゴキブリの忌避行動が観察された。すなわち、昇華製剤をシャーレ上に静置後、ビーカー内の入口付近のゴキブリは速やかにビーカー外へ逃避していき、また、入口より遠いゴキブリも、製剤から離れ、口器で、触角および脚の部位を咬む動作を示した後、その場に触角をすぐに垂れ、伸ばし、うず

くまる。しばらくして、ビーカー外へ逃避していく。また、ビーカーの外から内へ入ろうとするゴキブリは、入口付近で反転して、ただちに逃避するとともに、ビーカーから離れた場所で、触角を口器で咬む動作が認められる。本報では、前者を追い出し効果、後者を侵入防止効果と呼ぶ。

まず、Table 4 および Fig. 4 に示すごとく、対照化合物では2-hydroxyethyl-*n*-octylsulfide において、ビーカー中のゴキブリ数に緩慢な減少が認められ、弱い忌避効果(±)があることが認められた。しかし、 $\alpha$ -naphthoquinone など他の対照化合物には、顕著な追い出し効果も侵入防止効果も認められず、ビーカー中のゴキブリ数に増加が認められた。

一方、天然精油では、Table 5 および Fig. 5 に示すごとく、Japanese mint oil (No. 50) および spearmint oil (native type と Scotch type No. 85, 86) が試験管法で



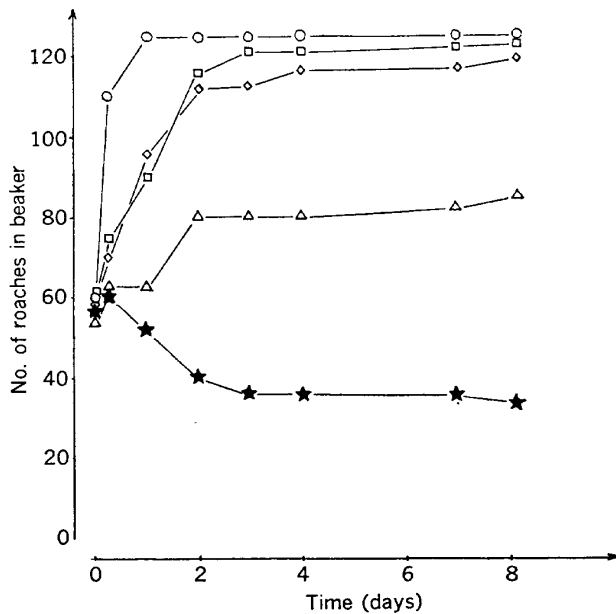


Fig. 4 Repellency curves of reference compound.

○: untreated, □: *N,N*-diethyl-*m*-toluamide, ◇:  $\alpha$ -naphthalene, △: 2,3,4,5-bis(4<sup>2</sup>-butenyl-ene)-tetrahydrofurfural, ★: 2-hydroxyethyl-*n*-octylsulfide.

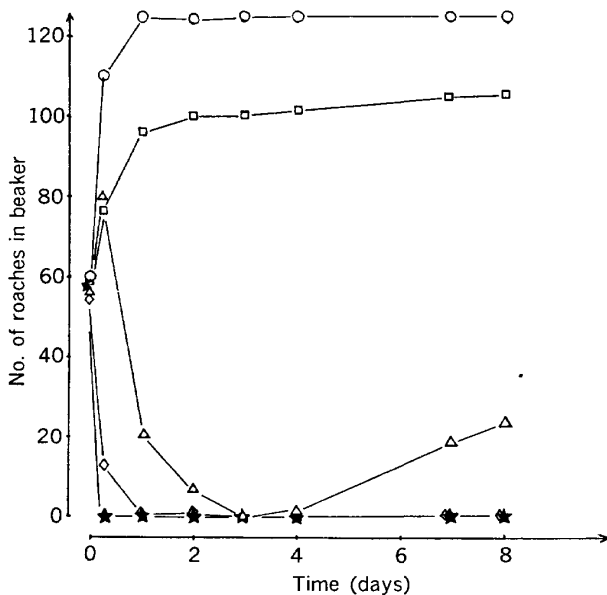


Fig. 5 Repellency curves of essential oils.

○: untreated, □: alice oil, △: bay leaf oil, ◇: spearmint oil (Scotch type), ★: Japanese mint oil.

の結果と同様、最も良い結果を与えた。とくに、前者は速効性かつ持続性があり、後者は速効性はないが持続性のある顕著な忌避効果(卅)を示した。Nutmeg oil (No.

63), peppermint oil (No. 74, 75, 76), cinnamon leaf oil (No. 34), clove oil (No. 36), eucalyptus oil (No. 43), garlic oil (No. 45), marjoram oil wild Spanish (No. 60), onion oil (No. 66), palmarosa oil (No. 70), perilla oil (No. 77) および savoury oil (No. 84) の 11 種の精油に持続性にやや乏しいが速効性のある顕著な忌避効果(卅)が認められた。Bay leaf oil (No. 17), cinnamon bark oil (No. 33), coriander oil (No. 37), cumin oil (No. 40), geranium oil (No. 46), Japanese pepper oil (No. 51), origanum oil (No. 68), rose oil (No. 81) の 8 種の精油に速効性はないが持続性のある忌避効果(+)が認められた。しかし、citronella oil (No. 35) など他の天然精油には、強い忌避効果は認められなかった。

## 考 察

### 1. 試験管法について

本法は、チャバネゴキブリがその排泄物に集合する性質を利用した忌避効力評価方法である。結果 1 で示したように、飼育箱中で、約 5,000 頭の供試虫を用いて、1 カ月間放置すれば忌避性の結果よりほぼ一定の集合性を示す汚染濾紙を得ることができると考えられる。

結果 2 より、チャバネゴキブリの雌雄成虫および若虫のおのおのに対する  $MEC_{100}$  値で忌避効果が表現できるので、性別、生育段階、個体差による供試化合物の忌避性の程度を調べると考える。また、実験中の供試化合物相互の影響を配慮せずに、多数の化合物を同時にほぼ同一の条件で検定できる特徴を有していると考えられる。

しかし、用いた試験管の空間が狭く、ゴキブリが接触的忌避反応の繰返しにより、1 日後にはペーパーディスクの反対側に位置するようになることが、 $\alpha$ -naphthoquinone のような接触的忌避性の強い化合物に認められた。したがって、本法は、嗅覚的忌避性と同時に接触的忌避性を検定していることが考えられた。なお、チャバネゴキブリ以外の種類のゴキブリへ応用する場合、別途誘引源、試験管の大きさなどを検討する必要がある。

### 2. ビーカー法について

本法は、ゴキブリの生息する引出し、戸棚などの閉鎖系空間をモデル化することを考慮した方法で、ビーカー中のゴキブリ数の変動を経時的に観察し、嗅覚的忌避性を一定空間からの追い出し効果および侵入防止効果として検定する方法である。カートン法、シェルター法、スランディングカード法、摂食法など従来方法は、いずれも供試化合物の板、紙への面処理による接触的忌避効果を検定する方法であって、嗅覚的忌避効果を検定する方法ではないと考える。よって、従来方法は、塗布剤

の評価には優れているといえるが、本報で述べた昇華剤をはじめ、煙蒸剤、煙霧剤などの評価には、不適當であると考える。これに対し、本法は、結果 3, 4 および 5 で述べたように、昇華剤の添加率と忌避性の関係、有効体積、効果の持続性など、さらには、気中有効濃度(稲塚: 未発表)などの製剤化のための基礎データを得ることができる特徴を有していると考えられる。

### 3. 従来のゴキブリ忌避物質に対する評価

$\alpha$ -naphthoquinone, 2, 3, 4, 5-bis( $\Delta^2$ -butenylene)tetrahydrofurfural, 2-hydroxyethylsulfide および naphthalene の化合物は、試験管法では低濃度で忌避効果を示したが、ピーカー法では 2-hydroxyethyl-*n*-octylsulfide の昇華剤が、弱い嗅覚的忌避効果を示したのみで、他の化合物には有効な忌避性を示す結果は得られなかったと考える。その理由として、従来の忌避物質は蒸気圧が低く、本昇華剤ではピーカー中の気中濃度が忌避効果を示す有効濃度に達しない、あるいは、接触的忌避性を有しているが、嗅覚的忌避性を有していないなどの原因が考えられる。

2-hydroxyethyl-*n*-octylsulfide も 1 l のピーカーにおいて 2% 添加剤を用いてこの程度の効果では、引出し(普通サイズで 10~20 l)などの体積を対象とした場合、生息密度を考慮に入れても、添加率、容器の表面積の大幅な増加をしない限り、嗅覚的忌避剤として、実用性は乏しいと考える。

### 4. 天然精油に対する評価

Japanese mint oil および spearmint oil (native type と Scotch type) は、試験管法およびピーカー法の結果を総合すると、公知の忌避物質にはない顕著な嗅覚的忌避効果を有していると判断される。さらに Japanese mint oil および spearmint oil とともに原液そのままでは持続性は期待できなかった(稲塚: 未発表)が、2, 4, 6-triisopropyl-1, 3, 5-tricosane を用いた昇華剤では 4% 添加で約 1 カ月間、顕著な忌避効果を示すようになったのは、昇華担剤の上記精油に対する保持効果による蒸散抑制によるものと考えられる。

また Nutmeg oil など 11 種の精油に持続性のない速効的な顕著な忌避効果が認められたのは、速効性に関与する成分が早く散逸し、最小有効濃度以下になった、あるいは、有効成分に対する供試虫の慣れが生じたなどの原因が考えられる。また、蚊に対して強い忌避性があると報告されている citronella oil, lavender oil, rosemary oil, pennyroyal oil など天然精油<sup>10, 11)</sup>に強いゴキブリ忌避性が認められなかったことは、蚊とゴキブリの忌避物質に対する化学受容体の表面構造と相互作用が異なるこ

とが考えられる。よって、蚊に対する効力評価で得られている構造活性相関性とは異なる新しい知見および新しい忌避物質が得られる可能性が示唆される。また、試験管法において、calamus oil など数種の精油が、雄成虫に対し、cubeb oil が雌成虫に対しより強い忌避効果が認められたことは、ある有効成分に対するゴキブリの性別の差による感受性の相違が示唆される。

以上の考察に基づいて今後、顕著な嗅覚的忌避効果を示した天然精油の有効成分の単離・同定、さらにはその周辺化合物の忌避性を調べ、ゴキブリに対する忌避物質の構造活性相関性について検討したい。

## 要 約

チャバネゴキブリに対する嗅覚的忌避性を評価しうる新しい方法として、試験管法とピーカー法の 2 法を考案した。試験管法は、チャバネゴキブリの排泄物の付着した汚染濾紙を誘引源に利用し、試験管中で供試化合物を処理したペーパーディスクに対するゴキブリの忌避反応の有無により検定する方法である。ピーカー法は供試化合物を含む試料を処理し、ピーカー中のゴキブリ数の変動により、空間的な侵入防止効果および追い出し効果の有無を検定する方法である。これらの方法を用いて、公知のゴキブリ忌避物質および天然精油の嗅覚的忌避性について検討した。 $\alpha$ -naphthoquinone, 2, 3, 4, 5-bis( $\Delta^2$ -butenylene)tetrahydrofurfural, 2-hydroxyethyl-*n*-octylsulfide および naphthalene の公知の忌避物質は、試験管法では、低濃度で忌避効果を示したが、ピーカー法では 2-hydroxyethyl-*n*-octylsulfide が弱い忌避効果を示したのみで、他の化合物には有効な忌避性が認められなかった。

一方、天然精油では、Japanese mint oil および spearmint oil (native type と Scotch type) が顕著な嗅覚的忌避効果を示した。また、蚊に対し強い忌避性を有すると報告されている citronella oil などの天然精油には強いゴキブリ忌避性が認められなかった。calamus oil など数種の天然精油に性別による忌避性の差異が認められた。

本研究のご指導をいただきました東京農業大学山本出教授および東京大学森謙治教授に厚く感謝の意を表します。

また、有益な助言およびご援助をいただきました財団法人日本環境衛生センター緒方一喜博士に心からお礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) L. D. Goodhue & C. Linnard: *J. Econ. Entomol.* **45**, 133 (1952)
- 2) L. D. Goodhue: *J. Econ. Entomol.* **53**, 805 (1960)
- 3) G. S. Burden & J. L. Eastin: *Pest Control* **6**, 14 (1960)
- 4) 池田安之助・近藤泉子: 防虫科学 **26**, 112 (1962)
- 5) G. J. Baker: U.S. Pat. No. 2344932 (1962); U.S. Pat. No. 2863799 (1962)
- 6) M. Schwarz, O. F. Bondenstein & J. H. Fales: *J. Econ. Entomol.* **63**, 429 (1970); **64**, 576 (1972)
- 7) T. P. McGovern, O. F. Bondenstein, J. H. Fales & M. Beroza: *J. Med. Entomol.* **12**, 259 (1975)
- 8) G. N. Woodruff: U.S. Pat. No. 3740201 (1973)
- 9) 田中一郎・林晃史・加藤高: 日本特許 50-105821
- 10) D. Gnanett: *J. Econ. Entomol.* **33**, 563 (1940); **33**, 566 (1940)
- 11) D. F. Rudnev, V. P. Smelyanets & A. N. Voitenko: *Visn. Sils'kogospod. Nauki* **13**, 71 (1970)
- 12) O. F. Bondenstein & J. H. Fales: *U. S. Dep. Agric. Prod. Res. Rep.* No. 164 (1975)