

マツクイムシ防除に関するメモ

人体への影響

1985年11月

第2版

空中散布を考える会

静岡県・浜松市

目次

第2版のはじめに・はじめに	2
1. 空中散布による汚染	3
1) 空中散布によるスミチオンの飛散	5
2) 河川、井戸、水道への汚染	11
3) 環境中での残留	12
2. スミチオンの安全性	13
1) スミチオンとは何か	13
2) スミチオンはなぜ人間に危険なのか	13
3) スミチオンは安全か	14
4) LD50について	17
5) スミチオンはどこから入ってくるか	20
6) スミチオンの生体内残留と影響	21
3. スミチオン中毒	23
1) 局所作用	23
2) 全身作用	24
3) 脳に対する影響	21
4) 遅発性神経毒性	27
5) 血液に対する影響	27
6) 肝臓に対する影響	28
7) 腎臓に対する影響	28
8) 目に対する影響	28
9) 精子形成に対する影響	29
10) 免疫機構に及ぼす影響	29
11) 消化器に対する影響	29
4. 乳児、子供、妊婦、病人に対する影響	30
5. 栄養状態との関係	31
6. スミチオンと他の農薬の相乗作用	32
文献	34

第2版のはじめに

昨年以來、私たちは空中散布の危険性に気づき、空中散布の中止を訴え、そして多くの人々に理解して頂きました。その結果昨年の第一回目以後、茶畑・学校周辺等を中止させることができ、空中散布面積を半分以下に減少させることができました。これは皆さんの暖かい協力・支援のおかげだと感謝しております。

しかし新聞等で御存知の通り、残念なことです。本年も松枯れの防止のためということで、住民の安全・農業への被害をかえりみず、浜松市は今年も雨の中で空中散布を強行しました。今年の飛散調査でも、全国でも類を見ないような異常な汚染が起きました。

人間あつての松です。松くい虫対策も正常なものにならなければなりません。

第2版では、新たに判明したスミチオンの影響および「スミパイン普及会」のデータの誤りによるスミチオンの空中濃度の修正を付け加えました。多くの科学的事実を記載しなければならないため、内容としては相当難しくなっています。もし、わからないとか、もっと詳しく知りたい場合は空中散布を考える会まで問い合わせて下さい。

はじめに

松枯れが社会問題化して以来、松枯れの原因が「松くい虫」であるとして、スミチオン等の農薬の空中散布が強力に行われてきました。しかし、松枯れの原因は空中散布推進論者が言うような「マツノマダラカミキリ - マツノザイセンチュウ」というような単純なものではなく、松を取り巻く環境の変化をも考えなければならないとされています。

空中散布自体の有効性にも疑問が多く、空中散布を推進している人々の間でさえも、「はっきりした有効性は認められない」と言われています。そして最近では空中散布のみに頼るのではなく、枯れ松の除去、

松枯れに抵抗性のある松の植樹、松以外の樹への植え替え等の総合的な対策を取らなければならないと言っています。

松の保存の問題以外に、空中散布が人間や自然に大きな影響を与えることが問題になっています。各地の研究機関では空中散布によりスミチオンが 4 km 以上飛び散ること、呼吸する空気の中に長時間漂うこと、河川、井戸、水道などを汚染すること、また1年以上もの長期間残留していること等を報告しています。

空中散布は、通常の場合、人家、学校、病院、道路等を避けて行うことになっており、人体や自然に対する比較的微量のスミチオンの影響が問題になっています。しかし、浜松市、とくに三方原地区では微量の農薬が飛散してくるばかりでなく、松林に接して学校、人家、病院等があり、人の住む場所に直接に散布していると言ってもよいほどの高度のスミチオンによる汚染が起きています。このため三方原地区では微量農薬の生活環境に対する影響の問題とともに、命にもかかわる中毒事故が発生する危険さえ考えなければならなくなっています。

また空中散布は山本（1980）が「1978年には散布経路を誤り散布区域外に位置する小池への直接飛散が考えられたので調査したところ、散布当日には高濃度のスミチオンが検出された・・・」と報告されているように、時には予定外の場所に散布している実績があり、また今後起こる可能性がある。

スミチオンを売る側のスミパイン普及会（1983）でさえも「農薬の安全性は薬剤そのものの性質と、使用量、使用方法等で定まる。現在は安全性が使用量、使用方法を考慮せずに、そのものの性質だけで論じられている傾向がある。適正な使用方法を抜きにしては、安全性を保証するのは不可能である」と言っています。現在三方原で行われている散布方法は安全なのでしょうか。

以下のデータは短い間に集めたもので、まだ不十分なものですが、まとめながら空中散布が、非常に危険なものであることを改めて感じております。この冊子がよりよい松枯れ対策の推進と住民の健康を守る一助となれば幸いです。

1. スミチオンの空中散布による汚染

1) 空中散布によるスミチオンの飛散

空中散布によりスミチオンが3-4kmも飛散し、またスミチオンは散布後6時間以上空気中に漂っている。

奈良県衛生研究所の岡田他（1979）は松くい虫防除の際のスミチオンの飛散を調べた。樹高 10 m からスミチオン乳剤・MEP50 を 20 倍に薄めたものを 1 ヘクタール あたり 60 リットル散布した場合、隣接地はもちろん、1.5-3 km 離れた奈良市内にもスミチオンが飛散しており、また空気中に浮遊しているスミチオンも 6 時間もの間あまり減少しない。この間に猛毒として知られているスミオキソンが光によってスミチオンからできることが報告されています。

静岡県衛生研究所の山本他（1980）もスミチオンが 4 km も飛散し、午前中に散布したのに、午後になってもスミチオンの落下が続いており、「薬剤は予想以上に広範囲かつ長時間にわたって空中を漂うことが確認された」と報告している。

Ecobison（1982）によるとカナダの経験では空中散布後、散布地域に落下するスミチオンは 40 % で 60%は飛散するという。

三方原地区では松林に沿って学校や民家があります。松林中では空中散布後、非常に高濃度のスミチオンが空中に存在することが報告されています。松林に接した地区では松林よりは少ないと思われるが、相当高濃度のスミチオンが空中に浮遊していることが想像できます。

奈良県 スミチオンの落下量 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ (空気中の量、 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

地点	距離	1975年	1976年	1977年
手向山	0	86 (2)	169 (8)	1790 (5)
県庁	1.5 km	3 (0.3)	5.7 (0.3)	

気象台	1.5		4.1 (0.7)	1.4 (0.03)
教育大	1.5		3.2 (0.4)	3.1 (0.2)
興福寺	1.5			1.4 (0.2)
衛生研究所	3.0	0.5	0.4 (ND)	0.8(0.02)

[静岡県]($\mu\text{g}/\text{m}^2$)

距離(km)	1979年5月22日		6月 5日		
	午前	午後	午前	午後	
0*	12		704	4	*この位置は散布場所から 離れたなぎさです。
0.5	10		9	6	
1	13		11	痕跡	
2	12		1	-	
3	-	-	痕跡	-	
4	16	-	痕跡	-	

空中散布後の松林中のスミチオン濃度（スミバイン普及会、1983）

時間	濃度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
直後	190-30	この後も数時間検出されている
5分後	60	
15分後	1050-20	比較のため「4。乳児、子供・
30分後	650-20	・・・」を見よ。

三方原での飛散調査

1984年の調査

私達の調査では三方原地区の初生小学校の校庭 1 m^3 から $38000\ \mu\text{g}$ という異常に多量のスミチオンが検出されており、また幼稚園などにも飛散しているのが認められました。

第二回目の空中散布散布時には、浜松市も初生小学校で飛散調査をしました。不思議な事に校庭に接する松林には散布しませんでした。またこの日は散布後間もなく雨がふってきました。

1985年の調査

5月29日

前日から雨の予報がでており、当日も雨の中散布が強行されました。松がぬれているような時は散布しても松くい虫防除には効果がないと言われていました。

この時の調査では公共施設である三方原公民館から20,000 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ もの異常な量のスミチオンが検出されました。豊岡公民館でも4,400 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ も検出されています。

民家でも松林近くでは7,400 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ 、やや離れた所でも330 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ ものスミチオンが検出されています。このほか茶畑等も高度の汚染を受けました。

6月12日

再び高度汚染が起こりました。良くゲートボールなどが行われているグラウンドから71,000 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ 、茶畑から1,660 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ ものスミチオンが検出されました。今回は子どもたちが松林内の道路を通るため、松林内の通学路を測定しました。この時はていねいにも同じ場所を二度もスミチオンを散布していったため183,000 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ もの異常な値が検出されています。また民家・学校など広範囲に飛散が認められました。また飛散調査全般を通じてわかったことですが、風向によってスミチオンは相当に流されることが確認されました。

スミチオンの飛散量 ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)

1984年 [浜松市三方原防風林] 6月1日 5～6時間内

調査地点	距離	落下量	備考
旭ヶ丘団地	800m	痕跡	風上
旭ヶ丘幼稚園	200 m	8.5	
初生小学校	1 m	38000	
初生グラウンド		4.2	風上、櫛紙裏返し
初生幼稚園	250 m		

* 5日後の校庭の土 1.4 ppm [空中散布を考える会調査]

** スベリ台等の遊具からも検出されている。

1984年 [浜松市三方原防風林] 6月15日 2-2.5時間内

調査地点	距離	飛散量	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	備考
旭ヶ丘幼稚園	200 m	21		
初生小学校	1 m	480		校庭 この時は校庭
初生小学校		240		プールサイド の横の防風林
初生小学校		220	*	屋外水飲み場 には散布せず
初生り・学校	*	1400	**	スベリ台
初生小学校		440	**	ブランコ
初生小学校		600	**	ジャングルジム
工業高校北畑		4.5	*	
プールの水		1.4	ppt ***	

[空中散布を考える会資料]

* 濾紙が雨でひどくぬれたため低い値が出ていると思われる。

** 2.5 * 200 cm をふき取ったと仮定した。

*** 水は入れ換えたと思われる。

1985年 [浜松市三方原防風林] 5月29日 3-5 時間内

調査地点	距離	落下量	備考
1 民家	90 m	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
2 民家	12	1.4	風上
3 民家	16	39	
4 民家	21	120	
5 民家	26	47	
6 民家	24	7,400	
7 民家	62	75	
8 民家	48	17	
9 民蒙	17	75	

10 民家	35	12	
11 保育園	800	1.2	
12 東三方原公民館	3	20,000	
13 豊岡公民館	5	4,400	
14 茶畑	60	4,700	
15 茶畑	40	20	
16 横畑	10	7	風上
17 牧場	18	220	風上
18 牧場	34	2,700	

[三方原地区空中散布に反対する連絡協議会・空中散布を考える会調査]

1985年 [浜松市三方原防風林] 6月12日 3-6 時間内

調査地点	距離	落下量	備考
1 民家	21m	7.1 $\mu\text{g}/\text{m}^2$	
2 民家	17	59	
3 民家	26	280	
4 民家	85	25	
5 民家	70	115	
6 民家	15	705	
7 豊岡小学校	780	3.5	
8 浜松学園	220	10.5	
9 東三方原グラウンド	1	71,600	
10 茶畑	25	1,050	
11 茶畑	40	16	
12 茶畑	40	0.3	
13 茶畑	60	1,660	
14 茶畑	45	26	
15 茶畑	25	0.3	
16 ビワ畑	90	17	
17 松林(通学路)	0	183,000	

18 松林(対照) 0 68,000

[三方原地区空中散布に反対する連絡協議会・空中散布を考える会調査]

飛散軽減剤アロンAの添加は効果があるか。

農薬会社は通常行われている1ヘクタールあたり30～60リットルの散布では飛散はあまり心配ない(?)が、微量散布や液少散布の場合は粒子が小さくなるため飛散が心配されるために飛散軽減剤(防止剤ではない)を混合するとよいと述べている。しかし、浜松市での散布は微量でも液少散布でもないためにあまり効果は期待できない。さらに、農薬会社のデータを調べるとこの薬剤は微量散布でも液少散布でも効果がないことがわかる。このような化学物質の添加は農薬汚染のほかにさらに新しいアロンAによる環境の汚染を引き起こすだけである。

(7例中効果のあったのは1例のみである) [スミパイン普及会,1983]

年度	県名	希釈 倍数	散布量 l/ha	風速m		アロンA は添加	飛散距離m	
				1回	2回		1回目	2回目
55	千葉	15	30	0-1.7	0-1	-	25	
				0-1.7	0-1.7		25	
55	千葉	4	8	0	0.1	-	0 0	
				0	0.1		○	100 0
54	兵庫	4	8	0	0	-	150 250	
				0	0		400 150	
54	太分	4	8	0-0.66	0.6-1.47	-	25 0	
				0-0.66	0.6-1.47		25 0	

この例でアロンA添加によって飛散が抑えられたのは1例だけで、効果のないのが4例、逆に飛散距離が増加したのは2例である。客観的にデータを見れば効果がないか、逆に飛散が増えることがわかる。

2) 河川、井戸、水道への汚染

静岡県では飲み水も空中散布で汚染されています

A. 沢水

スミチオンの空中散布後、散布地およびその下流の沢水から 30 日後にも検出されています(山本他、1978)。このため「沢水系の多くは上水道水源であることが多く、今回の調査でも明らかにされたように、長期間の水質汚染が続いて、飲料水にも悪影響を及ぼす恐れもありうる」とのべている。

B. 井戸水

スミチオンの空中散布後、密閉式の井戸水からわずか (40-20 ppt) ではあるが、スミチオンが検出されており、山本他 (1978) は「飲料水源である井戸水が汚染を受けた事実は、より高濃度の汚染を受ける可能性を示唆しており、水源の近くでの散布に十分留意すべきであり、そのような危険性のある個所では散布後1週間程度の生水の多量摂取は避けるように呼びかける必要がある」と報告している。

三方原では井戸水を使用している家が少なからずあります。今まで空中散布後に井戸水の調査は浜松市ではしていません。

C. 水道水

散布地から 1.3 km の地点の上水用原水から 0.1 ppb のスミチオンが検出され、また簡易水道水からも検出されている。

3) 環境中での残留

スミチオンはすぐに分解するのではなく、1年以上も土の中に残ります

スミチオンはすぐ分解するので安全であるといわれている(スミパイン普及会、1983)。しかし静岡県の調査では散布地区の落葉層と土壌層に散布後1年以上も残留していることがわかった(静岡県林業試験場、1982；山本他、1979、1980)。山本他(1979)は「非常に分解しやすいとされている有機リン系農薬が条件によって予想以上に自然環境中に長期間残留する」とのべている。

[落葉層及び土壌層における最大検出値 (ppm)]

		昭和52年	昭和53年	昭和54年	昭和55年	昭和56年
落葉層	第1回散布前	-	痕跡	0.002	0.001	0.002
	第1回散布後	0.070	0.60	0.108	0.108	0.75
	第2回散布後	0.120	0.47	0.96	0.220	0.14
	同3ヶ月後	痕跡	0.002	0.002	痕跡	0.003
土壌層	第1回散布前	-	痕跡	0.001	痕跡	0.001
	第1回散布後	0.0004	0.018	0.012	0.001	0.005
	第2回散布後	0.0057	0.003	0.040	0.002	0.001
	同3ヶ月後	0.00025	痕跡	0.001	0.001	痕跡

2. スミチオンの安全性

1) スミチオンとは何か？

有機燐系農薬は毒ガスとして開発された

スミチオンは住友化学で作っている有機燐系の化合物の商品名で、フェニトロチオンとかMEP、0,0-dimethyl 0-3-methy-4-nitro-phenyl) phosphorothioate とよばれている農薬です。分子量は277.24、沸点は140度で、油溶性です。

有機燐化合物は19世紀半ばにすでに発見されていましたが、第二次世界大戦前、1930年代にパラチオシ、タブン、サリン等が合成されました。これらの有機燐化合物が非常に毒性が強いことがわかり、化学兵器(毒ガス)として秘密にされてきました。このため化学的性質が明らかにされたのは1950年代に入ってからです(和気、1966; 藤原、1966)。

2) スミチオンはなぜ人間に有毒なのか？

スミチオンは体の中に入ると神経の働きを妨害したり、正常な物質代謝を狂わせます。

末梢の神経や脳の神経の働きを伝える物質にアセチルコリンというものがあります。神経線維の末端からアセチルコリンが放出されると筋肉や別の神経を興奮させます。このアセチルコリンがいつまでもあると、筋肉の痙攣(けいれん)がおこったり、脳や末梢の神経細胞や

神経が興奮したままになってしまいます。そのために体の中にはアセチルコリンを分解してコリンと酢酸(酢)にしてしまうアセチルコリンエステラーゼという酵素があります。この酵素1分子が分解するアセチルコリンの量は1分間に6万から10万分子といわれています。スミチオンなどの有機燐化合物はこの酵素を破壊してしまい、アセチルコリンの蓄積を引き起こします。このために中毒がひどい場合には死んだり、脳の働きに異常がおこったりします。

このほかに別な酵素(フォスファターゼ等)の働きをも阻害したり、細胞の中のリソゾーム膜を破壊したりします。

3) スミチオンは安全か

「国が安全と言うからスミチオンの空中散布は安全だ」と市は言いますが、国は安全であるとは言っていません。スミチオンの空中散布が危険であるから、法律や通達などで散布をしてはいけない場所を定めています。この中には人家、学校、道路などが含まれます。

スミチオンは明らかに有害な物質であるから体のなかに入って良いはずはありません。しかし、この農薬をやむを得ず使わなければならない場合あるとおもわれます。スミチオンは有機燐系農薬の中では比較的毒性が少ないとされていますが、それでもかなり危険な農薬です。

このためWHO/FAO、日本産業衛生学会などで危険を予防するために基準が作られています。浜松市の農政課は体重20kgの子供がMEP80を36倍に薄めた液を1300cc飲まなければ死なないと言いました。計算の根拠にも問題がありますが、死ぬかどうかということをもとにして安全であると考えているのは浜松市ぐらいのものです。

WHO・FAOの摂取許容量(経口)は、一日当たり、体重1kgに

つき、20万分の1グラム(0.005 mg)であり、体重20kgの子供では0.1mg（1万分の1g）となっています。初生小学校の校庭、1平方m当たりこの380倍が飛散しています。WHO/FAOの基準を越すスミチオンが幼児の手のひらほどの面積に落下していることを示しています。

スミチオンが安全な農薬であるとか低毒性であるとかいわれますが、これは散布を強行しようとしている者、もしくは農薬会社のごまかしでしかありません。現実には中毒の臨床統計例（1970-1979年）では中毒の原因となった農薬の中で第2位、死亡事故の原因の第5位で、非常に危険な農薬です（菅谷他、1981）。青森県での調査でも中毒原因農薬の第3位になっています。スミチオンによる中毒事故は以後の例でも1980年2位、1981年5位、1982年2位となっています（菅谷他、1984）。

「びしょびしょになりながら農薬散布をしてもだいじょうぶだ」と言う声を良く聞きます。しかし、1979年の長野県での調査ではSS（スピードスプレイヤー）オペレーターでは31-47%の人が中毒になり、また一般男子散布者でも9~12%が中毒になっているという報告があります（永田他、1978）。菅谷他（1978）は1973~1976年に秋田県で調査し、42~60%もの人が中毒になっており、また農薬を3-4回散布すると1回は中毒になっていることを報告しています。

兵庫県衛生研究所の逸見他（1984）によると、農薬の散布に従事しない婦人と比較して散布に従事した農村婦人は、赤血球数・ヘマトクリット・血色素・血液比重・総蛋白・アルブミン・中性脂肪・コリンエステラーゼ・グルコース等の値が減少していることを報告している。

この傾向は、イヌ・サルで行われたスミチオンの長期微量投与実験結果とも一致する。イヌ・サルではコリンエステラーゼ・LDHなどの減少が見られ、逆に肝臓機能の異常を示すGTPは増加している（阿部他、1984）。

農薬品名別中毒臨床例（菅谷他、1981） 農薬別死亡例（菅谷他1981）

1970～1979年

品名	種類	例数	品名	
硫酸ニコチン	ニコチン	131	グラモキソン	43
スミチオン	リン	81	エンドリン	9
グラモキソン	パラコート	78	E P N	7
ダイホルタン	塩素	66	マラソン	7
E P N	リン	55	スミチオン	5
DDVP	リン	49	DDVP	4
ダイアジノン	リン	36	バイジツ1	3
マラソン	リン	36	ディブテレックス	3
モノックス	硫黄	35	クタジン	2
ランネート	カーバメイト	28		
ダイセン	硫黄	27		
ダイファー	硫黄	26		

4) L D 50について

ネズミの致死量は人間に当てはまらない。スミチオンは本当に劇物ではないか？

薬品の急性毒性の強さはLD50を用いて表されます。これは実験動物の半数を殺す薬品の量を体重1 kg に換算して表したものです。スミチオンが安全である根拠としてLD50が浜松市をはじめスミバイン普及会(1983)などによって引用され、スミチオンは毒物や劇物などではなく、普通物であると主張されています。

毒物や劇物等の基準はほぼつぎのLD50の表に基づき、これに吸入毒性、慢性毒性、蓄積等の要因を考慮して決定されます。

投与方法	特定毒物	毒物	劇物
静脈注射		10 mg以下	100 mg以下
皮下注射	10 mg以下	20 mg以下	200 mg以下
経口投与	13 mg以下	30 mg以下	300 mg以下

(表中の値はLD50)

スミチオンの致死量は動物・系統・雌雄によって大きな差があります

LD50を決めるにはマウス、ラット等が用いられており、スミチオンは比較的安全な薬品ということになっています。しかし、このような実験動物のLD50が人間にあてはまるかどうかということになるとかなりの疑問があります。LD50は人間では測定できません。LD50が動物によって大きな差があること、またマウス等の同じ種類の動物の中でも系統によって大きな差があること、同じ系統でも性による差が認められ、さらには年齢によっても差があります。次の表はスミバイン普及会(1983)のデータです。

投与方法	動物	LD50
経口毒性	マウス 雄	1117(和歌山県立医大)
		雌 1161(和歌山県立医大)
	ラット	800(住友化学)
	犬 雄、雌	7300(住友化学) 2500以上(住友化学)
	ラット 雄	890(住友化学)
	雌	1200 (1主友化学)
皮下毒性	マウス 雄	2832(和歌山県立医大) 1350(住友化学)
		雌 3542(和歌山県立医大) 1530(住友化学)
	フット 雄	840(住友化学)
	雌	1300(住友イヒ学)
腹腔内毒性	マウス 雄	598(和歌山県立医大) 464(住友化学)
		530(住友化学)
	雌	584(和歌山県立医大)

Kanoh et al. (1982)は若いラット(ウイスター系)で経口投与の場合、スミチオンのLD50が雄で250 mg/kg、雌で310 mg/kg、腹腔内毒性が500 mg/kgという値を報告しています。この値はスミチオンが普通物というよりは劇物であることを示しています。またLD50以下でも死ぬ動物がいることはつぎの表からもわかります。成熟したラット(CFY系:雄)でもLD50が482mgという値も報告されています。

[Kanoh et al., 1982]

投与方法	性	薬量(mg/kg)	死亡数/全動物数	LD50(mg/kg)
経口	雄	100	0 / 6	250
		200	2 / 6	
		300	4 / 6	
		400	5 / 6	
		500	6 / 6	

	雌	200	1 / 6	310
		300	3 / 6	
		400	4 / 6	
		500	5 / 6	
		600	6 / 6	
腹腔内	雄	400	0 / 4	500
		500	2 / 4	
		600	4 / 4	
	雌	400	0 / 4	500
		500	2 / 4	
		600	4 / 4	

人間に近いサルではスミチオンの毒性が強い

以上のことは、小動物であるが、浅沼池（1978）はサルに体重1 kgにつき1日に50 mgのスミテオンを4回（計20 mg）、100 mgを3回（計300 mg）、または200 mgを2回投与したところ3群6頭全部が死亡したことを報告し、「サルに対するスミチオンの影響はラットのそれよりも数倍強い」ものであり、少なくともサルについては劇物の毒性を有したものであろう」と述べている。このことは小動物より人に近いサルのほうがスミチオンに弱いことを示している。

5) スミチオンはどこから体に入ってくるか？

一般に有機燐系農薬は蒸気、噴霧されたエアロゾル（こまかい液体の粒子）、粉末、また農薬の着いた土ぼこり、食べ物、衣服などによって、肺、気管、目や皮膚、胃、腸等から容易に吸収されます（藤原、1966）。

体重 20 kg 位の子供は一日、約5立方メートル呼吸します。WHO/ FAOの経口摂取許容量は体重 20 kg位の子供では0.1 mg になります。空气中にどの程度まで含まれている場合危険であるか計算とすると、1立方メートルあたり0.02 mgとなります。更に、子供は農薬に弱く、大人より敏感です。皮膚や口から入る場合より気道に入る場合農薬の毒性が強まることも知られているので、この値も何分の一かにしなければなりません。ところが、空中散布後の松林ではこれと同程度のスミチオンが空中に漂っています。松林の近くでは松林とほぼ同程度のスミチオンが浮遊していると考えられますから、17分間でWHOの基準を越してしまいます。また空中のスミチオンは時間がたってもあまり減らないことを考えると危険としか言いようがありません(1.1参照)。

また産業労働者が毎日8時間スミチオンを吸い込んだ時、スミチオンの空中濃度が1立方メートルあたり1 mg 以下であればほとんど全ての労働者に悪影響はないとされている(日本産業衛生学会、1981)。この値は成人のときの値で子供や妊婦、病人などにそのまま適用することはできず、労働者はその事業所で収入を得るために危険をおかしているのであるから一般人の基礎とすることもできない(*)。しかし一時的ではあっても空中散布後にこの値と同程度のスミチオンが空气中に浮遊していることを考えると、いかに空中散布が危険であるかがわかる。

* 日本産業衛生学会の許容濃度等の勧告（1981）にスミチオンの許濃

度暫定値が1立方メートルあたり1 mgと勧告されており、スミバイン普及会（1983）ではこれをスミチオンが安全であることの根拠の一つとしている。しかし日本産業衛生学会では「本許容濃度を物質の毒性の相対的比較、生活環境の大気汚染の許容濃度、労働者の疾病および身体条件の診断の根拠や反証等に利用したり、流用してはならないと考える」と前文に明記している。この前文の中には、労働者の場合であっても、「個人の有害物への感受性は個人毎に異なるので、この値以下でもある特別の労働者にとっては不決、潜在的異常状態の悪化および職業病の防止の役立たぬこともあう」とし「安全と危険との明らかな境界を示したものではない」と述べられている。

空気中から入って来るもの以外に、皮膚への付着、ほこり等に着いているスミチオン、更には食べ物等に付着、残留しているスミチオン等がこの他に体の中に入って来ますから相当の農薬に汚染されるわけです。

6) スミチオンの生体内残留と影響

スミチオンは脳や腎臓等を集まり、体からすぐに出ていきません。影響はスミチオンが検出されなくなっても、長い間続きます。

スミチオンは温血動物の体内ですぐに分解されると言われ、スミチオンには蓄積性がなく、安全であることの根拠となっています(スミバイン普及会、1983)。しかし、分解しやすいといっても悪名高い有機塩素系農薬(DDT, BHC)との比較の上で言うことであって、スミチオン自体も長く生体内に残り、その影響はかなり続きます。

ネズミに300 mg/kgのスミチオンを投与すると、1日後に残留スミチオンは最高を示し、5日後にも検出される(浅沼他、1992, 1978)。この場合スミチオンは血中より各種の臓器に蓄積される傾向があり、血中の残留値と比較すると、1日目には脳で3.8倍、肝臓で7.0倍、

腎臓で36.5倍となり、2日後には脳で7.4倍、肝臓で2.5倍、腎臓で115.2倍とかなりのスミチオシの濃縮がみとめられる。

コリンエステラーゼ活性は血清では1～5日目で1/4から1/6に下がり、回復には10～15日を要する。脳のコリンエステラーゼ活性は2日目になると1/10と減少し、1日目でも1/3までしか回復していない。このことは体からスミチオンそのものは消失しても影響は長く残ることを示している。

ラット血液中、臓器中残留スミチオン量とコリンエステラーゼ活性値の経時変化

投与後日数	残留スミチオシ (ppm)				コリンエステラーゼ活性値 pH				
	血液	脳	肝	腎	血清	血液	脳	肝	腎
対照群	N.D.	N.D.	N.D.	N.0	0.12	0.36	0.72	0.13	0.05
1日目	0.36	1.40	2.53	13.2	0.02	0.11	0.19	0.04	0.02
2日目	0.086	0.64	0.22	10.0	0.03	0.11	0.07	0.04	0.01
5日目	0.004	0.013	N.D.	0.086	0.03	0.10	0.11	0.08	0.02
10日目	N.D.	N.0.	N.D.	N.D.	0.10	0.14	0.18	-	0.04
15日目	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.17	0.20	0.25	-	0.04

(浅沼他、1978)

3。スミチオン中毒

中毒の時は、頭痛、頭が重い、はきけ、体がだるい、汗がたくさん出る、鼻やのどが痛む、気持ちが悪くなる、食欲がないなどといった症状がでます。

スミチオンの急性中毒は他の有機燐系の農薬とほぼ同じです。スミチオンが吸収される組織にまず局所作用が出現し、吸収量が多い場合は全身症状を示します。蒸気吸入後、数分以内に目、鼻、のど、気管などに局所症状が発現し、多量に吸入した場合には30分ぐらいで全身症状が出る。またスミチオンは油に溶けやすい性質を持つために脳の中に簡単に入りやすく、精神症状も出現します。また中毒症状発現が遅れる場合もあり、また中毒症状が70日も続いた例もある(月本他、1981)。スミチオンは体内での分解が早いので安全だと言われているが、しかし実際は投与後5日以上も生体中に残留しており、アセチルコリンエステラーゼの異常は長い期間続くことが知られています(浅沼他、1972、1978)。一旦中毒をおこすと、パラチオンなどよりも病気が長引き、解毒剤であるPAM(パム)だけで簡単に治療するというわけにはいきません。このために治療も難しいことが指摘されています(平木・岩沢、1973)。

スミチオン中毒について以下に述べる事は、いままでに知られている事であって、このような障害しか起こらないのではありません。このような研究は遅れており、まだ分からない事のほうが多いともいえます。このために、このほか何が起こるか分かりません。

1) 局所症状

縮腫、毛様体痙攣、結膜充血、鼻汁分泌、気管支分泌増加、気管支閉塞、発汗、骨格筋の線維性収縮などがみられる。

[皮膚障害]

スミチオンによる皮膚障害についてはスミパイン普及会のスミパイン乳剤に関する技術レポートでは起こらないとしているが、最近ではほとんどの研究者がスミチオンによるかぶれがおこることを指摘している。スミチオンによるかぶれは、通常使用している濃度(1000倍希釈)ではもちろん、その1/10でもおこることがわかっている。農薬で皮膚炎をおこした原因農薬のなかでは13位であり、また23.5%の人間に皮膚炎をおこす。モルモットによる動物実験でもスミチオンがアレルギー性皮膚炎を起こすことが証明されている(松下他、1981、堀内他、1981；岡部他、1981、1982)。空中散布に使われているスミチオンは野菜等に使われているスミチオンの40-80倍ほど濃い。このため皮膚障害の憎悪が起こりやすい。

2) 全身症状

局所作用の憎悪やその他の症状が見られる。

a. ムスカリン様作用

気管支閉塞、気管支分泌増加、胃腸管痙攣、胃腸管運動亢進、嘔吐、下痢、発汗、唾液分泌増加、流涙の増加、徐脈、血圧降下、尿意額数、縮瞳、毛様体痙攣などが認められる。

b. ニコチン様作用

自律神経節刺激によるムスカリン様症状の修正が起こり、さらに骨格筋の攣縮、線維性収縮、疲労、筋力減退、呼吸筋麻痺も起こる。

c. 中枢神経症状

スミチオンのように脂溶性のものがこの作用が強い。興奮、不眠、頭痛、振戦、精神病様行動、痙攣、昏睡、呼吸困難(中枢性麻痺)、チアノーゼ、血圧低下等が認められている。

3) 脳に対する影響

有機磷系農薬や同様にアセチルコリンエステラーゼを阻害する薬品

を人間に作用させると、気分（ムード）や認識力の低下や行動などに変化が現れるという（Risch, 1980）。

自発的な行動や思考速度の低下、友好性や意気の減少、無関心、緊張、不安、疲労、錯乱、困惑、判断力の低下などが起こり、更には記憶作用をも攪乱すると言われている（Suire, 1981）。Rusche (1982)によると、抗コリンエステラーゼ剤は他の病理学的異常を引き起こすよりも、行動等の異常を起こしやすいと述べている。

[脳の活動に対するスミチオンの影響]

スミチオンは脳に入りやすい

脳には外から有害な物質が入ってくるのを防ぐ働きがあるが、油に溶けやすい物質は脳の中に入りやすい。スミチオンは油に溶けやすいために脳のなかには入りやすい。スミチオンを投与すると、脳の中のスミチオンの濃度は血液より 3.8~7.4 倍も高くなり、一度脳の中に入ると5日後にも残っている。またコリンエステラーゼもなかなか回復しない（浅沼他、1972、1978）。また幼児や小児では脳の中に有害な物質が入ってくるのを防ぐ血液-脳関門の発達が未熟であるため、未熟な者ほど抗コリンエステラーゼ剤の影響を受けやすいと報告されている（Sujr8, 1981）。

スミチオンを投与すると脳波に異常が現れる。スミチオンは弱毒性と言われている。しかし、脳に対する働きはより毒性の強いマラチオンより強いことがわかっている。またウサギよりも人間に近いサルの方がスミチオンの影響を受けやすいことも知られている。また繰り返してスミチオンを投与すると脳波に対する影響は強まる（瀬口・柳沢、1972；堀口他、1978）。

堀口他（1978）は、集団検診では有機燐系農薬を多用する人々の30~50%の人に異常脳波が認められ、農薬を使用しない人には異常脳波は認められないという。異常脳波を示す人は年々増えているという。

スミチオンの中毒後800日後でも慢性精神症状（記銘力低下と知能水準低下）が残っており、脳波異常も続いていることが報告されている（神岡、1980）。このことは中毒から回復したように見えても脳の機能は回復していないことを示している。

さらに脳組織等にも回復不能な障害（視床下部の細胞脱落、大脳皮質のグリア増殖、小脳のプルキシエ細胞の萎縮・脱落、脊髄の神経細胞の脱落）等が起こることが、イヌで行われたスミチオンの長期微量投与実験で報告されている（阿部他、1984）。

発作波（脳波）出現閾値 mg / kg b.w. （ウサギ）			
農薬名	薬量・静注	経口	LD50（ネズミ）
マラチオン	550	450	369
スミチオン	450	1250	788

スミチオンによる中毒例（松島、1972）

スミチオンを散布している防疫会社の従業員の中毒の例で慢性的な神経障害が起こったと考えられる3例。

1) 25才 男子

ゴキブリ退治のため、スミチオン散布に従事。散布はほぼ毎日2～3時間、手動式噴霧器で行う。全身倦怠感、疲れやすい、なにもやる気がしない、食欲不振、悪心、口の中が乾いて舌がよくまわらない、体重減少などの症状がでてきた。記銘力検査で若干の低下が認められる。

2) 21才 男子

ゴキブリ退治のため、スミチオン散布に従事。散布はほぼ毎日2～3時間、時には8時間以上。散布を始めて1-2ヶ月で全身倦怠、疲れやすい、何もやる気がしない、ものを考えるのがおっくう、口の中がかわいて舌がまわらない、目の奥が痛い、体重減少などの症状がでてきた。

3) 29才 男子

1日2時間ほど散布をしていた。1年後ぐらいから、全身倦怠感、疲れやすい、思考力がなくなる、考えるのがおっくう、ものおぼえが悪くなる、口の中が乾く、頭痛、体重減少などがみられ、散布をやめても症状は変わらない。

1

4) 遅発性神経毒性

有機燐系農薬によって遅発性神経障害がおこることがわかっている。人間では足の末端に始まり、手や大腿に広がる弛緩性麻痺で、末期には脊髄病変がおこり、強直や連動失調がみられる。これは薬物が体内にはいつてから発症までに6～14日の遅れがある。人間は非常に敏感に反応し、マウス、ウサギなどでは反応がはっきりしないことが多い。鳥は人間で遅発性神経障害をひきおこす薬物に敏感に反応することより、実験動物として良く利用される。

スミチオンに遅発性神経毒性があるかどうかははっきりしていなかったが、ウサギでは10 mg/kgのスミチオンを8週間連日投与すると、坐骨神経に障害がおきたことが報告されている(Leohotzky & Ungvary, 1976)。またハトでもスミチオンを5 mg/kgづつ6日間投与した場合に脊髄に病変が現れることを報告している (Nag & Ghosh, 1984)。中枢神経系では一度障害が起こるとほとんど回復しないことが知られている。Abou-Donia (1981) は遅発性神経障害は非常に重大であり、この障害は悲惨な結果をもたらすから遅発性神経毒性のあるような薬物の使用は推奨できないとしている。

5) 血液に対する影響

血球は骨髄の中で作られ、成熟して血液の中に出てくることが知られている。鉛中毒では赤血球の成長過程に異常が起き、血液中に好塩基性斑点赤血球が出現することが知られています。好塩基性斑点赤血球の出現はスミチオン中毒のような農薬中毒でも起こることが知られています。このような好塩基性斑点赤血球の出現は農業従事者の半

数以上に起こっていることが知られており、農薬の危険性を示すものと考えられます。さらに動物にスミチオンを投与すると未熟な赤血球（網状赤血球）の出現、赤血球の膜の強さの変化も起こると言われている（工藤他、1980,1981）。

6) 肝臓に対する影響

農薬が肝臓に影響をあたえることは良く知られている。スミチオンを投与すると高濃度に肝臓に集まり、5日後においても無くならないことが知られている（浅沼他、1972、1979）。スミチオンをサルに体重1 kg当たり0.1 mg与えただけで肝臓の構造に変化が起きると報告されている。（グリソン氏鞘細胞浸潤、浮腫）。肝臓の浮腫の発生は人間に近いサルで激しく、ウサギより10倍は敏感な（弱い）ことが知られている（松島他、1972）。また肝臓のコリンエステラーゼ量の減少が2 mg投与の場合に起こるといふ。

阿部他（1984）のサルとイヌで行われたスミチオンの微量長期投与実験では、肝細胞の脱落・変性が認められている。

8) 腎臓に対する影響

スミチオンにより腎臓に影響が出ることが知られています。サルでは0.1-0.5 mg/kgのスミチオンの投与で蛋白円柱、ウサギでは1.0 mg/kgの投与で尿細管上皮に混濁腫脹が見られる（松島他、1972）。

阿部他（1984）のサル・イヌに対するスミチオン微量長期投与実験では慢性的鬱血状態が知られている。

8) 目に対する影響

農薬により近視になるということが臨床的にも実験的にも報告されている（石川他、1973；石川、1978）。松島他（1976）はサルに週4 mg/kg（一日換算約0.6 mg）のスミチオンを投与して近視化現象が見られたと報告している。この他に、目を動かす筋肉に対する影響も認められています。

阿部他(1984)のサル・イヌに対するスミチオン微量長期投与実験では動眼筋（目を動かす筋肉）の間質や動眼神経の浮腫が認められている。

9) 精子形成に対する影響

精巣は細胞分裂が盛んに行われており、構巢の障害は不妊性、催奇形性を招くという意味で医学的にも社会的にも重要である。スミチオンをウサギに投与すると個体差は大きいですが精子の形成に障害を与えることを示す結果が報告されている。これは精祖細胞から精子への分化の過程を障害するためであるといわれている(藤田、1976)

10) 免疫機構に及ぼす影響

鈴木・金丸(1984)はスミチオンが細胞性免疫能抑制の傾向にあることを報告している。免疫機能の以上に起因する疾患は多く、また発癌との関係で重視される。

阿部(1984)によるとスミチオンの長期微量投与実験では、サルでリンパ節・リンパ装置などの萎縮がみとめられている。

11) 消化器に対する作用

スミチオンの長期微量投与実験では、消化管の分泌・運動を支配している自律神経の細胞の減少・萎縮が見られ、また出血斑も認められた。(阿部、1984)

4・乳児、子供、妊婦、病人に対する影響

小さい子供ほど大きな影響をうけます。赤ん坊や小さい子供ほどからだの割合にしては、沢山の空気を吸い込みます。その結果スミチオンを大量に吸い込みます。WHOの摂取基準では体重1kg当たり0.005mgとなっていますのでどの位スミチオンが空気中にあれば基準を越すか計算すると、1立方メートルあたり、乳児では12~13マイクログラムとなり、松林付近ではこの1000倍ほどの濃度の農薬が空気中に漂っています(1.1を見よ)。

有機燐系農薬に対する抵抗性は小さいもの程弱いことが知られています。ダニ退治のために散布したスミチオンで一家5人が中毒となり、小さな子供ほど症状が重く、かつ早期に現れ、一番小さな子が死亡したことが知られております(田谷他、1976)。実験的にも若いネズミは成熟したものよりも2~4倍ほど弱い場合があることが報告されています(Brodeur & DuBois, 1963)。ただしスミチオンに関してはよくわかっていない。

子供らに危険な太気中のスミチオン量(WHO/FAOの経口摂取許容量より算出)

年齢	体重1kg 日当たりの 呼吸量(立方m)	危険な濃度 (マイクロg/立方m)
新生児	0.5184-0.5832	9.6 -8.6
1	0.46512	10.7
2	0.41904	11.9
5-6	0.2448	20.4
11-12	0.1872	26.7
15-16	0.1584	31.6

*呼吸量は馬場(1980)と村上(1966)による。24時間吸入したとして算出。ただし、小さい子は脳の中にスミチオンが入りやすく、致死量も低いと思われる。また気道から入った農薬は経口投与の場合より何倍か毒性が強いことを考えるとこの値は1/4~1/8位に

抑えねばならない。

抗コリンエステラーゼ系農薬の急性毒性（致死量）ラット

殺虫剤	生後21日	成熟したもの
パラチオン	1.5mg/kg	3.6 mg/kg
メチルラチオン	3.5	5.8
EPN	8.0	33
トリチオン	11	40
マラチオン	340	750

[Brodeur & DuBois,1963]

有機燐系農薬はコリンエステラーゼを阻害することが知られており、コリンエステラーゼが減少している妊婦、肝臓病の患者、貧血の人等はとくに有機燐中毒にかかりやすいとされています。このような人は有機燐剤との接は極力避ける必要があるとされています。

まだ強毒性の有機燐系農薬が使用されていた頃、山梨県での調査では、農薬が妊娠中毒症の原因となり、農家の妊婦の半数が妊娠中毒症にかかっていたとされています(中沢他、1972)。

千葉県では、肝臓に障害のある人がスミチオン（スミバッサ）の空中散布後に水田に入り死亡事故を起こしことが知られています。また実験的に肝臓に障害を与えたウサギにスミチオンを投与すると、健康なウサギより血清や血球のコリンエステラーゼが顕著に抑制されることが報告されています（高橋他、1980）。この事実は肝障害のある場合スミチオンの毒作用は強く現れることをしめしています。

5) 栄養状態との関係

スミチオンの影響は食物内容によっても異なってくる。高蛋白質食餌を与えたラットはスミチオンに作用されにくく成長が早い、低蛋白質高脂肪のものはスミチオンの影響を大きく受ける(鈴木他、1984)。

6 スミチオンと他の農薬との相乗毒性

スミチオンだけでは生体に目立った影響を与えない場合でも他の農薬が付け加えられると毒性が2～5倍増す。

マウスにBPMC（バッサ）とスミチオンを同時に与えるとBPMCの毒性は約2倍になり、スミチオンを前もって与えておくと5倍にもその毒性が増強する。

イヌの場合にも、スミチオン(100 mg/kg)とBPMC(50 mg/kg)を同時に投与する、BPMC(50 mg/kg)のみの場合よりも毒性は2倍に増えた。更に毎日極少量のスミチオン(5 mg/kg; 最少致死量の1/280)のスミチオンを1週間与えた後、一日スミチオンを与えないでおいてから、BPMCを最少致死量の半分(100 mg/kg)与えると、中毒の発作の期間が2.5倍に延びたほか、死んだイヌもでた(Kobayasi et al., 1983)。またこの他、ナック(NAC)等カーバメート系殺虫剤の毒性も増強することが報告されている。

有機燐農薬と他の環境汚染物質の相乗効果の結果難病・ベーチェット病が起きる

ベーチェット病は口、皮膚、外陰部、目、内臓に炎症をおこし、失明や死亡などを引き起こす難病です。この病気の原因ははっきりしておらず、遺伝的素因と環境要因の両方の働きによって発症すると考えられています。環境中の原因としては綾葵汚染が考えられています。

自見(1980)は日本で多発しているベーチェット病が、ハワイに住む日系人は全く発症せず、また沖縄県でもこの病気にかかった人が日本本土の1/6と低いことより環境要因が重要な働きをしていると考

えた。さらに疫学的調査を行ったところ、ベーチェット病の発症には農村での生活経験と農薬への曝露が何らかの関係を持っていることがわかった。豚にスミチオン、有機塩素系農薬、重金属などを混合して投与した場合、ベーチェット病と同じ症状が現れたという研究があります（石川他、1978）。また農薬会社の従業員などのベーチェット病患者に治療のため有機燐剤の解毒薬である硝酸アトロピンとPAMを投与したら、治癒したことが知られています（石川他、1981）。ベーチェット病では、自律神経の機能異常が認められており（石川他、1981；1982）、自律神経異常を起こすものとして有機燐系薬物が疑われている。ベーチェット病の発症は3～5年遅れて起こると考えられているが、有機塩素系や有機燐系、カーバメイト系農薬などの使用量とのあいだに関連が認められている（石川、1983）。

文献

単行本

藤原、コリン系作動薬物、自律神経薬、pp.3-30、臨床医学大系、中山書店、1966。

平木、岩崎、農薬中毒の臨床、中外医学社、1973。

スミパイン普及会、スミパインに関する技術レポート、1983。

植村振作、松枯れ - 農薬空中散布では防げない -、日本消費者連盟、1985。

和気朗、生物化学兵器、中公新書、1966。

論文

- 1) 阿部他、スミチオンの微量投与による慢性毒性試験、日本農村医学会雑誌、23、42-51、1981。
- 2) 阿部他、1984。
- 3) AbouDonia, M.B., Organophosphorus ester-induced delayed neurotoxicity. Ann. Rev. Pharmacol.Toxicol., 21, 511-548, 1981.
- 4) 浅沼他、有機リン剤の生体内残留に関する実験的研究、日本農村医学会雑誌、21、306-307。
- 5) 浅沼他、有機リン剤の生体内残留に関する実験的研究、日本農村医学会雑誌、27、772 -781、1978。
- 6) Brodeur, J. and DuBouis, Comparison of acute toxicity of anticholinesterase insecticide to weanling and adult male rats, Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 11, 509-511, 1963.
- 7) Ecobichon, D.J., Aerial spraying of fenitrothion in forest program: some problem and some solutions. Can. J. Physiol. Pharmacol. 60, 1046-1052, 1982
- 8) 逸見他、農村婦人の農薬散布頻度と血液正常について、日本農村医学会雑誌、33、428-429。

- 9) 藤田、有機リン系農薬による造精障害、日本農村医学会雑誌、25、594-598、1976。
- 10) 堀口他、有機リン系農薬の中枢神経への影響に関する実験的研究、日本農村医学会雑誌、21、312-313、1972。
- 11) 堀口他、有機燐農薬の中枢神経への影響に関する研究（第2報）、日本農村医学会雑誌、27、782-790。
- 12) 堀内他、農薬による接触皮膚炎について、日本農村医学会雑誌、30、594-595。
- 13) 石川、有機リンの慢性生中毒、サイエンス、1978年1号、68-82。
- 14) 石川他、公害と眼 有機燐と眼 慢性有機燐中毒の疫学 臨床及び実験的研究、日本眼科会誌、77、1835-1886。
- 15) 石川他、実験的粘膜、皮膚、外陰部、腸症候群 - ベーチェット病モデル実験として、厚生省特定疾患ベーチェット病調査研究班 昭和52年度研究業績、81-87、1978。
- 16) 石川他、農薬工場勤務者に見られた典型的ベーチェット病 - 硝酸アトロピンおよびベーチェット病患者10例の使用経験、昭和52年度研究業績、13-18、1981。
- 17) 石川他、Bechet病患者に於ける睡眠異常と中枢自律神経機能について、厚生省特定疾患ベーチェット病調査研究班昭和55年度研究業績、227-228、1981。
- 19) 石川、ベーチェット病研究に期待されるアプローチ (2) 病因論的立場から、厚生省特定疾患ベーチェット病調査研究班 昭和57年度研究業績、10-15、1983。
- 20) 自見、ベーチェット病の疫学的研究 - 発症に関する環境因子の検索、厚生省特定疾患ベーチェット病調査研究班 昭和54年度研究業績、13-18、1980。
- 21) 神岡他、軽微な慢性精神症状を残した急性スミチオン中毒の1例、日本農村医学会雑誌、29、678-683、1980。
- 22) 川原他、有機燐系化合物の毒性に関する病理組織細胞学研究、日本農村医学会雑誌、29、576-577、1980。

- 23) 川原他、農薬被曝下のシナプスと筋紡錘の変化（電顕および細胞学的所見）、日本農村医学会雑誌、32、414-415。
- 24) Kanoh et al., Studies on chronic toxicity of the low level of 0,0-dimethyl 0-(3-methyl-4-nitrophenyl)phosphorothioate (sumithion) in the rat. J. Toxicol. Sci. 7, 40-50, 1982.
- 25) Kobayashi, H. et al., Effect of organophosphorus compound, 0,0-dimethyl 0-(3-methyl 4-nitrophenyl)phosphorothioate (DDVP) and 0,0-dimethyl 0-(3-methyl-4-nitrophenyl)phosphorothioate (fenitrothion), on brain acetylcholinesterase activity in Japanese quail. Toxicol., 28, 219-227, 1983.
- 26) 工藤他、農薬負荷によるウサギ赤血球系細胞変化について - 第3報、日本農村医学会雑誌、578-579、1980。
- 27) 工藤他、農薬の影響による好塩基性斑点赤血球出現機序に関する見解、日本農村医学会雑誌、30、624-625、1981。
- 28) Lehotzky & Ungvary, Experimental data on the neurotoxicity of fenitrothion, Acta Pharmacol. Toxicol. 39, 374-382, 1976.
- 29) 松島他、有機燐剤による神経障害について、日本農村医学会雑誌、21、94-95、1972。
- 30) 松島他、スミチオンの亜急性毒性も関する実験的研究、日本農村医学会雑誌、21、310 -311、1972。
- 31) 松島他、イヌ、サルによるスミチオンの長期微量投与試験（第一報） - 中間報告、日本農村医学会雑誌、25、510-511、1976。
- 32) 松島他、血情コリンエステラーゼ活性地の分布と低値者の追跡調査、日本農村医学会雑誌、29、556-557、1980。
- 33) 松下他、有機燐による皮膚障害、日本農村医学会雑誌、30、592-593、1981。
- 34) Miyamoto, J., Studies on the mode of action of organophosphorous compounds. Part IV. Penetration of sumithion,

- methyl parathion and their analogs into guinea pig brain and inhibition of cholinesterase in vivo. *Agr. Biol. Chem.* 28 422-430, 1974.
- 35) Miyaoka, J. et al., Effect of 0,0-dimethyl 0-(3-methyl-4-nitrophenyl)phosphorothioate (fenitrothion) treatment on a cute toxicity of 2-sec-butylphenyl methylcarbamate) in dogs. *Jpn. J. Vet. Sci.*, 45, 463-470 (1983).
- 36) Nag & Gosh, Sumithion induced neurotoxicity in pigeons: effect on lipid metabolism of spinal cord, *Neurosci. lett.* 46, 335-339, 1984.
- 37) 永田他、最近4年間のりんご、ぶどう果樹栽培における農薬散布者の健康実体調査、*日本農村医学会雑誌*、27、685-694、1978。
- 38) 中沢他、山梨県果樹地帯の産婦科的観察、*日本農村医学会雑誌*、20、1-8、1971。
- 39) 日本産業衛生学会、許容濃度の勧告(1981)、*産業医学*、23、565-576、1981。
- 40) 岡部他、農薬による皮膚炎に対するパッチテストの調査研究（第6報）農薬のパッチテストとフォトパッチテストについて、*日本農村医学会雑誌*、31、322-323。
- 41) 岡田他 マックイムシ防除のために空中散布されたスミチオン薬剤の飛散について、*日本公衆衛生雑誌*、26、383-384。
- 43) Risch, S.C, et al., Mode and havioral effects of physostigmine on humans are accompanied by elevation in plasma endorphine and cortisol, *Scienc*, 209(6)1545-1546.
- 44) Russel, R.W., Cholinergic system in behavior: the search for mechanism of action. *Ann. Rev. Pharmamacol. Toxcol.*, 22, 436-463.
- 45) 静岡県林業試験場、マックイムシ薬剤防除による環境影響調査報告書、昭和55、56年度（第4、5年次）1982。
- 46) 菅谷他、農薬中毒の臨床的研究 - 4年間のまとめ -、*日本農村医*

- 学会雑誌、27、661-667、1978。
- 47) 菅谷、農薬散布従事者の健康管理方式に関する研究、日本農村医学会雑誌、27、668-671、1971。
- 48) 菅谷他、農業化学物質の人体並びに環境に及ぼす影響、日本農村医学会雑誌、29、724-747、1981。
- 49) 菅谷他、農業化学物質による中毒（障害）に関する臨床例調査、日本農村医学会雑誌、33、81-83、1984。
- 50) Suire, L.W., The pharmacology of memory : a neurobiological perspective, Ann. Rev. Pharm., 21, 323-356.
- 51) 鈴木、金丸、マウスにおける農薬の免疫機構に及ぼす影響、日本農村医学会雑誌、32、416-417、1984。
- 52) 鈴木、金丸、マウスにおける農薬の免疫機構に及ぼす影響、日本農村医学会雑誌、33、452-453、1984。
- 53) 鈴木他、栄養成分の異なる飼料によって飼育されたラットへの農薬の影響に関する実験的研究、日本農村医学会雑誌、33、448-449。
- 54) 鈴木他、有機燐剤の急性中毒に関する実験的研究、日本農村医学会雑誌、27、791-799、1978。
- 55) 高橋他、有機リン農薬の生体内残留に関する実験的研究：（第2報）CCI 肝障害ウサギにおけるSumithion 投与の影響、日本農村医学会雑誌、29、99-108、1980。
- 56) 田谷、スミチオンによる急性中毒例、日本農村医学会雑誌、25、330-331、1976。
- 57) 月本他、症状発現の遅延した重症スミチオン中毒の1症例、日本農村医学会雑誌、25、330-331。
- 58) 上田他、ビーグルに犬による有機燐剤の慢性毒性試験、日本農村医学会雑誌、21、98-99、1972。
- 59) 内田他、千葉県における農業従事者の農薬散布と健康の関連、日本農村医学会雑誌、27、695-705、1978。
- 60) 渡部、近年当院を訪れた農薬中毒症の分類、発症時期と症状の観

察及び散布時の問題点、日本農村医学会雑誌、27、695-705。

- 61) 山本他、マツクイムシ薬剤防除による環境調査について、静岡県衛生研究所報告、No. 21、29-38、1978。
- 62) 山本他、マツクイムシ薬剤防除による環境調査について(第2報)、静岡県衛生研究所報告、No. 23、65-72、1980。
- 62) 山本他、マツクイムシ薬剤防除による環境調査について(第3報)、静岡県衛生研究所報告、No. 24、61-64、1980。