りんご栽培における共同防除作業従事者の農薬被曝量と 血中有機磷農薬の動態

白谷 三郎, 西山 邦隆, 佐藤 郁雄

松浦 喜美男, 沢田 幸正*

はじめに

有機磷農薬は、稲作、果樹などの殺虫剤として永年汎用されてきた。先年、パラチオンや有機塩素農薬など強毒性あるいは残留性の農薬が使用を禁止されたり、制限されることによって、りんご栽培でもスミチオン、サリチオンなどの低毒性有機磷農薬の使用が相対的に増加している。

ただ、低毒性の農薬を取扱うがために防護がおろそかになり、防除従事者の農薬被曝量は、強毒性の農薬を使用していた時期よりもむしろ増大しているのではないかという懸念さえ生じている。

そこで、りんご栽培においてスピードスプレーヤー(以下SSとする)によって共同防除作業(以下共防とする)が行われる際に、オペレーターが吸入する農薬の濃度を実測すると共に、防除従事者の健康調査を行なって、農薬の血中濃度の消長などを中心とした野外実験を行ない、いささか興味ある知見を得たので報告する。

I. 調査方法

i) 対象地域、被検者並びに調査時期

引前市千年地区を対象とした。本地域では有機磷農薬による共防は、6、7、8月の3回と定められており、1回の防除日数は2~3日で、SSオペレーターはこのうちの各1日出役、防除に当るのが慣行になっている。しかし、著者らが行った全県的な調査¹⁾では、SSによる防除の場合、同一人の連日散布日数が3日以上に及ぶ共防組織も約30%にみられる、そこで、本調査においては、全期間を通じて3日間、連続して防除に出役でき、調査に協力し得る volunteer を募集

して被検者とした。

なお、調査は、昭和48年7月と8月に行なった。

ii) 測定項目と方法

a) 吸入農薬量の測定

吸気または気中の農薬の捕集法としては、filter pad 法²⁾、あるいは impinger 法があるが、前者は散布農薬の直接的な汚染や樹葉などに付着した農薬の2次汚染をうけ易い欠点があり、後者は機械吸引を原則とするため、移動する場合には必要な動力源を得難い欠点があった。そこで著者らは、impinger 一人一呼吸量計システムで農薬を捕集することによって両者の短所を補うことを試みた。即ち、図1に示す如く、ガス代

Figure 1. Measuring method for respiratory exposure concentration of the organophosphorus pesticide

謝測定用マスクの吸気弁の前方に改良 impinger 管を、呼気弁の後方に Max Planck の Respiratorische Gasuhr を接続した。本法によって、気中農薬は吸気によって impinger 管内で捕集され、清浄化された空気が体内を循環したのち呼出され、この際に呼気量が計量される。なお、正確に労作時の吸気量を知るには、

* 弘前大学医学部公衆衛生学教室

受付：昭和53年1月17日

この労作時のガス分析を行うことによって吸気量を算出することもできるが、呼気量を吸気量の近似値として使用しても大差はない。

b) 尿中 p-nitro-m-crezol (PNMC) 排泄量

尿中に排泄されたスミチオンの代謝物である PNMC を Zn で還元し、o-crezol により indophenol を生成、発色させて比色定量し、その濃度を測定した³⁾。

c) 血清中有機磷農薬の検出

渡部の方法⁴⁾を多少改変し、表 1 に示す方法で測定した。

Table 1. Procedure for extraction of organophosphorus pesticides in serum

serum 2 ml	
↓	deproteinize and extract twice with acetonitryl (5 ml)
org. layer	
↓	add 120 ml of dist. water add 15 ml of sat. NaCl aq. add 30 ml of n-hexane shake and stand
org. layer	
↓	concentration with rotary evaporator to aq. free condition (below 50°C)
residue	
↓	add 1 ml of n-hexane well dissolve
sample of G. C. analysis	

なお、ガスクロマトグラフ分析条件は次の如くである。

使用機器：島津 GC-3BFp 型

検出器：磷炎光光度検出器 (FPD)

カラム条件：シリコン ov-17 (充填剤)

ガラスカラム 1.2 m

流量条件：carrier gas N_2 0.7 kg/cm²

detector gas $\left\{ \begin{array}{l} H_2 \text{ 2kg/cm}^2 \\ \text{air 1.3kg/cm}^2 \end{array} \right.$

温度条件：oven 190°C

injection 230°C

本法による農薬の回収率は表 2 の如く、サリチオンでは平均 85.3%，スミチオンでは、84.6%であった。

d) 肝機能検査

血清トランスアミナーゼ (GOT, GPT) を Reitman-Frankel 法に基づく STA-Test (Wako) により, ChE 活性値を Hesterine — 宮崎法によって測定した。

Table 2. Recovery rate of added pesticide from serum

No. of sample	salithion	sumithion
1	90.5 %	76.4 %
2	83.8	94.6
3	79.7	80.0
4	83.8	90.9
5	90.5	83.6
6	93.2	80.0
7	81.1	87.3
8	90.5	83.6
9	89.2	—
10	82.4	—
mean	85.3 %	84.6 %

estimated from adding pesticide standard (0.1 μ g respectively) to serum 2 ml by same operating as Fig. 2 diagram

II. 調 査 結 果

i) SS による共防作業の労働状態

共同防除班は、SS 1 台についてオペレーター 2 名、補助作業員 (調剤, 調合係) 1 名から構成されている場合が多い。防除作業は共防のための地域ブロック別に設けられた貯水槽を基地として、補助作業員によって予め計量、調整された薬剤を SS タンクに投入、水で混合・稀釈して積載し、樹園地まで運搬して、散布するという単純作業を繰返しつつ、順次、場所を移動してゆく。

なお、この際、オペレーターは作業服 (通称ツナギ)、麦わら帽子、ゴム手袋、ゴム長靴を着用するのが一般的である。

いま、拘束時間内のタイムスタディを行ない、これに既報文献値の RMR を適用して平均エネルギー代謝率を求めると表 3 の如く、オペレーターで 1.37、補助作業員では 1.05 と算定された。

ii) SS オペレーターの吸入農薬の濃度について

オペレーターが SS に積載された約 1000 l の水と薬剤の散布開始から終了するまでの 1 工程で吸入される農薬量を測定した。なお、前述したように呼気量と吸気量は近似するので、呼気量で除して吸気中農薬濃度 (mg / m³) とした。結果を表 4 に示す。

8 測定例では 0.0058 ~ 0.0243 mg / m³ の幅に分布し、その平均値 ± 標準誤差は 0.01116 ± 0.00191 mg / m³ となった。

本値の水準であるならば、農薬製造工場における 8 時間、中等度労働に際しての環境抑制濃度の基準とさ

Table 3. Working time and relative metabolic rate with SS operators and co-workers

		Working time (1)	RMR (2)	Amount of labour (1)×(2)
SS operator	machine checking	50	1.0	50.0
	driving along the road	45	2.5	112.5
	compounding, loading of pesticide	190	0.7	133.0
	meal, rest	105	0.5	52.5
	spraying of pesticide	290	2.0	580.0
	washing of SS	10	1.5	15.0
	total	690		943.0
	mean relative metabolic rate ($\overline{\text{RMR}}$)	1.37		
Co-worker	loading of pesticide	30	3.5	105.0
	driving along the road	25	2.5	62.5
	weighing of pesticide	10	1.0	10.0
	meal, rest	105	0.5	52.5
	preparation for spraying	30	1.0	30.0
	compounding of pesticide	195	0.7	136.5
	weighing and mixing of pesticide	175	1.5	262.5
	book keeping, putting in order	35	0.5	17.5
	rest	55	0.5	37.5
	total	680		714.0
	mean relative metabolic rate ($\overline{\text{RMR}}$)	1.05		

れている ACGIH の許容濃度⁵⁾ (表 5) に比べると極めて低い値であるといえる。

iii) 血清中の有機磷農薬の消長

早朝、作業前と散布終了後の 2 時点で肘静脈から約 10 ml 採血し、前述の方法で測定した。

a) 血清中スミチオン濃度の推移

7 月上旬に、800 倍スミチオン水和剤による防除の際に測定した結果を表 6 に示す。

前回の散布からはほぼ 1 カ月後の血清であるが、散布第 1 日目、作業前の血清中にはスミチオンは勿論、前回に散布されたサリチオンも検出されていない。防除作業終了後時の血清中には、8 例中 6 例に 0.013~0.

061 $\mu\text{g}/2\text{ ml}$ の範囲でスミチオンが検出された。しかし、翌朝の散布前血清では、前日の作業終了時に痕跡であった例をも含めて検出されていた 7 例のうち 4 例がすでに不検出、1 例が痕跡となり、他の 2 例も前日測定時の 12%、64% に減少していた。

散布第 2 日目は降雨のため午後から共防は中止され、さらに 1 日をおいて散布が行われたが、このように約 40 時間後に当る散布前血清では対象者 8 例中 7 例が不検出、1 例が痕跡程度に認められたにすぎなかった。

また、オペレーターに比べて調剤、運搬などの職種の作業後における血中濃度が高い傾向を示している点

Table 4. Respiration exposure concentration of SS operators in salithion spraying

Date	Measured No.	Measured value A (μ g)	Volume of expired air B (l)	Spraying time C (min. sec.)	Respiratory exposure concentration		Atmospheric condition	Notes
					A/B(mg/m ³)	A/C(mg/hr)		
'73 8.4.	1	3.50	261.3	18.10	0.0134	0.0116	Air temperature 28.6°C Air humidity 69%	Type of tractor-self-power air blast equipment
	2	2.55	258.4	18.20	0.0099	0.0083	Air velocity 0.4~1.1m/sec.	
'73 8.5.	1	1.95	279.2	14.10	0.0070	0.0083	Air temperature 30.2°C Air humidity 63%	
	2	2.63	275.8	17.35	0.0095	0.0090	Air velocity 0.3~1.7m/sec.	
'73 8.6.	1	2.70	307.4	23.05	0.0088	0.0070	Air temperature 27.2°C Air humidity 82%	Type of tractor-drown-power air blast equipment
	2	1.65	285.8	18.40	0.0058	0.0053	Air velocity 0~0.5m/sec.	
	3	3.53	331.5	20.40	0.0106	0.0102	Air temperature 28.3°C Air humidity 75%	
	4	7.55	310.8	20.50	0.0243	0.0217	Air velocity 0.5~1.2m/sec.	
Mean $\pm$ standard error		3.258 $\pm$ 0.613	288.78 $\pm$ 8.48	18.56 $\pm$ 5.3	0.01116 $\pm$ 0.00191	0.01018 $\pm$ 0.00167		

Table 5. Threshold limit value for organophosphorus pesticides by ACGIH recommendation

Name of pesticide	Threshold limit value	recommendation
Dysyston	0.1	recommended value of 1975
EPN	0.5	
DDVP	1	
TEPP	0.05	
Malathion	10	recommended value of 1974
Phorate	0.05	
Phosdrin	0.1	
Demeton	0.1	
Diazinon	0.1	
Dibrom	3	

が注目されるが、最高値でも 0.061 μ g/2 ml の程度に止まっている。

b) 血清中サリチオン濃度の推移

スミチオンの散布から約 1 カ月後の 8 月上旬にサリチオン 1000 倍液として散布された際の血中サリチオン濃度の推移を表 7 に示す。

第 1 日目の作業前血清では全員が不検出であったものが、作業後血清では 0.006~0.043 μ g/2 ml の範囲で全員に検出された。

翌日、作業前には 6 例のうち 1 例が前日作業終了時に検出された水準の 54% の濃度で検出されたが、他の 3 例は痕跡、2 例は不検出となっている。

なお、2 日目の作業後の血中サリチオン濃度が初日の作業後の値よりも高値を示したのは 1 例のみであって、他はすべて低い値となっている。

Table 6. Changes of Sumithion concentration in serum

$\mu\text{g}/\text{serum } 2\text{ ml}$								
Sub. No.	Age	Type of occupation	73. 7. 1.		73. 7. 2.		73. 7. 4.	
			before task	after task	before task	after task	before task	after task
1	29	Operator	ND	ϕ	ND	suspend	ND	ϕ
2	43	"	ND	0.013	ϕ		ND	ϕ
3	30	"	ND	0.020	ND		ND	0.032
4	26	"	ND	0.014	ND		ND	ϕ
5	36	"	ND	ϕ	ND		ND	ϕ
6	39	Co-worker	ND	—	—		ND	ϕ
7	40	"	ND	0.061	0.0075		ND	0.007
8	49	"	ND	0.022	—		—	0.013
9	19	Transpoter	ND	0.042	0.027		ϕ	0.021

ϕ : under $0.002 \mu\text{g}$
 ND : non-detect

Table 7. Changes of Salithion concentration in serum

$\mu\text{g}/\text{serum } 2\text{ ml}$						
Sub. No.	Age	Type of occupation	73. 8. 5.		73. 8. 6.	
			before task	after task	before task	after task
1	29	Operator	ND	0.026	0.014	0.005
2	43	"	ND	—	ϕ	0.0025
3	30	"	ND	0.006	ϕ	0.029
4	26	"	ND	0.016	ND	0.008
5	36	"	ND	0.013	—	—
6	39	Co-worker	ND	0.043	ϕ	0.019
7	41	"	ND	0.018	ND	0.011
8	49	"	ND	0.033	—	0.006
9	19	Transpoter	ND	0.017	ϕ	0.008

ϕ :under $0.001 \mu\text{g}$
 ND : non-detect

iv) 尿中代謝物 (PNMC) からみた被曝量の職種別差異について

SS オペレーター11名, 補助作業員7名, 運搬1名計19名を対象として, 早朝, 作業前に放尿, 以後, 翌朝同時刻までの24時間尿を蓄尿させ, その中のPNMCを定量した。結果は表8の如くで, その群別平均値±標準誤差は, 次の如くである。

オペレーター : $0.01333 \pm 0.00243 \text{ mg/dl}$

補助作業員 : $0.0229 \pm 0.00416 \text{ mg/dl}$

平均値に群間差はないが, 補助作業員の方がオペレーターよりやや大きい傾向を示している。なお, PNMC とスミチオンの分子量比から得られたPNMC よりスミチオン量に換算した値, 並びにクレアチニン量によって尿の濃度補正を行った値を併せ同表に示したが, これらも同じ傾向を示している。

このことは, 前述した血中の農薬濃度の職種別傾向とも一致している。

v) 共防作業に伴う血清酵素の変化

前述した血清の一部で, GOT, GPT, ChE 活性値を測定した。その推移を図2, 3に示したが, 初日, 作業前にトランスアミナーゼが高かった1例が, 2日目, 作業前に急増した例を除いて概して異常は認められなかった。

群別平均値±標準誤差を算出すると表9の如くである。

なお, 血清中有機燐農薬濃度と血清酵素値の較差(作業後値-前値)との相関を検討すると表10の如くで, スミチオン散布時のGPTで有意の相関を得た以外, は, 両者間に有意の相関は認められなかった。

Table 8. Comparison with urinary excretion of PNMC between SS operator and co-worker

Sub. No.	Age	Type of occupation	PNMC values (mg/dl)	Calculated in Sumithion equivalent from PNMC		Urinary creatinine (mg/dl)	Sumithion (mg/dl)
				mg/day	mg/dl		Creatinine (mg/dl) ×10 ⁴
1	29	SS operator	0.0143	0.312	0.0259	140.2	1.85
2	43		0.0085	0.149	0.0154	109.5	1.41
3	30		0.0255	0.778	0.0462	69.5	6.65
4	26		0.0110	0.358	0.0199	78.1	2.55
5	36		0.0300	1.006	0.0544	105.9	5.14
6	19		0.0053	0.124	0.0096	125.4	0.77
7	37		0.0075	0.148	0.0136	141.7	0.96
8	52		0.0030	0.091	0.0054	85.6	0.63
9	35		0.0143	0.303	0.0259	74.2	3.49
10	41		0.0085	0.270	0.0154	76.8	2.01
11	28		0.0187	0.447	0.0339	129.9	2.61
Mean ±standard error			0.01333 ±0.00243	0.3624 ±0.0829	0.02415 ±0.00440	103.35 ±7.98	2.552 ±0.544
12	39	SS co-worker	0.0243	0.647	0.0440	103.9	4.23
13	40		0.0187	0.515	0.0339	90.9	3.73
14	49		0.0470	1.004	0.0851	107.3	7.93
15	50		0.0276	0.585	0.0500	122.6	4.08
16	48		0.0130	0.345	0.0236	78.1	3.02
17	23		0.0143	0.269	0.0259	127.2	2.04
18	31		0.0155	0.278	0.0281	141.7	1.98
Mean ±standard error			0.02291 ±0.00416	0.5204 ±0.0911	0.04151 ±0.00753	110.24 ±7.67	3.859 ±0.704
19	19	Transporter	0.0692	0.953	0.1254	165.0	7.60

Figure 2. Changes in serum GOT, GPT and ChE activity before and after the task on each day by Sumithion spraying

Figure 3. Changes in serum GOT, GPT and ChE activity before and after the task on each day by Salithion spraying

III. 考 察

SS による農薬散布作業におけるオペレーターの農薬吸入量や吸入濃度などについては、これまでわが国では実測されていない。H.R.Wolfe ら⁶⁾は、果樹園で 0.03~0.12%の濃度の有機磷農薬を含む 11 種類の農薬を tractor-drawn power air blast equipment を使用して散布した際のオペレーターの respiratory exposure を測定し、それぞれの農薬の平均値の範囲は 0.02~0.26 mg/hr であったと述べている。また、Z. Jegier⁷⁾は、air blast machines hauled by tractor で果樹園に散布した malathion (25% wettable powder, 1—2. 5LB/100gal.) の例では、4 例の平均値であるが、0.08 mg/hr であったとしている。

著者らの測定値を mg/hr に換算すると $0.0102 \pm 0.$

Table 9. Mean $\pm$ standard deviations of serum enzymes measured before and after the task on each day

		(SS operator) Period of Sumithion spraying (5 men)				
		1/VII		2/VII	4/VII	
		before	after	before	before	after
GOT	Mean	30.2	34.0	44.6	33.0	35.2
U	S. D.	12.8	12.7	29.5	15.8	18.8
GOT	Mean	36.2	35.8	48.4	37.2	31.2
U	S. D.	25.4	23.6	36.3	24.5	17.2
ChE	Mean	0.79	0.81	0.62	0.76	0.84
activity Δ pH	S. D.	0.11	0.18	0.08	0.11	0.11

		Period of Salithion spraying			
		5/VIII		6/VIII	
		before	after	before	after
GOT	Mean	27.5	25.3	22.5	31.3
U	S. D.	7.4	5.4	4.2	5.5
GPT	Mean	32.8	35.8	26.5	35.0
U	S. D.	8.2	8.0	7.0	4.3
ChE	Mean	0.72	0.87	0.76	0.82
activity Δ pH	S. D.	0.15	0.18	0.16	0.17

Table 10. Correlation coefficient between concentration of organophosphorus pesticide in serum and values of serum enzyme

	Sumithion	Salithion
GOT	0.064 (16)	0.049 (15)
GPT	0.546* (16)	-0.464 (15)
ChE	0.015 (16)	-0.277 (15)

() Number of persons examined

* $P < 0.05$

0017 mg/hr となり、両者の値よりもやや低い。

一般に農薬の吸入濃度は散布機器の馬力、気象条件、果樹の種類や栽植状況、薬剤の種類や剤型、測定方法など多くの要素に左右されるが、この程度の吸入農薬の濃度ならば、ACGIH の許容濃度と比較すると明らかに低く、1回の respiratory exposure はそれ程問題にするに足らないと考える。

このような吸入濃度の現状での共防従事者の血中有

機磷農薬の濃度は73例の実測値のうち最高値が0.061 μ g/2ml のレベルであって、渡部⁸⁾、石川ら⁹⁾、工藤ら¹⁰⁾が報告した値に比べて1/10のオーダーの低い値であった。

また、血中有機磷農薬も比較的短時間で血中から消退しており、これまで動物実験で血中や各臓器からの消退が早く、生体内残存は短期間である結果とする^{11)~15)}を労働現場で実証したものと考える。

なお、サリチオン散布の例でみられたように、2日連続散布でも、2日目作業後の血中有機磷農薬の濃度は初日のそれに比べて低下したものが多く、現下の労働状況では、2日連続散布でも問題とされることは少ないと思われるが、今後とも例数を増して検討していきたい。

ただ、血清 GOT, GPT の高い1例が、自覚的には著変は認めなかったが、各々2日目の午前に急増した。従って、オペレーターとして出役する者は共防作業が始まる以前に健康チェックを行い、オペレーターとしての適性に合うもののみ就労させるという管理方針が望ましいことを示しているように考える。

職種別には、オペレーターよりもむしろ補助作業者や農薬を運搬するものの血中有機磷農薬濃度が高く、かつ、農薬の尿中代謝物濃度も高いという結果が得られた。

これは、オペレーターの場合、曝露される農薬は800~1000倍水和剤が主であるのに対して、補助作業者は混和、希釈の準備作業として農薬原末を取り扱うこと、運搬係は農薬を倉庫から自動車へ積み込み、現場で荷おろしするという過程で付着していた農薬を吸入する機会が多いことなど、いずれも一時的に高濃度曝露をうけるためと考えられる。従って、オペレーター以上に、補助作業者や運搬係に農薬危害防止のための教育が必要であると言えよう。

IV. 結 論

りんご栽培で、スピードスプレーヤー (SS) による共同防除が行われた際の農薬被曝量、血液中有機磷農薬濃度、血清酵素の消長などを観察し、大要次の如き結論を得た。

1. SS オペレーターが低毒性有機磷農薬 (散布時、800~1000倍水和剤) の散布中に吸入する吸気中農薬濃度の平均値±標準誤差は $0.01116 \pm 0.00191 \text{ mg/m}^3$ であった。

2. 散布作業を連日行なわせ、作業前後の血清中有機磷農薬の濃度を測定した結果、オペレーターでの最高濃度は $0.032 \mu\text{g}/2\text{ml}$ 、補助作業者では $0.061 \mu\text{g}/2\text{ml}$ であった。また、作業後に検出された血中農薬は、翌朝にはほとんどが痕跡又は不検出となっており、多少農薬が認められた者も、約40時間共同防除作業を中止することにより、血中の農薬濃度は痕跡又は不検出に変化していた。

これらのことは、前述した程度の吸気中農薬濃度であり、健康状態に異常がない限り、比較的早期に代謝され、血中から消失することを示しているものと思わ

れる。

3. 2日間連続散布を行なった際の血清中有機磷濃度には、蓄積、増加する傾向は認められなかった。

4. 共同防除作業を含む24時間尿を採取し、PNMC 排泄量を職種別に比較すると

オペレーター群： $0.01333 \pm 0.00243 \text{ mg/dl}$

補助作業者群： $0.02291 \pm 0.00416 \text{ mg/dl}$

となり、群間に有意の差はないが、概して、後者の方が多い傾向が得られた。

5. 血中農薬濃度と GOT, GPT, ChE 活性値の変動との間には、有意な相関関係は得られなかった。

文 献

- 1) 臼谷三郎, 西山邦隆, 佐藤郁雄: 東北積雪地帯農民の労働と保健に関する研究, 第5報, 共同防除従事者の生体負担について, 弘前医学, 27, 356~368, 1975.
- 2) William F. Durham & Homer R. Wolfe B.S.: Measurement of the exposure of workers to pesticides, Bull. Wld. Hlth. Org., 26, 75~91, 1962.
- 3) 厚生省: 有機磷製剤の薬理作用と化学的性質, 14~16, 昭和30年.
- 4) Watanabe Shinobu: Detection of organophosphate pesticide in blood serum from the patients of acute and chronic pesticide poisonings and its clinical significance, Tohoku J. exp. Med., 107, 301~302, 1972.
- 5) ACGIH: 労働衛生, 17, 20~25 1976.
- 6) H.R. Wolfe & J. F. Armstrong: Exposure of spraymen to pesticides, Arch. Environ. Health, 25, 29~31, 1972.
- 7) Z. Jegier: Health hazards in insecticide spraying of crops. Arch. Environ. Health, 8, 670~674, 1964.
- 8) 渡部 忍: 慢性農薬有機磷中毒症を疑わしめる場合の血清中農薬, 有機磷検出の意義, 農村医学, 23, 42~49, 1974.
- 9) 石川 哲: 公害と眼, 有機磷と眼, 日本眼科学会誌, 77, 1835~1886, 1973.
- 10) 工藤尚義: 農薬中毒の病態生理, 有機磷慢性中毒の実態と臨床と診断 (15報), 第22回日本農村医学会総会抄録, 196~197, 1973.
- 11) Miyamoto J., Sato Y., Kadota I., Fujinami A. and Endo M., Studies on the mode of action of organophosphorus compounds, Agr. Biol. Chem., 27, 381~389, 1963.
- 12) Bourke, J. B., Broderick, E. J., Hackler, L. R. and Lippold, P. C.: Comparative metabolism of Malathion ^{14}C in plants and animals, J. Agr. Chem., 16, 585~589, 1969.
- 13) 大川秀郎, 江藤守, 大島康義: 殺虫剤サリチオン (2-methoxy-4H-1, 3, 2, -benzodioxaphosphorine-2-sulfide) の代謝と毒性, 日本応用動物昆虫学会誌, 14, 191~194, 1970.
- 14) 浅沼信治: 有機磷剤の生体残留に関する実験的研究, 農村医学, 22, 282~283, 1973.
- 15) 高橋政教, 井口弘三, 笠川宏子, 井司郎, 石見貞次, 木村正方: 有機リン農薬の生体内残留に関する実験的研究, 農村医学, 24, 601~606, 1975.

Studies on the Amount of Exposure to Pesticides and Blood Levels of Organophosphorus Pesticides of Farmers Engaging in Joint Control Works over Apple Orchards

Saburo USUTANI, Kunitaka NISHIYAMA, Ikuo SATO,
Kimio MATSUURA and Yukimasa SAWADA

*Department of Public Health, Hirosaki University School of Medicine
(Chief: Prof. S. Usutani), Hirosaki, Japan*

The concentration of pesticide that was inspired by speed sprayer (SS) operators in spraying a low toxic organophosphorus pesticide (800—fold to 1000—fold dilutions of wettable agent) were measured by the impinger-one respirator-per man measuring system. The mean $\pm$ standard error was 0.01116 ± 0.00191 mg/m³.

The operators were made to perform the spraying task every day, and the organophosphorus pesticide concentration in the serum was gas-chromatographically measured before and after the task on each day. The maximum concentration after daily task was $0.032 \mu\text{g}/2$ ml in an operator, and $0.061 \mu\text{g}/2$ ml in an assistant. The concentration was already trace or undetectable in many of them the following morning.

No apparent tendency for the pesticide to be accumulated was observed even in the operators after spraying the pesticide for 2 consecutive days.

The 24-hour urine was collected from each subject to measure the output of PNMC (p-nitro-m-crezol). The output tended to be greater in the assistants than in the operators. This finding may be attributed to the fact that the assistants are transiently exposed to high concentrations of the pesticide in powder form.