血中ChE活性値に及ぼす農薬散布の影響に関する研究

東 博 文*

A Study of the Influence of Agricultural Chemicals on the
Level of Cholinesterase in Human Blood

Hirofumi HIGASHI*

Summary

The present study was conducted for the purpose of investigating the influence of agricultural chemicals such as organic phosphoric compounds and carbamate derivatives on the blood cholinesterase levels of farmers working with the chemicals.

The subjects of the investigation were 30 farmers (18 males and 12 females) who had worked with agricultural chemicals. Levels of cholinesterase (CHE) in their whole blood, plasma and hematocytes were measured for one year.

The results were as follows:

- 1) Remarkable decreases in the CHE levels were observed in both males and females during the months when they worked with the agricultural chemicals. The females showed more remarkable decreases than the males.
- 2) Remarkable decreases in the ChE levels in Erythrocytes were observed in both males and females during the months when they worked with the agricultural chemicals. There was no difference in the decrease between the males and the females.
- 3) The ChE levels in plasma revealed such small decreases that the values were not suitable for utilization as indicators of the health condition of farmers exposed to agricultural chemicals.

In consideration of these results, the CHE levels in whole blood and erythrocytes were regarded as suitable indicators of the influence of exposure to agricultural chemicals.

As a relationship was observed between CHE levels and time of exposure to agricultural chemicals, it was concluded that the agricultural chemicals did influence the physical conditions of farmers exposed to them.

I はじめに

作物栽培を中心とした農業経営において、農薬散布は作物の商品価値、美観、生産性などの向上に

は最も必要であり、欠くことのできない作業の1つである。農薬散布作業は農業従事者にとって、健康の阻害因子でもあり、これによる疾病予防は重要である。農薬散布に伴う疾病は主として農薬

* 帝京大学医学部公衆衛生学教室(指導:山本幹夫教授)

* *Department of Public Health, Teikyo University School of Medicine*
(Director: Prof. Mikio Yamamoto, M.D.)

中毒であるが、農薬の低毒化が進み、以前みられたような重症の急性農薬中毒の症例は影を潜めるに致っているものの、農薬中毒の障害は今もって報告がたえない状況にある。農薬は、対象とする作物や害虫の発生状況により使いわけられ、その種類や散布時期は地域の農業経営形態に左右される。従って、農薬使用による健康障害の発生も、地域の農業形態により、時期的に異った発症状況が推察される。このような農業従事者の健康障害の発生予防は重要な地域保健活動と考える、そこで地域の農業経営形態から、農薬の使用状況を把握し、これら農薬の使用が生体にどのような影響を及ぼすかを調査し、農薬散布従事者に対する健康管理に資そうとするものである。

Ⅱ 方 法

1. 農薬使用状況調査

某市農業協同組合（以下市農協）購売課保存資料(1982年)における某市全体の農薬購入件数を行政地区別に分類し、購入件数の多いベスト10地区について農薬を主要成分の化学系統別に有機りん系、カーバメイト系、有機りん・カーバメイト系、ジチオカーバメイト系、カルタップ系、およびその他に分類し、それを、その地区の農薬使用量として算出した。また被検者には農薬使用者健康カレンダー(図1)を配布し、1年間毎日の記載を依頼し、農薬散布状況把握の参考資料とした。

2. 被検者

前述した被検者の選出は某市農協から農薬をやや多く購入しているNi地区で、その地区でも市農協からの農薬購入件数の多い農家、ベスト15戸から主たる農業従事者30人を選び被検者とした。これらの被検者は日常の健康を自覚している人達である。

3. 調査期間

1982年4月より1983年3月末日までの1年間に於いて、1982年の5月23日、6月20日、7月25日、8月29日、10月31日、11月28日、1983年の1月23日、2月20日の合計8回にわたって、被検者からの採血を行った。

4. 被検者の健康状態のチェック及び血液検査

被検者の採血に際しては、毎回問診および血圧、体温を測定し、各個人の健康状態を知るための参考資料とした。これらの身体医学的所見により、異常所見が認められなかった被検者についてのみ採血を行い、その全血、血しょう、血球中のコリンエステラーゼ活性値を求め、また血算及び肝機能検査なども行った。

5. 採血およびコリンエステラーゼ活性値の測定

採血は真空採血管により上腕静脈血を被検者1人当たり、血清分析用として10 ml、コリンエステラーゼ活性の分析用としてヘパリン処理血とEDTA処理血の各4 ml、血球計算用としてEDTA処理血2 mlの合計20 mlを採取した。コリンエステラーゼ(以下ChEと略す)活性値の測定はCholinesterase-Color-Test (BMYキット=輸入発売元ベーリンガー・マンハイム山之内株式会社)を使用した。すなわち基質にアセチルチオコリンを使用し、酵素分解によって生じたチオコリンが試薬中の5・5'-ジチオビスニトロ安息香酸と反応し黄色色素を形成する。この色素の増加速度を410 nm または405 nm で吸光度を測定し、分光吸光係数を求め、これを乗ずることにより得られるChEはIU/Lとして求められる。

なお、この方法はアセチルチオコリンを基質としているので、true-ChEとpseudo ChEの両方に親和性を有しているもので、その測定操作と算出は次のとおりである。

(1) 全血及び血しょう中 Ch-E 活性値

全血の場合、完全溶血を目的として検体を蒸留水で21倍希釈し、血しょうの場合はそのままを測定検体とした。操作方法はCholinesterase-Color-Test 溶液Ⅰ 3.00 mlをホールピペットで、10 ml容試験管に検体数宛を採り、37℃水浴中にて恒温させ測定開始前にCholinesterase-Color-Test 溶液Ⅱを0.100 mlを注加し再び恒温状態に置き、次いで測定検体0.020 mlを注加後、直に混和、日立220分光光度計にて吸引し、測定を開始した。20秒間隔でモニターし、計測は原則として60秒までを行い、40秒または60秒のいずれか高いChE活性を

採用した。このときのチャートスピードは30mm/minで行った。

(2) 血球中 ChE 活性値

血球中 ChE 値は前述の全血 ChE 値と血しょう ChE 値を用い、次の算出式により求めた

$$\text{血球 ChE 値} = \frac{100 \times \text{全血 ChE} - (100 - \text{Ht}(\%)) \times \text{血しょう ChE}}{\text{Ht}(\%)}$$

6. 農薬使用状況と ChE 値の検討

被検者30人中、農薬使用者健康カレンダーを一年間通して明瞭な記載のあった者は男8人、女6人の合計14人で、これらの被検者各個人の月別農薬散布回数とその1回当りの平均所要時間、および被検者14名の月別農薬種別使用回数とその平均使用回数を集計算出したものを農薬使用状況として検討した。

一方、ChEについては、1年間における被検者各個人の全血 ChE、血しょう ChE、血球 ChE 値よ

り、その平均、標準偏差、最大・最小値とその月、およびその低下度(=100- $\frac{\text{最小値}}{\text{最大値}} \times 100$)を求め、また最小値を示した ChE 値がどの採血月に集中するかを観察するために、その採血月別頻度を求めた。

一年間における ChE 値の変動を観察するために、全被検者を性別に採血月ごとの全血 ChE、血しょう ChE、血球 ChE 値の平均、標準偏差を求め、これらの値について t 検定を行った。

Ⅲ 成 績

1. 農薬使用状況と被検者

有機りんおよびカーバメイト系農薬は表1に示されるように、全地区平均で総農薬購売件数の40.6%を占めていた。地区別には Sa 地区45.8%、Sak 地区40.6%、Ka 地区38.4%、Wa 地区38.3%、Hi 地区37.6%、Ni 地区35.2%、Ha・Har 地区34.9

表1 系統別農薬の地区別購売状況

系統別農薬	全地区 割合	Ni地区 割合	Hi地区 割合	Sa地区 割合	Ha地区 割合	Har地区 割合
有機りん系	13157 (19.0)	1620 (17.3)	889 (21.9)	2478 (22.1)	844 (17.0)	720 (19.1)
カーバメイト系	14581 (20.3)	1591 (17.0)	626 (15.4)	2891 (23.2)	882 (17.8)	570 (15.2)
ジチオカーバメイト系	32 (0.9)					
有機りん・カーバメイト系	275 (0.4)	31 (0.9)	11 (0.3)	52 (0.5)	6 (0.1)	24 (0.6)
カルタップ系	4037 (5.8)	470 (5.0)	202 (5.0)	911 (7.3)	401 (8.1)	98 (2.6)
その他	37032 (53.6)	5617 (59.8)	2327 (57.4)	5837 (46.9)	2831 (57.0)	2349 (62.5)
総 合 計	69142 (100)	9387 (100)	4055 (100)	12439 (100)	4964 (100)	3761 (100)
農家戸数	4729	173	349	462	325	323
系統別農薬	Wa地区 割合	Sak地区 割合	Nin地区 割合	Ka地区 割合	Kam地区 割合	
有機りん系	1426 (23.1)	2517 (24.5)	258 (16.1)	454 (20.0)	2321 (16.3)	
カーバメイト系	910 (14.7)	1601 (15.6)	162 (10.1)	380 (16.7)	2561 (18.0)	
ジチオカーバメイト系			4 (0.3)			
有機りん・カーバメイト系	31 (0.5)	49 (0.5)	11 (0.7)	39 (1.7)	21 (0.2)	
カルタップ系	291 (4.7)	339 (3.3)	44 (2.7)	60 (2.6)	1163 (8.2)	
その他	3522 (57.0)	5758 (56.1)	1130 (70.2)	1342 (59.0)	8142 (57.3)	
総 合 計	6180 (100)	10364 (100)	1609 (100)	2275 (100)	14208 (100)	
農家戸数	304	636	144	279	301	

資料…静岡県掛川市農業協同組合購売課 (1982年)

%, Kam地区34.5%の順に,有機りんおよびカーバメイト系農薬の購割割合が高かった。そこで,これらの地区ごとに農家一戸あたりの有機りんおよびカーバメイト系農薬の購入件数として算出するとNi地区18.7件, Kam16.3件, Sa地区12.3件, Wa地区7.8件, SaK地区6.6件, Ha地区5.3件, Hi地区4.4件, Har地区4.1件, Ka地区3.1件, Nin地区3.0件の順となっており,全地区平均は5.9件であった。このことからNi地区農家が最も多くの有機りんおよびカーバメイト系農薬を購入していることが示された。そこでこの農薬購入件数の最も多いNi地区より被検者を選んだ。被検者はNi地区の中でも,これら農薬購入件数の高い農家順に15戸から30人を選んだ。これらの被検者は表2に示されるように,男では20歳台が4人,30歳台が3人,40歳台が4人,50歳台が7人の合計18人で,その平均年齢は42.6歳であり,女では20歳台が2人,30歳台が0人,40歳台が6人,50歳台が4人の合計12人で,その平均年齢は43.5歳であった,また男女の総合計が30人で,その被検者の平均年齢は43.0歳であった。

2. 被検者14人(男8,女6)の月別農薬使用状況
農薬使用者健康カレンダーより,被検者各個人ご

との農薬散布回数とその平均所要時間を性別に,表3に示した。すなわち,農薬散布は2月頃より始められ11月頃までの長期に及び,短くともその散布は3月頃から9月頃までの7ヶ月間は,被検者の大部分が散布に従事している。その散布回数は3~5月頃までは2.2~3.5回であるが6月,7月で4.5~7.6回と急激に増え,8月頃より減少し10月には殆んど散布に従事していないという傾向が観察される。農薬散布の所要時間は個人差はみられるものの,性別平均農薬散布所要時間は2.6時間から5.5時間であった。使用農薬の種類ごとに,

表2 性年齢階級別被検者数とその平均年齢

性	年 階 級	年 齢		
		n	$\bar{X}$	S.D.
男	20 歳 台	4	28.3	1.5
	30 歳 台	3	33.7	1.5
	40 歳 台	4	43.8	1.7
	50 歳 台	7	54.0	2.9
	合 計	18	42.6	11.0
女	20 歳 台	2	28.5	0.7
	40 歳 台	6	42.5	2.1
	50 歳 台	4	52.5	2.5
	合 計	12	43.5	8.6
総 計		30	43.0	10.0

表3 月別農薬散布回数とその1回当たりの平均所要時間

性	N _i	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月
		回数 時間	回数 時間	回数 時間	回数 時間	回数 時間	回数 時間	回数 時間	回数 時間	回数 時間	回数 時間	回数 時間	回数 時間
男	2	— —	1 3.0	4 3.7	6 4.5	10 2.9	7 2.4	4 3.3	2 3.5	— —	— —	— —	— —
	3	3 3.3	1 3.0	4 4.3	5 2.8	4 3.7	3 3.0	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	7	3 4.7	2 3.5	5 4.6	9 3.2	10 3.0	7 3.6	4 2.4	1 4.0	3 3.0	— —	— —	1 3.0
	9	2 4.8	3 3.7	2 5.0	5 4.7	6 3.2	4 3.0	1 7.0	— —	— —	— —	— —	— —
	11	3 5.7	3 5.3	1 2.5	9 3.9	4 4.7	7 5.9	7 4.6	— —	— —	— —	— —	— —
	12	3 4.3	7 1.4	4 2.6	12 1.7	10 2.3	4 3.8	4 3.3	— —	— —	— —	— —	— —
	13	1 3.5	2 3.5	4 2.8	4 2.0	11 2.0	6 1.0	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	17	6 6.3	3 7.0	4 7.3	3 6.7	6 6.7	6 6.5	4 4.5	— —	— —	— —	— —	— —
	平均	3.0 4.7	3.0 3.8	3.5 4.1	6.6 3.7	7.6 3.6	5.5 3.7	4.0 4.2	1.5 3.8	3.0 3.0	— —	— —	1.0 3.0
女	1	— —	— —	2 5.5	6 4.6	10 2.7	7 2.4	4 3.3	— —	— —	— —	— —	— —
	2	— —	3 4.0	7 3.6	6 2.0	2 2.3	5 1.4	1 3.0	— —	— —	— —	— —	— —
	4	2 4.8	1 2.0	2 5.3	5 4.6	5 2.4	4 2.9	2 4.5	— —	— —	— —	— —	— —
	5	2 7.0	2 4.0	1 2.5	3 2.2	5 4.9	2 1.5	4 3.5	— —	— —	— —	— —	— —
	7	1 3.5	2 3.5	4 2.8	4 2.0	11 2.0	6 1.2	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	10	6 6.7	3 7.0	4 7.3	3 6.7	7 7.0	6 6.0	5 3.8	— —	— —	— —	— —	— —
	平均	2.8 5.5	2.2 4.1	3.3 4.5	4.5 3.7	6.7 3.6	2.5 2.6	3.2 3.6	— —	— —	— —	— —	— —

(農薬使用者健康カレンダーより集計)

その使用状況を月別に示したのが表 4 である。この表にも見られるように 3 月では有機りん及びカーバメイト系以外の農薬のボルドー、オマイト、アクリシッドゾルが使用され、4 月には有機りん系としてエルサン、ジプロム、スプラサイド、DDVP、ホスクリン、ホスパーやその他のトレファノサイド、グラモキソン、シマジン、オマイトなどが使用されだしている。5 月に入るとカーバメイト系のマイトサイジンやランネートが使用されるようになり 6～9 月にはあらゆる系統の農薬が数多く使用され、ことに 6 月、7 月、8 月は多種の農薬が高い頻度で使用され、中でも有機りん系ではスプラサイド、DDVP が、カーバメイト系ではランネート、トップジン M が、その他ではパダン、ボルドー、ダニコール、オマイトなどが頻繁に使用されていることが観察された。

3. 被検者の性別個人ごとの ChE 活性値

被検者 30 人の全血 ChE, 血しょう ChE, 血球 ChE

値の平均, 標準偏差, 最大値とその採血月, 最小値とその採血月, そして最大値と最小値で求められる活性値の低下度を表 5 に示した。

1) 全血 ChE 活性値は, 男の 15 人は平均 10 IU/L 以上を示すが, 他の 3 人はそれ以下の活性値であり, 逆に女では 10 IU/L 以上が 1 人で, 他の者はすべて 10 IU/L 以下であった。

2) 血しょう ChE 活性値の場合は男が最小値の 2.94 IU/L から最大値の 4.57 IU/L の範囲に, その平均値がみられ, 女では最小値の 2.49 IU/L から最大値の 4.32 IU/L の範囲に, その平均値がみられた。

3) 血球 ChE 活性値は, 男でその平均値が最小, 16.65 IU/L から最大値 20.86 IU/L の範囲がみられ, 女では最小値 16.68 IU/L から最大値 20.88 IU/L であった。

4) 全血 ChE, 血しょう ChE, 血球 ChE の最大値および最小値を示す採血月をみると, 全血 ChE

表 4 被検者 14 名 (男 8, 女 6) の月別農薬使用回数とその平均使用回数

使用農薬 系統 品名	3 月		4 月		5 月		6 月		7 月		8 月		9 月		10 月		11 月		12 月		1 月		2 月	
	回数	平均	回数	平均	回数	平均	回数	平均	回数	平均	回数	平均	回数	平均	回数	平均	回数	平均	回数	平均	回数	平均	回数	平均
有機りん系	EPN	—	—	—	6	0.43	4	0.29	—	—	2	0.14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	エルサン	—	—	4	0.29	—	—	2	0.14	10	0.71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	カルホス	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0.14	2	0.14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	キタジン P	—	—	—	—	—	1	0.07	5	0.36	3	0.21	1	0.07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ジプロム	—	—	7	0.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	スプラサイド	—	—	2	0.14	4	0.29	16	1.14	31	2.21	7	0.50	8	0.57	2	0.14	—	—	—	—	—	—	—
	スミチオン	—	—	—	—	8	0.57	4	0.29	2	0.14	8	0.57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	DDVP	—	—	19	1.36	8	0.57	—	—	1	0.07	3	0.21	4	0.29	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ヒノザン	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	0.21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ホスクリン	—	—	2	0.14	—	—	—	—	11	0.79	—	3	0.21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ホスパー	—	—	1	0.07	—	—	1	0.07	8	0.57	1	0.07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
カーバメイト系	サタール S	—	—	—	—	—	1	0.07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	トップジン M	—	—	—	—	—	8	0.57	16	1.14	2	0.14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	バクサ	—	—	—	—	—	1	0.07	—	—	2	0.14	3	0.21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	マイトサイジン	—	—	—	—	1	0.07	4	0.29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	メオパール	—	—	—	—	—	1	0.07	1	0.07	—	—	2	0.14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ランネート	—	—	—	—	12	0.86	17	1.21	18	1.29	24	1.71	9	0.64	—	—	—	—	—	—	—	—	—
その他	ベンレート	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	0.64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	パダン	—	—	—	—	—	22	1.57	17	1.21	10	0.71	8	0.57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ブリクトラン	—	—	—	—	13	0.93	5	0.36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ケルセン	—	—	—	—	—	3	0.21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	リーフゲン	—	—	—	—	—	4	0.29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ダニコール	—	—	—	—	—	12	0.86	17	1.21	3	0.21	10	0.71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	メルクデラン	—	—	—	—	—	—	—	2	0.14	6	0.43	3	0.21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ハイカッパー	—	—	—	—	—	—	—	2	0.14	—	—	2	0.14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	マリックス	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	0.43	1	0.07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ダイホルタン	—	—	—	—	—	—	—	2	0.14	1	0.07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	トレファノサイド	—	—	1	0.07	1	0.07	1	0.07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	グラモキソン	—	—	6	0.43	—	7	0.50	2	0.14	1	0.07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	除虫菊	—	—	—	—	—	—	—	2	0.14	6	0.43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	シマジン	—	—	1	0.07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ボルドー	4	0.29	—	—	8	0.57	3	0.21	13	0.93	19	1.36	13	0.93	—	—	—	—	—	—	—	1	0.07
	オマイド	16	1.14	1	0.07	2	0.14	1	0.07	—	—	—	—	2	0.14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	アクリシッドゾル	3	0.21	—	—	4	0.29	—	—	—	—	—	—	1	0.07	3	0.21	—	—	—	—	—	—	—
	ネマモール	8	0.57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(農薬使用者健康カレンダーより集計)

の場合は、その最大値を示す採血月は男が2月、10月、11月などに多くみられ、女では2月、10月に多くみられた。また最小値を示す採血月は男女ともに7月、8月に多くみられた。血しょうChEの場合は、男女ともにその最大値を示す採血月は2月、7月、10月、11月、1月と幅広い採血月にまたがってみられ、最小値を示す採血月においても5月、6月、7月、8月と暖かい季節での幅広

い採血月にみられた。血球ChEの場合は、その最大値を示す採血月は1月、2月、5月、6月、10月などに男女ともみられ、最小値を示す採血月は7月、8月に集中する傾向が男女とも観察された。

5)全血ChE、血しょうChE、血球ChEの最大値と最小値で算出した被検者各個人のChE活性値の低下度について観察すると、全血ChEの場合男では29歳の5.70から40歳の20.92、女では50歳

図1 農薬使用者健康カレンダー

昭和(57)年(4)月

— 農薬による災害をなくすために —

氏名(掛川次郎) 年齢(43)

日	曜日	農薬を使ったとき…○ 使わないとき…×	農薬散布時の 主たる担当作 業内容は。	どんな農作物 に使用した か。(A)	使った農薬は何 ですか。(B)	農薬散布 時間は。 (分位)	※ 使ったあと のぐあいは	※※ 農薬を使ったあとという風 に具合が悪かったかそのと きの症状を書いて下さい。
1	木	×						
2	金	○	噴 11	イチゴ 15a	DDVP 1000cc	90分位	○	ふらふらした。午前10時頃まいた。
3	土	×						
4	日	×						
5	月	○	噴 11	白菜 10a	スミチオン 500cc	60分位	○	頭痛がした。午後2時頃まいた。
6	火	×						
7	水	×						
8	木	×						
9	金	○	機械調整と調薬	レタス 10a	サリチオン 500cc	40分位	×	
10	土	×						
11	日	×						
12	月	×						
13	火	×						
14	水	○	噴 11	レタス 15a	ドイツボルドー 500cc DDVP 500cc	60分位	○	朝食前、午前7時頃散布。朝食が いやになり、はきけあり。
15	木	×			DDVP 500cc			食がいやになり、はきけあり
16	金	×						
17	土	○	噴 11	イチゴ 15a	サリチオン 300cc バイジット 500cc	50分位	×	
18	日	×			300cc 500cc			
19	月	×						
20	火	×						
21	水	×						朝起床時すっきりせず、二日酔い がひどく感じた。
22	木	×						
23	金	×						※9日に散布したとき、原液が眼 にとんで、すぐに洗ったが今日 になって、その時の右眼が痛く なり、はれあがってきたので眼 料にかかった。
24	土	×						
25	日	×						
26	月	○	ホースもち	イチゴ 15a	ドイツボルドー500cc	70分位	×	
27	火	×						
28	水	×						
29	木	×						
30	金	×						
31								

◎ 毎日ねる前に、わすれずにつけましょう。

の6.46から41歳の23.51といった範囲の低下状況が観察された。血しょうChEでは男が51歳の5.32から32歳の27.69で、女が52歳の7.44から同じく52歳の23.04の幅広い低下度がみられた。血球ChEでは、その低下度が男で26歳の4.95から32歳の26.99で、女では42歳の7.13から45歳の18.20で、その低下度が観察された。

4. 採血月ごとの性別全血ChE, 血しょうChE, 血球ChE活性値の1年間における変動

図2には被検者全者について、性別に全血ChE, 血しょうChE, 血球ChEの個人値を採血月ごとにプロットし、その採血月ごとの性別平均値と標準偏差の変動を示した。この図にみられるように男女とも血しょうChEの活性値は、その変動は少く、横ばいの傾向がみられるものの全血ChE活性値の変動は、血しょうChEの変動に比べて、やや採血月の7月、8月に低下し、10月にはゆるやかに上昇する回復傾向がみられた。血球ChE活性値の変動は全血ChE活性値の変動と同じく7月、8月に低下し、10月には回復する傾向がみられ、血しょうChE活性値の変動および全血ChE活性値の変動に比べてより顕著な7・8月の低下から10月への回復傾向

が観察される。

図2 性別コリンエステラーゼ活性値の年内変化

表5 性別個人ごとのコリンエステラーゼ活性の平均、標準偏差、最大・小値とその月およびその低下度

性	No.	年齢	採血 回数	全血コリンエステラーゼ活性値						血しょうコリンエステラーゼ活性値						血球コリンエステラーゼ活性値								
				X	S.D.	Max.	その月	Min.	その月	低下度	X	S.D.	Max.	その月	Min.	その月	低下度	X	S.D.	Max.	その月	Min.	その月	低下度
男	1	52	6	10.70	0.61	11.21	2	9.60	5	14.36	4.38	0.31	4.76	11	3.96	5	16.81	16.65	1.52	18.89	2	14.88	1	21.23
	2	42	6	10.40	0.68	10.98	11	9.14	7	16.76	3.98	0.16	4.07	1	3.80	8	6.63	17.79	1.33	19.17	8	15.26	7	20.40
	3	58	8	9.96	0.48	10.48	1	8.99	8	14.22	3.35	0.29	3.88	2	3.01	8	22.42	18.52	1.08	19.67	5	17.26	7	12.25
	4	57	4	10.00	0.40	10.66	10	9.73	7	8.72	3.51	0.15	3.66	10	3.38	5・8	7.65	18.40	1.79	19.94	10	16.08	7	19.28
	5	56	3	10.70	0.34	10.22	6	9.61	7	5.97	2.94	0.24	3.16	7	2.68	6	15.19	20.62	1.59	22.01	6	18.89	7	14.18
	6	35	7	10.70	0.69	12.01	2	9.87	8	17.82	3.74	0.34	4.21	2	3.22	10	23.52	18.57	1.34	19.85	10	16.63	7	16.22
	7	44	5	9.92	0.88	11.28	10	8.92	8	20.92	3.70	0.42	4.01	7	3.01	8	24.94	16.82	1.16	18.24	10	15.45	7	15.30
	8	51	4	9.61	0.46	10.04	6	8.96	7	10.76	2.94	0.07	3.01	1	2.85	6	5.32	18.80	1.51	20.60	6	16.98	7	17.57
	9	26	3	10.37	0.12	10.49	5	10.26	1	2.19	3.30	0.05	3.34	1	3.24	5	2.99	18.38	0.48	18.78	6	17.85	1	4.95
	10	46	7	10.43	0.49	11.15	2	9.69	8	13.09	4.17	0.18	5.51	10	4.00	6	27.41	19.71	1.18	21.06	2	17.98	8	14.62
	11	29	5	10.40	0.50	10.97	2	9.68	7	11.76	4.13	0.18	4.41	2	3.99	10	9.52	18.22	0.97	19.45	6	17.06	7	12.29
	12	52	8	10.70	0.58	11.34	11	9.57	8	15.61	3.34	0.22	3.60	11	2.91	6	19.17	20.86	1.69	22.08	5	18.09	8	18.07
	13	29	2	10.41	0.44	10.72	5	10.10	7	5.70	3.82	0.07	3.87	5	3.77	7	10.34	17.96	1.61	19.09	5	16.82	7	11.89
	14	51	8	10.57	0.64	11.28	11	9.40	8	16.67	3.84	0.44	4.39	1	3.29	7	25.06	18.31	0.85	19.69	6	17.15	8	12.90
	15	43	5	10.81	0.74	11.55	10	9.82	8	14.98	3.98	0.14	4.18	5	3.80	2	9.09	18.85	1.74	20.72	5	16.83	8	18.77
	16	29	5	10.44	0.74	11.20	10	9.57	8	14.55	3.61	0.26	3.82	1	3.17	8	17.02	18.37	1.71	20.38	10	16.90	2	17.08
	17	34	8	10.56	0.55	11.14	2	9.50	8	14.72	4.47	0.26	4.93	2	4.22	7	14.40	17.31	0.97	18.67	1	15.78	8	15.48
	18	32	6	11.34	0.41	11.79	11	10.59	8	10.18	4.57	0.50	5.20	11	3.76	6	27.69	19.36	2.36	23.86	1	17.42	2	26.99
女	1	40	5	9.10	0.70	10.00	2	8.26	8	14.70	3.92	0.27	4.21	2	3.57	7	15.20	17.00	0.79	17.77	5	16.07	8	9.57
	2	42	6	9.50	0.66	10.61	2	8.74	7	17.33	3.60	0.21	3.90	2	3.43	5・7	12.05	17.76	0.87	18.55	2	16.23	7	12.51
	3	44	4	9.00	0.67	9.85	2	8.27	8	16.04	2.49	0.26	2.69	5	2.11	8	21.56	18.86	0.69	19.63	2	18.23	7	7.13
	4	50	6	9.28	0.23	9.60	7	8.98	11	6.46	3.15	0.21	3.38	11	2.89	6	14.50	16.68	1.08	18.37	6	15.94	11	13.23
	5	45	7	9.93	0.45	10.45	5	9.32	7	10.81	3.57	0.25	4.02	1	3.26	6	18.91	20.88	1.79	22.97	6	18.79	8	18.20
	6	52	8	9.92	0.54	10.57	10	8.91	11	15.71	4.32	0.21	4.65	10	4.29	6	7.74	18.77	1.09	20.05	5	17.15	7	14.46
	7	56	8	10.02	0.79	10.94	1	8.75	7	20.02	3.90	0.28	4.24	1	3.34	6	21.23	18.73	1.12	19.89	6	16.72	8	15.94
	8	45	8	9.68	0.51	10.04	10	8.74	8	12.95	3.37	0.24	3.66	10	2.98	8	18.58	19.58	1.18	20.69	5・1	17.38	8	16.00
	9	41	5	9.83	1.14	10.89	10	8.33	7	23.51	4.02	0.26	4.21	2	3.67	8	12.83	20.06	2.06	22.02	10	18.05	8	18.03
	10	52	4	9.30	0.71	10.10	2	8.37	8	17.13	3.73	0.45	4.34	2	3.34	7	23.04	17.08	1.07	18.24	10	15.92	8	12.72
	11	28	4	9.24	0.66	9.76	11	8.31	8	14.86	3.20	0.25	3.46	5	2.98	7	13.87	17.99	0.92	18.89	5	16.82	8	10.96
	12	29	8	9.82	0.53	10.61	2	8.94	8	15.74	3.81	0.37	4.36	1	3.37	7	22.71	18.53	1.08	19.62	6・11	16.80	8	14.37

5. 性別採血月ごとの ChE 活性値とその平均値の比較

上述したように, ChE 活性値は1年間において, その採血月ごとの平均値が7月・8月に低下し, 10月には回復する傾向がみられた. そこで, 採血月の10月には回復したと考えられることから, このデータを基準として他の採血月との平均値を比較した結果, 表6にみられるように, 全血 ChE 活性値は男で10月の 10.81 ± 0.48 IU/L に比べて, 5月の 10.38 ± 0.46 IU/Lは5%の有意水準で低値を示し, 7月の 9.84 ± 0.43 IU/Lおよび8月の 9.73 ± 0.54 IU/Lは0.1%の有意水準で, 著しく低い活性値を示した. また女では10月の 9.93 ± 0.57 IU/L に比べて, 7月の 9.09 ± 0.45 IU/Lが1%, 8月の 8.89 ± 0.47 IU/Lが0.1%の水準で顕著な差がみられ, 有意に低値を示した. 血しょう ChE 活性値は男女ともに, 10月の男で 3.84 ± 0.46 IU/L, 女で 3.80 ± 0.43 IU/L に比べて, いずれの採血月とも差はみられなかった. 血球 ChE 活性値は男で10月の 19.42

± 0.99 IU/L に比べて, 2月の 18.25 ± 1.50 IU/L に5%水準, 7月の 17.06 ± 1.10 IU/Lと8月の 17.38 ± 0.89 IU/Lに0.1%の水準で差がみられる低値を示した. また女では10月の 19.32 ± 1.67 IU/L に比べて, 7月の 17.41 ± 1.00 IU/Lと8月の 17.16 ± 0.99 IU/Lの低値を示し, 1%の水準で顕著な差がみられた.

6. 採血月ごとの ChE 活性値の性比較

採血月ごとに男女間の全血 ChE, 血しょう ChE, 血球 ChE 活性値について t 検定を行った結果, 表7のような t 値が得られた. この表からもわかるように血球 ChE は採血月のすべてに性差はみられず, 血しょう ChE 活性値は11月のみ5%水準で性差がみられ, 他の採血月の性差は全くみられなかったが, 全血 ChE 活性値は採血月1月を除く他のすべてに5%以上の水準で性差がみられた.

7. 最小値を示した ChE 活性値の採血月別頻度

図3に示されるように全血 ChE, 血しょう ChE および血球 ChE 活性値のうち, 全血 ChE 活性値と

表6 性別採血月ごとのコリンエステラーゼ活性の平均値の比較 (回復期10月を基準として)

性別	月別	全 血 (IU/L)			血しょう (IU/L)			血 球 (IU/L)		
		N	X	S.D. 有意差	N	$\bar{X}$	S.D. 有意差	N	$\bar{X}$	S.D. 有意差
男	5	15	10.38	0.46 ※	15	3.75	0.44	15	19.18	1.40
	6	12	10.57	0.47	12	3.54	0.57	12	19.79	1.69
	7	16	9.84	0.43 ※※※	16	3.72	0.42	16	17.06	1.10 ※※※
	8	12	9.73	0.54 ※※※	12	3.59	0.48	12	17.38	0.89 ※※※
	10	14	10.81	0.48	14	3.84	0.46	14	19.42	0.99
	11	7	10.85	0.71	7	4.31	0.68	7	18.40	1.90
	1	12	10.61	0.54	12	3.92	0.56	12	18.97	2.20
	2	12	10.10	2.90	12	4.14	0.47	12	18.25	1.50 ※
女	5	10	9.85	0.62	10	3.70	0.46	10	19.81	1.63
	6	6	9.86	0.32	6	3.44	0.47	6	20.01	1.55
	7	12	9.09	0.45 ※※	10	3.42	0.51	9	17.41	1.00 ※※
	8	10	8.89	0.47 ※※※	11	3.37	0.60	11	17.16	0.99 ※※
	10	10	9.93	0.57	10	3.80	0.43	10	19.32	1.67
	11	7	9.59	0.57	7	3.62	0.30	7	18.44	1.41
	1	7	10.19	0.53	7	3.95	0.40	7	18.83	1.58
	2	11	10.01	0.45	11	3.83	0.54	11	18.31	1.13

(※ … $P < 0.05$, ※※ … $P < 0.01$, ※※※ … $P < 0.001$)

血球 ChE 活性値の最小値は、その大部分が7月と8月に集中している。すなわち全血 ChE 活性値の最小値は男の7月で33.3%，8月の55.6%で、合計88.9%を占め、女では7月の33.3%と8月の58.3%で、その合計が91.6%で占められている。また

図3 最低値を示したコリンエステラーゼ活性値の採血月別頻度分布

血球 ChE 活性値の最小値は男の場合7月が50.0%，8月が27.8%の合計77.8%に集中し、女では7月が25.0%，8月が66.7%の合計91.7%を占め、7,8月への集中状況がみられた。血しょう ChE 活性値は男が5～10月、女が5～8月の長期にわたった採血月に、その最小活性値がみられた。

IV 考 察

地域の農業経営形態や農村生活を考慮した健康に関連する研究は農村医学の30年と題する日本農村医学会編集・発行誌(1981)にもみられるように、これに関連する各種研究施設において農業従事者健康管理活動が展開されている。作物栽培を中心とする農業経営において、農薬使用は経済的に欠くことのできない作業の1つであろうことが、農林水産省 農蚕園芸局 植物防疫課 監修の農業要覧(1981)にみられる農薬の生産、出荷、流通、消費などからも推察される。また、これらの農薬は山本(1979) 香月・他(1979)らの著書にもみられるように、あらゆる農薬に使用され、作物栽培を目的とした農業経営において、農薬散布は止むを得ない作業形態と考える。農薬散布作業に伴う事故の発生は、以前しばしばみられたが、今日では低毒性の農薬が開発され、それらの農薬が製造・販売され、多くの農業従事者により、その散布が行われている。しかし高橋・他(1979)らは哺乳動物にとつたとえ急性毒性の低い農薬であっても、こ

表7 コリンエステラーゼ活性値の月別平均値の性差

採血月	全 血			血 し ょ う			血 球		
	自由 度	t 値	有 意 差	自由 度	t 値	有 意 差	自由 度	t 値	有 意 差
5	17	2.3232	※	20	0.2870		19	1.0073	
6	17	3.7608	※※	14	0.4001		13	0.2896	
7	25	4.4569	※※※	18	1.5911		20	0.8208	
8	22	4.3443	※※※	21	0.9912		22	0.5573	
10	19	4.0216	※※※	22	0.2205		14	0.1605	
11	13	3.6807	※※	9	2.4254	※	13	0.0448	
1	15	1.7045		18	0.1232		18	0.1583	
2	21	3.6184	※※	22	1.4646		22	0.1081	

(※… $P < 0.05$, ※※… $P < 0.01$, ※※※… $P < 0.001$)

れを継続して摂取した場合は潜在的中毒作用の持続、とくに分解しにくい薬物の組織への蓄積など慢性毒性の危険があり、農業従事者は、その危険性にさらされていると述べ、慢性農薬中毒発生の危険性を指摘している。ことに、有機りん系殺虫剤は、その低毒性が進み、今日では作物栽培を中心とした農業経営農家の農業従事者により頻繁に使用されている。有機りん系農薬はカーバメイト系農薬とともに生体の神経伝達の際に生じる acetylcholine を分解する Acetylcholinesterase の作用を烈しく阻害し、そのために神経細胞内に acetylcholine が蓄積して、神経伝達が障害され、異常興奮がおこり、重症な場合は痙攣をおこして呼吸が止まり死にいたるとされている。一方、軽度の中毒症状では急激な頭痛、嘔吐、倦怠感をおこす程度であって、有機りん剤から遠ざかれば次第に回復することが多く、治療剤には PAM や TMB-4 が使用されている。本研究の調査対象地域は茶の栽培による農業経営が中心であり、東・他(1983)は当該対象全域にわたる農業従事者のアンケート調査でカーバメイト系および有機りん系農薬使用に伴う頭痛、はきけ、気持ちが悪くなったなどの症状を訴えた者を農薬中毒らしい経験者とした場合、過去1年間に対象者2142人中、146人(6.8%)に、その経験者がみられたことを既に報告している。本調査対象の被検者14人の農薬使用者健康カレンダーにみられた農薬使用状況をもても、有機りん、カーバメイト系農薬が頻繁に使用され、ことに6月、7月、8月に最も多種の農薬が高い頻度で使用され、中でも7月は、その農薬散布回数が急激に増え4.5~7.6回であった。またそれに要する散布時間は2.6~5.5時間で、河合・他(1983)らのDMIPのハウス内1時間散布よりもはるかに長い時間であった。1957年、上田は有機りん系農薬として、パラチオン中毒問題の現状について述べている中で、その生体指標に血しょうならびに血球ChE活性値の低下と尿パラニトロフェノール排泄量を取りあげて、有機りん系農薬中毒を説明しており、最近では紺野(1979年)、山内(1980年)、木根淵(1982年)らのニワトリを用いた実験で遅発性

神経毒性がみられ、それに関連した研究報告がみられる。また高橋・他(1980年)らはCCl₄肝障害ウサギにおけるスミチオン投与の生体影響について、さらに山中・他(1981年)らはラットの血清ChE活性およびアイソザイムに及ぼす有機りん化合物の影響と解毒剤PAMの効果について報告している。神岡・他(1980年)らは軽微な慢性精神症状を残した急性スミチオン中毒の1例について報告し、塩飽・他(1982年)らは柑橘栽培従事者の農薬散布作業による健康障害について述べ、その中で、対象者男65人、女138人中、血清ChE低下者(0.60 ΔpH未満)が男7人(10.8%)、女11人(8.0%)に認められたと報告している。本調査では被検者30人(男18人、女12人)の全血ChE、血しょうChE、血球ChE活性値についての1年間を観察した。その結果、全血ChEと血球ChE活性値は農薬散布回数や農薬種別使用頻度の高くなる7月、8月に著明な低値がみられ、被検者各個人の最小値も7月、8月の採血月に集中する傾向がみられた。しかし血しょうChE活性値の年内変動は少く、かつ農薬使用との関連も規則性がみられなかった。従って、血しょうChE活性値は農薬使用による生体反応の観察には適しないものと考えられた。全血ChE活性値はほとんどの採血月において、その活性値に性差がみとめられた。これについては、一般的に性差の認められている赤血球数、ヘマトクリット値などの変動も考慮する必要がある。今後さらに検討したいと考えている。有機りん系やカーバメイト系農薬中毒の度合を判断するには、その生体指標としての血中ChE活性値の低下度による方法が上田(1957)、平木・他(1973)により用いられており、上田・河合(1974)によれば血球コリンエステラーゼの方が農薬中毒の診断には信頼性があり、一度低下すれば回復も遅いので治療の判定に参考になると述べている。しかし、田村・他(1981)、菅谷・他(1983)、杉山・他(1983)、市川・他(1983)らの報告をみる限り、血清コリンエステラーゼが、その指標として用いられている。これは測定方法の簡易性と肝機能指標としての有用性などの理由と考えられる。そこで著者は、農薬

散布従事者を被検者として、これら被検者の全血 ChE (全血, 血しょうおよび血球) 活性を求め、これらの年内変動より、被検者各個人の最大値と最小値から、全血, 血しょうおよび血球 ChE 活性値の低下度を求めた。その結果全血, 血しょう, 血球 ChE 活性値の、いずれの低下度も高橋(1956)が提示している農薬中毒症例から統計的に結論した危険域としての30%以上を示した者はなかったが、それに近い値を示した25%以上のものは血しょう ChE 活性値の男3人, 血球 ChE 活性値の男1人にみられ、必ずしも無視できるものではないと考えた。田村・他(1981)によれば、集団内の血清コリンエステラーゼは年齢、肥満度、平均血圧、Hb, GOT, GPT および Tch との間に有意な相関があるとし、血清コリンエステラーゼは個人ごとに正常値が存在すると考えられると報告している。また、安藤・他(1981)によれば、重回帰分析により、血清 ChE は年齢、GPT, Tch, BI, それに Hb の2乗値を加えたら5変数が最適の予測値を与え、これらによって血清 ChE の正常値の範囲をある程度推定しようと報告しているが、これらに用いられた値のすべてが夏期農村婦人のみの解析であり、冬期および男性の場合については検討中であると述べている。一方、杉山・他(1983)は農薬作業有無別異常者出現頻度において、貧血と血清 ChE 活性値の低値者 ($\Delta pH 0.60$ 未満)、そして肝機能異常者が農薬作業群に多くみられたと報告している。著者の研究では全血および血球 ChE 活性値と散布農薬や時期との関連がきわめて明確であり、しかも農薬散布後には全血および血球 ChE 活性値の低下が著明であった。従って農薬中毒の健康管理上の一指標として全血 ChE 活性値ならびに血球 ChE 活性値のいずれも用いることができると考えた。尚、従来 ChE 活性値の低下による農薬中毒の分析において、人間による全血, 血球, ならびに血しょう ChE 活性値を用いた分析は Alles. et al, Michl (1949), 高橋(1956), Areekuls, et, al (1981), Whittaker, M (1982) 等の報告がみられるもののきわめて少ないことから、農薬中毒に関する健康管理上の研究として意義あるものとする。

以上のようなことから、農業従事者の健康管理活動には該当地域の農業経営形態を十分に考慮した活動が望ましく、本調査対象地域のような農業従事者を対象とする場合は、その農業経営において有機りんおよびカーバメイト系農薬の使用頻度が高いことから、それに特異的生体指標とされる血球 ChE の検診項目をとり入れる必要があり、その際は少なくとも農薬使用頻度の低い時期と高い時期の2回を実施し、その低下度より農薬中毒の度合いが判定されこの低下度を個人の感受性として捉え、農薬散布従事者の中毒予防、事後指導にも役立つものと考えられる。

V 結 論

農薬散布従事者男18人, 女12人の合計30人について、有機りんおよびカーバメイト系農薬散布作業との関連において、年間8回の採血を行い、その1年間における全血, 血しょう, 血球 ChE 活性値を Cholinesterase-Color-Test 法によって測定し、農薬散布作業との関連を観察し、次の結論を得た。

(1) 全血 ChE 活性値は農薬散布従事月において、その活性値の低下は男女、いずれも著明であり、より女に顕著であった。

(2) 血球 ChE 活性値は農薬散布従事月のいずれもおも顕著な低値を示したが、その度合には男女の差はみられなかった。

(3) 血しょう ChE 活性値の場合は、その低下は殆んどみられず、農薬曝露に対する健康管理上の指標として用いることは不適当であると考えた。

以上のことから、これら農薬散布従事者の健康管理の上で、全血ならびに血球の ChE 活性値の低下を指標として用いることができると考える。

尚、本論文の要旨は第42回日本公衆衛生学会総会(1983年11月9日)において発表した。

本研究に際し、終始、御指導御鞭撻下さいました帝京大学医学部公衆衛生学教室山本幹夫教授、血液検査を担当して下さいました静岡健康管理センターの加瀬沢信彦先生、ならびに関係職員諸氏に深謝するとともに、本研究に御援助を賜りました

静岡新聞社と掛川市農業協同組合、また被検者として御協力下さいました農業従事者(日坂地区)の各氏に深甚の意を表する。

文 献

- Alles, G.A., and Hawes, R.C. (1940) : Cholinesterases in the Blood of Man, *J. Biol. Chem.* 133, 375
- Areekul, S., Srichairat, S., Kirdudom, P. (1981) : Serum and Red Cell Cholinesterase Activity in People Exposed to Organophosphate Insecticides. *Southeast Asian. J. Trop. Med. Public Health.* 12, 1, 94-98
- Harry. O. Michel, Ph. D. (1949) : An Electrometric Method for the Determination of Red Blood Cell Plasma Cholinesterase Activity, *J. Lab. Clin. Med.*, 34, 1564-1568
- 平井和光, 奥田拓道, 塩飽邦憲, 村岡俊春, 岡田尚久, 鳥居本美 (1980) : 柑橘農村地域における血清コリンエステラーゼに関する疫学的研究, 特に血清脂質との関連性について, *日農医誌*, 29, 4, 672-677
- 平木 潔・岩崎一郎(1973) : 農業中毒の臨床, 初版, 25-107 中外医学社(東京)
- 東 博文, 平畑秀東, 相良 徹(1983) : 農業協同組合を中心とした農業従事者の健康管理に関する研究, *民族衛生*, 49, 5, 233-246
- 市川英彦, 横山孝子, 朝田 捷, 宮沢昭一, 高橋和子, 黒沢英明 (1983) : 季節的にみた長野県婦人農業従事者の健康・生活に関する研究, *日農医誌*, 32, 2, 87-100
- 紺野信弘(1979) : 有機リン殺虫剤 Phosvel のニワトリ脂肪組織内蓄積と遅発生神経毒性, *日衛誌* 34, 4, 580-588
- 香月繁孝, 飯塚慶久, 古山 清, 後藤宗玄(1979) : 農業便覧, 第4版, 農山漁村文化協会(東京) 1~561
- 神岡芳雄, 中島琢夫, 奥野洋子(1980) : 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, *日農医誌*, 29, 4, 678-683
- 木根淵英雄(1982) : 有機燐殺虫剤の遅発性神経毒性日本公衛誌, 29, 2, 49-56
- 河合正計, 吉田政雄, 富田美佐子, 古山公英, 黒岩 茂, 金子芳洋(1983) : DMTP のハウス内散布における作業者のばく露について, *日本公衛誌*, 30, 8, 358-367
- 三浦豊彦, 齊藤 一, 狩野広之, 藤本 武, 多田治編集(1974) : 新労働衛生ハンドブック, 労働科学研究所(東京), 941-959
- 農村医学会(1981) : 農村医学の30年, 第30回総会記念, *日農医誌*, 30, 特別号
- 農林水産省農蚕園芸局植物防疫課監修(1979) : 農薬要覧, 日本植物防疫協会(東京)1-491
- 塩飽邦憲, 平井和光, 鳥居本美, 坪井敬文, 美馬安昭(1982) : 柑橘栽培従事者の農薬散布作業による健康障害について, *日農医誌*, 31, 2, 64-68
- 菅谷 彪, 林 茂樹, 林 雅人, 松岡富男, 大久保俊治, 小棚木章(1983) : 農業生産構造と健康障害に関する研究—単作地区, 複合経営農家および漁村地区における健康調査のまとめ—, *日農医誌*, 32, 2, 65-71
- 杉山一教, 亀山宏平(1983) : 新潟県における農業生産構造と婦人農業従事者の健康障害に関する研究, *日農医誌*, 32, 2, 72-86
- 高橋 謙(1956) : パラチオン中毒時の尿中パラニトロフェノールの意義について, 第Ⅱ報パラチオン人体投与実験, *日衛誌*, 11, 2, 128-131
- 高橋政教, 笠川宏子, 井口弘三, 岩井司郎, 佐々木敬子, 曾根 賢, 石見貞次, 木村正方(1980) : 有機リン農薬の生体内残留に関する実験的研究, (第2報) CCl₄肝障害ウサギにおける Sumithion 投与の影響, *日農医誌*, 29, 2, 99-108
- 田村憲治, 田谷利光, 安藤 満(1981) : 血漬コリンエステラーゼと数種の生物化学的要因との関連について, *日農医誌*, 30, 2, 121-127
- 上田喜一(1957) : 農業パラチオン中毒問題の現状, *日本公衛誌*, 4, 7, 341-346
- Whittaker. M., Wicks. R.J., Brittin. J.J. (1982) : Studies on the Inhibition by Propranolol of

- Some Human Erythrocyte Membrane Engymes and Plasma Cholinesterase. Clin. Chem. Acta., 119, 1-2, 107-114
- 山本 亮(1979)：農薬学，第24版発行，南江堂（東京）95-154
- 山下恭平，水谷純也，藤田稔夫，丸茂晋吾，江藤守総，高橋信孝(1979)：農薬の科学，文永堂（東京）1-331
- 山内 徹(1980)：有機リン殺虫剤 Phosvel の遅発性神経毒性に対する実験的肥瘦の影響，日衛誌 35, 5, 782-793
- 山中すみへ，市岡功己，西村正雄(1981)：ラットの血清コリンエステラーゼ活性およびアイソザイムにおよぼす有機リン化合物の影響と解毒剤 PAM の効果，日衛誌，36, 5, 773-782
(受稿 1983.9.10)