農薬による自然環境汚染とその対策

西 島 修

農林省農薬検査所（東京都小平市鈴木町 2-772）

The Environmental Pollution by Pesticides and Counterplan

Osamu NISHIJIMA

The Agricultural Chemicals Inspection Station
(2-772, Suzuki-cho, Kodaira-shi, Tokyo)

はじめに

昭和49農薬年度（昭和48年10月～49年9月）の農薬生産額は2,026億円であった。殺虫剤、除草剤、殺菌剤、殺虫殺菌剤とも前年を大幅に上回り、生産数量は全体で74万7千tで前年に比べて約30%近くの増加となっている。現在登録を受けて市販されている農薬の銘柄は約4,500件で約330の化合物が農薬として使用されている。減反等による水田作付面積の減少、耕地利用率の低下という現象とは逆に農薬生産量が毎年増え続ける現象はどのように理解すべきであろうか。いろいろなところで農薬問題がとりあげられ、多くの議論がなされてきている。そして、現在の農業技術を根本から見直そうという思想のもとで自然農法、有機農法などについても多くの議論とそして実践が行われてきている。農薬について、今までにわかってきた事の一部を記して今後の参考に供したいと思う。

1 農薬の出現

薬剤が植物の病気の防除に大きな効果のあることを確認したのはボルドー液の発明である。1879年から数年間フランスのブドウ園ではブドウのベト病が大発生し、ブドウ生産が危機に陥った。ボルドー大学のミヤルデ教授はボルドー地方で道路に面したブドウはこの病気にかかっていないことに気づき、調べたところ、この地方では盗難を防ぐために道路に面したブドウに石炭乳と銅塩の混合液を散布する習慣のあることがわかった。これがベト病を防いでいることに気づき、石炭乳と硫酸銅との混合を系統的に研究してついにボルドー液を開発したのである。ボルドー液は他の化合物のどれよりもベト病に効果があり、ブドウだけでなく、ジャガイモ疫病やトマト、リンゴ、バラなどの病気にも良く効いたのである。このボルドー液がわが国に初めて持ち込まれたのは、明治30年代以降で、当時ウドンコ病の流行に悩まされていた山

梨県下のブドウ園の危機を見事に救った。また、初期に使用された殺虫剤としては、アメリカで、ジャガイモの害虫として猛威をふるったコロラドハムシに対するパリスグリーン（硫酸銅水溶液に亜硝酸ナトリウム水溶液を加え、これに酢酸ナトリウム希釈液を加えてつくる）やヒ酸鉛（いずれも消化中毒剤）などがある。一方天然殺虫剤としては、1800年ころトランスコーカサス地方で除虫菊が使用されている。この殺虫成分はピレトリンと呼ばれる複雑な化合物である。タバコは除虫菊よりもやや古く、1763年ころフランスで殺虫剤として使ったという記録がある。タバコの殺虫成分は有名なニコチンである。熱帯に分布するマメ科植物デリス・エクブティカの根に殺虫成分ロテノンが含まれているが、1848年デリスの殺虫剤としての利用が発表されている。

このように第二次大戦前はヒ酸鉛、ヒ酸石炭などのヒ酸塩類、石炭硫黄合剤など数種の無機化合物と、除虫菊、タバコ、デリスなど植物成分を原料とした殺虫剤しかなかった。BHC、DDTに代表される有機合成農薬が使用されるようになったのは第2次大戦以後のことである。

わが国が敗戦の混乱から立ち直るためには、まず食糧の確保が最も重要なことであった。そのためには肥料と効果のある農薬が何よりも求められたわけである。その当時衛生害虫駆除に用いられ始めていたDDTも早速農薬として試験されることになった。各地の農業試験場で各種害虫に試験した結果その強い殺虫力と適害虫の広さ、効力の持続性などを確認することができた。この目を見張る効果は、稲作の害虫防除のために水田に薬剤を散布するなどということは、到底不可能であるというそれまでの既成概念をうちくずすことになった。1942年イギリスのICI社でBHCが、1934年ころからドイツのバイエル社でパラチオンなど一連の有機リン剤が、またアメリカのシェル社ではアルドリン、ディルドリンなどのシクロジエン殺虫剤が相次いで開発され、これらの強

図-1 代表的農薬の構造式

力な殺虫剤は害虫防除に大きな役割を果たすことになった。そして各殺虫剤の特性により適用害虫が分化していき、ニカメイガにはパラチオンと BHC、ウンカ、ヨコバイ類にはマラソンなどの有機リン剤、コガネムシ、ヨトウムシにはシクロジエン剤などというように害虫防除すなわち殺虫剤散布という状態になっていった。

パラチオンがわが国に紹介されたのは昭和 23 年であり、実際に試験されたのは昭和 26 年である。ホリドール乳剤をニカメイチュウに試験したところ、大変すばらしい殺虫効果を示した(ニカメイチュウは稲の葉しょう(鞘)や茎の中に食入するので、これを防除することは大変困難であるとされていた)。また果樹の害虫に対してもパラチオンはすぐれた効力を発揮した。しかし、パラチオンは人畜に対してきわめて強い急性毒性を有し、それを使用することは一面では命がけの作業であった。パラチオンが実用化された昭和 27 年は稲イモチ病の防除にセレンサン石炭が使用された年でもあり、これが後に水銀汚染をもたらすことになるわけである。このように各種の殺虫剤が開発され、その利用によって害虫を防除することができるという前提に立って、早期栽培が行われ、また多肥栽培による多収穫栽培技術が奨励されたのである。このような栽培体系は寒冷地における冷害、九州・四国地方における収穫期の台風被害をさげさせ、食糧増産を推進することとなった。しかし、一方このような栽培体系は、イネを害虫の格好のえさ場として提供することになり、農薬による病害虫防除の必要性が増々拡大していくことにつながっていくのである。

2 作物と病害虫および雑草

昭和 49 年度の米の収量は 1,229 万 2 千 t であったが、イモチ病やニカメイチュウ、ウンカなどによる病虫害、天候不順による減収など全被害の総計は 111 万 3915 t に達し、収量の約 9% にもなっている。このように病虫害による被害もきわめて大きいわけであるが、作物は大抵 10 種以上の病気をもつといわれる。現在わかっている主

な病気の種類はイネ 25, オオムギ 30, ジャガイモ 19, トマト 26, キュウリ 16 などである。このうち細菌は約 260 種であるが、今日知られる病原となるカビは約 8,000 種に達しており、カビによる病気が圧倒的に多いのが植物病害の特徴である。一方、現在まで種として記載されているこん虫は約 90 万種といわれており、その中で害虫といわれるものは世界で約 3 万種である。こん虫は植物を直接食害するばかりでなく、植物の病気を媒介して大きな被害を与えるものもある。

例えば、稲では、ツマグロヨコバイによってウィルスが媒介されるい縮病や、ヒメトビウンカによってウィルスが媒介されるシマハガレ病などがある。い縮病にかかった稲は伸長せず、ほとんど穂が出なくなってしまう。またシマハガレ病にかかると稲の葉がねじ曲り、やがて枯れていく。この他野菜や花にもウィルス病が多く、アブラムシなどによって媒介される。

全世界には 20 万～30 万種の高等植物が分布し、そのうち雑草は 3 万種以上といわれている。日本では約 450 種の耕地雑草が認められており、水田に 43 科 191 種、畑に 53 科 302 種あり、そのうち水田雑草の 1/3、畑地雑草の 1/2 が多年性雑草である。そしてウリカワ、オモダカ、ミズガヤツリなどの多年性雑草が最近著しく増加している。

3 農薬と生物相

3・1 病害虫の多発と薬剤抵抗性

農薬が初めて使われ始めたころは、目を見張るような効果があったため、農薬によって病害虫防除は簡単に行われると考えられた。しかし、実際には農薬散布量は年々増加の一途をたどっていったのである。なぜであろうか。その原因としては生態学的視野が根本的に欠除していたからであるといつてよいであろう。

殺虫剤に抵抗性の害虫が初めて報告されたのは、1914 年カリフォルニア州でかんきつの害虫として被害を与えていた、サンホーゼカイガラムシの石灰硫黄合剤抵抗性である。しかし、そのころは殺虫剤の使用量がきわめて少なく、あまり問題にならなかった。Ripper¹⁾は DDT など有機合成農薬の登場後わずか 10 年間で農薬散布をしたため、世界では 13 科 50 種の害虫が異常発生したと報告している。農薬の散布によって防除を目的とした害虫ばかりでなく、その害虫の天敵あるいは害虫として重要な地位を占めない潜在害虫の天敵をも殺して、これら潜在害虫に新しく害虫としての地位を与えてしまったのである。

また Massee²⁾によれば、イギリスのリンゴ園では殺虫

表-1 水田において殺虫剤散布に伴い生息密度が著しく変わったと思われる主な種類*

	水 稻 害 虫	水稻害虫の天敵
減 少 種	直し(翅)目全種, クロカメムシ イネカメムシ, イナゾマヨコバイ ニカメイチュウ, サンカメイチュウ イネコミズメイガ, イネゾウムシ イネドロオイムシ, イネハモグリバエ キリウジガガンボ, タテハマキ	カマキリ科全種 トンボ目全種 カタビロアメンボ科全種 ヒメトビロサシガメ オサムシ科全種, 膜し(翅)目全種 真正クモ目全種
増 加 種	ツマグロヨコバイ, ヒメトビウソカ トビイロウソカ セジロウソカ	

* 大串龍一, “農業なき農業は可能か”, 農山漁村出版協会 (1972) p. 96.

剤散布がせいぜい年1回以内であった1920年以前においては害虫も60種, 天敵は40種も生息していた。しかし, 戦後の DDT などの導入によってかつてリンゴ園にいた天敵類のほとんどが姿を消し, わずか4種類が主要害虫として残った。それにもかかわらずリンゴ園の虫害はその害虫の個体群密度が高いため, 数十年前の多数の害虫によるよりもかえって大きくなったと報告されている。

1968年には世界で224種の害虫が各種の殺虫剤に抵抗性を獲得したことが報告されている。また抵抗性獲得が報告されている害虫の11例について新しい殺虫剤が使われ始めてからどの位で害虫が抵抗性を獲得したかを調べた結果最低2年, 平均で5年で抵抗性を獲得している(桐谷, 川原³⁾, 1970) 殺虫剤の使用量の増加とともに, かえってその勢力を増している害虫にハダニがある。ハダニ類はわが国だけでも58種が知られており, このうち半数近いものが園芸作物に寄生加害している。ハダニ類は世代の交替が早く, その個体群が薬剤による淘汰をうける速度が早い上に, 比較的行動範囲が狭いために近親交配が行われやすいなど, 抵抗性を発達させやすい条件を有している。ハダニの被害は直接作物体の枯死や欠損につながるものではなく, 汁液の吸収—クロロフィルの減少—減収, 品質低下といったいわば間接的なものである。従来ハダニの防除は予防的な駆除に重点がおかれていたため, いきおい薬剤の過剰散布になりやすく, このことが抵抗性の発達を早める原因にもなったのであろう。ハダニの多くは施肥量の増加とともに繁殖力が増大することも知られている。このようなことからハダニは殺虫剤がつくり出した典型的な害虫であるといえる。

日本で水田害虫における抵抗性が問題になったのは昭和35年パラチオン抵抗性ニカメイチュウである。パラチオンに次いで BHC 抵抗性が問題となった。その後昭和

表-2 殺虫剤抵抗性をもつといわれる事例*

	抵抗性をもった害虫名	ききめが落ちた薬剤名
イ ネ の 害 虫	ニカメイチュウ ツマグロヨコバイ ヒメトビウソカ イネドロオイムシ イネハモグリバエ	パラチオン, BHC, MEP マラソンその他の有機リン剤, NAC その他カーバメート剤 BHC, マラソン, MTMC BHC BHC
	モンシロチョウ タマネギバエ タネバエ コナガ キスジノミハムシ モモアカアブラムシ	DDT アルドリン, ヘプタクロル アルドリン, ヘプタクロル DDVP その他二, 三有機リン剤 アルドリン, ヘプタクロル マラソン剤, ESP など二, 三有機リン剤

* 川井一之, 無農薬農業への挑戦と問題点, 遺伝, 5, 35 (1973)

表-3 薬剤耐性菌が問題になっている薬剤とその病害*

薬 剤	病 害
ベノミル剤 (ベンレート)	{ キュウリうどんこ病 リンゴ黒星病 リンゴうどんこ病 メロンうどんこ病
チオファネートメチル剤 (トップジンM)	
チオファネート剤 (トップジン)	
キノメチオネート剤 (モレスタン)	
オキシカルボキシ剤 (プラントバックス)	菊白さび病
カスガマイシン剤 (カスミン)	イネ いもち病
ポリオキシシンBおよびL剤	{ ナシ黒斑病 リンゴ斑点落葉病
ストレプトマイシン剤	{ タバコ野火病 桑縮葉細菌病

* 植防コメント (1974-8-10), 日本植物防疫協会

36年にはツマグロヨコバイのマラソン抵抗性が報告され, その後は各県で続々と薬剤抵抗性害虫が発見されていく。一方植物病原菌においても害虫同様に耐性菌の出現が問題となっている。耐性菌が問題となっている薬剤の特徴としては, 一般的に低毒性で, 選択的な作用を有することがあげられる。最近の選択的に作用する薬剤の増加と, 長期連続使用が薬剤耐性菌の出現の原因になったと考えられる。

3.2 天敵類に対する農薬の影響と天敵の保護

大多数のこん虫はえさ不足になる程過密状態になる前に自己調節機構が働いているらしい。これは密度が少し高くなってくると成虫が卵を生まなくなったり, 他の密度の低い所へ移動していくことからうかがえる。従って例えばツマグロヨコバイの平衡密度は主にこのこん虫個体群そのものに内在する自己調節機構によって決まっているものと考えられる。ところがツマグロヨコバイの重要な捕食天敵であるクモ類は5年間一切の農薬を散布しなかった実験田では, 当初株当たり1頭の密度から5年目には23頭まで増加した。クモ類のほかにも卵寄生ばちの寄生率も年を追って高くなっている。そして5年間ク

表-4 水田における殺虫剤無散布の期間とツマグロヨコバイの天敵の増加の関係

年 次	無散布の期間	イネ株当たりのピーク時のクモの個体数 ¹⁾	ツマグロヨコバイの各世代の卵の寄生バチによる寄生率(%) ²⁾		
			第2世代	第3世代	第4世代
1968	2年目	0.9	0.0	25.4	44.9
1969	3年目	2.5	1.2	51.9	51.5
1970	4年目	8.3	1.0	61.8	83.7
1971	5年目	22.9	16.3	73.0	80.1

1) 桐谷, 笹波(1972) 2) 笹波, 桐谷(1972)

* 桐谷圭治, 中筋房夫, 環境の科学, 日本放送出版協会(1972) p. 261.

モ類が増え続けた実験田では, ツマグロヨコバイの卵密度は5年前の1/2程度に減少している。また多数のニカメイチュウの寄生ばちのうちズイムシアカタマゴバチの寄生率を農薬使用時代以前と比較してみると, 戦前にはかなり高い寄生率が見られていたが, BHCなどが使用されはじめると寄生率が極端に低下している。ツマグロヨコバイは元来 BHC に対してあまり感受性が高くはなかったもので, 薬剤散布によって天敵不在となった水田における重要害虫となってきた。一方水田に生息するクモの種類は13科170種以上, そのうちごく普通にいるものは8科10種位である。これらクモ類のうちドクグモ類やセスジアカムネグモ類はツマグロヨコバイを大変好み食いの50~75%はツマグロヨコバイによって占められ, 圃場に発生したツマグロヨコバイの幼虫の30~50%, 成虫の50%以上を捕食している。イネの収穫後11月末から3月中旬にかけての調査で, 無防除田の平均1m²当たり53頭に対して防除田では22頭に半減していた。このような薬剤散布の繰り返しのうちに水田からほとんどのクモ類が姿を消していったのである。

ハスモンヨトウの場合, 殺虫剤散布とともに, 良く除草管理の行き届いた畑地条件も天敵相の貧困化(単一

図-2 捕食性天敵のクモ類の密度がイネ株当たり1頭のときと15頭のときのツマグロヨコバイ卵密度の増殖曲線の比較

表-5 各種殺虫剤に対するツマグロヨコバイとクモ類の感受性の比較(浸せき法による中央致死濃度ppm)*

		ツマグロヨコバイ ¹⁾	キズキドクグモ ²⁾	セスジアカムネグモ ²⁾
カーバメート系	NAC	132.5	59.1	1044.0
	BPMC	176.1	253.4	4345.2
	MPMC	176.1	70.7	650.0
	MTMC	200.8	134.8	2481.2
	MIPC	173.0	150.0	1532.8
	CPMC	293.9	200.0	2044.1
有機リン系	マラソン	735.0	500.0	2173.5
	ダイアジノン	618.1	198.4	3220.2
	スミチオン	6322.7	1782.1	3605.8
有機塩素系	DDT	645.5	72.6	100.8
	BHC	228.1	5.6	14.4

1) 処理後6hr経過の結果 2) 処理後24hr経過の結果

* 川原幸雄, 桐谷圭治, 笹波隆文, 防虫科学, 36, 121(1971)

化)をもたらし, 害虫化をひきおこした大きな要因になっている。そこでハスモンヨトウのふ化幼虫集団を攻撃して集団を分散させてしまうコサラグモ類と, 中老齢幼虫を捕食するアシナガバチなどの重要な天敵が働きやすい条件をつくってやれば, 殺虫剤によらずとも多発を防げる可能性がある。これまで雑草は作物の養分競合者として考えられていたが, 天敵類の保護地としての役割も再評価されなくてはならない。

3.3 土壌生物および水中生物に及ぼす影響

農薬はいったん土壌に入った場合, 植物体上や土壌表層部と異なり, 大変分解しにくくなる。土壌表面では γ -BHC, ディルドリン, DDTのそれぞれの半減期が5, 9, 18週間であるのに対して, 土壌中ではそれぞれ15~20週, 4~7年, 5~8年と全くけた違いに長くなるのである。農薬の生物相への影響は農薬の毒性とその土壌中の残留性の2つの要素で決まってくる。一般的にミミズは他の土壌生物に比べて塩素系殺虫剤には強い。ところがミミズは大量の土壌を体内を通過させるため, 土壌中濃度の10倍程度体内濃縮をおこすのである。

表-6 各種のミミズによる塩素系殺虫剤の濃縮*

ミミズの種類	濃縮度(倍)			
	殺虫剤			
	全DDT	γ -BHC	アルドリ	ディルドリン
	土壌中濃度(ppm)			
	0.93	0.004	0.72	0.64
<i>L. terrestris</i> (大型)	1.18	1.5	0.069	2.5
<i>A. lousa</i> (大型)	1.43	1.5	0.39	3.44
<i>O. ozaeum</i> (大型)	1.33	2.0	1.16	3.75
<i>A. caliginosa</i> (小型)	2.68	2.75	0.72	5.9
<i>A. chlorotica</i> (小型)	4.86	3.25	1.36	7.19
<i>A. rosea</i> (小型)	2.78	4.25	0.88	6.09

* G.A.Wheatley, J.A. Hardman, *Nature*, 207, 486(1968)

ミミズの土壤中での働きをみてみると、一匹当たり一年間に 0.8 kg という大量の土壌を処理しており、1ヘクタール当たり3万匹いると仮定すると、1年間 25 t の土壌を処理することになる。また採算牧草地での調査によると 1 m² 当たり生息するミミズの平均重量は 44 g であり地表に運搬される ミミズのふん土は 1 m² 当たり年間 16 t となる。このようにミミズによって処理される土の量は莫大なものになる。ミミズは死ぬと自分のもつ消化液によって自己消化され、更に細菌や糸状菌によって分解される。このように土壌の粒団化を促進し、穴掘作用によって上下の土層を反転させ、土の生産力を高めるのに大きな役割を果たしているのである。しかし、体内に大量の農薬を蓄積していることは、ミミズを捕食する鳥類などによって更に高濃度に濃縮され、より一層の汚染をもたらすことになる。そしてまたカーバメート剤のようにミミズに対して毒性の高い農薬もあり、近年その使用量の増大とともに、農耕地におけるミミズの数が減少してくることは、良好な土壌条件を維持していく

上においてきわめて重大な問題である。

次に水中生物に対する影響をみると、こん虫類ではトンボやホタルは全生活環あるいはほとんどの期間を水中で生活する。これらは食肉性であることと相まって、エラ呼吸によって農薬の体内濃縮が急速に行われやすいことがその減少を招いた大きな原因と考えられる。一方カのように幼虫は水中生活者でありながら空気呼吸をし、その発生回数も多いものでは水中での力の捕食虫が農薬によって減少し、増殖に有利な条件となってくる。このことは力を媒介とする病気の多発につながることであり、大きな問題である。

殺虫剤によって生物相が貧困化（単純化）されていくことがわかっているが、このような現象は水中プランクトンなどにおいてもいえるようである。DDT によって水中プランクトン相が乱され、その結果少数のプランクトンの異常増加により、水中溶存酸素の不足、あるいはプランクトンから分泌される毒素などによって、水中生物が減少する可能性のあることが指摘されている。

魚類における生物濃縮の例としてホールデンの実験がある。ディルドリンを 2.3 ppb 含む水でニジマス进行飼ったところ、約3週間でニジマスは死亡した。死亡したニジマスのエラと肝臓からはそれぞれ 18 ppm と 16 ppm のディルドリンが検出された。つまりわずか3週間のうちに8,000倍近い濃縮がおこったことになる。

このように土中、水中をとわず、汚染物質がきわめて高度に濃縮されるということであり、希釈すれば毒性が低くなるという安易な考え方が全く成り立たないことを示している。汚染物質が微量であって直接生物の中毒死を起こさない量であれば、それだけ生態系内の食物連鎖を通じて、上位生物へと濃縮が進んでいくことになる。

4 環境の汚染

殺虫剤の施用法には大きく分けて、害虫が食害している作物に直接散布する方法と、水面あるいは土壌中に施用して作物体に吸収させ、あるいは毛細管現象によって害虫に接触させる方法とがある。一般に直接散布された農薬のうち、作物体に付着する量は、作物の種類、部位、生育時期などによって異なるが、約 10% 程度である。残りの 90% 近くが耕地への落下、大気中への飛散、土壌水中に溶解して河川水への流入、水の蒸発にともなわれての大気中への蒸散そして雨水に溶けて再び地上に落下するなどのさまざまな過程を経て拡散していく。

BHC は従来直接虫の体に接触して作用する殺虫剤（接触剤）であると考えられていたが、昭和

図-3 長野県志賀山生態系の模式図（北沢右三による）

図-4 生態系における農薬の循環（エドワーズ、1969）

30年ころ田植前の水田に BHC を施用してから苗を移植すると、移植後の稲に産み付けられたニカメイチュウの卵からかえった幼虫は葉しょう(鞘)に食入後死亡することがわかった。これは BHC が根から吸収されて茎葉部に移行するためである。この現象を防除に応用するために、従来の粉剤に代わって粒剤がつくられ、BHC 粒剤の水面施用によるニカメイチュウ防除技術が確立されたのである。これは当時使用されていた急性毒性のきわめて強いパラチオンに代わるべきものが求められていた時だけに急速に普及していったが、粒剤化されて、濃度を高くして使用したことも相まって、日本の水田汚染を急激に進めることにもなった。

さて、世界的な規模で農薬の汚染の状態が調査された結果、南極においても、極地特産の魚から 0.44 ppm、アザラシで 0.12 ppm、アデリーペンギンで 0.18 ppm、トウゾクカモメで 2.8 ppm の DDT が検出された (George & Frear²⁹ 1966) この値はイギリス本国の野生動物に認められている DDT 残留の平均値とほぼ同じであって、DDT の汚染が地球の極地まで達していることが確認された。これは DDT が風によって運ばれたものであって、風による農薬の運搬が、世界的な規模での農薬汚染をもたらした因子として重視されている。

海洋を通しての汚染の拡大も当然考えられ、特にタンカーの洗浄等によって廃出される大量の重油に農薬が溶解して拡散していくことが考えられる。

大気中の農薬については調査例はあまり多くないが、普段は農村部よりも都市部で大気中濃度の高いのが特徴である。これは都市部で農薬粒子が付着すると考えられる浮遊煤じん(塵)粒子の多いことや、衛生用殺虫剤の使用量の多いことが原因であろうと考えられている。

さて、農薬散布によってかえって労働過重となっている問題に、果樹園における花粉媒介こん虫(ポリネーター)の死滅がある。大量の農薬散布によって天敵とともに花粉媒介こん虫をも殺してしまい、代わりに人間が人工受粉をしなければならなくなってしまったという大変深刻な問題がある。

5 果実・野菜における農薬の残留

果樹や茶などの永年作物における農薬の散布回数は、稲などの普及作物に比べるとはるかに多い、そして一般的には調理加工をしないで生食するものの方が農薬の残留はより大きな問題となる。

ブドウの場合、果実類の中では単位重量当たりの表面積が広く、リンゴやナシなどに比べて残留量が大きく、また日数経過による減少も緩慢であるのが特徴である。

また野菜類では、葉菜類の白菜やレタスなどのように上部が開き、葉と葉の間に薬剤の入りやすいものは他の作物に比べて残留量が高くなる傾向がある。しかし、作

表-7 リンゴ園における農薬散布暦の一例*

(○印は散布を示す)

時 期	殺菌剤	殺虫剤	殺ダニ剤	落果防止剤
1 発 芽 10 日 前	○	×	×	×
2 芽 出 し 2 週 間 後	○	○	×	×
3 開 花 直 前	○	○	×	×
4 落 花 直 後	○	○	×	×
5 落 花 10 日 後	×	○	×	×
6 落 花 20 日 後	×	○	×	×
7 落 花 30 日 後	○	○	×	×
8 前回散布より 10 日後	○	○	○	×
9 前回散布より 2 週間後	×	○	×	×
10 前回散布より 2 週間後	○	○	×	×
11 前回散布より 2 週間後	○	○	×	×
12 前回散布より 2 週間後	○	○	×	×
13 収 穫 前	×	×	×	○

* 湯島 健, 桐谷圭治, 金沢 純, 生態系と農薬, 岩波書店 (1973) p. 78

表-8 玄米中の残留農薬の分布*

農 薬	ぬか (%)	白米 (%)
p,p'-DDT	70	30
γ-BHC	40	60
馬拉チオン	87	13
E P N	80	20
ダイシストン	65	35
バイジット	94	6
BPMC	80	20
CPMC	80	20
PMA	40	60
C P A	40	60

* 金沢 純, 農薬生産技術, 25, 18 (1971)

表-9 果実中の残留農薬の分布*

農 薬	果 実	果皮 (%)	果肉 (%)
p,p'-DDT	リンゴ	97	3
カルバリル	リンゴ	22	78
ダイホルタン	リンゴ	97	3
バイジット	モ モ	70	30
エンドリン	カ キ	96	4
フェニトロチオン	ブドウ	98	2
ジメトエート	ミカン	85	15

* 金沢 純, 農業技術研究所報告, C-25, 109 (1971)

物によってその部位に残留する量は異なり、玄米の場合、ぬかと白米の部分に残留する量はそれぞれの部位の脂肪含量の違いから差があり、70~80%はぬか部に存在する。また、果実においては、浸透性の低い農薬の場合90%以上が果皮の部分に存在するが、カーバメート剤や有機リン剤の一部のものは比較的果肉部に浸透しやすく、特に有機リン剤では酸化代謝物の浸透性が高くなる。

次に畑作物の種類による、土壌中農薬の吸収量の違いを見てみると、地下部を食用とするものと、豆類の吸収率の高いことが特徴である。また脂溶性の高い有機塩素剤などはラッカセイなど油糧種子作物に大変多く蓄積し、土壌中の残留量の 3~4 倍に達することもある。

6 露地栽培とハウス栽培による残留量の違い

近年野菜生産は新しい栽培技術の開発および園芸資材の発達などによって、栽培適地の拡大とともに周年供給の傾向にある。産地銘柄の確保と市場性の向上をはかることが重視され、施設の大型化、固定化が多くなって

きており、それに伴いかなり長期にわたって連作される圃場が多くなっている。このことは必然的に土壤伝染性病害の多発につながり、連作障害の中に占める土壤病害の役割が重大化してきている。一般にハウス内は光線不足になり、かつ密閉による換気不良、更には過湿の状態になりやすく、作物の耐病性の低下により、露地栽培に比べて病気がきわめて発生しやすい条件下におかれている。このことは必然的に農薬散布量の増大につながり、それにともない農薬残留量も多くなるという大きな問題を内在している。

7 農薬の分解

土壤中からの農薬の消失については、大気中への気化、地下浸透、土壤微生物の作用、酸化、加水分解など、生物学的作用によるものと、物理化学的作用によるものが考えられる。

図-5 土壤中における殺虫剤の分解のパターン
(エドワーズ, 1969)

アルドリン、ディルドリン、エンドリンなどシクロジエン剤は消失速度がきわめて遅く、そのため一たん土壤がこれらによって汚染されると、長期間にわたってそこで栽培された作物を汚染していくことになる。

土壤中での農薬の分布は化合物の溶解度と大きく関係するが、深度20 cm までの表層土に80%以上が分布しているといわれる。

過去日本で最も大量に使用された農薬の一つである、 γ -BHC（リンデン）についてその土壤中での分解を調べてみると、水田湛水状態では畑地状態に比べてはるかに分解が速く、数週間以内で90%以上消失する。

土壤中での農薬の分解には微生物の果たす役割がきわめて大きい。

γ -BHC を混入した土壤を嫌氣的条件下におくと、次第に分解していくとともに、一部が α -BHC と δ -BHC へ異性化する。このことから水田土壤中に残留する BHC 異性体の比率は BHC 工業用原体組成 (α : 68~78%, β : 9%, γ : 13~15%, δ : 8%) に比べて慢性毒性の強い

図-6 ディルドリンの光分解

表-10 環状ジエン剤とその光分解物の水生動物に対する50% 致死量 (ppm)*

殺 虫 剤	魚			こ ん 虫
	ブルーギル	ミノー	<i>Asilus</i>	カ
アルドリン	0.26	—	0.08	0.003
フォトアルドリン	0.09	—	0.04	0.0005
ディルドリン	0.17	0.024	—	0.006
フォトディルドリン	0.03	0.019	—	0.003
ヘプタクロル	—	0.013	0.10	0.005
フォトヘプタクロル	—	0.008	0.06	0.002
イソドリン	0.012	—	—	0.019
フォトイソドリン	0.025	—	—	0.058
エンドリン	0.010	—	—	0.017

* E. Georgacakis, M.A.Q. Khan, *Nature*, **233** (1971)

β -BHC の比率が増加している。

土壤中の農薬はいろいろな径路によって分解消失していくわけであるが、中間物もそれぞれに毒性を有しているわけであり、元の化合物が分解したからといって決して無毒化されたことにはならない。その例として、太陽光線によってディルドリンから生ずるフォトディルドリンをあげることができる。ディルドリンはアルドリンの代謝物でもあるが、それが太陽光線を受けることによって生ずるフォトディルドリンは元の化合物のディルドリンに比べて化学的にはるかに安定であり、毒性もかなり強くなる。

8 畜産製品の汚染

家畜類が農薬によって汚染を受ける経路としては 1) 飼料によるもの 2) 家畜体に寄生する害虫防除を目的として散布された農薬や薬浴によるものなどがある。牛乳の BHC 汚染を調べた結果では、大体 0.1 ppm から

表-11 1969年採取牛乳中の BHC*

採 取 地	BHC 異性体 (ppm)				
	α -	β -	γ -	δ -	全
仙 台	0.059	0.129	0.003	0.008	0.199
東 京	0.022	0.033	0.002	0.002	0.059
大 阪	0.078	0.140	0.005	0.011	0.234
高 知	0.066	0.220	0.006	0.011	0.303
宮 崎	0.097	0.236	0.007	0.016	0.356

* 石井象二郎, “害虫との戦い”, 大日本図書 (1974) p. 166

表-12 DDT 添加飼料の連続給与による牛乳中への移行*

添加量	0.5 ppm		2.0 ppm		5.0 ppm	
日 数	J (ppm)	H (ppm)	J (ppm)	H (ppm)	J (ppm)	H (ppm)
0	0	0	0	0.01	0	0
2	0	0	0.01	0.05	0.16	0.02
7	0	0	0.03	0.01	0.32	0.08
12	0	0	0.06	0.03	0.22	0.07
19	0	0	0.05	0.02	0.18	0.09
24	0	0	0.04	0.02	0.20	0.10
31	0	0.01	0.05	0.05	0.21	0.10

J=ジャージー種 H=ホルスタイン種

* Z.G. Smith *et al.*, *J. Agr. Food Chem.*, **9**, 481 (1961)

1 ppm となっており、北海道、東北では 0.1 ppm 以下で西日本へ行くに従って増加している。これはその地域で水稲に使用された BHC 剤の使用量とほぼ比例しており、粗飼料として給与された稲ワラがその汚染源であろうと考えられる。また同じ乳牛でもホルスタイン種とジャージー種を比べてみると、乳脂肪含量の高いジャージー種で汚染が高くなっている。また食肉についてみると、牛肉の汚染が最も高く、次いで鶏肉となり、豚肉はこれらの中では低くなっている。これは給与される餌の違いによるものであろう。これらの畜産物における残留農薬汚染の特徴は、体内濃縮は急激におこるが、逆に消失がきわめて緩慢なことである。

9 鳥 類 の 汚 染

鳥類が散布された農薬によって直接死んだり、あるいは食物連鎖により、汚染されたえさを食べてその数が減少した例が数多くある。詳しい調査によって、親鳥が自分の卵を食べたり、踏みつぶしたり、あるいは卵を巢の外に放り出したりなどという異常行動をすることがわかってきた。これと同時に、卵殻が薄くなり抱卵中に大変われやすくなっていることもわかってきた。そしてこれら鳥類の異常が有機塩素系殺虫剤の使用量の増加と深く関連していることも判明してきた。その後生理学的な面から詳細な研究が行われ、①鳥類のカルシウム代謝特に卵殻形成はエストロゲン、甲状腺および副甲状腺ホルモンによって支配されている ②肝臓のミクロソーム酵素はいろいろな物質を加水分解するが、これらの物質の中に性ホルモンのエストロゲン、テストステロン、プロゲステロンが含まれており、この肝臓ミクロソーム酵素を活性化する物質の一つとして有機塩素系殺虫剤がある ③ハトを用いて 10 ppm の DDT と 2 ppm のディルドリンをえさに混ぜて 1 週間与え、プロゲステロン、テストステロンに及ぼす作用について調査したところ、ハトの肝臓はテストステロンもプロゲステロンも分解する力が無処理のものに比べてはるかに強いことがわかった。この一連の結果から、鳥類の減少の原因に有機塩素系殺虫剤

表-13 乳肉製品中の有機塩素系殺虫剤検出量¹⁾*

試 料	数	α -BHC	β -BHC	γ -BHC	δ -BHC	全 BHC	DDE	DDD	DDT	全 DDT	ディルドリン	エンドリン	ヘプタクロルエポキシド
調製粉乳	4	0.18	0.27	0.09	0.01	0.55	0.09	0.18	0.21	0.48	0.02	Tr.	0.01
チ ー ズ	10	0.11	0.09	0.05	0.00	0.25	0.28	0.13	0.16	0.57	0.03	Tr.	0.00
バ タ ー	10	0.89	1.40	0.07	0.07	2.43	0.28	0.52	0.66	1.46	0.09	0.04	0.03
牛 肉	10	4.60	8.22	0.46	0.40	13.68	0.15	0.06	0.34	0.55	0.25	nd	ND
鶏 肉	10	0.36	0.73	0.12	0.14	1.35	0.27	Tr.	0.29	0.56	0.18	Tr.	ND
豚 肉	10	0.10	0.39	0.01	nd	0.50	0.16	Tr.	0.13	0.29	0.01	ND	ND
鶏 卵	10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	ND	0.03	0.07	0.01	ND	ND

1) 粗脂肪に対する ppm Tr.: こん跡 ND: 検出せず

* M. Uyeta *et al.*, *J. Food Hyg. Soc.*, **11**, 256 (1970)

図-7 有機塩素系残留農薬によって起こる因果関係の模式図

太い矢印は強い因果関係、細い矢印は論理的に可能な因果関係を示す(Ratcliffe, 1970)

表-14 DDTおよびディルドリンをハトに与えた場合のステロイド代謝の増加*

基 質	代謝された極性物質の量 (mμ mol)	
	テストステロン	プロゲステロン
無 処 理	28.7± 4.7(8)	30.1± 8.4(8)
DDT	75.4±18.0(6)	78.3± 8.4(6)
ディルドリン	111.4±12.7(6)	90.3± 6.1(6)
DDT+ディルドリン	168.2± 9.9(4)	155.4±17.8(4)

( ) 内は実験数

* D.B. Peakall, *Nature*, **216**, 505 (1967)

が大きく関与していることがわかった。このような現象はラットにおいても認められ、出産前の妊娠ラットに2週間 50 ppm と 100 ppm の DDT を含むえさを与えて調べたところ、50 ppm の DDT を与えたグループは他の2つのグループに比べその子を食べる場合が多く、また乳を与えることも少なかったという。また 100 ppm のえさを与えた親から生まれた子は発育が悪く、神経系の発達も悪いと思われるということが報告されている⁹⁾。

10 人体の汚染

有機塩素系殺虫剤は世界的に広く使用された結果、世界中の人々の体脂肪中に有機塩素系殺虫剤およびその代謝物の蓄積が認められている。この中で日本人の場合、全 BHC の蓄積が高く、2~12 ppm でこの中でも慢性毒性の高い β-BHC の蓄積量の最も大きいのが特徴である。このような人体の農薬汚染で最も重大なことは母乳の汚染である。これに関しては大阪衛研の榎本ら⁷⁾のネズミを用いて行った実験がある。それによると、出産前36日から3日間隔で一定量の BHC を親ネズミに投与したところ、親ネズミには総投与量の 11.3% が蓄積され

表-16 母乳中の有機塩素剤残留量*
(全乳当たりの ppm)

		総 数 (454 例)	農 婦 (213 例)	非 農 婦 (241 例)
総 BHC	最 高 値 平 均 値	1.690 0.1258	0.0989	0.1496
α-BHC	最 高 値 平 均 値	0.016 0.0031	0.0930	0.0031
β-BHC	最 高 値 平 均 値	1.158 0.1200	0.0930	0.1438
γ-BHC	最 高 値 平 均 値	0.040 0.0025	0.0022	0.0029
δ-BHC	最 高 値 平 均 値	0.0137 0.0008	0.0008	0.0009
総 DDT	最 高 値 平 均 値	0.466 0.0607	0.0563	0.0635
ディルドリン	最 高 値 平 均 値	0.043 0.0037	0.0032	0.0032

* 松島松翠, 植物の病気, 講談社 (厚生省) (1975) p. 163

ていたが、子ネズミには 0.7% であった。ところが出産後2週間目には親ネズミには 1.4% と蓄積量が大幅に減少しているが、子ネズミには逆に 29.3% も蓄積されることがわかった。これは明らかに母乳を通じて BHC が子供に移行したものである。このように母体に取り込まれた農薬は母体内で濃縮をうけ、血中濃度の 2~4 倍の濃度となる。そして母乳中の農薬濃度が容易に変化しないことは、乳牛の場合と全く同じである。母乳は牛乳とともに乳児にとって唯一の食品であるという面できわめて大きな問題である。

11 今後の対策

農薬による各種のマイナスのインパクトを少なくする

表-15 人体脂肪中の有機塩素系殺虫剤検出量 (ppm)*

国	数	α, γ-DDE	DDT + 類縁物	α-BHC	β-BHC	γ-BHC	全 BHC	アルドリ ン+ディ ルドリン	ヘブタクロ ル+同エ ポキシド	測 定 者
イ ギ リ ス	66	2.0	3.1			0.34		0.21	Tr.	Egan (1965)
"	101	1.5	2.6			0.16		0.23	—	Cassidy <i>et al.</i> (1967)
"	16	4.5	6.0					0.27	—	Robinson (1969)
オ ラ ン ダ	11	1.7	2.0			0.10		0.17	0.009	Vlieger (1968)
フ ラ ン ス	10	3.2	5.2							Hayes <i>et al.</i> (1963)
イ タ リ ア	22	7.5	8.2			0.06		0.45	0.21	Vecchio & Leoni (1967)
イ ス ラ エ ル	133	9.9	8.2							Wasserman <i>et al.</i> (1967)
イ ン ド	24	11.6	27.8			1.7		0.03		Dale <i>et al.</i> (1965)
ニュージーランド	52	3.8	5.3			Tr.		0.27		Brewerton & McGrath (1967)
オーストラリア	53	0.93	1.7					0.05		Bick (1967)
ア メ リ カ	25	6.85	10.0			0.06		0.29	0.24	Hayes <i>et al.</i> (1965)
"	42	6.7	9.8					0.22		Fiserova-Bergerova <i>et al.</i> (1967)
"	146	7.0	10.3					0.22		Edmundson <i>et al.</i> (1968)
カ ナ ダ	47	2.66	4.0			0.06		0.16	0.07	Brown (1967)
日 本	74	4.57	2.35	0.25	11.86	0.07	12.17	0.46	0.01	西本ら(1970)
"	6	2.63	1.20	0.18	2.09	0.24	2.62			福田, 檜府(1970)

* 湯嶋 健, 桐谷圭治, 金沢 純, 科学, **41** (9), 514 (1971)

ためには、農薬使用量を減らすことであり、それに代わって各種の病害虫・雑草防除手段を相互に相乗的に作用するような技術の確立をはかることである。それに関するいくつかの個々の事例を列記する。

11.1 害虫の防除

11.1.1 天敵の利用

アメリカにおいてイセリヤカイガラムシ（かんきつ害虫）駆除にオーストラリアからベダリアテントウムシを導入して駆除に成功した。これが各国の研究に拍車をかけることになり、わが国でもベダリアテントウムシは大きな役割を果たした。わが国の天敵利用の成功例としては、ミカントゲコナジラミに対するシルベストリコバチ、ルビーロウカイガラムシに対するルビーアカヤドリコバチ（ミカントゲコナジラミ、ルビーロウカイガラムシとも幼虫期にミカンなどかんきつの葉に寄生し、汁液を吸収するため、樹勢が著しく衰える。また幼虫はいずれも糖分を含む液を分泌するためスズ病が発生し、その被害を一層大きくする）、リンゴノメンチュウをメンチュウヤドリコバチで防除に成功した 4 例がある。このような導入天敵のほかには在来天敵も多数おり、これら天敵類の生息場所を確保し、増殖させるために一時的に害虫を放飼する場合もある。今までの例は寄生ばちや捕食性天敵を利用する例であるが、微生物やウィルスを用いて害虫を防除する方法もある。微生物天敵としてはパチルス・チューリングエンシスと呼ばれる細菌を培養し、芽胞を生産して利用する技術に高い関心が寄せられている。一方こん虫に寄生するウィルスでは多角体ウィルスを利用して害虫を防除することが試みられている。

11.1.2 抵抗性品種の利用

害虫には寄主として非常に適した植物から、あまり適していない植物まで大きな差があり、また品種間でもし（嗜好）の差がある。ある品種は害虫に対して免疫性と思われるものもあり、このような害虫に対して抵抗性の強い品種を用いれば、被害を回避するか又は少なくすることができる。代表的なものとしては、クリタマバチ抵抗性の栗、フィロキセラ（アブラムシの一種）とブドウ（フィロキセラ免疫性の野生ブドウを台木として接木することによって免疫性を獲得させる）などがある。

11.1.3 害虫の不妊化

雄を放射線照射などの方法によって不妊化して、害虫の撲滅をはかろうとする方法である。ベネズエラ沿岸のキュラソー島で家畜の大害虫ラセンウジバエを防除するために応用され、半年後にはこの島からラセンウジバエを完全に防除することに成功した。この不妊化法は島などの隔離された条件下で、しかも害虫密度が比較的低い場合に成功する可能性がある。日本でも沖縄県のウリミバエの防除をこの方法で行う事業が現在実施されている

11.1.4 性誘引物質、誘引物質

これらの誘引作用を有する物質を利用して害虫を集めて防除しようとする方法である。

11.2 植物病害防除法

11.2.1 弱毒ウィルスの利用

トマトのモザイク病に対して弱毒ウィルスを接種して病気を予防しようとする試みが行われている。ある植物がウィルスに感染すると、後から別のウィルスの感染がおこらないという現象（交叉免疫）を利用したものである。したがって大きな被害をもたらすウィルス病の流行が予測される場合、あらかじめあまり害のない別のウィルスに感染させておくことによって予防しようとする方法である。

11.2.2 ファイトアレキシンの利用

植物が病原菌の感染をうけると、それまで健全な植物には含まれていなかった抗菌性物質が生成する。この抗菌性物質をファイトアレキシンという。この現象を利用して、あらかじめ植物にファイトアレキシンをつくらせておき、後から侵入してくる病原菌が植物組織内で広がるのを抑える方法である。

表-17 現在までに明らかにされたファイトアレキシン*

ファイトアレキシン名	植 物 名
テルペノイド類	
イポメアロン	サツマイモ
リシチン	ジャガイモ
カプシドール	シマトウガラシ
ゴシボール	ワ タ
バーゴシン	"
イソフラボノイド類	
ピサチン	エンドウ
ファゼオリン	インゲン
トリホリジン	赤クローバ
メジカルビン	アルファルファ
クメステロール	"
イソクマリン・フラノクマリン類	
6-メチルメレイン	ニンジン
4,5,8-トリメチル・スボラレン	セロリー
スコボレチン	サツマイモ
ウムベロフェロン	"
フェノール化合物質	
オルキノール	ラ ン
ビノシルビン	マ ツ
ウィアロン	サ サ ゲ

* 酒井隆太郎 “植物の病気” 講談社（1975）p. 163

11.2.3 インターフェロン

ファイトアレキシンがカビの感染でつくられるように、ウィルスの感染によって生ずる抗ウィルス性物質である。このほかに病害抵抗性品種の利用も当然含まれる。

以上のような技術はいずれも研究が始められたばかりであるが将来植物病害の予防・治療に新しい局面を開く

ことが期待される。

11.3 土壤病害の生物的防除について

土壤殺菌剤は普通の散布剤に比べて大量投入を要することが多く、いろいろな面で危険性も一層大きくなる。従って薬剤防除以外に抵抗性品種の利用や、生態的防除法の技術を利用することが重要である。生態的防除法としては①連作をさけ輪作体系とする：稲を例外として、普通の作物は土壤病害を防ぐほか、土壤を良好な状態に保持する上から連作はさけるべきである。例えば小麦の立枯病は小麦―野菜―小麦と輪作する場合にはかなり発病を防ぐことができる。また土壤病原菌のフザリウム、リゾクトニア、根こぶ病原菌などは土の中で2～5年間生存するので、短期間の輪作では発病を防止することができない。そのために例えば奈良県などではスイカ、マクワウリの畑作と水田との組み合わせで作付年限を5年以上へだててつるわれ病の発病を抑えている。

②有機物の施用：消石灰の多量施用は土壤中の病原菌数を少なくし、その結果発病もきわめて軽くなる。また消石灰多量施用と有機物施用を組み合わせると、消石灰多量施用による害作用は軽減され、また発病抑制効果も長期間持続することが認められた。キチンは非常に多くの放線菌と細菌の一部によって特異的に利用される物質であるといわれている。キチン（カニ殻など）を土壤に添加することによって、放線菌が爆発的に増加し、細菌もまた増加する。これに伴い、土壤中のキチナーゼ生産菌が増加し、土壤のキチナーゼ活性の高まりがみられた

表-18 *Fusarium solani* f. *phaseoli* によるインゲン根腐病に対するキチン添加の効果¹⁾

キチン添加後 種まきまでの期間	り(罹) 病 指 数		
	キチン添加	無 添 加	有 意 差
0 (週)	26	47	**
1	37	52	*
2	27	47	*
4	23	53	
8	40	52	

*, ** それぞれ, 5%, 1% 水準で有意差あり

1) R. Mitchel et al., *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **28**, 556 (1962)

表-19 キチン添加による微生物数の変化¹⁾

キチン添加後 種まきまでの 期間	乾土g当たり菌数×10 ⁸					
	糸 状 菌		放 線 菌		細 菌	
	キチン 添加	無添加	キチン 添加	無添加	キチン 添加	無添加
0 (週)	33	30	100	100	600	600
1	12	32	700	210	1,300	600
2	21	35	3,500	130	1,200	800
4	34	29	2,200	460	1,300	1,200
8	39	26	380	150	3,100	700

1) 表-18 と同じ

図-8 粗キチン及びカニの殻の土壤添加によるダイコンい黄病防除効果(駒田ら, 1965)

A) 無添加区 B) コーヒーかす添加区(0.5%, wt/wt)

図-9 根腐病の発生に及ぼすコーヒークス添加の影響 (Adams 1968)

ばかりか、病原菌に対する溶菌性微生物数も増加している。このようなキチン添加の効果は、インゲン根腐病をはじめ、カンランい黄病、エンドウ根腐病、ダイコンい黄病などでも認められた。このほかにもコーヒークスの施用がインゲン根腐病の防除に有効であることが判明している。また、トリコデルマ菌を培養したものをタバコやコンニャクの株元に散布して、これらの白絹病防除に利用している。

ま と め

かつて日本の農村では誘が燈がどこへ行っても見られたものである。しかし、今はどうであろうか。日本の農村から誘が燈が姿を消した原因はGHQの占領政策にある。誘が燈はニカメイチュウを誘殺するが、その他にも多数のこん虫類も誘殺し、その中には益虫も含まれているというのが理由であった。そして誘が燈の代わりに当時農薬としてその効果が認められはじめたDDTの使用を推し進めたのである。確かに誘が燈は害虫ばかりでなく、益虫も誘殺することは事実であるが、飛ばないこん

図-10 各種防除手段の整理を示す模式図 (桐谷ら, 1971)

表-20 高知県各地で行われた農薬の散布回数減少の可能性を検討するための実験水田と慣行防除田での防除回数と収量の比較*

イネの 作 期	圃場の 種 類	圃場の 箇所数	防 除 回 数				10a 当たり 収量(玄米, kg)
			殺虫剤	殺菌剤	除草剤	計	
早 稲	実験田	5	2.0	3.0	1.4	6.4	459
	慣行防 除田	15	3.1	3.7	1.6	8.4	433
普通稲	実験田	9	2.0	3.3	2.4	7.7	390
	慣行防 除田	27	4.4	3.8	2.0	10.2	377

* 桐谷圭治, 中筋房夫, “環境の科学”, 日本放送出版協会 (1972) p. 251

虫が誘殺されることはほとんどないのである。しかし, DDT は害虫も益虫も全く無差別に殺してしまうわけであり, DDT が誘が燈の役割を果たすことはできないのである。このような政策がおし進められた背景には, 日本の応用こん虫学者に対応するだけの十分な資料のなかったことも事実である。このことは2つの点で今日でもまだその流れの中にあるといえないであろうか。一つは農業中心のきわめてぜい弱な農業技術が今もそのまま続いていること, そして2番目には, 現在もまだ十分な知識の集積がないという点で, この両者は表裏一体のものとして日本の農業の体質を象徴するものである。農薬によって病害虫を防除することは, 多くの技術の中の単に一手段に過ぎないのであって, それが中心であり, 最も科学的であるという誤った認識が生態学的視野からの研究をおくらせ, 根本的には今日の状態をもたらしたものであろう。農薬使用量を減らして環境を守り, 国民の健康を守るためには多くのことがなされなければならない。研究者も行政担当者も真剣にそのことを考え, 一日も早く実行しなければならないのではなかろうか。

(昭和51年5月12日受理)

図の引用文献

- 図- 2: 桐谷圭治, 中筋房夫, “環境の科学”, 日本放送出版協会 (1972) 260.
 図- 3: 門司正三, “環境の科学” 日本放送出版協会 p. 182.
 図- 4: C.A. Edwards, (1970) “Critical Reviews in Environmental Control”, 1, 7 Pub. Chem. Rubber Co.
 図- 5: C.A. Edwards, J.R. Lofty (1969) “The Soil Ecosystem” (J.G. Sheaves, ed.), p. 237.
 図- 6: 湯嶋 健, 桐谷圭治, 金沢 純, “生態系と農薬” 岩波書店 (1973) p. 66.
 図- 7: D.A. Ratcliffe, *J. Appl. Ecol.*, 7, 167 (1970)
 図- 8: 駒田ほかとと微生物, 7, 41 (1965)
 図- 9: P.B. Adams *et al.*, *Phytopath.*, 58, 1603 (1968)
 図-10: 桐谷圭治, 中筋房夫, “環境の科学”, 日本放送出版協会 (1972) p. 256.

参 考

- 1) 石井象二郎 “害虫との戦い” (1974) 大日本図書
- 2) 桐谷圭治, 中筋房夫 “環境の科学” (1972) 日本放送出版協会
- 3) 酒井隆太郎 “植物の病気” (1975) 講談社
- 4) 湯嶋 健, 桐谷圭治, 金沢 純 “生態系と農薬” (1973) 岩波・現代科学選書
- 5) 農林省農蚕園芸局植物防疫課監修 (1975) “農業要覧”
- 6) 金沢 純, 農業および園芸, 48, 164 (1973)
- 7) 駒田 旦, 農業および園芸, 46, 1137 (1971)
- 8) 檀原 宏, 畜産の研究 27, 212 (1973)
- 9) 中川恭二郎, 農業および園芸, 48, 517 (1973)
- 10) 鈴井孝仁, 農業および園芸, 46, 1269 (1971)
- 11) 真梶徳純, 農業および園芸, 46, 1223 (1971)

文 献

- 1) W.E. Ripper, *Ann. Rev. Entomol.*, 1, 403 (1956)
- 2) A.M. Massee, *Proc. Intern. Congr. Entomol.*, 10 th, Montreal (1956), 3, 163 (1958)
- 3) 桐谷圭治, 中筋房夫, 環境の科学, 日本放送出版協会 (1972) p. 248.
- 4) A.V. Holden, *J. Appl. Ecol.*, 3 (Suppl.), 45 (1966)
- 5) J.L. George, D.E.H. Frear, *J. Appl. Ecol.*, (Suppl.) 3, 155 (1966)
- 6) 科学新聞, 1975年6月20日
- 7) 桧本, 朝日新聞 1972年5月22日