

# 農薬の歴史の変遷について

高野 三郎・金子 俊・泉 敬子

## The Historical Transition of Pesticides

Saburo Takane · Shyun Kaneko · Keiko Izumi

### 緒 言

農薬は農作物、森林および農林産物を害する病原菌、昆虫、ダニ、線虫、ネズミ、雑草などの動植物の防除に用いられる薬剤と定義付けられている<sup>(1)</sup>。

農作物を生産する上で、農薬の使用量は、1986年迄年々増加を辿った<sup>(2)(3)</sup>。しかしながら、1970年前後に起こった公害問題、例えばPCB問題などが日本でも大きな社会問題となり、農薬でも毒性などに問題のある殺菌剤や殺虫剤が次々検討課題となり、禁止されるに至った。1974年以降は抗生物質や食品添加物ならびに昆虫の誘引物質の開発などにも農薬研究の目が向けられる様になった。

農薬生産の動向はこれらの過程を経て、従来の毒性の強い薬剤から低毒性農薬開発へと移行しており、極めて毒性の低いレンチン農薬の様なものも幾つか開発されてきている。

一方、農薬を使用しない農法も一部で行われており、これなどは農薬生産を行う上で将来の検討課題となるかもしれない。

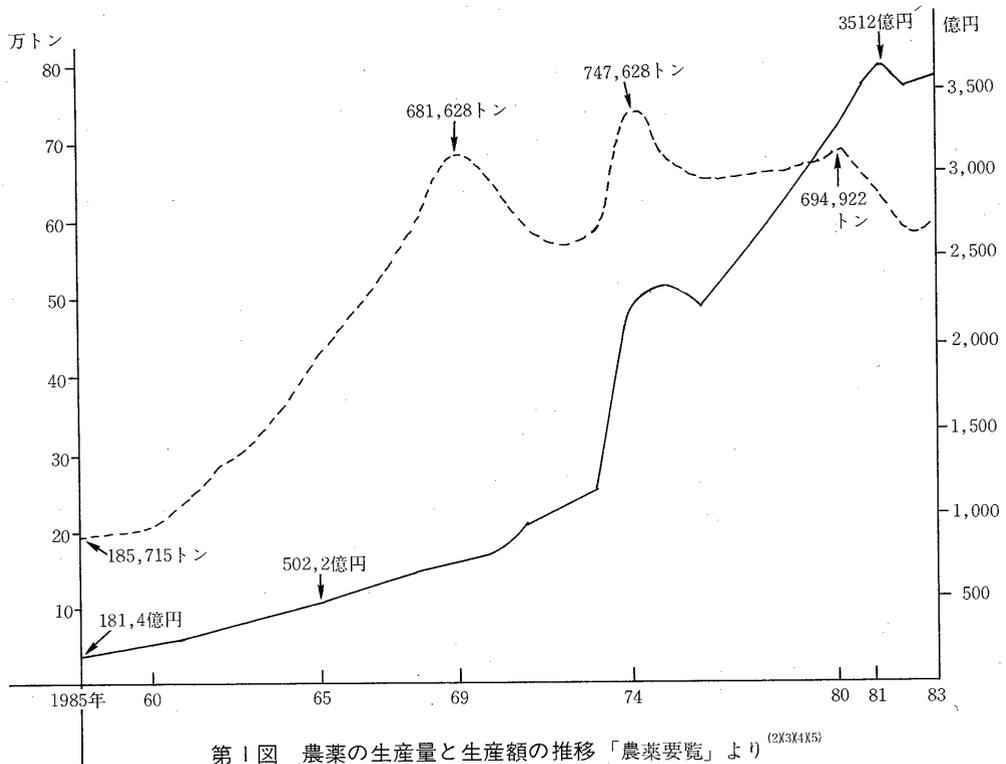
今回は農薬生産量などの変遷から、その間に生じた幾つかの問題点を取り上げ検討し、今後の農薬研究の課題としたいと考えている。

### 1. 農薬生産の推移

農薬を種類別に大別すると殺虫剤、殺ダニ剤、殺線虫剤、殺軟体動物剤、殺鼠剤、殺鳥剤(日本ではあまり使われない)、忌避剤、殺菌剤、殺虫・殺菌剤、除草剤、植物成長調節剤、展着剤などに分類されている。

この農薬の1958年から1983年迄の国内向け生産量と生産額の推移を第1図に示した。実線が生産数量を、また点線は生産額を示している。1958年よりわが国の農薬生産量は1968年迄増加の傾向にあり約3.8倍に上昇している。しかし、1970年前後に公害問題に付随して起こった毒性の強い有機水銀農薬や塩素系殺虫剤(BHCやDDTなど)が問題とされ使用禁止となったり、米の減反政策がとられる様になった結果、農薬生産量は一旦落ち込んだ。1973年に元に戻ったが稲作転換政策などが行われ、以後生産量は横ばいとなっている。一方、生産額は1958年度は181億円であったが、その後かなりの物価上昇がみられた結果、1983年には約3,500億円となっている。尚、諸外国への輸出は約800億円となっている。

1948年より農薬は登録制となった。第1表



に農薬登録数の推移を示す。これによると、1983年迄には延べ15616件の登録が認められている。そして、毎年300前後の新規登録がみられる。1963年以降は登録の取り消しも判明している。その結果、1969年から1971年の3年間は約1000件の取り消しがみられたが、1977年以降は年、100前後の取り消し数となっている。実登録数は5,000前後となっており、このうち実際良く出廻っているのが300前後となっている。一般に、農薬には登録基準があり、これに合致した場合、農薬は登録され、3年間有効で、3年後再登録しないと取り消されるしくみになっている。そこで、低毒性農薬が開発され登録されても、既存の農薬の販売量におされ、登録取り消しとなる場合がみられる。第2表は筆者らが開発した防黴剤N-ベンゾイル-L-ロイシンである。炭そ病の防除に優れているが、外国で開発された製品ピオガード(チアベンダゾール)などに

おされつつある状況となった。

## 2. 農薬の安全性とその課題

農薬を開発し、販売する迄には様々な試験を行い、登録申請に資料として添付し、国の農薬検査所などで検査を行い、その基準に合致し、しかも登録を許可されることが必要とされている。

登録までの試験法は生物活性検定などの化学試験(ペトリ皿中での試験など)の次に、ポット特性試験などの薬効試験をし、安全性の元となる急性毒性試験や2年間2動物を用いて行う慢性毒性試験、発癌性などを調べる催奇性試験を含めた毒性試験を行い、さらに代謝試験や残留性試験を経て、魚毒性試験などを調べる環境科学試験、分析法などを示す製造研究などの試験を行い、最後に登録を行うもので製品化し販売するまでには10年を要するのが現状といわれている。

第1表 農業登録数の推移

西 歴 年	登 録 番 号	新規登録数	登録取消数	登録農業数
1948	1 ~ 18	18		
1949	19 ~ 622	604		
1950	623 ~ 1008	386		
1951	1009 ~ 1224	216		
1952	1225 ~ 1520	296		
1953	1521 ~ 1765	245		
1954	1766 ~ 2049	284		
1955	2050 ~ 2421	372		
1956	2422 ~ 2857	436		
1957	2858 ~ 3350	493		
1958	3351 ~ 3751	401		
1959	3752 ~ 4124	373		
1960	4125 ~ 4435	311		
1961	4436 ~ 4870	435		
1962	4871 ~ 5330	460		
1963	5331 ~ 5855	525	175	3372
1964	5856 ~ 6450	595	174	3793
1965	6451 ~ 7182	732	170	4355
1966	7183 ~ 7764	582	292	4645
1967	7765 ~ 8478	714	247	5112
1968	8479 ~ 9298	820	358	5574
1969	9299 ~ 10440	1142	1018	5698
1970	10441 ~ 11204	764	861	5601
1971	11205 ~ 11900	696	1235	5062
1972	11901 ~ 12583	683	492	5253
1973	12584 ~ 13167	584	635	5202
1974	13168 ~ 13291	124	594	4732
1975	13292 ~ 13435	144	616	4260
1976	13436 ~ 13615	180	278	4162
1977	13616 ~ 13793	178	173	4167
1978	13794 ~ 14005	212	129	4250
1979	14006 ~ 14168	163	152	4261
1980	14169 ~ 14371	203	88	4376
1981	14372 ~ 14757	386	77	4685
1982	14758 ~ 15231	474	122	5037
1983	15232 ~ 15616	385	120	5302

(農業要覧)<sup>(4)(5)(6)</sup>

第2表 N-ベンゾイルロイシンを有効成分として含有してなるバナナ炭そ病防除剤<sup>(7)</sup>

第2-1表

処 理 薬 剤	直径1cm以上の病斑
な し	6/20
N-ベンゾイル-L-ロイシン	1/20
N-ベンゾイル-L-イソロイシン	5/20
N-ベンゾイル-L-バリリン	5/20
N-フェニルアセチル-L-ロイシン	6/20
ピオガード	0/20

実験例1

バナナ（無傷で若い青物）を洗浄後風乾し、N-ベンゾイル-L-ロイシン0.1%水溶液及び比較対照区としてピオガード、N-ベンゾイル-L-イソロイシン、N-ベンゾイル-L-バリリン、N-フェニルアセチル-L-ロイシンの0.1%水溶液にそれぞれ浸漬し再び風乾した。次いでこれらのバナナ果皮表面を針で各20個傷をつけ、後この損傷部にバナナ炭そ病菌（顕微鏡で1視野当り20個の胞子を含有する水溶液をピペットで1滴）を接種し、後25℃にて96時間培養して、バナナ果皮表面にできた病斑（直径1cm以上のもの）計測した。

第2-2表

処 理 薬 剤	病 斑 数
な し	8/20
N-ベンゾイル-L-ロイシン	1/20
N-ベンゾイル-L-イソロイシン	7/20
N-ベンゾイル-L-バリリン	8/20
N-フェニルアセチル-L-ロイシン	6/20
ピオガード	1/20

実験例2

実験例1におけると同様にしてバナナを洗浄風乾後（薬剤処理せずに）炭そ病菌を接種して、後実験例2に於けると同一の薬剤水溶液に浸漬風乾して、25℃にて48時間培養して、病斑を測定した。

この様にして開発された農薬は毒性の強さによって4段階に分類されている。急性毒性試験結果により示すのが通常行われている方法で、マウスあるいはラットに経口的または経皮的に投与し、2週間飼育した後、急性毒性によって半分のマウスまたはラットの個体数が死ぬ薬量を算出するものでLD<sub>50</sub>（半数致死量を示す。）で表し、一般にマウスやラット体重1kg当たりの薬量（mg）で示している。

第3表 農薬の毒性別ランク<sup>(6)</sup>

	LD <sub>50</sub>
特 定 毒 物	15 mg/kg 以下
毒 物	15~30 mg/kg
劇 物	30~300 mg/kg
普 通 薬	300 mg/kg 以上

第3表は農薬の毒性の強さのランクで、これより年度別の農薬毒性別生産額(%)を示すと第4表のようになる。

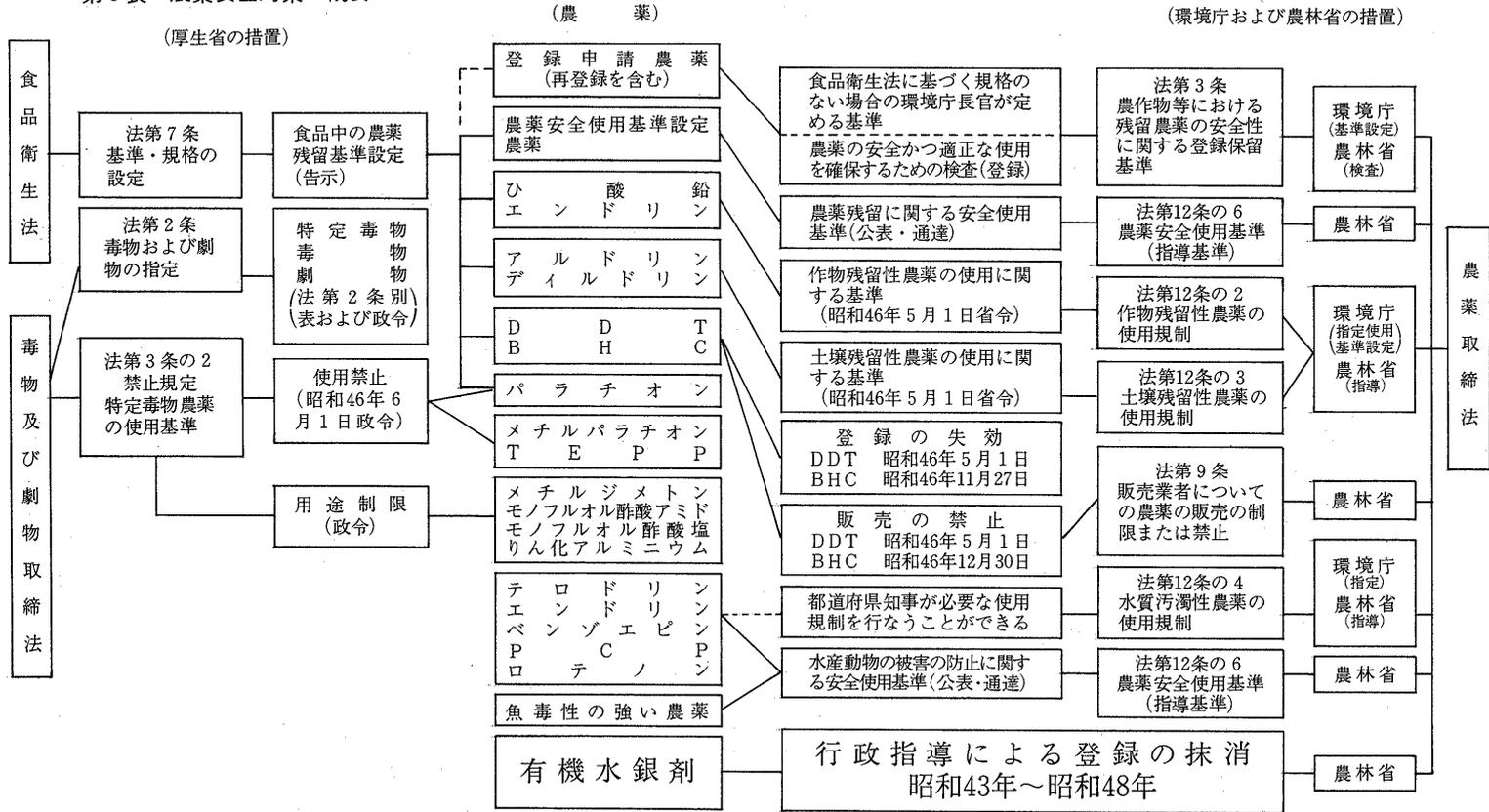
第4表 毒性別農薬生産額(%)<sup>(6)</sup>

	1961	1965	1971	1977	1982
特定毒物	15.6	4.3	0.2	0.2	0.1
毒 物	25.1	24.9	4.7	1.0	5.1
劇 物	18.6	38.9	39.7	30.1	26.8
普通薬	40.7	31.9	55.4	68.7	62.0

この中で特に特定毒物の生産額が1971年に1%以下となり以後、この状態を保ち続けている。また毒物も次第に低下していき、同じく1971年以降は6%以下となった。農薬生産は低毒性化の傾向を示した。

第5表は農薬取締法と農薬の関連を示したもので、特に有機水銀系農薬や塩素系殺虫剤、有機リン殺虫剤（パラチオンなど）などが使用禁止となった推移が食品衛生法、毒物及び劇物取締法とも関連づけて示されている。1973年（昭和48年）迄にこれらの農薬が検討された結果が第4表の毒性別農薬生産額にも影響をおよぼしていると考えられる。農薬取締法は1971年（昭和46年）に制定され、同時に1971年の時点で使われていた約300の農薬を3ヶ年で総点検する仕事が行われた。有機水銀剤は農林省の行政指導により1973年（昭和48年）迄に登録抹消が行われ生産もされなくなった。また、有機塩素系殺虫剤の代表的な農薬である DDT や BHC も1971年（昭和46年）12月30日、販売が禁止となった。

第5表 農薬安全対策の概要



第6表 主な食品添加物の毒性<sup>(9)</sup>

化合物	Rat (mg/kg)	Mouse (mg/kg)	化合物	Rat (mg/kg)	Mouse (mg/kg)	化合物	Rat (mg/kg)	Mouse (mg/kg)
サッカリンナトリウム	17,000	17,500	ブチルヒドロキシトルエン	1,700 ~2,000	2,000 ~2,400	アニスアルデヒド	1,510	3,050
グリチルリチン酸 ニナトリウム		>50,000	食用赤色2号(ア ランス)		>10,000	アンスラニル酸メチル	2,910 ~3,000	3,900
ソルビトール	17,500	23,200	食用赤色3号(エリスロ シン)	2,000 ~7,000	6,700	エチルバニリン	1,590	
安息香酸ナトリウム	2,700		食用赤色102号(ニュー コクシン)	>8,000	8,000 ~19,300	オイゲノール	1,930 ~3,000	3,000
シフェニル	3,500 ~5,000		食用赤色105号(ローズ ベンガル)		6,480	カブロン酸	6,440	
ソルビン酸	10,500	>8,000	食用赤色106号		>20,000	ケイ皮アルデヒド	2,220	200
ソルビン酸カリウム	4,200 ~6,170		食用黄色4号(ター トラ)		12,750	酢酸エチル	5,620	
デヒドロ酢酸	1,000	1,210 ~1,330	食用黄色5号(サン セット)	10,000	6,000	アルギン酸ナトリウム	>5,000	
デヒドロ酢酸 ナトリウム	570	1,270	食用緑色3号(ファ スト グリーン)	>2,000		繊維素グリコール酸 ナトリウム	27,000	
プロピオン酸	2,600		食用青色1号(プリ アント ブルー)	>2,000		D-マンニット	17,300	22,000
(過酸化水素)	(皮下注射 700)		食用青色2号(イン ジゴ カルミン)	2,000	2,500	コンドロイチン硫酸	10,000	
グアヤク脂	5,000	2,000	水溶性アナー ト		700	酒石酸ナトリウム		4,360
ノルジヒドロ グアヤレチック酸	2,000 ~5,000	2,000 ~4,000	銅クロロフィリン酸 ナトリウム		2,500	過酸化ベンゾイル		3,950
没食子酸プロピル	3,600 ~3,800	1,350 ~3,500	亜硝酸ナトリウム		2,200			
ブチルヒドロキシ アニソール	2,000(オス) (2,000 ~5,000メス)	1,100(オス) (1,320 ~2,000メス)	アセトフェノン	3,000				

(但し、経口投与LD<sub>50</sub>で示す)

この時点から現在までに食品や毒性の少ない食品添加物まで幅を広げた低毒性農薬の開発が行われてきている。第6表は食品添加物のLD<sub>50</sub>(半数致死量)を示したもので、3,000

mg/kg以上のものが多く、農薬では毒性の低い普通薬と比較しても、約10倍致死量が少ない。この点から前記の様な農薬としての利用が考えられている。

第7表 害虫と性フェロモン<sup>(10)</sup>

害虫名	性フェロモン成分名
稲の害虫	① (Z)-11-ヘキサデセナール
ニカメイガ	② (Z)-13-オクタデセナール
イネヨトウ	① (Z)-11-ヘキサデセニルアセタート
畑作物の害虫	① (Z,E)-9, 11-テトラデカジェニルアセタート
ハスモンヨトウ	② (Z,E)-9, 12-テトラデカジェニルアセタート
ジャガイモガ	① (E,Z)-4, 7-トリデカジェニルアセタート ② (E,Z,Z)-4, 7, 10-トリデカトリエニルアセタート
コナガ	① (Z)-11-ヘキサデセナール ② (Z)-11-ヘキサデセニルアセタート
イモキバガ (イモコガ)	① (E)-11-ヘキサデセニルアセタート
ヨトウガ	① (Z)-11-ヘキサデセニルアセタート
カブラヤガ	① (Z)-5-デセニルアセタート ② (Z)-7-デセニルアセタート
アワヨトウ	① (Z)-11-ヘキサデセノール ② (Z)-11-ヘキサデセニルアセタート
マメコガネ 果樹の害虫	① (R,Z) 5-(1-デセニル)ジヒドロ-2(3H)-フラン
ナシヒメシクイ	① (Z)-8-ドデセニルアセタート ② (E)-8-ドデセニルアセタート ③ (Z)-8-ドデセノール ④ドデカノール
リンゴコカクモン	① (Z)-9-テトラデセニルアセタート
ハマキ	② (Z)-11-テトラデセニルアセタート
リンゴモンハマキ	① (E)-11-テトラデセニルアセタート ② (Z)-11-テトラデセニルアセタート
モモシクイガ	① (Z)-7-エイコセン-11-オン ② (Z)-7-ノナデセン-11-オン
アカマルカイガラムシ	①3-メチル-6-イソプロベニル-9-デセニルアセタート ② (Z)-3-メチル-6-イソプロベニル-3, 9-デカジェニルアセタート
キマルカイガラムシ	① (E)-3, 9-ジメチル-6-イソプロベニル-5, 8-デカジェニルアセタート
クワシロカイガラムシ	① (Z)-3, 9-ジメチル-6-イソプロベニル-3, 9-デカジェニルプロピオナート
ミカンコナカイガラムシ	①2, 2-ジメチル-3-プロベニル-シクロブタンメチルアセタート
害虫名	性フェロモン成分名
クワコナカイガラムシ	①2, 6-ジメチル-1, 5-ヘプタジエン-3-イルアセタート
茶樹の害虫	
チャノコカクモン	① (Z)-9-テトラデセニルアセタート
ハマキ	② (Z)-11-テトラデセニルアセタート ③ (E)-11-テトラデセニルアセタート ④10-メチルドデシルアセタート
チャハマキ	① (Z)-11-テトラデセニルアセタート ② (Z)-9-ドデセニルアセタート ③11-ドデセニルアセタート
森林などの害虫	
マイマイガ	①シス-7, 8-エポキシ-2-メチルオクタデカン
マツノキハバチ	①3, 7-ジメチルペンタデカ-2-イルアセタート
アメリカシロヒトリ	① (Z,Z)-9, 12-オクタデカジエナール ② (Z,Z,Z)-9, 12, 15-オクタデカトリエナール ③ (Z,Z)-3, 6-シス-9, 10-エポキシ-ヘンエイコサジエン

貯蔵穀物などの害虫 スジマダラメイガ	① (Z,E)-9, 12-テトラデカジエニルアセタート ② (Z)-9-テトラデセニルアセタート
スジコナマダラメイガ	① (Z,E)-9, 12-テトラデカジエニルアセタート
チャマダラメイガ	① (Z,E)-9, 12-テトラデカジエニルアセタート
バクガ	① (Z,E)-7, 11-ヘキサデカジエニルアセタート
ヒメアカカツオブシムシ	① (Z)-14-メチル-8-ヘキサデセナール ② (E)-14-メチル-8-ヘキサデセナール
ヒメマダラカツオブシムシ	① (Z)-14-メチル-8-ヘキサデセナール ② (Z)-14-メチル-8-ヘキサデセノール ③ メチル (Z)-14-メチル-8-ヘキサデセノアート
ハラジロカツオブシムシ	① イソプロピル (Z)-9-ドデセノアート ② イソプロピル (Z)-9-テトラデセノアート ③ イソプロピル (Z)-9-ヘキサデセノアート
タバコシバンムシ	① 4, 6-ジメチル-7-ヒドロキシ-ノナン-3-オン
インゲンマメゾウムシ	① メチル-(-)-(E)-2, 4, 5-テトラデカトリエノアート

それらの一つが安息香酸の化合物 (N-ベンゾイルロイシン) や大豆レシチンなどの農薬である。いずれにしても今なお特定毒物は農薬として存在している。今迄の農薬の消長からみると色々困難な面もあるが、これらの毒性の高い農薬からより一層毒性の低い農薬開発が行われる様な研究を促進すべきであろうと考える。一方、新しい農薬の一つとして誘引剤の開発が行われてきている。特に性フェロモンは新しい農薬の方向性を示唆しているものと思われる。第7表は誘引剤、性フェロモンの例で、脂肪族炭素水素の酢酸塩などである。果樹の害虫の欄にみられる様にナシ、リンゴ、モモ、ミカンなどの害虫に良く効くものが出ている。しかしながら、ここに示したものは害虫でもごく一部であり、この研究は実用化されつつある段階のものが多く、今後の研究が一層期待されている。

### 3. 農薬にたよらない農業生産

先に最近の農薬の話題として性誘引剤 (性フェロモン) を取り上げたが、この利用は従来の農薬使用方法である散布方式と大幅に異なる点と考えている。一方の性の昆虫を、近くに置いた性フェロモンの臭いで捕獲し殺虫し、

その昆虫の子孫の繁殖を絶つ方法で、直接性誘引剤が農作物にふれない点が大きな特徴といえる。

これに似た殺菌剤の開発も可能となることであろう。一方、農薬にたよらない農作物生産もかなり研究され尽くしている。自然農法による生産あるいは水耕法を加味した農作物の生産は農業の今後を担う生産方式の一つと考えられる。また、耐病性品種改良などを応用したバイオテクノロジー的農業生産も早急の課題といえる。さらに先端技術 (例えば光センサーなど) を利用した農業生産方式も考えられて良いであろう。これら各種の農業生産方式はそれぞれ脱農薬を考慮しつつ、研究を進めている点で大変重要なことと思われる。

### 摘 要

以上は農薬の変遷からみた問題提起であったが、

- (1) 農業生産は現在横ばいとなっている。
- (2) 農薬の低毒性化が考えられている。
- (3) 農薬の変革では、性フェロモンなどが出てきているが、更に新しい型の農薬開発 (生物農薬など) が必要であろう。
- (4) 農薬なき農業生産では、自然農法や水耕

法などでの一層の研究開発が必要であろう。また、バイオテクノロジーを利用した耐病性品種開発、先端技術を利用した作物生産などが新しい農業生産上の重要な点といえよう。

現在までに農薬なき農業生産の例では秋田県大曲市の水田20ha（全水田は4200ha）の成功例が知られている。しかし、病害虫などの大被害を被る危険性に常にさらされていると考えられる。大部分の農家は農薬がひき起こす各種の障害も考慮しつつ農薬を使用しているのが現状であろう。農薬の安全性を加味した新しい農薬の開発か、各種の技術を駆使した農薬なき農業生産か、いずれにしてもこれらの間を模索しつつ研究は進めなければ

なるまいと考えている。

#### 参 考 文 献

- (1)山本 亮, 農薬学, 南江堂, 1964, P 1
- (2)農薬要覧, 日本植物防疫協会, 1966
- (3)農薬要覧, 日本植物防疫協会, 1971
- (4)農薬要覧, 日本植物防疫協会, 1976
- (5)農薬要覧, 日本植物防疫協会, 1981
- (6)農薬要覧, 日本植物防疫協会, 1984
- (7)日本特公, 昭52-37049
- (8)植物防疫講座(農薬行政編), 日本植物防疫協会, 1982, P223
- (9)新村寿夫, 食品添加物安全性, 地人書館, 1979, P127
- (10)玉木佳男, 農業技術, 31, 310 (1976)