

わが国の農薬学研究 ——戦後からの発展と将来の展望

京都大学農学部 藤田 稔夫

はじめに

戦前のわが国では、ニコチン・ピレスリン・ロテノンなど天然物を中心とする殺虫剤、砒素剤・銅剤・硫黄剤などの無機殺虫・殺菌剤が主な農薬で、有機合成薬剤としては、燻蒸剤であるクロロピクリンが用いられているにすぎなかった。したがって、農薬学の教育研究も、天然物有機化学的側面から行われるか、あるいは、実用的場面を重視する製剤学的研究が多く、学問体系として未分化の状態にあった。戦時中に、欧米で発見・開発された種々の有機合成農薬、とくに DDT や BHC などの新しい殺虫剤が、戦後紹介されるにおよび、わが国の農薬の科学・技術にとってまったく新しい時代が到来する。敗戦直後の混乱期に流行した発疹チブス・日本脳炎などを媒介するノミ・シラミ・カの駆除に、DDT がめざましい効果を上げ、また、イネの大害虫ウンカの防除に BHC がきわめて有効であることが見出されるといった時代の要請と、戦前にさかのぼる関連領域におけるすぐれた業績とを背景に、農薬科学・技術に関する基礎的学問領域の確立と充実を目標として、昭和 22 年 7 月、京都大学農学部農林化学科に、わが国で最初の農薬化学講座（武居三吉教授）が誕生した。

筆者は、武居教授が新設の農薬化学講座に移られたあとの農産製造学講座（三井哲夫教授）で、昭和 25 年度の卒業論文研究を行ったのち、引続き助手として合成オーキシン類の課題に従事し、昭和 41 年に農薬化学講座（中島 稔教授）に移ってからは、主として殺虫剤を中心のテーマに関与してきた。敗戦後、現在に至るまでの農薬学の展開を、筆者の周囲で起こったできごとを中心に、あるいは資料に基づいて記してみたい。

I. 戦 後 期

表 1 は、昭和 20 年代に防虫科学誌上に掲載された研究発表を対象別に分類したものである。戦後の新しい農

薬が DDT および BHC から始まったことを反映し、7 年間の総数 170 編のうち約 1/3 が BHC と DDT 関係で占められている。防虫科学誌とは、武居教授が主宰されていた財団法人防虫科学研究所の機関誌である。戦前のロテノンの構造決定および羊毛防虫剤としての応用、除虫菊有効成分の定量など、殺虫剤分野での武居教授らのすぐれた基礎および応用研究をもとに、昭和 12 年に設立されたのが防虫科学研究所である。当然のことながら敗戦の前後の期間は休刊せざるをえなかったが、昭和 22 年に復刊され、規則的に刊行が継続されるようになると、日本農芸化学雑誌をふくめ、一般にはきわめて困難であった出版事情の時代に、主として殺虫剤および害虫学関係の研究発表の場として大いに活用された。当時は、主要な農薬研究が、殺虫剤に片寄っており、同時期

表 1 昭和 22 年より 28 年までの防虫科学誌上に掲載された論文の対象別分類

BHC（合成法・立体化学・効力・定量）	37 編
害虫生態	22
ピレスロイド（合成・立体化学・効力・定量）	22
DDT（類縁体・活性）	17
共力剤・共力効果	15
天然物（はなひりのき、あせび、白樺油などの有効成分）	14
化学的不活性物質（ペントナイト、珪藻土など）	7
ガス剤・燻蒸剤	6
殺虫剤抵抗性	6
殺虫剤検定法	5
有機塩素化合物（BHC, DDT 関連以外の）	4
殺虫剤製剤・剤型	4
蚊とり線香	3
有機リン殺虫剤	2
2,4,5-T（除草剤）	2
その他	4

に刊行された日本農芸化学雑誌には、DDT およびBHC 関係の研究報告が1編も掲載されていないことを考えると、戦後初期に防虫科学誌が農薬学領域において果たした役割は、きわめて大きいといえよう。

DDT は、進駐軍から農業用としても放出され、西ヶ原農事試験場で、農薬としての応用研究が進められた。そして昭和 21 年樟脳油を溶剤とする乳剤が創製され普及した。この DDT 製剤は、わが国で実用化された有機農薬の最初のもので、イネの害虫であるメイチュウ類に対して、効果を示すことが明らかにされた。しかし、やがて DDT に比べて製法が簡単で、価格が安く、効果においても遜色のない BHC に、殺虫剤としての首位を譲るようになる。BHC については、昭和 21 年ごろから、有効成分である γ -異性体含量を高めるための製造法および製品中の γ -異性体の定量分析法の研究が進められてきた。ちょうど筆者が学生のころは、武居教授・中島助教授を中心に、これらの研究が盛んに行われていた時期で、製法としては、蛍光灯照射下、無声放電を行うとともに、塩素ガスのベンゼン中への混入速度や反応温度などが、連日のように詳細に検討されていた。また γ -異性体の定量には、ポーラログラフによる方法が開発され、この方法はさらに改良が加えられて、昭和 30 年には、わが国における γ -BHC の公定分析法の指定をうけることとなった。BHC は、異性体混合物のまま製剤化され、粉剤が、昭和 23 年ウンカの駆除にすばらしい効果をあげることが明らかにされた。そして、江戸時代以来の注油駆除法に代り、全国的に普及していった。これら BHC 研究の成果のほとんどが、防虫科学誌に掲載されたのである。

DDT や BHC に続いて、多彩な農薬が登場するようになる。パラチオンは、昭和 26 年にニカメイチュウに卓効を示すことが認められ注目を引いた。そしてその翌年にはドイツから緊急輸入を必要とするほど需要の伸び普及していった。また昭和 25 年にフェニル酢酸水銀を消石灰と併用すれば、それまで至難といわれていたイモチ病を防除できることが実証された。このように、新農薬である BHC、パラチオン、フェニル酢酸水銀の使用により、古くからイネの三大病虫害といわれていたウンカ・メイチュウ類・イモチ病をほぼ完全に防除しうることが可能となった。10 アール当りのコメの収量は、昭和 30 年を境に、約 300 kg から 400 kg に上昇し、ようやく戦後の食糧不足状態から脱することができたのである。また、昭和 25 年には、除草剤である 2,4-D が実用化され、農家にとって最大の悩みであった水田の草取り作業の労苦が軽減された。そしてその後、MCPA、クロ

ル IPC、PCP など水田用のみならず畑作用にもすぐれた効果をもつ除草剤が導入され順次実用化されてゆく。

昭和 20 年代も後期になると、わが国独自の発見による農薬を開発しようとする機運が醸し出されてくる。それまでの新農薬は、実用的使用場面での技術開発はともかく、いずれも欧米各国で生物活性の発見されたものばかりであった。昭和 28 年ごろから東京大学の住木諭介・米原 弘両教授および農技研の見里朝正氏らによって、植物病害を抗生物質によって防除しようとするプロジェクトが開始された。全国から蒐集された土壌から分離された多数の放線菌の生産物の植物病原菌に対する抗菌性試験やポット試験がねばり強く繰り返された。スクリーニング法に幾多の検討と改良が加えられ、昭和 35 年にブラストサイジン S の発見となって実を結ぶことになる。ブラストサイジン S は、イモチ病に対する抗生物質として広く実用化され、その後のカスガマイジン（東京大学・梅沢ら）、ポリオキシン（理研・鈴木ら）、バリダマイジン（武田薬品）など、農業用抗生物質のさきがけとなった。これらの農業用抗生物質の開発は、わが国独自の微生物利用技術を基盤にしたものであり、現在では、わが国はこの分野で世界をリードするに至っている。昭和 37 年には、低毒性有機リン殺虫剤フェニトロチオン（住友化学）が開発され、多くの中毒事故を起こしたパラチオンに代って、メイチュウ駆除に大きく貢献した。また、同年、九大江藤らにより、サリゲニン環状リン酸エステル・サリチオンの殺虫活性が発見された。サリチオンはのちに果樹・野菜用の殺虫剤として実用化された。

表 2 は、昭和 30 年代の防虫科学誌掲載論文を、表 3 は、ほぼ同時期の農芸化学会論文誌掲載のうちの農薬関係の論文を、それぞれ対象別に分類したものである。昭和 20 年代にトップの座を占めた BHC 関係の研究が激減し、有機リン剤の時代に移行したことが明瞭に示されている。ピレスロイド系殺虫剤については、年代の移行にかかわらず継続的に研究が展開されていることもわかる。

パラチオンに引き続き種々の新農薬が海外から導入されると同時に、国産農薬開発研究が盛んとなり、農薬科学領域のいっそうの充実が要請されるようになって、昭和 30 年以降各大学に農薬関係の講座や研究施設の新設が活発になった。そして、現在では、国立に限っても北海道、東北、東京、名古屋、京都、九州、東京農工、愛媛、三重、高知、神戸、琉球、茨城、筑波の各大学に農薬（化）学あるいは、それに該当する講座が、また京大に農薬研究施設、九州大に生物的防除研究施設、宇都宮

表 2 昭和 33 年より 38 年までの防虫科学誌上に掲載された論文の対象別分類

有機リン殺虫剤 (化学・合成・効力・作用機構)	48
害虫生態	21
殺虫剤抵抗性	20
ピレスロイド (合成・立体化学・効力・定量法)	15
害虫飼育法	9
リンデン (γ -BHC の作用機構・製剤)	7
殺虫剤検定法	6
製剤・剤型	5
殺菌剤	3
殺虫剤の代謝・毒性	3
昆虫生理	3
ロテノン (作用機構)	2
シクロディエン系殺虫剤 (作用機構)	2
その他の有機ハロゲン化合物	2
カーバメート系殺虫剤	2
蚊とり線香	1
除草剤	1
グラヤノトキシン	1
その他	13

大に雑草防除研究施設が設けられている。また、昭和 34 年、理化学研究所に農業研究部門が設立され、独自の新農業開発へ向っての体制が作られた。

II. 昭和 40 年代

高度成長期とともにスタートした昭和 40 年代は、わが国の農業学にとっても成長期ではあったが、同時に厳しい試練の時代でもあった。まずとくに記すべきことは、農業学領域で日米科学セミナーが半定期的に開催されるようになったことである。表 4 に示すように農業とその関連領域の各専門分野を対象とし、日米両国の科学者が、それぞれの研究成果について、非常に密度の濃い情報交換を行う機会が得られたのである。それまでは主として個人的レベルであった国際的な研究交流が、組織的レベルに拡充され、その後のわが国の農業学の水準の

表 3 昭和 30~40 年の、*Bull. Agr. Chem. Soc. Japan* および *Agric. Biol. Chem.* 上に掲載された農業関係の論文の対象別分類

有機リン殺虫剤 (定量・合成・代謝・作用機構)	22 編
ピレスロイド (合成・反応・立体化学)	21
ニコチノイド (合成・構造活性相関)	4
除草剤 (ピリダジン誘導体)	4
プラストサイジン S (化学・製剤・検定)	4
ロテノイド (合成)	4
その他	3

上昇に対して重要な役割を果たした。とくに、1967 年の農業の代謝・分解・作用機構に関するセミナーにおいては、わが国側からは、昭和 30 年代以降に開発された国産農薬の作用機構に関する研究、アメリカ側からは、環境動態・代謝・作用機構に対する新しい研究方法論に関する発表が主で、わが国の研究者にとって学ぶところがきわめて多い実りのあるものとなった。

また、昭和 43 年には、名古屋大学の宗像 桂教授によって、農業化学シンポジウム (のちに農業科学シンポジウムと改称された) が組織され、国産新農薬の開発の事例をふまえて将来を展望する場が提供された。このシンポジウムは、以後、新農薬開発のみならず作用機構・安全性・生物農薬・農薬抵抗性・昆虫フェロモンなど農業関連分野のトピックスを順次とり上げ、毎年各大学の持回りで、関連学会の共催の形をとって各地で開催され現在に至っている。

昭和 20 年代は、とくに稲作の病虫雑草防除が先決で、経済的窮乏期にあって、防除対象以外の生物や環境に対する影響をかえりみる余裕すらなかったのではないかと考えられるが、それでも 20 年代の終りごろから、有機塩素系殺虫剤抵抗性害虫の出現、除草剤 PCP による魚類の被害、有機リン殺虫剤による中毒、水銀剤の玄米中への残留や頭髮への蓄積および環境汚染、除草剤 2,4,5-T に含まれる不純物ダイオキシンの毒性問題など、農業のマイナス面が次第に明らかにされてきた。低

表 4 農業・植物保護関係日米科学セミナー

主 題	オーガナイザー
微生物による害虫防除 (1967 年)	鮎沢啓夫, G. R. Spairs
農薬の代謝・分解および作用機構 (1967 年)	福永一夫, J. E. Casida
天然物による昆虫行動の制御 (1968 年)	中島 稔, D. Wood, R. M. Silverstein
雑草防除への生化学的アプローチ (1969 年)	宗像 桂, D. E. Moreland
殺虫剤の毒理 (1969 年)	山本 出, R. D. O'Brien
農薬の環境毒物学 (1971 年)	見里朝正, F. Matsumura, M. G. Boush
有害生物の農業抵抗性 (1979 年)	斎藤哲夫, G. P. Georghiou

毒性リン剤が開発され、有機水銀剤に代る農業用抗生物質が実用化されて、これらマイナス面が全体としていくらかは軽減されたものの、昭和40年代の初期のころは、在来の新農薬も併用されていた。昭和43年から44年にかけて、これら農薬のマイナス面が、社会問題として一斉に顕在化する。

昭和41年に製造が禁止された水銀剤に代り、抗生物質プラストサイジンS以外にも種々の抗イモチ剤が開発された。そのうちの1つであるペンタクロロベンジルアルコールは、昭和41年から実用されたが昭和43年に至り、この薬剤を散布したイネわらを堆肥として使用したウリ類に著しい生育阻害が起ること、そしてこの生育阻害は、ペンタクロロベンジルアルコールが堆肥中で化学変換を起こして生成した物質に帰因することが明らかにされ、ただちに使用が中止された。昭和44年には、パラチオンの使用が禁止された。また同年ウンカの防除に昭和20年代から使われてきたBHC製剤中の無効成分である β -BHCの牛乳中の残留、さらには母乳中への移行が明らかにされた。この現象は、BHCの残留しているイネわらを乳牛が餌とともに取り入れ、生物濃縮された結果起ることも判明し、昭和46年にはDDT、2,4,5-TとともにBHC製剤の使用が禁止された。昭和45年には、農薬取締法が改正され、農薬の登録には、従来の薬効および薬害試験のほか、2種以上の哺乳動物に対する2年間の慢性毒性試験、作物・土壌・水圏など、環境に対する汚染のチェックなど厳しい条件が課せられることになった。これらの試験および試験法研究を目的として、昭和46年には残留農薬研究所が東京に設立された。そして、わが国の農薬研究体制は、防除対象に対する効果だけに片寄りがちであった傾向への反省のうえ、代謝・残留・毒性・環境動態の領域にまで拡大され、やがてバランスのとれた農薬学分野としての形成に向うことになったのである。

III. 昭和50年代～現在

農薬研究領域の拡大に伴い、当然ながら種々の研究方法を取り入れることが必要となるとともに、研究対象である有害生物や毒性試験生物も多岐にわたるようになった。研究活動が活発になるに従って、これらの研究は、日本農芸化学会のみならず、日本植物病理学会・日本応用動物昆虫学会・日本雑草学会・日本分析化学会などの学会において分散的に発表されるようになり、総合的分野としての農薬学独自の学会を設立しようとする動きが、昭和40年代の後期に台頭してきた。そして昭和50年10月に日本農薬学会が、理研の福永一夫氏を初代会

長として設立された。

日本農薬学会設立のもう一つの大きな動機は、昭和40年代を経て、ようやく成長充実してきた日本の農薬学のいっそうの国際的交流を促進するとともに、次世代の農薬学研究者へのインパクトを狙い、IUPAC主催の国際農薬化学会議の日本での開催を招請し実現するための母体にしようとするのであった。昭和53年スイスにおける第4回の会議で、第5回は日本で開催されることが決定し、京都大学の中島稔教授を組織委員長、理研の見里朝正氏を事務局長とし、日本農薬学会が中心となって準備が進められた。そして、昭和57年8月末、京都において第5回国際農薬化学会議が盛大に催されたのである。会議には55カ国から約1,800名におよぶ科学者が参加し、700件を越す研究成果が、合成、構造活性相関、天然生理活性物質、作用機作、代謝分解、毒性、残留分析、製剤の8つの主題にわたって発表された。各主題ごとにシンポジウム、ポスターディスカッションセッションが設けられたが、そのテーマには、ピレスロイドの合成、昆虫フェロモン・ホルモンの合成、生化学・生物学に立脚した合理的構造創製、コンピュータ利用による構造・活性相関、天然生理活性物質の研究法の新展開、生体膜と農薬との相互作用、ヒトにおける農薬の代謝・分解、農薬の長期曝露による毒性、残留分析法の最近の進歩、製剤法と農薬の効果など斬新なトピックスが取り上げられ、最新の研究成果に基づく熱心な討論と意見交換の場となった。また、ピレスロイド殺虫剤、農業用抗生物質、稲作における除草剤・生長調節剤の3つの分野を対象として特別シンポジウムが組織され、わが国からの寄与が大きく、世界をリードしている特色のある領域に関して国際交流が図られた。

表5は、昭和50年代の農薬学領域の研究論文を分野別に分類したものである。防虫科学誌は昭和52年度をもって終刊しており、この年代は、*Agric. Biol. Chem.* および日本農薬学会誌が主要な論文公表の場となった。表2、3と比べてみれば、昭和40年代を経て、わが国の農薬学研究が論文数においても、研究内容においても、格段の広がりを見せてきたことがよくわかる。おおよそその傾向として、*Agric. Biol. Chem.* には、合成・構造活性相関および天然生理活性物質関係の論文の比率が、逆に、農薬学会誌には、代謝・分解や作用機作および残留などの報文の比率が大きい。これは、生物活性は実用レベルに達するほどにはめざましくないが、有機化学的あるいは生化学的に興味のある対象として、ある種の構造的特徴をもった生理活性化合物の合成や、天然生理活性物質の単離、それら化合物の種々の生理活性と

表 5 昭和51年より60年までの *Agric. Biol. Chem.* (農薬関係のみ) および日本農薬学会誌上の論文の分類

項 目	<i>Agric. Biol. Chem.</i>	農薬学会誌	計
合成・構造活性相関	59(47)	43(8)	102(15)
天然生理活性物質	16(13)	24(5)	40(6)
作用機作(抵抗性)	7(6)	110(21)	117(18)
防除効果	1(1)	33(6)	34(5)
吸収・移行	4(3)	21(4)	25(4)
代謝・分解	24(19)	168(32)	192(29)
土壌吸着	1(1)	7(1)	8(1)
残留・残留分析	3(2)	68(13)	71(11)
毒 性	0(0)	13(2)	13(2)
製剤・施用法	1(1)	25(5)	26(4)
そ の 他	10(8)	21(4)	31(5)
計	126(%)	533(%)	659(%)

化学構造との関係など、必ずしも開発・実用につながらない候補化合物に関して行われた研究は、*Agric. Biol. Chem.* に、実用農薬に関して要求される代謝・毒性・環境動態研究の結果など、企業の研究機関からの論文は、どちらかといえば、農薬学会誌のほかに、それぞれ投稿される傾向によるものようである。

またこの期間に研究対象となった薬剤の取り上げられた論文の数(必ずしも1編1薬剤とは限らない)が、両誌合わせて10以上のものを列挙すれば、表6のようになる。先にも述べたように、昭和40年代には戦後初期から用いられてきた代表的農薬の多くの使用が禁止された。しかし、それにもかかわらず高収量の農業生産レベルが維持されたのは、禁止されたものに代替しうるすぐれた活性を示す薬剤が開発されていたからであった。高度成長期における経済の発展に伴い、低毒性有機リン殺虫剤や農業用抗生物質をさがしきりとして、多くの薬品・

化学工業会社で、独自の農薬創製研究を行おうとするところが増えてきた。すぐれた設備と多くの研究者を擁した立派な農薬研究施設が新設され、40年代中期には、それぞれにかなりレベルの高い研究開発能力をつけてきていたのであった。そして、40年代後期から50年代にかけて新しい農薬取締法のもとでのきびしい条件にもかかわらず多彩な国産農薬が登場してくることになる。表6の薬剤の多くは、このような国産農薬で占められている。研究対象としてよく取り上げられた薬剤は、殺虫剤としては、フェニトロチンをはじめとするリン系、およびカーバリルなどのカーバメート系の主としてメイ虫およびウンカ・ヨコバイを対象とする稲作用のものと、フェンバレレートなどの合成ピレスロイド系であり、殺菌・除草剤としては、グアザチンを除き、いずれも水田用・イネ病害用である。フェニトロチオンは、メイチュウ防除以外にも麦作・果樹・森林害虫に対してすぐれた性質が認められ、ヨーロッパ、アフリカをはじめ全世界的に普及し、それに応じて安全性および環境動態の研究結果の発表があいついだ。またフェンバレレートは、とくに棉作用の殺虫剤として国内よりも国外で普及している。水田用・イネ病害用の殺菌・除草剤のなかにも、国内のみならず東アジアやアメリカの稲作地帯で実用されているものも多い。

フェンバレレートは、シクロプロパン環を含まない酸部を構造に持つ新規な合成ピレスロイドであって、この化合物によって、ピレスロイドは農業気象条件にも耐ええて、施用場面を家庭用・衛生害虫用から農業用に拡大したといえることができる。表2および3に示したように、ピレスロイドに関する研究は、戦後一貫して続けられてきた。それは、ピレスロイドが有機化学的にきわめて興味のある構造を持つことのほかに、きわめて低毒性であり、すぐれた性質を持つことが注目されていたからにはかならない。戦前の天然ピレスリンの構造に関する山本

表 6 表5の論文で研究対象となっている薬剤のとり上げられた回数(10回以上のもののみ)

殺虫剤	有機リン剤： <u>フェニトロチオン</u> (住友化学)[52]、 <u>ダイアジノン</u> [21]、 <u>マラチオン</u> [20]、 <u>フェントエイト</u> [15]
	カーバメート剤： <u>カーバリル</u> [16]、 <u>MTMC</u> [10]
	合成ピレスロイド： <u>フェンバレレート</u> (住友化学)[20]、 <u>フェノスリン</u> (住友化学)[15]、 <u>パーメスリン</u> [13]、 <u>サイパーメスリン</u> [10]
	そ の 他： <u>DDT</u> [10]
殺菌剤	イモチ病剤： <u>イソプロチオラン</u> (日本農薬)[20]、 <u>IPB</u> (クミファイ化学)[15]
	そ の 他： <u>グアザチン</u> [11]
除草剤	水 田 用： <u>ベンチオカーブ</u> (クミファイ化学)[18]、 <u>CNP</u> (三井化学)[12]、 <u>メトキシフェノン</u> (日本化薬)[12]、 <u>プロモブチド</u> (住友化学)[10]

注：下線を引いたものが国産農薬である。

亮教授や定量に関する武居三吉教授の研究から、東京大学の松井正直教授らのアレスリンをはじめとする類縁体の合成研究を経て引きつがれてきたピレスロイドの研究の伝統が、フェンバレレートにおいて実を結んだといえよう。

以上の薬剤以外にも、果樹・疏菜用の殺菌剤であるチオファナトメチル（日本曹達）、プロシミドン（住友化学）、棉・大豆畑用莖葉処理除草剤であるセトキンジム（日本曹達）およびフルアジホップブチル（石原産業）、キサロホップエチル（日産化学）などが、近年、世界的規模の農薬として注目を浴びてきた。そして、最近の日本の農業企業の開発能力のレベルはようやく先進国なりに評価されるようになってきたのである。このような事態は、わが国伝統の天然物化学および合成有機化学の進歩のみならず、きめの細かい生物検定法の検討と展開、作用機作の解明、広範な安全性試験など、周辺の科学技術の充実に支えられて初めて可能となったもので、農業学の学問分野としての均整のとれた発展を展望するとき、まことに好ましい要素であるといえることができる。

IV. 農業学の今後

以上のように、最近のわが国の農業科学技術の発展にはめざましいものがある。一方で、一般市民にとって農薬とは、依然として毒物であり、環境汚染物質であって、生体や生態系に対するマイナス面を持ったものとしてのイメージが強い。昭和40年代に多発した環境汚染問題、およびダイオキシン関連物質の毒性問題や、最近の除草剤パラコートによる自殺・他殺事件など、農薬のマイナス面が社会問題として取り上げられる事例があとを絶たない限り、これは当然のことといえよう。しかしながら、世界的規模で考慮するとき、人口増加と食糧生産の相互関係の将来は、けっして楽観を許さない状況にあり、わが国においても無農薬栽培など、とうてい考えられるものでなく、食糧確保の手段の一つとして、農薬の果たす役割は、今後ともきわめて大きいことを考えると、将来にわたって農薬のあるべき理想像とは、

- 1) 環境に対する導入量をできるだけ減少することができるよう、少量でも効果的であること。
- 2) 標的有害生物に一定の期間、作用したのちには分解して環境汚染を起こさないこと。
- 3) 標的有害生物に対する選択性が大きいこと。

- 4) 人畜・野生動物に対する安全性が確保されていること。

などの条件を具備することであろう。

国内法規としての農薬取締法のみならず、国際的な安全性審査も最近では厳密で、農薬の製造・承認にあたっては哺乳動物に対する急性・慢性毒性、発ガン性、変異原性、神経毒性、生殖性・繁殖性への影響、催奇性、刺激性、薬理作用、解毒法、代謝・分解のみならず、作物における残留基準に対する到達度、野生生物に対する毒性や環境動態など、多数のデータが要求されるようになっている。したがって、今後は従来のような社会問題の起こる確率は、きわめて小さいことを期待してもよいが、その反面、これら安全性確保のための試験データを整えるためには、莫大な経費と長い期間が必要とされる。また農薬が生体および生態系にとって異物である以上、現在の基準で律しきれない毒性問題の発生も皆無とはいいきれまい。

将来の農薬学は、以上のような矛盾をどのように解決するかに関して、使命を果たすべきであろう。莫大な経費と長期間をかけてまで安全性試験を行おうとする候補化合物は、できるだけ精選されている必要がある。したがって、まずすぐれた生理活性を示す化合物を、できるだけ合理的な筋道に従い、高い確率で得ることのできるような手段、すなわち合理的な分子設計の方法が要請されよう。農薬を殺生物剤としてではなく有害生物制御剤ととらえ、生体において生理活性物質の関与する生化学的機構や自然生態系における生物間相互作用を理解し、これらの仕組みになじむ生物制御剤を生合理的に設計しようとする試み (biorational design)、新規の生物活性を期待することのできる未知の天然生理活性物質の検索と構造の修飾・展開、さらには、最近進歩の著しいコンピュータおよびコンピュータ・グラフィックスの技術を用いる情報科学的・有機物理化学的・立体化学的アプローチなどが重要となろう。また選択性に関しては、広範な比較生化学・生態学の基礎的研究が、安全性・環境動態に関しては、新しい実験毒性学・実験環境科学的方法に基づく毒性・環境汚染性に対する評価法の確立が必要であろう。将来の農薬学は、これら先端科学分野を総合したハイサイエンスの一つとならねばならないと考える。