

## 連載 日本の農薬産業技術史(3)

## 一農薬のルーツと歴史、過去・現在・未来一

独立行政法人 国立科学博物館  
産業技術史資料情報センター 元主任調査員

大田 博樹 (おおた ひろき)

## はじめに

第2のパラダイムシフトと言える大きな変化が戦後の25年間に起こった。この時期は戦中戦後の混乱で壊滅的になった農業産業が劇的な速さで復活した復興期と、その後の経済成長に連動した発展期とに分けられる。復興期には海外で開発された高性能有機合成農薬が相次いで導入され、国内各社がこぞって工業生産を開始した。発展期には技術導入で体力をつけた国内企業が自社開発による新農薬の開発に注力した結果、多くの大型農薬が開発された。

## III 戦後に起こった有機合成農薬の登場と農業産業の成長

1 復興期(1945年(昭和20年)から15年間)  
一技術導入一

長年に亘った戦争は、7千万人の人口の4%強にあたる約300万人の犠牲者を出し、日本は壊滅的な状況に陥った。農業生産も労働力と肥料の不足から大幅に低下し、1930年代の65%までに落ち込んだ。加えて海外からの食糧輸入の途絶、農家からの供出の低下、そして500万人に上る海外からの復員、引き上げによる消費人口の増加があり、未曾有の食糧危機に陥った。

これに対して、配給制度や米国の食糧援助が行われ、1946年(昭和21年)には小作を開放する農地改革が始まった。農家の半分は小作であったのが、農地改革で600万戸の自作農が誕生した。

1950年(昭和25年)に勃発した朝鮮動乱による特需が起こったこともあり、急速に復興が進んだ。1956年(昭和31年)には“もはや戦後ではない”と言われ、戦後10年余という短期間で、その後の成長の基礎ができた。

農業産業についても戦争によって壊滅的な打撃を受け、1941年(昭和16年)の農業生産金額2,150万円が

1945年(昭和20年)には930万円まで落ち込んだ。しかし、これも経済復興に連動して復活し、従来の農薬製造会社に加えてソーダ工業など主要化学会社による海外からの技術導入による工場生産が始まった。

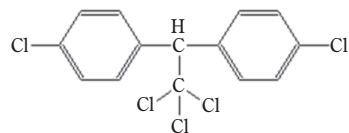
また、当時は農薬が極端に不足し、粗製乱造が絶えなかった。この対策として、1948年(昭和23年)には農薬取締法が制定された。さらには、農業生産者(農家)の安全性確保の観点から1950年(昭和25年)には毒物劇物取締法が制定された。

## (1) 有機塩素系殺虫剤(DDT, BHC, ドリン剤など)の登場

有機塩素系殺虫剤 DDT (図-1) は1874年に初めて合成されたが、1938年になってスイス J. R. Geigy 社の Paul Müller (1899-1965) によって殺虫剤としての効果が見いだされた。この成果で Müller は1948年にノーベル生理学医学賞を受賞した。

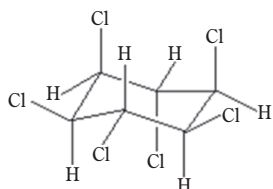
DDT は戦後ただちに GHQ により日本にもたらされ、ノミ、シラミ、ハエ等の防疫用として大量に放出されたが、農業用途にも検討が重ねられ、稲作害虫のメイチュウや、ヨトウムシ、アオムシ等の蔬菜害虫に効果があることがわかった。日本曹達はじめソーダ工業各社は、1947年(昭和22年)に技術導入によりいち早く工業生産を開始し、1951年(昭和26年)には原体生産量が1,600t 規模に達した。

BHC (図-2) はイギリスの M. Faraday (1791-1867) により最初に合成された。その殺虫剤としての効果は1941~42年にかけて見いだされた。この剤は DDT よ



DDT

図-1 DDT



γ-BHC

図-2 γ-BHC

り少し遅れて日本に紹介され、広範な害虫とくに水稲重要害虫のウンカに達効を示したことから農業用途に広く使われるようになった。幸い特許上の制約がなかったこともあり、1947年には、旭硝子、鐘ヶ淵化学が原体製造を開始し、その後日本曹達、東洋曹達、三菱化成等が追随し、1958年（昭和33年）には合計で月産2,000tを超える規模に成長した。

ドリソ剤は、環状ジエン構造を持つ塩素化合物で、1955年にアルドリン、エンドリン、ディルドリンが日本に輸入され、普及が始まった。DDT、BHCに比べて効率は概して高いので注目されたが哺乳動物に対する急性毒性、魚毒が著しく高いことなどから、その後使用が制限され、使用量は大幅に減少する。

## (2) 有機リン系殺虫剤（パラチオン）の導入

### —画期的な高性能殺虫剤—

パラチオンはドイツのBayer社のGerhard Schrader (1903–1990)によって、1944年に発明された。エチルエステル体（パラチオン）とメチルエステル（メチルパラチオン）体（図-3）がある。

パラチオンが日本に紹介されたのは1951年（昭和26年）のことである。ズイの中まで食入したメイチュウ（ズイムシ）に対しても優れた効果を示し、BHC、DDTを凌駕したため、たちまち脚光を浴びることとなる。1952（昭和27年）には国内の農薬登録がなされ、爆発的に普及していった。その輸入量は、1953（昭和28年）に製品で8,200t、翌年には24万tに急増した。

パラチオンの国産化はこういった背景のもとで当然のこととして起こり、住友化学が独占製造権をACCから1954年（昭和29年）に取得し、翌年にはBayer社からもメチルパラチオンの技術導入を行い月産100t規模で製造を開始した。

パラチオンは神経伝達をつかさどるアセチルコリンの分解酵素であるアセチルコリンエステラーゼ（AChE）の阻害作用によって殺虫活性を示す。この機構は哺乳動物にも存在するため、程度の差はあるが人畜に対する急性毒性が著しく強いという問題があった。

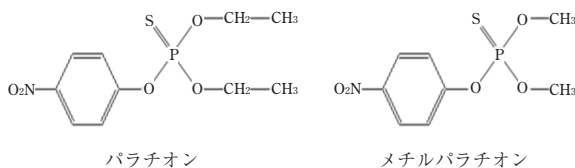


図-3 パラチオンとメチルパラチオン

(3) いもち病散布剤水銀粉剤（セレスン石灰）の登場  
ウスブルン、セレスン等水銀剤は主に種子消毒用として昭和10年代に導入され、水稲いもち病、ムギの黒穂病等各種病害の防除に広く普及してきた。

セレスンはそのまま散布すると薬害を起こすが、これを5倍の石灰で希釈し、粉剤として水田に散布するという方法が見いだされ、日本独自のセレスン石灰が誕生した。この剤のいもち病に対する効果は抜群で、昭和40年の初めまで殺菌剤の主役として大量に使用された。

一方、昭和30年代に始まったメチル水銀を含む廃液が原因の水俣病、次いで30年代後半には阿賀野川流域の第2水俣病が発生し、有機水銀の公害が社会問題、政治問題となった。水銀農薬は1966年（昭和41年）以降段階的に規制が強化され、最終的には1973年（昭和48年）に登録がすべて失効する。

## (4) 本格的除草剤の登場

2,4-PA (2,4-D), 2,4,5-T, MCPAはいずれも植物ホルモン様オーキシシン活性を持つ除草剤であり戦後間もなく日本に紹介された。いずれも置換フェノキシ酢酸構造を有しており、1940年代に英国ICI社、米国ACP社ほかによって見いだされた。

これらの剤は、水稲ほかの広場雑草に高い効果を有することが確認され、急速に普及していった。1950年（昭和25年）には2,4-PA (2,4-D ソーダ塩) が登録された。1951年（昭和26年）には日産化学、石原産業がACP社（後のAmchem）の特許許諾を受け、次いで、三井化学はICI社から、2,4-D, 2,4,5-T, MCPの特許許諾を受け、ナトリウム塩、アミン塩、エステル等の自社生産を開始した。また、水田に水を張ったままでも防除できる粒剤が開発された。

PCPは、上述した2,4PAや、MCPAでは防除が難しい科本科雑草に効果が高く、除草剤として1956年（昭和31年）に登録を受けた後、急速に普及していった。またその後、粒剤の開発により水稲の重要雑草であるノビエ防除剤として普及が進み昭和30年末には水稲作付面積の3分の1に広く使用されるまでに至った。

しかし、PCPは魚毒性が非常に強いという問題があり、魚介類の被害が大きな社会問題、政治問題となった。

このため、1971年(昭和46年)には水質汚濁性農薬に指定され、使用が大幅に制限されるようになる。

#### (5) まとめ

以上述べたように、戦後の15年間は、復興の年代と位置付けられ、欧米で登場した数多くの高性能有機合成農薬が導入された。日本の農薬企業は、技術導入によりその後の発展の基礎を作った。農薬の出荷額は1946年(昭和21年)には、わずか1.5億円(1958年単価で補正すると21.5億円)であったのが、1959年(昭和34年)には190億円強にまで成長する。そのうち50%が技術導入および輸入によるものが占めた。いかにこの時代に海外依存度が高かったかを如実に現わしている。

### 2 発展期 国産新農薬の登場 (1960年(昭和35年)から10年間)

この時代は1950年に始まった朝鮮特需に続いて1954年からの神武景気、続く岩戸景気、いざなぎ景気と高度成長が続いた。池田内閣が1960年に打ち出した所得倍增計画は大成功をおさめ、GNPは7年間の間に2倍に達し世界2位となった。

農業環境も大きく変革した。1960年代には農業人口は大きく減少し、兼業農家が大幅に増加した。これを支えたのが農業の機械化であり、農薬の使用による省力化であった。農産物の生産も回復し、1969年(昭和44年)には水稲作付面積が317万haのピークに達し、以降はコメ余りの時代に入った。

農薬産業についても景気回復と連動して、有機合成農薬の導入が大きく寄与して急成長を遂げた。出荷金額で見ると1960年(昭和35年)には280億円であったのが、10年後には830億円と3倍になった。また、農薬の種類は9割が合成農薬となり、天然物と無機農薬は1割にまで減少していた。この時期に体力をつけた国内各社は、技術導入で培った合成技術を武器にして自前で新農薬を創製するという目標を掲げて研究開発に乗り出していた。ここではこの時期に開発された主要な国産農薬について概観する。

#### (1) 殺虫剤

1961年(昭和36年)に低毒性有機リン剤のMEP(スミチオン)が住友化学によって開発され、国内登録を取得した。パラチオンを始めとする有機リン剤の哺乳動物に対する急性毒性が非常に高いことを画期的に改善した薬剤である。住友化学はニカメイチュウを殺虫活性の評価系に組み入れると同時に哺乳動物に対する毒性評価を指標として研究を進め、MEPに到達した。殺虫活性を保持したまま急性毒性を低減し、パラチオンよりも90倍も安全であるという選択毒性を維持している。MEP

は現在でも超大型殺虫剤として日本のみならず世界中に広く普及している。

この時代に新規骨格であるカーバメート系殺虫剤が多数登場した。マメ科植物に含まれる毒性を持つアルカロイド物質であるフィソスチグミン(エゼリン)をモデルとして、カリフォルニア大学のMETCALFらの研究によって、多数のカーバメート骨格を持つ殺虫剤が見いだされた。

米国UCC社が見いだしたNAC(デナボン)がまず1959年(昭和34年)に日本で農薬登録を取得した後に、多くの化合物が登場した。いずれの剤も水稲のウンカ、ヨコバイ類に効果が高く広く普及した。日本企業が開発した剤としてはMIPC、BPMC等が挙げられ、現在でも使用されている。

また、殺虫剤としては特異な化学構造を有する殺虫剤カルタップ(パダン)が1967年(昭和42年)に武田薬品によって発明され、市販された。海産動物のイソメに含まれる毒素であるネライストキシンをモデルにした化合物であり、広範な害虫種に効果を示すことから広く普及した。学術的にも優れた研究が日本で達成された好例である。

#### (2) 殺菌剤

この時期に待望の国産の殺菌剤が相次いで登場する。水稲紋枯れ病の殺菌剤として、庵原農薬(現クミアイ化学工業)はMAS(アソジン)を1959年(昭和34年)に、次いでMAF(ネオアソジン)を開発、市販した。これが日本で独自開発された最初の有機合成農薬である。

1961年(昭和36年)には世界初の農業用途専用の抗生物質であるブラストサイジンSが市販された。東大で見いだされ、科研化学、東亜農薬、日本農薬が共同で開発した。また、1965年(昭和40年)には、北興化学によっていもち病用抗生物質カスガマイシンが開発された。

農業用途の抗生物質殺菌剤はこれ以外にも日本の企業によって相次いで実用化された。いずれも低濃度で効果を示し、哺乳動物にも安全かつ作物残留がないという大きな特徴を持つ。1967年(昭和42年)にはイネ紋枯れ病、果樹蔬菜のうどんこ病、ナシの黒斑病、リンゴの斑点落葉病等に効果の優れたポリオキシンが理化学研究所によって見いだされ、科研化学によって開発された。ほかにも武田薬品が開発したイネ紋枯れ病に効果のあるバリダマイシン(バリダシン)が1972年(昭和47年)に農薬登録を取得した。このように農業用抗生物質殺菌剤は日本の技術開発が世界をリードした分野である。

1965年(昭和40年)にイハラ農薬(現クミアイ化学)が開発したEBP(キタジン)、次いでIBP(キタジンP)が登場した。有機リン系のいもち病薬剤で、ブラストサ

イジンとともに非水銀化の旗頭として爆発的に普及した大型剤である。植物体内への浸透効果があり、水稻の田面施用を可能にした。

1969年（昭和44年）には三共がイネ苗立ち枯れ病、ごま葉枯病、蔬菜立ち枯れ病の土壤病害に卓効を示すヒドロキシイソキサゾール（タチガレン）を発明、市販した。この剤は日本のみならず、アジア、欧米30か国以上で普及している。

### （3） 除草剤と植物成長調整剤

この時期に日本発の大型剤が2剤登場した。一つは三井化学が開発し、1965年（昭和40年）に登録を取得したCNP（MO）である。水稻のノビエ防除剤として爆発的に普及した。もう1剤がクミアイ化学によって1969年（昭和44年）に登録を取得したベンチオカーブ（サターン）である。ベンチオカーブは一年生雑草のみならず多年生雑草にも優れた効果を有していることから水稻用除草剤として超大型商品となった。

ここで植物成長調整剤について述べる。1964年（昭和39年）に協和醗酵が開発したジベレリンが植物成長調整剤として正式に農薬登録を受けた。主に種無しブド

ウに用いられているが、それ以外にも多様な生理作用を持っている。明治時代に始まるジベレリンの発見から、構造決定、農薬としての開発にいたるまで、すべての過程で日本の技術開発が世界をリードした点で特筆に値する。

## おわりに

以上に戦後の25年間を復興期と発展期に分けて述べた。戦前に主流であった無機化合物、天然物に加えて高性能有機合成農薬が数多く登場した。国内メーカーは欧米からの技術導入で工業生産を本格化させ、さらには独自製品を相次いで開発させた。これら高性能薬剤の登場は農業の生産性向上に大きく貢献し、コメの10a当たりの収量は300kgから400kgに増えるとともに単位面積当たりの労働時間が半減した。

一方で、この時代はこれら高性能農薬の負の側面が顕在化した時期でもあった。哺乳動物に対する急性毒性が強い懸念、および有用生物に対する影響、さらには作物や土壌に長期間残留するという環境に対する影響の懸念が問題視されるようになった。これについては次回以後で述べる。

## 登録が失効した農薬（26.6.1～6.30）

掲載は、種類名、登録番号：商品名（製造者又は輸入者）登録失効年月日。

### 〔殺虫剤〕

- インドキサカルブ MP 水和剤  
21512：ライトニング（デュボン）14/6/1

### 〔殺虫殺菌剤〕

- イミダクロプリド・スピノサド・チアジニル粒剤  
21509：DAS ブイゲットアドマイヤースピノ箱粒剤（ダウ・ケミカル日本）14/6/1
- シラフルオフェン・カスガマイシン・フサライド粉剤  
19253：カスラブジョーカー粉剤3DL（北興化学工業）14/6/7
- シラフルオフェン・テブフェノジド・カスガマイシン・フサライド粉剤  
19257：カスラブミミックジョーカー粉剤3DL（北興化学工業）14/6/7

### 〔殺菌剤〕

- ジチアノン・有機銅水和剤  
14619：ジアリン水和剤（アグロ カネショウ）14/6/10  
14620：金鳥ジアリン水和剤（大日本除虫菊）14/6/10
- 銅水和剤  
18385：クミアイコサイド DF（クミアイ化学工業）14/6/11

- オキシテトラサイクリン・ストレプトマイシン・銅水和剤  
18399：ファイザーバクテサイド水和剤（ゾエティス・ジャパン）14/6/21

### 〔除草剤〕

- カフェンストール・シハロホップブチル・ダイムロン・ベンスルフロメチル水和剤  
20200：DAS ジョイスター L フロアブル（ダウ・ケミカル日本）14/6/29
- DAS ジョイスター フロアブル（ダウ・ケミカル日本）14/6/29
- アジムスルフロメチル・カフェンストール・シハロホップブチル・ダイムロン・ベンスルフロメチル粒剤  
20201：DAS ジョイスター A1 キロ粒剤 36（ダウ・ケミカル日本）14/6/29
- カフェンストール・シハロホップブチル・ダイムロン・ベンスルフロメチル粒剤  
20202：DAS ジョイスター 1 キロ粒剤 51（ダウ・ケミカル日本）14/6/29