

農業環境技術研究所における研究の現状と今後の課題(4)

誌名	農業技術
ISSN	03888479
著者名	松本,省平
発行元	農業技術協會
巻/号	43巻9号
掲載ページ	p. 424-427
発行年月	1988年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



農業環境技術研究所における

研究の現状と今後の課題 (4)

松本省平

5. 資材動態部

1) 研究概要

資材動態部は、農薬動態科、肥料動態科の2科から構成され、農業環境の保全を配慮しつつ、農業生産を向上させる化学物質（農薬、肥料、土壌改良資材等）の特性・動態・機能及び環境生物への影響の解明と農業環境での制御技術の開発、農内外廃棄物等未利用資源の利活用技術の開発、並びに作用未解明元素の環境動態の解明に関する研究を基礎的・基盤的に進めている。各科・研究室の業務分担は次の通りである。

農薬動態科 (5 研究室)

殺菌剤動態研究室：殺菌剤の動態、生物に対する影響の解明及び動態制御技術の開発

殺虫剤動態研究室：殺虫剤の動態、生物に対する影響の解明及び動態制御技術の開発

除草剤動態研究室：除草剤の動態、生物に対する影響の解明及び動態制御技術の開発

薬剤耐性研究室：微生物・昆虫・植物等の薬剤耐性機構の解明及び耐性制御技術の開発

農薬管理研究室：農業生態系における農薬の安全評価及び総合的管理技術の開発

肥料動態科 (3 研究室)

多量要素動態研究室：肥料及び土壌改良資材中の多量要素の特性、動態の解明及び制御・管理技術の開発

微量要素動態研究室：肥料及び土壌改良資材中の微量要素の特性、動態の解明及び制御・管理技術の開発、作用未解明元素の動態解明

廃棄物利用研究室：農業内外の廃棄物の農用資材としての評価及び処理・利活用技術の開発

2) 主要研究成果

農薬動態科

農薬が、農業生産の安定と向上に果たしてきた役割は大きいですが、反面、不適切な使用により好ましからざる問題が生じつつある。農業者の健康や食料の安全性、有益な

生物の保護を配慮しつつ農業生産を進めるため、各薬剤については言うまでもなく、その変成物や分解物についても特性、環境中の動態及び環境生物に対する影響を解明して、合理的利活用技術を開発するとともに、環境保全的な農薬の総合管理技術の確立を図る。

①アミドリン酸エステル系殺虫剤における光学異性体の生物活性

アミドリン酸エステル系殺虫剤で土壌害虫の制御剤であるイソフェンホスおよび類縁化合物では、窒素原子につくアルキル基によって殺虫力が異なり、アセチルコリンエステラーゼ阻害活性から見て、殺虫力の酸化的活性化は $P=S$ 結合 \rightarrow $P=O$ 結合への酸化的脱硫化反応のほか、窒素原子周辺で N -酸化反応あるいは N -脱アルキル反応によるものと考えられた。有機リン酸エステルにつく3個の置換基が異なる場合にリン原子が不斉となり、光学異性体が生ずる。イソフェンホスとイソフェンホス・オキソンの光学異性体間殺虫活性に明確な差が認められ、ともに殺虫活性は $(+)$ - \rightarrow (\pm) - \rightarrow $(-)$ -体の順に強力で、 (\pm) -体の LD_{50} 値は $(+)$ -体にきわめて近い値を示した。

試験に供した昆虫によっても光学異性体間殺虫力の差は異なるが、イエバエに対して $(+)$ -イソフェンホス・オキソンは $(-)$ -体に比べ約 83.5 倍強力であった。また、光学異性体を含むイソフェンホスと類縁化合物の哺乳動物・昆虫・植物における代謝機構を解明した。現在、生態系に調和したより安全で効率的な農薬の使用が望まれているが、今後光学活性農薬がその一方向を示すものと思われる。

②有機リン殺虫剤抵抗性への対抗策——新殺虫協力剤ジメチルカーバメイトの発見

昭和53年に岡山県を中心に大発生した有機リン剤抵抗性のニカメイガは芳香環を持つ有機リン剤すべてに抵抗性を示し、ベンゼン環を持つフェントロチオン等ではその致死量が通常感受性ニカメイガの20~50倍も高く、とくにヘテロ環を持つピリミホスメチルでは833倍にもなった。

この抵抗性の発現機構を放射性標識フェントロチオンを用いて調査した結果、フェントロチオンはそれ自体毒

Shohei MATSUMOTO: Research Activities of National Institute of Agro-Environmental Sciences. 4. 農業技術 43 (9), 1988.

性がなく、体内で酸化され、活性毒物体フェニトロオクソンに変化し、害虫の神経系に作用する。感受性の虫ではフェニトロオクソンが著しく体内に集積し、抵抗性の虫では体内のフェニトロチオンオクソンのレベルは低く分解物が多く、この解毒作用はオクソンを加水分解する酵素とフェニトロチオンと結合しこれを無毒化する薬物結合蛋白の二つによることが判明した。

この解毒作用を止め、抵抗性により効力を失った薬剤の働きを元に戻す協力剤の開発を目指し、類似の構造を持つカーバメート化合物に着目し、130余りの各種カーバメート化合物を合成し協力効果をテストした。

その結果、フェニトロチオンのベンゼン構造を片割れにもつ N,N-ジメチルカーバメート (SK-2)、フェンチオンと同じ構造をもつ SK-9、ピリミホスメチルのピリミジン構造をもつ SK-102 が高い協力効果を示した。SK-102 を加えることにより、フェニトロチオンは37倍、ピリミホスメチルは1,318倍も抵抗性の虫に殺虫効果が高まり、その解毒作用を司る加水分解酵素や薬物結合蛋白の働きを、 10^{-6} M という低濃度で阻害する。

有効な協力剤の開発は、抵抗性のため効力が低下し使用できなくなった殺虫剤の再使用や使用中の農薬の延命という面からも重要で、今後の重要課題といえる。

③ 農薬の水系における生分解と生物濃縮

農薬のおよそ半量が水田に使用されるわが国では、水中の微生物による生分解は最も重要である。密閉したフラスコに無機塩類溶液に溶かした農薬を入れ、これに活性汚泥に土壌、河川底質を加えた微生物源を加え、一定期間(2~3週間)、空気(好気条件)または窒素(嫌気条件)を通し、経時的に培養液中の農薬の減少を調べた。

供試12化合物の生分解性は、好気条件で大きい化合物BPMC、ダイアジノン等と、反対に嫌気条件で大きいクロロニトロフェン、フェニトロチオン等に分れた。求められた化合物の生分解速度定数はその物理化学性、脂溶性の指標として用いられるオクタノール・水間の分配係数、およびアルカリ加水分解定数と相関が大きく、それぞれから回帰式によって予測できることが示された。

生物濃縮については、魚類が鰓呼吸、経皮、経口摂取により農薬を取り込んでいるが、体内濃度が平衡に達するまでの期間が短く、飼育管理が容易なため、実験動物として適している。全魚体中の農薬濃度を水中濃度で割った値を一般に生物濃縮係数と呼び、濃縮性の比較に用いている。

農薬の生物濃縮性は、脂溶性と関係が深く、オクタノール・水間の分配係数がよく適合し、分配係数から生物濃縮係数を求める回帰式が得られている。

肥料動態科

肥料等の資材については、その理化学的特性と動態を施肥と環境保全の両面から解明して、環境中の挙動を予測・管理し得る合理的な施肥技術や目的的新資材の開発・利用を図るとともに、農業内外の廃棄物についても、省エネルギー・省資源の立場から農用資材としての積極的な利活用技術の開発を図る。

また、生体への影響が未解明な元素の土壌中での挙動、植物への吸収移行性、生理的影響を解析し、環境保全面からの評価を行う。

① 安定同位体によるケイ素の動態解析

わが国ではケイ酸が肥料の主成分として認められており、水稻の安定多収技術の一つとしてケイ酸質肥料が広く施用されている。しかし、従来の試験法では肥料中のケイ酸と土壌中に多量に存在するケイ酸化合物を区別して評価することが困難であった。

最近、レーザー光利用によりケイ素の安定同位体を分離する方法が確立して、 ^{30}Si で標識した試料の利用が可能となった。 ^{30}Si は安定同位元素であるから、測定は質量分析によるが、湿式法で SiO_2 として分離後、 BaSiF_6 とし、これを質量分析計に導入し、 SiF_4 としてガス化し測定する。

^{30}Si 標識ケイ酸カルシウムを合成し、鉍質酸性土と灰色低地土を用いた水稻のポット試験に供試して、分けつき期、出穂期、収穫期におけるケイ酸吸収量と施用した ^{30}Si の濃度を測定した。吸収されたケイ酸のうち ^{30}Si の割合は分けつき期は高く、収穫期に向って低下した。鉍質酸性土では施用した ^{30}Si の吸収が比較的多く、灰色低地土では土壌からのケイ酸吸収が比較的多くなっている。またケイ酸カルシウム施用によって土壌ケイ酸の吸収抑制の傾向も観察されている。

土壌ケイ酸と肥料ケイ酸の相互作用など土壌溶液あるいは土壌表面におけるケイ酸の動態解析や植物によるケイ酸の代謝解析に、安定同位体の利用が新局面を切り開くことが期待される。

② 微生物熱量計を用いた有機農業資材および微生物資材の評価法

一定の温度に維持された恒温体中に、培養容器を兼ねた試料セルを置き、その中で生成する熱量を感熱体で経時的に測定する微生物熱量計が開発されている。熱測定によって、容器中における微生物の増殖量あるいは基質・資材の分解量を求めることができ、液体状態の試料はもとより、固体あるいは固体と液体が共存するような不均一な試料にも適用でき、微生物の直接的な取扱いや化学操作を必要とせず、非破壊的な生体計測法としてすぐ

れている。

一定量の土壌に、各種汚泥、稲わら等の有機質資材を供試した結果、それぞれの有機質資材の土壌微生物の基質特性値が得られた。また、微生物資材に稲わら等の有機質資材を加えて供試し、微生物資材の効果判定に利用できることが判明した。

なお、測定用容器の栓に小孔を開け好氣的分解条件での測定を試み、系外との熱出入を無視しうる条件で測定できる見込みが得られた。

③微小部分蛍光X線装置による生きた植物の生理障害診断

重金属による植物の過剰症状あるいは欠乏症状については、X線マイクロアナライザーが診断に用いられてきたが、対象が乾燥試料に限られていた。最近開発された微小部分X線マッピング装置では、大気中でX線ビームを照射し、試料から発生する特性X線をエネルギー分散型波高分析器で検出するもので、X線照射時間を調節することにより、生きたままの植物を同一部位について継続して測定することが可能になった。

この装置による元素検出感度は、生試料で10秒間(40 mA-40kV)照射でK, Caで0.1%, Fe, Cu, Zn, Sr, Rb, Brでは数十ppm程度であった。パーズフットレフォイル(マメ科)をMn過剰土壌に生育させながら連続的に測定した結果、Mnは異常斑点部分で高濃度となり、斑点のクロロシスの程度はその部位におけるMn濃度と比例的であった。

このように、本装置による測定結果が、症状形態観察と一致したので、さらに定量法の向上を図れば、障害発生予測が可能となるものと期待される。

3) 今後の重点課題(資材動態部関係)

資材動態部は、前出の農業環境技術研究所の研究基本計画にある7つの主要研究問題のうち、I.農業上問題となる環境要因の体系的解明の課題の一部、および、III.化学物質の環境保全的利用技術の開発のほとんどすべての課題を担当している。この基本計画に沿って資材動態部の今後とり組むべき重点課題は次の課題にまとめられる。

①農業及び肥料等の特性・動態の解明と生物機能の資材的利用技術の確立

わが国農業は、戦後一貫して高収量・高品質の農業生産技術の確立を目指して、より集約化、機械化及び資材多投型の上に立ち大きな成果をあげてきた。しかし、一方では農業環境に二次的悪影響を及ぼし、また化石燃料等有限資源の過剰消費をもたらしてきた。

これらの反省から、農業生態系に与える悪影響をでき

る限り排除して、生態系の機能を最大限に発揮しうる農業生態系の総合管理の視点に立った農業形態への変革が求められている。この新しい農業システムを構築するためには、生態系と調和した化学資材の利用・制御技術を確立するとともに、生物のもつ種々の機能を利用した新しい生産性向上技術を導入して行く必要がある。

資材動態部では、農薬・肥料をはじめ、微量元素・生理活性物質等の特性・動態及び生物・生態機能に及ぼす影響を解明して、それに基づく環境保全的制御技術を確立するとともに、生物、とくに微生物のもつ種々の機能を利用した新しい生産性向上技術を導入して行く必要がある。

②いわゆる有機農業技術についての解明・評価(前出)

いわゆる有機農業の実態を物質循環・物質収支の面から解明するとともに、有機質資材の効用を積極的に評価・導入して生態系と調和した持続的農業システムの構築に貢献しうると考えられる。

③農業生態系の要素間相互作用及び物質動態機構の解明・評価と制御技術の確立(前出)

農薬や肥料等の農業資材の農業生態系中における動態機構を解明して、農業生態系の安定化機構との係わりで評価し、制御管理する技術を開発する必要がある。

④農業生態系における組換え体の特性と安全性の評価手法の開発(前出)

農薬や肥料等の農業資材の生態系中における動態に関与する微生物を探索し、特性を解明するとともに、組換え体の利用など、安全かつ有効な利用技術を確立する必要がある。

おわりに

ここ30年を超す農業の近代化は生産性の向上にとらわれて、農村環境に負のインパクトを与えたともいえる。高度経済成長に心をうばわれ、農村における適正な生産や生活等の活動を通じて育まれてきた緑豊かな自然環境、景観や国土保全機能の維持、培養等の農業生態系のもつ測り知れない価値を見失い、貴重な再生産資源の喪失に気づかなかったといえよう。

世界的にも、今後21世紀の地球を持続的に開発するためには環境の保全が前提となるとの指摘がなされ、生態系との調和が益々重視される時代に入っている。日本における農林業も生産優先は許されない時期にきている。21世紀に向けて国土利用に果たす農林業の積極的な役割が期待されており、農業の生産性と環境保全機能の調和を保った維持・向上を可能にする農業・農村環境の創造が強く求められている。

農村環境を構成する要素は、水、土、植生等の自然的環境資源、その上に立つ人間の行動様式を規制する伝統、制度、組織等の社会的環境資源及び生産・生活資材等物財的環境資源である。農村環境のもつ多面的機能はこれら環境資源の総合化されたものであり、今後に期待される農林業・農村環境の創造には、これら三者を一体としてとらえ、生態学を基盤として、環境計量学、環境心理学、環境経済学、環境システム工学、環境社会学、情報工学……等々を既存の農学研究分野に加え一体化した新しいホロニックな研究の構築が不可欠である。

このような状況にあつて、農業環境技術研究所の目標は「生態系調和型農業」の構築にあるといえよう。「生態系調和型農業」とは、地域の社会経済活動、とりわけ農業生産性の向上・発展と生態系の維持、保全の視点に立った農村地域の総合的な環境管理計画を意味するものである。こうした「生態系調和型農業」に向けての計画手法・技術の開発によって、持続的農業生産技術の再構築、これを通して農村の活力ある健全な発展を図ろうとするものである。

以上のような視点に立つて農業環境技術研究所の今後の研究の基本方向として次に示す4本の柱に取りまとめる考え方が検討されている。

- I 環境資源の賦存量の把握と特性・機能の定量的評価
- II 農業生態系における環境要因の動態の解明と制御技術の確立
- III 農業生態系の総合管理・保全技術の確立
- IV 地球規模での環境変化の農業生態系への影響の解明と対策技術の確立

ここに示した基本方向は昭和62年度に実施された農業環境技術研究所の研究レビューの際にとりまとめた試案

であり、昭和60年に作成された「農業環境技術研究所の研究基本計画」の中間での見直し時期である昭和65年に向けて、十分な時間と徹底した所内討論をふまえたうえ、技会事務局との協議を要するものであるが、将来方向を示す意味で敢えて紹介した。

なお、各研究部の構成について、順次紹介してきたが昭和63年10月の時点で一部に組織換えの予定がある。

環境管理部資源・生態管理科環境情報管理室は、同部計測情報科に生物情報計測研究室、情報システム研究室（ともに新設）として再編され、業務分担は以下の通りである。

生物情報計測研究室：作物等の生物情報の計測法の調査研究

情報システム研究室：農業生産の対象となる生物の生育環境に係る情報の管理及び農業システムの構築に関する調査研究

環境生物部微生物管理科細菌分類研究室と糸状菌分類研究室は統合されて、微生物特性・分類研究室となり、業務分担は、微生物特性・分類研究室：微生物の特性及び分類に関する調査研究、となる。

昆虫管理科生理活性物質研究室は廃止される。

以上6章にわたつて農業環境技術研究所の研究活動について、主要研究成果、今後の重点課題を中心に紹介してきたが、環境を扱う科学は学問的にも未成熟で研究成果の蓄積の少ない分野である。環境研究を行う場合、専門分野の壁や境界を作つては成り立たない。新しい環境農業の理念の確立へ向けて所内一体となつての精力的な取り組みを期しているが、関係各位の御叱正、御援助を頂ければ幸いである。

(農業環境技術研究所資材動態部長)

新 刊 紹 介

百 姓 宣 言

—美田の荒廃を許さず—

高橋良蔵

四六判 225頁 定価1,600円

著者は青年時代より農業運動のリーダーとして活躍。農業政策や出稼ぎ問題に積極的に取り組む。特に出稼ぎ問題では現場のエキスパート・記録者として数冊の著書もある。本書は「農業つぶし」の声が高まるなか、当事者たる百姓の立場から、自分の体験を通じてえた農業と村のかかえる問題を鋭くえぐっている。

無明舎 (〒010 秋田市広面宇川崎112-1 tel 0188-32-5680)

過 疎

—人口減少県・秋田からの報告—

毎日新聞秋田支局編

四六判 248頁 定価1,500円

毎日新聞秋田県版に2年間にわたつて連載された、過疎の村からの多角的レポートで構成された実態ルポである。今、村で何が起つているのか、老人達の生きがい、後継者群像、村の選挙、出稼ぎ等の問題から現在を浮きぼりにする。