

## 第8章 農業公害・農薬残留対策・農薬分析等に関する研究

### 第1節 農薬残留対策と農薬の分析等に関する研究の変遷

#### 1 創設から80周年まで

太平洋戦争後、有機合成農薬が次々と開発され普及が進み、使用量が急速に増加するとともに、食品残留農薬や、環境汚染が問題にされるようになって、農薬の安全性と使用管理が見なおされることになった。

昭和43年（1968）3月、食品規格としてはじめてγ-BHC、p,p-DDT、パラチオン、ひ素、鉛の残留許容量（現在は残留基準）が厚生省から告示された。これを追って農林省ではこれら作物に対する農薬安全使用基準を制定した。

翌昭和44年（1969）にディルドリン、エンドリン等4農薬、9品目の食品が追加告示され昭和45年これが施行されるや、基準値をこえるものが各地で摘発され、野菜栽培農家にも深刻な不安をひきおこした。

農林水産技術会議では農作物の農薬残留対策として、昭和42年度から45年度（1967～1970）まで「農薬残留の緊急対策に関する調査研究」を実施し、47農薬について21作物を供試し、延160組合せについて使用方法と残留量との関係を調査するとともに、残留農薬分析法の確立を図った。

農林省は各都道府県でも農薬残留問題に対処できるように分析機器の整備を図るため、昭和44、45年度（1969、1970）の両年にわたって都道府県の農業関係試験研究機関に分析機器設置の補助を行った（農薬残留分析機器設置事業）。本県ではこの事業によって昭和44年度の終りにガスクロマトグラフ2台ほかの分析機器を購入整備した。これと併行して昭和44年10月には分析技術者養成のため各都道府県等の農薬分析担当者を対象とした農薬分析技術研修会が開催されるようになった。

徳島県では農薬残留分析に関する試験・研究・調査は農業試験場病虫科が担当することになり、昭和45年度（1970）から業務を開始した。昭和50年度からは新設の環境科が担当することになった。

##### 1) 県単試験研究

農業試験場に残留農薬分析用の機器が整備されたことにより、昭和45年度（1970）から公害対策試験（県単）

の中で農薬残留対策試験が発足し、分析機器の整備や分析技術研修が一段落した昭和45年5月から分析業務を開始した。最初の仕事はアルドリン粉剤を使用したビニルハウスのキュウリの分析であった。ディルドリン等の難分解性有機塩素系農薬の土壌残留と作物の吸収は全国的な問題となり、その対策のために試験が実施された。

このとき以来、作物や土壌に残留する農薬の分析調査のほか、分析設備を活用して、散布された農薬の落下量や付着量、降雨による流亡、気中濃度の測定、農薬散布作業の安全対策等の試験も行っている。

##### 2) 環境庁の委託による調査研究

農薬安全使用基準設定の基礎資料を作るため環境庁が調査を各都道府県に委託する農薬残留対策調査事業が昭和46年度（1971）から始まった。当初は農林省植物防疫課の事業として発足し、昭和46年7月環境庁設置とともに同庁水質保全局土壌農薬課に移管された。本県ではこの事業の委託を受けて毎年分析試料を調製し、分析調査を実施した。

##### 3) 農林水産省の補助に係る調査研究等

昭和48年度（1973）から国庫補助による農薬安全確認事業が発足し、農薬安全使用基準の見なおし等を目的とする農薬安全追跡調査事業、地域的な作物における農薬残留調査を行ってこれら作物に対する農薬使用の安全性を調べ登録を促進するための、農薬残留特殊調査事業が始まった。昭和50年度からは安全使用技術向上調査が農薬安全対策事業となり、農薬土壌残留調査事業が始まった。

昭和51年度（1976）には生鮮農産物農薬安全使用推進対策事業が始まり、出荷された農産物の分析調査を担当することになった。昭和57年度からはこの事業に代って農薬安全使用技術向上対策事業が始まった。

#### 2 80周年以降

農薬分析に関する試験・研究・調査は農業試験場環境科が引き続き実施していたが、平成13年度（2001）に農林水産総合技術センター農業研究所へと組織改変するにともない環境科は廃止され生産環境担当の業務として

実施することとなった。

この間、農薬企業における新農薬の開発の方針はより毒性が小さく、防除対象病害虫に選択性があり、環境に与える負荷の小さいものへと進みながら、農薬成分数は格段に増加した。平成14年（2002）4月現在の農薬で登録保留基準のあるものは220剤、残留基準が制定されたものは229剤となり、農薬使用を規制する基準値の設定数も急速に増加した。また、農作物における農薬の安全性に対する消費者の関心は非常に強くなり、それに対応した流通段階での検査体制も厳しくなり、産地の存続のために残留農薬の問題は避けては通れない課題となってきた。

昭和63年（1988）には大阪市場で徳島県産のカブラとホウレンソウで残留基準値を超過したものが検出され、全ての徳島県産のカブラとホウレンソウは出荷最盛期に出荷停止を余儀なくされ産地は大きな痛手を被った。この事件を契機に昭和63年1月に県単で農産物農薬安全対策推進事業が始まり、平成12年（2000）3月まで農業改良普及センターと協力して定期的に集荷段階での抜き取り検査を行い徳島県産農産物の安全確保に努めた。この事業は平成12～13年にかけてはコマツナについて農薬使用や農薬残留状況について実態調査を行うという形で実施された。

平成14年（2002）には全国的規模でカブタホール、シヘキサチン、NAA等の無登録農薬の販売、使用が確認され、収穫物が大量廃棄されるなど大きな問題となった。これを契機に臨時国会で農薬取締法の大きな改正がなされ平成15年3月10日より施行された。これにより、農薬使用者に対する規制が強化されることになった。

また、現場では遵法で安全に使用できる登録農薬の適用拡大への要望が多い。そのため農薬残留特殊調査事業（国補）や県単事業を利用して登録農薬がない、あるいは少ない地域特産農作物については登録申請に必要な農作物農薬残留試験のデータを他県やメーカーと協力しながら作成し登録拡大を推進してきた。試験した作物はスタチ、ユズ、ラッキョウ、ニンニク、ハス（レンコン）、フキ、チンゲンサイ、シロウリ、ヤマモモ、オクラ、ノザワナ、ブロッコリー、葉ワサビ、ナバナ、パセリ等広範囲にわたり、なかにはその後全国的に生産量が増加してマイナー作物（全国年間生産量3万t以下）から除外されたり、平成15年（2003）に適用作物のグループ化にまとめられたものもある。登録拡大のための農作物残留試験指針が平成13年10月に大きく改定され、主とし

て①添加回収試験が3連に増える。②検出限界だけでなく定量限界を確保する。③試料の写真を添える。の3点が変更され従来より登録取得が難しくなった。

昭和58年度以降に実施した国補事業の一覧を表2-8-1に示す。

#### 1) 環境庁（省）の委託による調査研究

農薬残留対策調査事業は引き続き実施され、平成13年（2001）に省庁再編により環境庁から環境省へと格上げされてからは（財）日本植物防疫協会が委託事務のとりまとめを行うという形で実施された。本県はこの事業の委託を受けて毎年分析試料を調製し、分析調査を実施している。

#### 2) 農林水産省の補助に係る調査研究等

農薬安全対策事業は平成10年度（1998）から事業名が農薬安全使用総合推進事業となった。本県はこのうちの農薬残留特殊調査事業等を引き続き実施している。

告示法に制定された分析手法も変化していき使用有機溶媒量を減らし、できるだけ簡便になるように小容量の固相抽出カラムの利用が進んだ。また、人体や環境への負荷が大きいベンゼン、トルエン、ジクロロメタン等を使用しない分析法へと変わっていった。

分析機器では平成2年度（1990）には従来のパックドカラムと比べて分離能が格段に向上したキャピラリカラムが使用できるガスクロが設置された。平成4年度には多成分一斉分析を目的とした質量分析計付ガスクロ（GC/MS）が設置された。

公定の分析法といえども実際の分析に当っては分析精度の確保、易分解性で不安定な剤の増加等種々の問題があることが多く、分析担当者はこれらの問題解決のため分析操作等について様々な工夫を続けている。



写真2-8-1 高速液体クロマトグラフ（HPLC）

表2-8-1 年度別農薬残留試験一覧（昭和58～平成14年度）

年 度	農薬残留対策調査 (環境省委託)	農薬残留特殊調査 (農林水産省補助)	安全追跡調査 (農林水産省補助)	安全使用技術向上調査 (農林水産省補助)
昭和58年度	トマト：DMTP モモ：ピンクロゾリン ミカン：エチオフェンカルブ	ユズ：イソキサチオン	スダチ：チオファネートメチル スダチ：ペノミル	
59	モモ：エチオフェンカルブ モモ：フェンバレレート	ラッキョウ：DMTP ラッキョウ：プロチオホス ニンニク：DMTP ニンニク：プロチオホス	ピーマン：マラソン・BPMC ナス：マラソン・BPMC キュウリ：マラソン・BPMC	トマト：常温煙霧
60	ナシ：フェンバレレート モモ：トリホリン	スダチ：アミトラズ ハス：エチルチオメトン・MPP	キュウリ：TPN	ナス：蒸散機 キュウリ：プロシミドン
61	ナシ：ベルメトリン ミカン：ベルメトリン	ハス：マンゼブ フキ：カルタップ	キュウリ：DDVP ナス：マラソン	キュウリ：フローダスト キュウリ：常温煙霧
62	ナシ：ヘキシチアゾクス ブドウ：ピンクロゾリン	ハス：マンゼブ・プロシミドン	ピーマン：DDVP レタス：DDVP	
63	ナシ：シベルメトリン ブドウ：シベルメトリン	ブロッコリー：マンゼブ	カリフラワー：PAP カリフラワー：DDVP キャベツ：カルタップ	
				農薬土壌残留調査 (農林水産省補助)
平成元年	キュウリ：ピリミカーブ ハッサク：ジフルベンズロン	チンゲンサイ：マンゼブ・メタ ラキシル	ブドウ：DEP	キャベツ：ダイアジノン
2	ナシ：シハロトリン ナシ：チオジカルブ	シロウリ：チオファネートメチル	ブドウ：チオファネートメチル	キャベツ：ジメトエート
3	ナシ：ジチアノン ナシ：エトフェンブロックス	ヤマモモ：トラロメトリン	ナス：DMTP ナス：プロシミドン	
4	モモ：マイクロブタニル ナシ：マイクロブタニル	オクラ：フルバリネート オクラ：DDVP	ネギ：臭化メチル	ネギ：臭化メチル
5	モモ：シアノフォス ブドウ：オキサジキシル	ノザワナ：テフルベンズロン	ナス：シベルメトリン ナス：ベルメトリン	
6	ナシ：ピフェントリン カキ：テフルベンズロン	オクラ：イミダクロプリド ナバナ：オキサジキシル・銅	トマト：シベルメトリン トマト：ベルメトリン	
			農薬残留確認調査に改名	
7	ナシ：テブフェンピラド ミカン：テブフェンピラド	ナバナ：シベルメトリン	ダイコン：ピリミカーブ	
8	ミカン：イミベンコナゾール ブドウ：イミベンコナゾール	オクラ：トルクロホスメチル 葉ワサビ：イミダクロプリド		
9	ブドウ：アセタミプリド キュウリ：アセタミプリド	オクラ：アセタミプリド オクラ：クロルフェナピル		
10	オクラ：イミダクロプリド イチゴ：テフルベンズロン	オクラ：オキサジキシル・銅 オクラ：トリフルミゾール オクラ：イプロジオン		
11	キュウリ：アゾキシストロピン ブドウ：アゾキシストロピン	ナバナ：クレソキシムメチル ナバナ：アゾキシストロピン		
12	チンゲンサイ：モスビラン オクラ：クロルフェナピル オクラ：エトフェンブロックス	ナバナ：イミダクロプリド ナバナ：エマメクチン安息香酸 (エマメクチン安息香酸は試 料調整のみ)		
13	キュウリ：クレソキシムメチル ハクサイ：クレソキシムメチル ダイコン：ピフェントリン	パセリ：フルフェノクスロン		
14	キュウリ：シアゾファミド	オクラ：ピメトロジン オクラ：グルホシネート		



## 第2節 農薬残留対策と農薬の分析等に関する研究業績

### 1 オモトのアザミウマ防除土壌処理剤に関する試験

昭和59年（1984）にオモトのアザミウマの防除について農試病虫科と共同で試験を実施した。防除に使用されるモノクロトホス粒剤，アセフェート粒剤，エチルチオメトン粒剤の土壌とオモト植物体における代謝と消長を調査した。土壌中の残存期間はエチルチオメトンが最も長く，葉中での残存期間も長かった。3剤とも葉中への吸収移行は旧葉より新葉で多く吸収された。

### 2 施設イチゴにおける農薬の残留性に関する試験

昭和61～62年（1986～1987）にイチゴにおける農薬残留試験を実施した。イチゴに登録があり，収穫期に入っても使用が認められているプロシミドン，ピンクロゾリン，イプロジオン，トリフルミゾール，トリホリン，DBEDCの6剤について適正使用基準で使用した場合の残留性について検討した。プロシミドンについては散布間隔，散布量等に注意を払う必要があったが，他の5剤については適正使用基準に準じて使用する限り登録保留基準値を超過することはなかった。

### 3 スダチ，ユズの農薬残留に関する試験

徳島県の特産果実であるスダチ，ユズは農薬安全使用基準に関して適用作物としては「ミカン以外の柑橘」に該当する。しかし，制度上同じグループに属する他の柑橘類と比較すると外観が大きく異なり農薬残留の実態も異なっていると考えられる。また，生産現場ではミカンの農薬使用法と混乱しているところもあったため，スダチ，ユズの安定生産と農薬安全性の確保のため時代に応じて新しい農薬にも対応した残留調査を実施してきた。

昭和60～平成2年（1985～1990）に柑橘類の防除体系改善に関する試験をスダチ，ユズにおいて実施した。果実における農薬残留には表2-8-2のような傾向が認められた。

また，バノミル，チオファネートメチルについては搾汁した果汁に移行することが判明した。

表2-8-2 香酸柑橘における農薬残留程度

作物名	区 分	農 薬 名
スダチ	残留量が多い	スプラサイド， PAP， カルホス， ベンレート
	残留量が少ない	アディオン， ミカントップ， ジマンダイセン， ケルセン， ニッソラン， トップジンM， アミトラズ
ユズ	残留量が多い	ベンレート， PAP， DMTP
	残留量が少ない	ニッソラン， アミトラズ

また，平成4～7年（1992～1995）に香酸柑橘類安全使用調査をスダチにおいて実施した。果実における農薬残留は表2-8-3のような傾向が認められた。これらの試験結果の詳細は栽培歴検討や技術指導における資料として活用された。

表2-8-3 スダチへの農薬残留程度

区 分	比較値*	農 薬 名
①残留の多い農薬	1.0以上	PAP(虫)， ダーズバン(虫)， エカラックス(虫)， スプラサイド(虫)， デラン(菌)
②残留の比較的多い農薬	0.2～0.99	スミチオン(虫)， カルホス(虫)， マラバッサ(虫)， ベンレート(菌)， ラビライト(菌)， サニパー(菌)
③残留の比較的少ない農薬	0.1～0.19	マラチオン(虫)， ジマンダイセン(菌)， ケルセン(ダニ)
④残留の少ない農薬	0.1以下	テルスター(虫)， マブリック(虫)， ノーモルト(虫)， ニッソラン(ダニ)， サンマイト(ダニ)， フロンサイド(ダニ， 菌)， トップジンM(菌)， ダニカット(ダニ)

\* 登録保留基準値または残留基準値に対する比率

(虫)：殺虫剤， (ダニ)：殺ダニ剤， (菌)：殺菌剤

### 4 新規農薬施用法に関する試験

農薬散布作業は重労働なうえ， 散布者が農薬を吸入摂取したり皮膚に付着した場合， 散布者の健康上問題がある。そのためできるだけ防除作業を省力的にかつ散布者に安全なように新技術を導入し農薬施用法を改善しようとしてきた。

昭和58年（1983）にフローダスト法によるトンネルニンジン防除試験を実施した。ドイツボルドー FD剤を用いて試験したところトンネルの片端を空けてもう一方

の端から散布する方法より、換気用穴数カ所から散布する方法の方がよく拡散していたが、それでも落下むらが多かった。

昭和59年（1984）に常温煙霧法による薬剤の拡散試験を実施した。施設トマトにおいてイプロジオン水和剤を用いて薬剤分布を調査したところ、常温煙霧機正面の中央部に多く落下し、両端にゆくにつれて落下量が少ない傾向があった。また、従来の散布法と比較して作物残留量に差はなく登録保留基準値以下であった。

昭和60年（1985）に蒸散機法による薬剤のハウス内拡散について試験を実施した。施設ナスにおいてTPN剤を用いて試験したところ薬剤はほぼ均一に分布し、拡散性に優れていた。しかし、薬剤の付着量は少なく、投下薬量の6%しかなかった。

昭和61年（1986）にフローダスト法による薬剤のハウス内拡散について試験を実施した。促成キュウリにおいてTPN剤を用いて試験したところ、薬剤はほぼ均一に分布した。葉裏の付着量は葉表の付着量の約58%となった。また、従来の散布法と比較して作物残留量は1/4~1/10と少なかった。

昭和62年（1987）にドリフトレスノズルの使用について試験を実施した。施設トマトにおいて動力噴霧器に慣行のノズルとドリフトレスノズルを付け散布者の農薬被曝量と、葉の付着量を調査した。散布者の作業衣の付着量は慣行法と比較してドリフトレス法では1/2~1/30と少なかった。特にマスクへの付着量は1/5と減少し、散布者の薬剤吸入量も少なくなると考えられ、安全性に優れていた。また、葉に対する農薬の付着はドリフトレス法では内側の葉にまでよく付着する傾向が認められた。

平成元~3年（1989~1991）に農薬安全使用推進特別対策事業（農水省補助）としてナス施設栽培における燻煙法、細霧散布法、ドリフトレスノズル使用について農作物残留や散布者への曝露量等の調査を病害虫防除所と共同で行った。

ドリフトレスノズルは慣行ノズルに比べて吸入量は1/6、頭部付着量は1/2と少なくなったが、胸、腕、背、膝付着量は多くなった。作物残留量については噴口ノズルの違いによる差は認められなかった。

燻煙法と慣行薬剤散布法との比較をプロシミドン剤で調査した。燻煙区においてはハウス全体に均一に薬剤が拡散していた。上位葉については両区とも同じくらいの付着量であったが、下位葉については慣行散布区に比べて燻煙区では薬剤付着量が少ない傾向があった。果実の

残留量については慣行散布区の1/3~1/8と少なかった。

細霧灌水装置を利用した細霧散布法と慣行薬剤散布法との比較をシベルメトリン乳剤で調査した。細霧散布法では上位葉と下位葉で高さの違いによる付着量の差は認められなかった。また、ハウス全体に均一に散布されていた。慣行散布区と比べると細霧散布区は葉裏への付着量がかなり少なかった。果実の残留量については慣行散布区の1/4~1/7と少なかった。

平成4年（1992）には自走式ロボット散布の試験を実施した。夏秋ナス栽培でトリフルミゾール水和剤を用い、自走式ロボット（共立エコー製 ASC-102M型）を使用した場合と慣行の動力噴霧機散布を比較した場合、上位葉表面での付着量はやや少なかったが、総合的にみて遜色なかった。また、果実の残留については差がなかった。



写真2-8-2 自走式ロボット散布

平成4~5年（1992~1993）には産業用無人ヘリコプターを利用した山の斜面畑のミカン、ユズの省力防除法についての試験を果樹試験場病虫科と共同で実施した。約20度の傾斜地を5m幅の階段状に開墾した温州ミカン栽培圃場でマンゼブ水和剤の散布を産業用無人ヘリコプター散布と慣行散布で比較した。果実における農薬付着量は慣行の64%であったが、付着量は経時的に減少し、30日経過後には両者の差はなくなった。黒点病防除効果は慣行に比べてやや劣った。木頭村の標高400mの棚田水田転作のユズ栽培圃場でも同様の試験を行ったところ、黒点病防除効果は発病果率ではやや落ちるが、発病度では同等であった。産業用無人ヘリコプター散布区の果実のマンゼブ残留濃度は4回散布30日後で登録保留基準の1/10以下となっており、慣行散布では登録保留基準の1/5程度であった。





写真2-8-3 無人ヘリコプター散布

### 5 ハス葉（レンコン）薬剤防除に関する試験

徳島県でのみ問題になるハス葉の褐斑病の大発生はレンコン収量を減少させる重要病害で産地から防除技術の確立が望まれていた。ハス葉は薬液が付着しにくい上に葉害が出やすく、湛水田で人の背丈より草丈が高くなるため、茎葉への薬剤散布が難しい。このため効果のある殺菌剤と散布方法の登録拡大に関する試験を農業試験場病虫科と共同で実施した。

昭和58年（1983）にチオファネートメチルの茎葉散布残留試験を実施した。

昭和62年度（1987）に新規登録されたマンゼブ・プロシミドン水和剤のハス葉への付着性と残留性を調査した。散布直後の降雨を想定したモデル試験ではチオファネートメチルゾルを混用すると市販の展着剤混用より流亡しにくくなる傾向があった。なお、散布前後晴天時では両区に大きな差は認められなかった。

平成元年（1989）にはマンゼブ水和剤とマンゼブ・プロシミドン水和剤を航空散布できるように登録変更のための作物残留試験を実施した。

しかし、住宅と農地の混在化が進み、毎年行われていたレンコン褐斑病集団防除のための有人ヘリコプターによる殺菌剤航空散布は住民団体から苦情が寄せられるようになった。その後住民団体からの反対が大きくなり、平成3年（1991）を最後にレンコン田への有人ヘリコプターによる航空散布は廃止された。

そのため、地上からの農薬散布技術が必要となり、平成3～4年（1991～1992）にハス褐斑病地上防除試験を実施した。この事業で畦畔から地上散布する送風防除機（スーパースパウタ・スプレーヤ）の性能や農薬の飛散状況を落下農薬量より調査した。防除機の移動方向と

平行な方向にはほぼ均一に落下していたが、垂直方向については手前の30～40mまでに散布量の80%が落下しており、それ以上の遠距離部には1/30～1/40しか落下していなかった。散布区域外の飛散量については全体的に飛散はあまり認められなかった。しかし、風下の側面部の飛散量が風下の上面部の飛散量の4～5倍となり、強風時の散布には注意を要した。同時に、それまでハスについて航空散布しか登録がなかったマンゼブ・プロシミドン水和剤とチオファネートメチル・ジエトフェンカルブ水和剤の地上散布の登録拡大のための残留試験も実施し、その結果地上散布における登録が拡大された。



写真2-8-4 スーパースパウタ・スプレーヤ

### 6 クロルピクリン飛散軽減技術に関する試験

徳島県特産の砂地畑のカンショ栽培において作付け前のクロルピクリンによるフィルムマルチ畦内土壌消毒は不可欠の技術である。しかし、空気中に放散されるクロルピクリンの蒸気は強い刺激性があり、周辺住民から苦情が寄せられ大きな問題となっている。このため、クロルピクリンの大気中への拡散を最小限にとどめる技術を早急に確立する必要があった。

平成5～7年（1993～1995）に農薬安全使用確立事業を実施した。砂地畑におけるクロルピクリンの土壌拡散を調べるため、注入点から水平方向、垂直方向にそれぞれ、10、20、40cmの距離で測定すると24時間後にはすべての測定点で検出され、24～30時間後に最高濃度になり、48時間以降には減少した。水平方向、垂直方向とも20cmの距離までは十分拡散していたが40cmの距離になると20cmの場合の1/3～1/10の濃度であった。

砂地畑圃場において堆肥投入区と堆肥無処理区に分けクロルピクリン注入間隔20、30、40、50cmの4区で注入穴間中央の土壌中の深さ10、30cmの位置でクロルピクリン量を測定した。深さ10cmの土壌中では堆肥無処

理区で30cm間隔まで、堆肥投入区では40cm間隔まで同レベルで拡散していた。深さ30cmの土壌中では両区とも30cm間隔以上になると20cm間隔の1/2以下のクロルピクリン量の拡散であった。また、鳴門市農業センター砂地畑圃場においてクロルピクリンの大気中濃度を測定したところ、調査したほとんどの位置、時間で8 $\mu$ g/L（人が感じる濃度）以下の微量ながら検出された。

クロルピクリン拡散状況を調査するために独自に作成した室内モデル試験装置(図2-8-1)は風向き等の変動要因をできるだけ排除した試験結果を得ることができた。

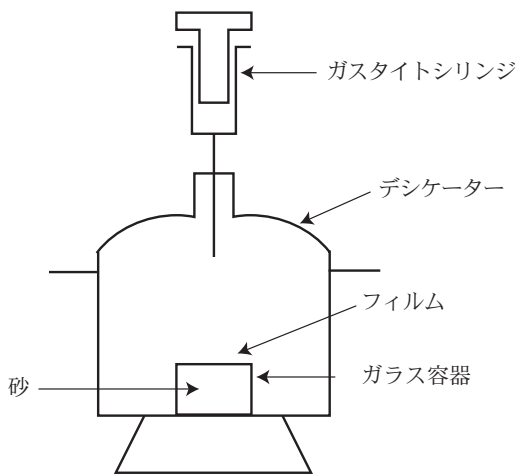


図2-8-1 クロルピクリン拡散試験装置概略図



写真2-8-5 クロルピクリン拡散試験装置

このモデル試験により次のことが明らかになった。クロルピクリンの透過性は温度に強く影響され、温度の上昇に伴い急激に高くなった(図2-8-2)。

土壌水分5%前後が最もクロルピクリンの拡散性が高く、水分含量の上昇、下降とともに低くなった(図2-8-3)。

4種類のフィルム材質のクロルピクリンの透過性は、ポリエチレン>酢酸ビニル>塩化ビニル>ポリ塩化ビニリデンの順と考えられた。フィルムの厚さが厚くなるほどクロルピクリンの透過が抑制される傾向があり、0.02mmの時に比較して0.03mmで50~60%、0.06mmで20~30%、0.1mmで2~3%に減少した。

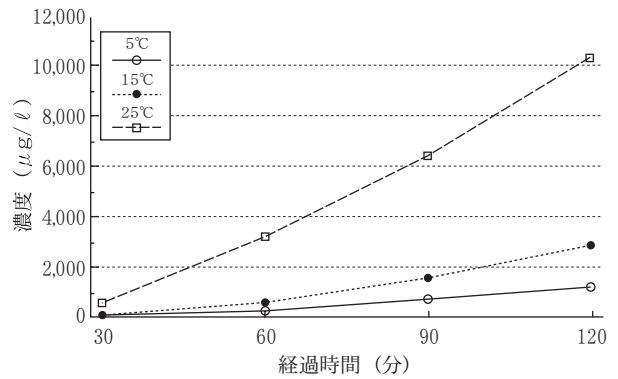


図2-8-2 温度とクロルピクリンの透過量

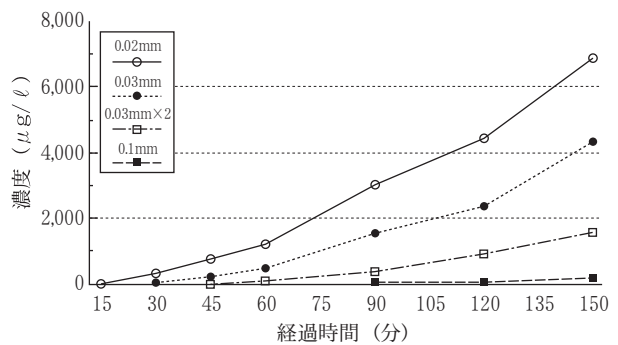


図2-8-3 フィルムの厚さとクロルピクリンの透過量

砂地畑圃場で処理後の拡散傾向を調査したところ畦表面からの拡散はクロルピクリン注入6時間後にピークに達し、その後経時的に減少していき12時間後には約1/2に、48時間後には1/26~1/27となった。0.02mm及び0.03mmフィルム使用時とも畦表面の拡散量に比べて畦間からの拡散量は4%以下で非常に少なかった。また、0.02mmフィルム使用時に対し、0.03mmフィルム使用時の拡散量は約80%であった。畦内のクロルピクリン濃度はクロルピクリン注入6~12時間後にピークに達し、その後減少した。深さ10cmの地点では6~12時間後に激減したが、その後増加し、24時間後には畦内の濃度が均一となり、48時間後まで同レベルの濃度で推移した(図2-8-4)。

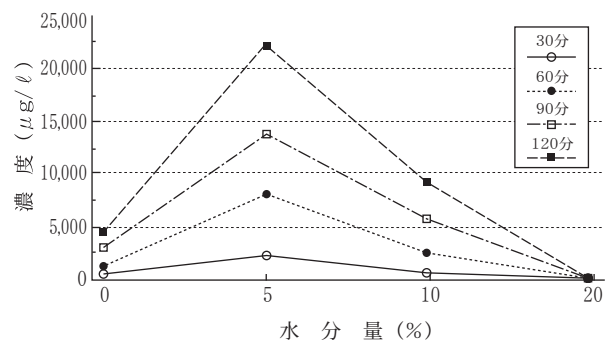


図2-8-4 土壌水分量とクロルピクリンの透過量

平成8～10年（1996～1998）に農薬適正使用啓発事業（クロルピクリンの飛散軽減技術の確立）を実施した。1穴当たりのクロルピクリン処理量が増加するほどフィルムからの透過速度が増加し、土壌中の濃度も長時間高濃度で移行する傾向があった。クロルピクリン注入処理時の注入深さを深くした方が大気中への拡散が少なくなるとともに土壌中の拡散状況も良くなる傾向があった。また、黒色ポリマルチと黒白ポリマルチの大気中への拡散量を比較したが両区に大きな差は認められなかった。

## 7 その他の農薬残留に関する試験

### 1) 接触処理による作物体への農薬移行試験 (昭和61～63年度)

散布者に対する農薬被曝量軽減と農薬の効率的使用を図るため浸透移行性のあるベンレート、プロシミドン、イプロジオンについて接触処理法による農薬の作物葉及び果実への移行量を検討した。接触処理は希釈液を含ませたスポンジや脱脂綿をナス、キュウリ、トマトの地際の茎に巻き付けて移行させる方法で実施された。

### 2) 茶の防除体系改善に関する試験 (昭和63～平成2年度)

茶の防除体系を農薬残留面から検討するため、防除指針に記載されている薬剤について調査を行った。茶は色素やタンニン等の分析妨害物質が多く存在し、分析手法の確立にはかなりの困難が伴った。

### 3) 固着性展着剤の農薬流亡防止効果に関する試験 (平成2～3年度)

柑橘の黒点病防除に使用されている農薬は降雨による流亡のため防除効果が落ちるといわれている。現場では流亡防止のため固着性展着剤が加用されていたが、効果

がはっきりしなかった。そこで果樹試験場と共同で試験を行い防除薬剤の消長と防除効果を調査した。

### 4) 輸出用温州ミカンにおけるEBDC剤残留に関する試験 (平成2～4年度)

柑橘類の黒点病、そうか病等の防除に使われるジネブ、マンゼブ、マンネブ等のEBDC（エチレンビスジチオカーバメート）系剤は果皮に比較的長く残留する薬剤である。カナダ、アメリカに温州ミカンを輸出する場合、果皮も含めた果実全体について0.1ppm以下という日本国内に比べて大変厳しい残留基準を満たさなければならない。そのため、果樹試験場と共同で病害を抑制しながら、残留量を抑制するための使用方法を検討した。

### 5) 早期集中防除が農薬残留に及ぼす影響に関する試験 (平成3～6年度)

イチゴ施設栽培で有機農法を行おうとしても非常に病害虫の発生しやすい環境なため、普及に移せる技術を確認するのは容易ではない。そのため、農薬の使用回数の削減や防除時期が残留量と病害虫の発生に与える影響を検討し、両面からみた妥協点を模索した。

### 6) 土壌混和農薬の作物移行と土壌中の消長に関する試験 (平成9～11年度)

ダイコン、ハクサイ等では生育途中で間引き菜を早取りして消費することがあるが、播種前に土壌混和する粒剤については生育後期に収穫する場合しか対応していない。そこでダイコン及びハクサイを対象にイミダクロプリド、ダイアジノン粒剤についての土壌中と植物体中の消長を調査した。ダイアジノンについては間引き菜の残留量は少なく問題なかったが、イミダクロプリドについては生育初期に残留量が登録保留基準値を超過するものがあった。



### 第3節 農業公害に関する研究の変遷

#### 1 創設から80周年まで

##### 1) 土壌汚染に関する調査

徳島県には大きな金属鉱床はないが、三波川帯の結晶片岩層の中には含銅硫化鉄鉱の鉱床があって、そのいくつかは昭和40年代まで採掘されていた。中でも麻植郡山川町の高越鉱山は藩政時代から採掘され、明治初年に優秀な鉱床が発見されて規模が拡大した。(岩崎正夫編：徳島の自然・地質による)大正年代にはすでに鉱毒が問題となっており、鉱山排水や廃石の風化等による河川水の汚染、灌漑水の酸性化、重金属流入の被害が発生していたようである。

鉱害対策試験として記録に残されているのは大正9年(1920)からである。現地では麻植郡川田村で大正9年と10年に酸性土壌改良作委託栽培を麦作で実施し、肥料、土壌改良資材による改善効果を調べた。大正12年と13年には麦の委託試験を川田村川俣普通水利組合に委託して、山瀬町青木、川田村麦原、川田村旗見で実施した。この試験で石灰を50~150貫施用した区は改善効果が認められている。場内では大正11年から14年まで貴金属有害量検定試験としてポットに植付けた水稻に0.005~0.05%の濃度で銅、亜鉛、鉛、ひ素を処理し、各成分について濃度と被害症状との関係を調査した。麦作についても大正14年度に同様のポット試験を実施している。これらの試験以降、第2次大戦が終るまで、調査・研究の記録はない。

昭和10年(1935)ころから板野郡大津村を中心にナシ園を水田に転換するものが多かったがナシ園跡の水田では稲の生育が不良であった。昭和12年この対策を検討し、原因は長年にわたって散布され蓄積したひ酸鉛のひ素が水田状態で可溶化し被害が発生したもので畑状態では被害は出ないことが明らかにされた。対策は土壌の乾燥(酸化)、イオウ華等の施用、堆厩肥の施用、金肥による窒素量を減量するとともにリン酸、カリを増施することであるとした。大戦末期から戦後にかけても盛んにナシ園の水田転換が行われ、同様の生育障害が発生した。昭和28年頃から31年頃まで北島町などで、深耕、石灰施用等の対策試験が実施された。

昭和24年度(1949)に低位生産地改良に関する調査の一つとして、銅による作物被害調査を鉱山のあった三

庄村の19haについて実施した。

昭和40年代にはいって全国的に公害が社会問題となり、昭和45年(1970)12月の第64臨時国会(いわゆる公害国会)では多くの公害対策関係の法律が制定あるいは改正され整備された。昭和46年度には農地用地の土壌汚染防止に関する法律に基づき土壌保全対策調査事業(農林省補助事業)の中で土壌汚染に関する調査が始められ農芸化学科が担当した。昭和50年度からは新設の環境科が業務をひきついだ。土壌汚染調査は、本県では県下45定点(水田35地点、樹園地7地点、畑3地点)の土壌、作物体、かんがい水を対象に、カドミウム、銅、亜鉛、鉛、ひ素の5項目の概況調査を行った。幸い本県ではどの調査年次も基準値を越える地点はなかった。

昭和49年度(1974)には重金属による土壌汚染のおそれのある休廃止鉱山周辺の農用地を調査することになり、三好鉱山(三加茂町)、釜脇鉱山(一宇村、貞光町)、高越鉱山(山川町)、広石鉱山(神山町)、東山本鉱山(美郷村)の5鉱山周辺の農用地、玄米、河川水について分析調査を行った。

これらの事業とは別に昭和46年度(1971)に国および県耕地課の依頼により、水質汚濁対策調査として鉱山からの廃水等の流入する河川の流域農用地における重金属の影響の有無を山川町で調査した。

##### 2) 大気汚染による農作物被害に関する調査

昭和38年(1963)徳島地区が新産業都市に指定され、阿南市などに工場が誘致されようとしていた。工場誘致により大気中の二酸化イオウ(亜硫酸ガス)が増加して農作物に与える影響を把握するためには、誘致前の大気、農作物について各種のデータをまとめておく必要があった。

そのため昭和42年度(1967)の阿南市はじめ北島町、藍住町、鳴門市等で、大気中二酸化イオウ濃度、作物葉中イオウ含量、土壌分析、作物生育状況等の調査を始めた。調査は農芸化学科が担当した。対象作物はかんきつ類、水稻、ショウガおよび施設キュウリ、ナシ、モウソウチク、ハスで実施した。調査は昭和48年度まで継続し、当初の目的を達したものとして終了した。

二酸化イオウ(亜硫酸ガス)の農産物への影響を明らかにするため、昭和44年(1969)に農業試験場に植物亜硫酸ガス接触装置(紀本電子製作所製)を設置し、同年10月から試験(二酸化イオウ接触試験)を開始した。

現地での実態調査と併行して、試験作物を植えたポットを装置に入れ、処理濃度、処理時間を変えて、処理後の植物体の変化を観察、記録した。対象作物として果菜類、葉菜類、花き類、牧草、ハス、タケなど数十種をとりあげた。試験は農芸化学科が担当した。果樹、庭園樹等についてはこの装置を使用して果樹試験場、林業試験場が接触試験を行った。試験は本場の石井町の移転後の昭和47年度をもって終了した。

### 3) 重金属粉塵の農作物に対する影響調査

昭和44年(1969)5月阿南市の日本電工株式会社徳島工場において重クロム酸ナトリウム粉塵飛散事故があり、周辺の農作物にも被害が発生したので実態調査を行った。

昭和45年(1970)からこの事故対策として県公害対策室の委託により、クロム・マンガン製造工場周辺の農作物に対する重金属粉塵(クロム、マンガン)の影響調査を始めた。調査は工場周辺の阿南市橘町、津峰町、小勝島で、温州ミカン園、水田において被害斑等の有無、葉中・土壌中のクロムおよびマンガンの量を調べた。その結果、被害斑等の症状は認められず、クロム、マンガンの分析値にも異常に高いものはなかった。この調査は昭和45年から47年まで3年間農芸化学科が担当して実施した。

昭和50年(1975)に産業廃棄物としてのクロム鉍滓の危険性が問題となってこの調査が再開され、環境科が担当して昭和51年から54年まで調査が行われた。調査地点、調査内容は前回と同様で、この調査でもクロム、マンガン粉塵による汚染は認められなかった。

### 4) 農業公害に関する調査・その他

一般の公害に対して県では公害対策室(昭和43~45年度)、公害課(昭和46~56年度)、公害対策課(昭和57年度以降)が窓口となって対応してきた。かんがい水、大気、土壌等の汚染に原因する農作物被害(農業公害)については、公害担当の課の要請によって農業試験場、果樹試験場、林業総合技術センター(もと林業試験場)など農林関係試験研究機関が被害の原因究明、対策の検討などに当ることになっている。

農業公害に関する依頼調査が増えてきたのは昭和44年度(1969)からで、昭和47年度には年間18件にも達した。その後依頼件数は漸減し、昭和58年頃には年間3~4件程度となった。これら依頼により現地で調査を行い、必要に応じて被害再現試験、対策試験などを実施してきたが、依頼件数の多かったもの、あるいは調査に多

くの労力を要したものは次のとおりであった。

- ・ 機械油、食用油等、油の流入による水稻等の被害
- ・ メッキ工場からの有害金属等を含む排出液流入による水稻の被害
- ・ 土木工事等に伴う塩水化地下水の流入による水稻の被害
- ・ 畜産団地周辺の水質汚濁
- ・ クロム化合物製造工場からの粉塵飛散による農産物の被害
- ・ 製紙工場周辺の水稲不作原因調査
- ・ 下板地方におけるレンコン不作原因調査
- ・ 工場煙突等からの降下ばい塵による農作物の被害

農業公害対策と別に、昭和44年度(1969)には県下主要河川、用水路において農業用水としての水質を調査した。分析項目は窒素、鉄、COD、ABSなど18項目であった。昭和56年度、57年度にも一部の農業用水について水質を調査した。

昭和50年(1975)から規則改正により、小規模な試験研究機関においても排水処理が義務づけられたので、昭和51年3月フェライト化方式による排水処理装置(日本電気/ヤマト科学製 NELIX-F, EF-55型)を設置した。

## 2 80周年以降

土壌汚染に関する調査については、昭和46年度(1971)に農用地の土壌汚染防止に関する法律に基づき、土壌保全対策調査事業(農林省補助事業)の中で開始された土壌汚染調査を昭和60年まで実施した。有機質資源のリサイクル利用に関して農地の役割が期待されていることを背景に、平成10年(1998)には環境省の委託により、下水汚泥などの再生有機物に含まれる重金属の添加が農作物に及ぼす影響を検討した。平成14年度にはカドミウムに関する国際食品基準値制定の動きに伴う実態調査を、農林水産省の委託を受けて同省と共同して行った。

農薬散布に伴う周辺環境への被害および影響調査は、昭和58年から60年(1983~1985)にかけて4件実施した。それらは全て依頼調査であった。

農業公害に関する依頼調査については、昭和61年(1986)にし尿処理場から発生した塩素ガスの農作物への被害調査を実施した。

平成9年(1997)から四国電力株式会社橘湾発電所および電源開発株式会社橘湾火力発電所の事業活動に伴う

農作物への影響調査を行っており、平成15年度で調査終了の予定である。

農業公害とは別に、土地改良区の依頼や吉野川北岸水利対策室の委託を受け農業用水などの水質調査を昭和60年から63年（1985～1988）に実施した。また、農業用水ではないが、昭和61年には農村地域における生活排水の水質と汚水処理の実態を調査した。

その他、県内で発生する竹材の用途開発に関するプロジェクト研究にも取り組んだ。

最近では、平成14～15年度（2002～2003）にかけて農地整備課が農業用水（麻名用水）において行う炭の水質浄化試験の分析委託を農林水産総合技術センターが受け、農業研究所では処理した炭が吸着した成分調査に取り組んでいる。

## 第4節 農業公害に関する研究業績

### 1 土壤汚染に関する調査

昭和60年（1985）まで土壤保全対策調査事業（農林水産省補助事業）による土壤汚染調査を実施した。県内12地点調査の対象は、土壤、作物体、灌漑水であった。分析値は天然含有量内であり、問題はなかった。

平成8～10年度（1996～1998）に環境庁水質保全局の委託を受けて農用地土壤環境保全管理基準設定等調査が行われた。この調査は下水汚泥等の再生有機物に含まれる重金属を土壤に添加した場合の土壤中重金属量と農作物の重金属含量や生育との関係を明らかにすることにより、「農用地における土壤中の重金属等の蓄積防止に係る管理基準」の改正・充実を図る基礎資料を得ることを目的とした。試験はコマツナ、シュンギクを対象にして沖積土、砂土の2種類でポット試験を行い、土壤中の亜鉛濃度を0, 50, 100, 200, 400ppmに設定し、農作物に及ぼす影響等を調査して実施された。両作物とも亜鉛添加濃度が高くなるにつれ吸収量が増加する傾向があった。またその傾向は沖積土に比べて砂土が大きく、土壤pHが低いほど大きくなった。高濃度亜鉛区では葉縁が黄化を呈して生育停止を起こす場合もみられた。作物間ではシュンギクに比べてコマツナが障害が現れやすくその濃度は約200ppmであった。

平成14年度（2002）にはカドミウムに関する国際食品基準値制定の動きに伴う実態調査を、農林水産省の委託を受けて同省と共同で行った。調査は水稻を対象とし県内4地点で行った。農業研究所生産環境担当では、カドミウムの吸収が圃場の水はけなど土壤条件に左右されることから、土壤断面調査による土壤条件の把握を行った。

### 2 農薬散布に伴う周辺環境への被害および影響調査

昭和58年（1983）にはクリ園の害虫防除の空中散布と養殖アメゴの死亡の原因調査（依頼調査）を行った。

昭和59年（1984）には木頭村の依頼によりユズの果皮についての農薬の依頼調査を行った。

昭和60年（1985）には脇町農業改良普及センターの依頼により、わさび田への農薬散布にかかわる谷川の水質調査を行った。

昭和60年（1985）に徳島県農機農電協会の依頼によりキュウリハウスの除湿機を稼働したときに排出されるドレン水に含まれる農薬についても経時的に調査した。薬剤は時間の経過とともに減衰した。

### 3 その他

農業公害に関する依頼調査として、昭和61年（1986）に穴吹町にあるし尿処理場から発生した塩素ガスの農作物への被害調査を実施した。ダイコン、ネギ、ハクサイ、松への被害が大きく、ホウレンソウ、ニンジンと比較的軽症であった。

平成8年（1996）に阿南市の依頼により阿南市橘町小勝に設置される四国電力株式会社橘湾発電所および電源開発株式会社橘湾火力発電所の事業活動に当たる周辺農作物に対する影響調査を行うこととなった。調査は火力発電所の運転開始前では平成9年度から11年度に行われた。運転開始後では平成13年度、14年度と行われ15年度が最終の調査年度となっている。調査対象地域は阿南市全域であり、調査対象作物は、普通作物（水稻）、野菜（たけのこ、洋ニンジン、ふき、イチゴ）、花き（コショウラン、シンビジウム）、果樹（温州みかん、すだち）、樹木（アカマツ、スギ）である。農業研究所は、普通作



物、野菜、花きの調査に協力し、平成12年度までは環境科が、平成13年度からは生産環境担当が窓口となり栽培育種担当（旧作物科、野菜科、花き科）が調査を担当している。土壌および植物体分析は民間業者に委託された。

農業用水など水質調査を昭和60～63年(1985～1988)に実施した。昭和60年には麻名用水土地改良区の依頼により麻名用水の水質（pH、EC、T-N、COD）を調査した。昭和60年から63年にかけて吉野川北岸水利対策室の委託を受け、農業用水、地下水の水質（pH、EC、COD、SS、T-P、T-Nなど）を調査した。

昭和61年（1986）に上板町瀬部地区の農家を対象に農村地域における生活排水の水質とトレンチ方式による汚水の処理の実態を調査した。

県内で発生する竹材の用途開発のプロジェクト研究に平成7年から8年（1995～1996）にかけて取り組んだ。竹炭を農業用水質浄化資材として利用する場合には、それに含まれるカリウム溶出を考慮する必要があることや竹活性炭が稲もみ消毒用農薬のスミチオンの吸着効果があることなどを明らかにした。