

残留農薬（08・4・19）

田 中 寛 康（昭25・理）

はじめに

一昨年三月の三高三木会の月例会で一杯飲みながら話し合っている時に、当時ニュースなどで再三報道されていた中国のぎょうざの話が出てきました。これはある面では農薬の残留とも関係があることから、少々知ったかぶりをして色々と話していたら、その話をぜひ次の例会（四月一九日）で話題提供するようにと言われてしまいました。一応お断りしたのですが断りきれず、また当日は私の誕生日でもあるので、一つのよい思い出になるかとも思い引受けてしまった次第です。これが話題提供のいきさつですが、その時は取りあえず「残留農薬」というテーマにしました。しかし、私は農薬とは関係はあったものの決して農薬の専門家ではありません。その上私の持っている知識は現職時代の二〇〇三〇年

前の古いものです。その後農薬行政についても色々と改正されたりして変化したものと思われませんが、そういう前提の下で私の知っている範囲で話をすることにしたわけです。

京都大学農学部時代

私、三高を卒業してから京都大学農学部（以下の学科名は当時）に入り、農林生物学科に進み、植物病理学を専攻しました。当時農学部の教授陣には三高の大先輩が沢山おられ、在学中から卒業後に研究室の助手として勤務している間も、先輩達に大変お世話になり、三高の有難さがしみじみと感じられました。農林生物学科には、戦前の京大の浜田総長の御長男の浜田 稔先生がおられ、勉強は勿論、テニスを仕込んでいたゞき、そのお蔭でテニスが若い時代の私の最大のスポーツの楽しみになりました。農芸化学科には、学園紛争当時に学長をされ、紛争解決に力を尽された奥田 東先生がおられました。先生もテニスがお上手で、学科対抗のテニス大会によく出ておられました。また、同学科の川口桂三郎先生には北アルプスの燕岳から槍ヶ岳までの縦走に連れて行っていただきました。その影響で登山に興味を持ち、多くの山に登りました。さらに林学科の四手井綱英先生には、共に山科に住んでいたことから通勤の乗物でよく御一緒に、色々とお話を聞く機会がありま

した。そういうこともあって、助手時代に学生を連れて行った富士登山に際しては、東京営林局にコンタクトしていたゞき、御殿場営林署勤務で毎年の富士登山競走に優勝されていた職員の方に、昼間の登山を同行、案内していただきました。その上、現在は無人になつていると思いますが、富士山頂の当時の測候所に一泊させていたゞき、夕食にマグロの刺身を御馳走になったのは、翌朝の素晴らしい御来光と共に、決して忘れられないよい思い出になった次第です。その四手井先生ですが、つい先日の朝日新聞記事により九七歳でお亡くなりになられたことを知りました。先生は「里山」という言葉の生みの親であり、また、森林を人間から自然に役割を変更するというお考えから、それまでの「造林学」という講座名を「森林生態学」という名前に変更されたように伺っています。

農水省果樹試験場

京都大学卒業後九年間研究室の助手を勤めた後、農水省果樹試験場（現独立行政法人果樹研究所）に出向し、定年退職の一九九〇年三月まで勤務しました。そしてその直後から国際協力事業団（JICA、現国際協力機構）の専門家として果樹関係のプロジェクトで南米のウルグアイで五年半勤務しました。その時の話は京都の三高会館で話題提供する機

会があり、その内容は神陵文庫第一四卷（平成七年）に「ウルグアイ雜感」として掲載されています。お読みいたゞいた方もおられると思いますが、そこにも私の経歴が簡単に書かれています。ところで農業問題に入る前に、大学時代、農水省時代、さらにJICA派遣時代と長期間私が専攻した植物病理学について、少しばかり述べたいと思います。といいますのも、農業も植物病理学の中での病害防除の一部として、一つの大きな分野となっております。そのためにも私も一時期否応なしに色々と関係があつたからです。

植物病理学

植物病理学の研究内容は、ひらたく言えば植物の病気の研究で、その内容は人間の医学とよく似ています。したがって植物病理学者は植物のお医者さんといったところです。少し前から樹木医というのがよく話題になっていますが、彼等の多くも私達の仲間です。従つて研究内容も人間の医学と類似したところが多々あります。

研究分野にはどの分野でも同じでしょうが基礎部門と応用部門があります。基礎部門にはまず「病原」の探索があります。人間の病気の場合はウイルスと細菌がほとんどで、糸状菌（かび）の病気は極めて少ないですが、植物の場合は逆に糸状菌がほとんどで、細菌

やウイルスの病気は非常に少ないです。そしてウイルスには農薬が効かない、また細菌も抗生物質などに限られることからそれらの病害には防除困難なものが多くあります。従って農薬による防除の対象はほとんどが糸状菌病、通称菌類病です。病原が明らかになった後には病気にかかった植物の生理作用がどのように変化するかを追究する「病態生理」、さらに農地やその周辺で病原がどのように行動し、病気がどのように広がるかなどを調査する「発生生態」があります。一方、応用面では「防除」が主で、それには「耐病性品種の育成」や「薬剤防除」がありますが、後者が防除の大部分と考えてもよいと思います。

このような研究は主として大学と農水省や都道府県の研究機関で実施されていますが、研究内容には色々と違いがあります。私自身は前述のように大学と農水省の研究機関の両方に勤務していましたので、私個人の例を少し述べさせていただきますと思います。

大学と農水省

まず大学ですが、私が京都大学で学生時代と助手時代を通して行ったのは、前述の分類で言えば一〇〇％基礎研究でした。従って大学時代は病態生理が研究の中心で、農薬とは全く無関係でした。その後農水省の果樹試験場に出向しました。最初の勤務は静岡県に興

津支場（現カンキツ研究部）でしたが、そこはわが国の果樹研究の発祥の地で、設立されたのは明治時代です。当初は全果樹を対象としていましたが、各地に支場ができてからはカンキツ専門になりました。そして私自身はカンキツ類の主としてウイルス病を担当していました。といいますのも、当時欧米諸国ではカンキツウイルス病の研究がかなり盛んであり、国際カンキツウイルス学会も活発に活動していましたが、日本では二、三人しか研究者がいなく、しかも彼等の研究は片手間のような状況でした。このような状況下で本格的にカンキツウイルス病の研究をすることにしたわけです。

次の勤務地は広島県の安芸津支場（現ブドウ・カキ研究部）でしたが、そこは昭和四三年に新設、私は病害研究室が新設された翌四四年に研究室長として赴任しましたが、当時はほとんど施設がなく、着任後に全員で頭をしぼって二年がかりで共同研究棟、実験園場などを造りました。私自身病害研究室と実験室を設計しましたが、後述のように農薬委託試験を分担する必要から農薬実験棟と農薬実験園場の設計もしました。農薬は人体毒性その他色々を考慮して共同実験棟と分離して離れた場所に設置された次第です。私自身の研究対象はカンキツとブドウのウイルス病でした。安芸津支場には日本のブドウ品種、ワイン用も生食用も含めて殆んどすべての品種、何十種類も栽培されており、ブドウのウイル

ス病として世界的に広く発生しているファンリーフやリーフロールなどが問題となっておりました。そして国際的にはカンキツの場合と同様に国際ブドウウイルス学会が活発に活動していましたが、当時日本ではブドウウイルス病の研究者は皆無といった状況でした。

昭和四九年には本場の保護部（現生産環境部）に転勤しましたが、はじめは神奈川県平塚でした。そこは戦中は海軍の施設だったそうで、共同研究棟はなく、各研究室がばらばらに個々の棟として存在しており、全く仮り住いの感じでした。そこでは安芸津から引続いてブドウのウイルス病の研究をしていましたが、その時点で果樹試験場がすでに筑波研究学園都市に移転することが決まっており、筑波に新設される本場の病害部門の研究室、実験室、さらに実験園場、農薬実験棟、農薬実験園場などの設計をすべて私個人の仕事としてまかされてしまいました。このようなことから、筑波の本場、安芸津支場では私の設計した病害部門の実験室などを今でも見ることができ、誠によい思い出となっています。

このような次第ですが、私個人の研究対象がすべて基礎部門であつたので、当時の科学技術庁の国際研究集会参加費で一九七五年に行われた国際カンキツウイルス学会（ギリシアのアテネ及びクレタ島などのカンキツ栽培現地）、さらに一九八一年には同じく科学技

術庁の中期在外研究員派遣費で一月に亘ってスイス、ドイツ、フランス及びアメリカのブドウウイルス病研究機関（大学や研究所）及びブドウ産地を訪問する機会がありました。特に後者では、訪問国の美味しいワインを毎晩飲み、それらの国のワイン産業やワインの品質についても色々と知識を増やすことができました。このワインに関しても、三年前の三木会の納涼会でワインが出たのをよいことにして外国のワインのラベルの読み方などを知ったかぶりして話した結果、二〇〇七年八月の月例会で「私の知っているワインの話」ということで話すことになった次第です。

このように農水省の試験場でも私個人の研究対象は基礎部門でしたが、研究室としては全員で防除も仕事の一端として実施しました。その内容はすべて薬剤防除でした。従って私個人としては一九六三年に農水省に出向して初めて農薬との付き合いが始まり、その後三〇年近く色々の形で続いた次第です。そして特に最後の約一〇年間は果樹試験場本場の病害研究室長や保護部長（病虫害部門）として、各種の農薬行政関連の委員に任命され、農薬の登録や残留などの行政面にも否応なしにかなりタッチさせられた次第です。

一方、付き合いの範囲も大学と試験場で全く違いました。大学時代は相手も殆んど他の大学の研究者で、学会の時に色々と討論した程度でした。これに対して、農水省時代は主と

して都道府県の研究機関の研究者と、学会以外にも各種の研究会や薬剤試験の成績発表会などで接触することとなり、対人関係、行動範囲ともはるかに拡大しました。その結果北は北海道から南は沖縄まで果樹関係のほとんどの試験場や果樹産地を訪問する機会があり、四七都道府県で宿泊したことがないところがないなど、日本中のあちこちを知ることができたのは、大きな喜びでした。

以上少し前置きが長くなりましたが、農業に関して私が知っている範囲で少し述べたいと思います。

農業とは

まず農業の定義ですが、農業とは農作物に被害を及ぼすものの防除に用いられる化学物質などを主成分にするものです。農作物を害するものは一般的に病害虫と呼ばれています。が、菌類（糸状菌）かび、細菌など、昆虫類、ダニ、線虫、ネズミその他の動植物、さらにウイルスなどです。それらの有害物の被害を防除するわけですが、一般的には殺菌剤や殺虫剤の名前がよく知られています。農業の名称を用途別に分けると、上記の他に殺ダニ剤、殺線虫剤、除草剤など一一種類になるようですが、防除のために利用される天敵も

広い意味で農薬に入られています。これらの農薬の生産量は、ものの本によると一九五五年は約一〇〇億円、一九七二年は約一〇〇〇億円、一九七四年に二〇〇〇億円超、そして一九八六年にはピークで四〇〇〇億円近くになったとされていますが、それ以降の最近の様子はよく知りません。

殺菌剤

私の専門分野の病害についての殺菌剤に話をしぼってみます。古くから知られていたのは「無機殺菌剤」で、初めに硫黄粉剤、次いで一八五二年に硫黄に石灰乳を混ぜた石灰硫黄合剤などの硫黄剤、さらに一八八五年に生石灰に硫酸銅を混ぜたボルドー液という銅剤が、いずれもフランスで使われはじめたようです。後者のボルドー液はボルドー地方でワイン生産のためブドウ園でブドウの病害防除のために最初に使われたことで有名ですが、日本でも戦前から広く使用されていたと聞いています。これらは作物の表面を覆って病原菌の侵入を防ぐもので、「保護殺菌剤」といわれています。その後一九四〇年頃から「有機殺菌剤」が開発されはじめました。そして有機硫黄剤、有機水銀剤、有機リン剤などが戦後もかなりの期間使用されました。私自身も果樹試験場興津支場に勤務していた昭和三

○年代には、有機水銀剤を使ってカンキツの病害防除の試験をした経験があります。その当時、ミカンの病害で最も重大な黒点病にはこの有機水銀剤が特効的な効果を示し、全国のミカン栽培地で広く使われていました。このように水銀剤が使われていたことを今から考えるととても恐しい気がします。私自身何かの影響を受けたのかどうかその当時は何も考えていませんでしたが、何かあつて今でもその影響が残っているかも知れません。

一方、コメの生産に関してですが、戦前は何年かに一度は生産量が落ちてひどい年は飢饉として記録に残っているようです。その原因には気象条件も勿論関係しましたが、イネの病害の中で最も被害の大きいもち病が主原因のようでした。私の大学時代は、コメの増産が最も重要な農業問題でしたから、私の研究室も多くの人がイネの病害の研究をしていました。私自身も勿論イネの病害の研究をしていましたので、助手時代には科学技術庁からだったと思いますが、二度に亘つて私個人に特別研究費をもらったことがありました。前述のいもち病に対してですが、戦後の新しい有機殺菌剤の開発などによってかなり防除の目途がつきかけ、昭和三〇年代に入ると薬剤による防除がほぼ完全になり、コメの生産が安定し、その結果コメの生産過剰という別の問題が起つてしまいました。そしてその頃から国民の食生活上のためということで果物の生産が盛んになり、日本の西南暖地で

は水田転換といつて水田の多くがミカン畑に変えられるという時代を迎えるようになります。このような背景もあったのですが、私自身も大学時代に行っていたイネの研究に区切りをつけ、次の重要農産物が果樹と考えて農水省に出向し、果樹試験場を第二の職場として選んだ次第です。これが農薬とかわることになった理由です。ところがそのミカンもその後生産過剰を迎えるようになり、新たな問題になったようです。

このように殺菌剤の開発、使用が経過したようですが、その後農薬の人畜毒性や環境安全性などから社会の関心が高まり、かなり多くの殺菌剤が使用禁止になっています。有機水銀剤などはその好例でしょう。そして使用禁止になったその当時、国内ですでに生産されていたこれらの農薬の残っていたものがその後どうなったかについて、当時色々な話を聞いたことがあります。

農薬の開発

これらの農薬の開発には大きく分けて三つの段階があると思います。私の知識では第一段階は「有効農薬の探索」、第二段階は「登録」、そして第三段階が「農薬残留のチェッ

ク」になりますが、それらの内容は更にいくつかの段階に分けられています。そして上記の第一、二段階、すなわち探索から登録に至るまでだけでも通常一〇年近く、あるいはそれ以上の年月、そして莫大な費用が必要ともいわれていました。そして登録された農薬について上記の第三段階がくるというのが私が関与していた頃の話です。以上のように私の知識がすでに古いこともあって、最近までには色々と変更があったものと推察されます。

第一段階の有効農薬の探索ですが、一部は試験研究機関でも行われていましたが、通常実施機関は農薬会社と考えられています。農薬会社は数多くありますが、私が関与していた時代では主な医薬会社の多くが農薬の製造や販売も行っており、農薬専門の会社はそう多くなかったと記録しています。

まず有効成分の探索ですが、一般に①自然界からの導入、すなわち天然物の探索、②化合物の合成、そして③外国で有効性が証明され、すでに使用されているものの導入などがあります。①としては自然界からある基準によって採集した微生物の培養、植物の栽培、動物の飼育などを行い、それから有効と思われる物質を採集して抽出し、精製して化合物を見付け出します。そしてそれらは②の初から合成して得られた化合物とともに次の段階の効果の確認を行います。

効果確認の第一段階は室内試験で、シャーレを使って病原菌に対する生育抑制効果を調べます。そして次の段階としては鉢植え植物などを用いて温室内試験を行い、その後で実際の自然条件下での圃場試験ということになります。すなわち、実際に作物を栽培し、それに色々の時期、回数の散布を行い、有効性の有無と有効な散布時期、回数を、さらに環境に対する安全性を調べますが、通常これらは農薬会社によって自社や農家の圃場で行われます。そしてある程度の目途がつけば製造法や事業化の形態などが検討されるように聞いていました。これらが開発の初期段階として一般的なようですが、こうして開発の目途がついた場合には哺乳類などの動物を供試して長期毒性試験が行われるようです。

このようにして農薬会社での開発の最初の段階が終ると、次は第二段階の登録ということになります。登録のために最初に行われるのは会社で得られた薬効や薬害などに関する結果を確認するための公的機関での同様な試験です。そのために農薬会社は社団法人の日本植物防疫協会に申請し、国立及び都道府県の公的研究機関に試験の実施を依頼します。このような過程を植物防疫協会は試験研究委員会の協力でそれぞれの薬剤及び対象病害ごとに実施します。この委員会の委員には農水省の各試験場の病害研究室長クラスの人が選ばれ、農薬の開発に全面的に協力することになります。果樹の例を挙げますと、果樹は一

般にカンキツ、リンゴ、落葉果樹の三つの大きなグループに分けられており、それぞれを本場や支場で研究その他一切を分担しています。そしてそれぞれの研究室長が上記の委員に発令されていました。カンキツは興津支場、リンゴは盛岡支場、落葉果樹は本場（いずれも当時）の研究室長ですが、私の場合は昭和四九年から六〇年まで本場の病害研究室長として落葉果樹病害の部門を担当していました。

会社からの有効農薬の申請は日本植物防疫協会に対して毎年年内に行われます。それを受けて毎年一月に前記の試験研究委員と会社の担当者が申請内容に基づく効果確認試験について具体的な打合せを行います。私の場合は、二日間に亘って一社当り約三〇分、一対一で話し合いましたが、毎年二〇社近くあったものと記憶しています。話し合いの内容は先ず会社で行った試験内容の説明を受けた後、各樹種、病害ごとに公立試験機関での具体的な試験方法を決め、更に会社の希望する試験機関を聞き出します。例えばブドウでは山梨県とか岡山県、ナシなら鳥取県というようにそれぞれの樹種の主産地が多かったのですが、先方の都合もあり、必ずしもその通りにはなりませんでした。このような公的試験を農薬委託試験と呼んでいました。

毎年二月に農水省果樹試験場が主催して都道府県の研究者を集めてその年度に行った試験結果の検討会を実施していました。そしてその機会を利用して一日、植物防疫協会主催の農薬委託試験打合せ会が行われていました。その席上で一月に行われた農薬会社との話し合いの結果を公表して、更に具体的な効果確認試験の内容を再検討し、委託試験実施場所を決め、四月以降担当することになった試験機関で圃場試験を実施することになります。が、通常一病害、一農薬について最低毎年三か所、三年間ということになり、その後登録申請の可否が決定されます。この打合せ会も果樹試験場の委員が司会進行することになっており、落葉果樹の防除薬剤に関しては一〇年余り私がやってきたわけです。

このようにして得られた農薬委託試験の結果の検討については植物防疫協会の依頼によって、毎年その年の一月に担当した試験機関の担当者を集めた成績検討会で農水省の委員の司会で実施されますが、委員が関与するのは一応そこまででした。そしてその後有効とされた農薬については、農薬会社が対象樹種、病害ごとに散布時期、回数、作物の品質、防除効果、薬害、さらに人畜に対する毒性や土壌残留などの安全性を記して、植物防疫協会に連絡し、最終的に農薬取締法の規定に従って農水省に登録申請がなされたようです。農水省では農薬検査所が再度、対象農産物の品質と効果、薬害、農薬使用者や生態系への

影響や安全性の検査を行ったようです。

第三段階の農薬残留のチェックですが、食用作物の残留農薬や水質への影響は環境庁（当時）で確認することになっていました。このような過程がいつ頃から行われていたかはよく知りませんが、一九七一年に農薬取締法が改正されて農薬残留の規制が行われるようになったという話です。そして具体的には農薬の残留状況を確認するために、環境庁主催の試験打合せ会議が毎年三月に行われていました。その会議でもやはり農水省の試験研究機関からアドバイザーとして委員が選ばれ、具体的な試験設計に色々とアドバイスを求められました。私自身果樹分野全体の委員に任命され、毎年会議に出席していましたが、勿論果樹試験場本場の病害研究室長時代ではあったものの、実際にいつからいつまで関与していたかははっきり憶えていません。この農薬残留試験を担当するのは都道府県の研究機関の化学部門の専門家でした。しかしこれらの担当部門がそう多くなかったらしいことから、その時点で既登録の中の重要な農薬が選ばれて順次実施するという状況だったと記憶しています。現在の状況はよく知りませんが、その当時の農薬残留のチェックは登録の後追いだったように思います。

農薬残留のチェックに関する試験の実施状況の概略は以上なのですが、農薬の残留や安全性の評価について少し記述すると以下のようだと思います。

農薬の残留

まず、農薬の作物残留に影響する因子としては、農薬自身については有効成分の物理化学性、水和剤、粉剤、乳剤などの製剤のタイプなどが、そして農作物については作物の種類、栽培時期、栽培方法（畑、水田、温室など）などが関与します。そして更に農薬の使用量、使用方法（通常の散布の他に航空散布など）、使用時期（最も重要なものは収穫前の使用禁止期間）などが、そしてその上に気象の影響もかなり大きいようです。

このように極めて複雑ですから、前述のように異った都道府県の試験機関で多数回、通常三か所、三年間に亘って実施する必要があるというわけです。また、作物の形態として作物がぬれやすいかどうか、表面の凹凸や毛があるか、果実などでは果面の毛や気孔があるかなども影響するようです。そして更に収穫後の調理・加工の方法によっても残留の影響が異なるようです。まず、食べる時に水洗したり、皮をむいたり、煮たり焼いたりとい

った加熱すると農薬が除去されるので、作物残留量がかなり減ると理解されます。また、コメの場合は精米の過程で残留量の大半が除去されるようです。従って作物の農薬残留を考える時には、このようなことも十分考えておくのがよいといわれています。

一方、農薬の安全使用基準として厚労省が長期毒性試験や国民栄養調査などから一日の摂取許容量を、そして農水省が収穫の何日前までで全部で散布回数を何回以内にすることを決めるようになっていようです。

以上色々と書きましたが、農薬の登録と安全性の評価、これには当然農薬残留の問題が大きく関与しているわけです。それらを考慮して農薬に関する一連の過程をまとめると以下のようなようになります。

登録申請者①↓農水省②↓環境庁③↓残留農薬安全性評価委員会④↓環境庁③↓農水省②↓登録申請者①

①登録申請者―農薬製造会社（いわゆる農薬会社）、輸入会社（農薬会社など）―効果確認とともに毒性、残留性などのデータ提出

②農水省―植物防疫課―登録業務。農薬検査所―効果や薬害の検査、毒性や残留に関する試験成績の精度や信頼性のチェック

③環境庁―作物・土壌残留、水質汚染に関する基準値の作成、告示

④残留農薬安全性評価委員会（厚労省に設置）―一日摂取許容量の設定

一般に毒性といった場合、急性毒性と慢性毒性がありますが、医薬と違って農薬に適用されるのは後者で、発ガン性試験も重視されているようです。この毒性試験は通常動物で行われていますが、動物の種や個体差を考慮して人に当てはめる場合は、種の1/10、個体差についても1/10、最終的には動物の安全性の1/100の値としているようです。このように安全性については十二分に考慮されていることになっています。この人体毒性以外として、水質に関しては水田に対して「水質汚染に係る登録保留基準」が設定されていますが、近くの河川には問題があるのかもしれませんが。一方、土壌残留については農薬の「半減期」を指標としているようです。

以上農薬の残留について少々古い話ですが私の知った範囲で色々と書きました。このように一応厳重に規制、管理されているはずですが、農薬全般に関してはやはり現在でも色々と問題があるのではないでしょうか。私の現役時代ですが、ある地方の果樹園である農家が無農薬栽培した結果、その園での病害虫の多発のため、それが原因で隣接の果樹園にも病害虫の被害が異常に発生し、裁判沙汰になったことがあったようです。現在無農薬

栽培が盛んにいわれていますが、植物の病害の研究者としての私自身の経験から考えると、その普及はかなり難しいのではないかと思っています。

また、ある地方のガラス室栽培で高温多湿のための病害発生を防止するため、散布禁止期間を無視して収穫直前まで薬剤散布をしているという話を聞いたことがあります。最近のテレビや新聞報道でも色々とこの種の問題が取り上げられています。無農薬栽培と称していたある野菜が農産物直売所に出廻っており、それから残留農薬基準の七七倍が検出されたという事実、ある外国産で日本で人気の高いコーヒー豆から日本の基準を超える農薬が検出されたようです。一方、日本で認可されていない除草剤（欧米では人間や哺乳類に無害ということで使用されている）が散布された牧草を輸入して餌とし、それを食べた牛のふんから作った堆肥を与えたところ、トマトなどに生育障害が発生したという記事が見られました。このように農薬残留について随分と厳しく規制されているものの、やはり色々と問題があるようです。これらは永久に避け難いものなのでしょうかと考えさせられる次第です。