

# 出荷時農産物のイムノアッセイによる残留農薬評価

東京都農林総合研究センター <sup>はし</sup>橋 <sup>もと</sup>本 <sup>よし</sup>良 <sup>こ</sup>子  
 埼玉県農林総合研究センター <sup>なり</sup>成 <sup>た</sup>田 <sup>い</sup>伊 <sup>つ</sup>都 <sup>み</sup>美

## はじめに

イムノアッセイとは、抗体と結合する性質を利用して物質を定量的に測定する方法であり、近年、農薬分析にも取り入れられてきている（西・大川，2002；中村，2006）。いくつかの製品が残留農薬測定キットとして開発されており、例えばスマートアッセイ（（株）ホリバイオテクノロジー製）は、測定したい農薬に特異的に反応する抗体を固定化したマイクロプレートに農薬と酵素標識抗原とを同時に加えて反応させ、プレートに結合した酵素標識物の酵素活性を吸光度法により計測して農薬の濃度を求めるという仕組みで分析できるものである。イムノアッセイによる分析は、機器を用いる公定法に比べて、操作が極めて簡易であり、また、測定所要時間が2～3時間と迅速であることが特徴である。このような特徴を生かして、JAあわじ島やJAふかやは、レタスやネギといった地域の主要農産物における残留農薬の出荷前自主検査を開始し、消費者の求める「食の安全・安心」に添えていく試みを推進している（中村，2004）。

こうした中で、2003～06年に財団法人農産業振興奨励会は「農産物含有物質簡易分析システム等実用化事業」（以下「実用化事業」という）を実施した。この事業では、安心・安全な農産物の供給を推進する観点から、産地段階で農産物に含有する残留農薬などを簡易・迅速にかつ高精度に分析する手法の実用化を図り、含有物質の判定・指導体制を確立することが目的とされ、27作物12農薬の分析対象について、JA11機関の協力を得ながら、公定法とイムノアッセイによる分析を行った。両法の分析結果は、検出限界値（測定可能下限値）も同等程度が多く、一部を除き極めて高い相関が示された。本稿では、それらの結果の一部を紹介し、農産物の残留農薬分析にイムノアッセイを利用する場合の利点と問題点について考えてみたい。

## I 出荷農産物の安全性確保の現状

2001年に国内BSE感染牛の確認、02年に輸入ホウレ

Residual Assessment of Pesticide Contained in Shipping Crops Using Immunoassay. By Yoshiko HASHIMOTO and Itsumi NARITA  
 （キーワード：残留農薬，イムノアッセイ，出荷農産物，分析）

ソウの基準値を超える農薬残留、また同年の無登録農薬問題の発覚などを契機として、01年以降、食の安全性に関する消費者の関心は急速に高まった。この状況を背景に、2003年3月に施行された改正農薬取締法では農薬使用基準の遵守が義務化され、06年5月に食品衛生法におけるポジティブリスト制が導入されると、農薬残留の規制対象が一部の例外を除くすべての農薬に拡大し、規制体制が強化された（柿本，2004）。

一方、生産者のほうでも農薬使用基準違反が罰則対象になったことから、それまでに増して農薬使用などを記録する記帳運動が高まり、より一層安全性に配慮して農薬を使用する傾向が強くなった（宗，2004）。

独立行政法人農林水産消費安全技術センターでは農薬の使用履歴がわかっている国産農産物と、農薬使用履歴のわからない輸入農産物を対象に残留農薬分析を行い、農林水産省はその結果を基に消費者への情報提供や生産者への生産指導を行っている。都道府県でも、農林総合研究センターなどで農薬使用履歴のわかっている地域生産農産物の残留農薬分析を行い、その結果を基に地域農薬に合わせた生産者指導を行っている。

農薬は農産物ごとに使用基準が定められて登録されていることから、使用基準に従って使用されていれば農産物の安全性は担保されるはずである（中村，2004）。しかしながら、地域のマイナー農産物の中には十分に登録農薬が整備されていないものも多く、各都道府県は近年、精力的に農薬登録拡大を推進し、安全に農薬が使用できる環境を整えるよう努めている。

以上のような農業振興の立場からの安全性確保の取り組みは、ここ数年、飛躍的に拡大してきている。

## II 出荷時残留農薬検査の必要性

消費者の農薬に対する不安や不信は根強く、信頼を得るためには前述した取り組みに加えて、常に農産物に残留農薬が含まれていないことを示すことが一つの方法である。特に国内産の農産物については、各地域で「顔が見え、話ができる」地産地消の取り組みが盛んとなっており、生産者も残留農薬の有無を測定することで、自信をもって安全な農産物を提供できる。また、輸入農産物との販売競争が激化する中で、安全性をPRできること

は極めて有効な販売戦略の手段になり得る。

農産物は生鮮食料品であるので、収穫から出荷、販売までの時間は短いほうがよい。短時間で残留農薬を測定しようとする、イムノアッセイのように迅速に分析できる方法を利用する以外にない。そして、基準値を超えないことを確認したいわけであるから、基準値程度の濃度が測定できる精度が必要である。

実用化事業では、アセタミプリドのイムノアッセイにおける測定可能下限値は0.8 ppmであり、対象農産物のハクサイやモモの残留基準値(5 ppm)を十分測定できた(表-1)。同様にネギを対象としたイプロジオン、キュウリ、ナスおよびブドウを対象としたイミダクロプリド、イチジクほか5農産物を対象としたエマメクチン安息香酸塩、イチジクほか8農産物を対象としたクロロタロニル、玄米ほかを対象としたジノテフラン、チンゲンサイほかを対象としたチアメトキサムでもイムノアッセイの測定可能下限値は残留基準値を十分確認できる精度であった。しかし、残留基準値が0.1 ppmのサトイモやズイキを対象とした場合に、測定可能下限値が0.6 ppmのクロルフェナピルの分析は感度が不足していた(表-1)。イムノアッセイの測定可能下限値をさらに低くするためには、前処理段階で農産物試料の抽出液を濃縮するのが簡単である。例えば、通常は5gの農産物を25mlのメタノールで抽出した液をイムノアッセイに用いるが、抽出液を5倍濃縮して用いれば、測定可能下限値は5分の1となる。しかしながら、同時に抽出液中の夾雑物濃度も高くなることから、マトリクス効果による分析妨害が顕著になる。マトリクス効果は精製操作を加えることで取り除けるが、複雑な精製操作はイムノアッセイ

の利点を損ねてしまうことになる。生産者はイムノアッセイで安全性確認をする場合には、農産物に対して使用する農薬の基準値がイムノアッセイの測定下限値よりも高いものを選択することが必要である。

### III イムノアッセイによる出荷農産物の残留農薬検査

我が国で流通している農産物から残留農薬が検出される割合は極めて低く(厚生労働省, 2006)、東京都内で生産される主要農産物についても同様である(池田・橋本, 2006)。実用化事業においても、JA各機関から提供されたほとんどの試料で農薬は検出されなかった。したがって、今後、出荷農産物の残留農薬検査が日常的に行われるようになった場合にも、多くの農産物に残留農薬は含まれず、イムノアッセイを利用して「非検出」の結果が正しく得られることが必要となる。この点に着目して実用化事業の結果を整理すると、アセタミプリド、イプロジオン、イミダクロプリド、エマメクチン安息香酸塩、クロロタロニル、クロルフェナピルについて表-2に示した農産物を対象に分析した場合、機器分析で非検出であれば、イムノアッセイでも非検出の結果が得られることが確認できた。

一方、チアメトキサムは機器分析で非検出であっても、イムノアッセイではチンゲンサイ、コマツナ、ホウレンソウ等の色素の多い農産物で「検出」の結果が得られた(図-1)。ジノテフランも同様にダイコン間引菜、ウマイナ、コマツナ等で「検出」の結果となった(図-2)。このような実際の濃度よりも高い測定値が得られる「擬陽性」と呼ばれる現象がイムノアッセイではしばし

表-1 イムノアッセイにおける測定可能下限値および作物残留濃度

農薬	イムノアッセイでの 測定可能下限値 (ppm)	農産物(残留基準値; ppm)
アセタミプリド	0.8	ハクサイ(5), モモ(5)
イプロジオン	0.4	ネギ(5)
イミダクロプリド	0.1	キュウリ(1), ナス(0.5), ブドウ(3)
エマメクチン安息香酸塩	0.03	イチジク(0.1), キュウリ(0.1), トマト(0.1), ナス(0.1), ネギ(0.5), ホウレンソウ(0.5)
クロルフェナピル	0.6	サトイモ(0.1), ズイキ(0.1), トウガラシ(1), トマト(1), ナス(1), ピーマン(1)
クロロタロニル	0.008	イチジク(5), イチゴ(8), カボチャ(5), カリモリ(5), キュウリ(5), タマネギ(0.5), トマト(5), ナス(2), ヤマイモ(0.01)
ジノテフラン	0.08	玄米(1), ダイコン間引菜(3), ウマイナ(5), コマツナ(5), ブロッコリー(2), ホウレンソウ(5), 他
チアメトキサム	0.02	チンゲンサイ(2), コマツナ(2), シソ(5), ホウレンソウ(2), ブドウ(5), ブロッコリー(2), ミズナ(2), ピーマン(1), キクナ(2), 他

表-2 機器分析で農薬非検出であり、かつ、イムノアッセイにおいても非検出の分析結果が得られた農薬-農産物の組み合わせ

農薬	農産物
アセタミプリド	ハクサイ、モモ
イプロジオン	ネギ
イミダクロプリド	キュウリ、ナス、ブドウ
エマメクチン安息香酸塩	イチジク、キュウリ、トマト、ナス、ネギ
クロロタロニル	イチジク、イチゴ、カボチャ、カリモリ、キュウリ、タマネギ、トマト、ナス、ヤマイモ
クロルフェナビル	サトイモ、ズイキ、トウガラシ、トマト、ナス、ピーマン

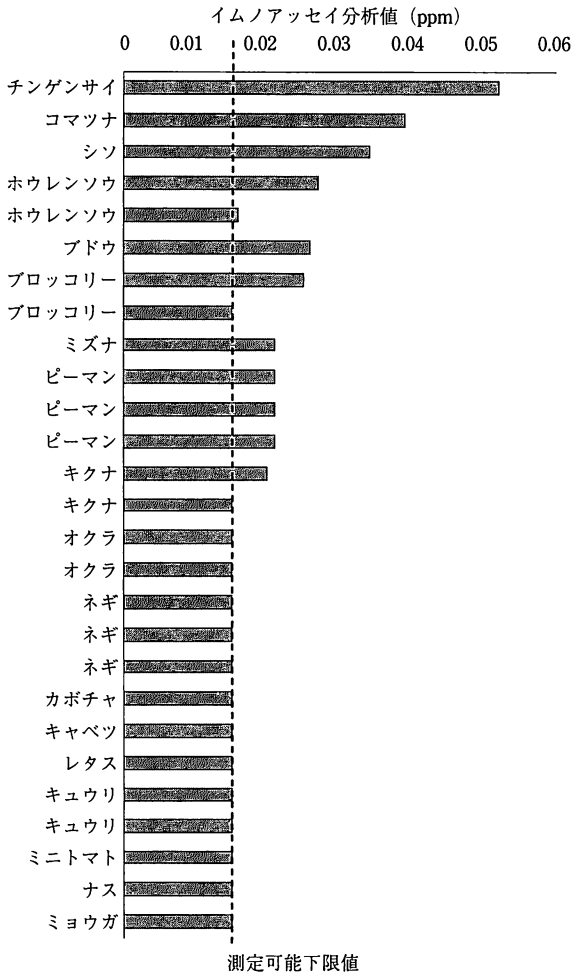


図-1 機器分析で非検出であった試料に対するチャモトキサムイムノアッセイ結果

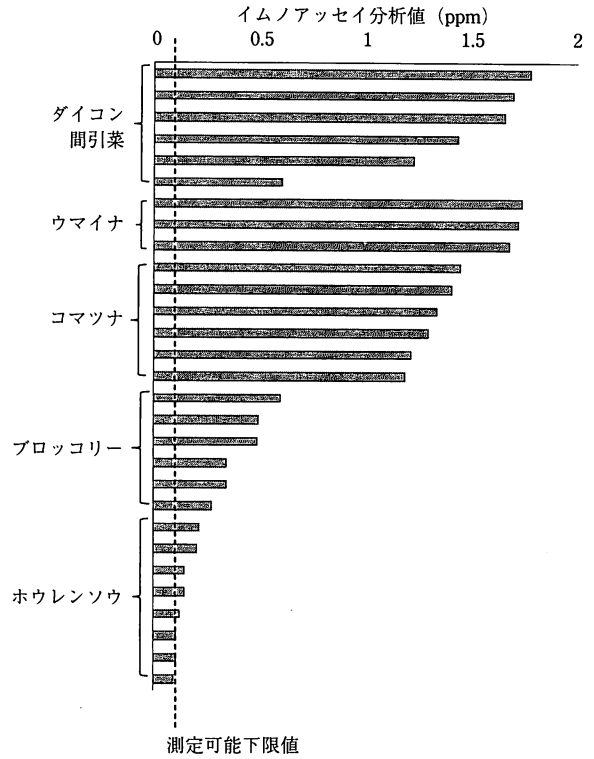


図-2 機器分析で非検出であった試料に対するジノテフランイムノアッセイ結果

ば見られる。農産物は野菜や米、果樹等、多種多様の内容成分を含んでおり、夾雑物によるマトリクス効果で実際の濃度と違った測定値となることがある（天野・矢野, 2006; 天野ら, 2007）。この問題点は、活性炭（小林ら, 2005）やミニカラム（畠山ら, 2007）、限外ろ過フィルター（天野・矢野, 2006; 畠山ら, 2006; 小林ら, 2006）を用いた簡易な精製手順を加える、あるいはイムノアッセイの測定可能下限値が残留基準値よりも著しく低い場合には、抽出液を10～100倍に希釈して用いることによって回避できる（小林ら, 2005）。イムノアッセイが出荷農産物の残留農薬検査方法として実用化されるためには、できるだけ簡単に迅速な回避方法が構築されるよう研究の進展が期待される。

IV イムノアッセイ利用の課題

イムノアッセイは、機器分析よりも安価であることも利点であると言われる。確かに数千万円の機器は必要はないが、1検体当たりの分析費用は1,000～2,000円になる。農産物1個体の価格から考えると、それほど安価ではない。したがって、イムノアッセイだけで安全性をすべて保証しようとする考え方で臨むと農業経営は困難に

なっていく。あくまでも使用基準を遵守することによって安全性を確保し、そのうえで、安全性の確認として、イムノアッセイによる残留農薬測定を適宜行うという利用が現実的であるように思う。

農薬や農産物の種類によっては、イムノアッセイの結果が擬陽性になることは前述の通りである。検査に利用する前に十分な予備試験を行って、キットの性質を理解することが必要である。そのための基礎的なデータは、キットの開発企業や公的研究機関が中心となって、今後継続的に積み重ねていくことが望まれる。

残留農薬分析の結果は、とかく数字が独り歩きする傾向がある。検出されることがすなわち基準値を超えたことにはならず、即時に健康被害に結び付くのではないが、極めて感情的に受け止められることが多い。消費者に対しても生産者に対しても、分析結果が意味することに関する正確かつ詳細な情報を提供し、理解が得られるよう努めていく必要がある。

## おわりに

食の安全に対する社会の関心が高まることは好ましいことであるが、残留農薬に関する情報公開が盛んに行わ

れるようになってからまだ10年、歴史は浅い。イムノアッセイは専門技術をもたなくとも簡易に残留農薬を測定できる道具として着実に発展している。今後ますます問題点を克服し、真の実用化が実現できるものと思う。その結果、農薬使用に対する消費者の不安や不信を少しでも緩和し、農薬を上手に使いながら、病虫害がなく、かつ安全な農産物を供給するための道具になるよう期待する。

## 引用文献

- 1) 天野昭子・矢野秀治 (2006): 日本農薬学会誌 31: 425 ~ 430.
- 2) ————ら (2007): 同上 32: 300 ~ 304.
- 3) 池田悠里・橋本良子 (2006): 日本農薬学会第31回大会講演要旨集: 51.
- 4) 柿本芳久 (2004): 植物防疫 58: 268 ~ 270.
- 5) 小林由美ら (2005): 日本農薬学会第30回大会講演要旨集: 119.
- 6) ———— (2006): 日本農薬学会第31回大会講演要旨集: 98.
- 7) 厚生労働省 (2006): 食品中の残留農薬検査結果等の公表について (平成18年4月18日).
- 8) 宗 和弘 (2004): 植物防疫 58: 275 ~ 279.
- 9) 中村幸二 (2004): 同上 58: 280 ~ 283.
- 10) ———— (2006): 同上 60: 437 ~ 441.
- 11) 西 甲介・大川秀郎 (2002): 日本農薬学会誌 27: 157 ~ 165.
- 12) 畠山えり子ら (2006): 日本農薬学会第31回大会講演要旨集: 96.
- 13) ————ら (2007): 日本農薬学会第32回大会講演要旨集: 97.

## 登録が失効した農薬 (20.1.1 ~ 1.31)

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。

### 「殺虫殺菌剤」

- MEP・イソプロチオラン乳剤  
14449: ヤシマフジワンスミチオン乳剤 (協友アグリ) 08/01/24
- ベンフラカルブ・ジクロシメット粒剤  
20753: グランドデラウスオンコル粒剤 (住友化学) 08/01/22

### 「殺菌剤」

- 水和硫黄剤  
16949: F.G.クムラス (富士グリーン) 08/01/22

### 「除草剤」

- アジメスルフロン・ダイムロン・ベンスルフロンメチル・メフェナセット粒剤  
19489: ザーク DA1 キロ粒剤 36 (デュボン) 08/01/31  
19492: 三共ザーク DA1 キロ粒剤 36 (三共アグロ) 08/01/31

- アジメスルフロン・ベンスルフロンメチル・メフェナセット粒剤

- 19752: ザーク A1 キロ粒剤 36 (デュボン) 08/01/31
- 19754: 三共ザーク A1 キロ粒剤 36 (三共アグロ) 08/01/31
- ダイムロン・テニルクロール水和剤  
20138: トクヤマショッカーフロアブル (エス・ディー・エスバイオテック) 08/01/14
- シアナジン・DCBN・DCMU 粒剤  
20140: タケダ園芸草退治 H 粒剤 (住友化学園芸) 08/01/14  
20142: タケダ園芸草退治粒剤 (住友化学園芸) 08/01/14

### 「植物成長調整剤」

- クロルメコート液剤  
16294: 三共サイコセル (三共アグロ) 08/01/31
- フルルプリミドール粒剤  
20148: ノビナイン粒剤 (北興産業) 08/01/14