

風疹の流行状況とワクチン接種の意義について

1 はじめに

厚生労働省は、平成16年4月9日付けで母親の風疹感染によって生まれてくる子供に重い障害が出る先天性風疹症候群の発生する懸念が高まっているとして、これから妊娠する予定の女性で、風疹に対して免疫のない女性に予防接種を勧告するなどの措置をとるよう、全国の自治体に通達した。これは、16年に入って風疹患者が一部の地域（鹿児島県、群馬県、大分県、宮城県、埼玉県）で数多く発生していること、また予防接種法の改正によってワクチン接種を受けていない「谷間の世代」の女性が子供を産む年齢を迎えているためである。そこで、本稿では国内外における風疹の流行状況および先天性風疹症候群を予防するためのワクチン接種の必要性などについて紹介する。

2 風疹の病原体

風疹ウイルスはトガウイルス科 (Togaviridae) のルビウイルス属 (Rubivirus) に単一種で属する一本鎖RNAウイルスである。直径60～70nmで、エンベロープを有する。エンベロープ蛋白質は赤血球凝集活性 (hemagglutination, HA) を持っているため、赤血球凝集抑制試験 (hemagglutination inhibition, HI) による抗体価測定に利用されている。血清学的には亜型のない単一のウイルスである。

3 風疹ウイルスの病原性

風疹ウイルスの宿主はヒトのみであり、風疹患者の上気道粘膜より排泄されるウイルスが飛沫を介して伝播されるが、その伝染力は麻疹、水痘よりは弱い。経気道的に感染したウイ

ルスは鼻咽腔の局所やリンパ節で増殖の後、ウイルス血症を経て全身に散布され発疹をおこす。ウイルスの排泄期間は発疹出現の前後約1週間とされているが、解熱すると排泄されるウイルス量は激減し、急速に感染力は消失する。

4 風疹の臨床症状

風疹の潜伏期間は14～21日で、主要な症状は発熱、発疹、耳後部リンパ節腫脹であるが、軽症に経過することが多く“三日ばしか”あるいは“German measles”とも呼ばれる。

1) 発熱： 発疹出現1～2日前より発熱するが、発熱は38℃程度で2～3日間続く。無熱のものも少なくない。

2) 発疹： 発疹は淡い紅色の小丘疹で麻疹に比べると小さく、癒合することはない。顔面、頸部より始まり3日間位で体幹、四肢に広がる。その後淡褐色～淡黒色となり、出現部位順に消退していく。落屑はみられない。不顕性例も20～30%ある。散発例では発疹だけで診断することは困難で、成人では発疹の程度は強い。通常は3日位で消失する。

3) リンパ節腫脹： 全身のリンパ節が腫脹するが頸部、耳介後部、後頭部のリンパ節が触知されやすい。発疹期に著明で、大きさは大豆大からエンドウ大となり発疹出現前よりみられるが、ときに軽い圧痛を伴い3～6日間で消失する。

そのほかに咽頭発赤、結膜充血などが認められることがある。

5 合併症・予後

基本的には予後良好な疾患である。血小板減少性

紫斑病（1/3,000～5,000人）、急性脳炎（1/4,000～6,000人）などの合併症をみることもあるが、これらの予後もほとんど良好である。成人では、手指のこわばりや痛みを訴えることも多く、関節炎を伴うこともある（5～30%）が、そのほとんどは一過性である。

6 先天性風疹症候群

風疹に伴う最大の問題は、妊婦が妊娠初期に風疹に罹患すると、風疹ウイルスが胎盤を介して胎児に感染し、出生児に先天性風疹症候群（congenital rubella syndrome ; CRS）が高率に発生することである。先天異常の出現頻度は妊婦の罹患が妊娠第1か月で50%以上、第2か月で36%、第3か月で15%、第4か月で7%と、特に妊娠早期に罹患した場合に高い¹⁾。また、妊娠初期の風疹感染では流産することも少なくない²⁾。

CRSの症状は妊娠中の感染時期により重症度、症状の発現時期が異なるが、主要な症状は難聴、白内障や網膜症などの目の異常、および先天性心疾患である。先天性異常以外に新生児期に出現する症状としては、発育遅延、低出生体重、血小板減少性紫斑病、貧血、骨異常、髄膜脳炎などが挙げられる。また、幼児期以後に発症するものとしては、中枢神経障害や糖尿病などがみられる。

CRSに対するウイルス特異的な治療法はなく、個人防衛として女性は妊娠する前にワクチンによって風疹に対する免疫を獲得すること、社会防衛としては風疹ワクチンの接種率を上げることによって風疹の流行を抑制し、妊婦が風疹ウイルスに接触する機会を減らすことである。

7 病原診断法

1) 風疹ウイルスの分離：発疹出現前後の咽頭ぬぐい液や血液を、サル腎細胞、ウサギ腎細胞、ハムスター腎細胞に接種する。風疹ウイルスの細胞変性効果は極めて弱く、判別が困難であるので、エコー11型ウイルスやコクサッキーA9型ウイルスに対する干渉作用を利用して判定する。

2) ウイルス遺伝子診断法：RT-PCR法（Reverse-transcription Polymerase Chain reaction）で検査材料中の風疹ウイルスの遺伝子を増幅して検出する方法である。ウイルス分離法と比べて感度も

高く、また、時間的にもはるかに短期間でできる。CRS患児では白内障手術により摘出された水晶体、脳脊髄液、咽頭拭い液、末梢血、尿などが検査試料となる。また、CRSの出生前診断には、胎盤絨毛、臍帯血や羊水などの胎児由来組織を用いる。感染のない健常胎児の不必要な中絶を無くすための出生前診断法として特に有用である。当所では風疹の出生前診断の実績はないが、愛知県健康福祉部健康対策課が行政上必要と認めた場合に限り、国立感染症研究所と協議しながら検査を実施する。

3) 血清診断法

①赤血球凝集抑制試験（HI）：風疹ウイルスは赤血球凝集能を持ち、ガチョウ、ヒヨコ、ハト、ヒツジなどの赤血球を凝集する。風疹ウイルスに感染したヒトの血清中にはその凝集能を抑制する抗体（HI抗体）が出現する。これを利用したのがHI試験である。急性期（発疹出現後の2～3日以内）と回復期（発疹消失後の1～2週間後）の血清中抗体価で4倍以上の上昇により風疹感染を確定診断する。

②酵素抗体法（enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA）：HI法と比べて感度が高く、かつ迅速な検査法である。IgG抗体やIgM抗体などの免疫グロブリンクラス別の測定ができる。ELISA用プレートにウイルス抗原を固相化し、ここに希釈した血清を加えて反応させる。2次抗体としてアルカリホスファターゼやペルオキシダーゼなどの酵素を結合した抗ヒトIgGやIgM抗体を反応させた後、基質を加えて発色させる。IgM抗体の有無はCRS患児の確定診断に必須である。IgMは胎盤を通過しないので、臍帯血や患児血からの風疹IgM抗体を測定することで、胎内感染を診断する。

愛知県では平成15年度末で保健所での風疹抗体検査の受付が廃止されたことに伴い、当所では16年度以降は風疹の抗体測定を実施しないことになった。従って、風疹の抗体検査に関する相談が保健所に寄せられてきた場合には、保健所毎に最寄りの医療機関で検査を受けるよう対応する。

8 風疹の現況

1) 全国における流行状況

風疹は5類感染症定点報告疾患であり、その報告は全国約3,000の小児科定点より毎週なされている。1982年（昭和57年）から2002年（平成14

年)までの感染症発生動向調査の風疹患者発生数をみると、風疹の全国的な大流行は1982、1987～88、1992～93年に認められ、ほぼ5年ごとに繰り返されてきたが、1999年以降全国的な流行は認められていない。風疹ワクチンの普及により次第にその発生数は少なくなりつつあり、流行の規模も縮小しつつある。季節的には春から初夏にかけてもっとも多く発生するが、冬にも少なからず発生があり、次第に季節性が薄れてきている(図1)。

平成16年の第19週(5/3～5/9)の全国の小児科定点医療機関からの報告数は156人(第18週218人)、定点当たり報告数は0.05(第18週0.07)と前週と比べて患者数は減少していた。都道府県別では、群馬県(0.7)、沖縄県(0.3)、栃木県(0.2)、大分県(0.2)で多くなっている。なお、愛知県においては0.01と全国平均の1/5しか報告されておらず、本県における流行は現在のところ発生していないと考えられる。(本県における詳細は以下)

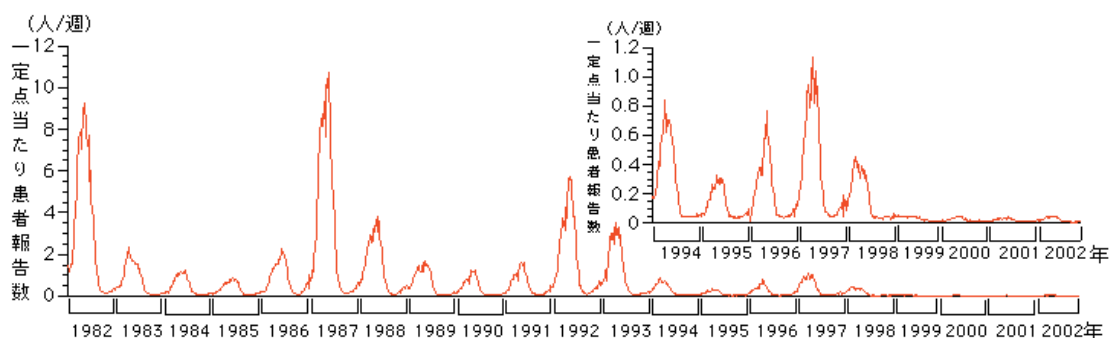


図1 全国における定点あたりの風疹患者報告数の推移、1982年～2003年(感染症研究所のHPより)

【関連リンク】

- ・全国における風疹の最新の流行状況 (<http://idsc.nih.go.jp/kanja/idwr/idwr-j.html>)

2) 愛知県における風疹の流行状況

図2に平成11年(1999)から平成16年(2004)19週までの風疹患者の定点当たりの報告数を示した。平成16年は、過去5年の発生状況と比べて特別な変動は認められない。また、平成16年19週の県内の小児科定点医療機関(県内182箇所、名古屋市を含む)からの報告数は2人(第18週4人)、定点当たり報告数は0.01(第18週0.02)と微減した。同時期の全国の報告数の0.05(第18週0.07)と比べて愛知県の報告数は低値であることから、現時点では愛知県での風疹流行の規模は小さく、風疹は一部の都道府県での地域流行に留まっていると考えられる。

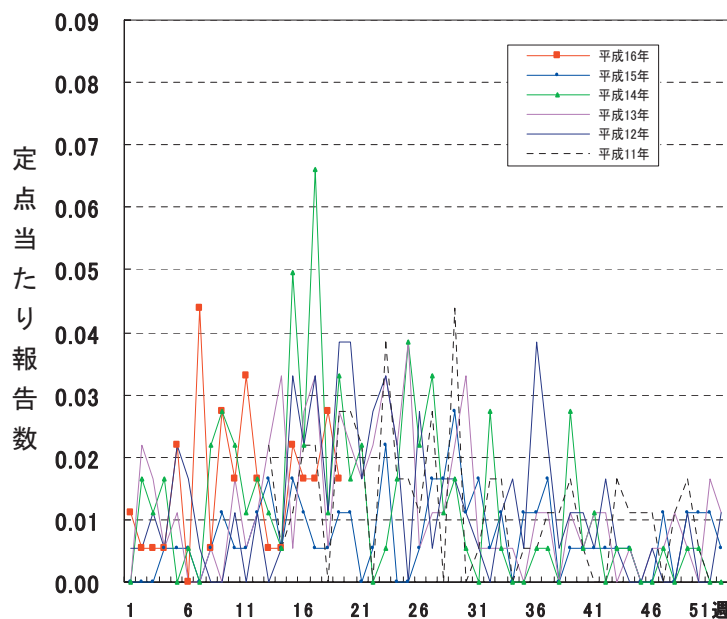


図2 年別の愛知県における風疹の流行状況

【関連リンク】

- ・愛知県における風疹の最新の流行状況 (<http://www.pref.aichi.jp/eiseiken/2f/200419.pdf>)

3) 先天性風疹症候群の発生状況

1964年(昭和39年)に沖縄で風疹の大流行があり、65年(昭和40年)にかけて先天性風疹症候群(CRS)の患者が沖縄で408人生まれており、これ

が国内では最大の集団発生となっている¹⁾。また、1975年(昭和50年)から77年(昭和52年)には全国的な風疹の大流行があり、この3年間の感染者は約200万人と推計されているが³⁾、1976年の

流行時には、CRS 患児の出産を恐れて 2459 例の人工妊娠中絶が実施されている⁴⁾。CRS は 5 類感染症全数報告疾患であり、診断した医師は 7 日以内に最寄りの保健所に届け出ることになっている。感染症法施行(1999 年 4 月)以後の CRS 届け出数は、2000 年(平成 12 年)から 2003 年(平成 15 年)までは毎年各 1 例の報告であったが、2004 年は 17 週までに 3 例の報告があることが特に注目される(表 1)。

表 1 感染症法施行後の CRS 発生状況

報告年	都道府県	性別	母の予防接種歴
2000	大阪	女	なし
2001	宮崎	女	不明
2002	岡山	男	不明
2003	広島	女	なし
2004	岡山	女	不明
	東京	女	不明
	岡山	女	あり

(感染症研究所の HP より)

9 わが国における風疹ワクチン接種の変遷

わが国では風疹ワクチンは 1976 年(昭和 51 年)から接種が開始され、1977 年 8 月から女子中学生に対する集団接種が開始された。1989 年(平成 1 年)4 月からは生後 12～72 カ月児への麻疹ワクチン定期接種時に麻しん・おたふくかぜ・風しんの 3 種混合(measles mumps rubella, MMR)ワクチンを選択してもよいことになった。しかし、MMR ワクチ

ンはおたふくかぜワクチンによる無菌性髄膜炎の多発により 1993 年(平成 5 年)4 月に中止となった。その後、1994 年(平成 6 年)の予防接種法改正に伴い、1995 年 4 月からは風疹の流行をおさえるために、生後 12～90 カ月未満の男女(標準として生後 12 カ月以上 36 カ月以下)に風疹ワクチンが接種されることとなり、接種方法は、これまでの集団接種から個別接種に変更された。予防接種法の改正で、ワクチンを受けていない“谷間の世代”とされる 1979 年(昭和 54 年)4 月 2 日～1987 年(昭和 62 年)10 月 1 日までに生まれた男女について 2003 年(平成 15 年)9 月 30 日までの暫定措置として公費負担によるワクチンが実施されたが、対象者の約半数の 610 万人が未接種とされている。

【関連リンク】

・「風疹の予防接種を受けましょう」
http://www.pref.aichi.jp/eiseiken/2f/hi_2.html

10 愛知県住民の風疹ウイルス抗体の保有状況

平成 8 年度(1996)から 15 年度(2003)にかけて当所で実施した愛知県民の風疹ウイルスに対する抗体保有状況を調査した結果を図 3 に示した(各年齢層 n=17～96/年度)。平成 6 年(1994)10 月の予防接種法の改正で風疹ワクチンは女子中学生を対象とした集団接種から男女の年少児(12～90 ヶ月)を対象とした個別接種に変更されたことから、調査開始の 8 年度と比べて 15 年度には 11 歳以下の年齢層で抗体保有率の上昇が認められている。しかし、15 年度の調査で 9～19 歳群(n=66)の抗体保有率が

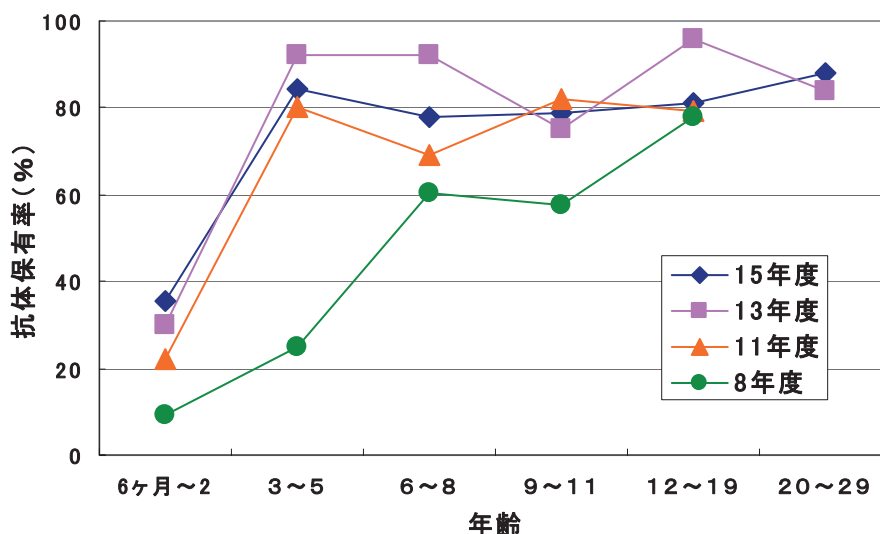


図 3 愛知県民の年齢階層別の風疹抗体保有状況

約 80%に留まっていることから、今後、約 20%の人は定期接種を受ける機会のないまま成人を迎えることになり、成人感染が危惧される。また、20～29 歳群は 15 年度の調査 (n=25) で約 88%の保有率であったが、風疹の小流行でも CRS が発生している現状を考えると、妊娠予定の女性はあらかじめ風疹抗体の検査を受け、抗体が陰性ならばワクチン接種を受けておくことが望まれる。

11 海外における風疹の流行状況

1) アメリカにおける風疹・先天性風疹症候群 (CRS) の発生状況⁵⁾

風疹ワクチンは 1969 年 (昭和 44 年) に認可を受け、1979 年 (昭和 54 年) からは MMR が採用されている。1969 年 (昭和 44 年) には 5 万 8 千人の患者が発生したが、その後のワクチン導入により風疹患者は激減し、1997 年 (平成 9 年)、98 年、99 年の報告患者数はそれぞれ 172、353、267 例 (人口 10 万あたり 0.5 人未満) となっている。ほとんどの患者はヒスパニック系であり、80%は 15～44 歳の患者であった。ヒスパニック系の症例が占める割合は、1991 年の 19%から 99 年の 78%へと上昇している。風疹に関連してもっとも心配される先天性風疹症候群 (CRS) については、1997～99 年の CRS 症例 24 例のうち、20 例がヒスパニック系の母親から生まれた症例であった。そのうち、14 例の母親が風疹ワクチンの定期接種が実施されていないラテンアメリカやカリブ海地域の生まれであり、10 例の母親が妊娠初期にアメリカ外で風疹の感染を受け CRS 児を出産した、云わば輸入例となっている。

2) ギリシャにおける風疹の流行⁶⁾

ギリシャでは 1975 年 (昭和 50 年) から MMR ワクチンの接種が 1 歳の男女に開始された。1980 年代の接種率は 50%以下で経過したことから、風疹感受性者が蓄積することになった。1993 年 (平成 5 年) には過去の流行年よりも若年成人の発症者の割合が増加し、25 例の CRS が発生した (10 万出生児に対して 24.6 人)。これは 1950 年 (昭和 25 年) 以降ギリシャで認められた最も大きい流行である。

12 おわりに

平成 6 年 (1994 年) の予防接種法改正で風疹ワクチンが定期接種から個別接種に変更されたことに

より、ワクチン接種率の低下が懸念されている。現在のところ風疹の全国的な流行は抑制されているが、ワクチン接種率が低い状態が継続すると感受性者が蓄積し、近い将来わが国でもギリシャで認められたような全国規模の風疹流行が危惧される。特にワクチン接種の“谷間の世代”とされる昭和 54 年 (1979)4 月 2 日～62 年 (1987)10 月 1 日までに生まれの人が出産年齢を迎えていることから、この年齢層に対する風疹の流行状況の把握とともにワクチン接種への啓発が重要である。風疹の流行で一番の問題は妊娠初期の女性が風疹に感染することによる先天性風疹症候群の発生であるが、これは妊婦が感染防御抗体を保持していれば回避できる問題である。従って、妊娠予定の女性は風疹流行に備えての抗体検査を受けておくことが切望される。また、風疹ワクチンは、個別接種方式で年少児に接種されているが、幼児のワクチン接種後の陽転率や自然感染による追加免疫が減少している状況下での抗体の持続期間などについても今後は監視していく必要がある。

【参考文献】

- 1) 加藤茂孝：ウイルス感染症の臨床と病理 134-139 (1991)
- 2) 保田仁介：妊婦とウイルス感染症 149-159 (1992)
- 3) 須藤恒久：臨床とウイルス 19117-126 (1991)
- 4) 加藤茂孝：胎児風疹の遺伝子診断．病原微生物検出情報．16：197 (1995)
- 5) CDC：Measles, Rubella, and Congenital Rubella Syndrome --- United States and Mexico, 1997-1999, MMWR 49：1048-1059 (2000)
- 6) Panagiotopoulos T. et al. Increase in congenital rubella occurrence after immunization in Greece: retrospective survey and systematic review. BMJ 319: 1462-1466 (1999)

(文責 微生物部 小林慎一)

市販農作物に残留する農薬の調理による減少について

1 はじめに

近年、食品を取り巻く様々な事件が発生し、「食」の安全・安心への関心が高まっている。農薬関連でも一昨年来、国内においてダイホルタン（カプタホール）、プリクトラン（シヘキサチン）など無登録農薬の流通・使用が次々と発覚した。また、中国産冷凍ほうれんそうなど輸入食品での基準値超過の例も数多く報告されている。こうした情勢の変化に的確に対応するため、本県では平成14年9月4日に「愛知県食の安全・安心推進本部」が設置された¹⁾。また、平成15年5月23日に食品安全基本法が制定され、これに基づいて国では内閣府に「食品安全委員会」が設置された。農薬取締法も平成15年3月10日に改正され、無登録農薬の輸入販売と使用の規制などとともに、使用者が適正使用に違反した場合には罰則が科せられるようになった。同様に食品衛生法も平成15年5月30日に改正され、残留基準の設定されている農薬のみを規制対象とする現在のネガティブリスト制から、残留基準の設定されていない農薬についても規制対象とするポジティブリスト制に平成18年5月までに移行することとなった。なお、ポジティブリスト制とは、原則すべての農薬の残留を禁止し、「残留を認める農薬」のみを一覧表にして示す方式のことである。このように農作物の安全性確保の仕組み改善への取り組みがなされている昨今、これを支える残留農薬分析の果たす役割は非常に大きくなっている。

さて、農作物に残留する農薬は、洗浄や皮剥き、加熱調理等において残留量が減少し、実際の摂取量は分析値から推定されるよりも低いものになると考えられる。そこで、残留分析値と実際の摂取量を一致させる方法としてクッキングファクター（調理後の農薬残留量を調理前の農薬量で除した値）を乗ずることが行なわれる。しかし、クッキングファクターに関するデータの収集に際しては多くの検体を調理して分析する必要があり、多大な労力と時間、それに経費を必要とすることから、十分になされていないとは言えないのが現状である。特に、農薬を添加してのモデル実験などではなく、市場を流通してい

る農作物で実際に農薬が検出されたものを検体として得られたデータは著者らのデータを含め数えるほどしかない^{2), 3)}。

著者らは、農薬規制強化への対応およびクッキングファクターに関するデータ収集を視野に入れたうえで、これまで10年以上にわたって数多くの農作物を対象に残留モニタリングを実施してきた。そして、残留モニタリングにおける農薬の検出頻度や農作物への農薬の使用量の推移などを考慮したうえで、残留実態に即した農薬を選抜することによって、より実効性のある残留モニタリングになることを常に考えながら業務を実施してきている。また、残留モニタリングを通して得られた分析上の問題点を改善することによって、効率的なアセトニトリル抽出、ゲル浸透クロマトグラフィー（gel permeation chromatography, GPC）およびミニカラム精製、デュアルカラム-デュアル選択検出器付きGCおよびGC/MS測定法などを組み合わせた迅速性、正確性、効率性に優れた実用的な多成分分析法を開発してきている^{4)~6)}。

そこで今回、クッキングファクターに関する信頼性の高い基礎データを得ることを目的として、このような分析法を用いて市販農作物に残留する農薬の調理による減少について調査したので報告する。

2 調査方法

1) 検体

平成15年度のモニタリングにおいて農薬残留が認められた市販生鮮野菜・果実について、(1) こすり洗い：表面を水で湿らせたセルロース製スポンジで強めに5回こすり洗いを行なった。(2) 皮剥き：果実および果菜類の皮あるいは結球葉菜類の外葉2枚を剥いた。また、非結球葉菜類については、中央の葉脈で二分した左右の葉片それぞれ約100gを用い、一片は次のとおり茹でこぼし、あるいはホイル焼き処理し、対する一片は無処理とした。(3) 茹でこぼし：ネット袋に入れ、水洗浄（水中で10回振り洗い）、水切り、茹でこぼし（沸騰水中で90秒茹でる）、水切り、水さらし（水中に30秒浸す）、水

切りを行なった。(4) ホイル焼き：ネット袋に入れて水洗浄（水中で10回振り洗い）、水切り、ホイル焼き（薄くサラダ油を引いたアルミホイルで包み、600ワット出力の電気オーブンで10分焼く）を行なった。なお、使用した検体に食品衛生法の基準値を超える農薬が残留しているものはなかった。

2) 試験溶液の調製および測定

当所で開発した多成分分析法^{4)~6)}に準じて試験溶液を調製した(図1)。

こすり洗いによる農薬の減少率は、作物およびスポンジから検出された農薬量から、皮剥きによる農薬の減少率は、皮および身（結球葉菜類は外葉2枚と内葉全体）から検出された農薬量から算出した。また、茹でこぼしおよびホイル焼きによる農薬の減少率は、茹でこぼしあるいはホイル焼き処理された一片と無処理の一片から検出された農薬量から算出した。

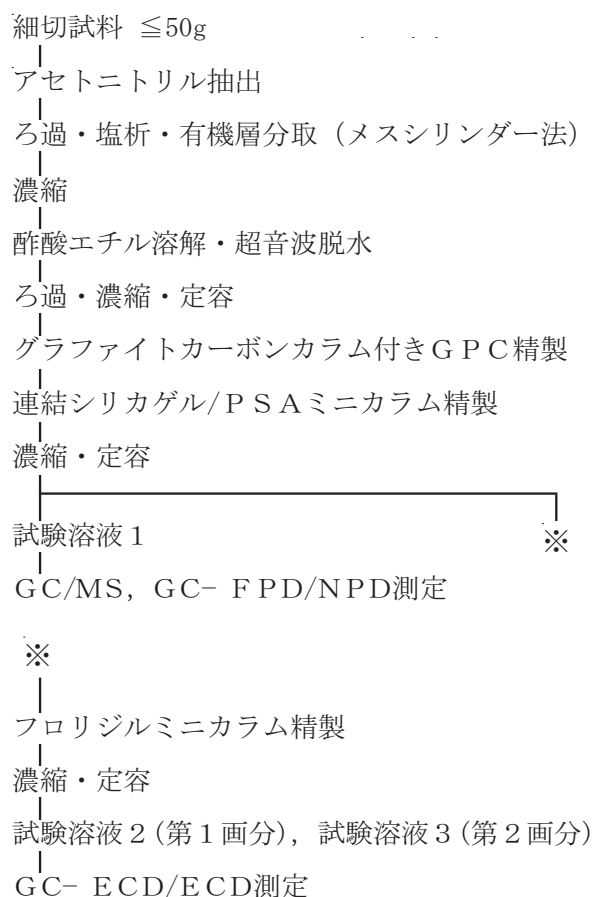


図1 多成分分析法の概略

3 調査結果および考察

1) こすり洗い

こすり洗いでは、分析数356件のうち262件(73.6%)が10%以下の減少率で、平均減少率は10%、中央値は2%であった(表1)。

表1 こすり洗いによる主な残留農薬の減少率

農薬名	分析数	減少率 (%)		
		平均値 ± 標準偏差	中央値	
キャプタン	24	37 ± 22	36	
クレソキシムメチル	15	30 ± 32	16	
アゾキシストロビン	9	19 ± 23	16	
クロロタロニル	20	16 ± 27	4	
イプロジオン	18	14 ± 10	14	
ミクロブタニル	5	11 ± 11	15	
プロシミドン	11	8 ± 10	4	
カルバリル	3	7 ± 0	7	
アセタミプリド	3	6 ± 10	0	
フェンバレレート	5	5 ± 5	6	
クロルフェナピル	27	4 ± 5	3	
ダイアジノン	15	4 ± 9	0	
シアノホス	8	3 ± 4	0	
トラロメトリン	10	2 ± 4	1	
シペルメトリン	16	2 ± 7	0	
オキサジキシル	8	1 ± 4	0	
クロルピリホス	23	1 ± 2	0	
メチダチオン	12	0 ± 1	0	
ホスチアゼート	2	0 ± 0	0	
アセフェート	3	0 ± 0	0	
60種農薬	356	10 ± 18	2	

残留農薬の減少率は、その標準偏差が示すように同じ農薬でも大きな差が認められた。この結果から、残留農薬の減少率には、農薬の水に対する溶解性や安定性などの物理化学的性状だけでなく、作物表面の形態、製剤の種類や散布時期、散布方法、天候、土壌など様々な要因が関与していることが推察された。例えば、キャプタン、クレソキシムメチル、アゾキシストロビンのような比較的水溶性の高い農薬は作物内部に移行し易く、こすり洗いによる減少率は低くなるものと考えられた。しかし同じ農薬であっても、水和剤などとして収穫間際に作物に直接散布され、作物表面に高濃度で物理的に付着しただけの場合には、こすり洗いによる減少率は高くなるものと考えられた。一方、クロルピリホス、シペルメトリン、クロルフェナピルなど市販農作物で頻りに残留が認められる農薬は脂溶性が高いことから、これらの農薬は作物表皮のワックス層に浸透するとさ

れている。そして浸透の割合は、散布時期が早い程、また葉菜類としては比較的厚いワックス層を有する小松菜など皮部に油分を含む作物程高くなると考えられることから、これら農薬のこすり洗いによる減少率は低かったものと考えられた。

2) 皮剥き

皮剥きでは、分析数 478 件のうち 370 件 (77.4%) で 90%以上の減少率が認められ、平均減少率も 88%と大きなものであった (表 2)。

表 2 皮剥きによる主な残留農薬の減少率

農薬名	分析数	減少率 (%)		
		平均値	± 標準偏差	中央値
シペルメトリン	18	100	± 0	100
ダイアジノン	21	100	± 0	100
フェンバレレート	9	100	± 0	100
マイクロブタニル	5	100	± 0	100
トラロメトリン	14	100	± 0	100
クロルピリホス	30	100	± 1	100
クレソキシムメチル	17	100	± 1	100
メチダチオン	14	99	± 1	100
クロロタロニル	27	95	± 14	100
アズキシストロピン	12	93	± 17	100
クロルフェナピル	33	92	± 18	100
カルバリル	4	86	± 10	83
キャプタン	28	84	± 23	96
イプロジオン	31	84	± 21	95
プロシミドン	11	71	± 34	83
シアノホス	10	57	± 35	54
ホスチアゼート	3	38	± 54	13
アセタミプリド	5	23	± 24	13
オキサジキシル	9	21	± 10	22
アセフェート	8	16	± 18	12
69種農薬	478	88	± 26	100

上述したように実際に検出される残留農薬の多くは脂溶性が高く、作物表皮のワックス層に留まっていることから、皮剥きによる減少率は全般に高くなったものと考えられた。しかし、検出される残留農薬としては少数ではあるが、アセフェート、オキサジキシル、アセタミプリドなど水溶性の高い農薬は、水に溶解したものが根から吸収されるなどして作物内部に移行することから、皮剥きによる減少率は低かった。また、ホスチアゼート、シアノホス、カルバリルなど比較的水溶性の高い農薬でも、きゅうり、梨、桃などの皮が薄い作物において内部への一部移行が認められ、皮剥きによる減少率はやや低かった。

著者らは、市販キャベツにおいて脂溶性の高い農

薬であるプロチオホスの 90%以上が外葉 2 枚に残留していたことを報告している²⁾。今回の結果からも、頻繁に残留が認められる脂溶性の高い農薬については、結球葉菜類の外葉を取り除くことによって、皮剥きと同様に残留農薬が大きく減少することが確認された。したがって、こすり洗いを行なってもなお残留している多くの農薬を減少させるためには、皮剥きあるいは結球葉菜類の外葉を取り除くことが非常に有効であることが示唆された。

3) 茹でこぼしおよびホイル焼き

皮を剥くことができない非結球葉菜類として、小松菜およびサニーレタスについて検討を加えた (表 3 および 4)。

表 3 茹でこぼしによる残留農薬の減少率

農薬名	分析数	減少率 (%)		
		平均値	± 標準偏差	
キャプタン	4	100	± 0	
クロロタロニル	2	93	± 7	
イプロジオン	2	84	± 19	
プロシミドン	2	84	± 20	
E P N	2	12	± 1	
シペルメトリン	2	6	± 1	

表 4 ホイル焼きによる残留農薬の減少率

農薬名	分析数	減少率 (%)		
		平均値	± 標準偏差	
キャプタン	4	100	± 0	
クロロタロニル	2	69	± 12	
E P N	2	17	± 2	
シペルメトリン	2	12	± 4	
プロシミドン	2	0	± 1	
イプロジオン	2	0	± 1	

茹でこぼしによる残留農薬の減少率は、比較的水溶性の高いキャプタン、クロロタロニル、イプロジオン、プロシミドンで高く、脂溶性の高いシペルメトリン、E P Nで低かった。また、キャプタン、クロロタロニルは比較的不安定な農薬として知られている。したがって、茹でこぼしによる残留農薬の減少率には、農薬の水に対する溶解性と熱に対する安定性が大きく関与していると考えられた。一方、ホイル焼きでは、脂溶性の高いシペルメトリン、E P Nで減少率が上昇した。これは作物表面に残留している農薬が、ホイルに引いた油に一部溶解したことが

原因と考えられた。これに対して比較的水溶性が高く、かつ熱に安定なイプロジオン、プロシミドンのホイル焼きによる除去率は非常に低かった。

今回得られたデータをもとに、今後は分析例数を増やしたうえで統計的な解析を加えるとともに、他の調理法による残留農薬の減少率についても検討を加えていく予定である。

4 謝辞

本研究は、椛山女学園大学生生活科学部食品栄養科 亀田 清教授、加藤友紀助手らとの共同研究で実施されたものであり、その旨をここに記載し、謝意を表します。

【参考文献等】

- 1) <http://www.pref.aichi.jp/eisei/anzen.html>
- 2) 上野英二、奥田健司、中島秀隆、高倉謙造、岡崎清朗、杉山博治
キャベツにおける有機リン系農薬の残存性について
食品衛生研究、46、57-66 (1996)
- 3) 上路雅子、永山敏廣
食品安全性セミナー3 残留農薬、103-265、中央法規出版 (2002)

4) 上野英二、大島晴美、斎藤 勲、松本 浩
アセトニトリル抽出、GPCおよびミニカラム精製、デュアルカラム GC-ECD による食品中の多成分残留農薬分析

食品衛生学雑誌、41、178-187 (2000)

5) Ueno E., Oshima H., Saito I., Matsumoto H.
Determination of nitrogen- and phosphorus-containing pesticide residues in vegetables by gas chromatography with nitrogen-phosphorus and flame photometric detection after gel permeation chromatography and a two-step minicolumn cleanup

J. AOAC Int, 86, 1241-1251 (2003)

6) Ueno E., Oshima H., Saito I., Matsumoto H., Nakazawa H.

Multiresidue analysis of pesticides in vegetables and fruits by gas chromatography-mass spectrometry after gel permeation chromatography and graphitized carbon column cleanup

J. AOAC Int, (in press)

(文責 化学部 上野英二)



愛知衛研技術情報 第28巻 第2号 平成16(2004)年6月7日
照会・連絡先 愛知県衛生研究所
〒462-8576 名古屋市北区辻町字流7番6号
愛知県衛生研究所のホームページ【<http://www.pref.aichi.jp/eiseiken>】

平成13年5月よりダイヤルインとなりました。

所 長 室：052-910-5604	毒性部・毒性病理科：052-910-5654
次 長：052-910-5683	毒性部・毒性化学科：052-910-5664
研 究 監：052-910-5684	化学部・生活化学科：052-910-5638
総 務 課：052-910-5618	化学部・環境化学科：052-910-5639
企 画 情 報 部：052-910-5619	化学部・薬品化学科：052-910-5629
微生物部・細菌：052-910-5669	生活科学部・水質科：052-910-5643
微生物部・ウイルス：052-910-5674	生活科学部・環境物理科：052-910-5644

FAX：052-913-3641(変更ありません)