

説明用の仮想化合物に対する使用率の定量解析例

サンプル化合物 AI #:9999 EPA's 使用率の定量解析 分析者、連邦-B. 555-1111、 1999年1月6日

用法 農耕地	栽培面積 (000)	処理面積 (000)		作物処理率%		有効成分投下量(000)		平均処理率			主要生産州 (各州での有効成分 投下量の比率)
		重量平均	最大 試算値	重量平均	最大 試算値	重量平均	最大 試算値	lb ai/ acre/yr	# appl /year	lb ai/A /appl	
クランベリー	29	0	2	1%	7%	0	2	1.1	1.0	1.1	WA 100%
いちご	51	2	4	4%	8%	1	2	0.6	1.0	0.6	OR WA 85%
りんご	452	16	42	3%	9%	45	125	2.8	1.6	1.8	WA OR 97%
ブロッコリー	71	15	23	21%	32%	13	24	0.9	1.0	0.9	MI DE OH NC WI 85%
キャベツ	84	3	4	3%	5%	4	7	1.4	1.4	1.1	VA NJ NC 89%
カリフラワー	34	3	5	8%	15%	4	9	1.6	1.0	1.6	NJ FL VA 94%
かぼちゃ	41	2	6	4%	15%	2	6	1.2	1.0	1.2	NJ TX 97%
すいか	258	15	27	6%	10%	9	12	0.6	1.0	0.6	VA IN TX 88%
ばれいしょ	1,421	68	125	5%	9%	65	108	1.0	1.4	0.7	ND ID MN FL WA NC
66%											
未成熟トウモロコシ	784	26	45	3%	6%	28	67	1.1	1.1	1.0	GA NY DE PA MD AL
70%											
アーティチョーク	9	4	6	40%	59%	4	6	1.0	1.0	1.0	
たまねぎ	149	4	9	2%	6%	4	11	1.2	1.4	0.8	NM NJ 82%
トウモロコシ(乾燥)	72,284	2,220	4,440	3%	6%	2,085	4,180	0.9	1.2	0.8	NE IL KS IA IN TX
53%											
大麦	7,505	28	56	0%	1%	7	14	0.2	1.0	0.2	ND KY MT MN UT 82%
オート麦	4,525	4	11	0%	0%	2	7	0.5	1.0	0.5	MS ND NH MI MT NC
84%											
ソルガム	11,280	1,271	2,553	11%	23%	880	2,048	0.7	1.0	0.7	KS TX NE FL MO 83%
米	2,921	275	462	9%	16%	270	542	1.0	1.0	1.0	LA CA TX 87%
小麦	66,652	121	263	0%	0%	37	85	0.3	1.0	0.3	VA AR 100%
アルファルファ	23,949	686	1,424	3%	6%	352	776	0.5	1.0	0.5	OK KS CA UT CO KY
49%											
落花生	1,610	14	28	1%	2%	19	38	1.4	1.1	1.2	VA GA OK FL TX 84%
菜種	170								1.0		
大豆	62,879	61	121	0%	0%	40	79	0.7	1.1	0.6	DE IL MD ND NC KY
65%											

ひまわり	2,745	75	211	3%	8%	36	121	0.5	1.0	0.5	ND KS SD 85%
綿花	12,689	342	865	3%	7%	120	310	0.4	1.1	0.3	TX MS LA AR OK 85%
麻	188	1	2	0%	1%	0	1	0.5	1.0	0.5	ND 100%
てんさい	852	40	65	3%	5%	42	100	1.0	1.0	1.0	ID NE TX WY MT 82%
サトウキビ											FL LA 88%
芝											
たばこ	695	14	34	2%	5%	32	65	2.3	1.0	2.3	KY NC TN VA IN 84%
バナナ	-										
コーヒー(輸入品)	-										
木材(木材)		0							1.0		
木材(日よけ、装飾品)		0							1.0		
森林管理		0	1			0	0	0.3	1.0	0.3	GA FL 100%
道路管理						50	100				
冷却塔管理	-										
観葉植物						3			1.0		
計		5,324	8,094			4,176	6,531				

#### 項目タイトル

重量平均 (Weighted average) -- 最新情報や信頼性の高いデータに重みづけをして試算。

最大試算値 (Est Max) = 重量平均から算出した最大試算値

平均処理率 (lb ai/A/appl: 有効成分投下量/面積/年) は、重量平均ベースでの有効成分投下量を処理面積で除して算出

#### 表中データに関する注意事項

1987~1995年のデータを使用

上記の計算では、次の数値理が適用されている点に留意：

栽培面積及び投下量は、それぞれ1,000 エーカー及び1,000 ポンド単位で取りまとめる (即ち、500 以下の値は「0」)

作物処理率は、パーセント単位で取りまとめる (即ち、0.5%以下の値は「0%」)

0\* = US-EPA は入手した情報では使用実績が確認されなかった値、即ち、極めて少量、もしくは殆ど使用実態が無いことを示す。

ダッシュ「-」は、US-EPA が十分な該当情報を得られなかったこと、もしくは入手情報が有効でなかったことを示す。

情報源： US-EPA (1988-1997)、 USDA (1990-1996)、 国立食物と農業政策センター (National Center for Food and Agricultural Policy、 199

厚生労働省科学研究費補助金(食品の安全確保推進研究事業)

Ⅱ. 平成 21～23 年度分担研究報告

食品中残留農薬のリスク管理手法の精密化と国際化対応に関する研究:

2 統計手法を用いる最大残留量の算定手法 及び

2a Codex の食品及び飼料分類の改定と代表産品の選抜原則:文献調査

分担研究者 加藤保博 財団法人 残留農薬研究所

厚生労働省科学研究費補助金(食品の安全確保推進研究事業)

Ⅱ. 平成 21～23 年度分担研究報告

食品中残留農薬のリスク管理手法の精密化と国際化対応に関する研究:

2 統計手法を用いる最大残留量の算定手法 及び

2a Codex の食品及び飼料分類の改定と代表製品の選抜原則:文献調査

分担研究者 加藤保博 財団法人 残留農薬研究所

研究要旨

残留基準(MRL)を設定する際に参照する最大残留量を、統計手法によって推定する手法を、国内の作物残留試験データを用いて検討する。はくさい(露地栽培)とほうれんそう(施設栽培)における各5種及び4種農薬の作物残留試験を、適用範囲内の最大残留条件(一部はそれに準ずる条件)で実施し、各作物及び各農薬当り16例の残留データを得た。同データを用い、EUおよびNAFTAで使用されている統計手法による最大残留量推定手法及び、それらを踏まえて昨年開発されたOECDの手法、ならびに日本で現在使われている経験則による評価の結果を比較検討した。(1) MRL等級は、OECD、Codex、EU、NAFTA、日本で必ずしも統一されておらず、NAFTAおよびOECD法には独自のMRL等級が含まれている。(2) 16例のデータから算定されるMRLは、EU、NAFTA、OECDの3手法の中ではEU方式が最も小さく、OECD法とNAFTA法のMRLは概ね同等であった。日本の現行の標準的なMRL算定法はEUと概ね同等で、OECD法よりはやや低めのMRLを与えた。(3)残留データの分布の型を適切に判定するには更に多くの試験例数が必要であった。例数の少ないデータセットに対しては、残留値の分布パターンに依存しないOECDの方式は望ましいと考えられた。(4) 16例のデータから抽出した3例のデータの組み合わせに対して、国内の現行の標準的MRL算定法は16例のHRよりも低い不適切なMRLを高い確率で導いた。一方、国内の最大法は、より大きなMRLを与え、不適切なMRLを与える確率は顕著に低下した。OECD法によるMRLは、国内の最大法の結果と同等か、少し低めとなった。(5)不適切MRLを与える割合は、試験例数が増えれば低減した。低減効果は4例を5例にする場合よりも、3例を4例にする場合の方が高かった。

上記結果を踏まえ、OECDのMRL算定法は日本の現行法よりも大きなMRLを与えるが、3例など極少数例のデータでは不適切MRLを無視できない確率で与えるリスクは残る。導入に際しては、MRL設定は専門家による総合判断を優先させ、OECD法はその補助に使うのが望ましいと結論された。

その他、Codexの食品及び飼料分類改定と代表製品の選抜原則に関する文献資料を収集した。

研究協力者：藤田眞弘、矢島智成

残留農薬研究所化学部残留第1研究室

## A. 研究目的

農産品中の残留農薬基準については、FAO（国連食糧農業機関）、WHO（世界保健機関）及びOECD（経済協力開発機構）などの国際機関を中心に、各国間の調和を図ってきている<sup>1, 2)</sup>。そのような状況下で、我が国における食品中の残留農薬のリスク評価では、残留基値の適用部位や検査部位（以降は分析部位の総称で記載）<sup>3, 4)</sup>が諸外国と異なる農産品もあることから、国際的なリスク管理上の整合性に欠ける可能性がある。具体的には、各国の残留農薬データの相互活用の問題を生ずる可能性や、異なる分析部位の残留農薬検査により国際貿易上の問題を生ずる懸念が想定される。

そこで、本研究は国際的に流通する農産品の残留基準値の分析部位を、国際的な標準に対応させるために必要な基礎的知見を得ることを目的とする。具体的には、① 国際的なガイドラインや背景情報の収集・整理、② 既存データの解析、又は作物残留性調査による実験データを得ることにより、我が国の試験法（以降は国内慣行と記載）<sup>3, 4)</sup>を国際標準に調和させた場合の影響を推定した。

その他、米国からのインポートトレランス申請の高まりを考慮し、課題1aとして、米国の暴露量評価で採用されている精密化因子、特に農薬処理率とその適用について文献調査した。

## B. 研究方法

### 1. 検討概要

本研究においては、WHO<sup>1)</sup>やOECD<sup>2)</sup>のガイドラインで推奨される国際標準での分析部位と国内慣行を比較して、主要な農産品の分析部位について両者の相異点を整理した。そして、核果類（もも他）での既存データの収集・解析を行った他、暴露量評価の精密化に関する情報収集を実施した。また、仁果類（りんご、日本なし及び西洋なし）、根菜類及び未成熟とうもろこしでの残留性調査を行い、国内慣行及び国際標準での分析部位を適用した場合の残留値への影響を比較した。各種農作物の試料調製は、社団法人日本植物防疫協会に委託した。なお、本研究における全ての分析試料に対する定量限界は0.01 mg/kgとした

### 2. 資料調査及び既存データ解析

#### 2.1. 国際標準に関する資料調査

コーデックス委員会が推奨する農産品の分析部位の適用表<sup>1)</sup>の翻訳を行ない、その国際標準と国内慣行<sup>3, 4)</sup>での分析部位を比較した。そして、我が国の主要な農産品（輸入品を含む）の分析部位について、国内慣行が国際標準と異なる事項を整理して分類した。

#### 2.2. 核果類の既存データ調査

もも、あんず、うめ、おうとう、すもも、ネクタリン、プルーン、マンゴーの8種核果類の既存作物残留性データを収集し、果肉と子実の部位別重量を解析して、果肉と果皮（可食部）の残留値を全果実での残留値（子実を含む）に換算するための係数（（果肉+果皮重量）／全果実の総重量）を算出した。なお、ももについては果肉と果皮に分別した重量分布についても調査した他、果肉及び果皮の残留値結果から除去した子

実での分析値を無残留とした場合の全果実での残留値の試算を行なった。

### 3. 作物残留性調査

#### 3.1. 仁果類での作物残留性調査

りんご、日本なし及び西洋なしでの作物残留性調査を行い国内慣行（花落ち及び芯を除く）と国際標準（柄を除いた全果実）の両者に従って得られた残留値を比較した。

りんごは青森県（H21）、山梨県（H21、H22）及び長野県（H22）の3圃場で計4試料を調製した。日本なし（H21）及び西洋なし（H23）は、それぞれ茨城県及び山梨県の各1圃場で調製した。イミダクロプリド、シメコナゾール、ピラクロストロビン、フルフェノクスロン、フルベンジアミドおよびボスカリドの6農薬を、全ての仁果類における分析対象農薬とした。

試料は、各々を縦に4分割以上したものから対角の2つを取り合わせ、花落、芯及び果梗の基部（非可食部）と、果肉及び果皮（可食部）の2つに分別し、それぞれ細切した。一方、対角に取り合わせた残り試料は、そのまま細切して全果実試料とした。それらの一部を無作為に取り、密閉容器に入れて凍結保存（-20℃）した。分析直前にミキサーで均一化した。また、一部の裂果及び非裂果試料の非可食部については、その上部と下部での残留値の比較も行った。

分析試料はアセトニトリルで抽出し、C<sub>18</sub>ミニカラムで精製した後、液体クロマトグラフ・質量分析計（LC-MS/MS）を用いて定量した。分析操作全体の概要を図1に示す。

#### 3.2. 根菜類での作物残留性調査

かぶでの作物残留性調査を行い、葉部、

根部及びその間の接合部における残留農薬の分布実態を調査した。

試料調製は茨城県及び宮崎県の2圃場で調製した（H22）。アセタミプリド、アズキシストロビン、クロルフェナピル、シアゾファミド、ジノテフラン及びトルフェンピラドの6農薬を分析対象農薬とした。

試料は、葉部と根部の境目より、それぞれ約1~1.5 cmで切り、葉部、接合部及び根部に分別した。各々を全量又は縦に4分割以上したものから対角の2つを取り合わせ、それぞれその一部を無作為に取り、密閉容器に入れて凍結保存（-20℃）した。分析直前にミキサーで均一化した。

分析試料はアセトニトリルで抽出し、グラファイトカーボンミニカラムで精製した後、LC-MS/MSを用いて定量した。分析操作全体の概要を図2に示す。

#### 3.3. 未成熟とうもろこしでの作物残留性調査

未成熟とうもろこしでの作物残留性調査を行い、芯、子実、ひげ及び外皮における残留農薬の分布実態を調査した。

試料調製は茨城県及び千葉県2圃場で調製した（H23）。アセタミプリド、エトフエンプロックス、クロマフェノジド、トルクロホスメチル及びアセフェートの5農薬を分析対象農薬とした。

試料は、外皮及びひげを取り除き、子実を芯から削り取り、外皮、ひげ、子実及び芯に分別した（資料3参照）。外皮及び芯は細切後、無作為に取った試料の一部、ひげは細切した全量、子実は全量から無作為に取った試料の一部をそれぞれ密閉容器に入れて凍結保存（-20℃）した。分析直前にミキサーで均一化した。

分析試料はアセトニトリルで抽出し、グラファイトカーボン、PSAまたはポリマー

系ミニカラムで精製した後、LC・MS/MS または GC・MS を用いて定量した。分析操作全体の概要を図 3 に示す。

#### 4. 精密暴露量評価に関する資料調査

食品衛生調査会からの厚生大臣宛の意見具申<sup>5)</sup>、米国の環境保護庁（EPA）及び同国カリフォルニア州政府の農薬の暴露評価に関するガイドラン<sup>6,8)</sup>を調査して、その評価手順及び評価時に必要となる情報をした。

### C. 研究結果及び考察

#### 1. 国際標準に関する資料調査

コーデックス委員会が推奨する農産品の分析部位の適用表<sup>9)</sup>ならびに OECD の作物残留性テストガイドライン<sup>2)</sup>で推奨される国際標準での分析部位と、国内慣行を比較して、相異なる我が国の主要な農産品のリスト及び相異内容を表 1 にまとめた。国際標準と国内慣行において残留分析部位が相異なる農産品を、その相異点に基づき 5 つのグループに分類・整理した。

現行国内慣行において農薬の主要な残留部位と推察される果皮を除いて分析しているキウイ、すいか及びメロンなどの農産品は、分析部位が相異なる影響が大きく、且つ、果肉のみを分析対象とした既存データの多くが定量限界相当の残留値のため、全果実としての残留値の推定も困難であることから、現行国内残留性データと海外データの比較は難しいと推察した（グループ 1）。

核果類に代表される硬質の子実を有する果実類については、国内慣行においては分析対象としていない硬質の種子（核）を、国際標準における残留値は、核を無残留と仮定して、重量換算により果実全体で算出

している（グループ 2）。また、国内慣行においては分別分析しているものの果皮は諸外国では分別していないことも相異していた。核果類については、既存データを収集して現行国内慣行による残留分析値を、国際標準（子実を含む果実全体）に変更した場合の影響を調査した。

仁果類および未成熟とうもろこしにおける分析部位は、現行国内慣行においては可食部を分析しているが国際標準においては農産品全体を分析部位としている点（未成熟とうもろこしの外皮は除く）が相異していた（グループ 3）。これらの仁果類及び未成熟とうもろこしにおける分析部位の相異が残留値に与える影響については、部位別の作物残留試験を行い現行国内慣行による残留分析値を、国際標準に変更した場合の影響を調査した。

柑橘類、パイナップルやバナナなどについては、国際的に果実全体を分析部位とすることは共通であるが、残留農薬の暴露量を精密に評価する観点からは、果肉と果皮を別々に分析して全果での残留値を算出する方式（EU 方式、現行のもも及び温州みかんに対する国内慣行）の適用が、残留試験成績の精密な暴露量評価データとして有効であると考えられた（グループ 4）。

その他、かぶ、だいこん及びにんじん等の根菜類については、国内慣行法と国際標準での分析部位の取り扱いに大きな相異は認められなかったが、根と葉の境界部分の取扱いを明確にする必要性が認められた（グループ 5）。そこで、かぶにおいて部位別の作物残留試験を行い根部と葉部及びその接合部の取り扱いが作物残留試験成績に与える影響を調査した。

## 2. 核果類の既存データ調査

子実と果実の重量情報が得られた8種核果類（もも、あんず、うめ、おうとう、すもも、ネクタリン、プルーン、マンゴー）の内、もも以外について、可食部（果肉＋果皮）と種子の重量データを表2に纏めた。また、各6例以上の事例が収集できた5種核果類（もも、うめ、おうとう、すもも、ネクタリン）について、全果実の重量（可食部＋子実）に対して可食部の重量比（可食部重量÷全果の総重量）をプロットして図1-4に示す。5種核果類の内、試料の総平均重量が最も小さな農産品はおうとう（6.85 g）であり、逆に最も大きな農産品はもも（222 g）であった。また、全果実に対する可食部（果肉及び果皮）の重量比が最も小さな農産品はうめ（80～91%）であり、逆に最も比率が大きかった農産品はすもも及びプルーンであった（94～98%）。上記の5種核果類の果実の分析における国内慣行と国際標準の方法の違いは核の重量の扱いのみであり、国際標準による分析値は現行国内慣行による残留分析値の0.88～0.96倍と算定された（表2）。即ち、そのまま国際標準による測定値と見做すことが可能であった。

ももは、国内慣行による農薬登録に際しての作物残留分析では、果皮と果肉のそれぞれの重量と同部位中の残留濃度も測定されている。このため、計算で核果を除いた果実中の残留量を算出することができる。全果に対する核の相対重量は3～8%程度（表3）であることから、ももの場合、果肉＋果皮中の残留濃度計算値の0.92～0.96倍（平均0.94倍）を国際標準による濃度と推定される。すなわち、果肉＋果皮中濃度

計算値をそのまま国際標準による濃度と見なすことができる。

## 3. 作物残留性調査

### 3.1. 仁果類での作物残留性調査

仁果類における国際標準に準じて分析部位を全果実とした場合の平均残留値に対する国内慣行法による分析部位での測定値の相対比、即ち国際標準対応測定値への換算件数を、部位別濃度とともに表4にまとめた。薬剤ごとに多少の変動は認められたが、りんご（0.8～2.0；平均1.2）、日本なし（0.8～1.2；平均1.0）、西洋なし（1.1～1.3；平均1.2）の間で特に顕著な差はなかった。表4には、さらに、除去部（花落ち、芯及び果梗の基部）と可食部のデータ（重量と濃度）から算出した全果実中濃度計算値及び実測値との相対比も示した。計算値と実測値は良く一致しており、相対比は全データの総平均で1.0（0.8～1.2）となった。全果実中濃度を除去部と可食部のデータから計算で算出しても大きな差とはならないことが確認された。これらの結果から、現行の国内慣行での分析対象部位である可食部を、国際標準に従い全果実とした場合には、仁果類の残留値は現行濃度と同等～2倍となると推察された。また、現行測定値の国際標準測定値への換算係数として1または2が提案された。

可食部と除去部における残留量の分布を図5に示す。3種仁果類の内、りんご試料については、除去部の残留値の変動幅が大きい傾向が確認された。その原因として裂果の試料への混入が疑われた。非裂果試料と裂果試料の残留値を図6に示す。可食部においては、非裂果試料と裂果試料の間



に差は認められず、裂果試料／非裂果試料の残留値の比率は平均 0.92 であった。除去部・上部においては、6 種農薬全てで非裂果試料の方が残留値は高く、裂果試料／非裂果試料の残留値の比率は平均 0.36 であった。除去部・下部においては除去部・上部とは反して 6 種農薬全てで裂果試料の方が残留値は高く、裂果試料／非裂果試料の残留値の比率は平均 1.39 であった。以上のことから、りんごの場合、果実の肥大により生じた裂果により、果梗の基部に溜まっていた農薬が果実内部に浸透し、農薬の残留分布に影響を与えた可能性があることが考えられた。但し、重量の大きい可食部や全果実で換算した時の残留値への影響は小さく、最終的な残留評価に大きな影響を与える可能性は低いと示唆された。

### 3.2. 根菜類での作物残留性調査

かぶにおける部位別の 2 圃場の平均残留値を分析対象農薬別に図 7 に示す。従前の予測としては、葉の基部（根と葉の結合部）への薬剤の濃縮等も想定された。しかしながら、今回の調査結果では、葉部と根部の残留レベルの差に伴う希釈効果により、結合部の残留レベルは全て葉部の残留レベルより低かった。従って、根菜類の葉と根の結合部の取り扱いが、残留分析結果に与える影響は少ないものと推察された。但し、今回の調査結果は茎葉散布剤であることから、土壌処理剤での残留値の影響は未知数であることや、根部へ葉部の一部が混入した場合には一律基準を超える場合も想定されることから、その取扱いには十分留意す必要があるものと考えられた。

葉部、根部及びその接合部の各残留値と、接合部分を葉部及び根部の分析部位にそれ

ぞれ取り入れた場合の残留値を表 2 に示す。その結果、茨城試料で得られたかぶ試料の根部の分析部位に接合部位を取り入れたクロルフェナピルの残留試算値 (0.28 mg/kg) は残留基準値 (0.2 mg/kg) を超えていた。従って、比較的残留性が低い根部の分析試料に接合部分を取り込んだ場合には、基準値判定に与える影響が大きいものと推察されることから、特に根部の分析部位への接合部分の取り込みに留意する必要性が示唆された。

### 3.3. 未成熟とうもろこしでの作物残留性調査

未成熟とうもろこしの試料部位別の重量比及び 5 農薬の平均残留量の分布率を図 8 に示す。2 圃場間の 5 農薬において、芯には最大 3% (茨城・アセフェート)、子実には最大 6% (茨城・アセフェート)、ひげには 1%~100% (茨城試料では 45~100%、千葉試料では 1~4%)、外皮には <1~100% (茨城試料では <1~46%、千葉試料では 94~100%) が分布していた。重量としては 80%以上を占める芯及び子実には数パーセント程度しか分布していなかった。アセフェートならびにアセタミプリドでは芯の残留値がより外側にある子実よりも僅かではあるが高く、これらの浸透移行性が見受けられ、芯の取り扱いが残留値に影響を及ぼすことが示唆された。また、ひげ及び外皮における残留農薬の分布は圃場により大きな違いが見られ、茨城試料では主にひげに分布し、千葉試料では主に外皮に分布していた。これは散布処理とその際の農産物の生育時期の差(ひげの広がり具合等)によるものと推察された。

国内慣行の分析対象部位である子実と、残留値と各部位の重量から算出した「芯+

子実」、「芯+子実+ひげ」における残留値ならびに分布率を表 3 に示す。「芯+子実」、「芯+子実+ひげ」は諸外国における分析対象部位を想定したものであり、芯が残留値に与える影響を確認した。具体的には、茨城試料で得られた未成熟とうもろこし試料の分析部位を「芯+子実+ひげ」としたアセタミプリドならびにクロマフェノジドの残留試算値 (0.69 mg/kg および 0.24 mg/kg) は各残留基準値 (0.2 mg/kg および 0.05 mg/kg) を超えており、ひげの取り扱いが残留値に与える影響は大きいことから、分析対象部位の明確な定義の必要性が示唆された。

#### 4. 精密暴露量評価に関する資料調査 (課題1a)

米国における農薬の暴露評価においては、農薬の各農作物に対する処理率等を用いた精密評価が実施されている。具体的には、農薬の販売量、農作物の栽培面積や収穫量、農薬の製剤濃度、散布濃度や処理回数及び PHI などの農薬使用情報などにに基づき、作物毎に州単位での精密暴露量をシステム化して評価する仕組みが構築されている。

US-EPA における残留農薬のリスク評価は、コンピュータシステム化されており、各種データの入手方法等や評価手順が整理されて公開されている。その内、農産品由来の農薬暴露量解析においては、Quantitative Usage Analysis (QUA) と称される農薬使用量の定量解析ツールが利用されている。US-EPA の政策文書<sup>7)</sup>で紹介されているサンプル化合物に対する使用率の定量解析事例の翻訳した(資料 1)。

#### D. 結論

本研究における文献調査及び残留性試験結果から、国際標準での分析部位は流通状態での農産物そのものを分析対象とする方向で定義されており、残留性試験成績の各国間での共通利用を図り、残留基準値の国際標準への調和を図り、農産品の輸出入における貿易上の国際問題を回避していくためには、現行の国内慣行の分析部位の一部に不整合があることが確認された。しかしながら、現行国内慣行法においては主たる残留部位である果皮を除いた可食部を残留性評価の分析部位としてきたすいか、メロン及びキウイを除けば、一定の留意は必要となるが、大きな問題を生じることなく国際標準への移行が可能なものと想定された。本調査研究の知見として得られた具体的な国際標準への移行時の留意事項としては、りんごなどの仁果類での除去部(花梗の基部、花落ち及び芯)の取り扱いなどでは 2 倍程度残留値が高くなる可能性があることや、未成熟とうもろこしや根菜類の接合部の取り扱いが一律基準値などの低濃度域の基準値判定では大きな影響を与える可能性があることが示唆された。なお、グループ 1 に該当する各種農作物(さとうきびを除く)に対する果肉と果皮の部位別分析、ならびにグループ 2 に該当する核果類に対する種子の重量計測については、平成 23 年 4 月 1 日付けで作物残留試験に関する農水省の試験指針が改定<sup>9)</sup>され、国際標準への移行準備が始動している。そして、米国においては農薬の処理率等を反映した精密な残留農薬量の暴露評価が採用されていることから、我が国においても関連情報のデータベース整備などの国際標準に対応

した精密な暴露評価に関する検討が必要と  
考えられた。

#### E. 参考文献

- 1) "Submission and evaluation of pesticide residues data for the estimation of maximum residue levels in food and feed": FAO Plant Production and Protection Paper 197、 Food and Agriculture Organization of the United Nations、 Rome (2009).
- 2) "Draft new test guideline: crop field trial": ENV/JM/TG(2009)28 、 Organization for Economic Cooperation and Development、 Paris (2009).
- 3) 分析部位 (検体): 厚生労働省告示第 239 号 (平成 4 年 10 月 27 日)
- 4) 分析部位 (検体) 及び試料の調製: 環境省告示第 75 号 (平成 8 年 10 月 29 日)
- 5) 残留農薬基準設定における暴露評価の精密化に関する意見具申: 食品衛生調査会、食調第 57 号 (平成 10 年 8 月 7 日)
- 6) "AVAILABLE INFORMATION ON ASSESSING EXPOSURE FROM PESTICIDES IN FOOD": USER'S GUIDE、 Office of Pesticide Programs Science Policy 、 Environmental Protection Agency、 Washington、 D.C.、 USA (2000).
- 7) "THE ROLE OF USE-RELATED INFORMATION IN PESTICIDE RISK ASSESSMENT AND RISK MANAGEMENT": Office of Pesticide Programs Science Policy 、 Environmental Protection Agency 、 Washington、 D.C.、 USA (2000).

- 8) "GUIDANCE FOR DIETARY EXPOSURE ASSESSMENT": 、 DPR MT-3 Version IV: Health Assessment Section、 Medical Toxicology Branch、 Department of Pesticide Regulation、 California Environmental Protection Agency、 Sacramento、 CA、 USA (2009).
- 9) 「農薬の登録申請に係る試験成績について」: 12 農産第 8147 号農林水産省農産園芸局長通知、最終改正平成 23 年 4 月 1 日 22 消安第 10015 号

#### F. 健康危険情報

なし

#### G. 研究発表

1. "Effect of Sample Preparation Procedures for Pesticide Residue Analysis of Apple and Japanese Pear"、 T. Yajima、 M. Fujita、 K. Iijima、 K. Sato and Y. Kato: 12th Internatl. Cong. Pesticide Chem. 、 Abstract #707 、 Melbourne、 Australia、 2010.
2. "Effect of Sample Weights of Fresh and Seeds of Stone fruits for Pesticide Residues Estimation"、 K. Iijima、 T. Yajima、 K. Sato and Y. Kato: 47th Florida Pesticide Residue Workshop、 St. Pete Beach、 USA、 2010.
3. 「農薬の部位別分析における前処理について」、矢島智成: 第 4 回農薬残留分析研究会談話会、平塚市 (2011 年 7 月).
4. 「根菜類の葉部、根部及びその接合部の部位別残留調査」、矢島智成、藤田眞弘、飯島和昭、佐藤清、加藤保博: 第 34 回農薬残留分析研究会、高知市 (2011 年 11 月).

5. “Effect of seed weight on estimation of pesticide residue levels in stone fruits”、  
K. Iijima、 T. Yajima、 M. Nagata、 S. Sugimoto、 M. Fujita、 K. Sato、 Y. Kato:  
J. Pestic. Sci.、 36(4)、 492–494 (2011).

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

表 1. 国内慣行法における分析部位が国際標準と異なる農産品

農産品	MRL 適用部位及び分析部位	
	国内慣行法	国際標準との相異点
<b>グループ 1 (主要な農薬残留部位が相異なるもの)</b>		
キウイ	果皮を除去	果実全体を分析 (EU ではウリ科果実類は、果肉と果皮を別々に分析して、全果での残留値を算出)
すいか、まくわうり及びメロン類果実	果皮を除去	
びわ(グループ 2 にも該当)	果梗、果皮及び子実を除去	
さとうきび	皮を除去	
<b>グループ 2 (子実の取り扱いが相異なるもの)</b>		
あんず、うめ、おうとう、すもも及びネクタリン	果梗及び子実を除去	柄及び核を除いた果実全体を分析し、残留値は、核を無残留と仮定して、重量換算により果実全体で算出。ももの果皮は分別して分析しない。
もも(グループ 4 にも該当)	果皮及び子実を除去 但し、果皮も分析	
かき	へた及び子実を除去	
アボカド及びマンゴー	子実を除去	
なつめやし	へた及び子実を除去	
<b>グループ 3 (芯の取り扱いが相異なるもの)</b>		
西洋なし、日本なし、マルメロ及びりんご	花落、芯及び果梗の基部を除去	柄を除いた果実全体を分析し、花落、芯及び果梗の基部を除かない。
とうもろこし(グループ 5 にも該当)	外皮、ひげ及び芯を除いた子実	外皮を除く農産品全体を分析し、ひげ及び芯を除かない。
<b>グループ 4 (部位別分析対応に関する対応が相異なるもの)</b>		
みかん	外果皮を除去したもの。但し、果皮も分析	果実全体を分析 (EU においては果肉と果皮を別々に分析して、全果での残留値を算出)。但し、未成熟バナナの皮の分別は難しい。
オレンジ、グレープフルーツ、なつみかん、ライム及びレモン	果実全体	
その他のかんきつ類果実	果実全体	
パイナップル	冠芽を除去したもの	
バナナ	果柄部を除去	
<b>グループ 5 (分析部位の定義が一部不明瞭なもの)</b>		
かぶ類の根及びだいこん類の根	泥を水で軽く洗い落としたもの	国際標準と概要に相異は無いが、根と葉の境界部分の取扱いを確認する必要有。具体的には、にんじんにおいて、地上部の最下部の葉柄部分を、包丁で切り離し、根の一部が冠状に切り離されたならば、その部分は根の分析試料に加えることとされている。
かぶ類の根及びだいこん類の葉	変質葉を除去	
にんじん及びパースニップ	泥を水で軽く洗い落としたもの	

表2 核果類数種果実の部位別重量および国内方式残留濃度から Codex 方式残留濃度への換算係数

農産品	産地(品種)	例数	平均重量(g)			総平均 (RSD)	重量比(%)		換算係数 (RSD)
			果肉+果皮	種子	計		果肉+果皮	種子	
1 あんず	青森(新潟大実)	4	43.4	4.74	51.1	59.4	91%	9%	0.911
2 あんず	青森(八助)	4	73.7	6.18	79.9	(30.1)	92%	8%	(1.0)
3 あんず	長野	4	42.6	4.52	47.1		90%	10%	
1 うめ	青森(豊後)	5	33.7	4.46	38.2	26.4	88%	12%	0.876
2 うめ	青森(菊田)	4	9.70	2.50	12.2	(37.1)	80%	20%	(3.4)
3 うめ	茨城(雨宮)	4	23.4	3.59	27.0		87%	13%	
4 うめ	群馬(益加賀)	5	25.9	3.09	29.0		89%	11%	
5 うめ	福井(新平太夫)	5	10.8	1.82	12.6		86%	14%	
6 うめ	山梨(益加賀)	4	29.3	2.92	32.2		91%	9%	
7 うめ	長野(玉実)	5	23.0	2.33	25.3		91%	9%	
8 うめ	奈良(雨宮)	5	36.5	4.41	40.9		89%	11%	
9 うめ	徳島(鶯宿)	5	25.9	3.09	29.0		89%	11%	
# うめ	徳島(鶯宿)	4	15.3	2.35	17.7		87%	13%	
1 おうとう	青森(雨宮)	3	8.43	0.42	8.85	6.85	95%	5%	0.921
2 おうとう	岩手(高砂)	7	6.14	0.71	6.85	(20.9)	90%	10%	(1.9)
3 おうとう	岩手(高砂)	5	6.50	0.60	7.10		92%	8%	
4 おうとう	秋田(高砂錦)	7	4.30	0.37	4.67		92%	8%	
5 おうとう	秋田(高砂錦)	5	5.55	0.45	6.00		93%	8%	
6 おうとう	山形(佐藤錦)	3	6.99	0.67	7.66		91%	9%	
1 すもも	群馬(紅りょうげん)	4	86.3	2.30	88.6	72.3	97%	3%	0.962
2 すもも	群馬(ソルダム)	4	97.7	1.88	99.6	(31.8)	98%	2%	(1.7)
3 すもも	山梨(大石早生幸)	5	79.1	2.73	81.8		97%	3%	
4 すもも	長野(大石早生)	4	41.5	2.45	44.0		94%	6%	
5 すもも	長野(大石早生)	5	42.5	2.78	45.3		94%	6%	
6 すもも	長野(大石早生)	4	72.1	2.63	74.7		98%	4%	
1 ネクタリン	青森(サンライズ)	4	190	9.60	200	154	95%	5%	0.934
2 ネクタリン	青森(サンライズ)	5	106	6.94	113	(37.4)	94%	6%	(1.9)
3 ネクタリン	福島(ファンタジア)	4	236	13.7	250		95%	5%	
4 ネクタリン	山梨(黎明)	2	110	7.96	118		93%	7%	
5 ネクタリン	山梨(黎明)	5	126	8.46	134		94%	6%	
6 ネクタリン	長野(メイプル)	2	98.3	11.3	110		90%	10%	
1 ブルーン	長野(スタンレイ)	4	43.6	2.23	45.8	53.2	95%	5%	0.956
2 ブルーン	長野(スタンレイ)	4	58.2	2.42	60.6		96%	4%	
1 マンゴー	宮崎(アーク)	4	454	32.5	487	-	93%	7%	0.933

換算係数: 国内慣行での残留値を国際標準に換算するための係数  
(国際標準: 種子の残留値を「0」として果実全体としての残留値を算出)  
RSD: 標準偏差パーセント

表3 もも果実における部位別重量および全果中残留濃度の試算

産地(品種)	例数	平均重量(g)				重量比(%)				残留値(mg/kg)		
		果肉	果皮	種子	計	果肉	果皮	果肉+果皮	種子	果肉	果皮	全果実*
1 青森(大久保)	4	202	26.4	13.9	242	83%	11%	94%	6%	0.01	2.46	0.25
2 青森(白風)	4	157	19.6	9.13	186	85%	11%	95%	5%	0.32	25.7	2.82
3 福島(あかつき)	5	183	27.0	11.2	221	83%	12%	95%	5%	< 0.01	0.51	0.08
4 福島(あかつき)	4	176	31.5	12.5	220	80%	14%	94%	6%	< 0.01	0.18	0.03
5 福島(あかつき)	4	174	21.2	9.80	205	85%	10%	95%	5%	< 0.02	5.48	0.57
6 福島(あかつき)	3	164	17.5	8.20	190	86%	9%	96%	4%	< 0.005	< 0.02	< 0.01
7 福島(あかつき)	4	194	26.7	12.3	233	83%	11%	95%	5%	0.05	8.87	1.04
8 福島(あかつき)	4	200	31.2	11.9	243	82%	13%	95%	5%	0.12	22.0	3.06
9 福島(川中島白桃)	2	348	27.1	15.9	391	89%	7%	96%	4%	< 0.01	< 0.01	< 0.01
10 福島(川中島白桃)	4	245	28.6	12.2	286	86%	10%	96%	4%	0.22	11.0	1.33
13 長野(あかつき)	4	203	26.5	12.7	242	84%	11%	95%	5%	0.01	0.78	0.10
14 長野(あかつき)	6	242	28.8	12.8	283	85%	10%	95%	5%	0.116	1.21	0.22
15 長野(あかつき)	4	224	25.5	13.0	263	85%	10%	95%	5%	< 0.02	4.18	0.41
16 長野(あかつき)	4	197	19.9	6.58	224	88%	9%	97%	3%	0.010	4.95	0.43
17 長野(川中島白桃)	4	242	19.1	14.9	276	88%	7%	95%	5%	< 0.01	10.9	0.80
18 新潟(あかつき)	4	243	26.0	12.3	282	86%	9%	96%	4%	< 0.01	5.58	0.54
19 和歌山(白風)	5	115	20.5	9.42	145	79%	14%	93%	7%	< 0.01	0.61	0.10
20 和歌山(白風)	4	109	21.7	11.6	143	77%	15%	92%	8%	< 0.01	5.59	0.69
21 和歌山(白風)	6	154	22.4	13.2	190	81%	12%	93%	7%	0.147	1.10	0.24
22 岡山(八幡白桃)	2	177	26.8	11.2	215	82%	12%	95%	5%	< 0.01	< 0.01	< 0.01
23 岡山(八幡白桃)	3	159	18.0	12.0	189	84%	10%	94%	6%	< 0.005	< 0.02	< 0.01
24 徳島(中生八幡)	4	147	16.9	14.6	179	82%	9%	92%	8%	0.008	2.55	0.25
25 福岡(武井早生)	4	183	24.5	16.5	224	82%	11%	93%	7%	0.09	12.0	1.45
26 福岡(千曲)	4	179	21.9	16.6	218	82%	10%	92%	8%	0.05	6.88	0.66
27 福岡(千曲)	4	197	27.7	19.3	244	81%	11%	92%	8%	0.09	10.4	1.15
総平均=		193	24.1	12.5	229	84%	11%	94%	6%	0.05	5.72	0.65
標準偏差パーセント=		25%	18%	22%	22%	3%	19%	1%	25%			
最高値=		348	31.5	19.3	391	89%	15%	97%	8%			
最低値=		109	16.9	6.58	143	77%	7%	92%	3%			

\* 種子の残留値を「0」として果実全体として残留値を算出。

表4 仁果類果実（りんご、日本なし、西洋なし）の部位別濃度と全果濃度への換算

	農薬	残留濃度 可食部 A (mg/kg)	残留濃度 除去部 B (mg/kg)	残留濃度 全果実測 C (mg/kg)	換算係数* D (=C/A)	残留濃度 全果計算値 E(mg/kg)	相対比 E/C	[全果実測残留量 μg] / [可食部+除去部中残留量 μg]
H21	イミダクロプリド	0.06	0.05	0.05	0.83	0.06	1.20	0.83
青森県	シメコナゾル	0.08	0.11	0.08	1.00	0.08	1.00	1.00
りんご	ピラクロストロビン	0.12	0.21	0.12	1.00	0.13	1.08	0.92
(王淋)	フルフェノクスロン	0.16	0.16	0.13	0.81	0.16	1.23	0.81
	フルベンジアミン	0.22	0.22	0.22	1.00	0.22	1.00	1.00
	ボスカリド	0.27	0.50	0.32	1.19	0.30	0.94	1.07
H21	イミダクロプリド	0.04	0.22	0.07	1.75	0.06	0.86	1.17
山梨県	シメコナゾル	0.05	0.34	0.10	2.00	0.09	0.90	1.11
りんご	ピラクロストロビン	0.14	0.47	0.18	1.29	0.18	1.00	1.00
(つがる)	フルフェノクスロン	0.21	0.66	0.24	1.14	0.27	1.13	0.89
	フルベンジアミン	0.15	0.87	0.24	1.60	0.24	1.00	1.00
	ボスカリド	0.24	0.26	0.40	1.67	0.41	1.03	0.98
H22	イミダクロプリド	0.10	0.18	0.11	1.10	0.11	1.00	1.00
山梨県	シメコナゾル	0.16	0.38	0.17	1.06	0.20	1.18	0.85
りんご	ピラクロストロビン	0.20	0.34	0.23	1.15	0.22	0.96	1.05
(ふじ)	フルフェノクスロン	0.23	0.38	0.26	1.13	0.26	1.00	1.00
	フルベンジアミン	0.24	0.35	0.28	1.17	0.26	0.93	1.08
	ボスカリド	0.37	0.77	0.42	1.14	0.44	1.05	0.95
H22	イミダクロプリド	0.07	0.12	0.08	1.14	0.08	1.00	1.00
長野県	シメコナゾル	0.03	0.16	0.05	1.67	0.06	1.20	0.83
りんご	ピラクロストロビン	0.10	0.32	0.14	1.40	0.15	1.07	0.93
(つがる)	フルフェノクスロン	0.06	0.16	0.08	1.33	0.08	1.00	1.00
	フルベンジアミン	0.28	0.32	0.28	1.00	0.29	1.04	0.97
	ボスカリド	0.28	0.55	0.32	1.14	0.34	1.06	0.94
H21	イミダクロプリド	0.27	0.30	0.28	1.04	0.27	0.96	1.04
茨城県	シメコナゾル	0.19	0.25	0.19	1.00	0.20	1.05	0.95
日本なし	ピラクロストロビン	0.14	0.20	0.13	0.93	0.15	1.15	0.87
(豊水)	フルフェノクスロン	0.10	0.15	0.08	0.80	0.11	1.38	0.73
	フルベンジアミン	0.12	0.18	0.14	1.17	0.13	0.93	1.08
	ボスカリド	0.28	0.39	0.32	1.14	0.29	0.91	1.10
H23	イミダクロプリド	0.28	0.39	0.34	1.21	0.31	0.91	1.10
山梨県	シメコナゾル	0.16	0.27	0.20	1.25	0.19	0.95	1.05
西洋なし	ピラクロストロビン	0.14	0.20	0.18	1.29	0.15	0.83	1.20
(シルバー)	フルフェノクスロン	0.15	0.20	0.16	1.07	0.16	1.00	1.00
	フルベンジアミン	0.19	0.22	0.22	1.16	0.20	0.91	1.10
	ボスカリド	0.30	0.44	0.39	1.30	0.33	0.85	1.18

A:国内方式MRL適用部位及び検査部位（花落ち、芯及び果梗基部を除去）、

B:花落ち、芯及び果梗基部、C:全果中実測濃度。

\*:国内方式残留濃度測定値をCodex方式残留濃度に換算するための係数



表5 整合部の取扱い方による株の部位別残留値

ほ場	農薬名	葉部 基準値	葉部 残留値		根部 基準値	根部 残留値		接合部 残留値
			葉部のみ	+接合部*		根部のみ	+接合部*	
茨城	アセタミプリド	5	0.78	0.69	0.1	0.01	0.01	0.02
	アゾキシストロビン	15	5.88	5.31	1	0.02	0.34	1.29
	クロルフェナピル	15	4.99	4.50	0.2	0.02	0.28	1.04
	シアゾファミド	20	4.26	3.84	0.3	0.01	0.23	0.87
	ジノテフラン	5	2.70	2.46	0.5	0.07	0.24	0.74
	トルフェンピラド	25	5.36	4.89	1	0.06	0.44	1.57
千葉	アセタミプリド	5	0.94	0.82	0.1	< 0.01	<0.01	0.01
	アゾキシストロビン	15	5.86	5.17	1	< 0.01	0.09	0.34
	クロルフェナピル	15	3.84	3.39	0.2	< 0.01	0.06	0.22
	シアゾファミド	20	4.24	3.75	0.3	< 0.01	0.09	0.34
	ジノテフラン	5	4.46	3.95	0.5	< 0.01	0.10	0.40
	トルフェンピラド	25	6.54	5.80	1	< 0.01	0.15	0.58

単位: mg/kg。 分析値が定量限界未満の場合、無残留として算出。

茨城試料重量 269 g/個(葉部:接合部:根部 = 39:6:56), 宮崎試料重量 1.10 kg/個(葉部:接合部:根部 = 33:11:56)

\* 葉部と根部の接合部(1~1.5 cm)を、葉部及び根部の分析部位にそれぞれ取り入れた場合の残留値

表6 未成熟とうもろこしの分析対象部位による残留値の推定

ほ場	農薬名	子実		芯+子実		芯+子実+ひげ		残留基準値 (mg/kg)
		残留値 (mg/kg)	分布率 (%)	残留値 (mg/kg)	分布率 (%)	残留値 (mg/kg)	分布率 (%)	
茨城	アセタミプリド	<0.01	-	0.01	<1	0.69	59	0.2
	アセフェート	0.07	6	0.07	8	0.45	50	0.5
	エトフェンプロックス	<0.01	-	<0.01	-	0.32	70	0.5
	クロマフェノジド	<0.01	-	<0.01	-	0.24	56	0.05
	トルクロホスメチル	<0.01	-	<0.01	-	<0.01	100	0.1
千葉	アセタミプリド	<0.01	-	0.01	<1	0.02	2	0.2
	アセフェート	0.02	1	0.02	2	0.06	6	0.5
	エトフェンプロックス	<0.01	-	<0.01	-	<0.01	2	0.5
	クロマフェノジド	<0.01	-	<0.01	-	<0.01	1	0.05
	トルクロホスメチル	<0.01	-	<0.01	-	<0.01	-	0.1

茨城試料重量 312 g/本(芯:子実:ひげ:外皮 = 27:56:2:15), 千葉試料重量 313 g/本(芯:子実:ひげ:外皮 = 25:56:3:17)

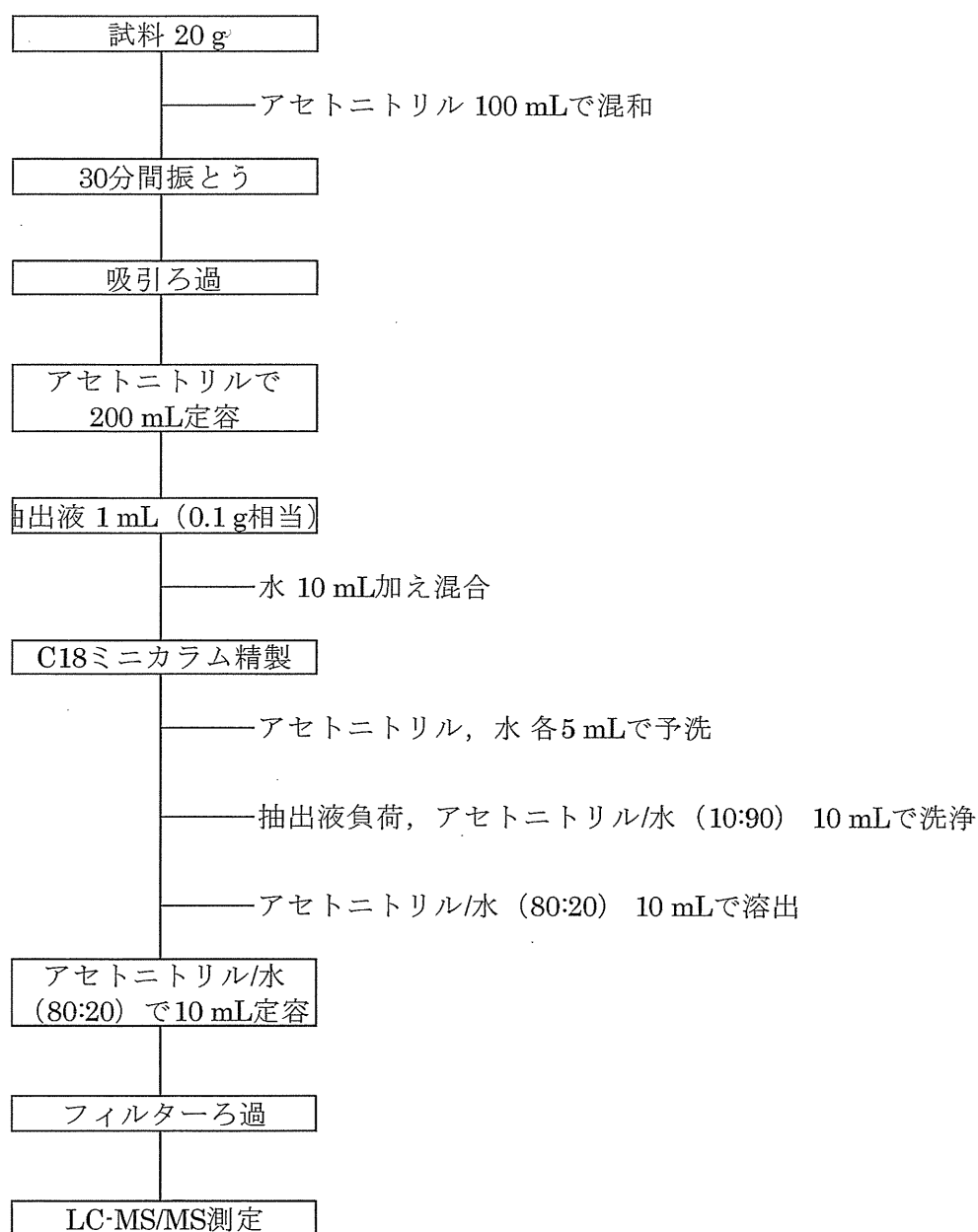


図 1. 仁果類での残留分析工程の概要

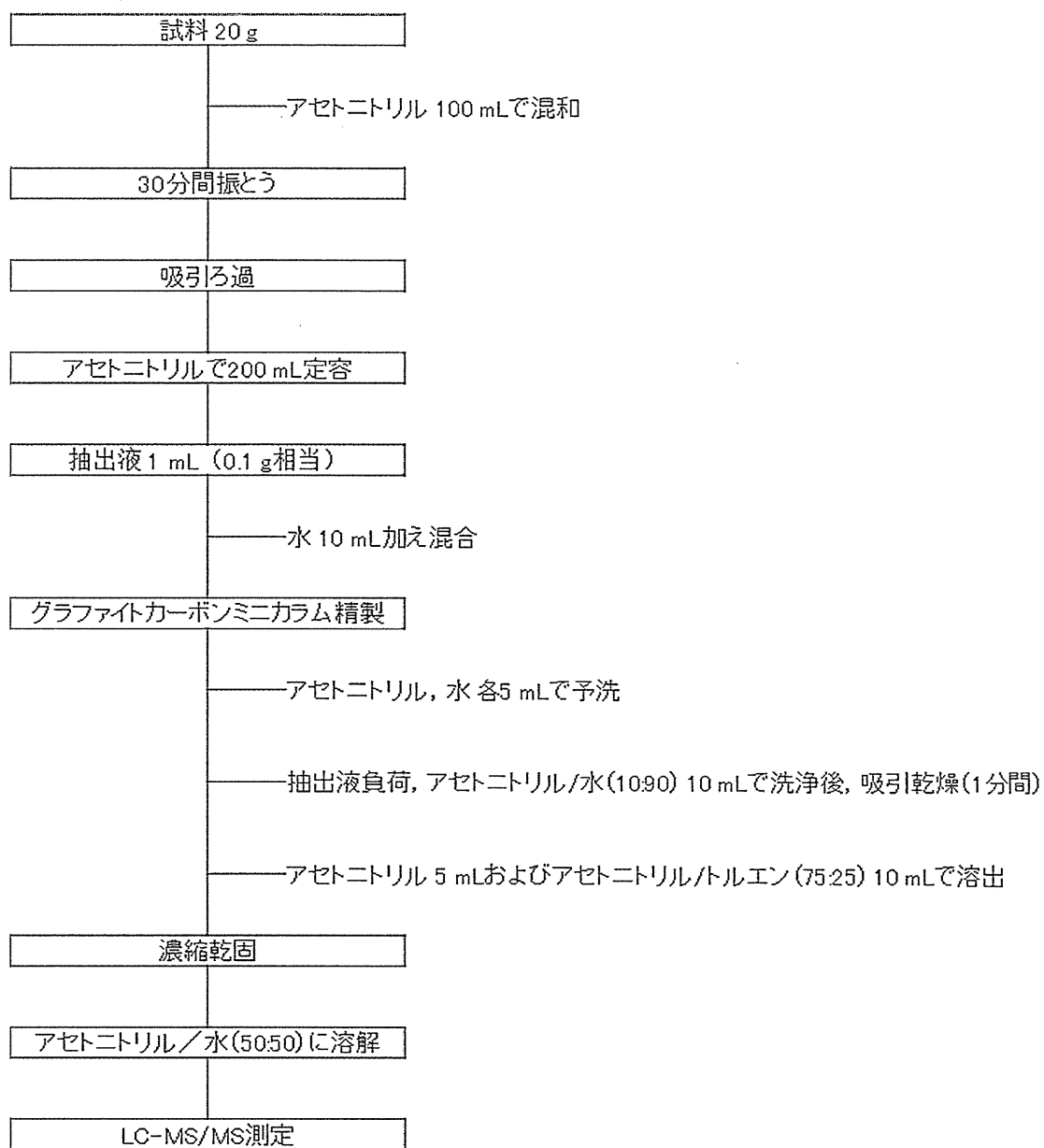


図 2. 根菜類での残留分析工程の概要

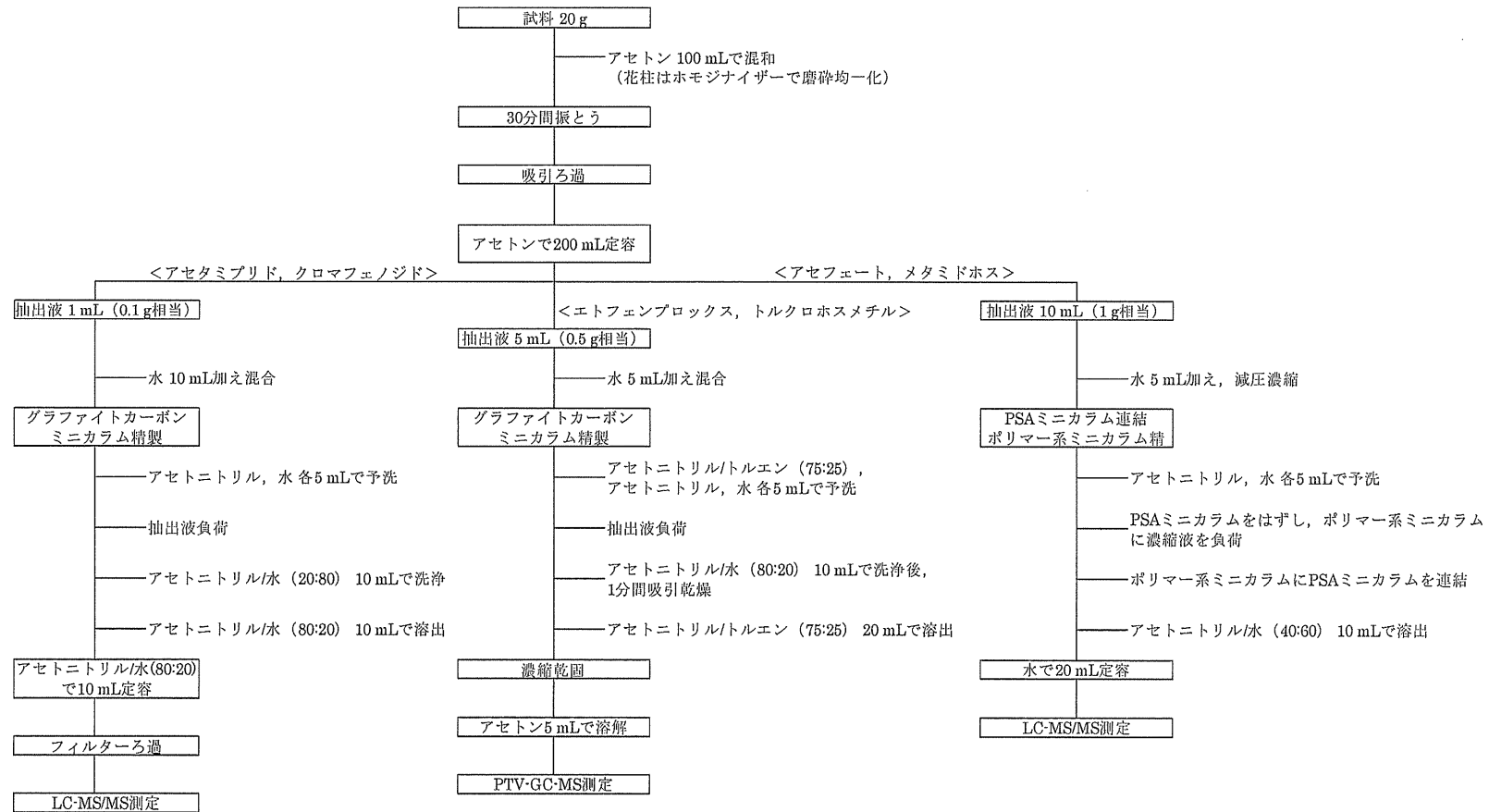


図 3. 未成熟とうもろこしでの残留分析工程の概要