

## 流通農産物からの農薬摂取の実態

伊藤和子

摘要：市販の食品中に残留している農薬の摂取の実態を明らかにするため、14種類の農薬に関する分析を、調理前と調理後の試料について食品群ごとに行った。

14種類のうち、ペルメトリン、クロルピリホスメチル、マラソン、DMTP、シマジンの5農薬は、すべての食品群から調理前・後ともに検出されなかった。シペルメトリン、フルバリネートの2農薬は、いずれかの食品群から調理前のみ検出され、TPN、フェンバレレート、プロシミドン、ジコホール、ベンゾエピン、プロチオホス、トリフルラリンの7農薬は、調理前・後ともに、いずれかの食品群から検出された。

摂取量のADIに対する比率は、調理後で0.017～2.18%であった。ジコホール、ベンゾエピン、フェンバレレート、プロチオホス、トリフルラリンの5種類の農薬は、調理による除去効果が小さかった。

キーワード：残留農薬、摂取量、ADI

### Dietary Intakes of Fourteen Different Kinds of Pesticide from Farm Products and their Processed Food in the Market

Kazuko ITOH

Summary: Analysis regarding fourteen different kinds of pesticide was conducted, by food groups, on samples before and after cooking, with a view to clarifying the realities of intake of agricultural chemicals remaining in the foods available in the market.

Of fourteen kinds of Pesticide, five kinds or total of permethrin, chlorpyrifos-methyl, malathion, methidathion (DMTP) and simazine were not detected in any of the food groups either before or after cooking. Two kinds or cypermethrin and fluvalinate were detected in some food groups but only before cooking, while seven kinds or chlorothalonil (TPN), fenvalerate, procymidone, dicofol, total of endosulfan, prothiofos and trifluralin were found in some of the food groups both before and after cooking.

The proportion of intakes against ADI was in the range of 0.017 to 2.18% after cooking. Five kinds of pesticide or dicofol, total of endosulfan, fenvalerate, prothiofos and trifluralin showed only small effects of removal by the cooking.

Key words: residual pesticides, dietary intake, ADI

## I 緒言

農薬は、農業生産にとってなくてはならない資材であり、農薬を全く使わずに一定の生産量を確保することは、不可能に近いことである。また、農薬は登録される際に各種の毒性試験が行われ、一部の医薬品を除けば、これほど広範囲かつ詳細に検討されている化学物質はないと思われる<sup>13)</sup>。しかし、近年、化学物質の内分泌攪乱作用に関する問題がクローズアップされ、我々が日常的に使用している化学合成品にもその疑いがあるという発表がなされている<sup>9,14,15)</sup>。そして、これらの約半数を農薬が占めている<sup>16)</sup>。

農作物中の残留農薬に関しては、各自治体においてモニタリング調査が行われており、検出率は極めて低いものである<sup>4-6)</sup>。しかし、消費者の残留農薬に対する不安感は依然として強い。残留農薬の消費者に対する安全性の評価方法としては、マーケットバスケット法による農薬摂取量と一日摂取許容量(Acceptable Daily Intake, 以下ADI)との比較が挙げられる。本報告では、以前から当試験場で行っている方法<sup>11)</sup>である、調理前と調理後の試料をマーケットバスケット法によって分析することにより、ADIとの比較によって安全性を確認するとともに、調理によって農薬摂取量がどの程度減少するかについても検討を行った。また、現在も使用されている農薬で内分泌攪乱作用を持つ疑いのあるもの<sup>16)</sup>について、一日あたりの摂取量を明らかにしたので報告する。

## II 試験方法

### 1. 調査対象農薬

国内で流通している生鮮農産物については、厚生省及び全国の衛生検査所等で残留農薬検査が行われている。厚生省がその結果をとりまとめた報告<sup>4-6)</sup>で検出率が比較的高かった農薬6種類(クロロタロニル:TPN, プロシミドン, フルバリネート, クロルピリホスメチル, プロチオホス, メチダチオン:DMTP)と、内分泌攪乱作用を持つ疑いのある農薬8種類<sup>16)</sup>(ペルメトリン, シペルメトリン, ジコホール, ベンゾエピン, フェンバレート, マラソン, シマジン, トリフルラリン)の計14種類について、調査を行った。

### 2. 試料調製方法

国民栄養調査<sup>7,8)</sup>に基づいて一人一日あたりの平均的な食品摂取量を把握し、1996年11月、1998年3月(1997年度)、1998年12月に宇都宮市内の小売店から約50種類の食品を購入し、第1表に示したように8つの食品群に分別

した。国民栄養調査には、年間を通じて常時摂取されるもの、摂取量が比較的多いもの以外は、その他として摂取量が示されているにすぎない。そのため、購入時に店頭にあった食品をできるだけ多量購入し、その他の摂取量にあてることとした。また、購入時に産地が判明しているものは、第1表に示した。

入手した試料は、調理前用と調理後用に分割した。調理前の試料については、イチゴ、トマト、ピーマン等のへたを除いた他は一切の調理を行わなかった。食品群の総重量が500gとなるように、第1表に示した消費量の割合に応じてそれぞれの食品をはかり取り、最小限の水を加えてホモジナイズしたものを分析用試料とした。調理後の試料については、第1表に示したように水洗・調理を行い、食品群別に最小限の水を加えてホモジナイズしたものを分析用試料とした。それぞれの試料は分析時まで-20℃で凍結保存した。

1996年度の調査では、最初に調理前の試料を分析し、農薬の検出が認められた場合に調理後の試料も分析した。また、米は、すべての年度において、調理前の試料で農薬の検出が認められた場合のみ、調理後の試料も分析した。茶については、調理後の試料のみを分析対象とした。

### 3. 分析方法

#### 1) 米・茶を除いた食品群

##### (1) 1996年度

試料20g相当量をアセトンで抽出し、ジクロロメタンに転溶した。その後、麦・雑穀類、いも類及び豆類では、ヘキサン・アセトニトリル分配を行った。さらにフロリジルカラムで精製を行い、アセトンで定容後、ガスクロマトグラフに注入して定量した。ガスクロマトグラフは、Hewlett Packard 5890 Series II (ECD)を用い、分離カラムはキャピラリーカラム(DB-5, 内径0.53mm, 長さ15m, J & W社製)を使用した。

##### (2) 1997, 1998年度

試料50g相当量をアセトンで抽出し、ヘキサン(1998年度はジクロロメタン)に転溶した。その後、1997年度は麦・雑穀類、いも類及び豆類において、1998年度はすべての食品群において、ヘキサン・アセトニトリル分配を行った。さらにフロリジルカラムでの精製を行い、1997年度はヘキサン、1998年度はアセトンで定容後、ガスクロマトグラフ質量分析計に注入して、Selected Ion Monitoring (SIM) モードで定量を行った。モニタリングイオン等については、農水省の簡易同時分析技術確立事業報告書<sup>10)</sup>を参考にした。ガスクロマトグラフ質量分析計は、Hewlett Packard 6890 Series (ガスクロマトグラフ), Hewlett Packard 5973 Mass Selective

第1表 1998年度調査における食品摂取量、調理加工方法等

食品群	摂取量 (g/人/日)	食品名	産地	調理加工方法
米	167.9 g	白米	栃木	
麦・雑穀類	93.7 g	小麦粉		煮る
	42.9	食パン		焼く
	34.6	うどん		煮る
	4.7	マカロニ		煮る
	4.0	ラーメン		煮る
いも類	68.9 g	さつまいも	栃木	水洗し、煮る
	30.3	じゃがいも	北海道	水洗し、煮る
	12.5	さといも	栃木	水洗し、皮をむき煮る
	12.3	こんにやく	群馬	水洗し、煮る
	3.0	ポテトチップス		そのまま
豆類	70.0 g	みそ		煮る
	39.1	豆腐	栃木	煮る
	7.6	油揚げ	栃木	煮る
	7.4	納豆	栃木	そのまま
	1.9	豆乳		そのまま
果実類	133.0 g	グレープフルーツ		皮をむく
	18.0	みかん		皮をむく
	32.3	りんご	山形	水洗し、芯を除く
	7.0	バナナ		皮をむく
	1.6	いちご	栃木	水洗し、へたをとる
	6.7	白桃缶詰		そのまま
	13.3	キウイフルーツ		皮をむく
	21.7	柿		水洗し、へたをとる
	7.0	オレンジジュース		そのまま
	7.0	りんごジュース		そのまま
緑黄色野菜類	94.0 g	にんじん	千葉	水洗し、煮る
	21.3	ほうれんそう	栃木	水洗し、煮る
	4.3	ピーマン	宮崎	水洗し、へたと種をとり煮る
	12.1	トマト	茨城	水洗し、へたをとる
	2.8	ミニトマト	愛知	水洗し、へたをとる
	4.0	ブロッコリー	埼玉	水洗し、煮る
	4.0	にら	栃木	水洗し、煮る
	7.8	かぼちゃ	メキシコ	水洗し、種をとり煮る
	1.5	さやえんどう		水洗し、へたをとり煮る
	5.0	こまつな	栃木	水洗し、煮る
	5.0	しゅんぎく	栃木	水洗し、煮る
	1.4	さやいんげん	鹿児島	水洗し、へたをとり煮る
	2.8	ちんげん菜	茨城	水洗し、煮る
その他の野菜類	184.4 g	だいこん	千葉	水洗し、煮る
	26.4	たまねぎ	北海道	水洗し、煮る
	22.2	キャベツ	千葉	水洗
	12.3	きゅうり	栃木	水洗
	25.1	はくさい	茨城	水洗し、煮る
	10.0	ねぎ	栃木	水洗し、煮る
	10.0	かぶ		水洗し、煮る
	10.0	なす		水洗し、へたをとり煮る
	9.7	もやし		水洗し、煮る
	7.1	白菜つけもの	栃木	そのまま
	13.1	たくあん	栃木	そのまま
茶	2.0 g	煎茶		熱湯抽出

Detector (質量分析計) を用い、分離カラムは、キャピラリーカラム (HP-5MS, 内径0.25mm, 長さ30m, Hewlett Packard社製) を使用した。

## 2) 米

白米50gに蒸留水50mLを加えて2時間放置後、アセトンでの抽出操作を行った。その後は、各年度の米・茶を除いた食品群の分析法に準じた。

## 3) 茶

### (1) 1996, 1997年度

茶10gに100℃の蒸留水600mLを加え、5分後にろ過し、放冷後、ろ液の300mLについて飽和酢酸鉛による脱タンニン処理を行った。その後は、各年度の米・茶を除いた食品群の分析法に準じた。

### (2) 1998年度

茶9gに100℃の蒸留水540mLを加え、5分後にろ過し、放冷後、ろ液の300mLを採取し、飽和塩化ナトリウム溶液40mLとジエチルエーテル：ヘキサン (1：1) 溶液100mL×2回で転溶を行った。脱タンニン処理は、回収率の低下が著しいため行わなかった。その後は、米・茶を除いた食品群の分析法に準じた。

## 4. 検出限界及び回収率

それぞれの農薬と食品群の組合せで添加回収試験を行った。添加量は検出限界値の20倍から50倍相当量であった。検出限界値及び回収率を第2表に示した。適正回収率 (70%以上<sup>12)</sup>) をはずれるものが17件あり、全体に占める割合は13.3%であった。内分泌攪乱作用は、pptのレベルで起こると言われているため<sup>16)</sup>、第2表のシペルメトリンやフェンバレレートに示されるように、1998年度は過去2年間に比べて、検出限界値を低く設定して分析を行った。

## Ⅲ 結果及び考察

一人一日あたりの農薬摂取量は、農薬の検出濃度にそれぞれの食品群の摂取量を乗じて算出し、第3表に示した。調理前・調理後ともに、すべての食品群から検出されなかった農薬は、ペルメトリン、クロルピリホスメチル、マラソン、DMTP、シマジンであり、調理前のみ検出された農薬は、シペルメトリン (1996, 1998年度)、フルバリネートであった。TPN、フェンバレレート、プロシミドン、ジコホール、ベンゾエピン、プロチオホス、トリフルラリンは、調理前・調理後ともに、いずれかの食品群から検出された。国内で実施された残留農薬検査結果を厚生省がとりまとめた報告書<sup>4~6)</sup>によると、農薬が検出された割合は極めて低いものであった。本報

告で検出された、シペルメトリン、TPN、フェンバレレート、プロシミドン、ジコホール、ベンゾエピンは、生鮮農産物での検出率が比較的高かった<sup>6)</sup>。一方、トリフルラリンは、検出率の高い農薬には入っていなかったが、本調査では検出された。また、ペルメトリン、マラソン、DMTPは検出率の高い農薬であるが、本調査では検出されなかった。

調査した農薬について、水溶解度 (文献値)<sup>2)</sup>及び調理による除去率を第4表に示した。検出されなかった農薬は、ペルメトリンを除いて比較的水溶解度の高い農薬が多かった。また、検出された農薬のうち、調理による除去率が50%を超えていたものは、シペルメトリン (1996, 1998年度)、TPN、フェンバレレート (1997年度)、フルバリネート、プロシミドンであり、ジコホール、フェンバレレート (1998年度)、プロチオホス、トリフルラリンについては、除去率は14.1~37.4%であった。ベンゾエピンでは、調理後の値が調理前より高くなっていた。

シペルメトリンは、1996年度では、調理前の果実類から検出されたが、調理後は検出されなかった。果実類のうち、国内で実施された残留農薬検査で検出例のあるもの<sup>4~6)</sup>は、リンゴ、ナシ等である。本調査での果実類の主な調理操作は剥皮である。シペルメトリンは水溶解度の低い農薬であることから、果実類の皮に主に残留しており、それが剥皮によって除去されたと考えられる。1998年度では、シペルメトリンは調理前の緑黄色野菜類で検出された。緑黄色野菜類のうち、国内で実施された残留農薬調査で検出例のあるもの<sup>4~6)</sup>はピーマン、トマト、ハウレンソウ、サヤインゲン、コマツナ等である。水洗、加熱調理の除去効果が高いことが示された。

TPNは、調理前は緑黄色野菜類とその他の野菜類から、調理後は緑黄色野菜類から検出されたが、除去率は極めて高かった。緑黄色野菜類、その他の野菜類のうち、国内で実施された残留農薬調査で検出例のあるもの<sup>4~6)</sup>は、トマト、キュウリ、ナス、ハクサイ等である。

フェンバレレートは、1997年度では、調理前後ともその他の野菜類から検出された。また、1998年度では、調理前の果実類、緑黄色野菜類及びその他の野菜類から検出され、調理によってその他の野菜類から完全に除去された。果実類、緑黄色野菜類、その他の野菜類のうち、国内で実施された残留農薬調査で検出例のあるものは、リンゴ、カキ、ブロッコリー、キャベツ、ハクサイ、ダイコン等である<sup>4~6)</sup>。調理による除去率は調査年度で大きく異なったことから、この相違は、果実類への残留によるところが大きいと考えられる。フェンバレレートは

第2表 調査農薬の検出限界及び回収率

農薬名	シハメトリン		ハルメトリン		TPN		フェンハレレート		フルバリネート		プロミトリン		クロピリホスチル		シハメトリン	
	1996	1996	1996	1996	1996	1997	1997	1997	1997	1997	1997	1997	1998	1998	1998	1998
食品群名	検出限界	回収率%	検出限界	回収率%	検出限界	回収率%	検出限界	回収率%	検出限界	回収率%	検出限界	回収率%	検出限界	回収率%	検出限界	回収率%
	界ppb		界ppb		界ppb		界ppb		界ppb		界ppb		界ppb		界ppb	
米	2	82	8	108	0.08	59	2	115	2	101	2	57	0.08	75	0.8	129
麦・雑穀類	40	60	40	102	0.9	70	2	41	2	50	2	105	0.08	107	0.8	100
いも類	2	46	20	97	0.4	117	2	106	2	85	2	116	0.08	124	0.8	137
豆類	2	41	40	88	0.4	88	2	88	2	71	2	96	0.08	74	0.8	194
果実類	2	78	40	101	0.4	80	2	109	2	106	2	86	0.08	50	0.8	127
緑黄色野菜類	20	62	20	79	0.08	121	2	63	2	94	2	81	0.08	61	0.8	153
その他の野菜類	20	88	20	99	0.08	97	2	90	2	92	2	97	0.08	70	0.8	110
茶	40	130	80	70	0.8	60	20	33	20	30	20	85	0.8	72	8	108

  

農薬名	ジコホール		ベンゾエヒン		フェンハレレート		マラソン		DMTP		プロチオホス		シマジン		トリフルレリン	
	1998	1998	1998	1998	1998	1998	1998	1998	1998	1998	1998	1998	1998	1998	1998	1998
食品群名	検出限界	回収率%	検出限界	回収率%	検出限界	回収率%	検出限界	回収率%	検出限界	回収率%	検出限界	回収率%	検出限界	回収率%	検出限界	回収率%
	界ppb		界ppb		界ppb		界ppb		界ppb		界ppb		界ppb		界ppb	
米	0.8	113	0.8	102	0.4	92	0.08	107	0.2	117	0.2	70	0.8	110	0.04	62
麦・雑穀類	0.8	83	0.8	89	0.4	104	0.08	110	0.2	117	0.2	63	0.8	118	0.04	76
いも類	0.8	142	0.8	102	0.4	143	0.08	105	0.2	112	0.2	135	0.8	136	0.04	73
豆類	0.8	152	0.8	85	0.4	106	0.08	101	0.2	109	0.2	20	0.8	119	0.04	77
果実類	0.8	103	0.8	86	0.4	178	0.08	118	0.2	113	0.2	70	0.8	111	0.04	74
緑黄色野菜類	0.8	87	0.8	89	0.4	110	0.08	78	0.2	119	0.2	70	0.8	107	0.04	70
その他の野菜類	0.8	93	0.8	90	0.4	125	0.08	73	0.2	116	0.2	71	0.8	105	0.04	71
茶	8	130	8	86	4	87	0.8	89	2	97	2	100	8	121	0.4	74

第3表 一人一日あたりの農薬摂取量

食品群名	農薬摂取量 (μg/人/日)												
	シバノメドリ		ハルメドリ		TPN		フェンハレト		7ホリネト		7ロジト		
	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1997	1997	1997	1997	1997	1997	
米	調理解後	調理解前	調理解後	調理解前	調理解後	調理解前	調理解後	調理解前	調理解後	調理解前	調理解後	調理解前	調理解後
麦・雑穀類	<0.39	<1.56	—	<0.016	—	<0.34	—	<0.34	—	<0.34	—	<0.34	—
いも類	<0.15	<1.46	—	<0.029	—	<0.14	<0.14	<0.14	<0.14	<0.14	<0.14	<0.14	<0.14
豆類	<0.14	<2.79	—	<0.028	—	<0.14	<0.14	<0.14	<0.14	<0.14	<0.14	<0.14	<0.14
果実類	1.92	<4.51	—	<0.045	—	<0.27	<0.27	<0.27	<0.27	<0.27	<0.27	<0.27	<0.27
緑黄色野菜類	<1.69	<1.69	—	18.55	1.602	<0.19	<0.19	<0.19	<0.19	<0.19	<0.19	<0.19	<0.19
その他の野菜類	<3.75	<3.75	—	22.70	<0.015	3.69	1.20	4.80	<0.37	76.85	38.14	<0.04	<0.04
茶	—	<0.08	—	<0.16	—	<0.002	—	<0.04	—	—	—	<0.04	<0.04
合計	1.92	nd	nd	41.25	1.602	3.69	1.20	4.80	nd	76.85	38.14	1750	1750
ADI <sup>3)</sup> ×50 (μg/50kg/日)	2500	2500	2400	900	900	1000	1000	250	250	1750	1750	1750	1750
対ADI×50比(%)	0.08			4.583	0.178	0.37	0.12	1.92		4.39	2.18		

  

食品群名	農薬摂取量 (μg/人/日)												
	カビノリスチル		シバノメドリ		ジコホール		ベンジエリン		フェンハレト		マリン		
	1998	1998	1998	1998	1998	1998	1998	1998	1998	1998	1998	1998	
米	調理解後	調理解前	調理解後	調理解前	調理解後	調理解前	調理解後	調理解前	調理解後	調理解前	調理解後	調理解前	調理解後
麦・雑穀類	<0.013	<0.007	<0.134	<0.075	<0.075	<0.134	<0.075	<0.067	<0.037	<0.013	<0.007	<0.007	<0.007
いも類	<0.006	<0.006	<0.055	<0.055	<0.055	<0.055	<0.055	<0.028	<0.028	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
豆類	<0.006	<0.006	<0.056	<0.056	<0.056	<0.056	<0.056	<0.028	<0.028	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006
果実類	<0.011	<0.011	<0.106	<0.106	<0.106	<0.106	<0.106	4.457	4.840	<0.011	<0.011	<0.011	<0.011
緑黄色野菜類	<0.008	<0.008	1.909	<0.075	0.800	0.690	0.212	4.021	1.934	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008
その他の野菜類	<0.015	<0.015	<0.148	<0.148	<0.148	0.583	1.330	0.205	<0.074	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015
茶	—	<0.002	—	<0.016	—	<0.016	<0.016	—	<0.008	—	<0.002	<0.002	<0.002
合計	nd	nd	1.909	nd	0.800	0.690	0.795	1.466	8.683	6.774	nd	nd	nd
ADI <sup>3)</sup> ×50 (μg/50kg/日)	15	15	2500	2500	1250	1250	375	375	1000	1000	1000	1000	1000
対ADI×50比(%)			0.076		0.064	0.055	0.212	0.391	0.868	0.677			

注：—：分析せず  
nd：検出されず

第3表(続き) 一人一日あたりの農薬摂取量

食品群名	農薬名	農薬摂取量(μg/人/日)							
		DMTP		プロチオホス		シマジン		トリフルラリン	
		1998		1998		1998		1998	
調査年度	調理前	調理後	調理前	調理後	調理前	調理後	調理前	調理後	
米		<0.034	—	<0.034	—	<0.134	—	<0.007	—
麦・雑穀類		<0.019	<0.019	<0.019	<0.019	<0.075	<0.075	<0.004	<0.004
いも類		<0.014	<0.014	<0.014	<0.014	<0.055	<0.055	<0.003	<0.003
豆類		<0.014	<0.014	<0.014	<0.014	<0.056	<0.056	<0.003	<0.003
果実類		<0.027	<0.027	0.124	0.118	<0.106	<0.106	<0.005	<0.005
緑黄色野菜類		<0.019	<0.019	<0.019	<0.019	<0.075	<0.075	0.046	0.035
その他の野菜類		<0.037	<0.037	0.229	0.103	<0.148	<0.148	0.190	0.166
茶		—	<0.004	—	<0.004	—	<0.016	—	<0.001
合計		nd	nd	0.353	0.221	nd	nd	0.236	0.201
ADI <sup>31</sup> ×50		75	75	75	75	65	65	1200	1200
(μg/50kg/日)									
対ADI×50比(%)				0.471	0.295			0.020	0.017

注. — : 分析せず

nd : 検出されず

第4表 各農薬の水溶解度及び調理による除去率

農薬名	水溶解度 <sup>2)</sup> (ppm)	調理による除去率 (%)
ペルメトリン	0.2	—
クロルピリホスメチル	4	—
馬拉ソン	145	—
DMTP	200	—
シマジン	6.2	—
シペルメトリン (1996年度)	0.2	100
〃 (1998年度)	0.2	100
TPN	0.9	96.1
フェンバレレート (1997年度)	0.0001	67.5
〃 (1998年度)	0.0001	22.0
フルバリネート	0.002	100
プロシミドン	4.5	50.3
ジコホール	0.8	14.1
ベンゾエピン	0.32	0
プロチオホス	0.07	37.4
トリフルラリン	0.221	14.8

注. — : すべての食品群から不検出

水溶解度が非常に低い農薬であることから、主に果実の皮に残留していたと考えられるが、皮ごと食用にする果実は剥皮を行わなかった。そのため、調理前後ともほぼ同じ量で検出されたと考えられた。

フルバリネートは、調理前のその他の野菜類で検出された。その他の野菜類のうち、国内で実施された残留農薬調査で検出例のあるものは、ハクサイ、ダイコン、キュウリ等である<sup>4~6)</sup>。水洗、加熱の除去効果が大きいと考えられる。

プロシミドンは、調理前後ともその他の野菜類で検出された。その他の野菜類のうち、国内で実施された残留農薬調査で検出例のあるものは、キュウリ、ナス等である<sup>4~6)</sup>。特にキュウリでの検出率は高い。

ジコホールは、調理前後を通じて緑黄色野菜類で検出された。緑黄色野菜類のうち、国内で実施された残留農薬調査で検出例のあるものは、トマト、サヤインゲン、サヤエンドウ等である<sup>4~6)</sup>。本調査の調理による除去率は14.1%と低かった。

ベンゾエピンは、調理前後とも、緑黄色野菜類、その他の野菜類で検出された。緑黄色野菜類、その他の野菜類のうち、国内で実施された残留農薬調査で検出例のあるものは、ピーマン、トマト、キュウリ、ナス、カブ等である<sup>4~6)</sup>。食品群ごとの調理による除去率をみると、緑黄色野菜類では35.8%、その他の野菜類では調理後の方が値が高くなっていった。

プロチオホスは、調理前後とも果実類とその他の野菜類で検出された。果実類、その他の野菜類のうち、国内で実施された残留農薬調査で検出例のあるものは、リンゴ、カキ、キャベツ等である<sup>4~6)</sup>。プロチオホスは、水洗による除去が困難で、さらに熱分解しやすいエステル結合等の構造を持っていないため、化学的にも安定である<sup>15)</sup>という報告がある。本調査でもそのような傾向がみられ、加熱調理を行ったその他の野菜類では、調理による除去率が55.0%ほどあったものの、加熱調理を行わなかった果実類では、4.8%とたいへん低くなっており、全体の摂取量における調理による除去率は37.4%と低めであった。

トリフルラリンは、調理前後とも、緑黄色野菜類とその他の野菜類で検出された。調理による除去率は14.8%と低い値であった。

本調査による農薬摂取量のADI×平均体重50kg<sup>12)</sup>値に占める割合は、調理前で0.020~4.583%、調理後で0.017~2.18%であり、ADIを大幅に下回った。厚生省で行っているマーケットバスケット調査（調理後のみの調査）の結果<sup>4~6)</sup>と比較すると、検出された農薬の種

類に差がみられた。厚生省での調査と本調査とで、ともに検出されているのが、フェンバレレートとベンゾエピンであり、ともに検出されていないのが、ペルメトリンであった。また、厚生省でのみ検出されているのが、シペルメトリン、クロルピリホスメチル、マラソンであり、本調査でのみ検出されているのが、TPN、プロシミドン、ジコホール、プロチオホス、トリフルラリンであった。なお、フルバリネート、DMTP、シマジン、トリフルラリンについては、厚生省では調査を行っていなかった。なお、農薬摂取量のADIに占める割合は、両者とも同程度であった。

USAのFDA (Food and Drug Administration) での結果<sup>1)</sup>と比較すると、ジコホールとベンゾエピンは同程度の摂取量であったが、TPNは本調査の結果で摂取量が高く、クロルピリホスメチル、マラソン、ペルメトリンでは、FDAの調査で高くなっていった。この結果は、両国の農薬の使用状況の違いや、食品の摂取量の違いを反映していると考えられた。

また、本調査では、調理によっても完全には除去されない農薬が多く、中には、調理による除去効果が50%以下の農薬も5種類存在することが示された。

内分泌攪乱物質については、影響レベルが不明であるため、今後も、疑いのある物質については、注視していく必要があると考えられる。しかし、現在登録されている農薬は、環境中に長期にわたって残留するものはないことから、生物濃縮等の影響はあまり考えられない。したがって、冷静に対処していくことが必要と思われる。

## 謝 辞

本研究を行うにあたり、鈴木聡主任研究員には、分析法等ご指導いただいた。大谷寿一氏には、分析に協力いただいた。岩崎慎也技師、関和孝博技師、田中良張技術員には、試料調製に協力いただいた。ここに記して厚く感謝の意を表する。

## 引用文献

1. Food and Drug Administration(1988)Residues in Foods—1987. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 71(6) : 156A-174A.
2. 金澤純(1996)農薬の環境特性と毒性データ集. 合同出版 東京
3. 「今月の農業」編集室編(1998)改訂3版 農薬登録残留基準ハンドブック. 化学工業日報社 東京 : 1190-1198.

流通農産物からの農薬摂取の実態

4. 厚生省編(1996)食品中の残留農薬. 日本食品衛生協会 東京
5. 厚生省編(1997)食品中の残留農薬. 日本食品衛生協会 東京
6. 厚生省編(1998)食品中の残留農薬. 日本食品衛生協会 東京
7. 厚生省編(1996)国民栄養の現状. 第一出版 東京 : 84-85.
8. 厚生省編(1997)国民栄養の現状. 第一出版 東京 : 84-85.
9. 宮本純之(1998)化学物質と内分泌攪乱-「環境ホルモン問題」にどう対処するか-. 化学工業日報社 東京
10. 農水省編(1996)農薬安全使用推進・啓発事業「簡易同時分析技術確立事業報告書」(平成4~6年度)
11. 鈴木聡(1993)農作物由来による農薬摂取の実態. 栃木農試研報40 : 39-46.
12. 植物防疫全国協議会(1993)農薬概説. 日本植物防疫協会 東京 : 51-72.
13. 食料・農業政策研究センター(1994)1993年度版食料白書「食品・農産物の安全性」. 農山漁村文化協会 東京 : 75-99.
14. シーア・コルボーン, ダイアン・ダマノスキ, ジョン・ピーターソン・マイヤーズ(1998)奪われし未来. 翔泳社 東京
15. 上野英二・奥田健司・中島秀隆・高倉謙造・岡崎清朗・杉山博治(1996)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(12) : 57-66.
16. 吉田昌史・井口泰泉(1998)図解「環境ホルモン」を正しく知る本. 中経出版 東京