

国内産野菜・果実類中の残留農薬実態調査

— 平成24年度 —

田村 康宏^a, 大塚 健治^a, 牛山 慶子^b, 富澤 早苗^a,
八巻 ゆみこ^a, 岩越 景子^a, 馬場 糸子^a, 高野 伊知郎^a

平成24年4月から平成25年3月に東京都内に流通していた国内産農産物30種43作物について残留農薬実態調査を行った。その結果15種21作物（検出率49%）から29種類の農薬（殺虫剤16種類，殺菌剤12種類及び除草剤1種類）が痕跡（0.01 ppm未満）～0.39 ppm検出された。食品衛生法の残留基準値及び一律基準値（0.01 ppm）を超えたものはなかった。今後も継続的な調査を実施し、検出農薬の動向を注視していく必要があると考えられた。

キーワード：残留農薬，国内産農産物，野菜，果実，殺虫剤，殺菌剤，除草剤，残留基準値，一律基準値

はじめに

東京都では平成16年に「食品安全条例」を制定し，食品の安全を確保し都民の健康保護を図るため，様々な施策を施行している¹⁾。このうち流通食品の安全対策として，食品衛生監視指導計画を策定し，これに基づいた取り組みを実施している²⁾。

著者らはこの取り組みの一環として，国内産野菜及び果実の残留農薬実態調査を継続的に実施し，消費者への情報提供の一助を担ってきた。本稿では，平成24年度の結果について報告する。

実験方法

1. 試料

平成24年4月から平成25年3月に都内で販売されていた慣行栽培農産物30種43作物を検査した。なお，本調査ではより広範囲に残留農薬実態を把握することを目的として，残留基準値による適否判断の対象にならない作物部位（リンゴの果肉及びみかんとメロンの全果）も調査対象とした（Table 1）。

2. 調査対象農薬

有機リン系，有機塩素系，カルバメート系，ピレスロイド系，含窒素系，その他の農薬及びこれらの代謝物，計286種類（異性体を含む）について調査した（Table 2）。なお，昨年度との変更点は，最近の検出状況³⁾を反映させるためにマレイン酸ヒドラジドを測定対象から外し，カルバメート系農薬であるフェノキシカルブ及びインドキサカルブを追加したことである。

Table 1. List of Investigated Crops

	No. of Tested
Vegetable	
Arrowhead [KUWAI]	1
Asparagus	1
Burdock [GOBO]	2
Cabbage	2
Carrot	2
Cucumber [KYURI]	1
Eggplant [NASU]	2
Japanese radish [DAIKON] (Root)	2
Japanese radish [DAIKON] (Leaf)	2
Lettuce	2
Lotus Root [RENKON]	2
Onion	1
Pickling Melon [SHIROURI]	1
Potato	1
Potherb Mustard [MIZUNA]	2
Pumpkin	1
Spinach [HORENSOU]	1
String pea [SAYAINGEN]	1
Sweet pepper [PIIMAN]	1
Sweet potato	1
Taro [SATOIMO]	1
Tatsoi [TASAI]1)	1
Tomato	4
Turnip [KABU] (Root)	1
Turnip [KABU] (Leaf)	1
subtotal	37
Fruit	
Apple	1
Grape	1
Japanese apricot[UME]	1
Mandarin Orange	2
Melon	1
subtotal	6
total	43

^a 東京都健康安全研究センター食品化学部残留物質研究科
169-0073 東京都新宿区百人町 3-24-1

^b 東京都健康安全研究センター薬事環境科学部医薬品研究科

Table 2. The List of Surveyed Pesticides¹⁾**Organophosphorus pesticides (88)²⁾**

[Insecticide] acephate³⁾, azinphos-ethyl, azinphos-methyl, bromophos, bromophos-ethyl, cadusafos, chlorfenvinphos (CVP-*E* and -*Z*), chlorpyrifos, chlorpyrifos-oxon, chlorpyrifos-methyl, cyanofenphos (CYP), cyanophos (CYAP), demeton (*O*), demeton (*S*), demeton-*S*-methyl, demeton-*S*-methyl sulfone, dialifos (dialifol), diazinon, dichlofenthion (ECP), dichlorvos (DDVP), dimethoate, dimethylvinphos (-*E* and -*Z*), dioxabenzofos (salithion), dioxathion, disulfoton (ethylthiometon), disulfoton-sulfone, disulfoton-sulfoxide, EPBP, EPN, EPN-oxon, ethion, ethoprophos (mocap), etrimfos, fenamiphos, fenchlorphos, fenitrothion (MEP), fenthion (MPP), fenthion-sulfone (MPP-sulfone), fenthion-sulfoxide (MPP-sulfoxide), fonofos, formothion, fosthiazate, heptenophos, isazophos, isocarbophos, isofenphos, isoxathion, leptophos, malathion, mecarbam, methacrifos, methamidophos³⁾, methidathion (DMTP), mevinphos (phosdrin), monocrotophos, naled (BRP), omethoate³⁾, oxydeprofos (ESP), oxydeprofos-sulfone (ESP-sulfone), parathion, parathion-methyl, phenthoate (PAP), phorate, phosfolan, phosalone, phosphamidon, phosmet (PMP), piperophos, pirimiphos-methyl, profenofos, propaphos, propaphos-sulfone, prothiofos, prothiofos-oxon, pyraclofos, pyridaphenthion, quinalphos, sulfotep, terbufos, tetrachlorvinphos (CVMP), thiometon, triazophos, trichlorfon (DEP), vamidothion, vamidothion-sulfone

[Fungicide] edifenfos (EDDP), iprobenfos (IBP), tolchlophos-methyl

[Herbicide] butamifos

Organochlorine pesticides (37)

[Insecticide] aldrin, BHC (HCH) (α -, β -, γ - and δ -), chlordane (*cis*- and *trans*-), chlorfenapyr, chlorfenson, chloropropylate, DDT (*o,p'*-, *p,p'*-DDD, *p,p'*-DDE and *o,p'*-, *p,p'*-DDT), dicloran (CNA), dicofol, dieldrin, endosulfan (-I, -II), endosulfan sulphate, endrin, fipronil, heptachlor, heptachlor-epoxide, methoxychlor, tetradifon

[Fungicide] captafol, captan, chloroneb, chlorothalonil (TPN), dichlofluanid, folpet, iprodione, phthalide, procymidone, quintozene (PCNB), tecnazene, vinclozolin

[Herbicide] bifenox, chlomethoxynil (chlomethoxyfen), chlornitrofen (CNP), chlorthal-dimethyl, clodinafop-propargyl, diclofop-methyl

[Bactericides] nitrapyrin

Carbamate pesticides (30)

[Insecticide] aldicarb, aldicarb sulfone, aldicarb sulfoxide, bendiocarb, carbaryl (NAC), carbofuran, ethiofencarb, ethiofencarb sulfone, ethiofencarb sulfoxide, fenobucarb (BPMC), fenothiocarb, fenoxycarb, indoxacarb, isoprocarb (MIPC), methomyl, methiocarb, methiocarb sulfone, methiocarb sulfoxide, metolcarb (MTMC), oxamyl, pirimicarb, propoxur (PHC), thiodicarb, XMC, xylylcarb (MPMC)

[Fungicide] diethofencarb

[Herbicide] chlorpropham (CIPC), esprocarb, thiobencarb, tri-allate

Pyrethroid pesticides (16)

[Insecticide] acrinathrin, allethrin, bifenthrin, cyfluthrin, cyhalothrin, cypermethrin, deltamethrin, fenpropathrin, fenvalerate, flucythrinate, fluvalinate, halfenprox, permethrin, silafluofen, tefluthrin, tralomethrin

Organonitrogen and Other pesticides (114)

[Insecticide] acetamiprid, bromopropylate, buprofezin, clothianidin, dinotefuran, etoxazole, flonicamide, fluacrypyrim, hexythiazox, imidacloprid, nitenpyram, nitenpyram metabolite (CPF), pyridaben, pyrimidifen, pyriproxyfen, tebufenpyrad, thiacloprid, thiacloprid amide, thiamethoxam

[Fungicide] azaconazole, azoxystrobin, benalaxyl, bitertanol, boscalid, cyproconazole, cyprodinil, diclobutrazol, difenoconazole, epoxiconazole, fenamidone, fenarimol, fenbuconazole, fenoxanil, fluazinam, fludioxonil, flusilazole, flutolanil, flutriafol, hexaconazole, isoprothiolane, kresoxim-methyl, mepronil, metalaxyl, myclobutanil, nitrothal-isopropyl, oxadixyl, penconazole, prochloraz, propiconazole, pyraclostrobin, pyrifenoxy, pyrimethanil, quinoxifen, tebuconazole, tebufenozide, tetraconazole, thifluzamide, tolyfluanid, triadimefon, triadimenol, tricyclazole, trifloxystrobin, triflumizole, triflumizole metabolite

[Herbicide] acetochlor, alachlor, atrazine, benfluralin, benoxacor, bromacil, bromobutide, butachlor, butafenacil, cafenstrole, carfentrazone-ethyl, clomeprop, cloquintocet-mexyl, cyanazine, cyhalofop-butyl, dichlobenil, diflufenican, dimethenamid, dithiopyr, ethalfluralin, flamprop-methyl, flumiclorac-pentyl, flumioxazin, lactofen, mefenacet, mefenpyr diethyl, metolachlor, metribuzin, naproanilide, norflurazon, oxadiazon, oxyfluorfen, pendimethalin, picolinafen, pretilachlor, propachlor, propanil, propazine, propyzamide, pyraflufen-ethyl, quinoalamine, simazine, terbacil, terbuthylazine, thenylchlor, thiazopyr, trifluralin

[Plant growth regulator] dimethipin, pacrobutrazol

[Insecticide synergist] piperonyl butoxide

Total 286

1) Include metabolites, 2) Values in parentheses indicate the number of pesticide, 3) Surveyed from April to June.

Table 3. Pesticide Residue in Domestic Vegetables and Fruits

Crop	No. of Positive	Sample No.	Pesticide Residue (ppm)
Vegetable			
Arrowhead	1	1	Atrazine 0.01 (50) ¹⁾
Cabbage	2	1	Acetamiprid 0.01 (3)
		2	Boscalid Tr ²⁾ (3.0)
Cucumber	1	1	DDT 0.01 (0.2)
Lettuce	2	1	Fenvalerate Tr (2.0), Flonicamide 0.03 (15), Imidacloprid Tr (3), Indoxacarb 0.07 (14), Iprodione 0.03 (10)
		2	Disulfoton-sulfoxide 0.03 (0.1) ³⁾
Lotus Root	2	1	Acetamiprid 0.02 (2), Triadimenol Tr (2)
Pickling Melon	1	1	Metalaxyl 0.04 (3), Oxadixyl Tr (5), Permethrin Tr (5)
Potherb Mustard	2	1	Clothianidin Tr (5), Dinotefuran 0.05 (10)
		2	Dinotefuran Tr (15)
Spinach	1	1	Chlorpyrifos 0.04 (0.1)
Sweet potato	1	1	Imidacloprid 0.16 (5)
Tatsoi	1	1	Boscalid 0.02 (5), Fludioxonil 0.03 (2), Pyridaben Tr (1.0)
Tomato	4	1	Azoxystrobin Tr (3), Imidacloprid Tr (2)
		2	Acetamiprid Tr (2)
		3	Clothianidin Tr (3), Fludioxonil 0.04 (2)
		4	Clothianidin Tr (3), Fludioxonil 0.04 (2)
Turnip	1	1 (L) ⁴⁾	Dinotefuran Tr (5)
Fruit			
Grape	1	1 (W) ⁵⁾	Chlorfenapyr 0.13 (5)
Japanese apricot	1	1 (W)	Bitertanol 0.02 (2.0), Captan 0.11 (5), Clothianidin Tr (3), Difenconazole 0.12 (1), Kresoxim-methyl 0.39 (5), Thiamethoxam Tr (3), Triflumizole 0.01 ⁶⁾ (2.0)
		1 (F) ⁷⁾	Dinotefuran Tr (2)
Mandarin Orange	2	1 (W)	Methidathion 0.13 (5) ⁸⁾
		2 (W)	Etoazole 0.02 (0.5) ⁸⁾ , Methidathion 0.16 (5) ⁸⁾ , Pyridaben 0.05 (0.2) ⁸⁾

1) Values in parentheses indicate the Maximum Residue Limit (MRL) for pesticides in foods in Japan.

2) Tr : below the quantitation limit (0.01 ppm), 3) 0.01 ppm (estimated as disulfoton), 4) Leaf, 5) Whole,

6) Includes a metabolite, 7) Flesh, 8) The MRL is set for flesh part of this crop

3. 装置

1) ガスクロマトグラフ

(株) 島津製作所製GC-2010 (検出器: FTD, FPD, ECD) 及びGC-17A (検出器: ECD). Agilent社製5890II (検出器: NPD) 及び6890 (検出器: ECD).

2) ガスクロマトグラフー質量分析計

Agilent社製6890N/5973 inert及び7890A/5975C. Waters社製Quattro microTM GC.

3) 高速液体クロマトグラフ

(株) 島津製作所製 LC-10AT (検出器: 蛍光, UV).

4) 液体クロマトグラフー質量分析計

Waters社製Quattro LC System, Quattro Premier XE System 及びXevo QToF MS System. AB SCIEX社製4000Q TRAP.

4. 分析方法

厚生労働省通知試験法⁴⁾, 田村らのGC及びGC/MSによる食品中残留農薬の系統別分析法⁵⁾, 小林らの試験法⁶⁾などを用いた. 定量限界は0.01 ppmとし, 定量限界未満で農薬の存在を確認できたものは痕跡とした.

結果及び考察

1. 野菜中の残留農薬

25種37作物について調査した結果をTable 3に示した. 12種17作物から殺虫剤12種類 (アセタミプリド, イミダクロプリド, インドキサカルブ, クロチアニジン, クロルピリホス, ジスルホトンスルホキシド, ジノテフラン, 総DDT, ピリダベン, フェンバレレート, フロニカミド及びペルメトリン), 殺菌剤7種類 (アゾキシストロビン, イプロジオン, オキサジキシル, トリアジメノール, フルジオキソニル, ボスカリド及びメタラキシル) 及び除草剤1種類 (アトラジン) の計20種類が, 痕跡~0.16ppm検出された. 検出率は40%であり, 昨年度の調査と同等であった. また, 残留量は基準値⁷⁾の1/2000~2/5程度であった.

くわいから検出されたアトラジン及びきゅうりから検出された総DDT以外は, いずれも農薬使用適用農作物から検出されていた. アトラジンはトウモロコシ畑の除草剤として広く用いられている農薬であり, どのような経緯でくわいから検出されたのかは不明である. また, DDTは土壌半減期が15年と残留性が極めて高く, さらに食物連鎖を通じた生物濃縮によって生態系へ影響することがわかり, 1971年にDDTを含む有機塩素系農薬の販売及び使用の禁止措置が取られている⁸⁾. 40年以上経過した現在でもこれら農薬が作物より土壌からの移行が原因と推察される検出

事例が報告されており、残留基準値を超えて検出されたこともある⁹⁾。

使用が禁止されて長期間経過しても、なお検出されていることから、今後も継続してモニタリングを実施していく必要があると考える。

キャベツから検出されたボスカリド、トマトから検出されたアズキシストロビン、さつまいもから検出されたクロルピリホスなどは過去にも同様な検出例が認められている。

レタス、しろうり、みずな及びトマトからは同一作物から複数の農薬が検出され、特にレタスからは5種類が検出された。その検出例のほとんどは殺虫剤と殺菌剤など有効成分が異なる農薬の組み合わせであった。しかし、成分が同類である組み合わせである事例も見られ、レタスのイミダクロプリドとフロニカミド、みずなのクロチアニジンとジノテフランのようにネオニコチノイド系殺虫剤が複数検出される事例もあった。

さらに、このネオニコチノイド系殺虫剤はキャベツからアセタミプリド、ほうれんそうからジノテフラン、トマトからクロチアニジンが検出されるなど、これまで事例のない作物から検出されており、使用が拡大していることが示唆された。

2. 果実中の残留農薬

5種6作物について調査した結果をTable 3に示した。3種4作物から殺虫剤7種類（エトキサゾール、クロチアニジン、クロルフェナピル、ジノテフラン、チアメトキサム、ピリダベン及びメチダチオン）、殺菌剤5種類（キャプタン、クレソキシムメチル、ジフェノコナゾール、トリフルミゾール及びビテルタノール）が痕跡～0.39 ppm検出された。検出率は67%であり、昨年度の調査と同程度であった。また、残留量は基準値の1/500～1/4程度であった。

検出された農薬はいずれも適用農作物より検出されていた。

みかんから検出されたメチダチオン、ぶどうから検出されたクロルフェナピル、うめから検出されたクレソキシムメチルなどは過去にも同様な検出例が認められている。

みかん及びうめからは同一作物から複数の農薬が検出され、特にうめは7種類が検出された。みかんは殺虫剤のみ、うめは殺菌剤が5種類検出された。

みかんは害虫防除が重要であるため、殺虫剤の検出頻度が高い。なかでも有機リン系殺虫剤であるメチダチオンの検出率が高く¹⁰⁾、今回調査した2作物とも検出された。また、1作物よりネオニコチノイド系農薬であるジノテフランが果肉より検出され、その検出量は全果より高かった。その原因として、作物体への浸透移行性が優れていることなどが考えられた。

うめは黒星病の防除が重要であり、感染すると果実に数mmの黒い斑点が形成され、商品価値を著しく低下させる。この病気は糸状菌の感染により引き起こされ、薬剤耐性を防ぐため、異なる作用機構を有する薬剤を使用することが

推奨されている¹¹⁾。検出された5種類の殺菌剤はすべて黒星病の防除に有効であり、耐性菌発生を抑えるために多様な殺菌剤を使用していることが示唆された。また、殺虫剤はクロチアニジン及びチアメトキサムの2種類が検出され、いずれもネオニコチノイド系であり、うめからは本年の調査で初めて検出された。

3. 検出農薬の動向

近年の検出農薬の動向として、著者らは過去に頻出した有機リン系農薬の検出頻度が減少し、ネオニコチノイド系農薬が増加傾向にあることを指摘してきた³⁾。本年の調査では有機リン系農薬は3種類が4作物、ネオニコチノイド系農薬は5種類が12作物より検出され、検出率はそれぞれ9%及び28%であった。ネオニコチノイド系農薬は一昨年及び昨年の倍以上の検出率であり、検出頻度の増加が明確に認められた。ネオニコチノイド系農薬は有機リン系農薬などに耐性をもつ害虫にも効果があるなど殺虫活性が高く、さらに高い残効性を有し、作物への薬害がほとんどないなどの優れた特徴があるため、多種多様な作物への使用が増えている¹²⁾。近年、モニタリングを行う上で重要な農薬となっており、今後の動向を注視していく必要があると考える。

ま と め

平成24年4月から平成25年3月に東京都内に流通していた国内産農産物30種43作物について残留農薬実態調査を行った。

国内産野菜25種37作物のうち12種17作物から、アセタミプリド、イミダクロプリドなど12種類の殺虫剤、アズキシストロビン、イプロジオンなど7種類の殺菌剤及び除草剤であるアトラジンの計20種類が痕跡～0.16 ppm検出された。

また、国内産果実5種6作物のうち3種4作物からエトキサゾール、クロチアニジンなど7種類の殺虫剤、キャプタン、クレソキシムメチルなど5種類の殺菌剤が痕跡～0.39 ppm検出された。

その結果、15種21作物から29種類の農薬（殺虫剤16種類、殺菌剤12種類及び除草剤1種類）が痕跡～0.39 ppm検出された。検出率は49%であり、昨年度の調査と同程度であった。食品衛生法の残留基準値及び一律基準値（0.01 ppm）を超えたものはなかった。

本調査は東京都福祉保健局健康安全部食品監視課、当センター広域監視部食品監視第一及び第二課と協力して行ったものである。

文 献

- 1) 東京都福祉保健局：東京都食品安全条例,
<http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/shokuhin/jourei/files/jyourei.pdf> (2013年7月28日現在, なお本URLは変更または抹消の可能性がある)
- 2) 東京都福祉保健局：東京都食品安全推進計画～都民の健康を守る食の安全を目指して～
http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/shokuhin/jourei/k-eikaku_2.html (2013年7月28日現在, なお本URLは変更または抹消の可能性がある)
- 3) 岩越景子, 小林麻紀, 大塚健治, 他：東京健安研七
年報, **63**, 229-235, 2012.
- 4) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知“食品に残留
する農薬, 飼料添加物又は動物用医薬品の成分である
物質の試験法”平成17年11月29日, 食安発第0124001
号 (2005)
- 5) 田村康宏, 高野伊知郎, 小林麻紀, 他：東京健安研七
年報, **58**, 129-133, 2007.
- 6) 小林麻紀, 大塚健治, 田村康宏, 他：東京健安研七
年報, **61**, 215-220, 2010.
- 7) 平成25年厚生労働省告示第45号：平成25年3月12日,
2013.
- 8) 上路雅子, 片山新太, 中村幸二, 他：農薬の環境科学
最前線, 10-11, 2004, ソフトサイエンス社, 東京.
- 9) 天川映子, 山田洋子, 青柳陽子, 他：東京健安研七
年報, **60**, 165-170, 2009.
- 10) 上條恭子, 高野伊知郎, 小林麻紀, 他：東京健安研七
年報, **61**, 281-287, 2010.
- 11) 田辺憲太郎：農薬時代, **194**, 7-11, 2013.
- 12) 日本植物防疫協会：農薬ハンドブック, 2011年版,
2011, 日本植物防疫協会, 東京.

**Survey of Pesticide Residues in Domestic Vegetables and Fruits
(April 2012–March 2013)**

Yasuhiro TAMURA^a, Kenji OTSUKA^a, Keiko USHIYAMA^a, Sanae TOMIZAWA^a,
Yumiko YAMAKI^b, Keiko IWAKOSHI^a, Itoko BABA^a and Ichiro TAKANO^a

Pesticide residues were investigated for in 43 samples from 30 species of domestic vegetables and fruits sold in the Tokyo market in fiscal year 2012. Residue from 16 insecticides (acetamiprid, chlorfenapyr, chlorpyrifos, clothianidin, DDT, dinotefuran, disulfoton-sulfoxide, etoxazole, fenvalerate, flonicamid, imidacloprid, indoxacarb, methidathion, permethrin, pyridaben and thiamethoxam), 12 fungicides (azoxystrobin, bitertanol, boscalid, captan, difenoconazole, fludioxanil, iprodione, kresoxim-methyl, metalaxyl, oxadixyl, triadimenol and triflumizole) and an herbicide (atrazine) were detected in 21 samples from 15 domestic crop species (49% detection rate). Concentrations of the detected pesticides were between trace amounts (<0.01 ppm) and 0.39 ppm. Residues of these pesticides in the 43 samples were at levels lower than the Maximum Residue Limits (MRLs) or the Uniform Limit in Japan. It is necessary to continue surveying pesticide residues in domestic crops.

Keywords: pesticide residue, domestic product, vegetable, fruit, insecticide, fungicide, herbicide, maximum residue limit (MRL), Uniform Limit

^a Tokyo Metropolitan Institute of Public Health
3-24-1, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073, Japan