

輸入農産物中の残留農薬実態調査（令和元年度）

－果実類－

上條 恭子^a, 富澤 早苗^a, 増渕 珠子^b, 八巻 ゆみこ^a, 中島 崇行^a, 山本 和興^a,
高田 朋美^a, 小鍛治 好恵^a, 渡邊 趣衣^a, 大澤 佳浩^a, 橋本 常生^c, 大塚 健治^a

平成31年4月から令和2年3月に東京都内に流通していた輸入農産物のうち果実21種145作物について残留農薬実態調査を行った。その結果19種102作物（検出率70%）から殺虫剤及び殺菌剤合わせて58種類の農薬が検出された。作物別検出農薬の内訳は、柑橘類では4種28作物から殺虫剤が15種類、殺菌剤が2種類検出された。ベリー類では4種16作物から殺虫剤が12種類、殺菌剤が15種類検出され、その他の果実では11種58作物から殺虫剤が22種類、殺菌剤が25種類検出された。食品衛生法の残留農薬基準値の対象部位から痕跡（0.01 ppm未満）～1.1 ppm検出され、残留農薬基準値及び一律基準値（0.01 ppm）を超えて検出された農薬は無かった。

キーワード：残留農薬，輸入農産物，果実，殺虫剤，殺菌剤，残留基準値，一律基準値

はじめに

近年，国内では食品安全の国際標準化が進められている。東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会の開催や食のグローバル化に対応するため，国際標準との整合的な食品衛生管理が求められており，平成30年には改正食品衛生法が公布されたり¹。農薬の安全性評価についても，平成30年に農薬取締法が改正され²，また，残留農薬分析ではコーデックス基準との不整合を解消するために果実において検査部位が変更されるなど^{3,4}，国際標準への調和が図られている。一方東京都においても，平成27年に「東京都食品安全推進計画」を改定し⁵，国際動向を見据えた食品安全の確保に取り組んでいる。

しかし，食品を取り巻く環境は大きく変化しており，更なる食品の安全性を確保する対策が求められている。都が令和元年に実施したアンケート「食品の安全性について」では，都がさらに強化すべき取組として，「輸入食品に対する監視指導や検査の充実」「残留農薬対策」が回答として多く挙げられている⁶。

これら都民の要望に応えるためにも，都は輸入食品の監視・検査体制をさらに充実させ，その検査結果を正確かつ適切に情報提供することが重要である。

著者らは，監視業務の一環として，昭和57年度より輸入農産物中の残留農薬実態調査を継続的に実施している^{7,8}。本稿では，令和元年度に検査を実施した輸入農産物のうち，果実類の調査結果について報告する。

実験方法

1. 試料

平成31年4月から令和2年3月に都内に流通していた輸入

果実類21種145作物について検査を実施した（Table 1）。

なお，食品衛生法の残留農薬基準値への適否判断の対象となる部位は作物の種類によって異なるが，本調査ではより広範囲に残留農薬の実態を把握することを目的として，一部の果実類では残留農薬基準値の適否判断とならない部位も調査対象とした。これらについては，可能な限り多くの試料量を集め均質化した上で分析に供した。

2. 調査対象農薬

行政からの依頼による検査項目72項目（殺虫剤39種類，殺菌剤27種類，除草剤4種類，植物成長促進剤1種類，共力剤1種類），農薬の残留実態を監視しているサーベイランス項目225項目（殺虫剤125種類，殺菌剤42種類，除草剤56種類，抗菌剤1種類，植物成長促進剤1種類及びこれらの代謝物），計297種類（異性体を含む）を対象とした（Table 2）。

3. 装置

1) ガスクロマトグラフ

（株）島津製作所製 GC-2010 (GC/FPD)。

2) ガスクロマトグラフ質量分析計

Agilent社製 7010B system (GC/MS/MS)，5975C system (GC/MS) 及び（株）島津製作所製 GCMS-QP2010Plus system (GC/MS)。

3) 液体クロマトグラフ質量分析計

Waters社製 Xevo TQ-S micro System (LC/MS/MS) SCIEX社製 Q TRAP 5500 System (LC/MS/MS) 及びTriple Quad 5500 System (LC/MS/MS)。

^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食品化学部食品成分研究科

^c 当時：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

Table 1. Samples

Citrus	Grapefruit (11) ¹⁾ , Lemon (7) ²⁾ , Lime (2), Orange (14), Sweetie (1)	5 species 35 crops
Berry	Blueberry (11) ^{2,3)} , Cranberry (1), Raspberry (3) ²⁾ , Strawberry (5) ^{2,3)}	4 species 20 crops
Other	Acerola (2) ²⁾ , Apple (1), Banana (10), Cherry (3) ²⁾ , Grape (16) ²⁾ , Kiwi fruit (15) ²⁾ , Lychee (2) ²⁾ , Mango (11) ²⁾ , Melon (5), Papaya (4), Pineapple (20) ²⁾ , Prune (1) ³⁾	12 species 90 crops
	Total	21 species 145 crops

1) Values in parentheses indicate the number of individual samples.

2) Include the cut or frozen commodity

3) Include the organic commodity

4. 分析方法

農産物中残留農薬の迅速試験法⁹⁾等を用いた。定量下限値は0.01 ppmで、定量下限値未満で農薬の存在を確認できたものを痕跡 (Tr) とした。

結果及び考察

輸入農産物のうち果実21種145作物について残留農薬実態調査を行った。その結果、19種102作物 (検出率70%, 以下同様) から殺虫剤及び殺菌剤合わせて58種類の農薬が検出された。食品衛生法の残留農薬基準値の対象部位から痕跡 (0.01 ppm未満) ~1.1 ppm検出された。

1. 柑橘類

柑橘類5種35作物のうち、農薬が検出された作物についての調査結果をTable 3に示した。4種28作物 (80%) から、殺虫剤15種類 (ブプロフェジン, クロルピリホス, クロチアニジン等), 殺菌剤2種類 (ピラクロストロビン及びトリフロキシストロビン), 合わせて17種類が痕跡~0.09 ppm検出された。

殺虫剤では、2種類の有機リン系殺虫剤 (クロルピリホス及びマラチオン) が3種10作物の全果から痕跡~0.07 ppm検出された。そのうちクロルピリホスが3種8作物から検出された。また、2種類のネオニコチノイド系殺虫剤 (クロチアニジン及びイミダクロプリド) が4種12作物から痕跡~0.09 ppm検出された。柑橘類においてイミダクロプリドは9作物と最も多く検出され、産地もアメリカ, オーストラリア, メキシコ, モロッコ, 南アフリカと様々であった。クロチアニジンは3作物から検出されたが、すべてオーストラリア産オレンジであった。また、イミダクロプリドは全果から検出された9作物のうち4作物の果肉から、クロチアニジンは全果から検出された3作物すべての果肉から検出された。

ほかに4種類のピレスロイド系殺虫剤 (ビフェントリン, シハロトリン, シペルメトリン及びフェンプロバトリン) が検出されたが、いずれも食品衛生法の残留農薬基準値 (以下, 基準値) の1/80以下の濃度であった。また、2種類のカルバメート系殺虫剤 (カルバリル (NAC) 及びメチオカルブ) が2種3作物から検出されたが、いずれも基準値の1/7以下の濃度であった。他に、有機塩素系殺虫剤のクロルフェナピルが1種2作物から痕跡程度、その他の殺虫

剤では、ブプロフェジン, ピリプロキシフェン, ヘキシチアゾックス及びメトキシフェノジドが3種9作物から検出されたが、いずれも基準値の1/15以下の濃度であった。

殺菌剤では、ストロビルリン系殺菌剤のピラクロストロビン及びトリフロキシストロビンが3種8作物から検出された。そのうちピラクロストロビンは3種7作物から痕跡~0.05 ppm検出された。トリフロキシストロビンは南アフリカ産グレープフルーツ1作物から基準値の1/100以下の濃度で検出された。ピラクロストロビンは毎年南アフリカ産及びアメリカ産のグレープフルーツから検出される農薬であり^{7,10-13)}, これらの地域では恒常的に使用されていると推察された。

2. ベリー類

4種20作物のうち、農薬が検出された作物についての調査結果をTable 4に示した。4種16作物 (80%) から 殺虫剤12種類 (アセタミプリド, イミダクロプリド, マラチオン等), 殺菌剤15種類 (アゾキシストロビン, ボスカリド, ピラクロストロビン等), 合わせて27種類の農薬が痕跡~0.30 ppm 検出された。

殺虫剤では、2種類の有機リン系殺虫剤 (マラチオン及びホスメット) がブルーベリー5作物から基準値の1/150程度以下の濃度が検出された。また、3種類のネオニコチノイド系殺虫剤 (アセタミプリド, イミダクロプリド及びチアメトキサム) が2種7作物から痕跡~0.07 ppm検出された。ピレスロイド系農薬は2種11作物と多く検出され、中でもビフェントリンが2種8作物 (40%) と検出されたが基準値の1/7以下の濃度であった。ネオニコチノイド系殺虫剤は蜂群崩壊症候群との因果関係が疑われており、クロチアニジン, イミダクロプリド及びチアメトキサムは欧州において2018年に屋外での使用が禁止されている¹⁴⁾。本年度調査した欧州産ベリー類からこれら3農薬の検出は確認されなかったが、北米, 南米, アジア産の作物からは検出された。我々のこれまでの調査においても欧州産以外のベリー類からは継続的にネオニコチノイド系殺虫剤の残留が確認されているため^{7,10-13)}, 今後も注視していく必要がある。

殺菌剤では、ボスカリドが2種10作物 (50%) から0.03~0.30 ppm検出された。また、シプロジニルは同じく2種10作物 (50%) から基準値の1/20以下の濃度が検出された。フルジオキシニルは2種9作物 (45%) から基準値の1/25以

Table 2. List of Surveyed Pesticides¹⁾The pesticide inspection item (72)²⁾

- [Insecticide] acephate, acetamiprid, aminocarb, bendiocarb, buprofezin, carbaryl (NAC), chlorfenvinphos (CVP-*E and -Z*), chlorpyrifos, clothianidin, diazinon, dimethoate, dinotefuran, EPN, ethion, ethoprophos (mocap), fenobucarb (BPMC), fenoxycarb, imidacloprid, isocarbophos, isoprocarb (MIPC), isoxathion, malathion, methamidophos, methidathion (DMTP), methiocarb, methomyl, oxamyl, pirimicarb, pirimiphos-methyl, profenofos, propoxur (PHC), pyridaben, pyriproxyfen, quinalphos, tebufenpyrad, thiacloprid, thiamethoxam, thiodicarb, triazophos
- [Fungicide] azoxystrobin, benalaxyl, bitertanol, boscalid, cyproconazole, diethofencarb, difenoconazole, edifenphos (EDDP), fenbuconazole, flusilazole, flutolanil, flutriafol, hexaconazole, isoprothiolane, kresoxim-methyl, mefenoxam, mepronil, metalaxyl, myclobutanil, oxadixyl, propiconazole, pyraclostrobin, pyrimethanil, tebuconazole, tetraconazole, triadimefon, triadimenol
- [Herbicide] chlorpropham (CIPC), piperophos, prometryn, simazine
- [Plant growth regulator] paclobutrazol
- [Insecticide synergist] piperonyl butoxide

The pesticide surveillance item (225)

- [Insecticide] acrinathrin, aldicarb, aldoxycarb (aldicarb sulfone), aldrin, allethrin, azinphos-ethyl, azinphos-methyl, BHC (HCH) (α -, β -, γ - and δ -), bifenthrin, bromophos, bromophos-ethyl, bromopropylate, cadusafos, carbofuran, chlordane (*cis*- and *trans*-), chlorfenapyr, chlorfenson, chlorpropylate, chlorpyrifos-methyl, chlorpyrifos-oxon, cyanofenphos (CYP), cyanophos (CYAP), cyfluthrin, cyhalothrin, cypermethrin, *o,p'*-DDD, *o,p'*-DDE, DDT (*p,p'*-DDD, *p,p'*-DDE and *o,p'*-, *p,p'*-DDT), deltamethrin, demeton-*O*, demeton-*S*, demeton-*S*-methyl, demeton-*S*-methyl sulfone, dialifos (dialifor), dichlofenthion (ECP), dichlorvos (DDVP), dicofol, dieldrin, dimethylvinphos (*-E and -Z*), dioxabenzofos (salthion), dioxathion, disulfoton (ethylthiometon), disulfoton-sulfone, disulfoton-sulfoxide, endosulfan (*-I, -II*), endosulfan sulfate, endrin, EPBP, EPN-oxon, etoxazole, etrimfos, fenamiphos, fenchlorphos, fenitrothion (MEP), fenothiocarb, fenpropathrin, fenthion (MPP), fenthion-oxon sulfone (MPP-oxon sulfone), fenthion-oxon sulfoxide (MPP-oxon sulfoxide), fenthion-sulfone (MPP-sulfone), fenthion-sulfoxide (MPP-sulfoxide), fenvalerate, fipronil, flonicamid, fluacrypyrim, flucythrinate, fluvalinate, fonofos, formothion, fosthiazate, halfenprox, heptachlor, heptachlor-epoxide, heptenophos, hexythiazox, indoxacarb, isazofos, isofenphos, leptophos, malaaxon, mecarbam, methacrifos, methoxychlor, methoxyfenozide, metolcarb (MTMC), mevinphos (phosdrin), monocrotophos, naled (BRP), nitenpyram, nitenpyram metabolite (CPF), omethoate, oxydeprofos (ESP), oxydeprofos-sulfone (ESP-sulfone), parathion, parathion-methyl, permethrin, phenthoate (PAP), phorate, phosalone, phosfolan, phosmet (PMP), phosphamidon, propaphos, propaphos-sulfone, prothiofos, prothiofos-oxon, pyraclofos, pyridalyl, pyridaphenthion, pyrimidifen, silafluofen, sulfotep, tebufenozide, tefluthrin, terbufos, tetrachlorvinphos (CVMP), tetradifon, thiacloprid amide, thiometon, tralomethrin, trichlorfon (DEP), vamidothion, vamidothion-sulfone, XMC, xylylcarb (MPMC)
- [Fungicide] azaconazole, captafol, captan, chloroneb, chlorothalonil (TPN), cyprodinil, dichlofluanid, diclobutrazol, dicloran (CNA), diniconazole, epoxiconazole, fenamidone, fenarimol, fenbuconazole, fenoxanil, fluazinam, fludioxonil, folpet, imazalil, iprobenfos (IBP), iprodione, iprodione metabolite, nitrothal-isopropyl, *o*-phenylphenol (OPP), penconazole, penthiopyrad, phthalide, prochloraz, prochloraz metabolite (2,4,6-trichlorophenol), procymidone, pyrifenox, quinoxyfen, quintozone (PCNB), tecnazene, thiabendazole (TBZ), thifluzamide, tolclofos-methyl, tolylfluanid, trifloxystrobin, triflumizole, triflumizole metabolite, vinclozolin
- [Herbicide] acetochlor, alachlor, atrazine, benfluralin, benoxacor, bifenox, bromacil, bromobutide, butachlor, butafenacil, butamifos, cafenstrole, carfentrazone-ethyl, chlormethoxyfen (chlormethoxyfen), chlornitrofen (CNP), chlorthal-dimethyl, clodinafop-propargyl, clomeprop, cloquintocet-mexyl, cyanazine, cyhalofop-butyl, dichlobenil, diclofop-methyl, diflufenican, dimethenamid, dithiopyr, esprocarb, 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, quinclamine, terbacil, terbuthylazine, thenylchlor, thiazopyr, thiobencarb, tri-allate, trifluralin
- [Bactericide] nitrapyrin
- [Plant growth regulator] dimethipin

Total 297 kinds

1) Includes metabolites

2) Values in parentheses indicate the number of pesticides.

Table 3. Pesticide Residues Detected in Imported Citrus¹⁾

Crop	Exporting Country	Part	No. of Samples	No. of Detected	Pesticide	Concentration (ppm)	MRL ²⁾ (ppm)
Grapefruit		total	11	10			
	Mexico	(whole) ³⁾	1	1	malathion	0.02	7
	South Africa	(whole)	5	5	buprofezin	Tr⁴⁾	3
					chlorpyrifos	Tr, Tr	1
					methiocarb	Tr	0.05
					pyraclostrobin	0.02, 0.02, 0.03, 0.04	2
					pyriproxyfen	Tr, 0.03, 0.03	0.5
					chlorfenapyr	Tr, Tr	2
					methoxyfenozide	0.03	3
	USA	(whole)	5	4	trifloxystrobin	0.03	3
					chlorpyrifos	Tr	1
					imidacloprid	Tr, Tr, Tr	0.7
					pyriproxyfen	Tr, Tr	0.5
cypermethrin					0.02	2.0	
Lemon		total	7	6			
	Chile	(whole)	1	1	buprofezin	Tr	3
	Morocco	(whole)	1	1	chlorpyrifos	0.07	1
					imidacloprid	0.01	0.7
	Spain	(whole)	2	1	cyhalothrin	0.01	1.0
	USA	(whole)	3	3	hexythiazox	0.01	1
chlorpyrifos					0.03	1	
	(flesh) ⁵⁾	3	1	imidacloprid	Tr	0.7	
Lime		total	2	2			
	Mexico	(whole)	2	2	imidacloprid	0.01	0.7
					pyraclostrobin	Tr	2
		(flesh)	2	1	bifenthrin	Tr	2
				cypermethrin	Tr, 0.01	2.0	
				imidacloprid	Tr		
Orange		total	14	10			
	Australia	(whole)	8	6	chlorpyrifos	Tr, 0.01	1
					clothianidin	0.01, 0.03, 0.03	2
					imidacloprid	0.05, 0.09	0.7
		(flesh)	7	4	NAC	0.02	7
					clothianidin	0.01, 0.03, 0.03	
					imidacloprid	0.05	
	South Africa	(whole)	1	1	chlorpyrifos	0.06	1
					imidacloprid	0.01	0.7
					pyraclostrobin	0.05	2
		(flesh)	1	1	methoxyfenozide	Tr	3
					imidacloprid	0.01	
USA	(whole)	5	3	malathion	Tr	7	
				NAC	Tr	7	
				pyraclostrobin	0.01	2	
				pyriproxyfen	Tr	0.5	
				fenpropathrin	Tr	5	

1) The boldface shows the pesticide inspection item, the lightface shows the pesticide surveillance item.

2) The Maximum Residue Limit (MRL) for pesticides in food as of March 31th, 2020

3) Whole or unpeeled

4) Tr : below the quantitation limit (0.01 ppm)

5) Flesh

Table 4. Pesticide Residues Detected in Imported Berries¹⁾

Crop	Exporting Country	Part	No. of Samples	No. of Detected	Pesticide	Concentration (ppm)	MRL ²⁾ (ppm)					
Blueberry	Canada	total (whole) ³⁾	11	10								
							boscalid	0.07, 0.20, 0.23, 0.30	10			
							imidacloprid	Tr⁴⁾, Tr	4			
							malathion	Tr, 0.02	10			
							pyraclostrobin	Tr, Tr, 0.03, 0.07	4			
							pyrimethanil	Tr, 0.14	5			
							bifenthrin	0.05 ~ 0.28	2			
							captan	0.04 ~ 0.26	20			
							cyprodinil	Tr ~ 0.07	5			
							fludioxonil	Tr, 0.01	2			
							TPN	Tr	1			
						Mexico	(whole)	2	2			
											acetamiprid	0.07
			azoxystrobin	0.20	5							
			boscalid	0.03, 0.11	10							
			imidacloprid	Tr	4							
			pyraclostrobin	0.01	4							
			bifenthrin	0.02	2							
			cyprodinil	0.07	5							
			fludioxonil	0.07	2							
			methoxyfenozide	0.01	4							
		USA	(whole)	4	4							
							acetamiprid	0.05	2			
							azoxystrobin	0.02, 0.05, 0.10, 0.15	5			
							boscalid	0.05, 0.07	10			
							imidacloprid	0.02, 0.03	4			
							malathion	0.02, 0.05	10			
							methomyl	0.24	1			
							pyraclostrobin	Tr	4			
							pyrimethanil	Tr, 0.21	5			
							bifenthrin	0.10, 0.21	2			
							captan	0.03 ~ 0.74	20			
							cypermethrin	0.05, 0.06	0.5			
						cyprodinil	0.04 ~ 0.24	5				
						fenpropathrin	Tr ~ 0.21	5				
						fludioxonil	0.01 ~ 0.07	2				
						iprodione	Tr	15				
						malaonox	Tr					
		PMP	0.07	10								
Cranberry	Canada	total (whole)	1	1								
							azoxystrobin	Tr	0.5			
Raspberry	Serbia	total (whole)	3	2								
							azoxystrobin	0.01, 0.03	5			
							boscalid	0.03, 0.08	10			
							pyraclostrobin	Tr	3			
							pyrimethanil	0.08	10			
							cyprodinil	Tr, 0.01	10			
							fludioxonil	Tr, Tr	5			
		iprodione	Tr, 0.03	5.0								
Strawberry	China	total (whole)	5	3								
							difenoconazole	Tr	2			
							imidacloprid	Tr, Tr	0.4			
							metalaxyl	0.01	7			
							pyraclostrobin	Tr, Tr	2			
							tebuconazole	Tr	0.01 ⁵⁾			
							thiamethoxam	Tr, Tr	2			
							bifenthrin	Tr	2			
							cyhalothrin	Tr, Tr	0.5			
							iprodione	Tr, Tr	20			
			prochloraz	Tr	1							
			procymidone	Tr	5							
		Spain	(whole)	1	1	trifloxystrobin	0.04	1				

1) The boldface shows the pesticide inspection item, the lightface shows the pesticide surveillance item.

2) The Maximum Residue Limit (MRL) for pesticides in food as of March 31th, 2020

3) Whole or unpeeled

4) Tr : below the quantitation limit (0.01 ppm)

5) The Uniform limit

下の濃度で検出された。ほかに、3種類のストロビルリン系殺菌剤（アゾキシストロビン、ピラクロストロビン及びトリフロキシストロビン）が4種15作物から痕跡～0.2 ppm検出された。

ベリー類は例年農薬の検出率が75%以上と高く^{7,11-13)}、また、1作物から複数の農薬の残留が確認されている^{7,10-13)}。本年度の調査では、最も多いもので1作物から11種類の農薬が検出されたほか、10種類が2作物、9種類が1作物、8種類が2作物、7種類が2作物、6種類が5作物、2種類が1作物、1種類のみが2作物であった。ベリー類は果皮を剥かず生のまま喫食することが多い作物であり、残留した農薬をそのまま摂取する可能性があるため、今後も引き続き調査を行っていく。

3. その他果実

柑橘類及びベリー類以外の果実12種90作物のうち、農薬が検出された作物についての調査結果をTable 5に示した。

このうち、基準値の適否検査対象部位が全果であるものは、アセロラ、りんご、バナナ、おうとう、ぶどう、マンゴー、パパイヤ、パイナップル及びすももであり、果肉であるものは、キウイ、ライチ及びメロンである。11種58作物（64%）から殺虫剤22種類（アセタミプリド、ブプロフェジン、クロルピリホス等）、殺菌剤25種類（アゾキシ

ストロビン、ボスカリド、ジフェノコナゾール等）合わせて47種類の農薬が痕跡～1.1 ppm検出された。

ベトナム産冷凍アセロラは2作物中2作物とも、殺虫剤のアセタミプリド、ジメトエート、シペルメトリン及びオメトエートが基準値の1/5以下の濃度で検出された。このうち1作物からはさらにクロルピリホスが痕跡程度確認された。

ニュージーランド産りんご1作物の全果から殺虫剤インドキサカルブと殺菌剤キャプタンがそれぞれ痕跡程度検出された。

バナナでは調査を実施したすべての全果から農薬が検出され、エクアドル産4作物からは2種類の殺虫剤及び2種類の殺菌剤が、フィリピン産6作物からは2種類の殺虫剤及び1種類の殺菌剤が検出された。昨年と同様、有機リン系殺虫剤のクロルピリホスの検出数が最も多く⁷⁾、10作物中8作物（80%）から痕跡～0.03 ppm検出された。また、ピレスロイド系殺虫剤のピフェントリンも10作物中7作物（70%）から基準値の1/10以下の濃度で検出された。エクアドル産バナナ4作物のうち2作物からは殺菌剤のイマザリル及びチアベンダゾールも検出されたが、基準値の1/40以下の濃度であった。

おうとうは、チリ産冷凍おうとう2作物、アメリカ産生鮮おうとう1作物の計3作物について調査を行った。フルジ

Table 5. Pesticide Residues Detected in Imported Other fruits¹⁾

Crop	Exporting Country	Part	No. of Samples	No. of Detected	Pesticide	Concentration (ppm)	MRL ²⁾ (ppm)																							
Acerola ³⁾	Vietnam	total (whole) ⁴⁾	2	2	acetamiprid chlorpyrifos dimethoate cypermethrin omethoate	0.02, 0.03 Tr ⁵⁾ Tr, Tr 0.10, 0.10 Tr, 0.01	5 1 0.5 0.5 1																							
								Apple	New Zealand	(whole)	1	1	captan indoxacarb	Tr Tr	15 0.5															
																Banana	Ecuador	total (whole)	10	10	chlorpyrifos bifenthrin imazalil TBZ TBZ	Tr, Tr, 0.03 Tr ~ 0.01 0.04, 0.05 0.01, 0.02 Tr	3 0.1 2.0 3							
																								Philippines	(whole)	6	6	azoxystrobin chlorpyrifos bifenthrin	Tr 0.01, 0.02, 0.02, 0.02, 0.03 Tr ~ 0.01	3 3 0.1
USA	(whole)	1	1	flutriafol myclobutanil pyraclostrobin cyhalothrin quinoxifen	Tr 0.08 Tr 0.02 0.02	2 2 3 0.5 0.4																								

Table 5. Pesticide Residues Detected in Imported Other fruits¹⁾ (Continued-1)

Crop	Exporting Country	Part	No. of Sample	No. of Detected	Pesticide	Concentration (ppm)	MRL ²⁾ (ppm)					
Grape	Australia	total (whole)	16 2	16 2	chlorpyrifos	0.10, 0.95	1.0					
					clothianidin	1.1	5					
						metalaxyl	0.05	1				
						methomyl	Tr	5				
						pyraclostrobin	Tr	2				
						pyrimethanil	Tr, 0.07	10				
						tetraconazole	Tr	0.2				
						cyprodinil	0.18	5				
						fludioxonil	0.09	5				
						iprodione	0.64 ⁸⁾	25				
						methoxyfenozide	0.05	1				
						prothiofos	0.10	2.0				
						quinoxifen	0.02	2				
		Chile	(whole)	9	9	acetamiprid	0.05	5				
	azoxystrobin					0.09	10					
	boscalid					0.08, 0.09, 0.15, 0.24, 0.26	10					
	difenoconazole					0.02	4					
	imidacloprid					0.03	3					
	kresoxim-methyl					Tr, Tr	15					
	myclobutanil					Tr, Tr, Tr, 0.02	1					
	pyraclostrobin					0.01, 0.04	2					
	pyrimethanil					0.03	10					
	tebuconazole					Tr, Tr, Tr, 0.01, 0.05, 0.05	10					
	cyprodinil					0.21, 0.46	5					
	fenpropathrin					Tr	5					
	fludioxonil					0.10, 0.30	5					
	quinoxifen					Tr, Tr	2					
	trifloxystrobin					0.02, 0.03	5					
	triflumizole					Tr ⁹⁾ , Tr ⁹⁾	2					
						Mexico	(whole)	1	1	boscalid	0.03	10
	imidacloprid									0.04	3	
	pyraclostrobin									Tr	2	
	bifenthrin									Tr	2	
	cyprodinil	0.18	5									
	fludioxonil	0.09	5									
	triflumizole	0.07 ⁹⁾	2									
		USA	(whole)	4	4					acetamiprid	0.02	5
	boscalid					Tr, 0.02, 0.18	10					
	imidacloprid					Tr	3					
	myclobutanil					0.02, 0.12	1					
	pyraclostrobin					Tr, 0.03	2					
	pyrimethanil					0.54	10					
	tebuconazole					Tr	10					
	tetraconazole					0.05	0.2					
	cyprodinil					Tr ~ 0.54	5					
	etoxazole					Tr	0.5					
	fludioxonil					0.18	5					
	hexythiazox					Tr	2					
	indoxacarb					0.03	2					
	iprodione					Tr	25					
	methoxyfenozide					0.02	1					
	quinoxifen					Tr ~ 0.14	2					
	trifloxystrobin	0.02 ~ 0.09	5									
	Lychee	China	(whole)	2	2	azoxystrobin	0.05	5 ¹⁰⁾				
						chlorpyrifos	0.03	1 ¹⁰⁾				
						difenoconazole	0.03	2 ¹⁰⁾				
imidacloprid						0.01	4 ¹⁰⁾					
profenofos						0.02	10 ¹⁰⁾					
2,4,6-trichlorophenol						0.01						
cyhalothrin						0.05	0.5 ¹⁰⁾					
cypermethrin						0.39	0.5 ¹⁰⁾					
fenpropathrin						0.01	5 ¹⁰⁾					
prochloraz						0.11	10 ¹⁰⁾					
		Vietnam	(flesh)	1	1	tricyclazole	Tr	0.01 ¹¹⁾				

Table 5. Pesticide Residues Detected in Imported Other fruits¹⁾ (Continued-2)

Crop	Exporting Country	Part	No. of Sample	No. of Detected	Pesticide	Concentration (ppm)	MRL ²⁾ (ppm)	
Mango	Peru	total	11	3				
		(whole)	1	1	prochloraz TBZ	0.01 Tr	2 3	
	Thailand	(whole)	2	2	azoxystrobin ethion	0.31 0.02	1 0.3	
		(flesh)	5	1	prochloraz 2,4,6-trichlorophenol prochloraz	0.22 Tr Tr	2	
Melon	Honduras	total	5	5				
		(flesh)	1	1	imidacloprid metalaxyl TBZ	Tr Tr 0.31	0.2 0.7 3	
	Mexico	(whole)	1	1	imidacloprid metalaxyl TBZ	0.01 0.01 2.4		
		(flesh)	4	4	dinotefuran imidacloprid	0.01 0.01, 0.02, 0.03, 0.08	1 0.2	
		(whole)	3	3	permethrin azoxystrobin dinotefuran imidacloprid fenpropathrin permethrin TPN	Tr, 0.01 Tr Tr 0.02, 0.02, 0.10 0.03 Tr Tr,0.01	0.1 1 ¹⁰⁾ 0.5 ¹⁰⁾ 2 ¹⁰⁾	
	Papaya	Philippines	total	4	4			
			(whole)	1	1	azoxystrobin tebuconazole	0.67 Tr	2 2
		USA	(flesh)	1	1	azoxystrobin	Tr	
			(whole)	3	3	azoxystrobin buprofezin imidacloprid fludioxonil	Tr 0.02 Tr, Tr, Tr 0.02, 0.04	2 0.9 0.7 5
			(flesh)	2	2	imidacloprid	Tr, Tr	
Pineapple	Philippines	total	20	11				
		(whole)	18	11	triadimefon triadimenol 2,4,6-trichlorophenol	Tr, 0.18 Tr, 0.13 Tr ~ Tr	3 3	
	(flesh)	18	3	prochloraz prochloraz	0.11 ~ 0.37 Tr ~ 0.01	2		
Prune	Turkey	total	1	1				
		(whole)	1	1	acetamiprid chlorpyrifos thiacloprid cypermethrin	Tr Tr Tr Tr	3 1.0 5 1.0	

1) The boldface shows the pesticide inspection item, the lightface shows the pesticide surveillance item.

2) The Maximum Residue Limit (MRL) for pesticides in food as of March 31th, 2020 in Japan

3) After removal of stones

4) Whole or unpeeled

5) Tr : below the quantitation limit (0.01 ppm)

6) Flesh

7) After removal of stems and stones

8) Include metabolite

9) As metabolite

10) MRL or Uniform Limit is not applied to this part.

11) The Uniform limit

オキソニルは基準値の対象部位が「果梗を含むもの」であるが、今回の調査ではその他の農薬と同様の「果梗及び種子を除去したもの」を検査部位として調査を行った^{15,16)}。チリ産冷凍おうとうでは、2作物すべてから、殺虫剤アセタミプリド及び殺菌剤フルジオキシニル、イプロジオン及びテブコナゾールが検出された。アメリカ産生鮮おうとうからは殺虫剤シハロトリンと殺菌剤フルトリアホール、ミクロブタニル、ピラクロストロビン及びキノキシフェンが検出された。いずれも1作物から複数の農薬が確認されたが、産地によって検出された農薬は異なっていた。いずれも基準値以下の濃度だった。

ぶどうでは、16作物中16作物(100%)から12種類の殺虫剤(アセタミプリド、ピフェントリン、クロルピリホス等)が痕跡 \sim 1.1 ppm、16種類の殺菌剤(アゾキシストロビン、ボスカリド、シプロジニル等)が痕跡 \sim 0.54 ppm検出された。殺虫剤では、3種類のネオニコチノイド系農薬(アセタミプリド、クロチアニジン及びイミダクロプリド)が6作物から検出された。今回調査したぶどうの産地(オーストラリア、チリ、メキシコ及びアメリカ)すべてから検出されたことから、これらの殺虫剤が幅広い国で使用されていることが示唆された。殺菌剤では、ボスカリドが9作物(56%)から痕跡 \sim 0.26 ppmと最も高い頻度で検出された。他にもストロビルリン系殺菌剤(アゾキシストロビン、クレソキシムメチル等)が14作物から痕跡 \sim 0.09 ppm、コナゾール系殺菌剤(ジフェノコナゾール、ミクロブタニル等)が12作物から基準値以下の濃度で検出され、使用されている殺菌剤の種類も様々であった。また、ぶどうは例年1作物から複数の農薬が検出される傾向にある^{7,10-13)}。今回の調査では2作物から最大9種類の農薬が検出されたほか、8種類が1作物、7種類が3作物、6種類が3作物、5種類が1作物、3種類が4作物、1種類のみが2作物であった。ぶどうは果皮ごと喫食することを想定した品種や、人により果皮ごと喫食する可能性があるため、今後も引き続き監視していく必要がある。

マンゴー11作物のうち生鮮マンゴー3作物(27%)から1種類の殺虫剤(エチオン)及び3種類の殺菌剤(アゾキシストロビン、チアベンダゾール及びプロクロラズ)が痕跡 \sim 0.31 ppm検出された。タイ産生鮮マンゴーからは有機リン系殺虫剤のエチオンが0.02 ppm検出された。エチオンは、日本では平成17年に登録が失効しているが¹⁷⁾、海外ではまだ使用されている場合もあるので、今後も継続して調査を行っていく。

メロン果肉5作物から3種類の殺虫剤(ジノテフラン、イミダクロプリド及びペルメトリン)が痕跡 \sim 0.08 ppm、2種類の殺菌剤(メタラキシル及びチアベンダゾール)が検出され、いずれも基準値の1/7以下の濃度だった。なお、全果では、調査した4作物すべてから殺虫剤及び殺菌剤が検出された。特にネオニコチノイド系殺虫剤のイミダクロプリドは4作物すべてから検出された。

パパイヤでは、2種類の殺虫剤(ブプロフェジン及びイ

ミダクロプリド)が4作物中3作物から痕跡 \sim 0.02 ppm、3種類の殺菌剤(アゾキシストロビン、フルジオキシニル及びテブコナゾール)が4作物中3作物から痕跡 \sim 0.67 ppm検出された。アメリカ産パパイヤでは3作物すべてから殺虫剤のイミダクロプリドが痕跡程度検出された。

パイナップルでは、20作物中11作物(55%)から殺菌剤プロクロラズ、トリアジメホン及びトリアジメノールが痕跡 \sim 0.37 ppm検出された。トリアジメホンとトリアジメノールは同じ1作物から検出された。トリアジメノールはトリアジメホンの代謝物でもあり、農薬としても使用される。検出されたトリアジメノールの一部は、使用されたトリアジメホン由来の可能性も考えられた。また、殺菌剤プロクロラズは農薬が検出された11作物すべてから基準値の1/5以下の濃度で検出された。

トルコ産すもも1作物からは4種類の殺虫剤アセタミプリド、クロルピリホス、シペルメトリン及びチアクロプリドが痕跡程度検出された。

4. 検査部位による残留農薬の分布

これまでの当研究室での調査でも、全果で検出した同じ農薬が果肉からも検出される事例が数種類の果実でしばしば観察され、報告を行ってきた^{7,10-13)}。この事例は特にネオニコチノイド系殺虫剤において近年多く観察されている。

そこで、本年度同一作物を全果と果肉とに分け調査した結果、両方からネオニコチノイド系殺虫剤が検出された作物に注目し、全果と果肉での残留量の比較を試みた。

同一作物の果肉と全果から検出された農薬と、(果肉の残留値) / (全果の残留値) の値を Table 6 に示した。

その結果、果肉では不検出または定量下限値以下のため正確な算出ができない場合もあったが、イミダクロプリド及びクロチアニジンでは比が1に近い値を示した。

このような結果になった要因の一つとして、農薬の化学的性質が影響していると考えられた。イミダクロプリド及びクロチアニジンは浸透移行性が高い農薬と言われており、オクタノール・水分分配係数(以下 log Pow と略す)も、それぞれ 0.57(21°C)、0.7(25°C)と小さい¹⁸⁾。そのため、果皮に付着した農薬が水分含量の高い果肉へ浸透したと推察された。

一方、例えば、オレンジから検出されたクロルピリホスは、log Pow が 4.7(20°C)と大きいことから¹⁸⁾、果実に付着後、果皮の精油成分に留まり、果肉へ移行しなかったと考えられた。

農薬が可食部となる果肉に残留する要因は、農薬の化学的性質及び作物の形状以外にも複数存在し、それらが残留量にも影響を与えていると予想される。現在、農作物の検査対象部位や基準値の適用部位は、国際基準に整合するよう順次見直されており、それに合わせた検査体制を整備し、輸入果実における残留実態を継続して監視していく。

Table 6. Comparison of Pesticide Residual Concentration

Sample	Pesticide	flesh ¹⁾ (ppm)	whole ²⁾ (ppm)	ratio (flesh/whole)
Citrus				
Lemon-1	chlorpyrifos	N.D. ³⁾	0.03	—
	imidacloprid	Tr ⁴⁾	Tr	—
Lime-2	imidacloprid	Tr	0.01	—
	pyraclostrobin	N.D.	Tr	—
Orange-1	chlorpyrifos	N.D.	0.01	—
	clothianidin	0.03	0.03	1.00
Orange-2	clothianidin	0.03	0.03	1.00
Orange-3	clothianidin	0.01	0.01	1.00
Orange-4	imidacloprid	0.05	0.09	0.56
Orange-5	chlorpyrifos	N.D.	0.06	—
	imidacloprid	0.01	0.01	1.00
	pyraclostrobin	N.D.	0.05	—
Others				
Melon-1	imidacloprid	Tr	0.01	—
	metalaxyl	Tr	0.01	—
Melon-2	imidacloprid	0.08	0.10	0.80
	azoxystrobin	N.D.	Tr	—
Melon-3	dinotefuran	0.01	Tr	—
	imidacloprid	0.03	0.02	1.50
Melon-4	imidacloprid	0.02	0.02	1.00
Papaya-1	azoxystrobin	N.D.	Tr	—
	imidacloprid	Tr	Tr	—
Papaya-2	imidacloprid	Tr	Tr	—

1) Peeled

2) Unpeeled

3) Not detected

4) Tr : below the quantitation limit (0.01 ppm)

ま と め

平成31年4月から令和2年3月に東京都内に流通していた輸入農産物のうち果実21種145作物について残留農薬実態調査を行った。その結果19種102作物（検出率70%）から殺虫剤及び殺菌剤58種類の農薬が痕跡〜1.1 ppm検出された。

今回の調査で食品衛生法の残留農薬基準値及び一律基準値を超えて検出された農薬はなかった。

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課及び第二課と協力して行ったものである。

文 献

- 厚生労働省：食品衛生法の改正について，
<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000197196.html>（2020年7月7日現在，なお本URLは変更又は抹消の可能性はある）
- 農林水産省：農薬取締法の平成30年改正，
https://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_kaisei/h300615/index.html（2020年7月7日現在，なお本URLは変更又は抹消の可能性はある）
- 厚生労働省：平成30年2月28日生食発0228第1号「食品、添加物等の規格基準の一部を改正する件について」，
<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11130500-Shokuhinanzenshu/0000201666.pdf>（2020年7月7日現在，なお本URLは変更又は抹消の可能性はある）
- 厚生労働省：令和元年9月20日薬生食基発0920第6号「残留農薬等の分析に係る検体の留意事項について」，
<https://www.mhlw.go.jp/content/000549539.pdf>（2020年7月7日現在，なお本URLは変更又は抹消の可能性はある）
- 東京都福祉保健局：東京都食品安全推進計画 平成27年度～平成32年度，
<https://www.metro.tokyo.lg.jp/INET/KEIKAKU/2015/02/DATA/70p2i101.pdf>（2020年7月7日現在，なお本URLは変更又は抹消の可能性はある）
- 東京都生活文化局：令和元年度第2回インターネット都政モニターアンケート「食品の安全性について」調査結果，
<https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2019/09/24/01.html>（2020年7月7日現在，なお本URLは変更又は抹消の可能性はある）
- 大澤佳浩，富澤早苗，増淵珠子，他：東京健安研七周年報，**70**，157-165，2019。
- 高田朋美，富澤早苗，増淵珠子，他：東京健安研七周年報，**70**，149-156，2019。
- 岩越景子，田村康宏，大塚健治，他：食衛誌，**55**，254-260，2014。
- 富澤早苗，増淵珠子，上條恭子，他：東京健安研七周年報，**69**，171-180，2018。
- 吉川聡一，大塚健治，富澤早苗，他：東京健安研七周年報，**68**，183-194，2017。
- 相澤正樹，大塚健治，富澤早苗，他：東京健安研七周年報，**67**，211-221，2016。
- 小鍛治好恵，大塚健治，富澤早苗，他：東京健安研七周年報，**66**，205-216，2015。
- European Union：Official Journal of the European Union L132，
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L:2018:132:TOC>（2020年7月7日現在，なお本URLは変更又は抹消の可能性はある）
- 日本食品化学研究振興財団：農薬等の残留基準試験用検体，
<http://www.ffcr.or.jp/zanryu/positive/post-123.html>（2020年7月7日現在，なお本URLは変更又は抹消の可能性はある）
- 厚生労働省：平成30年9月21日生食発0921第3号「食品、添加物等の企画基準の一部を改正する件について」，
<https://www.mhlw.go.jp/content/11130500/000359196.pdf>（2020年7月7日現在，なお本URLは変更又は抹消の可能性はある）
- 独立行政法人農林水産消費安全技術センター：登録・失効農薬情報，
<https://www.acis.famic.go.jp/toroku/sikkouseibun.htm>（2020年7月7日現在，なお本URLは変更又は抹消の可能性はある）
- 社団法人日本植物防疫協会：農薬ハンドブック，2016年版，2016，社団法人日本植物防疫協会，東京。

Survey of Pesticide Residues in Imported Crops (April 2019–March 2020)**- Fruits -**

Kyoko KAMIJO^a, Sanae TOMIZAWA^a, Tamako MASUBUCHI^a, Yumiko YAMAKI^a, Takayuki NAKAJIMA^a,
Kazuoki YAMAMOTO^a, Tomomi TAKADA^a, Yoshie KOKAJI^a, Shui WATANABE^a, Yoshihiro OHSAWA^a,
Tsuneo HASHIMOTO^b, and Kenji OTSUKA^a

Pesticide residues were investigated in 145 samples from 21 species of imported fruits sold in the Tokyo market during the fiscal year 2019. A total of 58 pesticides (insecticides and fungicides) were detected in 19 species of imported fruits (102 samples; 70% detection rate). The concentrations of these pesticides ranged from <0.01 ppm (trace amounts) to 1.1 ppm. A total of 17 pesticides (15 insecticides and 2 fungicides) were detected in 4 species of imported citrus (28 samples). A total of 27 pesticides (12 insecticides and 15 fungicides) were detected in 4 species of imported berries (16 samples). A total of 47 pesticides (22 insecticides and 25 fungicides) were detected in 11 species of other imported fruits (58 samples). In all 145 samples, pesticides residues were at levels below the maximum residue limits (MRLs) and uniform limits set by the Food Sanitation Law of Japan.

Keywords: pesticide residue, imported crops, fruit, insecticide, fungicide, maximum residue limit (MRL), uniform limit

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

^b Tokyo Metropolitan Institute of Public Health, at the time when this work was carried out