

バナナ及びかんきつ類に使用されている防かび剤の実態調査（2018年度～2020年度）

大須賀 愛幸^a, 岩越 景子^a, 宮川 弘之^a, 小林 千種^a

2018年4月から2019年3月までに都内に流通した輸入バナナ12検体及び2018年4月から2021年3月までに都内に流通した輸入かんきつ類5種86検体（グレープフルーツ，オレンジ，レモン，ライム，オロブロンコ）について防かび剤検査を実施した。バナナはすべての検体で，食品表示（以下，表示）に防かび剤の記載がなく，防かび剤の検出もなかった。かんきつ類はライム1検体を除き，すべての検体の表示に2種類以上の防かび剤の記載があったが，すべての防かび剤が検出されないケースが多数あった。定量限界値以上検出された防かび剤は，イマザリル，オルトフェニルフェノール，フルジオキシソニル，チアベンダゾール，ピリメタニルで，0.0005～0.006 g/kg検出された。また，今回対象としたすべての防かび剤で痕跡が検出された。いずれの検体においても食品添加物として食品衛生法の使用基準を満たしていた。本調査結果から算出した各防かび剤の一日推定摂取量（EDI）は一日摂取許容量（ADI）に対して，0.2～5.6%であり，安全性に問題ないと考えられた。

キーワード：防かび剤，食品添加物，ポストハーベスト農薬，バナナ，かんきつ類，一日摂取許容量（ADI）

はじめに

オルトフェニルフェノール（OPP），イマザリル（IMZ），チアベンダゾール（TBZ）等の防かび剤は海外ではポストハーベスト農薬として，収穫後の果実類の腐敗・変敗を防ぐ目的で使用されている。日本ではポストハーベスト農薬の使用は認められていないが，これらの防かび剤は収穫後の果実の保存を目的で使用されることから，食品添加物として使用が認められている。

近年ではフルジオキシソニル（FLD），アゾキシストロビン（AZX），ピリメタニル（PYR），プロピコナゾール（PRP）が新たに食品添加物（防かび剤）として使用が認められた。これらの防かび剤は，FLDがかんきつ類の他にキウイ，おうとう等の果実類に使用ができ，またPYRがおうとうや西洋梨，りんご等の果実に使用できる等，防かび剤の種類だけではなく，使用対象果実においても種類が広がった。

こうした背景から，都内に流通する青果物中の防かび剤の検査を行い，食の安心と安全を確保していくことは食品衛生行政上重要である。本稿では2018年に実施したバナナの防かび剤の調査結果及び2018年度から2020年度に実施したかんきつ類の防かび剤の調査結果をまとめたので報告する。

実験方法

1. 試料

2018年4月から2019年3月までに都内に流通した輸入バナナ12検体及び2018年4月から2021年3月までに都内に流通したかんきつ類5種86検体（グレープフルーツ，オレンジ，レモン，ライム，オロブロンコ）について検査を実施した。

2. 調査対象

2018年度は，バナナについて，IMZ（全果），TBZ（全果，果肉），かんきつ類について，IMZ，OPP，TBZ（すべて全果）の検査を行った。2019年度及び2020年度はかんきつ類についてAZX，FLD，IMZ，OPP，PRP，PYR，TBZ（すべて全果）の検査を行った。なおジフェニルは近年防かび剤としてほとんど使用されていない¹⁻⁴⁾ことから検査対象外とした。

3. 標準品及び試薬

1) 標準品

AZX，FLDは富士フィルム和光純薬（株）製の食品添加物定量用を，OPP，TBZは富士フィルム和光純薬（株）製の食品添加物試験用を，IMZ，PRPは富士フィルム和光純薬（株）製の残留農薬試験用を，PYRはDr. Ehrenstorfer GmbH社製の残留農薬試験用を用いた。

2) 試薬

アセトニトリルは富士フィルム和光純薬（株）製の残留農薬・PCB試験用及びLC/MS用を用いた。塩化ナトリウムは富士フィルム和光純薬（株）製の残留農薬・PCB試験用を用いた。クエン酸水素2ナトリウム1.5水和物は富士フィルム和光純薬（株）製の一級品を用いた。メタノール，酢酸アンモニウムは富士フィルム和光純薬（株）製のLC/MS用を用いた。その他の試薬は富士フィルム和光純薬（株）製の特級品を用いた。検査に用いた水はヤマト科学（株）製のWR700（超純水製造装置）で製造し，最終フィルターとしてMerck Millipore社製のLC-PakTM Cartridge及びMilli Pak[®] Express40を通過した超純水（18.2 MΩ・cm（25℃））を使用した。

3) 標準原液

^a 東京都健康安全研究センター食品化学部食品添加物研究科
169-0073 東京都新宿区百人町3-24-1

Table 1. LC-MS/MS Parameters

Fungicide	Precursor ion(<i>m/z</i>)	Product ion(<i>m/z</i>)	DP ¹⁾ (V)	EP(V)	CE(eV)	CXP(V)
Azoxystrobin	404	372	71	10	19	10
	404	344	71	10	29	10
Fludioxonil	247	126	-50	-10	-40	-11
	247	180	-50	-10	-40	-15
Imazalil	297	159	61	10	31	10
	297	255	61	10	21	10
Orthophenyl phenol	169	115	-55	-10	-44	-5
	169	141	-55	-10	-32	-1
Propiconazole	342	159	86	10	37	10
	342	69	86	10	33	10
Pyrimethanil	200	107	33	10	33	10
	200	168	33	10	41	10
Thiabendazole	202	175	91	10	35	10
	202	131	91	10	43	10

1) Abbreviations for Parameters are DP: Declustering Potential, EP: Entrance Potential, CE: Collision Energy, CXP: Collision Cell Exit Potential

各標準品をLC/MS用アセトニトリルまたはLC/MS用メタノールで溶解したのち、LC/MS用アセトニトリルで定容して1,000 µg/mLとした。

4) 混合標準原液

混合標準溶液は各標準原液を混合してLC/MS用アセトニトリル：水（1:1）で適宜希釈した。検量線は 2×10^{-3} ~ 50×10^{-3} µg/mLの範囲で使用した。

4. 装置及び分析条件

1) LC-MS/MS

LC：Waters社製ACQUITY UPLC，MS/MS：SCIEX社製5500Q TRAPSystem。

2) 分析条件1（2018年度）

カラム：InertSustain C18（2.0 µm, 2.1 mm i.d.×50 mm，；ジーエルサイエンス（株）製），カラム温度：40℃，移動相：A；5 mmol/L酢酸アンモニウム水溶液，B；5 mmol/L酢酸アンモニウム含有メタノール溶液，グラジエント条件 [B; 5%（0 min）→5%（1 min）→40%（2 min）→95%（8 min）→95%（12.5 min）→5%（12.6 min）→5%（15 min）]，流速：0.3 mL/min，注入量：1 µL，イオン化：ESI+，ESI-，MRM，スプレー電圧：4500 V（+），4500 V（-），ターボヒーター温度：350℃，なお，その他の分析条件をTable 1に示した

3) 分析条件2（2019年度及び2020年度）

カラム：ACQUITY UPLC® BEH C18（1.7 µm, 2.1 mm i.d.×100 mm, Waters社製），移動相：A；5 mmol/L酢酸アンモニウム水溶液，B；5 mmol/L酢酸アンモニウム含有メタノール溶液，グラジエント条件 [B；5%（0 min）→5%（1 min）→40%（3 min）→95%（12 min）→95%

（22 min）→5%（22.1 min）→5%（30 min）]，流速：0.2 mL/min，その他の条件は分析条件1と同様である。

5. 分析方法

農産物中残留農薬の迅速試験法⁵⁾に準じて作成した当研究室の検査実施標準作業書に従った。以下に詳細を示す。

かんきつ類については果皮・種子を含む果実全体について、2018年度は2000年版の通知法⁶⁾，2019年度と2020年度は通知法⁷⁾に従い細切し，均一化した試料10 gを100 mL容量のAGCテクノグラス（株）製100 mLポリプロピレン製遠心管に採り，残留農薬試験用アセトニトリル30 mLとセラミックホモジナイザー（アジレント・テクノロジー（株）製）を入れ，1分間ホモジナイズした後，無水硫酸マグネシウム4 g，クエン酸3ナトリウム2水和物1 g，クエン酸水素2ナトリウム1.5水和物0.5 g，塩化ナトリウム1 gを加えて1分間ホモジナイズし，遠心分離（1,800 G，10 min，4℃）後アセトニトリル層を分取し，40 mLに定容した。バナナのサンプリングについては，2000年版の通知法⁶⁾に基づき，1~2房のバナナから3~4本を任意に採取し，先端及び果柄部を可食部の近くで切断し，果肉を果皮ごと約1 cmずつの輪切りにしたものを交互に，各検体についてほぼ均等に約200 g採取した。バナナの果肉の検査においては，この約200 gについて，果皮と果肉を分離し，果肉を適当な大きさに細断後，かんきつ類と同様に処理した。バナナの全果の検査においては，採取した約200 gについて果皮ごと適当な大きさに細断後，同様に処理した。

かんきつ類の抽出液は定容後，この1 mLをLC/MS用アセトニトリルで25 mLに希釈・定容した。バナナの全果及び果肉の抽出液は，定容後，この1 mLをLC/MS用アセト

ニトリルで5 mLに希釈・定容した。

いずれの希釈液もその0.5 mLを分取し、その液に超純水0.5 mLを加え、LC-MS/MS用試験液とした。

本分析方法による定量下限値はかんきつ類においては、OPP, TBZ, FLD, AZX, PYRが0.001 g/kg, IMZが0.0005 g/kg, PRPが0.0008 g/kgである。バナナにおいては、TBZが0.0001 g/kg（全果及び果肉）、IMZが0.0005 g/kg（全果）である。定量下限値未満で、防かび剤の存在が確認できたものを痕跡とした。

結果及び考察

1. バナナ及びかんきつ類の防かび剤の検査結果

2018年度の防かび剤の検査結果をTable 2に、2019年度と2020年度の防かび剤の検査結果をTable 3にまとめた。これらの結果において、検出された防かび剤はいずれも食品衛生法の使用基準を満たしていた。

2018年度から2020年度に検査した検体について、表示にあった防かび剤の組み合わせをTable 4にまとめた。

1) バナナ

バナナは、過去の調査⁸⁻¹⁰⁾では、TBZが果肉や全果から、IMZが全果から検出されているが、本調査で検査した12検体は、すべてに防かび剤の表示がなく、IMZとTBZのいずれも検出されなかった。この結果は他の報告¹⁴⁾とも同様であった。

2) かんきつ類

2018年度は29検体、2019年度は32検体、2020年度は25検体のかんきつ類を検査したが、IMZとTBZは、各年度のかんきつ類の検体数あたりの検出率（痕跡を含む、以下同様）が88～100%と高い傾向にあった。

OPPはアメリカ産グレープフルーツからの検出率が2018年は3検体中67%、2019年度は5検体中80%、2020年度は2検体中50%と比較的高かったが、他国産のかんきつ類からの検出は極めて少なかった。これらの結果は過去の調査結果と同様である⁸⁻¹²⁾。

AZX, FLD, PYRについて、各年度のかんきつ類の検体数あたりの検出率は、2019年度は32検体中それぞれ6%、16%、6%であり、2020年度は25検体中それぞれ20%、32%、12%であった。これらの検出率は過去の調査結果と同様である⁸⁻¹²⁾。

PRPは2018年に防かび剤として使用が許可されたばかりである。本調査では2019年度のアメリカ産レモン2検体、2020年度のアメリカ産レモン4検体から検出され、増加傾向にあると考えられるため今後も注視していく予定である。

2. 近年の防かび剤の使用傾向

かんきつ類にかびを引き起こす主な原因菌として、ペニシリウム属菌の*Penicillium digitatum*や*Penicillium italicum*等があげられる^{13,14)}。これらの防除に有効な防かび剤として、OPPは1930年代から、TBZは1970年代から、IMZは

1980年代から、現在に至るまで長年使用されてきた¹⁵⁾。しかし、近年これらの防かび剤に対する耐性菌が問題になっている¹³⁻¹⁶⁾。例えば、IMZ耐性菌に対して、単剤で有効に作用するには高濃度が必要となり¹⁷⁾、日本のIMZの基準値を超えてしまうこともある。従来の防かび剤に対する耐性菌が問題になる中、FLD, AZX, PYR, PRPが2000年代後半以降に新たな防かび剤として世界的に使用されるようになった。かんきつ類のパッキング施設においては、耐性菌のコントロールのために施設内の耐性菌をモニタリングしながら、複数の防かび剤を組み合わせで効果的なローテーションプログラムで使用することが推奨されている¹⁵⁾。今回の調査でも、TBZ, IMZといった従来の防かび剤とFLDやPYRといった新しい防かび剤を組み合わせで使用している表示が多数認められた。

3. 表示のある防かび剤の検出率

今回調査したかんきつ類のうち、防かび剤の表示のなかった1検体を除くとすべての検体にIMZとTBZの表示があった（Table 4）。表示に対するそれぞれの防かび剤の検出率は、IMZが約95%、TBZが約92%であった（Table 2, Table 3）。南アフリカ産グレープフルーツには18検体すべてにTBZ, IMZ, PYRの表示があり、オーストラリア産オレンジには17検体中14検体にTBZ, IMZ, FLD, PYRの表示がある等、表示にある防かび剤の組み合わせは生産国ごとに一定の傾向があった。今回OPPの表示があったのはアメリカ産とトルコ産のかんきつ類のみであった（Table 4）。

アメリカ産レモンは11検体中8検体にAZX, FLD, IMZ, PRP, TBZの表示があり、アメリカ産の他のかんきつ類と比べて表示にある防かび剤の種類が多かった

（Table 4）。痕跡も含めると、検出された防かび剤の種類も多く、各防かび剤の検査を実施した検体において、表示に対する検出率は73～100%と比較的高かった（Table 2, Table 3）。レモンをはじめかんきつ類の生産が多いアメリカのカリフォルニアでは、オレンジやグレープフルーツ、タンガリンといったかんきつ類は収穫されてから市場に出るまでの貯蔵期間がそれほど長くないが、緑色で収穫されたレモンは、4か月かそれ以上貯蔵される場合がある¹⁸⁾。かんきつ類に使用される防かび剤の組み合わせは、生産国が同じであっても、かんきつ類の種類によって傾向が異なり、それには作物の貯蔵期間や貯蔵温度等が関係している可能性がある。

一方、南アフリカ産グレープフルーツのPYRやオーストラリア産オレンジのFLDやPYRは各防かび剤の検査を実施した検体において、表示に対する検出率が0～31%と比較的低かった。

表示があっても検出されない要因としては以下の2点が考えられた。①防かび剤（ポストハーベスト農薬）として使用されたが、経時による減少^{19,20)}や梱包材への移行²¹⁾等で残留量が検出可能なレベルを下回った。②耐性菌コント

Table 2. The Food Labelling about Fungicides and Fungicide Residues in Citrus Fruits and Bananas Inspected from April 2018 to March 2019

Sample	Origin Country	The Number of Sample	Part	Imazalil		Orthophenyl phenol		Thiabendazole	
				The Number of Positive ¹⁾	Range (g/kg)	The Number of Positive	Range (g/kg)	The Number of Positive	Range (g/kg)
Banana	Ecuador	2	whole	0(0)	ND ²⁾	/ ³⁾	-	0(0)	ND
			fresh	/	-	/	-	0(0)	ND
	Philippines	10	whole	0(0)	ND	/	-	0(0)	ND
			fresh	/	-	/	-	0(0)	ND
Grapefruit	South Africa	5	whole	5(5)	0.0007—0.0022	0(0)	ND	5(5)	Tr ⁴⁾ —0.002
	United States	3	whole	3(3)	Tr—0.0010	2(2)	Tr	3(3)	Tr
	Australia	2	whole	2(2)	0.0017—0.0024	0(0)	ND	2(2)	0.02
	Turkey	2	whole	2(2)	0.0028—0.0036	2(2)	Tr	2(2)	0.001—0.002
	Mexico	1	whole	1(1)	0.0007	0(0)	ND	1(1)	Tr
	United States	3	whole	1(3)	0.0028	0(0)	ND	2(3)	Tr—0.002
Lemon	Chile	3	whole	3(3)	0.0010—0.0024	0(0)	ND	1(3)	Tr
Mandarin	Australia	1	whole	1(1)	0.0014	0(0)	ND	1(1)	0.001
Orange	Australia	5	whole	5(5)	0.0009—0.0018	0(0)	ND	5(5)	Tr—0.001
	United States	4	whole	4(4)	0.0007—0.0019	0(0)	ND	4(4)	Tr—0.001

1) Including trace samples. The parenthesis mean the number of samples indicating using each fungicide.

2) ND: not detected.

3) Orthophenyl phenol was not targeted for the fungicide inspection in banana (both whole and fresh). Imazalil was not targeted for the fungicide inspection in the fresh of banana.

4) Tr: trace level(below the quantitation limit) Quantitation limit: Imazalil(banana(whole), citrus fruit) <0.0005 g/kg, Thiabendazole(banana(whole and fresh)) <0.0001 g/kg, Thiabendazole and Orthophenyl phenol(citrus fruit) <0.001 g/kg

The maximum residue level(MRL) of each fungicide in citrus fruit is 0.0050 g/kg for Imazalil and 0.010 g/kg for Orthophenyl phenol and Thiabendazole. The MRL of Thiabendazole is 0.0004 g/kg in the fresh of the banana, and 0.003 g/kg in the whole of the banana. The MRL of Imazalil is 0.0020 g/kg in the whole of the banana.

Table 3. The Food Labelling about Fungicides and Fungicide Residues in The Whole of Citrus Fruits Inspected from April 2019 to March 2021

Sample	Origin Country	The Number of Sample	Azoxystrobin		Fludioxonil		Imazalil		Orthophenyl phenol		Propiconazole		Pyrimethanil		Thiabendazole	
			The Number of Positive ¹⁾	Range (g/kg)	The Number of Positive	Range (g/kg)	The Number of Positive	Range (g/kg)	The Number of Positive	Range (g/kg)	The Number of Positive	Range (g/kg)	The Number of Positive	Range (g/kg)	The Number of Positive	Range (g/kg)
Grapefruit	South Africa	13	0(0)	ND ²⁾	0(0)	ND	13(13)	Tr ³⁾ —0.0036	0(0)	ND	0(0)	ND	4(13)	Tr—0.001	11(13)	Tr—0.003
	United States	7	0(0)	ND	0(0)	ND	7(7)	Tr—0.0023	5(5)	Tr—0.002	0(0)	ND	0(0)	ND	7(7)	Tr—0.006
	Australia	2	0(0)	ND	2(2)	Tr—0.002	2(2)	0.0014—0.0017	0(0)	ND	2(2)	Tr	0(0)	ND	2(2)	Tr
	Mexico	2	0(0)	ND	0(0)	ND	2(2)	0.0021—0.0024	0(0)	ND	0(0)	ND	0(0)	ND	2(2)	0.001
Lemon	United States	8	7(8)	Tr	8(8)	Tr—0.002	7(8)	Tr—0.0012	0(0)	ND	6(7)	Tr	1(0)	Tr	8(8)	Tr—0.002
	Chile	1	0(1)	ND	1(1)	Tr	1(1)	0.0012	0(0)	ND	0(0)	ND	0(0)	ND	1(1)	Tr
Lime	Australia	1	0(0)	ND	0(0)	ND	0(0)	ND	0(0)	ND	0(0)	ND	0(0)	ND	0(0)	ND
	Mexico	1	0(0)	ND	0(0)	ND	1(1)	Tr	0(0)	ND	0(0)	ND	0(0)	ND	1(1)	Tr
Orange	Australia	12	0(0)	ND	2(12)	Tr—0.001	12(12)	0.0008—0.0021	0(0)	ND	0(3)	ND	0(12)	ND	11(12)	Tr—0.002
	United States	8	0(0)	ND	0(0)	ND	8(8)	0.0008—0.0024	0(1)	ND	0(0)	ND	0(0)	ND	8(8)	Tr—0.002
Oroblanco	South Africa	1	0(0)	ND	0(0)	ND	0(1)	ND	0(0)	ND	0(0)	ND	0(1)	ND	0(1)	ND
	United States	1	0(0)	ND	0(0)	ND	1(1)	0.001	0(0)	ND	0(0)	ND	0(0)	ND	1(1)	Tr

1) Including trace samples. The parenthesis mean the number of samples indicating using each fungicide.

2) ND: not detected.

3) Tr: trace level(below the quantitation limit) Quantitation limit: Imazalil <0.0005 g/kg; Propiconazole <0.0008 g/kg; Azoxystrobin, Fludioxonil, Orthophenyl phenol, Pyrimethanil and Thiabendazole <0.001 g/kg

The maximum residue level(MRL) of each fungicide in citrus fruits is 0.0050 g/kg for Imazalil, 0.008 g/kg for Propiconazole, and 0.010 g/kg for Azoxystrobin, Fludioxonil, Orthophenyl phenol, Pyrimethanil and Thiabendazole.

Table 4. The Pattern of Fungicides Combination on Food Labelling of Samples Inspected from April 2018 to March 2021

Food Labelling about Fungicides	Banana		Grapefruit					Mandarin	Lemon		Lime		Orange			Oroblanco
	E ¹⁾	P	A	M	SA	T	US	A	C	US	A	M	A	SA	US	US
No Indication	2	10	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
IMZ ²⁾ , TBZ	-	-	2	3	-	-	3	1	-	-	-	1	-	-	11	1
IMZ, TBZ, FLD	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
IMZ, TBZ, FLD, PRP	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IMZ, TBZ, FLD, PYR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-	-
IMZ, TBZ, FLD, PRP, PYR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
IMZ, TBZ, FLD, AZX	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-
IMZ, TBZ, FLD, AZX, PRP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-
IMZ, TBZ, OPP	-	-	-	-	-	2	7	-	-	-	-	-	-	-	1	-
IMZ, TBZ, PYR	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Total	2	10	4	3	18	2	10	1	4	11	1	1	17	1	12	1

1) Abbreviations for Countries are A: Australia, C: Chile, E: Ecuador, M: Mexico, P: Philippines, SA: South Africa, T: Turkey, US: United States

2) Abbreviations for Fungicides are AZX: Azoxystrobin, IMZ: Imazalil, FLD: Fludioxonil, OPP: Orthophenyl phenol, PRP: Propiconazole, PYR: Pyrimethanil, TBZ: Thiabendazole

The numbers in the table shows the number of samples.

Table 5. The Comparison of EDI and ADI of Fungicides at Maximum Amount of Fungicide Detected

Fungicide	Residues (g/kg)	EDI ¹⁾ (μg/kg bw/day)	ADI ²⁾ (mg/kg bw/day)	EDI/ADI(%)
Fludioxonil	0.002	0.78	0.33	0.2
Imazalil	0.0036	1.40	0.025	5.6
Orthophenyl phenol	0.002	0.78	0.4	0.2
Pyrimethanil	0.001	0.39	0.17	0.2
Thiabendazole	0.006	2.34	0.1	2.3

1) EDI: Estimated daily intake

2) ADI: Acceptable daily intake

ロールのための防かび剤のローテーションプログラムにより、時期によっては使用されない防かび剤も含めて、使用する可能性がある防かび剤のすべてを、一律にパッケージに記載している。

以上2点については今後も実態調査を通じて、考察を行う予定である。

4. 推定一日摂取量と一日摂取許容量との比較

各防かび剤の最も値が大きかった検出量について、体重1 kgあたりの推定一日摂取量（EDI）を算出し、一日摂取許容量（ADI）との比較をTable 5にまとめた。かんきつ類の一人あたり1日摂取量は「令和元年国民健康・栄養調査」に基づき、19.5 gとし、日本人の平均体重を50 kgと仮定して計算した。なお、AZXとPRPは定量下限値以上を検出したものがなかったため、対象外とした。

FLD, IMZ, OPP, PYR, TBZのEDI/ADI比は、0.2～5.6%と十分に低い値であった。このため、洗浄せず皮ごと食べたとしても安全性に問題はないと考えられる。今回調査した防かび剤のうちAZX, IMZ, FLD, OPP, TBZは皮に偏在することが報告されているため^{2,4)}、果皮を除去して食べれば、防かび剤の摂取量をかなり抑えられると考えられる。

ま と め

今回調査した検体はすべて食品衛生法上の基準を満たしていた。今回の調査結果から防かび剤は一つの作物に複数同時使用されることが多く、使用される防かび剤の種類や組み合わせは生産国やかんきつ類の種類により傾向が異なることがわかった。食品安全行政を遂行していくために、今後も防かび剤の適正使用について、継続的に監視していく必要がある。また、近年日本で使用が認められたFLD, AZX, PYR, PRPといった新たな防かび剤は、かんきつ類の他に様々な果実に使用できるため、今後はこれらの使用対象の果実についても調査を広げていく必要がある。

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

- 1) 石川順子, 安永 恵, 氏家あけみ, 他: 香川県環境保健研究センター所報, **8**, 147-152, 2009.
- 2) 田中章男, 秋山佳代, 進士ひとみ, 他: 国際学院埼玉短期大学研究紀要, **34**, 21-29, 2013.
- 3) 福井直樹, 北川陽子, 高取 聡, 他: 大阪健康安全基盤研究年報, **1**, 41-46, 2017.
- 4) 南谷臣昭, 廣澤智子, 上保美奈, 他: 岐阜県保健環境研究年報, **27**, 1-14, 2019.
- 5) 岩越景子, 田村康宏, 大塚健治, 他: 食品衛生学雑

- 誌, **55**, 254-260, 2014.
- 6) 日本食品衛生協会：第2版食品中の食品添加物分析法
2000, 80-87, 2000, 壮光舎印刷, 東京.
- 7) 厚生労働省医薬・生活衛生局食品基準審査課長, 厚生
労働省医薬・生活衛生局食品監視安全課長：薬生食基
発0624第1号, 薬生食監発0624第1号, 「食品中の食品
添加物分析法」の改正について（通知）, 令和3年6月
24日.
- 8) 小鍛冶好恵, 大塚健治, 富澤早苗, 他：東京健康安研
セ年報, **66**, 205-216, 2015.
- 9) 相澤正樹, 大塚健治, 富澤早苗, 他：東京健康安研セ
年報, **67**, 211-221, 2016.
- 10) 吉川聡一, 大塚健治, 富澤早苗, 他：東京健康安研セ
年報, **68**, 183-194, 2017.
- 11) 増田諒子, 大塚健治, 富澤早苗, 他：東京健康安研セ
年報, **65**, 181-189, 2014.
- 12) 富澤早苗, 増淵珠子, 上条恭子, 他：東京健康安研セ
年報, **69**, 171-180, 2018.
- 13) Homes, G.J., Eckert, J.W.: *Phytopathology.*, **89**, 716-721,
1999.
- 14) Erasmus A., Lennox C.L., Korsten L., *et al.*: *Postharvest
Biol. Technol.*, **107**, 66-76, 2015.
- 15) Kanetis, L., Förster, H., Adaskaveg, J.E: *Plant Dis.*, **91**,
1502-1511, 2007.
- 16) Kinay, P., Mansour, M.F., Mlikota, F., *et al.*: *Crop
Protection*, **26**, 647-656, 2007.
- 17) Smilanick, J. L., Michael, I. F., Mansour, M. F., *et al.*: *Plant
Dis.*, **81**, 1299-1304, 1997.
- 18) Eckert, J.W., Eaks, I.L.: *The Citrus Industry*, Volume V,
180-260, 1989, Division of Agriculture and Natural
Resources University of California, Oakland.
- 19) Schirra, M., D'aquino, S., Palma, A., *et al.*: *J. Agric. Food
Chem.*, **53**, 6718-6724, 2005.
- 20) D'aquino, S., Schirra, M., Palma, A., *et al.*: *J. Agric. Food
Chem.*, **54**, 4721-4726, 2006.
- 21) 岩越景子, 高野伊知郎, 小林麻紀, 他：食品衛生学雑
誌, **50**, 223-229, 2009.

Survey of Fungicide Residues in Bananas and Citrus Fruits (April 2018 –March 2021)Asa OSUGA^a, Keiko IWAKOSHI^a, Hiroyuki MIYAKAWA^a and Chigusa KOBAYASHI^a

Fungicide residues were investigated in 12 imported banana samples and 86 imported citrus fruit samples obtained from local markets in Tokyo between April 2018 and March 2020. The citrus fruit samples included five species: grapefruits, oranges, lemons, limes, and oroblanco. There was no indication of the use of fungicides on the banana samples, and no fungicides were detected in the banana samples. Other than one lime sample, all of the citrus fruit samples were sold indicating the use of two or more fungicides; in many cases, not all the indicated fungicides were detected. The fungicides detected over the quantification limit were imazalil, orthophenyl phenol, fludioxonil, thiabendazole, and pyrimethanil; their concentrations ranged between 0.0005 and 0.006 g/kg. In addition, trace amounts (below the quantitation limits) of all the fungicides targeted in this survey were detected. The fungicide residues in all the samples were compliant with the Food Sanitation Law of Japan. The estimated daily intake (EDI) of each detected fungicide was calculated and compared with the acceptable daily intake (ADI). The EDI/ADI ratios were in the range 0.2 to 5.6%, suggesting that the fungicides were used in a safe range.

Keywords: fungicide, food additive, post-harvest pesticide, banana, citrus fruit, acceptable daily intake (ADI)

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