

【資料】

GC-MS/MS を用いた野菜類及び果実類中の残留農薬の実態調査

Survey of Pesticide Residues in Vegetables and Fruits by GC-MS/MS

藤本佳恵, 難波順子, 金子英史, 木下浩行, 繁田典子

FUJIMOTO Kae, NAMBA Junko, KANEKO Hidefumi, KINOSHITA Hiroyuki, SHIGETA Noriko

要 旨

令和元年度から令和6年度に実施したGC-MS/MSを用いた残留農薬の実態調査において、検査した農産物の種類及び農産物別の農薬検出状況を取りまとめた。その結果、779検体(野菜類617検体、果実類162検体)のうち、23種類の農産物、131検体から延べ167件の農薬が検出されたが、全て残留基準値以下であった。検査した農産物は、約8割が県内産であったが、野菜類では、農薬使用時期が収穫直近である可能性の高いものや、より農薬が内部に残留しやすい形状をしたものの農薬検出率が高かった。また、果実類では、検査部位が果皮を含むものの検出率が高かった。29検体から複数種の農薬が検出されたが、特にりんごはその率が高く(9/17検体)、栽培に多種多様な農薬が使用されていることが示唆された。なお、検出値は基準値の10%以下となったものが93%(155/167件)を占めていた。

[キーワード：残留農薬、一斉分析法、実態調査、ガスクロマトグラフ質量分析計]

[Key words: Pesticide Residues, Simultaneous Determination, Survey, GC-MS/MS]

1 はじめに

農薬は農産物を安価に安定して生産するために、必要な範囲で使用されることが重要であり、不適切な使用等により農産物中に残留する農薬が人の健康に害を及ぼすことがないように、食品衛生法により農産物ごとに残留基準が設定されている。また、農薬が基準を超えて残留することのないよう、残留基準に沿って、農薬取締法により使用基準が設定されている。しかし、農薬の不適正使用や農薬散布に伴う周辺への飛散などが懸念されるため、流通時の残留農薬の監視や検査が必要とされている。そこで、岡山県においては、岡山県食の安全・食育推進計画に基づき、県内に流通している食品の安全性を確保するため、農産物の残留農薬の実態調査を実施している。

今回、令和元年度から令和6年度までにGC-MS/MSを用いて実施した残留農薬の実態調査結果を取りまとめたところ、若干の知見を得たので報告する。

2 方法

2.1 試料

令和元年度から令和6年度までに県保健所管轄内で収去された野菜類及び果実類の年間105～135検体、合計779検体(野菜類617検体、果実類162検体)を試料とした。

2.2 標準品及び試薬

農薬標準品、その他の試薬：既報¹⁾のとおり

2.3 装置及び条件

装置：ガスクロマトグラフ質量分析計(GC-MS/MS)
Agilent 7010B, Agilent 7890B

GC-MS/MS 測定条件

カラム：Agilent 製 VF-5MS 30 m × 0.25 mm 膜厚
0.25 μm

カラム温度：70℃(2分)→25℃/分→150℃(0分)
→3℃/分→200℃→8℃/分→310℃(15分)

注入口温度：250℃

注入量：2 μL(パルスドスプリットレス)

イオン化法：EI(+)イオン化エネルギー：70 eV

インターフェース温度：300℃

イオン源温度：280℃、四重極温度：150℃

流量：キャリアーガス ヘリウム 定流量 1.1～1.4
mL/min

測定イオンモード：multiple reaction monitoring
法(以下「MRM法」という。)

MRM法測定条件：既報¹⁾のとおり

2.4 定量

各農薬標準液をアセトン及びヘキサン(1:1)混液で適宜希釈し、検量線用の1, 2, 4, 10, 20, 40 ng/mLの混合標準液を作成した。混合標準液又は試験溶液2 μLと共に疑似マトリックス0.5 μLを、サンドイッチ注入機能を用いてGC-MS/MSに注入し、濃度とピーク面積から絶対検量線で定量した。

2.5 試験溶液調製法

既報¹⁾のとおり抽出精製を行い、GC-MS/MS測定用試験溶液とした溶液100 µLを正確に分取してアセトン及びヘキサン(1:1)混液で正確に1 mLに定容してGC-MS/MS測定用試験溶液とした。

2.6 検査対象農薬

検査対象農薬を表1に示す。野菜類は184項目、果実類は186項目の検査を実施している。なお、果実類については、国際的な規格基準と検査部位の整合性を取るため、「食品、添加物等の規格基準の一部を改正する件について」(令和元年9月20日付け生食発第0920第2号)(以下「令和元年9月20日付け基準値改正通知」という。)が発出され、果皮等を除去したものが検査部位とされていた果実類である、すいか、メロン類果実、まくわうり、みかん、びわ、もも及びキウイにおいて、一部の農薬の検査部位が果皮を含む果実全体に変更された。これにより、これらの果実類については、農薬によって2種類の検査部位が混在することとなったため、本県では、果皮を含む基準値が設定された農薬については果皮を含む検体の検査を、果皮を含む基準値が設定されていない農薬については果皮を除く検体の検査をそれぞれ行っている。

3 結果及び考察

3.1 農産物別の検体数

試料(779検体)を食品分類表²⁾に基づいて農産物別に分類した検体数及び産地の内訳を表2に示す。野菜類の検体数が全体の約8割を占めており、その中でもなすの検体数が突出して多かった。なすは、岡山県野菜農業振興計画³⁾において、振興品目の重点品目に位置づけられており、野菜類の中では、農産物産出額⁴⁾がトマトに続いて2番目に多い。また、なす以外の検体数上位の野菜も県の特産品であり、振興品目に位置づけられた野菜も多数含まれていた。果実類では、ぶどう、ももの検体数が多かったが、野菜類と同様に特産品であり、また、県として振興している果樹⁵⁾である。

検査した農産物を産地別に見ると、県内産の割合が約8割、県外産が約2割であり、国外産は6年間で2検体のみであった。県内産の検査割合が非常に多く、より地域の食の安全に寄与する検査となっていた。

3.2 農産物別の農薬検出状況

農薬が検出された農産物について、農産物別の農薬検出率(農産物別の検体数に対する検出検体数の割合)、検出検体数及び検出農薬数等を検出率の高い順に並べた結

果を表3に示す。また、農産物別の農薬検出率を図1に示す。23種類の農産物、131検体から農薬が延べ167件検出されたが、全て残留基準値以下の濃度であった。

3.2.1 野菜類の農薬検出状況の特徴

1農産物当たり5検体以上検査を実施し、検出率が最も高かった農産物は、ピーマン(40%)であった。野菜類の中で果実又は種実部位を食用とする果菜類の代表であるピーマン、きゅうり、なす及びトマトから検出された農薬は、全てが収穫前日まで使用可能なものであった。果菜類は、成長した個体を順次収穫していく農産物であることから、収穫期間中にも病害虫の予防や駆除を行う必要性が高く、収穫直近まで使用されていた農薬が検出されたと考えられた。

また、主に葉の部位を食用とする葉菜類の中で、葉が重なり合い球状になる性質を持つ結球野菜であるはくさい及びキャベツ(レタスは結球型と非結球型が混在しているため除く)の検出率を比較すると、はくさいが36%であるのに対して、キャベツが6%と両者には大きな差があった。調査期間と検査項目は異なるが、既報⁶⁾のLC-MS/MSを用いて実施した残留農薬の実態調査においても、農薬検出数はキャベツ(3件、3検体)に対して、はくさい(18件、13検体)が非常に多かった。これらの農薬検出率を算出したところ、キャベツが4.7%(3/64検体)、はくさいが48%(13/27検体)と、今回のGC-MS/MSの結果と同様に検出率に大きな差があった。いずれの検体も検査部位は外側変質葉及び芯を除去したものであるが、はくさいは、キャベツより葉の重なりが少ない構造をしているため、散布された農薬がより内部に残留しやすい可能性があると考えられた。

3.2.2 果実類の農薬検出状況の特徴

1農産物当たり5検体以上検査を実施し、検出率が40%以上だった果実類は、りんご(88%)、日本なし(57%)及びぶどう(45%)の3種類であった。これらの検査部位は、果梗を除去したのみであり、検体に農薬が直接散布される可能性が高い果皮を含むことが、農薬検出率が高くなった要因と考えられた。

一方、5検体以上検査を実施した果実類の中でも、果皮を除く検体と果皮を含む検体の2種類の検査を実施しているみかん及びももの農薬検出率はそれぞれ20%及び3%と、ももの方が低かった。どちらの農産物も、農薬が検出された検体は全て果皮を含んでいたが、その割合はみかん50%に対しももは25%と低く、このことが農薬検出率に影響したと考えられる(図2)。これらの農産物は、従来、全ての農薬の検査部位が果皮を除去

表1 検査対象農薬

野菜類		果実類	
番号	項目名	番号	項目名
1	BHC	1	BHC
2	γ-BHC(リンデン)	2	γ-BHC(リンデン)
3	DDT	3	DDT
4	EPN	4	EPN
5	XMC	5	XMC
6	アクリナトリン	6	アクリナトリン
7	アザヨナゾール	7	アザヨナゾール
8	アジンホスメチル	8	アジンホスメチル
9	アセトクロール	9	アセトクロール
10	アトラジン	10	アトラジン
11	アニロホス	11	アニロホス
12	アメトリン	12	アメトリン
13	アラクロー	13	アラクロー
14	イサゾホス	14	イサゾホス
15	イソキサチオン	15	イソキサチオン
16	イソフェンホス	16	イソフェンホス
17	イソプロカルブ	17	イソプロカルブ
18	イソプロチオラン	18	イソプロチオラン
19	イプロベンホス	19	イプロベンホス
20	イマザメタベンズメチルエステル	20	イマザメタベンズメチルエステル
21	エスプロカルブ	21	エスプロカルブ
22	エタルフルラリン	22	エタルフルラリン
23	エチオン	23	エチオン
24	エチフェンホス	24	エチフェンホス
25	エトキサゾール	25	エトキサゾール
26	エトフェンプロックス	26	エトフェンプロックス
27	エトフェメート	27	エトフェメート
28	エトプロホス	28	エトプロホス
29	エボキシコナゾール	29	エボキシコナゾール
30	エンドスルファン	30	エンドスルファン
31	オキサジアゾン	31	オキサジアゾン
32	オキサジキシル	32	オキサジキシル
33	オキシフルオルフェン	33	オキシフルオルフェン
34	カズサホス	34	カズサホス
35	カフェンストロール	35	カフェンストロール
36	カルフェントラゾンエチル	36	カルフェントラゾンエチル
37	カルボフラン	37	カルボフラン
38	キナルホス	38	キナルホス
39	キノキシフェン	39	キノキシフェン
40	キノクラミン	40	キノクラミン
41	キントゼン	41	キントゼン
42	クレソキシムメチル	42	クレソキシムメチル
43	クロマゾン	43	クロマゾン
44	クロルタルジメチル	44	クロルタルジメチル
45	クロルピリホス	45	クロルピリホス
46	クロルピリホスメチル	46	クロルピリホスメチル
47	クロルフェナビル	47	クロルフェナビル
48	クロルフェンゾ	48	クロルフェンゾ
49	クロルフェンビンホス	49	クロルフェンビンホス
50	クロルプロファミ	50	クロルプロファミ
51	クロルペンシド	51	クロルペンシド
52	クロルベンジレート	52	クロルベンジレート
53	シアナジン	53	シアナジン
54	シアノホス	54	シアノホス
55	ジエトフェンカルブ	55	ジエトフェンカルブ
56	ジクロシメット	56	ジクロシメット
57	ジクロフェンチオン	57	ジクロフェンチオン
58	ジクロホップメチル	58	ジクロホップメチル
59	ジクロラン	59	ジクロラン
60	シニドエチル	60	シニドエチル
61	シハロトリン	61	シハロトリン
62	シハロホップブチル	62	シハロホップブチル
63	ジフェナミド	63	ジフェナミド
64	シフルトリン	64	シフルトリン
65	シフルフェンカン	65	シフルフェンカン
66	シプロコナゾール	66	シプロコナゾール
67	シマジ	67	シマジ
68	ジメタメトリン	68	ジメタメトリン
69	ジメテナミド	69	ジメテナミド
70	ジメトエート	70	ジメトエート
71	シメトリン	71	シメトリン
72	ジメピレート	72	ジメピレート
73	スピロキサミン	73	スピロキサミン
74	スピロジクロフェン	74	スピロジクロフェン
75	ソキサミド	75	ソキサミド
76	ターバシル	76	ターバシル
77	ダイアジ	77	ダイアジ
78	チオベンカルブ	78	チオベンカルブ
79	テトラコナゾール	79	テトラコナゾール
80	テトラジホ	80	テトラジホ
81	テニルクロール	81	テニルクロール
82	テプロナゾール	82	テプロナゾール
83	テブフェンピラド	83	テブフェンピラド
84	テルトリン	84	テルトリン
85	デルタメトリン及びトラロメトリン	85	デルタメトリン及びトラロメトリン
86	テルブトリン	86	テルブトリン
87	トリアジメノール	87	トリアジメノール
88	トリアジメホ	88	トリアジメホ
89	トリアゾホス	89	トリアゾホス
90	トリアレート	90	トリアレート
91	トリシクラーゾール	91	トリシクラーゾール
92	トリブホス	92	トリブホス
93	トリフルラリン	93	トリフルラリン
94	トリプロキシストロビン	94	トリプロキシストロビン
95	トルクロホスメチル	95	トルクロホスメチル
96	2-(1-ナフチル)アセタミド	96	2-(1-ナフチル)アセタミド
97	ナプロバミド	97	ナプロバミド
98	ニトロタールイソプロピル	98	ニトロタールイソプロピル
99	フルフルラジン	99	フルフルラジン
100	バクプロトラゾール	100	バクプロトラゾール
101	バラチオンメチル	101	バラチオンメチル
102	ピコリナフェン	102	ピコリナフェン
103	ピフェントリン	103	ピフェントリン
104	ピベロホス	104	ピベロホス
105	ピラクロホス	105	ピラクロホス
106	ピラゾホス	106	ピラゾホス
107	ピリダフェンチオン	107	ピリダフェンチオン
108	ピリダベン	108	ピリダベン
109	ピリフェノックス	109	ピリフェノックス
110	ピリプロカルブ	110	ピリプロカルブ
111	ピリミノバックメチル	111	ピリミノバックメチル
112	ピリミホスメチル	112	ピリミホスメチル
113	ピリメタニル	113	ピリメタニル
114	ピロキロン	114	ピロキロン
115	ピンクローリン	115	ピンクローリン
116	フェナリモル	116	フェナリモル
117	フェニトリン	117	フェニトリン
118	フェニトリン	118	フェニトリン
119	フェノキサニル	119	フェノキサニル
120	フェノチオカルブ	120	フェノチオカルブ
121	フェノトリン	121	フェノトリン
122	フェンアミド	122	フェンアミド
123	フェンクローホス	123	フェンクローホス
124	フェンシルホチオン	124	フェンシルホチオン
125	フェントエート	125	フェントエート
126	フェンバレー	126	フェンバレー
127	フェンバレー	127	フェンバレー
128	フェンプロピモル	128	フェンプロピモル
129	フサライド	129	フサライド
130	フタクロール	130	フタクロール
131	フタミホス	131	フタミホス
132	フタリメート	132	フタリメート
133	フタロフェン	133	フタロフェン
134	フタロプロップメチル	134	フタロプロップメチル
135	フルアクリリム	135	フルアクリリム
136	フルキコナゾール	136	フルキコナゾール
137	フルシトリネート	137	フルシトリネート
138	フルトラン	138	フルトラン
139	フルトリアホール	139	フルトリアホール
140	フルバリネート	140	フルバリネート
141	フルフェンビエチル	141	フルフェンビエチル
142	フルミオキサジン	142	フルミオキサジン
143	フルミクロラックベンチル	143	フルミクロラックベンチル
144	プロシメト	144	プロシメト
145	プロバクロー	145	プロバクロー
146	プロバジン	146	プロバジン
147	プロバニル	147	プロバニル
148	プロバホス	148	プロバホス
149	プロバルギット	149	プロバルギット
150	プロビコナゾール	150	プロビコナゾール
151	プロビザミド	151	プロビザミド
152	プロビドホップメチル	152	プロビドホップメチル
153	プロフェノホス	153	プロフェノホス
154	プロホキシル	154	プロホキシル
155	プロマシル	155	プロマシル
156	プロメトリン	156	プロメトリン
157	プロモプロピレート	157	プロモプロピレート
158	プロモホス	158	プロモホス
159	プロモホスエチル	159	プロモホスエチル
160	ヘキサコナゾール	160	ヘキサコナゾール
161	ヘキサジン	161	ヘキサジン
162	ヘキサキシル	162	ヘキサキシル
163	ヘキサコール	163	ヘキサコール
164	ヘフタクロ	164	ヘフタクロ
165	ベンコナゾール	165	ベンコナゾール
166	ベンディメタリン	166	ベンディメタリン
167	ベンフルラリン	167	ベンフルラリン
168	ベンフレセート	168	ベンフレセート
169	ホスチアゼート	169	ホスチアゼート
170	ホスファミン	170	ホスファミン
171	ホスメット	171	ホスメット
172	ホルモチオン	172	ホルモチオン
173	ホレート	173	ホレート
174	マラチオン	174	マラチオン
175	マイクロタニル	175	マイクロタニル
176	メカルバム	176	メカルバム
177	メタラキシル及びメフェノキサム	177	メタラキシル及びメフェノキサム
178	メチダチオン	178	メチダチオン
179	メキシクロール	179	メキシクロール
180	メトラクロー	180	メトラクロー
181	メビホス	181	メビホス
182	メフェナセ	182	メフェナセ
183	メフェンビルジエチル	183	メフェンビルジエチル
184	メブロニル	184	メブロニル
185	モノクロホス	185	モノクロホス
186	レナシル	186	レナシル

定量限界:全項目 0.01 ppm

表2 農産物別の検体数及び産地の内訳

農産物名	検体数	産地の内訳 ^{※1}		
		県内産	県外産	国外産
なす	122	117 (96)	5 (4)	0 (0)
きゅうり	60	52 (87)	8 (13)	0 (0)
トマト	57	50 (88)	7 (12)	0 (0)
キャベツ	54	25 (46)	29 (54)	0 (0)
ぶどう	53	53 (100)	0 (0)	0 (0)
かぼちゃ	44	39 (89)	4 (9)	1 (2)
だいこん類の根	43	34 (79)	9 (21)	0 (0)
もも	36	36 (100)	0 (0)	0 (0)
アスパラガス	32	32 (100)	0 (0)	0 (0)
たまねぎ	32	27 (84)	5 (16)	0 (0)
はくさい	22	5 (23)	17 (77)	0 (0)
レタス	21	9 (43)	12 (57)	0 (0)
ピーマン	20	18 (90)	2 (10)	0 (0)
りんご	17	14 (82)	3 (18)	0 (0)
ばれいしょ	16	12 (75)	4 (25)	0 (0)
その他のうり科野菜	12	12 (100)	0 (0)	0 (0)
にんじん	12	4 (33)	8 (67)	0 (0)
ねぎ	11	10 (91)	1 (9)	0 (0)
すいか	10	8 (80)	2 (20)	0 (0)
みかん	10	4 (40)	6 (60)	0 (0)
ブロッコリー	9	3 (33)	6 (67)	0 (0)
かんしょ	8	6 (75)	2 (25)	0 (0)
かき	7	6 (86)	1 (14)	0 (0)
日本なし	7	7 (100)	0 (0)	0 (0)
こまつな	5	1 (20)	4 (80)	0 (0)
さといも類	5	5 (100)	0 (0)	0 (0)
えだまめ	4	4 (100)	0 (0)	0 (0)
キウイ	4	4 (100)	0 (0)	0 (0)
しょうが	4	4 (100)	0 (0)	0 (0)
その他のなす科野菜	4	4 (100)	0 (0)	0 (0)
うめ	3	3 (100)	0 (0)	0 (0)
かぶ類の根	3	3 (100)	0 (0)	0 (0)
メロン類果実	3	1 (33)	2 (67)	0 (0)
レモン	3	3 (100)	0 (0)	0 (0)
ごぼう	2	2 (100)	0 (0)	0 (0)
ずもも	2	2 (100)	0 (0)	0 (0)
その他の野菜	2	2 (100)	0 (0)	0 (0)
なつみかん	2	2 (100)	0 (0)	0 (0)
なつみかんの果実全体	2	2 (100)	0 (0)	0 (0)
ほうれんそう	2	0 (0)	2 (100)	0 (0)
やまいも	2	0 (0)	2 (100)	0 (0)
未成熟えんどう	2	2 (100)	0 (0)	0 (0)
いちご	1	1 (100)	0 (0)	0 (0)
おくら	1	1 (100)	0 (0)	0 (0)
カリフラワー	1	1 (100)	0 (0)	0 (0)
しろうり	1	1 (100)	0 (0)	0 (0)
その他のきのこ類	1	0 (0)	1 (100)	0 (0)
その他のきく科野菜	1	1 (100)	0 (0)	0 (0)
その他の果実	1	0 (0)	1 (100)	0 (0)
たけのこ	1	1 (100)	0 (0)	0 (0)
チンゲンサイ	1	0 (0)	1 (100)	0 (0)
パイナップル	1	0 (0)	0 (0)	1 (100)
野菜類	617	487 (79)	129 (21)	1 (0)
果実類	162	146 (90)	15 (9)	1 (1)
合計 ^{※2}	779	633 (81)	144 (18)	2 (0)

※1 カッコ内に百分率を示す
 ※2 四捨五入により、百分率の合計が100にならない

野菜類 果実類

したものであったが、令和元年9月20日付け基準値改正通知以降、一部の農薬の検査部位が、農薬の残留しやすい果皮を含む果実全体に変更されている。しかし、現在、果皮を含む果実全体の基準値が設定された農薬は少なく、基準値が設定されていない農薬については、検査結果の適否を判断できないため、検査対象外として扱うことになる。令和元年度～令和6年度にも、みかんやもも等の果皮を含む検体から、適否を判断できなかった農薬が9件(6検体)検出されていることから、食の安全を確保するためにも、果皮を含む検体への早急な基準値の設定が望まれる。

3.2.3 LC-MS/MSの農薬検出状況を踏まえたGC-MS/MSの農薬不検出農産物の特徴

5検体以上検査を実施し、農薬不検出(検出値が定量限界未満)だった農作物を表4に示す。かぼちゃは44検体、たまねぎは32検体、ばれいしょは16検体を検査したが、いずれも農薬は検出されなかった。しかし、既報⁶⁾のLC-MS/MSの結果では、今回使用したGC-MS/MSで農薬が不検出だったかぼちゃとブロッコリーから農薬が検出されている。このように、分析機器の特性によって検出可能な農薬が異なっていたことから、より正確な農薬の残留状況の把握には、これらの分析機器を適切に使い分ける必要があると考える。

一方、根菜類のたまねぎ、ばれいしょ、にんじん、かんしょ等は、LC-MS/MSからも農薬が検出されておらず、同じ根菜類であるだいこん類の根の農薬検出率も低かった。これは、土の中で育つ根菜類は、可食部や皮に農薬が直接付着する可能性が低いためであると考えられた。

3.3 農薬別の検出状況

農薬別検出結果を表5に示す。検出検体数が多かった農薬は、テブコナゾール(殺菌剤、32検体)、クロルフェナピル(殺虫剤、23検体)、エトフェンプロックス(殺虫剤、14検体)、クレソキシムメチル(殺菌剤、14検体)、ペルメトリン(殺虫剤、14検体)であり、この5農薬で97検体と約6割を占めていた。

用途別では、殺虫剤が19種類、殺菌剤が8種類、除草剤が1種類検出された。除草剤として唯一検出されたプロピザミドは、定植前後に土壌に散布されるものであることから、土壌中に残留していたものがレタスの検査部位に移行したと考えられた。

また、フェノトリンは、検出された農薬の中で唯一、農薬取締法の登録外農薬であった。フェノトリンは、医療用医薬品としてヒト用の疥癬治療薬にも含まれている

表3 農産物別の農薬検出状況

農産物名	検査部位	検体数	検出 検体数	検出率 ^{※1} (%)	検出 農薬数	残留基準値 超過数	農薬名(検出数) ^{※2}
レモン	果実全体	3	3	100	6	0	クレソキシムメチル(3) エトキサゾール(1) ビリダベン(2)
りんご	果梗を除去したもの	17	15	88	27	0	テブコナゾール(6) フェンプロバトリン(5) クロルフェナビル(3) スピロジクロフェン(3) ビフェントリン(3) クレソキシムメチル(2) シベルメトリン(2) プロパルギット(2) クロルピリホス(1)
日本なし	果梗を除去したもの	7	4	57	6	0	クロルフェナビル(2) テブコナゾール(2) フェンプロバトリン(2)
えだまめ	花梗を除去したもの	4	2	50	3	0	エトフェンプロックス(2) フェントロチオン(1)
その他の野菜	可食部	2	1	50	1	0	ダイアジノン(1)
なつみかんの果実全体	果実全体	2	1	50	1	0	メチダチオン(1)
やまいも	泥を水で軽く洗い落とししたもの	2	1	50	1	0	メタラキシル及びメフェノキサム(1)
ぶどう	果梗を除去したもの	53	24	45	31	0	テブコナゾール(23) クレソキシムメチル(4) エトキサゾール(2) クロルフェナビル(1) テブフェンピラド(1)
ピーマン	へたを除去したもの	20	8	40	9	0	ベルメトリン(4) エトフェンプロックス(2) クロルフェナビル(1) プロシムド(1) ミクロブタニル(1)
はくさい	外側変質葉及びしんを除去したもの4個をそれぞれ4等分し、各々から1等分を集めたもの	22	8	36	9	0	フェンパレレート(5) クロルフェナビル(2) メタラキシル及びメフェノキサム(2)
かぶ類の根	泥を水で軽く洗い落とししたもの	3	1	33	1	0	ベルメトリン(1)
メロン類果実 ^{※3}	果皮を除去したもの、果実全体	3	1	33	1	0	プロシムド(1)
かき	へた及び種子を除去したもの	7	2	29	2	0	エトフェンプロックス(1) シベルメトリン(1)
きゅうり	つるを除去したもの	60	12	20	12	0	プロシムド(4) クロルフェナビル(3) エトフェンプロックス(1) クレソキシムメチル(1) ジェトフェンカルブ(1) ベルメトリン(1) メタラキシル及びメフェノキサム(1)
みかん ^{※3}	外果皮を除去したもの、果実全体	10	2	20	2	0	テブコナゾール(1) ビフェントリン(1)
なす	へたを除去したもの	122	23	19	27	0	クロルフェナビル(9) エトフェンプロックス(5) ベルメトリン(5) クレソキシムメチル(3) プロシムド(2) エトキサゾール(1) プロフェジン(1) マラチオン(1)
ねぎ	外皮及びひげ根を除去したもの	11	2	18	2	0	クロルフェナビル(1) ベルメトリン(1)
トマト	へたを除去したもの	57	10	18	14	0	ジェトフェンカルブ(3) プロフェジン(3) エトフェンプロックス(2) ミクロブタニル(2) メタラキシル及びメフェノキサム(2) フェントロチオン(1) ベルメトリン(1)
アスパラガス	茎	32	4	13	4	0	ミクロブタニル(2) クレソキシムメチル(1) フェントリン(1)
キャベツ	外側変質葉及びしんを除去したもの4個をそれぞれ4等分し、各々から1等分を集めたもの	54	3	6	4	0	トルクロホスメチル(2) クロルフェナビル(1) フルトラニル(1)
レタス	外側変質葉及びしんを除去したもの	21	1	5	1	0	プロビザミド(1)
だいこん類の根	泥を水で軽く洗い落とししたもの	43	2	5	2	0	エトフェンプロックス(1) ベルメトリン(1)
もも ^{※3}	果皮及び種子を除去したもの、果実全体	36	1	3	1	0	クロルピリホス(1)
野菜類		617 ^{※4}	78	13	90	0	
果実類		162 ^{※4}	53	33	77	0	
合計		779 ^{※4}	131	17	167	0	

※1 農産物別の検体数に対する検出検体数の割合
 ※2 下線は収穫前日まで使用可能な農薬(一部、使用時期が複数設定された農薬を含む)
 ※3 一部の農薬の検査部位が果皮を含む果実全体に変更されている
 ※4 農薬不検出の農産物の検査数を含む

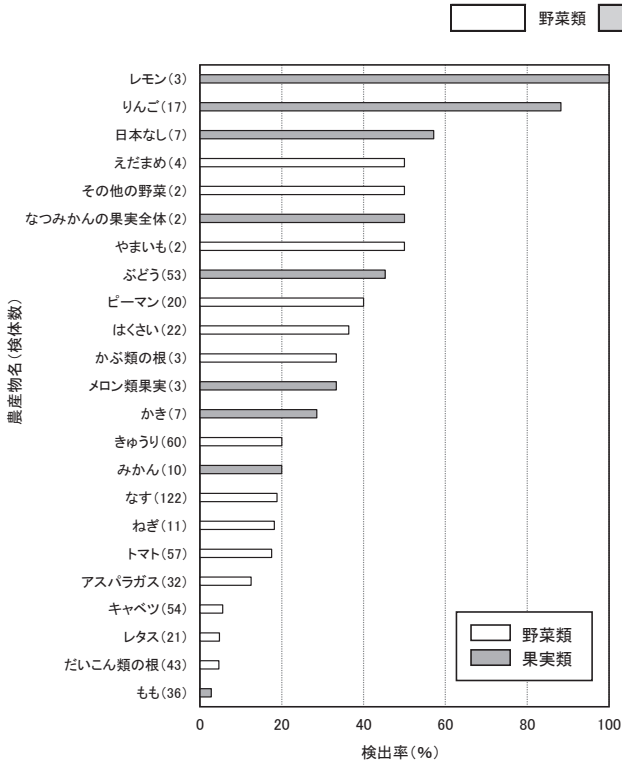


図1 農産物別の農薬検出率

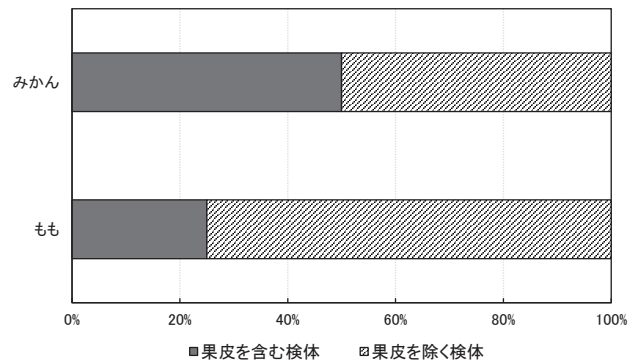


図2 みかん及びももの果皮を含む検体の割合

他、殺虫剤としても身近に使用されている。そのため、農産物の保管や流通時に、近くで使用していた殺虫剤等の成分が意図せず混入した可能性⁷⁾が考えられた。

3.4 複数種の農薬検出結果

同一検体から複数種の農薬が検出された農産物別検出結果を表6に示す。複数種の農薬が検出された農産物は10種29検体であり、このうち、りんご(9検体)、ぶどう(5

検体), トマト(4検体), なす(4検体)は, 複数種の農薬が検出される検体数が多かった。特にりんごは, 農薬検出率も非常に高い農産物であり, 検査した17検体のう

ち, 半数以上の9検体から複数種の農薬が検出された。りんごは, 農薬を使用しない時の収穫率⁸⁾が3%と非常に低いとされているが, 今回の検査結果は, 栽培に多種多様な農薬が使用されていることを示唆するものであった。

表4 農薬不検出の農産物(5検体以上)

農産物名	検体数
かぼちゃ	44
たまねぎ	32
ばれいしょ	16
その他のうり科野菜	12
にんじん	12
すいか	10
かんしょ	8
ブロッコリー	9
こまつな	5
さといも類	5

3.5 農薬の検出値の基準値に対する割合

農薬の検出値を基準値に対する割合で区分した場合の検出数の分布を図3に示す。全検出数167件のうち, 「1%以下」が70件(42%), 「1%より大きく5%以下」が66件(40%), 「5%より大きく10%以下」が19件(11%)であり, 全検出数の93%が基準値の10%以下であった。また, 「10%より大きい」区分だった12件(7%)のうち, 11件は40%以下であった。検出農薬の大半が基準値と比較して低い値であったが, 令和5年度には, アスパラガス1検体からフェノトリンが基準値(0.01ppm)と同値で検出された。また, これらの値は, 既報⁶⁾のLC-MS/MSの検出状況(1,098検体を検査し, 基準値の「1%以下」

表5 農薬別検出結果

農薬名	用途	検出検体数	濃度(ppm)	農産物(検出検体数)
テブコナゾール	殺菌剤	32	0.01~0.18	ぶどう(23) りんご(6) 日本なし(2) みかん(1)
クロルフェナピル	殺虫剤	23	0.01~0.10	なす(9) りんご(3) きゅうり(3) 日本なし(2) はくさい(2) ピーマン(1) ぶどう(1) キャベツ(1) ねぎ(1)
エトフェンプロックス	殺虫剤	14	0.01~0.51	なす(5) ピーマン(2) トマト(2) えだまめ(2) かき(1) きゅうり(1) だいこん類の根(1)
クレソキシムメチル	殺菌剤	14	0.01~0.59	ぶどう(4) なす(3) レモン(3) りんご(2) きゅうり(1) アスパラガス(1)
ペルメトリン	殺虫剤	14	0.01~0.26	なす(5) ピーマン(4) きゅうり(1) だいこん類の根(1) ねぎ(1) トマト(1) かぶ類の根(1)
ブロシミドン	殺菌剤	8	0.01~0.10	きゅうり(4) なす(2) ピーマン(1) メロン類果実(1)
フェンプロパトリン	殺虫剤	7	0.03~0.40	りんご(5) 日本なし(2)
メタラキシル及びメフェノキサム	殺菌剤	6	0.01~0.02	はくさい(2) トマト(2) きゅうり(1) やまいも(1)
フェンバレレート	殺虫剤	5	0.02~0.60	はくさい(5)
マイクロブタニル	殺菌剤	5	0.01~0.03	アスパラガス(2) トマト(2) ピーマン(1)
エトキサゾール	殺虫剤	4	0.02~0.03	ぶどう(2) レモン(1) なす(1)
ジエトフェンカルブ	殺菌剤	4	0.01~0.03	トマト(3) きゅうり(1)
ピフェントリン	殺虫剤	4	0.02~0.05	りんご(3) みかん(1)
ブプロフェジン	殺虫剤	4	0.01~0.04	トマト(3) なす(1)
シペルメトリン	殺虫剤	3	0.02	りんご(2) かき(1)
スピロジクロフェン	殺虫剤	3	0.01~0.09	りんご(3)
クロルピリホス	殺虫剤	2	0.02	もも(1) りんご(1)
トルクロホスメチル	殺菌剤	2	0.01~0.21	キャベツ(2)
ピリダベン	殺虫剤	2	0.03	レモン(2)
フェニトロチオン	殺虫剤	2	0.04~0.06	えだまめ(1) トマト(1)
プロパルギット	殺虫剤	2	0.10~0.27	りんご(2)
ダイアジノン	殺虫剤	1	0.08	その他の野菜(1)
テブフェンピラド	殺虫剤	1	0.01	ぶどう(1)
フェントリン	殺虫剤	1	0.01	アスパラガス(1)
フルトラニル	殺菌剤	1	0.05	キャベツ(1)
プロピザミド	除草剤	1	0.02	レタス(1)
マラチオン	殺虫剤	1	0.02	なす(1)
メチダチオン	殺虫剤	1	0.03	なつみかんの果実全体(1)
合計		167		

表6 農産物別の複数農薬検出結果

農産物名	検出農薬			
	1	2	3	4
りんご	1	クロルフェナビル	テブコナゾール	フェンプロバトリン
	2	クロルフェナビル	テブコナゾール	フェンプロバトリン
	3	クロルピリホス	テブコナゾール	ピフェントリン
	4	クロルフェナビル	テブコナゾール	
	5	シベルメトリン	スピロジクロフェン	
	6	シベルメトリン	プロバルギット	
	7	スピロジクロフェン	プロバルギット	
	8	テブコナゾール	ピフェントリン	
	9	テブコナゾール	ピフェントリン	
ぶどう	1	エトキサゾール	クレソキシムメチル	クロルフェナビル
	2	エトキサゾール	クレソキシムメチル	テブコナゾール
	3	クレソキシムメチル	テブコナゾール	
	4	クレソキシムメチル	テブコナゾール	
	5	テブコナゾール	テブコナゾール	
トマト	1	エトフェンプロックス	ベルメトリン	
	2	ジエトフェンカルブ	プロロフェジン	
	3	フェニトロチオン	メタラキシル及びメフェノキサム	
	4	プロロフェジン	ミクロブタニル	
なす	1	エトフェンプロックス	プロロフェジン	
	2	エトフェンプロックス	プロシミドン	
	3	クレソキシムメチル	クロルフェナビル	
	4	クレソキシムメチル	クロルフェナビル	
レモン	1	エトキサゾール	クレソキシムメチル	ピリダベン
	2	クレソキシムメチル	ピリダベン	
日本なし	1	クロルフェナビル	テブコナゾール	フェンプロバトリン
えだまめ	1	エトフェンプロックス	フェニトロチオン	
キャベツ	1	トルクロホスメチル	フルトラニル	
はくさい	1	クロルフェナビル	メタラキシル及びメフェノキサム	
ピーマン	1	エトフェンプロックス	ベルメトリン	

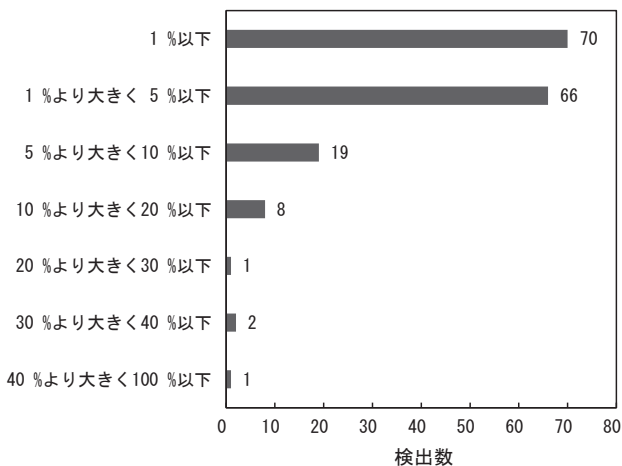


図3 検出値を基準値に対する割合で区分した場合の検出数の分布

が73件(56%),「1%より大きく5%以下」が45件(35%),「5%より大きく10%以下」が10件(8%),「10%より大きい」が2件(2%)と同程度であった。

4 まとめ

令和元年度から令和6年度に県内(県保健所管轄内)に流通している農産物を対象とした、GC-MS/MSを用いた残留農薬の実態調査結果を取りまとめ、次の結果を得た。

- (1)検査した779検体(野菜類617検体、果実類162検体)を農産物別に分類したところ、野菜類の検査数が約8割を占めており、県内産の農産物は野菜類が79%、果実類が90%と大半を占めていた。また、県の特産品も数多く検査しており、地域の食の安全に寄与する

検査となっていた。

- (2)23種類の農産物、131検体から延べ167件農薬が検出されたが、全て残留基準値以下であった。野菜類では、農薬使用時期が収穫直近である可能性の高いものや、より農薬が内部に残留しやすい形状をしたものの農薬検出率が高かった。また、果実類では、検査部位が果皮を含むものの農薬検出率が高かった。
- (3)検出された農薬は殺虫剤が19種類、殺菌剤が8種類、除草剤が1種類であった。このうち1件は登録外農薬であり、農産物の保管や流通時にも外部からの混入に注意が必要であることが示唆された。
- (4)29検体の農産物から複数種の農薬が検出されたが、特にりんごはその率が高く(9/17検体)、栽培に多種多様な農薬が使用されていることが示唆された。
- (5)検出値の基準値に対する割合は、1%以下が70件(42%)と半数近くを占め、検出値の93%が基準値の10%以下であった。基準値の10%を超えた12件のうち、1件は基準値と同値であったが、それ以外は基準値の40%以下であった。

これらの結果は、残留農薬の実態調査を効率的に実施するための基礎資料となることはもとより、農家への啓発及び指導の一助となると考えられた。我々は今後も、県内に流通する農産物の安全を確保するため、今回と同様の調査を継続していく予定である。

文 献

- 難波順子, 金子英史, 浦山豊弘, 池田和美, 繁田典子: GC-MS/MSを用いた野菜類及び果実類中残留農薬の一斉分析法の妥当性評価(第3報), 岡山県環境保健センター年報, 44, 87-94, 2020
- 厚生労働省食品安全部: 農産物等の食品分類表 <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11130500-Shokuhinanzanbu/0000159254.pdf>(2025.6.1 アクセス)
- 岡山県, 岡山県農業協同組合中央会, 全国農業協同組合連合会岡山県支部: 岡山県野菜農業振興計画, (令和6年3月), 2024
- 農林水産省: 令和5年農業産出額及び生産農業所得(都道府県別), 2025
- 岡山県: 岡山県果樹農業振興計画書, (令和3年3月), 2021
- 難波順子, 大月史彦, 金子英史, 藤本佳恵, 繁田典子: LC-MS/MSを用いた野菜類及び果実類中の残留農薬の実態調査, 岡山県環境保健センター年報,

48, 67-72, 2024

- 7) 永山敏廣：食品中残留農薬にかかわるポジティブリスト制度の現状と今後, モダンメディア, 56(12), 311-319, 2010
- 8) 一般社団法人日本植物防疫協会：病害虫と雑草による農作物の損失, (平成 20 年 6 月), 2008