

GC-MS/MS を用いた乳における残留農薬迅速試験法の妥当性評価

藤井優寿・加藤由希子・常松順子

福岡市保健環境研究所保健科学課

Validation on Quick Analytical Method of Pesticide Residues in Milk by Gas Chromatography with Tandem Mass Spectrometry

Masatoshi FUJII, Yukiko KATOU and Junko TSUNEMATSU

Health Science Section, Fukuoka City Institute of Health and Environment

要約

乳中における有機塩素系農薬（BHC, DDT, アルドリノ及びディルドリン）を含む 129 化合物の農薬について QuEChERS 法を参考に迅速試験法を検討し妥当性評価を実施した。QuEChERS 法では、アルドリノの真度が 58%と低かったため、アセトニトリルによる抽出操作をもう 1 度繰り返し 2 回行うことによりアルドリノの真度が 79%と改善した。妥当性評価の結果、129 化合物中 127 化合物が評価項目に適合していた。したがってこの方法は、乳における残留農薬試験法として有用であると考えられる。

Key Words : 乳 milk, 残留農薬 pesticide residue, 迅速試験法 quick analytical method, 妥当性評価 validation, ガスクロマトグラフ・タンデム型質量分析計 gas chromatography with tandem mass spectrometry(GC-MS/MS)

1 はじめに

平成 18 年 5 月 29 日に食品中に残留する農薬等のポジティブリスト制度が導入され、畜水産物においても新たに多くの農薬等について暫定基準が設定された。これに伴い、当所では厚生労働省より通知された「GC/MS による農薬等の一斉試験法（畜水産物）」に準じた方法（以下、通知法）で、乳中の残留農薬試験を行っている。しかし、通知法では前処理に多大な時間を要することから、短時間に前処理可能な QuEChERS 法を参考に一斉分析法（以下、迅速法）を検討した。今回、平成 19 年 11 月に厚生労働省より通知（平成 22 年 12 月改正）された「食品中に残留する農薬等に関する試験法の妥当性評価ガイドライン」（以下、ガイドライン）^{1)・2)}に基づき、通知法と迅速法について妥当性評価を行い比較したので報告する。

2 実験方法

2.1 試料

福岡市内で市販されていた成分無調整の牛乳で、あら

かじめ対象農薬が検出されないことを確認したものを使用した。

2.2 試薬等

農薬混合標準原液：林純薬工業株式会社製 PL2005 農薬 GC/MSMix I～VIおよび 7（標準品各 20ppm アセトン溶液）

標準品：上記の農薬混合標準原液に含まれていない標準品は和光純薬工業株式会社、林純薬工業株式会社、Dr.Ehrenstorfer GmbH 社、Riedel de Haën 社製残留農薬分析用を用いた。

標準原液：各標準品を 1000mg/L となるようにアセトンに溶解し調製した。

標準溶液：農薬混合標準原液および標準原液を混合し、1mg/L となるようにアセトンで調製後、さらにアセトンおよび n-ヘキサン（1:1）混液で適宜希釈して使用した。

オクタデシルシリル化シリカゲル（C18）ミニカラム：ジューエルサイエンス株式会社製 InertSep C18（1g/6mL）をあらかじめアセトニトリル 10mL でコンディショニングして使用した。

エチレンジアミン-N-プロピルシリル化シリカゲル（PSA）ミニカラム：アジレント・テクノロジー株式会

社製 BOND ELUT LRC-PSA (500mg) をあらかじめアセトンおよび n-ヘキサン (1:1) 混液 10mL でコンディショニングして使用した。

QuEChERS 抽出キット: アジレント・テクノロジー株式会社製 5982-5650CH (無水硫酸マグネシウム 4g, 塩化ナトリウム 1g, クエン酸ナトリウム 1g, クエン酸二ナトリウムセスキ水和物 0.5g, セラミックホモジナイザ) を使用した。

QuEChERS 分散キット: アジレント・テクノロジー株式会社製 5982-5156CH (PSA400mg, C18 400mg, 無水硫酸マグネシウム 1200mg, セラミックホモジナイザ) を使用した。

Captiva ND Lipids: アジレント・テクノロジー株式会社製 Captiva ND Lipids を使用した。

ろ紙: アドバンテック東洋株式会社製 ろ紙 5A を使用した。

その他の試薬: 残留農薬試験用を使用した。

2.3 装置

ガスクロマトグラフ: ブルカー・ダルトニクス株式会社製 451GC

質量分析装置: ブルカー・ダルトニクス株式会社製 Scion TQ

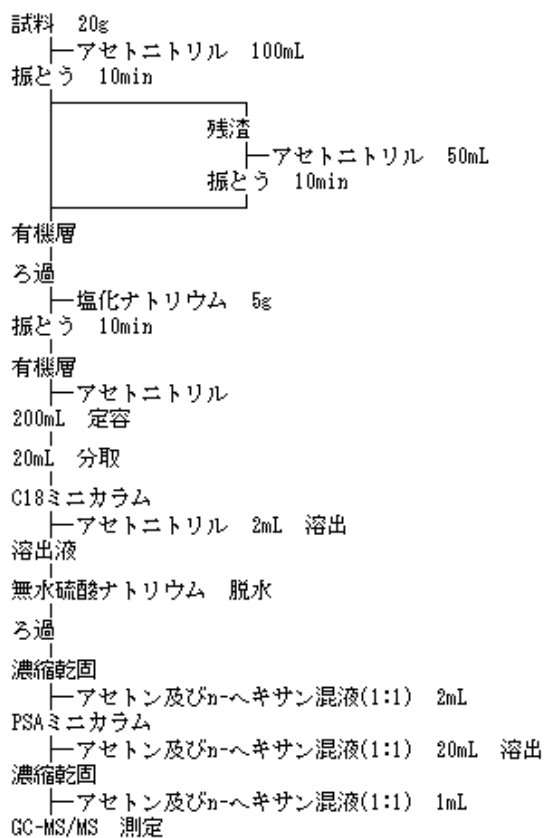


図1 通知法による試験溶液の調製フロー

2.4 測定条件

2.4.1 ガスクロマトグラフ

注入口温度: 250°C

カラム: アジレント・テクノロジー株式会社製 DB-5MS+DG (0.25mm i.d.×30m, 0.25 μm)

カラム温度: 50°C (1min) - 25°C/min - 125°C - 10°C/min - 300°C

キャリアーガス流量: 1mL/min (ヘリウム)

注入量: 2 μL (スプリットレス)

2.4.2 質量分析計

イオン化モード (電圧): EI (70eV)

イオン源温度: 225°C

インタフェース温度: 250°C

その他の条件: 表1に示した。

2.5 試験溶液の調製

通知法による試験溶液の調製フローを図1, 迅速法による試験溶液の調製フローを図2に示した³⁾。

2.6 定量

本法のとおり調製した試験溶液の溶媒を窒素気流下で除去し, 標準溶液に溶解したものをマトリックス添加標準溶液とした。マトリックス添加標準液を用いて検量線 (0.01~0.05mg/L) を作成し, 試料中の各農薬の濃度を算出した。

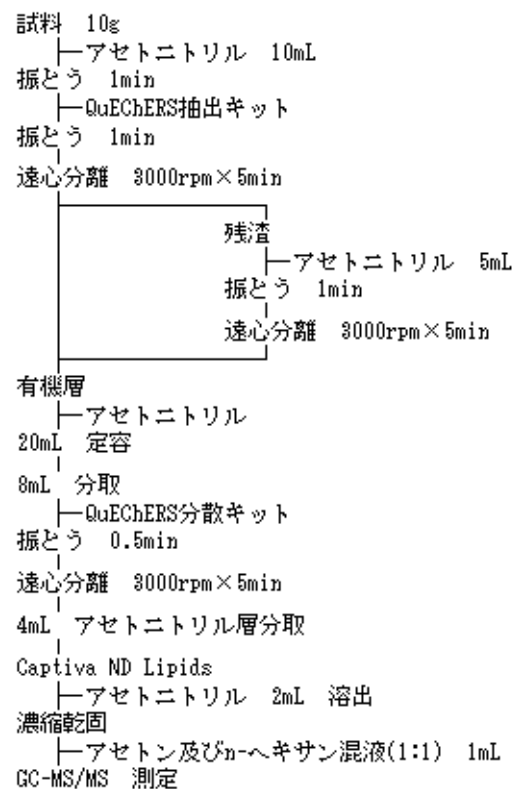


図2 迅速法による試験溶液の調製フロー

2.7 妥当性評価

当所における乳の収去検査では有機塩素系農薬（BHC, DDT, アルドリン及びディルドリン）の3項目について報告している。アルドリン及びディルドリンの基準値が0.006ppmであることから、129化合物の農薬を0.005ppmとなるように添加した試料を用いて回収試験を実施者3名で2併行2日間行った。ガイドラインに従い選択性（妨害ピークは0.005ppmに相当するピークの1/3以下）、真度（目標値：70～120%）、併行精度（目標値：RSD<25%）、室内精度（目標値：RSD<30%）、定量限界（0.005ppmに相当するピーク：S/N比 \geq 10）を評価した。

3 結果および考察

3.1 Captiva ND Lipids の検討

Captiva ND Lipids は、タンパク質とリン脂質を除去することができるカラムである。試料のブランクサンプルを迅速法の試験溶液の調製方法に従い調製した。同様に、Captiva ND Lipids で処理をしていない試料も調製した。これら調製試料のトータルイオンクロマトグラム（TIC）を図3に示した。Captiva ND Lipids で処理することにより、保持時間が長い物質での除去効果が確認できた。

次に、Captiva ND Lipids が回収率に及ぼす影響を検討した。129化合物の農薬を0.005ppmとなるように添加した試料を迅速法（ただし、抽出は1回）で調整し、同様に、Captiva ND Lipids で処理をしていない試料も調製した。有機塩素系農薬の回収率の結果を表2に示した。Captiva ND Lipids で処理することにより、回収率に大きな差はなかった。

Captiva ND Lipids は、一部の夾雑物質を除去することができ、かつ農薬の回収率にも影響がなかったことから、抽出液の精製に使用することとした。

3.2 迅速法の検討

迅速法の試験溶液の調製において、1回の抽出操作ではアルドリンの真度が58%と低かったため、通知法と同様に抽出操作を2回行った。それぞれの試験法におけるアルドリンの真度は、通知法78%、迅速法79%であり、迅速法で抽出操作を2回行うことにより、アルドリンの回収率が向上し通知法とほぼ同じ値となった。したがって、迅速法において通知法と同様に抽出操作を2回行う

こととした。なお、BHC, DDT, およびディルドリンも、妥当性評価の目標値に適合していた。

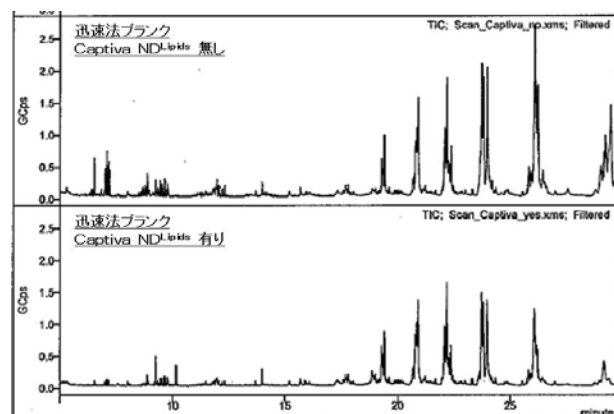


図3 ブランクサンプルのTIC

表2 有機塩素系農薬の回収率

	Captiva ND Lipids	
	有り	無し
アルドリン	63	58
ディルドリン	85	91
pp-DDT	80	82
pp-DDE	74	72
pp-DDD	91	86
op-DDT	78	75
op-DDE	82	81
op-DDD	91	85
α -BHC	90	92
β -BHC	93	97
γ -BHC	101	96
δ -BHC	95	98

(単位：%)

3.3 妥当性評価の結果

妥当性評価の結果を表3に示した。

通知法では、129化合物のうち1化合物（キノメチオネート）が真度において目標値に適合しなかったが、その他128化合物はすべての評価項目に適合した。

迅速法では、129化合物のうち2化合物（キノメチオネート、チオメトン）が真度において目標値に適合しなかったが、その他127化合物はすべての評価項目に適合し通知法とほぼ同数の農薬が測定可能であった。

なお、通知法と迅速法で、評価項目に適合しなかったキノメチオネートは、真度が70%を下回っており、迅速法でのみ評価項目に適合しなかったチオメトンは、真度が120%を超過していた。

4 まとめ

BHC, DDT, アルドリン及びディルドリンを含む129化合物の農薬を0.005ppmとなるように添加した乳を用いて、ガイドラインに従い通知法と迅速法の妥当性評価を行い比較検討した。通知法では128化合物が評価項目

に適合しており，迅速法ではほぼ同数の 127 化合物が評価項目に適合していた．今回妥当性評価を行った迅速法は，前処理時間が大きく短縮できるメリットを有しており，乳における残留農薬試験法として有用な方法であると考えられた．

なお，本研究内容は第 52 回全国衛生化学技術協議会年回において一部発表済みである．

文献

- 1)厚生労働省通知食安発第 1115001 号：食品中に残留する農薬等に関する試験法の妥当性評価ガイドラインについて，平成 19 年 11 月 15 日
- 2)厚生労働省通知食安発第 1224 第 1 号：食品中に残留する農薬等に関する妥当性評価ガイドラインの一部改正について，平成 22 年 12 月 24 日
- 3)山内賢二，中村正規：乳中における有機塩素系農薬の一斉分析法の検討，福岡市保健環境研究所報，34，110-112，2008

表1 対象化合物の測定条件

No.	化合物名	Q1(m/z)	Q3(m/z)	CE(eV)	No.	化合物名	Q1(m/z)	Q3(m/z)	CE(eV)
1	EPN	157	110	-11	66	デルタメトリン	253	172	-10
2	op-DDD	235	165	-25	67	テルブホス	231	175	-15
3	op-DDE	246	176	-25	68	トリアジメノール	168	70	-10
4	op-DDT	235	165	-25	69	トリアゾホス	161	106	-15
5	pp-DDD	235	165	-25	70	トリシクラゾール	189	162	-15
6	pp-DDE	246	176	-25	71	トリフルミゾール	206	179	-15
7	pp-DDT	235	165	-25	72	トリフルミゾール代謝物	201	136	-25
8	cis-ペルメトリン	183	115	-25	73	トリフルラリン	306	264	-15
9	trans-ペルメトリン	183	115	-11	74	トルクロホスメチル	265	250	-25
10	α-BHC	219	145	-20	75	パクロブトラゾール	236	125	-10
11	β-BHC	219	145	-20	76	パラチオン	291	109	-10
12	γ-BHC	219	145	-20	77	パラチオンメチル	263	109	-10
13	δ-BHC	219	145	-20	78	ハルフェンプロックス	263	129	-25
14	α-クロルフェンビンホス	267	159	-15	79	ピテルタノール	170	141	-11
15	β-クロルフェンビンホス	267	159	-15	80	ピフェノックス	341	310	-11
16	アクリナトリン	289	93	-10	81	ピフェントリン	181	166	-10
17	アラクロール	160	132	-11	82	ピラクロホス	360	194	-10
18	アルドリン	263	193	-30	83	ピラフルフェンエチル	412	349	-12
19	イソフェンホス	213	185	-10	84	ピリダベン	309	147	-15
20	イソフェンホスオキシソ	229	201	-15	85	ピリフェノックス(E)	262	200	-20
21	イソプロカルブ	121	77	-20	86	ピリフェノックス(Z)	262	200	-20
22	ユニコナゾールF	234	137	-20	87	ピリブチカルブ	165	108	-10
23	エスプロカルブ	222	91	-10	88	ピリミカルブ	166	71	-25
24	エディフェンホス	173	108	-15	89	ピリミジフェン	184	169	-30
25	エトキサゾール	300	270	-20	90	ピリミノバックメチル(E)	302	256	-15
26	エトプロホス	158	114	-10	91	ピリミノバックメチル(Z)	302	256	-15
27	エトリムホス	292	181	-10	92	ピリミホスメチル	290	125	-20
28	エンドリン	281	209	-20	93	ピリメタニル	198	118	-40
29	カズサホス	159	131	-15	94	フィプロニル	367	213	-25
30	キナルホス	157	102	-10	95	フェナリモル	139	111	-25
31	キノメチオネート	206	148	-20	96	フェノキサニル	189	125	-15
32	クレソキシムメチル	206	116	-7	97	フェノブカルブ	150	121	-15
33	クロルピリホス	314	258	-15	98	フェンズルホチオン	293	125	-12
34	クロルピリホスメチル	286	241	-30	99	フェンチオン	278	109	-25
35	クロルフェナピル	247	200	-30	100	フェントエート	274	246	-10
36	クロルプロファミ	153	125	-15	101	フェンパレレート	167	125	-15
37	クロルベンジレート	251	139	-20	102	フェンプロパトリン	181	152	-11
38	シアナジン	225	189	-20	103	ブタクロール	176	147	-11
39	ジエトフェンカルブ	225	168	-15	104	ブタミホス	286	202	-10
40	ジクロシメット	277	221	-15	105	フルジオキサニル	248	154	-20
41	ジクロフルアニド	224	123	-10	106	フルシトリネート	199	157	-10
42	ジコホール	139	109	-10	107	フルシラゾール	233	165	-20
43	シハロトリン	197	141	-5	108	フルトラニル	173	145	-11
44	シハロホップチル	256	91	-15	109	フルバリネート	250	200	-25
45	ジフェノコナゾール	323	265	-20	110	フルミオキサジン	354	326	-15
46	シフルトリン	163	91	-15	111	ブレチラクロール	162	132	-15
47	ジフルフェニカン	266	218	-30	112	プロシミドン	283	96	-15
48	シプロコナゾール	222	82	-15	113	プロチオホス	309	239	-15
49	シプロジニル	224	118	-40	114	プロピコナゾール	259	191	-10
50	シペルメトリン	163	127	-10	115	ヘキサコナゾール	175	111	-20
51	ジメチルビンホス	295	109	-20	116	ヘブタクロル	237	143	-35
52	ジメチナミド	230	154	-20	117	ヘブタクロルエポキシド	353	263	-15
53	ジメトエート	125	47	-20	118	ペンコナゾール	248	192	-20
54	シメトリン	213	170	-15	119	ベンダイオカルブ	166	151	-10
55	ターバジル	161	88	-25	120	ベンディメタリン	252	162	-10
56	ダイアジノン	179	121	-30	121	ホサロン	182	111	-11
57	チオベンカルブ	257	100	-10	122	ボスカリド	342	140	-15
58	チオメトン	246	88	-10	123	ホスチアゼート	195	103	-10
59	チフルザミド	194	166	-10	124	マラチオン	173	99	-15
60	ディルドリン	263	193	-30	125	マイクロブタニル	179	152	-10
61	デスメディファミ	181	122	-15	126	メトラクロール	162	133	-11
62	テトラコナゾール	336	128	-25	127	メフェナセツ	192	136	-10
63	テニルクロル	127	59	-11	128	メプロニル	269	119	-10
64	テブコナゾール	250	125	-15	129	レナシル	153	136	-11
65	テフルトリン	177	127	-15					

※CE: Collision Energy

表3 妥当性評価結果

No.	化合物名	所内法				迅速法			
		真度 (%)	併行精度 (%)	室内精度 (%)	評価	真度 (%)	併行精度 (%)	室内精度 (%)	評価
1	EPN	102.5	7.5	6.2	○	116.4	5.9	4.5	○
2	op-DDD	102.9	2.8	3.3	○	100.6	4.8	3.9	○
3	op-DDE	96.2	2.4	3.7	○	84.2	5.8	5.2	○
4	op-DDT	96.9	2.6	5.4	○	85.9	4.1	3.4	○
5	pp-DDD	109.1	1.9	2.5	○	97.0	4.3	3.6	○
6	pp-DDE	95.6	3.4	4.5	○	75.9	6.5	6.5	○
7	pp-DDT	99.2	2.4	4.7	○	89.3	5.1	4.6	○
8	cis-ペルメトリン	95.8	6.6	12.8	○	84.4	7.2	6.0	○
9	trans-ペルメトリン	97.6	8.1	8.7	○	92.8	2.1	5.4	○
10	α-BHC	87.1	3.6	4.9	○	94.8	9.4	7.9	○
11	β-BHC	103.2	3.7	5.1	○	110.9	2.6	5.1	○
12	γ-BHC	95.0	3.3	4.3	○	101.4	5.9	5.8	○
13	δ-BHC	96.6	5.0	5.6	○	102.5	5.7	5.5	○
14	α-クロルフェンビンホス	98.1	1.9	2.9	○	114.1	4.8	5.0	○
15	β-クロルフェンビンホス	107.1	3.6	4.4	○	113.4	6.0	5.4	○
16	アグリナトリン	109.9	3.7	6.4	○	93.6	4.3	7.9	○
17	アラクロール	101.6	5.1	5.1	○	109.3	5.1	4.5	○
18	アルドリン	78.4	5.7	6.3	○	79.4	6.8	6.8	○
19	イソフェンホス	99.1	3.5	5.1	○	112.8	5.6	6.3	○
20	イソフェンホスオキソン	105.1	3.9	5.8	○	99.6	3.8	6.3	○
21	イソプロカルブ	92.8	3.9	5.1	○	108.8	5.0	5.2	○
22	ユニコナゾールP	103.4	3.3	3.3	○	117.7	3.6	3.9	○
23	エスプロカルブ	97.9	3.2	3.9	○	104.0	6.8	6.1	○
24	エディフェンホス	104.1	6.8	9.5	○	93.1	8.1	7.3	○
25	エトキサゾール	106.4	3.0	6.1	○	102.6	7.5	6.2	○
26	エトフェンプロックス	93.3	4.9	6.3	○	110.9	3.0	3.3	○
27	エトリムホス	103.0	6.5	6.1	○	113.5	7.7	6.3	○
28	エンドリン	96.0	7.6	8.6	○	88.6	12.3	12.6	○
29	カズサホス	95.9	4.3	8.1	○	108.7	9.2	7.2	○
30	キナルホス	95.4	12.7	14.3	○	97.1	10.9	9.0	○
31	キノメチオネート	37.7	3.1	3.1	×	-13.3	-43.5	-36.2	×
32	クレソキシムメチル	108.7	4.4	6.1	○	111.8	4.6	4.1	○
33	クロルピリホス	111.8	3.4	4.1	○	106.0	8.0	6.1	○
34	クロルピリホスメチル	102.2	2.6	5.0	○	109.2	7.4	5.7	○
35	クロルフェナピル	108.2	7.8	7.4	○	108.4	4.9	6.3	○
36	クロルプロファミ	103.7	3.9	4.5	○	110.0	3.7	6.4	○
37	クロルベンジレート	104.7	1.4	3.1	○	106.6	3.5	3.8	○
38	シアナジン	104.0	3.4	3.8	○	110.2	9.9	9.5	○
39	ジエトフェンカルブ	106.0	4.9	4.2	○	104.2	5.7	6.8	○
40	ジクロシメット	102.5	3.6	5.6	○	102.0	8.7	7.0	○
41	ジクロフルアニド	116.9	4.1	9.5	○	78.4	9.3	8.0	○
42	ジコホール	90.8	2.0	7.4	○	102.8	5.9	4.9	○
43	シハロトリン	111.2	5.7	5.3	○	83.8	8.1	9.2	○
44	シハロホップブチル	109.1	2.7	5.1	○	112.0	4.0	3.4	○
45	ジフェノコナゾール	100.2	5.0	10.2	○	113.3	5.7	7.4	○
46	シフルトリン	111.6	1.1	4.3	○	109.0	3.1	3.5	○
47	ジフルフェニカン	111.3	1.6	2.1	○	101.4	5.4	4.5	○
48	シプロコナゾール	110.0	2.6	4.7	○	115.4	4.3	3.6	○
49	シプロジニル	105.0	4.0	4.0	○	97.2	8.9	8.3	○
50	シペルメトリン	106.1	2.7	2.6	○	100.5	1.8	3.6	○
51	ジメチルビンホス	103.0	2.0	2.3	○	110.0	5.0	4.5	○
52	ジメテナミド	101.0	2.4	3.7	○	110.2	4.4	4.4	○
53	ジメトエート	104.3	6.0	6.9	○	116.3	4.1	5.1	○
54	シメトリン	100.8	3.0	4.5	○	108.1	5.6	5.9	○
55	ターバシル	102.4	3.6	4.4	○	108.7	4.6	4.5	○
56	ダイアジノン	99.1	1.8	5.0	○	110.6	6.5	6.0	○
57	チオベンカルブ	99.2	2.9	6.3	○	105.7	4.7	5.8	○
58	チオメトン	98.0	6.3	7.0	○	227.8	4.7	22.7	×
59	チフルザミド	105.5	2.4	3.1	○	112.0	4.4	4.3	○
60	ディルドリン	94.5	6.4	6.9	○	98.9	7.6	5.8	○
61	デスメディファミ	104.1	4.3	5.6	○	112.6	2.9	5.2	○
62	テトラコナゾール	106.6	7.7	8.6	○	110.6	9.6	8.0	○
63	テニルクロール	101.9	4.2	5.5	○	111.0	6.2	4.9	○
64	テブコナゾール	100.2	2.9	3.8	○	115.7	2.3	4.6	○
65	テフルトリン	99.8	3.4	3.7	○	103.6	5.0	5.6	○

(表3の続き)

No.	化合物名	所内法				迅速法			
		真度 (%)	併行精度 (%)	室内精度 (%)	評価	真度 (%)	併行精度 (%)	室内精度 (%)	評価
66	デルタメトリン	114.4	4.5	10.6	○	106.4	6.8	6.8	○
67	テルブホス	97.0	3.5	4.0	○	115.9	3.3	3.9	○
68	トリアジメノール	106.4	5.8	5.4	○	109.2	3.7	4.9	○
69	トリアゾホス	103.0	4.3	6.3	○	109.5	4.1	5.0	○
70	トリシクラゾール	89.7	8.4	12.3	○	99.8	4.7	6.6	○
71	トリフルミゾール	108.9	5.5	5.8	○	113.7	5.1	3.9	○
72	トリフルミゾール代謝物	102.1	3.0	5.7	○	115.9	3.1	3.3	○
73	トリフルラリン	92.1	3.2	4.9	○	108.1	5.1	4.1	○
74	トルクロホスメチル	99.5	3.2	3.4	○	104.2	4.6	4.7	○
75	パクロプトラゾール	107.1	1.5	3.5	○	113.5	4.1	5.1	○
76	パラチオン	82.2	6.4	6.6	○	117.3	2.8	2.6	○
77	パラチオンメチル	95.5	3.0	3.0	○	117.6	4.5	4.5	○
78	ハルフェンブロックス	101.3	3.3	4.1	○	96.1	6.5	5.9	○
79	ピテルタノール	113.4	3.3	4.3	○	115.2	4.1	5.8	○
80	ピフェノックス	117.2	2.6	3.3	○	112.6	3.5	3.1	○
81	ピフェントリン	101.2	1.8	4.0	○	87.2	6.6	5.1	○
82	ピラクロホス	100.4	9.8	8.0	○	109.7	3.1	3.3	○
83	ピラフルフェンエチル	107.2	2.9	4.6	○	107.4	5.8	5.4	○
84	ピリダベン	101.4	6.1	6.5	○	102.9	8.6	7.5	○
85	ピリフェノックス(E)	111.3	5.8	7.5	○	116.3	1.2	3.4	○
86	ピリフェノックス(Z)	100.6	6.7	7.9	○	111.6	8.4	7.8	○
87	ピリブチカルブ	104.3	3.4	2.8	○	116.3	3.1	3.3	○
88	ピリミカーブ	101.6	3.9	4.9	○	105.9	5.5	5.9	○
89	ピリミジフェン	107.3	2.7	6.4	○	107.5	4.9	4.3	○
90	ピリミノバックメチル(E)	106.0	2.3	3.5	○	105.2	7.5	5.8	○
91	ピリミノバックメチル(Z)	106.4	2.0	4.0	○	103.3	7.5	6.1	○
92	ピリミホスメチル	98.9	2.3	4.0	○	107.5	5.6	5.1	○
93	ピリメタニル	101.1	3.0	4.8	○	106.5	7.2	6.2	○
94	フィプロニル	109.0	4.1	5.1	○	116.0	3.7	2.9	○
95	フェナリモル	111.9	4.2	4.3	○	111.0	1.9	4.3	○
96	フェノキサニル	101.8	2.7	4.8	○	108.8	5.2	4.4	○
97	フェノブカルブ	92.6	6.5	7.5	○	99.2	4.4	5.7	○
98	フェンスルホチオン	106.5	6.6	5.6	○	117.7	3.7	4.1	○
99	フェンチオン	106.0	1.7	4.1	○	118.1	2.1	3.8	○
100	フェントエート	111.5	3.1	4.7	○	113.7	7.1	6.5	○
101	フェンバレレート	117.1	6.2	6.8	○	102.1	5.3	4.1	○
102	フェンプロパトリン	105.6	3.5	5.6	○	96.3	6.7	6.5	○
103	ブタクロール	99.0	2.0	2.9	○	101.1	8.6	9.1	○
104	ブタミホス	115.7	4.3	6.3	○	115.7	4.0	3.3	○
105	フルジオキサニル	96.6	5.7	6.0	○	106.0	5.0	5.5	○
106	フルシトリネート	106.1	3.4	5.5	○	110.7	2.9	2.8	○
107	フルシラゾール	104.4	3.9	3.0	○	117.6	3.9	3.3	○
108	フルトラニル	102.2	1.9	3.5	○	107.8	4.8	5.2	○
109	フルバリネート	113.5	4.0	6.5	○	96.4	4.8	6.2	○
110	フルミオキサジン	104.5	7.6	14.5	○	103.8	10.0	9.1	○
111	ブレテラクロール	102.1	1.4	4.4	○	98.2	7.9	6.0	○
112	プロシミドン	95.4	4.7	6.1	○	113.6	6.7	6.2	○
113	プロチオホス	97.1	3.1	4.5	○	101.5	6.1	6.0	○
114	プロピコナゾール	106.1	4.1	3.8	○	113.7	6.5	5.2	○
115	ヘキサコナゾール	104.1	3.3	4.5	○	113.0	3.7	4.1	○
116	ヘブタクロール	93.4	2.3	6.1	○	93.5	5.4	5.9	○
117	ヘブタクロールエポキシド	105.1	6.7	5.5	○	98.5	6.4	8.7	○
118	ペンコナゾール	104.2	5.5	4.9	○	111.5	4.5	4.6	○
119	ベンジオカルブ	96.3	3.8	5.6	○	92.6	11.4	12.9	○
120	ペンディメタリン	92.9	3.9	4.4	○	107.5	3.7	3.6	○
121	ホサロン	103.8	8.3	7.5	○	118.9	2.5	2.6	○
122	ホスカリド	104.1	3.4	4.3	○	113.1	3.2	3.0	○
123	ホスチアゼート	104.5	1.8	4.8	○	116.4	4.1	4.5	○
124	マラチオン	101.3	2.4	3.5	○	116.5	4.4	5.3	○
125	ミクロブタニル	107.3	3.8	5.9	○	109.6	6.7	7.9	○
126	メトラクロール	106.2	4.0	3.9	○	108.7	6.2	5.6	○
127	メフェナセット	104.0	3.8	4.5	○	114.6	5.1	4.0	○
128	メプロニル	108.2	3.4	4.2	○	109.9	5.6	4.7	○
129	レナシル	95.2	1.8	4.7	○	106.2	3.5	4.3	○

※評価は全てのパラメーターも目標値を満足したものを○、いずれかのパラメーターで目標値を満足しなかったものを×とした。

