

5) GC/MSによる魚体エラ中の迅速な農薬一斉分析法の開発

石原宏明 齊藤弘毅 宮崎康平 内田大智*
西島遥 武千尋 木野世紀

要旨

魚へい死が発生した際に原因推定を行うため、魚体のエラを検体としたGC/MSによる農薬一斉分析法の検討を行った。

添加回収試験を実施して精製方法を検討した結果、SAX/PSA ミニカラムを用いた精製方法は、146農薬中133農薬において50~120%の回収率が得られ、迅速な農薬一斉分析法に適していると考えられた。

キーワード：GC/MS，魚へい死，エラ，迅速一斉分析法

はじめに

河川で大量に魚がへい死したといった水質事故は全国各地で発生しており、本県でも例年15件程度発生しているが、原因不明のまま状況が改善するケースが多い。

原因不明となる要因としては、魚のへい死の通報を受けて保健所等の担当者が現地に向かったうえでの採水となるため、採水した河川水が魚のへい死した直後の水とは性質が大きく異なる可能性が考えられる。

魚のへい死原因の一つとして農薬の河川等への流入がある。へい死が発生した際、本県でも河川水の農薬分析を実施している。農薬は水中の生物だけでなく、人にも影響を与えるもので、環境基本法で人の健康の保護に関する環境基準が定められているものや要監視項目として位置づけられているものがあり、魚へい死の原因究明は重要である。

そこで、時間が経過した後もその場に留まるへい死魚から農薬を検出できれば、へい死の原因推定及び改善指導等に繋がる可能性があることから、へい死魚を検体とした分析法に着目した。

現在、へい死魚を検体とした農薬分析の公定法は存在しないが、水産物の農薬分析法として、厚生労働省から「GC/MSによる農薬等の一斉試験法（畜水産物）」¹⁾が示されている。本法は精製法としてゲル浸透クロマトグラフィー（GPC）を用いているが、試験溶液の調整に時間を要する操作であるため、より迅速に分析可能である「アセトニトリル/n-ヘキサン分配を用いた畜

水産物中の農薬分析法」²⁾を参考に、魚体のエラを検体として用いたGC/MSによる農薬一斉分析法を検討したので報告する。

実験方法

1 試薬材料等

1.1 試料

魚体試料は、10 cm程度の試験検査用の真鯉（*Cyprinus carpio* Linnaeus）を使用し、3個体のエラ計約1gを1検体とした。

1.2 標準品等

- ・農薬混合標準
農薬混合標準液 I，農薬混合標準液66，農薬混合標準液70，農薬混合標準液72
残留農薬試験用（関東化学）
- ・テブコナゾール標準品，チフルザミド標準品，ヘキサコナゾール標準物質
残留農薬試験用（富士フィルム和光純薬）
- ・プロジアミン標準品
残留農薬試験用（Dr. Ehrenstofer）
- ・トリフロキシストロピン
試験研究用（AccuStandard inc）
- ・農薬中間混合標準液
農薬類は上記標準品をアセトンに溶解し、それぞれの農薬濃度が1 mg/Lとなるように調製した。ただし、混合標準（I，66，70，72）に重複して含まれる農

* 現県北広域本部保健福祉環境部

薬は2~4 ppm となる。

- ・内部標準混合標準原液3：水質試験用（関東化学）
- ・内部中間標準液
内部標準混合標準原液3をアセトンで10 µg/mLとして用いた。

1.3 その他の試薬等

- ・ヘキサン，アセトン，無水硫酸ナトリウム
残留農薬PCB試験用5000倍（関東化学）
- ・アセトニトリル，ジクロロメタン
残留農薬PCB試験用5000倍（富士フィルム和光純薬）
- ・オクタデシルシリル化シリカゲルミニカラム（C18）
InertSep C18-C・1 g/6 mL（ジールサイエンス）
- ・トリメチルアミノプロピルシリル化シリカゲル/エチレンジアミン-N-プロピルシリル化シリカゲル積層ミニカラム（SAX/PSA）
InertSep SAX/PSA・500 mg/500 mg/6 mL（ジールサイエンス）

2 測定項目，装置及び測定条件

- ・測定項目
表1に測定項目及び測定イオンを示した。なお，環境基準及び要監視項目に設定されている農薬やゴルフ場農薬として指針値が定められている農薬など146項目を分析対象としている。
- ・GC/MS
島津製作所製 GCMS-TQ8040
- ・キャピラリカラム
RESTEK 製 Rtx-5MS
内径 0.25 mm 長さ 30 m 膜厚 0.25 µm
- ・注入方式
スプリットレス
- ・試料注入量
2 µL
- ・注入口温度
250°C
- ・インターフェース温度
250°C
- ・イオン源温度
230°C
- ・GC 昇温条件
50°C（2分）-7°C/分-180°C-12°C/分-300°C（3分）
- ・キャリアーガス
ヘリウム
- ・イオン化電圧
70 eV
- ・イオン化法
EI
- ・分析モード
SIM

3 試験溶液の調整

ポリプロピレン製のチューブに試料1 g及びアセトン/n-ヘキサン（1：2）20 mLを入れ，超音波抽出を10分間実施した。抽出作業後，遠心分離（4°C，3,000 rpm，10

min）を行い，上澄みを採取した。残渣にn-ヘキサンを20 mL添加し，同様に抽出操作を行い，先の液に合わせた。漏斗に無水硫酸ナトリウムを約30 g敷き，得られた抽出液を通水し脱水した後，ロータリーエバポレーターを使用し，5 mL程度に減圧濃縮した。

これをn-ヘキサンで20 mLに定容し，n-ヘキサン飽和アセトニトリル20 mLを加え，5分間振盪した後，静置した。アセトニトリル層を分取後，さらに残ったn-ヘキサン層にn-ヘキサン飽和アセトニトリル20 mLを加え同様に操作し，アセトニトリル層を合わせた（図1）。

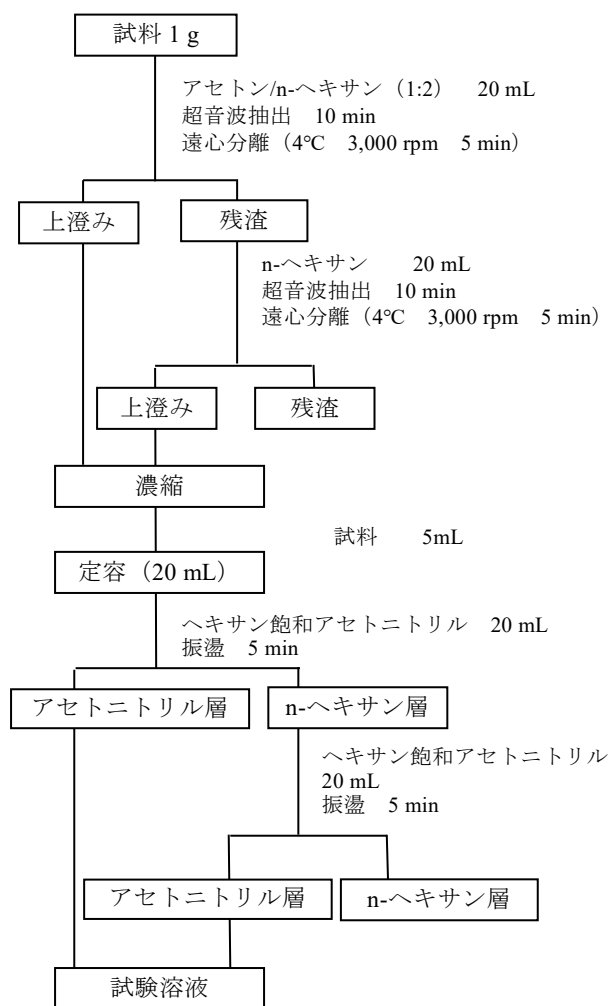


図1 抽出操作及びアセトニトリル/ヘキサン分配

4 添加回収試験

試料1 gに農薬中間混合標準液を100 µL添加し，30分放置後，抽出操作及び精製操作を行い，内標準法により定量した。

農薬の分析において，実際の濃度より大きく評価される正のマトリックス効果が起こる場合があり，今回の分析でも見られたため，感度変動の影響を小さくす

る目的で、検量線用標準溶液を試験溶液と交互に測定した³⁾。

5 精製方法の検討

3の操作で得られた溶液を以下の3通りの方法で精製し、2で示した通りGC-MSへ試料を導入して分析を行い、回収率を比較した。

5.1 C18ミニカラムを用いた精製（C18精製のみ）

「3 試験溶液の調整」で得られた溶液を5 mL程度に減圧濃縮し残存しているn-ヘキサンを除去した後、あらかじめアセトニトリル5 mLでコンディショニングしたC18ミニカラムに全量負荷し、アセトニトリル5 mLで溶出した。溶出液を0.5 mL以下に減圧濃縮し、ジクロロメタンで1 mLに定容し、内部中間標準液を5 μLを添加した。

5.2 SAX/PSAミニカラムを用いた精製（SAX/PSA精製のみ）

「3 試験溶液の調整」で得られた溶液を減圧濃縮し、アセトン/n-ヘキサン（1：2）5 mLに溶解し、あらかじめ同液5 mLでコンディショニングしたSAX/PSAミニカラムに全量負荷し、同液5 mLで溶出した。溶出液を減圧濃縮し、ジクロロメタンで1 mLに定容し、内部中間標準液を5 μLを添加した。

5.3 C18及びSAX/PSAミニカラムを用いた精製（C18及びSAX/PSA精製）

「3 試験溶液の調整」で得られた溶液を5 mL程度に減圧濃縮し残存しているn-ヘキサンを除去した後、あらかじめアセトニトリル5 mLでコンディショニングしたC18に全量負荷し、アセトニトリル5 mLで溶出した。溶出液を減圧濃縮し、アセトン/n-ヘキサン（1：2）5 mLに溶解し、あらかじめ同液5 mLでコンディショニングしたSAX/PSAに全量負荷し、同液5 mLで溶出した。溶出液を減圧濃縮し、ジクロロメタンで1 mLに定容し、内部中間標準液を5 μLを添加した。

結果及び考察

各精製方法で添加回収試験を実施したそれぞれの回収率等の結果を表2及び3に、クロマトグラムを図2に示す。

C18精製のみ、SAX/PSA精製のみ並びにC18及びSAX/PSA精製の3つの精製法で添加回収試験を実施した結果、回収率が50～120%であったのは146農薬中それぞれ122農薬（84%）、133農薬（91%）及び124農薬（85%）であった。

C18精製のみで行った分析法は、環境基準が定められているシマジソ及びチオベンカルブの2農薬のうち、シマジソのピークが夾雑物のピークに重なり、検出されなかったが、SAX/PSA精製のみで行った分析法とC18及びSAX/PSA精製で行った分析法は、2農薬とも検出された。

また、要監視項目となっている11農薬は、3つの精製方法とも、2農薬（ジクロロホス、クロタロニル）の回収率が50%未満であった。

ジクロロホスは水溶性が高いため、エラから抽出されず、残渣に残留した可能性が考えられた。また、クロタロニルは分解しやすいことが報告されており、魚のエラに付着した後、分解した可能性が推察された⁴⁾。

一般に、SAX/PSAカラムは、カルボン酸のような弱い陰イオン性物質の除去に使用される。本研究においても、SAX/PSAカラムによる精製で行った分析法では、4.5分から25分まで幅広く検出される脂肪酸などの夾雑物のピークが除去された。これにより、SAX/PSA精製のみ、C18及びSAX/PSA精製で分析した結果、シマジソ（保持時間：10.346 min）などの農薬5種（シマジソ、ペンクロン、イザゾキサベンズメチルエステル、フェナミホス、メチルダィムロン）が検出可能となったと考えられる。

C18カラムは、脱脂用のカラムとして使用される。C18カラムによる精製で行った分析法では、52分付近に検出されるステロイド骨格を持つ化合物と推定されるピークが除去可能であることが確認された。しかし、分析対象とした農薬の定量に影響がなかったため、C18精製が省略可能であることが示唆された。

C18及びSAX/PSA精製で行った分析方法は、両カラム

表3 精製方法の違いによる回収率の変化

精製方法	回収率 50～120%		回収率 50%未満	
	農薬数	割合 (%)	環境基準 (2農薬)	要監視項目 (11農薬)
C18精製	122	84	シマジソ	ジクロロホス・クロタロニル
SAX/PSA精製	133	91	なし	ジクロロホス・クロタロニル
C18及びSAX/PSA精製	124	85	なし	ジクロロホス・クロタロニル

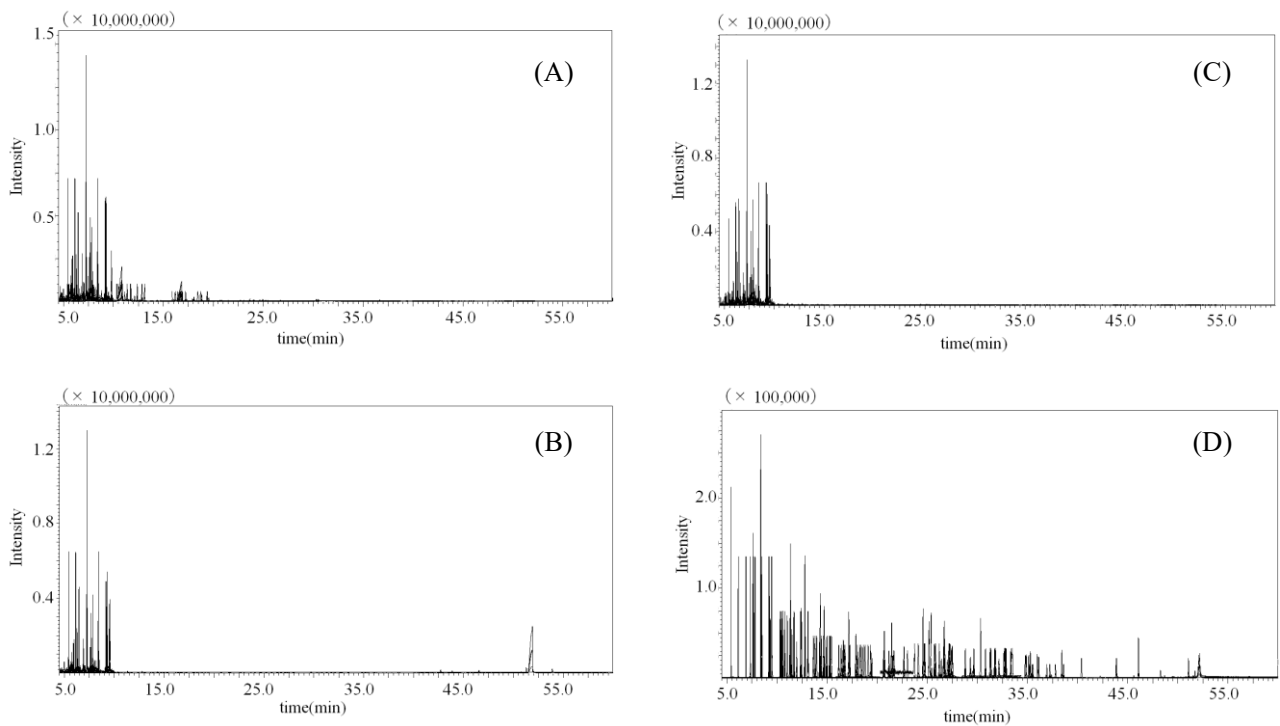


図2 各精製方法のクロマトグラム

(A) C18精製のみ, (B) SAX/PSA精製のみ, (C) C18及びSAX/PSA精製
(D) ジクロロメタンに5 μ L農業中間混合標準液を添加したもの

の効果により夾雑物によるピークが最も低減することができた。しかし、SAX/PSA精製のみと比べて、操作手順が増えることから回収率が低下したと考えられた。更に、2本のカラムを組み合わせることによって新たに回収可能となった農薬は存在しなかった。

これらのことから、SAX/PSA精製のみを行った分析法は、回収できた対象農薬が最も多く、C18精製を省略することで、前処理時間を短縮することができるため、今回の3つの精製方法の中で、迅速な農薬一斉分析法に最も適していると考えられた。

まとめ

河川の魚へい死の原因究明のため、へい死魚のエラを検体としたGC/MSによる農薬一斉分析法の検討を行った。今回、添加回収試験を行った全146種の農薬のうち、回収率が50~120%であった割合は、C18精製の場合が84%、SAX/PSA精製の場合が91%、C18精製及びSAX/PSA精製の場合が85%であった。

SAX/PSA精製のみを行った分析は、環境基準が定め

られている2農薬及びジクロロホルム及びクロロホルムを除く要監視項目で50~120%の回収率が得られ、回収できた対象農薬数が最も多かった。また、この分析はC18精製を省略することで、前処理時間を短縮することができるため、今回の3つの精製方法の中で、迅速な農薬一斉分析法に最も適していると考えられた。

文献

- 1) 厚生労働省：通知法，GC/MSによる農薬等の一斉試験法（畜水産物）
- 2) 吉崎麻友子，小林ゆかり，清水正法，丸山浩一：食品衛生学雑誌 56(3)，77-82（2015）。
- 3) 根本了，佐々木久美子，衛藤修一，斎藤勲，酒井洋，高橋哲夫，外海泰秀，永山敏廣，堀伸二郎，前川吉明，豊田正武：食品衛生学雑誌，41（4），233-241（2000）。
- 4) 廣田敏郎，木下誠，廣中博見：福岡市保健環境研究所報，27，91-96（2001）。

表 1. GC/MS による農薬の保持時間及びモニターイオン

No.	農薬	保持時間(min)	定量イオン	確認イオン
1	ジクロルボス	5.35	109	185
2	フェノフカルブ	8.299	121	150
3	ベンシクロン	9.372	125	180
4	シマジン	10.346	201	186
5	プロピサミド	11.251	173	175 254
6	ダイアリン	11.589	179	304 152
7	クロタロニル	12.322	266	264
8	イプロヘンホス	12.676	204	91
9	メタキシル	15.198	206	249
10	ジチオピル	16.055	354	306
11	フェントロチオン	16.296	277	260
12	プロジアミン	16.58	321	333
13	チオベンカルブ	17.026	100	72
14	ベンデイメタリン	20.533	252	281
15	フルトラニル	25.117	173	281
16	イソプロチオラン	25.295	189	118 162
17	チフルサミド	27.182	194	166
18	イソキサチオン	27.407	177	105
19	メプロニル	30.218	269	119
20	クロルニトロフェン	30.677	317	319
21	プロピコナゾール	32.012	259	173
22	トリフロキシストロビン	32.534	116	131
23	テブコナゾール	32.654	250	125
24	EPN	35.419	157	169
25	ナプロバミド	24.452	72	128
26	ヘキサコナゾール	24.571	214	286
27	XMC	7.74	122	107
28	アザコナゾール	26.642	217	173
29	アセトクロール	14.144	223	146
30	アトラジン	10.523	215	200
31	アニコホス	36.778	226	125 228
32	アマトリン	14.864	227	212
33	アラクロール	14.798	188	160 146
34	アレスリン	21.565	123	136
35	イソゾホス	12.265	161	285 257
36	イソキサチオンオキシソ	25.253	105	161 77 297
37	イソフェンホス	21.307	213	121 185
38	イソフェンホスオキシソ	16.08	229	201 314
39	イソプロカルブ	7.517	121	136 122
40	イプロシオン	35.021	314	316 187
41	イマザメタヘンソメチルエステル	23.98	256	187 214
42	エスプロカルブ	16.491	91	222 162
43	エディフェンホス	31.136	109	173 310
44	エチオン	29.519	231	153
45	エトフェンプロックス	45.919	163	135 183
46	エトフメセート	16.528	286	161 207
47	エトリジニアゾール	6.817	211	183 213
48	硫酸エンドスルファン	31.13	229	274
49	オキサジメゾン	26.298	175	258 302
50	オキサジメキシル	29.372	163	132
51	オキシフルオルフェン	26.927	300	302 331
52	カルフェントラゾニエチル	31.605	340	312 330
53	カフェントロール	43.723	100	167 188
54	カルボフラン	10.393	164	149
55	キノキシフェン	31.209	237	307
56	キノクラミン	16.654	172	TIC
57	キャブタン	21.04	79	149 117
58	キントゼン	11.23	237	295
59	クロマゾン	10.669	204	125
60	クロタルジメチル	18.291	301	332

表1 (続)

No.	農薬	保持時間(min)	定量イオン	確認イオン	
61	クロルピ [°] リホス	17.91	197	199	314
62	クロルピ [°] リホスメチル	14.291	286	125	
63	クロロネブ [°]	7.258	206	191	193
64	シアノホス	11.142	243	109	
65	ジ [°] クロホップ [°] メチル	33.196	340	253	
66	ジ [°] クロベ [°] ニル	6.055	171	173	100
67	ジ [°] クロラン	10.211	206	176	
68	ジ [°] スルホトン	11.854	89	186	97
69	ジ [°] フェナミト [°]	19.366	167	239	
70	ジ [°] メタメトリン	20.617	212	240	255
71	ジ [°] メトエート	10.206	87	93	125
72	シメトリン	14.539	213	170	155
73	ジ [°] メビ [°] ペ [°] レート	21.311	119	91	145
74	ダイアジ [°] ノンオキシソ	10.944	137	273	288
75	テルブ [°] カルブ [°]	14.215	205	220	206
76	テクナゼ [°] ン	8.387	203	261	
77	テトラクロルピ [°] ンホス	19.234	329	331	
78	テトラジ [°] ホソ	37.081	356	159	
79	テニルクロール	32.716	127	288	141
80	トリアジ [°] メホソ	18.174	57	208	
81	トリアレート	12.296	86	226	184
82	トリブ [°] ホソ	25.633	169	314	270
83	トリフルラリン	9.108	306	264	290
84	トリクロピ [°] ル-2-ブ [°] トキシエチルエステル	27.045	85	182	210
85	トルクロホスメチル	14.58	265	267	125
86	トルクロホスメチルオキシソ	13.526	249	251	109
87	トルフェンビ [°] ラト [°]	51.59	348	197	
88	ニトロタールイソブ [°] ロビ [°] ル	18.714	236	212	254
89	ノルフルラジン	31.678	303	145	173
90	ビ [°] フェノックス	35.329	341	310	343
91	ビ [°] ペ [°] ロホソ	35.829	122	140	320
92	ビ [°] ラジ [°] ホソ	40.228	221	232	
93	ビ [°] リダ [°] フェンチオン	35.177	340	199	125
94	ビ [°] リブ [°] チカルブ [°]	34.723	165	108	181
95	ビ [°] リブ [°] ロキシフェン	38.273	136	137	226
96	ビ [°] ロキロン	11.376	130	173	144
97	ビ [°] ンクロソ [°] リン	14.281	187	213	285
98	フェナミホソ	24.666	303	154	217
99	フェニトロチオンオキシソ	13.683	244	261	109
100	フェノチオカルブ [°]	23.167	72	160	
101	フェノトリリン	37.631	123	183	
102	フェンチオン	17.767	278	153	125
103	フェンチオンスルホキシト [°]	28.658	278	294	125
104	フェンチオンスルホソ	29.179	310	231	125
105	フェンチオンオキシソ	15.33	262	109	247
106	フェンチオンオキシソンスルホキシト [°]	26.078	262	247	
107	フェンチオンオキシソンスルホソ	26.547	294	215	
108	フェントエート	21.544	274	93	125
109	フェンブ [°] コナゾ [°] ール	43.689	129	198	
110	フェンブ [°] ロビ [°] モルフ	17.762	128	129	70
111	フザライト [°]	18.971	144	142	
112	ブ [°] タミホソ	24.601	286	258	200
113	ブ [°] ビ [°] リメート	27.105	273	208	316
114	ブ [°] ブ [°] ロフェジ [°] ン	26.566	115	172	175
115	ブ [°] ラムブ [°] ロップ [°] メチル	26.583	276	105	77
116	フルアクリビ [°] リム	31.208	204	190	145
117	フルトリアホール	23.900	219	201	164
118	フルミキサジ [°] ン	48.136	354	77	287
119	フルミクロラックベ [°] ンチル	50.944	308	318	
120	ブ [°] レチラクロール	25.711	176	238	262

表1 (続)

No.	農薬	保持時間(min)	定量イオン	確認イオン
121	プロパクロール	8.403	120	176
122	プロパニル	13.708	161	163 217
123	プロパルキット	33.346	135	173 107
124	プロフェノス	25.313	339	337 139
125	プロモブチド	13.84	119	232
126	プロボキスル	8.335	110	152
127	プロマシル	16.601	205	207 231
128	プロメトリン	15.144	241	184 226
129	プロモプロピレート	35.329	341	183
130	プロホスメチル	19.226	331	329 125
131	ペキサシノン	32.617	171	252 128
132	ペナラキシル	31.109	148	206
133	ペノキサコール	12.972	120	259
134	ベンズリト	32.534	131	77 141
135	ベンフルアリン	9.177	292	264
136	ホスファミドン	13.729	127	264
137	ホスメット	35.022	160	161 133
138	マブチオン	17.17	127	173 93
139	メチダチオン	22.537	145	85 302
140	メチルダムロン	21.045	107	91 119
141	メキシクロール	35.964	227	228 274
142	E-メトミノストロピン	25.617	191	196 238
143	Z-メトミノストロピン	27.304	238	191 196
144	メフェナセツ	38.44	192	120
145	モノクロトホス	13.729	127	192 164
146	モリネート	7.585	126	188 98

表 2. 添加回収率の一覧

No.	農薬名	C18	SAX/PSA	C18 + SAX/PSA	No.	農薬名	C18	SAX/PSA	C18 + SAX/PSA
1	ジクロルボス	38.4	35.7	27.6	48	硫酸エントスルファン	96.5	85.3	90.2
2	フェノカルブ	90.6	89.8	92.9	49	オキサジアゾン	86.9	83.5	92.3
3	ベンシクロン	ND	105.3	84.7	50	オキサシキシル	76.9	74.4	55.1
4	シマジン	ND	92.7	97.1	51	オキシフルオルフェン	79.3	63.4	75.8
5	プロピザミド	98.8	119.1	106.0	52	カルフェントラゾンエチル	40.8	40.2	40.2
6	ダイアジン	88.5	76.2	87.6	53	カフェンストロール	64.5	75.0	80.7
7	クロタロニル	ND	ND	ND	54	カルボフラン	96.5	89.3	93.9
8	イプロベンホス	94.0	87.5	98.5	55	キノキシフェン	76.6	71.4	79.6
9	メタキシル	74.7	96.2	79.1	56	キノキサミン	ND	22.9	28.6
10	ジチオピル	100.9	92.4	97.0	57	キアタン	ND	8.9	9.8
11	フェニトチオン	101.4	81.8	88.8	58	キントゼン	62.0	57.4	62.3
12	プロシアマシ	104.1	80.3	87.6	59	クロマゾン	100.4	84.4	91.3
13	チオベンカルブ	88.8	83.1	92.7	60	クロタルジメチル	75.2	73.6	80.4
14	ペンテイメタリン	76.8	67.4	80.1	61	クロルピリホス	74.8	71.2	83.2
15	フルトラニル	99.3	89.9	94.5	62	クロルピリホスメチル	83.1	77.1	83.9
16	イゾプロチオラン	88.0	81.8	88.2	63	クロネブ	ND	ND	ND
17	チフルサミド	97.9	87.4	93.1	64	シアノホス	88.6	79.6	89.1
18	イキサチオン	88.8	73.3	79.4	65	ジクロホップメチル	14.0	18.0	21.1
19	メブロニル	98.3	90.5	92.8	66	ジクロベニル	64.5	63.2	44.9
20	クロルニトロフェン	92.7	72.7	80.8	67	ジクロラン	87.6	79.9	88.0
21	プロピコナゾール	30.6	90.1	28.8	68	ジスホトン	93.7	78.6	77.2
22	トリフロキシストロビン	99.6	85.1	94.0	69	ジフェナミド	88.9	86.6	92.3
23	テブコナゾール	9.2	83.6	ND	70	ジメタメトリン	87.4	86.8	94.0
24	EPN	91.7	81.6	77.5	71	ジメトエート	ND	68.4	35.9
25	ナプロバミド	86.4	89.4	91.8	72	シメトリン	94.3	91.8	98.3
26	ヘキサコナゾール	ND	75.8	ND	73	ジメピペレート	72.5	69.9	78.4
27	XMC	87.5	88.6	93.2	74	ダイアジノンオキシロン	67.2	55.9	62.5
28	アザコナゾール	ND	83.2	ND	75	テルブカルブ	92.3	92.9	98.2
29	アセトクロール	78.9	83.5	89.1	76	テクナゼン	60.0	58.1	62.0
30	アトラジン	74.3	89.9	92.4	77	テトラクロルピリホス	80.2	72.4	80.8
31	アニコホス	116.0	102.5	107.3	78	テトラジホシ	83.5	77.5	84.1
32	アトリン	96.4	95.7	103.6	79	テニルクロール	65.1	71.7	64.4
33	アラクロール	85.6	86.1	86.8	80	トリアジメホシ	75.7	88.5	96.4
34	アレシリン	81.1	91.4	93.9	81	トリアレート	54.9	55.5	67.5
35	イサゾホス	84.6	72.4	85.6	82	トリアホス	65.1	56.0	66.6
36	イキサチオンオキシロン	62.0	47.2	58.2	83	トリフルラリン	76.0	73.1	80.0
37	イソフェンホス	79.9	72.4	85.4	84	トリクロピル-2-プロトキシ エチルエステル	65.7	73.3	102.4
38	イソフェンホスオキシロン	61.6	69.3	62.1	85	トルクロホスメチル	83.4	79.5	86.6
39	イソプロカルブ	95.3	92.6	92.7	86	トルクロホスメチルオキシロン	97.8	96.4	101.3
40	イプロジオン	92.7	85.7	91.7	87	トルフェンピラト	66.4	93.4	88.7
41	イマザメタベンズメチ ルエステル	ND	64.4	56.1	88	ニトタールイソプロピル	82.4	66.4	77.4
42	エスプロカルブ	85.0	83.9	94.5	89	ノルフルラジン	87.5	79.7	70.1
43	エデイフェンホス	134.1	85.6	93.1	90	ピフェノックス	89.3	87.7	93.7
44	エチオン	95.9	77.6	83.8	91	ピペロホス	95.6	80.9	88.0
45	エトフェンブロックス	76.1	91.1	94.9	92	ピラゾホス	109.0	91.7	99.5
46	エトフメセート	112.1	97.6	103.6	93	ピリタフェンチオン	97.7	84.2	89.2
47	エトリジアゾール	53.9	51.2	45.7	94	ピリプロチカルブ	92.1	89.3	96.8

表 2 (続)

No.	農薬名	C18	SAX/PSA	C18 + SAX/P SA	No.	農薬名	C18	SAX/PSA	C18 + SAX/PSA
95	ビ ^レ リブ ^ロ キシフェン	86.2	83.9	92.9	128	ブ ^ロ メトリン	84.1	92.9	100.2
96	ビ ^ロ キロン	85.1	89.8	89.9	129	ブ ^ロ モブ ^ロ ビ ^レ ート	88.6	86.3	92.8
97	ビ ^ン クロゾリン	87.2	83.9	84.4	130	ブ ^ロ モホスメチル	80.3	72.6	81.3
98	フェナミホス	ND	93.0	86.7	131	ヘキサジ ^ン	74.0	75.8	57.1
99	フェニトロチオンオキソ ^ン	68.6	66.6	72.7	132	ヘ ^ナ ナキシル	91.0	91.8	96.2
100	フェノチオカルブ ^テ	85.0	83.6	92.6	133	ヘ ^ノ キサコール	56.2	55.5	63.2
101	フェノトリ ^ン -2	79.6	78.1	86.7	134	ベンズリ ^ト	103.8	86.8	100.8
102	フェンチオン	82.8	70.5	80.3	135	ベンフルラ ^リ ン	76.5	73.2	79.6
103	フェンチオンスルホキ ^シ ト ^ド	101.2	96.4	57.9	136	ホスファミ ^ト ン	76.6	75.6	79.7
104	フェンチオンスルホ ^ン	111.1	89.9	91.7	137	ホスメ ^ト	106.6	92.6	95.8
105	フェンチオンオキソ ^ン	90.6	87.0	89.0	138	マラチ ^オ ン	78.2	72.3	86.5
106	フェンチオンオキソ ^ン スルホ ^キ シ ^ト	ND	29.0	ND	139	メチ ^ル グ ^ラ チ ^オ ン	90.8	79.9	89.7
107	フェンチオンオキソ ^ン スルホ ^ン	53.0	61.1	18.0	140	メチ ^ル グ ^ラ イム ^ロ ン	ND	80.7	100.7
108	フェトエ ^ト	83.4	71.7	79.7	141	メキシク ^ロ ール	89.0	79.5	86.0
109	フェンブ ^コ ナゾ ^{ール}	88.8	86.8	57.0	142	E-メ ^ト ミノストロビ ^ン	98.3	85.5	88.4
110	フェンブ ^ロ ビ ^モ ル ^ブ	ND	25.7	ND	143	Z-メ ^ト ミノストロビ ^ン	100.6	90.0	91.4
111	フサライ ^ト	42.5	39.6	44.4	144	メフェナ ^セ ット	101.6	95.0	102.1
112	ブ ^タ ミホス	95.2	73.0	78.2	145	モノクロ ^ト ホス	75.7	75.9	79.6
113	ブ ^ビ リメ ^ト	100.5	95.5	100.7	146	モリ ^ネ ート	57.0	61.9	60.4
114	ブ ^ロ フエジ ^ン	94.8	89.2	94.2	134	ベンズリ ^ト	84.1	92.9	100.2
115	フラムブ ^ロ ップ ^メ チ ^ル	92.1	86.4	88.2	135	ベンフルラ ^リ ン	88.6	86.3	92.8
116	フルアクリ ^ビ リ ^ム	96.0	91.0	72.7	136	ホスファミ ^ト ン	80.3	72.6	81.3
117	フルトリア ^ホ ール	98.5	54.4	ND	137	ホスメ ^ト	74.0	75.8	57.1
118	フルミオキサジ ^ン	96.0	76.9	84.4	138	マラチ ^オ ン	91.0	91.8	96.2
119	フルミクロラ ^ク ベ ^ン チ ^ル	30.1	44.8	47.8	139	メチ ^ル グ ^ラ チ ^オ ン	56.2	55.5	63.2
120	ブ ^レ チ ^ラ ク ^ロ ール	80.2	76.2	82.2	140	メチ ^ル グ ^ラ イム ^ロ ン	103.8	86.8	100.8
121	ブ ^ロ バ ^ク ロ ^{ール}	2.5	ND	ND	141	メキシク ^ロ ール	76.5	73.2	79.6
122	ブ ^ロ バ ^ニ ル	97.3	92.0	96.2	142	E-メ ^ト ミノストロビ ^ン	76.6	75.6	79.7
123	ブ ^ロ バ ^ル キ ^{ット}	101.3	94.7	110.9	143	Z-メ ^ト ミノストロビ ^ン	106.6	92.6	95.8
124	ブ ^ロ フェ ^ノ ホス	83.6	74.6	83.1	144	メフェナ ^セ ット	78.2	72.3	86.5
125	ブ ^ロ モブ ^チ ト ^ド	94.9	97.6	102.3	145	モノクロ ^ト ホス	90.8	79.9	89.7
126	ブ ^ロ ボ ^キ スル	82.9	88.3	92.1	146	モリ ^ネ ート	ND	80.7	100.7
127	ブ ^ロ マシ ^ル	ND	79.7	ND					