

Application
News

No. C170

LC/MS

STQ 法と LC-MS/MS を組み合わせた
農作物中の残留農薬高速一斉分析

近年、食の安全に対する関心が高まり、各地域や各国では食品中の残留農薬を品目ごとに厳しく規定して検査しています。規制される農薬や食品が増える中、食品中の残留農薬の分析では「迅速・簡便・高精度」が求められています。分析工程の中で前処理工程（抽出・精製）は労力のかかる工程とされてきました。そこで、迅速・簡便な「QuEChERS 法」に精製効果を高める「固相カートリッジ精製」を組み合わせた STQ 法 (Solid phase extraction Technique with QuEChERS method) により前処理を行うことで、前処理工程の「迅速・簡便・高精度」化を図りました。また、LC-MS/MS はその優れた選択性と感度により、食の安全における残留農薬の分析法として広く使用されています。本分析で使用したメソッドは LCMS™-8000 シリーズの高速極性反転能力を利用したメソッドで、わずか 10.5 分で農薬約 200 成分を分析できます。

本報では、STQ 法と高速 LC/MS/MS メソッドを組み合わせて、トータルとして「迅速・簡便・高精度化」した残留農薬分析例をご紹介します。

N. Asano, Y. Uno

■ STQ-LC 法による前処理

本分析系の評価には、夾雑成分を比較的多く含むホウレン草に農薬を添加したものを使用しました。測定サンプルは、株式会社アイスティサイエンスにて STQ-LC 法により前処理したものをご提供いただきました。予冷式ドライアイス凍結粉碎したホウレン草試料に農薬混標準溶液（林純薬工業製 PL2005MIX-4,5,6,7,8,9,10 及び STQ 法用農薬混合標準溶液）を添加し、QuEChERS 法に準じて抽出しました。得られたアセトニトリル層を分取して、アイスティサイエンス社製全自動固相抽出装置 ST-L400 を用いて精製しました。STQ-LC 法による前処理の詳細なフローを図 1 に示します。

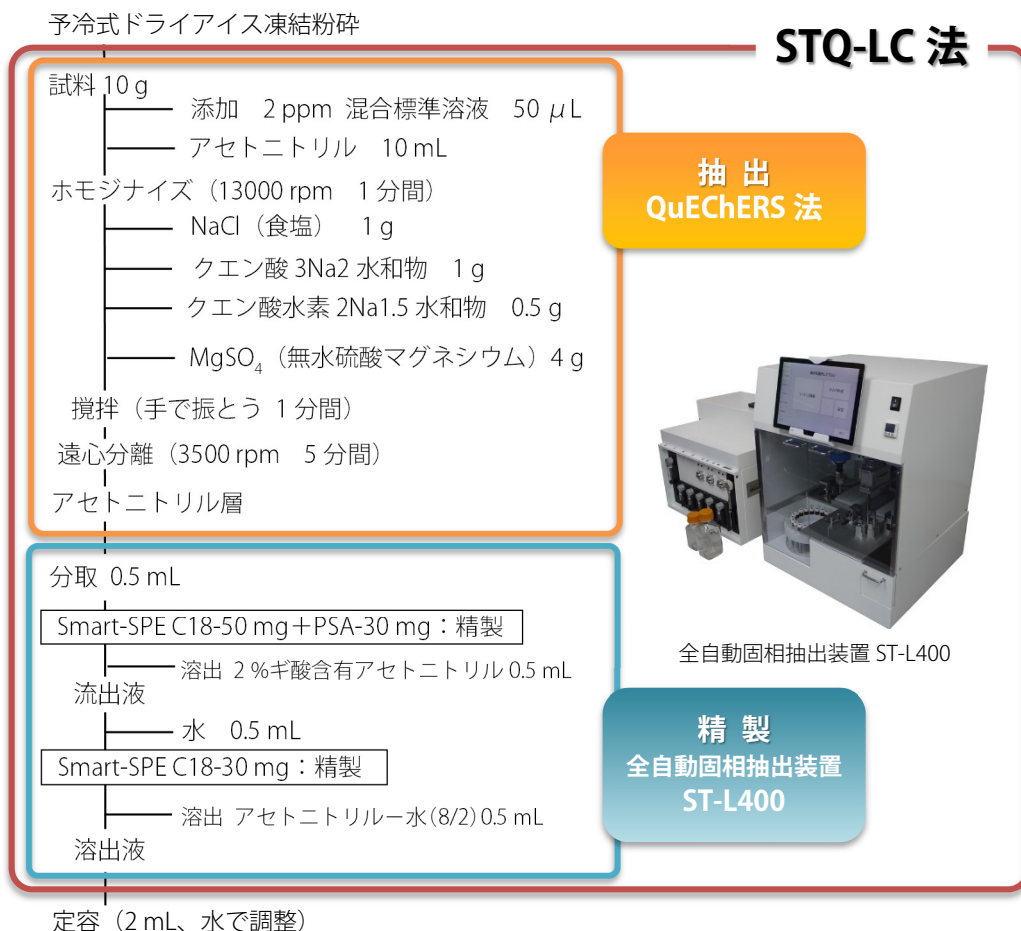


図 1 前処理フロー

表1 分析条件

UHPLC (Nexera™ X2)	
Analytical Column	: Restek Raptor™ Biphenyl (2.1 mmI.D. × 100 mmL, 2.7 μm)
Mobile Phase A	: 2 mmol/L Ammonium formate + 0.002 % Formic acid - Water
Mobile Phase B	: 2 mmol/L Ammonium formate + 0.002 % Formic acid - Methanol
Gradient Program	: 3 %B (0 min) - 10 %B (1 min) - 55 %B (3 min) - 100 %B (10.5 - 12 min) - 3 %B (12.01 -15 min)
Flow Rate	: 0.4 mL/min
Column Temperature	: 35 °C
Injection Volume	: 2 μL (+ 40 μL water)
MS (LCMS-8060)	
Ionization	: ESI positive and negative
Nebulizing Gas Flow	: 3 L/min
Drying Gas Flow	: 10 L/min
Heating Gas Flow	: 10 L/min
Interface Temperature	: 300 °C
DL Temperature	: 150 °C
HB Temperature	: 300 °C
Pause Time	: 1 msec
Dwell Time	: 1 msec

LC/MS/MS による分析

農薬 207 成分を含むホウレン草溶液は STQ-LC 法により前処理後 2 mL に定容して、超高速液体クロマトグラフ NexeraX2 とトリプル四重極型質量分析計 LCMS™-8060 (以下、LCMS-8060) を用いて測定しました。測定メソッドは、「LC/MS/MS メソッドパッケージ残留農薬 Ver.3」に収録されている、正負イオン化切替時間 5 msec、データ取込時間 (Dwell time) 1 msec の高速一斉分析メソッドを使用しました。分析条件を表 1 に、各成分のトランジションを表 5 に示します。

図 2 に示すように、207 成分を 10.5 分以内に検出することができました。

添加回収率

残留農薬 207 成分を試料あたり 0.01 ppm (前処理後の試料溶液中濃度は 0.0025 ppm) となるように添加したホウレン草溶液で添加回収試験を行いました。測定した 207 成分のうち 182 成分で 70-120% の良好な回収率が得られました (図 3)。低回収率となった成分は分解性のものと Silafluofen などの低極性のものでした。本実験で行った前処理の STQ-LC 法は比較的高極性のものを対象にしているため、低極性のものが精製時の最終段階で C18 ミニカラムから溶出されずに残ってしまったものと考えられます。全体で 95% 以上の成分について 50-150% の回収率が得られており、本分析系としては良好な結果が得られました。

また、厚生労働省の「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」に基づき、再現性 (RSD) が 25% 未満の成分数を算出した結果を表 2 に示します。207 成分中 184 成分で良好な再現性が得られており、70-120% の良好な回収率が得られた成分の 91% 以上で RSD 25% 未満を達成しました。

各農薬の添加回収率および再現性を表 5 に示します。

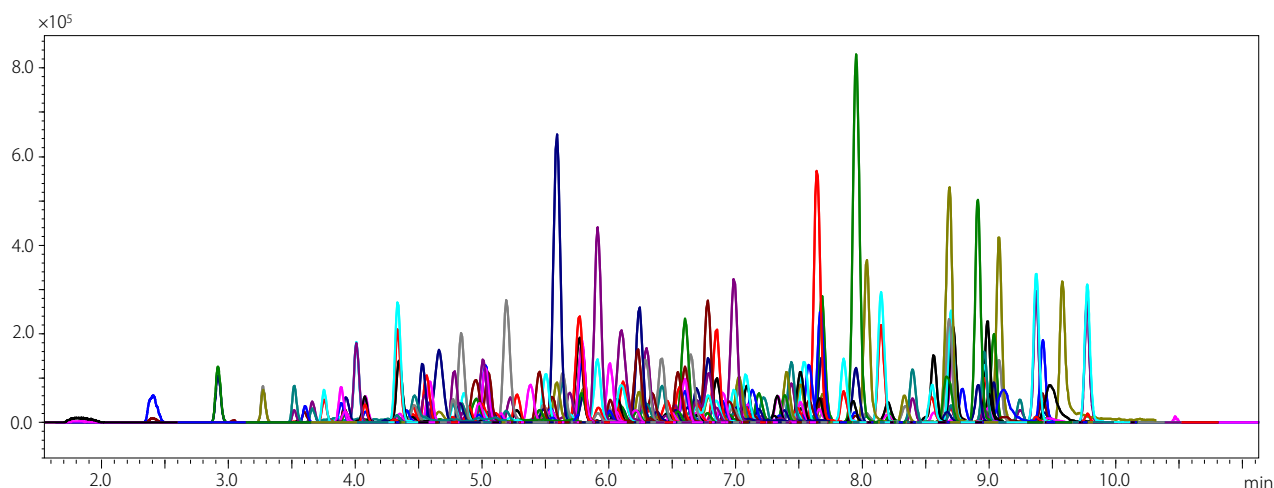


図2 ホウレン草溶液中の農薬 207 成分 (0.0025 ppm) の MRM クロマトグラム

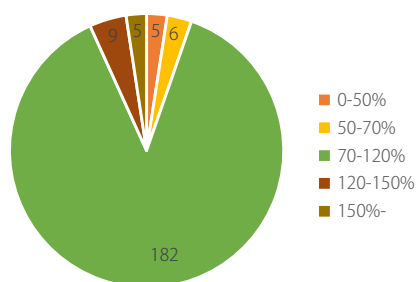


図3 添加回収率の分布

表2 RSD25%未満の成分数

回収率	%RSD25 未満 (n=5) の成分数
0-50 %	5
50-70%	4
70-120 %	166
120-150 %	8
150 %-	1

■ ホウレン草中に含まれる農薬の定量

今回の実験では、農薬無添加のホウレン草溶液から、Cyazofamid、Flufenoxuron、Imidacloprid の3成分が検出されました。これらの3成分は収穫1~3日前まで散布することが認められている農薬です。Cyazofamid、Flufenoxuron、Imidacloprid の3成分はマトリクス効果の影響が少ないため、

標品で作成した検量線を用いて、ホウレン草中に含まれる3成分の濃度を算出しました。図4に検量線とLOQ濃度のクロマトグラム、表3に定量結果を示します。いずれの農薬も検出された濃度は残留基準値以下でした。

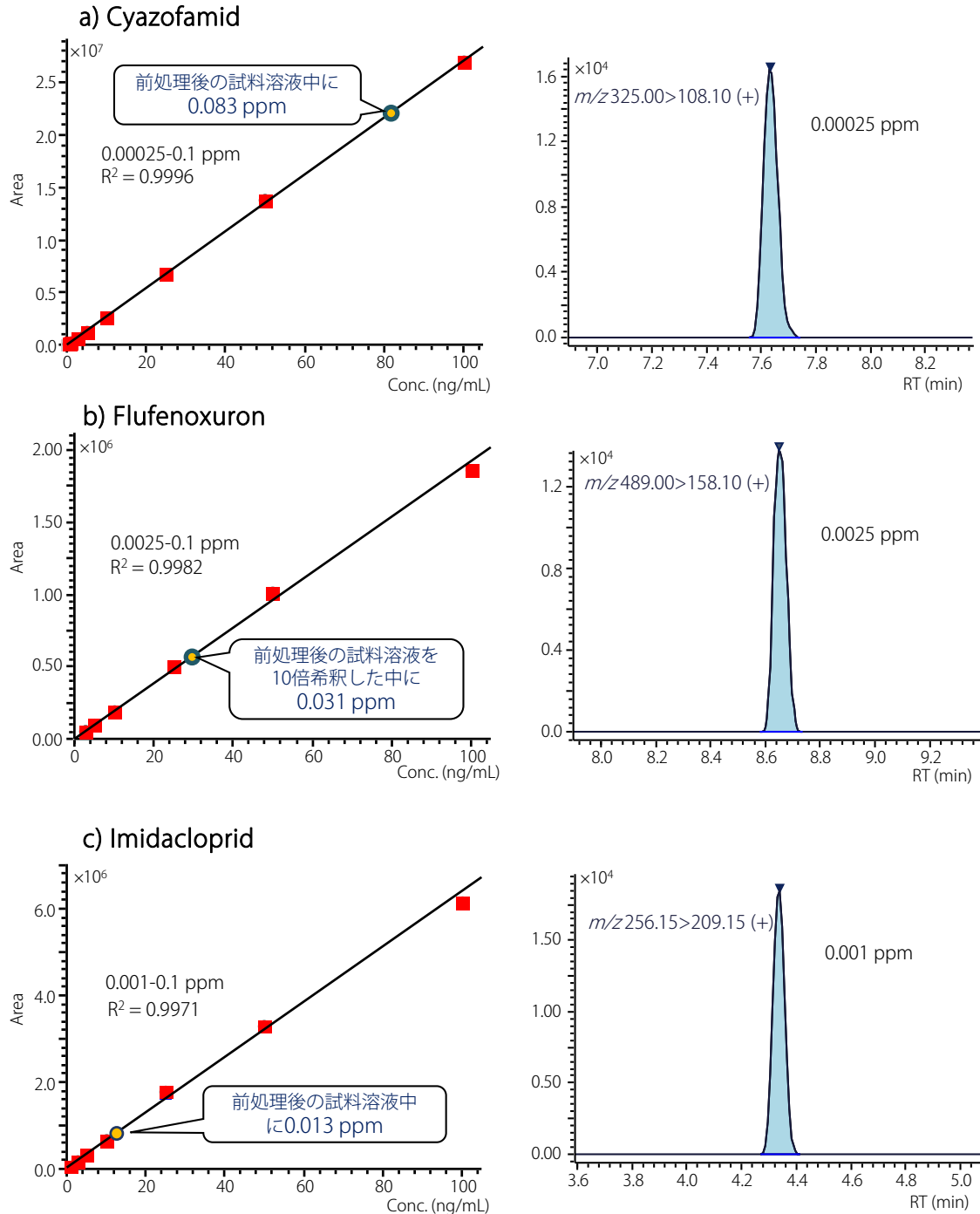


図4 Cyazofamid、Flufenoxuron、Imidaclopridの検量線とLOQでのクロマトグラム

表3 ホウレン草中の農薬の定量結果

農薬成分	残留基準値	前処理後の試料溶液中濃度	試料中濃度*1	使用可能時期	適用害虫・病気
Cyazofamid	25 ppm	0.083 ppm	0.332 ppm	収穫3日前まで	べと病
Flufenoxuron	10 ppm	0.31 ppm	1.24 ppm	収穫3日前まで	ホウレンソウケナガコナダニ
Imidacloprid	15 ppm	0.013 ppm	0.052 ppm	収穫前日まで	アブラムシ類・ネギアザミウマ

*1 本分析ではSTQ-LC法での前処理後の試料溶液中濃度は4倍希釈となるため、実際の試料中の農薬濃度は「前処理後の試料溶液中濃×4」となります。

■ 安定性の検討

LCMS-8060 は島津が長年の LC/MS 開発で培った堅牢なインターフェースを採用しているため、本実験で使用したハウレン草溶液のように夾雑成分を含む試料の連続分析においても、安定してデータを得ることができます。農薬 207 成分を添加したハウレン草溶液 (測定試料中の農薬濃度: 0.0025 ppm)

を 150 回連続分析し、農薬 7 成分について面積値をプロットした結果を図 5 に示します。面積値の大きさにかかわらず、RSD 5%前後という良好な結果が得られました (表 4)。図 6 には、Benzofenap の注入 1 回目、100 回目、150 回目の MRM クロマトグラムを比較しました。

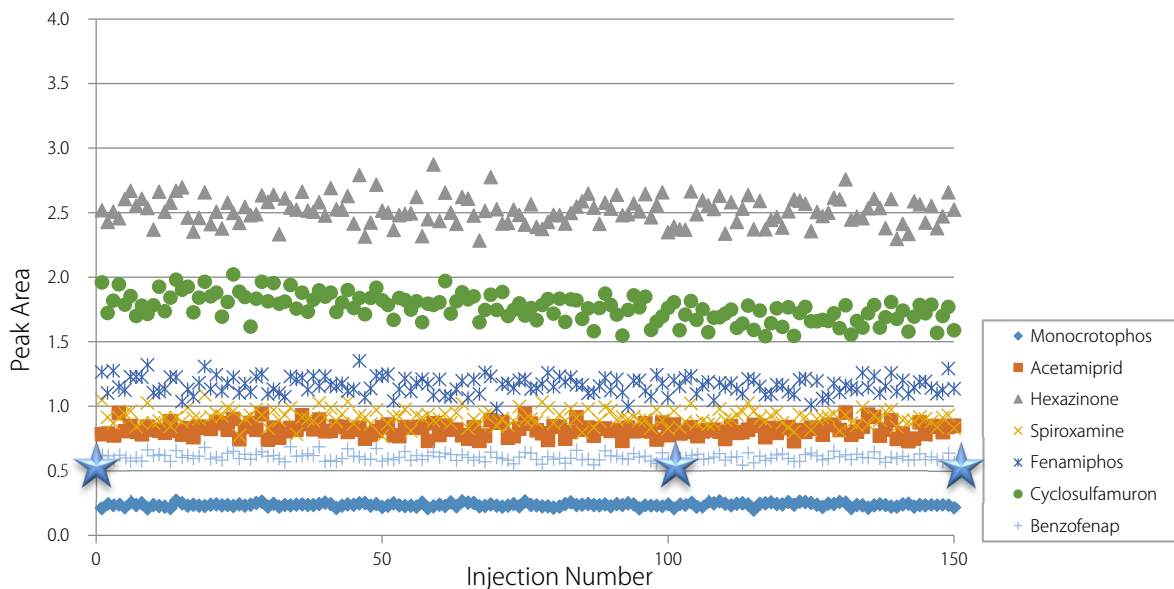


図 5 ハウレン草溶液中の農薬 7 成分の面積値プロット

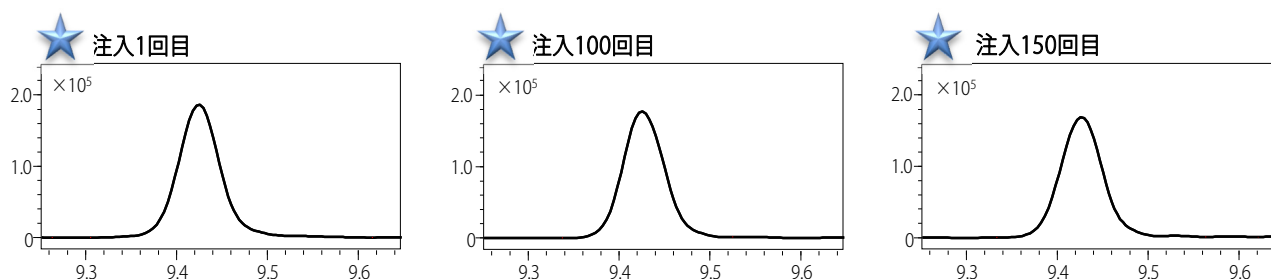


図 6 ハウレン草溶液中の Benzofenap の MRM クロマトグラム

表 4 ハウレン草溶液中の農薬 7 成分の面積値再現性 (%RSD)

化合物	<i>m/z</i>	%RSD (n=150)
Monocrotophos	223.90>127.10 (+)	5.52
Acetamiprid	223.10>126.10 (+)	5.81
Hexazinone	253.20>171.20 (+)	4.29
Spiroxamine	298.20>144.20 (+)	6.38
Fenamiphos	304.00>217.10 (+)	5.65
Cyclosulfamuron	422.10>261.00 (+)	5.9
Benzofenap	431.15>105.25 (+)	4.68

■ 結論

全自動固相抽出装置 ST-L400 を使用することで、前処理の迅速・簡便化を図ることができました。また、STQ-LC 法で前処理した試料を LC-MS/MS で分析した結果、添加回収率、定量、データの安定性のいずれも良好な結果が得られました。

ハウレン草そのものからは Cyazofamid、Flufenoxuron、Imidacloprid の 3 つの農薬が検出されましたが、いずれも残留基準値以下でした。

以上の結果から、STQ 法と高速 LC/MS/MS メソッドを組み合わせたシステムは、「迅速・簡便・高精度」な残留農薬分析が可能であり、食品中の残留農薬分析に有効であるといえます。

表5 農薬207成分の添加回収率

No.	Compound	トランジション		回収率	
		定量イオン	確認イオン	平均 (%)	%RSD
1	(E)-Fenpyroximate	422.30>366.20	422.30>135.10	79.9	4.0
2	(E)-Ferimzone	255.30>132.15	255.30>91.10	92.8	11.8
3	(Z)-Fenpyroximate	422.30>366.20	422.30>135.10	94.4	4.5
4	(Z)-Ferimzone	255.30>132.15	255.30>91.10	74.9	1.7
5	1-naphthaleneacetamide	186.10>141.25	186.10>115.20	102.9	6.9
6	2,4-D (2,4-PA)	219.20>161.00	219.20>125.10	166.0	30.7
7	4-Chlorophenoxyacetic acid	185.30>127.10	187.00>129.10	85.0	31.9
8	Acephate	184.00>143.00	184.00>95.00	88.3	3.7
9	Acetamiprid	223.10>126.10	223.10>73.00	103.4	4.0
10	Acibenzolar-S-methyl	210.90>136.10	210.90>91.05	90.7	20.2
11	Acifluorfen	360.00>316.00	360.00>195.10	174.3	39.1
12	Aldicarb	208.20>116.10	208.20>89.10	100.5	22.6
13	Aldicarb-sulfone (Aldoxycarb)	240.20>86.10	240.20>148.10	98.1	6.2
14	Anilofos	368.10>199.05	368.10>125.15	95.5	1.8
15	Aramite	352.25>191.30	352.25>57.25	89.1	7.9
16	Atrazine	216.10>174.10	216.10>96.00	89.4	8.0
17	Azafenidin	338.10>55.20	*	94.7	3.4
18	Azamethiphos	325.05>183.05	325.05>112.05	93.6	4.4
19	Azimsulfuron	425.20>182.15	425.20>139.10	101.9	10.3
20	Azinphos-methyl	318.05>160.25	318.05>132.15	103.3	15.3
21	Azoxystrobin	404.00>372.00	404.00>344.00	96.6	5.5
22	Bendiocarb	224.20>109.10	224.20>167.10	95.2	7.1
23	Bensulfuron-methyl	411.25>149.20	411.10>181.90	97.2	3.3
24	Benthiazole	238.90>180.00	*	64.1	15.2
25	Benzofenap	431.15>105.25	431.15>119.20	97.9	8.3
26	Bitertanol (diastereo isomers)	338.00>99.15	338.00>269.05	96.3	13.9
27	Boscalid	343.10>307.10	343.10>140.05	94.2	13.6
28	Bromacil	261.00>204.90	261.00>188.00	86.1	7.5
29	Bromoxynil	275.90>81.00	275.90>79.00	85.4	16.0
30	Butafenacil	492.10>330.90	492.10>179.90	98.5	1.7
31	Carbaryl (NAC)	202.20>145.10	202.20>127.10	94.2	28.1
32	Carbofuran	222.25>123.10	222.25>165.15	114.9	6.5
33	Carbofuran-3-hydroxy (3-Hydroxycarbofuran)	238.00>181.20	238.00>163.10	35.6	3.6
34	Carboxin	236.10>143.10	236.10>87.00	108.7	15.5
35	Carpropamid	336.10>103.10	336.10>139.10	95.4	16.3
36	Chloridazon	222.15>104.10	222.15>92.10	66.7	10.3
37	Chlorimuron-ethyl	415.10>185.90	415.10>82.90	100.1	14.3
38	Chloroxuron	291.10>72.20	291.10>163.90	93.2	6.2
39	Chlorsulfuron	358.15>141.25	358.15>167.25	76.2	15.6
40	Chromafenozide	395.30>175.15	395.30>339.25	91.1	4.5
41	Cinosulfuron	414.25>183.20	414.25>83.20	99.7	10.3
42	Clodinafop (free acid)	312.00>266.00	312.00>237.90	80.1	39.5
43	Clodinafop (free acid)	310.25>238.15	310.25>218.15	65.8	33.5
44	Clofentezine	303.10>138.05	303.10>102.10	93.3	8.2
45	Clomeprop	324.15>120.25	324.15>203.15	85.0	3.7
46	Cloquintocet-mexyl	336.20>238.10	336.20>192.05	87.4	4.6
47	Cloransulam-methyl	430.00>397.90	430.00>152.90	94.8	11.5
48	Clothianidin	250.10>169.10	250.10>132.05	120.4	7.8
49	Cumyluron	303.20>125.10	303.20>185.10	92.2	5.7
50	Cyanazine	240.80>214.00	240.80>104.00	104.4	13.4
51	Cyazofamid	325.00>108.10	325.00>261.00	3496.4	4.1
52	Cyclanilide	272.20>160.10	272.20>228.10	98.1	13.5
53	Cycloate	216.25>83.10	216.25>154.15	109.9	47.0
54	Cycloprothrin	499.00>181.10	499.20>208.00	95.3	32.4
55	Cyclosulfamuron	422.10>261.00	422.10>217.90	98.9	2.7

No.	Compound	トランジション		回収率	
		定量イオン	確認イオン	平均 (%)	%RSD
56	Cyflufenamid	413.20>295.15	413.20>241.10	85.9	2.2
57	Cyproconazole	292.00>70.00	292.00>125.00	107.8	38.5
58	Cyprodinil	226.30>93.10	226.30>108.10	78.2	12.0
59	Daimuron (Dymron)	269.25>151.15	269.25>91.10	100.6	8.9
60	Demeton-S-methyl	231.10>89.00	231.10>61.10	132.8	4.2
61	Di-allate	270.10>86.00	270.10>108.95	81.8	14.9
62	Dichlorprop	233.20>161.05	233.20>125.10	176.2	30.0
63	Dichlorvos	237.95>220.95	237.95>109.00	89.2	44.1
64	Dicloran	206.90>175.10	206.90>133.10	118.0	57.0
65	Diclosulam	406.10>161.00	406.10>378.00	95.2	11.8
66	Dicrotophos	237.90>112.20	237.90>193.00	100.0	6.6
67	Difenoconazole (isomer)	406.10>250.90	406.10>111.00	131.5	8.4
68	Diflubenzuron	311.10>158.10	311.10>141.05	104.7	12.8
69	Dimethirimol	210.30>71.10	210.30>140.15	99.2	7.5
70	Dimethoate	230.00>125.00	230.00>198.90	88.4	2.0
71	Dimethomorph (E, Z)	388.25>301.15	388.25>165.15	103.5	8.6
72	Diuron (DCMU)	233.10>72.10	233.10>160.00	96.1	12.0
73	Epoxiconazole	330.00>121.10	330.00>101.10	97.2	11.6
74	Ethametsulfuron-methyl	411.25>196.25	411.25>168.25	83.9	6.9
75	Ethoxysulfuron	399.20>261.10	399.20>218.10	98.8	5.6
76	Fenamidone	312.20>236.15	312.20>92.10	99.8	5.2
77	Fenamiphos	304.00>217.10	304.00>202.10	96.9	3.9
78	Fenbuconazole	336.90>125.00	336.90>70.00	96.6	21.3
79	Fenhexamid	302.20>97.15	302.20>55.15	84.0	10.5
80	Fenobucarb	208.25>95.10	208.25>152.10	101.4	8.1
81	Fenoxaprop-ethyl	362.10>287.90	362.10>91.10	101.9	6.8
82	Fenoxycarb	302.10>88.00	302.10>116.20	95.1	3.7
83	Fensulfothion	309.00>281.00	309.00>157.10	91.0	7.7
84	Flazasulfuron	408.15>182.15	408.00>139.00	87.8	2.7
85	Florasulam	360.20>129.10	360.20>109.10	86.4	19.1
86	Fluazifop	328.20>282.15	327.70>254.00	87.8	23.3
87	Fluazifop	326.10>254.10	326.10>206.20	95.5	17.6
88	Flufenacet	364.15>152.20	364.15>194.35	99.7	6.1
89	Flufenoxuron	489.00>158.10	489.00>140.90	12352.6	7.9
90	Flumetsulam	326.15>129.20	326.15>109.20	99.2	4.5
91	Fluridone	330.10>309.00	330.10>259.10	90.0	4.8
92	Fluroxypyr	255.00>208.90	255.00>181.00	84.3	18.6
93	Fluroxypyr	253.20>195.10	253.20>233.00	79.2	44.9
94	Flusilazole	316.00>247.00	316.00>165.00	101.3	13.2
95	Flutriafol (isomer)	302.10>70.10	302.10>123.00	89.5	16.7
96	Fomesafen	437.00>195.10	437.00>222.10	73.6	18.2
97	Foramsulfuron	453.25>182.25	453.10>83.10	105.5	4.5
98	Forchlorfenuron	248.20>93.10	248.20>129.10	114.7	16.6
99	Fosthiazate (isomer)	284.10>227.90	284.10>104.10	99.2	5.8
100	Furametpyr	334.25>157.15	334.25>290.25	95.8	6.7
101	Furathiocarb	383.25>195.10	383.25>252.15	88.2	4.0
102	Gibberellic acid (Gibberellin)	345.40>143.15	345.40>239.25	51.3	34.4
103	Halosulfuron-methyl	435.00>181.95	435.00>83.10	96.1	8.2
104	Halosulfuron-methyl	433.20>252.10	433.20>154.15	71.5	9.8
105	Haloxyfop	362.10>316.00	362.10>91.20	83.9	46.5
106	Hexaconazole	314.10>70.00	314.10>159.00	108.9	16.0
107	Hexaflumuron	458.80>439.00	458.80>175.10	86.0	9.0
108	Hexazinone	253.20>171.20	253.20>71.10	98.9	3.6
109	Hexythiazox	353.25>228.10	353.25>168.25	88.4	3.0
110	Imazalil	297.15>159.05	297.10>200.90	87.3	15.5

No.	Compound	トランジション		回収率	
		定量イオン	確認イオン	平均 (%)	%RSD
111	Imazamethabenz-methyl (isomer)	289.20>144.00	289.20>229.00	100.9	6.2
112	Imazaquin	312.05>267.05	312.05>128.05	85.2	17.6
113	Imazaquin	310.00>223.10	310.00>265.95	92.5	23.6
114	Imazosulfuron	413.00>156.00	413.00>152.95	91.8	11.1
115	Imibenconazole	410.80>125.20	410.80>171.15	114.9	6.6
116	Imidacloprid	256.15>209.15	256.15>175.20	566.2	6.4
117	Indanofan	341.20>175.15	341.20>187.15	129.2	20.2
118	Indoxacarb	528.15>203.10	528.15>150.15	121.7	12.6
119	Iodosulfuron-methyl	508.10>167.15	508.10>56.25	82.4	16.9
120	Ioxynil	370.00>127.00	370.00>215.00	79.6	13.8
121	Iprodione	330.10>245.00	332.10>247.00	133.8	30.0
122	Iprovalicarb	321.35>119.20	321.35>203.20	87.1	6.8
123	Isoprocarb	194.10>95.00	194.10>77.00	96.1	5.0
124	Isoxaflutole	360.15>251.15	360.15>144.10	87.1	28.0
125	Isoxathion-oxon	298.10>242.00	298.10>162.10	91.2	10.6
126	Lactofen	479.20>344.05	479.20>223.05	99.2	2.9
127	Lenacil	234.90>136.00	234.90>153.20	82.2	32.9
128	Linuron	249.10>160.00	249.10>182.10	98.2	12.7
129	Lufenuron	508.90>339.00	508.90>326.00	61.6	19.7
130	Mepanipyrim	224.10>106.10	224.10>77.00	91.6	8.3
131	Mesosulfuron-methyl	504.20>182.15	504.10>83.00	93.5	8.6
132	Methabenzthiazuron	222.20>165.10	222.20>150.05	91.2	5.0
133	Methamidophos	142.20>94.00	142.20>124.90	97.3	2.5
134	Methiocarb	226.25>169.10	226.25>121.10	116.8	22.0
135	Methomyl	163.20>106.05	163.20>88.05	207.6	9.9
136	Methoxyfenozide	369.30>149.10	369.30>91.15	84.2	4.0
137	Metosulam	418.15>175.15	418.15>140.20	88.5	13.5
138	Metsulfuron-methyl	382.00>166.90	382.00>77.10	101.2	4.3
139	Mevinphos	225.10>127.00	225.10>193.00	109.4	9.4
140	Monocrotophos	223.90>127.10	223.90>98.10	84.4	11.4
141	Monolinuron	215.15>126.05	215.15>148.10	108.5	10.8
142	Myclobutanil	289.10>70.10	289.10>125.00	100.7	9.5
143	Naproanilide	292.25>171.25	292.25>120.25	94.5	10.3
144	Naptalam	292.20>144.10	292.20>149.10	71.1	30.2
145	Norflurazon	304.10>284.00	304.10>159.90	109.0	7.8
146	Novaluron	493.10>158.10	493.10>141.05	121.0	11.4
147	Omethoate	214.10>125.00	214.10>183.00	99.2	6.6
148	Oryzalin	347.10>288.00	347.10>305.00	119.4	57.8
149	Oryzalin	345.05>281.00	345.05>77.95	86.6	19.1
150	Oxadixyl	279.20>219.10	279.20>132.10	103.1	6.6
151	Oxamyl	237.20>72.10	237.20>90.10	90.9	7.0
152	Oxaziclomefone	376.20>190.15	376.20>161.10	79.6	2.4
153	Oxycarboxin	268.15>175.05	268.15>147.00	91.0	4.0
154	Pencycuron	329.10>125.00	329.10>89.00	90.2	4.5
155	Penoxsulam	484.20>195.15	484.00>164.10	87.8	23.3
156	Pentoxazone	371.10>286.00	354.00>286.00	85.6	52.2
157	Phenmedipham	318.20>136.10	318.20>168.10	97.3	10.7
158	Phosphamidon	300.00>174.00	300.00>127.00	89.7	7.2
159	Pirimicarb	239.25>182.20	239.25>72.10	87.9	7.1
160	Primisulfuron-methyl	469.00>254.00	469.00>199.00	108.0	15.3
161	Primisulfuron-methyl	467.00>226.10	467.00>126.20	75.9	19.6
162	Prohydrojasmon	255.10>135.20	255.10>152.90	96.3	18.8
163	Propaquizafop	444.10>70.20	443.80>100.20	80.5	2.9
164	Propoxur	209.90>168.20	209.90>93.10	98.9	14.3
165	Propoxycarbazone-sodium	421.10>180.10	421.10>264.10	258.6	28.6

No.	Compound	トランジション		回収率	
		定量イオン	確認イオン	平均 (%)	%RSD
166	Prosulfuron	419.90>141.00	419.90>167.10	91.6	8.7
167	Prosulfuron	418.10>139.20	418.10>107.20	87.5	21.6
168	Pyraclostrobin	388.20>194.10	388.20>163.10	89.7	4.3
169	Pyrazolynate	439.10>173.00	439.10>91.15	94.4	3.5
170	Pyrazosulfuron-ethyl	415.25>182.25	415.25>139.20	79.7	5.1
171	Pyrifthalid	319.10>139.10	319.10>179.10	102.2	6.2
172	Pyroquilon	174.20>132.20	174.20>117.20	125.4	15.8
173	Quinoclamine	208.00>105.10	208.00>77.10	103.2	14.9
174	Quizalofop-ethyl	373.10>298.90	373.10>91.10	99.5	3.7
175	Silafluofen	426.30>287.15	426.30>168.10	22.9	22.8
176	Simazine	202.10>104.00	202.10>96.20	99.2	24.0
177	Simeconazole	294.20>70.10	294.20>135.10	107.6	8.4
178	Simetryn	214.10>124.00	214.10>144.00	95.3	7.2
179	Spinosyn A	732.60>142.20	732.60>98.25	78.3	5.8
180	Spinosyn D	746.60>142.20	746.60>98.25	79.3	8.4
181	Spiroxamine	298.20>144.20	298.20>100.20	99.1	5.0
182	Sulfosulfuron	471.15>211.25	471.15>261.20	86.4	14.2
183	Tebufenozide	353.35>133.20	353.35>297.35	81.6	6.2
184	Tebuthiuron	229.25>172.15	229.25>116.10	99.3	11.7
185	Teflubenzuron	381.05>158.00	381.05>141.00	115.0	11.7
186	Teflubenzuron	378.80>339.00	378.80>359.00	81.0	9.2
187	Tetrachlorvinphos (CVMP)	366.95>127.15	366.95>206.00	111.6	2.8
188	Tetraconazole	372.00>159.00	372.00>70.10	92.4	1.5
189	Thiabendazole	202.20>175.10	202.20>131.15	106.4	13.1
190	Thiacloprid	253.00>126.10	253.00>90.10	97.1	4.7
191	Thiamethoxam	292.00>211.10	292.00>181.10	77.7	11.6
192	Thidiazuron	221.00>102.00	221.00>128.00	94.5	11.7
193	Thifensulfuron-methyl	388.00>167.20	388.00>126.00	88.9	6.4
194	Thifluzamide	528.60>148.10	528.60>488.80	91.0	14.2
195	Thiodicarb	355.00>88.00	355.00>108.10	39.2	11.2
196	Tolfenpyrad	384.00>197.10	384.00>154.00	110.1	8.4
197	Tralkoxydim	330.30>284.20	330.30>138.10	78.5	5.6
198	Triadimenol (isomer)	296.10>70.10	296.10>99.20	111.1	23.8
199	Triasulfuron	402.15>167.20	402.15>141.20	96.0	17.6
200	Tribenuron-methyl	396.10>155.00	396.10>181.00	71.2	6.9
201	Tricyclazole	190.20>109.00	190.00>136.00	129.1	23.2
202	Tridemorph (isomer)	298.30>130.20	298.30>98.20	74.3	27.0
203	Trifloxysulfuron	438.15>182.15	438.00>257.00	89.8	3.4
204	Triflumuron	359.10>156.05	359.10>139.05	106.0	8.2
205	Triflusulfuron-methyl	493.00>264.00	493.00>96.10	106.5	4.6
206	Triticonazole	318.20>70.10	318.20>125.10	96.7	4.6
207	XMC (3,5-xylyl methylcarbamate)	180.10>123.10	180.10>108.00	115.9	7.2

■謝辞

データ採取にあたり、株式会社アイスティサイエンス 島三記様、京都大学大学院 蓮井啓介様には多大なご協力をいただきました。

参考文献

厚生労働省「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 日付け食安発第 1115001 号）

LCMS および Nexera は、株式会社 島津製作所の商標です。
Raptor は、Restek Corporation の登録商標です。

株式会社 島津製作所 分析計測事業部
グローバルアプリケーション開発センター

初版発行：2018年3月

島津コールセンター ☎0120-131691
(075) 813-1691

※本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。
改訂版は下記の会員制 Web Solutions Navigator で閲覧できます。

<https://solutions.shimadzu.co.jp/solnavi/solnavi.htm>

会員制情報サービス「Shim-Solutions Club」にご登録ください。

<https://solutions.shimadzu.co.jp/>

会員制 Web の閲覧だけでなく、いろいろな情報サービスが受けられます。

関連製品

一部の製品は新しいモデルにアップデートされている場合があります。



> LCMS-8060NX

トリプル四重極質量分析計



> LCMS-TQ RX シリーズ

トリプル四重極質量分析計

関連分野

> 食品・飲料

> 価格お問い合わせ

> 製品お問い合わせ

> 技術お問い合わせ

> その他お問い合わせ