

## 5) LC/MS/MSによる植物性自然毒の迅速一斉分析法の開発

山口奈穂 富永純司 松本理世  
中原優子 西名武士

### 要旨

植物性自然毒による食中毒発生時に、迅速な原因究明を行うため、21成分の植物性自然毒を対象としたLC/MS/MSによる一斉分析法の開発を行った。

また、本分析法について植物、食品残品、血液及び尿を用いて妥当性評価ガイドラインに準拠した妥当性評価試験を行ったところ、全項目が目標値を満たす良好な結果が得られた。このことから、本分析法は植物性自然毒の迅速一斉分析法として有効であることが明らかとなった。

**キーワード：LC/MS/MS, 植物性自然毒, 迅速一斉分析法, 食中毒**

#### はじめに

高等植物に由来する自然毒（以下「植物性自然毒」という。）による食中毒は過去10年間（平成20~29年）で188件、患者数は818名、死亡者は10名であり<sup>1)</sup>、近年増加傾向にある<sup>2)</sup>ことから、国は「有毒植物による食中毒防止の徹底について」（平成29年4月13日付け生食監発0413第1号）<sup>3)</sup>において、食用と判断できない植物について「採らない」、「食べない」、「売らない」、「人にあげない」よう注意喚起を行っている。

原因の大半は、山菜と有毒な植物との誤認及び家庭菜園の作物と園芸植物との誤認であるとされる。前者ではトリカブト類はニンソウ等と、バイケイソウ類はオオバギボウシ（ウルイ）との誤認が多く、後者ではニラとスイセンやサトイモとクワズイモを間違える事例が多い<sup>4)</sup>。特にニラとスイセンの誤認は事例数が多く、過去10年間に約50件生じている。

本県でも平成27年に1件（クワズイモ）、平成28年に1件（スイセン）と近年立て続けに植物性自然毒による食中毒が発生している。また、これまでに事例はないが、トリカブト、バイケイソウ等は球磨地方や八代地方の九州山地などに自生しているため、県内で食中毒が発生する可能性は否定できない。

植物性自然毒の多くはアルカロイドで、他に強心配糖体や青酸配糖体等がある。これらの成分を摂取した

場合は中毒症状の発症時間が数時間以内と短く<sup>5)</sup>、また、重篤な症状を呈す成分が多数存在し、致死量や中毒量が数ミリグラムのももあるため、食中毒発生時は早期治療が重要となる。なお、原因と考えられる植物の形態形質から原因特定が可能なこともあるが、調理過程を経て原型を留めていない場合も多い。この場合、植物や食品残品（以下「食品試料」という。）、又は血液や尿（以下「生体試料」という。）からの毒成分の分析が必要になる。

なお、近年、食中毒の原因究明のための植物性自然毒の一斉分析法は多数報告されている<sup>6-10)</sup>が、食品試料と生体試料の両方を対象とした分析法の検討事例は少ない。そこで、植物性自然毒が原因と疑われる食中毒発生時に、食品試料及び生体試料中の毒成分を迅速に検出することを目的に、高感度、かつ、選択性の高いLC/MS/MSを用いた植物性自然毒の迅速一斉分析法の検討を行った。また、本分析法について「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」<sup>11)</sup>（以下「ガイドライン」という。）に準拠した妥当性評価試験を行ったところ、良好な結果が得られたので報告する。

#### 実験方法

##### 1 分析対象成分

本県において、食中毒の原因となる可能性のある植物に含有されている成分（計 21 成分、表 1 参照）を分析対象とした。

表 1 分析対象成分と有毒植物

	成分名	有毒植物
1	aconitine	トリカブト類
2	jesaconitine	
3	hyaconitine	
4	mesaconitine	
5	cyclopamine	コバイケイソウ, バイケイソウ
6	jervine	
7	veratramine	
8	veratrine	
9	galantamine	スイセン, スノーフレーク
10	lycorine	
11	cucurbitacinE	ヒョウタン, ヘチマ, ユウガオ
12	chaconine	イヌホオズキ, ジャガイモ, ホオズキ
13	solanine	
14	atropine	エンジェルストランペット チョウンアサガオ, ハシリドコロ, ベラドンナ
15	scopolamine	
16	colchicine	イヌサフラン, グロリオサ
17	gloriosine	グロリオサ
18	demecolcine	
19	amygdalin	アンズ, ウメ, モモ
20	oleandrin	キョウチクトウ
21	digitoxin	ジギタリス

## 2 試薬等

### 2.1 標準品

aconitine, atropine, oleandrin, colchicine, jervine, digitoxin, cyclopamine, demecolcine 及び mesaconitine : 和光純薬製

$\alpha$ -solanine, amygdalin, galantamine, scopolamine, hyaconitine, veratrine 及び lycorine : Sigma-aldrich 製

cucurbitacinE : 関東化学製

$\alpha$ -chaconine : ChromaDex 製

gloriosine : Tronto Research Chemicals 製

jesaconitine : Carbosynth 製

veratramine : Cayman Chemical 製

### 2.2 混合標準溶液

各標準品を秤量し、メタノール (MeOH) (ただし、aconitine, jesaconitine, hyaconitine 及び mesaconitine はアセトニトリル (ACN)) に溶解後、50 $\mu$ g/mL の混合標準溶液を作成した。(ただし、cucurbitacinE 及び

digitoxin は他の成分と比較して感度が悪かったため、10 倍濃度とした。以下同じ。)

### 2.3 その他の試薬等

ACN(HPLC用), イソプロパノール(HPLC用) (IPA), MeOH (HPLC用), ギ酸 (LC/MS用), 酢酸アンモニウム (試薬特級) : 和光純薬製

## 3 試料

### 3.1 前処理検討用試料

食品試料用分析法にニラをフードプロセッサーで細切したものを用いた。ニラはスイセンとの誤認事例が多いことから選択した。生体試料用分析法には健常者の血液及び尿を用いた。

### 3.2 妥当性評価試験用試料

食品試料として、前処理検討用試料、ニラ和え物、ニラ玉及びとろろを用いた。植物中の自然毒濃度及び食中毒事例の生体試料中濃度を参考に、食品試料には 5 $\mu$ g/g, 生体試料には 10ng/mL となるように混合標準溶液を添加したものを試験に供した。

## 結果及び考察

### 1 LC/MS/MS 測定条件の検討

まず、対象成分の MeOH 溶液をインフュージョンでそれぞれ MS 部へ導入し、イオン化条件を検討した。イオン化は ESI 法で行った。その結果、ポジティブモードにおいて全成分のプリカーサーイオンが検出された。そして、プロダクトイオンのうち感度及び選択性が高いものを 2 つずつ選び、定量イオンと定性イオンとした。

分析カラム、移動相等は、ピーク形状、分離、感度等を考慮しながら最適化した。

なお、測定対象成分は極性の範囲が広く、成分によっては試験溶液中の MeOH 濃度により、ピークの割れや、感度の低下がみられた。このため、試験溶液の MeOH 濃度を段階的に変化させ、測定結果を比較したところ、70%MeOH 溶液ではほとんどの成分においてピーク形状がシャープで、感度も良好であったため、試験溶液の組成は MeOH:水 (7:3) とした。そのほか、注入量の調節や、ニードルの内洗浄液を移動相 A 液にすることでピーク形状を改善した。

以上の検討から得られた LC/MS/MS 測定条件を表 2 に示す。また、この条件で測定した植物性自然毒 (1ng/mL) のクロマトグラフ (TIC) を図 1 に示す。

表 2 LC/MS/MS 測定条件

MS/MS 部 TRIPLE QUAD5500 (AB SCIEX 製)	
Curtain gas	20 psi
Collision gas	9 psi
Temperature	600°C
Ion source gas 1/2	70/50 psi
Ion transfer voltage	5500 V
Entrance potential	10 V
MRM 条件	表 3
LC 部 Nexera X2 (島津製作所製)	
分離カラム	Inertsustain C18 PEEK(2.1×150mm, 3µm) (GL Sciences 製)
カラムオープン	40°C
移動相	A 液 0.1%ギ酸, 0.25mM 酢酸アンモニウム含有水 B 液 0.1%ギ酸, 0.25mM 酢酸アンモニウム含有 MeOH
グラジエント条件	0min(100:0)→1.0min(100:0)→1.1min(85:15)→15min(0:100)→25min(100:0)→25.1min(100:0)→35min(100:0)
流量	0.4mL/min
注入量	3µL
洗浄液	R0 移動相 A 液 R1 MeOH R2, R3 ACN : IPA : MeOH : 水(1:1:1:1)

表 3 分析対象成分 MRM 条件

Name	Q1 (m/z)	Q3 (m/z)	DP (V)	CE (V)	Name	Q1 (m/z)	Q3 (m/z)	DP (V)	CE (V)
1 aconitine	646.3	586.2	141	47	12 hyaconitine	616.2	556.3	71	45
	646.3	77.0	141	129		616.2	524.3	71	49
2 amygdalin	475.1	163.0	41	23	13 jervine	426.2	91.1	81	93
	475.1	144.9	41	25		426.2	66.9	81	79
3 atropine	290.2	124.0	171	31	14 jesaconitine	660.2	600.3	26	43
	290.2	92.9	171	39		660.2	568.2	26	51
4 chaconine	852.4	706.4	211	93	15 lycorine	288.0	146.9	86	37
	852.4	398.2	211	97		288.0	90.9	86	65
5 colchicine	400.2	310.0	116	35	16 mesaconitine	632.3	572.2	141	45
	400.2	152.1	116	113		632.3	77.1	141	129
6 cucurbitacinE	557.3	497.2	86	13	17 oleandrin	577.3	433.2	66	13
	557.3	479.2	86	21		577.3	145.1	66	23
7 cyclopamine	412.0	114.0	96	37	18 scopolamine	304.2	138.0	116	27
	412.0	109.0	96	39		304.2	156.0	116	23
8 demecolcine	372.3	310.0	60	30	19 solanine	869.4	399.3	261	99
	372.3	340.2	60	30		869.4	723.5	261	97
9 digitoxin	782.4	97.1	31	45	20 veratramine	410.2	295.1	91	39
	765.4	97.0	31	39		410.2	83.9	91	35
10 galantamine	288.1	213.1	81	31	21 veratrine	592.2	456.2	76	67
	288.1	197.9	81	43		592.2	574.2	76	55
11 gloriosine	386.1	165.1	121	97					
	386.1	150.9	121	125					

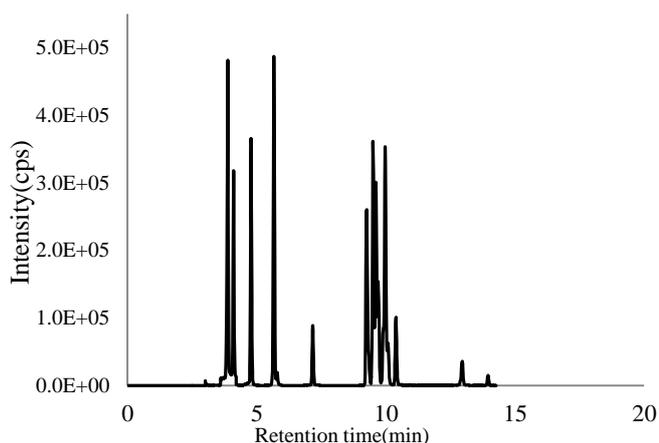


図1 植物性自然毒21成分(1ng/mL)のクロマトグラフ

## 2 定量範囲

定量範囲を確認するため、混合標準溶液を 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1, 5ng/mL に希釈したサンプルを本条件で測定した。各成分の保持時間(Rt), 定量下限値(ng/mL, S/N $\geq$ 10)と上限値(ng/mL)及び得られた検量線の相関係数(r)を表4に示す。表4に示すとおり、すべての成分で定量下限値から上限値までの範囲で良好な相関( $r\geq$ 0.999)が得られたため、この範囲で定量可能であると考えられた。

表4 定量下限値と相関係数

Name	Rt(min)	下限値	上限値	相関(r)
aconitine	9.73	0.01	5	0.9997
amygdalin	5.76	0.01	5	0.9996
atropine	5.73	0.01	5	0.9997
chaconine	9.58	0.01	5	0.9996
colchicine	9.85	0.01	5	0.9995
cucurbitacinE	12.86	0.1	50	0.9990
cyclopamine	10.47	0.01	5	0.9999
demecolcine	7.24	0.01	5	0.9998
digitoxin	13.91	0.1	50	0.9990
galantamine	4.11	0.01	5	0.9999
gloriosine	9.67	0.05	5	0.9992
hyaconitine	9.63	0.01	5	0.9999
jervine	9.59	0.05	5	0.9994
jesaconitine	9.82	0.01	5	0.9999
lycorine	3.88	0.01	5	0.9999
mesaconitine	9.37	0.01	5	0.9999
oleandrin	12.90	0.01	5	0.9999
scopolamine	4.83	0.01	5	0.9999
solanine	9.54	0.01	5	0.9993
veratramine	10.08	0.01	5	0.9998
veratrine	10.22	0.01	5	0.9994

## 3 前処理法の検討

### 3.1 食品の前処理法

まず、食品試料を対象とした前処理法の検討を行った。食品試料は、自然毒を含有する場合、一般にその濃度が高く、定量範囲に入る程度の希釈が必要である。このため、前処理法は精製過程を省略し、迅速性及び簡便性に優れた希釈法<sup>12)</sup>で行うこととし、用いる抽出溶媒の検討を行った。なお、抽出溶媒は、既報<sup>6-10)</sup>を参考に MeOH 溶液で行うこととし、混合標準溶液を添加(試料中 5 $\mu$ g/mL)した前処理検討用試料を、各濃度の MeOH 溶液でポリトロンにてホモジナイズ抽出後、70%MeOH 溶液で最終 1ng/mL になるよう希釈し、LC/MS/MS で測定する添加回収試験(n=1)により最適な MeOH 濃度を検索した。その結果を図2に示す。aconitine 等は MeOH 濃度に関係なく良好な回収率が得られたが、MeOH 濃度が低いと cyclopamine 等は回収率が低く、また、scopolamine 等は回収率が高くなる傾向を示した。これは、MeOH 濃度が低いと抽出効率が不十分であるか、又は水溶性の夾雑物の影響を受けて測定値が真値を示していないと考えられた。抽出溶媒は最も回収率が良好な成分の多い MeOH(100%)を用いることとした。

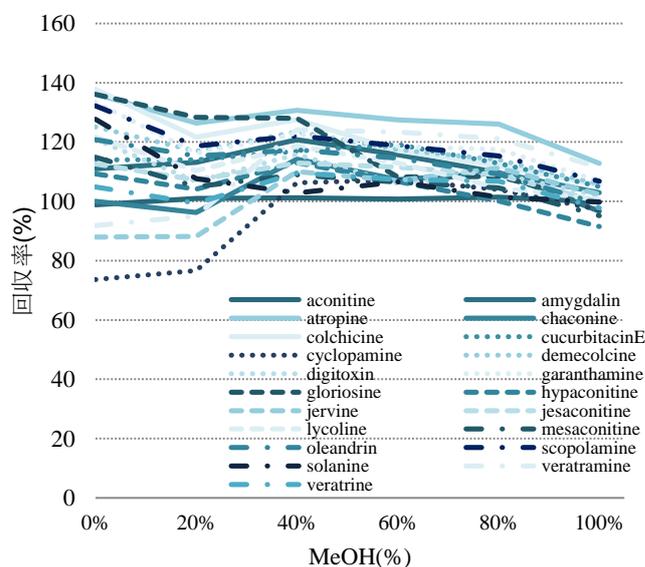


図2 MeOH 濃度の検討

なお、希釈法では精製過程を省略するため、検体又は成分によっては試験溶液中の夾雑物の影響で測定対象成分のイオン化が促進又は抑制(以下「マトリックス効果」という。)され、測定値が真値を示さない可能

性が考えられた。また、一般的に有毒植物やその食品残品は入手困難である場合が多く、マトリックス検量線等のマトリックス効果を補正するための手法を用いることは難しい。これらのことから、前処理にはマトリックス効果を見逃せる程度の希釈が必要と考えられたため、希釈倍率とマトリックス効果の検証を行った。

前処理検討用試料を MeOH でホモジナイズ抽出し、その抽出液を各段階（最終希釈倍率：50, 100, 500, 1000, 5000, 50000 倍）に 70%MeOH 溶液で希釈した後、混合標準溶液を 1ng/mL になるように添加したサンプルと、1ng/mL の混合標準溶液を LC/MS/MS で測定し、それぞれのピーク強度比(%)を求めた。図 3 に結果を示す。veratrine 等は希釈倍率により強度に変化はなかったが、50 倍希釈では aconitine 等が正の、lycorine 等が負のマトリックス効果と考えられるピーク強度の増減がみられた。なお、これらの成分も希釈倍率を大きくすると徐々にマトリックス効果が少なくなり、500 倍以上希釈するとピーク強度比がほぼ 100%となったため、マトリックス効果を見逃せることと推測された。

なお、植物中の自然毒の濃度は数 µg/g から数千 µg/g のものが多い<sup>9,13-17)</sup>。このことから、5,000 倍希釈であっても、溶液中最終濃度は数 ng/mL 以上であるため、「2」で示した定量下限値以上となることから測定は可能と考えられた。よって、希釈倍率は、マトリックス効果、検出感度及び機器への負担を考慮し、5,000 倍とした。図 4 に最終的な食品試料中自然毒成分の分析フロー（以下「第 1 法」という。）を示す。

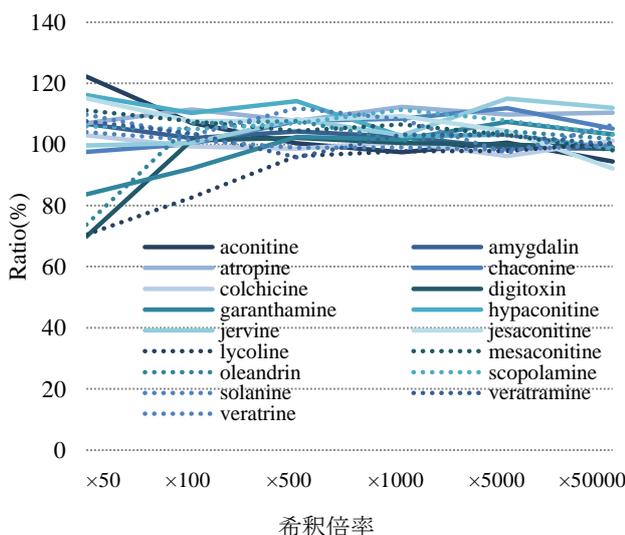


図 3 マトリックス効果の検証



図 4 食品試料中自然毒成分の分析フロー（第 1 法）

### 3.2 生体試料の前処理法

次に健常者の血液及び尿を用いて、生体試料を対象とした前処理法の検討を行った。血液はあらかじめ遠心（3,000rpm, 5min）し、血球を除いた部分を試験に供した。

生体試料中の自然毒濃度を測定した事例は少ないが、aconitine 類が血中 50ng/mL, 尿中 0.6ng/mL であった食中毒の事例<sup>18)</sup>から、検体中濃度として数 ng/mL 程度の検出が可能で必要であり、第 1 法は測定濃度の点で適用できないと考えられた。なお、自然毒成分が含まれない生体試料の入手は可能と考えられることから、定量はマトリックス検量線を用いることができる。このことから、既に抽出効率等が明らかな第 1 法を準用し、検出感度を考慮した希釈倍率（10 倍）に変更した方法を作成した（図 5、以下「第 2 法」という。）。

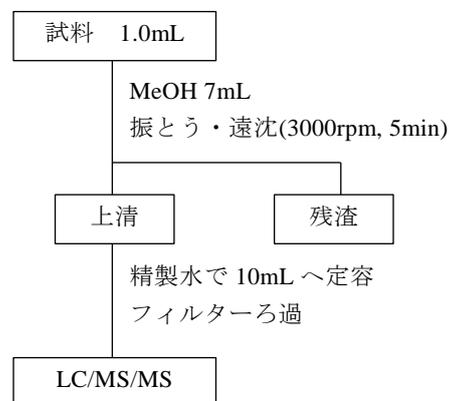


図 5 生体試料中自然毒成分の分析フロー（第 2 法）

なお、第2法は希釈倍率が小さいため、マトリックス効果によるピーク強度の増減が大きく現れると考えられた。また、前述のとおり、生体試料では数 ng/mL（最終試験溶液中ではこの10分の1）程度の濃度の検出が必要であることから、これらを確認するため、第2法により抽出した試料を用いたマトリックス検量線を血液と尿のそれぞれで作成し、定量下限値等を確認した（表5）。その結果、定量下限値はすべての成分が0.5ng/mL以下であり、生体試料中の自然毒成分も十分検出可能であると推察された。

表5 マトリックス検量線定量下限値(単位: ng/mL)

Name	血液		尿	
	下限値	相関(r)	下限値	相関(r)
aconitine	0.01	0.9992	0.01	0.9998
amygdalin	0.05	0.9996	0.01	0.9991
atropine	0.01	0.9997	0.01	0.9999
chaconine	0.05	0.9997	0.05	0.9998
colchicine	0.01	0.9994	0.01	0.9999
cucurbitacinE	0.1	0.9992	0.1	0.9999
cyclopamine	0.01	0.9992	0.01	0.9996
demecolcine	0.05	0.9998	0.01	0.9997
digitoxin	0.5	0.9999	0.1	0.9990
galantamine	0.05	0.9996	0.01	0.9995
gloriosine	0.01	0.9991	0.01	0.9999
hyaconitine	0.01	0.9990	0.01	0.9998
jervine	0.05	0.9995	0.05	0.9999
jesaconitine	0.01	0.9966	0.01	0.9997
lycorine	0.05	0.9995	0.01	0.9991
mesaconitine	0.01	0.9990	0.01	0.9998
oleandrin	0.05	0.9998	0.01	0.9994
scopolamine	0.01	0.9996	0.01	0.9995
solanine	0.01	0.9992	0.01	0.9990
veratramine	0.01	0.9964	0.01	0.9995
veratrine	0.01	0.9990	0.01	0.9999

#### 4 妥当性評価試験

第1法及び第2法について、21成分の植物性自然毒を対象とし、妥当性評価試験用試料（第1法は食品試料、第2法は生体試料）を用い、ガイドラインに準拠して、分析者5名、1日間2併行の添加回収試験を実施し、真度、併行精度及び室内精度を求めた。その結果を表6に示す。全成分において真度及び精度がガイドラインの目標値（添加濃度>0.1µg/gのとき：真度70~120%、併行精度<10%、室内精度<15%、0.001µg/g<

添加濃度≤0.01µg/gのとき：真度70~120%、併行精度<25%、室内精度<30%）を満たす良好な結果が得られた。

このことから、本法は、食品試料及び生体試料に含まれる自然毒21成分を分析することが可能であると考えられた。なお、本法が対象とする自然毒21成分は、24種の有毒植物に対応しており、これは過去10年間（平成20~29年）に発生した植物性自然毒に起因する食中毒の原因植物の約8割にあたり、食中毒が発生する可能性のある植物の多くに適用できると考えられる。

今後、実物の有毒植物を用いた毒成分の分析を行い、本法の適用性についてさらに検証を行う予定としている。

#### まとめ

植物性自然毒による食中毒に対する迅速な原因究明を目的として、試料をMeOH溶液で抽出・希釈し、LC/MS/MSで測定する迅速一斉分析法の検討を行った。また、本分析法について食品試料及び生体試料を用いて妥当性評価試験を行ったところ、すべての項目が目標値を満たす良好な結果であった。

本分析法は、自然毒21成分を一斉に分析でき、また、1検体につき、前処理時間が15分程度、LC/MS/MSでの測定時間は30分程度と短時間で、操作も簡便である。以上のことから、突発的に生じる食中毒に、迅速に対応できる有効な手法であると考えられる。

#### 謝辞

本研究にあたり、有毒植物の生態等について貴重な御指導・御助言をいただきました熊本大学薬学部の渡邊高志教授、渡邊将人様に深謝いたします。

#### 文献

- 1) 厚生労働省ホームページ：食中毒統計資料
- 2) 登田美桜, 畝山智香子, 春田文子：食品衛生学雑誌 55(1), 55-63(2014)
- 3) 「有毒植物による食中毒防止の徹底について」厚生労働省医薬・生活衛生局 生活衛生・食品安全部監視安全課長通知：平成29年4月13日付け生食監発0413第1号。
- 4) 厚生労働省ホームページ：自然毒のリスクプロファイル
- 5) 森昭彦：身近にある毒植物たち。サイエンス・アイ新書(2016)。

- 6) 浦山豊弘, 肥塚加奈江, 赤木正章, 他: 岡山県環境保健センター年報, **37**, 129-132(2013).
- 7) 立野幸治, 藤原美智子, 三浦泉: 山口県環境保健センター所報, **52**, 54-57(2009).
- 8) 後藤智美, 尾関史晃, 青山文生, 他: 愛知衛生研究所報, **65**, 31-37(2015).
- 9) 笠原翔悟, 大滝麻井子, 笠原義正: 山形県衛生研究所報, **49**, 10-13(2016).
- 10) 村上太郎, 紀雅美, 山口之彦, 他: 大阪市立環科研報告, **79**, 17-22(2017).
- 11) 「食品中に残留する農薬等に関する試験法の妥当性ガイドラインの一部改正について」厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知:平成 22 年 12 月 24 日付け食安発 1224 第 1 号.
- 12) 松本理世, 飛野敏明, 西名武士, 他: 熊本県保健環境科学研究所報, **44**, 28-36(2014)
- 13) 西川徹, 川口喜之, 村上正文: 長崎県衛生公害研究所報, **52**(2006).
- 14) 佐藤正幸, 姉帯正樹: 北海道立衛生研究所報, **62**, 49-54(2012).
- 15) 高橋正幸, 藤本啓, 佐藤正幸: 北海道立衛生研究所報, **66**, 99-100(2016).
- 16) 宅間範雄, 荒尾真砂, 古田和美, 他: 高知県衛生研究所報, **54**, 41-45(2008).
- 17) 小西友彦, 赤木浩一, 畑野和広: 食品衛生学雑誌, **49**(4), 266-271(2008).
- 18) 中田一之, 間藤卓, 山口充, 他: 日救急医学会誌, **20**, 31-36(2009).

表6 妥当性評価試験結果

食品試料	ニラ			ニラ和え物			ニラ玉			とろろ		
	成分	精度(%)		真度(%)	精度(%)		真度(%)	精度(%)		真度(%)	精度(%)	
		併行	室内									
aconitine	105.6	3.2	3.4	100.3	4.4	4.5	95.1	1.6	4.3	96.1	2.4	2.8
amygdalin	104.9	3.4	3.4	100.3	2.9	2.9	98.3	2.3	2.3	103.5	3.6	3.6
atropine	113.2	1.5	1.5	106.2	0.9	1.5	100.7	1.8	2.3	111.3	0.9	0.9
chaconine	101.4	4.8	4.8	101.7	2.8	4.1	97.8	3.6	4.3	104.4	2.5	2.9
colchicine	107.0	2.9	2.9	102.1	1.3	2.9	97.3	2.4	2.4	101.8	1.6	1.6
cucurbitacinE	102.5	4.0	7.6	94.8	2.1	3.5	95.1	5.0	5.0	101.8	2.6	3.4
cyclopamine	99.2	1.5	2.7	101.4	1.2	1.2	96.6	1.0	2.2	101.7	1.2	1.5
demecolcine	105.4	1.0	1.0	102.3	0.9	1.0	99.4	1.0	1.0	100.2	0.9	0.9
digitoxin	102.8	3.1	3.3	95.0	5.5	5.5	90.1	5.1	5.1	101.4	2.6	3.7
galantamine	107.8	0.9	1.1	99.9	1.5	1.5	94.7	1.4	2.4	102.2	0.6	0.6
gloriosine	105.1	5.7	6.1	87.5	2.5	2.8	90.8	3.7	3.8	95.1	4.8	4.8
hypaconitine	104.9	3.5	5.0	107.4	1.6	3.6	99.8	5.0	5.0	98.1	3.1	3.2
jervine	101.0	3.8	4.4	100.9	3.2	4.1	95.9	2.6	4.1	99.9	1.6	2.2
jesaconitine	105.5	3.2	3.2	98.8	1.9	3.2	95.9	3.7	3.9	103.1	1.0	2.1
lycorine	100.8	1.0	1.0	98.6	1.9	2.6	93.9	1.8	2.3	102.8	2.6	2.7
mesaconitine	103.5	1.3	2.3	100.4	2.9	2.9	95.3	2.8	3.4	98.8	2.1	2.1
oleandrin	103.1	3.6	3.6	103.0	1.7	1.8	98.5	0.9	0.9	102.7	1.2	1.9
scopolamine	106.3	0.8	1.0	102.2	0.8	0.8	97.0	1.0	1.0	104.8	0.7	0.8
solanine	101.9	8.9	8.9	107.2	9.1	9.1	100.4	6.2	7.4	109.0	5.2	7.4
veratramine	108.2	1.3	1.3	101.8	2.4	2.6	97.5	2.3	2.3	104.6	1.8	1.8
veratrine	99.1	1.5	3.9	99.7	1.5	2.4	94.2	2.8	2.8	102.3	1.0	1.0

生体試料	血液			尿		
	成分	精度(%)		真度(%)	精度(%)	
		併行	室内		併行	室内
aconitine	85.4	1.4	3.7	98.0	1.9	1.9
amygdalin	84.3	3.3	3.3	99.5	2.1	2.3
atropine	92.2	0.7	1.2	104.6	0.9	1.1
chaconine	85.2	3.0	3.0	100.9	5.7	5.7
colchicine	84.9	2.8	2.8	98.3	2.4	2.4
cucurbitacinE	98.4	4.5	4.5	95.5	3.9	4.5
cyclopamine	83.5	1.0	1.7	99.3	0.8	0.8
demecolcine	83.3	1.0	2.1	98.1	0.9	0.9
digitoxin	93.5	5.0	5.0	97.2	2.9	4.2
galantamine	95.1	0.9	1.2	98.1	0.7	0.8
gloriosine	81.1	3.3	4.2	95.7	5.3	5.3
hypaconitine	88.1	2.4	3.0	96.2	2.1	2.8
jervine	82.2	4.8	5.5	99.5	3.6	4.0
jesaconitine	82.3	1.5	4.0	94.0	2.5	3.0
lycorine	84.1	0.9	1.4	94.4	1.5	1.5
mesaconitine	87.4	2.8	2.8	98.2	1.3	1.6
oleandrin	77.4	0.7	2.0	96.4	2.4	3.4
scopolamine	89.7	1.2	1.4	97.2	0.7	0.7
solanine	88.5	3.8	6.5	96.8	9.8	9.8
veratramine	83.6	0.7	1.0	99.2	1.4	1.5
veratrine	89.4	1.8	1.9	99.7	1.6	2.0