

食中毒の原因となる植物性自然毒の化学的分析法に関する研究  
—植物性自然毒の多成分一斉分析法の検討—

Study on Chemical Analysis Methods of Phytotoxins Causing Food Poisoning:  
Development of Simultaneous Determination of Phytotoxins

高橋 正幸      佐藤 正幸      柿本洋一郎  
平島 洸基      武内 伸治

Masayuki TAKAHASHI, Masayuki SATO, Youichiro KAKIMOTO,  
Koki HIRASHIMA and Shinji TAKEUCHI

Key words : food poisoning (食中毒) ; plant toxin (植物性自然毒) ; simultaneous  
determination (一斉分析法)

緒 言

有毒植物の誤食による食中毒は、全国的に増加傾向にある<sup>1)</sup>。北海道内においても、同様の傾向を示しており、2019年、2021年、2022年には死亡事例も報告され<sup>2)</sup>、食品衛生の重要な問題となっている(表1)。

植物性自然毒による食中毒事例が発生した際には、原因究明へ迅速な対応が必要である。食中毒の原因特定の手法として、形態学的鑑別のほか、理化学機器(HPLC-UV、LC-MS/MS等)による有毒成分の化学的分析法、DNA塩基配列解析法等があるが、近年、LC-MS/MSによる植物性自然毒の一斉分析法が多くの地方衛生研究所を中心に報

告されている<sup>3-6)</sup>。当所ではこれまでにバイケイソウやイヌサフラン等、単一の植物に特化した分析法や、嘔吐物検体を想定したLC-MS/MSを用いた分析法の検討・開発を行うことで、植物性自然毒による食中毒事例への検査体制を構築してきた<sup>7-9)</sup>。しかしながら、搬入される検体の状態は様々であり、特徴が乏しい鱗茎等の植物地下部や、植物の特徴を確認することが困難な状態となった調理品、腐敗物等に対し、単一の植物に特化した分析法で対応することは、時間的、労力的観点から考えて、適切な手法であるとは言いがたい。本稿では、これまでの知見を踏まえ、当所において未整備である植物性自然毒の多成分一斉分析法について検討を行ったので報告する。

表1 2019～2023年に北海道内で発生した有毒植物の誤食による食中毒事例

| 発生年月日 |       | 原因物質      | 患者数 | 死者数 | 搬入された検体の状態        |
|-------|-------|-----------|-----|-----|-------------------|
| 2023年 | 5月3日  | イヌサフラン    | 1   | 0   | 植物地上部             |
|       | 5月18日 | イヌサフラン    | 1   | 0   | 植物地上部・地下部、調理品、嘔吐物 |
| 2022年 | 4月21日 | トリカブト(推定) | 2   | 0   | 植物地上部、コンポスト内残品    |
|       | 5月8日  | スイセン      | 3   | 0   | 植物地上部・地下部、調理品     |
|       | 5月22日 | スイセン      | 3   | 0   | 植物地上部・地下部         |
|       | 9月17日 | イヌサフラン    | 1   | 1   | 植物地上部・地下部、調理品     |
| 2021年 | 5月26日 | イヌサフラン    | 1   | 1   | 植物地上部             |
| 2020年 | 5月5日  | イヌサフラン    | 1   | 0   | 植物地上部・地下部         |
|       | 5月8日  | スイセン      | 1   | 0   | 植物地上部・地下部         |
|       | 5月31日 | スイセン      | 4   | 0   | 植物地上部・調理品         |
| 2019年 | 4月25日 | トリカブト     | 2   | 0   | 植物地上部・調理品         |
|       | 5月12日 | コルヒチン*    | 2   | 1   | 調理品               |

\* 病因物質としてコルヒチンと断定

## 方 法

### 1. 分析対象成分

1989年（平成元年）以降、北海道内にて報告されている植物性自然毒による食中毒事例のうち、複数の食中毒報告<sup>2, 10)</sup>がある植物種の有毒成分及び道外で数多くの食中毒が報告<sup>2)</sup>されているバイケイソウに含有する有毒成分、合計17種の有毒成分を分析対象とした（表2）。

### 2. 試薬

アコニチン、メサコニチン、ヒパコニチン、デメコルシン、スコポラミン臭化水素酸塩は富士フィルム和光純薬(株)製、コルヒチンはメルク社製、ガラントミン、l-ヒヨスチアミンは東京化成工業(株)製、 $\alpha$ -ソラニン、 $\alpha$ -チャコニンはChromaDex社製、リコリン、コニイン、シマリン、コンバロトキシンはSigma-Aldrich社製、ベラトラミン、プロトベラトリンA、プロトベラトリンB、シクロパミン、ジェルビンはChemFaces社製を用いた。

アセトニトリル、ギ酸、メタノールは富士フィルム和光

純薬(株)製 LC/MS 用、1 mol/L ギ酸アンモニウム溶液は富士フィルム和光純薬(株)製 HPLC 用、リン酸二水素カリウム、リン酸水素二ナトリウム 12 水和物は富士フィルム和光純薬(株)製試薬特級を用いた。崩壊試験第1液、pH 1.2/溶出試験第1液、pH 1.2（以下「溶出試験第1液」という）は富士フィルム和光純薬(株)製医薬品試験用、ペプシン（1：10000、ブタ胃粘膜由来）は富士フィルム和光純薬(株)製生化学用を用いた。水はアドバンテック東洋(株)製 RFD270NC で精製した超純水を用いた。固相抽出用カートリッジカラムは Waters 社製 Oasis HLB Plus LP Extraction Cartridge (225 mg)（以下「HLB」という）を用いた。0.1 mol/L リン酸塩緩衝液（pH7.0、以下「リン酸塩緩衝液」という）は日本薬局方<sup>11)</sup>に従い調製した。

### 3. 試料

植物試料は、北海道立衛生研究所薬用植物園にて植栽のトリカブト、イヌサフラン、スイセン、チョウセンアサガオ、ドクニンジン、バイケイソウ、ギョウジャニンニクを用いた。ジャガイモは市販品を購入し、自然光下に21日間置き、

表2 分析対象植物及び成分

| 有毒植物       | 毒成分                                     |
|------------|-----------------------------------------|
| イヌサフラン     | コルヒチン、デメコルシン                            |
| スイセン       | リコリン、ガラントミン                             |
| トリカブト      | アコニチン、メサコニチン、ヒパコニチン                     |
| ジャガイモ      | $\alpha$ -ソラニン、 $\alpha$ -チャコニン         |
| ドクニンジン     | コニイン                                    |
| チョウセンアサガオ類 | スコポラミン、l-ヒヨスチアミン                        |
| バイケイソウ     | ジェルビン、シクロパミン、ベラトラミン、プロトベラトリンA、プロトベラトリンB |

表3 分析対象成分 MRM 条件

| 成分名             | 定量イオン<br><i>m/z</i> | CE<br>(V) | 定性イオン<br><i>m/z</i> | CE<br>(V) |
|-----------------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|
| コルヒチン           | 400.2 > 358.1       | -23.0     | 400.2 > 310.0       | -29.0     |
| デメコルシン          | 372.2 > 310.1       | -23.0     | 372.2 > 340.1       | -19.0     |
| リコリン            | 288.1 > 147.0       | -31.0     | 288.1 > 119.0       | -43.0     |
| ガラントミン          | 288.2 > 213.0       | -23.0     | 288.2 > 198.0       | -36.0     |
| アコニチン           | 646.2 > 105.0       | -64.0     | 646.2 > 586.3       | -38.0     |
| メサコニチン          | 632.2 > 105.0       | -60.0     | 632.2 > 572.2       | -38.0     |
| ヒパコニチン          | 616.2 > 105.0       | -60.0     | 616.2 > 556.2       | -35.0     |
| $\alpha$ -ソラニン  | 868.5 > 98.0        | -64.0     | 868.5 > 398.3       | -69.0     |
| $\alpha$ -チャコニン | 852.6 > 98.1        | -68.0     | 852.6 > 398.3       | -70.0     |
| コニイン            | 128.0 > 69.0        | -21.0     | 128.0 > 55.1        | -23.0     |
| スコポラミン          | 304.2 > 138.0       | -20.0     | 304.2 > 156.0       | -17.0     |
| l-ヒヨスチアミン       | 290.1 > 124.1       | -25.0     | 290.1 > 93.1        | -33.0     |
| ジェルビン           | 426.3 > 67.1        | -53.0     | 426.3 > 114.2       | -38.0     |
| シクロパミン          | 412.4 > 109.1       | -36.0     | 412.4 > 114.2       | -34.0     |
| ベラトラミン          | 410.3 > 295.1       | -30.0     | 410.3 > 84.0        | -36.0     |
| プロトベラトリンA       | 794.3 > 776.3       | -44.0     | 794.3 > 658.3       | -58.0     |
| プロトベラトリンB       | 810.3 > 792.3       | -45.0     | 810.3 > 658.3       | -59.0     |

緑化したものを使用した。

酢味噌はマルコメ(株)製の「旬を楽しむ酢みそ」を使用した。カレーは、市販のカレールーを用いて自家調製したものを使用した。人工吐物は既報<sup>9)</sup>を参考に調製した。

#### 4. 装置

LC-MS/MSのLC部は(株)島津製作所製HPLC Prominence 20Aシリーズを、MS/MS部は(株)島津製作所製LCMS-8030を用いた。

#### 5. LC-MS/MSの分析条件

##### 1) LC条件

LC分析カラムはRESTEK社製Raptor C18 (2.7  $\mu$ m、2.1  $\times$  150 mm)を用いた。カラム温度は40℃、移動相は0.1%ギ酸含有5 mmol/Lギ酸アンモニウム水溶液(A液)及びアセトニトリル(B液)のグラジエント溶出条件とし、その条件はB液2% (0 min)  $\rightarrow$  B液90% (11 min)  $\rightarrow$  B液90% (12 min)  $\rightarrow$  B液2% (12.1 min)  $\rightarrow$  B液2% (20 min)とした。流量は0.2 mL/min、試料注入量は1  $\mu$ Lとした。

##### 2) MS/MS条件

イオン化法はESI (+)、測定法は多重反応モニタリング(MRM)とした。DL温度は150℃、ヒートブロック温度は350℃、ネブライザーガス流量は3.0 L/min、ドライイングガス流量は15 L/minに設定した。表3に各成分のMRM分析条件を示した。

#### 6. 試験溶液の調製

試料5 gにメタノール20 mLを加えホモジナイズした後、遠心分離を行った。上清を回収し、残さに対しメタノール20 mLを加え同様の操作を行った。上清を合わせ、メタノールで正確に50 mLに定容した。抽出液3 mLにリン酸塩緩衝液を用いて10 mLに定容し、この1 mLをHLBに負荷した。溶出液を捨てた後、30%メタノール5 mLで洗浄した。0.1%ギ酸含有メタノール3 mLを注入し、減圧下溶媒を留去し、メタノール1 mLに転溶した。この液をメンブレンフィルターでろ過し、試験溶液とした(図1)。

#### 7. 検量線

各分析対象物質を秤量し、メタノールで溶解し、100  $\mu$ g/mLの標準原液を調製した。これらを混合し、10~1,000 ng/mLの範囲内で調製し、測定で得られた面積値から検量線を作成した。

#### 8. 添加回収試験

今回対象とした有毒成分が含まれていない調理前の植物体の一例としてギョウジャニンニク、酢味噌、カレー、人工吐物を用いて添加回収試験を実施した。各試料に分析対象成分が10  $\mu$ g/gとなるように添加し、図1に従い5併行で試験を実施した。添加量に対する分析値から回収率及び併行精度を算出した。本分析法の目標値は、「加工食品中に高濃度に含まれる農薬等の迅速検出法」<sup>13)</sup>の評価基準を参考に、回収率は50~200%、併行精度(RSD%)は30%未満とした。

#### 9. 有毒植物試料中の毒成分含有量調査

有毒植物試料について図1に従い試験溶液を調製し、毒

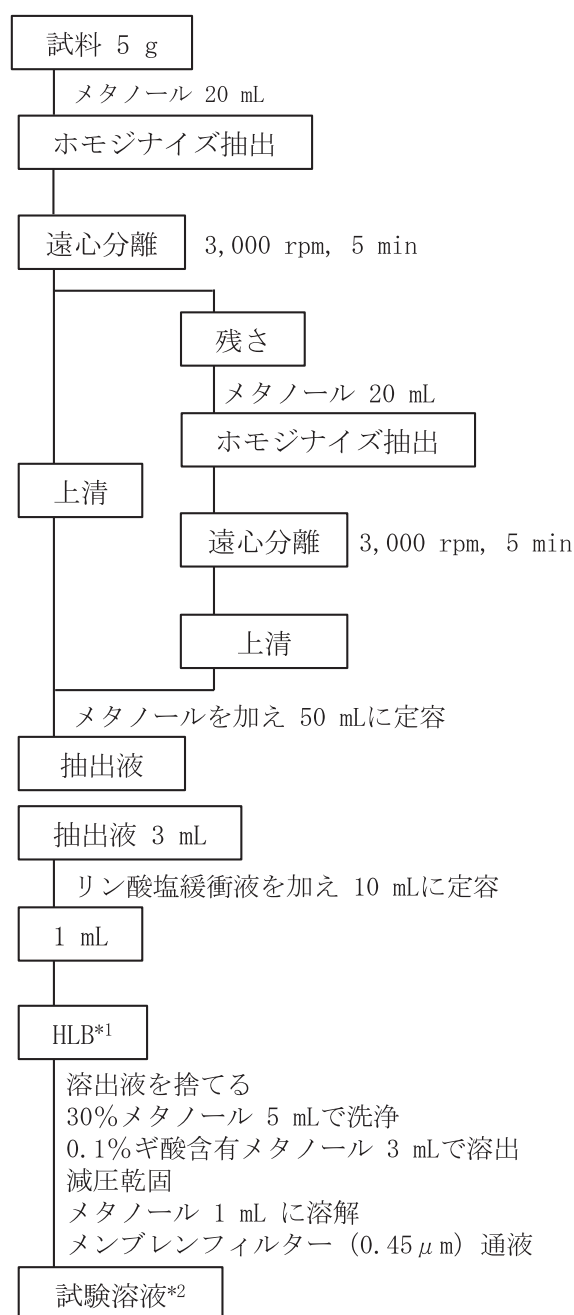


図1 抽出/精製フロー

\*1 コンディショニング: メタノール5 mL、水5 mL

\*2 適宜メタノールで希釈

成分含有量を算出した。なお、各成分の定量は、検量線範囲内に収まるように、適宜希釈し実施した。

## 結果・考察

### 1. 検量線の直線性

混合標準液をメタノールで希釈し、10~1,000 ng/mLの範囲で測定した結果、リコリン、ガラントミン、coniin、スコボラミン、1-ヒヨスチアミン、ベラトラミン、メサconiin、ヒパconiin、アconiinについては10~1,000 ng/mLまで検出可能であったが、そのほかの成分であるデメコルシン、 $\alpha$ -ソラニン、 $\alpha$ -チャconiin、ジェル

ビン、コルヒチン、プロトベラトリンA、プロトベラトリンB、シクロパミンについては100～1,000 ng/mLの範囲で検出可能であった（定量下限 S/N  $\geq$  10、検出限界  $\geq$  3）。これらの結果を基に、100～1,000 ng/mLの範囲で検量線を作成した。すべての成分で決定係数  $R^2 = 0.99$  以上と良好な直線性を示した。

## 2. 固相抽出による精製条件の検討

植物性自然毒の多くはアルカロイド、すなわち塩基性化合物である<sup>13)</sup>。加えて、多成分一斉分析を実施するにあたり、それぞれの成分は分子構造の違いから、多種多様な物理的性質を有している。そこで極性～無極性、酸性～塩基性までと、広範な分析対象物質の保持が期待できる HLB の使用を検討した。塩基性化合物であるアルカロイドは、アミノ基等の置換基を有しているため、溶液の pH によりイオン型、分子型に変化する。誤認した植物の調理方法は多岐にわたり、茹でる、焼く、煮るを基本とした上で、さらに調味料による味付け等が行われる。例えばカレーはジャガイモを用いた調理例の一つであるとともに、脂質をはじめとする夾雑物が非常に多い調理品である。山菜調理の代表例である酢味噌和えは、酢を用いた調理法により、その調理品は酸性となっている可能性が考えられる。また、胃酸による影響を受けた嘔吐物も、酸性となっていると考えられる。人工吐物試料を用いて、試験溶液調製法に従い調製した抽出液に17成分を添加した吐物想定抽出液（各成分5  $\mu$ g/mL）について、水による希釈またはリン酸塩緩衝液による希釈を行い、図1に従って試験溶液の調製及び分析を行うことで、HLB 負荷液の pH の影響について検討

した（ $n=3$ ）。その結果、pH 調製を行っていない水希釈では、リコリン、ガランタミン、コニイン、スコポラミンにおいて、各成分が負荷溶出液及び洗浄液中へ溶出する場合があります、相対標準偏差は大きな値を示した（表4）。このことは HLB への負荷液の pH が一定でなければ、対象とする有毒成分は HLB へ十分保持されないことが示唆され、試験結果のばらつきにつながることが想定された。従って、HLB への負荷溶液には pH を一定に保つため、リン酸塩緩衝液を用いることとした。

## 3. 添加回収試験

結果を表5に示す。今回検討した4種の試料において、回収率73.3～105.3%、併行精度（RSD%）1.3～8.5%で、すべての成分で目標値を満たしており、良好な結果となった。この結果から、本分析法は、調理前の植物体、油や香辛料等の夾雑物が多いと考えられる調理品、酸性条件下が想定される酢味噌和えや嘔吐物等、幅広く適応可能であると考えられた。

## 4. 有毒植物中の毒成分含有量調査

実植物を用いて有毒成分含有量調査を実施した結果を表6に示す。すべての植物種で、含有するとされる毒成分を検出した。一方で、バイケイソウ中の有毒成分プロトベラトリンA、プロトベラトリンBは検出限界以下であった。植物中の成分含有割合や総量は、品種や産地、生育環境等によって個体差が大きいために知られているため<sup>8, 14-17)</sup>、本試験に用いたバイケイソウについては、試料中にそれらの成分が含まれていなかったと考えられた。

以上の検討結果から、今回検討した試験法は、17種の

表4 HLB 負荷液の pH の影響

| 成分名             | リン酸塩緩衝液不使用 |            | リン酸塩緩衝液使用  |            |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|
|                 | 回収率<br>(%) | RSD<br>(%) | 回収率<br>(%) | RSD<br>(%) |
| コルヒチン           | 103.8      | 4.1        | 97.5       | 3.0        |
| デメコルシン          | 109.0      | 3.0        | 93.9       | 5.3        |
| リコリン            | 89.2       | 72.1       | 115.0      | 1.7        |
| ガランタミン          | 75.2       | 77.2       | 103.3      | 3.1        |
| アコニチン           | 104.1      | 4.1        | 99.6       | 6.2        |
| メサコニチン          | 99.2       | 1.1        | 87.3       | 3.7        |
| ヒパコニチン          | 110.9      | 4.7        | 101.4      | 0.8        |
| $\alpha$ -ソラニン  | 93.8       | 4.6        | 88.9       | 8.4        |
| $\alpha$ -チャコニン | 93.3       | 4.5        | 84.8       | 4.9        |
| コニイン            | 69.4       | 23.8       | 103.7      | 5.5        |
| スコポラミン          | 91.9       | 40.7       | 102.4      | 2.4        |
| 1-ヒヨスチアミン       | 113.2      | 7.1        | 105.2      | 2.5        |
| ジェルビン           | 124.0      | 1.2        | 111.6      | 4.0        |
| シクロパミン          | 119.8      | 2.4        | 106.9      | 1.2        |
| ベラトラミン          | 97.7       | 1.2        | 87.7       | 0.4        |
| プロトベラトリンA       | 124.3      | 7.9        | 113.3      | 2.5        |
| プロトベラトリンB       | 115.8      | 6.3        | 110.7      | 3.2        |

表5 添加回収試験結果

| 成分名             | ギョウジャニンニク  |            | 酢味噌        |            | カレー        |            | 人工吐物       |            |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                 | 回収率<br>(%) | RSD<br>(%) | 回収率<br>(%) | RSD<br>(%) | 回収率<br>(%) | RSD<br>(%) | 回収率<br>(%) | RSD<br>(%) |
| コルヒチン           | 88.7       | 2.2        | 94.3       | 7.5        | 92.0       | 7.5        | 92.8       | 3.9        |
| デメコルシン          | 92.6       | 6.0        | 105.0      | 2.9        | 97.1       | 7.0        | 103.7      | 3.1        |
| リコリン            | 87.6       | 3.2        | 100.9      | 3.2        | 97.5       | 4.3        | 97.7       | 3.1        |
| ガランタミン          | 97.1       | 2.9        | 102.7      | 3.3        | 95.7       | 4.8        | 102.3      | 1.3        |
| アコニチン           | 84.3       | 4.4        | 92.7       | 2.8        | 89.8       | 4.3        | 83.2       | 4.5        |
| メサコニチン          | 88.1       | 5.1        | 91.6       | 4.1        | 91.0       | 3.6        | 88.0       | 1.3        |
| ヒパコニチン          | 85.9       | 3.1        | 96.3       | 4.9        | 95.8       | 4.4        | 90.2       | 3.0        |
| $\alpha$ -ソラニン  | 97.7       | 5.2        | 105.3      | 4.0        | 100.9      | 7.0        | 104.7      | 6.5        |
| $\alpha$ -チャコニン | 76.4       | 6.4        | 95.5       | 3.3        | 101.8      | 5.3        | 77.2       | 3.4        |
| コニイン            | 78.4       | 2.4        | 84.1       | 1.4        | 73.3       | 4.3        | 80.0       | 5.9        |
| スコポラミン          | 97.1       | 2.9        | 102.3      | 5.7        | 95.9       | 3.3        | 100.5      | 2.0        |
| l-ヒヨスチアミン       | 91.9       | 2.6        | 98.0       | 4.0        | 97.4       | 4.7        | 92.9       | 3.4        |
| ジェルビン           | 101.5      | 3.5        | 100.3      | 8.5        | 91.2       | 2.7        | 104.5      | 2.9        |
| シクロパミン          | 84.8       | 3.8        | 90.2       | 5.7        | 85.7       | 4.6        | 80.3       | 3.2        |
| ベラトラミン          | 101.9      | 2.6        | 93.1       | 4.4        | 88.0       | 2.9        | 92.9       | 2.1        |
| プロトベラトリンA       | 89.0       | 4.1        | 97.0       | 4.0        | 96.0       | 5.3        | 92.4       | 1.8        |
| プロトベラトリンB       | 82.8       | 7.2        | 93.0       | 4.9        | 93.3       | 6.2        | 88.9       | 5.3        |

植物性自然毒の一斉分析法として有用であると考え。今後は、これまでに報告されているそのほかの植物性自然毒について、本分析法の適応可否の検討ならびに改良を加え、植物性自然毒による食中毒が疑われる際の、さらに機能的な試験方法を構築していきたい。

表6 各植物に含まれる成分含有量

| 植物        | 検出毒成分           | 含有量<br>( $\mu\text{g/g}$ ) |
|-----------|-----------------|----------------------------|
| イヌサフラン    | コルヒチン           | 1414.7                     |
|           | デメコルシン          | 79.3                       |
| スイセン      | リコリン            | 192.6                      |
|           | ガランタミン          | 6.5                        |
| トリカブト     | アコニチン           | 620.9                      |
|           | メサコニチン          | 315.1                      |
|           | ヒパコニチン          | 4.4                        |
| ジャガイモ     | $\alpha$ -ソラニン  | 54.6                       |
|           | $\alpha$ -チャコニン | 53.3                       |
| ドクニンジン    | コニイン            | 229.2                      |
| チョウセンアサガオ | スコポラミン          | 189.1                      |
|           | ヒヨスチアミン         | 1180.2                     |
| バイケイソウ    | ジェルビン           | 3.1                        |
|           | ベラトラミン          | 26.1                       |
|           | シクロパミン          | 105.5                      |
|           | プロトベラトリンA       | nd                         |
|           | プロトベラトリンB       | nd                         |
|           |                 |                            |

nd：検出限界未満

## 文 献

- 1) 登田美桜, 畝山智香子, 春日文子：過去 50 年間のわが国の高等植物による食中毒事例の傾向. 食衛誌, **55**(1), 55-63 (2014)
- 2) 厚生労働省ホームページ：食中毒統計資料, [https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryoku/shokuhin/syokuchu/04.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryoku/shokuhin/syokuchu/04.html) (確認：2024 年 5 月 29 日)
- 3) 堀井裕子：LC-MS/MS による調理食品中の植物性自然毒一斉分析法の検討. 富山衛研年報, **46**, 131-135 (2022)
- 4) 櫻井正晃, 青木和子, 湯浅全世：植物性自然毒の多成分一斉分析法の検討. 茨城県衛生研究所年報, **59**, 53-56 (2021)
- 5) 南谷臣昭：植物性自然毒の多成分同時分析法の開発. 令和 2 年度厚生労働科学研究費補助金食品の安全確保推進研究事業, 植物性自然毒による食中毒対策の基盤整備のための研究, 研究分担報告書 (2021)
- 6) 笠原翔悟, 笠原義正：中毒となる有毒植物の多成分一斉分析法の開発. 山形県衛生研究所報, **48**, 1-4 (2015)
- 7) 佐藤正幸, 姉帯正樹：有毒植物バイケイソウ調理品中のジェルビン及び 11-デオキシジェルビン残留量. 道衛研所報, **62**, 49-54 (2012)
- 8) 佐藤正幸, 姉帯正樹：有毒植物イヌサフラン調理品中のコルヒチン残留量. 道衛研所報, **60**, 45-48 (2010)
- 9) 高橋正幸, 柿本洋一郎, 平間祐志, 藤本 啓, 平島洗基, 武内伸治：イヌサフランの食中毒発生時における吐物試料を想定した有毒成分分析法. 北公衛誌, **34**, 85-90 (2020)
- 10) 藤本 啓, 高橋正幸, 佐藤正幸, 姉帯正樹：北海道内における有毒植物による食中毒発生状況 (平成 17 年～ 28 年春季). 北公衛誌, **30**, 123-128 (2016)
- 11) 厚生労働省ホームページ：第十八改正日本薬局方通則～一般試験法, <https://www.mhlw.go.jp/content/11120000/000788359.pdf> (確認：2024 年 5 月 29 日)

- 12) 厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課事務連絡「加工食品中に高濃度に含まれる農薬等の迅速検出法について」, 平成 25 年 3 月 26 日
- 13) 牛山博文: 自然毒による食中毒. 日本調理科学会誌, **42**(4), 255-259 (2009)
- 14) 笠原義正, 伊藤 健: LC/MS/MS によるトリカブトおよび食中毒原因食品中のアコニチン系アルカロイドの一斉分析. 食衛誌, **49**(2), 76-81 (2008)
- 15) 青柳光敏, 姉帯正樹: ドクニンジンに関する調査研究 (第 2 報) コニイン及び  $\gamma$ -コニセインの定量. 道衛研所報, **52**, 93-95 (2002)
- 16) 山本明美, 柴田めぐみ: スイセンによる食中毒について. 青森県環境保健センター年報, **30**, 32-41 (2019)
- 17) 大久保圭祐: バイケイソウによる食中毒. 食衛誌, **62**(2), J39-J40 (2021)