

小学校の調理実習で発生したジャガイモによる食中毒事例

吉岡 直樹* 四方 浩人

A Case of Food Poisoning by Potatoes Cultivated in an Elementary School

Naoki YOSHIOKA* and Hiroto YOMO

Health Science Research Division, Hyogo Prefectural Institute of Public Health Science, 1819-14, Kanno Kanno-cho, Kakogawa 675-0003, Japan

We report a case of solanine poisoning occurred at an elementary school in Hyogo prefecture in 2019. Thirty elementary school students and 3 teachers ate boiled potatoes cultivated in the school garden. After eating, the symptoms including stomachache, nausea and vertigo were observed among 16 students.

Potato glycoalkaloids (PGAs) including α -solanine and α -chaconine in potatoes cause food poisoning. Potato samples they ate in the case were not available. PGAs in the potato samples cultivated in the same garden were analyzed by LC-MS/MS. In the samples, 26-45 mg/100 g of PGAs (α -solanine and α -chaconine) were detected.

I はじめに

ジャガイモによる食中毒は昭和 36 年～平成 22 年の 50 年間では厚生労働省に 23 件報告されており、そのうちの約 9 割が学校において発生している¹⁾。特に平成 26 年～平成 30 年の 5 年間では 10 件の報告があり²⁾、近畿地方においては平成 27 年に奈良県内で中毒事例が発生している³⁾。

ジャガイモは有毒成分として α -ソラニン及び α -チャコンニン等のポテトグリコアルカロイド (PGA) を含み、特に芽や皮、緑化した部分の含有量が多い。

今回、兵庫県内の小学校で発生したジャガイモによる食中毒事例において、喫食したジャガイモと同様に栽培された未収穫のジャガイモ及び患者の胃洗浄液中の PGA の定量分析を行ったので報告する。

健康科学部

*別刷請求先:

〒675-0003 加古川市神野町神野 1819-14

兵庫県立健康科学研究所 健康科学部 吉岡 直樹

II 材料と方法

1. 事件の概要

1.1 発生年月 令和元年7月

1.2 喫食者数 33名 (児童30名, 教諭3名)

1.3 有症者数 16名 (児童16名うち入院者8名)

1.4 発生状況

兵庫県内の小学校において、家庭科の授業として校内で栽培したジャガイモを収穫後、すぐに調理して喫食した5年生児童及び教員33名のうち16名が、腹痛、吐き気等の症状を訴えた。

2. 試料

本事例の喫食残品自体は残っていなかったため、調理時に廃棄されたジャガイモの皮及び採取した場所と同じ場所で栽培された未収穫のジャガイモ (長さ 8 cm 以上を大, 6 cm 以上 8 cm 未満を中, 6 cm 未満を小とした) を試料とした。また有症者のうち 1 名の病院における胃洗浄液も試料として用いた。さらに、今回の中毒事例の

ジャガイモの対照品として、小売店で購入した市販品(メークイン)及び職員の家庭菜園で栽培し軒下で保管していたジャガイモ(メークイン)を用いた。

3. 試薬及び試液

標準品として、 α -ソラニン及び α -チャコニン(ChromaDex製)を用い(Fig. 1), それぞれ2 mgをメタノールに溶解して20 mLとし, 100 μ g/mL標準原液とした。これらを混合してメタノールで希釈し, 0.001 μ g/mL~0.5 μ g/mLの検量線用混合標準溶液を調製した。

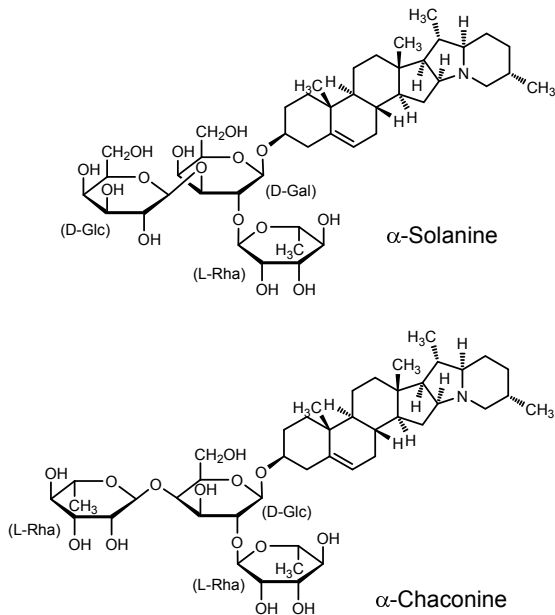


Fig.1 Chemical structures of α -solanine and α -chaconine

メタノール及びアセトニトリル(高速液体クロマトグラフ用)は関東化学製, ギ酸(LC/MS用)は和光純薬製を用いた。シリンジフィルターはメルク製Millex-LH(PTFE製, 0.45 μ m, 13 mm)を使用した。

4. 装置

ブレンダーはWaring製 7012S, ホモジナイザーはIKA製T25 digital ULTRA-TURRAXを使用し, 遠心機は日立工機製CT15REを使用した。LC-MS/MSはAB SCIEX製ExionLC及びQTRAP 4500を用いた。

5. 測定条件

LC-MS/MSの測定条件をTable 1に示した。

6. 試験溶液の調製

各ジャガイモ試料をブレンダーで均一化し, そのうちの5 gをポリプロピレン製50 mL遠沈管に入れ, メタノール25 mLを加えて, 1分間ホモジナイズして抽出した。ホモジナイザーの刃をメタノール20 mLで洗い, この洗液と抽出液とを併せてメタノールで50 mLにメスアップした。このうち2 mLを採取し, 遠心分離(10000 rpm, 3分間)を行った上清をシリンジフィルターでろ過したものを試験溶液とした。これをメタノールで適宜希釈し, LC-MS/MSで分析した。

胃洗浄液については, 均一化したものを5 gとり, メタノール25 mLを加えて3分間超音波抽出した後, メタノールで50 mLにメスアップし, 以下ジャガイモ試料と同様の操作を行った。

Table 1 LC-MS/MS parameters

LC parameters	Column	GL sciences Inertsil ODS-3 (150 mm×3.0 mm, 3 μ m)	
	Mobile phase	acetonitrile:0.1% formic acid = 25:75	
	Flow rate	0.3 mL/min	
	Column temperature	40°C	
	Injection volume	1 μ L	
MS parameters	Ionization mode	ESI (Positive)	
	Curtain Gas	20 psi	
	Collision Gas	9 psi	
	IonSpray Voltage	5000 V	
	TurboIonSpray teperature	650°C	
	Ion Source Gas 1	30 psi	
	Ion Source Gas 2	80 psi	
	Ionization parameters of analytes		
	α -solanine (Quantification)	Q1: 868.4, Q3: 398.4 (DP:201 V, CE:95 V, CXP 14 V)	
α -solanine (Qualification)	Q1: 868.4, Q3: 722.5 (DP:201 V, CE:93 V, CXP 22 V)		
α -chaconine (Quantification)	Q1: 852.4, Q3: 706.5 (DP:171 V, CE:93 V, CXP 10 V)		
α -chaconine (Qualification)	Q1: 852.4, Q3: 398.4 (DP:171 V, CE:103 V, CXP 12 V)		

Ⅲ 結果及び考察

1. 分析法の検討

試験溶液の調製法は、食品衛生検査指針⁴⁾の方法を参考にしたが、LC-MS/MSによる分析のためミニカラム精製を省略し、メタノール抽出液を定容後、シリンジフィルターでろ過したものを試験溶液とした。

α -ソラニン及び α -チャコニンのプロダクトイオン(Q3, 定量用)について、西川ら⁵⁾及び日比野⁶⁾は両化合物とも98 (ソラニジン骨格の一部) を用いていたが、今回は、Naraら⁷⁾と同様にそれぞれ398.4 (アグリコンであるソラニジン部分), 706.5 (α -チャコニンのラムノース脱離) を用いた。さらにプロダクトイオン(Q3, 確認用)としては、それぞれ722.5 (α -ソラニンのラムノース脱離), 398.4 (ソラニジン部分) を用いた。

検量線は α -ソラニン及び α -チャコニンとも0.001 $\mu\text{g/mL}$ ~0.5 $\mu\text{g/mL}$ の範囲で良好な直線性 ($R^2 \geq 0.999$) が得られた。

2. 添加回収試験

市販のジャガイモ (メーカー) の抽出液に α -ソラニン及び α -チャコニンを10 mg/100 g相当添加し、回収試験を行った。その結果、ブランク値を差し引いた回収率はそれぞれ102.9 \pm 3.0%, 106.1 \pm 0.9% ($n=3$) と良好な結果が得られ、両保持時間付近には妨害ピークは認められなかった。

3. 喫食及び調理残品等の分析結果

今回の中毒事例及び市販品等のジャガイモ中のPGA (α -ソラニン及び α -チャコニン) 分析結果をそれぞれTable 2及びTable 3に示した (「皮」及び「皮むき」の表示のないものは、皮付きの全体をサンプルとした)。また、本事例のジャガイモ及び標準溶液のクロマトグラム の代表例をFig.2に示した。

Table 2 Contents of PGAs in potato samples and gastric lavage fluid from the food poisoning case

Sample	Average weight per piece (g)	Concentration (mg/100g)		
		α -Solanine	α -Chaconine	PGAs (Sum of α -solanine and α -chaconine)
Unharvested potatoes (large)	98	6.9	19	26
Unharvested potatoes (large, peeled)	86	2.5	6.2	8.7
Unharvested potatoes (large, skin)	—	68	180	240
Unharvested potatoes (medium)	58	12	31	44
Unharvested potatoes (small)	23	14	32	45
Skins of potatoes used for cooking class (1)	—	34	82	120
Skins of potatoes used for cooking class (2)	—	43	110	150
Gastric lavage fluid of the patient	—	0.0016 $\mu\text{g/g}$	0.0077 $\mu\text{g/g}$	0.0093 $\mu\text{g/g}$

Table 3 Contents of PGAs in potato samples purchased at local markets and cultivated in kitchen gardens

Sample	Average weight per piece (g)	Concentration (mg/100g)		
		α -Solanine	α -Chaconine	PGAs (Sum of α -solanine and α -chaconine)
Commercially available potatoes (1)	95	5.6	13	19
Commercially available potatoes (2)	—	4.5	9.9	14
Commercially available potatoes (2) (peeled)	130	1.3	1.6	2.8
Commercially available potatoes (2) (skin)	—	39	93	130
Commercially available potatoes (3)	65	5.2	12	17
Potatoes cultivated in kitchen gardens (turned green)	33	32	49	81

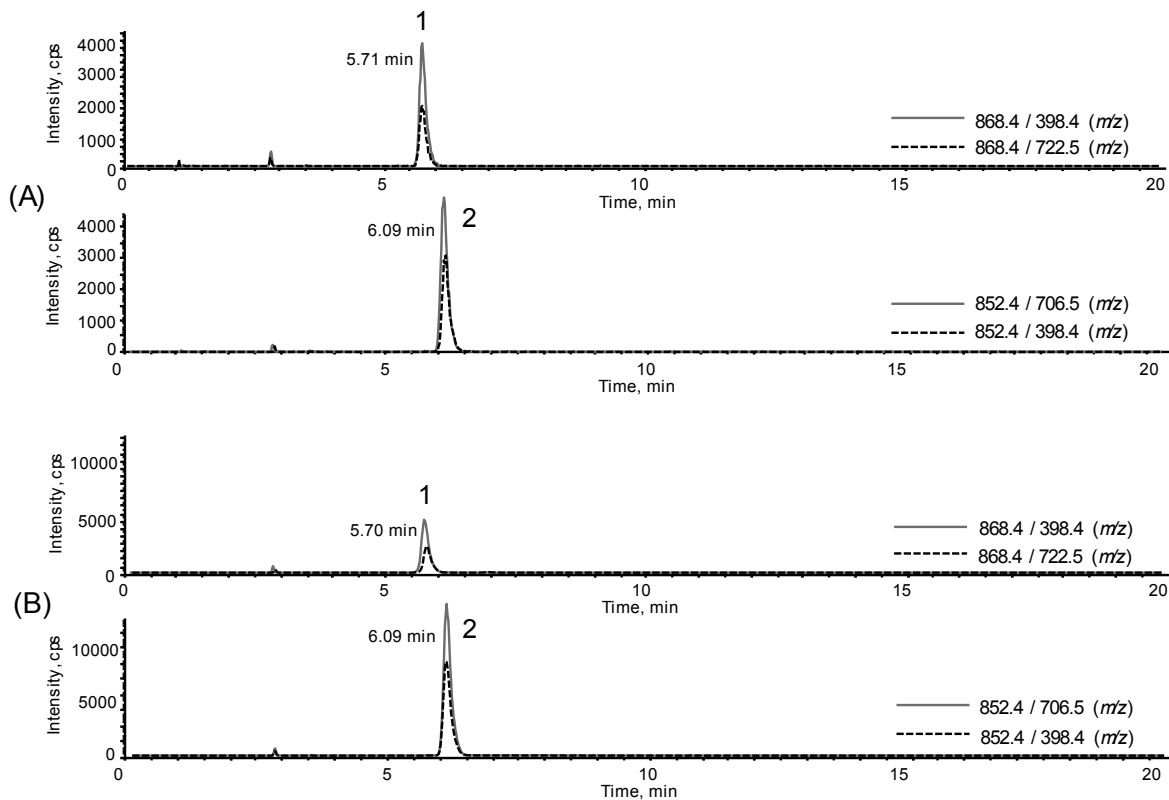


Fig.2 LC-MS/MS chromatograms obtained from 0.01 $\mu\text{g/mL}$ standard solution (A) and unharvested potatoes (small) sample (B) 1: α -solanine, 2: α -chaconine

喫食したジャガイモと同じ場所で栽培された未収穫のジャガイモからは、PGAが26 (大) ~45 (小) mg/100 g 検出され、調理に使用したジャガイモの皮 (廃棄部分) からは、120, 150 mg/100 gのPGAを検出した。また、入院患者の胃洗浄液から微量のPGAを検出した。

市販品のジャガイモ (メイクイン) では、PGAは14~19 mg/100 gであり、同じ個体を分割し全体、皮除去に分けて分析すると、皮の除去によりPGA濃度は約1/5程度に減少することが分かった。また市販品のうち多少緑変気味の個体(3)でも17 mg/100 g程度であった。さらに、家庭菜園で栽培し、軒下で保管中に極度に緑変したジャガイモからは81 mg/100 gのPGAを検出した。

今回の食中毒事例では、喫食残品は残されていなかったため、患者児童らのPGA摂取量の推定は困難であったが、未収穫のジャガイモを分析した結果、小型のジャガイモのPGA含有量が市販品や文献値⁹⁾よりも高かった。また過去の中毒事例では、小学6年生児童の中毒発症量 (発症率50%) は15.6 mg (α -ソラニン及び α -チャコニンの合計量) という報告⁹⁾もあり、本事例での未収穫の小型ジャガイモ (平均重量約23 g) では、皮ごと全体を喫食すると、約35 g (1個半程度) で発症する可能性がある と推定された。

健康福祉事務所の調査によると、校内で栽培されていたのは、男爵薯よりPGA含量の高いメイクイン[®]とみられ、化学肥料は使用せず、植え付け前に有機石灰を混ぜて栽培したということであった。小型のジャガイモを皮付きのまま茹でたものを喫食した児童らの一部が食中毒症状を呈したということから、小型のものを皮ごと喫食したことにより、高濃度のPGAを摂取することになり、症状を呈したと推測された。

IV 結 論

兵庫県内の小学校で発生したジャガイモによる食中毒事例において、喫食したジャガイモと同じ畑で栽培されたジャガイモ等のPGAをLC-MS/MSを用いて測定した。

その結果PGA (α -ソラニン及び α -チャコニン) が26 ~ 45 mg/100 g検出され、調理に使用したジャガイモの皮から120, 150 mg/100 gのPGAを検出した。また、入院患者の胃洗浄液から微量のPGAを検出した。

本件検査結果を含めた兵庫県宝塚健康福祉事務所における調査等の結果、本事例はジャガイモを原因とする食中毒と断定された。

謝 辞

試料採取、情報収集していただきました兵庫県宝塚健康福祉事務所及び兵庫県生活衛生課の関係者の方々に深謝致します。

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**, 55-63 (2014)
- 2) 厚生労働省 食中毒統計資料 : https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/syokuchu/04.html
- 3) 折口菜都希, 柚田有加, 安藤尚子, 岡山明子 : ジャガイモによる食中毒事件の発生について. 奈良県保健環境センター年報, **49**, 59-60 (2014)
- 4) 紺野勝弘, 数馬恒平, 代田修, 小島尚 : 食品衛生検査指針 理化学編 2015, p.883-889, 日本食品衛生協会, 東京 (2015)
- 5) 西川徹, 川口喜之, 村上正文 : LC/MS/MS による α -ソラニンおよび α -チャコニンの高感度分析法の検討. 長崎県衛生公害委研究所報, **52**, 84-86 (2006)
- 6) 日比野竜 : α -ソラニン及び α -チャコニンの分析法の検討. 浜松市保健環境研究所年報, **24**, 50-52 (2013)
- 7) Nara, A., Saka, K., Yamada, C., Kodama, T. and Takagi, T. : Forensic analysis using ultra-high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry with solid-phase extraction of α -solanine and α -chaconine in whole blood. Forensic Toxicol., **37**, 197-206 (2019)
- 8) 下井俊子, 牛山博文, 観公子, 斉藤和夫, 鎌田国広, 広門雅子 : 各種ジャガイモ中のグリコアルカロイド含有量調査. 食衛誌, **48**, 77-82 (2007)
- 9) 松井久仁子, 赤木浩一, 西田政司, 川口理恵, 豊福洋一 : 未熟なバレイショによる小学生のグリコアルカロイド中毒とその発症量および予防対策について. 食品衛生研究, **51**, 99-107 (2001)

(令和 2 年 1 月 27 日受理)