

令和5年度秋田県保健環境業務研究発表会抄録

HPLCによるグリコアルカロイド分析法の検討と
市販ジャガイモ中のグリコアルカロイド含有量について

○中村淳子 若狭有望 松渕亜希子 古井真理子 菅野さくら

1. はじめに

ジャガイモの毒性成分である α -ソラニン、 α -チャコニン、 α -チャコニンは、ポテトグリコアルカロイド（以下、「PGA」という。）と総称される。食中毒の原因となることがあるPGAは、ジャガイモの芽、皮の部分に多く含まれる。成人の中毒量は200～400 mg、小児はその約10分の1程度と推定されている¹⁾。

このジャガイモを原因とする食中毒は、学校などでの集団食中毒が多くを占め、家庭や飲食店での発生数は極めて少なく、有症者の予後が良好であることを特徴とする²⁾。

最近では、令和5年6月に東京都内の小学校で調理実習のゆでジャガイモの喫食により、喫食者76名中20名に頭痛、吐き気、腹痛等の症状を呈したが、全員回復している³⁾。

これまでに秋田県の発生事例はないが、全国では年間1～2件の大規模な食中毒が発生している。

このことから、ジャガイモの喫食による食中毒事案が発生した際に迅速に対応することを目的として、高速液体クロマトグラフ（HPLC）による分析方法の検討を行った。さらに、検討した方法を用いて、市販ジャガイモの品種別、部位別によるPGA含有量を調査したので報告する。

2. 実験方法

2.1 試料及びサンプリング

令和5年に県内で流通したジャガイモ10種類を用いた。表1に品種や使用個数、平均重量、用途を示す。水洗いしたジャガイモを厚さ約1 mm程度に皮を剥き皮質部とした。芽及び芽の周囲は深さ約3～5 mm程度くり抜いたものを芽部とし、残りを髄質部とした。この3部位をそれぞれ粉碎均質化したものを、試料とした。試験は各品種、部位ごとに3試行で行った。

2.2 試薬

2.2.1 標準液

α -ソラニン（Sigma-Aldrich 社製）、 α -チャコニン（Extrasynthese 社製）をメタノールで希釈し、各200 μ g/mLに調製したものを等量混合し、調製濃度100 μ g/mLとした。

2.2.2 その他試薬

メタノール、アセトニトリルはHPLCグレード以上（富士フイルム和光純薬社製）、その他試薬は特級（富士フイルム和光純薬社製）を使用した。

表1 試料に供したジャガイモの品種、個数、重量、用途

品種	使用個数	平均重量(g)	用途
男爵薯（北海道産）	7	80	食用
メークイン（北海道産）	7	72	食用
きたあかり（北海道産）	5	137	食用
シェリー（北海道産）	5	112	食用
ノーザンルビー（北海道産）	7	76	食用
シャドークイーン（北海道産）	7	77	食用
十勝こがね（秋田県産）	5	148	食用
インカのめざめ（北海道産）	6	92	加工食品用・食用
ホッカイコガネ（秋田県産）	5	161	加工食品用・食用
トヨシロ（秋田県産）	5	135	加工食品用

2.3 試料の前処理方法

前処理方法、分析条件は、衛生試験法¹⁾、分析化学実技シリーズ応用分析編・5 食品分析⁴⁾を参考にした。

粉碎均質化した試料 2.0 g にメタノール 10 mL を加え、ホモジナイズした後、遠心分離し、上清をろ過した。その残渣にメタノール 9 mL を加え、振とう、遠心分離後、上清をろ過し、ろ液を併合したものを、メタノールで 20 mL に定容し、ろ過したものを試験溶液とした。図 1 に試料の前処理方法を示す。

2.4 定量

表 2 の HPLC 分析条件に従って、クロマトグラフィーを行い、そのピーク面積から検量線を作成して濃度を求め、試料中の含有量を算出した。

検量線は混合標準液を希釈し、1、5、10、25、50 $\mu\text{g/mL}$ の 5 点検量を行った。

2.5 添加回収試験

PGA を含まない実試料サツマイモ（紅はるか、茨城県産）2.0 g に標準液を添加（添加濃度 50 $\mu\text{g/g}$ ）し、5 試行で試験を行った。

3. 結果及び考察

3.1 分析条件

HPLC にて測定した標準液と試料（メークイン髓質）のクロマトグラムを図 2 に示す。検量線は 1～50 $\mu\text{g/mL}$ （5 点）の範囲で作成し、良好な直線性が得られた（相関係数 0.999 以上）。全てのピークにおいて妨害ピークが認められず、分離良好だった。

3.2 添加回収試験

表 3 に実試料サツマイモ（添加濃度 50 $\mu\text{g/g}$ ）の添加回収試験結果を示す。残留農薬の妥当性評価ガイドラインに基づき、回収率 70 %～120%、併行精度 10 %以下を目標値として評価した。 α -ソラニン、 α -チャコニンともに良好な結果であった。

3.3 ジャガイモの PGA 含有量

市販ジャガイモにおける、品種、部位別の α -ソラニン、 α -チャコニン及び PGA 含有量（ α -ソラニン、 α -チャコニンの合計）を表 4 に示す。部位別の PGA 濃度は、芽>皮質>髓質の順に高い値であった（男爵薯を除く。）。可食部の髓質において、最も高い PGA 濃度だったのは、メークイン 31.0 mg/100 g で、その他の品種では、髓質 2.2～11.5 mg/100 g となり、最大値のメークインは最小値の 14 倍量であった。

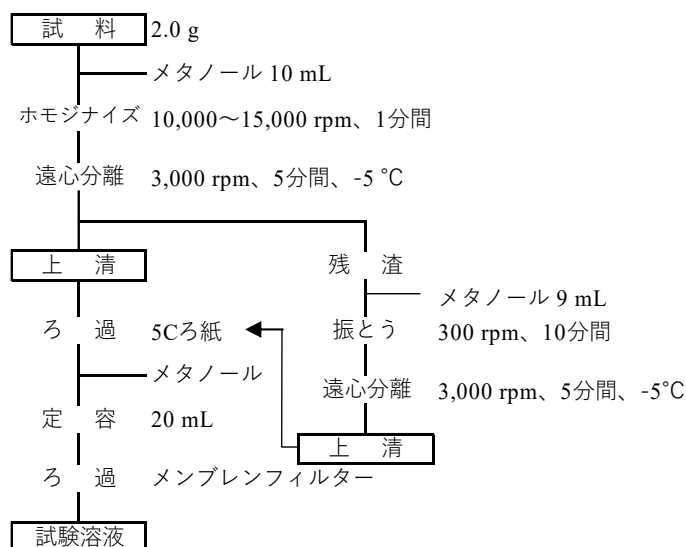


図 1 試料の前処理方法

表 2 HPLC 分析条件

装置	HPLC 1200シリーズ(Agilent)
カラム	L-Column ODS(2.1 mm i.d. × 150 mm、3 μm)
移動相	10 mM リン酸緩衝液 pH 7.6 / アセトニトリル(33 : 67)
カラム温度	40℃
流速	0.35 mL/min
波長	205 nm
注入量	5 μL

表5にジャガイモ1個相当である100gに重量換算した総PGA含有量と剥皮、除芽によるPGAの低減率を示す。今回試験を行ったジャガイモの総PGA含有量は5.9～58.0 mg/個100gとなり、メークインの総PGA含有量が最も高かった。また、剥皮、除芽によるPGA低減率は42.7～79.1%だった。このことから、ジャガイモの剥皮、除芽はPGAの除去に有効な手段であると考えられた。

ジャガイモによる中毒の原因食品の一つとされる皮付きジャガイモを喫食した場合、表5のとおり一部の品種（メークイン、ホッカイコガネ、トヨシロ）では、小児の推定中毒量20mgを超過する可能性があり、学校での栽培には注意を要する品種であることが示唆された。

4. まとめ

令和5年に県内で流通したジャガイモ10品種のPGA濃度を分析した結果、品種や部位によりPGA含有量に大きな差があった。可食部とされる髓質のPGA含有量は2.2～31.0 mg/100gとなり、最大値のメークインは最小値の14倍量であった。ジャガイモは収穫年度、栽培方法、保存方法等が、PGA含有量に大きく影響するため、

学校や家庭で栽培する場合や皮付きジャガイモとして喫食する場合、品種の選択が重要である。

今回の分析は、固相カラムによる精製を省略した簡便な方法を検討したが、生ジャガイモの緊急時検査やスクリーニングに有効な手段であると考ええる。今後は、実際に起こりうる食中毒事案に対応するため、調理品（蒸す、ゆで、揚げる等）の分析方法を検討したい。

参考文献

- 1) 永山敏廣他： α -ソラニンおよび α -チャコニン，衛生試験法・注解2020，公益社団法人日本薬学会，金原出版株式会社，2020，291-293.
- 2) 細貝祐太郎：植物性自然毒による食中毒，食品衛生の歴史と科学，中央法規出版株式会社，2013，50-65.
- 3) 東京都：食中毒の発生について 日野市内小学校の調理実習で調理されたジャガイモによる食中毒，URL. <https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2023/06/08/03.html> [accessed December 28, 2023].
- 4) 中澤裕之，堀江正一，井部明広：ソラニン，分析化学実技シリーズ応用分析編・5 食品分析，共立出版株式会社，2013，75-76.

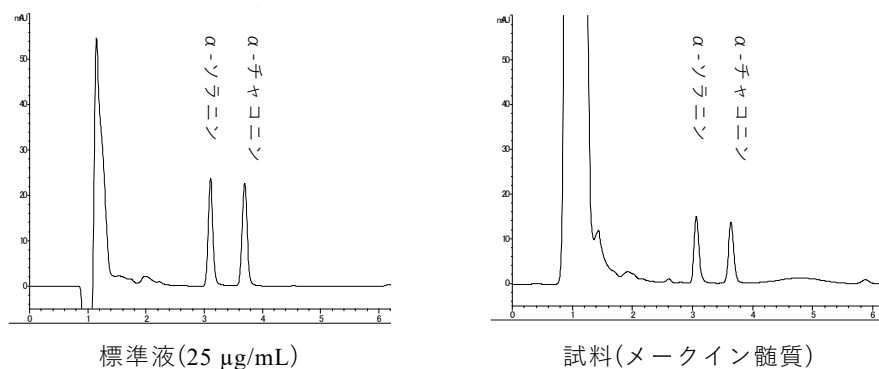


図2 クロマトグラム

表3 添加回収試験結果

	測定値(µg/g)(n=5)					平均測定値 (µg/g)	平均回収率 (%)	併行精度 (%)
	1	2	3	4	5			
α -ソラニン	50.8	49.0	50.8	50.6	46.5	49.5	99.0	3.06
α -チャコニン	50.5	48.6	50.2	49.8	50.3	49.9	99.8	1.24

表 4 市販ジャガイモの品種、部位別の PGA 含有量 (n=3)

品種	部位	α -ソラニン (mg/100g)	α -チャコニン (mg/100g)	PGA (mg/100g)
男爵薯	髓質	2.5 (1.26)	1.5 (1.85)	4.0
	皮質	16.4 (1.76)	18.4 (3.55)	34.8
	芽	12.7 (2.45)	15.0 (0.87)	27.7
メークイン	髓質	15.9 (1.19)	15.1 (0.89)	31.0
	皮質	86.2 (0.72)	101.8 (0.40)	188.0
	芽	108.5 (1.80)	155.4 (1.80)	263.8
きたあかり	髓質	1.6 (0.80)	1.5 (0.57)	3.2
	皮質	22.4 (1.32)	12.5 (4.51)	34.9
	芽	105.5 (4.08)	123.5 (3.88)	228.9
シェリー	髓質	1.8 (1.63)	1.0 (2.01)	2.9
	皮質	15.0 (2.24)	5.0 (4.68)	19.9
	芽	150.6 (1.37)	21.5 (4.32)	172.1
ノーザンルビー	髓質	1.7 (4.48)	3.1 (4.40)	4.8
	皮質	13.0 (2.02)	4.8 (3.32)	17.8
	芽	14.2 (1.66)	10.9 (2.25)	25.1
シャドークイーン	髓質	3.1 (0.90)	5.8 (0.58)	8.8
	皮質	12.3 (1.28)	22.0 (2.64)	34.4
	芽	12.3 (2.73)	25.9 (3.53)	38.2
十勝こがね	髓質	1.5 (0.22)	1.2 (3.06)	2.7
	皮質	13.1 (3.34)	4.6 (0.42)	17.7
	芽	73.1 (2.45)	76.7 (3.92)	149.8
インカのめざめ	髓質	1.0 (0.08)	1.2 (1.86)	2.2
	皮質	7.7 (2.90)	12.8 (2.81)	20.5
	芽	127.9 (1.52)	32.8 (3.48)	160.7
ホッカイコガネ	髓質	5.3 (0.96)	6.1 (1.33)	11.5
	皮質	23.5 (1.07)	52.2 (1.32)	75.6
	芽	148.8 (1.07)	220.7 (0.96)	369.5
トヨシロ	髓質	3.8 (3.93)	3.7 (2.84)	7.5
	皮質	15.2 (2.42)	30.0 (3.41)	45.1
	芽	118.0 (1.43)	165.3 (1.72)	283.3

()は相対標準偏差(%)

表 5 ジャガイモ 1 個相当 (100g) に重量換算した総 PGA 含有量と剥皮、除芽による PGA の低減率

品種	部位	重量比 (%)	α -ソラニン (mg/個100g)	α -チャコニン (mg/個100g)	部位別PGA (mg/個100g)	総PGA (mg/個100g)	剥皮、除芽による PGAの低減率(%)
男爵薯	髓質	84.0	2.1	1.2	3.3	8.7	61.7
	皮質	13.5	2.2	2.5	4.7		
	芽	2.5	0.3	0.4	0.7		
メークイン	髓質	83.8	13.3	12.6	25.9	58.0	55.3
	皮質	14.1	12.2	14.4	26.5		
	芽	2.1	2.3	3.3	5.5		
きたあかり	髓質	86.5	1.4	1.3	2.7	10.9	75.0
	皮質	11.8	2.6	1.5	4.1		
	芽	1.8	1.9	2.2	4.1		
シェリー	髓質	84.0	1.5	0.9	2.4	10.1	76.3
	皮質	13.1	2.0	0.6	2.6		
	芽	3.0	4.5	0.6	5.1		
ノーザンルビー	髓質	83.4	1.4	2.6	4.0	7.1	43.5
	皮質	14.5	1.9	0.7	2.6		
	芽	2.1	0.3	0.2	0.5		
シャドークイーン	髓質	84.1	2.6	4.8	7.4	13.0	42.7
	皮質	14.0	1.7	3.1	4.8		
	芽	2.0	0.2	0.5	0.7		
十勝こがね	髓質	88.5	1.4	1.0	2.4	5.9	59.4
	皮質	10.4	1.4	0.5	1.8		
	芽	1.1	0.8	0.9	1.7		
インカのめざめ	髓質	84.1	0.9	1.0	1.9	9.0	79.1
	皮質	13.1	1.0	1.7	2.7		
	芽	2.8	3.5	0.9	4.5		
ホッカイコガネ	髓質	86.1	4.6	5.3	9.9	27.7	64.3
	皮質	11.4	2.7	5.9	8.6		
	芽	2.5	3.7	5.5	9.2		
トヨシロ	髓質	84.9	3.3	3.1	6.4	19.8	67.7
	皮質	12.4	1.9	3.7	5.6		
	芽	2.8	3.3	4.6	7.8		