

食品衛生対策事業

呈色反応及び LC-MS/MS によるツキヨタケの鑑別について

松淵亜希子 古井真理子 藤井愛実*¹

有毒キノコによる食中毒の疑い事例が発生した際の原因究明の一助とするため、発生件数が全国最多であるツキヨタケの食中毒を対象とし、呈色反応を利用した鑑別法や LC-MS/MS を用いたツキヨタケの毒性物質イルジン S の分析法について検討した。

呈色反応による鑑別法では、近年運用が進んでいるビーム試液を用いて、ツキヨタケを含む種々の有毒キノコや食用キノコ、ツキヨタケ模擬調理品の反応性及び色調を調査した。特にツキヨタケの傘部表面での反応が鋭敏で判別性が高いこと、模擬調理品は判別が困難な場合があることを確認した。

LC-MS/MS による分析法では、当センターの既存方法を改良し、ツキヨタケと誤認されるシイタケやヒラタケ、模擬調理品について、添加回収試験を行ったところ、全てで回収率 80～90% 台、相対標準偏差 10% 未満と良好な結果が得られた。この分析法を用いて、過去の食中毒事例の原因食品を分析した結果、中毒症状を引き起こすに十分なイルジン S が検出された。

1. はじめに

ツキヨタケは毒性成分イルジン S を有する毒キノコである。外観が酷似した食用キノコのシイタケやヒラタケなどと誤認されやすく、全国的に多くの食中毒事例が報告されている¹⁾。

近年、食中毒現場における迅速・簡易な鑑別法として、ビーム試液の呈色反応を利用した手法が考案されており^{2,3)}、当センターでもビーム試液を調製して県内各保健所に配布し、試験運用を行っている^{4,5)}。

キノコ中毒の原因食品については、複数種のキノコが混在していたり、調理でキノコの形が崩れたりなど、見分けにくい場合が多いことから、本研究ではツキヨタケをはじめ、入手できた数種のキノコ、及びツキヨタケの模擬調理品を作製し、ビーム試液の反応性を調査した。

また、ツキヨタケによる食中毒の疑い事例の際は、イルジン S の検出が原因特定に決定的であり、LC-MS/MS を用いた同定が主流となっている⁶⁻⁸⁾。当センターにおいても、既報⁹⁾での LC-MS/MS による分析法があるが、更に迅速性や簡便性を上げるため、今回、前処理法の変更や改良について検討した。検討した方法を用いて、ツキヨタケ調理品、過去の食中毒事例の原因食品の分析を行ったところ、いくつかの知見が得られたので報告する。

2. 方法

2.1 試料

2.1.1 呈色反应用試料

2.1.1.1 生キノコ

有毒キノコは、ツキヨタケ、クサウラベニタケ、ドクツルタケ（令和 2 年度に秋田県内で採取されたもの）、オオワライタケ（令和 3 年度に秋田県内で採取されたもの）を用いた。

食用キノコは、シイタケ（令和 2 年度に県内の小売り店で購入したもの）、ヒラタケ、ブナハリタケ（令和 2 年度に秋田県内で採取されたもの）を用いた。

呈色反応では、キノコの傘部の表面、裏面、及び石突きの 3 部位の反応性を観察した。

なお、ブナハリタケの場合は、石突きがないため、傘部の表面と裏面の 2 部位の反応性を観察した。

2.1.1.2 ツキヨタケ模擬調理品

ツキヨタケについて、比較的簡易な調理（油炒め、みそ汁、しょうゆ煮付け、半乾燥、完全乾燥、水戻し）を行い、呈色反応に供した。調理方法の詳細を表 1 に示す。

なお、「みそ汁の汁」、「しょうゆ煮付けの煮汁」、「水戻しの戻し水」についても、呈色反応に供した。

*¹ 生活環境部生活衛生課

表 1 模擬調理品の調理方法

調理名	説 明
油炒め※ ¹	フライパンに食用油5 gを入れて、熱した後、ツキヨタケ 50 gを入れ、混ぜながら 5 分間、強火相当で加熱した。
みそ汁※ ¹	鍋に、ツキヨタケ 50 g、水道水 500 gを入れて沸騰させた。およそ5分後に加熱を止め、みそ 25 gを加えて攪拌した。
しょうゆ煮付け※ ¹	鍋に、ツキヨタケ 50 g、水道水 200 g、しょうゆ 10 g、砂糖 2 gを入れて沸騰させ、さらに中火相当で15分間加熱した。
半乾燥※ ²	アルミ製バットに適量を並べ、40℃で12 時間乾燥した。
完全乾燥※ ²	アルミ製バットに適量を並べ、40℃で24 時間乾燥した。
水戻し	適量の完全乾燥品について、その重量の10倍量の水道水に 20時間漬けた。

※¹ IHクッキングヒーターを用いて加熱した※² 送風定温恒温器を用いて乾燥した

2.1.2 イルジン S 分析用試料

2.1.2.1 添加回収試験用試料

2.1.2.1.1 生試料

シイタケ及びヒラタケ（いずれも 2.1.1.2 の食用キノコ）を磨砕均一化し、50 mL ポリプロピレン製遠心管（以下、遠心管）に 2.0 g を正確に秤量し、試料とした。

2.1.2.1.2 模擬試料（夾雑物の多い試料）

市販の惣菜（煮物、主な原材料：たけのこ、ふき、ぜんまい、にんじん、こんにゃく、油揚げ）に、2 g の油で炒めたシイタケ（約 20 g、一口大に切断）を混ぜて模擬試料（以下、模擬惣菜）とした。これを磨砕均一化し、遠心管に 2.0 g を正確に秤量し、試料とした。

2.1.2.2 ツキヨタケ模擬調理品

呈色反応の反応性とイルジン S 含有量の関係を確認するため、2.1.1.2 ツキヨタケ模擬調理品にある加熱調理品、「油炒め」、「みそ汁（具、汁）」、「しょうゆ煮付け（具、煮汁）」を使用した。各調理品（汁、煮汁を除く）を磨砕均一化し、遠心管に 2.0 g を正確に秤量し、試料とした。

2.1.2.3 食中毒原因食品（喫食残品、回収品）

令和 3 年度及び 5 年度に実際に秋田県内で発生した食中毒の喫食残品や店頭からの回収

品を用いた。

2.1.2.3.1 令和 3 年度食中毒原因食品

- ・煮付けキノコ（しょうゆ煮付け）
- ・水に晒したキノコ（以下、水晒しキノコ）
- ・キノコを晒していた水（以下、晒し水）

2.1.2.3.2 令和 5 年度食中毒原因食品

- ・納豆汁

納豆汁には、数種のキノコの断片が入っていたが、明確に特定することができなかったため、色味の違いで 3 つ（キノコ①、②、③とする）に分けた。また、ワラビや油揚げも入っており、汁の量も多く、これらも各具材と汁に分けた。結果的にキノコ①～③、ワラビ、油揚げ、汁の 6 試料とした。

- ・未調理のキノコ残品（冷凍保存していたもの、以下、未調理残品）
- ・キノコ回収品（食中毒発生日と同日に店頭で販売されていた生キノコ、以下、回収品）

入手した品は分析を始めるまで、-30℃で冷凍保存した。使用する際に解凍して、磨砕均一化し、2.0 g を遠心管に正確に秤量し、試料とした。

なお、これら 2 件の食中毒調査では、聞き取り、形態学的調査、及びビーム試液による呈色反応から、原因食品はツキヨタケであると断定されており、今回、本研究において、イルジン S の分析を行うことにした。

2.2 標準液、溶媒及び試薬等

2.2.1 標準液

イルジン S は、林純薬工業(株)製の標準液（1000 µg/mL）を用い、適宜、メタノールで希釈して調製した。

2.2.2 溶媒

富士フイルム和光純薬(株)製のエタノール（特級）、メタノール、超純水（いずれも LC/MS 用）、アセトニトリル、アセトン（いずれも残留農薬試験用）を使用した。

2.2.3 試薬

富士フイルム和光純薬(株)製の水酸化カリウム（特級、純度 85%）、酢酸アンモニウム（特

級)、ぎ酸(LC/MS用)を使用した。

2.2.4 ビーム試液(5%水酸化カリウム含有エタノール溶液)の調製

水酸化カリウム 5.88 g を 100 mL 共栓メスシリンダーに採り、エタノールを加えて 100 mL とし、溶解した。

2.2.5 固相カラム及びメンブレンフィルター

固相カラムは Waters(株)製の OasisHLB 3cc (60 mg) を使用した。

メンブレンフィルターはアドバンテック東洋(株)製 DISMIC (孔径 0.2 μm 、親水性 PTFE) を使用した。

2.3 機器類

本研究では以下に示す機器類を使用した。

- ・ホモジナイザー POLYTRON RT3100 (KINEMATICA(株)製)
- ・ミルサー IFM-C20G (岩谷産業(株)製)
- ・IH クッキングヒーター IHK-W1 (アイリスオーヤマ(株)製)
- ・送風定温恒温器 DN-62 (ヤマト科学(株)製)
- ・冷却遠心機 S700FR ((株)久保田製作所製)
- ・天秤 CPA2202S ((株)ザルトリウス製)
- ・液体クロマトグラフ質量分析計 (LC-MS/MS) Exion LC/QTRAP4500 ((株)エービー・サイエックス製)

2.4 調理で使用する水、調味料等

2.1.1.3 及び 2.1.2.1.2 の模擬調理品を作製する際に用いた水は水道水とし、食用油、しょうゆ等の調味料は秋田市内の小売店から購入した市販品を使用した。

鍋、フライパン、包丁等の調理器具は、一般家庭用を使用した。

2.5 呈色反応試験

2.1.1 の呈色反应用試料に、ビーム試液を数滴適下し、色の変化を観察した。

2.6 LC-MS/MS によるイルジン S 分析法

2.6.1 試験溶液の調製

図 1 に試験溶液の調製フローを示す。

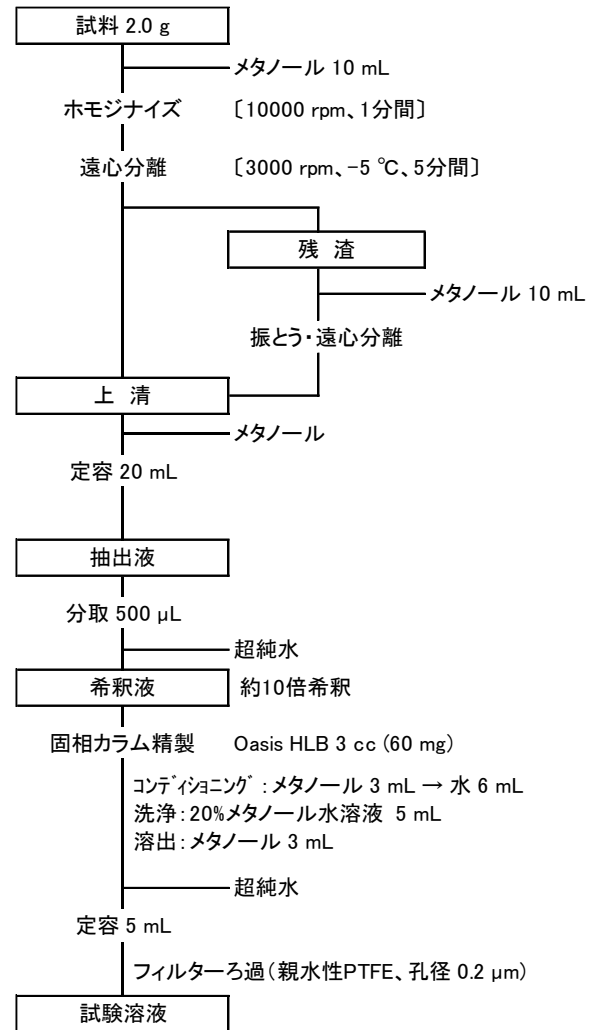


図 1 試験溶液調製フロー

2.6.1.1 抽出

試料にメタノール 10 mL を加え、ホモジナイズ抽出(10000 rpm、1 分間)を行った。次に遠心分離(3000 rpm、-5 °C、5 分間)を行い、上清を 20 mL メスフラスコに移した。別の遠心管にメタノール 10 mL を加え、抽出の際に使用したジェネレーターシャフト(以下、粉砕刃)を入れ、ホモジナイズを行い、粉砕刃を洗浄した。粉砕刃の洗浄に使用したメタノールを先の残渣に加え、手で振とう(約 30 秒間)した後、遠心分離(3000 rpm、-5 °C、5 分間)を行った。得られた上清を先の上清に合わせ、メタノールで 20 mL に定容し、試料抽出液とした(10 倍希釈)。

2.6.1.2 精製

試料抽出液から正確に 500 μL を採り、これに超純水約 5 mL を加えて希釈液を調製した。OasisHLB にメタノール 3 mL、超純水 6 mL を

順に注入し、コンディショニングを行った。先の希釈液全量を OasisHLB に負荷し、流出した液は捨てた。希釈液が入っていた容器に 20%メタノール水溶液を 1 mL 加え、容器を洗い、その液を OasisHLB に負荷し、溶出液は捨てた。この操作を 3 回行った後、20%メタノール水溶液 2 mL を直接 OasisHLB に負荷し、溶出液を捨てた。

次にメタノール 3 mL を OasisHLB に注入し、溶出液を 5 mL メス付きガラス試験管に回収した。回収した液に超純水を加え、5 mL に定容し、フィルターでろ過したものを試験溶液とした（最終 100 倍希釈）。

2.6.2 測定条件

表 2 に LC-MS/MS の測定条件を示す。

表 2 LC-MS/MS 測定条件

カラム	Atlantis T3 (2.1 mm i.d.×150 mm、粒子径 3 μm、Waters(株)製)
移動相	A液：0.01% ぎ酸及び2.5 mM酢酸アンモニウム水溶液 B液：0.01% ぎ酸及び2.5 mM酢酸アンモニウム・メタノール
グラジエント条件 (A液%：B液%)	0 min(70:30) → 10 min(10:90) → 15 min(10:90) → 15.1 min(70:30) → 25 min(70:30)
流速	200 μL/min
カラム温度	40 °C
注入量	5 μL
イオン化法	ESI positiveモード
測定モード	Scheduled MRM
イオン源温度	500 °C
イオン源電圧	5000 V
モニターイオン (m/z)	定量 265.1 > 217.0 定性 265.1 > 201.0

2.6.3 定量法

イルジン S 標準液をメタノール／水（3：2、v/v）混液で希釈し、0.005、0.01、0.02、0.05、0.1、0.2 μg/mL の標準液を調製した。LC-MS/MS 測定で得られたクロマトグラムのピーク面積から絶対検量線を作成し、イルジン S の定量を行った。

検量線については、各標準液の濃度分布が良好で R（相関係数）>0.995 を満たし、妨害ピークの影響をほぼ受けないことを確認した。また、検量線の最低濃度 0.005 μg/mL で S/N 比 10 以上が得られたため、定量下限を 0.5 μg/mL（希釈倍率 100 倍に換算）とした。

3. 結果及び考察

3.1 呈色反応試験

表 3 に呈色反応試験の結果を示す。

なお、ツキヨタケ以外にビーム試液で呈色するキノコの有無を確認するため、今回、入手できた有毒及び食用キノコ各 3 種（生の状態）についても呈色反応試験を実施した。

生のキノコでは、ツキヨタケの傘部表面、石突の 2 部位で青緑色、ドクツルタケの 3 部位で黄色、オオワライタケの 3 部位で赤紫色の呈色がみられた。ツキヨタケの石突きは初めから黒ずんでおり、青緑色の呈色が認められたものの不明瞭であった。クサウラベニタケ、食用キノコ 3 種については、色の変化はみられなかった。

特にツキヨタケの傘部表面では、青緑色に呈色した部分と呈色しない部分の境目が比較的是っきりとしており、本鑑別法は現場における原因特定の手段として有用であると思われる。しかし、ツキヨタケの個体差によって呈色に濃淡があること、傘部表面の色が濃いと色の変化がわかりにくいことなどで、必ずしも明確な判別ができるとは限らないと思われる。また、石突きの呈色が不明瞭な場合もあることから、食中毒時の残品を確認する際は、良好な状態の傘部表皮でないと、判別に苦慮する可能性があることも留意する必要がある。

ツキヨタケ以外では、ドクツルタケ及びオオワライタケの有毒キノコ 2 種において、ツキヨタケとは別の色の呈色がみられ、これらのキノコでもビーム試薬が利用できることが示唆された。そのほか、有毒及び食用キノコのいくつかの種で呈色がみられたとの報告があるが³⁾、本試験での 2 種を含むこれらのキノコは形態学的特徴がツキヨタケと大きく異なるため、ビーム試液は、少なくともツキヨタケと誤認されやすい食用キノコと判別する上では問題ないと考えられる。

なお、オオワライタケについては、呈色しないとの報告があり³⁾、本結果と異なっていた。個体差や品種の違い等、その理由はいくつか考えられたが、現時点で明らかにすることはできなかった。ツキヨタケ以外のキノコについては、ビーム試液の使用例が少ないことから、本件のような場合も起こりうることを念頭に入れてお

く必要があると思われた。

調理したツキヨタケについては、加熱調理の「油炒め」、「みそ汁（具）」で明瞭な呈色がみられた。「しょうゆ煮付け（具）」では、薄く呈色がみられたものの、キノコに染みたしょうゆの色が重なり、判定が困難であった。

非加熱調理では、「半乾燥」で明瞭な呈色がみられたが、「完全乾燥」、「水戻し」ではみられなかった。「半乾燥」は、生の状態が残っているため、色の変化が容易に見分けられたと思われる。「完全乾燥」では、乾燥によって傘部表皮がより黒ずみ、「水戻し」も傘部表皮が黒ずんだままで、色の判別が困難であった。

「みそ汁の汁」では、懸濁液であるものの僅かに呈色が確認できた。「しょうゆ煮付けの煮汁」、「水戻しの戻し水」については、いずれも色の変化はなかった。

このように、調理方法によって呈色の度合いや明瞭性が異なり、調理品より未調理品の方が明瞭に呈色する傾向であった。実際の現場においては、食中毒当事者の喫食残品よりも未調理残品を用いた方がツキヨタケの見当がつきやすいと思われる。

なお、「水戻し」の傘部表面の一部を細切し、その細切片（約 0.5 g）をエタノール約 2 mL が入ったスクリュウ瓶に入れ、30 秒程度手で振とうして得られた抽出液にビーム試液を数滴適下したところ、青緑色に変化した。このように抽出液を調製して呈色反応をみる手法は、実際の現場では難しいかもしれないが、ビーム試液を適当な容器に取り分け、そこに残品の断片を漬け込むなど、工夫次第では鑑別の確実性の向上に寄与できると考えられた。

また、試験的にメタノール、アセトニトリル、アセトンについても「水戻し」抽出液の反応性をみたところ、アセトンで最も濃い青緑色を示した。メタノールはエタノールと同程度、若しくは若干淡い青緑色を示し、アセトニトリルはメタノールより更に淡い色であった。実験室以外では、安全性の観点からエタノール以外の有機溶媒の使用は難しい面があるが、当センターでの鑑別の際は、特にアセトンの使用がクロスチェックに有用であると思われた。

表 3 呈色反応試験結果

試料	部位	呈色
生キノコ		
ツキヨタケ	傘部表面	青緑
	傘部裏面	—
	石突き	青緑
クサウラベニタケ	傘部表面	—
	傘部裏面	—
	石突き	—
ドクツルタケ	傘部表面	黄
	傘部裏面	黄
	石突き	黄
オオワライタケ	傘部表面	赤紫
	傘部裏面	赤紫
	石突き	赤紫
ブナハリタケ	傘部表面	—
	傘部裏面	—
シイタケ	傘部表面	—
	傘部裏面	—
	石突き	—
ヒラタケ	傘部表面	—
	傘部裏面	—
	石突き	—
ツキヨタケ模擬調理品		
油炒め	傘部表面	青緑
みそ汁	具(キノコ)	青緑
	汁	薄い青緑
しょうゆ煮付け	具(キノコ)	薄い青緑
	煮汁	—
半乾燥	傘部表面	青緑
完全乾燥	傘部表面	—
水戻し	傘部表面	—
	戻し水	—

3.2 LC-MS/MS によるイルジン S 分析法の検討

既報⁹⁾の前処理法（以下、既存法）を踏まえ、更に効率的な方法（以下、改良法）について検討した。

既存法では、試料 5.0 g をメタノールを用いてホモジナイズ抽出（30 mL 及び 20 mL の 2 回抽出後、50 mL に定容）を行い、精製カラム OasisHLB（500 mg）で精製したものを試験溶液としている。実際の食中毒の際には、喫食残品が少ない可能性があることや迅速にイルジン S を検出する必要があることから、前処理法のスケールダウンを行い、各操作の省力化及び迅速化を図ることとした。具体的には、試料量を 5.0 g から 2.0 g に減らし、抽出の溶媒量を半分以下（10 mL で 2 回抽出、20 mL に定容）とした。また、OasisHLB のサイズを 500 mg から 60 mg

に変更した。既存法では、精製した試料液を濃縮し、機器の感度に合わせた濃度レベルに調製していたが、新規 LC-MS/MS の導入によって検出感度が上がったため、濃縮操作は省略した。

改良法を用いて、シイタケ、ヒラタケ、模擬惣菜の3試料について、添加回収試験（添加濃度 2 mg/kg、n=5）を行った。結果を表4に示す。

3 試料全てで、回収率 80～90%台、相対標準偏差 10%未満と良好な結果が得られ、本改良法がイルジン S の定性・定量に有用であることが確認できた。

表4 イルジン S の添加回収試験結果 (n=5)

試料	平均回収率(%)	相対標準偏差(%)
シイタケ	90.3	4.1
ヒラタケ	82.5	7.0
模擬惣菜	92.5	2.5

3.3 呈色反応試験で用いたツキヨタケ模擬調理品のイルジン S 分析

ビーム試液による呈色反応については、ツキヨタケ中のテレフォール酸とビーム試液が反応し青緑色に呈すると考えられており¹⁰⁾、直接、イルジン S をみているわけではない。そこで、呈色反応とイルジン S の相関を確認するため、呈色反応試験で用いたツキヨタケ模擬調理品について、改良法によるイルジン S 分析を実施した。結果を表5に示す。

ツキヨタケ模擬調理品からは 32.1～482.7 µg/g のイルジン S が検出された。呈色反応の弱かった「しょうゆ煮付け（具）」では 245.7 µg/g と、明瞭な呈色がみられた「みそ汁（具）」92.1 µg/g の約 2.8 倍の濃度で検出された。僅かに呈色が確認できた「みそ汁の汁」は 32.1 µg/g、呈色がみられなかった「しょうゆ煮付けの煮汁」は 271.0 µg/g で検出された。これらの結果から、呈色の度合いとイルジン S 含有量に直接的な相関がないことが確認された。

3.4 食中毒原因食品中のイルジン S 分析

改良法が実際の食中毒原因食品に適用できるかどうかを確認するため、入手できた令和3年度及び令和5年度の当該食品について、イルジン S の含有量を調査した。結果を表5に示す。

表5 イルジン S の定量結果

試料	濃度 (µg/g)	
ツキヨタケ模擬調理品		
油炒め	482.7	
みそ汁		
具(キノコ)	92.1	
汁	32.1	
しょうゆ煮付け		
具(キノコ)	245.7	
煮汁	271.0	
令和3年度 食中毒原因食品		
煮付けキノコ	145.9	* ^{※1}
水晒しキノコ	121.3	*
晒し水	192.6	
令和5年度 食中毒原因食品		
納豆汁		
キノコ ①	18.7 (1.0) ^{※2}	
キノコ ②	19.3 (4.3)	
キノコ ③	20.6 (1.6)	
ワラビ	20.5	
油揚げ	19.8	
汁	20.1 (0.6)	
未調理残品	626.4	*
回収品	622.7	*

※1 食中毒発生時に呈色反応による鑑別を実施済み

※2 括弧内は相対標準偏差(%)を示す (n=3で実施)

令和3年度の食中毒原因食品からは、「煮付けキノコ」145.9 µg/g、「水晒しキノコ」121.3 µg/g で検出された。「晒し水」は 192.6 µg/g と、「水晒しキノコ」よりも高濃度で検出され、キノコからかなりのイルジン S が水に移行していた。

令和5年度の食品からは、「納豆汁の具と汁」18.7～20.6 µg/g、「未調理残品」626.4 µg/g、「回収品」622.7 µg/g で検出された。納豆汁では、ツキヨタケと推測されるキノコ以外の具からもイルジン S が検出され、検出濃度が 20 µg/g 前後とほぼ同様であることから、イルジン S が汁中に溶出し、その汁を介して全体に均質化されたものと考えられた。

イルジン S の中毒量については、研究例が少ないものの、約 1 mg 程度と推察された報告があり⁶⁾、今回の測定結果からイルジン S 1 mg となる喫食量を算出すると、「煮付けキノコ」で約 7 g、「納豆汁」で約 50 g (平均濃度から算出) となり、ごく少量で中毒症状が起ることが示唆された。「納豆汁」では、一般的な量の

汁椀1杯（約180gと仮定）で、約3.6mgのイルジンSを摂取することになる。また、ツキヨタケそのものを喫食しなくても、煮汁やほかの具で中毒に至ると考えられた。

改良法によって、令和3年度及び5年度の食中毒原因食品からイルジンSが検出され、食中毒の原因がツキヨタケであることを科学的に裏付けることができた。実際の食中毒の際は、調理品によってはツキヨタケの状態が変わり、呈色反応による判別が困難な事例もあるため、原因特定の決め手となるLC-MS/MSを用いたイルジンSの分析体制を整備しておくことは重要と思われる。

4. まとめ

ツキヨタケを含む種々の有毒キノコや食用キノコ、ツキヨタケ模擬調理品において、ビーム試薬による呈色反応の調査をしたところ、生のツキヨタケの傘部表面での呈色が最も明瞭であり、判別に最適であった。模擬調理品については、調理方法によって呈色が不明瞭となる場合があり、確実に判別するためには、最終的にイルジンSの検出が必要であることが示された。

また、LC-MS/MSによるイルジンSの分析について、既存の前処理法を元に、より迅速で簡便な改良法を検討した。改良法を用いて、3種類の試料の添加回収試験を行い、回収率80～90%台、相対標準偏差10%未満と良好な結果が得られた。さらに令和3年度及び5年度の食中毒原因食品の分析を行ったところ、中毒症状を引き起こすに十分なイルジンSが検出された。

謝辞

キノコをご提供いただきました、秋田県林業研究研修センター 資源利用部 菅原冬樹 専門員、平鹿地域振興局 福祉環境部 佐藤衛 地域環境専門員（兼）横手保健所次長、秋田地域振興局 福祉環境部 環境指導課 金和浩 専門員、動物愛護センター 動物愛護推進チーム 金理枝子 チームリーダーに感謝いたします。

食中毒原因食品をご提供いただきました、平鹿地域振興局 福祉環境部 環境指導課 環境・食品衛生チームの皆様に感謝いたします。

参考文献

- 1) 厚生労働省：過去のキノコを原因とする食中毒発生状況、月別発生状況・種類別発生状況・自治体別発生状況、https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunbu/kenkou_iryuu/shokuhin/kinoko/index.html [accessed April 17, 2024] .
- 2) 大河原龍馬，篠原秀幸，佐田厚史：呈色反応によるツキヨタケの鑑別法と調理品への適用，第54回全国衛生化学技術協議会年会講演集，2017，126-127.
- 3) 篠原秀幸，大河原龍馬，長岡由香：呈色反応によるツキヨタケの簡易鑑別法開発，食品衛生学雑誌，**64**, 3, 2023, 108-110.
- 4) 関谷優晟他：ツキヨタケを原因とする食中毒事例について，令和3年度秋田県保健環境業務研究発表会抄録，40-44.
- 5) 関谷優晟：ツキヨタケを原因とする食中毒事例について，食品衛生学雑誌，**63**, 5, 2022, J-113-J-114.
- 6) 笠原義正，伊藤健：LC/MS/MSによるツキヨタケおよび食中毒原因食品中の illudinS の分析，食品衛生学雑誌，**50**, 4, 2009, 167-172.
- 7) 多田裕之他：LC-MS/MSによるキノコ及び魚介類の中毒成分迅速分析法，岐阜県保健環境研究所報，**21**, 2013, 1-7.
- 8) 善光寺なおみ他：毒キノコ及びチョウセンアサガオに含まれる有毒成分のLC-MS/MSを用いた一斉分析法の検討，埼玉県衛生研究所報，**48**, 2014, 29-34.
- 9) 今野禄朗，松渕亜希子：ツキヨタケ中の毒性成分イルジンSの分析について，秋田県健康環境センター年報，**12**, 2016, 32-36.
- 10) 篠原秀幸，大河原龍馬，中島克則：呈色反応を用いたツキヨタケ鑑別法開発－呈色物質の単離・構造決定－，第57回全国衛生化学技術協議会年会講演集，2020，78-79.