

国産穀類中のトロパンアルカロイド類含有実態調査の結果について (令和2年度)

1. 調査の背景及び目的

チョウセンアサガオ類（ナス科チョウセンアサガオ属）は、主に種子にトロパンアルカロイド類を保有する外来植物であり、雑草として農地に侵入したチョウセンアサガオ類の種子が収獲物に混入することが懸念されている。

国外においては2019年に、チョウセンアサガオが混入した大豆を原料としたスーパーシリアル¹を原因とする大規模な食中毒がウガンダで発生した。国内においては、穀類中のトロパンアルカロイド類が原因と特定された食中毒は発生しておらず、農産物検査規格によって、主要な穀類には異種穀粒や異物の混入率の上限が定められている（別表参照）が、その範囲内では有毒雑草種子が混入する可能性がある。

また、国内における穀類のトロパンアルカロイド類の汚染実態は調査されていない。

そこで農林水産省は、国産穀類のうち、生産工程においてチョウセンアサガオ類の種子が混入する可能性がある大豆及びそばについて、現在実施されている穀類へ雑草種子が混入することを防止する対策の有効性等を検証すること及び日本における汚染状況を把握することを目的とし、トロパンアルカロイド類の含有実態を調査した。

2. トロパンアルカロイド類について

トロパンアルカロイド類は、チョウセンアサガオ類に含まれる自然毒で、主要なものとしてアトロピン、スコポラミンが知られている。アトロピンは副交感神経を遮断し、中枢神経を始め亢進、次いで麻痺させ、また血圧の上昇、脈拍の亢進、分泌機能の抑制、瞳孔の散大を起こす。スコポラミンはアトロピンに類似の作用を示すが、アトロピンよりも散瞳作用が強く、分泌抑制作用が弱いのが特徴である。

植物体内においてアトロピンは(-)-ヒヨスチアミンとして、スコポラミンは(-)-スコポラミンとして存在しているため、本調査では(-)-ヒヨスチアミン及び(-)-スコポラミンを対象とした。ただし、(-)-ヒヨスチアミンは抽出操作の過程でアトロピンとなるため、(-)-ヒヨスチアミンをアトロピンとして定量し

¹ トウモロコシや小麦に大豆を配合し、ビタミンやミネラルを強化し、粉状に加工した食糧支援物資。

た。

3. 調査方法

(1) 調査対象及び点数

国産の大豆とそばについて、表 1 のとおり計 60 点の試料を分析した。

表 1 調査対象及び点数

調査対象	点数
大豆（乾燥子実）	30
そば（玄そば、抜き実（丸抜き）、そば粉*）	30

*だったんそば 1 点を含む。

(2) 試料の入手方法

農林水産省が委託した事業者が、通信販売（生産者、集荷団体、問屋等の直販を含む。）にて、食用として流通している大豆及びそばを調査試料として購入した。

試料の選定方法は、次のとおりとした。

a. 大豆

農林水産省の平成 30 年産作物統計「豆類（乾燥子実）及びそばの収穫量（全国農業地域別・都道府県別）—大豆」を参照の上、都道府県別の収穫量第 1 位の産地のものを 10 点、都道府県別の生産量第 2 位から第 5 位までの産地のものをそれぞれ 2～3 点含むように購入し、その他の産地のものを含めて全体で 30 点とした。

また、30 点のうち 25 点は普通大豆、残り 5 点は特定加工用大豆²とした。

b. そば

農林水産省の平成 30 年産作物統計「豆類（乾燥子実）及びそばの収穫量（全国農業地域別・都道府県別）—そば」を参照の上、都道府県別の収穫量第 1 位の産地のものを 9 点、都道府県別の生産量第 2 位から第 5 位までの産地のものをそれぞれ 3～4 点含むように購入し、その他の産地のものを含めて全体で 30 点とした。

² 豆腐・油揚げ、しょうゆ、きなこ等製品の段階において、大豆の原形をとどめない用途に使用される大豆（農産物規格規程（平成 25 年 3 月 29 日農林水産省告示第 797 号））。

(3) 試料の分析

a. 分析種

(-)-ヒヨスチアミン（アトロピンとして定量）及び(-)-スコポラミンを分析した。

b. 分析用試料の調製

調査試料 1 点当たり 2 kg を購入し、その全量を試験室試料とした。

なお、市販品の最低販売単位が 2 kg を超える場合は縮分し、約 2 kg に調製した上で試験室試料とした。

大豆試料は、試験室試料全量を内径 2.0 mm のメッシュをつけた超遠心粉砕機で粉砕後、約 500 g を内径 0.5 mm のメッシュをつけた超遠心粉砕機で粉砕し、よく振り混ぜて均質化した。

そば試料のうちそば粉は試験室試料全量をよく振り混ぜて均質化し、そば粉以外のそば試料は、試験室試料全量を内径 0.5 mm のメッシュをつけた超遠心粉砕機で粉砕後、よく振り混ぜて均質化した。

c. 分析法

「EURL-MP-method_004 (version 1) Determination of tropane alkaloids in processed cereal-based foods for infants and young children by LC-MS/MS」に従い、分析した。

d. 検出下限及び定量下限

アトロピン及び(-)-スコポラミンの検出下限 (LOD)³及び定量下限 (LOQ)⁴を表 2 のとおり設定した。アトロピン及び(-)-スコポラミンが検出されないことをあらかじめ確認した大豆（乾燥子実）及びそば（挽きぐるみ⁵のそば粉）の混合物に、1 µg/kg のアトロピン及び(-)-スコポラミンを添加し、繰り返し試験 (n=7) を実施し、その標準偏差から、設定した LOD 及び LOQ を達成していることを確認した。

³ 分析対象とする化学物質について、合理的な確かさをもって検出することが可能な最低の濃度。

⁴ 分析対象とする化学物質について、適切な精確さをもって定量することが可能な（具体的な濃度が決められる）最低の濃度。

⁵ 玄そば（殻のついたそばの実）をそのまま挽き込む製粉方法のこと。

表 2 各分析種の LOD 及び LOQ

分析種	LOD (µg/kg)	LOQ (µg/kg)
アトロピン	0.5	1
(-)-スコポラミン	0.5	1

e. 平均添加回収率⁶（真度）

大豆（乾燥子実）及びそば（挽きぐるみのそば粉）の混合物について、それぞれ LOQ（1 µg/kg）付近及び 10 µg/kg 付近の 2 種類の濃度となるようアトロピン及び(-)-スコポラミンを添加し、それぞれ 3 回添加回収試験を繰り返し実施し、各分析種の平均添加回収率を算出した。2 種類の濃度それぞれについて算出した平均添加回収率は、86.5 %～103 % であり、いずれも許容できる範囲であった（表 3）。

表 3 平均添加回収率

分析項目	添加濃度 (µg/kg)	平均添加回収率 (%)
アトロピン	1	95.6
	10	103
(-)-スコポラミン	1	99.0
	10	86.5

f. 室内再現精度（測定の不確かさ）

大豆（乾燥子実）及びそば（挽きぐるみのそば粉）の混合物について、アトロピン及び(-)-スコポラミンを定量下限付近及び 10 µg/kg 付近の 2 種類の濃度になるよう添加し、この調製した 2 種類の試料それぞれについて、同一試料を用いた繰り返し精度試験（n=7）を 2 種類の濃度で試験日を変えて 3 回実施し、室内再現精度（RSD_i）⁷を算出した。算出した RSD_iは表 4 のとおりであった。RSD_iは 6.0 %～10.9 %であり、いずれも許容できる範囲であった。

⁶ 分析法の性能特性の一つである「真度（測定値が真の値にどれだけ近い）」を確認するために、添加回収試験によって計算される値。

⁷ 同じ試験室内で分析を行う日や分析担当者などを変えて測定したときの分析値のばらつき。

表 4 大豆（乾燥子実）及びそば（挽きぐるみのそば粉）の
混合物を用いた室内再現精度の算出結果

分析項目	添加濃度 ($\mu\text{g/kg}$)	RSD _i (%)
アトロピン	1	9.8
	10	10.9
(-)-スコポラミン	1	10.8
	10	6.0

4. 結果

今回の分析結果を大豆については表 5、そばについては表 6 に示した。分析の結果、大豆、そばの全試料でいずれのトロパンアルカロイド類も十分に低く設定した LOD 未満の濃度であった。したがって、現在実施されている穀類へ雑草種子が混入することを防止する対策は有効であると考えられ、国産の大豆及びそばにトロパンアルカロイド類が含まれる可能性は低く、新たに低減措置を執る必要性はないと考えられた。

表 5 国産大豆に含まれるトロパンアルカロイド類の分析結果

調査対象	試料点数	LOD ($\mu\text{g/kg}$)	LOD 未満の試料点数
アトロピン	30	0.5	30
(-)-スコポラミン	30	0.5	30

表 6 国産そばに含まれるトロパンアルカロイド類の分析結果

調査対象	試料点数	LOD ($\mu\text{g/kg}$)	LOD 未満の試料点数
アトロピン	30	0.5	30
(-)-スコポラミン	30	0.5	30

5. 今後の予定

今後も、トロパンアルカロイド類に関する情報収集を継続し、必要に応じて国産農産物及びその加工品に含まれるトロパンアルカロイド類の実態を調査するとともに、対策が必要と判断される場合には、トロパンアルカロイド類による汚染防止・低減に向けて、措置の策定と普及に努める。

(別表)

大豆・そばにおける異種穀粒及び異物の混入率の上限

農産物	種類	等級	異種穀粒 (%)	異物 (%)
大豆	普通大豆	一等	0	0
		二等	1	0
		三等	2	0
	特定加工用大豆	合格	2	0
そば	普通そば	一等	1	0
		二等	2	0
		三等	3	1
	だったんそば	一等	1	0
		二等	2	0
		三等	3	1

※農産物規格規程（平成 13 年 2 月 28 日農林水産省告示第 244 号、最終改正
平成 25 年 3 月 29 日農林水産省告示第 797 号）から抜粋。