

神奈川県内に流通するチョコレート中のオクラトキシン A 汚染実態調査について

神奈川県平塚保健福祉事務所	青木奈穂江
神奈川県鎌倉保健福祉事務所	深町小桐
神奈川県小田原保健福祉事務所	大辻恵理花、池田 碧
神奈川県厚木保健福祉事務所	空元海人
神奈川県衛生研究所	内山陽介
神奈川県食肉衛生検査所	右田明日香
神奈川県生活衛生課	三野和也、小井澤敬太

1 はじめに

オクラトキシン A（以下、「OTA」という。）は *Penicillium* 属や *Aspergillus* 属に分類される一部のカビが産生するカビ毒で、発がん性や腎毒性を有するとされており、穀類やココア等の様々な食品での汚染例が報告されている¹⁾。海外では食品中の OTA について、コーデックス委員会が 2008 年に小麦、大麦及びライ麦について最大基準値を設定し、その他の食品について実施規範を設け管理することとなったが、国内における食品衛生法等の関連法規において規制はされていない。

近年では、原材料にカカオ分を多く含む製品として高カカオを謳うチョコレートが国内品、輸入品問わず多品種販売されているが、カカオの含有量によるチョコレートの OTA 汚染を比較した報告はほとんどない。そこで、神奈川県内に流通しているチョコレート（主に高カカオチョコレート）を対象とした OTA 含有量について、実態を把握するため調査を実施したところ、若干の知見を得たので報告する。

2 調査方法

(1) 実施期間

令和 6 年 7 月～令和 7 年 2 月

(2) 調査

(ア) OTA 含有量調査

検査項目：OTA

検査方法：OTA を試料からアセトニトリル・水・酢酸混液で抽出した後、多機能カラムで精製し、液体クロマトグラフ・タンデム型質量分析計 (LC-MS/MS) で分析した。定量は、OTA 標準溶液を用いて、絶対検量線法により実施した（定量限界値 0.5ng/g）。

対象食品：神奈川県内に流通しているチョコレート 29 検体

対象食品を選定するにあたっては、カカオ原産国やカカオの含有率が表示や包装等から明確であること、ナッツやフレーバー等の混ざりもののないものを優先した。

（カカオ原産国の内訳：ドミニカ共和国 6 検体、ペルー 5 検体、ガーナ 4 検体、パナマ 3 検体、コロンビア 2 検体、エクアドル 2 検体、タンザニア 2 検体、ベネズエラ 1 検体、マレーシア 1 検体、トーゴ 1 検体、ウガンダ 1 検体、不明 1 検体）

（カカオ含有率：60%未満：4 検体、60%以上 70%未満：1 検体、70%以上 80%未満：12 検体、80%

以上90%未満：7検体、90%以上100%未満：3検体、100%：2検体)

(イ) アンケート調査

調査目的：カカオやカカオマスを取り扱う工場等を対象に、OTA の認知度やOTA への対応状況の把握のためアンケート調査を実施した。

内訳：アンケート調査の協力を得られた製菓材料工場1件、製菓工場1件、個人小売店1件

調査方法：電子メール又は各施設の調査時に聞き取り

調査内容：①OTA の認知度

②原材料の管理・規格

③施設の管理 など

3 調査結果

(1) OTA 含有量調査

対象食品におけるOTA の検出結果は表1のとおりであり、全29検体中4検体(No. 9、12、20、29)から0.6~0.9ng/g のOTA が検出された。また、3検体(No. 19、22、23)からOTA の存在を示す定量限界値未満のピーク(以下、「ピーク」という)が検出された。

OTA が検出された4検体はすべて輸入品であり、製造国はベルギー、ドイツ、チェコ共和国、イタリア各1検体、カカオ原産国は、ドミニカ共和国、コロンビア、ウガンダ、不明各1検体であった。

全検体のカカオ含有量は32~100%であり、OTA が検出された検体のカカオ含有量はそれぞれ59%、71%、85%、100%であった。また、OTA が検出された4検体中3検体(No. 9、12、20)で、OTA を含有する可能性がある使用原材料が複数使用されていた。

(2) アンケート調査結果

アンケート結果は表2のとおりであり、OTA を知っていると回答した施設は3施設中2施設であった。

OTA を認知しているものの、OTA の低減を目的とした対策を講じている施設はなかった。いずれの施設もチョコレート製造時に加熱工程があったが、カビ毒低減を目的とした施設は1施設のみであり、残り2施設はカビ毒を低減させる目的ではなく、製品の殺菌等を目的として実施していた。

原材料の産地は、製菓材料工場及び製菓工場ではアフリカ、南米、アジア等多岐に渡り、個人小売店では特定の産地(エクアドル)のものを使用していた。

今回のアンケート結果では、製品の販売量、流通規模ともに大きい施設ほどOTA 認知度が高く、カビ毒対策(規格設定、カビ毒除去工程、保管管理、害虫駆除等)に重点を置いている傾向がみられた。

表1 OTA 検出結果

No	国産 輸入	製造者 ・ 輸入者	原産国	カカオ原産国	カカオ 含量 (%)	原材料*1	OTA結果 (ng/g)
1	国産	A社	—	マレーシア	72	カカオマス	不検出
2	国産		—	ガーナ	70	カカオマス	不検出
3	国産		—	ガーナ	80	カカオマス	不検出
4	国産	B社	—	エクアドル	80	カカオマス	不検出
5	国産	C社	—	ペルー	70	カカオマス	不検出
6	国産		—	ベネズエラ	70	カカオマス	不検出
7	国産		—	ドミニカ共和国	51	カカオマス	不検出
8	国産		—	ドミニカ共和国	70	カカオマス	不検出
9	輸入	D社	ベルギー	不明	59	カカオマス、ココアパウダー	0.6
10	輸入	E社	ドイツ	ガーナ	55	カカオマス	不検出
11	輸入		ドイツ	ガーナ	74	カカオマス	不検出
12	輸入	F社	ドイツ	ドミニカ共和国	100	カカオマス、カカオニブ	0.6
13	輸入		ドイツ	パナマ	92	カカオマス	不検出
14	輸入		ドイツ	パナマ	99	カカオマス	不検出
15	輸入		ドイツ	パナマ	75	カカオマス	不検出
16	輸入	G社	ベルギー	タンザニア	85	カカオマス	不検出
17	輸入	H社	スイス	トーゴ	95	カカオマス	不検出
18	輸入		スイス	ペルー	60	カカオマス	不検出
19	輸入	I社	チェコ共和国	コロンビア	32	カカオマス	不検出*2
20	輸入		チェコ共和国	コロンビア	71	カカオマス、ココアパウダー	0.9
21	輸入		ベルギー	ペルー	80	カカオマス、ココアパウダー	不検出
22	輸入		ベルギー	エクアドル	76	カカオマス	不検出*2
23	輸入		ベルギー	タンザニア	75	カカオマス	不検出*2
24	輸入	J社	スイス	ペルー	75	カカオマス	不検出
25	輸入	K社	スペイン	ドミニカ共和国	100	カカオマス	不検出
26	輸入		スペイン	ドミニカ共和国	86	カカオマス	不検出
27	輸入		スペイン	ドミニカ共和国	73	カカオマス	不検出
28	輸入	L社	フランス	ペルー	85	カカオマス、ココアパウダー	不検出
29	輸入	M社	イタリア	ウガンダ	85	カカオマス	0.7

不検出：定量下限値（0.5ng/g）未満

*1) OTA を含有する可能性が考えられる原材料（カカオマス、カカオニブ、ココアパウダー）のみを抜粋

*2) 定量限界値未満のピーク検出

表2 アンケート結果

	質問内容	製菓材料工場	製菓工場	個人小売店
質問1	カビ毒の1種であるオクラトキシンA（OTA）についてご存知ですか。	はい	はい	いいえ
質問2	OTAについて、対策（OTA含有量の検査、原料規格の設定等）を講じていますか。	いいえ	いいえ	—
質問3	原材料として使用している形態は何ですか。	カカオ豆	カカオ豆 カカオマス カカオニブ ココアパウダー ココアバター	カカオ豆
質問4	使用する原材料の産地はどこですか。	ガーナ コートジボワール エクアドル コロンビア ドミニカ ベネズエラ カメルーン	ガーナ コートジボワール エクアドル ベネズエラ インドネシア ベトナム など	エクアドル
質問5	原材料受入れ時の規格について、設定しているものを全て教えてください。	カビ毒 残留農薬 食品衛生法準拠	—	検疫のみ
質問6	原材料受入れ後の保管管理等について、設定しているものを全て教えてください。	月に1回掃き清掃にて粉だまり除去	—	温度（18℃設定） 湿度（50～60%） 袋に入れて保管
質問7	製造工程中で、加熱工程・カビ除去工程等はありますか（ある場合は、実施目的を教えてください）。	カカオ豆殺菌 （カビ毒低減目的）	カカオ豆のロースト （カビ毒低減目的ではない）	殺菌目的でスチームコンベクション85℃で10分加熱し、140℃で15分乾燥 （カビ毒低減目的ではない）
質問8	チャタテムシなど一部の衛生害虫はカビを拡散や媒介すると言われていますが、製造所内で衛生害虫対策を講じていますか。	害虫防除を外部業者に依頼	害虫防除を外部業者に依頼	害虫が発生した際はその都度駆除

—：非回答

4 考察

(1) OTA 含有量調査

今回の調査では、カカオ含有量 59～100% の 4 検体から OTA が検出された。検出量の平均値は 0.7 ng/g であり、過去の調査によりチョコレートから検出された OTA 平均値 0.25 ng/g²⁾ を上回っていた。また、他 3 検体について、定量限界値未満であったものの、OTA の存在を示すピークが確認された。これら 7 検体のうち最も高濃度の OTA が検出された製品については、同一輸入者、原産国の低濃度製品において、定量限界値未満のピークが確認された。

高カカオチョコレートのは多くは、原材料にカカオマス、ココアパウダーが使用されている。カカオ豆の OTA 汚染実態について、2021 年の調査では、カカオ豆の外郭、ココアパウダー、カカオケーキの順に高度に汚染されていることが報告されている³⁾。No. 9、No. 12、No. 20 の検体について、ココアパウダー又はカカオニブが含まれていたことの影響が考えられた。

同一輸入者、原産国の 2 検体 (No.19、20) について、高濃度のものほど高値の OTA が検出されたことから、カカオ濃度と OTA の含有量に相関がある可能性が示唆された。カカオ製品からは高頻度に OTA の検出がされると報告があるものの⁴⁾、現在のところ規制値は設定されていない。チョコレートは嗜好品であり、摂取量に個人差があると考えられるが、昨今の健康志向から高カカオチョコレートの流通が広がっていること、チョコレートは他の食材と組み合わせて喫食する機会も多いことから、一日耐容摂取量を超える可能性について注視していく必要がある。

OTA が検出された検体及びピークが確認された検体のカカオ原産国について、地域的な偏りはなかった。カカオはカカオベルトと呼ばれる、赤道付近の特定地域でのみ生産されており、多くが各地域の農場で発酵、乾燥された後出荷される。OTA 産生菌によるカカオの汚染は、発酵段階ですでに起きている可能性があり、農場の地域、規模ごとに異なる管理方法が、汚染度に影響する可能性が示唆されている⁵⁾。

今回の調査では、製品の食品表示や包装等に記載されている原産国を、カカオ原産国と定義したが、実際には、製品の品質保証のため、複数の原産国または農場のカカオ豆を混合している可能性がある。その結果、様々な原産国の製品から OTA が検出されたと考えられた。

(2) アンケート調査結果

チョコレート製造施設へのアンケート調査では、大規模製造施設（製菓材料工場、製菓工場）では OTA について認識しているが、特化した対策は講じていないという回答であり、個人小売店では OTA についての認識がないという回答が得られた。一方で、原材料受入れ時にカビ毒全般の規格を設定し、製造工程中でカビ毒の低減を目的とした加熱を行っている施設や、検疫を通過していることを判断基準としている施設があった。

OTA 産生菌によるカカオ豆の汚染は発酵段階ですでに起きている可能性があるが、乾燥及び保管中に、これらの菌と OTA による汚染が著しく増加することが報告されている³⁾。

今回の調査で、市場に流通するチョコレートの汚染実態が確認されたことから、原材料の受入れ時に OTA を考慮した規格を設定し、原材料がカビ毒の汚染を受けていることを前提とした衛生管理が必要であると考えられた。

また、防虫防鼠対策としては、業者に依頼する、害虫発見毎に対処するという回答が得られた。チャタテ

ムシやノシメマダラメイガは体表面などからカビ毒産生菌などが分離されたとの報告⁶⁾があり、チョコレートの害虫としてノシメマダラメイガは広く認知されている。成体はチョコレートの香りに強く誘引されることから、保管時の原材料を汚染されないよう、管理を含めて害虫対策は重要である。そのため、カビ毒の汚染原因として、害虫防除や保管を含めた、施設全体の衛生状況も周知していく必要があると考えられた。

5 まとめ

今回の調査では、市場に流通する高カカオ製品を含む複数のチョコレートから OTA が検出された。カカオ濃度による OTA 汚染度の顕著な偏りは見られなかったが、カカオ濃度と OTA 汚染度に相関がある可能性が示唆された。

チョコレート中の OTA の汚染濃度は、カカオ豆生産国の気候や農場の地域、規模ごとに異なる管理方法、流通管理、製造工程など様々な因子に影響を受け、また、OTA 汚染原因として、原材料由来のほか、施設での原材料保管中の増加によると考えられた。

今回の調査結果を踏まえて国内のカカオ原料輸入者やチョコレート製造業者に対し、原材料の受入れ時に OTA を考慮した規格の設定や害虫防除を含めた原材料の保管管理を適切に行うことの必要性について、広く普及啓発していき、より効果的な衛生指導につなげていきたい。

参考文献

- 1) 厚生労働省、2009、厚生労働科学研究、カビ毒を含む食品の安全性に関する研究
- 2) 厚生労働省、2014、薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会食品規格部会資料 1：食品中のオクラトキシン A の規格基準の設定について（案）
- 3) Marina V. Copetti , Beatriz T. Iamanaka , Melanie A. Nester , Priscilla Efraim , Marta H. Taniwaki , 2013、Occurrence of ochratoxin A in cocoa by-products and determination of its reduction during chocolate manufacture、Food Chemistry 136、100-104
- 4) 吉成 知也、2017、カビ毒汚染事例と規制 -日本に流通する食品におけるカビ毒の汚染実態-、日本食品微生物会雑誌 Jpn. J. Food Microbiol. 34(2)、107-110
- 5) Joel Cox Menka Banahene , Isaac Williams Ofosu , Bernard Tawiah Odai , 2023、Surveillance of ochratoxin A in cocoa beans from cocoa-growing regions of Ghana、Heliyon 9、1-10
- 6) 川上 裕司、高橋 治男、2007、Aspergillus ochraceus の carrier としての衛生害虫、Mycotoxins Vol.57(1)、47-56