

◆ 食品中のステリグマトシスチンについて（「食品安全情報」から抜粋・編集）

－2009年12月～2023年10月－

「食品安全情報」（<http://www.nihs.go.jp/dsi/food-info/foodinfonews/index.html>）に掲載した記事の中から、食品中のステリグマトシスチンに関連する主な記事を抜粋・編集したものです。

次の項目別にそれぞれ古い記事から順に掲載しています。

- 国連食糧農業機関（[FAO](#)：Food and Agriculture Organization of the United Nations）
- 欧州食品安全機関（[EFSA](#)：European Food Safety Authority）
- 英国毒性委員会（[COT](#)：Committee on Toxicity of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment）
- カナダ食品検査庁（[CFIA](#)：Canadian Food Inspection Agency）
- 韓国食品医薬品局安全庁（旧 [KFDA](#)）及び韓国食品医薬品安全処（現 [MFDS](#)）
- 香港政府ニュース（[GOV.HK](#) News）

記事のリンク先が変更されている場合もありますので、ご注意下さい。

● 国連食糧農業機関 (FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations)

1. 第 83 回 JECFA 会合の要約

83rd Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) Eighty-third meeting Summary and conclusions, 2016

Issued 23 November 2016

<http://www.fao.org/documents/card/en/c/feb0d3a7-cb80-4dd6-a03a-403bd20d0db4/>

食品安全情報 No.25 (2016)

2016 年 11 月 8~17 日、イタリア・ローマで開催された FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議 (JECFA) の第 83 回会合の要約が公表された。

* 要約本文

<http://www.fao.org/3/a-bq821e.pdf>

ステリグマトシスチン

これまで JECFA では評価を行っていない。入手可能な情報を考慮すると、遺伝毒性発がん物質と結論でき、BMDL10 は 0.16mg/kg 体重/日 (雄ラット肝血管肉腫) であった。

成人の暴露マージンは平均暴露推定で 9,400 から 53 万以上 (UB-LB)、高暴露推定で 4700 から 270,000 だった。最も少ない MOE はアフリカ地域の平均推定で 9,400 から 10,000、高暴露推定で 4,700 から 5,000 であった。これらの推定はソルガムのみを考慮したものである。暴露マージンは、欧州と日本では検出された検体がなかったため計算されなかった。総合的に、暴露マージンを計算するのに使用されたデータが非常に限られていたことを指摘している。

● 欧州食品安全機関 (EFSA : European Food Safety Authority)

1. マイコトキシン及び天然植物毒素に関する科学的情報

Scientific information on mycotoxins and natural plant toxicants (3 December 2009)

http://www.efsa.europa.eu/EFSA/External_Rep/024e.0.pdf?ssbinary=true

食品安全情報 No.26 (2009)

EFSA が外部委託した報告書。植物やそれに由来する製品には、マイコトキシンや天然毒素などの望ましくない物質が含まれている場合がある。その性質や濃度によっては、人や動物の健康上の懸念が生じる。ケシの実のモルヒネ、いくつかのマイコトキシ

ン、麦角アルカロイドなどについては、これまで欧州レベルでリスク評価されたことがない。したがって近い将来、欧州委員会が EFSA に評価を依頼することが期待される。リスク評価を行うためには、化学、含有量、トキシコキネティクス、毒性などの背景情報が必要となる。本報告書はこうした情報を調査しまとめたものである(467 ページ)。

本報告書で取り上げられている主な内容は以下のとおりである。ケシの実のモルヒネ、食品/飼料中のマイコトキシン (特にアルテルナリア属)、食品中の麦角アルカロイド、食品/飼料中のモニリホルミン、飼料中のニバレノール、食品/飼料中のジアセトキシシペルノール (diacetoxyscirpenol)、ステリグマトシスチン、ホモプシン (phomopsins)。

2. 食品及び飼料中にステリグマトシスチンが存在することに関連する公衆衛生や動物の健康上のリスクについての科学的意見

Scientific Opinion on the risk for public and animal health related to the presence of sterigmatocystin in food and feed

EFSA Journal 2013;11(6):3254 [81 pp.] 07 June 2013

<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/3254.htm>

食品安全情報 No.12 (2013)

EFSA のデータ要請により、食品 247 検体及び飼料 334 検体の分析結果が提出された。食品に関しては全て検出あるいは定量限界以下だった。飼料については、定量できたのは 4 検体のみであった。従って、信頼できる暴露量推定はできなかった。ステリグマトシスチンは遺伝毒性発がん物質であるが、暴露量データが利用できないため暴露マージン (MOE) アプローチが適用できず、ヒト健康リスクを表すことができなかった。動物の健康についても同様であった。暴露評価のためにはさらなるデータが必要である。食品については、定量限界 1.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 以下の方法を用いるべきである。

● 英国毒性委員会 (COT : Committee on Toxicity of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment)

1. マイコトキシンへの複合暴露のリスクの可能性についての声明(2021)

Statement on the potential risk(s) of combined exposure to mycotoxins (2021)

COT Statement 2021/04

October 2021

<https://cot.food.gov.uk/sites/default/files/2021->

[10/COT%20statement%20combined%20exposure%20to%20mycotoxins%20technical%20final%200.pdf](#)

食品安全情報 No.22 (2021)

*概要：マイコトキシンへの複合暴露のリスクの可能性に関する声明

Statement on the potential risk(s) of combined exposure to mycotoxins: Lay summary

COT Statement 2021/04

October 2021

[https://cot.food.gov.uk/sites/default/files/2021-](https://cot.food.gov.uk/sites/default/files/2021-10/COT%20statement%20combined%20exposure%20to%20mycotoxins%20lay%20summary%20final%20v.02%201.pdf)

[10/COT%20statement%20combined%20exposure%20to%20mycotoxins%20lay%20summary%20final%20v.02%201.pdf](#)

英国食品・消費者製品・環境中の化学物質の毒性委員会（COT）は、乳幼児の食事に含まれるマイコトキシンのレビューにおいて、可能性ある懸念事項としてマイコトキシンの複合暴露によるリスクの可能性を特定した。

マイコトキシンは、特定の気候や生物学的条件の下で植物の真菌により産生される二次代謝産物であり、ヒトと動物両方の健康に有害影響を及ぼす可能性がある。ヒトの健康にとって最も大きな懸念は、アスペルギルス (*Aspergillus*) 属、フザリウム (*Fusarium*) 属、ペニシリウム (*Penicillium*) 属といった、いくつかの糸状菌群である。

マイコトキシンは安定した低分子量の化学物質であり、多くは食品加工の影響を受けない（例、加熱調理）。

穀類（例：小麦、オート麦、コメ、トウモロコシ、大麦、ソルガム、ライ麦及びキビ）が最も深刻な影響を受けることが多いが、ナッツ類、果物、スパイス類なども影響を受けるものがある。

分析技術の向上により、食品及び動物飼料に含まれる複数のマイコトキシンの同時検出及び定量が可能になり (Krska et al. 2007 年、De Santis et al. 2017 年、Flores-Flores & GonzálezPeñas 2017 年、Bessaire et al. 2019 年、Singh & Mehta 2020 年、Agriopoulou et al. 2020 年)、食事を介した複数のマイコトキシンへの暴露の可能性が示されている。

気候変動はマイコトキシン産生に大きな影響を与える可能性がある。気候の変化は、降雨量、湿度、温度などに影響を与えることが予想され、その結果、病原菌の種や株に応じてマイコトキシンの産生に影響する。

現行の政府および業界の規則は、通常、個々の、または多くてもマイコトキシンの親化合物とその代謝物グループのリスク評価に基づく。しかし、同時に発生するマイコトキシン群の多様な動態や相互作用の可能性は考慮されない。

このことを考慮すると、マイコトキシンへの食事暴露によるリスクの可能性を評価

する際には、新たな要因の組み合わせ（マイコトキシン/宿主植物及び地理的位置）を考慮する必要があるだろう。

入手可能な情報に基づき、COT はいくつかの理由により、マイコトキシンへの複合暴露によるリスクの可能性の評価を完了することができなかった。これには以下が含まれる：

- ・ 毒性学的調査のためのアプローチ/方法及びデータ解析/モデリングの統一がされていないこと。
- ・ 各マイコトキシンの様々な組み合わせにおける相互作用の基本メカニズムがまだ完全にはわかっていないこと。
- ・ マイコトキシン混合物による腸内細菌への毒性影響の可能性に関する情報がほとんどないこと。

乳幼児に関しては、母乳及び離乳食の両方からの同時暴露の可能性についても考慮する必要がある。

食品におけるマイコトキシンの複合汚染実態データは少なく、また、食品検体から複数のマイコトキシンを検出する利用可能な検出法は、規制の場で使用するにはまだ統一されていない。これに加えて、確実な暴露評価のためには、以下の点をさらに考慮する必要がある：

- ・ 真値が検出限界以下であり、正確に測定できなかった管理データについて。
- ・ 生体サンプル（例：尿）中の複数のマイコトキシンへの暴露量を推定するマルチバイオマーカー研究のための確率論的モデルと方法論の、一貫性のある明確に定義された使用について。

COT は、特にバイオモニタリングにおける英国固有のデータが不足していると指摘した。しかし、多くの研究が継続中であり、将来的には追加情報が得られるであろう。英国公衆衛生事務局は、COT メンバーに対し、英国は欧州ヒト・バイオモニタリング・イニシアチブの下では、マイコトキシンに関する新たなデータを収集しないことを伝えた；しかし、将来的には、健康保護研究ユニットを通じてより多くのデータを入手することができるだろう。その研究結果は、マイコトキシンへの複合暴露リスク評価に役立つ可能性がある。

COT メンバーは、現実的な第一歩として、個々の影響を加算（dose additivity：用量加算）できると仮定して、タンパク質合成（すなわち、DNA または RNA 合成）に共通の影響を示すと思われるマイコトキシンの、食品によく同時に発生するものに対するレビューを実施することを提案した。このようにして暴露推定を行い、推奨されている健康影響に基づく指標値と比較して暴露マージンまたはハザード指数の算出が可能となれば、英国の消費者においてマイコトキシンへの複合暴露の懸念の可能性があるかどうかを決定することができる。

累積リスク評価の信頼できる基礎を構築するためには、このスクリーニングリスク

評価の結果如何によって、リボソームでのタンパク質の合成に影響を与えるマイコトキシンについて、実際にその効果が用量加算性を示すのかを判断するために研究が必要となるかもしれない。

*COT の声明の全文：

「マイコトキシンへの複合暴露のリスクの可能性に関する声明 2021」

https://cot.food.gov.uk/sites/default/files/2021-10/COT%20statement%20combined%20exposure%20to%20mycotoxins%20technical_final.pdf

● カナダ食品検査庁（CFIA : Canadian Food Inspection Agency）

<http://www.inspection.gc.ca/english/toce.shtml>

1. 2013-2015 特定の食品の複数マイコトキシン分析

2013-2015 Multi-Mycotoxin Analysis in Selected Foods

2016-12-08

<http://www.inspection.gc.ca/food/chemical-residues-microbiology/food-safety-testing-reports/2016-12-08/multi-mycotoxin-analysis-in-selected-foods/eng/1480608940710/1480608941132>

食品安全情報 No.26 (2016)

CFIA は特定の食品における複数マイコトキシンに関するターゲット調査を実施した。

今回の調査目的は、1 つは、トウモロコシ製品、オート麦製品、その他の穀物製品、加工した穀物製品や小麦製品の中に含まれるマイコトキシンの有無と量のデータを広げること、もう 1 つは、この結果をほかのデータと比較することである。

マイコトキシンはかびによって自然に放出された毒素であり、食品中のタイプや量によってヒトへの健康への影響は違う。カナダでは、オクラトキシン A を除いて、本調査で対象にしたような穀物の最終製品中のほとんどのマイコトキシンについて最大基準値を設定していない。食品医薬品法では、アフラトキシンが 15 ppb 以上含まれるナッツ及びナッツ製品を不良製品としている。

今回の調査では、2235 検体中のマイコトキシンを分析した。内訳は、1174 の加工穀物製品、360 の小麦製品、348 のその他の穀物製品、186 のトウモロコシ製品及び 167 のオート麦製品である。マイコトキシンは 1327 検体 (59.4%) で、計 21 種類のマイコトキシンが検出された。アフラトキシン G2、ジアセトキシシルペノール及びフザレ

ノン-X はどの検体からも検出されなかった。もっとも多く検出されたのは、1044 検体 (46.7%) のデオキシニバレノールであった。本調査で、初めて調査されるマイコトキシンもあった。例えば、3-アセチルデオキシニバレノール、15-アセチルデオキシニバレノール、ジアセトキシシルペノール、フザレノン-X、ネオソラニオール、ニバレノール、麦角アルカロイド類、HT-2/T2 毒素、シクロピアゾン酸、ステリグマトシスチン、 α -ゼアラレノール、 β -ゼアラレノール及びゼアラレノンである。

すべてのマイコトキシン検査結果はヘルスカナダの化学安全部で評価された。評価によると、この調査で検出された濃度はヒトの健康懸念はない。製品回収も行われない。

2. 製粉した穀物製品と穀物由来食品中の複数のカビ毒：2015年4月1日～2018年3月31日

Multi-Mycotoxins in Milled Grain Products and Grain-based Foods – April 1, 2015 to March 31, 2018

2023-10-27

<https://inspection.canada.ca/food-safety-for-industry/food-chemistry-and-microbiology/food-safety-testing-reports-and-journal-articles/viruses-in-imported-frozen-scallops/eng/1697488613412/1697488614255>

食品安全情報 No. 23 (2023)

このターゲット調査の主な目的は、製粉した穀物製品や穀物ベースの食品中のカビ毒の存在とレベルに関するベースラインデータを拡大すること、また、可能であれば、これらの結果を他のデータを比較することである。カビ毒は、収穫前後に農作物に感染するカビが放出する天然の毒素である。ヒトの健康への影響は様々で、食品中のカビ毒の種類やレベルによる。カナダではこの調査の対象となる製品にカビ毒の最大基準値はないが、例外としてオクラトキシン A(OTA)には、カナダは特定の食品に最大基準値を提案している。

<サンプリング>

国産及び輸入製粉穀物（ふすま、小麦粉、粗びき粉、デンプン、全粒穀物類）及び穀物由来食品（焼き菓子、パン及びパン製品、クッキー、ベーキングミックス、クラッカー、パスタ）が、3会計年度（2015-16会計年度、2016-17会計年度、2017-18会計年度）にわたって収集された。製品はカナダの主要6都市の地元/地域の小売店から、それぞれの地域の相対人口に比例した数が集められた。

<結果>

全部で2240検体の製粉した穀物製品や穀物由来食品について、カビ毒の存在を分析した。カビ毒は調べた検体のうち1135検体(51%)に検出された。

この調査では、25種類のカビ毒のうち22種類が検出された。アフラトキシン G2、

3-アセチルデオキシニバレノール(3-Ac-DON)、15-アセチルデオキシニバレノール(15-Ac-DON)は検出されなかった。カビ毒が検出された検体数の割合は、スペルト小麦由来食品(クッキー)で最大(100%)で、オート麦由来食品(クラッカー、ベーキングミックス)で最小(0%)だった。検出可能な25種類のカビ毒のうち最大6種類が1検体につき検出された。これらは、同じ毒素ファミリーの化合物(3形態のアフラトキシン又は3形態のフモニシン)の場合もあれば、個別のカビ毒(ステリグマトシスチンなど)の場合もある。この調査で最も高い頻度で検出されたのはデオキシニバレノール(DON)であった(887件/40%)。検出された頻度が最も少なかったのはアフラトキシンB2、アフラトキシンG1、フザレノン-X、ネオシラノールで、それぞれ1検体からしか検出されなかった。

農法(オーガニック、従来型)によるカビ毒の濃度の影響について多くの研究が発表されている。農法と有病率やカビ毒の濃度との間に明確な一貫した関連性はなく、本調査においても同様であった。カビ毒を含むオーガニック製品の割合は、多い順に、カムット及びスペルト小麦由来食品(100%)>アマランス(98%)>ライ麦(87%)>キヌア(84%)>ソバ(75%)>オート麦由来食品(50%)>キビ(35%)>大麦(27%)>混合穀物(25%)>トウモロコシとコメ(18%)>小麦(14%)>スペルト小麦(10%)>混合穀物食品(7.7%)>クズウコン(5.3%)>コメ由来食品(5.0%)>小麦由来食品(2.7%)>テフ(2.1%)>トウモロコシ由来食品、ライ麦由来食品、モロコシ、テフ由来食品(0%)である。従来栽培とオーガニック栽培を含む18種類の製品で比較した場合、3種類(オート麦由来食品、コメ、トウモロコシ)は同様の検出率で、8種類は従来栽培の検出率が高く、7種類はオーガニック栽培の検出率が高かった。栽培方法による1検体ごとのカビ毒の数に関しても、明確な傾向は観察されなかった—1検体ごとのカビ毒数は、4種類の製品(大麦、トウモロコシ、キビ、小麦)では違いは見られず、6種類(アマランス、ソバ、オート麦、キヌア、ライ麦、スペルト小麦)はオーガニック栽培製品で数が多く、6種類(クズウコン、混合穀物、混合穀物食品、コメ、テフ、小麦由来食品)は従来栽培製品で数が多かった。

<結論>

過去の調査年と比較すると、さまざまな種類の穀物由来食品からのカビ毒の検出率は、ステリグマトシスチンを除いて概ね一定していた。これは、製品の種類、特定の生育年の条件、穀物の産地、殺菌剤の使用などの違いに関連している可能性がある。

この調査で観察されたカビ毒のレベルはカナダ保健省に評価され、どの検体もヒトに許容できない健康懸念をもたらさないと判断されたため、この調査によるリコールはなかった。

● 韓国食品医薬品局安全庁（旧 KFDA）及び韓国食品医薬品安全処（現 MFDS）

1. 食品中の「ステリグマトシスチン」汚染レベルは安全

汚染物質課 2021-04-02

https://www.mfds.go.kr/brd/m_99/view.do?seq=45201

食品安全情報 No.9 (2021)

食品医薬品安全処食品医薬品安全評価院は、韓国国民の日常摂取によるカビ毒素「ステリグマトシスチン*」の暴露レベルを評価した結果、人体に懸念がない安全なレベルであると確認した。

* ステリグマトシスチン (Sterigmatocystin) : カビがアフラトキシンを生成する過程の中間代謝物、穀類・コーヒー・チーズなどから検出される肝毒性物質

今回の調査・評価は、カビ毒の一種であるステリグマトシスチンが、動物実験で肺がん・肝臓がんを誘発すると分かったことに基づいて、食品摂取による人体影響を評価するために実施された。

評価院は、国内消費が多い食品 118 品目 1,135 件（農産物、加工食品）を対象に、ステリグマトシスチンの汚染濃度と暴露レベルを評価した結果、

・ 1,135 件中 46 件からステリグマトシスチンが検出され（検出率 4.05%）、平均汚染濃度（最小～最大）は 0.033 (0.08～10.07) $\mu\text{g}/\text{kg}$ と確認された。

* ヨーロッパで確認された検出率（9.85%）と平均汚染濃度（0.091 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ）よりも低い

・ 日常摂取による韓国国民の暴露量*は 0.09 ng/kg 体重/日であり、暴露マージン (MOE) **は 1.78×10^6 でリスクの懸念がない安全なレベルであると確認した。

* 一日に体重 1 kg 当たりの暴露された量 (ng/kg)

** MOE : 毒性参照値 (BMDL₁₀) を暴露量で割った値として 1×10^4 以上であればリスクの懸念が低く、 1×10^6 以上を確保すればリスクは十分に少ない（無視できるレベル）と判断

食薬処は、温暖化の影響で高温・多湿な環境で発生可能なカビ毒の安全管理が重要になり、今後もカビ毒のリスク評価を継続的に実施して情報公開する予定である。

2. 食品中の「ステリグマトシスチン」汚染レベルは安全

汚染物質課 2021-04-02

https://www.mfds.go.kr/brd/m_99/view.do?seq=45201

食品安全情報 No.9 (2021)

食品医薬品安全処食品医薬品安全評価院は、韓国国民の日常摂取によるカビ毒素「ステリグマトシスチン*」の暴露レベルを評価した結果、人体に懸念がない安全なレベル

であると確認した。

* ステリグマトシスチン (Sterigmatocystin) : カビがアフラトキシンを生成する過程の中間代謝物、穀類・コーヒー・チーズなどから検出される肝毒性物質

今回の調査・評価は、カビ毒の一種であるステリグマトシスチンが、動物実験で肺がん・肝臓がんを誘発すると分かったことに基づいて、食品摂取による人体影響を評価するために実施された。

評価院は、国内消費が多い食品 118 品目 1,135 件 (農産物、加工食品) を対象に、ステリグマトシスチンの汚染濃度と暴露レベルを評価した結果、

・ 1,135 件中 46 件からステリグマトシスチンが検出され (検出率 4.05%)、平均汚染濃度 (最小～最大) は 0.033 (0.08～10.07) $\mu\text{g}/\text{kg}$ と確認された。

* ヨーロッパで確認された検出率 (9.85%) と平均汚染濃度 (0.091 $\mu\text{g}/\text{kg}$) よりも低い

・ 日常摂取による韓国国民の暴露量*は 0.09 ng/kg 体重/日であり、暴露マージン (MOE) **は 1.78×10^6 でリスクの懸念がない安全なレベルであると確認した。

* 一日に体重 1 kg 当たりの暴露された量 (ng/kg)

** MOE : 毒性参照値 (BMDL₁₀) を暴露量で割った値として 1×10^4 以上であればリスクの懸念が低く、 1×10^6 以上を確保すればリスクは十分に少ない (無視できるレベル) と判断

食薬処は、温暖化の影響で高温・多湿な環境で発生可能なカビ毒の安全管理が重要になり、今後もカビ毒のリスク評価を継続的に実施して情報公開する予定である。

● 香港政府ニュース

1. 食品安全センターは食品中のステリグマトシスチンのリスク評価研究結果を発表

CFS announces risk assessment study results on Sterigmatocystin in food

Monday, August 26, 2019

https://www.cfs.gov.hk/english/press/20190826_7595.html

食品安全情報 No.18 (2019)

食物環境衛生署及び食品安全センターは、食品中のステリグマトシスチン (STC) のリスク評価研究結果について発表した。地域市場から入手した食品 331 サンプルを対象に分析したところ、そのうち約 10% である 32 サンプルが STC を含み、そのうち 29 サンプルは 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 以下であったと公表した。STC が検出されたのは、小麦粉、朝食用シリアル、乾燥スパイス、穀類、パスタ及び麺類、パン及びペストリー製品、コーヒー豆であった。

推定暴露量は、平均で 0.00017 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/日、高摂取群で 0.00033 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/日で

あり、暴露マージン（MOE）は順に 940,000、480,000 であったことから、STC 暴露による健康への懸念は低いと考えられた。暴露への寄与率が最も高かったのはパスタ及び麺類であった。

最終更新： 2024 年 1 月

国立医薬品食品衛生研究所安全情報部

食品安全情報ページ (<http://www.nihs.go.jp/dsi/food-info/index.html>)