

## かび毒(マイコトキシン)

### はじめに

2023年11月、一部の岩手県産小麦にかび毒のデオキシニバレノールが含まれていることが問題になりました。食品衛生法の基準値 1.0 mg/kg を超えるデオキシニバレノールが検出され、汚染小麦を使用したうどんやせんべい汁等が、学校給食や岩手県内の小売店で提供されました。デオキシニバレノールは消化器系への症状等を起こすことが知られており、すみやかに該当製品が回収されました<sup>1)</sup>。

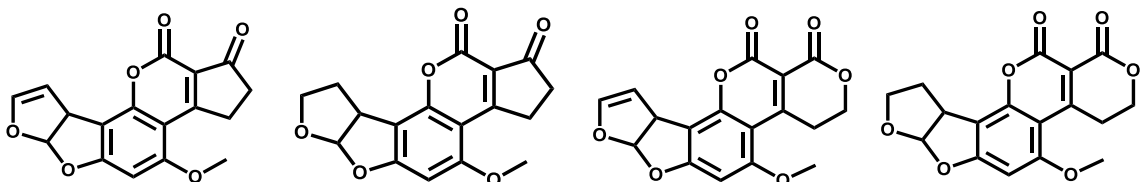
今回はこのような形で注目を集めるかび毒についての概要と日本国内における規制についてご紹介します。

### かび毒とは

かび毒とはかびが産生する化学物質で人や動物に対して有害なものをいい、かび毒のことをマイコトキシン(mycotoxin)ということもあります。

かびは醗酵食品や色素、医薬品の製造に利用され、私たちの生活に不可欠な一方で、一部のかびはかび毒を産生することが知られています。かび毒は熱に強く、一般的な加工や調理の工程で除去することは難しく、かび自体が死滅していてもかび毒は残留してしまいます。また、かび毒の汚染は、かびが生育した部位に分布が偏ることも特徴です。

かび毒で最もよく知られているのはアフラトキシンです。アフラトキシンはアスペルギルス属(コウジカビ)の一部のかびが産生するかび毒で、自然界最強の発がん物質ともいわれます。穀物、ナッツ類、唐辛子、カカオ、乾燥果実等様々な作物からの汚染が報告されています。主要なものはアフラトキシン B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub> の4種類で、図-1のような化学構造を持ちます。また、飼料中のアフラトキシン B<sub>1</sub> は動物体内で代謝されるとアフラトキシン M<sub>1</sub> に変化します。アフラトキシン M<sub>1</sub> はアフラトキシン B<sub>1</sub> と同様の肝毒性を示し乳中へ移行することから、畜産物として牛乳やその加工品の汚染が問題となります。



アフラトキシン B<sub>1</sub>

アフラトキシン B<sub>2</sub>

アフラトキシン G<sub>1</sub>

アフラトキシン G<sub>2</sub>

図-1 アフラトキシンの化学構造

アフラトキシン以外にも、農林水産省では優先的にリスク管理を行うべき有害化学物質としていくつかのかび毒をあげています。この対象を含む主なかび毒の概要を表-1 に示します<sup>2)</sup>。

表-1 主なかび毒の概要

かび毒	概要	汚染事例
オクラトキシン A	アスペルギルス属やペニシリウム属(アオカビ)が産生するかび毒。動物実験では腎毒性や発がん性が認められている。	穀類，豆類，果実，コーヒー豆，カカオ
トリコテセン類 (総称)	穀類の赤かび病の病原菌であるフザリウム属が産生するトリコテセン環を持つかび毒の総称。動物の消化器系障害を引き起こすことが知られている。中でもデオキシニバレノール，ニバレノール，T-2 トキシン，HT-2 トキシン，ジアセトキシシルペノールの汚染が問題とされている。	穀類
パツリン	土壌中にいるペニシリウム属またはアスペルギルス属が産生するかび毒。動物実験では消化管の出血等を引き起こす。	りんご果汁，りんご加工品
ゼアラレノン	フザリウム属が産生し，国外で家畜用ホルモン剤として使用されるゼラノールの前駆体で内分泌かく乱物質の一つとされている。特に豚で感受性が高い。	穀類
フモニシン類 (総称)	主にフザリウム属が産生するかび毒。フモニシン B <sub>1</sub> ，B <sub>2</sub> 及び B <sub>3</sub> の汚染が多い。ラットやマウスでは肝臓，腎臓の発がん性が認められている。	とうもろこし
ステリグマトシスチン	主にアスペルギルス属が産生するかび毒。国内でも過去に長期間保存された米から検出した事例がある。アフラトキシンの前駆体でもある。	穀類
麦角アルカロイド (総称)	バツカクキン属が産生するかび毒。エルゴタミン，エルゴメトリン等が知られる。	穀類
シトリニン	ペニシリウム属やモナスカス属(ベニコウジ)が産生するかび毒。腎毒性を持つ。黄変米事件の原因毒の一つ <sup>3)</sup>	穀類

## 日本国内のかび毒の規制について

食品に対するかび毒は食品衛生法によって、表-2 の通り規制されています<sup>4)~7)</sup>。強い発がん性を持つアフラトキシンは全ての食品が規制対象とされています。デオキシニバレノールには 2002 年から小麦(玄麦)に対する暫定基準値 1.1 mg/kg が設定されていましたが、2021 年 7 月に食品衛生法に基づく成分規格として、小麦(玄麦)について 1.0 mg/kg を超えて含有してはならないと定められました。なお、食品添加物の着色料として用いられるベニコウジ色素(モナスカス色素)には、シトリニン含有濃度が 0.2  $\mu$ g/g 以下(色価 50 に換算)という規格が設けられています<sup>8)</sup>。

表-2 日本国内における食品に対するかび毒の規制

種類	規制対象	規制値
総アフラトキシン (B <sub>1</sub> +B <sub>2</sub> +G <sub>1</sub> +G <sub>2</sub> )	全食品	10 $\mu$ g/kg
アフラトキシン M <sub>1</sub>	乳	0.5 $\mu$ g/kg
デオキシニバレノール	小麦(玄麦)	1.0 mg/kg
パツリン	りんごジュース及び 原料用りんご果汁	0.050 ppm

また、かび毒に汚染された飼料を家畜が摂取し、畜産物を通じて人がかび毒を摂取する可能性があるため、もしくは家畜等に被害が生ずることにより畜産物の生産が阻害されることを防止するため、食品に加えて飼料のリスク管理も重要となります。表-3 の通り、国内では飼料の安全性の確保及び品質の改善に関する法律により、指導基準または管理基準が定められています<sup>9)</sup>。

なお、ペットフードについては、愛がん動物用飼料の安全性の確保に関する法律により、汚染物質の成分規格としてアフラトキシン B<sub>1</sub> 及びデオキシニバレノールについて別途基準が設けられています。

表-3-1 日本国内における飼料に対するかび毒の基準

種類	対象となる飼料	基準
アフラトキシン B <sub>1</sub>	搾乳の用に供する牛，めん羊及び山羊に給与される配合飼料	0.01 mg/kg (指導基準)
	反すう動物(ほ乳期のものを除く。牛，めん羊及び山羊にあつては，搾乳の用に供するものを除く。)，豚(ほ乳期のものを除く。)，鶏(幼すう及びブロイラー前期のものを除く。)及びうずらに給与される配合飼料及びとうもろこし	0.02 mg/kg (管理基準)
	反すう動物(ほ乳期のものに限る。)，豚(ほ乳期のものに限る。)及び鶏(幼すう及びブロイラー前期のものに限る。)に給与される配合飼料	0.01 mg/kg (管理基準)

表-3-2 日本国内における飼料に対するかび毒の規制

種類	対象となる飼料	基準
ゼアラレノン	家畜及び家きんに給与される飼料(配合飼料を除く。)	1 mg/kg (管理基準)
	家畜及び家きんに給与される配合飼料	0.5 mg/kg (管理基準)
デオキシニバレノール	反すう動物(ほ乳期のものを除く。)に給与される飼料(配合飼料を除く。)	4 mg/kg (管理基準)
	反すう動物(ほ乳期のものを除く。)に給与される配合飼料	3 mg/kg (管理基準)
	家畜(反すう動物(ほ乳期のものを除く。)を除く。)及び家きんに給与される飼料	1 mg/kg (管理基準)
フモニシン (B <sub>1</sub> + B <sub>2</sub> + B <sub>3</sub> )	家畜及び家きんに給与される配合飼料	4 mg/kg (管理基準)

## おわりに

現在の日本国内におけるかび毒の規制についてご紹介しましたが、食品の国際規格であるコーデックス規格や EU においては様々な食品に対して多種のかび毒が規制されています。今後国内で進められているサーベイランスの結果や諸外国の動向を踏まえ国内の規制は見直しや新たな項目の設定も考えられます。

弊財団では、各種かび毒の分析を行っておりますので、お気軽にお問い合わせください。

## 参考文献(参考資料)

- 1) フードケミカル 2024 年 3 月号「かび毒の分析法とリスク管理」
- 2) 農林水産省 食品のかび毒に関する情報  
[https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk\\_analysis/priority/kabidoku/index.html](https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/priority/kabidoku/index.html)  
(参照 2024-05-10)
- 3) Kushi M., Historical review of researches on yellow rice and mycotoxigenic fungi adherent to rice in Japan. JSM Mycotoxins **65** (1), 19 - 23 (2015)
- 4) アフラトキシンを含有する食品の取扱いについて (平成 23 年 3 月 31 日付け食安発 0331 第 5 号)
- 5) 乳に含まれるアフラトキシン M<sub>1</sub> の取扱いについて (平成 27 年 7 月 23 日付け食安発 0723 第 1 号)
- 6) 食品、添加物等の規格基準の一部を改正する件について(小麦中のデオキシニバレノールに係る基準値の設定)(令和 3 年 7 月 30 日付け生食発 0730 第 7 号)
- 7) 乳及び乳製品の成分規格等に関する省令及び食品、添加物等の規格基準の一部改正について(平成 15 年 11 月 26 日付け食安発第 1126001 号)
- 8) 第 10 版食品添加物公定書(2024) 消費者庁
- 9) 飼料の有害物質の指導基準及び管理基準について (昭和 63 年 10 月 14 日付け 63 畜 B 第 2050 号農林水産省畜産局長通知)