

厚生労働科学研究費補助金  
(食品の安心・安全確保推進研究事業)  
分担研究報告書

食品中のカビ毒汚染実態に関する研究

研究分担者

小西 良子 国立医薬品食品衛生研究所 衛生微生物部長

要旨

市販食品 16 食品目 200 試料についてフモニシン B1、B2、B3 (FBs, FB1, FB2, FB3) を LC/MS-MS を用いて、市販食品 19 食品目 355 試料についてオクラトキシン A (OTA) を、HPLC—蛍光検出器を用いて測定した。FB1、B2、B3 は、コーングリッツ類では測定したすべての検体から検出された。コーンスナックにおいても検出率は高く、90 %から検出された。コーンフレークでも 75 %から検出された。ポップコーンは昨年より検出率は高く約 60 %であった。昨年度高い検出率であった雑穀米およびビールではそれぞれ 25 %および 45 %と低くなっていた。昨年度と同様にコーングリッツ類から FB1 の最大値が検出され、その値は 1928.7  $\mu\text{g}/\text{kg}$  であり、昨年度より高かった。コーンスナックでは検出頻度が高いだけでなく、最大値も 2 番目に高く 500  $\mu\text{g}/\text{kg}$  以上であった。一方米、生とうもろこし、生アスパラガス、大豆においては定量限界未満であった。

OTA は、コーングリッツ等のとうもろこし製品、大麦、紅茶、ウーロン茶、米からは検出されなかったが、小麦粉、そば(そば粉) およびパスタでは 40, 60, 48 %の検出率であった、インスタントコーヒー、ココアからは 90 %以上、コリアンダーからは 80 %以上検出された。測定に供した試料の中での最大値はコリアンダーの 9.6  $\text{ng}/\text{g}$  であった。オートミールからも 2 番目に大きな値である 6.8  $\text{ng}/\text{g}$  が検出された。以上のことから、FBs 汚染の寄与率はとうもろこし加工品であり、特にコーンスナックが今後注意が必要であることが示唆された。OTA では、主食として食される小麦粉、そば、パスタは寄与率の高い食品であるといえるが、ハーブ類や嗜好品においても OTA の汚染が高いものも多い。今後これらの食品を対象にモニタリングを行っていく必要がある。

研究協力者	鈴木 剛 (財) 日本冷凍食品協会
青山 幸二 (独) 農林水産消費安全技術センター (FAMIC)	菊川 浩史 ((財) 食品分析開発センター SUNATEC)
甲斐 茂美 神奈川県衛生研究所	和田 文晴 ((財) 化学物質評価研究機構)
田端 節子 東京都健康安全研究センター	佐久間 久子 (国立医薬品食品衛生研究所)
中島 正博 名古屋市衛生研究所	
法月 廣子 (財) 日本穀物検定協会	渡辺 康 (国立医薬品食品衛生研究所)
小木曾 基樹 (財) 日本食品分析センター 多 研究所	

## A. 研究目的

近年食品に汚染するカビ毒の危害への関心が高まり、国際的にも規格基準の策定が進んでいる。コーデックス規格部会でもカビ毒に対する規制が議論され、木の実を対象としたトータルアフラトキシンおよび小麦、大麦を対象にしたオクラトキシン A (OTA) の規格基準が 2008 年に設定された。

フモニシンに対する規格基準もコーデックス規格部会でディスカッションペーパーの段階であり、近いうちに FAO/WHO の食品添加物専門合同会議 (JECFA) でリスク評価がされる可能性が高くなってきている。またフモニシンの規制は、アメリカ、ヨーロッパを始めとする諸外国では基準が設定されている。

このように国際的にはカビ毒に対する対策が着々ととられているにも関わらず、我が国においては、基準値が設けられているのはパツリン、トータルアフラトキシンのみであり、アフラトキシン B1 は食品衛生法第 6 条 2 項により規定され、デオキシニバレノールにおいては暫定的基準値により対処している。我が国の輸入食品依存体制から鑑みても、輸入食品の安全性を確保するために、我が国に適したカビ毒の基準値策定が焦眉の急である、しかし、その科学的根拠となる主要なカビ毒の食品の汚染実態・暴露評価に関するデータは、トータルアフラトキシンを除いては、まだ十分とはいえない。

トータルアフラトキシン、OTA、フモニシン (FBs) の実態調査に関しては、平成 16 年度から 18 年度までの 3 年間厚生労働科学研究事業において、通年で行い、その結果、OTA および FBs については、汚染濃度は低いものの、多くの食品から検出された。そのため、寄与率の高い食品を明らかにするために、さらに 3 年間の通年における実態調査を実施した。

今年度は、昨年度の結果を基に、FB1、FB2、FB3 では、乾燥イチジク、大豆加工品、小麦粉を加えた。OTA ではライ麦、とうもろこし製品、ブドウジュースを除き、大豆加工品、コーングリッツ、小麦粉および乾燥イチジクを加えた。

### FB1、FB2、FB3 の分析

FBs の分析は昨年同様に行った。試料をミキサーまたは遠心粉碎器で粉碎し混合してから、塩化ナトリウムとメタノール水 (3+1) を加え、振とう抽出した。ろ紙 (Whatman No. 4) でろ過し、得られたろ液をイオン交換カートリッジカラム (Bond Elut LRC (VARIAN)) でクリーンアップを行なった。メタノール酢酸 (99+1) 溶出液を LC/MS (カラム: ZORBAX Eclipse XDB-C18) による分析に供した。コーンスープの粉末の場合、試料を  $\alpha$ -アミラーゼ及び  $\beta$ -マンノシダーゼで処理したのち、抽出操作を実施した。雑穀米は、pH を 6.0~6.5 に調整後前処理を行った。米は抽出溶媒をメタノール 0.1 mol/L 塩酸 (3+1) で、1 時間抽出したのち、前処理なしに抽出液を直接 LC-MS により測定した。スイートコーンおよびコーンフレークは、抽出液を 10 倍に希釈後、前処理を行った。

それぞれの食品により回収率、定量限界、検出限界は、食品別に附表に記載した。

### OTA の分析

OTA の分析は昨年同様に行った。固体試料はミキサーあるいは遠心粉碎器等で粉碎し、均一になるように良く混合してから、小麦粉についてはアセトニトリル水 (6+4) で、コーン製品・米・オートミール・コーンフレーク・そば粉については塩化ナトリウムを加え、メタノール水 (8+2) で、レーズン・生コーヒー豆についてはメタノール 1% 炭酸水素ナトリウム水溶液 (7+3) でそれぞれ振とう抽出した。ワイン、ビールについては 1% ポリエチレングリコール 8000-5% 炭酸水素ナトリウム水溶液を加え混合した。抽出物または混合物をろ紙でろ過してから、イムノアフィニティーカラム (オクラプレップ (r-Biopham-Rhone 社)) でクリーンアップを行なった。メタノール酢酸 (99+1) で溶出し、窒素乾固したのち、溶離液で溶解後、HPLC (ODS カラム: 4.6 mm i.d.  $\times$  250 mm, 5  $\mu$ m, 移動相: アセトニトリル水-酢酸 (55+43+2)、流速: 1 ml/min、蛍光検出器: 励起波長 333 nm、蛍光波長 460 nm) による分析に供した。それぞれの食品により回収率、定量限界、検出限界は、食品別に附表に記載した。

#### 汚染推定平均値の算出

それぞれの食品について、定量限界以上の検体の平均値を平均汚染量として計算した。また、検出頻度も定量限界以上の検体数を対象に算出した。

#### C. 研究結果

平成21年度のFB1, FB2, FB3の汚染は、米、小麦粉、大豆、生とうもろこし、アスパラガス、粉末・液体コンスूपにおいてはいずれも定量限界未満であった。検出率としては、コーングリッツは100%、コーンスナックは90%、コーンフレーク75%、ポップコーン60%と高かった。昨年度高い検出頻度を記録した雑穀米およびビールにおいて45%および25%と低い検出率であった。ポップコーンは昨年度と異なり、検出率は60%にあがっており、年次の気象条件の違いが大きく影響を受けることが明らかになった。コーングリッツ類のFB1の陽性平均汚染濃度は例年よりやや高い値であり、FB1の最大値として1928.7  $\mu\text{g}/\text{kg}$  が検出され、昨年より高い値であった。とうもろこし製品のコーンスナックのFB1の最大値は、506  $\mu\text{g}/\text{kg}$  以上であった。大豆からは今年度は検出されなかったが、大豆加工品からFB1が検出された。FB1が検出される検体には通常FB2, FB3も検出される事例が多いが、コーンスターチにおいてはFB2のみが検出され、その理由は測定方法にあるのか、菌の種類が違うのかについてまだわかっていない(表1, 図1, 2)。

OTAの汚染は、コーングリッツ等のとうもろこし製品、大麦、紅茶、ウーロン茶、米からは検出されなかったが、インスタントコーヒーでは93%、焙煎コーヒーでは87%、缶コーヒーでは27%、ココアでは95%、チョコレートでは65%、レーズンでは40%、ワインでは45%、乾燥イチジクでは10%、小麦粉では40%、パスタでは49%、そば(そば粉)では60%、オートミールでは30%、ビールでは50%、コリアンダーでは80%の頻度で検出された。特に、コリアンダーは、頻度のみならず汚染度も比較的高く、最大値9.7  $\text{ng}/\text{g}$ 、平均3.5  $\text{ng}/\text{g}$ の汚染が認められた。インスタントコーヒーの検出頻度も高く

陽性検体平均汚染量、0.8  $\text{ng}/\text{g}$  であり、最高値、2.26  $\text{ng}/\text{g}$  はほぼ昨年度同値であった。(表2, 図3, 4)。

#### D. 考察

FBsは、1988年に南アフリカでウマの白質脳症の原因物質として発見された *Fusarium*, *Verticillioides* が産生するカビ毒である。その後の研究で、とうもろこしおよびその加工品に頻度が高く、また比較的高い濃度で汚染していることが報告されている。現在規制としてFB1, FB2, FB3の総和として米国、EUは設定している。毒性としては脂質代謝障害が報告されている。FBsは細胞のスフィンゴシン(スフィンガニン) N-アセチルトランスフェラーゼ阻害剤で、細胞にスフィンガニンやスフィンゴシンの蓄積とスフィンゴ脂質複合体の枯渇をもたらし、細胞周期や分化を阻害し酸化ストレス、アポトーシス、壊死などを引き起こす。FB1は齧歯類で発がん性を起こすことは実験的に証明されているが、これは遺伝毒性ではないと言われている。中国FBs摂取量と食道がんとの相関性に関する研究が行われ、ヒトでの発がん性はFBsが原因であると推測される報告があるが、未だ明らかに疫学的には証明されていない。動物種ではウマ類やブタ類が感受性の最も高い動物種で、ウマの白質脳症やブタの肺水腫を示し、このカビ毒の発見の基となった。人への健康被害として注目すべきは、1190年から1991年にかけてメキシコボーダーで起った新生児神経管閉鎖障害である。妊婦の摂取したFBs量とこの障害の発生に因果関係があることを示す報告が出されている。FBsは胎盤にある葉酸のレセプターを阻害する作用があると考えられていることから、妊娠中のFBs摂取は胎児に神経管閉鎖障害を引き起こす可能性が高いが、それ以外に直接的に毒性を有するのではないかと考えられている。

OTAは、多くの食品が汚染されているが、小麦、大麦などの主食となる穀類への汚染が最も危惧されるので、コーデックス委員会では2008年に穀類のOTAに5  $\mu\text{g}/\text{kg}$ の規格基準を定めた。毒性としては、腎障害、腎ガン、免疫毒性、催奇形性が報告されている。

そのうち腎炎に関しては、バルカン諸島で頻繁に起こるヒトの腎炎との原因物質と疑われ、疫学調査等が行われているが、まだ確証は得られていない。動物実験ではすでに OTA に発がん性があることが明らかとなっているが、その機序については、遺伝毒性なのか非遺伝毒性なのかは諸説紛々であり、今後の研究結果が期待される。現在のところ、諸外国のリスク評価によると、たとえ発がん性があったとしてもその発生に必要な用量は (TD05)、腎毒性を引き起こす NOEL より高い用量が必要であるとされていることから、一日耐容摂取量が設定できるとしている。

今年度の我が国の FBs の汚染は、大豆、生鮮アスパラガスにはみられなかった。しかし大豆加工品において検出されたことから、注意深く分析法等を検討する必要がある。また、コーンスターチにおいて FB2 のみ検出されたがいずれも検出限界に近い低レベルであったため、夾雑物の可能性も考えられる。

とうもろこしは加工品も含めて FBs の汚染への寄与率が最も高い食品であり、とくに子供の消費量の多いスナック類に比較的濃度の高い FBs が検出されていたことから、今後もモニタリング等を続けていく必要があると考えられた。

これらの報告から、FBs 汚染の食品群は今後増える傾向にあること、その汚染生産地も広がりつつあることを考慮して実態調査を進めていく必要がある。

OTA は、ココア、インスタントコーヒーの汚染頻度が昨年度に続き 100 % 近い値を示していたが、年齢層によっては慢性的に大量に摂取するグループもあり、すでに韓国ではコーヒーに OTA の基準値を設定しているので、我が国においても考慮する必要があるかもしれない。

我が国では米、小麦、そばが主食であるが、米には OTA の汚染は今までも含めて検出されたことはない。しかし小麦、そばにおいては低レベルであるが OTA の汚染は検出されている。今年度の OTA 汚染を例に挙げると 0.3 ng/g 程度であった。JECFA で設定された一週間耐容摂取量は体重 1 kg 当たり 100 ng であることから、50 kg 体重の成人で一週間 5000 ng まで摂取しても健康被害は出

ないとされている。この成人が 1 日一回小麦またはそばを食し、一回の食事に 100 g 程度摂取すると仮定した場合、一食 30 ng となり一週間 (7 日) で 210 ng となる。この値は一週間耐容摂取量の約 4 % ほどにしかならない。また 6 年間の実態調査を基に行った暴露評価からもすぐに健康への影響が懸念される影響レベルではないことが報告されている (分担者 佐藤 敏彦 研究報告者参照)。

これらのことから、近年、OTA、FBs およびアフラトキシンの共汚染の報告が多くなってきている。分析技術の進歩からいままでも不明であったものが明るみに出てきたといえるが、温暖化や気候不順の原因も否定はできない。特にとうもろこしの共汚染は問題であり、輸入とうもろこしにおいて、複数のカビ毒の同時モニタリングが必要であると思われる。

我が国は輸入食品依存国であり、輸入先も一定ではない。そのため、この結果は産地の年次変化を反映するものではないが、我が国の暴露量の変動を反映するものと捉えることが出来るだろう。このことは、輸入大国の我が国としてのカビ毒汚染防御方法の考え方を示すものでもある。すなわち、1) 国際基準に速やかに対応し、規格外食品の輸入を阻止する。2) 輸入する前に生産地のカビ毒汚染の情報を収集し、汚染地帯からの輸入を控えることが食の安全を確保するために必要なことである。

## E. 結論

市販食品 16 食品目 200 試料について FBs を、市販食品 19 食品目 355 試料についてオクラトキシシン A (OTA) を、それぞれ LC/MS および HPLC-蛍光検出器を用いて測定した。FBs は、とうもろこし類から頻度高く検出され、濃度も昨年を上回っていた。特にコーングリッツにおいては FB1 最大値が検出され、その値は 1928.7  $\mu\text{g}/\text{kg}$  であり、昨年度より高かった。またコーンスナックの汚染率、汚染濃度とも比較的高く、若年層の汚染が懸念される場所である。ポップコーンは昨年より検出率は高く約 60 % であった。とうもろこしの大半は米国からの輸入であることから、米国の汚染が昨年度では比較的高かった

のではないかと予想された。昨年度高い検出率であった雑穀米およびビールではそれぞれ 25 %および 45 %と低くなっていた。一方米、生とうもろこし、生アスパラガス、大豆においては検出されなかった。OTA は、調査に用いた小麦粉、そば（そば粉）およびパスタでは 40 %以上の検出率であった、インスタントコーヒー、ココアからは 90 %以上、コリアンダーからは 80 %以上であった。測定に供した試料の中での最大値はコリアンダーであった。オートミールからも次に高い濃度である 6.8 ng/g が検出された。3 年間通年で実態調査を行った結果、FBs 汚染の寄与率が高いのはとうもろこし加工品であり、特にコーンスナックが今後注意が必要であることが示唆された。OTA では、主食として食される小麦粉、そば、パスタは寄与率の高い食品であるといえるが、ハーブ類や嗜好品においても OTA の汚染が高いものも多い。寄与率の高い食品すべてに基準値を設定すべきかは、モニタリングをしばらく行って考慮する必要があるとであろう。

#### 参考文献

- Scudamore KA, Patel S.: Occurrence of Fusarium mycotoxins in maize imported into the UK, 2004-2007. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. 2009 ;26(3):363-71.
- Mogensen JM, Larsen TO, Nielsen KF: Widespread occurrence of the mycotoxin fumonisin b(2) in wine. J Agric Food Chem. 2010 28;58(8):4853-7.
- Rocha LO, Nakai VK, Braghini R, Reis TA, Kobashigawa E, Corrêa B.: Mycoflora and co-occurrence of fumonisins and aflatoxins in freshly harvested corn in different regions of Brazil, Int J Mol Sci. 2009 24;10(11):5090-103.
- Klarić MS, Cvetnić Z, Pepeljnjak S, Kosalec I. Co-occurrence of aflatoxins, ochratoxin A, fumonisins, and zearalenone in cereals and feed, determined by competitive direct enzyme-linked immunosorbent assay and thin-layer chromatography, Arh Hig Rada Toksikol. 2009 ;60(4):427-34.
- Duarte S, Bento J, Pena A, Lino CM, Delerue-Matos C, Oliva-Teles T, Morais S, Correia M, Oliveira MB, Alves MR, Pereira JA.: Monitoring of ochratoxin A exposure of the Portuguese population through a nationwide urine survey—Winter 2007. Sci Total Environ. 2010 1;408(5):1195-8.

#### F. 研究業績

##### 【論文】

Yaguchi, A, Yoshinari, T., Tsuyuki, R. Takahashi, T., Nakajima, T., Sugita-Konishi, Y., Nagasawa, H., Sakuda, S.: Isolation and identification of precocenes and piperitone from essential oils as specific inhibitors of trichothecene production by *Fusarium graminearum*". J. Agric. Food Chem. 2009, 57 (3):846-51.

Mizutani, K., Kumagai, S., Mochizuki, N., Kitagawa, Y., Sugita-Konishi, Y., Determination of yellow rice toxin, Luteoskyrin, in rice using liquid chromatography / tandem mass spectrometry with electrospray ionization. J Food

Prot. 2009, 72 (6):1321-6.

Sugiyama, K., Tanaka, H., Kamata, Y., Tanaka T., Sugita-Konishi Y., Reducing

rate A reduced rate of deoxynivalenol and nivalenol during bread production from wheat flour in Japan, *Mycotoxins*, 2009, 59 (1), 1-6, 2009

Tamura N, Yoshida T, Miyaji K, Sugita-Konishi Y, Hattori M.: Inhibition of Infectious Diseases by Components from Aloe Vera. *Biosci Biotechnol Biochem.* 2009;73 (4):950-3.

Dewa Y, Kemmochi S, Kawai M, Saegusa Y, Harada T, Shimamoto K, Mitsumori K, Kumagai S, Sugita-Konishi Y, Shibutani M : Rapid deposition of glomerular IgA in BALB/c mice by nivalenol and its modifying effect on high IgA strain (HIGA) mice. *Experimental and Toxicologic Pathology*, 2009, in press,

Tanaka H, Takino M, Sugita-Konishi Y, Tanaka T, Toriba A, Hayakawa K. Determination of nivalenol and deoxynivalenol by liquid chromatography/atmospheric pressure photoionization mass spectrometry.

*Rapid Commun Mass Spectrom.* 2009, 23 (19):3119-3124.

Sugita-Konishi, Y. Sato, T., Saito, S., Nakajima, M, Tabata, T., Tanaka, S. Norizuki, H., Itoh, Y., Kai, S., Sugiyama, K., Kamata, Y., Yoshiike, N. & Kumagai, S.,: Exposure to

afatoxins in Japan: Risk assessment for aflatoxin B<sub>1</sub> Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. 2010, 27 (3):365-72.

Aoyama, K. Nakajima, M. Tabata, S. Ishikuro, E. Tanaka, T. Noriduki, H. Itoh, Y. Fugita, K. Kai, S. Tsutsumi, T. Takahashi, M. Tanaka, H. Iizuka, S. Ogiso, M. Maeda, M. Yamaguchi, S. Sugiyama, K., Sugita-Konishi, Y., Kumagai, S.: Four-year Surveillance for Ochratoxin A and Fumonisin in Retail Foods in Japan *J. Food Protection* 2010, 73 (2) 344-352

Sugiyama KI, Muroi M, Tanamoto KI, Nishijima M, Sugita-Konishi Y. Deoxynivalenol and nivalenol inhibit lipopolysaccharide-induced nitric oxide production by mouse macrophage cells. *Toxicol Lett.* 2010, 192(2) 150-154

Tanaka, H., Sugita-Konishi, Y., Takino, M., Tanaka, T., Toriba, A., Hayakawa, K., A survey of the occurrence of *Fusarium* Mycotoxins in Biscuits in Japan by using LC/MS *J. Health Science*, 2010, 56 (2) 1-7.

#### 【著書】

Sugita-Konishi Y, Nakajima, T., Chapter 15: Nivalenol on the mycology, occurrences, toxicology, analysis, control and regulation] *In Mycotoxins in Food, Feed and Bioweapons*, ed. Rai, Mahendra, Varma Ajit, Springer, Aug. 12, 2009 pp253-273

【学会発表】

斉藤史朗, 佐藤敏彦, 熊谷進, 中島正博, 田端節子, 青山幸二, 法月廣子, 和田丈晴, 伊藤嘉典, 小西良子; 我が国における小麦類からのオクラトキシンAの摂取量評価、第98回日本食品衛生学会 (2009.10) (函館)

田村千佳子, 杉山圭一, 鎌田洋一, 小西良子, 中馬誠, 門田智之, 西島基弘; 低メトキシルペクチンのゲル化を利用したカビ毒の封入効果  
第98回日本食品衛生学会 (2009.10) (函館)

青山幸二, 中島正博, 法月廣子, 小木曾基樹, 甲斐茂美, 田端節子, 山口茂明, 和田丈晴, 田中敏嗣, 伊藤嘉典, 小西良子; 日本に流通する食品中のオクラトキシン A およびフモニシン汚染実態調査 (平成20年度) 第98回日本食品衛生学会 (2009.10) (函館)

杉山圭一, 木下麻緒, 薬袋裕二, 鎌田洋一, 佐藤一臣, 宮田徹, 小西良子; マクロファージ様細胞におけるトリコテセン系カビ毒誘導性細胞毒性に対する緑茶カテキン類の効果、第52回日本農芸化学会大会 (2010.3) (東京)

Tamura, C., Nakamura, M., Kadota, T., Itoh, S., Kamata, Y., Sugiyama, K., Nishijima, N., Sugita-Konishi, Y.; Sealing effects of pectin gelation on mycotoxin reduction in food ISM

Conference 2009 (2009.9) (Tulln, Austria)

Poapolathep, A., Poapolathep, S., Sugita-Konishi, Y., Wongpanit, K., Machii, K., Itoh, Y., Kumagai, S.; The effect of naringenin on the fate and disposition of deoxynivalenol in piglets, ISM Conference 2009 (2009.9) (Tulln, Austria)

Sugiyama, K., Narui, T., Kamata, Y., Kobayashi, K., Tadokoro, T., Sugita-Konishi, Y.; Effects of epigallocatechin gallate on cytotoxicity induced by deoxynivalenol in mouse cultured macrophages, ISM Conference 2009 (2009.9) (Tulln, Austria)

Koyama, D., Arai, S., Kamata, Y., Nakajima, T., Sugita-Konishi, Y., Itoh, S.; Study on the toxicokinetics of deoxynivalenol in swine, アジア養豚獣医学会 (APVS2009) (2009.10) (茨城県つくば市)

Kamata, Y., Ohnishi, T., Miyahara, M., Hara-Kudo, Y., Konuma, H., Takatori, K., Onoue, Y., Sugita-Konishi, Y.; An 11 Year-Survey to Food-Borne Bacteria in Retail Foods in Japan, 天然資源の開発利用に関する日米会議 有毒微生物専門部会, 2009.11, (東京)

Sugita-Konishi, Y., Aoyama, K., Nakagima, S., Tabata, E., Ishikuro, T., Tanaka, T., Norizuki, H., Itoh, Y., Fujita, K., Kai, S., Tsutsumi, T., Takahashi, M., Tanaka, H., Iizuka, M., Ogiso, M., Maeda, M., Yamaguchi, S., Sugiyama, K., Kumagai, S.; Five-year Surveillance for Ochratoxin A and

Fumonisin in Retail Foods in Japan, 天然資源  
の開発利用に関する日米会議 有毒微生物専  
門部会, 2009.11, (東京)

Hamada, M., Shimizu, M., Sugita-Konishi Y.; The  
absorption, metabolism and disposition of  
tangeretin in the human intestinal epithelial cells,  
4th International Conference on Polyphenols and  
Health, 2009. 12, (英国)

Sugita-Konishi, Y., Koyama, D., Kadota, T., Itoh,  
S., Sugiyama, K., Tamura, C., Nishijima, M.  
Kamata, Y. ; Suppressive Effect of Pectin Gelation  
on Absorption of Deoxynivalenol in Mice. 49th  
Annual Meeting and ToxExpo. 2010. 3, (米国)

Hosokawa, M., Asakawa, H., Kaido, T., Sugaya,  
C., Inoue, Y., Tsunoda, M., Itai, K., Yukio  
Kodama, Sugita-Konishi, Y., Aizawa, Y., The  
Effects of Fluoride on Renal Function of  
ICR-Derived Glomerulonephritis(ICGN) by  
Subacute Administration of Fluoride in Drinking  
Water. 49th Annual Meeting and ToxExpo.  
2010.3, (米国)

Ochiai, E., Takino, M., Sugita-Konishi, Y., Ito,  
J., Kikuchi, K., Sato, A., Watanabe, A.,  
Toyotome, T., Yaguchi, T., Kamei, K.:  
Antifungal Susceptibility and Mycotoxin  
Production of *Aspergillus Fumigatus* and  
its Relative Fungi, 4<sup>th</sup> Advances Against  
Aspergillosis (2010.3, ローマ)



表1 平成21年度フモニシンB1,B2, B3 汚染実態

食品名	試料数	定量限界値以上の検体数			検出率	陽性平均値 (最大値)			(ug/kg)
		B1	B2	B3		B1	B2	B3	
生トウモロコシ	10	0	0	0	0.0	-	(-)	-	(-)
コーングリッツ	10	10	10	10	100.0	463.2	(1928.7)	169.5 (731.4)	84.7 (369.0)
ポップコーン	10	6	1	2	60.0	8.7	(258.6)	5.1	(5.1) (4.6)
コーンブレーク	20	15	4	4	75.0	8.2	(39.5)	3.1	(4.8) (7.0)
コーンスープ(ペースト・液状)	7	0	0	0	0.0	-	(-)	-	(-)
コーンスープ(粉末)	13	1	1	1	7.7	26.5	(26.5)	8.1	(8.1) (5.3)
コーンスターチ	10	0	5	0	0.0	-	(-)	4.0	(5.7) (-)
コーンスナック	30	27	25	25	90.0	159.6	(506.3)	53.1	(229.5) (89.0)
ビール	20	9	1	2	45.0	8.5	(26.7)	3.1	(3.1) (2.6)
米	10	0	0	0	0.0	-	(-)	-	(-)
大豆	5	0	0	0	0.0	-	(-)	-	(-)
大豆加工品	5	1	0	0	20.0	2.7	(2.7)	-	(-)
雑穀米	20	5	2	2	25.0	12.9	(32.3)	7.6	(9.3) (9.4)
アスパラガス(生)	10	0	0	0	0.0	-	(-)	-	(-)
乾燥イチジク	10	4	1	2	40.0	11.0	(26.5)	2.6	(2.6) (22.5)
小麦粉	10	0	0	0	0.0	-	(-)	-	(-)
合計	200								

表 2 平成 21 年度オクラトキシン A 汚染実態

食品名	試料数	定量限界値 以上の検体 数	陽性(%)	陽性平均値 (最大値) (ug/kg)
インスタントコーヒー	30	28	93.3	0.758 (2.286)
焙煎コーヒー	15	13	86.7	0.2500 (0.5416)
缶コーヒー	15	4	26.7	0.0174 (0.0257)
ココア	20	19	95.0	0.734 (1.664)
チョコレート	20	13	65.0	0.18 (0.31)
レーズン	20	8	40.0	0.717 (3.590)
ワイン	20	9	45.0	0.494 (1.742)
乾燥イチジク	10	1	10.0	0.50 (0.50)
小麦粉	30	12	40.0	0.34 (0.93)
パスタ	35	17	48.6	0.31 (1.34)
そば麺	40	24	60.0	0.20 (0.90)
コーングリッツ	10	0	0.0	- ( - )
大麦	10	0	0.0	- ( - )
オートミール	10	3	30.0	3.7 (6.8)
ビール	20	10	50.0	0.0161 (0.0373)
米	5	0	0.0	- ( - )
コリアンダー	15	12	80.0	3.490 (9.667)
紅茶	15	0	0.0	- ( - )
ウーロン茶	15	0	0.0	- ( - )
合計	355			

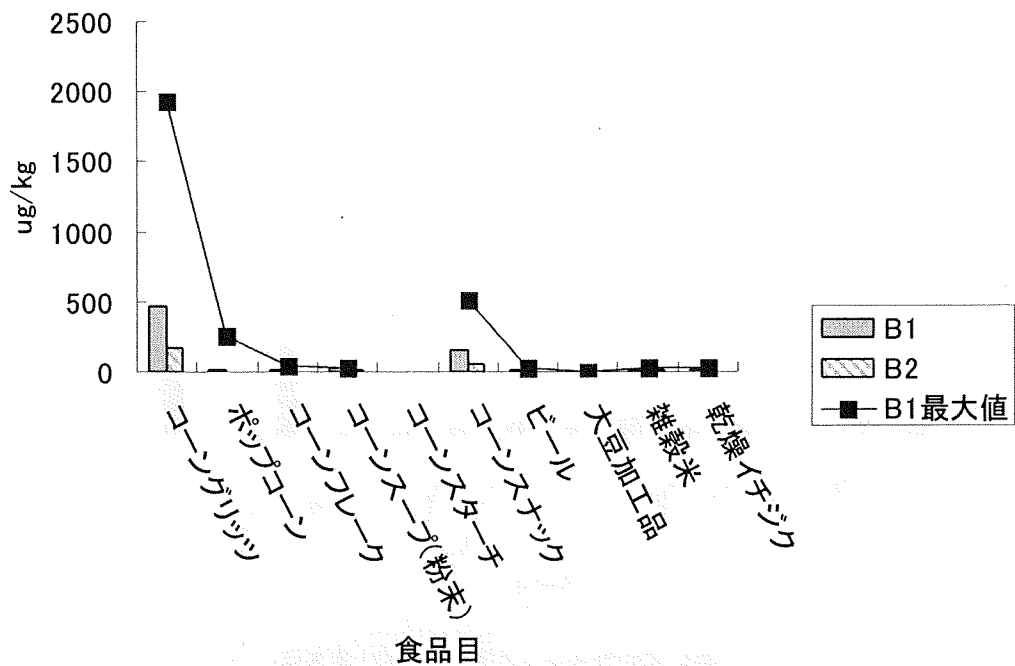


図1 フモニシン汚染の平均値と最大値

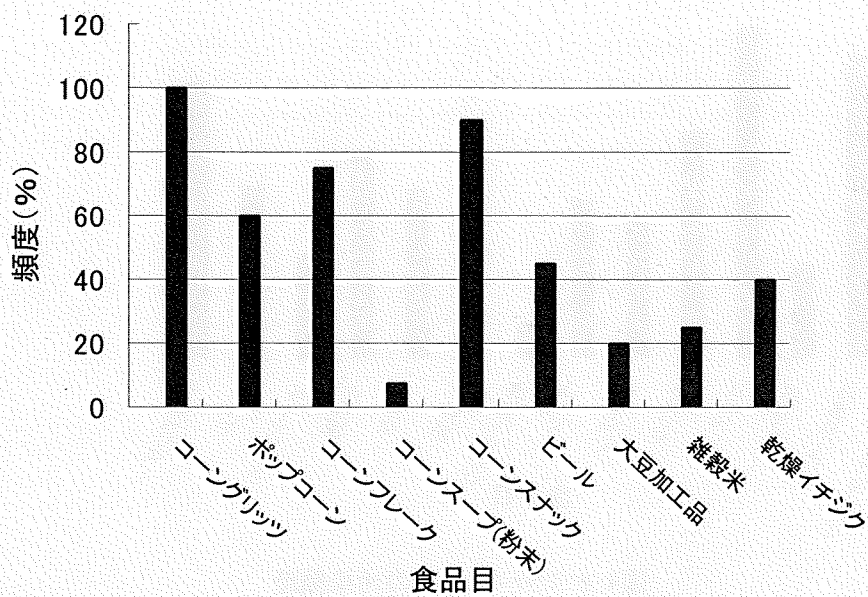


図2 フモニシン汚染頻度

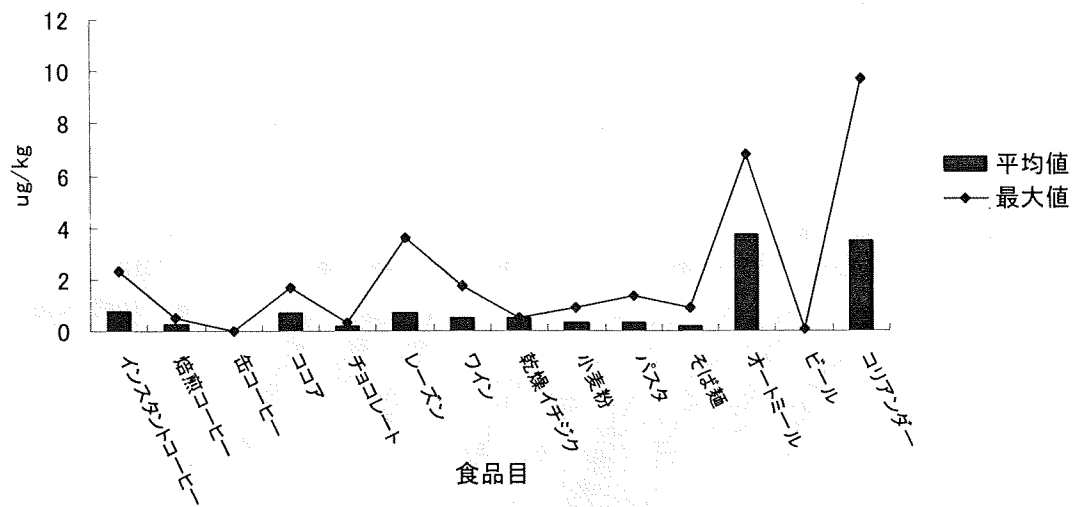


図3 オクラトキシン汚染の平均値と最大値

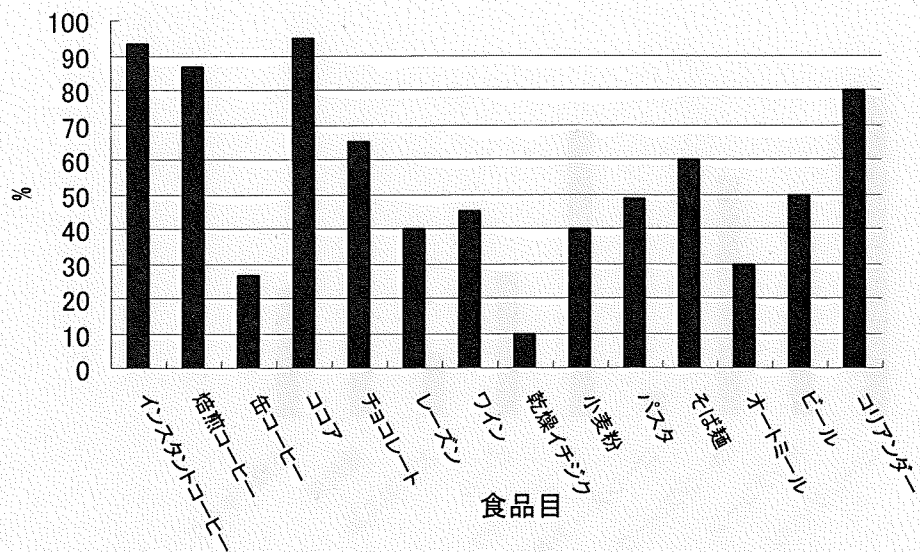


図4 オクラトキシンAの汚染頻度

## 附表

フモニシン 汚染実態調査結果

コーンフレーク	原産国/加工地	測定値 (ng/g)		
		フモニシンB1 (FB1)	フモニシンB2 (FB2)	フモニシンB3 (FB3)
20検体	不明	9.7	tr (1.5)	tr (1.2)
コーンフレーク	不明	4.1	tr (0.8)	tr (0.7)
コーンフレーク	不明	11.6	2.9	2.0
コーンフレーク	不明	3.2	tr (0.7)	tr (0.6)
コーンフレーク	不明	2.6	tr (0.7)	ND
コーンフレーク	不明	ND	ND	7.0
コーンフレーク	不明	8.1	2.0	tr (1.5)
コーンフレーク	不明	2.0	ND	tr (1.4)
コーンフレーク	不明	5.3	tr (0.9)	tr (0.7)
コーンフレーク	不明	3.1	ND	ND
コーンフレーク	一部米国	15.1	2.5	2.1
コーンフレーク	一部米国	2.2	ND	ND
コーンフレーク	一部米国	tr (1.2)	ND	ND
コーンフレーク	不明	5.5	tr (1.1)	tr (0.7)
コーンフレーク	不明	7.4	tr (1.4)	tr (0.9)
コーンフレーク	不明	ND	ND	ND
コーンフレーク	不明	39.5	4.8	6.0
コーンフレーク	不明	5.1	tr (1.1)	tr (0.7)
コーンフレーク	不明	6.0	tr (1.3)	tr (0.9)
コーンフレーク	ブラジル、アルゼンチン	7.6	tr (1.1)	tr (1.2)

ng/g	FB 1	FB 2	FB 3
検出限界	0.6	0.6	0.6
定量限界	2	2	2
回収率(%)			
2 ng/g	76.0 ± 3.7	80.2 ± 3.5	77.6 ± 2.8
B1,B2:200ng/g	93.8 ± 3.4	96.3 ± 0.3	84.9 ± 1.4
B3:20 ng/g			

抽出液10mLを10倍に希釈後、全量をSAXに付加。

フモニシン 汚染実態調査結果

フモニシンB1	測定値 (ng/g)		
	(FB 1)	(FB 2)	(FB 3)
フモニシンB1フモニシンB2フモニシンB3			
コーンフレーク			
20検体			
コーンフレーク	9.7	tr (1.5)	tr (1.2)
コーンフレーク	4.1	tr (0.8)	tr (0.7)
コーンフレーク	11.6	2.9	2.0
コーンフレーク	3.2	tr (0.7)	tr (0.6)
コーンフレーク	2.6	tr (0.7)	ND
コーンフレーク	ND	ND	7.0
コーンフレーク	8.1	2.0	tr (1.5)
コーンフレーク	2.0	ND	tr (1.4)
コーンフレーク	5.3	tr (0.9)	tr (0.7)
コーンフレーク	3.1	ND	ND
コーンフレーク	15.1	2.5	2.1
一部米国	2.2	ND	ND
一部米国	tr (1.2)	ND	ND
一部米国	5.5	tr (1.1)	tr (0.7)
不明	7.4	tr (1.4)	tr (0.9)
不明	ND	ND	ND
不明	39.5	4.8	6.0
不明	5.1	tr (1.1)	tr (0.7)
不明	6.0	tr (1.3)	tr (0.9)
ブラジル,アルゼンチン	7.6	tr (1.1)	tr (1.2)

ng/g	FB 1	FB 2	FB 3
検出限界	0.6	0.6	0.6
定量限界	2	2	2
回収率(%)			
2 ng/g	76.0 ± 3.7	80.2 ± 3.5	77.6 ± 2.8
B 1,B 2: 200ng/g	93.8 ± 3.4	96.3 ± 0.3	84.9 ± 1.4
B 3: 20 ng/g			

抽出液10mLを10倍に希釈後、全量をSAXに付加。

フモニシン 汚染実態調査結果

雑穀米	原産国/加工地	測定値 (ng/g)		
		フモニシンB1 (FB1)	フモニシンB2 (FB2)	フモニシンB3 (FB3)
雑穀米	不明	ND	ND	ND
雑穀米	不明	32.3	9.3	9.4
雑穀米	不明	6.0	tr (1.0)	tr (1.6)
雑穀米	不明	ND	ND	ND
雑穀米	不明	tr (1.2)	ND	ND
雑穀米	日本	ND	ND	ND
雑穀米	不明	tr (0.7)	ND	ND
雑穀米	不明	ND	ND	ND
雑穀米	日本	ND	ND	ND
雑穀米	日本	ND	ND	ND
雑穀米	不明	tr (1.4)	ND	ND
雑穀米	不明	ND	ND	ND
雑穀米	不明	ND	ND	ND
雑穀米	日本	ND	ND	ND
雑穀米	不明	3.1	ND	ND
雑穀米	日本	2.6	ND	ND
雑穀米	一部中国	ND	ND	ND
雑穀米	一部日本	ND	ND	ND
雑穀米	一部日本	ND	ND	ND
雑穀米	不明	20.5	5.9	4.4

ng/g	FB 1	FB 2	FB 3
検出限界	0.6	0.6	0.6
定量限界	2	2	2
回収率(%)			
2 ng/g	80.3 ± 4.7	93.3 ± 2.6	92.4 ± 1.6
50 ng/g	71.6 ± 2.2	70.1 ± 0.9	71.0 ± 2.4

抽出液のpHを6.0~6.5に調整後、10mLをSAXに付加。



フモニン 汚染実態調査結果

		測定値 (ng/g)		
コーンスープ(粉末)	原産国/加工地	(FB1)	(FB2)	(FB3)
13検体				
粉末スープ	東京都	tr	tr (2.3)	tr
粉末スープ	横浜市	tr	tr	ND
粉末スープ	名古屋	ND	ND	ND
粉末スープ	札幌市	26.5	8.1	5.3
粉末スープ	兵庫県	tr	ND	ND
粉末スープ	東京都	tr (1.3)	tr	tr
粉末スープ	横浜市	tr (1.3)	tr	ND
粉末スープ	東京都	ND	ND	ND
粉末スープ	千葉県	ND	ND	ND
粉末スープ	神奈川県	tr (2.4)	tr	tr
粉末スープ	東京都	ND	ND	ND
粉末スープ	神奈川県	ND	tr	ND
粉末スープ	東京都	tr	tr	ND

フモニン 汚染実態調査結果

		測定値 (ng/g)		
コーンスープ(液状)	原産国/加工地	(FB1)	(FB2)	(FB3)
7検体				
液状スープ	東京都	tr	ND	ND
液状スープ	東京都	ND	ND	ND
液状スープ	静岡市	tr	ND	ND
液状スープ	神戸市	ND	ND	ND
液状スープ	米国	ND	ND	ND
液状スープ	大阪府	ND	ND	ND
液状スープ	名古屋市	ND	ND	ND

	ng/g	FB1	FB2	FB3
検出限界		1.2	1.2	1.2
定量限界		5.0	5.0	5.0
回収率(%)				
10 ng/g		89.17 ± 4.86	78.83 ± 6.25	91.33 ± 4.04
B1:B2:1000ng/g		81.50 ± 3.63	56.00 ± 1.30	79.25 ± 2.18
B3:100 ng/g				

試料をα-アミラーゼ及びβ-マンノシダーゼで処理した後、抽出操作を実施。

試料をα-アミラーゼ及びβ-マンノシダーゼで処理した後、抽出操作を実施。

フモニシン 汚染実態調査結果

ポップコーン	測定値 (ng/g)			
	原産国/加工地	フモニシンB1 (FB1)	フモニシンB2 (FB2)	フモニシンB3 (FB3)
10検体				
ポップコーン	不明	10.1	tr (0.9)	2.4
ポップコーン	不明	3.3	ND	ND
ポップコーン	不明	28.6	5.1	4.6
ポップコーン	アメリカ	2.0	ND	ND
ポップコーン	不明	ND	ND	ND
ポップコーン	不明	2.6	ND	ND
ポップコーン	不明	ND	ND	ND
ポップコーン	アメリカ	5.8	tr	tr
ポップコーン	アメリカ	ND	ND	ND
ポップコーン	不明	1.1	ND	ND

フモニシン 汚染実態調査結果

生アスパラガス	測定値 (ng/g)			
	原産国/加工地	フモニシンB1 (FB1)	フモニシンB2 (FB2)	フモニシンB3 (FB3)
10検体				
グリーンアスパラガス	オーストラリア	ND	ND	ND
グリーンアスパラガス	オーストラリア	ND	ND	ND
ミアスパラガス	タイ	ND	ND	ND
グリーンアスパラガス	オーストラリア	ND	ND	ND
グリーンアスパラガス	ペルー	ND	ND	ND
グリーンアスパラガス	ニュージーランド	ND	ND	ND
グリーンアスパラガス	ペルー	ND	ND	ND
ミアスパラガス	タイ	ND	ND	ND
ホワイトアスパラガス	ペルー	ND	ND	ND
グリーンアスパラガス	ペルー	ND	ND	ND

ng/g	FB1	FB2	FB3
検出限界	0.6	0.6	0.6
定量限界	2.0	2.0	2.0
回収率(%)			
10 ng/g	77.73 ± 5.06	69.60 ± 4.68	75.07 ± 10.00
B1,B2:800ng/g	71.50 ± 0.00	67.33 ± 0.76	78.17 ± 1.04
B3:80 ng/g			

ng/g	FB1	FB2	FB3
検出限界	0.6	0.6	0.6
定量限界	2.0	2.0	2.0
回収率(%)			
2 ng/g	91.08 ± 7.25	130.38 ± 26.26	107.75 ± 12.31
B1,B2:500ng/g	81.17 ± 1.89	86.50 ± 3.50	88.00 ± 1.80
B3:50 ng/g			

フモニシン 汚染実態調査結果

小麦粉	原産国/加工地	測定値 (ng/g)		
		フモニシンB1 (FB 1)	フモニシンB2 (FB 2)	フモニシンB3 (FB 3)
10検体				
強力小麦粉	不明	ND	ND	ND
強力小麦粉	不明	ND	ND	ND
薄力小麦粉	不明	ND	ND	ND
強力小麦粉	不明	ND	ND	ND
小麦粉うどん用	不明	ND	ND	ND
小麦粉	不明	ND	ND	ND
強力小麦粉	不明	ND	ND	ND
地粉	日本	ND	ND	ND
薄力小麦粉	不明	ND	ND	ND
強力小麦粉	不明	ND	ND	ND

ng/g	FB 1	FB 2	FB 3
検出限界	1.2	1.2	1.2
定量限界	4.0	4.0	4.0
回収率(%)			
4 ng/g	58.83 ± 8.36	52.79 ± 6.03	55.08 ± 6.38
B 1,B 2: 500ng/g	47.37 ± 14.57	45.18 ± 14.44	46.52 ± 11.76
B 3: 50 ng/g			

オクラトキシンA 汚染実態調査結果

ビール	原産国/加工地	測定値 (ng/g)			
		HPLC	LC/MS/MS		
20検体	ビール	国産	0.0133	ng/g	
	ビール	国産	tr (0.0089)	検出限界	0.005
	ビール	国産	0.0145	定量限界	0.01
	ビール	国産	tr (0.0094)		
	ビール	国産	tr (0.0094)	回収率	%
	ビール	国産	tr (0.0072)	0.02 ng/g	109.0±15.2
	ビール	国産	0.0373	1.0 ng/g	91.9±1.2
	ビール	国産	0.0175		
	ビール	国産	0.0169		
	ビール	国産	tr (0.0063)		
	ビール	国産	tr (0.008)		
	ビール	国産	tr (0.0082)		
	ビール	国産	tr (0.0065)		
	ビール	国産	0.0145		
	ビール	国産	tr (0.0062)		
	ビール	国産	0.0136		
	ビール	国産	0.0102		
	ビール	国産	0.0101		
	ビール	国産	0.0129		
	ビール	国産	tr (0.0078)		