

食品衛生基準科学研究費補助金
(食品安全科学研究事業)

分担研究報告書

カビ毒の分析法の開発と汚染実態調査

研究分担者 吉成 知也 (国立医薬品食品衛生研究所・衛生微生物部)

研究要旨

デオキシニバレノール (DON) については、小麦において基準値 1.0 mg/kg が設定されている。オクラトキシン A (OTA) については、小麦と大麦について基準値の設定が 2023 年 12 月に了承された。小麦中の DON と OTA の分析については、両者で抽出溶媒の組成、精製カラム、分析機器が異なっている。そのため、OTA の基準値が設定された場合、同じ検体に対し、DON に加え OTA の検査も新たに実施する必要性が生じ、現場の負担の増加が懸念されている。そこで、本研究においては小麦における DON と OTA の同時分析法の開発を行った。小麦からの抽出液を多機能カラム又はイムノアフィニティーカラムで精製し、LC-MS/MS で定量を行う DON と OTA の同時分析法を考案した。それら分析法により、DON の公定法及び汚染調査で用いられた OTA の分析法でそれぞれのカビ毒を単独に分析する場合と同等の分析値が得られるかを検証するために、DON と OTA の人工共汚染小麦を調製し、分析値を比較した。その結果、イムノアフィニティーカラムを精製に用いる同時分析法については、OTA の分析値が単独で分析した場合より低い値となった。一方で、多機能カラムを精製に用いる同時分析法については、DON と OTA とともに単独で分析する場合と同等の分析値が得られた。この結果より、本事業にて開発した小麦中の DON と OTA の同時分析法は、それぞれのカビ毒を単独で分析する方法の代替法として用いることができると考えられた。

モニリフォルミン (MON) は、新興カビ毒に分類される化合物である。2017 年に公表された欧州食品安全機関 (EFSA) によるリスク評価の結果において、実験動物において致死毒性を示すこと、様々な穀類に検出されることが公表され、国際的な関心が高まっており、さらなる情報の収集が望まれている。そこで本研究は、日本に流通する食品における MON の汚染実態を調べ、MON の日本人におけるばく露量を推定することを目的とした。穀類加工品 6 種計 399 検体における MON の汚染実態を調べた結果、145 検体 (36%) から定量限界値 (10 µg/kg) 以上の MON が検出された。麦類やトウモロコシの加工品から主に検出され、1 mg/kg を超えて検出される検体も散見されたことから、MON は DON やフモニシンと同程度の汚染が生じているカビ毒であることが明らかとなった。ただ、小麦粉 (輸入) における MON の汚染レベルは、他の穀類と比較して非常に低かったことから、日本人における MON のばく露量は高くないと考えられた。

研究協力者

青木 渉 (国立医薬品食品衛生研究所)

A. 研究目的

世界的に汚染頻度が高く、健康被害が予測されるカビ毒は、FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議（JECFA）で毒性評価が行われ、コーデックス委員会で規格策定が行われている。日本は、コーデックス委員会の加盟国であることから、コーデックス規格を食品の規格基準に採用することが厚生労働省の方針として決められている。

日本においては、リンゴジュース中のパツリン、小麦玄麦中のデオキシニバレノール (DON)、全食品中の総アフラトキシン及び乳中のアフラトキシン M₁ に対して規制が行われている。また、コーデックス規格が定められているオクラトキシン A (OTA) やフモニシンに関しては、これまでの厚生労働科学研究で汚染実態調査が行われており、それらについては食品安全委員会においてリスク評価が実施された。また、JECFA において毒性評価が行われたタイプ A トリコテセン系化合物 (T-2 トキシン、HT-2 トキシン及び 4,15-ジアセトキシシルペノール)、ゼアラレノン (ZEN)、ステリグマトシスチン及びエンニアチン類についても汚染実態調査を行った。これらカビ毒の汚染実態の情報は、JECFA においてリスク評価がなされる際に活用され、国際機関へ貢献するとともに、日本においてリスク管理を行う必要性を議論するための根拠データとしても活用され、行政施策に直接貢献する。

本事業は、DON、OTA 及びモニリフォルミン (MON) を研究対象とする。DON は、*Fusarium graminearum* などの麦類の赤カビ病の原因となるカビによって産生されるカビ毒で、世界中の穀類において汚染が認められる。日本においては、2022 年 4 月 1 日より小麦について DON の規格基準 1.0 mg/kg が適用された。それに先立ち、2021 年 9 月 30 日に DON の試験法が通知された。85%アセトニトリル水溶液

により DON を抽出後、多機能カラム (MFC) による精製を行い、HPLC 又は質量分析器を用いて定量を行う。OTA は、*Aspergillus* 属や *Penicillium* 属により産生されるカビ毒で、種実類、豆類や穀類での汚染が問題となっている。コーデックス委員会や EU においては、OTA の最大基準値が設定されているが、日本においては飼料、食品ともに設定されていない。これまで厚生労働科学研究によって 2004~2009 年度の 6 年間に亘って国内に流通する食品についての汚染実態調査が実施された。その結果、麦類やその加工品、カカオ製品、コーヒー豆などから OTA の検出が認められたり。それら汚染実態調査や毒性試験の結果を踏まえ、食品安全委員会により日本人における食品からの OTA の摂取によるリスク評価（自ら評価）が実施され、発がん性に関する TDI 15 ng/kg 体重/日が設定された。このような背景を受け、2023 年の薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会食品規格部会において、基準値設定の議論がなされ、コーデックス委員会で基準が定められている小麦と大麦について、基準値を設定することが了承された。これまで日本で実施された OTA の汚染実態調査では、60%アセトニトリル水溶液により抽出後、イムノアフィニティーカラム (IAC) による精製を行い、HPLC で定量を行う分析法が用いられた。対象は同じ麦類であるが、DON と OTA の分析法は全く異なり、今後 OTA の基準値が設定された際、輸入検疫において DON に加え OTA の検査も実施する必要が生じ、現場の負担の増加が懸念されている。そこで、本研究においては小麦における DON と OTA の同時分析法を開発することとした。2022 年度には、IAC、2023 年度には、MFC によって DON と OTA を精製し、LC-MS/MS によって同時定量を行う分析法を開発し、その妥当性を確認した。今年度は汚染検体を用いて、DON 又は OTA を公定法またはその候補により単独で分析した際

の分析値と同時分析法の分析値を比較し、代用法としての可能性を検証することとした。

MONは、*Fusarium avenaceum*や*Fusarium subglutinans*などの植物病原性真菌により産生されるカビ毒で、麦類やトウモロコシにおいて検出される。分子量が98と他のカビ毒と比較して小さく、水溶性が非常に高いという物性を有する。ラットに投与すると致死毒性を示す(LD₅₀ 19-25 mg MON/kg 体重) ことが報告されているが、詳細な毒性機構は明らかにされていない。EFSAによるリスク評価が行われ、2017年にその結果が公表されたことを受け、ヒトの健康に対する新たな危害要因の一つとして国際的な関心が高まっている²⁾。そこで本研究においては、MONが日本人の健康に対してリスクを有するかを判断し、将来的に規格基準を設定する必要があるかを議論する根拠となるデータを得ることを目的とする。2022年度には、穀類を対象とした分析法の開発、2023年度には、単一試験室による分析法の妥当性評価を実施した。本年度は、その分析法を用いて流通食品の汚染実態調査を実施することとした。

B. 研究方法

(1) DON と OTA の同時分析法

①DON と OTA の人工共汚染試料の調製

小麦粒 300 g にアセトニトリル 300 mL と、DON と OTA の標準品を加え、よく混合後、アセトニトリルをエバポレーターで除去した。一晚ドラフト内で静置後に粉砕機で破碎し、均一化処理したものをDONとOTAの人工共汚染試料とした。DONは50～2,000 µg/kg、OTAは0.5～25 µg/kgの濃度範囲で、計22検体調製した。

②IACを用いたDONとOTAの同時精製法

人工共汚染試料10 gに抽出溶媒アセトニトリル：メタノール：水(25：25：50) 80 mLを加え、30分間振盪することで抽出を行った。振盪

後の試料と抽出溶媒の混合物のうち、約40 mLを50 mL容遠心チューブに移して遠心分離(1,410 g、10分間)し、抽出液を分離した。抽出液10.0 mLを50 mL容のメスフラスコにとり、標線までPBSを加え混合した。ガラスロートにガラス繊維ろ紙をセットし、希釈した抽出液を全てもろ過した。IAC(MaxSignal IAC 4-in-1 アフラトキシン B₁/ZEN/DON/OTA Combo：PerkinElmer社製)に、アダプターを取り付けたリザーバーを連結し、ろ液20.0 mLを添加した。全てのろ液を通過させたのち、リザーバーを取り除き、カラムに精製水3 mLを加え、排出させる操作を6回繰り返すことによりカラムの洗浄を行った。カラム内の残った水分を、アダプターを取り付けたシリンジで通気し、除去した。ガラス試験管をカラムの下に置き、メタノール：酢酸(98：2)1 mLをカラムに注入し、自然落下でDONとOTAを溶出させた。溶出液が全て通過してから5分後、メタノール：酢酸(98：2)2 mLをカラムに注入した。アダプターを取り付けたシリンジでカラム担体内の溶媒を押し出した。窒素気流により溶出液を乾固後、残渣をアセトニトリル：水：酢酸(30：70：1)1.0 mLで溶解したものを試験溶液とした。

③MFCを用いたDONとOTAの同時精製法

人工共汚染試料10 gに抽出溶媒(アセトニトリル：水(5：1)にギ酸を終濃度0.1%で添加したもの)50.0 mLを加え、振盪機を用いて200回/分で30分間往復振盪抽出した。振盪後の試料と抽出溶媒の混合物のうち、約40 mLを50 mL容遠心チューブに移して遠心分離(1,410 g、10分間)し、抽出液を分離した。精製には、MFC(PuriTox Total Myco-MS：R-Biopharm社製)を用いた。抽出液1.4 mLをカラムに加え、プランジャーを外筒にゆっくりと押し込み、抽出液を樹脂に通し、溶出液を1.5 mL容マイクロチューブに回収した。チューブ中の溶出液を試験管ミキサーにかけて均一にした後、500

μL を新たな 1.5 mL 容マイクロチューブに移した。精製水 500 μL を加えて良く混ぜた後、12,000 g で 5 分間遠心し、その上清を LC-MS/MS 測定用試験溶液とした。

④DON の単独分析法

人工汚染試料 10 g にアセトニトリル：水（85：15）40 mL を加え、30 分間往復振盪抽出をした。振盪後の試料と抽出溶媒の混合物の一部を 50 mL 容遠心チューブに移して、遠心分離（1,710 g×5 分）をした。上清 10 mL を MFC（Autoprep MF-T 1500：レゾナック社製）に添加した。最初に溶出する 3 mL を捨て、続く 2.4 mL の溶出液を回収した。溶出液 2 mL を窒素気流により乾固し、0.5 mL のアセトニトリル：水（1：9）に溶解し、試験溶液とした。

⑤OTA の単独分析法

人工汚染試料 10 g にアセトニトリル：水（60：40）40 mL 加え、30 分間往復振盪抽出をした。振盪後の試料と抽出溶媒の混合物の一部を 50 mL 容遠心チューブに移して、遠心分離（1,710 g×5 分）をした。上清 10 mL と PBS 10 mL を混合し、ガラス繊維ろ紙でろ過して得られたろ液 8.0 mL を IAC（OCHRAKING：堀場製作所社製）に注入した。PBS 10 mL と精製水 10 mL でカラムを洗浄した。カラム内の水分をアダプターを取り付けたシリンジで除去した後、メタノール：酢酸（98：2）3 mL で OTA を溶出させた。溶出液を窒素気流で乾固し、残さをアセトニトリル：水：酢酸（30：70：1）0.5 mL で溶解した。1.5 mL 容マイクロチューブに移し、12,000 g で 5 分間遠心したものを試験溶液とした。

⑥LC-MS/MS の測定条件

HPLC

カラム：InertSustain Swift C18 HP

2.1×150 mm, 3 μm

カラム温度：40 °C

移動相：A 0.1%ギ酸水溶液

B 0.1%ギ酸含有アセトニトリル

分離条件：

PuriTox Total Myco-MS による精製の場合

0 分 A : B = 95 : 5

18 分 A : B = 20 : 80

23 分まで保持

流速：0.2 mL/分

注入量：5 μL

MaxSignal IAC 4-in-1、Autoprep MF-T、OCHRAKING による精製の場合

0 分 A : B = 90 : 10

6 分 A : B = 10 : 90

9.5 分まで保持

流速：0.2 mL/分

注入量：5 μL

MS

イオン化：ESI positive

モニタリングイオン：

DON 297 [M+H]⁺ > 249, 203

OTA 404 [M+H]⁺ > 239, 102

（2）MON の分析法

抽出は、破碎した試料 5 g にアセトニトリル：水（85：15）25 mL を加え、15 分間振盪することで行った。遠心分離（470 g、10 分間）により抽出液を分離し、三角フラスコに回収した。沈殿にアセトニトリル：水（85：15）25 mL を加え、同じ抽出操作を行った。再度、沈殿にアセトニトリル：水（85：15）25 mL を加え、抽出操作後に遠心分離（1410 g、10 分間）により抽出液を分離し、計 3 回の抽出液を合わせた。抽出液 22.5 mL をガラス容器に移し、窒素気流により乾固後、2 mL のメタノールに懸濁した。抽出液からの MON の精製には強陰イオン交換（SAX）カートリッジ（Bond Elut LRC SAX

500 mg : Agilent 社製) を用いた。メタノール 2 mL、水 2mL 及び 0.1M リン酸水溶液 2 mL で平衡した SAX カートリッジにメタノール懸濁液を全量添加した。ガラス溶液をメタノール 2 mL で洗浄後、洗浄液をカラムに添加した。0.1M リン酸水溶液 2 mL と 10%アセトニトリル水溶液 2 mL でカートリッジを洗浄後、減圧してカラム内に残留する液体を除去した。3.5%硫酸水素テトラブチルアンモニウム含有 0.2M リン酸二水素カリウム水溶液 (pH 7.0) 1.5 mL で溶出したものを試験溶液とした。

<HPLC の測定条件>

カラム : InertSustainSwift C18

4.6×250 mm, 5 µm

カラム温度 : 30 °C

移動相 : 水、7%硫酸水素テトラブチルアンモニウム含有 0.4M リン酸二水素カリウム水溶液 (pH7.0) と アセトニトリルの混液 (92 : 1 : 8)

分離時間 : 50 分

流速 : 1.0 mL/分

注入量 : 100 µL

C. 研究結果

(1) DON と OTA の同時分析法の開発

アセトニトリルに浸した小麦粒に、DON の標準品を終濃度 50~2,000 µg/kg、OTA の標準品を終濃度 0.5~25 µg/kg となるよう添加した。溶媒を除去後、粉碎したものを共汚染試料とした。計 22 種の試料それぞれについて、DON を MFC、OTA を IAC で精製し、それぞれ LC-MS/MS で定量した。図 1 に、定量値を散布図として示した。次に、一昨年と昨年度に開発した 2 種の DON と OTA の同時分析法を用いて各試料を分析した。各試料 2 検体ずつ分析し、平均を分析値とした。結果を表 1 に示した。DON について、単独分析法 (公定法) で得られた測

定値に対する同時分析法の測定値の割合は、IAC 精製で 93~120%、MFC 精製で 87~105% となった。OTA については、単独分析法 (公定法) で得られた測定値に対する同時分析法の測定値の割合は、IAC 精製で 45~91%、MFC 精製で 87~99% となった。各試料における測定値を濃度の低い順に並べた結果を図 2 に示した。

(2) MON の汚染実態調査

昨年度までに開発した分析法を用いて、日本に流通する穀類加工品 6 種計 399 検体における MON の汚染実態を調べた。分析結果を表 2 に、各検体の MON 濃度の測定値を表 3~8 に示した。全 399 検体のうち、145 検体 (36%) から定量限界値 (10 µg/kg) 以上の MON が検出された。そのうち、10~100 µg/kg の濃度範囲に含まれる検体が最も多かった (92 検体)。1,000 µg/kg を超えて MON が検出された検体数は 11 (3%) であった。最も陽性率が高かったのは、ハト麦加工品の 73%であり、次いでトウモロコシ加工品の 61%、ライ麦の 39%、小麦粉 (国産) の 37%、大麦の 23%であった。小麦粉 (輸入) と米における陽性率はそれぞれ 4%と 0%で、他の穀類加工品より低かった。ハト麦加工品及びトウモロコシ加工品において比較的高い濃度の MON が検出される傾向にあり、100~500 µg/kg の濃度範囲の MON が検出された検体の割合はそれぞれ 24%及び 22%で、1000 µg/kg を超える検体の割合はいずれも 5%であった。平均濃度については、ライ麦の 209 µg/kg が最も高く、次いでトウモロコシ加工品の 198 µg/kg、ハト麦加工品の 182 µg/kg であった。最高濃度はハト麦加工品における 3,109 µg/kg であった。小麦粉においては、国産麦由来のものと輸入麦由来のもので大きく差が認められた。平均濃度は、小麦粉 (国産) で 36 µg/kg であったのに対し、小麦粉 (輸入) では 1 µg/kg であった。

D. 考察

(1) DON と OTA の同時分析法の開発

小麦中の DON と OTA の 2 種の同時分析法について、多機関共同試験を一昨年と昨年度に実施し、妥当性を確認した。これら同時分析法が、DON の公定法や OTA の汚染調査で用いられた分析法と同等の性能を有するかを確認するために、汚染試料を用いて単独の分析法と同様の分析値が得られるかどうかを確認することとした。日本に流通する小麦粉製品から OTA に汚染された検体の入手は困難であったため、小麦粒から汚染検体を調製した。DON については基準値 1.0 mg/kg、OTA については予定されている基準値 5.0 µg/kg を中心とした濃度となるよう汚染試料を設計した。これら DON と OTA の人工汚染試料について、単独の分析法と同時分析法の分析値を比較した結果、DON については、公定法による分析値と 2 種の同時分析法による分析値は同等であった。一方で、OTA については、汚染実態調査で使用されたイムノアフィニティーカラムを用いた単独の分析法と多機能カラムを用いた同時分析法による分析値は同等であったが、イムノアフィニティーカラムを用いた同時分析法の分析値は、全体的に低い値となった。一昨年に、標準品の添加試料を用いた添加回収試験を実施した際には、イムノアフィニティーカラムを用いた同時分析法の回収率に問題は認められなかった。添加試料と汚染試料では、カビ毒の抽出効率に差がある可能性があり、イムノアフィニティーカラムを用いた同時分析法で用いる抽出溶媒は、汚染試料からの OTA の抽出には適していないと考えられた。この結果から、昨年度に開発した多機能カラムを用いた同時分析法のみが、単独の分析法と同等の分析値が得られることが明らかとなり、代替法として使用できることが示された。

(2) MON の汚染実態調査

一昨年と昨年度に開発した分析法を用いて、日本国内に流通する穀類加工品を対象とした汚染実態調査を実施した結果、麦類やトウモロコシの加工品から MON が検出された。1 mg/kg を超えて検出される検体も散見されており、MON は、DON やフモニシンと同程度の汚染が生じているカビ毒であることが明らかとなった。他の研究グループによる調査でも、小麦における MON 汚染が報告されている。例えば、2009～2011 年にノルウェーで実施された調査の結果、全ての小麦検体から MON が検出され、中央値は 88.4 µg/kg、最大値は 400 µg/kg であった³⁾。スウェーデンで 2009～2011 年に実施された別の調査では、春小麦 64 サンプルの MON の陽性率は 54.7%、最大濃度は 2,078 µg/kg で、冬小麦 61 サンプルの陽性率は 67.2%、最大濃度は 497 µg/kg であった⁴⁾。これらの結果は、我々の小麦粉（国産）の結果と類似している。一方で、小麦粉（輸入）における MON の汚染レベルは、小麦粉（国産）と比較すると非常に低かった。日本は小麦の多くを輸入に頼っていることから、MON の小麦製品からの摂取量は多くないと考えられる。また、分担研究者によって実施された、マウスにおける毒性試験の結果、MON の NOAEL は 10 mg/kg 体重/日とされた。この値より一日耐用摂取量(TDI)を 100 µg/kg 体重/日 (安全係数 100) とすると、その値を超えるためには高濃度の MON に汚染された食品を一日あたり数 kg 摂取する必要がある。よって、MON については、汚染された穀類加工品が日本国内に流通しているが、それを摂取することによって直ちに健康被害が生じる可能性は低いと考えられた。

E. 結論

一昨年と昨年度に開発し、妥当性の評価を行った小麦中の DON と OTA の同時分析法について、単独の分析法との性能を比較するために、

人工共汚染小麦を用いた検討を行った。多機能カラムを用いた同時分析法で得られた分析値は、DON を公定法で、OTA を実態調査で用いられた分析法でそれぞれ分析して得られた分析値と同等であった。この結果より、開発した同時分析法は、単独の分析法の代替法として使用できることが示された。

MON の研究については、一昨年と昨年度に開発した分析法を用いて、合計 399 検体の穀物加工品を対象とした汚染調査を実施した。MON は、小麦粉（国産）、ハト麦加工品、ライ麦、トウモロコシ加工品から主に検出された。1 mg/kg 以上の MON を含む検体は 11 検体認められた。小麦加工品は日本人の主食の一つであるため、小麦が日本人の主要な MON のばく露源と考えられる。しかし、輸入された小麦から製造された小麦粉における MON の汚染レベルは、他の穀類と比較して非常に低かった。MON の毒性も考慮に入れると、MON は日本人の健康に直ちに影響を与えるカビ毒ではないと考えられた。

correlation to specific *Fusarium* species.
Int J Food Microbiol. 2013;167(2):284–291.

F. 引用文献

- 1) Sugita-Konishi Y. et al. Exposure and risk assessment for ochratoxin A and fumonisins in Japan. Food Addit Contam Part A. 2016;30(8):1392–1401.
- 2) European Food Safety Authority. Risks to human and animal health related to the presence of moniliformin in food and feed. EFSA Journal. 2018;16(3):5082.
- 3) Uhlig S. et al. Faces of a changing climate: Semi-quantitative multi-mycotoxin analysis of grain grown in exceptional climatic conditions in Norway. Toxins. 2013;5(10):1682–1697.
- 4) Lindblad M et al. 2013. Deoxynivalenol and other selected *Fusarium* toxins in Swedish wheat - Occurrence and

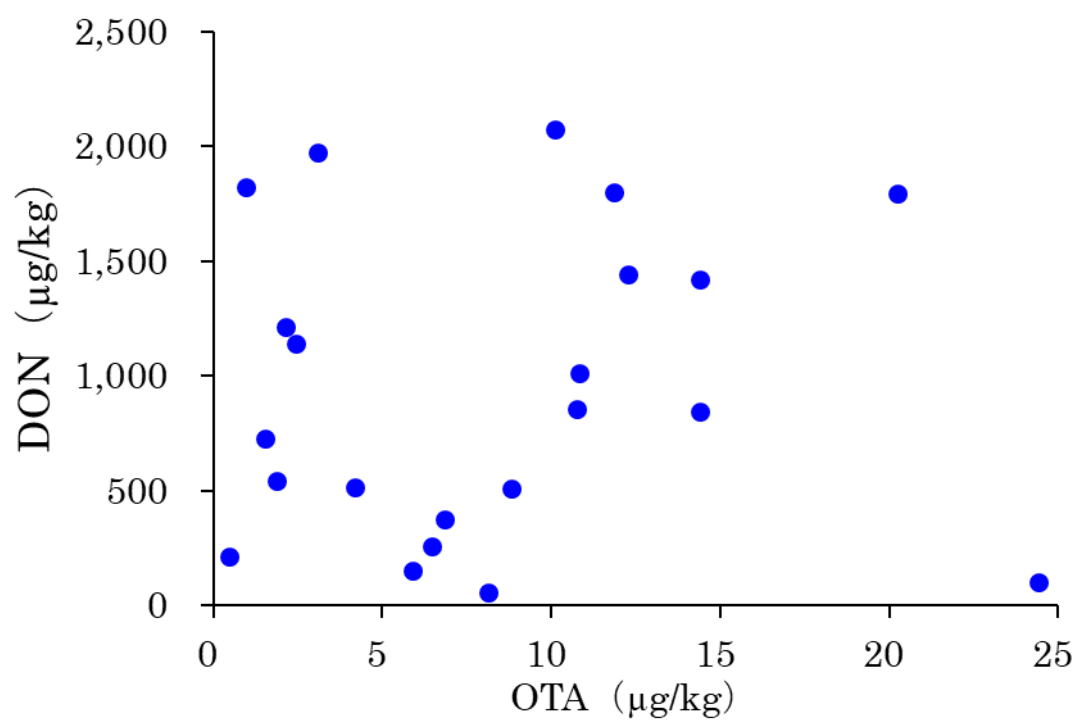


図1 人工共汚染小麦中の DON と OTA の濃度

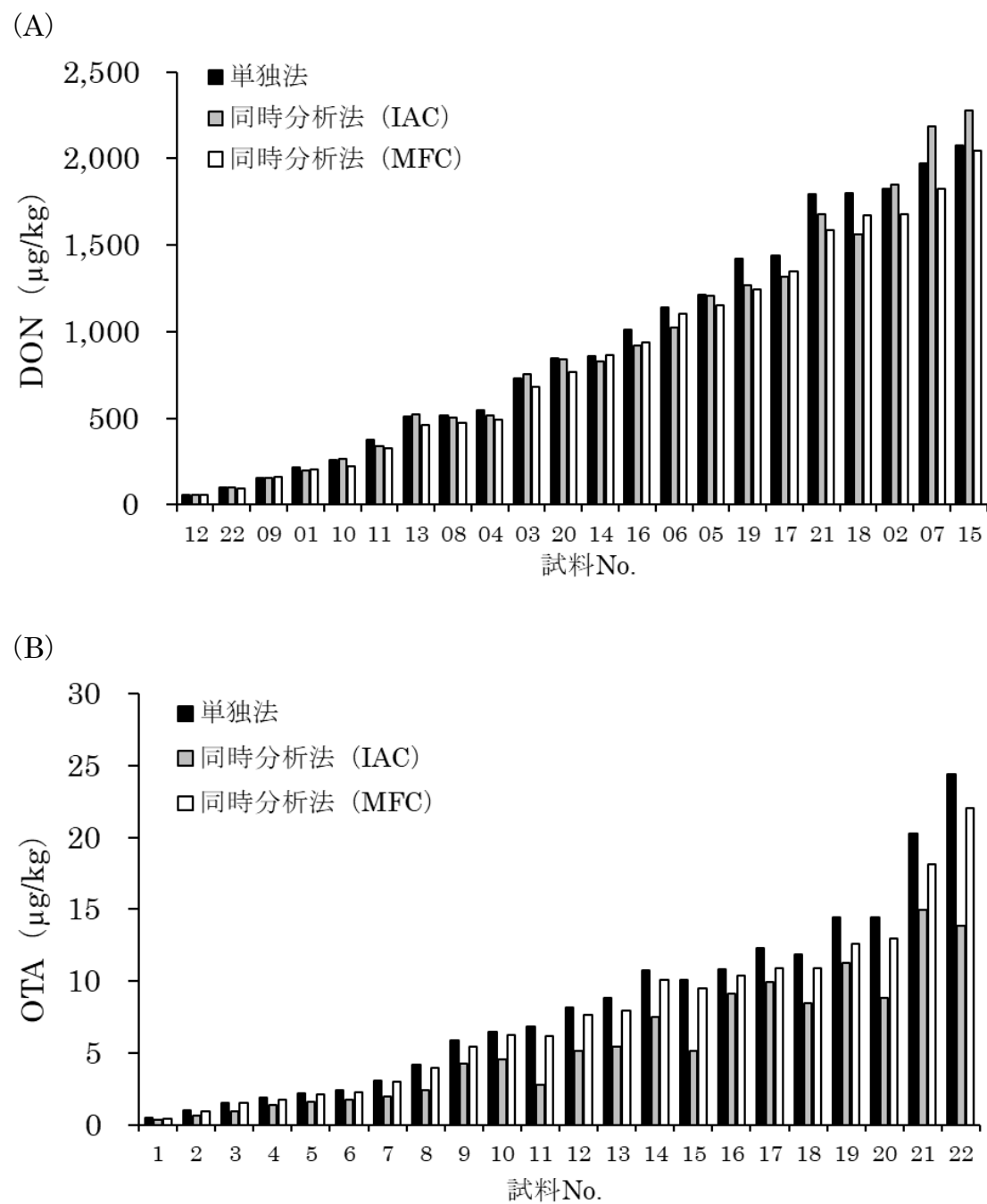


図2 単独法と同時分析法による人工共汚染小麦中の
(A) DON と (B) OTA の測定結果

表 1 DON と OTA の人工汚染試料の分析結果

サンプルNo.	DON (μg/kg)			OTA (μg/kg)		
	単独分析法	同時分析法		単独分析法	同時分析法	
		IAC精製	MFC精製		IAC精製	MFC精製
01	216	196	200	0.5	0.3	0.4
02	1,824	1,849	1,679	1.0	0.6	0.9
03	728	756	683	1.5	0.9	1.5
04	544	518	490	1.9	1.4	1.7
05	1,212	1,204	1,151	2.2	1.6	2.1
06	1,139	1,021	1,100	2.4	1.7	2.3
07	1,973	2,188	1,827	3.1	1.9	3.0
08	513	506	471	4.2	2.4	4.0
09	153	157	161	5.9	4.2	5.5
10	258	264	224	6.5	4.6	6.2
11	377	341	325	6.8	2.8	6.2
12	58	56	57	8.1	5.2	7.7
13	509	522	462	8.8	5.4	7.9
14	859	830	866	10.8	7.5	10.1
15	2,075	2,274	2,046	10.1	5.1	9.5
16	1,014	920	937	10.8	9.1	10.4
17	1,441	1,314	1,346	12.3	9.9	10.9
18	1,801	1,563	1,673	11.9	8.4	10.9
19	1,420	1,267	1,245	14.4	11.3	12.6
20	848	838	768	14.4	8.8	12.9
21	1,795	1,678	1,586	20.3	14.9	18.1
22	102	96	91	24.4	13.9	22.0

表 2 MON の汚染実態調査の結果

分析対象	N	陽性検体	各濃度範囲 (μg/kg) に含まれる検体数 N (%)				平均値 (μg/kg)	最大値 (μg/kg)
			10-100	100-500	500-1,000	> 1,000		
小麦粉 (国産)	83	31 (37%)	25 (30%)	5 (6%)	0 (0%)	1 (1%)	36	1,218
小麦粉 (輸入)	91	4 (4%)	4 (4%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1	46
大麦	26	6 (23%)	5 (19%)	1 (4%)	0 (0%)	0 (0%)	25	473
ライ麦	41	16 (39%)	9 (22%)	2 (5%)	1 (2%)	4 (10%)	209	2,253
ハト麦加工品	86	63 (73%)	36 (42%)	21 (24%)	2 (2%)	4 (5%)	182	3,109
トウモロコシ 加工品	41	25 (61%)	13 (32%)	9 (22%)	1 (2%)	2 (5%)	198	2,370
米	31	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0	0
全体	399	145 (36%)	92 (23%)	38 (10%)	4 (1%)	11 (3%)	-	-

表 3 MON の汚染レベル (小麦粉 (国産))

試料ID	産地	MON濃度 ($\mu\text{g/kg}$)	試料ID	産地	MON濃度 ($\mu\text{g/kg}$)
33-JWF01	北海道	37	34-JWF11	北海道	20
33-JWF02	北海道	18	34-JWF12	岩手県	< 10
33-JWF03	北海道	< 10	34-JWF13	日本	< 10
33-JWF04	北海道	23	34-JWF14	日本	< 10
33-JWF05	北海道	98	34-JWF15	日本	24
33-JWF06	北海道	52	34-JWF16	北海道	< 10
33-JWF07	日本	< 10	34-JWF17	日本	< 10
33-JWF08	北海道	< 10	34-JWF18	北海道	< 10
33-JWF09	北海道	18	34-JWF19	北海道	19
33-JWF10	日本	19	34-JWF20	北海道	21
33-JWF11	日本	22	R5-Tri001	北海道	< 10
33-JWF12	日本	< 10	R5-Tri002	北海道	< 10
33-JWF13	岩手県	< 10	R5-Tri003	岩手県	< 10
33-JWF14	日本	35	R5-Tri004	石川県	< 10
33-JWF15	北海道	114	R5-Tri005	石川県	12
33-JWF16	滋賀県	< 10	R5-Tri006	北海道	390
33-JWF17	九州	< 10	R5-Tri007	北海道	168
33-JWF18	北海道	< 10	R5-Tri008	三重県	< 10
33-JWF19	北海道	198	R5-Tri009	青森県	< 10
33-JWF20	北海道	< 10	R5-Tri012	北海道	1218
34-JWF01	北海道	< 10	R5-Tri015	長野県	< 10
34-JWF02	北海道	< 10	R5-Tri016	長野県	< 10
34-JWF03	岩手県	< 10	R5-Tri018	青森県	< 10
34-JWF04	北海道	< 10	R5-Tri019	山梨県	< 10
34-JWF05	北海道	18	R5-Tri020	山梨県	< 10
34-JWF06	日本	< 10	R5-Tri021	北海道	64
34-JWF07	北海道	< 10	R5-Tri022	北海道	62
34-JWF08	日本	< 10	36-JWF01	北海道	< 10
34-JWF09	日本	< 10	36-JWF02	北海道	< 10
34-JWF10	北海道	< 10	36-JWF03	北海道	25

表 3 MON の汚染レベル（小麦粉（国産）） 続き

試料ID	産地	MON濃度 ($\mu\text{g/kg}$)
36-JWF04	北海道	< 10
36-JWF05	北海道	13
36-JWF06	長野県	< 10
36-JWF07	青森県	< 10
36-JWF08	青森県	< 10
36-JWF09	愛知県	38
36-JWF10	北海道	< 10
36-JWF11	熊本県	< 10
36-JWF12	北海道	39
36-JWF13	北海道	19
36-JWF14	鳥取県	< 10
36-JWF15	北海道	< 10
36-JWF16	和歌山県	< 10
36-JWF17	青森県	< 10
36-JWF18	北海道	12
36-JWF19	北海道	15
36-JWF20	北海道	< 10
36-JWF21	九州	< 10
36-JWF22	北海道	< 10
36-JWF23	岩手県	< 10
36-JWF24	岩手県	< 10
36-JWF25	日本	67
36-JWF26	日本	127

表 4 MON の汚染レベル (小麦粉 (輸入))

試料ID	産地	MON濃度 ($\mu\text{g/kg}$)
32-FWF01	フランス	< 10
32-FWF02	不明	< 10
32-FWF03	イタリア	< 10
32-FWF04	不明	< 10
32-FWF05	北米他	< 10
32-FWF06	北米他	< 10
32-FWF07	フランス	< 10
32-FWF08	アメリカ他	< 10
32-FWF09	北米他	< 10
32-FWF10	フランス	19
32-FWF11	カナダ、アメリカ主体	< 10
32-FWF12	北米、オーストラリア他	< 10
32-FWF13	北米他	< 10
32-FWF14	カナダ主体	< 10
32-FWF15	ドイツ	< 10
32-FWF16	北米、オーストラリア他	< 10
32-FWF17	北米、オーストラリア他	< 10
32-FWF18	カナダ	< 10
32-FWF19	カナダ	< 10
32-FWF20	北米	< 10
32-FWF21	北米	< 10
34-FWF01	オーストラリア	20
34-FWF02	オーストラリア	< 10
34-FWF03	オーストラリア	25
34-FWF04	オーストラリア	< 10
34-FWF05	カナダ他	< 10
34-FWF06	フランス	< 10
34-FWF07	フランス	< 10
34-FWF08	カナダ主体	< 10
34-FWF09	カナダ、アメリカ	< 10

表4 MONの汚染レベル（小麦粉（輸入）） 続き

試料ID	産地	MON濃度 ($\mu\text{g/kg}$)
34-FWF10	ドイツ	< 10
34-FWF11	ドイツ	< 10
34-FWF12	アメリカ	< 10
34-FWF13	インド	< 10
34-FWF14	北米	< 10
34-FWF15	アメリカ	< 10
34-FWF16	カナダ	< 10
34-FWF17	カナダ、アメリカ	< 10
34-FWF18	北米、オーストラリア他	< 10
34-FWF19	フランス、北米他	< 10
34-FWF20	北米他	< 10
35-FWF01	ドイツ	< 10
35-FWF02	ドイツ	46
35-FWF03	アメリカ	< 10
35-FWF04	イタリア	< 10
35-FWF05	アメリカ	< 10
35-FWF06	北米他	< 10
35-FWF07	アメリカ他	< 10
35-FWF08	フランス、北米他	< 10
35-FWF09	カナダ、アメリカ主体	< 10
35-FWF10	フランス	< 10
35-FWF11	北米他	< 10
35-FWF12	北米、オーストラリア他	< 10
35-FWF13	カナダ、アメリカ主体	< 10
35-FWF14	カナダ、アメリカ他	< 10
35-FWF15	北米他	< 10
35-FWF16	イタリア	< 10
35-FWF17	カナダ、アメリカ主体	< 10
35-FWF18	フランス	< 10
35-FWF19	カナダ、アメリカ	< 10

表4 MONの汚染レベル（小麦粉（輸入）） 続き

試料ID	産地	MON濃度 ($\mu\text{g/kg}$)
35-FWF20	アメリカ	< 10
35-FWF21	カナダ	< 10
35-FWF22	カナダ、アメリカ、オーストラリア	< 10
35-FWF23	カナダ、アメリカ	< 10
35-FWF24	カナダ	< 10
36-FWF01	フランス、北米他	< 10
36-FWF02	フランス	< 10
36-FWF03	アメリカ他	< 10
36-FWF04	北米他	< 10
36-FWF05	北米、オーストラリア他	< 10
36-FWF06	北米他	< 10
36-FWF07	カナダ、アメリカ主体	< 10
36-FWF08	フランス	< 10
36-FWF09	カナダ	< 10
36-FWF10	カナダ	< 10
36-FWF11	フランス	< 10
36-FWF12	カナダ又はアメリカ	< 10
36-FWF13	アメリカ	< 10
36-FWF14	オーストラリア	< 10
36-FWF15	アメリカ	< 10
36-FWF16	オーストラリア	< 10
36-FWF17	アメリカ	< 10
36-FWF18	アメリカ、カナダ	< 10
36-FWF19	カナダ、アメリカ	< 10
36-FWF20	カナダ	< 10
36-FWF21	カナダ、アメリカ、オーストラリア	< 10
36-FWF22	カナダ、アメリカ	< 10
36-FWF23	アメリカ	< 10
36-FWF24	イタリア	< 10
36-FWF25	イタリア	< 10
36-FWF26	トルコ	< 10

表 5 MON の汚染レベル (大麦)

試料ID	産地	MON濃度 ($\mu\text{g/kg}$)
R5-Hor001	アメリカ	< 10
R5-Hor002	日本	< 10
R5-Hor003	香川県	< 10
R5-Hor004	ニュージーランド	28
R5-Hor005	愛媛県、岡山県、徳島県	< 10
R5-Hor006	石川県	473
R5-Hor007	岡山県、滋賀県	< 10
R5-Hor008	熊本県	< 10
R5-Hor009	佐賀県	< 10
R5-Hor010	オーストラリア	< 10
R5-Hor011	日本	< 10
R5-Hor012	岩手県	< 10
R5-Hor013	福岡県	< 10
R5-Hor014	岡山県	< 10
R5-Hor015	青森県	< 10
R5-Hor016	熊本県	< 10
R5-Hor017	カナダ	< 10
R5-Hor018	日本	< 10
R5-Hor019	岐阜県	< 10
R5-Hor020	神奈川県	< 10
R5-Hor021	神奈川県	< 10
R5-Hor022	ニュージーランド	29
R5-Hor023	愛媛県	< 10
R5-Hor024	北海道	93
R5-Hor025	北海道	20
R5-Hor026	北海道	16

表 6 MON の汚染レベル (ライ麦)

試料ID	産地	MON濃度 ($\mu\text{g/kg}$)
R5-Sec001	ドイツ	42
R5-Sec002	アメリカ	0
R5-Sec003	アメリカ、カナダ	0
R5-Sec004	ドイツ	31
R5-Sec005	ドイツ	0
R5-Sec006	ドイツ	0
R5-Sec007	イタリア	16
R5-Sec008	ドイツ	12
R5-Sec009	北海道	1644
R5-Sec010	アメリカ	10
R5-Sec011	ドイツ	0
R5-Sec012	北海道	810
R5-Sec013	ドイツ	26
R5-Sec014	オーストラリア	0
R5-Sec015	ドイツ	0
R5-Sec016	北海道	1439
R5-Sec017	北海道	1493
R5-Sec018	北海道	2253
R5-Sec019	ドイツ	15
R5-Sec020	鳥取県	33
36-RY01	北海道	0
36-RY02	日本	486
36-RY03	日本	83
36-RY04	北海道	0
36-RY05	北海道	0
36-RY06	鳥取県	0
34-RY01	ドイツ	0
34-RY02	ドイツ	0
34-RY03	ドイツ主体	0
34-RY04	ドイツ主体	0

表 6 MON の汚染レベル（ライ麦） 続き

試料ID	産地	MON濃度 ($\mu\text{g/kg}$)
34-RY05	ドイツ主体	0
34-RY06	フランス	0
34-RY07	北海道	162
34-RY08	アメリカ	0
34-RY09	ドイツ	0
34-RY10	ドイツ	0
34-RY11	ドイツ	0
34-RY12	ドイツ	0
34-RY13	日本	0
34-RY14	オーストラリア	0
34-RY15	アメリカ	0

表 7 MON の汚染レベル (ハト麦加工品)

試料ID	産地	MON濃度 ($\mu\text{g/kg}$)
33-HT01	岩手県	13
33-HT02	富山県	23
33-HT03	栃木県	64
33-HT04	タイ	208
33-HT06	福岡県	109
33-HT07	栃木県	180
33-HT08	島根県	12
33-HT09	中国	51
33-HT10	タイ	40
33-HT11	中国	29
33-HT12	岩手県	< 10
33-HT13	島根県	79
33-HT14	青森県	< 10
33-HT15	岩手県	< 10
33-HT16	岡山県	153
33-HT17	青森県	< 10
33-HT18	中国	286
33-HT19	タイ	< 10
33-HT20	宮崎県	10
33-HT21	タイ	< 10
33-HT22	岩手県	15
33-HT23	大分県	96
33-HT24	中国	186
33-HT25	ラオス	93
33-HT26	タイ	< 10
34-HT01	岩手県	< 10
34-HT02	栃木県	90
34-HT03	栃木県	22
34-HT04	中国	23
34-HT06	島根県	35

表 7 MON の汚染レベル（ハト麦加工品） 続き

試料ID	産地	MON濃度 ($\mu\text{g/kg}$)
34-HT07	中国	514
34-HT08	日本	439
34-HT09	日本	2395
34-HT10	富山県	550
34-HT11	中国	232
34-HT12	岩手県	11
34-HT13	島根県	109
34-HT14	島根県	73
34-HT15	ラオス	85
34-HT16	タイ	< 10
34-HT17	富山県	42
34-HT18	日本	18
34-HT19	島根県	271
34-HT20	岩手県	21
R5-Coi001	栃木県	32
R5-Coi002	岩手県	23
R5-Coi003	栃木県	103
R5-Coi004	富山県又は栃木県	3109
R5-Coi005	青森県	< 10
R5-Coi006	岡山県	298
R5-Coi007	中国	11
R5-Coi008	中国	1569
R5-Coi009	タイ	372
R5-Coi010	岩手県	14
R5-Coi011	島根県	93
R5-Coi012	中国	87
R5-Coi013	栃木県	160
R5-Coi014	タイ	26
R5-Coi015	鳥取県	< 10
R5-Coi016	タイ	< 10

表 7 MON の汚染レベル（ハト麦加工品） 続き

試料ID	産地	MON濃度 ($\mu\text{g/kg}$)
R5-Coi017	岩手県	< 10
R5-Coi018	岩手県	35
R5-Coi019	山形県	20
R5-Coi020	中国	460
R5-Coi021	日本	67
R5-Coi022	タイ	< 10
R5-Coi023	富山県	< 10
R5-Coi024	岩手県	166
36-HT01	栃木県	< 10
36-HT02	福岡県	247
36-HT03	栃木県	< 10
36-HT04	日本	156
36-HT05	日本	156
36-HT06	日本	67
36-HT07	岡山県	27
36-HT08	日本	1124
36-HT09	富山県又は栃木県	37
36-HT10	青森県	< 10
36-HT11	富山県	454
36-HT12	北海道	< 10
36-HT13	北海道	< 10
36-HT14	岩手県	< 10
36-HT15	鳥取県	103
36-HT16	富山県	74
36-HT17	栃木県	< 10
36-HT18	石川県	< 10

表 8 MON の汚染レベル（トウモロコシ加工品）

試料ID	産地	MON濃度 ($\mu\text{g/kg}$)
R5-Zea001	アメリカ	0
R5-Zea002	アメリカ	24
R5-Zea003	長野県・山梨県	0
R5-Zea004	アメリカ	316
R5-Zea005	アメリカ	2370
R5-Zea006	アメリカ	0
R5-Zea007	アメリカ	49
R5-Zea008	栃木県	163
R5-Zea009	山形県	46
R5-Zea010	山梨県	34
R5-Zea011	山梨県	571
R5-Zea012	北海道	0
R5-Zea013	オーストラリア	0
R5-Zea014	中国	0
R5-Zea015	アメリカ	0
R5-Zea016	ブラジル	0
R5-Zea017	アメリカ	0
R5-Zea018	北海道	87
R5-Zea019	埼玉県	2066
R5-Zea020	熊本県	353
R5-Zea021	中国	0
36-Corn01	北海道	0
36-Corn02	アメリカ	270
36-Corn03	アメリカ	0
36-Corn04	アメリカ	204
36-Corn05	メキシコ	78
36-Corn06	山梨県	22
36-Corn07	アメリカ	155
36-Corn08	新潟県	0
36-Corn09	北海道	0

表 8 MON の汚染レベル（トウモロコシ加工品） 続き

試料ID	産地	MON濃度 ($\mu\text{g/kg}$)
36-Corn10	日本	0
36-Corn11	インド	458
36-Corn12	アメリカ	42
36-Corn13	長野県	19
36-Corn14	埼玉県	110
36-Corn15	北海道	17
36-Corn16	北海道	17
36-Corn17	イタリア	63
36-Corn18	日本	0
36-Corn19	愛媛県	95
36-Corn20	山梨県	480