

1	5. 日本における暴露状況.....	2
2	(1) 汚染実態.....	2
3	(2) 暴露量の推定.....	3
4	(3) OTA の加工による減衰.....	4
5		

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37

5. 日本における暴露状況

(1) 汚染実態

OTA の汚染は主に穀類及びその加工品に認められその他、豆類、コーヒー豆、カカオ、ワイン、ブドウジュース、乾燥果実、香辛料等に OTA が認められるとともに汚染飼料を摂取した動物由来の畜産物及びその加工品等に OTA 汚染が報告されている。

1996 年に日本で流通しているワイン、ビール、コーヒー、ブドウジュース、スピリッツ、醤油等の飲料及び発酵食品 12 品目 (15 品目?) 中の OTA 濃度について調査が実施された。検出限界は、レギュラーコーヒー及びインスタントコーヒーで 60 ng/Kg、その他の飲料及び食品では 3 ng/L であった。缶コーヒー 10 検体中 9 検体及びインスタントコーヒー⁽¹⁾ 12 検体中 12 検体にそれぞれ平均 28 及び 18 ng/L の OTA が検出された。最大値はそれぞれ 133 及び 63 ng/L であった。レギュラーコーヒー 10 検体は検出限界以下であった。赤ワインは、検査された 36 検体中 15 検体から OTA が検出され、イタリア産 (5 検体すべて) 及びフランス産 (7 検体すべて)、並びに日本産 (13 検体中 3 検体) に平均それぞれ 47、77 及び 4 ng/L の OTA が検出された。アメリカ産、オーストラリア産、チリ産及び南アフリカ産のワインは検出限界以下であった。白ワイン、ロゼワイン及びブレンドワインはそれぞれ 5 検体中 1 検体、5 検体中 3 検体及び 7 検体中 2 検体からそれぞれ平均 6、24 及び 6 ng/L の OTA が検出された。また、国産ビール 14 検体中 10 検体及び輸入ビール 6 検体中 3 検体からそれぞれ 10 及び 14 ng/L の OTA が検出された。ブドウジュースでは、赤ブドウジュース 9 検体中 2 検体から平均 6 ng/L の OTA が検出された。白ブドウジュース 3 検体は、検出限界以下であった。醤油 5 検体全てから平均 6.82 ng/L の OTA が検出された。焼酎、泡盛、酒及び veniga (?) 計 15 検体では検出限界以下であった。(参照 1(1998)#590)

日本において国産の赤ワイン 31 検体、白ワイン 28 検体を用いて OTA が測定された。それぞれ 5 検体から OTA が検出され、最高値は 0.03 及び 0.022 µg/L であった。検出限界は、赤ワイン及び白ワインでそれぞれ 0.0058 及び 0.0054 µg/L であった。(堀江 2010J.ASEV Japan 21,1:3-7)

2004 年から 2009 年にかけて OTA が汚染する可能性のある 29 品目、2093 検体について食品中の OTA 汚染実態調査が実施された。米を含む穀類については毎年収穫後に検体が採取された。29 品目中 19 品目に OTA 汚染がみられ、汚染率が最も高かったのはココアの 98.7% (検体数: 77/78)、以下、インスタントコーヒ 98.4% (124/126)、チョコレート 86.7% (137/158)、パスタ 80.6% (125/155)、ビール 78.5% (95/121)、そば麵 75.3% (137/182)、レーズン 63.4% (59/93)、缶コーヒー 57.9% (44/76)、そば粉 57.5% (23/40)、焙煎コーヒー 54.8% (46/84)、小麦粉 50.5% (111/220)、コリアンダー 45.2% (14/31)、ライ麦 44.0% (22/50)、ワイン 31.7% (39/123)、生コーヒー豆 28.6% (6/21)、オートミール 28.0% (21/75)、乾燥イチジク 14.8% (4/27)、大

(1) 20 g を 140 ml に溶かして試料とされた。

1 麦 8.0% (2/25)、紅茶 4% (1/25)、コーングリッツ 2.5% (1/44) であった。平均値が
2 比較的高かったのは、コリアンダー及びココアでそれぞれ 1.58 及び 0.84 $\mu\text{g}/\text{kg}$ であっ
3 った。最大値はオートミール、レーズン及びコリアンダーでそれぞれ 13.30、12.50、9.67
4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ と他の品目に比較すると高かった。米 110 検体、せんべい 21 検体、コーンフレ
5 ーク 45 検体、キビ 10 検体、ウーロン茶 26 検体及びかつおぶし 22 検体において OTA
6 は定量限界未満であった。定量限界は、ブドウジュース及びワインで 0.05 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、そ
7 の他の食品では 0.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ であった。(参照 2(2010)#719, 3(2010)#700)

8
9 2005~2008 年度に内閣府食品安全委員会食品安全確保総合調査として国内で市場
10 に流通している食品中のうち OTA が汚染する可能性のある**品目の計 782 検体の
11 食品について OTA 汚染実態調査が実施された。OTA は HPLC により定量され、定量
12 限界は、ベビーフードにおいて 0.05 ng/g 、その他の食品では 0.5 ng/g であった。定量
13 限界以上の OTA が検出されたのは 782 検体のうち 7 検体で検出率は 1.15%と低かつ
14 った。2005 年に購入された飲料 5 検体中 1 検体のココアに 0.7 ng/g 、2006 年に購入さ
15 れたハーブ類 10 検体のうち 1 検体に 0.8 ng/g 、2008 年に購入された健康食品 45 検体
16 中 5 検体に 0.5~6.4 ng/g の OTA が検出された。(参照 4(2006)#696, 5(2007)#697,
17 6(2010)#698)

18
19 2003 年度から 2010 年度にかけて農林水産省による有害化学物質含有実態調査が実
20 施された。OTA については、国産穀類 801 検体について検査され、その内訳は 2006
21 年度から 2009 年度にわたる 4 年間に米 498 検体及び小麦 500 検体、2008 年度に大麦
22 (精麦) 及びそば粉がそれぞれ 20 検体ずつ、並びにいずれも精白されたハトムギ、あ
23 わ、ひえ及びきびがそれぞれ 10 検体ずつであった。小麦の 1 検体に 7.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ の OTA
24 が検出されたが、その他のすべての試料において OTA は定量限界未満であった。定量
25 限界は、米で 0.3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、小麦で 0.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、大麦、そば粉、あわ、ひえ及びきびでは
26 0.09~0.11 $\mu\text{g}/\text{kg}$ の範囲であった。(参照 7(705)#705)

27
28 東京において、184 人の健常者(男性 130 人、女性 54 人)の血清中の OTA 濃度が調
29 べられた。1992 年、1994 年、1995 年、1996 年に採取したヒト血清の OTA 陽性率は
30 それぞれ 96%、38%、93%、98%及び 85%で、全体の 85%が OTA 陽性であった。陽
31 性検体の平均値は 68 pg/ml 、その範囲は 4~278 pg/ml であった。(参照 1(1998)#590)

32 (2) 暴露量の推定

33
34 2010 年度に厚生労働科学研究として、年齢層別 (1~6 歳、7~14 歳、15~19 歳及
35 び 20 歳以上の 4 階層) の食品摂取量及び前述の OTA の汚染実態調査結果より、OTA
36 の基準値を設定しない場合又は基準値を 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ と設定するシナリオを想定して、日
37 本人における OTA 暴露量がモンテカルロ法を用いたシミュレーションにより推計さ
38 れた。OTA が含有されると考えられて検査された食品 28 品目中 OTA 含有が少なか
39 った食品を除く 15 品目について年齢層別に食品摂取量を調査し、摂取量が全体の 1%未

1 満の品目についてはシミュレーションの対象外とした。その結果、焙煎コーヒー、缶
2 コーヒー、インスタントコーヒー、そば麺、小麦粉、チョコレート、ココア、ビール
3 及びレーズンについてサンプルデータが作成された。OTA 暴露量の推計結果を表 16
4 に示した。年齢区分別では、体重あたりの一日暴露量は、1~6 歳までの階層で最も高
5 く、その後、年齢が上がるにしたがって体重あたりの一日暴露量は低下するが、20 歳
6 以上の階層では再び上昇した(参照 2(2010)#719)。95 パーセンタイル値は全ての階
7 層で基準値の 5 µg/kg 以下であった。

8
9 表 16 モンテカルロ・シミュレーション法による市販食品に由来する OTA 暴露量の推
10 定 (ng/kg 体重/日)
11

シナリオ	50 パーセンタ イル	90 パーセンタ イル	95 パーセンタ イル
1- 6 才 規制* なし : upper bound	0.14	1.37	2.21
1- 6 才 規制 なし : lower bound	0.14	1.37	2.21
1- 6 才 規制 あり : upper bound	0.14	1.37	2.21
1- 6 才 規制 あり : lower bound	0.14	1.37	2.21
7-14 才 規制 なし : upper bound	0.11	0.99	1.56
7-14 才 規制 なし : lower bound	0.10	0.99	1.56
7-14 才 規制 あり : upper bound	0.11	0.99	1.56
7-14 才 規制 あり : lower bound	0.10	0.99	1.56
15-19 才 規制 なし : upper bound	0.09	0.78	1.20
15-19 才 規制 なし : lower bound	0.08	0.78	1.20
15-19 才 規制 あり : upper bound	0.09	0.78	1.20
15-19 才 規制 あり : lower bound	0.08	0.78	1.20
20 才以上規制 なし : upper bound	0.11	0.90	1.49
20 才以上規制 なし : lower bound	0.08	0.89	1.49
20 才以上規制 あり : upper bound	0.11	0.90	1.49
20 才以上規制 あり : lower bound	0.08	0.88	1.48

12 *基準値 : 5 µg/kg
13

14 (3) OTA の加工による減衰

15 ワイン、コーヒー、穀類において、加工・調理による OTA 濃度への影響が調べられ
16 ている。

17
18 ① ワイン

19 ワイン醸造過程により、原料ブドウ液中の OTA 初期濃度とは無関係に、ワイン中の

1 OTA 濃度が一貫して減少することが示されている(参照 8(2007)#276, 9(2006)#595,
2 10(2006)#303)。*A.carbonarius* 胞子を木になっているブドウに接種し、果汁中に OTA
3 を産生させた。

4 酵母(*Saccharomyces*)がワイン又は果汁の OTA 含有量に及ぼす影響について酵母
5 20 菌株を用いてワイン醸造中に自然汚染 OTA を除去できるかどうか調査された。菌
6 株間にかんがりの変動が認められたが、残留した OTA は 10~60%であった。ブドウ果
7 汁に OTA を添加して発行させた場合に残留した OTA は、17~34%であった。(参照
8 11(2006)#247)。

9 ブドウ園からワイン醸造にいたる OTA リスク管理についての重要管理点 (CCP)
10 が示され、特にワインからの OTA 除去に対する活性炭、ベントナイトなど種々の吸着
11 材の効果とともにワインの品質、ポリフェノール含量への影響が検討されている(参照
12 10(2006)#303, 12(2008)#427, 13(2008)#420)。

13 これらの研究における低減率は文献によりかなり異なるが、ワイン醸造が、工程中
14 に OTA を相当量減少させることが示されている。

15 16 ② コーヒー

17 *A.ochraceus* 又は *A.carbonarius* は乾燥中のコーヒー豆に感染し OTA を産生する。
18 乾燥処理が迅速で効果的であれば、OTA は産生しないことが示されている。(参照
19 14(2001)#1031)

20 焙煎工程がコーヒー豆中の OTA 濃度を減少させるという一般的な一致はあるもの
21 の、報告された減少率は大きく変動している。焙煎温度が、結果に影響する主要な因
22 子と考えられる。450°Cの焙煎温度を用いた試験では、焙煎時間を 3 段階に設定して
23 コーヒーの最終温度を 175°C、185°C、204°Cとし試験し軽い焙煎(175°C)では、1 試料
24 で OTA の減少は起きなかったが、他の 3 試料で 60~80%の減少がみられた。深い焙
25 煎 (204°C) では、全試料で 90%以上の減少がもたらされた。この工程は、代表的な
26 エスプレッソコーヒーの淹れ方に相当する(参照 15(2003)#596)。

27 人工的に汚染させたコーヒー豆 (OTA 30 µg/kg) を用いて、焙煎で OTA が 31%ま
28 で減少し、ろ過で 72%まで減少、トルコ風コーヒーの調製により 88%まで減少した
29 ことが報告されている。(参照 16(2005)#319)

30 また、9 検体の自然汚染したベトナムコーヒー豆を 260°Cのエアードで 5 分間焙煎す
31 ると、12~93%の範囲で OTA が減少した。この焙煎コーヒー豆からエスプレッソコ
32 ーヒーを調製した場合、OTA にさらに 16~70%の減少が起き、モカコーヒーの調製
33 では 17~55%の減少があり、ドリップコーヒーでは 1.2~25%の減少が認められた。
34 (参照 17(2005)#597)(#597)

35 コーヒー豆の焙煎は、コーヒー中の OTA を低減するが、減少は変動しやすく、完全
36 に予測できないという結論になる。

37 わが国では坪内らによって、コーヒー豆の選別による OTA の低減効果が検討されて
38 いる(参照 18(1994)#612)。

1 ③ カカオ

2 ココアやチョコレートなどカカオ豆の加工品について OTA 検出率が高いことが報
3 告されている。カカオ豆に OTA 産生菌を接種し、焙煎、脱殻、破碎、圧搾、添加物の
4 添加といった加工段階を経て、OTA 濃度がどのように推移するを試験され、加工処理
5 後のチョコレート製品における OTA 減少率が平均 91%になり、製造段階での OTA 低
6 減が示された。(参照 19(2009)#598)

7
8 ④ 穀類(製粉、加工・調理)

9 *A.ochraceus* が OTA を産生する可能性のある主な食品は、貯蔵食物である。穀物を
10 十分に乾燥し乾燥状態を維持することが重要である。(参照 14(2001)#1031)

11 試験室の管理条件において *P.verrucosum* を接種して調製した OTA 汚染全粒小麦を
12 を用いて、洗浄、粒外皮のすり落とし、製粉工程における OTA の消長が追跡された。
13 全粒粉と精白小麦粉の両方を用いたパンを焼いた。外皮すり落としで、小麦に存在す
14 る OTA の 44%までが除去され、パン焼き工程では、少量の追加減少があったのみで
15 あった。洗浄、すり落とし及びフスマの除去を組み合わせることにより、白パンにお
16 いて 75%の OTA 低減が報告されている(参照 20(2003)#343)。

17 小麦粉に含まれる OTA の製パン工程での消長について、OTA が平均低減率 33%に
18 なり、同時に行った DON, 3-AcDON, NIV の低減率 (48~77%) と比較し、OTA
19 の安定性が指摘された。すなわち、パン生地が発酵では OTA はかなり低減するものの、
20 パンの焼成段階での低減率はトリコテセン類と比較したとき変化が少なかった。

21 OTA で汚染した全粒小麦の押し出し加工により、商業的手順で使用されるような最
22 も苛酷な条件でさえ、40%のカビ毒減少しか得られなかった((参照
23 21(2004)#)#344 ; (参照 22(2005)#)#249)。この低減率は、以前フモニシン、アフラ
24 トキシン、ゼアラレノンで報告されたものよりずっと低かった(参照 22(2005)#)。

25 コメの調理による OTA の減少については、圧力炊飯の残存率が 60%で通常の炊飯
26 の 71%に比較して効果的であることが報告されている(参照 23(2005)#601)。

27
28

1 <参考文献>

- 2 1 Y. Ueno. Residue and risk of ochratoxin A in human plasma and
3 beverages in Japan. *Mycotoxins*. 1998; 47: 25-32 #590
- 4 2 小西良子. 食品中のカビ毒および暴露評価に関する研究. 厚生労働科学研究
5 費補助金研究事業. 2010; #719
- 6 3 Y. Sugita-Konishi, Y. Kamata, T. Sato, T. Yoshinari and S. Saito.
7 Exposure and risk assessment for ochratoxin A and fumonisins in Japan.
8 *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*. 2010;
9 #700
- 10 4 財団法人日本分析センター. 内閣府食品安全委員会. 平成 17 年度食品安全保
11 全総合調査. 食品中に含まれるカビ毒 (オクラトキシン、アフラトキシン、
12 ゼアラレノン) の汚染実態調査報告書. . 2006; #696
- 13 5 財団法人食品分析センター. 内閣府食品安全委員会. 平成 17 年度食品安全保
14 全総合調査. 食品中に含まれるカビ毒 (オクラトキシン、アフラトキシン、
15 ゼアラレノン) の汚染実態調査報告書. . 2007; #697
- 16 6 財団法人食品分析センター. 内閣府食品安全委員会. 平成 17 年度食品安全保
17 全総合調査. 食品中に含まれるカビ毒 (オクラトキシン、アフラトキシン、
18 ゼアラレノン) の汚染実態調査報告書. . 2010; #698
- 19 7 農林水産省. 有害化学物質含有実態調査結果データ集 (平成 15~22 年度) .
20 #705
- 21 8 A. Fernandes, N. Ratola, A. Cerdeira, A. Alves and A. Venancio. Changes
22 in ochratoxin A concentration during winemaking. *Am. J. Enol. Viticult*.
23 2007; 58: 92-96 #276
- 24 9 S.-L. Leong, A. D. Hocking and E. S. Scott. Effect of temperature and
25 water activity on growth and ochratoxin A production by Australian
26 *Aspergillus carbonarius* and *A.niger* isolates on a simulated grape juice
27 medium. *Int.J.Food Microbiol*. 2006; 110: 209-216 #595
- 28 10 S.-L. Leong, A. D. Hocking and E. S. Scott. "The effect of juice clarification,
29 static or rotary fermentation and fining on ochratoxin A in wine.". *Aust. J.*
30 *Grape Wine Res*. 2006; 12: 245-251 #303
- 31 11 A. Caridi, F. Galvano, A. Tafuri and A. Ritieni. Ochratoxin A removal
32 during winemaking. *Enzyme Microb. Technol*. 2006; 40: 122-126 #247
- 33 12 A. Visconti, G. Perrone, G. Cozzi and M. Solfrizzo. Managing ochratoxin A
34 risk in the grape-wine food chain. *Food Addit.Contam*. 2008; 25: 193-202
35 #427
- 36 13 H. M. Kurtbay, Z. Bekçi, M. Merdivan and K. Yurdakoç. Reduction of
37 ochratoxin A levels in red wine by bentonite, modified bentonites, and
38 chitosan. *J. Agric. Food Chem*. 2008; 56: 2541-2545 #420
- 39 14 JECFA. "JECFA monographs Ochratoxin A: WHO Food Additives Series,

- 1 No.47". 2001; #1031
- 2 15 S. Romani, G. G. Pinnavaia and M. D. Rosa. Influence of roasting levels
3 on ochratoxin A content in coffee. J. Agric. Food Chem. 2003; 51:
4 5168-5171 #596
- 5 16 E. A. Nehad, M. M. Farag, M. S. Kawther and A. K. M. Abdel-Samed.
6 Stability of ochratoxin A during processing and decaffeination in
7 commercial roasted coffee beans. Food Addit.Contam. 2005; 22: 761-767
8 #319
- 9 17 A. P. r. d. Obanos, E. Gonz?lez-Pe?as and A. L. p. d. Cerain. Infulence of
10 roasting and brew preparation on the ochratoxin A content in coffee
11 infusion. Food Addit.Contam. 2005; 22: 463-471 #597
- 12 18 坪内春夫. コーヒーのカビ毒汚染と選別による除去. 日本食品微生物学会雑
13 誌. 1994; 11: 23 #612
- 14 19 P. Manda, D. S. Dano, J. H. Kouadio, A. Diakite, B. Sangae-Tigori, M. J.
15 M. Ezoulin, A. Soumahoro, A. Dembele and G. Fourny. Impact of
16 industrial treatments on ochratoxin A content in artificially contaminated
17 cocoa beans. Food Addit.Contam. 2009; 26: 1081-14088 #598
- 18 20 K. A. Scudamore, J. Banks and S. J. MacDonald. Fate of ochratoxin A in
19 the processing of whole wheat grains during milling and bread
20 production . Food Addit.Contam. 2003; 20: 1153-1163 #343
- 21 21 K. A. Scudamore, J. N. Banks and R. C. E. Guy. Fate of ochratoxin A in
22 the processing of whole wheat grain during extrusion. Food Addit.Contam.
23 2004; 21: 488-497
- 24 22 M. Castells, S. Marin, V. Sanchis and A. J. Ramos. Fate of mycotoxins in
25 cereals during extrusion cooking: a review. Food Addit.Contam. 2005; 22:
26 150-157
- 27 23 J. W. Park, S.-Y. Choi, H.-C. Hwang and Y.-B. Kim. Fungal mycoflora and
28 mycotoxins in Korean polished rice destined for humans. Int.J.Food
29 Microbiol. 2005; 103: 305-314 #601
- 30
- 31