

ベトナム北部の米のアフラトキシンとオクラトキシンの汚染調査

Ta Mai Trang・川村 理

Natural co-occurrence of aflatoxins and ochratoxins in rice from Northern Vietnam

Ta Mai Trang and Osamu Kawamura

Abstract

Natural co-occurrence of aflatoxins (AFs) and ochratoxins (OTA) in 94 of polished rice in northern Vietnam. A total of 94 samples of polished rice, 32 samples stored at farmers, 32 samples of polished rice sold at the market, and 30 samples sold at supermarkets, were analyzed by the immunoaffinity column-HPLC method. As a result, AFB₁ was detected at an average of 0.189 µg/kg in 27 samples (28.7%), and AFB₂ was detected in 19 samples (20.2%) at an average of 0.019 µg/kg. AFG₁ and AFG₂ were not detected. The average concentration of total AFs in all samples was 0.208 µg/kg. OTA was detected in 11 samples (11.7%), with a mean value of 0.020 µg/kg for all samples, and OTB was detected in 6 samples (6.4%), with a mean value of 0.012 µg/kg for all samples. Contamination of OTs was fairly low. AFB₁ was detected in 8 (25.0%) out of 32 samples of rice collected from farmers, and the average value for all samples was 0.434 µg/kg, which was the highest. The mean value of total AFs was 0.474 µg/kg. Three samples exceeded the regulatory limit of 2 µg/kg for AFB₁, and one exceeded the regulatory limit of 4 µg/kg for total AFs set by Vietnam. The total AFs contamination rates of milled rice purchased at markets and supermarkets were 34.3 and 26.7%, respectively, and the average concentrations of total AFs in all specimens were 0.094 and 0.046 µg/kg, respectively, with no statistically significant difference. Based on the above results, the polished rice collected from farmers in northern Vietnam was contaminated with relatively high concentrations of AFs, while the commercially available polished rice was contaminated with AFs, but the concentrations were low.

Key words : aflatoxins, ochratoxin A, polished rice, northern Vietnam, immunoaffinity column

緒 言

アフラトキシン (AFs) は *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* などのカビによって生産され、ナッツ類、穀物及び香辛料などを汚染するマイコトキシンで、強い毒性と最強の発がん性を有するため、食品衛生上で最も重要なマイコトキシンである⁽¹⁾。また、オクラトキシン (OTs) は *A. ochraceus* や *A. carbonarius* などのカビによって生産され、腎毒性・発がん性があるマイコトキシンである⁽²⁾。ベトナムでは、米は最も重要な農産物であり、穀類の総生産量の90%以上を占めている。また、ベトナムは世界で5番目の米輸出国であり、5番目の米消費国である。米はさまざまなマイコトキシンに汚染されていることが知られている⁽³⁾。一方、ベトナム北部平野部での米のマイコ

トキシン汚染調査はほとんど行われていない。そこで、ベトナム北部平野部の米のOTsとAFs Aとの同時汚染についてイムノアフィニティーカラム (immunoaffinity column, IAC)-HPLC法で調査し、これらのマイコトキシンのリスク評価を行った。

方 法

試験試料

2016-2017年にベトナム北部平野部から、農家に保存してあった精白米32検体、市場で市販されていた精白米32検体とスーパーマーケットで市販されていた精白米30検体の合計94検体を収集し、実験に用いた。

試薬類

AF類標準品は、アフラトキシン混合標準液 (B_1 , B_2 , G_1 , G_2 各25 $\mu\text{g/ml}$ アセトニトリル溶液, 富士フィルム和光純薬(株)) を適宜希釈して用いた。OTAとOTB標準液は、10 $\mu\text{g/ml}$ アセトニトリル溶液(シグマアルドリッチ ジャパン合同会社) を適宜希釈して用いた。HPLC移動相には、HPLC用メタノールとアセトニトリル(富士フィルム和光純薬(株)) を用いた。他の試薬は富士フィルム和光純薬(株)の特級試薬を用いた。

アフラトキシン類の分析

Kikuchiらの方法⁽⁴⁾を一部改変して行った。すなわち、粉碎試料10 gに2 gのNaClと50 mLのメタノール:水(7:3, v/v)を加え、高速ブレンダー(ワーリングブレンダー7011HB, 大阪ケミカル(株))で3分間攪拌抽出した。ろ過(Advantec No.5C)後、ダルベッコリン酸緩衝生理食塩水(PBS)で3倍希釈し、ガラス繊維ろ紙(Advantec GA-55)でろ過した。このろ液10 mLをAFS.6抗体(抗AFモノクローナル抗体)⁽⁵⁾結合ゲルを0.3 mL詰めたIAC負荷した。カラムは5 mLのPBSで洗浄後、さらに5 mLの蒸留水で洗浄した。AFsは、2 mLのメタノールで溶出した。溶出液は2 mLの蒸留水で希釈後、50 μL を注入しHPLC分析を行った。HPLCはいずれも(株)島津製作所のシステムコントローラー(SCL-10A_{VP})、送液ユニット(LC-20AD)、オートインジェクター(SIL-20A_{HT})、カラムオープン(CTO-10A)、蛍光検出器(RF-20A_{XS})とカラム(Shim-pack XR-ODS, 3.0 mm \times 100 mm)を用い、移動相には、水:アセトニトリル:メタノール(60:30:10, v/v/v)を使用し、流速は0.5 mL/min, カラム温度は50 $^{\circ}\text{C}$ 、波長は365 nm(励起)、465 nm(蛍光)で行った。

オクラトキシンAの分析

Mhlongo⁽⁶⁾らの方法で行った。粉碎試料7.5 gに2 gのNaClと50 mLのメタノール:1%炭酸水素ナトリウム水溶液(7+3, v/v)を加え、30分間振とう抽出を行った。ろ過(Advantec No.5C)後、PBSで5倍希釈し、ガラス繊維ろ紙(Advantec GA-55)でろ過した。このろ液10 mLをOTB.2抗体(抗OTAモノクローナル抗体)結合ゲルを0.3 mL詰めたIAC負荷した。カラムは10 mLのPBSで洗浄後、OTAは、3 mLのメタノールで溶出した。溶出液は減圧乾固、0.5 mLの40%アセトニトリルに再溶解して、75 μL を注入しHPLCで分析した。HPLCはアフラトキシン類の分析と同じ装置を使用し、移動相には、アセトニトリル:水:酢酸(40:58:2, v/v/v)を使用し、流速は0.5 mL/min, カラム温度は50 $^{\circ}\text{C}$ 、波長は330 nm(励起)、

460 nm(蛍光)で行った。

結果および考察

添加回収実験

アフラトキシン類と米へ添加回収実験の結果を表1に示した。アフラトキシン類の回収率は90.2~103.6%であり、SDも5%以下であり、良好な結果であった。オクラトキシン類の場合(表2)も回収率は89.3~94.2%であり、SDも10%以下で概ね良好な結果であった。

米のAFsとOTs汚染

農家から入手した精白米の汚染調査結果の32検体中8検体(25.0%)からAFB₁(最小0.029 $\mu\text{g/kg}$ ~最大7.043 $\mu\text{g/kg}$)が検出された。全検体平均値(検出限界以下の検体の汚染濃度を定量限界の1/2として計算した)は0.434 $\mu\text{g/kg}$ であった。6検体(18.8%)からAFB₂(最小0.010 $\mu\text{g/kg}$ ~最大0.667 $\mu\text{g/kg}$)が検出された。全検体平均値は0.040 $\mu\text{g/kg}$ であった。AFG₁とAFG₂は検出されなかった。総AFs(AFB₁, B_2 , G_1 と G_2 の合計)の全検体平均値は0.474 $\mu\text{g/kg}$ であった。ベトナムのAFB₁の規制値の2 $\mu\text{g/kg}$ を超えている検体は3つであり、総AFsの規制値の4 $\mu\text{g/kg}$ を超えている検体は1つであった。代表的なAFB₁とAFB₂汚染検体のクロマトグラムを図1に示した。また、OTAは7検体(21.9%)から最小0.021 $\mu\text{g/kg}$ -最大0.084 $\mu\text{g/kg}$ のOTAが検出された。全検体平均値(検出限界以下の検体は検出限界の1/2として計算した)は0.013 $\mu\text{g/kg}$ であった。OTBは、2検体(6.3%)検出された。全検体平均値は0.003 $\mu\text{g/kg}$ であった。代表的なOTA汚染があった検体のクロマトグラムを図2に示した。

市場で購入した32検体中、11検体(34.3%)でAFB₁が検出され、濃度範囲は0.033-0.934 $\mu\text{g/kg}$ であった。全

表1 精白米へのアフラトキシン類の添加回収実験

添加量	平均回収率 \pm SD(%), n=3			
	AFB ₁	AFB ₂	AFG ₁	AFG ₂
0.2	102.4 \pm 1.3	100.4 \pm 4.7	90.2 \pm 2.4	100.4 \pm 1.9
0.5	102.7 \pm 1.1	99.4 \pm 1.7	91.6 \pm 1.8	101.0 \pm 0.5
1.0	103.6 \pm 1.3	103.3 \pm 1.2	96.2 \pm 4.5	100.7 \pm 1.7

表2 精白米へのオクラトキシン類の添加回収実験

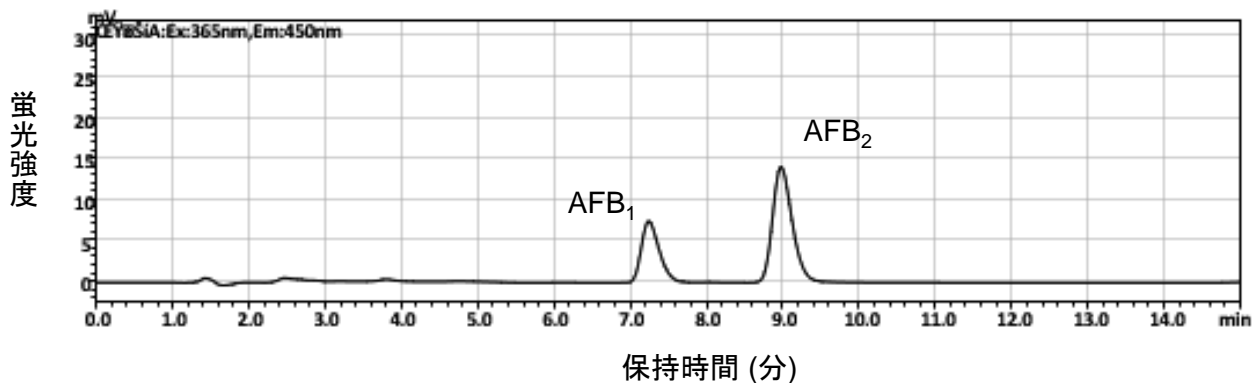
添加量	回収率 \pm SD(%), n=4	
	OTA	OTB
0.2	92.3 \pm 6.5	91.8 \pm 8.7
1.0	89.5 \pm 2.7	89.3 \pm 3.1
5.0	93.8 \pm 1.1	94.2 \pm 1.4

表3 北ベトナムの農家から入手した精白米の汚染調査結果

検体番号	Toxins (μg/kg)						
	AFB ₁	AFB ₂	AFG ₁	AFG ₂	総AFs	OTA	OTB
B-HN01-160908	0.041	0.133	ND	ND	0.174	0.024	0.032
B-HN02-160830	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B-HN03-160815	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B-HN04-170308	0.05	0.01	ND	ND	0.06	ND	ND
B-HN05-170308	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B-TB01-17034	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B-TB02-170304	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B-BN01-160906	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B-BN02-160818	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B-NB01-160831	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B-NB02-170310	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B-LS01-160907	ND	ND	ND	ND	ND	0.072	ND
B-LC01-170306	0.511	0.051	ND	ND	0.562	ND	ND
B-ND01-170307	0.049	ND	ND	ND	0.049	ND	ND
B-ND02-160307	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B-ND03-170309	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B-ND04-170309	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B-ND05-160908	ND	ND	ND	ND	ND	0.021	0.026
B-ND06-170310	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B-ND07-170306	ND	ND	ND	ND	ND	0.024	ND
B-ND08-160831	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B-TH01-160830	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B-HY01-160910	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B-HY02-170308	ND	ND	ND	ND	ND	0.084	ND
B-HY03-170307	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B-HNA01-160905	2.325	0.189	ND	ND	2.424	ND	ND
B-HNA02-170308	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B-HNA03-170306	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B-HNA04-170308	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
B-HT01-170306	7.043	0.667	ND	ND	7.71	0.036	ND
B-NA01-170307	3.611	0.28	ND	ND	3.891	0.077	ND
B-DB01-170306	0.029	ND	ND	ND	0.029	ND	ND
汚染検体数	8	6	0	0	11	7	2
汚染率 (%)	25.0	18.8	-	-	34.3	21.9	6.3
陽性検体平均値 (μg/kg)	1.719	0.206	-	-	0.274	0.048	0.028
全検体平均値* (μg/kg)	0.434	0.040	-	-	0.094	0.013	0.003

ND：検出限界 (AFB₁：0.011, AFB₂：0.0033, AFG₁：0.067, AFG₂：0.0067, OTA：0.006, OTB：0.012 μg/kg未満)

*全検体平均値はNDは検出限界の1/2として計算した。

図1 代表的なAFB₁とAFB₂汚染精白米のクロマトグラム

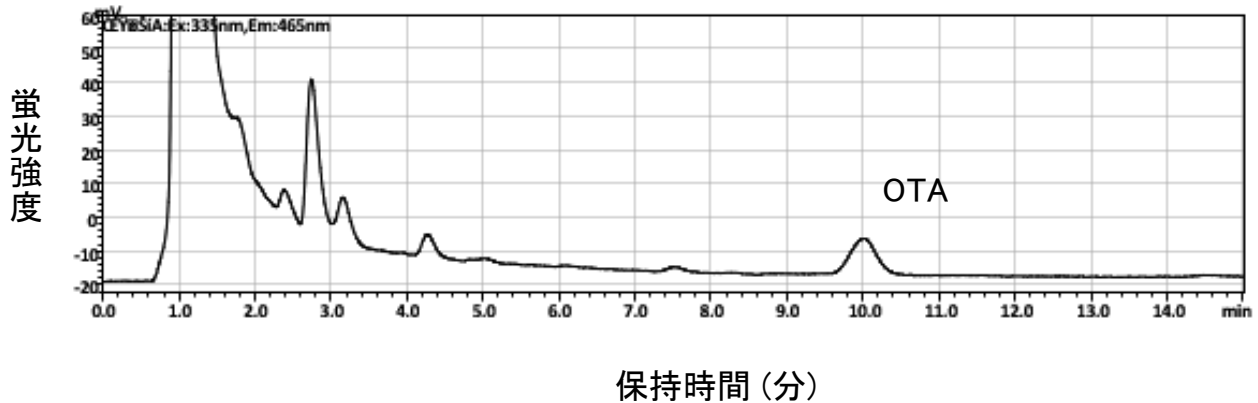


図2 代表的なOTAの汚染精白米のクロマトグラム

表4 北ベトナムの市場で購入した精白米の汚染調査結果

検体番号	Toxins (μg/kg)						
	AFB ₁	AFB ₂	AFG ₁	AFG ₂	総AFs	OTA	OTB
A-HM01-160831	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
A-HM02-160831	0.035	ND	ND	ND	0.035	ND	ND
A-HM03-160831	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
A-HM04-170307	0.052	0.026	ND	ND	0.078	ND	ND
A-HM05-170310	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
A-HBT01-160831	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
A-HBT02-170305	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
A-HBT03-170305	0.194	0.029	ND	ND	0.223	ND	ND
A-HBT04-160831	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
A-HBT05-160831	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
A-HBT06-160831	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
A-LB01-160831	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
A-LB02-170304	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
A-LB03-170305	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
A-LB04-160831	0.087	0.022	ND	ND	0.109	ND	ND
A-BD01-170305	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
A-BD02-160902	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
A-BD03-170309	0.033	ND	ND	ND	0.033	ND	0.023
A-TH01-160831	0.934	0.074	ND	ND	1.108	ND	ND
A-DD01-170309	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
A-DD02-170307	0.043	ND	ND	ND	0.043	ND	ND
A-DD03-170307	ND	ND	ND	ND	ND	0.027	ND
A-DD04-170306	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
A-DD05-170308	0.039	ND	ND	ND	0.039	ND	ND
A-CG01-170306	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
A-TT01-170308	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.029
A-TL01-170312	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
A-TL02-170312	0.923	0.048	ND	ND	0.971	ND	ND
A-HD01-170310	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
A-HK01-170310	0.124	0.028	ND	ND	0.152	ND	ND
A-TX01-170312	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.026
A-TX02-170312	0.15	0.028	ND	ND	0.179	0.022	ND
汚染検体数	11	7	0	0	11	2	3
汚染率 (%)	34.3	21.9	-	-	34.3	6.3	9.4
陽性検体平均値 (μg/kg)	0.238	0.036	-	-	0.274	0.026	0.025
全検体平均値* (μg/kg)	0.085	0.009	-	-	0.094	0.005	0.004

ND: 検出限界 (AFB₁: 0.011, AFB₂: 0.0033, AFG₁: 0.067, AFG₂: 0.0067, OTA: 0.006, OTB: 0.012 μg/kg未満)

*全検体平均値はNDは検出限界の1/2として計算した。

検体平均値は0.085 $\mu\text{g}/\text{kg}$ であった。AFB₂は、7検体(21.9%)検出され、全検体平均値は0.009 $\mu\text{g}/\text{kg}$ であった。AFG₁とAFG₂が検出されなかった。総AFsの全検体平均値は0.095 $\mu\text{g}/\text{kg}$ であった(表4)。ベトナムのAFsの規制値を超えている検体なかった。また、2検体(6.3%)でOTAが検出され、全検体平均値は0.005 $\mu\text{g}/\text{kg}$ であった。OTBは、3検体(9.4%)で検出され、全検体平均値は0.004 $\mu\text{g}/\text{kg}$ であった。

スーパーマーケットで購入した30検体中、AFB₁は8検体(26.7%)から検出され、全検体平均値は0.039 $\mu\text{g}/\text{kg}$ であった。6検体(20.0%)でAFB₂が検出され、全検体平均値は0.007 $\mu\text{g}/\text{kg}$ であった。AFG₁とAFG₂は検出されなかった。総AFsの全検体平均値は0.046 $\mu\text{g}/\text{kg}$ であった

(表5)。ベトナムのAFsの規制値を超えている検体はなかった。また、OTAは2検体(6.7%)で検出され、全検体平均値は0.006 $\mu\text{g}/\text{kg}$ であった。OTBは1検体(3.3%)で検出され、全検体平均値は0.008 $\mu\text{g}/\text{kg}$ であった。

以上の結果から、農家から入手した精白米が最もAFsに汚染されており、ベトナムのAFB₁の規制値の2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ を超えている検体は3つであり、総AFsの規制値の4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ を超えている検体は1つであった。次にAFsに汚染されていたのは、市場で販売されていた精白米であった。スーパーマーケットで購入した精白米は低かった。また、これら市販されていた精白米からは、ベトナムの規制値を超えている検体はなかった。オクラトキシン類に関しては、低濃度の汚染はあるもの汚染頻度も高くない

表5 北ベトナムのスーパーマーケットで購入した精白米の汚染調査結果

検体番号	Toxins ($\mu\text{g}/\text{kg}$)						
	AFB ₁	AFB ₂	AFG ₁	AFG ₂	総AFs	OTA	OTB
C-FVM01-170305	0.068	0.023	ND	ND	0.091	ND	ND
C-FVM02-170305	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C-FVM03-160831	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C-VM01-160831	0.056	ND	ND	ND	0.056	0.031	ND
C-VM02-170408	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C-IT01-170408	ND	ND	ND	ND	ND	0.052	ND
C-IT02-170408	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C-IT03-170408	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C-IT04-170408	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C-BC01-170408	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C-BC02-170408	0.053	ND	ND	ND	0.053	ND	ND
C-HP01-170408	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C-HP02-170408	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C-HP03-170408	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C-HP04-170408	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C-AE01-170408	0.075	0.023	ND	ND	0.098	ND	ND
C-AE02-170408	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C-EX01-170408	0.140	0.024	ND	ND	0.164	ND	ND
C-EX02-170412	0.051	0.018	ND	ND	0.069	ND	ND
C-EX03-170412	0.341	0.044	ND	ND	0.385	ND	ND
C-X01-170408	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C-X02-170408	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C-X03-170408	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C-TD01-170411	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C-TD02-170411	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C-TD03-170420	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.061
C-S01-170412	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C-S02-170412	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
C-S03-170412	0.264	0.048	ND	ND	0.312	ND	ND
C-MC01-170420	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
汚染検体数	8	6	0	0	8	2	1
汚染率 (%)	26.7	20.0	-	-	26.7	6.7	3.3
陽性検体平均値 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	0.131	0.030	-	-	0.161	0.042	0.061
全検体平均値* ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	0.039	0.007	-	-	0.046	0.006	0.008

ND：検出限界 (AFB₁：0.011, AFB₂：0.0033, AFG₁：0.067, AFG₂：0.0067, OTA：0.006, OTB：0.012 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 未満)

*全検体平均値はNDは検出限界の1/2として計算した。

ほとんど健康リスクはないと考えられた。以上の結果を表6にまとめた。27検体 (28.7%) からAFB₁が全検体平均で0.189 µg/kgが検出され、19検体 (20.2%) からAFB₂が全検体平均で0.019 µg/kgが検出された。AFG₁とAFG₂は検出されなかった。総AFsの全検体平均濃度は0.208 µg/kgであった。また、11検体 (11.7%) からOTAが検出され、全検体平均値は0.020 µg/kgで、6検体 (6.4%) からOTBが検出され、全検体平均値は0.012 µg/kgであった。

表6 北ベトナムの精白米の汚染調査結果のまとめ

検体数	毒素	陽性数	陽性率 (%)	全検体平均 (µg/kg)	最高濃度 (µg/kg)
94	AFB ₁	27	28.7	0.189	7.043
	AFB ₂	19	20.2	0.019	0.667
	AFG ₁	-	-	-	-
	AFG ₂	-	-	-	-
	総AFs	27	28.7	0.208	7.710
	OTA	11	11.7	0.020	0.084
	OTB	6	6.4	0.012	0.061

ND: 検出限界 (AFB₁: 0.011, AFB₂: 0.0033, AFG₁: 0.067, AFG₂: 0.0067, OTA: 0.006, OTB: 0.012 µg/kg未満)

* 全検体平均値はNDは検出限界の1/2として計算した。

摘 要

ベトナム北部の精白米のAFsとOTsの汚染調査を行った。精白米は農家に保存してあった32検体、市場で市販されていた精白米32検体とスーパーマーケットで市販されていた30検体の合計94検体をイムノアフィニティークラム-HPLC法で分析した。その結果、27検体 (28.7%) からAFB₁が全検体平均で0.189 µg/kgが検出され、19検体 (20.2%) からAFB₂が全検体平均で0.019 µg/kgが検出された。AFG₁とAFG₂は検出されなかった。総AFsの全検体平均濃度は0.208 µg/kgであった。また、11検体 (11.7%) からOTAが検出され、全検体平均値は0.020 µg/kgで、6検体 (6.4%) からOTBが検出され、全検体平均値は0.012 µg/kgであった。OTsの汚染はかなり低かった。農家から収集した精白米は32検体中8検体 (25.0%) からAFB₁が検出され、全検体平均値は0.434 µg/kgで最も高かった。総AFsの全検体平均値は0.474 µg/kgであった。ベトナムのAFB₁の規制値の2 µg/kgを超えている検体は3つであり、総AFsの規制値の4 µg/kgを超えている検体は1つであった。市場とスーパーマーケットで購入した精白米の総AFs汚染率はそれぞれ34.3%と26.7%であり、総AFsの全検体平均汚染濃度はそれぞれ0.094と0.046 µg/kgであり、統計的有意差はなかった。以上の結果から、ベトナム北部の精白米は、農家から収集したものが比較的高濃度のAFsに汚染されていたが、市販されている精白米はAFs汚染があるものの低濃度であった。

引 用 文 献

- (1) IARC: Some naturally occurring substances: food items and constituents, hetero- cyclic aromatic amines and mycotoxins, IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans 56 (1993). (2023年10月1日最終閲覧)
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19952006807>.
- (2) 本山聖子, 小山典子: オクラトキシンAのリスク評価, JSM Mycotoxins 66, 31-35 (2016).
- (3) Tanaka, K., Sago, Y., Zheng, Y., Nakagawa, H., Kushiro, M., : Mycotoxins in rice. Int. J. Food Microbiol., 119, 59-66 (2007).
- (4) Bagatin Artur Kikuchi, Elisabete Hiromi Hashimoto, Elisa Yoko Hirooka, 川村 理: ブラジルのトウモロコシ及び鶏用飼料のアフラトキシン汚染調査とそのリスク評価, 香川大学農学部学術報告 68, 25-31 (2016).
- (5) Hojo, E. Matsuura, N., Kamiya, K., Yonekita, T., Morishita, N., Murakami, H., and Kawamura, O.: Development of a Rapid and Versatile Method of Enzyme-Linked Immunoassay Combined with Immunoaffinity Column for Aflatoxin Analysis, J. Food Protection, 82, 1472-1478, (2019).
- (6) Xolani Nkosikhona Mhlongo, 川村 理: イムノアフィニティークラム-HPLC法を用いた南アフリカ市販食品のアフラトキシンとオクラトキシンの汚染調査, 香川大学農学部学術報告 70, 7-13 (2018).