

# 国産ハトムギのかび毒含有実態調査の結果について (令和元年度～令和3年度)

## 1. 調査の目的

ハトムギは、栽培技術の確立、機能性食品・健康食品としての利用、ハトムギ茶等の加工食品の普及等を背景に、全国的に生産されています。

ハトムギを含む穀類は、栽培管理が不適切であったり、乾燥調製が不十分であったり、貯蔵管理が不適切であったりすると、アスペルギルス属菌が産生するアフラトキシン (AF) 類やフザリウム属菌が産生するフザリウム毒素といわれるかび毒 (デオキシニバレノール (DON)、ニバレノール (NIV) 等) に汚染されることが知られています。

近年、輸入ハトムギから AF 類の検出事例があることから、国産ハトムギの安全性向上措置の必要性を検討するため、「食品の安全性に関する有害化学物質のサーベイランス・モニタリング中期計画」等に基づき、令和元年度から令和3年度にかけて、国産ハトムギにおけるかび毒の含有実態調査を実施しました。

## 2. 調査の概要

### 2.1. 調査対象

日本国内で生産されたハトムギの玄穀及び加工品を調査対象としました。

### 2.2. 調査点数

ハトムギ玄穀については、令和元年度は 58 点、令和2年度は 53 点、令和3年度は 50 点の合計 161 点を調査しました。

ハトムギ加工品については、令和元年から令和3年の間に生産されたハトムギが原料として使用されたハトムギ茶 (茶葉 8 点、抽出物 1 点) 計 9 点、精白粒 2 点、ハトムギ粉 1 点、シリアル 1 点の合計 13 点を調査しました。

### 2.3. 調査試料の採取

生産者団体の協力を得てハトムギの玄穀及び加工品の採取を行いました。

ハトムギ玄穀については、ハトムギの生産量に応じて産地ごとに点数を配分し、乾燥調製後の玄穀を 1 点当たり 5 kg 以上となるように採取しました。

ハトムギ加工品については、市販品と同等の状態のものを 1 点当たり 300 g 以上となるように採取しました。

### 2.4. 調査対象とした分析種

#### 2.4.1. アフラトキシン類

アフラトキシン B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>)、アフラトキシン B<sub>2</sub> (AFB<sub>2</sub>)、アフラトキシン G<sub>1</sub> (AFG<sub>1</sub>) 及びアフラトキシン G<sub>2</sub> (AFG<sub>2</sub>) を分析しました。

#### 2.4.2. フザリウム毒素

デオキシニバレノール (DON)、ニバレノール (NIV)、T-2 トキシン (T-2)、HT-2

トキシシン (HT-2)、ジアセトキシシルペノール (DAS) 及びゼアラレノン (ZEN) を分析しました。

## 2.5. 分析法

農林水産省が委託した分析機関が、妥当性を確認した分析法を用いて分析を行いました。

### 2.5.1. 分析法の概要

#### 2.5.1.1. 共通事項

固体試料については、調査試料の全量を超遠心粉砕機で粉砕し、均質化したものを分析用試料としました。分析試料 50 g を量りとり、アセトニトリル及び水の混液(9:1)を加え、30 分間振とうし、2,500 rpm で 5 分間遠心分離した後、上澄みを分取したものを抽出溶液としました。

液体試料については、分析試料 50 g を量りとり、アセトニトリル及び水の混液(9:1)で 200 mL に定容したものを抽出溶液としました。

#### 2.5.1.2. アフラトキシン類

抽出溶液 10 mL に生理的リン酸緩衝液 (PBS) を加え 50 mL に定容した後、ガラス繊維ろ紙でろ過し、イムノアフィニティーカラムにろ液を 20 mL 注入して、PBS 及び水約 10 mL で洗浄しました。試験管をカラムの下に置き、アセトニトリル 1 mL をカラムに注入し、自然落下で溶出した後 5 分間放置し、さらにアセトニトリル 1 mL をカラムに注入して溶出する作業を 2 回行い、その後カラム中のアセトニトリルを完全に流出させました。溶出液を 45°C 以下で窒素ガスを送って乾固し、アセトニトリル及び水の混液 (9:1) 0.5 mL を加えて残留物を溶かしたものを試験溶液とし、蛍光検出器付き高速液体クロマトグラフ (HPLC-FL) を用いて試験溶液中のアフラトキシン類を分離・定量しました。HPLC-FL の条件は表 1 に示すとおりです。

表 1 HPLC-FL の条件

機種	LC-20AD (島津製作所)
検出器	RF-20AXS (島津製作所)
カラム	Mightysil RP-18GP (4.6 mm×250 mm, 5µm) (関東化学)
カラム温度	40 °C
移動相	水及びメタノールの混液 (3:2)
流量	0.7 mL/min
注入量	10 µL
測定波長	Ex 365 nm、Em 450 nm (フォトケミカルリアクター装着)

#### 2.5.1.3. フザリウム毒素 下線部は令和元年度の分析における条件を示す。

抽出溶液 10 (20) mL を多機能カラムに入れ、はじめの流出液 6 (11) mL を捨

てた後、流出液 1 mL を 10 mL の試験管に入れ、45℃以下で窒素ガスを送って乾固しました。メタノール及び水の混液 (84:16) 0.5 (0.25) mL を加えて残留物を溶解し、さらに水及び酢酸の混液 (100:1) 0.5 (0.25) mL を加えて混合しました。この液をろ過したものを、DON、NIV、T-2、HT-2、DAS (DON、NIV 及び HT-2) の試験溶液としました。また、この試験溶液を 0.1 mL 分取し、水、メタノール及び酢酸の混液 (116:84:1) 0.9 mL を加え混合したものを、ZEN (ZEN、T-2 及び DAS) の試験溶液としました。

液体クロマトグラフ-タンデム型質量分析計 (LC-MS/MS) を用いて、調製した試料溶液中のフザリウム毒素を分離・定量しました。フザリウム毒素の LC-MS/MS の条件は表 2 に示すとおりです。

表 2 LC-MS/MS の条件

機種	LC-30AD (島津製作所)		
検出器	R1 : QTRAP 4500 (AB SCIEX) R2~R3 : Triple Quad 4500 (AB SCIEX)		
カラム	R1 : Wakopak Ultra C18-2 (2.1 mm×100 mm, 粒径 2 μm) (富士フイルム和光純薬) R2~R3 : L-column2 ODS (2.1 mm×100 mm, 粒径 3 μm) (化学物質評価研究機構)		
カラム温度	40 °C		
移動相	移動相 A : 2 mmol/L 酢酸アンモニウム溶液 移動相 B : メタノール  グラジエント条件		
	測定時間 (分)	移動相 A (%)	移動相 B (%)
	0	90	10
	2.0	90	10
	9.0	10	90
	13.0	10	90
移動相流量	0.2 mL/min		
注入量	5 μL		
MS/MS	イオン化法 : ESI (ポジティブ、ネガティブ)		
設定質量数 (m/z)	DON (ネガティブ) : 355.1 > 264.7 (定量イオン) DON (ネガティブ) : 355.1 > 294.8 (定性イオン) NIV (ネガティブ) : 371.1 > 280.8 (定量イオン) NIV (ネガティブ) : 371.1 > 310.9 (定性イオン) T-2 (ポジティブ) : 483.9 > 305.0 (定量イオン)		

T-2 (ポジティブ) : 483.9 > 215.1 (定性イオン)
HT-2 (ポジティブ) : 441.9 > 263.1 (定量イオン) (R1)
HT-2 (ポジティブ) : 441.9 > 262.9 (定量イオン) (R2~R3)
HT-2 (ポジティブ) : 441.9 > 105.0 (定性イオン) (R1)
HT-2 (ポジティブ) : 441.9 > 214.9 (定性イオン) (R2~R3)
DAS (ポジティブ) : 383.7 > 306.9 (定量イオン)
DAS (ポジティブ) : 383.7 > 247.0 (定性イオン)
ZEN (ネガティブ) : 316.9 > 174.9 (定量イオン)
ZEN (ネガティブ) : 316.9 > 130.9 (定性イオン)

## 2.5.2. 検出下限及び定量下限

あらかじめ調査項目のブランク値を確認したハトムギ全粒粉試料に、目標定量下限濃度に相当するようにかび毒を添加し、繰り返し試験をそれぞれ7回ずつ行い、その測定値の標準偏差を求め、以下の式により目標とした検出下限 (LOD)<sup>1</sup>及び定量下限 (LOQ)<sup>2</sup>を達成していることを確認しました。各分析種の LOD、LOQ は表3に示すとおりです。

・ LOD : 標準偏差×2×1.943※

・ LOQ : 標準偏差×10

※ 自由度6の時の片側t検定における95%信頼水準の値。

表3 各分析種の LOD 及び LOQ

分析種	LOD (µg/kg)	LOQ (µg/kg)
AFB <sub>1</sub>	0.05	0.1
AFB <sub>2</sub>	0.05	0.1
AFG <sub>1</sub>	0.05	0.1
AFG <sub>2</sub>	0.05	0.1
DON	5	10
NIV	5	10
T-2	0.5	1
HT-2	0.5	1
DAS	0.5	1
ZEN	5	10

<sup>1</sup> 分析対象とする化学物質について、合理的な確かさをもって検出することが可能な最低の濃度。

<sup>2</sup> 分析対象とする化学物質について、適切な精確さをもって定量することが可能な (具体的な濃度が決められる) 最低の濃度。

### 2.5.3. 添加回収率<sup>3</sup>

あらかじめブランク値を確認したハトムギ全粒粉試料に、アフラトキシン類は 0.1 µg/kg 及び 2.5 µg/kg の 2 種類の濃度に、フザリウム毒素はそれぞれの分析種の LOQ 及び検量線の間付近の 2 種類の濃度になるように、標準試薬を添加しました。繰り返し試験をそれぞれ 5 回ずつ行い、回収率及び併行精度 (RSD<sub>r</sub>)<sup>4</sup>を求めました。各検体の分析種ごとの平均添加回収率、RSD<sub>r</sub>は表 4 及び表 5 に示すとおりです。各分析種の平均添加回収率は、いずれも許容できる範囲でした。

表 4 AF 類の各分析種の添加回収率

分析種	添加濃度(µg/kg)	平均添加回収率(%)	RSD <sub>r</sub> (%)
AFB <sub>1</sub>	0.1	84.9	4.0
	2.5	87.0	2.5
AFB <sub>2</sub>	0.1	87.9	5.3
	2.5	87.8	2.2
AFG <sub>1</sub>	0.1	84.0	5.6
	2.5	84.4	4.6
AFG <sub>2</sub>	0.1	86.4	6.5
	2.5	85.8	4.1

表 5 フザリウム毒素の各分析種の添加回収率

分析種	添加濃度 (µg/kg)	R1		R2~R3	
		平均添加回収率(%)	RSD <sub>r</sub> (%)	平均添加回収率(%)	RSD <sub>r</sub> (%)
DON	10	103	4.6	93.8	11
	500	111	7.0	114	3.7
NIV	10	104	6.6	101	6.0
	500	100	7.1	90.4	5.6
T-2	1	111	6.4	107	6.6
	100	99.1	2.2	97.5	4.1
HT-2	1	103	9.8	116	3.6
	100	84.5	7.1	96.3	5.5
DAS	1	96.7	5.3	105	8.0
	100	108	2.5	103	2.7
ZEN	10	76.5	3.2	104	7.8
	100	94.8	4.5	106	3.5

<sup>3</sup> 分析法の性能特性の一つである「真度 (測定値が真の値にどれだけ近い)」を確認するために、添加回収試験によって計算される値。

<sup>4</sup> 同じ分析担当者が同じ試薬を用いて短時間に繰り返し測定を行った場合の分析値のばらつき。

#### 2.5.4. 室内再現精度

あらかじめブランク値を確認したハトムギ全粒粉試料に、各分析種の濃度が、LOQ 付近及び検量線の間付近になるよう調製した試料について、7 回の併行試験を 3 日間繰り返し実施し、中間精度 ( $RSD_i$ )<sup>5</sup>を算出しました。なお、DON 及び NIV については、LOQ 付近の濃度で自然汚染が見られたハトムギ試料を使用しているため、LOQ 付近の濃度については試薬を添加していません。各分析種の室内再現精度は表 6 及び表 7 に示すとおりです。各分析種の  $RSD_i$  は、いずれも許容できる値でした。

表 6 AF 類の各分析種の  $RSD_i$

分析種	添加濃度( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	$RSD_i$ (%)
AFB <sub>1</sub>	0.1	8.3
	2.5	11.2
AFB <sub>2</sub>	0.1	7.1
	2.5	10.8
AFG <sub>1</sub>	0.1	18.5
	2.5	18.8
AFG <sub>2</sub>	0.1	18.4
	2.5	14.3

表 7 フザリウム毒素の各分析種の室内再現精度

分析種	R1		R2~R3	
	添加濃度( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	$RSD_i$ (%)	添加濃度( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	$RSD_i$ (%)
DON	-	15.0	-	6.2
	500	11.9	500	2.8
NIV	-	11.8	-	8.1
	500	11.0	500	7.1
T-2	1	4.9	1	4.5
	100	2.7	100	2.4
HT-2	1	13.1	1	8.9
	100	17.8	100	4.2
DAS	1	13.1	1	6.3
	100	2.8	100	10.9
ZEN	10	10.8	10	2.8
	100	7.1	100	4.3

<sup>5</sup> 同じ試験室内で分析を行う日や分析担当者などを変えて測定したときの分析値のばらつき。

### 3. 含有実態調査の結果

#### 3.1. ハトムギ玄穀中のかび毒の含有実態

かび毒の濃度の平均値は、以下の方法により、下限値（Lower bound : LB）と上限値（Upper bound : UB）の2種類の濃度を求めました。

下限値（LB）：LOQ 未満となった分析種の濃度を 0 として計算

上限値（UB）：LOD 未満となった分析種の濃度を LOD と同値、LOD 以上 LOQ 未満となった分析種の濃度を LOQ と同値として計算

##### 3.1.1. ハトムギ玄穀中の総アフラトキシン濃度

AFB<sub>1</sub>、AFB<sub>2</sub>、AFG<sub>1</sub>、AFG<sub>2</sub>を個別に定量し、LOQ 以上の値を合計したものをハトムギ中の総 AF 濃度としました。なお、平均値は、各分析種の LB 及び UB を算出し、それぞれ合算したものを総 AF 濃度の LB 及び UB としました。

ハトムギ玄穀中の総 AF 濃度は表 8 に示すとおりです。調査の結果、2 点を除いてハトムギ玄穀から AF 類は検出されませんでした。

令和元年度に AF 類が検出された 1 点の試料においては、食品衛生法（昭和 22 年法律第 233 号）に基づいて定められた規制値（総 AF が 10 µg/kg 以下）を超えて総 AF が検出されていますが、当該ハトムギ玄穀は適切に処分され、市場に流通していないことを確認しています。また、ハトムギ穀粒の保管環境の改善等が行われ、令和 2 年度以降の調査では当該施設のハトムギ玄穀は規制値を下回っていることを確認しました。（詳細は 4.1.参照。）

表 8 ハトムギ玄穀中の総 AF 濃度

調査年度	調査 点数	LOQ 未満の 点数* (割合)	総 AF 濃度 (µg/kg)			平均値 (LB- UB)
			最小値	中央値 <sup>6</sup>	最大値	
R1	58	57 (98%)	-	-	11	0.2-0.4
R2	53	53 (100%)	-	-	-	-
R3	50	49 (98%)	-	-	0.5	0.0-0.2

※4 種類の分析種がいずれも LOQ 未満であった点数

##### 3.1.2. ハトムギ玄穀中のフザリウム毒素濃度

各フザリウム毒素の調査結果を表 9～14 に示しました。また、各かび毒について年度ごとのヒストグラムを図 1～6 に示しました。

DON はいずれの年度も全体の 9 割以上の試料から検出されているものの、そのうち 6 割以上が 100 µg/kg 以下でした。

NIV は、DON と同様にほとんどの試料から検出されており、令和元年度は他の年と比較して、100 µg/kg 超 200 µg/kg 以下の試料の割合が高い傾向にありましたが、

<sup>6</sup> 複数のデータを、数値が小さい方から順番に並べたときにちょうど中央にくる値。

いずれの年も 100 µg/kg 以下の試料が占める割合が一番多くなっていました。

T-2、HT-2 及び DAS はいずれの年度も全体の半数以上の試料から検出されていますが、そのうち 5 割以上が 10 µg/kg 以下でした。

ZEN は全体の約 6~8 割の試料で LOQ 未満となっていました。

表 9 ハトムギ玄穀中の DON 濃度

調査年度	調査 点数	LOQ 未満の 点数 (割合)	濃度 (µg/kg)			平均値 (LB- UB)
			最小値	中央値	最大値	
R1	58	2 (3%)	<10	48	830	95-96
R2	53	0 (0%)	11	39	520	93-93
R3	50	4 (8%)	<10	46	560	93-94

表 10 ハトムギ玄穀中の NIV 濃度

調査年度	調査 点数	LOQ 未満の 点数 (割合)	濃度 (µg/kg)			平均値 (LB- UB)
			最小値	中央値	最大値	
R1	58	1 (2%)	<10	110	2,900	180-180
R2	53	1 (2%)	<10	78	610	130-130
R3	50	5 (10%)	<10	88	420	110-110

表 11 ハトムギ玄穀中の T-2 濃度

調査年度	調査 点数	LOQ 未満の 点数 (割合)	濃度 (µg/kg)			平均値 (LB- UB)
			最小値	中央値	最大値	
R1	58	16 (28%)	<1	3.6	500	21-22
R2	53	18 (34%)	<1	2.2	61	5.9-6.1
R3	50	13 (26%)	<1	4.0	290	20-20

表 12 ハトムギ玄穀中の HT-2 濃度

調査年度	調査 点数	LOQ 未満の 点数 (割合)	濃度 (µg/kg)			平均値 (LB- UB)
			最小値	中央値	最大値	

R1	58	15 (26%)	<1	3.2	150	11-11
R2	53	11 (21%)	<1	2.2	34	5.0-5.1
R3	50	10 (20%)	<1	2.9	250	13-13

表 13 ハトムギ玄穀中の DAS 濃度

調査年度	調査 点数	LOQ 未満の 点数 (割合)	濃度 (μg/kg)			平均値 (LB- UB)
			最小値	中央値	最大値	
R1	58	19 (33%)	<1	1.5	59	3.0-3.3
R2	53	25 (47%)	<1	1.3	71	4.5-4.9
R3	50	22 (44%)	<1	1.4	68	3.1-3.4

表 14 ハトムギ玄穀中の ZEN 濃度

調査年度	調査 点数	LOQ 未満の 点数 (割合)	濃度 (μg/kg)			平均値 (LB- UB)
			最小値	中央値	最大値	
R1	58	44 (76%)	<10	-	850	21-26
R2	53	36 (68%)	<10	-	250	15-20
R3	50	28 (56%)	<10	-	69	11-15

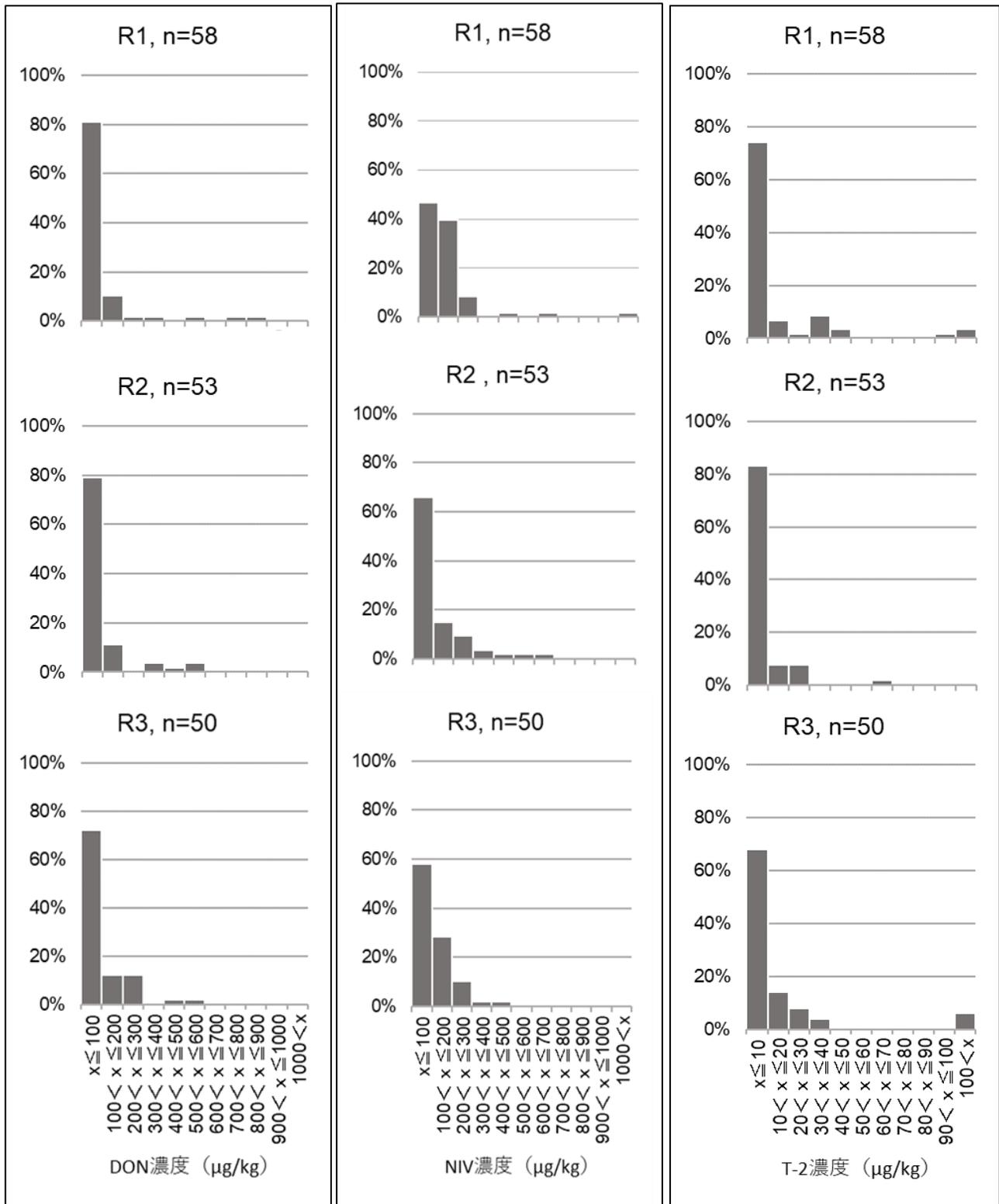


図 1～3 : ハトムギ玄穀中の DON、NIV、T-2 の濃度分布

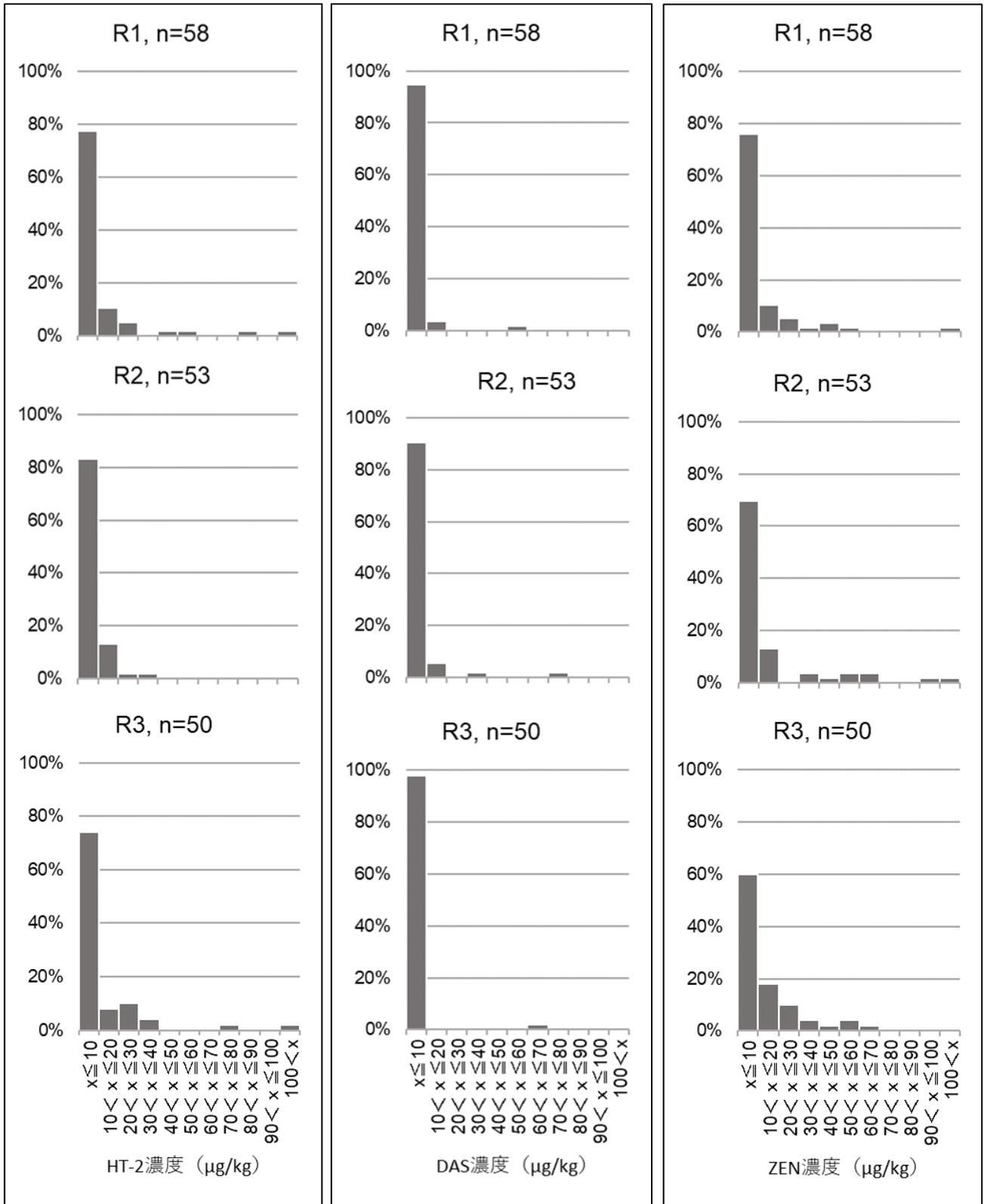


図4～6：ハトムギ玄穀中のHT-2、DAS、ZENの濃度分布

### 3.2. ハトムギ加工品中のかび毒の含有実態

#### 3.2.1. ハトムギ加工品中のアフラトキシン類濃度

すべての試料において、いずれの AF 類も検出されませんでした。

#### 3.2.2. ハトムギ加工品中のフザリウム毒素濃度

##### ①ハトムギ茶（茶葉）

各フザリウム毒素の調査結果を表 15 に示しました。

DON、NIV 及び HT-2 についてはいずれの試料からも検出されませんでした。T-2、DAS 及び ZEN については一部の試料から検出されました。

表 15 ハトムギ茶（茶葉）のフザリウム毒素濃度

分析種	調査 点数 数	LOQ 未満の 点数（割合）		濃度（ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ）			平均値 （LB- UB）
				最小値	中央値	最大値	
DON	8	8	(100%)	-	-	-	0.0-6.9
NIV	8	8	(100%)	-	-	-	0.0-5
T-2	8	6	(75%)	<1	-	1.5	0.4-0.9
HT-2	8	8	(100%)	-	-	-	0.0-0.8
DAS	8	7	(88%)	<1	-	1.2	0.2-0.8
ZEN	8	7	(88%)	<10	-	12	1.5-6.5

##### ②ハトムギ茶（抽出物）

いずれのかび毒も検出されませんでした。

##### ③ハトムギ精白粒・ハトムギ粉

各フザリウム毒素の調査結果を表 16 に示しました。

ZEN についてはいずれの試料からも検出されませんでした。その他の分析種については一部の試料から検出されました。

表 16 ハトムギ精白粒・ハトムギ粉のフザリウム毒素濃度

分析種	調査 点数	LOQ 未満の 点数 (割合)	濃度 (μg/kg)			平均値 (LB- UB)
			最小値	中央値	最大値	
DON	3	2 (67%)	<10	-	40	13-20
NIV	3	1 (33%)	<10	33	43	25-27
T-2	3	1 (33%)	<1	2.0	13	5.0-5.2
HT-2	3	2 (67%)	<1	-	5.2	1.7-2.2
DAS	3	1 (33%)	<1	5.5	6.5	4.0-4.2
ZEN	3	3 (100%)	-	-	-	0.0-5

④ハトムギシリアル

いずれのかび毒も検出されませんでした。

4. 考察

4.1. ハトムギ玄穀からアフラトキシン類が検出された原因

令和元年度に採取した市場流通前のハトムギ玄穀の1点から規制値(10 μg/kg)を超える総AFが検出されました。当該ハトムギ玄穀は適切に処分され、市場には流通していません。追跡調査の結果、この汚染は、当該年に保管場所の不足により、高温多湿環境にある育苗庫にて収穫物を保管したために発生したと考えられました。当該施設においては、次年度以降は、ハトムギの早期乾燥の徹底、保管時の十分な換気、定期的な水分測定の実施等の改善策を講じ、以降の調査では規制値を下回っていることを確認しました。また、生産者団体と連携し、これらの対策が重要である旨をハトムギ生産者に周知しています。

気温や湿度の高い場所ではAF類を作るかびが繁殖する可能性があるため、ハトムギの早期乾燥の徹底、保管時における気温や湿度の適切な管理を行うことがかび毒の低減対策として重要であると考えられます。

4.2. ハトムギ玄穀の試料産年による各フザリウム毒素濃度の比較

調査年度によって、ハトムギ玄穀における各フザリウム毒素濃度に統計学的な違いがあるかどうかを確認するため、Kruskal-Wallis test (有意水準 5%) を行ったところ、いずれの分析種の結果においても、試料産年による有意な違いはありませんでした。このことから、産年によって一部のかび毒における平均値や最大濃度は異なる場合があるものの、ハトムギ玄穀中のかび毒濃度の傾向に差はないと考えられます。

4.3. ハトムギ加工品中のかび毒濃度

試料点数が少ないので厳密な比較はできませんが、今回調査した範囲では、ハトムギ加工品中に含まれるかび毒濃度は、その原料となったハトムギ玄穀のかび毒濃度より低

くなる傾向にありました。

#### 4.4. フザリウム毒素の経口摂取量の点推定

今回の調査結果をもとに、ハトムギを摂取した場合にフザリウム毒素による健康への影響の可能性があるかどうかを検討するため、各フザリウム毒素濃度の中央値のハトムギを摂取した場合を想定した経口摂取量の点推定を行いました。

ハトムギの摂取量を過小評価しないよう、厚生労働省が実施した令和元年国民健康・栄養調査の報告における性別ごとの平均摂取量をもとに、「その他の穀類」の1日当たり摂取量を全てハトムギで摂取したと仮定し、男性（総数）の摂取量を3.1 g/人/日、女性（総数）の摂取量を3.3 g/人/日としました。体重については同調査の性別ごとの平均体重データを使用し、男性（総数）の体重を62.7 kg、女性（総数）の体重を50.8 kgとしました。

試料産年による各フザリウム毒素の濃度に違いはなかったことから、すべての産年の試料を一つのデータとし、LOD未満のパツリン濃度をLODと同値、LOD以上LOQ未満のパツリン濃度をLOQと同値とした場合の中央値を算出しました。推定される経口摂取量の値を表17に示しました。

DON及びNIVの経口摂取量はそれぞれDON 0.0022～0.0029 µg/kg 体重/日、NIV 0.0047～0.0062 µg/kg 体重/日であると推定されました。食品安全委員会はDONについては2019年（令和元年）に、NIVについては2010年（平成22年）に食品健康影響評価を行い、DONの耐容一日摂取量<sup>7</sup>（TDI）を1 µg/kg 体重/日、NIVのTDIを0.4 µg/kg 体重/日と設定しています<sup>8</sup>。今回の調査結果から求められたDON及びNIVの経口摂取量を各TDIと比較したところ、いずれもTDIより十分に低いことが分かりました。

T-2、HT-2及びDASについては、FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議（JECFA）が2022年（令和4年）にリスク評価を行い、T-2、HT-2及びDASを合計したTDIとして25 ng/kg 体重（=0.025 µg/kg 体重）が設定されていることから、試料ごとにT-2、HT-2、DASの合計濃度を計算しその中央値をもとに経口摂取量を求めました。経口摂取量は0.00042～0.00055 µg/kg 体重/日と推定され、TDIより十分に低いことが分かりました。

ZENの経口摂取量は、0.00049～0.00065 µg/kg 体重/日であると推定されました。ZENについては、JECFAが2000年（平成12年）にリスク評価を行い、PMTDI<sup>7</sup>を0.5 µg/kg 体重/日と定めています。今回の調査結果から得られたZENの経口摂取量は、PMTDIより十分に低いことが分かりました。

今回は「その他の穀類」の摂取量が全てハトムギであると仮定する過大な摂取量推計を行いました。その場合でも推定された摂取量はいずれも、一生涯にわたって毎日摂

<sup>7</sup> 意図的に使用されていないにもかかわらず食品中に存在する物質について、ヒトが一生涯にわたって毎日摂取し続けても、健康への悪影響がないと考えられる1日当たりの摂取量。JECFAではprovisional maximum（暫定的な最大の）をつけた、PMTDI（暫定最大耐容一日摂取量）という用語を使用している。

<sup>8</sup> 小麦等に含まれるDON、NIVのリスクを検討するための食品健康影響評価において設定。

取し続けても健康への悪影響がないと考えられる摂取量を下回っていました。このことから、国産ハトムギ中のフザリウム毒素が日本人の健康に影響を与えることはないと考えられます。

表 17 フザリウム毒素の各分析種の中央値から推定される経口摂取量

各分析種	中央値 ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	経口摂取量 ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/日)		(参考) 健康影響の指標値
		男性 (総数)	女性 (総数)	
DON	44	0.0022	0.0029	TDI 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/日 (食安委 2019 年)
NIV	96	0.0047	0.0062	TDI 0.4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/日 (食安委 2010 年)
T-2	8.4	0.00042	0.00055	TDI 0.025 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重 (JECFA 2022 年)
HT-2				
DAS				
ZEN	10	0.00049	0.00065	PMTDI 0.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/日 (JECFA 2000 年)

## 5. 結論

AF 類については、国産のハトムギからはほとんど検出されないことを確認しました。フザリウム毒素については、国産のハトムギ玄穀から DON、NIV 等が検出され、その濃度にはばらつきがありましたが、ハトムギ由来のかび毒の摂取量は、それぞれの健康影響の指標値よりも十分に低く、いずれも健康への影響はない程度でした。また、ハトムギ加工品の一部の試料からもフザリウム毒素が検出されましたが、各分析種の濃度はその原料となったハトムギ玄穀の濃度より低くなる傾向にありました。

本調査の結果、国産ハトムギに含まれるかび毒による健康への影響はないと考えられるものの、ハトムギがかび毒に汚染される可能性があることが分かりました。安全なハトムギを供給するためには、ハトムギの適切な栽培管理、早期の乾燥調製、適切な温度や湿度での保管等を行うことが望ましいと考えられます。

## 6. 今後の取組

今後も、引き続きかび毒の低減対策について生産者への周知を行っていくほか、気候変動等により、汚染実態について新たな情報が得られた場合には、必要に応じて、国産ハトムギに含まれるかび毒の含有実態を調査するとともに、対策が必要と判断される場合には、かび毒汚染の防止・低減に向けて、措置の策定と普及に努めます。