

国産麦類のかび毒の含有実態調査の結果について (平成 28 年度～令和 3 年度)

I 調査の背景と目的

日本の気候は温暖で湿潤であり、麦類の品質や収量が低下する原因となる麦類赤かび病が発生しやすい環境です。赤かび病の原因菌であるフザリウム属のかびは、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）やニバレノール（NIV）等）を作ります。赤かび病の防除技術が現在ほど進んでいなかった昭和 30 年代には、赤かび病の被害を受けた米麦を食べたことによる集団食中毒が国内で複数報告されています。これらの中毒の原因は、DON や NIV であったと考察されています。

農林水産省は、国産麦類の赤かび病の発生を防止し、かび毒の濃度を低減するため、「麦類のデオキシニバレノール、ニバレノール汚染の予防及び低減のための指針」を公表し、都道府県と協力して生産者への普及に努めています。

併せて、国産の小麦及び大麦のかび毒の含有実態を把握するために、「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」等に基づいて、国産の小麦及び大麦に含まれるかび毒を調査してきました。赤かび病の発生やかび毒の産生は生産年ごとの気象状況等に大きく影響を受けることが知られていることから、継続的に調査を行っています。また、麦類赤かび病の発生が多くかび毒の濃度が高くなると予想される地域があった際には、当該地域を対象により詳細に実態を把握するための追加調査も行っています。

今般、平成 28 年度から令和 3 年度までに実施した調査結果をまとめました。

II 調査の内容と結果

(1) 調査方法

① 対象農産物

平成 28 年度～令和 3 年度に生産された小麦玄穀及び大麦玄穀

② 調査点数

各年度小麦 120 点ずつ、大麦 100 点ずつを調査しました。調査点数は、都道府県の収穫量に応じて配分しました。

また、追加調査として平成 28 年度には小麦 38 点と大麦 12 点、平成 30 年度には小麦 30 点と大麦 22 点、令和元年度には小麦 8 点と大麦 3 点、令和 3 年度には小麦 10 点と大麦 7 点を調査しました。

③ 試料の採取、調製

麦類の乾燥調製施設等において、乾燥調製済みの出荷段階の麦を採取しました。採取に当たっては、ロットの大きさに応じた数の一次試料を採取し、これを混合・縮分・調製して約 1 kg の全量を試験室試料としました。

分析機関において、試験室試料の全量を粉碎し、均質になるまで混合し、分析用試料としました。

④ 分析項目

デオキシニバレノール (DON)、3-アセチル DON (3-Ac-DON)、15-アセチル DON (15-Ac-DON)、DON-3 グルコシド (DON-3-Glc)、ニバレノール (NIV)、4-アセチル NIV (4-Ac-NIV)、T-2 トキシン (T2)、HT-2 トキシン (HT2)、ジアセトキシスシルペノール (DAS) 及びゼアラレノン (ZEN) を分析しました。

⑤ 試料の分析

a 分析法¹

分析用試料から 10 g を量りとり、内標準物質 (ベルカロール及びゼアラレノン) を加えて遮光した状態で一晩静置し、アセトニトリル／超純水 (80/20) 混合液 40 mL と酢酸 0.4 mL を加えて静置した後にホモジナイズし、遠心分離 (2,000 g、10 分間) により抽出した後、ODS カラム及びかび毒精製用多機能ミニカラムで脱脂、精製したものを高速液体クロマトグラフ-タンデム質量分析計 (LC-MS/MS) で定量しました。LC-MS/MS の条件は表 1 のとおりです。

¹ LC-MS/MS による麦類のかび毒の一斉分析法 (Harmonized Collaborative Validation of a Simultaneous and Multiple Determination Method for Nivalenol, Deoxynivalenol, T-2 Toxin, HT-2 Toxin, and Zearalenone in Wheat and Barley by Liquid Chromatography Coupled to Tandem Mass Spectrometry (LC-MS/MS), Journal of Analytical & Bioanalytical Techniques, 2014, S6: 002)

表 1 LC-MS/MS の条件

機種	LCMS-8040（島津製作所）																					
カラム	Zorbax Eclipse XDB-C18（アジレント・テクノロジー） 3.0 mm i.d. × 250 mm、粒径 5 μm																					
注入量	10 μL																					
カラム温度	40°C																					
移動相	移動相 A：0.5 mM 酢酸アンモニウム水溶液（0.1%酢酸含有） 移動相 B：アセトニトリル（0.1%酢酸含有） グラジエント条件 <table><tr><td>測定時間（分）</td><td>移動相 A（%）</td><td>移動相 B（%）</td></tr><tr><td>0</td><td>90</td><td>10</td></tr><tr><td>1</td><td>90</td><td>10</td></tr><tr><td>15</td><td>10</td><td>90</td></tr><tr><td>18</td><td>10</td><td>90</td></tr><tr><td>19</td><td>90</td><td>10</td></tr><tr><td>23</td><td>90</td><td>10</td></tr></table>	測定時間（分）	移動相 A（%）	移動相 B（%）	0	90	10	1	90	10	15	10	90	18	10	90	19	90	10	23	90	10
測定時間（分）	移動相 A（%）	移動相 B（%）																				
0	90	10																				
1	90	10																				
15	10	90																				
18	10	90																				
19	90	10																				
23	90	10																				
移動相流量	0.3 mL/min																					
MS/MS	イオン化法：ESI（ポジティブ、ネガティブ） DL 温度：100°C ヒートブロック温度：200°C ドライイングガス：15 L/min ネブライザーガス：3 L/min																					
設定質量数 （m/z）	DON（ネガティブ）：355＞59（定量イオン） DON（ネガティブ）：355＞295（定性イオン） 3-Ac-DON（ネガティブ）：397＞59（定量イオン） 3-Ac-DON（ネガティブ）：397＞337（定性イオン） 15-Ac-DON（ネガティブ）：397＞59（定量イオン） 15-Ac-DON（ネガティブ）：397＞337（定性イオン） DON-3-Glc（ネガティブ）：517＞427（定量イオン） DON-3-Glc（ネガティブ）：517＞457（定性イオン） NIV（ネガティブ）：371＞281（定量イオン） NIV（ネガティブ）：371＞311（定性イオン） 4-Ac-NIV（ネガティブ）：413＞353（定量イオン） 4-Ac-NIV（ネガティブ）：413＞263（定性イオン） T-2 トキシシン（ポジティブ）：484＞305（定量イオン） T-2 トキシシン（ポジティブ）：484＞185（定性イオン） HT-2 トキシシン（ネガティブ）：483＞59（定量イオン） HT-2 トキシシン（ポジティブ）：442＞263（定性イオン） ジアセトキシシルペノール（ポジティブ）：384＞307（定量イオン） ジアセトキシシルペノール（ポジティブ）：384＞247（定性イオン） ゼアラレノン（ネガティブ）：317＞131（定量イオン） ゼアラレノン（ネガティブ）：317＞175（定性イオン） 内標準物質 ベルカロール（ネガティブ）：325＞59（定量イオン） 内標準物質 ゼアララノン（ネガティブ）：319＞275（定量イオン）																					

b 分析法の性能確認

i 定量下限及び検出下限

各かび毒の定量下限（LOQ）²及び検出下限（LOD）³は表 2 のとおりです。

表 2 分析対象かび毒ごとの LOQ 及び LOD

分析対象	LOQ (mg/kg)	LOD (mg/kg)
DON	0.006 - 0.010	0.002 - 0.003
3-Ac-DON	0.006 - 0.010	0.002 - 0.003
15-Ac-DON	0.006 - 0.010	0.002 - 0.003
DON-3-Glc	0.006 - 0.010	0.002 - 0.003
NIV	0.006 - 0.010	0.002 - 0.003
4-Ac-NIV	0.006 - 0.010	0.002 - 0.003
T2	0.0010	0.0003
HT2	0.0010 - 0.0020	0.0004 - 0.0007
DAS	0.004	0.002
ZEN	0.0010	0.0004

ii 添加回収率⁴

同じ日に 2 種類の濃度の標準液を各 3 回、小麦又は大麦に添加して分析し、その添加回収率を求めました。その結果は表 3 のとおりでした。添加回収率は 80-116%の範囲内にあり、許容できる値でした。なお、平成 30 年度から令和 3 年度までは平成 29 年度と同一の機関、標準作業手順書、分析機器で分析しているため、再度の性能確認は実施していません。

表 3 添加回収試験の結果（%）

² 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。

³ 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。

⁴ 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。

分析対象	添加濃度 (mg/kg)	小麦		大麦	
		H28	H29	H28	H29
DON	0.02	82- 95	103-107	90- 96	97-107
	0.1	89- 95		83- 93	
	1.0		94- 99		84- 98
3-Ac-DON	0.02	82- 85	91- 96	86- 94	101-104
	0.1	82- 93	89- 97	88-101	102-107
15-Ac-DON	0.02	90- 98	90- 98	95-113	100-107
	0.1	91-107	92- 94	96-102	103-108
DON-3-Glc	0.02	90-105	106-107	104-114	104-107
	0.1	103-112	92-104	114-116	106-108
NIV	0.02	82-108	100-109	106-109	101-109
	0.1	98-108		110-114	
	1.0		107-111		98-110
4-Ac-NIV	0.02	92-101	99-104	88- 97	91-103
	0.1	84- 97	99-103	106-118	101-104
T2	0.005	85- 98	108-114	83- 90	108-113
	0.1	84- 90	104-109	91-112	107-109
HT2	0.005	82-100	105-109	80- 86	107-109
	0.1	101-115	104-106	100-113	106-108
DAS	0.005	88-104		87- 92	
	0.02		105-114		107-112
	0.1	84- 88	105-111	93-115	111-114
ZEN	0.005	108-114	93- 96	116-120	99-102
	0.1	110-114		107-116	
	0.2		91- 99		89- 95

iii 測定の不確かさ

2種類の濃度の標準液を添加した小麦又は大麦を用いた7回以上の繰り返し精度試験を、異なる3日で各日1回ずつ実施し、一元配置の分散分析により併行精度(RSDr)⁵及び中間精度(RSDi)⁶を求めました。その結果は表4及び表5のとおりでした。RSDrは5.7%以下、RSDiは10.1%以下で、許容できる値でした。なお、平成30年度から令和3年度までは平成29年度と同一の機関、標準作業手順書、分析機器で分析しているため、再度の性能確認は実施していません。

⁵ 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。

⁶ 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。

表4 RSDr 及び RSDi (小麦、%)

分析対象	添加濃度 (mg/kg)	RSDr		RSDi	
		H28	H29	H28	H29
DON	0.02	2.8	2.9	4.1	3.0
	0.2	3.6		4.6	
	1.0		0.9		1.0
3-Ac-DON	0.02	2.9	4.0	3.7	4.0
	0.2	3.8	3.9	4.2	4.7
15-Ac-DON	0.02	1.9	3.2	3.1	4.2
	0.2	2.4	2.9	3.0	3.7
DON-3-Glc	0.02	3.6	2.1	6.1	2.2
	0.2	3.3		3.3	
	1.0		1.4		1.8
NIV	0.02	2.4	1.9	4.3	3.3
	0.2	1.3		3.7	
	1.0		0.9		0.9
4-Ac-NIV	0.02	2.5	2.2	2.6	2.2
	0.2	2.5	3.6	4.4	4.2
T2	0.002	2.3		3.8	
	0.01		2.6		2.6
	0.2	2.0	3.6	4.8	3.9
HT2	0.002	1.8		3.5	
	0.01		2.5		2.8
	0.2	2.5	2.3	4.8	4.1
DAS	0.002	1.0		2.1	
	0.02		2.4		3.1
	0.2	2.5	3.7	3.2	4.0
ZEN	0.002	1.8		6.1	
	0.01		3.7		3.8
	0.2	2.8	3.6	9.2	3.8

表5 RSDr 及び RSDi (大麦、%)

分析対象	添加濃度 (mg/kg)	RSDr		RSDi	
		H28	H29	H28	H29
DON	0.02	4.0	2.9	4.5	3.8
	0.2	3.7		3.9	
	1.0		1.4		1.6
3-Ac-DON	0.02	5.7	2.5	6.5	2.5
	0.2	4.0	2.5	5.1	4.3
15-Ac-DON	0.02	1.3	2.7	3.2	2.7
	0.2	1.7	2.2	2.1	3.2
DON-3-Glc	0.02	3.3	2.2	3.6	2.2
	0.2	2.9		2.9	
	1.0		1.3		2.1
NIV	0.02	3.7	5.9	4.7	5.9
	0.2	2.8		5.7	
	1.0		1.0		1.0
4-Ac-NIV	0.02	4.4	2.8	7.0	2.8
	0.2	2.7	2.9	5.6	3.2
T2	0.002	3.0		4.0	
	0.01		2.6		3.9
	0.2	4.4	2.8	4.4	4.3
HT2	0.002	2.1		4.4	
	0.01		2.5		13.5
	0.2	3.0	3.0	3.4	3.1
DAS	0.002	1.2		2.4	
	0.02		3.1		5.3
	0.2	3.4	2.8	3.4	3.2
ZEN	0.002	2.0		10.1	
	0.01		3.5		3.6
	0.2	2.9	2.7	8.9	4.4

(2) 結果

① 含有濃度（小麦）

今回の調査結果を表 6～15 に示しました。また、検出頻度や濃度が比較的高かった DON 及び NIV の度数分布を図 1 及び 2 に示しました（追加調査分を除く。）。

DON は多くの試料に定量可能な濃度で含まれており、調査年によって分布や中央値に違いがありました。同一の調査年でも分布が広く、いずれの年も 0.1 mg/kg 以下の試料が占める割合が多いですが、比較的高い濃度の試料もありました。ただし、いずれの試料も食品衛生法に基づく小麦の DON 濃度の規格（1.0 mg/kg 以下）を満たしていました。

DON-3-Glc 及び NIV も多くの試料に定量可能な濃度で含まれており、DON 濃度が高い年には高くなる傾向がありました。

DON、DON-3-Glc 及び NIV のいずれも、平均値や中央値、最大値はこれまでの調査結果の範囲内でした。

3-Ac-DON、4-Ac-NIV、T2、HT2 及び ZEN はいずれの年もほとんどの試料で LOQ 未満であり、定量された場合でも LOQ に近い低い濃度でした。

15-Ac-DON 及び DAS は、いずれの試料からも定量可能な濃度で検出されませんでした。

表 6 平成 28 年～令和 3 年度 小麦中の DON の調査結果

調査年度	調査 点数	LOQ (mg/kg)	<LOQ の点数	DON 濃度 (mg/kg)			
				中央値 ⁷	平均値 (LB) ⁸	平均値 (UB) ⁹	最大値
平成 28 年度	120	0.010	36	0.029	0.073	0.076	0.44
(追加調査)	38	0.010	1	0.15	0.16	0.16	0.40
平成 29 年度	120	0.010	35	0.022	0.036	0.039	0.45
平成 30 年度	120	0.010	27	0.048	0.086	0.088	0.51
(追加調査)	30	0.010	1	0.10	0.14	0.14	0.47
令和元年度	120	0.006	47	0.010	0.019	0.021	0.15
(追加調査)	8	0.006	0	0.019	0.020	0.020	0.038
令和 2 年度	120	0.006	8	0.022	0.039	0.039	0.48
令和 3 年度	120	0.006	25	0.019	0.050	0.051	0.61
(追加調査)	10	0.006	0	0.059	0.099	0.099	0.32

⁷ 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。

⁸ 複数の試料の分析結果の算術平均のうち、定量下限未満の濃度をゼロとして算出したもの。

⁹ 複数の試料の分析結果の算術平均のうち、定量下限未満の濃度を定量下限値として算出したもの。

表 7 平成 28 年～令和 3 年度 小麦中の 3-Ac-DON の調査結果

調査年度	調査 点数	LOQ (mg/kg)	<LOQ の点数	3-Ac-DON 濃度 (mg/kg)			
				中央値	平均値 (LB)	平均値 (UB)	最大値
平成 28 年度	120	0.010	110	－	0.001	0.010	0.030
(追加調査)	38	0.010	26	－	0.004	0.011	0.020
平成 29 年度	120	0.010	118	－	0.0003	0.010	0.021
平成 30 年度	120	0.010	114	－	0.0008	0.010	0.025
(追加調査)	30	0.010	28	－	0.002	0.011	0.029
令和元年度	120	0.006	117	－	0.0002	0.006	0.008
(追加調査)	8	0.006	8	－	0	0.006	－
令和 2 年度	120	0.006	112	－	0.0006	0.006	0.016
令和 3 年度	120	0.006	104	－	0.001	0.006	0.020
(追加調査)	10	0.006	6	－	0.003	0.007	0.012

表 8 平成 28 年～令和 3 年度 小麦中の 15-Ac-DON の調査結果

調査年度	調査 点数	LOQ (mg/kg)	<LOQ の点数	15-Ac-DON 濃度 (mg/kg)			
				中央値	平均値 (LB)	平均値 (UB)	最大値
平成 28 年度	120	0.010	120	－	0	0.010	－
(追加調査)	38	0.010	38	－	0	0.010	－
平成 29 年度	120	0.010	120	－	0	0.010	－
平成 30 年度	120	0.010	120	－	0	0.010	－
(追加調査)	30	0.010	30	－	0	0.010	－
令和元年度	120	0.006	120	－	0	0.006	－
(追加調査)	8	0.006	8	－	0	0.006	－
令和 2 年度	120	0.006	120	－	0	0.006	－
令和 3 年度	120	0.006	120	－	0	0.006	－
(追加調査)	10	0.006	10	－	0	0.006	－

表 9 平成 28 年～令和 3 年度 小麦中の DON-3-Glc の調査結果

調査年度	調査 点数	LOQ (mg/kg)	<LOQ の点数	DON-3-Glc 濃度 (mg/kg)			
				中央値	平均値 (LB)	平均値 (UB)	最大値
平成 28 年度	120	0.010	52	0.015	0.038	0.042	0.27
(追加調査)	38	0.010	4	0.088	0.099	0.100	0.41
平成 29 年度	120	0.010	75	－	0.010	0.016	0.24
平成 30 年度	120	0.010	47	0.019	0.030	0.033	0.15
(追加調査)	30	0.010	7	0.033	0.045	0.048	0.15
令和元年度	120	0.006	84	－	0.005	0.010	0.052
(追加調査)	8	0.006	3	0.007	0.006	0.008	0.018
令和 2 年度	120	0.006	62	－	0.009	0.012	0.059
令和 3 年度	120	0.006	49	0.008	0.024	0.027	0.31
(追加調査)	10	0.006	1	0.038	0.032	0.032	0.046

表 10 平成 28 年～令和 3 年度 小麦中の NIV の調査結果

調査年度	調査 点数	LOQ (mg/kg)	<LOQ の点数	NIV 濃度 (mg/kg)			
				中央値	平均値 (LB)	平均値 (UB)	最大値
平成 28 年度	120	0.010	49	0.018	0.032	0.036	0.37
(追加調査)	38	0.010	2	0.069	0.070	0.071	0.24
平成 29 年度	120	0.010	53	0.012	0.019	0.023	0.24
平成 30 年度	120	0.010	45	0.022	0.047	0.051	0.38
(追加調査)	30	0.010	3	0.063	0.058	0.059	0.19
令和元年度	120	0.006	63	－	0.013	0.016	0.11
(追加調査)	8	0.006	1	0.011	0.011	0.011	0.022
令和 2 年度	120	0.006	35	0.012	0.031	0.032	0.21
令和 3 年度	120	0.006	54	0.009	0.044	0.047	0.46
(追加調査)	10	0.006	1	0.082	0.20	0.20	0.96

表 11 平成 28 年～令和 3 年度 小麦中の 4-Ac-NIV の調査結果

調査年度	調査 点数	LOQ (mg/kg)	<LOQ の点数	4-Ac-NIV 濃度 (mg/kg)			
				中央値	平均値 (LB)	平均値 (UB)	最大値
平成 28 年度	120	0.010	120	－	0	0.010	－
(追加調査)	38	0.010	38	－	0	0.010	－
平成 29 年度	120	0.010	120	－	0	0.010	－
平成 30 年度	120	0.010	120	－	0	0.010	－
(追加調査)	30	0.010	28	－	0.0007	0.010	0.010
令和元年度	120	0.006	120	－	0	0.006	－
(追加調査)	8	0.006	8	－	0	0.006	－
令和 2 年度	120	0.006	120	－	0	0.006	－
令和 3 年度	120	0.006	120	－	0	0.006	－
(追加調査)	10	0.006	10	－	0	0.006	－

表 12 平成 28 年～令和 3 年度 小麦中の T2 の調査結果

調査年度	調査 点数	LOQ (mg/kg)	<LOQ の点数	T2 濃度 (mg/kg)			
				中央値	平均値 (LB)	平均値 (UB)	最大値
平成 28 年度	120	0.0010	117	－	0.00004	0.0010	0.0020
(追加調査)	38	0.0010	38	－	0	0.0010	－
平成 29 年度	120	0.0010	108	－	0.0002	0.0011	0.0028
平成 30 年度	120	0.0010	120	－	0	0.0010	－
(追加調査)	30	0.0010	30	－	0	0.0010	－
令和元年度	120	0.0010	120	－	0	0.0010	－
(追加調査)	8	0.0010	8	－	0	0.0010	－
令和 2 年度	120	0.0010	118	－	0.00006	0.0010	0.0051
令和 3 年度	120	0.0010	117	－	0.00005	0.0010	－
(追加調査)	10	0.0010	10	－	0	0.0010	－

表 13 平成 28 年～令和 3 年度 小麦中の HT2 の調査結果

調査年度	調査 点数	LOQ (mg/kg)	<LOQ の点数	HT2 濃度 (mg/kg)			
				中央値	平均値 (LB)	平均値 (UB)	最大値
平成 28 年度	120	0.0020	111	－	0.0004	0.0023	0.016
(追加調査)	38	0.0020	38	－	0	0.0020	－
平成 29 年度	120	0.0010	103	－	0.0006	0.0015	0.012
平成 30 年度	120	0.0010	104	－	0.0003	0.0012	0.0069
(追加調査)	30	0.0010	26	－	0.0003	0.0012	0.0042
令和元年度	120	0.0010	105	－	0.0003	0.0011	0.0067
(追加調査)	8	0.0010	8	－	0	0.0010	－
令和 2 年度	120	0.0010	95	－	0.0010	0.0018	0.060
令和 3 年度	120	0.0010	96	－	0.0011	0.0019	0.015
(追加調査)	10	0.0010	10	－	0	0.0010	－

表 14 平成 28 年～令和 3 年度 小麦中の DAS の調査結果

調査年度	調査 点数	LOQ (mg/kg)	<LOQ の点数	DON 濃度 (mg/kg)			
				中央値	平均値 (LB)	平均値 (UB)	最大値
平成 28 年度	120	0.004	120	－	0	0.004	－
(追加調査)	38	0.004	38	－	0	0.004	－
平成 29 年度	120	0.004	120	－	0	0.004	－
平成 30 年度	120	0.004	120	－	0	0.004	－
(追加調査)	30	0.004	30	－	0	0.004	－
令和元年度	120	0.004	120	－	0	0.004	－
(追加調査)	8	0.004	8	－	0	0.004	－
令和 2 年度	120	0.004	120	－	0	0.004	－
令和 3 年度	120	0.004	120	－	0	0.004	－
(追加調査)	10	0.004	10	－	0	0.004	－

表 15 平成 28 年～令和 3 年度 小麦中の ZEN の調査結果

調査年度	調査 点数	LOQ (mg/kg)	<LOQ の点数	ZEN 濃度 (mg/kg)			
				中央値	平均値 (LB)	平均値 (UB)	最大値
平成 28 年度	120	0.0010	71	－	0.0033	0.0039	0.062
(追加調査)	38	0.0010	5	0.0055	0.013	0.013	0.070
平成 29 年度	120	0.0010	117	－	0.00006	0.0010	0.0046
平成 30 年度	120	0.0010	86	－	0.0012	0.0019	0.020
(追加調査)	30	0.0010	20	－	0.0014	0.0021	0.012
令和元年度	120	0.0010	109	－	0.0003	0.0013	0.0081
(追加調査)	8	0.0010	6	－	0.0003	0.0010	0.0012
令和 2 年度	120	0.0010	97	－	0.0009	0.0017	0.021
令和 3 年度	120	0.0010	77	－	0.0019	0.0025	0.021
(追加調査)	10	0.0010	3	0.0016	0.0040	0.0043	0.023

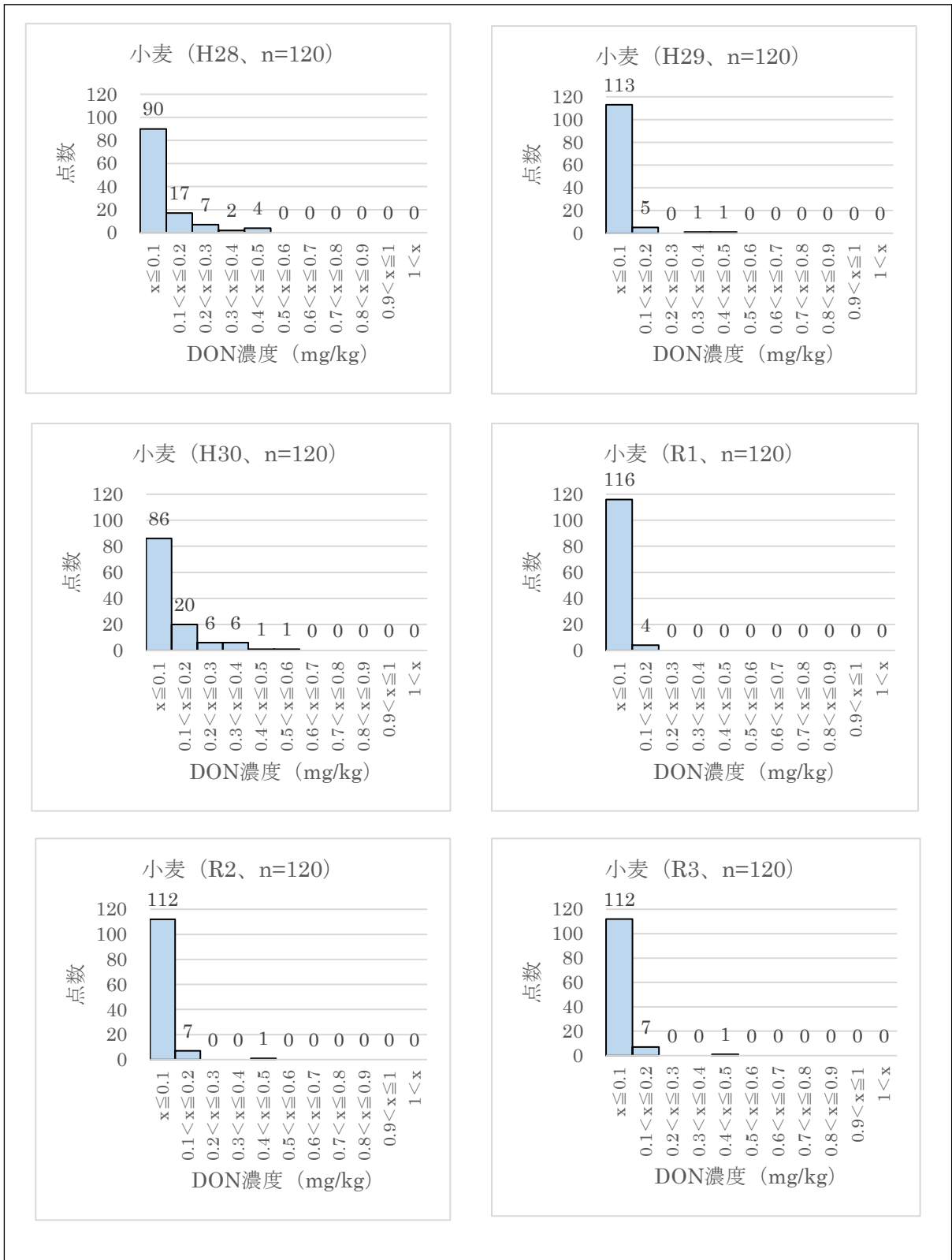


図1 小麦中のDONの度数分布

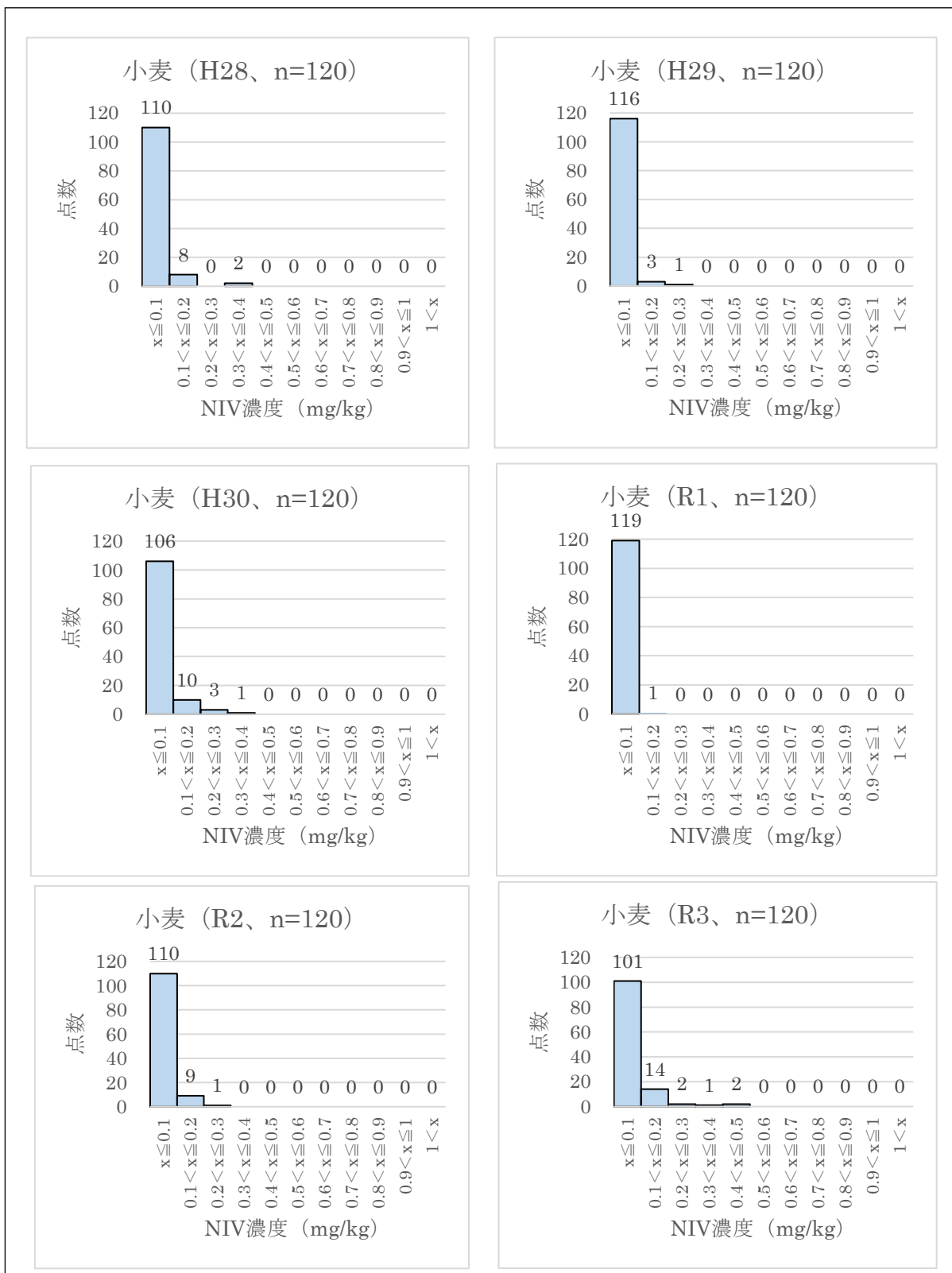


図2 小麦中のNIVの度数分布

② 含有濃度（大麦）

今回の調査結果を表 16～25 に示しました。また、検出頻度や濃度が比較的高かった DON 及び NIV の度数分布を図 3 及び 4 に示しました（追加調査分を除く。）。

小麦の調査結果と同様に、DON は多くの試料に定量可能な濃度で含まれており、調査年によって分布や中央値に違いがありました。同一の調査年でも分布が広く、いずれの年も 0.1 mg/kg 以下の試料が占める割合が多いですが、比較的濃度の高い試料もありました。

DON-3-Glc 及び NIV も多くの試料に定量可能な濃度で含まれており、DON 濃度が高い年には高くなる傾向がありました。

DON、DON-3-Glc 及び NIV のいずれも、平均値や中央値、最大値はこれまでの調査結果の範囲内でした。

3-Ac-DON、4-Ac-NIV、T2、HT2 及び ZEN はいずれの年もほとんどの試料で LOQ 未満であり、定量された場合でも LOQ に近い低い濃度でした。

15-Ac-DON 及び DAS は、いずれの試料からも定量可能な濃度で検出されませんでした。

表 16 平成 28 年～令和 3 年度 大麦中の DON の調査結果

調査年度	調査 点数	LOQ (mg/kg)	<LOQ の点数	DON 濃度 (mg/kg)			
				中央値	平均値 (LB)	平均値 (UB)	最大値
平成 28 年度	100	0.010	43	0.015	0.12	0.12	0.85
(追加調査)	12	0.010	1	0.41	0.41	0.41	0.89
平成 29 年度	100	0.010	31	0.024	0.063	0.067	0.66
平成 30 年度	100	0.010	14	0.050	0.13	0.14	0.86
(追加調査)	22	0.010	1	0.26	0.41	0.41	1.7
令和元年度	100	0.006	47	0.008	0.023	0.026	0.23
(追加調査)	3	0.006	0	0.043	0.041	0.041	0.057
令和 2 年度	100	0.006	24	0.012	0.027	0.029	0.31
令和 3 年度	99	0.006	44	0.008	0.033	0.035	0.50
(追加調査)	7	0.006	0	0.16	0.12	0.12	0.23

表 17 平成 28 年～令和 3 年度 大麦中の 3-Ac-DON の調査結果

調査年度	調査 点数	LOQ (mg/kg)	<LOQ の点数	3-Ac-DON 濃度 (mg/kg)			
				中央値	平均値 (LB)	平均値 (UB)	最大値
平成 28 年度	100	0.010	69	－	0.009	0.016	0.083
(追加調査)	12	0.010	2	0.027	0.035	0.036	0.081
平成 29 年度	100	0.010	67	－	0.008	0.015	0.069
平成 30 年度	100	0.010	62	－	0.011	0.018	0.076
(追加調査)	22	0.010	7	0.021	0.029	0.032	0.12
令和元年度	100	0.006	89	－	0.001	0.007	0.026
(追加調査)	3	0.006	3	－	0	0.006	－
令和 2 年度	100	0.006	90	－	0.002	0.007	0.037
令和 3 年度	99	0.006	82	－	0.003	0.008	0.045
(追加調査)	7	0.006	3	0.018	0.013	0.016	0.031

表 18 平成 28 年～令和 3 年度 大麦中の 15-Ac-DON の調査結果

調査年度	調査 点数	LOQ (mg/kg)	<LOQ の点数	15-Ac-DON 濃度 (mg/kg)			
				中央値	平均値 (LB)	平均値 (UB)	最大値
平成 28 年度	100	0.010	100	－	0	0.010	－
(追加調査)	12	0.010	11	－	0.001	0.011	0.016
平成 29 年度	100	0.010	100	－	0	0.010	－
平成 30 年度	100	0.010	100	－	0	0.010	－
(追加調査)	22	0.010	22	－	0	0.010	－
令和元年度	100	0.006	99	－	0.00008	0.006	0.008
(追加調査)	3	0.006	3	－	0	0.006	－
令和 2 年度	100	0.006	100	－	0	0.006	－
令和 3 年度	99	0.006	98	－	0.0002	0.006	0.022
(追加調査)	7	0.006	5	－	0.002	0.006	0.008

表 19 平成 28 年～令和 3 年度 大麦中の DON-3-Glc の調査結果

調査年度	調査 点数	LOQ (mg/kg)	<LOQ の点数	DON-3-Glc 濃度 (mg/kg)			
				中央値	平均値 (LB)	平均値 (UB)	最大値
平成 28 年度	100	0.010	46	0.012	0.13	0.13	1.3
(追加調査)	12	0.010	1	0.42	0.42	0.42	0.97
平成 29 年度	100	0.010	44	0.011	0.037	0.041	0.60
平成 30 年度	100	0.010	29	0.020	0.078	0.081	0.56
(追加調査)	22	0.010	1	0.14	0.25	0.25	1.1
令和元年度	100	0.006	60	–	0.011	0.014	0.17
(追加調査)	3	0.006	0	0.017	0.018	0.018	0.030
令和 2 年度	100	0.006	56	–	0.010	0.013	0.072
令和 3 年度	99	0.006	42	0.008	0.033	0.036	0.48
(追加調査)	7	0.006	0	0.14	0.12	0.12	0.28

表 20 平成 28 年～令和 3 年度 大麦中の NIV の調査結果

調査年度	調査 点数	LOQ (mg/kg)	<LOQ の点数	NIV 濃度 (mg/kg)			
				中央値	平均値 (LB)	平均値 (UB)	最大値
平成 28 年度	100	0.010	20	0.059	0.092	0.094	0.77
(追加調査)	12	0.010	1	0.14	0.23	0.23	0.65
平成 29 年度	100	0.010	13	0.058	0.087	0.088	0.95
平成 30 年度	100	0.010	8	0.12	0.18	0.18	0.98
(追加調査)	22	0.010	0	0.18	0.24	0.24	0.47
令和元年度	100	0.006	30	0.013	0.028	0.030	0.34
(追加調査)	3	0.006	0	0.041	0.045	0.045	0.075
令和 2 年度	100	0.006	29	0.020	0.067	0.069	0.59
令和 3 年度	99	0.006	37	0.038	0.11	0.12	2.6
(追加調査)	7	0.006	1	0.33	0.53	0.53	2.1

表 21 平成 28 年～令和 3 年度 大麦中の 4-Ac-NIV の調査結果

調査年度	調査 点数	LOQ (mg/kg)	<LOQ の点数	4-Ac-NIV 濃度 (mg/kg)			
				中央値	平均値 (LB)	平均値 (UB)	最大値
平成 28 年度	100	0.010	96	－	0.0007	0.010	0.022
(追加調査)	12	0.010	7	－	0.011	0.017	0.074
平成 29 年度	100	0.010	99	－	0.0002	0.010	0.024
平成 30 年度	100	0.010	91	－	0.002	0.011	0.035
(追加調査)	22	0.010	19	－	0.002	0.011	0.017
令和元年度	100	0.006	99	－	0.0001	0.006	0.006
(追加調査)	3	0.006	3	－	0	0.006	－
令和 2 年度	100	0.006	91	－	0.0007	0.006	0.012
令和 3 年度	99	0.006	80	－	0.003	0.008	0.10
(追加調査)	7	0.006	3	0.009	0.020	0.023	0.10

表 22 平成 28 年～令和 3 年度 大麦中の T2 の調査結果

調査年度	調査 点数	LOQ (mg/kg)	<LOQ の点数	T2 濃度 (mg/kg)			
				中央値	平均値 (LB)	平均値 (UB)	最大値
平成 28 年度	100	0.0010	97	－	0.00004	0.0010	0.0019
(追加調査)	12	0.0010	12	－	0	0.0010	－
平成 29 年度	100	0.0010	97	－	0.0002	0.0012	0.013
平成 30 年度	100	0.0010	95	－	0.0001	0.0011	0.0040
(追加調査)	22	0.0010	22	－	0	0.0010	－
令和元年度	100	0.0010	94	－	0.0001	0.0011	0.0041
(追加調査)	3	0.0010	3	－	0	0.0010	－
令和 2 年度	100	0.0010	96	－	0.0001	0.0011	0.0058
令和 3 年度	99	0.0010	97	－	0.0002	0.0012	0.014
(追加調査)	7	0.0010	7	－	0	0.0010	－

表 23 平成 28 年～令和 3 年度 大麦中の HT2 の調査結果

調査年度	調査 点数	LOQ (mg/kg)	<LOQ の点数	HT2 濃度 (mg/kg)			
				中央値	平均値 (LB)	平均値 (UB)	最大値
平成 28 年度	100	0.0020	97	－	0.0003	0.0022	0.0097
(追加調査)	12	0.0020	12	－	0	0.0020	－
平成 29 年度	100	0.0010	96	－	0.0004	0.0014	0.018
平成 30 年度	100	0.0010	95	－	0.0001	0.0011	0.0054
(追加調査)	22	0.0010	21	－	0.00005	0.0010	0.0010
令和元年度	100	0.0010	94	－	0.0003	0.0012	0.015
(追加調査)	3	0.0010	3	－	0	0.0010	－
令和 2 年度	100	0.0010	95	－	0.0006	0.0016	0.025
令和 3 年度	99	0.0010	94	－	0.0007	0.0017	0.048
(追加調査)	7	0.0010	6	－	0.0002	0.0010	0.0013

表 24 平成 28 年～令和 3 年度 大麦中の DAS の調査結果

調査年度	調査 点数	LOQ (mg/kg)	<LOQ の点数	DAS 濃度 (mg/kg)			
				中央値	平均値 (LB)	平均値 (UB)	最大値
平成 28 年度	100	0.004	100	－	0	0.004	－
(追加調査)	12	0.004	12	－	0	0.004	－
平成 29 年度	100	0.004	100	－	0	0.004	－
平成 30 年度	100	0.004	100	－	0	0.004	－
(追加調査)	22	0.004	22	－	0	0.004	－
令和元年度	100	0.004	100	－	0	0.004	－
(追加調査)	3	0.004	3	－	0	0.004	－
令和 2 年度	100	0.004	100	－	0	0.004	－
令和 3 年度	99	0.004	99	－	0	0.004	－
(追加調査)	7	0.004	7	－	0	0.004	－

表 25 平成 28 年～令和 3 年度 大麦中の ZEN の調査結果

調査年度	調査 点数	LOQ (mg/kg)	<LOQ の点数	ZEN 濃度 (mg/kg)			
				中央値	平均値 (LB)	平均値 (UB)	最大値
平成 28 年度	100	0.0010	67	－	0.0034	0.0041	0.12
(追加調査)	12	0.0010	2	0.0053	0.014	0.014	0.091
平成 29 年度	100	0.0010	92	－	0.0003	0.0012	0.012
平成 30 年度	100	0.0010	77	－	0.0013	0.0021	0.021
(追加調査)	22	0.0010	12	－	0.0021	0.0027	0.014
令和元年度	100	0.0010	93	－	0.0003	0.0012	0.012
(追加調査)	3	0.0010	2	－	0.0004	0.0010	0.0011
令和 2 年度	100	0.0010	83	－	0.0008	0.0016	0.033
令和 3 年度	99	0.0010	57	－	0.0094	0.010	0.35
(追加調査)	7	0.0010	2	－	0.010	0.011	0.032

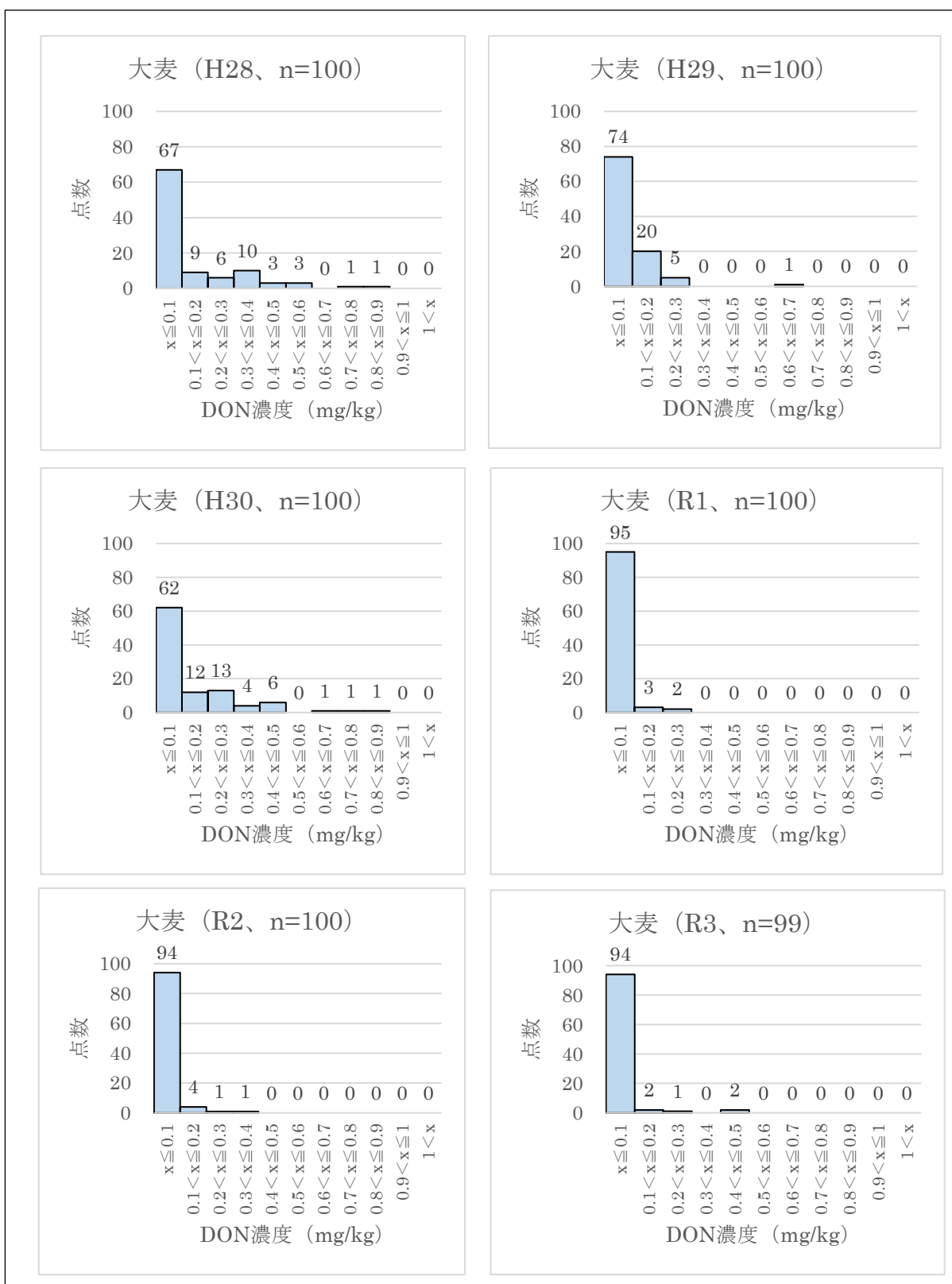


図3 大麦中のDONの度数分布

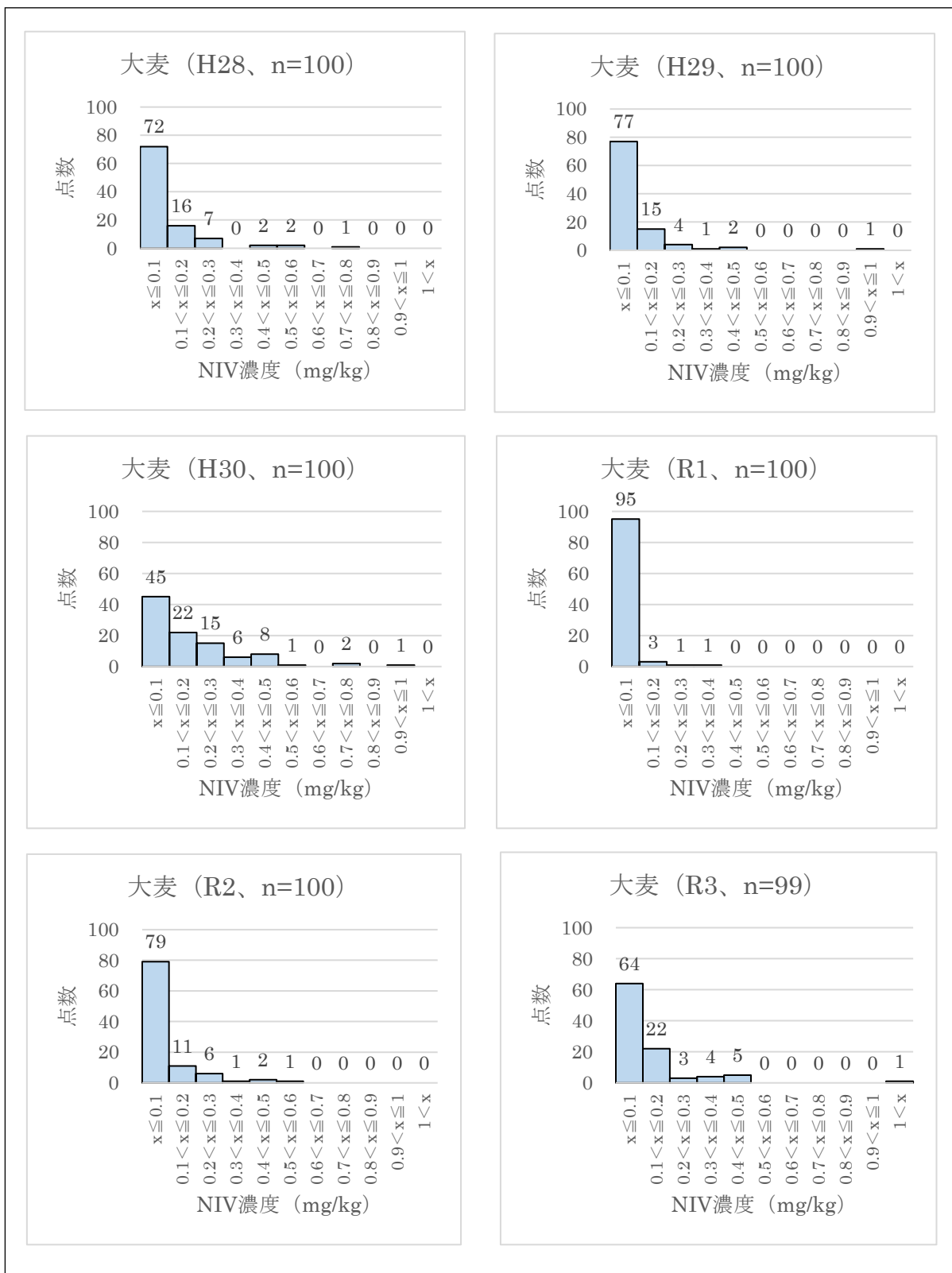


図4 大麦中のNIVの度数分布

Ⅲ 今後の予定

国産の小麦及び大麦中の DON、NIV 等のかび毒の含有濃度は年により大きく異なるため、含有実態調査を継続するとともに、必要に応じて汚染の予防・低減のための研究等を推進します。

併せて、このたび改訂した「麦類のデオキシニバレノール、ニバレノール汚染の予防及び低減のための指針」をもとに、かび毒による汚染の予防・低減対策の普及に継続して取り組みます。