

食品安全に関するリスクプロファイルシート
(化学物質)

更新日:2017年 2月 28日

項 目		内 容						
1	ハザードの名称/別名	<p>デオキシニバレノール(Deoxynivalenol: DON)及びそのアセチル体 3-アセチルデオキシニバレノール (3-acetyl-deoxynivalenol: 3-Ac-DON) 15-アセチルデオキシニバレノール (15-acetyl-deoxynivalenol: 15-Ac-DON)</p> <p>〔DONはタイプBトリコテセン※類に分類され、このタイプには他にニバレノール(Nivalenol: NIV)がある。〕 ※c-12、13にエポキシ環、c-9、10に二重結合を有する四環構造のかび毒をまとめてトリコテセン類と呼ぶ。</p>						
2	基準値、その他のリスク管理措置							
	(1)国内	<p>1. 低減のための実施規範等 <食品> ・麦類のデオキシニバレノール・ニバレノール汚染低減のための指針 (農林水産省, 2008a)</p> <p><飼料> ・飼料等への有害物質混入防止のための対応ガイドライン (農林水産省, 2008b) ・飼料等の適正製造規範(GMP)ガイドライン (農林水産省, 2015a) 飼料、飼料添加物並びにそれらの原料の輸入、製造、販売に係る事業者が自ら、全工程において有害物質等のハザードを適切に管理し、安全な飼料を供給するための基本的な安全管理の指針を示したもの。</p> <p>2. 基準値等 <食品> 暫定基準値: 小麦 1.1 ppm (mg/kg) (厚生労働省, 2002a)</p> <p><飼料></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th align="center">飼料</th> <th align="center">管理基準 (mg/kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>家畜等(生後3か月以上の牛を除く。)に給与される飼料</td> <td align="center">1</td> </tr> <tr> <td>生後3か月以上の牛に給与される飼料</td> <td align="center">4</td> </tr> </tbody> </table> <p align="right">(農林水産省, 1988)</p>	飼料	管理基準 (mg/kg)	家畜等(生後3か月以上の牛を除く。)に給与される飼料	1	生後3か月以上の牛に給与される飼料	4
飼料	管理基準 (mg/kg)							
家畜等(生後3か月以上の牛を除く。)に給与される飼料	1							
生後3か月以上の牛に給与される飼料	4							
	(2)海外	<p>1. 低減のための実施規範等 <食品> 【Codex】 ・穀類のかび毒汚染の防止及び低減に関する実施規範 (CAC/RCP 51-2003) (Revised in 2016)</p>						

(Codex, 2003)

【EU】

- 穀類及び穀類製品のフザリウム毒素の防止・低減のための実施規範 (Commission Recommendation 2006/583/EC) (EU, 2006)

【イギリス】

- 穀物中のフザリウム属のかび毒の低減のための優良農業規範 (UK, 2006)

<飼料>

【Codex】

- 穀類のかび毒汚染の防止及び低減に関する実施規範 (CAC/RCP 51-2003) (Revised in 2016) (Codex, 2003)
- 適正動物飼養に関する実施規範 (CAC/RCP 54-2004) (Codex, 2004)

【EU】

- 穀類及び穀類製品のフザリウム毒素の防止・低減のための実施規範 (Commission Recommendation 2006/583) (EU, 2006)

2. 基準値等

<食品>

【Codex】

食品及び飼料中の汚染物質及び毒素の一般基準 (CODEX STAN 193-1995)

食品	最大基準値 (mg/kg)
加工向けの穀類 ^{*1} (小麦、大麦、トウモロコシ)	2
穀類 (小麦、大麦、トウモロコシ) を原料とする フラワー、ミール、セモリナ及びフレーク	1
乳幼児用穀類 (小麦、大麦、トウモロコシ) 加工品	0.2 ^{*2}

^{*1} 加工向け穀類: 食品原材料用として使用される前、あるいは食用としての加工又は提供の前に DON 濃度を低減する追加の加工処理を受けることが意図されているもの。

^{*2} 乾物ベースで適用。

(Codex, 1995)

【EU】

最大濃度 (Commission Regulation 1126/2007)

食品	基準値	
	(µg/kg)	(mg/kg) (換算値)
未加工穀類 (デュラム麦、オート麦、トウモロコシを除く)	1,250	1.25
未加工デュラム小麦及びオート麦	1,750	1.75
未加工トウモロコシ (湿式製粉用を除く)	1,750	1.75
直接消費用の穀類及び穀類製粉	750	0.75

(乳幼 用穀類加工品を除く)		
パスタ(乾燥)	750	0.75
パン、ペストリー、ビスケット、穀類スナック及び朝食 シリアル	500	0.50
乳幼児用の穀類加工品及びベビーフード	200	0.20
直接消費用以外のトウモロコシ粉(径 500 µm 超)	750	0.75
直接消費用以外のトウモロコシ粉(径 500 µm 以下)	1,250	1.25

(EU, 2007)

【米国】

勧告値 最終小麦製品: 1,000 µg/kg (1 mg/kg)

(FDA, 2010)

<飼料>

【米国】

勧告値(Advisory levels) (Guidance for Industry and FDA)

対象飼料		勧告値(mg/kg)
4ヶ月以上の牛	穀物やその副産物*	10
	発酵粕*	30
	肉用牛飼料	10
	乳用牛飼料	5
豚用飼料		1
鶏用飼料		5
その他の家畜用飼料		2

* 88%乾物重量とした場合の値

(FDA, 2010)

【EU】

Commission Recommendation 2006/576

対象飼料	指導値* (mg/kg)
飼料原料	
トウモロコシの副産物を除く穀物及び穀類製品***	8
トウモロコシの副産物	12
配合飼料(下記以外)	5
豚用	0.9
子牛(生後4ヶ月未満)、子羊、子ヤギ用	2

* 飼料中の目安を示すものであり、安全性の基準ではない

* 水分含量 12%に換算した値

(EU, 2006)

3	ハザードが注目されるようになった経緯	1940-1950 年代、日本では、赤かび病に感染した穀物が DON を含むトリコテセン類のかび毒に汚染され、これらの穀物の摂食に起因する食中毒事故が複数報告されている。
---	--------------------	---

その後、2001年にJECFAはDONについて評価を行い、DONについてPMTDI 1 µg/kg bwを設定。また、摂取量評価においては、5つの地域のうち、4地域で本PMTDIを超過していると報告。

(JECFA, 2001)

JECFAの評価以降、国内では再度、関心が高まった。

4 汚染実態の報告

(1)国内

<食品>

【農林水産省】

○国産麦類(玄麦)中の含有実態調査

① DON (2002-2015年)

品目	調査年	試料点数	定量限界 (mg/kg)	定量限界 以上 点数	最大値 (mg/kg)	平均値 LB (mg/kg)	平均値 UB (mg/kg)
小麦	2002	199	0.05	81	2.1	0.16	0.19
	2003	213	0.05	77	0.58	0.067	0.099
	2004	226	0.05	81	0.93	0.044	0.063
	2005	200	0.04-0.010	92	0.23	0.016	0.019
	2006	100	0.06-0.010	87	0.88	0.13	0.13
	2007	100	0.009	57	0.29	0.021	0.025
	2008	120	0.04-0.013	81	0.46	0.031	0.035
	2009	120	0.0018-0.007	83	0.49	0.045	0.046
	2010	120	0.0020-0.005	104	0.54	0.059	0.059
	2011	120	0.003	104	0.53	0.059	0.060
	2012	120	0.0022-0.008	109	0.79	0.067	0.067
	2013	120	0.0021	86	0.48	0.015	0.015
	2014	120	0.003	78	0.14	0.014	0.015
	2015	120	0.003	72	0.33	0.035	0.036
	大麦	2002	50	0.05	22	4.8	0.26
2003		54	0.05	20	3.7	0.29	0.32
2004		56	0.05	33	1.8	0.24	0.26
2005		50	0.004-0.010	30	0.46	0.058	0.061
2006		10	0.006-0.010	10	2.5	0.55	0.55
2007		10	0.007	7	0.32	0.063	0.065
2008		100	0.006-0.007	78	0.56	0.032	0.033
2009		100	0.0020-0.007	63	0.23	0.019	0.021
2010		100	0.003-0.004	98	0.50	0.078	0.078
2011		100	0.004-0.008	82	1.0	0.11	0.11
2012		100	0.0025-0.005	97	1.5	0.16	0.16
2013		100	0.0022	77	0.12	0.013	0.013
2014		99	0.003	59	0.22	0.011	0.012
2015		100	0.003	63	0.37	0.052	0.053

※ 平均値(LB)は定量限界未満の濃度を「0」として、平均値(UB)は定量限界未満の濃度を定量限界として算出。

② 3-Ac-DON (2008-2015年)

品目	調査年	試料点数	定量限界 (mg/kg)	定量限界以上点数	最大値 (mg/kg)	平均値 LB (mg/kg)	平均値 UB (mg/kg)
小麦	2008	120	0.005-0.016	6	0.018	0.00050	0.010
	2009	120	0.0020-0.007	20	0.018	0.0011	0.0050
	2010	120	0.0015-0.007	25	0.019	0.0015	0.0048
	2011	120	0.003-0.004	37	0.017	0.0021	0.0043
	2012	120	0.005-0.006	16	0.033	0.0020	0.0066
	2013	120	0.003	11	0.025	0.00079	0.0035
	2014	120	0.003	3	0.006	0.0001	0.0050
	2015	120	0.005	13	0.017	0.0011	0.0056
大麦	2008	100	0.003-0.008	19	0.053	0.0085	0.0062
	2009	100	0.003-0.010	8	0.034	0.0085	0.0047
	2010	100	0.0020-0.008	54	0.052	0.012	0.011
	2011	100	0.003-0.009	58	0.076	0.015	0.014
	2012	100	0.004-0.007	62	0.13	0.025	0.024
	2013	100	0.0024	44	0.020	0.0040	0.0033
	2014	99	0.005	9	0.030	0.0055	0.0034
	2015	100	0.005	35	0.053	0.0095	0.0077

※ 平均値(LB)は定量限界未満の濃度を「0」として、平均値(UB)は定量限界未満の濃度を定量限界として算出。

③ 15-Ac-DON (2008-2015年)

品目	調査年	試料点数	定量限界 (mg/kg)	定量限界以上点数	最大値 (mg/kg)	平均値 LB (mg/kg)	平均値 UB (mg/kg)
小麦	2008	120	0.003-0.008	0	<0.008	0	0.0052
	2009	120	0.0012-0.008	7	0.004	0.00013	0.0043
	2010	120	0.0010-0.005	9	0.0043	0.00013	0.0028
	2011	120	0.0024	2	0.0027	0.000043	0.0024
	2012	120	0.0021-0.003	2	0.0063	0.000077	0.0025
	2013	120	0.0020	0	<0.0020	0	0.0020
	2014	120	0.003	0	<0.003	0	0.0030
	2015	120	0.003	0	<0.003	0	0.0030
大麦	2008	100	0.002-0.007	8	0.0088	0.00034	0.0055
	2009	100	0.0014-0.007	7	0.006	0.00023	0.0043
	2010	100	0.0010-0.004	14	0.023	0.0010	0.0040
	2011	100	0.0020-0.003	9	0.036	0.00090	0.0034
	2012	100	0.0021-0.004	11	0.014	0.00081	0.0040
	2013	100	0.0025	0	<0.0025	0	0.0025
	2014	99	0.003	2	0.005	0.000091	0.0030
	2015	100	0.003	0	<0.003	0	0.0030

※ 平均値(LB)は定量限界未満の濃度を「0」として、平均値(UB)は定量限界未満の濃度を定量限界として算出。

(農林水産省)

○ 輸入小麦の DON の実態調査

品目	試料 点数	定量限界 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg)
小麦	178	不明	0.68	0.06

(農林水産省, 2003)

○ 国産豆類中の DON の実態調査 (2014-2015 年)

品目	試料 点数	定量限界 (mg/kg)	定量限界 以上点数	最大値 (mg/kg)	平均値	
					LB (mg/kg)	UB (mg/kg)
小豆	162	0.004- 0.010	4	0.014	0.00025	0.0064
いんげん	144	0.004- 0.010	8	0.027	0.00068	0.0062

※ 平均値(LB)は定量限界未満の濃度を「0」として、平均値(UB)は定量限界未満の濃度を定量限界として算出。

(農林水産省)

【厚生労働省】

○ 穀物の調査

①2002 年

品目	試料 点数	定量限界 (mg/kg)	最大値 (mg/kg)	平均値 (mg/kg)
小麦	27	0.5	0.1	—
玄米	124	0.002	0.061	0.0007

(厚生労働省, 2002b)

②2007 年

品目	試料 点数	定量限界 (mg/kg)	最大値 (mg/k)	平均値※ (mg/kg)
小麦粉	79	0.002	0.63	0.065

※ GEMS/Food が示す方法に従って平均値を算出。

- 国産小麦粉の DON 濃度と NIV 濃度とは相関性が高い ($R^2=0.9748$)。

(厚生労働省, 2007)

<飼料>

○ 政府所有米穀(輸入米)※のかび毒検査結果(2011-2015 年)

- 飼料用に販売する輸入米(精米及び玄米)を対象に実施。

年度	試料点数	定量限界 (mg/kg)	定量限界 以上の点数
2011	4,738	0.02	0
2012	3,825	0.02	0
2013	3,900	0.02	0
2014	5,161	0.02	0
2015	7,309	0.02	0

(農林水産省, 2011-2015)

○ 飼料原料及び配合飼料の DON 実態調査

品目	年度	試料 点数	定量限界 ^{※2} 以上の点数	最大値 (mg/kg)	平均値 ^{※3} (mg/kg)
トウモロコシ ※1	2011	57	53	0.86	0.19
	2012	54	45	0.53	0.16
	2013	59	39	1.10	0.12
	2014	60	56	0.57	0.18
	2015	58	43	0.71	0.25
トウモロコシ 副産物 ※1	2011	39	36	9.50	1.08
	2012	59	58	3.80	1.06
	2013	70	52	7.40	0.89
	2014	48	44	7.00	1.02
	2015	51	43	5.80	1.06
小麦 ※1	2011	2	0	0.00	0.00
	2012	7	2	0.23	0.04
	2013	3	3	0.77	0.53
	2014	7	4	1.20	0.33
	2015	1	1	0.23	0.23
大麦 ※1	2011	10	1	0.08	0.01
	2012	14	4	0.13	0.03
	2013	13	5	0.26	0.06
	2014	3	0	-	0
	2015	10	4	0.45	0.06
配合飼料	2011	216	177	0.54	0.15
	2012	246	213	0.57	0.16
	2013	228	164	1.40	0.12
	2014	214	167	0.75	0.14
	2015	171	157	1.50	0.25

※1 原料は概ね輸入したもの。

※2 定量限界:0.01 mg/kg(LC-MS 及び GC-ECD による方法)、0.04 mg/kg(LC-MS/MS による方法)、0.1 mg/kg (HPLC による方法)

※3 平均値は定量限界未満を「0」として算出。

((独)農林水産消費安全技術センターのデータを作成)

(2)産生菌

DONを産生する *Fusarium* 属の主なかび

F. graminearum :

生育至適条件 温度:25°C、水分活性:0.88 以上

F. culmorum :

生育至適条件 温度:21°C、水分活性:0.87 以上

(JECFA, 2001)

5 毒性評価

(1)吸収、分布、排出及び代謝

[[3-Ac-DON]と明記したもの(③排出)以外は、DONの情報]

①経口摂取

- 羊に 5 mg/kg bw の DON を経口投与した後 36 時間、尿中の DON 濃度を測定。その結果、羊の DON の経口によ

る吸収率は約 7%だった。

(JECFA, 2001)

②分布

○ ニワトリを用いた試験では、経口摂取の 3 時間後、DON の大部分が胆汁に分布。一部は腎臓、血漿、血液、肝臓に分布。72 時間後には、胆汁を除き、ほとんど臓器や組織から検出されない。

(JECFA, 2001)

○ ブタを用いた試験

• 静脈内投与の 3 時間後、DON は腎臓、肝臓、血漿、胸部脂肪等に分布。24 時間後には、ほとんどの臓器や組織から検出されない。

(JECFA, 2001)

• 4.2 mg/kg の DON を含む飼料を 7 日間経口投与。DON は胃と十二指腸を通る間に速やかに概ね全量が吸収され、血中濃度は当該飼料を摂食した 4.1 時間後に最高に達した。

(JECFA, 2011)

• 5.7 mg/kg の DON を含む小麦を 4 週間連続して経口投与。DON は投与後速やかに吸収され、血中濃度は 88.4 分後に最高に達した。経口投与では投与量の 50%以上が速やかに吸収され体内に分布。ごく少量が代謝された。

(JECFA, 2011)

③排出

• 経口投与量に対する排出の割合

供試動物	観察時間 (時間)	排出割合 (%)		
		尿	糞	胆汁
ラット	96	25	64	(試験せず)
羊	36	69	4	0.1

(JECFA, 2001)

• 血漿中半減期

供試動物	血半減期 (分、時間)	投与経路
羊	100-125 分	経口
豚	3.9 時間	静脈
	5.8 時間	1 週間連続給与(経口)
	6.28 時間	4 週間連続給与(経口)

(JECFA, 2001; JECFA, 2011)

【3-Ac-DON】

トリコテセン類のかび毒を脱エポキシ化することができることで知られている腸内細菌叢を有している豚に、2.5 mg/kg の 3-Ac-DON を含む飼料を連続して 25 日間給与。血漿、尿、糞に 3-Ac-DON と代謝物は検出されなかったが、給与 20 分後に血漿から DON が検出された。豚では、3-Ac-DON から DON への変換が示唆される。

(JECFA, 2011)

	<p>④代謝 脱エポキシ、グルクロン酸抱合の反応が起こる度合いは動物種などによって異なる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ラット:脱エポキシ ○ 牛:脱エポキシ+グルクロニド抱合 ○ 羊:グルクロニド抱合 ○ 豚: <ul style="list-style-type: none"> ・ 代謝は認められない。経口投与試験で、約 95%の DON がそのまま回収されると報告されている。 ・ スウェーデンのウパサラ地方の養豚農家で飼育されている豚は、脱エポキシ能を有し、その能力は個体間で伝播すると報告されている。 <p style="text-align: right;">(JECFA, 2001; JECFA, 2011)</p> <p>⑤移行 ・ 動物は高濃度の DON に汚染された飼料の摂食を拒否すること、DON は家畜の体内で速やかに代謝、排泄されることから、DON の畜産物への移行は問題にならない。</p> <p><参考></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 鶏卵:放射性同位元素 ^{14}C でラベルした DON を産卵鶏に投与した結果、鶏卵に ^{14}C はわずかに移行したが DON とその代謝物の増加は観察されず。 ○ 乳: <ul style="list-style-type: none"> ・ 牛に 920 mg の DON を 1 回給与した後、乳汁中の DON と抱合体 の最高濃度は 4 ng/ml。 ・ 牛に 0.21 mg/kg bw /day の DON を 10 週間連続給与し、2 週間ごとに乳汁中の DON と代謝物を測定したところ、LOD (5 ng/ml)以下。 <p style="text-align: right;">(JECFA, 2001)</p>
(2)急性毒性	<p>①LD₅₀</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ DON: 46 mg/kg bw (マウス、経口) ・ 3-Ac-DON: 34 mg/kg bw (マウス、経口) ・ 15-Ac-DON: 34 mg/kg bw (マウス、経口) <p>②急性毒性に関する最も低い NOAEL</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ DON: 0.025 mg/kg bw (豚、経口) <p>③標的器官/影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 嘔吐、食欲抑制、下痢 <p style="text-align: right;">(JECFA, 2001)</p>
(3)短期毒性	<p>[DON の情報]</p> <p>①短期毒性に関する最も低い NOAEL</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NOEL = 0.04 mg/kg bw/day (ブタ、経口、95 日間) <p>②標的器官/影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 摂餌量減少。0.2 mg/kg bw/day では体重増加量の減少、肝重量の増加、血清アルブミンの減少 <p style="text-align: right;">(JECFA, 2001)</p>

	<p>(4)長期毒性</p> <p>〔DON の情報〕</p> <ul style="list-style-type: none"> 2年間のマウス投与試験では発がん性は示唆されなかった。またマウスを使った別の試験は、DON は initiator 又は promoter のいずれでもなかったと報告している。 (JECFA, 2001) JECFAによる再評価までに、動物を用いた長期毒性試験と発がん性試験はなかった。 (JECFA, 2011) IARC グループ 3 (人に対する発がん性については分類できない) (IARC, 1993) 															
<p>6 耐容量</p> <p>(1)耐容摂取量</p> <p>① PTDI/PTWI/PTMI</p> <p>②PTDI/PTWI/PTMI の根拠</p> <p>(2)急性参照量(ARfD)</p>	<p>DON、3-Ac-DON、15-Ac-DON のグループ PMTDI = 1 µg/kg bw (JECFA, 2011)</p> <p>(2001年にJECFAはDONのみを対象として、PMTDI = 1 µg/kg bwを設定。(JECFA, 2001))</p> <p>マウスの長期毒性試験(2年間)における成長抑制に関する NOEL = 100 µg/kg bw/day 安全係数: 100 (JECFA, 2001, 2011)</p> <p>DON、3-Ac-DON、15-Ac-DON のグループ ARfD = 8 µg/kg bw</p> <p>(急性参照量(ARfD)の根拠) DONに汚染された飼料を豚に給与した、嘔吐に関する2つの動物試験の結果を合わせてBMDモデルを作成し、嘔吐に関するBMDL₁₀を算出。 BMDL₁₀ = 0.21 mg/kg bw/day (JECFA, 2011)</p>															
<p>7 暴露評価</p> <p>(1)推定一日摂取量</p>	<p>【国内】 「モンテカルロ法による日本人の小麦摂取によるDON暴露量の推定」</p> <p>小麦摂取によるDONによる暴露量の推定値 (µg/kg bw/day)</p> <table border="1" data-bbox="719 1715 1406 1843"> <thead> <tr> <th>年齢</th> <th>1-6</th> <th>7-14</th> <th>15-19</th> <th>20以上</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>95 パーセンタイル</td> <td>0.85</td> <td>0.36</td> <td>0.36</td> <td>0.32</td> </tr> <tr> <td>99 パーセンタイル</td> <td>2.58</td> <td>0.97</td> <td>1.08</td> <td>0.94</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> 試算にあたり、小麦の摂取量は平成14年度国民栄養調査(厚生労働省)、小麦のDONの含有濃度は平成14～16年度汚染実態調査(農林水産省)及び平成15年度調査(厚生労働省)のデータを採用。 	年齢	1-6	7-14	15-19	20以上	95 パーセンタイル	0.85	0.36	0.36	0.32	99 パーセンタイル	2.58	0.97	1.08	0.94
年齢	1-6	7-14	15-19	20以上												
95 パーセンタイル	0.85	0.36	0.36	0.32												
99 パーセンタイル	2.58	0.97	1.08	0.94												

- 濃度及び摂取量は加工による減衰が考慮されていないなど不確実性が高い。
- 以下のいずれの小麦粉の規制シナリオにおいて大きな差異は認められなかった。
 - ① 規制なし（上の表）
 - ② 0.55 mg/kg 規制（小麦では 1.1 mg/kg）
 - ③ 1 mg/kg 規制（小麦では 2 mg/kg）
- いずれの規制シナリオの 95 パーセンタイル値は、PMTDI 1 $\mu\text{g}/\text{kg bw}$ を超えなかった。乳幼児の 99 パーセンタイル値では、すべての規制シナリオにおいて PMTDI の 2 倍となった。

(厚生労働省, 2006)

【JECFA】

GEMS/Food に提出された 42 カ国(10 クラスタ)の汚染実態データや科学文献から DON による曝露量を推定。その平均値が PMTDI 1 $\mu\text{g}/\text{kg bw}$ を超える事例は、幼児の多量摂食事例に限られていた。

- 濃度及び摂取量は加工による減衰が考慮されていないなど不確実性が高い。
- アセチル体の濃度は DON 濃度の 10%未満であることから、DON の摂取評価に考慮されていない。

【DON による曝露量(抜粋)】

国名	平均値 ($\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{day}$)	上分位の値 ($\mu\text{g}/\text{kg bw}/\text{day}$)
アルゼンチン	0.02-0.06(パン)	—
ベルギー	<0.07(ビール)	0.23(97.5 th 、ビール) 0.05(卵)
デンマーク	0.02-0.03(大人) 0.32(子供)	2 (99 th 、4-19 歳)
韓国	0.1 (7 歳以上) 0.14(3-6 歳)	0.2 (7 歳以上) 0.30(3-6 歳)
GEMS/Food	0.19-14.5	—

(JECFA, 2011)

(2)推定方法

【国内】

国民栄養調査(2002 年)から得られた小麦を含んだ 108 食品からの小麦摂取量、農林水産省の小麦の DON 含有濃度調査(2002-2004 年)と厚生労働省の小麦粉の DON 含有濃度調査(2003 年)のデータを用い、モンテカルロ・シミュレーションの手法によって、4 層の年齢階層別に曝露量を試算。精麦精米、加工による減衰も考慮されていない。

(厚生労働省, 2006)

【JECFA】

各国の曝露量は 2010 年までに公表された科学文献をもとに評価。個別の推定方法は不明。GEMS/Food の値は、穀類(加工品除く)について、加重平均濃度 \times 推定平均食物摂取量。

(JECFA, 2011)

8	MOE(Margin of exposure)	—
9	調製・加工・調理による影響	<p>[DONに関する情報]</p> <p><製粉></p> <ul style="list-style-type: none"> ・フザリウム属菌が麦類の胚乳にどこまで侵入しているかによるが、通常、製粉によって、DON はふすまには高濃度、小麦粉には低濃度に含有される。 (JECFA, 2001) ・ふるいによってふすまを除くと、もとの小麦中の濃度から41-50%まで減少。 (JECFA, 2011) ・DONを0.2又は0.5 mg/kg 含む小麦を製粉した時、小麦粉(歩留まり60%)のDON濃度は、35-50%に減少。またDONを0.006-2.5 mg/kg 含む小麦を製粉した時、小麦粉(歩留まり不明)のDON濃度は、22-30%に減少。 (厚生労働省, 2002b) <p><加熱調理></p> <p>○ ゆでる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・トリコテセン類のかび毒は、麺類及びスパゲッティの調理中にゆで汁に相当量移行する。 (JECFA, 2001) ・DONを0.85 mg/kg 含むうどんをゆでた時、ゆでた後のうどんのDON濃度は、0.21-0.29 mg/kg(現物)に減少した。(厚生労働省, 2002b) ゆで麺に30%が残存、ゆで汁に40%が移行した。 (Sugita- Konishi, 2006) <p>○ 焼く</p> <ul style="list-style-type: none"> ・DONを500 - 2,000 µg/kg 含む小麦を用いてパンを焼いた結果、ドウの発酵やパンを焼く過程で、DONの濃度は概ね半分の濃度に減少。 (JECFA, 2001; Sugiyama <i>et al</i>, 2009) ・DONを0.86 mg/kg 含むパン用小麦を用いて、家庭用パン焼き器でパンを焼いた時、パン中のDON濃度は、最大で9%減少した。 (厚生労働省, 2002b) ・全国9箇所から得られた国産小麦粉35点(DON濃度:<0.005 - 0.11 mg/kg)を用いて、大量製造用の製パン設備でパンを焼いた時、食パン中のDON濃度は<0.005 -0.025 mg/kgの範囲で、50-70%減少した。 (厚生労働省, 2007) <p>○ 蒸す</p> <ul style="list-style-type: none"> ・DONを0.78 mg/kg 含む小麦を用いて10-20分蒸して蒸しパンを作った時、蒸しパン中のDONの濃度は、0.51-0.68 mg/kg(現物)減少した。 (厚生労働省, 2002b) <p>参考:水分量(五訂日本食品標準成分表) 小麦粉 14%、生うどん 33.5%、ゆでうどん 75%</p>

		<p><アルカリ水溶液処理></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ DON(濃度不明)に汚染されたトウモロコシから、トルティーヤ[*]を製造した結果、DONの濃度は18~28%に減少。 [*] 消石灰水中でゆでるなどしてアルカリ処理したトウモロコシをすり潰して作る薄焼きパン。メキシコや中央アメリカの伝統料理。 <p>(JECFA, 2001)</p> <p><醸造></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ モルト化工程や醸造が、DON濃度の低下に関して有効かどうかに関する試験や調査はほとんどない。発芽過程ではDON濃度が2倍に上昇し、発酵過程では酵母がDONを吸収することにより濃度が減少という報告がある。 <p>(JECFA, 2011)</p> <p>JECFAは、科学文献に報告されている穀物の重力による選別、製粉、洗浄、水や炭酸ナトリウム水溶液中における超音波洗浄、焼くこと、エクストルージョン(加圧加熱処理)、発酵等の各方法によるDONの減少効果について、考察を加えている。</p> <p>(JECFA, 2001)</p>																					
10	<p>ハザードに汚染される可能性がある農作物/食品の生産実態</p> <p>(1)農産物/食品の種類</p> <p>(2)国内の生産実態</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 穀類(小麦、トウモロコシ、オーツ、ライ麦、大麦、米)及びその加工品 <p>(JECFA, 2001; JECFA, 2011)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 我が国においては、摂取量及び汚染の実態から、麦類が重要。 <p><食品></p> <p>○麦類、豆類の収穫量(2015年 作物統計)</p> <table border="1" data-bbox="719 1373 1401 1630"> <thead> <tr> <th>麦種</th> <th>作付面積(ha)</th> <th>収穫量(t)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>小麦</td> <td>213,100</td> <td>1,004,000</td> </tr> <tr> <td>二条大麦</td> <td>37,900</td> <td>113,300</td> </tr> <tr> <td>六条大麦</td> <td>18,200</td> <td>52,300</td> </tr> <tr> <td>はだか麦</td> <td>5,200</td> <td>11,300</td> </tr> <tr> <td>小豆</td> <td>27,300</td> <td>63,700</td> </tr> <tr> <td>いんげん</td> <td>10,200</td> <td>25,500</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ・ 国内の麦類、豆類の主産地(2015年 作物統計) 小麦:北海道、福岡、佐賀、群馬、埼玉、愛知 二条大麦:栃木、佐賀、福岡、北海道、岡山 六条大麦:福井、富山、茨城、栃木、石川 はだか麦:愛媛、香川、大分、福岡、山口 小豆:北海道、兵庫、京都、岩手、岡山 いんげん:北海道、長野、群馬、福島、茨城 	麦種	作付面積(ha)	収穫量(t)	小麦	213,100	1,004,000	二条大麦	37,900	113,300	六条大麦	18,200	52,300	はだか麦	5,200	11,300	小豆	27,300	63,700	いんげん	10,200	25,500
麦種	作付面積(ha)	収穫量(t)																					
小麦	213,100	1,004,000																					
二条大麦	37,900	113,300																					
六条大麦	18,200	52,300																					
はだか麦	5,200	11,300																					
小豆	27,300	63,700																					
いんげん	10,200	25,500																					

11	汚染防止・リスク低減方法	<p><食品(麦類)> 麦類のデオキシニバレノール・ニバレノール汚染低減のための指針」</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 赤かび病防除のための取組事項 <ol style="list-style-type: none"> (1) 品種の選択 <ul style="list-style-type: none"> ・ 赤かび病抵抗性の比較的強い品種を選択 (2) 生育状況の把握 (3) 適期防除 <ul style="list-style-type: none"> ・ 小麦は開花始期から開花期、二条大麦は穂揃い期10日後頃、六条大麦は開花始期から開花期に必ず最初の防除を実施 (4) 農薬の選択 <ul style="list-style-type: none"> ・ 薬剤や剤型による効果の違い等を考慮し適切に選択 2 栽培管理・乾燥調製等の工程における取組事項 <ol style="list-style-type: none"> (1) 適期における適切な収穫の励行 (2) 前作の作物残さ等の適切な処理 (3) 適切な乾燥調製の実施 <ul style="list-style-type: none"> ・ 収穫後のかび毒の増加を防ぐため、可能な限り速やかに乾燥荷受け時に赤かび病被害粒を確認し、仕分けを徹底 ・ 選別により、DON/NIV 濃度を低減 3 かび毒検査の活用 <p style="text-align: right;">(農林水産省, 2008a)</p> <p><飼料> 飼料の輸入業者、製造業者などの関連業者が遵守すべき管理の指針「飼料等への有害物質混入防止のための対応ガイドラインについて」を示し、原料等の段階から有害物質の混入を未然に防止している。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 目的 2 定義 3 農林水産省の対応 4 情報の収集及び共有 5 飼料等の輸入 6 製造事業場における原料等の受入れ 7 飼料等の製造に関する指針 8 飼料等の輸送及び保管に関する指針 9 有害畜産物の生産等のおそれがある場合における対応 10 輸入又は製造数量の報告 <p style="text-align: right;">(農林水産省, 2008b)</p>
12	リスク管理を進める上で不足しているデータ等	<p><食品(麦類)> ○麦類の DON 濃度の年次変動の把握や「麦類のデオキシニバレノール・ニバレノール汚染低減のための指針」による低減対策の有効性の検証のため、国産小麦と大麦の DON 含有実態調査を継続。 ○麦類の DON 濃度と DON のアセチル体、配糖体濃度の年次変動、DON 濃度との相関を把握するため、国産小麦と大麦のトータル DON の含有実態を調査。</p>

		<p>○生産段階における対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 農薬による2回目の防除の必要性や散布時期などについて検討するデータが不足している。 <p>○貯蔵段階における対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 貯蔵中に DON 等が産生される可能性に関する情報(湿度管理など)が不足している。 <p>○JECFA の勧告 (JECFA, 2011)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ DON の配糖体(DON-3-グルコシド)が穀物やビールから検出されており、DON の総暴露に影響を与えている可能性があるため、本物質の ADME 試験を行うべき。 ・ DON のアセチル体(3-Ac-DON、15-Ac-DON)、配糖体(DON-3-グルコシド)については、追加して汚染データと加工による効果試験が必要。合わせて DON が共存する時の以上のデータも必要。 <p><飼料></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 国産の粗飼料、飼料用米の生産が増加しているため、これらの DON 含有実態データが必要(調査実施中)。
13	消費者の関心・認識	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一般的にかび毒に対する消費者の関心は低いが、2002年に小麦中の DON の暫定基準値が設定されたため、小麦生産者の関心は高い。 ・ 農林水産省が 2015 年に実施したアンケート(消費者以外の事業者等を含む。)では、非常に関心がある 13%、関心がある 34%、あまり関心が無い又は知らなかったが 53%との結果がある。 <p>(農林水産省, 2015b)</p>
14	その他	<p>○ 食品安全委員会の健康影響評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 一般的な日本人の食品からの DON 摂取が健康に悪影響を及ぼす可能性は低いと評価。 ・ リスク管理機関に対して、気象条件等の影響による濃度の年次変動があるため、生産段階における汚染低減対策を着実に進めるとともに、基準の必要性について検討するよう要請。 <p>(食品安全委員会, 2010)</p> <p>○ 農林水産省の研究事業</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ プロジェクト研究「生産・流通・加工工程における体系的な危害要因の特性解明とリスク低減技術の開発」麦類のかび毒汚染防止・低減技術の開発(2008-2012)
15	出典・参照文献	<ul style="list-style-type: none"> ・ Codex.1995. CODEX STAN 193-1995 Codex General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed. ・ Codex.2003. CAC/RCP 51-2003. Code of Practice for the Prevention and Reduction of Mycotoxin Contamination in Cereals, including Annexes on Ochratoxin A, Zearalenone, Fumonisin and Tricothecenes. ・ Codex.2004. CAC/RCP 54-2004. Code of Practice on Good Animal Feeding. ・ EU. 2006. Commission Recommendation (EC) No.583/2006. On the prevention and reduction of

		<p>Fusarium toxins in cereals and cereal products. Off. J. Eur. Union ,L 234/35-40</p> <ul style="list-style-type: none"> • EU. 2007. Commission Regulation (EC). No.1126/2007. Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards Fusarium toxins in maize and maize products. Off. J. Eur. Union, L255/14-17. • FDA. 2010. Guidance for Industry and FDA. Advisory Levels for Deoxynivalenol (DON) in Finished Wheat Products for Human Consumption and Grains and Grain By-Products used for Animal Feed. • IARC. 1993. Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans; Vol.56: Some Naturally Occurring Substances: Food Items and Constituents, Heterocyclic Aromatic Amines and Mycotoxins. 397-444. • JECFA. 2001. FAS 47/FNP 74-JECFA 56/419. • JECFA. 2011. Safety evaluation of certain contaminants in food. WHO FOOD ADDITIVES SERIES: 63. 317-485. • Sugita-Konishi. et al . 2006. Effect of Cooking Process on the Deoxynivalenol Content and Its Subsequent Cytotoxicity in Wheat Products. Biosci. Biotech. Biochem. 70:1764-1768. • Sugiyama. et al . 2009. A reduced rate of deoxynivalenol and nivalenol during bread production from wheat flour in Japan. Mycotoxins. 59 (1): 1-6. • UK. 2006. The UK Code of Good Agricultural Practice to Reduce Fusarium Mycotoxins in Cereals. • 厚生労働省. 2002a. 平成 14 年 5 月 21 日付け食品安全部長通知. 食安発第 0521001 号「小麦のデオキシニバレノールに係る暫定的な基準値の設定について」 • 厚生労働省. 2002b. 小麦等のデオキシニバレノールに係る規格基準設定のための緊急調査研究. 厚生労働科学特別研究事業;2002; 6-9, 51-63. • 厚生労働省. 2006. 食品中のカビ毒の毒性および暴露評価に関する研究. 厚生労働科学研究費補助金食品の安心・安全確保推進研究事業. 191-197. • 厚生労働省. 2007. かび毒を含む食品の安全性に関する研究. 厚生労働科学研究食品の安心・安全確保推進研究事業. 2007; 19-32. • 食品安全委員会. 2010. かび毒評価書 デオキシニバレノール及びニバレノール • 農林水産省. 1988. 昭和 63 年 10 月 14 日付け畜産局長通知. 63 畜 B 第 2050 号「飼料の有害物質の指導基準の制定について」 • 農林水産省. 2003. 麦類のかび毒の実態調査結果について • 農林水産省. 2008a. 平成 20 年 12 月 17 日付け消費・安全局長、生産局長連名通知. 20 消安第 8915 号 20 生産第 5731 号「麦類のデオキシニバレノール・ニバレノール汚染
--	--	--

		<p>低減のための指針」</p> <ul style="list-style-type: none">• 農林水産省. 2008b. 平成 20 年 3 月 10 日付け消費・安全局長通知. 19 消安第 14006 号「飼料等への有害物質混入防止のための対応ガイドラインについて」• 農林水産省. 2011-2013. 「輸入米のカビ・カビ毒の検査」 http://www.maff.go.jp/j/seisan/boeki/beibaku_anzen/kabikabi_doku_kensa_survei_llance.html• 農林水産省, 2015a. 平成 27 年 6 月 17 日付消費・安全局長通知. 27 消安第 1653 号. 「飼料等の適正製造規範 (GMP) ガイドラインの制定について」• 農林水産省. 2015b. 平成 27 年度リスク管理検討会 (第 2 回) 資料. http://www.maff.go.jp/j/study/risk_kanri/h27_2/pdf/sankou_3.pdf
--	--	--