近年におけるコムギのデオキシニバレノール汚染と作柄状況について

法月廣子，堤 徹，勝部和義，南澤正敏

財団法人日本穀物検定協会中央研究所
(272-0144 千葉県市川市新井 2-17-3)

要 旨

全国各地から送付された麦類について、デオキシニバレノールの汚染状況を調査した。対象とした試料は2002年から2006年産の5年間で、合計7933点である。これらの試料のうち調査点数の多かったコムギ7883点について汚染状況を調査したところ、およそ50%の試料に検出限界の0.05 mg/kg以上のデオキシニバレノールが検出され、厚生労働省の暫定基準の1.1 mg/kgを超えるものが、2002年(7.8%)、2003年(4.0%)、2004年(2.5%)、2005年(0.2%)、2006年(2.8%)の各年次に認められた。

キーワード：デオキシニバレノール，赤かび病，コムギの作柄状況

(Received: June 13, 2007)

はじめに

麦類の赤かび病は、*Fusarium graminearum* (広義)を主な原因菌として、日本をはじめとする東アジア諸国、北米、ヨーロッパなど世界中の温帯、寒帯地域の麦類に広く発生する。

F.graminearum は赤かび毒素類として、デオキシニバレノール、ニバレノールなどのトリコテセン系マイコトキシンやゼアラレノンを生産するところから、麦類や、トウモロコシなどの農作物にこれらの赤かび毒素の汚染をもたらす。

日本での食品における赤かび毒素に対する規制としては、トリコテセン系マイコトキシンのうち、デオキシニバレノールについて、FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議の報告を受け、薬事・食品衛生審議会 食品衛生分科会 食品規格・毒性部会で審議された結果、平成14年にコムギにおける暫定基準値1.1 mg/kgとして、厚生労働省医薬局食品保健部長通知¹⁾で定められた。

一方、わが国には農産物検査法に基づいた農産物規格の規程があり、出荷対象となる麦類については、コムギ、オオムギ、ビールオオムギ、ハダカムギで、各種の被害粒の評価対象の一つに、赤かび粒の割合が0.0%と定められている²⁾³⁾。この規程で、赤かび粒とは、赤かび病菌等に侵されて赤みを帯びた部分の色の濃淡の程度が限界基準品以上で、かつ粒の赤味を帯びた部分が粒平面の1/4以上のものと定義されている。また、農林水産省の赤かび病対策として、可能な限り関係者による自主的な分析を行い、暫定的な基準値を上回るコムギが市場に出回らないよう指導がされている。

これらの赤かび病および赤かび毒素に関する背景のもとで、生産・流通に関わる国内産麦について、当中央研究所においてデオキシニバレノール(DON)分析を実施した5年間の検出状況を取りまとめた。また、この検査結果と毎年の麦類作柄状況について各種の調査データを公表している農

林水産省農林統計部が発行している「作物統計」に示されたコムギの赤かび被害状況，あるいは麦類生育期間中の気象条件との因果関係についてもふれてみたのでその結果を報告する．

供試試料

分析に供した試料は 2002 年から 2006 年に生産された国内産麦で，各地の農業関係者等から DON 分析用試料として当研究所に送付されたものであり，試料のサンプリング方法の詳細は不明であるので，今回対象とした麦試料が各地域の代表的なサンプルと言えとは限らないが，5 年間を通じて合計で 7933 点という試料数の分析結果から得られるデータは有意義なものであるといえよう．この試料の年度別内訳は，コムギが 2002 年度 1713 点，2003 年度 1432 点，2004 年度 1540 点，2005 年度 1459 点，2006 年度（11 月現在）1602 点である．オオムギの検査試料数は 5 年間で 154 点，ハダカムギ 32 点（その他 1 点）であるが，コムギ以外の麦類の検査点数が少ないので，コムギの検査結果を中心にとりまとめることとした．

試料の分析

供試された試料は全量粉碎し，よく混合した後，厚生労働省医薬局食品安全部長通知⁴⁾の方法に準じ，DON の分析を実施した．

結果および考察

全国の主要コムギ生産地域におけるデオキシニバレノールの検出 今回の国内産麦類のデオキシニバレノール（DON）分析に供試した試料は，2002 年から 2006 年の 5 年間に全国各地から当研究所に送付された合計 7933 点である．

それぞれの試料採取法の詳細については不明であるが，これらの試料を農林水産統計による農業地域別に分けて，分析結果を集計することとした．

Table 1 には，農業地域のうち主要な麦作地域で，試料数が多く，基準値を超える試料が検出されることのある，北海道，東北，関東，東海，近畿，中国，九州の各地域のコムギ，7453 点についての調査結果をとりまとめた．

各年次の供試試料を，採用した分析法の検出限界（0.05 mg/kg）未満の試料を陰性試料とし，0.05 mg/kg 以上を検出した試料を陽性試料としてまとめ，さらに陽性試料を厚生労働省の定めた暫定基準値 1.1 mg/kg 以下，及び基準値を超えるものに分けて，比率と共に集計した．

北海道では，年次により DON 陽性率が異なり，2002 年，2006 年で高く，それぞれ 80.9 %，68.6 % となり，これらの年次のコムギには基準値を超える試料がそれぞれ 24.2 %，19.0 % と他の地域より高い頻度で検出された．

東北では，2004 年の DON 陽性率が 93.9 % と高く，この年次のみに基準値を超えるものが少数ながら検出された．関東では 2002 年から 2005 年までは DON 陽性率が低かったが，2006 年には陽性率が 56.1 % となり，基準値を超えるものも 3.3 % 認められた．

東海では 2005 年の試料で DON 陽性率が 16.9 % と低くなったが，その他の年次ではおよそ 50 % ～ 60 % の陽性率であった．基準値を超えるものは 2003 年，2006 年に少数ながら検出された．近畿では，5 年間に 245 点について調査したが，DON 陽性率が 2.4 % から 45.7 % であり，基準値を超え

Table 1. Five years survey of occurrence of deoxynivalenol in wheat grains in 2002 ~ 2006

Districts	Year	Samples Examined	Under 0.05 mg/kg	Positive sample	Levels of deoxynivalenol		
					0.05 - 1.1 mg/kg	1.1 mg/kg <	
Total	2002	1713	771 (45.0%)	942 (55.0%)	806 (47.1%)	136 (7.9%)	
(Including	2003	1432	652 (45.5%)	780 (54.5%)	741 (51.7%)	39 (2.7%)	
Hokuriku,	2004	1540	719 (46.7%)	821 (53.3%)	782 (51.7%)	39 (2.5%)	
Sinetsu and	2005	1459	1297 (88.9%)	162 (11.1%)	159 (10.9%)	3 (0.2%)	
Sikoku)	2006	1602	595 (37.2%)	1007 (62.8%)	962 (60.0%)	45 (2.8%)	
Hokkaido	2002	492	94 (19.1%)	398 (80.9%)	279 (56.7%)	119 (24.2%)	
	2003	154	89 (57.8%)	65 (42.2%)	58 (37.7%)	7 (4.5%)	
	2004	154	61 (51.7%)	65 (37.0%)	51 (43.2%)	6 (5.1%)	
	2005	108	74 (68.5%)	34 (31.5%)	31 (28.7%)	3 (2.8%)	
	2006	121	38 (31.4%)	83 (68.6%)	60 (49.6%)	23 (19.0%)	
Tohoku	2002	94	58 (61.7%)	36 (38.3%)	36 (38.3%)	0	
	2003	74	38 (51.4%)	36 (48.6%)	36 (48.6%)	0	
	2004	66	4 (6.1%)	62 (93.9%)	59 (89.3%)	3 (4.5%)	
	2005	44	29 (65.9%)	15 (34.1%)	15 (34.1%)	0	
	2006	48	20 (41.7%)	28 (58.3%)	28 (58.3%)	0	
Kanto	2002	404	398 (98.5%)	6 (1.5%)	6 (1.5%)	0	
	2003	345	246 (71.3%)	99 (28.7%)	91 (26.4%)	8 (2.3%)	
	2004	445	370 (83.1%)	75 (21.7%)	70 (15.7%)	5 (1.1%)	
	2005	453	446 (98.5%)	7 (1.5%)	7 (1.5%)	0	
	2006	515	226 (43.9%)	289 (56.1%)	272 (52.8%)	17 (3.3%)	
Tokai	2002	225	84 (37.3%)	141 (62.7%)	141 (62.7%)	0	
	2003	259	122 (47.1%)	137 (52.9%)	132 (51.0%)	5 (1.9%)	
	2004	170	75 (44.1%)	95 (55.9%)	95 (55.9%)	0	
	2005	219	184 (84.0%)	37 (16.9%)	37 (16.9%)	0	
	2006	234	96 (41.0%)	138 (59.0%)	133 (56.8%)	5 (2.1%)	
Kinki	2002	55	48 (87.3%)	7 (12.7%)	7 (12.7%)	0	
	2003	54	41 (75.9%)	13 (24.1%)	13 (24.1%)	0	
	2004	49	27 (55.1%)	22 (44.9%)	22 (44.9%)	0	
	2005	41	40 (97.6%)	1 (2.4%)	1 (2.4%)	0	
	2006	46	25 (54.3%)	21 (45.7%)	21 (45.7%)	0	
Chugoku	2002	54	30 (55.6%)	24 (44.4%)	23 (42.6%)	1 (1.9%)	
	2003	50	33 (66.0%)	17 (34.0%)	17 (34.0%)	0	
	2004	57	25 (43.9%)	32 (56.1%)	27 (47.4%)	5 (8.8%)	
	2005	41	37 (90.2%)	4 (9.8%)	4 (9.8%)	0	
	2006	41	22 (53.7%)	19 (46.3%)	19 (46.3%)	0	
Kyushu	2002	345	41 (11.9%)	304 (88.1%)	288 (83.5%)	16 (4.6%)	
	2003	437	49 (11.2%)	388 (88.8%)	374 (85.6%)	14 (3.2%)	
	2004	558	122 (21.9%)	436 (78.1%)	436 (78.1%)	0	
	2005	486	428 (88.1%)	58 (11.9%)	58 (11.9%)	0	
	2006	515	129 (25.0%)	386 (75.0%)	386 (75.0%)	0	

るものは検出されなかった。中国地域では、関東地域と同様に 2005 年の試料で DON 陽性率が低くなっている。

九州でも 2005 年の DON 陽性率が低くなっているが、2005 年以外の年次で陽性率が高いことが注目された。とくに 2002 年、2003 年の両年次では基準値を超える試料が認められる。

ちなみに、Table 1 に示さなかった北陸地域産の 7 点からは DON は検出されなかった。

四国では、5年間に206点調査して、DON陽性率が8.5%～43.6%となったが、2006年を除いて各年次の陽性率は低く、基準値を超えるものは検出されなかった。

全国の主要なコムギ生産地域の作柄状況とデオキシニバレノールの検出 農林水産省統計部では、米麦をはじめとする主要農作物にかかわるさまざまな調査結果を年次ごとに取りまとめた「作物統計」を公表しているが、統計の一部には、地域ごとの麦類の作況指数（栽培面積10a当たりの平年収量に対する指数）、赤かび被害面積、被害量が集計されている。なお、「作物統計」では、2005年から作況指数に代わって、10a当たりの平均収量対比が示されるようになったが、ここでは便宜的に作況指数の項に表示した。

そこで、今回のわれわれの赤かび毒素類のデオキシニバレノール（DON）の検査対象となった、麦類のうち調査点数の多かった地域で生産されたコムギについて、2002年～2005年の「作物統計」に示された作況指数、赤かび被害面積（ヘクタール）、赤かび被害量（トン）につきとりまとめた（2006年は未発表）。さらにTable 1に示したそれぞれの年次のDON陽性率（検出限界の0.05 mg/kg以上を検出した試料の割合）、および暫定基準値の1.1 mg/kgを超えた試料の割合を対比して示したのがTable 2である。

ちなみに、作物統計における作況指数（Yield index）では、良：106以上；やや良：102～105；平年並み：99～101；やや不良：95～98；不良：94以下とされている。

北海道では、作況指数は良好な状態にあるが、赤かび被害は恒常的に認められ、この地域では他の地域と異なり、赤かび病原菌に *Fusarium graminearum* の他に *Microdochium nivale* の存在が知られている。2002年にはDON陽性率80.9%、超基準値率が24.2%と高くなったが、2006年にも高率なDON陽性率と基準値を超える試料が多くなっている。

東北では、作況指数が低く、不良と評価される年次が多いにもかかわらずDON暫定基準値を超えた検体は少ない。2004年には赤かび被害が増大してDONの陽性率が93.9%と異常に高い数値を示し、この年次に限り暫定基準値を超えるものが4.5%検出されている。

関東では、他の地域に比べてDON陽性率が低いが、2003年、2004年の赤かび被害が増加した年次の陽性率が高くなっていて、暫定基準値を超える試料も認められた。

東海では、2002年から2004年の3年間の赤かび被害が大きく、それにとまってDONの陽性率も高くなっている。とくに赤かび被害量の多かった2003年には基準値を超える試料が1.9%検出された。

近畿では、2003年の作況指数が76と著しく低く、赤かび被害面積がその他の年次に比べ大きくなっていて、DON陽性率も24.1%と高かったが、基準値を超える試料はみられない。2004年にもDON陽性率が44.9%と高いが、赤かび被害面積はむしろ少なく、陽性率が高値となった背景は不明であった。

九州は、北海道と並んで、赤かび病が恒常的に発生する地域であるが、2002年、2003年の両年は、作況指数が低く不良年であり、赤かび被害が増大し、DON陽性率が約90%と高くなっている。基準値を超える試料もそれぞれ4.6%、3.2%認められている。

全国の主要なコムギ生産地域における農業気象 周知のように、コムギを含めた麦類の作柄、収穫量には、生育期間中の気象条件が大きく関与する。播種期の降雨による湿害、低温、日照不足による生育抑制、少雨による穂数の減少、収穫期の降雨による倒伏、穂発芽の発生など、麦類の生育期間を通じて天候不順が収穫量に影響を与える。また、麦類の赤かび病の発生にも生育期間中の降雨、気温、日照などの気象、特に出穂期、収穫期の気象条件が関係することが知られている。

そこで今回のDON汚染調査の対象とした年次と、Table 2に示したように、DON汚染調査年の

Table 2. Incidence of wheat scab and occurrence of deoxynivalenol in Japan

Districts	Year	Yield Index*	Damaged by scab*		deoxynivalenol positive	
			Area (ha)	Quantity (ton)	Positive (%)	1.1 mg/kg over (%)
Hokkaido	2002	113	2,360	756	80.9	24.2
	2003	125	1,960	386	42.2	4.5
	2004	123	2,740	384	37.0	5.1
	2005	111	1,180	219	31.5	2.8
Tohoku	2002	91	33	3	38.3	0
	2003	80	108	29	48.6	0
	2004	84	535	141	93.9	4.5
	2005	64	307	91	34.1	0
Kanto	2002	105	90	26	1.5	0
	2003	96	508	399	28.7	2.3
	2004	75	280	156	21.7	1.1
	2005	99	57	23	1.5	0
Tokai	2002	112	3,503	58	62.7	0
	2003	76	3,967	594	52.9	1.9
	2004	82	3,234	196	55.9	0
	2005	107	204	14	16.9	0
Kinki	2002	115	852	224	24.1	0
	2003	76	2,970	242	44.9	0
	2004	84	651	55	2.4	0
	2005	93	174	13	45.7	0
Kyushu	2002	91	23,442	4,383	88.1	4.6
	2003	88	23,124	5,704	88.8	3.2
	2004	110	9,693	2,222	78.1	0
	2005	114	1,518	248	11.9	0

*Source: Statistics on Crop, Statistics Dept., MAFF.

Yield index

Excellent: over106, Good:102-105, Normal: 99-101, Somewhat bad: 95-98, Bad: under 94

農業気象について、麦作地域の収量や、赤かび病の発生に影響のある気象状況を「作物統計」における小麦の項の特記事項および気象庁のホームページの記載から抽出したものが次の事項である。

2002 年 東北、九州で湿害

2003 年 北海道で 6 月下旬に低温、日照不足がみられたが、収穫期の天候良好
その他の地域で出穂期の降雨で生育抑制、収穫期の降雨による湿害発生

2004 年 北海道以外の地域で、播種期の降雨による湿害発生、登熟期の天候不順

2005 年 4 月～6 月に西日本で少雨、多照、7 月北日本で低温、北海道で出穂以降干ばつ

2006 年 4 月九州北部で大雨、低温、日照不足；5 月東日本、西日本で多雨、日照不足；北海道で 5 月末に大雨、6 月北日本低温

以上の気象状況を 2002 年～2006 年におけるデオキシニバレノール (DON) の検出状況と Table 2 の赤かび被害面積及び被害量を対比してみると、いくつかの傾向が認められる。

すなわち、北海道で、2002 年は天候が良好で作況指数が良であったにもかかわらず、赤かび病が多発し、基準値を超える DON 検出率が高くなっている。同様に基準値を超える試料の多かった 2006 年には出穂期に大雨が記録されている。

東北の 2004 年における高率な DON 陽性率は、登熟期の天候不順による赤かび病の多発との関係

が想定される。関東の2004年の作況指数が75と著しく低くなっているのは、播種期の湿害発生、登熟期の天候不順が原因となっている。2006年のDON陽性率が高くなっている要因については、赤かび被害の程度が明らかでないので不明だが、出穂期の多雨、日照不足が影響した可能性がある。

東海の2003年から2004年の2ヵ年の赤かび被害の増大と、DON陽性率が高値となった要因についても、出穂期の降雨で生育抑制、収穫期の降雨による湿害発生、播種期の降雨による湿害発生、登熟期の天候不順など「作物統計」に示された気象状況が可能性として考えられる。

九州の2002年、2003年は、赤かび被害の規模が大きく、出穂期、収穫期の降雨など湿害の可能性が示唆された。

まとめ

1. 全国各地から送付された麦類について、デオキシニバレノール(DON)の汚染状況を調査したが、対象とした試料は2002年から2006年産の5年間で、合計7933点である。
2. これら試料のうち調査点数の多かったコムギ7746点についてDON汚染状況を調査したところ、検出限界の0.05 mg/kg以上のデオキシニバレノールが検出されるものがおよそ50%にみられ、そのうち厚生労働省の定めた暫定基準値の1.1 mg/kgを超えるものが0.2 - 7.9認められた。
3. 主要な麦作地域別に基準値を超えた試料の割合を集計してみると、北海道(2.8 - 24.2%)、東北(4.5%, 2004年のみ)、関東(1.1 - 3.3%)、東海(1.9 - 2.1%)、中国(1.9 - 8.8%)、九州(3.2 - 4.6%)であった。
4. 農林水産省により纏められた「作物統計」によって、麦類の生育期間中の赤かび病の発生に適した気象条件に遭遇した年次、地域のコムギ作柄状況と対比してみると、赤かび被害面積、被害量に対応してDONの汚染レベルが高くなる傾向が認められた。

資料 農産物検査法に基づいた農産物規格規定
(農林水産省告示第1667号 平成14年10月25日)
被害粒のうち赤かび粒の混入が超えてはならない割合

種 類		割合(%)
小麦	普通小麦及び強力小麦のうち一等及び二等のもの	0.0
	普通小粒大麦及び普通大粒大麦のうち一等及び二等のもの	0.0
大麦	ビール大麦	0.0
	普通小粒大麦(飼料用に供されるもの)及び普通大粒大麦(飼料用に供されるもの)のうち合格のもの	10.0
はだか麦	普通はだか麦のうち一等及び二等のもの	0.0

引用文献

- 1) 厚生労働省医薬局食品保健部長通知, 平成14年5月21日食発第0521001号
- 2) 農産物検査法農産物規格規定の改正(農林水産省告示第244,2001)
- 3) 農産物検査法農産物規格規定の一部改正(農林水産省告示第1667,2002)
- 4) 厚生労働省医薬局食品安全部長通知, 平成15年7月17日食安発第0707002号

- 5) 一戸正勝：マイコトキシン，53, 5-10 (2003)
- 6) 農林水産省生産局，プレスリリース，麦類のかび毒の実態調査結果について，(2003)
- 7) 中島 隆：マイコトキシン，55, 43-47 (2003)
- 8) 小西良子，熊谷進：マイコトキシン，55, 49-53 (2003)
- 9) 上久保房夫：マイコトキシン，55, 73-77 (2003)
- 10) 芳澤宅實：マイコトキシン，56, 11-16 (2006)
- 11) 柳沢 朗：マイコトキシン，56, 17-23 (2006)
- 12) 相馬 潤，小澤 徹：マイコトキシン，56, 25-30 (2006)
- 13) 竹中秀行：マイコトキシン，56, 31-36 (2006)
- 14) 庵 英俊，正垣貴久：マイコトキシン，56, 37-42 (2006)

Production of wheat and its deoxynivalenol contamination in Japan

Hiroko NORIDUKI, Toru TSUTSUMI, Kazuyoshi KATSUBE and Masatoshi MINAMISAWA: Central Research Laboratory, Japan Grain Inspection Association (2-17-3 Arai, Ichikawa, Chiba 272-0144, Japan)

Total 7933 wheat, barley and rye samples collected from major cultivation areas in Japan were examined for deoxynivalenol (DON) contamination in 2002 - 2006. From about a half of these samples, more than 0.05 mg/kg of DON was detected. More than 1.1 mg/kg of DON, which is the provisional limit regulated by the Ministry of Health, Labour and Welfare in Japan was detected from 7.8 % of the samples in 2002, 4.0 % of the samples in 2003, 2.5 % of the samples in 2004, 0.2 % of the samples in 2005 and 2.8 % of the samples in 2006.

Key words : deoxynivalenol, scab, yield in wheat grains