

平成14年度 厚生労働科学特別研究

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

主任研究者 熊谷 進

平成14年度厚生労働科学特別研究

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

目次

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 ----- 熊谷 進	1
小麦におけるデオキシニバレノールとニバレノールの汚染実態 ----- 熊谷 進	6
小麦玄麦と小麦粉における DON と NIV の汚染実態 ----- 熊谷 進、伊藤嘉典	10
製粉工程および調理工程におけるデオキシニバレノールの減衰に 関する研究 ----- 高鳥浩介、小西良子	20
デオキシニバレノール試験法に関する研究 ----- 熊谷 進、小西良子	31
デオキシニバレノールの ELISA 法による検出に関する研究 ----- 熊谷 進、小西良子	42
わが国における玄米中のデオキシニバレノールおよびニバレノール 汚染の実態 ----- 吉澤宅實、田中敏嗣	49

厚生労働科学研究（厚生労働科学特別研究事業）  
総括研究報告

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

主任研究者、熊谷 進（東京大学）

要旨

小麦加工における毒素濃度の減衰、米の汚染実態、玄麦の汚染実態に関する各分担研究結果、平成12年国民栄養調査、JECFAにより設定された暫定耐容摂取量（ $1\mu\text{g}/\text{kgbw}$ ）に基づいて、暫定耐容摂取量を招来する汚染レベルを推定し、それに基づいて健康影響を考察した。小麦粉やめん類の製造における減衰率も考慮すると、大人については現時点で健康影響を懸念すべき暴露状態にはなく、小児においても玄麦中 DON 濃度の全国平均値から、ただちに問題となる実態ではないと考えられた。しかし、今後、感受性が比較的高いとされている乳児に用いられる乳児用食品については汚染実態を調査する必要がある、また、1検体のみではあるが高濃度の DON 汚染が家庭用小麦粉に認められたことから、市販小麦粉についても汚染実態を調査すべきものと考えられた。

A. 研究目的

昨年度の厚生科学特別研究事業において、我が国で流通している小麦等のデオキシニバレノール（DON）汚染の実態調査を行なった結果、国内産小麦の一部に、FAO/WHO合同食品添加物専門家会議（JECFA）により設定した暫定耐容摂取量を越える摂取量を招来すると推定されるレベルの汚染が認められた。このことから、厚生労働省は玄麦を対象としてDONの暫定基準値として $1.1\text{ppm}$ を設定した。一方、我が国で消費量の多い米の汚染については、一部の国でDON汚染が認められていることから、DON等の赤カビ毒による米の汚染が危惧されるところであるが、わが国での汚染データは得られていなかったため、上記基準値は米の汚染の寄与分を考慮せずに設定した。本年度は、小麦加工における毒素濃度の減衰を調べるとともに、米の汚染実態を調べ、それらデータに基づき、JECFAにより設定された暫定耐容摂取量に相

当する小麦汚染レベルを求めた。

## B. 研究方法

小麦加工における毒素濃度の減衰、米の汚染実態、玄麦の汚染実態に関する各分担研究結果、平成12年国民栄養調査、JECFAにより設定された暫定耐容摂取量（ $1\mu\text{g}/\text{kgbw}$ ）に基づいて、暫定耐容摂取量を招来する汚染レベルを推定し、それに基づいて健康影響を考察した。

## C. 研究結果と考察

玄米の汚染実態調査により、124試料のうち4.6~60.7 ppbのDON汚染が4試料について、また2.0~17.4 ppbのNIV汚染が15試料について、それぞれ認められた。検出下限濃度が2 ppbであることから、検出下限未満の試料について2 ppbとした場合のDONとNIVの各平均値はそれぞれ2.64 ppbと2.37 ppbである。白米のDONとNIV残存率がそれぞれ36%と44%、米の平均摂取量を $160.4\text{g}/\text{日}$ （平成12年国民栄養調査）とした場合、ひとり一日当たりのDONとNIVの各摂取量は、 $0.152\mu\text{g}$ および $0.167\mu\text{g}$ 、体重 $52.6\text{kg}$ の場合の1kg体重当たり摂取量は $0.0029\mu\text{g}$ および $0.0032\mu\text{g}$ と計算される。1-6才の幼児については、ひとり一日当たりのDONとNIVの各摂取量は、 $0.082\mu\text{g}$ および $0.090\mu\text{g}$ 、体重 $15.9\text{kg}$ の場合の1kg体重当たり摂取量は $0.0052\mu\text{g}$ および $0.0056\mu\text{g}$ と計算される。

同じデータを用いて吉澤らは同様な結果を導いた。すなわち、成人（体重 $50\text{kg}$ ）の米1日摂取量 $158.9\text{g}$ とし、DONあるいはDON+NIVの汚染濃度（加重平均それぞれ $0.7\mu\text{g}/\text{kg}$ 、 $1.3\mu\text{g}/\text{kg}$ ）から求めた成人1人当たりの暴露量はDONが122 ng、DON+NIVが226 ngとなり、体重1kg当りのトキシン摂取量はそれぞれDON 2.44 ng及びDON+NIV 4.52 ngとなる。これらの値はDONではPMTDIの0.22%、DON+NIV（NIVがDONと同等の毒性であると仮定して）では0.41%に相当する。さらに、今回認められた最大汚染濃度をもとに摂取量を計算しても、PMTDIの25%程度である。

以上より、現時点では、米の汚染の寄与を考慮せずに小麦の基準値を設定するという選択もあり得るが、ここでは米汚染の寄与も考慮に入れた場合のPMTDIを与える小麦汚染レベルも算出してみた。なお、小児（1-6歳）の米摂取量として、平成12年国民栄養調査結果 $86.0\text{g}$ を用いた。

算出にあたり、本年度分担研究である小麦加工における毒素濃度の減衰実験の結果から、小麦粉における残存率を玄麦の 44.6%とした。日本人の体重として、平均値 52.6kg および小児 1～6 歳平均値 15.9kg を、小麦摂取量として平成 12 年国民栄養調査のデータを用いた。なお、平成 12 年国民栄養調査「食品群別栄養素等摂取量」に基づいてめん類（生めん、ゆでめん、乾めん、マカロニ、即席めん）の摂取割合として小麦類の 46.8%、パン類（パン、菓子パン）の摂取割合として小麦類の 45.6%、それぞれの DON 残存率として小麦粉の 28.9%および 97.1%（分担研究参照）を用いた。

以上の前提の下に、PMTDI に等しい摂取量を招来する小麦粉中または玄麦中 DON 濃度を求め、表 1 に示した。さらに、国内小麦平均汚染濃度 0.16ppm と輸入小麦平均汚染濃度 0.06ppm から、国産小麦と輸入小麦の国内供給量（農水省平成 9 年）を考慮した DON 濃度の加重平均値を求め、さらに小麦粉と小麦粉製品における DON 残存率を考慮して算出した DON 摂取量の PMTDI に対する割合を表 2 に示した。

玄麦実態調査により玄麦の DON 濃度が 1.1 ppm を越えた検体が、総数 226 検体のうち 6 例のみに認められ、2.0ppm を越える検体は、輸入玄麦のデータを含めてもさらに少なかったことから、本年度実験的に確認することができた小麦粉やめん類の製造における減衰率も考慮すると、大人については現時点で健康影響を懸念すべき暴露状態にはない。また小児においても玄麦中 DON 濃度の全国平均値が 0.16ppm と低値であったこと、850ppb を越える検体数が全体の 1 割未満と少ないこと、さらに DON 平均摂取量が PMTDI の 8.3%であることなどから、ただちに問題となる実態ではないと考えられる。一方、感受性が比較的高いとされている乳児については、コーデックス食品添加物汚染物質部会において乳児用食品に対して基準値が検討されつつあることから、我が国においてもこうした食品の汚染実態を調査する必要があると考えられる。

小麦粉については、1 検体のみではあるが 1ppm を越える濃度の DON 汚染が家庭用小麦粉に認められたことから、市販小麦粉については今後も実態を調査していくべきものと考えられる。また、米の寄与は無視できるレベルであったが、摂取量が多いことから、なお慎重を期するならば、地域を限定して経年変化を追跡していく必要があるかもしれない。

玄麦の NIV 濃度は、全国平均で DON 濃度の 1 / 3 程度であり、最高濃度についても NIV は DON の 1 / 3 よりも低いことが認められた。NIV については、

毒性影響のデータが DON ほど多く蓄積されていないことから、JECFA における評価が行なわれていないこともあり、現時点では PMTDI が設定されていない。したがって、上記の PMTDI に等しい摂取量を招来する小麦粉中または玄麦中 DON 濃度算定に、NIV の寄与を考慮しなかった。しかし、全試料の 41.2% から DON が検出されたのに対し、NIV も 35.0% から検出されたことから、また、これら毒素の産生は気象条件によるところ大であるために、今後引き続き DON のみならず NIV についても経年的な汚染実態を追跡していくとともに、NIV の毒性影響についてもデータを蓄積する必要があるであろう。また今後、こうした広範囲にわたる汚染実態調査結果に基づき、より精度の高い暴露評価を行なうことも、より適切な基準値設定のために必要であると考えられる。

表 1. PMTDI を与える玄麦および小麦粉の DON 濃度

米汚染 (平均値) の寄与	年齢	小麦摂取量 (g/day)	米摂取量 (g/day)	日本人体重 (kg)	めん・パン類の DON 減衰を考慮しない場合		めん・パン類の DON 減衰を考慮した場合	
					玄麦中 DON 濃度 (ppb)	小麦粉中 DON 濃度 (ppb)	玄麦中 DON 濃度 (ppb)	小麦粉中 DON 濃度 (ppb)
なし	全年齢平均	94.3		52.6	1,251	558	1,913	853
	1-6 才平均	64.1		15.9	556	248	850	380
あり	全年齢平均	94.3	160.4	52.6	1,247	556	1,908	851
	1-6 才平均	64.1	86.0	15.9	554	247	846	378

玄麦中 DON 濃度 (µg/g) = (一人当り一日摂取耐容量 (µg)) / (小麦摂取量) × (小麦粉残存率) × { (めん類の占める割合) × (めん類中 DON 残存率) + (パン類の占める割合) × (パン類 DON 残存率) + (その他の占める割合) × (その他 DON 残存率\*) }

\* : 1 とした

表 2. 推定摂取量の PMTDI に対する割合

年齢	小麦摂取量 (g/day)	日本人体重 (kg)	一日摂取量 (µg/日人)	PMTDI に対する割合 (%)
全年齢平均	94.3	52.6	6.70	3.7
1-6 才平均	64.1	15.9	4.55	8.3

国内小麦平均汚染濃度、0.16ppm；輸入小麦平均汚染濃度、0.06ppm；国産小麦、5 4 万トン；輸入小麦、4 5 6 万トンより、小麦中 DON の加重平均濃度は 0.071ppm。

## 小麦におけるデオキシニバレノールとニバレノールの汚染実態

分担研究者、熊谷 進（東京大学）

### 要旨

本年度は、農林水産省と3県が行なった調査結果を基に小麦の汚染実態を分析した。農林水産省の調査によれば、全国平均は、DONについて0.16 ppm、NIVについては0.059 ppmであった。最高値は、DONが2.1 ppm、NIVが0.64 ppmであった。輸入小麦のDONの平均値は0.06ppm、最高値は0.68ppmであった。3県で収集した小麦については、国産27試料のうち1試料のみ100 ppbの、輸入小麦3検体のうち1検体に200ppbのDON汚染がそれぞれ認められた。暫定基準値である1.1 ppmを越えた試料は、総数404例のうち6例のみに認められた。

### A. 研究目的

昨年度の厚生科学特別研究事業において、我が国で流通している小麦等のデオキシニバレノール（DON）汚染の実態調査を行なった結果、国内産小麦の一部に、FAO/WHO合同食品添加物専門家会議（JECFA）により設定した暫定耐容摂取量を越える摂取量を招来すると推定されるレベルの汚染が認められた。DON等を産生する赤カビの発生は、年によって異なることが国内外の調査によって認められていることから、本年度は、農林水産省と3県が行なった調査結果を基に小麦の汚染実態を分析した。

### B. 研究方法

農林水産省調査：全国を4地域のブロックにわけ、各ブロックから収集した国産小麦玄麦199試料（各2kg）から約500gを採取し、粉碎したものをDONとNIVの分析試料とした。約20gの試料をアセトニトリル：水（85：15）抽出に供し、得られた抽出液をMycosepカラムでクリーンアップしてからLC-MSで分析した。輸入小麦については178試料をDONの分析に供した。クリーンアップにMultiSepカラムを用い、HPLC/UVで分析した。

3県で行なった調査：収集した国産小麦27検体と1県で収集した輸入小



表3 検体について、通知法に基づいてDONの分析を行なった。

### C. 研究結果と考察

農林水産省の調査によれば、国内産小麦の全国平均は、DONについて0.16 ppm、NIVについては0.059 ppmであった。最高値は、DONが2.1 ppm、NIVが0.64 ppmであった。検出試料数、現在の暫定基準値である1.1 ppmを越えた試料数、両毒素が検出された試料数、DONのみが検出された試料数、NIVのみが検出された試料数、DONとNIVの合計が1.1 ppmを越えた試料数等を表1、2に示した。

これらの成績から、DONとNIVの両毒素が検出された試料についてDON/(DON+NIV)値を求めた結果、全国平均が0.73、ブロックごとの平均値のうち最大値が0.969、最小値が0.189と、DONのみの濃厚汚染地域とNIVのみの濃厚汚染地域が存在することが確認された(表3)。

輸入小麦のDONについては、輸入時に農林水産省が行なっている検査のデータを集計した結果、平均値が0.06ppm、最高値が0.68ppmであった(表4)。

3県で収集した国産小麦27試料については、1試料のみ100 ppbのDON汚染が認められたが、残余の試料はいずれも検出限界未満(<0.1または<0.05ppm)であった。輸入小麦については、1試料のみ200ppbの汚染が認められたが、その他は検出限界未満(<10ppb)であった。

DON濃度が、暫定基準値である1.1 ppmを越えた検体が、総数404試料のうち6試料のみに認められたことは、小麦の供給の観点からも、この基準値がそれほど無理のないものであることを示唆している。

表1 小麦のDON調査結果

ブロック	最高値 (ppm)	最低値 (ppm)	中央値 (ppm)	平均値 (ppm)	標準偏差	試料数
全国	2.1	<0.05	0	0.16	0.33	199
I	2.1	<0.05	0	0.12	0.30	70
II	0.29	<0.05	0	0.013	0.052	37
III	0.11	<0.05	0	0.0098	0.029	43
IV	1.8	<0.05	0.41	0.48	0.39	49

<0.05 : 検出せず

注) ブロック I : 北海道・東北、ブロック II : 関東・北陸、ブロック III : 東海・近畿・中国、  
ブロック IV : 四国・中国

表2 小麦のNIV調査結果

ブロック	最高値 (ppm)	最低値 (ppm)	中央値 (ppm)	平均値 (ppm)	標準偏差	試料数
全国	0.64	<0.05	0	0.059	0.11	199
I	0.09	<0.05	0	0.0039	0.016	70
II	0.26	<0.05	0	0.020	0.063	37
III	0.30	<0.05	0	0.042	0.082	43
IV	0.64	<0.05	0.15	0.18	0.15	49

<0.05 : 検出せず

注) ブロック I : 北海道・東北、ブロック II : 関東・北陸、ブロック III : 東海・近畿・中国、  
ブロック IV : 四国・中国

表3。小麦汚染実態調査（199検体）要約

	検出試料数	全国平均 (ppm)	最大値 (ppm)	1.1 ppmを越えた試料数	両毒素が検出された試料数	DONのみが検出された試料数	NIVのみが検出された試料数	DONとNIVの合計が1.1 ppmを越えた試料数
DON	82 (41.2%)	0.16	2.1	6	55	27	15	11
NIV	70 (35.0%)	0.059	0.64	0				

表4。輸入小麦（農水省調査分）要約

最高値 (ppm)	最低値 (ppm)	中央値 (ppm)	平均値 (ppm)	標準偏差	試料数
0.68	ND	ND	0.06	0.12	178

厚生労働科学研究（厚生労働科学特別研究事業）

分担研究報告

小麦玄麦と小麦粉における DON と NIV の汚染実態

分担研究者 熊谷 進（東京大学）

研究協力者 伊藤 嘉典（国立医薬品食品衛生研究所）

研究要旨

製粉に用いられる小麦玄麦と小麦粉の汚染実態を究明するために、小麦とそれを製粉した小麦粉を一对として、小麦 80 試料および小麦粉 80 試料、計 160 試料について、それらに含まれるデオキシニバレノール(DON)とニバレノール(NIV)を測定した。試料をアセトニトリル：水の混液で抽出後、マルチファンクションカラムでクリーンアップ、TMS 化後、ガスクロマトグラフ質量分析計(GC-MS、SIM モード)で検出、定量を行った。その結果、全小麦試料の DON と NIV の各濃度はそれぞれ ND-2,452 ppb と ND-174 ppb の範囲であった。全小麦粉試料の DON と NIV の各濃度はそれぞれ ND-1,620 ppb と ND-20 ppb であった。この結果から算出した製粉工程における毒素減衰率は DON で 0 - 97 %、NIV で 0 - 91 % であった。

A. 研究目的

CODEX 委員会において、食品中のマイコトキシンに関する議論が活発化し、CODEX 規格が順次設定されて来ている。昨年度、我が国で流通している小麦等の DON 汚染実態調査により、国内産小麦に JECFA により設定された暫定耐容摂取量を越える摂取量を取ると推定されるレベルの汚染が見いだされた。このことから DON に汚染された小麦を市場に流通させないためには早急に食品衛生法に基づく規格基準を定める必要があり、規格基準策定に必要な知見を得るために製粉工程における原料玄麦と小麦粉の汚染実態調査を、小麦玄麦と対応する小麦粉について DON と NIV を分析することによって行なった。

B. 検査方法

試料：食糧庁の協力の下に小麦（家庭用、菓子用、麺用、パン用）各 20

試料、計 80 試料および小麦粉（家庭用、菓子用、麺用、パン用）各 20 試料、計 80 試料、合計 160 試料を収集した。なお試料の産地は国内外ともに不明である。小麦は粉碎後、分析に供した。

抽出方法：試料 25 g を 200-300 ml 容分液ロートに取り 100 ml アセトニトリル：水 (85:15, v/v) を加え、振盪機で 30 分間振盪抽出、次いで、1 分間超音波処理を行った。脱脂綿を詰めたロートにより、抽出液を口過、口液を試験管に 18-20 ml 程度集め、よく攪拌した。この口液を Multi Sep#227 を用いてクリーンアップした。最初の 0-3 ml の分画は捨て、次に溶出する分画 13 ml を試験管に集め、混和し、正確に 8 ml を 50 ml 容ナスフラスコに取り、ロータリーエバポレーター(60℃) で濃縮乾固、これを 4 ml の MeOH に溶解し、1 ml づつ 3 本のバイアルに移し、ブロックヒーターを用い、窒素ガス下で濃縮乾固、冷凍庫で保存した。

#### 分析方法：

1. ガスクロマトグラフィー : Agilent 6890  
キャピラリーカラム : DB-5ms, 0.25 mm x 30 m x 0.25  $\mu$  m (Agilent 社)  
カラムオープン : 120℃(5 min), 6.4℃/min, 280℃ (3min)  
気化室温度 : 280℃  
キャリアーガス : He  
ガス流量 : 2 ml/min  
分析モード : SIM  
試料注入量 : 2  $\mu$  l
2. 質量分析計 : Agilent 5973  
分析モード : SIM  
SIM ion : DON (Tag. 512 m/z, Q1. 422 m/z), NIV (Tag. 379 m/z, Q1. 289 m/z)  
Resulting EM Voltage : 1600 V
3. マルチファンクションカラム : Multi Sep#227 (Romer 社)
4. 試薬 : 有機溶剤は特級試薬を用いた。  
DON および NIV 標準品 (Sigma 社)

試料および標準 DON、NIV の TMS 化：試料および DON、NIV の TMS 化剤は、N-trimethylsilylimidazole (TMSI) : N-O-Bis(trimethylsilyl)acetamide (BSA) : Trimethylchlorosilane (TMCS) (3 : 3 : 2, v/v/v) を用事調製、使用した。標準 DON と NIV、常温に戻した試料に TMS 化剤 0.1 ml を加え、栓をし、60℃ で 15 分間反応後、2, 2, 4-トリメチルペンタンを 1.0 ml を加え、ミキサーを用い 30 秒間混合、次いで、水 1.0 ml を加え同様に混合した。室温に放置し、溶液の分離させる。上清 (2, 2, 4-トリメチルペンタン層) を GC 用バイアルに移し、GC-MS 分析に供した。

定性および定量方法：試料より得られたクロマトグラムを標準 DON、NIV のピークと比較して定性、標準 DON、NIV により作成した検量線を用いて定量した。

### C. 結果

小麦粉に DON および NIV をそれぞれ 500 ppb 相当量添加したときの回収率は、115%と 90% であった。標準 DON と NIV の直線性は 5-100ng/ml の範囲で  $r=0.980$  (DON)、 $r=0.987$  (NIV) であった (Fig. 1)。よって 10ppb が検出限界と思われ、結果に示した 10ppb 以下の数値は ND と同等の意味を持つと考えられる。Fig. 2 に最も高い汚染を認めた家庭用小麦と粉の TIC を示した。全小麦試料の DON と NIV の各濃度はそれぞれ ND-2,452 ppb と ND-174 ppb の範囲であった。全小麦粉試料の DON と NIV の各濃度はそれぞれ ND-1,620 ppb と ND-20 ppb であった。この結果から算出した製粉工程における毒素減衰率は DON で 0-97%、NIV で 0-91% であった。

家庭用小麦の DON と NIV の平均濃度 (ND=0 として算出) はそれぞれ 229 ppb (6-2,452 ppb) と 37 ppb (9-174 ppb)、小麦粉では 103 ppb (ND-1,620 ppb) と 8 ppb (ND-20 ppb) であった。小麦と小麦粉の両濃度が測定可能で、小麦粉濃度が小麦濃度よりも低い測定対については、平均毒素減衰率 (平均濃度より算出) を算出した。その数値は、DON で 69.4%、NIV で 63.8% であった。

菓子用小麦の DON と NIV の平均濃度はそれぞれ 107 ppb (11-491 ppb)

と 18 ppb (7-120 ppb)、小麦粉では 12 ppb (ND-41 ppb) と 2 ppb (ND-11 ppb)であった。平均毒素減衰率は DON で 78.0 %、NIV で 47.0 % であった。

麵用小麦の DON と NIV の平均濃度はそれぞれ 99 ppb (ND-426 ppb) と 24 ppb (7-64 ppb)、小麦粉では 14 ppb (ND-61 ppb) と 3 ppb (ND-12 ppb) であった。平均毒素減衰率は DON で 74.0 %、NIV で 59.9 % であった。

パン用小麦の DON と NIV の平均濃度はそれぞれ 299 ppb (19-1,737 ppb) と 12 ppb (7-20 ppb)、小麦粉では 41ppb (ND-103 ppb) と 1 ppb (ND-7 ppb) であった。平均毒素減衰率は DON で 72.6 %、NIV で 38.3 % であった。

#### D. 考察

大部分の試料で 70%以上の毒素減衰率が認められたこと、小麦 80 試料のうち 37 試料が 100ppb 以上の DON を含有していたのに対し、小麦粉 80 試料のうち 78 試料は 100ppb 未満の DON しか含有していなかったことは、製粉工程の過程が毒素濃度低減に効果的であることを示している。しかし、減衰が認められなかった試料対もあったこと、減衰率が 20 - 30 % の試料対もあったことなどから、本研究で用いた原料小麦と小麦粉については、対応が必ずしも一致しない試料対も存在した可能性があると考えられる。

現在の小麦平均摂取量 94.3g および JECFA により設定された PMTDI を考慮すると、大部分の小麦粉については DON による健康影響を懸念する必要がないことがわかった。しかし、家庭用小麦粉において 1 試料のみとはいえ、1,620ppb (LC-MS 法で 1,332ppb) の DON 汚染が認められたことから、今後さらに市販小麦粉の汚染実態調査を行ない、確認を取ることが望まれる。

なお、NIV については、DON に比して濃度が極めて低いことが認められたことから、経口毒性が DON と顕著には異ならない(NIV, 38.9 mg/kg bwt vs DON, 46 mg/kg bwt: ddy mice) (1, 2) ことを考えあわせ、現時点では健康影響を懸念する必要はないものと考えられる。

#### E. 結論

製粉工程の過程が毒素濃度低減に効果的であること、大部分の小麦粉については DON による健康影響を懸念する必要がないことがわかった。しかし、家庭用小麦粉の 1 試料については、比較的高濃度の DON 汚染が認められたことから、今後さらに市販小麦粉の汚染実態調査を行なうことが望まれる。

#### F. 謝辞

試料の粉碎に際し、独立行政法人 肥飼料検査所 石黒瑛一先生の御協力を賜りましたことを、感謝いたします。

#### 引用文献

1. Ryu JC, Ohtsubo K, Izumiya N, Nakamura K, Tanaka T, Yamamura H & Ueno Y. (1988) *Fundam. Appl. Toxicol.*, 11, 38-47.
2. Yoshizawa T & Morooka N (1974) *J. Food Hyg. Soc. Jpn.*, 15, 261-269.



Table 1 小麦および小麦粉中のDONとNIVと減衰率

種類	小麦			粉		減衰率	
	分析方法	GC-MS(SIM)		GS-MS(SIM)			
用途	試料番号	DON (ppb)	NIV (ppb)	DON (ppb)	NIV (ppb)	DON (%)	NIV (%)
家庭用	H-01	45	10	14	ND	69	-
	H-02	32	11	20	6	38	45
	H-03	139	16	30	10	78	38
	H-04	6	16	ND	11	-	31
	H-05	33	12	10	ND	70	-
	H-06	83	33	16	9	81	73
	H-07	36	16	55	ND	*	-
	H-08	2,452**	25	1,620***	17	34	32
	H-09	18	27	16	6	0	78
	H-10	78	37	17	9	78	76
	H-11	243	114	55	20	77	82
	H-12	201	78	28	10	86	87
	H-13	121	43	23	7	81	84
	H-14	83	36	23	8	72	78
	H-15	268	9	32	5	88	44
	H-16	101	11	17	ND	83	-
	H-17	47	17	12	8	74	53
	H-18	125	40	27	9	78	78
	H-19	436	174	37	16	92	91
	H-20	41	14	ND	7	-	50
菓子用	K-01	47	31	ND	10	-	68
	K-02	11	9	ND	ND	-	-
	K-03	29	7	17	ND	43	-
	K-04	23	7	ND	ND	-	-
	K-05	44	9	14	ND	69	-
	K-06	46	18	ND	4	-	77
	K-07	195	8	12	ND	94	-
	K-08	34	9	13	ND	61	-
	K-09	15	10	ND	8	-	21
	K-10	109	13	41	ND	63	-
	K-11	13	13	ND	ND	-	-
	K-12	45	7	5	ND	90	-
	K-13	105	32	31	ND	70	-
	K-14	491	18	28	ND	94	-
	K-15	57	10	ND	ND	-	-
	K-16	36	8	ND	ND	-	-
	K-17	249	11	31	ND	88	-
	K-18	42	10	ND	ND	-	-
	K-19	283	120	16	ND	94	-
	K-20	268	14	22	11	92	22

小麦は粉碎後抽出処理（小麦粒のままの抽出処理は行っていない）

ND: 検出せず

\*: 減衰せず、小麦より小麦粉の方が値が高い。

\*\*： LC-MS法による数値=1,387

\*\*\*: LC-MS法による数値=1,332

種類	小麦			粉		減衰率	
分析方法	GC-MS(SIM)			GS-MS(SIM)			
用途	試料番号	DON (ppb)	NIV (ppb)	DON (ppb)	NIV (ppb)	DON (%)	NIV (%)
麵用	M-01	131	17	26	12	80	*
	M-02	22	7	ND	ND	-	-
	M-03	69	21	14	ND	80	-
	M-04	23	12	ND	ND	-	-
	M-05	216	16	20	7	91	56
	M-06	426	8	26	8	94	0
	M-07	12	9	15	ND	*	-
	M-08	12	15	ND	6	-	60
	M-09	46	15	23	ND	50	-
	M-10	ND	16	ND	6	-	63
	M-11	67	26	13	ND	81	-
	M-12	10	28	ND	ND	-	-
	M-13	ND	37	10	6	*	84
	M-14	125	64	8	12	94	81
	M-15	12	40	9	ND	25	-
	M-16	210	33	ND	ND	-	-
	M-17	ND	11	10	ND	*	-
	M-18	347	24	61	6	82	75
	M-19	50	26	25	ND	50	-
	M-20	192	56	25	ND	87	-
パン用	P-01	228	14	48	6	79	57
	P-02	284	11	35	ND	88	-
	P-03	1,737**	9	48	ND	97	-
	P-04	143	7	53	ND	63	-
	P-05	76	14	52	ND	32	-
	P-06	35	9	11	ND	69	-
	P-07	929	12	103	ND	89	-
	P-08	19	18	ND	ND	-	-
	P-09	94	11	10	ND	89	-
	P-10	142	8	27	7	81	13
	P-11	200	7	48	ND	76	-
	P-12	140	16	53	ND	62	-
	P-13	726	11	85	6	88	45
	P-14	214	17	45	ND	79	-
	P-15	177	12	51	ND	71	-
	P-16	377	10	36	ND	90	-
	P-17	157	10	45	ND	71	-
	P-18	24	11	15	ND	38	-
	P-19	42	9	30	ND	29	-
	P-20	243	20	30	ND	88	-

小麦は粉砕後抽出処理（小麦粒のままの抽出処理は行っていない）

ND: 検出せず

\*: 減衰せず、小麦より小麦粉の方が値が高い。

\*\* : LC-MSによる数値=1,166

Table 2 製粉工程におけるDONとNIVの減衰率

	家庭用	菓子用	通用	パン用
DON 平均減衰率 (%)	69.4±5.75	78.0±5.31	74.0±6.75	72.6±4.61
減衰率範囲 (%)	38-92	43-94	25-94	29-97
NIV 平均減衰率 (%)	63.8±5.28	47.0±12.9	59.9±10.8	38.3±13.2
減衰率範囲 (%)	31-91	21-77	0-84	13-57

Fig. 1 Calibration curves of DON and NIV

