

全て、分布は対数正規分布に従うと仮定した(表2)。その分布に従った10,000,000件の乱数を発生させて、シミュレーションを行った。すなわち、たとえば、1歳から6歳の粉ものの摂取を例にとると、1歳から6歳までの被験者のうち、72.6%が「粉もの」を食べているので、10,000,000のうちの72.6%について、上記の条件による対数正規分布を発生させ、残りの27.4%については、「粉もの」の摂取は「0」とした。

こうして得られたそれぞれの食品の摂取量に、(2)の小麦の平均含有率をかけ合わせて得られたものが、それぞれの食品を摂取することによる、精製小麦の摂取量ということになる。最後に、5種類の食品による精製小麦の摂取量を合算して、精製小麦の総摂取量を求めた。

## 2・小麦のDON含有量についてのシミュレーション

### (1)使用データ

農林水産省が行った平成14年、15年、16年の3ヵ年における小麦中のDON含有量に関するデータ<sup>2)</sup>および厚生労働省が平成15年度に行った小麦粉のDON含有量のデータを用いた。最後の平成16年分については、検出下限とされている0.05ppm未満についても、0.02ppmまでの計測結果が存在したが、平成14年と平成15年のデータでは、0.05ppm未満のものに記載はないので、3ヵ年すべてにおいて検出下限を0.05ppmとした。

### (2)検出下限未満の扱い

0.05ppm未満のものは、検出下限未満とした(全体の38%が検出下限未満であった)。検出下限未満の扱いについては、二通りの仮定を用いた。

a.検出下限未満については、全てのサンプルが検出下限の値=0.05ppmを取る(仮定A)。

b.検出下限未満については、0から0.05ppmの一様分布を取る(仮定B)。

### (3)検出下限以上のサンプルの分布

これについては、適合する分布を調べ(Crystal Ballを使用)、次のような平均と分散を取るものと仮定した。

- ・分布の形状：対数正規分布
- ・平均の値：0.22(ppm)

- ・分散の値：0.0529(ppm)

### (4)規制についてのシナリオ

市場で流通する、食品原料となる小麦粉について、規制につき、次の3つのシナリオを仮定した。

- ・規制なし
- ・0.55ppm規制(精製した小麦では1.1ppm)
- ・1ppm規制(精製した小麦では2ppm)

### (5)シミュレーションの実際

上記の仮定とシナリオに基づき、6つの条件(2x3)それぞれで、10,000,000サンプルを作成した。

## 3・DONの曝露量推定

それぞれ10,000,000サンプルを用いて、摂取量についての4つの年齢階級と、含有量についての6つの条件を使って、全部で24のシミュレーションを行った。

## C. 結果

各年齢層別・シナリオ別の結果をまとめたのが表3である。各シミュレーションによる、最小値、最大値および各パーセントイル値を体重1Kgあたりの一日DON曝露量をナノグラム単位で記載した。

### (1)年齢の影響

最大値は別として、年齢階級別では1~6歳でもっとも高い値を示し、7歳以上ではほぼ同様の値であった。最大値は小麦摂取量の仮定分布を分散が極めて大きい対数正規分布としたため発生した数値である。

### (2)異なるシナリオの影響

規制に関する3つのシナリオでは大きな差異を認めなかった。また、検出下限以下の取り扱いに関する2つのシナリオでも大きな差異は認めなかった。

### (3)推定曝露量

95パーセントイル値では、各シミュレーションにおいて1μg/kgを超える値は認められなかった。99パーセントイル値では、1~6歳以下で2~3μg/kgとなり、7歳以上ではほぼ1μg/kgであった。

#### D. 考察

今回のシミュレーション結果では、95パーセンタイル値で見ると、規制のいずれのシナリオにおいても推定曝露量は大きな違いはなく、いずれも健康に影響。FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議による一日あたり耐用摂取許容量の体重 1kg あたり 1 $\mu$ g を下回る結果であった。規制の有無により推定曝露量に大きな変化が認められなかったのは、用いた含有量データにおいて規制値を超えるものが少なかったためと考えられる。

最大値は、いずれの年齢層、シナリオでも大きな値を示したが、これは食品摂取量の分布において分散の大きな対数正規分布を仮定したためによるものである。実際のヒト集団において、このような大きな摂取量をもつことは考えにくいから、最大値は評価の対象とはならない。

99パーセンタイル値においては、1～6歳の乳幼児において、規制の有無にかかわらず 2 $\mu$ g/kg 以上の推定値となった。このことは、即ち全乳幼児の1%が現行の基準値の2倍以上の曝露を受けることを意味するものである。実際には、前述の食品摂取量分布の仮定の不適合の影響を受けるため、基準値以上の曝露を受ける乳幼児の割合は少ないことが予想されるが、感受性をも含めて考えれば、他の年齢層より曝露量が多くなると考えられる乳幼児には特段の配慮が必要かもしれない。

以上より、現状の我が国の小麦中のDON含有量および小麦摂取量から推定されるDONの曝露量はほとんどすべての人々に対し健康影響を与えるレベルではないと推測できるが、より高い安全性を考慮すれば乳幼児に対してはさらに検討を行い、現行以上の何らかの措置が必要になるかもしれない。

#### E. 今後の課題

摂取量仮定分布に最大値を設定するなどして、より現実的かつ適合性の高い曝露最大値の推定を行う必要があると思われる。

#### F. 参考文献

1) 平成14年度厚生労働省国民栄養調査結果

健康・栄養情報研究会 編集、第一出版

2) 「麦類のかび毒の実態調査結果について」

[http://www.maff.go.jp/www/press/cont/20030509press\\_2.htm](http://www.maff.go.jp/www/press/cont/20030509press_2.htm)

表1 小麦含有食品のカテゴリ分類

食品分類	食品番号	食品名
粉もの	d01015	薄力粉
粉もの	d01018	中力粉
粉もの	d01020	強力粉
粉もの	d01023	全粒粉強力粉
粉もの	d01024	ホットケーキミックス粉
粉もの	d01025	天ぷら粉
粉もの	d01065	生麩
粉もの	d01066	観世ふ、小町ふ
粉もの	d01067	板ふ
粉もの	d01068	車ふ
粉もの	d01070	小麦胚芽
粉もの	d01074	ぎょうざの皮
粉もの	d01075	しゅうまいの皮
粉もの	d01077	生パン粉
粉もの	d01078	半生パン粉
粉もの	d01079	乾燥パン粉
パン類	d01026	食パン
パン類	d01028	コッペパン
パン類	d01030	乾パン
パン類	d01031	フランスパン
パン類	d01032	ライ麦パン
パン類	d01033	ぶどうパン
パン類	d01034	ロールパン
パン類	d01035	クロワッサン
パン類	d01036	イングリッシュマフィン
パン類	d01037	ナン
パン類	d01076	ピザクラスト
パン類	d15069	あんパン
パン類	d15070	クリームパン
パン類	d15071	ジャムパン
パン類	d15072	チョココロネ
パン類	d15073	シュークリーム
パン類	d15074	スポンジケーキ
パン類	d15075	ショートケーキ
パン類	d15076	デニッシュペストリー
パン類	d15077	イーストドーナツ
パン類	d15078	ケーキドーナツ
パン類	d15079	パイ皮
パン類	d15080	アップルパイ
パン類	d15081	ミートパイ
パン類	d15082	バターケーキ
パン類	d15083	ホットケーキ
パン類	d15084	カスタードクリーム入りワッフル
パン類	d15085	ジャム入りワッフル
パン類	d15100	ロシアケーキ
麺類	d01038	生うどん
麺類	d01039	ゆでうどん
麺類	d01041	干しうどん
麺類	d01042	ゆで干しうどん
麺類	d01043	乾そうめん・ひやむぎ
麺類	d01044	ゆでそうめん・ひやむぎ
麺類	d01045	乾手延そうめん・手延ひやむぎ
麺類	d01046	ゆで手延そうめん・手延ひやむぎ
麺類	d01052	生沖縄そば

食品分類	食品番号	食品名
麺類	d01053	ゆで沖縄そば
麺類	d01054	干し沖縄そば
麺類	d01055	ゆで干し沖縄そば
麺類	d01062	和風カップめん(油揚げ麺)
麺類	d01063	マカロニ・スパゲッティ
麺類	d01064	ゆでマカロニ・ゆでスパゲッティ
麺類	d01069	竹輪ふ
中華	d01047	生中華めん
中華	d01048	ゆで中華めん
中華	d01049	蒸し中華めん
中華	d01050	干し中華めん
中華	d01051	ゆで干し中華めん
中華	d01056	インスタントラーメン(油揚げ味付け麺)
中華	d01057	インスタントラーメン(油揚げ麺)
中華	d01058	インスタントラーメン(非油揚げ麺)
中華	d01059	中華カップめん
中華	d01060	焼きそばカップめん(油揚げ麺)
中華	d01061	中華カップめん(非油揚げ麺)
菓子類	d15005	今川焼
菓子類	d15009	カステラ
菓子類	d15016	きんつば
菓子類	d15020	げっぺい
菓子類	d15024	タルト
菓子類	d15026	ちやつう
菓子類	d15027	どら焼
菓子類	d15029	カステラまんじゅう
菓子類	d15031	くりまんじゅう
菓子類	d15032	とうまんじゅう
菓子類	d15033	蒸しまんじゅう
菓子類	d15034	あんまん
菓子類	d15035	肉まん
菓子類	d15036	もなか
菓子類	d15045	黒かりんとう
菓子類	d15046	白かりんとう
菓子類	d15048	炭酸せんべい
菓子類	d15049	かわらせんべい
菓子類	d15050	巻きせんべい
菓子類	d15051	ごま入り南部せんべい
菓子類	d15052	落花生入り南部せんべい
菓子類	d15054	中華風クッキー
菓子類	d15061	衛生ボーロ
菓子類	d15062	そばボーロ
菓子類	d15063	松風
菓子類	d15065	八つ橋
菓子類	d15101	小麦粉あられ
菓子類	d15092	ウエハース
菓子類	d15093	オイルスプレークラッカー
菓子類	d15094	ソーダクラッカー
菓子類	d15095	サブレ
菓子類	d15096	パフパイ
菓子類	d15097	ハードビスケット
菓子類	d15098	ソフトビスケット
菓子類	d15099	プレッツェル
菓子類	d15114	カバーリングチョコレート

表2 年齢階級別食品摂取量の仮想分布

1歳から6歳      単位:グラム

	分布	平均	分散
粉もの	対数正規	0.75	2.82
パン類	対数正規	4.19	56.62
麺類	対数正規	4.87	1812.97
中華	対数正規	0.42	1.25
菓子類	対数正規	13.70	462023.62

7歳から14歳

	分布	平均	分散
粉もの	対数正規	0.20	0.33
パン類	対数正規	2.42	2.91
麺類	対数正規	3.71	9.47
中華	対数正規	0.18	0.03
菓子類	対数正規	0.49	288.40

15歳から19歳

	分布	平均	分散
粉もの	対数正規	0.28	0.21
パン類	対数正規	1.98	2.07
麺類	対数正規	2.81	5.44
中華	対数正規	0.92	5.63
菓子類	対数正規	7.26	109566.31

20歳以上

	分布	平均	分散
粉もの	対数正規	0.28	0.17
パン類	対数正規	1.55	0.87
麺類	対数正規	2.86	5.18
中華	対数正規	16.68	11.18
菓子類	対数正規	1.17	2.47

表3 モンテカルロシミュレーションによる年齢別推定曝露量

仮定A(検出下限未満については、全てのサンプルが検出下限の値=0.05ppm)

年齢	規制	MAX	推定曝露量 ( $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{weight}$ )										
			99パーセン タイル	95パーセン タイル	90パーセン タイル	75パーセン タイル	50パーセン タイル	25パーセン タイル	10パーセン タイル	5パーセン タイル	1パーセン タイル	MIN	
1~6才	なし	772.53	2.58	0.85	0.48	0.19	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	1.1ppm	807.73	2.38	0.82	0.46	0.19	0.07	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	2ppm	915.47	2.54	0.85	0.47	0.19	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
7~14才	なし	513.98	0.97	0.36	0.20	0.08	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
	1.1ppm	319.57	0.89	0.35	0.19	0.08	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
	2ppm	1092.02	0.95	0.36	0.20	0.08	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
15~19才	なし	3357.92	1.08	0.36	0.19	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
	1.1ppm	5485.20	0.98	0.34	0.19	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
	2ppm	3929.46	1.06	0.35	0.19	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
20~才	なし	32.66	0.94	0.32	0.18	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
	1.1ppm	7.43	0.87	0.31	0.18	0.07	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
	2ppm	11.07	0.93	0.32	0.18	0.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	

仮定B(検出下限未満については、0から0.05ppmの二様分布)

年齢	規制	MAX	推定曝露量 ( $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{weight}$ )									
			99パーセン タイル	95パーセン タイル	90パーセン タイル	75パーセン タイル	50パーセン タイル	25パーセン タイル	10パーセン タイル	5パーセン タイル	1パーセン タイル	MIN
1~6才	なし	889.48	2.54	0.81	0.43	0.14	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	1.1ppm	917.10	2.33	0.77	0.41	0.14	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	2ppm	1466.35	2.49	0.80	0.43	0.14	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
7~14才	なし	363.30	0.96	0.35	0.19	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1.1ppm	243.03	0.88	0.34	0.19	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2ppm	263.86	0.94	0.35	0.19	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15~19才	なし	10165.50	1.02	0.34	0.18	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1.1ppm	5416.47	0.92	0.33	0.18	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2ppm	15834.00	1.00	0.34	0.18	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20~才	なし	23.31	0.94	0.32	0.17	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1.1ppm	11.43	0.87	0.31	0.16	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2ppm	11.72	0.93	0.32	0.17	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

図1. DON推定曝露量分布 (n=10,000,000)  
 (仮定A, 規制=1.1ppm, 年齢層: 1才から6才)

