

食品中のアフラトキシンに係る規制について（案）

1. 経緯

我が国においては、昭和 46 年、食品衛生調査会等の意見に基づき、アフラトキシンが検出された食品は食品衛生法第 4 条第 2 号（現第 6 条第 2 号：有害な又は有毒な物質を含む食品の販売等の禁止）に違反するものとして取り扱う旨通知され¹⁾、以降、当該通知に基づき、アフラトキシン B₁ を指標とし 10 µg/kg を規制値として管理を行ってきた。

一方、国際的には、コーデックス委員会において、個別食品、特にアフラトキシン B₁ に加えてアフラトキシン G グループ（アフラトキシン G₁ 又は G₂）の汚染も少なくない落花生及び木の実について、総アフラトキシン（アフラトキシン B₁、B₂、G₁ 及び G₂ の合算）に係る規格設定の動きがあり、これを受け、我が国においても平成 16 年度から厚生労働科学研究費等により食品中のアフラトキシンの汚染実態等について調査研究が行われてきた。

これらの状況を踏まえて、平成 20 年 3 月及び 7 月、当部会において食品中のアフラトキシンに係る規制について審議した結果、コーデックス規格と同様に落花生及び木の実について総アフラトキシンとして規制することを検討するとの結論が得られたことから、同年 9 月、厚生労働省から食品安全委員会に対し食品中の総アフラトキシンに係る食品健康影響評価を依頼し（食品安全基本法第 24 条第 1 項）、平成 21 年 3 月、その評価の結果が通知された。これを受けて、同月、厚生労働省から薬事・食品衛生審議会に対し、食品中のアフラトキシンに係る成分規格設定について諮問がなされた。

2. アフラトキシンの概要

アフラトキシンは、*Aspergillus flavus*、*A. parasiticus*、*A. nomius* 等が産生するかび毒であり、*A. flavus* はアフラトキシン B₁ 及び B₂ を、*A. parasiticus* 及び *A. nomius* はアフラトキシン B₁、B₂、G₁ 及び G₂ を産生する。

アフラトキシンは、遺伝毒性が関与すると判断される発がん物質であることが知られており、1997 年の JECFA（FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議）での評価において、耐容摂取量は示されず、「摂取は合理的に達成可能な値にまで低減されるべき」とコメントされている。

アフラトキシンの発がん性について、食品安全委員会の食品健康影響評価は、以下のとおりまとめられている。

¹⁾ 昭和 46 年 3 月 16 日付け環食第 128 号

アフラトキシン B_1 (AFB $_1$) の遺伝毒性については、*in vitro* 及び *in vivo* ともに広範な試験が実施されており、そのほとんどにおいて陽性の結果が得られている。

発がん性については、ほとんどの動物種において肝臓が標的器官であり、肝細胞癌が最も多く認められた。(中略)

人における疫学調査のほとんどにおいて AFB $_1$ 暴露と肝細胞癌との相関が指摘されている。これらの調査はアフラトキシンの暴露量が多く、かつ、HBV の罹患率が高い地域で実施されており、HBV 感染はリスク因子であることが示唆されている。

AFB $_1$ 以外のアフラトキシンについては、アフラトキシン G_1 では遺伝毒性及び発がん性が認められた。アフラトキシン B_2 及び G_2 に関するデータは限られている。

IARC では、自然界で生じるアフラトキシン混合物はヒトに対して発がん性がある物質 (グループ 1) と分類している。

3. 我が国における食品からのアフラトキシンの暴露状況

(1) 汚染実態

平成 16～18 年度の厚生労働科学研究による調査によれば、我が国に流通する食品中の総アフラトキシンの汚染実態は次頁の表のとおりであった。

アフラトキシンが検出されたのは、落花生、チョコレート、ピスタチオ、はとむぎ、そば粉、香辛料、ココア、ピーナッツバター、アーモンド及びコーングリッツであり (いずれも輸入品)、ごま油、米、ポップコーン、豆菓子、コーンフレーク、生トウモロコシ、スイートコーン、そば麺、せんべい、ビール、乾燥イチジク及び落花生粉については検出されたものはなかった。

- ① 検出した食品のうち、落花生及びはとむぎのそれぞれ一試料で総アフラトキシンが 28.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、9.71 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 検出されたが、この二試料以外は、概ねその濃度は低レベルであった。
- ② ピスタチオ、そば粉及びコーングリッツでは、Bグループ (アフラトキシン B_1 又は B_2 のみが検出されるもの) 汚染のみと考えられたが、落花生、チョコレート、はとむぎ、香辛料、ココア、ピーナッツバター及びアーモンドでは、BGグループ (Bグループに加えてアフラトキシン G_1 又は G_2 が検出されるもの) 汚染が見られた。
- ③ 落花生は、検出されたのは 1 検体のみであったが、BグループよりもGグループの汚染濃度のほうが高かった。

<平成 16～18 年度 国内流通食品のアフラトキシンの汚染実態調査結果>

品名	試料数				汚染件数	検出検体の平均汚染濃度 (範囲) (μg/kg)*1				
	H16年度	H17年度	H18年度	合計		アフラトキシン B ₁	アフラトキシン B ₂	アフラトキシン G ₁	アフラトキシン G ₂	総アフラトキシン
落花生	60	60	30	150	1	4.88	0.31	20.9	1.90	28.0
チョコレート (樹皮チョコレートを含む)		40	24	64	34	0.27 (0.1~0.88)	0.13 (0.1~0.18)	0.13 (0.1~0.33)	0.1 (0.1)	0.33 (0.1~0.21)
ピスタチオ			5	5	1	0.38	—	—	—	0.38
はとむぎ			17	17	6	2.45 (0.29~9.0)	0.38 (0.1~0.58)	0.16 (0.1~0.30)	—	2.77 (0.31~9.71)
そば粉	12	10	6	28	2	0.53 (0.24~0.81)	0.17 (0.173)	—	—	0.61 (0.238~0.987)
香辛料			21	21	5	0.36 (0.1~1.0)	—	0.2 (0.2)	—	0.44 (0.1~1.0)
ココア			11	11	8	0.33 (0.17~0.60)	0.13 (0.1~0.15)	0.11 (0.1~0.11)	—	0.40 (0.17~0.85)
ピーナッツバター	21	20	21	62	21	0.86 (0.1~2.59)	0.25 (0.1~0.52)	0.37 (0.1~0.81)	0.2 (0.12~0.46)	1.18 (0.1~3.92)
アーモンド* (製菓材料含む)			24	24	6	0.37 (0.1~0.89)	0.14 (0.1~0.17)	0.1 (0.1~0.12)	—	0.43 (0.1~1.06)
コーンクリップ	10	10	10	30	2	0.2	—	—	—	0.21
ごま油	10	10	10	30	0	/				
米	53	30	10	93	0					
ポップコーン	10	10	10	30	0					
豆菓子		20	10	30	0					
コーンフレーク	20	15	15	50	0					
生トウモロコシ	10			10	0					
スイートコーン*2	50	30	10	90	0					
そば麺	39	20	25	84	0					
せんべい			21	21	0					
ビール			20	20	0					
乾燥イシク			5	5	0					
落花生粉	10			10	0					

*1: 定量限界 0.1 μg/kg (ビールのみ 0.005 μg/kg)

*2: 缶詰、冷凍食品等の加工品

(2) 暴露量推計

上記の汚染実態調査結果に基づき、アフラトキシンが含有されると思われる 11 種の食品（落花生、ピーナッツバター、チョコレート、ココア、ピスタチオ、白こしょう、レッドペッパー、アーモンド、はとむぎ、そば粉及びそば麺）を対象として、

- a アフラトキシン B₁ : 10 µg/kg
- b アフラトキシン B₁ : 4 µg/kg 及び総アフラトキシン : 8 µg/kg
- c アフラトキシン B₁ : 10 µg/kg 及び総アフラトキシン : 15 µg/kg
- d アフラトキシン B₁ : 10 µg/kg 及び総アフラトキシン : 20 µg/kg

の 4 通りの規制値を設定するシナリオを想定してモンテカルロ・シミュレーションによる暴露量の推計を行った結果、アフラトキシン B₁ の一日推定暴露量の分布は以下のとおりであった。

<平成 16~18 年度汚染実態調査に基づくアフラトキシン B₁ の一日推定暴露量の分布>

シナリオ	シナリオ a		シナリオ b		シナリオ c		シナリオ d	
	仮定 A	仮定 B	仮定 A	仮定 B	仮定 A	仮定 B	仮定 A	仮定 B
下限値以下の仮定*								
10 パーセントイル	0	0	0	0	0	0	0	0
50 パーセントイル	0	0	0	0	0	0	0	0
80 パーセントイル	0	0	0	0	0	0	0	0
90 パーセントイル	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
95 パーセントイル	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.004
97.5 パーセントイル	0.009	0.010	0.009	0.010	0.010	0.010	0.009	0.010
99.0 パーセントイル	0.045	0.051	0.041	0.048	0.043	0.049	0.042	0.049
99.5 パーセントイル	0.305	0.307	0.259	0.261	0.283	0.285	0.285	0.286
99.9 パーセントイル	2.063	2.063	1.881	1.880	1.956	1.956	1.895	1.958

(単位 : ng/kg/day)

- * 仮定 A : 検出下限未満の検体について、検出下限値である 0.1 µg/kg と仮定
- 仮定 B : 検出下限未満の検体について、検出下限値の 0.1 µg/kg と 0 µg/kg の間の一様分布と仮定

この推計結果について、食品安全委員会の食品健康影響評価では、「シナリオ a (現状) では 99.9 パーセントイル値が 2.06 ng/kg 体重/日であり、最も少なめに見積もられるシナリオ b でも 99.9 パーセントイル値は 1.88 ng/kg 体重/日であった。1 ng/kg 体重/日を超える割合はいずれのシナリオにおいても 0.2%程度となった。」とされている。

4. 食品健康影響評価

食品安全委員会の食品健康影響評価は、以下のとおりまとめられている。

発がんリスクについては、人の疫学調査の結果から、体重 1kg あたり 1 ng/日の用量で生涯にわたり AFB1 に経口暴露した時の肝臓癌が生じるリスクとして、HBsAg 陽性者では 0.3 人/10 万人/年 (不確実性の範囲 0.05~0.5 人/10 万人/年)、HBsAg 陰性者では 0.01 人/10 万人/年 (不確実性の範囲 0.002~0.03 人/10 万人/年) となった。(中略)

2004 年~2006 年に実施された汚染実態調査結果からアフラトキシンが含まれると思われる 11 品目を対象に確率論的手法を用いて暴露量の推定を行った結果では、AFB1 に対して $10 \mu\text{g}/\text{kg}$ を検出限界として規制をしている現状においては、AFB1 で 4 又は $10 \mu\text{g}/\text{kg}$ 及び総アフラトキシンで 8、15 又は $20 \mu\text{g}/\text{kg}$ の基準値を設定したとしても、AFB1 一日推定暴露量はほとんど変わらなかった。よって、落花生及び木の実 (アーモンド、ヘーゼルナッツ、ピスタチオ) について、総アフラトキシンの規格基準を設定することによる食品からの暴露量に大きな影響はなく、様々な条件を前提とし不確実性を含んでいる推計ではあるが、現状の発がんリスクに及ぼす影響もほとんどないものと推察された。しかしながら、アフラトキシンは遺伝毒性が関与すると判断される発がん物質であり、食品からの総アフラトキシンの摂取は合理的に達成可能な範囲で出来る限り低いレベルにするべきである。汚染実態調査の結果、BG グループの汚染率が近年高くなる傾向が見られていることを考慮すると、落花生及び木の実について、発がんリスク及び実行可能性を踏まえ適切に総アフラトキシンの基準値を設定する必要がある。なお、アフラトキシンは自然汚染であり、BG 比率が一定しないと予想されることから、総アフラトキシンと AFB1 の両者について規制を行うことが望ましい。

また、食品からの総アフラトキシンの摂取を合理的に達成可能な範囲で出来る限り低いレベルにするために、落花生及び木の実以外の主要な食品についても、汚染実態及び国際的な基準設定の動向等を踏まえ、総アフラトキシンの規格基準の必要性について検討を行うことが望ましいと考える。

5. 諸外国等における規制状況等

諸外国等における最大基準値等は以下のとおりである。なお、乳及び乳製品等のアフラトキシンM₁に係る最大基準値等は省略した。

(1) コーデックス委員会 (CODEX STAN 193-1995, REV. 3-2007)

食 品	総アフラトキシンの最大基準値 (µg/kg)
落花生 (加工用原料)	15
アーモンド、ヘーゼルナッツ、ピスタチオ (加工用原料 ²⁾)	15
アーモンド、ヘーゼルナッツ、ピスタチオ (直接消費用 ³⁾)	10

(2) 米国 (Compliance Policy Guides)

食 品	総アフラトキシンの規制値 (µg/kg)
すべての食品	20
ブラジルナッツ	20
落花生及び加工品	20
ピスタチオ	20

(3) オーストラリア (Food Standards Code 1.4.1)

食 品	総アフラトキシンの最大基準値 (µg/kg)
落花生	15
木の实	15

²⁾ 食品の原材料として使用され、若しくは加工され又は人の消費用に提供される前にアフラトキシンのレベルを低減可能な更なる加工/処理を行うことが意図されている木の实。アフラトキシンのレベルを低減可能な加工とは、殻剥き、湯通し後の色選別、比重及び色(傷)による選別をいう。ピスタチオ中のアフラトキシンは焙焼により低減するといういくつかの証拠があるが、他のナッツについての情報はない。

³⁾ アフラトキシンのレベルを低減可能な更なる加工/処理を行うことが意図されていない木の实。

(4) EU (COMMISSION REGULATION(EC) No 165/2010)

食 品	最大基準値 (µg/kg)	
	アフラトキシン B ₁	総アフラトキシン
1. 落花生及びその他のオイルシードで、人が直接食べる又は食品の原材料として用いられる前に選別やその他の物理的処理が行われるもの（精製植物油の製造用に粉碎されるものを除く）	8.0	15.0
2. アーモンド、ピスタチオ及びアプリコット種子で、人が直接食べる又は食品の原材料として用いられる前に選別やその他の物理的処理が行われるもの	12.0	15.0
3. ヘーゼルナッツ及びブラジルナッツで、人が直接食べる又は食品の原材料として用いられる前に選別やその他の物理的処理が行われるもの	8.0	15.0
4. 2及び3以外の木の実で、人が直接食べる又は食品の原材料として用いられる前に選別やその他の物理的処理が行われるもの	5.0	10.0
5. 落花生、その他のオイルシード及びそれらの加工品で、人が直接食べるもの又は食品の原材料として用いられるもの（精製することが予定されている粗製植物油及び精製植物油を除く）	2.0	4.0
6. アーモンド、ピスタチオ及びアプリコット種子で、人が直接食べるもの又は食品の原材料として用いられるもの	8.0	10.0
7. ヘーゼルナッツ及びブラジルナッツで、人が直接食べるもの又は食品の原材料として用いられるもの	5.0	10.0
8. 6及び7以外の木の実で、人が直接食べるもの又は食品の原材料として用いられるもの	2.0	4.0
9. 乾燥果実で、人が直接食べる又は食品の原材料として用いられる前に、選別やその他の物理的処理が行われるもの	5.0	10.0
10. 乾燥果実及びそれらの加工品で、人が直接食べるもの又は食品の原材料として用いられるもの	2.0	4.0
11. 穀類及びそれらの加工品（穀類の加工品を含む製品を含む）（12、14及び15の食品を除く）	2.0	4.0

12. トウモロコシで、人が直接食べる又は食品の原材料として用いられる前に、選別やその他の物理的処理が行われるもの	5.0	10.0
13. 以下のスパイス類 唐辛子類（乾燥したものであって、チリ、粉唐辛子、カイエン及びパプリカを含む） コショウ類（白及び黒コショウを含む） ナツメグ ショウガ ターメリック 上記スパイスを一種類以上含む混合スパイス	5.0	10.0
14. 穀類を原材料とする食品及び乳幼児用ベビーフード	0.10	—
15. 乳幼児向け特殊医療目的の栄養食品	0.10	—

6. 我が国におけるアフラトキシンに係る規制のあり方

(1) 規制の方向性

3. (2) に示した厚生労働科学研究における暴露量推計によると、すべての食品についてアフラトキシンB₁を指標とし10 µg/kgを規制値として管理している現行の規制は、アフラトキシンB₁及び総アフラトキシンをより低いレベルで管理することとした場合と比較しても、総アフラトキシンの暴露量に顕著な差異は認められず、発がんリスクの違いもほとんどないものと考えられた。これは我が国に流通する食品において、規制値を超えてアフラトキシンB₁を含有するものの割合が少ないためと考えられ、すなわち、現行の規制が有効に機能していることを強く支持しているものと考えられる。

しかしながら、食品安全委員会の食品健康影響評価によると、「アフラトキシンは遺伝毒性が関与すると判断される発がん物質であり、食品からの総アフラトキシンの摂取は合理的に達成可能な範囲でできる限り低いレベルにするべきである。」とされている。また、これまでの調査研究の結果をみても、我が国で流通する食品について、

- ① B Gグループの複合汚染が見られる食品があること
- ② 落花生においてBグループよりもGグループの汚染濃度のほうが高い場合があること

に加えて、アフラトキシンについては輸入品の汚染が問題であること等に鑑み、コーデックス規格と同様に総アフラトキシンで管理することは、アフラトキシンによる健康被害を未然に防止する上で妥当であると考えられる。

(2) アフラトキシン管理のための規制値

コーデックス規格は5. に示すとおり、落花生については加工用の、また、木の実（アーモンド、ヘーゼルナッツ及びピスタチオ）については加工用と直接消費用の二段階の最大基準値を設定している。また、EU においては、落花生、木の実、乾燥果実について、加工用と直接消費用の二段階の最大基準値を設定している。

一方で、米国、オーストラリアでは、そのような二段階の規制ではなく、一律の規制値を設定している。

このような国際動向を踏まえ、我が国でのアフラトキシン管理のための規制値について検討した結果、加工用及び直接消費用の二段階の規制とする場合は、加工用として輸入されたものが、国内において然るべき加工を経ないで直接消費用として販売に供されることのないよう、適切なリスク管理が講じられるべきであるとして、その実効性を担保する必要があると考えられた。

そこで、EU の実態について確認したところ、二段階の規制の実効性を担保するため、規制当局における監視に関するガイダンス文書⁴⁾を作成しており、以下の事項を規定して厳格に運用されていることがわかった。

- ・加工用の食品である場合、その旨の表示の義務付け
- ・アフラトキシン低減処理が可能な加工施設の指定（EU 域内施設のリスト）
- ・加工用の食品を取扱う食品事業者におけるアフラトキシン低減の責務
- ・規制当局における監視（書類審査、分析検査等）

一方、我が国における加工の実態については、関係業界からの情報によれば、国内にはアフラトキシン低減を目的とした加工施設は現時点では存在せず、アフラトキシン低減加工を行うことは現実的に困難であるとされている。

こうした現状を踏まえると、アフラトキシン管理のための規制値は、加工用、直接消費用の別を問わず、一本化することが望ましいと考えられる。なお、この場合の規制値は、コーデックス規格で直接消費用の木の実に設定されている「総アフラトキシン 10 µg/kg」とすることが適当である。

⁴⁾ Guidance Document for Competent Authorities for the Control of Compliance with EU Legislation on Aflatoxins
<http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/guidance-22-03-2010.pdf>

(3) 食品衛生法第6条第2号に基づく規制の整備

(1) に記載したとおり、現行の食品衛生法第6条第2号に基づくアフラトキシンの規制は十分に有効と考えられ、引き続き、これにより管理を行うことが適当と考えられるが、落花生及び木の実（アーモンド、ヘーゼルナッツ及びピスタチオ）については、国際動向及び汚染実態等に鑑み、これまでのアフラトキシンのB₁を指標とした規制から総アフラトキシンを指標とした規制に移行することが適当である。

また、落花生及び木の実以外の食品についても、引き続き、BGグループの複合汚染の動向を把握するとともに、総アフラトキシンを指標とした分析法の整備を進めていくべきである。