

《総説》

## 粒状農産物汚染調査時のサンプリング法の定性的評価について —アフラトキシン検査を例として—

山本 勝彦\*

### 要旨

粒状の輸入農産物、すなわち落花生、トウモロコシ、ナッツ類などのアフラトキシン検査のためのサンプリング法について、二項分布の法則に基づいて検出能力を評価した。

そして、全サンプルを粉碎後、その一部を分析するように厚生省に改善を求めた。

落花生の場合、1971年から1999年まで、粒状の1kgのサンプルから粒のままの50gを分析するように旧厚生省は指示してきた。

著者は、1kgのサンプルから粒のまま50gの分析用試料を採ると、サンプルを代表する分析結果が得られないことを指摘し、行政当局に分析試料の調整法の改善を求めた。サンプル1kgを全粒粉碎後にその50gを分析する方法をとれば、AF汚染ロットの検出率は以前より3倍以上に高められることを二項分布関数理論から明らかにしてきた。

1999年4月以後は、全粒粉碎法が導入されたためAF汚染ロットの検出率はおよそ3倍に高められ、確率統計理論と一致した。

**キーワード**；アフラトキシン検査、二項分布、落花生、トウモロコシ、穀類

### 1. 輸入食品のアフラトキシン検出事件を契機として

国立予防衛生研究所(国立感染症研究所の前身)の栗飯原らは、1971年に実施したカビ毒汚染調査で、市販のピーナッツバターのアフラトキシン(以下AFと略す)汚染を明かにした。これは、わが国において市販食品からカビ毒を化学的に検出した初めての事例であり、その後の多くのカビ毒汚染実態調査の先駆けとなった。厚生省はこれを受けて、暫定的に「ピーナッツおよびその製品に対してAFB<sub>1</sub>が検出してはならない」という規制を設けた(1971年3月16日)。AF汚染の原因が輸入ピーナッツに由来したことから、各港の検疫所の駐在官あてにはピーナッツのサンプリング方法を(環食第132号、同年3月18日)、またAFB<sub>1</sub>の分析法

(環食第128号、同年3月16日)が全国衛生研究所に示され、緊急の検査体制が設けられた。

翌1972年2月23日、財団法人マイコトキシン検査協会が設立され(以下Mycotoxin Research AssociationすなわちMRAと略す)、輸入のピーナッツの検査が行われるようになり、AF汚染問題は一応の決着を見た。

その後市販食品カビ毒汚染調査は、東京都衛生研究所が中心になって行われた。そして1974年9月、市販のピーナッツ製品のAF汚染が再び明らかにされたのを契機に、全国の衛生研究所でAF汚染調査が実施されるようになった。さらに、東京都は1981年9月にイラン産のピスタチオナッツのAF汚染を明らかにし、同月厚生省は、ピスタチオナッツをはじめ8種類のナッツ類にピーナッツ類同様の規制

\*名古屋学芸大学

を設け、港におけるサンプリング法が示された（環食第204号、9月12日）。

さらに東京都はナツメヅグ、ハト麦およびソバなどの AF 汚染も明らかにし、香辛料はじめこれら穀類が輸入の際の AF 検査対象品目に加えられた（衛検328号、1985年10月25日）。

ここでは輸入食品の市場におけるカビ毒汚染をとりあげ、自治体（都道府県市の行政施策のこと）の監視活動が与えた輸入食品への影響と、今後の問題を考えてみたい。

## 2. 輸入食品の AF 検査体制

図1に輸入食品の AF 検査体制を示した。輸入時の検査は MRA が担当し、一旦国内に流通するものは地方自治体が担当している。自治体の再検査で AF が検出されると、その商品ロットは廃棄処分となる。

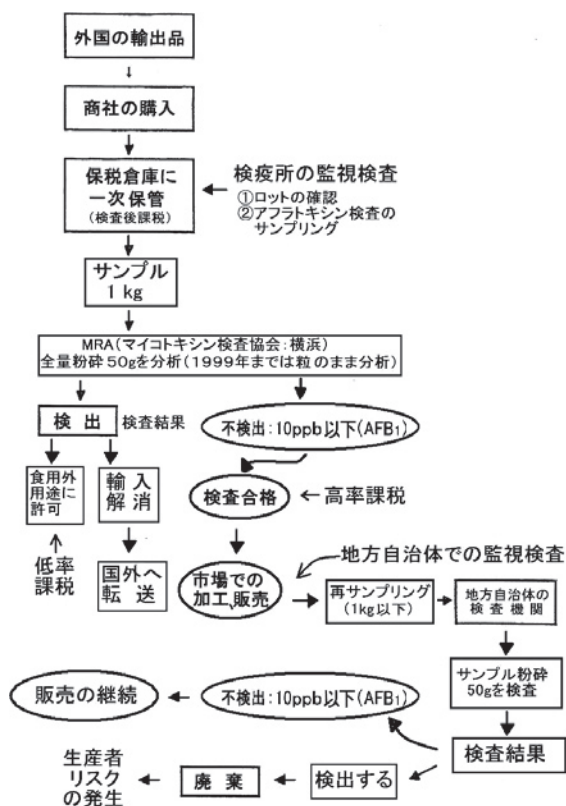


図1 わが国に於ける輸入食品の AF 検査体制

## 3. 市販食品の AF 汚染調査

1974～1983年における全国21の自治体に於ける調査結果について述べる。

### 1) 調査食品全体のまとめ

表1に全国21都府県市の AF 汚染調査成績を地別区にまとめた。関東では東京都、中部は名古屋、関西では神戸市の実績が多く、中でも東京都は全国調査件数9,329中の5,482件を調査し、その主導的立場にある。

### 2) 豆類、種実類および穀類とその加工品の AF 汚染について

表2-1 および表2-2に食品衛生上問題となる豆類、種実類および穀類とその加工品の AF 汚染について示した。

#### (1) 落花生とその加工品について

表2-1、2に全国15都府県、7市、1検査機関の汚染調査成績を示した。それぞれ独自のまとめ方で表現されているので統一した表現が出来なかった。対象食品については、品目別に分けず、たとえば、「落花生・ナッツ類50検体」といった一括方式で示されている場合もあり、その時は落花生とナッツ類とを分けられないので一群の分類品目とした。検体に産地が明記されているものにはその旨記入した。

埼玉県衛生研究所の報告では、落花生中間加工の国産品2検体に2.5および6.5 ppbの AFB<sub>1</sub> が検出されているが、商品としては国産の名が与えられていても流通段階で輸入品が混ぜられた可能性もある。

国産と名乗った方が商品価値が高いため偽装されることがあるといわれる。この例を除けば、AFの検出されたすべては輸入品か、それらが混ぜられたものと思われる。汚染品の輸出国は、インドネシア、スーダン、アメリカ、ブラジル、ナタルコモン、シリアなどであった。

落花生とその加工品の全国集計では、2,166検体中に92検体（4.24%）検出され、マイコトキシン検査協会の前田<sup>59)</sup>の報告した12,024検体

表1 市販食品のアフラトキシン汚染状況

調査地区	調査期間	対象 トキシン	対象食品	検 体 数	検 出 数	検 出 率%	アフラトキシン汚染度 ppb 汚染範囲 (品目, 産出国)	
東 北 区	岩手県(a) <sup>1)</sup>	1979~'83 '86	AFB <sub>1</sub>	ピーナッツとその製品a,b	52	0		
	宮城県(b) <sup>2-6)</sup>			ナッツ類b 香辛料b	28	0		
関 東 地 区	栃木県(c) <sup>7-10)</sup>	1971~'85	AFB <sub>1</sub>	(豆類)				
	埼玉県(d) <sup>11)</sup>			ピーナッツその製品c,d,e,f,h	1688	56	3.3	0.3~495
				ナッツ類d,f,g	819	17	2.1	2.0~1830 [ビスタチオナッツ16検体(イラン産)アーモンド1検体(アメリカ産)]
	千葉県(e) <sup>12-15)</sup>			製あん豆f	863	15	1.7	1.4~254 [バター豆, サルタニ・サルタビア豆, 赤竹小豆(ビルマ産)]
	東京都(f) <sup>16-22)</sup>			あん類f	65	9	13.8	0.1~0.8
	神奈川県(g) <sup>23-28)</sup>			その他の豆類c,f	401	0		
				食用油f (穀類)	26	4	15.4	tr~0.7 (ピーナッツオイル)
	川崎市(h) <sup>29,30)</sup>			トウモロコシとその製品f,g	696	18	2.6	0.1~71.6(タイ国産)
				ソバf	123	23	18.7	0.1~4.2
				ハト麦f	144	34	23.6	0.1~169
	その他の穀類とその製品c,f	836	0					
	香辛料f	194	37	19.1	0.2~60.3 [ナツメグ25検体(インドネシア), コショウ7検体]			
	AFM <sub>1</sub>	(乳製品)						
		ナチュラルチーズf,g	413	64	15.5	0.2~1.3 (デンマーク, 西ドイツ, オランダ, イギリスなど)		
		その他の乳製品c,f	206	0				
中 部 地 区	富山県(i) <sup>31)</sup>	1974~'86	AFB <sub>1</sub>	ピーナッツとその製品i,j,k,l	614	41	6.7	0.5~1580 (スーダン, ブラジル, インドネシア)
	福井県(j) <sup>32)</sup>			ナッツ類i,l	113	2	1.8	89.262 [ビスタチオナッツ (イラン産)]
	愛知県(k) <sup>33)</sup>			AFM <sub>1</sub>	コーヒ豆(生)l	22	0	
	名古屋市(l) <sup>34-37)</sup>			ナチュラルチーズl	291	16.6	57.0	0.01~1.3(デンマーク, フランス, 西ドイツ, オランダ, イギリス, ブラジルなど)
関 西 地 区	京都市(m) <sup>38)</sup>	1974 '79~'83	AFB <sub>1</sub>	ピーナッツとその製品m,n,o,p	568	11	1.9	1.3~45
	大阪府(n) <sup>39,40)</sup>			ナッツ類o,p	615	2	3.3	7,250[ビスタチオナッツ (イラン産, アメリカ産)]
				兵庫県(o) <sup>41)</sup>	穀類, 豆類m,o,p	184	0	
	神戸市(p) <sup>42,43)</sup>			香辛料o	63	0		
				AFM <sub>1</sub>	その他p	29	0	
	乳製品m,n	10	0					
中 国 地 区	広島県(q) <sup>44)</sup>	1980~'83	AFB <sub>1</sub>	ピーナッツとその製品q	16	0		
	広島市(r) <sup>45)</sup>			ナッツ類加工品r	53	0		
	香川県(s) <sup>46)</sup>			豆類s	27	0		
九 地 区	福岡市(t) <sup>47)</sup>	1981~'83	AFB <sub>1</sub>	ピーナッツとその製品t,u	146	0		
	鹿児島県(u) <sup>48,49)</sup>			ナッツ類u コーンミールu	13	0		

文献 50) より引用

中に322検体 (2.68%) 検出 (これは AFB<sub>1</sub> が 10ppb 以下として市場に出荷が許可された分) したと言う結果より検出率が高い。表 2-1 では、名古屋市の調査結果が全国に比べ検出率において高いが、著者はその理由を次の 3 点にあると考えている。

①落花生の AF 染は、外観ら見て虫喰いの跡のあるもの、仁 (胚葉) が変色しているもの、カビとか異常なシワの入ったものなどに集中していることから、こういった粗悪粒の人目につく商品を市販品の調査対象の重点に置いた。

②汚染の多くが小粒のスパニッシュ種であることが知られていたため、これらに重点を置いた。

①と②を実施することにより、不検出率を低くし、経費と時間の節約を計った。要するに、アットランダム (任意) に汚染調査を実施したのではなく、市民の食生活から汚染品を排除し、AF の危害を少なくすることに主眼を置いた。

③名古屋地区のように商品の流通基盤が、関東、関西より小さいと、汚染品が一度流入すると一定の地域にそれらがすべて消費し尽されるまで留り易いこと、AF の検出された原料豆と同じロットより製品化されて、再び加工品として検査された場合も考えられ、この両者が重複して全体の汚染度を高めていることなどである。

以上の 3 点を考慮すれば、名古屋地区が特に



表 2-1 市販豆類、種実類および穀類とその加工品のアフラトキシン汚染状況

調査地区	調査期間 昭和 年	対 象 食 品	検体数	検出数	検出率%	アフラトキシンB <sub>1</sub> ppb 平均±標準偏差 (範囲)
岩手県	51) 57	落花生	7	0		(うち輸入品3)
		ナッツ類	13	0		
宮城県	2) 3) 52) 54, 55, 57 4) 56 52) 57	生落花生	20	0		(国産9)
		落花生ペースト加工品	10	0		(国産9, アメリカ1)
		ナッツ類	20	0		
栃木県	7) 55 7) 8) 55, 56, 57	落花生	12	0		(国産4, アメリカ2, 中国2)
		雑豆	33	0		
埼玉県	11) 50	生落花生	4	1	25	2.5
		落花生ペースト加工品	2	0		
		落花生中間加工品	17	4	24	5.8 ± 4.3 (25~11.5) {(国産2, スーダン1, アメリカ1)}
		ナッツ類	30	0		
千葉県	12) 13) 49, 50 13) 50 14) 15) 50, 51, 52 13) 50	生落花生	14	1	7.1	23.5 (インドネシア)
		落花生ペースト加工品	4	0		
		落花生加工品およびナッツ類	242	6	2.5	20.1 ± 23.2 (2.5~57)
		油用落花生	9	1	1	203 (インドネシア)
東京都	16,17,18,19) 46~58	落花生とその加工品	1262	41	3.2	(0.3~495)
		ナッツ類	555	17	3.1	(0.2~1830) (ピスタチオナッツ16, アーモンド1)
		製あん用豆	482	11	2.3	(1.3~26.9) (バター豆, サルタニ・サルタビア豆 赤竹小豆)
		雑豆	308	0		
		トウモロコシとその加工品	177	7	4.0	(3.7~37) (コーンフラワー)
		その他	526	0		
神奈川県	23,24,25,28) 55~58	トウモロコシ粉ナッツ類	233	9	3.9	33.9 ± 22.9 (3.7~765) (トウモロコシ粉)
川崎市	29) 30) 55, 56	落花生・ナッツ類	21	0		
富山県	31) 55	落花生	16	0		(輸入品7)
福井県	32) 53	落花生加工品	10	2	20	50, 70
愛知県	33) 58	落花生	25	0		
名古屋市	34,35) 49~59	生落花生	97	10 (3)*	10(3.1)*	122±145 (0.5~482) (インドネシア, ブラジル, スーダン)
		バターピーナッツ	66	1 (1)*	1.5	0.7
		落花生ペースト加工品	88	3 (1)*	3.4 (1.1)*	25±15 (3.9~40)
		その他落花生加工品	233	24 (5)*	10(2.1)*	161±332 (0.5~1580) (スーダン, ブラジル, シリア)
		ナッツ類	87	1	1.1	89 (ピスタチオナッツ・イラン産)
京都市	38) 49	落花生粒	8	0		
		バターピーナッツ	4	0		
		落花生ペースト加工品	9	0		
		そば製品	5	0		

( ) \* カッコ内は、検出されたもののうち、AFB<sub>1</sub> ≤ 10 ppb の検出数と検出率

文献 53) より引用

高い汚染を示したとは考えていない。その点、東京都の検査は平均的なサンプリングが行なわれており、1,262検体中に41検体 (3.1%) 検出という結果は、前田の報告と一致している。さらに考えねばならない問題は、マイコトキシン検査協会の検査で、AF は検出しても10 ppb 以下であるため出荷されたものの中に、あるいは検出されなかったものの中にも、市場の検査で10 ppb を超えるロットが頻度は低いが存在

することであろう。名古屋市ではこのような状況から、汚染品として生落花生97検体中に7検体(7.2%)、その他の加工品233検体中に19検体 (8.2%)、落花生ペースト加工品88検体中に2検体 (2.1%) 見つかった。これらのことは、たとえ同じ汚染ロット由来のものが繰り返し検査されて検出率が高くなったにしても、AF の検出されたロットが、一度だけの検査で偶然検出されても2回目以後は検出しないという

表 2-2 市販豆類、種実類および穀類とその加工品のアフラトキシン汚染状況

調査地区	調査期間 昭和 年	対 象 食 品	検体数	検出数	検出率%	アフラトキシン B <sub>1</sub> ppb 平均±標準偏差 (範囲)
大阪府	<sup>39)</sup> 54, <sup>40)</sup> 58	落花生	51	0		
大阪市	<sup>54)</sup> 55, <sup>56)</sup> 56, <sup>57)</sup> 57, <sup>58)</sup> 58	ナッツ類	75	0		
兵庫県	<sup>57)</sup> 55	落花生, ナッツ類	19	0		
神戸市	<sup>58)</sup> 54, 55, 56	生落花生	11	0		
		バターピーナッツ	29	1	3.4	100 (選別不良品)
		その他落花生加工品	97	0		
		落花生スープ	3	3	100	7.0 ± 1.7 (5~8) (中国産)
広島県	<sup>44)</sup> 56	落花生, ナッツ類	16	0		
広島市	<sup>45)</sup> 55	ナッツ類	53	0		
香川県	<sup>46)</sup> 57, <sup>47)</sup> 58	豆 類	27	0		
福岡市	<sup>47)</sup> 57	落花生, ナッツ類	96	0		
鹿児島県	<sup>48,49)</sup> 56, 57, 58	生落花生	46	0		(県内産33, アメリカ6, 中国3)
		バターピーナッツ	4	0		(アメリカ3, 中国1)
		ナッツ類	11	0		
		落花生ペースト加工品	2	0		
総 計		製あん原料豆	7	0		
		生落花生	192	12	6.3	
		バターピーナッツ	103	2	1.9	
		落花生ペースト加工品	121	3	2.5	
		落花生加工品	1750	75	4.3	
		小 計	2166	92	4.2	
		ナッツ類	848	18	2.1	
落花生, ナッツ類	394	6	1.5			
雑豆類	850	11	1.3			
そ の 他	941	16	1.7	(トウモロコシ粉, ソバ)		
輸 入 品	<sup>57)</sup> 47~56	生落花生				
マイコトキシン検査協会		スバニッシュ種 (小粒)	9412	474 (310)*	5.0 (3.3)*	
		バージニア種 (大粒)	2612	13 (12)*	0.5 (0.5)*	

( ) \* カッコ内は、検出されたもののうち、AFB<sub>1</sub> ≤ 10ppbの検出数と検出率

文献 53) より引用

非常に汚染粒率の低いロットではなく、それより遷かに均一に汚染されたロットが存在した証拠でもある。

以上、落花生の AF 汚染について述べたが、輸入港での検査が実施されているにもかかわらず、流通で AF が検出される原因として次の3点が考えられる。

①港での抜取り検査の時、サンプリング漏れが生じること、

②検査機関でのサブサンプリング (サンプルを分析用に縮分すること、通常は50 g を取る) に汚染粒が漏れること、

③陸揚げ後、どこかの時点で再汚染されることなどである。しかし、ここで③の理由は現実

には即さない。1 トン当り数十万円もする商品を大切にしないはずはなく (冷蔵システムがとられている)、万が一吸水するような事故に出合ったとしても、カビの生育は吸水部分全体に広がり、汚染粒率0.1%とか0.5%などの局在汚染型にはなりにくいし、カビの生えた粒を別の非汚染ロットの中に1粒ずつ混ぜ、希釈分散効果を狙うような危険なことはできないと考えるからである。

(2) ナッツ類とその加工品について

昭和56年9月、東京都衛生研究所の調査により、市販のイラン産ピスタチオナッツより AF が検出され、名古屋においてもこれを捕捉することができた。同月、厚生省はピスタチオ

ナッツはじめ8種類のナッツ類に落花生とその製品に対するものと同様の規制及び分析法を設けた。また港の検疫所・食品衛生監視員に対し、落花生とは別のサンプリング方法を示した。しかし、ナッツ類は落花生に比べ汚染頻度は低く、むしろめずらしいケースと言える。

### (3) 穀類、その他について

東京都衛生研究所の調査により、製あん用のバター豆、サルタニ・サルタピア豆、赤竹小豆などより汚染度は低いがAFが検出された。また同研究所はトウモロコシ粉中にAFと微量のシトリニン (*Penicillium viridicatum* 及び *Penicillium citrinum* の産生する腎臓障害をおこすカビ毒) の複合汚染を見つけた。この食品は神奈川県下に製造元のあることが判明し、現地の工場に保管されていた原料およびその製品から同様の複合汚染が確認された。このトウモロコシは、小鳥の飼料用としてタイ国から輸入されたもので、人の食品へ流用されるという悪質なケースであった。その他に健康食品、ソバなどのAF汚染が報告されている。

## 4. 汚染粒の局在する農産物のサンプリングと汚染粒の検出確率について

### 1) 母集団の平均的汚染度を推定するに必要なサンプル量

落花生のAF汚染が、ごく限られた粒に存在し、しかも1粒には8 ng(粒汚染として20 ppb)から400  $\mu$ g(粒汚染として1,000 ppm)というように5桁も異なった濃度の範囲で汚染している例が報告されていることから、そのロットの平均的汚染度を求めるのは大変困難である。分析に供する粒数を増せば増すほど平均値に近い定量値は得られるはずであるが、サンプル量を確保するには技術的な限界があり、無制限には増せない。

Whitaker<sup>60)</sup>らは、何十ロットものAF汚染落花生粒を用いて1粒1粒の汚染状況を調べ、ある水準の汚染度を有するサンプルの汚染濃度(毒素の量)の出現率は、サンプリングされた粒数によって変化し、その出現率は負の二項分布法則に従うことを確かめた。そして、汚染度に対してある規制値が定められた場合、定め

られたサンプル量から検査した結果その規制値を超えるか超えないかの判定をした時、ある確率で真実とは誤ることの起る確率を数式化した。AFの粒汚染が不均一なため実際には規制値をそのロットが超えていないのに超えていると判定する過誤を犯すことがあり、それを生産者リスク(廃棄処分などによって被る経済的損失)と呼び、また、規制値をそのロットが実際には超えていても、規制値を越えないとして判定する場合を消費者リスク(許容量以上の毒素に暴露される身体的危険)と呼んでいる。この両リスクを公平になるべく少なくし、しかも母集団の平均汚染度を推定するには、10,000粒以上のサンプル量が必要と述べている。

具体的な実測例をKnutti<sup>3)</sup>の報告から紹介する。平均AF汚染度780 ppbを持つロットを用いて、そこから100粒ずつサンプルを任意に取り出し、繰り返し定量するとその値の範囲は1~104 ppbとばらつき、また1,000粒で定量をくり返すと10~6 $\times$ 10<sup>3</sup> ppb、10,000粒では測定値の変動幅は500~2,000 ppbに縮小した。これらの研究より、母集団ロットの平均値を求めるためには10,000粒以上、即ち、小粒種(0.4 g/粒)で4 kg、大粒種(0.85 g/粒)で8.5 kg以上のサンプル量が必要である。

### 2) 公定法に記載されたAF検査のサンプリングについて

昭和46年3月、厚生省環食第132号の各港の検疫所・駐在官宛に出された通知では、「積荷の両側面および上面から30袋ずつ合計90袋を一ヶ所に偏しないよう抽出し、1刺しずつ試料を採取し合計1 kgの検体とし検査機関に送付すること」と記載されている。このように落花生のサンプル量1 kgは、大粒種で約1,200粒、小粒で2,500粒であり10,000粒より遥かに少ないので、検出限度が10 ppbの定性試験として理解される。

定性試験で、その結果がプラスとなるかマイナスとなるかは、そのサンプル中に1粒以上AFB<sub>1</sub>を10 ppb以上検出するのに十分な汚染粒が存在するか否かにかかっている。したがって、検出するという結果を得る確率は、母集団ロッ



トから一定の粒数を取り出した時、汚染粒を1粒以上取り出す確率の総和と考えてよいから、このような時には、二項分布あるいはポアソン分布法則を用いた確率論が利用できる。

ここでは、二項分布の法則にもとづいて考えてみよう。今、あるロットの各々の粒の形態、重量が全て同じと考えると、汚染粒率  $C_p$  のロットより、 $n$ 粒を取り出して、その中に汚染粒が  $k$ 粒取り出される確率  $Pr\%$ は①式で現わされる。

$$Pr\% = \frac{n!}{k!(n-k)!} \times C_p^k (1 - C_p)^{n-k} \times 100 \dots \textcircled{1}$$

ここで、汚染粒が1粒でも含まれているとAFは必ず検出できるとすれば、AFが検出されると判定される確率は、 $k=1, 2, \dots, n$ まで  $k$ 粒の取り出される確率の総和であるから、検出すると判定される確率は②式となる。

$$Pr\% = \sum_{k=1}^n Pr\% \dots \textcircled{2}$$

さらに、汚染粒を1粒も取り出さない確率は、 $k=0$ の時であるから①式に  $k=0$ を代入すると③式となる。

$$Pr(k=0)\% = (1 - C_p)^n \times 100 \dots \textcircled{3}$$

検出する確率と検出しない確率の和は常に100%であるから、次の関係④式が成り立つ。

$$(100 - Pr(k=0))\% = \sum_{k=1}^n Pr\% \dots \textcircled{4}$$

ここで、④式の右辺は、複雑であるが、左辺の  $Pr(k=0)\%$ は③式であるので単純な指数関数となり計算が容易である。

表3には、④式より汚染粒率が0.05~5% ( $C_p=0.0005\sim0.05$ )をするロットからのサンプル量に対して、1粒以上汚染粒を取り出す確率(すなわち検出すると判定される確率)を示した。たとえば、環食第132号のサンプリング法では、1kg採取されるから、そのものを全粒粉砕しその一部を分取して分析すれば、汚染粒が均一に分散されると考えられるので、小粒種では、0.5%以上の汚染粒率で100%検出でき、汚染粒率が0.1%でも91.8%の確率で検出できる。また、大粒種では、1kgが約1,180粒と算出されるので、0.5%汚染粒率で99.7%、また0.1%では69.3%の検出確率となる。これらのことから見れば、検出能の高い方法と評価できるが、一つ問題がある。

AFの分析法として示された環食第128号の通知には「ピーナッツあるいはピーナッツ製品50gをブレンダーに取り…」言々と記されている。即ち、《入手した試料が粒状の場合全量を粉砕し、その50gを取り分析に供す》という大切な条件が明記されていない。従って粒状のまま50gを分取して分析してもよいと解釈できないことはない。もし、この粒のまま50g分析を実施すると、小粒種で汚染粒率0.5%の場合、検出確率は46.6%、汚染粒率0.1%では11.8%となり、大粒種では、さらに0.5%汚染粒率で25.6%、0.1%では5.73%にまで検出確率が低下してしまう。分析学の基本から考えれば、

表3 落花生の汚染粒混在率とサンプル中に1粒以上を取り出す確率

品 種	汚染粒率%	検 出 確 率 %						
		3 kg 7,500粒	1 kg 2,500粒	500 g 1,250粒	200 g 500粒	100 g 250粒	50 g 125粒	4 g 10粒
小 粒 スバニッシュ (0.4 g/粒)	0.050	97.7	71.4	46.5	22.1	11.8	6.06	0.499
	0.100	99.9	91.8	71.4	39.4	22.1	11.8	1.00
	0.500	100	100	99.8	91.8	71.4	46.6	4.89
	1.000	100	100	100	99.3	91.9	71.4	9.56
	5.000	100	100	100	100	100	99.8	40.1
大 粒 バージニア (0.85 g/粒)		3,530粒	1,180粒	588粒	235粒	118粒	59粒	10粒(8.5g)
	0.050	82.9	44.6	25.5	11.1	5.93	2.91	0.50
	0.100	97.1	69.3	44.5	21.0	11.1	5.73	1.00
	0.500	100	99.7	94.8	69.2	44.6	25.6	4.89
	1.000	100	100	99.7	90.6	64.5	44.7	9.56
5.000	100	100	100	100	99.8	95.2	40.1	

この場合1kgの抜き取りはサンプリングであり、1回の分析量50gはサブサンプリングである。サブサンプルを一回だけ分析して、1kgサンプルの分析値として代表できるケースは、試料全体にAFが均一化されてはじめて認め得るものであり、不均一(粒状)のままでは、何回か分析を繰り返し、その平均値を求め、信頼区間を推定すべきと考える。従って、環食第132号のサンプリングから環食第128号の分析への間を橋渡しする何らかの指針が早急に示される必要がある。

### 3) 各種粒状農産物のサンプル量

表4には、各種農産物の汚染粒率を0.1%とした時のサンプル量から、汚染粒を1粒以上取り出す検出確率を示した。小粒落花生1kgサンプルを基準に取ると検出確率は91.8%となり、これとほぼ同等の検出確率を得るには、大粒種落花生で2kg、アーモンド3kg、ピスタチオナッツで2~3kg、ジャイアントコーン(フライ加工品)で2kg、生トウモロコシで1kg、

生ポップコーンおよび小豆で500g、小麦、米、大麦で100gとなる。昭和56年9月厚生省より指示されたナッツ類のサンプル量は、母集団ロット1に応じて150g~3kgとされている。150gでは、一見検出確率が3kgに比べて低いように思われるが母集団を小ロットに分けたその中からのサンプリングであるため、それだけ検査回数が増えるので検出が劣っているわけではない。3kgサンプルでは、上記の通り0.1%の汚染粒率で90%以上の検出確率が得られる。

### 5. 二項分布式からロットの汚染粒率を大まかに推計する試み

次に、サンプルの汚染度と汚染粒率を同一のサンプルで同時に推定できる方法を考案したので詳述する。

3-2) 項で述べた③式は、検出しない確率

$$\Pr(k=0)\% = (1 - C_p)^n \times 100 \dots\dots\dots\text{③}$$

$\Pr(k=0)\%$ と、汚染粒率  $C_p$  及びサンプル中の

表4 汚染粒局在粒状農産物の汚染粒率(0.1%)とサンプル量における汚染粒1粒以上の捕捉確率

農産物	平均粒重量 g/粒	検出確率 %					
		3 kg	2 kg	1 kg	500 g	200 g	100 g
豆類 落花生	0.4	7,500粒	5,000粒	2,500粒	1,250粒	500粒	250粒
		99.9	99.3	91.8	71.4	39.4	22.1
スパニッシュ バージニア	0.85	3,530粒	2,350粒	1,180粒	588粒	235粒	117粒
		97.1	90.5	69.3	44.5	21.0	11.0
小豆	0.18	16,700粒	11,100粒	5,550粒	2,780粒	1,110粒	555粒
		100	100	99.6	93.8	67.1	42.6
種実類 アーモンド	1.20	2,500粒	1,670粒	833粒	417粒	167粒	83粒
		91.8	81.2	56.5	34.1	15.4	7.97
ピスタチオナッツ	殻付 1.0	3,000粒	2,000粒	1,000粒	500粒	200粒	100粒
		95.0	86.5	63.2	39.4	18.1	9.52
"	可食部 0.55	5,450粒	3,640粒	1,820粒	910粒	364粒	182粒
		99.6	97.4	83.8	59.8	30.5	16.6
穀類 トウモロコシ	0.32	9,380粒	6,250粒	3,130粒	1,560粒	625粒	313粒
		100	99.8	95.6	79.0	46.5	26.9
ポップコーン	0.13	23,100粒	15,400粒	7,690粒	3,850粒	1,540粒	769粒
		100	100	100	97.9	78.6	53.7
小麦	0.032	93,800粒	62,500粒	31,300粒	15,600粒	6,250粒	3,130粒
		100	100	100	100	99.8	95.6
大麦, ソバ	0.025	120,000粒	80,000粒	40,000粒	20,000粒	8,000粒	4,000粒
		100	100	100	100	100	98.2
米	0.023	130,000粒	87,000粒	43,500粒	21,700粒	8,700粒	4,350粒
		100	100	100	100	100	98.7
ジャイアントコーン	0.87	3,450粒	2,300粒	1,150粒	575粒	230粒	115粒
		96.8	90.0	68.4	43.7	20.6	10.9

文献 53) より引用



粒数  $n$  から成る指数関数であり、もし粒数  $n$  と不検出率  $\text{Pr}(k=0)\%$  が求めれば、 $C_p$  は算出できる。たとえば1,500粒からなるサンプルを300粒ずつ5等分し、5つのサブサンプルとした時、サブサンプルを別々に分析し（5回）、そのうち3回が検出、2回は不検出であれば、不検出率は2/5、40%となる。サンプルが、母集団ロットの属性をそのまま保持しているとの基本的考え方から、この不検出率は母集団ロットにも適用できる。従って、 $\text{Pr}(k=0)\% = 40\%$  と置き、 $N=300$ を代入すると  $40 = (1 - C_p)^{300} \times 100$  となり、 $C_p = 0.003$ 、つまり汚染粒率は0.3%と推定される。また5回の分析で4回不検出であれば  $C_p$  は0.07%となり、汚染粒率検出限度(0.1%)以下と判定される、この考え方をもとに図1のサンプリングおよび分析方式を設定した。

あらかじめ分袋されている検体は、合計が500 g以上となるよう収集し、それぞれをサブサンプルとする。内容量の等しいことを確認し、50粒の重量を測り、1粒の平均重量を求める。内容総重量を1粒の重量で除して全粒数を推定する。また、1包500 g以上の場合、数等分以上に重量で等分する(図2では5等分の例で示した)。得られたサブサンプルの粒数を同様に算出する。それぞれのサブサンプルを別々に粉碎し、その中から等量ずつ分散しよく混合して統合サブサンプルとする。その中より50 gを取り AF の翁分析を行い、もし AF が検出されなければ、このサンプルとサブサンプルは全て検出しないと判定する。第1回目の分析で AF が検出されたら、統合サブサンプルより再度50 gを取り AF の分析を行い、2回の分析値の平均値を以ってサンプルの汚染度とする。さらにサブサンプルについて全て AF の分析を行い、サブサンプルの汚染度の変動をみると共に、不検出率  $\text{Pr}(k=0)\%$  を求め、粒数  $n$  より  $C_p$  を算出する。全てのサブサンプルから AF が検出されれば、汚染粒率は  $1/n$  以上と判定されるが、サブサンプル中の粒数が500個以内なら0.2%以上の汚染粒率となる。また、再サンプリングが可能なら、その時はサブサンプルに分ける等分数をはじめの時より2~3倍

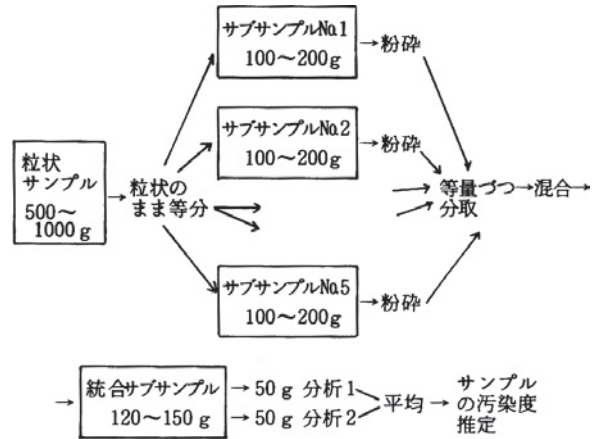


図2 アフラトキシンの汚染度および汚染粒率推定のためのサンプリング法

文献 53) より引用

表5 アフラトキシンの汚染花生製品の汚染度の変動性と汚染粒率

検体名	サブサンプル		AF汚染度ppb		サブサンプルの平均汚染度±標準偏差 AF B <sub>1</sub> ppb	推定汚染粒率 %
	Na	重量g	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>		
A スパニッシュ・ コーティング 加工品 (シリア産) 0.527g/粒	1	160	89.4	14.4	418 ± 733	0.60
	2	160	2040	204		
	3	160	nd	nd		
	4	160	3.9	0.3		
	5	160	60.9	8.6		
	6	160	312	69		
B スパニッシュ・ コーティング 加工品 (スーダン産) 0.522g/粒	1	500	41.9	11.3	40.7 ± 47.7	0.17
	2	500	131	35.3		
	3	510	nd	nd		
	4	500	26.8	1.5		
	5	512	3.9	0.9		

文献 53) より引用

増して同様に行えばよい。昭和56年以後は、この方式に従って粒状の落花生およびピーナッツとその加工品の検査を実施した。表5には汚染粒率まで測定できた2例を紹介する。

検体 A は、1袋が160 g ( $n=300$ ) から成るシリア産のスパニッシュ種の粒状加工品であり、6個のサブサンプルの汚染濃度は  $nd \sim 2,040$  ppb、平均  $418 \pm 733$  ppb であり、不検出率  $\text{Pr}(k=0)\% = 16.7\%$  と、数粒数  $n=300$  より  $C_p$  は0.6%と推定された。

検体 B はスーダン産のスパニッシュ種加工品であり、サブサンプル No.1(実は最初はサンプルとして搬入された)の汚染粒率が0.1%ぎりぎりであったため、サブサンプル No.2~5を

追加入手した。サブサンプルの AFB<sub>1</sub>汚染度は nd ~131 ppb であり、平均  $40.7 \pm 47.7$  ppb、不検出率  $\text{Pr}(k=0)\% = 20\%$ 、 $n=960$  より  $C_p$  は 0.17% と推定された。このロットは市内に 6 トン保蔵されており、行政処分の対象となった。

前田<sup>43)</sup>によれば、輸入されたスパニッシュ種の落花生の汚染粒率をスーダン産で 0.0218 ~ 0.0499% と推定しているが、著者が得た結果とは著しい開きがある。このことは、検査の際のサンプリング漏れにより、高い汚染度、汚染粒率を有したロットが市場に出荷されたことを示すものであり、著者らの結果は消費者リスクを捉えたものである。

## 6. MRA と自治体に於けるサンプル量の相違と AF 検出率の比較評価

### 1) 評価の基となる粒汚染実態

表 6 に、自然に AF 汚染した農産物の粒ごと測定結果を示した。本節では、表 6 の剥き身落花生の個々の粒汚染濃度を参考にして、サンプル量を粒のまま 50 g または 1 kg を粉砕してその 50 g を分析した時の検出確率の推定を行った。

### 2) 粒 50 g と粉砕試料 50 g 法の検出限度と検出に必要な AFB<sub>1</sub> の量

#### (1) 粒 50 g 法

薄層クロマトグラフによる蛍光分析上の検出限度は 10 ppb であるから、50 g の粒試料中には 500 ng 以上の AFB<sub>1</sub> 量が必要である。汚染粒が最低 1 個 50 g 中に存在する時、1 粒中に 500 ng の AFB<sub>1</sub> 量が存在することに成る。ここでは 2 粒以上の汚染粒で AFB<sub>1</sub> の量が 500 ng となる場合は無限の組み合わせが考えられ、複雑になるので汚染粒数を最低の 1 粒を限度として検討する。

#### (2) 粒 1 kg を粉砕してその 50 g を分析する場合

1 kg のサンプル中に 1 粒だけ汚染粒が存在した場合、1 粒中に AFB<sub>1</sub> の量は 10  $\mu\text{g}$  以上存在して始めて検出する。

本節では、表の剥き身落花生の個々の粒汚染濃度を参考にして、サンプル量を粒のまま 50

または 1 kg を粉砕してその 50 g を分析した時の AF 検出確率の比較を推定した。

### 3) 自然 AF 汚染ロットのから、1 粒あたりの汚染量が 500 ng 以上及び 10 $\mu\text{g}$ 以上の存在する比率の測定

表 6 の剥き身落花生ロット No. 1 ~ 3 について個々の粒汚染測定値から混在比を計算し表 7 に示した。

#### [表 7 の見方]

①例：ロット 2 は調査された全粒数は 330 粒で、そのうち AF 不検出は 255 粒 (77.3%) であった。すなわち、75 粒から AF が検出された。1 粒中の AFB<sub>1</sub> 量を A, B, C 区分に分ける。

A 区分：AFB<sub>1</sub> 量 X が  $X \leq 0.5 \mu\text{g}$  (500 ng の粒は 5 粒 (1.5%) であった。

B 区分：X が  $0.5 \mu\text{g}$  (500 ng)  $< X \leq 10 \mu\text{g}$  の粒は 25 粒 (7.6%) であった。

C 区分：X が  $10 \mu\text{g} < X$  の粒は 45 粒 (13.6%) であった。

このうち粒 50 g 法は、B と C 区分が AF 検出可能となる。一方 1 kg 粉砕法では C 区分のみが AF 検出可能である。

最下行の C/B+C は、1 kg 粉砕法に対する粒 50 g 法の両者の検出可能な汚染粒比を表わし、汚染濃度のみから見ると、粒 50 g 法のほうが検出する機会が 3 ロットの平均で 1.8 倍高いが、サンプル数 (粒数) が 1/20 と少ないので総合的には検出する機会は 1 kg 粉砕法より低い。

次に、両分析法の総合的な検出確率を二項分布式から推計する。

### 4) 粒 50 g 法と粉砕試料 50 g 法における一定汚染粒率ロットでの二項分布関数を用いた検出確率の推計

#### [表 8 の見方]

①サンプルサイズ粒 50 g 法の場合

A：1 粒中に AFB<sub>1</sub> 量が 500 ng 以上汚染している場合検出可能

②仮定した汚染粒率：0.1% (500 ng 検出限で検出できる汚染粒率、1,000 粒に 1 粒) では、二項分布式から AF が検出される確率は

表6 豆類、穀類及び種実類の粒におけるカビ毒自然汚染濃度

粒状農産物	ロット No.	カビ毒名	調査した粒数	加粒抽出した粒数	カビ毒の汚染濃度範囲
剥き身 落花生	1*1	アフラトキシン B <sub>1</sub>	20	12	300 ppb ~ 1,100 ppm
	2*2	アフラトキシン B <sub>1</sub>	330	75	390 ppb ~ 1,140 ppm
	3*3	アフラトキシン B <sub>1</sub>	100	22	20 ppb ~ 243 ppm
剥き身 トウモロコシ	1*4	アフラトキシン B <sub>1</sub> +B <sub>2</sub>	140	16	260 ppb ~ 38 ppm
	1*4	ゼアラレノン	140	12	9 ppm ~ 1,700 ppm
	2*5	アフラトキシン B <sub>1</sub> +B <sub>2</sub> +G <sub>1</sub> +G <sub>2</sub>	51	42	2 ppb ~ 18 ppm
	3*6	アフラトキシン B <sub>1</sub>	198	62	100 ppb ~ 80 ppm
ホップコーン	1*7	デオキシコパノール	100	14	60 ppb ~ 45 ppm
小麦	1*8	デオキシコパノール	100	59	80 ppb ~ 33 ppm
綿実	1*9	アフラトキシン B <sub>1</sub> +B <sub>2</sub> +G <sub>1</sub> +G <sub>2</sub> 不明		24	23 ppb ~ 151 ppm

\*1: Cucullu(1966) \*2: 峠(1991) \*3: 萩藤生員(1989) \*4, 5: Shotwell(1975, 1980)  
\*6: Lee(1980) \*7, 8: 峠(1986) \*9: Lee(1981)

表7 不良品として選別された剥き身落花生粒中のアフラトキシン B<sub>1</sub>量の分布

	ロット 1*1	ロット 2*2	ロット 3*3
全粒数 (%)	20 (100%)	330 (100%)	100 (100%)
AF 不検出粒数 (%)	8 (40.0%)	255 (77.3%)	78 (78.0%)
【AFB <sub>1</sub> 量 X の検出範囲】			
A. X ≤ 0.5 μg/粒			
検出粒数 (%)	1 (5.0%)	5 (1.5%)	14 (14.0%)
平均±標準偏差 μg/粒	0.174	0.273±0.103	0.069±0.052
範囲 μg/粒		0.117~0.397	0.008~0.164
B. 0.5 μg < X ≤ 10 μg/粒			
検出粒数 (%)	5 (25.0%)	25 (7.6%)	4 (4.0%)
平均±標準偏差 μg/粒	1.18±0.42	4.46±2.34	2.01±0.73
範囲 μg/粒	0.50~1.5	0.64~7.89	1.20~3.00
C. 10 μg < X μg/粒			
検出粒数 (%)	6 (30.0%)	45 (13.6%)	4 (4.0%)
平均±標準偏差 μg/粒	161±150	55.8±63.9	39.7±33.9
範囲 μg/粒	18.9~418	11.2~341	13.4~97.0
比率: $\frac{C}{B+C}$	$\frac{1}{1.8}$	$\frac{1}{1.6}$	$\frac{1}{2}$

\*1: 文献 5); \*2: 文献 6); \*3: 文献 8) より引用

文献 63) より引用

小粒落花生で11.8%、大粒落花生で5.7%と推計される。

⑥ 仮定した汚染粒率0.5%では、小粒で検出確率が46.6%、大粒で25.6%と低い。

② サンプルサイズ 1 kg 粉砕50 g 法の場合

B: 1 粒中に AFB<sub>1</sub>量が10 μg 以上汚染している場合検出可能

④ 仮定した汚染粒率: 0.056% (①粒50 g 法に対する汚染粒率が0.1%の時は、混在比 1/1.8を乗じて0.056%となる。

小粒落花生では検出確率が75.1%、大粒落花生で48.2%と推計される。

⑥ 汚染粒率0.278% (0.5% × 1/1.8)

小粒で検出確率が99.9%、大粒で96.2%

③ ①と②の検出確率の比は、1 kg 粉砕50 g 法のほうが粒50 g 法より汚染粒率0.1% (0.056%) において6.4倍高く、汚染粒率0.5% (0.278%) において2.1倍高い。

④ C と D は汚染粒率を 1 kg 粉砕50 g 法において0.1%及び0.5%とした時の検出確率を推定したもので、粒50 g 法では汚染粒率は0.18%及び0.90%と1.8倍高いので検出確率も高くなる。

5) AF 検査における MRA 及び自治体の検出率の実態と理論推計値との整合性につ

表 9 には、1972年~1999年に於ける両機関における検査結果を示した。



表8 我が国における剥き身落花生のアフラトキシン検査における検出確率

サンプル サイズ	汚染粒率	検出できる確率%		汚染粒率	検出できる確率%	
		小粒 (0.4 g/粒)	大粒 (0.85 g/粒)		小粒 (0.4 g/粒)	大粒 (0.85 g/粒)
50 g 粒の まま分析	A			C		
	1粒中 AFB <sub>1</sub> として 500 ng 以上汚染 されている粒 の比率%			1粒中 AFB <sub>1</sub> として 500 ng 以上汚染 されている粒 の比率%		
	0.10 0.50	11.8 46.6	5.7 25.6	0.18 0.90	20.2 67.7	10.1 41.3
1 kg を粉 砕その 50 g を分析	B			D		
	Aの時、1粒 中 AFB <sub>1</sub> と して 10 μg 以上汚染され ている粒の比 率%			Cの時、1粒 中 AFB <sub>1</sub> と して 10 μg 以上汚染され ている粒の比 率%		
	0.056* <sup>1</sup> 0.278* <sup>1</sup>	75.1 (6.4)* <sup>2</sup> 99.9 (2.1)	48.2 (8.5) 96.2 (3.8)	0.10* <sup>1</sup> 0.50* <sup>1</sup>	91.8 (4.5)* <sup>3</sup> 100 (1.5)	69.2 (6.9) 99.7 (2.4)

\*<sup>1</sup>: 表1の汚染粒率の実測値から、A及びCは通常B及びDの1.8倍多く存在するから、A:B=1.8:1、及びC:D=1.8:1によって補正した。例えば、本表4のAにおける汚染粒率0.1%は、Bの0.056%に相当する。

\*<sup>2</sup>: それぞれ対応する汚染粒率について、Aに対するBの検出できる確率の倍率を示す。例えば、75.1%は11.8%の6.4倍を意味する。

\*<sup>3</sup>: \*<sup>2</sup>の場合と同様に、Cに対するDの倍率を示す。

文献 63) より引用

表9 マイコトキシン検査協会及び地方自治体における輸入落花生及び落花生製品のアフラトキシン検査結果  
(検出限度：10 ppb)

検査機関	検査期間	検査試料 の調整法	検体数	陽性 検体数	陽性率 %
マイコトキシン 検査協会	1972-1991.12	検査試料 粒のまま50粒			
		大粒種	5,595	5	0.09
		小粒種	19,863	269	1.35
		計	25,458	274	1.08
マイコトキシン 検査協会	1999.4-2000.3	検査試料 1kgを粉碎その 50gを使用			
		大粒種	1,215	30	2.47
		小粒種	1,155	54	4.67
		計	2,370	84	3.54
地方自治体 衛生研究所	1971-1983	300~500gの試 料を粉碎しその 50gを使用			
		剥き身落花生	192	12	6.25
		落花生製品	1,974	80	4.05
		計	2,166	92	4.25

MRAは1999年から1kg粉砕50g法に切替えた。したがって、検出率が約3倍に上がった。また、自治体では通常500g~300gのサンプルが使用され、粉砕法を用いたので検出率は約3倍となった。したがって1kg粉砕法よりは検出率上昇は低い。小粒落花生の1kg粉砕法における検出倍率6.4倍(表8)に0.5~0.3

(500~300g)を乗じると3.2~1.9倍と成り、理論値との整合性が認められた。

#### 7. AF 汚染の定性的分析に必要な各種粒状農産物の重量

表10には、小粒剥き身落花生の重量を0.4g/粒として全1,000g(2,500粒)をサンプルと

表10 定性試験に必要な粒状農産物のサンプルサイズ\*1

品目	1粒の重量 (g)	サンプルサイズ (g)
<b>【穀類】</b>		
トウモロコシ	0.32	800
ポップコーン	0.13	325
ジャイアントコーン	0.87	2,175
小麦	0.032	80
大麦、蕎麦	0.025	62.5
米	0.023	57.5
<b>【種実類】</b>		
アーモンド	1.20	3,000
ピスタチオ		
殻付	1.0	2,500
可食部	0.55	1,375
<b>【豆類】</b>		
落花生		
小粒種	0.4	1,000
大粒種	0.85	2,125
小豆	0.10	450

\*1: 全粒粉碎分析法を使用し、各品目の汚染粒率を0.1%とした場合、1kgの小粒種落花生の検出確率91.8%に相当する検出確率を得るに必要なサンプルサイズを言う。

検出確率91.8%とは、同一のロットから1,000回サンプリングを繰り返し分析したとき、918回は検出するという結果を得る確率を言う。

文献 63) より引用

た場合に、同等の検出確率が期待される各種粒状農産物の重量を、それらの1粒の重量から推計し示した。

0.1%の汚染粒率では、91.8%の検出確率が期待できる

## 8. 最近の輸入食品のAF検出状況

表11に、厚生労働省の発表した輸入食品のAF検出状況をまとめて示した。

輸入食品では多種の食品がアフラトキシン汚染に曝されており、今後もこの状況は続くと思われる。

### まとめ

わが国の輸入食品、ことに粒状の農産物である落花生、トウモロコシ、ナッツ類などのAF検査のためのサンプリング法について、二項分

表11 アフラトキシンが検出された輸入時検査食品 (2008.2.10~2009.2.9\*)

アフラトキシンが 検出された食品	検出件数	アフラトキシンが 検出された食品	検出件数
トウモロコシとその製品		ナッツとその製品	
トウモロコシ	1872	アーモンド	1407
ポップコーン	252	加工品	96
加工食品	338	小計	1503
小計	2462	クルミ	487
落花生とその製品		加工品	4
小粒落花生	1481	小計	591
大粒落花生	216	ピスタチオナッツ	263
加工品	2599	加工品	44
小計	4296	小計	307
香辛料とその製品		カシュー	77
香辛料	1272	加工品	13
加工品	968	小計	90
小計	2240	マカダミアナッツ	29
コーヒー		加工品	31
コーヒー豆	789	小計	60
加工品	134	ヘーゼルナッツ	65
小計	923	加工品	4
菓子類	1063	小計	69
穀類		ジャイアントコーン	23
うるち米	419	加工品	2
とその製品		小計	25
もち米	79	その他のナッツ	
とその製品		ブラジルナッツ	5
そば	229	ミックスマックスナッツなど	234
とその製品		小計	239
小麦とその製品	134	その他の食品	
大麦とその製品	15	乾燥果実	494
ゴマとその製品	486	とその製品	
その他	512	発酵茶	102
小計	1874	調味料	53
豆類		サプリメント	17
大豆とその製品	308	その他	481
その他の豆類と その製品	794	小計	1147
小計	1102	総計	17991

\*: 厚生労働省発表

布の法則に基づいて検出能力を評価し、サンプル調製法の改善を求めた。

- ①1971年から1999年まで、わが国の輸入の粒状農産物のアフラトキシン検査において、1 kgのサンプルから粒のままの50 gが採取されて、検査されてきた。
- ②著者は、1 kgのサンプルから粒のまま50 gの分析用試料を採ると、サンプルを代表する分析結果が得られないことを指摘し、行政当局に分析試料の調整法の改善を求めた。
- ③落花生を例にあげて、サンプル1 kgを全粒粉碎後にその50 gを分析する方法をとれば、AF汚染ロットの検出率が以前より約3倍高くなることを二項分布関数理論から説得してきた。
- ④1999年4月以後は、全粒粉碎法が導入されたためAF汚染ロットの検出率は3倍以上に高められ、確率統計理論と一致した。

## 文 献

- 1) 岩手衛研年報；第36集、p.47～49 (1986)
- 2) 宮城県衛研年報；第55号、p.149 (1980)
- 3) 同上；第56号、p.122 (1981)
- 4) 同上；第57号、p.90 (1982)
- 5) 宮城県保健環境センター年報；第2号、p.198～200 (1984)
- 6) 同上；第6号、p.172 (1987)
- 7) 栃末県衛生研究所報；12号、p.56 (1980)
- 8) 同上；13号、p.43 (1983)
- 9) 同上；16号、p.84 (1986)
- 10) 同上；17号、p.82 (1987)
- 11) 埼玉衛生研究所報；11号、p.53～57 (1977)
- 12) 千葉衛研報；23号、p.31 (1974)
- 13) 同上；24号、p.53 (1975)
- 14) 同上；25号、p.19 (1976)
- 15) 同上；26号、p.23 (1977)
- 16) 直井家寿太ら；食衛誌、20巻、p.54～58 (1979)
- 17) 東京都立衛生研究所事業報告；昭和51～58年度
- 18) 厚生省がん研究助成金による研究報告集（下）；56-35、p.771～772 (1981)
- 19) 斉藤和夫ら；食衛誌、20巻、p.27～32 (1979)
- 20) 中里光勇ら；同上、23巻、p.59～65 (1982)
- 21) 斉藤和夫ら；同上、25巻、p.241～245 (1984)
- 22) 田端節子ら；同上、28巻、p.395～401 (1987)
- 23) 神奈川衛生研究年報；31号、p.23 (1981)
- 24) 同上；32号、p.24 (1982)
- 25) 同上；33号、p.24 (1983)
- 26) 同上；34号、p.74 (1984)
- 27) 同上；35号、p.26 (1985)
- 28) 高橋孝則ら；食衛誌、23巻、p.73～80 (1982)
- 29) 川崎市衛生研究所報；6号、p.34 (1980)
- 30) 同上；17号、p.36 (1981)
- 31) 富山県衛生研究所報；55年度、p.98 (1980)
- 32) 福井県衛生研究所調査研究報告；第15集、p.12～21 (1978)
- 33) 愛知県衛生研究所年報；第12号、p.64 (1983)
- 34) 名古屋市衛研報；第26号、p.48～51 (1979)
- 35) 山本勝彦ら；食衛誌、24巻、p.396～402 (1983)
- 36) 山本勝彦ら；第31回名古屋市公衆衛生研究発表会講演集；101～103 (1985)
- 37) 久田和夫ら；食衛誌、25巻、p.543～548 (1984)
- 38) 京都市衛研年報、第41号、p.26 (1974)
- 39) 大阪府立公衆衛生研究所報；食品衛生編、第10号、p.73～75 (1979)
- 40) 同上；第15号、p.66 (1984)
- 41) 兵庫県衛生研究所報告、第21号、p.50～55 (1986)
- 42) 神戸市環境保健研究所報告；第15号、p.25 (1985)
- 43) 田中敏嗣ら；マイコトキシン、23号、p.47 (1986)
- 44) 広島県衛生研究所業務年報、56年度、p.30 (1981)
- 45) 広島市衛生研究所年報；1号、35 (1983)
- 46) 香川県衛生研究所報；11号、p.12 (1982)
- 47) 福岡市衛生研究所年報；8号、p.15 (1982)
- 48) 鹿児島県衛生研究所報；19号、p.23 (1983)
- 49) 同上；20号、p.62～63 (1984)
- 50) 山本勝彦；フードケミカル；5月号、p.78～87 (1988)
- 51) 岩手県衛生研究所年報；25号、p.38～40 (1982)
- 52) 宮城県保健環境センター年報；1号、p.17 (1983)
- 53) 山本勝彦；環境管理技術、vol.3、No.3、p.576～584 (1985)
- 54) 大阪市立環境科学研究所事業報告；p.41 (1981)
- 55) 同上；p.43 (1982)
- 56) 同上；p.46 (1983)
- 57) 兵庫県衛生研究所報告；18号、pp.150 (1980)
- 58) 神戸市環境科学研究所報告；14号、p.61～63 (1981)
- 59) 前田協一；マイコトキシン、17号、P.26～31 (1983)
- 60) Whitaker, T.B.ら；J. Amer. Oil Chem. Soc., Vol.46, p.377～379 (1969)
- 61) 同上；Vol.47, p.501～504 (1970)
- 62) Kunitti, R. ら；Z. Lebensm. Unters. Forsch. Vol.174, p.122～128 (1982)
- 63) 山本勝彦；食衛誌、第32号、第6号、p.487～497 (1991)



## Abstract

# The qualitative evaluation of the sampling methodology when the grainy farm products pollution is investigated —The aflatoxin inspection as an example—

Katsuhiko Yamamoto\*

The detection ability of the sampling methodology for the aflatoxin(AF) inspections grainy import farm products, that is, such as the peanut, corn, and nuts was evaluated based on the law of binomial distribution. And, the Ministry of Health and Welfare was asked for the improvement so that the part might be analyzed after all samples had been comminuted .

The old Ministry of Health and Welfare has directed that 50g like grain is analyzed from a grainy sample of 1kg from 1971 to 1999 for the peanut.

The author pointed out that the analysis result of representing the sample was not obtained when the sample for the analysis of 50g was caught from the sample of 1kg like grain, and requested the improvement of the adjustment method of the analytical sample from administrative authorities.

If the method of analyzing the 50g after sample 1kg is comminuted in all grain is adopted, the detection rate of the AF pollution lot has clarified improving to three times or more than before from the binomial distribution function theory.

Because all grain comminuting method had been introduced after April, 1999, the detection rate of the AF pollution lot was tripled, and was corresponding to the probability statistics theory.

**Key words:** Aflatoxin inspection, Binomial distribution, peanut, corn, cereal grains

---

\* Nagoya University of Art and Sciences