

Table 1. Differential leukocyte counts of male F344 rats fed diets containing nivalenol for 2 weeks.

	Nivalenol in diet (ppm)		
	0	25	100
No. of animals examined	6	8	8
Differential leukocyte counts			
Band form neutrophils (%)	0.0 ± 0.0 ^a	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
Segmented neutrophils (%)	10.4 ± 2.3	12.2 ± 3.9	11.7 ± 3.9
Eosinophils (%)	0.4 ± 0.6	0.8 ± 0.5	0.5 ± 0.4
Basophils (%)	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
Lymphocytes (%)	88.6 ± 2.6	85.9 ± 4.1	87.1 ± 3.9
Monocytes (%)	0.6 ± 0.4	1.1 ± 0.8	0.7 ± 0.4
Reticulocytes (/ 100 cells)	2.2 ± 2.6	3.6 ± 2.4	3.8 ± 0.9

^a Mean ± SD.

Table 2. Organ weights of male F344 rats fed diets containing nivalenol for 2 weeks.

	Nivalenol in diet (ppm)		
	0	25	100
No. of animals examined	8	8	8
Absolute organ weight			
Body weight (g)	185.2±6.9 ^a	188.0±3.9	182.0±6.3
Brain (g)	1.77±0.02	1.76±0.02	1.75±0.06
Thymus (g)	0.354±0.027	0.366±0.037	0.367±0.052
Lung (g)	0.812±0.033	0.805±0.038	0.776±0.034
Heart (g)	0.686±0.038	0.683±0.044	0.669±0.041
Spleen (g)	0.501±0.023	0.503±0.018	0.487±0.029
Liver (g)	7.52±0.34	7.16±0.28	7.23±0.34
Adrenals (g)	0.027±0.002	0.029±0.006	0.028±0.004
Kidneys (g)	1.504±0.064	1.479±0.043	1.458±0.047
Testes (g)	2.16±0.17	2.29±0.13	2.19±0.15
Relative organ weight			
Brain (g/100gBW)	0.954±0.032	0.937±0.027	0.964±0.036
Thymus (g/100gBW)	0.191±0.011	0.195±0.021	0.203±0.024
Lung (g/100gBW)	0.439±0.024	0.428±0.020	0.427±0.023
Heart (g/100gBW)	0.370±0.017	0.364±0.023	0.368±0.017
Spleen (g/100gBW)	0.270±0.009	0.268±0.011	0.267±0.009
Liver (g/100gBW)	4.06±0.10	3.81±0.16**	3.97±0.12
Adrenals (mg/100gBW)	14.8±1.7	15.5±3.5	15.4±2.5
Kidneys (g/100gBW)	0.813±0.040	0.787±0.015	0.801±0.023
Testes (g/100gBW)	1.163±0.076	1.219±0.063	1.202±0.075

^aMean±SD.

Abbreviation: BW, Body weight.

** : Significantly different from the controls ($P < 0.01$).

Table 3. Histopathological changes in male F344 rats fed diets containing nivalenol for 2 weeks.

Organ/histopathological changes	Nivalenol in diet (ppm)		
	0	25	100
No. of animals examined	8	8	8
Liver			
Microgranuloma (\pm)	2 ^a	2	1
Thymus			
No abnormalities detected	8	8	8
Kidneys			
Focal tubular regeneration (\pm)	3	2	2
Spleen			
No abnormalities detected	8	8	8
Small intestine			
No abnormalities detected	8	8	8
Testis			
Cell debris, tubular lumen (\pm /+)	7(6/1) ^b	8(8/0)	8(7/1)
Sertoli cell vacuolation (\pm /+)	1(0/1)	5(4/1)	5(5/0)
Loss of germ cell development (\pm)	1	3	3

^a Number of animals showing the corresponding change.

^b Number in parenthesis showing the corresponding grade of change.

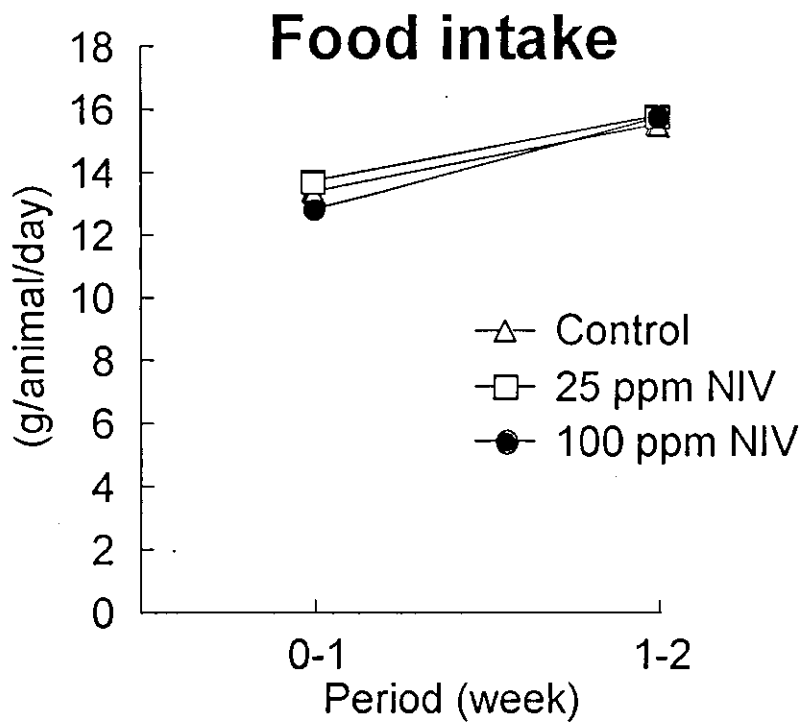
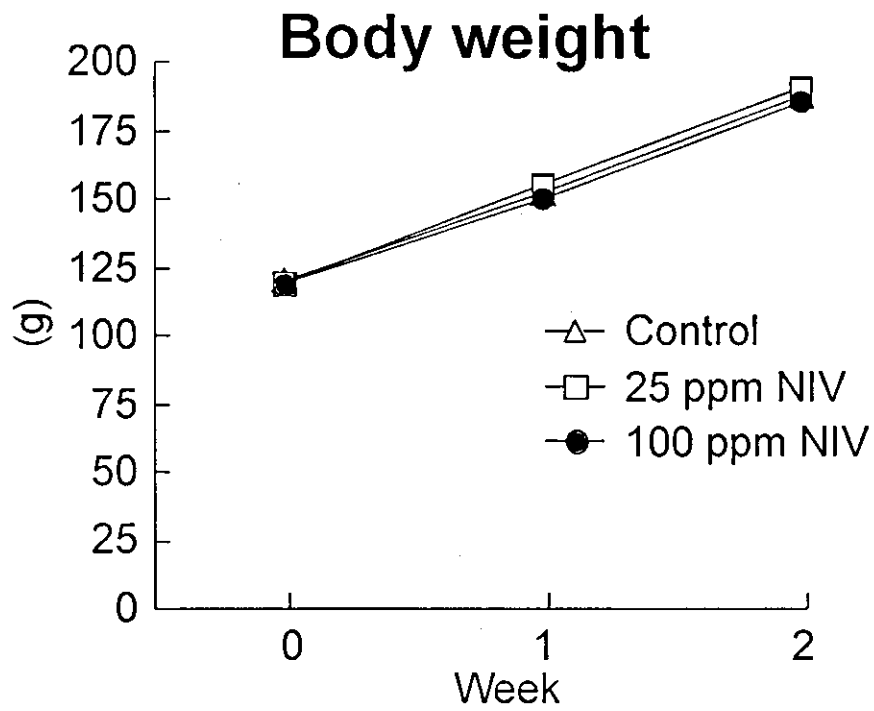


Fig. 1. Body weight and food intake during experiment.

分 担 研 究 報 告 書

モンテカルロ法を用いたナッツ類からの
アフラトキシン暴露評価に関する研究

佐藤 敏彦

モンテカルロ法を用いたナッツ類からのアフラトキシン曝露評価に関する研究

分担研究者
北里大学医学部衛生学公衆衛生学教室
佐藤 敏彦

研究要旨

日本人のアフラトキシン曝露による健康リスクを評価するために、日常の食品摂取によるアフラトキシン曝露量の推定評価を行った。曝露量推定のために、今年度はまず、アフラトキシンを多く含有するピーナッツおよびアーモンド摂取による曝露量を推定した。推定には、国民栄養調査の食品別の摂取量と、検疫および実態調査で得られた食品中のアフラトキシン含有量データを用いた。推計にはモンテカルロ・シミュレーションの手法を用い、規制値を幾つかのレベルで設定したシナリオ別にアフラトキシン B1 の摂取量を推定した。その結果、ピーナッツ類およびアーモンドから摂取されるアフラトキシン曝露量はアフラトキシン B1 曝露による肝がん発生リスクに関するデータを考慮すると、日本人集団においては十分に低いものであることがわかった。しかしながら、用いたデータの代表性の問題、実際の分布の仮定の問題、食品摂取の相関の問題等、データの信頼性をより改善し、また、その他の食品からの曝露量も併せて再試算することが必要と思われる。

研究協力者

齊藤 史朗(東京大学)

A. 研究目的

カビ毒の中でも最も高い毒性を有すると考えられているアフラトキシン B1 について、ナッツ類を摂取することにより体内に取り込まれる曝露量の日本人全体における分布を推計し、食品中のカビ毒曝露量推定におけるモンテカルロ法適用の妥当性と限界を検討することを目的とする。

B. 研究方法

1) 対象食品

今回の調査においては、含有量に関するデータと摂取量に関するデータの品目の多くが一致しなかったため、一致していると考え得るもののみを対象とした。具体的には、ピーナッツとアーモンドの2つである。

2) 含有量データ

a. ピーナッツ: 2000年の個別の検査データ(2981

件。そのうち検出値があるものが238件。検出下限値は0.2ppbを採用した

b. アーモンド: 2000年から2003年までの検査データ計54件。検出下限値は0.2ppbを採用した。スライスやパウダーなどの形状は今回の推定では特に考慮しなかった。

3) 摂取量データ

a. 国民栄養調査における各年齢層別の1日、体重1Kgあたりの摂取量(g)のデータを用いたが、摂取者が全体の0.4%未満のものについては、シミュレーションの対象から除外した。

b. 摂取量データにおけるナッツの分類法と含有量データにおけるナッツの分類法がことなっていたが、それぞれ、以下のようにまとめた。

(ア) 摂取量の落花生(炒り)とバターピーナッツは同じく、含有量のピーナッツにあたるとしてシミュレーションした。

(イ) 摂取量のアーモンドおよびアーモンド

フライは、含有量のアーモンドにあたる
とした。

4) 推計方法

アフラトキシン B1 曝露量分布の推計は、Crystal Ball 2000 日本語版（株）構造計画研究所）を用いて、モンテカルロ法により実施した。

モンテカルロ法を実施するにあたり下記のような仮定をした。

a. 含有量検出下限以下の取り扱い

ピーナッツの含有量については、全体の約8%については検出値があるものの、残りの92%については、検出下限以下となっている。そこで以下の2つのシナリオを適用した。

- ・検出下限以下のものについては、検出下限値である、0.2ppb を全てあてる。
- ・検出下限以下のものについては、検出下限値の0.2と0の間の一様分布をすると想定する。

アーモンドについては使用したデータについて、上記のような問題はなかった。

b. 摂取量分布

摂取量データは、個別のデータはなく、集約データのみだったので、データ全体から分布を推定することができなかった。従って、あらかじめ分布形状は摂取者（摂取が0でない者）の集約データからのみで対数正規分布を仮定し、それに非摂取者の割合を加えることでシミュレーションデータを作成した。

5) 試算シナリオ

規制値につき以下の4つのシナリオを作成した。

- 全く規制をかけない場合
- 10ppb 以上のものの流通を禁止する場合
- 15ppb 以上のものの流通を禁止する場合
- 20ppb 以上のものの流通を禁止する場合

6) 年齢カテゴリー

今回の調査では、以下の年齢層ごとに、1日の体重1KgあたりのアフラトキシンB1の摂取量をシミュレーションした。

a. 全年齢

- 1～6歳
- 7～14歳
- 15～19歳
- 20歳以上

7) シミュレーション方法について

a. 計算方法

含有量についてのシミュレーション結果と摂取量についてのシミュレーション結果を1レコードごとに掛け合わせた。

b. 計算回数

それぞれ、年齢層別・シナリオ別に10,000,000回の計算を行なった。（10,000,000レコードを作成し、それぞれの含有量と摂取量を掛け合わせた1日の体重1Kgあたりの摂取量を算出した。）ただし、規制値のあるシミュレーションにおいては、規制値以上の含有量を除いて、10,000,000レコードになるように計算した。

また、全体については、一度、年齢70才までの体重1Kgあたりの総摂取量を計算した上で、それを1才から70才までの日数で割ることにより、1日あたりの摂取量を計算した。

C. 結果

1) 含有量データのシミュレーション結果

a. ピーナッツ（ただし、検出値のあるもの（全体の約8%）についてのみ推定を行なった。）

- ・対数正規分布（平均=35.79 分散=57025.4）と推定。
- ・推定の精度についての指標は以下の通り。
 - ・ χ 二乗検定値=29.7143
 - ・P値=0.0084
 - ・コルモゴロフ-スミルノフ検定=0.0875
 - ・アンダーソン-ダーリング検定=1.6590

b. アーモンド

- ・対数正規分布（平均=3.71 分散=94.1）と推定。
- ・推定の精度についての指標は以下の通り。
 - ・ χ 二乗検定値=20.0000

- ・P値=0.0028
- ・コルモゴロフ-スミルノフ検定=0.1730
- ・アンダーソン-ダーリング検定=2.8802

であった。

2) 摂取量のシミュレーションデータ分布

アーモンド、落花生、バターピーナッツ、アーモンドフライのそれぞれの実際のデータにおける1、5、10、25、50、75、90、95、99パーセンタイル値とシミュレーションデータのそれとの比較を表1から表4に示した。食品、年齢層により実測値と対数正規分布を仮定したシミュレーションデータの違いの大きさにはばらつきが生じた。95パーセンタイル値で実測地とシミュレーション値の差を見ると落花生の15~19歳でシミュレーション値が実測値をもっとも下回り、バターピーナッツでは逆にシミュレーション値が実測値を上回った。

3) 推定曝露量分布

以上の含有量と摂取量のシミュレーションデータを用いて、曝露量の推定分布を表したのが、一連のヒストグラムである。いずれも低曝露に集中しており、年齢、規制値シナリオにより若干右に裾を広げた分布となっている。

推定曝露量の95パーセンタイル値で見ると、もっとも高値を示したのが「規制なし」による7-14歳のアーモンド摂取による0.04ng/kg/dayであり、極めて低い曝露量となった。規制に関する各シナリオにおいても大きな差異は認めなかった(表5)。

表6では、1日の体重1Kgあたりの摂取量が1ナノグラムを超える人数の割合を%で示した。アーモンド、ピーナッツとも規制なしの場合、0.1-0.2%ほどであり、規制をかけた場合にはその半数以下となった。

D.考察

これまでの知見によれば、アフラトキシンB1を継続的に1ng/kg/day摂取した場合の肝臓がん発生率はB型肝炎抗原陽性者において3件/100万人・年、同じく陰性者で0.1件とされている。今回のシミュレーション結果ではピーナッツ、アー

モンド摂取により1ng/kg/day以上摂取するものは大きく見積もっても全体の0.1~2%であり、両者の摂取による肝がんの過剰発生はほとんど見込まれない、という結果になった。

但し、今回の推定の過程において次のような問題があるため、それらを改善し、データの信頼性をより高めた上で再検討する必要があると思われる。

1) 含有量データについて

さまざまなソースから集められたデータであるがゆえに、整合性のとれていない部分がある。アフラトキシンB1かどうか不明の点があり、何を計測しているのかが斉一でない。また、データの集約度が異なるものが混在している。すなわち、アーモンドについては、マイコトキシン協会による集約データは集約データで、そのままでは使えないのに対して、別に個別の検査結果のデータも存在する。また、サンプリングの代表性にも問題があると思われる。

2) 含有量データと摂取量データのマッチングの問題

摂取量において、重要と思われる品目(カシューナッツ、ピーナッツバター等)の含有量の調査が行われていないものがある。また、摂取量における形状等の分類と、含有量における分類とが異なっている。今回は、摂取量における落花生(炒り)も落花生(乾燥)も、バターピーナッツも区別なく、含有量の方の「ピーナッツ」の含有量と掛け合わせた。

3) 摂取量の相関の問題

ナッツ類の摂取量については、相関があると思われるが、相関についての調査がない。

例えば、摂取量データの「7才から14才」であるが、落花生(炒り)の摂取者数とアーモンドの摂取者の数は同じく1698人であるが、これは同じ人なのではないか? (「15才から19才」においても摂取者の数は近い。)これは、落花生(炒り)とアーモンドを含むような食品(ミックスナッツとか)をこの年代は食べることが多いとか、そういう強い相関の原因となるような慣習行動が存在するのではないか?

4) 摂取量分布の仮定の問題

今回摂取者については対数正規分布を想定して、具体的な分布は平均と標準偏差から求めた。しかし、分布の適合度合いは、年齢が高い層（「15才から19才」と「20才以上」）ではよかったが、年齢の低い層（「1才から6才」と「7才から14才」）ではあまりよくなかった。ナッツ類は小麦等と異なり嗜好品であり、より適合的な分布を仮定するためにも、摂取量データについても、個別データを使用するのが適当であろう。

E. 参考文献

1. IARC, IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risks to Humans. Volume 56, Some naturally occurring substances: Food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins (1992)
2. 吉池信男. 残留農薬の暴露量試算のための食品摂取量基準データの検討—1995～1997年国民栄養調査. 食品衛生研究 Vol 50(6), 2000
3. 日本人のカドミウム曝露量推計に関する研究 平成15年度 総括研究報告書 (2004)

表1:アーモンド摂取量の分布比較

		(単位:グラム/体重1kg)			
		1-6Y	7-14y	15-19y	20y-
A.シミュレーションデータ	1%点	0.000	0.000	0.000	0.006
	5%点	0.000	0.000	0.000	0.013
	10%点	0.001	0.000	0.000	0.018
	25%点	0.002	0.000	0.000	0.034
	50%点	0.009	0.001	0.001	0.069
	75%点	0.032	0.003	0.002	0.138
	90%点	0.103	0.009	0.004	0.258
	95%点	0.206	0.019	0.008	0.375
	99%点	0.753	0.068	0.021	0.758
B.実測サンプルデータ	1%点	0.003	0.001	0.001	0.001
	5%点	0.004	0.002	0.001	0.001
	10%点	0.004	0.002	0.002	0.002
	25%点	0.004	0.002	0.002	0.002
	50%点	0.005	0.003	0.002	0.059
	75%点	0.005	0.004	0.002	0.149
	90%点	0.006	0.005	0.002	0.336
	95%点	0.009	0.005	0.003	0.516
	99%点	2.632	0.008	0.049	0.786
A-B	1%点	-0.003	-0.001	-0.001	0.005
	5%点	-0.003	-0.002	-0.001	0.011
	10%点	-0.003	-0.002	-0.001	0.017
	25%点	-0.002	-0.002	-0.001	0.032
	50%点	0.004	-0.002	-0.001	0.010
	75%点	0.027	-0.001	0.000	-0.011
	90%点	0.097	0.005	0.002	-0.078
	95%点	0.197	0.013	0.005	-0.141
	99%点	-1.878	0.060	-0.029	-0.028
実測摂取者数	103	1698	104	119	
実測サンプル数	1484	2087	1303	19098	
摂取者割合(%)	6.9	81	8	0.6	

※シミュレーションデータとは、対数正規分布を仮定して、実測サンプルデータの平均と分散によって計算した、1,000,000件のデータにおける各パーセント点の値である。

※実測サンプルデータとは、今回調査に用いた摂取量のデータのことである。

表2:落花生(炒り)摂取量

(単位:グラム/体重1kg)

	1-6y	7-14y	15-19y	20y-
A.シミュレーションデータ				
1%点	0.000	0.000	0.000	0.010
5%点	0.000	0.000	0.000	0.023
10%点	0.000	0.000	0.000	0.035
25%点	0.001	0.000	0.000	0.072
50%点	0.002	0.001	0.000	0.159
75%点	0.006	0.003	0.001	0.353
90%点	0.018	0.010	0.004	0.722
95%点	0.033	0.017	0.008	1.106
99%点	0.108	0.054	0.034	2.466
B.実測サンプルデータ				
1%点	0.004	0.001	0.001	0.001
5%点	0.004	0.002	0.001	0.002
10%点	0.004	0.002	0.002	0.002
25%点	0.005	0.002	0.002	0.093
50%点	0.006	0.003	0.002	0.217
75%点	0.007	0.004	0.002	0.395
90%点	0.008	0.005	0.004	0.702
95%点	0.010	0.005	0.200	0.990
99%点	0.013	0.009	0.488	1.648
A-B				
1%点	-0.004	-0.001	-0.001	0.009
5%点	-0.004	-0.002	-0.001	0.021
10%点	-0.004	-0.002	-0.002	0.033
25%点	-0.004	-0.002	-0.002	-0.021
50%点	-0.004	-0.002	-0.002	-0.058
75%点	-0.001	0.000	-0.001	-0.043
90%点	0.009	0.005	0.000	0.020
95%点	0.024	0.012	-0.192	0.116
99%点	0.095	0.045	-0.454	0.818
実測摂取者数	522	1698	112	319
実測サンプル数	1484	2087	1303	19098
摂取者割合(%)	35	81	9	1.7

※シミュレーションデータとは、対数正規分布を仮定して、実測サンプルデータの平均と分散によって計算した、1,000,000件のデータにおける各パーセント点の値である。

※実測サンプルデータとは、今回調査に用いた摂取量のデータのことである。

表3:バターピーナッツ摂取量

(単位:グラム/体重1kg)

		1-6y	7-14y	15-19y	20y-
A.シミュレーションデータ	1%点	0.053	0.026	0.006	0.040
	5%点	0.106	0.051	0.015	0.067
	10%点	0.152	0.073	0.024	0.088
	25%点	0.282	0.131	0.055	0.138
	50%点	0.558	0.253	0.141	0.229
	75%点	1.105	0.490	0.358	0.381
	90%点	2.045	0.887	0.827	0.601
	95%点	2.953	1.267	1.364	0.789
	99%点	5.871	2.461	3.493	1.309
B.実測サンプルデータ	1%点	0.111	0.038	0.033	0.015
	5%点	0.111	0.038	0.033	0.050
	10%点	0.111	0.084	0.033	0.081
	25%点	0.167	0.202	0.091	0.149
	50%点	0.358	0.275	0.401	0.214
	75%点	1.273	0.438	0.481	0.378
	90%点	3.333	0.500	0.789	0.629
	95%点	3.333	2.273	0.789	0.860
	99%点	3.333	2.273	0.789	1.563
A-B	1%点	-0.059	-0.012	-0.028	0.025
	5%点	-0.006	0.013	-0.019	0.016
	10%点	0.041	-0.011	-0.009	0.007
	25%点	0.115	-0.071	-0.036	-0.011
	50%点	0.200	-0.021	-0.260	0.015
	75%点	-0.167	0.052	-0.123	0.003
	90%点	-1.288	0.387	0.038	-0.028
	95%点	-0.381	-1.006	0.576	-0.071
	99%点	2.538	0.188	2.704	-0.254
実測摂取者数		6	16	6	175
実測サンプル数		1484	2087	1303	19098
摂取者割合(%)		0.4	0.8	0.5	0.9

※シミュレーションデータとは、対数正規分布を仮定して、実測サンプルデータの平均と分散によって計算した、1,000,000件のデータにおける各パーセント点の値である。

※実測サンプルデータとは、今回調査に用いた摂取量のデータのことである。

表4:アーモンドフライ摂取量

	(単位:グラム/体重1kg)			
	1-6y	7-14y	15-19y	20y-
A.シミュレーションデータ				
1%点			0.022	
5%点			0.036	
10%点			0.048	
25%点			0.075	
50%点			0.126	
75%点			0.210	
90%点			0.333	
95%点			0.439	
99%点			0.733	
B.実測サンプルデータ				
1%点	0.285	0.714	0.016	0.020
5%点	0.285	0.714	0.016	0.032
10%点	0.285	0.714	0.016	0.037
25%点	0.285	0.714	0.069	0.048
50%点	0.362	0.714	0.133	0.140
75%点	0.645	0.714	0.231	0.201
90%点	0.645	0.714	0.394	0.370
95%点	0.645	0.714	0.394	0.439
99%点	0.645	0.714	0.394	0.511
A-B				
1%点			0.005	
5%点			0.020	
10%点			0.031	
25%点			0.007	
50%点			-0.007	
75%点			-0.021	
90%点			-0.061	
95%点			0.045	
99%点			0.339	
実測摂取者数	3	2	5	175
実測サンプル数	1484	2087	1303	19098
摂取者割合(%)	0.2	0.1	0.4	0.3

摂取者の割合が0.4%未満のものはシミュレーションに使用しなかつた

※シミュレーションデータとは、対数正規分布を仮定して、実測サンプルデータの平均と分散によって計算した、1,000,000件のデータにおける各パーセント点の値である。

※実測サンプルデータとは、今回調査に用いた摂取量のデータのことである。

表5. 1日体重1Kgあたり摂取量の95パーセンタイル値(ナノグラム)

1. アーモンド

	規制なし	10ppb規制	15ppb規制	20ppb規制
全年齢	0.00879	0.00570	0.00655	0.00710
1-6歳	0.00280	0.00241	0.00255	0.00263
7-14歳	0.04182	0.02706	0.03121	0.03391
15-19歳	0.00061	0.00051	0.00055	0.00057
20歳以上	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

2. 1 ピーナッツ (検出限界以下=検出限界値と仮定)

	規制なし	10ppb規制	15ppb規制	20ppb規制
全年齢	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
1-6歳	0.00214	0.00163	0.00171	0.00177
7-14歳	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
15-19歳	0.00503	0.00258	0.00285	0.00307
20歳以上	0.00403	0.00155	0.00182	0.00204

2. 2 ピーナッツ (検出限界以下=一様分布と仮定)

	規制なし	10ppb規制	15ppb規制	20ppb規制
全年齢	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005
1-6歳	0.00401	0.00319	0.00332	0.00342
7-14歳	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
15-19歳	0.00765	0.00446	0.00483	0.00512
20歳以上	0.00689	0.00285	0.00327	0.00363

表6. 1日体重1Kgあたり摂取量が1ナノグラム以上の人の割合(%)

1. アーモンド

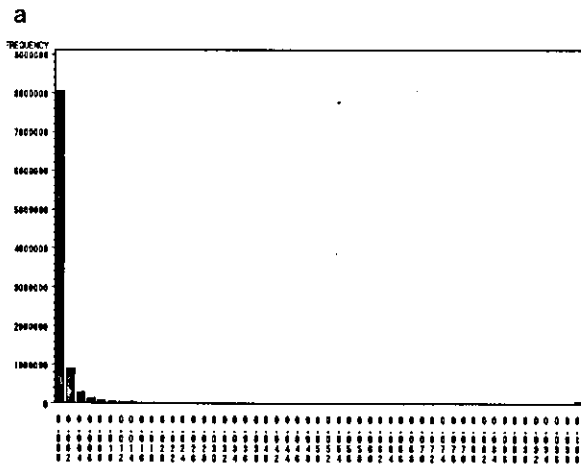
	規制なし	10ppb規制	15ppb規制	20ppb規制
全年齢	0.061	0.021	0.029	0.036
1-6歳	0.216	0.125	0.150	0.167
7-14歳	0.170	0.052	0.073	0.088
15-19歳	0.055	0.029	0.039	0.045
20歳以上	0.053	0.027	0.035	0.040

2. 1 ピーナッツ (検出限界以下=検出限界値と仮定)

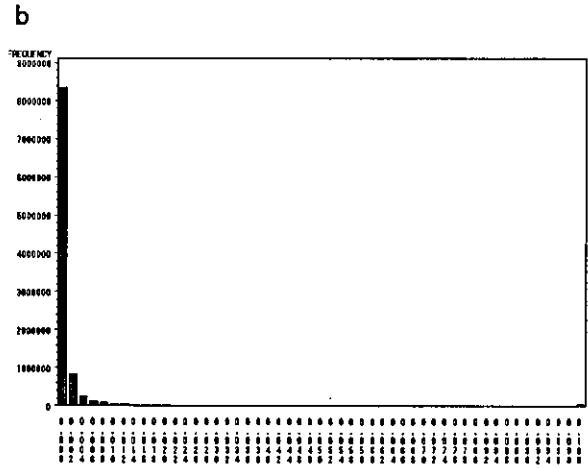
	規制なし	10ppb規制	15ppb規制	20ppb規制
全年齢	0.026	0.007	0.009	0.011
1-6歳	0.133	0.016	0.022	0.026
7-14歳	0.115	0.038	0.050	0.060
15-19歳	0.183	0.016	0.022	0.028
20歳以上	0.152	0.030	0.043	0.053

2. 2 ピーナッツ ((検出限界以下=一様分布と仮定)

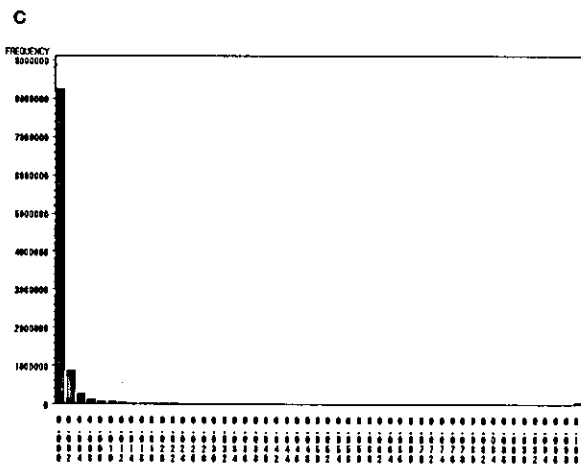
	規制なし	10ppb規制	15ppb規制	20ppb規制
全年齢	0.027	0.008	0.010	0.012
1-6歳	0.138	0.020	0.026	0.030
7-14歳	0.116	0.040	0.054	0.063
15-19歳	0.183	0.016	0.023	0.029
20歳以上	0.152	0.030	0.045	0.055



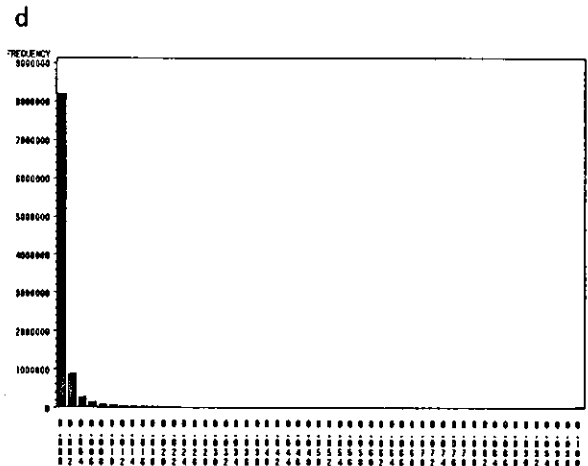
全体平均・規制なし



全体平均・規制10ppb

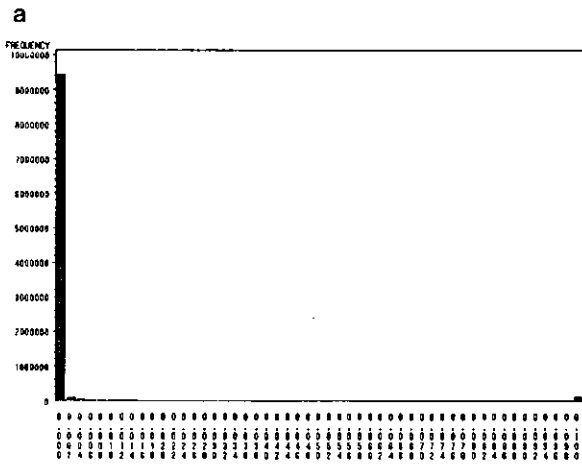


全体平均・規制15ppb

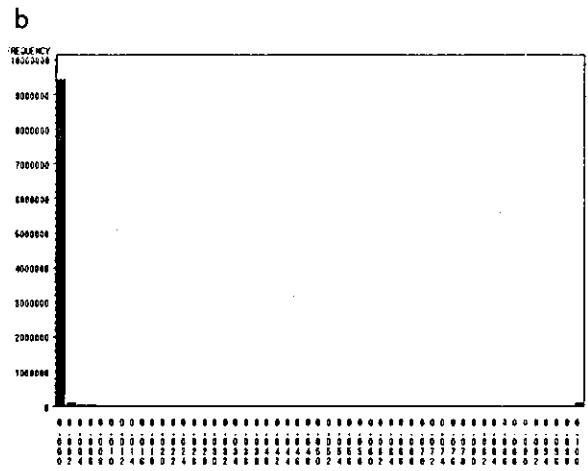


全体平均・規制20ppb

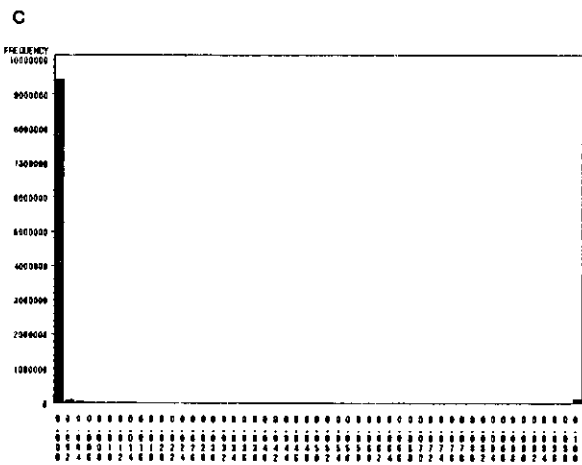
Fig. 1. 全年齢層(アーモンド)



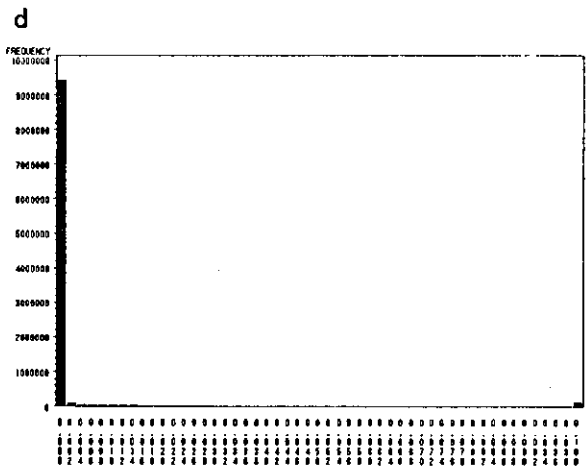
1才から6才・規制なし



1才から6才・規制10ppb

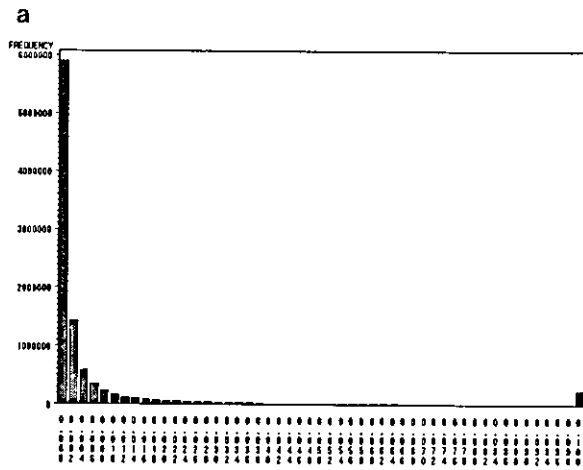


1才から6才・規制15ppb

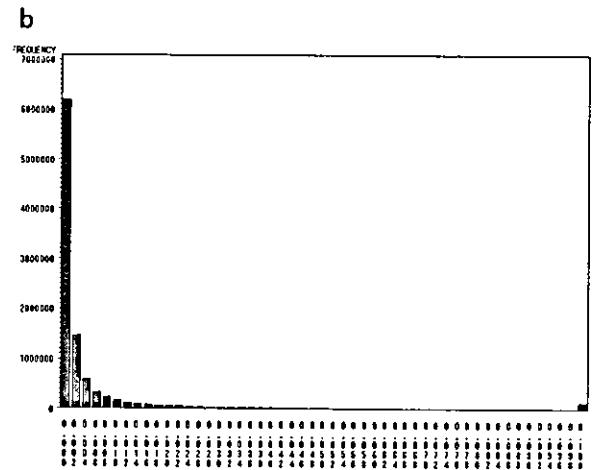


1才から6才・規制20ppb

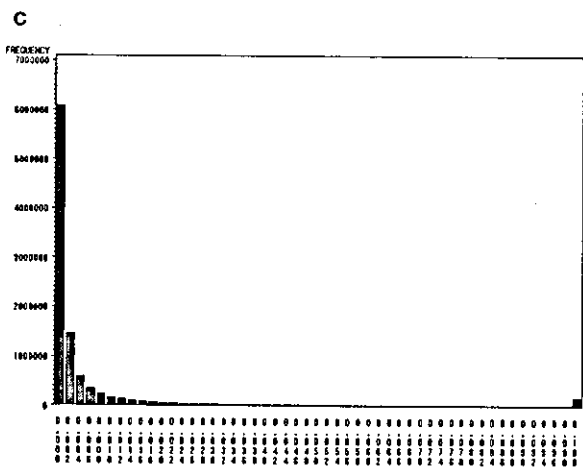
Fig. 2. 1才から6才(アーモンド)



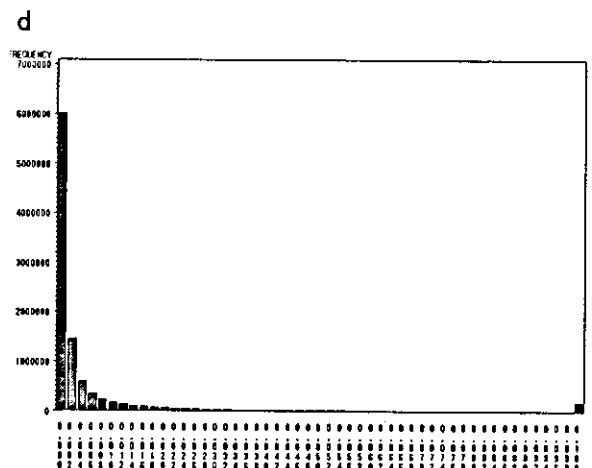
7才から14才・規制なし



7才から14才・規制10ppb

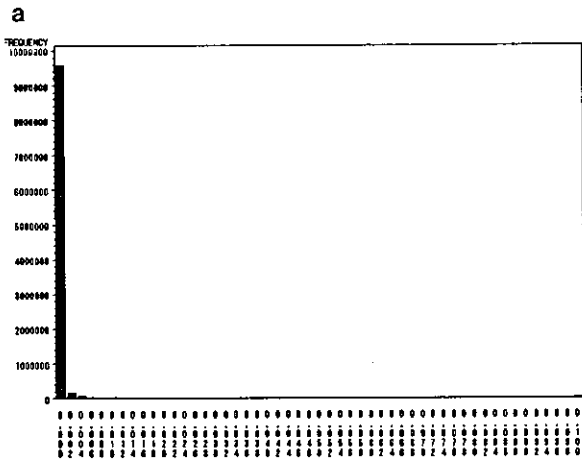


7才から14才・規制15ppb

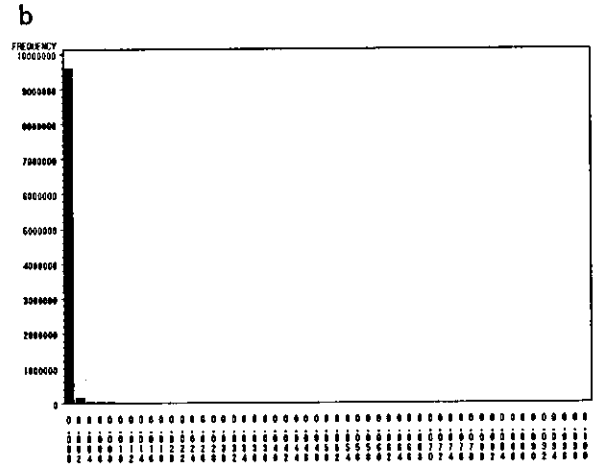


7才から14才・規制20ppb

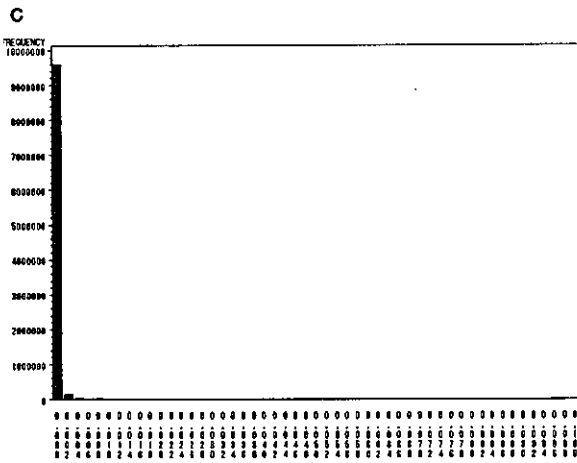
Fig. 3. 7才から14才(アーモンド)



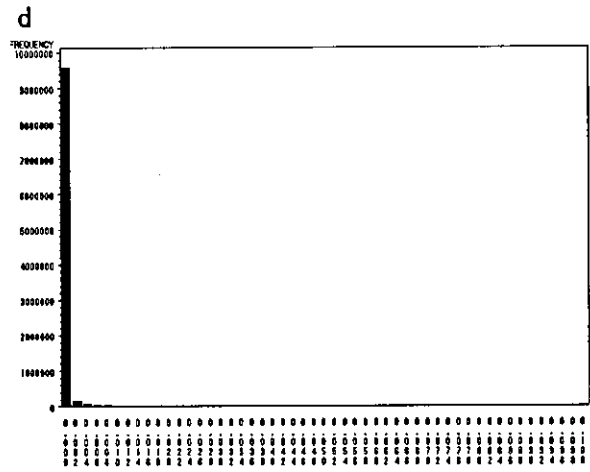
15才から19才・規制なし



15才から19才・規制10ppb

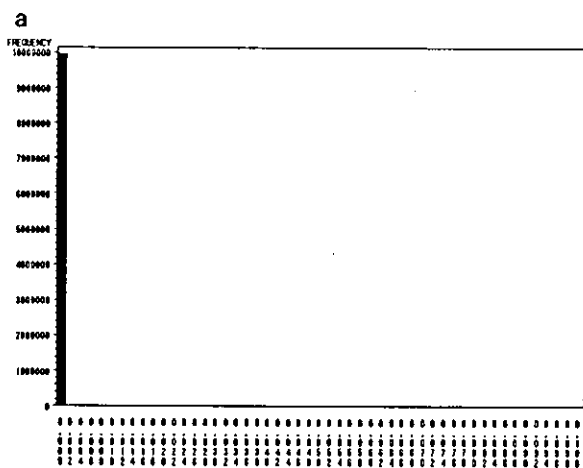


15才から19才・規制15ppb

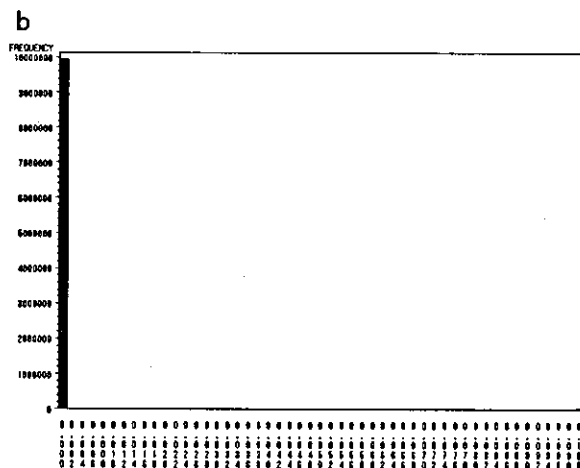


15才から19才・規制20ppb

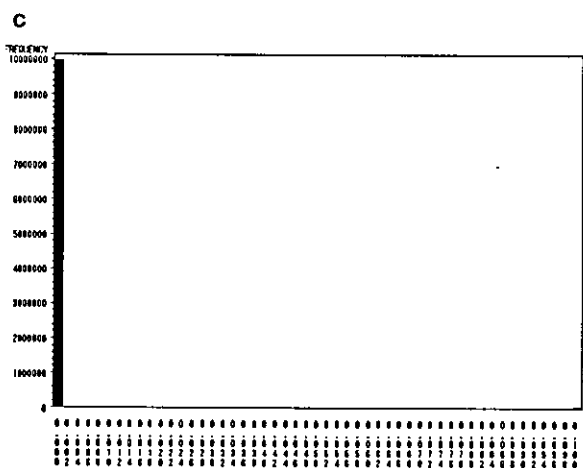
Fig. 4. 15才から19才(アーモンド)



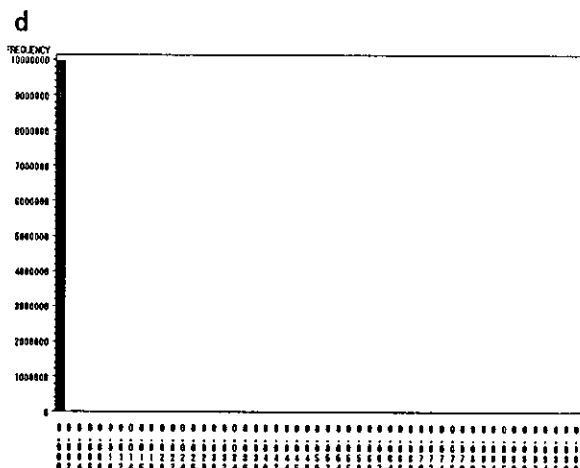
20才以上・規制なし



20才以上・規制10ppb



20才以上・規制15ppb



20才以上・規制20ppb

Fig. 5. 20才以上(アーモンド)