

国産食品と輸入食品のリスクについて

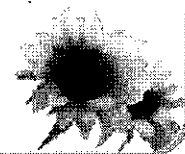
～食品中化学物質のリスクの考え方～

国立医薬品食品衛生研究所安全情報部
畝山智香子



リスクとは

- ハザードと確率の関数
あるモノやコトの危険性・有害性 × そのモノやコトの起こる確率又は暴露量
- 食品中化学物質のリスクの場合
ある物質の有害影響と、食品からの暴露量を考えて評価する
ハザードが重大でも暴露量が少なければリスクは小さい
暴露量(摂取量)が重要



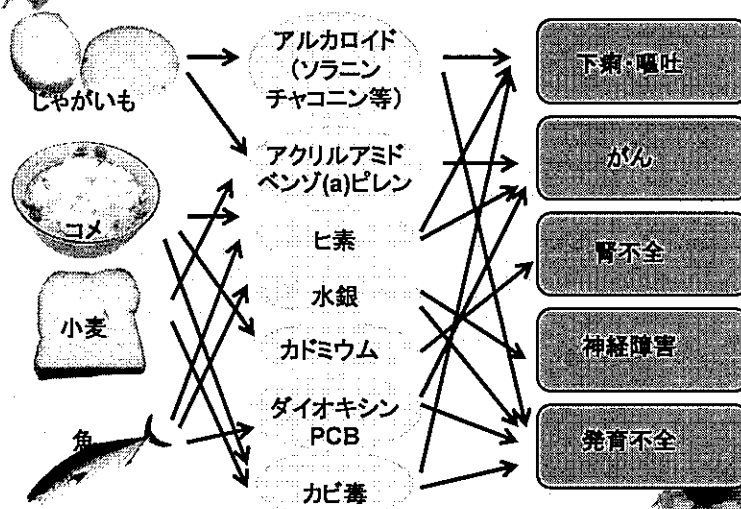
食品とは

- 人間が生きるための栄養やエネルギー源として食べてきた、食べてもすぐに明確な有害影響がないことがわかっている未知の化学物質のかたまり
- 中にはビタミンや脂質や添加物など、構造や機能がわかっている物質もある
- 長期の安全性については基本的に確認されていない

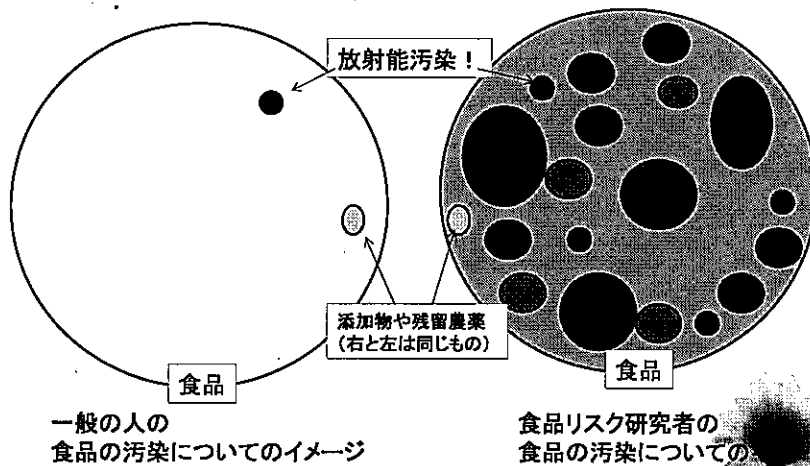
昔から食べてきた一とはいえ平均寿命が80を超えるような時代はかつてなかった、人工透析や臓器移植などの基礎疾患を抱えたヒトでの経験は乏しい

→リスク分析というツールで安全性を確保する必要がある

食品の多様なハザード



イメージで表現すると



食品安全 (Food Safety) とは

意図された用途で、作ったり、食べたりした場合にその食品が消費者へ害を与えないという保証



リスクが、許容できる程度に低い状態

- ・リスクがゼロという意味ではない
- ・不適切使用による危害やアレルギーなどの影響は起こりうる

「安全な食品」の現状は？

がんについては：
日本人の死因の約3割は
がん

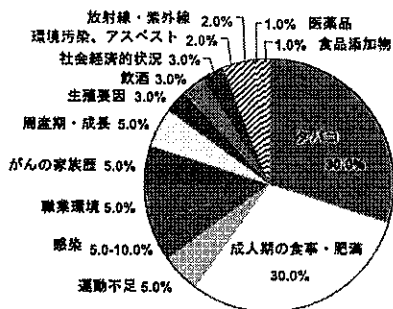


がんの原因の3割程度
が食事



日本人の1割程度が
食品のせいでがんで死亡
していることが
「許容できるリスク」で
「食品は安全」？

がんの原因因子



Cancer Causes Control 7: 55-58 (1996)

国立がん研究センター「発がん物質と発がん」
<http://www.ncc.go.jp/shinsai/pdf/shiry02/>

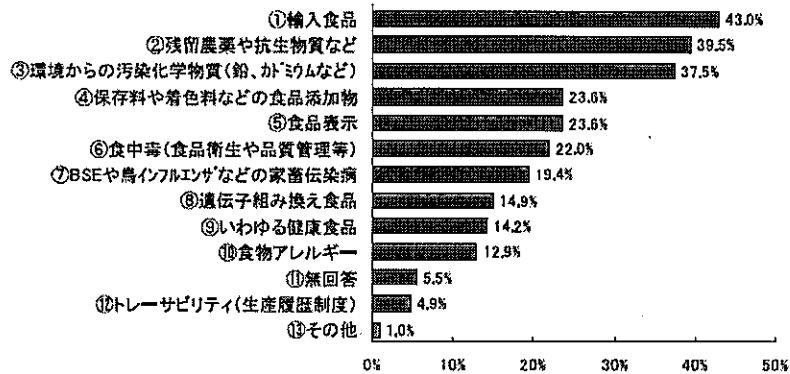
食品安全リスク分析

(Food Safety Risk Analysis)

- 食品を媒介とする疾病を低減し、食品安全システムを強化するための鍵となる。
- 包括的科学的評価、幅広い関係者の参加、プロセスの透明性、各種ハザードの一貫した取り扱い及び体系的な意志決定を促進する。
- リスクをゼロにすることを目指してはいない、許容できるリスクレベルで管理することを目指す。
- 許容できるリスクレベルは社会により異なる。
- 科学的リスクランキングにより対策の優先順位付けを行う。

平成20年11月の長崎県アンケート

【食品の安全性に関して次のどの事項に不安を感じますか(3つまで選択可)】



輸入食品に対する不安が残留農薬や食品添加物より多かった。

国産食品と輸入食品のリスクイメージ

福島原発事故発生前の消費者の認識

国産品にはリスクがない

輸入品にはリスクがある

なぜなら・・・輸入冷凍餃子事件

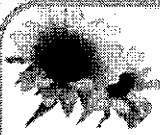
輸入野菜の残留農薬 など

原発事故以降の消費者の認識

国産品はリスクが高い

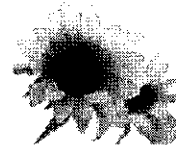
輸入品はリスクがない

なぜなら・・・放射性物質(セシウム)が含まれている

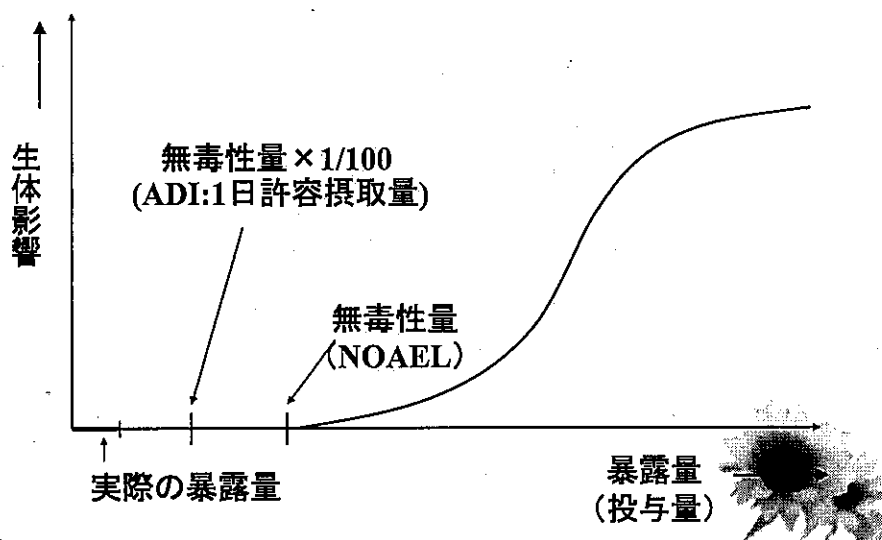


最も簡単なリスク評価： 食品添加物や残留農薬

- 意図的に使われるものなのでコントロールできる
- $ADI = NOAEL / SF(100)$ ということは 基本的に実質的ゼロリスクで管理されている
- 例外は天然添加物や無登録農薬に分類される天然などをうたった「資材」など



残留農薬や食品添加物のADI設定方法 概念図





残留農薬の基準値(MRL)違反

- キクラゲの0.02 ppm(mg/kg)のフェンプロパトリン

ADI 0.03 mg/kg

体重20kgの子どもがキクラゲを食べる量が10gとすると、フェンプロパトリンの摂取量は $0.02 \times 0.01 = 0.0002$ mg、体重20kgで割ると $0.0002 / 20 = 0.00001$ mg/kg

これはADI(毎日、一生涯、食べ続けても、健康に悪影響がでないと考えられる量、基本的にゼロリスクレベル)の0.03%

→安全性には全く問題はないにもかかわらず「違反だから」という理由で廃棄されている



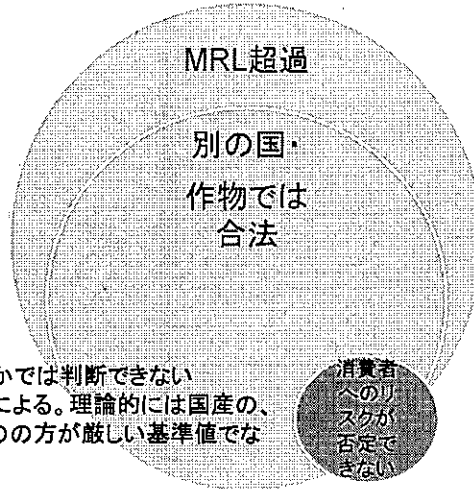
MRLの(本来の)意味

- 農薬が(その国の)使用方法に従って使用されていれば(その国の)MRLを超過するはずはない
 - 栽培の適切さを担保する
- 特定の作物にある農薬成分のMRLが設定されていない場合でも、他の作物には設定されている場合がある
 - 安全性とはイコールではない
- 安全性の指標はADI
- 作物、害虫、雑草は国により異なるため国際貿易ではMRLが違うことは良くある





MRL超過とリスクの関係



注意すべきはここ
基準値超過か否かでは判断できない
(リスクは暴露量による。理論的には国産の、
たくさん食べるものの方が厳しい基準値でな
ければならない)

消費者
へのリ
スクが
否定で
きない



食品中汚染物質

● 重金属や環境汚染物質など、環境中に存在するものが意図せず食品に移行

- カビ毒
- 加工などにより意図せずできてしまうもの
- 容器や調理器具などから移行



カドミウム

2008年食品安全委員会による耐容週間摂取量 (TWI) は
7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週

影響指標は尿中 β 2-MG排泄量の増加、安全係数約2

日本人の推定カドミウム摂取量は2005年で22.3 μg /人/日 (2.9 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週)

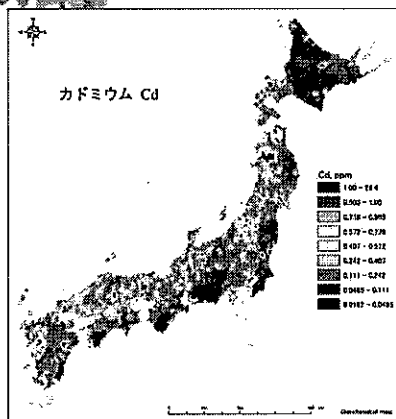
- 2009年欧州食品安全機関EFSAによる耐容週間摂取量 (TWI) は
2.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週

影響指標は尿中 β 2-MG排泄量の増加、安全係数約4

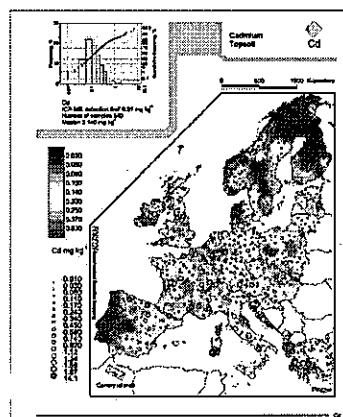
ヨーロッパ人のカドミウム摂取量は平均2.3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週 (レンジ1.9 – 3.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週)、ベジタリアンは5.4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 体重/週

→TWIを常に超えているあるいは、有害影響がある可能性のある集団がある

土壤中カドミウム濃度の地理的分布



今井登ら、日本の地球化学図より



European Soil Data Centre

ヒ素

無機ヒ素は遺伝毒性発がん物質(有機ヒ素でもDMAとMMAは無機と同等とみなすという説が有力)。

- JECFA:PTWI 0.015 mg/kg体重(2.1 μ g/kg体重/日)
→ BMDL₀₅ 3.0 μ g/kg体重/日
 - EFSAの2009年10月発表のBMDL₀₁(発がんリスクが1%増加する用量の95%下方信頼限界)は0.3-8 μ g/kg体重/日
 - 日本人の平均無機ヒ素摂取量:多分数十 μ gのオーダー(総ヒ素で数十から数百 μ g)
 - Cookpadの「簡単ヒジキご飯」のレシピ:米1合に乾燥ヒジキ10g、サツと洗って炊くだけ→米150g ヒ素0.2ppmで30 μ g、ヒジキは10g、100ppmで1000 μ g、合計1030 μ g。
 - 体重50kgの人が食べるとすると、20.6 μ g/kg体重でJECFAのPTWIの約10倍、EFSAのBMDL01の最小値の69倍。
- 有害影響がある可能性を否定できない

もし玉ネギが食品添加物だったら？

- イヌ、ネコ、ヒツジ、ウシなどで中毒事例が多数ある。
- ラットで経口投与実験の論文がある。
 - 最も低い投与量で毒性が出ているデータを採用すると、LOAEL 500mg/kg、NOAEL 50 mg/kg、エンドポイントは肝臓の病理組織学的変化。
 - デフォルトの安全係数100を採用すると、ADI=0.5 mg/kg、体重50 kgのヒトだと1日25mgまで。
 - さらにADIの80%を超えない程度に食品毎に割りつけ、例えば煮物に16mg、サラダに4mgとする。
 - サラダの玉ネギ基準値 4mgをオーバーしたら店長がテレビカメラの前で謝罪し、メディアが「またもや食の安全が脅かされました」と深刻な顔で糾弾する？

もし玉ネギが食品添加物だったら？ — 厳しい基準値は安全性には寄与せず不安を増強する —

またしても食の安全が脅かされる事件が発覚しました。
有名レストランで基準値の3倍もの玉ネギを含む
サラダが販売されていました。
謝罪する店長
行政は何をやっているのですか？
消費者の不安が高まるばかりです。

いつもいつも
玉ネギを切ると
涙が出るんですよ。

衝撃の証言
玉ネギと聞いてはかされている
料理人Eさん

玉ネギの長期健康影響は充分
安全だという証明はありますか？

今日のニュース

玉ネギで「ムスタ」死亡！

まあそうなんですか。
小さい子どもがいる
ので心配です

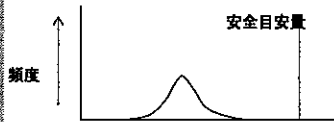
熱線インタビュー
不安を訴える消費者

「普通の食品」中に含まれる化学物質

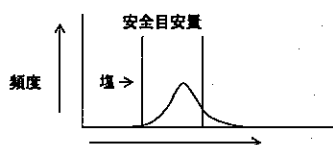
- 全体像はよくわかっていない—アクリルアミドの発見が2002年、エコナで話題になったグリシドールや3-MCPDの脂肪酸エステルが発見は2006年ころ
- 例えばコーヒーの香りを構成する揮発性有機化合物の数は少なくとも790、そのうちいくつかは高濃度で動物に投与すれば「発がん性がある」。
- 食材の段階から多様であるが、調理や保存によっても大きく変化する。

→基本的に未知

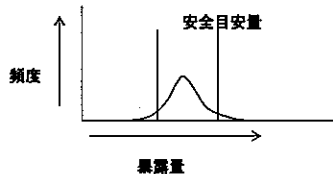
食品中成分のリスク



食品添加物や残留農薬など
ADIを設定して管理しているものについては目安量
(ADI)を超過する暴露量の人はほとんどいない。



水銀やカドミウム、大豆イソフラボンなど、天然汚
染物質や食品にもともと含まれる成分などについ
てはほとんどの場合安全目安量(時にTDI)を超過
する場合がある。食塩などでは望ましい量を超えて
いる人が多い。



カロリーや脂肪、各種ビタミンや微量栄養素など食
品の栄養成分については、多い方と少ない方の両
方にリスクがある。しかも許容範囲は狭い(安全係
数10など不可能)

リスクを定量比較するための方法

- LNTモデルによる直線外挿でのリスク計算
- MOE 暴露マージン: どれだけ安全側に余裕があるか
- DALY 障害調整余命年数: どれだけ負担になっているか

なぜリスクを定量計算して比較するか？

もともと膨大なリスクがある食品については、全く安全(ゼロリス
ク)ということはありません、全体のリスクをできる限り小さくして
いくことができるだけ。より多くの人を救うにはリスク管理の優
先順位を決め大きなリスクから優先的に対策していく必要が
ある。



MOE(Margin of Exposure: 暴露マージン)

- MOE = NOAELやBMDLなどの毒性の指標となる量/暴露量
- 遺伝毒性発がん物質のリスク管理の優先順位付けのためにも使われる
- リスクコミュニケーションにも推奨

英国毒性に関する科学委員会(COT)の案では、
遺伝毒性発がん物質については

MOEの値	言葉で言うと
<10,000	懸念がある可能性がある
10,000-1,000,000	懸念はありそうにない
>1,000,000	懸念は全くありそうにない



MOEを試算してみる

- キクラゲのフェンプロパトリン
NOAELが3mg/kg、検出されたのは0.02 mg/kgで、体重20kgの子どもがキクラゲを食べる量が10gとすると、MOEは
 $3 \times 20 (\text{影響のない摂取量mg}) / 0.02 \times 0.01 (\text{食べる量mg}) = 300,000$
LOAELを使うとMOEは $6 \times 20 / 0.02 \times 0.01 = 600,000$
(遺伝毒性ではないのでMOEの値は100あれば安全と言える)
- 玉ネギ
NOAELが50mg/kg、体重20kgの子どもが食べる量が20gとするとMOEは
 $50 \times 20 (\text{影響のない摂取量mg}) / 20000 (\text{食べる量mg}) = 0.05$
LOAELを使うと $500 \times 20 / 20000 = 0.5$
- 玉ネギのほうがキクラゲの残留フェンプロパトリンより120-600万倍もリスクが大きい?





発がん物質は日常的に生じる — 例えばトリ肉を料理する

	総PAH ,ppb	発がん性PAH ,ppb
スチーム 1.5時間	8.6	ND
ロースト 0.8時間	127.6	15.0
燻製 3時間	526.8	52.6
皮付きのまま炭焼き 1.5時間	299.7	21.5
皮を除いて炭焼き 1.5時間	319.4	4.7
食品添加物のくん液を使った 胸肉ステーキ	0.3	ND

ND検出限界は50 pg, 市販品の方が少ない
Chen, B.H., and Lin, Y.S., 1997.
Formation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons during
processing of duck meat. J. Agric. Food Chem., 45, 1394-1403



各種発がん物質のMOE

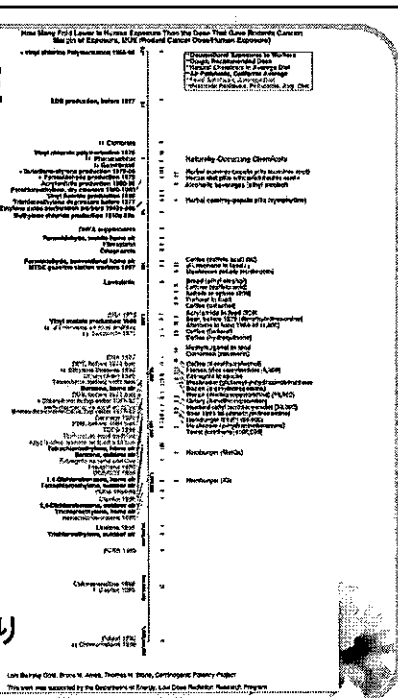
(米国)

LTD10/ヒト暴露量

0.01から1000万超まで
対数目盛

- 青 職業暴露
- 赤 治療量の医薬品
- 緑 食品中の天然物
- 黒 大気汚染(カリフォルニア)
- 水色 食品添加物
- 橙 残留農薬や汚染物質

Carcinogenic Potency Projectより



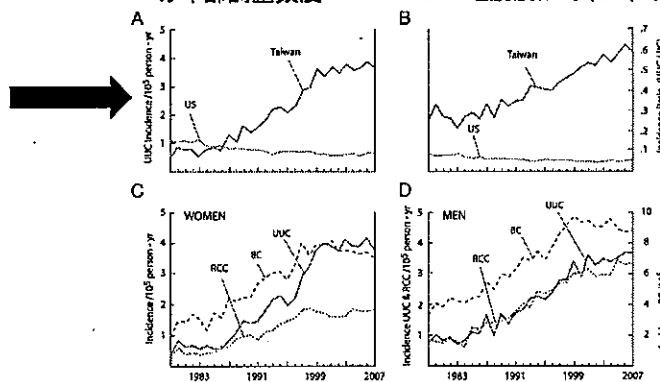
MOE(LTD10/ヒト暴露量)(米国)抜粋

MOE	平均1日暴露量	げっ歯類発がん物質のヒト摂取量(mg/kg/日)	齧歯類での発がん用量LTD10(mg/kg/日)
2	コンフリー—ペプシン錠剤1日9錠	コンフリーの根2.7g (38.6)	72
3	すべてのアルコール飲料	エタノール22.8mL (326)	930
90	コーヒー、11.6g	カフェ酸、20.8mg (0.297)	26.8
900	総食品中アクリルアミド	アクリルアミド28μg (0.0004)	0.365
1000	総食品中アフラトキシン(1984-89)	アフラトキシン18ng (0.00000257)	0.000318
10000	ベーコン、19g	ジメチルニトロソアミン、57.0 ng(0.00000814)	0.0104
100000	総食品中トキサフェン(1990)	トキサフェン、595ng (0.0000085)	0.996
100000000	総食品中キャプタン(1990)	キャプタン、115ng (0.00000164)	159
1000000000	総食品中フォルベット(1990)	フォルベット、12.8ng (0.000000183)	184

天然物のがんリスクの例

上部尿路がん(UUC)
の年齢調整頻度

UUCと膀胱がん(BC)の比



Aristolochic acid-associated urothelial cancer in Taiwan

Chung-Hsin Chen et al.,

www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1119920109

1930年代からアリストロキア酸含有植物が中国本土で漢方薬に使われるようになり1950年代に拡がり2003年に禁止された

遺伝毒性発がん物質のMOE値

物質	条件	MOE	POD	機関
ベンゾ(a)ピレン	食品由来	130,000~ 7,000,000	動物実験のBMDL ₁₀ 0.1mg/kg 体重/日	GOC, 2007
6価クロム	食品由来	9,100~9,0000	動物実験のBMDL ₁₀	GOC, 2007
ベンゾ(a)ピレン	平均的摂取群	17,900	動物実験のBMDL ₁₀ 0.07mg/kg 体重/日	EFSA, 2008
カルバミン酸エチル	ブランデーとテキーラを飲む人	>600	動物実験のBMDL ₁₀ 0.3mg/kg 体重/日	EFSA, 2007
アクリルアミド	食品由来	78~310	動物実験のBMDL ₁₀ 0.31mg/kg 体重/日	JECFA, 2010
アクリルアミド	オランダの2-6才の子ども	133-429	動物実験のBMDL ₁₀ 0.3mg/kg 体重/日	RIVM, 2009
アフラトキシンB	オランダの2-6才の子ども	163-1,130	動物実験のBMDL ₁₀ 0.16x 10 ⁻³ mg/kg 体重/日	RIVM, 2009
フラン	一般人平均	960	動物実験のBMDL ₁₀ 0.96mg/kg 体重/日	JECFA, 2010
食品中ヒ素	ヨーロッパの平均的消費者	余裕がない	ヒト疫学データのBMDL ₀₁ 0.3 ~ 8 μg/kg 体重/日	EFSA, 2009
食品中無機ヒ素	香港平均	9-32	ヒト疫学データのBMDL ₀₅ 3.0 μg/kg 体重/日	CFS, 2012
食品中ヒ素	フランス成人95パーセンタイル	0.6-17	ヒト疫学データのBMDL ₀₁ 0.3 ~ 8 μg/kg 体重/日	EFSA, 2011
放射線	10 mSv	10	100 mSv	ICRP, 2011

注意すべきこと

- MOEやLNTによるリスク推定は実際には健康被害が観察できない用量領域で使う方法。
 - でも食品は現実にはがんの原因だし健康被害が観察される要因は他にたくさんある。
- 実際に健康被害があるものについてはDALY推奨



DALYs (Disability Adjusted Life Years: 障害調整余命年数)

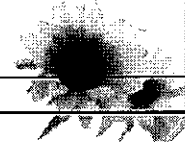
- 疾病や障害による時間の損失を単位として、早い死や身体障害について、年齢による損失の重み付けや標準平均余命を考慮して計算される。
- 1 DALY=完全に健康な一年の寿命損失
- DALYs=YLL (Years of Life Lost; 早世による生命損失年数) + YLD (Years Lived with Disability; 障害を抱えて生きる年数)
- たとえば、平均寿命80才として交通事故で75才で死亡した場合は5 DALY、病気で4年不自由な生活をして75才で死亡した場合には $5+4*05=7$ DALYと計算。食中毒で1日トイレから離れられなかったというような場合 1/365 DALYというように計算する(実際には重み付け係数が多数ある)。



健康の損失ランキング

オランダ、2006年

失われるDALY	原因
>300,000	全体として不健康な食事 喫煙プラス運動不足プラスアルコール過剰摂取
100,000-300,000	食事要因5つ(飽和脂肪・トランス脂肪・魚・果物・野菜)・運動不足
30,000-100,000	トランス脂肪の摂りすぎ・魚や野菜の不足・アルコール 交通事故
10,000-30,000	飽和脂肪の摂りすぎ・大気中微粒子・インフルエンザ
3,000-10,000	微生物による胃腸炎・受動喫煙
1,000-3,000	室内ラドン
300-1,000	食品中カンピロバクター アレルギー物質 アクリルアミド
<300	O157・PAH・各種環境汚染物質



人口10万人あたりの国別 原因別推定DALY 2004

	日本	オランダ	米国	フランス	英国
人口(2000)(e)	127,798	16,264	296,844	60,624	59,965
全原因	10,170	11,486	13,937	12,262	12,871
I. 伝染性・周産期・栄養	633	578	851	579	674
A. 感染症や寄生虫	186	176	347	233	181
4. 下痢性疾患	28	28	33	32	32
B. 呼吸器感染	251	143	114	88	216
D. 周産期	48	143	251	133	173
E. 栄養欠乏	114	78	45	68	49
II. 非伝染性疾患	8,577	10,294	11,673	10,517	11,489
A. 悪性新生物	1,883	2,112	1,713	2,234	2,007
3. 胃がん	274	78	36	72	71
5. 肝がん	188	28	46	95	34
8. 悪性黒色腫とその他の皮膚がん	6	53	41	40	40
9. 乳がん	123	262	206	242	245
13. 前立腺がん	40	91	76	97	104
C. 糖尿病	239	275	449	263	232
E. 精神神経疾患	2,102	3,013	3,945	3,439	3,432
G. 心血管系疾患	1,548	1,707	1,872	1,415	2,083
2. 高血圧性疾患	19	32	107	54	33
3. 虚血性心疾患	469	619	950	437	1,063
4. 脳血管疾患	694	429	418	365	552
III. けが	960	614	1,413	1,167	708
A. 故意でない怪我	506	388	953	794	482
B. 意図的怪我	454	226	461	373	226
1. 自傷	437	190	241	343	148
2. 暴力	16	34	202	28	178
3. 戦争	-	2	14	2	2

WHO MORTALITY AND BURDEN OF DISEASE ESTIMATES FOR WHO MEMBER STATES IN 2004より抜粋
 注は数値が高い、青は低いことを示す

リスクの大きさを並べてみると？

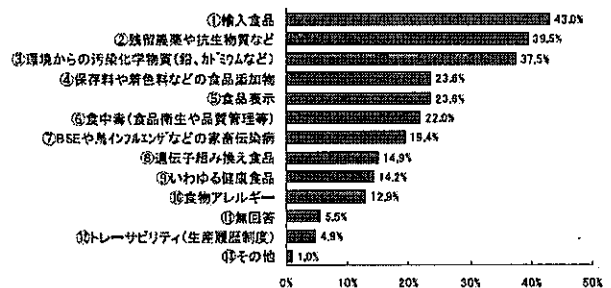
リスクの大きさ (健康被害が出る可能性)	食品関連物質
極めて大きい	いわゆる健康食品(効果をうたったもの)
大きい	いわゆる健康食品(普通の食品からは 摂れない量を含むもの)
普通	一般的食品
小さい	食品添加物や残留農薬の基準値超過
極めて小さい	基準以内の食品添加物や残留農薬

- MOEでもDALYでも、他のどのような手法を用いても残留農薬や食品添加物より一般的食品のほうがはるかにリスクが大きい。
- 一般的食品のリスクはゼロではない。
- 安全性マージンの値が10程度の一般的食品に、安全性マージンの値が数千や数万の残留農薬や食品添加物のリスクが加わったとしても、そのリスクの大きさには全く影響がない。

輸入食品について

- 通常どこの国でも国内の基準よりは厳しい。
- 日本で販売されていて海外では禁止されているものに、フグ(フグ毒)、ヒジキ(ヒ素)、昆布(ヨウ素)、フキやワラビやツワブキ(発がん性アルカロイド)などがある。
- TPP問題で食の安全が脅かされることはない。安全性については科学的根拠をもとにSPS協定で確保される。

【食品の安全性に関して次のどの事項に不安を感じますか(3 つまで選択可)】



リスクの大きさに並び替えると(一般的に)

- 健康食品
- 食中毒・アレルギー
- 天然汚染物質・家畜伝染病
- 残留農薬、食品添加物、遺伝子組換え
(輸入か国産かはあまり関係ない)

まとめ

- ・ リスクを考えるなら広い視野で
 - ・ 食品そのもののリスクは決して低くはない
- だからこそ世界中の食品安全機関が健康と安全のために一致して薦めているのは

「多様な食品からなる、バランスのとれた食生活」

全ての食品になんらかのリスクがあり、リスクの正確な中身はわからないものなのだから、特定の食品(種類・産地・栽培法 etc.)に偏らないことがリスク分散になる

- ・ 輸入食品にも国産食品にもそれぞれリスクとメリットがあり、ごく一部だけを比較しても意味がない

さらなる情報が必要な方のために



ほんとうの
「食の安全」を考える
化学
同人 (2009/11/30) 1680円



- ・ 食品安全情報blog (<http://d.hatena.ne.jp/oneyama/>)にて最新情報を提供中
- ・ ほんとうの「食の安全」を考える—ゼロリスクという幻想(DOJIN選書28) 化学同人 (2009/11/30) 1680円
- ・ 「安全な食べもの」ってなんだろう—放射線と食品のリスクを考える 日本評論者 (2011/10/22) 1680円