

## シンポジウム講演

# 食品リスクについて - 日本における食の安全と選択 -

邑瀬章文<sup>1)</sup>

### 要 旨

日本における「食」のリスクについて考察する。栄養不足や過食などの食生活に関連したリスクについては日本が世界中で最も低い。食品そのものも含めてすべての物質には何らかの毒性があるが、有害な影響が生じるか否かは摂取量によって決まる。リスク管理にあたっては、個別のリスクの程度のみならず「リスクのトレードオフ（二律背反）」もまた重要である。「ゼロリスク」はあり得ない。日本の食品は厳しい基準で規制されており、「口に入った後のリスク」はもはや十分に低いレベルに達している。一方、世界では食糧不足という致命的なリスク要因も懸念されつつある。これからは生産現場をもっと理解して生産者を応援し、健全な生産環境を維持することが大切ではなからうか？

キーワード：食品, リスク, 毒性, リスクのトレードオフ, 食糧不足

## 1. リスクは確率

「リスク (risk)」とは専門用語としては「危険度」と訳されており、「良くないことが起こる確率」のことである。「想定被害」という表現が分かりやすいかも知れない (安井 2002)。日常の会話ではリスク要因そのものを「リスク」ということもあり、例えば、「たばこは日常で最も大きなリスクである」といった場合、これは要因のことを表している。しかし、「リスク」とは確率を指す言葉であって、要因そのものについては正確には「ハザード (hazard)」という単語がある。

この「リスク」と「ハザード」は混同されやすい。例えば、目の前にライオンがいる場合、「ライオン」もしくは「ライオンに噛まれること」自体が「ハザード」であり、ライオンが檻の外にいるか中にいるか、興奮しているか否かによって、噛まれる確率すなわち「リスク」が変化する。繰り返しになるが、「リスク」とは確率なのである。したがって、「ハザード」が存在する限り「ゼロリスク」というのはあり得ない。たとえ実質的に安全であっても、専門家が「絶対に安全」という表現を使わないのはこのためである。

また、様々な要因によるリスクの大きさを比較するための指標として「損失余命」が用いられる (蒲生

ら 1996)。これは「あるリスク要因が除かれた時に期待できる平均寿命の増加量」のことである。例えば、「日本人のたばこによる損失余命は6年である」といった場合、「たばこが無くなると、日本人の平均寿命は6年延びる」ということを意味している。「損失余命」はあくまで推定値であるために厳密な比較には向かないが、複数のリスクの大きさを大まかに俯瞰する上では有用な指標である。

## 2. 世界の「食」のリスク

世界保健機関による報告 (WHO 2002) を元に日常的なリスク要因による損失余命を計算した結果が表1である (安井 2003)。世界全体では「低体重」、「鉄欠乏」、「ビタミンA欠乏」、「亜鉛欠乏」、「不衛生な水・生活環境」による値が大きく、いまだに食糧や安全な飲み水が不足していることが分かる。また、北米やEUにおいては、「過体重」や「たばこ」などの生活習慣に関わる損失余命が大きい。一方、日本やオーストラリアなどでは栄養不足や過食による損失余命は小さく、最大はやはり「たばこ」である。少なくとも「食」に関して言えば、日本は世界で最も安全な国の一つであることが分かる。

## 3. 有害か否かは摂取量次第

食品によるリスクを考える上でまず重要な毒性学の基本は「すべての物質には何らかの毒性がある」と

2009年12月8日受領；2009年12月18日受理

1) NPO法人DGC基礎研究所

〒561-0802 大阪府豊中市曾根東町1-5-13

\* 連絡責任者 e-mail address: amur@dgcbase.jp

表1. 日常的なリスク要因による損失余命 (単位:年)

リスク要因	世界	日本*	北米	EU
低体重	20.73	0.01	0.01	0.00
鉄欠乏	4.22	0.05	0.18	0.09
ビタミンA欠乏	4.25	0.00	0.00	0.00
亜鉛欠乏	4.35	0.00	0.00	0.00
高血圧	9.07	5.94	7.03	8.86
コレステロール	5.71	3.01	6.44	6.97
過体重	3.78	1.92	6.58	5.71
果物・野菜不足	3.83	1.87	3.65	2.53
運動不足	2.59	1.78	3.03	2.95
たばこ	7.45	6.15	13.81	11.43
アルコール	5.34	1.61	2.80	3.01
不衛生な水・生活環境	8.04	0.03	0.02	0.02

安井 (2003) より抜粋した.

\*日本が約8割, 韓国, オーストラリアなどの西太平洋諸国が残り占める.

いうことである. すなわち, 健康影響が「懸念される物質」と「懸念されない物質」とがあるわけではない (蒲生 2004).

私たちヒトを含めた動物は何かものを食べたとしても, 胃で分解する, 腸で吸収しない, 肝臓で解毒する, 腎臓から直ちに排泄するなどの生体機能によって中毒を防いでいる. この防御システムは一般的に高等生物ほど強固である. 例えば, タマネギやニンニクなどのネギ類はヒトに対しては無害であるが, ペットや家畜にとってはネギ類に含まれる有機硫黄化合物が溶血性貧血 (赤血球が壊れる中毒) を引き起こすことがある (Yamato et al. 1998, Chang et al. 2004). このような生物の種類による毒性の現れ方の違いを利用して, 近年では害虫にだけよく効く農薬が開発されている.

また, 毒性は一般的に経口摂取よりも吸入摂取や経皮摂取の方が強く出やすい. なぜなら, 口から入ったものは胃や腸で消化されて直接肝臓に行き解毒され

表2. 体重50 kgの場合の致死量

体重50 kgあたりの換算値	ラットの半数致死量 (LD <sub>50</sub> )*
食事3万年分のダイオキシン類 **	0.022 mg/kg
食塩 150 g	3,000 mg/kg
水 4.5 L	> 90 mL/kg
濃いコーヒー60杯分のカフェイン **	192 mg/kg
50度のウイスキー700 mL分のアルコール	7,060 mg/kg

\* LD<sub>50</sub>値はダイオキシン類のみThe Merck Index 2001, その他はChemical MSDS Listing (<http://www.sciencelab.com/>) を引用した.

\*\*ダイオキシン類の摂取量は渡辺ら (2003), コーヒーのカフェイン含量はNeilig (1999) を参考にした.

るが, 肺や皮膚から体内に入ったものは肝臓で解毒される前に全身をめぐるからである. したがって, 農薬のリスクというのは, 残留農薬として口に入る消費者よりも実際に農薬を扱う農家の方が桁違いに危険であるということが容易に想像できる.

もう一つ, 毒性学の基本で重要なのは「有害な影響が生じるか否かは摂取量によって決まる」ということである. すなわち, 毒性の強い物質であっても摂取量が少なければ問題は無く, 逆に毒性の弱い物質であっても摂取量が多いと危険なことがある. 体重50 kgの場合の致死量を表2に示した. なお, ラットの半数致死量 (LD<sub>50</sub>) を元に計算しているため, ヒトの場合よりも小さい (厳しい) 値である. 水ですら短時間に大量に飲めば中毒を起こすことがある (Gardner 2002). 食塩やコーヒー (カフェイン) などのごく身近にあるものでも, 通常のわずか数倍から数10倍の摂取量で危険なのである.

#### 4. 非発がん物質の基準

農薬や食品添加物などの非発がん物質の基準の決め方について説明する. まず動物実験や疫学調査を行い, 「無毒性量 (NOAEL; No Observed Adverse Effect Level)」という有害影響が認められない最大摂取量を導き出す. 実験動物とヒトとの差や個人差, データの不完全さなどを勘案して, この無毒性量を安全係数 (通常は100) で割った値が「許容1日摂取量 (ADI; Acceptable Daily Intake)」や「耐用1日摂取量 (TDI; Tolerable Daily Intake)」である. なお, ADIは農薬や食品添加物などの意図して使用する物質について用いるのに対し, TDIはダイオキシン類のような意図せずに摂取してしまう物質について用いるのが一般的である. そして, 1日の総摂取量がADIやTDIを超えないように, 食品や飲料水中の基準 (濃度) を品目ごとに割り振って決定する.

ここで重要なのは, 総摂取量すなわち「その日に食べたすべての食品による総量」 (正確には空気も含む) がADIやTDIを超えないことである. したがって, 各品目に割り振った基準は安全か危険かの境界ではなく, ある品目だけで基準を超えても即危険というわけではない. これはよく誤解される点である.

基準は水道水やコメなどのように多く摂取する品目ほど厳しく設定する. 例えば, 亜鉛の基準は水道水では1 ppmであるのに対し, 水道水よりも摂取量の少ないミネラルウォーターでは5倍の5 ppmである.

また, 農薬の残留基準の場合には割り振り方にもう

一つの決まりがあり、その農薬を使用しない（登録していない）作物に対しては一律に0.01 ppm（≒定量限界）を基準と定めている。

## 5. 基準を超えた食品はすべて危険？

ところで、2002年に中国産冷凍ホウレンソウに残留したクロルピリホスが問題となったが、日本ではこの農薬がホウレンソウに対しては登録されておらず、したがって残留基準は最低の0.01 ppmであった。一方、コマツナに対する残留基準は2 ppm（当時）であり、もし冷凍ホウレンソウではなくて冷凍コマツナであったならば問題にはならなかった。このように、国ごとに基準の設定方法が違うために、実際の安全性とは関係なく「違反品」として扱われることが多々ある。

次に、2008年に不正流通問題が発覚した事故米穀の残留農薬について検証してみよう。この時は最高で0.06 ppmのメタミドホスという農薬がコメ（精米されたもち米）に含まれていた（食品安全委員会 2008）。メタミドホスのADIは体重1 kgあたり0.0006 mgである。したがって、体重が50 kgの場合は  $0.0006 \times 50 = 0.03$  (mg) が1日の摂取量の上限となり、これに相当するコメの量は  $0.03 \div 0.06 = 0.5$  (kg) と算出される。体重50 kgの人がこの事故米穀だけを毎日0.5 kg（3.3合）も食べ続ける可能性はまずないであろう。

なお、メタミドホスは日本では現在使用されていない農薬であるが、ポジティブリスト制度による暫定基準が設定されている（表3）。基準が数ppmの品目もある一方で、この事件を伝えるニュースの見出しには「残留基準の6倍検出」というものが多く見られた。確かに0.06 ppmはコメにおける基準（0.01 ppm）の6倍ではあるが、一つの品目についてのみ「基準の何倍か」を論じることにどれほどの意味があるだろうか。

表3. メタミドホスの暫定基準（単位：ppm）

米（玄米）	0.01
小麦	0.01
だいこん類の根	0.5
キャベツ	1
小豆類	2
ぶどう	3
茶	5

（財）日本食品化学研究振興財団のデータより抜粋した。

## 6. 発がん物質の基準

発がん物質は遺伝子に傷を付けるため、少しでも摂取すれば発がんの確率が増加すると考えられてきた。したがって、非発がん物質における「無毒性量」のような閾値（しきいち）が無い。そこで、発がん確率が  $10^{-5}$  すなわち10万人に1人程度のリスク増加なら無視できるとみなして、この場合の摂取量を「実質安全量（VSD; Virtually Safe Dose）」としてADIやTDIと同等の扱いで基準を決定している。ただし、飲料水中に含まれるヒ素はこの「10万人に1人」という条件を満たさず、水道水の基準は0.01 ppm（10万人に60人）（中西1994）、ミネラルウォーターにおいては0.05 ppmである。したがって、ミネラルウォーターを嗜好品として飲むだけではなく、「健康のために」水道水の代わりにご飯や料理にまで使用することは必ずしも良い選択とは言えないようである。

ここで「10万人に1人」という確率の大きさについて考えてみよう。発がん率が摂取量に比例すると仮定した場合、日本酒（アルコール16%）を毎日欠かさず飲み続けた時に、がんになる確率が10万分の1に最も近い量は(1)盃一杯、(2)一合徳利一本、(3)一升瓶一本のうちのいずれか？ 答えは(1)の盃一杯である。なお、米国における発がん確率（HERP; the Human Exposure / Rodent Potency index）のランキングデータ（<http://potency.berkeley.edu/herp.html>）を元に単純計算した場合、日本酒0.04 mLという値になる。発がん物質がいかに厳しい基準で規制されているかが理解できよう。

## 7. 「天然の」リスク要因

ファイトアレキシンとは、植物が虫に被害されたり病原菌に感染した時だけに自ら産生する低分子の防御物質の総称で、いわば「天然の農薬」である。一部は哺乳動物に対して強い毒性を示すため、家畜の飼料ではしばしば問題となっている（Miyazaki 2006）。

感染特異的タンパク質とは、植物が病原菌に感染した時に増産する抗菌性タンパク質であり、食物アレルギーの原因（アレルゲン）の多くはこの物質であることが明らかになりつつある（森山 2008）。

カビ毒（マイコトキシン）は菌が産生する毒素のことで、非常に強い発がん性や免疫毒性、腎毒性などがある。アフラトキシン（小西 2009）やデオキシニバレノール（芳澤 2009）などが注視されている。

## 8. リスクのトレードオフ（二律背反）

これまでは個別のリスクについて考えてきたが、リ



スクを選択して行く上でもう一つ大切なのは、「リスクのトレードオフ（二律背反）」ということである。すなわち、あるリスクを減らすための対策を取ると、結果として他のリスク要因が発生したり確率が増加したりすることがある。野球における「敬遠のフォアボール」がその典型例で、この場合は「強打者にホームランを打たれるリスク」と「フォアボールを与えてなおかつ次の打者にヒットを打たれるリスク」とを比較して、後者の方が確率が低いためにこのような作戦を取るのである。

「食」に関するトレードオフの例としては次のようなものが挙げられる。水道水の塩素処理は細菌による感染を防ぐために欠かせないが、一方で毒性の強いトリハロメタン類がわずかながら発生してしまう。保存料やpH調整剤などの食品添加物は食中毒のリスクを減らす。また、農薬を使用しないで栽培や貯蔵をした場合、ファイトアレキシンやカビ毒などによるリスクが増加する可能性がある。そもそも、水や食糧の安定供給にはこれらいずれの対策も必要不可欠であり、供給不足という「致命的なリスク」を回避しているのである。

## 9. 唯一の答え：「バランス良く食べる」

マスメディアによる「食」の情報は偏っていることが多く、一部分の特に極端な例や悪い例しか流さないのが通常である。このため、たとえ事実を並べていたとしても受け手には誤解を招く恐れがある。

これは健康食品の宣伝においても同様に見られる。食品は様々な物質の混合物であり、「体に良い」成分があるから「体に良い」食品であるとは限らず、当然のことながら「体に悪い」成分も含まれている。また、「すべての物質には何らかの毒性がある」ことを考えれば、「体に良い」成分であっても摂り過ぎれば有害になり得ることも想像できるであろう。

情報は完全ではないことを前提に受け止めて、一部の情報だけで判断するのは避けるべきである。いろいろな食品をバランス良く食べることが、栄養面でも「リスク分散」の面でも大切なのである。

## 10. 致命的なリスク要因 — 食糧不足に備えて —

最後に、致命的なリスク要因として食糧不足について述べたい。

世界的な淡水不足、発展途上国の経済発展に伴う食

糧の輸入増加、自由貿易協定（FTA）の拡大、国内の一次産業の高齢化など、食糧供給に関わる様々な問題がある。バイオマスエタノールの生産拡大に伴う小麦の価格上昇は記憶に新しい。

日本は温暖でかつ先進国では珍しく水資源にも恵まれており、いざという時にある程度の食糧を確保するためには比較的有利な気候条件下にある。しかし、生産者が居なければ健全な生産環境は維持できない。ものを「買う」ということはそれに関わった人々へいわば「投票する」ことであり、生産者を生かすも殺すも消費者の選択次第なのである。一方、世界を俯瞰してみると、日本では「口に入った後のリスク」はもはや十分に低いレベルに達していると言える。

偏った情報による目先のリスクにとらわれて生産者にさらなる安全性への負担を強いるのではなく、これからは生産現場をもっと理解して生産者を「買い支え」ながら「美田を残す」ことの方が大切ではなからうか？

## 謝辞

損失余命のデータは安井至博士（東京大学名誉教授）より提供頂いた。ここに厚く御礼申し上げる。

## 参考文献

- Chang, H. S., Yamato, O., Sakai, Y., Yamasaki, M., Maede, Y. 2004. Acceleration of superoxide generation in polymorphonuclear leukocytes and inhibition of platelet aggregation by alk(en)yl thiosulfates derived from onion and garlic in dogs and humans. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 70, 77-83.
- 蒲生昌志. 2004. 人間はどこまで長生きしたいか, 環境科学 — 人間と地球の調和をめざして —, 日本化学会編, 東京, 東京化学同人, pp. 21-39.
- 蒲生昌志, 岡敏弘, 中西準子. 1996. 発ガン性物質への曝露がもたらす発ガンリスクの損失余命による表現 — 生命表を用いた換算 —. *環境科学会誌*, 9, 1-8.
- Gardner, J. W. 2002. Death by water intoxication. *Military Science* 167, 432-434.
- 小西良子. 2009. 総アフラトキシンのリスク評価と基準値設定への動き. *食品工業*, 52 (14), 20-29.
- Miyazaki, S., 2006. Phytoalexins and endophyte related mycotoxins as hazards to the animal industry. *Mycotoxins* 56, 91-98.

森山達哉. 2008. 病虫害被害による農作物アレルギーの増加と農薬防除による抑制 - リンゴとダイズを例に -. 今月の農業, 52 (10), 46-52.

中西準子. 1994. 水の世界戦略, 東京, 岩波書店, pp. 96-97.

Neilig, A. 1999. Are we dependent upon coffee and caffeine? A review on human and animal data. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 23, 563-576.

食品安全委員会. 2008. メタミドホスの概要について. <http://www.fsc.go.jp/emerg/meta.pdf>

Yamato, O., Hayashi, M., Yamasaki, M., Maede, Y. 1998. Induction of onion-induced haemolytic anaemia in dogs with sodium *n*-propylthiosulphate. *The Veterinary Record* 142, 216-219.

渡辺正, 林俊郎. 2003. ダイオキシン - 神話の終焉 -, 東京, 日本評論社, pp. 94-97.

WHO. 2002. The world health report 2002 - Reducing Risks, Promoting Healthy Life, pp. 230-231. <http://www.who.int/whr/2002/en/>

安井至. 2002. 食の安全とリスク管理. 市民のための環境学ガイド, <http://www.ne.jp/asahi/ecodb/yasui/FoodSafetyRisk.htm>

安井至. 2003. WHOの世界健康報告. 市民のための環境学ガイド, <http://www.yasuienv.net/WHOwhr2003.htm>

芳澤宅實. 2009. 日本におけるデオキシニバレノール, ニバレノールの汚染実態. *食品工業*, 52 (14), 30-38.

財団法人日本食品化学研究振興財団. 食品に残留する農薬, 飼料添加物及び動物用医薬品の限量. <http://www.ffcr.or.jp/zaidan/FFCRHOME.nsf/pages/MRLs-n/>

appears dependent on the amount of intake. "Risk trade-off" as well as degree of each risk is important for risk management. There is nothing without risk. Food risk after eating is now severely controlled by the Japanese standards. On the other hand, food shortage in the world, which is a fatal risk factor, may become a matter of concern in the future. It is important for us to support food producers to maintain their productive field and capacity, isn't it?

**Key word:**

food, risk, toxicity, risk trade-off, food shortage

Risk factors related with food in Japan

Akifumi Murase\*1

\*1 DGCBbase

1-5-13 Sonehigashinocho, Toyonaka-shi,

Osaka 561-0802, Japan

E-mail: amur@dgcbase.jp

**Abstract**

Various risk factors related with food in Japan are discussed. Diet-related risks, *e.g.* undernutrition and overeating, in this country are the lowest in the world. Everything, including food, has some toxicity that