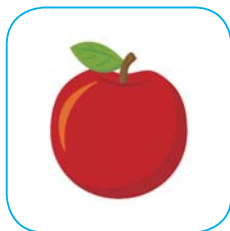


知っておきたいこと

遺伝子組換え作物・食品、
農薬、食品添加物



知っておきたいこと

遺伝子組換え作物・食品

農薬

食品添加物



特定非営利活動法人

くらしとバイオプラザ21

Life & Bio plaza 21

はじめに

日本に遺伝子組換え作物・食品が上陸して19年になりました。世界の遺伝子組換え作物の栽培面積は約106倍に、栽培国は28ヶ国になりました。発展途上国における栽培面積の合計は先進国のそれを2012年から上回っています。我が国には大量に遺伝子組換え作物が輸入され、家畜の飼料、食用油、清涼飲料水の甘味料の原料として用いられています。また、日本は温暖で豊かな食に恵まれた国ですが、これは農作物の病気や害虫の被害が生じやすく、農薬に助けられています。食品の保存についても同様で、食品添加物の力を借りて、必要なときにいつでも食品を得られるようになっています。

遺伝子組換え技術は遺伝子組換え作物・食品を作り出すだけでなく、遺伝子組換え微生物を使って酵素も生み出し、それらが私たちの食卓を支えられています。その裏には、人の口に入るものとしての安全性評価、生物多様性影響評価も行われ、多くの資金と人手が使われています。

しかし、「遺伝子組換え原料不使用・無農薬・無添加」などと、これらが健康被害を及ぼすので避けるようにと警告しているような表示がみられ、この表示故に遺伝子組換え作物・食品、農薬、食品添加物を健康によくないものだと考える消費者が少なくなっていることは残念なことです。

私たちは、科学・技術の成果である遺伝子組換え作物・食品、農薬、食品添加物に関する情報を提供し、意見交換を行い、日本はもちろんのこと、世界の人々に食料が安定して供給される（必要なときに、安全な食料が手に入る）ようになることを願っています。

これまで、遺伝子組換え作物・食品、農薬、食品添加物はそれぞれ、1冊の冊子でしたが、このたび、データを更新したう

えで1冊にまとめることにいたしました。今までよりハンディになりましたので、より多くの方にいろいろな場面でご活用いただけますと望外の幸せです。

この冊子は、くらしとバイオプラザ21のホームページからもダウンロードできます。

<http://www.life-bio.or.jp/about/publi.html>

2016年3月
特定非営利活動法人 くらしとバイオプラザ21

目次

遺伝子組換え作物・食品編.....	1
遺伝子組換え作物・食品をめぐる重要な 10 項目.....	2
＜遺伝子組換え作物・食品編 解説＞.....	6
農薬編.....	35
農薬をめぐる重要な 10 項目.....	36
＜農薬解説編＞.....	42
食品添加物編.....	74
食品添加物をめぐる重要な 10 項目.....	75
＜食品添加物 解説編＞.....	79
科学的な情報の読み方と伝え方.....	114
詳しく知りたい方のために.....	124

遺伝子組換え作物・食品編



遺伝子組換え作物・食品をめぐる重要な 10 項目

遺伝子組換え（Genetically Modified :GM）作物・食品の主な説明と、どんな問題が指摘され議論されているかをまとめました。

1. 栽培のメリット → p6

GM 作物は 1996 年に米国で栽培が始まって以来、世界的に拡大しており、27 カ国（2014 年）で栽培されています。その栽培面積は約 1 億 8500 万ヘクタールで、日本の国土のおよそ 4.9 倍です。

GM 作物の栽培によって、世界的に農薬の使用量が減り、GM 作物を栽培する農家にとってメリットのひとつとなっています。

2. 企業の種子支配はあり得るのか → p9

巨大企業が種子を支配するとよくいわれますが、企業間の種子開発競争は激しく、各社が地域に合わせた品種の開発を行っている、1 社が種子を独占することは容易ではありません。たとえば、害虫抵抗性 GM トウモロコシは、5 社以上の企業が種子を開発しています。また、GM 作物の開発が進んでも、生産者も次々に開発されるよい品種を選ぶので、各社のシェアは拮抗しており、GM 作物が 1 品種だけになることはありません。

3. 遺伝子組換え技術とは → p10

GM 作物作出のための遺伝子を導入する技術は、自然界で微生物が植物に対して引き起こしている遺伝子導入の現象を応用してつくられた技術です。

4. 医薬品では既に使われている遺伝子組換え技術 → p12

インターフェロンやインスリンなどの医薬品では、すでにその多くが GM 技術で製造されています。

5. 遺伝子組換え食品の安全性 → p12

GM 食品の安全性審査は実質的同等性という考え方によって行われています。例えば、「害虫を殺す農作物を人が食べても大丈夫なのか」という声が聞かれますが、害虫抵抗性 GM トウモロコシの茎や葉でつくられる「害虫を殺すタンパク質」(Bt タンパク質)は、有機農業で生物農薬として使われているもので、人には悪い影響はありません。

6. 遺伝子組換え食品の表示 → p17

豆腐や納豆などに「組換えでない」という表示があったり、食用油やしょう油などは義務表示の対象外となったりしていますが、これは安全性とは関係なく、消費者の選択のために行われているものです。「組換えでない」から安全だという意味ではありません。

7. 遺伝子組換え作物は生物多様性を失わせない → p19

GM 作物が普及しても、従来 of 農業以上に野生の生物の多様性に影響を与えることはありません。イギリスでは、2000-2003 年、テンサイ、トウモロコシ、春播きナタネ、冬播きナタネなど多数の GM 作物を農場で栽培して調査しました。その結果から、GM 作物の導入が野生の生物の多様性を失わせないことが示唆されています(Natural Environment Research Councilによる調査、2003年)。

8. 従来の品種改良と遺伝子組換え技術による品種改良の違い → p22

従来の品種改良は、人が意図的に作物と作物を交配させています。この交配によって、結果的に遺伝子は組み換わっています。意図的な交配ですから、人間の手が加わらない限り、自然には決して起こらない現象です。種を超えて交配することもあります。意図的に品種改良をするという意味では遺伝子組換えも従来の交配も同じ範疇だと言えます。

9. 除草剤耐性を持つ雑草 → p23

除草剤を散布しても枯れないGM サイズの普及で、どんな除草剤も効かない「スーパー雑草」が現れたという人がいますが、そもそも「スーパー雑草」というものは存在しません。ある除草剤に耐性を持つ作物ができて、他の種類の除草剤で枯らすことができます。

雑草が除草剤への耐性を獲得することは、GM 作物ができる前から起こっていました。

10. 生態系への影響 → p25

GM 作物は、導入する場所に生息する植物や昆虫に対する影響を評価し、生態系に悪影響を与えないような管理ができると確認されたものだけが、輸入や栽培を許されます。

日本の各地の輸入港周辺に GM ナタネの種がこぼれ落ちて、自生し各地に広がっているかのように時々報道されます。しかし、西洋ナタネは、人の手の加えられない自然条件下では、繁殖が難しいことが知られており生態系に影響を及ぼす種類とはみなされていません。

過去 60 年間、カナダから大量に西洋ナタネが輸入されており、GM ナタネが輸入される前から種がこぼれ落ち、芽が出たことがあったと考えられています。しかし、それが繁殖し、生態系に悪影響を与えたということはありません。また、GM ナタネの繁殖力が特に強いということはなく、普通の西洋ナタネと同じです。



写真：除草剤散布により雑草防除した除草剤耐性ダイズ畑（右）と、無除草のダイズ畑（左）

<遺伝子組換え作物・食品編 解説>

遺伝子組換え作物の栽培はどのように拡大し、私たちの食卓に届けられるようになったのでしょうか。GM 食品と安全性を含めた、その周囲の情報を整理しました。

1. 栽培のメリット

GM 作物は 1996 年から 2014 年にかけて、その栽培面積は約 100 倍に拡大し、27 カ国（2014 年）で栽培されています。GM 作物の栽培により世界的に農薬の使用量が減り、GM 作物を栽培する農家にとって、メリットのひとつとなっています。

(1) 遺伝子組換え作物作付面積の拡大

世界の穀物生産量が上昇しています。これは、収穫面積（利用できる耕地面積）が増えているからではなく、単収（面積当たりの収量）が伸びているためで、世界全体の収穫面積は頭打ちの状態です。一方、GM 作物の作付面積は増加の一途で、2014 年の世界の GM 作物作付面積は約 1 億 8,500 万ヘクタールと日本の国土の約 4.9 倍にまで拡大しています（図 1-1）。栽培面積の多い国の上位 5 カ国は、米国、ブラジル、アルゼンチン、インド、カナダで、1,000 万ヘクタール以上です。続く中国、パラグアイ、パキスタン、南アフリカも、その面積はいずれも 200 万ヘクタールを超えています。

(2) 日本の穀物輸入量と遺伝子組換え作物の推定割合

日本の穀物輸入量は約 2,900 万トン（2014 年）で、そのうち、トウモロコシは 1,377 万トンでおおよそ半分にあたります。そこで、輸入先の輸入量全体に占める割合とその国の GM 作物の作付け割合から、GM 作物の割合を算出したところ、輸入量が一番多いトウモロコシでは、約 1,130 万トンの GM トウモロコシが

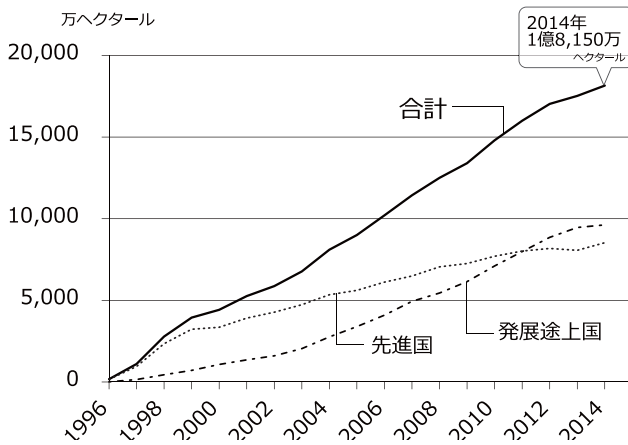


図 1-1 世界の遺伝子組換え作物作付面積の推移
(国際アグリバイオ事業団年次報告書 (2014) より作成)

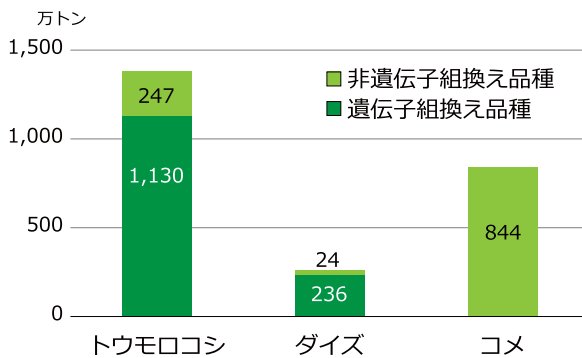


図 1-2 日本の年間穀物輸入量と遺伝子組換え作物の比率の試算および日本のコメの生産量
(財務省貿易統計、アメリカ農務省 Acreage(2014)、国際アグリバイオ事業団年次報告書 (2014)、農林水産省 作物統計より作成)

輸入されていると推定されました。同じように、GM ダイズ・ナタネの輸入が認められており、GM 作物と非遺伝子組換え（非GM）作物の両方が輸入されていることとなります。これらについても作付け割合から、遺伝子組換え作物の占める比率を試算したところ、輸入されるダイズの約91%が遺伝子組換え作物であると推定されました（図1-2）。

輸入されたGM作物の大半は表示義務のない食用油や飼料として利用されているので、多くの人がGM作物の輸入の現状を認識していません。しかし、飼料を輸入穀物に依存している日本では、GM作物の輸入が途絶えれば畜産業はたちまち窮地に追い込まれる状況にあります。GM作物がなければ、日本の食卓は成り立たないと考えられています。

(3) 日本に輸入されるトウモロコシとダイズ

トウモロコシやダイズは多くの国が生産していますが、そのうち十分な量を輸出できる国は、トウモロコシではアメリカとアルゼンチン、ダイズではアメリカ、ブラジル、アルゼンチンです。これらの国々はいずれもGM作物の主要栽培国です（日本学術会議「我が国における遺伝子組換え植物研究とその実用化に関する現状と問題点」2010年）。したがって、非GM作物を輸出する国を探したとしても、日本の必要量をまかなえる国はないと考えられます。しかも、トウモロコシは、多くの国々で圧倒的に不足しています。ダイズも中国やEUで大量に不足し、GM作物の主要栽培国である一部の国々が世界全体の食糧をまかなっていません。

このような現状をふまえると、消費者がGM作物は安全かつ十分に生産・供給されることや安全性が保証されている点を含めてGM作物を正しく理解することが重要だといえます。

2. 企業の種子支配はあり得るのか

巨大企業が種子を支配するとよくいわれますが、企業間の種子開発競争は激しく、各社が地域に合わせた品種の開発を行っていて、1社が種子を独占することは容易ではありません。たとえば、害虫抵抗性 GM トウモロコシは、5社以上の企業が種子を開発しています。また、GM 作物の開発が進んでも、生産者も次々に開発されるよい品種を選ぶので、各社のシェアは拮抗しており、GM 作物の 1 品種だけになることはありません。

(1) 激しい競争

巨大企業が種子を支配するとよくいわれますが、1社が独占することは容易ではありません。世界では、モンサント社（米）、シンジェンタ社（スイス）、デュポン社（米）、BASF 社（独）などが種子を開発する巨大企業としてよく知られています。このような企業の間での種子開発競争は激しく、それぞれが地域に合わせた品種の開発を行っています。たとえば、害虫抵抗性 GM トウモロコシでは、5社以上の企業が種子を開発しており、1社による独占支配が続いているという状況ではありません。

(2) 品種の多様性は失われない

特定の企業が開発したひとつの品種ばかりが広範囲に栽培されて、品種の多様性が失われるように報道されることがあります。GM 作物はある特定の形質を作物に導入しただけのもので、GM 作物が作出されたからといって、ある作物がすべて一つの品種に置き換わることはありません。作物の品種は、より栽培しやすいもの、おいしいものへと絶えず新しく作出され、生産者に選択されます。これは GM 作物に限ったことではありません。種子を開発する企業は、地域に適した品種を地域の会社と共同で開発します。品種改良が続く限り、品種の多様性が失われることはありません。

3. 食を生み出す遺伝子組換え技術について

GM 作物作出のための遺伝子導入技術は、自然界で微生物が植物に対して引き起こしている遺伝子導入の現象を応用してつくられました。

(1) 遺伝子組換え技術は、自然現象に学んで開発された

GM 作物とは、遺伝子を改変して品種改良したもので、「アグロバクテリウム」という植物に寄生する細菌を利用してつくります。求める形質の遺伝子をアグロバクテリウムの DNA に組み込み、それを作物に感染させます。すると、目的の遺伝子が作物に導入されます。

種を超えた遺伝子の移動は自然界でも頻繁に起きていて、GM 技術による品種改良はこの現象に学んで開発されたものです。アグロバクテリウムは、接触した植物の細胞に自分の遺伝子の一部を送り込み、その遺伝子により生存に必要な栄養素を植物につくらせます。GM 技術は、このようなアグロバクテリウムの性質を利用したものです。

(2) 天然なら安全？

「天然の食品なら安全」と思っている消費者も多いのですが、天然由来か遺伝子組換えか、というのは安全性の指標にはなりません。どのように作られたかではなく、できた食品が安全かを科学的に確認することが大事です。

「天然であれば安全」が成り立たない事例に自然毒があります。植物は動物と違って、外敵から逃げることができない代わりに、体内に毒物をつくって害虫を防いでいます。カリフォルニア大学エイムズ博士によれば、人間は一生のうちに 5,000 から 1 万種類の自然毒を野菜や果物から摂取しているといいます。しか

も、その量は人工の殺虫剤からの摂取量の1万倍にも及ぶのだそうです（ジョン・F・ロス『リスクセンス』集英社新書,2001）。それでも、私たちがいろいろな食べ物を利用してこられたのは、調理方法などを工夫してきたからです。このことから「天然であれば安全」とは言えません。物質が人体に毒性を持つかどうかは、摂取量や頻度によります。

(3) 遺伝子組換え作物の展望

食料危機などの問題や環境問題を解決するキーテクノロジーとしてGM技術が注目されています。

近年、オーストラリアやロシアの干ばつによる小麦の不足がクローズアップされましたが、GM技術を用いると気候変動に対しても安定して収穫できる品種を作出できる可能性があります。また、食料安定供給のため、干ばつ、塩害、冷害などに強いGM作物の研究開発が進められています。

環境浄化への応用も期待されています。土壌中の重金属を吸い上げ、葉に蓄積する性質をもつ植物を利用して汚染土壌を改良する「ファイトリメディエーション」の研究も進んでいます。

GM技術によりダイズやコメなどに含まれるアレルギーを引き起こすタンパク質（アレルゲン）を少なくした低アレルゲン食品をつくることができます。低アレルゲン食品は、アレルギー疾患の人でも安心して食べられます。これらのほかにも以下のような、食べることを目的としない植物が開発されています。

(開発事例)

- ・除草剤耐性作物（ダイズ、トウモロコシ、ナタネ、ワタ、テンサイ）
- ・害虫耐性作物（トウモロコシ、ワタ）
- ・ウイルス耐性作物（パパイヤ）など
- ・複数の除草剤耐性と害虫抵抗性を併せ持つなどのスタック品種（p33 コラム スタック品種 参照）

(開発中の事例)

- ・ ゴールデンライス (βカロチンを含むコメ)
- ・ 乾燥耐性トウモロコシ
- ・ 食べるワクチン (食べて効果を発揮するワクチン成分をつくる作物)
- ・ 干ばつ耐性小麦
- ・ 寒冷、塩害などに耐性を持つ作物
- ・ 低アレルギー作物
- ・ カドミウムなど土壌中有害物質を吸収する作物 (ファイトレメディエーション: 植物を使って環境浄化を行う) など

4. 医薬品では既に使われている遺伝子組換え技術

GM 技術により、人や動物の生体内でしか合成できないホルモンなどを、微生物や培養細胞などを使って大量に作るできるようになりました。具体的には、インターフェロンやインスリン、成長ホルモンなどの医薬品が、GM 技術で製造され、広く使われています。

5. 遺伝子組換え食品の安全性

GM 食品の安全性審査は実質的同等性という考え方によって行われています。害虫抵抗性 GM 作物も、除草剤耐性 GM 作物も、安全性審査を通過したものだけが、実用化されます。

(1) 実質的同等性による安全性審査

GM 食品の安全性審査は、「実質的同等性」の考え方に基づいて行います。実質的同等性の考え方は 1993 年に OECD によって示され、日本だけでなく世界各国で採用されています。

従来の作物 (遺伝子を組み換える前の作物) と、GM 作物を比較して、組み換えた成分以外に相違がないか、新しく生じた変

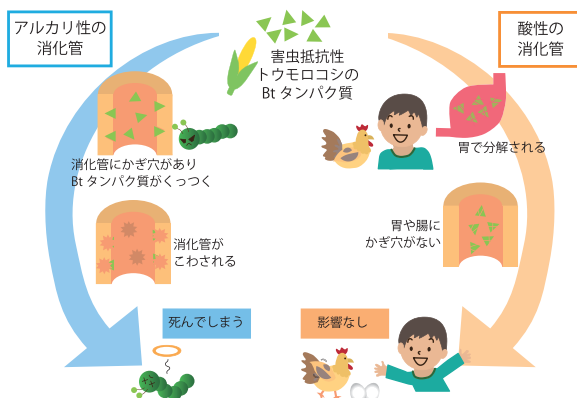


図 1-3 害虫抵抗性遺伝子組換え作物の作用

(出典：バイオテク情報普及会ホームページ <http://www.cbijapan.com/> を参考に作成)

化は安全であるかを確認します。まず、遺伝子を組み込む前の作物が、長い間食用にされてきて、安全性に関する経験的知見が十分であることを確認します。次に、導入した遺伝子の由来や機能、挿入方法、遺伝子の発現部位や発現時期・発現量、目的以外のタンパク質を作らないか、遺伝的安定性や発現の安定性はどうかなどを調べます。さらに、導入した遺伝子が産生するタンパク質の性質や機能、有害性の有無、アレルギー誘発性等を調べます。また、作物に元々含まれていた有害物質や栄養素に大きな変化が起こっていないかも調べます。GM作物には、環境影響や飼料についての安全性審査も義務付けられています。(p19 7. 遺伝子組換え作物は生物多様性を失わせるのか 参照)

(2) 遺伝子組換え食品の安全性審査で調べること

GMで新しく生じる変化とは、導入した遺伝子やその遺伝子がつくるタンパク質のことをいいます。そこで、GM食品の安全性は、それらが速やかに分解・吸収（消化）されるかどうかをまず調べます。遺伝子やタンパク質が消化され、体内に蓄積され

ないことが確認できれば、長期の動物試験を行う必要はないとされています。これまで安全性審査を行った GM 作物で、長期試験が必要だと判断された例はありません。

GM 作物はすべて市場に出回る前に安全性が確認されており、今まで安全性に関する事故は一度も起こっていません。GM 食品の食経験は 10 数年とまだ浅いのですが、子孫に伝わる遺伝子に影響を及ぼすことはないと考えられています。

東京都は 3 世代にわたって、マウスに GM ダイズを与え、健康への影響を調べましたが、悪影響は一切ありませんでした（東京都健康安全研究センター「くらしの健康（第 8 号）」）。

(3) 害虫抵抗性遺伝子組換え作物は特定の害虫のみに作用する

害虫抵抗性とは特定の害虫に対して被害を受けないようにしたものです。害虫抵抗性 GM 作物と聞くと、「虫が食べて死ぬ作物を人間が食べても大丈夫だろうか」と多くの人が懸念をいただきます。しかし、害虫抵抗性 GM 作物の影響は、特定の害虫に対してのみであって、人や普通の動物には影響しません。

害虫抵抗性 GM 作物は、Bt タンパク質というチョウやガなどの昆虫に対する殺虫成分をつくります。これは、有機農業でも使用が認められた生物農薬でもあります。その毒性は、昆虫のみに作用し、人やウシ、ニワトリなどには作用しません。昆虫の消化管の中はアルカリ性なので、Bt タンパク質は活性化され消化管内の受容体と呼ばれる部位にくっつきます。すると、消化管の細胞が壊されて、栄養素を消化できなくなり、昆虫は餓死してしまいます。一方、人やウシなどの消化管の中は、酸性で Bt タンパク質は分解されてしまいます。しかも、受容体もないので、Bt タンパク質がくっつくこともできません。（図 1-3、p24 参考：害虫抵抗性の GM 作物による環境影響 参照）

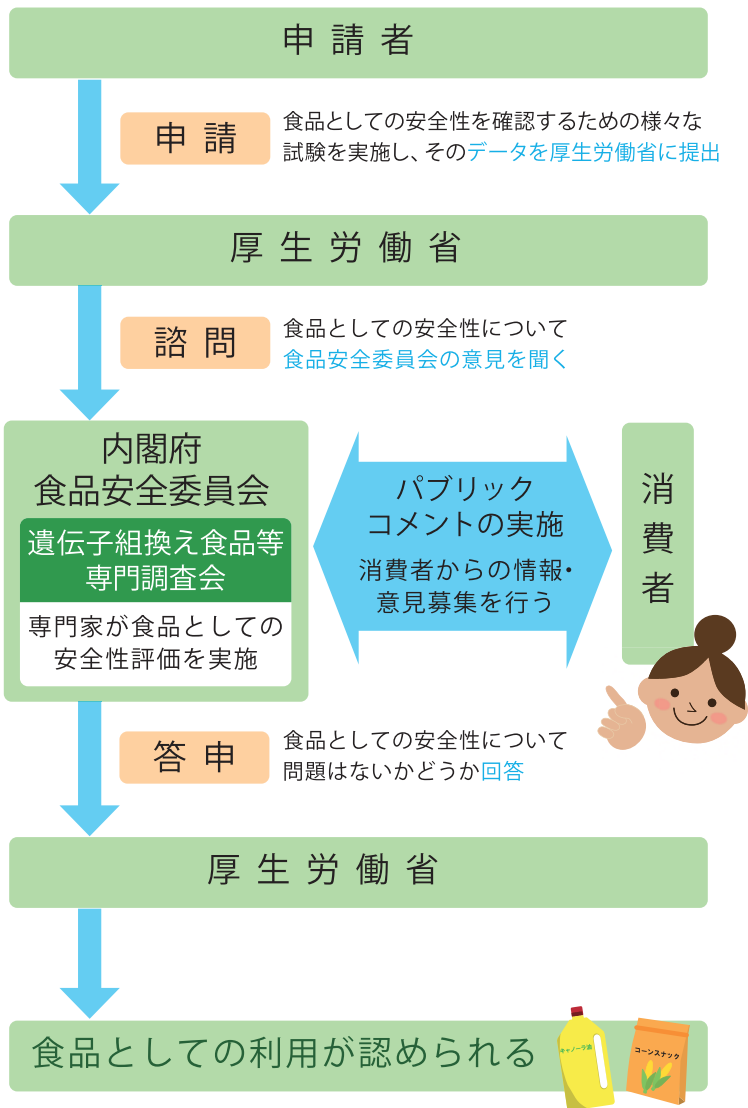


図 1-4 食品の安全性審査
 (出典：バイテク情報普及会ホームページ <http://www.cbjapan.com/>
 「遺伝子組換え Q&A」を参考に作成)

(4) 食品の安全性審査の信頼性

GM 食品など食品の安全性審査は、食品衛生法によって義務付けられています。法的な安全性審査の手続きを経て、厚生労働大臣によって許可されたものだけが、輸入や国内での販売等が認められています。開発企業（申請者）は前述のような安全性試験の結果を厚生労働省に提出し、厚生労働省から諮問を受けた食品安全委員会の GM 食品専門調査会が安全性評価を実施します（図 1-4）。「申請業者が作成した資料のみに基づいて審査を行っても大丈夫なのか」という声もありますが、この審査は「食品の安全性の確保は、それを取り扱う者が責任を持って行う必要がある」という考えに基づいています。このため、安全性評価を開発企業が行い、その詳細な資料をデータの信頼性も含めて、GM 食品専門調査会が適切に評価しています。審査に必要なデータや資料が不足している場合は、開発企業に追加の資料を求め、安全性が十分に確認されるまで審査を続けます。医薬品や農薬、食品添加物などでも同様な方法で審査が行われています。安全性審査を通過した食品や食品添加物はすべて公開されており、2014 年 6 月 3 日現在、安全性審査を経た GM 食品は 302 品種、添加物は 19 品目あります。

参考：厚生労働省医薬食品局食品安全部「安全性審査の手続きを経た遺伝子組換え食品及び添加物一覧」より http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryoushokuhin/identshi/index.html



6. 遺伝子組換え食品の表示について

GM 食品の表示は、安全性とは関係なく、消費者の選択のために行われているものです。「組換えでない」から安全だという意味ではありません。

(1) 表示の義務

GM 表示とは、安全が確認された GM 食品を対象とし、消費者が商品を選択するための情報です。安全性を見分けるためのものではありません。GM 表示には「遺伝子組換え」「遺伝子組換え不分別」「遺伝子組換えでない」の3種類があります。このうち「遺伝子組換え」「遺伝子組換え不分別」は義務表示、「遺伝子組換えでない」は任意表示です。

食品衛生法に基づく GM 食品に関する品質表示基準では、表 1 に示すように、6 種類の GM 作物（ダイズ、トウモロコシ、バレイショ、アルファルファ、テンサイ、パパイヤ）とその加工食品 33 品目を義務表示の対象としています。食用油やしょう油などは、ダイズやトウモロコシなどの加工食品であっても表示の義務はありません。これらの加工品は、精製や発酵など加工の過程で、タンパク質や遺伝子が分解、除去されるためです。食用油でも、非 GM 作物と脂質の組成が違う高オレイン酸ダイズ油などは、表示義務の対象となります。



表 1-1 GM 食品の表示が必要な食品の一覧

だいず

- | | |
|------------------------|----------------|
| 1) 豆腐、油揚げ類 | 2) 凍り豆腐、おから、ゆば |
| 3) 納豆 | 4) 豆乳類 |
| 5) みそ | 6) 大豆煮豆 |
| 7) 大豆缶詰・瓶詰め | 8) きな粉 |
| 9) 大豆いり豆 | |
| 10) 1)～9)を主な原材料とするもの | |
| 11) 大豆（調理用）を主な原材料とするもの | |
| 12) 大豆粉を主な原材料とするもの | |
| 13) 大豆たんぱくを主な原材料とするもの | |
| 14) 枝豆を主な原材料とするもの | |
| 15) 大豆もやしを主な原材料とするもの | |

とうもろこし

- | | |
|----------------------------------|--------------|
| 16) コーンスナック菓子 | 17) コーンスターチ |
| 18) ポップコーン | 19) 冷凍とうもろこし |
| 20) トウモロコシ缶詰及・瓶詰 | |
| 21) コーンフラワーを主な原材料とするもの | |
| 21) コーンフラワーを主な原材料とするもの | |
| 22) コーングリッツを主な原材料とするもの（除コーンフレーク） | |
| 23) 調理用のとうもろこしを主な原材料とするもの | |
| 24) 16)～20)を主な原材料とするもの | |

ばれいしょ

- | | |
|---------------------------|--------------|
| 25) 冷凍ばれいしょ | 26) 乾燥ばれいしょ |
| 27) ばれいしょでん粉 | 28) ポテトチップ菓子 |
| 29) 25)～28)を主な原材料とするもの | |
| 30) ばれいしょ（調理用）を主な原材料とするもの | |

アルファルファ

- | |
|------------------------|
| 31) アルファルファを主な原材料とするもの |
|------------------------|

てん菜

- | |
|-------------------------|
| 32) てん菜（調理用）を主な原材料とするもの |
|-------------------------|

パパイヤ

- | |
|---------------------|
| 33) パパイヤを主な原材料とするもの |
|---------------------|

(出典：消費者庁「食品表示に関する共通 Q&A（第 3 集 遺伝子組換え食品について）」<http://www.caa.go.jp/foods/pdf/syokuhin737.pdf>)

7. 遺伝子組換え作物は生物多様性を失わせるのか

(1) GM 作物の普及は、野生の生物の多様性を失わせるのか

GM 作物はある特定の形質（特徴）を作物に導入しただけのもので、その作物に取って替わるものではありません。GM 作物が普及すると品種の多様性が失われるかのように報道されることがありますが、それは間違いです。

GM 作物は事前に環境影響が評価されており、問題のあるものは実用化されません。

(2) 環境への影響の評価

日本国内では、「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」（カルタヘナ法）において定められた方法に基づいて、環境影響評価が実施されています。開発企業（申請者）は利用する作物や遺伝子の性質を明らかにした上で、生育特性や生殖特性、交雑性などに関するデータを収集し、環境に対する影響について事前に調べます。

環境影響評価の審査項目は

- ・ 在来の植物との競合における優位性、有害物質産生性、交雑性など生物多様性影響を生じさせる可能性のある性質はあるか（図 1-5）
- ・ 影響をうける可能性のある野生生物等が国内にいるか
- ・ 具体的にどのような影響を、どの程度受ける可能性があるのか
- ・ 特定された種や個体群の維持に支障をきたすおそれはあるか

などです。もし、特定された種や個体群の維持に何らかの支障をきたすおそれがある場合には、その作物の野外での利用は認められません。

1

在来の生物と競合する場合の影響

評価の観点

在来の野生種と栄養分・日照・生育場所などをめぐって競い合い、在来生態系へ進入し、影響を及ぼすおそれ

- ・成育の仕方や特性は、非組換え農作物と比べて違いがあるか（草丈、種子をつける数、種子の発芽率など）

・違いがある場合は在来の野生種の生育に影響を及ぼさないか など



2

遺伝子組換え生物が在来種と交雑する場合の影響

評価の観点

在来の野生種との交雑により、在来の野生種の集団に影響を及ぼすおそれ

- ・交雑可能な近縁の在来種が存在するか
- ・存在する場合は、どの程度交雑するのか（交雑率）
- ・交雑したものと在来の野生種との性質に違いはあるか

など



3

遺伝子組換え生物が有害物質を生み出す場合の影響

評価の観点

有害な物質を生み出すことによって、周辺の生息する他の植物や昆虫などに影響を及ぼすおそれ

- ・有害物質がつくられているか
- ・つくられている場合は、遺伝子組換え生物を食べる昆虫などはいないか
- ・土壌微生物相に影響を及ぼさないか

など



図 1-5 生物多様性への影響の評価

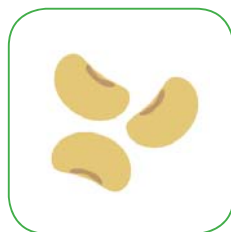
(環境省自然環境局野生生物課外来生物対策室「ご存知ですか？カルタヘナ法」http://www.bch.biodic.go.jp/cartagena/s_05.htmlを参考に作成)

(3) 生物多様性影響評価の手順

カルタヘナ法の生物多様性影響評価の具体的な評価の手順は、遺伝子組換え生物等の第一種使用等（遺伝子組換え生物等が環境中に拡散することを防止する措置をとらないで行う使用等）について、承認を申請する者が評価書を作成し、その内容の妥当性等を学識経験者が最新の科学的知見から検討します（野外で栽培する場合は第一種使用に該当します）。このように開発企業（申請者）にデータ等を提出させる方法は、EUをはじめ世界中のどの国の安全性審査においても同様に行われています。

(4) 問題が生じたときの措置

評価時点で予測できなかった生物多様性影響が生じた場合に備えて、開発企業（申請者）に対しては、「生物多様性影響が生ずるおそれがあると認められるに至った場合の緊急措置に関する計画書」が定められています。また、もし影響が生じた場合は、迅速に必要な措置をとることが求められます。現時点では、問題が起きて措置が講じられたことはありません。



8. 従来の品種改良と遺伝子組換え技術による品種改良の違い

従来の品種改良は、人が意図的に作物と作物を交配させるものです。これらの作物において、結果的には遺伝子が組み換わっています。従来の品種改良も意図的な交配ですから、自然には決して起こらない現象です。自然には決して起らない現象で、遺伝子が組み換わっているという意味では、遺伝子組換えも従来の交配も同じ技術領域だといえます。

(1) GM 技術による品種改良は、より確実に目的の作物を作ることができる

品種改良とは作物の形質を変化させてより良い作物を作り出すことをいいますが、形質が変化したということは遺伝子が変化したということです。つまり、かけあわせで親同士の遺伝子をすべて混ぜ合わせるのが従来の品種改良（交配）であるのに対して、あらかじめ機能が分かっている特定の遺伝子を組み入れるのが GM 技術です。

交配による品種改良も GM 技術による新品種作成も、遺伝子を変化させたという点は同じです。良い品種ができるかどうかは偶然に頼る部分が多い交配に比べて、GM 技術では、変化をもたらした遺伝子が何か分かっていることや、目的の作物をより確実に作れることが特徴といえます。

(2) 遺伝子組換え技術による品種改良にかかる時間

GM 技術を利用することで、目的とする品種を短期間で作ることができます。しかし、実用品種にその形質を持たせるための戻し交配の期間が別にかかることや、GM 作物には安全性審査が義務付けられており、その審査が時間をかけて行われるので、実際には交配による品種改良よりも短期間で開発できるということではありません。

(3) 遺伝子組換え技術による品種改良の可能性

従来の品種改良に比べて GM 技術による品種改良は、異なる種の遺伝資源を利用できる利点があります。さらに、種にとらわれない有用な遺伝子を幅広い生物の中から選んで利用することができるので、品種改良の可能性が大きく広がることとなります。

9. 除草剤耐性を持つ GM 作物による環境影響

どんな除草剤を散布しても枯れない「スーパー雑草」というものはそもそも存在しません。ある除草剤に耐性を持つ作物ができて、他の種類の除草剤で枯らすことができます。また、除草剤耐性を持つ雑草は、GM 作物ができる前から生えていました。

(1) 除草剤への耐性について

除草剤耐性の GM 作物の栽培面積が拡大している地域では、雑草の抵抗性が強まり、除草剤をまいても枯れない雑草が繁殖してしまうことが懸念されています。しかし、除草剤への抵抗性を獲得した雑草は、GM 作物が商品化される以前からあった課題です。この問題は、非 GM 作物、GM 作物を問わず、適切な管理を行うことによって解決できます。また、他の除草剤をまけば、雑草は枯れてしまうので、どんな除草剤も効かないような雑草ができることはありません。

(2) 除草剤耐性遺伝子組換え作物のメリット

除草剤耐性を持つ GM 作物は、特定の除草剤の影響を受けないため、作物に害を与えずに除草剤を用いて雑草だけを防除する事ができます。このため 1996 年の商業化以来、全世界で急速に普及してきた除草剤耐性作物の普及により、除草作業の低

減、収益の増大、農薬使用量の削減、二酸化炭素排出量の抑制、土壌浸食の防止など多くの生産者メリット、環境メリットが実現しています。

＜参考：害虫抵抗性の GM 作物による環境影響＞

害虫抵抗性の GM 作物の拡大によって、抵抗力の強い虫の出現が懸念されていますが、こちらも適切な管理によってその拡大を抑えることができます。

・害虫抵抗性遺伝子組換え作物とは

現在商品化されている主な害虫抵抗性の GM 農作物は、もともと土壌に生息しているバチルスチューリンゲンシス（Bt 菌）が持つ、特定の害虫に対して毒となるタンパク質を作る遺伝子を導入して、植物自体に特定の害虫に抵抗性を持たせたものです。1996 年より商業栽培が行われるようになりました。散布する殺虫剤の量を大幅に減らすことができ、商業栽培が拡大しましたが、害虫の Bt タンパク質に対する抵抗性を発達させることが懸念されています。しかし、害虫における抵抗性の発達は、Bt ワタや Bt トウモロコシ等の GM 農作物のみに起因するのではなく、非 GM 作物栽培時に散布される殺虫剤によっても誘発されています。たとえば GM 作物の導入前に行われていた Bt 農薬のスプレー散布によって、Bt タンパク抵抗性害虫が発生することが知られています。Bt 農薬は有機農業にも用いられているもので、害虫抵抗性は GM 作物だけの問題ではありません。

・害虫における抵抗性発達の防御策

害虫抵抗性の GM 作物の栽培にあたって重要なことは、確実な抵抗性発達の防御策をとることです。非 Bt 作物を栽培する緩衝区を設置することと、抵抗性害虫を定期的に調査するモニタリング調査によって管理することが重要です。緩衝帯を設置することで、仮に抵抗力を持った害虫が出現したとしても、緩衝帯で生まれた通常の害虫と交尾し、抵抗力を持った害虫の出現頻度の低下が可能となります。米国では、早い時期から緩衝帯設置策などいくつかの対策が環境保護庁（EPA）によって義務付けられています。現時点で、Bt タンパク質に対して害虫が抵抗性を発達させ、Bt 品種の効果がなくなるような事態は起きていません。

10. 生態系への影響

日本の各地の港周辺に種子がこぼれ落ちて、GM 自生ナタネが生態系に広がっているかのように、時々、報道されています。いまのところ、生態系に悪影響を与えているという事実はありません。過去 60 年間、西洋ナタネがカナダから大量に輸入され、種子がこぼれ落ちて芽が出たという経過はあったかもしれませんが、それが繁殖したということはありません。また、GM ナタネだからといって、繁殖力が強いということもありません。

(1) 在来ナタネについて

GM ナタネ（西洋ナタネ）と交雑可能で、しかも日本の自然環境下で自生している種としては、在来ナタネやカラシナなどがあります。しかし、もともとこれらは全て外来種で、生物多様性影響を受ける可能性のある野生植物とはみなされていません。

(2) GM 作物の環境影響評価

GM 作物の環境に対する安全性は、カルタヘナ法に基づく調査審議を経て事前に確認され、国による承認を得たうえで商業利用されています。輸入ナタネがこぼれ落ちて自生しても、はびこったりしないことは事前に確認されています。

(3) 流通後の管理

流通後の管理についても、取り扱い企業はこぼれ落ちをふせぐ対策を講じています。さらに、輸入港や工場周辺などで自生しているナタネがないか監視し、除草を徹底するなど、いっそうの強化を図っています。実際には、農林水産省と環境省では、状況の把握のために輸入港周辺のモニタリング調査を行っていますが、GM ナタネが生育したとしても、競合の結果、周辺の種を駆逐し、生育域を拡大する可能性は考えにくいとする結論が出されています。

<参考：オオカバマダラチョウへの影響>

GM トウモロコシ (Bt コーン) が、オオカバマダラというチョウの生息に悪影響を及ぼすことはありません。

1999年にコーネル大学の研究者が Nature 誌に掲載した論文で「トウワタはトウモロコシ畑の近くに生息する植物で、オオカバマダラの幼虫はトウワタの葉を餌にしている。トウワタの葉に Bt 毒素を発現する GM トウモロコシの花粉をまぶしてオオカバマダラの幼虫に与えたところ、生存率が減少した。トウワタはトウモロコシ畑の近くに生息し、オオカバマダラの生息地域がトウモロコシの生息地域と重なり、幼虫の成育時期が花粉の飛ぶ時期と一致することから、GM トウモロコシはオオカバマダラに有害な悪影響を及ぼす」と結論づけましたが、実験は自然界では想定できない環境下のものでした。その後の調査研究の結果「実験室レベルでは影響はみられるが、自然環境においてはオオカバマダラ個体群の存続に与える影響は無視できる」と結論づけられました。



写真：トウワタの蜜を吸うオオカバマダラ

<寄稿> New Plant Breeding Techniques (NBT) をめぐる国際動向

品種改良において、NBT (New Plant Breeding Techniques) と呼ばれる、いくつかの技術が注目されています。NBT とは、遺伝子組換え技術を使って DNA レベルで改変を行っても、最終製品に外来遺伝子が残らないような技術であり、「消える痕跡」(2012年8月22日朝日新聞) という記事が出て、世間でも認知されるようになってきています。生物の遺伝子をほんの数塩基だけ変化させたりして品種を改良することができるので、最終段階で DNA 配列を調べても、自然に起ったものなのかどうか判断できません。

これまでの NBT をめぐる日本の動きとしては、

- 2011年6月に開かれた安全研修会
(<http://www.life-bio.or.jp/topics/topics476.html>)
- 2012年5月に開かれた学術会議
(http://www.foodwatch.jp/column/sienrls/ymkknw013_120529.php)

において、研究者を中心とした情報提供と議論が行われています。

消費者にとっては、NBT によって作られた作物を食品として利用する場合、遺伝子組換え食品と捉えるのか、遺伝子組換え技術を用いた痕跡が残らないから遺伝子組換え食品ではないと考えるのが、関心事になるでしょう。そして表示が必要なのかどうかの議論が必要と考えられます。

以下は 2012年5月14日に行われた日本学術会議公開シンポジウム「新しい遺伝子組換え技術の開発と植物研究・植物育種への利用～研究開発と規制を巡る国内外の動向～」予稿集の中の筑波大学 遺伝子実験センター長(2012年当時)鎌田博教授の論文を、鎌田教授のご指導のもと、改変・作成したものです。

遺伝子組換え技術をはじめとする多様な分子生物学技術は現在の生命科学の研究遂行に必須なものとなっており、基礎研究ばかりでなく、応用研究・実用研究においても多様な分子生物学技術が使われており、一部は産業利用も活発に行われている。21世紀に入り、新しい技術開発は益々活発化しており、最近では、多様な分子生物学技術を用いることで、各種生物におけるゲノムの人為的編集が可能となりつつあり、ゲノムの人工創製をめざす研究も進められている。

このような技術開発の中で、人工ヌクレアーゼをはじめとする数種の新技术（New Plant Breeding Techniques :NBT）では、宿主ゲノムの小規模人為的編集や単一世代のみでの外来遺伝子発現を可能とし、後代世代において外来遺伝子を除去しつつ新品種・系統を育成することが可能となってきた。このような技術開発に伴い、欧米諸国では、このような技術を用いて育成された植物（基本的に、異種由来の外来遺伝子が除かれている物）について、遺伝子組換え体としての規制の対象になるかどうかについて議論が進められている。わが国においても、関連する技術開発やわが国独自の技術開発が進められており、基礎研究から実用研究にいたる多様な研究場面での利・活用が強く望まれている。そこで、わが国および世界におけるNBTに関する議論の現状と規制に関する考え方について概説する。

EUでは、以下に記す技術を「NBT」と定め、関連する技術開発や特許の状況、植物品種改良に向けた多様な取り組みを数年間にわたって調査し、2011年初めに報告書を公開した（※1）。

EUがNBTとしてまとめた技術は以下のとおりである。

(1) Zinc finger nuclease (ZFN) technology

DNAの特定の部位を切ったり、統合したりできるタンパ

ク質（人工ヌクレアーゼ）を使う技術

(2) Oligonucleotide directed mutagenesis (ODM)

人為的に改善をしたい遺伝子の塩基配列を用いてゲノム中の塩基配列を改変し、最終的には次世代に受け継がれるような数塩基の変異を植物ゲノムにもたすが、ODM自身は消滅する技術

(3) Cisgenesis and Integration

同種の遺伝子を同種に導入する技術。遺伝子を発現させる調節領域も含めて遺伝子をそのまま使う場合をcisgenesis、調節領域は同種由来だが別の遺伝子に由来するものを用いる場合をintragenesisという。

(4) RNA-dependent DNA methylation(RdDM)

DNA配列を変えずに、DNAのメチル化によって新しい形質を導き出す手法

(5) Grafting (on GM rootstock)

遺伝子組換え植物を台木あるいは穂木にした接ぎ木

(6) Reverse Breeding

染色体を2組持つ植物（2倍体）において、外来遺伝子によって、染色体間相同組換えを抑制した上で、交配や花粉培養等によって、目的遺伝子をホモに持つ個体を効率的に作成する技術等。育成された品種には、外来遺伝子は残っていない。

(7) Agro-infiltration(agro-infiltration "sensu stricto", agro-inoculation, floral dip)

植物の葉にAgrobacterium菌や植物ウイルス等を接種し、一過的に目的遺伝子を発現させる技術。floral dip法を除いて、次の世代に、外来遺伝子は伝わらない。

(8) Synthetic Genomics

DNA 配列を人工的に合成して、新生物を作る手法

これらの技術のうち、(8) をのぞくと、既に技術開発はかなり進んでおり、基礎研究で使う研究材料の育成ばかりでなく、種苗会社における実際の品種改良に使われ始めているものもある。現在、EU では、この方向性をもとに、このような技術を用いて開発された生物が遺伝子組換え作物として規制対象となるかどうかの議論を進めており、Cisgenesis に関しては今年に入って、EFSA (European Food Safety Authority : 欧州食品安全局) としての意見が提示された。(Scientific opinion addressing the safety assessment of plants developed through cisgenesis and intragenesis, EFSA Journal, 2012;1-(2)(33pp.)

一方、米国においては、技術開発ばかりでなく、植物品種改良への利用も活発に行われており、遺伝子組換え生物には該当しないと既に判断された事例もある。どのような事例があるのかは巻末の web サイトを参照していただきたい。また、このような技術の今後の利用に関する意見を表明した論文が最近見られるようになってきた。(EMBO reports,2011,pp1-6,Renegotiating GM crop regulation.) (Nature Biotechnology, Vol. 30, No. 3; 2012)

わが国における現状については、技術開発の現状をまとめた報告書はあいにく見当たらず、その規制に対する考え方についても、明確な議論が行われたとの情報はない。

このような状況の中、2011 年、秋、EU、オーストラリア、カナダ、日本、アルゼンチン、南アフリカの研究者（米国はオブザーバーとしての参加）がスペインに集まり、各国における関連する技術の開発の現状と遺伝子組換えに関する各国の規制の現状・基本的考え方などの情報共有と意見交換のためのワークショップが開催された。このワークショップは、NBT に関す

る規制について議論するのではなく、現状把握と科学的議論をすることを掲げ、活発な議論が行われた。このワークショップの報告書は2012年2月に報告された（※2）。

このワークショップにおける重要な議論は2点である。

第一は、そもそも各国が規制の対象としている Genetically Modified Organisms (GMO) の定義は何なのか、また、セルフクローニングやナチュラルオカレンスは規制の対象外なのかどうかである。

第二は検知可能かどうか、また、同定可能かどうかである。最終的に育成された生物において、異種生物由来の外来遺伝子が除去されており、意図的に小規模ゲノム編集（数塩基の除去、数塩基の置換、数アミノ酸残基の置換、塩基配列を変えないDNAのメチル化の変更など）を行った場合には（変更された箇所を検知はできるかもしれないが）、自然突然変異と区別がつかない（遺伝子組換え技術を途中で使ったことを同定できない）場合の考え方・取り扱い方を考える必要がある。また、異種生物由来の外来（FT）遺伝子が除去されており、ゲノム編集すら行われていない場合（異種生物由来のFT遺伝子を導入・発現させ、早期開花性のみを付与し、開花を早めて非組換え体と交配し、外来（FT）遺伝子を持たない有用な交雑系統を育成するような事例）では、検知も同定もできないので、どのように扱うべきかをあらかじめ決めておかないと、品種改良に活用した際その後代植物（検知も同定もできない）の取り扱いで混乱が生じると考えられる。

遺伝子組換えに関する各国の規制は生物多様性条約カルタヘナ議定書を担保するものであり、カルタヘナ議定書で定めている Modern Biotechnology を使って作成された Living Modified Organisms (LMO) を規制する対象とするはずであるが、実際

には言葉の定義の違いや運用、解釈の違いもある。NBT をどのように位置づけるか、規制の運用の問題として捉えるのかなど、国ごとの違いを考える必要がある。しかし、このような技術を用いて開発された実験材料や新品種としての農作物、農産物などが国境をこえて国際的に取引されることを考えると、その考え方や規制における取り扱いなどを世界的に統一されたものとしておかなければ、国際的な混乱が起るのではないかと懸念される。基礎研究の段階で NBT を用いて育成された植物材料が品種改良の中で使われていくことも考えられるため、もし規制の対象外とする場合には、どの段階で誰がどのように、それを確認するのかなども議論しておく必要がある。

※ 1 EU(JRC:Join Research Institute) の報告書 技術の解説や論文・特許などが記載されている。

New Plant Breeding Techniques : State-of-the-art and prospects for commercial development, <http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC63971.pdf>

※ 2 2011 年 9 月にスペインのセビリヤで行われた会合の報告書

JRC Scientific and Technical Reports "Comparative regulatory approaches for new plant breeding techniques (Proceedings of September 2011 workshop)", <http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC68986.pdf>

※ 3 米国において、GMO としての規制を受けるかどうかの各種問い合わせに対して、回答した文書

http://www.aphis.usda.gov/biotechnology/reg_loi.shtml

参考文献

・ European Molecular Biology Organization(EMBO) が出している学術誌 "Renegotiating GM crop regulation ~ Targeted gene-modification technology raises new issues for the oversight of genetically modified crops" (米国における GM 植物の規制の歴史や今回の NBT に関する議論について解説されている)

<http://www.nature.com/embor/journal/v12/n9/full/embor2011160a.html>

・ Nature Biotechnology, Vol.30,No.3, March 2012

Deployment of new biotechnologies in plants breeding

<http://www.nature.com/nbt/journal/v30/n3/abs/nbt.2142.html>

EU から出された NBT に関する最初の報告書に関連する論文や NBT に関する科学者の意見（規制についても）等が数報の論文の形で掲載されている。NBT に関する特集号的な扱いになっている。関係するタイトルは次の通り

Agnostic about agriculture Exciting agbiotech traits continue global march Confronting the Gordian Knot Agbiotech 2.0 Toatoeing around transgenics

・EU の EFSA (European Food Safety Authority) から出された cisgenesis と intragenesis に関する考え方の報告

Scientific opinion addressing the safety assessment of plants developed through cisgenesis and intragenesis, EFSA Journal, 2012; 10(2) : 2561(33pp.), <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2561.htm>

コラム スタック品種

スタック /Stack(掛け合わせ)とは、2つ以上の異なる性質を導入した組換え作物を掛け合わせることによって、それら2つの性質を併せ持つように育種した組換え作物の総称です。害虫抵抗性遺伝子組換え作物と除草剤耐性遺伝子組換え作物を掛け合わせて得られ、これら複数の性質を備えた遺伝子組換え作物がスタック品種です。

米国農務省 (USDA) は 2014 年 6 月 30 日、全米農業統計局 (USDA-NASS) が調査した同年の米国の農作物の作付け状況を発表しました。トウモロコシの作付面積の 93% が遺伝子組換え品種でした。内訳は害虫抵抗性のみの品種が 4%、除草剤耐性のみの品種が 13%、スタック品種が 76% で、スタック品種の割合が約 3 分の 2 となっています。ワタについては、作付面積の 96% が遺伝子組換え品種で、内訳は害虫抵抗性のみの品種が 5%、除草剤耐性のみの品種が

12%、スタック品種が79%でした。ワタにおいても、スタック品種が作付け面積全体の約8割となりました。

2010年と2011年のダイズ、トウモロコシ、ナタネ、ワタ、テンサイ、アルファルファの作付け面積を、付加された形質ごとに比較すると、スタック品種が31%と最も高い増加率を示しています。スタック品種は遺伝子組換え作物の中で益々重要性を増しており、2011年、スタック品種を栽培した国は12カ国で、そのうち9カ国が発展途上国での栽培でした。

スタック品種の環境影響評価は、掛け合わせる前の遺伝子組換え作物それぞれの審査に用いられた知見を基に行われます。相互作用といって、遺伝子を組換える前のそれぞれの作物の性質がより強く働くか（相乗作用）、妨げ合うか（拮抗作用）等を検討し、掛け合わせる前の単一の作物と同程度の環境影響であることを確認しています。

食品としての安全性も同様に、それぞれの単一の作物と同程度であるかどうかを確認しています。



農菓編



農薬をめぐる重要な 10 項目

農薬の役割や種類などの主な説明と、どんな問題が指摘され議論されているかをまとめました。

1. 農薬は、農作物を害虫、病気、雑草など有害生物から守るために使われる →p42

農薬は、農作物を害虫、病気、雑草など有害生物から守るために使われる薬剤のことです。農薬取締法で、国の審査を経て登録された「登録農薬」と、農林水産大臣および環境大臣が指定する、登録を必要としない「特定農薬（特定防除資材）」が定められています。登録農薬は、病虫害や雑草などに対する防除効果が承認されるとともに、安全性について厳しく規制され使用基準も明確に決められています。生産現場では、ルールを守って安全に、効果を発揮するように使われています。

農薬には 殺虫剤、殺菌剤、殺虫殺菌剤、除草剤、殺そ剤、植物成長調整剤、誘引剤、展着剤、天敵、微生物剤の分類があります。また家庭用の殺虫剤の場合、対象になる害虫によって、所管する法律は異なっています。

2. 農薬がないと満足につくれない作物がある →p46

農薬は農作物の収量や品質を維持し、商品価値を高める役割を果たしています。農薬を正しく使うことで、病虫害や雑草から農作物を守ることができるので、病虫害防除や除草の効率が高まり、労力とコストを削減することができます。

歴史的に有名な国内外の飢饉の原因が、害虫や作物の病気の大発生であったこともあります。一般的に農薬を使わないと病虫害や雑草によって、たとえば米の出荷金額なら 20～40%減、

桃は80%減、りんごでは壊滅状態になるという調査報告があり、農薬なしで、現在の生産レベルを維持するのはむずかしいことがわかります。

3. ヒトに対する安全性は、残留基準で守られる → p48

農薬の安全性は、ヒトの口に入る場合、作業員への影響、環境への影響、作物への影響の全部で4つの観点からの安全性が審査されます。

ヒトに対する安全性としては、日常生活を通じて摂取する農薬の量が、毒性試験の結果から得られたADI（1日摂取許容量）の範囲におさまるように、作物ごとに農薬の残留基準値が設定されています。ADIとは、ヒトが一生にわたり毎日、摂取しても中毒を起こさないような量のことで、動物実験を繰り返して定められます。殺虫や殺菌、除草効果の成分に限らず、そもそも全ての物質は多かれ少なかれヒトへの毒性があるのですが、農薬の場合は使用基準や残留基準などの基準が設定され、リスク管理が有効に行われています。また、国や自治体は残留実態調査を行いリスク管理が有効に行われていることを確認しています。平成25年、3,928戸の農家を調査したところ農薬の不適正な使用は7件で、登録にない農作物に対する使用（1件）、使用量または希釈倍数（2件）や回数（4件）が不適切というものでした。

4. 環境への影響が生じないように、農薬の使用基準が定められている → p54

環境への安全性評価のために、土壌、水、大気などの環境や動植物への影響、環境中の水を介したヒトへの影響の可能性や分解性などが審査されています。生物への安全性は、魚類や甲

殻類、藻類を用いた試験、カイコ、ミツバチ、天敵昆虫などの有用昆虫や、ウズラやマガモなどを用いた毒性試験などを行って審査します。誤った利用を防止するために、使用する作物、使用方法や用量、使用時期、頻度などを守ることが使用者の責務として決められています。

土壌への影響は、土壌中での分解や消失に関する試験を行って審査しています。使用基準を守って利用すれば、数年連続して使用しても、土壌中の濃度は1回だけ使用した場合の2～1.33倍を超えなかったと報告されています。

5. 正しく使えば、農薬を使用する人の安全性は確保される → p57

農林水産省によると平成19年以降散布中の死亡事故は起こっていません（平成26年度までの報告が公開されている）。平成26年、農薬を食品の空容器に移し替えた時の誤飲、農薬を散布する際の防護装備の不備などが原因で、29件の中毒事故が発生しましたが、農薬自体の安全性は向上しています。

平成15年に農薬取締法が改正され、農薬使用基準違反への罰則が強化されたり、地方農政事務所や都道府県より改善の指導が行われたりしています。

農薬メーカーや農薬工業会は、プロダクトスチュワードシップといって、製品の開発から廃棄に至る全ライフサイクルにわたり、環境・ヒトの健康・安全の確保に配慮し、農薬の安全な使用を啓発する活動を推し進めており、化学業界全体の自主的な管理活動（レスポンシブル・ケア活動）として位置付けています。

近年、IPM（Integrated Pest Management：総合的病害虫・雑草管理）といって化学農薬だけに頼るのではなく天敵、防虫ネツ

トなどさまざまな技術を組み合わせ、農作物の収量や品質に経済的な被害が出ない程度に病気や害虫の発生を抑制しようとする考え方が認められ、実施されつつあります。

6. 作物に対する安全性が評価される → p59

農薬の登録には作物への薬害のデータが求められます。効果のありそうな農薬の候補が見つかり、徐々に試験規模を大きくし、薬剤の適用範囲や適切な量、薬効とともに薬害が調べられ、多様な栽培環境や病虫害発生の条件で意図する効果が得られるのか確認します。試験期間は2年以上で、6例のデータが必要です。

過去には、DDTを含む有機塩素系殺虫剤やパラチオンなど、環境への残留性や毒性が問題となり使用禁止になった農薬もありましたが、防除したい生物のみに的確に薬効を発揮する選択性の高いもの、作物に対する薬害を生じないもの、作物への残留性が極めて低いものなど、また広範囲に均一に農薬をまくことで面積当たりの投下量を削減できる製剤などが開発されています。

7. 全ての農薬はポジティブリストで管理される → p61

残留農薬の規制の仕方には、「ネガティブリスト制度」と「ポジティブリスト制度」があります。2003年5月に行われた食品衛生法の改正によってポジティブリスト制度が導入されました。食品（作物）ごとに農薬の残留基準値を定めてリストアップし、それを超える農薬残留のある食品（作物）については流通を禁止するという制度です。この制度の規制を完全にする為、1）残留基準は原則として0.01ppmとする「一律基準」、2）海外での数値などを参考にした「暫定基準」、3）ヒトの健康を損な

う恐れのない物質として重曹やアミノ酸など食品衛生法で定めた65物質の「対象外物質」が設けられました。

残留基準、一律基準、暫定基準いずれにおいても、基準値を超える場合はその食品（作物）の流通が禁止されます。

8. 食品に残留した農薬が原因でがんにはならない → p64

食品に残留した農薬が、原因でがんになるといわれることがあります。農薬登録の際、安全性試験として「変異原性試験」と「発がん性試験」が行われます。

変異原性試験とは、DNA や染色体に影響して突然変異を引き起こす性質を調べる試験のことです。発がん性試験では、マウスやラットのほぼ一生涯にあたる約2年にわたって、できるだけ多量の農薬を混ぜた餌を食べさせて、がんができるかどうかを調べます。がんになるメカニズムにはまだわからないこともありますが、農薬という一つの因子が原因となっているのではなく、化学物質や放射線、喫煙習慣やウイルス感染など、様々な因子が関与することまでがわかってきています。それで、発がん性のリスク評価は、得られた結果をもとに科学的に判断し行われています。発がん性試験において動物にがんの発生が認められる場合でも、現実に農薬として使用する濃度で、そのリスクが無視できると判断された時には登録が認められるのですが、これまで農薬によってがんが引き起こされた事例はありません。

9. ポストハーベスト農薬も、残留基準値で管理されている → p67

ポストハーベスト農薬とは、収穫後の農産物に使われる殺菌剤や防かび剤などをいいます。日本で収穫後に使用が認められ

ている農薬は、「くん蒸剤」と「熟期抑制剤」の一種です。海外からたくさん輸入される果物などは船での運搬、穀物や豆類などは倉庫の貯蔵にさらに日数がかかるため、防虫剤や防腐剤、防カビ剤などを使うことがあります。日本と海外では農薬の定義が異なり、ポストハーベスト農薬に類する防かび剤（オルトフェニルフェノール、ピフェニル、チアベンダゾールなど）や防虫剤（ピペロニルブトキシド）は、日本では食品添加物として指定され、制度上は農薬と区別されています。いずれにせよそれらの、食品（作物）への残留が残留基準の範囲内でおさまっているかどうかで、食品の流通が規制されます。

10. 農薬は適正量が使われています → p69

OECD（経済協力開発機構）の統計によると、1990年以降、日本の農薬使用量は減少しています。これは耕地面積の減少の他に、より少量で効果の高い農薬に切り替わってきたことが主と考えられます。とはいえ、OECD加盟国の2003年の単位面積あたりの農薬使用量は、米国を基準とすると日本が約8倍、韓国が約7倍、英国が約3倍、フランスが約2倍でした。これは日本の気候が高温多湿で病害虫が発生しやすいため、高品質の農産物を安定的に生産するには農薬が不可欠なこと、栽培される主な作物の種類が違うなど日本の農業の状況に関係しています。

農薬の使用量は作物の種類や国によって違いがあります。作物別に見ると、果樹は多く、大豆やトウモロコシ、小麦は少なく、コメやバレイショはそれらの中間ぐらいに位置付けられます。全栽培面積で農薬の使用量の少ない作物の占める割合が大きい国ほど、単位面積当たりの農薬使用量は少なく算出されます。

<農薬解説編>

1. 農薬は、農作物を害虫、病気、雑草など有害生物から守るために使われる

(1) 農薬とは

農薬とは、農作物を害虫、病気、雑草など有害生物から守るために使われる薬剤のことをいいます。ただし、肥料や畜産に使われる薬剤は含まれません。

農薬取締法では「農薬とは、農作物（樹木及び農林産物を含む。以下農作物等という。）を害する菌、線虫、ダニ、昆虫、ねずみその他の動植物又はウイルス（以下病害虫と総称する）の防除に用いられる殺菌剤、殺虫剤その他の薬剤（その薬剤を原料又は材料として使用した資材で当該防除に用いられるもののうち政令で定めるものを含む）及び農作物等の生理機能の増進又は抑制に用いられる成長促進剤、発芽抑制剤その他の薬剤をいう」と定義され、また、「農作物等の病害虫を防除するための天敵も農薬とみなす」とされています。

天敵とは、害虫を捕食したり、害虫に寄生したりする昆虫などの生物をいいます。農薬として、農林水産省に登録されている天敵は、捕食性ダニをふくめ9種14品目あります。

(2) 登録農薬と特定農薬

農薬取締法の「農薬」には、国の審査を経て登録された「登録農薬」と農林水産大臣および環境大臣が指定する、登録を必要としない「特定農薬（特定防除資材）」があります。登録農薬は、病害虫や雑草などに対する防除効果が承認されるとともに、安全性について厳しく規制されています。また、使用基準も明確に定められ、それを守ることによって防除効果と安全性が確保されます。特定農薬は、2003年3月に、「重曹」、「食酢」、「天

敵」の3種類が指定されています。

(3) 農薬の種類

農薬は農薬取締法の定義（第1条の2）に従って用途別に分類されることが一般的です（表2-1）。

表2-1 農薬の分類

分類	各薬剤の説明
殺虫剤	農作物を加害する害虫を防除する薬剤
殺菌剤	農作物を加害する病気を防除する薬剤
殺虫殺菌剤	農作物の害虫、病気を同時に防除する薬剤
除草剤	雑草を防除する薬剤
殺そ剤	農作物を加害するノネズミなどを防除する薬剤
植物成長調整剤	農作物の生育を促進したり、抑制したりする薬剤
誘引剤	主として害虫をその種特有のにおいのような物質などで誘き寄せる薬剤
展着剤	ほかの農薬と混合して用い、その農薬の付着性を高める薬剤
天敵	農作物を加害する害虫の天敵
微生物剤	微生物を用いて農作物を加害する害虫病気等を防除する剤

（農林水産省「農薬の基礎知識」http://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_tisiki/tisiki.html#kiso1_1より作成）



(4) 同じ成分でも管理と規制が異なる

家庭用の殺虫剤は農薬の殺虫剤と同じ成分が含まれていますが、農薬取締法で管理・規制されている農薬と違って、使用場面によって異なる法律で規制されています（表 2-2）。家庭用殺虫剤も所管官庁に登録や製造承認の申請を行ない、安全性の審査が行なわれています（一部は自主基準）。

表 2-2 殺虫剤の対象害虫と法的関係

分類	対象害虫	法的関係	剤型例（有効成分）	
厚生労働省	医薬品	衛生害虫 蚊、ハエ、ゴキブリ、ノミ、トコジラミ（ナシキムシ）、イエダニ、シラミ、屋内塵性ダニ	薬事法	家庭用 くん煙剤、全量噴射式エアゾール剤、粉剤（ピレスロイド、有機リン剤、カーバメート剤） 防疫用 乳剤、粉剤（有機りん剤）
	医薬部外品（誘引殺虫剤を含む）			家庭用 蚊取線香、電気蚊取、エアゾール剤、粉剤（ピレスロイド）、ファン剤 防疫用 油剤、粉剤（ピレスロイド）
	食品害虫駆除剤	貯穀害虫等 ゾウムシ、コナダニ、コクヌスモドキなど	食品衛生法	くん煙剤（メチルプロマイド）
経済産業省	化成品	不快害虫 ゾウムシ、コナダニ、コクヌスモドキなど	化審法、家庭用生活害虫防除剤の自主基準	くん煙剤（メチルプロマイド）
農林水産省	動物用医薬品又は医薬部外品	動物外部寄生虫 イヌノミ、畜鶏舎のハエ、蚊、マダニなど	動物用医薬品等取締規則	蚊取線香、電気蚊取、乳剤、粉剤（ピレスロイド、有機リン剤、カーバメート剤）
	農業	農業害虫 ニカメイチュウ、ヨトウムシなど	農薬取締法	乳剤、水和剤、粉剤（ピレスロイド、有機リン剤、カーバメート剤）

（出典：日本家庭用殺虫剤工業会「家庭用殺虫剤概論Ⅲ」）

(5) 農薬の名前はややこしい？

農薬は同じものでも、名称が違うことがよくあります。スミチオン、フェニトロチオン、MEP、これらは、みな同じ農薬をさします。農薬は化学物質なので、有効成分の化学名で呼べば、間違いがないのですが、化学名は複雑で極端に長いものも多く実用的ではありません。そこで、一般名が使われます。先にあげた、フェニトロチオンは、ISO（国際標準化機構）による国際的な一般名で、MEPはこの名前に準じる名前です。スミチオンは商品名で、メーカーが付けたものです。また、種類名は、国内で農薬登録をする際の名称で、一般名に粒剤や乳剤など農薬の剤型をつけたもの、試験名は農薬の開発試験段階での名称で、コードネームとも呼ばれます。このように、いろいろな名前があるのは、農薬に関わるそれぞれの立場の人に分かりやすくするためで、農薬の取り違いなどを防止することができます。

<農薬の名称の例>

ISO 一般名：フェニトロチオン

一般名：MEP

化学名：0,0-ジメチル-0-(3-メチル-4-ニトロフェニル)チオフォスフェイト

商品名：ガットキラー、スミチオン、スイバイオン

種類名：MEP 乳剤、MEP 粉剤など

試験名：S-5600

2. 農薬がないと満足につくれない作物がある

農薬を適正に使える、農作物を有害な生物から守り、収量や品質を維持し、商品価値を高めることができます。農薬は農業生産に重要な役割を果たしています。

(1) 労力とコストを削減

農作物は自然環境と隣り合った農地で栽培されるので、いろいろな病気にかかったり、害虫や雑草の被害にあったりします。病気になれば、作物は枯れ、果実も腐ります。害虫は葉や根を食い荒らし、時には作物の病原体を媒介します。農業では、こうした被害から農作物を守り、高品質で十分な量の作物を収穫しなければなりません。

これまで人々は、病害虫や雑草から農作物を守るために多大な努力をしてきました。病害虫に強い品種の利用、栽培法を変えたりする耕種的防除、ビニールシートや敷きわらによる雑草抑制などの物理的防除、天敵を利用した生物的防除などが行われていますが、大変な労力を必要とし、コストもかかります。農薬を使えば、少ない労力とコストで安定した効果を得ることができます。

(2) 病害虫や雑草による被害はどのくらい？

病害虫の有効な防除方法がなかった時代では、農作物の被害は人々に大きな影響をもたらしました。たとえば、1732年に西日本や九州地方一帯を襲った享保の飢饉は、ウンカやイナゴの大量発生で稲作が壊滅的な被害を受けたことによります。1845年、アイルランドで主食であるジャガイモの疫病が大発生して、ジャガイモが収穫できず悲惨な飢饉が生じました。ドイツのエルケ博士らは、全世界の潜在損失について、生産金額についてみると、病害による損失量が18%、害虫によるものが23%、雑草は29%と分析しています。つまり、病害虫や雑草を防除しな

ければ生産できる農作物の生産金額は、潜在的な収量のわずか30%にすぎないと1994年に報告しています。

一般的な栽培方法で、農薬を使わないと病害虫や雑草によってどのような影響がでるのでしょうか。(一社)日本植物防疫協会や(公財)日本植物調節剤研究協会により調査が行われました(表2-3)。米の出荷金額は20～40%減、りんごの収穫は壊滅状態となり、葉菜類に大きな被害が出ました。農薬による病害虫防除対策を行わないと、農作物の収穫量が大幅に減少するばかりでなく、収穫物の品質が低下するため、収量の減少率以上に出荷金額が減少することがわかりました。

表2-3 農薬を使用せずに栽培した場合の病害虫などによる、収量と出荷金額の減少率

作物(調査箇所数)	収量 (平均減収率、%)	出荷金額 (平均減益率、%)
水稻(14)	24	30
小麦(4)	36	66
大豆(8)	30	34
りんご(6)	97	99
もも(1)	70	80
キャベツ(20)	67	69
だいこん(5)	39	60
きゅうり(5)	61	60
トマト(7)	36	37
ばれいしょ(2)	33	43
なす(2)	48	55
とうもろこし(1)	28	28

(出典：(一社)日本植物防疫協会『病害虫と雑草による農作物の損失』2008)

(3) 農薬なしで、現在の生産レベルを維持するのはむずかしい

家庭菜園のように栽培面積が狭く、いろいろな種類の作物を栽培している場合は、病害虫の被害が目立たないこともありますが、一般的に栽培面積が大きくなればなるほど、また同じ作物を長い間連続して栽培をすればするほど病害虫による被害を受けやすくなります。りんごやもものように病害虫の被害による影響が特に大きい作物もあります。

ですから、農業生産現場では病害虫や雑草の防除が不可欠で、農薬を使用しないで、現在の品質や収量、経済的な生産レベルを維持するのは難しいのです。

3. ヒトに対する安全性は、残留基準で守られる

農薬は、農産物の安定供給と高品質化、農作業の軽減化に大きな役割をはたしています。しかし、殺虫剤や殺菌剤、除草剤の成分に限らず全ての物質には多かれ少なかれ毒性があります。私たちが日常生活を通じて摂取する農薬の量は、毒性試験の結果から得られた作物ごとの残留基準の範囲内に収まるように使用されています。ですから、私たちが食品や水・大気から摂取する農薬の量は影響を与える限界より極めて少なく、健康への悪影響の心配はありません。

(1) 安全基準と管理基準

安全基準は科学的に検討して設けられるもので、その基礎になるものが無毒性量（NOAEL : No Observed Adverse Effect Level）です。NOAELはマウスやラットなどの動物を用いて、反復投与試験、発がん性試験などの毒性試験を行い、いずれの試験でも有害な影響がみられない最大投与量として求められます。NOAELをもとに作られた慢性的な悪影響のための安全基準が「一日摂取許容量」（ADI:Acceptable Daily Intake）で、一回

に大量の農薬を摂取した場合の安全基準が急性参照用量（acute reference dose: ARfD）です。ADIはある農薬が含まれている（残留している）すべての食物から摂取される量について、毎日一生かかって摂取する場合の基準です。ARfDはある農薬がそれぞれの食物にふくまれている量について、1回で大量に摂取する場合の基準になります。（p52 コラム 急性参照用量の設定、p122 科学的な情報の読み方と伝え方 5. ADI（1日許容摂取量）の考え方 参照）

実際には安全基準が守りやすくなるように、管理基準が設けられます。作物レベルで安全を担保するために設定する残留基準も管理基準のひとつです。管理基準は安全基準そのものではありません。

これは世界で共通していることですが、安全基準は作物ごとに農薬登録された農薬についてだけしか定められません。ポジティブリスト制にすると、使用対象外の作物（非登録作物）については管理基準がないので、そのような作物でその農薬が検出されると廃棄されることになってしまいます。しかしこれでは、ヒトの健康を損なうおそれのない微量の農薬等の残留が認められたことをもって、違反食品と取り扱われることとなる等、不必要に食品等の流通が妨げられる恐れもあります。そこで問題のない微量の残留によってこのような廃棄が起らないよう必要になったのが一律基準です。

(2) 残留基準

農薬は農薬取締法にもとづき、安全性や環境への影響などを厳格に審査し、登録されます。登録されなければ、製造や販売、使用は認められません。また、環境や健康への影響が生じないよう使用基準や残留基準が定められています。

1回の摂取で中毒をおこさないような少量でも、長い間、繰り返し摂取すれば、薬剤が代謝や排泄されずに体内に蓄積され、有

害な影響を及ぼす可能性があります。このような長期的な暴露によって起こる有害な影響を慢性毒性といいます。その量は作物の種類や農薬の成分などで異なります。そこで、食品衛生法に基づく食品の成分規格の一つとして残留基準値が設定されています。ちなみに残留基準と同じ残留量を摂取しても、急性中毒のおそれはありません。

残留基準値は、ADIを越えないよう、国民の摂取食品統計から算出された平均的な食品1日摂取量や通常の使用法による農薬残留実態調査値などを参考にして、決められています。さらに、残留基準値をこえないように使用するための管理基準として、使用方法、希釈濃度、使用時期、使用回数などの農薬使用基準が定められています。

(3) 農薬の使用制限

作物に散布された農薬は雨や風で洗い流されたり、太陽光や微生物によって分解されたりして短期間で多くが消失します。また、植物体内に吸収された農薬成分は、分解されて減少します。農薬の分解や消失の現象にしたがって、収穫時に残留が残留基準値以下になるようにするために、農薬は使用基準に従い、使用が制限されています。

農薬が収穫物に残留する場合がありますが、国産品、輸入品を通じてごくわずかです（表2-4）。更にその数値が残留基準を超えたものは一層少なくなります。輸入品の件数が多いのは、検査数が多いためで、割合はあまり変わりがありません。

表 2-4 農作物中の残留農薬検査結果

実施年度	2002	2005	2007	2008
検査数	910,989	2,129,388	3,473,921	3,455,719
農薬検出数	3,282 (0.36%)	4,894 (0.23%)	7,010 (0.20%)	8,704 (0.28%)
うち国産	868 (0.44%)	1,188 (0.34%)	1,778 (0.35%)	2,314 (0.36%)
うち輸入品	2,414 (0.34%)	3,706 (0.21%)	5,232 (0.18%)	7,490 (0.27%)
基準値を 超えた数	110 (0.03%)	66 (0.01%)	59 (0.007%)	417 (0.0012%)
うち国産	27 (0.02%)	15 (0.01%)	8 (0.0032%)	21 (0.003%)
うち輸入品	83 (0.03%)	51 (0.01%)	51 (0.0086%)	396 (0.014%)

(厚生労働省「食品中の残留農薬検査結果の公表について」より作成。
○ 内は全体の検査数に占める割合を示す。)



コラム 急性参照用量の設定

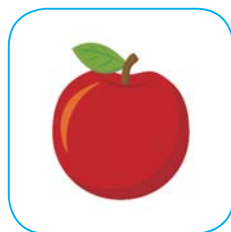
2014年2月14日食品安全委員会農薬専門調査会は「農薬の急性参照用量 (ARfD) 設定における基本的考え方」という報告書を公開しました。

農薬の残留基準値は一日摂取許容量 (ADI) によって決められています。ADIはヒトが毎日、生涯にわたって摂取しても、現在の科学的知見からみて健康への悪影響がないと推定される、一日あたりの摂取基準です (p122 科学的な情報の読み方と伝え方 5. ADI(1日許容摂取量)の考え方 参照)。これに対してARfDは、24時間あるいはそれより短い時間に経口摂取した場合に健康に悪影響を及ぼさないと推定される摂取量です。リスクを考えたときのポイントは「量」です。毒性物質でもごくごく微量であれば、健康に悪影響を及ぼしません。ということは、生涯にわたって毎日、摂取しても健康に悪影響が生じないと考えられる量と、一度に摂取しても(継続して摂取し続けない)悪影響が生じない量を比べたら、前者の方が小さい値になることは想像が付きます。

例えば、食塩は体重1kgあたり3～3.5gの食塩を一度に摂れば、実験動物ならば半数が死にいたる物質ですが、ヒトは食塩なしには生きられません。しかし、厚生労働省は一日あたりの摂取量として、日本人の食事摂取基準策定検討会(2014年3月)において、18歳以上男性は8g未満、18歳以上女性は7g未満という目標値を推奨しています。WHOはさらに厳しく5g未満ですが、日本人の一日の平均摂取量は12gです。実際には濃い味

付けの食品を口にしてしまい、この目標値の何倍かの食塩を摂取してしまうこともあるでしょう。けれど、一度くらいこの目標値を超えたとしても、それで重篤な健康被害が起こらないことを私たちは経験的に知っています。同様に ADI にとらわれ過ぎると、正確にリスクを察知することが妨げられるケースも出てくるでしょう。

これまで日本では、一定量を超えて高濃度に農薬が残留する食品を一日以内に大量に経口摂取した場合の安全性評価基準が、ごく一部を除いてありませんでした。その為、ほとんどの農薬では ADI を用いた慢性的影響評価しかできませんでした。また、実際に健康被害は起こらなくても、残留基準超過の影響を過大評価してしまう可能性がありました。国際的には、農薬の短期間の大量摂取における健康への影響においては、ARfD が用いられています。そこで、今回、日本でもすべての評価対象となる農薬に対して ARfD を設定するルールが示されたのです。関連文献を集めたり、新しく評価データを作成させたりして、ARfD を設定する作業が始まります。



4. 環境への影響が生じないように、農薬の使用基準が定められている

農薬の登録をするとき、土壌、水、大気などの環境や動植物への影響、環境中の水を介した人への影響の可能性や分解性などが審査されます。また、環境への影響が生じないよう農薬の使用基準を定め、その遵守を義務付けています。

(1) 生物への影響

環境中の生物に対する農薬の安全性は、各種試験によって確認されています。たとえば、魚類や甲殻類、藻類を用いた試験、カイコ、ミツバチ、天敵昆虫などの有用昆虫や、ウズラやマガモなどを用いた毒性試験などを行い、その結果を農薬の使用上の注意に反映しています。

しかし、使用者が農薬を川や沼などへ直接投棄したり、間違った使い方をしたりして水系に大量に流れ込んだりすれば、生態系に影響を与えることが考えられます。そこで、農薬取締法にもとづく使用基準では、適用対象外の作物には使用しない、使用方法や用量、使用時期、使用回数など生活環境に悪影響を及ぼさないように、農薬を適切に使う責任が使用者にあることが明確に示されています。

(2) ゴルフ場における農薬使用の適正化

かつて、ゴルフ場で使用される農薬が社会問題として大きく取り上げられたことがあります。この問題を契機として、農薬の使用現場から飲料水までの工程にわたる水質の監視や指導の体制が整い、農薬がより適正に使用されるようになりました。

都道府県知事は、ゴルフ場で使用された農薬が河川や海を汚さないように「ゴルフ場農薬適正使用要綱」（防除指針、防除マニュアル）を定めており、ゴルフ場はこの要綱に従って芝生を管理しています。現在は、ゴルフ場で農薬が水質基準を超えて

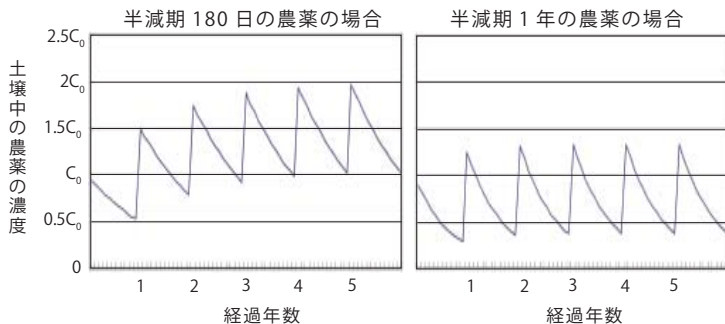


図 2-1 半減期が 1 年と 180 日の農薬を 1 回 / 年施用したときの土壌中の農薬の濃度
 散布時は縦軸の「 C_0 」に該当する。
 (食品安全委員会「農薬評価書 土壌残留に係る農薬登録 保留基準の見直し」より作成)

検出されることはなく、ゴルフ場で使われた農薬が水源や川、海を汚染しているという事実はありません。

(3) 土壌の農薬は分解される

散布された農薬は、作物体に付着・吸収しなかったものは地表に落下します。地表面に落下した農薬は土壌表面では太陽光などにより分解され、土壌中では、微生物の作用などにより分解されて、消失していきます。

落下した農薬が土壌に蓄積して悪影響を及ぼすことがないように、農薬の登録では、農薬の土壌中での分解や消失に関する試験が義務づけられています。土壌中で農薬の最高濃度が半分にまで消失する期間（半減期）を算出し、半減期が 180 日を超えるものは、登録されません。

なお、これまでの研究から、連続して農薬を使用しても、土壌中の農薬の量は処理した回数に比例して増加するのではなく、比較的すみやかに一定のレベルに落ち着くことがわかっています。たとえば、土壌半減期が 1 年の農薬（図 2-1 左）と 180 日

の農薬（図 2-1 右）を毎年 1 回ずつ数年連続して使用したとしても、土壌中における農薬の濃度はそれぞれ 1 回使用の場合の 2.0 倍あるいは 1.33 倍を超えることはありませんでした。

コラム 農薬の一生

農薬の開発には、非常に長い年月と多額の費用がかかります。新規化合物が発見されてから、市場に出すまで一般的には 10 年以上、費用も 40 億円から 50 億円はかかります。しかも、新規化合物のうち、製品化されるのは、新規化合物の 5 万分の 1 以下にすぎません。

一次スクリーニングで有望な新規化合物が見つかる、続いて詳細な効果についての試験、作物への薬害の試験、ヒトなどの哺乳類や水産生物、有用生物への影響、環境中や作物中での分解性などの各種安全性試験、大量生産する技術の確立、製剤の開発などが必要です。さらに、農薬登録のための多くの試験を行い、農薬登録の審査にパスしてやっと農薬が農家の手にわたります。

農薬登録の有効期間は 3 年で、再登録の手続きをしなければ失効します。登録に必要な試験項目が追加された場合は、追加データの提出が義務づけられており、常に最新の基準で安全性の審査が行われます。市場に出た後も、農薬が適正に使用されるよう管理されます。使用者への指導や農薬の使用状況や残留状況の調査が定期的に行われます。

農薬の開発は、製品化したら終わりというわけではありません。安全で衛生的な食品が食卓に上るように、ずっと管理されるのです。

5. 正しく使えば、農薬を使用する人の安全性は確保される

農薬は適用内容どおりに使用すれば安全な生産資材であることは言うまでもありません。使用者自身の健康管理から農薬の使用後に至るまでのすべての注意事項を確実に実行することで、農薬を使用する人への安全性が確保されます。

(1) 農薬による事故

最近では、毒性の低い農薬が普及し、また農薬に対する知識が向上したことから、農薬の重大な事故の発生件数は少なくなっています。また、農薬による事故の原因は、使用者の不注意によるものが大半をしめています。

農林水産省による平成 26 年度の農薬の使用に伴う事故及び被害の発生状況の調査では、農薬を食品の空容器に移し替えたために誤って飲んでしまったり、農薬を散布する際の防護装備が不十分だったりしたことなどが原因で、26 件の中毒事故が発生しましたこのような中毒事故を防止するために、農林水産省では、毎年「農薬危害防止運動」を実施しています。この結果、1961 年から 2010 年までの死亡事故の推移をみると、死亡者数が大きく減少していることが分かります（表 2-5）。

表 2-5 1961 年から 2010 年までに散布中の事故における死亡者数

期 間	10 年間の死亡者数の 平均、人
1961 ~ 1970	17.5
1971 ~ 1980	5.0
1981 ~ 1990	3.0
1991 ~ 2000	0.6
2001 ~ 2010	0.4

（農林水産省「農薬の使用に伴う事故及び被害の発生状況について」などより作成）

(2) 農薬を正しく使う

農薬は定められた使用法をきちんと守ることで、安全性が担保されます。農薬の使用法は容器や包装に貼付されたラベルにすべて記載されています。安全上、特に注意を必要とする農薬には「注意喚起マーク」がついていますし、農薬メーカーはラベルをより見やすく、わかりやすくする工夫も進めています。

平成 15 年に農薬取締法が改正され、無登録農薬の製造、輸入、使用の禁止（販売は従来から禁止）や農薬使用基準に違反する農薬使用の禁止など使用者の遵守すべき基準が定められ、違反に対する罰則が強化されました。そのおかげもあり、農薬の適正使用は高い水準で達成されています。

農薬適正使用の実態については、農林水産省によって毎年全国的な調査が行われています。平成 22 年度の調査では、不適切な使用が認められたのは 4,745 戸中 1 戸だけで、その内容は不適切な（登録にない）作物への使用でした。不適正な使用については、地方農政事務所や都道府県より改善の指導がされています。なお、農薬の安全な使い方の指導や教育については、国や都道府県、農業団体などがそれぞれの立場で連携・協力をして実施しています。

農薬メーカーや農薬工業会は、プロダクトスチュワードシップに取り組んでいます。スチュワードシップとは、農薬の専門家としての責任を認識し、その開発・製造から使用・廃棄にいたるまで、安全管理に努め、全ての取扱者に対して適切な情報提供を行うということです。さらに、化学物質の開発から廃棄にいたるすべての過程について、自主的に環境・安全・健康面の対策を行うというレスポンシブル・ケア活動も実践しています。

(3) IPM（総合防除）とは

近年、IPM（Integrated Pest Management）が世界的に取り上

げられるようになりました。これは、「総合的病害虫・雑草管理」と訳され、病害虫や雑草防除において、化学農薬だけに頼るのではなく天敵、防虫ネット、防蛾灯などさまざまな技術を組み合わせ、農作物の収量や品質に経済的な被害が出ない程度に発生を抑制しようとする考え方のことです。健康に対するリスクや環境への負荷を軽減するとともに農産物を安定生産することが目的です。

IPM では、化学農薬は、気象の変化などで病害虫が急激に増加し、他の手段では抑えられない場合に使う資材とされ、天敵の活動に影響の少ない薬剤や剤型、使用方法を選び、回数もできるだけ減らすように使用します。

IPM を正しく行うことは、農薬の最適使用につながります。国際的農薬業界団体であるクロップライフインターナショナルでは、IPM と「レスポンシブルユース（農薬の責任ある使用）」は表裏一体のものと考えています。

6. 作物に対する安全性が評価される

農薬の登録では、作物の生長や収穫物の収量・品質に対する影響の可能性が試験され、農作物に対する安全性を評価しています。

(1) 農薬の登録には薬害の試験データも必要

農薬を登録する際には、人や動物、環境に対する安全性とともに、適用作物薬害試験など対象とした作物の安全性も評価されます。

農薬を開発するときは、まず農薬の薬効がスクリーニングされ、有効とわかれば少しずつ試験の規模を大きくし、薬剤の適用範囲や適切な量などの薬効とともに薬害が調べられます。圃場試験では、多様な栽培環境や病害虫発生の条件で意図する効

果が得られるのか、思わぬ問題が生じないのか確認されます。農薬の登録には、薬効と薬害のデータを提出しなければなりません。試験期間が2年以上、6例のデータが必要です。このような試験を経て、作物を病害虫から守るとともに、本来その作物が持つ収量を確保し、味などの品質を十分に発揮させるための手助けができるような農薬のはたらきが認められています。

(2) より有効性の高い農薬へ

農薬は、病害虫と作物や人との生理作用の違いを利用して防除などの目的を果たそうとしたものです。過去には、DDTなど有機塩素系殺虫剤が、環境への残留性が問題となり使用禁止となりました。近年では、食の安全や環境保全などの関心が高まっているため、いっそう有効性の高い農薬の開発が進められています。

防除したい生物のみに毒性を発揮する選択性の高いものは、作物自体や環境へのリスクが極めて低くなります。とくに、除草剤では、作物に対する薬害を生じないことが重要で、選択性の高いものの開発が進められてきました。また、高い効果を持ちながらも作物や環境への残留性が極めて低いもの、少ない量でも広範囲に均一に農薬をまくことのできる製剤などが開発されています。

7. 全ての農薬はポジティブリストで管理される

ポジティブリストとは、すべての食品の残留農薬を規制する制度です。基準値の範囲内で残留を認める農薬をリストアップし、それを超える残留のある農作物等の流通が禁止されています。

(1) ネガティブリストとポジティブリスト

残留農薬の規制の仕方には、「ネガティブリスト制度」と「ポジティブリスト制度」があります。ネガティブリスト制度は、原則規制が無く、規制する農薬のみをリスト化し、リストに記載された農薬の残留基準を定めたものです。

この基準値を超えて残留農薬が検出された農作物は、その流通が禁止されます。以前は、このネガティブリスト制度に基づき、農薬の残留基準が定められていました。しかし、この制度では、リストにない農薬の残留は、規制の対象外となるためその食品の流通が認められていました。たとえば、輸入食品に農薬の残留が検出されても、リストになれば流通が規制できなかったのです。

そこで、2003年5月の食品衛生法の改正によってポジティブリスト制度が導入されました。この制度の規制には、「一律基準」、「暫定基準」、「対象外物質」が設けられました。

(2) ポジティブリスト制度による規制

ポジティブリスト制度では、残留基準は原則として0.01ppmの一律基準が設けられています。さらに、安全性審査が行われ、残留基準の設定されている農薬については、その基準以内での作物への残留が認められています（図2-2）。

ポジティブリスト導入前に定められていた各農薬の残留基準値は、国内外で使用が認められているすべての作物を網羅してはいませんでした。そのため、ポジティブリスト制度では、国

際標準規格に合致している輸入農産物でも、そのリストになければ食品衛生法違反として販売や流通ができなくなる恐れがありました。

国内で、ある農薬の残留基準がない作物は、CODEXなどの基準を参考に暫定基準が設定されました。

そこで、厚生労働省では、残留基準値が設定されていない農薬について、国際基準であるCodex（コーデックス）基準や国内で環境大臣が定める登録保留基準*、先進諸外国の基準を参考として暫定的基準値を設定しました。

一律基準、暫定基準いずれも、基準値を超える場合はその食品の流通が禁止されます。

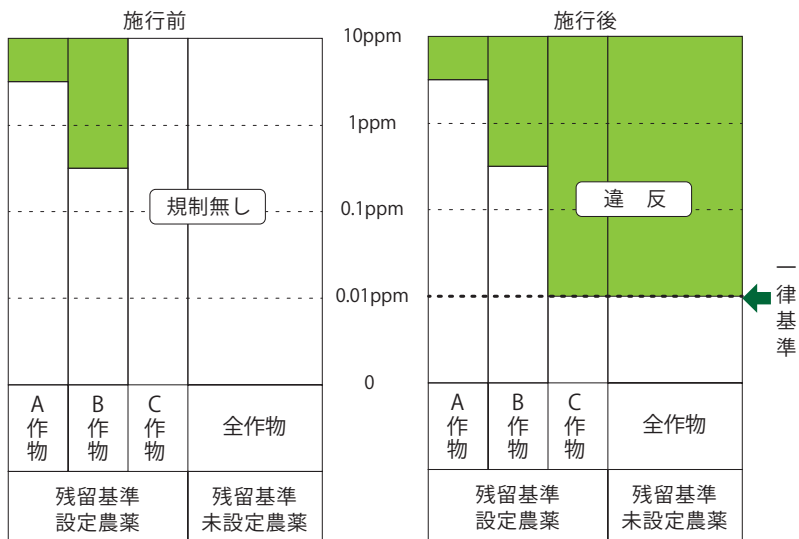


図 2-2 食品衛生法による残留農薬基準のポジティブリスト制度

(出典：農薬工業会資料を参考に作成)

また、ポジティブリスト制度の対象とならない対象外物質が設定されました。残留しても、人の健康を損なう恐れのない物質として重曹やアミノ酸など 65 物質が食品衛生法で定められています（表 2-6）。

※登録保留基準とは、農薬が農作物、土壌、水質を汚染し、人畜または水産動植物に被害を生ずるおそれについて等の判断するとき基準のことです。食品に関する基準は厚生労働省の管轄です。作物残留性、土壌残留性、水産動植物への毒性、水質汚濁などの環境に関わる登録保留基準の 4 種類については、環境大臣が告示します。

表 2-6 残留基準を設定しない農薬 (対象外物質 *)

対象外物質 (食品以外)	・特定農薬 ・食品経路で摂取される物質 (食品添加物を含む)
特定農薬	重曹 (食酢は食品)
食品など	クロレラ抽出液、シイタケ菌糸体抽出物、尿素 レイン酸、ケイソウ土、コリン、ソルビン酸、
食品添加物 など	パラフィン、ヒドロキシプロピルデンブ、 乳酸、プロピレングリコール、マシ油、レシチン、 ワックス
その他	硫黄、塩素、カリウム、カルシウム、ケイ素、鉄、銅

* 人の健康を損なうおそれのないことが明らかである全 65 物質
(出典：農薬工業会)

8. 食品に残留した農薬が原因でがんにはならない

食品に残留した農薬が原因でがんになるということはありません。農薬の安全性は現在もっとも信頼できる試験方法によって確認されています。

(1) 発がん性を調べる試験

農薬登録の際、安全性試験として「変異原性試験」と「発がん性試験」が行われ、現在の最高水準の科学技術で発がん性のリスクが評価されています。また、農薬は、発がん性のリスクがないと考えられる使い方で、登録されています。

変異原性試験とは、DNA や染色体に影響して突然変異を引き起こす性質を調べる試験のことをいいます。3つの異なる試験方法（復帰突然変異試験、染色体異常試験、小核試験）によって検査が行われます。体細胞で染色体やDNAに異常が起これば発がん、生殖細胞に起これば次世代の催奇形性や遺伝病の誘発につながる可能性があります。

発がん性試験は、マウスやラットのほぼ一生涯にあたる約2年にわたって、できるだけ多量の農薬を混ぜた餌を食べさせて、がんができるかどうかを調べます。農薬の毒性試験の中でもっとも長い時間がかかります。また、現実での農薬の暴露に比べ、莫大な量が投与されるなどとても過酷な条件で行われます。

(2) がんになる要因

がんは、複数の因子が段階的に関与して発生するという説がよく知られています。化学物質や放射線、ウイルス感染などが発がんに関与することは明らかとなっていますが、ひとつの要因だけをがんの原因に結び付けることは困難です。発がん性は、化学物質や環境要因などを種々の因子と比較してがんになる危険率の違いで示します。

2013年に国立がんセンターのがん予防・検診研究センターか

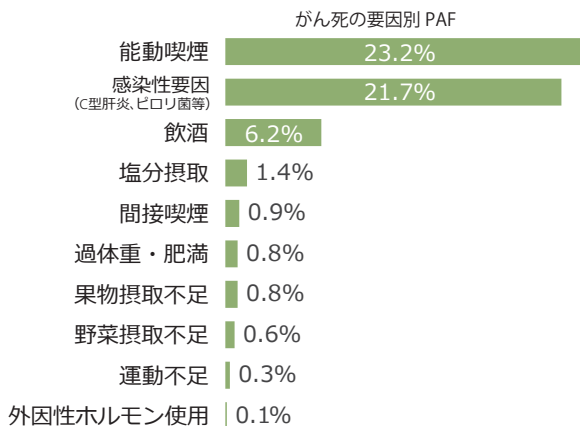


図 2-3 日本人のがん死亡要因 (AFP、%)

2005 年に日本で発生した部位別がんの PAF (population attributable fraction、人口寄与割合) の推定値。

特定のリスク要因への曝露が仮に無かったとするとその疾病での死亡が何パーセント減少するか、を数値で表した。

(国立がんセンター予防研究グループ http://epi.ncc.go.jp/can_prev/evaluation/2832.html を参考に作成)

ら発表された「科学的根拠に基づく発がん性・がん予防効果の評価とがん予防ガイドライン提言に関する研究」では、2005 年に日本で発生した部位別のがんの PAF を推計しました。ここで示す PAF とは、特定のリスク要因への曝露が仮に無かったとすると、がんの発生または死亡がどの程度減少したか、を表す数値です。それらの調査結果をまとめると、日本人のがん発症の要因は喫煙と感染性要因が約 20% と見積もられ、ほかには飲酒、塩分摂取、過体重・肥満などなどさまざまな要因があげられています (がん死については図 2-3 参考)。

また、がんの原因について食品安全委員会が行ったアンケート調査によると、一般消費者は食品添加物や農薬ががんの大きな原因と考えているのに対し、専門家は喫煙と加齢が主な原因と考えていました (図 2-4)。多くの専門家は農薬はがん発生の原因として考えられていませんでした。

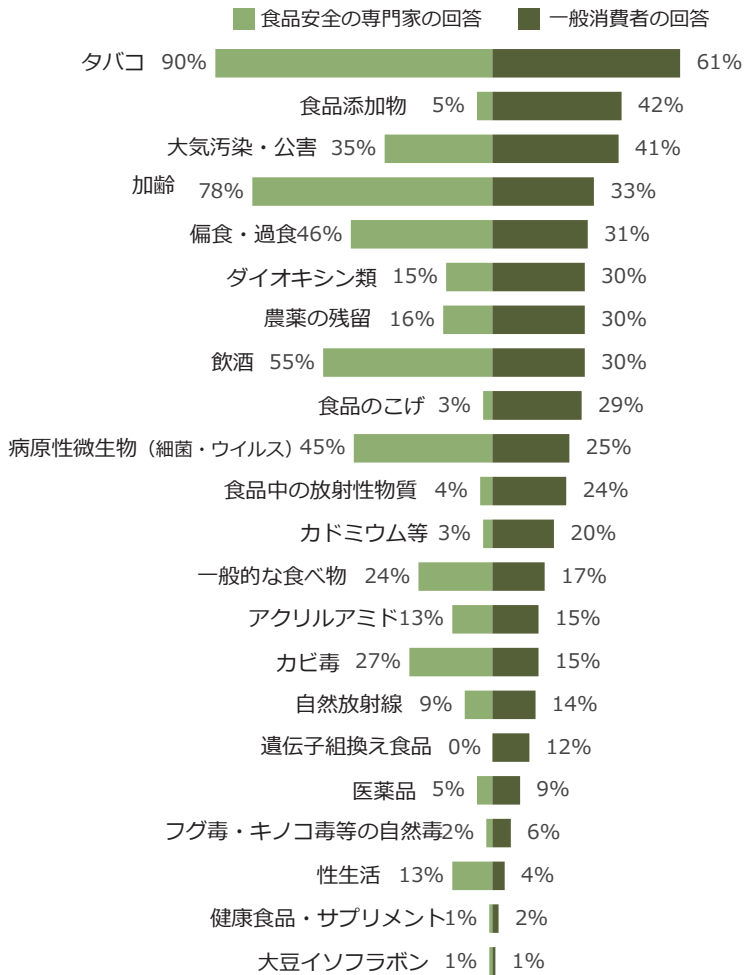


図 2-4 一般消費者と専門家における、がんの原因になると考えるものの違い
 (食品安全委員会「食品に係るリスク認識アンケート調査の結果について」(2015年)より作成)

9. ポストハーベスト農薬も、残留基準値で管理されている

ポストハーベスト農薬とは、収穫後の農産物に使われる殺菌剤や防かび剤などをいいます。日本で収穫後に使用が認められている農薬は、くん蒸剤と「熟期抑制剤」の一種です。いずれの農薬も食物や農産物の農薬残留量には基準値が設定されており、健康に影響を及ぼさないように管理されています

(1) ポストハーベスト農薬とは

ポストとは「後」、ハーベストは「収穫」を意味します。ポストハーベスト農薬とは、収穫後の農産物に使われる農薬をいいます。

海外からたくさん輸入される果物などの農産物は、船で運ばれてくると、日本に届くまでに時間がかかります。また、穀物や豆類などは、長期間倉庫に貯蔵される場合があります。そこで、海外では、輸送や貯蔵中に、農産物に虫がついたり、かびが生えたりして、品質が低下するのを防ぐために、防虫剤や防腐剤、防カビ剤などのポストハーベスト農薬を使うことがあります。日本で収穫後に使用することが認められている農薬は、「くん蒸剤」と「熟期抑制剤」の一種です。くん蒸剤には臭化メチル、シアン化水素、リン化アルミニウムなどがありますが、現状では穀物の害虫駆除に使われる臭化メチル以外はほとんど使われていません。熟期抑制剤では、収穫後のナシ、リンゴ、カキに対して「1-MCP」の使用が認められています。

収穫後に農薬を処理すると残留量は多くなりますが、食物や農産物の農薬残留量には基準値が設定されており、健康に影響を及ぼさないように管理されています。

(2) 日本と海外では農薬の定義が異なる

ポストハーベスト農薬は、収穫前（プレハーベスト）に使用される農薬とは別のものと思われがちですが、農薬取締法や残留農薬基準では、収穫の前か後かというような使用時期による

農薬の区別はありません。一方、CODEX など海外の規定では「ポストハーベスト農薬」として使用が認められているものが含まれています。日本と海外では農薬の定義が異なるのです。

ポストハーベスト農薬に類する防かび剤（オルトフェニルフェノール、ピフェニル、チアベンダゾールなど）や防虫剤（ピペロニルブトキシド）は、日本では食品添加物として指定され、制度上は農薬と区別されています（p87 食品添加物編 表 3-2 の「防カビ剤」に該当）。収穫後の作物はその時点で食品とみなされるため、海外ではポストハーベスト農薬であっても、日本では食品の保存の目的で使用される食品添加物として扱われるのです。そのため、農薬取締法ではなく、食品衛生法の食品添加物として、残留基準で規制されます。

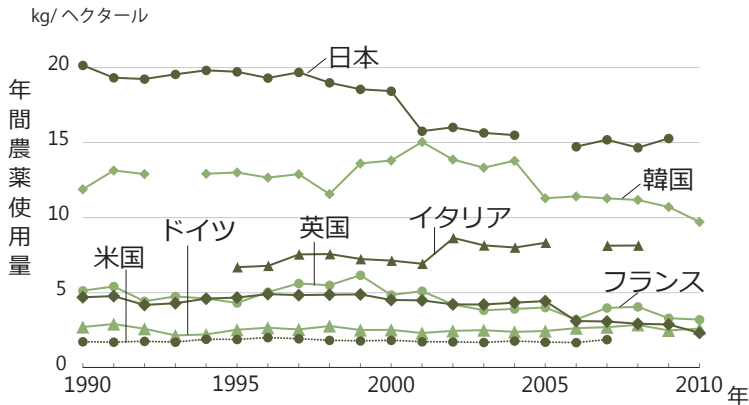


図 2-5 主要国の年間農薬使用量の推移

(注) 耕地面積 (Area of arable and permanent cropland) 当りの有効成分換算農薬使用量 (Pesticide sales in agriculture, Tonnes of active ingredients)。農薬は林野・公園・ゴルフ場など非農業用にも使用分も含む。(2013 Edition of the OECD Environmental Database より作成)

10. 農薬は適正量が使われています

日本は温暖で湿潤であるため、農薬なしには農作物の商業栽培が難しい国です。日本の単位面積当たりの農薬の使用量は、米国より多いのですが、作物ごとに比べると種類により異なり、日本での農薬使用が過剰と言う訳ではありません。

(1) 日本の農薬使用量は多い？

OECD（経済協力開発機構）の統計によると、1990年以降、日本の農薬使用量は減少しています（図 2-5）。これは耕地面積の減少の他に、より少量で効果の高い農薬に切り替わってきたことが主と考えられます。とはいえ、OECD 加盟国のなかでは韓国について 1 ヘクタールあたりの農薬使用量が多く、2008 年の統計では世界 2 位でした。これは日本の気候が高温多湿で病害虫が発生しやすいため、高品質の農産物を安定的に生産するには農薬が不可欠なこと、作物の種類が違うなど日本の農業の状況に関係しています。

(2) 単位面積当たりの使用量で比べると

OECD 加盟国の 2003 年の単位面積あたりの農薬使用量は、米国の基準とすると日本が約 8 倍、韓国が約 7 倍、英国が約 3 倍、フランスが約 2 倍でした。日本は米国やヨーロッパ諸国に比べるとかなりたくさんの農薬を使っていることになります。

ただし単位面積当たりの農薬使用量だけで、環境負荷があるとは言えません。農産物の安定生産に必要な農薬の使用量は、病害虫の発生量、品種による病害虫に対する抵抗性、農耕・栽培形態の違い、農薬の性能で変わってきますし、気候や生物循環のスピードも環境負荷に大きな影響を与えるからです。消費者が虫食いを嫌うことも、基準の範囲内で徹底した害虫防除を行うことにつながるでしょう。

(3) 作物別の農薬使用量

同じ作物で農薬使用量を比較すると、日本の農薬の使用量が特に多いわけではありません。たとえば、ブドウでは日本の農薬使用量は、米国の3分の2、フランスの2分の1、スペインの約2倍でした。また、大豆では米国の約2倍でした。農薬の使用量は作物の種類や国によって違いがあります。穀物の作付け比率の高い米国やドイツ、フランスなどでは農薬使用量はもともとそれほど多くありません。農薬の使用量を作物別に見ると、果樹は多く、大豆やトウモロコシ、小麦は少なく、コメやバレイショはそれらの中間ぐらいに位置付けられます。米国のように全栽培面積で農薬の使用量の少ない作物の占める割合が大きい国ほど、単位面積当たりの農薬使用量は、少なく算出されます。



コラム トキが絶滅危惧種になったのは？

トキはかつて日本、中国、東部ロシアなど東アジア全域に広く分布していましたが、明治以後、乱獲されて激減しました。1981年には、佐渡島の5羽だけとなり、すべてを捕獲したため野生個体は絶滅しました。人工繁殖、放鳥の努力が続けられています。



トキの激減や絶滅の主な原因として農薬が取り上げられることがあります。トキを絶滅に追いやったのは農薬のせいなのでしょうか。

トキは、もともと佐渡や能登の山の中ではなく、水田や海岸近くの湿地など人の生活圏の近くに生息していました。古くから食鳥とされ、田畑を踏み荒らす害鳥でもありました。そのため、鳥獣類が保護されていた江戸時代まで、トキは密猟の対象になっていました。明治時代になると、狩猟が一般の国民にも広まり、銃が発達したことでトキが乱獲され、大正時代にはすでに絶滅したと思われていました。

トキが激減し、絶滅が決定づけられたのは、明治から大正の頃でした。一方、日本で化学農薬が使われるようになったのは第二次世界大戦後、昭和30年代以降で、トキが激減した頃と50年もの開きがあります。トキの絶滅に農薬が関与するというのは時間的に無理でしょう。

コラム 除草剤と除草剤耐性作物

除草剤は、雑草を枯らすために用いられる農薬です。接触したすべての植物を枯らす「非選択性除草剤」と、対象とする植物だけを枯らす「選択性除草剤」に分けられます。たとえば、グリホサートは1970年代に導入された非選択性除草剤の有効成分で、植物に共通する代謝を阻害することで植物を枯らすので、植物の種類を選ばず枯らすことができます。一方、この代謝経路を持っていない哺乳動物や鳥類、魚類に対する生物には影響がなく、アミノ酸系の除草剤で土壌残留性が低いという特徴があります。

遺伝子組換え技術により、このグリホサートを有効成分とする除草剤（以下グリホサート除草剤）に耐性を持つ除草剤耐性作物が開発され、栽培されています。グリホサート除草剤を使うことを前提として、グリホサート除草剤の影響を受けないたんぱく質をつくる遺伝子を導入した作物です。農家は、除草剤耐性作物を栽培し、その作物が抵抗性を持っているグリホサート除草剤を使えば、作物を枯らさずに雑草だけを除草できます。さらに、農地を耕さない省力的で環境負荷の少ない「不耕起栽培*」での除草も可能となります。

世界で最も多く栽培されている遺伝子組換え作物の性質は除草剤耐性です。2014年に栽培された除草剤耐性作物は大豆、トウモロコシ、ナタネ、ワタ、テンサイ、アルファルファで、除草剤耐性作物の栽培面積は10,260万ヘクタールで、害虫抵抗性と除草剤耐性を併せ持つ作物は5,140万ヘクタールでした。

また、これまでに日本での知見が蓄積されてきたことから、スタック品種に対する規制緩和の動きが出てきました（スタック品種については p33 のコラム参照）。組換え DNA 技術応用食品及び添加物の安全性審査の手続（平成十二年厚生省告示第二百三十三号）において、第 6 条が新設され、安全性の審査を経たことが公表されている品種同士を伝統的な育種手法で掛け合わせる品種（スタック）の一部に対しては、新たな審査を行わないことが条文化されました。一部というのは、スタック品種において、組換え DNA 技術によって付与された性質が変化していないこと、亜種間での交配が行われていないこと、人が摂取する量や食用部位、加工法などが変更していないことの 3 つの要件を満たした品種をさしています。

※不耕起栽培とは、種子をまく前に、雑草を防除するために畑を耕さない農法のことです。畑を耕すと、表面の肥沃土壌が軟らかくなり、風や雨で流されてしまいます。土壌中の農薬が川などに流れ出してしまうという問題がありましたが、不耕起栽培ではこれらの問題を改善することができます。

食品添加物編



食品添加物をめぐる重要な 10 項目

1. 食品添加物の安全性は科学的に評価されている

→ p79

食品添加物は、安全性と有用性が確認され、厚生労働大臣が指定する「指定添加物」と、いわゆる天然添加物である「既存添加物」、「天然香料」、「一般飲食物添加物」に分類される。各種の毒性試験により、食品添加物の安全性は科学的に評価されている。また、一日許容摂取量（ADI）が決められ、それを超えないように使用基準が決まっている。

2. 食品添加物は基準に従って製造され、使用されている → p83

食品の安全性を確保するために、食品添加物には、必要に応じて成分規格や使用基準が定められている。食品製造業者は、「成分規格」に適合するように作られた食品添加物を、「使用基準」を守って使うことになっている。これら成分規格や基準は厚生労働省が定める「食品添加物公定書」に記載されている。

消費者が実際に摂取している食品添加物の量は、実際に売られている食品を購入して分析する「マーケットバスケット方式」により調査し、ADI を超えないことが定期的に確認されている。

3. 食品添加物がないと食中毒のリスクが高まる → p86

食品のリスクで一番大きいのは、食中毒である。平成 27 年の食中毒の患者数は 21,318 人と報告されており、食品事業や消費者すべてが努力し続けなければ、食中毒を防止することは難しい。食品添加物の保存料は食中毒の原因菌の繁殖を抑え、食中毒のリスクを低減させる。また、食品の日持ちを向上させている。

4. 食品添加物がないと経済的損失が生じる → p89

消費者の無添加志向が高まっているが、保存料の使用を減らすと、食品の賞味期限が短くなり、品質を保持するために冷凍・冷蔵技術を取り入れる必要があるため、廃棄や流通などのコストが増大する。水産練り製品の保存料使用を5%減らすと、消費者余剰（消費者にとってのメリット）が189億円減少するという試算もある。

5. 食品添加物なしにはつukれない食品がある → p90

食品を製造するとき、固有の食品添加物を必須とするものが多い。豆腐を固める「にがり」、中華麺に色と食感を与える「かんすい」、酵素などが代表例としてあげられる。豆腐や中華麺など、食品添加物がないと作れない食品も多い。

6. 食文化の豊かさを支える → p94

食品添加物には味や香りをよくするもの、食感に関わるもの、色をよくするものがあり、食卓に彩りをと豊かさを与えている。色や味、香りなどはおいしさの重要な要素であり、着色料や調味料などの食品添加物が私たちの豊かな食生活を支えている。

7. 「天然物は安全、化学物質は危険」と判断するのは誤り → p96

平成7年に食品衛生法が改正されるまで、化学合成品と異なるいわゆる天然添加物に法的規制はなかった。科学的な安全性が確認されていないものも多いため、現在は既存添加物としてリスト化され、安全性の確認が順次行われている。これまで、発がん性が認められたものや使用実態がないものなど120品目がリストからはずされている。

8. 「無添加」、「添加物不使用」は安全性と無関係 → p98

「無添加」「添加物不使用」などの表示に、消費者は食品添加物を使わない方が安全だと誤解し、添加物が一切使われていないと思いきこんでいる。実際には、無添加には根拠もなく、安全性とも無関係。これは無添加の表示に法的な制約がないことによる混乱といえる。不適切な「無添加」表示は、誤解を助長する広告・宣伝でもあり、消費者の商品の合理的な選択を妨げ、企業の商品開発にも悪影響を与える。食品添加物の定義と利用目的の周知が必要である。

9. 十年間、食品添加物による健康被害は報告されていない → p100

食品添加物の安全性は、どんな食品にもリスクはあるとする「リスク分析」の考え方に沿って、評価されている。アレルギーの原因を食品添加物だとする意見もあるが、アレルギーは各個人の体質によるものであり、抗原性試験で問題がない食品添加物を原因とすることは正しくない。また、複数の食品添加物の複合作用で、健康に悪影響があるとする意見もあるが、個々に安全性が確認された食品添加物の複合影響については、安全性

を十分に確保できるとする調査報告がある。（「食品添加物の複合影響に関する情報収集調査報告書」食品安全委員会 2006年）

10. 食品添加物には複数の働きがあり、用途によって表示も異なる → p103

食品添加物にはひとつの用途に限って使われるものと、複数の用途で使われるものがある。例えば、L-アスコルビン酸（ビタミンC）は栄養強化剤以外に、酸化防止剤、製パン性改良剤としても利用されている。食品添加物の用途によって表示も異なる。酸化防止剤の用途で用いるときは酸化防止剤（ビタミンC）と併記するが、製パン性改良や、栄養強化の用途では「ビタミンC」と物質名で表示しなければならない。栄養強化目的の場合、表示免除なので表示しなくてもかまわない。

<食品添加物 解説編>

1. 食品添加物の安全性は科学的に評価されている

食品添加物は食品とともに毎日摂取されるので、急性毒性がないことはもちろん、長期にわたって摂取した場合でも、慢性毒性や発がん性のリスクがあってはなりません。添加物の指定にあたっては動物試験による一般毒性試験や繁殖試験、発がん性試験など特殊試験が行われ、科学的に安全性が評価されています。

(1) 食品添加物とは？

食品を保存したり、加工したりするときに保存料や調味料として使われるような物質を食品添加物と言います。食品衛生法では、「食品の製造の過程において又は食品の加工もしくは保存の目的で、食品に添加、混和、浸潤その他の方法によって使用する物」（4条2項）と食品添加物を定義しています。

食品添加物は、安全性と有用性が確認されて厚生労働大臣が指定した「指定添加物」といわゆる天然添加物である「既存添加物」、「天然香料」、「一般飲食物添加物」に分類されます（図3-1）。

既存添加物は、かんきつ類の果皮に含まれるペクチンや砂糖を加熱した時にできるカラメル色素のように食経験のある食品の原料から作られ、長い間使われてきた天然添加物で、厚生労働大臣が使用を認めているものです。天然香料は、レモンの皮から分離したレモン香料のように植物や動物を起源とする香料です。一般飲食物添加物は、通常は食品として使っていますが、食品添加物のような使い方をする添加物をいいます。例えば、オレンジジュースをお菓子の着色目的で使用する場合などです。

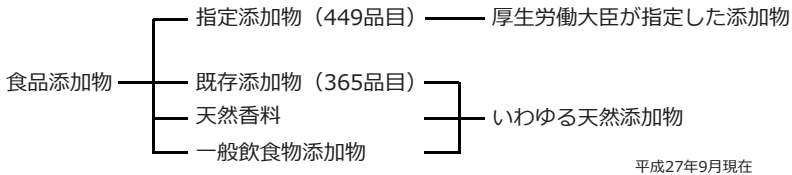


図 3-1：食品添加物の分類

(出典：(一社) 日本食品添加物協会「もっと知ろう！食品添加物」)

(2) 食品添加物の指定

指定添加物は品目が決められ、リストに記載されています。これには、合成添加物や天然添加物の区別はありません。平成7年の食品衛生法の改正以降、新たに許可される食品添加物は、すべて食品安全委員会により安全性を評価され、厚生労働大臣の指定を受けて「指定添加物」になります。食品添加物として指定されるためには以下の条件があります。

- (1) 安全性が実証または確認されるもの。
- (2) 使用により消費者に利点を与えるもの。
 - ①食品の製造、加工に必要不可欠なもの。
 - ②食品の栄養価を維持させるもの。
 - ③腐敗、変敗、その他の化学変化などを防ぐもの。
 - ④食品を美化し、魅力を増すもの。
 - ⑤その他、消費者に利点を与えるもの。
- (3) 既に指定されているものと比較して、同等以上か別の効果を発揮するもの。
- (4) 原則として化学分析等により、その添加を確認し得るもの。

添加することにより、粗悪な食品をごまかしたり、食品の栄養価を低下させたりする物質は、指定されません。また、病気の治療や医療効果を目的とするものも認められません。

(3) 安全性の評価

食品添加物は安全性が十分に確認されたものでなければなりません。平成 15 年に、国民の健康の保護を目的とした食品安全基本法が制定され、リスク分析により食品添加物の安全性を判断するようになりました。リスク分析はリスク評価、リスク管理およびリスクコミュニケーションからなり、ヒトに悪影響が出ない量を科学的に判断し、管理する体制をとっています。使用基準は、それぞれの食品添加物について行った動物実験の結果から求めた ADI を超えないよう定められています（p122 科学的な情報の読み方と伝え方 5. ADI（一日摂取許容量）の考え方参照）。

すでに指定されている添加物でも、安全性を評価するための分析技術や毒性学などの知見は年々進歩しているので、現時点での科学水準にあわせて再評価することが必要です。そこで、厚生労働省では、定期的に安全性再評価を行なっています。また有効性や必要性の面からも見直しが行われており、使われなくなった食品添加物はリストから削除されています。

国際的には、国連組織の中の FAO（国連食糧農業機関）と WHO（世界保健機関）が協力して、JECFA（FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議）を設け、食品添加物の安全性を評価し、各国に情報を提供しています。また、世界中の人たちの健康を守り、食品の公正な取引引きを行うために組織された FAO/WHO 合同食品規格委員会（CAC または Codex 委員会）の国際食品規格（Codex 規格）では、JECFA による安全性評価をもとに食品添加物の規格基準や使用基準の設定を行っています。

(4) 世界の食品添加物

食品の流通が国際的に行われるようになり、日本にも世界中からたくさんの食品が輸入されています。国際社会では、食品添加物も原材料の一部として考えられているので、食品添加物を表示することは世界で共通しています。けれども、国によって使える種類や用途が違うので、輸入された食品に輸出先の国で認められていない食品添加物が使われていたり、逆に輸出した食品が輸出先で返送されたり、廃棄されたりすることがあります。そこで、食品添加物の分野でも各国の法規制を見直し、考え方や規格を統一しようという動きが進められています。それが前述した国連組織での取り組みです。

米国では食品添加物は、GRAS (Generally Recognized As Safe) 物質、Food Additives (食品添加物)、色素添加物、既認可物質に分けられます。GRAS 物質は「一般に安全とみなされる物質」で、従来から使用されているため、特に安全性の試験をしなくても使用が認められる物質をいいます。例えば、天然調味料、着香料、スパイスなどが含まれます。食品医薬品局で安全性を検証した結果、除外された物質もあります。Food Additives には、食品の製造に直接使用する直接食品添加物と食品の容器や包装に使われる間接食品添加物があります。

ヨーロッパでは、多くの国が加盟している EU で食品添加物を統一しようという動きがあります。食品が国境を越えて流通するため、物質名のかわりに EU 諸国共通の番号 (E 番号) を使用してもよいなどの工夫がされています。

2. 食品添加物は基準に従って製造され、使用されている

食品の安全性を確保するために、食品添加物には、必要に応じて成分規格や使用基準が定められています。食品製造業者は、「成分規格」に適合するように作られた食品添加物を、「使用基準」を守って使うことになっています。なお、これら成分規格や基準は「食品添加物公定書」に記載されています。

(1) 添加物の品質を定めた成分規格

食品添加物に有害な不純物が含まれていると、その不純物によって健康に悪影響を及ぼす危険性があります。そこで、食品添加物の純度や添加物を製造するときに生じた副産物やヒ素、重金属など有害な不純物の上限値などの成分規格を定めています。この規格にあわない添加物を販売したり、使ったりすることはできません。食品添加物と一部の既存添加物について成分規格が食品添加物公定書に定められていますが、いわゆる天然添加物にはまだ公定の規格が存在しないものもあります。そこで、業界団体の日本食品添加物協会では、約 150 品目の既存添加物についても自主規格を定めています。

(2) 使用量や使用目的を定めた使用基準

食品添加物の種類によっては、その食品添加物をたくさん含む食品を大量に食べると、健康に悪い影響が出る可能性があります。食品添加物では、どの食品にどのくらい使っているのか、「使用基準」が定められています。

使用基準では、使用できる食品の種類や使用量、残存量、使用目的や使用方法が、安全性評価や有用性評価の結果に基づいて定められています。使用対象食品や最大使用量は、動物実験で求めた一日摂取許容量（ADI）に安全係数をかけ、日本人の各食品の摂取量などを考慮して決めます。たとえば使用基準の上限

量の食品添加物を使用したとしても、ADI を超えないようになっています。

そのほか、食品添加物を製造するときの原料を制限する「製造基準」、食品添加物そのものの効果を保持するための「保存基準」が必要に応じて定められています。

(3) 様々な項目がある安全性評価試験

食品添加物の安全性を評価するとき、マウスやラット、イヌなどの実験動物や微生物、培養細胞などを使って、毒性を調べる試験を行います（表 3-1）。一般毒性試験では、実験動物に食品添加物を飼料に混ぜて繰り返し与え、生じる毒性を調べます。28 日間反復投与毒性試験や 90 日間反復投与毒性試験、1 年間反復投与毒性試験を行います。

特殊毒性試験では、実験動物に二世代にわたって食品添加物を与え、生殖機能や新生児の成育に及ぼす影響を調べる繁殖試験や妊娠中の実験動物に与え、胎児の発生・発育に及ぼす影響を調べる催奇形性試験、実験動物にほぼ一生にわたって与え、発がん性の有無を調べる発がん性試験を行います。また、アレルギーの有無を調べる抗原性試験や細胞の遺伝子や染色体への影響を調べる遺伝毒性試験を行います。

一般薬理試験では、中枢神経系や自律神経系に及ぼす影響や、消化酵素の活性を阻害し実験動物の成長を妨げる性質の有無などを調べます。体内での吸収・分布・代謝・排泄など、体内に入った物質が生体内でどうなるかを調べる体内動態試験も行います。

このように評価試験項目には、さまざまなものがあります。食品添加物を新たに申請するときには、原則としてすべてのデータを提出しなければなりません。

表 3-1 安全性を確認するための主な試験

一般毒性試験	28 日間反復投与毒性試験	実験動物に 28 日間繰り返し与えて生じる毒性を調べる。
	90 日間反復投与毒性試験	実験動物に 90 日間以上繰り返し与えて生じる毒性を調べる。
	1 年間反復投与毒性試験	実験動物に 1 年以上の長期間にわたって与えて生じる毒性を調べる。
特殊毒性試験	繁殖試験	実験動物に二世世代にわたって与え、生殖機能や新生児の生育におよぼす影響を調べる。
	催奇形性試験	実験動物の妊娠中の母体に与え、胎児の発生、生育におよぼす影響を調べる。
	発がん性試験	実験動物にほぼ一生にわたって与え、発がん性の有無を調べる。
	抗原性試験	実験動物でアレルギーの有無を調べる。
	変異原性試験 (発がん性試験の予備試験)	細胞の遺伝子や染色体への影響を調べる。

(出典：(一社) 日本食品添加物協会「もっと知ってほしい食品添加物のあれこれ」)

(4) 食品添加物一日摂取量調査

食品添加物の安全性を確保するためには、消費者が実際に食品添加物をどれくらい摂取しているかを把握することも重要です。厚生労働省では、マーケットバスケット方式による食品添加物一日摂取量調査を定期的に行っています。マーケットバスケット方式とは、スーパーマーケットなどで売られている食品を購入し、その中に含まれている食品添加物の量を分析し、その値に国民健康・栄養調査に基づく食品の喫食量を乗じて食品添加物の摂取量を推定するものです。調査結果では、国民の食品添加物摂取量は安全性に問題のないことが確認されています。もしも過剰摂取などの問題が明らかになれば、食品添加物の基準改正など必要な措置を講じることになっています。

3. 食品添加物がないと食中毒のリスクが高まる

食品のリスクで一番大きなものは、食中毒です。日本の食中毒の患者数は平成 27 年には 21,318 人と発表されています。その原因の多くは、ノロウイルスなどのウイルスやサルモネラ菌など細菌です。食中毒のリスクの低下や食品の日持ちの向上のために食品添加物が使われています。

(1) 食中毒菌の繁殖を抑える

私たちは昔から、食品を腐らせないようにと魚や野菜を塩につけたり、肉にスパイスを加えたりして保存性を高めてきました。現在の食生活では、加工食品の種類も増え、製造後、消費者の口に入るまでに包装や流通などさまざまなルートを経ています。また、近年、消費者の健康志向により食品の減塩や低糖化が進んでいます。このような傾向は、食品の保存性にとってはあまりよい条件ではありません。食品衛生についての様々な対策が取られていますが、それでも毎年かなりの数の食中毒が発生しています。

食中毒のおもな原因は微生物です。食品添加物の保存料は、食中毒を引き起こす微生物の繁殖も抑える（図 3-2）ので、食中毒のリスクの低減に役立ちます。スーパーやコンビニで販売している弁当や総菜では保存料が使われ、安全性を保っています。食品の保存性が高まると、食品の廃棄を減らすことにもつながり、食糧資源の有効利用になります。

(2) 食品の品質を保つ

食品の品質を保つために使われる食品添加物には、保存料や殺菌料、酸化防止剤などがあります（表 3-2）

保存料は、食品の腐敗や変敗の原因となる細菌やカビなどの微生物の増殖を抑え、保存性を高める目的で使われます。保存

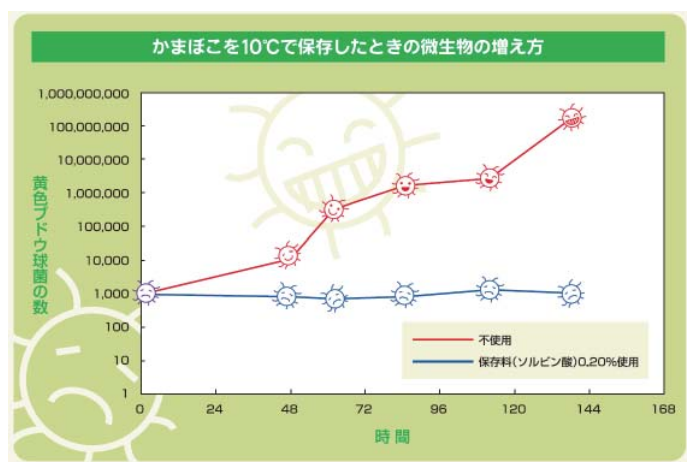


図 3-2 かまぼこを 10℃で保存した時の食中毒菌の増殖
 (出典：上野製菓(株)パンフレット「みんなでおいしく食べたい！
 ～保存料メーカーが説明します～」より抜粋)

表 3-2 食品の品質を保つ食品添加物

食品添加物の種類	使用する目的
殺菌料	加工食品の製造に先立って、原材料に付着している微生物を殺菌・除去する。
保存料	食品中の微生物やカビの繁殖を防ぐ。
酸化防止剤	油などの酸化による変質を防ぐ。
防かび剤	果物（主にかんきつ類）でのカビの発生を防ぐ。
日持向上剤	保存料や酸化防止剤ほど効果が強くありませんが、短期間、品質を保つ。

(出典：日本食品添加物協会ホームページ「食品添加物 Q&A」)

の効果は、食品中の微生物の種類や食品の pH、保存条件などで変化します。食品添加物は少量で効果があるので、うまみや風味を損なわずに食品を保存できます。

保存料には、醤油やマーガリンなどに使われる安息香酸ナトリウムや魚肉練り製品や漬物などに使われるソルビン酸カリウムなどがあります。また、魚類の精巢（しらこ）から抽出したしらこたん白や放線菌が産生するポリリシンなどもよく使われます。

コラム こわい食中毒

有害・有毒な微生物や化学物質などを含む飲食物を食べたり、飲んだりして起こる疾病を食中毒といいます。おもな症状は下痢や嘔吐、発熱などで、ときには死にいたることもあります。

原因によって①細菌性食中毒、②ウイルス性食中毒、④化学性食中毒、⑤自然毒食中毒に分類されます。焼き肉のユッケによる腸管出血性大腸菌 O 111 の食中毒事件も大きく報道されました。平成 27 年度の患者数はノロウイルス、カンピロバクター、サルモネラ属菌によるものの順で多く、この 3 種が 8 割以上を占めました。



4. 食品添加物がないと経済的損失が生じる

保存料の役割は食品の日持ちを向上させること、食中毒のリスクを低下させることですが、多くの消費者はそのことを知らずに食品のリスクを高めるものだと誤解しています。そんなこともあり、近年、保存料の使用量が減少する傾向があります。このことが大きな経済的損失につながっています。

(1) 保存料使用量の低減が経済損失につながる

「保存料無添加」などと大きく表示し、食品添加物である保存料を使わないことをうたっている食品をよく見かけます。食品の腐敗を防ぎ、食中毒リスクを下げる役割を持つ保存料を使わない「無添加食品」は、食中毒のリスクを高めることとなります。食品のリスクの中で、食中毒はもっとも大きいものです。食中毒のリスクを低減させる効果がなくなれば、食品のリスクがより大きくなるということなのです。

また、「無添加食品」は保存料を使っている食品より腐敗も早いので、廃棄も早くなります。そのため、廃棄コストが増大します。また、腐敗しないようにと、冷凍・冷蔵技術を流通システムに取り入れると、そのコストも膨らみます。その経済的な影響を近畿大学農学部の有路昌彦准教授らが調べたところ、保存料使用量の減少は大きな経済損失をもたらすことが明らかになりました。

近年、保存料の使用量が減少傾向にあります。そこで、保存料を使用する代表的な食品である水産練り製品（ちくわやかまぼこなど）の市場を対象に、保存料の減少傾向がどの程度の経済損失をもたらすか、経済学的手法を用いてシミュレーションを行いました。その結果、水産練り製品市場で保存料の使用量が1年間に5%減少すると、消費者余剰（消費者が得る利益）が189億円減少することがわかったのです。189億円は、約5000人分の雇用にも相当します。

経済損失の原因に、保存料が健康に害を及ぼすかのような情報による消費者の無添加志向の高まりがあります。このような経済への影響なども正しく消費者に伝えていく必要があります。

参考：

保存料使用量の減少がもたらす経済損失

http://www.jafa.gr.jp/forum/pdf/forumyoushi_100917.pdf#search

「保存料使用減による経済損失と情報提供が消費行動に与える影響」
高原淳志他、Foods & Food Ingredients Journal of Japan, 215, 4, 434-439 (2010)

「無添加はかえって危ない」有路昌彦、日経 BP コンサルティング (2011)

5. 食品添加物なしにはつukれない食品がある

衛生的で品質の高い食品を効率よく製造するために、ほとんどの加工食品には、食品添加物が使われています。みそや豆腐などの伝統食品はもちろん砂糖やサラダ油、ヨーグルトなども食品添加物を使わなければ、うまくつくることができません。

(1) 食品加工の歴史と食品添加物

古代の人は、川や海で取った魚や山で採った木の实、野生動物などをそのまま食べていましたが、やがて、食べやすくするための調理法や食品を保存する方法などを考え出しました。これが食品の加工の始まりです。煙で肉をいぶして保存性を高めたり、塩の袋からしみだした汁を使って大豆の煮汁を固めて豆腐をつくったりするようになりました。この汁が、豆腐をつくるときのにがりにあたります。にがりやいぶした煙の成分など食品を加工するのに役に立つ成分を使いやすいようにしたものが、食品添加物です。そのほとんどは、天然にあるものを利用したもの。食品添加物ということばが生まれたのは、昭和 22 年の食品衛生法の制定のときですが、それよりもずっと前から人類は食品添加物を利用してきました。

(2) 食品の製造や加工に必要な食品添加物

ほとんどの加工食品には、食品添加物が使われています。中でも、特定の食品を製造したり、加工したりするのに必ず必要な食品添加物があります。代表的なものに豆乳を固めて豆腐をつくるために使う「にがり」、小麦粉からラーメンをつくる時の「かんすい」、クッキーをつくるための「ベーキングパウダー」などがあります。また、酵素や砂糖製造で用いるろ過助剤、油脂溶剤、消泡剤、酸やアルカリなど食品を製造する加工助剤も食品の製造や加工に必要な食品添加物です（表 3-3）。

表 3-3 食品の製造又は加工するときに使う食品添加物

働き	食品と食品添加物
形を与えるもの	豆腐の形を作る（豆腐用凝固剤） 饅頭の皮を膨らませる（膨張剤） ゼリーの形を作る（ゲル化剤） 水と油を混ぜ乳化物を作る（乳化剤）
食感を作るもの	中華麺を作る（かんすい）
混在物を除くもの	沈殿物や濁りを除く（ろ過助剤）
油を取り出すもの	油糧植物から食用にする油を取り出す（抽出溶剤）

（出典：（一社）日本食品添加物協会「もっと知ろう！食品添加物」）



コラム にがり

豆腐は、昔から重要なタンパク質源として親しまれている伝統食品。大豆の搾り汁（豆乳）に凝固剤をいれて固めたものです。



豆腐に使う凝固剤は、塩化マグネシウム（にがり）や硫酸カルシウム（澄まし粉）、グルコノデルタラクトンなどです。豆腐は、これらの凝固剤がないと豆乳をかためることができないのでつくれません。

凝固剤は、食品添加物として扱われますが、にがりや澄まし粉は海水の成分を分離したものです。以前は海水がそのまま使われましたが、現在は衛生的に、一定の品質にした凝固剤が使われています。

コラム かんすい

国民食ともいわれるラーメンに使われる中華めんは、小麦粉にかんすいという食品添加物を添加してつくられます。

このかんすいがなければ、あの黄色い色やしこしとした弾力は出せません。かんすいに含まれるナトリウムやカリウムなどのアルカリ成分が小麦のタンパク質に作用して、独特の食感を生み出します。昔は木灰やわら灰などの灰汁を煮詰めたものをかんすいとして利用してきましたが、これでは品質が安定せず、食品衛生上の問題もありました。成分の研究が進み、今では、一定の規格でつくられた高品質のかんすいが中華めんに使われています。



コラム 酵素



酵素は生体内のさまざまな化学反応を触媒するタンパク質です。人類は、酵素が発見されるずっと前から麴や酵母が産生する酵素を利用して酒やチーズやみそなどの発酵食品をつくってきました。現在は、微生物が産生した酵素などを分離して、食品添加物として食品の製造に使っています。麦芽や細菌の培養液から取り出した β アミラーゼという酵素は、水あめや餅菓子の製造に使われます。パパイヤ果実から取り出したパパインという酵素は肉をやわらかくしたり、食感を変えたりするために食肉や水産物、クラッカーなどに使われます。チーズの製造に必要なキモシンという酵素は、以前は子牛の胃から作られていました。現在は遺伝子組換え技術により、安く大量に作られたキモシンが使われています。



6. 食文化の豊かさを支える

生鮮食品から加工食品まで、スーパーに並ぶ色とりどりの食品。それらは、日本各地や世界の国々から集まっています。また、私たちの生活を便利にしてくれるインスタント食品や手軽な惣菜などのおかげで、私たちの食生活は大変豊かになっています。食品添加物は食文化の豊かさを支えています。

(1) 私たちの豊かな食生活を支える食品添加物

私たちが、いろいろな種類の食品を食べることができるのは、食品の保存や加工技術の進歩によります。加工技術が進歩すると、食品の色や味などの風味を楽しむような食文化も発達しました。食文化の歴史を振り返れば、紀元前 3000 年頃には、発酵を利用した酒、酢などの調味料やチーズ、ヨーグルト、パンなどの発酵食品も生まれ、保存や風味づけのためにコショウやニクズクなどのスパイスを使うようになりました。日本人の食生活でも、奈良から平安時代には、薬味として山椒や生姜を使ったり、干し柿で甘みをつけたりすることを行っていました。鎌倉から江戸時代には、中国や南蛮文化などが伝わるとともに、食文化がどんどん発達し、保存料や調味料の利用も広まりました。こうして、現代の豊かな食分化へとつながります。前述した食品の製造や保存に必要な食品添加物に加え、食品の味や見た目を良くし、魅力的で品質の良い食品を作るために加える食品添加物も大きな役割を果たしています。

(2) 魅力的なおいしい食品をつくるための食品添加物

食品を加工すると色合いが悪くなることがあるので、見かけをよくし、食欲をそそるために食品を着色する場合があります。人々は、クチナシの実できんとんを黄色くしたり、シソで梅干しを赤くしたりと、食品をおいしく食べられるよう工夫してき

ました。現在は、食品の色合いをよくするために着色料や発色剤、漂白剤などを使います。着色料は、粗悪な食品の外観をごまかすためではなく、食品をおいしく楽しく食べるためのものなのです。

食品の色ばかりでなく、味や香り、食感も、食欲やおいしさの重要な要素です。これらの要素を改善し、食品の価値を高めるために食品添加物が使われます（表 3-4）。香りを付ける香料、味を良くする甘味料や調味料など、食感を良くする乳化剤や増粘安定剤などが該当します。

表 3-4 食品の嗜好性の向上に関わる食品添加物

はたらき	食品添加物
食の味・香りに関するもの	甘味料、酸味料、苦味料、調味料、香料など
食品の食感に係わるもの	ゲル化剤、増粘剤など
食品の色に係わるもの	着色料、漂白剤、発色剤など

（出典：（一社）日本食品添加物協会「もっと知ろう！食品添加物」）

（3）発色剤

発色剤とは、それ自身は色をもっていないが、食品中の成分と反応して安定した色素をつくるものをいいます。よく知られているのはハムやベーコンなどに使われる硝酸塩や亜硝酸塩です。新鮮な肉は赤いのですが、酸素にふれたり加熱したりすると褐色に変化し、肉の色が悪くなります。硝酸塩や亜硝酸塩を添加すると、赤い色を保つことができます。

この発色剤のルーツはなんと紀元前のローマ帝国時代。その頃、不純物の多い岩塩で肉を漬けると、保存中の肉の色が安定することが知られていました。これは岩塩中の亜硝酸塩による作用だったのです。身近な例では、ロールキャベツがあります。

ロールキャベツの豚肉がピンク色なのは、キャベツに含まれる硝酸塩と豚肉の色素の反応によるものです。

科学の進歩につれて有効成分がわかり、発色剤として食品加工に利用するようになりました。亜硝酸塩には、食中毒をひきおこすボツリヌス菌の繁殖を抑える作用もあります。

7. 「天然物は安全、化学物質は危険」と判断するのは誤り

平成 7 年に食品衛生法が改正されるまでは、化学的合成品と異なりいわゆる天然添加物に対しては法律の規制はありませんでした。消費者の間でも「天然品は安全で体によい」という感覚が強く、食品メーカーの天然添加物の使用は増大しました。天然添加物の多くはすでに長期間にわたり、経験的に使われてきたものですが、安全性が科学的に確認されているわけではありませんでした。そこで、食品衛生法の改正により天然添加物は「既存添加物」として平成 8 年に 489 品目がリスト化され、合成添加物や天然添加物という表現は使われなくなりました。これは、天然添加物を既存添加物としておいて、リスト以外の天然添加物を使えなくするとともに、リスト化されたものについては安全性の評価を進めようという特例措置です。既存添加物の安全性の確認が順次行われ、平成 16 年にアカネ色素に発がん性が確認されたため、リストから削除されました。また、流通の実態がないことを理由に、これまでに 120 品目以上が削除されています。

(1) 合成添加物と天然添加物には安全性の違いがある？

かつて、化学的に合成されたものだけを食品添加物として法律で規制していたとき、法律の規制対象外であった天然添加物は、天然物を原料に水や溶剤で抽出したり、発酵させたりするなど化学合成以外の方法でつくったものでした。化学的合成品といっても自然界になかったものをつくり出したというわけで

はありません。食品添加物として使われる成分を化学反応でつくったものが合成品、自然の条件で作りだされたものが天然添加物です。

L-アスコルビン酸は、栄養強化剤や酸化防止剤として使われる食品添加物です。L-アスコルビン酸というと難しい化学物質のようですが、野菜や果物に含まれるビタミンCのことです。工業的にはデンプンや糖類を原料にして、微生物を利用した発酵法によってつくります。工業的につくったビタミンCも果物に含まれるビタミンCも同じ物質で、体の中に入ってから作用も同じです。ビタミンCは果物などからも抽出できますが、天然物では資源に限りがありますし、成分も一定ではありません。工業的につくれば、資源の不足の心配もなくなりますし、品質を一定にできます。また、指定添加物の安全性は、科学的に厳しく評価されてから認可されています。

天然添加物の原料の約75%は植物が原料で、その多くが食品から抽出されたものです。天然添加物は、人が長い間食べ続けていたものなので、安全性は経験的に保証されていると考えられていました。ところが、食用でない虫や植物、微生物などからも添加物がどんどん作られるようになりました。また、複数の成分を含むものや有効成分が明らかでないものもあります。天然添加物の中には、安全性に関する研究が不足しているものも少なくありません。そこで、厚生労働省は平成7年の食品衛生法の改正後、順次安全性試験を進めています。

天然物にもフグ毒やカビ毒のように危険なものはたくさんあります。同じ物質であるならば、合成品であろうと、天然物であろうと、安全性に違いはありません。

8. 「無添加」、「添加物不使用」は安全性と無関係

最近では、食品添加物無添加と表示される食品をよく見かけます。商品名より「無添加」という表示のほうが大きい商品さえあります。無添加とは特定の物質が添加されていないことを表しますが、無添加表示についての法的規定はありません。メーカーはマーケティングの戦略として無添加と表示しますが、本来、食品の表示は使用したものを示すものです。無添加が体によいという科学的根拠はありません。消費者に誤解を与えないような配慮が必要です。

(1) 無添加表示の実態調査

日本食品添加物協会は、食品添加物に対する無添加表示についての実態調査を東京や大阪のスーパーなどで行いました。その結果、みそや調味料、弁当など多くの加工食品に「無添加」、「〇〇無添加」などの表示がありました。中には「無添加、安心にこだわり」のような無添加を誇張するような表示もありました。多くの食品に無添加の表示がありましたが、実際には、単に「無添加」と表示しただけでは、食品を加工するすべての工程で食品添加物を使用していないのかどうかは、明確ではありません。これでは、消費者に不正確な情報を与えることとなり、食品を正しく選択する機会を損なうこととなります。また、「安心にこだわり」などの表示は、食品添加物を使用する意義や有用性あるいは安全性に対する誤解を招きますし、食品添加物を使った加工食品全般に対する信頼性を低下させるおそれがあります。

明らかに食品添加物を使用しているのに、あるいは表示免除の添加物（後述）を使用しているのに拘わらず無添加と表示する事実と反した表示、「保存料や合成着色料などの添加物は、人体や健康に悪影響があるうえに…」のような正当な根拠もないのに、食品添加物の有用性や安全性を否定する表現を、同協会

は好ましくない表示の事例にあげています。

農林水産省も「無添加とだけ記載することは、何を加えていないかが不明確なので、具体的に記載することが望ましいと考えます。また、同種の製品が一般的に食品添加物を使用されることがないものである場合、食品添加物を使用していない旨の表示をすることは適切ではないと考えます」とコメントを出しています。

「無添加」表示は、そうでない食品よりも安全であるとのイメージを消費者に与えています。しかし、添加物の有用性や安全性が確保されている以上、「無添加」表示は安全性と関係なく、根拠のない不安を消費者に与えているだけです。「無添加」の科学的な意味を消費者に正しく伝え、理解してもらうことが必要です。

(2) 「無添加」の意味

日本食品添加物協会は、消費者に誤解をまねくおそれのある無添加表示を自粛するよう食品関連業界などに要請しています。そこでは、「無添加」あるいは「〇〇無添加」の用語の意味は、以下の通りとしています。

「無添加」とは、原材料の産地から最終加工食品が完成するまでの全工程において、一切食品添加物が使用されていないことをいいます。加工食品で表示が免除される加工助剤、キャリアオーバー（原料中に含まれるが、使用した食品には微量で効果のないもの）、強化剤などの食品添加物も添加されていないことをいいます。「不使用」、「無添加調理」なども「無添加」と同じです。

「〇〇無添加」とは、原材料の産地から最終加工食品が完成するまでの全工程において、食品添加物〇〇が使用されていないことをいいます。「〇〇不使用」、「〇〇無添加調理」なども「〇〇

無添加」と同じことです。

参考：日本食品添加物協会「無添加」表示に対する見解

(http://www.jaffa.or.jp/kyokai/images/kyoukai12_mutenka.pdf)

9. 数十年間、食品添加物による健康被害は報告されていない

食品衛生行政や企業の努力あるいは安全評価技術の向上により、近年、食品添加物に関係する事故はほとんど起こっていません。けれども一部の消費者団体やマスコミが偏りのある誤った情報を流すことがあるため、消費者は食品添加物に対する不安をいだき、とまどっています。流された情報は個人的な危険意識や部分的で説明不十分な事柄をもとにしているため、多くの誤解を生んでいると考えられます。正しい情報を得て、事実を冷静にかつ正確に伝えることが重要です。

(1) 食品添加物の健康影響評価

食品添加物の安全性は科学的に確認されています。前述のとおり、食品添加物は動物を使った安全性評価試験が行われています。食品添加物の安全性は、リスク分析に基づき食品安全委員会と厚生労働省や農林水産省などで管理されています。リスク分析とは「どんな食品にもリスクがあるという前提で、科学的に評価し、妥当な管理をすべき」という考え方です。

食品添加物の健康影響評価（リスク評価）は、食品安全委員会が科学的知見にもとづき、中立・公正な立場で行っています。国内外の研究の成果や動物試験の結果などをもとに、研究者など専門家からなる専門調査会や委員会で審議し、評価します。食品添加物が食品の摂取を通じてどのような影響（有害性）を及ぼすかを評価する定性的リスク評価やこの定性的リスク評価に量的概念を導入し、どのぐらいの量を摂取するとどの位の確

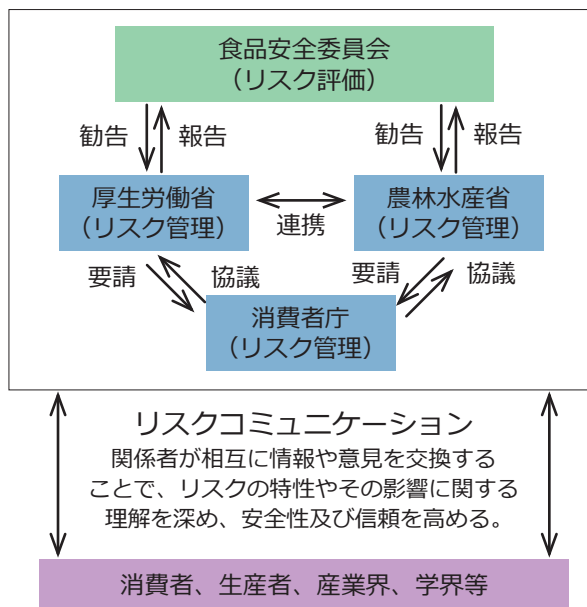


図 3-3 食の安全性を確保するしくみ
(出典:(一社)日本食品添加物協会「もっと知ろう!食品添加物」)

率でどの程度の健康への影響があるかを評価する定量的リスク評価を行います。

(2) 食品添加物はアレルギーの要因?

アレルギーとは免疫反応が過剰に起こることで、普通の人が何の反応も示さない物質に対して特定の人だけが敏感に反応し、かゆみやじんましん、皮膚炎、腹痛、下痢などの症状をおこすことをいいます。アレルギーの原因は、花粉やダニ、ほこりや化粧品など様々なものが知られています。食品では、卵や牛乳、大豆などがよく知られます。食品添加物の中にもアレルギーの原因になるものがあるという報告はありますが、これはごく一部のの人にアレルギーのような症状を起こす可能性があるという

ことでほとんどの人には影響を与えることはありません。また、乳由来のカゼインナトリウムなどアレルギーの原因となる特定の食品を原材料としている場合には、「カゼイン Na（乳由来）」のように表示されます。アレルギーや過敏症は食物の毒性というより、個人の体質に関係することなので、アレルギー体質の方は食品の原材料表示を確認し選ぶことが大切です。

(3) 複数の食品添加物を摂取すると健康に悪影響が出る？

「多くの種類の食品添加物を摂取すると複合作用により体に悪影響が出る」、「食品添加物はできるだけ減らした方が良い」といった、食品添加物の複合的な影響への漠然とした不安が消費者の間に根強く存在しています。また、そのような不安をあおるようなマスコミ報道も後を絶ちません。現在使用が認められている食品添加物は体内に蓄積することはなく、リスク評価やリスク管理も行われているので、その複合的な影響についても問題はないと考えられています。食品安全委員会は、平成 18 年度に「食品添加物の複合影響に関する情報収集調査」を行いました。その結果、個々に安全性が評価されている食品添加物は、複合的な影響についても安全性を十分確保できると報告しました。

参考：複数の添加物による複合的な影響について

http://www.fsc.go.jp/sonota/sonota_qa/multi_additives.pdf



10. 食品添加物には複数の働きがあり、用途によって表示も異なる

添加物は、その物質の特性から、一つの用途に限って使われるものと複数の用途で使われるものがあります。食品添加物の一覧表などでは、添加物ごとの主要な用途が示されていますが、使用基準で用途や使用できる食品に制限のあるものを除けば、添加物の用途は使用した食品メーカーの使用目的に委ねられています。

(1) 複数のはたらきのあるビタミンC

ビタミンCの名称でよく知られるL-アスコルビン酸は、デンブン由来のブドウ糖を原料にしてつくられます。水溶性ビタミンでビタミンCの栄養強化の効果があります。また、酸性で強い還元作用があるため、酸化防止剤としてリンゴ混濁果汁の褐変、漬物の変色や風味の劣化を防止します。食品中で酸化されると、酸化剤としてのはたらきをもつようになり、パンの品質改良剤としても使われます。このようにビタミンCは複数のはたらきがあります。

酸化防止剤は、酸化による品質の低下を防ぐために使われます。酸化防止剤を含む特定の用途で食品添加物を使用した場合には、用途名を物質名とともに表記することが義務づけられているので、ビタミンCを酸化防止の目的で使ったときは、酸化防止剤（アスコルビン酸）あるいは酸化防止剤（V.C）のように表示します。V.CはビタミンCの簡略名です。パンなどに品質改良剤として使用された場合は「ビタミンC」のように物質名で表示します。ただし、栄養強化剤として使用する場合は、表示の免除規定があります。

<寄稿> 食品添加物の市場的意義

株式会社食品化学新聞社
食品化学新聞編集長 今立恵美

食品化学新聞では毎年新年 2 週目の号で、前年の食品添加物マーケティングリサーチを掲載している。また、4 年に 1 回それを食品添加物総覧（最新刊 2010 年 5 月発刊）という書籍の形で発刊してきた。しかし、近年食品添加物市場の動きはさらに変遷のスピードを増しており、今年から市場動向の部分だけは 2 年に 1 度まとめることとし、本年 5 月には「食品添加物・素材市場レポート」を発刊する予定である。

食品化学新聞 2012 年 1 月 12 日号では、2011 年の食品添加物市場を全体で 1 兆 246 億円、340 万 4,997 トンと推定した。前年比 102% の微増である。過去 10 年ほどを遡ってみると 2001 年が 8137 億円、310 万 6229 トンで、10 年間で金額ベースで 26% 増と食品添加物市場は年々着実に増加してきた。なお、これらの数値は糖アルコール、オリゴ糖、タンパク素材など食品扱いのものも含まれており、量的にはいわゆる指定添加物、既存添加物の使用量よりは若干多めとなる。逆に取材の手が届いていない添加物については含まれてない。食品化学新聞および関連書籍で紹介される数値のほとんどは各担当記者の独自の情報網により集めたものであることをご了承いただきたい。

食品添加物の価格動向

食品添加物原料のほとんどは輸入に頼っている。そのため原料生産各国の天候、社会状況、経済状況は食品添加物の価格に大きく影響する。07 年後半から 08 年にかけて、原油価格の高騰とそれに伴うバイオエタノール需要の増加により小麦、大豆、トウモロコシなどの穀物原料が品不足となり、穀物価格が軒並

み上昇した。さらに乳、卵などの動物資源、リン酸、カリウムなどの鉱物資源も世界的な需要増と生産地の流通事情、政治的背景などの影響で価格高となり、多くの原料価格が高騰した。これにエネルギーコストをはじめとするさまざまな外的要因が重なり食品添加物の製造コスト、流通コストは急上昇し、その結果、2008年には多くの添加物が値上げを余儀なくされた。

ところが2008年末のリーマンショック以来、世界中が経済不況に陥り消費が冷え込んだため、流通では低価格競争が激化。食品添加物においてもコストメリットが重視されるようになってきた。一部では価格を下げざるを得ない品目もあったが、原料事情が大きく変わったわけではなく、たいがいの添加物は2008年以前の価格と2008年の値上げ価格の間位での価格設定で落ち着くようになってきた。しかし、昨年2011年末頃から、小麦、トウモロコシ、乳関連の価格が再び上昇傾向にあり、今年2012年の初めからは各食品添加物に再値上げの兆しが見えてきている。

食品添加物の市場意義

無添加志向の声に応え現在の加工食品で無意味に入っている食品添加物や、多めの添加例はほとんどない。残っているのは吟味された添加物である。昨年の東日本大震災では一時的に流通が滞った添加物があり、添加物ひとつひとつがどれだけ無くなると困るかが再認識された。震災以後、ユーザー側では安定供給を求めて2社購買などの対策がなされるようになってきている。一方、長引く不況の中、食品添加物に求められる役割の中でコストメリットの比重が大きくなってきた。価格高の原材料を減らした分、その風味、食感、日持ちなどを食品添加物で補おうとする使い方が多くなっており、昨年も香料（前年比116%）、香辛料（127%）、品質改良剤（104%）、増粘安定剤（103%）

といったおいしさのポイントアップが見えやすい品目が目立った伸びを見せていた。なお香辛料の大幅アップは生姜ブームの影響が大きい。

企業動向

食品添加物メーカー、食品添加物問屋は規模が小さいところが多く、100人以上の企業は全体の1割にも満たないといわれる。一方一握りの大手企業においては品揃え、技術力・応用力の強化を図った合併・提携が進んでいる。2009年はじめにキリンフードテックと協発発酵の食品素材部門がひとつになった。さらに同社は2010年にメルシャンを完全に合併しさらにアイテム数を増やしている。大日本住友製薬フード&スペシャリティプロダクツ部と五協産業は2010年に合併しD S P五協フード&ケミカルとなった。メーカーと問屋の機能がひとつになった企業として注目を集めている。また大手商社もここ10年、傘下の企業の統合、再編を積極的に進め品揃えを強化している。07年には東和化成工業と中央フーズマテリアルとMCフードテックが合併して三菱商事フードテックが誕生。三菱化学フーズは99年に東京田辺製薬の色素、抗酸化剤、04年にカレックス（旧ミドリ十字）の抗菌・鮮度保持剤ワサオーロの部門を買収、07年には三共の食品素材部門を吸収合併し、酵素、ビタミン類にも幅を広げた。さらに09年には酵素メーカーのエイチビィアイに30%の資本出資を行っている。新しいところでは今年（2012年）2月3日付けで長瀬産業が更正会社となっていた林原を100%小会社化している。

中国の影響

中国は原料供給国、製造現場として重要度が増すとともに、ここ数年の中国の内需拡大により日本の食品添加物の輸出先としても期待されてきている。

中国の食品添加物・加工食品の市場価格はダイレクトに日本市場に影響するようになり、中国次第で価格が乱高下する事態となっている。最も端的な例ではビタミンCが中国の低価格品に押された形で日本での生産が完全になくなった。08年には北京五輪開催に伴う中国での生産調整の噂により世界的な品不足で価格が数倍に高騰。さらにその後需要の冷え込みや中国メーカーの乱立などの要素も加わって2010年には相場はピーク時の半値程度となった。その不安定な状況はその後も続いている。ビタミンCの二の舞になるのではと懸念されているのが保存料のソルビン酸と食肉加工品の品質改良剤やベーキングパウダーに使われるリン酸塩である。ソルビン酸は日本で唯一のメーカーであったダイセル化学工業が中国品のコストパフォーマンスに圧され2011年一杯で国内生産を中止、100%輸入品に頼らざる終えない状況となった。リン酸塩は国内最大のリン酸メーカーであり南アフリカの原料を積極的に使用していた東ソーが2011年3月でリン酸生産を中止、中国の黄リン、リン酸への原料依存度が高まっている。

食品添加物市場希望的観測

2011年は震災の影響で新製品の発売を取りやめた加工食品メーカー、食品添加物メーカーが多く、技術的な蓄積が十分なされている。反動で2012年は食品添加物・素材の新製品が続々と発売されると期待している。実際に食品化学新聞の紙面においても、1月、2月ですでに味の素（酵素、調味料）、三栄源エフ・エフ・アイ（乳化安定剤）、ダニスコ（パン用品質改良剤）、ユニテックフーズ（肉軟化剤）などの新製品を紹介しており、今後も新商品発売の声が数多く聞かれる。添加物の新製品が出ることにより、新規市場が開拓され、食品添加物も加工食品もともに市場が活性化していくことを期待したい。

欧州の食品素材、添加物メーカーは必ず「サステナビリティへの貢献」を主張する。食品添加物はもともと食品の副産物から作られることが多く生産段階で既に環境貢献している。さらに加工食品の歩留まりアップ、日持ち向上などその機能で大きく環境に貢献する。環境にも経済的にも優しい「エコ添加物」をアピールすることにより、添加物に対する消費者、流通の負のイメージを一掃していきたい。添加物使用によるカーボンフットプリントの算出などは今後のアピールポイントになりそうだ。

食品添加物に対する理解は残念ながら日本全体で非常に浅い。家庭科で実際に添加物の一部を使うようなカリキュラムを取り入れその効果と安全性を身近に感じて欲しいと思う。また大学でも添加物を研究テーマとするところが増えるべきである。その研究は間違いなく日本の食品産業の発展、日本の元気に直結するものとなる。

参考文献 食品化学新聞 2012年1月12日号他

<表示のルール>

食品添加物の表示は、食品表示法で規定されていて、原則としてすべての添加物を物質名（品名、別名、簡略名、類別名も可）で表示することになっていますが、添加物の種類により用途名併記や一括名表示、表示免除があります。用途名の併記や一括名の表示は、食品添加物を使用した目的をわかりやすくするため行います。

(1) 食品に使われている食品添加物を知る

表 3-5 実際の商品の表示例

品名	調理パン		
原材料名	パン、卵サラダ、ハム、ショートニング、マーガリン／乳化剤、イーストフード①、V.C ③、pH 調整剤、調味料（アミノ酸等）① <u>カロチノイド色素、コチニール色素、保存料（ソルビン酸、ポリリジン）、酸化防止剤（V.C, V.E）、発色剤（亜硝酸 Na）、増粘多糖類②、グリシン、酢酸 Na、リン酸塩（Na）③、香料①、（一部に小麦・乳成分・大豆・リンゴ・豚肉・ゼラチンを含む④）</u>		
内容量	300g	消費期限	表面下部に記載
保存方法	直射日光、高温多湿を避けて保存ください。		

（出典：日本（一社）食品添加物協会「もっと知ろう！食品添加物」）

表では、食品添加物には下線があります。食品添加物は、量の多い順に記載されます。

- ・下線①：一括名表示の添加物の例
- ・下線②：用途名併記の添加物の例（着色料の場合、物質名に色とあれば用途名併記は省略可能です。また増粘多糖類を増粘目的で使用した場合も用途名併記は省略可能です。）
- ・下線③：物質名表示の添加物の例
- ・下線④：アレルギーに関する表示（食品原料、添加物を含めた特定原材料等を記載しています。）

食品表示法の食品表示基準による表示では、一括表示欄に原材料名と食品添加物の事項欄に分けて設け、それぞれに使用量の多い順に記載します。食品添加物については、事項欄を設けずに、原材料名の欄に原材料名と明確に区分して表示することもできます。

(2) 食品表示基準による表示

① 使用したすべての食品添加物は、「物質名」（名称、別名、簡略名、類別名も可）で食品に表示します。ただし、以下の表 3-6 のように例外もあります。

表 3-6 添加物表示の例外

用途名も併記 (義務)	甘味料、着色料、保存料、増粘剤、酸化防止剤、発色剤、漂白剤、防かび剤
一括名で表示可 (任意)	イーストフード、ガムベース、かんすい、酵素、光沢剤、香料、酸味料、チューインガム軟化剤、調味料、豆腐用凝固剤、苦味料、乳化剤、水素イオン濃度調整剤 (pH 調整剤)、膨脹剤
表示免除	加工助剤、キャリアオーバー、栄養強化剤、小包装食品 (表示面積 30cm ² 以下)、バラ売り食品

(出典：(一社) 日本食品添加物協会「もっと知ろう！食品添加物」)

② 添加物表示の例外その 1 ー用途名の併記

以下の 8 種類の用途の食品添加物は、使用目的をわかりやすくするために、物質名とともに用途名も表示しなければなりません。(表 3-7)

③ 添加物表示の例外その 2 ー一括名で表示

使用した食品添加物は個々の物質名で表示するのが原則ですが、次の 14 種類の用途で使用する場合には、使用の目的を表す「一括名」で表示することが認められています。例えば、微量の物質を調合する食品用香料は、配合した物質すべてを表示するよりも、「香料」と表示した方がわかりやすくなります。(表 3-8)

表 3-7 用途名を併記する添加物

甘味料	食品に甘みを与える	キシリトール 他
着色料	食品を着色し、色調を調整する	クチナシ黄色素 他
保存料	かびや細菌の発育を抑制、食品の保存性をよくする	ソルビン酸カリウム 他
増粘剤、安定剤、ゲル化剤又は糊料	食品に滑らかな感じや、粘り気を与え、安定性を向上する	ペクチン 他
酸化防止剤	油脂などの酸化を防ぎ、保存性をよくする	ミックストコフェロール 他
発色剤	ハム・ソーセージ等の色調・風味を改善する	亜硝酸ナトリウム 他
漂白剤	食品を漂白し、白く、きれいにする	亜硫酸ナトリウム 他
防かび剤又は防ばい剤	輸入柑橘類等のかびの発生を防止する	ジフェニル 他

表 3-8 一括名を表示できる添加物

イーストフード	パンのイーストの発酵をよくする	リン酸三カルシウム 他
ガムベース	チューインガムの基材に用いる	エステルガム 他
香料	食品に香りをつけ、魅力を増す	オレンジ香料 他
酸味料	食品に酸味を与える	クエン酸 他
調味料	食品にうま味などを与え、味をととのえる	L-グルタミン酸ナトリウム 他
豆腐用凝固剤	豆腐を作る時に豆乳を固める	塩化マグネシウム 他
乳化剤	水と油を均一に混ぜ合わせる	グリセリン脂肪酸エステル 他
水素イオン濃度調整剤 (pH 調整剤)	食品の pH を調節し、品質をよくする	DL- リンゴ酸 他
かんすい	中華めんの食感、風味を出す	炭酸ナトリウム 他
膨脹剤	ケーキなどをふっくらさせ、ソフトにする	炭酸水素ナトリウム 他
苦味料	食品に苦みをつける	カフェイン (抽出物) 他
光沢剤	食品の表面に光沢を与える	ミツロウ 他
チューインガム軟化剤	チューインガムを柔軟に保つ	グリセリン 他
酵素	食品の製造、加工に使用する	β -アミラーゼ 他

(出典：表 3-7・3-8 ともに (一社) 日本食品添加物協会「もっと知ろう！食品添加物」)

④添加物表示の例外その3－表示免除

栄養強化の目的で使用される添加物、加工助剤、キャリアオーバーに該当する添加物は、表示が免除されています。ただし、栄養強化目的で使用した添加物であっても、JAS法に基づく個別の品質表示基準で表示義務のあるものは、表示が必要となります。(表 3-9)

表 3-9 表示免除の食品添加物

加工助剤	加工工程では使用されるが除去されたりしてほとんど残らないもの	水酸化ナトリウム、活性炭 他
キャリアオーバー	原料中に含まれるが、使用した食品には微量で添加物としての効果のないもの	せんべいに使用されるしょうゆに含まれる保存料 他
栄養強化剤	栄養素を強化するもの	L-アスコルビン酸、乳酸カルシウム 他

(出典：(一社)日本食品添加物協会「もっと知ろう！食品添加物」)

(3) アレルギー表示

食物アレルギーに関しては、表 3-10 に示す特定原材料についてアレルギーに関する表示を行います。

アレルギー表示対象の特定原材料由来の食品添加物は、その旨を表示しなければなりません。(表 3-11)

表 3-10 アレルギー表示対象の原材料

	特定原材料名	備考
省令	えび、かに、小麦、卵、乳、そば、落花生	表示義務(特定原材料)症例が多いもの、症状が重篤
通知	あわび、いか、いくら、オレンジ、カシューナッツ、キウイフルーツ、牛肉、くるみ、ごま、さけ、さば、大豆、鶏肉、バナナ、豚肉、まつたけ、もも、やまいも、りんご、ゼラチン	表示を奨励症例が少ないもの、要望が多いため独立

(出典：(一社)日本食品添加物協会「もっと知ろう！食品添加物」)

表 3-11 特定原材料など由来の食品添加物の表示

項目	表示方法	表示例
物質名表示を行う場合	物質名（○○由来）と カゼイン Na（乳由来）等表示する	
一括名表示を行う場合	一括名（○○由来）と 乳化剤（大豆由来）等表示する	
用途名併記が必要な場合	用途名（物質名：○○ 保存料（しらこたん白：由来）と表示する	さけ由来）等

（出典：（一社）日本食品添加物協会「もっと知ろう！食品添加物」）





科学的な情報の 読み方と伝え方

科学的な情報の読み方と伝え方

科学では、事実を正しく伝えることがとても重要です。そのため、科学的な文章では、内容を誤りなく伝えるためのルールや方法があります。ここでは、その基本やデータの見方を紹介します。

1. 科学的な文章の読み方

論文や報告書など科学的な文章の表現の基本を知っておくと、内容の理解に役立ちます。

(1) 科学的な文章とは、事実と意見を述べたもの

科学的な文章は、得られた事実や理論とこれらについての意見を述べたものです。この文章の特徴は、内容が事実と意見に限られていて、心情的要素を含まないということです。

科学的文章の条件に、①事実を正確に書くこと、②事実と意見を区別して書くこと、③自分の成果と他人の成果を区別して書くこと、があります。事実は客観的に認められるもの、意見は事実に基づく個人の見解で、個人の意見には、推論や判断や仮説などがあります。事実を正確に伝えるためには、範囲を限定したり、種々の条件をつけたりします。事実と意見を区別するために、意見は、語尾に「～と考える」、「～と推察する」のように書くのが基本です。また、事実や意見を裏付けるため、他人の成果を引用することも多いのですが、そのときには必ずその出所を明示します。

(2) 専門用語の扱い

科学では、多くの専門用語が出てきます。その用語を取り扱うときの注意点を以下にあげます。

①専門用語では、略語が頻繁に使われます。特に、医学用語に多いのですが、一般には通じません。

例) 論文中の「GCA」はグルコキナーゼ(酵素の名前)の略。BSAは「ウシ血清アルブミン」。

②化学物質の名前には、国際的に定められた(IUPACの命名法)名前およびその日本語訳に加え、慣用名や一般名(商品名)も使います。聞き慣れた名前でも、使われないものもあります。

例) ナトリウム化合物をソーダと呼ぶが、使うのはカセイソーダ(水酸化ナトリウム)と炭酸ソーダ(炭酸ナトリウム)のみ。グルタミン酸ソーダ(グルタミン酸ナトリウム)は使わない。

③同じ専門用語でも、分野によって定義が多少異なることがあります。また、新しい用語では、定義が定まっていないものもあります。

例)「抗菌」という用語は、学術的に定義されておらず、業界ごとに基準を定めている。

2. 情報の信頼性の見極め方

資料や情報を集めるためには、インターネットによる検索、文献、インタビューなどがあります。いずれも、情報提供者の信頼性に十分配慮することが必要です。

(1) 情報の信頼性の判断

インターネットは、あらゆる情報を短時間で集めることができるため、頻繁に使われますが、内容の間違いも多いので要注意。官公庁(ドメインがgo.jp)や大学(ドメインがac.jp)のものが比較的信頼できますが、すべてを鵜呑みにはできません(巻末の「詳しく知りたい方のために」を参照してください)。また、科学者がすべて正しいことを言っているわけではありません。

専門外のことには詳しくない人や不正確な情報を信じて意見を述べる科学者もいます。極端な意見には注意し、複数の科学者から肯定意見や否定意見も聞いてから、総合的に考え、適切に判断することが必要です。

(2) 論文と学会発表は性質が違う

研究成果は、学会や論文で発表されますが、学会発表と論文発表は性質が異なります。研究の成果は、論文にまとめ、雑誌に掲載されてはじめて認められます。多くの論文は査読されたのちに掲載されます。査読とは、掲載される論文の質を高めるために、編集者やその分野に詳しい査読者が、論文を読んで評価し、その論文の掲載が適切かどうかを判断することです。雑誌にはいろいろな種類があり、査読の厳しくないものや実質的には査読を行わないものもあります。研究内容の信頼性を判断するためには、雑誌の質への注意が必要です。学会誌なら基本的には問題がないでしょう。

研究成果を論文にする前後に多く行われるのが、学会などでの講演発表です。これは、成果を早く公表して最新の情報を提供することや広く研究成果の批判を仰ぎ、多くの研究者と交流して研究を進めることが目的です。学会発表の内容には、速報性はありますが、まだ研究途中のものも含まれます。

3. データの表し方

科学的文章には、事実を具体的に伝えるために数値や図表が使われます。これらには、客観的に正確に表すためのルールがあります。

(1) 数値には誤差がある

データを示す数値には、計算や測定の誤りやばらつきによる

誤差が含まれます。数値を正しく表すために、計算や測定の誤りは検算や補正などを行います。また、データ数が少ないケースやばらつきの大きいデータは信頼できないので、複数のデータを集めて統計的処理を行い、最確値（もっとも確からしい値）と信頼度で示します。統計では、データの数を明らかにすることが必要です。

(2) 検出限界以下は、ゼロではない

分析化学では、データを「検出限界以下 (N.D:Not detected)」で示すことがありますが、これは「ゼロ」を意味するわけではありません。「検出限界」とは、検出できるかできないかの限界をいいます。検出限界以下とは、データが検出限界より小さく、分析できないということです。同様に、「定量限界」もよく使われます。これは、ある分析においてデータが小さすぎたり大きすぎたりして、定量できない限界をいいます。

(3) 単位の表し方もいろいろ

科学的文章では、数値と同様、単位が頻繁に出てきます。単位は国際単位系 (SI) を使います。これは、7つの基本単位とふたつの補助単位を組み合わせるものです。普段の生活では、SI単位以外の単位も使われていて、こちらのほうがわかりやすいこともあります。たとえば、SI単位では、温度はK (ケルビン) ですが、°C (摂氏) や° F (華氏) も例外的に認められています。

かなり大きな値や小さい値にはM (メガ:10⁶) やG (ギガ:10⁹) あるいは μ (マイクロ:10⁻⁶) やn (ナノ:10⁻⁹) といった接頭辞がつけられます。日常生活とかけ離れた値でも、科学では大きな意味を持つこともあります。

(4) ppm は割合を示す

農薬や食品添加物の濃度などを表すときによく使う ppm(ピーピーエム)とは、割合や比率を表す用語で、Parts per million の略です。ある量が全体の 100 万分のいくつかを示します。そのほか、ppb(ピーピービー:10 億分の 1)や ppt(ピーピーティー:1 兆分の 1)もあります。これらは、微量成分の分析などに使います。1 ppm は、長さでいえば 1 km のうちのわずか 1mm とごく少ない量を示します。少し大げさに ppm の数字が表現されていることもあります。使い方には要注意(表 1)。

(5) 図表のルール

図(グラフ)や表(テーブル)は、結果を直接示し、科学的な文章では重要なものです。図表の書き方には、①縦軸や横軸など軸の説明をすること、②単位を統一すること、③対照のデータを忘れずに入れること、などのルールがあります。図表に示されるデータの総数や散らばりは、そのデータの信頼性を示します。

表 4-1 単位の比較

ppm (100 万分の 1)	ppb (10 億分の 1)	ppt (1 兆分の 1)
1km の行程の 1mm	東京～下関の距離の 1mm	地球 24 周のうちの 1mm
甲子園球場のなかの 1 枚の官製はがき	東京渋谷区のなかの 1 枚の官製はがき	岩手県のなかの 1 枚の官製はがき
1 トン積みの小型トラックの中の 1g	10 トン積みの大型トラック 100 台に対しての 1g	10 万トン積みの大型タンカー 10 隻に対しての 1g
1m ³ の家庭用風呂の中の 1ml	タテ 20m、ヨコ 50m、深さ 1m のプールの中の 1ml	同プール 1000 個に対する 1ml

(出展：農林水産省「農薬の基礎知識 詳細」http://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_tisiki/tisiki.html#kiso1_1)

4. リスクの示し方

食品や環境の安全性を考える上で、「リスク」という考えが重要視されています。

(1) リスクは悪影響のおこる確率

リスクとは、「ある行動に伴って、危険に遭う可能性や損をする可能性を意味する概念」と理解されています。どんな食品でも、食べ方や量が適切でなければ健康に悪影響を及ぼすことがあるし、有害な物質が含まれている可能性もあります。食の安全におけるリスクとは、食品を食べて悪影響の起る確率とその深刻さの程度をいいます。たとえば、毒性の低いものでも、量を摂りすぎればリスクは大きくなるし、毒性の高いものであっても摂取量がごく微量であればリスクは小さいといえます。リスクが小さいということは、安全性が高いことを意味します。

(2) リスクの考え方と示し方

リスクには、以下のような考え方や示し方があります。

① リスクとハザードは違う

ハザード（危険）は危害が存在するのかわからないのかということ。リスク（危険性）とは、ハザードにあり得る可能性です。いくら大きなハザードであっても、それが起こり得ないようなものであれば、リスクは小さくなります。

例) 毒キノコ：いくら毒性が強いといっても、食べなければリスクはない。

② リスクは相対的な概念である

リスクが大きいとかリスクが小さいというのは、相対的な概念です。リスクの大きさをわかりやすい数字などで示し、その事柄がどこにあるかを比較し、検討できるようにするとよいでしょう。

例) コンニャクゼリー：1億回、口に入れた場合に窒息する頻度を推計したところ、コンニャクゼリーは0.16～0.33、餅では6.8～7.6、飴類では1.0～2.7だった。食品安全委員会はコンニャクゼリーのリスクは飴玉程度と判断した。

③ゼロリスクは存在しない

ゼロリスクとは、全くリスクのないことです。食品添加物や農薬などで、しばしばゼロリスクを求められますが、ゼロリスクは存在しません。リスクのないことを科学的に証明することもできません。また、あるリスクを小さくすれば、別のリスクが大きくなることもあります。

例) 食塩：ふだん食べている食塩は、生体にも必要な物質。しかし、体重70kgの人が一度に200gも食べれば命を落としかねない。

④リスクとベネフィット

リスクがあっても、ベネフィット（利益）が大きければ、役立つことがあります。ある物質のリスクをクローズアップすると、そのベネフィットを享受している人に、不都合を負わせることにもなります。

例) サッカリン：約50年前、発がん性があるとメディアなどで大きく報道された甘味料。しかし、糖尿病患者にとっては、砂糖に替わる大切な甘味料だった。その後の調査で、安全性が認められた。

5. ADI（1日許容摂取量）の考え方

ADI（1日許容摂取量）は、食品や農薬の安全性などを評価するのに使われる値です。食品の安全を考える上で、とても重要です。

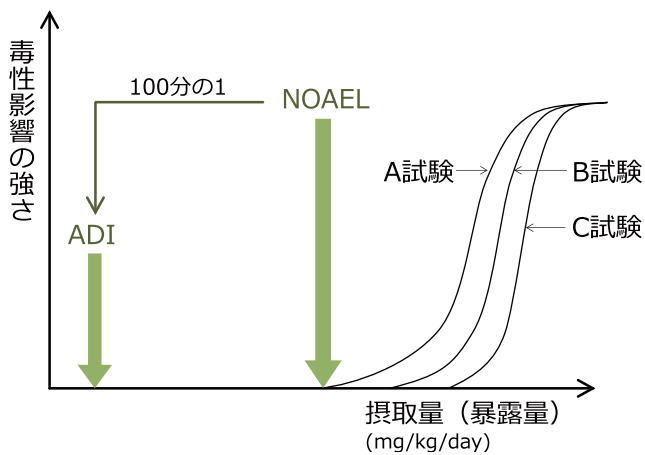
(1) 安全性の評価

食品の安全性の評価は、動物実験の値から人への影響を予測する「リスク」に基づいて行われ、「リスク分析」により安全性を判断しています。「リスク分析」は「リスク評価」、「リスク管理」および「リスクコミュニケーション」からなります。リスク評価とは、食品の安全性を科学的に評価することで、ADIを設定するのも、そのひとつです。食品添加物や農薬の使用基準は、ADIを超えないよう定められています。

(2) ADIは、食品添加物や農薬の使用基準

ADIとは、食品添加物や農薬などの物質について、毎日、一生涯とり続けても健康への悪影響が出ないと考えられる1日あたりの摂取量をいいます。一日あたりの量を、体重1kgあたりで示します（単位はmg/kg/day）。例えば、ADIが0.02mg/kg/dayとは、体重1kgあたり毎日0.02mgまでなら、一生涯摂取しても大丈夫であろうということです。

ADIは、それぞれの物質についてラットやマウスを用いて行った動物実験の結果から求めます。まず、最も感受性の高い実験動物に対して有害影響の生じない量、すなわち無毒性量（NOAEL）を求めます（図4-1）。さらに、その数値に安全係数をかけて、ADIを求めます。通常は、安全係数を100分の1とします。これは、動物と人との種の違いを考慮して10分の1、さらに個人差を考慮して10分の1を乗じたものです。化学物質によっては、1000分の1とすることもあります。



ADI : 1 日許容摂取量 = 無毒性量 × 安全係数 (1/100)

図 4-1 摂取量と生体への影響の一般的な関係

詳しく知りたい方のために

1. 遺伝子組換え作物・食品

- ・厚生労働省 遺伝子組換え食品 Q&A
<http://www.mhlw.go.jp/topics/identshi/qa/qa.html>
- ・厚生労働省 遺伝子組換え食品の安全性 パンフレット
<http://www.mhlw.go.jp/topics/identshi/dl/h22-00.pdf>
- ・安全性審査の経たれた遺伝子組換え食品及び添加物一覧
<http://www.mhlw.go.jp/topics/identshi/dl/list.pdf>
- ・農林水産省 遺伝子組換え技術の情報サイト
<http://www.s.affrc.go.jp/docs/anzenka/information/information.htm>
- ・農林水産省 カルタヘナ法に基づく生物多様性の保全に向けた取組
<http://www.maff.go.jp/j/syouan/nouan/carta/torikumi/index.html>
- ・農林水産省 飼料の安全関係
<http://www.maff.go.jp/j/syouan/tikusui/siryo/index.html>
- ・バイオセーフティクリアリングハウス
<http://www.bch.biodic.go.jp/>
- ・もっと知りたい人のためのバイオテクノロジー Q&A
http://www.jba.or.jp/top/bioschool/seminar/q-and-a/motto_01.html
- ・バイテク情報普及会
<http://www.cbijapan.com/html>



詳しく知りたい方のために

2. 農薬

- ・農林水産省 農薬コーナー
<http://www.maff.go.jp/j/nouyaku/>
- ・食品安全委員会 農薬専門調査会
<http://www.fsc.go.jp/senmon/nouyaku/index.html>
- ・農薬工業会 教えて農薬 Q&A
<http://www.jcpa.or.jp/qa/>
- ・厚生労働省 食品中の残留農薬
http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/zanryu/index.html

3. 食品添加物

- ・「さらにやさしい食品添加物」湯川宗昭著 食品化学新聞社刊
- ・「さらにやさしい食品添加物2 ～食品の製造から見て～」湯川宗昭著（食品化学新聞社刊）
- ・「さらにやさしい食品添加物3」湯川宗昭著（食品化学新聞社刊）
- ・食品添加物に関するホームページ（厚生労働省）
http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/syokuten/index.html
- ・よくわかる食品添加物（日本食品添加物協会）
<http://www.jafa.gr.jp/tenkabutsu01/index.html>
- ・食品中の化学物質に関する情報（国立医薬品食品衛生研究所）
<http://www.nihs.go.jp/hse/food-info/chemical/index.html>

4. ご質問のある方は

本書の内容について直接、専門家にご質問されたい方は、下記の専門家の先生方が対応してまいります。くらしとバイオプラザ 21 にご連絡いただければ、専門家をご紹介いたします。

特定非営利活動法人くらしとバイオプラザ 21

Tel 03-5651-5810、E-mail bio@life-bio.or.jp

(専門家の先生方)

遺伝子組換え作物・食品について

- ・小野道之氏（筑波大学遺伝子実験センター）
- ・小泉望氏（大阪府立大学 生命環境科学研究科）
- ・田部井豊氏（農業生物資源研究所 遺伝子組換え研究推進室）

農薬について

- ・鈴木勝士氏（日本獣医生命科学大学、元内閣府食品安全委員会 農薬専門調査会座長）

食品添加物について

- ・佐仲登氏、平川忠氏（（一社）日本食品添加物協会）

あとがき

「知っておきたいこと」シリーズは、遺伝子組換え作物・食品について多くの消費者が理解を深め、より良く利用していくためには、情報の発信源となるメディアの方にも知って頂くことが重要であると、小島正美氏のご助言をいただいたことがきっかけとなってつくられました。その後、メディアだけでなく、情報を受け取る人も知ることが大切であり、視点を広げて考えるためにも遺伝子組換え技術のみならず、関係が深い農薬や食品添加物についても知っておくべきだという考えから、これらについての「知っておきたいこと」を作成しました。

今回、三部作の合本を行いました。作成時から今に至るまで多くの方々のお力添えをいただいたことを、心から感謝いたします。

なお、本冊子の内容については、筑波大学形質転換植物デザイン研究拠点共同研究によって作成されました。

<謝辞>この冊子を作成するに当たり、多くの専門家の方々にご指導いただきました。厚く御礼申し上げます。(所属は2016年3月1日現在)
(遺伝子組換え作物・食品編)

鎌田博氏 (筑波大学 遺伝子実験センター長 (作成当初、故人))

田部井豊氏 (農業生物資源研究所)

(農薬編)

今瀧博文氏 (シンジェンタジャパン株式会社)

農薬工業会の皆様

鈴木勝土氏 (日本獣医生命科学大学)

脇森裕夫氏 (日本モンサント株式会社)

友田喜久氏 (Meiji Seika ファルマ株式会社)

小島正美氏 (株式会社毎日新聞社)

(食品添加物編)

棚元憲一氏 (武蔵野大学)

谷口均氏、佐仲登氏、平川忠氏 (一般社団法人 日本食品添加物協会)

小島正美氏 (株式会社毎日新聞社)

今立恵美氏、川本浩二氏 (株式会社食品化学新聞社)

荒井祥氏 (上野製薬株式会社)

(本冊子作成の全体)

小野道之氏 (筑波大学 遺伝子実験センター)

発行年月日

2016年3月1日

発行元

特定非営利活動法人 暮らしとバイオプラザ 21

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町 3-5-3 鈴屋ビル 8階

Tel 03-5651-5810、Fax 03-3669-7810

Mail bio@life-bio.or.jp、URL <http://www.life-bio.or.jp>

