

メディアの方に知っていただきたいこと ～農薬～

2013年3月



NPO 法人 くらしとバイオプラザ 211

目次

はじめに	2
1. メディアの方に知っていただきたいこと ～重要10項目の要約	3
2. 10項目の解説	9
コラム1 トキが絶滅危惧種になったのは？	38
コラム2 農薬の一生	39
コラム3 除草剤と除草剤耐性作物	40
3. 科学的な情報の読み方と伝え方	41
4. 詳しく知りたい方のために	47
あとがき	48

表紙の写真 表「農薬なしには広範囲で満足に作れないりんご」
裏「害虫被害を受けやすいキャベツ」
(写真提供 シンジェンタジャパン株式会社)

はじめに

日本が世界で最も長寿の国のひとつになったのは最近のことではありません。これは安全な食料が安定的に供給されていることの証拠だといえるでしょう。農薬のおかげで質のよい作物が大量に収穫されたり、食品添加物によって高品質の食品が供給されたり、国外から遺伝子組換え作物を含む大量の飼料や穀物が集められたりしているおかげです。しかし、「農薬を使わずに栽培した作物を選びたい」という考え方は根強く、「無農薬、無添加、遺伝子組換え不使用」という表示が、科学技術の成果である農薬、食品添加物、遺伝子組換え食品を避けるための目印になっているとは、本当に残念なことです。

NPO 法人くらしとバイオプラザ 21 では、このような誤解を憂慮し、消費者に大きな影響力を持つメディアの方から、このような誤解を解いていただきたいと考え、自ら農薬について学んだことを冊子にまとめました。これがメディアの方だけでなく、いろいろな方の情報の整理などに役にたつことができれば、望外の幸せです。

筑波大学形質転換植物デザイン研究拠点との共同研究として、2010 年に遺伝子組換え作物・食品、2011 年に食品添加物に関する冊子も作成しましたので、この農薬編によって三部作が完成します。広くご活用いただき、皆様のお知恵を借りながら、よりよい内容に育てていかれればと願っております。

(本冊子はくらしとバイオプラザ 21 のホームページからダウンロードできます)

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

2013 年 3 月

NPO 法人 くらしとバイオプラザ 21

メディアの方に知っていただきたいこと～重要項目の要約

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

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。

→ 9 ページへ

2 農薬がないと満足につくれない作物がある

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。

→ 13 ページへ

③ ヒトに対する安全性は、残留基準で守られる

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22年、4,745戸の農家を調査したところ農薬の不適切な使用は1件で、不適切な（登録にない）農作物に対する使用というものでした。

→ 16 ページへ

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

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。 → 21 ページへ

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23年度までの報告が公開されている）。平成23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、36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 stewardship（プロダクト・ステewardship）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、防虫ネッ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。

→ 24 ページへ

6 作物に対する安全性が評価される

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。

→ 27 ページへ

7 全ての農薬はポジティブリストで管理される

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。 → 28

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にわたる約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。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が行われています。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。

→ 31 ページへ

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。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。 → 34 ページへ

10 農薬は適正量が使われています

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、コメやパ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。 → 36 ページへ

重要 10 項目の解説

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

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、だに、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。

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。

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1）。

表1 農薬の分類

1 殺虫剤	農作物を加害する害虫を防除する薬剤
2 殺菌剤	農作物を加害する病気を防除する薬剤
3 殺虫殺菌剤	農作物の害虫、病気を同時に防除する薬剤
4 除草剤	雑草を防除する薬剤
5 殺そ剤	農作物を加害するノネズミなどを防除する薬剤
6 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
7 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
8 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
9 天敵	農作物を加害する害虫の天敵
10 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

参考サイト：http://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_tisiki/tisiki.html#kiso1_1

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）。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 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	薬事法	家庭用:くん煙剤、全量噴射式エアゾール
		蚊、ハエ、ゴキブリ、ノミ、 トコジラミ(ナンキンムシ)		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]
		イダニ、シラミ、屋内塵性ダニ類		防疫用:乳剤、粉剤 [有機リン剤]
	医薬部外品	衛生害虫	薬事法	家庭用:蚊取線香、電気蚊取、
	(誘因殺虫剤 を含む)	蚊、ハエ、ゴキブリ、ノミ、 トコジラミ(ナンキンムシ)		エアゾール剤、粉剤 [ピレスロイド] フアン式蚊取
		イダニ、シラミ、屋内塵性ダニ類		防疫用:油剤、乳剤 [ピレスロイド]
食品害虫 駆除剤	貯穀害虫等	食品衛生法	くん煙剤 [メチルプロマイド]	
	ゾウムシ、コナダニ、 コクヌストモドキなど			
経済産業省	化成剤	不快害虫	化審法	エアゾール剤、粉剤 [プレスロイド、 有機リン剤、カーバメート剤]
		クアリ、シロアリ、ハチ、ブユ、 ユスリカ、ケムシ、ムカデ、クモなど	家庭用生活 害虫防除剤の	
		衣料害虫、建築害虫	自主基準	
農林水産省	動物用医薬品	動物外部寄生虫	動物用医薬	蚊取線香、電気蚊取、乳剤、粉剤
	又は 医薬部外品	イヌノミ、畜鶏舎のハエ、 蚊、マダニなど	品等取締規則	[ピレスロイド、有機リン剤、 カーバメート剤]
	農薬	農業害虫	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]
	ニカメイチュウ、ヨウムシなど			

(出典：日本家庭用殺虫剤工業会)

農薬の名前はややこしい？

農薬は同じものでも、名称が違ふ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に、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：O,O-ジメチル-O-(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

農薬を適正に使用すれば、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

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、病虫害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。病虫害に強い品種の利用、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。

病虫害や雑草による被害はどのくらい？

病虫害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、病虫害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(調査個所数)	収量	出荷金額
	平均減収率(%)	平均減益率(%)
水 稲(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

(【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)

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、病虫害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虫害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虫害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虫害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。

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。

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（後述）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こらないよう必要になったのが一律基準です。

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（1日当り摂取許容量、後述）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。

ADIとは

ADIは、「一日摂取許容量」のことで、ヒトが食品を介しその農薬を一生涯にわたって毎日摂り続けても、健康上なんら悪影響がないと考えられる一日あたりの摂取量の上限です。ヒトの体重1kg当たり、1

日当りの薬量が mg で示され、mg/Kg/day という単位で表します。たとえば、ADI が 0.02mg/Kg/day ならば、体重 1 Kg あたり毎日、0.02mg までなら、一生涯摂取し続けても大丈夫であろうということです。

ADI を算出するときは、NOAEL に 100 倍の安全係数を見込んで、計算します (図 1)。安全係数は、動物と人の違い(種差)を勘案して 10 倍、これに個人差を考慮してさらに 10 倍をかけて算出されます。対象物の質により、100 以外の係数が用いられることもあります。これを不確実係数といいます。

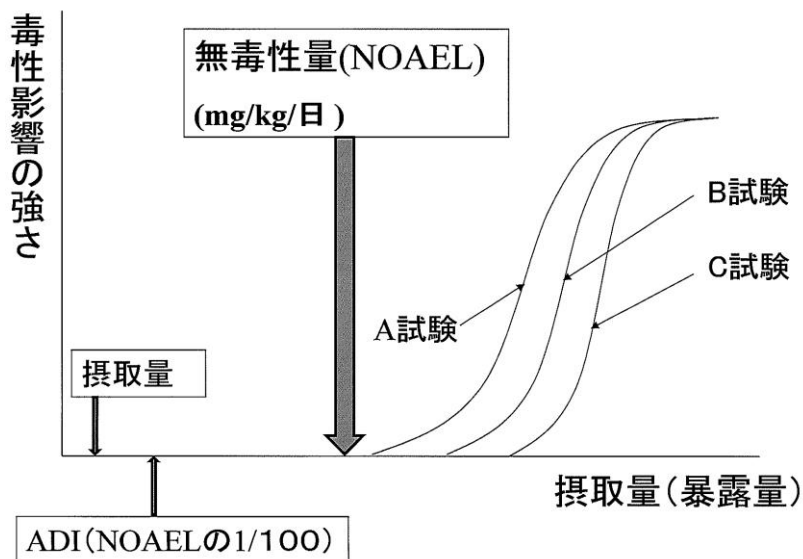


図 1 ADI の決め方

ADI は、日本では食品安全委員会で行われるリスク評価(食品健康影響評価)の結果を基に、食品安全委員会で設定します。国際的には、世界保健機関(WHO)と国連食糧農業機関(FAO)の合同残留農薬専門家会議

(JMPR)の定めた値が各国に勧告されています。

$$\text{ADI} = \text{NOAEL} \times \text{安全係数 } 1/100$$

$$\text{日本人の一日の摂取許容量} = \text{ADI} \times \text{日本人の平均体重}$$

※ 日本では 53.3kg を使用していますが、欧米では 60.70kg を用います。

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時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 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、割合はあまり変わりありません。

表 4 農作物中の残留農薬検査結果

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%)
(国産品)	868 (0.44%)	1,188 (0.34%)	1,778 (0.35%)	2,314 (0.36%)
(輸入品)	2,414 (0.34%)	3,706 (0.21%)	5,232 (0.18%)	7,490 (0.27%)
基準値超えた数	110 (0.03%)	66 (0.01%)	59 (0.0070%)	417 (0.0012%)
(国産品)	27 (0.02%)	15 (0.01%)	8 (0.0032%)	21 (0.003%)
(輸入品)	83 (0.03%)	51 (0.01%)	51 (0.0086%)	396 (0.014%)

(厚生労働省 HP より)

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。

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。

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。

土壤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壤表面では太陽光などにより分解され、土壤中では、微生物の作用などにより分解されて、消失していきます。

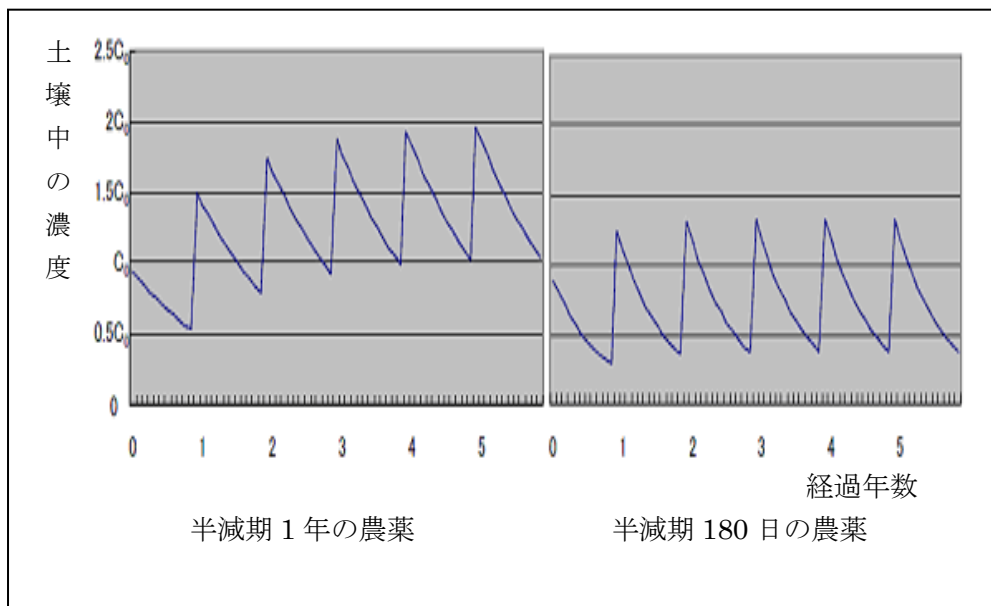


図 2 半減期が 1 年と 180 日の農薬を 1 回/年施用したときの土壤中の農薬の濃度
散布時は縦軸の「C」に該当する。(出典：農薬工業会)

落下した農薬が土壤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、農薬の土壤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 左）と 180 日の農薬（図 2 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。

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。

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 23 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、36 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 2000 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 5）。

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。

表 5 1961 年から 2000 年までに散布中の事故における死亡者数
(平均人数/10 年)

期間	10 年間の死亡者数の平均(人)
1961 ～ 1970	35
1971 ～ 1980	5
1981 ～ 1990	3
1976 ～ 1980	6
1981 ～ 1990	0.6
1991 ～ 2000	0.35

(出典：農作業安全情報センター)

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。

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。

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虫害発生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、作物を病虫害から守るとともに、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。

より有効性の高い農薬へ

農薬は、病虫害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。

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（後述）。

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3)。

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なりませんでした。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。

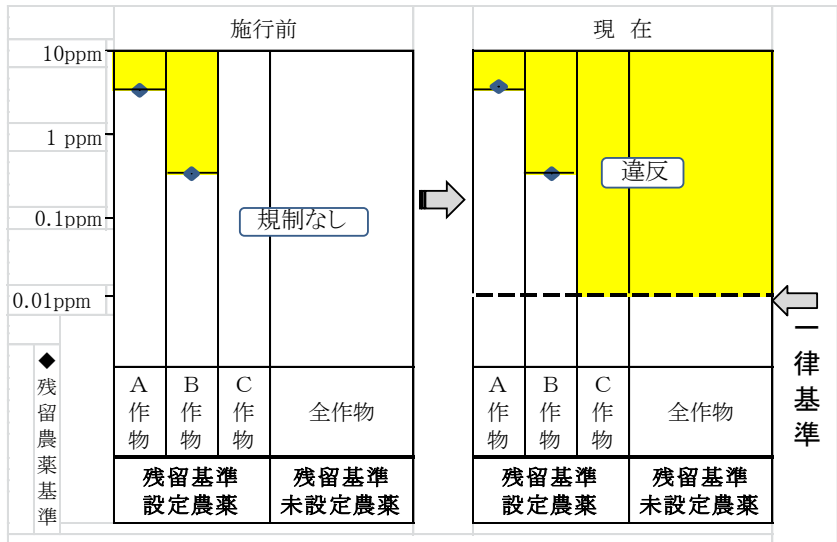


図3 食品衛生法による残留農薬基準のポジティブリスト制度

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。

(出典：農薬工業会)

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。

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 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 6 残留基準を設定しない農薬(対象外物質*)

*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

対象外物質 (食品以外)	・ 特定農薬 ・ 食品経由で摂取される物質(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
食品添加物 など	オレイン酸、ケイソウ土、コリン、ソルビン酸、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、マシン油、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

(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。

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。

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つていますが、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。

1996年にハーバード大学から発表された「米国人のがん死亡要因に

関するコホート研究」では、特定地域の人（大集団）の健康状態と生活習慣や環境状態などとの関係を長期間に渡り調査しました。調査の結果、がん死亡の要因の割合は、喫煙と成人期の食事・肥満が各 30%と見積もられ、ほかに 5%以下で生活様式や職業などさまざまな要因があげられています（図 4）。

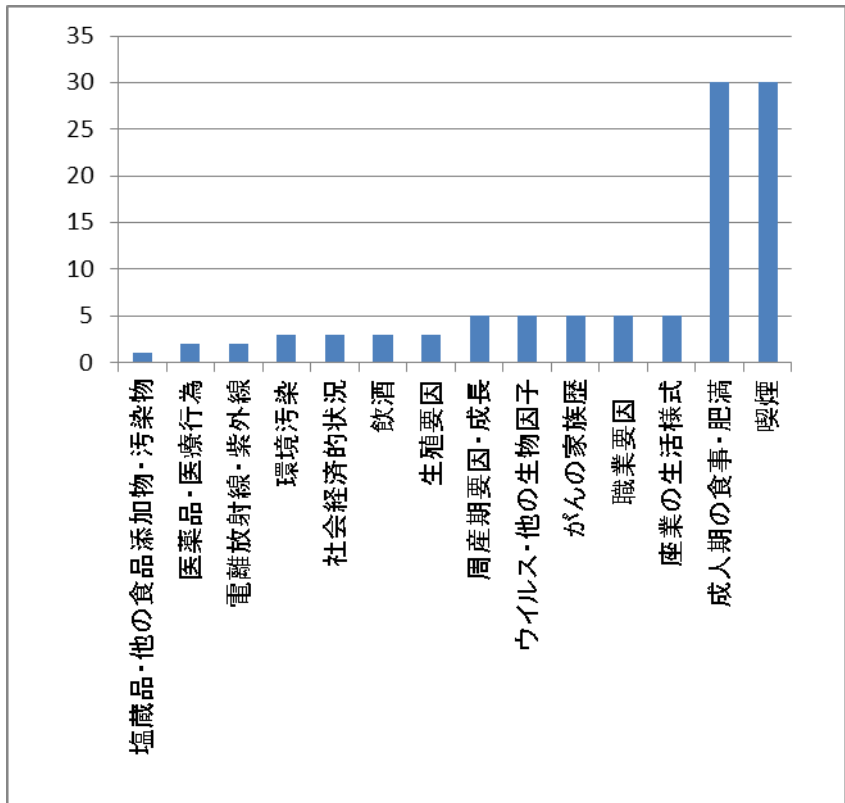


図 4 米国人のがん死亡要因（単位 %）

Harvard Center for Cancer Prevention: Harvard Report on Cancer Prevention, Volume 1: Causes of Human Cancer, Cancer Causes Control 1996 ;7:S3-S59. （1996、ハーバード大学）

また、がんの原因についての日本でのアンケート調査で、主婦と疫学者にがんの原因をあげてもらったところ、主婦は、食品添加物や農薬ががんの大きな原因と考えている（図5の上部）のに対し、英国の疫学者は、食事と喫煙が主な原因と考えており（図5の下部）、農薬はがん発生の原因に入っていませんでした。

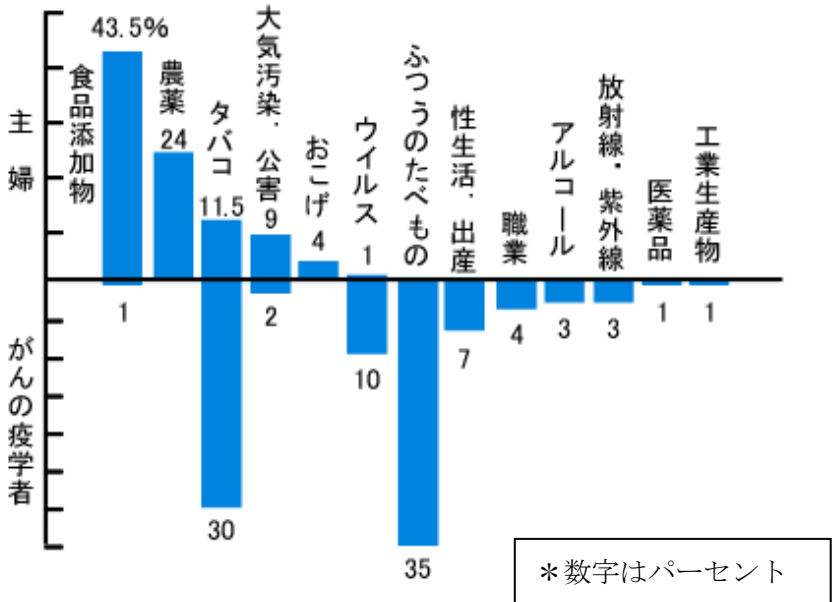


図5. がんの原因についての考え方の違い
 (出典：くらしの手帳 1990)

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

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。

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、ビフェニル、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。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。

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（図6）。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。

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。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。

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。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。

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、コメやバレイシヨ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。

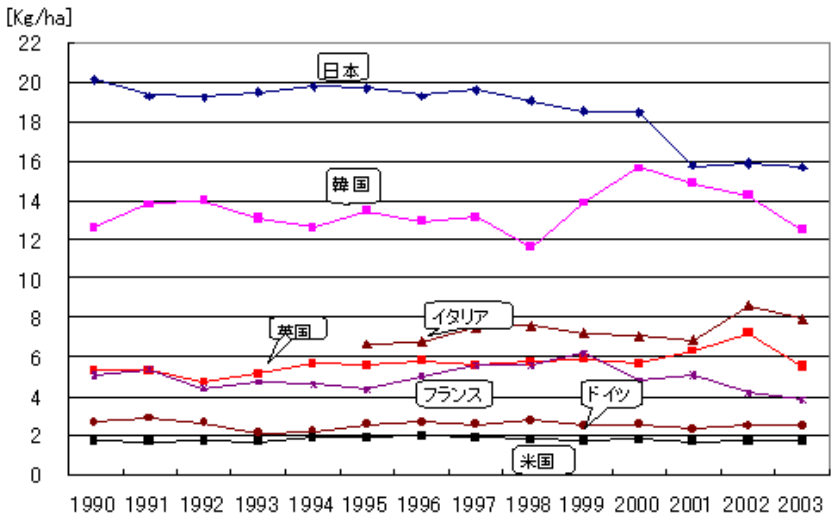


図 6. 主要国の年間農薬使用量の推移

(注)耕地面積(Arable and permanent crop area)当りの有効成分換算農薬使用量(Total Pesticide use (active ingredients))。農薬は林野・公園・ゴルフ場など非農業用にも使用(米国では 25%)。

(農薬工業会 HP より)

コラム1 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2 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り、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。

コラム3 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的除草剤と、農作物に比較的害を与えず対象とする植物を枯らす選択的除草剤に分けられます。グリホサートは、1980年代半ばに導入された非選択的除草剤で、植物の代謝を阻害することで植物を枯らします。哺乳動物や鳥類、魚類に対する生物毒性や土壌残留性が低いという特徴があります。

遺伝子操作により、この除草剤に耐性を持つ除草剤耐性作物が開発されています。除草剤を使うことを前提として、除草剤を不活性化する酵素や、除草剤の影響を受けない酵素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除草剤を使えば、作物を植え付けた後でも、作物を枯らさずに除草できます。農地を耕さない省力的な「不耕起栽培（※）」での除草も可能となります。

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。2011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9,390万ヘクタールで、害虫抵抗性と除草剤耐性を併せ持つ作物は4,220万ヘクタールでした。

※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。

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、使うのはカゼイソーダ（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. 情報の信頼性を見極め方

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必要があります。

(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当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、まだ研究の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。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でつくるものです。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) 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 7)。

(4) 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7 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
1 m 四方の水槽の 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

参考サイト 農林水産省HP

http://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_tisiki/tisiki.html#kisol_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（危害）は起こる障害の結果のこと。リスク（危険性）とは、ハザードにあう可能性です。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。

詳しく知りたい方のために

参考サイト

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

ご質問のある方へ

ご質問のある方は、

日本獣医生命科学大学 名誉教授 鈴木勝士 博士

(元内閣府食品安全委員会 農薬専門調査会座長)

が対応くださいます。

NPO 法人くらしとバイオプラザ 21 にご連絡ください。

Tel 03-5651-5810

E-mail bio@life-bio.or.jp

あとがき

本冊子を作成し、どのように農作物が栽培され私たちの食卓に届いているかの一部を知ることができました。農薬なしには病虫害や雑草の繁茂でほとんど収穫できない作物があることは、特に衝撃的な事実でした。こういう情報はメディアの方のお力を借りながら、私たち、消費者も共有していきたい情報であると思いました。

作成にあたり、ご協力いただいた農薬工業会の皆様をはじめ多くの方々にお礼申し上げます。ことに次の方々には、資料をご提供いただき、ご助言・ご指導を賜りました。本当にありがとうございました。

日本獣医生命科学大学 鈴木勝士氏

シンジェンタジャパン(株) 今瀧博文氏

日本モンサント(株) 脇森裕夫氏

Meiji Seika ファルマ(株) 友田喜久氏

毎日新聞 小島正美氏

日々、科学技術は進化して参ります。農薬の4つの安全性は、これからも高くなっていくことでしょう。私たちも、農薬はどのような役割を果たしているかを知って、納得して利用したり、利用した農作物を選んだりしていきたいと思います。この冊子についてのご意見、ご感想をお待ちしております。

本冊子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り作成されました

発行日 2013年3月16日

発行元 NPO 法人く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

E-mail bio@life-bio.or.jp URL <http://www.life-bio.or.jp>



©NPO 法人 くらしとバイオプラザ 21 2013-03