ミニレビュー

農薬はどう教えられているか[#]

宮川 恒*

京都大学農学研究科

(2016年11月20日受理)

How do people know what pesticides are?

Hisashi MIYAGAWA

Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kyoto 606–8502, Japan

Keywords: education, Wikipedia, risk communication.

1. はじめに

大学で農薬のことを授業で教える際に、学生に対して「知っている農薬の名前を挙げてください」というアンケートをおこなうことがしばしばある。ほとんどの学生の回答は「名前を知っている農薬はありません」である。たいていの場合、学生は農薬に対してネガティブなイメージを持っている（ただし最近では、別になんとも思わない（興味ない）というものも少なからずいる）。個々の農薬は知らないけれど、とにかく「集合名詞」としての農薬に悪いイメージをもっているということのようだ。

一方で、少数ながら必ず名前が出てくるのがDDTである。ダイオキシンというのもよく出てきて驚かされる。最近ではグリホセートも散見される。ラウンドアップが遺伝子組換えとの関連で紹介されるためとみられる。なぜこうなるのか興味を持ったので、今、農薬はどのように教えられているのかについて調べてみた。

2. 学習指導要領に見る農薬

文部科学省が示している学習指導要領で、内容に農薬が関連すると思われる部分を表1にまとめた。「農薬」という単語自体は、小学校から高校（普通科）まで出てこない。農業科の教科「作物」「野菜」などでは生産における栽培管理の中で「ポジティブリスト制度」が出てくるが、まずは農薬の役割を理解させるという記述がほしいところだ。

直接「農薬」とは書かれていないが、農薬の話が出てきそうなのが小学校の社会5年である。高校の化学でも日常生活や社会を支える化学物質として農薬が取り上げられておかしくない。高校の家庭科では、食事と健康に関連して農薬に触れる機会がありそうだ。

続いて実際に教科書の中で、どのように「農薬」が登場するのか見てみよう。

3. 教科書に見る農薬

3.1. 小学社会 5年

ここでは「私たちの食生活と食料生産」を学ぶために、まず米作りのさかんな地域を取り上げ、小学生が調べる形をとって実際にどのようなことがおこなわれ問題になっているのかを紹介される。参照した日本文教出版の平成27年度版³⁾では山形県庄内平野の地理的な条件が解説された後、

[#] 第41回大会シンポジウムを取りまとめた解説。

* 〒606-8502 京都市左京区北白川追分町

E-mail: miyagawa@kais.kyoto-u.ac.jp

© 日本農薬学会

表1. 学習指導要領に見る農薬と関連した記述^{1,2)}

教科	科目	内容	内容の取り扱い
小学校 社会	第5学年	<p>(2) 我が国の農業や水産業について、次のことを調査したり地図や地球儀、資料などを活用したりして調べ、それらは国民の食料を確保する重要な役割を果たしていることや自然環境と深いかかわりをもって営まれていることを考えるようにする。</p> <p>ア 様々な食料生産が国民の食生活を支えていること、食料の中には外国から輸入しているものがあること。</p> <p>イ 我が国の主な食料生産物の分布や土地利用の特色など</p> <p>ウ 食料生産に従事している人々の工夫や努力、生産地と消費地を結ぶ運輸などの働き</p>	<p>(2) 内容の(2)のウについては、農業や水産業の盛んな地域の具体的事例を通して調べることでし、稲作のほか、野菜、果物、畜産物、水産物などの生産の中から一つを取り上げるものとする。</p>
高校 理科	化学基礎	<p>(1) 化学と人間生活</p> <p>化学と人間生活とのかかわりについて関心を高め、化学が物質を対象とする科学であることや化学が人間生活に果たしている役割を理解させるとともに、観察、実験などを通して物質を探究する方法の基礎を身につけさせる。</p> <p>ア 化学と人間生活とのかかわり</p> <p>(イ) 人間生活の中の化学</p> <p>日常生活や社会を支える物質の利用とその製造の例を通して、化学に対する興味・関心を高めること。</p> <p>(イ) 化学とその役割</p> <p>日常生活や社会において物質が適切に使用されている例を通して、化学が果たしている役割を理解すること。</p>	<p>アの(ア)については、代表的な金属やプラスチックを扱うこと。その際、再利用にも触れること。</p> <p>(イ)については、洗剤や食品添加物など身近な例を扱うこと。その際、物質の性質や使用する量が有効性と危険性に関連していることにも触れること。</p>
	化学	<p>(4) 有機化合物の性質と利用</p> <p>有機化合物の性質や反応を観察、実験などを通して探究し、有機化合物の分類と特徴を理解させるとともに、それらを日常生活や社会と関連づけて考察できるようにする。</p> <p>イ 有機化合物と人間生活</p> <p>(ア) 有機化合物と人間生活</p> <p>有機化合物が、その特徴を活かして人間生活の中で利用されていることを理解すること。</p>	<p>イの(ア)については、アで取り上げた物質のほか、単糖類、二糖類、アミノ酸などを扱うこと。また、代表的な医薬品、染料、洗剤などの主な成分にも触れること。</p>
家庭	家庭基礎	<p>(2) 生活の自立及び消費と環境</p> <p>ア 食事と健康</p> <p>健康で安全な食生活を営むために必要な栄養、食品、調理及び食品衛生などの基礎的・基本的な知識と技術を習得させ、生涯を見通した食生活を営むことができるようにする。</p> <p>オ ライフスタイルと環境</p> <p>生活と環境とのかかわりについて理解させ、持続可能な社会を目指してライフスタイルを工夫し、主体的に行動できるようにする。</p>	<p>オについては、環境負荷の少ない衣食住の生活の工夫に重点を置くこと。</p>
	家庭総合	<p>(4) 生活の科学と環境</p> <p>ア 食生活の科学と文化</p> <p>栄養、食品、調理及び食品衛生などについて科学的に理解させ、食生活の文化に関心をもちたせるとともに、必要な知識と技術を習得して安全と環境に配慮し、主体的に食生活を営むことができるようにする。</p>	
農業	農業と環境	<p>(2) 農業生産の基礎</p> <p>イ 農業生物の栽培・飼育</p> <p>ウ 育成環境の要素</p>	<p>内容の(2)については、農業生物の育成に関するプロジェクト学習を通して、農業生物の育成と栽培・飼育環境を関連づけて理解させるとともに、科学的な見方と実践力を育てること。</p>
	作物	<p>(3) 作物の生産</p>	<p>内容の(3)については、品種の選定をはじめとする栽培計画、各生育段階の特性に応じた栽培管理、各生育段階の診断方法に基づく評価など作物の生産と経営について体系的に扱うこと。また、残留農薬のポジティブリスト制度の概要についても触れること。</p>
	野菜	<p>(3) 野菜の生産</p>	<p>内容の(3)については、野菜の作型の選定をはじめとする栽培計画、各生育段階の特性に応じた栽培管理、各生育段階の診断方法に基づく評価など野菜の生産と経営について体系的に扱うこと。また、残留農薬のポジティブリスト制度の概要についても触れること。</p>
	食品化学	<p>(5) 食品の衛生検査</p> <p>カ 農薬と食品</p>	<p>内容の(5)のカについては、残留農薬のポジティブリスト制度などにも触れ、食品の安全に応用する実践力を育てること。</p>

鶴岡市の押井さんの農事暦が示されている。5月中頃に田植えをして、除草剤をまく、8月に農薬散布をおこなうとあり、暦の隣にはミニヘリコプターによる散布の写真が添えられている。

本文には、押井さんの話として、米作りは丈夫な苗を育てることからはじまり、土づくりに力を入れていると記した後、「農薬についてもどうしても必要と考えられる場合にかぎり、与える時期や量に気をつけて使用しています」とあり、効能は述べられているもののむしろネガティブな印象を与えている。この後、圃場整備や品種改良の説明があり、「消費者が求める米作り」という節では、「できるだけ農薬や化学肥料を使わない米を買うようにしている」という人の話が出てくる。続きを引用すると「日本ではせまい農地で収穫量を増やすために、これまでたくさんの農薬や化学肥料が使われてきました。しかし農薬や化学肥料を使いすぎると、自然や人体へのえいきょうが出ることが心配されています。最近では、これらの使用をできるだけ減らし、たい肥などを使った米作りもおこなわれています。押井さんたちも、ふつうのさいばい方法と比べて、農薬や化学肥料の使用を半分以下にした米作りをしているそうだよ」。さらにこの隣にアイガモ農法の写真と「アイガモは雑草や害虫を食べるので農薬がいらず、さらにアイガモのふんがそのまま肥料になるので、化学肥料の量を減らすことができます」との説明が添えられている。

小学生はこのような形で、はじめて農薬のことを学ぶのである。思わず溜息が出てしまう。

3.2. 高校 化学

指導要領から見ると農薬のことが触れられていてもよいはずだが、文系向け「化学基礎」(平成25年)⁴⁾の「化学と人間生活」の章で取り上げられているのは、金属、プラスチック、セラミックス、セッケン、食品添加物である。なお食品添加物の項には言わずもがなの「食品添加物の中には、多量に摂取すると健康を害する可能性のあるものもあり、使用量が制限されたり、使用が禁止されたりしている」という説明がある(多量に摂取しても健康を害さないものがあれば教えてほしいものだ)。一方、理系向け「化学」(平成25年)⁵⁾では「有機化合物と人間生活」と題する章に「医薬品や洗剤と人間生活」という節が設けられている。ここで紹介されるのはアスピリン、サリチル酸メチル、ペニシリンなどの医薬品や合成洗剤、染料である。農薬は人間生活に利用されている有機化合物の代表的なものではないようだ。

3.3. 高校 家庭科

一般の高校生が履修する「家庭基礎」(平成28年度)⁶⁾の「これからの食生活を考える」という章で、日本の食料自給率が低く、輸入食品に大きく依存していることが述べられた

後、「食の安全と環境への配慮」という節で、「危険な物質を排除した安全な食べものを得ることで安心した食生活を送ることができる。安全な物を食べたいという消費者の要求に対し、農薬や化学肥料などの化学物質に頼らないで、自然界の力で生産された食品の生産が増えてきた」と書かれている。農薬は食の安全を脅かす物として位置づけられている。

3.4. 高校 農業と環境

一般にはあまり馴染みのないが農業科の科目ではあるが、教科書(平成25年度)⁷⁾中でどのように農薬が扱われているのかも見ておこう。第3章「栽培と飼育の基礎」の中に「作物をとりまく環境とその管理」として、作物に被害を与える生物と、作物保護に関する説明がある。当然、殺虫、殺菌、除草剤の使用について言及があるが、いずれの場合もそれらをうまく使いましょうというよりは、できるだけ使わない方がよいのだが、というニュアンスが感じられる。例えば「害虫からの作物の保護」の項では、まず抵抗性品種を選び、次に栽培方法の工夫(害虫の発生しやすい時期を避ける、天敵を利用する、対抗植物との輪作)による防除をおこなって、「大きな被害の広がりが予想される場合は薬剤を使用する」と説明される。また「薬剤の効果は大きい、人間や家畜、天敵、他の生物などにも影響を与えることがあるので(中略)十分留意しなければならない」という注意が付け加えられている。殺菌剤、除草剤の使用についても、薬剤を用いるのは病気が拡大しそうであると判断したときや、雑草の繁茂がはげしいときであり、予防的な使用には触れられていない。農業に関する実践的な能力を育てる科目の内容としては適正を欠くと言わざるを得ない。

4. 学校教育と農薬

小中高を通して「総合的な学習の時間」が設けられ、「横断的・総合的な学習や探求的な学習」がおこなわれている。ここで環境問題や遺伝子組換え作物が対象として取り上げられると、農薬のことを学ぶ機会があると思われるが、実態としてはよくわからない。

大学では、当然、農学系学部で農薬のことを解説する講義が開講されている。主な学生向けの教科書はいずれもやや古くなってきた⁸⁾。

表向きの科目名に「農薬」は見えないが、昆虫学、植物病理、食品衛生などの科目の中で取り上げられることも多い。筆者自身が担当している科目名も「生物有機化学」で、その中で代表的な農薬の化学と生化学を解説している。また合成農薬には弊害が多いのでより環境にやさしい作物保護法を考えよう、という文脈で構成される講義や授業も少なくない。実際、農薬は作物保護のツールとしてその有用性がかなり確立されたものなので、農薬に代わる防除法の探索は新しいものにチャレンジする研究のひとつの方向として当然あってよ

い。しかしそのような研究のキーワードは「無農薬」や「減農薬」になり、さきの文脈は研究費の申請書などで研究の意義をPRするために多用されることとなる。またその研究室に所属して論文の指導を受ける学生は、自らの研究の意義を同じ文脈で説明することを求められるようになる。結果として農学系といえども「農薬は悪いもの」という考えを持つ学生は多い。

農学系以外では、環境科学、生態学、食品・食料に関する社会科学などいわゆる教養科目の中でしばしば題材として取り上げられる。受講した学生は環境汚染や遺伝子組換えとの関連でいくつかの具体的な化合物の名前（例えばラウンドアップ）を知ることになるが、多くの場合、担当教員は農薬に対してネガティブなイメージを持っており、学生にはそのイメージが伝わる。また、英語購読の教材としてレイチェル・カーソンの「沈黙の春」が使用されることもあり、それでDDTのことを知ったという学生もいた。

5. 社会人・一般を対象とした農薬に関する教育

社会人・一般を対象とする教育活動には、農薬工業会が精力的に取り組んでいる。これについては別稿で述べられるので紹介を省く。また平成27年には消費者庁が食品に関するリスクコミュニケーションの一環として、「知ろう、考えよう、農薬のこと」を一般市民を対象に開催した⁹⁾。

一般に市民向けの啓発・教育イベントでは、個々の薬剤の名前はほとんど出てこず、「集合名詞としての農薬」の話になっている。何らかの場面で特定の農薬のことが話題になったときに、前提となっている登録制度や安全性確保の考え方と適切に結びつけて考えてくれるかどうか、やや心許ないところはある。

ころはある。

6. ウィキペディアと農薬

今日、農薬のことを知りたいと考えた人がまず調べるのはインターネットである。近年ではとりわけウィキペディアへの依存度が高まっており、筆者の周辺でも（筆者自身も！）知らない言葉に出会うとすぐにスマホで検索、ウィキの解説でとりあえず納得、という場面を頻繁に見る。

ではそのウィキペディアで農薬はどのように解説されているのだろう。

定義は「農薬とは、農業の効率化、あるいは農作物の保存に使用される薬剤の総称。殺菌剤（中略）等をいう。また、農薬取締法の上では、稲作で使うアイガモなどの生物も、害虫を駆除することから特定農薬として指定されている。虫害や病気の予防や対策、除虫や除草の簡素化、農作物の安定供給・長期保存を目的として、近代化された農業では大量に使用されている。一方、ヒトに対して毒性を示す農薬も多く知られており、使用できる物質は法律で制限されている」。おおむね妥当だが、「大量に使用」という言葉遣いや、すべての化学物質が多かれ少なかれ毒性を持つのにあえて最後の一文を加えているところを見ると、否定的な視点に立って書かれている印象を受ける。その後の説明の構成も表2の目次に示すとおりで、全体的にネガティブな雰囲気を漂わせている¹⁰⁾。

次に環境影響が取りざたされているネオニコチノイドを調べてみよう¹¹⁾。冒頭の説明を引用する。「ネオニコチノイドは、クロロニコチニル系殺虫剤の総称。（中略）急性毒性は低いとされているが、昆虫に選択的に毒性を発揮し、人など

表2. ウィキペディアに見る農薬に関連した項目の目次の比較

農薬 ¹⁰⁾		ネオニコチノイド（日本語版） ¹¹⁾		Neonicotinoid (English) ¹²⁾		Imidacloprid (English) ¹³⁾	
1	歴史	1	概要	1	History	1	Authorized uses
1.1	近代農薬	2	生態系への影響	2	Market	2	Application to trees
1.2	DDTと殺虫剤	2.1	ミツバチ大量死・失踪との関係	3	Agricultural usage	3	Background
1.3	除草剤	2.2	トンボ	3.1	Efficacy	4	Brand names
1.4	環境運動と農薬批判	3	各国の状況	3.2	Seed coatings	5	Biochemistry
2	日本の状況	4	種類	4	Regulation	6	Environmental fate
2.1	農薬取締法での定義	5	脚注	4.1	United States	7	Toxicology
3	製剤方法による分類	6	参考文献	4.2	Europe	7.1	Bees and other insects
4	生物農薬	7	関連項目	4.2.1	Economic impact	7.2	Birds
5	農薬の危険性と規制	8	外部リンク	4.3	Canada	7.3	Aquatic life
5.1	残留農薬			5	Mode of action	7.4	Plant life
5.2	生態系への影響			5.1	Basis of selectivity	8	Health impact
6	出典			6	Chemical properties	9	Overdosage
7	注釈・出典			7	Toxicity	10	See also
8	関連項目			7.1	Bees	11	References
9	外部リンク			7.2	Other wildlife	12	Sources
				8	References	13	External links
(最終更新 2016.11.05)		(最終更新 2016.09.20)		(最終更新 2016.11.01)		(最終更新 2016.11.11)	

*いずれも最終閲覧日 2016 年 11 月 14 日。

哺乳類には低濃度で単独使用した場合には比較的毒性が低いとされているが、有機リン系農薬と併用した場合には頭痛や湿疹、ADHD（注意欠陥多動性症候群）に似た症状が発生する可能性がある。複数の人間が編集に関わっていると見え、文に混乱が見られるし、因果関係が証明されていない毒性に関する記述は不適切だ（なお2017年1月20日の時点では改訂により「急性毒性」以下の部分は削除されている）。

さらに目次（表2）に示すように、内容は生態系への影響が大きな部分を占めている。作用メカニズムは概要の部分に説明があり、「ネオニコチノイドは（中略）「ニコチン性アセチルコリン受容体（AChR）」に結合し、神経を興奮させ続けることで昆虫を死に至らしめる。また、アセチルコリンは、昆虫のみならず、人でも神経伝達物質として自律神経系、神経筋接合部、中枢神経系において作用していることから、ネオニコチノイド系農薬のヒトの脳への影響、とりわけ胎児・小児など脆弱な発達中の脳への影響を懸念する意見もある」と、不安を煽る。ネオニコチノイドとは何だろうと調べにきた学生や一般人にこれで納得されるときわめて問題だ。しかし現実には、そういうことがかなりの頻度で起こっているのだろう。

これを英語版¹²⁾と比較してみると、大きなちがいに驚く。英文を抄訳すると「ネオニコチノイドは神経に作用する殺虫性化合物で、ニコチンに似た性質をもつ。シェルおよびバイエルによって開発が開始され、一連の類縁化合物の中でイミダクロプリドは世界で最も多く使われている殺虫剤である。鳥類や哺乳動物に対する毒性は、有機りん剤やカーバメート剤に比べて低い。1990年代後半から環境影響が議論になっており、ミツバチのコロニー崩壊などとの関連から、一部の国々である種のネオニコチノイドの使用が禁止されている」と辞書の説明としては、妥当だ。作用機構については項目が立っており、日本語版に比べてはるかに丁寧で適切な説明がある。さらに選択性のメカニズムも分子レベルに踏み込んで解説されている。

代表的化合物であるイミダクロプリドについては日本語版にまだ説明がないのに対し、英語版の説明は表2の目次に示すとおり充実している¹³⁾。

このように多くの人々が参照するであろうウィキペディアのネオニコチノイドやイミダクロプリドに関する説明には大きな問題がある。他の化合物についても同様の可能性は大いに考えられる。ウィキペディアの編集には誰でも参加できるので、当学会でタスクフォースを編成し、各項目を精査して改訂作業に取り組んではどうだろうか。今日のウィキペディアの影響力の大きさを考えると農薬の正しい理解の向上にとってかなり効果的ではないかと思う。

7. ま と め

以上、今、日本で農薬がどう教えられているかを見てきた

が、「ほとんど教えられていない」というのが結論のようだ。教えられる場合でも、一部の専門科目を除いて食品の安全性や環境影響が強調され、農薬は「使うべきではないもの」（あるいは効能は認めるが「使わないほうがよいもの」として扱われることが多い。その際の農薬は集合名詞であり概念である。個別の化合物にそれぞれ作用や毒性に特徴があることまで知る機会はないと言ってよい。

また作物生産に果たしている役割や貢献を考えると、農薬もひとつの立派な科学技術の発展の成果だと言えるのだが、化学の分野でも実際には無視に近い状況である。結果として、大部分の人々に農薬は単なる食品や環境の汚染物として認識されている。

それでは農薬のことをどう教えればいいのかだろうか？

やはりまずは、農薬を使わなければどうなるかをしっかり実感してもらうことだろう。農薬の効能は、①農作物の減収を防ぐ、②農作業の軽減、の2点に尽きる。これに関連するデータとして、①は(社)日本植物防疫協会がまとめた「病害虫と雑草による農産物の損失」¹⁴⁾、②は水稲作業の労働時間の推移（(財)日本植物成長調節剤研究会）があり、農林水産省¹⁵⁾や農薬工業会¹⁶⁾のHPをはじめ広く用いられている。

しかし逆に言えばこれだけしかなく、負の影響を危惧するデータがたくさんあるのと対照的だ。またいずれも学術雑誌に掲載されたものではなく、データとしては弱いのを否めない。今後もっと様々な角度から農薬の効能を示すデータを収集、整理する必要があるように思う。多く実施されている薬剤の圃場試験の結果は、個々の剤の効果のみならずもっと広く農薬の効果をPRするために利用されてよい。農薬学会誌には「技術資料」の区分があり、活用が望まれる。

次に重要なのが、農薬登録の仕組みとリスク管理体制についてわかりやすく説明し、納得してもらうことだろう。現在の農薬は完璧ではないかもしれないが、安全性はチェックされ、効果を発揮しながらも防除対象生物以外への影響は最小になるように使用法が定められた上で実用に供されていることはぜひ理解されてほしいものだ。これをいかに効果的にこなうかについて、次稿で巢山弘介氏（島根大学）がご自身のアプローチを交えて解説されている。筆者はそのアプローチに大いに感銘を受け自分の講義にも取り入れているのでこの議論はそちらに譲り、より正しい情報が多くの人に伝わる仕組みが今後も整備されていくことを祈って稿を閉じる。

引用文献

- 1) http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/syo/sya.htm#5gakunen
- 2) http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/kou/kou.pdf
- 3) 小学社会5年上、日本文教出版、pp. 48-69, 2015.

- 4) 井口洋夫, 木下 實: 化学基礎, 実教出版, pp. 6–15, 2013.
- 5) 井口洋夫, 木下 實: 化学, 実教出版, pp. 299–302, 2013.
- 6) 家庭基礎, 実教出版, pp. 114–116, 2016.
- 7) 農業と環境 第3章, 実教出版, 2013.
- 8a) 山下恭平, 水谷純也, 藤田稔夫, 丸茂晋吾, 江藤守総, 高橋信孝: 新版 農業の科学, 文永堂出版, 1996.
- 8b) 佐藤仁彦, 宮本 徹: 農薬学, 朝倉書店, 2003.
- 8c) 桑野栄一, 首藤義博, 田村廣人: 農業の科学—生物制御と植物保護, 朝倉出版, 2004.
- 9) http://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_safety/food_safety/risk_commu_agricultural_chemicals.html
- 10) <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E8%BE%B2%E8%96%AC>
- 11) <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%8D%E3%82%AA%E3%83%8B%E3%82%B3%E3%83%81%E3%83%8E%E3%82%A4%E3%83%89>

- 12) <https://en.wikipedia.org/wiki/Neonicotinoid>
- 13) <https://en.wikipedia.org/wiki/Imidacloprid>
- 14) http://www.jppe.or.jp/tecinfo/data/sonsitsu_2008.pdf
- 15) http://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_tisiki/tisiki.html
- 16) http://www.jcpa.or.jp/qa/a6_18.html

URL上の資料はいずれも2016年11月11日閲覧.

略 歴

宮川 恒 (みやがわ ひさし)

生年月日: 昭和32年6月27日

最終学歴: 京都大学大学院農学研究科農芸化学専攻修士課程

研究テーマ: 植物二次代謝成分の生合成・代謝

趣味: 酒類賞味, 名曲鑑賞, 野球とラグビー観戦