

農薬の安全性と科学の不定性 (その1)

農薬用マスク・保護具研究会
内田 又左衛門

背景

農薬は安全性評価を経て登録される制度になっている。その評価は基本的にリスク評価に基づいており、最近では農薬使用者の暴露影響も簡易なリスク評価からより精緻化したものになった。これまで登録時にリスク評価されていた人の健康（食品、飲料水からの暴露）及び水域の生活環境動植物への影響に加えて、今後は農薬使用者や陸域の生活環境動植物（鳥類、野生ハナバチ類等）への影響等についても評価される。登録農薬は「受容できないリスク」がない状態になっているが、中にはリスク低減策を含む場合もある。農薬使用者を例にとれば、マスク、手袋、防除衣などの防護装備を着用して許容できれば良いという考え方である。リスク低減策を講じてもおお「残留するリスク」がある時には使用上の注意として情報提供、現場での対応になる。農薬使用者の責務は、「農薬を使用する者が遵守すべき基準を定める省令」九か条の通り多岐にわたり、それゆえ国や都道府県等による農薬使用者への助言、指導、援助の制度もある。また2018年の農薬取締法改正で再評価制度が導入され、既登録農薬も含めて最新の科学的知見に基づき安全性等の評価を定期的（原則15年）に行うことになった。

科学は進化システムで、次々と新しい知見が発表される。登録時に評価された農薬についても、時折、新知見や

異論等が出てくる。その内容が、新たなハザードやリスクの可能性を指摘する場合もあり、その結果、時には、結論が定まらない状態「科学の不定性」となることもある。その時、とかくマスコミは不安を煽るような報道をする。これは、更にSNS等で二次拡散し、一般市民の不安の広がりになったりする。方法論的あるいは科学的に間違っている場合は、明確に否定することはできるが、そうでない場合は、科学的な検証や判断が必要となる。結論が出れば良いが、出なくても、次の政策的な判断が必要になる。

この様な状況で、我々はどう考え、行動すべきなのか。ポイントは2つあると考える。一つは「用語の定義」と「安全性やリスク等の規定」で、正しい用語や意味付けで考えることである。もう一つは、新たな実験事実や異論、即ち「科学の不定性」に対応する姿勢である。すなわち、実験事実（ファクト）は先ず受け止めた上で、科学的に対応することである。できない場合には、新たなファクトに関する政策的判断を仰ぐべきではないかと考える。以下、順次説明する。

1. 定義と指針「安全性とリスクについて」

定義や指針等に則らないと、共通認識は得られない。当然、議論も噛み合わない。「安全」の定義や指針として、JIS規格「安全側面—規格への導入指針」Z 8051：2015 (ISO/IEC

Guide 51：2014)がある（向殿政男ら2021）。この指針は、元来、機械類に対して考案されたものであるが、他の分野でも用いることが推奨されている。これによれば、「安全」とは意図した使用は勿論のこと、合理的に予見可能な誤使用も含めて、すべてのライフサイクル段階において、「受容できないリスクがないこと」である。

農薬の場合、合理的に予見可能な誤使用には何があるか？FAOの「Code of Conduct（行動規範）」冊子（図-1）の中にある例として：一つの農薬製品名（a single brand name）で、異なる有効成分あるいは混合剤を同時に販売しない（11.2.4）、また、農薬は飲料用ボトル等へ移し替えないように政府は禁止措置や厳格な罰則を科す（10.4）といったものがある。これらは、過去の事故例等から合理的に予見

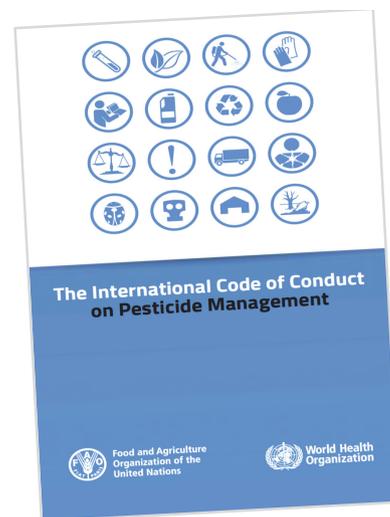


図-1 FAO「農薬 Code of Conduct」冊子 (FAO 2014)



図-2 リスク低減策 (Three Step Method)

る。農業の研究開発でも、リスク設計は最も重要なことのひとつだと考える。

製品のリスク設計におけるリスク低減は、「本質安全」、「制御安全（保護装置等）」、「安全上の情報」の三段階 (Three Step Method) である。しかも、この順序で、実施すべきだとしている (図-2)。合理的に予見可能な誤使用等に対しては「フェールセーフ」を、また、文字が読めない外国人、内容が理解できない子供等に対しては「フルプルーフ」等で本質安全から追求することが推奨されている。「本質安全」が確保できず、下位の「制御安全」や「安全上の情報や注意」が必要な時は、その製品を「安全」というべきでないとしている。それが、新たなリスクとなるためである。安全ではないので保護具着用や注意を遵守するのである。自動停止させても落下するような無人航空機では本質安全は無理である。したがって、ドローンによる農業散布等では、自動化等で次段階の安全を追求しているが、機械や制御系 AI 等は老朽化が避けられず、必ず故障や不具合になると考えるべきである。すなわち、性能や品質保証の他、メンテナンスや定期的更新が必要で、それらのルール化も要ることになる。

ある農業を例に考える (図-3)。この農業の含量が 50% とすると、すな

できる誤使用である「農業の間違い」や「誤飲事故」を未然に避けるためであろう。他にも、それぞれの製品ライフサイクルに即して拾い出して対策することが必要になる。

また、この安全側面の指針には、「安全」及び「安全な」という用語の使用に関する規定もある：一般社会では、しばしば「安全」という用語は、全てのハザードから守られている状態と理解されている。しかし、正しくは、安全とは、危害を引き起こすおそれがあると思われるハザードから守られている状態をいう。製品又はシステムには、あるレベルのリスクが内在している。したがって、「安全」及び「安全な」という用語は、特に有益なその他の情報を伝えない場合には、形容詞としての使用は避けることが望ましい。さらに、「安全」及び「安全な」の用語はリスクがないことを保証していると誤解されやすいので、可能な限り目的を示す用語に置き換えることが望ましい。例として、「安全ヘルメット」でなく「保護ヘルメット」、「安全インピーダンス装置」でなく「保護インピーダンス装置」、「安全床材」でなく「滑りにくい床材」を挙げている。

農業でも、用語「安全」及び「安全な」はラベルや広告等に使用しないことになるのか？ FAO 「Code of Conduct」の 11.2.8 には、「安全、毒でない、有害でない、有毒でない、あるいは、環境に優しい」等とラベルや他の広告物に書いてはいけないと規定している。その農業を正しく使う場合と言おうが

言うまいが関係なく「安全」等とは言わないとしている。「安全」、その形容詞「安全な」は、余り深く考えずに使用されているが、実際はガイドライン通り注意深く使用するようにしなければならない。この FAO の冊子には、政府や農業会社等が遵守すべき内容がまとめられており、農業関係で仕事をする人々の必読書であると考ええる。

2. リスク評価と低減策 (Three Step Method について)

上記 JIS 規格「安全側面」(JIS Z8051 2015) によれば、リスク (risk) とは危害 (ハザード) の発生確率及びその危害の度合いの組合せである。発生確率には、ハザードへの暴露、危険事象の発生、及び危害の回避又は制限の可能性を含む。農業はハザードで、それへの暴露として捉えると農業のリスクが理解し易い。リスク評価 (risk evaluation) とは許容可能なリスクの範囲に抑えられたかを判定するためのリスク分析に基づく手続である。リスク低減策 (risk reduction measure)、保護方策 (protective measure) とは、ハザードを除去するか、又はリスクを低減させるための手段又は行為である。例としては、本質的安全設計、保護装置、個人用保護具、使用及び取付けのための情報、作業の組織、訓練、保護器具の利用、監視等が挙げられている。一般論で書かれているが、農業のリスク評価やリスク低減策も同様に行われているものと見ることができ

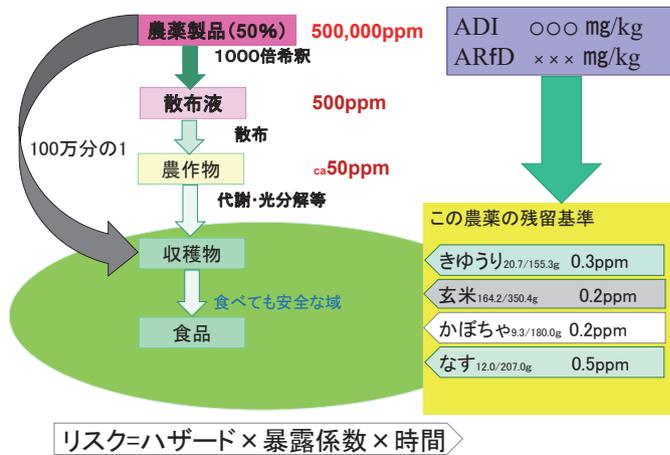


図-3 農薬（殺虫剤の例）使用のリスク

わち 50 万 ppm になる。1 千倍希釈した散布液は 500ppm で、これを散布した作物では 1 オーダー程度低い 50ppm くらい、もちろん作物の状態等で変わる。そして、収穫時には 0.2～0.5ppm（残留基準）あるいはそれ以下の食べても安全な濃度レベルになる。農薬のハザードは、そしてリスクも、濃度に比例する。したがって、農薬使用のリスクは、図-3 のリスクの式を用いて、段階ごとに考えなければならない。一般市民からの質問「農薬は安全ですか？」に対して、どの段階かを特定することなく、不用意な回答は誤解や混乱を招く。散布液調製までは 50 万 ppm でハザードが最大である。だから、短時間とは言え、間違っても暴露しないように必要な防護装備の正しい着用と共に、最大の注意が必要になる。希釈すると、量は増えるが、ハザードは千分の一になる。これを散布する時は、暴露リスクは随分小さくなっている。しかし、作業時間が長くなると暴露量は積分されていく。散布では、暴露を小さくすると共に、時間を短くすることも重要になる。このように、各段階の暴露リスクは量的にも質的にも異なり、したがって対応も異なる。実際の作業を想定して各段階でリスクを見積もり、しっかりと低減策

を講じて、許容できるレベル以下にすることが必要になる。各段階の異なるリスクは合算すると本質を見失い、的確な対策が難しくなることにも留意が必要であろう。

図-3 の例のように収穫物に残留する農薬のレベルは、百万分の一あるいはそれ以下の残留基準以下となり食べても大丈夫になる。しかし、不適正な使用（適用作物、使用量、希釈倍率、使用時期、使用回数、使用方法の間違い等）をすれば、その結果として残留基準を超過する恐れがある。残留基準を超過した収穫物は流通・販売できないので注意が必要である。

2018 年の農薬取締法改正で今では、農薬使用者暴露と影響のより精緻化したリスク評価が、新規や再評価化合物において実施されている。調製段階と使用段階を区別して、調製段階では剤型ごとに、使用段階では作物・使用方法ごとに、それぞれ使用者への暴露量を求め、合計の暴露量が許容レベルである農薬使用者暴露許容量（AOEL）及び急性農薬使用者暴露許容量（AAOEL）を超えないようにリスク管理される。超えなければ、防護装備なしで使用できる。超える時には、防護装備の着用等で暴露量の低減を実施し、許容レベル以下になれば

使用できることになる。その場合、必要となった防護装備の着用はラベルに記載、使用者に伝えられる。先に述べたように、防護装備を必要とする農薬は、用語「安全」は使用しないように留意する。

FAO「Code of Conduct」(3.6)には、「必要な防護装備の使用が不快である (uncomfortable)、高価、容易に入手できないといった場合には、その農薬は避ける」と書かれている。特に、「高温地域の小規模農家や農業労働者への配慮」が必要だという。米国カリフォルニア州の例では、日中 80°F (≒ 26.7°C) あるいは夜間 85°F (≒ 29.4°C) を超える時は、熱中症 (heat stress) のリスクが有意になるので、全身防除衣を着用した作業をさせてはならないとしており、解決策としては高リスクの調製作業において、自動希釈装置を使うといった指導もある (Thongsinthusak and Frank 2007)。FAO Code of Conduct には別途「Guidelines for personal protection when handling and applying pesticides」(FAO 2020) もあり、FAO ホームページ (<https://www.who.int/publications/i/item/9789240000223>) から入手できるので参考にして欲しい。

中央労働災害防止協会ではリスク低減策 Three Step Method である「本質安全設計」、「保護装置・防護」、「安全上の情報」を、機械等の場合だと思われるが、それぞれ緑色の枠のように例示している (図-4)。農薬の場合 (灰

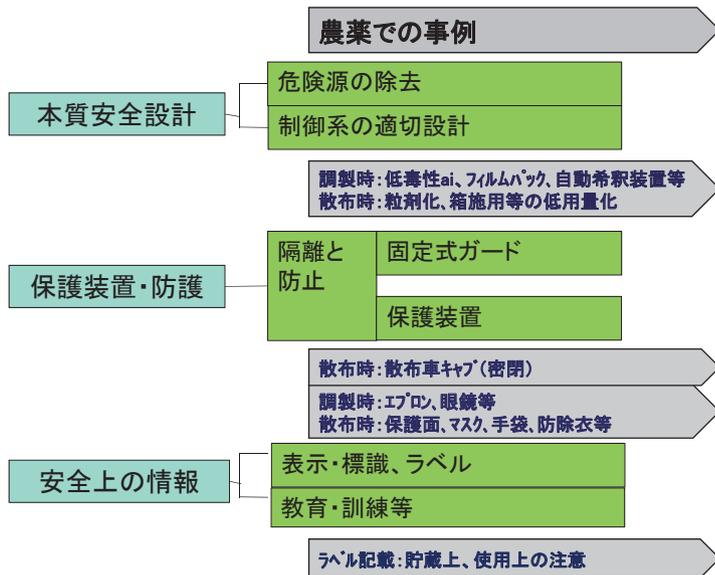


図-4 リスク低減方策の種類と農業での事例
(中央労働災害防止協会資料を改変)

色の枠), ぴったりとはあてはまらないが, これまでの農業のリスク低減実績を整理し対応させると, それぞれの意義がよく理解できる。製剤のフィルムパックや米国等で高リスク農業に使用されている自動希釈装置等は, 「本質安全設計」に該当するように考える。粒剤化や箱施用技術, 製剤の低毒性化や散布量の少量化等も本質設計に該当すると考えられる。低毒性原体も, その程度によるが, これに該当するのかもしれない。「保護装置・防護」としては, 密閉型キャブ(運転席)付きの散布車は直接暴露を回避できる。また, 保護面, マスク, 手袋, 防除衣等は効果的に暴露量を低減でき, 保護装置に該当する。

ところで, 散布車の密閉型キャブには欧米では厳格な指導がある。内部は陽圧で, 空調は高性能フィルター付き, また乗車時には農業製品や使用済あるいは使用中の防護装備等は一切持ち込まない等である。一度室内を汚染

させると, その後の暴露が無視できないという意味であろう。

最後の, 「安全上の情報」は, 表示, 標識, ラベルと, 教育・訓練等が該当する。使用の段階でも, 様々な対策が考えられ, 農業と現場に適した低減策が必要となり, それぞれに即したリスク低減対策を考えることになる。

リスクは大きいものから順に対策して低減するが, ゼロにはできない。設計後にも残るリスクは, 必ず存在するもので, 必要な情報は使用者に提供される。農業使用者への情報提供手段には農業製品ラベルと SDS(安全データシート)等があり, 「安全上の情報」も提供されている。農業使用ではラベル記載事項がすべてであり, PL 法対応として「ラベルをよく読む, 記載以外には使用しない, 小児の手の届く所には置かない」と言った記載もなされている。

農業取締法第 27 条では「農業使用者は農業の安全かつ適正な使用の知識

と理解を深めるべく努めるとともに指導を受けるように努める旨」が規定され, また同第 28 条では「農林水産大臣, 環境大臣及び都道府県知事は情報提供, 助言, 指導, 援助を行うように努める」と規定され, ラベル内容の理解と遵守に向けた指導・援助等が実施されている。他にも農業メーカーの情報提供や都道府県等の防除指針や農業管理士指導研修等もある。対応が必要な安全情報は, 以上の中で農業使用者にすべて伝達されることになっている。

参考文献等

- FAO 2014, “The International Code of Conduct on Pesticide Management”(FAO)
- FAO 2020, “Guidelines for Personal Protection When Handling and Applying Pesticides”(FAO)
- ISO/IEC Guide51 2014, “Safety Aspects Guideline for Their Inclusion in Standards (ISO)
- JIS Z8051 2015, 「安全側面 - 規格への導入指針」JIS ハンドブック (日本規格協会)
- 向殿政男ら 2021, 「安全四学 - 安全・安心・ウェルビーイングな社会の実現に向けて」(日本規格協会)
- Thongsinthusak, T and Frank, J.P 2007, “Developing Pesticide Exposure Mitigation Strategies” in “Assessing Exposures and Reducing Risks to People from the Use of Pesticides”(ACS Symposium Series 951) ed. By Krieger, R.I. et al. (American Chemical Society) pp.98-110.