

1. はじめに

農薬は、農作物の安定供給のためには不可欠なものだが、農作物という食品になり得るものに散布する、また、意図的に使用され、環境中に放出されるため、ヒトや環境生物に対して有害な作用を及ぼすおそれがある。そのため、化学物質の中で最も厳しい安全性審査が求められている資材の一つであり、その登録制度についても、最新の科学的知見に基づき不断に見直すことが必要である。

農林水産省は、平成 21 年 9 月に策定した「我が国における農薬登録制度上の課題と対応方針」に基づき、良質で安全な食料を将来にわたって消費者に安定的に供給していくために、①科学的な情報・知見・データに基づき、リスクの程度を考慮した方針・施策の決定、②Codex や OECD などの国際的な原則・ルール作りへの参画と国際基準等と国内制度との調和、③消費者、生産者、農薬製造者などの利害関係者との意見交換による透明性を確保した施策の決定を基本原則として「農薬行政の刷新」に取り組んでいる (http://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_sassin/index.html)。農薬登録における作業者安全性の評価の見直しもその課題の一つである。

農薬作業者への安全性はその毒性と、作業者がどの程度暴露するのかを考慮して評価することが必要であり、欧米等においては、新規の農薬登録時に AOEL (Acceptable Operator Exposure Level) のような食品以外からの暴露によるリスクを評価するための毒性指標を設定し、農薬散布者、散布後に農園で作業する人等への暴露量を算出し、上記毒性指標と比較することで農薬作業者への安全性評価を行っている。その際に各国あるいは各エリアの使用方法に基づいて農薬を使用した場合の暴露量の調査結果をデータベース化し、それを利用したモデルによる暴露量の算出が一般的に行われている。このような状況を踏まえて、我が国においても現在の我が国の実態に合った作業者安全性に係るリスク評価法の確立、および、これに対応したデータ要求、リスク評価体制について検討を進めている。

The Current Risk Assessment and Risk Management for Operators and On-Going Approach for its Refinement in Japan

Miki Matsui (Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan)

Operator safety assessment for the registration of new pesticides in Japan currently depends for the most part on hazard assessment. JMAFF plans to improve the assessment by incorporating a model to estimate the level of systemic exposure arising from representative use patterns. In order to generate exposure data to be fed into this model, a study has been conducted to measure levels of dermal and inhalational exposure during preparation, loading and application of pesticides in accordance with the OECD guidance since 2010. The present study is expected to provide data under unique exposure scenarios in Japan, which is characterized by spraying of pesticides diluted in a high volume of water (600 - 7000 L/ha) and specific application techniques tailored for paddy fields. Measurements are repeated for a given combination of application device, formulation type and crop type in order to obtain realistic estimates. The effect of personal protective equipment was also investigated.

2. 現行の農薬登録における作業安全性評価とその問題点

現在、新規農薬の登録の際には、農薬取締法第2条2項4号に基づき「人畜に有毒な農薬についてはその旨及び解毒方法」の一つの項目として作業への安全性を審査し、使用上の注意事項を定めた上で登録している。基本的には、農薬をその急性の毒性指標（急性毒性試験の半数致死量 LD₅₀ 値、眼および皮膚への刺激性、皮膚感作性）を元に分類し、必要な防護装備（マスク、保護眼鏡、手袋、防除衣の装着等）を使用上の注意事項として規定している。合わせて暴露量も考慮した簡易なリスク評価も実施しているが、①実態としてほとんどの注意事項が急性毒性に基づいて付されておりハザード中心の評価になっていること、②リスク評価に当たり現在用いられている毒性指標は急性あるいは一部の長期毒性試験の無作用量であり、農薬作業者の安全性を評価するという観点からの適正化が必要、③暴露量についても 1980 年代に実施した暴露量調査データベースから求めた係数に農薬の製剤濃度と希釈倍数を考慮して算出しており、この 30 年間で新たな使用方法、散布機、散布器具が導入されたことを考慮し、それを反映した使用方法での暴露量に基づいた新たなデータベースを作成する必要がある等の課題がある。

3. 作業への暴露量調査

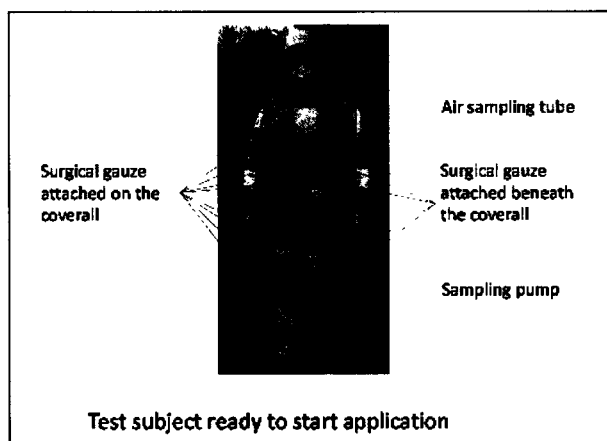
このような状況を受けて、農水省では 2010 年から、我が国での使用実態を反映した農薬作業への暴露量算出モデルを作成するためのデータを得るために、農薬の調製および散布作業時における吸入および経皮暴露量を測定する調査を実施中。本発表では昨年度までに得られた結果を中心にご紹介する。

(ア) 方法

調製作業での暴露量調査では、調製作業が異なる代表的な 2 種の製剤、すなわち、固形製剤（粉剤、DL 粉剤、粒剤）および液体製剤（水和剤、乳剤、フロワブル）のそれぞれについて調製作業を設定した。作業中には手に手袋を装着し、作業後に手袋に付着した農薬量を測定。薬剤タンクに投入した農薬量に対して何%に暴露したかを算出することにより、手からの経皮暴露量を推定した。呼気からの吸入暴露量は、シリカゲルを充填した吸引カラムを口元に取り付け、作業の間に携帯式ミニポンプで口元付近の大気を収集、吸着された農薬を定量し、薬剤タンクに投入した農薬量に対して何%に暴露したかを算出することにより推定した。

散布作業での暴露量調査では、作業への暴露評価という観点から、次ページの表 1 に示すような多様な散布作業を類型化して代表となりうる作物や散布法を取り上げ、それぞれについて標準的な作業規模を考慮した 13 のシナリオを策定し、暴露調査を行った。施設栽培や乗用散布機が汎用されている分野ではそれをシナリオに加えた。

散布作業における経皮暴露量は OECD ガイダンスに準拠し、パッチ法により測定した。右図に示すように作業者は標準的な作業衣を着用し、その内側と外側に 10cm 角のガーゼパッチを装着した。体の



Tab.1 The following 13 scenarios were provided in the study as representative application patterns in Japan.

Crop type	field	application technique		formulation type	Application rate/volume
Rice in paddy field	outdoor	Hand held	hose nozzle	DL dust (Low drift dust)	40 kg
		Hand held	hose nozzle	Micro granule fine	26-40 kg
		Hand held	single nozzle	Granule	26-30 kg
		Hand held	single nozzle	Liquid (EC/SC/WP)	1200-1500 L/ha
Vegetable, high ex: tomato, cucumber	indoor	Hand held	single nozzle	Liquid (EC/SC/WP)	2100-3000 L/ha
Vegetable, low ex: cabbage	outdoor	Hand held	single nozzle	Liquid (EC/SC/WP)	1900-2500 L/ha
	outdoor	Tractor operator	boom - hydraulic nozzles	Liquid (EC/SC/WP)	1000-2000 L/ha
	indoor	Hand held	single nozzle	Liquid (EC/SC/WP)	1400-2300 L/ha
Tree fruit, high ex: apple, peach	outdoor	Hand held	single nozzle	Liquid (EC/SC/WP)	2700-6000 L/ha
	outdoor	Tractor operator	air assisted - rotary disc atomisers	Liquid (EC/SC/WP)	2500-5100 L/ha
Fruit, flat canopy ex: grape, pear	outdoor	Hand held	single nozzle	Liquid (EC/SC/WP)	2400-4000 L/ha
	outdoor	Tractor operator	air assisted - rotary disc atomisers	Liquid (EC/SC/WP)	1400-3500 L/ha
Turf	outdoor	Hand held	single nozzle	Liquid (EC/SC/WP)	5000-20000 L/ha

各部位に装着したパッチに、散布した農薬の何%が付着するかを求め、各部位の表面積に基づき、その部位の暴露量に換算し、すべての部位について合算して身体全体の経皮吸収量を推定した。作業衣により、どの程度暴露量が低減するかを見積もるため、内側のパッチへの浸透量も調査した。手への暴露量は調製作業と同様に手袋への農薬付着量を測定することにより算出した。不浸透性防除衣等の防護装備を装着した場合の浸透量も調査し、作業衣や防護装備による暴露軽減率を推定した。

吸入暴露量は、シリカゲルを充填した吸引カラムを口元に取り付け、散布作業の間、携帯式ミニポンプで口元付近の大気を収集し、吸着された農薬を定量することにより、測定の間は何%が体内に吸入されるかを調査し、想定される1日の呼吸量に基づき、吸入暴露量を推定した。

(イ) 結果

各製剤の調製作業時における手への暴露率および吸入暴露率を調製に用いた総薬液量に対する%で算出し、それぞれ図1および図2に示した。

それぞれの製剤を調製した際の暴露率の最高値(—)、最低値(×)、80%タイル値(■)、中央値(▲)を示した。各製剤における暴露率は個体差が大きかったが、以下のような傾向が認められた。固形製剤、液体製剤ともに手への暴露率は吸入からの暴露率に比べ約1000倍高く、調製作業においては手からの経皮暴露が主であった。手への暴露率は液剤調製時が高

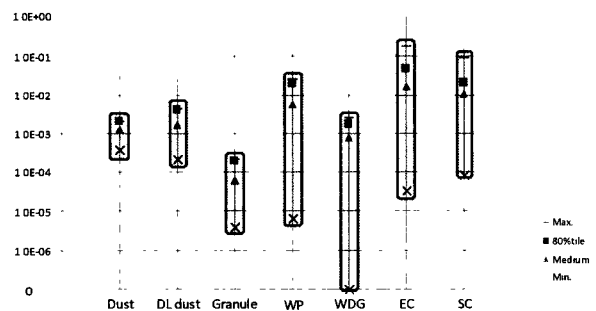


Fig. 1 The dermal exposure level on hands of an operator during mixing/loading of a pesticide

く、吸入による暴露は固形製剤の調製時の方が高い傾向が認められた。

これは液剤調製の方が手順として農薬製剤に触れる可能性が高いこと、吸入については固形製剤の粉立ちによるものと予想している。

想定した 13 のシナリオにしたがって農薬を散布した時の経皮暴露量の結果を図 3 に示した。手への暴露量を赤で、手を除く全身への暴露量を青で、それぞれ総散布量に対する%で示した。散布作業時においても経皮からの暴露率は高く、吸入からの暴露率（データ未提示）の約 100 倍であった。それぞれの散布シナリオでの 80% タイル値（■）を比較すると両手への暴露は他の身体部位への総暴露量とほぼ同等であり、散布作業時においても手への暴露を考慮することの重要性が認められた。シナリオ間で比較すれば、露地平面野菜と棚果樹への散布作業において高い暴露が認められた。吸入からの暴露率については施設栽培や棚果樹のような閉鎖的な条件で高くなる傾向が認められた。

標準的な作業衣、軍手、布製の靴を装着した場合には一定の効果的な暴露量の低減が認められた。例数は少ないが、代表的な防護装備（マスク、不浸透性防除衣、ゴム製手袋、ゴム製長靴）により高い低減率が認められた。

4. 今後の方針

本暴露量調査は 2015 年まで実施し、その結果を基に代表的な使用方法のシナリオごとに作業員への暴露量を見積もるモデルの構築を進める予定。新しい作業員安全性評価のイメージを右図に示した。リスクベースでの作業員安全性評価の導入に向けて、モデルによる算出も含めた作業員への暴露量の見積もり、暴露量とのリスク評価に用いる毒性指標（AOEL）の導入と評価体制の整備、データ要求の整備と必要なガイドラインの導入等を関係者と意見交換をしながら進めていく。

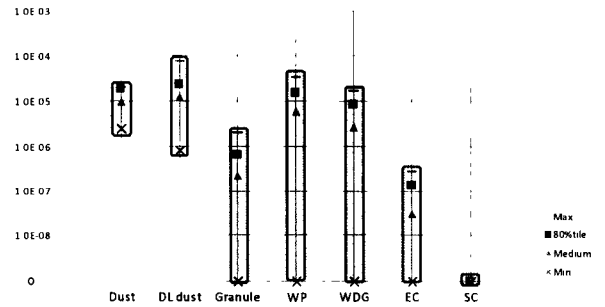


Fig. 2 The inhalation exposure of an operator during mixing/loading of a pesticide

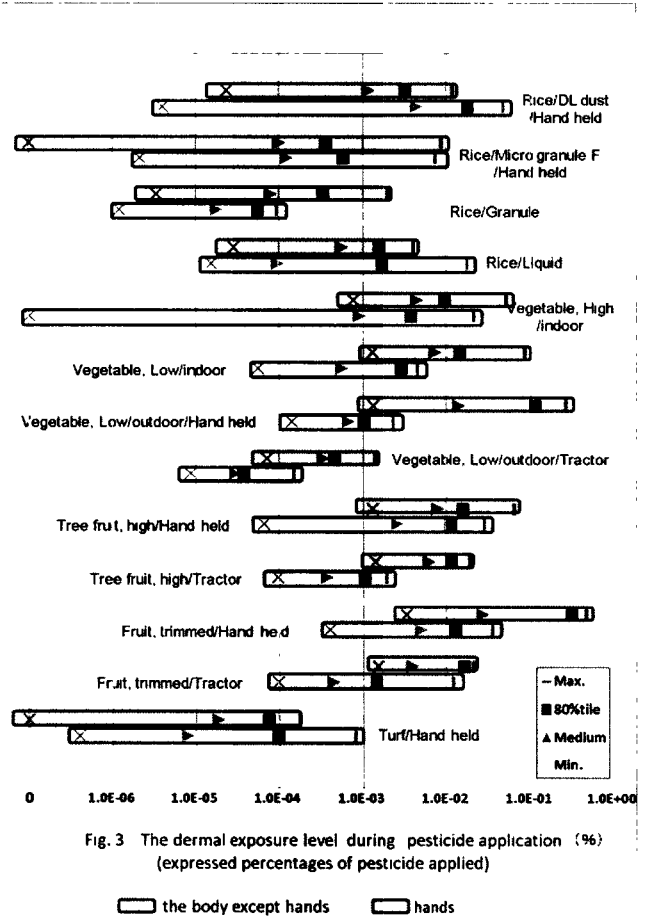


Fig. 3 The dermal exposure level during pesticide application (%)(expressed percentages of pesticide applied)

