

〈特集：食品への安全性〉

## 食品の安全性評価 —— 農薬に着目して ——

斎藤 行生

(国立衛生試験所食品部)

### 1. はじめに

最近の統計によると、わが国は年間二千万トン以上にのぼる食品を輸入している。この値をエネルギーベースで換算すると国民一人あたりの食品消費量の約50%は輸入食品に依存していることになる。そこで近年輸入食品の安全性に関して高い関心がよせられており、特に収穫後に使用される農薬（ポストハーベストに使用される農薬）の食品残留に関しては消費者により強い懸念が示されている。

以下に、農作物中の残留農薬の安全性、国際機関による一日許容摂取量等の設定手続き、モニタリングによる農作物検査及び食品経由の農薬摂取量、並びに生体試料によるモニタリングについて紹介し輸入食品の安全性について考えてみたい。

### 2. わが国における農作物残留農薬の安全性

農薬には安全性、農薬としての有効性及び生態系への非残留性等が求められる。これらの要件を満たす為に、わが国においては、農林水産省、厚生省及び環境庁の三省庁が互に協力しつつ登録申請された農薬に対して厳しい検査と審査を行っている。農林水産省では農薬検査所で当該農薬の化学的検査、生化学的検査、薬効、薬害などの生物学的検査、毒性試験、残留性試験、魚毒試験等を行っている。厚生省では、安全性、残留性について審査を行い、一日許容摂取量(ADI)を設定する。ADIの設定に際して少なくとも次の試験成績が提出される。

吸収、生体内分布、代謝、排泄  
急性毒性試験（経口、経皮、吸入）  
亜急性毒性試験  
慢性／発がん性試験  
繁殖性試験

### 催奇形性試験

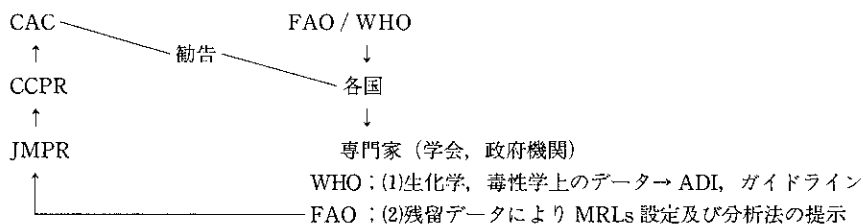
### 変異原性試験

そのほか、農薬によっては代謝物に関する毒性試験、皮膚感作性試験、遅発性神経毒性試験などが行われその成績が提出される。更にこれらのデータから動物に対して健康上まったく影響のない量、即ち無影響量(NOEL)が決定される。この際、国際機関でADIがすでに決定されていれば、その値も考慮される。

一方、環境庁では環境保全の立場から審査を行い、ADIや残留試験の結果を用いて登録保留基準に抵触する場合には当該農薬は農薬として認められないことになる。1990年現在、約300の農薬について登録保留基準が定められている。農薬がいったん登録されても、その後、その農薬の安全性、残留性等に問題が生じた場合には、農林大臣は農業資材審議会に諮問し、登録を取り消すことができる。このように農薬ができるまでには、現代の最高の科学情報と科学技術を用いてその農薬の毒性が正しく評価されている。従って、農薬は正しい使い方を守っていれば、安全性が脅かされることはないと考えられる。そこで、農薬の使用者が農薬を使用する際に守らなければならない安全使用基準が農薬取締法（第十二条）に定められている。この使用基準は、使用者が守ることが望ましい基準であり、法的強制力はないがこの基準に適った使い方により農薬残留基準以上の基準に反した使い方をした結果、残留基準値を越えた農薬を含有する農作物は取去される。農作物の安全性を確保するための要件は、先ず1)基準値の設定及びその順守、次に2)モニタリングによる農作物の検査、そして3)食品経由の農薬摂取量調査である。

### 3. 国際機関による一日許容摂取量等の設定手続き

品質の優れた農作物の安定供給とその円滑な流通と



CCPR: Ca.40カ国, FAO, WHO, GIFAP (世界農薬工業連盟)

- CCPR: ステップ1~3: 基準設定申請受付及び基準案に対する各国へのコメント依頼  
 ステップ4: 回答中のコメントの検討及び基準案の改正  
 ステップ5: 基準案の提示, 基準案が経済上の利益を生むという示唆に関しては適切な検討が行なわれる。  
 ステップ6: 基準案の提示とコメント依頼  
 ステップ7: コメントの回収と検討及び改正  
 ステップ8: 基準の設定を前提として案についての検討  
 ステップ9: 基準の受諾, 公表  
 ステップ10: 食品規格集により基準案として勧告

図1 MRLs及びADI設定手続き

は、今日、国際的に、強く望まれているところである。そして、その要望に対して農薬が担っている役割は大変に大きい。

しかし、農薬は、よく云われるように諸刃の剣であり、有効に利用するためには、国際的に同意された食品中の残留基準の設定が必要である。そのような努力が国連の関係機関で行われている。以下に概説する。

国連の食料農業機関 (Food and Agricultural Organization FAO) と世界保健機関 (World Health Organization, WHO) の事務局より招請された各国の政府、学会の専門家グループからなる FAO/WHO 合同残留農薬部会 (Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues, MPR) において、一日許容摂取量 (Acceptable Daily intake ADI) 及び最大残留値 (maximum Residue Limits, MRLs) 等が設定され、それらは食品企画委員会残留農薬部会 (Codex committee on Pesticide Residues, CCPR) に提出される。

更に CCPR において種々検討が加えられ、最終的には食品規格委員会 (Codex Alimentarius Committee, CAC) から各国へ勧告される。

以上のことを図1に示す。JMPPRでの検討内容がMRLs及びADI設定手続きの流れの中で重要であるので、以下に更に説明を加えたい。

JMPPRでは、当該農薬に関して種々の動物やヒトから得られるかぎりのデータ、生化学、代謝、薬理学、毒性学などのデータを徹底的に検討し、通常、当該農薬に最もセンシティブな動物から得られるデータを用いて無作用量 (no observed adverse effect level, NOAEL) を決定する。これを安全係数で除して、ヒトへの外挿値とする。この値がADIである。安全係数は通常100であるが、農薬の動物に対する作用の強さ、可逆性、非可逆性、同種動物間あるいは異種動物間での作用の相違等、データの質的内容を過去の安全性評価に関する情報の積み重ねの上に立って十分検討して決定される。

従って、ADIはヒトが一生涯にわたって当該農薬を摂取しても全く健康影響のない値である。我が国においては、このADIをも考慮して、食品中の残留農薬の基準値が設定される。

#### 4. モニタリングによる農作物検査及び食品経由の農薬摂取量調査

本稿では代表的な農薬であり、外国ではポストハーベストにも使用されている農薬について述べることにする。マラチオンは数ある農薬の中で適用農作物の種類が最も多い農薬の一つである。食品衛生法に基づく

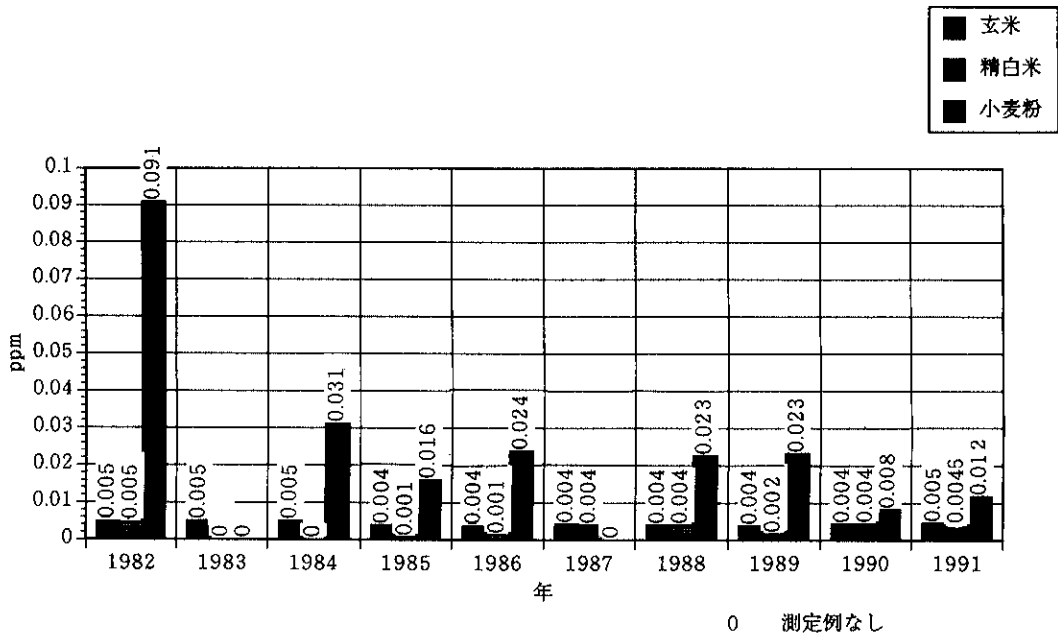


図2 malation 汚染実態

内山充, 斎藤行生: 食品中の各種汚染物質の摂取量調査に関する研究, 1992より引用

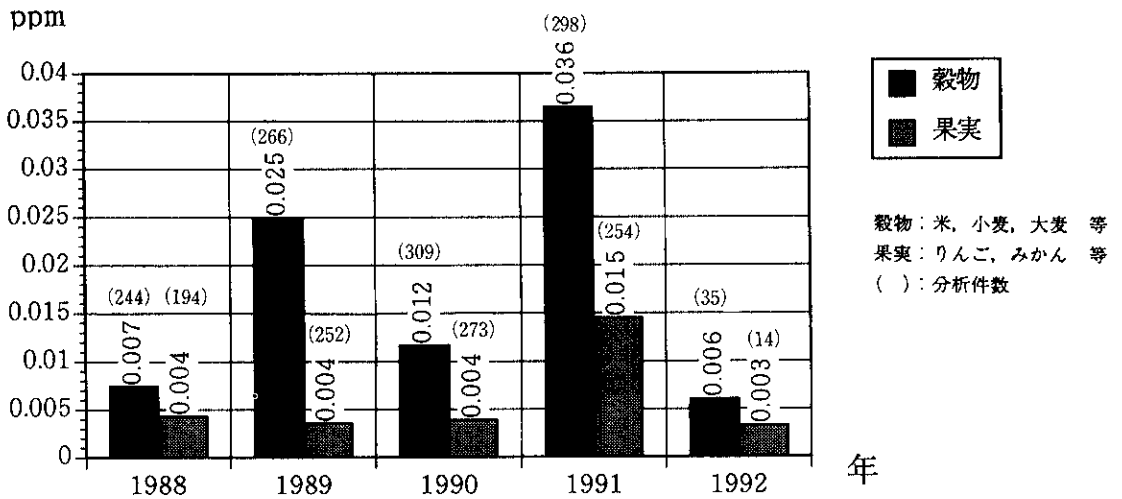


図3 malation 汚染実態

内山充, 斎藤行生: 食品中の各種汚染物質の摂取量調査に関する研究, 1992より引用

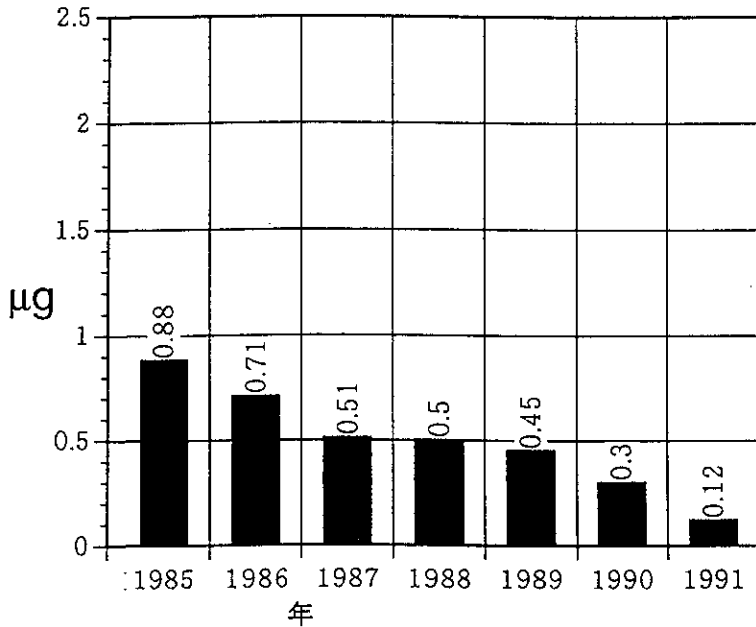


図4 マラチオンの一日摂取量年次推移

内山充, 齋藤行生: 食品中の各種汚染物質の摂取量調査に関する研究, 1992より引用

残留基準値は,

玄米0.1ppm, 小麦8.0ppm, 果実0.5~8.0PPm

である。図2及び図3にマラチオンによる各年毎の農作物の汚染実態を示す。図から明かなように各農作物中のマラチオンの残留量は基準値よりはるかに低いことが判る。次に食品経由マラチオン摂取量の経年変化を図4に示す。一日摂取量は約0.5μgである。マラチオンの一日許容摂取量, ADI=0.02mg/kg体重である。従って体重50kgの成人の一日許容摂取量は0.02mg×50=1mg/50kg体重=1000μg/50kg体重である。実際の摂取量は0.5μg/50kgであるので, ADIの1/2000ということになる。モニタリングで全ての食品中のマラチオンを分析することは不可能である。従って日常の食品からどのくらいのマラチオンを摂取している

かも重要である。ここにいう摂取量はマーケットバスケット方式により調査した。この方式について以下に厚生省により毎年刊行されている『国民栄養調査の現状』に基づいて、日常摂取する各種の食品(約90種)を市場(マーケット)より購入し、それらを13群(下記)に分ける(第14群は飲料水である)。各群中の食品は、夫々の食品に対する調理法に従って、煮たり、焼いたり等食卓用に調理されるついで各群の食品はホモジナイズされ、均一な13群の食品群試料、即ち、汚染物質の定性及び定量用の分析試料となる。各群の食品の摂取量は毎年調査され『国民栄養調査の現状』に公表される。

当然、各地域、各年により食品摂取量は異なる。これらから食品摂取量値と汚染物質の分析値とから各汚

食品群別表

群別	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
食品	米	雑穀・芋	砂糖菓子	油脂	豆加工品	果実	有色野菜	野菜・海藻	嗜好品	魚貝	肉・卵	乳製品	加工食品	飲料水

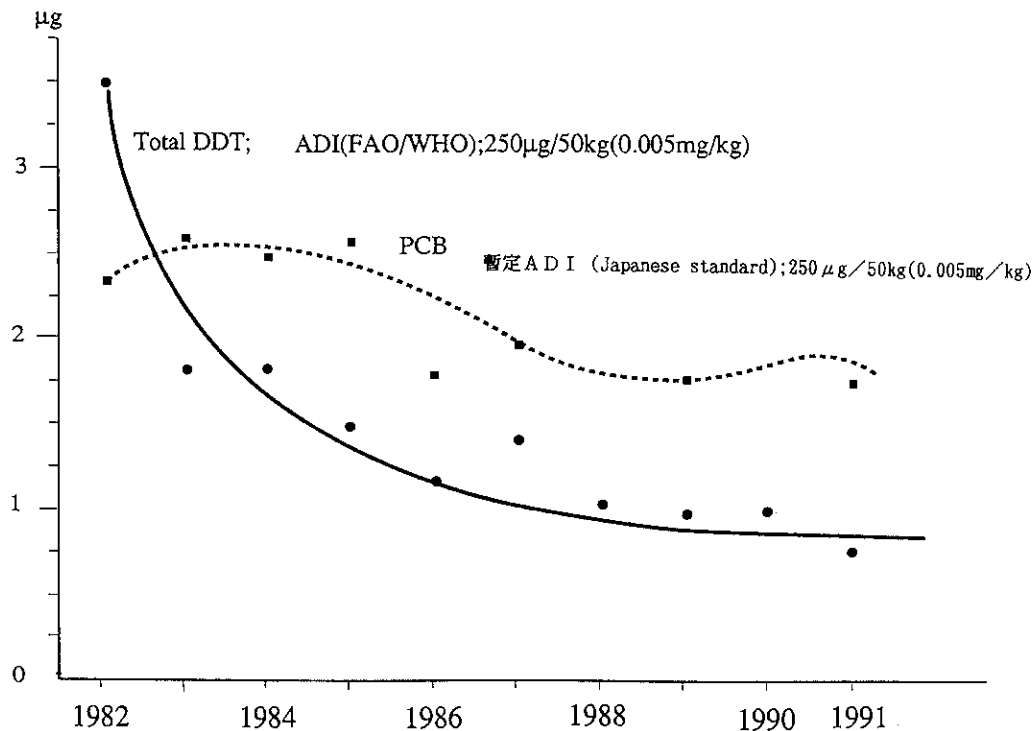


図5 DDT及びPCBの一日摂取量の年次推移(1982-1991)

内山充, 斎藤行生: 食品中の各種汚染物質の摂取量調査に関する研究, 1992より引用

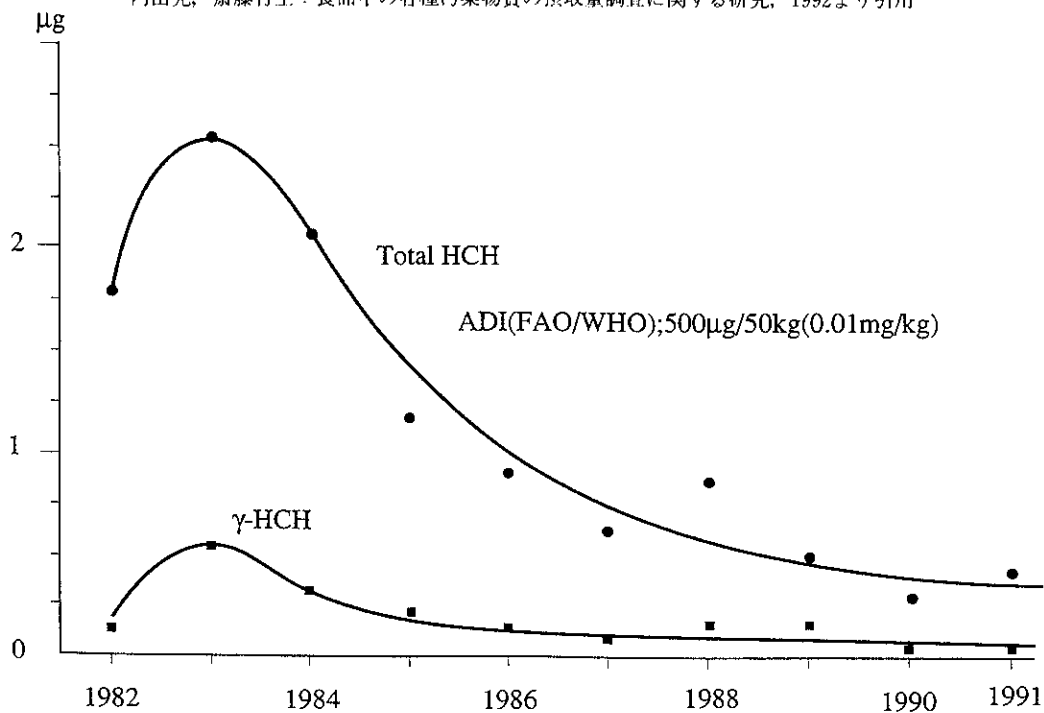


図6 HCHの一日摂取量の年次推移(1982-1991)

内山充, 斎藤行生: 食品中の各種汚染物質の摂取量調査に関する研究, 1992より引用

染物質の摂取量，即ち食品経由の暴露量が明らかとなる。図5及び図6に他の食品汚染物の摂取量を示す。

あり，ADIの0.05%に相当する。米国では2%以下である。

マラチオンの摂取量は，わが国の場合一日0.5μgで

外国及び我が国における農薬の使用量に関する情報

表1 農薬の使用量及び収穫高

	農薬使用量 (kg/ha)	農作物収穫高 (kg/ha)
日本	10.8	5.5
ヨーロッパ	1.9	3.4
USA	1.5	2.6
ラテンアメリカ	0.22	2.0
オセアニア	0.20	1.6
アフリカ	0.13	1.2

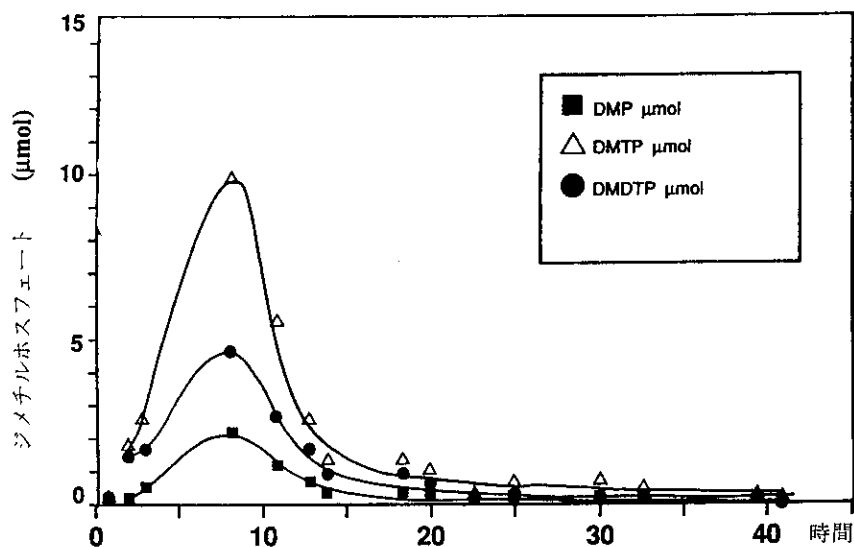
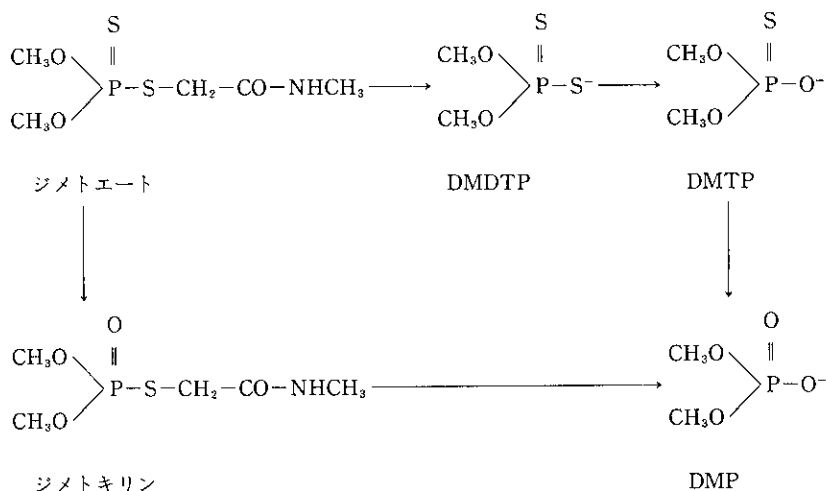


図7 ジメトエートの代謝と排泄パターン

も重要である。そこで、農薬の使用量と農作物の収穫高とを表1に示した。

わが国は農薬の使用量も収穫高もトップである。わが国は米国の7倍量の農薬を使用して約2倍量の農作物を収穫していることが判る。輸入食品も含めて、食品の安全性を確保する鍵は、合理的なモニタリングとマーケットバスケット方式に基づく暴露量調査である。米国においても農薬に関する食品経由暴露量調査が行われており食品の安全性の確保に役立っている。

マーケットバスケット方式は現在最も秀れた食品経由の暴露量調査法であるが食品と共に摂取された食品が必ずしも生体内に吸収されるとはかぎらない。そこで吸収量から暴露量を推測するためには、生体試料、血液、毛髪、尿等を分析する必要がある。しかしヒトによる実験が困難であるために、成果は未だ十分とはいえない。最近、有機リン系の農薬、ジメトエートを用い、ヒト尿中の代謝物のFPD-GCを用いる理化学分析について報告されている。

##### 5. 生体試料によるモニタリング

ボランティア(体重150kg 男性)によるジメトエート

の摂取後の尿中の代謝物を測定した。ディメトエートの摂取法は、(1)汚染レベル17ppmのサヤエンドウ1.1kgを数回に分けて5時間に摂取する方法及び(2)ジメトエート0.13mg/150kgをカプセルに入れて経口摂取する2つ方法によった。共に尿中代謝パターンは同じであり下記の如き代謝が明かとなった。

本実験では20時間以内にジメトエート由来の代謝物がジメトエート換算で尿中に90%排泄された。排泄パターンは図7の通りである。0.13mg/kgの投与では赤血球のコリンエステラーゼ阻害は観察されなかった。本法により農薬暴露量を直接推計できる可能性が示された。今後この方面の計測技術の発展が望まれる。

##### 参考文献

- 1) Public health impact of pesticides used in agriculture, WHO 1990
- 2) Fd. Chem. Toxic., 31, 177-183 (1993). R.I. Krieger and V. Thonginthusak