Kor. J. Food Hygiene 7(2, 3), S21-S32 (1992)

우리나라 農産物中의 殘留農藥과 安全性

宋 炳 薰
農村振興廳 農藥硏究所

Pesticide Residues in Agricultural Products and Its Countermeasures for Safety

Byung-Hun Song
Agricultural Chemicals Research Institute, RDA

ABSTRACT—**Pesticides are regarded as one of indispensable materials used in agriculture to protect pests and to keep the agricultural productions steadily. However, food contamination arisen from their application has brought about public concerns for safety suspicion to human health. A brief presentation is given in this paper on what has been conducted against pesticide residues to evaluate and ensure the safety of agro-porducts. The commonest countermeasures to keep safety would be the establishment of MRLs and safe-use guidelines of pesticides according to good agricultural practices. Korean MRLs have been established on 38 chemicals with 56 commodities and in the case of safe-use guidelines 344 formulation items have been done by the government. On the other hand, no satisfactory information is still available to evalute the actual residue levels in domestic agro-products, but a cautious proposal could be suggested through the fragmentary monitoring data of pesticide residues, so that the current residue levels would be far from potent hazard enough to cause chronic impact on human. The most important thing is to have the farmers keep safe use guidelines at pesticide application for the production of safe agricultural commodities.**

Keywords□**Agricutural products, Pesticide, Safety**

농약은 작물에 발생하는 병해충 및 잡초를 방제하고 생산물의 품질향상과 보존을 위해 사용되는 必需營農資材로서 농산물의 安定的인 생산과 수량증대에 크게 공헌하였다. 이러한 공헌은 농약의 일반적 기능인 毒性의 發現에 의한 것이며 이 농약의 毒性이 병해충에 選擇性을 보이는 것이라고는 하여도 人畜에의 中毒이나 환경오염에 따르는 부작용도 간과할 수 없는 일이다.

농약에 의한 中毒은 取扱不注意나 誤用 등으로 多量 露出에 기인하는 것이기 때문에 농약을 사용하는 지역이나 사람에 限定되므로 그 被害는 制限的이지만 환경과 농산물 중에 잔류되어 있는 농약의 영향은 普遍的이고 尨大하다. 또한 농약에 의한 中毒은 농약의 취급과 관리를 철저히 하여 露出을 막을 수 있기 때문에 그 피해를 예방할 수 있지만 환경과 농산물 중에 잔류된 농약은 그 開放性 때문에 被害를 回避하기 어렵고 특히 농산물의 경우는 구제적인 交易擴大로 그 영향은 더욱 확대될 수 있다.

따라서 농약사용에서 얻을 수 있는 有益性은 그대로 維持하고 여러가지 負作用은 방지하고자 각종 殘留許容基準을 설정하여 규제하고 危害防止를 위한 연구와 조사에 많은 인력과 경비를 투입하고 있다.

우리나라는 1960년대 이전에는 농업에 사용된 농약의 量도 극히 적었지만 잔류농약에 대한 관심도 거의 없었으며 1960년대 후반에 이르러서야 部分的으로 농산물중 농약 잔류 실태를 조사하였다. 그러나 1970년대에는 신품종 육성, 재배작물의 多樣化 및 재배기술의 발전 등 농업기술의 발달과 竝行하여 농약의 사용량이 많아지게 되면서 환경 및 농산물 중의 잔류농약에 대한 대책이 강조되었고 1980년대에 들어와서는 국민 생활수준의 향상으로 식생활이 풍족해지면서 농산물의 安全性에 대한 욕구가 높아

Table 1. Changes of farm population and cultivated land by year in Korea

Classification	1965	1970	1975	1980	1985	1990
Cultivated area	2,275	2,298	2,240	2,196	2,144	2,109
(1,000 ha)	(22.9%)	(23.3)	(22.7)	(22.2)	(21.6)	(21.2)
Farm population	15,812	14,422	13,244	10,827	8,521	6,661
(1,000 person)	(55.2%)	(45.9)	(38.2)	(28.4)	(20.9)	(15.3)

* Numbers in parentheses show the percentage against total.

지고 잔류농약이 사회적인 문제로 대두되고 있으나 농약의 잔류실태 조사 및 대책수립에 있어서는 아직 미흡한 실정이다.

本 稿에서는 우리나라의 농업환경과 농약사용현황을 소개하고 농산물 중 잔류농약의 安全性을 확보하기 위하여 수립한 각종의 對策과 농약잔류실태를 把握함으로서 安全農産物의 생산공급을 위한 농약의 안전사용기술을 확립하는데 도움이 되고자 한다.

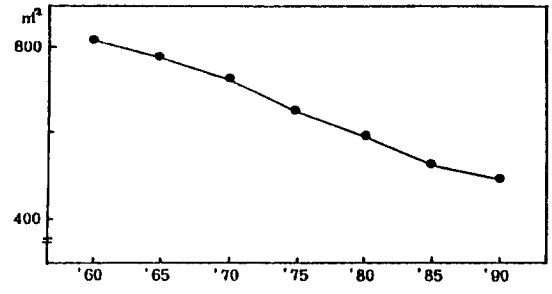

Fig. 1. Change of cultivated area per person by year.

우리나라의 農業環境과 農藥使用量

농산물 중 잔류농약의 범위는 농작물을 보호하기 위하여 처리한 농약이 환경과 식물 체내에서 분해되고 남아있는 미량의 母化合物과 分解 代謝 과정 중에서 생성되어 生物活性을 나타내는 물질을 포함한다.

농산물 중 농약의 잔류량은 농약의 投下量과 환경조건 및 경과시간에 의하여 좌우되며 특히 환경조건은 농약분해에 절대적인 작용을 하는 것으로 토양, 氣象 및 植生 등과 밀접하게 관련되어 있다.

農業概況

우리 농업여건 중 가장 두드러진 변화는 농업인구의 급격한 감소이다. 1960년대에서 1970년대 初까지는 농업분야 종사자의 부단한 노력과 전 국민의 관심속에 농업기술의 혁신적인 발전으로 主穀의 자급자족이라는 오랜 숙원을 이룩하였고 오늘날에는 작물의 作期調節로 季節에 구애받지 않는 영농기술을 확립하게 되었다. 1970년대 이후 국가의 공업화 또는 정보화 산업의 육성 정책에 따라 농업인구는 급속도로 감소하여 Table 1에서 보는 바와 같이 1970년 14,422천명이던 농업인구는 1990년 6,661천명으로 절반 이하로 감소하여[1] 영농의 省力化 추세에 따라 농업기계화 및 농약사용량의 증가가 필연적이었다.

한편 우리나라의 지형상 농경지 면적은 늘지 않고 인구는 증가하여 국민 1인당 농경지 면적은 Fig. 1로 보는 바와 같이 1960년 0.082 ha에서 1990년에는 0.049 ha로 현저히 감소하여 원활한 식량의 공급을 위하여는 단위 면적당 수량을 높여야 되고 이는 비료와 농약의 投與量을 많게 하는 요인이 되고 있다.

농약 사용량

농약사용량은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 1965년 1,520 M/T에서 1990년에는 25,082 M/T을 사용하여 16배 이상 증가하였으며 年度別 사용량 변화를 보면 1980년까지 급속히 증가하다가 증가속도가 점차 둔화되어 1986년 이후에는 그 해의 병해충 발생여건에 따라 증감이 반복되어 있는 추세이다.[2]

이와같이 농약사용량의 증가는 식량자급을 위한 정부의 증산정책과도 관련이 깊으며 이러한 경향은 단위 면적당 농약 投與量의 경향을 표시한 Fig. 3에 잘 나타나 있다. 논농사에서 보면 1980년까지 單位面積當 농약사용량이 급격히 증가하였는데 이는 주

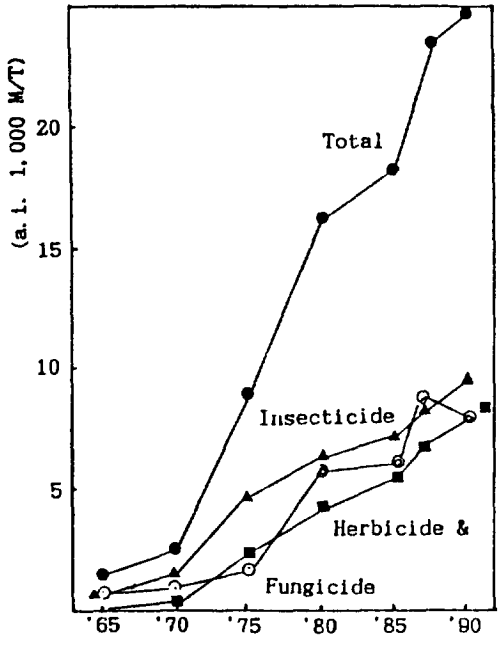

Fig. 2. Gross consumption of pesticdes by year.

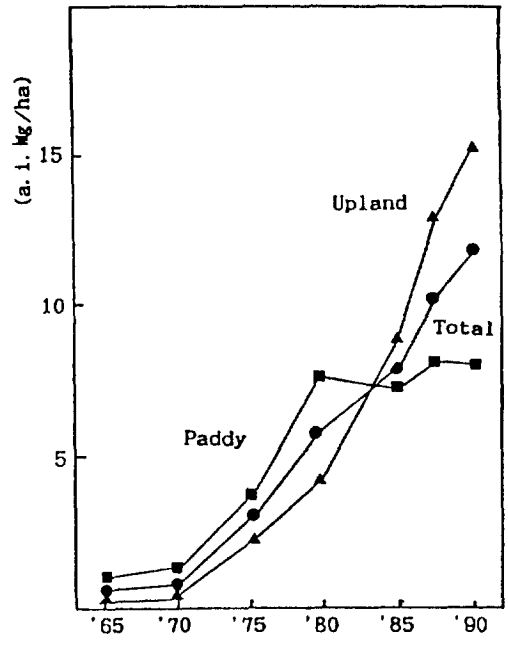

Fig. 3. Changes of pesticid consumption per unit area by year.

곡의 자급을 위한 쌀의 증산정책에 기인한 바 크며 쌀의 자급이 달성된 1980년대 이후에는 농약 투여량이 더 이상 증가하지 않고 1990년대에 약 8 kg/ha이 사용되었다.

반면에 밭농사에 있어서는 1980년 初까지 單位面積當 농약사용량이 논농사의 절반이던것이 1985년을 起點으로 급속히 증가하여 1990년에는 논 농사의 거의 倍에 이르고 있다. 이와 같이 밭농사에서 농약사용량이 크게 증가한 것은 원예작물의 재배면적 확대와 시설재배면적의 확대 등 소득이 높은 작물로 작물의 선택이 전환되고 있기 때문인 것으로 생각된다.

農業環境과 農藥殘留

농작물에 부착된 농약이 消失되는 경로는 大氣中 揮散, 강우에 의한 洗淨, 光線에 의한 光分解, 미생물 분해, 가수분해 및 식물체내 대사 등을 예로 들수 있지만 주로 揮散과 洗淨 및 光分解에 의한다. 揮散은 농약의 증기압 및 기온에 좌우되는데 온도가 10℃ 상승하면 대체로 증기압은 3~4배 증가하는 것으로 알려져 있다. 光分解는 日射量과 光波長이 관여하며 280~400 nm의 波長領域이 분해력이 높은데 대부분의 농약은 이 영역의 흡수스펙트럼을 갖고 있어 광에 대하여 매우 약하다.

우리나라는 일부 시설재배를 제외하면 대부분의 작물이 5~10월 사이에 재배되고 또한 이 시기에 병해충의 발생이 많아 농약이 집중적으로 살포되고 있다.

그러나 이 기간에는 氣溫이 매우 높고 日射量이 강하며 강우량이 많기 때문에 농약의 분해 및 消失이 쉬운 조건이다. '90년 수원지역을 중심으로 볼때 이 기간중 강우량은 연간 전체량의 81%, 日照時間은 전체의 54%을 차지한다.[1)]

農產物中 殘留農藥의 安全性 向上 方案

1日 攝取許容量 (ADI)

농산물 중에 잔류되어 있는 농약의 安全度는 생산자와 소비자 모두에게 식품으로서 매일 섭취하게 된다는 점에서 매우 중요한 과제이다. 농약은 毒性이 있기 때문에 일반 소비자들은 농산물 중에서 농약이 검출된다는 사실만으로 危害한 식품으로 간주하는 경향이 있으나 아무리 毒性이 강한 물질이라도 그

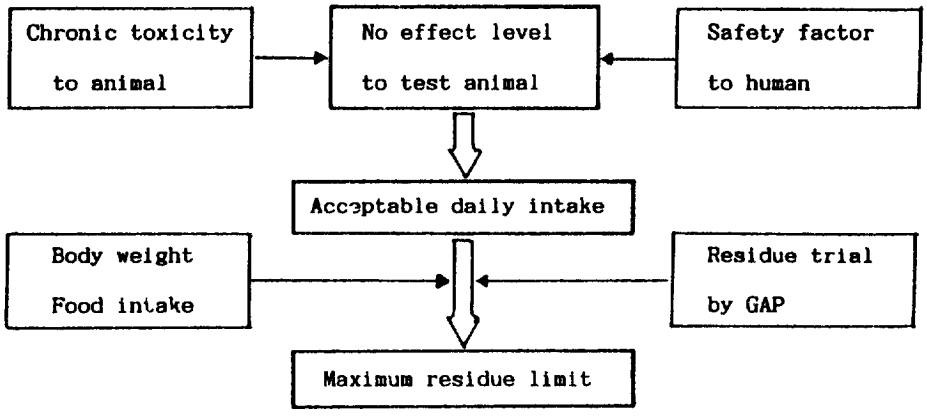

Fig. 4. Schematic diagram for establishment of ADI and MRLs.

量이 적을 때는 인체에 영향을 주지 못하고 반면에 독성이 없는 물질이라도 適正水準 이상으로 섭취하면 인체에 피해를 주기 마련이다. 따라서 FAO 및 WHO는 사람이 매일 섭취하여도 절대 安全한 농약의 量 즉 1日 攝取許容量(ADI)을 정하여 잔류 농약의 安全性을 확보하기 위한 기초자료로 활용하도록 하고 있다. ADI의 설정과정은 Fig. 4와 같으며 실험동물에 일정량씩의 농약을 먹이와 함께 장기간 섭취시키고 실험과정중 또한 완료 후 실험동물의 외관은 물론 血液, 生理機能 및 病理組織學的 검사를 실시하여 아무 영향을 주지 않는 最大農藥量 즉 最大無作用量(NOEL)을 구한다. NOEL은 실험동물에서 얻은 결과이므로 여기에 安全係數(일반적으로 1/100)을 곱하여 사람에 대한 ADI로 한다.

ADI는 FAO/WHO는 물론 각 국가마다 식품 중 농약의 殘留許容基準을 정하는 基準値가 되고 있다.

農產物中 農藥의 殘留許容基準(MRL)

殘留許容基準은 우리가 식품을 통하여 섭취하게 되는 잔류농약의 量이 ADI를 초과하지 못하도록 규제하기 위한 기준이다.

FAO/WHO 식품규격위원회[5]에서는 국제적인 견지에서 MRL을 설정하고 모든 국가들이 이를 수락하도록 권장하고 있지만 국가마다 이해관계가 상이하며 아직 통일을 이루지 못하고 있다. 우리나라는 食品衛生法 第 7條에 근거하여 농산물중 농약의 殘留許容基準을 설정하고 농약잔류량이 이 기준을 초과하는 농산물은 정도에 따라서 폐기하거나 식품이 아닌 他 用途로 전환하도록 강제하고 있다.

殘留許容基準은 보건사회부가 주관하고 농림수산부와 협의하여 설정하고 있으며 그 과정을 요약하여 설명하면 다음과 같다. MRL은 ADI에 體重을 곱하여 最大攝取可能値로 하고 다음과 같은 공식에 의하여 농산물별로 산출하되 우리나라 成人의 平均體重은 50 kg, 總食品 攝取量은 0.83 kg/日을 基準値로 하고 있다.

$$MRL(ppm) = \frac{ADI(mg) \times 平均體重(kg)}{總食品\ 攝取量(kg)} \times 食品別\ 補正係數$$

그러나 위의 공식에 의하여 산출한 計算値는 그대로 MRL로 되지는 않고 標準營農方法에 따라 농약을 살포하여 재배한 농산물중의 농약잔류량과 유통농산물중의 농약잔류조사 성적 등을 참고로 하고 여러가지 安全性 문제 등을 再檢討하여 MRL을 설정하기 때문에 일반적으로 이론적인 計算値보다 상당히 낮은 수준에서 MRL이 결정되고 있다.

우리나라는 38농약과 56작물에 대하여 MRL의 설정을 완료하였으며 FAO 및 미국 등 외국의 基準値에 비하여 상당히 낮게 설정되어 있다. 식품의 安全性을 높이려는 정책적인 입장에서 낮게 설정한 것이지만 이 基準値는 무역의 非關稅 장벽과 관련하여 농산물 수출국가 사이에 분쟁의 소지가 될 수도 있다.

제초제인 2,4-D를 實例로 하여 우리나라의 MRL

Table 2. Estimation of MRL on 2,4-dichlorophenoxy acetic acid in foods

Foods	Theoritical tolerances of pesticides					Practical MRLs	
	Intake of food (kg)	% of intake	Correct coeff	Tolerance (ppm)	Intake of 2, 4-D (mg)	MRLs (ppm)	Intake of 2, 4-D (mg)
Hulled rice	0.333	40.12	0.59	10.7	3.563	0.1	0.033
Maize	0.001	0.12	1.00	18.1	0.018	0.5	0.001
Barley	0.004	0.48	1.00	18.1	0.018	0.5	0.002
Wheat	0.020	2.41	0.98	17.7	0.345	0.5	0.010
Apple	0.047	3.90	0.96	17.4	0.818	2.0	0.094
Avocado	0.001	0.12	1.00	18.1	0.018	1.0	0.001
Citrus	0.017	2.05	0.98	17.7	0.301	0.1	0.002
Grape	0.001	0.12	1.00	18.1	0.018	0.5	0.001
Lemon	0.001	0.12	1.00	18.1	0.018	2.0	0.002
Pear	0.009	1.08	0.99	17.9	0.161	2.0	0.018
Grape fruit	0.001	0.12	1.00	18.1	0.018	0.5	0.001
Potato	0.010	1.20	0.99	17.9	0.179	0.2	0.002
Sum of total	0.445				5.484		0.167

* Correct coefficient = 1 − (intake % food/100)

算出課程을 살펴보면 Fig. 2와 같다. 2,4-D의 ADI의 0.3 mg/kg이므로 成人 1인당 1일 섭취 허용량은 0.3 ×50=15 mg 이고 총식품중 잔류허용기준은 이론적으로 18.1 ppm(15÷0.83=18.1)이지만 실질적으로 적용하고 있는 MRL은 이 보다 훨씬 낮은 수준임을 알 수 있다. Table 2에서 보는 바와 같이 쌀을 비롯한 12개 농산물에 2,4-D가 잔류된다고 가정하고 각 식품의 섭취율에 따른 補正係數를 감안하여 이론적으로 산출한 MRL은 쌀의 경우 10.7 ppm이지만 실제 정부에서 고시한 MRL은 0.1 ppm이기 때문에 理論値의 1/107만이 잔류되는 것을 허용하고 있고 다른 농산물의 경우에도 이와 같은 경향이다. 또한 각 농산물에 잔류되는 2,4-D는 量이 MRL수준까지 도달하더라도 한사람이 식품을 통하여 섭취하게 되는 2,4-D는 하루에 0.167 mg으로서 섭취허용량 0.167 mg으로서 섭취허용량 15 mg의 1/90 수준이 된다. 그러나 실질적으로 2,4-D가 이들 농산물에 모두 잔류되는 일은 없고 2,4-D가 잔류되어 있는 농산물이라도 MRL수준까지 잔류되는 일은 거의 없기 때문에 사람이 식품을 통하여 섭취하게 되는 농약의 量은 計算値에 비하여 훨씬 낮은 수준이다.

農藥의 安全使用基準

농산물중의 잔류농약은 MRL에 의하여 규제되고 있지만 잔류농약의 함량을 알기 위해서는 분석을 하여야 하는데 모든 농산물에 대한 잔류분석은 불가능하다. 따라서 收穫物중의 농약잔류량이 MRL을 초과하지 않도록 농약의 살표방법을 정한 것이 安全使用基準이며 미국 및 유럽 등의 국가에서는 농약의 收穫前 最終撒布日만을 지정하여 규제하고 있지만 우리나라는 농약의 撒布回收까지도 제한함으로서 安全農產物 생산에 보다 엄격한 기준을 적용하고 있다.

안전사용기준은 農藥管理法 制 18條에 근거하여 작물별 농약별로 설정되며 체계적이고 정밀한 作物殘留性 試驗을 실시하여 이를 면밀히 검토하고 농약잔류분야 전문가의 모임인 農藥殘留分科委員會의 심의를 거쳐 최종적으로 農藥管理委員會에서 기준을 확정하고 농림수산부가 이를 고시하여 시행하고 있다. 현재 국내에는 Table 3에서 보는 바와 같이 501개 품목의 농약이 고시되어 있고 이중에서 安全使用基準이 필요한 344개 품목에 대하여 기준이 설정되어 있다. 安全使用基準이 제외되는 농약은 殘

Table 3. Safe use guidelines of pesticides for the safety of Agro-products

Classification	Total	Establishment of guidelines	Exclution of guidelines
No. of items in formulation	501	344	157

留毒性이 문제가 없거나 使用目的上 收穫物中에 잔류될 위험이 없는 농약으로서 제초제와 생장 조정제 및 농작물에 사용되지 않는 농약들이 여기에 속한다.

危害性 問題 提起 農藥의 殘留性 評價

신규품목으로 고시하는 농약에 대한 安全性 評價는 農藥殘留 및 毒性分科委員會에서 危害性 여부를 면밀히 검토하고 보건사회부 및 환경처 등 관련부처의 검토의견을 참조하여 그 안전성을 평가하고 있으며 최종적으로 農藥管理委員會에서 심의하여 의결하고 있다. 또한 旣 告示되어 사용중인 농약이라도 危害性이 우려되는 농약은 安全性을 再評價하고 있으며 危害性과 관련된 情報는 UNEP, FAO/WHO 및 IOCU 등의 國際機構 또는 團體에서 발행하는 보고서와 US/EPA의 評價書 등 각종 발행물로부터 입수하고 있다.

우리나라는 旣 사용되고 있는 농약중 危害性이 문제되는 농약에 대하여는 적절한 규제조치를 강구할 수 있도록 綜合評價制度를 마련하여 시행하고 있다. 이 제도는 危害性과 有益性의 평가를 골격으로하는 US/EPA의 特別再檢討制度[6]를 도입하여 우리 실정에 맞게 계획한 것으로 評價對象이 되는 농약은 UNEP 통합목록에 수록된 농약, US/EPA에서 발암성으로 분류한 농약 및 맹·고독성 농약 등이다. 評價對象 優先順位 결정은 급만성 독성과 잔류성 및 농약사용량 등을 기준으로 하여 결정하며 현재 종합평가를 위하여 captafol, mancozeb, chlorohtalonil 및 butachlor 등 4종의 약제에 대하여 有益性 및 殘留量 調査가 진행중이고 '93년 9월까지 종합평가를 완료할 계획으로 있다.

Table 4. Residual pesticides banned for general uses

Banned date	Pesticides
Jan. 1, 1969	Ceresan calcium DP, PMA EC
Jan. 1, 1970	dieldrin DP
Jan. 1, 1971	DDT WP, DDT EC
Jan. 1, 1972	aldrin DP, aldrin EC, PTM EC, PTAB EC
Jan. 1, 1977	Merculon WP
Jan. 1, 1979	lead arsenate WP, BHC DP, BHC Gr, Purnduel DP, heptachlor DP
Dec. 31, 1983	Gambe EC
Dec. 31, 1989	Quintozene DP
Jan. 31, 1990	Picloram potassium Pin
Feb. 16, 1990	carbofenothion WP

旣 사용중인 농약의 등록취소는 약제에 따라 여러가지 원인이 있지만 잔류성이 문제가 되어 품목이 취소된 농약은 지금까지 19종에 이르며 그 내용은 Table 4에서 보는 바와 같다.

其他 措置事項

농약은 原劑의 合成 및 精製課程中에 不純物로서 有害物質이 함유될 수 있다. 이들 不純物은 농약제품으로 移轉되어 작물에 살포했을 때 농산물에 잔류될 수 있기 때문에 이를 사전에 예방하기 위하여 原劑中의 不純物 함량을 규제하고 있으며 국내에 고시된 농약중 規制對象이 되는 原劑 및 不純物의

Table 5. Impurities regulated in technicals for prevention of hazards

Technicals	Impurities	Content	Uses
Maleic hydrazide	hydrazine	below 15 ppm	PGR
Oxyfluorfen	PCB	〃 200 ppm	herbicide
Trifluralin	nitrosoamine	〃 200 ppm	〃
EBDC	ETU	〃 0.5 %	fungicide
Dicofol	DDT relatives	〃 0.1 %	insecticide
Chlorothalonil	HCB	〃 0.05 %	fungicide

Table 6. Summary of monitoring studies of pesticide residues by crops.

Classification	Type of sample	No. of pesticides analyzed	No. of samples
Paddy rice	Hulled rice	15	229
Fruit vegetables	Strawberries	26	476
	Cucumbers		
	Green red peppers		
	Tomatos		
Leafy vegetables	Lettuces	12	115
	Chinese cabbages		
Fruits	Apples	22	332
	Pears		
	Grapes		
	Citrus fruits		
	Persimons		
	Peaches		

종류는 Table 5와 같다. 이들 不純物中 잔류성이 문제되어 규제하고 있는 것은 PCB, DDT 및 HCB의 3종이고 나머지 3종의 不純物은 발암성과 관련된 물질이다.

이외에도 국내외에서 危害可能性이 제기되고 그 결과가 判明되지 아니한 농약은 그 사용량이나 품목수가 더 이상 증가하는 것을 억제하기 위하여 品目告示를 위한 시험에서 제외하고 있다.

農產物中 農藥殘留 實態와 安全性 評價

우리나라에서 농산물중의 농약잔류 실태조사는 1960년대 후반 有機鹽素系 農藥의 잔류량조사를 시작으로 重金屬 및 砒素系 農藥 등 잔류성이 문제되는 농약을 중심으로 잔류실태를 조사하였다. 그 이후 농약의 종류가 다양해지면서 비교적 사용량이 많은 농약을 중심으로 잔류량 조사가 추진되어 왔으며 1988년 보건사회부에서 식품중 농약 잔류허용기준을 고시함에 따라 국내에서 생산된 농산물뿐만 아니라 輸入農產物에 대한 농약잔류량도 조사하게 되었다.

그동안 국내의 연구기관 및 대학 등에서 실시한 농약잔류조사는 국가전체적인 규모로 수행되지는 못하고 부분적인 조사에 그치고 있어서 잔류실태를 평가하기에는 불충분하지만 지난 10년간 농약연구소에서 조사한 결과를 토대로 기술하고자 한다. Table 6은 1983~1991년까지 실시한 잔류량조사 내역을 作物群 別로 표시한 것이며 조사시료는 작물별 主產地를 중심으로 收穫期에 農家圃場에서 채취하였다.

農產物中 農藥殘留量

1990 및 1991년도에 주요 농작물에 대하여 농약 잔류량을 조사한 결과는 Table 7~18에서 보는 바와 같으며 각 작물별 조사대상 농약의 선정은 보건사회부에서 MRL이 설정된 농약과 該當作物에 많이 사용되는 농약을 중심으로 하였다.

Table 7에서 玄米시료는 전국 주요 米作地帶의 농가포장에서 72점, 서울의 슈퍼마켓에서 9점을 채취하여 잔류량을 분석하였다. 분석결과 조사농약 13成分中 6成分이 檢出되었고 檢出頻度는 1~30%였으며 잔류량은 모든 시료에서 MRL 미만이었다.

Table 8에서 상추시료는 경기, 충북, 전남지역의 농가 시설재배지에서 42점을 채취하였다. 3 성분의 농약잔류량을 분석한 결과 1점에서만 procymidone이 0.015 ppm 검출되었고 이 量은 MRL의 약 1/130 수준이었다.

Table 9에서 딸기시료는 전국 주요 생산지의 농가 시설재배지에서 60점을 채취하였다. 10성분의 잔류농약을 분석한 결과 3성분이 검출되었고 검출빈도는 3~25%였으며 잔류량은 모든 시료에서 MRL에 훨

Table 7. Pesticide residues in hulled rice (81 samples)[3] (ACRI 1990)

Pesticides	% of Positive samples	Mean of Residue (mg/kg)		MRLs (mg/kg)
		Positive samples	Total samples	
Iprobenfos	7.6	0.040	0.003	0.2(일본)
Diazinon	4.4	0.040	0.002	0.1
Fenitrothion	1.1	0.100	0.001	0.2
Carbofuran	3.7	0.047	0.002	0.2
Carbaryl	1.2	0.270	0.003	1
BPMC	30.9	0.099	0.031	0.3(일본)

* Residues of chlorpyrifos, chlorpyrifos-methyl, malathion, parathion, phenthoate, pirimiphos-methyl and isoprocarb were not detected.

Table 8. Pesticide residues in lettuce (42 samples)[4] (ACRI 1991)

Pesticides	% of Positive samples	Mean of Residue (mg/kg)		MRLs (mg/kg)
		Positive samples	Total samples	
Procymidone	2	0.015	0.001	2(일본)

* Residues of EPN and diazinon were not detected.

Table 9. Pesticide residues in Strawberry (60 samples)[4] (ACRI 1991)

Pesticides	% of Positive samples	Mean of Residue (mg/kg)		MRLs (mg/kg)
		Positive samples	Total samples	
Dichofluanid	3.3	0.083	0.003	10(FAO)
Procymidone	25.0	0.650	0.163	2(일본)
Vinclozolin	20.0	0.155	0.031	10(FAO)

* Residues of EPN, diaxinon, fenitrothion, malathion, parathion, captan and folpet were not detected.

Table 10. Pesticide residues in tomato (60 samples)[4] (ACRI 1991)

Pesticides	% of Positive samples	Mean of Residue (mg/kg)		MRLs (mg/kg)
		Positive samples	Total samples	
Chlorothalonil	2	0.010	0	1
Procymidone	27	0.130	0.035	2(일본)
Vinclozolin	13	0.011	0.001	3(FAO)

* Residues of captan, diazinon, fenitrothion, malathion, and parathion were not detected.

씬 미달하였다.

Table 10에서 토마토시료는 전국 주산지 농가의 시설재배지에서 30점, 시판상에서 30점을 채취하였다. 8성분의 잔류농약을 분석한 결과 3성분이 검출되었고 檢出頻度는 2~27%였으며 잔류량은 모든 시료에서 MRL에 훨씬 미달하였다.

Table 11에서 오이시료는 충북지역의 농가 시설재배지에서 12점을 채취하였고 12성분을 농약을 분석한 결과 4성분이 검출되었고 檢出頻度는 8~25%였고 검출량은 MRL에 훨씬 미달하였다.

Table 11. Pesticide residues in cucumber (12 samples)[4] (ACRI 1991)

Pesticides	% of Positive samples	Mean of Residue (mg/kg)		MRLs (mg/kg)
		Positive samples	Total samples	
Chlorothalonil	17	0.013	0.002	1
Vinclozolin	8	0.011	0.001	1(FAO)
Diazinon	25	0.005	0.001	0.1
Fenitrothion	8	0.007	0.001	0.2

* Residues of captan, captafol, dicholfluanid, procymidone, malathion, methidathion, parathion and phenthoate were not detected.

Table 12. Pesticide residues in apple (24 samples)[4] (ACRI 1991)

Pesticides	% of Positive samples	Mean of Residue (mg/kg)		MRLs (mg/kg)
		Positive samples	Total samples	
Chlorothalonil	29	0.019	0.005	1
Tetradifon	21	0.006	0.001	3
Chlorpyrifos	4	0.015	0.001	1
Parathion	4	0.010	0	0.3

* Residues of captan, procymidone, dicofol, diazinon, fenitrothion, malathion, methidathion, phenthoate and carbaryl were not detected.

Table 13. Pesticide residues in pear (36 samples)[4] (ACRI 1991)

Pesticides	% of Positive samples	Mean of Residue (mg/kg)		MRLs (mg/kg)
		Positive samples	Total samples	
Tetradifon	33	0.021	0.007	5
Chlorpyrifos	6	0.017	0.001	0.5(FAO)
Methidathion	25	0.009	0.002	0.3
Parathion	64	0.046	0.029	0.3

* Residues of captan, catafol, chlorothalonil, dicofol, diazinon, fenitrothion malathion, phenthoate and car carbaryl were not detected.

Table 14. Pesticide residues in grape (24 samplesP[4]) (ACRI 1991)

Pesticides	% of Positive samples	Mean of Residue (mg/kg)		MRLs (mg/kg)
		Positive samples	Total samples	
Chlorothalonil	58	0.050	0.029	10 (FAO)
Procymidone	13	0.140	0.017	3 (일본)
Chlorpyrifos	54	0.040	0.022	3 (FAO)
Diazinon	13	0.006	0.001	0.1
Fenitrothion	21	0.007	0.001	0.5

* Residues of captan, dicofol, tetradifon, malathion, methidathion, parathion and carbaryl were not detected.

Table 15. Pesticide residues in peach (41 samples)

Pesticides	% of Positive samples	Mean of Residue (mg/kg)		MRLs (mg/kg)
		Positive samples	Total samples	
Chlorothalonil	51	0.070	0.036	1
Diazinon	12	0.003	0.0003	0.7
Fenitrothion	56	0.024	0.013	0.2

* Residues of dicofol, tetradifon, chlorpyrifos, malathion, methidathion, parathion, phenthoate and carbaryl were not detected.

Table 16. Intake of pesticide residues from domestice Agro-products.

Chemicals	Intake by foods (gr/day)	Residue in foods (mg/kg)	Pesicide intake(A) (mg/person)	ADI(B) (mg/person)	Hazard index (A/B)
Diazinon	Rice(333)	0.002	0.00067	0.1	0.00670
	Cucumber(3.3)	0.001	0.00003		0.00003
	Grape(0.8)	0.001	0.00001		0.00001
	Subtotal	–	0.00071		0.00674
Fenitrothion	Rice(333)	0.001	0.00033	0.25	0.00132
	Cucumber(3.3)	0.001	0.00003		0.00001
	Grape(0.8)	0.001	1×10		4×10
	Subtotal	–	0.00037		0.00133
Carbofuran	Rice(33)	0.002	0.00067	0.5	0.00134
Carbaryl	Rice(333)	0.003	0.00099	0.5	0.00198
Procymidone	Lettuce(4.3)	0.001	0.00004	5.0	8×10
	Tomato(5)	0.035	0.00175		0.00004
	Grape(0.8)	0.017	1.4×10		2.8×10
	Subtotal	–	0.00193		0.00004
Chlorotalonil	Cucumber(3.3)	0.002	7×10	1.5	4.7×10
	Apple(47)	0.005	0.00235		0.00016
	Grape(0.8)	0.029	0.00023		0.00002
	Subtotal	–	0.00265		0.00018
Chlorpyrifos	Apple(47)	0.001	0.00047	0.5	0.00009
	Pear(9.1)	0.001	0.00009		0.00002
	Grape(0.8)	0.022	0.00018		0.00004
	Subtotal	–	0.00074		0.00015
Vinclozolin	Cucumber(3.3)	0.001	3×10	3.5	8.6×10
	Tomato(5)	0.001	5×10		1.4×10
	Subtotal	–	8×10		2.3×10
Methidathion	Pear(9.1)	0.002	0.00018	0.25	0.00007
Parathion	Pear(9.1)	0.029	0.00264	1.0	0.00003
Others*	Others*(427.5)	–	–	–	0.01259
	Sum of total (830)		0.00349		0.02446

* Hazard index of others were estimated by proportion according to the rates of food intake.

Table 12에서 사과시료는 충남북 지역의 농가포장에서 24점을 채취하였으며 조사농약 13성분 중 4성분이 검출되었고 檢出頻度는 4~29%였으며 검출량은 MRL에 훨씬 미달하였다.

Table 13에서 배시료는 전남과 충북지역의 농가포장에서 36점을 채취하였으며 조사농약 13성분 중 4성분이 검출되었고 잔류량은 모든 시료에서 MRL에 훨씬 미달하였다.

Table 14에서 포도시료는 경남과 충북지역의 농가포장에서 24점을 채취하였다. 12성분의 잔류농약을 분석한 결과 5성분이 검출되었고 檢出頻度는 13~58%였으며 잔류량은 MRL에 훨씬 미달하였다.

Table 15에서 복숭아시료는 강원, 충남, 전북 및 경북지역의 농가포장에서 41점을 채취하였다. 11성분의 잔류농약을 분석한 결과 3성분의 농약이 검출되었고 檢出頻度는 12~56%였으며 검출량은 모든 시료에서 MRL에 미달하였다.

한편 경남지역의 시설 재배지에서 1991년도에 12점의 풋고추를 채취하여 10성분의 농약잔류량을 분석한 결과 모든 시료에서 조사농약 모두 불검출되었다.

殘留農藥의 安全性 評價

우리가 식품과 함께 攝取하게 되는 잔류농약의 安全度를 평가하기 위해서는 전국적인 규모로 대표지점을 선정하여 조사하고 시장에서 basket monitoring 실시하여 종합적으로 평가하여야 하지만 앞에서 조사한 농산물별 잔류량 성적만을 토대로 殘留農藥攝取量을 산출하였다.

Table 16에서 농산물별 섭취량은 국민영양조사보고서[4]의 내용을 따랐고 농약의 1인당 1일 섭취허용량은 FAO/WHO[7]에 體重 50 kg을 곱하여 산출하였다. 또한 우리국민의 식물성 식품섭취량은 평균 830g인데 반하여 評價對象 농산물의 전체 섭취량은 402.5g에 불과하여 나머지 식품에 대한 hazard index는 식품섭취비율에 따라 비례적으로 계산한 것이기 때문에 나머지 농산물의 잔류농약도 제시된 농산물과 유사하다는 前提하에서만 성립한다. Hazard index는 국제적으로 인정되는 用語가 아니고 농산물 및 잔류농약 전체에 대한 종합평가를 위해서 本稿에서 도입한 개념이다.

따라서 hazard index가 1을 초과할 경우는 FAO/WHO에서 정한 ADI를 초과하게 되어 잔류농약에 의한 危害可能性이 있다고 評價할 수 있으며 1 이하일 경우는 전혀 害가 없는 식품이라고 판정하여도 좋을 것이다. Table 16에서 보는 바와 같이 농산물별 잔류농약의 개별적인 잔류농약의 안전성이 입증되고 있음은 물론 전체적으로 보아도 危害 可能 水準의 1/40에 불과하다. 이러한 결과는 일반소비자의 憂慮와는 달리 잔류농약과 관련된 우리 농산물의 安全性은 확실하다는 것을 의미한다.

국문요약

농산물은 모든 人間이 섭취해야 하는 식품이기 때문에 安定的인 생산공급과 安全性을 확보하는 일은 그 무엇보다도 중요하다. 安定的인 생산공급을 위해서는 天災地變을 제외하면 병해충의 방제가 가장 중요한 과제이며 농약은 병해충 방제에 가장 확실하고 최종적인 수단이 되고 있다. 따라서 병해충 방제에 사용된 농약이 농산물 중에 잔류되어 우리에게 被害를 줄 수도 있으므로 이에 대한 대책 마련에 많은 노력을 기울이고 있다. 우리나라는 농산물중 농약의 잔류허용기준(MRL)을 설정하여 告示하고 이를 法的으로 規制하고 있으며 또한 농산물의 생산단계에서 安全性을 확보하기 위해서 농약의 安全使用基準을 설정하여 이를 준수하도록 義務化하고 있다. 한편 新規 농약의 登錄時에는 安全性에 관련된 모든 자료를 면밀히 검토하여 安全性이 확인된 농약만을 告示하고 있으며 사용중인 농약이라고 危害性이 문제될 때는 단계적인 시험조사와 자료검토를 통하여 規制의 범위를 결정하고 있다. 최근에 조사한 국내 생산 농산물 중의 농약잔류량은 MRL을 초과하는 것이 없으며 이들을 식품으로 했을 때의 농약섭취량도 個個의 농약은 물론 잔류농약 전체를 합하여도 ADI에 훨씬 下廻하고 있어 安全性이 높은 것으로 평가된다. 今後에도 安全한 농산물을 생산 공급하기 위해서는 生産者인 농민이 農藥安全使用基準을 철저히 준수하여 농약을 撒布하는 것이 무엇보다도 중요하며 농약잔류량의 體系的인 조사 연구가 계속 확대 추진되어야 할 것이다.

參考文獻

1. 農林水產部: 農林水產統計年報 (1991).
2. 農藥工業協會: 農藥年報 (1991).
3. 農藥研究所: 試驗研究報告書, 未印刷 (1990).
4. 農藥研究所: 試驗研究報告書, 未印刷 (1991).
5. FAO/WHO: Codex Alimentarius Commission, Joint FAO/WHO Food Standards Programme (1982).
6. Kubota, Y.: Recent move on the registration of agricultural chemical in USA especially on the Rpar. J. of Japanese Pesticide, **2**, 92-94 (1977).
7. WHO.: International Programme on Chemical Safety (1991).