

## 畜産食品의 環境汚染物質 防止 對策

朴 鍾 鳴

農村振興廳 家畜衛生研究所

### Control of Chemical Residues in Edible Meats

Jong-Myung Park

Veterinary Research Institute, Rural Development Administration

#### I. 緒 論

食生活는 人間の 가장 원초적인 욕구이며 生存을 위한 基本條件입니다. 그러므로 食生活의 基本이 되는 食品은 사람에게 可食性, 營養性, 安全性을 충족시켜야 하며 여기에 生産者의 立場에서는 높은 生産性이 要求되고 있습니다.

이러한 食品의 具備條件은 過去 自給自足の 農耕時代에는 生産者가 바로 消費者로서 杞다란 問題를 제기하지 않았으나 都市化, 産業化된 現代社會에서는 生産者와 消費者가 다르며 食品은 商品으로서 販賣되므로 消費者는 高品質의 安全한 食品을 要求하고 生産者는 收益性이 높은 高生産性의 食品을 商品으로서 生産하기에 이르렀습니다.

畜産食品이 商品으로 生産되면서 生産者들은 더 높은 生産性을 要求하게 되었고 이러한 要求에 따라 畜産分野에서는 家畜 品種의 育種 改良과 함께 生産性을 阻害하는 각종 疾病의 豫防과 治療藥劑 및 成長促進과 飼料效率을 改善할 수 있는 物質들을 飼料添加劑로 開發하여 使用하게 되었습니다. 그러나 이러한 意圖的으로 使用한 物質들은 대부분 抗生物質이나 化學的 合成品들로서 家畜自體는 물론 生産物에 殘留되어 그 畜産物을 이용하는 사람에게 有害作用의 憂慮를 갖게 하였습니다(意圖的 汚染).

또한 農作物의 生産性을 높이기 위하여 使用되는 農藥들은 경우에 따라서는 飼料穀物에 殘留되어 飼料를 통한 汚染原因이 될 수도 있고 牧草地에 撒布한 殘留性 農藥이 牧草를 汚染시켜 뜻하지 않게 家畜과 畜産物을 汚染시킬 수도 있습니다.

畜産分野에서 잘 알려진 아플라톡신 같은 곰팡이 毒素류는 汚染된 飼料原料에 의하여 家畜에 被害를 일으킬 수 있으며 또 牛乳나 畜産物을 통하여 사람에게 被害를 줄 수도 있습니다.

(非意圖的 汚染)

(意圖的 汚染)

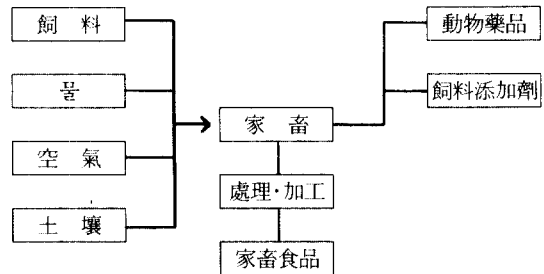


그림 1. 畜産食品의 有害物質 汚染經路.

科學技術의 發達은 많은 公害要因들을 誘發시켰으며 産業體에서 要求하는 高純度의 重金屬類(수은, 납, 카드뮴 등)는 각종의 科學機械를 제작하는데 必須素材로써 우리의 生活를 潤澤하게 하였지만 그 廢棄物들은 우리의 生活周邊을 汚染시켜 그 環境에서 자라는 植物과 動物을 汚染시키고 사람의 生活環境도 위태롭게 하고 있습니다(非意圖的 汚染).

#### II. 畜産食品의 環境汚染物質 防止 對策

##### 1. 動物藥品 및 飼料添加劑

動物藥品이나 飼料添加劑로 使用하는 物質들은 엄밀한 의미에서는 環境汚染物質이라고 보기는 어렵습니다. 그러나 넓은 의미에서 볼 때는 정상적으로 存在하는 物質이 아니며 畜産物의 生産性 向上을 위하여 너무나 使用이 普遍化 되어 있고 또 畜産物의 安全性에서 차지하는 비중이 크기 때문에 일단은 環境汚染物質의 범주에 넣어 생각하여 보기로 하겠습니다.

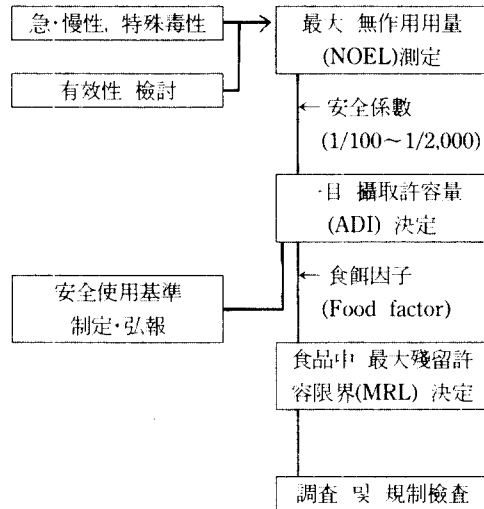


그림 2. 食品中 殘留許容限界 設定과 確認.

世界人口는 매년 8,000만명 이상이 증가하고 있으며 이러한 人口增加에 따른 食品의 生産 供給은 農·畜産業에서 중요한 문제로 擡頭되었습니다.

畜産業에서 畜産疾病에 의한 被害는 대략 畜産 總生産의 20% 내외로 보며, 또 飼料添加劑 使用으로 畜種에 따라 14~18%의 飼料效率 改善效果를 얻고 있습니다. 動物藥品과 飼料添加劑의 使用으로 인한 이러한 生産性 向上 效果는 “科學技術의 農·畜産業에의 活用”이라는 측면에서 크게 환영을 받았으며, 1940년대 이후로 그 研究가 매우 활발하여 졌습니다. 그러나 이러한 物質들의 使用으로 인한 有害性이 1960년대부터 問題가 되면서 世界各國은 嚴格한 評價制度를 導入하여 이들 物質의 使用을 制限하기 시작하였으며, 우리나라에서는 藥事法에 의한 動物藥品의 규정에 따라 生産 販賣되고 있습니다.

畜産食品에서 動物藥品의 使用과 安全性 確保는 다른 분야에서와 같이 費用, 收益의인 면에서의 社會的 安全性으로서 우리는 有害性이 큰 物質의 家畜에의 使用을 最少化 하든가 또는 殘留量을 嚴格히 規制하여 有害發生 可能率을 最少化하는 方法을 使用하고 있습니다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 새로 開發되는 動物用 藥品들은 각종의 毒性試驗을 거쳐 最大無作用量(no observable effective level, NOEL)을 찾아내고 여기에 安全係數로 1/100~1/2,000을 곱하여 사람에서의 一日攝取許容量(acceptable daily intake, ADI)을 결정한 다음 사람의 體重과 그 食品의 攝取量을 考慮하여 食品中の 最大殘留許容限界(maximum residue limit, MRL)를 정하고

있습니다. 그리고 이러한 殘留許容限界를 충족시키기 위하여 安全使用基準을 만들어 使用에 注意를 기하고 있으며 실제로 生産되는 畜産物에서 殘留調査 및 規制檢査를 통하여 이를 確認하고 있습니다 (그림 2).

우리나라는 그 동안 畜産物의 生産이 不足하여 增産에 치우친 나머지 이러한 活動이 올바르게 評價받지 못하였으나 1970년대 와서는 牛乳中の 殘留 抗生物質을 規制하기에 이르렀고 1989년부터는 食肉에 대하여도 抗生物質, 合成抗菌劑, 成長促進用 호르몬劑들에 대한 전국적인 汚染度調査와 規制檢査를 實施하여 오고 있습니다. 이러한 활동으로 畜産物을 生産하는 養畜家들의 認識도 크게 向上되어 安全한 畜産物의 生産에 노력하고 있습니다.

## 2. 環境汚染物質

畜産食品에서 순수한 環境汚染物質들은 물, 空氣, 土壤의 汚染으로부터 由來하는 것을 말합니다. 家畜은 生物體이므로 그들이 生活하는 環境의 影響을 크게 받고 있으며, 汚染된 물이나 空氣를 통한 有害한 物質의 體內蓄積은 중요한 問題로 擡頭되고 있습니다.

그러나 더욱 중요한 것은 飼料로서 汚染된 土壤으로부터 生産되는 飼料用 農作物과 이들의 栽培·保管 過程에서 使用되는 藥劑 그리고 飼料資源의 加工時 使用하는 化學物質들이 문제가 됩니다.

우리나라의 畜産食品 중 環境汚染物質에 대한 研究는 1961년 1월 20일 畜産物 加工處理法이 制定되었고, 1963년 2월 27일 同法 施行令이 制定 施行되면서부터 現代의 概念의 畜産物 衛生檢査와 함께 시작되었습니다. 政府는 '家畜衛生研究所에 畜産物 檢査機能을 부여하여 1966년부터 檢査裝備가 導入되고 畜産物 및 그 加工品에 대한 營養素, 食品添加物(색소, 보존제, 방부제), 偽化物 등을 檢査하면서 1967년 처음으로 우리나라에서 生産되는 牛乳에 대하여 檢出할 수 없는 微量이었음을 밝혔습니다.

1972년에는 牛乳 中の 殘留抗生物質을 圓筒平板法으로 조사하여 다수의 試料에서 抗菌性物質이 檢出되자 原乳中の 殘留抗生物質 檢査를 법제화하여 牛乳衛生에 대처 하였습니다.

1974년부터는 殘留農藥에 관한 연구를 실시하여 有機鹽素系 殺蟲劑 農藥의 蓄積殘留性과 牛乳, 쇠고기, 돼지고기에서의 殘留實態를 보고하고 비록 그 殘留量은 적지만 앞으로의 問題點을 지적하였습니다. 有機鹽素系 農藥은 그 殘留性으로 현재는 세계적으로 그 使用이 禁止되고 있습니다.

표 1. 有害飼料의 範圍와 基準

有害物質名	飼料種類別	許容基準	
비소	配合飼料	100 ppm	
	젖소 고기소 配合飼料	100 ppm	
불소	돼지 配合飼料	200 ppm	
	닭 配合飼料	400 ppm	
	鑛物質 添加物	1,800 ppm	
	인산염 및 칼슘염류(인 함유 18% 기준)	1,800 ppm	
	크롬	닭 配合飼料	300 ppm
크롬	닭 配合飼料와의 配合飼料	500 ppm	
	魚粉, 魚汁吸着飼料 및 骨粉	100 ppm	
	羽毛粉, 肉粉, 肉骨粉 및 動物性 蛋白質 混合飼料	300 ppm	
	皮革加工 粉末	1,000 ppm	
	납	配合飼料	100 ppm
납	魚粉, 魚汁吸着飼料, 羽毛粉, 肉粉, 肉骨粉, 皮革加工 粉末		
	動物性蛋白質 混合飼料 및 鑛物質 添加物	100 ppm	
	骨粉, 골회, 석회석, 인산염 및 칼슘염류	300 ppm	
	옥수수, 粕類 및 낙화생 부산물	25 ppm	
	수은	配合飼料	0.4 ppm
수은	魚粉, 魚汁吸着飼料, 羽毛粉, 肉粉, 肉骨粉, 皮革加工 粉末		
	魚粉, 動物性蛋白質 混合飼料, 석회석, 인산염 및 칼슘염류		
	골회, 鑛物質添加物, 옥수수, 粕類 및 낙화생 부산물	0.5 ppm	
	아플라톡신	配合飼料	20 ppm
	飼料用 穀物 및 동부산물	50 ppm	
아플라톡신	면실박, 낙화생박, 낙화생부산물	50 ppm	

(자료: 飼料管理法 施行令, 1986).

畜産業이 大型化, 企業化하는 1980년대로 들어오면서 飼料産業이 變창하였고 配合飼料의 生産과 消費가 급격히 增加하면서 飼料의 品質이 문제가 되었습니다. 특히 飼料의 主原料가 되는 飼料穀物은 대부분 輸入에 의존하게 되었고 이들의 收穫과 輸送, 保管 과정에서 發生하는 곰팡이毒素 등이 문제가 되어 1982년부터는 이러한 飼料穀物과 配合飼料에서의 곰팡이毒素(아플라톡신, 제라레논, 스테리그마토씨스틴, 오크라톡신) 分析法을 박층크로마토그래피(TLC) 법으로 확립하고 汚染度 조사를 실시하여 이 결과를 가지고, 單味飼料와 配給飼料에서의 規制値를 設定하여 規制하게 하였습니다.

1984년에는 畜産食品의 有害重金屬 汚染防止를 위하여 肉鷄用 配給飼料 82건, 單味飼料 80건을 수집하여 ICP법으로 카드뮴, 납, 비소의 殘留量을 조사한 바 配合飼料에서 비소  $2.55 \pm 0.78$  ppm, 납  $4.74 \pm 0.26$  ppm,  $0.27 \pm 0.16$  ppm으로 낮은 수준이었으나 魚粉, 유채박, 대두박 등의 單味飼料에서 카드뮴이 높게 檢出됨을 確認하였고 1985년에는 養豚用 配給飼料 80건과 單味飼料에서 重金屬 殘留量을 調査하여 그 平均 殘留量이 비소  $4.30 \pm 0.37$  ppm, 납  $5.34 \pm$

0.29 ppm, 카드뮴  $1.08 \pm 0.85$  ppm으로 카드뮴이 다소 높게 檢출되었고 돼지 22두의 筋肉과 內臟에서의 조사결과 筋肉부위는 낮았으나 腎臟, 脾臟, 肝 등 內臟에서는 筋肉보다 높게 殘留하는 것을 확인하였습니다.

계속되는 飼料의 品質向上과 安全性 要求로 정부는 1984년부터 飼料의 品質과 安全性을 評價하여 1985년 6월 개정된 飼料管理法 施行令에서는 비소, 불소, 납, 수은, 아플라톡신 등의 飼料 中の 許容限界를 정하는 등 有害飼料의 범위와 기준을 정하여 飼料의 安全性 確保에 임하고 있습니다(표 1).

1988년도부터 시작된 국내산 畜産物의 有害物質 殘留調査 5개년 계획사업에서는 전국의 畜産物 處理場에서 屠畜되는 돼지 177두와 닭 90수의 筋肉과 腎臟을 試料로 하여 抗生物質과 有害重金屬을 조사한 결과 抗生物質은 檢출되지 않았으나 重金屬은 다수의 試料에서 微量이 檢出되었으며 돼지 1두의 腎臟에서는 특이하게 높은 檢출치를 보였고 이것이 통신키자에 의하여 보도되어 1990년도에 畜産物 衛生史상 유례없는 “식육중 중금속 檢출 보도사건”을 일으키게 되었습니다. 그러나 이 사업은 계획대로

## 표 2. 畜産物의 環境汚染物質 對策 研究

연 도	연구조사내용	시험방법	연구자
1967	原乳中 有害金屬 殘留量 調査	비색법	김 등
1974-79	畜産食品의 殘留農藥에 관한 研究	TLS GC	조 등
1982	飼料中の 아플라톡신 汚染度 조사	TLC	박 등
1984	家畜飼料中の 有害重金屬 殘留 調査	ICP	조 등
1985	養豚飼料中の 有害重金屬 殘留 調査	ICP	조 등
1987	飼料中の 아플라톡신 除毒法 研究	TLC	박 등
1989	養豚場 用水의 水質調査	ICP 등	조 등
1989-93	國內産 畜産物의 有害物質 殘留 調査	TLC, GC/MS, Bioassay HPLC, GC ICP	박 등 손 등 조 등

(한국의 가축위생연구, 1991).

추진되어 오고 있으며 1993년도에는 완결될 것입니다.

1991년에는 소고기 시료 50건에 대하여 GC법으로 有機鹽素系 農藥의 殘留檢査를 실시하였고, GC/MS법으로 成長促進用으로 使用하는 物質 중에서 제라놀(zeranol)의 殘留調査를 실시하여 두 종류 모두 검출되지 않음을 보고하였습니다.

특히 成長促進用으로 使用하는 物質의 殘留分析은 高感度의 최신 분석기기를 使用하여 분석함으로써 우리나라에서 생산되는 畜産物은 물론 輸入 畜産物에서의 殘留檢査도 가능하게 되었습니다. 가축위생 연구소에서 실시한 畜産物의 環境汚染物質 殘留防止를 위한 조사 연구내용은 다음과 같습니다(표 2).

### III. 畜産物中 有害物質 殘留分析技法

畜産物中の 有害物質殘留 分析技法은 分析試料 자체가 動物性으로 그 구성성분 자체가 매우 복잡하고 분석하여야 할 對象物質의 종류가 다양하고 많으며, 殘留許容限界値(ppm 단위) 이하를 분석할 수 있는 高感度의 分析技法이 적용되어야 하므로 실제로 어려운 점이 많습니다. 특히 畜産物은 長期保管이 어렵고 또 食品으로서의 適否判定을 迅速히 하여야 하므로 迅速 正確하여야 합니다.

이러한 조건을 충족시키기 위하여 殘留物質檢査는 殘留與否를 確認하는 예비검사(screening test, 간이 검사)를 거쳐 殘留의 의심이 되는 시료에 대한 最終 確認·定量 檢査를 실시하는 방안이 많이 이용되고 있으며, 최근에는 殘留의 빈도가 높거나 有害성이 큰 特定物質에 대하여 單클론성 抗體를 만들어 抗原·抗體反應을 이용한 면역분석법을 개발하여 이용하고 있습니다. 또한 殘留規制의 대상이 되는 物質이

많으므로 비슷한 성질의 物質들을 系列別로 묶어 동시에 분석하는 系列別 同時 多劑分析技法이 많이 연구되고 있습니다.

畜産物中の 殘留物質檢査는 조작이 복잡하고 그 定量値가 극히 微量이기 때문에 高度의 技術을 요구하고 고가의 精密分析裝置가 이용되고 있으며, 실험실(실험자, 분석기기 및 조건)간의 誤差가 문제가 되므로 이러한 문제를 最少化 할 수 있는 實驗室間 比較試驗 등 여러 가지 노력이 이루어지고 있습니다. 畜産物中の 殘留物質 分析技法을 소개하면 다음 표와 같습니다(표 3).

### IV. 今後課題

科學技術의 發達과 都市化, 産業化는 有害物質의 排出 增大를 일으켜 그 環境에서 生活하는 사람과 家畜의 健康을 威脅하고 있으며, 農耕地의 減少, 資源의 枯渴, 土地 生産性 低下, 氣象條件의 惡化, 세계적인 사회 경제적 不安 등은 이미 지역적으로 食糧不足을 일으키고 있고, 1960년대부터 시작된 食品, 藥品, 飼料添加劑 등의 化學物質에 대한 완벽한 安全性의 요구는 이러한 物質을 研究 開發하는 회사에 막대한 研究 開發費의 投資를 요구하고 있으며, 劃期的인 新製品의 개발이나 增産技術의 開發도 어려운 실정이므로 신제품 개발이 萎縮되고 있습니다. 이러한 현실에서 長期的으로는 質 좋은 飼料用 原料穀物은 食品가공용으로 전용되고 가축은 飼料原料의 不足이 豫想되고 있습니다. 이러한 결과는 飼料原料의 품질저하로 인한 飼料의 품질저하가 우려되고 있으며 계속되는 畜産業 生産性 向上을 위한 藥劑使用 및 産業公害는 畜産物의 安全성을 더욱 위태롭게 할 것입니다.

표 3. 畜産物中の 殘留物質檢査 利用技法 現況

물 질 별	적 용 기 법
항생물질	미생물학적 분석법(Bioassay) 바이오오토그래피법(Bioautography) 가스크로마토그래피법(Gaschromatography, GC) 액체크로마토그래피법(High pressure liquid chromatogrph, HPLC) 박층크로마토그래피법(Thin layer chromatogrph, TLC) 전기영동법(Electrophoresis) 효소면역분석법(Enzyme linked immunosorbent assay, ELISA)
합성항균제	액체크로마토그래피법(HPLC) 가스크로마토그래피법(GC) 가스크로마토그래피/질량분석법(GC/MS) 효소면역분석법(ELISA)
호르몬제	방사선면역분석법(Radioimmunoassay, RIA) 가스크로마토그래피/질량분석법(GC/MS)
농약류	가스크로마토그래피법(GC) 가스크로마토그래피/질량분석법(GC/MS)
중금속류	비색분석법(Spectrophotometry) 원자흡광 분광광도법(Atomic absorption spectrophotometry, AAS) 감응연결플라스마법(Inductively coupled plasma, ICP)
곰팡이독소(아플라톡신)	박층크로마토그래피(TLC) 액체크로마토그래피(HPLC) 효소면역분석법(ELISA)

표 4. 중금속류의 일일 섭취 허용량

금속명	섭취 허용량(mg/kg 체중)	비고
철(Fe)	0.8/일	
구리(Cu)	0.05-0.5/일	잠정
아연(Zn)	0.3-1.0/일	잠정
주석(Sn)	20일	잠정
비소(As)	0.002/일	
납(Pb)	0.05/주	잠정
수은(Hg)	총수은 0.005/주 메틸수은 0.0033/주(Hg로서)	잠정
카드뮴(Cd)	0.067-0.0083/주	

(자료 : CODEX ALIMENTARIUS Vol. XVII, 1984).

動物藥品이나 飼料添加劑, 農藥 등은 관련 법규에 따라 有效性과 安全性 및 殘留性을 엄밀히 評價하여 使用하게 하므로 그 物質의 實體를 알고 使用基準를 준수하므로써 위험을 사전에 예방할 수 있겠으나 그밖의 다른 여러 가지의 汚染物質들에 대하여는 비교적 연구가 충분하지 못한 실정입니다. 연구의 역사가 오래된 重金屬類에 대하여도 畜産物에 대하여는 아직 세계적으로 통일된 殘留許容限界를 정하지 못하였고 FAO/WHO 合同 食品公典에서도 그 동안의 연구결과를 토대로 잠정적으로 一 目 攝取許

容量을 정한 것이 많습니다(표 4).

앞으로 이러한 環境汚染物質의 發生原因, 汚染經路, 體內代謝 및 排出, 有害性 등에 대한 조사연구를 계속하여 이로인한 피해를 방지할 수 있도록 하여야 할 것입니다.

다행스럽게도 이러한 環境汚染과 環境破壞를 더 이상 방지하지 말고 보호하기 위한 시민들의 자발적인 운동과 아울러 세계 각국의 정부가 環境保護를 위한 활동에 앞장서고 있습니다. 그러나 畜産食品에서의 環境汚染物質은 항상 그 可能性을 가지고 있으며, 그 종류와 양이 증가되는 추세이기 때문에 세계 각국들은 畜産食品中的 環境汚染物質에 대한 殘留實態를 지속적으로 조사하여 위험을 사전에 방지하도록 노력하고 있습니다. 아래의 표는 1989년도에 캐나다에서 실시한 畜産物中的 重金屬類 殘留調查 結果입니다(표 5). 우리나라에서도 이러한 조사연구활동을 더욱 활성화 하여 環境汚染物質의 殘留로부터 畜産食品의 安全性을 確保하도록 모두가 함께 노력하여야 하겠습니다.

參考文獻

1) Agriculture Canada, Annual Report on Chemical

표 5. 캐나다의 축산물중 중금속 조사결과  
(단위: 기준초과건수)

물질명 (기준: ppm)		비소 (2.0)	카드뮴 (1.0)	납 (2.0)	수은 (0.5)	아연 (100)
비육우(251두)	간	0	0	0	0	1
	신장	0	4	0	0	0
송아지(130두)	간	0	0	0	0	2
	신장	0	0	0	0	0
양(102두)	간	0	0	0	0	0
	신장	0	3	0	0	0
돼지(299두)	간	1	0	0	0	10
	신장	0	9	0	0	0
육계(200수)	간	0	0	0	0	0
	신장	0	0	0	0	0
칠면조(22수)	간	0	0	0	0	0
	신장	0	0	0	0	0
말(81두)	간	0	51	0	0	4
	신장	0	71	0	1	0

(자료: 캐나다 농업부 농식품안전과 연보 88/89).

- & Inspection Branch, Agriculture Canada, 1990.
- 2) FAO, CODEX ALIMENTARIUS Vol. XVII (contaminants), CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION FAO, 1984.
  - 3) United States Department of Agriculture, Compound Evaluation & Analytical Capability National Residue Program Plan 1991, FSIA/USDA, 1991.
  - 4) USDA, Microbiology Laboratory Guide Book, FSIS/USDA, 1974.
  - 5) USDA, Analytical Chemistry Laboratory Guide Book, FSIS/USDA, 1991.
  - 6) 日本厚生省, 畜水産食品中殘留物質検査法.
  - 7) 農林水産部, 飼料管理法 施行令, 1986.
  - 8) 農村振興廳 家畜衛生研究所, 韓國의 家畜衛生研究 (家畜衛生研究所 80年史), 1991.
  - 9) 레스터 브라운 저/김범철, 이승환 역, 지구환경 보고서, 도서출판 따님, 1990.
  - 10) 朴鍾鳴, 畜産食品中の 殘留物質 検査法(增補版), 상록, 1990.

(Received February 10, 1993)

& Biological Testing for the Fiscal Year 1988-1989. Agri-Food Safety Division, Food Production