

肥料의 需要展望

姜 正 一

首席研究員, Ph.D.(農業經濟學), 農業資材室

崔 志 弦

研究員, 農業資材室

- I. 序論
- II. 肥料需給現況分析
- III. 肥料需要推定의 接近方法
- IV. 肥料의 需要推定
- V. 肥料의 需要展望

I. 序論

1960년대 이후 우리 나라 肥料產業의 급격한 성장의 결과 1960년대초의 300千kg(成分基準)에 불과하던 비료소비는 1975년에는 886千kg으로 약 3배 가까이 신장되었다. 같은 기간에 植付面積 ha 당施肥量은 93kg에서 280kg 수준으로 증가하여 연평균 7%의 증가율을 나타내었다. 그러나 1975년 이후 肥料消費는 감소 내지 停滯狀態에 있다.

이러한 肥料消費의 停滯現象은 農產物價格의 相對的 下落과 耕地利用率의 低下에 따른 植付面積 減少에 영향을 받은 것으로 볼 수 있다. 그러나 보다 근본적인 원인은 우리 나라의 肥料

消費 수준이 適正施肥水準인 植付面積 ha 당 300kg에 접근하고 있어 현재의 農業技術水準이나 農產物價格 條件下에서는 사실상 肥料의 消費를 증가시킬 만한 經濟的 타당성이 없다는 데 있다고 볼 수 있다. 肥料消費停滯現象은 만성적인 肥料在庫 累增과 肥料產業 經營收支惡化의 칙접적인 원인이 되어 왔다.

1970년 이전까지만 하여도 肥料의 供給能力이 肥料需給政策의 기본적인 제약요인으로 되어 왔으나 1970년대 후반기부터는 肥料의 需要가 肥料需給政策의 중요한 변수로 등장하게 되었다. 현재의 우리 나라 肥料供給能力은 國內消費의 1.8배에 달하여 肥料輸出이 肥料需給政策에서 차지하는 비중이 매우 크다. 그러나 제조공업상 나프타에 의존하고 있는 우리나라의 肥料產業이 값싼 천연가스에 의존하고 있는 產油國의 肥料產業에 대해 경쟁력을 상실하고 있어 장기적으로 肥料의 輸出展望이 불투명하다는 것이 일반적인 견해이다. 따라서 國內肥料消費水準이 肥料產業의 生產規模과 稼動率을 결정짓는 결정

적인 변수가 될 수밖에 없다. 이와 같은 상황 하에서 肥料需要에 대한 中長期 예측은 앞으로 肥料產業政策이나 肥料의 需給計劃을 세우는 데 중요한 의의를 갖는다. 또한 肥料의 總消費量 변화와 함께 作物別 肥料消費 추세와 肥料消費構造의 변화, 그리고 肥料價格이 肥料消費에 미치는 영향도 肥料需要推定을 통해 규명될 수 있다.

지금까지 肥料需要豫測에 관한 수많은 研究가 이루어졌다. 그러나 이러한 研究結果는 需要推定目的이나 方法에 따라 需要推定結果가 서로 상당한 차이를 나타내고 있다. 일반적으로 農耕學者나 土壤學者에 의한 추정결과가 經濟學者의 추정결과보다 50% 이상 높게 나타나고 있다. 이와 같은 추정결과에 있어서 큰 차이를 나타내고 있는 원인은 農耕學者나 土壤學者의 경우 農產物生產目標를 달성하는 데 필요한 생물학적인 肥料要求量을 추정한 반면, 經濟學者의 경우 肥料價格, 農產物價格 그리고 農業技術水準 등의 변수를 이용하여 실현 가능한 肥料需要를 推定하는 方法上의 차이에 기인한다고 볼 수 있다.

本稿에서는 현실성 있는 肥料需要展望을 위해서 1984년에 실시된 韓國農村經濟研究院의 肥料需要推定에 관한 研究結果를 중심으로 지난 20년간의 肥料需給現況分析, 肥料需要推定 接近方法에 대한 검토, 그리고 時系列資料와 作物別肥料標準施肥量과 植付面積을 이용한 두 가지 방법으로 肥料의 中長期需要推定을 시도하였다. 또한 本推定結果와 기존연구결과를 비교 검토하였다.

II. 肥料需給現況 分析

1. 供 給

國內 肥料의 供給基盤은 1960년 이전까지만 하더라도 매우 취약하여 國內需要量의 대부분을 輸入에 의존해야만 하였다. 그러나 1961년 忠州肥料(1肥)의 준공을 시작으로 羅州肥料(2肥), 嶺南化學(3肥), 鎮海化學(4肥), 韓國肥料(5肥) 등の大單位工場이 잇달아 건설되어 1970년 國內肥料 生產能力은 1,329千t(重量基準)에 달하게 되었다. 그후 1977년 年產 1,030千t 규모의 東洋最大의 南海化學(7肥)이 준공됨에 따라 總生產能力은 3,000千t을 넘어서게 되어 國내供給基盤을 충분히 갖추게 되었다(表 1)。

이와 같은 肥料供給基盤의 계속적인 확충에 따라 肥料生產量은 1965년 164千t에서 1970년

表 1 年度別 肥料需給現況

單位: 千重量t

	生産能力 (A)	生 產 (B)	消 費 (C)	稼動率 (B/A)	自給率 (B/C)
1965	191	164	1,033	85.9%	15.9%
1970	1,354	1,321	1,215	97.6	108.7
1971	1,329	1,332	1,310	100.2	101.7
1972	1,329	1,411	1,429	106.2	98.7
1973	1,568	1,500	1,776	95.7	84.5
1974	1,780	1,709	1,781	96.0	96.0
1975	1,780	2,075	1,941	116.6	106.9
1976	1,974	1,972	1,348	99.9	146.2
1977	3,004	2,410	1,661	80.2	145.1
1978	3,004	2,895	1,893	96.4	152.9
1979	3,004	3,092	1,805	102.9	170.9
1980	3,096	2,854	1,672	92.2	170.0
1981	3,096	2,595	1,663	83.8	156.0
1982	3,116	2,704	1,249	86.8	216.5
1983	2,905	2,634	1,486	92.3	183.8
1984	2,828	2,946	1,630	104.2	180.7

資料：韓國肥料工業協會, 「肥料年鑑」, 1985.

이후 급격한 增加를 보여 1979년 3,092千kg에 이르게 되었다. 그러나 1973년 세계적인 에너지 파동으로 인한 肥料產業의 國際競爭力 弱化와 1970년 후반기부터 나타나기 시작한 多肥性 水稻品種의 재배 감퇴로 인한 消費鈍化로 1975년 이후 肥料產業의 稼動率이 떨어지기 시작하여 1980년 이후부터 生產量이 다소 감소하고 있다.

한편 1965년 15.9%에 불과하던 自給率은 1970년 중반 이후 生產增加로 100%를 넘어서 國內需要를 충족하고도 상당한 輸出餘力を 갖게 되었다. 1970년 이후 國內需要를 충족하고 남는 잉여분에 대해서는 수출을 시도하게 되었다. 그러나 1975년 이후 세계적인 石油波動으로 인한 肥料原價上昇으로 輸出競爭力이 약화되어 海外需要가 더 이상 증가하지 않고, 國내消費도 둔화되어 在庫累積으로 인한 肥料의 供給過剩現象이 나타나게 되었다. 農協의 肥料在庫保有量은 1975년 이후 年度末在庫가 1,000千kg을 넘어 1984년 말 현재 1,020千kg에 달하여 在庫率이 販賣量對比 66%에 이르고 있다. 在庫의 保有動機가 農民에 肥料를 원활히 공급하기 위함이지만 供給基盤의 擴充으로 발생한 과잉 공급 즉 과잉재고 문제가 肥料管理의 効率化 면에서 심각한 문제로 대두되고 있다.

최근 政府는 이러한 肥料의 過剩在庫를 해소하고 肥料會社의 經營收支를 개선할 目的으로 「肥料產業合理化方案」을 강구하기에 이르렀다. 즉 1980년 羅州肥料(2肥)의 尿素工場을 폐쇄하고 鎮海化學(3肥)과 嶺南化學 舊工場의 政府引受를 1983년부터 중단하는 한편, 1983년 綜合化學系列 忠州肥料(6肥)의 尿素工場의 生産을 중단함으로써 國內生產施設을 대폭 缩小 조정하였다. 그러나 현재의 農協保有在庫를 줄이기 위해서는 앞으로 引受物量의 계속적인 감축이 불가

피한 것으로 보인다.

2. 需 要

1960년 이후 國內肥料產業의 급성장으로 인한 肥料價格의 相對的 下落과 1970년대의 食糧增產을 위한 多肥性 水稻品種의 普及擴大로 肥料消費는 1965년 394千kg에서 1975년 886千kg으로 2.2배 이상 증가하였다. 이 기간의 연평균消費增加率은 7% 이상을 기록하였다. 그러나 1973년 石油波動 이후 肥料價格의 대폭적 引上과 1970년대 후반기부터 나타나기 시작한 多肥性 水稻品種의 재배 기피로 肥料消費는 1975년 이후 감소 내지 停滯狀態에 있다. 한편 耕地利用面積當 肥料使用量은 1975년 이후 耕地利用率이 계속 저하되어 왔기 때문에 1981년까지는 증가 추세를 보였으나 1982년 이후에는 減少趨勢를 나타내고 있다(表 2)。

表 2 成分別 肥料消費와 ha當 肥料消費趨勢

	成 分 別				耕地利用面積(B)	ha當肥料消費量(A/B)
	N	P	K	計(A)		
1965	218 (55.5)	123 (31.3)	52 (13.2)	393 (100.0)	3,387	116.0
1970	356 (63.2)	124 (22.0)	83 (14.8)	563 (100.0)	3,337	168.7
1975	481 (54.3)	238 (26.9)	167 (18.8)	886 (100.0)	3,096	286.2
1976	361 (56.1)	142 (22.1)	140 (21.8)	643 (100.0)	3,144	204.6
1977	388 (52.7)	210 (28.5)	138 (18.8)	736 (100.0)	3,174	231.9
1978	462 (53.3)	231 (26.7)	173 (20.0)	866 (100.0)	3,033	285.5
1979	444 (51.4)	227 (26.3)	192 (22.3)	863 (100.0)	3,001	287.5
1980	448 (54.1)	196 (23.7)	184 (22.2)	828 (100.0)	2,909	284.6
1981	432 (52.0)	199 (24.0)	199 (24.0)	830 (100.0)	2,765	300.7
1982	311 (50.5)	149 (24.2)	156 (25.3)	616 (100.0)	2,774	222.0
1983	371 (51.0)	172 (23.7)	184 (25.3)	727 (100.0)	2,678	271.4
1984	394 (52.0)	177 (23.0)	191 (25.0)	762 (100.0)	2,707	281.0

* ()내는 構成比임.

1965년 이후 單位面積當 肥料消費의 지속적 증가와 함께 肥料消費構造는 현저한 변화를 나타내고 있다. 肥料消費의 成分別 구성비를 보면 <表 2>에 나타난 바와 같이 1965년부터 1970년 까지 N:P:K의 比率이 56:31:13에서 63:22:15로 硝素 위주의 消費性向을 나타내었으나 1975년 이후부터는 硝素의 消費比率이 점차 감소하여 1984년에는 N:P:K의 구성비가 52:23:25로 변화하였다. 이와 같이 硝素의 消費가 相對的으로 감소하고 磷酸과 加里의 消費가 增加한 것은 政府의 꾸준한 施肥指導로 農民의 均衡施肥에 대한 認識이 높아진 때문으로 보인다. 均衡施肥가 이루어질 수 있었던 또 하나의 이유는 1970년 이후 複合肥料의 供給擴大와 밀접한 관계가 있다. 肥料의 必須三要素가 적절히 배합되어 있는 複合肥料는 사용하기에 편리하기 때문에 複合肥料의 消費擴大가 자연적으로 均衡施肥로 유도될 수 있었다.

한편 肥料의 輸出은 1967년을 시작으로 1970년대에 크게 증가하였다. 특히 1970년대 후반 개발도상국가의 肥料消費 增大로 輸出物量이 증가하여 1981년에는 1,309千t을 수출함으로써 311백만 달러의 外貨를 획득하였다(<表 3>). 그러나 1980년 이후 產油國의 海外市場進出과 海外需要의 둔화로 輸出은 크게 신장되지 못한 채 최근 輸出物量은 1,000千t 수준을 유지하고 있다. 輸出되는 肥料의 肥種은 複肥가 주종을 이루고 있는데 이는 複肥의 輸出競爭力이 尿素 등의 單肥에 비해 다소 높기 때문이다.

肥料輸出物量의 지속적인 확보는 外貨獲得이라는 단순한 次元을 넘어서 國內의 生產施設을 효율적으로稼動시켜 肥料會社의 經營收支 개선을 가능케 하고 國內의 과다한 在庫를 줄이며 肥料計定 赤字를 감소시킬 수 있다는 점에서 중

表 3 肥料 輸出實績

單位 : 重量千t

	尿素	硫安	磷成 磷肥	複合 肥料	其他	計	
						物量	金額
1967	20	—	—	—	—	20	(t)OB 千\$) 1,640
1970	118	—	—	—	—	118	5,979
1971	52	—	—	69	—	121	6,936
1972	194	—	—	95	—	289	18,112
1973	56	—	0.5	24	—	80.5	6,941
1976	82	28	—	8	—	118	11,855
1977	334	152	10	177	—	673	77,049
1978	456	191	43	439	—	1,129	154,888
1979	293	152	30	640	—	1,115	201,881
1980	408	10	34	717	—	1,309	311,308
1981	243	141	27	375	15	801	176,932
1982	69	161	52	711	2	995	167,302
1983	48	172	25	909	28	1,182	181,291
1984	96	125	31	989	70	1,311	234,211

資料 : 韓國肥料工業協會, 「肥料年鑑」, 1985.

요한 意義를 갖는다고 볼 수 있다. 肥料產業의 經營收支를 고려할 때 비록 價格面에서 國內會社가 他國家에 비해 불리한 것은 사실이지만 固定費用의 一部라도 회수할 수 있다면 生產施設의 耐久年限이 끝날 때까지는 輸出을 계속하는 것이 유리하다. 그리고 부가가치가 높은 複合肥料의 開發, 輸出市場의 多邊化, 原價節減을 위한 工法改善 등의 努力이 계속 경주되어야 할 것이다.

III. 肥料需要推定의 接近方法

일반적으로 消費財에 대한 需要是 그 財貨의 價格, 代替財價格 그리고 可處分所得 등에 의해 결정된다. 그러나 市場經濟下에서의 生產要素에 대한 需要是 利潤極大化를 추구하는 生產者의 利潤極大化 購買行爲로부터 유도된다. 따라서 生產要素에 대한 需要是 그 自體價格, 生產物價格 그리고 代替生產要素의 價格 등에 의해 결정된다.

農業生產要素인 肥料의 需要是 理論上 肥料價格, 農產物價格 그리고 代替生產要素의 價格에 의해 결정된다고 할 수 있다. 그러나 현실적으로 肥料의 需要是 위의 變數 이외에 肥料供給能力, 農產物增產政策, 農家所得政策, 農業技術水準, 土壤肥沃度, 水利條件 등등 수많은 变数의 영향을 받게 된다. 그렇지만 이러한 모든 变수들을 동시에 고려하여 肥料需要를 推定하는 데에는 資料의 制約과 推定方法上에 어려움이 따른다. 그러므로 肥料의 需要推定 目的에 따라 肥料需要에 영향을 주는 獨립변수의 선택 범위가 제한되게 된다. 예를 들면 農產物 生產目標 달성에 필요한 肥料要求量을 추정할 경우에는 作物別 單位面積當 生物學의 肥料要求量이 需要推定의 기본적인 变수가 된다. 그러나 肥料需要의 價格彈性值를 推定할 경우 農產物價格이나 肥料價格이 가장 중요한 变수가 된다.

肥料의 需要推定 目的에 따라 일반적으로 利用되는 방법에는,

- (1) 肥料試驗資料로부터 肥料收量反應函數를 推定하고, 이로부터 肥料의 派生需要(derived demand)를 유도하는 方法,
- (2) 農家調查資料를 利用하여 農家の 肥料消費에 영향을 주는 肥料價格, 農產物價格, 代替生產要素의 價格 등 經濟的 變數와 氣象條件, 土壤, 水利施設 등의 環境變數를 獨립변수로 하여 肥料需要를 推定하는 方法,
- (3) 肥料價格, 農產物價格, 農業技術水準 등의 時系列 資料를 利用하여 推定하는 方法,
- (4) 作物別 標準施肥量과 植付面積을 利用하여 推定하는 方法 등이 있다.

1. 收量反應函數를 利用한 方法

收量反應函數를 이용한 肥料 需要推定은 個別

農產物生產에 있어서 肥料를 제외한 모든 生產要素를 고정시켜 놓고 肥料投入에 따른 肥料收量反應函數를 추정하여 農產物價格과 肥料價格의 변화에 따라 利潤을 극대화시키는 즉, 肥料의 限界收入(MVP)과 肥料의 限界費用(MC)이 같아지는 점에서의 肥料의 投入水準을 결정하는 方法이다.

이를 式으로 나타내면 收量反應函數는

$$Y=f(X) \quad (1)$$

로 표시된다.

여기서, Y : 收量

X : 肥料投入量

(1)로부터 利潤函數를 式(2)와 같이 유도할 수 있다.

$$\pi=f(X) \cdot P_Y - X \cdot P_X \quad (2)$$

여기서, π : 利潤

P_Y : 農產物價格

P_X : 肥料價格

完全競爭下에서 利潤을 極大化시키기 위한 肥料投入水準은 式(2)를 미분하여 미분값이 零인 점에서 결정된다.

$$-\frac{\partial \pi}{\partial X} = f'(X)P_Y - P_X = 0 \quad (3)$$

즉 肥料投入水準에 따른 限界收入(MVP)과 限界費用($MC=P_X$)이 같아질 때 利潤이 極大화되므로 이를 式으로 표시하면,

$$f'(X)P_Y = P_X \quad (4)$$

式(4)로부터 肥料의 投入水準(D_X)을 肥料價格과 農產物價格의 相對價格函數로 나타낼 수 있

다. 이 식에서 보는 바와 같이 農產物價格이 상승하거나 肥料의 價格이 하락하면 肥料의 需要가 증가하고, 그 반대로 農產物價格이 하락하거나 肥料의 價格이 상승한다면 肥料의 需要는 감소하게 된다.

收量反應函數를 이용한 肥料需要推定은 農村振興廳 農業經營研究所(1969), Sung(1974), 國立農業經濟研究所(1976), 韓國農村經濟研究院(1981), 吳旺根·李春秀(1982) 등에 의해 시도되었다.

이 방법은 作物別 適正施肥水準을 판단하거나 農產物價格과 肥料價格의 변화가 肥料消費에 미치는 단기 효과를 판단하는데, 유용한 방법이다. 그러나 이 방법은 국가 전체적인 肥料需要를 推定하거나 中·長期 肥料需要를 예측하는데는 推定方法上 제약이 있다.

2. 農家調查資料를 利用하는 方法

農家の 肥料購買行爲는 農產物價格이나 肥料價格 이외에 農民의 연령, 교육수준, 영농경험과 作付體系, 小作制度 및 水利施設 등의 사회적·환경적인 變數의 영향을 받게 된다(Sung 1974). 따라서 農家の 肥料購買行爲에 영향을 주는 諸變數에 관한 橫斷資料(cross-sectional data)를 이용해서 肥料의 需要函數를 推定할 수 있다.

農家肥料購買行爲에 영향을 주는 諸變數의 변화추세를 예측할 수 있다면 農家資料로부터 推定된 肥料需要函數를 이용해서 미래의 肥料需要를 예측할 수 있다. 그러나 일반적으로 農家調查資料를 이용해서 얻어진 肥料需要函數는 農家の 肥料需要에 영향을 미치는 非經濟的인 變數의 효과를 계측하거나 地域間의 肥料消費行態를 比較分析하는 데 유용한 方法이다. 이 方法에 의

한 肥料需要推定은 1973년에 300戶 農家調查資料를 이용해서 수행된 바 있다(Sung 1974).

3. 時系列資料를 利用하는 方法

장기적으로 볼 때 肥料需要는 肥料價格, 農產物價格, 耕地面積, 農業技術水準, 代替財나 补完財의 價格 등에 의해 결정된다. 따라서 肥料需要에 영향을 주는 이를 變數에 대한 時系列資料(time series data)가 얻어진다면 肥料需要函數의 推定이 가능하다.

위 方法은 肥料의 總需要(aggregate demand)를 추정하거나, 農產物價格이나 肥料價格이 肥料消費에 미치는 효과를 계측하는 데 유용하다. 또한 諸變數에 대한 장기추세를 예측할 수 있다면 미래의 需要를 推定하는 데 적합한 方法이다. 이 方法에 의한 肥料需要推定은 Sung(1974), 李煥(1982), 姜正一(1983) 등에 의해 시도되었다.

4. 作物別 標準施肥量과 植付面積을 利用하는 方法

모든 農作物에 대한 기준년도의 標準施肥量이 파악되고, 각 作物의 植付面積이 결정된다면 肥料의 需要는 다음과 같은 式으로 얻어질 수 있다.

$$D_t = \sum_{i=1}^n A_{it} \cdot Q_i$$

여기서 D_t : t 年度의 肥料需要

A_{it} : t 年度의 i 作物의 植付面積

Q_i : i 作物의 標準施肥量

여기서 標準施肥量은 토양의 肥沃度와 施肥效率을 고려하여 산출될 수 있고, 또는 作物別 肥料收量反應函數를 이용하여 산출한 經濟的 適正施肥量을 적용할 수도 있다.

일반적으로 農耕學者나 土壤學者들의 경우 前

者를 이용하고 經濟學者の 경우 後者를 택하는 경향이 있다. 지금까지 農耕學者나 土壤學者에 의해 이루어진 肥料需要推定은 農產物自給을 달성하기 위해 單位面積當收量을 국대화시킬 수 있는 生物學的肥料要求量을 산출하는 데 목적을 두었다. 따라서 農耕學者나 土壤學者들에 의한 肥料需要推定이 經濟學者の 推定值보다 높게 나타나고 있다.

植付面積에 의한 肥料需要推定方法은 肥料價格이나 農產物價格 등 經濟的要因을 감안하지 못한다는 短點이 있다. 그러나 植付面積에 큰 변화가 없고, 食糧自給을 위해서 일정한 수준의 肥料投入이 불가피한 우리 나라 현실을 감안한다면 植付面積과 標準施肥量을 이용하는 방법이 현실성이 있는 肥料需要推定方法이라고 할 수 있다.

IV. 肥料의 需要推定

앞에서 언급한 바와 같이 肥料의 需要推定은 그 目的에 따라 여러 가지의 接近方法이 시도될 수 있다. 그러나 本稿에서는 肥料需要에 [대한 中長期 예측을 위해 時系列資料와 植付面積 및 標準施肥量을 利用한 두 가지 方法만 시도하였다.

1. 時系列資料에 의한 需要推定

肥料需要에 영향을 미치는 變數로는 여러 가지를 생각할 수 있으나 일반적으로 肥料價格, 農產物價格, 植付面積, 技術水準 등을 들 수 있다.

獨立變數를 有意選定하기 위하여 이들 變數間의 單純相關관계를 검토해 본 결과 肥料價格과 肥料消費量의 相關係數는 -0.5156으로 나타나

表 4 肥料消費量과 關聯된 變數의 相關係數

비료소비량	비 료 구 입 가 격	미 곡 판 매 가 격	곡 식부면적
비료소비량	-0.5156		
비료구입가격	0.0776	0.9646	
미곡판매가격	-0.2417	-0.8243	-0.8955

* 가격은 농가판매 및 실질구입가격지수.

이론적인 기대에 부응했으나 肥料消費量과 米穀價格 및 植付面積과의 관계를 보면 相關係數가 0.0716과 -0.24로 각각 나타나 예상외의 관계를 보였다(表 4). 즉 밀접한 관계를 예상했던 肥料消費量과 米穀價格과의 相關係數가 너무 낮게 계측되었고 正의 相關을 예상했던 肥料消費量과 植付面積의 相關은 負의 관계를 나타냈다. 이러한 負의 관계는 과거부터 지금까지 耕地利用率의 減少로 植付面積은 계속 감소 추세에 있었으나 반대로 肥料消費는 증가 추세를 보인다. 기인한 것으로 보인다. 식부면적을 독립변수로 사용하는데 있어 생기는 이러한 문제점을 보완하기 위해 本推定에서는 肥料消費 추세를 나타내는 종속변수로 植付面積 ha 당 肥料消費量을 채택하였다. 한편 독립변수로는 肥料價格과 技術水準 및 農民의 施肥行態를 반영하는 추세변수 T(年次數)를 선정하였다. 실제 推定에서 肥料價格은 농가 비료가격지수를 米穀販賣價格指數로 디플레트한 實質價格指數를 이용했고 成分別推定에는 尿素, 熔成磷肥, 鹽化加里의 價格을 基準으로 이용하였다.

推定은 로그(log) 함수를 이용하여 總肥料需要를 重量을 기준으로 추정하고 다시 成分別(NPK)로 구분하여 각각 추정하였다. 分析期間은 1963~83년 기간중 급격한 需要變動을 보인 1975년과 1982년이 需要推定에 비정상적인 영향을 줄 것 이 예상되어 이들 兩年을 分析期間에서 제외시켜서 추정한 것과 兩年(1975, 1982)을 포함시켜

表 5 需要推定에 이용된 時系列資料

	消費量 (重量)	成 分 別 消 費 量			肥料購入 價格指數	米穀販賣 價格指數	尿 素 價 格 指 數	磷 酸 肥 料 價 格 指 數	鹽化加里 價 格 指 數	植 面 積	付 積
		N	P	K							
1963	1,058	192	94	21	307	11.8	5.7	10.2	12.5	18.2	3,135
1964	924	173	154	37	364	14.5	7.1	14.9	15.4	19.5	3,193
1965	1,033	218	123	52	393	20.7	6.7	17.9	22.0	20.2	3,387
1966	1,072	240	125	59	423	20.7	7.1	17.9	22.0	20.2	3,319
1967	1,131	278	133	76	486	18.1	7.8	15.2	19.2	26.6	3,236
1968	1,179	286	121	71	477	18.1	9.2	15.2	19.2	26.6	3,283
1969	1,196	302	131	84	534	19.4	11.4	17.0	20.5	23.1	3,301
1970	1,215	356	124	83	563	20.0	12.5	17.8	21.2	21.3	3,337
1971	1,310	348	165	93	606	20.0	15.7	17.8	21.2	21.3	3,264
1972	1,429	373	176	104	648	20.2	19.9	18.0	21.4	21.5	3,100
1973	1,776	412	233	151	796	22.6	20.9	20.1	24.0	23.9	3,076
1974	1,781	449	232	156	837	28.7	30.3	26.9	32.0	32.1	3,049
1975	1,941	482	238	166	886	47.4	38.1	45.2	52.7	52.6	3,096
1976	1,348	361	142	140	643	80.0	46.4	80.0	80.0	79.9	3,144
1977	1,661	388	210	138	736	80.0	50.5	80.0	80.0	79.9	3,174
1978	1,893	462	231	173	866	80.0	59.0	80.0	80.0	79.9	3,033
1979	1,805	444	227	192	863	81.4	76.7	81.3	81.4	81.2	3,001
1980	1,672	448	196	184	828	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	2,909
1981	1,663	432	199	199	830	143.9	116.8	144.2	144.3	144.3	2,765
1982	1,249	311	149	156	616	163.5	121.0	163.0	144.3	163.3	2,774
1983	1,486	371	172	183	726	163.5	121.9	163.0	144.3	163.3	2,678

* 價格指數 1980=100.

分析한 결과를 비교해 보았다. 分析에 이용된 資料는 〈表 5〉와 같다.

推定結果는 〈表 6〉과 같이 나타났는데 우선 分析期間을 1963~83년으로 하여 重量을 기준으로 總肥料需要函數를 추정한 결과 肥料需要의 價格彈性值은 -0.43으로 비교적 弹力的으로 計測되었다. 즉 다른 變數가 고정되어 있고 肥料 實質價格이 10% 引上될 경우 肥料의 需要是 4.3% 減少가 예상된다. 또한 成分을 기준으로 需要函數를 추정한 결과 價格彈性值은 -0.45로 약간 높게 計測되었다.

한편 成分別로 肥料需要를 推定한 결과 磷酸質肥料의 價格彈性值가 -0.56, 加里質 -0.16, 望素質 -0.36으로 각각 나타나 磷酸肥料의 價格彈性值가 제일 높았다.

分析期間에서 1975년과 1982年을 제외한 分析

結果(F_2)는 앞의 推定式(F_1)보다 統計的有意性은 조금 높게 나타났다. 또한 F_1 과 F_2 의 推定式에서 成分을 기준으로 한 總肥料需要推定結果가 重量을 기준으로 추정한 結果보다 變數의 統計的有意性이 높았다. 이것은 成分基準消費量이 重量基準消費量에 비해 要素一生產物의 관계를 보다 정확하게 반영하기 때문에 추측된다.

肥料消費에 영향을 주는 諸變數에 대한 장래의 변화추세를 파악할 수 있다면 時系列資料를 이용해서 推定한 肥料需要函數로 肥料의 需要豫測이 가능하다. 본추정에서 미래의 肥料의 실질 가격變動은 없다고 가정하였다.¹ 따라서 肥料需要豫測에 있어서 農業技術이나 農民의 肥料消費實態를 반영하는 주제변수(T)와 植付面積만

¹ 최근 肥料價格은 農產物價格引上을 감안하여 결정되고 있으며 앞으로도 肥料의 實質價格의 대폭적인 상승은 없을 것으로 판단된다.

表 6 肥料需要函數 推定結果

(log-log)

分析方法	獨立變數 從屬變數	常 數	T F P	N F P	P F P	K F P	T	R ²	D. W.	N	分 析 期 間
F ₁	T C F	6.0893 (23.9)	-0.4293 (-2.4)				0.1230 (1.7)	0.72	1.3	21	1963~83
	C F	4.9876 (24.0)	-0.4450 (-3.0)				0.2583 (4.4)	0.90	1.3	"	"
	C N F	4.2964 (23.3)		-0.3638 (-2.4)			0.2680 (5.1)	0.86	1.6	"	"
	C P F	4.1340 (11.1)			-0.5569 (-2.2)		0.0827 (0.8)	0.63	1.3	"	"
	C K F	2.1073 (7.6)				-0.1629 (-1.1)	0.7021 (8.7)	0.96	1.3	"	"
F ₂	T C F	6.0708 (25.1)	-0.4259 (-2.5)				0.1318 (1.9)	0.77	1.0	19	1975, 1982 제외 1963~83
	C F	4.9439 (26.4)	-0.4262 (-3.2)				0.2777 (5.1)	0.93	1.0	"	"
	C N F	4.2198 (26.9)		-0.3216 (-2.6)			0.2985 (6.4)	0.92	1.6	"	"
	C P F	4.2659 (12.3)			-0.6639 (-2.9)		0.0526 (0.5)	0.71	1.4	"	"
	C K F	2.0636 (7.0)				-0.1547 (-0.9)	0.7280 (8.3)	0.96	1.0	"	"

() 内는 t - 値임.

註 : TCF : 耕地利用面積 ha當 總肥料消費量 (重量kg/ha)
 CF : " (成分kg/ha)
 CNF : 耕地利用面積 ha當 窒素肥料消費量 (成分kg/ha)
 CPF : " 磷酸 " (成分kg/kg)
 CKF : " 加里 " (成分kg/ha)

TFP : 肥料實質價格指數
 NFP : 窒素肥料 "
 PFP : 磷酸肥料 "
 KFP : 加里肥料 "
 T : 年次數 (1963=1)

을 고려하였다.

農產物과 肥料의 實質 가격 인상이 없을 경우推定된 需要函數의 추세변수(T)의 회귀계수가 매우 낮기 때문에 미래의 植付面積 ha當 肥料消費는 매우 완만한 추세로 증가될 것으로 예상

된다. 그런데 肥料의 總需要를 추정하기 위해서는 ha當施肥量에 植付面積을 곱해야 한다. 本推定에서는 當研究院에서 1982, 1983年에 추정한 植付面積을 미래의 植付面積으로 이용하였다(表7)。

〈表8〉에 나타난 肥料需要推定結果에 의하면 1986년 이후 肥料需要는 현재의 消費水準과 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이와 같이 2000년대의 肥料消費가 현재의 수준에서 크게 벗어

表 7 作物別 植付面積 推定
單位 : 千ha

作 物	1985	1986	1991	2001
米 谷	1,240	1,238	1,055	768
麥 類	318	317	150	120
豆 類	222	221	220	220
薯 類	68	70	92	97
雜 谷	62	56	45	45
特 作	182	181	162	124
菜 蔬	422	458	470	496
果 實	114	118	138	139
桑 田	25	22	20	20
草 地	123	155	260	400
計	2,776	2,834	2,612	2,429

資料 : 朱龍宰外, 「長期食糧需給에 관한 研究」, KREI, 1982;
 李貞煥, 「韓國農業의 與件變化와 發展戰略」, KREI, 1983에서 引用 再作成。

表 8 時系列分析量 통합 肥料需要推定, 1985~2001

	1985	1986	1991	2001
ha當	N (kg/ha)	153	155	163
成 分 別	P (kg/ha)	75	75	76
推 定	K (kg/ha)	69	71	81
施 肥 量	計 (kg/ha)	297	301	320
需 要	成 分 (千%)	824	854	836
推 定 量	重 量 (千%)	1,582	1,625	1,531
				359
				872
				1,477

나지 않는 것은 ha 당施肥量이 약간씩 증가하나 植付面積이 감소추세에 있기 때문이다. 그러나 앞으로 農產物自給度를 높이기 위해 農產物의 실질가격을 引上하거나 개간·간척을 통한耕地面積의 확대, 草地開發, 耕地利用率을 높이기 위한 정책이 시행된다면 肥料의消費는 증가할 것으로 예상된다.

2. 標準施肥量과 植付面積에 의한 肥料需要推定

肥料需要를 추정하는데 植付面積은 하나의 중요한 基準이 된다. 따라서 作物別 標準施肥量이 파악된다면 미래의 肥料需要를 예측할 수 있다. 推定에 앞서 파악되어야 할 것은 미래의 作物別施肥基準量과 植付面積이다. 作物의 單位面積當施肥量을豫測하는 것은 용이하지 않다. 따라서 일반적인 미래의施肥量은 作物栽培試驗結果에 의한 標準施肥量(經濟적 추천시비량)이 적용될 수밖에 없다. 또한 未來의 植付面積은 向後 食糧消費패턴의 변화에 따라 결정되므로 食糧消費패턴과 농업여건을 고려하여 推定하는 것이 합리적이다.

따라서 本研究에서는 農家肥料投入水準이 適正水準에 가까운 水稻와 麥類의 경우 農家實際投入量을 적용하고 나머지 作物에 대한 基準施肥量은 農村振興廳試驗결과에서 얻어진 標準施肥量資料를 利用하였다(表 9).

한편 植付面積資料는 韓國農村經濟研究院에서 추정한 結果를 일부 조정하여 이용하였다(表 7 참조). 또한 자료의 制約으로 品目별로 세분하여需要를 추정하지 못하고 米穀, 雜穀, 豆類, 果實, 特用作物, 桑田으로 구분하여 추정하였으며 向後 草地造成에 따른 飼料作物의 肥料需要가增加할 것으로 예상되어 分析對象에 포함

表 9 作物別 標準施肥量

單位 : kg/10a

作物	標準施肥量 ³⁾			
	N	P	K	計
水稻 ¹⁾	12.7	5.7	5.9	24.3
麥類 ¹⁾	13.1	4.5	3.8	21.4
雜穀	11.9	9.8	8.5	30.2
豆類	5.0	6.8	5.8	17.6
薯類	10.2	9.5	12.5	32.2
蔬菜	23.0	15.5	19.0	57.5
桑田	27.0	16.0	18.0	61.0
果實	26.9	52.0	26.1	105.0
特用作物	7.8	6.8	6.2	20.8
飼料作物 ²⁾	15.0	15.0	15.0	45.0

1) 實際農家投入 水準.

2) 草地 포함.

3) 品目別 植付面積으로 加重平均.

資料: 農水產部, 「農產物生產費調查結果報告」, 1984.

農村振興廳, 「農畜產物標準所得」, 1982.

表 10 植付面積에 의한 作物別 肥料需要推定

單位 : 成分千%

作物	1985		1986		1991		2001	
	需要量	構成比%	需要量	構成比%	需要量	構成比%	需要量	構成比%
水稻	301.3	35.0	300.8	33.7	256.4	29.2	186.6	21.4
麥類	68.1	7.9	67.8	7.6	32.1	3.7	25.7	2.9
雜穀	18.7	2.2	16.9	1.9	13.6	1.6	13.6	1.6
豆類	39.1	4.6	38.9	4.3	38.7	4.4	38.7	4.4
薯類	21.9	2.5	22.5	2.5	29.6	3.4	31.2	3.6
蔬菜	242.7	28.2	263.4	29.4	270.3	30.8	285.2	32.7
果實	62.2	7.2	64.4	7.2	75.3	8.6	75.9	8.7
特用作物	37.9	4.4	37.9	4.2	33.7	3.8	25.8	3.0
桑田	12.8	1.5	11.2	1.3	10.2	1.1	10.2	1.1
飼料作物*	55.5	6.5	69.9	7.9	117.0	13.4	180.0	20.6
計	860.2	100.0	893.7	100.0	876.9	100.0	872.9	100.0

* 草地 포함.

합시켰다.

植付面積을 이용해 年度別 肥料需要를 推定한結果 短期的으로 肥料需要는 1986년까지 增加할 것으로 예상되나 長期的으로는 停滯추세를 보일 것으로 추정되었다(表 10).

年度別需要推定量을 보면 1986년의 肥料消費는 1983년 消費量(726千成分%)對比 23.1% 증가된 894千%에 달할 것으로 예상되며 그후 1991년까지 年平均 0.1%씩 감소하여 877千%에 이

르고 2001년에는 873千 t 에 달하여 1991년 이후 肥料消費는 거의 變動이 없을 것으로 예상된다.

장기적으로 볼 때 肥料消費가 停滯될 것으로 예상되는 이유는 米穀 등 穀物의 消費 減少에 따른 植付面積 감소로 이들의 肥料消費가 크게 감소하는데 기인한다. 특히 전체 肥料消費의 35~40%를 차지하고 있는 水稻用 肥料의 消費量이 2001년에 1985년 대비 38% 정도가 감소할 것으로 예상된다.

作物別 肥料消費構成比의 变화를 보면 水稻의 경우 1984년 35%에서 2001년 21%로 그 비중이 감소하며, 반면에 사료작물의 경우 6.5%에서 20.6%로 전체 肥料消費에서 차지하는 비중이 크게 증가할 것이 예상된다.

3. 既存研究結果와의 比較檢討

肥料需要豫測은 推定方法과 資料의 分析期間에 따라 큰 차이가 나는 것이 일반적인 현상으로 本節에서는 本研究의豫測結果와 既存研究結果를 需要豫測值와 肥料需要의 價格彈性值를 중심으로 비교하였다.

<表 11>에 열거된 本分析(I)과 本分析(II)는 1963~83년까지의 時系列資料와 推定植付面積 및 經濟的 施肥量을 이용한 것이고 A(I)와 A(II)는 1960~72년까지의 時系列資料와 1973년의 農家調查資料를 이용한 것이다. 그리고 B, C, D, E는 土壤學 내지 作物營養學의 측면에서 접근한 것이다.

<表 11>에 나타난 예측결과를 보면, 1980년의 경우 實際肥料消費量이 828千 t 이었음을 감안할 때 A(I), A(II), D는 실적치에 접근한 것으로 볼 수 있으나 B, C의 경우 실제消費量보다 300千 t 이상 과다 추정되었다.

表 11 長期 肥料需要豫測 結果比較
單位: 成分千 t

研究名*	1980	1985	1990	2000	推定方法
本分析(I)	—	824	836	872	時系列分析 植付面積과 經濟的 施肥量
“ (II)	—	894	877	873	時系列分析
A (I)	810	892	—	—	農家調查資料이용
A (II)	882	1,053	—	—	
B	1,138	1,375	1,515	1,799	B, C, D, E는 生物 學的 肥料要求量과
C	1,208	—	1,547	1,795	
D	880	—	1,170	1,410	植付面積이용 추정
E	—	1,111	1,281	1,914	

* 研究名

A : Sung, Bai-Young. *The Demand for Fertilizer in Korea*. Unpublished Ph. D. Thesis, University of Minnesota, 1974.

B : 李允渙, “食糧需給에 따른 肥料需要展望,”『韓國土壤肥料學會誌』, 第9卷第3號, 1976. 9.

C : 朴承大, “最近의 肥料消費面에서 본 肥料需要展望,”『韓土肥誌』, 第9卷第3號, 1976. 9.

D : 朴薰, 朴英善, “作物營養面에서 본 肥料의 需要展望,”『韓土肥誌』, 第9卷第3號, 1976. 9.

E : 吳旺根, 李春秀, “肥料需要에 대한 展望,”『韓土肥誌』, 第15卷第1號, 1982. 3.

1985년의 경우는 本分析(I)과 (II) 그리고 A(I) 예측치는 800千~9,000千 t 수준이나 나머지 A(II), B, E는 1,000千~1,400千 t 으로 큰 차이를 나타내고 있다. 1990년과 2000년의豫測值에 있어서도 本分析(I), (II)와 B, C, D, E 사이에 300千 t ~1,000千 t 정도의 매우 큰 차이를 나타내고 있다.

이상의 肥料需要 推定結果를 비교해 볼 때 農耕學者들에 의해 추정된 예측치(B, C, D, E)가 經濟學者의 예측치(本分析, A)보다 월등히 높은데 그 이유는 다음과 같이 요약된다. 첫째, 標準施肥量에 있어 農耕學者는 단위 면적당 최대수량을 산출하기 위한 生物學의 필요 요구량을 이용하였고 經濟學者는 경제적 시비량 또는 실제 비료투입량(水稻 및 麥類의 경우)을 적용하였다. 그런데 일반적으로 生物學의 要求量은 經濟的施肥量이나 實際施肥量보다 높게 산출되고 있다.² 둘째, 植付面積 추정에 있어서 農耕學者

² 米穀의 경우 經濟的 시비량은 32.5kg/10a인데 비해 생

表 12 肥料需要의 價格彈性值 比較

研究名*	A	B	C	D	E
N		-0.06	-0.17	-0.50	-0.36
P	-0.73	-0.05	-0.27	-0.29	-0.56
K	-1.07	-0.04	-0.32	-0.45	-0.16
總肥料	-0.17		-0.23	-0.44	-0.44
分析期間	1960~72	1976~79	1965~81	1966~81	1966~83

* 研究名

- A : Sung, Bai-Young, *The Demand for Fertilizer in Korea*, Unpublished Ph.D. Thesis, University of Minnesota, 1974.
- B : 金東熙外 5人, 「水稻의 肥料需要函數分析」, KREI, 1981.
- C : 姜正一, 李斗淳, 崔志弦, 「肥料需要에 관한 研究」, KREI, 1983.
- D : 李焼, 「農業補助政策의 社會費用推計」, 「韓國開發研究」, 第4卷 第3號, KDI, 1982.
- E : 姜正一外 3人, 「肥料의 需要豫測과 適正在庫에 관한 研究」, KREI, 1984.

들은 經濟學者들보다 식부면적을 보다 많이 설정하고 있는데³ 이것은 向後의 경지이용률과 目標收量 設定에 있어서 見解 차이가 있기 때문이다.

마라서 農耕學者들의 需要豫測 결과는 經濟與件의 變화추세를 감안한 예측치라기보다는 農產物의 生產目標를 달성하는 데 필요한 비료의 절대요구량 대지 潛在需要를 推定한 것이라 할 수 있다. 그러나 현실적으로 실현될 肥料需要를 예측하기 위해서는 經濟與件의 變화추세를 고려하여 추정하는 것이 타당한 것으로 보인다.

本分析에서 얻어진 肥料需要의 價格彈性值와 既存研究結果를 비교하여 보면 <表 12>에 나타난 바와 같이 分析方法이나 分析期間에 따라 큰 차이를 보이고 있다. 특히 A 와 B 는 C, D, E 의 推定結果와 큰 차이를 나타내고 있다. 이는 A의 경

물학적 필요요구량은 35.1kg/10a에 달하고 있다(吳旺根·李春秀 1982, p. 8). 한편 실제시비량은 24.3kg/10a 수준이다.

³ 농경학자가 수요추정에 이용한 식부면적은 1970년 3,602千ha, 2000년 4,239ha(吳旺根·李春秀 1982, p. 8)로 본 추정 식부면적의 1.5~2배에 달하고 있다.

우 分析期間이 1960년대로 정부의 강력한 肥料補助政策으로 肥料의 消費가 급격히 증가하는 시기였기 때문에 總肥料의 價格彈性值가 낮은 것으로 판단된다. 그리고 B의 경우는 水稻에 국한된 추정이므로 價格彈性值가 낮게 계측된 것으로 보인다.

한편 分析期間이 길고 최근 연도까지 포함된 C, D, E의 경우, 總肥料需要의 價格彈性值에 대한 推定結果는 -0.23~-0.44로 비교적 탄력적으로 계측되었다. 이는 1970년대 후반기부터 施肥水準이 適正水準에 접근하고 있으므로 肥料價格에 대해 민감하게 반응하고 있는 것으로 판단된다.

V. 肥料의 需要展望

肥料의 需要是 推定目的이나 方法, 또는 分析期間에 따라 推定結果가 큰 차이를 나타내고 있다. 일반적으로 農耕學者の 肥料需要豫測值가 經濟學者の豫測值보다 과다 추정되고 있는데, 이것은 農耕學者の 경우 單位面積當最大收量을 산출하기 위한 肥料要求量의 觀點에서施肥量을 과악하고 있기 때문이다. 따라서 農耕學者들이 의한 肥料需要豫測值는 食糧自給에 필요한 肥料의 要求量, 즉 肥料의 潛在需要로 보아야 할 것이다.

未來에 실현될 肥料의 需要豫測은 實제적으로 肥料需要에 영향을 미치는 肥料價格, 農產物價格, 植付面積, 農業技術과 農民의 肥料消費慣行 등이 고려되어야 한다.

향후 經濟政策이 現基調를 堅持한다고 가정할 때 農產物의 實質價格에는 큰 변화가 없을 것이 예상되며, 또한 최근의 에너지 需給事情과 世界

肥料市場與件을 고려할 때 肥料價格도 큰 변화가 없을 것으로 전망된다. 따라서 앞으로 肥料需要에 直接的인 영향을 미치는 要因은 植付面積과 農業技術의 發展, 農民의 施肥慣行 變化 등이 될 것이다.

植付面積과 추세변수를 고려하여 肥料需要를 추정한 결과 1986~2000년까지의 肥料需要는 830千~900千t으로 現 肥料消費水準 800千t보다 크게 증가하지는 않을 것으로 전망된다. 作物別 肥料消費構成比에 있어서는 水稻의 경우 1984년 35%에서 2000년에는 21%로 그 비중이 낮아질 것이 예상되고 반면 飼料作物이 6%에서 20% 수준으로 증가할 것으로 전망된다.

이처럼 향후 肥料需要에 큰 변화가 없을 것으로 예상되는 이유는 植付面積 ha 당 肥料投入量이 300kg 水準으로 이미 適正施肥水準에 접근해 있고 1970年代 이후 耕地利用率이 감소 추세에 있어 總植付面積이 현 수준에서 크게 증가하지 않을 것으로 예상되기 때문이다. 이를 뒷받침 할 실증적인 근거로서 肥料消費가 최고수준에 달했던 1975年(886千t) 이후 肥料消費는 사실상 감소내지 停滯상태에 있다.

그러나 政府에서 農產物自給度의 提高나 農家所得增大를 위해 農產物의 實質價格을 보장해 주고, 耕地利用率의 提高 및 開墾, 干拓 등 農地의 內外延의 擴大가 본격화된다면 향후 肥料需要의 增加는 충분히 예상된다.

이와 같이 經濟與件의 變化에 따라 肥料需要의

變化가 생기기 마련이므로 事後的으로 볼 때 肥料需要의 長期豫測에는 항상 誤差가 따르기 마련이다. 따라서 적절한 肥料需給計劃을 수립하는데 있어서 長期需要豫測을 바탕으로 經濟與件의 변화를 감안한 短期의 調整作業이 수반되는 것이 바람직하다.

參 考 文 獻

- 姜正一, 李斗淳, 崔志弦, 「肥料需給에 관한 研究」, 研究報告 69, 韓國農村經濟研究院, 1983.
- 姜正一 外3人, 「肥料의 需要豫測과 適正在庫에 관한 研究」, 研究報告 88, 韓國農村經濟研究院, 1984.
- 國立農業經濟研究所, 「化學肥料需給에 관한 研究」, 1976.
- 金東熙 外5人, 「水稻의 肥料需要函數分析」, 研究報告 43, 韓國農村經濟研究院.
- 農村振興廳, 「水稻의 適正施肥量 및 經濟性 檢討資料」, 1965.
- 朴永大, “最近의 肥料消費面에서 본 肥料需要展望,” 「韓國土壤肥料學會誌」, 第9卷 第3號, 1976.
- 朴薰, 朴英善, “作物營養面에서 본 肥料의 需要展望,” 「韓國土壤肥料學會誌」, 第9卷 第3號 1976.
- 吳旺根, 李春秀, “肥料需要에 대한 展望,” 「韓國土壤肥料學會誌」, 第15卷, 第11號, 1982.
- 李煥, “農業補助政策의 社會費用推計,” 「韓國開發研究」, 第4卷 第3號, 韓國開發研究院, 1982
- 李允渙, “食糧需給에 따른 肥料需要展望,” 「韓國土壤肥料學會誌」, 第9卷 第3號, 1976.
- Sung, Bai-Young, *The Demand for Fertilizer in Korea*, Unpublished Ph.D. Thesis, University of Minnesota, 1974.
- Sung, Bai-Young, Dale C. Dahl and Shim Young-Keun, “Projection of the Demand for Fertilizer,” *The Korean Journal of Agricultural Economics*, vol. 15. Decemver 1973.