

研究報告
1981. 12 43

水稻의 肥料 需要函數 分析

金 東 熙(副 院 長)
具 千 書(責任研究員)
崔 志 弦(研 究 員)
홍 종 운(농촌질홍청)
이 춘 수(연춘진홍사)

韓國農村經濟研究院

빈

면

머리말

1960년대 이후 化學肥料의 대량 생산을 통한 충분한 공급으로 農業生産이 현저히 증대하였다. 肥料는 農家가 구입하는 生產要素 중 가장 큰 부분을 차지할 뿐 아니라 단기간에 農業生産 增大에 크게 기여하여 왔다. 따라서 農業生産面에서나 農家經濟面에서 매우 중요한 위치에 있다. 그러나 최근에 와서 政府는 누증되는 肥料計定赤字 때문에 고심하고 있으며 이의 해결 방안으로 肥料價格 引上의 불가피론이 대두되고 있다.

本研究는 肥料價格의 변동이 肥料需要, 米穀生產 및 農家所得에 어떠한 영향을 미칠 것인가하는 문제를 중점적으로 다룬 것이며, 겸하여 施肥의 歷史, 關聯研究 및 肥料政策의 변천 과정까지도 정리 분석하였다. 인원과 시간의 제약으로 供給體系 및 流通問題에 대한 연구는 하지 못하였으나 이는 앞으로 研究事業으로서 계속해 나갈 예정이다.

本研究는 本院 金東熙 副院長, 具千善 責任研究員, 崔志弦 研究員 팀이 주축이 되어 農村振興廳 農業技術研究所 홍종운 土壤化學科長, 李春秀 研究士와 협동하여 이루어진 것으로 研究機關間의 협력의 결실인 것이다. 農業技術研究所에서는 本分析의 기본이 되는 肥料試驗資料를 정리 제공하였을 뿐만 아니라 肥料投入 水準別 収量反應에 관한 研究史를 직접 짜필하였다.

本研究가 우리 나라 肥料政策의 발전, 農事指導와 앞으로의 이 분야 研究進展에 도움이 될 것으로 믿으며 本研究에 참여하신 연구자 여러분의 노고에 치하를 드린다.

끝으로 이 研究 結果는 研究者의 견해이며, 本研究院의 公式見解와 반드시 일치하는 것은 아님을 밝힌다.

1982. 2.

韓國農村經濟研究院長 金 甫 炫

빈

면

目 次

머 리 말

序 論	1
-----------	---

第 1 章 우리 나라에 있어서 施肥의 歷史

1. 高麗時代와 그 이전	2
2. 李朝時代	3

第 2 章 韓國에서의 肥料에 관한 研究史

1. 肥料의 投入水準別 收量反應 및 施肥 推薦	6
2. 施肥에 대한 收量反應과 經濟性 分析	21

第 3 章 肥料政策 分析

1. 우리 나라의 化學肥料 需給政策의 變遷	25
2. 肥料에 대한 需要 및 價格政策	36

第 4 章 肥料의 需要函數

1. 生產函數의 導出	44
2. 肥料의 需要 및 供給函數 推定	59

第 5 章 肥料需給의 展望

1. 需要變動	66
2. 앞으로의 對策	76

第 6 章 要約 及 結論	78
附 表	81
附 錄	90
参考文献	91

表 目 次

第 2 章

表 2 - 1	大麥에 대한 인산 施用試驗	7
表 2 - 2	大豆에 대한 인산, 가리 施用試驗	7
表 2 - 3	水稻에 대한 肥料 施用效果	7
表 2 - 4	水稻의 질소질 肥料 施用效果 비교	8
表 2 - 5	水稻에 대한 3 要素 效果	8
表 2 - 6	土壤別 施肥效果	9
表 2 - 7	試驗成績 5 : 肥料 3 要素 效果, 1928 ~ 33	10
表 2 - 8	試驗成績 5 : 肥料 3 要素 效果, 1935 ~ 56	10
表 2 - 9	試驗成績 5 : 肥料 3 要素 效果, 1959 ~ 63	11
表 2 - 10	土壤 肥沃度 事業 (1963 ~ 69) 실시 試驗數	12
表 2 - 11	試驗成績 : 1965 ~ 69 處理別 收量	14
表 2 - 12	試驗成績 : 3 要素 交互 效果, 1965 ~ 69	15
表 2 - 13	試驗成績 : 3 要素 效果, 1970 ~ 72	16
表 2 - 14	道別 地域別 堆積樣式別 適正 施肥量	17
表 2 - 15	統一벼와 일반벼의 施肥 推薦量	18

第 3 章

表 3 - 1(a)	化學肥料의 生產, 消費 및 輸入量과 耕地 ha當 施肥量	31
表 3 - 1(b)	年度別 肥料輸出 實績, 1967 ~ 80	32
表 3 - 2	對農家 肥料 販賣價格 推移	38
表 3 - 3	米穀과 尿素의 價格比 變化	39

表 3 - 4(a) 戶當 및 水稻作 10 a當 經營費 총 肥料費 構成比 推移	40
表 3 - 4(b) 각국의 肥料 農家購入價格 (尿素).....	41
表 3 - 5 肥料 計定赤字額 (1970 ~ 81 累計)	43

第 4 章

表 4 - 1 年度別 畜類型別 試驗圃場 分布	45
表 4 - 2 우리 나라 畜土壤의 低位生產地 分布	46
表 4 - 3 우리 나라와 日本의 畜土壤 地力 比較	48
表 4 - 4 水稻 系統別 品種別 圃場數	50
表 4 - 5(a) 試驗에 포함된 水稻 品種의 特性 要約表	51
表 4 - 5(b) 品種別 變數間 單純相關係數	52
表 4 - 5(c) 各 變數의 生產函數의 係數, 標準誤差 및 信賴度 (一般系 合計)	53
表 4 - 5(d) 各 變數의 生產函數의 係數, 標準誤差 및 信賴度 (統一系 合計)	54
表 4 - 6 土壤型間의 收量差	55
表 4 - 7 統一系와 一般系 水稻 品種의 肥料 投入水準別 收量反應 (질소)	56
表 4 - 8 統一系와 一般系 水稻 品種의 肥料 投入水準別 收量反應 (인산 및 가리)	57

第 5 章

表 5 - 1 調查類型別 10 a當 施肥量 (米穀)	67
表 5 - 2 N, P, K에 대한 需要의 價格彈性值 (一般系 品種)	71
表 5 - 3 N, P, K에 대한 需要의 價格彈性值 (統一系 品種)	72
表 5 - 4 米穀의 肥料 需要推定 (成分別)	74

表 5 - 5 肥料價格 上昇에 따른 肥料消費減少量	75
表 5 - 6 肥料價格 上昇에 따른 減產效果	75

圖 目 次

第 2 章

圖 2 - 1 통일벼와 일반벼의 生産力 및 窒素 施肥量	17
圖 2 - 2 年度別 無肥區 收量과 適正施肥에 의한 最高收量	19

第 3 章

圖 3 - 1 尿素肥料의 國際價格, 農協 引受價格 및 農家購入 價格의 變化	42
--	----

第 4 章

圖 4 - 1 一般系, 統一系의 N, P, K 投入水準別 由 收量	58
--------------------------------------	----

第 5 章

圖 5 - 1 쌀 收量 隔差의 3要因	74
----------------------	----

附 表 目 次

附表 1 年度別 韓國과 日本의 水稻 ha當 施肥量 비교	81
附表 2 米價, 肥料價 및 施肥量 變化	82
附表 3 變數 平均數值와 標準偏差 (統一系合計)	83
附表 4 變數 平均數值와 標準偏差 (밀양 23 號)	83
附表 5 變數 平均數值와 標準偏差 (一般系品種合計)	84
附表 6 變數 平均數值와 標準偏差 (밀양 15 號)	84
附表 7 變數 平均數值와 標準偏差 (밀양 15 號外)	85
附表 8 各 變數의 生產函數의 係數 標準誤差 및 重決定係數 (密陽 23 號외의 統一系 品種)	86
附表 9 各 變數의 生產函數의 係數, 標準誤差 및 重決定係數 (統一系, 密陽 23 號)	87
附表 10 各 變數의 生產函數의 係數, 標準誤差 및 重決定係數 (密陽 15 號외의 一般品種)	88
附表 11 各 變數의 生產函數의 係數, 標準誤差 및 重決定係數 (一般系 密陽 15 號)	89

序論

化學肥料는 農民이 구매해야 할 生產要素 중 단기적으로 土地生產性을 증대시킬 수 있는 가장 중요한 要素이다. 불행히 1974년 이후 原油價格의 급격한 상승은 化學肥料產業에 크나큰 충격을 주었으며, 세계적으로 이 產業의 재편을 강요하고 있고 食糧經濟에도 중압을 주고 있다. 즉 原油價의 지속적인 상승은 化學肥料 價格의 상승을 가져왔고, 그 결과 農業生產 전반에 주름살을 가져갔으며, 특히 多肥農法에 의존하는 나라에 큰 타격을 주었다.

本研究의 목적은 우리 나라 農業의 주종인 미작에 있어서 肥料 需要函數를 導出하여 앞으로 化學肥料 需給과 價格政策의 발전에 기여코자 하는 것이다.

本研究에서는 먼저 우리나라 作物栽培에 있어서의 施肥의 歷史를 간략하게 개관하고 근년 이루어진, 韓國에 있어서의 肥料에 대한 水稻收量反應에 관한 研究史 (技術的 및 經濟的)를 정리하였으며, 그간 우리나라 肥料의 需給動向과 肥料政策의 展開過程을 살펴보고 앞으로의 肥料需給 政策方向을 제시코자 試圖하였다.

肥料需要推定을 위하여 農村振興廳 農業技術研究所에서 1976 ~ 79년의 4년간 627개 지역 7,548개 圃場에서 실시한 農家圃場 試驗資料를 정리 분석하였고, 氣象資料로는 中央氣象臺에서 조사한 圃場 試驗地域의 氣象資料를 이용하였다.

第 1 章

우리 나라에 있어서 施肥의 歷史

1. 高麗時代와 그 이전

수렵이나 遊牧으로 생활하던 原始社會에서는 施肥의 문제가 있을 수 없었다. 그러나 인류가 점차 한 곳에 정착하여 當農을 하게 되자 자연히 施肥의 필요성이 認知되어 왔던 것으로 보인다.

記錄을 보면 「西紀 4~5 世紀까지도 麥類가 主作物이었고……肥料와 労力의 增投………가 各地의 督勵事였다」¹⁾는 史實로 보아 일찍부터 적극적인 施肥가 행해졌던 것으로 보인다.

또한 소의 사육 목적이 「애초에는 희생용이던 것이 운반용으로, 肥料生産用으로, 그리고 牽耕用으로 漸進했다」²⁾는 점은 현재에도 瘿肥가 農家の 주요한 自給肥料源이 되고 있다는 점을 감안할 때 상기한 기록은 매우 흥미있는 일이다.

耕地의 지속적인 耕作은 自給肥料의 사용만으로는 불충분하였던 것으로 보이며, 이를 보완하기 위하여 「基本的 輪作方式인 二年三作의 耕作法이

1) 李春寧, 李朝農業技術史, p. 15.

2) 李春寧, 前揭書, p. 17.

고려초기에 이미 確立된 것으로 推察되었다³⁾는 史實로 보아 선조들이 일찍부터 耕作에서 오는 地力의 減退를 보충하는 방법을 발전시켜 왔음을 알 수 있다.

2. 李朝時代

가. 李朝初期에서 中期까지 (1392~1724 : 太祖~景宗)

施肥技術은 일찍부터 導入되어 왔었으므로 李朝時代에 이르러서는 施肥技術이 꽤 높은 수준에 도달했을 것으로 추정된다.

「農事直說」에 보면 「種子를 外觀과 水選(一種의 比重選)으로 골라내어 충분히 乾燥하여 空石에 단단히 쌓아서 越冬시키는데 播種時に 이르면 겨울에 받아둔 雪汁 또는 외양간의糞尿水에 浸漬하였다가 말리어 使用하였다」⁴⁾라고 하고 있다.

또한 「水冷한 곳에는 客土法을 勧하였으며 土薄한데는 人糞, 牛馬糞, 緑肥(連枝杼葉 - 加工草(간 ?) 및 蚕沙 施用이 佳함을 말하였다.」⁵⁾ 이에 더하여 人糞와 牛馬糞뿐 아니라 乾畠法이라든지, 緑肥의 使用과 아울러 「재」를 사용하는 것까지를 권하고 있는 점 등을 볼 때, 李朝 初期에 이미 施肥法에 관한 知識이 많이 보급되어 있음을 알 수 있다.

「農事直說」에 「種麥에 들어가서는 밑거름에 用意하여 畜糞, 熟糞를 쓰는데 앞구르가 粟, 粟, 豆類이었을 때는 이것들의 糞杆을 깊이 태운 뒤에 播種하고 또는 緑豆를 갈았다가 掩耕(엎어가는 것) 하여 이것이 腐熟한 뒤에 下種한다 하고, 春夏之間에 버들가지를 잘게 썰어 외양간에 깔은뒤 5 ~ 6일 후에 꺼내어 堆積하여 뒷거름(追肥)에 주면 매우 이롭다」⁶⁾고 堆肥의 효과를 강조하였다.

片山도, 姜希孟의 衿陽雜錄을 研究한 후 「麥類의 根耕에 各種 豆類의 播

3) 上揭書, p.26.

4) 上揭書, p.35.

5) 上揭書, p.35.

6) 前揭書, p.36.

種을 권하고 있음은……, 輪作의 効果를 知得한 것으로 볼 수도 있고 또 豆類의 肥効를 충분히 이용하고 있는 것도 된다⁷⁾고 하여 李朝初期의 우리 나라의 農業技術과 施肥法의 발달을 인정하고 있다.

李朝 초기의 農書 중 가장 널리 알려진 것 중 하나인 儒溪隨錄, 農論에도 「南部地方은 대개가 常耕地이므로 그 중에 흑은 瘦薄한 地가 있다하여도 人口가 많고 勞動力이 풍부하니 畜肥를 많이쓰면 収穫도 적지 않겠지만……」이라 하여 人糞尿의 重要性을 간접적으로 시사하고 있다.

나. 李朝后期 (1725~1909 : 英祖~純宗)

李朝 후기에 있어서의 肥料 使用方法이나 使用量 등에 있어서 특별히 前記와 다른 점을 발견하기는 곤란하다. 다만 이 시기에는 有機質肥料의 사용이 일반화되고 나아가 無機質肥料의 사용이 시작될 기틀이 다져지는 시기라 할 수 있다.

이 시기에 있어서는 많은 農書가 출판되었고 그 속에 肥料에 관한 대목들이 이따금 나타나지만은 그 중에도 특히 朴齊家의 北學議의 農論, 丁若鏞의 農論 및 李栗谷의 田園四時歌 등 많은 農家月令歌가 있다. 이들 農書들에서 거름에 대한 대목들이 잔혹 발견되는 모양이나 農家月令歌 중에 특히 거름 주기에 관한 대목이 많이 나오고 있는 것으로 丁學遊(丁茶山의 子)의 月令歌가 있다.

前記한 北學議의 農論에는 「糞五則」이라하여,

거름收集에 힘쓸 것,

거름運搬 賦溜에用心할 것.

耕土百畝에 農牛 2匹과 役車 하나를 둘 것.

등 農事에 필요한 守則 중 거름 문제를 매우 중요하게 다루고 있다.

또한 이 農論에서는 人糞의 活用 「사람의 하루 便은 足히 하루먹을 곡식을 낳는것이니」 운운과 아울러 「생참나무잎은 肥効가 적으니 菜豆(綠肥

7) 朝鮮學報, 第 13 輯.

를 갈아 엎어 쓰는」 것 등을 말하고 있다.

丁若鏞의 農論 중 「田農九考」에 「二曰 出糞勤者 多出也」라 하여 거름을 부지런히 하게 되면 所出이 많이 난다고 하는 사실을 두번째로 언급하였다.

丁學遊의 農家月令家 에도 正月令에,

「農器의 다스림,

채거름,

麦田에 오줌 주기,

果木가지사이 돌끼우기」

등이 있고,

7月令에는,

「거름풀베기와 두엄지기 밭에 거름하기」 등의 내용이 담겨 있어 거름의 적극적인 生產確保, 施肥時期 등이 점점 더 구체화되고 체계화되고 있었음을 알 수 있다.

第 2 章

韓國에서의 肥料에 관한 研究史

1. 肥料의 投入水準別 收量反應 및 施肥推薦

가. 日帝下 및 解放後

벼 農事뿐만 아니라 모든 作物에 있어서 肥料의 施用量은 氣候, 土壤, 品種, 栽培技術 및 肥料가 갖는 特性에 따라 결정되기 때문에 어느 한 시기에 한 장소에서 시험한 결과가 계속해서 적용될 수 없으므로 이들 要因이 变동됨에 따라 오래전부터 많은 試驗을 수행하지 않을 수 없었다.

20 세기초 水原 勸業模範場 및 各道 農事試驗場이 주관하여 農家圃場에서 주로 有機質肥料를 대상으로 施肥試驗이 수행되었다. 이들 試驗內容을 보면 1907 ~ 25 年 勸業模範場에서 水稻를 標識作物로 하여 보리, 棉花, 사탕무우에 대한 試驗을 하였으나 이때는 無肥에 대한施肥의 효과를 주로 하여 磷酸 및 加里의 施用效果를 개략적으로 검토하는 정도이었다. 그 후 大豆粕, 骨粉, 人糞尿 등의 有機質 自給肥料와 硫安, 石灰窒素 등의 無機質 化學肥料의 肥效 比較試驗을 수행하였는데 그 결과는 大豆粕, 荚油粕骨粉 등이 효과적이고 특히 堆肥와 大豆粕은 硫安을 병용하여 사용함이 더욱 효과적임을 알았다.

表 2-1 大麥에 대한 磷酸施用試驗(1907, 子實重)處理

單位: 斤

無 肥	過石 0	過石 1	過石 3	過石 5
9.3	31	41	48	44

表 2-2 大豆에 대한 磷酸, 加里 施用試驗, 1909

加 里	磷 酸	收 量	指 数
		(斗 / 区)	
0	0	0.93	91.0
0.354	0	0.90	88.2
0.708	0	0.89	87.2
0.354	0.545	0.99	97.1
0.708	1.090	1.02	100.0

表 2-3 水稻에 대한 肥料 施用效果

玄米, 石 / 10 a

年 度	荏油粕	大豆粕	大 豆	人糞尿	骨 粉	硫 安	堆 肥	石灰 窒 素
1907 ~ 11 (5 個年)	1,836	1,703	1,553	1,573	1,675	1,542	-	-
1908 ~ 09 (2 個年)	1,601	1,770	1,302	0.965	1,875	1,527	-	-
1918 ~ 22 (5 個年)	2,841	2,821	-	-	-	2,672	2,643	2,574

○ 1907 ~ 1911, 1908 ~ 1909 : 勸業模範場事業報告.

○ 1918 ~ 1922 : 慶北種苗場成績要報.

表 2-4 水稻의 窒素質 肥料 施用效果 比較

玄米 : 石 / 10a

年 度	無肥料	堆 肥	硫 安	大豆粕	堆肥+硫安	堆肥+大豆粕
1919 ~ 25 (7 個年)	1.091	1.310	1.494	-	1.579	-
1926	0.650	1.250	-	1.300	-	1.520

資料：勸業模範場 事業報告

이상과 같은 肥料試驗을 수행하는 과정에서 1915 ~ 19 년에는 窒素, 磷酸 및 加里 施用에 의한 収量性으로 본 효과를 비교한 결과, 3要素 完全 施用区의 収量이 현저히 많아 효과가 가장 컸고, 磷酸 및 加里는 窒素에 비하여 효과가 작았음을 지적하였다. 이 사실은 1920년부터 단순히 각종 肥料要素의 缺除区, 施用区 및 完全施用区 등으로 3要素 肥料效果를 보기 위하여 每年 肥料試驗을 실시해 본 결과, 完全区의 収量이 가장 많았고 無 磷酸区나 無加里区가 無窒素区에 비하여 収量이 많았다는 점과 일치되고 있다 <表 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5>.

表 2-5 水稻에 对한 3要素效果, 1919 ~ 25

處 理 (大豆粕 - 過石 - 硫加)	玄 米 収 量	
	水原勸業模範場 (7 個年 平均)	慶北種苗場 (5 個年 平均)
1. 完 全 区 (15-2-2 관 / 10a)	1.922 石 / 10a	122.7 貢 / 10a
2. 無 窒 素 区 (0 - 2 - 2)	1.339	107.7
3. 無 磷 酸 区 (15 - 0 - 2)	1.750	108.6
4. 無 加 里 区 (15 - 2 - 0)	1.659	108.6
5. 無 肥 区 (0 - 0 - 0)	1.229	105.6

1924 ~ 29년까지는 과거의 試驗結果의 適用對象이 적은 것을 보완하기 위하여 土壤条件을 달리하여 腐植質土壤, 重粘土壤, 干拓地土壤 및 低收穫地土壤을 대상으로 3要素 및 石灰質肥料를 포함한 肥料 4要素 肥效의 比較試驗을 실시하였고 1930년부터 1936년까지는 현무암 土壤에 대한肥料效果 試驗을 실시하여 土壤의 종류에 따라 肥效가 다름을 밝혔다. <表 2-6>

表 2-6 土壤別 施肥效果(収量指數)

年 度	土 壤	NPK +石灰	NPK	NP	NK	PK	O	備 考
1923 ~ 24	干拓地	-	100	73.9	88.5	90.3	63.0	N : 大豆粕
1928	不良地	100	98.2	99.0	52.3	82.3	42.4	P : 重過石
1928 ~ 30	腐植土	100	97.3	102.2	72.4	45.9	29.1	K : 硫酸加里
1928 ~ 30	重粘土	100	108.6	101.9	73.6	39.3	35.0	石灰 : 炭酸 石灰
1930 ~ 36	현무암	-	100	85.3	67.4	63.7	48.3	

보리와 밀에 대하여는 3要素各成分別로 3~4개의 수준을 두어 施用量을 달리 하면서 3要素施用量試驗이 실시되어 이른바 3要素施肥量試驗의 단계에 이르렀다. 그러나 이 당시까지만 해도 収量에 국한된 평가에 그쳤다.

이상에서 언급한 시험 단계에 이르기까지는 꽤 오랜 시간이 소요되었다. 1928년경에는 이들 試驗結果를 근거로 하여 試驗遂行을 위한 施肥水準을 정하기 위하여 各道技術官 회의가 열려 肥料適量究明을 위한 試驗이 실시되기 시작하였다(表 2-7).

이 당시 化学肥料 使用量은 1919년 3월 日本人에 의해 처음 행정적으로 金肥 사용을 장려토록 각 도지사에게 통첩되어 그 使用量이 점차 증가되기 시작한 것이 1935년 당시 세계 제2위의 硝素肥料工場인 함경남도 홍남 비료 공장에서 유안, 유린안, 염안, 석회질소등 본격적으로 화학비료를 大量生産한 결과 1936년에는 生產量이 1920년의 약 30배에 달하였

다. 따라서 肥料使用量이 증가함에 따라 정부에서는 합리적인 肥料需給量과 作物 生産量 증가를 위하여 純化学肥料를 주로한 3要素 肥料試驗을 各道試驗場 또는 種苗場에서 수행하게 하였는데 1936년부터 실시한 土性調査의 現地調查가 끝난 지역의 農家園場에서부터 各作物에 대한 3要素 適量 및 適量施用에 의한 增収를 기하기 위한 목적으로 1963년까지 약 300개소의 試驗이 실시되어 그 결과의 일부가 各道別로 발간된 土性調查보고서에 발표되었다.

表 2-7 試験成績 5 : 肥料 3要素 効果, 1928~33

玄米 : kg / 10 a

年度	試験数	무비구 収量	窒素施肥量(kg / 10 a)			
			3.8	5.6	7.5	9.5
1928	1	279	320	337	339	347
1929	1	274	324	351	368	385
1930	1	220	317	322	354	348
1931	1	153	269	330	337	401
1932	1	226	400	423	450	443
1933	1	177	290	368	402	393
28-33	6	221	320	355	375	386

表 2-8 試験成績 5 : 肥料 3要素 効果, 1935~56

玄米 : kg / 10 a

年度	試験数	무비구 収量	窒素施肥量(kg / 10 a)					
			0	4	6	8	10	12
1935	9	262	267	314	335	-	-	397
36	24	225	232	238	287	-	424	330
37	48	235	249	305	310	362	344	399
38	66	228	241	286	301	333	336	346
39	49	222	238	292	294	303	312	338
40	38	209	201	235	240	277	275	259
41	12	227	222	236	198	280	203	-
56	12	213	219	-	-	362	371	401

表 2-9 試験成績 5 : 肥料 3要素 効果, 1959~63

玄米 : kg/10 a

年 度	試 驗 數	무비 子 収 量	窒素施肥量(kg)			磷酸施肥量(kg)			가리施肥量(kg)		
			0	4	8	0	4	8	0	4	8
1959-60	51	362	341	442	409	394	439	409	398	459	409
1963	22	213	269	292	320	335	310	433	319	310	320

1935 ~ 56년에 걸쳐 계속 실시된 400개의 試験成績을 종합한 것을 보면 <表 2-8 參照> 窒素効果가 매우 크고 磷酸 및 加里는 작아서 平均収量指數는 3要素区 100에 대하여 無肥区 76%, 無窒素区 77%, 無磷酸区 95% 및 無加里区 96%로서 窒素施用으로 23%, 磷酸 및 加里 사용으로 4 ~ 5% 증수에 불과하였다. 특히, 이들 肥料의 増収効果는 土壤 中有機物 磷酸, 加里 성분이 포함되는 토양에서 현저하였다는 점이다.¹⁾

한편 磷酸 및 加里 효과와 土壤分析值間의 관계를 조사한 51개圃場 중 17개圃場에서만 磷酸의 肥效가 있고 加里의 肥效는 土壤에서 置換性加里含量이 적을 때 크지만 新海成二冲積土에서는 置換性 K가 많은데도 그 효과가 인정된다고 하였고, 또한 磷酸施用이 加里施用効果 增大의 始인을 밝힌 바도 있다.²⁾

이 기간(1935~56)에는 水稻외에도 麦類 330, 고구마 9, 연화 125 및 조 5개소의 試験이 수행되었고, 특히 麦類에 대하여는 3要素肥料에 의한 生産力 增減에 의한 효과를 土性 및 母材를 고려하여 試験이 수행되었다.

1958년부터는 앞에서 언급된 바와 같이 3要素 適量試験이 수행됨과 동시에 시험 전 土壤分析值와 収量과의 관계도 검토되기 시작하였다. 1962년에는 3要素試験의 目적으로 作物별로 필요한 肥種과 施肥量 구명, 土壤分析에 의한 시비처방의 根拠検討, 각종 問題土壤 및 耕種상 的문점의

1) 魚秀辰, 韓國 土壤에서의 肥料 3要素効果, 農試研報 4集 pp.11~29.

2) 吳旺根, 벼에 대한 인산 및 가리의 所要量에 對하여, 農試研報 1集, pp.77~85.

발전 등을 위한 3要素試驗 등이 수행되었으나 주로 水稻에 치중하여 실시되었다 <表 2-9 參照>.

이들 試驗에서 얻은 결과는 施肥处方이나 肥料配合을 통하여 앞날의 增產計劃에 많이 참고가 되긴 하나, 설계가 현대적이 아니었고 제시된 수자를 가지고는 韓國의 土壤肥沃度를 충분히 이해하기에는 불충분하였다. 더욱이 土壤檢定事業도 부진하여 그 이용 범위가 극히 제한되었다.

이와 같은 실정에서 農村振興廳에서는 土壤檢定으로 전국의 土壤의 肥沃度를 명백히 하고 施肥水準에 있어서는 가장 낮은 것을 無肥区로 하고 최고 수준은 投入產出曲線이 最高產出点을 넘을 것으로 예측하는, 즉 絶對收量이 감소할 정도의 施肥量의 수준을 두어서 경제적인 肥料所要量을 밝히는 동시에 単位面積當 最高收量을 올릴 수 있는 근거를 확고히 하기 위하여 국제 연합 特別基金과 韓國政府와의 합의에 따라 1963년 9월부터 “韓國土壤肥沃度 調查事業”이 農村振興廳 農業技術研究所内에 설치되어 이해부터 1969년 12월까지 약 6개년에 걸쳐 전국 규모로 農家圃場을 대상으로 하여 肥料施用 효과에 대한 試驗調査를 실시하였는데 単純試驗만 하더라도 夏作物이 16,345 개소 冬作物 8,855 개소, 合計 25,200 개소에 대하여 시험하였고 그중 肥料 3要素 適量을 밝히기 위한 試驗이 $\frac{1}{2}$ 이상이나 되는 큰 비중을 차지하였다 <表 2-10, 2-11, 2-12 參照>.

表 2-10 土壤肥沃度事業(1963-69) 實施 試驗數*

年 度 試 騞	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	計
單 純 試 騞 (適 量 試 騞) (包 含)	274	2,123	3,589	4,754	4,754	5,041	4,665	25,200
適 量 試 騞	228	1,065	1,939	3,394	3,588	2,963	1,217	14,166
比 率 (%)	83.2	50.2	54.0	71.4	75.5	58.8	26.1	56.2

* 総試験数 = 単純試験(25,200) + 複合試験(1,571) = 26,771

그의 밭作物을 보면 보리 4,502, 밀 918, 콩 628, 옥수수 144, 감자 88, 고구마 690, 조 97, 목초 308, 채소류 100여개소 등 방대한 試驗이 실시되었다. 이들 試驗에서 얻어진 성적은 土壤肥料分野뿐만 아니라 다른 食糧增產關聯事業 분야에서도 基礎資料로 활용할 수 있는 것으로서 16권이 정리 진행되어 農林施策 및 農民技術指導資料로 활용되고 있다.

UN 特別基金에 의한 韓國土壤肥沃度 調查事業이 끝난 1970년부터는 정부에서 이를 인수하여 試驗規模는 작지만 谷間畠 및 一般畠이 분포된 지역에서 새로 육성된 품종인 통일벼와 일반벼를 중심으로 시험을 실시하여 밝힌 자료와 1964~69년 韓國土壤肥沃度 試驗結果를 종합하여 加里研究会 협조로 “벼와 보리에 대한 地帶別 土壤堆積 水準別 적정施肥量”이라는 팜플렛을 만들어 관계 기관 및 농민에게 배부하여 食糧增產을 위한 肥料需要量 決定 및 農民技術指導 資料로 활용하고 있다(表 2-13, 2-14 2-15) <图 2-1, 图 2-2>.

그러나 作物이 재배되는 개개 農家 월지마다 土壤의 理化學的 性質이 다르고 매년 많은 수의 團場試驗을 실시하기 어려우므로 土壤 檢定基準에 의한 施肥量 推薦이 필요함과 동시에 1970년 초반기부터 새로 육성한 多肥 多収性 統一系品種의 栽培面積 확대로 이에 적합한 施肥量推薦이 요망되고 있다. 따라서 農振厅에서는 조사 완료하여 배부된 개략土壤図 및 정밀土壤図에 기준하여 土壤特性이 유사한것을 畠類型別로 구분하고 施肥量 및 生產力에 영향을 미치는 農業氣象要因을 地域別로 검토하여 土壤別 作物生產力 提高를 위한 施肥量 推薦이 必要하게 되었다. 또 團場試驗成績을 土壤檢定值에 활용하기 위해 土壤成分과의 相關關係를 검토하여 土壤檢定基準 설정에 의한 施肥推薦 및 生產力에 영향을 주는 諸因子를 포함하는 내용을 검토하기 위해 1976년부터 1979년까지 4개년 계획으로 실시한 시험을 고찰하였는데, 앞으로 그 내용에 있어서 많은 수정과 보완이 되게 되리라 믿는다.

表 2-11 試験成績：1965～69年 处理別 収量

正租 : kg / 10 a

処理	1965 (309)	1966 (411)	1967 (260)	1968 (262)	1969 (333)	1965-69 (1575)	効果 (kg / 10 a)
000	393	381	376	338	342	367	-
800	473	458	460	442	446	456	89
838	480	478	480	351	461	471	104
864	478	480	481	453	463	472	105
1008	489	493	486	458	468	481	114
1034	493	495	496	466	479	486	119
1060	495	495	490	472	475	486	119
1204	515	499	497	468	479	492	125
1230	514	499	495	468	483	493	126
1268	522	511	506	472	491	502	135
804	472	467	470	447	452	462	95
830	473	473	472	447	458	465	98
868	481	480	476	455	463	472	105
1000	493	481	483	460	466	477	110
1038	502	497	496	469	470	489	122
1064	505	496	497	470	481	490	123
1208	510	498	494	464	481	490	123
1234	511	504	500	469	483	494	127
1260	512	503	500	467	485	495	128
808	479	467	467	444	453	463	96
834	480	477	476	450	457	469	102
860	482	475	476	450	460	476	109
1004	494	489	486	460	471	481	114
1030	497	491	492	460	475	484	117
1068	502	507	500	474	489	496	129
1200	503	491	485	453	471	482	115
1238	510	504	497	470	487	495	128
1264	512	510	502	469	491	498	131

表 2-12 試験成績：3要素 交互効果，1965～69

施 肥 水 準		N 施 用 量 (kg / 10 a)			平 均
		8	10	12	
P ₂ O ₅	0	460	480	488	476
施 用 量	3	468	486	494	483
(kg / 10 a)	6	463	491	498	487
平 均		467	486	493	(482)
K ₂ O	0	466	482	490	479
施 用 量	4	468	486	495	483
(kg / 10 a)	8	469	489	496	484

表 2-13 試験成績：3要素効果、1970～72

正租：kg / 10 a

年度	品種	試 驗 數	무비子 取量	窒 素			磷 酸			加 里			
				8	10	12	0	3	6	0	4	8	
1970	一般 (곡간답)	113	387	420	438	430	427	435	438	426	431	438	
				8	13	18	0	6	10	0	8	12	
1971	統一	33	377	622	654	652	642	645	651	637	644	646	
				8	11	14	0	3	6	0	4	8	
	一般	31	403	532	550	552	537	545	552	542	545	547	
				0	8	13	18	0	6	12	0	6	12
1972	統一	24	386	412	564	622	621	592	603	622	613	611	622
				0	8	11	14	0	5	10	0	5	10
	一般	22	375	412	506	532	543	515	529	537	524	528	529

表 2-14 (팜플렛) 道別 地帶別 堆積樣式別 適正施肥量

예) 京畿, 北部平野

地 帶 別	堆積樣式	土 壤 別 適 正 施 肥 量					
		一 般 品 種			統 一 品 種		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
北部平野 *	河成沖積	10	6	8	-	-	-
	谷間沖積	12	6	8	15	10	12
	洪積 및 残積	12	2	5	-	-	-

* 北部平野 : 의정부시, 양주군, 포천군, 연천군, 가평군

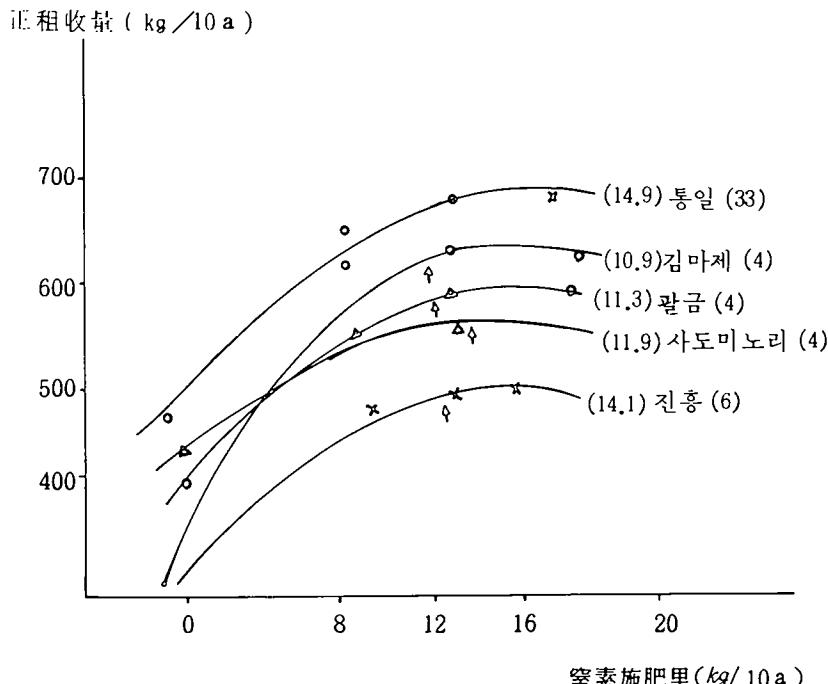
図 2-1 統一벼와 一般벼의 生産力 및 硝素施肥量
(1971 年度)

表 2-15 統一벼와 一般벼의 年度別 品種別 施肥推薦量

1970 年

(kg / 10a)

	진홍(12)	팔금(10)	농립 16호 (8)	김마제(4)	재건(7)	一般벼평균
N	12.0	5.3	12.0	10.0	10.0	10.0
P ₂ O ₅	6.0	6.0	6.0	3.9	6.0	5.6
K ₂ O	8.0	3.5	8.0	4.0	8.0	6.3

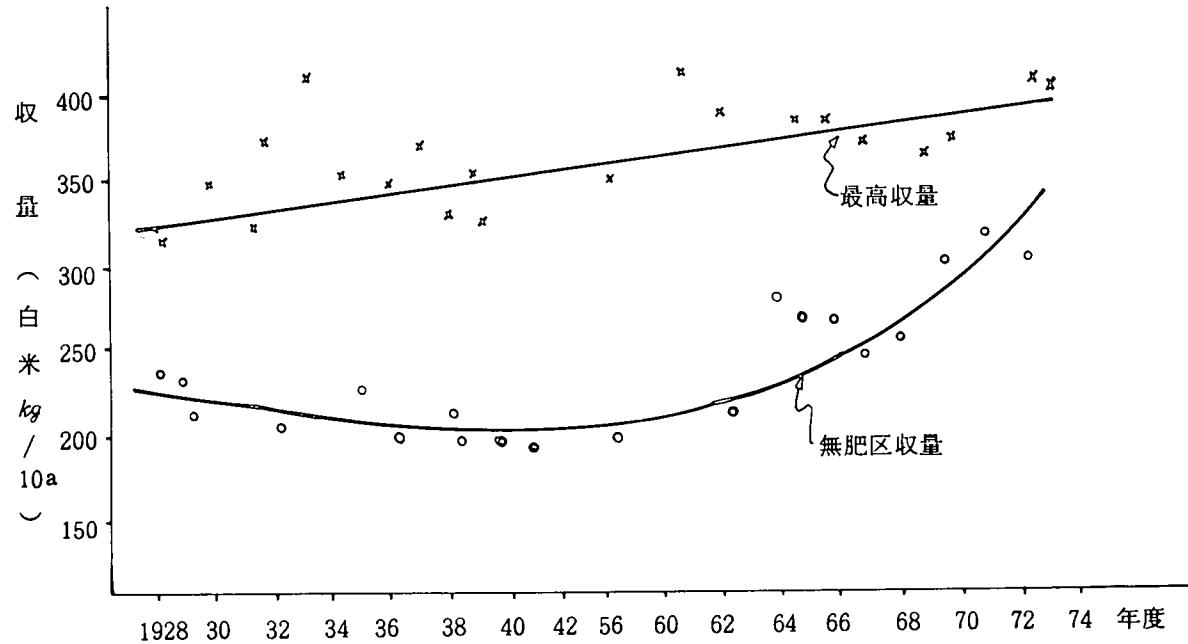
1971 年

	통일(83)	진홍(8)	팔금(4)	김마제(4)	사도미노리 (4)	一般벼평균
N	14.0	14.1	11.9	10.9	11.3	12.0
P ₂ O ₅	10.0	6.0	6.0	6.0	4.0	5.5
K ₂ O	12.0	8.0	4.0	4.0	4.7	5.2

1972 年

	통일(24)	팔광(6)	진홍(5)	사도미노리 (2)	스스카제 (3)	팔금(3)	一般벼평균
N	16.4	13.1	16.2	12.6	12.1	11.1	13.0
P ₂ O ₅	12.0	10.0	10.0	7.5	7.2	10.0	8.9
K ₂ O	12.0	10.0	10.0	5.3	10.0	10.0	9.1

図 2-2 年度別 무비子收量과 適正施肥에 의한 最高收量, 1928 ~ 74



나. 外國機關에 의한 施肥推薦

1) FAO 農業調查團에 의한 肥料使用量 推薦

1952년 UNKRA³⁾에서는 FAO의 農業調查團을 초청하여 農業增產 5個年計劃 수립을 의뢰하고 이를 계기로 1953~57년 南韓에서의 化學肥料使用量을 조사보고하게 한 후 肥料를 도입 공급하였다. FAO 調查團이 책정한 肥料使用量은 農業增產 5개년 계획을 수행하는 데 필요한 經濟性을 감안한 使用量으로서 土性調査(과거 10개년 실시) 成績을 많이 인용하였다. 과거의 土性調査成績은 雜에 대한 農耕地에 국한되었을 뿐만 아니라 現地栽培 試驗成績의 부족과 토양 중 化學成分 檢定值와의 相關關係를 구명하지 못한 정 등 미비한 점이 있었다.

2) OEC⁴⁾肥料調查團에 의한 肥料使用量推薦

1956년 美國의 OEC는 1957년부터 1961년까지 肥料需要量을 정하기 위하여 美國의 저명한 土壤 및 農耕学者들로 구성된 調查團을 韓國에 파견하여 3개월간에 걸쳐 조사 보고케 하였다.

1956년 7월 25일~9월 13일 사이 ①石灰 및 肥料增施獎勵計劃의 조속한 실시와 이미 알려진 技術의 활용, 肥料 및 石灰의 충분한 供給, 教育機關에 대한 無償供給, ②農用石灰 및 磷肥의 国内生產을 착수할 것 ③ICA(政府의 購買部分)을 통한 肥料의 輸入購買를 本調查團이 제시하는 바에 따라 3要素別 生產量과 成分比率을 제한하고, ④政府측 肥料輸入量 외에 民間肥料輸入을 허용할 것을 韓國政府에 권고함과 동시에 韓國에 있어서의 비료 및 石灰 所要量을 1956년 10월 31일 ICA⁵⁾본부에 보고하였다. 따라서 이를 根基로 하여 肥料의 導入에 있어서는 USOM⁶⁾ 당국과 사

3) United Nations Korea Reconstruction.

4) Office of Economic Cooperation.

5) International Cooperation Agency.

6) United States Operation Mission to Korea.

전 협의하여 導入量을 책정하였으며 한편 이를 보완하기 위해 USOM과 韓国政府共同으로 기초 자료를 수집 정리하여 후에 내한한 TVA⁷⁾調査團의 分析資料로 제공되었다.

3) TVA 技術調查團의 施肥推薦

우리 나라에 있어서 混合肥料工場을 건설하기에 앞서 AID(美國 國際開発処)의 요청에 따라 TVA技術調查團은 1963년 7월 11일에 내한하여 약 2개월간에 걸쳐 韓国政府와 USOM으로부터 자료를 수집하여 검토 분석하고 韓국의 混合肥料工場 入札檢討委員會의 고문 역할을 하였다.

本調查團은 穀物을 위한 最低 金肥需要量은 混合肥料로서 年間 硝素 94 千kg, 磷酸 138 千kg, 直接肥料로서 96 千kg을 추천하고 韓国에 있어서의 유망한 配合肥料의 종류는 3종(24-24-12, 15-37-12, 15-15-15)을 들고 수도본답용에 추천함과 동시에, 韓国에 있어서의 3要素肥料等 需要量을 추천하였다.

2. 肥料에 대한 収量反應과 經濟性 分析

가. 米麥에 대한 施肥水準分析과 肥料配分

NPK施肥量에 대한 収量反應을 기초로 우리 나라에서 최초로 經濟分析이 시도된 것은 1965년이며, 이때 사용된 자료는 1960년 이전에 農村振興廳의 試驗場의 試驗結果였다.⁸⁾

1969년에는 1963년에 晉州에서 실시한 試驗資料를 이용, 米穀生產에 있어서의 硝素와 구비사용에 대한 投入-產出分析이 晉州農大를 중심으로

7) Tennessee Valley Authority.

8) Koo, Chun Sur, Economic Analysis on the Fertilizer Use in Korea. M.S 論文, 美國에인대학교, 1965.

이루어 졌다.⁹⁾ 이 研究를 통하여 산출된 収量函数는

$$Y = 381.09 + 28.30 x_1 + 12.4x_2 - 1.48x_1^2 - 0.58x_2^2$$

$$x_1 = N\text{段步当} kg \quad x_2 = 퇴비段步当 100 kg$$

이었다.

나. 米麦에 대한 適正施肥水準과 需要分析

그후 肥料에 대한 研究는 한 段階 올라서서 본격적인 需要分析에까지 손을 뻗치게 되었다.

1971년 5월에는 試驗場 資料(1966년~67年)를 이용하여 水稻, 보리 및 小麦의 NPK投入水準別 収量反應函数와 함께 靜態的 需要 및 供給函数를 산출하는 연구가 이루어졌다.

本研究에서는 2次函数 모델을 사용, 米穀 및 大麦, 小麦의 収量函数와 이를 기초로 하여 各作物의 肥料需要函数를 도출하였다.¹⁰⁾

米穀収量函数

$$Y_R = 316.71 + 12.46x_1 + 7.58x_2 + 3.44x_3 - 0.22x_1^2 - 0.62x_2^2$$

$$- 0.21x_3^2 - 0.13x_1x_2 - 0.05x_1x_3 - 0.25x_2x_3$$

大麦収量函数

$$Y_B = -30.07 + 20.02x_1 + 8.99x_2 + 0.87x_3 - 0.81x_1^2 - 0.37x_2^2$$

$$- 0.41x_3^2 - 0.10x_1x_2 + 0.33x_1x_3 + 0.17x_2x_3$$

여기에서,

9) 李正漢, "Factor Demand and Product Supply Function and Optional Resource Allocation Patterns Derived from Experimental Fert. Prod. Function", 韓農大「農業資源利用研究所報」, 第3号, 1969.

10) Kim, Dong Hi, Economics of Fertilizer Use in Production of Food Grains in Korea, Ph. D. 論文, 美國 하와이 대학교, 1971.

$$Y_R = \text{쌀생산}$$

$$Y_B = \text{보리 생산}$$

$$x_1 : N$$

$$x_2 : P$$

$$x_3 : K$$

이었다.

다시 1974년에는 時系列資料를 이용한 需要分析 모델에 의한 연구가 수행되었다.¹¹⁾

이때 산출한 米穀生産函数는

$$\begin{aligned} Y_R = & 547.26 - 0.62x_1 + 4.79x_2 + 6.54x_3 - 0.53x_1^2 - 0.08x_2^2 - 0.05x_3^2 \\ & - 0.16x_1x_2 + 0.04x_1x_3 - 0.06x_2x_3 \end{aligned}$$

이었으며, 뒤이어 1976년에는 国立農業經濟研究所에서 「化學肥料의 需給에 관한 研究」 가 수행되었는데 그 결과를 보면 1965~69年 一般品種試驗資料를 기초로 한 米穀生産函数를 算定하였으며 결과는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} Y_R = & 368.96 + 11.5x_1 + 9.54x_2 + 1.36x_3 - 0.69x_1^2 - 0.60x_2^2 \\ & - 0.11x_3^2 - 0.14x_1x_2 + 0.08x_1x_3 - 0.01x_2x_3 \end{aligned}$$

또 1972년의 일부 統一系品種 試驗資料에 의한 収量反應은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} Y_R = & 383.91 + 24.01x_1 + 4.53x_2 + 1.61x_3 - 0.65x_1^2 - 0.09x_2^2 \\ & - 0.02x_3^2 - 0.08x_1x_2 - 0.07x_1x_3 + 0.03x_2x_3 \end{aligned}$$

한편 3要素施肥에 대한 大麥의 収量反應은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} Y_B = & 147.27 + 16.71x_1 + 8.22x_2 - 0.56x_3 - 0.60x_1^2 - 0.63x_2^2 \\ & - 0.24x_3^2 + 0.09x_1x_2 + 0.17x_1x_3 + 0.65x_2x_3 \end{aligned}$$

11) Sung, Bai Yung, "The Demand for Fertilizer in Korea," Ph.D 論文, 미네소타大学, 1974.

이러한 生產函數分析外에 線型모델을 利用하여 肥料의 配分方式의 改善을 위한 研究도 試圖되었다.¹²⁾

以上과 같이 肥料에 대하여는 比較的 많은 研究가 이제까지 있어왔으나 그동안 水稻의 品種 및 栽培技術에 있어서相當한 變化가 있었으므로 새로운 研究가 없이는 現實的으로 意味있고 肥料使用과 肥料政策樹立에 實用的인 資料를 얻을 수 없다.

12) Park, Sang Woo, "Fertilizer Distribution in Korea," Ph.D.論文, 미네소타大学, 1975.

第3章

肥料政策 分析

1. 우리 나라의 化學肥料 需給政策의 變遷

가. 第1期(1946~60)

8.15 解放과 더불어 국토 분단으로 化学肥料 生産能力의 90 %를 잃었으며, 겨우 남은 것이 三陟의 北三化学会社(石灰窒素), 仁川의 朝鮮化学肥料会社(過石, 磷灰石粉末), 木浦의 王子製紙 全南工場(明礬石加里), 朝鮮燐火工業會社(加里) 등에서 年間 過石 2,400 톤, 磷灰石粉末 6,000 톤, 加里肥料 6,700 톤, 石灰窒素 17,200 톤의 生産能力뿐이었다. 그러나 이 것도 기술, 원료, 전력 부족으로 충분히 가동하지 못하여, 이를테면 1947년 成分量으로 겨우 窒素 141 톤, 磷酸 1,386 톤, 加里 172 톤, 計 1,699 톤 생산에 그치고 말았다.

그 결과 肥料 부족으로 糧穀生産은 큰 타격을 입었으며 美國의 원조(GARIOA)에 의하여 이 갑을 메울 수밖에 없었다. 즉 1946~47년 사이에 硫安, 硝安, 過松, 塩加 등 309,870 톤(實重量)을, 1948년에는 461,242 톤을 수입하였다. 成分量으로 消費實績을 보면 1946년 48千톤, 1947년 107千톤, 1948년 127千톤, 1949년 200千톤에 불과하였다.

6.25 動亂은 그나마 빈약한 化学肥料工場을 젓더 미로 만들어 버렸고,

거우 朝鮮化学肥料와 北三化学만이 살아 남았으나 이들도 稼動이 거의 중단된 채 50년대 말까지 우리 나라의 化学肥料供給은 거의 援助輸入에 의존하지 않을 수 없었다.

6.25 動亂 전까지 국내에서 생산된 販売肥料의 대종은 綿實粕을 비롯한 油粕이었으며, 朝鮮化学肥料会社에서 1946년 過石 804톤, 1947년 過石 1,677톤, 磷灰石粉末 2,749톤을 생산할 정도이었다. 肥料輸入量은 동란 중에는 격감하여 7~13萬톤에 머물렀으나, 1954년부터 점차 증가하여 1960년에는 26.2만톤에 달하였다. 輸入財源으로서는 일부 輸出弗과 政府保有弗을 썼으나 外援依存率이 1952년 74%를 예외로 하고 거의 100%에 이르렀다.

食糧을 비롯한 農業增產이 切實히 요구되었으나 이를 위하여 가장 큰 과제는 肥料供給을 원활히 하는 일이었다. FAO/UNKRA 調査団은 「韓國農水産業復興計劃」이란 전의서에서 1953년도 金肥所要量을 614千ton(實重量), 1957년 955千ton으로 추정하고 年平均 所要外貨를 6,000萬 달러로 추산하였다. 따라서 政府는 우선 國內 有機質肥料工場의 복구를 촉진하는 한편, 均衡施肥와 酸性土壤改良을 위하여 配合肥料工場과 石灰石粉末工場을 복구 또는 신설토록 적극 지원하였다. 그리하여 1958년의 生產能力은 過石 18千ton, 石灰窒素 25千ton, 有機質肥料 36千ton, 石灰石粉末 100千ton에 달하였다.

이 기간의 肥料流通政策을 보면 일관성이 없이 변화가 적지 않았다.

1945년 해방~1948년 8월 美軍政期：朝鮮農工会가 援助輸入肥料의 引受, 保管, 配給業務를 담당

1948년 9월~49년 7월：入港地에서의 肥料引受는 外資總局이 맡고, 国内輸送, 保管, 配給만을 朝鮮農工会가 계속 담당

1949년 8월~54년 말：入港地母船에서 荷役, 分리 및 第一積載地点까지의 조작은 美国政府와 계약된 荷役会社 또는 請負業者가 담당하고, 港湾積載地点에서 最終販売까지의 수송, 보관, 배급은 外資管理厅의 代行者로서 金融組合聯合会가 맡았다.

1955년~56년 6월：外資厅이 援助肥料의 購買, 国内操作業務를 一元

의으로 전담하였다.

1956년 7월~61년 말: 다시 二元體制로 還元되었다. 輸入肥料 80~85 %는 官需方式 즉 購買와 配給地点까지의 수송은 外資厅이 맡고, 配給地에 서의 인수, 판매, 代金回収, 決済는 農業銀行이 담당하였으며, 나머지 15~20 %는 民需方式으로 韓國銀行의 援助弗 一般公壳를 통하여 民間企業이 肥料의 輸入, 国内販売를 담당하였다.

1950년까지는 輸入肥料의 全量을 官需方式으로 취급하였으나 1951년부터 民間輸出弗과 重石弗에 의한 民間輸入을 허용하였다. 이 民需比率은 1952년 25%, 1954~55년 약 10%, 1956년에는 전술한 바와 같이 AID 援助弗의 10%를 公壳하여 民間이 肥料를 수입토록 하였고, 民需比率은 漸增하여 1960년에는 51%까지 달하였다.

한편 肥料價格政策과 價格動向을 살펴보면 解放 후부터 1955년까지 官需方式으로 輸入과 販売를 政府가 일원적으로 관여하였을 동안에는 穀價나 一般物價指數의 動向과 비슷하였거나 큰 乖離없이 비교적 완만한 상승을 보였다. 그러나 1956년 7월 肥料의 輸入流通이 二元化되면서 그 價格은 다른 物價上昇을 크게 앞질러 오름으로써 쉐레現象을 두드러지게 하였다. 즉, 1955년 都壳物價指數(1947 = 100)는 13,816, 穀價指數는 14,587, 肥料價格指數는 14,825이었으나 1959년의 各指數는 總物價 22,077, 穀價 19,119인데 비하여 肥料價格指數는 53,940으로 큰 격차를 나타내게 되었다.

이는 官需肥料(政府輸入)는 낮은 公定換率을 적용하였을 뿐만 아니라 전국 각지의 配合價格을 동일하게 함을 원칙으로 하였으나, 民需肥料는 公開入札에 의한 公壳弗로 비싸게 수입되고, 自由市場을 통하여 유통됨으로써 그 가격은 季節變動이 크고 지역간의 격차도 작지 않았다. 이를테면 硫安價格(45 kg當)을 보면 官需用이 1957년부터 1961년 말까지 188 원이었음에 비하여, 民需品은 1956년 367 원, 1959년 395 원에 달하였다. 肥料의 價格問題는 生產物價格과의 相對比가 중요하다. 이를테면 1950년대 초부터 실시한 糞肥交換의 비율을 보면 1952년(8월 5일 制定) 硫安 1

kg 当 正租 $0.4 kg$ 이었으나 당시 台灣의 交換率 $1.0 kg$ 와 비교하면 農民에게 유리한 편이었다(이 사업은 중단되었다가 1961 年에 再開).

나. 第 2 期 (1961~66)

1961 年 忠州에, 1962 年 雜州에 각각 85 千吨(實重量) 규모의 尿素工場이 준공되고 뒤이어 三陟에 21 千ton 규모의 石灰窒素工場이, 1966 年에는 長項에 50 千ton 규모의 熔成磷肥工場이 세워져 輸入依存度를 얼마간 줄일 수 있게 하였다. 한편 이 기간은 第 1 次 經濟開發 5개년計劃이 실시되어 工業化 重點事業의 하나로 肥料自給率 향상을 위한 生產能力拡張이 지정되었다. 그리하여 嶺南化学(3 肥), 鎮海化学(4 肥), 韓國肥料(5 肥) 등 大單位 肥料工場이 外國借款 또는 合作投資로 1965 年 착공되어 1967 年 이후의 化學肥料의 自給을 위한 기초를 구축하게 되었다.

60 年대의 政府主導에 의한 經濟開發 추진은 農業增產도 그 일환으로 하여 50 年대부터 활발해진 農村指導와 土壤改良事業에 힘입어 肥料消費量도 꾸준히 증가하였다. 즉 1960 年대초에는 3 要素(成分)를 합하여 연간 30 만ton 정도이었으나, 1966 年에는 42 萬ton을 돌파하였다. 1961 年부터 忠州肥料가 稼動하여 29,815 톤의 窒素肥料(成分)을 生產, 自給率이 10 %가 되었다. N肥料生產은 계속 늘어 1966 年에는 8 萬ton을 넘어섰고, 또 인산 비료도 1,700 톤을 생산하였으나 自給率은 겨우 20 % 수준에 머물지 않을 수 없었다.

5.16 革命 후 정부는 1962 年 1 월부터 肥料供給方式을 官需로 一元화시키고 그때까지 신장해 온 自由市場流通을 일체 금지시켰다. 이때부터 農業銀行과 통합한 農協이 實需要者가 되어 輸入肥料와 國產肥料를 일괄 인수하여 割當, 輸送, 保管, 配給, 代金回収 등 제업무를 책임지게 되었다. 이리하여 盛需期 또는 地域間의 價格差는 없어졌으나 作物別 面積을 기준으로 할당하고 里洞農協單位로 판매하는 제도를 채택함으로써 많은 문제점도 제기시켰다. 즉 農民需要의 時間的, 空間的 변화에 기동성 있게 대응하기 어려울 뿐만 아니라 代金의 回収不振과 流用이 빈발하기도 하였다.

国内需要의 80~90%를 아직도 輸入에 의존하였고 특히 인산, 加里肥料는 거의 전량을 수입하였다. 政府는 均衡施肥의 방안으로서 单肥 대신 水稻用, 麦作用으로 나누어 3要素를 배합하여 농가에 배급하였다. 이리하여 肥質別構成은 1961년 窒素 68.4%, 인산 26.2%, 가리 5.4% 이던 것이 1965년에는 55.4%, 31.4%, 13.2%로 각각 달라지게 되었다.

한편 肥料價格政策을 보면 1961년 美弗換率이 50 대 1에서 65 대 1을 거쳐 130 대 1로 상승하여 肥料價格 引上이 요구되었으나 이를 연말까지 보류하고 缺損을 國庫에서 부담하였다. 1962년 1월부터 價格(硫安 45 kg當 188 원 60전)을 2배로 引上(硫安 袋當 385 원)하는 대신 15.3 억원의 國庫補助로 全農家에 戶當 尿素肥料 25 kg, 重過石 22.5 kg씩을 無償配給하여 일률적으로 그 충격을 완화해 주었다. 1963년에는 審細農(農地稅 300 원 미만) 100 萬戶에게 또 尿素 25 kg, 重過石 22.5 kg씩 55% 割引販売하고 이 금액을 국고에서 보상하였다. 또 1964년에는 9월 15일 價格을 再引上할 때 까지의 換差損 등 缺損 8.3億원을 보상하여 둘으로써 低穀價下에서 換率의 현실화, 인플레에 따른 農家の 肥料支出增加의 압박을 완화해 주는데 노력하였다.

1964년 9월 15일부터 肥料價格은 또 다시 크게 引上되었으며(硫安袋當 688 원으로 79% 상승)이 가격은 1967년 1월 10~15%씩 引上할 때 까지 그대로 적용되었다. 한편 糧肥交換은 이 기간에 다시 부활되었고 그率은 1961년 0.20 kg(硫安 1 kg當 正租), 1962년 0.39, 1963~64년 0.30, 1965년 0.52, 1966년 0.50로 5년 동안에 2.5배로 상승하였다. 이러한 현상은 PL-480에 의한 大量 外穀輸入으로 인한 低穀價와 함께 農家の 交易條件을 크게 악화시켰던 것이다.

다. 第3期(1967~現在)

第2차 經濟開發 5個年計劃이 시작되는 1967년 전술한 바, 3, 4, 5肥가 준공되므로서 肥料生產能力은 實重量으로 113 萬噸으로 크게 증대되어, 消費量이 1966년보다 15% 증가하였음에도 불구하고 化學肥料自給率은 19.5%로부터 38.2%로 뛰어 올랐고, 1968년에는 總量으로 따질 때

100 %를 넘어서게 되었다(窒素는 過剩, 磷酸과 加里는 不足). 肥料 生産 施設은 계속 확대되어 1973년 말에는 그 能力이 158 萬ton으로 늘어났고, 嶺南化学의 第2工場, 韓國카프로락담(硫安), 浦項製鐵(硫安) 등이 준공되어 1975년 말 生產能力은 尿素 96.7 萬ton, 硫安 15 萬ton, 複合肥 63.2 萬ton, 合計 198 萬ton 수준으로 증대되었다. 이를 肥質別로 보면 窒素 60 萬ton, 인산 20 萬ton, 加里 10 萬ton, 合計 90 萬ton이 된 것이다. 여기에 1977년 南海化学(7肥)이 준공됨으로써 肥料生産能力은 무려 300 萬ton을 넘게 되었다. 이에 따라 生產實績도 1977년 244 萬ton(成分量 109 萬ton)에 달하여 40 萬ton의 剩餘가 생겼으며, 1978년에는 다시 30 %가 增產되었다. 그리하여 施肥量이 ha當 150 kg(1970~79)이나 증가하였음에도 불구하고 自給率은 160 %를 넘게 되었다<表 3-1(a)>. 한편 1967년 化學肥種은 점점 다양해져 複合肥料 22-22-11, 14-37-12, 18-18-18, 18-46-0, 12-36-16, 溶成磷肥, 溶過磷 등을 생산하여 왔고, 그밖에 근년에는 山林用, 大豆用, 桑田用, 煙草用 등 特殊用途肥料를 만들어 내고 있다. 需給上 특징을 살피면 1967년을 기점으로 肥料의 自給化가 급진전하였으며 南海化学이 본격적으로 가동하기 시작한 1978년 이후는 生產過剩으로 輸出이 잘 되지 않고서는 肥料產業이 不況을 면치 못하게 되었다. 肥料의 月平均 在庫만 보아도 1976년부터 계속 100~140 萬ton에 이르고 있다. 肥料輸出은 1967년 韓國肥料(5肥)가 尿素 2萬ton을 수출한 것을 시작으로 해마다 증가하여 1970年까지 4년 동안 12.9萬ton을 수출하였고, 1971年에는 한 해에 12萬ton, 1972년에는 29萬ton으로 그 量은 계속 늘어났다. 그러나 1973년에는 石油波動으로 격감하고 1974~75년에는 輸出을 중단까지 했으나 1977년에는 67.3萬ton, 1978년 112.7萬ton으로 1百萬ton을 돌파하게 되었다<表 3-1(b)>. 그리하여 肥料輸出 金額도 1977년 7,074 萬달러, 1978년 1億5,489 萬달러, 1979년에는 2億달러를 초과하게 되었다. 한편 磷酸質肥料는 1975년까지 輸入을 하였고, 加里質은 전량을 계속 수입하고 있으나, 1972년 5.3萬ton이던 輸入量이 1975년에는 26.2萬ton에 달하였다.

表 3-1(a) 化学肥料의 生産, 消費, 輸入量과 耕地ha當施肥量

单位: 千吨

年 度	消 費 量				生 产 量				輸 入 量 (自給率: %)	耕 地 ha 当 施 肥 : kg
	N	P	K	計	N	P	K	計		
1953	90.6	19.3	2.7	112.6	0.16	0.29	-	0.45	112.2 (0.4)	58.1
54	115.5	50.4	1.9	167.8	-	0.15	-	0.15	167.2 (0.1)	86.0
55	146.5	28.2	8.8	183.5	-	0.44	-	0.44	183.5 (0.2)	92.0
56	158.7	53.8	8.1	220.6	-	-	-	-	220.6 (100.0)	110.7
57	143.9	68.5	6.5	219.0	-	-	-	-	219.0 (100.0)	109.6
58	171.7	66.8	5.0	243.5	-	-	-	-	243.5 (100.0)	121.0
59	161.8	57.2	6.0	225.0	-	-	-	-	223.8 (100.0)	111.6
60	217.1	55.2	7.1	279.4	6.1	-	-	6.1	262.0 (2.2)	138.0
61	210.9	81.8	16.8	308.5	29.8	-	-	29.8	277.8 (9.7)	151.8
62 ¹⁾	19.9	34.0	-	59.9	37.4	-	-	37.4	52.8 (-)	-
63	191.7	94.4	21.0	307.1	44.9	-	-	44.9	285.6 (14.6)	147.7
64	173.2	153.6	37.4	364.2	64.9	-	-	64.9	341.9 (17.8)	169.1
65	217.9	123.5	51.7	393.1	75.3	-	-	75.3	442.1 (19.1)	174.2
66	239.7	124.8	58.8	423.3	80.9	1.7	-	82.6	486.4 (19.5)	184.6
67	277.6	132.7	76.2	486.5	155.7	21.2	9.5	186.4	407.0 (38.2)	210.4
68	285.9	121.4	71.2	478.5	321.6	121.2	42.1	484.9	215.0 (101.3)	206.3
69	320.2	130.8	83.7	534.7	366.5	145.9	48.6	561.0	107.5 (104.9)	231.3
70	355.6	124.4	89.0	562.9	393.3	139.5	49.7	582.6	6.6 (104.8)	245.0
71	347.3	165.0	92.8	605.1	408.0	144.7	46.8	599.5	11.6 (99.1)	266.4
72	372.6	170.9	104.2	647.7	418.2	162.6	54.5	635.2	53.0 (98.1)	288.9
73	411.2	232.2	149.8	793.2	447.3	159.3	65.2	671.7	64.8 (84.7)	253.9
74	449.4	231.9	155.4	836.7	514.1	166.2	65.8	750.0	194.2 (89.6)	373.8
75	481.5	237.6	167.0	886.2	582.7	195.5	81.5	859.7	262.1 (97.0)	395.7
76	361.3	142.1	139.8	643.2	534.5	214.8	83.8	833.2	13.5 (129.5)	287.3
77	387.9	210.3	138.0	736.1	668.8	309.3	110.8	1,089.0	0.5 (147.9)	329.9
78	461.6	230.6	173.8	866.0	788.5	420.9	120.7	1,330.1	61.8 (153.6)	390.1
79	444.0	227.0	192.0	863.0	838.0	488.0	112.0	1,438.0	58.0 (166.6)	391.0
80	448.0	196.0	184.0	828.0	727.0	493.0	125.0	1,345.0	46.0 (162.4)	377.0

1) 肥料年度를 曆年으로 바꿨기 때문에 数値에 큰 差가 생겼음.

資料：農協中央会, 肥料總覽, 1967, 肥料工業協会, 肥料年鑑, 1979, 1980, 農水產部肥料課.

表 3-1(b) 年度別 肥料 輸出實績, 1967~80

단위 : 千톤

年 度	尿 素	硫 安	複 肥	溶成磷肥	計 ¹⁾
1967	20	-	-	-	20
68	27	-	-	-	27
69	97	-	-	-	97
70	118	-	11	-	129
71	52	-	69	-	121
72	194	-	94	-	288
73	56	-	24	0.5	80.5
74	-	-	-	-	-
75	-	-	-	-	-
76	82	29	8	-	119
77	334	152	177	10	673
78	456	191	439	43	1,127
79	294	152	640	30	1,116
80	808	150	718	32	1,710

1) 其他肥料(硝安, 過石等)가 포함되어 있음.

※ 通關基準

資料：農水產部

肥料在庫가 전술한 바와 같이 많고 引受價格도 硬直된 것은 肥料產業이
 外國資本과의 合作投資로서 肥料產業이 外國資本과의 合作投資로서 操業
 率(3,4,7 肥의 경우 80 ~ 100 %가 契約標準)과 利潤率이 보장되어 있어
 市場條件에 맞추어 生產調節을 하기 어렵게 되어 있고, 둘째 過剩施設投
 資를 안고 있으며, 세째 天然까스를 원료로 쓰는 新興外國肥料工業과의
 競爭力이 약하여 輸出에애로가 커기 때문인 것으로 풀이된다.

肥料價格政策을 보면 1967년 1월부터 硝素肥料는 15 %, 磷酸質, 加里

質 및 複合肥는 10%를 인하 조치하여 1969년 4월 15일까지 고정시켰다. 이 조치로 複合肥料 값은 单肥값보다 37~39% 더 비싼 결과가 되어 複合肥料消費가 부진하게 되었다. 그리하여 1969년 4월 16일부터 硝素質값은 17% 올리는 반면, 複合肥料 값은 20% 인하시켜 均衡施肥를 유도하였다. 그후 인플레 累進에 의하여 1972년 12월부터 肥料의 販売価格를 평균 10% 인상하였다. 1973년 石油波動後 原価上昇으로 이해 12월에 平均 30%를 인상하였고, 1974년 12월에 다시 평균 65%나 대폭 인상하였다. 그러나 쌀의 収買価도 계속 상승하였으므로 粮肥交換率은 農民에게 더욱 유리하게 되었다. 즉, 正租 田地(54kg) 複合肥料(水稻用 25kg) 8.6袋, 尿素 7.9袋로 되어 1973년보다 11.4%씩 상승하였다. 그동안 肥料販売価格이 引受価格을 밑돌았기 때문에 肥料計定赤字는 점차 누적되어 1975년 말에는 1,040億원에 달하였다. 그리하여 정부는 1975년 12월 19일 販売価格을 또 다시 60~90%까지 差等引上하였다. 이 가격은 4년 동안 고정시켰으나, 1979년 12月 19일 第2次 石油波動을 계기로 일률적으로 20%씩 다시 인상 조정하였다. 이동안 肥料 引受価格은 原価動向과 合作投資 契約條件에 따라서 会社別로 差等引上하였으며, 販売価格上昇을 앞질렸기 때문에 肥料計定赤字는 계속 누증하여 1979년 말 1,828億원이 되었다.

肥料供給制度를 개편하면 1962년부터 실시한 作物別 割当販売制度는 획일적인 割当方式과 里洞組合長의 代表借主制, 農民의 連帶保證으로 인한 不正과 非能率이 두드러졌으므로 이를 개선하기 위하여 1970년 10월부터 農家 또는 任意受配單位別로 郡農協이 정한 3要素 比率만 지키면 무제한 판매하는 제도로 바꾸었다. 동년에 外上販売도 늘리고 市・郡農協뿐만 아니라 肥料販売員制를 두어 一線 单位農協도 직접 肥料를 취급하도록 하는 등 販売促進活動을 적극 벌린 결과, 그 消費量은 크게 늘어났다(1974년 邑面单位로 区域을 확대한 单位農協의 전부가 취급). 그러나 1973년 石油波動이 불어닥쳐 原料의 供給不足과 価格暴騰으로 말미암아 肥料供給이 줄지 않을 수 없게 되자 1973년 8월부터 實需要者 配給制로 환원하게 되었다. 作物別 面積別로 三要素比率과 物量을 정하여 그에 의하여 각 農家

는 年 3회 配給을 받게 하였다. 그 결과 過大需要를 억제하여 農家間에 어느 정도 고루 배분할 수는 있었으나 個別農家の 구체적인 肥料需要에 일일이 맞출 수는 없었으므로 農民의 불평을 사지 않을 수 없었다.

한편 1973년 12월에는 肥料 값은 부득이 일률적으로 30%씩 인상하였고 1년 후에 다시 65%씩 대폭 인상하였다. 1975년 12월에는 肥料価格을 59%(인산질, 가리질)내지 90%(질소질)씩 다시 크게 인상하는 한편, 販売制度도 3要素 基準組에 의한 無制限 販売로 바뀌었다. 政府는 单肥組와 複肥組, 作物別, 地域別(三地域区分)로 무려 11個組를 정하여 農民이 선택케 하였으며 다만 購入時期와 数量은 農民의 의사에 맡기는 방식을 導入하였다. 이 制度는 너무 細分되어 있어 販売業務가 복잡할 뿐만 아니라 인산질과 가리질이 대체로 과다하게 책정되어 있어(42 : 30 : 28) 農民이 환영하지 않아 需要가 複肥組에 쏠리는 결과가 되었으며 충분한 物量을 가지고서도 肥料流通이 원활치 못한 現象을 자아냈다. 그리하여 1976년 10월 基準組數를 3개로 크게 줄였고(濟州道는 완전한 自由販売制 허용), 1978년에는 南海化学에서 새로 나온 肥種(17-21-17)을 하나 추가하여 복잡한 基準組 販売方式을 간소화함으로써 판매를 촉진한 결과, 肥料消費는 꾸준히 증가하였다. 그러나 单一肥種만을 필요로 하는, 이를테면 菜蔬農家나 양송이 栽培業者에게는 이 방식이 불편과 부담을 계속 주었으므로 이를 완화하는 조치를 취하지 않을 수 없었다.

1972년 12月부터 해마다 크게 인상했던 肥料販売價格은 1975년 12월부터 4년 동안凍結되어 이동안 肥料의 實質價格은 62%가량 하락한 것이다. 이는 1976년부터 塩加를 빼놓고 다른 肥種은 생산이 자급하고도 남게 되는 수준에 이르렀으므로 消費를 촉진시키기 위한 방책이라 할 수 있다.

한편 이 기간에 肥料價格과 米價의 関係變化를 種肥交換率을 통하여 보면, 尿素를 예로 들어 쌀 80kg에 尿素(25kg)의 交換率은 1966年에 4.6袋에 불과하였던 것이 점증하여 1971년에는 13.1袋, 1974년에는 16.2袋로 되어 피이크에 달하였으며, 그후 점감하여 1976년 7.6袋로 내렸다.

이러한 糞肥交換은 秋穀의 現金收買가 많아지고 営農資金供給이 느는 한 편 1977년 4월 糞肥交換法이 폐지되면서 改正糞穀管理法에 의하여 계속 가능하게 되었으나 1977년부터 사실상 중단 상태가 되고 말았다. 1979년 第2次 石油波動이 발생하여 原價가 크게 상승하고 그동안 4년간이나 肥料販売価를 동결한 결과로 肥料計定赤字가 1,828億원으로 늘어났으므로 政府는 그해 12월 일률적으로 20%씩 인상하였다. 한편 1980년 2월에는 3要素 基準組를 전적으로 폐지하고 완전한 自由販売制를 실시하여 현 재에 이르고 있다. 이를 계기로 그동안 均衡施肥의 일반화를 내걸고 3要素 基準組 販売는 막을 내렸으며, 農民들의 해목은 소원이 일단 받아들여진 셈이다. 사실 基準組 販売制下에서는 일부 지역이기는 하나 溶成磷肥(粉末)과 鹽化加里 등을 할 수 없이 購入은 하나 제대로 사용하지 않거나 헐값에 전매해 버리는 사례가 상당수 있었으며, 이로 말미암아 그들의 営農費를 높이고 資源을 낭비하는 결과가 되기도 하였다.

1980년 12월 정부는 앞으로 수년내에 肥料計定赤字를 없앤다는 목표를 내걸고 肥料販売価를 일률적으로 50%(硫安은 20%)씩 인상하였고, 1981년과 1982년에도 계속 인상한다고 예시한 바 있다.

라. 農用石灰와 硅酸質肥料

우리 나라의 広面積에 걸친 酸性土壤을 개량하기 위하여 1957년경부터 農村指導事業의 중점 과제의 하나로 石灰施用麥類展示圃를 전국적으로 설치하여 그 効果를 널리 알리는 사업을 전개하였다. 1961년부터 69년까지 36~38% 国庫補助에 의하여 1961년에는 1萬톤, 1962년에는 9萬톤, 1965년에는 무려 45萬톤을 공급하였다. 그러나 그후 需要가 크게 떨어졌으므로 1970년부터 1973년까지 全額을 国庫와 地方費에서 부담, 農家에게 無償供給하였으며, 1974년부터는 政府補助 80%, 農民負担 20%로供給하여왔다. 이리하여 石灰의 効果에 대한 一般農民의 認識이 많이 向上되어 年販売量은 40萬톤 수준을 유지하고 있다.

우리 나라 農面積의 94%가 硅酸不足임이 밝혀졌으므로¹⁾ 地力を 증진하기 위하여는 이의 補充이 불가결한 과제이다. 그리하여 1962년 이 肥

肥料의 公定規格이 고시되고 大陸肥料가 1963년부터 硅酸塩鉱石을 主原料로 한 硅酸苦土石灰를 製造, 市販을 시작하였고 이어서 極東化成工業이 製造, 市販을 시작하였고 이어서 極東化成工業이 製鐵鉱滓를 주원료로 한 규산질肥料(可溶규산 25%, 우리 나라 규산질肥料 供給量 70%를 점유)를 市販하기 시작하였다. 한편 農村振興廳은 試驗事業과 肥效展示事業을 착수하였으며, 1965년부터 食糧增產計劃에 포함시키고, 1967년까지 國庫補助로 적극 보급시켜 연간 2萬噸까지 공급하였다. 그러나 1968년부터 國庫補助를 폐지하자 그 需要는 크게 떨어졌으므로 1970년부터 政府補助(70~30%)를 다시 부활하고 그 供給을 꾸준히 증가한 결과(1979년에는 35萬噸) 農家消費가 꾸준히 늘고 있다. 그럼에도 불구하고 일부 農民은 인식이 부족하고 또 규산질 비료가 粉末로 무거워 불편한 탓으로 施用하지 않고 방치하는 사례가 없지 않았다. 그러나 1980년 冷害時에 硅酸質의 肥效를 역역히 관찰한 農民들은 혼연히 그 사용을 받아들이고 있다. 政府補助로 供給되어 온 규산질肥料는 1981년까지 그 용도를 穀物, 大豆, 薯類等 지정된 食糧作物에만 한정시켜 왔다. 따라서 채소, 果樹, 特作과 林業用은 政府補助 없는 건을 購入해야 했으므로 자연히 需要가 제한되는 결과를 가져왔다. 그러므로 1982년부터는 이를 肥料의 용도를 園芸作物까지는 확대시킬 展望이다.

2. 肥料에 대한 需要 및 價格政策

農地가 희소한 韓國에서 食糧을 비롯한 農業增產政策의 기조는 전통적으로 多肥多勞式 農法의 慶勵普及이었다. 1960년 이후 工業化, 都市化로 大量離農이 계속되어 농촌에 일손이 모자라게 되자 1970년 이후 嘗農機械化가 본격적으로 추진되는 한편, 食糧增產을 위하여 增產技術普及이 더욱 강력히 추진되어 왔다. 肥料에 대한 需要를 촉진시키는 政策手段으로서는 가급적 낮은 肥料價와 높은 穀價를 유지시키는 일이었으며, 이러한

1) 肥料工業協會, 「肥料年鑑」, 1980, p.255.

政策基調는 적어도 1979년까지는 대체로 지켜져 왔다고 할 수 있을 것 같다.(그러나 實質米價는 1976년부터 점차 下落趨勢) 韓國의 肥料工業은 전술한 바와 같이 60년대에 중요한 戰略產業으로 선정, 불리한 조건을 무릅쓰고 外國資本과 合作投資하여 10~15년간 높은 利潤率을 보장하는것이었기 때문에 政府가 이들이 生產한 肥料를 一括 引受하여 풀計算하는 方式을 취하여 왔다. 農家에 대한 販賣價格은 市場機能에 맡기지 않고 一定期間 거치하는 방식을 취하였는바, 한 해 이상 거치하는 경우, 인플레이션에 의하여 實質價格은 자연히 하락하기 마련이었다.

表 3-2는 肥料의 農家購入價格을 나타내고 있는바, 지난 20년 동안 10회에 걸친 價格引上 또는 引下措置가 있었다. 한마디로 韓國의 肥料價格政策은 이제까지 일관성이 결여되어 온 것이다. 大概 選舉가 있었던 해이거나 年度中이고 豫算国会가 끝나기 전에는 肥料價格引上이 취해지지 않았다.

表 3-3에 의하여 尿素의 實質價格推移를 보면, 1965년에 비하여 1974년 價格은 51.8%로 떨어졌으며, 1975년에는 30.3%(實質) 인상시켰고 1976년 다시 69.7%나 引上하였다. 그후 출구 下落勢를 보여 80년에는 59.6%까지 떨어졌으나 1981년부터 50% 引上措置에 의하여 그 實質價格도 20% 상승하였다.

農家の 입장에서는 肥料의 價格 자체보다도 그것을 투하하여 生산하는 農產物價格과의 関係(相對價格)가 더 중요한 의미를 갖는다.

農家の 農業經營費 가운데서 肥料費支出이 차지하는 비중은 근년 農業支出增加와 労賃上昇에 의하여 조금씩 줄어드는 경향인바, 1976년(肥料價格上昇) 20%이던 것이 1980년에는 14%로 감소하였다. 또 水稻作 經營費 중 肥料支出 構成比도 이 기간에 17%에서 10% 수준으로 줄었다.
<表 3-4(a)>

따라서 肥料價格의 변화가 農業經營費 또는 農業所得에 미치는 影響度는 줄었다고 할 수 있겠으나, 아직도 14% 수준에 있으므로 가령 肥料價格를 20% 인상한다면 農業經營費를 2.8% 증가시킴으로써 다른 조건이 동일하다면 農家の 農業所得을 그만큼 감소시키는 결과를 가져온다.

表 3-2 対農家 肥料 販売価格 推移

단위 : 원 / 톤

肥種 \ 期間	62.1.1 ~ 64.9.14	60.9.15 ~ 66.12.31	67.1.1 ~ 68.4.15	69.4.16 ~ 72.11.30	72.12.1 ~ 73.12.4	73.12.5 ~ 74.12.19	74.12.20 ~ 75.12.18	75.12.18 ~ 79.12.18	79.12.19 ~ 80.11.31	80.12.1 ~ 現在
硫安(21)%	85,692.44	15,283.41	12,990.89	15,199.34	16,800	21,800	36,040	68,480	82,200	98,400
塩加(60)	76,766.54	13,829.95	12,446.95	11,202.26	12,300	16,000	26,400	42,066	50,520	76,000
溶燐(20)	58,402.87	-	10,819.64	9,737.68	10,750	13,975	23,100	36,800	44,160	82,800
尿素(46)	156,292.00	27,379.36	23,272.45	27,228.76	29,960	-	64,320	122,240	146,720	220,400
複肥 (18-18-18)	-	-	28,400.00	22,720.66	25,000	32,520	53,680	93,240	111,920	168,000

資料：農水産部

表 3-3 米穀과 尿素의 價格比變化

단위 : 원 / kg

年 度	米 価 (經常, 粗穀)	尿 素 価		米価 / 尿素価
		經 常	不 變 ¹⁾	
1965	28.9	27.4	27.4	1.05
66	30.5	27.4	25.1	1.11
67	33.6	23.3	20.0	1.44
68	39.5	23.3	18.5	1.69
69	48.9	23.3	17.4	2.09
70	54.9	27.2	18.7	2.01
71	69.0	27.2	17.1	2.53
72	87.7	27.2	15.0	3.22
73	91.8	29.9	15.5	3.07
74	132.7	38.9	14.2	3.41
75	167.8	64.3	18.5	2.60
76	202.2	122.2	31.4	1.65
77	223.6	122.2	28.8	1.82
78	262.1	122.2	25.7	2.14
79	340.0	122.2	21.7	2.78
80	443.8	146.7	18.7	3.02
81	491.6 ²⁾	220.4	22.6	2.23

1) 1965 年을 基準年度로 한 都壳物価指數로 데프레이트했음.

2) 1981 年 4 月価格

資料：農協中央会 調査月報, 1975, 1981.

한국비료공업협회, 비료연감, 1980.

※ 尿素価는 N의 成分価格임.

表 3-4(a) 戶當 및 水稻作 10a 当 経営費中
肥料費 構成比 推移

年 度	戸當農業經營費中 肥料費 (現 金) %	米作 10a 当 農業經營費中 肥 料 費 %
1975	18.8	11.8
76	20.1	16.8
77	18.7	14.0
78	16.7	11.9
79	12.0	9.7
80	13.9	9.7

資料：農水産部

한편 農家の 肥料需要量 決定에 중요한 農產物価 대 肥料価比率을 <表 3-3>에 의하여 보면, 米価 对 尿素의 경우, 高米価政策을 채택하기 전인 1968년까지는 2 : 1를 훨씬 밀돌았으나 1969년부터는 계속 상승하여 1974년 3.4 : 1로 最高水準에 달하였다가 1976년에는 1.6 : 1로써 8년전으로 후퇴하였다. 그후 肥料価 据置와 米価上昇으로 다시 上昇, 1980년 3 : 1을 넘어섰으나, 1981년 肥料값 인상으로 다시 2.2 : 1 수준으로 하락하였다.

1970년대에 와서 化学肥料 消費量이 크게 늘어난 배경에는 水稻 新品種普及과 菜蔬, 果實, 養蚕과 같은 特作部門이 拡張(養蚕은 최근에 다시 위축)된 한편, 상술한 価格要因에 힘입은 바 크다고 볼 수 있다. 1965 ~ 79년 生產費 資料를 써서 3要素 施用量의 函数關係를 회帰分析해 보면, 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{水稻 } 10\text{a 当 三要素施用量(kg)} &= 14,875 + 0.139 \text{ 新品種面積比率 (\%)} \\ &\quad (0.115) \\ &+ 0.683 \text{ 価格比 (米価 / 尿素価)} \\ &\quad (0.801) \end{aligned}$$

$$R^2 = 0.921 \quad () \text{ 内는 표준오차}$$

위 式에서 統計的 有意性은 높지 않으나 新品種普及率과 肥料의 生產物과의 相對價格이 農民의 施用量 判斷에 어느 정도 영향을 주고 있음을 엿 볼 수 있다.

表 3-4(b) 각국의 肥料農家購入価格 (尿素)¹⁾

단위 : 美 \$ / MT, (%)

国 别	75/76	76/77	77/78	78/79
한 국	289 (100) ²⁾	549 (100)	549 (100)	550 (100)
일 본	385 (133)	419 (76)	500 (91)	626 (114)
미 국	398 (137)	410 (75)	407 (74)	419 (76)
세계평균 ³⁾	420 (145)	331 (60)	334 (61)	368 (67)

註 1) 純N基準

2) 한국을 100 으로한 指数

3) 23 個國平均

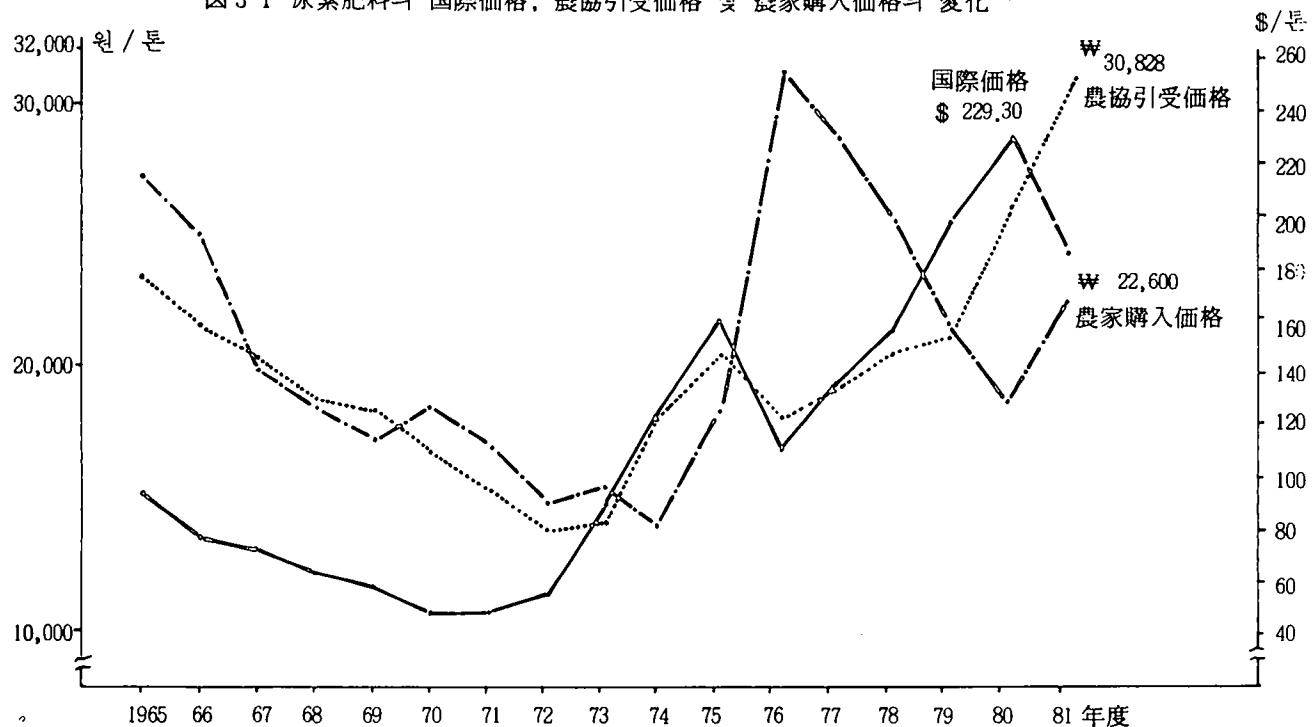
이집트, 이디오피아, 모로코, 나이제리아, 토고, 멕시코, 칠레, 페루, 인도, 인도네시아, 이란, 말레이지아, 네덜란드, 파키스탄, 사우디아라비아, 스리랑카, 페루, 이탈리아, 스페인, 스웨덴, 스위스, 뉴질랜드.

한편 우리 나라 肥料의 農家購入価格을 다른 나라와 비교하면 <表 3-4(b)>와 같다. 尿素의 경우, 1976년에는 韓國이 낮은 수준이었으나 1977년에는 반대로 가장 비싼 나라가 되었으며, 1979년에도 日本을 빼놓으면 가장 高位국에 속한다.

肥料의 國際時勢는 1973년 石油波動 이후 1976년을 빼놓고 계속 上昇勢를 보여 왔으나 81年에 와서 다시 하락하고 있다(<図 3-1>).

특히 窒素質 価格은 천연 가스를 원료로 하는 製品이 세계 시장에 점점 많이 나오면서 그 価格은 최근 톤당 200 달러를 크게 밟돌고 있는바, 突發事態가 발생하지 않는 한 그 값이 크게 회복될 전망은 매우 불투명한 것 같다.

전술한 바 低肥料価格 政策基調와 非彈力的인 独占的 供給価格, 그리고 일관성 없는 価格変動措置에 의하여 肥料計定에 赤字를 쌓이게 하였고, 그

図 3-1 尿素肥料의 国際価格, 農協引受価格 및 農家購入価格의 变化¹⁾

1) 国際価格은 톤당 美弗이며, 日本의 輸出価格, 但 1980年은 韓国 輸出価格임.

引受価格과 農家購入価格은 1965年 不变価格임.

규모는 1981년까지 약 4,600億원에 달하고 있다. 그 내역을 보면 売出損(販売価와 引受価의 격차에서 발생) 24.5%, 操作諸費 36.1%, 借入金利子 28.4%, 기타(주로 輸出 보상) 11%로 구성되어 있다(表3-5 参照)。

表3-5 肥料計定赤字額(1970~81年累計)

단위 : 億원

項 目	赤 字 額	%
売 出 損 益	1,127	24.5
操 作 諸 費	1,657	36.1
借 入 金 利 子	1,306	28.4
其 他	503	11.0
計	4,593	100.0

資料 : 농수산부

第 4 章

肥料의 需要函數

肥料의 需要函數 導出方法에는 몇 가지가 있으나 本分析에서는 農村振興廳에서 1976년부터 1979년까지 4년간 農家圃場에서 전국적인 규모로 실시한 試驗資料를 토대로 生產函數를 구하고 이를 기초로 肥料需要函數를 도출하는 靜態的 分析方法을 채택하였다.

1. 生產函數의 導出

肥料의 收量反應에 대한 연구는 과거에도 많이 이루어졌고 그 내용도 비교적 자세한 부문까지도 취급하였다. 이때 사용한 자료는 주로 農村振興廳 農業技術研究所에서 全國規模로 農家圃場에서 실시한 자료를 이용한 것이었다.

그러나 他作物과는 달리 水稻는 育種과 栽培技術面에서 상당한 발전을 거듭하였고, 그 改良效果가 매우 커졌다. 즉 정부가 統一系 品種의 종자를 대량 생산하여 공급하는 동시에 철저한 技術指導를 하는 한편, 이 품종의 재배가 유리하도록 價格政策을 편 결과, 그 栽培面積이 크게 확대되어 1980년에는 78.8%까지 그 構成比가 높아졌다. 또한 水稻栽培法에 있어서도 播種時期를 앞당기기 위한 保溫苗床이 일반화되고 ha당施肥量도 전보다增加되는 등 많은 변화가 있었다.

이와 같이 과거의 분석이 이루어졌던 시기에 비하여 현재 植栽하고 있는 品種이 차이가 많고 또 栽培方式도 다르며 따라서 收量도 차이가 있기 때문에 종전의 자료를 本分析에 사용할 수 없어 최근 農村振興廳의 試驗資料를 활용 분석하였다.

本研究에서 收量反應函數 推定을 위하여 사용한 자료는 <表 4-1>과 같다. 原資料는 비교적 많았으나, 그중 내용이 불충분하게 정리되었거나 洪水로 圃場이 유실되어 분석이 불가능한 것은 부득이 제외하고, 나머지 1,951개 圃場을 일차로 선정하였다. 그러나 다시 검토한 결과 鹽害畠은 試驗筆地數가 42개에 불과하여 이를 별개의 獨立變數로 포함시키기에는 너무 적어, 分析對象에서 빼내었다. 이들을 除外한 畠類型別 筆地別 標本分布는 <表 4-1>과 같다.

表 4-1 年度別 畠類型別 試驗圃場 分布

단위 : 筆地

年 度		1976	1977	1978	1979	合 計
畠 類 型	筆 地 數	492	322	296	172	1,282
	普 通 畠	100	60	50	38	248
	濕 畠	36	26	18	10	90
	砂 質 畠	88	48	37	20	193
	미숙답 및 개간답	16	23	34	23	96
	合 計	732	479	435	263	1,909 ¹⁾

1) 한 圃場에서 2年以上 反復試驗된 곳이 있어 品種別 圃場數의 3倍가 된다. 따라서 筆地數와 合計는 맞지 않음.

가. 收量反應에 영향을 주는 諸要因

水稻收量에 영향을 주는 요인은 크게 經營的 要因(技術水準 포함)과 環境的 要因으로 구분되고 이 環境要因은 다시 인위적으로 조절이 가능한 要

因(調節變數)과 조절이 불가능한 것으로 구분된다. 조정이 가능한 것으로는 肥料 및 퇴비 사용량, 灌溉水量, 土壤酸度, 기타 土壤含有物 등이 있으나, 短期的으로 볼 때 肥料施用量을 제외하고는 대체로 고정되는 경향이 있으므로 本研究에서는 肥料量만을 調整變數로 취급하였다(그러나 최근에 와서는 石灰 및 규산질 비료 施用, 客土의 實施 등으로 土壤條件이 개량되고 있으므로 이를 調整變數로 포함시킬 수도 있겠으나 本研究에서는 이렇게 취급하지 않았음). 調節이 거의 불가능한 變數로는 曰照時間, 雨量, 氣溫 등을 들 수 있다.

1) 土壤型(土性)

土壤型은 學術的으로 구분하는 방법이 여러 가지이며 일단 大區分된 土壤型은 다시 地域的인 특성에 따라 小區分된다.

本研究에서는 試驗圃場數가 많았고 土性區分이 연구의 주제가 아니므로 農村振興廳, 農業技術研究所에서 분류한 방식에 따라 다음과 같이 크게 奋類型을 구분하고 一般奮과 其他奮과의 生產力의 差를 검토하였다. 즉 奋類型을 一般奮, 濕奮, 砂質奮, 未熟奮, 開墾奮, 鹽害奮¹⁾의 6개로 구분하여 肥料施用 効果를 검토하려 하였다. 그러나 未熟奮과 開墾奮은 相互間に 유사점이 많아 이를 구분하기 어려울 뿐 아니라 筆地數도 적어 開墾奮

表 4-2 우리 나라 奋土壤의 低位生産地 分布

	普通奮	低位生産地				
		計	砂質奮	濕奮	未熟奮	干拓奮
面積比 (%)	33	67	32	9	23	3
收量指數	100	89	90	92	92	58

資料：農水產部 農產局

1) 奋類型別 特性에 대하여 吳旺根, [最新土壤學] pp.210~213 및 趙伯顯 강수 「新制土壤學」, pp.227~241参照。

을 未熟畠에 포함시켰다.²⁾ 우리 나라에는 아직도 低位生產地가 많으며, 畠類型別 分布는 <表 4-2>와 같다.

2) 土壤酸度(pH)

土壤은 酸性, 中性, 鹽基性 등으로 반응하는데, 이 반응은 여러 土壤成分의 溶解度와 관계가 있고 이러한 관계를 통하여 高等植物이나 微生物의 生育에 영향을 준다. 이 때문에 土壤酸度(pH)는 土壤을 調査分類할 때 뿐만 아니라 肥沃度를 진단할 때에도 우선 측정해야 하는 중요한 성질의 하나가 되는 것이다. pH가 7이면 中性이고, 7 이하면 酸性 7 이상이면 암 칼리性이다.

우리 나라에는 pH가 5.5 이하의 畠土壤이 많으나, 忠北의 丹陽, 慶北의 間慶, 江原道의 寧越, 三陟, 정선 등지의 石灰岩風化物을 母材로 한 고장에서는 土壤이 비교적 中性에 가깝고, 充分히 洗脫되지 못한 海岸의 干拓地 또는 干瀉地 土壤에서는 pH가 8 가까이 되는 곳도 있다.³⁾ 水稻는 酸性에 비교적 강한 作物로 알려져 있다.

3) 土壤有機物 含量(OM)

土壤 중 유기물은 動物, 植物, 微生物等의 遺體로 되어 있으나, 토양부식의 分量으로 볼 때 동물과 미생물의 遺體로부터 된 분량은 無視할 수 있을 정도로 적다. 토양유기물은 토양의 성질을 개량하고 식물 생육을 돋는다.⁴⁾

우리 나라의 土壤有機物 含量은 매우 적어서 문제가 되고 있는데, 우리나라와 日本間의 土壤有機物 含量을 比較하여 보면 <表 4-3>과 같다.

有機物은 물이나 肥料成分을 저장하고 粒團을 형성하여 土壤을 푸실푸실하게 하여, 분해되어서 植物營養分을 공급하는 등 高等植物의 생육에 주

2) 처음부터 分析에 포함된 畠類型別 筆地의 数는 普通畠 248, 濕畠 90, 砂質畠 193, 未熟畠(개간답포함) 96 및 鹽害畠 14 였다.

3) 吳旺根, 前揭書, pp.120~121 및 조伯顯監修, 前揭書, pp.195~196 參照.

4) 趙伯顯監修, 前揭書, pp.44~64 및 吳旺根, 前揭書, pp.74~89 參照.

表 4-3 우리 나라와 日本의 畜土壤 地力 比較

	韓國	日本	對比 %
作土深 (cm)	10	18	55
有機物 (%)	2.4	5.7	42
珪酸 (ppm)	78	130	60
鹽基置換容量 (C.E.C.)	11	20	55

資料：農水產部 農產局

는 영향이 매우 크다. 또한 有機物의 分解途中 생기는 物質로 그 構造가 단순하고 分子量이 적은 有機窒素化合物 중에는 高等植物에 직접 흡수된다 고 알려진 것도 있다. 그러나 그 量은 매우 적다. 有機物이 分解되는 도 중에는 각종 中間物이 생기고 또 새 物質이 생성되기도 하는데, 이런 物質 중에는 作物에 흡수되어 그 生育을 촉진하는 것도 있다.⁵⁾

이와 같이 有機物은 매우 중요하며, 따라서 이것의 含有量의 다음과 肥料의 投入反應과 밀접한 관계가 있다.

4) 氣象變數

氣象要因 중 중요한 것은 (1) 曰照時間, (2) 氣溫, (3) 濕度 및 (4) 風速 등이다.

曰照時間은 총체적인 時間뿐 아니라 成長時期別 分布가 매우 重要하다. 즉 日光은 植物이 光合成을 하는데 필요 불가결한 것으로서 植物에 따라 다르긴 하나, 일반적으로 曰照量이 부족하게 되면 光合成이 불충분하여 收量이 크게 떨어진다. 曰照量은 品種에 따라서 生育初期, 成長期 및 登熟期 등 成長時期別로 그 要求量이 다른 것도 있고, 일정 기간 동안 一定量 (總計)만 있으면 되는 것도 있다.

5) 吳旺根, 前掲書, pp.89~90 參照.

本研究에서는 이들 要因들을 모두 감안할 수가 없으므로 우리 나라의 營農實情을 감안, 6 ~ 9월의 4개월간 및 7 ~ 9월의 3개월간의 曝照時間의 차이가 水稻收量에 어떻게 작용하는지를 검토하였다. 그리고 그중 1개를 신정하였다. 우리나라 水稻移秧期는 지역에 따라 다르나, 대체로 5월 하순부터 6월 중순에 걸쳐 있으며, 收穫은 10월 초순부터 하순이면 대개 종결된다.

우리 나라는 봄과 가을에는 대체로 맑은 날이 계속되어 이 시기의 曝照時間 차이로 收量의 有的 差가 적을 것으로 보아 上記期間만을 추출하여 이 시기의 曝照時間의 差와 收量과의 관계를 검토하였다.

曝照時間뿐 아니라 降雨量은 水稻生育에 있어 더 중요한 것이긴 하나 本試驗이 실시된 圃場들이 전부 水利安全畠이었으므로 降雨量은 감안하지 않았다.

5) 土壤磷酸 및 土壤加里

土壤은 자체내에 磷酸이나 加里質肥料成分을 가지고 있는바, 그 墓의 多少는 肥料施用에 대한 收量反應에 차이를 발생시킨다. 따라서 本分析에서는 이들 두 要素의 土壤 중 含有量을 포함시켰다.

나. 供試品種

本分析에 포함된 水稻品種은 統一系 7개 품종, 一般系 6개 품종, 合計 13個 품종이다. 統一系 중 本研究에 포함된 것은 密陽 23號, 密陽 21號, 魯豐, 裡里 326號, 早生統一, 統一 및 維新이며 一般系 品種은 密陽 15號, 八錦, 아끼바레, 振興, 레이메이 및 新 2號이다. 品種別 供試圃場數는 <表 4-4>와 같다.

이와 같은 여러 품종의 특성을 요약하면 <表 4-5(a)>와 같다.

다. 推定函數式

水稻의 技術學의 特性에 비추어 肥料에 대한 收量反應函數는 적어도 다음 세 가지 요건을 만족시키는 것이 바람직하다.

表 4-4 水稻 系統別 品種別 團場數

系統	品種	圃場數	系統	品種	圃場數
統一系	密陽 23 號	188	一般系	密陽 15 號	169
	密陽 21 號	57		振興	36
	魯豐	84		其他 ²⁾	18
	其他 ¹⁾	89		計	223
計		418			

1) 이리 326, 早生統一, 統一, 維新

* 총 표본수 7,548

2) 八錦, 아끼바레, 레이메이, 新 2 號

(1) 限界生産의 遲減

(2) 最大生産이 있거나 遲減하는 等比曲線(isocline)

(3) 변화하는 限界要素 代替率

生産函數分析에 쓰일 수 있는 數字的函數式에는 Spillman函數모델⁶⁾ Cobb-Douglas函數⁷⁾ 二次函數⁸⁾, “1.5” power function⁹⁾ 및 平方根函數式¹⁰⁾ 등이 있으나, 그중 上記 諸要件을 충족시키는 것으로서 2次函數式을 사용하였다.

6) Spillman function

$$Y = A(1-R_1^{X_1})(1-R_2^{X_2}) \quad \dots \quad (4-1)$$

 Y = 生産 X_1, X_2 2 個의 投入变数 A = 2 個의 变数投入의 結果, 기대 되는 最大生産 R_1 및 $R_2 = X_1$ 과 X_2 的 限界生産이 遲減하는 比率

7) Cobb-Douglas function

$$Y = b_0 X_1^{b_1} X_2^{b_2} \quad \dots \quad (4-2)$$

8) Quadratic function

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + b_{12} X_1 X_2 \quad \dots \quad (4-3)$$

9) “1.5” power function

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{11} X_1^{1.5} + b_{22} X_2^{1.5} + b_{12} X_1 X_2 \quad \dots \quad (4-4)$$

10) Square root function

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{11} X_1^{0.5} + b_{22} X_2^{0.5} + b_{12} X_1^{0.5} X_2^{0.5} \quad \dots \quad (4-5)$$

表 4-5(a) 試驗에 포함된 水稻品種의 特性 要約表

品種群	品 種	熟 期 區 分			草 型	耐 病 性			벼 멸子	備 考
		北 部 山 間	中 部	南 部		稻 熟 病	稿 葉 枯 病	白 葉 枯 病		
統一系	密陽 23 號	晚 生	中 生	中 生	中間型	強	強	弱	弱	
	密陽 21 號	早 生	早 生	早 生	穗重型	強	強	弱	弱	
	노 풍	晚 生	中 生	中 生	中間型	強	強	中弱	弱	이 라 327 號
	아 라 326	"	"	"	"	"	"	"	"	
	早生統一	早 生	早 生	極早生	穗重型	強	強	弱		
	統一維新	晚 生	中 生	中 生	中間型	"	"	"		
一般系	密陽 15 號	晚 生	晚 生	中 生	穗重型	弱	強	弱		
	八錦	極晚生	"	晚 生	"	"	弱	"		
	아끼바레	晚 生	"	中 生	穗數型	"	"	"		
	振興	"	中 生	中 生	中間型	中	"	"		
	레이메이	極早生	極早生	極早生	穗數型	弱	"	"	弱	

資料：農村振興廳，主要農作物 品種 解說集，1975, 1978.

라. 推定結果

2次函數式을 사용하여 調整變數인 空素(N), 磷酸(P), 加里(K)의 각각의 要素投入에 대한 收量反應을 계측함에 있어서는 獨立變數間의 多重共線性(multi-collinearity)의 有無 또는 정도가 문제이므로 우선 이들 變數間의 單純相關關係를 計測하여 보았다. 相關係數가 큰 것은 차례로 빼내는 작업을 하여 相關性이 없거나 적은 變數만을 골라 내었다.<表 4-5(b)>

表 4-5(b) 品種別 變數間單純相關係數

品種	變數	N	P	K	PH	OM	Ps	Ks	SA
一般系品種合計	N								
	P	-.14							
	K	-.14	-.06						
	PH	.00	.00	.00					
	OM	.00	.00	.00	-.07				
	Ps	.00	.00	.00	-.02	.29			
	Ks	.00	.00	.00	.12	-.06	-.05		
	SA	.00	.00	.00	.08	-.26	-.02	.08	
統一系品種合計	N								
	P	-.08							
	K	-.08	-.06						
	PH	-.01	-.00	-.00					
	OM	.01	.00	.00	-.16				
	Ps	-.00	.00	-.00	-.11	.20			
	Ks	.00	.00	.00	.03	-.01	.04		
	SA	.01	.00	.00	-.01	-.15	.02	.09	

다음에는 水稻收量에 영향을 미치는 諸要因 중 그 要因의 影響力이 거의 없는, 즉 決定係數(R^2)가 아주 낮은 要因을 제거하고 有意性이 있는 것만을 추려내고자 品種別 및 品種群(一般系 品種 및 統一系 品種)별로 段階別 分析(step-wise analysis)作業을 계속하였다. 그 결과 非調整變數인 CEC, SOM, NP, PK 및 NK가 빠져나갔다. 또한 日照時間은 6 ~ 9월 기간을 포함시킨 경우나 7 ~ 9월 기간을 채택했을 경우, 決定係數에 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었으므로 7 ~ 9월 日照時間은 채택하였다. 이와 같은 과정을 거쳐서 최종적으로 計測된 品種系統別 生產函數의 回歸係數와 信賴度는 <表 4-5(c)> 및 <表 4-5(d)>와 같다.

表 4-5(c) 各變數의 生產函數의 係數, 標準誤差 및 信賴度
(水稻 一般品種 合計)

變 數	回歸係數	標準誤差	t 值	R^2
常 數	189.71	—	—	.3357
N	17.21	1.04	16.55	
P	9.63	2.73	3.53	
K	7.73	2.54	3.04	
N^2	-.45	.04	-10.28	
P^2	-.61	.28	-2.20	
K^2	-.59	.28	-2.11	
Ps	.11	.08	1.40	
Ks	-70.89	15.30	-4.63	
P.Ps	-.01	.01	-1.17	
K.Ks	—	—	—	
Ps.Ks	.12	.18	.66	
PH	-- 5.34	3.62	-1.47	
OM	25.10	2.20	11.42	
SA	.31	.02	16.47	
D ₁	4.10	6.22	.66	
D ₂	-24.56	4.26	-5.77	
D ₃	-47.69	5.25	-9.09	

表 4-5(d) 各變數의 生產函數의 係數, 標準誤差 및 決定係數
(水稻 統一系 品種 合計)

變 數	回歸係數	標準誤差	t 值	R ²
常 數	325.56	—	—	.2469
N	14.78	.82	17.97	
P	5.19	1.96	2.65	
K	6.25	1.95	3.20	
N ²	— .30	.03	-10.21	
P ²	— .22	.15	- 1.48	
K ²	— .32	.15	- 2.13	
Ps	— .20	.08	- 2.59	
Ks	-82.28	28.86	- 2.85	
P.Ps	— .003	.01	— .36	
K.Ks	— 2.10	3.39	— .62	
Ps.Ks	.27	.15	1.79	
PH	-17.53	3.02	- 5.80	
OM	4.32	1.92	2.25	
S A	.45	.02	22.89	
D ₁	-14.49	5.24	- 2.77	
D ₂	-16.30	4.41	- 3.70	
D ₃	-43.68	5.13	- 8.51	

각 回歸係數의 有意性을 t 值에 의하여 보면, 一般品種에 있어서는 Ps, PPs, PsKs, PH, D₁ 이 낮고 統一品種에 있어서는 P², PPs, KKs, PsKs 가 낮았다.

1) 土壤型間의 收量差

土壤型間의 收量差를 보기 위하여 계산한 「더미」變數에 대한 計測結果를 보면 普通畠을 기준으로 한 他土壤型의 收量差는 <表 4-6>과 같다. 즉 一般品種에 있어서는 普通畠과 砂質畠間의 10a당 收量은 -24.6 kg, 未熟 및 開墾畠과는 -47.7 kg의 차가 있었는데 특히 密陽 15 號 이외 품종의 未熟 및 開墾畠에 있어서의 收量差는 무려 -94 kg나 되어 매우 컸다.

한편 統一系에 있어서는 普通畠收量에 대한 濕畠의 10a당 收量差는 -14.5 kg, 砂質畠은 -16.3 kg, 未熟 및 開墾畠은 -43.7 kg로서, 오히려 一般系 品種보다 減收量이 적었다. 다만 密陽 23 號는 砂質畠의 收量이 普通畠보다 13 kg이 높았다.

表 4-6 土壤型間의 收量差¹⁾ (普通畠基準)

正租, kg/10a

品種區分	一 般 系			統 一 系		
	密陽 15 號	密 陽 15 號外	合 計	密陽 23 號	密 陽 23 號外	合 計
濕 畠	- 6.24	- 5.19	- 4.10	- .91	- 20.35	- 14.49
砂 質 畠	- 11.36	- 34.36	- 24.56	- 49.94	13.06	- 16.30
未熟 및 開墾畠	- 42.05	- 94.09	- 47.69	- 39.78	- 47.36	- 43.68

1) 條件이 같은 경우, 10a당 收量增收 혹은 減收量을 나타냄.

2) 品種間의 收量差

本分析에 포함된 品種別 平均收量은 變數 平均數值와 標準偏差를 나타낸 <附表 3~7>과 같다. 즉 平均收量이 가장 큰 것은 密陽 23 號로 10a당 正租 705.9 kg, 제일 낮은 것은 密陽 15 號아닌 一般品種들로 10a당 正租 549.7 kg으로서 密陽 23 號의 78% 수준에 불과하였다.

3) 肥料 投入水準別 收量反應

이들 一般系와 統一系의 肥料投入 水準別 收量反應은 <表 4-7>과 <表 4-8>에 나타나 있다. 즉 窒素를 전혀 施用하지 않고 P와 K만¹¹⁾ 施用할 경우, 一般系는 10a 당 正租 534.5 kg, 統一系는 588.8 kg의 收量을 나타내어 無窒素에서도 統一系가 10.2 %나 收量이 높았다.

表 4-7 統一系와 一般系 水稻品種의 肥料投入 水準別 收量反應(窒素)¹⁾

投 入 水 準 ²⁾		一 般 系 ³⁾	統 一 系 ⁴⁾
窒 素	kg		
0		534.5	588.8
8		643.3	—
12		676.2	692.4
16		694.6	717.4
20		699.0	732.8
24		688.3	738.4
28		—	734.3

1) 窒素(成分)

2) 一般系品種은 P와 K가 각각 6 kg / 10 a

統一系品種은 P와 K가 각각 8 kg / 10 a 施用되었음.

3) 最大生産을 위한 投入水準 19.15 kg / 10 a

4) 最大生産을 위한 投入水準 24.33 kg / 10 a

一般系 品種의 窒素에 대한 最大收量反應은 窒素 19.2 kg 施用水準일 때 이었으며, 이 最大收量은 正租 699.03 kg이었다. 한편 統一系 品種의 窒素에 對한 最大收量反應은 一般系보다 5.2 kg(27%)가 많은 24.3 kg일 때였으며 이 最大收量은 738.4 kg에 達하였다.

11) 一般系는 10a 当 6 kg, 統一系는 10a 当 8 kg.

表 4-8 統一系와 一般系 水稻品種의 肥料投入水準別
收量反應(磷酸 및 加里)

		단위 : 正租 kg / 10 a	
投 入 水 準		一 般 系 ¹⁾	統 一 系 ²⁾
(磷 酸) (kg)	0	662.8	705.6
	3	686.2	--
	4	--	722.8
	6	698.7	--
	8	--	732.8
	9	700.7	--
	12	--	735.6
(加 里) (kg)	0	673.5	703.4
	3	691.4	--
	4	--	723.3
	6	698.7	--
	8	--	732.8
	9	698.7	--
	12	--	731.9

1) 一般系 및 統一系品种 다같이 N 20 kg / 10 a 일률 施用

2) 最大生産을 위한 投入

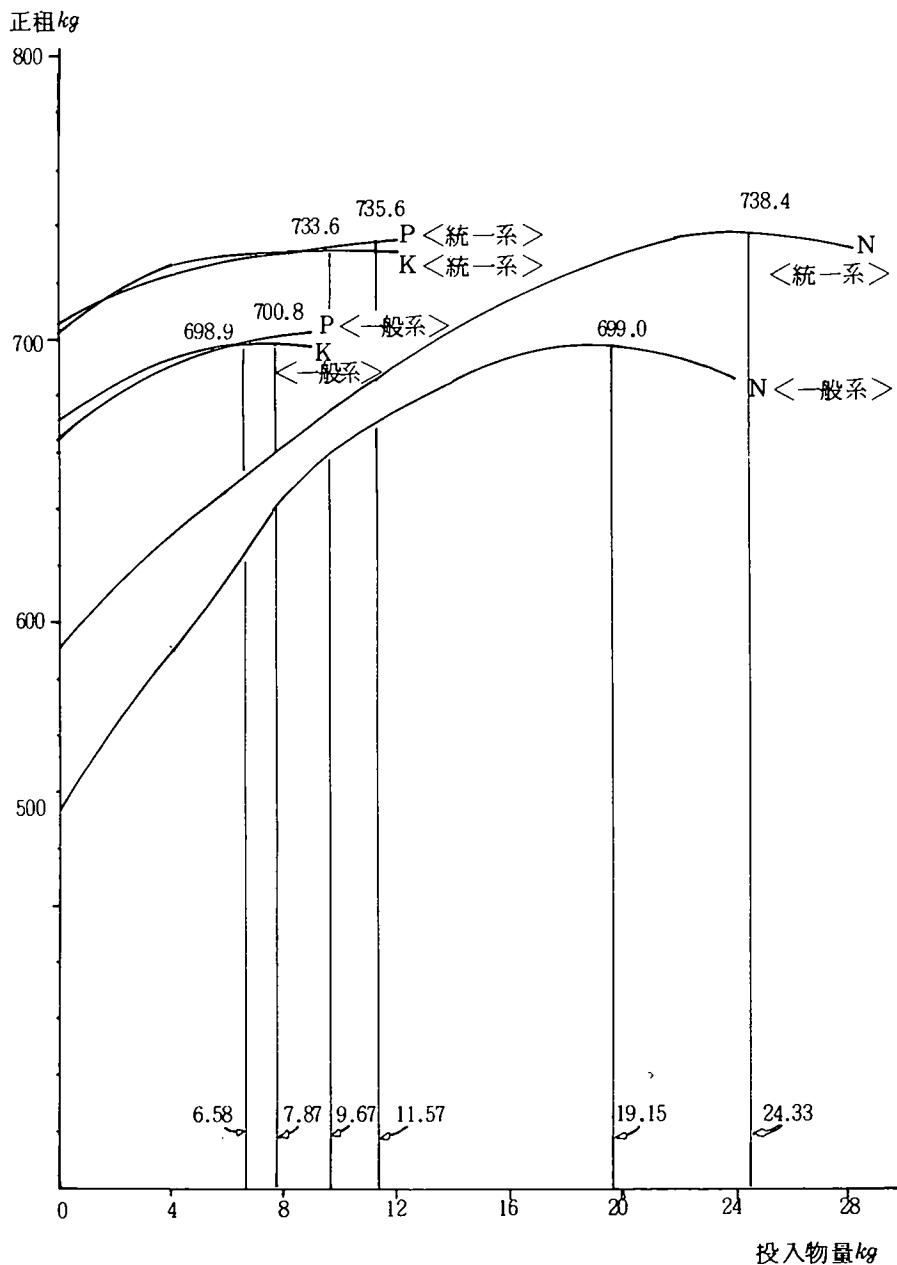
一般系 P. 7.87 kg / 10 a, K. 6.58 kg / 10 a

統一系 P. 11.57 kg / 10 a, K. 9.67 kg / 10 a

磷酸 및 加里의 施用에 대한 收量反應을 보면, 無磷酸 土場에서의 一般系 水稻品种은 662.8 kg, 統一系는 705.6 kg으로서 統一系가 42.8 kg (6.5%) 많았으며 一般系의 磷酸에 대한 最高收量反應 수준은 10 a 당 7.9 kg¹²⁾, 統一系의 그것은 11.6 kg이었다. 이때의 最高收量은 一般系가

12) 질소 20kg/10a, 가리는 一般系 6kg/10a, 統一系 8kg/10a 施用

圖 4-1 一般系、統一系 N.P.K 投入水準別 収量



700.8 kg 統一系가 735.6 kg이었다.

한편 無加里區¹³⁾에 있어서는 一般系가 673.5 kg / 10 a, 統一系가 703.4 kg / 10 a이었으며 最大收量 反應水準은 一般系가 6.6 kg 統一系가 9.67 kg였다.

이 投入水準에 있어서의 米穀生産量은 前者가 698.5 kg, 후자가 733.64 kg이었다 <圖 4-1 參照>.

窒素, 檸酸, 加里의 適正施用에 의한 物的 最大生産量은 一般系 品種 平均이 10 a 當 701.5 kg였고, 統一系 品種 平均이 742.7 kg이었다.

2. 肥料의 需要 및 供給函數 推定

肥料의 需要函數推定에서는 다음과 같은 假定이 전제되고 있다. (1) 農民은 收益을 최대로 하려 한다. (2) 投入要素와 生產物市場은 完全競爭狀態이며, (3) 農民들은 시장에서 原資材와 製品에 대한 價格 및 生產函數에 대한 정보를 충분히 가지고 있다. (4) 資本과 其他生產要素供給에는 아무 制限이 없다.

이상과 같은 假定下에서 다음과 같은 公式을 도출할 수 있다.

$$(5-1) \quad q_i = f(p_1, p_2, p_3, \dots, p_n, \bar{q}_1, \bar{q}_2, \bar{q}_3, \dots, \bar{q}_n)$$

q_i = 特定生産期에 있어서의 投入物의 需要

p_1, \dots, p_n = 가격

$\bar{q}_1, \dots, \bar{q}_n$ = 투입수준과 生產水準으로 이것은 일단 주어진 것으로 假定

이를 다시 풀면 ;

$$(5-2) \quad q_i = p_n^o g\left(\frac{p_1}{p_n}, \frac{p_2}{p_n}, \frac{p_3}{p_n}, \dots\right) = g\left(\frac{p_1}{p_n}, \frac{p_2}{p_n}, \frac{p_3}{p_n}, \dots\right)$$

여기에서 p_n = 生產物의 價格

13) 10a 当 질소 20kg, 인산질 : 一般系 6kg, 統一系 8kg 施用

이와 같은 關係를 基礎로 Euler¹⁴⁾는 「投入物에 대한 需要는 投入物價格에 대한 生產物의 價格의 比率의 函數」라고 말하고 있다.

肥料의 靜態的 需要曲線은 3개의 植物營養素를 대체적으로 고정시키거나 3개 要素를 전부 變量으로 取扱하여 전기하 2次函數 모델을 사용하여 계측할 수 있다. 이때 다른 投入物이 고정된 경우, 특정 投入物, 예를 들면 純窒素($N \rightarrow X_1$)에 대한 需要函數가 계측될 수 있다.

즉, 2次函數모델을 사용한 需要計測은 다음과 같다.

$$\frac{\partial y}{\partial x_1} = b_1 + 2b_{11}x_1 + b_{12}x_2 + b_{13}x_3 = p_1 / p_y$$

$$x_1 (\text{窒素}) = \frac{-b_1 - b_{12}x_2 - b_{13}x_3}{2b_{11}} + \left(\frac{1}{2b_{11}p_y} \right) p_1$$

p_1 = 窒素肥料價格, p_y = 穀物價格

$$x_2 (\text{磷酸}) = \frac{-b_2 - b_{12}x_1 - b_{23}x_3}{2b_{22}p_y} + \left(\frac{1}{2b_{22}p_y} \right) p_2$$

p_2 = 磷酸價格

$$x_3 (\text{加里}) = \frac{-b_3 - b_{13}x_1 - b_{23}x_2}{2b_{33}p_y} + \left(\frac{1}{2b_{33}p_y} \right) p_3$$

p_3 = 加里價格

또한 다른 投入物이 고정되었을 때의 특정 投入物에 대한 需要函數는 3개 营養素의 相對價格의 函數로 정의될 수 있다. 즉,

$$X_1 = \frac{b_1G + b_2A + b_3B}{D} - \frac{G}{D} \cdot \frac{p_1}{p_y} - \frac{A}{D} \cdot \frac{p_2}{p_y} - \frac{B}{D} \cdot \frac{p_3}{p_y}$$

14) $f(p_1, p_2, p_3, \dots, p_n) = 0$

$$p_1 \frac{\partial q_i}{\partial p_1} + p_2 \frac{\partial q_i}{\partial p_2} + p_3 \frac{\partial q_i}{\partial p_3} + \dots + p_{n-1} \frac{\partial q_i}{\partial p_{n-1}} = -p_n \frac{\partial q_i}{\partial p_n}$$

양변을 q_i 로 나누면

$$\frac{\partial q_i}{\partial p_1} \cdot \frac{p_1}{q_i} + \frac{\partial q_i}{\partial p_2} \cdot \frac{p_2}{q_i} + \frac{\partial q_i}{\partial p_3} \cdot \frac{p_3}{q_i} + \dots + \frac{\partial q_i}{\partial p_{n-1}} \cdot \frac{p_{n-1}}{q_i} = -\frac{\partial q_i}{\partial p_n} \cdot \frac{p_n}{q_i}$$

즉 각 투입물 需要의 탄력성계수의 합계는 그 크기에 있어서 생산물과 관련된 투입물의 수요탄력계수와 같으나 逆의 부호를 갖는다.

$$X_2 = \frac{b_1A + b_2L + b_3C}{D} - \frac{A}{D} \cdot \frac{p_1}{p_y} - \frac{L}{D} \cdot \frac{p_2}{p_y} - \frac{C}{D} \cdot \frac{p_3}{p_y}$$

$$X_3 = \frac{b_1B + b_2C + b_3M}{D} - \frac{B}{D} \cdot \frac{p_1}{p_y} - \frac{C}{D} \cdot \frac{p_3}{p_y}$$

여기서 D, A, B, C, G, L, M은 註15)에서 설명되었다.

이상에서 볼 때, 각 成分의 適正水準은 다른 두 개의 植物營養素의 投入水準과 관련지어 결정된다. 그래서 肥料의 需要函數는 주어진 價格下에서 最大收益을 올리는前提下에서 同時解法(Simultaneaus Solution)으로 求할 수 있다. 收益最大를 위한 最適條件은 다음 條件을 充足시켜야 한다.

$$(5-3) \quad \begin{pmatrix} 2b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{12} & 2b_{22} & b_{23} \\ b_{13} & b_{23} & 2b_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -b_1 + a_1 \\ -b_2 + a_2 \\ -b_3 + a_3 \end{pmatrix}$$

여기에서 $X_1 = 硝素$ $X_2 = 磷酸$ $X_3 = 加里$

$$a_1 = p_1/p_y \quad a_2 = p_2/p_y \quad a_3 = p_3/p_y$$

이상의 公式을 풀게 되면 N, P, K의 세 가지 植物營養素의 均衡量이 추정될 수 있다.

또한 각각의 要素의 自體價格에 대한 需要의 價格彈力性은,

$$(5-4) \quad e_{1\cdot 1} = \frac{\partial X_1}{\partial p_1} \cdot \frac{p_1}{X_1} = - \frac{G}{DX_1} \cdot \frac{p_1}{p_y}$$

$$(5-5) \quad e_{2\cdot 2} = \frac{\partial X_2}{\partial p_2} \cdot \frac{p_2}{X_2} = - \frac{L}{GX_2} \cdot \frac{p_1}{p_y}$$

$$(5-6) \quad e_{3\cdot 3} = \frac{\partial X_3}{\partial p_3} \cdot \frac{p_3}{X_3} = - \frac{M}{DX_3} \cdot \frac{p_3}{p_y}$$

(여기에서 G, D, M, A, B, C 등의 符號에 대하여는 註15 참조)

$$15) \quad D = 8b_{11}b_{22}b_{33} + 2b_{12}b_{13}b_{23} - 2b_{22}b_{13}^2 - 2b_{11}b_{23}^2 - 2b_{33}b_{12}^2$$

$$A = 2b_{12}b_{33} - b_{13}b_{23}$$

$$B = 2b_{13}b_{22} - b_{12}b_{23}$$

$$C = 2b_{11}b_{23} - b_{12}b_{13}$$

$$G = b_{23}^2 - 4b_{22}b_{33}$$

$$L = b_{13}^2 - 4b_{11}b_{33}$$

$$M = b_{12}^2 - 4b_{11}b_{22}$$

다른 榮養素의 價格에 關聯된 각 榮養素需要의 交叉彈力性은;

$$(5-7) \quad e_{1 \cdot 2} = \frac{\partial X_1}{\partial p_2} \cdot \frac{p_2}{X_1} = - \frac{A}{DX_1} \cdot \frac{p_2}{p_y}$$

다른 營養素의 價格에 關聯된 각 營養素需要의 交叉彈力性은;

$$(5-7) \quad e_{1 \cdot 2} = \frac{\partial X_1}{\partial p_2} \cdot \frac{p_2}{X_1} = - \frac{A}{DX_1} \cdot \frac{p_2}{p_y}$$

$$(5-8) \quad e_{1 \cdot 3} = \frac{\partial X_1}{\partial p_3} \cdot \frac{p_3}{X_1} = - \frac{B}{DX_1} \cdot \frac{p_3}{p_y}$$

$$(5-9) \quad e_{2 \cdot 1} = \frac{\partial X_2}{\partial p_1} \cdot \frac{p_1}{X_2} = - \frac{A}{DX_2} \cdot \frac{p_1}{p_y}$$

$$(5-10) \quad e_{2 \cdot 3} = \frac{\partial X_2}{\partial p_3} \cdot \frac{p_3}{X_2} = - \frac{C}{DX_2} \cdot \frac{p_3}{p_y}$$

$$(5-11) \quad e_{3 \cdot 1} = \frac{\partial X_3}{\partial p_1} \cdot \frac{p_1}{X_3} = - \frac{B}{DX_3} \cdot \frac{p_1}{p_y}$$

$$(5-12) \quad e_{3 \cdot 2} = \frac{\partial X_3}{\partial p_2} \cdot \frac{p_2}{X_3} = - \frac{C}{DX_3} \cdot \frac{p_2}{p_y}$$

앞의 註14에서 설명한 바와 같이 生產物의 價格과 관련된 한 營養素의 弹力性은 要素投入의 需要 弹力性의 合計와 같으나 逆의 符號를 갖는다.

$$(5-13) \quad e_{1 \cdot y} = - \sum e_{1 \cdot i}$$

$$(5-14) \quad e_{2 \cdot y} = - \sum e_{2 \cdot i}$$

$$(5-15) \quad e_{3 \cdot y} = - \sum e_{3 \cdot i}$$

한편 肥料投入과 관련된 靜態的 穀物供給函數는 靜態的 要素需要函數 計測時에 채택하였던 비슷한 假說을 기초로 하여 生產函數(yield response function)로부터 도출하였다. 穀物供給函數 算定에 기초가 되는 適正穀物生產 수준은 각 營養素의 適正投入量을 대입하여 구할 수 있다. 즉 「收益最大」와 「適正生產」 수준은 주어진 價格下에서 前章에서 설명한 同時 解法을 사용하여 얻어진 3개 營養素의 適正投入量을 대입함으로써 얻어진다. 즉 適正穀物生產水準資料를 활용하여 穀物供給函數를 구할 수가 있

다. 다시 말하면, 靜態的 穀物供給函數는 3개의 营養素를 變數로 한 收量函數로부터 計算될 수 있는바, 주어진 經濟與件下에서의 適正收量公式을 추정한 후에 계산하게 된다.

最大生産을 위한 要素投入水準(X'_i)은 다음과 같은 行列로 풀 수 있다. 이때 最大生産을 위한 數值는 각 投入物의 限界生産을 零으로 하는 것이다.

$$(5-16) \quad \begin{pmatrix} 2b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{12} & 2b_{22} & b_{23} \\ b_{13} & b_{23} & 2b_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -b_1 \\ -b_2 \\ -b_3 \end{pmatrix}$$

$$(5-17) \quad X'_1 = \frac{b_1G + b_2A + B_3B}{D}$$

$$(5-18) \quad X'_2 = \frac{b_1A + b_2L + b_3C}{D}$$

$$(5-19) \quad X'_3 = \frac{b_1B + b_2C + b_3M}{D}$$

$$(5-20) \quad Y = b_o + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{33}X_3^2 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3$$

最大物量生産水準은 (5-20) 公式에다 X'_1 , X'_2 및 X'_3 을 代入함으로써 얻어진다.

또한 物的 最大生産(Y_m)은-

$$(5-21)^{16)} \quad Y_m = b_o + \frac{b_1^2Z_1 + b_2^2Z_2 + B_3^2Z_3 + b_1b_2Z_4 + b_1b_3Z_5 + b_2b_3Z_6}{D^2} + \frac{b_1^2G + b_2^2L + b_3^2M + b_1b_2A + b_1b_3B + b_2b_3C}{D}$$

16) D,A,B,C,G,L,M 는 註 2) 參照

$$Z_1 = b_{11}G^2 + b_{22}A^2 + b_{33}B^2 + b_{12}AG + b_{13}BG + b_{23}AB$$

$$Z_2 = b_{11}A^2 + b_{22}L^2 + b_{33}C^2 + b_{12}AL + b_{13}AC + b_{23}CL$$

$$Z_3 = b_{11}B^2 + b_{22}C^2 + b_{33}M^2 + b_{12}BC + b_{13}BM + b_{23}CM$$

$$Z_4 = 2b_{11}AG + 2b_{22}AL + 2b_{33}AC + b_{12}(GL + A^2) + b_{13}(CG + AB) + b_{23}(AC + BL)$$

$$Z_5 = 2b_{12}BG + 2b_{22}AC + 2b_{33}MB + b_{12}(CG + AB) + b_{13}(GM + B^2) + b_{23}(AM + BC)$$

$$Z_6 = 2b_{11}AB + 2b_{22}AC + 2b_{33}CM + b_{12}(AC + BL) + b_{13}(AM + BC) + b_{23}(LM + C^2)$$

3要素를 變數로 하는 水稻의 靜態的 供給函數는 方程式 5-20과 X_i 를 方程式 5-17, 5-18, 5-19의 要素需要로 대치함으로써 成立시킬 수 있다. 이리하여 靜態的 供給函數는 다음과 같이 이미 정의된 바와 있는 3개의 價格比 a_1, a_2, a_3 의 函數, 또는 一定水準의 投入物價格下의 生產物價格에 관한 函數라고도 定義될 수 있다.

$$(5-22) \quad Y_s = Y_m - \left[\frac{p_1}{D} (2b_1G + 2b_2A + 2b_3B) \right. \\ + \frac{p_2}{D} (2b_1A + 2b_2L + 2b_3C) \\ + \frac{p_3}{D} (2b_1B + 2b_2C + 2b_3M) \\ + \frac{p_1}{D^2} (2b_1Z_1 + b_2Z_6 + b_3Z_3) \\ + \frac{p_2}{D^2} (b_1Z_4 + 2b_2Z_2 + b_3Z_6) \\ + \frac{p_3}{D^2} (b_1Z_5 + b_2Z_6 + 2b_3Z_3) \Big] p_y^{-1} \\ + \left(\frac{1}{D} (Gp_1^2 + Lp_2^2 + Mp_3^2 + 2Ap_1p_2 + 2Bp_1p_3 + 2Cp_2p_3) \right. \\ + \frac{p_1}{D^2} (2b_1Z_1 + b_2Z_4 + b_3Z_5) \\ + \frac{p_2}{D^2} (b_1Z_4 + 2b_2Z_2 + b_3Z_6) \\ \left. + \frac{p_3}{D^2} (b_1Z_5 + b_2Z_6 + 2b_3Z_3) \right] p_y^{-2}$$

窒素, 燐酸 및 加里의 각 要素價格과 관련된 穀物供給의 價格彈力性(The price elasticity of grain supply) $\equiv e_{y \cdot 1}(N), e_{y \cdot 2}(P), e_{y \cdot 3}(K)$ 는 다음과 같은 방법으로 계측할 수 있다.

$$(5-23) \quad e_{y \cdot 1} = \left\{ \frac{2Gp_1 + 2Ap_2 + 2Bp_3}{Dp_y^2} - \frac{2b_1G + 2b_2A + 2b_3B}{Dp_y} \right. \\ \left. + \frac{2Z_1p_1 + Z_4p_2 + Z_5p_3}{D^2p_y^2} - \frac{2b_1Z_1 + b_2Z_4 + b_3Z_5}{D^2p_y} \right\} p_y / Y_s$$

$$(5-24) \quad e_{y \cdot 2} = \left\{ \frac{2Lp_2 + 2Ap_1 + 2Cp_3}{Dp_y^2} - \frac{2b_1A + 2b_2L + 2b_3C}{Dp_y} \right\}$$

$$(5-25) \quad e_{y,y} = \left[\frac{2Z_2 p_2 + Z_4 p_1 + Z_6 p_3}{D^2 p_y^2} - \frac{b_1 Z_4 + 2b_2 Z_2 + b_3 Z_6}{D^2 p_y} \right] p_2 / Y_s$$

$$+ \left[\frac{2M p_3 + 2B p_1 + 2C p_2}{D^2 p_y^2} - \frac{2b_1 B + 2b_2 C + 2b_3 M}{D^2 p_y} \right] p_3 / Y_s$$

또한 生產物價格과 관련된 供給彈力性($e_{y,y}$)은 要素價格과 관련된 供給彈力性의 合計로 산정할 수 있다.

$$(5-26) \quad e_{y,y} = - \sum e_{y,i}$$

第 5 章

肥料需給의 展望

1. 需要变动

가. 需要推定

肥料는 각 농가에서 購買된 후에 여러 作物, 果樹 및 牧草에 分散 施用되므로 米穀生產에 사용된 실제 施肥量을 구체적으로 파악하는 것은 쉽지 않다. 다행히 農水產部 統計官室에서 매년 米穀生產費調查를 실시하고 있는바, 그 결과를 분석해 보면 水稻栽培農家の 10 a當 施肥量은 N 13.1 kg, P 6.3 kg 및 K 5.2 kg 이었다(表 5-1)。한편 農村振興廳 農業經營擔當官室에서도 전국적으로 각종 主要農產物의 標準收益性을 조사하고 있는바, 여기에서도 10 a當 肥料成分別 施用量이 集計되고 있다. 이곳에서는 一般系 品種과 統一系 品種을 구분 조사하고 있어서, 1980년의 一般系 品種 栽培面積과 統一系品種栽培面積을 적용 이를 加重平均하여¹⁾ 산출한 결과 N는 14.4 kg로 農水產部 農家調查值와 비슷하였고 P와 K는 각각 9.2와 9.3 kg로 農家調查值(P. 6.3, K 5.2 kg)가 標準

1] 1980 年 統一系 植付面積 604 千ha, 一般系 616 千ha.

表 5 - 1 調査類型別 10 a 富施肥量 (米穀)

1980 年		단위 : kg / 10 a		
		N	P	K
農家施肥量 (生産費調査) ³⁾	平均 ¹⁾	13.1	6.3	5.2
標準收益性 調査 ⁴⁾	統一系	15.2	9.90	10.1
	一般系	13.70	8.50	8.5
	平均 ²⁾	14.4	9.2	9.3
需要推定量 (理論値)	統一系	22.72	10.56	9.28
	一般系	18.05	7.49	6.36
	平均 ²⁾	20.4	9.0	7.80

1] 統一, 一般 品種區分 없이 算出된 것임

2] '80년 식부면적 (통일계 604,000 ha, 一般系 616,000 ha) 을 기초로 가중평균

3] 農水產部 “生産費調査結果報告”에 의한 추정

4] 農村振興廳 農業經營 담당관실, “농축산물표준수익성” 資料를 근거로 추정

施肥水準보다 훨씬 낮았다 (表 5 - 1).

本研究에서는 前章에서 설명한 방법으로 N, P, K의 需要量을 推定하였는데, 그 결과는 다음과 같다. 肥料의 需要推定을 위하여 靜態的 需要函數를 導出하였다. 이 函數는 公式 (5 - 3) 을 活用 導出하였는데, 여기에서 $P_1 = N$ 價格, $P_2 = P$ 價格 및 $P_3 = K$ 價格이다.

여기서 $P_y = 500.13$, $P_1 = 489.78$, $P_2 = 226$, $P_3 = 126$ 으로 주어졌다.

즉 각각의 要素의 自體價格에 對한 需要의 價格彈力性은 다음과 같다.

窒素 :

$$(5-4-1) \quad e_{1 \cdot 1} = \frac{\partial X_1}{\partial P_1} \cdot \frac{P_1}{X_1} = -0.0616 \cdot \frac{P_1}{P_y} = -0.0616 \cdot \frac{489.78}{500.13} \\ = -0.0701 \text{ (統一系合計)}$$

$$(5-4-2) \quad e_{1 \cdot 1} = \frac{\partial X_1}{\partial P_1} \cdot \frac{P_1}{X_1} = -0.0724 \cdot \frac{P_2}{P_y} = -0.0724 \cdot \frac{489.78}{500.13} \\ = -0.0596 \text{ (一般系合計)}$$

磷酸 :

$$(5-5-1) \quad e_{2 \cdot 2} = \frac{\partial X_2}{\partial P_2} \cdot \frac{P_2}{X_2} = -0.1104 \cdot \frac{P_2}{P_y} = -0.1104 \cdot \frac{226}{500.13} \\ = -0.0970 \text{ (統一系合計)}$$

$$(5-5-2) \quad e_{2 \cdot 2} = \frac{\partial X_2}{\partial P_2} \cdot \frac{P_2}{X_2} = -0.2170 \cdot \frac{P_2}{P_y} = -0.2170 \cdot \frac{226}{500.13} \\ = -0.0493 \text{ (一般系合計)}$$

加里 :

$$(5-6-1) \quad e_{3 \cdot 3} = \frac{\partial X_3}{\partial P_3} \cdot \frac{P_3}{X_3} = -0.1352 \cdot \frac{P_3}{P_y} = -0.1352 \cdot \frac{126}{500.13} \\ = -0.0421 \text{ (統一系合計)}$$

$$(5-6-2) \quad e_{3 \cdot 3} = \frac{\partial X_3}{\partial P_3} \cdot \frac{P_3}{X_3} = -0.1690 \cdot \frac{P_3}{P_y} = -0.1690 \cdot \frac{126}{500.13} \\ = -0.0337 \text{ (一般系合計)}$$

즉 要素의 自體價格에 대한 需要의 價格彈力性은 대체로 매우 낮으나 그 중에도 一般系 水稻品種에 있어서의 加里의 그것이 -0.0337로 가장 낮았고 가장 높은 것은 統一系에 있어서 磷酸이었으다. 그것도 -0.0970으로 價格變動이 需要에 미치는 영향이 매우 작다는 사실을 알 수 있다.

前章에서 설명한 바와 같이 生產物의 價格(이곳에서는 米穀)과 관련된 한 營養素의 需要의 弹力性은 다음과 같다.

窒素 :

$$(5-13-1) \quad e_{1.y} = -\sum e_{1.i} = 0.0701^2 \quad (\text{統一系})$$

$$(5-13-2) \quad e'_{1.y} = -\sum e'_{1.i} = 0.0596^2 \quad (\text{一般系})$$

磷酸 :

$$(5-14-1) \quad e_{2.y} = -\sum e_{2.i} = 0.0970$$

$$(5-14-2) \quad e'_{2.y} = -\sum e'_{2.i} = 0.0493$$

加里 :

$$(5-15-1) \quad e_{3.y} = -\sum e_{3.i} = 0.0421$$

$$(5-15-2) \quad e'_{3.y} = -\sum e'_{3.i} = 0.0337$$

이었다. 즉 生產物의 價格變動이 肥料需要 變動에 크게 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

한편 肥料施用과 관련된 靜態的 穀物共給函數는 3개 營養素의 價格比 a_1, a_2, a_3 的 函數라고 표현되며 (4章参照), 일정 수준의 投入物 價格들의 生產物 價格에 관한 函數로 정의된다 (公式 5-22 參照)

즉,

$$\begin{aligned} (5-22-1) \quad Y_s &= 565.8707 - 13407.77552 \cdot P_y^{-1} + 533111.5279 \cdot P_y^{-2} \\ &= 565.8707 - 13407.77552 / 500.13 + 533111.5279 / (500.13)^2 \\ &= 536.9279 \text{ kg} / 10 \text{ a} \end{aligned}$$

2) 모든 Site Variable에 대하여는 平均值을 使用하였다.

$$\begin{aligned}
 (5-22-2) \quad Y\$ &= 417.7859 - 10374.49257 \cdot P_y^{-1} + 302078.4908 \cdot P_y^{-2} \\
 &= 417.7859 - 10374.49257 / 500.13 + 302078.4908 / \\
 &\quad (500.13)^2 \\
 &= 359.8340 \text{ kg} / 10 a
 \end{aligned}$$

즉, 統一系 品種의 경우, 肥料價格이 1980 年 12 月 價格인 질소질 kg
當 490 원(요소 가격), 인산질 226 원(중과석 가격), 加里質 kg當
126 원으로 하고 1980 年의 米價(500.13 원/kg) 일 때³⁾ 10 a當 收
量(粗穀기준)은 統一系 537.3 kg, 一般系 395.8 kg이다.

또한 窒素 氯酸 및 加里의 각각의 要素價格과 관련된 穀物供給의 價格
彈力性 즉 $e_{y.1}$, $e_{y.2}$ 및 $e_{y.3}$ 을 계측하여 보면 다음과 같다.

窒素 :

$$(5-23-1) e_{y.1} = -0.042$$

$$(5-23-1) e'_{y.1} = -0.044$$

氯酸 :

$$(5-24-1) e_{y.2} = -0.009$$

$$(5-24-1) e'_{y.2} = -0.008$$

加里 :

$$(5-25-1) e_{y.3} = -0.004$$

$$(5-25-2) e'_{y.3} = -0.004$$

또한 生產物價格과 관련된 供給彈力性 ($e_{y.y}$) 은

$$(5-26-1) e_{y.y} = -\sum e_{y.i} = 0.055$$

$$(5-26-2) e'_{y.y} = -\sum e'_{y.i} = 0.056$$

3) 이곳에서 적용한 80 年米價는 1980 年 11 月부터 1981 年 2 月까지 資料
평균의 농가판매가격을 기준으로 하였음.

表 5 - 2 N.P.K에 대한 需要의 價格彈性值 (一般系品種)

區 分	80년米價(80.11~81.2) ^{1]} 79년米價(79.11~80.2) ^{1]}		備 考
	現在 肥料價 2)	引上前 肥料價 2)	
N에 대한 需要量	18.05	18.14	10 a當 kg
P에 대한 "	7.49	7.52	"
K에 대한 "	6.36	6.37	"
要素價格에 대한	N - 0.060	- 0.055	
要素의	P - 0.049	- 0.046	
需要彈性值	K - 0.034	- 0.031	
米穀價格에 대한	N 0.060	0.055	
要素의	P 0.049	0.046	
需要彈性值	K 0.034	0.031	
要素의 價格에	N - 0.044	0.041	
대한 米穀의	P - 0.008	0.007	
供給彈性值	K - 0.004	0.003	
米穀價格에 대한	0.056	0.051	
米穀의 供給彈性值			

資料：韓國肥料年鑑，1980

農協調查月報，1979 ~ 1981

1) 米價 (正租農家販賣價格 基準) : 79年米價: 359.53 원/kg, 80年米價: 500.13 원/kg

2) 肥料價 : 79年(引上前) 81年(80.12引上後)

N(요소기준) 326.0 원/kg 490.0 원/kg

P(중과석기준) 150.6 226.0

K(염화가리기준) 84.2 126.0

表 5 - 3 N.P.K에 대한 需要의 價格彈性值 (統一系 品種)

區 分		80년米價 (80.11~81.2) ¹⁾	79년米價 (79.11~80.2) ¹⁾	80년政府 收買價 ²⁾	79년政府 收買價 ²⁾	備 考
		現在肥料價 ³⁾	引上前 肥料價 ³⁾	現在肥料價 ³⁾	引上前 肥料價 ³⁾	
N에 대한 需要量		22.72	22.84	22.37	22.70	10a當kg
P에 대한 "		10.56	10.63	10.34	10.55	
K에 대한 "		9.28	9.30	9.19	9.27	
要素價格에 대한 要素의 需要彈性值	N	- 0.070	- 0.065	- 0.086	- 0.071	
	P	- 0.098	- 0.090	- 0.119	- 0.099	
	K	- 0.042	- 0.039	- 0.051	- 0.043	
生産物價格에 대한 要素의 需要彈性值	N	0.070	0.065	0.086	0.071	
	P	0.098	0.090	0.119	0.099	
	K	0.042	0.039	0.051	0.043	
要素의 價格에 대한 米穀의 供給彈性值	N	- 0.042	- 0.039	- 0.051	- 0.043	
	P	- 0.009	- 0.008	- 0.011	- 0.009	
	K	- 0.004	- 0.004	- 0.005	- 0.004	
米穀價格에 대한 米穀의 供給彈性值		0.055	0.051	0.067	0.056	

資料：韓國肥料年鑑，1980

農協調查月報，1979 ~ 1981

1) 米價 (正租農家販賣價格基準) : 79年米價: 359.53 원/kg ,
80年米價: 500.13 원/kg

2) 政府收買價 : 79年 329.20 원 , 80年 411.46 원/kg

3) 肥料價 : 79年(引上前) 81年(80.12引上後)

N(요소기준)	326.0 원/kg	490.0 원/kg
P(중과석기준)	150.6	226.0
K(염화가리기준)	84.2	126.0

각 要素 (N.P.K)에 대한 10 a 당 需要推定方法은 附錄 2 와 같으며,
그 방법으로 추정한 10 a 當 肥料需要量은 統一系 (X) 및 一般系 (X') 에
있어서 다음과 같다 <表 5 - 2 및 表 5 - 3>.

窒素質 :

$$X_1 = 22.72 (\text{kg}/10 \text{a})$$

$$X'_1 = 18.05 (\text{kg}/10 \text{a})$$

撫酸質 :

$$X_2 = 10.56 (\text{kg}/10 \text{a})$$

$$X'_2 = 7.49 (\text{kg}/10 \text{a})$$

加里質 :

$$X_3 = 9.28 (\text{kg}/10 \text{a})$$

$$X'_3 = 6.36 (\text{kg}/10 \text{a})$$

이상과 같은 推定方式別 10 a 當 施肥量을 기초로 總米穀 植付面積을 고려하여 米穀部門의 總肥料需要量은 산출해 보았다. 이 결과 生產費調查를 토대로 한 農家施肥量이 299.7 千t 이었고, 需要推定量을 기초로 한 總需要量은 453.1 千t 으로 전자보다 후자가 52% 정도 높게 추정되었다 <表 5 - 4 참조>.

1980년 農業用 肥料消費量이 824 千t임을 고려할 때 米穀部門의 消費量이 農業用 肥料消費의 36.2%로 비교적 크게 나타났다.

위에서 추정한 農家實際施肥量과 需要推定值와 차이를 보이는 것은 農民의 利潤極大化 행위를 가정하여 도출한 추정 肥料需要와 實際營農에 있어서 資金不足, 危險負擔減少, 知識不足 등 여러 가지 제약으로 인한 農家の 實際 肥料投入水準과의 차이를 나타내는 것으로 보인다 ⁵⁾ (圖 5 - 1 參照).

4) 需要量推定은 前章参照

5) 金東熙, “農業經營規模 및 労動力” 農業科学協會 米穀增產 심포지움 보고, 1980.

圖 5 - 1 畜收量隔差의 三要因

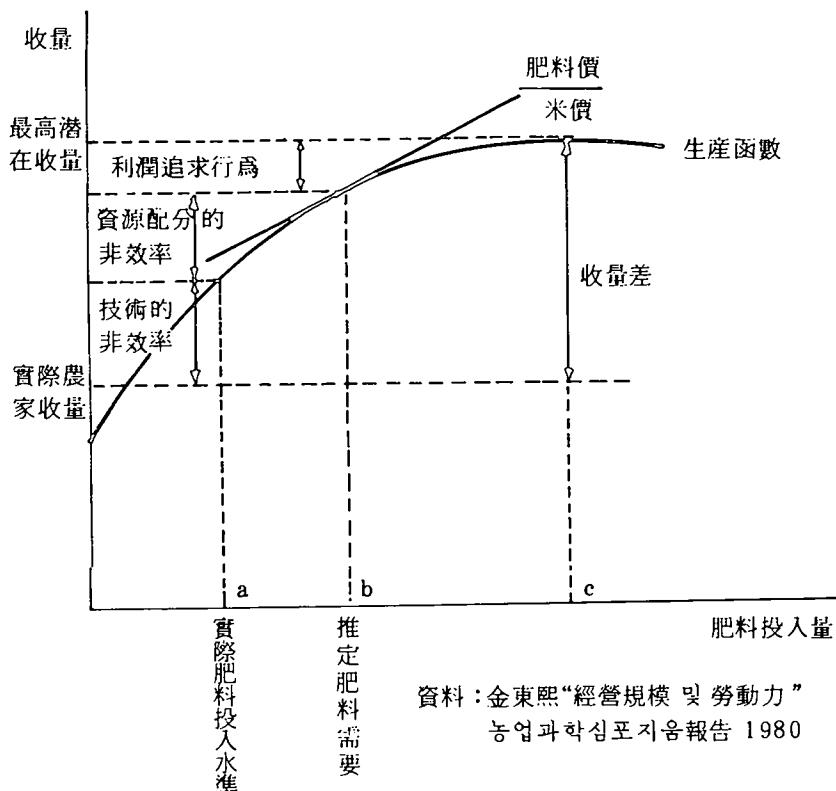


表 5 - 4 米穀의 肥料需要推定 (成分別)

1980 年	N	P	K	計
農家施肥量 (生産費調査)	159.6	76.7	63.3	299.7 (100)
標準收益性調査	175.4	112.1	113.3	400.8 (134)
需要推定量(理論値)	248.5	109.6	95.0	453.1 (152)
農業用肥料消費量	448.0	196.0	184.0	828.0

肥料價와 米價의 变동에 따라 米穀의 供給과 肥料의 需要가 어떻게 变동할 것인가를 추정해 보면, 우선 1980년 肥料價 50% 인상과 政府收買價 25% 인상한 與件下에서는 1981년 農家施肥量은 1980년 299.3 千石에서 3% 減少한 290.29 千石으로 될 것으로 추정되었다.

表 5 - 5 肥料價格上昇에 따른 肥料需要量 減少 (米穀)

단위 : 千石

인상율	10%	20%	30%	40%	50%
需要量減少	4.3 ¹⁾	8.6	12.9	17.2	21.5

$$1) 290.29 (\text{현農家肥料投入量}) \times 0.1 \times 0.149^2) (\text{수요탄력성}) \\ = 4.3 \text{ 千石}$$

2) 一般品種 기준

表 5 - 6 肥料價格上昇에 따른 減產效果 (米穀)

단위 : 万石

인상율	10%	20%	30%	40%	50%
減產量	23.45	46.9	70.35	93.8	117.25

1) 統一의 要素價格에 對한 公급탄력성계수가 0.067 이므로 (80년 정부수매가, 現肥料價 기준) $0.067 \times 0.1 \times 3,500 \text{ 万石}$ (81년 추정생산량) = 23.45 万石

이곳에서 統一品種을 基準한 理由는 이品种이 一般品种보다 더욱 예민한 收量反應을 보이기 때문임
(表 5 - 2 및 表 5 - 3 參照)

肥料價格 인상에 따른 肥料消費 減少量을 推定해 보면, 米價가 고정되어 있다고 가정할 때 肥料價가 현수준에서 50% 인상될 경우 1982년에

는 21.5 千石정도의 비료 소비 감소가 예상된다(表5-5).

한편 비료가 上昇이 米穀生産에 미치는 效果를 推定해 보면, 今年(1981年)米穀生産量을 3,500万石으로 가정할 때 肥料價를 最高 50% 引上하였을 경우 117万石 程度의 감산이 예상된다(表5-6)

그러나 이러한 분석은 어디까지나 다른 要因은 일정하다고 보고 다만 肥料와 米價만이 肥料需要에 영향을 준다는 假定下에서 분석한 것임을 유의하여야 한다.

政府에서 발표한 肥料價 14% 인상과 收買價 14% 인상을 고려하여 본다면 내년(1982년)의 肥料需要量은 收買價와 肥料價의 引上率이 같으므로 어느 정도 상쇄효과를 가져와 現水準을 유지할 것이라고 가정할 수 있다. 그러나 有機質肥料의 消費가 앞으로도 현재까지의 비율로 감소되어 간다면 土壤의 保肥力이 약화되어 현재의 肥料消費水準마저도 유지하기가 어렵지 않을까 우려된다.

또한 肥料價格의 變動이 農家所得에 미치는 영향을 분석하면, 즉 米價가 不變이라고 가정하고 現水準에서 肥料價를 50% 인상하게 되면 農家戶當 所得의 減少額은 60,510 원이 될 것으로 推定된다.⁶⁾

이 분석에서 고려된 것은 肥料價의 상승이 肥料需要를 감소시켜 농가의 肥料投入量이 감소된 결과에서 오는 水稻收量減少와 肥料價 인상에 수반한 경영비 증가의 이중효과이다.

2. 앞으로의 對策

本研究에 있어서는 水稻의 化學肥料에 대한 收量反應을 분석하여 이를 기초로 肥料需要函數와 水稻供給函數를 導出함으로서 肥料價格 또는 米價가 上昇하거나 하락하였을 때 肥料需要와 米穀生産이 얼마만큼 영향을 받는가를 추정하는 데 중점을 두었다.

6) 附錄 I 參照

研究結果, 만약 1981년의 肥料價格보다 50% 인상시키게 되면 肥料需要量은 21.5 千石이 감소되고, 따라서 다른 조건이 불변이라면 米穀生産量은 117 万石 감소될 것으로 추정되었다. 이는 平年作 生産量 3,600 万石의 3.3%에 해당되는 것으로 總米穀生産量에서 차지하는 비율로는 적은 量이다. 그러나 이 減產量은 農民이 利潤의 最大化만을 주목적으로 하고 肥料收量反應에 대한 完全한 지식을 갖고 있으며 水利가 안전하여施肥에 대한 收量反應이 정상적으로 나타난다는 등이 가정되어 있다. 그러나 農家의 實際 肥料投入 水準은 이보다 낮으며,⁷⁾ 따라서 이때는 價格上昇으로 인한 肥料投入量의 감소와 그에서 오는 生産 감소는 이보다 크다고 보아야 한다.⁸⁾ 따라서 실제 生産量減少는 200 万石에 육박하게 될 수도 있을 것이다.

다른 한편으로 農家經濟는 肥料 값 인상에서 오는 費用의 追加負担과 肥料의 投入감소에서 오는 粗收益減少의 양면에서 所得의 減少를 가져오며 両當平均所得減少額은 水稻作에서만도 60,510 원에 달하게 될 것으로 추정된다.

또한 肥料價 인상으로 인한 消費減少는 在庫를 증가시켜 결과적으로 稼動率이 저하되고 따라서 製造 및 販賣原價는 상승할 것이다. 이와 같이 肥料價 引上이 미치는 복합적 영향이 매우 크므로 肥料計定赤字解消를 위한 對應策으로 肥料價格을 인상하는 것은 신중한 分析檢討後에 決定되어야 할 것이다.

7) 그 理由는 資金事情, 危険負擔力 등에 의한 収量減少가 予測值보다 클 가능성이 있으며, 또 水稻作은 収益性低下로 栽培面積이 減少할 것이기 때문이다.

8) 投入水準이 낮은 곳에서는 収量反應曲線의 傾斜가 더 심하다.

第6章

要約 및 結論

主要穀物의 化學肥料 三要素에 대한 需要函數를 도출하려고 했으나 資料制約上 부득이 水稻에 국한시키지 않을 수 없었다. 原資料로는 農村振興廳의 施肥試驗成績을 이용하였다. 說明變數로는 三要素外에 土壤檢定值와 氣象要因(日照時間)等 水稻收量에 영향을 미치는 여러 가지要因을 포괄하였으며, 水稻收量의 技術的 특징을 고려하여 거기에 적합한 推定 모델로서 2次函數모델을 사용하여 收量反應을 計測하였다 이로부터 農民의 完全知識, 資本의 無制限, 利潤極大化 등 여러 가지 假定下에서 一般品種, 統一系品種別로 나누어 規範的이고 靜態的인 水稻의 肥料需要函數와 米穀供給函數를 導出하였다.

최근의 價格條件下에서 3要素의 適正施用量을 보면 窒素質에 있어서는 실제 農家の 施肥量보다 훨씬 높았으나, 인산질과 加里質에 있어서는 그 격차가 적었다.

試驗成績을 자료로 사용하였기 때문에 本研究에서 추정한 適正施肥量은 단기적으로 볼 때, 過大推定될 것이나 價格變化에 대한 栽培面積反應과 技術變化 등까지 고려한다면 장기적 肥料需要의 價格彈性值은 여기서 추정된 數值보다도 더 커질수도 있을 것이다.

水稻收量函數의 信賴性

일반적으로 生產函數의 有用性은 資料가 얼마나 신뢰할 수 있는 質이냐 또는 이용된 推定函數式이 實際의 技術的條件에 비추어 얼마나 適合하느냐에 달려있다. 本研究에서 이용한 原資料는 치밀한 관리하에 시행된 各地의 農家圃場施驗에서 얻어진 것이며 土壤檢定值와 氣象資料도 포함시킴으로써 그 適用性을 높이려고 노력하였다. 그러나 3要素間의 일부 交互項은 有意性이 없어 탈락하였고 決定係數도 낮은 것이 흠이 되었음을 지적하지 않을 수 없다.

靜態的 肥料需要函數 및 供給函數의 有用性

이 두 函數의 有用性은 그 근거가 된 生產函數의 質과 利潤最大化假定의 現實性 여부에 달려 있다 할 것이다. 이를 테면, 原資料가 水利安全畠에서의 試驗成績이므로 여기서 導出된 肥料需要函數와 쌍 供給函數는 그 適用性이 水利安全畠 地帶에 한정되어야 할 것이며, 따라서 水利不安全畠까지 포함한 전국의 肥料需要 또는 米穀生產等을 추정함에 있어서는 이 점을 고려하여 적어도 單位面積當 肥料需要 또는 供給反應의 彈性值에 관하여는 下向調整해야 할 것이고 반대로 面積反應이 누락된 사실로 보면 上向調整되어야 할 것이다.

이러한 절차에 의하여 1979년과 1980년의 價格條件下에서 추정한 3要素에 대한 需要의 價格彈性值(要素價格 또는 米價) 및 三要素價格에 대한 米穀의 供給彈性值 등을 品種別로 예시하면 (表5-2 (一般品種))과 (表5-3 (統一系品種))과 같다. 또한 (表5-2)와 (表5-3)에서 보면 米價(一般米 기준)가 1979년 kg當 359.5 원에서 1980년 500.1 원으로 39.1% 상승하였고, 이러한 상황에서 肥料價가 1979年 對比 1980年에 N, P, K 모두 50% 인상된 條件下에서 10a當 肥料需要量의 減少를 推定한 結果, 窓素質은 22.70kg에서 22.37kg로 1.5%, 磷酸質은 10.55kg에서 10.34kg로 2.0%, 加里質은 9.27kg에서 9.19kg

로 0.9 % 減少하는것으로 나타났다(表 5 - 2 및 5 - 3 參照).

이처럼 統一系品種에 있어서의 肥料需要變動幅이 一般系 品種보다 큰 것은 統一系統의 肥料投入에 대한 收量反應이 민감하기 때문인 것으로 사료된다.

附表 1. 年度別 韓國과 日本의 水稻ha當 施肥量比較

단위 : kg

年 度	韓 國				日 本				對 比			
	질소	인산	가리	계	질소	인산	가리	계	질소	인산	가리	계
1965	69	31	12	112	85	75	72	232	81	41	17	48
1966	71	35	15	121	92	81	78	251	77	43	19	48
1967	89	29	18	136	96	89	81	266	93	32	22	51
1968	96	31	20	147	102	101	90	293	94	31	23	50
1969	107	32	25	164	101	107	91	299	106	30	27	55
1970	98	38	27	163	100	107	92	299	98	36	29	55
1971	96	42	28	166	95	101	86	282	101	42	33	59
1972	113.0	38	23.0	174	95.3	103.2	89.0	287.5	119	37	26	61
1973	96.5	42	24.0	162.5	99.0	102.5	90.5	292.0	97	41	27	56
1974	111.3	47.8	32.8	191.9	98.7	101.5	90.3	290.5	113	47	36	66
1975	129.9	53.9	38.5	222.3	99.9	104.8	89.0	293.7	130	51	43	76
1976	146.2	54.6	64.8	265.6	100.8	107.4	91.4	299.6	145	51	71	89
1977	139.7	62.5	47.1	249.3	104.1	110.5	96.3	310.9	134	57	49	80
1978	139.9	63.6	46.2	249.7	108.6	113.5	100.9	323.0	129	56	46	77

* 본조사는 농가생산비 실적임

資料 : 한국비료공업협회, 肥料年鑑 1980

附表2. 米價・肥料價 및施肥量變化

年 度	米級 10 a 當 N,P,K 施肥量				米 價 ⁽¹⁾ (粗穀kg當)	各日價格 (都貨物價指數)			不 變 價 格			米價 / 肥料價 ⁽³⁾	
	N	P	K	計		尿素 (kg當)	重過石 (kg當)	1965=100	尿素 (kg當)	重過石 (kg當)	米價 / 尿素	米價 / 重過石	
1965	7.6	4.0	3.5	15.1	28.9	27.4	21.4	100.0	27.4	21.4	1.05	1.35	
1966	8.3	4.5	3.8	16.6	30.5	27.4	21.4	109.0	25.1	19.7	1.11	1.42	
1967	9.2	4.0	2.8	16.0	33.6	23.3	19.3	115.9	20.0	16.6	1.44	1.74	
1968	8.8	3.8	3.0	14.6	39.5	23.3	19.3	125.7	18.5	15.3	1.69	2.04	
1969	9.4	3.8	3.5	16.7	48.9	23.3	19.3	133.7	17.4	14.4	2.09	2.53	
1970	9.3	3.2	3.7	16.2	54.9	27.2	19.3	145.8	18.7	13.2	2.01	2.84	
1971	9.1	3.1	3.1	15.3	69.0	27.2	19.3	158.7	17.1	12.1	2.53	3.57	
1972	11.3	3.9	2.3	17.5	87.7	27.2 ⁽²⁾	19.3	180.5	15.0	10.7	3.22	4.54	
1973	9.7	4.1	2.4	16.2	91.8	29.9	21.3	193.0	15.5	11.0	3.07	4.30	
1974	11.1	4.8	3.3	19.2	132.7	38.9	27.7	274.3	14.2	10.0	3.41	4.79	
1975	13.0	5.5	3.9	22.4	167.8	64.3	27.7	347.2	18.5	7.9	2.60	6.05	
1976	13.8	5.5	4.5	23.8	202.2	122.2	72.8	389.2	31.4	18.7	1.65	2.77	
1977	14.0	6.3	4.8	25.1	223.6	122.2	72.8	424.3	28.8	17.1	1.82	3.07	
1978	13.9	6.4	4.6	24.9	262.1	122.2	72.8	473.9	25.7	15.3	2.14	3.60	
1979	13.0	6.4	5.0	24.4	340.0	122.2	72.8	562.8	21.7	12.9	2.78	4.67	
1980	13.1	6.3	5.2	24.6	443.8	147.7	87.4	781.2	18.7	11.1	3.03	5.07	

資料：農水產部，「農作物 生產費調查結果 報告」 1980,1981,1972

農協中央會，農協調查月報 1975,1981

韓國肥料協會，韓國肥料年鑑， 1980

1) 年平均 價格

2) 1972年 12月에 價格引上分 不包含

3) 經常價格

附表 3. 變數 平均數值와 標準偏差 (統一系合計)

變 數	平 均	標 準 偏 準
YD	687.83	134.40
N	18.00	6.53
P	7.30	2.80
K	7.30	2.80
PH	5.81	0.58
OM	2.26	0.94
Ps	85.32	71.12
Ks	0.20	0.18
SA	665.00	88.99

註) 標本數：4,694 個

附表 4. 變數 平均數值와 標準偏差 (密陽23號)

變 數	平 均	標 準 偏 差
YD	705.87	120.19
N	18.06	6.55
P	7.31	2.80
K	7.31	2.80
PH	5.83	0.57
OM	2.04	0.95
Ps	77.00	61.54
Ks	0.18	0.12
SA	657.40	97.48

註) 標本數：2,126 個

附表 5. 变数 平均數值와 標準偏差 (一般品種合計)

變 數	平 均	標 準 偏 差
YD	583.32	103.91
M	16.22	6.51
P	5.46	2.13
K	5.46	2.13
PH	5.89	0.48
OM	2.14	0.86
Ps	83.73	66.11
Ks	0.20	0.17
SA	649.67	97.56

註) 標本數 : 2,454 個

附表 6. 变数 平均數值와 標準偏差 (密陽15號)

變 數	平 均	標 準 偏 差
YD	594.24	97.83
N	16.22	6.51
P	5.46	2.13
K	5.46	2.13
PH	5.90	0.51
OM	2.07	0.84
Ps	84.07	67.66
Ks	0.22	0.19
SA	661.98	87.00

註) 標本數 : 1,852 個

附表 7. 變數 平均數值與 標準偏差 (密陽15號外)

變 數	平 均	標 準 偏 差
YD	549.73	114.42
N	16.19	6.50
P	5.46	2.13
K	5.46	2.13
PH	5.84	0.39
OM	2.35	0.90
Ps	82.66	61.14
Ks	0.13	0.07
SA	611.794	116.75

註) 標本數：602 個

附表 8. 各变数의 回歸係數, 標準誤差 및 重決定係數
(密陽23號外의 統一系品種)

變 數	회귀계수	표준오차	t 值	R ²
常 數	187.78	-	-	.2264
N	14.97	1.21	12.37	
P	6.24	2.86	2.18	
K	7.28	2.84	2.56	
N ²	- .31	.04	-6.90	
P ²	- .26	.22	-1.19	
K ²	- .41	.22	-1.84	
Ps	- .30	.10	-2.95	
Ks	-103.42	36.50	-2.83	
P.Ps	- .01	.01	- .45	
K.Ks	- 1.89	4.25	- .44	
Ps.Ks	.60	.19	3.19	
PH	- 4.03	4.47	- .90	
OM	11.97	2.91	4.11	
SA	.47	.03	14.91	
D ₁	-20.35	7.67	-2.65	
D ₂	13.06	6.43	2.03	
D ₃	-47.36	7.37	-6.42	

附表 9. 各变数의 回歸係數, 標準誤差 및 重決定係數
(統一系, 密陽23號)

變 數	회귀계수	표준오차	t 值	R ²
常 數	398.98	-	-	.3463
N	14.64	1.01	14.42	
P	3.86	2.26	1.71	
K	5.16	2.30	2.24	
N ²	- .31	.04	-8.46	
P ²	- .17	.19	- .92	
K ²	- .22	.19	-1.15	
P _s	-	-	-	
K _s	-	-	-	
P _s .P _s	-	-	-	
K.K _s	- 3.58	2.53	-1.41	
P _s .K _s	- .35	.19	-1.84	
PH	-27.77	3.81	-7.29	
OM	1.09	2.47	.44	
SA	.46	.02	19.86	
D ₁	- .91	6.57	- .14	
D ₂	-49.94	5.50	-9.08	
D ₃	-39.78	6.54	-6.08	

附表10. 各变数의 回歸係數, 標準誤差 및 重決定係數
(密陽15號外의 一般品種)

變 數	회귀계수	표준오차	t 值	R ²
常 數	179.39	-	-	.4788
N	17.68	2.09	8.47	
P	8.58	5.53	1.55	
K	11.46	5.88	1.95	
N ²	- .44	.09	-4.99	
P ²	- .67	.56	-1.21	
K ²	- .92	.56	-1.66	
Ps	.35	.22	1.61	
Ks	-55.91	189.15	- .30	
P.Ps	- .01	.03	- .38	
K.Ks	- 8.37	23.09	- .36	
Ps.Ks	1.26	1.31	.96	
PH	-24.41	10.19	-2.39	
OM	23.36	4.65	5.03	
SH	.41	.04	11.69	
D ₁	- 5.19	13.45	- .39	
D ₂	-34.36	9.36	-3.67	
D ₃	-94.09	13.31	-7.07	

附表11. 各变数의 回歸係數, 標準誤差 및 重決定係數
(一般系, 密陽15號)

變 數	회귀계수	표준오차	t 值	R^2
常 數	250.38	-	-	.3366
N	71.11	1.1	15.21	
P	10.14	3.0	3.44	
K	7.11	2.9	2.42	
N^2	- .45	.05	-9.61	
P^2	- .61	.30	-2.02	
K^2	- .49	.30	-1.64	
P_s	- .02	.08	- .29	
K_s	-102.91	29.26	-3.52	
P, P_s	- .02	.01	-1.21	
K, K_s	- .40	4.61	- .09	
P_s, K_s	.15	.18	.82	
PH	.46	3.78	.12	
OM	30.11	2.55	11.78	
SA	.19	.02	8.05	
D_1	- 6.24	7.25	- .86	
D_2	-11.36	4.84	-2.35	
D_3	-42.05	5.60	-7.51	

附 錄

- ① 肥料價 引上에 따른 收量減少效果 (米作所得減少)
 米價 (kg當) × (50%引上時 米穀生產量 - 現生產量)

$$505.81 \times (398.5 - 389) = 4,805 \text{ 원} \quad \dots \dots \dots \text{ A}$$

② 肥料價 引上에 따른 肥料需要減少 및 實農家 支拂額 增加額

 - 질소질비료
$$17.64 \times 735 - 18.1 \times 490 = 4,096 \text{ 원} \quad \dots \dots \dots \text{ B}$$
 - 인산질비료
$$7.36 \times 339 - 7.5 \times 226 = 800 \text{ 원} \quad \dots \dots \dots \text{ C}$$
 - 가리질비료
$$6.28 \times 189 - 6.37 \times 126 = 384 \text{ 원} \quad \dots \dots \dots \text{ D}$$
$$\text{A} + \text{B} + \text{C} + \text{D} = 10,085 \text{ 원}$$

農家畠畠面積 0.56

$$10,085 \times 6 = 60,510 \text{ 원}$$

參 考 文 獻

- 國立農業經濟研究所, 「化學肥料需給에 關한 研究」, 1976.
- 農水產部, 「농산물생산비조사 결과보고」, 1980, 1981.
- 農村振興廳, 「農畜產物 標準收益性」, 1976
- 農協中央會, 「農協調查月報」, 1970 ~ 1981.
- 魚秀辰, 「한국畠上壤에서의 肥料 3要素의 效果」, 農試研究 4輯, 1961.
- 吳旺根, 「벼에 對한 磷酸 및 加里의 所要量에 對하여」, 農試研報 1輯, 1958.
- 吳旺根, 「最新土壤學」, 一潮閣, 1977.
- 農業經濟研究所, 「水稻의 適正施肥量 및 經濟性檢討材料」, 1969.
- 李春秀, 「畠土壤 類型別 統一系水稻品種의 磷酸 및 加里施肥量決定」 碩士學位論文, 慶尙大學校 大學院, 1980.
- 李春寧, 「李朝農業技術史」, 韓國研究院, 1961.
- 朝鮮學報, 제 13집
- 韓國肥料工業協會, 「肥料年鑑」, 1980.
- 台 澳, 農產物價格統計月報, 1981.
- 日 本, 農水產統計月報, 1981.
- 奥野忠一, 「應用統計ハンドブック」, 養賢堂, 1980.
- Baum E.L E.O.Heady and J.Blackmore(ed.), *Methodological Procedures in the Economic Analysis of Fertilizer Use Data*, 1955
- Heady, Earl O. and John L.Dillon, *Agricultural Production Functions*, Iowa state University Press, Ames, Iowa, 1972.

FAO , Fertiliger yearbook, 1979 .

INPUTS , Increasing Productivity Under Tight Supplies , First Review Meeting I.N.P.U.T.S. Project, East-West Center, Food Institute, Hawaii, June 7-8, 1976 .

Koo , Chun Sur , Economic Analysis on the Fertiliger Use in Korea Master Thesis, Univ. of Maine , 1965

Lee , Jeung Han , Projections of Product Supply and Factor Demand Under Structural Change For Korean Agriculture : A System Simulation Approach , Ph.D Dissertation, Michigan State Univ. 1974.

Kim , Dong Hi , Economics of Fertilizer Use in Production of Foodgrains in Korea , Ph.D. Dissertation, Univ. of Hawaii, 1971 .

Park , Sang Woo , Fertilizer Distribution in Korea , Ph.D. Dissertation, Univ. of Minnesota, 1975.

Sung , Bai Young , The Demand for Fertilizer in Korea , Ph. D . Dissertation, Univ. of Minnesota. 1974.