

肥料의 輸送 및 在庫計劃模型에 관한 研究

孔 華 三

〈目 次〉	
I. 序 論	V. 模型의 利用 (例 II)
II. 文獻研究	1. 模 型(B)
III. 模型樹立	2. 最適解
1. 目的函數	3. Sensitivity test
2. 制約條件	4. Shadow cost, shadow price
IV. 模型의 利用(例 I)	VI. 假定에 對한 檢討
1. 模 型(A)	VII. 結 論
2. 最適解	

I. 序 論

1. 肥料의 供給 및 消費

韓國의 農業生産은 肥料에 依存하고 있는 바가 크다.

現在 韓國의 農業人口는 점점 減小하는 趨勢에 있다.

따라서 農村에서의 勞動力이 減小함으로 因해 自給肥料의 生産이 減小할 것이므로 앞으로 化學肥料의 使用量은 점점 增加할 것이다.

「表 1: 化學肥料의 年度別 販賣量」과 「表 2: 化學肥料의 肥質別 生産能力과 生産實績」을 검토해 보면 1968-1972期間中 肥料의 生産量은 生産能力의 거의 100%에 達하고 있으며, 生産量은 販賣量을 上廻하고 있음을 알 수 있다.

現在 政府의 肥料政策이 各 肥料工場의 生産量 全量을 農協에서 無條件 引受하도록 되어 있으므로, 農協은 引受量의 調節에 관한 意思決定을 할 여지가 없다.

1968~1972年期間中에 肥料在庫量이 必要以上の 水準으로 增加되었던 것은 여기에 原因이 있다.

2. 肥料의 供給制度

現在 農業協同組合은 政府의 委囑에 의하여 化學肥料를 各 生産工場으로부터 獨占적으로

筆者: 서울大學校 經營大學院 8回 卒業

〈表 1〉 化學肥料의 年度別 販賣量

(단위 : 성분 ton)

	N	전년 대비 증가율(%)	P	전년 대비 증가율(%)	K	전년 대비 증가율(%)
1 9 6 2	191,143		90,324		15,783	
1 9 6 3	191,728	0	94,371	4	20,966	33
1 9 6 4	173,152	-10	153,489	63	37,422	78
1 9 6 5	217,925	26	123,489	-20	51,684	38
1 9 6 6	239,133	10	124,796	1	58,782	14
1 6 6 7	257,951	8	126,654	1	74,864	27
1 9 6 8	287,288	11	120,517	-5	71,065	-5
1 9 6 9	318,817	11	129,923	8	82,472	16
1 9 7 0	355,550	12	124,354	-4	83,061	1
1 9 7 1	348,374	-2	165,030	33	92,789	12
1 9 7 2	370,495	6	170,493	3	108,856	17
1 9 7 3	411,236	11	232,176	36	149,798	38

資料 : 農水産部 「농림통계연보」 1972. pp.82,83

농업협동조합중앙회 「농업조사월보」 1974.3. 농업통계, p.50

〈表 2〉 化學肥料의 肥質別 生産能力과 生産實績 (1968~1972)

(단위 : 성분 ton)

	1 9 6 8			1 9 6 9			1 9 7 0		
	생산용량	생산실적	%	생산용량	생산실적	%	생산용량	생산실적	%
N	397,550	319,707	80	415,550	365,698	88	415,550	398,364	%
P	131,600	121,882	93	131,600	143,442	109	131,600	143,442	109
K	44,000	42,588	97	44,000	47,608	108	44,000	50,600	115
	1 9 7 1			1 9 7 2					
	생산용량	생산실적	%	생산용량	생산실적	%			
N	415,550	408,165	98	415,500	386,082	93			
P	131,600	138,927	106	131,600	196,372	149			
K	44,000	55,668	127	44,000	53,608	122			

資料 : 한국산업은행, 「한국의 산업 II」 1973, p.79

引受, 輸送, 保管, 販賣하고 있다.

한편 農水産部の 肥料政策이 農協으로 하여금 獨立된 在庫管理機能을 발휘하는 데 여러가지 制限을 加하고 있다. 本研究에서는 肥料가 農業生産에서 차지하고 있는 重要性에 비추어 販賣豫測된 量은 어떠한 일이 있더라도 供給할 수 있도록 肥料의 在庫管理가 行해지고 있다고 假定하였다(假定 A-1).

3. 肥料의 供給原價

現 肥料供給制度下에서는 肥料의 供給에 따른 모든 費用이 農協을 통해 支拂되고 있다. 費用을 固定費와 變動費로 구분하면, 肥料供給에 隨伴되는 固定費는 保管倉庫, 運送施設 其他 附帶施設의 減價償却費 및 肥料販賣要員, 事務要員에게 支給되는 人件費 등이 있다.

本研究에서는 肥料의 供給에 隨伴하는 農協의 利益보다, 計劃期間中에 政府가 農協에 支拂하는 總供給原價에 관심을 두었다.

그러므로 여기서 總供給原價라 함은 固定費를 取扱物量의 크기로 나누어 配分함으로써, 「變動費率+配分된 固定費=單位取扱物量當 料率」의 式에 依해 算定된 料率에 各各 해당되는 取扱物量을 곱하고 이것들을 모두 合計한 金額을 말한다.

그리고 이에 關連하여 다음과 같은 假定들을 設定하였다.

○ 「短期的인 計劃期間中에는 固定施設의 規模는 주어진 條件이다(假定 A-2).

○ 各種料率에 關한 正確한 豫測이 可能하다(假定 A-3).

아울러 肥料의 總供給原價를 이루고 있는 諸原價要素를 分析하고 이들에 關한 假定들을 設定하였다.

i) 肥料의 引受價格

○ 國內生産肥料의 引受價格은 引受量에 關係없이 生産工場과 製品別로 一定한 屯當(ton) 價格이 適用된다(假定 A-4).

○ 短期計劃에 있어서는 計劃期間中の 引受價格 或은 導入價格에 關한 正確한 豫測이 可能하다(假定 A-5).

ii) 輸送費

○ 肥料의 屯當 輸送費의 決定에는 過年度의 輸送實績 및 鐵道料率과 一定한 車輛 輸送料率이 適用된다(假定 A-6).

○ 特定工場에서 特定地域으로의 期別 肥料輸送量이 每年 初에 樹立하는 年間計劃에 나타나야 하며, 이 輸送計劃量은 計劃期間中에 與件의 變化가 없는 限 그대로 遂行되어야 한다(假定 C-1).

iii) 保管料

○ 保管料는 15日(每月初~15日, 16日~每月末)을 1期로 하여, 期中 引受量과 期初在庫量의 合計에 保管料率을 곱한 金額이 된다(假定 A-7).

iv) 減耗費

○ 販賣量에 對한 一定한 比率(減耗率)에 依해 減耗費를 支拂한다(假定 A-8).

v) 資本費用

○ 農協은 肥料의 「委屬購買事業」에 必要한 資金을 政府貸下金(1973年 現在 年利率: 2%), 韓銀借入金(2%), 外貨借入金(平均年利率: 13%), 信用事業部門에서의 借入金(自體金融資金)으로써 充當한다(假定 A-9).

vi) 其他 販賣附帶費用 및 手數料

○ 販賣附帶費用을 構成하고 있는 「肥料操作費」中 「附帶費」와 「出庫料」는 肥料의 引受, 輸送, 保管, 販賣活動에 對한 變動費이다(假定 A-10).

○ 農水産部에서 決定하는 手數料率은 每販賣屯에 對해 一定하게 決定된다(假定 A-11).

○ 短期計劃期間中에는 活動水準에 關係없이 一定한 雇傭水準이 維持된다(假定 A-12)

이같이 設定된 假定들에 의해 決定되는 諸原價要素들의 合計가 總供給原價이다.

이것은 肥料의 引受, 輸送, 保管, 販賣 등 諸活動水準이 어떤 最適構成을 이룰 때 最少가 될 것이다.

4. 肥料의 供給에 作用하는 制約要因

i) 肥料消費의 季節變動性

1968~1973期間中の 肥質別 販賣實績을 分析하고 肥料의 月別販賣比率은 3月, 6月, 10月에 最高點을 이루고 있음을 밝혔다.

ii) 肥料의 生産能力

各 生産工場別로 生産能力對生産實績比率이 一定하지 않다. 그러나 生産能力은 各 生産工

<표 3> 1973년도 무연탄, 시멘트, 비료의 철도수송량

(단위: 1,000%)

월	총수송량	무 연 탄	시 멘 트	비료(수입비료제외)
1 月	2,890	1,136	503	111
2 月	2,483	926	497	112
3 月	3,086	1,116	649	144
4 月	2,988	1,018	674	122
5 月	3,217	1,089	736	187
6 月	3,214	1,131	692	126
7 月	3,088	1,171	633	91
8 月	3,139	1,222	648	97
9 月	2,912	1,088	621	135
10 月	3,208	1,201	665	150
11 月	3,092	1,189	612	120
12 月	3,093	1,310	538	113
計	36,422	13,606	7,546	1,508

別場로 一定하다.

iii) 肥料의 輸送能力

韓國銀行의 統計月報에 發表되어 있는 <表 3>에 나타난 73年度의 實績을 參考하여 73年度 및 74年度의 每月肥料 輸送能力이 全國的으로 150,000%이었다고 假定하였다 (假定 B-1).

그러나 大韓通運株式會社와 農協이 保有하고 있는 肥料運送裝備및 關聯된 諸條件을 分析 함으로써 좀 더 具體的인 地域別 時期別 輸送能力을 決定할 必要가 있다.

iv) 肥料의 保管能力.

肥料倉庫의 保管能力이 때로는 肥料引受量을 制約하는 境遇가 있다고 (假定 A-13) 假定하였다.

5. 問題의 提起

本研究은 農協이 肥料를 引受, 輸送, 在庫, 販賣하는 諸活動에 있어서 總供給原價를 最少化시킬 수 있는 在庫計劃의 樹立에 關心을 集中시켰다.

計劃期間初에 當該期間의 計劃을 樹立할 때, 期待되는 總供給原價를 最少化시킬 수 있도록 하기 위하여는, 어떠한 經營技法이 使用될 수 있는 가를 文獻을 通해 檢討하고, 그結果를 土臺로 하여 肥料의 引受, 輸送, 在庫, 販賣計劃 模型을 樹立하였다.

II. 文獻研究

1. 在庫管理「system」⁽²⁻¹⁾

定量的在庫管理시스템은 安全在庫量의 在庫水準이 낮게 要求되는 長點이 있으나 在庫水準이 注文點에 到達할 때엔 틀림없이 注文을 할 수 있도록 항상 在庫狀態를 點檢하고 있어야 하는 短點이 있다.

週期的인 在庫管理시스템은 單一製品當 所要되는 注文費用이 작다는 長點이 있는 반면, 높은 安全在庫量의 水準이 要求된다는 短點을 가지고 있다.

農水産部는 每年初 N.P.K.肥料 成分別로 當該年度의 肥料販賣豫測을 한다. 그리고 이를 基礎로 하고, 各肥料工場의 生産能力을 參考하여 各工場에 月別 引受計劃을 通報한다.

各工場은 이에 의해 月別生産計劃을 樹立하며, 農協은 이 두 計劃에 依據하여 各道別, 月別肥料供給 割當量을 計劃한다.

各道支部에서는 다시 이에의해 各倉庫別로 割當量을 配定한 後 이 配定量에 依據하여 每月, 或은 隨時로 輸送을 施行한다.

(2-1) Richard A. Johnson, *Operations Management*, Houghton Mifflin Company, 1972, p.342.

그리고 各道別로 調節用 肥料을 따로 策定하여 特定倉庫의 販賣量의 不確實性에 對備한다.

農協中央會에는 狀況室을 設置하여 肥料의 圓滑한 輸送과 供給을 推進한다.

이 시스템은 定量的在庫管理시스템과 週期的在庫管理시스템의 長點을 折衷한 좋은 在庫管理시스템이라 할 수 있다.

이 시스템에서는 年初에 樹立하는 引受計劃이 매우 重要하므로 實際와의 差異로 可能的한 最少化하도록 正確을 期해야 한다.

그것은 化學肥料工業이 裝置産業이므로, 稼動水準의 急激한 變化가 容易하지 않기 때문이다.

2. 在庫計劃

i) 線型計劃模型(Linear Programming)⁽²⁻²⁾

L.P.는 企業의 實際問題에 多方面으로 利用됨으로써 近來 急激한 發展을 이룩하고 있는 分野다.

다음과 같은 類型的 問題에는 L.P를 成功的으로 適用할 수 있다.

- ① 輸送問題
- ② 生産配分 및 輸送問題
- ③ 機械配定問題

ii) 動的計劃模型(Dynamic Programming)⁽²⁻³⁾

使用可能的 原材料의 量, 人力, 單位製品當利益이 時期에 따라 변하고, 이와 아울러 完製品의 貯藏이 多數期에 걸쳐 可能的 境遇, 生産計劃의 最適化는 動的(dynamic)인 것이 된다.

DP의 一般的인 특징은 最適化原則(principles of optimality)에 依據하여 逆行的構造(Recursive Formulation)을 갖는다는 점이다.

在庫計劃을 包含한 生産計劃에 관해서는 다음과 같은 基本的인 數式이 利用된다. 즉

$$i_t = i_{t-1} + X_t - D_t \dots \dots \text{式}(2-1)$$

i_t : t 期末의 在庫

i_{t-1} : t-1 期末의 在庫

(2-2) G. Hadley, *Linear Programming*, seventh printing, 1973, Addison-Wesley Publishing Co. pp. 429-463.

(2-3) Wagner, *Principles of Operation Research*, Prentice-Hall, Inc, 1969, p.253, p.291.

X_i : 期中의 生産量

D_i : 期中의 販賣量

iii) 農協의 肥料在庫計劃模型樹立의 基本理論

① 肥料在庫計劃의 動的性質

第一章에서 밝힌 바와 같은 肥料供給에 따르는 諸性質들은 肥料在庫計劃이 動的인 것을 要求하고 있다.

그러나 費用函數가 線形인 경우에는 線型模型을 動的模型의 한 특수형태로서 使用할 수 있다.

② 肥料製品의 相互代替性.

複合肥料은 N.P.K. 3大肥料成分을 모두 包含하고 있어서 다른 製品과 代替關係를 가지고 있다.

L.P.模型中에 「機械配定問題」는 이러한 特性에 有用하게 利用될 수 있다.

③ 肥料製品의 工場과 消費地域間 輸送 L.P.模型中 「生産配分 및 輸送問題」는 肥料製品의 引受, 在庫와 아울러 各工場과 消費地域間의 輸送問題를 同時에 計劃하는 데에 有用하게 利用될 수 있다.

일반적으로 動的模型은 큰 規模의 制約條件을 가지고 있는 問題에는 그 利用에 制限을 받고 있으나, 動的模型의 特殊形態로서 線型計劃模型을 使用할 수 있는 경우, 動的인 時間概念을 充分히 반영하며, 동시에 부여된 여러가지 制約條件에 符合하는 在庫計劃을 樹立할 수 있게 된다.

Ⅲ. 模型樹立

本研究에서는 肥料倉庫의 地域別區分을 통해 變數의 數를 減小시키는 方法을 擇하였다. 肥料倉庫의 地域別區分이란 地域別로 引受, 販賣量을 配分하는 方法이다.

여기서는 任意로 或은 慣習적으로 設定한 地域에 의해 全國을 區分하게 된다. (3-1)

1. 目的函數

肥料在庫計劃模型의 目的函數는 ① 肥料의 引受(或은 輸入)價格과 販賣附帶費用, ② 計劃期間初 在庫額 및 計劃期間末 在庫額의 差, ③ 輸送費, ④ 在庫費用, ⑤ 資本費用, ⑥ 固定費의 6部分으로 區分된다. 其中 固定費에는 假定 A-12에 의해 販賣員管理費가 包含되는데 短期計劃의 本模型에서는 除外하였다.

(3-1) Hardley, 前掲書, p.436.

i) 肥料의 引受價値과 販賣附帶費用

$$\text{引受價格(a)} = \sum_i^{\alpha} \sum_j^{\beta} \sum_t^k a'_{ij} P'_{ij} \dots \text{式(3-1)}$$

a'_{ij} : t 期の i 製品 引受價格

P'_{ij} : t 期에 i 製品이 j 地域으로 運送되는 屯數.

i : α 個의 製品에 부여된 일련번호.

j : β 個의 消費地域에 부여된 일련번호.

t : 計劃期間을 k 個의 期로 나누고 各期에 차례로 부여한 일련번호.

$$\text{販賣附帶費用(b)} = \sum_i^{\alpha} \sum_j^{\beta} \sum_t^k r'_m d'_{ij} \dots \text{式(3-2)}$$

r'_m : t 期에 肥料販賣屯當 支給되는 「附帶費」, 「出庫料」, 「減耗費」의 合計.

d'_{ij} : t 期の j 地域의 i 製品 販賣量.

ii) 計劃期間初 및 計劃期間末 在庫額.

原價가 時價(販賣價格)보다 오히려 높다는 假定(假定 B-3)이 成立하는 경우도 있으므로 本研究에서는 肥料在庫品の 屯當原價를 評價하는 데 있어서 低價主義를 擇했다.

$$\text{計劃期間初在庫額과 期間末在庫額의 差(c)} = \sum_i^{\alpha} \sum_j^{\beta} (PR^0_i - PR^k_i) I^0_{ij} - PR^k \sum_i^{\alpha} \sum_j^{\beta} \sum_t^k (P'_{ij} - d'_{ij}) \dots \text{式(3-5)}$$

PR^0_i : 計劃期間初의 i 製品 이월량에 대한 單價評價額.

PR^k_i : 計劃期間末의 i 製品價格.

I^0_{ij} : i 製品의 j 倉庫의 計劃期間初 이월량.

I^k_{ij} : i 製品의 j 倉庫의 計劃期間末 在庫量.

iii) 輸送費(d)

$$(d) = \sum_i^{\alpha} \sum_j^{\beta} \sum_t^k G'_{ij} P'_{ij} \dots \text{式(3-6)}$$

G'_{ij} : t 期에 i 製品을 j 地域으로 輸送하는데 所要되는 平均輸送費.

iv) 在庫費用

同一한 期中에는 每半月의 引受量과 販賣量이 一定하다고 假定(假定 A-14)하고, 計劃된 1期가 $n/2$ 個月로 되어 있다면, 假定 A-7, 假定 A-14에 의해 1期부터 K 期까지 발생하는 保管料⁽³⁻²⁾

註(3-2) 金丙沂, 「선형계획법에 의한 생산, 수송계획모형」, 석사제5회, 서울대학교 경영대학원, 1971, p.46.

$$(e) = r_i \sum_i^{\alpha} \sum_j^{\beta} jn \cdot k \cdot I_{ij}^0 + [n(k-t) + \frac{n+1}{2}] p'_{ij} - [n(k-t) + \frac{n-1}{2}] d'_{ij} \dots \text{式}(3-17)$$

v) 資本費用

假定 A-9에 의해 資本費用은 政府貸下金과 韓銀借入金에 대한 利率과 農協金融資金에 대한 利率, 外貨借入金에 대한 利率로 區分된다.

여기서 農協金融資金에 대한 利率, 12.49%와 外貨借입金の 平均利率, 13%는 비슷한 水準이므로 兩者를 同一視하였다.

그리고 事實과는 일치하지 않지만 模型의 線型을 維持하기 위하여 다음과 같은 假定을 하였다.

假定 A-16: 資金의 運用規模가 政府貸下金 및 韓銀借入金의 水準에 未達할 경우에는 農協의 金融資金에 대해 政府가 支拂하는 利率과 같은 利率의 利率을 農協으로부터 받는다. (3-3)

$t=0$ 부터 $t=k$ 까지의 期間中에 發生하는 資本費用의 累計(g)는

$$(g) = \sum_{t=0}^{k-1} \frac{n}{24} r^{t+1}_B \mu^{t+1} + \sum_{t=0}^{k-1} \frac{n}{24} op^{t+1} \left(\sum_i^{\alpha} \sum_j^{\beta} PR^0_i I_{ij}^0 \right) + \sum_i^{\alpha} \sum_j^{\beta} \sum_{t=1}^k \frac{n}{24} OP^{t+1}(k-t) a'_i p'_{ij} - \sum_i^{\alpha} \sum_j^{\beta} \sum_{t=1}^k \frac{n}{24} OP^{t+1}(k-t) PR^t_j d'_{ij} - \sum_{t=0}^{k-1} \frac{n}{24} OP^{t+1} \mu^t \dots \text{式}(3-24)$$

μ^{t+1} : $t+1$ 期の 政府대하금 및 韓은차입금의 수준.

r_B^{t+1} : $t+1$ 期の 政府대하금 및 韓은차입금에 대한 이자율

OP^{t+1} : $t+1$ 期の 農協金融資金에 대한 이자율.

따라서 肥料在庫計劃模型의 目的函數는

Minimize $Z = [a] + [b] + [c] + [d] + [e] + [g] \dots$ 模型(3-1) 목적함수 이 된다.

2. 制約條件

i) 販賣豫測이 N, P, K 別로 되어 있다는 假定(假定 A-17) 下에

$$\text{a) } \sum_i^{\alpha} k^n; d'_{ij} = D^n_j;$$

$$\text{b) } \sum_i^{\alpha} R^p_j; d'_{ij} = D^p_j;$$

$$\text{c) } \sum_i^{\alpha} R^k_j; d'_{ij} = D^k_j;$$

(3-3) 實際로 73년도 비료조작 요율중 金리해당액은 판매 μ/T 당 392원으로서 總공급원가에서 차지하고 있는 비율은 매우 작다. 또한 뒤에 가정검토를 통해 논하는 바와같이 만일 m' 의 규모가 필요 이상으로 너무 커지지 않도록 수시로 조절되고 있다면, 비료운용 잉여자금이 발생하는 경우는 흔하지 않을 것이며 이런 경우에는 after optimality test를 통해 그 최적해가 조정될 수 있다.

R^N_i, R^P_i, R^K_i : i 製品에 함유된 N, P, K 성분비.

D^N_j, D^P_j, D^K_j : t 期이 j 地域의 N, P, K 판매 예측량.

ii) 各生産工場의 計劃期間初 在庫량이 없다고 假定(假定 B-4)하고, 特定工場製品의 生産량이 引受量보다 많은 경우 剩餘分을 輸出하지 않고 全量을 貯藏하여 두며 各工場의 倉庫가 그에 相應하는 貯藏能力을 充分히 가지고 있다고 假定하면(假定 A-18).

$$\textcircled{a} \sum_q^t C^q_i - \sum_q \sum_j^b P^q_{ij} \geq 0$$

$C^q_i = q$ 期の i 製品 生産能力.

iii) S^N_t, S^P_t, S^K_t 를 각각 t 期末, j 地域에서 요구되는 N, P, K 비료 안전재고량(成分屯)이라고 하면.

$$\textcircled{c} R^N_i \sum_i^a I_{ii} + R^N_i \sum_{q=1}^t \sum_i^a P^q_{ii} - R^N_i \sum_{q=1}^t \sum_i^a d^q_{ij} \geq S^N_t$$

$$\textcircled{d} R^P_i \sum_i^a I_{ij} + R^P_i \sum_{q=1}^t \sum_i^a P^q_{ij} - R^P_i \sum_{q=1}^t \sum_i^a d^q_{ij} \geq S^P_t$$

$$\textcircled{e} R^K_i \sum_i^a I_{ij} + R^K_i \sum_{q=1}^t \sum_i^a P^q_{ij} - R^K_i \sum_{q=1}^t \sum_i^a d^q_{ij} \geq S^K_t$$

iv) F'_j 를 t 期末, j 地域의 倉庫保管能力이라고 하면,

$$\textcircled{h} \sum_i^a I_{ij} + \sum_{q=1}^t \sum_i^a P^q_{ij} - \sum_{q=1}^t \sum_i^a d^q_{ij} \leq F'_j$$

v) T'_{ij} 를 t 期中에 i 製品을 j 地域으로 輸送할 수 있는 輸送能力이라고 하면,

$$\textcircled{i} P'_{ij} \leq T'_{ij}$$

vi) $\sum_{q=1}^t d^q_{ij}$ 는 t 期末까지의 i 製品의 j 地域 販賣量이므로,

$$\textcircled{d} \sum_{q=1}^t d^q_{ij} - \sum_{q=1}^t P^q_{ij} \leq I_{ij}$$

vii) $p'_{ij}, d'_{ij} \geq 0, \text{ All } i, j, t.$

IV. 模型의 利用(例 1)

本章에서는 第三章에서 樹立한 肥料在庫計劃模型을 基礎로하여 다음과 같은 觀點에서 肥料在庫計劃模型을 確定해 보았다.

즉, ① 每年初의 年間計劃에 의해 特定分期의 工場別, 地域別 在庫, 販賣輸送量이 具體的으로 計劃되고 이에 대한 効率的인 관리가 可能하도록 하며, ② N, P, K 別 販賣豫測量等 特

定分期에 期待되고 있는 모든 制約條件을 考慮한 肥料在庫計劃模型을 樹立한 것이다.

특히 이 計劃에서는 計劃期間中 特定分期에 入港될 것으로 期待되는 輸入肥料의 入港地 選定을 爲한 合理的인 情報를 提供할 수 있다.

1. 模 型(A)

- A) 計劃期間의 設定
- B) 計劃에 包含되는 製品및 肥質 決定
- C) 需要豫測(假定 B-5)
- D) 生産能力豫測(假定 B-6)
- E) 安全在庫量의 決定
- F) 倉庫 保管能力 豫測(假定 B-7)
- G) 肥料의 輸送能力 豫測(假定 B-8)
- H) 計劃期間初 在庫量
- I) 肥料製品의 成分比⁽⁴⁻¹⁾
- J) 肥料製品의 引受價格및 販賣價格 豫測(假定 B-10)
- K) 肥料販賣附帶費用에 對한 豫測(假定 B-11)
- L) 保管料率의 豫測(假定 B-12)
- M) 輸送費에 對한 豫測(假定 B-13)
- N) 政府貸下金및 韓銀借入金의 限度및 利率에 對한 豫測(假定 B-14)
- O) 農協金融資金의 利率에 對한 豫測(假定 B-15)

上記한 諸常數들은 73년도의 資料를 蒐集 整理하여 決定하였다.

이들 資料는 實際로 農協中央會 肥料課에서 蒐集한 것도 있고, 거기서 蒐集은 못했지만 앞으로 必要하다면 그러한 資料의 蓄積은 可能하다고 判斷되는 것에 限해 過去의 資料를 參考하여 만든 것도 있다.

또한 이들 資料는 可變한 것들이므로 이들에 대해 各各 假定을 設定하였다.

P) 模型의 確定

i) 目的函數

$$\text{Minimize } Z = \sum_i^{\alpha} \sum_j^{\beta} \sum_t^k Q'_{ij} P^t_{ij} + \sum_i^{\alpha} \sum_j^{\beta} \sum_t^k N'_{ij} d^t_{ij} + c \dots \dots \text{模型(4-1)}$$

$$Q'_{ij} = a_i - PR^k_i + G_{ij} + r_l [n(k-l) + \frac{n+1}{2}] + \frac{n}{24} OP(k-l)a_i$$

(4-1) 趙成鎭等公저, 新制肥料學, 鄉文社, 1970, p.318.

$$N^t_{ij} = r_m + PR^k_i - r_l [n(k-t) + \frac{n-1}{2}] - \frac{n}{24} OP(k-t) PR^t_i$$

$$c = \sum_i^\alpha \sum_j^\beta (PR^0_i - PR^k_i) I^0_{ij} + r_l \sum_i^\alpha \sum_j^\beta \sum_t^k n \cdot I^0_{ij} + \sum_{t=0}^{k-1} \frac{n}{24} (r_B - OP) \mu^t + \sum_{t=0}^{k-1} \frac{n}{24} OP \sum_i^\alpha \sum_j^\beta$$

$$PR^0_i I^0_{ij} = 962, 277, 700 (\text{원})$$

ii) 制約條件

$$\textcircled{1} \sum_i^\alpha R^N_i d^t_{ij} = D^N t_j$$

$$\textcircled{2} \sum_i^\alpha R^P_i d^t_{ij} = D^P t_j$$

$$\textcircled{3} \sum_q^t C^q_i - \sum_q^t \sum_j^\beta P^q_{ij} \geq 0 \quad (i=1, 2, \dots, 7, 8, 9)$$

$$\textcircled{4} R^N_i \sum_q^t \sum_j^\alpha P^q_{ij} - R^N_i \sum_q^t \sum_j^\alpha d^q_{ij} \geq S^N t_j - R^N_i \sum_j^\alpha I^0_{ij}$$

$$\textcircled{5} R^P_i \sum_q^t \sum_j^\alpha P^q_{ij} - R^P_i \sum_q^t \sum_j^\alpha d^q_{ij} \geq S^P t_j - R^P_i \sum_j^\alpha I^0_{ij}$$

$$\textcircled{6} \sum_i^\alpha I^0_{ij} + \sum_p^t \sum_i^\alpha P^p_{ij} - \sum_q^t \sum_i^\alpha d^q_{ij} \leq F^t_j$$

$$\textcircled{7} \sum_i^\alpha \sum_j^\beta P^t_{ij} \leq \sum_i^\alpha \sum_j^\beta T^t_{ij}$$

$$\textcircled{8} \sum_q^t d^q_{ij} - \sum_q^t P^q_{ij} \leq I^0_{ij}$$

$$\textcircled{9} \sum_{i=3}^5 \sum_{j=10}^{14} \sum_j^\beta P^t_{ij} \leq 262, 000$$

$$\textcircled{10} p^t_{ij}, d^t_{ij} \geq 0 \quad \text{All } i, j, t.$$

2. 最適解

이 模型의 解는 特定時期에 特定製品을 引受하여 特定地域으로 輸送하는 量과, 特定時期에 特定地域에서 特定製品을 販賣하는 量을 나타내고, 重過石을 荷役할 入港地別 荷役量을 나타내 준다.

주어진 與件下에서 이러한 期別, 引受, 販賣量의 最適組合이 總肥料供給原價를 最少化시켜 줄 수 있는 것이다.

環境이 變化하여 計劃의 修正이 必要하게 될 때에는, 計劃을 修正하는 時點을 計劃期間 初로 하여 다시 本 模型에 의한 計劃을 樹立하게 된다.

V. 模型의 利用(例 II)

模型(3-1)은 肥料委囑事業을 擔當하고 있는 農協의 經營者가 特히 關心을 가지고 活動해 야 할 輸送能力, 倉庫保管能力, 輸入肥料의 導入時期등에 對하여 有益한 情報를 提供해 줄 수 있다.

本章에서는 前章의 模型을 약간 變形함으로써 이러한 問題를 다루어 보았다.

1. 模型(B)

A) 計劃期間

㉠ 1973. 1. 1~1974. 8. 31 ㉡ 1期는 4個月

B) 計劃에 包含되는 製品 및 肥質

製品 : 尿素($i=1$), 複合肥料(22-22-11), ($i=2$), 容性磷肥($i=3$), 重過石($i=4$).

肥質 : N, P.

C) 販賣豫測(假定 B-16) : <表 4>

D) 生産能力 豫測(假定 B-17) : <表 5>

<표 4> 販賣豫測(假定 B-16) : 1973, 1974년도 N,P비료 판매량에 대한 예측

(단위 : 성분 ton)

비질	年 期	1973년				1974년			
		$t=1$ 1~4月	$t=2$ 5~8月	$t=3$ 9~12月	計	$t=4$ 1~4月	$t=5$ 5~8月	$t=6$ 9~12月	計
N		135,742	197,531	65,339	398,652	145,922	212,346	70,240	428,508
P		(46,416) 37,980	(109,490) 90,117	(65,734) 54,126	(221,640) 182,425	(60,341) 40,673	(142,337) 96,425	(85,454) 57,916	(288,132) 194,978

p비료의 () 안은 30% 증가율을 가정한 판매량임.

<표 5> 生産能力 豫測(假定 B-17) : 1973, 1974년도 비료제품 생산능력 예측

(단위 : M/T)

제품	年 期	1973년				1974년			
		$t=1$ 1~4月	$t=2$ 5~8月	$t=3$ 9~12月	計	$t=4$ 1~4月	$t=5$ 5~8月	$t=6$ 9~12月	計
요소		210,000	210,000	210,000	630,000	27,000	270,000	270,000	810,000
부합 (22-22-11)		180,000	180,000	180,000	540,000	180,000	180,000	180,000	540,000
용성		52,680	52,680	52,680	158,040	52,680	52,680	52,680	158,040
증과석						$\sum_{i=3}^5 P_i^t$	262,000		

※ 증과석은 도입계획량

E) 安全在庫

國產肥料가 本格的으로 大量生産되기 始作한 1967年 以前과 以後의 肥料販賣量의 趨勢를 同質的인 것으로 생각할 수 없으므로, 使用可能한 1967~1963年 期間中の 資料만으로써 이 에 對한 統計的 豫測, 或은 어떤 標準偏差를 求한다는 것은 無意味하다.

그러므로 여기서는 經驗的인 判斷에 依해 國產肥料는 將來 1個月, 輸入肥料는 將來 4個月의 販賣豫測量에 해당하는 量으로 決定하였다.

P 질 비료는 過去の 販賣量 增加趨勢가 매우 불안정하므로 安全在庫量의 算定에 使用하 는 販賣豫測量은 前年對比 30%의 增加率에 依해 計算했다.

그리고 計劃期間中에 年 30%以上の P質肥料 販賣量 增加가 發生할 可能性은 없다고 假定했다(假定 B-19).

이렇게 하여 <表 6>과 같이 安全在庫量을 決定했다.

<표 6> 안 전 재 고 량

(단위: 성분 ton)

	t= 1	t= 2	t= 3	t= 4	t= 5
N	51,000	17,000	37,000	54,000	180,000
P	27,400	16,400	15,000	84,961	47,875

○ P肥料의 輸入豫定量의 決定

P肥料 販賣量의 增加가 30%로 急增하는 경우에 對備하여 計劃期間中에 確保하여야 할 可能性이 있는 導入肥料의 量을 重過石의 경우 262,000%임을 計算에 의하여 求했다.

F) 倉庫保管能力(假定 B-20) : 943,072%.

G) 肥料輸送能力(假定 B-21) : 每期當 600,000%.

H) 計劃期間初 在庫量

尿素 : 192,856% 複肥 : 128,101%.

容性 : 346,845% 重過 : 8,159%.

I) 製品의 成分比

尿素 : N : 0.46 複肥 : N : 0.22 P : 0.22

容性 : P : 0.20 重過 : P : 0.46

J) 肥料製品의 引受價格 및 販賣價格 豫測(假定 B-10)

工場別 生産豫測量에 依한 加重平均價格을 計算해서 다음과 같이 引受價格을 求했다.

尿素 : t=1~3 : 29,931원/% t=4~5 49,354원/%

複肥 : $t=1\sim3$: 24,000원/ㄹ $t=4\sim5$ 38,000원/ㄹ
 容性 : $t=1\sim3$: 21,000 /ㄹ $t=4\sim5$ 30,000 /ㄹ
 重過 : $t=3$: 140,000 /ㄹ $t=4\sim5$ 140,000 /ㄹ

○ 販賣價格

	$t=1\sim3$	$t=4\sim5$
尿素	30,000원/ㄹ	39,000원/ㄹ
複肥	28,000 /ㄹ	36,000 /ㄹ
容性	11,000 /ㄹ	14,000 /ㄹ
重過	22,000 /ㄹ	28,000 /ㄹ

K) 肥料販賣의 諸附帶費用에 對한 豫測(假定 B-22) 336원/ㄹ

L) 保管料率(假定 B-23) 88원/1/8期, ㄹ.

M) 政府貨下金 및 韓銀借入金中에서 在庫에 投入可能한 資金의 限度 및 利率에 對한 豫測
 (假定 B-24)

○ 100억원 ○ 年 2%

N) 農協金融資金의 利率에 對한 豫測(假定 B-25)

○ 年 12.49%

O) 模型의 確定(模型 5-1)

i) 目的函數

$$\text{Minimize } Z = \sum_i^{\alpha} \sum_t^k Q_i^t P_i^t + \sum_i^{\alpha} \sum_t^k N_i^t d_i^t + c$$

$$Q_i^t = a_i^t - PR_i^k + \gamma_i [n(k-t) + \frac{n+1}{2}] + \frac{n}{24} OP(k-t) a_i^t$$

$$N_i^t = \gamma_m + PR_i^k - \gamma_i [n(k-t) + \frac{n-1}{2}] - \frac{n}{24} OP(k-t) PR_i^t$$

$$c = 962,277,700$$

ii) 制約條件

$$\textcircled{1} \sum_i R_i^N d_i^t = D^N t$$

$$\textcircled{2} \sum_i R_i^P d_i^t = D^P t$$

$$\textcircled{3} \sum_q^t P_i^q \leq \sum_q^t C_i^q$$

$$\textcircled{4} \sum_i^{\alpha} I_i^o + \sum_i^{\alpha} \sum_q^t P_i^q - \sum_i^{\alpha} \sum_q^t P_i^q \geq F^t$$

$$\textcircled{5} R_i^N \sum_i^{\alpha} \sum_q^i P_i^q - R_i^N \sum_i^{\alpha} \sum_q^i d_i^q \geq S^{N'} - R_i^N \sum_i^{\alpha} I_i^o$$

$$\textcircled{6} R_i^p \sum_i^{\alpha} \sum_q^i P_i^q - R_i^p \sum_i^{\alpha} \sum_q^i d_i^q \geq S^{p'} - R_i^p \sum_i^{\alpha} I_i^o$$

$$\textcircled{7} \sum_i^{\alpha} P_i^t \leq T^t$$

$$\textcircled{8} \sum_q^i d_i^q - \sum_q^i P_i^q \leq I_i^o$$

$$\textcircled{9} P_4^3 + P_4^4 + P_4^5 \leq 262,000$$

$$\textcircled{10} P_i^t, d_i^t \geq 0, \text{ All } i, t.$$

2. 最過解

模型(5-1)에 대한 最過解를 <表 7>과 같이 얻었다.

이 模型의 計算에는 韓國科學技術研究所(KIST)의 cyber (72)機種 computer를 利用하였다.

<표 7> L.P. (模型 5-1) 계획에 의한 최적 비료인수량 판매량 재고량

계 품	구 분	t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5
요 소 (단위 : M/T)	인 수 량		151,837	268,163	210,000	72,689	297,274
	관 매 량		295,091	317,765	53,809	228,880	297,274
	재 고 량	192,856	49,602	0	156,191	0	0
복 합 (22-22-11) (단위 : M/T)	인 수 량		0	202,680	337,320	180,000	180,000
	관 매 량		0	233,451	184,486	184,714	343,636
	재 고 량	128,101	128,101	97,330	250,164	245,450	81,814
용 성 (단위 : M/T)	인 수 량		0	105,360	52,680	52,680	52,680
	관 매 량		189,900	193,789	67,695	0	9,479
	재 고 량	346,845	156,945	68,516	53,501	106,181	149,382
증 과 석	인 수 량		0	0	0	12,985	20,006
	관 매 량		0	0	0	0	41,150
	재 고 량	8,159	8,159	8,159	8,159	21,144	0
N (단위 : 성분 ton)	인 수 량		69,845	167,945	170,810	73,037	176,346
	관 매 량		135,742	197,531	65,339	145,922	212,346
	재 고 량	116,897	51,000	21,414	126,885	54,000	18,000
P (단위 : 성분 톤)	인 수 량		0	65,662	84,746	56,109	59,339
	관 매 량		37,980	90,117	54,126	40,637	96,425
	재 고 량	101,304	63,324	38,869	69,489	84,961	47,875

3. Basic optimal feasible solution을 變化시키지 않는 常數의 變動範圍

本節에서는 本模型에 적용할 수 있는 「sensitivity test」의 諸公式을 引用했다. (5-1)

i) 價格벡타(price vector)의 安全變動範圍

price vector $C=[C_i \text{ or } j]=[Q_i', N_i', C_j], \dots$ 式(5-1)

變動後의 price vector $C'=C+\phi f, \dots$ 式(5-2)

ϕ 의 임계치를 ϕ_c 로 表示하면,

$$\phi_c = -\frac{z_k - C_k}{f_{Byk} - f_k} = \min_{iorj} -\frac{z_{iorj} - C_{iorj}}{f_{Byiorj} - f_{iorj}}, \quad f_{Byiorj} - f_{iorj} \geq 0. \dots$$
 式(5-4)

만일 $\phi > \phi_c$ 일 경우, c 에서 c^+ 로 價格벡타가 變하면 optimality가 파괴된다.

$$y_{iorj} = B^{-1}a_{iorj}.$$

※ f : 어떤 特定된 vector

ϕ : 陰數가 아닌 scalar.

f_B : c_B 에 관련되는 f 의 要素들로 구성된 vector.

c_B : Basic 變數에 관련된 c 의 要素들로 구성된 vector.

ii) 制約條件벡타의 安全變動範圍

變動後의 制約條件벡타 $b^* = b + \theta r \dots$ 式(5-7)

θ 의 임계치를 θ_c 로 表示하면

$$\theta_c = -\frac{x_{Bj}}{y_j} = \min_j -\frac{x_{Bj}}{y_j}, \quad y_j < 0 \quad (j=1, 2, \dots, 66.)$$

만일 $\theta > \theta_c$ 일 경우, b 에서 b^* 로 制約條件벡타가 變하면 feasibility는 破壞된다.

※ $x_B^* = B^{-1}b^* = x_B + \theta B^{-1}r.$

$$y = B^{-1}r.$$

r =어떤 特定된 벡타.

θ =陰數가 아닌 scalar.

4. shadow cost, shadow price에 對한 經濟的 解析

模型(5-1)의 dual problem은

Maximize $G = W_j b$	$j=1, 2, \dots, 66.$	}	模型(5-1:B)
制約條件			
$\sum_{j=1}^{66} W_j a'_{ij} \leq c_i$	$i=1, 2, \dots, 38.$		
$W_j \geq 0$	for i and j		

(5-1) G. Hadley, 前掲書, pp.379-384.

模型(5-1:B)의 最適解를 W^* 로 表示하면, W^* 는 shadow cost, 或은 shadow price가 되며 그 dimension은

$$[W_{i \text{ or } j}] = \left[\frac{\text{원}}{\text{ton}} \right] \text{이 된다. 그리고}$$

$$W^* = c_B B^{-1} = \sigma \dots \dots \text{式(5-9)}$$

이다.

模型(5-1)의 σ 값과 經濟的 意味는 <表 8>과 같다.

<表 8> Shadow price 및 shadow cost에 대한 經濟적 해석

(j) Row No.	σ	경 제 적 의 미	(i) Row No.	σ	경 제 적 의 미
3	-1,704	t=3期の 수송 능력증가 ton당 원가감소액	19	-762	t=4期の 용성인비 생산능력 ton당 원가감소액
7	-470	t=2期の 요소 생산능력증가 ton당 원가감소액	20	-27,630	t=5期の 용성인비 생산능력 ton당 원가감소액
8	-16,578	t=3期の 요소 생산능력증가 ton당 원가감소액	27	4,241	t=1期の N질비료 안전재고량 증가 ton당 원가의 증가액
13	-11,176	t=3期の 복합비료 생산능력증가 ton당 원가감소액	30	2,881	t=4期の N질비료 안전재고량증가 ton당 원가의 증가액
14	-1,473	t=4期の 복합비료 생산능력 증가 ton당 원가감소액	31	14,589	t=5期の N질비료 안전재고량 증가 ton당 원가의 증가액
15	-52,542	t=5期の 복합비료 생산능력 증가 ton당 원가감소액	35	14,202	t=4期の P질 비료 안전재고량증가 ton당 원가 증가액
17	-126	t=2期の 용성인비 생산능력 증가 ton당 원가감소액	36	235,130	t=5期の P질비료 안전재고량증가 ton당 원가 증가액
18	-9,217	t=3期の 용성비인 생산능력 증가 ton당 원가감소액	37	103,025	t=1期の N질비료 판매량 증가 성분 ton당 원가증가액
38	103,030	t=2期の N질비료 판매량 증가 성분 ton당 원가증가액	45	311,403	t=4期の P질비료 판매량 증가 성분 ton당 원가증액
39	105,720	t=3期の N질비료 판매량 증가 성분 ton당 원가증가액	46	305,270	t=5期の P질비료 판매량 증가 성분 ton당 원가증가액
40	109,150	t=4期の N질비료 판매량 증가 성분 ton당 원가증가액	48	715	

(j) Row No.	σ	경 제 적 의 미	(i) Row No.	σ	경 제 적 의 미
41	108,213	t=5期の N질비료 판매량 증가 성분 ton당 원가증가 액	50	1,433	
42	296,232	t=1期の P질비료 판매량 증가 성분 ton 원가증가 액	51	4,039	
43	302,042	t=2期の P질비료 판매량 증가 성분 ton당 원가증가 액	65	4,236	
44	307,852	t=3期の P질비료 판매량 증가 성분 ton당 원가증가 액			
5	770	t=1期の 복합비료 인수 ton당 원가증가액	34	4,210	t=1期の 중과석 판매 ton당 원가증가액
11	1,578	t=1期の 용성인비 인수 ton당 원가증가액	35	3,157	t=2期の 중과석 판매 ton당 원가증가액
16	8,236	t=3期の 중과석인수 ton 당 원가증가액	36	2,105	t=3期の 중과석 판매 ton당 원가증가액
24	342	t=1期の 복합비료 판매 ton당 원가증가액	37	1,842	t=4期の 중과석 판매 ton당 원가증가액
32	327	t=4期の 용성인비 판매 ton당 원가증가액			

VI. 假定에 對한 檢討

本研究에서, 理論적으로는 利用이 可能하지만 實際로 求하지는 못한 資料에 對하여, 또는 線型計劃模型理論을 實際로 農協肥料業務에 適用할 수 있도록 하기 爲하여 여러가지 假定을 設定하였다.

이들 假定은 다음과 같이 3種類로 區分된다.

A類型的 假定: 線型計劃模型을 實際에 適用하는데 必要한 論理的인 根據를 提示하여 주는 假定群으로서 記號 A로 表示되어 있다.

단일 이들중 全部, 或은 一部가 否定된다면, 農協의 肥料業務에 線型計劃模型理論이 適用될 수가 없거나, 아니면 適用이 될 수는 있더라도 模型의 樹立을 위해 本研究에서 擇한 方法이 좋지 않았음이 밝혀지는 셈이 된다.

假定 A-16은 實際에 있어서는 政府貸下金 및 韓銀借入金의 利率에 該當하는 利子만을 되

돌려 받고 있는 것이므로, $t=2$ 기에 該當하는 Q^t , N^t 의 값이 修定되지 않으면 안된다.

式(5-2)에서 $\theta=0.1049(=op^{t+1}-r_B^{t+1})$

式(5-4)에서 $\phi_c=0.126$ 과 같이 sensitivity test의 結果를 얻었다. 즉, $\theta < \phi_c$ 이다.

따라서 假定 A-16이 否定되고, 이에 의해 $t=2$ 기의 目的函數의 常數가 變해도 이미 求한 最適解는 basic optimal feasible solution이다.

B類型的 假定: 線型計劃模型에 依한 最適解를 現實에 바탕을 둔 假想的 狀況下에서 얻어 보려고, 各種 常數를 決定시켜 주는데에 必要的 資料에 對하여 設定한 假定群으로서 記號 B로 表示되어 있다.

B類型的 假定群은 其中 一部, 혹은 全部가 否定된다고 해도 本研究의 L.P模型은 妥當性을 잃지 않는다.

다만 模型의 最適解가 달라질 뿐이다.

本研究에서는 比료의 3大要素인 N.P.K肥料中 N.P肥料만 模型에 包含시키는 反面, 常數를 決定할 때 K비료가 차지하게 될 部分을 控除하지 않았기 때문에 模型(5-1)의 最適解中 slack variable의 값인 잉여수동능력($J=1, 2, 4, 5$), 잉여참고능력($J=22, 23, 24, 25, 26$)의 값은 將來의 現實을 올바르게 예측하여 주지 못하고 있다.

C類型的 假定: 線型計劃模型에 의한 最適解를 必要로 하도록 農協의 肥料在庫管理시스템이 어떤 特殊하고 具體的인 方法論을 要求하고 있다고 前提한 假定群으로서 記號 C로 表示되어 있다.

만일 이 類型的 假定에서 設定된 前提條件이 成立되지 않는다면, 本研究의 模型들은 그 有用性에도 不拘하고 肥料在庫計劃模型으로서의 價値를 갖지 못할 것이다.

以上과 같은 3類形的 假定外에, 本研究에서 考慮하지 않았기 때문에 模型의 限界를 決定짓는 諸要因은 다음과 같다.

- ① 引受, 販賣價格의 變動이 引受量에 미칠 影響이 考慮되지 않았음.
- ② 實際로는 肥料의 盛需期인 6月과 10月의 販賣量을 確保하기 위해 在庫管理가 重點的으로 行해지고 있음에 비추어 볼 때, 計劃期間의 設定이 最適한 것이었다고 볼 수 없음.
- ③ 地域에 따라서 重過石보다는 熔性磷肥를 必要로 하는 곳이 있음.
- ④ 特定時期에는 特定成分比를 가진 複合肥料를 一定量以上 必要로 할 때가 있음.
- ⑤ 比료에 대한 假需要의 發生, 農民消費者들의 比료공급, 소비에 대한 行動科學 反應等에 의해 考慮하지 않았음.

VII. 結 論

肥料은 農業生産에 있어서 매우 重要的 比重을 차지하고 있다.

그러므로 비료의 圓滑한 需給을 어떠한 方法으로 期할 것인가 하는 問題는 현재 우리가 처해 있는 民族的인 課題가 아닐 수 없다.

이러한 莫大한 問題에 대하여, 그 根本的 本質의 分析, 評價하고 解決方法을 提示하기란 매우 힘든 일이다.

本研究은 Operations Research라는 學問的分野가 肥料의 需給問題에 어떤 方法을 提示할 수 있으리라는 信念을 가지고 그 具體的인 一個로서 Operations Research의 여러가지 技法中의 하나인 線計型劃模型理論이 肥料의 需給에 따르는 많은 問題中의 하나인 肥料在庫計劃의 樹立에 어떻게 利用될 수 있는가를 考察해 보는 데에 그 基本的인 目標가 있었다.

本研究 전체를 통하여, 肥料事業에 있어서의 基本經營方針은 肥料의 不足이 없는 供給과 同時에 비료총공급원가의 最小化에 있음을 前提하고 있다.

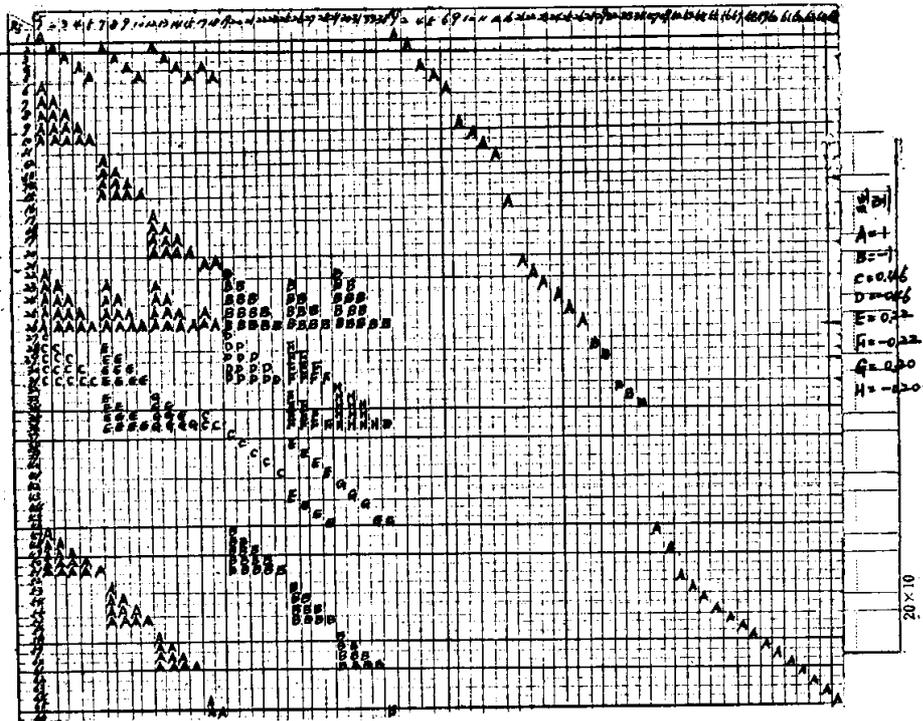
여기에서 設定하고 있는 많은 假定이 實際와 符合하는 것이었다면 模型(A)와 模型(B)의 最適解는 73년 1월~74년 8월 期間中의 最適計劃일 수 있었음이 틀림없다.

그러나 實際로는 이들 假定中에는 現實을 올바르게 反映하고 있지 못한 것이 있음을 第六章 假定에 대한 檢討에서 밝혔다.

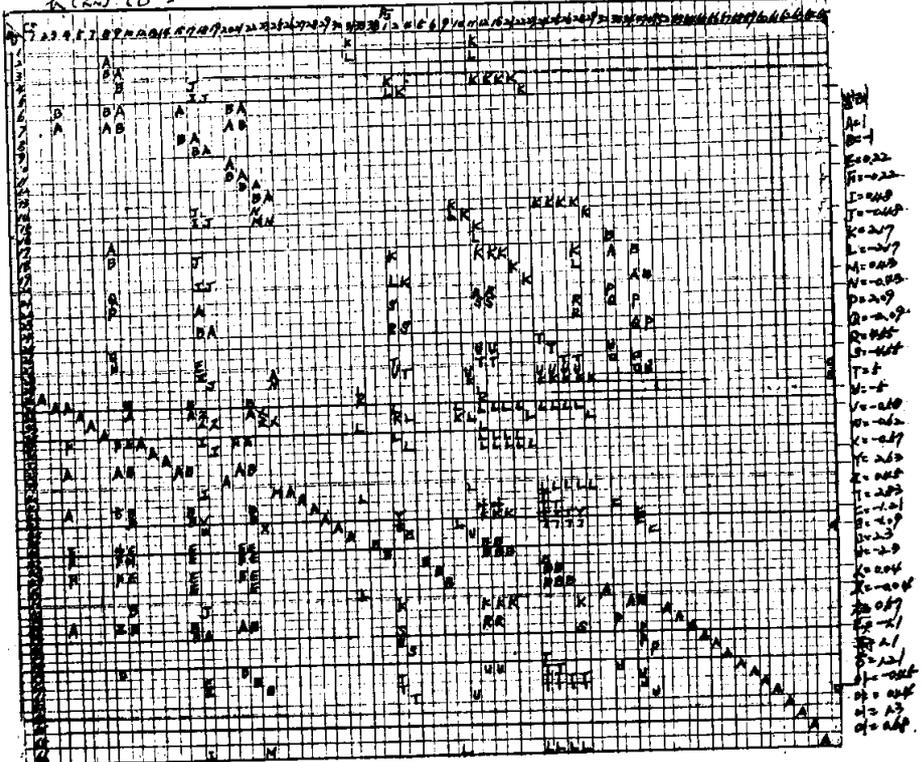
이상 論한 바와 같이 線計型劃模型理論은 肥料需給問題, 특히 在庫計劃에 有用하게 利用될 수 있다는 點이 밝혀졌다고 생각한다.

<參 考 文 獻>

- ① 農協中央會, 經濟事業, 서울, 農協基本考材시리즈 6, 1971.
- ② 趙成鎭, 李東碩, 陸昌洙, 新制肥料學, 鄉文社, 1970.
- ③ 金丙沂, 「線計型劃法에 의한 生産, 輸送計劃模型」, 碩士 第5回, 서울대학교 경영대학원, 1971.
- ④ 農水産部, 農業統計年報, 서울, 1972, 1973.
- ⑤ 農協中央會, 農協調查月報, 서울, 1970~1973.
- ⑥ 韓國産業銀行, 韓國의 産業(Ⅱ) 서울, 1973.
- ⑦ 韓國銀行, 韓國銀行統計月報, 서울, 1973, 10, 1974, 4.
- ⑧ G. HADLEY, *Linear Programming*, Seventh printing, Addison-Wesley publishing, company, 1973.
- ⑨ Richard A. Johnson, William, T. Newell, Roger. C. Vergin, *Operations Management*, Houghton Mifflin Company, 192.
- ⑩ Wagner, *Principles of Operations Research*, (With Applications to Managerial Decisions) Prentice-Hall, Inc, 1969.



表(22) (B⁻¹)



<SUMMARY>

A TRANSPORT INVENTORY PLANNING
MODEL FOR CHEMICAL FERTILIZER.

Hwa-Sam Gong

Inventory planning is important for chemical fertilizer, since it is not easy to change rapidly the production activity level of the plant.

The purpose of this thesis is to show a logical and effective approach to inventory control and planning for chemical fertilizer supplied through nationwide networks of the National Agricultural Corporative Association.

Inventory control and planning are supposed to be operated under an E.D.P. system.

In chapter I, some important features of the demand and supply of chemical fertilizer are discussed:

- (1) Seasonal fluctuation of the demand, the production capacity of the industry, the capacity of transport media and warehouses for the products, which are imposed as constraints on the system.
- (2) The composition of the total supplying cost.

In chapter 2 (1) the inventory systems, especially the fixed quantity inventory control system and periodical inventory control system, are discussed from the stand point of the National Agricultural Corporative Association.

- (2) Various theories on inventory planning models are also discussed in relation with characteristics of the system.

An effective way of approach to the chemical fertilizer inventory planning is found to be an L.P. model as a special form of D.P. models when some linearities are assumed.

In chapter 3 the Basic chemical Fertilizer Inventory planning Model, Model 3-1 is presented as below.

$$E_{min} = [a] + [b] + [c] + [d] + [e] + [g]$$

with Constraints;

$$\textcircled{a} \sum_i^a R_i^n \cdot d'_{ij} = D_j^n$$

$$\textcircled{b} \sum_i^a R_i^p, d'_{ij} = D_j^p$$

$$\textcircled{c} \sum_i^{\alpha} R_i^k d_{ij}^t = D_j^{kt}$$

$$\textcircled{d} \sum_q^t C^q_i - \sum_q^t \sum_j^{\beta} P^q_{ij} \geq 0$$

$$\textcircled{e} R_i^n \sum_i^{\alpha} I^0_{ij} + R_i^n \sum_{q=1}^t \sum_i^{\alpha} P^q_{ij} - R_i^n \sum_{q=1}^t \sum_i^{\alpha} d^q_{ij} \geq S_i^{nt}$$

$$\textcircled{f} R_i^p \sum_i^{\alpha} I^0_{ij} - R_i^p \sum_{q=1}^t \sum_i^{\alpha} P^q_{ij} - R_i^p \sum_{q=1}^t \sum_i^{\alpha} d^q_{ij} \geq S_i^{pt}$$

$$\textcircled{g} R_i^k \sum_i^{\alpha} I^0_{ij} + R_i^k \sum_{q=1}^t \sum_i^{\alpha} P^q_{ij} - R_i^k \sum_{q=1}^t \sum_i^{\alpha} d^q_{ij} \geq S_i^{kt}$$

$$\textcircled{h} \sum_i^{\alpha} I^0_{ij} + \sum_i^{\alpha} \sum_{q=1}^t P^q_{ij} - \sum_i^{\alpha} \sum_{q=1}^t d^q_{ij} \leq F^t_j$$

$$\textcircled{i} P^t_{ij} \leq T^t_{ij}$$

$$\textcircled{j} \sum_{q=1}^t d^q_{ij} - \sum_{q=1}^t P^q_{ij} \leq I^0_{ij}$$

\textcircled{k} non-negativity constraints

where

$$\text{[a]} = \sum_i^{\alpha} \sum_j^{\beta} \sum_t^k a^t_i P^t_{ij}$$

$$\text{[b]} = \sum_i^{\alpha} \sum_j^{\beta} \sum_t^k r^t_m d^t_{ij}$$

$$\text{[c]} = \sum_i^{\alpha} \sum_j^{\beta} (PR_i^0 - PR_i^k) I^0_{ij} - PR_i^k \sum_i^{\alpha} \sum_j^{\beta} \sum_t^k (P^t_{ij} - d^t_{ij})$$

$$\text{[d]} = \sum_i^{\alpha} \sum_j^{\beta} \sum_t^k G^t_{ij} P^t_{ij}$$

$$\text{[e]} = r_t \sum_i^{\alpha} \sum_j^{\beta} \sum_t^k \{ nI^0_{ij} + [n(k-t) + \frac{n+1}{2}] P^t_{ij} - [n(k-t) + \frac{n-1}{2}] d^t_{ij} \}$$

$$\text{[g]} = \sum_{t=0}^{k-1} \frac{n}{24} r^t B^{t+1} M^t + \sum_{t=0}^{k-1} \frac{n}{24} OP^{t+1} (\sum_i^{\alpha} \sum_j^{\beta} PR_i^0 I^0_{ij} + \sum_i^{\alpha} \sum_j^{\beta} \sum_q^t a^q_i P^q_{ij} - \sum_i^{\alpha} \sum_j^{\beta} \sum_q^t PR_i^q d^q_{ij} - M^t)$$

A^t_i : Pruchasing price in won per ton of the product i , during period t .

P^t_{ij} : Quantity in tons of the product i transported to demand region j , during the period t .

- D'_{ij} : Quantity in tons of the product i sold in demand region j , during the period t .
- PR^0_i : The assessed value in won per ton of the product i at the beginning of the planning horizon.
- PR^k_i : The selling price in won per ton of the product i at the end of the planning horizon.
- I^0_{ij} : Quantity in tons of the beginning inventory of the product i in demand region j , at the beginning of the planning horizon.
- I^k_{ij} : Quantity in tons of the ending inventory of the product i in demand region j , at the end of the planning horizon.
- G^t_{ij} : The expense in won necessary to transport a ton of product i from factory to demand region j during, the time period t .
- $r_I^{n=8}$: The expense necessary to maintain a ton of fertilizer in inventory during every half of a month.
- r_B^{t+1} : Interest rate for the period $t+1$ on funds borrowed from the government or the Bank of Korea.
- Op^{t+1} : The interest rate on the funds borrowed internally.
- M^t : The level of the debt incurred with the government or the Bank of Korea, during the period t .

In chapter 4, one [of the possible implementation models, Model (4-1), based on the Basic Model built in chapter 3, is shown.

The model was devised in such a way that it's solution can show the quantities of certain products that should be purchased, transported to certain regions and sold there during certain time periods, and at the same time, it can also show at which harbors and in what quantities the product can be imported.

In chapter 5, another possible implementation model, Model 5-1, is shown.

The model was devised in such a way that it's solution can give the manager some useful information about the transportation capacity, the warehouse capacity and the optimal time of importing some fertilizer.

The optimal solution of the model was calculated by the computer in KIST, Cyber 72, as shown in table 20.

In chapter 6, all of the hypotheses in this article are classified into A,B, and C types.

If Hypothesis A is to be rejected, the models in this thesis lose their

logical background.

If Hypothesis B is not to be accepted, some of the coefficients of those models must be changed.

If Hypothesis C is refused, the corresponding model loses value regardless of its usefulness.

The models in this thesis are far from being perfect for immediate application to reality due to some assumptions and over-simplifications which were made to simplify the models.

This thesis, however, has shown that the approaches taken here to solve the defined problem have a probable positive application for the future.