

韓國에 있어서 米穀의 乾燥 및 貯藏을 위한 시스템의  
모델 開發과 適正規模 選定에 關한 研究(Ⅱ)

— 모델 시스템의 利用費用 分析 및 適正規模 算定 —

Modeling and Optimization of Rice Drying and  
Storage System in Korea(Ⅱ)

— Cost Analysis and Optimum Size Estimation —

朴 京 圭\* 尹 弘 善\* 金 在 烈\*\*

K. K. Park, S. H. Yoon, J. Y. Kim

Summary

In order to improve the traditional post harvest system in Korea, a model for mechanized rice drying and storage system was developed and introduced as the first part of the study (Park, 1986).

As the second part of the study, capital requirement and cost of the model system was analyzed. Also, optimum size of the model system was estimated by comparing with the traditional harvest system.

From the study, the following results can be concluded:

1. The capital requirement of the model system decreases as the model size increases. For example, a model system having 500 ton storage capacity requires 439,000 Won/ton. However it requires 313,200 Won/ton only, if the model size increases to 1000 ton.
2. Also, total cost of the model system decreases as the model size increases. For example, total costs of the model system having 500 ton and 1000 ton storage capacity are 101,208 Won/ton and 69,320 Won/ton, respectively.
3. The breakeven point (optimum size) of the model can be estimated around 630 ton storage capacity if the operation rate is assumed as 100%. However, the optimum size of the model is 710 ton, if the operation rate is assumed as 80%.

---

\*慶北大學校 農工學科

\*\*상주, 農業專門大學 農業機械科

\*이 論文은 1983~1984年度 韓國 科學財團의 지원으로 遂行된 것입니다.

## 1. 緒 論

본 연구의 전반부인-모델 시스템의 Layout 및 設計(박, 1986)-에서는 米穀을 50톤에서 1000톤까지 乾燥, 貯藏할 수 있는 모델을 開發하였고 이것을 設計할 수 있는 컴퓨터 프로그램을 소개하였다. 그러나 본 모델이 실제로 設置되고 利用되었을 때를 가정하여 投資費用과 利用費用을 算出하여 기존의 同行 시스템과 比較 分析하여 모델 시스템의 實用性을 검토하여 보고 우리나라에 適當한 規模를 決定하는 것 또한 重要的한 의미가 있다고 思考된다.

본 研究의 目的은 前半部에서 소개된 모델을 根據로 실제로 이 모델이 設置되고 운영되었을 경우를 假定하여

① 投資費用 및 利用費用을 貯藏規模別로 分析하고

② 同行 시스템과 經濟性 比較를 통하여 모델 시스템의 適正規模를 結定함에 있다.

## 2. 研究의 遂行을 위한 方法 및 假定

본 모델 시스템에 所要되는 投資費用과 利用費用을 算出하기 위하여 다음과 같은 方法 및 假定하여 研究가 遂行되었으며 모든 가격은 1986년 8월을 기준으로 하였다.

### 가. 投資費用

投資費用에 관련되는 因子들은 所要土地에 대한 價格, 건물 건축비용, 機械와 施設物의 價格 및 設置費用으로 區分하였다.

所要土地 面積은 貯藏 規模가 50톤에서 1000톤규모로 變化될때 噸당 所要 m<sup>2</sup>로 求하였으며 이것은 所要 建物 面積, 주차장 그리고 장래의 搗精工場의 設置에 必要한 面積을 모두 고려한 것이다.

建物 건축비용 역시 50톤에서 1000톤 규모의 범위에서 실제로 所要되는 건물에 대한 一般 土木 建築會社(정, 1985)에 의뢰하여 算出한 費用으로 하였다.

機械 및 施設의 價格은 機械 製作會社에서 資料를 入手하여 인용하였으며 이에 대한 設置費用은 산업체에서 일반적으로 常用되고 있는 機械 價格의 30

%를 기준으로 하였다(장, 1985)(Vosloh, 1976).

### 나. 利用費用

利用費用은 固定費用과 變動費用으로 區分하였으며 다시 표 1과 같이 細分하였다.

#### 1) 固定費用

減價償却費는 모델의 建物 및 施設에 對하여 直線法으로 適用하였다. 耐久年限은 건물은 40년(정, 1978), 機械類는 17년(Henderson, 1976)으로 하였으나 Forklift 등과 같은 일부 機械는 10년(정, 1978), 乾燥機는 8년(정, 1978)으로 하였다. 廢機 價格은 購入價格의 10%로 假定하였다.

利子는 總投資費用에 對해 適用하였으나 農協 貸

Table 1. Factors considered for operating cost estimation

Fixed cost	Variable cost
Depreciation	Electrical energy
Insurance	Fuel energy
Taxes	Labor
Interest	Maintenance and repair
Administrative costs	
Supplies and miscellaneous	

出金利인 年 10%를 適用하였다. 保險은 건물 및 施設 投資費用의 年間 0.1%를 適用하였다(Vosloh, 1976).

세금은 政府 投資기관으로 가정하여 免稅로 하였고 사무비용 및 기타 잡비는 農協 산하 搗精工場의 資料를 참고로 하여 總變動費의 年 2.1%를 適用하였다(정, 1985).

#### 2) 變動費用

電氣費用은 穀物의 運搬用기기, 乾燥用기기, 貯藏用기기등 電氣기기가 裝置된 모든 기기의 年間 使用時間에 對해 所要電力을 계산하여 한국전력공사(1983. 3. 20 시행)의 基準令中 産業用 電力을 基準으로 계산하였다.

所要되는 燃料은 主로 燈油이고 穀物乾燥用으로 쓰이는데 貯藏規模別로 乾燥機의 數, 乾燥機 規格別 燃料 消耗量, 그리고 乾燥時間을 고려하여 噸당

Table 2. Labor assignment sheet of the model system.

Storage capa. Type of labor (ton)	50	100	200	300 <sub>2/</sub>	500 <sub>2/</sub>	700 <sub>2/</sub>	1000 <sub>2/</sub>
Manager	1	1	1	1	1	1	1
Assistant manager	-	-	-	1	1	1	1
Engineer	1	1	1	1	1	1	1
Casher	1	1	1	1	1	1	1
Others	1	1	1	1	2	2	3
Temperary labor <sub>1/</sub>	3	3	4	3	3	4	4

1/ Temperary labors are hired during the receiving periods.  
2/ Forklift truck is ued.

Table 3. Wage rate of the labor.

Type of labor	Wage <sub>1/</sub>
Manager	300,000
Assistant manager	250,000
Engineer	250,000
Casher	200,000
Others	250,000
Temperary labor	200,000

<sub>1/</sub> won/month

總燃料消耗量을 계산하였다.

年間 수리유지비는 機械購入價格의 3%로 假定하였다(Voslow, 1976).

穀物の 乾燥 및 貯藏施設에 所要되는 勞動力은 國內 搗精工場을 참조로 하여 모델의 規模別로 Manager, Assistant manager, Engineer, Cashier, 기타 階級으로 구분하였으며 표 2와 같다.

고용인의 階級別 勞賃은 搗精工場을 기준으로 算定하였으며 표 3과 같다.

3) 慣行費用

慣行 시스템의 費用은 그림 1에 表示한 바와같이

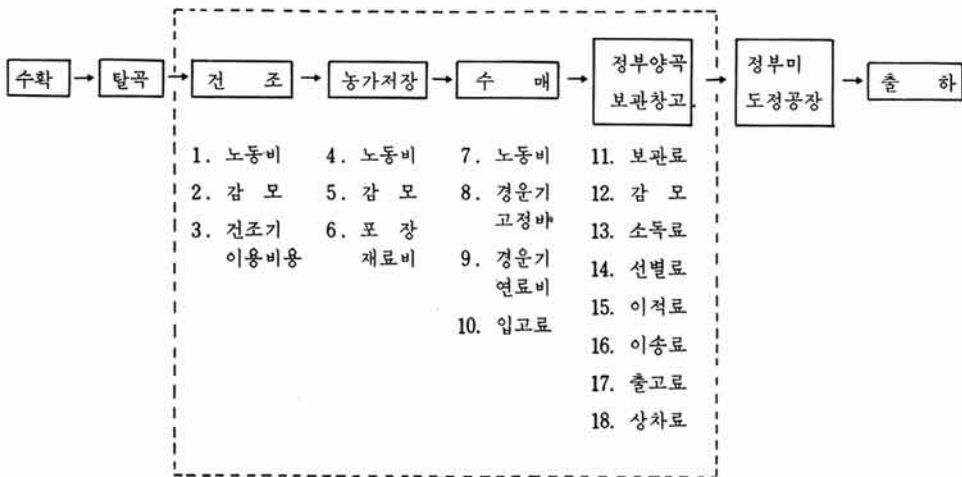


Figure 1. Traditional system considered for cost analysis.

米穀이 포장에서 農家에 運搬된 후 乾燥作業부터 農協이나 政府 양곡창고에 貯藏되어 搗精工場에 搬出되기 前까지의 勞動力, 使用機械, 穀物의 손실, 창고 보관비용등을 모두 고려하여 算出하였다. 이에 對한 資料는 기존의 研究 結果를 利用하였다.

본 분석에서 乾燥作業은 순환식 건조기를, 운반작업은 경운기를 이용하는 것으로 가정하였다. 또한 벼의 품종은 일반계 벼(아끼바레)를 대상으로 하였다.

### 3. 研究의 結果 및 考察

#### 가. 投資費用

표 4는 모델 시스템의 設置에 必要한 土地費用, 建築費用, 機械 및 施設費用 그리고 總投資費用을 貯藏規模가 50톤에서 1000톤까지 變化될 때의 噸當費用으로 나타낸 것이다.

式(1)에서 式(3)은 投資費用의 推定을 容易하게 하기 위하여 표 4에 나타낸 各種費用을 回歸分析을 通하여 貯藏規模를 變數로 하는 數學的 模型으로 나타낸 것이며 모두 決定係數가 0.99 以上으로 投資費用의 推定에 높은 信賴度를 보여주고 있다.

그림 2는 貯藏規模에 따른 總投資費用의 變化를 나타낸 것이다.

$$Y_L = A(0.158 + \frac{81.59}{X} + 0.00299X - \frac{0.00206}{1000} X^2),$$

$$R^2 = 0.99 \dots\dots\dots(1)$$

$$Y_C = 15145.8 + \frac{2280874}{X} + 5.6X + 0.0084125X^2,$$

$$R^2 = 0.99 \dots\dots\dots(2)$$

$$Y_{EF} = (190724.2 + \frac{94047659}{X} - 65.523X + 0.034958X^2), R^2 = 0.99 \dots\dots\dots(3)$$

여기에서

$Y_L$  : 모델 시스템의 ton當 所要 土地費用(Won/ton)

$X$  : 모델 시스템의 貯藏規模(ton)

$A$  : 土地價格(Won/m<sup>2</sup>)

$Y_C$  : 모델 시스템의 ton當 建築費用(Won/ton)

$Y_{EF}$  : 모델 시스템의 ton當 機械 및 施設費用(Won/ton)

#### 나. 利用 費用

##### 1) 固定費用

표 5는 본 모델시스템의 固定費中 減價償却費, 利子費, 保險費, 기타 잡비이다.

##### 2) 變動費用

표 6은 電氣費, 勞動力費, 燃料費, 수리유지비에 대한 噸當 變動費用이고 式(4)와 (5)는 貯藏規模  $X$ 에 대한 각각의 費用推定式으로 모두  $R^2$ 가 0.99 이상으로 상당한 信賴性을 주고 있다.

$$Y_E = 3,729.39 + \frac{721,343.31}{X} - 1.762X - 0.00319X^2$$

Table 4. Capital requirement of the model system (1,000 won/ton).

Item \ Storage capacity (ton)	50	100	200	300	500	700	1000
Equipment, facility and installation 1/	2,066.0	1,134.0	641.0	483.0	365.0	292.0	255.0
Building construction 2/	473.6	236.8	138.9	91.3	65.1	55.0	52.4
Land 3/	50.5	25.2	16.2	9.3	8.9	7.2	5.8
Total	2,590.1	1,396.0	796.1	583.6	439.0	354.2	313.2

1/ Jang (1985) and Lee (1985)

2/ Jang (1985)

3/ Space for milling system was considered.

Land price was assumed as 10,000 won per 3.3 m<sup>2</sup>.

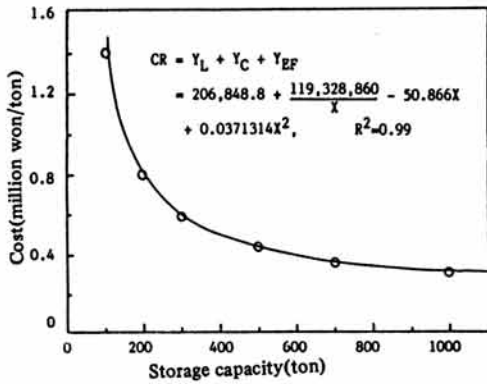


Figure 2. Capital requirement of the model system.

$$R^2 = 0.998 \dots\dots\dots (4)$$

$$Y_{LR} = -5,947.4 + \frac{12,137,563}{X} + 56.6X - 0.042X^2$$

$$R^2 = 0.998 \dots\dots\dots (5)$$

여기에서,

$Y_E$  : 모델 시스템의 ton當 電氣使用 料金 (Won/ton)

$Y_{LR}$  : 모델 시스템의 ton當 勞動費用 (Won/ton)

3) 總 利用費用

固定費用과 變動費用을 합하여 算出된 總 利用費用을 貯藏規模別로 나타낸 것이 표 7이며 식(6)은 이에 對한 推定式으로 規模가 增加됨에 따라 漸次하게 費用도 減少됨을 알 수 있다(그림 3 참조).

$$TC = \frac{27,827,841}{X} + 53X - 0.039X^2 + 26,880.11$$

$$R^2 = 0.999 \dots\dots\dots (6)$$

여기에서

TC = 總 利用費用, 원/ton

4) 慣行費用

표 8 은 그림 1 의 점선부분에 상응하는 慣行費用을 조사한 結果로 탈곡후 건조작업에서 정부미 양 곡저장창고에 저장된후 도정공장까지 반출되는 비

Table 5. Fixed cost of the model system (won/ton).

Storage capacity (ton) \ Item	50	100	200	300	500	700	1000
Depreciation	123,326	66,646	39,801	30,234	22,706	18,790	16,850
Interest	142,355	76,748	43,827	32,072	24,141	19,505	17,208
Insurance	2,539	1,371	779	574	429	347	307
Administrative & miscellaneous	6,568	3,398	1,825	1,456	1,078	825	702
Total	274,788	148,163	86,232	64,336	48,354	39,467	35,067

Table 6. Variable cost of the model system (won/ton).

Storage capacity (ton) \ Item	50	100	200	300	500	700	1,000
Labor	240,000	120,000	61,000	52,000	37,200	26,857	21,800
Fuel	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264	2,264
Electricity	18,034	10,852	7,252	5,292	4,794	4,232	4,046
Maintenance and repair	50,791	15,601	11,419	8,596	6,931	6,931	6,143
Total	311,089	160,535	86,117	70,975	52,854	40,284	34,253

Table 7. Total cost of the model system (won/ton)

Storage capacity(ton)	50	100	200	300	500	700	1,000
Cost	585,877	308,698	172,349	135,311	101,208	79,751	69,320

용은 톤당 약 88,000원 정도로 나타났다. 본 연구에서는 순환식 건조기 및 정부양곡보관창고를 이용하는 것으로 하였으며, 이 결과는 건조방법(천일건조 또는 평면식 건조기)에 따라 또는 운반거리등에 따라 다소 차이가 있을 것으로 사료된다.

5) 모델 시스템의 適正規模

Table 8. Traditional system cost analysis (won/ton).

번호	항 목	비 용	번호	항 목	비 용
1	노 동 비	3,795	11	보 관료	10,248
2	손 실	11,502	12	손 실	15,740
3	건 조 비 용	5,187	13	소 독료	139
4	노 동 비	4,681	14	선 별료	566
5	손 실	19,977	15	이 적료	566
6	포 장 재 료 비	4,230	16	이 송료	566
7	노 동 비	5,178	17	출 고료	695
8	경 운 기 고 정 비	2,678	18	상 차 료	624
9	경 운 기 연 료 비	808			
10	입 고 료	1,259		계	88,439

1/ 3.0 man-hr/ton(서, 1975 및 1977).

노임은 1,265원/man-hr 로 가정(농협중앙회, 1986).

2/ 1.9% 감모율(국립농업자재검사소, 1984).

3/ 순환식 건조기에 대한 이용비용(본 대학 연구실 분석자료).

4/ 3.7 man-hr/ton; 실험에 의한 추정치

5/ 3.3% 감모율(농협중앙회, 1973).

6/ 250원/54kg(물가정보자료, 1986).

7/ 4.1 man-hr/ton; 실험에 의한 추정치

8/ 경운기사용시간; 1 hr/ton으로 가정.

9/ 연료소모율; 디젤 3 l/hr 가정, 연료비+윤활유비.

12/ 2.6% 감모율(농산물검사소, 1964 및 1965).

기타자료: 경상북도 양정파

앞에서 分析된 본 모델 시스템의 利用費用과 慣行시스템의 比較는 그림 3에 나타난 바와같이 貯藏規模가 작을 경우는 慣行시스템이 우수하나 貯藏規模가 커짐에 따라 본 研究에서 開發된 모델 시스템의 利用費用이 低廉하게 나타났다. 慣行시스템의 경우와 比較하면 본 모델시스템의 稼動率이 100%인 경우 貯藏規模가 630톤 이상이면 經濟性이 있는 것으로 나타났다. 반면 稼動率이 80%이면 최소規模 710톤, 60%이면 1000톤에서도 損益分岐點이 나타나지 않고 있다.

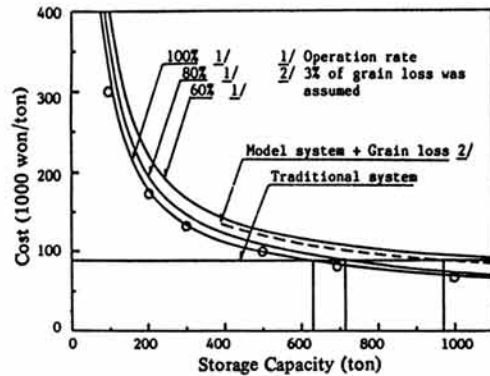


Figure 3. Comparison of total cost between the model system and traditional system.

그러나 본 모델에서 算出된 費用은 穀物의 損失을 고려하지 않고 分析한 것으로 穀物의 損失이 乾燥過程中 약 1.5%, 기타 運搬 및 貯藏中 1.5% 정도라고 가정하면 損益分岐點은 약간 높아지게 되는데 稼動率이 100%인 경우 970ton 부근에서 나타나고 있다(그림 3 참조).

이상의 結果를 綜合 고찰하여 보면 稼動率과 貯藏規模가 利用費用에 크게 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 따라서 經濟性을 提高하기 위해서는 貯藏施設을 增加시키는 것이 하나의 방안이지만, 收穫期間이 짧고(15~20일), 多樣한 含水率 및 品種에 기인하는 乾燥施設의 제약으로 많은 어려움이 있다.

그림 4는 乾燥類型別 3 가지 System을 나타내고

있다.

System A는 본 모델에서 分析된 것으로 乾燥作業이 빨리 되는 長點이 있으나 과대한 乾燥施設이 문제가 되고, System B는 건조시설이 작아도 되지만 Fan 稼動에 많은 電氣費用이 들며, System C는 System A와 B의 중간정도이다. 그러므로 앞으로 이에 對한 구체적인 研究의 補完으로 적정시스템의 결정이 이루어져야겠다.

本 모델 System에서 分析된 費用中 勞動費가 全費用의 30%, 投資에 대한 利子 및 減價償却費가 60%를 차지하고 있다. 따라서 費用 節減을 위한 하나의 方案으로 본 모델 시스템에 搗精시스템을 같이 施設하면 搗精을 위한 運搬 및 勞動力이 不必要하고 이미 施設된 機械의 效率를 높일 수 있고 고용된 勞動力을 效率적으로 利用할 수 있어 適正規模는 더욱 내려갈 것으로 생각된다.

#### 4. 結論 및 要約

現在 일반 農家에서 遂行되고 있는 벼의 收穫後 作業체제 즉, 乾燥, 運搬, 貯藏등의 慣行方式에서 야기되는 여러가지 문제점을 解決하기 위한 하나의 方案으로 벼의 乾燥 및 貯藏시스템의 모델과 이를 設計할 수 있는 컴퓨터 프로그램을 소개한 바있다 (박, 1986).

本研究는 위의 研究의 後半部로, 開發된 모델 시

스템의 利用費用을 分析하여 慣行시스템과 比較하여 適正規模를 찾아 經濟性을 檢討하였으며 얻어진 結論을 要約하면 다음과 같다.

1. 모델 시스템의 噸당 投資費用은 貯藏規模가 增加됨에 따라 급격히 減少하는데 500ton 인 경우 439,000원/톤이었고 1000톤의 경우 313,200원/톤으로 나타났다. 이중 機械와 施設物 投資費用이 80% 이상을 차지하고 있었다.

2. 年間 利用費用 역시 貯藏規模가 增加함에 따라 급격히 減少하였으며 500톤의 경우 102,208원/톤, 1000톤의 경우 69,320원/톤으로 나타났다.

3. 本 모델의 經濟性을 檢討하기 위하여 慣行시스템과 比較 分析한 結果, 稼動率이 100%인 경우 貯藏規模가 630톤, 80%인 경우 710톤으로 나타났으며 우리나라 平野地帶에 適用 可能한 것으로 나타났다. 그러나 본 모델 시스템에 搗精공정까지 施設되면 보다 經濟性이 높게 나타날 것으로 思料되어 이에 대한 研究가 보완되어야 할 것이다.

#### 5. 感謝文

本 研究 遂行에 많은 資料와 支援를 해주신 斗山 産業의 李相民 部長님, 은성산업의 張相鳳 部長님, 협동엔지니어링의 이병희 사장님께 감사를 드립니다. 또한 日本의 안마, 사다께 그리고 美國의 Butler 社에도 깊은 사의를 표합니다.

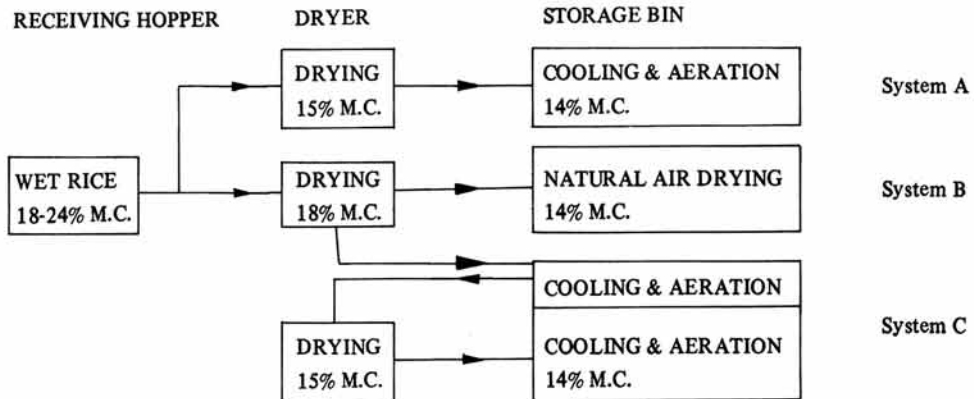


Figure 4. Rice drying and storage systems to be considered in the future.

인용문헌

1. 농업협동조합 조사과, 1977, 수확시 벼 손실에 관한 조사보고서
2. 농업협동조합 중앙회, 1973, 미국 마케팅 조사보고(조사자료 77-제 2집)
3. 농업협동조합 중앙회, 1986, 농협조사월보
4. 농산물검사소, 1965, 1964년 보고서
5. 농산물검사소, 1966, 1965년 보고서
6. 물가자료, 1986, 월간 물가자료, 한국물가협회
7. 박경규, 1986, 한국에 있어서 미국의 건조 및 저장을 위한 시스템의 모델개발 및 적정규모에 관한 연구(I)-모델 시스템의 Layout 및 설계-, 한국농업기계학회지 11(2): 66-76.
8. 서상룡, 1965, 성주지방 관행곡물 작업의 작업별 소요노동력과 작업가능 일수에 관한 연구. 경상대학 농업연구소보(9): 111-118.
9. 서상룡, 1977, 곡물건조방법의 개선방안, 경상대학 논문집, 16(1): 165-171.
10. 장상봉, 1985, 개인면담, 은성기계공업사.
11. 전중수, 1985, 개인면담, 농협중앙회 경북도지부 기획관리과
12. 정병관, 1985, 개인면담, 광명건설주식회사
13. 정창주, 1978, 농산기계학, 향문사.
14. 이병희, 1985, 개인면담, 협동엔지니어링.
15. Bridgers, T.C. 1974. A computer model for evaluating selected method of corn harvesting, handling, drying and storage systems. MS Thesis, Agricultural Engineering Depart. University of Kenturky.
16. Chung, C.J. 1980. Post-production Rice systems in Korea. Final report of phase II. Dept. of Agr. Engg. Seoul National Univ.
17. Chung, C.J. and Lee, C.H. 1978. An analysis of operational characteristics of traditional paddy harvesting systems. The Journal of the Korean Society of the Agricultural Machinery, 3(2): 1-21.
18. Henderson, S.M. and Perry, R.L. 1976, Agricultural Process Engineering, The Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
19. Kang W.S., Lee, C.H. and Chung, C.H. 1977. Determination of optimum timing of paddy harvesting based on grain loss and milling quality. The Journal of the Korean Society of Agricultural Machinery, 2(1): 55-80.
20. Loewer, O.J. and Bridges, T.C. 1976. Computer layout design of grain storage facilities. ASAE. St. Joseph, Mi.
21. Loewer, O.J. and Bridges, T.C. 1976. Facilities costs of centralized grain storage system utilizing computer program. ASAE. St. Joseph, Mi.
22. Park, K.K. and Chung, D.S. 1982. Modeling and Computer programming of feed mill. ASAE paper No. 82-3020. St. Joseph. Mi. 49085.
23. Park, K.K. 1982. Modeling and optimization of feed mill. Unpublished Ph.D. Dissertation. Dept. of Agr. Engineering, Kansas State University, Manhattan Ks.
24. Park, K.K. and Chung, D.S. 1983. Computer programming of feed mill layout, The Journal of the Korean Society for Agricultural Machinery, 8(2): 86-98.
25. Park, K.K. and Chung, D.S. 1984. Mathematical model of capital requirement for feed mill. The Journal of KSAM, 9(1) 53-61.
26. Park, K.K. and Chung, D.S. 1985. Operating cost for feed production, The Journal of KSAM, 10(1): 47-53.
27. Vosloh, Carl J. 1976, Feed manufacturing costs and capital requirements, Agricultural economic report No. 335, United State Department of Agriculture, Washington, D.C.

(原稿接受 1987年 1月 30日,  
質問期限 1987年 4月 30日)