

# 農機械 投入模型 設定 및 機械利用 費用 分析研究

— PC用 프로그램 開發 —

## Optimum Size Selection and Machinery Costs Analysis for Farm Machinery Systems

— Programming for Personal Computer —

李雲龍\*, 金聲來\*\*, 鄭斗浩\*, 張東日\*\*, 李東鉉\*, 金裕學\*\*\*  
W. Y. Lee\*, S. R. Kim\*\*, D. H. Jung\*, D. I. Chang\*\* D. H. Lee\*, Y. H. Kim\*\*\*

### Summary

A computer program was developed to select the optimum size of farm machine and analyze its operation costs according to various farming conditions. It was written in FORTRAN 77 and BASIC languages and can be run on any personal computer having Korean Standard Complete Type and Korean Language Code.

The program was developed as a user-friendly type so that users can carry out easily the costs analysis for the whole farm work or respective operation in rice production, and for plowing, rotarying and pest controlling in upland.

The program can analyze simultaneously three different machines in plowing & rotarying and two machines in transplanting, pest controlling and harvesting operations.

The input data are the sizes of arable lands, possible working days and number of laborers during the optimum working period, and custom rates varying depending on regions and individual farming conditions.

We can find out the results such as the selected optimum combination farm machines, the overs and shorts of working days relative to the planned working period, capacities of the machines, break-even points by custom rate, fixed costs for a month, and utilization costs in a hectare.

---

\* 農業機械化研究所(Agricultural Mechanization Institute, Suwon, Korea)

\*\* 忠南大學校 農業機械工學科(Chungnam National University, Dept. of Agricultural Engineering, Daejeon, Korea)

\*\*\* 農業技術研究所(Agricultural Sciences Institute, Suwon, Korea)

## 1. 緒 論

農村의 勞動力 不足과 이로 인한 勞賃上昇은 農產物 輸入開放과 함께 農業 生産 活動에 많은 어려움을 주고있다. 最近 政府에서는 적극적인 農業機械化 事業 추진으로 부족 노동력을 解消하고 勞動力 절감에 注力하고 있으며, 절감된 勞動力의 農外就業를 확대하여 農家所得을 높이기 위한 農業構造改善 事業에 많은 노력을 기울이고 있다<sup>(25)</sup>.

農業 生産費中 가장 큰 部分의 하나인 勞働費를 절감하기 위해서는 機械化와 自動化에 의한 省力化로 可能하지만, 農機械 價格과 自動化 施設費가 비싸고 農민의 重勞動 忌避와 便農 欲求에 따른 大型 高性能 농기계의 選好는, 高額의 자본투자를 유발하여 農家の 經營收支를 惡化시킬 우려가 있다.

또한 우리나라와 같이 戶當 경지면적이 작은 小農構造에서 농업기계화는 資本의 過剩投資 原因이 될 수 있어 農家の 營農規模에 알맞는 적정 농기계 투입과 보유기종의 利用度를 증진시킬 수 있는 方案의 研究가 시급한 실정이다.<sup>(20,22)</sup>

農機械 需要豫測이나 適正投入規模를 결정하기 위한 研究는 주로 線形計劃(Linear Program)이나 非線形計劃(Nonlinear Program)의 分析技法을 이용해왔다.

이들 理論은 주로 資源의 配分이나 割當 問題를 해결하는 것을 目的으로 한 것이 基本概念이며, 農家所得을 最大化하기 위하여, “농기계를 포함하는 投入資本과 生産作目を 어떤 配分으로 할 것인가?”에 대한 응용으로 活用되어 왔다<sup>(23,4)</sup>.

線形計劃法은 目的函數가 각각의 適用變數에 대하여 1차 函數的인 關係를 가질때, 주어진 數個의 制約條件을 만족시키면서 목적함수의 값이 最大 또는 最少가 될때의 變數 條件을 찾는 방법이다. 그러나 農기계 費用分析에 선형계획법을 利用하는 것은, 變動費는 기계이용 作業面積에 對하여 선형적 비례 關係로 變하지만 固定費 投入 比率는 作業면적에 反比例 하는 非線形的인 關係임에도 불구하고 線形的인 關係로 假定

해야 하기 때문에 現實 適應性이 떨어지게 된다<sup>(2,3)</sup>.

또한 非線形計劃法은 이러한 문제점은 해결할 수 있어 컴퓨터 프로그래밍에 Hooke & Jeeves pattern search 理論에 依한 Iterative Nonlinear Goal Programe 등의 開發된 팩케지(Pacage)를 活用한 프로그램 開發은 연구한 事例가 있으나, 非專門家가 시물레이션의 特性인 變數에 變化를 주어가면서 結果를 比較할 수 있는 機能에는 미흡한 實情이 었다<sup>(30)</sup>.

張등은 NGP( Nonlinear Goal Programming ) 理論으로 營農團의 規模에 따른 適正機種의 選定에 對한 研究에서 農기계 投入規模를 제시하였으나 氣候 地帶別, 農家別, 作付體系別 영농조건이 다른 要因을 적용하여 農家現實에 맞는 分析方法을 提示하는 것에는 未洽하였다<sup>(1)</sup>.

또한 農機械費用分析은 보급기종의 種類가 많고 型式別 性能 차이가 크며, 氣候地帶別 農기계 利用日數가 달라 負擔面積의 차이가 크고, 負擔面積 決定을 위한 圃場效率, 實作業率, 作業可能日數率, 機械使用日數 등 基本要因에 대한 研究가 미진한 실정에 있다.

現在까지 農業機械化를 위한 經濟性 分析은 農業經濟 部門만이 強調되어 個別 農業經營體別 영농조건 차이점이 度外視된, 全國 平均的인 개념으로 分析되거나 一部 地域에 한한 경우가 一般的이었다<sup>(14)</sup>.

따라서 本 研究에서는 個別 農業經營體(農家 또는 營農團)에서 각각의 所有 耕作面積과 기계 사용일수, 賃作業料 등의 영농조건을 이용하여 現在의 保有機種이나 購入希望 機種의 경제성 분석과 최소비용의 農기계 적정투입모형을 얻을 수 있는 PC用 시물레이션( Simulation ) 프로그램을 開發하고자 하였다.

## 2. 材料 및 方法

### 가. 分析對象 農機械

分析對象 農機械는 현재 農家에서 많이 이용하고 있는 8機種 22型式으로서 Table 1과 같다.

Table 1. Model of farm machinery for analyzing.

j= Farming step

	Model of farm machinery		Variable	Application
Power tiller	8 PS	(PT)	X <sub>1j</sub>	8~10 PS
Tractor	22 PS	(T22)	X <sub>2j</sub>	19~23 PS
	25 "	(T25)	X <sub>3j</sub>	23~30 "
	35 "	(T35)	X <sub>4j</sub>	30~35 "
	38 "	(T38)	X <sub>5j</sub>	35~45 "
	50 "	(T50)	X <sub>6j</sub>	45~55 "
	74 "	(T74)	X <sub>7j</sub>	55~ "
Rice-transplanter	4 row, walking type	(TW4)	X <sub>8j</sub>	Broadcasting & drilling
	4 row, riding "	(TR4)	X <sub>9j</sub>	
	6 row, riding "	(TR6)	X <sub>10j</sub>	
Power sprayer	40 A	(40A)	X <sub>11j</sub>	Power tiller attachment
	60 A	(60A)	X <sub>12j</sub>	"
	70 A	(70A)	X <sub>13j</sub>	"
Harvester	TM-400	(TM4)	X <sub>14j</sub>	Tractor attachment
	Binder 2 row	(BT2)	X <sub>15j</sub>	Including threshing
	Combine 2 row	(CM2)	X <sub>16j</sub>	
	Combine 3 row	(CM3)	X <sub>17j</sub>	
	Combine 4 row	(CM4)	X <sub>18j</sub>	
Thresher	Power thresher(stationary)		X <sub>19j</sub>	Included to binder
Grain dryer	Continuous flow(21* surk)	(D21)	X <sub>20j</sub>	
	Continuous flow(36 surk)	(D36)	X <sub>21j</sub>	
	Continuous flow(46 surk)	(D46)	X <sub>22j</sub>	

\* 1 surk : 100Kg(paddy)

나. 負擔面積 決定 要因

농기계의 作業幅과 作業速度는 農機械檢査年報 資料<sup>(19)</sup>를 이용하였으며, 圃場效率, 실작업률, 작업가능 일수를, 1일 작업시간은 文獻<sup>(7,12,16,17,28,29)</sup>에 의하여 Table 2, 3 과 같이 適用하였다.

또한 南韓의 氣候地帶 區分과 各 氣候地帶別 適期作業 日數는 Fig 1, Table 4 와 같다.

Table 2. Effective width and operating speed of farm machinery.

Machinery	Model	Effective width		Speed(Km/hr)		Field efficiencies	
		Plow	Rotary	Plow	Rotary	Plow	Rotary
Power tiller Tractor	8 PS	0.28 m	0.55 m	3.10	1.98	84* %	78* %
	22 PS	0.59	1.33	4.68	1.84	71*	78*
	25 〃	0.73	1.43	4.36	1.84	71*	78*
	35 〃	0.82	1.54	4.43	1.87	71*	78*
	38 〃	0.93	1.67	4.59	1.98	71*	78*
	50 〃	1.11	1.74	4.32	2.12	71*	78*
	74 〃	1.22	2.02	4.43	2.57	71*	78*
Rice- transplanter	4 row walking	1.20		1.45		74**	
	4 row riding	1.20		1.92		74**	
	6 row riding	1.80		1.52		74**	
Power sprayer	40 A	10.8		1.80		60**	
	60 A	11.7***		1.80		60**	
	70 A	13.5		1.80		60**	
	TM-400	14.4		1.80		60**	
Harvester	Binder 2 row	0.60		2.88		65*	
	Combine 2 〃	0.60		2.15		70**	
	Combine 3 〃	0.90		1.86		70**	
	Combine 4 〃	1.20		3.24		70**	

\* 農業機械學(郷文社), 農業機械學(韓國放送通信大學教材, 서울大學校出版部)

\*\* 農業機械業務便覽(農林水産部)<sup>(24)</sup>

\*\*\* 病蟲害防除機 作業方法 確立試驗(I), (II)(農試報告 24, 26-2)<sup>(5,6,16)</sup>

Table 3. Real working efficiencies, Efficiencies of available working day and Working hours (%)

Farm work	Real working efficiencies	Working hours hours/day	Efficiencies of available working day
Plowing	66-72*	12 **	82*
Rotary tilling	68-73*	12 **	82*
Rice-transplanting	59-67*	12.3**	86*
Pest controlling	68**	6.1**	-
Harvesting			
- Binder	60-66*	10.6**	72*
- Combine	62-72*	10.6**	72*
Drying	57**	24 **	72*

\* 農業機械學(郷文社), 農業機械學(韓國放送通信大學教材, 서울大學校出版部)

\*\* 시험연구보고서(農業機械化研究所)<sup>(26)</sup>



Fig. 1 Division of zone by climate condition in South Korea.\*

\* 氣象圈域別 特性斗 耕地利用度(1988, 農業技術研究所)<sup>(18)</sup>

Table 4. Available working days in different climate zones.\* (day)

Zone	Farming	Plowing & Rotary till-ing	Rice-trans-planting	Harvesting	Drying
① Mountains-chill		4.12 - 5.22 ( 40 days )	5.15 - 5.25 ( 10 )	9.20 - 10.5 ( 15 )	9.20 - 10.8 ( 17 )
② Mountains		4.12 - 5.22 ( 40 )	5.15 - 5.25 ( 10 )	9.20 - 10.5 ( 15 )	9.20 - 10.8 ( 17 )
③ Middle and northern inland		4.12 - 5.22 ( 40 )	5.15 - 5.25 ( 10 )	9.20 - 10.5 ( 15 )	9.20 - 10.8 ( 17 )
④ Middle and north-western coast		4.12 - 5.27 ( 45 )	5.15 - 5.30 ( 15 )	9.20 - 10.15 ( 25 )	9.20 - 10.18 ( 27 )
⑤ Middle and western coast		4.17 - 6.1 ( 45 )	5.15 - 6.4 ( 20 )	9.25 - 10.25 ( 30 )	9.20 - 10.30 ( 32 )
⑥ Middle and inland		4.17 - 5.27 ( 40 )	5.15 - 5.30 ( 15 )	9.20 - 10.15 ( 25 )	9.20 - 10.18 ( 27 )
⑦ South and inland		4.17 - 6.6 ( 50 )	5.15 - 6.9 ( 25 )	9.25 - 10.25 ( 30 )	9.25 - 10.28 ( 32 )
⑧ South coast		4.12 - 6.11 ( 60 )	5.10 - 6.14 ( 35 )	9.25 - 10.30 ( 35 )	9.25 - 11.2 ( 37 )
⑨ East coast		4.12 - 5.22 ( 40 )	5.15 - 5.25 ( 10 )	9.20 - 10.5 ( 15 )	9.20 - 10.8 ( 17 )

\* 食糧作物指導教本( 1989, 各道農村振興院)을 基礎로 推定된 값임.<sup>(21,23)</sup>

다. 機械利用 費用 分析 要因

1) 固定費

機械購入價格은 '91.1월 公品가격<sup>(9)</sup>을 基準, 減價償却費 計算은 直線法으로, 殘存價格은 購入價格의 10%로, 利率은 농기계구입 融資金

의 利率인 年 5%로, 보관창고료는 購入價格의 3%로 하였으며<sup>(11)</sup>, 농기계 保險制度는 아직 現實化가 되고있지 않아 적용하지 않았으며 투입 기종별 耐久年數는 Table 5 와 같이 적용하였다.

Table 5. Life of farm machineries. (year)

	Power-tiller	Tractor	Trans-planter	Power-sprayer	Binder	Thresher	Combine	Dryer
Life	7*	8*	6*	5**	6*	8*	7*	8*

\* 業務資料(1991, 農林水産部 農機械課)<sup>(25)</sup>

\*\* 高性能農業機械導入基本方針及 參考資料(1987, 日本 農林水産省公表)<sup>(11)</sup>

Table.6 Variable costs of farm machinery in an hour working

		Purchase price won/unit	Coefficients R&M costs %/hr	Operater man	Labor costs won/day	Labor costs won/hr	Fuel consumption ℓ/hr-ps	Fuel costs won/hr	Oil*** won/hr	Variable costs won/hr
○ Power tiller	Body	1,178,600	0.017*	1						
	Plow	45,600	0.041*	1	26,225	3,167	0.24	295	38	3,720
8ps	Rotary	164,200	0.135*	1	26,225	3,078	0.29	356	46	3,903
	Body	6,132,000	0.014**	1						
○ Tractor 22ps	Plow	702,000	0.027**	1	26,225	3,167	0.19	642	83	4,941
	Rotary	1,049,500	0.025**	1	26,225	3,078	0.21	713	93	5,005
○ Tractor 25ps	Body	7,164,000	0.014**	1						
	Plow	884,000	0.027**	1	26,225	3,167	0.19	729	95	5,233
○ Tractor 25ps	Rotary	1,084,000	0.025**	1	26,225	3,078	0.18	701	91	5,114
	Body	9,542,000	0.014**	1						
○ Tractor 35ps	Plow	912,000	0.027**	1	26,225	3,167	0.15	820	107	5,677
	Rotary	1,231,000	0.025**	1	26,225	3,078	0.17	898	117	5,736
○ Tractor 38ps	Body	9,550,000	0.014**	1						
	Plow	820,000	0.027**	1	26,225	3,167	0.16	940	122	5,788
○ Tractor 38ps	Rotary	1,320,000	0.025**	1	26,225	3,078	0.17	975	127	5,847
	Body	18,590,000	0.014**	1						
○ Tractor 50ps	Plow	1,133,000	0.027**	1	26,225	3,167	0.17	1,275	166	7,427
	Rotary	1,316,000	0.025**	1	26,225	3,078	0.18	1,383	180	7,572
○ Tractor 74ps	Body	23,500,000	0.014**	1						
	Plow	3,050,000	0.027**	1	26,225	3,167	0.16	1,819	236	9,336
○ Tractor 74ps	Rotary	2,480,000	0.025**	1	26,225	3,078	0.10	1,106	144	8,238
	4row walking	1,605,000	0.050**	3	68,467	8,836	0.44	255	33	9,927
○ Trans-planter	4row riding	4,300,000	0.050**	4	89,588	11,561	0.34	330	43	14,084
	6row riding	6,222,000	0.050**	4	89,588	11,561	0.45	641	83	15,397
○ Power-sprayer 40 A		229,000	0.080**	3	68,467	16,458	0.24	98	13	16,952
	60 A	266,000	0.080**	3	68,467	16,458	0.24	167	22	17,060
○ Power-sprayer 70 A		279,300	0.080**	3	68,467	16,458	0.24	178	23	17,082
	TM-400	1,300,000	0.080**	4	89,588	21,535	0.24	350	46	23,829
○ Harvester	Binder	1,465,000	0.041**	2	47,346	7,070	0.46	359	47	8,077
	Thresher	530,000	0.016**	5	110,709	13,018	0.24	170	22	13,295
○ Combine 2row		6,976,000	0.042**	2	47,346	7,184	0.27	460	60	10,634
	3row	9,090,000	0.042**	3	68,467	10,389	0.26	727	95	15,028
○ Combine 4row		19,266,000	0.042**	4	89,588	13,593	0.24	1,217	158	23,060
	21 surk	2,788,000	0.004**	2	47,346	3,461	3.10	671	87	4,330
○ Grain dryer (Continuous flow)	36 surk	3,215,000	0.004**	2	47,346	3,461	4.21	911	118	4,619
	46 surk	3,556,000	0.004**	2	47,346	3,461	5.40	1,168	152	4,923

\* 한국농업기계학회지(1990 제15권 2호)<sup>(13)</sup>

\*\* 시험연구보고서 (농업기계화연구소)<sup>(26)</sup>

\*\*\* Farm power and machinery management (1983, Hunt)<sup>(8)</sup>

2) 變動費

勞賃은 '90. 10 基準값으로 하였으며<sup>(27)</sup>, 기계 운전자 노임은 보조자 노임의 30% 加重值를 주어서 適用하고<sup>(10)</sup>, 修理費를 고정비의 項目으로 계산하는 경우도 있지만 이 研究에서는 변동비에 포함하여 계산하였다. 또한 燃料費는 免稅油價格을 적용하였고, 燃料消耗量은 農機械檢査年報 資料를 참고하였으며, 윤활유비는 燃料費의 13%로 적용하였다<sup>(8)</sup>.

이러한 基準으로 時間當 變動費를 계산한 結果는 Table 6 과 같다.

라. 數學的모델 開發

目的函數는 機械費用을 最小化하는 함수로 設定하였다. 年間 固定費를 계산하여 非線形的인 特性인 作業면적에 대한 고정비의 投入比率이 作業面積 크기에 따라 적용될 수 있도록 하였고, 總作業面積을 투입농기계의 時間當 負擔能力으로 나누어 기계이용시간을 구하고 여기에 시간당 變動費를 곱하여 年間 變動費를 구하였다.

또한 各農作業을 分離하여 계산할 수 있도록 耕耘에서 乾燥作業까지 6단계로 區分하였으며 발동사에서는 利用者의 選擇에 따라 耕耘, 整地, 防除作業에 대하여만 분석이 可能하도록 하였다.

1) 目的函數의 式과 係數

Minimize Machine Cost :  $MC_{ij}$

$$MC_{ij} = \sum_{i=1}^{22} \sum_{j=1}^6 [FIX_{ij} + HR_{ij} \cdot VAC_{ij}] \cdot X_i$$

where,  $MC_{ij}$  (Machine Cost) ; 원/연

$i = 1, \dots, 22$  ; 기종

$j = 1, \dots, 6$  ; 농작업 (경운 → 건조)

$FIX_{ij}$  = 고정비 ; 원/연

$VAC_{ij}$  = 변동비 ; 원/시간

$HR_{ij}$  = 기계이용시간 ; 시간/연

$X_i$  = 기계대수 ; 대

고정비 (직선법)

$$FIX_{ij} = (P_i - S_i) / L_i + (P_i + S_i) / 2 \cdot I + SH_i$$

where,  $P_i$  = 기계구입가격 ; 원/대  
 $S_i$  = 잔존가격 (구입가격의 10%) ; 원/대  
 $I$  = 이자율 ; Decimal  
 $SH_i$  = 보관료 (구입가격의 3%) ; 원/대

변동비

$$VAC_{ij} = [L_i + (R \& M)_i \cdot P_i + F_i + O_i + T_{i=15} + E_{i=20-22}]$$

where,  $VAC_{ij}$  = 변동비 ; 원/시간  
 $L_i$  = 노임 ; 원/시간  
 $(R \& M)_i$  = 수리비계수 ; Decimal %  
 $P_i$  = 구입가격 ; 원/대  
 $F_i$  = 연료비 ; 원/시간  
 $O_i$  = 윤활유비 ( $F_i$ 의 13%) ; 원/시간  
 $T_{i=15}$  = 원동기비 (탈곡기) ; 원/시간  
 $E_{i=20-22}$  = 전력비 (건조기) ; 원/시간

부담면적

- 포장기계

$$AC_i = S_i \cdot W_i \cdot EF_i / 10$$

where  $AC_i$  = 부담면적 ; ha/시간

$S_i$  = 작업속도 ; Km/시간

$W_i$  = 작업폭 ; m

$EF_i$  = 포장효율 ; Decimal

- 건조기

$$DC_i = Q_i / (DT_i + MTC_i / DR_i)$$

where  $DC_i$  = 건조능력 ; Kg/시간

$Q_i$  = 건조량 ; Kg/대 · 회

$DT_i$  = 작업준비시간 ; 시간/회

$MTC_i$  = 총건조합수량 ; %/시간

$DR_i$  = 건감률 ; %/시간

농기계이용시간

- 포장기계

$$HR_{ij} = K \cdot (PA + DL) / (AC_{ij} \cdot EU_{ij} \cdot U_j \cdot ED_j \cdot WD_j)$$

where,  $HR_{ij}$  = 이용시간 ; 시간/연

K = 상수 : 경운+정지작업 K=2,  
그외농작업 K=1  
PA = 논면적 : ha  
DL = 밭면적 : ha(경운, 정지, 방제작업  
만 포함)  
EU<sub>i</sub> = 실작업율 : Decimal  
U<sub>i</sub> = 일 작업시간 : 시간/일  
ED<sub>j</sub> = 작업가능일수 : Decimal  
WD<sub>j</sub> = 적기작업 일수 : 일/연(방제작업,  
WD=1)

- 조건기

$$HR_i = PM \cdot PA / (DC_i \cdot EU_i \cdot U_i \cdot ED_j \cdot WD)$$

where, HR<sub>i</sub> = 이용시간 : 시간/연

PM = 벼생산량 : Kg/ha

손익분기면적

$$SN_{ij} = [FIX_{ij} \cdot X_i / \{(1 - VAC_{ij} \cdot X_i) / RC_j\}] / RC_i$$

where SN<sub>ij</sub> = 손익분기면적 : ha

RC<sub>j</sub> = 임작업료 : 원/ha

## 2) 制約函數

農作業을 適期作業期間에 끝낼 수 있는 조건과 賃作業料와 比較되도록 하였고, 機械作業 투입가능 勞動力을 制約函數로 설정한 사례<sup>(12,3)</sup>가 있으나 耕耘·整地 機種에는 제약함수의 역할을 못할 뿐만 아니라 脫穀作業의 農作業에서는 投入 勞動力의 標準偏差가 1명 미만이기 때문에 여기서는 考慮하지 않았다.

또한 실제로 1일 作業時間이나 利用日數에 약간의 餘裕가 있을 수 있기 때문에 利用者가 설정하는 농기계 利用可能 日數를 適期作業 기간으로 설정하는 制約函數에 餘裕率을 주어 現實適用性을 높였다.

制約函數의 식과 계수는 다음과 같다.

적기작업시간

- 포장기계

$$\frac{K \cdot (PA + DL)}{\sum_{i=1}^{22} \sum_{j=1}^5 (FC_i \cdot EU_i \cdot U_i \cdot ED_j)} \leq WD_j + S$$

where, K = 상수 : 경운+정지작업 K  
=2,그외농작업 K  
=1  
PA = 논면적 : ha  
DL = 밭면적 : ha(경운, 정지, 방제  
작업만 포함)  
WD<sub>j</sub> = 기계사용일수 : 일/연, 방제 : 시간/일  
S = 여유율 : 경운 S=2, 정지, 이  
앙, 방제, 수확 S=1,  
건조 S=2

- 조건기

$$\frac{PM \cdot PA}{\sum_{i=1}^{22} \sum_{j=1}^5 (DC_i \cdot EU_i \cdot U_i \cdot ED_j)} \leq WD_j + S$$

where, S = 여유율 : S=2

○ 기계비용 최소화

$$\text{Minimize } MC_i = \sum_{i=1}^{22} \sum_{j=1}^5 (FIX_{ij} + VAC_{ij} \cdot HR_{ij}) \cdot X_i$$

and  $MC_i \leq RC_j$

## 마 프로그램 開發

프로그램에 使用한 言語는 FORTRAN 77 과 BASIC 이며, 記憶容量이 512 KB 以上이고 완성

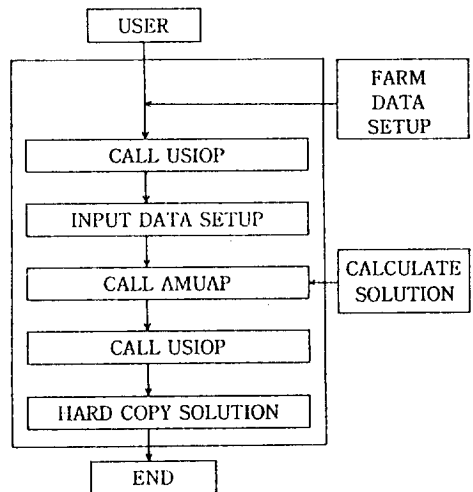


Fig. 2 Flow chart for optimum selection and analyzing costs program.



형 한글카드가 내장된 個人用 컴퓨터(PC)에서 利用할 수 있도록 하였다.

(1) FDS 프로그램

各 氣候地域의 適期 農機械 使用 日數와 賃作 業料를 미리 設定하여 耕地面積 條件만 입력하면 勸獎 投入模型이 제시될 수 있도록 SETUP 프로그램을 開發하였으며 흐름도는 Fig.3 와 같다. 프로그램 사용자는 그지역의 適期 農機械 使用 日數나 賃作業料가 變하면 다시 設定할 수 있다.

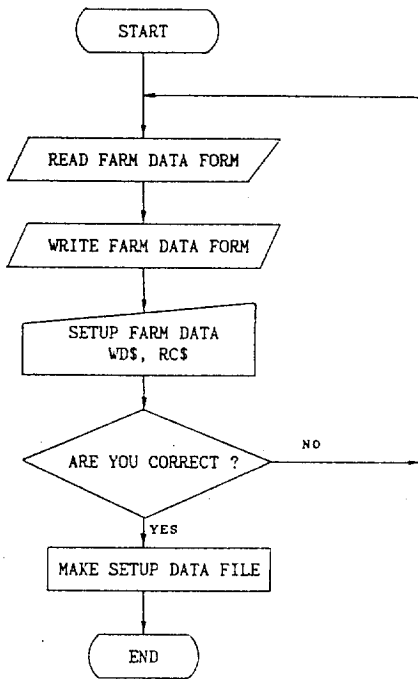


Fig. 3 Flow chart for FDS program

(2) FMUAP 프로그램

設定된 營農條件에 對한 투입 농기계의 經濟性 分析, 즉 기계사용 過不足日數, 負擔面積, 損益分岐面積, 月間 固定費, ha 當 機械利用費用 등의 연산과 最少 機械利用費用의 투입모델이 選定될 수 있는 프로그램을 FORTRAN 77 언어로 개발하여 FMUAP( Farm Machinery Usage Analyzing Program)라고 命名 하였으며 FMUAP의 흐름도는 Fig.4 과 같다.

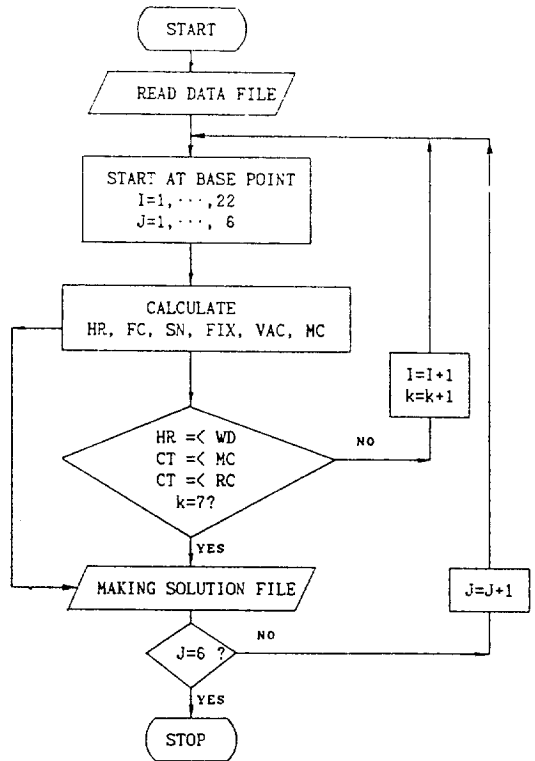


Fig. 4 Flow chart for the FMUAP program

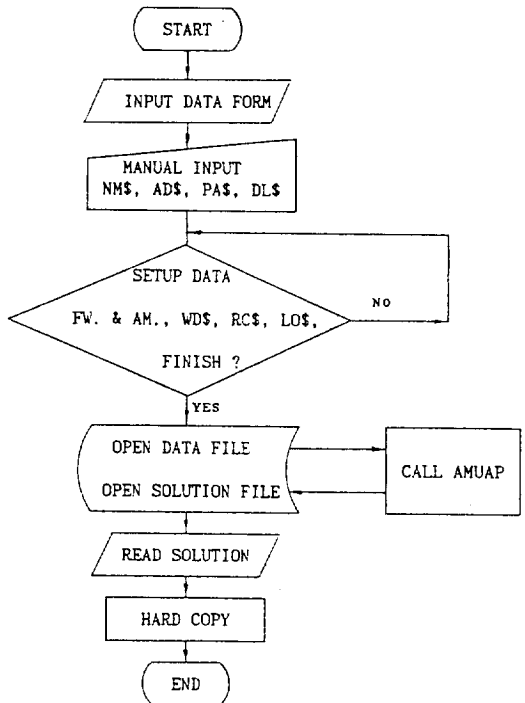


Fig. 5 Flow chart for the USIOP program

(3) USIOP 프로그램

農家別 營農條件을 設定하여 입력 DATA FILE을 만들고, FMUAP 의한 分析結果를 入·出力할 수 있는 입출력 프로그램을 開發하여, USIOP( User Supply Input & Output Program )라 命名 하였으며 흐름도는 Fig.5 와 같다.

3. 結果 및 考察

가. 資料入力

開發된 FMUAP, FDS, USIOP 를 이용하여 農機械 投入模型 設定과 費用分析을 시뮬레이션할 수 있도록 構成하고 이를 AMS(Agricultural Machinery Selection) 프로그램이라 하였으며, AMS는 利用者가 컴퓨터 畫面을 보면서 손쉽게 營農條件을 設定할 수 있도록 커서 위치별 機能란에 說明文이 表示되는 對話式으로 되어 있어 컴퓨터에 대해 초보자라도 분석할 수 있도록 하였다.

또한 벼농사 一貫作業은 물론 各 農作業을 分離하여 투입농기계의 經濟性 分析이 可能하고, 各 農작업별 작업면적이 다른 賃作業農, 委託營農會社 等에서도 農作業別로 有效適切하게 分析할 수 있다. 耕耘·整地機는 3型式, 移秧, 防除, 收穫機는 2型式을 同時에 分析할 수 있고 各 型式別 最大 7臺 까지 適正投入 規模가 제시될 수 있도록 하였다.

氣候地域別 營農條件을 設定하는 FDS 프로그램의 入力畫面은 Fig.6과 같으며, 利用者 자료 入力畫面은 Fig.7 과 같다.

귀군의 적기작업 농기계 사용일수와 연간 방제횟수는?  
(보내기철과 수확철기준)

	경운	정지	이앙	방제	수확	건조
농기계 사용일수(일, 횟수)	10	10	10	3	15	17

귀군의 각종작업용 임작업의뢰 할때 임작업료(원/평, 48kg 매상가마당)는?

	경운	정지	이앙	방제	수확	건조
임작업료(원/평, 가마48kg)	50	50	100	28	130	650

농기계사용 일수와 임작업료의 선정이 끝났으면 Y키를 치고 다시 설정하려면 N키를 치세요!

Fig. 6 Diagram for farming data by the FDS program

성 명 : 신경영 주 소 : 수원(시·군) 서둔(읍·면) 249(리)						
논면적 : 10ha 발원적 : ha						
농작업	기종 및 형식	대수	기 계 사용일수	임작업료	일소요 인 원	
경운+정지 경 운 정 지	트랙터 38마력	1대	경운 : 10	50	남자 : 1명	
		대	정지 : 10	50	남자 : 1	
이 앙	승 용 6조	1대			남자 : 1	
		대	10	100	보조 : 2	
방 제	분무기 70A	1대			남자 : 1	
		대	3	20	보조 : 2	
수 확 (탈곡)	콤바인 3조	1대			남자 : 1	
		대	15	130	보조 : 2	
건 조	순환식 46석	1대	17	700	남자 : 1	
기능	건조는 순환식21, 36, 46이며, 입력받으면 Ctrl+End 키를 칩					보조 : 1

Fig. 7 Diagram for farming data by the USIOP program

나. 結果出力

프로그램에 의한 分析結果는 분석하고자 입력된 耕地面積을 設定된 營農條件에 따라 作業할 때 投入機種의 기계사용 過不足日數, 適期 農機械 使用 日數 동안 負擔面積, 提示된 賃作業料에 對한 損益分岐面積, 月間 固定費, ha 당 機械利

농업기계투입모형 분석결과

• 성명: 신경영 • 주소: 수원(시·군) 서둔(읍·면) 249(리)  
• 농작업 여건: 논: 5ha 밭: 0 ha

연간 기계사용일수(일)	10	10	10	3	15	17
평당 임작업료(원)	50	50	100	25	130	700
연간 소요인원(명)	10	10	30	9	45	34

(주) 방제기 사용일수: 방제작업횟수/년, 건조임작업료: 원/가마(400kg)

• 권장기준

경운·정지	이앙	방제	수확·탈곡	건조	기계비용
경운기 8마력+보행용 4조+분무기 70A+배인더+탈곡기+임작업 의뢰					
1대	1대	1대	1대	0대	(천원/ha)
97263원	199866원	21139원	293339원	109673원	721

• 보유 또는 구입계획 농기계이용 결과

작업명	기종및형식	대수	일수	면적(ha)	연적(ha)	기계이용비용		선택 기준 적부
						고정비용	총비용	
경+정 경 운 정 지	트랙터 22마력	1	12.5	26.6	6.7	124822	187497	
		0	6.2	13.3	13.3	124822	337320	
		0	6.3	13.3	13.3	124822	337248	
이 앙	보행용 4조	1	4.2	8.6	2.2	32068	199866	
		0						
방 제	분무기 70A	1	1.1	18.3	1.1	5295	21139	
		0	(사건)					
수확+ 탈 곡	콤바인 3조	1	6.0	8.3	10.2	156099	581499	
		0	1					
건 조	순환식 36석	1	7.1	8.6	6.6	50912	138827	

(주) 고정비: 원/일, 총 비용: 원/ha

• 총합의견:

1991년 12월 09일 수원(시·군) 농촌지도소장(인)

Fig. 8 An output sample of AMS program

用費 등의 經濟性 分析結果를 포함하고 있으며, 選擇된 투입기종에 關係없이 最少費用의 농기계의 勸奨 投入模型이 賃作業料와 比較되어 出力 된다.

프로그램에 依한 分析結果 例示는 Fig.8 과 같다.

(1) 機械利用費用

機械利用費用은 作業面積이 增加함에 따라 單位面積當 투입되는 固定費率이 작아지기 때문에 減少하며, 農作業別 투입기종의 ha 當 利用費用은 Figs.9, 10, 11 과 같다.

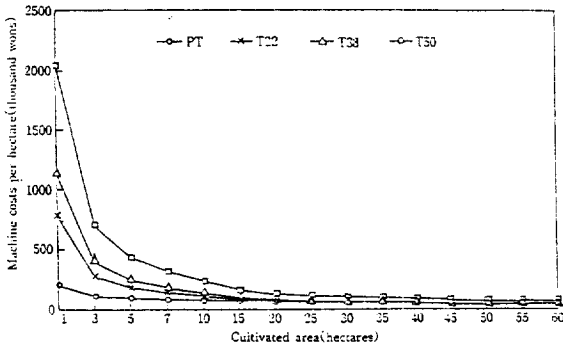


Fig. 9 Costs of plowing and rotarying per hectare

耕耘·整地用 農기계인 耕耘機, 트랙터 22, 38, 50 馬力의 경우, 各各 5, 10, 12, 17 ha 以上の 면적에서는 耕地面積 增加에 依한 費用節減 效果가 작은 것으로 나타났다. 또한 機種間의 損益分岐는 耕耘機와 트랙터 22 馬力의 경우 20 ha 규모에서, 트랙터 22馬力과 38馬力는 35 ha 規模인 것으로 나타났다.

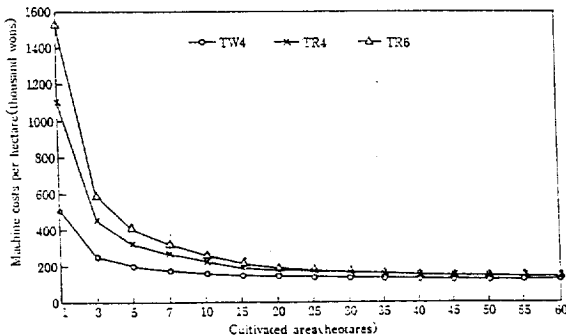


Fig.10 Costs of rice-transplanting per hectare

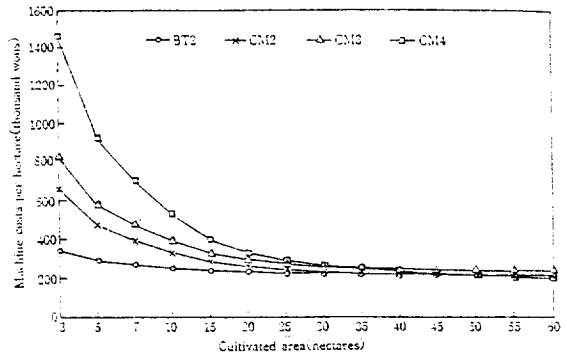


Fig.11 Costs of harvesting per hectare

移秧機는 步行 4條, 乘用 4, 6條의 경우 各各 6, 11, 13 ha 以上 規模에서 耕地面積 增加에 따른 費用節減 效果가 적었으며, 機種間의 損益分岐는 乘用 4條와 6條 경우에만 44 ha 規模인 것으로 나타났다.

收穫作業에서는 바인더, 콤바인 2, 3, 4條의 경우 各各 5, 14, 16, 20 ha 以上の 規模에서는 耕地面積 增加에 따른 費用節減 效果가 작았으며, 機種間의 損益分岐는 바인더와 콤바인 2條의 경우 41 ha, 콤바인 3, 4條의 경우 30 ha 規模인 것으로 나타났다.

(2) 損益分岐面積

損益分岐面積은 農기계를 購入하여 농작업할 때의 비용과 賃作業 依賴할 때 支出되는 賃作業料와 比較하여 계산하였으며, AMS 프로그램에 依한 機種別 賃作業料 水準에 따른 損益分岐面積은 Figs.12, 13, 14 와 같다.

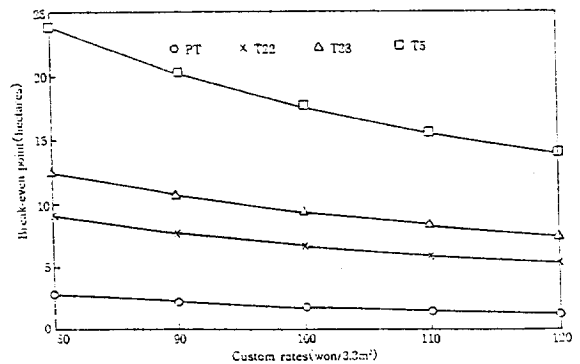


Fig.12 Break-even point for plowing and rotarying by custom rates.

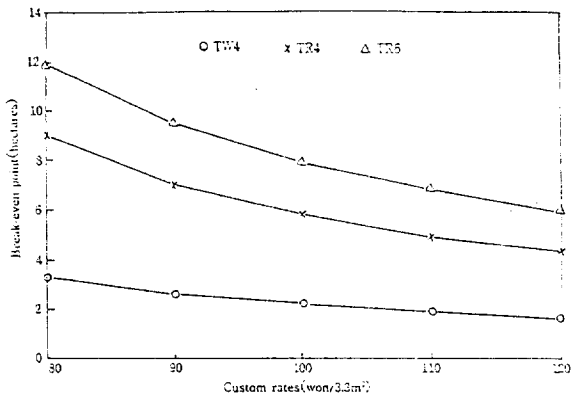


Fig.13 Break-even point for rice-transplanting by custom rates

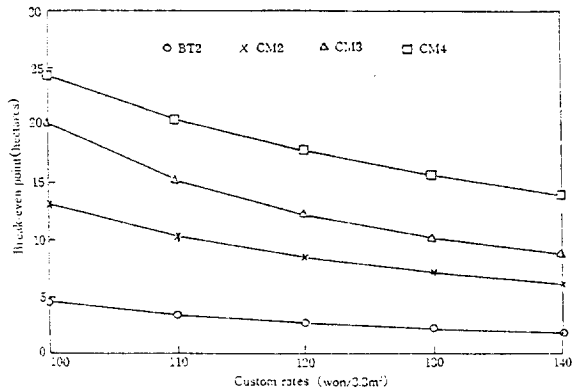


Fig.14. Break-even point for harvesting by custom rates

(3) 耕地規模別 適正機種 選定

適正投入 機種選定은 適期 作業期間內에 작업을 마칠 수 있고, 機械費用이 最少인 機種으로

선정하였으며, 賃作業料와 비교될 수 있도록 하였다. 耕作面積에 대한 適正投入機種 모델과 單位面積當 機械費用은 Table 7 과 같다.

Table.7-1 The optimal machinery combination for(the regions of mountains-chill, mountains, middle and northeren inlands, north-western coasts, and east coasts).

Paddy land(ha)	Tillage & rotaryring	Trans-planting	Spraying	Harvest-ing	Drying	Costs (1,000won/ha)
1	PT	+ TW4	+ 70A	+ BT2	+ D21	2,001
2			〃			1,213
3			〃			950
4			〃			818
5			〃			739
6	T22	+ TW4	+ 70A	+ CM2	+ D21	906
7	T22	+ TW4	+ 70A	+ CM2	+ D36	863
8	T22	+ TW4	+ 70A(2)	+ CM2	+ D36	796
9	T22	+ TW4	+ 70A(2)	+ CM3	+ D36	816
10	T22	+ TW4	+ 70A(2)	+ CM3	+ D36	847
15	T25	+ TW4(2)	+ 70A(2)	+ CM3	+ D36(2)	936
20	T50	+ TR4(2)	+ 70A(3)	+ CM4	+ D46(2)	959
25	T22(2)	+ TR6(2)	+ 70A(4)	+ CM4(2)	+ D36(3)	1,234
30	T74	+ TR4(3)	+ 70A(5)	+ CM4(2)	+ D46(3)	1,317
35	T38(2)	+ TR4(3)	+ 70A(5)	+ CM4(2)	+ D36(4)	1,269
40	T22(3)	+ TR6(3)	+ 70A(6)	+ CM4(2)	+ D46(4)	1,288
45	T25(3)	+ TR6(4)	+ 70A(7)	+ CM4(2)	+ D46(4)	1,410
50	T38(3)	+ TR6(5)	+ 70A(7)	+ CM4(2)	+ D46(5)	1,423

Note : ( ) = Number of units

Table.7-2 continue...(The regions of the middle and north-western coasts, and middle inlands).

Paddy land(ha)	Tillage & rotarying	Trans-planting	Spraying	Harvest-ing	Drying	Costs (1,000won/ha)
1	PT	+ TW4	+ 70A	+ BT2	+ D21	2,001
2			〃			1,213
3			〃			950
4			〃			818
5			〃			739
6			〃			687
7			〃			649
8	PT	+ TW4	+ 70A(2)	+ BT2	+ D21	640
9	T22	+ TW4	+ 70A(2)	+ CM2	+ D21	745
10			〃			709
15	T22	+ TR4	+ 70A(2)	+ CM3	+ D46	717
20	T22	+ TR6	+ 70A(3)	+ CM4	+ D21(2)	719
25	T38	+ TW4(2)	+ 70A(4)	+ CM4	+ D36(2)	773
30	T50	+ TR4(2)	+ 70A(5)	+ CM4	+ D46(2)	836
35	T74	+ TR4(2)	+ 70A(5)	+ CM4	+ D46(2)	810
40	T74	+ TR6(2)	+ 70A(6)	+ CM4(2)	+ D36(3)	1,042
45	T25(2)	+ TR6(3)	+ 70A(7)	+ CM4(2)	+ D46(3)	1,186
50	T38(2)	+ TR6(4)	+ 70A(7)	+ CM4(2)	+ D46(3)	1,191

Note : ( ) = Number of units

Table.7-3 continue...(The regions of the middle and southern coasts).

Paddy land(ha)	Tillage & rotarying	Trans-planting	Spraying	Harvest-ing	Drying	Costs (1,000won/ha)
1	PT	+ TW4	+ 70A	+ BT2	+ D21	2,001
2			〃			1,213
3			〃			950
4			〃			818
5			〃			739
6			〃			687
7			〃			649
8	PT	+ TW4	+ 70A(2)	+ BT2	+ D21	640
9			〃			618
10	PT	+ TW4	+ 70A(2)	+ CM2	+ D21	679
15	T22	+ TW4	+ 70A(2)	+ CM3	+ D36	666
20	T22	+ TR4	+ 70A(3)	+ CM4	+ D46	681
25	T22	+ TR6	+ 70A(4)	+ CM4	+ D36(2)	666
30	T25	+ TW4(2)	+ 70A(5)	+ CM4	+ D36(2)	738
35	T38	+ TW4(2)	+ 70A(5)	+ CM4	+ D46(2)	710
40	T50	+ TR4(2)	+ 70A(6)	+ CM4	+ D46(2)	774
45	T74	+ TR6(2)	+ 70A(7)	+ CM4(2)	+ D36(3)	1,016
50	T74	+ TR6(2)	+ 70A(7)	+ CM4(2)	+ D36(3)	1,021

Note : ( ) = Number of units

Table.7-4 continue...(The regions of the south and inlands).

Paddy land(ha)	Tillage & rotarying	Trans-planting	Spraying	Harvest-ing	Drying	Costs (1,000won/ha)
1	PT	+ TW4	+ 70A	+ BT2	+ D21	2,001
2			〃			1,213
3			〃			950
4			〃			818
5			〃			739
6			〃			687
7			〃			649
8	PT	+ TW4	+ 70A(2)	+ BT2	+ D21	640
9			〃			618
10			〃			655
15	T22	+ TW4	+ 70A(2)	+ CM3	+ D36	666
20	T22	+ TW4	+ 70A(3)	+ CM4	+ D46	643
25	T22	+ TR4	+ 70A(4)	+ CM4	+ D36(2)	659
30	T22	+ TR6	+ 70A(5)	+ CM4	+ D36(2)	633
35	T25	+ TR6	+ 70A(5)	+ CM4	+ D36(2)	601
40	T38	+ TW4(2)	+ 70A(6)	+ CM4	+ D46(2)	700
45	T38	+ TR6(2)	+ 70A(7)	+ CM4(2)	+ D36(3)	976
50	T50	+ TR6(2)	+ 70A(7)	+ CM4(2)	+ D36(3)	1,008

Note : ( ) = Number of units

4. 摘 要

본 연구는 個別農家, 營農團, 委託營農會社의 농기계 適正投入模型 選定과 保有機種이나 購入 希望機種의 경제성을 分析할 수 있는 對話式 시뮬레이션 프로그램을 開發하고자 遂行되었으며, 그 結果를 요약하면 다음과 같다.

가. 農機械의 適正投入 規模 選定과 經濟性 分析의 現實 適用性을 높이기 위하여 投入 農機械의 負擔面積 決定要因과 비용분석을 위한 기초자료를 文獻 및 資料調査를 통하여 수집하였으며 이를 기초로 하여 수학적 모델을 개발하였다.<sup>(15)</sup>

나. 個別 農業經營體(農家 또는 營農團)의 地域, 氣候地帶別 적기작업기간에 따른 農機械利用 日數, 賃作業料 등을, 농촌지도소에 보급된 行政電算用 PC를 利用하여, 프로그램 利用者가 入力設定하고 투입농기계의 經濟性을 分析할 수 있는 對話式 프로그램을 開發하였다.

다. 개발된 프로그램을 이용하여 벼농사 一貫作業은 물론 각 農作業을 分離하여 투입 농기계별로 詳細한 經濟性을 分析할 수 있으며, 경운·정지작업 기종은 3형식, 移秧, 防除, 收穫作業 기종은 2형식을 同時에 分析할 수 있다. 밭농사는 耕耘, 整地, 防除作業에 대하여 분석할 수 있다.

라. 프로그램 分析結果는 入力된 耕地面積에서 기계화 營농을 수행할 때 투입 농기계의 機械使用 過不足日數, 負擔面積, 損益分岐面積, 月間 固定費, ha當 機械利用費 등을 포함한다.

마. 損益分岐面積 機種別 賃作業料를 기준으로 한 損益分岐面積은 耕耘·整地作業의 賃作業料가 100원/평 일때 경운기, 트랙터 22,25,35,38,50,74 마력은 各各 1.8, 6.7, 7.6, 9.7, 9.3, 17.5, 23.7 ha였으며, 移秧作業의 賃作業料가 100원/평일 때 이앙기 보행4조, 승용4,6조는 各各 2.2, 5.8, 7.9 ha, 收穫作業의 賃作業料가 130원/평일때 바인더, 콤바인 2,3,4조는 各各 2.2, 7.2,

10.2, 15.7 ha로 나타났다.

參 考 文 獻

1. 張東日의 2인 1990. 機械化 營農團의 규모별 適正機種 선정 研究, 韓國農業機械學會誌, 15(3), 244-255.
2. \_\_\_\_\_ 의 3인 1986. 디지털 컴퓨터에 의한 複合營農 시스템의 最適化(I) - 數學的 模型 -, 韓國農業機械學會誌, 11(1), 64-74.
3. \_\_\_\_\_ 의 3인 1986. 디지털 컴퓨터에 의한 複合營農 시스템의 最適化(II) - 最適設計 -, 韓國農業機械學會誌, 11(2), 77-87.
4. \_\_\_\_\_ 의 4인 1986. 複合營農모델 開發研究 - 最適複合營農시스템을 위한 컴퓨터 프로그램 開發 -, 地域開發調查研究團, 研究報告 86-01, 1-105.
5. 曹永吉의 2인, 1982, 病蟲害防除機 作業方法 確立試驗(I), 農試報告 24, 15-26.
6. \_\_\_\_\_ 의 3인, 1984, 病蟲害防除機 作業方法 確立試驗(II), 農試報告 26(2), 28-34
7. \_\_\_\_\_ 의 4인, 1986, 벼·보리 機械收穫 作業方法 確立試驗, 農試論文 28(2), 53-59.
8. Donnell Hunt, 1983, Farm Power and Machinery Management, Laboratory Manual and Workbook, IOWA STATE UNIV. PRESS, 3-23, 63-77, 267-274.
9. 韓國農機具 工業協同組合, '91 農業機械價格.
10. 日本 農業機械部, 1975, 水田作의 機械化 計劃
11. 日本 農業機械化協會, 1987, 高性能農業機械 導入基本方針及ひ參考資料(農林水産省公表)
12. 姜昌浩의 1인, 1985, 耕耘機의 利用實態 調查 研究, - 交替 및 改造 實態分析, 農試論文 27(1), 19-24.
13. \_\_\_\_\_ 의 2인 1990. 耕耘機의 修理費係數 算定에 관한 研究, 韓國農業機械學會誌, 15(2), 134-150.
14. 李正漢의 1인 1977. 部落水準에 있어서 農業 機械化의 適正水準, 農業研究所報 第11號 別刷, 진주경상대학
15. 李雲龍의 5인 1991. 農機械 投入模型 設定 및 機械利用 費用 分析研究 - 數學的 모델 開發 -, 農事試驗研究論文集, 33(2), 40-50
16. 李勇馥의 2인, 1984, 벼農事에서의 病蟲害防除機 利用에 관한 調查研究, 農試報告, 22-27.
17. \_\_\_\_\_ 의 3인, 1986, 콤바인 利用實態 調查 研究, 農試論文 28(2), 36-43.
18. 임정남의 1인, 1988, 기상권역별 특성과 경지이용도, 農業技術研究所.
19. 國立農業資材檢査所, 1986-1989, 農業機械 檢査年報.
20. 農村振興廳. 1989. 農業經營 收益性分析. 40-52
21. \_\_\_\_\_, 1986, 食糧作物 - 농민후계자 교본 -.
22. \_\_\_\_\_, 1986, 複合經營設計圖, 第39號, 農業經營資料.
23. \_\_\_\_\_, 1989, 各道農村振興院, 食糧作物指導教本
24. 農水産部, 1982, 農業機械業務便覽.
25. 農林水産部, 農業機械課, 1991. 3, 業務資料, 16-18
26. 農業機械化研究所, 1980-1990, 試驗研究報告書.
27. 農業協同組合中央會 調查部, 1990.11, 農協 調查月報, 36-37
28. 朴南鍾의 1인, 1985, 耕耘機의 利用實態 調查 研究, 2. 農作業 利用實態分析, 農試論文 27(2), 1-6.
29. \_\_\_\_\_ 의 3인, 1986, 耕耘機의 利用實態 調查 研究, 3. 中古 耕耘機 購入利用實態分析, 農試論文 28(1), 9-17.
30. 申東完의 2인 1986. 電算化 營農診斷 Program 開發에 관한 研究, 農試論文集 28(2) : 25-35