

# 機械化 營農團의 규모별 適正機種 선정 연구<sup>+</sup>

## Selection of Optimal Machinery Systems by the Sizes of the Mechanized Farming Group

張 東 日\*, 金 聲 來\*, 鄭 斗 浩\*\*  
D. I. Chang, S. R. Kim, D. H. Jung

### Summary

This study was conducted to select the optimal machinery systems for the Mechanized Farming Groups (MFG) by their sizes. In order to achieve the objective, a survey and systems analysis were taken for 50 MFG of Chungnam province. Then a mathematical model was developed.

Based on it, a computer program (MFSDINGP) was developed by the Iterative Nonlinear Goal Programming (INGP) and Hooke & Jeeves pattern search algorithm. Using MFSDINGP, optimal machinery systems were selected and presented with annual costs of machinery for the sizes of 5-40 ha of MFG.

### 1. 緒 論

그동안 정부는 농촌노동력의 질적, 양적 감소와 농촌소득의 향상을 위한 대책의 하나로 機械化營農團을 조성하여 왔으며 앞으로도 조성할 계획이다.

機械化營農團을 조직하는 目的은 공동 이용조직 확대에 의한 農機械 이용도 제고로 부족노동력을 해소하며, 농기계의 공동구입 및 공동이용을 통한 영농비 부담을 경감함에 있다.

機械化營農團은 1987年末 현재 전국적으로 9,061 개소가 조성되었으며, 1992年 까지는 모두 30,000 개소를 조성할 계획에 있다. 1981년부터 機械化營農團이 조성된 이래 이것은 우리나라 農業機械化의 中樞的 역할을 담당하고 있다.

機械化營農團은 대규모영농단과 소규모영농단으로 구분하여 영농 형태에 맞게 조성할 수 있도록 하였고, 機械化가 상대적으로 낙후된 지역에 우선

적으로 조성하도록 하여 지역간의 균형육성을 도모하고 있다.

大規模營農團은 평야지를 중심으로 경지정리 지역 등 대형농기계의 기계화 영농기반이 조성된 지역에는 10ha 이상, 농가 10호 이상이 참여하여 조직되었고, 小規模營農團은 中山間地를 중심으로 경지정리와 대형농기계의 영농기반이 미흡하여 대규모 영농단의 설치가 어려운 지역에는 5ha 이상, 농가 5호 이상이 참여하여 조직되었다.<sup>4), 5), 11)</sup>

機械化營農團에 보조지원하는 기종은 勸獎機種과 選擇機種으로 구분되는데, 대규모영농단의 권장 기종은 이앙기, 콤팩트, 곡물건조기이며, 소규모영농단의 권장기종은 이앙기, 소형콤팩트이며, 선택 기종에는 트랙터 및 부속작업기 등 6종의 農機械가 있다.

이와 같이 農業機械化의 중추적 역할을 담당하는 機械化營農團의 규모에 알맞게 적정기종을 선정하

+ 본 연구는 농촌진흥청 산학협동 연구비(1989년) 지원으로 수행되었음.

\* 忠南大學校 農科大學 農業機械工學科

\*\* 農村振興廳 農業機械化研究所 利用調査科

여 보급함은 매우 중요한 일이나, 아직까지 適正機種 선정을 위한 효율적인 방법이 개발되지 못했기 때문에 선정방법을 개발하기에 이르렀다.

지금까지 새마을 機械化營農團의 운영실태와 문제점 등에 대하여 많은 연구가 있었으며, 劉<sup>6)</sup> 등은 농업기계 공동이용 시스템의 適正機械化水準에 대한 연구를 통하여 새마을 機械化營農團의 운영실태를 분석한 후 機械化의 수준을 추정한 바 있다. 그러나 규모별 적정기종을 선정하기에는 미흡하였다. 그리고 金<sup>7)</sup>은 독일의 농업기계 공동이용 조직의 특성과 비교하며 우리의 농업기계 공동이용 조직의 효율성을 분석하였다.

張<sup>8)</sup>,<sup>10)</sup>은 디지털 컴퓨터에 의한 복합영농 시스템의 最適化 연구에서 수학적 모델과 컴퓨터 프로그램을 통하여 最適 營農시스템을 설계하였고, 영농시스템중 農業機械를 선정한 바 있다. 또한 張<sup>7)</sup>,<sup>8)</sup>은 多目的 意思 決定方法을 이용하여 벼 가공센터 설계모형을 개발하고 NGP 理論과 컴퓨터 프로그램을 이용하여 시스템을 최적 설계하였다.

본 연구는 機械化營農團의 조직, 農機械 보유 및 이용, 경지규모 등을 조사분석하고, 機種別 이용비용, 적기 작업시간, 소요노동력 등을 산출할 수 있는 數學的 模型을 개발한 후, NGP(Nonlinear Goal Programming)를 이용하여 機械化營農團의 규모별 適正農機械의 機種 및 台數를 결정하고자 하는 목적으로 수행되었다.

## 2. 材料 및 方法

### 가. 연구절차

본 연구는 研究目的을 달성하고자 다음과 같은 절차에 의하여 연구를 수행하였다.

(1) 기계화영농단의 조직, 農機械 보유 및 이용 등을 분석하고자 조사표에 의한 조사를 실시하였다.

(2) 기계화영농단의 조사 및 분석결과를 이용하여 農機械 機種別 利用費用, 適期作業時間, 所要勞動力 등을 산출할 수 있는 數學的 模型을 개발하였다.

(3) 개발된 數學的 模型과 NGP(Nonlinear Goal Programming) Algorithm을 이용하여 컴퓨터 프로그램(MFSDINGP)을 개발하였다.

(4) MFSDINGP를 이용하여 기계화영농단의 규모별로 農機械 이용비용을 最少로 발생시키는 適正 農機械시스템(機種 및 台數)를 설계하여 제시하였다.

### 나. 機械化營農團 조사

기계화영농단의 조직, 農機械 보유 및 이용 등을 조사하고자 다음과 같이 調査를 실시하였다.

(1) 조사기간 : 1989년 7월 20일~8월 10일

(2) 조사대상 : 충청남도의 기계화영농단 총 1,256개소중 유의선정한 50개의 표본

(3) 조사방법 : 調査表에 의한 방문조사 실시  
조사된 자료는 시스템 분석을 실시하였으며, 그 결과는 數學的 模型과 컴퓨터 프로그램의 개발에 필요한 기초자료로 이용되었다.

### 다. 數學的 模型 개발

기계화영농단의 규모별 適正機種을 선정하고자 數學的 模型을 개발하였는데, 數學的 模型의 독립 변수에는 農機械의 각 모델별 機台數로 하였으며, 목적함수에는 농기계 이용비용의 최소화, 제한함수에는 기계화 조건, 적기작업시간, 소요노동력이 포함되었다. 이와 같은 數學的 模型을 개발하고자 먼저 투입농기계의 模型을 表1과 같이 설정하였다.

表1의 農機械 模型은 기계화영농단의 지원기종인 권장기종과 선택기종, 그리고 조사분석 결과에 의한 주요 보유농기계를 포함하도록 설정되었다.

數學的 模型의 최적화 기법은 골 프로그래밍(Goal Programming)을 이용하고자 表2와 같이 目的函數와 制限函數로 구성되었으며, 세부내용은 다음과 같다.

數學的 模型에 필요한 자료는 機械化營農團의 조사분석 자료와 문헌연구로부터 준비되었다.

Table 1. A model of agricultural machinery for mathematical model development j=region

| Model of agricultural machinery |                               | Variable   | Unit |
|---------------------------------|-------------------------------|------------|------|
| Paddy field                     |                               | $PA_j$     | ha   |
| Power tiller                    | 8 PS                          | $X_{1,j}$  | No   |
|                                 | 10 PS                         | $X_{2,j}$  | No   |
| Tractor                         | Small (21-23 PS)              | $X_{3,j}$  | No   |
|                                 | Medium (33-38 PS)             | $X_{4,j}$  | No   |
|                                 | Large (50 PS)                 | $X_{5,j}$  | No   |
| Transplanter                    | 4 row broadcasting & walking  | $X_{6,j}$  | No   |
|                                 | 4 row drilling & walking      | $X_{7,j}$  | No   |
|                                 | 4 row drilling & riding       | $X_{8,j}$  | No   |
|                                 | 6 row broadcasting & walking  | $X_{9,j}$  | No   |
|                                 | 6 row broadcasting & riding   | $X_{10,j}$ | No   |
| Power sprayer                   | 40A - Power tiller attachment | $X_{11,j}$ | No   |
|                                 | 60A - Power tiller attachment | $X_{12,j}$ | No   |
|                                 | Mist & duster                 | $X_{13,j}$ | No   |
|                                 | AST-400 - Tractor attachment  | $X_{14,j}$ | No   |
| Harvester                       | Binder (2 row)                | $X_{15,j}$ | No   |
|                                 | Combine (2 row)               | $X_{16,j}$ | No   |
|                                 | Combine (3 row)               | $X_{17,j}$ | No   |
| Thresher                        | Power thresher (portable)     | $X_{18,j}$ | No   |
|                                 | Power thresher (stationary)   | $X_{19,j}$ | No   |
| Grain dryer                     | Continuous flow (21 surk)     | $X_{20,j}$ | No   |
|                                 | Continuous flow (36 surk)     | $X_{21,j}$ | No   |

Table 2. The mathematical models developed for selection of optimal machinery systems

|  |
|--|
| <p>Mathematical model</p> <p>Objective function :</p> <p>Minimum machinery costs ; <math>Z_j</math></p> $Z_j = PA_j (CM_j - VAM_j), ₩$ <p>Constraint functions :</p> <p>a) Conditions for mechanization</p> <p>b) Optimal hours for field operation (h)</p> <p>c) Labor for machine operation (man)</p> <p>where,</p> <p><math>j=1, \dots, 9</math> ; 지역</p> |
|--|

Objective function의 식과 계수 ;

Value added by mechanization ;  $VAM_j$

$VAM_j = PM_j \times PPM_j \times EMT_j$

$EMT_j = \sum_{i=1}^{21} (EM_{ij} \times SL_i)$

where,

$PM_j$  (Main product) = 지역별 주산물 생산량 :  
kg / ha

$PPM_j$  (Price of main product) = 지역별 주산물  
가격 ; ₩ / kg

EMT<sub>i</sub>(Total of EM)=기계화 효과의 총화, decimal

EM<sub>i,j</sub>(Effect of mechaniaztion)=기계화 효과 (주산물 생산량 증감률), decimal

SL<sub>i</sub>(Machinery selection factor)=기계선정계수 (선정=1, 비선정=0)

Cost of Machinery ; CM<sub>i,j</sub> (₩ / ha · 대)

$$CM_{i,j} = \frac{FC_i \times P_i}{PA_j} + \frac{10}{S_i \cdot W_i \cdot EF_i \cdot EU_i} (R \& M_i + CF_i + CL_i + WA_i)$$

where,

i=1, ..., 19 ; 기종

j=1, ..., 9 ; 지역

FC<sub>i</sub> = 연간 고정비 비율 ; decimal / year

P<sub>i</sub> = t년도의 기계구입비 ; ₩ / 대

PA<sub>j</sub> = 연간부담면적 ; ha / year

S<sub>i</sub> = 작업속도 ; km / hr

W<sub>i</sub> = 유효작업폭 ; m

EF<sub>i</sub> = 포장효율 ; decimal

EU<sub>i</sub> = 실작업율 ; decimal

CF<sub>i</sub> = t년도의 시간당 연료비 ; ₩ / hr · 대

CL<sub>i</sub> = t년도의 시간당 윤활유비 ; ₩ / hr · 대

WA<sub>i</sub> = t년도의 시간당 노임 ; ₩ / hr · 대

R & M<sub>i</sub> = 수리비 ; ₩ / hr · 대

Cost of Machinery (Dryer) ; CM<sub>i,j</sub> (₩ / ha · 대)

$$CM_{i,j} = \frac{FC_i \times P_i}{PA_j} + \frac{PM_i}{DC_i} [(FB_i + WA_i) + N_i(CF_i + CL_i) + B_i \cdot E_i]$$

$$DC_i = \frac{Q_i}{DT_i + MTC_i / DR_i}$$

where,

i=20, 21 ; 기종

j=1, ..., 9 ; 지역

FC<sub>i</sub> = 연간 고정비 비율 ; decimal / year

P<sub>i</sub> = 기계 구입가격 ; ₩ / 대

PA<sub>j</sub> = 연간 부담면적 ; ha / year

PM<sub>i</sub> = ha당 평균 수량 ; kg / ha

DC<sub>i</sub> = 시간당 건조량 ; kg / hr

FB<sub>i</sub> = 시간당 바너용 연료비 ; ₩ / hr

WA<sub>i</sub> = 시간당 노임 ; ₩ / hr

CF<sub>i</sub> = 기관의 연료비 ; ₩ / hr

CL<sub>i</sub> = 기관의 윤활유비 ; ₩ / hr

E<sub>i</sub> = motor의 시간당 전력비 ; ₩ / hr

N<sub>i</sub> = Fan의 원동원(motor일때 N=0, 기관일때 N=1)

B<sub>i</sub> = Fan의 원동원(motor일때 B=1, 기관일때 B=0)

Q<sub>i</sub> = 건조량 ; kg

DT<sub>i</sub> = 투입 준비 · 배출등 건조기 조작손실 시간 ; hr

MTC<sub>i</sub> = 총 소요건조 함수량 ; %

DR<sub>i</sub> = 시간당 건감률 ; % / hr

o Constraint function 식과 계수

1) 기계화조건

$$\sum_{i=1}^k X_i \geq 1 \text{ (unit), } k = \text{작업별}$$

If X<sub>15</sub>=0, X<sub>18</sub>=0, X<sub>19</sub>=0

2) 적기 작업시간(H<sub>kj</sub> ; hr)

① 경운작업(Tillage)

$$PA_j \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^5 MC_i \cdot X_{i,j}} \leq H_{i,j}$$

where,

i=기종

j=1, ..., 9 ; 지역

MC<sub>i</sub> = Machine capacity (tillage) ; ha / hr · 대

X<sub>i,j</sub> = 기종별 지역별 기계대수 ; 대

PA<sub>j</sub> = 지역별 벼 식부면적 ; ha

H<sub>i,j</sub> = 지역별 경운 적기작업 시간 ; hr

② 정지작업(Leveling)

$$PA_j \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^5 MC_i \cdot X_{i,j}} \leq H_{2,j}$$

where,

MC<sub>i</sub> = Machine capacity(leveling) ; ha / hr · 대

$H_{2j}$  = 지역별 정지 적기작업 시간 ; hr

③ 이앙작업(Rice Transplanting)

$$PA_j \cdot \frac{1}{\sum_{i=6}^{10} MC_i \cdot X_{ij}} \leq H_{3j}$$

where,

$MC_i$  = Machine capacity (rice transplanting) ; ha / hr · 대

$H_{ij}$  = 지역별 이앙 적기작업 시간 ; hr

④ 방제작업(Spraying and Dusting)

$$PA_j \cdot \frac{1}{\sum_{i=11}^{14} MC_i \cdot X_{ij}} \leq H_{4j}$$

where,

$MC_i$  = Machine capacity (spraying & dusting) ; ha / hr · 대

$H_{4j}$  = 지역별 방제 적기작업 시간 ; hr

⑤ 수확작업(Harvesting)

$$PA_j \cdot \frac{1}{\sum_{i=15}^{17} MC_i \cdot X_{ij}} \leq H_{5j}$$

where,

$MC_i$  = Machine capacity (harvesting) ; ha / hr · 대

$H_{5j}$  = 지역별 수확 적기작업 시간 ; hr

⑥ 탈곡작업(Threshing)

$$PA_j \cdot \frac{1}{\sum_{i=18}^{19} MC_i \cdot X_{ij}} \leq H_{6j}$$

where,

$MC_i$  = Machine capacity(threshing) ; ha / hr · 대

$H_{6j}$  = 지역별 탈곡 적기작업 시간 ; hr

⑦ 건조작업(Drying)

$$PA_j \cdot PM_j \cdot \frac{1}{\sum_{i=20}^{21} MC_i \cdot X_{ij}} \leq H_{7j}$$

where,

$MC_i$  = Machine capacity (drying) ; kg / hr · 대

$PM_j$  = 지역별 주산물(벼) 생산량 ; kg / ha

$H_{7j}$  = 지역별 건조 적기작업 시간 ; hr

3) 노동력(Man-power) ;  $L_j$  ; man

① 경운작업 노동력

$$\sum_{i=1}^5 MT_i \cdot X_{ij} \leq L_j$$

where,

$i$  = 기종

$j$  = 1, ..., 9 ; 지역

$MT_i$  = 기종별 경운작업에 필요한 노동력 ; man / 대

$X_{ij}$  = 기종별, 지역별 기계대수 ; 대

② 정지작업 노동력

$$\sum_{i=1}^5 ML_i \cdot X_{ij} \leq L_j$$

where,

$ML_i$  = 기종별 정지작업에 필요한 노동력 ; man / 대

③ 이앙작업 노동력

$$\sum_{i=6}^{10} MRT_i \cdot X_{ij} \leq L_j$$

where,

$MRT_i$  = 기종별 이앙작업에 필요한 노동력 ; man / 대

④ 방제작업 노동력

$$\sum_{i=11}^{14} MS_i \cdot X_{ij} \leq L_j$$

where,

$MS_i$  = 기종별 방제작업에 필요한 노동력 ; man / 대

⑤ 수확작업 노동력

$$\sum_{i=15}^{17} MH_i \cdot X_{ij} \leq L_j$$

where,

MH<sub>i</sub> = 기종별 수확작업에 필요한 노동력 ;  
man / 대

⑥ 탈곡작업 노동력

$$\sum_{i=18}^{19} MTH_i \cdot X_{ij} \leq L_j$$

where,

MTH<sub>i</sub> = 기종별 탈곡작업에 필요한 노동력 ;  
man / 대

⑦ 건조작업 노동력

$$\sum_{i=18}^{21} MD_i \cdot X_{ij} \leq L_j$$

where,

MD<sub>i</sub> = 기종별 건조작업에 필요한 노동력 ;  
man / 대

다. 컴퓨터 프로그램 개발

개발된 數學的 모델을 최적화 하기 위하여 골 프로그래밍화하면 表3과 같이 되는데 이와같은 모델을 最適化 하기 위하여는 컴퓨터 프로그램에 의한 解法이 가장 적절하기 때문에 다음과 같이 컴퓨터 프로그램을 개발하고 이 프로그램을 MFSDINGP (Mechanized Farming System Design by Iterative Nonlinear Goal Programming)라 命名하였다.

Table 3. Goal programming of mathematical models developed

$$\text{Min}(d_1^- + d_2^+ + d_3^- + d_4^+ + d_5^- + d_6^+ + d_7^- + d_8^+ + d_9^- + d_{10}^+ + d_{11}^+ + d_{12}^+ + d_{13}^+ + d_{14}^+ + d_{15}^+ + d_{16}^+ + d_{17}^+ + d_{18}^+ + d_{19}^+ + d_{20}^+), d_{21}^-$$

$$F_1(X) = \sum_{i=1}^5 X_i + d_1^- - d_1^+ = 1$$

$$F_2(X) = \sum_{i=6}^{10} X_i + d_2^- - d_2^+ = 1$$

$$F_3(X) = \sum_{i=11}^{14} X_i + d_3^- - d_3^+ = 1$$

$$F_4(X) = \sum_{i=15}^{17} X_i + d_4^- - d_4^+ = 1$$

$$F_5(X) = \sum_{i=18}^{19} X_i + d_5^- - d_5^+ = 1$$

$$F_6(X) = \sum_{i=20}^{21} X_i + d_6^- - d_6^+ = 1$$

$$F_7(X) = \sum_{i=1}^5 PA / MC_i \cdot X_i + d_7^- - d_7^+ = H1$$

$$F_8(X) = \sum_{i=1}^5 PA / MC_i \cdot X_i + d_8^- - d_8^+ = H2$$

$$F_9(X) = \sum_{i=6}^{10} PA / MC_i \cdot X_i + d_9^- - d_9^+ = H3$$

$$F_{10}(X) = \sum_{i=11}^{14} PA / MC_i \cdot X_i + d_{10}^- - d_{10}^+ = H4$$

$$F_{11}(X) = \sum_{i=15}^{17} PA / MC_i \cdot X_i + d_{11}^- - d_{11}^+ = H4$$

$$F_{12}(X) = \sum_{i=18}^{19} PA / MC_i \cdot X_i + d_{12}^- - d_{12}^+ = H6$$

$$F_{13}(X) = \sum_{i=20}^{21} PA / MC_i \cdot X_i + d_{13}^- - d_{13}^+ = H7$$

$$F_{14}(X) = \sum_{i=1}^5 MT_i \cdot X_i + d_{14}^- - d_{14}^+ = L1$$

$$F_{15}(X) = \sum_{i=1}^5 ML_i \cdot X_i + d_{15}^- - d_{15}^+ = L2$$

$$F_{16}(X) = \sum_{i=6}^{10} MRT_i \cdot X_i + d_{16}^- - d_{16}^+ = L3$$

$$F_{17}(X) = \sum_{i=11}^{14} MS_i \cdot X_i + d_{17}^- - d_{17}^+ = L4$$

$$F_{18}(X) = \sum_{i=15}^{17} MH_i \cdot X_i + d_{18}^- - d_{18}^+ = L5$$

$$F_{19}(X) = \sum_{i=18}^{19} MTH_i \cdot X_i + d_{19}^- - d_{19}^+ = L6$$

$$F_{20}(X) = \sum_{i=20}^{21} MD_i \cdot X_i + d_{21}^- - d_{21}^+ = L7$$

$$F_{21}(X) = PA \times (CM - VAM) + d_{21}^- - d_{21}^+ = 0$$

$$0 \leq X_i \leq \text{constants}, i=1, \dots, 21$$

(1) 사용언어 : FORTRAN77

(2) 기억용량 : 60KB

- (3) 알고리즘 : INGP 및 Hooke & Jeeves Pattern search
- (4) 최대변수 : 50개
- (5) 최대제한함수 : 75개
- (6) 주 프로그램과 9개의 부프로그램 알고리즘의 흐름도는 그림1과 같으며, 입력자료는 다음과 같다.

- (1) 답변적
- (2) 최적 선정되어야 할 機種의 數
- (3) 최적화해야 할 목적함수의 개수
- (4) 제한함수의 개수
- (5) 골 프로그래밍화에 따른 우선순위 결정값
- (6) 선정될 機種의 台數의 상한치와 하한치
- (7) 각 제한함수의 한계치(기계화조건, 적기작

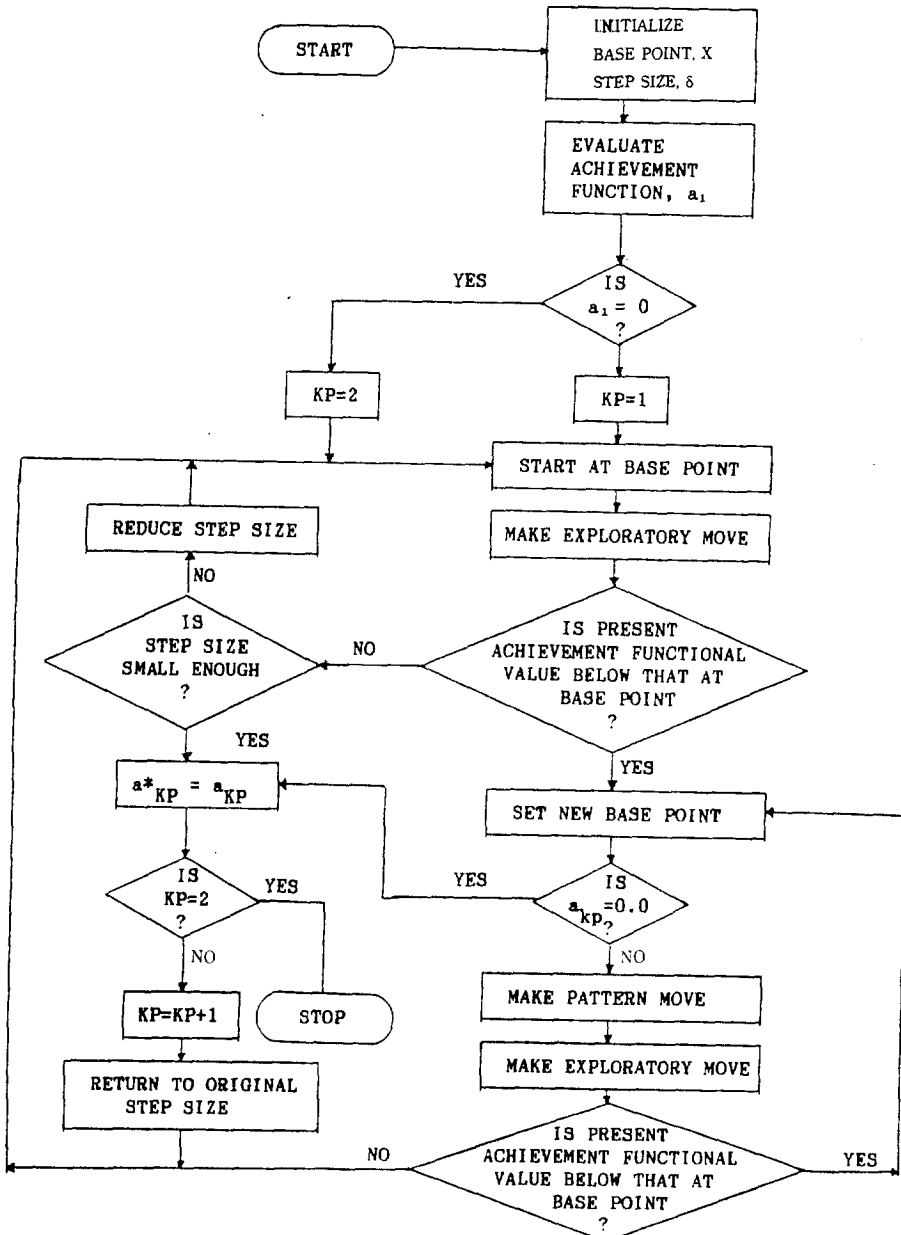


Fig 1. Flow diagram of INGP algorithm with the modified Hook-Jeeves pattern search

업시간, 소요노동력)

상기와 같은 입력자료에 대한 출력자료는 다음과 같다.

- (1) 입력자료의 Echo print
- (2) 최적선정된 機種 및 台數
- (3) 작업별 소요 農機械 台數
- (4) 작업별 소요 작업시간
- (5) 작업별 소요 노동력
- (6) 農機械 연간이용비용

마. 適正 農機械 選定

적정 농기계의 선정은 機械化營農團의 규모별로 수행하였는데, MFSDINGP에 기계화영농단의 규모와 충남지방의 기계화영농단의 조사분석 결과로부터 준비된 입력자료를 입력시켜서 결과를 얻었다.

기계화영농단의 규모는 영농단 조성의 최소조건인 5ha 부터 시작하여 최대 40ha 까지로 하였으며, 適正農機械 選定은 기계화영농단의 규모 5, 7, 8, 10, 12, 15, 20, 30, 40ha의 9수준에 대하여 실시하였으며, 비교목적으로 1, 2, 3ha의 3수준에 대하여도 실시하였다.

이와같은 9수준은 適正 選定 分析 結果에 따라 農機械시스템에 현저한 변화를 나타내는 구간으로 7, 8, 12ha의 규모를 선정하였으며, 나머지 규모는 단계적 선정에 따른 것이다.

適正農機械 選定時에 제한함수의 限界値로 사용된 적기작업시간, 기계작업 소요노동력, 기계화조건은 表4와 같다. 여기서 적기작업시간은 충남지방의 벼농사 표준 재배법을 기준으로 설정된 것이다.

Table 4. The upper limits of constraints for selection of optimal machinery systems

| Operation     | Optimum time of operation (h) | Labor required for machinery operation (man / unit) | Mechanization conditions |                     |          |
|---------------|-------------------------------|---|--------------------------|---------------------|----------|
| Tillage       | 140                           | 1   | Power tiller             | Tractor             | X        |
| Leveling      | 124                           | 1   | X                        | X                   | X        |
| Transplanting | 100                           | 3   | X                        | X                   | X        |
| Spraying      | 5                             | 3, 4*   | Sprayer for power tiller | Sprayer for tractor | X        |
| Harvesting    | 103                           | 2, 3**  | X                        | X                   | Binder   |
| Threshing     | 162                           | 6   | X                        | X                   | Thresher |
| Drying        | 175                           | 2   | X                        | X                   | X        |

\* 3(40A, 60A, AST-400), 4(Mist)  
 \*\* 2(Binder), 3(Combine)

3. 結果 및 考察

가. 기계화 영농단의 調査分析

우리나라의 기계화 영농단은 表5가 보여 주듯이 1987年末 현재 9,061개소에 총조성면적이 141,484

ha이며 평균 15.6ha의 규모를 나타내고 있다. 충남의 평균규모는 14.2ha이다.

農機械 保有現況을 보면, 농기계 총 대수가 36, 719대이며 이 중에서 최고의 보유율은 133.2%의 이앙기로서 타 기종에 비하여 기계화영농단의 필수 농기계임을 보여주고 있다 (表 6).



Table 5. Statistics of the mechanized farming groups(MFG)

|                    |       |                               |       |       |
|--------------------|-------|-------------------------------|-------|-------|
| No. of MFG         | 9,061 | Junior operation              | 1,783 | 19.7% |
|                    |       | General operation             | 7,278 | 80.3% |
| No. of members     | Total | 136,010 men(15,448 men)*      |       |       |
|                    | Ave   | 15 men / MFG(12.3 men / MFG)* |       |       |
| Paddy field of MFG | Total | 141,484 ha (17,873 ha)*       |       |       |
|                    | Ave   | 15.6 ha / MFG(14.2 ha / MFG)* |       |       |

(Ministry of Agriculture, Forestry & Fisheries, 1988)

( ) \* : Chungnam province

Table 6. The ownership of agricultural machinery by the mechanized farming groups

| Machinery    | Nation           |                    | Chungnam province |                    |
|--------------|------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
|              | No. of machinery | Ownership ratio(%) | No. of machinery  | Ownership ratio(%) |
| Tractor      | 6,100            | 67.3               | 745               | 59.3               |
| Transplanter | 12,069           | 133.2              | 1,606             | 127.9              |
| Combine      | 7,103            | 78.2               | 903               | 71.9               |
| Binder       | 2,275            | 25.1               | 226               | 18.0               |
| Reaper       | 305              | 3.4                | 24                | 1.9                |
| Grain dryer  | 2,765            | 30.5               | 548               | 43.6               |
| Misc         | 6,102            | 67.3               | 494               | 39.3               |
| Total        | 36,719           | —                  | 4,546             |                    |

(Ministry of Agriculture, Forestry & Fisheries, 1988)

조사된 기계화영농단의 주요 보유기종을 분석한 결과는 表7과 같은데, 여기서 구성비는 機種中에서 가장 많이 보유하고 있는 모델의 소유성향을 뜻하

며, 보급율은 모든 모델을 합하여 영농단의 평균 보유율을 뜻한다. 콤바인의 경우를 예로 설명하면, 콤바인의 모델이 2, 3, 4조(보행, 승용)가 있는데 그

Table 7. The ownership of major agricultural machinery by the mechanized farming groups surveyed

| Machinery    | Model                        | Component ratio (%) | Ownership ratio (%) |
|--------------|------------------------------|---------------------|---------------------|
| Power tiller | 10 PS                        | 49.4                | 152.0               |
| Tractor      | Small (16-28 PS)             | 45.2                | 28.0                |
| Transplanter | 4 row broadcasting & walking | 57.3                | 78.0                |
| Sprayer      | 70A                          | 38.5                | 90.0                |
| Binder       | 2 row                        | 100.0               | 22.0                |
| Combine      | 3 row (walking)              | 46.5                | 40.0                |
| Reaper       | 3 PS                         | 60.0                | 6.0                 |
| Thresher     | Automatic                    | 57.1                | 56.0                |
| Grain dryer  | Continuous flow (36 surk)    | 69.7                | 32.0                |

중에서 기계화 영농단이 가장 많이 보유하고 있는 모델이 3조(보행)로서 그 비율이 46.5%이며, 전체 기계화 영농단중 40%만이 모델에 관계없이 콤팩트를 보유하고 있음을 뜻한다.

나. 규모별 適正機種 選定

전국의 機械化 營農團의 평균규모인 15ha에 대한 MFSNDINGP의 출력결과는 그림 2와 같으며, 機械化 營農團의 규모별 適正 農機械의 選定結果는 表8과 같다.

表8에 의하면 경운·정지 작업시 트랙터가 7ha 부터 선정되었으며, 이앙작업시 6조 승용이앙기는 10ha 규모에서부터 선정되었다. 방제작업에는 주행형분무기가 7ha 규모부터 선정되었다. 그리고 콤팩트는 8ha 규모에서부터 선정되었으며, 곡물건조기는 5ha 규모에서부터 선정되었는데 곡물건조기는 21석 용량보다 36석 용량이 유리한 것으로 분석되었다.

다. 年間 利用費用分析

기계화 영농단의 규모별 적정 농기계 선정에 따른 年間 利用費用과 단위면적당의 연간 이용비용을 비교분석한 결과는 그림3, 4와 같다.

경지규모 5ha에서부터 40ha까지의 農機械의 年間 利用費用은 규모에 따라 증가하는 경향을 보였으며 그 범위는 1,444천원에서 37,663천원이며, 단위면적당의 연간 이용비용은 289천원 / ha에서 942천원 / ha로 분석되었는데, 우리나라 機械化 營農團의 平均規模인 15ha의 適正 農機械의 選定에 따른 연간 이용비용은 6,484천원 / yr와 432천원 / ha-yr로 나타났다.

연간 이용비용을 비교하여 보고자 영농단의 최소 규모인 5ha보다 적은 규모인 1, 2, 3ha에 대한 適正 農機械시스템을 선정하고 그에 따른 이용비용도 그림3, 4에 나타났다. 그림이 보여주듯이 5ha의 규모보다 적은 영농단의 연간 농기계 이용비용은 5ha

ACHIEVEMENT FUNCTIONS

A( 1)=.00000E+00 A( 2)= .00000E+00

- PATTERN SEARCH ENDED. THE OPTIMAL SOLUTION FOLLOWS.

- NUMBER OF TIMES OBJECTIVE FUNCTIONS ARE EVALUATED= 6

DECISION VARIABLES

X( 1)= .00000E+00 X( 2)= .00000E+00 X( 3)= .10000E+01 X( 4)= .00000E+00 X( 5)= .00000E+00 X( 6)= .00000E+00  
 X( 7)= .00000E+00 X( 8)= .00000E+00 X( 9)= .000003+00 X(10)= .10000E+01 X(11)= .00000E+00 X(12)= .00000E+00  
 X(13)= .10000E+01 X(14)= .10000E+00 X(15)= .000003+00 X(16)= .20000E+01 X(17)= .00000E+00 X(18)= .00000E+00  
 X(19)= .00000E+00 X(20)= .00000E+00 X(21)= .200003+01

ACHIEVEMENT FUNCTIONS

A( 1)= .00000E+00 A( 2)= .00000E+00

VALUE OF OBJECT FUNCTIONS

F( 1) = 1.00000 F( 2)= 1.00000 F( 3)= 2.00000 F( 4)= 2.00000  
 F( 5) = .00000 F( 6)= 2.00000 F( 7)= 109.04020 F( 8)= 104.400020  
 F( 9) = 88.18343 F(10)= 5.02961 F(11)= 75.36382 F(12)= .00000  
 F(13) = 117.38510 F(14)= 1.00000 F(15)= 1.00000 F(16)= 3.00000  
 F(17) = 6.00000 F(18)= 6.00000 F(19)= .00000 F(20)= 4.00000  
 F(21) = 6484037.00000 F(

0 COMPUTER EXECUTION TIME(IN SECONDS)= .00

Fig. 2 A final part of sample output of MFSNDINGP for optimal machinery selection of the mechanized farming group of 15 ha size.

Table 8. The optimal machinery systems by the sizes of the mechanized farming group

| Paddy land | Tillage & leveling                | Trans-planting                 | Spraying                          | Harvesting                                | Threshing | Drying                                  | Annual machinery cost(1000wan / ha-yr) |
|------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---|-----------|---|--|
| 5 ha       | Power tiller (10 ps)              | Trans-planter (4r.B&W)         | Sprayer (40A)                     | Binder (2 row)                            | Thresher  | Continuous flow dryer (36 surk)         | 1,444.                                 |
| 7 ha       | Tractor (22 ps)                   | Trans-planter (4r.B&W)         | Sprayer (AST-400)                 | Binder (2 row)                            | Thresher  | Continuous flow dryer (36 surk)         | 2,937.                                 |
| 8 ha       | Tractor (22 ps)                   | Trans-planter (4r.B&W)         | Sprayer (AST-400)                 | Combine (2 row)                           |           | Continuous flow dryer (36 surk)         | 3,219                                  |
| 10 ha      | Tractor (22 ps)                   | Trans-planter (6r.B&W)         | Sprayer (AST-400)                 | Combine (2 row)                           |           | Continuous flow dryer (36 surk)         | 3,012.                                 |
| 12 ha      | Tractor (22 ps)                   | Trans-planter (6r.B&W)         | Sprayer (AST-400) + Mist & duster | Combine (3 row)                           |           | Continuous flow dryer (21 surk) 2 units | 4,941.                                 |
| 15 ha      | Tractor (22 ps)                   | Trans-planter (6r.B&W)         | Sprayer (AST-400) + Mist & duster | Combine (2 row) 2 units                   |           | Continuous flow dryer (21 surk) 2 units | 6,484.                                 |
| 20 ha      | Tractor (50 ps)                   | Trans-planter (6r.B&W) 2 units | Sprayer (AST-400) 2 units         | Combine (2 row) 2 units                   |           | Continuous flow dryer (36 surk) 2 units | 10,164.                                |
| 30 ha      | Tractor (22 ps) 2 units           | Trans-planter (6r.B&W) 2 units | Sprayer (AST-400) 3 units         | Combine (2 row) 2 units + Combine (3 row) |           | Continuous flow dryer (36 surk) 3 units | 20,632.                                |
| 40 ha      | Tractor (35 ps) + Tractor (50 ps) | Trans-planter (6r.B&W) 2 units | Sprayer (AST-400) 4 units         | Combine (2 row) 3 units + Combine (3 row) |           | Continuous flow dryer (36 surk) 4 units | 37,663                                 |

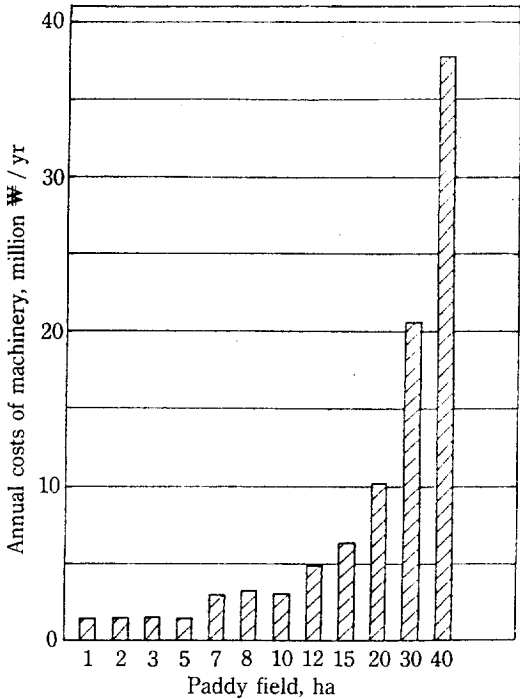


Fig. 3 The annual costs of optimal machinery systems by the sizes of the mechanized farming groups.

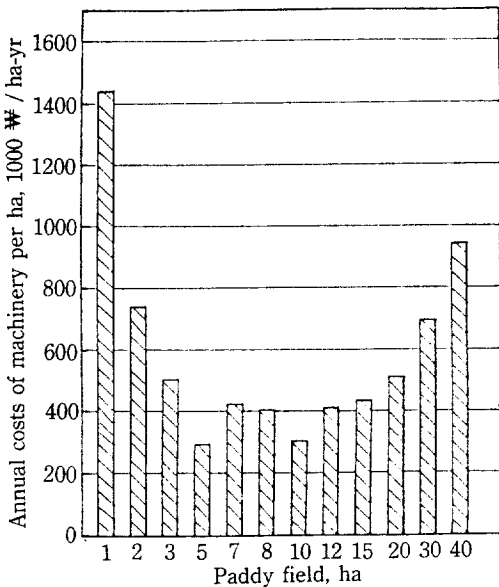


Fig. 4. The annual costs per ha of optimal machinery systems by the sizes of the mechanized farming groups.

규모보다 많으며, 특히 단위면적당 이용비용을 비교해 보면 (그림 4), 5ha 규모의 것보다 훨씬 많아서 機械化 營農團의 규모는 최소 5ha는 되어야 할 것으로 분석되었다.

특히 그림4에 의하면 5, 10ha에서 최저비용이 나타났으며 20ha 부터는 단위면적당의 農機械利用費用이 급격히 증가하는 추세를 보였는데, 이것은 현재의 우리의 農業機械시스템이 대규모의 機械化 營農團을 위하여는 규모에 알맞는 大型機種의 개발이 필요함을 뜻한다고 생각된다.

#### 4. 摘要

본 연구는 機械化 營農團의 조직, 農機械 保有 및 利用, 경지규모 등을 조사분석하고, 農機械 利用費用, 작업시간, 소요 노동력 등을 산출할 수 있는 數學的 모델을 개발한 후, NGP를 이용하여 기계화 영농단의 규모별 適正 農機械의 機種 및 台數를 결정하고자 수행되었다.

이를 위하여 충남지방의 50개의 기계화 영농단에 대하여 조사표에 의한 조사분석을 실시하고, 시스템분석을 통하여 數學的 모델과 컴퓨터 프로그램의 개발에 필요한 각종 자료를 준비한 후, 컴퓨터 프로그램 MFSDINGP를 개발한 후, 이것을 이용하여 機械化 營農團의 5ha규모에서부터 40ha까지 9개 수준의 규모에 대하여 適正 農機械를 선정하였으며 그 결과는 表8과 같다. 適正機種 選定結果 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 기계화영농단의 규모 5~40ha 범위에서 適正農機械 선정에 따른 年間利用費用은 1,444~37,663천원 / yr와 289~942천원 / ha-yr로 분석되었다.

(2) 기계화영농단의 규모 20ha에서 부터는 農機械 利用費用이 급격히 증가하는 것으로 분석되어 大規模 機械化 營農團을 위한 適合機種의 개발이 필요한 것으로 나타났다.

#### 參 考 文 獻

1. 김경량. 1989. 농업기계의 공동이용 조직의 효율성 분석. 한국농업기계학회지 14(2) : 137-147.
2. 농림수산부. 1987. 기계화 영농단 현황.

3. \_\_\_\_\_, 1988. '87 기계화 영농단 현황.
4. \_\_\_\_\_, 1988. 기계화 영농단 조직 및 운영 관리 지침.
5. \_\_\_\_\_, 1989. 1989년도 농업기계 공급 요령.
6. 유수남, 서상룡, 최영수, 박준걸, 박승제. 1985. 농업기계 共同利用시스템의 適正機械化 水準. 한국농업기계학회지 10(2) : 27-35.
7. 張東日, 정도섭, 씨엘황. 1983. 벼 조제 및 저장 시스템의 最適化를 위한 비선형 골 프로그래밍 (I)-모델링. 한국농업기계학회지 8(2) : 69-85.
8. \_\_\_\_\_, 1984. 벼 조제 및 저장 시스템의 最適化를 위한 비선형 골 프로그래밍 (II)-응용. 한국농업기계학회지 9(1) : 46-52.
9. 張東日, 김기철, 이상우, 김만수. 1986. 디지털 컴퓨터에 의한 복합영농시스템의 最適化 연구 (I)-수학적 모형. 한국농업기계학회지 11(1) : 64-75.
10. \_\_\_\_\_, 1986. 디지털 컴퓨터에 의한 복합영농시스템의 最適化 연구 (II)-최적설계. 한국농업기계학회지 11(2) : 77-87.
11. 한국농업기계학회. 1989. 농업기계연감.

## ◆ 학회 광고 ◆

### - 한국농업기계학회지 원고 모집 -

한국농업기계학회지에 게재할 원고를 다음과 같이 모집하오니 많은 투고 있으시길 바랍니다.

- 아 래 -

1. 원고의 종류 : 논문, 자료, 신간 소개, 강좌 등
2. 원고작성 요령 : 200자 원고지에 형서하거나 타이핑 또는 워드프로세서를 이용하여 작성.
3. 원고 접수 : 수시 접수(원고 제출부수는 원본 포함 3부, 15권 4호에 게재할 원고는 11월 15일까지)
4. 원고 제출처 : 441-744, 경기도 수원시 권선구 서둔동 103  
서울대 농대 농공학과내, 한국농업기계학회