

영농 조건별 농기계 선정을 위한 컴퓨터 프로그램 개발

Development of a Computer Program for the Selection of Agricultural Machinery by Farming Conditions

한경훈*

이동렬*

김경욱*

정희원

K. H. Han

D. R. Lee

K. U. Kim

1. 서론

영농 규모에 따라서 적합한 농업 기계를 선택하는 일은 농업 경영에 있어서 가장 중요한 일 중의 하나이다. 현재 국내 농기 시장에는 기종별로 다양한 출력과 형식의 농업 기계가 시판되고 있으므로 농기계를 선택할 수 있는 범위도 점차 넓어지고 있다. 특히, 트랙터의 경우에는 19마력에서부터 155마력까지 101개의 모델이 시판되고 있으며, 트랙터용 플라우와 쟁기는 208개, 로터베이터는 226개 모델이 시판되고 있다.(농기계공업협동조합, 1997)

합리적으로 농업 기계를 선택하는 방법은 그 동안 많은 연구자의 관심의 대상이 되어왔다. 그러나 선택 방법은 대부분 기계 이용비의 최소화에 기초를 둔 것이었다. 따라서, 기계 이용비 산정에 포함된 주요 비용의 단가가 현실과 차이가 있을 때는 비현실적인 선택을 초래할 수 있으며, 또한 기계 이용비의 최소화를 위한 선택 방법은 경영 규모의 변화에 대한 민감도가 극히 낮은 것으로 나타났다.

본 연구에서는 지역 조건과 영농 규모에 따라 적기 작업에 필요한 작업 능률을 예측하고, 이 작업 능률을 이용하여 적합한 농기계를 선택할 수 있는 방법을 제시하였다. 그러나 이 방법은 트랙터를 중심으로 한 기계화를 대상으로 하였으며, 농민의 개인적인 사정을 고려할 수 있도록 하였다. 또한 국내에 시판되고 있는 주요 농업 기계의 작업 능률을 데이터 베이스화하고, 예측된 작업 능률로써 농업 기계를 선택할 수 있도록 컴퓨터 프로그램을 개발하였다.

2. 농기계 선정 방법

가. 영농 규모의 설정

영농 규모는 벼농사의 자영 면적과 임작업 면적, 밭농사 면적을 모두 합한 면적으로 하였다. 그러나 경운과 정지 작업의 경우에는 벼농사와 밭농사의 면적을 모두 포함하고, 수확과 이앙 작업의 경우에는 벼농사 면적만을 대상으로 하였다

* 서울대학교 농업생명과학대학 농공학과

나. 작업 능률의 산출

작업 종류에 따라 요구되는 작업 능률은 총작업 가능 시간을 총 작업 면적으로 나누어 예측하였다. 이 때, 총 작업 시간과 총 작업 면적을 계산하는 데 필요한 포장 효율, 논의 형상 계수, 작업 가능 일수, 작업 가능 일수율, 1일 작업 가능 시간, 작업 가능 시간율 등은 최근의 연구 결과를 이용하여 지역에 따라 적절한 값을 사용하였다.(정 등, 1993) 그러나 기계의 사용자가 작업 가능 일수 중에서 원하는 시간 내에 작업을 완료하려고 할 경우에는 이를 작업 능률 계산에 반영할 수 있도록 희망 작업 일수를 변수로 처리하였다. 작업 능률의 단위는 현재 각종 농업 기계의 작업 능률로써 사용되고 있는 분/10a으로 하였다. 본 연구에서 사용한 작업 능률 예측식은 식 (1)과 같다.

$$C_a = \frac{18,000 DH \eta e_d e_h e_s e_p}{A_s + A_c + A_u} \quad (1)$$

여기서 C_a = 작업 능률, 분/10a A_s = 자영 면적, 평 A_c = 임작업 면적, 평
 D = 작업 가능 일수, 일 A_u = 발면적, 평 H = 1일 작업 가능 시간, 시간
 η = 포장 효율, 소수 e_s = 논의 형상 계수 e_p = 희망 작업일 계수
 e_h = 1일 작업 가능 시간율, 소수 e_d = 작업 가능 일수율, 소수

예측식 (1)에 사용된 작업별 각 변수의 값은 표 1~표 4에서와 같고, 영농 면적과 희망 작업 일수는 사용자가 직접 입력할 수 있도록 하였다.

Table 1. Number of work days and actual work day coefficient

1) plowing and rotavating

지역	주요 도시	작업 적기	작업 가능 일수	작업 가능 일수율
산간 고냉 지역		4월 12일 ~ 5월 22일	40	0.70
산간 지역	춘천, 영주	4월 12일 ~ 5월 22일	40	0.80
중북부 내륙 지역	이천, 원주, 음성, 영동, 재천	4월 12일 ~ 5월 22일	40	0.79
중북부 해안 지역	김포, 평택	4월 12일 ~ 5월 27일	45	0.82
중서부 해안 지역	논산, 홍성, 서산, 익산, 김제, 정주	4월 16일 ~ 6월 1일	45	0.79
중부 내륙 지역	경산, 선산	4월 17일 ~ 5월 27일	40	0.79
남부 내륙 지역	나주, 진주, 창녕	4월 17일 ~ 6월 6일	50	0.73
남부 해안 지역	영광, 해남, 김해	4월 12일 ~ 6월 11일	60	0.76
동부 해안 지역	강릉	4월 12일 ~ 5월 22일	40	0.83

2) transplanting

지역	주요 도시	작업 적기	작업 가능 일수	작업 가능 일수율
산간 고냉 지역		5월 15일 ~ 5월 25일	10	0.80
산간 지역	춘천, 영주	5월 15일 ~ 5월 25일	10	0.84
중북부 내륙 지역	이천, 원주, 음성, 영동, 재천	5월 15일 ~ 5월 25일	10	0.82
중북부 해안 지역	김포, 평택	5월 15일 ~ 5월 30일	15	0.84
중서부 해안 지역	논산, 홍성, 서산, 익산, 김제, 정주	5월 15일 ~ 6월 4일	20	0.82
중부 내륙 지역	경산, 선산	5월 15일 ~ 5월 30일	15	0.83
남부 내륙 지역	나주, 진주, 창녕	5월 15일 ~ 6월 9일	25	0.82
남부 해안 지역	영광, 해남, 김해	5월 15일 ~ 6월 14일	35	0.81
동부 해안 지역	강릉	5월 15일 ~ 6월 14일	35	0.86

3) harvesting

지역	주요 도시	작업 적기	작업 가능 일수	작업 가능 일수율
산간 고냉 지역		9월 20일 ~ 10월 5일	15	0.70
산간 지역	춘천, 영주	9월 10일 ~ 10월 5일	15	0.82
중북부 내륙 지역	이천, 원주, 음성, 영동, 재천	9월 20일 ~ 10월 5일	15	0.81
중북부 해안 지역	김포, 평택	9월 20일 ~ 10월 15일	25	0.83
중서부 해안 지역	논산, 홍성, 서산, 익산, 김제, 정주	9월 25일 ~ 10월 25일	30	0.79
중부 내륙 지역	경산, 선산	9월 20일 ~ 10월 15일	25	0.83
남부 내륙 지역	나주, 진주, 창녕	9월 25일 ~ 10월 25일	30	0.74
남부 해안 지역	영광, 해남, 김해	9월 25일 ~ 10월 25일	35	0.79
동부 해안 지역	강릉	9월 20일 ~ 10월 5일	15	0.74

Table 2. Field efficiency

작업 종류	평균 포장 작업 효율
경운	0.70
정비	0.85
이앙	0.58
수확	0.72

Table 3. Shape factor

논의 형상	논의 형상 계수
경지 정리가 잘된 장방형	1.0
경지 정리가 잘 안된 곡선형	0.7

Table 4. Possible work hours and actual work hour coefficients

작업	작업 가능 시간	시간율
경운	12	0.43
정지	12	0.43
이앙	12	0.48
수확	9	0.56

다. 농업 기계의 작업 능력

요구되는 작업 능력에 따라 적합한 작업기를 선택하기 위하여 경운, 정지 작업기의 경우에는 국내에서 시판되고 있는 트랙터용 플라우와 로터베이터에 대한 작업 폭과 작업 능력, 작업 폭과 부착 트랙터의 출력, 플라우의 연수와 작업 능력, 플라우의 연수와 부착 트랙터의 출력 등의 관계를 조사하였다. 이앙 작업과 수확 작업의 경우에는 이앙기와 콤바인의 작업 조수와 작업 능력, 작업 능력과 기관 출력과의 관계를 조사하였다.

조사한 기종과 대수는 최근 92~95년 농업기계화연구소에서 검사한 기종으로서 플라우 42대, 로터베이터 14대, 이앙기 22대, 콤바인 32대이었으며, 트랙터는 조사한 플라우와 로터베이터가 부착되는 트랙터를 모두 조사 대상으로 하였다.

작업 면적이 일정한 한계를 넘는 경우에는, 국내에서 작업 능력이 가장 높은 기종을 선택하도록 하였다. 본 연구에서 개발된 프로그램에서는 한계 면적을 30ha로 설정하였다.

1) 정지 작업

그림 1, 그림 2는 각각 로터베이터에 대한 작업 능력과 로터리축 길이, 로터리축 길이와 부착 트랙터 출력과의 관계를 나타낸 것이다.

10분/10a ~ 50분/10a의 작업 능력 범위에서 작업 능력

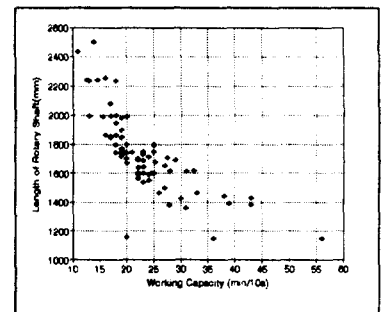


Fig. 1 Working capacity vs. length of rotary shaft (Rotavaor).

과 로터리축의 길이, 로터리축 길이와 부착 트랙터의 출력 관계는 각각 다음과 같이 표현되었다.

$$L = 1.6C^2 - 117C + 3545 \quad (2)$$

$$P = 50L'^2 - 100L' + 68 \quad (1m < L' < 2.6m) \quad (3)$$

여기서, L = 로터리축 길이, mm C = 작업 능률, 분/10a

P = 트랙터의 출력, ps L' = 로터리축 길이, m

2) 경운 작업

플라우는 단용과 양용으로 구분하여 조사하였다. 그림 3, 그림 4는 각각 단용 플라워의 작업 능률과 연수, 연수와 부착 트랙터의 출력과의 관계를 나타낸 것이고, 그림 5, 그림 6은 양용 플라워에 대한 것을 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 플라워에 대해서는 작업 능률과 연수, 연수와 부착 트랙터의 출력과의 관계를 일정한 함수로 표현하기가 어려웠다.

함수 관계를 도출하기는 어려웠으나 그림의 결과를 이용하여 표 5와 표 6에서와 같이 플라워의 연수별 작업 능률, 부착 트랙터의 출력 범위를 설정하였다.

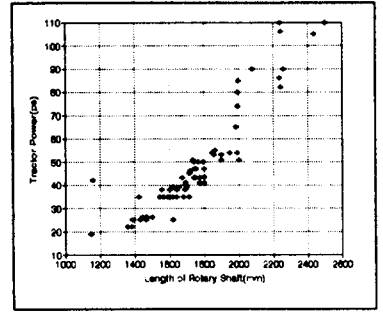


Fig. 2. Length of rotary shaft vs. tractor power (Rotavator).

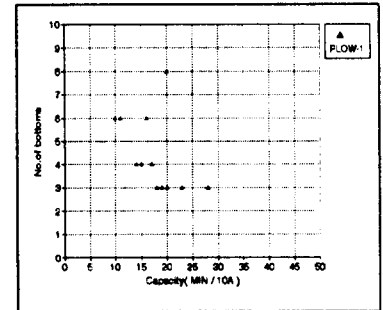


Fig. 3. Working capacity vs. number of rows (Common plow).

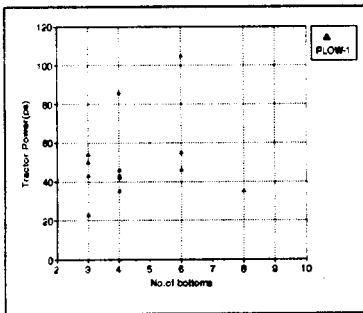


Fig. 4. Number of rows vs. tractor power (Common plow)

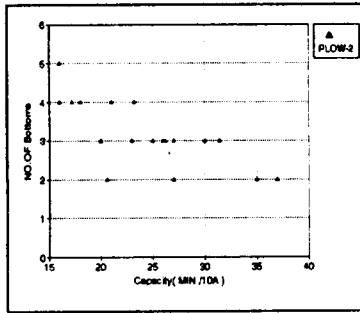


Fig. 5. Working capacity vs. number of rows (Reversible plow).

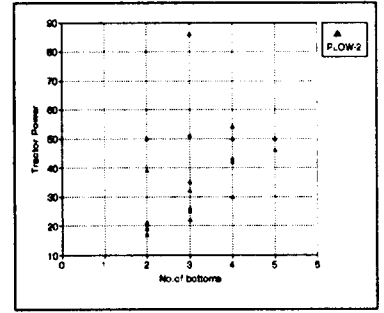


Fig. 6. Number of rows vs. Tractor power (Reversible plows).

Table 5. Working capacity and tractor power by number of rows (common plow)

연 수	작업 능률(분/10a)	트랙터 출력(ps)
3	17~28	40
4	14~16	45
6	10~13	50

Table 6. Working capacity and tractor power by number of rows (reversible plow)

연 수	작업 능률(분/10a)	트랙터 출력(ps)
2	35~40	20
3	25~34	30
4	15~24	40

3) 이앙 작업과 수확 작업

그림 7 ~ 그림 12는 이앙기와 콤바인에 대한 작업 능률과 작업 조수, 작업 조수와 출력,

출력과 가격과의 관계를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 이들의 관계에서 일정한 함수 관계를 도출하기는 어려웠다. 따라서, 표 7, 표 8에서와 같이 작업 조수별 작업 능력의 범위를 설정하여 기종 선정에 사용하였다.

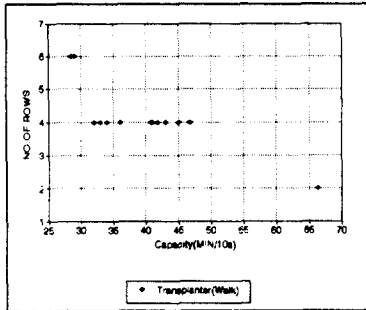


Fig. 7. Working capacity vs. number of rows (Walking type transplanter).

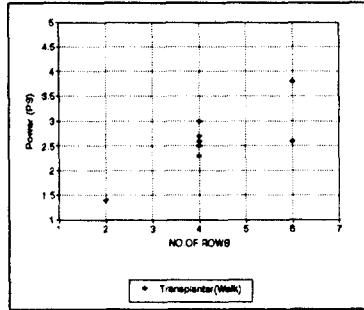


Fig. 8. Number of rows vs. power (Walking type transplanter).

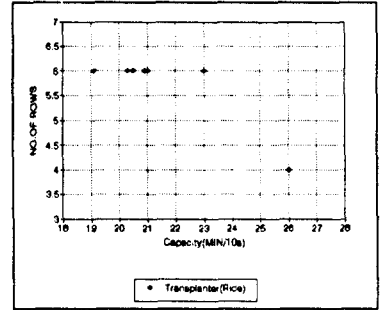


Fig. 9. Working capacity vs. number of rows (Ride type transplanter).

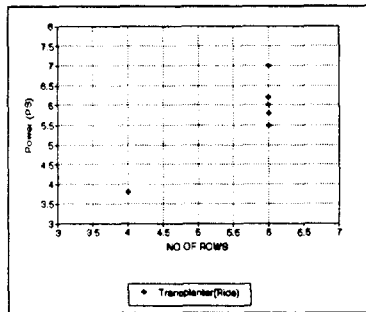


Fig. 10. Number of rows vs. power (Ride type transplanter).

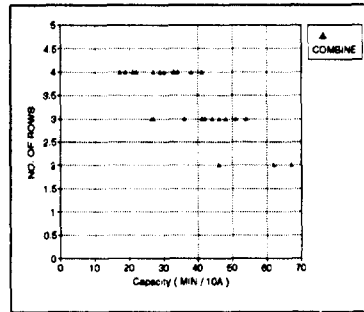


Fig. 11. Working capacity vs. number of rows (Combined harvester).

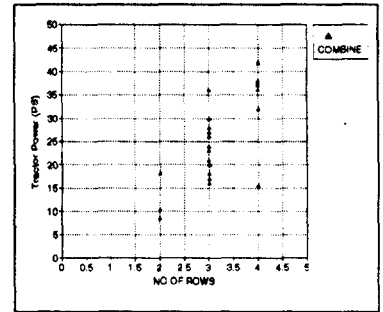


Fig. 12. Number of rows vs. power (Combined harvester).

Table 7. Working capacity by number of rows of transplanter

이앙 조수	작업 능력(분/10a)
보행 2조	65 ~ 70
보행 4조	30 ~ 50
승용 6조	20 ~ 25

Table 8. Working capacity by number of rows of combined harvester

예취 조수	작업 능력(분/10a)
2	60 ~ 70
3	40 ~ 55
4	20 ~ 40

라. 선정 알고리즘

선정 알고리즘은 다음과 같다. 먼저 영농 면적, 영농 지역, 논,의 형태, 원하는 작업 일수 등을 입력한다. 입력된 데이터를 이용하여 경운, 정지, 이앙, 수확 작업에 필요한 작업 능력을 계산한다. 경운 작업에서는 표 6을 이용하여 적합한 트랙터 출력을 결정한다. 정지 작업에서는 식 2를 이용하여 작업 능력로 로터베이터의 길이를 계산하고 다시 식 3을

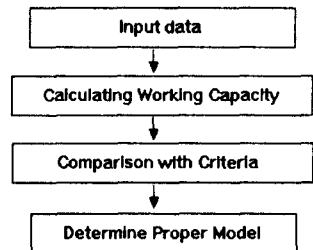


Fig. 13. Flow chart of selecting algorithm

이용하여 적합한 트랙터 출력을 결정한다. 이양 작업에서는 표 7을 이용하여 적합한 이양기 조수를 결정하고, 수확 작업에서는 표 8을 이용하여 콤바인 조수를 결정한다. 그림 13는 적합한 모델을 결정하는 과정을 나타낸 것이다.

3. 컴퓨터 프로그램의 개발

프로그램은 PC의 MS-DOS에서 실행할 수 있도록 C언어로 작성하였으며, 다음과 같은 자료를 입력하고 기종의 출력 또는 조수를 선정하도록 하였다.

- | | |
|----------------|-----------------|
| 1) 벼농사의 자영 면적 | 2) 벼농사의 임작업 면적 |
| 3) 밭농사의 면적 | 4) 영농 지역 선택 |
| 5) 경지 정리 여부 선택 | 6) 원하는 작업 일수 선택 |

그림 14와 그림 15는 프로그램을 실행하였을 때의 화면을 나타낸 것이다.

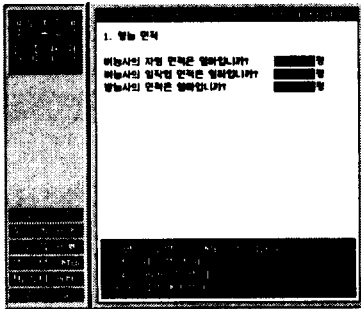


Fig. 14. Input mode of program.

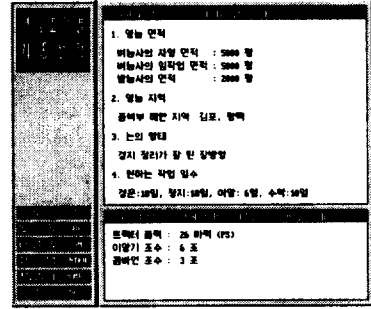


Fig. 15. Output mode of program

4. 적용 사례

경지정리가 잘 된 논에, 작업 가능 일수의 절반에 해당하는 기간에 작업을 마치는 것으로 선택 사항을 주었다. 비교를 위해 두 지역을 대상으로 프로그램을 실행하여 다음의 결과를 얻었다.

가. 중복부 해안 지역(김포, 평택 등)

트랙터의 경우 약 6.7ha에 26마력이면 가능하고 약 16.7ha에 45마력, 30ha가 되면 97마력의 트랙터가 필요하다. 일반적으로 50마력 트랙터를 사용한다고 보면 18.3~19.3ha를 경작할 수 있다. 이양기는 약 2.8ha를 중심으로 그 미만은 보행4조, 그 이상은 승용 6조가 필요하다. 콤바인은 4.0ha를 기준으로 그 미만은 3조, 그 이상은 4조가 요구된다.

나. 산간 고냉 지역

트랙터의 경우 경지 3.3ha에 26마력이면 가능하고 16.7ha에 59마력, 30ha에 123마력의 트랙터가 필요하다. 50마력 트랙터의 경우 14.3~15.0ha를 경작할 수 있다. 이양기는 1.8ha 미만은 보행4조로 그 이상에서는 승용 6조가 필요한 것으로 나타났다. 콤바인은 2.0ha 미

만에서는 3조로 그 이상의 면적에서는 4조가 요구되는 것으로 나타났다.

위의 시험 결과, 중북부 해안지역은 산간 고냉지역보다 상대적으로 낮은 성능의 농업기계로 영농이 가능한 것으로 나타났는데, 이것은 작업 가능 일수와 일수율이 상대적으로 크기 때문이다.

이 컴퓨터 프로그램은 1대의 작업능률을 기준으로 개발된 관계로 사용 가능한 면적은 약 30ha로 한정되어 있다. 만약 이 방법으로 결정된 결과가 개개 농민의 현실과 큰 차이가 있다면 이는 프로그램에서 사용된 자료들이 평균적인 사실에 기초한 것들이기 때문일 것으로 생각된다. 이 문제는 농민이 자신의 총 작업 일수, 총 작업 면적 등을 직접 계산하여 입력하면 보완될 수 있을 것으로 생각된다.

5. 결론

본 연구에서는 영농 규모와 영농 지역, 작업자의 희망 작업 일수 등을 고려한 작업 능률을 예측하고, 이 작업 능률을 이용하여 적합한 농기계를 선택할 수 있는 컴퓨터 프로그램을 제시하였다. 선정 대상은 트랙터 출력, 이앙기와 콤바인의 조수로 하였다.

기존의 연구 결과를 이용하여 영농 지역의 특성을 반영하는 계수와 각종 상관 관계식을 결정하였는데 이들이 선정 결과와 타당성에 일정한 영향을 미칠 것으로 판단된다. 앞으로 보다 광범위한 기초 조사를 바탕으로 선정 프로그램이 개발된다면 더욱 유용한 결과를 얻을 수 것이다. 또한 여러 기종의 농기계가 필요한 대규모 영농을 고려한 농기계 선정 알고리즘도 개발되어야 할 것으로 판단된다.

참고 문헌

1. 정창주 외 4인. 1993. 농업기계의 이용효율 제고를 위한 경지정리의 기초설계기술개발 연구(II). 농어촌 진흥공사.
2. 한국농기계공업협동조합. 1994. 농업기계연감. 한국 농업기계학회
3. 한국농기계공업협동조합. 1995. 농업기계가격
4. 농업기계화연구소. 1991. 농기계 적정 투입 AMS 프로그램