

트랙터, 콤바인, 이앙기의 수요 함수 추정

김관수 박창근 김경욱 김병갑

Estimating Demand Functions of Tractor, Combine and Rice Transplanter

K. Kim C. K. Park K. U. Kim B. G. Kim

Abstract

Using a multi-variable linear regression technique and SUR (seemingly unrelated regression) model, the demand functions of tractor, combine and rice transplanter were estimated. The demand was regarded as an annual supply of each machine and modeled as a function of 11 independent variables which reflect the actual farmer's income, actual prices of farm machines, previous supply, previous stock, actual amount of available subsidy, actual amount of available loan, arable land, import of farm machines and rice price. The actual amount of available loan affects most significantly the demand functions. The actual farmer's income, actual farmer's asset, loan coverage, and rice price affect the demand positively while prices of farm machines and import negatively. The annual demands of tractor, combine and rice transplanter estimated using the demand functions were also presented over the next 4 years.

Keywords : demand function, farm machinery, multi-variable linear regression, SUR

1. 서론

쌀 관세화 유예로 인한 수입쌀의 밥쌀용 판매 허용, 의무 수입 물량의 증대, 한미 FTA 협상, DDA 협상 등 최근의 사태는 농업 부분의 시장 개방을 더욱 확대시킬 것으로 전망된다. 이러한 변화에 대응하여 우리나라의 농업이 시급히 해결해야 할 과제의 하나는 농업의 경쟁력 제고이다. 농업의 경쟁력을 제고하기 위해서는 무엇보다도 농업 기계화의 확대 즉, 농업 생산을 위한 자본재의 효율적인 투입이 가장 기본적이고 필수적인 요건이다.

1998년 5년간 한시적으로 시행되었던 농기계 반값 공급 정책이 종료되고, IMF 외환위기 등으로 정부가 농기계 구입을 위한 보조 및 용자 지원 규모를 축소하자 농기계수요는 1999년부터 급격히 감소하기 시작하였다. 또한 농업 기계화 정책

의 비중이 감소함에 따라 농업 기계화와 관련된 정부 조직도 축소되었으며, 국내의 농기계 시장 규모는 최대 규모일 때에 비하여 50% 이상 축소되었다.

2000년부터 국내 농기계 시장에는 트랙터, 콤바인, 이앙기 등 주요 기종의 대형화, 고속화, 승용화 경향이 나타나고 있으며, 기종별 수요도 이러한 경향에 따라 변화되고 있다. 따라서 농기계 산업체는 농기계 시장의 변화를 정확하게 예측하고, 이에 따라 생산 계획과 판매 전략을 수립하여야 할 것이다. 또한, 정부에서도 시장 변화에 따라 보다 효율적인 농업 기계화 정책을 수립하여야 한다.

본 연구는 트랙터, 콤바인, 이앙기의 수요 함수를 추정하기 위한 것으로서, 수요 함수에 영향을 미치는 주요 변수를 설정하고, 이러한 변수가 수요 함수에 미치는 영향을 통계적 분석을 통하여 구명하고자 하였다. 또한 추정된 수요 함수를 이용

This study was supported financially by the Korean Society for Agricultural Machinery. This article was submitted for publication in April 2006, reviewed and approved for publication by the editorial board of KSAM in June 2006. The authors are Kwansoo Kim, Assistant Professor, Chang Keun Park, Research Assistant, Department of Agricultural Economics and Rural Development, Kyoung Uk Kim, KSAM member, Professor, Department of Biosystems & Biomaterials Science and Engineering, CALS, Seoul National University, and Byung Gap Kim, KSAM member, Researcher, Rural Development Administration, Suwon, Korea. The corresponding author is Kyeong Uk Kim, Professor, Department of Biosystems & Biomaterials Science and Engineering, CALS, Seoul National University; Fax : +82-2-873-2049; Tel : +82-2-880-4602; E-mail : <kukim@snu.ac.kr>

하여 2005년부터 2008년까지 4년간 트랙터, 콤바인, 이앙기의 연간 수요를 예측하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 수요 예측 방법

농기계 수요 예측 방법에는 로지스틱 함수를 이용하는 방법, 수요 함수를 이용하는 방법, 선형 계획법을 이용하는 방법, 농가의 농기계 수요 성향 조사를 이용하는 방법 등이 있다. 전통적으로 농기계 수요는 내구성 투입재로서 공급량(flow)이 아닌 보유량(stock)에 대한 수요로 이해되었다. 따라서 농기계 수요는 주로 투입재의 연간 보유량을 로지스틱 함수를 이용하여 분석하였다(Griliches, 1960). 그러나 로지스틱 함수를 이용한 예측 방법은 수요에 영향을 미치는 변수로서 시간만을 고려하기 때문에 실질적으로 농기계 수요에 영향을 미치는 변수의 영향력은 구명할 수 없다는 단점이 있다.

이와 반대로 내구재의 수요를 보유량이 아닌 공급량의 수요, 즉 소비재의 수요로 보고, 소득, 가격, 대체재 가격 등과 같은 적절한 변수의 선형 함수로써 이를 추정하는 방법도 있다(Cromarty, 1958; Rayner and Cowling, 1968). Penson et al.(1981)은 적응 기대 방정식(adaptive expectations equation)을 이용하여 트랙터의 수요를 추정한 바 있으며, 우리나라에서도 현(1981)이 경운기의 수요 함수를 추정한 바 있다. 선형 계획법을 이용하여 농기계의 적정 수준을 추정한 연구로서는 강(1989)과 이(1982)의 연구가 있으며, 선형 계획 모형과 로지스틱 함수를 모두 이용하여 농기계의 수요를 추정한 연구에는 강 등(1989)의 연구가 있다. 또한, 김 등(1999)은 농가의 농기계 수요 성향을 조사하여 갱신 수요량을 예측한 바 있다. 선형 계획 모형을 이용한 농기계 수요 함수의 추정 방법은 정부의 정책 변수가 수요에 미치는 영향을 고려하기가 어렵고, 농기계 수요 성향 조사를 이용한 방법은 막대한 조사비용과 조사한 자료의 대표성과 객관성을 확보하기가 어렵다는 단점이 있다.

본 연구에서는 정부 정책과 같은 중요한 변수가 수요에 미치는 영향을 구명하기 위하여 농기계의 수요 함수를 공급량 개념으로 추정하였다. 기존의 로지스틱 함수 또는 선형 계획법을 이용한 방법은 정책 변수의 영향을 충분히 반영하지 못하였다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 농기계 수요에 영향을 미치는 일반적인 경제적 변수뿐만 아니라 정부의 정책 변수를 포함하였으며 보다 현실적인 수요 함수를 추정하고자 하였다.

수요 추정 모형은 t 기와 $t-1$ 기의 종속 변수 사이에 존재하는 자기 상관관계와 농기계 보유 대수에 대한 정보를 이용할 수 있도록 $t-1$ 기의 공급 대수와 $t-1$ 기의 보유 대수를 각각 고려하였다. 본 연구에서는 다변량 모형인 동태적 회귀 분석(dynamic regression)기법과 SUR(seemingly unrelated regression)모형을 적용하여 트랙터, 콤바인, 이앙기의 수요 함수를 추정하였다.

나. 분석 자료

본 연구에서 사용한 트랙터, 콤바인, 이앙기의 공급 대수, 보유 대수, 실질 가격, 실질 구입 용자금, 실질 총 보조금, 실질 수입액, 구입 지원을 등에 대한 데이터는 한국농기계공업 협동조합에서 발간한 ‘농업기계연감(1982-2004)’과 농림부에서 발간한 ‘농림업 주요통계(1982-2004)’에서 구하였다. 또한 실질 농가 소득, 실질 농가 순자산, 농경지 면적, 실질 쌀가격 등에 대한 데이터는 통계청 자료(1982-2004)를 이용하여 구하였다. 자료에서 명목 가격으로 표시된 데이터는 농협중앙회 농협조사월보(1982-2004)의 소비자 물가 지수를 이용하여 실질 가격으로 변환한 후 모형 추정에 사용하였다.

다. 예측 모형

수요 함수를 추정하기 위한 기본 모형은 Linear Regression 모형과 SUR모형을 적용하였다.

Linear Regression 모형의 종속 변수는 당해 연도의 공급 대수(내수, Y_t)로 하였으며, 독립 변수는 다음과 같이 11개의 변수로 하였다.

- $X_{3,t-1}$ = 전년도 실질 농가 소득
- $X_{2,t}$ = 당해 연도 실질 농기계 가격
- Y_{t-1} = 전년도 공급 대수
- $X_{1,t-1}$ = 전년도 보유 대수
- $X_{4,t}$ = 정부의 실질 총 구입 보조금
- $X_{5,t}$ = 보조금 지원을
- $X_{6,t}$ = 구입 용자금
- $X_{7,t}$ = 실질 농기계 수입액
- $X_{8,t}$ = 농경지 면적
- $X_{9,t}$ = 실질 농가 순자산
- $X_{10,t}$ = 실질 쌀가격

전년도 실질 농가 소득은 당해 연도의 농가 구매력을 반영하기 위한 것이었으며, 실질 농기계 가격은 농가의 지출 비용을 반영하기 위한 것이었다. 또한, 전년도 공급 대수는 종속 변수 사이의 자기 상관관계를 반영하기 위한 것이었으며, 전

년도 보유 대수는 S-curve로 표시되는 보유 대수의 정보를 활용하기 위한 것이었다. 내구재의 수요는 일반적으로 S-curve(logistic curve)의 형태로 나타낼 수 있다. 즉 내구재의 수요는 초기에는 증가 속도가 느리나 일정한 시간이 지난 후에는 빠르게 증가하여 점근적으로 포화 상태에 접근한다. 따라서 당해 연도 농기계 공급량은 전년도 보유량의 영향을 받는다고 할 수 있다. 즉 수요가 빠르게 증가하는 기간에서는 순투자에 대한 수요의 영향이 크고, 포화 상태에 접근하면 갱신 수요에 대한 영향이 증가된다.

당해 연도 정부의 실질 총 구입 보조금, 보조금 지원율, 실질 구입 용자금은 정부 정책이 농기계 공급에 미치는 영향을 구명하기 위하여 도입하였다. 실질 농기계 수입액은 국내의 농기계 공급량에 수입 농기계가 포함되어 있다는 점을 반영하기 위한 것이었다. 농경지 면적은 농기계 공급량에 미치는 농경지 면적의 영향을 구명하기 위한 것이었으며, 실질 농가 순자산은 구입 용자금 상환과 관련하여 담보의 척도가 될 수 있기 때문에 포함하였다. 쌀가격은 쌀가격 변화에 따른 재배 면적의 변화와 이에 따른 농기계 수요의 변화를 반영하기 위한 것이었다. 데이터 수집이 용이하지 않았던 실질 총 보조금과 구입 용자금은 각각 총 농기계 보조금과 용자 금액을 대리 변수로 사용하였다.

이상의 종속 변수와 11개의 독립 변수를 이용하여 트랙터, 콤바인, 이앙기의 당해 연도 공급 대수를 추정하기 위한 모형은 각각 다음과 같이 설정하였다.

$$\begin{aligned}
 Y_t^1 = & \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1}^1 + \beta_2 X_{1,t-1}^1 + \beta_3 X_{2,t}^1 \\
 & + \beta_4 X_{3,t-1}^1 + \beta_5 X_{4,t}^1 + \beta_6 X_{5,t}^1 + \beta_7 X_{6,t}^1 \\
 & + \beta_8 X_{7,t}^1 + \beta_9 X_{8,t}^1 + \beta_{10} X_{9,t}^1 + \beta_{11} X_{10,t}^1 \\
 & + \beta_{12} X_{11,t}^1 + \beta_{13} X_{12,t}^1 + e_t^1
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 Y_t^2 = & \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1}^2 + \beta_2 X_{1,t-1}^2 + \beta_3 X_{2,t}^2 \\
 & + \beta_4 X_{3,t-1}^2 + \beta_5 X_{4,t}^2 + \beta_6 X_{5,t}^2 + \beta_7 X_{6,t}^2 \\
 & + \beta_8 X_{7,t}^2 + \beta_9 X_{8,t}^2 + \beta_{10} X_{9,t}^2 \\
 & + \beta_{11} X_{10,t}^2 + \beta_{12} X_{13,t}^2 + e_t^2
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

$$\begin{aligned}
 Y_t^3 = & \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1}^3 + \beta_2 X_{1,t-1}^3 + \beta_3 X_{2,t}^3 \\
 & + \beta_4 X_{3,t-1}^3 + \beta_5 X_{5,t}^3 + \beta_6 X_{6,t}^3 + \beta_7 X_{7,t}^3 \\
 & + \beta_8 X_{8,t}^3 + \beta_9 X_{9,t}^3 + \beta_{10} X_{10,t}^3 \\
 & + \beta_{11} X_{13,t}^3 + e_t^3
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

여기서, Y_t^1 =트랙터의 공급 대수
 Y_t^2 =콤바인의 공급 대수
 Y_t^3 =이앙기의 공급 대수

$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{12}$ =추정할 파라미터
 e_t =독립적이고 동일하며 평균이 0이고 분산이 σ^2 인 정규 분포(i.i.d. $N(0, \sigma^2)$)를 따르는 오차항
 $X_{11,t}$ =실질 농가 순자산의 제곱
 $X_{12,t}$ =더미 변수
 1993년부터 1998년까지는 $X_{12,t}=1$,
 다른 연도는 $X_{12,t}=0$,
 $X_{13,t}$ =더미 변수
 1998년부터 2000년까지는 $X_{13,t}=1$,
 다른 연도는 $X_{13,t}=0$

더미 변수 $X_{12,t}$ 는 정부의 반값 지원 정책의 효과를, $X_{13,t}$ 는 IMF 경제 위기의 영향을 반영하기 위한 것이었다.

특징이 유사한 다수의 관계식을 각각의 회귀 모형으로써 추정할 때, 각 회귀 모형의 오차가 상호 연관되어 있으면 각각의 모형을 독립적으로 추정하기 보다는 모든 모형을 동시에 추정하는 것이 보다 효과적인 것으로 알려져 있다. 이는 각 모형을 독립적으로 추정할 경우, 여러 모형의 오차 사이에 존재하는 상호 연관성을 고려할 수 없기 때문이다(William et al., 1993). Zellner(1971)는 이와 같이 상호 연관된 모형의 오차를 고려하여 추정한 모형을 SUR(seemingly unrelated regressions)이라고 하였다. SUR은 같은 시기에 상호 연관된 오차 정보를 이용할 수 있기 때문에 모형을 개별적으로 추정할 때 보다 더 많은 정보를 이용하여 더욱 효과적으로 모형을 추정할 수 있다는 장점이 있다.

앞에서 설정한 트랙터, 콤바인, 이앙기의 수요 함수 모형에서 모형의 오차가 같은 시기에 상호 연관되어 있다고 가정하고, 식 (1), (2), (3)의 트랙터, 콤바인, 이앙기 공급량 추정식을 SUR 모형으로 설정하였다. 이모형은 일반화된 최소자승법(Generalized Least Squares)으로 추정되었다.

라. 수요 예측 시나리오

추정한 수요 함수를 이용하여 2005년부터 2008년까지 4년간 트랙터, 콤바인, 이앙기의 연간 수요를 예측하였다. 수요 예측을 위한 시나리오는 기본 시나리오를 기준으로 농기계 구입 지원율, 농가 소득, 쌀값 수준에 따라 5개의 시나리오를 설정하였다.

기본 시나리오(baseline scenario)는 독립 변수를 다음과 같이 가정하여 설정하였다. 농경지 면적(land)은 AR(2)¹⁾의 방법

1) 시계열 자료에 대한 회귀 분석에서 회귀 모형의 설명 변수에 종속 변수의 과거 값들이 하나 이상 포함되어 있을 때 이를 자기회귀모형(autoregressive model)이라 하며, AR(2) 모형은 다음과 같이 표시된다.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + e_t$$

으로 추정하여 적용하였다. 실질 농기계 가격은 2004년도의 가격이 계속 유지될 것으로 가정하였으며, 실질 농가 소득과 실질 농가 순자산은 각각 최근 3년간 평균 증감률인 -0.95%와 14.3%를 적용하였다. 농기계 보유 대수는 로지스틱 함수에 의한 추정 결과를 이용하였으며, 실질 농기계 구입 용자금과 실질 총 보조금은 2004년도 수준이 계속 유지될 것으로 가정하였다. 실질 쌀가격은 전년 대비 3% 감소할 것으로 가정하였고, 농기계의 구입 지원율은 2004년도 수준을 2008년까지 적용하였다. 2005년도 실질 트랙터 수입액은 2005년 7월을 기준 전년 대비 증감률인 39.5%를 적용하였고, 2006년부터 2008년까지는 30%의 증감률을 적용하였다. 2005년도의 실질 콤바인 수입액과 실질 이앙기 수입액도 2005년 7월을 기준 전년 대비 증감률인 41.3%와 43.1%를 각각 적용하였으며, 2006년부터 2008년까지는 모두 30%의 증감률을 적용하였다. 수입 트랙터, 콤바인, 이앙기는 모두 대형이므로 가격 측면에서는 증감률이 높으나, 대수 증감률은 가격 증감률보다 높지 않을 것으로 예상된다. 따라서 가정한 수입 트랙터, 콤바인, 이앙기의 증감률은 실제 수입 대수 증감률보다 높게 책정될 수 있으며, 예측 결과도 다소 과대평가될 수 있을 것으로 판단된다. 예측 결과를 해석할 때는 이를 고려하여야 한다.

시나리오 1에서는 기본 시나리오에서 농기계 구입 지원율을 2006년부터 5% 증가할 것으로 가정하였으며, 시나리오 2에서는 농기계 구입 지원율을 10% 증가할 것으로 가정하였다. 이는 정부의 농기계 구입 지원율이 수요에 미치는 영향을 구명하기 위한 것이었다.

시나리오 3에서는 기본 시나리오보다 현실 조건이 다소 악화된 경우를 고려하여, 2005년부터 2008년까지 농가 소득은 전년 대비 3% 감소하고, 농가 순자산은 전년 대비 10% 증가하며, 쌀가격은 2004년도에 비하여 3% 감소할 것으로 가정하였다. 그러나 수입액은 기본 시나리오에서와 같은 조건으로 하였다.

시나리오 4와 시나리오 5는 시나리오 3에서 2006년부터 농기계 구입 지원율이 각각 5%, 10% 증가할 것으로 가정하였다.

3. 결과 및 고찰

Linear Regression 모형과 SUR 모형으로 추정된 트랙터, 콤바인, 이앙기 수요 함수의 각 파라미터 값은 표 1, 2, 3에 나타나 있다. 추정된 함수의 MSE(Mean Square Error)를 비교하였을 때 다중 회귀 분석 방법에 의한 추정 오차가 SUR의 연립 방정식 추정 방법에 의한 추정 오차보다 작은 것으로 나타났다. 즉 Linear Regression 모형에 의한 트랙터, 콤바인,

이앙기의 MSE는 각각 1014529, 2866239, 15282281이었으며, SUR 모형에 의한 MSE는 각각 1155690, 2968165, 16454403이었다. 또한 두 모형으로 추정된 파라미터의 부호와 통계적 유의성은 유사하게 나타났으며, 파라미터의 값도 큰 차이가 없었다. 따라서 본 연구에서는 Linear Regression 모형에 의한 추정 결과를 중심으로 예상 수요를 고찰하였다.

표 1에서와 같이 당해 연도 트랙터 공급 대수(flow_t)는 1%의 통계적 유의 수준에서 구입 용자금과 정(+)의 상관관계가 있으며, 전기 실질 농가 소득(l_r_income)과는 5% 유의 수준에서 정(+)의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 이러한 관계는 농기계 구입을 위한 정부의 용자 지원이 증가하면 트랙터의 공급 대수도 증가하며, 실질 농가 소득이 증가하면 트랙터의 공급 대수도 증가한다는 것을 나타낸다. 이러한 추정 결

Table 1 Estimated parameter values of tractor demand function

Variable	Linear R	SUR
	Parameter	Parameter
전기 공급 대수 (l_flow_t)	-0.156 (0.146)	-0.061 (0.129)
전기 보유 대수 (l_stock_t)	-0.031* (0.014)	-0.030* (0.013)
전기 실질 농가 소득 (l_r_income)	84.706** (27.878)	75.504** (25.855)
실질 농기계 가격 (r_price_t)	-107.620* (56.631)	-108.561* (48.829)
실질 농기계 구입 용자금(r_loan_purchase)	2.288*** (0.367)	2.203*** (0.351)
실질 총 보조금 (r_support_total)	-0.854 (0.559)	-0.804 (0.521)
농경지 면적(land)	0.002 (0.006)	0.003 (0.006)
실질 농가 순자산 (r_equity)	-17.293** (6.077)	-19.741*** (5.661)
실질 농가 순자산 체공 (r_equity2)	0.009** (0.003)	0.010*** (0.003)
농기계 구입 지원율 (support_ratio_t)	54.572 (90.081)	15.914 (85.951)
실질 쌀 가격 (r_price_rice)	6.348 (10.473)	9.095 (10.069)
실질 수입액 (r_import_t)	-0.945 (3.418)	-2.497 (3.031)
d_half	-3210.412* (1678.395)	-3050.98* (1579.6)
R-square (Adj R-square)	0.998 (0.995)	0.990 (0.976)

주) ()안의 숫자는 표준오차(standard error)를 의미함

*** : 유의 수준 1%에서 통계적으로 유의함

** : 유의 수준 5%에서 통계적으로 유의함

* : 유의 수준 10%에서 통계적으로 유의함

과는 농기계 보급을 확대하기 위하여 추진한 정부 정책이 효과적이었음을 보인 것이다.

트랙터의 전기 보유 대수(l_stock_t), 실질 트랙터 가격(r_price_t), 정부의 반값 지원 정책의 영향을 구명하기 위하여 도입한 더미 변수(d_half)는 10%의 통계적 유의 수준에서 모두 당해 연도 트랙터 공급 대수와 부(-)의 관계가 있는 것으로 나타났다. 즉, 전기 보유 대수가 많으면 많을수록 당해 연도의 공급 대수는 감소하는 것으로 나타났다. 실질 트랙터 가격과 공급 대수 사이의 부의 관계는 경제학 이론과 일치하는 결과로서, 트랙터 가격이 상승하면 당해 연도의 공급 대수는 감소하는 경향이 있음을 나타낸 것이다. 또한 정부의 반값 지원 정책은 당해 연도의 트랙터 공급 대수를 감소시킨 것으로 나타났다. 정부의 반값 지원 정책은 위탁영농회사, 기계화 영농단 등을 통하여 트랙터, 콤바인 등 고가의 농기계 보급을 촉진시킨 것으로 알려져 있다(강 등, 2005). 그러나 본 연구의 결과에 의하면 반값 지원 정책과 트랙터 수요 사이에는 부(-)의 관계가 있는 것으로 나타났다. 즉, 정부 정책의 효과가 의도한 방향으로 나타나지 못한 것으로 판단된다.

실질 농가 순자산(r_equity)은 5%의 통계적 유의 수준에서 당해 연도 트랙터 공급 대수와 부(-)의 관계가 있는 것으로 나타났으며, 실질 농가 순자산의 제곱(r_equity^2)은 정(+)의 관계가 있는 것으로 추정되었다. 즉, 실질 농가 순자산이 당해 연도의 트랙터 공급 대수에 미치는 영향은 비선형적(오목 함수)인 것으로 추정되었다. 이러한 비선형적인 관계를 실질 농가 순자산의 현실적인 범위에서 평가하면, 실질 농가 순자산이 증가하면 당해 연도 트랙터 공급 대수도 증가되는 것으로 나타났다. 즉, 다른 변수가 모두 일정하다는 가정 하에 농가 순자산의 한 단위 증가가 트랙터 공급 대수에 미치는 영향(한계 효과)은 다음과 같이 나타났다.

$$\frac{\partial Y_t}{\partial r_equity} = -17.293 + 0.018r_equity$$

농경지 면적($land$), 실질 쌀가격(r_price_rice), 농기계 구입 지원율($support_ratio_t$)과 당해 연도 트랙터 공급 대수 사이에는 각각 정(+)의 관계가 있는 것으로 추정되었으나, 통계적인 유의성은 없었다. 트랙터의 전기 공급 대수(l_flow_t), 실질 총 보조금($r_support_total$), 실질 트랙터 수입액(r_import_t)도 당해 연도 트랙터 공급 대수와 부(-)의 관계가 있는 것으로 나타났으나, 통계적인 유의성은 없었다. 보조금이 부(-)의 관계로 나타난 것은 100만원의 정부 보조금으로써는 가격이 1,000~3,000만원 수준인 트랙터의 공급 대수를 증가시키는데 크게 기여하지 못했기 때문인 것으로 판단된다.

표 2는 콤바인의 당해 연도 공급 대수($flow_c$)를 나타낸 수요 함수에서 파라미터의 값을 나타낸 것이다. 실질 농기계 구입 용자금($r_loan_purchase$)은 5%의 통계적인 유의 수준에서 콤바인의 공급 대수와 정(+)의 관계가 있는 것으로 나타났다. 즉, 정부의 농기계 구입 자금 지원은 당해 연도의 콤바인 공급 대수를 증가시키는데 기여한 것으로 판단된다. 다시 말하면, 정부의 농기계 구입 지원 정책은 트랙터의 경우에서와 같이 콤바인에서도 수요를 증가시키는 효과가 있는 것으로 판단된다.

콤바인의 전기 공급 대수(l_flow_c), 전기 실질 농가 소득(l_r_income), 실질 농가 순자산(r_equity), 실질 쌀가격(r_price_rice), 농기계 구입 지원율($support_ratio_c$)은 당해 연도의 공급 대수와 정(+)의 관계가 있는 것으로 나타났으나, 모두 통계적인 유의성은 없었다.

Table 2 Estimated parameter values of combine demand function

Variable	Linear R	SUR
	Parameter	Parameter
전기 공급 대수 (l_flow_c)	0.202 (0.270)	0.163 (0.253)
전기 보유 대수 (l_stock_c)	-0.094 (0.074)	-0.074 (0.072)
전기 실질 농가 소득 (l_r_income)	21.038 (33.473)	15.950 (32.828)
실질 농기계 가격 (r_price_c)	-29.047 (18.082)	-23.159 (16.854)
실질 농기계 구입 용자금($r_loan_purchase$)	2.115** (0.784)	2.433*** (0.743)
실질 총 보조금 ($r_support_total$)	-0.530 (0.536)	-0.501 (0.532)
농경지 면적($land$)	-0.006 (0.004)	-0.007 (0.004)
실질 농가 순자산 (r_equity)	3.455 (3.790)	2.292 (3.687)
실질 수입액 (r_import_c)	-0.774 (2.360)	-0.436 (2.167)
실질 쌀 가격 (r_price_rice)	13.997 (16.194)	12.142 (15.417)
농기계 구입 지원율 ($support_ratio_c$)	13.615 (111.962)	33.564 (107.4)
d_imf	-2912.077 (2606.611)	-4226.7 (2416.5)
R-square (Adj R-square)	0.981 (0.959)	0.898 (0.787)

주) ()안의 숫자는 표준오차(standard error)를 의미함

*** : 유의 수준 1%에서 통계적으로 유의함

** : 유의 수준 5%에서 통계적으로 유의함

* : 유의 수준 10%에서 통계적으로 유의함

실질 콤바인 가격(r_price_c), 콤바인의 전기 보유 대수(l_stock_c), 농경지 면적($land$), 실질 총 보조금($r_support_total$), 실질 콤바인 수입액(r_import_t), IMF 경제 위기의 영향을 구명하기 위하여 도입한 더미 변수(d_imf)도 모두 당해 연도의 콤바인 공급 대수와 부(-)의 관계가 있는 것으로 나타났으나 통계적인 유의성은 없었다.

표 3은 당해 연도의 이양기 공급 대수($flow_trans$)를 나타낸 수요 함수에서 파라미터의 값을 나타낸 것이다. 당해 연도의 이양기 공급 대수는 10%의 통계적 유의 수준에서 실질 농기계 구입 용자금($r_loan_purchase$)과 정(+)의 관계가 있으며, 실질 쌀가격(r_price_rice)은 5%의 유의 수준에서 정(+)의 관계가 있는 것으로 나타났다. 즉, 당해 연도의 이양기 공급 대수는 농기계 구입 용자 금액에 따라 증가하는 것으로 나타났다. 트랙터, 콤바인의 경우에서와 같이 이양기에서도 정부의

농기계 구입 지원 정책이 수요 증가에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 판단된다. 또한, 실질 쌀가격이 상승하면 당해 연도의 이양기 공급 대수도 증가하는 것으로 나타났다.

이양기의 전기 보유 대수(l_stock_trans)는 5%의 통계적 유의 수준에서 당해 연도공급 대수와 부(-)의 관계가 있는 것으로 나타났다. 즉, 전기의 이양기 보유 대수가 많으면 많을수록 당해 연도의 이양기 공급 대수는 감소하였다. IMF 경제 위기의 영향을 구명하기 위하여 도입한 더미 변수(d_imf)는 1%의 유의 수준에서 당해 연도의 이양기 공급 대수와 부(-)의 관계가 있는 것으로 나타났다. 이는 1998년부터 2000년까지 이양기의 공급 대수가 IMF 경제 위기의 영향으로 감소하였음을 나타낸 것이다. 전기 실질 농가 소득(l_r_income), 실질 총 보조금($r_support_total$), 실질 농가 순자산(r_equity), 실질 이양기 수입액(r_import_trans), 농기계 구입 지원율($support_ratio_trans$)은 당해 연도의 이양기 공급 대수와 정(+)의 관계가 있는 것으로 나타났으나 통계적인 유의성은 없었다. 이양기의 전기 공급 대수(l_flow_trans), 실질 이양기 가격(r_price_trans), 농경지 면적($land$)도 통계적인 유의성은 없으나 부(-)의 관계가 있는 것으로 나타났다.

표 1, 2, 3의 추정 결과에 의하면, 일반적으로 수요 함수에서 볼 수 있는 가격과 공급량의 관계는 트랙터, 콤바인, 이양기의 수요 함수에서도 나타났다. 그러나 트랙터를 제외한 콤바인과 이양기에서는 통계적인 유의성은 없었다.

Table 3 Estimated parameter values of rice transplanter demand function

Variable	Linear R	SUR
	Parameter	Parameter
전기 공급 대수 (l_flow_trans)	-0.041 (0.234)	-0.043 (0.216)
전기 보유 대수 (l_stock_trans)	-0.149** (0.066)	-0.116* (0.062)
전기 실질 농가 소득 (l_r_income)	66.756 (117.496)	26.623 (114.2)
실질 농기계 가격 (r_price_trans)	-2219.476 (1282.954)	-1675.89 (1177.0)
실질 농기계 구입 용자금($r_loan_purchase$)	4.652* (2.188)	4.925** (2.125)
실질 총 보조금 ($r_support_total$)	1.284 (1.829)	1.344 (1.756)
농경지 면적($land$)	-0.022 (0.017)	-0.030* (0.016)
실질 농가 순자산 (r_equity)	3.675 (16.515)	5.551 (15.500)
실질 수입액 (r_import_trans)	5.524 (57.543)	-14.204 (53.937)
d_imf	-18666*** (5612.705)	-22913.1*** (5289.7)
실질 쌀 가격 (r_price_rice)	119.197** (38.577)	110.478** (37.388)
농기계 구입 지원율 ($support_ratio_trans$)	327.390 (259.863)	413.706 (254.3)
R-square (Adj R-square)	0.990 (0.977)	0.947 (0.889)

주) ()안의 숫자는 표준오차(standard error)를 의미함

*** : 유의 수준 1%에서 통계적으로 유의함

** : 유의 수준 5%에서 통계적으로 유의함

* : 유의 수준 10%에서 통계적으로 유의함

4. 수요 예측

표 4, 5, 6은 각 시나리오에 따라 예측한 트랙터, 콤바인, 이양기의 연간 수요를 나타낸 것이다. 시나리오별 예측 결과에 의하면, 트랙터의 경우, 기본 시나리오 조건에서는 2005년에서 2008년까지 연간 약 12,500~13,000대의 수요가 발생할 것으로 예측된다. 콤바인의 경우에는 약 4,200~4,600대, 이양기의 경우에는 약 7,300~7,500대 수준으로서 큰 변화가 없을 것으로 예측된다. 그러나 이양기 수입이 계속 증가할 경우 국내에서 생산된 이양기의 공급량은 크게 위축될 것으로 전망된다. 한편 이양기의 경우, 승용형과 보행형 이양기의 공급이 상당히 다른 경향과 특징을 보인다. 작업의 편리성 등의 요인으로 향후 보행형 이양기는 공급 대수가 감소하는 반면, 승용형 이양기는 공급 대수는 증가하여 보행형을 대체할 것으로 예상된다. 그러나 본 연구에서는 전체 이양기 공급 대수에 대한 예측이 시도되어 이러한 승용형과 보행형 이양기의 특징이 반영되지 못하였다. 이러한 점이 구체적으로 고려된 이양기 수요 예측은 의미 있는 후속 연구 과제가 될 것으로

Table 4 Forecasting results of tractor demand

연도	관측치*	Baseline	시나리오1		
		Linear R	SUR	Linear R	SUR
2000	22716	22507.4	22220.8	22507.4	22220.8
2001	14198	14181.1	14532.0	14181.1	14532.0
2002	10494	11219.7	11006.3	11219.7	11006.3
2003	8059	8406.0	8132.5	8406.0	8132.5
2004	9123	8702.1	8852.4	8702.1	8852.4
2005	8873.2	13550.2	14203.3	13550.2	14203.3
2006	8634.0	12429.5	13566.4	12702.4	13645.9
2007	8404.9	12429.8	13417.0	12660.0	13491.7
2008	8185.4	12301.2	13296.1	12538.1	13371.0

연도	관측치*	시나리오2	시나리오3		
		Linear R	SUR	Linear R	SUR
2000	22716	22507.4	22220.8	22507.4	22220.8
2001	14198	14181.1	14532.0	14181.1	14532.0
2002	10494	11219.7	11006.3	11219.7	11006.3
2003	8059	8406.0	8132.5	8406.0	8132.5
2004	9123	8702.1	8852.4	8702.1	8852.4
2005	8873.2	13550.2	14203.3	11938.0	12297.6
2006	8634.0	12975.2	13725.5	10725.9	11483.6
2007	8404.9	12890.2	13566.3	10740.4	11345.1
2008	8185.4	12774.9	13446.0	10609.6	11223.5

연도	관측치*	시나리오4	시나리오5		
		Linear R	SUR	Linear R	SUR
2000	22716	22507.4	22220.8	22507.4	22220.8
2001	14198	14181.1	14532.0	14181.1	14532.0
2002	10494	11219.7	11006.3	11219.7	11006.3
2003	8059	8406.0	8132.5	8406.0	8132.5
2004	9123	8702.1	8852.4	8702.1	8852.4
2005	8873.2	11938.0	12297.6	11938.0	12297.6
2006	8634.0	10998.7	11563.2	11271.2	11642.8
2007	8404.9	10970.6	11419.8	11200.8	11494.5
2008	8185.4	10846.5	11298.5	11083.3	11373.5

주)*: 2005년부터 2008년까지는 AR(1) 추정치임.

Table 5 Forecasting results of combine demand

연도	관측치*	Baseline	시나리오1		
		Linear R	SUR	Linear R	SUR
2000	11767	10760.7	10810.0	10760.7	10810.0
2001	5811	6987.6	7239.3	6987.6	7239.3
2002	3555	3302.9	3484.4	3302.9	3484.4
2003	3099	2812.3	2712.1	2812.3	2712.1
2004	3638	3430.1	3487.2	3430.1	3487.2
2005	3571.1	4206.9	4010.1	4206.9	4010.1
2006	3510.6	4499.6	4227.6	4567.7	4395.4
2007	3455.8	4631.9	4345.9	4713.8	4541.1
2008	3406.3	4683.4	4394.3	4768.0	4593.9

연도	관측치*	시나리오2	시나리오3		
		Linear R	SUR	Linear R	SUR
2000	11767	10760.7	10810.0	10760.7	10810.0
2001	5811	6987.6	7239.3	6987.6	7239.3
2002	3555	3302.9	3484.4	3302.9	3484.4
2003	3099	2812.3	2712.1	2812.3	2712.1
2004	3638	3430.1	3487.2	3430.1	3487.2
2005	3571.1	4206.9	4010.1	3926.1	3823.9
2006	3510.6	4635.8	4563.2	4076.8	3946.3
2007	3455.8	4795.6	4736.3	4180.4	4049.1
2008	3406.3	4852.6	4793.5	4226.0	4095.0

연도	관측치*	시나리오4	시나리오5		
		Linear R	SUR	Linear R	SUR
2000	11767	10760.7	10810.0	10760.7	10810.0
2001	5811	6987.6	7239.3	6987.6	7239.3
2002	3555	3302.9	3484.4	3302.9	3484.4
2003	3099	2812.3	2712.1	2812.3	2712.1
2004	3638	3430.1	3487.2	3430.1	3487.2
2005	3571.1	3926.1	3823.9	3926.1	3823.9
2006	3510.6	4144.8	4114.1	4212.9	4281.9
2007	3455.8	4262.2	4244.3	4344.0	4439.5
2008	3406.3	4310.6	4294.6	4395.2	4494.2

주)*: 2005년부터 2008년까지는 AR(1) 추정치임.

Table 6 Forecasting results of rice transplanter demand

연도	관측치*	Baseline	시나리오1		
		Linear R	SUR	Linear R	SUR
2000	15920	16121.4	14865.4	16121.4	14865.4
2001	12666	15049	16161.6	15049	16161.6
2002	9190	6698.7	7442.8	6698.7	7442.8
2003	7270	8600.6	7987.3	8600.6	7987.3
2004	7069	7114.2	6670.2	7114.2	6670.2
2005	7309.9	7334.6	4880.5	7334.6	4880.5
2006	7528.2	6228.9	4997.9	7865.8	7066.4
2007	7726.0	6925.3	5672.2	8495.3	7651.2
2008	7905.3	7557.1	6221.6	9129.8	8264.6

연도	관측치*	시나리오2	시나리오3		
		Linear R	SUR	Linear R	SUR
2000	15920	16121.4	14865.4	16121.4	14865.4
2001	12666	15049	16161.6	15049	16161.6
2002	9190	6698.7	7442.8	6698.7	7442.8
2003	7270	8600.6	7987.3	8600.6	7987.3
2004	7069	7114.2	6670.2	7114.2	6670.2
2005	7309.9	7334.6	4880.5	7036.0	4429.4
2006	7528.2	9502.8	9135.0	5671.6	4458.3
2007	7726.0	10065.2	9630.3	6378.6	5136.4
2008	7905.3	10702.6	10187.5	7010.0	5685.7

연도	관측치*	시나리오4	시나리오5		
		Linear R	SUR	Linear R	SUR
2000	15920	16121.4	14865.4	16121.4	14865.4
2001	12666	15049	16161.6	15049	16161.6
2002	9190	6698.7	7442.8	6698.7	7442.8
2003	7270	8600.6	7987.3	8600.6	7987.3
2004	7069	7114.2	6670.2	7114.2	6670.2
2005	7309.9	7036.0	4429.4	7036.0	4429.4
2006	7528.2	7308.6	6526.8	8945.5	8595.3
2007	7726.0	7948.6	7115.4	9518.6	9094.5
2008	7905.3	8582.7	7668.6	10155.5	9651.6

주): 2005년부터 2008년까지는 AR(1) 추정치임.

생각된다. 농기계 구입 지원율이 5~10% 인상되면 트랙터 공급 대수는 약 200~500대, 콤바인은 약 100~200대의 수요가 증가할 것으로 나타났다. 그러나 이앙기는 약 1,500~3,000대의 수요가 증가될 것으로 예측되어 정부의 지원율에 따라 수요가 가장 민감하게 변할 수 있는 기종으로 나타났다.

이상의 수요 예측 결과와 2005년도의 실질 공급량을 비교하면, 2005년도의 실질 공급량은 트랙터가 10,121대, 콤바인

이 3,804대, 이앙기가 6,337대이므로 시나리오 3의 예측치 즉, 트랙터 11,938대, 콤바인 3,926대, 이앙기 7,036대가 실질 공급량에 가장 근접한 것으로 나타났다. 예측치가 다소 많았으나 실질 공급량에 대한 예측치의 %오차는 트랙터가 17.9%, 콤바인이 3.2%, 이앙기가 11.0%이었다.

5. 요약 및 결론

본 연구는 농업 기계를 내구재로 보고 수요를 보유량(stock) 아닌 공급량(flow)으로 가정하여, 트랙터, 콤바인, 이앙기의 수요 함수를 추정하였다. 추정 방법은 11개의 독립 변수를 사용한 다중 회귀 분석(Linear Regression)과 SUR(seriously unrelated regression)에 의한 수요 함수 추정 방법으로 하였다.

추정한 트랙터, 콤바인, 이앙기의 수요 함수에 의하면, 당해 연도 공급 대수에 가장 큰 영향을 미치는 변수는 실질 농기계 구입 용자금인 것으로 나타났다. 전기 실질 소득, 실질 농가 순자산, 농기계 구입 지원율, 실질 쌀가격은 공급 대수와 정(+)의 관계가 있는 것으로 나타났으며, 실질 농기계 가격, 실질 수입액은 부(-)의 관계가 있는 것으로 나타났다. 또한, 정부의 농기계 구입 지원 정책이 농기계 수요에 미치는 영향은 매우 큰 것으로 나타났다.

추정한 수요 함수를 이용하여 예측한 트랙터, 콤바인, 이앙기의 연간 수요는 2006년을 기준으로 각각 약 13,000대, 4,500대, 7,500대 수준이었다. 정부 지원율에 따른 수요 변화는 이앙기에서 가장 큰 것으로 나타났다.

참고 문헌

1. 강봉순. 1989. 농기계의 적정 수요량 추정. Seoul National Univ. J. Agric. Sci. Vol.14(1):119-131.
2. 강정일, 강봉순, 김철민. 1989. 농기계의 수요 전망. 농촌경제 12(1):1-17.
3. 강창용, 박현태. 2005. 농업 경쟁력 확보를 위한 농업 기계화 정책 방향과 농기계 산업의 발전 방향. 한국농촌경제연구원. C2005-18.
4. 김철민, 강창용, 강정일. 1999. 농업 기계화 사업의 과제와 정책 방향. 한국농촌경제연구원. C99-8.
5. 이영만. 1982. 선형 계획법에 의한 수도작 경지 조건과 기계화 수요 분석. 농촌경제 5(4):157-166.
6. 현공남. 1981. 경운기 수요 함수 추정과 수요 예측. 농촌경제 4(4):56-63.

7. 한국농기계공업협동조합, 1982~2004, 농업기계연감.
8. 농림부, 1982~2004, 농림업 주요통계.
9. 통계청, 1982~2004, 농업기본 통계조사, 농가경제.
10. 농업중앙회, 1982~2004, 농협조사월보.
11. Cromarty, W.A. 1958. The farm demand for tractors, machinery and trucks. *Journal of Farm Economics* Vol.41(2):323-331.
12. Griliches, Z. 1960. The demand for a durable input: farm tractors in the United States 1921-1957, In 'The Demand for Durable Goods'. Univ. of Chicago Press. Harberger A.C. Eds. pp. 181-207.
13. Penson, B. J., R. F. Romain, J. Hughes, D. W. 1981. Net investment in farm tractors: an econometric analysis. *American Journal of Agricultural Economics* Vol.63(4): 629-635.
14. Rayner, A. J. and K. Cowling. 1967. Demand for a durable input: An analysis of the United Kingdom market for Farm tractors. *The Review of Economics and Statistics* 4:590-598.
15. William, E., R. Griffiths, H. Carter and G. G. Judge. 1993. *Learning and practicing econometrics*. John Wiley & Sons. Inc.
16. Zellner, A. 1971. *An Introduction to Bayesian Inference in Econometrics*. John Wiley & Sons. Inc.