

트랙터의 출력수준 결정에 영향을 미치는 요인 분석

김병갑 이원옥 신승엽 김형권 강창호 이종용

Analysis of Determining Factors for Power Size of a Tractor

B. G. Kim W. O. Lee S. Y. Shin H. K. Kim C. H. Kang J. Y. Rhee

Abstract

When a farmer buys a tractor, the power size of a tractor is determined by various factors such as farm size, farmer's age, farming type, topographical area of farm. Relationships between tractor selection and these factors were found. Three regression models were developed to analyze the relationship. Those models were an OLS-1 model (based on 567 samples having tractors), an OLS-2 model, and a Tobit model (both based on the 1,941 samples).

Regression analysis results showed that farm size and farmer's age affected selection of power size for all models at an 1% significance level. It was also shown that some farming types also had significant relationships with the tractor power size. Upland cultivating farmers and livestock farmers had larger tractors than rice cultivating farmers, while orchard farmers had smaller tractors. As for the topographical area, only middle area had significant difference with plain area. Farmers who had a rice-transplanter or a combine had larger tractors than those who didn't.

Keywords : Power size, Determining factor, OLS (Ordinary Least Squares), Tobit, Regression

1. 서론

트랙터는 농촌에서 가장 많이 사용되는 농업기계 중의 하나이다. 현재 우리 나라에서 공급되고 있는 트랙터의 출력수준은 최소 21 kW(28 PS)에서 최대 129 kW(175 PS)까지 보급되고 있다(KAMICO, 2008). 농업인들이 트랙터를 구입할 때 선택하는 출력수준은 농업인들이 자신의 영농규모, 연령 등 여러 가지 요인을 고려하여 결정하게 된다.

한편, 농가가 보유한 트랙터의 출력수준은 점차로 커지는 경향인데(Kim et al., 2004), 이는 편농 및 신속한 농작업에 대한 농업인의 욕구가 커지고 톤백 사용 확대 등 트랙터를 이용한 농작업의 다양화에 따른 것으로 생각된다. 따라서 트랙터의 출력수준이 어떻게 변화해 갈 것인지를 예측해보는 것

은 농업기계화 정책 수립 및 트랙터 생산회사의 생산전략 수립에 중요하다고 할 수 있다. 그러나 트랙터의 성능변화에 대한 연구(Kim, 2005) 등은 일부 수행된 바 있으나, 출력수준에 어떤 요인들이 얼마나 영향을 미치는지에 대한 연구는 수행된 바 없는 것으로 파악되었다.

본 연구에서는 트랙터의 출력수준과 트랙터 보유 농가의 특성간의 관계를 파악하기 위한 모형을 설정하고 모형에 따른 각 요인들이 트랙터의 출력수준 결정에 미치는 영향을 분석하였다.

2. 분석방법

트랙터의 출력수준 결정에 영향을 미칠 것으로 생각되는

The article was submitted for publication on 2008-10-08, reviewed on 2008-12-04, and approved for publication by editorial board of KSAM on 2008-12-15. The authors are Byounggap Kim, Researcher, KSAM member, Won Ok Lee, Senior Researcher, KSAM member, Seung Yeop Shin, Senior Researcher, KSAM member, Hyeong Kwon Kim, Researcher, KSAM member, Chang Ho Kang, Senior Researcher, KSAM member, Department of Agricultural Engineering, National Academy of Agricultural Science, Suwon, Korea, and Joong-yong Rhee, Professor, KSAM member, Dept. of Biosystems and Biomaterials Science and Engineering, Seoul National University, Seoul, Korea. Corresponding author: Joong-Yong Rhee, Professor, Dept. of Biosystems and Biomaterials Science and Engineering, Seoul National University, Seoul, Korea; E-mail: <jyr@snu.ac.kr>.

요인들을 규정하고, 이들 요인들에 대하여 출력수준에의 영향여부와 변화유형 등을 산점도를 그려 1차적으로 살펴본 후 최종적으로 세가지의 회귀모형에 적용하여 각 요인들의 영향여부, 한계효과 등을 분석하였다

가. 트랙터의 출력수준 결정에 미치는 요인

트랙터의 출력수준 결정에 영향을 미칠 것으로 생각되는 요인은 관련 문헌을 검색하여 선정하였으며, 여기에 농촌 현실을 고려하였을 때 영향을 줄 수 있다고 판단되는 요인들을 추가하였다.

Chung and Kim(1997)은 농업기계를 선택할 때에는 기계의 기능과 성능의 적합성, 관행작업 대비 경제성, 기계의 형식, 크기, 사후봉사의 난이도, 취급성과 안락성, 경지조건에 대한 적응성 등을 고려할 것을 권장하고 있으며, 특히, 기계의 크기는 부담면적과 영농규모가 일치하도록 선택할 것을 권장하고 있다. 따라서, 영농규모는 트랙터의 크기 즉, 출력수준에 영향을 미치는 중요한 요인 중의 하나라고 볼 수 있으며, 영농규모가 트랙터의 출력수준에 영향을 줄 것이라는 점은 농업과 관련된 일을 하는 사람이면 누구나 공감할 수 있을 것이다.

Yun and Kim(1997)은 승용차의 배기량 선택에 있어서 영향을 주는 요인으로 연령, 성별, 소득, 가구당 차량 보유대수 등을 채택하였다. 승용차의 배기량 선택에 영향을 주는 요인은 트랙터의 출력수준에 영향을 주는 요인을 선정할 때 참고가 될 수 있을 것이다. 우선, 연령은 트랙터의 출력수준 선택에서도 중요한 요인이 될 것이라고 생각된다. 성별은 트랙터 운전자가 대부분 남성이므로 본 연구에서는 고려하지 않았다. 또한 소득은 영농규모와 상관관계가 크기 때문에 제외하였으며) 가구당 차량 보유대수는 농가 내에서 트랙터 이외의 농업기계 보유여부로 바꾸어 적용하였다. 다른 농업기계의 보유여부는 트랙터의 보유여부와 독립적인 관계라기보다는 상관관계가 큰 종속적인 요인이라고 볼 수 있지만, 본 연구에서는 트랙터의 보유여부보다는 트랙터의 출력수준 결정에 초점을 맞추고 있기 때문에 트랙터 이외의 농업기계 보유여부도 독립변수로 고려하였다.

그 이외에 본 연구에서 트랙터의 출력수준에 영향을 미칠 것으로 고려한 요인은 영농형태와 지대였다. 시설 영농의 경우 하우스 내에 출입할 수 있는 트랙터의 크기는 제한되어 있기 때문에 영농형태가 트랙터의 출력수준 결정에 영향을 미칠 것으로 판단하였다. 또한, 지대별로 재식밀도, 시비량, 경지형상 및 규모 등 영농여건이 다르기 때문에 지대도 트랙터

Table 1 Determining factors for the selection of power size

Explanation	Name of variable	Unit
Farm size	<i>fs</i>	ha
Farmer's age	<i>age</i>	year
Farming type		
- Rice cultivation	-	-
- Upland crop cultivation	<i>upl orch</i>	-
- Orchard		
- Greenhouse	<i>grn</i>	
- Livestock	<i>lvst</i>	
Topographical area		
- Mountainous area	<i>mount</i>	-
- Middle area	<i>mid</i>	
- Plain area	-	
Ownership of a power tiller	<i>pt</i>	-
Ownership of a walking-type rice-transplanter	<i>walkt</i>	-
Ownership of a riding-type rice-transplanter	<i>ridet</i>	-
Ownership of a combine harvester	<i>comb</i>	-

출력수준에 영향을 주는 요인으로 고려하였다. 이들 요인들을 정리하여 각각의 변수들에 대해 변수명을 설정한 결과는 표 1에서 보는 바와 같다.

독립변수들 중에서 영농규모와 나이는 양적변수(quantitative variable)이며, 영농형태, 지대, 농업기계 보유여부 등은 질적변수(qualitative variable)이다. 질적변수는 가변수(dummy variable)를 사용하여 모형에 적용하는데, 독립변수에 가변수가 포함되어 있을 경우에도 계수 추정이나 적합도 검정 등은 양적변수일 경우와 동일하게 수행하면 된다. 또한, 가변수를 k 개의 범주로 나눌 수 있고 교차점을 고려할 경우 가변수는 $k-1$ 개를 적용하면 된다(Wooldridge, 2000). 즉, 가변수로 취급되는 독립변수의 범주 중 기준이 되는 한 개의 범주는 모델에서 제외하게 되는데 본 연구에서 기준 범주는 영농형태는 수도작, 지대는 평야지로 하였다. 트랙터 이외 기종의 보유여부는 모두 독립적이므로 각 기종별로 별도의 가변수를 적용하였다.

나. OLS 모형

하나의 종속변수에 영향을 미치는 요인이 여러 가지가 있을 경우 이들간의 관계는 다중회귀모형으로 파악해 볼 수 있다. 최소자승법(Ordinary Least Squares, OLS) 모형은 일반적으로 회귀 모형에서 가장 기본적으로 사용되는 모형이다. 다중회귀의 경우 회귀모형은 다음 식 (1)과 같이 주어진다. 또한, 회귀식에서 종속변수가 독립변수에 의해 얼마나 잘 설명하고 있는지를 나타내는 적합도는 결정계수(R^2)로 나타내며,

1) 상관관계가 높은 2개 이상의 변수가 동시에 독립변수로 포함될 경우 다중공선성의 문제가 발생하게 된다(Park, 1993).

각 회귀계수의 유의성은 t 검정을 통하여 검정한다.

$$y = \mathbf{x}\beta + u \quad (1)$$

여기서, y : 종속변수
 \mathbf{x} : 독립변수 벡터(= $[1, fs, age, \dots, comb]$)
 β : 계수 벡터(= $[\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{12}]^T$)
 u : 오차

한편, 일반적으로 농가의 영농규모가 크고 나이가 젊을수록 트랙터를 보유할 가능성 뿐만 아니라 대형의 트랙터를 보유할 가능성이 높다. 그러나, 트랙터를 보유하고 있지 않은 농가라고 하더라도 트랙터를 보유하고 있는 농가보다 영농규모도 크고 나이도 젊을 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 OLS 모형에 적용한 data는 트랙터를 보유한 농가의 자료만을 포함한 data set(OLS-1)과 트랙터를 보유하고 있지 않은 농가까지 포함한 data set(OLS-2)의 두가지 경우로 나누어 분석하였다. OLS-2의 경우 트랙터 미보유농가의 트랙터 출력수준은 0으로 적용하였다.

다. Tobit 모형

트랙터의 출력수준은 양적변수이지만 이 값은 일정한 범위의 값만을 가지게 된다. 다시 말해 트랙터의 출력수준이 음의 값을 가진다든지 천단위를 넘어간다든지 하는 경우는 비현실적이다. 이처럼 종속변수가 양적인 변수이지만 일정 영역에서는 관측될 수가 없는 제한된 값 또는 값의 범위를 갖는 경우에 적용가능한 특수한 회귀모형을 제한적 종속변수모형(limited dependent variable model)이라고 하며, 여기에는 censored regression model 또는 Tobit 모형이 있다(Lee, 2004). Tobit 모형은 여러 가지 요인에 의해 영향을 받는 제한된 범위의 값을 가지는 종속변수를 추정하기 위한 분석방법으로서 농업경제학이나 사회과학 분야에서 많이 사용되고 있다. Tobit 모형은 조사 표본의 상당수가 종속변수의 값이 관측되지 않거나 없을 경우 그 값을 0으로 하여 분석가능하며, 이와 같이 분석한 연구사례도 많이 찾아볼 수 있다(Sall et al., 2000; Yuh, 2003; Kim et al., 2005; Ko, 2006; Kwon et al., 2006; Jensen et al., 2007). 이러한 Tobit 모형의 특성은 트랙터 미보유 농가의 트랙터 출력수준을 0으로 하여 분석하려는 본 연구에 적용하기에 적합하다고 할 수 있다.

Tobit 모형은 식 (3)과 같이 잠재변수(latent variable) y^* 를 사용하여 관측된 종속변수의 값이 0보다 크면 그 값이 그대로 종속변수 y 값이 되고, 관측값이 0과 같거나 작으면 종속변수의 값이 0이 되도록 한다. 계수의 추정은 식 (4)와 같이 주어지는 각 관측치에 대한 로그 우도함수(log-likelihood func-

tion)를 합한 다음 이 값을 최대로 하는 β 와 σ 를 구하게 된다(Wooldridge, 2000).

$$y^* = \mathbf{x}\beta + u, u|x \sim Normal(0, \sigma^2) \quad (3)$$

$$y = \max(0, y^*)$$

여기서, y^* : 잠재변수
 \mathbf{x} : 독립변수 벡터(= $[1, fs, age, \dots, comb]$)
 β : 계수 벡터(= $[\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{12}]^T$)
 σ : 오차의 표준편차

$$l_i = \begin{cases} \log\left(1 - \Phi\left(\frac{\mathbf{x}_i\beta}{\sigma}\right)\right) & \text{if } y_i = 0 \\ \log\left(\frac{1}{\sigma}\right)\phi\left(\frac{y_i - \mathbf{x}_i\beta}{\sigma}\right) & \text{if } y_i > 0 \end{cases} \quad (4)$$

여기서, l_i : i 번째 관측치에 대한 로그 우도함수값
 y_i : i 번째 관측치의 종속변수값(트랙터의 마력)
 \mathbf{x}_i : i 번째 관측치의 독립변수값 벡터
 Φ : 표준정규분포 누적확률밀도함수
 ϕ : 표준정규분포 확률밀도함수

Tobit 모형은 결과의 해석에서도 OLS 모형과 차이가 있다. OLS 모형에서는 추정된 계수가 종속변수에 대한 관련 독립변수의 한계효과와 같지만 Tobit 모형에서는 관측되지 않은 종속변수의 값이 0으로 처리되므로 각 계수의 한계효과는 $\beta_i\Phi(\mathbf{x}\beta/\sigma)$ 로 주어진다(Wooldridge, 2000). 또한, 적합도는 OLS에서 결정계수를 사용한 것과는 달리 로그 우도함수의 합으로 나타낸다.

라. 분석자료 및 도구

트랙터의 출력수준에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위한 자료로 농촌진흥청 농업공학연구소에서 수행한 농업기계 이용실태 및 기계화율 조사자료를 이용하였다. 이 자료는 2007년 9월 17일부터 10월 22일 사이에 8개도 150개 읍면동의 1,500농가를 대상으로 구조화된 질문지에 의해 면접원의 1:1 개별면접 방식으로 수행된 조사를 통해 얻어진 자료인데, 본 연구에서는 영농형태가 버섯인 9농가를 제외한 1,491농가의 자료를 분석에 이용하였다. 이들 농가 중 트랙터를 보유한 농가수는 567호였으며, 2대 이상 보유한 농가의 경우 크기가 큰 트랙터를 기준으로 하였다.

독립변수 중 영농규모, 나이, 영농형태, 트랙터 이외의 농기계 보유여부 등은 개별 농가별로 조사된 자료를 그대로 적용하였고, 지대는 조사 농가가 위치하고 있는 읍면을 기준으로

산간지, 중간지, 평야지로 구분하였다. 지대구분에 관한 기준은 농업진흥지역 관리규정(MAF, 2006) 제4조에 의한 농업기반공사의 기준(RDC, 1991)에 따라 구분하였다.

OLS 모형 및 Tobit 모형 분석을 위해 사용한 도구는 경제학 분야에서 많이 사용하는 통계분석 프로그램인 Stata 9.1 (StataCorp, College Station, Texas, USA)이었다.

3. 결과 및 고찰

가. 조사농가의 개요

1,491개 표본농가의 영농규모는 표 2에서 보는 바와 같이 평균 2.4 ha, 표준편차 3.0 ha로, 1 ha 미만인 농가의 비중과 1~2 ha 사이인 농가의 비중이 각각 31%로 비슷한 분포를 보이는 것으로 나타났다. 이는 우리 나라의 평균영농규모가 1.4 ha이고, 1 ha 미만의 농가 비율이 66.4%, 1~2 ha인 농가의 비율은 20.2%임을 감안할 때(MAF, 2007) 조사표본 농가의 영농규모는 우리 나라 평균 농가보다 크다고 할 수 있다. 영농주의 나이는 평균 59.9세, 표준편차 10.3세였으며, 연령별로는 60대가 35.4%인 528명으로 가장 많았고 50대가 29.4%, 70대 이상이 18.5% 순으로 나타났다. 우리 나라 전체농가의 영농주 연령별 분포는 60대가 33.2%로 가장 많고 그 다음이 70세 이상 28.0%, 50대가 23.7%로 나타나(KNSO, 2008) 조사표본 농가는 우리 나라 전체농가에 비해 젊은 농가의 비율이 높은 것으로 나타났다. 이처럼 조사표본농가가 전국평균보다 더 젊고 영농규모가 크게 나타난 것은 조사표본이 농업기계 보유농가 중심으로 선정되었기 때문인 것으로 판단된다. 한편, 표본 농가의 영농형태를 살펴보면 수도작 농가가 61.4%인 916호로 가장 많았으며, 그 다음으로 전작 22.9%, 과수 9.1% 순인 것으로 나타났다. 지대별로는 산간지에 소재한 농가가 32.1%인 479호, 중간지 소재 농가가 30.7%인 458

호, 평야지 소재 농가가 37.2%인 554호로 지대별 표본 농가 수에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

나. 요인들의 산점도

트랙터의 출력수준에 영향을 줄 것으로 예상되는 요인들이 실제로 트랙터의 출력수준에 영향을 주고 있는지 여부와 이들간의 관계를 개략적으로 파악하기 위하여 산점도를 그린 결과는 그림 1과 같다. 그림 1-a에서는 영농규모와 트랙터의 출력수준 간의 관계를 나타내었는데, 이를 자세히 살펴보면 그림에서 직선으로 표시한 것과 같이 이들 간에는 양의 선형적 비례관계가 있을 것으로 추정할 수 있었다. 영농주의 나이와 트랙터의 출력수준 간의 관계를 나타낸 그림 1-b에서도 이들 두 변수들간에는 그림에서 직선으로 표시한 것과 같이 음의 선형적 비례관계가 있을 것으로 추정할 수 있었다. 영농형태에 따라라도 트랙터의 출력수준 분포에 차이가 있을 것으로 추정되었으며(Fig. 1-c), 지대별로는 분포의 폭에서는 약간 차이가 있으나 전체적으로는 크게 차이가 없을 것으로 추정할 수 있었다(Fig. 1-d). 또한, 트랙터 이외의 다른 농기계의 보유 여부에 따른 분포를 보면 분포폭이나 분포의 중심에서 약간의 차이가 있을 것으로 추정되었다(Fig. 1-e-h).

다. OLS 및 Tobit 모형 분석결과

트랙터의 출력수준을 선택할 때 영향을 미치는 요인을 파악하기 위하여 주어진 조사자료를 대상으로 OLS 모형 및 tobit 모형을 각각 적용하여 stata 프로그램으로 분석한 결과는 표 3에서 보는 바와 같다. 결정계수(R^2)는 트랙터를 보유하고 있지 않은 농가까지 포함한 모형인 OLS-2 모형이 0.4872로 트랙터를 보유한 농가만을 대상으로 분석한 모형인 OLS-1 모형의 0.2789보다 더 높게 나타났다. 한편, Tobit 모형은

Table 2 Descriptive statistics of farm households

Item	Number of farm households					Total 1,491 (100)
	Less than 1 ha	1~2 ha	2~3 ha	3~5 ha	More than 5 ha	
Farm size	465 (31.2)	466 (31.3)	216 (14.5)	184 (12.3)	160 (10.7)	
Farmer's age	Younger than 39	40~49	50~59	60~69	Older than 70	
	48 (3.2)	201 (13.5)	439 (29.4)	528 (35.4)	275 (18.5)	
Farming type	Rice cultivation	Upland crop cultivation	Orchard	Greenhouse	Livestock	
	916 (61.4%)	342 (22.9)	135 (9.1)	57 (3.8)	41 (2.8)	
Topographical area	Mountainous area 479(32.1)		Middle area 458(30.7)		Plain area 554(37.2)	

트랙터의 출력수준 결정에 영향을 미치는 요인 분석

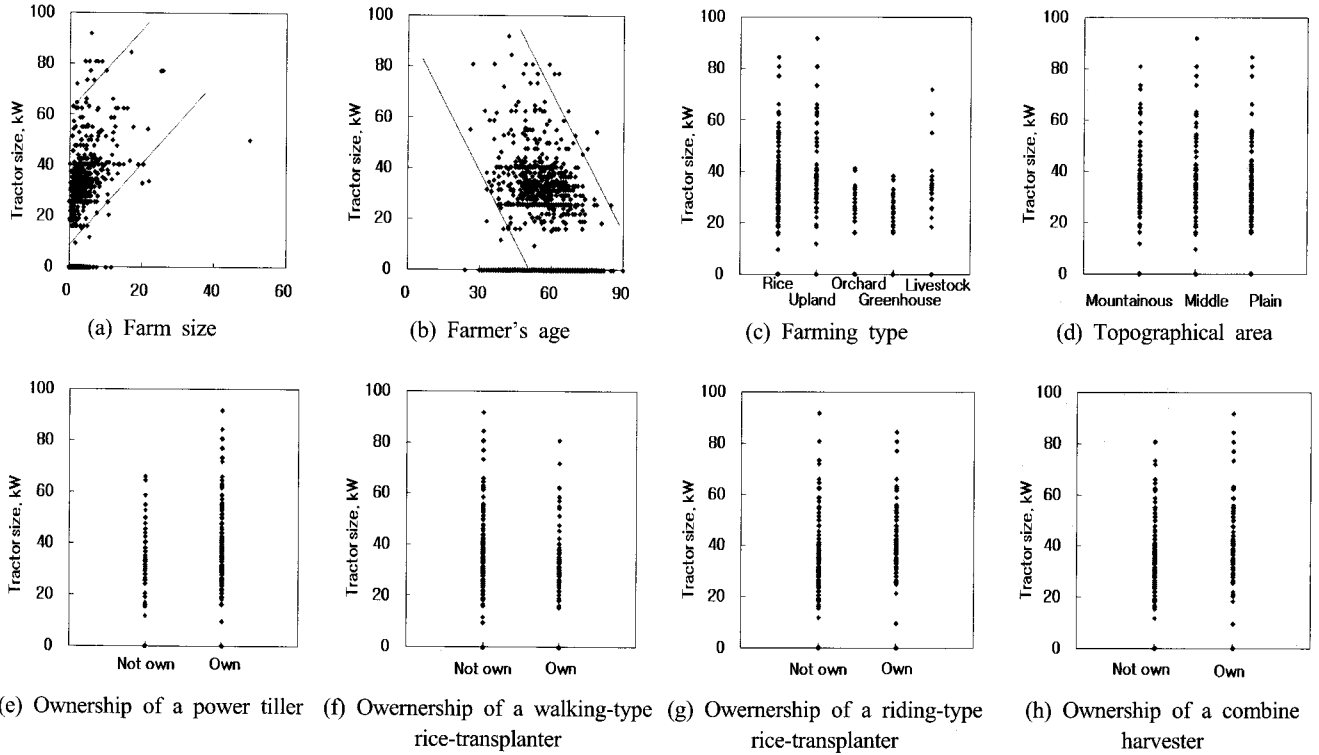


Fig. 1 Scatter diagrams of factors to check the effect on the power size

Table 3 Results of coefficient estimations with OLS-1, OLS-2 and Tobit models

Variable	OLS-1		OLS-2			Tobit	
	Estimated coefficient	t-value	Estimated coefficient	t-value	Estimated coefficient	t-value	Marginal effect
<i>fs</i>	0.885078	7.46***	2.118803	15.66***	3.313717	11.41***	1.03388
<i>age</i>	-0.18111	-3.63***	-0.32738	-8.82***	-0.89383	-9.36***	-0.27887
<i>upl</i>	5.840608	4.25***	1.48882	1.59	3.418206	1.40	1.06648
<i>orch</i>	-4.30198	-2.03**	-2.90388	-2.23**	-5.81114	-1.62	-1.81308
<i>grn</i>	-5.41749	-2.77***	6.627698	3.53***	20.47758	4.86***	6.389005
<i>lvst</i>	2.310978	1.20	14.63739	6.81***	29.03985	6.35***	9.060433
<i>mount</i>	-0.17254	-0.15	-0.63273	-0.72	-2.9216	-1.32	-0.91154
<i>mid</i>	-0.09208	-0.08	-1.47571	-1.72*	-5.02071	-2.32**	-1.56646
<i>pt</i>	0.864719	0.57	-0.86387	-0.83	-1.51134	-0.54	-0.47154
<i>walkt</i>	-0.43257	-0.35	4.311535	5.07***	14.96561	6.81***	4.66927
<i>ridet</i>	2.527594	1.78*	8.947634	6.61***	19.38997	6.38***	6.049671
<i>comt</i>	2.747663	2.56**	12.36768	10.31***	20.30219	7.92***	6.334283
Constant (β_0)	38.34005	10.96***	24.11956	8.83***	31.34788	4.65***	9.780539
R^2 or log likelihood	0.2789		0.4872			-3260.433 $\Phi\left(\frac{x\beta}{\sigma}\right) = 0.312$	

*, ** and *** indicate significance at the 10%, 5% and 1% level, respectively.

OLS 모형과는 달리 모형의 적합도를 로그 우도함수의 합으로 나타내기 때문에 OLS 모형과 적합도를 직접 비교하기는 어렵다.

12개의 독립변수들 중에서 OLS-1 모형에서는 5가지 변수

가, OLS-2 모형에서는 3가지 변수가, Tobit 모형에서는 4가지 변수가 유의성이 없는 것으로 나타났다. 또한 계수들의 부호를 살펴보면 OLS-2 모형과 Tobit 모형은 모든 추정계수들의 부호가 서로 같게 나타나 유사한 경향을 보였고, OLS-1

모형은 OLS-2 모형과 Tobit 모형과 비교했을 때 이들과 영농형태가 시설인 경우와 경운기와 보행이양기를 보유한 경우 상반된 경향이 나타났다. 각각의 요인들에 대한 모형의 추정 결과를 살펴보면 다음과 같다.

영농규모, 영농주의 나이에 대한 계수의 추정치는 1% 수준에서 유의성이 있으며, 영농규모가 클수록, 또 영농주의 나이가 적을수록 트랙터의 출력수준은 커지는 경향이 나타났는데 이는 일반적인 농촌 현실과 그림 1의 산점도에서의 추정과도 부합된다. 트랙터의 출력수준에 대한 OLS-1 모형, OLS-2 모형, Tobit 모형의 한계효과는 영농규모가 각각 0.89, 2.12, 1.03이며, 영농주의 나이는 각각 -0.18, -0.33, -0.28인 것으로 나타났다.

영농형태에 대한 분석 결과는 모형에 따라 많은 차이를 보였다. 전작농가는 수도작 농가에 비하여 더 큰 출력수준의 트랙터를 보유하고 있는 것으로 나타났는데, OLS-1 모형에서만 유의성이 있으며 한계효과는 5.84인 것으로 나타났다. 축산 농가도 수도작 농가보다는 더 큰 출력수준의 트랙터를 보유하고 있는 것으로 나타났으나, OLS-2 모형 및 Tobit 모형에서 유의성이 있으며 한계효과는 각각 14.64 및 9.06인 것으로 나타났다. 과수농가는 반대로 수도작 농가보다 더 작은 출력수준의 트랙터를 보유하고 있는 것으로 나타났는데, OLS-1 모형과 OLS-2 모형에서 유의성이 있으며 한계효과는 각각 -4.30 및 -2.90인 것으로 나타났다. 한편, 시설의 경우는 OLS-1 모형에서는 수도작보다 더 작은 트랙터를 보유하고 있다고 추정되었으나 OLS-2 모형 및 Tobit 모형에서는 수도작보다 더 큰 트랙터를 보유하고 있는 것으로 추정되었다. 이러한 차이가 발생한 것은 모형 자체에 기인하기보다는 모형의 기초 데이터가 상이한 데에 따른 것으로 생각된다. 즉, OLS-1 모형에서는 트랙터를 보유한 농가만을 대상으로 추정을 하고 OLS-2 모형 및 Tobit 모형에서는 트랙터 미보유 농가도 포함하여 추정을 하였기 때문이다. 다시 말해, 수도작 농가의 트랙터 보유비율은 시설 농가의 보유비율보다는 낮으나²⁾, 보유하고 있는 트랙터만을 비교하면 시설농가가 보유한 트랙터의 출력수준이 수도작 농가보다 더 작다는 것을 의미한다고 해석가능하다.

지대별로는 산간지와 평야지의 트랙터 출력수준은 유의한 차이는 없는 것으로 나타났으며, 중간지는 평야지보다 OLS-2 모형과 Tobit 모형이 각각 10%와 5% 수준에서 유의하게 더 작은 출력수준의 트랙터를 보유하고 있는 것으로 추정되었다.

트랙터 이외의 다른 농업기계 보유여부가 트랙터의 출력수준에 영향을 미치는지에 대하여 살펴보면 경운기의 보유여부는 세 가지 모형 모두 트랙터의 출력수준과는 유의한 관계가

없는 것으로 추정되었다. 이는 경운기의 보급률이 높아 거의 모든 농가에서 보유하고 있기 때문으로 생각된다. 보행이양기는 OLS-1 모형에서는 유의성이 없는 것으로 나타났으나 OLS-2 모형 및 Tobit 모형에서는 1% 유의수준에서 보행이양기 보유 농가의 트랙터 출력수준이 보행이양기 미보유 농가에 비하여 더 큰 것으로 나타났다. 또한, 승용이양기 및 콤바인은 세 가지 모형 모두에서 유의하게 보유농가가 미보유 농가보다 더 큰 출력수준의 트랙터를 보유하는 것으로 나타났다. 승용이양기를 가진 농가의 트랙터 출력수준에 대한 한계효과는 OLS-1 모형, OLS-2 모형, Tobit 모형에서 각각 2.53, 8.95, 6.05인 것으로 나타났으며, 콤바인을 보유한 농가의 한계효과는 각각 2.75, 12.4, 6.33인 것으로 나타났다. 승용이양기 및 콤바인을 보유한 농가는 큰 트랙터를 가지는 경향이 있다는 것이 일반적이므로 추정 결과는 타당성이 있다고 생각된다.

이상의 결과에서 OLS-2 모형과 Tobit 모형은 비슷한 경향을 나타낸 것에 비해 OLS-1 모형은 이들 모형과는 다른 경향을 나타내었다. 이는 추정의 기초가 된 데이터 셋에 차이가 있었던 것에 기인한 것으로 생각된다. 즉 트랙터를 보유하지 않은 농가를 포함할 것인지의 여부에 따라 결과가 다르게 나타난 것이다. 따라서, 트랙터의 출력수준 결정에 영향을 미치는 요인을 구명하기 위한 모형을 적용할 때에는 그 적용의 조건이나 추정결과의 활용목적에 따라 적절한 모형을 선택해야 할 것으로 생각된다. 한편, OLS-2 모형과 Tobit 모형을 비교했을 경우 계수 추정치에 대한 유의성은 OLS-2 모형이 1개 변수에 대해 더 유의성 있는 해석이 가능했고, 독립변수의 한계효과의 절대값은 OLS-2 모형보다는 Tobit 모형이 대부분 더 작은 것으로 나타났다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 정부의 농업기계화 정책 수립 및 트랙터 생산회사의 생산전략 수립에 참고가 될 수 있는 자료를 제공하기 위하여 트랙터의 출력수준 결정에 영향을 미치는 요인들을 회귀모형을 이용하여 분석하였다. 트랙터의 출력수준 결정에 영향을 미치는 요인들로는 영농규모, 영농주의 나이, 영농형태, 지대, 트랙터 이외의 다른 농업기계 보유여부 등을 고려하였고, 회귀모형은 트랙터를 보유한 농가만을 대상으로 분석한 OLS-1 모형과 트랙터 미보유 농가까지 포함한 농가를 대상으로 분석한 OLS-2 모형 및 Tobit 모형 등 총 3가지를 사용하여 분석하였으며, 주요 결과를 요약하면 다음과 같다.

2) 표본 농가 중 수도작 농가와 시설 농가의 트랙터 보유비율은 각각 39.5%와 64.9%임.

- (1) 조사 표본은 수도작 916, 전작 342, 과수 135, 시설 57, 축산 41호 등 총 1,491호였으며, 영농규모는 평균 2.4 ha, 표준편차 3.0 ha, 영농주의 나이는 평균 59.9세, 표준편차 10.3세로 나타났다.
- (2) 독립변수들 중에서 영농규모, 영농주의 연령, 시설의 영농형태, 승용이앙기 및 콤바인의 보유여부는 세 모형 모두에서 유의하게 영향이 있는 것으로 나타났으며, 지대가 산간일 경우 및 경운기의 보유여부는 세 모형 모두에서 유의한 영향이 없는 것으로 나타났다.
- (3) 유의한 영향이 있는 것으로 나타난 독립변수들의 출력수준에 대한 한계효과를 살펴보면 영농규모 및 영농주 나이의 한계효과는 각각 0.89~2.12 및 -0.18~-0.33인 것으로 나타나 영농규모가 클수록, 또 영농주의 나이가 적을수록 트랙터의 출력수준이 큰 것으로 나타났다. 수도작 농가에 대한 전작, 축산, 과수농가의 한계효과는 각각 5.84, 9.06~14.64, -2.90~4.30이며, 평야지에 대한 중간지의 한계효과는 -1.48~-1.57 kW, 승용이앙기와 콤바인의 보유여부에 의한 한계효과는 각각 2.52~8.95 및 2.75~12.4인 것으로 나타났다.
- (4) OLS-2 모형과 Tobit 모형은 추정계수의 부호는 모두 동일하고 한계효과의 절대값은 대부분 OLS-2 모형이 더 크게 나타났다. OLS-1 모형은 OLS-2 모형 및 Tobit 모형보다는 유의성 있는 추정계수의 수가 적었고, 영농형태가 시설일 경우 등 일부 추정계수들의 부호도 달랐는데 이는 데이터 셋에서 차이가 있었기 때문인 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Chung, C. J. and K. U. Kim. 1997. The Principles of Farm Machinery. pp.29-35. Seoul National University Press. Seoul, Republic of Korea. (in Korean)
2. Jensen, K., C. D. Clark, P. Ellis, B. English, J. Menard, M. Walsh and D. T. Ugarte. 2007. Farmer willingness to grow switchgrass for energy production. Biomass and Bioenergy 31(11-12):773-781.
3. Kim, B. G., S. Y. Shin, Y. B. Lee, D. H. Lee, H. J. Kim, J. W. Kang and B. S. Lee. 2004. Study on the utilization states of agricultural machinery. 2004 Research Report. pp.551-570. National Institute of Agricultural Engineering, Suwon, Republic of Korea. (in Korean)
4. Kim, K. U. 2005. Performance trend of Korean-made agricultural tractors. Journal of Biosystems Engineering 30(6): 321-326. (in Korean)
5. Kim, S. H., H. S. Lee and M. S. Hyun. 2005. Using tobit model for investigating festival visitors' expenditures -Korean liquor and rice cake 2003-. Journal of Hospitality and Tourism Studies 7(1):20-33. (in Korean)
6. Ko, S. N. 2006. Rural-agricultural integrated plan and information strategy in Korea. Korea Industrial Economics Association 19(5):1761-1778. (in Korean)
7. Korea Agricultural Machinery Industry Cooperative (KAMICO). 2008. Prices of Agricultural Machinery. Seoul, Republic of Korea. (in Korean)
8. Korea National Statistical Office (KNSO). 2008. Korean statistical information service. <http://www.kosis.kr>
9. Kwon, O. S. and H. J. Kang. 2006. An analysis of the factors affecting off-farm work decisions and incomes. Korean Journal of Agricultural Economics 47(1):89-114. (in Korean)
10. Lee, J. W. 2004. Econometrics. pp.515-568. Pakyoung Publish Corporation, Seoul, Republic of Korea. (in Korean)
11. Ministry of Agriculture and Forestry (MAF). 2006. Instructions on the Agriculture Promotion Area. Gwacheon, Republic of Korea. (in Korean)
12. Ministry of Agriculture and Forestry (MAF). 2007. Agricultural and Forestry Statistical Yearbook. Gwacheon, Republic of Korea. (in Korean)
13. Park, S. H. 1993. Regression Analysis. Minyoung Publish Corporation, Seoul, Republic of Korea. (in Korean)
14. Rural Development Corporation (RDC). 1991. Status of Agricultural Field Distribution by Topographical Area. Euwang, Republic of Korea. (in Korean)
15. Sall, S., D. Norman and A. M. Featherstone. 2000. Quantitative assessment of improved rice variety adoption: the farmer's perspective. Agricultural Systems 66(2):129-144.
16. Wooldridge, J. M. 2000. Introductory Econometrics: A Modern Approach. South-Western College Publishing, Boston, Massachusetts, USA. pp.540-546.
17. Yuh, Y. K. 2003. Determinants of households' investment assets. Korean Journal of Consumption Culture 6(1):1-17. (in Korean)
18. Yun, D. S. and M. H. Kim. 1997. Nested logit analysis of urban workers' auto ownership choice. Journal of the Korean Regional Science Association 13(1):85-98. (in Korean)