양돈농가의 정보시스템 사용 효과 분석*

Information System Impact on Swine Productivety

이민수** · 최영찬*** · 김상호****
Min Soo Lee · Young Chan Choe · Sang Ho Kim

Abstract

Researchers have different views on impact of information system use on productivity. The differences are fueled by 'the productivity paradox' insisted by Brynjofsson(1993). This paper intend to quantitate impacts of information system and to test the productivity paradox of using the information system. Restricted Maximumlikelihood Estimation(RMLE) method is applied on data from 81 farms adopting Pigplan system. The results find positive productivity improvement with information systems in swine farm. Adopting Pigplan system increases 0.52 in PSY(pigs per sow per year) and 0.087 in sow turnover. When it comes to region and farm size, region has impact on both PSY and sow turnover, while farm size does not. This result infers that local cooperatives, regardless of farm size, differentiate the impacts of the information system, implying that the ability to utilize information systems should be improved in organizational level.

주요어(key words): mpact of information system, swine productivity, pigplan system, RMLE

* 이 논문은 농촌진흥청의 농업경영공동연구사업의 지원으로 수행되었음.
** 전북발전연구원 팀장. e-mail: minsooo.lee@gmail.com
*** 서울대학교 농경제사회학부 정교수. e-mail: aggi@snu.ac.kr
**** 축산과학원 연구관. e-mail: kims2051@korea.kr

1. 서 론

2003년 현재 국내 전체 농가 중 PC를 농업에 활용하는 비율은 5.7%에 불과하다. 이중 정보수집은 3.7%, 경영관리는 0.2%에 머물러 있다. 이에 비해 2001년 농림부가 조사한 '전국 전업규모 양돈농가 경영실태 조사서'에 의하면 국내의 500두 이상 전업 양돈농가의 약 40% 정도가 인터넷이나 컴퓨터를 이용해 축산정보를 수집하거나 축산경영관리에 컴퓨터를 사용하고 있다. 외국의 경우도 대부분의 농업정보시스템은 양돈, 육우, 낙농 등의 축산분야에서 가장 활발히 이용되고 있다(Tomaszewki et al., 1997; 2000).

축산분야에서 정보시스템이 일찍 수용되고 활발히 사용되는 데는 두 가지 이유가 있다. 첫째는 축산은 다른 농업분야에 비해 일찍 전업화·기업화되었기 때문이다. 규모화가 진행될수록 정보시스템 효과가 크고, 이에 따라 정보시스템 수용률은 높아진다. 둘째는 의사결정을 위해서는 개체 각각에 대한 개별정보를 수집하여야 하는 특성을 축산업은 가지고 있기 때문이다. 현재 낙농, 육우, 양돈 등의 축산농가는 정보시스템의 도움이 없이 데이터를 수집하고 분석하는 것이 거의 불가능하다.

이처럼 축산농가의 정보시스템에 대한 높은 수용률은 축산농가가 농업정보시스템으로부터 이익을 얻고 있다는 것을 암시한다. 그러나 높은 수용률이 농업정보시스템의 객관적인 효과를 나타내는 것은 아니다(Verstegen et al., 1995b). 농업정보시스템 개발시 정보시스템의 효과를 객관적으로 측정하는 것은 매우 중요하다. 왜냐하면 농업정보시스템효과에 대한 객관적 정보는 농민이 정보시스템에 대한 투자를 하거나, 농업정보시스템을 제공하려는 기업이나 공적인 연구기관 모두에게 매우 중요한 기준이 되기 때문이다.

이 연구는 국내 양돈농가의 농업정보시스템 사용에 따른 효과를 계량

화하는 데 목적이 있다. 정보시스템은 정보시스템 자체가 아니라 정보시스템 사용과정을 통해서 농장의 성과에 직접적 또는 간접적으로 영향을 미친다(Hamilton and Chervany, 1981). 즉 정보시스템에 의해 생성된 정보는 경영자의 의사결정을 향상시키고, 이 향상된 의사결정은 생산효율성을 향상시킨다. 따라서 실증적 분석을 위해서는 정보시스템 사용과정을 통해 향상된 생산성증가 효과에 대한 현장 데이터를 확보하고, 적절한 연구설계를 선택하는 것이 중요하다. 이 연구에서는 동일농가들로부터 획득한 시계열자료인 패널데이터를 이용해 양돈농가의 경영성과를 측정한다.

2. 농업정보시스템 효과분석에 대한 선행연구

농업정보시스템 효과에 대한 실증적인 연구는 특정시점의 횡단면자료(cross-sectional data)를 이용한 연구와 패널자료(panel data)를 이용한 연구로 구분된다. 패널자료는 동일한 객체에 대하여 일정한 시간간격으로 관측한 자료로 경시적자료(longitudinal data), 반복측정자료(repeated measures data)라고도 한다.

횡단면자료를 이용한 연구로는 Losinger and Heinrichs(1996), Hayes et al.(1998)가 있다. Losinger and Heinrichs(1996)은 미국 낙농가를 대상으로 설문조사한 횡단자료(cross-sectional data)를 이용하였다. 이 자료를 이용해 지역별, 사육규모별, 정보시스템사용여부별 등에 따라 평균 우유생산량에 차이가 있는지를 검정하였다. 이때 사용된 방법은 t검정(t-test), 상관관계분석, 회귀분석 등이었다. 연구결과를 보면 미사용자에 비해 정보시스템 사용자는 연간 두당 207㎏을 더 생산하며, 이는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

Hayes et al.(1998)은 뉴지랜드의 Massey 대학에서 개발한 DiaryMan 사용농가와 미사용농가 간의 다양한 경영성과(평균우유생산량, 지방, 단백질 생산량, 임신성공율 등)를 비교했다. 연구결과 정보시스템 사용농가가 일일 우유생산량은 1.2㎏, 지방생산량은 0.08㎏, 단백질생산량은 0.07㎏ 높은 것으로 나타났다.

패널데이터를 이용한 연구로는 Lazarus et al.(1989), Verstegen et al.(1995a), Van Asseldonk et al.(1998), Tomaszewski et al.(2000), Verstegen and Huirne(2001)이 있다.

Lazarus et al.(1989)은 1984~1987년까지의 정보시스템(회계정보시스템) 사용자와 미사용자를 포함한 196 낙농가를 대상으로 회귀분석을 실시하였다. 이때 종속변수는 두당 순수익이었으며, 독립변수로는 각 년도 정보시스템사용여부를 포함하여 각 년도의 정보시스템 사용효과가 파악가능 하도록 했으며, 순수익에 영향을 미치는 것으로 판단되는 농가의 특성(사육두수, 부채비율 등), 경영자의 특성(연령, 학력 등)을 회귀모형에 포함하였다. 이 연구결과는 컴퓨터 없는 농가의 두당 이익은 $228은 도입 1년차에는 $313으로 증가하였으나, 2년차에는 $165, 3년차에은 $199로 줄어들었고, 4년차에는 다시 $414로 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 Lazarus et al.(1989)이 사용한 회귀분석 모형은 R^2 값이 0.178에 불과했다. 이는 필요한 변수의 미설정 등과 같이 모형이 부적절하게 설정되었음을 보여준다. 또 컴퓨터 사용자가 1984년에는 7명, 1987년에 23명에 불과해 사용자와 미사용자간의 차이를 판별하는 데는 무리가 있었다.

Verstegen et al.(1995a)은 네덜란드 양돈농가를 대상으로 수집한 패널자료를 이용하여 정보시스템 사용효과를 조사하였다. 1983년부터 1991년까지의 93양돈농가의 데이터를 이용하였다. Lazarus et al.과는 달리 사용자그룹과 미사용자그룹으로 구분하지 않고, 1991년도에 정

보시스템(개체수준의 생산관리 정보시스템)을 사용하는 농가를 대상으로, 각 농가의 정보시스템 도입년도 및 도입전후의 각 년도 경영성과(년간모돈당이유지수: PSY)에 대한 데이터를 이용하였다. 분석모형으로는 선형혼합모형(linear mixed model)을 사용하였다. 연구결과를 보면 정보시스템 사용에 의해 농가는 모돈이유지수(PSY)가 0.56두 정도 증가한 것으로 나타났으며, 정보시스템 투자에 대한 이익률(ROI: Return On Investment)은 약 220~348% 정도 되는 것으로 나타났다.

Verstegen et al.(1995a)에 의해 개발된 모형은 이후 다양한 연구자들에 의해 다소 수정되어 농업정보시스템 효과를 측정하는 모형으로 사용되었다. Tomaszewski et al.(1997)은 네덜란드 양돈농가와 낙농가를 대상으로 선형혼합모형을 적용하여 정보시스템(개체수준의 생산관리 정보시스템) 효과를 측정하였다. 결과를 보면, 양돈농가는 투자이익율(ROI)이 220~348%, 낙농가는 52~205% 정도 되는 것으로 나타났다.

Van Asseldonk et al.(1998)은 네덜란드 낙농가의 패널자료를 대상으로 다양한 정보시스템-자동화된 중앙집중 사료급여기(ACF: automated concentrate feeder), 온라인 우유생산측정(MPM: on-line measurement of milk production), 활동측정(AM: activity measurement)-의 사용효과를 측정하였다. 연구결과를 보면, ACF로 인한 효과는 연간 두당 우유생산량은 102㎏, 단백질은 4.95㎏, 지방은 5.52㎏ 증가시키는 것으로 나타났다.

Tomaszewski et al.(2000a)은 네덜란드 낙농가의 패널데이터를 대상으로 정보시스템(Van Asseldonk et al.(1998)에서 사용된 정보시스템을 동시에 고려)의 효과를 측정하였다. 연구결과 정보시스템은 연간 두당 우유생산량은 62㎏, 단백질 생산량은 2.36㎏ 증가시키는 것으로 나타났다.

Tomaszewski et al.(2000b)은 텍사스 낙농가를 대상으로 정보시스

템의 효과를 측정하였다. 연구결과 평균 우유생산량은 281kg, 투자에 대한 수익률(ROI)는 212%에 달하는 것으로 나타났다.

Verstegen and Huirne(2001)은 1983년과 1992년에 이루어진 설문조사 데이터 중 동일한 양돈농가 71개를 대상으로 양돈농가의 경영수준(Management level)과 정보시스템 효과 간의 관계를 검정하였다. 연구결과 경영수준이 높은 농가일수록 정보시스템으로부터 더 많은 가치를 획득하는 것으로 나타났다.

3. 연구방법

3.1. 자료수집

본 연구는 양돈생산경영관리프로그램인 Pigplan 사용농가를 대상으로 분석한다. 양돈분야를 연구대상으로 선정한 이유는 국내의 농업분야 중 농가단위의 정보시스템 채택은 양돈분야에서 가장 급격히 이루어져 왔으며, 현재 가장 활발하게 사용되고 있기 때문이다.

국내에 도입된 대부분의 양돈 경영정보시스템은 개별 모돈에 대해 일어난 사건을 매일 혹은 매주 기록하도록 설계되어 있다. 이 기록을 기반으로 양돈 경영정보시스템은 농장 경영주가 올바른 의사결정을 할 수 있도록 다양한 보고서를 산출한다. Pigplan은 2000년부터 도드람 양돈협동조합에서 최초로 사용되었으며, 이 후 부경축산협동조합 등 많은 축산협동조합과 농가에 도입되어 사용되고 있는 가장 대표적인 경영정보시스템이다.

본 연구를 위해서 3개 지역에서 136농가로부터 Pigplan에 입력된 자료를 직접 수집하였다. 사전분석결과 2000년과 2001년부터 자료입력이 이루어진 농가는 81농가였다(〈표 1〉). 나머지 71농가 중 43농가는

2002년 이후부터 정보시스템을 이용한 농가였으며, 12농가는 99년 이전에 설치한 농가였다. 2002년 이후 농가는 자료가 1~2년치의 자료만 있어 분석에서 제외하였고, 99년 이전농가의 경우는 타경영정보시템의 자료를 Pigplan으로 이식한 경우였다. 따라서 자료를 검토한 결과 1999년을 기준으로 성적차이가 상당한 것으로 나타나 분석에서 제외하였다. 따사러 3년치 이상의 자료가 이용 가능한 81농가를 대상으로 Pigplan 도입에 따른 효과를 측정하였다.

〈표 1〉 지역별/시작년도별 농가 수

지역	2000	2001	총합계
A지역	13	12	24
B지역	11	17	28
C지역	15	14	29
총합계	39	42	81

이 81농가의 자료를 지역별/도입년수별로 나타내면 〈표 2〉와 같다. 1년차는 81농가의 자료가 이용 가능했으며, 2년차는 80농가, 3년차는 41농가, 4년차는 13농가의 자료가 이용 가능하였다. 그리고 지역별 이용 가능한 자료 수는 A지역이 77개, B지역이 67개, C지역이 71개의 자료가 이용 가능하였다.

〈표 2〉 지역별/Pigplan 도입년수별 농가 수

지역	1년차	2년차	3년차	4년차	총합계
A지역	24	24	16	13	77
B지역	28	28	11		67
C지역	29	28	14		71
총합계	81	80	41	13	215

규모별/도입년수별로 보면(〈표 3〉), 100두 이하의 자료가 24개로 가장 적었고, 100~200두가 130개로 가장 많은 자료를 가지고 있었다.

〈표 3〉 규모별/Pigplan 도입년수별 농가 수

규모	1년차	2년차	3년차	4년차	총합계
100두 이하	10	10	3	1	24
~200두	47	47	25	11	130
200두 이상	24	23	13	1	61
총합계	81	80	41	13	215

pigplan에서 산출되는 연간 성적지표는 총 16개이다. 이중 PSY(연간 모돈당 이유자돈지수)가 농장성적을 파악하는 데 가장 대표적인 지표이다. PSY는 모돈회전율과 모돈당이유두수의 곱으로 계산된다. 모돈회전율은 생산주기를 나타내는 지표로서 모돈이 얼마나 사고없이 자돈을 생산하는가를 나타내는 지표이며, 모돈당이유두수는 한 번에 얼마나 많은 자돈을 생산하는가를 나타내는 지표이다. 따라서 본 연구에서는 이 3가지 지표를 정보시스템의 도입으로 인한 효과측정에 사용하였다. 수집된 자료를 사전조사한 결과, 도입 첫해는 6월 이후 도입한 농가가 50% 이상으로 나타났다. 또 10월 이후 도입한 농가도 10%내외를 차지하고 있었다. 이 경우 2~6개월의 성적을 토대로 일년간의 성적을 산출하기 때문에 도입 년도의 성적은 왜곡될 가능성이 많다. 따라서 본 연구에서는 Pigplan 도입 다음년도를 1년차, 즉 도입년도로 설정하였다.

3.2. 분석모형

본 연구에서 설정한 모형을 구체적으로 명시하면 아래와 같다. y_{ij}는 i번째 농가의 정보시스템 도입 j년차 반응변수(PSY, 모돈회전율)이다.

$$y_{ij} = \alpha(year)_t + \beta_0 + \beta_1^*(region)_i + \beta_2^*(scale)_i + \beta_3(time)_j + \beta_4^*(region*time)_{ij} + \beta_5^*(scale*time)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

α: t년도의 년도효과
β_0: 절편
β_1^*: 지역의 효과($1 = A$지역, $2 = B$지역, $3 = C$지역)
β_2^* : 영농규모의 효과
($1 = 100$두이하, $2 = 100 - 200$두, $3 = 200$두이상)
β_3: 정보시스템 도입년차의 효과(연속형변수)
β_4^*: 지역과 도입년차의 교호작용 효과
β_5^*: 영농규모와 도입년차의 교호작용 효과
$\epsilon_{ij} \sim iidN(0, \sigma_\epsilon^2)$

모형식 1

위 식에서 y_{ij}는 t년도의 모든 농가에게 적용되는 기술진보, 전염병 등에 의해 발생하는 효과를 통제하기 위해 연도효과를 감한 값이다. 실제로는 각 농가에 따라 연도효과가 다를 것이다. 그러나 이를 측정하는 것은 불가능하기 때문에 농림부가 매년 조사하는 국내 양돈농가의 연도별 평균성적으로 대체하였다. 따라서 실제 추정은 i번째 농가의 정보시스템 도입 j년차 반응변수(PSY, 모돈회전율) y_{ij}에 해당 년도의 평균성적을 감한 값으로 y_{ij}를 대체하여 추정하였다. 연도효과를 제거하기 위해 사용된 통계자료는 〈표 4〉와 같다.

〈표 4〉 국내 양돈농가의 년도별 평균 성적

년도	PSY	모돈회전율
2000	19.11	2.09
2001	19.35	2.12
2002	19.7	2.13
2003	18.3	1.99
2004	17.5	1.94

자료: 농림부, 축산물 생산비 각년도

각 농가에 대해 최대 4회까지의 성적이 있다. 따라서 동일한 농가를 대상으로 반복 측정된 반응 변수 값들은 서로 상관되어 있을 가능성이 크다(Galecki, 1994). 이 경우 오차항은 일정한 공분산행렬을 가지게 된다. 모형 $y = X\beta + \epsilon,\ \epsilon \sim N(0, \Sigma)$에 대해 반복측정 자료분석에서 사용될 수 있는 대표적인 공분산행렬 구조를 살펴보면 다음과 같다.

비구조(UN: unstructured)의 경우 공분산행렬 Σ의 원소 σ_{ij}를 일정하게 부녀하지 않은 즉, 모든 요소를 모수로 생각을 해서 모두 추정하는 방법으로 이 때 추정해야 할 모수의 수는 t(t+1)/2개이다. 복합대칭성(CS: compound symmetry)은 도일분산, 동일공분산의 형태를 갖는 공분산행렬을 의미한다. 즉, 각 처리의 분산은 σ^2으로 모두 동일하고 여러 처리간의 공분산은 $\rho\sigma^2$으로 일정하다. 따라서, 추정해야 할 모수의 수는 2개이다. 그리고, 제1차 자기상관회귀분석(AR(1): First-order autoregresive)의 경우 분산은 σ^2으로 일정하며 공분산은 $\sigma^2\rho^{|i-j|}$로 두 변수간의 시점의 차이가 크면 공분산이 줄어들고 차이가 작으면 공분산이 늘어나게 되는 형태의 공분산행렬이다. 이외에 Toeplitz에 의해 제시된 TOEP(1), TOEP(2)의 공분산 구조가 있다.

여러가지 공분산행렬 가운데 가장 적합한 행렬을 찾는 방법으로는 AIC

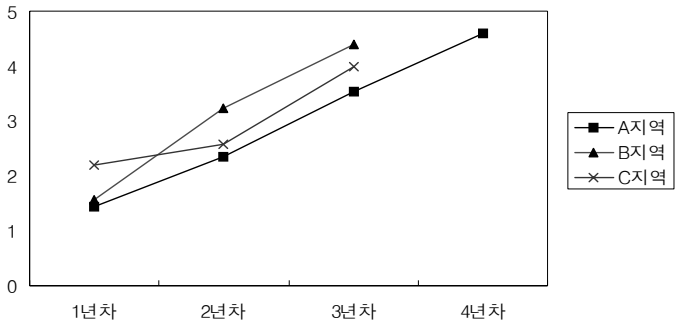
(Akaike's Information Criterion)와 BIC(Schwartz's Bayesian Information Criterion)가 있다. 이 값들은 -2 Restricted Log Likelihood의 값에 모수의 개수에 벌점을 부과한 것으로(Littell et al. 1996), 값이 적을수록 모형에 더 적합하다.

본 연구에서는 MLE에 비해 자료의 이상치(outliers)나 결측값(missing value)에 대해 민감하지 않다고 알려진(Verbyla, 1993), RMLE를 사용해 설정된 선형혼합모형(모형식 1)을 추정한다. 추정시 사전에 UN, CS, AR(1), TOEP(1), TOEP(2)를 적용하여 가장 적합한 공분산행렬을 선택한다.

4. 연구결과

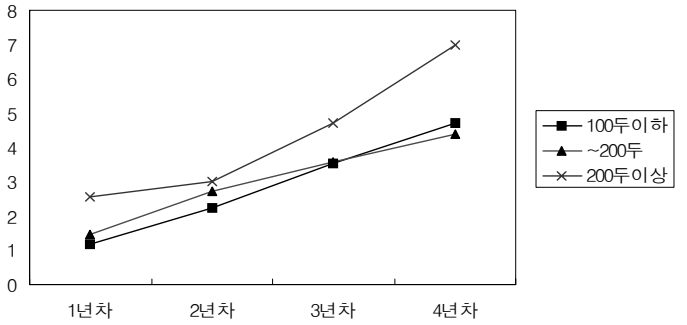
4.1. PSY에 대한 효과

통계적 분석전에 그래프를 통해 PSY의 변화를 살펴보았다. 지역별 PSY 변화추이를 살펴보면(〈그림 1〉), Pigplan 도입년수가 증가함에 따라 PSY도 상당히 증가하는 것으로 나타났다. 지역별 PSY 증가 기울기는 B지역과 C지역이 다소 차이가 있는 것으로 나타났다.



〈그림 1〉 지역별 PSY의 변화

규모별 PSY 변화추이를 살펴보면(〈그림 2〉), 규모별 PSY 증가 기울기는 200두 이상 농가가 타농가와 다소 차이를 나타냈다.



〈그림 2〉 규모별 PSY 변화

〈모형식 1〉에 가장 적합한 공분산 행렬을 찾기위해서 각 공분산 행렬에 대한 AIC, AICC, BIC 값을 구하였다. 결과를 보면(〈표 5〉), CS가 모든 기준에서 가장 우수한 것으로 나타났다. 따라서 공분산 구조로는

CS를 선택하였다.

〈표 5〉 여러 가지 공분산 행렬을 사용한 적합 통계량

	un	cs	ar(1)	toep(1)	toep(2)
-2 Res Log Likelihood	783.8	795.8	804.6	895	834.7
AIC	803.8	799.8	808.6	897	838.7
AICC	804.9	799.8	808.6	897	838.8
BIC	827.7	804.6	813.4	899.4	843.5

고정효과에 대한 검정결과를 보면(〈표 6〉), 지역은 5%수준에서 PSY에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으며, Pigplan 도입연수는 1% 수준에서 PSY에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또 Pigplan 도입연수와 지역의 상호작용효과의 경우도 1%수준에서 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

〈표 6〉 고정효과에 대한 검정 결과(PSY)

Effect	DF	χ^2	F	Pr > χ^2	Pr > F
region	76	8.5	4.25	0.0143	0.0178
scale	76	1.52	0.76	0.4668	0.4703
time	129	95.84	95.84	<.0001	<.0001
time × region	129	18.29	9.15	0.0001	0.0002
time × scale	129	0.13	0.07	0.9366	0.9367

설정한 선형혼합모형을 추정한 결과는 〈표 7〉과 같다. 이를 보면 지역(region)의 경우는 A지역과 B지역 모두 유의하였으며, −의 값을 나타내었다. 이는 C지역이 상대적으로 PSY의 증가율이 높다는 것을 보여준다. Pigplan 도입연수의 효과는 5% 수준에서 유의한 것으로 나타났으

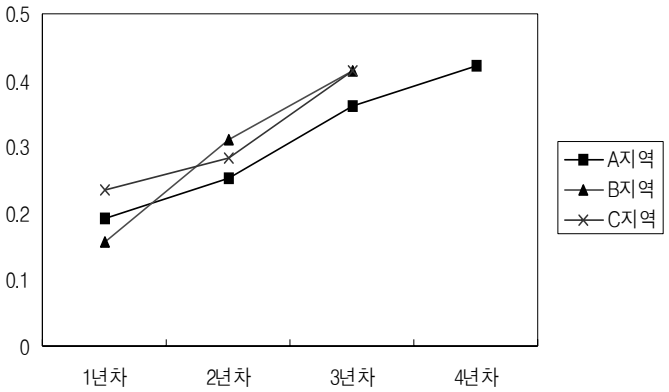
며 +값을 나타내었다. 계수 값을 보면 Pigplan을 도입은 PSY를 연간 0.521두씩 증가시키는 효과가 있는 것으로 나타났다.

〈표 7〉 모형 추정결과(종속변수=PSY)

Effect	size2	region	Estimate	Error	DF	t value	Pr>|t|
Intercept			1.4628	0.6842	76	2.14	0.0357
region		A	-1.9545	0.9375	76	-2.08	0.0404
region		B	-2.6255	0.9154	76	-2.87	0.0053
region		C	0	.	.	.	.
scale	100두 이하		-1.3196	1.2178	76	-1.08	0.282
scale	~200두		-0.9216	0.8832	76	-1.04	0.3001
scale	200두 이상		0	.	.	.	.
time			0.521	0.2008	129	2.6	0.0105
time × region		A	0.7333	0.2558	129	2.87	0.0048
time × region		B	1.1755	0.2755	129	4.27	<.0001
time × region		C	0	.	.	.	.
time × scale	100두 이하		0.03588	0.3587	129	0.1	0.9205
time × scale	~200두		0.08782	0.2497	129	0.35	0.7256
time × scale	200두 이상		0	.	.	.	.

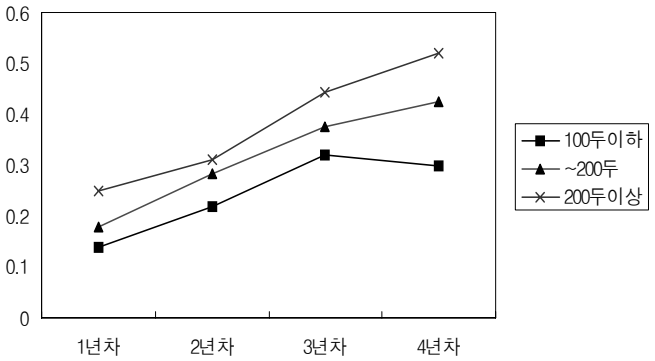
4.2. 모돈회전율에 대한 효과

통계적 분석전에 그래프를 통해 모돈회전율의 변화를 살펴보았다. 지역별 모돈회전율 변화추이를 살펴보면(〈그림 3〉), Pigplan 도입연수가 증가함에 따라 모돈회전율도 상당히 증가하는 것으로 나타났다. 지역별 모돈회전율 증가 기울기는 B지역과 C지역이 다소 차이가 있는 것으로 나타났다.



〈그림 3〉 지역별 모돈회전율의 변화

규모별 모돈회전율 변화추이를 살펴보면(〈그림 4〉), 규모별 모돈회전율 증가 기울기는 100두 이하 농가가 타농가와 다소 차이를 나타냈다.



〈그림 4〉 규모별 모돈회전율 변화

〈모형식 3〉에 가장 적합한 공분산 행렬을 찾기 위해서 각 공분산 행렬에 대한 AIC, AICC, BIC 값을 구하였다. 결과를 보면(〈표 8〉), UN은 AIC, AICC에서 가장 우수하였고, CS는 BIC에서 가장 우수하였다. 따라서 공분산 구조로는 UN을 선택하였다.

〈표 8〉 공분산 행렬을 사용한 적합 통계량

	un	cs	ar(1)	toep(1)	toep(2)
-2 Res Log Likelihood	-348.3	-325	-326.3	-259.1	-311.7
AIC (smaller is better)	-328.3	-321	-322.3	-257.1	-307.7
AICC (smaller is better)	-327.1	-320.9	-322.2	-257.1	-307.7
BIC (smaller is better)	-304.3	-316.2	-317.5	-254.7	-302.9

고정효과에 대한 검정결과를 보면(〈표 9〉), 지역은 5% 수준에서 모돈회전율에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으며, Pigplan 도입연수는 1% 수준에서 PSY에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또 Pigplan 도입연수와 지역의 상호작용효과의 경우도 1% 수준에서 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

〈표 9〉 고정효과에 대한 검정 결과(모돈회전율)

Effect	DF	χ^2	F Value	Pr > χ^2	Pr > F
region	76	9.22	4.61	0.01	0.0129
size2	76	2.4	1.2	0.301	0.3066
time	76	195.69	195.69	<.0001	<.0001
time × region	76	14.91	7.46	0.0006	0.0011
time × size2	76	0.13	0.06	0.9382	0.9383

설정한 선형혼합모형을 추정한 결과는 〈표 10〉과 같다. 이를 보면 지역(region)의 경우는 B지역의 경우만 유의하였으며, −의 값을 나타내었다. Pigplan 도입연수의 효과는 5% 수준에서 유의한 것으로 나타났으며 +값을 나타내었다. 계수 값을 보면 Pigplan을 도입은 모돈회전율을 연간 0.087회씩 증가시키는 효과가 있는 것으로 나타났다.

〈표 10〉 모형 추정 결과(종속변수=모돈회전율)

Effect	size2	region	Estimate	Error	DF	t Value	Pr > |t|
Intercept			0.0914	0.04635	76	1.97	0.0522
region		A	-0.01486	0.06212	76	-0.24	0.8115
region		B	-0.1598	0.0616	76	-2.59	0.0114
region		C	0	.	.	.	.
size2	100두 이하		-0.1149	0.07984	76	-1.44	0.1543
size2	~200두		-0.07175	0.05887	76	-1.22	0.2267
size2	200두 이상		0	.	.	.	.
time			0.08682	0.01296	76	6.7	<.0001
time × region		A	0.002196	0.01633	76	0.13	0.8934
time × region		B	0.05533	0.01778	76	3.11	0.0026
time × region		C	0	.	.	.	.
time × size2	100두 이하		0.002505	0.02257	76	0.11	0.9119
time × size2	~200두		0.005538	0.01588	76	0.35	0.7282
time × size2	200두 이상		0	.	.	.	.

5. 결 론

본 연구는 Pigplan을 사용하는 농가의 패널자료를 이용하여 정보시스템 도입에 따른 효과를 선형혼합모형을 이용하여 실증적으로 분석하였다. 분석결과 Pigplan 도입은 PSY를 연간 0.52두 증가시키는 효과를 가지고 있었으며, 모돈회전율은 0.087회 증가시키는 효과가 있었다.

이런 결과는 농업분야에서 생산경영관리 정보시스템의 도입이 생산성 증가를 가져온다는 기존 결과(verstegen et al, 1995; Tomaszewski et al, 2000)와 일치하는 것이다.

지역과 규모가 PSY와 모돈회전율에 미치는 영향을 파악해보면, PSY와 모돈회전율에 지역효과가 있었으며, 지역과 Pigplan 도입연수의 상호작용효과도 있는 것으로 나타났다. 그러나 PSY와 모돈회전율에 규모효과는 없는 것으로 나타났다.

이런 결과는 규모에 상관없이 지역의 협동조합 간에는 정보시스템효과의 차이가 존재함을 보여준다. 본 연구의 분석에 사용된 대부분의 자료는 농가에서 관리하지 않고, 지역 양돈조합에서 관리한다. 양돈조합은 각 농가로 부터 수신된 자료를 입력한 후 결과를 분석하여 농가를 대상으로 컨설팅을 한다. 따라서 이런 결과는 분석된 자료를 농가 컨설팅에 이용하는 데 있어서 조합간의 차이가 있음을 보여준다. 이는 조합차원에서 정보시스템을 활용하는 능력을 높이면, 농가의 성적을 향상시킬 수 있음을 나타낸다.

본 연구는 정보시스템사용전과 후의 데이터를 이용한 기존 연구와는 달리 정보시스템 사용 후의 데이터만을 이용하여 효과를 측정하였다. 이 경우 정보시스템 사용으로 인한 년차 효과와 기타 기술변화나 환경변화로 인한 효과를 정확히 분리할 수 없다는 단점이 있다. 그러나 양돈농가의 생산성적은 개체별 정보를 매일 수집하여 계산하여야 하므로 정보시

스템의 도움이 없다면 계산상 많은 오류가능성이 있다. 이런 농가 자료 한계가 있다면, 정보시스템 도입후의 전산자료를 토대로 효과를 분석할 수 있는 방안이 필요하다.

농가의 정보시스템의 효과는 도입연수에 따라 변할 것이다. 그러나 이 연구에서는 측정치가 최대 4년에 불과하여 이를 고려하지 못하였다. 이와 함께 정보시스템 도입 효과에 영향을 미칠 것으로 예상되는 농가의 타특성(연령, 학력 등)을 고려하지 못한 한계가 있다. 그러나 본 연구는 전산자료만을 토대로 효과를 측정하였다는 데서 의의가 있다.

■ 참 고 문 헌 ■

박덕병, & 이민수. (2002). "농업지식체계 접근에 의한 농업연구, 지도 연계를 위한 당면과제" 한국농촌지도학회지 9: 199-214.

이성우, 임형백, & 조중구. (2004). 농가 정보화의 결정요인과 지역간 차이, **농업경제연구** 45: 47-81.

최영찬, & 문정훈. (2003). 정보요구분석 전략과 효과: 양돈업을 위한 농업경영정보시스템 개발의 경우. **한국농업교육학회지** 35(4): 143-161.

한국농촌경제연구원. (2003). 농업인 의식구조 변화에 관한 여론조사 결과.

한국정보문화진흥원. (2003). 정보격차 해소 백서.

Albrecht, T. L., and Bryant, C. (1996). Advanced in Segmentation Modeling for Health Communication and Social Marketing Campaigns, *Journal of Health Communication*, 1, 65-80.

Amponsah, W. A. (1995). Computer Adoption and Use of Information Services by North Carolina Commercial Farmers, *Journal of Agricultural and Applied Economics,* 27, 565-576.

Baker, G. A. (1992). Computer Adoption and Use by New Mexico Nonfarm Agribusinesses, *American Journal of Agricultural Economics,* 74, 737-744.

Batte, M.T. (2004). Changing Computer use in Agriculture: Evidence from Ohio, *Computers and Electronics in Agriculture*: In Press.

Batte, M. T., Jones, E., and Schnitkey, G.D. (1990). Computer Use by Ohio Commercial Farmers, *American Journal of Agricultural Economics,* 72, 935-945.

Bentz, Y., and Merunkay, D. (2000). Neural Networks and the Multinomial Logit for Branch Choice Modeling: a Hybrid Approach, *Journal of Forecasting*, 19(3), 177-200.

Berry, M. J. A. and Linoff, G. S., (2000), *Mastering Data Mining*, John Wiley & Sons, New York, 2000

Bhattacharyya, A., Harris, T. R., Kvasnicka, W. G., and Veserat, G. M. (1997). Factors Influencing Rates of Adoption of Trichomoniasis Vaccine by

Nevada Range Cattle Producers. *Journal of Agricultural and Resource Economics,* 22, 174-190.

Bitchler, M., and Kiss, C. (2004), A Comparison of Logistic Regression, k-Nearest Neighbor, and Decision Tree Induction for Campaign Management, *Proceedings of the Tenth Americas Conference on Information Systems*, New York, August, 1918-1925.

Bound, D., and Ross, D. (1997). Forecasting Customer Response with Neural Network, *Handbook of Neural Computation*, G6.2, 1-7.

Breiman, L., Friedman, J., Olshen, R., and Stone, C. (1984), *Classification and Regression and Regression Trees*. Belmont, CA, Wadsworth.

Brynjolfsson, E. (1993). The Productivity Paradox of Information Technology, *Communications of ACM*, 35 , 66-77.

Hamilton, S. and Chervany, N. (1981). Evaluating Information System Effectiveness -Part I: Comparing Evaluation Approaches, *MIS Quarterly*, 5, 55-69.

Hayes, D. P., Pfeiffer, D. U., and Morris, R. S. (1998) Production and Reproductive Responses to Use of DairyMAN: A Management Information System for New Zealand Dairy Herds, *Journal of Dairy Science*, 81(9), 2362-2368.

Huffman, W. E., and Mercier, S. (1991). Joint Adoption of Microcomputer Technologies: An Analysis of Farmers' Decisions, *Review of Economics and Statistics,* 73, 541-546.

Jarvis, A. M. (1990). Computer Adoption Decisions-Implication for Research and Extension: The Case of Texas Rice Producers, *American Journal of Agricultural Economics,* 72, 1388-1394.

Lazarus, W. F., Rutz, D. A., Miller, R. W., and Brow, D. A. (1989). Costs of Existing and Recommended Manure Management Practices for House Fly and Stable Fly (Diptera: Muscidae) Control on Dairy Farms, *Journal of Economic Entomology*, 82(4), 1145-1151.

Littell, R. C., Henry, P. R., and Ammerman, C. B. (1996). Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures, *Journal of Animal Science*, 76, 1216-1231.

Losinger, W. C., and Heinrichs, A. J.(1996). Dairy Operation Management Practices and Herd Milk Production, *Journal of Dairy Science*, 79(3), 506-514.

Morwitz, G. V., and Schmittlein, D. (1992) Using Segmentation to Improve Sales Forecasts Based on Purchase Intent: Which 'Indenders' Actually Buy?, *Journal of Marketing Research.* 29, 391-405.

Moutinho, L., Curry, B., Davies, F., and Rita, P. (1994). *Neural Network in Marketing*. New York: Routledge.

Mukherjee, C., White, H., and Wuyts, M. (1998) *Econometrics and Data Analysis for Developing Countries* , Routledge, New York.

Murthy, K. S. (1998). Automatic Construction of Decision Trees from Data: A Multi-disciplinary Survey. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 2, 345-389.

Perlich, C., Provost, F., and Simonoff, J. S. (2003), Tree Induction vs. Logistic Regression: A Learning-Curve Analysis, *Journal of Machine Learning Research*, 4, 211-255.

Putler, D. S., and Zilberman, D., (1988), Computer Use in Agriculture: Evidence from Tulare County, California, *American Journal of Agricultural Economics*, 70, 790-802.

Quinlan, J. R. (1986). Induction of Decision Trees. *Machine Learning,* 181-106.

Quinlan, J. R. (1993). *C4.5: Program of Machine Learning*. CA., Morgan Kaufman Publishing.

Rogers E. M. (2003), *Diffusion of Innovation*, Free Press, NY.

Rogers, E. M., and Storey, J. D. (1987). Communication Campaigns. In C.R. Berger and S. H. Chaffee(Eds.), *Handbook of Communication Science*. Newbury Park, CA, Sage, 817-846.

Shrestha, R. B., and Gopalakrishnan, C. (1993). Adoption and Diffustion of Drip Irrigation Technology: An Econometric Analysis. *Economic Development and Cultural Change*, 41, 407-418.

Tomaszewski, M. A., Sudweeks, E. M., Dijkhuizen, A. A., and Huirne, R. B. M., (1997), Determining the effect of a management information system on herd production, *Journal of Dairy Science,* 80, 148.

Tomaszewski, M. A., Van Asseldonk, M. A. P. M., Dijkhuizen, A. A., and Huirne, R. B. M. (2000), Determining farm effects attributable to the introduction and use of a dairy management information system, *The Netherlands Agricultural Economics*, 23(1), 79-86.

Van Asseldonk, M. A. P. M., Huirne, R. B. M., Dijkhuizen, A. A., Tomaszewski, M. A., and Harbers, A. G. F.(1998). Effects of Information Technology on Dairy Farms in The Netherlands: An Empirical Analysis of Milk Production Records, *Journal of Dairy Science*, 81(10), 2752-2759.

Verstegen, J. A. A. M., Huirne, R. B. M., Dijkhuizen, A. A. and King, R. P. (1995). Quantifying Economic Benefits of Sow-Herd Management Information Systems Using Panel Data, *American Journal of Agricultural Economics*, 77(2), 387-396.

Verstegen, J. A. A. M., and Huirne, R. B. M. (2001). The Impact of Farm Management on Value of Management Information Systems, *Computers and Electronics in Agriculture*, 30, 51-69.

Woodburn, M. R., Ortmann, G. F., and Levin, J. B. (1994). Computer Use and Factors Influencing Computer Adoption among commercial Farmers in Natal Province, South Afirca, *Computers and Electronics in Agriculture* 11, 183-194.

논문투고일: 2010. 10. 22
1차수정일: 2010. 12. 5
게재확정일: 2010. 12. 10