

연구 자료

한육우 관측사업의 조사방법과 추정모형

전 상 곤* 정 민 국** 신 승 열***

Key words: 축산관측(Livestock Outlook), 한육우(Korean-cattle), 표본농가조사(sampling)

Abstract

The purpose of this paper is to show the sampling method in livestock outlook and the forecasting models, particularly focusing on Korean-cattle outlook. Sampling technique of the livestock farmers is explained in detail, according to statistical theory. And an example is introduced how to analyze the results of the survey. The Korean-cattle forecasting models which have been used for this outlook are illustrated. The production function of calf and slaughter function of cattle, each breeding stock function are estimated. To strengthen the quality of outlook information, it is necessary to interpret the indexes of farmers' intention dynamically. Consideration of such indexes in the forecasting are introduced in the latter part.

1. 한육우 관측사업 개요
2. 표본농가 조사 및 분석방법
3. 한육우 관측 모형
4. 향후 과제

1. 한육우 관측사업 개요

축산관측의 목적은 축산경영의 합리화, 유통기능의 원활화, 축산정책의 과학화를 위하여 축종별 사육동향, 수급 및 가격동향을 파악하고 축종별 사육두수 전망, 축산물

수급전망 등의 관측정보를 축산 농가 및 관련 유통업체에 제공함으로써 축산물 수급을 안정시키고 농가소득을 증대시키는데 기여하는 바가 적지 않다. 현재 5개 축종에 대해 관측사업이 실시되고 있으며 그 중에서도 한육우 관측사업은 한육우 사육농가 수나 쇠고기 생산액 면에서 볼 때 축산관측사업 중 가장 중요하다고 볼 수 있다. 이 글은 한육우 관측사업의 실시체계와 한육

* 전문연구원

** 부연구위원

*** 연구위원

표 3 축종별 표본농가수 결정

	한육우	젓 소	돼 지	산란계	육 계
평균 (호당사육두수)	5.4	38	675	17,728	20,720
분 산	159	592	1,067,761	402,951,752	262,850,816
표준편차	12.60	24.32	1,033	20,074	16,213
신뢰수준90%	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
허용가능오차 (평균의 10%)	0.5	3.8	67	1,773	2,072
표본크기	1,459	110	631	345	165

주: 돼지의 경우, 50두 미만의 소규모 농가를 포함시킬 경우 분산이 너무 커져 표본농가수를 늘려야 하는 문제가 있어 제외시킴.

자료: 2000년 3월 농림부 『가축통계』 자료에 통계학 이론을 적용하여 표본크기를 결정함.

고, 추출된 축종별 표본농가수는 <표 3>에 정리되어 있다.

위 결과에 따르면, 축산관측 전체 표본농가수는 총 2,710농가가 되어야 하지만 예산상의 문제로 표본농가수는 1,500농가로 제한되었다. 이를 축종별로 배분하기 위해서 <표 3>에서 결정된 표본농가수에 루트비율²을 적용하여 축종별 표본농가수를 재조정하였다(표 4).

축종별 표본농가수를 결정하고 난 이후에는 표본농가 조사방법이 결정되어야 한다. 표본조사 방법으로는 층화표본조사(stratified sampling), 집락표본조사(cluster sampling), 체계적 표본조사(systematic sampling) 등이 있는데, 현재 축산관측에서는 층화표본조사 방법을 이용하였다.

층화표본조사 방법은 층화수를 몇 개로 할 것인지, 층화경계를 어디로 할 것인지를 결정하게 된다. 어느 모집단을 층화시키면

계층수가 늘어날수록 표준편차가 줄어들어 정도(精度)를 향상시키는 장점이 있으나,

표 4 축종별 표본농가수 조정

	원래표본수	루트비율	최종표본수
한육우	1,459	0.36	545
젓소	110	0.10	149
돼지	631	0.24	358
산란계	345	0.18	265
육계	165	0.12	183
합계	2,710	1.00	1,500

계층수가 늘어날수록 자유도가 감소하고 계산상의 부담이 커지게 된다. 일반적으로 20개 이상의 계층을 만드는 것은 실효성이 낮아지는 것으로 알려져 있다.³ 축산 표본농가의 계층수와 층화경계는 실제 사육규모를 고려하여 결정하였으나, 추후에 보완검토가 필요한 상태이다. 층화표본 설계시 표본에 계층을 할당하는 방법은 최적할당법(optimal allocation)과 비례할당법(proportional allocation)이 있는데, 현재 축산관측에서는 비례할당법을 이용하였다. 비례할당이란 각

² 예산상의 제약으로 표본농가수를 줄여야 하는 상황에서 축종별 표본농가수의 격차를 줄이기 위해 루트비율을 적용하여 최종 표본농가수를 결정하였다.

³ 통계학, 형설출판사, 김효석, 1994

표 5 지역별 규모별 표본농가 할당

구 분	할당표본	규모별 표본농가 증화							
		20두 미만		20~50두		50~100두		100두 이상	
경 기	57	0.32	18	0.27	16	0.20	11	0.21	12
강 원	37	0.63	23	0.20	7	0.09	3	0.08	3
충 북	39	0.51	20	0.23	9	0.16	6	0.10	4
충 남	80	0.54	43	0.22	18	0.11	9	0.12	10
전 북	51	0.50	25	0.24	12	0.12	6	0.14	7
전 남	81	0.67	54	0.18	14	0.08	6	0.08	6
경 북	110	0.58	64	0.23	25	0.12	13	0.07	8
경 남	83	0.65	54	0.17	14	0.11	9	0.07	5
제 주	7	0.24	2	0.27	2	0.21	1	0.28	2
합 계	545	0.56	304	0.22	118	0.12	66	0.11	57

주: 1) 실제 표본농가 선정시에는 20두 미만의 농가 수가 너무 많아 이를 약간 줄이고 20두 이상 규모의 표본을 늘렸음.

2) 이로 인해 오차가 발생하지 않도록 계층별로 가중치를 주어 추후에 조정함.

자료: 2000년 3월 농림부 『가축통계』 자료를 이용하여 표본을 비례할당하였음.

계층의 크기에 비례하여 표본을 할당하는 방법을 말한다.

$$n_j = n \left(\frac{N_j}{N} \right),$$

n_j : 계층별 할당 표본수

n : 할당된 표본수

N_j : 계층 모집단의 크기

N : 전체 모집단의 크기

<표 4>에서 한육우 표본농가수는 545농가로 조정되었고, 지역별, 규모별로 증화하였다. 지역별 증화를 위해 도별 한육우사육비율대로 표본을 배분하였고, 이를 다시 4개의 규모로 증화하여 할당하였다(표 5).

표 6 한육우 다두 사육지역

전체(28개지역)	도별 주사육지
경기(3)	안성, 화성, 양평
강원(2)	홍천, 횡성
충북(2)	청원, 충주
충남(4)	홍성, 당진, 공주, 예산
경북(6)	경주, 상주, 예천, 영주, 영천, 구미
경남(4)	합천, 창녕, 울산, 고성
전북(2)	정읍, 김제
전남(4)	나주, 무안, 장흥, 담양
제주(1)	북제주

자료: 농림부, 『1995년 농업총조사』

표 7 사육규모별 사육두수 비중과 가중치

	단위	사육규모별 사육두수 (비중)		
		1~19두	20~49두	50~99두
2002년 12월 농림부 가축통계(A)	천두	657 (0.47)	318 (0.23)	192 (0.14)
2003년 2월 표본농가 조사결과(B)	두	1,715 (0.06)	4,255 (0.15)	5,680 (0.20)
가중치(A/B)		7.77	1.52	0.69

도별로 표본을 할당한 후, 시군별 표본

선정을 위해 주사육지를 위주로 하여 표본을 선정하였다(표 6). 이를 다시 사육규모별로 4개의 계층으로 세분화하여 각 시군별로 표본농가를 할당하였다.

2.2. 표본농가 조사·분석

표본농가들에 대한 조사는 설문조사원에 의해 전화로 이루어진다. 주요 질문 내용은 송아지 생산두수와 큰소 출하두수에 관한 것이다. 조사대상인 한육우 사육농가는 암소사육 여부에 따라 비육과 번식, 일관사육(비육+번식 사육)으로 나뉜다.⁴ 각 시기별로 송아지 생산두수와 출하두수가 조사되면, 이를 근거로 전체 사육두수에 대한 추정이 가능하다. t 기의 전체 사육두수(H_t)를 알고 있다면, $t+1$ 기의 사육두수(H_{t+1})는 그 동안에 태어날 송아지두수(C_{t+1})와 시장으로의 출하두수(S_{t+1})를 알면 구할 수 있다(식 1). 농가에서 암소의 임신시기를 알고 있는 경우에는 송아지 생산시점에 대한 응답이 용이하다. 그러나 출하두수는 시장상황에 따라 가격이 달라지기 때문에 농가의향치와 실제 결과치가 상당히 달라질 수 있는 문제가 발생할 수도 있다.

$$(1) \quad H_{t+1} = H_t + C_{t+1} - S_{t+1}$$

2003년 3월 한육우 관측보 발간을 위한 표본농가 조사결과를 예로 들어 살펴보자. 한육우 표본농가는 크게 네 가지 계층으로

나뉘고, 조사한 후에 규모별 사육두수 가중치를 부여하여 전체 모집단의 크기를 추정한다고 설명한 바 있다. 가중치를 부여하는 방식은 다음과 같다. 2003년 3월 관측보 발간을 위한 전화조사는 2월에 실시된다. 따라서 가중치를 부여하기 위해 가장 최근에 조사된 농립부의 2002년 12월 『가축통계』 자료를 이용하였다. 실제 농가 사육규모별 사육두수 비중은 <표 7>의 A와 같고, 선정된 표본농가들의 규모별 사육두수 비중은 B와 같다. 따라서, 모집단을 추정하기 위해서는 표본농가에서 조사된 수치에 가중치(A/B)를 부여하여야 한다. 즉 실제 비중보다 적게 조사된 1~19두, 20~49두의 층에는 1보다 큰 가중치를 부여하고 실제보다 많은 비중으로 조사된 50두 이상의 층에는 1보다 작은 가중치를 부여한다.

실제 조사된 농가조사결과는 <표 8>에 정리되어 있다. 2002년 12월 현재 표본농가에서 사육중인 한육우 사육두수는 2만 8천 626두이다. 농가에 대한 송아지 생산두수와 출하의향을 조사한 결과는 2003년 3월 1일 사육두수는 2만 5천 930두, 6월 1일 사육두수는 2만 8천 189두으로 나타났다. 전체 모집단에 대한 추정치로 환산하기 위해 루트 비율⁵을 적용하면, 한육우 전체사육두수에 대한 전망치가 구해진다.

표본농가 조사를 통해 알 수 있는 또 하나의 중요한 정보는 사육형태별(번식, 비육, 일관 사육)로 농가들의 의향이 어떻게

⁴ 사육방식에 따라 농가를 구분하면, 농가들의 의향변화를 사육방식에 따라 세부적으로 분석할 수 있는 장점이 있다.

⁵ 예산상 제약으로 표본농가수가 부족하여 조사기간의 진폭이 크게 나타나 이를 줄이기 위해 루트비율을 적용하였다.

변화하고 있는지를 파악하는 것이다. 3개월마다 한 번씩 조사되는 표본농가에 대한 조사결과를 종합하여 분석하면, 시간 경과에 따른 사육형태별 농가들의 의향이 어떻게 변화하는지를 동태적으로 파악할 수 있다.

표 8 한육우 사육두수 의향

	12월1일	의향두수	
		3월1일	6월1일
송아지생산두수(두)		2,038	3,732
출하두수(두)		4,734	1,473
순증감두수(두)		-2,696	2,259
표본농가 사육두수(두)	28,626	25,930	28,189
루트비율 적용	100.0	95.2	99.2
전체사육두수(천두)	1,410	1,342	1,399

자료: 농업관측정보센터, 2003년 2월 표본농가조사치.

3. 한육우 관측 모형

3.1. 한육우 사육두수 추정 모형

한육우 분기보 발간을 위해 현재 운영되는 모형은 연립방정식이 아닌 개별발정식의 형태이다. 이는 현재 농림부의 가축통계에서 발표되고 있는 한육우의 성별·연령별 사육두수를 이용하여 연립방정식 모형을 구성하기 어려운 문제가 있기 때문이다.⁶ 한육우 사육두수를 추정하고 전망하는

데에는 다음의 추정방법들이 주로 이용되고 있다.

3.1.1. 생물학적 특징

사육두수에 대한 추정모형을 만들기 위해서는 먼저 한육우의 생물학적 특징을 알아야 한다. 한육우란 한우와 육우(젓소 수컷, 교잡우)를 포함하며, 사육방식에 따라 번식우와 비육우로 구분된다. 번식우는 송아지 생산을 목적으로 사육되는 암소를 의미한다. 송아지는 이유기를 거쳐 생후 약 15~18개월, 체중 250~300kg에 이르면 수정이 가능하고 약 280일 정도의 임신기간을 거쳐 분만을 하게 된다. 분만 후 60~85일 정도가 경과하면 발정기에 접어들어 다시 임신할 수 있다. 암소가 송아지를 한 번 내지 두 번을 낳을 때까지는 주로 번식우로 사육되며, 그 이후에는 큰소와 송아지의 시장가격에 따라 농가가 번식과 비육 중 하나를 결정하고 있다.

비육우는 출생 당시 약 24kg 정도의 중량이 4~5개월의 비육기간을 거치면 약 100~120kg이 되고, 이후 400~450일의 비육기간을 거쳐(일당증체량은 약 0.9~1.1kg) 생후 17~20개월령에 이르면 체중이 500~550kg에 이르러 시장에 출하하게 된다. 육우의 대부분을 차지하는 젓소 수컷은 한우에 비해 증체속도가 빠른 장점은 있으나, 시장에서는 한우를 육우보다 선호하는 편이다.

3.1.2. 연령별 사육두수 추정

발과 관련하여 많은 연구가 필요한 분야이다.

⁶ 한육우 단기 관측을 위해서는 단기 상황을 분석하고 예측할 수 있는 연립방정식 모형개발이 절실하나, 연령대를 고려한 생태방정식을 연립방정식 모형에 연결하는 작업은 추후에 모형개

가축통계에는 한육우 사육두수가 성별(암·수)과 연령별(0~1세, 1~2세, 2세이상)로 나뉘어 총 6개의 항목으로 세분화되어 발표되고 있다. 한육우 사육두수를 전망하기 위해서는 6개 항목에 해당하는 사육두수를 각각 추정하여 더하면 전체 사육두수를 구할 수 있다. 각 성별·연령대별 사육두수 함수 형태는 아래와 같다. 실제 추정한 결과는 <표 9>에 정리되어 있다.

<1세 미만 암송아지두수>

1세 미만 암송아지두수는 인공수정두수와 밀접한 연관⁷이 있고 암소의 임신기간이 10개월임을 고려하여 '10개월전 12개월누적 인공수정두수'를 설명변수로 선택하였다. 송아지두수는 계절적인 특성(봄철에 많이 태어남)을 가지고 있어 계절더미 변수도 고려하였다.

$$CALFF = f(BRT, D1, D2, D3)$$

CALFF: 1세 미만 암송아지두수

BRT: 10개월전 12개월 누적 인공수정두수

D1, D2, D3: 계절 더미변수 (1은 봄, 2는 여름, 3은 가을)

<1세 미만 수송아지두수>

1세 미만 수송아지 사육두수는 암송아지두수와 계절더미를 설명변수로 추정하였다.

$$CALFM = f(CALFF, D1, D2, D3)$$

CALFM: 1세 미만 수송아지두수

<1~2세 암소두수>

1~2세 암소 사육두수는 1년전 1세 미만 암송아지가 폐사되지 않고 살아 남은 것이기 때문에 암송아지두수를 설명변수로 추정하였다.

$$COWF = f(CALFF_{t-4})$$

COWF: 1~2세 암소두수

CALFF_{t-4}: 4분기전 암송아지두수

<1~2세 수소두수>

1~2세 수소 사육두수는 1년전 1세미만 수송아지두수 중 도축되지 않고 생존해 있는 것들이어서, 1년전 수송아지두수와 수소도축두수를 설명변수로 추정하였다. 암소와 달리 수소는 단기비육의 경우 1~2세에 도축되는 것이 있어서 설명변수에 도축두수를 추가하였다.

$$COWM = f(CALFM_{t-4}, SCOWM, D1, D2, D3)$$

COWM: 1~2세 암소두수

CALFM_{t-4}: 4분기전 수송아지두수

SCOWM: 수소도축두수

<2세 이상 암소두수>

2세 이상 암소두수는 1년전 1~2세 암소두수가 도축되지 않고 살아남은 것이어서, 1~2세 암소두수와 암소도축두수를 설명변수로 추정하였다.

$$COWFT = f(COWF_{t-4}, SCOWF)$$

COWFT: 2세 이상 암소두수

SCOWF: 암소도축두수

<2세 이상 수소두수>

⁷ 물론 송아지두수는 인공수정 외에 자연수정과도 밀접한 관련이 있다. 현실적으로 자연수정에 관한 자료는 없는 상태이고, 가축개량사업이 진행되면서 자연수정 비율은 낮아져 인공수정두수만을 설명변수로 고려하였다.

2세 이상 수소두수는 1분기전 2세 이상 수소두수 중 도축되지 않고 남아 있는 것들이어서, 1분기전 2세 이상 수소두수와 수소도축두수를 설명변수로 추정하였다.

$$COWMT = f(COWMT_{t-1}, SCOWM)$$

COWMT: 2세 이상 수소두수

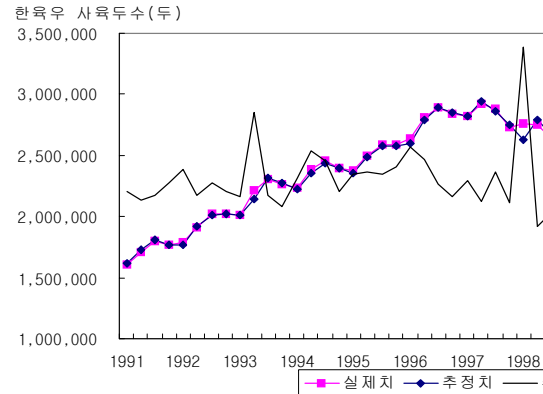
$COWMT_{t-1}$: 1분기전 2세 이상 수소두수

SCOWM: 수소도축두수

위에서 추정한 6개의 개별 방정식에서 추정된 값들을 더하면 전체 한육우 사육두수를 계산할 수 있다. 한육우 전체사육두수 (H_t)는 식 (2)와 같이 구할 수 있다. 이 방식을 통한 평균절대오차비율(Mean Absolute Percentage Error)은 0.9%로 낮게 나타났다.

$$(2) \quad H_t = CALFF_t + CALFM_t + COWF_t + COWM_t + COWFT_t + COWMT_t$$

그림 1 한육우 사육두수 추정치와 실제치 비교



3.1.3. 생산두수와 도축두수 추정을 통한 사육두수 전망

표 9 성별·연령대별 사육두수 추정 결과

$$CALFF = 92 + 3450*BRT - 15570*D1 + 9657*D2 + 18650.0701*D3 + [AR(1)=0.64]$$

(0.008) (30.2) (-6.9) (3.7) (8.2) (5.80)

adjusted-R² = 0.99, sample period: 1989~2002

$$CALFM = 87329 + 1.17*CALFF + 168*D1 + 6367*D2 + 5107*D3 + [AR(1)=0.87]$$

(2.59) (12.71) (0.06) (2.17) (1.68) (16.32)

adjusted-R² = 0.99, sample period: 1986~2002

$$COWF = 97086 + 0.30*CALFF(-4) + [AR(1)=0.97]$$

(2.18) (6.93) (34.65)

adjusted-R² = 0.98, sample period: 1987~2002

$$COWM = 162605 + 0.20*CALFM(-4) - 0.15*SCOWM - 6670*D1 - 11817*D2 - 1810*D3 + [AR(1)=0.96]$$

(2.20) (2.49) (-1.32) (-2.14) (-2.92) (-0.45) (27.48)

adjusted-R² = 0.97, sample period: 1990~2002

$$COWFT = -7679 + 0.29*COWF(-4) - 1.12*SCOWF + 1.03*COWFT(-1)$$

(0.54) (2.69) (-7.64) (79.59)

adjusted-R² = 0.99, sample period: 1990~2002

$$COWMT = 1245 + 0.95*COWMT(-1) - 0.0023*SCOWM$$

(1.18) (16.75) (-0.25)

adjusted-R² = 0.87, sample period: 1990~2002

주: 1) 추정된 함수는 각 구간의 분기 자료를 사용함.

2) ()은 t-값을 의미함.

두 번째 한육우 사육두수 추정 방법은 앞서 언급한 표본농가 조사 방식과 비슷하다. 한 시점의 사육두수가 주어져 있을 때, 분기에 태어날 송아지두수와 도축두수를 추정하여 다음 시기의 사육두수를 계산하는 것이다(식 1).

분기간 태어나는 송아지 생산두수에 대한 통계는 가축통계 자료에 발표되지만, <식 1>에 대입하여 사용할 경우 자료의 일관성에 문제가 발생한다. 따라서 모형에 사용할 송아지 생산두수는 $H_t = H_{t-1} + C_t - S_t$ <식 1>을 이용하여 계산할 수 있다. 분기간 태어나는 송아지 생산두수(C)는 $C_t = H_t - H_{t-1} + S_t$ 와 같은 방식으로 구할 수 있고, 이렇게 계산된 값을 이용하여 송아지생산두수 함수를 추정한다.

<송아지 생산두수>

송아지 생산두수는 인공수정두수와 암소의 가임시기인 3분기전 송아지가격, 그리고 계절 더미변수를 설명변수로 추정하였다.

$$\begin{aligned}
 C = & -14019 + 543*QBRT \\
 & (-1.36) \quad (14.98) \\
 & + 0.023*(NPFY51(-3)*100/WPI(-3)) \\
 & \quad (3.49) \\
 & + 22841*D1 + 69147*D2 + 27734*D3 \\
 & \quad (3.20) \quad (8.76) \quad (3.59) \\
 & + 68326*DD932 + 132010*DD981 \\
 & \quad (3.79) \quad (7.17) \\
 & - 62989*DD984 \\
 & \quad (-3.43) \\
 \text{adjusted-}R^2 = & 0.94
 \end{aligned}$$

C: 분기간 송아지 생산두수

QBRT: 해당 분기에 생산될 인공수정두수의 합계

NPFY51(-3): 3분기전 암송아지 산지 가격

DD932: 1993년 2/4분기는 1, 나머지 시기는 0

DD981: 1998년 1/4분기는 1, 나머지 시기는 0

DD984: 1998년 4/4분기는 1, 나머지 시기는 0

WPI: 생산자 물가지수 (1995=100)

추정기간: 1990~2002년(분기 자료 사용)

()은 t-값을 의미함

암소와 수소의 도축이 서로 다른 변수들에 의해 결정되기 때문에 각각의 함수를 구분하여 추정하였다. 추정결과는 다음과 같다.

<암소도축두수>

암소도축두수는 전년도 1~2세 암소사육두수, 암소산지가격, 계절더미를 설명변수로 추정한다. 1~2세 암소두수는 송아지를 생산하고 일부는 도축되고 일부는 재임신되기 때문에 설명변수에 포함시켰다.

$$\begin{aligned}
 SCOWF = & -65432 + 0.48*COWF(-4) \\
 & (3.87) \quad (5.45) \\
 & + 62141*DD973 + 24998*DD974 \\
 & \quad (8.14) \quad (3.25) \\
 & - 365*D1 - 13155*D2 - 5946*D3 \\
 & \quad (-0.15) \quad (-4.87) \quad (-2.58) \\
 & + 5732*NPFO513 \\
 & \quad (1.97) \\
 & + [AR(1)= 0.7182615242] \\
 & \quad (5.39)
 \end{aligned}$$

$$\text{adjusted-}R^2 = 0.96$$

SCOWF: 암소도축두수

COWF(-4): 4분기전 1~2세 암소사육두수

NPFY51(-3): 3분기전 암송아지 산지 가격

DD973: 1997년 3/4분기는 1, 나머지

시기는 0
 DD974: 1997년 4/4분기는 1, 나머지
 시기는 0
 NPMO513: 2, 3, 4분기전 한우암소가격
 의 평균치(wpi로 디플레이
 트한 실질가격)
 추정기간: 1990~2002년(분기 자료 사용)
 ()은 t-값을 의미함

<수소도축두수>

수소도축두수는 장·단기 비육된 수소가
 시장에 출하되는 현실을 고려하여 2분기전
 수송아지두수와 2분기전 1~2세 수송아지
 두수를 설명변수에 포함하였다. 또한, 수
 소산지가격에 따라 사육기간이 영향을 받
 기 때문에 산지가격도 설명변수로 채택하
 였다.

$$\begin{aligned} \text{SCOWM} = & 1430 + 0.12 \cdot \text{CALFM}(-2) \\ & (0.11) \quad (6.53) \\ & + 0.26 \cdot \text{COWM}(-2) + 3617 \cdot \text{D1} \\ & (5.79) \quad (1.01) \\ & - 14467 \cdot \text{D2} - 6694 \cdot \text{D3} \\ & (-3.70) \quad (-1.89) \\ & + 337 \cdot \text{NPMO513} \\ & (0.22) \\ & + [\text{AR}(1)=0.3214247236] \\ & (2.18) \end{aligned}$$

$$\text{adjusted-}R^2 = 0.86$$

SCOWM: 수소도축두수

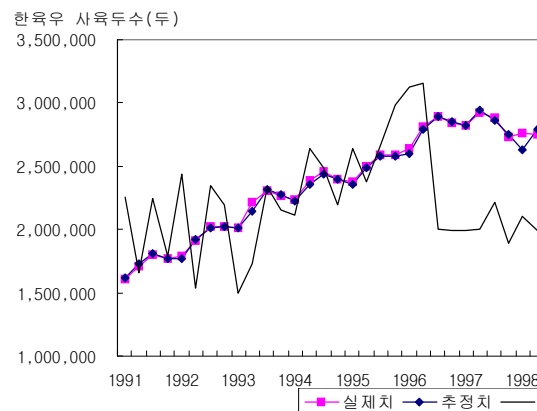
CALFM(-2): 2분기전 수송아지두수

NPMO513: 2, 3, 4분기전 한우수소가
 격/수송아지가격의 평균치
 (wpi로 디플레이트한 실질
 가격)

추정기간: 1990~2002년(분기 자료 사용)
 ()은 t-값을 의미함

한육우 전체 사육두수는 위에서 추정한 세
 가지 추정치들을 <식 1> $H_t = H_{t-1} + C_t - S_t$
 에 대입하여 구할 수 있다. 전기의 한육우
 사육두수에 송아지생산두수(C_t)를 더하고
 도축두수(S_t)를 빼면 현재 시점의 한육우
 사육두수가 계산된다. 이 방식을 통한 평균
 절대오차비율(Mean Absolute Percentage
 Error)은 0.7%로 낮게 나타났다.

그림 2 한육우 사육두수 추정치와 실제치 비교



3.1.4. 2세 이상 암소사육두수

추정

한육우 사육두수를 추정하는 방법은 위
 에서 설명한 두 가지 방식을 병용한다. 전
 체 사육두수를 추정하는 것 못지 않게 중
 요한 것이 암소두수를 추정하는 것이다. 암
 소가 얼마나 생존하느냐에 따라서 한육우
 사육기반이 결정되고 그에 따라 국내 쇠고
 기 생산능력도 결정되기 때문이다. 3.1.2.에
 서 2세 이상 암소두수를 추정하였으나, 변

수가 갖는 중요성을 감안하여 이를 보완할 수 있는 다른 방법을 개발하였다. 2세 이상 한육우 암소두수는 <식 3>과 같은 방법으로 추정이 가능하다. 2세 이상 암소두수 ($CFT51_t$)는 전기의 암소두수($CFT51_{t-1}$)에 2세 이상 암소두수에 포함되는 2년(8분기)전에 태어난 암송아지두수(FC_{t-8})를 더하고 암소도축두수($SF51_t$)를 빼주면 구할 수 있다.

$$(3) \quad CFT51_t = 0.9963 * CFT51_{t-1} + 0.9217 * 0.9852 * FC_{t-8} - SF51_t$$

주: 0.9963, 0.9852, 0.9217은 생존율⁸

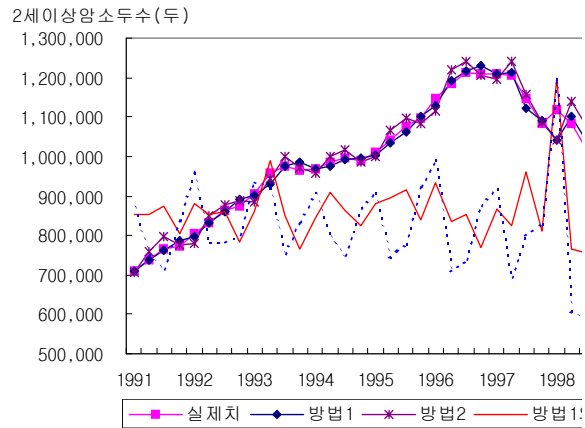
현재 농림부에서 발표되는 가축통계를 보면, 분기간 태어나는 암송아지두수에 대한 통계는 발표되지 않는다. 따라서 분기간에 태어나는 암송아지 생산두수(FC_t)는 <식 4>와 같은 방식으로 계산한다.

$$(4) \quad FC_t = 0.5 * BR_t * CFT51_{t-3}$$

주: 0.5는 암송아지가 태어난 확률은 50% 라는 의미임.
 BR_t : 2세 이상 암소의 실제출산율
 $CFT51_{t-3}$: 3분기전 2세 이상 암소두수

2세 이상 암소의 실제출산율(BR_t)은 아래와 같이 계산된다. 이 계산방식에 따르면, 인공수정 두수와 출산율을 알면 분기간에 태어나는 암송아지 두수를 계산할 수 있다.

그림 3 2세 이상 암소두수 추정치와 추정오차



$$BR_t = \frac{\text{분기 중 인공수정두수}(-3)}{\text{2세이상가임암소}(-3)} \times \frac{\frac{\text{출생두수}}{\text{가임암소}} \text{의 평균치}}{\frac{\text{분기 중 인공수정두수}}{\text{2세이상가임암소}} \text{의 평균치}}$$

$$= \frac{\text{분기 중 인공수정두수}(-3)}{\text{2세이상가임암소}(-3)} * \frac{0.2125}{0.2798}$$

$$= \frac{\text{출생두수}}{\text{가임암소}}$$

- 주: 1) 계수값 0.2125는
 연평균출산율 * 1/4 = 0.85 * 1/4 = 0.2125
 = $\frac{\text{출생두수}}{\text{가임암소}}$ 의 평균치⁹
 2) 계수값 0.2798은 1987년 2/4분기에서 2002년 3/4분기까지의 $\frac{\text{인공수정두수}}{\text{2세이상가임암소}}$ (인공수정률)의 평균치임. 분기평균 인공수정률이 0.25를 넘어서는 안 되지만 이는 실제 인공수정은 2세미만의 가임암소에 대해서도 행해지기 때문에 0.25보다 큰 값이 나왔음.

3.1.1.절에서 추정한 암소두수(방법1)와 위

⁸ 한국농촌경제연구원, 『특수가축공제사업 활성화를 위한 조사 연구』, C98-1/1998.4, p.60
 한육우 송아지의 연간 생존율: 0.9217, 분기생존율: 0.9804
 한육우 소의 연간 생존율: 0.9852, 분기생존율: 0.9963

⁹ 박인희, 『소 번식동향 조사분석 결과』, 축협조사계보, 1992, pp.15-25.에서는 연평균 분만율을 83.4%으로 계측하였는 데 본 모형에서는 이를 약간 상향 조정하여 85%를 사용하였다.

방식을 이용하여 계산한 2세 이상 암소두수(방법2)를 비교해 보자. 두 방법 모두 실제와 큰 차이는 없는 것으로 나타났고, 평균절대오차비율에 있어서는 방법1이 1.2%으로 방법2의 2.3%보다 다소 낮은 것으로 나타났다.

3.2. 한육우 산지가격 추정 모형

한육우 산지가격은 추석과 설을 전후하여 연중 가격이 가장 높게 형성된다. 한육우 사육두수는 대략 10년의 사육사이클이 있으며, 국내 쇠고기 생산과 산지가격도 이 사이클과 밀접한 관련을 가지고 있다. 따라서 산지가격의 흐름을 전망하기 위해서는 사육두수의 변화를 주의 깊게 살펴보아야 한다.

현재 산지가격 추정에 사용되는 모형은 가격신축성함수이다. 산지가격은 1인당 공급량과 1인당 소득을 설명변수로 추정할 수 있다. 공급량과 소득변수를 설명변수로 추정된 산지가격은 수급상황을 모두 고려하는 일종의 균형가격과 같은 성격을 지닌다고 볼 수 있다.

<한우수소 산지가격 함수>

한우수소 산지가격은 1인당 국내산 쇠고기 공급량과 1인당 소득, 계절더미변수를 이용하여 추정하였다. 수입쇠고기가 국내 산지가격에 영향을 미칠 가능성은 있으나, 현재까지는 수입육과 한우고기 시장이 어느 정도 분리되어 있다고 가정하고 쇠고기 수입량은 설명변수에서 제외하였다.

$$\begin{aligned} \text{LOG(NPMO51*100/WPI)} &= 14.6 - 0.024*D1 \\ &\quad (201.57) \quad (-0.80) \\ &\quad - 0.149*D2 - 0.086*D3 + 0.423*\text{LOG} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\quad (-4.09) \quad (-2.85) \quad (1.77) \\ (\text{RDINC/POP}) &- 0.441*\text{LOG}(((\text{SCOWF} \\ &\quad (-4.70) \\ &+ \text{SCOWM})*550*0.402/1000)/\text{POP}) \\ &+ 0.181*\text{DD1998} + [\text{AR}(1)=0.52113124] \\ &\quad (2.80) \quad (3.27) \\ \text{adjusted-R}^2 &= 0.81 \\ \text{NPMO51:} &\text{ 한우수소산지가격(500kg 기준)} \\ \text{RDINC:} &\text{ 한국은행 발표, 가계의 목적별} \\ &\text{최종소비지출(실질가격)} \\ \text{POP:} &\text{ 인구수} \\ \text{DD1998:} &\text{ 더미변수, 1998년은 1, 나머지는 0} \\ \text{SCOWF:} &\text{ 암소도축두수} \\ \text{SCOWM:} &\text{ 수소도축두수} \\ \text{추정기간:} &1990\sim 2002\text{년(분기 자료 사용)} \\ () &\text{은 t-값을 의미함} \end{aligned}$$

<한우암소 산지가격 함수>

한우암소 산지가격은 1인당 국내산 암소고기 공급량과 1인당 소득, 계절더미변수를 이용하여 추정하였다. 한우수소가격 추정과는 달리 수소도축은 설명변수에서 제외시켰다. 이는 암소를 선호하는 소비층은 전체 쇠고기 소비층과는 어느 정도 분리되어 있고, 암소는 수소와 달리 자본재와 같은 성격이 강해 암소에 대한 수요는 수소와 차별화된 면이 있기 때문이다.

$$\begin{aligned} \text{LOG(NPFO51*100/WPI)} &= 14.46 - 0.003*D1 \\ &\quad (87.7) \quad (-0.17) \\ &\quad - 0.060*D2 - 0.039*D3 + 0.765*\text{LOG} \\ &\quad (-2.27) \quad (-2.12) \quad (1.67) \\ (\text{RDINC/POP}) &- 0.165*\text{LOG}((\text{SCOWF} \\ &\quad (-1.95) \\ &*550*0.402/1000)/\text{POP}) + 0.068*\text{DD1998} \\ &\quad (0.73) \end{aligned}$$

$$+ [AR(1)=0.9084216306] \\ (11.84)$$

$$\text{adjusted-}R^2 = 0.90$$

NPFO51: 한우암소산지가격(500kg 기준)

추정기간: 1990~2002년(분기 자료 사용)

()은 t-값을 의미함

<한우수송아지 산지가격 함수>

한우 수송아지 산지가격은 수송아지가 바로 소비자에 의해 소비되지는 않기 때문에 소득변수는 설명변수에서 제외시켰고,

1인당 수송아지 공급량과 한우암소, 송아지 생산두수

주: 1) 한육우 연간 송아지출산율 = $\frac{\text{전년도1세이상암소두수}}{\text{전년도1세이상암소도축두수}}$

가격을 설명변수로 추정하였다.

$$\text{LOG}(\text{NPMY51} \times 100 / \text{WPI}) = \frac{-10.77}{(-9.22)} + \frac{0.188}{(2.16)} \times \text{산지가격}$$

$$\text{LOG}((\text{CALFM}) / \text{POP}) + 0.141 \times \text{DD1998} \\ (3.08)$$

$$+ 1.631 \times \text{LOG}(((\text{NPMO51}(-1) + \text{NPFO51}(-1)) \\ (22.62)$$

$$\times 100 / \text{WPI}(-1) + (\text{NPMO51} + \text{NPFO51})$$

$$\times 100 / \text{WPI} / 2) + [AR(1)=0.259631542] \\ (2.06)$$

$$\text{adjusted-}R^2 = 0.94$$

NPMY51: 한우수송아지산지가격

CALFM: 0~1세 한육우 수송아지 사육 두수

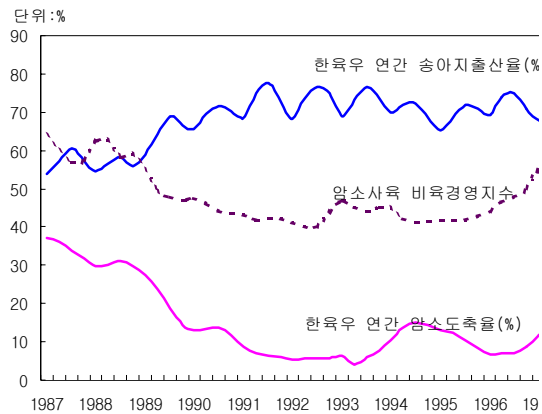
추정기간: 1986~2002년(분기 자료 사용)

()은 t-값을 의미함

3.3. 한육우 관측을 위한 지표분석

한육우 관측정보를 생산하기 위해 한육우 표본농가에 대한 설문조사 자료와 한육우 관측 모형을 이용하여 전망치를 산출하는 방법을 앞 절에서 검토하였다. 그러나 앞의 방법들은 ‘비교정태분석’적인 성격이 강해서 다음 시점까지 변화해가는 조정과정

그림 4 번식농가의 출산율, 도축률, 경영여건 변화



을 파악하기는 어렵다. 따라서, 이러한 변화 과정을 제대로 이해하기 위해서는 경영 분석 지표¹⁰의 개발이 필요하다. 아래 절에서는 이러한 지표들에 대해 살펴보기로 한다.

3.3.1. 연단위 경영 분석 지표

한육우 암소사육농가의 전반적인 사육심리 변화는 암소의 도축률과 송아지출산율과 관련된 지표를 검토하면 알 수 있다. 이를 위해 개발된 지표가 “한육우 연간 암소도축률”과 “한육우 연간 송아지출산율”이다. 암소를 사육하는 농가들에게 암소를 도축시킬 것인지 송아지를 생산할 것인지는 암소사육과 관련된 경제변수에 따라 결정된

¹⁰ 예측지표와 관련된 보다 자세한 내용은 전상곤 외 “한육우 사육의향 전망을 위한 예측지표 개발”, 농촌경제 제24권 제4호, 2001.을 참조하기 바란다.

다. 사료가격이 단기적으로 안정되었다고 가정한다면, 농가는 산지 암소가격과 송아지가격의 변화에 따라 결정을 내릴 것이다. 현재 사육하는 암소를 도축시킬 것인지 재가임시킬 것인지는 이 두 가지 변수에 의해 영향을 받게 된다. “암소사육 비육경영지수”는 두 변수의 비로 정의되며, 이를 통해 암소사육농가들의 사육심리변화를 동태적으로 파악할 수 있다.

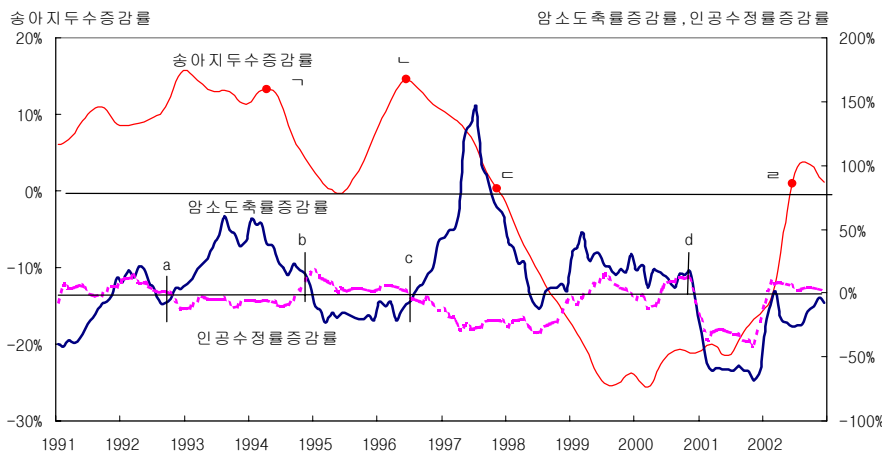
“한육우 연간 암소도축률”과 “한육우 연간 송아지출산율”이 “암소사육 비육경영지수”와 어떤 연관이 있는지 살펴보자. “암소사육 비육경영지수”가 높은 시기인 1987년~1988년과 1998년~1999년을 보자. 이 시기에는 암소가격이 송아지가격에 비해 상대적으로 높기 때문에 암소도축은 증가하고 송아지 생산은 감소하게 되었다. 즉, 암소

도축률은 상승하고 송아지출산율은 하락하였다. “암소사육 비육경영지수”가 낮은 시기인 1989년~1997년을 보자. 이 시기에는 암소가격이 송아지가격에 비해 상대적으로 낮아 암소도축은 감소하고 송아지 생산은 증가하였다. 즉, 암소도축률은 하락하고 송아지출산율은 상승하였다. 2000년~2003년까지의 상황을 보면, “암소사육 비육경영지수”가 전반적으로 하락하였고, 이에 따라 암소도축률은 하락하고 송아지출산율은 상승하고 있는 추세다. 이는 암소를 사육하는 농가들이 산지 송아지가격 상승으로 송아지 생산에 따른 소득이 증가할 것으로 예상했기 때문이다.

3.3.2. 월단위 경영 분석 지표

앞 절에서 소개한 지표들은 연간 자료를

그림 5 월간 암소도축률, 인공수정률과 송아지두수의 전년동월대비 증감을 비교



주: 1) 증감률은 3개월 이동평균값임.

- 2) 한육우월간인공수정률 = $\frac{\text{월별인공수정두수}}{\text{월별1세이상한육우암소두수}}$
 3) 한육우월간암소도축률 = $\frac{\text{월별한육우암소도축두수}}{\text{월별1세이상한육우암소두수}}$

자료: 농림부 자료를 이용하여 계산.

사용하여 사육농가들의 중장기적인 의향변화를 살펴보는 데 유용하다. 이 절에서는 보다 단기적인 의향변화를 살펴보기 위해 월간 자료를 이용한 지표들을 검토해 보기로 한다.

한육우 사육은 계절적인 특징을 가지고 있다. 주로 봄철에 송아지생산이 많고, 추석과 설에 도축이 증가한다. 따라서 세 가지 지표들(한육우 월간 암소도축률, 월간 인공수정률과 송아지두수)을 전년동기 수준과 비교해 봄으로써 지표들간의 연관관계와 암소사육농가들의 번식의향 변화를 세밀하게 관찰할 수 있다.

전년동기에 비해 “한육우 월간 인공수정률”이 상승하고 “월간 암소도축률”이 하락한다는 것은 암소사육농가의 번식의향이 살아나는 것을 의미한다. <그림 5>를 보면, 한육우 월간 암소도축률 증감률과 인공수정률 증감률의 교차점(a, b, c, d)과 대략 1년~1년 6개월의 시차를 두고 송아지두수증감률(ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ)이 변화하는 것을 알 수 있다. 즉, 암소도축률과 인공수정률의 변화를 통해 1년~1년 6개월 후의 송아지두수 변화 상황을 예측할 수 있고, 암소사육농가들의 단기적인 사육의향 변화를 알 수 있다.

4. 향후 과제

한육우 관측사업은 앞에서 설명한 것처럼 표본농가 조사, 추정모형과 지표를 이용한 다양한 분석을 통하여 한육우 사육두수와 수급, 산지가격에 대한 관측정보를 한우

사육농가 및 관련기관에 제공하는 것이다. 관측은 주어진 자료와 정보를 통하여 미래를 전망하는 것이어서 표본농가조사와 추정모형결과에 반영되지 못하는 여러가지 요인에 의하여 변할 수 있다. 그러한 점들을 보완하기 위해서 관측안에 대해 전문가들과의 의견수렴과정을 거쳐 최종적으로 관측정보가 생성된다.

그러나 양질의 관측정보가 생성되기 위해서는 몇 가지 측면에서 보완해야 할 부분이 있다. 먼저 표본농가의 선정에 관한 문제다. 축산표본농가는 ‘신뢰구간접근법’에 의해 농가수가 결정되는 데 한육우 표본농가의 경우 예산 제약으로 인해 표본수가 충분치 못해 여러가지 문제가 야기되고 있다. 또한 표본농가를 지역별로 배분할 때 주사육지역 위주로 선정했기 때문에 표본 샘플링의 오차(bias)가 발생할 가능성도 있어 이에 대한 검토도 필요하다.

표본농가 조사 외에 관련 기초자료에 대한 다양한 분석결과도 매우 중요한 정보를 제공하고 있다. 기초자료들의 발표기관이 다양하여 자료들간의 일관성(consistency)에 문제가 생기는 경우도 있다. 기초자료의 정확성을 높이기 위해서는 통계조사업무의 기능을 보다 강화하고 관련기관들간의 긴밀한 협조가 더욱 필요할 것이다.

분석 모형에 대한 검토도 필요한 상태이다. 축산 전망을 위한 모형으로서 장기전망을 위한 연차모형이 연립방정식 형태로 이용되고 있으나, 분기관측을 위한 연립방정식 모형은 아직 개발되지 못한 상태이다. 현재의 분석은 주로 부분분석(partial analysis)

에 의존하고 있어, 축산물시장 전체를 동시에 고려하는 분석에는 한계가 많다. 따라서, 앞으로 이런 단기관측을 위한 연립방정식 모형개발에도 많은 연구가 뒤따라야 할 것이다.

끝으로 정보이용자들의 요구에 부응하는 관측정보를 제공할 필요가 있다. 한육우를 포함한 축산관측정보는 이용자들에게 의사결정을 내리는데 있어 중요한 정보를 제공하는 역할을 하고 있으며, 이용자들의 관측정보에 대한 요구도 나날이 높아져 가고 있다. 정보 이용자들의 요구에 부응하기 위해서는 몇 가지 사항이 고려되어야 한다. 현재 축산관측은 주로 사육두수를 중심으로 한 생산분석에 많이 편중되어 있다. 양질의 관측정보를 생산하기 위해서는 생산 외에 유통과 소비부분의 변화에 대한 분석과 전망도 필요하다. 축산관련산업은 어떻게 변화되어 가고 있고, 축산물에 대한 소비자들의 수요는 어떻게 바뀌는지, 수입개방 이후 수입 축산물은 어떤 전략으로 국내시장을 잠식하는지 등에 대한 세밀한 분석이 뒤따라야 한다. 생산자, 소비자 그리고 변화하는 시장에 대한 분석과 전망은 비단 생산자 뿐만이 아니라 사회구성원 전체의 사회적 후생을 높이는 일이기도 할 것이다.

참 고 문 헌

- 김효석. 1994. 『통계학』. 형설출판사.
고성보. 1994. 『쇠고기 수입개방화에 따른 한국 축산업의 동태적 조정』. 고려대학교 박

사학위논문
국립농산물검사소. 1999. 2000. 『축산물 생산비 조사보고서』.
농림부 국립농산물품질관리원. 『가축통계』. 각 권 (분기).

- 농협중앙회. 『농협조사월보』. 각월호.
- 안충역 외 역. 1996. 『제2판 기초 계량경제학』.
진영사.
- 이철현. 1991. 『축산관측모형개발』. 한국농촌경제연구원.
- 전상곤, 이정환. 2001. “한육우 사육의향 전망을 위한 예측지표 개발.” 『농촌경제』 24(4).
한국농촌경제연구원.
- 조석진. 1989. “우육의 수급구조와 가격형성에 관한 계량분석.” 『농업경제연구』 제30집. 한국농업경제학회.
- 축산업협동조합중앙회. 『연차보고서』. 각년도.
_____. 『축협조사월보』. 각년도(매월).
_____. 『축산통계총람』. 1998.
_____. 『축산물수급 및 가격자료』. 각년도
_____. 『축산물생산비조사보고』. 각년도(매월).
한국농촌경제연구원. 1998. 4. 『특수가축공제사업 활성화를 위한 조사 연구』. C98-1.
p.60.
_____. 1998. 12. 『농업부문 장·단기 예측정보시스템개발』. C98-7.
_____. 1999. 12. 『농업전망시물레이션 모형』.
M43.
_____. 『농업전망』. 각 연도.
- 한석호, 김연중, 최정섭. 2002. “과채류 관측사업의 현황과 발전방향.” 『농촌경제』 25(4). 한국농촌경제연구원.

■ 원고접수일 : 2003년 5월 12일
원고심사일 : 2003년 5월 15일
심사완료일 : 2003년 5월 29일