

# 牛乳生產에 있어서 濃厚飼料·粗飼料間 代替에 관한 研究

柳 哲 昊\*  
金 東 煥\*\*

- I. 序論
- II. 利用資料 및 飼料給與實態
- III. 分析模型
- IV. 分析結果
- V. 要約 및 結論

## I. 序論

과거 20여년 동안 우리나라의 酪農業은 대도시 근교를 중심으로 발달하여 粗飼料 生產基盤이 취약하며, 그에 따라 草食家畜인 젖소가 해외 도입곡물인 配合飼料 위주로 사양되어 왔다. 이러한 사료급여방식은 경영비를 높게 하고 젖소의 경제수명을 단축시켜 농가의 소득증대를 제약하여 國內 賦存資源의 開發利用을 저해하고 있다. 따라서 낙농에서의 粗飼料利用增大的酪農經營 측면에서 뿐만 아니라 정책적으로도 강조되어 왔다. 이러한 조사료 이용의 필요성과 선택 가능한 생산요소중 효율적인 요소 결합이라는 생산경제적 관심에서 濃厚飼料·粗飼料間 대체관계는 여러 학자들에 의하여 꾸준히 연구되

어 왔다.

먼저 여러 가지 사료에 있어서 기술적 代替關係는 家畜營養學者들에 의해서 연구되었는데 기본적으로 사료간의 대체를 일정비율에 의한 선형 관계로 파악하고 있다. 이의 대표적 기준이 TDN (Total Digestible Nutrients 可消化 養分總量)으로 TDN은 사료의 전체 에너지에서糞에너지 손실만을 제외한 가소화 에너지(DE)를 무게 또는 백분비로 나타낸 것이다<sup>1</sup>. TDN을 이용하여 사료를 평가할 때는 각사료의 1TDN kg당 생산비를 상호비교하여 1TDN kg당 생산비 혹은 가격이 저렴한 사료가 경제적이라고 한다. 이러한 주장의 배후에는 사료의 종류에 관계없이 1TDN kg이 동일한 사료가치를 갖고, 동일 TDN量은 상호 대체될 수 있다는 가정이 내재되어 있다. 그러나 TDN은 糞에너지 損失만을 고려하고 가스에너지 損失과 熱增加에 의한 에너지손실을 고려하지 않았기 때문에 粗飼料와 같이 가스와 열증가에 의한 에너지 손실이 많은 경우는 농후사료에 비해 조사료의 사료가치가 높게 평가되어

\* 首帝研究員.

\*\* 研究員.

<sup>1</sup> TDN 이외에 선형적 대체율을 나타내는 지표로는 ENE (Estimated Net Energy 評價正味에너지), Feed Unit(飼料單位) 등이 있다.

농후사료에 대한 조사료의 대체가능성이 실제로 높게 나타나는 문제점이 있다. 또한 생산경제학적인 입장에서 볼 때 사료간의 대체율은 사료의 結合比率이 변동됨에 따라 변화하기 때문에 선형관계의 일정률로서 대체된다고 파악하기는 곤란하다(Heady 1961, pp. 426-427). 이러한 생산경제학적 관심에서 Earl O. Heady et al (1961, 1964), Leo M. Hoover et al (1967), G. W. Dean et al(1972), 農村振興廳(1986) 등은 고정적 대체율을 가정하지 않고 線型, 2차 함수식, 指數함수식 등으로 牛乳의 生產函數를 추정하여 限界代替率을 구하였다. 이렇게 구한 한계대체율로써 濃厚飼料·粗飼料間의 約與代替關係를 파악하고, 각 사료의 가격에 따른 適正給與 비율을 추정하였다. 그러나 이들 연구에서 牛乳生產函數는 엄격히 통제가 가해진 試驗 데이터를 기초로 추정되어 濃厚飼料·粗飼料間 代替可能性 및 適正給與比率은 농가의 현실과 거리감이 있고 이에 따라 실제 적용성이 크게 제한될 것으로 생각된다.

이러한 상황에서 실제 농가의 자료를 가지고 牛乳生產에 있어서 濃厚飼料·粗飼料間 代替關係를 파악하는 것은 매우 의의가 크다 하겠다. 양 사료간의 기술적·경제적 대체가능성이 크면 클수록 粗飼料의 이용증대 여지가 크게 되고, 그에 따라 적절한 조사료이용 증대정책이 수립 가능하게 되기 때문이다.

이와 같은 필요성에서 本稿에서는 경기일원의 낙농가를 대상으로 濃厚飼料·粗飼料間 代替彈力性을 계측하고 濃厚飼料와 粗飼料 수요의 自體價格彈力性 및 交叉價格彈力性을 계측하여 濃厚飼料·粗飼料間의 代替關係를 분석하고자 한다. 구체적인 연구 내용으로는 첫째, 조사낙농가의 사료이용실태를 집계·분석하였으며 둘째,

농후사료·조사료간 대체탄력성과 각 사료의 가격탄력성을 트랜스로그 비용함수를 이용하여 계측하였으며 세째, 계측된 수치를 농가계층별로 비교하여 이러한 분석결과가 정책적으로 함축하는 바를 분석하였다.

## II. 利用資料 및 飼料給與實態

本分析에서 이용된 자료는 서울우유協同組合에서 京畿道 일원의 酪農家를 대상으로 실시한 1986년 우유생산비 調查資料(80戶)이다. 이 자료에서는 농가규모별 표본이 무작위 추출되어 月別 經營日誌가 이들 농가에 의해서 직접 記帳되어 있다. 그러나 飼料作物의 生產費가 분리되지 않았거나 기록이 누락되어 粗飼料生產에 관련된 사항은 1987년 8월 본연구진에 의해 현지농가를 대상으로 직접 聽取調査되었다.

農家 經營日誌 資料로 조사농가의 飼料利用 實態를 集計·分析해 보면 다음과 같다. 조사농가의 成牛換算 頭當 1일 사료급여량은 TDN기준 11.5kg으로 이중 농후사료 7.7kg(67.0%), 조사료 3.8kg(33.0%)였다. 이처럼 우리나라 酪農業은 約與飼料中 농후사료 비중이 67%에 달해 구미제국은 물론 일본의 농후사료 의존도보다 높은 수준이다<sup>2</sup>. 아울러 급여되는 사료의 품목을 보면 농후사료는 대부분이 配合飼料로 충당되며 맥주粕, 비지와 같은 식품 부산물이 소량 이용된다. 조사료에 있어서는 청예 사료작물, 야생초, 사일레지, 벗짚의 비중이 높았다.

한편 규모별로 사료급여실태를 보면 총 TDN

<sup>2</sup> 농후사료 의존도는 일본의 경우 1985년 57.1%, 독일의 경우 1983년 28.5%로 추계되었다. 柳哲昊外(1987) p. 11 참조.

表 1 規模別 成換頭當 1日 飼料給與量

단위 : kg

구 分	전체평균	성 환 두 수 별 <sup>1)</sup>		
		10두이하	10~20두	20두이상
농 후 사료	배합사료	9.2	9.2	9.2
	강류	0.2	0.2	0.1
	비지	0.9	0.7	1.2
	매주박	1.0	0.3	1.7
	기타	0.5	0.4	0.5
	T D N 량	7.7 (67.0)	7.4 (63.2)	8.0 (71.4)
조 사료	목건초	0.2	0.2	0.1
	벗짚	3.2	3.4	2.9
	야생초	6.6	8.1	5.4
	사일레지	3.8	4.0	2.8
	청예류	9.4	10.6	8.7
	T D N 량	3.8 (33.0)	4.3 (36.8)	3.2 (28.6)
총 T D N 량		11.5 (100.0)	11.7 (100.0)	11.2 (100.0)
경산우두당연간산유량		5,249	5,153	5,282
5,581				

( ) 내는 총 TDN량에 대한 배분비임.

1) 성우환산기준은 송아지(6개월 미만) 0.25, 육성우(6개월~12개월) 0.4, 12개월~초임우 0.8, 초임우 0.8, 경산우 1.0임.

두수별기는 10두이하( $\leq 10$ ), 10~20두( $10 < \text{두수} \leq 20$ ), 20두이상( $> 20$ )임.

表 2 經營形態別 成換頭當 1日 飼料給與量

단위 : kg

구 分		경 영 형 태 별			
		부업	주업	전업	기업
농 후 사료	배합사료	9.0	9.6	9.3	8.8
	강류	0.1	0.1	0.3	0.1
	비지	0.9	0.3	1.3	0.9
	매주박	0.7	0.1	1.1	2.3
	기타	0.5	0.2	0.9	0.2
	T D N 량	7.4 (60.2)	7.3 (66.4)	8.3 (69.7)	7.6 (67.3)
조 사료	목건초	0.1	0.2	0.2	0.2
	벗짚	3.5	3.2	3.2	2.8
	야생초	10.8	7.0	5.1	6.1
	사일레지	4.5	2.9	3.8	5.4
	청예류	12.9	9.5	9.5	8.5
	T D N 량	4.9 (39.8)	3.7 (33.6)	3.6 (30.3)	3.7 (32.7)
총 T D N 량		12.3 (100.0)	11.0 (100.0)	11.9 (100.0)	11.3 (100.0)
경산우두당연간산유량		5,408	5,099	5,373	5,355

( ) 내는 총 TDN량에 대한 배분비임.

量으로 1일 11.7~12.1kg<sup>o</sup> 급여되며, 농후사表 3 濃厚飼料 給與比率에 따른 經營成果<sup>1)</sup>

단위 : 천원

구 分	濃厚飼料 給與比率 <sup>2)</sup>				
	50% 이하	50% ~ 60%	60% ~ 70%	70% ~ 80%	80% 이상
經產牛頭當產乳量(kg)	4,703	4,981	5,394	5,316	5,448
原乳販賣收入(A)	7,340	12,492	14,048	16,175	20,533
經營費(B)	6,345	10,492	11,228	12,977	17,652
戶當所得(A-B)	995	1,526	2,820	3,198	2,881
成牛換算頭數(C)	5.5	9.8	10.1	12.0	15.9
成換頭當所得( $\frac{A-B}{C}$ )	181	156	279	267	181
經產牛頭數(D)	4.7	7.2	7.6	8.9	11.2
經產牛頭當所得( $\frac{A-B}{D}$ )	212	212	371	359	257

1) 송아지판매수입을 제외한 우유판매수입에 따른 경영성과임.

2) TDN 기준임.

료 비중은 10두 이하 규모 63.2%, 10~20두 71.4%, 20두 이상 70.2%로 두수 규모가 큰 농가 일수록 농후사료 의존도가 높아지고 있다. 경영 형태별로는 전업, 기업형 농가들의 농후사료 비중이 69.7%, 67.3%로 부업, 주업형 농가들의 농후사료 비중 60.2%, 66.4%보다 높았다. 결국 규모가 큰 농가일수록 농후사료의 비중이 높았으며 경영형태별로는 專業·企業型 농가들의 농후사료 비중이 副業·主業型보다 큰 것으로 나타났다(表 1, 表 2).

한편 濃厚飼料·粗飼料 給與比率이 농가의 경영성과에 미치는 영향을 분석하면 (表 3)과 같다. 조사료를 다양급여함으로써 얻을 수 있는 利得, 구체적으로 젖소 경제수명연장, 질병예방·번식능력향상 등의 이득이 자료 제약상 무시되는 한계는 있지만 牛乳生產·販賣에 의한所得(牛乳販賣收入-飼料費 포함 經營費)을 지표로 해서 경영성과를 비교하였다. 두당 연간 소득은 飼料給與量과 濃厚飼料·粗飼料 배합 비율에 따라 牛乳生產量 및 乳脂肪率에서 차이가 나기 때문에 飼料給與方式별로 격차가 발생하며 계산 결과 두당 연간 소득은 成換頭數·經產牛頭數 기준 모두 농후사료의 급여비율이 60~70%인 농

가계층에서 가장 높게 나타났다. 현재의 乳價 및 飼料價格構造下에서는 농후사료의 급여비율이 60 ~70% (TDN 기준)가 가장 수익성 높은 사료급여방식이라 할 수 있으며, 앞에서의 사료급여 실태에서도 보았듯이 우리나라 낙농에서 농후사료의 비중이 67%로 높은 것은 주어진 경제여건에 농가들이 합리적으로 대응한 결과라고 볼 수 있다. 따라서 粗飼料 利用增大的 濃厚飼料 · 粗飼料間의 代替可能性과 濃厚飼料 · 粗飼料間의 價格構造變化에 의해서 좌우될 것이다.

### III. 分析模型

#### 가. 代替彈力性의 定義

여러가지 生產要素가 결합되어 일정량이 생산될 경우 이를 投入要素들은 서로 代替가 가능한 경우가 많으며, 이때 投入要素間 代替의 정도를 측정하는 지표가 代替彈力性이다. 代替彈力性은 限界代替率(Marginal Rate of Substitution)의 變化率에 대한 要素結合比 變化率의 比로서 정의 된다. 즉, 生產要素 A에 대한 B의 代替彈力性은

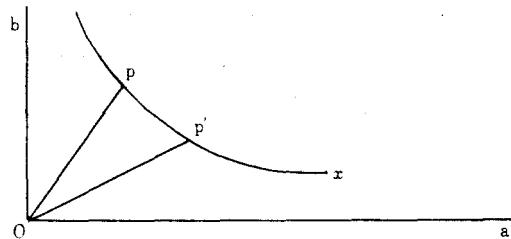
$$\sigma = \frac{d(b/a)}{dr/r}$$

로 정의된다.

이를 그림으로 나타내면 等量曲線上의 점 P가 P'로 이동할 때 점 P에서 접선 기울기의 상대적 감소(증가)에 대한 직선 OP기울기의 상대적 감소(증가)의 比率로 설명된다(그림 1)。

代替彈力性은 O에서부터 무한대까지의 値을 가질 수 있다. 代替彈力性의 値이 클수록 두 요소간의 대체가능성은 커진다고 할 수 있고, 代替彈力性이 O인 경우는 두 요소가 補完財로서

그림 1 代替彈力性



일정한 결합비율로 사용됨을 의미한다. 여러 개의 投入要素가 있는 경우 어느 두 요소간의 代替關係를 파악하는 방법에는 Allen의 偏代替彈力性(Allen Partial Elasticity of Substitution), Hicks의 偏補完彈力性(Hicks Partial Elasticity of Complementarity) 및 直接代替彈力性(Direct Elasticity of Substitution)이 있으나 본연구에서는 알렌(Allen)의 偏代替彈力性(AES)을 비용함수를 이용하여 구하기로 한다<sup>3</sup>. Allen의 偏代替彈力性(AES)이란 다수의 生產요소에 있어서 산출수준과 다른 요소의 가격을 고정시켰을 경우 한 요소의 價格變化가 다른 요소의 需要變化에 얼마나 큰 영향을 미치는가를 나타내는 것으로 生產函數로부터는 다음의 정의로부터 계측 가능하게 된다.

$$(1) \quad \sigma_{ij} = \frac{\sum_k X_k f_k}{X_i X_j} \cdot \frac{F_{ij}}{F} = \frac{\sum_k X_k f_k}{X_i X_j} \cdot (F^{-1})_{ij}$$

단,  $\sigma_{ij}$  : i 요소와 j 요소간의 AES

$X_i, X_j$ : 生產요소

$f$  : 生產함수

$F$  : 태두른 해세 행렬식

(Bordered Hessian Determinant)

$F_{ij}$  :  $F$ 의 원소  $f_{ij}$ 의 餘因子(Cofactor)

$(F^{-1})$  :  $F$ 의 역행렬  $F^{-1}$ 의 ij 번째 원소

AES는 生產函數와 雙對關係에 있는 費用函

<sup>3</sup> Hicks의 偏補完彈力性(HES) 및 直接代替彈力性(DES)에 관해서는 Lee, Jung Hwan(1980), pp. 39-42 참조할 것.

數<sup>4</sup>에 의해서도 측정가능하며 식(2)로 표시된다<sup>5</sup>. 비용함수의 경우  $AES(\sigma_{ij})$ 는 함수의 파라메터로부터 직접 구할 수 있다.

$$(2) \quad \sigma_{ij} = \frac{\sum_k P_k X_k}{X_i X_j} \cdot \frac{\partial^2 C}{\partial P_i \partial P_j}$$

#### 나. 트랜스로그 費用函數

알伦(Allen)의 偏代替彈力性을 구하는데 있어서 Translog 費用函數를 이용하면 매우 유용하며, Translog 費用函數의 일반적인 형태는 다음과 같다.

$$(3) \quad \ln C = Y_0 + Y_Y \cdot \ln Y + \sum_{i=1}^n Y_i \cdot \ln P_i + \frac{1}{2} Y_{YY} (\ln Y)^2 + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n Y_{ij} \cdot \ln P_i \cdot \ln P_j + \sum_{i=1}^n Y_{iY} \cdot \ln P_i \cdot \ln Y$$

단,  $C$ : 總費用

$Y_0, Y_Y, Y_{YY}, Y_i, Y_{ij}, Y_{iY}$  : 계수

$Y$  : 산출량

$P_i$ :  $i$  요소의 가격

그런데 위 식은 對稱性의 조건을 만족시켜야 하고 費用函數는 要素價格에 대하여 同次性(homogeneity)을 가지므로 同次性的 제약조건을 만족해야 한다.

$$(4) \quad Y_{ij} = Y_{ji} \dots \text{對稱性}$$

$$(5) \quad \sum_{i=1}^n Y_i = 1 \dots \text{同次性}$$

<sup>4</sup> 아래와 같은 비용최소화 문제에서

$$\min C = \sum_{i=1}^n X_i P_i \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

Subject to  $Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$

단,  $x_i$ : 生産요소 투입수준

$P_i$ : 生산요소 가격

$Y$ : 산출량

雙對的 최소비용 함수(dual minimum cost function)

$C^* = g(Y, P_1, \dots, P_n)$ 이 존재하게 된다. 이러한 비용함수에서는 “각 농가는 주어진 가격하에서 일정의 生產物을 생산할 때 총비용을 최소화하도록 要素結合을 한다”는 가정이 내재되어 있으며  $C^*$ 는 가격에 대해 1次 同次이다.

<sup>5</sup> 증명은 Bingwanger(1974) 참조.

$$(6) \quad \sum Y_i Y = 0 \dots \text{同次性}$$

$$(7) \quad \sum_i Y_{ij} = \sum_j Y_{ij} = 0 \dots \text{同次性}$$

여기서 要素價格이 1次 同次라 해서 要素의 生產函數가 1次 同次인 것은 아니다. 위의 트랜스로그 費用函數의 일반식은 아무런 제약을 두지 않았기 때문에 어떠한 다른 函数形態보다도 일반적이라 할 수 있다.

식 (3)을 요소가격에 대해 微分하면 아래와 같은 要素需要函數가 도출된다.

$$(8) \quad \begin{aligned} \frac{\partial \ln C}{\partial \ln P_i} &= \frac{\partial C}{\partial P_i} \cdot \frac{P_i}{C} \\ &= Y_i + \sum Y_{ij} \ln P_j + \sum Y_{iY} \ln Y \end{aligned}$$

Shephard's lemma에 의해  $\frac{\partial C}{\partial P_i} = X_i$  이므로 식 (8)의 좌항은  $\frac{X_i P_i}{C} = S_i$ 로 된다.

$$(9) \quad S_i = Y_i + \sum Y_{ij} \ln P_j + \sum Y_{iY} \ln Y$$

단,  $S_i$ : 총비용 중  $i$  요소가 차지하는 비용분배 류

결국 식(3)의 Translog 일반식과 식(9)에 의해서  $Y_{ij}$ 가 추정되며,  $Y_{ij}$ 는 그 자체로서는 의미가 없고 요소비용 분배 류와 더불어 代替彈力性과 수요의 價格彈力性을 구하는데 이용된다. 트랜스로그 비용함수에서 추정된  $Y_{ij}$ 로 Allen의 偏代替彈力性(AES)을 구하는 식은 다음과 같다<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Bingwanger에 의한 증명은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} r_{ij} &= \frac{\partial^2 \ln C}{\partial \ln P_i \partial \ln P_j} = P_j \frac{\partial}{\partial P_j} \left( \frac{\partial C}{\partial P_i} \frac{P_i}{C} \right) \\ &= P_j \left( \frac{\partial^2 C}{\partial P_i \partial P_j} \cdot \frac{P_i}{C} - \frac{P_i}{C^2} \cdot \frac{\partial C}{\partial P_i} - \frac{\partial C}{\partial P_j} \right) \end{aligned}$$

Shepard's lemma에 의해  $\frac{\partial C}{\partial P_i} = X_i$ 이므로

$$r_{ij} = \frac{P_i P_j}{C} \cdot \frac{\partial^2 C}{\partial P_i \partial P_j} - \frac{P_i P_j}{C^2} \cdot X_i X_j$$

따라서

$$\frac{\partial^2 C}{\partial P_i \partial P_j} = \frac{C}{P_i P_j} (r_{ij} + S_i S_j)$$

위 식을 식(2)에 대입하면

$$\sigma_{ij} = \frac{\sum P_i X_i C}{P_i X_i P_j X_j} (r_{ij} + S_i S_j) = \frac{r_{ij}}{S_i S_j} + 1 \text{이 된다.}$$

表 4 分析에 이용된 變數資料

變 數	單 位	平 均	算 出 方 法
牛乳生産量 ( $Y$ )	kg	45,824	頭當 年間產乳量×經產牛頭數
濃厚飼料價格 ( $P_C$ )	원/TDNkg	214	濃厚飼料費總額/TDN換算濃厚飼料 總給與量
粗飼料價格 ( $P_R$ )	원/TDNkg	144	粗飼料生產費用總額/TDN換算粗飼料 總給與量
勞動價格 ( $P_L$ )	원/시간	925	(雇傭勞賃+自家勞賃評價額)/飼養管理 勞動時間
防疫治療價格 ( $P_M$ )	원	157	成牛換算頭當 1日 防疫治療費

$$(10) \quad \sigma_{ij} = (Y_{ij} + S_i S_j) / S_i S_j = \frac{Y_{ij}}{S_i S_j} + 1 \quad (i \neq j)$$

$$(11) \quad \sigma_{ii} = [Y_{ii} + S_i (S_i - 1)] / S_i^2 = \frac{1}{S_i^2} (Y_{ii} + S_i^2 - S_i)$$

AES의 정의에서 보듯이 여기서 두 요소간에 대체關係가 있다는 것은 다른 요소의價格이 일정하게 유지될 때 동등한 산출량을 얻기 위해서는 한 요소의 가격상승에 따라 다른 요소의 수요가 증가한다는 것을 의미한다.  $\sigma_{ij} > 0$ 이면 대체關係,  $\sigma_{ij} < 0$ 이면 補完關係에 있다고 할 수 있다. 한편 Allen에 의해 증명되었듯이 AES는 生產要素需要의 價格彈力性과 연관되어 있어  $\sigma_{ij}$ 로 價格彈力性( $\eta_{ij}$ )을 구할 수 있다<sup>7</sup>.  $i$ 要素의  $j$ 要素價格에 대한 交叉價格彈力性( $\eta_{ij}$ )은 식(12)와 같고,  $i$ 要素의 自體價格彈力性( $\eta_{ii}$ )은 식(13)과 같다.

$$(12) \quad \eta_{ij} = \sigma_{ij} \cdot S_j = \frac{Y_{ij}}{S_i} + S_j \quad (i \neq j)$$

$$(13) \quad \eta_{ii} = \sigma_{ii} S_i = \frac{Y_{ii}}{S_i} + S_i - 1$$

#### 다. 추정방법

본 분석의 트랜스로그 費用函數에서는 濃厚

飼料( $C$ ), 粗飼料( $R$ ), 勞動( $L$ ), 防疫治療( $M$ )의 네 가지가 生產要素로 이용되었다. 濃厚飼料·粗飼料 이외에 労動, 防疫治療가 포함된 것은 이들 비용이 총비용중 構成比가 비교적 높기 때문이다. 비용함수의 변수는 이들 生產要素의 價格이 되며, 農家 橫斷資料를 가지고도 비용함수가 추정 가능하게 되는 이유는 모든 生產要素의 가격이 농가별로 다르기 때문이다. 濃厚飼料에 있어서도 配合飼料 購入價格이 농가별로 다를 뿐만 아니라 맥주박, 비지 등의 使用比率이 다르기 때문에 1TNDkg당 가격은 다르게 된다. 더욱이 粗飼料의 경우는 농가에서 직접 生產하여 이용하기 때문에 生產費用이 농가여건에 따라 각기 다르게 된다.

결국 추정식의 變數는 產出量( $Y$ )과 각 生產要素의 價格( $P_i$ )으로 총비용은  $C = P_C \cdot C + P_R \cdot R + P_L \cdot L + P_M \cdot M$ 이 되며 각 변수의 구체적인 算出方法은 다음과 같다(表 4)。

##### ① 牛乳生産量( $Y$ )

경산우 두당 연간 產乳量에 경산우 頭數를 곱한 農家の 總產乳量을 이용하였다.

##### ② 濃厚飼料의 價格( $P_C$ )

農家戶當 配合飼料 및 其他 濃厚飼料(맥주박, 비지, 식품부산물 등)의 연간 구입비용을 濃厚飼料 總 TDN給與量(kg)으로 나누어 구하였다. 즉, 濃厚飼料 TDN 1kg當 가격이다.

<sup>7</sup> (12)식에 대한 증명은 다음과 같다.

$\eta_{ij} = \frac{\partial X_i / X_i}{\partial P_j / P_j} = \frac{\partial X_i}{\partial P_j} \cdot \frac{P_j}{X_i} = \frac{C \cdot \partial X_i}{C \cdot \partial P_j} \cdot \frac{P_j}{X_i} \cdot \frac{X_j}{X_j}$   
 Shephard's lemma<sup>8</sup> 의해  $X_i = \frac{\partial C}{\partial P_i}$ 이고  $\frac{\partial X_i}{\partial P_j} = \frac{\partial^2 C}{\partial P_i \partial P_j}$   
 이므로  $\eta_{ij} = \frac{C}{X_i X_j} \cdot \frac{\partial^2 C}{\partial P_i \partial P_j} \cdot \frac{P_j X_j}{C}$ 가 되고 식(2)에 의해  
 $\eta_{ij} = \sigma_{ij} \cdot \frac{P_j X_j}{C} = \sigma_{ij} \cdot S_j$ 가 된다.

### ③ 粗飼料 價格( $P_R$ )

農家에서 급여하는 粗飼料로는 青刈 혹은 사일레지 形태의 飼料作物, 山野草, 벗짚, 牧乾草 등을 들 수 있다. 이중 벗짚을 제외한 대부분의 粗飼料는 農家에서 자급하여 市場去來價格이 존재하지 않으며, 사료작물을 비롯한 粗飼料의 調達費用도 농가별로 다르다. 따라서 本稿에서는 粗飼料의 總調達費用을 粗飼料 總 TDN 約與量으로 나누어 구한 粗飼料 1TDN當 費用을 粗飼料價格으로 간주하였다. 粗飼料 調達費用中 벗짚은 구입비용을 그대로 이용하고 山野草 採取費用은 勞動時間을 조사하여 이를 金額으로 評價하였으며, 牧乾草와 飼料作物은 生產費를 적용하였다<sup>8</sup>. 飼料作物의 生產費用은 材料費, 固定財費에 勞動費를 더한 費用價方式<sup>9</sup>을 이용하였으며, 材料費에는 種子費, 肥料費, 農藥費, 기타 材料費 등이 포함되며, 固定財費는 飼料作物에 이용된 大農機具費用이다. 勞動費에 있어서 雇傭勞賃은 勞賃支拂額, 自家勞賃은 常用雇(牧夫)의 平均勞賃으로 評價하였다.

### ④ 勞動價格( $P_L$ )

여기서의 노동은 飼養管理에 이용된 노동만을 대상으로 한 것으로 飼料作物栽培 및 採取, 야생초 採取에 이용된 노동은 粗飼料費用과 중복되므로 제외시켰다.

總勞動費用에 있어서 雇傭勞賃은 노임지불액, 自家勞動은 常用雇(목부)의 평균노임을 적용하여 평가하였으며 労動價格은 총노동비용을 總勞動投下時間으로 나눈 시간당 노동비용으로 구하였다.

<sup>8</sup> 牧草生産費는 1kg당 22.5원 적용, 畜協中央會 調查部(1986. 6), p. 8 참조.

<sup>9</sup> 日本의 農產物 生產費 調查에서 이용하는 방식임.

### ⑤ 防疫治療價格( $P_M$ )

농가 호당 연간 防疫治療費 총액을 成牛換算頭數와 365일로 나눈 成牛換算頭當 1일 防疫治療費를 防疫治療價格으로 이용하였다.

본분석에서는 식(3)의 일반식과 그로부터 유도된 식(8)의 要素需要式을 연립하여 파라메터를 추정하였다. 식(3)의 일반식 하나로도 추정 가능하지만 표본수가 많지 않아 추정된 파라메터의 統計的有意性은 좋지 않게 된다. 그러나 식(8)의 要素需要式을 동시에 추정하게 되면 自由度가 증가되어 파라메터의 有意性이 높아지게 된다.

要素需要式을 일반식과 동시에 추정할 때 주의해야 될 것은 要素需要式에 있어 종속변수인 비용분배률( $S_i$ )은 그 합이 1이 되어 서로 선형 종속 관계에 있는 점이다. 따라서 모든 함수를 동시에 추정하게 되면 特異行列(Singular Matrix)이 되어 추정 불가능하게 되며, 요소수요함수식 중 어느 하나를 제외하고 추정해야 한다. 本稿에서는 노동에 관한 需要函數式을 제외한 나머지 4개의 식으로 파라메터를 추정하였으며, 推定方法은 表面上 無相關回歸分析(Zellner's Seemingly Unrelated Regression) 方式을 이용하였다.

## IV. 分析結果

추정된 트랜스로그 費用函數係數의 추정치는 대부분 1%수준에서 유의성을 보여 매우 좋은 추정결과를 보이고 있으며 <表5>, 추정치  $T_{ij}$ 로서 계산된 각生産要素間의 代替彈力性은 <表6>과 같다. 自體彈力性은 경제적 의미가 없는 것이고 모든 生產要素間에는 代替彈力性의 부호가 +

表 5 Translog 費用函數 推定結果

계 수	추 정 치
$\gamma_O$	14.7593*** ( 4.821)
$\gamma_Y$	-1.7447*** (-2.978)
$\gamma_C$	-0.8034*** (-4.957)
$\gamma_R$	0.2360*** ( 2.909)
$\gamma_L$	1.5749*** ( 10.379)
$\gamma_M$	-0.0075 (-0.441)
$X_{YY}$	0.2571*** ( 4.586)
$\gamma_{CR}$	-0.0305*** (-2.819)
$\gamma_{CL}$	-0.0708*** (-3.326)
$\gamma_{CM}$	-0.0161*** (-6.238)
$\gamma_{RL}$	-0.0373*** (-3.417)
$\gamma_{RM}$	-0.0036** (-2.040)
$\gamma_{LM}$	-0.0130*** (-4.941)
$\gamma_{CC}$	0.1174*** ( 4.898)
$\gamma_{RR}$	0.0714*** ( 7.702)
$\gamma_{LL}$	0.1211*** ( 5.201)
$\gamma_{MM}$	0.0328*** ( 18.843)
$\gamma_{YC}$	0.1247*** ( 8.789)
$\gamma_{YR}$	-0.0035 (-0.499)
$\gamma_{YL}$	-0.1285*** (-10.000)
$\gamma_{YM}$	0.0073*** ( 5.039)
D · F	305
R <sup>2</sup>	0.7756

( ) 내는 t 值임.

\*\*\* 1% 유의수준

\*\* 5% 유의수준

로서 대체관계에 있는 것으로 나타났다. 대체탄력성의 크기는 濃厚飼料 · 勞動間이 0.5984로 제일 커고, 濃厚飼料 · 粗飼料間이 0.3552로 두 번째였으며, 濃厚飼料 · 防疫治療間에는 거의 0에 가까웠다. 여기서 조사료 栽培 · 採取에 이용된 노동이 粗飼料費用으로 포함되었는데도 불구하고 농후사료 · 노동간 代替關係가 크게 나타난 것은 조사료 이용의 경우에는 飼料給與 및 管理勞動時間이 농후사료 이용의 경우보다는 많이 소요되기 때문이다. 농후사료이용시는 이 같은 노동이 절감될 여지가 많으며, 그 결과 농후사료 · 노동간의 대체탄력성이 큰 것으로 추정되었다.

代替彈力性의 계산식에서 알 수 있듯이 대체탄력성은係數  $\gamma_{ij}$ 와 비용분배률  $S_i, S_j$ 에 의해서 계산되는데 비용분배률이 規模別, 經營形態別로

表 6 Translog 費用函數에 의한 일련의 偏代替彈力性(AES)

區 分	濃厚飼料	粗 飼 料	勞 動	防疫治療
濃厚飼料	-0.6906	0.3552	0.5984	0.0640
粗 飼 料		-2.1901	0.1729	0.1818
勞 動			-0.7186	0.2073
防疫治療				-3.5000

다르기 때문에 추정된 계수만 가지고도 대체탄력성을 규모별, 경영형태별로 각각 구할 수 있게 된다<sup>10</sup>.

成換頭數 規模別 濃厚飼料 · 粗飼料間 대체탄력성은 10두 이하 規模가 0.2298, 10~20두가 0.4223, 20두 이상이 0.6308로서 규모가 클수록 代替彈力性이 커졌으며, 經營形態別로는 副業型이 0.2780, 主業型이 0.2738, 專業型이 0.3398, 企業型이 0.5884로 전업, 기업형의 代替彈力性이 부업 · 주업형보다 크게 나타났다. 이러한 계측 결과를 볼 때 代替彈力性은 農家規模나 經營形態에 관계없이 일정한 것이 아니라 農家の 經營的性格에 따라 다른 것으로 나타났다. 규모가 크고 專業 · 企業的으로 경영하는 農가일수록 濃厚飼料 · 粗飼料 相對價格의 變化에 대한 兩者的結合比 變化率이 크게 됨을 의미하며, 이는 이러한 農가일수록 紿與飼料中 濃厚飼料의 비중이 높고 生產要素 價格변화에 대한 반응도가 높기 때문인 것으로 보인다. 아울러 成牛換算頭當 粗飼料面積(사료포+초지)別 대체탄력성을 비교해 보면 100평 이하가 0.3552, 100~200평 0.3222, 200~300평 0.4089, 300평 이상이 0.4414로 成牛換算頭當 飼料圃와 草地의 보유면적이 많은 農가일수록 濃厚飼料 · 粗飼料間 代替彈力性이 큰 것으로 나타났다(表 7, 表 8)。

앞에서 계측된 대체탄력성  $\sigma_{ij}$ 와 費用分配 를으로 생산요소수요의 自體價格彈力性 및 交叉價

<sup>10</sup> Berndt and Wood, 1975.

表 7 成換頭數 規模別, 經營形態別 濃厚飼料·粗飼料間 代替彈力性 比較

區 分	全 體	規 模 別			經 營 形 態 別			
		10頭以下	10~20頭	20頭以上	副 業	主 業	專 業	企 業
費用分配率	濃厚飼料	0.43	0.36	0.48	0.58	0.32	0.42	0.57
	粗 飼 料	0.11	0.11	0.11	0.14	0.13	0.10	0.13
	勞 動	0.42	0.49	0.37	0.23	0.51	0.44	0.25
	防 疫 治 療	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05
濃厚飼料·粗飼料間 代替彈力性		0.3552	0.2298	0.4223	0.6308	0.2780	0.2738	0.3398
								0.5884

表 8 頭當 粗飼料面積別 濃厚飼料·粗飼料間 代替彈力性 比較

區 分	成換頭當 粗飼料面積 面積*				
	100坪 以下	100~ 200坪	200~ 300坪	300坪 以上	
費用分配率	濃厚飼料	0.43	0.45	0.43	0.42
	粗 飼 料	0.11	0.10	0.12	0.13
	勞 動	0.43	0.41	0.40	0.41
	防 疫 治 療	0.03	0.04	0.05	0.04
濃厚飼料·粗飼料間 代替彈力性		0.3552	0.3222	0.4089	0.4414

\* 粗飼料面積 = 飼料面積 + 草地面積

格彈力性을 구하면 먼저 자체가격탄력성에 있어서는 그 부호가 모두 (-)로서 수요의 법칙과 일치하는 결과가 나왔으며, 그 절대치는 濃厚飼料의 경우가 가장 크게 나타났다. 한편交叉價格彈力性은 비용분배 뜻이 큰 생산요소의 가격변화에 의한 것이 크게 나타나는데, 비용분배 뜻이 큰 濃厚飼料, 労動의 價格 변화는 他生產要素의 수요에 커다란 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 농후사료 가격 1% 상승은 粗飼料 0.15%, 노동 0.26% 수요증대를 가져온 반면, 조사료 가격변화는 타생산요소수요에 별다른 영향을 미치지 못한다. 그런데 여기서 특기할만한 것은 노동가격 변화에 의한 농후사료 수요변화가 크다는 점이다. 労動價格이 1% 상승하면 濃厚飼料의 수요는 0.24% 증가하게 되는 것으로 나타났다(表 9)。

濃厚飼料需要의 自體價格彈力性은 頭數가 적을수록, 副業型 농가일수록 절대치가 컷으며耕

表 9 生產要素需要의 價格彈力性

要素需要	要素價格			
	濃厚飼料	粗 飼 料	勞 動	防疫治療
濃厚飼料	-0.2970	0.0391	0.2453	0.0026
粗 飼 料	0.1527	-0.2409	0.0709	0.0073
勞 動	0.2573	0.0190	-0.2946	0.0083
防疫治療	0.0026	0.0200	0.0850	-0.1400

地規模와는 별 상관이 없게 나타났다. 粗飼料需要의 自體價格彈力性은 이와 반대로 두수가 많을수록, 企業型 농가일수록 그 크기가 크게 나타났으며, 耕地規模가 큰 농가일수록 조사료수요의 자체가격탄력성은 크게 나타났다. 濃厚飼料價格에 의한 조사료 수요탄력성은 두수가 많은 농가계층에서, 經營形態別로는 企業型 농가에서, 耕地規模別로는 조사료 栽培面積이 큰 농가계층에서 상대적으로 크게 나타났으며, 조사료가격에 의한 농후사료수요의 탄력성도 같은 경향을 보이고 있다(表 10, 表 11)。

## V. 要約 및 結論

우리 나라 農農家들의 飼料利用實態를 農家調查資料로서 분석한 결과 전체 급여사료중 濃厚飼料의 紿與比率이 67.0% (TDN기준)으로 매우 높음을 알 수 있고 頭當所得이 가장 높은 飼料給與方式도 濃厚飼料 60~70%, 粗飼料 30~40%

表 10 規模別, 經營形態別 生產要素需要의 價格彈力性

區 分	成 换 頭 數 規 模 別			經 營 形 態 別			
	10頭以下	10~20頭	20頭以上	副 業	主 業	專 業	企 業
濃厚飼料需要의 自體價格彈力性( $\eta_{CC}$ )	-0.3139	-0.2754	-0.2110	-0.3131	-0.3005	-0.3005	-0.2240
粗飼料需要의 自體價格彈力性( $\eta_{RR}$ )	-0.2409	-0.2409	-0.3500	-0.3271	-0.1860	-0.2409	-0.3277
濃厚飼料價格에 의한 粗飼料需要의 彈力性( $\eta_{RC}$ )	0.1279	0.1705	0.2096	0.1137	0.1492	0.1492	0.2025
粗飼料價格에 의한 濃厚飼料需要의 彈力性( $\eta_{CR}$ )	0.0391	0.0391	0.0497	0.0467	0.0355	0.0391	0.0462

表 11 粗飼料圃面積別 生產要素需要의 價格彈力性

區 分	成 换 頭 當 粗 飼 料 圃 面 積 別*			
	100坪以下	100~200坪	200~300坪	300坪以上
濃厚飼料需要의 自體價格彈力性( $\eta_{CC}$ )	-0.2970	-0.2891	-0.2970	-0.3005
粗飼料需要의 自體價格彈力性( $\eta_{RR}$ )	-0.2409	-0.1860	-0.2850	-0.3208
濃厚飼料價格에 의한 粗飼料需要의 彈力性( $\eta_{RC}$ )	0.1527	0.1450	0.1758	0.1854
粗飼料價格에 의한 濃厚飼料需要의 彈力性( $\eta_{CR}$ )	0.0391	0.0322	0.0491	0.0574

\* 粗飼料圃面積 = 飼料圃面積 + 草地面積

인 것으로 나타났다. 이러한 조사결과를 두고 볼 때, 우리나라 낙농에서 濃厚飼料의 純需要 비중이 높은 이유는 현재의 濃厚飼料價格과 粗飼料 生產費 수준에서는 濃厚飼料 多給이 유리하기 때문인 것으로 판단된다. 이러한 상황에서 粗飼料利用率을 높이기 위해서는 무엇보다도 牛乳의 生產要素로서 濃厚飼料 · 粗飼料의 代替彈力性이 분석되어야 하고, 그에 따른 政策方向이 모색되어야 하겠다. 트랜스로그 비용함수에 의해서 경기 일원 낙농가들의 濃厚飼料 · 粗飼料間 代替彈力性을 計測한 결과 0.3552로 추정되어 濃厚飼料와 粗飼料는 보완관계가 아니라 代替關係인 것으로 판명되었다. 따라서 濃厚飼料 · 粗飼料의 相對價格 변화는兩者的結合比率에 영향을 미칠 것이다. 아울러 트랜스로그 비용함수에 의해 유도된 요소수요함수에 의하면 濃厚飼料價格 1% 상승은 濃厚飼料의 自體需要를 0.3% 감소시키며 粗飼料需要를 0.15% 증가시키는 것으로 추정되었다. 반면 粗飼料價格 1% 상승은 粗飼料需要를 0.24% 감소시키고 濃厚飼料의需要를

0.04% 증가시킨다. 濃厚飼料 · 粗飼料間 代替彈力性을 農家階層別로 비교해 보면 頭數規模가 큰 농가일수록 그 절대치가 커으며, 經營形態別로는 專業, 企業型農家들의 수치가 副業 · 主業型農家들보다 크게 나타났다. 아울러 耕地規模別로 볼 때는 頭當 飼料圃面積이 넓은 농가일수록 代替彈力性이 크게 계측되었다. 이러한 農家階層別 傾向은 濃厚飼料價格變化에 의한 粗飼料需要 變化率(需要의 交叉價格彈力性)에서도 동일하게 나타났다.

이러한 분석결과가 粗飼料 利用增大 政策과 관련하여 갖는 政策的 含意는 다음과 같다.

첫째, 1986년 牛乳生產費 調查資料를 통하여 農家의 飼料利用實態를 분석한 결과 현재 純需要와 飼料中 濃厚飼料의 比重이 높은 것은 濃厚飼料에 대한 粗飼料의 相對價格이 높기 때문인 것을 알 수 있다. 또한 濃厚飼料 · 粗飼料間 代替彈力性은 0보다 큰 것으로 계측되어 濃厚飼料 · 粗飼料는 일정결합비로 투입되는 補完關係가 아니라 相對價格의 변화에 따라兩者の結合比가

변하게 되는 代替局面에 있다는 점이 명확해졌다. 따라서 酪農에서 粗飼料利用을 증대시키기 위해서는 무엇보다도 濃厚飼料·粗飼料間의 相對價格 變化政策이 추진되어야 할 것이다. 配合飼料價格의 調整, 혹은 飼料作物 및 牧草의 生產費節減을 위한 제반 支援策 등이 구체적 방안으로 검토되어야 할 것이다.

둘째, 粗飼料利用增大를 위해서 粗飼料에 대한 濃厚飼料의 相對價格을 높이는 政策手段으로는 濃厚飼料價格의 政策的 操作이 효과도 크고 손쉬운 방법이겠으나 濃厚飼料費用은 酪農家 經營費의 상당 부분을 차지하고 있어 濃厚飼料價格의 上向調整은 農家收支를 악화시키기 때문에 農가에서 저항감을 불러일으킬 수 있다. 따라서 相對價格의 변화는 粗飼料生產費節減에 초점을 맞추어야 할 것이다. 粗飼料 특히, 飼料作物의 生產費를 절감하기 위해서는 먼저 飼料作物의 單收를 높여 單位面積當養分生產量을 높이고 省力的인 農機械를 이용하여 栽培勞動時間은 대폭 절감하며, 地價가 싼 지역으로 牧場移轉을 유도하여 地代負擔을 輕減시켜야 한다<sup>11</sup>. 구체적으로 飼料作物栽培 關聯技術이 개발, 보급되고 우리나라 기후, 토양조건에 적합한 新品種이 개발되어야 하며, 트랙터, 예취기, 파종기 같은 飼料作物用 農機械가 도입, 이용되어야 할 것이다. 이를 위해서는 정부의 關聯支援政策이 수반되어야 할 것으로 보인다.

세째, 農家 階層別 代替彈力性 및 需要의 價格彈力性 分析結果에서 나타났듯이 粗飼料 相對價格下落에 의한 粗飼料利用增進效果는 頭數規模가 큰 農家, 耕地規模가 큰 農家, 經營形態別로는 專業內지 기업형 農가에서 다른 農가들

에 비해서 상대적으로 더 크게 나타나는 것으로 예상된다. 따라서 飼料作物 및 牧草生產費의 節減은 이러한 農가들에서 우선 추진되어야 할 것이다.

## 參 考 文 獻

- 農村振興廳, 「韓國標準飼料成分表」, 1981.  
 力泰進, 「米穀生產의 規模經濟性에 관한 研究」, 서울대학교 碩士學位論文, 1985.  
 金丞在外, 「飼料給與水準이 牛乳生產에 미치는 影響과 飼料間의 紙與代替에 關한 研究」, 農村振興廳, 1986.  
 金貞注, 「牛乳成分價制度가 生產要素 配分에 미치는 影響分析」, 建國大學校 博士學位論文, 1986.  
 裴興圭, 「農機械普及要因 및 代替彈力性分析」, 서울대학교 碩士學位論文, 1983.  
 畜協中央會調查部, 「牧草 및 飼料作物栽培의 經濟性分析」, 1986.  
 堀尾房造, 「酪農の展開と飼料經濟」, 明文書房, 1984.  
 Berndt, E. R. and David O. Wood, "Technology, Price and the Derived Demand for Energy," *The Review of Economics & Statistics*, Vol. 57(3), 1975, pp. 259-268.  
 Binswanger, H. P., "A Cost Function Approach to the Measurement of Factor Demand Elasticity and Elasticity of Substitution," *AJAE* Vol. 54(3), 1974, pp. 377-386.  
 Carley, D. H. "Silage-Concentrate Substitution; Effects on Milk Production and Income over Feed Cost in DHIA Herds," *AJAE*, Vol. 55(4), 1973, pp. 641-646.  
 Dean, G. W. et al, *Production Functions and Linear Programming Models for Dairy Cattle Feeding*, Giannini Foundation Monograph Number 31, 1972.  
 Heady, E. O. et al, *Agricultural Production Function*, Iowa State University Press, 1961.  
 Heady, E. O. et al, "Milk Production Functions Incorporating Variables for Cow Characteristics and Environment," *JFE* Vol. 46(1), 1964, pp. 1-19.  
 Hoover, L. M. et al, "Economic Relationships of Hay and Concentrate Consumption to Milk Production," *JFE* Vol. 49(1), 1967, pp. 64~78.

<sup>11</sup> 飼料作物生產費節減에 관계된 보다 구체적인 사항은 柳哲昊外(1987) 참조할것.

Lee, J. H., *Farm Technological Change in a Growing Economy*, Hokkaido University Ph. D. Dissertation, 1980.