

초지형 축산의 어메니티 및 경제성 평가에 관한 연구

천동원 · 이상영* · 박민수** · 박형수 · 황경준 · 윤세형*** · 고문석

Study on Amenity and Economical Efficiency of Multi-functionality on the Grassland

D. W. Cheon, S. Y. Lee*, M. S. Park**, H. S. Park, K. J. Hwang, S. H. Yun***
and M. S. Ko

ABSTRACT

This study is conducted to evaluate economical value of Jeju grassland and validity of its preservation, and draw up several measures to support. To measure its economical value, this study examined its environmental value and social and cultural value. For environmental value, this study used replacement method while it applied CVM method, a widely used method, to assess social and cultural value and two-level two-best choice selection method, which ask questions by assuming virtual circumstances to avoid reflecting some biased opinions. Jeju grassland has multiple functions-environmental functions such as preventing soil corrosion and flood, handling animal excrement, and purifying air, and social and cultural functions such as promoting physical and mental health and providing recreation places. From the results of the feasibility study, Jeju grassland's annual multiple functions are assessed to have a total 397,115~418,995 million won worth. In addition, it is found that Jeju visitors recognize Jeju grassland for its functions to contribute to public interests. That is, they think it can provide attractive views and educational and recreational places and promote emotional development. Especially, many people presented their ideas that it be continuously preserved since it is worthwhile for us and our next generations. To preserve grassland's cultural resource, which create a huge economic value like this, the Government has to support a certain amount of financial aid for turning to a better grassland environment and its maintenance to realize environment-friendly livestock farming on Jeju Island and promote its tourism industry and consequently, add more value to Jeju.

(Key words : Grassland, Economic value, Multi-functionality)

I. 서 론

농축산업은 우리가 살아가는데 필수적인 식품, 원자재, 에너지와 같은 경제재를 제공함은 물론, 이러한 농축산물을 생산과정에서 공기의 정화, 수자원의 보존, 휴양과 교육공간의 제공,

어메니티의 형성 등과 같은 자유재를 동시에 제공하면서도 가축분뇨는 토양으로 되 돌려주는 지속가능한 순환 사이클을 가지고 있다. 다원적 기능에 관한 국제논의가 활발히 진행되고 있는 가운데 국내에서도 다원적 기능에 대한 많은 연구가 진행되고 있지만 축산이 제공하는

난지농업연구소(National Institute of Subtropical Agriculture, RDA)

* 농촌자원개발연구소(Rural Resources Development Institute, RDA)

** 농촌진흥청(Rural Development Administration)

*** 축산과학원(National Institute of Animal Science, RDA)

Corresponding author : Dong-Won Cheon, National Institute of Subtropical Agriculture, Rural Development Administration, Jeju 690-150, Korea. E-mail : cdw@rda.go.kr

다원적 기능에 대한 연구는 부족한 실정이다. 특히 초지형 축산업은 외부경제 효과 즉, 홍수방지 및 수자원함양, 토양침식방지, 축산분뇨처리, 대기정화, 기후완화와 같은 자연환경 보전 기능 뿐만 아니라 경관 및 레크리에이션과 같은 사회문화적 기능을 제공하고 있어 농촌 어메니티의 대표적인 자원으로 평가될 수 있을 것이다. 그러나 이러한 초지의 외부경제효과의 중요성은 대다수의 국민에게 인식되어 있지 않고 국가차원, 지자체에서도 정책수립에 도외시 되는 경향이 있어, 제주도 초지를 대상으로 이러한 다원적 기능을 평가하여 환경파괴를 억제하는 동시에 환경보존기능을 발굴하는 한편, 초지형 축산의 경제성을 검토하여 농가소득 증대방안을 강구할 필요가 있다.

전국 전체 초지의 대부분을 차지하고 있는 제주도의 초지는 목초, 저렴한 조사료 공급으로 제주축산업의 발전에 크게 공헌하고 있다. 이러한 제주도 초지를 대상으로 다원적 기능 가치를 평가하는 것은 매우 중요하다고 할 수 있다. 현재 제주도의 초지는 1만 8,425ha(2006년)로 전국 전체초지 4만6,546ha의 41%에 이르고 있으며, 방목면적은 8,931ha, 채초 1,766ha, 방목 및 채초 2,780ha, 사료작물 및 기타 4,948ha로 활용되고 있으나 각종 관광시설 및 골프장 등의 개발사업으로 전용되는 면적은 매년 점차 증가하여 2004년 150ha, 2005년 106ha, 2006년 10월 현재 274ha의 초지가 전용되고 있는 실정이다.

농업정책에 있어 공익기능에 관한 논의는 국내·외적으로 나누어져 국제적으로는 다자간 국제무역협상에 있어 우리나라와 같이 수입국 입장에서는 자국의 농산물수입시장의 개방화 정도를 완화하는 논거로 이용되고 있다.

국내적으로는 먼저 심각한 환경문제가 중요 이슈로 등장하고 있는 국가에서의 논의이다. 이들 나라에서는 다양한 부존 환경자원을 보존하기 위해서는 공익기능을 제공하는 농가에게 직접지불제를 통한 소득 보전이 선행되어야 한

다는 논거로 이용되고 있다. 또 다른 한편에서는 수입개방에 의한 경영수지 악화를 만회하기 위해 경관, 보전휴양처 제공과 같은 농업·농촌이 지닌 다양한 공익기능을 그린투어리즘 경영으로 연결시켜 소득창출의 기회로 활용하는 것이다.

따라서 본 연구의 목적은 초지의 다원적 기능 가치를 평가하여 초지가 내재하고 있는 가치를 측정하여 제주도 청정 환경을 유지하고 생태자원으로서의 초지편입의 최소화를 위한 기초자료로 활용하기 위해 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 다원적 기능의 분류 및 개요

다원적 기능의 가치를 평가하기 위해서는 다원적 가치 중 계측하려는 가치가 어떤 의미의 요소를 갖고 있는지를 우선적으로 검토할 필요가 있다. 농촌, 농업, 축산, 초지 등이 제공하는 다원적 기능의 가치는 우리가 직접 이용하는 이용가치와 수동적 이용가치로 불리는 비이용가치로 크게 분류할 수 있다. 이용가치는 직접적 이용가치, 간접적 이용가치, 옵션가치(option value)로 분류되며, 비이용가치는 상속가치, 존재가치 등으로 구분할 수 있다. 식량생산, 사료생산과 같은 직접 이용가치, 레크리에이션 제공, 수자원함양 등과 같은 간접이용가치, 장래의 이용가능성에서 발생하는 선택적 사용가치 즉 옵션가치가 있으며, 비이용가치중 상속가치는 미래세대를 위한 녹지자원, 동식물의 보존 등의 기능을 들 수 있고 원시자연, 경관보존기능 등과 같이 존재하는 것 자체에 의미가 있는 존재가치로 구분할 수 있다(Table 1).

이와 같이 초지가 갖고 있는 기능을 크게 나누면 환경적 기능, 사회문화적 기능, 사료생산 기능 및 산업적 기능으로 나눌 수 있으며, 환경적 기능은 홍수방지 및 수자원함양, 토양침식방지, 축산분뇨처리, 대기정화, 기후완화 등

Table 1. Value of multi-functionality of grassland

Use value			Non-use value	
Direct use	Indirect use	Option use	Bequest value	Existence value
- Feed production	- Recreation - Upgrading water resources	- Future of leisure - Future of genetic resources	- Natural environment for future generations - Variety of living species	- Wild animals - Wilderness

으로 분류할 수 있으며 사회문화적 기능은 경관보전, 보전, 휴양, 정서함양 등으로, 사료생산 기능은 가축의 조사료 생산기능으로 분류할 수 있으며, 이에 대한 개요는 Table 2와 같다.

2. 다원적 기능의 가치평가 방법

다원적 기능 가치평가방법은 직접적 계량적 접근방법과 비계량적 접근방법이 있다. 자연환

경보전 기능가치 평가는 비계량적 접근방법을 이용한 대체법(비수요함수 접근법)으로 추정할 수 있으며 대체법은 평가의 대상이 되는 기능을 시장에서 거래되고 있는 재화, 서비스로 치환하여 이들 재화와 서비스의 가격에 의해 여러 기능의 경제적 평가를 실시하는 방법으로 개별 기능별로 평가를 실시하는 것이 가능하고, 구체적인 재화 등으로 치환하여 평가하므로 비교적 이해하기 쉬운 이점이 있다.

Table 2. Summary for multi-functionality of grassland

	Functions	Outline
Environmental function	Flood protection & development of water resources (indirect use value)	• Calculating costs of flood protection resulting from storing rain water to prevent flash flooding by establishing grassland
	Prevention of soil erosion (indirect use value)	• Calculating costs of soil dressing for soil erosion resulting from abandonment of crop cultivation from and its corresponding fertilizer components, being able to be prevented by developing grassland
	Animal manure treatment(direct & indirect use value)	• Costs from treatment of pig and cow manure and costs from use of chemical fertilizer
	Air purification (indirect use value)	• Calculating costs resulting from absorbing CO2, one of major air pollutants, and releasing oxygen
Social-cultural function	landscape, health, recreation, emotional development, etc. (non-use value, indirect use value)	• Willingness to pay for the preservation and maintenance of grassland CVM, TCM, Hedonic price, etc.
Feed production	production of pasture, etc. (direct use value)	• Feed value converted from amount produced

사회적 기능가치 평가는 계량적 접근방법(수요함수 접근법, 직접법)을 활용하여 가치를 평가할 수 있으며 Fig. 1에서와 같은 여러 가지 계량적 방법으로 분석할 수 있다. CVM(가상가치 접근방법)은 다원적 기능의 수혜자에게 직접 평가액을 질문하여 재화로 치환할 수 없는 비이용가치를 평가하는 방법으로 자유회답형식(open-end), 입찰게임형식(bidding game), 지불카드형식(payment card), 이지선다형식(dichotomous choice, 이단계 이지선다형) 등이 있으며 본고에서는 이지선다형식을 이용하여 분석하였다.

(1) 사회적기능가치의 분석모형

이선선택방식(Bishop 및 Heberlein, 1979)은 “yes · no”의 응답에 대한 본포로부터 환경자원의 화폐가치를 추정하는 방법이다. 이들 방법들에는 확률효용함수를 기초로 하는 Hanemann (1984)의 효용격차모형(The utility difference model)과 지불의사액 함수를 기초로 하는 Cameron (1988)의 모형(The variation function model) 그리고 생존함수를 기초로 하는 Carson (1985)의 생존분석(Survival analysis)이 있으며 최근에는

금액을 2회에 걸쳐 제시하는 이단계 이선선택법(Double-bounded dichotomous choice)이 주로 이용되고 있다.

- (1) $P^{yb}(T_i, T_{ui}) = Pr\{T_i < T_{ui} \leq \max WTP_i\}$
 $= 1 - G(T_{ui}; \beta X_i)$
- (2) $P^{ym}(T_i, T_{ui}) = Pr\{T_i \leq \max WTP_i < T_{ui}\}$
 $= G(T_{ui}; \beta X_i) - G(T_i; \beta X_i)$
- (3) $P^{ny}(T_i, T_{di}) = Pr\{T_{di} \leq \max WTP_i < T_i\}$
 $= G(T_i; \beta X_i) - G(T_{di}; \beta X_i)$
- (4) $P^{nn}(T_i, T_{di}) = Pr\{\max WTP_i < T_{di} < T_i\}$
 $= G(T_{di}; \beta X_i)$

$$(5) \ln L = \sum\{D_{yb} \ln P^{yb}(T_i, T_{ui}) + D_{ym} \ln P^{ym}(T_i, T_{ui}) + D_{ny} \ln P^{ny}(T_i, T_{di}) + D_{nn} \ln P^{nn}(T_i, T_{di})\}$$

$$= \sum\{D_{yb} \ln\{1 - G(T_{ui}; \beta X_i)\} + D_{ym} \ln\{G(T_{ui}; \beta X_i) - G(T_i; \beta X_i)\} + D_{ny} \ln\{G(T_i; \beta X_i) - G(T_{di}; \beta X_i)\} + D_{nn} \ln\{G(T_{di}; \beta X_i)\}\}$$

$$(6) P = \{1 + \exp(-\alpha_0 - \alpha_1 \cdot \ln T_i - \beta X_i)\}^{-1}$$

(6)식을 T에 대하여 무한대까지 적분함으로써 Mean WTP(평균값)을 유도할 수 있으며 P=0.5라 설정하면 T는 median WTP(중앙값), 다시 말하면 50%의 응답자가 동의하는 금액을 유도할 수 있다.

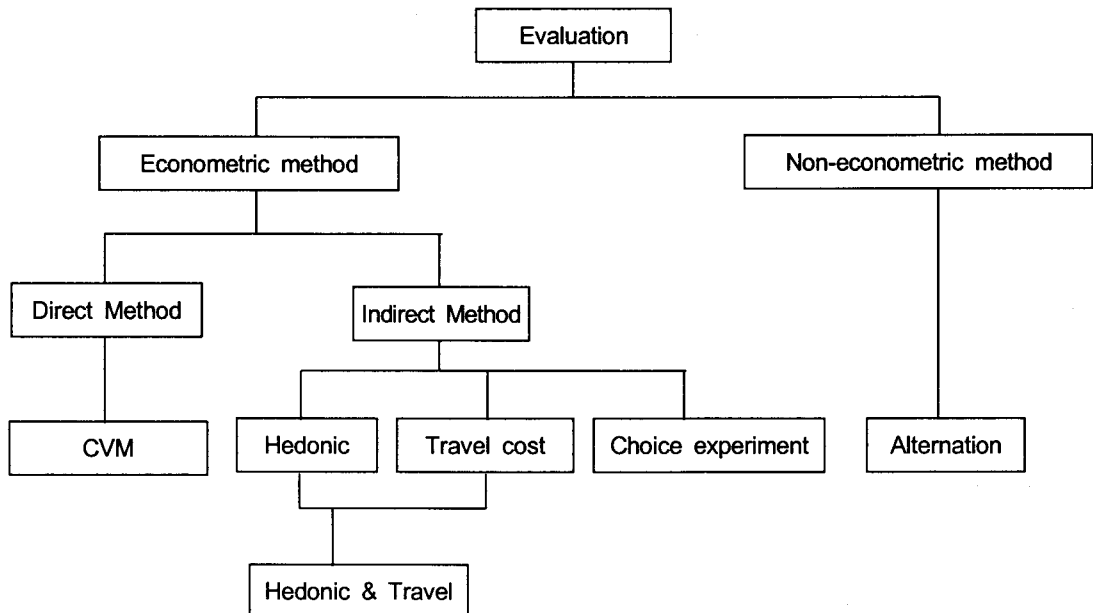


Fig. 1. Classification of evaluation methods.

(2) 설문조사표 설계

본 연구의 대상인 제주 초지는 경관제공, 생물생태계보전기능, 체험교육장 제공 등과 같은 다양한 기능을 발휘하고 있다. 이러한 초지를 복합재로 간주하여 휴경 및 태풍과 같은 자연재해로 제주도의 초지가 지닌 공익기능이 사라지는 사태를 방지하기 위하여 응답자가 초지보전기금을 기부한다는 가상적인 상황을 가정하였다. 다시 말하면 평가척도로써 등가잉여(Equivalent surplus)를 이용하고 지불형태는 기부금으로 제시하였다. 설문지에서 제시한 기부금 규모는 이 및 신(2003)의 결과를 참고로 5천원~30천원의 6종류를 설정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 제주초지의 환경적 기능가치 평가

초지조성에 의한 환경적 기능가치평가는 자연과학적 측면에서의 실험이 우선적으로 선행되어야 하므로 본고에서는 여러 문헌을 통해 초지가 산출해내는 여러 가지 수량을 조사·검토하여 토양침식방지, 축산분뇨처리, 대기정화, 홍수방지 및 수자원함양, 사료생산 등 5가지의 다원적 기능별로 전제 조건을 설정한 후 전제 조건하에서 다원적 가치평가를 수행하였다. 초지조성에 의해 환경에 미치는 영향은 물론 부의 영향도 있을 것으로 사료된다. 초지에 의한 환경악화, 오염 등으로 인한 비용, 환경보존에 의한 편익을 산출하여 동시에 비교분석하는 것이 타당하나 초지의 경우 논, 밭작물에 비해

여 기초연구의 부족으로 인한 자료의 제한성으로 유추할 수 있는 기능에 한계가 있어 부정적인 요소는 제외하여 분석하였다. 따라서 추후 기초실험을 통한 여러 기능에 대한 추가적인 분석이 필요할 것으로 사료된다.

(1) 토양침식방지

초지는 목초, 사료작물의 재배를 통하여 토양의 유실이 억제되고 있으나 경작의 포기 또는 개발 등에 의해 나지화 될 경우 토양이 유실이 발생하기 쉽게 된다. 농과원에서 발표한 USLE에 의한 토양유실을 추정한 결과에 의하면 나지에서 연간 ha당 102.1 ton의 토양이 유실되고 밭농사의 경우 연간 ha당 22.4 ton의 토양유실이 발생하는 것으로 보고되고 있다. 초지는 토양보존 능력이 뛰어나 토양 유실량이 매우 적어 삼림수준의 토양보존 능력을 지니고 있어 연간 ha당 1.9 ton의 토양유실이 발생하는 것으로 보고되고 있다(Table 3). 또한 알팔파, 클로버 계통의 두과목초에 의한 질소고정 능력이 뛰어나 평균 ha 당 평균 53 kg의 질소를 생산하여(Table 4), 질소비료 시용 절감은 물론 토양 비옥도를 개선시키고, 식물체의 성장과 고사가 반복되는 과정에서 ha당 2.4톤에 달하여 많은 양의 유기물 집적되어 토양의 물리성을 개선시키는 것으로 조사되었다. 환경 정화 능력도 뛰어나 나지의 BOD 제거율이 25%인데 반하여 초지의 제거율은 97%에 이르며, T-P 제거율은 99%에 이른다. 이는 토양 내 통기성 개선에 의한 미생물의 활력을 높여주는 기능 때문인 것으로 판단된다.

Table 3. Loss of soil in grassland

Loss of soil(kg/ha)	1st year		2nd year	
	Top grasses	Bottom grasses	Top grasses	Bottom grasses
	20,391	23,277	2,172	1,899

* The grasslands are developed by grading lands by less than 15°.

crops for grasslands : orchard grass, tall fescue, perennial, kentucky bluegrass, white clover, grass-legume mixture.

Table 4. Generalized estimates of N contribution to current or subsequent plantings as a result of plowing down a group of legume species growing in several different environments

Growing Environment	Legume Species	Size and/or Density	Legume Dry	
			Matter Yield (approx. lb/acre)	N Contribution (lb/ N/acre)
Legumes interseeded with grass or small grains				
Good conditions, adequate water, P, K, and pH	Alfalfa, Clover ² , Vetch	Scattered	100	1 to 5 ³
	Hop Clover, Ladino clover, (1 legume plant/yd ²)			
	Annual Lespedeza			
	Hop Clover, Annual	Thick stand,	1,000	15 to 30 ³
	Lespedeza	1 ft. tall		
	Alfalfa, Clovers ²	1 legume plant/ft ²	1,000	20 to 30 ³
	12 to 15 in. tall			
	Alfalfa, Clovers ²	1 legume plant/ft ²	1,500	30 to 60 ³
		12 to 24 in. tall		
	Clovers ² Vetch	Thick stand, 3 legume plants/ft ² , 20 to 30 in. tall	2,000	40 to 60 ³
Monoculture Legumes				
Droughty, low P, K, and/or pH	Cowpea or Australian	Poor stand	500 to 1,000	15 to 30 ⁴
	Winter Pea with pods	(1 legume plant/yd ²)		
	White Clover	Full stand	500 to 1,000	15 to 40 ⁵
		3 to 4 in. tall		
Good conditions, adequate water, P, K, and pH	Soybean (without beans),	Full stand	1,000 to 2,000	20 to 60 ⁶
	Peanut(after nuts harvested)			
	Cowpea, Australian	Full stand	2,000 to 3,000	50 to 95 ⁶
	Winter Pea with pods			
	Alfalfa, Clovers ²	Full stand	4,000 to 5,000	100 to 150 ⁶
		24 to 36 in. tall		

* Oklahoma State University, John Caddel (2006).

1) 전제조건

초지에서 유실된 토양의 양과 비교하여 나지에서 유실된 흙과 같은 양을 객토로 환원시킨다고 가정할 때 소용되는 비용과 토양이 유실되면서 동반하여 유실되는 비료성분량(질소성분)을 비료구입가격으로 환산하여 평가하는 방법 1)과 토사붕괴를 당한 붕괴추정 피해액 등으로 환산하는 방법 2) 등이 있으며, 본 고에서는 방법 1)로 추산하였다.

2) 평가 결과

농과원 보고서 “대체법을 이용한 농업의 환경보전적 기능 계량화 평가”에서 우리나라의 나지 토양유실량을 연간 102.1톤/ha, 밭의 토양유실량을 연간 22.4톤/ha로 전제하에 제주도의 초지 18,426ha가 나지 또는 밭으로 환원된다고 가정하여 계산한 결과, 나지화 된다고 가정할 경우 토양유실에 따른 초지대비 유실객토비는 18,462,852천원, 밭의 경우는 초지대지 유실객토비용이 3,777,330천원이 되는 것으로 추정할 수 있다(Table 5).

Oklahoma State University의 John Caddel 등 (2006)에 의하면 알팔파, 클로버 등 두과 목초의 질소고정량은 30~38cm² 크기에서 33.6~67.3kg/ha의 질소를 고정한다고 보고하고 있다 (Table 4). 질소고정량을 ha 당 53kg로 하여 제주도 초지의 질소고정금액을 환산하면 612,774~1,225,548천원으로 추산된다. 위의 방법에 의해 계산한 결과, 제주도 초지의 밭 대비 평가액은 초지 대비 객토유실비 3,777,330천원과 질

소 유실액 135,170천원을 합한 3,912백만원으로 평가할 수 있으며, 나지 대비 평가액은 객토비와 초지의 질소고정금액을 합한 19,425~20,038백만원으로 평가 할 수 있다.

- 초지의 질소고정금액 = 질소고정량(kg/ha) × 면적(ha) × 질소단가(원/kg)
= 33.6~67.3(kg/ha) × 18,426(ha) × 989(원/kg)
= 612,774~1,225,548(천원)
- 평가액(나지대비) = 초지 대비유실 객토비(천원) + 초지의 질소고정금액(천원)
= 18,462,852천원+(612,774~1,225,548천원)
= 19,425~20,038(백만원)
- 평가액(밭대비) = 초지 대비유실 객토비(천원) + N 유실액(천원)
= 3,777,330+135,170(천원) = 3,912(백만원)
- N유실액 = (토양유실량 × 밭토양 평균OM 함량 ÷ C환산계수 ÷ 토양C/N율) × N비료단가
= (22.4 ton/ha × 18,426ha × 1.9% ÷ 1.724 ÷ 10) × 989(원/kg)
= 135,107(천원)

(2) 분뇨처리 기능

발효가 잘된 가축분뇨의 비료가치는 작물생육에 필요한 영양분이 골고루 함유되어 방목초지에 시용할 경우 목초생산을 증가시킬 수 있으며, 일반 화학비료를 대체하여 비용절감을 할 수 있다. 그러나 축산분뇨의 방치, 과다사용으로 환경오염을 일으킬 수 있으며, 또한 정화

Table 5. Costs of soil dressing due to soil erosion

Type	Soil loss(t/h/yr.)	Total costs of soil dressing (1,000 won)	Costs of soil dressing against grassland (1,000 won)
Bare ground	102.1	18,812,946	18,462,852
Fields	22.4	4,127,424	3,777,330
Grassland	1.9	350,094	-

* Dressing costs due to soil erosion as grassland(18,426ha) is converted into bare ground or field : 10,000 won/ton.

Table 6. Methods of measuring costs of soil erosion

Methods		Calculation
Method 1	Costs estimated for bare ground	$(\text{Soil loss} \times \text{Dressing cost}) + (\text{Nitrogen Fixation} \times \text{N Fertilizer price})$
	Costs estimated for field	$(\text{Soil loss} \times \text{Dressing cost}) + (\text{Soil loss} \times \text{field average OM content} \div \text{C Conversion factor} \div \text{Soil C/N rate}) \times \text{N Fertilizer price}$
	Nitrogen loss	$\text{Soil loss} \times \text{field average OM content} \div \text{C Conversion factor} \div \text{Soil C/N rate}$
Method 2	Estimate	$(\text{No. of cases of soil erosion for those set aside(est.)}) - (\text{No. of cases of soil erosion for those set aside(est.)}) \times \text{damage per a case}$

처리에 따른 시설비용 등의 증가와 해양투기의 억제로 인한 축산분뇨의 처리에 많은 어려움이 있다. 전국 축산분뇨의 해양투기량(2006년, 2백 60만7천m³)은 전년대비 5.0% 감소하는 등, 당초 2012년까지 허용됐던 축산분뇨 해양투기 행위가 런던협약 96의정서에 따라 2008년까지 기간이 축소되고 있는 실정이다. 제주도내에서 발생한 축산분뇨 155만4,000톤(2005년) 가운데 14% 수준인 21만4,000톤이 해양배출로 처리되었으며 나머지는 축분비료 43만7,000톤, 액비 43만3,000톤, 축분 공공처리 2만6,000톤, 자연증발 등 기타 44만4,000톤 등으로 처리되었다. 이

러한 축산분뇨의 문제 해결을 위해서는 초지방목에 의한 분뇨처리, 악취를 줄인 돈분액비의 초지 시용 등 초지를 이용한 친환경 자연순환형 축산의 실현으로 관광지인 제주의 청정환경을 유지할 수 있을 것이다.

1) 전제조건

축산분뇨의 초지환원 가능량에 따른 화학비료 대체 금액과 분뇨처리비용, 퇴비사용에 따른 생산물 증가분 등을 환산하여 계측할 수 있으나, 본고에서는 초지에 환원시 소요되는 비용은 제외하여 계산하였으며, 제주도에서 특히 문제가 되고 있는 돈분 액비를 대상으로 시산

Table 7. Standard for seasonal nitrogen-use

Grasslands	Amount of seasonal nitrogen-use(kg/ha)			Total
	First(beginning & middle of March)	Second(middle & end of June)	Third(beginning & middle of September)	
Grassland for defoliation	100	40	60	200
Grassland for pasture grazing	75	30	45	150

Table 8. Application of liquid fertilizer based on nitrogen contents(grasslands for pasture grazing and forage crop plots)

Nitrogen-Use (kg/ha)	Application of liquid fertilizer based on N contents(ton/ha)			
	0.25%	0.375%	0.5%	0.625%
100	40.0	30.0	20.0	16.0
150	60.0	45.0	30.0	24.0
200	80.0	60.0	40.0	32.0

하였다.

- 돈분액비 사용량은 예취위주와 방목위주 초지로 구분하여 봄 50%, 여름 20%, 가을 30% 씩 3회로 나누어 사용함
- 액비 사용량은 ha당 질소 150~200kg을 기준으로 하여 계산함

2) 평가 결과

돈분 액비를 기준(질소성분 0.49%, ha당 적정시비량 200~150kg)으로 하여 제주도 초지에 살포할 수 있는 양을 추산한 결과, 돈분 액비를 초지에 737,040~552,780톤 처리 할 수 있다. 이를 화학비료 질소성분 대체금액으로 환산하면 3,645,143~2,733,858천원이 된다(Table 9).

제주도내에서 발생한 축산분뇨 155만4,000톤(2005년) 중 초지에서 처리할 수 있는 양은 737,040~552,780톤으로 발생량의 47~36%를 수용할 수 있다. 그러나 제주도 발생량의 14%인 21만4,000톤이 해양배출로 처리되고 있어 환경문제를 야기시키고 있는 실정이다.

초지에 대한 총 살포 가능량을 해양투기 등의 위탁처리에 의해 추산하면 7,370,400~5,527,800천원으로 환산가능하다(Table 10). 따

라서 제주 초지의 분뇨처리 기능을 금액으로 환산하면 8,262~11,016백만원으로 평가할 수 있다.

- 평가액 = (분뇨의 초지 환원량 × 화학비료 단가) + 분뇨처리 비용 + 생산물증가액
- 분뇨의 화학비료 대체비 : 초지분뇨의 초지 환원량(화학비료 대체량, 질소 기준) × 화학비료단가(질소 기준)
- 분뇨처리 비용 : 해양투기 등 위탁처리비용 (10천원/t)
- 생산물 증가액 : 방목축 증체량
- 평가액 : 8,262~11,016백만원

(3) 대기정화

초지는 나무, 벼, 밭작물과 같이 대기오염을 정화하는 능력을 갖고 있다. 대기오염의 대표적인 물질인 이산화탄소를 흡수하는 양과 산소를 방출하는 양을 산출하여 평가하는 방법 1)과 대기오염가스인 SO₂(이산화황)과 NO₂(이산화질소)의 흡수량을 산출하여 배연탈유·탈소 처리비로 환산하여 평가하는 방법 2) 등이 있다. 본고에서는 방법 1)을 이용하여 추산하였다 (Table 12).

Table 9. Substitution costs for chemical fertilizer

Grassland's maximum capacity for nitrogen fertilization(kg/ha)	Nitrogen(won/kg)	Substitution costs for nitrogen per hectare(won)	Total substitution costs(000 won)
150	989	148,370	2,733,858
200	989	197,826	3,645,143

* Urea fertilizer price : 9,100 won/20kg

Table 10. Costs for treatment of animal waste

Maximum capacity for application of liquid manures(ton/ha)	Total maximum capacity of application (ton)	Cost for disposal (won/ton)	Total costs for treatment of animal waste(1,000won)
40	737,040	10,000	7,370,400
30	552,780	10,000	5,527,800

* The maximum capacity for application of liquid manures is calculated using 0.49, which is nitrogen content after 180-day storage(nitrogen content rate suggested in the report of development of use technologies for liquid manures).

1) 전제조건

논농사와 밭농사의 경우 ha당 연간 각각 8.8톤, 7.5톤의 산소를 배출한다고 보고하고 있다(농과원, 2001). 초지의 경우는 대기 정화능력으로 ha 당 연간 9.1톤의 이산화탄소를 흡수하고 ha당 연간 6.55톤의 산소를 생산한다고 보고(축산기술연구소 초지사료과)되어 이를 기준으로 하여 계산하였다(Table 11). 일본의 경우는 논 및 밭 등 농작물의 연간 ha당 이산화탄소 흡수량 9.27~10.80kg, 이산화질소 흡수량 13.65~15.16kg을 기준으로 하여 계산한 사례가 있으나(일본, 농림수산성 농업총합연구소) 자료의 한계성으로 이에 대한 분석은 제외하였다.

2) 평가 결과

초지의 대기정화 기능 평가액은 이산화탄소 흡수효과와 산소의 방출효과를 합한 것으로 이산화탄소의 흡수효과는 과기처 특정보고서(미분탄발전방법, 1993, 이홍균)과 농촌경제연구원(C제거비용 최소공학적 방법, 1995) 등을 적용하여 계산한 결과 5,087,970~1,304,608천원의

효과가 있는 것으로 나타났으며, 산소의 방출효과는 과기처의 산소제조원가(1993)를 적용하여 23,498,401천원으로 추산되어 제주도 초지의 대기정화 기능은 24,803~28,586백만원으로 평가하였다.

- 평가액 = CO₂ 흡수효과 + O₂ 방출효과
 =(5,087,970~1,304,608천원)+23,498,401천원
- CO₂ 흡수효과 = CO₂ 흡수량 × [C/CO₂] × C 제거비용 = 9.1(ton/ha/년)×18,426ha×0.273× [111,150~28,500원/ton]
- O₂ 방출효과 = O₂ 방출량 × 공업용산소제조원가 = 6.55(ton/ha/년)×18,426ha×194.7원/ton
- 평가액 : 24,803~28,586백만원

(4) 홍수방지기능 및 수자원함양기능

제주도의 연평균(1971~2000) 강수량은 1,850.7mm(서귀포)로 우리나라에서 제일 높으며(1,344.3mm, 서울) 지구온난화의 영향 등으로 인한 집중호우, 태풍 등 풍수재해가 증가하고 있는 추세이다. 제주도의 토양은 대부분 화산

Table 11. Air purification(Inhalation and discharge)(kg/ha/year)

Section	Rice field	Field crops	Grassland
CO ₂ absorption	-	-	9.1
O ₂ discharge	8.8	7.5	6.55
SO ₂ absorption	9.72	10.80	-
NO ₂ absorption	13.64	15.16	-

주) 축산기술연구소, 농업과학기술원 2001, 일본 농림수산성 농업총합연구소 1998 자료.

Table 12. Evaluation method for air purification

Method	Calculation
Estimates	CO ₂ absorption effect + O ₂ discharge effect
Method 1	CO ₂ absorption effect CO ₂ absorption × C/CO ₂] × C removal cost
	O ₂ discharge effect O ₂ absorption × manufacturing cost for Technical oxygen
Estimates	SO ₂ absorption effect + NO ₂ absorption effect
Method 2	SO ₂ absorption effect SO ₂ absorption × depreciation and maintenance expenses on stack gas desulfurization
	NO ₂ absorption effect NO ₂ absorption × depreciation and maintenance expenses on machinery

회 토양으로 비화산회 토양에 비해 가볍고 빗물의 토양침투가 일반 토양에 비해 용이하나 여름철 등의 집중 호우 시에는 초지 조성에 의해 토양 중에 공극이 발생, 유지되어 공극에 우수를 일시 저장하여 빗물의 급격한 유출을 방지함으로 홍수를 예방하는 기능이 있다. 본 연구에서는 초지의 홍수방지 및 수자원함양 기능을 댐의 홍수조절 기능을 기준으로 하여 경제적 가치를 측정하고자 하였다. 제주도에는 현재 다목적 댐이 설치되어 있지 않으며 댐 건설에 따른 보상비 등 추가적으로 발생할 수 있는 비용은 홍수조절 기능을 더욱 부각시키는 요인이 될 수 있으나 자료의 제한성 등으로 생략하여 계산하였다. 그리고 초지의 경우는 논농사와 같이 담수조건이 아니며 하천으로 환원되는 부분과 지하수로 심부에 침투하는 부분으로 나누어지므로 초지에서의 지하수 침투를 수자원의 함양공급기능으로 평가할 수 있다.

1) 전제조건

초지의 토양 공극에 일시적으로 저장된 수량

을 치수담으로 대체한 경우를 금액으로 환산하여 홍수방지기능으로 평가하며, 수자원함양기능 평가에서는 농업용지하수의 사용량은 내부경제로서 지하수 함양량에서 제외하고, 지하수로 저장 가능한 물량을 시장에서의 물값(지하수)으로 환산하여 평가할 수 있으나, 수자원함양기능은 자료의 제한성으로 인해 평가방법만 제시한다.

2) 평가 결과

수자원함양기능 평가에 있어서 밭이나 초지는 논과 달리 담수상태가 아니므로 초지의 토양 공극에 일시적으로 저류된 양을 평가해야 한다. 본고에서는 자료의 제한으로 분석은 생략하고 방법론 두 가지를 제시하였다 (Table 13). 홍수방지기능 평가는 제주도 초지의 홍수조절량을 우선 추정하여 우리나라 전국의 밭상태 경작지에 대한 홍수 조절능력(ha당 791ton)으로 환산하여 추산하였다. 제주도 초지의 면적 18,426ha에 대한 홍수조절량은 14,575천ton으로 추산된다. 초지의 홍수방지 평가는

Table 13. Flood prevention and water resource enhancement

Section	Calculation
Flood prevention	Estimates amount of flood controlled by grasslands × (depreciation expense per amount of water stored in dam for flood control + maintenance expense per amount of water stored in dam for flood control) × price index
	Flood control Rainfall added to flood – Discharge Discharge = $a \cdot (R \cdot K \cdot LS \cdot C)^b \cdot P_w \cdot r$ a, b = constant, R=rainfall factor, K=soil factor, LS=slope factor, C=crop factor, P_w =soil management factor, r=rate of discharge in flood w.r.t. yearly discharge
	Estimates (Method 1) maximum ground water recharge × price of ground water
water resource enhancement	Maximum ground water recharge water-saturated hydraulic conductivity × water-transmitting period × (1-rate of flow into river)
	Estimates (Method 2) use of exterior ground water × ground water recharge rate × ground water price
	Ground water recharge rate ground water recharge rate in grassland / total ground water recharge rate = (rainfall × ground water recharge rate × size of grassland)/(total ground water recharge rate)

댐건설비의 감가상각비, 유지관리비로 대체하여 계산하였다. 댐 건설비, 감가상각비, 유지관리비는 최근에 완공된 용담, 보령댐을 기준으로 하여 적용하였다(Table 14, Table 15).

초지가 제공하는 홍수조절 효과는 초지의 홍수 조절량에 댐이 확보하는 홍수조절 및 총저수의 감가상각비와 유지관리비를 곱하고 물가지수로 환산하여 계산하였다(Table 16). 기준년도는 댐이 완공된 2000년을 기준으로 물가지수를 고려하여(2005년, 111.8) 환산하여 계산한 결과 제주도의 홍수방지 기능의 평가액은 1,691~10,723백만원으로 추산되었다.

(5) 조사료생산(농업생산성)

초지에서는 ha 당 2~3두의 한우 사육이 가능하여 하루 1.5kg 정도의 고급 소고기를 생산할 수 있고, 초지만으로 연간 8,000kg 정도의 우유를 생산할 수 있어 양질의 단백질을 공급할 수 있다. 초지는 가축사육을 위하여 조사료 공급원으로 사육두수에 알맞은 초지면적이 확보되

어야 하며 초지를 이용한 사육방식이 가장 경제적이거나, 축산농가의 조사료생산 기피 등으로 수입조사료는 매년 수입량이 증가하고 있는 추세로 제주도에서는 2004년, 9,875에서 2006년 12,298톤으로 25% 증가하였다. 그러나 최근 초지를 이용한 청정축산, 친환경축산의 대두와 더불어 에탄올 에너지생산 붐에 따라 국제 옥수수가격의 폭등으로 지난 1년간 배 가까이 상승하여 수입 사료의 수급에 차질이 발생할 것으로 예상되고 있어 초지를 이용한 조사료의 생산의 중요성은 어느 때보다도 높아지고 있다. 이와 같이 축산업에 있어서 최종생산물을 생산하기 위한 조사료를 생산한다는 측면에서 자연경관과 환경보전과 더불어 국토의 효율적 이용측면에서 매우 유용하다.

1) 전제조건

제주도 초지의 주초종인 오차드그라스, 페레니얼라이그라스, 툴페스큐 등의 혼파초지의 총생산량을 추정하고, 이의 건물생산량을 제주도에서 유통되는 가격으로 환산하여 평가하였다

Table 14. Business details for dam

Section	Expenses (mill. won)	Project term	Total water storage (mill. m ³)	Flood control (mill. m ³)	Expenses per m ³ (won)	
					Flood control	Total water storage
Yongdam	1,510,823	'92~'05	815	137	1,853.8	11,027.9
Boryung	237,598	'90~'00	116.9	10	2,032.5	23,759.8
Total	1,748,421		931.9	147	1,876.2	11,894.0

Table 15. Depreciation and maintenance expenses for a dam(won/ton)

Section	Expenses per m ³	Depreciation expenses	Maintenance expenses	Total
Business expenses 1 (Flood control)	1,876	102.77	1.0	103.8
Business expenses 2 (Total water storage)	11,894	651.52	6.5	658.0

* Depreciation expenses(ton) = Expenses per ton×r×(1+r)ⁿ/ {(1+r)ⁿ-1}
 r=interest rate(5%), n=period of depreciation(50 years)
 yearly maintenance expenses = yearly depreciation expenses × 1%.

Table 16. Cost estimates for flood control

Section	Amount of flood controlled by grasslands(1,000 ton)	Depreciation and maintenance expenses per ton(won)	Price index	Estimates (mill. won)
Expenses 1 (Flood control)	14,575	102.77	111.8	1,691
Expenses 2 (Total water storage)	14,575	651.52	111.8	10,723

2) 평가 결과

제주지역 초지에서 많이 재배되고 있는 오차드그라스, 페러니얼라이그라스, 톨페스큐의 혼파초지에서 화학비료, 퇴비 시용 실험결과 건물생산량은 연간 ha 당 11,486~10,627kg을 생산하는 것으로 조사되었다(Table 17). 이를 제주도에서 유통되고 있는 가격으로 계산하면 ha 당 조수입은 4,135~3,826천원으로 이들 건초의 제주도에서의 유통가격은 Table 18과 같다. 건

물생산량을 유통가격으로 계산한 결과 제주도 초지에서 생산하는 초지 목초의 평가액은 70,492~76,191백만원으로 추산되었다(Table 19).

○ 산정방법

- 평가액 = 건물생산수량 × 조수입 × 면적
- 건물생산수량은 혼파초지의 시비조건별 건물생산량
- 건물생산에 따른 조수입은 제주지역 건초 유통가격 적용

Table 17. Dry matter production and gross income from mixed grassland

Section	Chemical fertilizer 100%	Chemical fertilizer 50% + organic fertilizer 50%	Chemical fertilizer 25% + organic fertilizer 75%	Organic fertilizer 100%
Dry matter production (kg/ha)	11,486	10,631	10,833	10,627
Gross income (000 won/ha)	4,135	3,827	3,900	3,826

* The price of dry matters in Jeju island is used as their market price.

The dry matters production is measured in dry meter.

Table 18. A market price for hay in a Jeju region

	Orchardgrass	Perennial ryegrass	Tall fescue
Market price (won/kg)	420	320	340

Table 19. Cost estimates for feed production

	Dry matter production (kg/ha)	Gross income (000 won/ha)	Size (ha)	Total expenses (000 won)
Chemical fertilizer 100%	11,486	4,135	18,426	76,190,773
Chemical fertilizer 50% organic fertilizer 50%	10,631	3,827	18,426	70,519,250
Chemical fertilizer 25% organic fertilizer 75%	10,833	3,900	18,426	71,859,189
Organic fertilizer 100%	10,627	3,826	18,426	70,492,717

Table 20. Estimation result for payoff function

Variable	Coefficient	t-value
Constant	5.27	4.11
Offer price	-0.69	-10.18
Income	0.02	0.16
Sex	0.25	1.32
Age	0.28	4.04

2. 제주 초지의 사회문화적 기능의 경제 가치 평가

앞에서 서술한 내용과 같이 존재 및 상속 가치가 높은 제주 초지를 유지보전하자는 의견이 높는데 초지가 일반국민에게 제공하는 공익기능을 경제가치로 평가한다면 얼마인가. 이러한 농촌어메니티 자원인 초지의 경제적 가치를 평

가하는 중요한 이유는 다름 아닌 초지의 유지보전에 대한 타당성 근거가 되기 때문이다.

본 연구에서는 저항회답(protest no)를 회피하기 위하여 460세대에게 기부금에 대한 지불의사를 먼저 질문하였으며, 이 가운데 지불의사가 있는 198세대를 대상으로 지불함수를 추정한 결과이다(Table 20).

설명변수로는 제시액과 응답자의 속성변수인 소득 및 성별, 연령변수를 도입하였다. 함수형태는 대수선형함수를 가정하였다. 계측된 WTP에 대한 각 변수의 영향에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

제시액의 부호가 음(-)의 값을 갖는다는 것은 제시액이 높을수록 지불의사가 낮아진다는 것을 의미하는 것이다. 소득 계수는 양(+)으로 계측되어 소득이 높을수록 기금 조성에 적극 찬성하고 있는 것으로 나타나 소득이 높아질수

Table 21. Economic value of socio-culturally public function of grassland in Jeju island

Monthly willingness to pay per household (won)	Average	13,911
	Median	8,970
Average willingness to pay per household (won)	95% confidence interval	6,925 ~ 11,617
Economic value of grassland	2006 : 2,724 hundred mill. won → 2011 : 3,220 hundred mill. won	

Table 22. Estimates for value of Multi-functionality of grassland in Jeju island

(unit: mill. won/year)

Function	Estimates		Summary	
	Min.	Max.		
Flood control and water resource enhancement	1,691	10,723	pore in soil preventing sudden outflow of rain by storing it temporarily	
Environmental function	Protection for soil erosion	19,425	20,038	Soil erosion resulting from abandoning farming for developing grassland
	Treatment for animal wastes	8,262	11,016	Treatment costs of pig and cattle manure, Use of chemical fertilizer
	Air purification	24,803	28,586	Generation of air pollutants, Discharging oxygen
Socio-cultural function	emotional development such as landscape, sanitation, recreation, etc.	272,441	272,441	CVM estimation, willingness to pay per household 13,911won/month
Feed value	Forage production	70,493	76,191	converted in a feed value
Total		397,115	418,995	value of Multi-functionality of grassland (18,425ha) in Jeju island

록 전통고유자원에 대한 보전의지가 높아지는 일반적인 경제현상을 반영한 것으로 판단된다.

이러한 지불함수의 계측 결과를 이용하여 가구당 지불 의사액을 계측하였다. 지불함수의 계측결과를 이용한 제주 초지의 공익적 경제가치는 2006년도 2,724억원, 2011년에는 3,220억원으로 증가할 것으로 계측되었다(Table 21).

이상과 같이 제주도의 조치의 기능을 환경적기능, 사료생산기능, 사회문화적 기능으로 나누어 이들 각 기능에 대한 경제적 가치를 대체법과 가상가치법에 의해 계산한 결과는 각각 48,483백만원, 76,191백만원, 272,441백만원으로 합계가 적게는 397,115백만원, 많게는 418,995백만원으로 나타났다(Table 22).

IV. 요약

본 연구는 제주 초지의 경제적 가치를 평가하여 보전의 타당성 및 정책지원 방안을 제시하기 위해 수행하였다. 경제적 가치를 추정함에 있어 환경적 가치, 사회문화적 가치로 나누어 평가하였으며 환경적 가치는 대체법을 이용하였고 사회문화적 가치평가는 일반적으로 많이 이용되고 있는 CVM 평가법을 적용하였으며 각종 Bias(편의)를 해결하기 위해 가상 상황을 설정하여 질문하는 이단계 이선선택법을 적용하였다. 제주초지의 다원적 기능은 토양침식방지, 홍수방지, 축산분뇨처리, 대기정화 등과 같은 환경적 기능과 사료생산기능 그리고 보건, 휴양, 정서함양 등과 같은 사회문화적 기능이 있다. 이의 경제성을 분석한 결과 제주초지의 연간 다원적 기능가치는 총 397,115~418,995백만원으로 평가되었다. 첫째, 초지의 토양침식방지 효과의 가치평가는 초지의 질소 고정금액과 객토 유실비를 환산하여 평가하였으며 나지 대비 평가액은 19,425~20,038백만원이었다. 둘째, 제주도내에서 발생한 축산분뇨 155만4,000톤(2005년) 중 초지에서 처리할 수 있는 총살포 가능량을 해양투기 등의 위탁처리

비에 의해 추산하여 계산한 결과 8,262~11,016백만원으로 평가할 수 있다. 셋째, 초지의 대기정화 능력을 평가한 것으로 대기오염의 대표적 물질인 이산화탄소를 흡수하는 량과 산소를 방출하는 량을 산출하여 평가하였다. 대기정화기능 평가액은 24,803~28,586백만원으로 추산되었다. 넷째, 제주도 초지의 강수량은 우리나라에서 제일 높으며 지구온난화의 영향 등으로 인한 집중호우, 태풍 등 풍수재해가 증가하고 있는 추세이다. 본 연구에서는 초지의 홍수방지 댐의 홍수조절 기능을 기준으로 하여 경제적 가치를 측정하였다. 홍수 조절능력은 ha당 791ton으로 환산하여 추산하였다. 홍수방지 기능의 평가액은 1,691~10,723백만원으로 추산되었다. 다섯째, 초지의 생산성 평가는 제주도 초지의 주초종인 오차드그라스, 페페니얼라이그라스, 톨페스큐 등의 혼파초지의 총생산량을 추정하고, 이의 건물생산량을 제주도에서 유통되는 가격으로 환산하여 평가하였다. 평가액은 70,493~76,190백만원으로 추산되었다. 마지막으로 제주도 초지가 지닌 사회문화적 공익기능, 즉 농촌경관제공기능, 교육·휴양처제공기능, 전서함양기능에 대한 제주 방문객들의 평가는 매우 높았으며 특히 존재가치 및 상속가치가 높아 지속적으로 보전해야만 한다는 의견이 지배적인 것으로 나타났다. 기부금 조성에 찬성하는 사람들에 대해 조사한 결과를 이용하여 제주 초지의 공익적 경제 가치를 계산한 결과에 의하면 '06년 2,724억원으로 '11년에는 3,220억원이 되어 제주 초지의 환경보전 및 사회문화적 공익적 경제 가치는 매년 증가할 것으로 전망되었다. 이와 같이 제주도에서 초지가 존재하므로써 갖는 여러 가지 다원적 기능의 가치는 우리가 평소에 쉽게 평가절하하고 간과하기 쉬운 환경적 요소를 다방면에서 검토하고 조사·분석한 결과로 초지의 중요성을 구체적으로 구명하였다. 정부는 초지의 규제완화를 추진하고 있다. 그러나 초지에 대한 무분별한 개발은 오히려 제주의 환경파괴, 소중한 관

광자원의 소실, 수백 년간 가축방목지로 활용되어온 축산기반의 붕괴, 유기축산 실현과 청정 환경을 유지하는 생태자원보고 천혜의 조건을 파괴하는 것으로 초지의 전용은 미래 세대를 위한 존재가치, 환경보존 및 축산업 유지 등 여러 관점에서 보면 초지를 유지 보전하는 것이 제주도의 관광 상품성을 제고할 수 있어 더 많은 부가가치를 창출할 수 있을 것으로 사료된다.

V. 인 용 문 헌

1. 고광민. 2004. 제주도의 생산기술과 민속. 대원사.
2. 권오상, 이태호. 2001. 농업의 다원적 기능관련 실증분석 방향제시 및 정책제안, 농촌진흥청 연구동향분석보고서.
3. 김태균. 1998. 이선선택형 가상가치평가에서의 가설적가치와 실재가치, 경제학연구. 46(4):309-322.
4. 서동균. 2001. 농업의 다원적 기능 연구와 평가 사례, 농업의 다원적 기능 평가방법, 농촌진흥청 농업경영자료 제63호.
5. 오세익, 김수석, 강창용. 2001. 농업의 다원적 기능의 가치평가 연구, 농림기술개발사업 연구보고서, 농촌경제연구원, 농림부.
6. 오세익, 김은순, 박현태. 1995. 쌀 농업의 환경보존 효과에 관한 연구, 한국농촌경제연구원 연구보고.
7. 유진채, 공기서. 2001. CVM에 의한 친환경농업의 비시장적 가치평가, 농업경영·정책연구 28 (2):238-254.
8. 윤봉택. 1997. 제주돌이 깨어지는 소리. 서귀포 문화. 서귀포문화원.
9. 이광석. 1996. 농촌방문의 경제적 편익. 농업경제 연구 37:147-159
10. 이광석. 1997. 도시인의 휴가지 및 주거지로서의 농촌선택 성향분석, 농업경제연구 38(1):35-46.
11. 이상영, 長谷部正, 野村希晶, 木谷忍. 2002. 멀티 미디어를 이용한 농촌경관평가의 한·일 비교. 농업경영·정책연구. 29(4):639-658.
12. 이상영, 신용광, 김영. 2003. 농촌 공익기능의 보전기금에 대한 지불의사분석. 농업경영·정책연구 30(3):524-535.
13. 이상영, 신용광. 2003. 주민참가에 의한 계단식 논외 다원적 기능개발, 농업경영·정책연구 30 (4):688-700.
14. 이상영, 신용광, 김영. 2004. 환경자원의 가치평가, 농촌자원개발연구소.
15. 이상영, 신용광, 김영, 김은자. 2004. 관광농원의 보전휴양기능 가치평가, 농업경영·정책연구 31 (2):329-345.
16. 최태길, 조재환, 김태균. 2000. 더블허들모형에 의한 품질인증 상추 수요분석, 농업경제연구 41(1):81-93.
17. Bishop, R.C. and T.A. Heberlein. 1979. Measuring Values of Extra Market Goods: Are Indirect Measures Biased American Journal of Agricultural Economics. 61:926-930.
18. Cameron, T.A. 1988. A New Paradigm for Valuing Non-Market Goods Using Referendum Data: Maximum Likelihood Estimation by Censored Logistic Regression, Journal of Environmental Economics and Management. 15:355-379.
19. Carson, R.T. 1985. Three Essays on Contingent Valuation, Ph. D. thesis, University of California, Berkeley.
20. Cragg, J. 1971. Some Statistical Models for Limited Dependent Variables with Application to the Demand for Durable Goods, Econometrica, 39: 829-844.
21. Green, W.H., LIMDEP version 8.0 User's Manual, Econometric Software, INC.
22. Hanemann, W.M. 1984. Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses, American Journal of Agricultural Economics. 66: 322-341.
23. Heckman, J.J. 1979. Sample selection bias as a specification error, Econometrica. 47:153-161.
24. Caddle, J., D. Redfearn, H. Zhang, J. Edwards, and S. Deng. 2006. Forage Legumes and Nitrogen Production. Oklahoma Cooperative Extension Fact Sheets. PSS-2590. Oklahoma State University.
25. Krinsky. I. and A.L. Robb. 1989. On Approximating the Statistical Properties of Elasticities, Review of Economics and Statistics, 68:715-719.
26. Nawata, K. 1992. ト-ビット・モデルによる金融資産分析への應用について, フィナンシャル・レビュー, pp. 29-47.
27. Tobin, James. 1958. Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables with Application to the Demand for Durable Goods, Econometrica, 26:24-36.