

천변저류지 조성에 따른 효과분석 : (2) 경제적 가치 평가

Effectiveness Analysis of Constructed Washland : (2) Economic Valuation

유병국* · 곽재원** · 김형수*** · 김재근****
Yoo, Byung Kook · Kwak, Jae Won · Kim, Hung Soo · Kim, Jae Guen

Abstract

The previous researches on washland construction have focused on the flood control effect or flow discharge change. In spite of the previous studies, the washland construction has lacks of representing its reasonable value and effects. Therefore, this study tried to perform the economic value analysis based on flood damage reduction, water quality improvement, ecological effectiveness, and socio-cultural effect for the washland construction plan in Topyeong-cheon basin in Changyeong-gun, Gyeongnam. The results of value analysis showed the economic value of about 87.6 billion won was estimated and this could contribute to the realization of the effect and importance of washland construction.

Keywords : Flood damage analysis, MD-FDA, non-use value, choice experiment.

요 지

천변저류지의 조성에 관한 기존의 연구는 천변저류지의 홍수조절 효과분석이나 유량변화 등을 이용하여 그 효과를 판단하고 적용하여 왔다. 그러나, 이와 같은 분석방법은 천변저류지의 조성에 의한 경제적인 효과를 명확하게 제시할 수 없으므로 천변저류지의 타당성과 역할을 정확하게 평가하고 알리기에는 한계가 있다. 본 연구에서는 천변저류지 조성에 따른 홍수 조절 효과와 수질개선효과 및 생태적인 효과를 경제적인 가치로 산정하고 이를 정량화하였다. 이를 위하여 경상남도 창녕군에 위치한 우포늪 지역을 대상으로 분석을 수행하였으며, 우포늪의 천변저류지 조성에 따른 경제적인 가치는 평균 819억원으로 산정되었다. 본 연구에서 제시한 경제적 가치 평가는 천변저류지의 효과 및 중요성을 판단하는데 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

핵심용어 : 홍수피해분석, 다차원법, 비사용가치, 선택실험법

1. 서 론

근래에 들어서 천변저류지가 홍수 조절 효과와 더불어서 생태적 문제를 동시에 고려할 수 있는 대안으로 주목받고 있다. 그러나, 국내의 천변저류지에 대한 연구는 대부분 홍수조절효과 및 이와 연관된 효과를 다루고 있으며, 천변저류지 설치에 따른 경제적 효과를 다루는 연구도 홍수조절 효과를 위주로 평가하고 있다. 천변저류지를 비홍수기때 습지로 이용함으로써 생태계의 다양성을 증진할 수 있다는 내용들은 제시된 바가 있으나(건설교통부, 2007) 실제 그 효과가 어느 정도인지에 대한 정량적인 가치 평가는 국내에서는 아직 연구된 바가 없다. 다만 습지에 대한 가치평가를 김형수 등(2002)과 이상식 등(2002)에 의해 수행된 바 있으며 홍수 조절 효과에 대한 경제성 분석을 수행하기 위하여 홍수피해액을 산정하는 연구를 김형수 등(2003)과 최승안 등(2006a,

2006b)이 수행하였다.

국외의 천변저류지 연구를 살펴보면, 다양한 습지 및 천변저류지로 인하여 얻어지는 경제적인 가치를 고찰하기 위하여, Costanza 등(1997)이 다양한 사례분석으로 통해서 16개의 생태계 유형에 따른 17개의 생태기능 가치를 분석한 바 있으며, 이를 이용하여 스코틀랜드의 습지에 적용, 연간 제공하는 생태적 기능에 대한 경제적 가치를 산정한 바 있다(Evan 등, 2003). Brett 등(2008)은 습지 혹은 습지와 인접한 지역의 경작지 소유주를 대상으로 설문조사를 수행하고 이를 분석하여 습지의 크기와 확산에 따라 경작지 소유주들이 느끼는 가치를 분석하였으며, Stephen(1996)은 루이지애나주의 해안습지가 파괴됨에 따라서 지역사회가 입는 사회적인 피해를 산정하였다. 또한, 천변저류지의 복원에 대한 가치 평가를 위하여 Lupi 등(2002)은 미시건 주를 대상으로 습지의 복원으로 얻어지는 경제적인 가치를 분석했으며,

*시립인천전문대학 e-비즈니스교수 (E-mail : bkyoo@cc.ac.kr)

**정회원 · 교신저자 · 인하대학교 사회기반시스템공학부 토목공학과 박사과정 (E-mail : firstsword@naver.com)

***정회원 · 인하대학교 사회기반시스템공학부 토목공학과 부교수 (E-mail : sookim@inha.ac.kr)

****서울대학교 사범대학 생물교육과 부교수 (E-mail : jaegkim@snu.ac.kr)

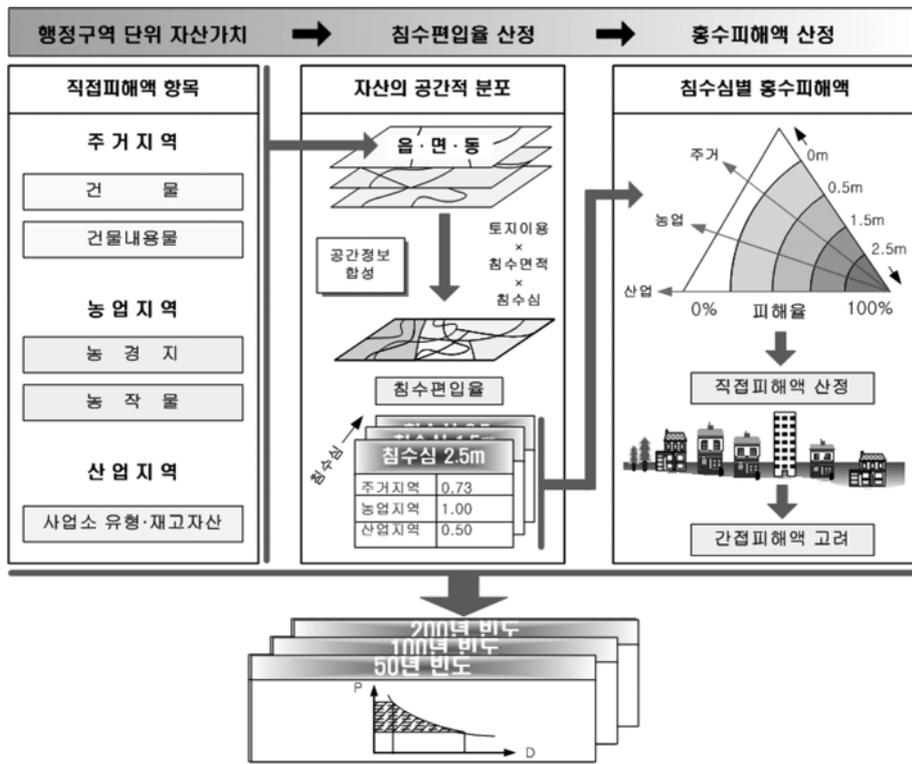


Fig. 1 Concept map of MD-FDA

Prato 등(2006)은 일리노이 강을 대상으로 천변저류지의 복원 사업을 가정하여 이로 인한 경제성을 분석하였다.

천변저류지와 같은 습지생태계는 홍수조절 이외에도 생물서식지와 같은 생태적기능, 수질정화기능 등 매우 다양한 기능을 가지고 있으며, 이에 Barbier 등(1997)은 습지의 다양한 기능별 가치들을 크게 사용가치(use value)와 비사용가치(nonuse value)로 나누어 분류한 바 있다. 본 연구에서는 우포늪에 조성될 천변저류지를 대상으로 하여 홍수조절 기능 이외에도 생태적 기능, 수질개선기능 등의 요소들에 대한 경제적 가치를 정량적으로 제시하고자 하였다. 천변저류지가 가지는 홍수조절기능의 경제적 가치를 산정하기 위해서 GIS 기법과 HEC-RAS 모형을 이용하여 침수구역을 산정하였으며 다차원 홍수피해 산정법을 이용하여 홍수조절에 따른 경제적 가치를 산정하였다. 또한 수질개선기능을 위해서는 대체비용법을, 생태적 기능의 경제적 가치를 산정하기 위해서는 선택실험법(Choice Experiment; CE)을 이용하여 경제적 가치를 도출하였다.

이러한 천변저류지 조성을 위한 대상지역은 본 연구인 “천변저류지 조성에 따른 효과분석: (1) 홍수조절 및 생태적인 효과”(2009)에서 설명하고 있으며, 조성 시나리오는 Table 1에 나타나 있다. 또한 홍수조절 효과 분석에 대한 내용은 Table 3부터 Table 7까지를 참조할 수 있고 생태적인 효과에 대해서는 Table 9에서 찾아 볼 수 있다. 이하의 절에서는 각각의 기능별 가치를 산정하고 이를 종합하여 분석하고자 한다.

2. 천변저류지의 홍수저감가치

2.1 다차원법

홍수 피해의 분석은 천변저류지의 효과를 검토하기 위하여

반드시 필요한 부분이나, 홍수 피해의 특성상 넓은 범위의 사회·경제적인 요소 및 간접 편익 등의 정량화하기 힘든 내용을 포함하기 때문에 정확한 산정이 난해한 실정이다. 현재 국내의 홍수 피해의 산정은 2004년 건설교통부가 수행한 ‘치수사업 경제성분석 방법 연구’를 통하여 새로이 도입된 다차원 홍수피해 산정방법(이하 ‘다차원법’ 또는 MD-FDA)을 하천설계기준(건설교통부, 2005c)에서 채택하여 사용하고 있다. 다차원법은 기존의 간편법과 개선법에서 제시된 미비점을 보완한 것으로써, GIS 소프트웨어 및 분석 기법을 이용하여 기존의 개선법이 산정하지 못하는 침수피해의 공간적인 분포를 고려하는 방안이다(최승안 등, 2006a, 2006b).

홍수 피해액은 Fig. 1에 나타난 것과 같이 대상지역의 자산을 주거지역, 농업지역, 산업지역으로 분류하고 있다. 이들 지역의 자산에 침수편입율과 침수심별 피해율을 이용하여 홍수피해액을 산정한다. 침수편입율과 침수심별 피해율은 행정구역 내에서 주거, 농업, 산업의 지역특성요소의 총자산가치를 실제 침수된 부분에 대한 자산가치로 환산한 요소로서 대상 지역의 공간정보를 중첩하여 나타낸다. 산정된 피해액에 공공시설물 피해액과 인명피해액을 고려하여 최종적인 직접피해액을 산정하게 된다.

2.2 천변저류지 대안별 홍수피해액 및 편익 산정

천변저류지의 설치에 의하여 발생하는 홍수조절 효과를 정량적으로 판단하기 위하여 설정한 천변저류지 설치안에 대하여 홍수조절가치를 산정하였다. 그러나, 천변저류지를 비롯한 각종 홍수 방어 대안을 통하여 발생하지 않은 홍수조절 효과를 산정하는 것은 매우 난해하기 때문에, 그에 대한 대안으로서 홍수 대책 시행 전·후의 홍수피해 감소효과를 홍수 조절 효과로서 간주하여 분석하는 것이 일반적이다. 이러한 치수사업의 경제성 분석을 위한 국내 기



Fig. 2 Flooded area (80-year frequency flood)

Table 1. Flooded damage (80-year frequency flood; unit: million won)

Damaged item		# of Case					
		None	1	2	3	4	5
Industry	Tangible assets	41,152	32,041	32,041	32,041	30,432	32,041
	Inventories	4,463	3,560	3,560	3,560	3,318	3,560
Agri-culture	Rice field	7,837	7,634	7,634	7,631	7,595	7,688
	Farm	2,737	3,215	3,215	2,651	2,644	2,690
Resi-dence	Building	13,306	10,633	10,633	10,475	10,347	11,211
	Contents	37	29	29	29	29	32
Flooded damage		69,533	57,112	57,112	56,387	54,366	57,222
Public facilities damage		117,788	96,748	96,748	95,519	92,096	96,934
Casualties		593	568	568	566	561	572
Total direct damage		187,914	154,428	154,428	152,472	147,024	154,728

준으로는 ‘천변저류지 기본계획수립에 관한 연구(전교부, 2004)’에서 제시한 방법을 사용하고 있다. 따라서, 토평천다 유역의 홍수 조절 효과의 분석에는 해당 방법을 적용하여 산정하였다.

적용결과, 우포늪의 기준 홍수방어 빈도인 80년 빈도 호우에 대해서 약 1140 ha의 침수가 발생한 것으로 나타났으며, 침수구역은 농업지역이 많으며, 주거지역과 산업지역도 침수가 발생한 것으로 나타났다. 분석결과에 따른 침수구역도는 Fig. 2와 같으며 그로 인하여 발생한 기준 홍수방어 빈도 80년에 대한 침수 피해 발생량은 Table 1과 같다. 침수 피해량은 본 연구인 “천변저류지 조성에 따른 효과분석: (1) 홍수조절 및 생태적인 효과”(2009)에서 제시한 천변저류지 조성면적과 상이한 경향성을 보여주는데, 이는 토지이용과 자산의 분포경향이 지역적으로 틀리기 때문에 상대적으로 높은 자산을 가진 지역의 침수 시에 더 높은 피해액이 발생하는 것이 원인으로 보인다.

산정한 피해액을 이용하여 홍수의 빈도별 구간 피해액에 곱하여 연평균피해액을 산정한 후 한 해에 발생 가능한 홍수에 대한 기대 피해액을 산정하였다. 이를 각 빈도별 홍수 및 할인율을 적용하여 침수 저감 피해액을 산정하였으며, 최종적으로 이러한 단계를 거쳐 산정한 각 천변저류지 조성대안별 침수 피해 저감 가치는 Table 2와 같다.

Table 2. Flood mitigation value of washland construction (unit: million won, duration: 50 years)

Item	# of Case				
	case 1	case 2	case 3	case 4	case 5
Mitigation value	8,734	12,074	13,471	13,605	10,807

3. 천변저류지의 수질정화가치

습지는 영양분(N, P)을 흡수하고, 토양 유기물내 영양분(N, P)을 저장하며, 토양내 인을 흡수함과 동시에 침전시키고, 입자형 영양물질을 보유하고 방출하는 생화학적 기능으로서의 수질기능(Water quality function)을 지닌다. 이를 천변저류지의 수질정화기능으로 보아 그에 따른 경제적 가치를 도출할 수 있다. 이와 같은 우포늪 천변저류지의 수질정화능력을 평가하기 위해서는 습지가 지닌 수질정화기능에 대한 객관적 근거를 확인해야 하므로 천변저류지 면적당 유기물 제거능력을 살펴보는 것이 필요하다. 아래 Table 3의 조사결과에 따라 우포늪 천변저류지의 BOD처리량은 연평균 2.12 kg/ha/day으로 나타났으며 우기 시에는 5.44 kg/ha/day에 이르는 것으로 나타났다.

습지의 유기물정화능력을 습지의 수질정화능력으로 보아

Table 3. BOD throughput of washland

Inflow BOD (A)	Inflow discharge* (B)	Area (C)	Processing efficiency (D)	BOD throughput (A×B×D/C)
5 mg/L**	-yr avg.: 198,022 T/day -rainy avg.:508,147 T/day***	280 ha****	13.5%*****	-yr avg.:4.77 kg/ha/day -rainy avg.:1.22 kg/ha/day

* 물유입량은 “토평천 하천정비 기본계획(건설교통부, 2004b)”에서 가장 타당한 방법이라고 제시한 ‘DAWAST 지역화 모형’을 이용하여 산정하였다.

** 우포늪 유입수의 연평균 BOD수치를 말한다(환경부, 한국환경기술진흥원. 2005, 2006).

*** 우기는 7월, 8월, 9월을 말한다.

**** 여기서는 5개 case별 천변저류지 면적의 평균치를 말한다.

***** 이러한 수치는 유입수의 BOD가 유사한 주암호 인공습지의 처리효율을 참고하여 산정하였다. 정용준(2006)에 따르면 주암호 인공습지의 경우 유입수 BOD가 4.3 mg/L인 경우 처리효율은 11.6%로 조사되었다.

경제적 가치로 정량화 할 수 있다. 그러나 현실적으로 우리나라에서 인공습지 조성사업이 시작된 지 몇 년에 불과하고 기존에 조성되고 있는 습지가 얼마나 처리능력을 가질 지에 대한 예측이 어렵다. 오폐수의 유출규제에 따라 발생하는 손해를 기초로 하기에는 비점오염원의 유출경로에 대한 데이터가 부족한 관계로 본 연구에서는 하수종말처리장의 오폐수처리비용을 이용하였다. 하수 톤당 하수종말처리시설의 BOD 처리량 및 하수톤당 하수종말처리시설의 하수처리비는 각각 0.08 kg/ton 및 185.57원으로 추정할 수 있다(표희동, 2000). 우포늪 천변저류지의 연간 수질정화가치는 대체비용법(replacement cost method)에 의해 다음과 같이 산출할 수 있다.

$$\text{천변저류지 수질정화가치} = \frac{\text{하수종말처리시설의 톤당하수처리비}}{\text{천변저류지의 연간BOD처리량}} \times \text{하수종말처리시설의 톤당BOD처리량}$$

이렇게 구한 수질정화가치는 연간 수질정화가치로 천변저류지의 기능이 다하는 한 매년 계속 발생된다고 생각할 수 있다. 따라서 천변저류지의 수질정화가치는 매년 발생하는 가치들에 대한 현재 가치의 합이라고 할 수 있다. 천변저류지를 조성하는데 5년이 경과되며 조성된 후 수질정화 기능이 향후 50년간 지속된다고 가정했을 때 현재가치 합은 Table 4와 같다.

Table 4. Water quality value of washland construction

(unit: million won, discount rate 5%, duration: 50 years)

# of Case	Water purification value (year avg.)	Water purification value (rainy season avg.)
case 1	1,820	4,669
case 2	2,184	5,603
case 3	1,669	4,284
case 4	1,462	3,750
case 5	1,080	2,772

4. 천변저류지의 비사용가치

홍수저감가치 및 수질개선가치를 천변저류지의 직접적인 사용으로부터 오는 사용가치라고 한다면 생물서식처 제공 등의 생태적 가치는 비사용가치라고 할 수 있다. 대부분의 사용가치와 마찬가지로 비사용가치 또한 시장에서 거래되지 않기 때문에 그 가치를 계량화하기 위해서는 직접 설문조사에 바탕을 둔 비시장가치추정법(non-market valuation techniques)이 사용된다. 여러가지 비시장가치추정법중에서 선택실험법(Choice Experiment, CE)은 천변저류지와 같은 습지가 제공하는 다양한 기능과 서비스에 대한 가치를 추정하는데 가장

Table 5. Attribute level of CE model

Attribute	Definition	Attribute level
Area of wetland (10,000 pyeong)	Increased wetland area of washland construction	0 level(current) : 64 1 level : 73 2 level : 76 3 level : 131
Passage bird (spices)	Increased bird spices of washland construction	0 Level(current) : 94 1 Level : 143 2 Level : 150 3 Level : 186
ReSidents support program (per program)	# of support program of washland construction	0 Level(current) : 0 1 Level : 3 2 Level : 7 3 Level : 13
Fund payments (won)	One-time fund payments for washland construction	0 Level(current) : 0 1 Level : 3,000 2 Level : 5,000 3 Level : 10,000

적절하다고 평가받고 있으며, 본 연구에서도 선택실험법을 이용하여 습지의 비사용가치를 추정하였다.

4.1 CE 모형 구축을 위한 설문조사

4.1.1 속성 및 속성수준의 정의

선택실험법의 구축을 위해서는 우선 가치화되는 재화의 속성과 속성수준을 정의하여야 한다. 본 연구에 있어서 가치화되는 재화는 우포늪의 천변저류지 조성 사업으로 생태학자, 수문학자, 경상남도 및 창원군 관계자 등의 지문 및 관련 문헌연구를 통하여 천변저류지 조성시나리오를 위한 4가지 속성 및 각각의 속성수준을 정하였다. 마지막으로 포커스그룹을 통하여 선택실험에 사용되는 어휘나 문구수정 뿐만 아니라 일반인에게 중요한 속성 및 그 수준을 정하였다. 선택된 속성 및 그 수준은 Table 5에 나타내었다.

우포늪 천변저류지 조성에 따른 비사용가치는 크게 생태적 가치와 사회적 가치로 대별된다. 생태적 가치의 경우 천변저류지조성으로 인한 습지면적의 증가와 여기에 서식하는 생물종의 증가에 따른 가치로 나뉜다. 천변저류지 조성은 조성시나리오에 따라 그동안 소실되어 왔던 우포늪의 절대 면적을 증가시키는 역할을 하게 되므로 습지면적이 중요한 속성 중 하나가 된다. 생물종의 경우 식물종, 조류종, 식물플랑크톤종으로 세분할 수 있는데 여기서는 분석의 편의를 위해 생태계의 가장 상위층에 위치하는 조류종(철새종)의 가치를 중요 속성으로 결정 하였다. 천변저류지가 조성될 경우 창원군 해당 지역 및 인근지역 주민들은 농작물재배의 중단, 사유재산권의 제약 등 피해를 입게 되므로 천변저류지 조성사업의 성공적 추진을 위해서 지역주민들의 자발적 참여를 유도하는 주민지원프로그램의 제공도 중요한 사회적 속성으로 고려한다.¹⁾ 따라서 두개의 생태적 속성(습지면적, 철새보호)와 1개의 사회적 속성(주민지원프로그램)을 습지의 비사용가치를 평가하기 위한 속성으로 결정하였으며, 후생변화를 측정하는데 필요한 화폐적 속성(기금지불액)을 선택실험법의 마지막 속성으로 선택 하였다.

속성 수준은 양적 혹은 질적으로 정의될 수 있다. 본 연구에 있어 4가지 속성의 수준은 모두 양적으로 정의되었다. 양적인 정의는 질적인 정의에 비해 모델링과 가치화에 있어 잠재적인 이점을 가지고 있다. 본 연구에 있어서 속성수준은 다음과 같이 정해졌다. 습지면적의 경우 천변저류지의 후보지로 거론되고 있는 대대지구, 모곡지구, 세진지구의 면적으로 분류하였으며 철새종의 경우 각각의 후보지가 천변저류지로 조성될 경우 서식하게 될 철새의 종수로 분류하였다. 주민지원프로그램의 경우 경상남도에서 실제로 시행예정인 13개 프로그램을 참고하여 0개에서 13개사이의 범위를 가지고 속성수준을 분류하였다. 마지막으로 지불기금액의 수준은 사전적인 개방형 CVM 질문형태의 “OOO씨께서는 우포늪주변에 여러 가지 다양한 기능을 가지는 천변저류지를 조성하는데 한 번에 얼마를 기금으로 지불할 의사가 있으십니까?” 라는 예비적인 설문조사 결과 최고 10,000에서 최저 3,000원까지 3개의 가격 속성값을 도출 하였다.

4.1.2 실험계획에 의한 선택대안의 도출

본 연구에서 대안은 각각의 4개의 수준을 가지는 4개의 속성으로부터 도출되었다. 본 연구에서 응답자들은 현재상태를 나타내는 경우의 대안(대안1)과 천변저류지의 조성시나리오를 나타내는 대안들(대안2, 대안3)이 존재한다. 이 경우 현재상태를 제외한 가상의 2개 대안에 대하여 총 4⁴개의 사용가능한 대안들이 존재하게 된다. 그러나 응답자들에게 많은 선택대안을 질문하는 것은 비현실적이기 때문에 본 연구에서는 SAS 8.1프로그램을 사용하여 주효과(main effect)를 고려한 직교화과정(orthogonalization procedure)으로 36개의 습지복원 대안집합을 도출하고 제시 하였다(Kuhfeld, 2005). 이러한 대안들은 임의로 6개씩 블록화되어 6개의 다른 버전으로 작성되었으며 응답자에게 임의의 1개의 버전이 제시되었다. Fig. 3은 실제 설문에서 설문자에게 제시된 설문내용을 보여주고 있다.²⁾ 설문 조사시에 2개의 선택대안과 현재상태의 속성수준으로 정의된 대안 등 총 3개의 대안 중

주어진 세 가지 대안을 4가지 항목에 따라 서로 비교하신 후 귀하가 가장 선호하는 대안을 하나만 골라 주십시오.				
대안묶음05 1-5	지불액(원) 	습지면적(평) 	철새보호(종) 	주민지원 프로그램(수) 
대안1 (현재 상태)	0	64만평	94종	0
대안 2	10,000	73만평	186종	7개
대안 3	5,000	73만평	150종	3개

Fig. 3 Set of alternatives for questionnaire survey

¹⁾ 여기에는 전통축제를 이용한 관광자원화, 희귀습지생물을 위한 마을축제 등 13개 프로그램이 있다(경상남도, 2007).

²⁾ 이러한 항의성응답의 이유로는 ‘습지복원에는 찬성하지만 기금정수에는 반대한다’가 55.3%로 가장 높았으며 ‘징수된 기금이 제대로 사용되지 신뢰할 수가 없다’가 31.1%, ‘어떤 대안이 최선인지 불분명해서 현재 상태를 고수하고자 한다’의 이유가 13.6%를 차지하였다.

Table 6. Estimation results (Model 2)

Variable item	Coefficient of estimation (t-statistic)	
	Conditional logit model (model 1)	Cross-term conditional logit model (Model 2)
Area of wetland (10,000 pyeong)	0.15356 (8.956)**	0.1887 (4.536)**
Passage bird (spices)	0.02552 (13.127)**	0.03754 (7.293)**
Residents support program	0.05517 (5.097)**	0.07989 (2.998)**
Fund payments (won)	-0.00031 (-16.809)**	-0.00049 (-9.801)**
Area of wetland × city(range)		-0.00004(-2.168)*
Area of wetland × # of minority		0.004(2.123)*
Passage bird × city(range)		-0.0001(-4.184)**
Passage bird × # of minority		0.005(2.38)*
Residents support program × city(range)		0.00002(0.148)
Residents support program × # of minority		-0.02998(-2.536)*
Fund payments × city(range)		0.000001(5.338)**
Fund payments × # of minority		-0.0003(-1.551)
# of observation	1182	1182
log-likelihood value	-995.6821	-970.3910
MacFadon's ρ^2 value (pseudo R^2)	0.2332	0.2527

주의 : *, **는 각각 유의수준 5%와 1%에서 통계적으로 유의함을 의미한다

에서 가장 선호하는 1개의 대안을 선택하도록 하였다.³⁾

4.1.3 CE 분석을 위한 설문조사

2008년 3월과 4월에 서울시를 비롯한 7대광역시를 대상으로 서울에 소재한 전문연구조사기관에 의해 일대일 설문면접을 시행하였다. 전국 7대 광역시의 인구특성과의 일관성을 유지하면서 300개의 임의표본추출을 수행하였다. 설문대상은 조사지역에 거주하는 만 19세 이상 65세 미만의 기혼 세대 주 혹은 주부만을 대상으로 하였으며, 남녀 성비를 1:1로 맞추고 연령 비는 각 지역별 가구주 연령 비에 비례하도록 하였다.

4.2 CE 모형 구축을 위한 설문조사

4.2.1 비사용가치 평가모형 구축

설문을 통하여 수집된 CE 자료는 속성수준에 따라 코딩되었으며 수집된 데이터는 와이드포맷으로 변환되어 계량경제학 분석용 프로그램인 LIMDEP 8.0 NLOGIT 3.0으로 로짓 모형추정을 수행하였다. 총 300명의 응답자로부터 1,800개의 선택이 수집되었으나 실제 분석에 이용된 선택은 항의성응답을 제외한 1,182개의 선택이 사용되었다. 여기서 항의성 응답이란 응답자별로 제시된 6개의 대안목록 중에서 모두 대안1(현재 상태 유지)을 선택한 응답을 말하며 대안의 속성별 수준에 따른 선택이 아닌 무조건 현재 상태를 선택한 경우이다. 본 조사에서는 전체 300명의 응답자중 103명(34.3%)이 이러한 선택을 하여 항의성 응답으로 되었다. 추정 결과, 3가지 선택대안에 따라 다음과 같은 식 (1), 식 (2)의 조건부 로짓모형이 추정되었다.

$$V_{ij} = \beta_1 Wetlands + \beta_2 Birds + \beta_3 Program + \beta_4 Fund \quad (1)$$

$$V_{ij} = \beta_1 Wetlands + \beta_1 Birds + \beta_3 Program + \beta_4 Fund$$

$$+ \alpha_1 Wetlands * city + \alpha_2 Birds * city + \alpha_3 Program * city + \alpha_4 Fund * city \\ + \alpha_5 Wetlands * Kids + \alpha_6 Birds * kids + \alpha_7 Program * Kids + \alpha_8 Fund * city \quad (2)$$

여기서 V_{ij} 는 응답자가 선택대안 j 를 선택했을 때의 효용함수를 나타낸다. 식 (1)은 천변저류지의 조성에 대한 4가지 속성변수를 설명변수로 한 모형(모형1)을 나타내는 것으로 *Wetlands*는 습지면적, *Birds*는 조류종수, *Program*은 주민지원 프로그램, *Funds*는 지불기금액을 나타낸다. 식 (2)는 속성변수에 응답자의 사회경제적 변수를 추가하여 추정된 모형(모형2)를 나타낸다. 이는 응답자선호의 이질성을 고려하므로서 개별 선호의 불편추정량을 추정할 수 있으며 수요 및 후생수준 추정의 정확성과 신뢰성을 높일 수 있기 때문이다. 본 연구에서는 4가지 속성변수의 유의적 수준을 유지하는 범위 내에서 순차적으로 교차항을 증가시키되⁴⁾ 그 기준은 더 이상 우도함수값의 증가를 초래하지 않는 수준으로 하였다. 이같은 기준하에서 여러 가지 사회경제적 변수 중 ‘거주도시(우포늪까지의 거리, *city*)’ 및 ‘가구내 미성년자수(*kids*)’를 포함한 교차항이 선택되었다. Table 6은 이러한 2가지 조건부 로짓모형의 추정결과를 보여준다.

MacFadon's ρ^2 은 전통적인 선형모형의 R^2 와 개념상으로 유사하나 일반적으로 그 측정치가 낮은 수준으로 나타나는 차이를 보이고 있으며, 조건부 로짓모형에서 ρ^2 값이 0.2에서 0.3이면 매우 좋은 모델추정(model fit)으로 평가되고 있다(Hensher *et al.*, 2005). 모형1과 모형2에서의 MacFadon's ρ^2 값은 각각 0.23와 0.25로 나타나고 있으며, 4가지 속성변수에 있어서 모든 추정계수가 유의수준 1%에서 통계적으로 유의한 것으로 나타나고 있다. 이들의 부호 또한 사전에 예상했던 것과 일치하였다. 따라서, 속성에 대한 추정계수들은 모두 양(+의 부호)을 가지고 있으므로 습지면적, 철새보호종, 주

³⁾ 조건부 로짓모형의 자세한 이론적 배경에 관해서는 Louviere 등(2000), Hensher 등(2005)를 참고할 수 있다.

⁴⁾ 조건부 로짓모형에 있어서 사회경제적 변수는 속성변수와의 교차항으로 모형에 들어가야 한다.

Table 7. Willingness to pay per attribute unit

(unit : won)

Attribute	Conditional logit model (model 1)		Cross-term conditional logit model (Model 2)	
	Avg. WTP	t-statistic	Avg. WTP	t-statistic
Area of wetland (per 10,000 pyeong)	49.14	8.575**	38.85	4.375**
Passage bird (per spices)	81.67	15.704**	77.30	9.374**
Residents support program (per program)	176.54	5.181**	164.48	3.042**

주의 : t값은 델타법(delta method)을 이용하여 계산하였으며 **는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의함을 의미한다

Table 8. Non-use value of washland construction

(unit: million won)

# of Case	Attribute			Attribute value (Model 2)			Non-use value (A+B+C)
	Wetland area (10,000 pyeong)	Birds spices	# of program	Wetland area value (A)	Bird spices value (B)	Support program value (C)	
case 1	95	62	8	27,327	35,523	9,753	72,604
case 2	114	69	12	32,917	39,534	14,630	87,081
case 3	87	60	11	25,046	33,231	13,411	71,688
case 4	76	52	8	22,022	29,794	9,753	61,569
case 5	56	42	7	16,256	25,210	8,534	50,000

Table 9. Valuation of washland construction

(unit: million won)

# of Case	Area of washland (10,000 pyeong)	Use value		Non-use value (Model 2)	Total Value
		Flood mitigation value	Water quality value (year avg.)		
case 1	95	8,734	1,820	72,604	83,158
case 2	114	12,074	2,184	87,081	101,339
case 3	87	13,471	1,669	71,688	86,828
case 4	76	13,605	1,462	61,569	76,636
case 5	56	10,807	1,080	50,000	61,887

민지원프로그램이 증가할수록 응답자의 효용은 증가한다는 것을 의미한다. 반면에 기금지불액에 대한 계수가 음(-)의 부호라는 것은 기금지불액의 증가가 응답자의 효용을 감소시킨다는 것을 의미한다.

4.2.2 지불의사액의 추정

위의 식 (1)과 (2)와 같은 선형효용함수에 있어서 하나의 속성단위당 지불의사액은 각각의 모형에서 추정된 해당 속성의 계수를 기금속성의 계수로 나눈 값으로 구해진다 (Hensher 등, 2005). 모형별 지불의사액의 추정을 보여주는 Table 7에 따르면 이 값들은 모두 양(+)의 값을 가지는 것으로 나타나고 있다. 이것은 응답자들이 각각의 속성의 양적인 증가에 대하여 양의 지불의사액이 있음을 보이는 것이다. 예를 들어 천변저류지의 조성으로 증가되는 습지면적의 경우 단위당 39원에서 49원의 가구당 지불의사액을 보이고 있다. 철새 보호를 위해서는 보호되는 종당 77원에서 82원의 지불의사액을 보이고 있으며 주민지원프로그램에 대해서는 1건당 164원에서 177원의 지불의사액을 보이고 있다.

다음의 Table 8는 천변저류지 조성 대안별 속성치 및 모형 2를 사용한 속성별 가치를 보여준다. 속성별 가치는 Table 7의 모형 2의 속성단위당 지불의사액에 7대광역시의

가구수를 곱하여 모집단의 단위당 지불의사액을 산정한후 이를 Table 8의 조성 대안별 속성치를 곱하여 산정할 수 있다.⁵⁾ 비사용가치는 대안별로 50,000(백만원)에서 87,081(백만원)으로 나타나고 있음을 알 수 있다.

5. 천변저류지 조성에 따른 경제적 가치

이상에서 논의한 우포늪 천변저류지의 기능별 추정된 가치를 요약하면 Table 9와 같다. 수질정화가치에는 물유입량에 있어서 우기평균치보다는 연중평균치를 사용한 물유입량의 추정치를 고려하고 비사용가치에서는 설명력이 높은 모형2를 고려하여 계산하였다.

사용가치와 비사용가치를 포함한 천변저류지의 총 가치는 조성대안에 따라서 최소 619억원에서 최대 1,013억원으로 나타나고 있다. 광승준 외(2002)는 6대광역시를 대상으로 우포늪 자체의 보존가치(주로 비사용가치)를 876억원에서 1,270억원으로 추정한 바 있다. 이러한 연구결과를 비교해 볼 때 응답자들은 우포늪의 습지면적을 증가시키는 천변저류지 역시 우포늪에 못지않은 가치로 평가하고 있다는 사실을 알 수 있다. 특이점은 Table 9에서 보는 바와 같이 홍수조절이나 수질개선의 사용가치보다도 생태적 가치를 나타

⁵⁾ 전술한 바와 같이 본 연구에서의 응답표본은 성, 지역을 고려하여 7대광역시 전체의 가구를 대표할 수 있도록 구성되었다. 2005년을 기준으로 할 때 우리나라 7대광역시의 가구수는 7,411,926 가구이다(통계청, 2005).

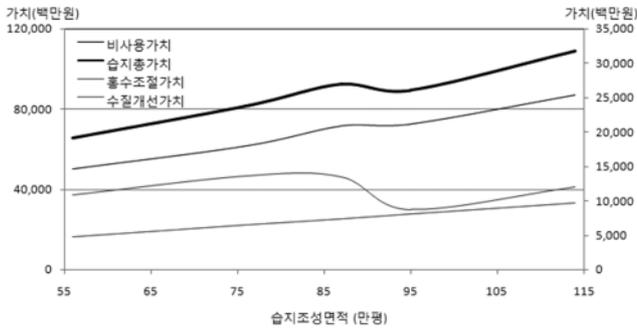


Fig. 4 Economical value of washland construction area

내는 비사용가치의 비중이 조성대안에 관계없이 매우 높게 나타나고 있다는 점이다. 비사용가치의 경우 천변저류지에 대하여 실제 시민이 생각하는 생태적 가치를 반영하였다는 점에서 기존처럼 일부의 사용가치만을 고려할 경우 천변저류지의 총가치는 상대적으로 저평가될 위험이 있다고 볼 수 있다. 아래의 Fig. 4는 천변저류지의 조성 면적과 경제적 가치와의 관계를 나타내고 있다.

천변저류지의 조성면적 증가에 따른 가치 변화를 살펴보면 홍수조절가치를 제외한 가치들은 천변저류지 조성면적이 증가함에 따라 증가하고 있는 것으로 나타나고 있다. 수질정화 가치의 증가는 천변저류지의 수질정화 면적이 증가함에 따른 것이다. 비사용 가치의 증가는 시민들이 천변저류지의 면적 및 서식 조류종이 증가할수록 그 가치가 높아지는 것으로 인식하기 때문인 것으로 보이며, 이는 천변저류지의 조성이 긍정적임을 나타낸다. 홍수조절 가치의 경우에는 단순한 천변저류지의 조성면적 이외에도 조성지역의 특성이 중요한 요인으로 작용하는 것으로 해석할 수 있다.

또한, 천변저류지의 총 가치중에서 비사용가치가 차지하는 비중이 가장 크게 나타났다. 따라서, 천변저류지의 가치평가를 위해서는 지금과 같은 홍수조절가치를 통한 평가보다는 각종 생태적가치를 포함한 비사용가치 역시 포함하여 평가하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

6. 요약 및 결론

천변저류지로 인한 경제적인 효과에 대한 연구는 지금까지 주로 홍수조절 효과에 초점을 맞추었으며, 천변저류지의 건설 전후의 수리·수문학적 특성 변화가 조절효과 분석을 위하여 수행되었다. 본 연구에서는 기존의 홍수조절 효과를 고려하고 추가적으로 경제적 측면에서의 생태적인 효과를 포함한 비사용가치를 반영하여 천변저류지가 가지는 경제적 가치를 정량적으로 제시하였다. 천변저류지가 가지는 경제적 효과분석을 위하여 GIS 기법을 이용한 침수구역의 산정과 다차원 홍수피해 산정법을 이용한 홍수피해액의 산정, 수질 개선효과 및 비시장가치추정법인 선택실험법을 통한 생태적 가치를 추정하였으며 이를 우포늪 천변저류지 지역에 적용하였다. 연구 결과에 따라서 도출된 결론을 간략히 요약하면 다음과 같다.

1. 경상남도 창원군에 위치한 우포늪을 대상으로 천변저류지 설치 대안을 설정하고 홍수조절 효과, 수질개선 효과, 비사용가치에 대한 가치평가를 수행하여 천변저류지 조성대

안에 따른 경제적인 가치를 산정하였다. 연구결과 우포늪에 천변저류지를 조성할 경우 예상되는 경제적인 가치는 평균 820억원으로 추정된다.

2. 천변저류지의 총 가치중에서 생태적 가치를 포함한 비사용가치가 차지하는 비중이 상대적으로 높게 나타나고 있음을 알 수 있다. 따라서 천변저류지 조성의 의사결정시 기존의 홍수조절기능 등 사용가치의 일부만을 고려할 경우 실제적인 천변저류지의 조성가치가 상당히 과소평가될 우려가 있다고 볼 수 있다.

결과적으로, 습지로서의 천변저류지의 경제적인 가치는 사용가치 및 비사용가치를 포함한 총가치로 평가함이 타당할 것이다. 이러한 접근은 향후 일반적인 천변저류지의 조성사업의 타당성 검토에 있어서 합당한 비용편익분석(cost benefit analysis)을 수행하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

건설교통부(2004a) 치수사업 경제성분석 방법 연구, pp. 22-153.
 건설교통부(2004b) 토평천 하천정비 기본계획, pp. 34-178.
 건설교통부(2005a) 천변저류지 기본계획 수립에 관한 연구, pp. 54-194.
 건설교통부(2005b) 삼교천 유역종합치수계획, pp. 80-234.
 건설교통부(2007) 우포늪의 생태치수기능 개선방안연구, pp. 23-89.
 경상남도(2007) 우포늪 보전 및 복원을 위한 마스터플랜 수립, pp. 44-189.
 박승준, 유승훈, 이충기(2002) 조건부가치측정법을 이용한 우포늪의 보존가치 추정, *국제경제연구*, 제8권, 제3호, pp. 203-225.
 김덕길, 경민수, 김형수, 김상단, 김재근(2007a) 생태형 천변저류지 조성을 위한 수문분석, 2007년 한국습지학회 학술발표회 논문집, 한국습지학회, pp. 177-182.
 김덕길, 경민수, 김상단, 김형수(2007b) 천변저류지 조성에 따른 홍수위저감효과 분석, 2007년 대한토목학회 학술발표회논문집, 대한토목학회, pp. 2660-2663.
 김덕길, 경민수, 김상단, 김형수(2008) 천변저류지 조성에 따른 수리·수문분석, *한국수자원학회논문집*, 한국수자원학회, 제41권, 제5호, pp. 483-489.
 김형수, 경민수, 김상단, 박창근, 김보경, 이진행, 안경수(2005) 천변저류지 개념과 분석방안, 2005년 한국습지학회 학술발표회 논문집, 한국습지학회, pp. 178-181.
 김형수, 김유진, 이지원(2003) 불확실성을 고려한 연 피해기대치 산정, *한국습지학회지*, 한국습지학회, 제5권, 제1호, pp. 41-52.
 김형수, 이상식, 정상만, 박수영(2002) 폐천의 습지 이용과 치수 경제성 분석, *한국습지학회지*, 한국습지학회, 제4권, 제1호, pp. 43-50.
 박창근, 박재현, 이종진(2007) 천변저류지를 활용한 화포천 유역에서의 홍수조절 능력에 관한 연구, 2007 한국수자원학회 학술발표회논문집, 한국수자원학회, pp. 331-335.
 안태진, 강인웅, 백천우(2007) 천변저류지의 최적 규모 및 위치 선정에 관한 의사결정모형의 기본 알고리즘 제안, *대한토목학회 2007년도 정기학술대회 논문집*, 대한토목학회, pp. 3371-3375.
 안태진, 강인웅, 백천우(2008) 수문학적 홍수저감효과 기반의 천변저류지 최적 위치 선정에 관한 의사결정 모형의 개발, *한국수자원학회논문집*, 한국수자원학회, 제41권, 제7호, pp. 725-735.
 이상식, 김형수, 정상만(2002) 폐천의 습지활용에 대한 레크레이션 및 심미적 가치평가, *한국도시방재학회지*, 한국도시방재학

- 회, 제2권, 제1호, pp. 127-134.
- 전경수, 김 원, 윤병만(2006) 천변저류지 홍수조절 효과의 불확실성 분석, 2006년 대한토목학회 학술발표회 논문집, 대한토목학회, pp. 267-270.
- 전승훈(2007) 천변저류지 조성의 생태적 접근방안, 한국수자원학회지, 한국수자원학회, 제40권, 제4호, pp. 33-38.
- 정용준(2006) 하수종말처리장 방류수와 비점오염원 처리를 위한 주암호 인공습지 2년 운영사례, 한국물환경학회지, 한국물환경학회, 제22권, 제6호, pp. 1031-1037.
- 최승안, 이충성, 심명필, 김형수(2006a) 다차원 홍수피해산정방법 : (I) 원리 및 절차, 한국수자원학회논문집, 한국수자원학회, 제39권, 제1호, pp. 1-9.
- 최승안, 이충성, 심명필, 김형수(2006b) 다차원 홍수피해산정방법 : (II) 적용, 한국수자원학회논문집, 한국수자원학회, 제39권, 제2호, pp. 11-22.
- 통계청(2005) 인구주택총조사.
- 표희동(2000) 해양자원의 경제적 가치추정과 해양환경보전방안 연구, 해양수산부.
- 하성룡, 이재일(2006) GIS를 활용한 천변저류지 적지분석에 관한 연구, 한국습지학회지, 한국습지학회, 제8권, 제1호, pp. 107-112.
- 해양수산부(200) 해양자원의 경제적 가치추정과 해양환경보전방안 연구, pp. 98-145.
- 환경부, 한국환경기술진흥원(2005) 국가장기생태연구 : 1년차 연차 보고서.
- 환경부, 한국환경기술진흥원(2006) 국가장기생태연구 : 2년차 연차 보고서.
- Bateman, I.J. Carson, R.T. Day, B. Hanemann, W.M. Hanley, N. Hett, T. Jones-Lee, M. Loomes, G. Mourato, S. Ozdemiroglu, E. Pearce, D.W. Sugden, R., and Swanson, S. (2003) *Guidelines for the Use of Stated Preference Techniques for the Valuation of Preferences for Non-market Goods*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Barbier, E.B., Mike Acreman, M., and Knowler, D. (1997) *Economic Valuation of Wetlands: A Guide for Policy Makers and Planners*. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Bureau.
- Birol, E.K. Karousakis, and Koundouri, P. (2007) Using a choice experiment to account for preference heterogeneity in wetland attributes: The case of Cheimaditida wetland in Greece. *Ecological Economics*, International Society for Ecological Economics, Vol. 60, No. 1, pp. 145-156.
- Brett R. Gelso. John A. Fox. Jeffrey M. Peterson (2008) Farmers' Perceived Costs of Wetlands: Effects of Wetland Size, Hydration, and Dispersion. *American Journal of Agricultural Economics*, ASCE, Vol. 90, No. 1, pp. 172-185.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. and van den Belt M. (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital, *Nature*, No. 387, pp 253-260.
- Evan Williams, John, R. Firm, Vanessa Kind, Mark Roberts, Derek McGlashan (2003) The value of Scotland's ecosystem services and natural capital, *Environmental Policy and Governance*, European Environment, Vol. 13, No. 2, pp. 67-78.
- Frank Lupi, Michael D. Kaplowitz, and Jhon P. Hoehn (2005) The economics of wetland ecosystem restoration and mitigation: the economic equivalency of drained and restored wetlands in michigan. *American Journal of Agricultural Economics*, American Agricultural Economics Association, Vol. 84, No. 5, pp. 1355-1361.
- Hanley, N.R.E. Wright and Adamowicz W.L. (2008) Using choice experiments to value the environmental, *Environmental and Resource Economics*, European Association of Environmental and Resource Economists, Vol. 11, No. 3, pp. 413-428.
- Hensher, D.A. Rose, J.M. and Greene, W.H. (2005) *Applied Choice Analysis*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Kuhfeld, W.F. (2005) *Marketing Research Methods in SAS 9.1 Edition TS-722*. SAS Institute Inc.: Cary.
- Louviere, J.J., Hensher, D.A. and Swait, J.D. (2000) *Stated Choice Methods*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Stephen Farber (1996) WELFARE LOSS OF WETLANDS DISINTEGRATION: A LOUISIANA STUDY. *Contemporary Economic Policy*, Western Economic Association International, Vol. 14, No. 1, pp. 92-106.
- Tony Prato, Donald Hey (2006) ECONOMIC ANALYSIS OF WETLAND RESTORATION ALONG THE ILLINOIS RIVER, *Journal of the American Water Resources Association*, ASCE, Vol. 42. No. 1, pp. 126-131.

(접수일: 2009.6.16/심사일: 2009.8.11/심사완료일: 2009.10.29)