

의사결정지원을 위한 환경가치 활용방안

충남연구원 세미나

2017. 4. 20

□서론

□환경·경제 통합정책 평가 사례연구

□국내 환경가치 연구동향 및 자료구축 현황

□환경가치의 개념과 경제적총가치(TEV) 유형

□환경가치종합정보시스템(EVIS) 개요 및 자료구축 현황

□환경자산/서비스 가치추정 국내 사례연구 요약

□환경자산/서비스 가치추정과 의사결정

□의사결정 과정에서 환경가치 추정의 역할

□태양광발전단지 조성사업 평가 사례연구

- 국내에서 환경자원을 포함한 비시장재화에 대한 연구 및 가치추정 결과가 관련정책에 반영되었거나 정책평가에 활용된 사례는 제한적임
 - 예를 들어 특정개발사업이나 행정계획의 경우, 환경영향분석은 환경영향평가 또는 사전환경성검토를 통해 진행되고 있고, 환경편익/비용은 예비타당성제도 안에서 부분적으로 수행되고 있음
- 환경규제/정책에 대한 사전평가를 통한 타당성 검토와 사후평가를 통한 성과진단을 위해서는 단순한 (시장) 경제성분석에서 벗어나 환경비용과 편익을 고려하는 통합적인 접근이 요구됨
- 환경정책(또는 환경교란인자)-물리적환경영향-환경가치변화로 이어지는 과정을 고려할 때, 환경성분석과 경제성분석은 큰 틀에서 동시에 맞물려서 수행되어야 정책대안평가의 완성도를 높이고 합리적인 의사결정을 위한 종합적인 정보를 제공할 수 있음

- 서론

- 환경·경제 통합정책 평가 국내외 사례연구

- 국내 환경가치 연구동향 및 자료구축 현황

 - 환경가치의 개념과 경제적총가치(TEV) 유형

 - 환경가치종합정보시스템(EVIS) 개요 및 자료구축 현황

 - 환경자산/서비스 가치추정 국내 사례연구 요약

- 환경자산/서비스 가치추정과 의사결정

 - 의사결정 과정에서 환경가치 추정의 역할

 - 태양광발전단지 조성사업 평가 사례연구

□ 국내에서는 2000년대 초반부터 환경가치를 정책 또는 제도분석에 포함하고자 하는 노력의 일환으로 관련 사례연구 및 지침서 작성 등이 진행되어 왔으며, 주요 선행연구는 다음과 같음

- 국회예산정책처. 2008. 「비시장가치평가연구」
- 김선희 외. 2004. 「국토개발사업의 환경가치 평가기준 설정과 적용에 관한 연구」
- 환경부. 2003. 「환경정책의 비용/편익분석 지침서」
- 김광임 외. 2002. 「대규모 개발사업의 환경경제성 분석 도입방안 I」
- 환경부. 2001a. 「자연자산의 경제적 가치측정 방안 연구」
- 환경부. 2001b. 「자연자산개발사업의 사전 환경·경제성 분석평가 제도화 방안 연구」

- ❑ 환경부(2001a)는 초기연구로서 환경가치를 포함한 자연자산 가치추정 사례연구(우포늪)에 가까우며, 제도 또는 정책평가와의 연계성은 적음
- ❑ 환경부(2001b)는 국내 환경관련 제도의 문제점과 외국의 환경평가제도를 분석하고 환경평가제도에 경제성분석의 도입을 논하였으며, 환경부(2003)는 제도와의 연계보다는 비용편익분석에 환경을 고려하기 위한 일반적인 정책분석 지침서 형태의 연구임
- ❑ 김광임 외(2002)와 김선희 외(2004)는 대규모 개발사업을 대상으로 환경가치의 반영을 보다 구체적으로 다루었으며, 특히 관련 제도인 예비타당성조사제도 및 사전환경성검토/환경영향평가와의 연계를 위한 제도 개선방안 등을 제시하였음
- ❑ 국회예산처(2008)는 예비타당성조사제도에 환경을 고려한 경제성분석의 필요성을 부각시키고, 환경자원의 가치추정을 위한 단계별 검토기준 등을 제시하였음
- ❑ 시사점: 2000년대 초반부터 수행된 관련 선행연구는 시간의 흐름에 따라 방법론의 발전을 이루어 온 것은 사실이나 현장에서 적용 가능한 구체성을 확보하고 있지는 못하고 있는 상황임

- 서론
- 환경·경제 통합정책 평가 국내외 사례연구
- 국내 환경가치 연구동향 및 자료구축 현황
 - 환경가치의 개념과 경제적총가치(TEV) 유형
 - 환경가치종합정보시스템(EVIS) 개요 및 자료구축 현황
 - 환경자산/서비스 가치추정 국내 사례연구 요약
- 환경자산/서비스 가치추정과 의사결정
 - 의사결정 과정에서 환경가치 추정의 역할
 - 태양광발전단지 조성사업 평가 사례연구

환경재화/서비스는 시장에서 거래되지 않음;
 객관적 가치라 해석할 수 있는 가격이 존재하지 않음

가치=가격?

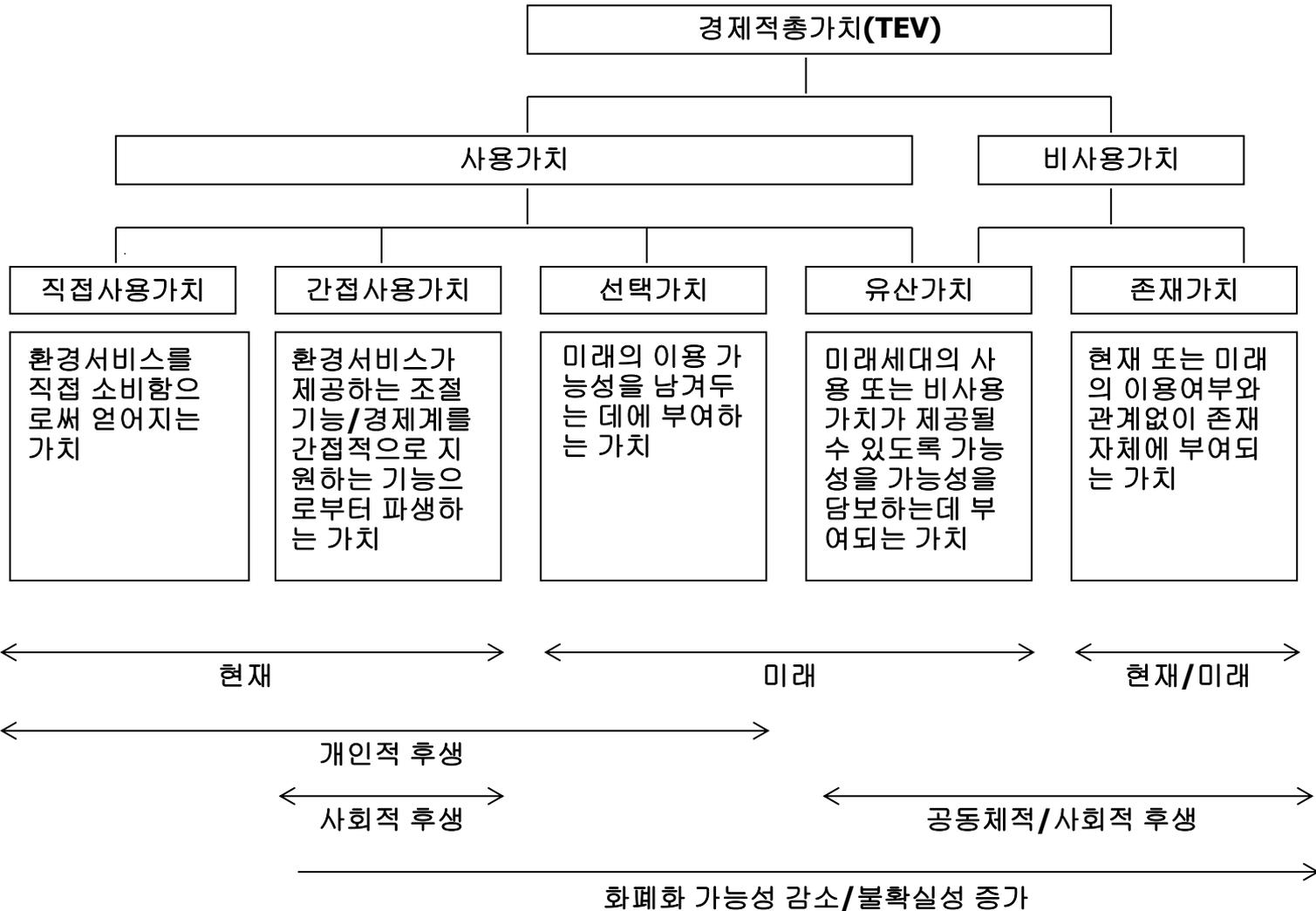
환경가치의 개념

1. 인간중심의 가치 (anthropocentric value)	1a. 인간중심의 도구적 가치 (anthropocentric instrumental value): 경제적총가치= 사용가치 + 비사용가치 (Total Economic Value; TEV) = use + non-use value)
	1b. 인간중심의 내재적 가치 (anthropocentric intrinsic value)
2. 비인간중심의 가치 (non-anthropocentric value)	2a. 비인간중심의 도구적 가치 (non-anthropocentric instrumental value)
	2b. 비인간중심의 내재적 가치 (non-anthropocentric intrinsic value)

분류기준:

1. 인간중심 vs. 비인간중심: 가치부여의 주체가 누구인가?
2. 도구적 vs. 내재적: 인간에게 사용적 가치를 제공하는가 아니면 이용여부와 독립적인 고유의 가치인가?

경제적총가치(Total Economic Value; TEV)의 유형



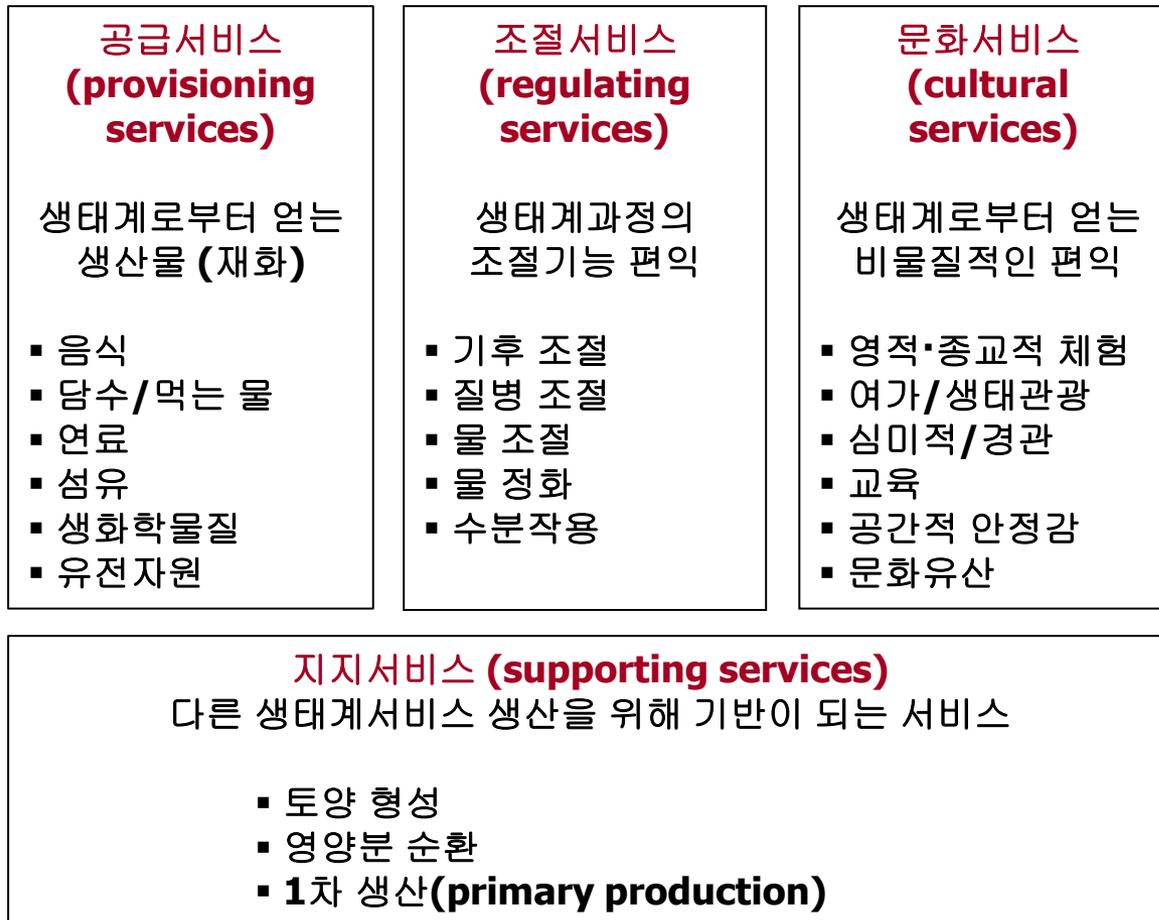
환경가치종합정보시스템 (Environmental Valuation Information System: EVIS)

- ❑ 정부부처 및 민간기업의 의사결정자를 비롯하여 학계, 환경컨설팅, 환경 NGO 등에게 환경질 변화에 따른 환경가치에 대한 기초정보를 제공함으로써 비용편익분석, 환경영향평가, 사업타당성 평가를 포함한 다양한 정책분석 지원을 일차적인 목표로 함
- ❑ 국내 환경가치추정 선행연구 주요결과 요약 DB
 - ❑ 2009-2011, KEI 일반사업으로 추진
 - ❑ 시범운영을 거쳐 2011년 1월 KEI의 홈페이지를 통해 공식 오픈
 - ❑ 2016년 12월 31일 현재 약 370개의 선행연구가 요약·정리
- ❑ 환경가치 **DB** 분류체계
 - ❑ 생활환경분야와 자연환경(생태계)분야로 나누어 분류
 - ❑ 생활환경분야는 환경영향평가와의 연계를 고려하여 매체별 설계
 - ❑ 자연환경(생태계)분야는 생태계의 기능/서비스/편익에 기반을 둔 분류법과 **MA(2005)**에서 제시한 개별 생태계 및 자연지역을 고려한 분류법을 병행하여 활용

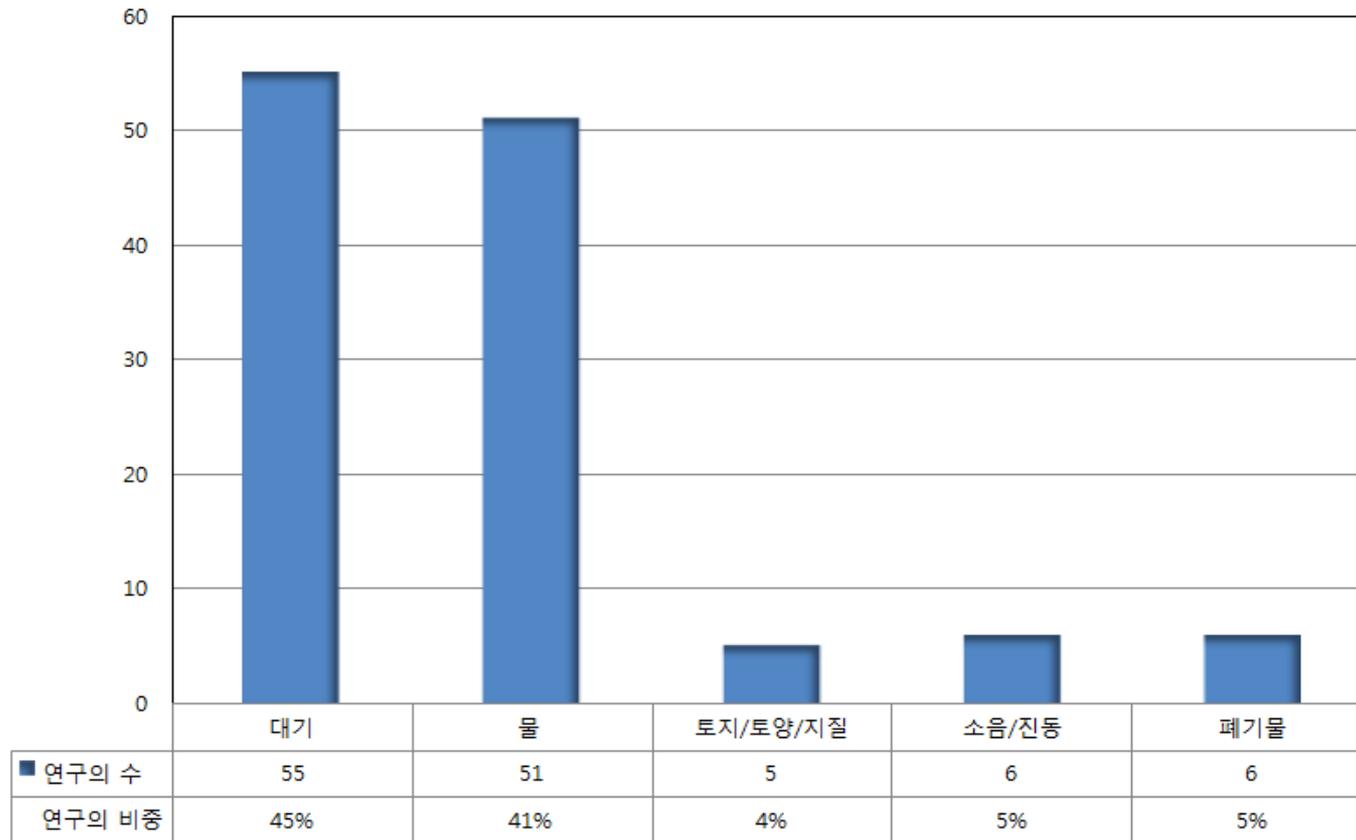
환경가치종합정보시스템 (Environmental Valuation Information System: EVIS)



생태계서비스 분류체계 (MA, 2005)

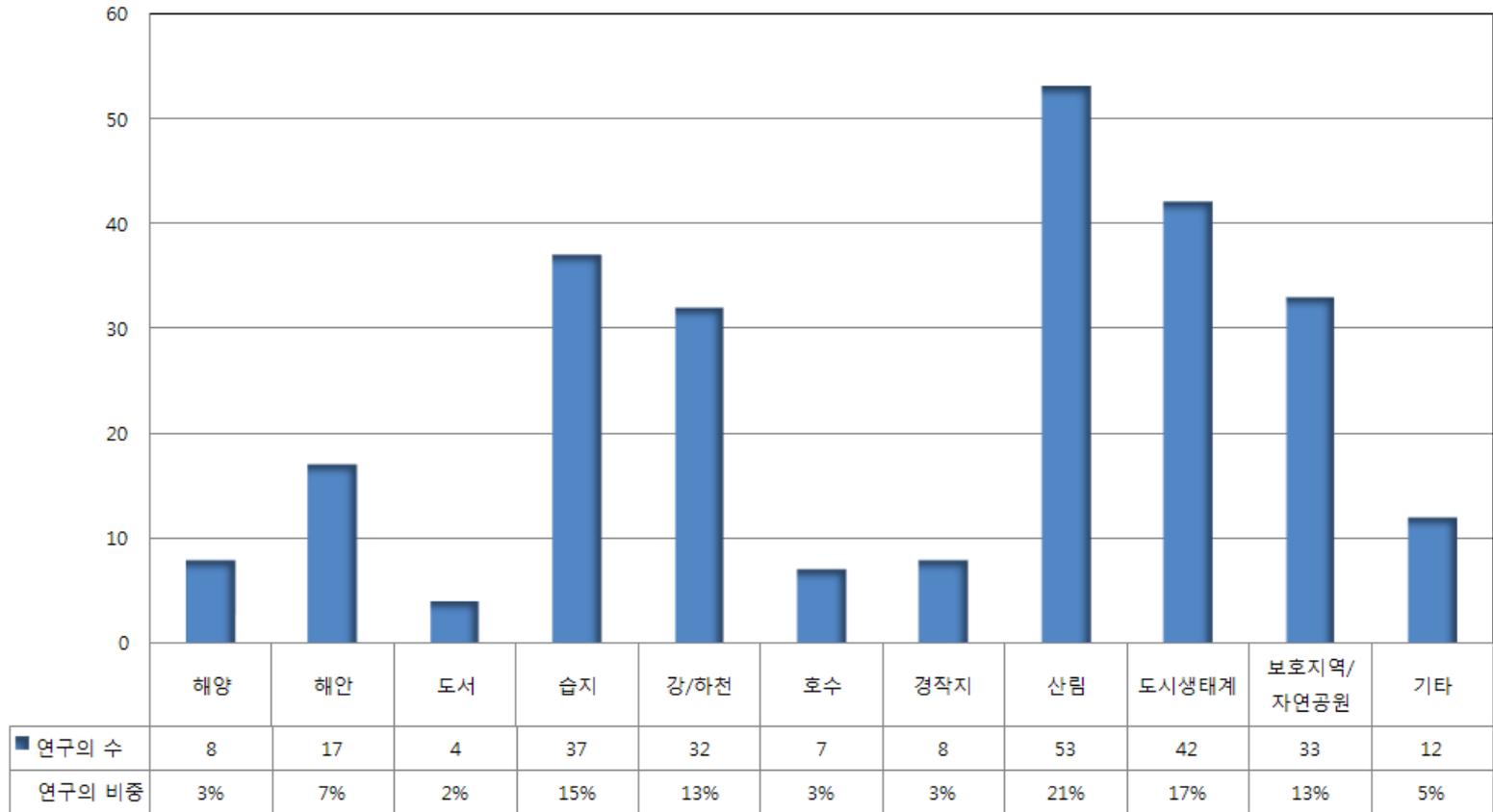


환경가치종합정보시스템 (EVIS) 자료구축 현황: 생활환경 분야



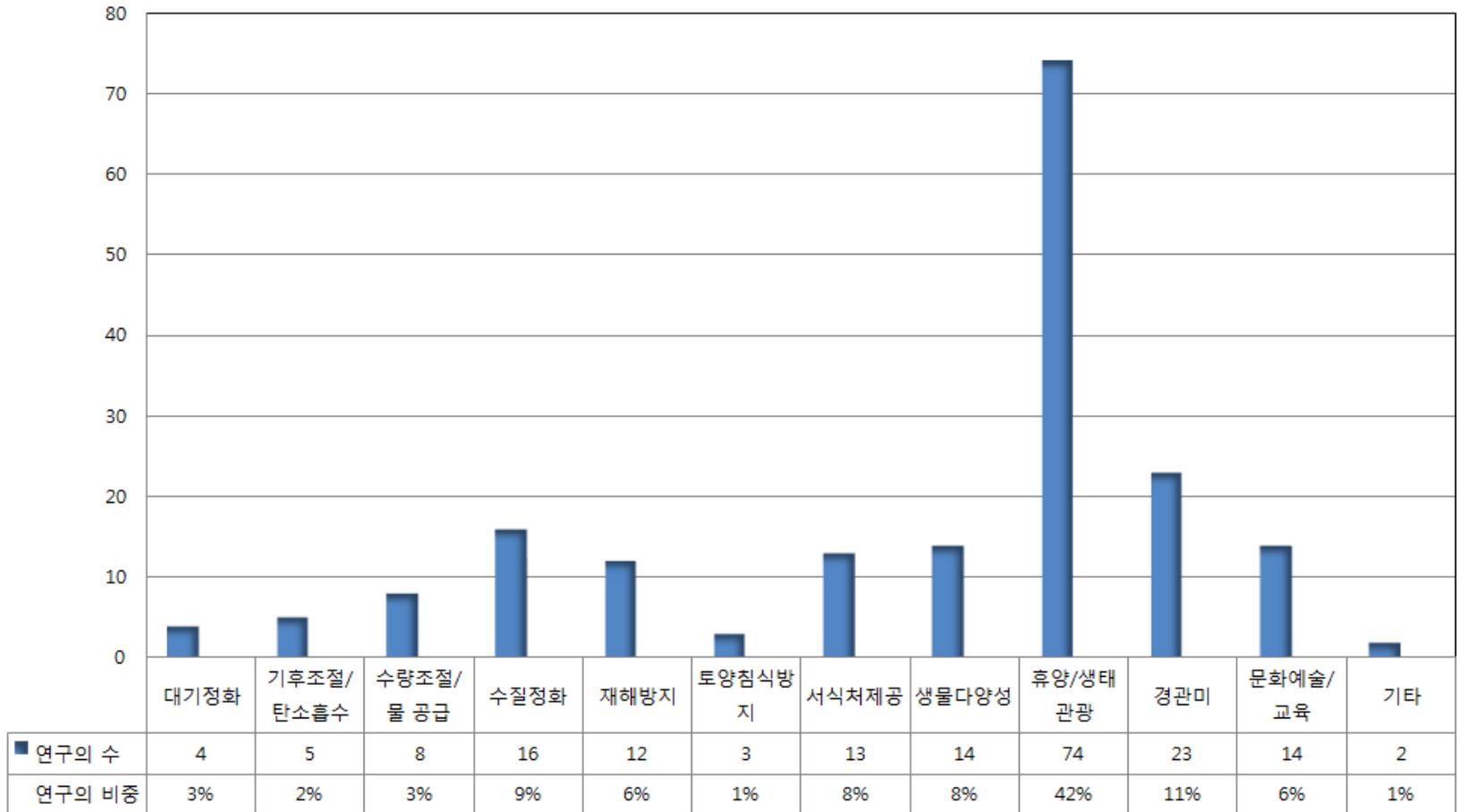
자료: 환경가치종합정보시스템(<http://evis.kei.re.kr>; 2016.12.31 기준)

환경가치종합정보시스템 (EVIS) 자료구축 현황: 개별 생태계



자료: 환경가치종합정보시스템(<http://evis.kei.re.kr>; 2016.12.31기준)

환경가치종합정보시스템 (EVIS) 자료구축 현황: 생태계서비스 세부항목



자료: 환경가치종합정보시스템(<http://evis.kei.re.kr>; 2016.12.31기준)

개별생태계의 생태계서비스 별 연구분포

개별 생태계	생태계서비스										
	조절서비스					지지서비스			문화서비스		
	대기 조절/정화	기후 조절/탄소 흡수	수량 조절/물공급	수질 정화	재해 방지	토양 침식 방지	서식처 제공	생물 다양성	휴양/생태 관광	경관 미	문화 예술/교육
습지	2			13	1		9	4	9	7	1
강/하천			1	6	2		3	1	10	3	2
산림	1				2			1	33	2	4
도시생태계							1		18	9	4
자연공원									24	1	3
도서				1				1	2		
경작지		1	1			1			1	1	1
해양					1			1	3		
해안					4	2	2	1	8	2	2

자료: 환경가치종합정보시스템(<http://evis.kei.re.kr>; 2016.12.31기준)

개별생태계의 추정기법 별 연구분포

개별 생태계	추정기법								
	시장 가격법	회피 행동/ 비용법	여행 비용법	헤도닉 가격법	조건부 가치 측정법	선택 실험법	대체 비용법	가치이전	기타
습지	10		2		16	4	12	3	3
강/하천			1		33	8			
산림			7		46	4	1		1
도시생태계			3	4	42	3			1
자연공원			7		23	2			1
도서					4				
경작지					4	1	3		
해양					7				
해안			3	2	11	1			

자료: 환경가치종합정보시스템(<http://evis.kei.re.kr>; 2016.12.31 기준)

강/하천의 생태계서비스 별 가치추정치 분포

범주	생태계서비스	추정치수	원단위	추정기법	가치추정치 분포		
					최소	평균	최대
조절서비스	기후조절						
	수량조절/물공급	10	원/월/가구	CVM/CE	270	4,724	11,165
	수질정화	34	원/월/가구	CVM/CE	847	3,869	9,365
	재해방지	8	원/월/가구	CVM/CE	230	2,285	8,108
	생물학적 조절						
지지서비스 (기능)	서식처제공						
	생물다양성	3	원/월/가구	CVM/CE	2,284	3,381	4,527
문화서비스	휴양/생태관광	1	원/월/가구	CVM/CE	2,091	2,091	2,091
	경관미	2	원/월/가구	CVM/CE	1,356	1,677	1,998
	문화예술/교육						

주: CVM: 조건부가치측정법/ CE: 선택실험법; 단위가치는 CPI, 2010=100으로 보정함

자료: 환경가치종합정보시스템(<http://evis.kei.re.kr>; 2016.6.30 기준)

습지의 생태계서비스 별 가치추정치 분포

생태계서비스	추정치수	원단위	추정기법	단위가치 추정치분포			
				최소	평균	중위	최대
대기정화	2	원/ha	대체비용법	302,000	17,151,000	17,151,000	34,000,000
기후조절/탄소흡수							
수량조절/물공급							
수질정화	15	원/ha	대체비용법	275,000	6,508,792	5,130,000	23,267,045
재해방지	1	원/ha	가치이전	2,207,000	2,207,000	2,207,000	2,207,000
토양침식방지							
서식처제공	9	원/ha	시장가격법/ 가치이전	341,347	3,073,055	1,968,900	7,780,868
생물다양성	1	원/ha	가치이전	34,000,000	34,000,000	34,000,000	34,000,000
휴양/생태관광	2	원/ha	가치이전	400,000	1,177,000	1,177,000	1,954,000
경관미	5	원/ha	가치이전	395,000	707,800	397,500	1,954,000
문화예술/교육							
수산물생산	19	원/ha	시장가격법	77,166	4,036,728	3,318,000	11,038,068

주: 단위가치는 CPI(2010=100)으로 보정한 수치임

자료: 환경가치종합정보시스템(<http://evis.kei.re.kr>; 2016.6.30 기준)

□ 생태계서비스 단위가치(원단위) 해석

- 인간의 선호체계는 시간적/공간적으로 변화하는 개념임
- 단위가치 추정치는 참값(true value)도 정확한 값(correct value)도 아님
- 단위가치는 현재 이용 가능한 과학적 정보에 기반한 대표값으로 해석
- 단위가치는 생태계서비스와 인간후생간의 연결고리에 대한 인식정도에 따라 직접적으로 영향 받음; **아는 만큼, 이해하고 있는 만큼 가치도 부여된다**
- ☞ 이러한 해석은 경제적 가치추정이 인간중심의 도구적 가치(anthropocentric instrumental values)에 근거하고 있기 때문; 따라서 제시한 생태계서비스 가치는 **‘생태학적 가치’**와는 차별화 됨
- ☞ 생물다양성/생태계서비스의 비인간중심의 가치(non-anthropocentric values)의 중요성이 강조되어 왔으나 개념의 중요성을 떠나 정량화의 어려움으로 인해 경제적 효과성/효율성 우선기준의 의사결정과정에서 수용되기 어려운 것이 현실
- ☞ 이러한 측정상의 어려움이 생물다양성/생태계의 저평가와 자연환경 파괴로 이어져 왔으며, 글로벌, 지역적, 국가적 차원의 보전정책 수립에 장애요소로 작용하여 왔음
- ☞ 최근 생물다양성과학기구(IPBES)를 중심으로 MA(2005), TEEB(2010) 결과를 기반으로 경제적, 사회·문화적, 생·물리학적 방법론의 통합; 정성적 정보와 정량적 정보의 통합의 중요성이 강조됨

□ 생태계서비스 단위가치(원단위)의 합산(value aggregation)과 관련된 이슈

□ 일반적으로 단위가치의 시간적/공간적 가산성(additivity)이 성립하지 않음

□ 단위가치(원/년/가구) ≠ 단위가치(원/월/가구)*12

□ 원/10ha ≠ (원/1ha)*10

☞ 부분의 합은 전체가 아님

□ 생태계서비스 총가치 도출을 위하여 개별 서비스를 단순 합산하는 것은 적절하지 않음

□ 습지 생태계서비스 총가치 ≠ \sum (수량조절, 수질정화, 재해방지 ...)

□ 국가 생태계서비스 총가치 ≠ \sum (산림, 하천, 습지 ...)

☞ 부분의 합은 전체가 아님은 반복됨

□표준화된 단위가치 추정치 정보가 제한적일 경우?

□가치이전(value transfer) 또는 편익이전(benefit transfer)

□가치추정 직접연구는 많은 시간과 예산이 소요

□사안마다 직접연구를 수행하는 것은 현실적으로 불가능

□대부분의 경우 정책결정자는 기존연구로부터의 제한된 정보에 의존하여 의사결정을 해야 함

□가치/편익이전의 정의

가치/편익이전이란 실제 데이터를 기본으로 연구가 완료된 지역 (**study site**) 으로부터의 가치추정 결과나 정보를 데이터가 존재하지 않거나 제한된 지역 (**policy site**)에 적용·이전하는 방법을 총칭하는 용어임

☞가치이전/편익이전은 이러한 현실적인 문제를 극복하기 위한 대안으로서 “**최선**”이 아닌 “**차선**”으로 이해 될 수 있음

□가치/편익이전 절차 및 적용에 대한 가이드라인 필요

□연구대상지(study site)와 정책대상지(policy site) 간의 유사성

□이전할 가치추정치의 보정(예: 소득보정 등)

- 서론

- 환경·경제 통합정책 평가 국내외 사례연구

- 국내 환경가치 연구동향 및 자료구축 현황

 - 환경가치의 개념과 경제적총가치(TEV) 유형

 - 환경가치종합정보시스템(EVIS) 개요 및 자료구축 현황

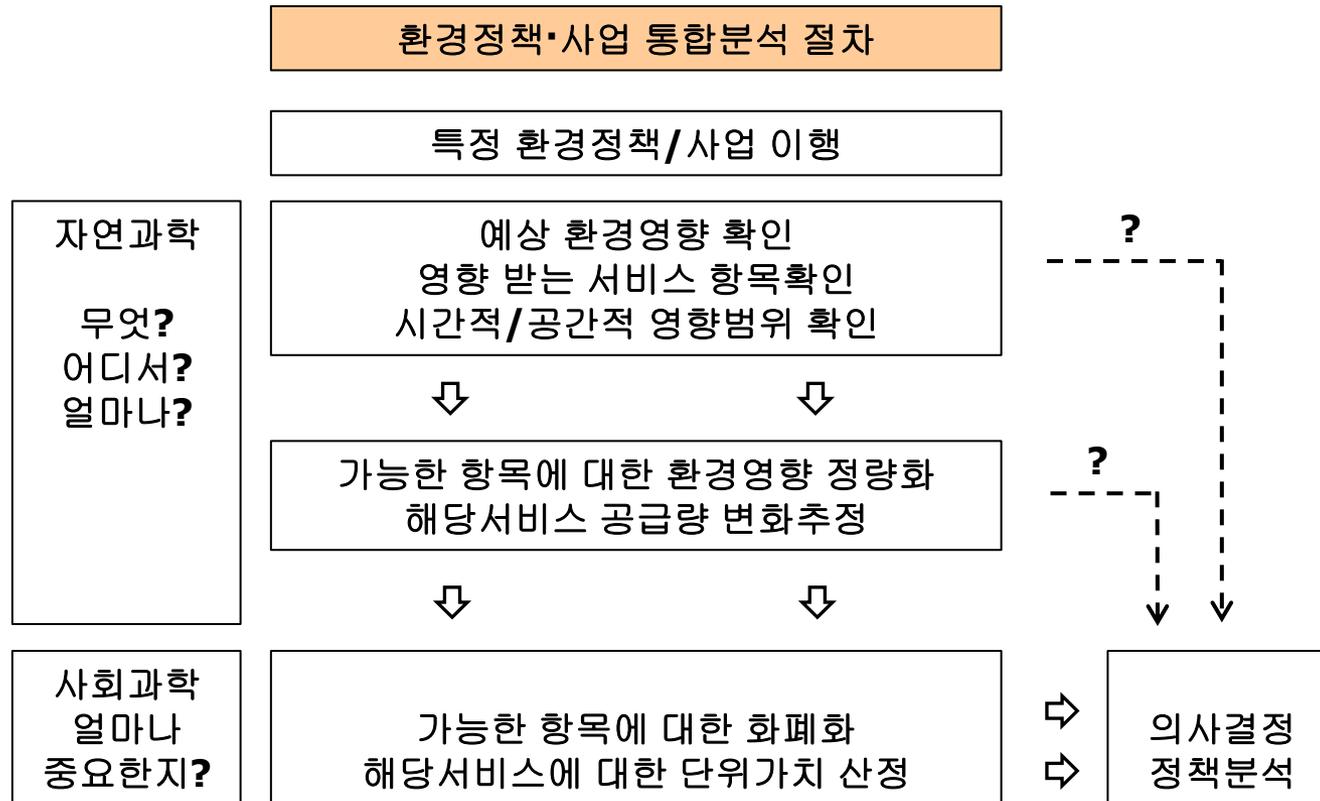
 - 환경자산/서비스 가치추정 국내 사례연구 요약

- 환경자산/서비스 가치추정과 의사결정

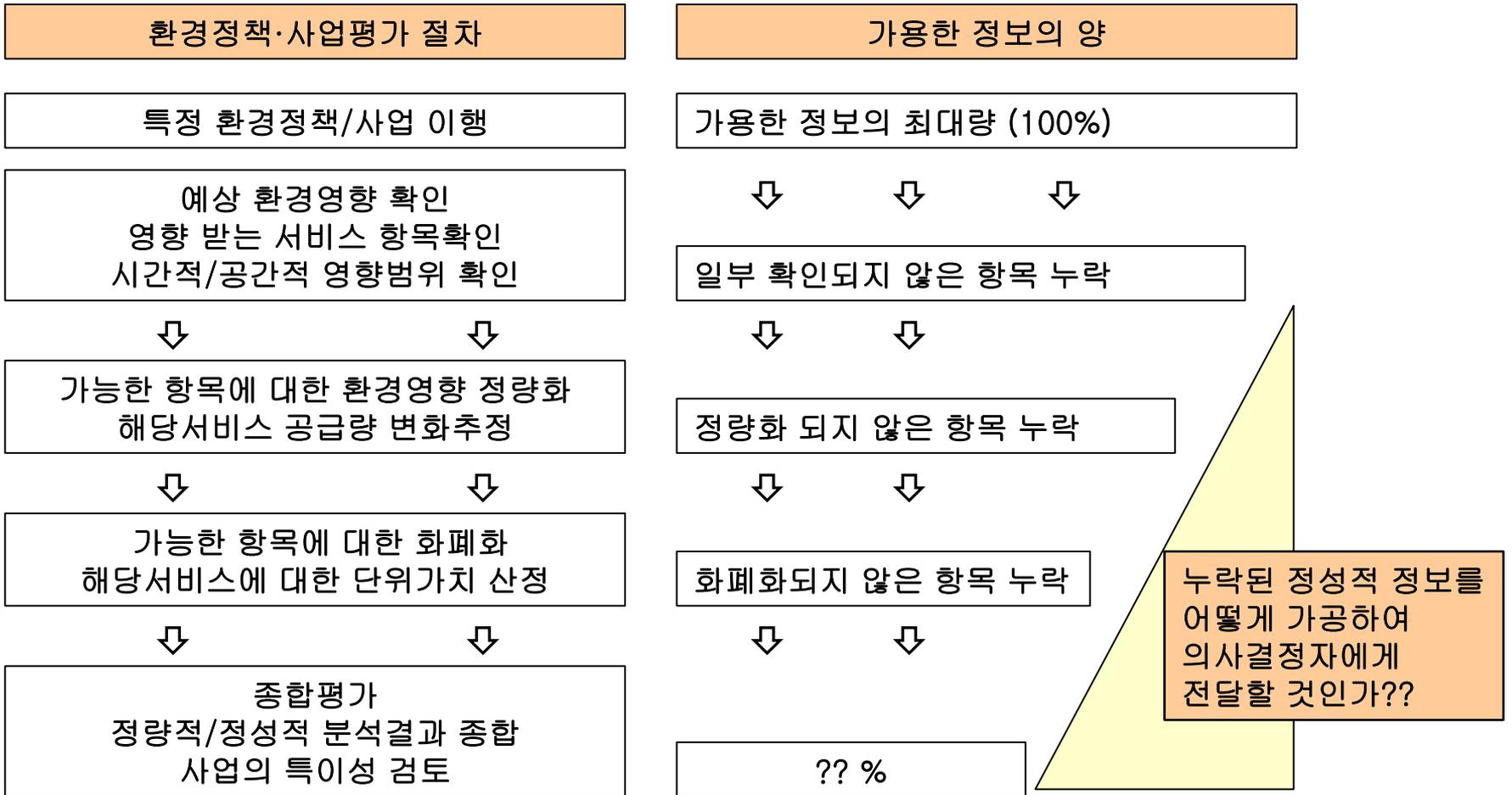
 - 의사결정 과정에서 환경가치 추정의 역할

 - 태양광발전단지 조성사업 평가 사례연구

□ 환경정책·사업 통합분석



환경자산/서비스의 가치추정과 의사결정: 환경정책·사업평가 절차와 가용한 정보의 양



□ 환경의 가치를 개발계획 /사업 및 정책의 타당성 평가에 반영한 사례

□ 확장비용편익분석 (EBCA)

□ 사례: 대형국책사업 추진 의사결정 관련

- ✓ 새만금간척사업: 민관공동조사 종합보고서(2000.8)에 제시된 비용편익 분석 결과를 근거로 “친환경 순차개발계획” 정부 방침으로 확정: 편익의 이중/과다 산정, 비용의 축소산정 등의 논란 야기
- ✓ 영월동강댐사업: 타당성 재조사(99.9-’00.5) 결과를 토대로 건설 중단

□ 예비타당성조사

- 기획예산처, KDI; 국가재정법 제38조; 1994년 도입
- 총사업비 500억 이상 (재정지원규모 300억 이상)의 대규모 신규사업에 대한 개략적, 예비적 타당성 조사분석
- 조사항목: 경제성 분석, 정책적 분석, 지역균형발전 분석
- ‘환경’ 비용편익의 고려: 제한적, 소극적 고려
 - 경제성 분석: 제한적(소음/대기방지비용 등 대체비용) 고려
 - 정책적 분석: ‘환경성 평가’ 항목에서 주로 정성적 고려
- 대규모 재정투자사업의 환경관련 경제성 논란 방지 미흡

- 사례분석: 태양광 발전단지 조성사업 평가
- 출처: 안소은 외 (2010) 환경가치를 고려한 통합정책 평가연구

□ 확장비용편익분석 평가 템플릿

I. 정책/사업개요/분석범위 설정							
(A)							
II. 환경성분석							
항목	영향의 정성적 평가		물리적 정량화 (측정)	환경기능	환경재화/서비스	환경편익/비용	
	영향기술	중요도 평가					
항목1(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	
예외항목	(I)						
환경성분석 종합평가	(J)						
III. 경제성분석							
단위당 편익/비용 정보(K)							
편익				비용			
협의의 편익		환경편익		협의의 비용		환경비용	
항목	원/단위	항목	원/단위	항목	원/단위	항목	원/단위
경제성분석 결과(L)							
분석에 적용하는 입력변수 파라미터							
사업기간	편익(NPV)			비용(NPV)			
	협의의 편익	환경편익	총 편익	협의의 비용	환경비용	총 비용	
0							
결과 요약	NPV; B/C 비율						
민감도분석 결과(M)							
경제성분석 종합평가(N)							
IV. 환경성·경제성분석 종합평가(O)							
환경성분석과 경제성분석의 종합							

□ 사업개요

구분	△△△ 태양광 발전단지 조성사업
입지유형	산지
사업면적	1,434,690㎡
시설용량	31MW
사업기간	2009 상반기~2011 하반기
소요예산	약 2,325억원 (75억원/1MW)
설비형식	단축추적식
입지환경/현황	<ul style="list-style-type: none"> -△△△은 ○○ 북부지역의 청정지역으로 농업 및 농특산물 위주의 농촌지역임 -계획지구내 표고는 최저 196m, 최대 333.8m로 표고차는 137.8m에 이름 -대상지의 평균경사도는 19.3°이며, 20°이하가 51.4%로 나타남 -계획지구 서측 경계부로 주요 지형축인 ○○지맥 분포 -△△△은 태양광 에너지 밀도가 타지역보다 높은 지역으로 상대적으로 유리한 조건을 갖춤 -계획지구 전체면적 중 94.2%가 임야에 해당 -계획지구 주변지역은 대부분 임야이며 양계단지가 분포

확장비용편익분석 템플릿 (1)

I. 분석범위 설정		
사업개요 및 이슈정리		
사업명	△△△ 태양광 발전단지 조성사업	
위치		
사업면적	1,434,690m ²	
입지유형	산지	
사업내용	31MW/단축추적식	
사업기간	2009 상반기~2011 하반기	
긍정적/부정적 영향확인 및 목록화		
항목	내용(시간적·공간적 범위 등)	이해당사자
설비투자비	투자비용/사업시작연도	사업자
유지관리비	관리비용/발전시설 운영기간	사업자
발전수익	수익발생기간	사업자
환경훼손	산지입지에 따른 환경훼손/지역의 자연생태계 파괴/산림생태계 훼손으로 인한 환경서비스 손실/	지역/사회전체
신재생에너지 보급	화석연료의 대체효과	사회전체

확장비용편익분석 템플릿 (2)

II. 환경성 분석

별도 자료 참조

III. 경제성 분석

단위당 편익/비용

전력판매수입 (백만원/1MW)	협약의 비용(만원/kwh)		환경비용(백만원/년)	
	836	시스템설비	682	수원함양
	간접비용	20	산림정수	79.3
	토지비용	48	대기정화	148.3
	설비투자비합계	750	기후조절	28.5
	유지관리비	설비투자비의 1%	생태계보전가치	3,293.0
			합계	3,778.9

비고:

- 전력판매수입: 연간발전용량*단가(1,561kwh*536.04원/kwh)*1000
- 설비투자비: 전기연구원(2008) 표준시스템 비용단가 적용
- 유지관리비: 설비투자비의 1%로 산정하고, 매년 3% 증가하는 것으로 가정(최근 5년간(2003-2007) 도매물가 평균상승률 적용)
- 환경비용: 화폐화 정보가 가능한 항목에 한정하여 열거됨; 국립산림과학원(2007), 이지은 외(2002)에 근거함

확장비용편익분석 템플릿 (3)

경제성분석 결과				
31MW, 할인율 7%, 사업기간 20년 적용 (NPV; 백만원)				
연도	편익	비용		
	전력판매수입	협회의 비용	환경비용	총비용
0	0	232,500	895	233,395
1	24,236	2,173	3,532	5,705
2	22,650	2,092	3,400	5,491
...
19	7,170	1,094	1,779	2,873
20	6,701	1,054	1,712	2,766
	협회의 경제성분석		확장비용편익분석	
NPV	11,228		-40,046	
B/C 비율	1.04		0.87	

확장비용편익분석 템플릿 (4)

민감도 분석결과				
협회의 경제성분석 민감도 분석결과				
	할인율			
	3%	5.5%	7%	10%
NPV(백만원)	108,157	41,965	11,228	-36,023
B/C 비율	1.39	1.16	1.04	0.86
내부수익률	0.076			

비고:

- 미국해양대기국(NOAA)의 자연환경 피해평가에 적용되는 할인율: 0.03
- 예비타당성조사제도 공공사업 타당성평가 적용 할인율: 0.055
- 전기연구원(2008)/전력수급기본계획 활용 할인율: 0.07

확장비용편익분석 민감도 분석결과				
	할인율			
	3%	5.5%	7%	10%
NPV(백만원)	33,885	-16,519	-40,046	-76,410
B/C 비율	1.10	0.95	0.87	0.74
내부수익률	0.046			

확장비용편익분석 템플릿 (5)

IV. 종합분석

- 사업으로 예상되는 환경영향:

중요 환경영향은 과대한 토사유출로 인한 지형·지질 상의 변화, 과도한 식생훼손으로 인한 전반적인 생태계 교란 및 질 저하로 요약되며, 특성상 저감방안 수립이 제한적이고 사업완료 이후에도 환경영향이 누적될 것으로 예상됨; 대기질, 수질, 폐기물, 소음·진동, 경관 분야의 환경영향은 저감대책 수립 이후 수용가능한 영향으로 판단됨

- 환경영향의 화폐화:

산림이 제공하는 환경서비스 중 화폐화 정보가 가용한 일부에 대해서만 분석에 포함되었음에 유의함; 특히 전문가 판단에 따르면 전반적인 산림생태계의 파괴가 주요 환경영향으로 제시되고 있으나, 가용한 화폐화 정보는 산림이 제공하는 수질정화 및 대기정화 기능에 한정되고 있으며, 생태계 가치 특히 비사용가치에 대한 정보는 제한적임

- 경제성분석의 주요결과:

7%의 할인율 적용 시 산지입지의 경우 환경비용을 고려하면 B/C 비율이 1.04에서 0.87로 감소하여 사업의 타당성이 없는 것으로 분석됨; 환경비용을 고려할 경우 내부수익률이 7.6%에서 4.6%로 감소하여 공공사업의 경제성 판단 기준인 예비타당성조사 할인율을 하회함

- 본 사업의 경우 환경비용의 반영여부가 사업의 이행여부 결정에 중요하게 작용할 수 있으므로 주의를 요함