

# 생태계서비스의 가치추정

충남발전연구원 세미나 발표자료

2014. 5.15

- 생태계서비스 개념의 발전과정
- 생태계서비스 분류체계
- 생태계서비스 가치추정
  - 경제적총가치 유형
  - 가치추정기법
  - 국내 생태계서비스 가치추정 사례연구 (환경가치통합정보시스템: EVIS)
- 생태계서비스 가치추정과 의사결정

# 생태계서비스 개념의 발전과정

- ❑ Millennium Ecosystem Assessment(MA; 2005, UNEP)
  - ❑ 새천년생태계평가
    - ❑ UNEP/2001-2005
    - ❑ 전세계 1,300여명이 참여한 지구생태계 진단 보고서
    - ❑ 주요내용
      - ❑ 생태계가 제공하는 기능/서비스와 인간후생간의 연결고리
      - ❑ 의사결정지원을 위한 과학적 근거제시
      - ❑ 지구생태계의 현황진단
      - ❑ 향후 예상되는 생태계의 질적, 양적 변화, 인간후생변화
      - ❑ 의사결정과정에서의 대응책
- ⇒ 생태계가 제공하는 다양한 편익 “**생태계서비스**”에 대한 관심과 연구 활성화 계기
- ❑ <http://www.unep.org/maweb>

# 생태계서비스 개념의 발전과정

- ❑ The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB, 2010)
  - ❑ UNEP/유럽연합이 주도하는 생물다양성의 경제학 연구팀
  - ❑ MA(2005)의 연장선에서 생태계 기능과 경제계/의사결정간의 상관관계 연구
    - ❑ TEEB Ecological and Economic Foundations
    - ❑ TEEB for National and International Policy Making (국가/국제 정책결정자)
    - ❑ TEEB for Local and Regional Policy Makers (지역 의사결정자 및 행정가)
    - ❑ TEEB for Business and Enterprise (기업/산업)
    - ❑ TEEB Synthesis report
  - ❑ CBD 10차 당사국총회에 연구결과가 보고됨
  - ❑ 향후 CBD(생물다양성협약) 논의를 이끌어갈 과학적 연구진행 역할
- ❑ [www.teebweb.org](http://www.teebweb.org)

# 생태계서비스 개념의 발전과정

## 생태계서비스의 정의

정의	생태계서비스 vs. 편익
인간생활 충족을 위해 요구되는 생물다양성과 재화의 생산을 유지하기 위한 자연생태계의 조건과 과정 (Daily, 1997)	생태계서비스 ⇒ 편익
인간이 생태계기능으로부터 직접 또는 간접적으로 이끌어내는 편익 (Costanza et al., 1997)	생태계서비스 = 편익
인간의 필요를 충족시키기 위한 자연적 과정과 요소의 생산능력 (de Groot et al., 2002)	생태계서비스 ⇒ 편익
인간이 생태계로부터 얻는 편익(MA ,2005)	생태계서비스 = 편익

이슈1: 생태계서비스와 편익은 인간중심의 개념

이슈2: 생태계서비스와 편익이 혼용되어 사용되고 있음

# 생태계서비스 개념의 발전과정

생태계서비스 관련문헌에서 사용되고 있는 다양한 용어

조직(organization)	작동(operation)	생산물(outcome)
자산(stock)	흐름(flow)	서비스(services)
구조(structure)	기능(function)	재화(goods)
인프라(infrastructure)	과정(process)	편익(benefits)
	서비스(services)	최종서비스(final services)
	중간서비스(intermediate service)	생태종결점 (ecological endpoint)
		생산품(products)

출처: 안소은 (2013)

# 생태계서비스 개념의 발전과정

생태계 특성, 구조, 과정, 기능, 서비스, 편익, 가치의 개념 정리

용어	내용
특성	특정 생태계가 지니고 있는 속성들로서 주로 생물학적, 화학적, 물리적으로 고유한 특징을 말함/ 생태계의 구조와 과정을 규정하는 제약조건으로 작용함
구조	식생, 토양, 지형, 수분과 같은 생물적, 비생물적 요소들이 생태계 특성과 어우러져 구성된 복합적 망(web)
과정	생태계 구조를 기반으로 구성요소들 간의 물질 및 에너지가 상호 교환되는 동태적인 상태
기능	생태계의 특성, 구조, 과정 간의 상호작용의 결과/생태계 현상
서비스	생태계의 직접적 또는 간접적 인간후생에의 기여도/ 생태계가 인간에게 직접 또는 간접으로 제공하는 유용한 것
편익	서비스의 소비로 인한 인간후생의 증가분/ 보다 직접적인 후생의 증가를 가져오는 서비스로 한정
가치추정	어떤 목표/맥락(예: 정책평가, 사업평가, 의사결정 등등)에서 특정 재화 또는 서비스의 가치를 화폐로 표현하는 과정(화폐화)

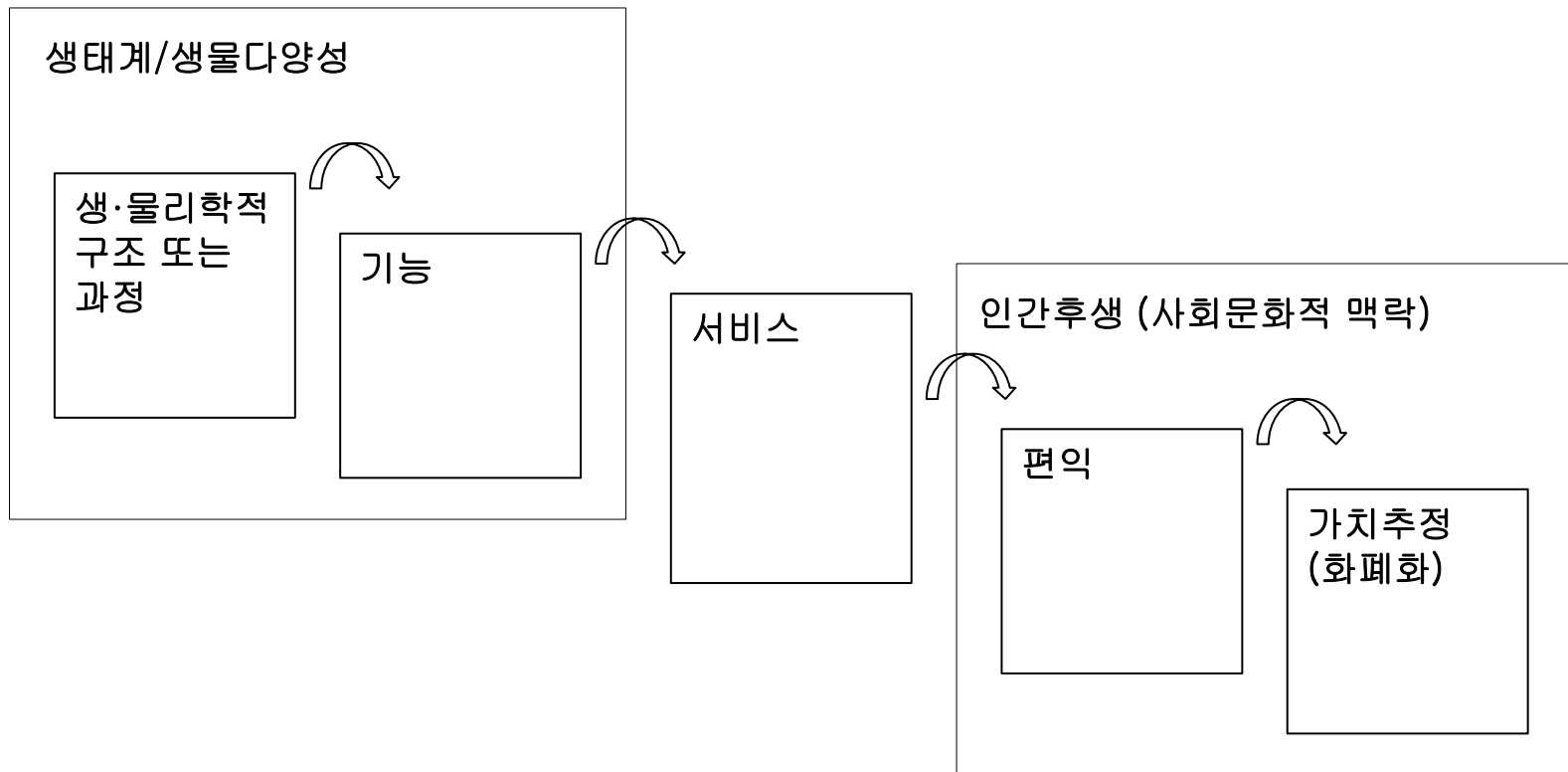
1) 보다 넓은 범위에 있어서 가치의 측정은 경제학뿐만 아니라 생태학, 사회학 부분의 방법론도 수용함

출처: Matlby et al.(1996); MA(2005); TEEB(2010)에서 재구성

# 생태계서비스 개념의 발전과정

생물다양성경제학 (The Economics of Ecosystem and Biodiversity; TEEB, 2010)

최근 생태계 구조/과정으로부터 생태계기능, 서비스, 편익, 가치에 이르는 연계구도로 정리되어가는 추세임

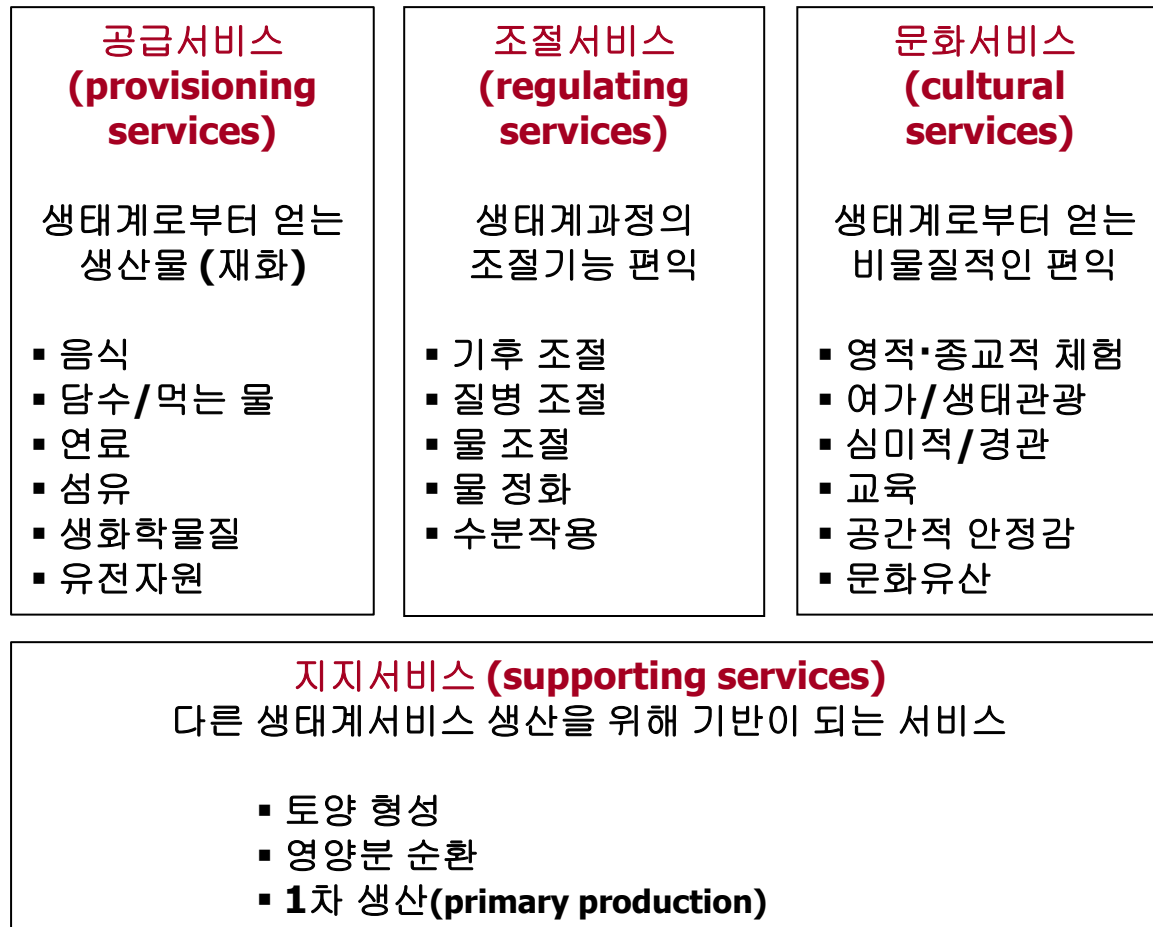


출처: TEEB(2010)에서 재구성



# 생태계서비스 분류체계

생태계서비스 분류체계 (MA, 2005)



# 생태계서비스 분류체계

생태계서비스 분류체계 (TEEB, 2010)

공급서비스 (provisioning services)	1. 식품(food)
	2. 물(water)
	3. 원료(raw materials)
	4. 유전자원(genetic resources)
	5. 의료자원(medical resources)
	6. 장식자원(ornamental resources)
조절서비스 (regulating services)	7. 대기질 조절(air quality regulation)
	8. 기후조절(climate regulation)
	9. 재해조절(moderation of extreme events)
	10. 물흐름조절(regulation of water flows)
	11. 폐기물처리(waste treatment)
	12. 침식방지(erosion prevention)
	13. 토양형성을 포함한 토양유지 및 영양분 순환 (maintenance of soil fertility (including soil formation) and nutrient cycling)
	14. 수분(pollination)
	15. 생물학적 조절(biological control)

생태계서비스 분류체계 (TEEB, 2010) (계속)

서식처서비스 (habitat services)	16. 이주성 종의 라이프사이클 유지 (maintenance of life cycles of migratory species)
	17. 유전다양성의 유지(maintenance of genetic diversity)
문화적 서비스 (cultural and amenity services)	18. 경관미적 정보(aesthetic information)
	19. 여가와 관광기회(opportunities for recreation and tourism)
	20. 문화적, 예술적, 디자인적 영감(inspiration for culture, art and design)
	21. 영적경험(spiritual experience)
	22. 인식발달 정보제공(information for cognitive development)

출처:TEEB(2010)

이슈 1: 지지서비스 (MA, 2005) vs. 서식처서비스(TEEB, 2010)

이슈 2: 생태계서비스 vs. 생물다양성

## □ 경제문제는 자원의 유한성에서부터 발단

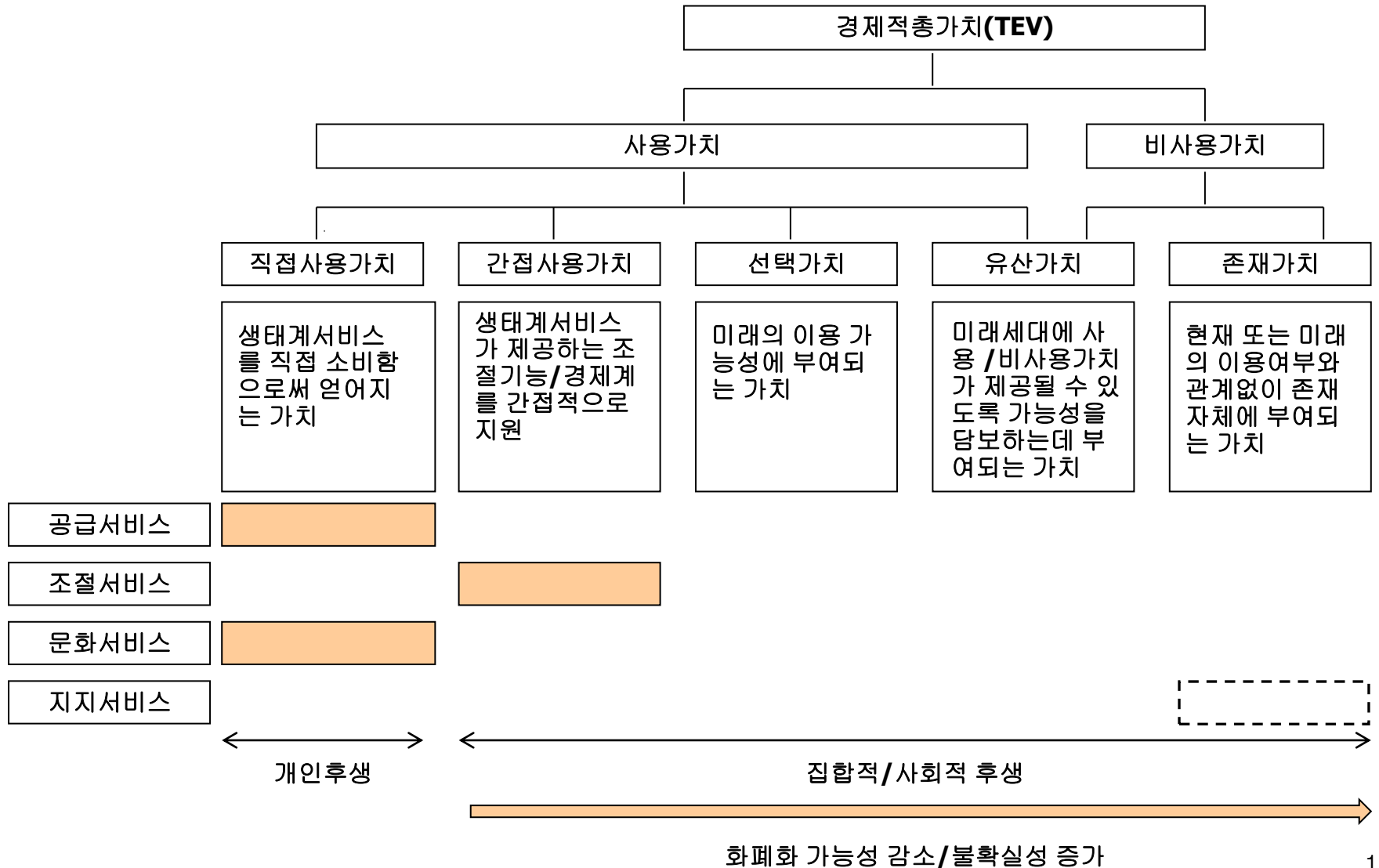
- 자원의 효율적 배분문제 대두
- 어떻게?? → 시장에 의해 배분
- “효율적” 자원배분 달성

## □ 환경가치 또는 생태계서비스 가치의 경제(학)적 개념

- 환경(생태계) 서비스는 공공재적 성격으로 인해 객관적 가치를 관찰할 수 있는 시장이 존재하지 않음
- 경제학적 가치는 특정 환경재 (생태계서비스)에 대한 개인의 주관적 선호에 근거하여야 함
- 개인의 선호는 특정 환경재 또는 환경재 질(**quality**)의 개선에 대한 지불의사금액(**WTP**) 또는 악화에 대한 수용의사금액(**WTA**)으로 표현/관찰
  - 화폐단위로 계산된다는 의미 (역은 성립하지 않음)
- 인간후생의 변화를 전제로 하는 인간중심의 가치

# 생태계서비스 가치추정

## 생태계서비스와 경제적총가치의 유형



# 생태계서비스 가치추정

경제적 접근법			생·물리학적 접근법	
가치유형 또는 추정대상	경제적총가치(TEV)		회복탄력성 ( <b>resilience</b> ) 가치	물질흐름/ 물리적 비용
	사용가치	비사용가치		
선호체계 기반 접근법 (수요측면)	시장분석법		적응사이클분석	에머지
	여행비용법		임계치 분석	엑서지
	회피비용법			물질흐름분석
	헤도닉가격법			생태발자국
	생산함수법			토지이용변화 흐름
	조건부가치측정법	조건부가치측정법		
	선택실험법	선택실험법		
	가치이전	가치이전		
비용기반 접근법 (공급측면)	비용분석법 · 대체비용법 · 복원비용법			

## □ 환경가치추정기법 분류기준

시장가격법 (market price method)	
현시선호법 (revealed preference method)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 여행비용법(travel cost method)</li> <li>- 헤도닉가격법(hedonic price method)</li> <li>- 회피비용법(averting behavior method)</li> <li>- 생산함수법(production function method)</li> </ul>
진술선호법 (stated preference method)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 조건부가치측정법(contingent valuation method)</li> <li>- 선택실험법(choice experiment)</li> </ul>
가치이전 (value transfer)	
비용기반 접근법	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대체비용법(replacement cost method)</li> <li>- 복원비용법(restoration cost method)</li> </ul>

현시선호 vs. 진술선호:

사용된 데이터가 개인의 관찰된 행동으로부터 도출되었는지 아니면 가상적 상황에서의 질문을 통해 도출되었는지 여부

# 생태계서비스 가치추정

현시선호법: 개인의 행동으로 표현/관찰된 선호를 기반으로 가치를 추정하는 방법	
여행비용법	예: 습지의 휴양/여가 기능
헤도닉가격법	예: 환경의 어메니티가 부동산 가격에 반영
회피비용법	예: 공기청정기, 정수기 구입비

진술선호법: 설문조사에 의해 환경재에 대한 가상 시나리오를 제시한 후 개인의 선호/지불의사를 묻는 방법		
조건부가치측정법	개방형	X에 대해 얼마나 지불하시겠습니까?
	이선선택형	X에 대해 Y를 지불하시겠습니까? (예/아니오)
선택실험법	주어진 가상적 선택대안 중에서 가장 선호하는 대안 하나를 선택	

	현시선호법	진술선호법
장점	- 가상상황이 아닌 실제로 관찰되는 행위로부터 가치도출	- 비사용가치 측정이 가능한 유일한 대안 - 광범위한 적용영역 - 환경재의 특성변화에 따른 이용자의 선호파악 가능
단점	- 비사용가치 추정에는 제한적임	- 시나리오 상에 제시된 환경재 특성변화에 대한 인지의 한계 - 다양한 편의 가능성 존재



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

가치이전이란 실제 데이터를 기본으로 연구가 완료된 지역 (study site) 으로부터의 가치추정 결과나 정보를 데이터가 존재하지 않거나 제한된 지역 (policy site)에 적용 · 이전하는 방법

- 가치추정 직접연구는 많은 시간과 예산이 소요
- 사안마다 직접연구를 수행하는 것은 현실적으로 불가능
- 대부분의 경우 정책결정자는 기존연구로부터의 제한된 정보에 의존하여 의사결정을 해야 함
- 가치이전 또는 편익이전은 이러한 현실적인 문제를 극복하기 위해 개발된 대안으로서 차선택으로 이해 될 수 있음

## 비용기반접근법

### 대체비용법

(replacement cost method)

- 환경의 특정기능을 대체하는데 소요되는 비용을 가치로 계산하는 방법
- 예: 습지의 수질정화가치
- 습지의 BOD처리량을 대체하기 위한 하수종말처리장의 건설 및 운영비용을 수질정화 가치로 계산

### 복원비용법

(restoration cost method)

- 손실된 환경의 특정기능을 복원하는데 소요되는 비용을 가치로 계산하는 방법

## 환경가치종합정보시스템 (Environmental Valuation Information System: EVIS)

- ❑ 국내 환경가치추정 선행연구 주요결과 요약 DB
  - ❑ 2009-2011; KEI 일반과제 녹색성장정책연구로 수행
  - ❑ 2013; KEI 일반과제 기후환경정책연구로 수행
- ❑ 시범운영을 거쳐 2011년 1월 KEI의 홈페이지를 통해 공식 오픈
- ❑ 2013년 10월 현재 약 351개의 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
- ❑ <http://evis.kei.re.kr>

# 생태계서비스 가치추정

## 환경가치종합정보시스템 (Environmental Valuation Information System: EVIS)

**환경가치 종합정보시스템 EVIS**

EVIS에 대해 | 환경가치란? | 검색방법 | 환경가치 추정기법

**EVIS 분류체계**

- > 생활환경
  - 대기
  - 물
  - 토지/토양/지질
  - 소음/진동
  - 폐기물
- > 자연환경
  - 생태계서비스
  - 개발생태계
- > 기타 선행연구
  - 기타
- > 추정기법
  - 선호체계접근법
  - 물리적접근법

**환경가치종합정보시스템(Environmental Valuation Information System : EVIS)**

환경가치종합정보시스템(EVIS)은 한국환경정책·평가연구원에서 개발 중인 온라인 환경가치 선행연구 요약 DB이다. EVIS는 정부부처 및 민간기업의 의사결정자를 비롯하여 학계, 환경관심단체, 환경NGO 등에게 환경질(environmental quality) 환경가치 추정치에 대한 기초정보를 제공함으로써, 비용편익분석, 환경영향평가, 사업타당성 평가를 포함한 다양한 정책분석에 활용될 수 있다.

Environmental Valuation Information System

신규등록 | 공지사항 | 게시판

• 목도의 보존가치 평가: 2단계 가상가치평가, 2013.12.11  
 • CVM을 이용한 서울 한강도심의 보존가치, 2013.12.09  
 • 서울의 도시공원내의 경제적 가치평가와, 2013.12.06  
 • 잠재적 관광자원으로서의 서울 도심의 관광자원과 자연환경, 2013.10.25  
 • CVM을 이용한 서울 도심의 관광자원 가치평가, 2013.10.21

**환경가치종합정보시스템(EVIS) 관련 문의 보내기**

EVIS 구축에 대한 의견 및 수록 문의 정보에 대한 문의가 있으시면 아래의 담당자에게 문의 바랍니다.

▶ 안소은 E-mail: seohnn@kei.re.kr ▶ 허두현 E-mail: hdduhyun@kei.re.kr

**환경DB 분류기준**

**> 생활환경**

대기  
 대기질  
 시정거리  
 농업영향  
 제조업영향  
 악취  
 생태계영향  
 건강/보건  
 기타

물  
 수질  
 농업영향  
 악취/탁도  
 상하수도  
 수상레저/휴양  
 생태계영향  
 건강/보건  
 기타

토지/토양/지질  
 토양오염  
 토양침식  
 생태계영향  
 건강/보건  
 기타

소음/진동  
 생활소음  
 도로/교통/건설소음  
 비행소음  
 축산농가 피해  
 생태계영향  
 건강/보건  
 기타

폐기물  
 매립장  
 소각장  
 재활용  
 유해폐기물처리장  
 방사능  
 생태계영향  
 건강/보건  
 기타

**> 자연환경**

생태계서비스  
 공급서비스  
 조절서비스  
 - 대기조절/정화  
 - 기후조절/탄소흡수  
 - 수량조절/물공급  
 - 수질정화  
 - 재해방지  
 지지서비스  
 - 토양침식방지  
 - 서식처제공  
 - 생물다양성  
 문화서비스  
 - 휴양/생태관광  
 - 경관미  
 - 문화예술/교육  
 기타

개발생태계  
 해양  
 해안  
 도서  
 습지  
 강/하천  
 호수  
 경작지  
 산림  
 도시생태계  
 보호지역/자연공원  
 기타

**> 기타 선행연구**

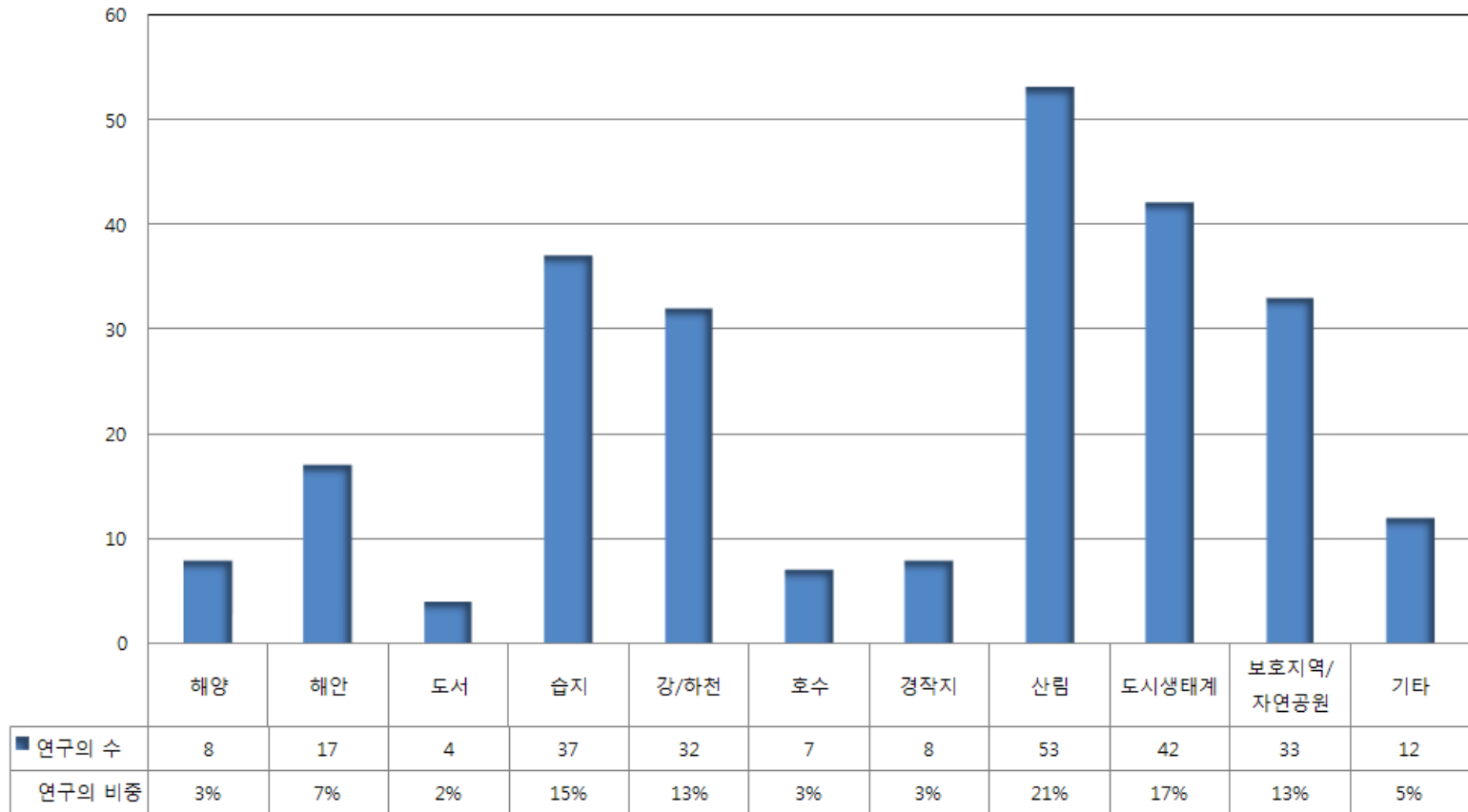
기타

**> 추정기법**

선호체계접근법  
 시장분석법  
 현시선회법  
 - 회피행동비용법  
 - 여행비용법  
 - 해도닉가격법  
 진술선회법  
 - 조건부가치측정법  
 - 선택실험법  
 편익이전

물리적접근법  
 대체비용법  
 복원비용법  
 피해비용접근법  
 애머지분석법  
 기타

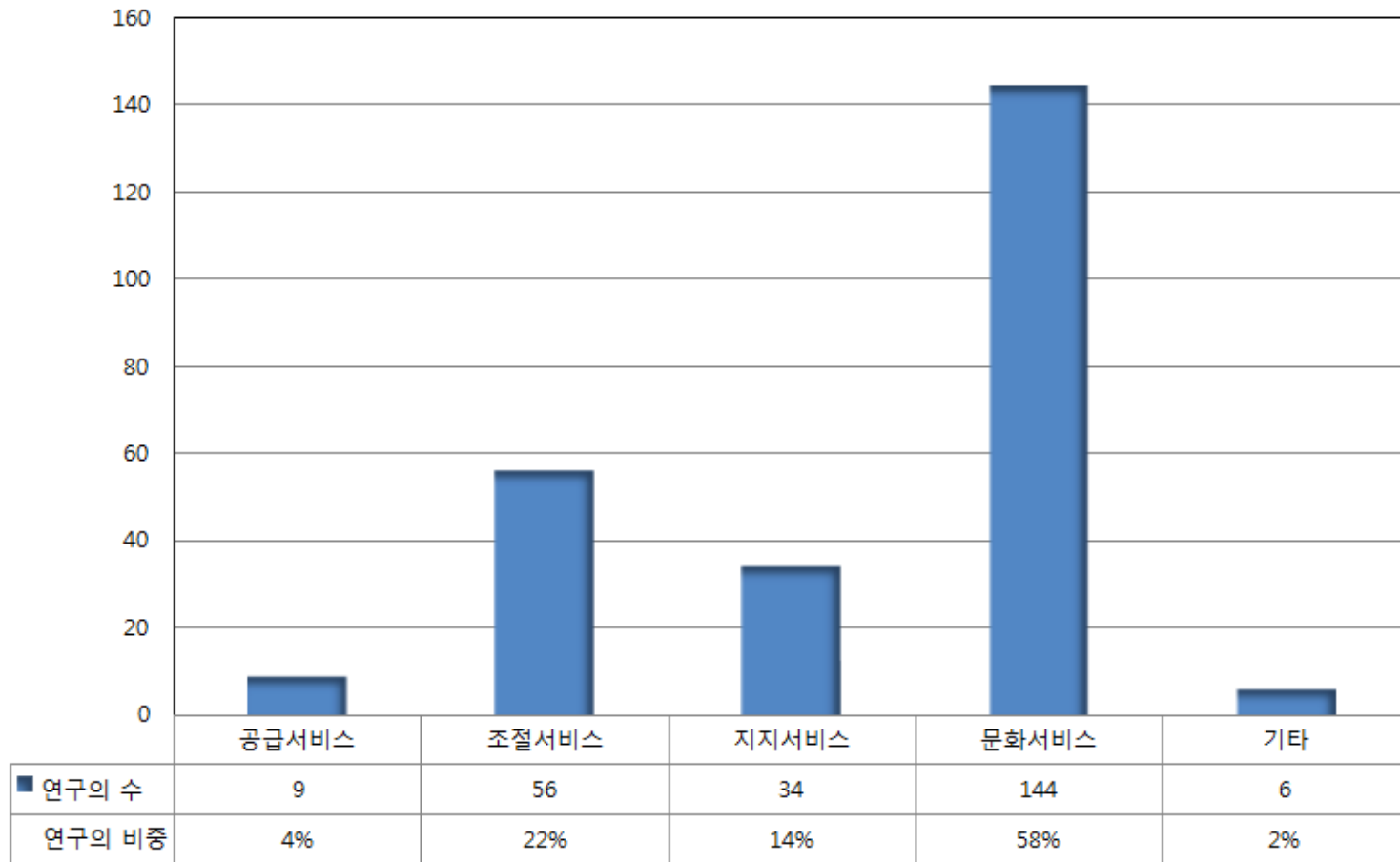
## 환경가치종합정보시스템 (EVIS) 자료구축 현황 : 개별 생태계



자료: 환경가치종합정보시스템(<http://evis.kei.re.kr>; 2013.10.31 기준)

# 생태계서비스 가치추정

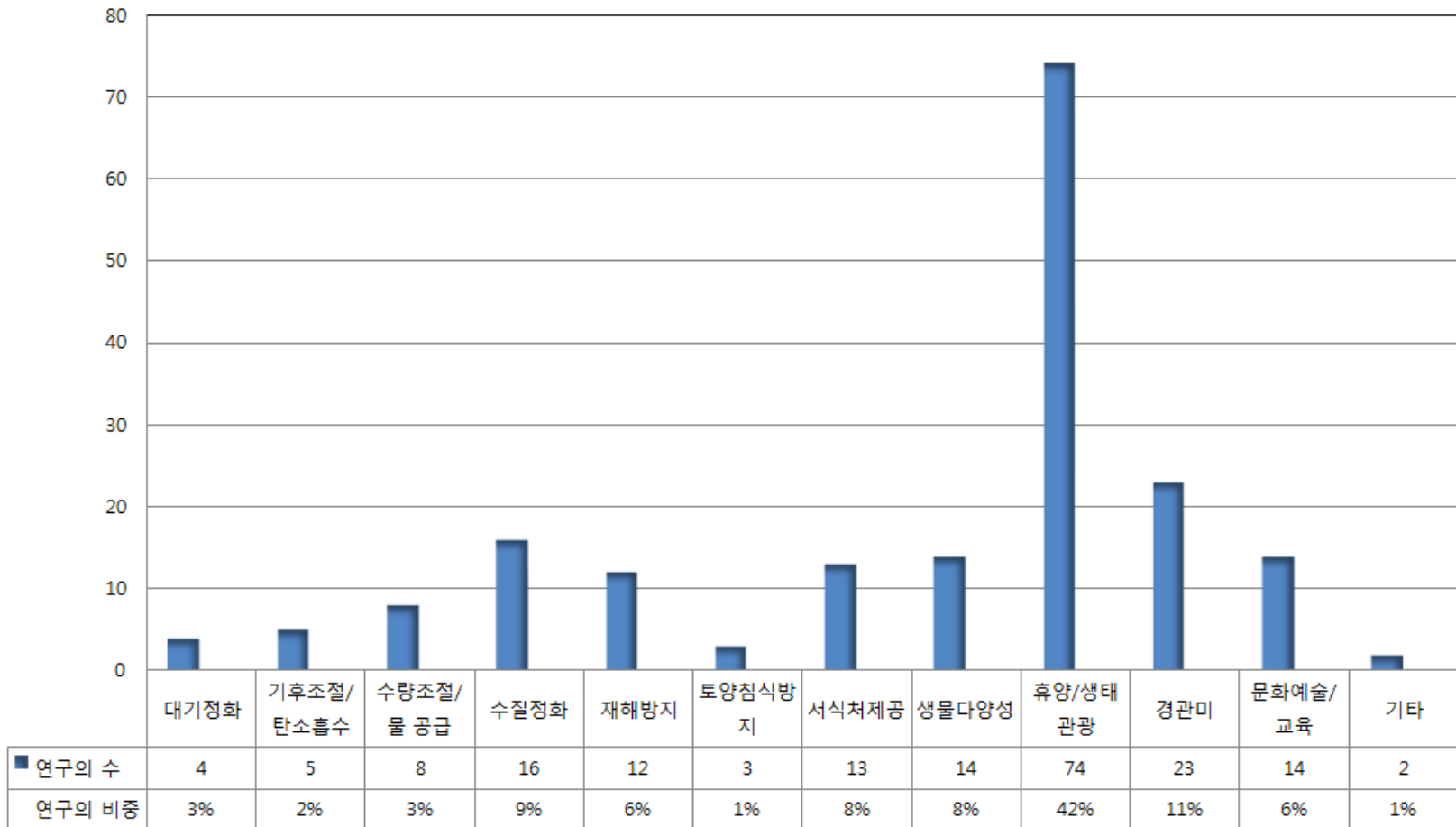
환경가치종합정보시스템 (EVIS) 자료구축 현황 : 생태계서비스 (중분류)



자료: 환경가치종합정보시스템(<http://evis.kei.re.kr>; 2013.10.31 기준)

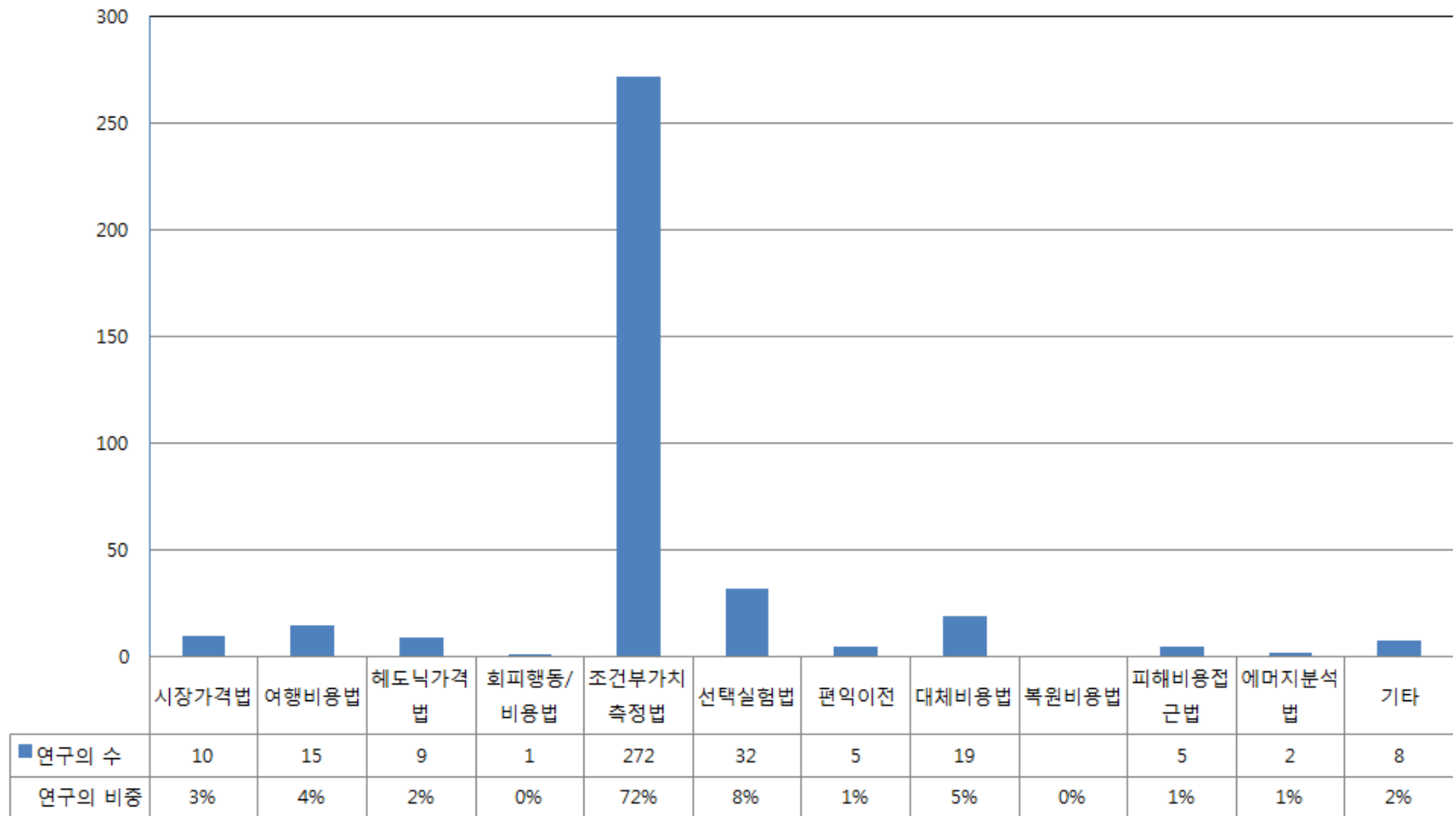
# 생태계서비스 가치추정

환경가치종합정보시스템 (EVIS) 자료구축 현황 : 생태계서비스 (소분류)



자료: 환경가치종합정보시스템(<http://evis.kei.re.kr>; 2013.10.31 기준)

## 환경가치종합정보시스템 (EVIS) 자료구축 현황 : 추정기법



자료: 환경가치종합정보시스템(<http://evis.kei.re.kr>; 2013.10.31 기준)

# 생태계서비스 가치추정

개별생태계의 생태계서비스 별 연구분포

개별 생태계	생태계서비스											
	조절서비스					지지서비스			문화서비스			기타
	대기 조절/ 정화	기후 조절/ 탄소 흡수	수량 조절 /물공 급	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	8	3	2	
산림	1				2			1	33	2	4	
도시생태계							1		18	9	4	1
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	
기타			2				1	2	4		1	1

자료: 환경가치종합정보시스템(<http://evis.kei.re.kr>; 2013.10.31 기준)



## 개별생태계의 추정기법 별 연구분포

개별 생태계	추정기법								
	시장 가격법	회피 행동/ 비용법	여행 비용법	헤도닉 가격법	조건부 가치 추정법	선택 실험법	대체 비용법	가치이전	기타
습지	10		2		16	4	12	3	3
강/하천			1		27	7			
산림			7		46	4	1		1
도시생태계			3	4	42	3			1
자연공원			7		30	2			1
도서					4				
경작지					5	1	3		
해양					7				
해안			3	2	11	1			
기타			1		10	2	2	1	

자료: 환경가치종합정보시스템(<http://evis.kei.re.kr>; 2013.10.31 기준)

## 강/하천/호소의 생태계서비스 별 가치추정치 분포

생태계서비스	추정치수	원단위	추정기법	가치추정치 분포			
				최소	평균	중위	최대
수량조절/물공급	10	원/월/가구	CVM/CE	244	4,266	3,768	10,082
수질정화	34	원/월/가구	CVM/CE	644	3,198	2,852	7,851
재해방지	8	원/월/가구	CVM/CE	208	2,064	1,688	7,322
생물다양성	3	원/월/가구	CVM/CE	1,915	2,834	2,792	3,795
휴양/생태관광	1	원/월/가구	CVM/CE	1,753	1,753	1,753	1,753
경관미	2	원/월/가구	CVM/CE	1,282	1,586	1,586	1,889

주: CVM: 조건부가치측정법/ CE: 선택실험법

자료: 환경가치종합정보시스템(<http://evis.kei.re.kr>; 2013.10.31 기준)

# 생태계서비스 가치추정

강/하천/호소의 생태계서비스 별 가치추정치 분포 (2010년 기준; 총소비자물가지수 보정)

생태계서비스	추정치수	원단위	추정기법	가치추정치 분포			
				최소	평균	중위	최대
수량조절/물공급	10	원/월/가구	CVM/CE	270	4,724	4,172	11,165
수질정화	34	원/월/가구	CVM/CE	847	3,869	3,357	9,365
재해방지	8	원/월/가구	CVM/CE	230	2,285	1,869	8,108
생물다양성	3	원/월/가구	CVM/CE	2,284	3,381	3,331	4,527
휴양/생태관광	1	원/월/가구	CVM/CE	2,091	2,091	2,091	2,091
경관미	2	원/월/가구	CVM/CE	1,356	1,677	1,677	1,998

주: CVM: 조건부가치측정법/ CE: 선택실험법

자료: 환경가치종합정보시스템(<http://evis.kei.re.kr>; 2013.10.31 기준)

# 생태계서비스 가치추정

습지의 생태계서비스 별 가치추정치 분포

생태계서비스	추정치수	원단위	추정기법	단위가치 추정치분포			
				최소	평균	중위	최대
수질정화	15	원/ha	대체비용법	275,000	6,508,792	5,130,000	23,267,045
서식처제공	9	원/ha	시장가격법/ 가치이전	341,347	3,073,055	1,968,900	7,780,868
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
생물다양성	1	원/ha	가치이전	34,000,000	34,000,000	34,000,000	34,000,000
대기조절/정화	2	원/ha	대체비용법	302,000	17,151,000	17,151,000	34,000,000
재해방지	1	원/ha	가치이전	2,207,000	2,207,000	2,207,000	2,207,000
수산물생산	19	원/ha	시장가격법	77,166	4,036,728	3,318,000	11,038,068

자료: 환경가치종합정보시스템(<http://evis.kei.re.kr>; 2013.10.31 기준)

## 습지의 생태계서비스 별 가치추정치 분포

생태계서비스	추정치수	원단위	추정기법	가치추정치분포			
				최소	평균	중위	최대
수질정화	5	원/년/가구	CVM	385	830	708	1,592
서식처제공	14	원/년/가구	CVM/CE	473	2,112	1,192	6,850
휴양/생태관광	6	원/년/가구	CVM/CE	361	5,608	992	28,600
경관미	5	원/년/가구	CVM/CE	361	802	701	1,282
생물다양성	3	원/년/가구	CVM	4,531	5,737	5,829	6,850
문화예술/교육	1	원/년/가구	CE	2,215	2,215	2,215	2,215

주: CVM: 조건부가치측정법/ CE: 선택실험법

자료: 환경가치종합정보시스템(<http://evis.kei.re.kr>; 2013.10.31 기준)

## □ 생태계서비스 가치추정 관련 이슈

- 활용목적 (예: 가치이전)에 따른 적절한 원단위 선택 및 해석

  - 추정대상 생태계서비스의 특성

  - 추정기법/원단위 통일 필요

  - 적절한 디스플레이터의 선택

## □ 가치유형

- 사용가치 vs. 비사용가치 vs. 총가치

## □ 공간적 스케일 이슈

- 평균가치 vs. 한계가치

- 임계치(threshold) 또는 최소안전기준(minimum safety standard)

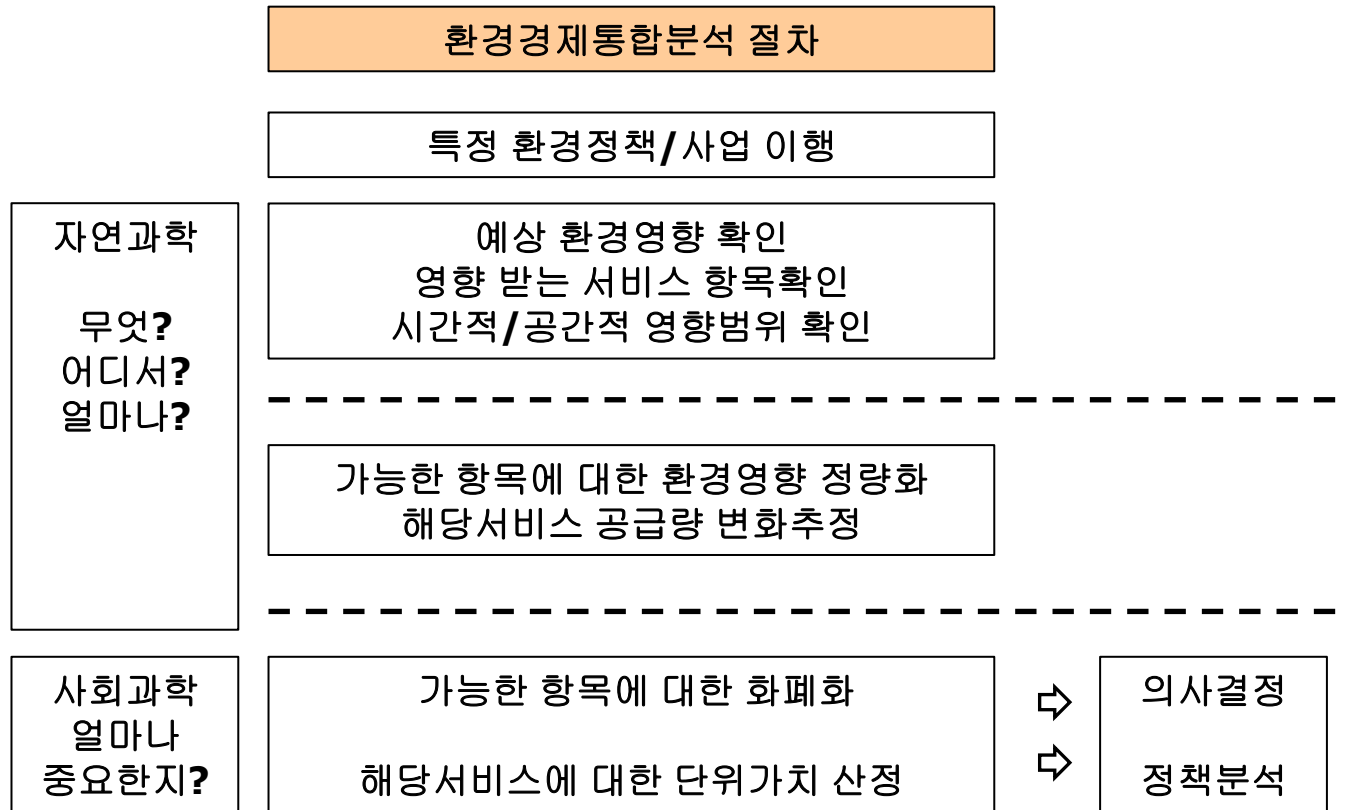
- 경제학적 접근 vs. 정책적 또는 사회적 선택

- 화폐화 가능한 항목/범위의 한계

- 생태계서비스-인간후생 연결고리 규명 및 인식제고

# 생태계서비스 가치추정과 의사결정

## □ 의사결정과 환경가치



이슈1: 단계별 연결고리 부재/ 의사소통 단절

이슈2: 절차가 진행됨에 따라 가용한 정보량의 감소/ 불확실성의 증가

이슈3: 일부 화폐화(가치추정) 정보만이 의사결정에 반영

# 생태계서비스 가치추정과 의사결정

- ❑ 생태계서비스 측정체계 기반구축 (1/2): 하천생태계를 중심으로
- ❑ KEI 기후환경정책연구
- ❑ 연구추진체계

