

수요 및 공급측면에서 평가한 하천 생태계서비스의 경제적 가치 Economic Values of Freshwater Ecosystem Services from Demand and Supply Perspectives

안소은[†] · 김지은
So Eun Ahn[†] · Gieun Kim

한국환경정책·평가연구원, 정책연구본부
Korea Environment Institute, Environmental Policy Research Group

(Received May 17, 2016; Revised October 12, 2016; Accepted October 25, 2016)

Abstract : This study aims to estimate the values of freshwater ecosystem services from demand and supply perspectives. From demand side, unit-values of ecosystem services are derived from Environmental Valuation Information System (EVIS) and aggregated to 5 main watersheds in Korea. The derived unit-values are based on the willingness to pay estimates per household from stated preference methods. The nation-wide average total values of water quantity supply, water purification, and natural disaster control are estimated as 501.2, 410.4, and 242.4 billion won/year, respectively. From supply side, we examine the direct and indirect public expenditures (or investment) in 2013 to improve freshwater ecosystem services by the government. The total sum of government expenditures corresponds to 8,882 billion won in 2013, where 12.9, 81.3, 0.3 and 5.3% are spent to improve provisioning, regulating, supporting and cultural services, respectively, indicating that most efforts are concentrated in enhancing regulating services.

Key Words : Freshwater Ecosystem Services, Willingness to Pay, Public Investment, Environmental Valuation Information System (EVIS)

요약 : 본 논문은 하천 생태계서비스의 경제적 가치추정, 특히 수요 및 공급측면에서의 중요성 평가에 목적을 둔다. 지불의사액(WTP)에 근거한 수요측면의 가치는 환경가치종합정보시스템(EVIS)으로부터 서비스 항목별 단위가치를 도출하고, 도출된 단위가치를 서비스 영향범위인 5대 대권역으로 합산하여 추정하였다. 단위가치 추정에는 진술선호법을 활용하여 추정한 가구당 지불의사액에 한정하였다. 합산결과, 하천 생태계가 제공하는 주요 조절서비스에 해당하는 물공급, 수질정화, 홍수조절 서비스의 연간 가치는 2010년 전국기준 5,012, 4,104, 2,424억 원으로 추정되었다. 공급측면의 가치는 생태계서비스 공급 및 관리에 직·간접적으로 관련 있는 공공부문 투자액(2013 세출결산액 기준)을 중심으로 분석하였다. 분석결과, 총 투자액은 8조 8천억 원에 이르는 것으로 나타났으며, 이 중 공급서비스가 12.9%, 조절서비스가 81.3%, 지지서비스가 0.3%, 문화서비스가 5.3%를 차지하고 있는 것으로 추산되었다.

주제어 : 하천 생태계서비스, 지불의사액, 공공투자액, 환경가치종합정보시스템(EVIS)

1. 서론

최근 과학적 사실에 근거한 의사결정의 중요성이 부각되고 있다. 새천년생태계평가(Millennium Ecosystem Assessment, MA)¹⁾와 생물다양성경제학(The Economics of Ecosystem and Biodiversity, TEEB)²⁾ 이후 자연환경 분야에서는 생태계가 인간에게 제공하는 다양한 혜택에 해당하는 ‘생태계 서비스(ecosystem services)’가 의사결정 과정에서 주요 이슈로 다루어지고 있고 관련연구도 급증하고 있다.^{3,4)} 생물다양성·생태계서비스의 보전 및 지속가능한 이용 관련 의사결정에는 생태계가 제공하는 다양한 서비스의 공급현황과 중요성에 대한 정보가 필수적이다.

전자는 생태계서비스의 물리적 공급량 측정에 해당하며 정책평가를 위한 기준선 설정 및 추이(trend) 분석에 정보를 제공할 수 있다. 후자 즉, 중요성은 생태계서비스가 얼마나 중요한가를 측정하는 영역에 해당하며 관련정책 간의 우선순위 선정에 활용될 수 있다. 특히 예산제약 하에 비용효과성을 담보한 정책대안의 선택이 주요 의사결정 사항임을 감

안할 때 생태계서비스의 중요성 평가는 핵심정보를 제공할 수 있다. 생태계서비스의 물리적 공급량 측정 방법론으로는 생·물리학적 모델링 또는 지표 접근법이 대표적이며, 중요성에 대한 측정은 화폐화가 대표적이고 경제적 가치추정 기법을 활용하는 것이 통상적이다.

본 논문은 경제적 가치추정 관점에서 하천 생태계서비스의 중요성 평가에 초점을 두고자 한다. 특히 생태계서비스가 시장에서 거래되지 않는 공공재임을, 따라서 시장가격이라는 객관적 가치를 관찰할 수 없음을 고려하여, 수요측면의 가치와 공급측면의 가치를 구분하여 도출하고 각각의 시사점을 논의하고자 한다.

수요측면의 가치는 생태계서비스 수혜자의 지불의사액(Willingness To Pay, WTP)에 근거한 가치를 의미하며 경제적 가치추정기법 중 현시선호접근법 또는 진술선호접근법을 적용하여 추정하는 것이 일반적이다. 본 논문에서는 환경가치종합정보시스템(Environmental Valuation Information System, EVIS)⁵⁾으로부터 하천 생태계서비스의 가구당 단위가치를 도출하고, 이를 활용하여 5대 대권역 수준으로 서

[†] Corresponding author E-mail: seahn@kei.re.kr Tel: 044-415-7659 Fax: 044-415-7644

비스의 가치를 합산해 보고자 한다.

공급측면의 가치는 생태계서비스 공급을 위한 공공부문 투자액, 즉 공급비용을 가치의 대체자료(proxy)로 활용하거나, 특정 서비스가 사라졌을 경우 이를 대체 또는 복원하는데 요구되는 비용을 역으로 해당 가치의 대체자료로 사용하는 것이 일반적이다. 본 논문에서는 생태계서비스 공급 및 관리에 직·간접적으로 관련 있는 정부부처 지출액(세출결산액) 분석을 중심으로 공급측면의 가치를 도출해 본다.

2. 하천 생태계서비스 개념 및 분류체계와 경제적 가치추정

하천 생태계서비스의 경제적 가치추정을 위해서는 생태계서비스의 분류체계와 경제적 가치추정 간의 연계성 검토가 선행되어야 한다. ‘생태계서비스’는 인간생활 충족을 위해 요구되는 생물다양성 또는 재화의 생산을 유지하기 위한 자연생태계의 조건과 과정,⁶⁾ 인간이 생태계 기능으로부터 직접 또는 간접적으로 이끌어내는 편익,⁷⁾ 인간의 필요를 충족시키기 위한 자연적 과정과 요소의 생산능력⁸⁾ 등으로 다양하게 정의되어 왔으나, MA¹⁾ 이후 인간이 생태계로부터 얻는 편익 또는 혜택을 망라하는 포괄적 의미로 사용되고 있는 추세이다.⁹⁻¹⁴⁾

생태계서비스 분류체계 역시 MA¹⁾를 기반으로 발전시키고자 하는 노력이 주를 이루어 왔는데, MA¹⁾는 생태계서비스를 공급서비스(provisioning services), 조절서비스(regulating services), 문화서비스(cultural services), 지지서비스(supporting services)로 범주화하였다. 공급서비스는 생태계로부터 얻는 재화에, 조절서비스는 생태계 과정을 조절함으로써 얻어지는 편익에, 문화서비스는 생태계로부터 얻는 비물질적 편익에, 지지서비스는 다른 생태계서비스를 생산하기 위해 기반이 되는 여건으로 정의된다.⁹⁾ 따라서 지지서비스는 ‘서비스’ 보다는 공급, 조절, 문화서비스 제공을 위해 요구되는 생태계 온전성(integrity)에 부합하는 개념이다.¹⁶⁾

본 논문의 하천 생태계서비스 분류체계는 MA¹⁾에서 제시한 범용적 분류체계를 기반으로 국내 하천 생태계에 적용 가능하도록 차별화 한 후, 관련 전문가 검토 및 인터뷰를 통해 수정·보완하여 활용하였다. Table 1에서 제시한 바와 같이 생태계서비스의 범주, 즉 공급, 조절, 지지 및 문화서비스 틀은 유지하되 범주별 세부항목을 재구성하였다. 공급서비스에는 식량, 에너지생산, 담수제공, 원료, 광물자원, 유전자원이, 조절서비스에는 기후조절, 수질정화, 물공급/수량조절, 재해방지, 생물학적 조절이, 지지서비스에는 서식처제공, 생물종다양성이, 문화서비스에는 생태관광, 휴양/레저, 교육/과학, 경관미, 종교/문화유산 항목이 포함된다.

한편 생태계서비스의 경제적 가치추정 국내 연구는 ‘생태계서비스’란 용어를 직접적으로 사용하지는 않았더라도, 산림, 습지 등의 개별 생태계 또는 수질정화, 생태관광과 같은 환경기능을 대상으로 2000년대 초반부터 진행되어 왔

Table 1. Classification of freshwater ecosystem services in Korea

| Category | Sub-item | Contents |
|-------------------------------|---|---|
| Provisioning service | Food | Fish and shellfish products including freshwater aquaculture |
| | | Other edible/dietary animals, plants, and fiber |
| | Energy production | Biological and non-biological sources of energy |
| | | Hydro-power Biomass energy sources |
| | Fresh water | Freshwater consumption by irrigation, drinking and industrial use |
| | Raw materials | Raw materials such as fiber, lumber, etc. |
| | Mineral resources | Metals, non-metals, coal, etc. |
| Genetic resources | Materials that are potentially useful or can be commercialized | |
| Regulating service | Climate regulation | Micro-climate regulation |
| | Water purification | Pollutant purification capacity by river flow or aquatic/riparian vegetation |
| | Regulation of water flows | Quantity control via water cycle/flow regulation |
| | Natural disaster controls | Prevention and mitigation of flooding, droughts, forest fires |
| Supporting service (function) | Biological control | Non-native species control, enriching genetic resources |
| | Providing habitat | Providing habitat/ Support surrounding ecosystems through maintaining continuity between habitats |
| Cultural service | Biodiversity | Maintaining diversity of species, populations or communities |
| | Eco-tourism | River-ecotourism |
| | Recreation/Leisure | Recreational activities such as fishing, swimming etc. |
| | Education/Science | Educational and scientific usage of freshwater ecosystem |
| | Aesthetic | Visual and scenic values of landscape |
| Religious/Cultural heritage | Religious experience and cultural heritages based on freshwater ecosystem | |

Source: Modified from Ahn et al.⁴⁾

며, 선행연구가 일정부분 축적되어 있는 상황이다. 생태계서비스는 공급서비스의 일부 항목을 제외하고는 시장에서 거래되지 않기 때문에 시장가격이 존재하지 않는다. 따라서 경제적 가치추정기법을 활용하여 그 가치를 간접적으로 도출하는 것이 일반적이다.

경제적 가치추정기법은 크게 선호기반접근법과 비용기반접근법으로 구분할 수 있다. 선호기반접근법은 수혜자 측면의 접근법으로써 인간후생은 개인의 선호에 의존한다는 전제로부터 출발한다. 선호기반접근법은 다시 현시선호접근법과 진술선호접근법으로 범주화된다. 구분 기준은 가치추정에 활용된 정보가 시장에 간접적으로 반영된 개인의 관찰된 즉 현시된 행동으로부터 도출되었는지, 아니면 가상적 상황에서의 질문을 통해 즉 진술되었는지 여부에 의해 결

정된다. 그러나 관찰된 행동이든, 가상적 상황에서의 설문 조사를 통해서든 개인의 선호에 기반하고 있다는 점에서 같은 범주에 속하는 방법이다. 현시선호접근법에는 여행비용법, 회피비용법, 헤도닉가격법 등이 포함되고, 진술선호접근법에는 조건부가치측정법, 선택실험법 등이 포함된다.¹⁵⁾

생태계서비스는 공공재이며 따라서 수혜자의 지불의사액과는 독립적으로 공급 및 관리가 이루어지는 것이 일반적인데, 비용기반접근법은 공급자 관점의 가치를 도출하는 방법이라 볼 수 있다. 비용기반접근법에는 특정 생태계서비스 공급을 위해 지출된 공공부문 투자액, 즉 공급비용을 가치의 대체자료로 사용하거나, 특정 생태계서비스가 사라졌을 경우 그 기능을 대체하는 데 소요되는 비용을 역으로 가치로 간주하는 대체비용법, 또는 복원하는 데 소요되는 비용을 가치로 간주하는 복원비용법 등이 포함된다. 대체비용이나 복원비용은 현시선호 또는 진술선호접근법과는 달리 수혜자의 지불의사액을 반영하고 있지는 않다. 그러나 실질적인 공학적 비용단가를 사용하기 때문에 상대적으로 정책적 수용성이 높은 것도 현실이다.

한편 생태계서비스 분류체계와 경제적 가치추정기법의 연계는 경제적총가치(total economic values, TEV) 유형을 고려하는 것이 필요하다. 경제적총가치(TEV)는 가치추정 부문에서 통상적으로 활용하는 가치유형 분류체계이다. 경제적총가치(TEV)는 사용가치와 비사용가치의 합으로 정의되며, 사용가치는 다시 직접사용가치, 간접사용가치, 선택가치, 유산가치로 구분되고 비사용가치는 존재가치로 대변된다. 직접사용가치는 서비스를 직접 소비하는 과정에서 발생하며, 대부분 시장가격으로 측정된다. 간접사용가치는 생태계가 제공하는 조절기능으로부터 파생되고 경제계를 간접적으로 지원하는 데서 유발되는 가치에 해당하며 일반적으로 가치를 관찰할 수 있는 시장은 존재하지 않는다. 가치의 시간적 범위를 확대하면 미래에 이용 가능성을 남겨두는 데

서 발생하는 선택가치를 논할 수 있다. 비슷한 맥락에서 유산가치는 미래세대에게 사용 또는 비사용가치가 제공될 수 있도록 가능성을 열어두는 데서 얻어지는 가치에 해당한다. 따라서 유산가치는 사용가치로도 비사용가치로도 분류가 가능하다. 존재가치는 현재 또는 미래의 이용 여부와 관계없이 어떤 종이나 생태계 등의 존재 자체에 부여되는 가치를 의미한다.¹⁵⁾

Fig. 1은 앞서 기술한 가치추정기법과 경제적총가치(TEV) 유형을 대략적으로 대응시키고 있다. 사용가치 추정이 목적이라면 현시선호접근법/비용기반접근법이, 비사용가치 추정이 목적이라면 진술선호법이 적절하다. 예를 들어 조절서비스의 경우, 현재시점에서 간접사용가치를 추정하고자 한다면 현시선호법/비용기반접근법이 보다 적절한 반면, 지속가능성 측면에서 유산가치 또는 비사용가치에 대응시키고자 한다면 진술선호법의 적용이 적절하다.

3. 수요측면의 하천 생태계서비스 가치

수요측면의 하천 생태계서비스 가치는 수혜자의 지불의사액(WTP)에 근거하며 하천 생태계 특성을 고려하여 수계 즉, 5대 대권역을 중심으로 추정한다. 이를 위해서는 항목별 단위가치 선택과 영향범위 설정이 선행되어야 한다. 단위가치는 환경가치종합정보시스템(EVIS)으로부터 도출한다. 환경가치종합정보시스템(EVIS)은 2011년부터 한국환경정책·평가연구원(KEI)에서 개발·운영 중인 웹기반 국내 환경재화/서비스 가치추정 선행연구의 주요 결과 요약 DB이다.¹⁷⁾ 비교 가능한 생태계서비스 항목별 가치추정치 도출을 위하여 동일한 방법론(진술선호법), 동일한 원단위(원/월/가구 또는 원/년/가구)로 분석범위를 한정하였으며, 단위가치는 소비자물가지수(CPI, 2010 = 100)로 보정하였다.

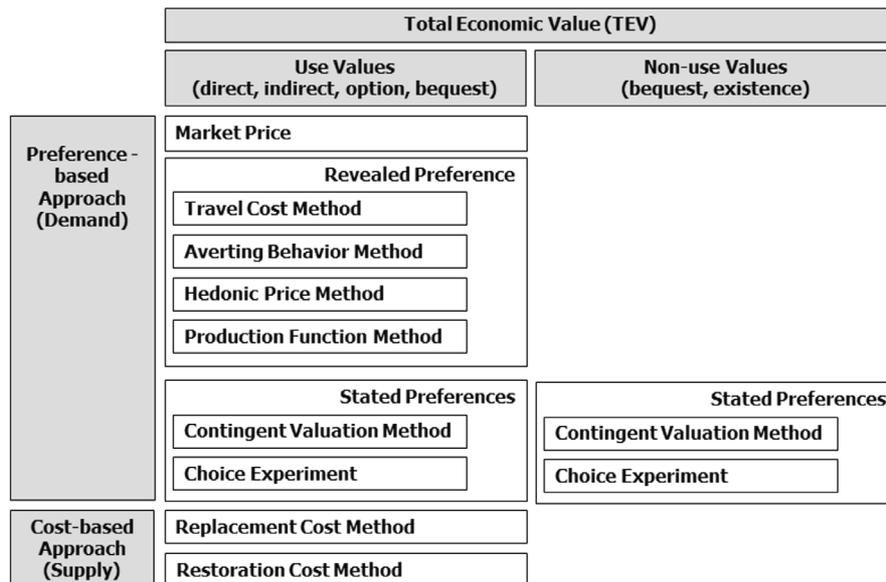


Fig. 1. Total Economic Value (TEV) type and valuation methods.¹⁵⁾

생태계서비스 단위가치 중 일정 수 이상의 추정치가 존재하여 대표성을 확보하고 있다고 판단되는 항목을 중심으로 최소값, 평균값, 최대값을 정리하였으며, 활용된 가치추정치는 대부분 전국 표본 설문조사를 통해 추정된 값에 해당한다. 조절서비스의 물공급, 수질정화, 재해방지와 지지서비스의 서식처제공, 문화서비스의 휴양/생태관광이 포함된다. 5대 대권역으로의 가치합산에는 항목별 평균값을 사용하였다(Table 2 상단부의 음영처리 항목 참조).

Table 2에서와 같이 진술번호법으로부터 도출된 물공급, 수질정화, 재해방지(홍수조절) 서비스에 대한 가구당 월별 평균지불의사액은 각각 4,724, 3,869, 2,285원(2010 = 100)으로 나타났고, 휴양/생태관광과 서식처제공 서비스에 대한 가구당 연간 평균지불의사액은 11,659원과 1,224원으로 나타났다. 여기서 서식처제공 단위가치가 휴양/생태관광에 비해 현저하게 낮게 추정된 주요 이유 중의 하나로는 특정 서비스와 인간후생 간의 연결고리에 대한 낮은 인식정도를 들 수 있다. 즉 건강한 생태계 서식공간은 다양한 서비스 제공에 기반이 되지만 인간이 그 기여도를 직접적으로 인식하지 못하기 때문에 생태적 중요성에 비해 적은 지불의사액으로 이어질 가능성이 높다. 반면 휴양/생태관광은 이용자의 직접경험을 통해 개인적인 만족감으로 연결되며, 따라서 상대적으로 지불의사액도 크게 추정된 것으로 생각된다.

다음으로 생태계서비스의 영향범위는 하천 생태계의 특성을 고려하여 행정구역이 아닌 대권역으로 설정하였다. 가구당 지불의사액을 대권역으로 합산하기 위해서는 대권역별 가구 수 추정이 요구된다. 대권역별 가구 수는 통계청 인구

총조사¹⁸⁾ 자료, 국토부의 수자원 단위지도 v.3, 국토부의 권역별 행정구역 편입비율¹⁹⁾을 사용하여 도출하였다(Table 2 하단부 참조).

한편 물공급, 수질정화, 재해방지 서비스의 연간 총 가치 도출을 위해서는 가구당 월별 지불의사액을 연간 지불의사액으로 보정하는 것이 필요하다. 일반적으로 시간의 흐름과 단위가치 간에는 가산성(additivity)이 성립하지 않는다. 예를 들어 수질정화의 가구당 연간 지불의사액은 월별 지불의사액의 12배가 아니다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 부분적으로 해결하기 위하여 환경가치종합정보시스템(EVIS)으로부터 도출된 WTP(원/년/가구)/WTP(원/월/가구) 비율 5.9를 적용하였다. 비율 5.9는 환경가치종합정보시스템(EVIS)으로부터의 경험적 수치이며 이론적 근거를 갖는 수치는 아니다. 단위가치가 가구당 연간 지불의사액으로 집계된 서식처제공, 휴양/생태관광 항목은 별도의 보정 없이 활용하였다. 이와 같은 과정을 통하여 도출된 생태계서비스별 단위가치에 대권역별 가구수를 곱하여 산출한 가치합산 결과는 Table 3과 같다.

대권역별 합계 평균값 기준, 연간 하천 생태계가 제공하는 물공급, 수질정화, 재해방지 서비스의 가치는 각각 5,012억 원, 4,104억 원, 2,424억 원으로 추정되었으며, 서식처제공 서비스의 가치는 217억 원, 휴양/생태관광의 가치는 2,067억 원으로 추정되었다. 조절서비스의 경우 물공급, 수질정화, 재해방지 서비스 순으로 가치가 평가되었으며, 서식처제공의 경우 단위가치가 현저히 적어 합산된 가치 역시 다른 서비스에 비해 현저히 적은 것으로 집계되었다. 이는 지

Table 2. Unit-values of freshwater ecosystem services

| Unit-values (won/month/household; 2010=100) | | | | | |
|---|---------------------------|---|---------|---------|---------|
| Category | Services | # of obs. | Minimum | Average | Maximum |
| Regulating service | Regulation of water flow | 10 | 270 | 4,724 | 11,165 |
| | Water purification | 34 | 847 | 3,869 | 9,365 |
| | Natural disaster controls | 8 | 230 | 2,285 | 8,108 |
| Unit-values (won/year/household; 2010=100) | | | | | |
| Supporting service | Providing habitat | 10 | 537 | 1,224 | 3,212 |
| Cultural service | Recreation/Eco-tourism | 13 | 410 | 11,659 | 82,121 |
| 5 main watersheds in Korea and corresponding number of households inhabited | | | | | |
| Main watersheds | # of households | List of sub-watersheds | | | |
| Han River | 9,234,783 | Han River, Anseongcheon, Western Han River, Eastern Han River | | | |
| Nakdong River | 5,048,407 | Nakdong River, Hyeongsan River, Taehwa River, Hoeya · Suyoung, Eastern Nakdong River, South Nakdong River | | | |
| Geum River | 2,151,600 | Geum River, Sapgyocheon, Western Geum River, Mangyeong · Dongjin River | | | |
| Seomjin River | 430,277 | Seomjin River, South Seomjin River | | | |
| Yeongsan River | 865,334 | Yeongsan River, Tamjin River, South Yeongsan River, Western Yeongsan River | | | |
| Total | 17,730,401 | | | | |

* To derive comparable value estimates, the scope of selecting estimates from EVIS is limited to the ones where the same methodology (stated preference methods) and the same measurement unit (won/month/household or won/year/household) are used; Unit values are adjusted by the Consumer Price Index (CPI, 2010=100);

Source: Environmental Valuation Information System (EVIS)⁵⁾; Statistics Korea¹⁸⁾; MOLT¹⁹⁾

Table 3. Aggregated values of freshwater ecosystem services by 5 main watersheds

| Main watershed | Minimum | Average | Maximum |
|---|---------|---------|-----------|
| Water quantity regulation (million won/year: 2010=100)* | | | |
| Han River | 14,930 | 261,056 | 616,919 |
| Nakdong River | 8,162 | 142,712 | 337,253 |
| Geum River | 3,479 | 60,823 | 143,735 |
| Seomjin River | 696 | 12,163 | 28,744 |
| Yeongsan River | 1,399 | 24,462 | 57,808 |
| Total | 28,666 | 501,216 | 1,184,459 |
| Water purification (million won/year: 2010=100)* | | | |
| Han River | 46,776 | 213,794 | 517,493 |
| Nakdong River | 25,571 | 116,875 | 282,899 |
| Geum River | 10,898 | 49,812 | 120,570 |
| Seomjin River | 2,179 | 9,961 | 24,112 |
| Yeongsan River | 4,383 | 20,033 | 48,491 |
| Total | 89,808 | 410,475 | 993,565 |
| Natural disaster controls (million won/year: 2010=100)* | | | |
| Han River | 12,728 | 126,266 | 448,034 |
| Nakdong River | 6,958 | 69,026 | 244,928 |
| Geum River | 2,965 | 29,419 | 104,387 |
| Seomjin River | 593 | 5,883 | 20,875 |
| Yeongsan River | 1,193 | 11,832 | 41,983 |
| Total | 24,436 | 242,425 | 860,207 |
| Providing habitat (million won/year: 2010=100) | | | |
| Han River | 4,960 | 11,303 | 29,659 |
| Nakdong River | 2,711 | 6,179 | 16,214 |
| Geum River | 1,156 | 2,633 | 6,910 |
| Seomjin River | 231 | 527 | 1,382 |
| Yeongsan River | 465 | 1,059 | 2,779 |
| Total | 9,523 | 21,701 | 56,944 |
| Recreation/Eco-tourism (million won/year: 2010=100) | | | |
| Han River | 3,785 | 107,670 | 758,374 |
| Nakdong River | 2,069 | 58,860 | 414,583 |
| Geum River | 882 | 25,086 | 176,693 |
| Seomjin River | 176 | 5,017 | 35,335 |
| Yeongsan River | 355 | 10,089 | 71,063 |
| Total | 7,268 | 206,722 | 1,456,047 |

* A factor 5.9 is used to convert WTP/month/household to WTP/year/household; Conversion factor is derived from the ratio of WTP/month/household to WTP/year/household from empirical studies contained in EVIS.

Source: Environmental Valuation Information System (EVIS)⁹; Statistics Korea¹⁸; MOLIT¹⁹

지서비스에 대한 낮은 인식정도가 서비스 단위가치와 총 가치에 대한 저평가로 이어지는 실증적 증거라 하겠다.

지불의사액에 근거한 생태계서비스별, 대권역별 가치합산 결과는 다음과 같은 점에 유의하여 해석해야 한다. 첫째, 가치합산 과정에서 사용된 단위가치는 수혜자가 부여한, 개

인의 선호체계에 근거한 수치라는 점이다. 따라서 생태학적 가치와는 차별화된다. 둘째, 가치합산 과정에서 전국 평균 단위가치를 활용하였기 때문에 합산결과는 권역별 가구수에 좌우된다. 따라서 한강권역 합산결과가 다른 권역에 비해 월등히 큰 것은 한강권역의 생태계서비스가 우수해서라기보다는 한강권역이 인구밀집 지역이기 때문이다. 그러나 이러한 결과는 영향범위 내의 수혜자가 부여하는 인간 중심의 가치라는 점에서 당연한 결과이기도 하다. 셋째, 단위가치의 대권역별 합산은 영향범위가 대권역으로 한정된다는 가정이 전제되어야 유효하다. 이는 하천 생태계이기 때문에 적용 가능한 가정이기도 하다.

하천 생태계서비스의 총 가치 도출을 위하여 개별 생태계서비스의 가치를 단순 합산하는 것은 적절하지 않다. 예를 들어 조절서비스의 총 가치 도출을 위하여 수량공급, 수질정화, 재해방지 서비스의 가치를 단순 합산하는 것은 개별 생태계서비스가 상호 독립적인 메커니즘을 통해 발현되는 경우에만 이론적으로 가능하다. 그러나 생태계의 기능/서비스는 생태계 구조/과정의 유기적 연관성을 기반으로 하고 있기 때문에 개별 생태계서비스 간의 상호 독립성을 가정하기 어렵다. 따라서 개별 생태계서비스 가치의 단순 합은 중복산정의 위험이 있다. 유사한 맥락에서 국가 생태계 총 가치 산출을 위해 산림, 습지, 하천 등의 개별 생태계 가치를 단순 합산하는 것 역시 적절하지 않다.

4. 공급측면의 하천 생태계서비스 가치

앞서 제시한 지불의사액 기준 가치추정이 수요자(수혜자)측면에서의 가치표현이라 한다면 생태계서비스 제공을 위한 비용기준의 가치추정은 공급측면에서의 가치표현이라 볼 수 있다. 여기서는 공공부문 투자액 분석을 통하여 생태계 서비스 제공을 위한 공급측면의 가치를 도출해 보고자 한다. 이를 위해서는 공공부문의 범위와 투자액의 범위 설정이 선행되어야 한다.

먼저 공공부문은 하천 생태계서비스 공급에 직·간접적으로 관련 있는 정부부처, 즉 환경부, 국토교통부, 농림축산식품부, 소방방재청을 대상으로 하고, 2013년 부처별 「세입세출예산사업별 설명서」²⁰와 「회계연도 결산보고서」²¹를 검토하였다. 검토자료는 부처별, 회계별 지출내역을 장(분야; division), 관(부문; sector), 항(프로그램; program), 사업(단위 사업; project)으로 총화하여 제시하고 있으며, 구체적인 사업내용은 「세입세출예산사업별 설명서」에 명시하고 있다. 부처별로 관(부문), 항(프로그램) 수준의 하천 생태계서비스 공급 관련 세출예산현액, 세출결산액을 정리하면 Table 4와 같다. 여기서 세출예산현액은 추가경정예산 증감액을 포함한 실제 지출 가능한 한도액으로, 세출결산액은 회계연도 편성예산 중 실제 지출된 세출액으로 정의된다. 2013년 기준 정부부처 생태계서비스 관련 투자액은 총 8조 8,822억 원에 이르는 것으로 집계되었다.

Table 4. Budget allocation and expenditures by public sectors associated with freshwater ecosystem

| Ministry* | Title (Sector) | Item (Program) | Budget available** (million won) | Budget executed** (million won) |
|-----------|--------------------------------|---|-------------------------------------|------------------------------------|
| | | 4 major watershed management | 859,759 | 821,652 |
| MOE | Water and sewage/water quality | Water and sewage and soil ground-water management | 2,646,937 | 2,412,779 |
| | | Water quality conservation and management | 940,460 | 846,526 |
| | Nature | Natural environment biological resources conservation | 267,247 | 233,879 |
| | | Environmental administrative assistance | 3,644 | 3,290 |
| | General environment | Environment conservation base development | 3,101 | 2,853 |
| MOLIT | Water resources | Dam building and flood control capacity growth | 327,966 | 305,653 |
| | | Water resources policy | 16,452 | 15,986 |
| | | Water supply and development | 44,598 | 16,969 |
| | | River management and flood forecasting | 2,294,754 | 2,076,440 |
| MAFRA | Agricultural | Expanding agricultural infrastructure | 1,787,792 | 1,436,161 |
| NEMA | Disaster management | Disaster prevention management | 805,489 | 710,074 |
| Total | | | 9,998,199 | 8,882,263 |

* MOE; Ministry of Environment, MOLIT; Ministry of Land, Infrastructure and Transport, MAFRA; Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, NEMA; National Emergency Management

** The figures indicate the maximum budget allowed and actual budget spent, respectively, for each program by the Ministries

Source: Government of the Republic of Korea²¹⁾

Table 5. Public sector investment by freshwater ecosystem services category in 2013

| Ecosystem services (million won, %) | Settlement (million won, %) | Ministry* | Corresponding Projects (examples) |
|--|--|-----------|---|
| Provisioning services 1,152,784 (12.98%) | Freshwater 1,137,784 (12.81%) | MOE | <ul style="list-style-type: none"> Water plant expansion and advanced water treatment plant installations Establishing a foundation for the water quality improvement |
| | | MOLIT | <ul style="list-style-type: none"> Dam construction and operational support Water resources planning and investigation Construction of regional water supply and industrial water |
| | Energy production 15,000 (0.17%) | MAFRA | <ul style="list-style-type: none"> Developing multi-purpose water |
| | | MAFRA | <ul style="list-style-type: none"> Development of energy-utilizing agricultural infrastructure |
| Regulating services 7,223,731 (81.33%) | Water purification 3,845,588 (43.3%) | MOE | <ul style="list-style-type: none"> Establishing a foundation for water quality improvement infrastructure and managing the contamination sources Upstream residents support program, Supporting improvement of water quality, Total Pollution Load Management, Environmental Facilities (4 Major River) |
| | | MAFRA | <ul style="list-style-type: none"> Agricultural water quality improvement |
| | Regulation of water flow 923,464 (10.4%) | MOE | <ul style="list-style-type: none"> Watershed management and 4 major watershed monitoring |
| | | MOLIT | <ul style="list-style-type: none"> Supporting local river maintenance |
| | Natural disaster controls 2,454,678 (27.64%) | MOE | <ul style="list-style-type: none"> Water and sewage and water disaster recovery costs Natural Environment infrastructure recovery costs |
| | | MOLIT | <ul style="list-style-type: none"> Flood control improvement business and flood forecast |
| Supporting services | Biodiversity 32,793 (0.37%) | MAFRA | <ul style="list-style-type: none"> Disaster prevention |
| | | NEMA | <ul style="list-style-type: none"> Activating disaster relief and maintenance of vulnerable area Small stream Management |
| | Eco-tourism 61,972 (0.7%) | MOE | <ul style="list-style-type: none"> Conservation and management of natural environment |
| Cultural services 472,955 (5.32%) | Recreation/Leisure 220,910 (2.49%) | MOE | <ul style="list-style-type: none"> Conservation of biological resource and ecosystem Conservation and management of natural environment |
| | Education/Science 13,663 (0.15%) | MOE | <ul style="list-style-type: none"> Land purchase and riparian area management(4 major watershed) |
| | Aesthetic 176,411 (1.99%) | MOE | <ul style="list-style-type: none"> Environmental education and Environmental human resources development Informatization of water environment/water and sewage/natural environment |
| Total | 8,882,263 (100%) | - | - |

* MOE; Ministry of Environment, MOLIT; Ministry of Land, Infrastructure and Transport, MAFRA; Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, NEMA; National Emergency Management

** Unit projects are re-classified according to the most relevant ecosystem services

Source: Government of the Republic of Korea²¹⁾

다음은 부처별 세출결산액을 Table 1에서 제시한 생태계 서비스 범주별·항목별 분류체계를 적용하여 재분류하였다. 재분류는 지출내역 구분의 최하위 단계인 사업(단위사업) 수준에서 부처별 「세입세출예산사업별 설명서」에 명시된 사업의 세부내용을 근거로 관련 생태계서비스 항목과 대응시켜 재배치하였다. Table 5는 이러한 절차를 거쳐 집계된 2013년 하천 생태계서비스 범주별·항목별 공공부문 투자액에 해당하며, 마지막 열은 대표적인 단위사업을 예시하고 있다. 집계결과 2013년 세출결산액 기준, 공급서비스에 1조 1,528억 원(12.98%), 조절서비스에 7조 2,237억 원(81.33%), 지지서비스에 328억 원(0.37%), 문화서비스에 4,730억 원(5.32%)이 투자된 것으로 나타났으며, 조절서비스 제공을 위한 공공부문 투자가 절대적인 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다.

5. 결론

논의의 시작에 앞서 본 논문에서 도출한 수요측면의 생태계서비스 가치와 공급측면의 공공부문 투자액은 비교 가능한 수치가 아님을 밝혀두고자 한다. 제시한 수치는 생태계서비스의 수요자 또는 공급자 관점에서 측정 가능한 다양한 가치유형의 단면들을 예시하는 것으로 해석하는 것이 적절하다. 수혜자의 지불의사액이 공급비용 보다 절대적으로 적게 추정된 주요 이유로는 첫째, 생태계서비스의 공공재적 특성으로 인한 저평가 둘째, 생태계서비스에 대한 낮은 인식으로 인한 저평가 셋째, 가치추정에 포함된 생태계서비스 항목이 한정되어 있다는 점, 넷째 수요측면은 생태계서비스 연간 흐름(flow)가치인 반면 공공투자액은 생태계 자산 인프라에 대한 초기투자의 성격을 띠므로 자산(asset) 가치에 가까운 점 등을 들 수 있다. 그러나 그럼에도 불구하고 가치(편익)와 비용 크기의 상대적 편차는 생태계서비스 가치를 바라보는 수요측면과 공급측면의 어긋남을 단적으로 보여주고 있고, 이는 정책적 시사점이 크다 하겠다. 연구결과에 기반한 수요측면과 공급측면의 시사점을 요약하면 아래와 같다.

먼저 수요측면의 가치는 개인의 선호체계에 근거하여 도출된 값이며, 인간의 선호체계는 공간적·시간적으로 변화하는 개념임을, 따라서 도출된 단위가치의 순위 및 크기 역시 공간적·시간적 스케일에 따라 변화하는 값임에 유의해야 한다. 결과적으로, 도출된 생태계서비스의 항목별 단위가치와 대권역별 총 가치는 참값(true value)도, 절대값(absolute value)도 아니다. 그 보다는 현재 이용 가능한 과학적 정보에 기반한 대표값으로 해석하는 것이 적절하다. 또한 서식처제공 서비스의 저평가 사례와 같이 생태계서비스와 인간 후생 간의 연결고리에 대한 인식정도가 단위가치 크기에 직접적인 영향을 미칠 수 있음에 유의하여 해석해야 한다. 결국 수요측면의 가치는 아는 만큼, 이해하고 있는 만큼 부여되는 인간중심의 가치이다.

한편 공급측면에서는, 생태계서비스 관련 공공부문 투자의 81.3%가 조절서비스에 투입되고 있으며 조절서비스 제공에 기반이 되는 지지서비스(기능)에 대한 투자는 0.37%에 불과하다는 점에 주목하고자 한다. 이는 현재 공공부문에서 생태계 자산의 보호 및 관리에 대한 투자가 매우 미흡하다는 의미이기도 하다. 지지서비스가 생태계 자산 인프라에 해당함을 고려하면, 지지서비스에 대한 투자를 통하여 조절서비스, 공급서비스, 문화서비스 제공을 담보함으로써 보다 효과적인 정책이행이 가능함은 물론이다. 향후 관련 예산 배분의 우선순위 조정이 요구되고, 서식처 보호 및 생물종다양성 유지에 대한 정책적 관심이 요구되는 이유이다. 생태계 자산 인프라에 투자하는 것은 생물다양성·생태계서비스의 보전 및 지속가능한 이용을 담보하는 일이고 미래세대를 위한 현재대의 의무이기도 하다.

수요 또는 공급측면으로부터의 가치정보를 의사결정 과정에서 어떻게 활용할 것인가는 의사결정 맥락에서 접근하는 것이 필요하다. 예를 들어 생태계서비스지불제(Payment for Ecosystem Services, PES)와 같은 수혜자부담원칙에 기반한 프로그램의 설계에는 지불의사액에 근거한 수요측면의 가치정보가, 생물다양성상쇄제도(Biodiversity Offset)와 같은 오염자부담원칙에 근거한 프로그램 설계 시에는 대체비용 또는 복원비용에 근거한 정보를 활용하는 것이 적절하다. 환경교육 또는 생태계서비스 인식제고가 목적이라면 수요측면의 가치와 공급측면의 가치를 상호·보완적으로 이용할 수 있을 것이다.

마지막으로 지불의사액에 근거한 가치이든, 공급비용에 근거한 가치이든 화폐를 척도로 측정된 가치는 생태적 가치와는 관련이 없음을 분명히 하고자 한다. 생태적 가치를 반영되지 않은 인간중심의 가치에만 의존한 의사결정은 바람직하지 않다. 이러한 맥락에서 생물다양성·생태계서비스의 내재적 가치 즉, 비인간중심 가치의 중요성이 강조되어 왔으나, 개념의 중요성을 떠나 정량화의 어려움으로 인해 의사결정과정에서 수용되기 어려운 것이 현실이다. 최근 생물다양성과학기구(Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, IPBES)를 중심으로 생태계서비스 중요성 평가 시 경제적 가치추정 뿐만 아니라 생·물리학적 모델링, 이해당사자 인터뷰 또는 그룹 선호체계 분석 등을 통한 사회·문화적 방법론의 적용 및 통합적 접근이 강조되고 있는 것은 의사결정 상의 균형점을 찾기 위한 노력이라 볼 수 있다.

Acknowledgement

본 연구는 한국환경정책·평가연구원 2015년 연구사업 “생태계서비스 측정체계 기반구축(II): 하천 생태계를 중심으로(기후환경정책연구 2015-02)”의 지원으로 수행되었음을 밝혀둡니다.

References

1. MA, Millennium Ecosystem Assessment: ecosystems and human well-being: synthesis, Island Press, Washington, D. C.(2005).
2. TEEB, The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations, Pushpam Kumar (Ed), Routledge, Abingdon and New York(2010).
3. Ahn, S. E., "The economic valuation of ecosystem services: what and how to do?," *Environ. Forum, Korea Environ. Inst.*, **19**(2), 1~19(2015).
4. Ahn, S. E., Kim, G. E., Rho, P. H. and Kwon, Y. H., Development and application of integrated measurement system to assess freshwater ecosystem services in Korea (II), Korea Environment Institute(2015).
5. Environmental Valuation Information System (EVIS), <http://evis.kei.re.kr>
6. Daily, G. C. (Ed), Nature's services: societal dependence on natural ecosystems, Island Press, Washington, D.C.(1997).
7. Costanza, R., d'Arge, R., Groot, de 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., "The value of the world's ecosystem services and natural capital," *Nature*, **387**, 253~260(1997).
8. de Groot, R. S., Wilson, M. A., and Boumans, R. M. J., "A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services," *Ecol. Economics*, **41**, 393~408(2002).
9. Ahn, S. E., "Definition and classification of ecosystem services for decision making," *J. Environ. Policy*, **12**(2), 3~16(2013).
10. Fisher, B., Turner, R. K. and Morling, P., "Defining and classifying ecosystem services for decision making," *Ecol. Economics*, **68**, 643~653(2009).
11. Haines-Young, R. and Potschin, M., Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): consultation on version 4(2013).
12. Wallace, K. J., "Classification of ecosystem services: problems and solutions," *Biol. Conservat.*, **139**, 235~246(2007).
13. Boyd, J. and Banzhaf, S., "What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units," *Ecol. Economics*, **63**, 616~626(2007).
14. Koo, M. H., Lee, D. K. and Jung, T. Y., "A study on the contexts of ecosystem services in the policymaking process," *J. Korea Soc. Environ. Restorat. Technol.*, **15**(5), 85~102(2012).
15. Ahn, S. E. and Bae, D. H., "The economic value of freshwater ecosystem services based on the evidences from the Environmental Valuation Information System," *J. Environ. Policy*, **22**(4), 27~54(2014).
16. IPBES, Conceptual framework of IPBES. IPBES/2/4(2013).
17. Ahn, S. E., Bae, D. H. and Lee, C. H., Construction of an environmental valuation database and analysis of valuation studies of Korea III, Korea Environment Institute(2011).
18. Statistics Korea, Population and Housing Census(2010).
19. Minister of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT), Water Resources Management Information System, <http://www.wamis.go.kr>
20. Government of the Republic of Korea, Budget proposal(2013).
21. Government of the Republic of Korea, Report in final accounts for fiscal year 2013(2013).