

**수자원의 지속적 확보기술의
기술가치평가 모형 구축에 관한 연구**
Development of a Technology Valuation System
for Sustainable Water Resources Technologies

김현경*, 정다연, 허은녕*****
Hyunkeong Kim, Da Yeon Jeong, Eunnyeong Heo

요 지

정부주도의 연구개발 프로그램에 있어서 체계적인 평가가 필요하다는 점에 대해서는 그간 정부 및 민간에서 지속적으로 제기되어왔다. 이는 기술에 대한 중요성을 인식하면서 연구개발에 대한 민관의 절대적 자원 투입은 급격하게 증가하여 온 반면, 질적인 효율성 측면에서 새로운 단계로의 도약이 필요하다는 광범위한 문제인식에 근거한 것이다. 하지만, 그간의 국내 기술평가는 크게 연구비 배정 등 경영-행정적인 목적을 가지고 행하여 온 평가와 연구개발진을 중심으로 연구대상 기술의 특성을 반영한 연구로 양분되어왔다. 즉, 평가의 항목이나 가중치 등의 선정에 있어서 기술개발 당사자와 경영자 및 평가전문가 간의 기술가치평가에 대한 격차가 크게 존재하여왔다. 1990년 이후 우리나라에서도 체계적인 기술가치평가의 필요성이 증대되면서 이에 대한 다양한 연구가 진행되었지만, 기존의 두 측면간의 격차는 크게 좁혀지지 못하고 있는 실정이다. 이는 기술가치 평가가 주로 투자용으로 치우침에 따라 경영적 측면이 강조되는 반면 기술개발자들이 중시하는 R&D 측면에서의 가치가 충분히 반영되지 못한 결과라고 할 수 있다. 따라서 많은 연구들이 본연의 가치를 충분히 입증받지 못하고, 단지 경영적인 측면에서 바라본 단편적인 이유로 사장되는 일이 발생하고 있다. 이를 막기 위해 기술적 측면과 경영적 측면이 함께 하는 학제간(interdisciplinary), 또는 기술-경제(Engineering-Economy) 가치평가 연구가 필요하다고 할 수 있다.

본 연구에서는 과학기술부의 21C 프론티어 사업 중 하나인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단에서 개발 중인 수자원의 지속적 확보기술을 대상으로 기술가치평가 모형을 구축하였다. 수자원의 지속적 확보기술의 가치를 평가하기 위해서는 위에서 언급한 기존 기술가치 평가방법의 문제점을 해결해야 할 뿐만 아니라 추가로 공공재 및 필수재의 성격을 갖는 수자원의 특성을 반영할 수 있는 기술가치평가 모형의 구축이 요구된다. 이에 본 연구에서는 효율적인 R&D 투자 정책 수립과 정부정책수립에 기여하고자 AHP(Analytic Hierarchy Process, 계층 분석 과정)기법을 이용, 수자원의 지속적 확보기술의 특성에 따른 4개의 평가기준과 26개의 평가속성으로 이루어진 2단계 기술가치평가 모형을 구축하였으며 2개의 개별기술에 대한 시범적용을 실행하였다.

핵심용어 : 기술가치평가, AHP, 수자원의 지속적 확보기술

* 정회원·서울대학교 지구환경시스템공학부 박사과정·E-mail : keong122@snu.ac.kr

** 정회원·서울대학교 지구환경시스템공학부 석사과정·E-mail : fer5242@snu.ac.kr

*** 정회원·서울대학교 지구환경시스템공학부 교수·E-mail : heoe@snu.ac.kr

1. 서론

정부주도 연구개발 프로그램에 있어서의 체계적인 평가가 필요하다는 점에 대해서는 그간 정부 및 민간에서 지속적으로 제기되어왔다. 이는 기술에 대한 중요성을 인식하면서 연구개발에 대한 민관의 절대적 자원 투입은 급격하게 증가하여 온 반면, 질적인 효율성 측면에서 새로운 단계로의 도약이 필요하다는 광범위한 문제인식에 근거한 것이다.

선진국의 경우 기술개발, 특히 정부가 간여하는 기술개발에 대해 평가가 필요하다는 인식이 90년대 들어 확산되면서, 공공적 예산의 운용에 대해 그 책무를 엄격히 묻고자하는 경향이 나타나게 되었다. 그 후, 미국의 정부성과효율화법(GPRA), EU의 Framework 평가체제, 영국의 ROAME-F 원칙 등을 통한 이들의 기술개발투자 평가에 대한 제도화의 노력이 꾸준히 진행되어 왔다. 국내의 경우, 성과평가의 필요성에 대해서는 최근에 이르기까지 지속적으로 제기되고 있으나, 이렇다 할 사례가 제시되지 않고 있는 실정이다.

기술개발사업이 구축되고 본격 가동되는 현시점에서 단순한 사업의 관리차원이 아닌 투입 대비 성과를 체계적으로 분석하여 사업의 수행에 피드백하는 성과평가라는 문제에 대해 본격적인 관심을 두어야 한다. 국내에서는 그간 연구개발 자원투입의 규모가 급격히 확대되고 있는 실정이나, 체계적인 평가라는 측면에서는 별다른 진전을 이룩하지 못하였다. 이에 따라 기술개발에 투자되는 공공 자금 규모의 양적 확대와 더불어 정부지원의 타당성, 지원효과 등에 대한 의문이 지속적으로 제기되고 있다. 따라서 본 연구에서는 현실적 측면을 감안하여 기술평가에 학제간 통합연구를 활용한 가치평가방법을 모색하고자 한다.

2. 기술가치

2.1. 기술가치평가의 기본개념

기술가치평가는 국가의 경제정책이나 기업의 경영전략차원에서 과학기술을 긴요한 핵심요인으로 간주하고 지적재산권, 기업이 보유하고 있는 기술력 또는 R&D 인력 및 조직, 연구 및 생산시설 기술제품 및 판매력, 특허 등 지적재산권, 기업화 능력 등의 기술 효과 이외의 바람직한 모습을 찾아보려는 사회구성원들의 관심이나 정책적 의지에서 시작되었다. 기술가치를 평가하는 방법은 매우 다양하며, 평가의 용도와 목적 등에 따라 적용기법이 달라질 수 있다. 기존에 제안된 방법론으로는 크게 기술등급평가와 기술가치평가로 나눌 수 있다. 기술등급평가는 기술투자의 사업화 가능성을 등급이나 백분율로 표시하는 것이고, 기술가치 평가는 기술거래나 기술자산의 담보 가치 등을 위하여 개별기술의 가치를 화폐적으로 표시하는 방법으로서, 세부적으로는 소득접근법, 시장접근법, 비용접근법, 실물옵션접근법, 다기준의사결정법 등을 기초로 기술가치 평가 상황에 맞게 조정하여 사용하고 있는 실정이다.

국내 기관들이 활용하고 있는 방법론은 주로 등급평가 모형으로 평가 대상 기술들 간의 우열을 판단하기 위한 정보를 제공하고 있다. 등급평가모형은 평점모형, 프로파일 모형 및 경제성 지표모형 등이 있다. 평점 모형은 기술성의 각 평가모형에 평점을 부여하며 평가 항목 간 가중치를 적용하는 기법이며 프로파일 모형은 평가요소를 차트에 표시하여 해당기술의 장단점을 신속히 파악할 수 있는 장점이 있다. 또한 경제성 지표 모형은 기업화 성공확률, 기술적 성공확률, 시장성 등의 지표를 곱하여 수치로 표현하는 기법이다. 이 모형들은 평가 과정과 결과를 출력하는 방식에는 차이가 있으나 기술 관련 요인들을 열거하고 있는 점에서는 동일하다. 이러한 여러 기술가치평가 관련 방법들 중 국가 R&D가 투자되고 있는 프론티어 사업단의 기술개발들에 대한 평가 방법으로 기술등급평가로 인한 기술가치평가가 R&D 운영의 효율성을 증진시키기에 적합하다고 볼 수 있다.

2.2. 대상기술

본 연구에서는 21세기 프론티어 연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발 사업에서 개발 중인 수자원 확보기술을 대상으로 기술가치평가 모형을 구축하였다. 이 사업은 과제가 종료되는 2011년, 현재 예상되고 있는 국가 물부족 문제에서 벗어나기 위하여 기술을 개발하고 개발된 기술을 실용화함으로써 물관리 효율을 높이고 친환경적으로 신규수자원을 개발하여 30억m³의 수자원을 확보하고 물부족을 해소하고자 시행되고 있다. 현재 통합수자원, 지표수, 지하수, 대체수자원의 4개 분야의 기술들이 개발되고 있으며, 기존 기술의 보완 또는 신기술의 개발을 통해 수자원을 확보하여 장래 예상되는 물부족으로 인해 발생하게 될 경제·사회적 문제를 사전에 방지하는 것을 목표로 하고 있다.

2.3. 기술가치평가를 구성요소

객관적이고 효율적인 기술가치평가를 위해서는 평가기준과 평가속성의 중요성이 확실히 된다. 더욱이, 수자원 확보기술과 같이 공공성을 띤 기술의 경우, 기존의 정량적인 평가기법 뿐만 아니라, 정성적인 평가가 실시되어야 한다. 먼저 평가기준과 평가요소들을 선정하기 위하여 국내외 문헌조사 및 한국기술가치평가협회의 기술평가 모형인 『KVA 체크리스트 풀 v.2.0』을 바탕으로 예비 평가기준과 속성이 선정되었으며 2차례에 걸친 전문가 자문을 통한 심사과정을 거쳐 객관성과 전문성을 높였다. 먼저, 정부, 연구소, 민간기업 등의 수자원 관련 전문가 1차 자문을 통하여 수자원의 지속적 확보기술평가에 적합한 추가항목을 도출한 후에 브레인스토밍을 통하여 필요한 항목을 취사선택하고 전문가 2차 자문을 통해 항목 간 연관성을 고려하여 최종 평가 틀을 구축하였다. 평가 틀은 표 1과 같이 4개의 평가기준과 26개의 평가속성들로 이루어진 2 계층으로 구성되었다. 일반적으로 계층의 설계에서는 같은 계층의 요소들끼리는 독립성을 가지고 있어야 하며 한 계층의 요소들이 인접한 상위 계층의 요소들에 대해서는 종속적이어야 한다. 평가기준과 평가속성들의 설명을 명확히 제시함으로써 각각 독립성이 존재하는 것으로 전제하였다.

표 1. 수자원 확보기술의 가치평가를 위한 “가치 평가 기준 및 속성”

F1. 기술요인	F2. 시장요인	F3. 사업요인	F4. 사회적 요인
1. 기술적 우수성 2. 기술의 신뢰도 3. 사업화 가능성 4. 기술적용을 위한 인프라 확보 여부 5. 기존의 기술표준에의 적합성 6. 지적재산권 확보 가능성 7. 타 기술 분야로의 파급효과	1. 정치경제사회 문화적 변동에 대한 민감성 2. 생태환경적 변화에 대한 민감성 3. 상품/산업 특성 4. 기술간 경쟁의 정도 5. 기술의 가격경쟁력	1. 기술개발자의 기술개발 추진능력 2. 기술개발자의 제품생산능력 3. 기술개발자의 재무구조의 안정성 4. 기술개발로 인한 수자원확보 원가절감효과 5. 개발비용을 고려한 수익성 6. 상용화 비용	1. 타 산업으로의 파급효과 2. 지식확산/인력양성 효과 3. 고용효과 4. 사회적 인식의 전환 효과 5. 수자원(수량수질) 공급의 안정성 확보 효과 6. 지역 발전에의 기여도 7. 원천기술 확보 8. 환경개선 효과

3. 방법론

구축된 평가기준과 평가속성 별 가중치를 산정하기 위하여 본 연구에서는 Analytic Hierarchy Process(AHP) 기법을 사용하였다. AHP는 1960년대 말, Thomas Satty에 의해 제안된 것으로 복잡한 의사결정과정을 간단하게 할 수 있도록 하는 기법이다. AHP의 장점은 복잡한 평가기준을 계층화하여 단계별 요인들에 대한 쌍대비교(pair-wise comparison)를 통해 상대적 가중치를 구하는데 있으며 다양한 분야에서 대안 설정 및 의사결정에 사용되고 있다. 이 기법은 문제를 계층으로 구조화하여 상대적 중요도 혹은 선호도를 비율척도화하여 정량적인 형태의 결론을 얻을 수 있다는 점에서 유용성을 인정받고 있다.

본 연구에서는 쌍대비교 설문을 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 과제를 추진 중인 기술개발자들과 한국수자원학회 분과 위원회를 포함한 387명의 우리나라 수자원 관련 전문가를 대상으로 실행하였다. 이 중 일관성 검증(CR=10%)을 통과한 응답자를 대상으로 평가기준 및 평가속성 별 가중치를 산정하였다.

4. 결론

수자원의 지속적 확보기술 개발자와 한국수자원학회 분과 위원회를 포함한 우리나라 수자원 관련 전문가로 구성된 집단은 표 2와 같이 「기술요인」, 「시장요인」, 「사업요인」, 「사회적 요인」 등 네 가지 평가기준 가운데 「기술요인」을 가장 중요하게 생각하였다. 그 다음으로 「사회적 요인」을 중요하게 생각하였다.

표 2. 평가 기준 가중치 (전체)

평가기준	가중치
기술요인	0.3511
시장요인	0.2109
사업요인	0.1896
사회적 요인	0.2484

설문 응답자가 소속되어 있는 기관별로 평가기준 가중치 추세를 살펴보기 위하여 응답된 설문을 학교, 정부기관, 연구소, 민간기업으로 나누어 분석을 실시해 보았다. AHP 분석 결과, 표 3에서 볼 수 있듯이, 각 집단별 가중치에 차이가 나타났으며 중요도 순위에도 차이가 나타남을 알 수 있었다. 학교에 속한 관련자들은 「기술 요인」, 「사회적 요인」, 「시장 요인」, 「사업 요인」 순으로 중요도를 나타냈으며, 정부기관은 「사회적 요인」, 「기술 요인」, 「사업 요인」, 「시장 요인」 순으로, 연구소는 「기술 요인」, 「사회적 요인」, 「시장 요인」, 「사업 요인」 순으로, 민간기업은 「기술 요인」, 「사업 요인」, 「시장 요인」, 「사회적 요인」 순으로 중요도를 나타냈다. 중요도의 순위에서 각 기관의 특성이 잘 드러남을 알 수 있었다.

표 3. 연구기관별 평가기준 가중치 산정 순위

평가기준	1위	2위	3위	4위
기술 요인	기업	학교	연구소	정부기관
시장 요인	연구소	학교	기업	정부기관
사업 요인	기업	정부기관	학교	연구소
사회적 요인	정부기관	연구소	학교	기업

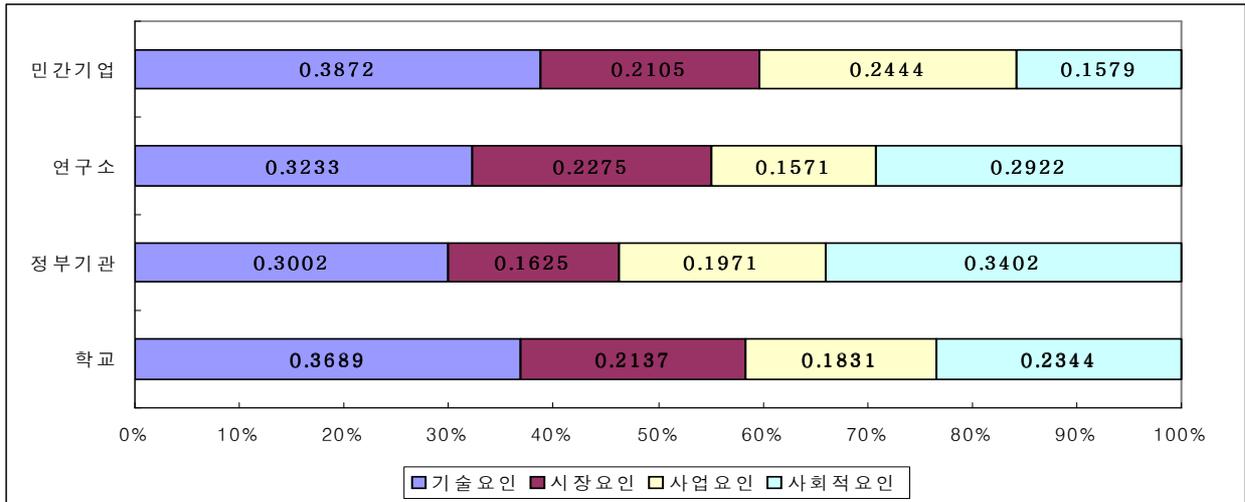


그림 1. 연구기관별 평가기준 가중치

이와 같이 산정된 평가 기준 및 평가 속성 가중치를 통하여 기술간 상대적 평가가 가능한 평가틀을 만들었으며, 5점 척도 평가와 평가속성 가중치를 통하여 2개의 기술을 대상으로 전체적인 평가(technology evaluation)를 시도하여보았다.

감사의 글

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

1. 김홍수, “기술가치평가 체제와 발전방향”, 『기술혁신연구』, 제11권, 2003.
2. 오선아·김현경·정연재·허은영, “AHP를 이용한 기술가치평가 모형의 구축 - 이산화탄소 저감 및 처리기술을 중심으로”, 『한국지구시스템공학회 2004년도 춘계학술발표회 논문집』, 2004
3. 정연재·허은영, 『AHP 적용시 그룹 의사결정 연구 - 쌍대비교단계에서의 기하평균과 개인의사의 산술평균 비교』, 한국지구시스템공학회, 2004
4. 허은영·유창석·김영근, “AHP기법을 사용한 Value Engineering 의사결정기법 개선연구”, 『한국기술혁신학회 추계학술대회논문집』, 2002.
5. Satty, T. (1980). The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, Inc.