

# 지하수 오염저감기술 연구사업의 성과 체계화를 위한 Input-Output-Outcome Roadmap의 작성

안은영, 김성용, 이재욱, 손병국

한국지질자원연구원 정책연구부 (e-mail : eyahn@kigam.re.kr)

## <요약문>

연구개발의 성과를 체계적으로 가시화하는 데는 많은 어려움이 존재한다. 이러한 적용상의 문제점은 연구개발의 input, output, outcome의 개념을 도입하여 Input-Output-Outcome Roadmap 작성으로 해소될 수 있다. 본 연구에서는 지하수 오염저감기술 연구사업에 대한 적용을 통하여 사업의 경쟁력 및 사업성을 확보를 위한 연구개발 성과의 체계적 지표를 제시하였다.

**key word** : Input-Output-Outcome Roadmap, 연구사업 성과, 지하수 오염저감기술

## 1. 서론

연구개발사업의 효과를 가시화해야하는 것은 정부 연구개발비를 지원받기 위한 필수불가결한 요소가 된 지 오래이다. 특히 공공성을 중시하는 국가 연구개발사업의 특성상 단순히 연구개발의 목표치를 제시하는 수준을 넘어서서 경제·사회적 효과의 제시를 요구하는 추세이다. 이에 따라 한정된 연구자원을 효율적으로 투입하여, 연구개발 투자의 생산성을 제고하고 연구개발 투자의 효과를 가시화할 수 있는 효과 분석 방법이 필요한 상황이다. 따라서 본 연구는 지하수 오염저감기술 연구사업을 대상으로 연구개발사업의 경제적 효과 분석을 위한 방법론을 제시하고 그 유용성을 나타내고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1. 연구개발의 경제적 효과 정량화에 대한 기존 연구

연구개발의 경제적 효과의 측정에는 크게 다음의 두 가지 방법이 존재한다. 계량경제학적 모형에 기초한 방법과 특정 분야에서 이루어진 연구개발 프로그램과 관련된 모든 비용과 편익을 측정하는 사례 연구적인 접근법이다.

먼저 계량경제학적 모형에 기초한 방법은 모형이 연구개발 특성을 반영하는 정도에 따라 여러 수준으로 나뉠 수 있으나, 가장 전형적인 형태는 생산함수나 비용함수를 이용하여 연구개발 활동이 부가가치의 증대나 생산비용 절감, 또는 기타 예상되는 파급효과에 기여한 정도를 파악하는 것이다. 그러나 이러한 연구는 연구개발로 파급되는 간접적인 형태의 효과 분석방법론으로 직접적인 메커니즘을 제시하

고 본 사업의 효과로서만 나타난 것으로 이해하기에는 한계가 있다.

이에 비해 특정 분야에서 이루어진 연구개발 프로그램과 관련된 모든 비용과 편익을 측정하는 사례연구적인 접근법은 직간접적인 연구개발 프로젝트의 영향 메커니즘을 자세하게 분석할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이러한 방법 또한 특정 프로젝트가 영향을 끼치는 범위를 사전적으로 한정할 수 있어야 하고 잠재적 모든 편익들을 고려해야 한다는 점에서 큰 비용이 요구되는 단점을 가지고 있으나 최근의 연구개발의 효과 산정 연구에서 많이 응용되고 있다. 비용편익분석의 주요 정량적 측도로는 1) 비용, 편익의 순현재가(NPV, Net Present Value), 2) 사회적수익률(SRR, Social Rate of Return) 또는 내부수익률(IRR, Internal Rate of Return), 3) 편익 대 비용 비율(BCR, benefit-Cost Ratio)이 있다. 이러한 측도들은 (매년의) 비용과 편익이 산정된 경우 적용가능한 방법으로 (매년의) 비용과 편익의 산정의 문제를 내포하게 된다. 이러한 문제점을 해소하기 위해서 본 연구에서는 연구개발 효과의 체계화를 위한 다음의 Input-Output-Outcome Roadmap 작성 방법론을 제시하고자 한다.

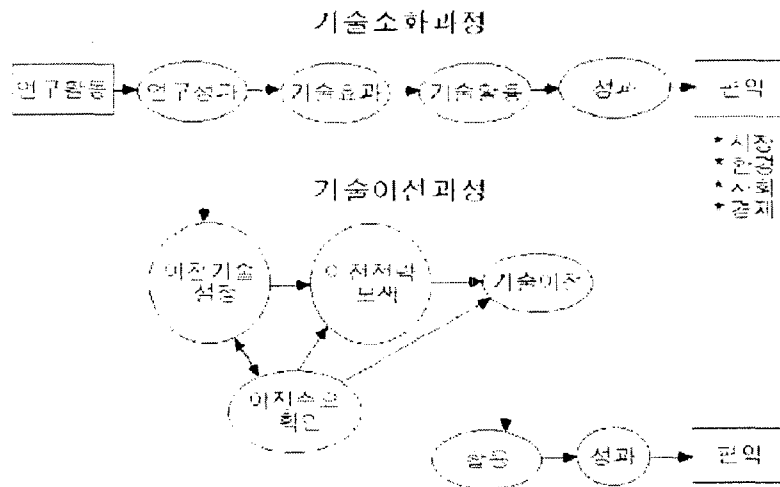
## 2.2. 연구개발의 성과 체계화를 위한 Input-Output-Outcome Roadmap 작성

### 2.2.1. 연구개발의 Input, Output, Outcome의 정의

연구개발을 위한 투입물인 input은 연구개발 활동을 위해 사용되는 모든 요소를 의미하는 것으로 지질자원분야에서 양적·질적 측면의 연구비, 연구인력, 연구장비·시설, 소요시간, (과학기술) 정보 등을 포함할 수 있다. 이와 관련한 이병민(2003)의 연구에 따르면 input 요소는 다음과 같이 구분할 수 있다.

- 1) 인프라 구축 비용 : 연구환경, 정보수집, 지적재산권, 시설, 연구인력/조직, 교육훈련
- 2) 연구개발 관련 비용 : 특허분석, 사전조사/기초연구, 응용/개발연구, 실용화연구/시제품, 상품화, 기술료 지불, 시험 및 인증
- 3) 생산판매 관련 비용 : 양산화시설비, 생산/운영비, 운전비

1차적 연구결과인 output은 기존의 “투입 요소들 간의 상호작용에 의해 나타난 산출물의 총체”라는 정의에서 “연구개발로 인해 나타난 1차적 성과물”로서의 정의로 전환을 요구하는 개념으로 새로운 지식, 기술 보고서, 논문, 발표, 인용 분석 등을 포함할 수 있다. 이러한 연구결과(output)는 김선근(2002)에서 제시한 바와 같이 기관 내 소화과정 및 외부 이전과정을 거쳐 최종성과인 outcome를 산출하게 된다. outcome는 연구개발로 인한 편익을 발생하게 하는 산출물로 정의된다.

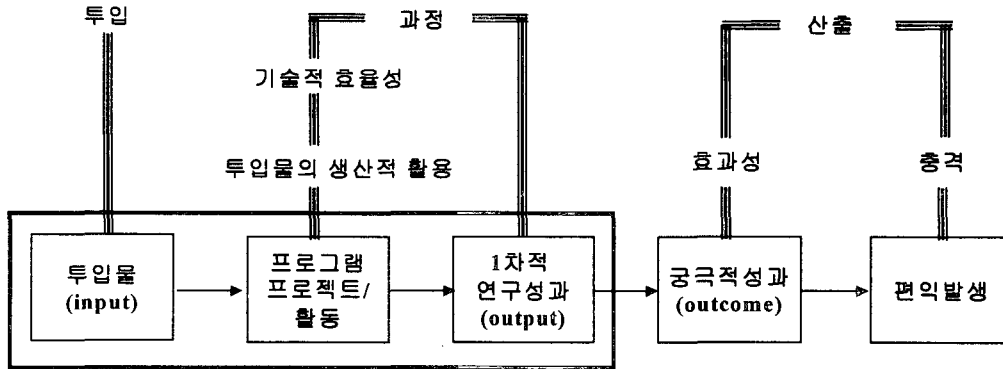


출처 : 김선근(2002)에서 재구성

그림 1. 연구결과(output)의 활용을 통한 최종성과(outcome) 도출과정

### 2.2.2. 연구개발의 성과 체계화를 위한 Input-Output-Outcome Roadmap 작성

Input-Output-Outcome Roadmap는 아래 그림과 같은 흐름을 따라 연구개발투자(input), 1차적 연구결과(output), 최종성과(outcome)의 항목을 가지며, 연구개발이 다른 연구개발에 미치는 메커니즘을 파악하기 위해 연구개발의 각 항목 앞에 연결 사항을 기록하도록 구성하였다.



출처 : 나기산(2001)에서 재구성

그림 2. 성과 측성을 위한 모델

Input 항목 앞의 연결 사항은 input 배분 과정의 시간, 자본, 인력 분배의 적정성, 연구자원 배분 시 산학협동의 가능성에 대한 고려한 사항, 선행연구와 연결성 및 기존 중단 과제 등의 연구결과를 명시할 수 있다. 1차적 연구결과(output) 항목 앞의 연결 사항은 연구과제의 비용 효율성, 목적 적합성의 항목을 고려한 사항으로 구성할 수 있다. 최종성과(outcome) 항목 앞의 연결사항은 상용화연구, 산학협동, 계속연구, 영향연구의 사항을 기록할 수 있다. 상용화 연구는 실제 제품 및 서비스의 생산을 위한 추가 연구로 정의할 수 있으며, 계속연구는 본 연구를 마친 후 본 연구결과를 이용하여 다음 연도에 시작될 연구로 정의할 수 있다. 영향 연구는 본 연구결과가 직접, 간접적으로 기반이 될 다른 연구로 정의할 수 있으며, 본 연구결과로 생산되는 기초 데이터를 이용할 것으로 예상되는 연구도 포함한다.

### 2.2.3. 지하수 오염저감기술 연구사업의 Input-Output-Outcome Roadmap 적용

본 대상 사업의 비용 요소의 산정은 기술체계도의 input 요소인 시간, 자본, 인력을 금액화하여 산정해야 하나 본 사업의 연구개발비로 비용요소를 산정을 대신할 수 있다. 그리고 Input-Output-Outcome Roadmap에 따라 지하수 오염저감기술 연구사업의 편익 요소는 다음과 같이 나타난다. 먼저 해당 지역 시민의 지하수 음용 편익이다. 기존에 음용수로 이용할 만큼 수량이 풍부하지만 현재 질산성질소의 과다로 인해 음용수로 적합하지 않은 부산지역의 수영초등학교와 광주지역에 지하수 개선시설을 설치함으로써 음용수 기준에 적합하게 되었다. 이는 해당 지역 시민의 지하수자원의 음용화에 따른 가치를 산정함으로써 계량화할 수 있다. 그리고 수문지질학 정보 구축 편익으로 이는 지하수오염저감 사업에 앞서 지하수 수공 조사 및 지하수 관련 정보 DB 구축으로 인해 발생 가능한 편익이다. 이는 지방자치단체에게 필요한 지하수 관리 기본계획 및 폐기물 처리시설 건설 등 도시계획에 필요한 수문지리학적 정보 제공 등의 역할을 하게 된다. 이는 지하수 관련 데이터의 가치를 산정함으로써 계량화할 수 있다. 또한 부산·광주·울산 지역 지하수의 수질저하의 원인 규명 및 지역별 수질특성 파악으로 이 또한 앞에서 제시한 수문지질학 정보 구축의 편익과 같이 지방자치단체의 편익요소로 볼 수 있다. 이는 지방자치단체의 잠재적인 정책 기반 정보 이용 편익을 산정함으로써 계량화할 수 있다. 그리고 본 대상 연구결과로 인해 음용수로 부적합한 대도시의 지하수는 간단한 수처리 기술만 적용하여도 음용화 가능하며 기존의 댐 건설 등 고비용의 지표수에 집중된 수자원 정책에서 지하수 자원을 활용하는 정책의 전환이

필요하다는 정책적 시사점을 얻었다. 이는 국가 물수급 계획의 안정적 운영 기반이 되는 정책적 시사점으로 현행 지하수법의 개정을 요구하게 된다. 따라서 본 과제의 연구결과의 정책 기반 자료로의 효과를 계량화할 필요가 있다.

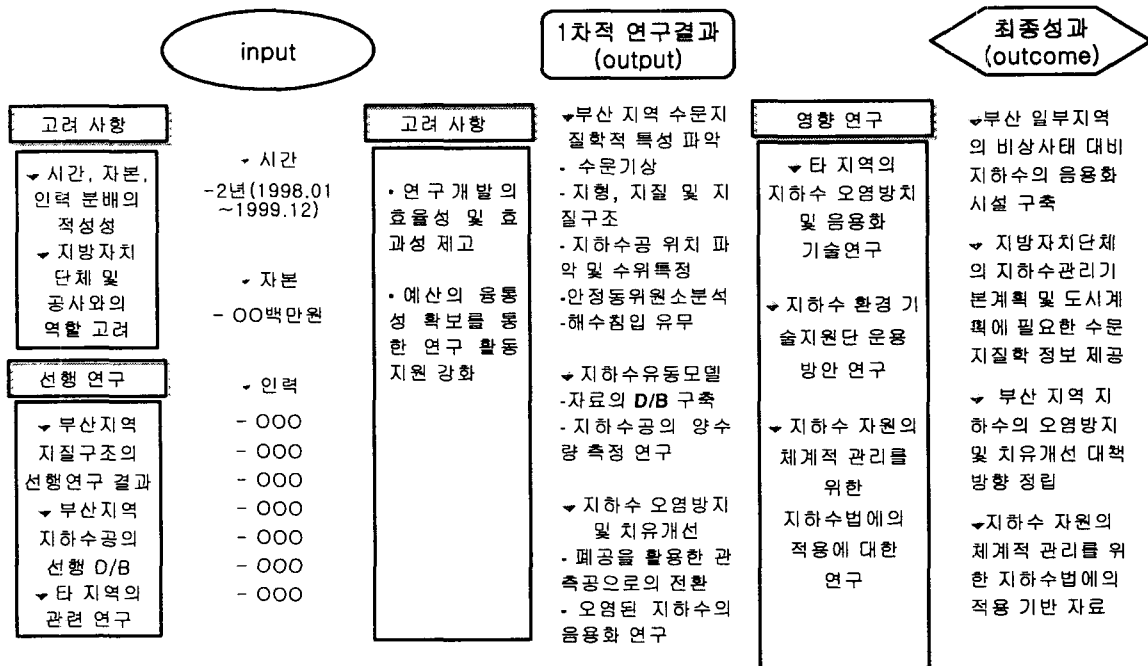


그림 3. 부산지역 지하수 오염저감기술 연구사업의 Input-Output-Outcome Roadmap

### 3. 결론

본 연구에서는 지하수 오염저감기술연구사업에 대한 적용을 통해 연구개발 효과의 체계화를 위한 Input-Output-Outcome Roadmap 작성의 유용성을 살펴보았다. 이러한 방법론의 적용으로 국가 연구개발사업에 있어 자원배분의 효율성 및 연구개발의 효과성을 증대시키고 사업의 경쟁력 및 사업성을 확보를 위한 체계적 지표로서 제시가 가능하다.

### 참고문헌

김선근, 공공연구개발성과의 기술확산 메커니즘 분석과 정책방안 연구, 과학기술정책연구원, 2002  
 김지현, 환경을 고려한 하천정비사업의 비용편익분석, 국토계획, 대한국토·도시계획학회 제 37권 제 2호, 2002  
 기술과가치, 첨단연구장비공동활용사업의 경제적성과 및 기여도 분석연구(한국기초과학연구원), 2002  
 나기산, 우리나라의 평가문화 정착을 위한 과제와 개선방안, 과학기술정책포럼 100회 기념 심포지엄, 2001  
 양현모, 기술가치평가 제기법과 활용방안, 기술이전교류센터 사례 연구중심 기술가치평가 교육 자료, 대덕밸리 공공기술이전컨소시엄, 2003  
 한국지질자원연구원, 지하수 오염방지 및 응용화 기술연구(부산지역), 1998, 1999  
 한국지질자원연구원, 광주지역 지하수 오염개선연구, 2000, 2001

한국지질자원연구원, 울산지역 지하수 오염 저감기술연구, 2002, 2003

Burt Perrin, 2002, Implementing the vision: Addressing changes to results-focused management and budgeting, OECD

Stenger, M. Willinger, 1998, Preservation value for groundwater quality in a large aquifer: a contingent-valuation study of the Alsatian aquifer, Journal of Environmental Management Vol. 53

UNEP, 2000, Cost-Benefit Analysis Case Studies in Eastern Africa for the GPA Strategic Action Plan on Sewage, [http:// www.gpa.unep.org/documents/other/wgcar/WGCAR 4 Case studies benefits.doc](http://www.gpa.unep.org/documents/other/wgcar/WGCAR_4_Case_studies_benefits.doc)