# 정책지식 생태계 활성화 전략의 행위자기반 접근

**채승병*, 양재석†, 김선빈‡**

* 삼성경제연구소 복잡계센터

† 고려대학교 물리학과

‡ 삼성경제연구소 정책연구본부

**초 록**

정책지식은 관료들이나 정책입안자들이 정책결정을 내리는데 사용되는 지식을 의미한다. 본 연구에서는 정책지식을 생태계 관점에서 행정효율을 극대화하는 지적인 기반구조로 개념화하였다. 여기서의 정책지식 생태계는 생산·소비·유통 과정에 참여하는 개인과 기관, 그리고 이들 사이의 상호작용을 포괄하는 개념이다. 아울러 정책지식 생태계의 행위자기반 모형을 구축하고, 복잡성과학과 생태계관리의 관점에서 7개의 핵심 활성화 조건을 도출하였다. 행위자기반 모형의 시뮬레이션을 통해 이들 조건이 정책지식 생태계의 발달에 미치는 영향을 분석하였다. 분석 결과 7가지 활성화 조건은 정책지식 생태계의 선순환고리 회복에 초점을 맞춰 적절한 순서로 실행되어야함을 시사하고 있다.

**Key Words :** 지식생태학, 지식생태계, 정책지식, 행위자기반 모형, 진화, 적응, 자기조직화

## 1. 들어가며

생태계는 자연계의 다양한 생물군집(community)뿐만이 아니라 인간사회의 다양한 분야를 조망하는데 있어 은유와 유추의 원천으로 활용되어왔다. 조직생태학(organizational ecology), 정보생태학(information ecology), 기업생태학(business ecology) 등의 개념이 대표적인 예이다 (Hannan & Freeman, 1989; Davenport & Prusak, 1997; Peltoniemi, 2006). 이러한 다양한 사회분야에서 생태계적 접근이 시도되고 있다는 것은 그만큼 인간사회의 특성이 생태계와 유사하며 근본 원리에 있어 생태계와 많은 부분을 공유하고 있다는 것을 반증한다. 나아가 진화생물학자인 에드워드 윌슨은 주창한 통섭(consilience)[1]의 개념을 통해 유기체적인 관점에서

* E-mail: seanchae@seri.org

1) 'consilience'는 원래 '더불어 넘나듦'을 뜻하는 말에서 유래되어 '서로 다른 현상들로부터 도출되는 귀납적 지식들이 서로 일치하거나 일관성을 보이는 상태'를 가리키는 말로 전이된 것이다.

학문의 대통합이 이뤄져야함을 역설하고 있다(Wilson, 2005). 이 또한 생태학의 개념이 다양한 학문 분야를 엮는 유력한 공통의 원리를 제공하고 있음을 보여준다.

이러한 흐름에서 최근에는 인간사회와 조직에서의 지식의 창출과 순환, 활용 과정을 포괄하는 논의의 틀로서 지식생태학(knowledge ecology)과 지식생태계의 개념이 등장하고 있다(유영만, 2006; 최희윤, 2006). 이것은 경영과학, 교육공학 분야를 중심으로 전개되어온 지식경영(knowledge management), 학습조직(learning organization) 등의 연장선상에서 바라볼 수 있는데, 지식생태계는 기존의 이러한 논의에 비해 다음과 같은 점에서 차별성을 지닌다(Malhotra, 2002).

첫째, 지식생태계에서는 참여하는 개인들의 사회연결망(social network)에 중점을 둔다.

둘째, 지식생태계에서는 지식 교류활동과 이로 맺어지는 개인 사이의 관계뿐만이 아니라 이것이 거꾸로 개인의 행동에 미치는 영향도 중요시한다.

셋째, 지식생태계도 자연생태계와 마찬가지로 지식의 다양성(diversity)을 중요시한다. 또한 이러한 다양성의 원천은 지식을 가진 개인들의 경쟁과 협력에 기인한다고 본다.

넷째, 지식생태계의 지식 교류와 유통 과정에서는 개인이 갖고 있는 지식의 차별성과 유사성에 따라 협력 여부가 결정된다.

다섯째, 급격한 환경 변화를 맞이하여 지식생태계가 생존하는데 필요한 중요 역량은 최적화(optimization)가 아니라 적응(adaptation)할 수 있는 능력이다.

이러한 지식생태계의 관점은 근래 꾸준히 발전되어온 복잡적응계(complex adaptive system, CAS)의 이론과도 일맥상통한다. 시스템 전체를 통제하는 특정한 존재가 없이도 구성원 개인 사이의 국소적 상호작용(local interaction)에 의해 자기조직화하는 특성, 외부 환경변화에 능동적으로 반응하는 개인에 의해 시스템 전체가 항상성을 유지하며 적응해가는 특성 등은 모두 지식생태계와 복잡적응계의 공통적인 특성이다. 이것은 자연생태계와 복잡적응계 연구에 사용되는 방법론을 지식생태계에도 적용할 수 있음을 시사한다.

본 연구에서는 이러한 지식생태계의 관점을 좀 더 특정화하여 정책수립에 활용되는 지식, 즉 '정책지식'이 생산, 소비, 유통되는 시스템에 적용하였다. 정책지식의 특성을 고찰해보면 이것은 개별적, 독립적인 존재라기보다는 수많은 지식들이 유기적으로 결합되어 형성된 하나의 창발적 질서이다. 예를 들어 새만금 간척사업과 같은 정책 수립에는 경제적 타당성, 환경 영향 평가 등 관련된 수많은 지식을 조사하고 분석된 결과물로서의 정책지식이 있어야 한다. 여기에는 새만금 간척사업을 지지하는 정책지식도 존재할 것이며, 반대하는 정책지식도 존재한다. 이러한 찬성 혹은 반대에 동원되는 정책지식의 이면에는 이를 뒷받침하는 또 다른 수많은 지식이 존재한다. 이러한 지식기반으로부터 정책적 의사결정에 활용될 수 있는 발전된 수준으로 정책지식이 생산되기까지는 개별 교수, 환경운동단체, 민간경제연구소, 정당, 국책연구소 등 다양한 계층의 지식인과 지식집단 사이에 협력과 논쟁이 있었을 것이다. 즉, 정책지식은 불확실한 환경에서 정책수요에 대응하여 지식인, 지식집단 등 수많은 지식생산자의 상호작용을 통해서 만들어지는, 지식의 고도화된 총체라고 할 수 있다.

오늘날 점점 복잡해지고 불확실한 정책 환경에서는 쏟아지는 중요 정책현안에 요구되는 정책지식의 수준 또한 매우 높다. 따라서 현안이 터졌을 때 정책지식을 급조하는 방식으로는 시의적절한 정책수립이 불가능하다. 이에 효과적으로 대응하기 위해서는 정책 환경의 변화를 빠르게 감지하는 지식생산자들이 다양한 지식을 지속적으로 만들어내고 축적하여 적은 변형으로도 현실 활용성이 높은 정책지식을 생산·유통시킬 수 있는, 즉 환경에 빠르게 적응할 수 있는 시스템이 필요하다.

이와 같이 불확실한 환경에 잘 적응하는 정책지식 시스템은 생태계의 개념으로 자연스럽게 연결된다. 수많은 지식인과 이들로 구성된 지식집단의 경우 생태계의 다양한 개체와 이러한 개체들로 구성된 종과 유사하다. 자연생태계에서 환경에 잘 적응한 종이 생태계의 진화적 선택 메커니즘을 통해 살아남듯이, 불확실한 환경에 대응하여 활용성이 높은 정책지식이 살아남아 실제로 정책으로 연결된다. 또한 생태계의 수많은 동식물들이 서로 협력하고 경쟁하며 다양한 먹이그물을 맺어 진화해가듯이, 정책지식 창출 과정에서 수많은 지식인도 추측과 논박을 통해 다양한 협력관계의 사회연결망을 만들어가며 발전해간다. 우리는 이러한 시스템을 '정책지식 생태계'라고 이름 붙였다.

이러한 정책지식의 생산·유통·소비 기능이 제대로 잘 작동하는, 즉 '건강한' 정책지식 생태계의 존재는 오늘날 국가발전의 필수적인 요소라고 할 수 있다. 따라서 정책지식 생태계의 작동 메커니즘을 정확히 이해하고 그 기능을 활성화시키는 조건의 도출은 매우 중요한 과제이다. 이를 위해 생태계와 복잡적응계의 이론을 활용하여 정책지식 생태계의 행위자기반 모형(agent-based model, ABM)을 구축하였다. 2절에서는 우선 정책지식 생태계의 환경요소와 구성주체 및 그들의 기능을 살펴본다. 3절에서는 이를 구체화하여 행위자기반 모형으로의 구현에 대해 설명한다. 4절에서는 생태계의 작동 원리로부터 정책지식 생태계의 활성화 조건을 유추하고, 이를 정책지식 생태계 모형의 통제변수와 연관 짓는다. 5절에서는 가상의 정책지식 생태계 모형에서 일어나는 정책지식의 생산·유통·소비 과정을 시뮬레이션하고, 장기적인 변화의 패턴으로부터 활성화 조건의 특성을 관찰한다. 마지막으로 6절에서는 이들 조건의 영향을 정리하고, 적절한 단계적 적용 방향에 대해 논하였다.

# 2. 정책지식 생태계

## 2.1. 정책지식 생태계의 개념모형

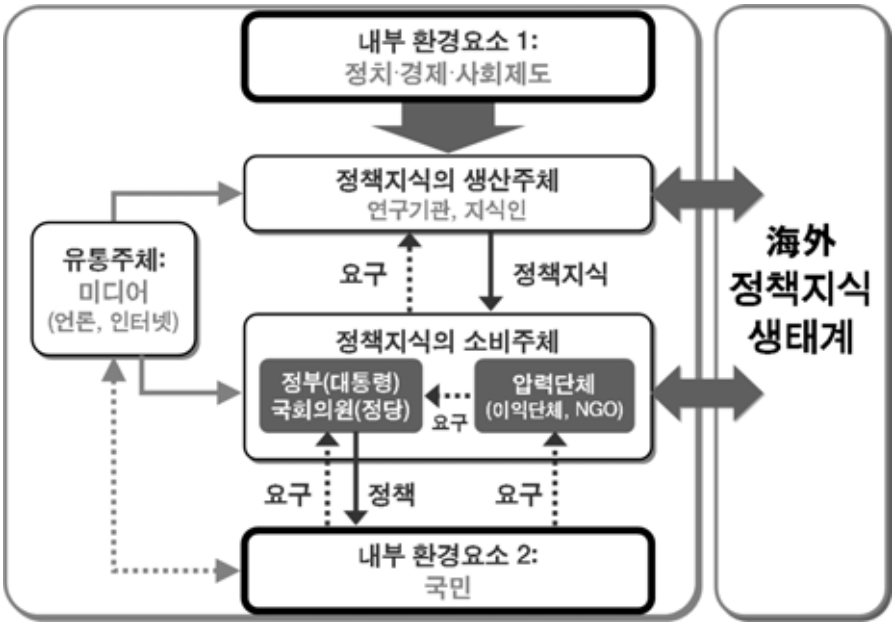
정책지식은 정책을 입안하는 데 직접 활용되거나 그 기초가 되는 지식이다. 이는 어떤 정책적 대응을 필요로 하는 문제에 대해 해결책을 제시하거나 그 해결책의 타당성을 밝히는 지식으로 이루어진다. 이 정책지식의 창출과 활용에 참여하는 주체들을 정책지식생태계의 구성요소라고 한다면 정책지식생태계의 구성요소는 Fig. 1에서 보다시피 개념적으로 크게 4가지로 구분된다. 창출주체, 활용주체, 유통주체, 환경요소가 그것이다. 창출주체는 정책지식을 만들어내는 조직과 개인을 포함한다. 연구기관과 연구기관에 속하지 않은 지식인이 그들이다. 본 연구에서는 정책지식의 창출을 목적으로 하는 조직을 모두 연구기관에 포함시킨다.[2] 활용주체는 정책지식을 활용하여 구체적인 정책을 입안하는 기관이다. 정부와 국회의원이 대표적인 활용주체이다[3]. 각종 압력단체(NGO나 이익단체)도 정책지식을 활용하여 구

2) 여기서 연구기관은 독립된 연구기관뿐만 아니라 특정 조직 내에 존재하는 하위 조직(부서, 그룹, 팀 등)을 포함하는 넓은 개념으로 사용한다. 예를 들어 정부 내에 존재하면서 조사, 분석, 연구 활동을 주로 하는 부서도 이에 포함된다.

3) 창출주체와 활용주체의 구분은 개념적인 것이므로 현실에서는 양자의 경계가 불분명하거나 양자의 성격을 동시에 가지고 있는 경우가 있을 수 있다. 정부 내 각 부처는 주로 정책지식의 활용주체이지만 그 내부의 각종 조사연구부서는 정책지식 창출의 역할을 수행한다. 심지어 일부 부서는 정책지식의 창출과 이를 활용한 정책입안을 함께 수행한다. 현실이 이러하지만 본고에서

체적인 정책안을 개발하는 경우에는 활용주체라고 할 수 있다. 유통주체(미디어)에는 언론 및 인터넷이 포함된다. 이들은 국민 사이에 존재하는 요구를 창출 및 활용 주체에게 전달하는 역할을 한다. 환경요소로는 국민과 정치제도, 그리고 외국이 존재한다. 국민과 정치제도가 내부 환경요소라면, 외국은 외부 환경요소라고 할 수 있다. 국민의 요구는 정책지식 형성의 중요한 원천 중 하나다. 정치제도는 각 주체들의 존재양식과 상호작용방식을 전반적으로 규정한다. 외국은 국내 정책지식생태계에 지식을 공급하는 환경요소이다.

**Fig. 1. 정책지식 생태계의 개념모형**




정책지식생태계에서는 환경과 주체들 사이에 정보가 흐르고 순환하면서 정책지식이 끊임없이 생성된다. 국민의 요구가 미디어를 거쳐 창출주체에게 유입된다. 활용주체인 정책입안자도 요구를 창출주체에게 전달한다. 창출주체는 이들 요구를 기반으로 정책지식을 만들어내어 활용주체에게 공급한다. 활용주체는 이를 활용하여 정책을 만들어내고 이들 중 일부가 실행된다. 정책의 입안과 실행 과정에서 평가와 검증이 이루어지고 이것이 다시 창출주체에게 유입되어 새로운 정책지식을 만들어낸다. 이처럼 정보가 정책요구→정책지식→정책→평가와 검증의 단계를 거치며 형태를 변화시키면서 순환함으로써 정책지식이 지속적으로 생성된다. 물론 이 순환 과정에 외부로부터의 지식의 유입이 더해진다. 보고서, 논문, 서적들이나 유학, 학술회의 참가, 자문 의뢰 등을 통해 외국 지식의 유입이 이루어진다.

또한 정책지식생태계에서는 다양한 정책지식간의 경쟁과 선별을 통해 창출주체의 적응과 공진화가 일어난다. 이질적인 정책지식들이 생성될 경우 이들 사이의 충돌과 경쟁은 불가피하다. 여러 가지 정책처방과 이에 대한 논거들이 실제 정책입안으로 이어지기 위해 서로 경쟁한다. 이들 중 어느 것이 채택되어 정책입안에 활용될 것인지는 정책지식에 대한 선별 과정에 달려있다. 이 선별과정이 추측과 논박을 통한 합리적인 검증을 통해 이루어질 수도 있지만 연고(학연, 지연 등)에 기반을 둔 주관적이고 비합리적인 기준을 바탕으로 이루어질 수

---

는 편의상 창출주체와 활용주체를 개념적으로 구분하여 사용하기로 한다. 따라서 여기서 활용주체로서의 정부는 정책지식을 활용하여 정책을 만드는 정책입안자로서의 정부를 가리킨다.

도 있다. 선별의 결과는 정책지식 창출주체의 지식 창출 활동에 영향을 주어 적응을 일으킨다. 어떤 정책지식이 선별되는지를 알려줌으로써 그에 맞도록 지식 창출 활동을 조절시키는 것이다. 이러한 경쟁적 적응 과정은 창출주체간의 공진화를 일으킨다. 상대방보다 유용한 지식을 산출하려는 서로의 노력이 양자의 능력을 함께 증대시켜 간다. 이처럼 정책지식과 그의 창출활동을 둘러싼 경쟁→선별→적응→공진화의 메커니즘이 정책지식 및 그 창출주체의 진화와 발전을 낳는다.

## 2.2. 환경요소

정책지식생태계의 환경요소(정치제도, 국민 등)의 주된 역할은 정책대안 도출을 위해 창출주체들에게 적절한 정책지식을 요구하는 것이다. 창출주체들은 이 요구를 반영한 정책지식을 생산하여 활용주체들에게 적합성을 평가받게 된다. 하지만 정책지식요구는 일반적인 형태로 구체화하기 매우 어려울뿐더러, 이후 생산된 정책지식산물이 얼마나 이 요구에 부합하는지 정량화된 평가를 하기도 어렵다. 예를 들어, 양극화 문제 해소를 위한 정책지식요구가 제기되었을 때 이에 부응한 정책지식산물은 어떤 기준으로 평가가 이뤄져야하는가? 구체적인 정책안과 달리 정책지식은 구체적인 심사기준에 의한 평가가 불가능하다.

**Fig. 2. 지식생태계 지식창출구조의 역과정 모형화**

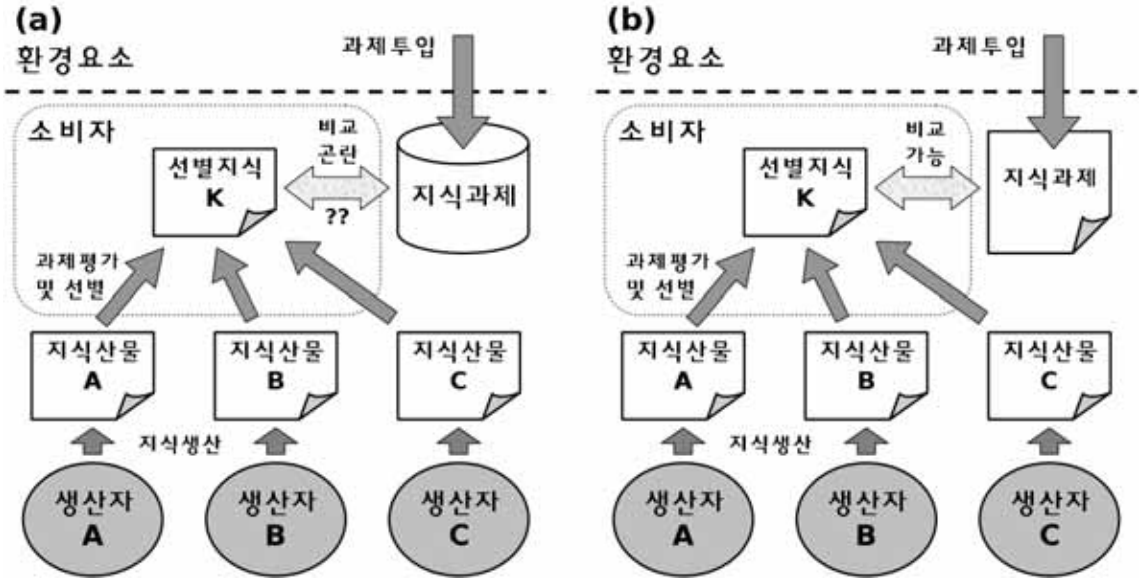



Fig. 2(a)에서 보듯이 환경요소가 투입하는 정책지식요구가 문제해결 방향을 제시하는 규범적인 형태로 주어지면, 지식생산자가 이 요구를 수용하는 과정과 지식소비자가 지식산물을 선별하는 과정을 구현하기가 매우 어려워진다. 특히 각 지식소비자의 지식산물 평가 및 선별단계에서 지식요구와 지식산물의 형태가 매우 이질적이므로 어떠한 지식산물이 지식요구에 더욱 잘 부합하는지 비교하기가 곤란하다.

본 연구의 모형에서는 이러한 문제를 해결하고자 Fig. 2(b)와 같이 환경요소의 역할을 명시적인 지식과제의 생성으로 수정하였다. 이 지식과제는 문제해결을 위한 규범적인 방향이 아니라, 정책대안 도출에 가장 적합한 지식 그 자체로 잡았다. 즉, 이들은 최적의 모범답안

형태로 미리 주어지며, 정책지식 창출주체들은 이를 인지한 뒤에 일련의 지식창출과정을 통해 이 과제와 되도록 가깝게 들어맞는 정책지식을 재구성(생산)하게 된다.

이렇게 미리 최적목표를 제시하고 이를 맞춰나가는 역과정(inverse process) 모형화 방법을 사용하면 정책지식과제와 정책지식산물 모두가 동등한 '지식'의 형태를 가지므로, 이 둘을 직접적으로 비교하여 정량화할 수 있는 이점이 있다. 한국사회에서 날로 심각해지고 있는 양극화 문제로 예를 든다면, 정책지식 생태계 모형의 과제는 양극화 해소 정책을 위한 최적의 정책지식으로 주어진다. 지식생태계에 속한 여러 창출주체들이 생산한 지식산물들은 이 과제와 유사할수록 높은 평가를 받고, 상이할수록 낮은 평가를 받게 된다. 정책지식생태계가 기존에 많은 기반지식을 축적해놓고 있으며, 창출주체들의 효과적인 생산 프로세스가 정착되어있다면 과제에 더욱 잘 부합하는 지식을 생산해낼 수 있을 것이다.

## 2.3. 행위주체

행위주체는 개념모형의 창출주체와 활용주체를 총칭하는 것이다. 자연생태계에서는 태양에너지를 이용하여 광합성을 하는 독립영양생물(생산자)과 이를 이용하는 종속영양생물(소비자)이 구분된다. 반면에 지식생태계는 자연생태계와 달리 지식의 창출주체와 활용주체가 명쾌하게 나눠지지 않는다. 현실에서 순전히 원천 데이터만을 활용하여 새로운 지식을 생산해내는 인간은 사실상 존재하지 않기 때문이다. 모든 인간은 명시적이건 묵시적이건 다른 주체가 생산한 지식을 부분적으로 활용하며, 또한 일방적으로 지식을 소비하는데 그치지 않고 작게나마 지식 산출에 기여한다.

특히 오늘날과 같이 초고속통신망으로 연결되어가는 정보화 사회에서는 블로그 등을 활용하여 일반인들도 전문 지식인들 못지않게 지식창출과 순환에 큰 역할을 하고 있다. 대한민국 정부는 대표적인 정책지식의 활용주체이지만, 동시에 대표적인 창출주체이기도 하다. 따라서 지식생태계의 주체를 사회 속의 개인 또는 개별기관에 대응시켜서는 창출주체와 활용주체의 구분이 곤란한 경우가 많이 있다. 이런 의미에서 지식생산과 소비에 기여하는 개인 또는 개별기관 등은 하나의 행위주체로 이름붙이는 것이 적당하다.

하지만 하나의 행위주체를 기능적인 단위로 나눈다면 창출주체와 활용주체를 분리하여 생각할 수 있다. 이 경우에 하나의 행위주체라 하더라도 여러 창출주체와 활용주체로 구성되어있다고 해석할 수 있다. 예를 들어 어떤 한 정부부처는 하나의 행위주체지만 정책지식을 활용하는 기능과 정책지식을 창출하는 기능에 따라 2개 또는 그 이상으로 나누어 생각할 수 있다고 보는 것이다. 본 연구에서는 모형화의 편의를 위해 창출주체와 활용주체를 별개의 주체로 구분하고 이들을 모형화의 기본단위로 설정하였다. (참고로 이하에서는 창출주체를 지식생산자로, 활용주체를 지식소비자로 통일하여 부르기로 한다.)

### 2.3.1. 행위주체 (1) 지식생산자

인간사회에 존재하는 명시적·암시적 지식은 따로 떨어져서 저절로 성장하는 것이 아니다. 지식은 인간의 사고체계 내에 담겨졌을 때만이 다른 형태로 발전될 수 있다. 인류의 탄생 이래 생겨났던 수많은 지식들 가운데 후세 사람들에게 잊힌 대부분의 지식들은 완전히 소멸되거나 도서관 한 구석에 먼지를 뒤집어 쓴 채 화석화되었다. 지식이 지속적으로 발전하기 위해서는 많은 사람들에게 인식되고 이들 사이의 활발한 소통을 거쳐야 한다.

따라서 지식생산자의 활동, 특히 지식의 공유와 학습은 지식생태계의 지식 성장에 있어 핵심적인 역할을 한다. 지식생태계에는 각종 전자문서, 인쇄문서 등의 형식지(explicit knowledge)와 여타 암묵지(tacit knowledge) 등의 형태로 기반지식들이 존재하지만, 이들이 다수의 지식생산자들에 의해 인지되고 다양한 학습을 거쳐 가공되어야만 지식소비자가 활용가능한 형태로 변화된다.

이를 토대로 지식생산자가 갖추고 있는 지식처리기능을 열거할 수 있다. 본 연구에서는 이들 기능을 크게 ①인지기능, ②저장(기억)기능, ③자기학습기능, ④공동학습기능으로 나누었다.

① 인지기능은 지식생산자가 외부의 지식을 인식하는 기능이다. 지식은 인지과정에서 개별 생산자의 지적인 능력과 편견에 따라 다소나마 변형되어 인식된다. 이러한 인지체계에서의 변형은 지식과 정보의 정확한 전달과 확산을 방해하는 역기능으로 작용하기도 하지만, 새로운 지식과 정보 창출을 가능하게 하는 순기능으로도 작용한다.

② 저장(기억)기능은 이렇게 인지된 지식을 보관하는 기능이다. 각각의 지식생산자는 유한한 크기의 지식 저장용량을 가지며, 이는 개별 생산자의 능력과 밀접한 관계를 가진다. 여기서의 능력은 비단 지적인 능력뿐만이 아니라 물적 능력까지 포괄하는 것이다. 현대의 방대한 지식을 유지하기 위해서는 그 크기만큼이나 대용량의 저장능력을 확보해야하며, 효과적이고 지속적인 관리에도 많은 자원이 소모되기 때문이다. 이러한 자원의 투입이 이뤄지지 않는다면 지식은 쉽게 변형되거나 멸실된다. 이는 물적 자원을 풍부하게 동원할 수 있는 선진국일수록 방대한 도서관, 데이터베이스와 전산화된 검색 및 활용 시스템을 운용하고 있다는 사실에서 쉽게 알 수 있다.

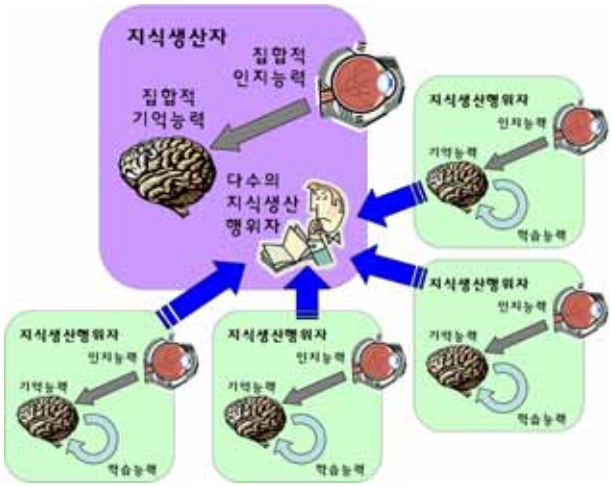
③ 자기학습기능은 저장된 지식을 새로운 형태로 조합하거나 변형시키는 기능이다. 개별 지식생산자들은 연구 활동을 통해 자신의 지식을 기반으로 하여 새로운 지식을 끊임없이 산출해낸다. 지식생산자들의 창조적인 활동에 의해 생겨나는 새로운 지식들은 다시 또 다른 지식생산자들에게 인지되어 활용될 수 있다.

④ 공동학습기능은 지식생산자들 사이의 상호작용을 통해 공동으로 새로운 지식을 창출해내는 기능이다. 생산자들은 논쟁이나 협의를 거치면서 자신의 지식을 다른 사람에게 전수하며, 이를 통해 각 생산자들은 다른 사람의 지식의 영향을 받아 설득되거나 한 단계 끌어올려진 정교한 통합지식을 창출해낸다.

이러한 기능을 지니는 지식생산자는 개별적인 지식인뿐만이 아니라, 개념모형에서 언급한 바와 같이 조직적 창출주체인 연구기관인 경우가 많다. 개별지식인과 연구기관 모두 위의 4가지 기본기능을 가진다는 점에서는 공통적이지만, 연구기관은 그만큼 많은 인적·물적 자원을 가지고 더욱 큰 지식저장능력과 학습기능을 가지므로 더욱 복잡하고 거대한 복합지식을 생성해낼 수 있다. 따라서 복잡한 정책지식과제에 대응하기 위해서는 지식생산자의 조직화가 그만큼 중요하다.

지식생산조직은 연구기관, 싱크탱크 등과 같이 가시적이며 영속적인 형태를 가지기도 하지만, 정책사안별로 일시적으로 협력관계를 맺었다가 해체되는 일시적인 조직일 수도 있다. 심지어는 명시적 형태를 갖지 않기도 한다. 이러한 비정형화된 지식생산조직은 특히 시민사회분야에서 종종 드러나는데, 소규모 시민사회단체나 개별 교수들이 사회경제이슈에 따라 연대하여 공동조직을 결성하는 경우에서 확인할 수 있다. 또한 인터넷 가상공간의 발달로 인해 생면부지의 사람들이 여러 포털 사이트 토론방이나 동호회, 카페 등을 중심으로 이합집산하며 수준 높은 논의를 전개하여 새로운 지식을 창출하는 것도 가능하게 되었다.

**Fig. 3. 지식생산자의 2단 계층구조**




정책지식 생태계 모형에서는 이러한 지식생산자의 속성을 구현하기 위해 지식생산행위자(개인)→지식생산자(집단)로 이어지는 2단계의 계층구조를 설정하였다. 이 계층구조에 의하면 하나의 지식생산자는 다수의 지식생산행위자로 구성되어있다. 각각의 지식생산행위자는 개별지식인 또는 연구기관에 해당한다. 이들 지식생산자와 지식생산행위자는 모두 위에서 열거한 4가지 기능을 갖추고 있다.

특히 지식생산자는 개별 행위자의 능력 이외에도 집단인지(collective cognition) 능력과 집단기억(collective memory) 능력을 갖추고 있다. 인지과정에서 개별 행위자가 범할 수 있는 오류와 편견들은 여러 행위자가 참여하는 집합인지과정을 이용하여 상호보완적으로 점검하면서 줄여나갈 수 있다. 또한 지식생산자에 속한 여러 행위자들은 협동적으로 창출해낸 높은 수준의 복합지식을 공동으로 관리하는 집합기억공간에 담아 활용할 수도 있다. 각 연구기관이 운영하는 자료검색체계를 이 기관에 속한 연구자들이 공동으로 활용하는 것을 연상하면 된다.

정책지식생태계가 현안 해결을 위해 필요로 하는 거대 복합지식은 이와 같이 지식생산기능이 개별 행위자 단위로 파편화되어있지 않고 이처럼 한 단계 높은 지식생산자 수준까지 골고루 발전되어있을 때만이 효과적으로 창출·관리될 수 있다. 뒤에서 살펴볼 정책지식 생태계 모형의 중요한 부분이 바로 행위자들의 상호작용을 통해 집합적 지식생산자로 발전하는 과정이기도 하다.

### 2.3.2. 행위주체 (2) 지식소비자

정책지식생태계의 가장 중요한 지식소비자는 역시 법안을 발의하고 실행하는 정부와 국회이다. 이들 지식소비자는 적절한 지식산물을 선택함으로써 지식생산자와 지식생태계 전체에 커다란 영향을 미친다. 지식소비자에게 선택된 정책지식을 생산한 지식생산자들은 사회적 명성이나 물질적 보상을 대가로 받게 되며, 자신들의 지식을 확대시키는데 보다 유리한 기회를 얻게 된다. 이러한 과정이 반복되면서 선택되지 못한, 즉 활용성이 떨어지는 지식의 생산자들은 퇴출압력을 받게 되고, 지식생산자들은 생존을 위해 지식소비자들의 선별기준에

맞는 방향으로 적응해나가게 된다. 이러한 흐름을 유도하는 압력은 생태학의 선별압력(selective pressure)에 해당되는 개념이다.

지식생태계의 활력이 유지되기 위해서는 선별압력의 적절한 작동이 필수적이다. 지식생산자들이 아무리 과제적합도가 높은 지식을 산출해도 이들이 제대로 선택되지 않으면 당장 효과적인 정책 생산이 지장을 받는 것은 물론, 우수한 능력을 가진 지식생산자들이 퇴출압력을 받게 되어 지식생태계의 지식창출구조가 퇴행하게 된다.

본 연구의 정책지식 생태계 모형은 지식의 생산과정에 초점을 맞춰 설계하고자 지식소비자의 존재를 하나로 한정하여 간략화 했다. 현실의 지식소비자가 갖는 다양한 기능들 가운데에서도 정책지식과제를 인지하고 정책지식산물들과 비교하여 선별하는 역할만 구현하였다. 여기서 지식소비자도 불완전한 존재로 설정되었음에 주목할 필요가 있다. 지식생산자들이 정책지식과제를 잘못 인식하고 이와 동떨어진 정책지식을 생산해낼 위험이 상존하는 것처럼, 지식소비자의 부정확한 인식으로 인한 잘못된 평가를 내릴 위험도 모형에 집어넣었다. 따라서 지식소비자 기능에는 다음 2가지 오류의 가능성이 잠재되어 있다.

첫째, 정책지식과제 인지오류이다. 정책지식과제를 잘못 인식하면 지식소비자 입장에서 최적의 정책지식산물을 선별했다고 하더라도, 실제의 과제적합도는 떨어질 수 있다.

둘째, 정책지식산물 선별오류이다. 정책지식과제를 제대로 인식했더라도 적절하지 못한 절차나 부정 때문에 과제적합도가 낮은 정책지식산물을 선택할 위험이 있다.

그러나 이러한 오류는 지식소비자 스스로 당위적으로 개선해야할 사항이지, 막연히 오류를 줄이라는 제언이 정책지식생태계 활성화 방안이 될 수는 없다. 이 때문에 본 정책지식생태계 모형에서는 어느 정도의 오류 수준은 현실적으로 불가피하다고 설정하고, 활성화 조건을 검증하는 통제변수로는 이용하지 않았다.

정책지식생태계 활성화 전략과 연계한다면 더욱 중요한 부분은 지식생산자들에 대한 보상체계 설계에 있다. 지식소비자는 선별된 정책지식의 생산자에 한해 집중적인 보상을 할 수도 있고, 다른 지식생산자들에게까지 거의 균등하게 보상을 할 수도 있다. 기업에서는 개개인과 조직이 창출한 성과 위주로 보상하는데 반하여, 정부에서 기초학문진흥 목적으로 추진하는 사업에서 산출물의 성과를 세세하게 따지지 않고 일정 기준만 만족하면 비슷하게 지원하는 것을 연상하면 된다.

모형에서는 이를 바탕으로 지식생산자들이 발휘할 수 있는 유일한 활성화 수단으로 보상체계 조정에 초점을 맞추고 결과를 살펴보았다.

## 2.4. 유통주체

미디어는 지식생태계에서 지식순환의 매개체로서 작동하지만 본 연구에서는 명시적으로 다루지 않았다. 일반지식의 경우에는 유통구조가 다양하고 매우 중요한 역할을 담당하지만, 정책지식으로 특정할 경우에는 미디어의 역할이 아직 상대적으로 작기 때문이다. 단적으로 일상생활에 필요한 일반적인 생활지식을 얻을 때는 인터넷 포털 사이트의 지식검색서비스를 이용하는 비중이 상당히 커지고 있다. 이외에도 정보통신기술의 발전과 함께 지식유통구조는 보다 빠르고 다양하게 진화하고 있다. 반면에 아직도 유력한 정책지식은 공식적인 학술지나 연구보고서, 토론회, 영향력이 큰 일부 언론매체를 통한 한정된 유통구조를 가지고 있다. 따라서 미디어의 기능을 명시적으로 구현하지 않고 지식생산자들이 가상의 생태공간에서 만나 직접적으로 상호작용한다고 모형화해도 크게 무리가 없다.

## 2.5. 정책지식의 진화

정책지식은 정책지식 생산자를 거치면서 진화과정을 겪는다. 진화의 대표적인 메커니즘은 종 분화(speciation), 변이(variation), 선택(selection)인데, 정책지식의 변화는 이러한 메커니즘을 내포하고 있다.

우선 정책지식 생태계에서 다른 생산자들과 떨어져 고립된 생산자들은 상호작용을 통해 점점 동화되며 거의 동일한 지식기반을 공유하게 된다. 이것이 반복되면 다른 생산자들과는 확연히 구별되는 지식기반에 근거한 생산자 집단, 즉 인지공동체가 만들어진다. 이것은 자연 생태계에서 오랜 세월(약 수만 년 이상) 동안 유전적으로 고립된 집단이 원래 소속되었던 집단과 확연히 다르게 변화하여 새로운 종으로 분화하는 것에 해당된다.

다음으로 정책지식 생태계의 생산자들은 상호 협력과 학습 과정에서 기존의 지식을 자꾸 새로운 형태로 변형해보는 과정을 반복하게 된다. 때로는 거의 전거가 없는 상황에서 독창적인 지식을 만들어내기도 한다. 이러한 새로운 지식은 소수의 정책지식 생산자들에게 회자되다 사장되기도 하지만, 때로는 많은 생산자들의 지지를 얻고 확산되어 새로운 다양성의 원천이 되기도 한다. 이것은 자연 생태계에서 유전자의 변형 등으로 인해 동질적으로 보이던 집단 내에서도 변종이 출현하는 변이 현상에 해당된다.

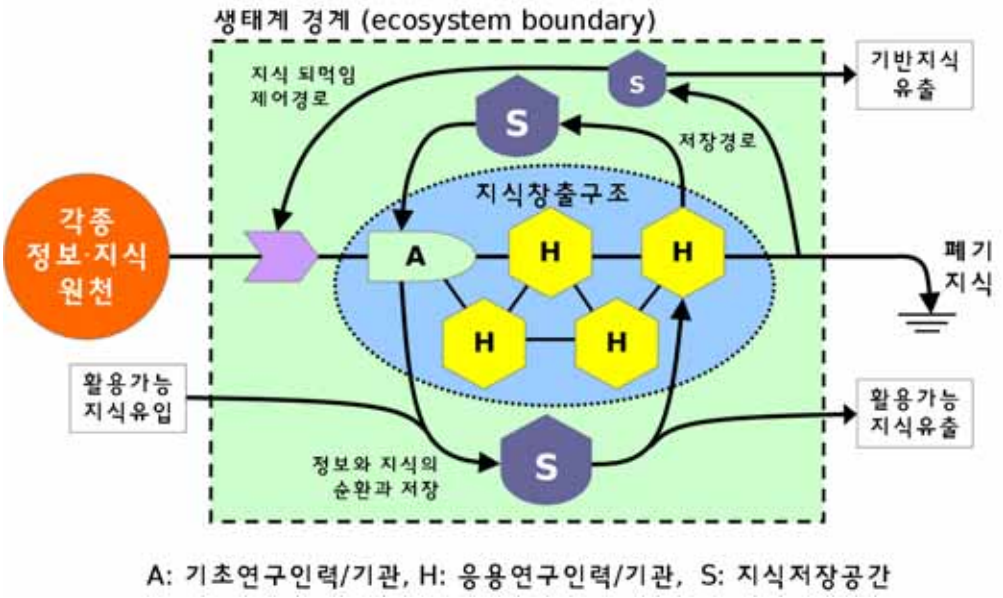
마지막으로 정책지식 생태계에서 생산된 정책지식은 소비자에 의해 그 활용가능성이 검증되며, 활용가능성이 높은 정책지식을 생산한 생산자는 상응하는 보상을 받게 된다. 활용가능성이 높다고 판명될수록 더욱 많은 생산자들이 그 정책지식을 배워 써먹으려는 시도를 하게 되어 더욱 널리 퍼지게 된다. 이것은 자연 생태계에서 주어진 환경에서 생존능력이 뛰어난 형질의 유전자를 가진 개체가 더 오래 생존하고 더 많은 자손을 퍼뜨려 결과적으로는 그 유전자의 비중이 증가하는 선택 현상에 해당된다.

## 2.6. 정책지식 생태계의 발달

복잡성과학(complexity science)의 영향을 받은 현대 생태학의 관점에서는 모든 생태계는 설사 외연적으로 안정된 것처럼 보이더라도 정적인 균형(static equilibrium)이 아닌 미묘한 동적인 균형(dynamic equilibrium)에 놓여있다고 보고 있다. 그리고 생태계의 변화는 단순하고 점진적이지만은 않고, 때로 복잡하고 격렬한 변화를 수반하는 비선형적 특성을 보인다. 이러한 특성은 정책지식 생태계에서도 결코 예외가 아니다.

정책지식생태계의 지식 흐름을 생태학적으로 묘사하면 Fig. 4와 같다. 지식생태계 외부에서 유입되는 각종 정보와 지식들은 정책지식생태계 내부의 지식창출구조에서 다양한 지식생산자들의 단독연구, 공동연구를 통해 새로운 형태로 가공되어 지식생태계 곳곳의 저장 공간에 축적된다. 전통적인 책, 학술지와 같은 인쇄매체 이외에도 전자도서관, 인터넷 포털사이트 등의 전자매체, 개인이 축적한 노하우 등이 모두 여기에 포함된다. 이렇게 축적된 새로운 기반지식이나 활용가능지식은 필요에 따라 생태계 구성원들이 다시 활용할 수도 있으며, 생태계 외부로 흘러갈 수도 있고, 때로는 폐기된다. 이러한 지식순환과정 가운데 지식창출구조에서 일어나는 다양한 변화가 우리의 관심의 초점이다.

Fig. 4. 정책지식 생태계의 지식 흐름




다시 자연생태계를 살펴보면, 발달을 시작한 젊은 자연생태계는 에너지의 많은 부분을 자기 성장에 필요한 형태로 순환시켜 창출구조를 확대하는데 이용하며, 외부로 유출하는 에너지는 상대적으로 적다. 반면에 발전의 한계에 도달한 노쇠한 자연생태계는 현상을 유지하는데 필요한 일부만을 자신이 이용하고, 에너지의 많은 부분을 외부로 유출한다. 이것은 어린 사과나무가 자신의 성장에 집중하느라 열매를 적게 맺고, 성숙한 사과나무가 겉보기는 더 이상 자라지 않는 대신에 열매를 많이 맺는 것과 같은 이치이다.

지식생태계 또한 초기에는 외부에서 활발하게 받아들인 여러 지식들을 바탕으로 내부구성원들의 지식창출구조가 빠르게 성장하며, 시간이 지나 성숙해갈수록 지식창출구조 자체는 안정화되면서 더욱 많은 활용가능지식이 창출된다. 따라서 지식생태계 발달 초기에는 전문가집단이 거의 자리 잡지 못한 상황에서 재빨리 진입한 지식생산자들이 유리한 위치를 선점할 가능성이 높다. 이때는 지식생산자의 객관적인 실력보다도 우연적인 선점기회가 중요한 역할을 하는 임의적 발전과정을 밟아나간다. 그러다가 점차 발전이 진행될수록 지식창출구조가 고도화되고 분화되면서 자기조직화 되는 경향이 나타난다.

그러나 생태계 발달이 항상 완숙한 한계상태(극상, climax)로 수렴해가는 것은 아니며, 발전을 멈추고 자기 파괴적으로 퇴행하는 경향도 보인다. 이러한 조기퇴행현상을 막고 발전하는 젊은 활력을 유지하는 것은 주기적 교란(intermediate disturbance)을 포함한 타생적 입력의 효과이다. 극상으로 나아가는 생태계는 자생적인 피드백 입력과 외부로부터의 타생적 입력이 반복되며 조화를 이루고 있다.

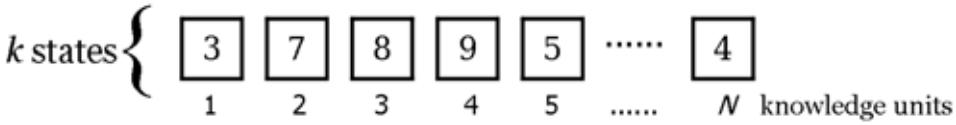
# 3. 정책지식 생태계의 모형화

## 3.1. 정책지식

기존의 연구에서는 주로 모형화의 편의를 위해 지식을 독립적으로 단편화된 형태로 묘사

하였다. 편의상 이들을 지식단위(knowledge unit)라고 부르도록 하자. 지식단위들은 독립적으로 존재하며 일련번호(index)로 구분한다. 또한 지식단위들은 0부터 $k$-1까지 총 $k$개의 상태(state)를 가질 수 있다. 이를 이용하면 $N$개의 지식단위로 이루어진 지식은 일반적으로 $N$자리의 $k$진수로 표현할 수 있다. 이를테면 Fig. 1의 지식은 $37895...4_{(k)}$와 같이 표기할 수 있다. 가장 단순한 형태는 0과 1의 2가지 상태($k$=2)를 지식의 존재 유/무로 표현하는 것이다.

**Fig. 5. 독립된 지식단위의 단순 집합체로 표현되는 지식**



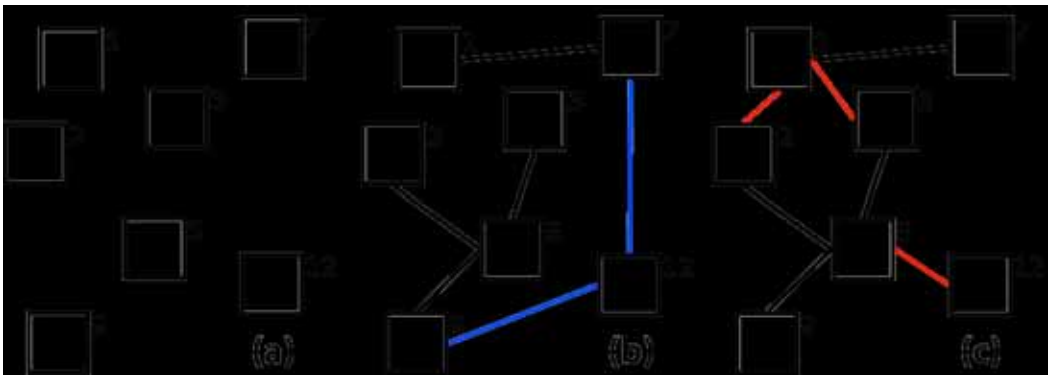

이 표현방식은 각각의 지식을 하나의 숫자에 대응시킬 수 있으므로 간단하게 모형화할 수 있다는 장점이 있다. 반면에 복합지식이 지식단위의 단순 집합체(aggregate)라는 약점을 갖고 있다. 같은 기본지식을 밑바탕에 깔고 있다고 하더라도 이들을 조합함에 따라서 전혀 다른 파생지식이 창발되는 지식의 속성에 비추어볼 때 이 표현방식은 현실성이 떨어진다.

본 연구에서는 이 약점을 보완하기 위해 복합지식을 지식단위의 네트워크로 표현하는 방식을 채택하였다. 이 표현방식은 Fig. 2에서 쉽게 확인할 수 있다. Fig. 2(a)~(c)의 3가지 지식은 모두 동일한 7가지의 지식단위로 구성되어있다. 그러나 각각 지식단위의 상호 연관관계를 표현하는 링크는 상이하며, 이러한 네트워크 구조의 차이로 서로 구별된다.

예를 들어, 한국의 경기부진 진단과 처방 문제에 대한 정책지식을 생각해보자. 흔히 성장론과 분배론으로 대별되는 정책대안이라고 해도 이들을 유도한 기반 지식단위들은 매우 유사하다. 자유주의자라고 하더라도 마르크스(K. Marx)와 케인즈(J. M. Keynes)에 대한 지식을 갖고 있으며, 사회주의자라고 하더라도 하이에크(F. Hayek)에 대한 지식을 갖고 있다. 이들 지식의 특징을 가르는 것은 지식단위의 존재 여부뿐만이 아니라 지식단위를 서로 어떻게 연관 지어 활용하느냐의 문제이다. 따라서 복합지식을 지식단위의 네트워크로 표현하는 방식은 지식의 속성에 더 잘 들어맞는다고 볼 수 있다.

**Fig. 6. 독립된 지식단위의 네트워크로 표현되는 복합지식**

(a)~(c)는 모두 같은 7가지 지식단위로 구성되어 있지만 링크로 표현되는 상호 연관관계에 따라 서로 다른 지식을 나타낸다.



이 표현방식에서도 각 지식단위에 $k$개의 상태를 부여할 수 있으나 문제를 단순화하기 위해 $k$=1인 경우로 제한하였다. 이 경우 같은 일련번호를 갖는 지식단위는 상태 구분 없이 모두 동등하게 취급된다.

## 3.2. 지식의 유사성과 차별성

서로 다른 지식을 가지고 있는 지식생산자들이 상호협력(또는 경쟁) 여부를 결정하는 중요한 요인은 그들의 지식이 유사한 정도이다. 이를 정량화하기 위해 다음의 세 가지 양(量)을 정의하였다:

① 지식공감도 $\alpha_{AB}$ : 두 지식생산자가 공유하고 있는 지식단위들 간의 연결이 얼마나 잘 일치하는지를 나타내는 척도이다. 지식공감도는 공유된 지식단위들 사이의 링크 중 일치하는 링크의 수를 가능한 모든 경우의 수로 나누어 계산한다. 이때 두 지식생산자의 링크가 모두 연결이 되어 있는 경우뿐만 아니라 모두 연결이 되지 않은 경우도 일치하는 것으로 간주한다.

$$\text{지식공감도} = \frac{\text{공유된 지식단위 사이의 링크 중 일치하는 링크의 개수}}{\text{공유된 지식단위 사이의 가능한 모든 경우의 링크의 개수}}$$ 4)

② 지식중복도 $\beta_{AB}$ : 생산자 A가 볼 때 생산자 B와 얼마나 많은 지식단위를 공유하고 있는가를 나타내는 척도이다. 두 생산자가 공유하는 지식단위의 수를 생산자 A의 지식단위의 수로 나누어 계산한다.

$$\text{지식생산자 } A\text{에 대한 } B\text{의 지식중복도} = \frac{\text{지식생산자 } A, B\text{가 공유하는 지식단위의 개수}}{\text{지식생산자 } A\text{의 지식단위의 개수}}$$ 5)

③ 지식간거리 $d_{AB}$ : 두 지식생산자가 서로 비슷한 지식단위를 많이 공유하며 지식단위 간의 연결 구조 또한 유사할수록 지식간의 거리는 짧아져야 할 것이다. 따라서 앞에서 정의한 지식간의 지식공감도 및 지식중복도가 높은(낮은) 경우 두 생산자의 지식 네트워크는 거의 똑같을(매우 다를) 것이며 이 경우 지식간의 거리는 매우 낮은(높은) 값을 갖게 된다. 따라서 지식간의 거리를 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$\text{지식생산자 } A\text{에 대한 } B\text{의 거리} = 1 - \text{지식공감도} \times \text{지식중복도}$$ 6)

---

4) $\alpha_{AB} = \dfrac{\binom{n(A\cap B)}{2} - n(L_A \cup L_B) + n(L_A \cap L_B)}{\binom{n(A\cap B)}{2}}$

$X$={$v$|$v$는 행위자 $X$의 노드}, $L_X$={$e$|$e$는 집합 $X$의 노드 사이의 링크}, $n(X)$ 는 집합 $X$의 원소의 수, $\binom{M}{N}$은 $M$개의 노드에서 $N$개의 노드를 중복을 허용하지 않고 조합하여 선택할 수 있는 모든 경우의 수

5) $\beta_{AB} = \dfrac{n(A\cap B)}{n(A)}$

위의 정의에 의하면 지식간 거리는 다음과 같은 특징을 갖는다.

첫째, 거리는 0에서 1사이의 값을 갖게 된다. 두 지식생산자가 완전히 동일한 지식 구조를 갖게 되면 지식공감도와 지식중복도가 모두 1이 되며 거리는 0이 된다. 반면 공유하는 지식단위가 전혀 없거나 공유하는 지식단위의 지식간의 연결구조가 완전히 다른 경우 지식공감도와 지식중복도를 곱한 값이 0이 되므로 두 지식생산자의 거리는 1이 된다.

둘째, 지식공감도는 대칭적($\alpha_{AB}=\alpha_{BA}$)인 양인데 반해, 지식중복도와 거리는 비대칭적($\beta_{AB}\neq\beta_{BA}$, $d_{AB}\neq d_{BA}$)이다. 지식중복도의 경우 공유하는 지식단위의 수가 같더라도 지식생산자의 지식단위의 양에 따라 체감되는 상대와의 지식공감도는 각기 다를 수 있다. 예를 들면, 자신의 지식단위의 양이 6인 경우 서로 공유하는 지식단위가 5개라면 상대에게 큰 유사함을 느끼게 될 것이다. 반면 자신의 지식단위의 양이 20개라면 5개의 공유하는 지식은 상대적으로 적게 느껴질 것이며 지식공감도도 낮은 값을 갖는 것이 타당할 것이다. 따라서 지식공감도는 서로 대칭적이지 않으며, 두 지식생산자가 서로 느끼는 지식간 거리도 지식공감도에 따라 다른 값을 갖게 된다.

**Fig. 7. 두 지식 A, B의 지식중복도, 지식공감도, 거리를 구하는 방법**

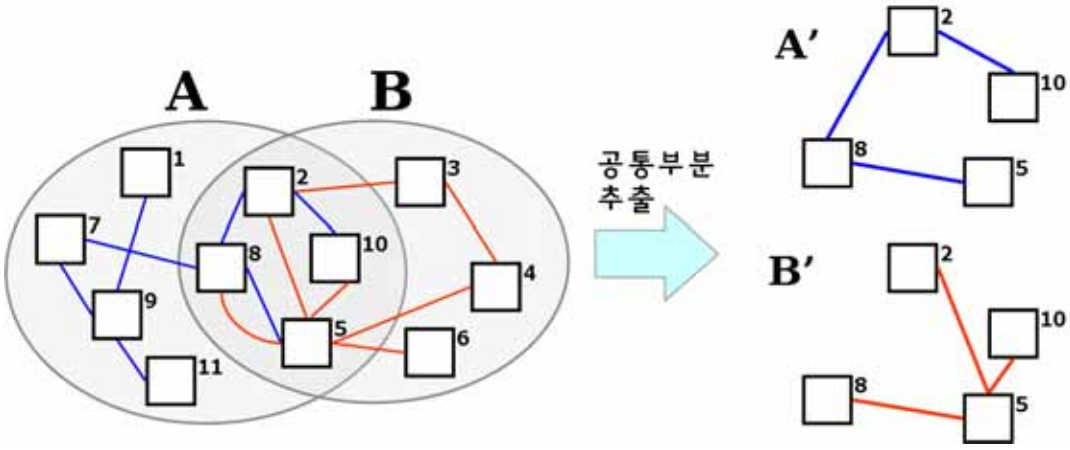



Fig. 7의 두 지식 A, B을 예로 이들 양을 구해보고 그 의미를 찾아보자.

지식 A는 8개의 지식단위(1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11)과 7개의 링크(1-9, 2-8, 2-10, 5-8, 7-8, 7-9, 9-11)로 구성되어 있다. 지식 B는 7개의 지식단위(2, 3, 4, 5, 6, 8, 10)과 7개의 링크(2-3, 2-5, 3-4, 4-5, 5-6, 5-8, 5-10)로 구성되어 있다. 이 두 지식이 중복되는 부분은 2, 5, 8, 10번 지식단위 부분이다.

지식공감도 $\alpha_{AB}$는 지식단위를 공유하는 공통부분 A'와 B'의 공통 링크(5-8, 8-10) 개수의 전체 링크(2-5, 2-8, 2-10, 5-8, 5-10, 8-10) 개수에 대한 비(ratio)로 정의되므로, $\alpha_{AB}=2/6\simeq 0.333$ 이다. 이 양은 같은 지식단위 기반에서 얼마나 지식 상호 연관관계를 공통적으로 갖고 있는가를 측정하는 양이다.

지식중복도 $\beta_{AB}$는 A가 가진 지식단위의 전체 개수에서 공통 지식단위 기반이 차지하는 비중으로 가중치를 준 것이다. A의 지식단위는 8개, 공통 지식단위는 4개이므로 $\beta_{AB}=4/8=0.5$

6) $d_{AB}=1-\alpha_{AB}\beta_{AB}$

이다. 반대로 B의 지식단위는 7개이므로 $\beta_{BA}=4/7\simeq 0.571(\neq\beta_{AB})$이다. 지식공감도는 0과 1 사이의 값을 가지며, 그 값이 클수록 두 지식이 서로 비슷하다는 것을 의미한다.

지식간거리 $d_{AB}$는 $d_{AB}=1-(1/3)\times(1/2)=5/6$, $d_{BA}$는 $d_{BA}=1-(1/3)\times(4/7)=17/21(\neq d_{AB})$이다. 역시 0과 1 사이의 값을 가지며, 그 값이 작을수록 두 지식이 서로 비슷하다는 것을 의미한다.

## 3.3. 환경요소와 정책지식 과제

환경요소는 정책지식 과제를 앞서 서술한 복합지식의 형태로 생성하여 창출주체인 지식생산자들에게 제시하는 역할을 한다. 정책지식 과제 또한 단편지식들의 네트워크이므로, 이들 네트워크가 구조적으로 얼마나 복잡한가의 정도(구조적 복잡도, structural complexity)가 과제의 난이도와 직결되어있다. 복잡도가 높은 정책지식 과제와 들어맞는 지식은 생산자들이 재구성해내기가 어렵다.

본 연구의 정책지식 생태계 모형에서는 환경요소가 무작위 네트워크(random network)의 형태로 정책지식 과제를 생성하도록 구현하였다. 과제 생성과정의 절차는 다음과 같다:

① 환경요소의 초기화: 가용한 모든 단편지식 $N$종류에 대해 일정한 확률($p_\tau$)로 링크를 생성한다. 이렇게 생성된 지식 네트워크가 정책지식생태계의 초기 환경요소가 된다.

② 환경요소로부터 과제 추출: 정책지식 생태계 모형에서 행위자 혹은 행위자 집단이 해결해야하는 과제는 환경요소로부터 나온다. 전체 $N$종류의 단편지식 가운데 $N_\tau$종류의 단편지식을 임의로 선택하여, 선택된 노드(단편지식)와 링크를 과제로 선정한다.

③ 환경요소의 진화(evolution): 진화란 생물이 **외계(外界)의 영향**과 **내부의 발전**에 의하여 간단한 구조에서 복잡한 구조로, 하등(下等)한 것에서 고등(高等)한 것으로 발전하는 일을 말한다. 정책지식생태계 내의 환경요소도 진화를 겪으며 시간이 지남에 따라 모습이 조금씩 변화한다.

- 외계의 영향: 정책지식 생태계 모형의 환경요소는 기술의 발달, 문화의 변화, 생활수준의 변화, 정치적 선호의 변화 등에 의해 그 구조가 변화될 수 있다. 외계로부터 들어오는 영향은 통상 무작위적으로 들어온다고 해도 무방하다. 따라서 임의의 링크를 무작위로 선택하여 일정한 확률($p_r$)로 링크를 생성 혹은 제거한다.
- 내부의 발전: 정책지식 생산자들이 생산해낸 정책 지식이 집행이 되어 반영이 되었을 경우 이로 인해 환경 자체에 변화가 야기될 수 있다. 따라서 이전 과정으로부터 생성된 정책 지식의 일부를 환경요소를 나타내고 있는 지식 네트워크 구조가 복사하여 진화를 표현한다.

④ 바뀐 환경요소로부터 다음 과제 생성: ②의 과정과 동일하며 이후 ②와 ③의 과정을 계속 반복하여 과제를 생성한다.

## 3.4. 지식생산자 사이의 상호작용

일반적으로 주어진 과제는 상대적으로 규모가 크고 그 내용이 복잡한 경우가 많다. 따라서 과제를 해결하기 위해서는 관련된 지식을 보유하고 있는 많은 정책지식 전문가가 필요하다. 다양한 개별 생산자들이 서로 상호작용을 통하여 협력 또는 경쟁을 하게 되고 이를 바탕으로 적합한 정책지식을 생산하게 된다. 정책지식 생태계 모형에서는 아래에 기술한 절차

에 따라 생산자 사이의 협력 여부를 결정하게 된다.

① 생산자의 과제 참여 여부 결정 : 지식생산자는 주어진 과제와 자신의 지식을 비교하여 과제의 참여 여부를 결정한다. 이 때 노드(단편지식) 사이의 링크는 고려하지 않고 과제를 구성하고 있는 단편지식이 생산자 자신과 얼마나 일치하는지를 생산자와 과제 사이의 지식 중복도($\beta_{AT}$)를 측정하여 미리 정한 문턱값(threshold)보다 큰 경우에만 생산자가 해당 과제에 참여하게 된다. 지식간의 지식공감도만을 고려했을 경우 해당 과제에 속해있는 단편지식을 보유한 개별 생산주체들이 과제에 참여하게 된다. 그러나 각각의 생산자들은 같은 단편지식을 보유하지만 서로 다른 링크를 보유할 수도 있다. 이는 주어진 과제에 대한 다양한 견해들이 서로 경쟁하고 협력하는 것을 모사 할 수 있도록 해준다.

② 생산자 사이의 협력 대상의 선정 : 행위자 공간에서 같은 격자 안에 들어 있는 지식생산자들은 서로 협력을 할 기회를 갖는다. 지식생산자들은 행위자 공간에서 이웃한 행위자 공간으로 이동할 수 있으며 이렇게 이동한 경우 새로운 이웃의 지식생산자들과 협력 여부를 타진할 수 있다.

③ 지식간 거리를 비교 : 두 생산자의 지식간 거리($d_{AB}$)를 계산하여 그 값이 미리 정한 문턱값보다 큰 경우에는 두 생산자는 서로 협력 대상에서 제외한다. 즉 두 생산자의 지식이 일정수준보다 중복도 및 지식공감도가 낮은 경우 그들의 견해의 차이로 인해 상호 협력이 불가능해진다. 지식간 거리는 서로 비대칭적인 값이다. 즉, 지식 생산자 A와 B가 있을 경우 A가 느끼는 B의 거리는 가까우나 반대로 B가 느끼는 A에 대한 거리는 멀 수도 있다. 이런 경우 A는 B에게 협력을 하고 싶어 할 것이며, B는 A와의 협력에 별로 관심이 없을 것이다.

④ 협력에 의한 효용(utility, $u_{AB}$)을 비교 : 생산자가 다른 생산자와 협력을 했을 경우 얻게 되는 효용을 계산한다. 생산자 A가 생산자 B와 협력을 하여 생산자 A가 얻게 되는 효용은 협력을 통해 A가 갖고 있지 않은 B가 기여할 수 있는 단편지식의 양으로 측정을 한다.

$$B\text{에 대한 } A\text{의 효용} = \frac{\text{지식생산자 } B\text{에만 존재하는 단편지식의 수}}{\text{지식생산자 } A\text{의 단편지식의 수}}$$ 7)

상호 협력을 통해 획득되는 효용이 문턱값보다 높은 경우에만 생산자는 다른 생산자와 협력을 하게 된다. 효용도 상대에 따라 비대칭적인 값을 갖는다.

앞의 네 가지 조건을 모두 만족시키는 경우에는 두 지식생산자는 서로 협력을 하게 된다. Ⅴ장에서도 기술한 바와 같이 인지공동체의 상호간의 경쟁과 협력은 서로간의 논점이 중복되어야 한다. 전혀 논점이 중복되지 않는 경우는 경쟁이 일어나지 않으며, 논점이 중복되는 경우 경쟁과 협력이 일어나게 된다. 또한 경쟁은 논점의 중복이 많고 나머지 부분에 있어서 서로 화합이 되지 않을 경우 치열하게 발생하며, 협력은 중복이 상대적으로 적을 때 상대편으로부터 많은 것을 얻어낼 수 있을 때 발생한다.

위에서 제시한 네 가지 조건에 따르면 우선 두 지식생산자의 지식간 거리가 가까운 경우에만 협력을 제시한다. 그러나 지식간의 거리가 가깝더라도 효용이 낮은 경우에는 협력을 함으로써 발생하는 비용에 비해 얻을 수 있는 이익이 그다지 높지 않으므로 협력을 할 이유가 없게 된다. 따라서 효용이 높은 경우에만 서로 협력을 하게 된다.

---

7) $u_{AB} = \frac{n(B-A)}{n(A)} = \frac{n(B)}{n(A)} - \beta_{AB}$

## 3.5. 지식소비자의 보상과 피드백

본 모형에서 지식소비자의 역할이나 모습을 구체화하지는 않았으나 정책지식과제를 생성하고 해결하는 과정이 반복적으로 이루어지며, 그 과정 속에서 지식소비자는 생산된 지식산물을 평가하여 적절히 보상한다. 보상의 결과는 지식생산자에게 축적되어 다음에 정책지식을 생산하는 과정에서 영향을 미친다.

지식생산자는 각각 이러한 보상의 누적값으로 명성(reputation)이라는 정량화된 값을 갖는다. 명성이 높은 지식생산자가 생산한 정책지식산물은 다른 지식생산자들에게 그만큼 더 설득력을 가지며, 지식소비자의 최종선별과정에도 긍정적인 영향을 미친다. 명성은 지식생태계 초기부터 지식생산자의 일생(lifespan) 동안 누적된다.

## 3.6. 행위자 공간(지식생태공간)

행위자기반 모형에서는 일반적으로 행위자(지식생산자 및 소비자)가 활동하는 공간(행위자 공간)이 존재한다. 앞서 서술한대로 본 정책지식 생태계 모형에서는 지식생산과정에 초점을 맞추므로 이 행위자 공간(또는 지식생태공간)에서 활동하는 주요 행위자는 지식생산자이다.

지식생태계에서의 정보교환 공간 구조는 보통 다양한 네트워크 형태이지만, 단순성을 위해 본 정책지식 생태계 모형에서의 행위자 공간은 $s \times s$ 크기의 정사각형 토러스 격자공간으로 모형화한다. 각 격자에는 다수의 지식생산자들이 위치할 수 있으며, 같은 격자에 위치한 지식생산자들이 협력 및 학습 등의 상호작용을 하게 된다. 따라서 행위자 공간에서 지식생산자 밀도가 높을수록 상호작용이 일어날 가능성이 높아진다.

이 점에 주목하면 본 모형에서의 행위자 공간의 격자수 $s$를 물리적 공간의 크기로 해석하는 것은 부적절하다. 행위자의 상호작용이 일어나는 가상공간에 크기를 부여하는 것은 모형의 의도에 부합하지 않는다. 오히려 행위자 공간의 속성을 규정하는 적절한 양은 행위자 공간 밀도($\rho = N/s^2$)이다.

**Fig. 8. 행위자 공간 밀도에 따른 상호작용의 가능성 변화**

(a)와 (b) 모두 10개의 행위자가 존재하지만 밀도는 0.1과 0.4로 차이가 있다.
밀도가 높은 (b)에서 같은 격자에 여러 행위자들이 위치할 가능성이 높아진다.

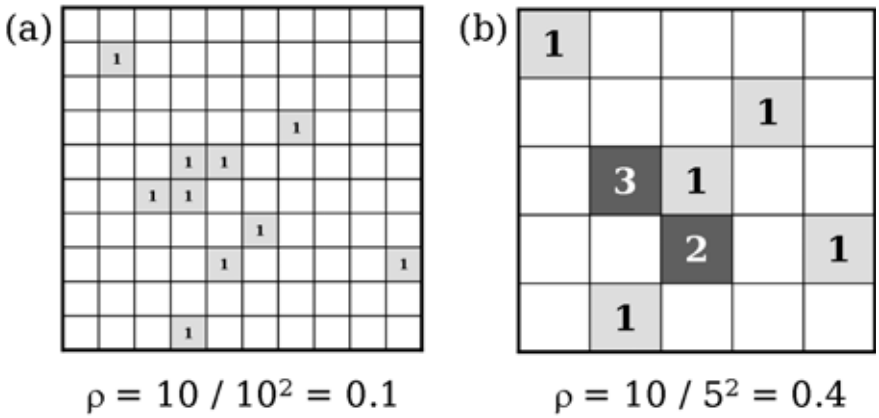



Fig. 8에서 격자에 쓰인 수자는 각 격자에 위치한 행위자의 수를 의미한다. (a)와 (b)의 두 공간은 전체적인 크기는 같지만 격자수가 작아짐에 따라서 밀도가 높아지고 상호작용의 가능성도 높아진다.

## 4. 정책지식 생태계의 활성화 조건

흔히 생태학에서는 건강한 생태계를 위한 조건으로 다음을 꼽고 있다.

첫 번째로 건강한 생태계는 열린 시스템이어야 한다. 즉, 생태계 외부로부터 지속적으로 에너지가 유입되며, 이 에너지가 생태계의 질서를 유지시켜주는 역할을 한다. 닫혀 있는 생태계는 죽어있는 생태계와 마찬가지이다. 예를 들어 섬지역의 경우 대륙에 비해서 비교적 닫혀있는 생태계에 가깝다. 이러한 고립된 생태계에서는 외래종의 유입이나, 기후의 변화 등 환경의 변화에 의해서 생태계의 파괴현상이 종종 발견된다. 따라서 건강한 생태계를 유지시키기 위해서는 생태계 외부로부터 끊임없이 에너지를 유입시켜야 하며 에너지원을 다변화시켜야 된다. 만약에 하나의 에너지원으로부터 에너지가 유입된다면, 그 에너지원이 차단되었을 때 생태계의 항상성(恒常性)은 무너질 것이다. 따라서 하나의 에너지원이 차단되더라도 지속적인 항상성을 유지하기 위해서는 에너지원이 다변화되어야 한다. 이것이 **주체적 열림 유지**에 해당된다.

두 번째로 건강한 생태계는 구성하는 종의 다양성이 확보되어 있으며, 종과 종 사이의 관계가 복잡한 먹이사슬로 이루어져 있다. 먹이사슬의 다양성 때문에 외부환경의 단절적 변화에 대해 항상성을 유지한다. 예를 들어 하나의 종이 멸종된다 하더라도 그 역할을 다른 종이 대신하게 되어 생태계의 항상성이 유지된다. 이와 같이 생태계의 건강성을 유지하기 위해서는 종의 다양성은 필수적이다. 다양하지 않은 생태계는 환경의 변화에 획일적으로 반응을 할 것이고, 이는 외부환경이 급격하게 변화했을 때 생태계가 파괴될 가능성을 높인다. 이것이 **구조화된 다양성의 증진**에 해당된다.

세 번째로 건강한 생태계에서는 다양한 개체와 이러한 개체로 구성된 종들이 서로 다양한

방식으로 상호작용한다. 서로 먹이를 두고 경쟁하기도 하고 협력하기도 한다. 또한 서로 먹고 먹히는 관계로 얽혀있는데, 이러한 먹이사슬이 계층적이지 않고 복잡하게 얽혀있다. 생태계에서 종들은 편리·분서·편해·기생 등 다양한 상호 작용 방식을 가지고 있다. 즉, 종의 다양성뿐만 아니라 상호작용의 다양성 역시 건강한 생태계를 유지시키기 위한 조건이 되는 것이다. 이것이 **생성적 관계의 조성**에 해당된다.

네 번째로 건강한 생태계는 유입된 에너지가 생태계 전체에 흘러 다녀야 하고, 내부적으로 되먹임 고리에 의해 끊임없는 물질의 순환이 이루어 져야 한다. 에너지는 생태계내의 생물들 사이에서 먹이 사슬을 따라 전달되고, 궁극적으로는 열에너지의 형태로 방출된다. 생태계에서 에너지 흐름은 비가역적이며, 단계가 높아질수록 전달되는 에너지의 총량은 감소하고 에너지 효율은 증가한다. 또한 질소, 탄소, 산소 등의 물질들은 생태계의 먹이사슬과 물질들의 화학작용으로 순환이 이루어지고 있다. 공기 중 공중질소의 비중이 80%선으로 유지되는 것은 바로 순환 메커니즘에 그 해답이 있다. 이것이 **지식순환의 효율화**에 해당된다.

다섯 번째로 생태계는 환경에 적응한 종이 자연적으로 선택될 수 있는 메커니즘을 가지고 있다. 생태계의 종들은 환경의 변화에 스스로 자신의 유전형질을 바꾸어서 환경과의 적합도를 높이는 방향으로 적응을 한다. 또한 생태계는 환경과 가장 적합한 종이 선택될 수 있는 자기조절 메커니즘을 가지고 있다. 이러한 자기 조절 메커니즘으로 인해 생태계의 항상성이 유지되는 것이며, 그 한계능력을 넘어서면 생태계의 파괴현상이 발생하기도 한다. 뿐만 아니라 생태계와 종들은 서로 공진화한다. 종들이 생태계에 일방적으로 적응만 하는 것이 아니라 적극적으로 환경을 변화시켜가면서 살아간다. 또한 종들 상호간에도 다양한 방식으로 공진화한다. 토끼와 여우의 관계에서 토끼의 숫자가 증가하면 토끼를 잡아먹는 여우의 숫자가 증가하고, 그러면 너무 많이 잡아먹어서 토끼의 숫자가 감소하고, 먹이가 없어진 여우의 숫자가 자연스럽게 감소하고, 그러면 다시 토끼의 숫자가 증가하는 식의 상호작용을 통해 공진화한다. 이것이 **자기조절능력의 구비**에 해당된다.

여섯 번째로 생태계가 활성상태를 유지하고 진화를 지속하기 위해서는 돌연변이, 새로운 종의 유입, 산불 등 기존에 우위를 점한 개체군들이 사라지고 새로운 개체군이 등장하는 계기가 끊임없이 제공되어야 한다. 즉 생태계의 긴장 상태가 유지되기 위해서는 일정정도의 혼돈이 존재해야 한다는 것이다. 자연 생태계의 경우 외부로부터의 다양한 에너지 및 종들의 유입이 이에 해당할 것이다. 환경의 변화에 대한 적응력이 지속적으로 유지되기 위해서는 끊임없는 혼돈이 발생해야만 한다. 이것이 **새로운 시도의 추구**에 해당된다.

## 4.1. 주체적 열림의 유지

주체적 열림은 지식생태계가 특정한 외부의 지식을 맹목적으로 받아들이지 않고 주체적인 선별과정을 거쳐 수용하는 것을 의미한다. 끊임없이 복잡해지는 정책지식과제에 대응하기 위해서는 외부의 지식을 지속적으로 수용하는 태도가 필요하지만, 이 과정에서 편견이 작용함이 없이 고른 잣대가 적용되어야 한다.

본 정책지식 생태계 모형은 앞서 설명한대로 애초부터 지식생태계 외부의 지식이 일정한 비율로 유입되는 구조를 갖고 있다. 그러므로 주체적 열림 추구의 타당성을 검증하기 위해 이러한 유입구조를 교란하는 통제변수로 개방편중도($h$)를 도입하였다. 개방편중도가 커질수록 유입되는 외부지식은 특정한 범위로 제한되는 효과가 있으므로, 주체적 열림이 손상될

때의 영향을 확인할 수 있다.

## 4.2. 사회적 신뢰의 형성

신뢰(trust)는 지식생태계의 지식창출구조 속에서 전문성을 인정받은 지식생산자들의 지식산물이 다른 생산자들에게 얼마냐 인정되느냐의 정도로 해석할 수 있다. 이것은 지식생산자들 스스로가 인식하는 전문가집단이 형성되는 과정의 합리성과 공정성에 대한 척도이기도 하다. 신뢰가 높은 지식생태계일수록 명망이 높은 지식생산자들의 지식산물이 존중되어 그대로 이용된다.

본 정책지식 생태계 모형에서는 각 지식생산자들의 성과와 명망을 재는 척도로 명성($r$)이 설정되어있다. 명성이 높은 지식생산자들은 전문가로서 대접받으며, 다른 지식생산자들과 지식을 논함에 있어 더욱 강한 설득력을 갖는다. 이러한 설득력을 조정해주는 통제변수가 바로 명성신뢰도 $\mu$이다. 명성신뢰도가 높을수록 명성이 높은 지식생산자의 설득력이 더욱 강해지며, 명성이 낮은 지식생산자의 지식산물의 영향력은 줄어든다. 따라서 명성신뢰도는 지식생태계의 전체적인 신뢰수준을 결정짓는 통제변수로 사용하기에 적절하다.

## 4.3. 구조화된 다양성의 증진

구조화된 다양성은 개별 지식생산자들이 지식의 통합과 전문화를 추구하면서 지식생산자 및 기반지식을 다양화하는 과정에서 증진된다. 지식의 통합과 전문화는 지식생산자들의 협력을 통해 이뤄지며, 협력의 전제조건이 쉽게 충족될수록 다양한 통합 기회가 만들어진다. 이러한 협력의 전제조건을 조정해주는 통제변수로는 크게 필요지식공감도($\alpha_{th}$)와 필요지식중복도($\beta_{th}$)가 있다. 필요지식중복도와 필요지식지식공감도가 높을수록 지식생산자들 사이의 협력관계 구축의 전제조건이 까다로워지므로 지식통합이 일어날 기회가 저해되며, 이는 다양성의 감소로 직결된다. 따라서 이 필요지식공감도와 필요지식중복도를 통제변수로 삼아 다양성 증진 정도를 적절히 확인할 수 있다.

## 4.4. 지식순환의 효율화

지식순환은 지식생산자들이 서로 정보와 지식을 교류하는 가운데 촉진된다. 앞서 설명한 대로 본 정책지식 생태계 모형에서는 미디어와 같은 별도의 지식순환의 매개체를 구현하지 않았으므로, 지식순환의 정도는 오롯이 지식생산자들의 상호작용이 일어날 빈도에 비례한다. 이를 조정해주는 통제변수로는 생산자분포밀도($\rho$)가 있다. 생산자분포밀도가 커짐에 따라 행위자공간을 무작위하게 움직이는 지식생산자들이 서로 맞닥뜨릴 확률이 커지기 때문이다.

## 4.5. 생성적 관계의 조성

생성적 관계는 사전에 쉽게 예측할 수 없던 지식들이 창출될 수 있는 지식생산자들 사이의 관계를 의미한다. 지식생산자들이 서로 협력하는 과정에서 서로의 지식을 단순히 복제하거나 합쳐놓는데 그친다면 지식생태계의 창의성은 더 이상 기대될 수 없다. 지식생산자들이

지식창출구조 속에서 끊임없이 새로운 변형을 추구하고, 이를 바탕으로 활발한 지식통합이 추구될 때 지식생태계가 보유한 지식은 더욱 풍성해진다.

본 연구에서 설정한 지식창출구조에서는 먼저 지식생산자들의 자기학습과정이 변형 생성의 역할을 한다. 똑같은 기반지식에서 출발하더라도 각 지식생산자들이 자기학습을 통해 전혀 다른 활용지식들이 만들어질 수 있는 것이다. 모형에서는 자기학습도($q$)가 이러한 가능성을 조정해주는 통제변수이며, 이 값이 클수록 변이가 촉진된다.

또한 이러한 변이가 생성적 관계로 이어지려면 지식통합조건과 결부되어야한다. 변형된 지식은 종종 매우 이질적인데, 이러한 이질성을 극복하고 지식생산자들이 지식통합을 추구할 수 있어야 한다. 모형에서는 한계지식간거리($d_{th}$)가 바로 이러한 역할을 하는 통제변수이며, 이 값이 클수록 지식생산자들은 지식통합을 적극적으로 추진하게 된다.

## 4.6. 자기조절능력의 구비

자기조절력은 지식소비자가 지식생산자들에게 선택압력을 끼치면서 지식생태계를 바람직한 방향으로 유도해나가는 원동력이다. 앞서 설명한대로 자기조절력은 다양한 형태로 줄 수 있으나, 본 정책지식 생태계 모형에서는 편의상 지식소비자가 지식산물을 평가하고 과제적합도에 따라 생산자의 명성을 조정해주는 간단한 보상체계로 모형화했다. 이러한 보상체계를 조정해주는 통제변수로는 보상집중도($c$)가 있다. 보상집중도가 높아지면 가장 적합한 지식산물을 만들어낸 생산자가 빠르게 명성을 쌓아가므로 생산자들 사이의 격차가 커지는 효과가 있다.

## 4.7. 새로운 시도의 추구

여기서 이야기하는 새로운 시도는 지식생태계의 활력 유지에 필요한 의도적인 타생적 입력으로서 작용한다. 새로운 시도는 특히 기존의 지식생태계 내부에 존재하는 지식이 아닌 외부의 지식, 보다 창조적인 지식을 활용해야하는 지식과제로 주어진다. 이러한 지식수요가 강제적으로 생김으로써 지식생산자들은 기존의 지식창출구조를 탈피할 유인을 얻게 된다. 이러한 새로운 시도는 환경요소가 투여하는 정책지식과제에 추가되는 의도적 정책지식과제에 얼마나 많은 미지의 지식이 섞여있는가(난이도)와 얼마나 자주 그러한 과제가 주어지는가(생성빈도)로 그 영향을 조정할 수 있다.

본 정책지식 생태계 모형에서는 편의상 의도적 정책지식과제의 난이도를 고정시키고, 생성빈도($f$)를 통제변수로 사용하였다. 의도적 정책지식과제 생성빈도를 높여주면 그만큼 새로운 시도를 빈번하게 해주는 효과를 얻을 수 있다.

이상의 활성화 조건과 정책지식 생태계 모형 통제변수와의 대응관계를 정리하면 아래 Table 1과 같다.

**Table 1. 지식생태계 활성화조건과 정책지식 생태계 모형 통제변수의 대응관계**

| 활성화 조건 | 정책지식 생태계 모형 통제변수 | 의미 |
|---|---|---|
| 주체적 열림의 유지 | 개방편중도 $h$ | 생태계 외부지식의 유입원이 편중된 정도 |
| 사회적 신뢰의 형성 | 명성신뢰도 $\mu$ | 지식생산자간 학습관계가 기존에 쌓인 명성의 위계질서에 의해 지배될 확률 |
| 구조화된 다양성의 증진 | 필요지식공감도 $\alpha_{th}$ | 지식생산자가 협력관계를 맺을 전제조건 |
| | 필요지식중복도 $\beta_{th}$ | |
| 지식순환의 효율화 | 행위자 분포밀도 $\rho$ | 행위자간 상호작용이 일어날 가능성 |
| 생성적 관계의 조성 | 자기학습도 $q$ | 지식생산자의 지식변이 정도 |
| | 한계지식간거리 $d_{th}$ | 지식통합이 가능한 지식간 이질성의 한계 |
| 자기조절능력의 구비 | 보상집중도 $c$ | 인센티브를 균등하게 배분하느냐 실적에 따라 차등적으로 배분하느냐의 정도 차이 |
| 새로운 시도의 추구 | 의도과제 생성빈도 $f$ | 의도된 도전적 대형과제가 생성되는 빈도 |

# 5. 활성화조건의 검증

## 5.1. 분석지표

본 정책지식 생태계 모형은 정책지식생태계의 생산자들이 만들어내고 소비자가 선택한 정책지식산물이 주어진 정책지식과제에 잘 부합할수록 더 발전되었다는 인식에 기반하고 있다. 따라서 환경요소에 의해 주어진 정책지식과제와 생성된 정책지식산물의 유사한 정도를 정량화하여 정책지식생태계의 발전상을 확인하는 척도로 사용하였다. 정책지식과제와 지식산물은 모두 복합지식의 형태를 가지므로 앞서 두 지식이 비슷한 정도를 측정하는데 쓰인 지식간거리의 정의를 그대로 활용할 수 있다. 이 과제와 산물의 지식간거리를 특별히 과제적합도(task fitness)로 이름 붙였다.

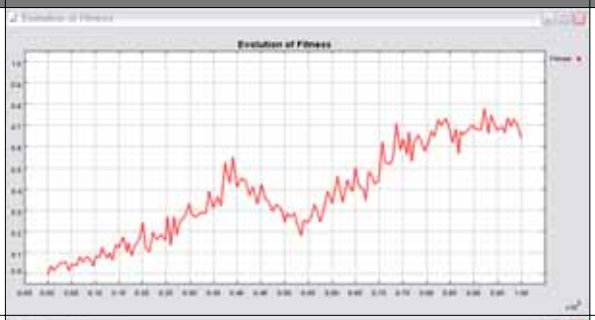
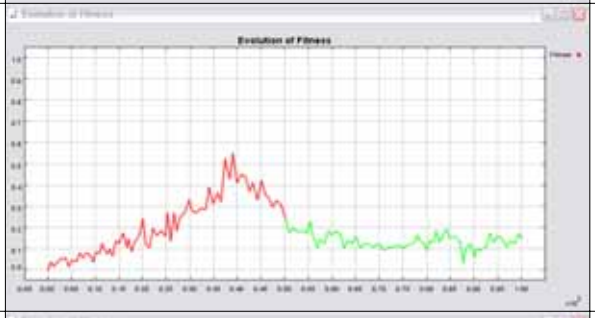
정책지식생태계가 원만한 발전과정을 겪는다면 정책지식과제에 부응하여 생산되고 채택된 정책지식의 과제적합도 또한 지속적으로 증가할 것이다. 시뮬레이션에서는 매 과제해결 단계마다 과제적합도를 계속 측정하여 정책지식생태계의 발전 정도를 추적하였다.

## 5.2. 조건별 발달 패턴에의 영향

### 5.2.1. 주체적 열림의 유지

지식생태계의 주체적 열림은 점점 복잡해지는 정책지식과제 해결에 필요한 기반지식을 생태계 외부로부터 고루 유입받을 수 있는 기회를 확보하는 것이었다. 정책지식 생태계 모형에서는 이미 확보된 균형된 지식유입과정을 교란하는 통제변수 개방편중도(h)를 도입했다. (이하 시뮬레이션에 도입된 통제변수들에 대한 자세한 설명은 부록을 참조) 개방편중도 값을 조정하였을 때 과제적합도 변화는 Table 2에서 확인할 수 있다. 처음 개방편중도가 높을 때에는 변화하는 환경에 제대로 적응하지 못하다가, 개방편중도를 낮춤에 따라 주체적 열림이 확보되면서 지식생태계의 발달 정도가 향상됨을 확인할 수 있다. 하지만 너무 낮추면 지식원의 과잉으로 인해 성과가 일부 저하되는 것으로 나타났다.

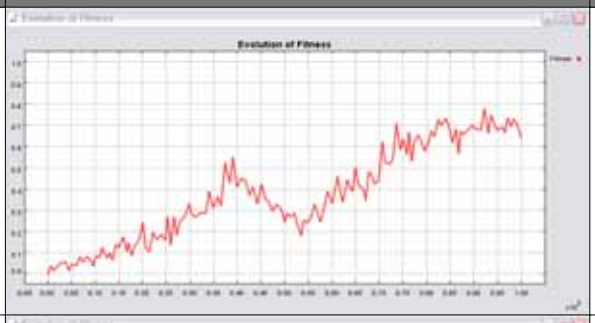
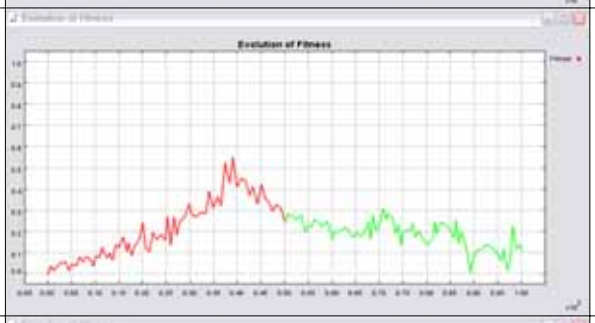
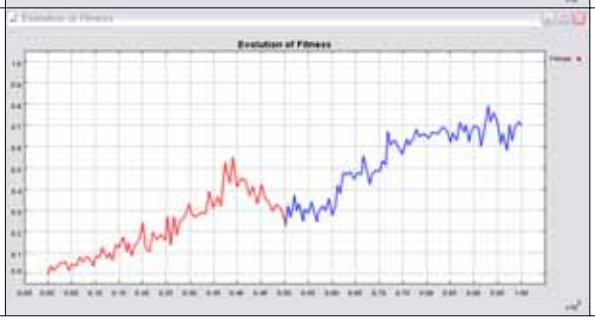
**Table 2. 주체적 열림의 의미와 정책지식 생태계 발달에의 영향**

| 주체적 열림의 정도 | 정책지식 산물의 적합도 변화 | 의미와 영향 |
|---|---|---|
| 적정 상태 |  | - 외부 지식이 유입되는 원천이 균일하게 개방되어 있고 주체적으로 수용함을 의미함<br>- 최적의 조건 하에서 침체 위기를 벗어나 안정적인 성장 재개 |
| 부족 상태 |  | - 외부 지식의 유입원이 특정한 쪽으로 편중되어 있음을 의미함<br>- 지식원이 편중됨에 따라 성장이 심각하게 저해됨 |
| 과잉 상태 |  | - 외부 지식 유입원을 확대하고 이를 추종함을 의미함<br>- 지식원의 과잉에 따른 악영향은 제한적이며 성장기조는 유지가 가능함 |

### 5.2.2. 사회적 신뢰의 형성

지식생태계 전반의 신뢰(trust) 확충은 지식생산자들 사이에 명성신뢰도를 높이는 것으로 모형화되었다. 정책지식 생태계 모형의 지식생산자들의 학습과정에서는 지식생산자들이 기존에 쌓아온 명성이 학습방향을 지배하는 가장 핵심적인 요인이며, 이러한 학습의 방향성에 변화를 주는 통제변수가 명성신뢰도($\mu$)이다. 명성신뢰도의 조절에 따른 과제적합도의 변화는 Table 3에서 확인할 수 있다. 재미있는 결과는 명성신뢰도가 낮을 경우는 물론, 너무 큰 경우에도 모두 지식생태계 발달에 부정적인 영향을 준다는 것이다. 어느 이상의 신뢰는 발전의 필수적인 요소이지만 지나친 신뢰가 주는 부작용을 동시에 시사하고 있다.

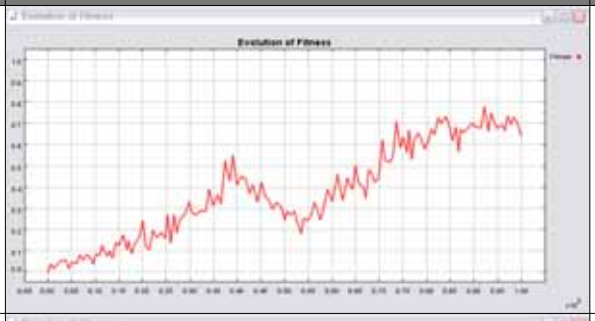
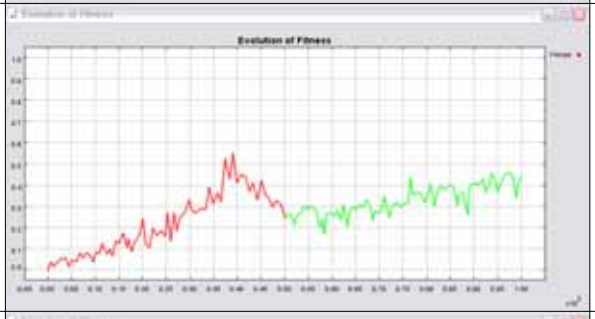
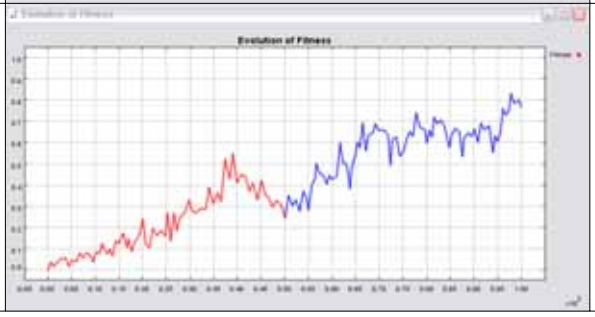
**Table 3. 사회적 신뢰의 의미와 정책지식 생태계 발달에의 영향**

| 사회적 신뢰의 정도 | 정책지식 산물의 적합도 변화 | 의미와 영향 |
|---|---|---|
| 적정 상태 |  | - 사회적 신뢰가 적절히 조성되어 다른 지식생산자들의 지식산물을 존중하고 인정함을 의미함<br>- 최적의 조건 하에서 침체 위기를 벗어나 안정적인 성장 재개 |
| 부족 상태 |  | - 다른 지식생산자들의 지식산물을 불신하여 받아들이지 않음을 의미함<br>- 불신의 심화에 따라 다른 지식에 대한 배타적인 분위기가 확산되고 생태계도 침체에 빠짐 |
| 과잉 상태 |  | - 다른 지식생산자들의 지식산물에 대해 과도하게 신뢰하며 받아들임을 의미함<br>- 신뢰의 과잉에 따른 악영향은 제한적이며 성장기조는 유지가 가능함 |

### 5.2.3. 구조화된 다양성의 증진

구조화된 다양성 증진의 중요한 방법은 지식생산자들 사이의 지식통합과정을 활성화시키는 것이었다. 지식생산자들의 협력과정에서 생산되는 통합지식은 기존에 존재하지 않았던 새로운 지식의 확충과 전문화를 가져다준다. 이것은 지식생산자들이 공통된 지식기반에 대한 인식이 서로 다르더라도 얼마나 협력을 추구하느냐에 달려있으며, 정책지식 생태계 모형의 필요지식공감도($\alpha_{th}$)와 필요지식중복도($\beta_{th}$)가 이를 조정해주는 역할을 한다. 이들의 조절에 따른 과제적합도의 변화는 Table 4에서 확인할 수 있다. 이들은 그 값이 지나치게 커짐에 따라 지식생태계의 성장속도가 낮아짐을 확인할 수 있다. 다만 최종적으로 도달하게 되는 성장한계에는 별다른 영향을 주지 않고 불안정성만 커진다.

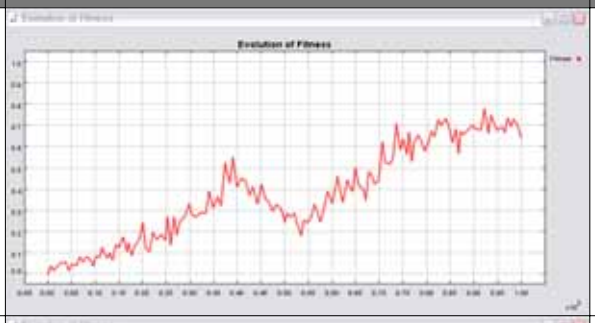
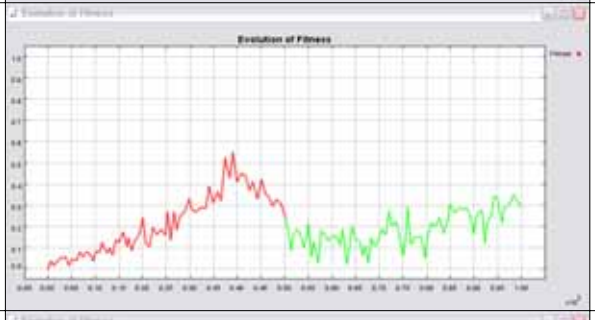
**Table 4. 구조화된 다양성의 의미와 정책지식 생태계 발달에의 영향**

| 구조화된 다양성의 정도 | 정책지식 산물의 적합도 변화 | 의미와 영향 |
|---|---|---|
| 적정 상태 |  | - 지식을 활발하게 전문적으로 분화시킴과 동시에 고도로 통합함을 의미함<br>- 최적의 조건 하에서 침체 위기를 벗어나 안정적인 성장 재개 |
| 부족 상태 |  | - 지식의 통합이 지연되면서 고도화된 정책지식 생산기능이 약화됨을 의미함<br>- 지식 통합이 부족해지면서 생태계 발달속도가 크게 훼손됨 |
| 과잉 상태 |  | - 지식의 통합이 가져오는 편익 평가를 제대로 하지 않고 과도하게 통합에 집중함을 의미함<br>- 지식 통합에 과도하게 집중해도 성장기조는 유지가 가능하지만 발달과정의 불안정성이 커짐 |

### 5.2.4. 지식순환의 효율화

지식순환 효율화는 지식생산자들의 상호작용의 기회를 확대함으로써 원활한 순환과정을 촉진시키는 것을 의미했다. 정책지식 생태계 모형에서는 행위자공간의 격자크기를 키우는 것으로 이러한 효과를 얻을 수 있다. 즉, 지식생산자들이 공간상에 멀리 떨어져있더라도 상호작용의 기회가 생기게 된다. 이를 조절하는 변수는 각 격자의 행위자 평균분포밀도($\rho$)이며, 격자크기가 커짐에 따라 분포밀도 값도 커지게 된다. 분포밀도의 조절에 따른 과제적합도의 변화는 Table 5에서 확인할 수 있다. 행위자공간 분포밀도는 지나치게 작을 경우에 지식생태계 발전 자체가 불가능한 심각한 결과를 초래한다. 적정한 수준 이상의 밀도를 가진다면 지식생태계의 발달은 가능해지나 발달속도에 차이가 난다. 그러나 발달속도의 차이가 궁극적인 성장한계에는 커다란 영향을 주지 않음도 확인할 수 있다.

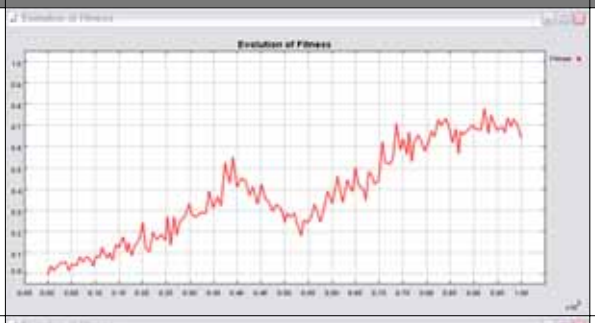
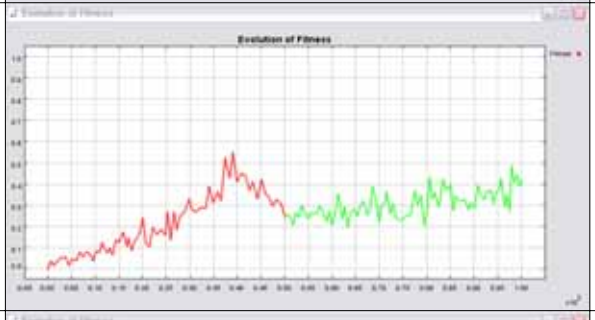
**Table 5. 지식순환 효율화의 의미와 정책지식 생태계 발달에의 영향**

| 지식순환의 효율성 정도 | 정책지식 산물의 적합도 변화 | 의미와 영향 |
|---|---|---|
| 적정 상태 |  | - 정책지식 생산자들이 활발하게 만나 서로간의 학습과 지식 통합이 빈번하게 일어남을 의미함<br>- 최적의 조건 하에서 침체 위기를 벗어나 안정적인 성장 재개 |
| 부족 상태 |  | - 정책지식 생산자들이 서로 교류할 기회가 줄어듦을 의미함<br>- 이질적인 정책지식이 결합되어 고도화될 기회가 줄어들며 생태계의 발달이 심각하게 저해 |
| 과잉 상태 |  | - 정책지식 생산자들이 과도하게 교류에 집중하여 독자 연구할 여지가 줄어듦을 의미함<br>- 정책지식을 독자 연구, 발전시킬 기회가 줄어들며 생태계 발달 기조 상의 불안정성이 확대 |

### 5.2.5. 생성적 관계의 조성

생성적 관계는 지식생산자들의 협력과 경쟁을 포함한 상호작용이 예측가능한 방향으로 치우치지 않고 새로운 가능성을 창출해낼 수 있는 관계를 의미했다. 지식생산자들이 자신이 가지고 있는 지식을 적극적으로 변형시키면서 일견 비슷하지만 다른 쓰임새가 있는 지식을 창출해내게 되므로 역시 지식 확충 효과를 기대할 수 있다. 정책지식 생태계 모형에서는 개별 지식생산자들의 자기학습도($q$)가 그와 같은 역할을 한다. 자기학습도의 조절에 따른 과제 적합도의 변화는 Table 6에서 확인할 수 있다. 자기학습도가 높아짐에 따라, 즉 지식생산자의 예측불가능한 지식변이 발생기능이 활성화됨에 따라 지식생태계의 성장속도 증가는 물론 성장잠재력도 확대됨을 확인할 수 있다. 그러나 자기학습도가 어느 이상 증가하게 되면 그 효과가 감소하게 된다.

**Table 6. 생성적 관계의 의미와 정책지식 생태계 발달에의 영향**

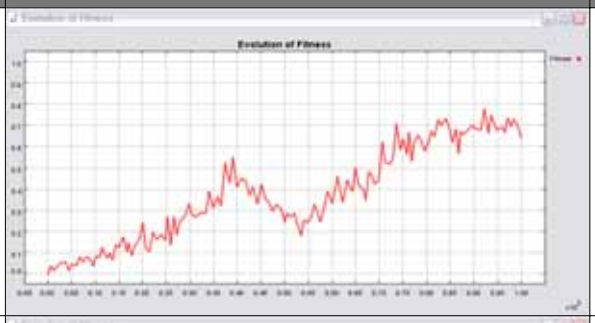
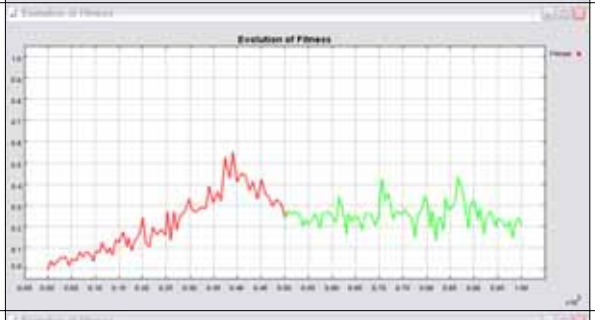
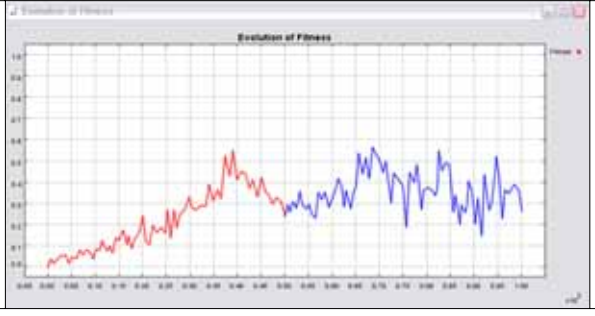
| 생성적 관계의 정도 | 정책지식 산물의 적합도 변화 | 의미와 영향 |
|---|---|---|
| 적정 상태 |  | - 이질적인 정책지식 생산자들이 만나 다양한 지식의 변형과 파생을 추구함을 의미함<br>- 최적의 조건 하에서 침체 위기를 벗어나 안정적인 성장 재개 |
| 부족 상태 |  | - 이질적인 정책지식 생산자들의 협력 기회가 줄어듦을 의미함<br>- 생성적 관계가 미약함에 따라 생태계의 발달이 심각하게 정체 |
| 과잉 상태 |  | - 동질성이 매우 부족한 정책지식 생산자들도 협력을 추구함을 의미함<br>- 생성적 관계가 과도해도 생태계 발달 기조는 유지되나 불안정성이 매우 높아짐 |

### 5.2.6. 자기조절능력의 구비

자기조절력 강화는 지식생태계 내부의 발전적인 경쟁관계를 촉진하기 위한 유효한 선택압력을 가하는 것을 의미했다. 정책지식 생태계 모형에서는 지식소비자가 정책지식산물을 만들어낸 지식생산자들에게 적절한 보상을 하여 이러한 효과를 얻었다. 이를 조절하는 변수는 최적산물을 만들어낸 지식생산자와 그렇지 못한 지식생산자에게 보상을 어떻게 배분하느냐를 조절하는 보상집중도($c$)값이다. 보상집중도가 1에 가까워질수록 최적지식생산자에게 편중하여 보상을 배분하는 것이며, 보상집중도가 0에 가까워질수록 참여한 모든 지식생산자에게 균등하게 배분하는 것이다. 보상집중도의 변화에 따른 과제적합도 변화는 Table 7에서 확인할 수 있다.

시뮬레이션 결과는 균등보상도, 집중보상도 적합도 향상에 도움이 안됨을 보여주고 있다. 적합도 향상을 위해서는 적절한 배분이 필요한 것으로 나타났다.

**Table 7. 자기조절능력의 의미와 정책지식 생태계 발달에의 영향**

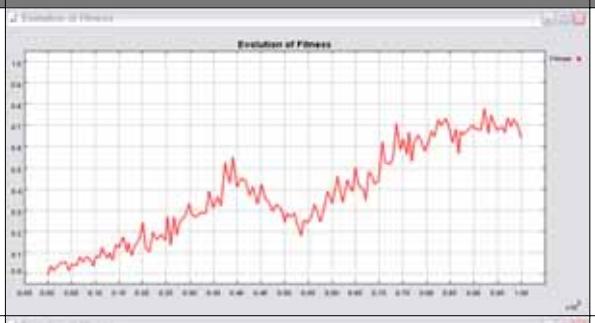
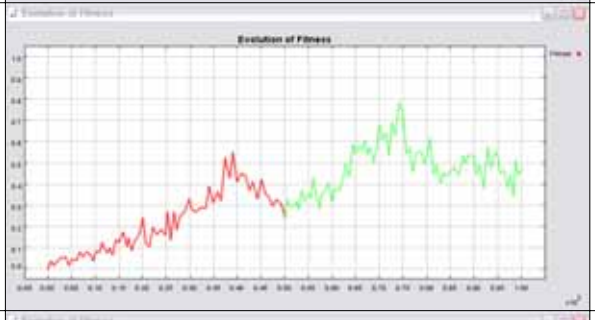
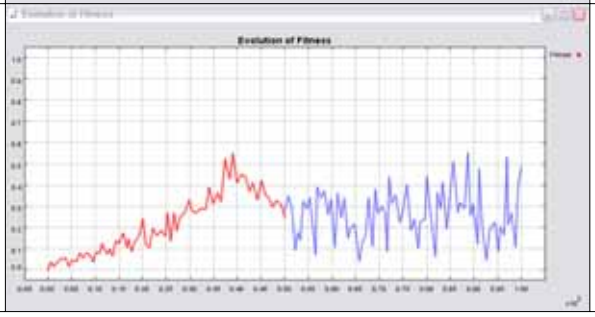
| 자기조절능력의 정도 | 정책지식 산물의 적합도 변화 | 의미와 영향 |
|---|---|---|
| 적정 상태 |  | - 정책지식 소비자가 현실적합한 정책지식의 생산자에게 충분한 보상으로 유인을 제공하고, 다른 생산자에게도 생존이 가능한 기본적인 보상은 제공함을 의미함<br>- 최적의 조건 하에서 침체 위기를 벗어나 안정적인 성장 재개 |
| 과도한 균등보상 상태 |  | - 지식산물의 현실적합성을 무시하고 모든 정책지식 생산자에게 균등하게 보상함을 의미함<br>- 정책지식 생산자들을 분발시킬 유인이 부족하므로 성장이 심각하게 정체됨 |
| 과도한 집중보상 상태 |  | - 가장 현실적합성이 높은 지식산물의 생산자에게만 편중하여 보상함을 의미함<br>- 소수의 정책지식 생산자들만이 살아남아 성장 기조도 훼손되고 지식산물의 질적 변화도 커짐 |

### 5.2.7. 새로운 시도의 추구

새로운 시도는 정체에 빠져드는 지식생산자들의 지식창출기능을 활성화시키는 타생적 입력의 역할을 담당했다. 기존에 투입되던 정책지식과제 수준으로는 창출되기 어려웠던 다양한 복합지식들의 생산이 의도적인 대형과제에 의해 계속 시도되면서 지식생태계 전반의 지식기반 확충 효과가 기대될 수 있었다. 정책지식 생태계 모형에서는 의도된 정책지식과제의 생성빈도(*f*)를 높여주어 그러한 효과를 거둘 수 있었다. 의도된 정책지식과제 생성빈도의 조절에 따른 과제적합도의 변화는 Table 8에서 확인할 수 있다.

의도된 과제의 생성이 부족할 때에는 생태계의 발달기조가 유지되다가도 성장함정에 빠져드는 것으로 나타났다. 반면 의도된 과제가 지나치게 빈번할 경우에는 안정한 성장이 불가능해지는 것으로 나타났다.

**Table 8. 새로운 시도의 의미와 정책지식 생태계 발달에의 영향**

| 새로운 시도의 빈도 | 정책지식 산물의 적합도 변화 | 의미와 영향 |
|---|---|---|
| 적정 상태 |  | - 새로운 도전적인 과제가 적절한 빈도로 이뤄져서 성장함정에 빠지지 않음을 의미함<br>- 최적의 조건 하에서 침체 위기를 벗어나 안정적인 성장 재개 |
| 부족 상태 |  | - 새로운 도전적인 과제를 전혀 하지 않음을 의미함<br>- 생태계의 발달기조가 유지되다가도 성장함정에 빠져 다시 침체국면에 접어들기도 함 |
| 과잉 상태 |  | - 새로운 도전적인 과제가 지나치게 빈번하게 이뤄짐을 의미함<br>- 생태계가 감당하기 어려울 정도로 빈번한 과제 수행으로 안정한 성장이 불가능해짐 |

## 6. 활성화 조건의 평가와 시사점

이상과 같이 우리는 정책지식생태계 정책지식 생태계 모형 시뮬레이션을 통해 자연생태계 논의에서 유추해낸 7가지 활성화 조건의 유효성을 검증해보았다. 이를 위해 각 조건에 대응되는 통제변수를 설정하고 이들의 변화가 지식생태계 발전에 어떠한 영향을 끼치는지를 확인하였다.

**Table 9. 7대 활성화 조건이 정책지식 생태계에 미치는 영향의 특징**

| | 전제조건 여부 | 지식기반의 종적 확대 | 지식기반의 횡적 확대 | 발달 가속화 | 과도할 경우의 역효과 여부 |
|---|---|---|---|---|---|
| 주체적 열림 | ○ | | ○ | | |
| 사회적 신뢰 | ○ | | | | |
| 구조화된 다양성 | | ○ | ○ | ○ | |
| 지식순환 효율화 | | | ○ | ○ | |
| 생성적 관계 | | ○ | | ○ | ○ |
| 자기조절능력 | | ○ | | | ○ |
| 새로운 시도 | | | | | ○ |

우선 시뮬레이션 결과 7가지의 활성화 조건이 정책지식 생태계 발달 패턴에 미치는 영향은 Table 9와 같이 정리된다. 이들은 생태계 발달 여부를 가늠하는 전제조건인지의 여부, 생태계 전체의 지식기반을 종적/횡적으로 확대하는 조건인지의 여부, 생태계 발달의 속도를 좌우하는 조건인지의 여부, 조건이 과도할 경우 역효과를 내는지의 여부 등의 5가지 범주에서 특징을 구분 지을 수 있다. 이러한 조건의 특성을 고려하면 7대 조건을 Fig. 8과 같이 전제적 여건 조성→지식기반의 확대→발달의 가속화 단계로 실천에 옮겨야한다고 보인다.

**Fig. 8. 지식생태계 활성화를 위한 7대 조건의 단계별 적용 방향**

**Fig. 9. 건강한 정책지식 생태계를 유지시키는 7대 활성화 조건**

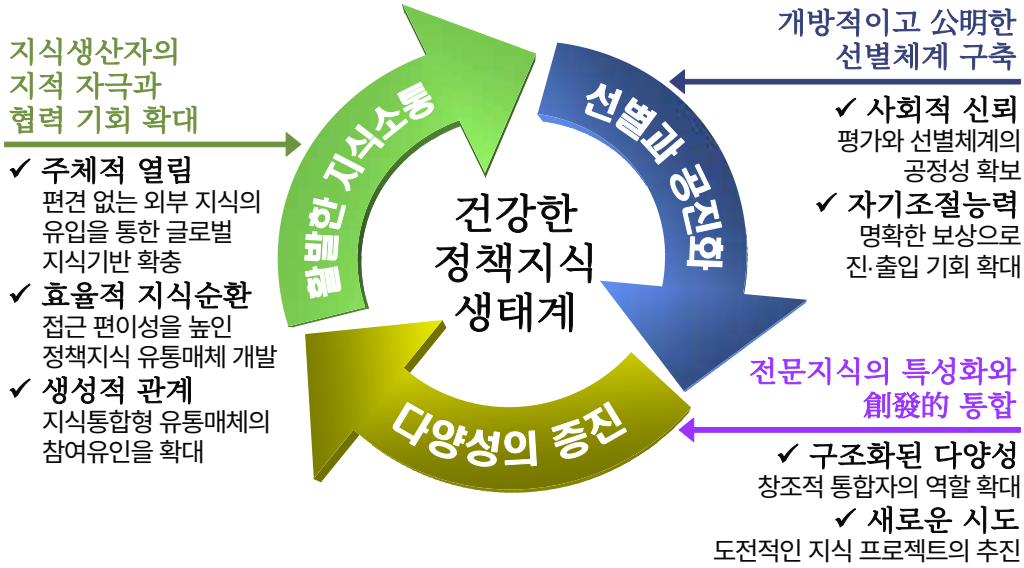



Fig. 9은 여기서 얻어진 시사점을 고려하여 정책지식 생태계의 순환과정에서 일어나는 지식 변화의 선순환고리를 묘사한 그림이다. 이것은 건강한 정책지식 생태계가 지탱되려면 생태계 구성주체들이 가진 지식기반의 편향을 막고 끊임없이 다양성이 증진되는 과정, 더 나아가 생산자들이 활발한 지식소통과 협력을 통해 보다 활용가능성이 높은 지식을 창출해내는 과정, 소비자들의 공정한 평가와 선별을 통해 건전한 경쟁구도를 유지시키는 과정이 선순환 되어야 한다는 의미이다. 위의 활성화 조건 실행을 통해 궁극적으로 이 선순환고리를 회복시키는 것이 과제라고 할 수 있다.

마지막으로 시뮬레이션의 결과를 통해 드러난 한국 정책지식생태계의 현실 위치에 대해 간략히 고찰해보자. 한국 정책지식생태계가 생산해낸 수많은 정책지식들의 정책과제 현안에 대한 적합도를 정량화해놓은 자료가 없으므로 정책지식 생태계 모형의 다양한 변수들을 적합화시켜 오늘날의 현실과 딱 들어맞는 상태를 재현하기는 곤란하다. 현실적으로 앞서 시도한 한국 정책지식생태계의 역사적 분석 및 현황 분석의 결과와 정책지식 생태계 모형의 시뮬레이션으로 드러나는 변화 패턴을 정성적으로 비교하여 접근할 수밖에 없다.

과제범위 내에서 빠르게 성장하는 지식생태계의 발전패턴을 밟아왔다고 볼 수 있다. 이러한 지식생태계는 초기의 고속성장단계에서 성숙해감에 따라 완만한 성장패턴으로 이행하며 성장한계를 향해 노정한다. 그러나 1980년대 후반부터 급속하게 글로벌 체제에 편입되며 복잡해지는 정책지식과제에 대응할 지식창출구조가 형성되지는 못하였다. 이러한 경우 지식생태계는 완만한 성장도 지속하기 어렵게 퇴행하는 조로현상을 보이는데, IMF 외환위기 직전의 상황이 이러한 고비에 있었다고 보인다.

IMF 외환위기와 그 여파는 이러한 지식생태계에 강한 타생적 입력의 역할을 하였다. 타생적 입력은 지식창출구조의 커다란 파괴적 변화를 초래했으며, 이 과정에서 한국 지식생태계는 외부로의 개방성을 확대하면서 동시에 내부의 다양한 이해관계에 따른 자생적 입력이 강화되었다. 이러한 변화가 앞서 설명한 지식생태계 활성화의 두 가지 방향 조건을 모두 충

족시켰는가? 지식생태계의 성장잠재력을 끌어올리고, 동시에 정체의 함정에서 빠져나와 역동성을 회복시키는 효과를 모두 거두었다고는 볼 수 없다. 단적으로 앞서의 정책지식생태계 현황분석에서 한국 정책지식생태계는 불분명한 인지공동체의 경쟁구도 속에서 지식생산자들 사이에 원활한 선택압력이 작용하지 못하고 있는 특징을 계속 나타내고 있다.

결국 IMF 외환위기로 초래된 변화는 지식생태계의 역동성 제고에 끼친 긍정적인 역할에도 불구하고 성장한계를 일부 끌어올리는데 그쳤으며, 성장속도 또한 낮은 수준에 머무는 또 다른 한계상황에 이미 봉착하고 있다고 보인다. 이러한 문제 현황은 한국 정책지식생태계 발전을 위해 보다 적극적인 활성화 노력이 요구됨을 시사하고 있다.

# 참고문헌


1. Axelrod, R., & Tesfatsion, L. (2006). A Guide for Newcomers to Agent-Based Modeling in the Social Sciences, in Tesfatsion, L., & Judd, K. L. (eds.), *Handbook of Computational Economics*, vol.2. Amsterdam: North-Holland.
2. Carrington, P. J. *et. al.* (2005). *Models and Methods in Social Network Analysis.* Cambridge, MA: Cambridge University Press.
3. Chang, M.-H., & Harrington, Jr., J. E. (2006). Agent-Based Models of Organizations. In: Tesfatsion, L., & Judd, K. L. (eds.), *Handbook of Computational Economics*, vol.2. Amsterdam: North-Holland.
4. Davenport, T. H., & Prusak, L. (1997). *Information Ecology: Mastering the Information and Knowledge Environment*, New York, NY: Oxford University Press.
5. Gilbert, N., & Troitzsch, K. G. (2005). Simulation for the Social Scientist, 2nd ed. New York, NY: Open University Press.
6. Hannan, M. T., & Freeman, J. H. (1989). *Organizational Ecology*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
7. Malhorta, Y. (2002). Information Ecology and Knowledge Management: Toward Knowledge Ecology for Hyperturbulent Organizational Environments. Retrieved from http://www.brint.org/KMEcology.pdf
8. Peltoniemi, M. (2006). Preliminary Theoretical Framework for the Study of Business Ecosystems. *Ecological Complexity*, 8(1), 10-19.
9. Wilson, E. O. (2005). 통섭: 지식의 대통합. (최재천·장대익 역). 서울: 사이언스북스.
10. 유영만. (2006). 지식생태학: 지식기반사회를 위한 포스트 지식경영. 서울: 삼성경제연구소.
11. 최희윤. (2006). 지식생태학 관점에서 본 도서관의 지식관리 모형 연구. 한국문헌정보학회지, 40(1), 397-416.

# Agent-based Approach for Revitalization Strategy of Policy-related Knowledge Ecosystem

**Seungbyung Chae[†], Jae-Suk Yang[*], Sun-Bin Kim[**]**

[†]Center of Complex Systems, SERI
*Department of Physics, Korea University
**Public Policy Research Division, SERI

## Abstract

Policy-related knowledge refers to a body of knowledge that bureaucrats and policymakers use when making decisions. In this study we conceptualize policy-related knowledge as intellectual infrastructure which helps to maximize efficiency with the viewpoint of ecosystems. The policy-related knowledge ecosystem covers people and organizations that participate in the production, distribution, and consumption process of the policy-related knowledge and information plus interactions between participants. We build the agent-based computational model of the ecosystem, and induce seven key revitalization conditions from the perspective of complexity science and ecosystem management. We analyze the effects of these conditions on the policy-related knowledge ecosystem based on the simulation of the agent-based model. The results suggest the proper implementation of seven revitalization conditions focusing on the recovery of positive feedback loop in the policy-related knowledge ecosystem is crucial for the sustainable development.

**Key Words** : knowledge ecology, knowledge ecosystem, policy-related knowledge, evolution, adaptation, self-organization