

## 정보 기술과 환경 의사 결정

우 정 규\*

---

과학과 기술로 우리 인류는 오늘날의 발달된 문명과 문화의 모습을 이루었고 삶의 질을 높여 왔지만, 환경 위기의 주요 원인으로 과학과 기술이 지목되고, 인간 중심주의 또는 기술 중심주의에 대한 비판도 많이 제기되어 왔다. 그럼에도 우리가 더 높은 질의 삶을 영위하려 한다면, 우리는 생명 유지에 유익한 환경 기술, 특히 정보 기술을 더욱 발전시켜야 하며, 정보 기술을 환경 문제를 해결하는 의사 결정에서 종합적으로 활용해야 한다.

환경 의사 결정 이론을 정초하기 위한 논의에서, 논자는 우선 과학 기술과 사회의 관계에 관해 Barbour의 맥락적 상호 작용론의 관점을 고찰한다. 그 관점에 따르면, 사회의 시대적 필요성의 맥락에 따라 과학 기술은 개발되고 사회 내에서 자율성을 갖게 되기 때문에, 지식 정보 기반 사회에서 다양하게 나타나는 정보 기술의 지위를 우호적으로 확립시킬 수 있다.

다음으로 다양한 정보 기술—지리 정보 시스템, 의사 결정 지원 시스템, 지식 기반 전문가 시스템, 그리고 인공 신경 망—의 출현이 환경 정보를 처리하는 데 도움이 되고 궁극적으로 과학 기술자가 환경 의사 결정에서 정보 기술의 활용 가능성이 예시적으로 논증된다. 따라서 이러한 제안이 성공적으로 활용된다면, 환경의 여러 구성 요소들 간의 가장 적합한 상태가 발현되는 방향으로 환경 시스템을 설계하고 구현하여 가장 적합한 삶의 환경 시스템을 만들 수 있을 것이다.

【주 제 어】 과학 기술, 환경 위기, 정보, 정보 기술, 환경 의사 결정

---

### 1. 과학 기술과 환경 위기의 발생

자본주의 산업 사회는 인간의 욕망의 극대화를 목표로 진행되어 왔다. 그

---

\* 강원대학교 강사  
전자우편 : woocg@dreamwiz.com

에 따른 좋은 결과는 인간의 삶의 질의 향상, 수명의 연장, 생산성의 향상이지만, 나쁜 결과는 환경의 위기, 빈부 격차의 증대, 인간의 온정 상실 등이다. 인간 중심적인 그리고 기술 중심적인 접근은 환경 문제를 궁극적으로 해결하지는 못할 것이라고 비판이 있어 왔다. 하지만 우리 인류는 목가적인 농업 경제 시대로 복귀하려 하지 않을 것이다. 왜냐하면 현재의 삶이 다소 편리하고 안락하고 장수할 수 있는 등의 여러 가지 긍정적인 이유들로 인해 그러한 시대의 삶보다는 더 낫다고 많은 사람들이 생각하고 있기 때문이다. 그러므로 우리는 이러한 시각에서 환경 위기 시대의 문제들을 해결하기 위한 정보 기술을 발전시켜 환경 의사 결정 이론에서 활용할 필요가 있다.

환경 문제 해결을 위해서, 환경 철학과 환경/생의 윤리학을 포함하여 환경학과 환경 공학은 20세기 후반기부터 나날이 발전해 왔으며, 환경 경영, 환경 기술 개발 및 이용, 유기 환경 농업, 등 환경에 관한 새로운 개념 제시와 용어들도 또한 많이 제시되어 건강한 생명 유지와 삶의 질의 확보를 위해 연구되어 왔다. 이러한 흐름에 발맞추어 의사 결정 이론은 환경을 소재로 삼아 적용 분야의 확대가 도모되고 있다. 국내의 연구로는, 우정규(1998)가 환경 생태학적 문제 사례들을 의사 결정 이론을 이용하여 분석하여 환경 윤리의 확립을 모색하였으며 우정규(2002)는 환경 기호 처리의 관점에서 의사 결정 이론의 기초적인 논의를 시도했다. 국외의 연구로는, Lein(1997)이 정보 기술과 관련하여 환경 의사 결정 이론을 수립하고 있다. 또한 O'Brien(2000)은 위험 평가의 시각에서 행해 오던 환경 영향 평가를 비판하여 대안 평가라는 더 나은 환경 의사 결정의 방법을 제시하고 있다. 이와 같이, 자연/사회 환경을 이용하여 더 좋은 삶의 환경을 이루고자 계획 수립, 시스템 설계, 관리 및 유지 등에 관한 의사 결정은 이제 생명을 포함한 환경 의사 결정 이론으로 종합되어 제시되고 있다.

오늘날의 생활은 기술과 정보 혁명에 의해 주도되고 있으며 그것들의 발달에 따른 변화의 모습을 드러내고 있다. 우리는 공장 자동화에 의해 이전보다 안전하게 작업하고 능률을 올릴 수도 있으며, 사무 자동화나 가정 자동화에 의해 재래식 자원들을 사용하지 않음으로써 폐기물 처리의 부담을 경감

시키고 있다. 전세계가 인터넷으로 연결되어 필요한 정보를 디지털 저장 방식으로 보관하여 사용할 수 있으며, 전자 우편이나 무선 통신기를 이용하여 손쉽게 소식을 전달할 수 있다. 또한 생명 공학의 발전으로 유전적 질환의 치료 기회 확대, 유전자 변형 농산물의 생산으로 식량 문제 해결을 도모하고 있으나, 이에 따른 많은 윤리적 문제를 일으키기도 한다. 특히 인간 생명은 환경에 의존되어 있으며, 인간 생명들이 환경을 어떻게 조성하고 변화시킬 것인가의 의도와 행위에 따라 나타나는 방식으로 환경과 생명은 불가분적이며 상호 작용적이다. 이런 점에서 환경 의사 결정은 생명 의사 결정도 포함한다.

이처럼 기술은 전반적으로 우리의 삶을 편리하게 변화시키고 있으며 인간 관계까지도 변화시키고 있다. 이러한 변화 양상 속에서도 현안으로 부각되고 있는 환경 재앙이나 생명에의 위협에 대한 음산한 경고들을 우리는 목도한다. 지구의 환경 변화, 생물학적 종들의 다양성의 상실, 토양 황폐화, 인구 증가에 의한 압력, 및 기술 진보에 따른 환경 비용의 증대 등의 환경 위기의 원인은 인간의 욕망을 실현하려는 과학 기술의 도구성 때문인 것으로 지적되며, 그러한 문제들을 해결하기 위해서는 근본적인 생태론적 관점 또는 생명 중심주의 등으로의 전환을 요구하거나 새로운 정치 제도나 행정 조직의 개편을 요구하며, 더 나아가서 우리의 생명이 어떻게 변할 것인지에 대한 아주 다른 그림을 그려보는 것도 제안된다.

오늘날의 세계에 대한 기본적인 이해의 차이가 드러나고, 나아가서 내일의 세계에 대한 서로 대립적인 모습들이 제시되어 있을지라도, 환경과 기술은 백만여 년 동안 인류가 출현해서 인구가 증가되어 온 문화적 적응과 관련시켜 볼 때 분리 불가능하다. 그렇다면 우리는 기술을 적대시하는 방식<sup>1)</sup>보다

1) 우리는 과학 기술 문명에 대한 현상학적/해석학적 비판의 의의를 인정할 수 있다. 후셀(E. Husserl)의 실증주의 과학관에 대한 비판과 하이데거(M. Heidegger)의 기술에 대한 비판은 우리의 삶이 물질적 요소와 관련된 것만이 아니라, 인간의 정신 문화와 관련되어 있음을 강조하고 있다. 특히 실증주의적 과학 기술관의 대표자로서 베이컨을 거론하며 그의 기획이 인류를 복되게 하기보다는 위험 속에 빠뜨렸다는 지적은 환경 위기의 증거들과 일치하므로 타당한 측면이 있다.

는 선택적인 개량 방식에서 접할 수 있다.<sup>2)</sup> 왜냐하면 인간 자체가 기술이며,<sup>3)</sup> 인간 행위에 귀속된 환경 문제들은 궁극적으로 기술이 어떻게 응용되는가에 관한 우리의 의사 결정의 산물이기 때문이다. 그러므로 우리는 환경에 대해 더 좋은 의사 결정을 하려는 것이며, 사람들과 거주 환경간의 관계에 대해 더 폭넓은 견해를 형성해야 한다.

하지만 환경 의사 결정을 하는 데에는 정보와 그 정보의 효과적인 사용 수단이 요구된다. 정보의 사용 수단은 결국 정보 기술이다. 정보 기술은 기술적 마법의 문제가 아니라, 정보를 어떻게 획득하는가, 의사 결정을 하기 위해 정보를 어떻게 사용하는가, 그리고 더 좋은 의사 결정을 어떻게 하는가 등에 관한 것이다.

예를 들어 생각해 보자. 2002년 3월 중순에 한국의 중부 지방에는 아주 심한 황사가 발생했다. 황사 발생에 관한 기상학적 정보 예측으로 한국의 교육 당국은 유치원과 초등학교의 일일 또는 이일간의 휴교 조치를 결정했다. 교육 당국이 환경 문제와 관련하여 유치원과 초등학교의 등교 아니면 휴교를 신속하게 결정할 수 있었던 것은 다름 아닌 기상 환경 정보를 의사 결정에 활용한 하나의 사례라 할 것이다.

인공 위성과 컴퓨터의 발달은 결국 정보 처리 기술의 발달로 이어진다. 그러한 기술에는 지리 정보 시스템, 지구상 위치 확인 시스템, 의사 결정 지원 시스템, 지식 기반 전문가 시스템, 그리고 인공 신경 망 등이 포함된다. 이러한 기술들로 우리는 환경 정보를 이전보다는 더 정확하고 깊고 다량으로 획득할 수 있다. 획득된 정보 및 자료는 의사 결정에서 선택될 수 있으며 선택 방법의 개발 가능성은 열려 있다.

- 
- 2) 고인석(2001)은 과학기술 만능주의와 과학기술에 대한 낭만주의적 반동 사이에서 비판적인 중용을 모색하고 있는데, 논자의 기본적인 입장도 이와 같으며, 논자는 과학기술이 삶의 질과 환경 보존의 목적을 동시에 달성하는 쪽으로 정향시키고자 한다.
  - 3) 이것은 도구적 인간관의 개념을 나타내고 있는 것이다. 신체 활동 자체도 신체를 부리는 기술에 의한 것이며, 물품의 생산이나 서비스의 제공 등도 기술에 의한 것이다.

이 글에서 논자는 과학·기술·사회의 역동적인 관계를 맥락적 상호 작용론으로 제시하여 민주적 정보 기술 정책 결정과 민간 주도의 정보 기술 개발의 필요성을 논증하겠다. 그런 다음에는 정보 기술의 본성과 환경 의사 결정 이론에서의 그것의 활용 가능성을 모색하며 의사 결정에서의 정보의 활용을 인공 지능의 산출 시스템을 예로 취해서 설명하겠다. 이어서 정보 기술의 종합과 환경 의사 결정과의 관계 및 절차 등이 논의되고, 생태 환경 문제 사례를 모형적으로 하나를 제시하면서 논의할 것이다.

## 2. 과학, 기술, 사회의 맥락적 상호 작용

기술은 인간이 서식지에서 적응하며 생존하는 방식이다. 기술의 이용이 적정한 선에 머물러 있으면 인간을 해방하는 기능을 가지고 있다고 말할 수 있는 반면, 과도하게 사용되면 인간을 위협하는 성격을 갖게 되기도 한다. 이처럼 기술에 대한 확일적인 성격 규정은 어렵지만, 학자에 따라 강조점이 다른 것으로 이해될 수 있다. Barbour(1993, 3-25)는 기술에 대한 대립적인 견해를 다음과 같은 세 가지로 구분한다. (1) 해방자로서의 기술, (2) 위협으로서의 기술, 그리고 (3) 권력의 도구로서의 기술. 우리는 기술에 대한 각 입장의 기초적인 가정들과 가치 판단들을 살펴봄으로써 환경과 기술에 대한 근본적인 이해를 도모할 수 있다. 그리고 환경 문제에 관한 각 입장의 가정들과 가치 판단들을 고려하여 정보 기술과 환경 기술의 성격을 규정하면 그러한 테두리 안에서 환경 기술의 이해와 개발, 나아가서 환경 문제에 대한 응용과 의사 결정에 도움을 얻을 수 있을 것이다.

기술이 환경의 구성과 변화에 미친 영향을 긍정적으로 평가하는 (1)의 관점과, (1)에 대한 비판적인 입장인 (2)을 절충하는 시각에서 그리고 오늘날의 사회 구성과 특정 기술의 사용과 관련해서 (3)의 입장이 설득력을 얻고 있다.4) 기술과 관련된 논란들은 여러 학문 분야와 얽혀 있지만, 기술자, 역사

가, 사회학자, 정치학자, 철학자, 및 신학자들의 이해는 서로 일치할 수도 있고 상충될 수도 있다. 하지만 기술 평가와 관련이 있는 인간의 가치와 환경의 가치를 고찰하여 인류의 평화와 행복을 도모하는 데 도움이 되는 관점이 모색될 수 있다. 이러한 고찰은 특정한 기술들에 관한 정책 결단을 고찰하는 데 윤리적 범주와 원리를 제공해 주기도 한다.

인간 활동에 있어서 모든 목적이 정당화되는 것도 아니고 모든 수단이 비난받는 것도 아니다. 모든 사람들이 모든 목적과 수단을 인정하지는 않더라도, 가능한 한 다수가 어떤 목적과 수단을 정당하다고 또한 비교적 우수하다고 판단할 수 있다.<sup>4)</sup> 이러한 관점에서 권력의 도구로서의 기술관이 고찰되어야 한다. 기술의 사용 결과는 사회적 맥락에 달려 있다. 어떤 기술은 정치가, 경제인, 군사 전략가 등에게 이롭지만 일반 국민이나 적대국민에게는 해롭다. 특히 ABC(핵·생물학·화학) 무기들은 그러하다. 그러나 특수한 유전적 질환을 치료하는 효소의 개발은 해당 환자들에게는 이로우며 비질환자들에게 해롭지는 않다. 오니를 처리하는 기술의 개발은 개발자들, 환경 행정가들 등을 포함한 많은 사람들에게 이롭지만 그 기술로 인해 해를 입는 사람들은 거의 없다. 이처럼 기술은 인간에게 생존의 힘을 높이는 수단이 된다.

새로운 기술의 출현은 정치 권력이나 경제 제도의 변화를 초래하기도 한

- 
- 4) (3)의 입장이 유행하는 이유는 오늘날의 과학과 기술에 대한 철학의 주도적인 경향으로서 과학-기술-사회(Science-Technology-Society)의 관계성이 강조되고 있기 때문이다. 과학 기술에 대한 사회학적 접근 경향은 Fuller(1993) 참조.
  - 5) 대부분의 국가에서 기술 정책의 결정은 모든 국민의 의사에 의한 결정이라기보다는 실질적으로 기술 관료들에 의한 결정이다. 소수의 기술 관료들에 의한 결정이 예상치 못한 실패를 초래하는 경우도 많이 있어 왔다. 그러므로 이러한 위험성을 방지하기 위해 기술 정책 수립과 시행에 대한 국민의 참여와 감시가 필요하다.
  - 6) 힘은 육체적, 경제적, 정치적 등 다양한 분야에서 사용된다. 정치적 의미에서는 권력이라는 용어가 주로 사용되지만 두 용어는 동일한 의미를 갖는다. 과학과 기술과 관련하여, 그것들은 경제적 가치를 가지게 되는데, 많은 경제적 가치를 가지고 있는 자가 경제적 힘을 소유하는 것이며, 자본주의 사회에서 경제적 힘은 정치적 권력으로 연결된다. 육체적으로는 남들보다 강건하지 않지만, 우수한 아이디어를 상품으로 연결하여 성공하는 빌 게이츠와 같은 자본주의적 영웅들과 뇌물 수수 사건에 연루되는 경제인들과 정치인들을 생각해 보면 힘의 정치 경제적 속성을 잘 이해할 수 있을 것이다.

다. 전제적 사회에서는 통치자의 정치적 이념을 위해서 기술이 개발되거나 기술 정책이 결정되었지만, 오늘날 자유 민주 사회에서는 기술에 관해 의사 결정을 하는 사람들은 기술 엘리트나 관료뿐만 아니라 기관의 연구자들이나 민간 기술자들 또는 연구자들이다. 개인의 경우도 기술 개발자의 경제력을 신장시키는 측면이 있지만, 기관의 경우는 기술의 개발이 그 기관의 목표이며 목표 달성으로 인해 더욱 권력을 증대시킨다. 기술 전문가들은 일차적으로 기관의 기업 이익, 기관의 성장, 관료적 권력을 증대시키기 위하여 기술 개발에 몰두한다. 그럴 경우 권력과 부의 집중 현상이 발생하므로, 기술이 평등하고 조화로운 인간 관계를 해치게 될 것이다. 기술 전문가들은 기술 개발의 목적을 사람들이나 환경의 복지를 일차적 목적으로 삼아야 하고 이에 맞게 사회 제도가 구성되어야 한다.<sup>7)</sup>

이제 우리는 기술에 대한 개념을 재정립해야 한다. 과거에는 기술은 이익의 획득 수단이었으며 단기적인 사적 이익을 위해서 기술에 관한 의사 결정이 내려졌으며, 개인주의적으로 이해된 자유는 경제적 힘을 위한 면허장이었다. 개인의 자유가 공동체의 선보다 중시되었다. 기업의 자유로운 생산 행위를 위해서는 공기, 수질 등의 오염은 무시되었다. 그러므로 공동체적 삶의 확보를 위해서 중앙 집중적인, 체계 전반적인 계획뿐만 아니라, 지방 자치적 시행, 문화적 다양성 존중, 그리고 시민 참여가 결합되어 과학 기술 정책 의사 결정이 이루어져야 한다.<sup>8)</sup>

기술과 기술 정책에 대한 관점의 재정립을 통해서 우리는 사회 정의를 더 강력하게 실현할 수 있으며 문화 생활의 내용도 바꿀 수 있다. 자연 환경 자원을 이용하는 권리는 소수의 기술자들에게만 있는 것이 아니므로 그들의 연구 성과가 모든 시민들에게 이익을 분배하는 기초 자원이 되어야 한다. 그리고 자연 환경을 해치는 기술의 사용을 제한함으로써 보호되는 자연 환경

7) 겉으로는 세계 평화를 도모한다고 하면서도, 속으로는 군사 무기의 판매에 따른 경제적 이득을 목적으로 국제 관계가 유지된다면, 평화를 정착시키려고 노력하는 국가들은 그 피해를 입게 될 것이다.

8) 이러한 입장은 전제론적 접근을 강조하는 마르크스주의자들, 반성적인 신학자들, 그리고 환경을 보호하려는 시민 운동가들에게서 엿볼 수 있다.

속에서 인류의 여가 문화는 건강한 장수를 누리게 하며 생태 환경을 보호하게 될 것이다.

삶과 환경의 개선을 위한 노력은 정부의 기술 관료뿐만 아니라, 이익 추구하고 봉사를 목적으로 민간 기업에서 활발하게 이루어진다. 민간 기업은 생활 현장과 산업 현장의 요구들을 파악해서 그것들을 상품으로 연결시킨다. 이런 점에서 기술은 상품이다. 이렇게 정의된 기술에 대한 관점은 시민들의 요구에 부응하는 환경 친화적 산업을 발전시킬 것이고 그로 인해 우호적인 인간 관계를 맺게 하는 사회 변화를 불러올 것이다. 왜냐하면 기술 개발이 시민들의 요구와 어긋난다면 환경 운동 시민 단체들은 불매 등의 소비자 주권 운동을 펼칠 것이기 때문이다.

이와 같이 과학·기술과 사회의 관계를 잘 설명해 주는 이론은 Barbour의 맥락적 상호 작용이다. 맥락적 상호 작용론에 따르면, 과학, 기술, 및 사회는 복잡하게 상호 작용한다. 사회 정치 권력은 특정 기술의 사용뿐만 아니라 설계에도 영향을 미친다. 목적과 기관의 이익은 선택된 기술 설계 속에서 실현되기 때문에 기술은 중립적이지 않다. 선택이 있게 마련이므로, 기술에 관한 공공 정책 의사 결정은 상당히 큰 역할을 하게 된다. 이러한 맥락주의적 입장에서는 과학·기술의 다양한 상호 작용이 강조된다. 그러므로 현대 사회에서의 과학과 기술은 수많은 사람들의 이론적이며 실제적인 지능에 의한 조합의 산물이다. 또한 그러한 과정을 통해 생산된 과학·기술은 Popper의 세계 3에 해당하므로 스스로 진화하게 된다.

과학은 사회의 구성물로서, 과학의 발전 방향뿐만 아니라 과학의 개념들과 이론들은 문화적 가정들과 관심들에 의해 결정된다. 서양의 여러 나라에서는 식물학이 발달한 반면, 한국의 과학과 사회의 발전적 맥락에서는 본초학이 발달했다. 기술도 역시 사회적 구성물이다. 각 국가가 추구하는 가치관에 따라 특정한 기술들이 발달한다. 서양에서는 의과 기술이 발달한 반면 동양에서는 침구학이 발달했다. 더 나아가서, 기술 설계에 있어 왕도는 없다. 각기 다른 개인들과 집단들이 자신들의 문제들을 설정하며 성공의 다양한 기준을 제시한다. 그래서 각국마다 선도 산업 분야가 다르다.<sup>9)</sup>



IT를 예로 들어 생각해 보자. 우리 나라는 초고속 통신망을 구축하기 위해서 통신 기지국간에 광케이블을 설치했다. 그러나 아직까지 기지국에서 가정의 단말기까지는 재래의 전화선에 의해 정보가 전달되어 전송 속도가 다소 느리다. 최근 이러한 문제를 해결하기 위해 전자통신연구소는 광케이블 기술을 개발하였다. 그것은 기존 설비비용의 1/4 정도로 1000배 이상의 전송 속도를 올릴 수 있는 기술이다. 이 기술은 자체적으로 우수하며 선도적이므로 전세계 시장에 판매될 수 있을 것이다. 우리 나라 정부는 IT에 많은 예산을 투자하여 정부의 산하 기관, 산업계, 및 학계에 지원을 한다. 필요하다면, IT 관련 두뇌도 수입한다. IT가 성공한다면 우리 나라의 부는 증대될 것이고 전반적인 국민의 생활 수준도 향상될 것이다. 그러므로 이러한 예를 통해서 볼 때 자본주의 시장에서는 시장을 먼저 점유하는 상품들에 의해 국가 경제가 주도되며 발전의 주도적 흐름이 형성되며, 그에 따른 경제력으로 그 국가는 세계 질서에서 선도적인 지위를 차지하게 된다.

### 3. 정보 기술의 본성과 의사 결정에서의 활용 가능성

역사를 통해서 볼 때, 그리고 확실히 산업 혁명 이후로, 기술은 발전을 거듭해 왔다. 기술의 목적은 정보의 수집, 생산, 저장, 및 보급을 용이하게 하려는 것이었다. 실로, 초기의 수렵 채취 사회로부터 오늘날의 후기 산업 시

9) 한국의 교육인적자원부는 교육 자체를 산업 인력 양성이라고 보는 측면에서 명명된 부서명이라는 인상이 짙으며, 추진하는 과업들도 그러한 취지와 일치되는 것들이 많다. 특히 신지식인 및 신지식학교 선발 사업, 산·학·연간 인력·기술개발 협력체제 강화, 우수 과학기술인력 저변확충을 위한 종합대책 수립 등이 있다. 또한 정부 내의 여러 부처들이 상호 협력하여 진행하는 과학 기술 개발 프로그램들도 계획되어 있다. 예를 들면, 21세기 산업구조 변화에 부응하는 전문 인력 양성을 정보통신부, 과학기술부, 산업자원부, 문화부 등 관련 부처간 역할 분담 및 협조 체제를 강화하고 있으며, 전략 분야별 인력양성 지원 주관부처가 다음과 같이 지정되어 있다. IT—정보통신부, BT—과학기술부 및 산업자원부, NT—과학기술부, ST—과학기술부 및 산업자원부, ET—환경부, 그리고 CT—문화부.

대에 이르기까지, 우리는 항상 우리가 사용하는 도구들과 우리가 그것들을 응용하려고 개발해 온 방법들을 더욱 발전시킴으로써 우리의 생존과 비교상의 이점을 강화하는 방법들을 추구해 왔다. 처음에는 신호용 불과 점토 판을 가지고서, 나중에는 인쇄된 책과 지도를 가지고서, 오늘날에는 촉매로서 봉사하는 컴퓨터를 가지고서,<sup>10)</sup> 의사 결정자들에 많은 이용 가능한 정보는 실질적으로 증대되었다. 그럼에도 정보를 처리하는 인간의 내적 능력은 본질적으로 크게 변화되거나 향상되지는 않았고 현대의 젊은이들은 기피하는 성향을 보이기도 한다. 이용 가능한 정보를 활용하기 위해서는 정보에 대한 접근 가능성을 가속화하고, 정보를 처리하고 분석하고, 정보를 저장하고 이용하고, 이러한 과제들을 체계적으로 신뢰할 수 있게 수행하는 새로운 접근 방법들이 요구되고 있다.

오늘날 정보에 대한 접근의 기회는 경쟁적으로 정보를 공급하는 시장 사회의 특성에 의해 선택적으로 사용할 수 있을 만큼 증대되었고, 정보의 질도 역시 많은 다양한 필요들을 충족할 수 있도록 더 광범위하게 이용할 수 있으며 더욱 좋아졌다. 그러나 많은 응용에 있어서, 정보는 아마도 효과적으로 분석되거나 이용될 수 있는 것 이상으로 생산되어 저장되고 있으며, 이것 때문에 정보 과잉이 초래되었다. 이 점을 예시하기 위해서 조정 계획이나 자원 관리에서 다음과 같은 예를 생각해 보자. 국토 개발 계획을 수립할 때, 토지 자원, 인구 분포, 개발 적합성, 또는 주어진 지리학적 지역의 일반적인 특징들에 관한 중대한 정보가 필요하며, 이러한 정보를 제공해 주는 집중적인 현장 연구와 지도 제작이 있어야 한다. 지리, 자원, 인구, 및 산업 등에 관한 자료 수집과 뒤따르는 분석과 기록은 오랜 시일이 걸리는 사업이다. 21세기의 우리 나라는 통신 위성을 운용하는 국가가 되었으며, 그러한 위성을 이용한 지리 정보를 수집하고 필요하다면 다른 나라로부터 위성에 의해 획득된 지리 정보를 공급받아 활용할 수 있다. 오늘날 하나의 인공 위성은 지구 표

---

10) 오늘날에는 지식 정보화 사회이므로 ICT(정보·의사 소통 기술)을 이용한 학습뿐만 아니라 전자 교재의 보급이 확대되어 가고 있으며, 기존의 학교 체제를 정보 통신의 디지털 사회에 적용하도록 변화를 강요하고 있다.

면의 어느 위치에 대해서든 몇 주에 걸쳐서 엄청난 정보의 양을 수집할 수 있다. 그 수집 속도는 사용자들의 인지 능력을 부담스럽게 하며 그것을 사용하려는 어떠한 의사 결정에도 충분한 정보를 제공해 준다. 이것은 인간 활동이 더 복잡해짐에 따라, 정보는 훨씬 더 크고 다양하게 생성된다는 것을 시사한다.

전문화된 기술은 정보를 관리하고 그것을 생성하는 방법과 제도에 보조를 맞추어 개발될 필요가 있을 것이다. 그러므로 정보 기술은 “정보 시대”의 도전 과제인 것이다. 정보 기술은 진화되어 가고 있으므로, 정보를 더 정교하게 하며 단순화하는 방법들이 요구된다. 또한 우리는 정보를 새로운 방법과 형식으로 제시하는 기술을 필요로 하며 문제 해결 과정에서 정보를 어떻게 인식해서 적용할 것인가에도 관심을 갖고 있다.

정보 기술은 신속하게 후기 산업 사회의 강력하고 없어서는 안 될 일부가 되었지만, 정보 기술이 효과적이고 정확하게 사용될 수 있도록 적합한 맥락에서 응용되어야만 한다. 이용 가능한 컴퓨터 하드웨어와 소프트웨어 시스템에 의해 정보의 저장과 보급을 지원하는 기술이 발달되었다. 이렇게 발달된 정보 기술이 환경을 합리적으로 관리하는 데 필수적인 한에서는, 의사 결정자들이 적절한 정보에 손쉽게 접근할 수 있어야 할뿐만 아니라, 정보 기술을 결단 과정에 연결해야만 한다. 정보가 의사 결정 과정에 도움이 될 뿐만 아니라 중요한 역할을 하는 한에 있어서, 정보 기술은 명료하고 잘 고려된 의사 결정의 대체물 이상이다. 또한 정보 기술을 환경과 관련해서 사용할 때 윤리적이거나 정치적인 함축들을 회피하기 위한 변명으로 삼아서는 안 된다. 이러한 요점은 다음과 같은 네 가지 사항들을 고려할 때 확보될 수 있다.

- 환경 문제에 응용될 때, 정보 기술의 제한 사항, 잠재력, 및 능력을 이해하는 것
- 어느 기술이 특정한 유형의 의사 결정 문제에 가장 잘 적합한가를 확인하는 것
- 정보 기술의 광범위한 응용을 좌절시키는 방법론적 논제들을 해결하는 것

- 정보 기술이 환경 의사 결정 과정에서 어떻게 통합될 수 있는가를 입증하는 것

우리는 이러한 점들을 고려하여 정보 기술을 받아들이고 개발하며 평가한다. 그리고 환경 전문가들은 이러한 고려 사항들을 가지고서 특정 정보 기술을 선택하여 사용해야 할 것이다. 우리는 정보 기술을 응용하여 환경 관리라는 광범위하게 정의된 영역에서 의사 결정하는 것과 문제 해결하는 것을 도모할 수 있다. 비록 환경 관리에서 컴퓨터 기반적 기술의 역할이 새롭지는 않을지라도, 최근의 정보 기술의 발전과 혁신은 분석가들과 정책 결정자들이 컴퓨터의 사용을 통해서 환경과 관련해서 어떻게 문제들을 해결하고 결단을 내리는가를 개선하기 위한 잠재력을 제공해 왔다.

과거 삼십년간 환경 설계나 환경 문제 해결을 위해서 생산성과 과업 수행을 증진하는 데 도움을 주도록 설계된 수많은 방법들과 기법들이 도입되었다. 1950년대에 환경 과학과 지구 과학에서 통계적이며 정량적인 접근 방법들의 도입에서 시작해서, 1960년대와 1970년대에 모형화와 모의 규정화의 방법들이 유행하다가, 1980년대와 1990년대의 자료 기반 정보 시스템과 인공지능 시스템의 시대가 되었다. 이렇게 환경 문제에 대한 접근 방법들의 패러다임은 변화되어 왔다. 복잡한 직물을 안팎으로 꿰매는 바늘과 같이, 이 방법들은 마찬가지로 환경 과정을 이해하는 복잡한 과제를 안팎으로 꿰매었다. 실용적인 관점이 패러다임 변화의 개념처럼 정교하지는 않지만, 실용적인 관점에 따라서 환경 전문가들은 정교한 작업을 할 수 있을 것이다. 특수한 문제에 부딪혔을 때 우리는 옳은 도구를 필요로 한다. 물론 어느 도구를 골라내서 그것을 언제 어떻게 사용하는가의 문제들은 때때로 대답하기 어려운 일임은 부인할 수 없다.

컴퓨터 기술에서의 혁신의 속도가 빨라지는 것과 같이, 이러한 문제들도 대답하기에 훨씬 더 어려워지고 있다. 마찬가지로, 환경 의사 결정자들에게 직면된 문제들이 더 직접적이고 복잡해지듯이, 환경 기술과 정보 기술이 복잡한 것들을 관리하고 단순화할 필요도 역시 증대된다. 기계들과 사람들이

만나는 지점도 있고 의사 결정자들과 그들의 컴퓨터들의 협동적인 노력을 통해 해결책이 부각되는 지점도 있을 것이다. 컴퓨터의 잠재력이 관리자의 필요와 통합되는 합류점에 대한 집중적인 논의가 필요하며, 여러 가지 혼합 방법을 통해 더 좋은 환경 의사 결정이 실현될 수 있을 것이다.

정보 기술은 사람들이 의사 결정을 내리는 방법들에 영향을 미치고 있다고 우리는 기본적으로 가정할 수 있다. 그래서 이 과정을 통해 흐르는 정보의 본성이 중요한 역할을 하듯이, 의사 결정을 하는 것은 정보 기술을 이해하는데 중요한 역할을 한다. 그러므로 우리가 의사 결정자들에게 정보의 흐름을 관리하고 이용할 수 있도록 하기 위해서 기술의 본성과 역할을 논의했으며, 정보를 개념으로서 또한 물리적 성질로서 정의하여 이해할 필요가 있다.

#### 4. 의사 결정에서의 정보 활용

어느 유기체든 어느 조직이든 존재하기 위해서는 정보에 의존한다. 정보는 모든 인간 경험의 일부이며, 정보의 획득과 처리는 생활의 근본적인 측면이다. 이전 경험과 새로 획득된 정보에 근거해서 유기체나 조직은 반응한다. 반응은 종종 의식적인 의사 결정의 형식을 취하는데, 그것은 사람이 조작하는 환경을 변화하기 위한 시도나 환경에 대한 관계를 반영하는 행위에 의해서 나온다. 그러므로 유기체, 협동체, 또는 공공 기관의 과업과 기능과 관련하여 다음과 같은 네 단계가 항상 포함된다.

1. 정보를 취하기
2. 정보를 평가하기
3. 의사 결정하기
4. 행위하기

앞에서 황사 현상과 휴교를 예로 들어 말한 바 있다. 그 예에서 교육 당국

은 기상청의 일기 예보를 정보로서 수집한다.<sup>11)</sup> 오늘날의 전세계적인 현상에 관해서는 공중파나 인터넷에서 신속하게 정보를 획득할 수 있다. 다음으로 교육 당국은 유·초등 학생들의 건강 관련하여 황사의 발생 자체와 황사의 강도에 따른 세부적인 자료를 평가한다. 가시거리가 500 m도 안 되는 심한 황사 아래서는 안염, 호흡기 질환 등의 발생 강도가 높다. 또한 짙은 황사에는 옅은 황사보다 동반되는 바이러스 등이 더 많다는 과거의 지식도 있다. 그러면 이제 교육 당국자는 짙은 황사가 발생한다는 조건 아래서 등교 강행과 휴교 발령에 관한 의사 결정을 내릴 단계에 이른다. 이 때 위험 평가의 요소도 강력하게 작용한다. 소수의 학생이 전염병에 감염되면 다수의 학생들에게 전파될 것이다. 그러한 피해는 막대할 것이다. 하루나 이들의 휴교는 방학 기간을 단축하면 보충될 수 있다. 그렇다면 휴교령을 내리는 것이 합리적이다. 교육 당국은 공중파와 교육 행정 기관 및 각급 학교의 비상 연락망을 통해 이러한 결정을 집행하게 된다.

정보는 환경 의사 결정 행위에서 그것이 행하는 역할을 살펴봄으로써 성격이 규정될 수 있는데, 정보의 의미들을 다음과 같이 정리될 수 있다.

상품으로서의 정보—정보의 통제와 소유에 영향을 미치는 경제적 가치를 지닌 정보

의사 전달로서의 정보—이해와 의미를 전달하는 자료 교환에서의 정보

사실로서의 정보—맥락과 관련되지 않은 채로 그저 주어져 있는 자료

자료로서의 정보—수립된 규칙과 규약에 따라 조직된 기호들의 생산물

지식으로서의 정보—결론을 끌어내기 위해서 사실과 자료에서 추론된 정보

정보에 대한 이러한 정의들이 시사하는 바와 같이, 정보의 개념은 광범위한 인지적 상태들에 응용될 수 있으며, 다양한 성질들을 정의하며, 대조적인 기능적 역할들을 가정한다. 예를 들어, 최근 몇 년 전부터 행해지는 날씨 마

11) 현대인의 생활은 기상 정보뿐만 아니라 각종 환경 관련 지수들에 의해 안내된다. 오존 지수, 자외선 지수, 아황산 가스 농도 지수, 소음 지수 등을 이용하여 현대인들은 삶의 질을 유지하는 의사 결정을 날마다 하고 있다.

케팅은 상품으로서의 정보에 해당된다. 크리스마스 이브에 서울에 1cm 이상의 눈이 온다면 노트북 컴퓨터를 구입한 사람에게 그 값을 환불한다는 광고는 기상 정보를 상품으로서 판매하는 경우에 해당된다. 그러므로 만일 정보가 의사 결정자에게 유용하고 그것에 의존하는 사람들에게 자원으로서의 적절성을 유지한다면 정보의 관리에 사용되는 기술은 이러한 조건들의 중요한 측면들을 지니고 있는 것이다.

불확실성 하의 의사 결정에 있어 환경 정보의 역할은 지대하다.<sup>12)</sup> 왜냐하면 정보를 표현하지 않으면 주관적 기대 효용을 구할 수 없기 때문이다. 이와 관련해서 정보를 잘 처리하는 기술의 개발이 필요한데, 여기서 확률 표현을 사용하지 않는 인공 지능의 규칙 기반적 방법들을 하나의 예로서 제시해 보겠다.<sup>13)</sup>

지식 표상의 규칙 기반적 방법은 IF-THEN 행위 진술들의 형식으로 지식을 표현한다. 이 IF-THEN 절들은 프로덕션 룰(산출 규칙)이라고 말해지는 것으로 다음과 같은 일반적인 형식을 취한다.<sup>14)</sup>

IF[조건 또는 규정이 TRUE이다]

THEN[특정한 행위가 취해진다]

- 
- 12) 세계에 관한 정보를 주관적 확률로서 취하여 구성된 베이즈주의적 의사 결정 이론은 이 논문에서 상론하지 않는다. 이에 대해서는, 엘스·우정규(1994), 1-3 장, 17-126 쪽, 우정규(2002), 그리고 이초식 외(2000), 4장, pp. 144-187 참조.
- 13) Lein(1997: 130-141)은 인공 지능을 정보 기술에 속하는 것으로 간주하여 지식 표상 시스템의 프로덕션 룰을 이용하여 환경 민원을 처리하는 모형을 제시하고 있는데, 논자는 그 형식을 빌려 하나의 환경 생태 문제 처리를 예시하였다.
- 14) IF  $p$ , THEN  $q$ 은 조건문( $p \rightarrow q$ )과 같은 복합 문장의 구조이며, 그것이 참일 때,  $p$ 는  $q$ 를 실질적으로 함축한다. 또한 그 조건문이 성립하면  $p$ 는  $q$ 에 대한 충분 조건이며,  $q$ 는  $p$ 에 대한 필요 조건이다. 이런 이유에서 ( $p \rightarrow q$ )일 때, 조건  $p$ 가 발생하면 후건  $q$ 는 충분히 발생해서 참이다(이것을 전건긍정규칙이란 한다). 조건문은 특수하게 인과적으로도 사용된다. "원인이면 결과일 때, 원인일 발생했다. 그러므로 결과가 발생했다."에서와 같이 인과적 조건문에서도 전건긍정규칙이 적용된다. 과학적 탐구에서 사건들 간의 인과성을 논리적으로 분석하기 위해서 조건문이 이용되며 조건문이 참이고 해당 조건이 발생하면 충분 조건의 관계성으로 인해서 후건(즉 결과 사건)이 발생하는데, 이것을 일반적으로 인공 지능에서 프로덕션 룰이라는 이름으로 부른다. 우정규(2002), pp. 34-38 참조.

또는 더 단순화 판형은 다음과 같다.

IF[전제] THEN[결론]

이러한 표상 도식이 주어지면, 그 규칙의 전제가 알려진 사실들과 일치할 때 규칙은 참이라고 증명된다. 이 일치는 결론을 확증하며 결론 안에 포함된 절을 사실이라고 끌어들이는다. 예를 들어, 토지 평가를 위한 전문가 시스템에서, 우리는 우수/하수 처리 시스템과 관련해서 단독 주택 건축 부지에 대한 토지 사용(즉 환경 영향 평가)을 결정하도록 설계된 규칙을 만들 수 있다. 그러한 규칙은 다음과 같은 형식을 취할 수 있을 것이다.

IF 제안된 용도는 단독 주택 건축용 부지이다  
AND 우수/하수 시스템은 양호하다  
AND 배수는 시간당 50 cm에서 5 cm이다  
THEN 토지 사용은 온당하다.

토양 부식 가능성을 평가하는 규칙도 다음과 같이 지식으로 표현될 수 있다.

IF 경사도 $\geq$ 25 퍼센트  
AND 토양 조직은 중간 크기와 미세한 알갱이다  
AND 토지 표면은 불모지다  
THEN 부식 가능성은 심각하다.

어느 예에서든, 현재의 문제 상황이 그 규칙의 IF 절을 충족시키거나 그것과 일치할 때, 그 규칙의 THEN 절에 의해 규정된 행위/결론은 수행된다. 우리는 조건들을 확인하기 위해서 지리 정보 시스템을 이용할 수 있다. 지리 정보 시스템에서 정보를 담고 있는 지도들(또는 레이어들)을 이용하여 우리



는 지질, 지반, 토양, 토층, 지세, 위치, 기상 등의 자연적 요인과 인구, 건축 양식, 정보화 진전, 생활 양식, 시설물 등의 사회적 요인들에 관한 정보를 획득하여 활용할 수 있다.

우리는 표상된 지식들을 규칙들을 이용하여 활용할 수 있다. 산출 규칙은 추론적 지식을 표현하는 자연스러운 방법을 제공하며, 복잡하고 급격히 변화하는 환경의 과정을 기술하기 위한 편리한 방법을 제공한다. 게다가 규칙 구조들은 잘 적응된다. 일련의 규칙들로 구조화될 때, 지식은 거의 무제한적인 융통성을 제공하는데, 그것은 복잡한 결론에 도달하거나 상세한 행위들을 수행하기 위해서 하나의 규칙 속에 여러 가지 조건들이나 사실들이 있을 수 있다. 산출 규칙의 사례를 하나 예시하면 다음과 같다.

<p>규칙 100</p> <p>IF:</p> <p>    제안된 용도는 산업용이다 OR 대규모 상업 지역이다</p> <p>AND 지반 지질은 백운암이다</p> <p>AND 지반 조건은 용해에 약하다</p> <p>THEN:</p> <p>    지반 안정성에 가한 제한은 적당하다</p> <p>    확률=8/10</p>
---

이러한 기법을 사용하면, 의사 결정자는 판단의 오로지 조건들의 사실성에 입각하여 기계적으로 환경 정보를 처리할 수 있어서 비용과 시간 절약의 경제성과 상황 처리의 일관성을 확보할 수 있을 것이다. 왜냐하면 아무런 원칙이나 규칙이 없이 임의적으로 토지 사용의 허가 민원을 처리한다면 난개발이 초래될 것이고 효율적인 토지 사용 계획 또는 환경 설계가 기대될 수 없

을 것이기 때문이다. 비록 하나의 모형적인 예를 통해서이지만, 이런 점에서 논자는 이와 같은 환경 정보 처리의 산출 시스템 설계가 구현되면 상당한 실익이 얻어질 수 있을 것이라고 생각한다.<sup>15)</sup> 하지만 환경 의사 결정자의 판단이 항상 옳다고는 말할 수 없다. 주어진 정보 자체는 전체적으로 완전한 신념에 근거되어 있지 않을 수도 있으므로 (단지 그의 부분적 신념들일 수도 있으므로) 그의 판단의 성공여부를 확률로 나타낼 필요가 있다. 위의 확률=8/10은 그러한 의미에서 부여된 판단의 값이다.<sup>16)</sup>

더 높은 인지 과정들은 정보를 초월하도록 요구된다.<sup>17)</sup> 이 과정들은 의미를 부여하거나 이해를 제공하는데, 이것으로 인해 의사 결정자는 상황을 분석하여 정보를 전망해 볼 수 있다. 이 시점에서, 의사 결정자는 상황, 조건 및 그것들에 영향을 미치는 사실들이 주어질 때의 판단을 채용할 수 있다. 이러한 지적 활동에 근거해서, 자각은 지식으로 나아가며, 정보와 더불어, 지식은 물리적이고 인지적인 표상을 부여받을 수 있다. 이 모형에 따르면, 지식은 판단의 형식으로 표현되어 사회적이거나 문화적 맥락의 산물인 가치들의 집합에서 포함되어 응용되고 있다.

정보와 의사 결정의 연결성은 복잡한, 다면적인, 역동적인 의사 결정의 영역에서 중요하다. 의사 결정 환경이 복잡하면 복잡할수록, 정보 기술의 역할은 더욱더 크다. 왜냐하면 정보 기술은 의사 결정 분석을 수행할 수 있게 하는 구성의 제공자이며 이용자이기 때문이다. 그렇지만 단일 기술이나 방법은

15) 환경 정보 처리의 발생 가능한 문제점들은 여기서 논의되지 않는다. 우정규(2002: 203)에서 단일 사건의 예측 추리를 Pollock(1990)의 "법칙적 확률(nomic probability)"을 이용하여 처리할 수 있음을 논의하였는데, 이런 관점은 환경에서의 특정 종의 모집단과 그 표본의 관계에 관한 정보 처리에 활용될 수 있을 것이다.

16) 확률의 의미는 다양하나, 여기서는 유사한 사례들의 처리에서의 성공 비율을 의미하는 것으로 간주된다. 이것은 주관적으로 확률이나 논리적 확률로도 해석할 수 있는데, 논자는 Eells(1991: 22-55)의 입장을 따른다. 그는 확률의 의미 해석의 중요성보다는 확률을 사용하는 맥락에서의 population을 고려하여 적용하면 주관적 해석과 객관적이며 물리적인 해석에 조화롭게 연결될 수 있음을 논의한다.

17) 대표적인 정보 획득과 확장의 사고 방법은 귀납이다. 레서·우정규(1991)는 귀납은 진리 추정의 방법이며 인식의 체계화에 있어서 정보 초월적인 확장적 방법론으로 방법론적 실용적 정당화를 제시했다.

환경 의사 결정에서 만나게 되는 많은 다양한 상황들에 보편적으로 응용 가능하지 않다. 결론적으로 의사 결정 문제를 둘러싼 다양성의 수준을 서로 보완하는 기술들의 합병이나 종합을 통해 의사 결정자의 분석 능력을 고양해야 할 것이다.

## 5. 정보 기술의 종합과 환경 의사 결정

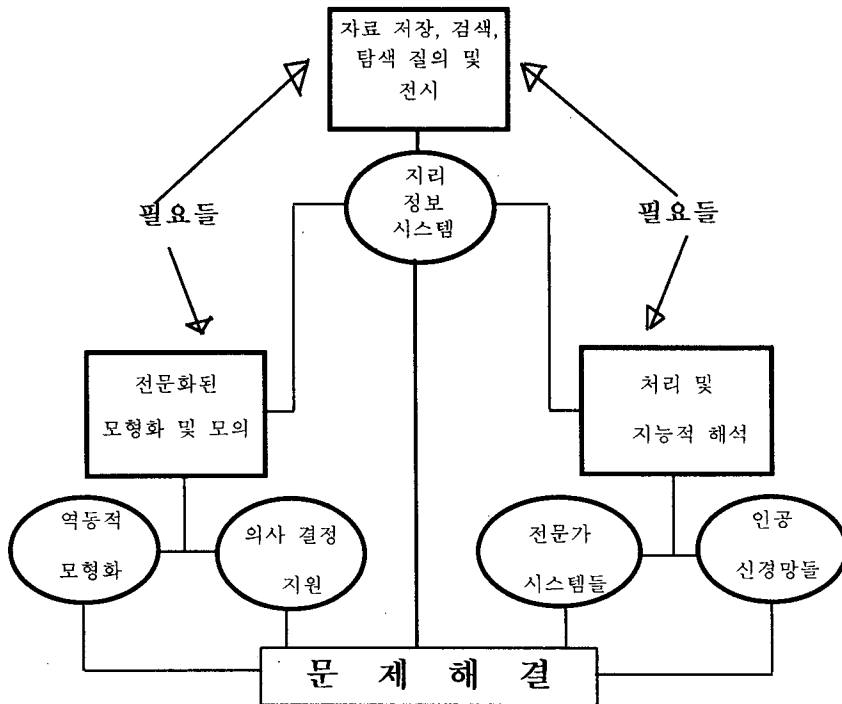
아마도 정보 기술의 응용에서의 가장 큰 문제는 이 기술이 어디에서 그리고 어떻게 일반적으로는 의사 결정의 과정 그리고 특별하게는 환경 의사 결정에 잘 부합하는가를 결정하는 것이다. 정보 기술의 발전 가능성은 열려 있으며, 앞으로 더욱 발전할 것이다. 따라서 환경 의사 결정의 실무자들이나 이론가들은 의사 결정의 본성을 더 잘 이해하는 것, 기술을 의사 결정 과정 속에 포함시켜 고려 중인 문제들의 범위에서 응용 가능성을 확실하게 하는 것, 그리고 적절한 정보 기술들을 통합하여 환경 의사 결정자들이 그것들을 이용할 수 있는 모형을 제시하는 것 등의 세 가지 사항들이 필요하다. 이 세 가지 사항들을 완수하기 위해서는 의사 결정 과정에 대한 우리의 현재의 이해와 정보를 다루는 이용 가능한 기술들이 연결될 수 있는 방법의 종합이 요구된다.

환경 의사 결정에 맞도록 재단된 상보적인 기술들의 집합을 모아보면 불필요한 혼동을 피할 수 있고 좋은 개념적인 모형을 만들 수 있다.<sup>18)</sup> 그 모형은 우선 필요성이 인식되어야만 하고 나아가서 그 필요성을 충족할 수 있는 정보 기술과 부합되어야 한다. 이러한 사용자 중심적인 관점은 자료 저장, 처리, 및 검색의 일반적인 문제들에서 시작해서, 자료 조작, 모형화, 및 자료를 정보로 변형하는 과정을 그리는 과제들로 옮겨가며, 더 큰 지식의 문

18) 이 글에서는 제기된 물음들에 대한 답을 가상해서 전체적인 윤곽이 제시된다. 상세한 작업은 앞으로 제시될 것이다.

제, 사용 가능한 형식으로 된 지식의 표상, 및 지식을 저장하고, 검색하고, 자료와 정보의 조작과 전달에까지 다다르고 응용 시 요구되는 절차들에서 끝난다. 우리는 각종 정보 기술이 의사 결정을 위해 연관되는 모형을 Lein(1997: 8)은 <그림 1>로 제시하고 있다. 그 그림에는 의사 결정자의 근본적인 자료와 정보 접근 필요성들 간의 근원적인 연합이 나타난다. 그 모형은 또한 저장, 검색, 질의, 및 전시의 기본적인 요건들에서 발생하는 지적인 파생 영역들도 보여 준다. 이러한 파생 영역들은 과정과 방법을 자료 기반 환경에 연결하는 모형화 과정에 대한 더 전문화된 요구들을 규정하며, 문제 해결을 지적으로 처리하게 한다.

<그림 1> 정보 기술 시스템 설계



환경 의사 결정은 궁극적으로 지리적 표현을 사용하기 때문에, 의사 결정자는 자료와 정보 처리에 관심을 갖고 있으며, 지리적 특성을 규정하는 자료와 정보 기술의 특별한 요구에도 관심을 갖고 있다. 의사 결정자는 자료의 공간적인 차원, 또는 지리적 차원을 적절하게 보존하고 사용해야 하며, 공간 지식과 공간 정보, 및 자료의 표상을 적절하게 해야 한다. 이를 위해서 우리는 현재 지리 정보 시스템에 의해 상당히 많은 정보를 수집 축적하여 환경 영향 평가 등에서 활용되고 있다.

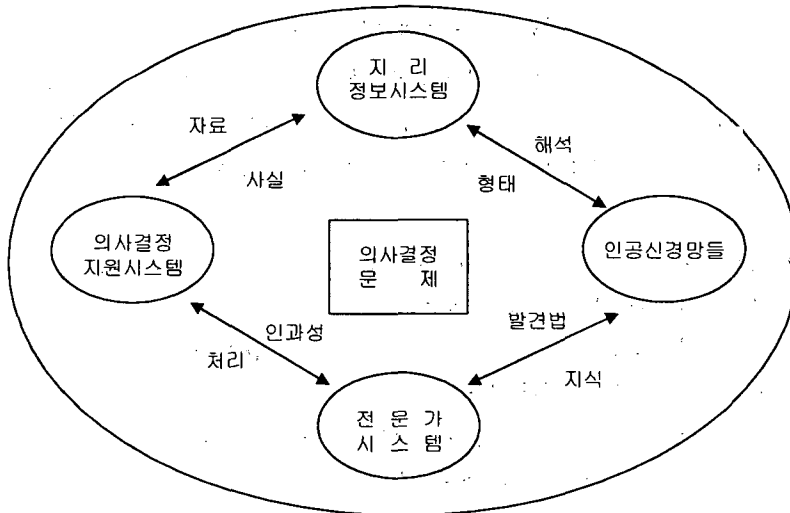
위에서 인공 지능형 정보 기술의 예를 제시했듯이, 정보 기술은 공간 자료를 다룰 수 있게 하는 도구로서, 지리적 구성 요소에 관한 자료, 정보 및 지식을 표상하고 조작하기 용이한 것으로 구성되어야 한다. 정보 기술은 자료, 정보, 및 지식 기반 접근 방법의 핵심에 있다. 해결해야 할 문제의 본질과 문제를 조사하기 위해 요구되는 지적인 과제들을 규정하는 자료, 정보 및 지식의 특성들과 관련해서, 의사 결정 문제는 적합한 정보 기술에 의거해서 다루어지게 된다. 정보 기술의 중심적인 네 가지는 다음과 같다.

- 지리 정보 시스템—공간 자료의 저장, 검색, 및 분석적 조작에 사용되는 컴퓨터 하드웨어와 소프트웨어 환경
- 결단 지원 시스템—결단 문제와 관련된 지식을 조직함으로써 의사 결정을 지원하도록 설계된 컴퓨터 환경
- 지식 기반 전문가 시스템—전문가의 지식을 사용하여 추론 연산을 수행할 능력을 소유하고 있는 컴퓨터 프로그램
- 인공 신경 망—인간의 두뇌에 의해 나타나는 기능성과 의사 결정 행동을 모의하는 생물학적으로 착안된 모형

이 네 기술 각각은 전문적인 주제 영역을 가지고 있어서 동시에 통합하기 어려울지라도, 그것들은 최소한 공통 자료와 정보 자원을 공유하는 시스템으로, 아니면 조합되어 더 광범위한 정보 기술을 만들 수 있다는 점에서 상보적인 기술들로 이해될 수 있다. Lein(1997: 9)이 제시한 <그림 2>에서 볼 수

있듯이, 각종 정보 기술은 환경 관리자가 문제 해결을 잘 할 수 있도록 또는 의사 결정을 잘 할 수 있도록 도움을 준다. 지리 정보 시스템은 정보의 저장과 검색을 용이하게 해주며, 결단 지원 시스템은 복잡한 분석과 모형을 다룰 수 있게 해 준다. 전문가 시스템과 인공 신경 망은 지식을 표상하고 의사 결정자가 응용할 수 있도록 의사 결정 문제 그리고 관련 정보를 표현하는 역할을 수행할 수 있다. 의사 결정자가 의사 결정 문제에 대한 여러 정보 기술들의 종합적인 관련성을 익히 알고 있게 되면, 하나씩이거나 아니면 조합해서, 구체적인 환경 문제 해결을 위한 의사 결정을 할 수 있게 될 것이다.

<그림 2> 정보 기술—환경 의사 결정 도식



## 6. 생태 환경 설계를 위한 의사 결정 모형 예시

지금까지 살펴본 정보 기술과 환경 의사 결정 이론의 관계를 예시해 줄 하나의 모형을 만들어 보자. 문제 상황은 다음과 같다.

강원도와 영남 지역을 이어 주는 중앙 고속도로가 2001년 말에서 개통되었다. 충북 충주와 경북 영주를 이어주는 죽령 고개는 이전에 약 한 시간 정

도 걸렸는데, 이제는 터널을 통해 약 십분 정도 걸린다. 교통의 시간 단축과 편리함이 발생했는데, 터널을 만드는 데 있어 도로 설계자는 지리 정보—지도상의 정보와 실제 지형 정보—를 이용한 것이며, 토목 기술과 건설 장비의 덕택으로 완공되었다.

그런데 야간에 그 곳을 주행하는 운전자는 고라니나 너구리를 치는 사고를 당한다. 야생 동물들은 서식지 내에서 이동 경로를 따라 옮겨 다니는데, 완공된 고속도로가 그 이동 경로를 차단하였기에 발생하는 현상이다. 야생 동물을 보호하기 위한 이동 통로를 만들어 줄 필요성이 생겼다. 고속도로를 관리하는 직원이라면, 어떻게 이 문제를 해결할 것인가?

환경 의사 결정이 진행되는 단계는 대체적으로 '일곱 가지'로 말할 수 있는데, 이에 맞추어 제시된 생태 의사 결정의 문제를 논의해 보자.<sup>19)</sup>

- 1) 인식: 자동차에 의한 야생 동물의 사망 사고 발생,
- 2) 형성: 운전자 보호 및 야생 동물 보호의 필요성 제기, 방치하면 주변 지역에서 야생 동물 멸종 및 이에 따른 생태계 변화,
- 3) 대안 생성: 이동로 보완 또는 이동용 육교 설치
- 4) 정보 탐색: ① 현재의 이동로는 확장하기 어렵기 때문에 수풀 보완 및 출입구 확대 개방 공사 가능, ② 이동용 육교 가설은 적절한 곳을 선정 적정 비용으로 공사 가능
- 5) 판단과 선택: 운전자 및 동물 보호의 시급성과 예산 확보의 문제를 고려하여 ①이 일순위 ②를 이순위로 결정
- 6) 행위: 공사 발주 및 감독
- 7) 피드백: 동물의 운화 발생 빈도 조사를 통해 실효성 확인, 및 유사 문제 발생 가능 지역에 홍보, 및 차후 고속도로 건설과 시공 설계에 반영

19) 환경 의사 결정에서 위험 평가를 비판하고 대안 평가를 제시하는 O'Brien(2000: 7-8)은 두 번째의 원리로 "이유 있는 대안들이 있을 때 사람들이 아닌 존재들에게 피해를 입히는 것은 받아들일 만하지 않다"는 것을 제시한다. 인간의 편리를 위한 도로 개설로 인해 미국에서 늑대나 희색곰 등의 서식지가 좁혀지고 개체수가 감소했음을 보고하고 있다.

제시된 문제 상황은 환경 의사 결정의 여러 분야 중 시설 관리에 관한 것이며 동시에 야생 생태 보존에 관한 것이다. 기존의 고속도로 상에는 이동용 통로도 있고 수로도 있다. 그런데도 동물 사망 사고가 발생하는 이유는 동물들이 그 곳을 이용하여 이동하지 않는다는 데 문제가 있다. 동물들이 입구로 인식하고 진입해야 하는데, 나갈 곳이 막혀 있다고 인식하면 동물들은 발을 들여놓지 않는다. 또한 통과 중에 은폐 또는 엄폐할 수 있는 수목이 있어야 하는데, 그런 것들이 없는 곳을 동물들은 이용하지 않는다.

우리는 문제의 원인을 다음과 같이 확인할 수 있다. 즉 고속도로 설계 및 시공 시 생태 환경 자료를 소홀히 하였고 동물들의 행동 습성에 관한 생태학자나 야생 동물 보호 단체의 의견을 수렴하지 않았다.

이 문제에 접근할 때, 우리는 환경 생태적 측면 이외에도 경제적인 측면을 고려해야 한다. 경제적인 면만을 고려하여 동물의 생명은 인간의 생명과 본질적으로 다르므로 동물들을 살릴 수 있는 시설물을 만드는 것은 비경제적이며 도덕적인 문제도 아니라고 주장될 수도 있겠다. 하지만 동물은 생존 지표는 인간의 생존 지표와 밀접히 연결되어 있으므로, 동물 보호와 관련된 인간의 행위는 공동체의 선을 지향하는 점에 있어서 도덕적이라 평가될 수 있다.

또한 환경과 생태의 여러 측면들에 관한 인식은 확실하지는 않은 확률적인 인식이 될 것이다. 즉 동물 이동로를 보완하여 시설한다면, 동물 사망 사고 발생의 회수는 얼마나 줄어들 것인가? 컴퓨터를 이용한 모의 실험 자료를 획득하거나 이미 시설된 이웃 나라의 자료를 활용할 수 있다. 또한 만일 보완 시설을 하지 않고 현재대로 방치한다면, 인간이 아닌 야생 동물들의 멸종에 따른 경제적 가치는 큰 손실인가 아니면 대수롭지 않은가? 시설 보완으로 생태계 보존의 가치는 얼마이며 시설 비용은 얼마인가를 추정할 필요가 있다.<sup>20)</sup>

위와 같은 사례를 미래에도 계속 이용할 수 있도록, 한 번 범한 실수를 다

20) 의사 결정을 위한 수치 처리도 정보 기술에 포함되는데, 그러한 접근 방법은 우정규(1988: 294-296)참조. 여기서는 계산과 논의를 생략한다.



시 범하지 않기 위해서라도, 고속도로 및 생태 환경 설계를 위한 정보 처리 프로그램을 다음과 같이 예시적으로 만들어 활용할 수 있다.

IF 예정된 도로는 야생 동물 서식지 A와 B를 분할한다  
 AND 야생 동물 이동 흔적이 많이 관찰된다  
 AND A에서 B로 그리고 B에서 A로 이동하는 동물들이 일일 평균 50 회  
 에서 5회이다  
 THEN 예정된 도로에는 야생 동물 이동용 통로가 설치되어야 한다

이러한 의사 결정 상황에서의 지식들을 표상하여, 다음과 같은 처리 규칙 들 또는 처리 모형의 규칙들을 만들 수 있다.

<p>규칙 101 이동용 지하통로 설치</p> <p>IF: 예정된 도로에는 야생 동물 이동용 통로가 설치되어야 한다</p> <p>AND 해당 지역은 잡목 혼합림 지대로 고라니 사슴 등의 서식지이다</p> <p>AND 수로가 있다</p> <p>THEN: 수로를 이동용 지하통로로 이용하도록 설치한다 확률 = 90%</p>	<p>규칙 102 간이 이동용 육교 설치</p> <p>IF: 예정된 도로에는 야생 동물 이동용 통로가 설치되어야 한다</p> <p>AND 해당 지역은 침엽수 지대로 다람쥐, 하늘다람쥐, 청솔모 등의 서식지이다</p> <p>AND 10미터 이상의 나무가 많다</p> <p>THEN: 간이 이동용 육교를 설치한다</p> <p>확률 = 80%</p>
--	--

이처럼 환경 문제를 처리하는 전문가들의 지식을 종합적으로 수집·분석하고, 다수의 산출 규칙의 목록들이 포함된 전문가 시스템이 컴퓨터 프로그램으로 구현되면, 환경 담당 관료와 전문가들뿐만 아니라 일반인들도 손쉽게 환경 의사 결정을 할 수 있을 것이다. 이 글에서 지리 정보 시스템, 결단 지원 시스템, 및 인공 신경 망을 어떻게 만드는가에 대한 구체적인 방법은 언급하지 않았지만, 각 기술은 문제 해결 맥락에서 어떤 방식으로든 이용될 수

있을 것이며, 앞으로 더욱 탐구되어 환경 의사 결정에서 더 큰 역할을 할 수 있을 것으로 예상된다.

## 7. 맺는 말

우리는 기술, 특히 정보 기술을 의사 결정 과정과 연결시켜 발전시킬 수 있을 가능성을 제시했다. 앞으로 구체적인 작은 주제들을 더 심도 있게 탐구하면 정보 기술과 의사 결정 이론은 환경을 주제로 다루는 데 있어서 공통의 목적을 위해 공헌을 할 것이다. 환경의 관점에서, 더 나아가서 생명의 관점에서, 의사 결정 이론과 의사 결정 과학은 연구될 수 있을 것이고, 컴퓨터 기반 결단 지원의 설계와 이용에 영향을 주는 주요 논제들과 요소들이 연구될 것이다. 복잡한 환경 의사 결정의 하나나 그 이상의 요건들을 충족하는 응용 기술들, 예로 지리 정보 시스템이나 위성 위치 확인 시스템은 오늘날 교통 정보나 국토 개발에 있어서 유용하게 활용되고 있다. 결단 지원의 모형화와 개념, 정보 처리를 위한 인공 지능의 도입과 개발, 지식 기반 전문가 시스템의 활용, 퍼지 논리의 활용, 및 인공 신경 망에 의해 발전되고 있는 신경 전산화 등은 많은 유용성들을 가지고 있으며 더욱 발전되어 환경 의사 결정에서 활용될 것이다.

정보 기술과 환경 문제들은 항상 변화하고 있다. 사회의 변화와 지구 환경 변화의 영향들을 생각하면서 정치, 경제, 사회, 그리고 환경 논제들을 조화시킴으로써 우리는 환경 의사 결정 이론의 의의를 더 잘 이해할 수 있으며 치명적인 환경 자원들을 관리하고 배분하는 활동들에서도 환경 의사 결정 이론의 역할을 높여갈 수 있다. 하지만 계획 수립과 의사 결정은 안내자로서의 정보가 없이는 불가능하다. 효과적인 계획 수립과 의사 결정에 있어서 중시해야 할 정보는 다양하기 때문에, 우리는 조심스럽게 환경 정보 관리를 해야 할 것이다.

환경 정보를 관리하는 것은 접근, 저장, 및 의사 결정에서 사용된 자료 분석을 활용하는 기술들이 요구된다. 정보는 변화를 위한 행위의 중심 요인이며, 사람들은 변화를 받아들이고 환경 품질을 보존하려 한다. 정보는 이러한 과업 수행의 핵심 부분이다. 우리는 지혜와 창조성을 활용해서 새로운 유용한 기술을 개발해야 할 것이다. 이 글에서, 간략히 제시된 정보 기술들은 환경 문제들을 다루는 데 있어 효용성이 있는 방법들이다. 그러한 도구나 접근 방법을 정확하게 채용해서 활용한다면, 삶의 질과 생명의 건강성이 높게 유지될 수 있는 미래 사회가 열릴 것이다. 그러므로 환경 의사 결정 이론은 조속히 개발되어 환경 위기에서 인류를 벗어나게 해야 할 오늘의 당면 과제이다.

### □ 참고 문헌 □

- 고인석 (2001) 「과학기술의 시대에 환경 문제 대응의 실마리는 어디서 찾아야 하는가」, 『철학연구』, 54, pp. 405-27, 서울: 철학연구회.
- 레셔 저, 우정규 역 (1992) 『귀납: 과학 방법론에 대한 정당화』, 서울: 서광사.
- 엘스 저, 우정규 역 (1994) 『합리적 결단과 인과성』, 서울: 서광사.
- 우정규 (1994) 『주체적 결단의 전략적 합리성』, 고려대학교 대학원 박사학위 논문, 서울.
- 우정규 (1998) 「그린 시대의 도덕적 결단 체계: 환경 생태학적 문제 사례들을 이용하여」, 『강원인문논총』, 제6집, pp. 271-299, 춘천: 강원대학교 인문과학연구소.
- 우정규 (2002) 『과학을 위한 게임·확률 의미론과 적용』, 개정판, 초판

2000, 서울: 대중출판.

이초식 외 (2000) 『귀납논리와 과학철학』, 서울: 철학과 현실사.

Barbour, I. (1993) *Ethics in an Age of Technology*, San Francisco: Harper.

Cummins, R. and Pollock, J. eds. (1991) *Philosophy and AI*, Cambridge and London: The MIT Press.

Eells, E. (1991) *Probabilistic Causality*, Cambridge: Cambridge University Press.

Fuller, S. (1993) *Philosophy, Rhetoric, and the End of Knowledge: The Coming of Science and Technology Studies*, Madison: The University of Wisconsin Press.

Lagendorf, R. (1985) 'Computers and Decision Making', *Journal of American Planning Association*, 27, pp. 422-33.

Lein, J. K. (1997) *Environmental Decision Making: An Information Technology Approach*, Biddeford, Maine: Blackwell.

Moffatt, I. (1990) 'The Potentialities and Problems Associated with Applying Information Technology to Environmental Management', *Journal of Environmental Management*, 30, pp. 209-220.

O'Brien, M. (2000) *Making Better Environmental Decisions: An Alternative to Risk Assessment*, Cambridge and London: The MIT Press.

Pollock, J. (1990) *Nomic Probability and the Foundations of Induction*, Oxford: Oxford University Press.

medical applications. Concerning the social applications and GM food, however, the respondents express a high level of negative attitude with a significant portion of 'do not know' responses. The public perception of the biotechnology is not crystallized in coherent manner yet. The public perception is strongly influenced by mass media, which tend to deliver rather positive information on biotechnology. The analysis suggests that the production and dissemination of diverse information should be activated to reach a sound decision on controversial issues surrounding the development of biotechnology both at individual and societal level as well.

## **Information Technology and Environmental Decision-Making**

**Woo, Chung-Gyoo**

### **ABSTRACT:**

Sciences and technologies are the sources which have formed presently highly developed civilizations and cultures and have enhanced the quality of human lives. But we see the dark sides of them as well as the bright sides, and we have the consciousness of environmental crisis and destruction of lives caused by them. Thus there are criticisms against human-tropism or technology-tropism from nature-tropism or deep ecology. However, if people would continue to have the desire of enjoying the present quality of their lives, they should try to develop and

improve pro-environmental technologies. In this vein, we have the necessity of making environmental decisions and solving environmental problems by information technologies.

Since the second half of the last century, "environment" is the key word because we have the consciousness of environment strongly. As we solve human problems by making decisions of actions, we must face with environmental decisions in order to solve our environmental problems. If we have the better understanding of the nature of information and the role of information technology, and the relation of information technology and decision-making, we are able to design environmental systems and implement their optimal interfaces of environmental components. For this purpose, we are obliged to combine several useful technologies including GIS, DSS, Knowledge-based system, and artificial neural networks. Therefore the developments and cooperations of these fields in environmental decision making enables us to live in the better and comfortable surroundings in the near future.

## **Toward a Possibility of the Unified Model of Cognition**

**Rhee, Young Eui**

### **ABSTRACT :**

Models for human cognition currently discussed in cognitive science cannot be appropriate ones. The symbolic model of the traditional