

환경문제해결위한 초·중등과학교육의 역할과 과제

“科學教科의 쏠영역에 反映시켜야”



崔 燾 亨

한국교육개발원 책임연구원·과학교육

■ 유엔환경개발회의의 핵심 : 원인규명과 기술이전

지난 1992년 6월, 세계 지도자들이 참가하는 중대한 지구환경회의가 브라질의 리우데자네이루에서 열렸다. 세계 지도자들은 지구 온난화, 열대우림의 파괴, 사막화, 해양오염 등 지구의 인류가 직면하고 있는 환경문제에 대한 구체적인 대책을 논의하고 지구환경의 보전을 위한 협약도 맺었다. 이를 계기로 새로운 이데올로기로 환경문제가 부각되었으며, 신무역장벽(Green Round), 환경민족주의(Environmental Nationalism), 환경안보(Environment Security), 환경평화유지체제(Environment Peace Keeping System)등의 신조어가 유행하고 있다. 이 회의의 공식명칭은 「환경과 개발에 관한 유엔회의」(The United Nations Conference on Environment and Development:UNCED)인데 간단히 「유엔환경개발회의」라고 하며, 세계 115개국 정상(급)

들과 178개국의 대표들이 이번 회의에 참가했기 때문에 일반적으로 「92 지구 정상회담」이라고 불린다. 이 회의는 1989년 제44차 UN총회에서 제20주년 세계 환경의 날을 기념해서 열기로 결의되었다. 이 회담에서는 첫째, 기후변화에 관한 협약, 생물다양성 보호협약, 산림보존 협약 등의 체결 둘째, 국가와 인간의 행동원칙을 천명하는 지구헌장(리우 환경선언)의 채택, 셋째, 지구헌장을 구체화시킨 행동계획으로서의 의제 21(Agenda 21)의 채택, 넷째, 의제 21의 수행에 소요되는 자금 조달에 관한 합의, 다섯째, 의제 21을 실현하기 위한 기술 제공 여부와 절차에 관한 합의, 여섯째, 환경과 개발을 전담할 국제기구의 설치에 관한 제도적 합의 등 지구와 인류의 미래를 결정하는 6가지 주제가 다루어졌다.

그러나 이번 회의의 핵심은 무엇보다도 환경문제의 원인과 책임의 규명 및 기술이전의 문제였다. 오존층 파괴를 막기 위한 프레온 가스의 사용규제, 지구 온난화 방지를 위한 이산화탄소

배출량의 규제 등 지구의 환경문제를 해결하기 위한 기본적 입장에는 동의하면서도 지구환경의 보전에 소요되는 자금 원조와 기술 이전 문제 등 구체적인 부분에 대해서는 선진국과 개발도상국 그리고 후진국 간에 첨예한 대립을 보였으며, 미국이 생물종 다양성 협약과 기후변화에 관한 협약에 대한 거부 의사를 밝히는 등 각국의 이해가 엇갈려 환경보전을 위한 세계 수준의 합의는 더욱 어려운 국면을 맞고 있다. 또한 지구 온난화 방지를 포함한 다른 청정기술의 이전 문제에 있어서, 개발도상국은 역사적으로 환경 파괴의 주된 원인이 선진국에 있으므로 특혜적, 비사업적으로 이전하고, 오염자 부담원칙(polluter pays principle)에 의거해서 새롭고(new) 충분하고(adequate) 추가적인(additional) 자금을 부담할 것을 요구하고 있으나, 선진국은 기술이전과 자금 부담의 원칙은 인정하면서도 개인이나 기업이 가지고 있는 기술의 이전에는 지적 소유권의 보호를 들어 개발도상국의 요구에 응할 수 없다는 입장이어서 협상 과정에서 많은 대립이 있었다. 우리 나라는 선진국과 개발도상국 사이의 모호한 위치에 놓여 있기 때문에 이번 회의의 결과를 종합적으로 분석하여 적절한 대응방안을 찾지 못할 경우 다른 개발도상국의 환경보전 비용까지 지불하면서 청정기술은 이전 받지 못하는 최악의 결과를 낳을 지도 모르는 상황에 있다.

또한 지금까지 성장의 지표로 사용되어 온 국민총생산이 환경파괴로 인한 부정적인 효과를 반영하지 못하고 있다는 지적이 설득력을 갖게 되면서, 평균소비 뿐만 아니라 분배 그리고 환경의 질 저하를 고려한 「지속 가능한 경제복지 지표(ISEW)」의 사용이 제안되고 있는데(Daly & Cobb, 1989), 이를 사용하기 위해서는 대기 및 수질에 대한 포괄적인 정보의 수집과 이를 해석할 수 있는 과학적 지식이 요구되고 있다.

이러한 상황은 환경보전과 국가 사회 개발 그리고 나아가 두 쟁점을 연결하는 핵심적 고리로써 과학 기술의 발달이 어떤 상관 관계를 갖고

있는 지를 보여주는 좋은 예라고 할 수 있으며, 현재 우리 나라의 환경문제를 해결하기 위한 과학교육의 역할과 당면과제가 무엇인지를 아주 적절하게 시사하고 있다.

■ 환경문제와 과학기술의 발달

본 장에서는 환경문제에 대한 과학기술의 역할과 책임, 과학지식의 불확실성, 과학지식의 일반성과 구체성, 과학자의 환경윤리에 대해서 논하고자 한다.

1. 과학기술의 역할과 책임

우리가 과학기술의 발달과 환경문제를 관련지어 생각할 때에 던질 수 있는 질문은 첫째, 과학기술의 발달이 환경문제를 발생시키는 원인 제공자로서 얼마나 책임이 있는가 하는 문제와 둘째, 과학기술의 발달이 환경문제를 해결하는데 얼마나 효과적으로 기여할 수 있는가 하는 두가지로 축약될 수 있다.

인류의 역사를 30분으로 축소해서 생각한다면, 최초 29분 51초 동안은 수렵 채취 생활이었고, 그 후로부터 약 8초 동안은 정착된 농경생활이었고, 현대 산업사회가 시작된 것은 마지막 1초 이내라고 한다(Allen, 1992). 그런데 산업사회가 전개되면서 극히 단기간 내에 자연자원에 대한 이용의 증가로 자원고갈, 환경오염, 생태계 파괴 등의 환경문제를 야기시켰다. 에너지 소비를 예로 들면, 1850~1950년의 100년 동안의 세계 에너지 사용량은 1850년 이전 수십만 년 동안 인간이 사용한 양의 절반 정도지만, 1950~2050년의 100년 동안의 에너지 소비량은 1950년 이전까지 사용한 총량의 10배 정도가 될 것으로 예상된다. 또한 과학기술의 발달은 각종 질병으로 인한 유아와 성인의 사망률을 현저하게 낮춤으로써 평균 수명을 연장하는 데에 공헌하였고, 산업의 발달과 도시화를 촉진하여 왔으나, 자원을 채취, 이용, 처리하는 대량생산과 대량소비의 과정에서 직접적인 환경파괴를 가속화시켜 온 것을 비롯하여, 핵무기를 비

רות한 고도의 전쟁무기의 개발, 장기적인 영향을 예측하기 어려운 새 물질의 합성, 과학기술 만능주의의 확산 등 환경문제를 풀어가는데 있어 부정적인 영향을 미치고 있는 것 또한 사실이다.

그러나 이미 회복 불능에 가깝게 파괴된 환경을 복구하고, 앞으로 일어날 환경문제를 예측, 예방하며, 인간과 환경 간의 상호 관련성에 대한 이해를 높이기 위해서는 환경적으로 신중하게 선택된 과학기술의 발달이 필수적이라는 점은 부인할 수 없다. 따라서 앞으로 과학교육에서는 학생과 대중들로 하여금 환경문제와 관련하여 과학기술 발달이 갖는 이러한 양면성을 이해 인식하도록 지도하는 것이 매우 중요하다.

2. 과학지식의 불확실성

우리는 환경문제를 해결할 수 있는 과학지식을 충분히 갖고 있는가? 문제의 정확한 원인이거나 이유를 지적할 수 있는가? 이러한 질문은 근본적으로 과학자들의 노력과 행동에 관련되며 자연계의 복잡한 상호관련성에 대한 지식, 그리고 환경에 대한 물리, 화학, 생물학적 지식과도 연관된다.

오존층의 파괴를 생각해 보자. 처음에는 인간이 만든 오염 물질과 오존 감소의 관계는 명백하지 않았다. 오존과 자외선 방출의 근본적인 과정이 밝혀진 후에도 과학자들은 인간이 만든 오염 물질의 오존층에 대한 특별한 반응에 대해 확신하지 않았다. 그러나 이런 불확실성은 1980년대 중반 아주 빨리 극복되었다. 핼리(Halley)灣에 있는 영국의 南極調査局에서는 지상 18km 상공에 있는 대기층에서 많은 염소를 발견했다. 화산이 원인일 수도 있다. 그러나 그 성층권에서는 오직 인간에 의해서만 배출되는 물질인 불소(F)가 존재함이 기록되었다. 성층권에 인간이 만든 오염물질이 있음을 확인시켜 준 것이다(Trudgill, 1990).

이렇듯 환경문제와 관련된 지식의 장벽은 항상 존재한다. 그러나 원인의 불분명함은 오염물질과 오존의 감소 사이에 상관관계가 있음을 증

명하고, 작용기제의 불분명함을 감소시키려는 과학적 노력에 의해 극복되고 있다. 문제에 대한 광범위한 인식은 과학 단체가 그 원인을 규명하는 데에 많은 노력을 하도록 이끌 것이다. 환경 실태에 대한 과학적이고 총체적인 접근은 문제해결에 결정적인 역할을 한다. 왜냐하면 전문가 한 사람의 조사 한계를 넘어서는 문제들이 많이 있고, 환경 관리는 의도한 목표보다 훨씬 광범위한 결과를 초래하기 때문이다. 즉, 환경은 특정한 부분에 자극을 받아도 전체적으로 반응한다. 그러므로 총체적 접근은 환경이 어떻게 전체적 상호작용을 하는가를 이해하는 데에 필수적이다.

우리가 이런 예에서 배울 수 있는 것은 간단히 말해, 만약 문제의 정확한 본질을 정확히 지적하지 못한다면 해결책을 발견할 희망을 가질 수 없다는 것이다.

과학교육의 역할은 바로 이러한 정보(지식)을 제공하는 것이며, 그렇지 못하면 우리는 지식의 장벽이라는 중요한 문제에 부딪힐 것이다.

3. 과학지식의 일반성과 구체성

과학의 목적은 자연이나 자연현상에 대한 법칙과 이론의 일반화에 있다고 할 수 있다. 그러나 여러 가지 내용에 적용될 수 있는 지식을 얻기 위한 근본적인 연구는 구체적인 사례의 원인을 규명하는 것과는 다르다. 환경문제는 구체적 장소를 가지며, 장소와 사건에 의해 평가되는 요소의 조합을 갖기 때문이다. 그러므로 때로는 응용연구가 특정 문제가 벌어지고 있는 상황을 언급하는데 있어서 핵심적인 부분을 차지한다. 그러나 그 연구는 다른 곳에는 적용하기 어렵다.

기초연구는 그것 자체로 정당하며 응용연구의 기초를 제공하고, 응용연구는 사회의 요구와 필요를 만족시키는 데에 필수적이다. 명백한 것은 지식의 장벽은 적합한 지식의 부족이라는 면에서 존재한다. 만약 기초적 원리 만이 알려져 있고, 그것이 구체적 문제에 적용되거나 평가되지 않는다면 과학은 설자리를 잃을 것이다. 그러므

로 구체적으로 특정지역에서 특정 문제를 해결하기 위해 다양한 원인들 간의 상대적 중요성을 평가하는 연구가 진행 되어야 하며, 그 결과가 어떻게 다른 문제에 적용될 수 있는지 혹은 단지 그 지역에만 적용 가능한 것인지도 검토해야 한다.

따라서 과학교육에서는 과학지식의 이러한 제한성을 고려하여, 일반적인 환경과학의 원리와 지역적 특성에 따라 다양하게 나타나는 환경쟁점을 적절하게 결합하여 다룸으로써, 과학교육이 환경문제에 대한 이해 뿐만 아니라 실제 해결에 기여할 수 있는 토대를 형성해야 한다. 환경 분야에서 자주 거론되는 '지구적으로 생각하고, 지역적으로 실천하라(Think globally, act locally!)'는警句가 이 경우에도 많은 시사를 준다.

4. 환경 문제와 과학자의 환경인식

과학과 사회는 오늘날 끊을 수 없는 관계에 있다. 과학 연구는 더욱 더 생산·소비 체계 여하에 좌우되도록 되어 가고 있고 동시에 사회 전체는 응용연구로부터 파생된 새로운 생산을 중심으로 조직되었다. 과학은 사회를 만들어내는 것이면서, 동시에 사회의 산물이기도 하다. 우리는 환경문제와 관련하여 과학의 실천에 있어서 두가지 단절을 지적할 수 있다. 그 하나는 주체와 대상과의 단절이며, 다른 하나는 소위 정밀과학과 철학처럼 임의성이 허용되는 과학 사이의 단절이다. 여기서부터 과학의 객관성과 중립성이라는 두가지 생각이 파생되었다.

객관성은 중립성이라는 신화에 빠진 연구자는 자신의 연구 결과에 대해서 도덕적 책임을 느끼지 않는다. 생태주의자들은 과학을 육성한 정치적·사회적 요청에 주의를 기울이지 않는 이러한 상황에 대해 「양심이 없는 과학」이라고 비판하고 있다. 또한, 우리는 과학의 방법은 공정하다 해도 그 작용하는 내용은 그렇지 않을 수 있다는 관점을 검토해야 한다. 공식화된 증거는 종종 과학의 범위 안에 있는 듯이 보이지만 그 작용은 전적으로 사회적 범위, 태도의 문제이며

가치판단이 작용해야 한다. 어떤 연구주제를 선정할 것이며, 그 결과 얻어진 자료와 방법들을 어떤 기준에 따라 적용할 것인가 하는 문제도 역시 그 사회의 가치판단에 따라 다루어지게 된다. 이때 과학자는 연구결과 뿐만 아니라 그 영향에 대해서도 완전히 면책되기 어렵다.

따라서 과학교육은 과학적 지식이 사람들의 생활에 미치는 영향력을 객관성과 중립성이라는 신화로부터 끌어내어, 과학 분야를 학습하고 연구하는 사람들로 하여금 환경과 인간에 대한 책임감과 윤리적 태도를 갖도록 해야 한다.

■ 과학의 대상으로서의 환경과 환경문제

하나의 種으로서 우리의 생존은 우리가 환경을 어떻게 관리하고 이용하는가에 달려있다. 잘만 한다면 삶의 질은 개선되었지만 잘못한다면 재앙만이 남아 있다. 우리가 당면한 문제들에 대한 해답을 알기 위해서는 생명과학, 물상과학, 사회과학 등과 관련된 많은 원리들을 이해해야 한다. 특히 인간의 활동이 생태계에 어떠한 영향을 미치는가를 집중적으로 연구하는 분야인 환경과학, 그리고 자연생태계에 대한 이해를 목적으로 하는 생태학 등이 특히 중요하다.

1. 환경과학의 정의

환경과학이란 여러 학문으로부터 얻어진 지식을 환경에 대한 연구와 관리에 응용하는 학문이다. 즉, 환경과학은 생명의 조건, 주변환경, 생명체에 미치는 영향 그리고 생명체가 반대로 어떻게 반응하는가를 조사하는 학문이다. 또한 환경과학은 물리학, 화학, 수학, 생물학 등의 기초과학을 기반으로 토목, 화공, 기계, 전기, 전자 등의 응용과학이 동원되는 종합과학과 기술의 특징을 가지고 있다.

2. 생태학과 환경과학

생태학과 환경과학은 많은 사람들이 同意異語로 느낄만큼 밀접한 관련을 맺고 있다. 생태학(ecology)이라는 단어는 '사는 곳(a place to

live)'이라는 뜻을 가진 고대 그리스어 Oikos에서 유래하였다(purdon & Anderson, 1983). 그래서 대부분의 생태학자는 생태학을 '유기체 또는 유기체 집단과 환경과의 관계를 연구하는 것'이라고 정의한다. 한편 타분야도 생물과 환경과의 관계를 연구하고 있지만, 생태학자는 생명의 특성을 나타내는 것은 무엇인가, 생명체는 물질과 에너지와 같은 자원을 어떻게 이용하는가 그리고 생명체들간에는 어떻게 상호작용 하는가에 관심을 갖고 있다.

생태학은 이 과정에 대한 연구이고, 환경과학은 환경을 관리하기 위해 이러한 지식을 응용하는 것이다.

3. 환경과학에의 접근

우리는 자연계가 어떻게 기능하는가 하는 문제를 중심으로 과거의 영향, 현재의 문제, 인간과 환경의 미래 전망을 조사하고 환경적 쟁점을 평가하기 위한 합리적인 사고과정을 개발해야 할 필요가 있다. 우리의 궁극적인 목적인 삶의 질을 높인다는 관점에서 환경을 관리하기 위한 체계적인 접근방법을 제안하는 것이다.

환경과학기술은 크게 오염물질 처리기술, 환경오염방지용 제품 생산기술, 환경시설 설계·시공·운영·관리기술, 환경의 질 예측·평가·관리기술, 환경오염물질측정·분석기술의 5가지로 나눌 수 있는데, 특히 최근에 관심이 급증하고 있는 환경과학기술 분야 중의 하나가 환경청정기술 분야로서 오존층 파괴물질인 불화염화탄소 대체품 개발, 저공해 농약 개발, 석명대체품 및 자연분해 비닐의 개발 등으로서 주로 저공해 공정기술, 저공해 상품 생산 기술 등이 여기에 해당한다고 볼 수 있다(한상욱, 1991).

■ 현행 과학교육에서의 환경교육

1. 과학 교육과정과 교과서의 환경교육 내용 분석

환경교육의 영역을 자연환경, 인공환경, 인구, 산업화·도시화, 자원, 환경오염, 환경보전,

환경대책, 환경위생의 9개 영역으로 구분하고, 이러한 내용들이 현행 국민학교, 중학교 및 고등학교에서 학습하는 과학 영역의 교육과정과 교과서에서 어떻게 다루어지고 있는가를 분석해본다.

1) 국민학교 : 슬기로운 생활/자연

국민학교 1-2학년에서 학습하는 슬기로운 생활 교과서의 내용을 보면, 1학년1학기 「우리 학교」, 「봄소풍」, 「생물과 무생물」 단원에서 「꽃밭」, 「학교뜰」, 「산, 들 바다에 사는 것」, 「생물과 무생물」, 「동물과 식물」등을 통하여 자연환경에 관한 지식 및 환경보전을 위한 태도를 함양시키고 있다. 또, 2학년 1학기의 「자람」 단원에서는 동·식물의 자람과 변화를 관찰하게 하고 2학기의 「여러 가지 곤충」 단원 등을 통하여 우리 주위에 있는 여러 가지 곤충의 생김새와 생활을 알게함으로써 환경과 생물과의 관계를 인식하게 하고, 주위의 환경과 생물을 아끼고 보호하려는 태도를 육성시키고 있다.



3학년부터는 자연 교과를 통하여 과학을 학습하고 있으며, 3학년 1학기에는 환경 관련 단원이 없다. 3학년 2학기의 「연못의 생물」단원에서 생태계에 관한 기본 개념을 이해시키며, 「돌과 흙」 단원에서는 인공환경 영역인 「흙과 우리 생활」 환경오염 영역인 「흙의 씻김과 식물」 환경보전 영역인 「흙의 보존」등의 소단원 수준을 통하여 토양 유실의 원인을 이해시키고 토양을 보존하려는 태도를 기르고 있다. 4학년 1학기의 「강과 바다」단원에서는 빗물의 순환 과정과 흙, 모래, 자갈의 운반 상황을, 「작은 생물」 단원에서는 물속의 작은 생물과 땅위의 작은 생물의 비교 관찰을 통하여 자연환경에 관한 지식을 이해시키고 있다. 2학기에는 「생물과 환경」 단원에서 생태계를 중심으로 하여 자연환경과 생물과의 관계를 이해시킴으로써 환경과 조화롭게 살아가려는 태도를 육성하고 있다. 5학년1학기에서 환경 관련 내용이 취급되지 않았으나 2학기에서는 「생태계」 단원에서 실험과 강의를 통하여 생태계 평형에 관한 전반적인 지식을 인식시키고 있다. 6학년 1학기에는 환경 내용이 없으나, 2학기에는 「환경오염과 자연 보존」 단원에서 자연환경과 환경오염에 관한 기본 개념을 이해시키고 이를 토대로 하여 환경보전과 오염방지를 위한 대책을 다루고 있다. 또 「에너지」 단원에서는 에너지 자원에 대한 지식을 이해시키고 에너지 자원을 절약하려는 태도를 기르고 있다.

2) 중학교 : 과학

중학교 1학년에서는 「대기와 물의 순환」 단원에서 물의 순환과 일기의 변화 등의 자연환경 관련 내용을 다룬다. 또 일부 교과서에서는 읽을 거리에서 온실 효과나 폐기물 처리 방법 정도를 다루고 있다. 2학년에서는 환경과 관련된 단원이라고 볼 수 있는 것이 별로 없다. 3학년에서는 「일과 에너지」단원에서 중단원 수준인 에너지 보존이 자원과 관련된 단원이라 할 수 있으며, 「자연 환경과 우리 생활」이 환경과 관련된 단원으로서 생태계를 중심으로 한 자연환경

경, 인구문제, 환경오염, 환경보전, 환경대책을 망라하고 있다.

3) 고교 : 과학 I / 과학 II / 물리 / 화학 / 생물 / 지구과학

생물 영역으로 구성된 과학 I (상)에서는 총 5개 대단원 중 「생물과 환경」 단원 전부가 환경과 관련된 내용이며 대부분 생태계와 환경 오염으로 구성되어 있으나 인공환경, 인구, 자원, 환경보전, 환경대책 등의 영역이 소단원 또는 차시분량 정도로 취급되고 있다. 지구과학 영역으로 구성된 과학 I (하)에서는 일부 단원 중에 환경관련 내용이 약간씩 언급되어 있다. 예를들면 「우리의 지구」 단원에서 온실효과를 다루고 있으며, 「대기와 해양의 변화」단원에서는 기후의 분포를 변화게 하는 인자 중에서 먼지 지붕 등도 다루고 있다.

물리 영역으로 구성된 과학 II (상)에서는 환경교육과 직접 관련된 내용이 없는 편이다. 화학 영역인 과학 II (하)에서는 환경관련 내용이 읽을 거리나 부록 수준에서 다루어지고 있다. 예를들면, 부록에서 오염물질과 특정 유해물질의 종류, 일상 생활에서나 실험실에서 환경오염 방지의 생활화 및 폐기물 처리 방법 등을 다루고 있으며, 읽을거리에서 산성비의 피해, 석유의 이용에 따르는 공해문제, 오존층 파괴의 메커니즘, 중금속 오염 문제 등을 다루고 있다.

물리에서는 에너지에 관련된 내용이 중단원 수준에서 다루어지고 있다. 화학에서는 구체적으로 환경교육과 직접 관련되는 단원은 없으나, 본문 내용이나 읽을 거리를 통하여 산성비, 오존층 파괴의 메커니즘, 실험실에서 배출되는 폐기물의 처리 방법과 오염 물질의 종류 등이 다루어지고 있다.

생물에선 과학 I (상)과의 중복을 피하기 위하여 환경 관련 내용이 전혀 다루어지지 않고 있다.

지구과학에서는 총 4개 대단원 중 「환경과 자원」 단원에서 환경문제, 지구의 자원, 환경보존 등 환경대책이 주로 다루어지고 있다.

2. 환경교육에 관한 교사의 의견

1) 환경교육과 과학교육과의 관련

전국적으로 표집된 400명의 초·중고 교사들을 대상으로 하여, 현재 학교에서 환경교육을 가장 많이 다루고 있는 교과목을 2개씩만 고르도록 한 조사결과에 의하면(최도현 외 1991), 현재 환경교육을 가장 많이 다루고 있는 교과목은 자연/과학(79.4), 사회교과목(53.9%), 도덕/국민윤리(48.3%)순으로 나타났는데 이러한 순서는 앞으로 환경교육을 많이 다루어야 할 교과목의 순서를 알아본 결과인 자연/과학(83.2%) 사회과목(48.4%) 도덕/국민윤리(40.9%)와도 일치한다. 또한 초·중·고교에서의 환경교육에 관한 독립 교과목의 설치·운영에 관한 교사들의 의견을 조사하였는데 국민학교, 중학교, 고등학교 수준에서 「적극 찬성한다」가 각각 33.2%, 33.5%, 36.2%로 가장 많았으며 「찬성한다」까지 합치면 각 수준에서 모두 과반수 이상(각각 62.3%, 66.2%, 65.1%)으로 나타나 독립 교과목의 설치·운영을 지지하는 것으로 밝혀졌다. 특이한 사실로서는 국민학교 수준에서보다 중등학교 수준에서의 찬성 의견이 더 높음을 발견하였다.

2) 중등학교 환경교육 담당교사에 관한 의견

만일 환경교육이 독립 교과목으로 설치·운영하는 방안이 채택되었을 경우 어떤 교과목 담당 교사가 환경 교과목을 지도해야 한다고 생각하는지를 중등학교 교사들만을 대상으로 조사하였는데, 환경교육이 독립 교과목으로 될 경우 과학 교사가 지도해야 한다가 37.0%로 가장 많았으며 사회 교사라고 응답한 경우가 23.0%로 그 다음을 차지하였다. 또 고등학교의 경우는 지구과학 교사 22.4%, 생물 교사 17.9%, 정치·경제/사회·문화 교사 15.4%순으로 밝혀졌다.

3) 분석결과의 종합

이상에서 보는 바와 같이 환경교육 관련 내용은 주로 과학 교과목에서 가장 많이 지도되고 있는 것이 사실이며, 또 앞으로도 과학교육을 통해

서 지도되어야 한다는 의견이 많았다. 또 과학 영역 중에서도 환경교육 내용은 주로 생물 과목 분야에만 국한되어 지도되고 있으며, 그 외의 분야에서는 거의 지도되고 있지 않다. 환경교육 목표의 측면에서 보면, 거의 환경에 '관한' 교육 즉 '자연환경' 등에 관한 생태학적인 지식이 강조되고 있는 반면, 환경을 '위한' 교육 내용으로는 '환경보전'만이 다루어지고 있다. 교수·학습 방법의 측면에서 보면, 강의 및 토론, 실험·실습, 답사 및 자료 수집의 다양한 방법이 의미있게 제시되지 않고 있다. 한편 교사들은 현재 「과학교과」에서 환경교육에 관한 내용을 가장 많이 다루고 있으며, 앞으로도 「과학교과」에서 가장 많이 다루어야 한다고 응답하였으며, 독립 교과목이 생길 경우 과학 교과목 담당 교사가 지도하는 것이 바람직하다고 응답하여, 환경문제 해결을 위해서는 과학교육에서 환경교육을 의미있게 지도해야 함을 지적하고 있다.

■ 과학, 기술 그리고 사회(STS)를 지향하는 과학교육

1. 과학교육에서의 STS운동의 대두

1950년대 말부터 시작된 학문중심 교육철학은 1970년대 이후 우리 나라 과학교육에 큰 영향을 끼쳐 왔다. 그러나 1970년대 이후, 특히 80년대 들어와서 미국과 유럽에서 학문중심 교육철학에 대한 강한 비판이 일어났다. 그 원인은 막대한 예산을 투입하여 개발된 교육과정의 일선 학교에서 채택되지 못하고 점차 배척되는 현상과, 과학·기술의 발달로 인한 공해문제, 월남전쟁에서의 대량 살상 그리고 미국의 국가 수준의 교육평가 결과 과학에 대한 학생의 실력이 전혀 상승하지 못하고 오히려 내려가고 있으며 과학 과목을 선택하는 학생이 줄어들고 있다는 사실에 있었다. 이는 과학교육이 과학자 양성만을 위한 것이 아니라 모든 사람을 위한 과학이어야 한다는 인식과 병행하여 기존의 학문중심 과학교육에 대한 수정이 가속화되었다. 이렇게 하여 나타난 운동이 소위 과학-기술-사회(Science,

Technology and Society:STS)운동이다.

학문중심 과학교육에서 탈피하여 과학-기술-사회간의 상호관계 인식 등의 생활 현장의 문제가 과학교육에서 다루어져야 하는 필요성은 다음과 같다.

첫째, 그 원인이 어디에 있던지 지금의 과학교육은 학생의 과학개념 이해 측면에서나 탐구능력의 함양에 효과적이지 못했음이 여러 연구에 의해 입증되었다.

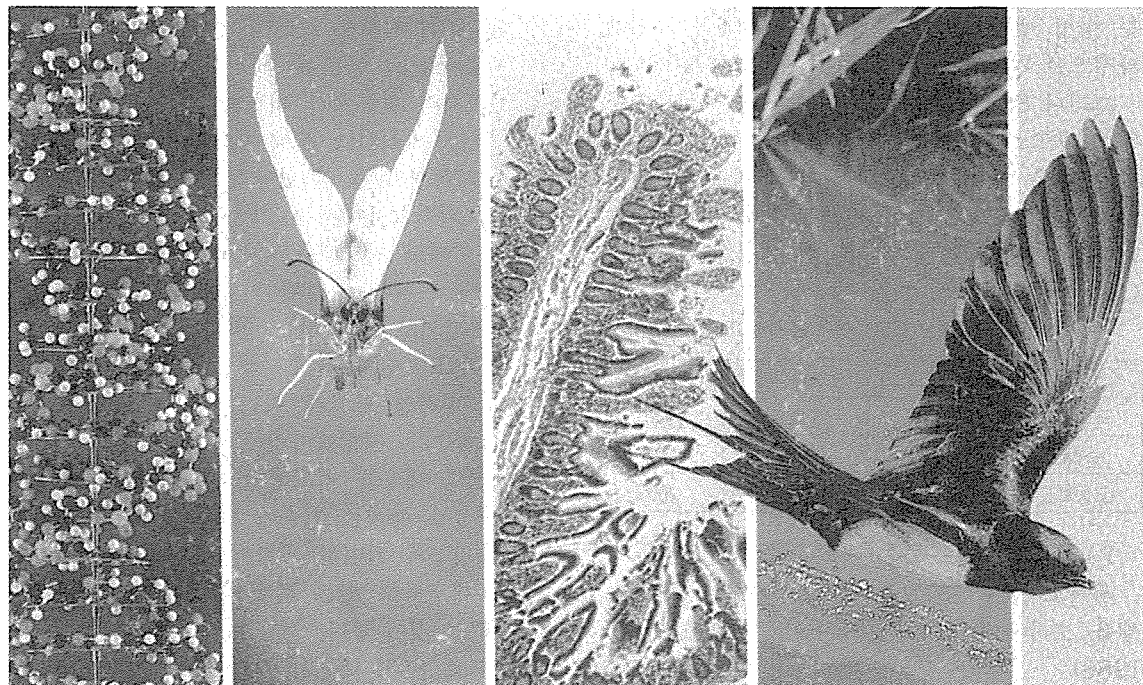
둘째, 이미 서구에서는 학문중심 과학교육에 대한 대안이 제시되고 이와 관련된 많은 자료가 개발되었다는 점이다. STS 운동은 과거의 생활중심 과학교육보다 더 포괄적인 문제를 과학교육의 맥락에 포함시키고 있다. 예컨대 일상생활의 문제 뿐만 아니라 사회·문화적인 측면이 과학교육의 맥락이 되어야 한다고 주장한다. 환경문제와 산업기술 발달의 문제는 50년대의 생활중심 교육에서는 크게 고려의 대상이 아니었으나, 지금은 이 문제가 과학교육의 중요한 문제로 부각되고 있다. 이것은 그 만큼 사회환경의 변화가 있었기 때문이라고 볼 수도 있다. 또

STS 운동에서는 사회윤리적 문제 즉, 동물을 사용하는 생체실험, 전쟁에서의 대량살상용 무기 사용 등 과학·기술이 정치, 문화, 사회에 미치는 영향을 과학교육의 맥락에서 다루고 있다.

과학교육에 과학-기술-사회 간의 관련성 인식을 도입해야 하는 타당성으로서는, 학생들은 직·간접적으로 끊임없이 환경에 노출되어 있으므로 과학교사들은 과학의 내용과 방법 이외에 문화적 영향 속에서 어떻게 과학지식이 응용되며 사회복지에 기여하는가 하는 등을 포함하여 가르침으로써 자신들의 신념과 가치관을 토론하는 방안을 모색해 볼 수 있는 기회를 제공하는 것이 타당하고 적절한 과학교육이 되기 때문이다.

과학교육 과정에 STS를 도입하고자 하는 요지는 학생들이 현재 및 미래의 삶에 구체적인 영향을 미치게 될 상황에 직면하여 어떤 결정을 내리게 될 때 과학지식과 기술을 사용할 수 있게 하고, 이와 관련하여 책임있는 행동을 하자는 것이다.

그러나 과학교사들은 STS의 도입을 적극적으로 지지하지 않는 경우가 있는데 그 이유로는,



순수과학을 강조하는 교과서 문구에 집착하며, 교사 자신들이 잘 모르는 소재를 가르칠 준비가 되어 있지 않고, 변화를 거부하는 경향이 있고, 가치 및 신념 문제에 몰입하게 될까봐 걱정하기 때문인 것으로 알려지고 있다. 따라서 STS의 도입을 위해서는 적절한 프로그램 또는 자료의 개발과 함께 STS교육의 필요성과 중요성을 알리고, 교수·학습 능력을 기를 수 있도록 과학교사에 대한 연수가 이루어 져야 한다.

STS와 관련하여 과학교과에서 다루어지는 소재들은 주로 산성비, 위험 폐기물, 기아, 공기정화, 광물자원의 고갈, 산악제한, 핵전쟁, 마약, 오존층 파괴, 유전공학, 온실효과 등이며, 최근에는 컴퓨터 바이러스, 기술 민족주의, 과학 연구비 조성 등이 새로운 관심사로 떠오르고 있는데, 이들은 대부분 환경문제와 직·간접적으로 연결되어 있다.

STS를 교육과정에 도입하는 방안으로는 첫째, 정규과학교육 과정의 적당한 부분에 짧은 주제를 삽입하는 방법 둘째, 수 주 또는 수 개월 간 구별하여 따로 단원 지도를 하는 방법 셋째, 선택과목을 두고 STS교육과정으로 지도하는 방법 넷째, STS를 강조하는 학과목간 연계과정으로 지도하는 방법 등이 제시되고 있다.

그러나 STS를 전체 과학교육 중에 어느 정도의 비중으로 도입할 것인가 하는 데에는 여러 가지 의견이 있는데, 미국의 과학교사협회(NSTA, 1982), 캐나다 과학위원회(SCC, 1984) 그리고 Bybee(1987)의 제안을 정리하면 <표>와 같다.

<표> STS내용이 과학교육에서 차지해야 할 비중

	NSTA(1982)	SCC(1984)	Bybee(1987)
국민학교	5%	50%	10%
중학교	15%	33%	15%
고등학교	20%	25%	20%

2) STS를 강조하는 과학교육 방안

과학교육에서 STS를 강조할 때에는 다음 사항을 고려해야 한다(Collette & Chiappeta, 1986).

- 주입 : 교사의 신념을 학생에게 직접 주지시키는 것은 대화를 통한 사고개방의 기회를 제공할 수 없으므로 피해야 한다.
- 가치의 명료화 : 학생들은 토론 과정에서 자신의 동료 급우들이 가지고 있는 신념을 명백히 하게 되는데, 이때 교사들은 학부모의 배경과 관련하여 세심한 배려를 해야하고 교사가 최근 신문 논설 등에서 과학·기술 관련 사회문제를 발췌하여 시가지료(TP 자료등)를 만들어 제시한 후 약 5분 정도씩 토론 시간을 가지면서 매주 학생들이 읽는 잡지와 자신의 생각을 기록한 것들을 수집하면 효과적이다.
- 분석 : 학생들은 탐구하여 관련된 아이디어를 찾아내어 사실적 정보를 수집하여 공부하고 그에 대한 자신의 생각을 발전시켜 발표하게 함으로써 과학적 탐구력, 고등 사고력, 결단력을 기르게 해야 한다.
- 윤리의식 고취 : 공평, 정의, 평등 및 인간존엄성 같은 개인도덕 가치에 관한 논리력과 사고력을 기르도록 해야 하는데, 이때 학생개개인의 지적, 도덕적 발달 단계에 따라 적절히 지도해야 한다.
- 행동학습 : 교실 밖 지역사회에 도움이 되는 실제적 활동에서 희망자로 하여금 관련 표본을 수집하여 오게 할 때에는, 위험성 및 그 득과 실을 잘 판단하여 지도해야 한다.

또, 과학교육에서는 기술적 장치 및 기구에 대한 이해도 지도해야 하는데, 이와 관련된 과학 주제에 직접 관련된 기술 목록 내용은 안테나, 복합회로, 인공지능, 방사선 총, 자동 초점 조절 렌즈, 전자 렌지, 칩, 핵 반응기, 디지털 시계, 방사능 탐지기, 연료전지, 초전도체, 가이거 계수기, 시험관야기 등이다.

이러한 내용을 지도하고 간단한 요약 보고서를 작성할 때에는 기술이 개발된 과정, 기술의 작용 기능과 기여한 과학적 원리, 이론이나 기술이 내포하고 있는 위험성 등과 같은 사항도 고려하는 것이 좋다.

끝으로 STS 내용의 학습지도에 있어서 지도

안을 작성할 때에는 다음 준거를 고려하는 것이 바람직하다.

- STS 관련 문제는 빨리, 명확히, 추진력 있게 제시해야 한다.
- 서로간에 미치는 영향을 명확히 제시해야 한다.
- 자료는 사회 구성원으로서의 학생들이 이해할 수 있도록 개발해야 한다.
- 자료의 제시는 특정 관점에 치우치지 않도록 해야 한다.
- 학습자에게 유용한 자료를 제시해야 한다.
- 자료는 학습자의 문제해결력 및 결단력을 기르는 데에 기여해야 한다.
- 자료는 학습자가 다른 STS관련 문제에도 능동적으로 대처할 수 있는 역량을 기를 수 있어야 한다.

■ 결론 : 환경문제 해결위한 과학교육의 역할과 과제

본고에서는 과학과 사회 간의 상호관련성 측면에서 과학교육이 어떤 역할을 해야 하는지를 개관하였다. 과학교육에 대한 정의는 다양한데, Hofstein 과 Yager(1982) 그리고 Yager (1984)는 과학교육을 과학과 사회간의 상호관련성 즉, 과학이 사회에 미치는 영향과 사회가 과학에 미치는 영향을 교육하는 학문으로 정의하였다. 이러한 입장을 받아들인다면, STS의 소재로서 가장 부합되는 환경문제를 해결하기 위한 과학교육의 역할과 과제는 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 환경문제를 해결하기 위한 과학기술의 개발은 이제 전세계적인 과제가 되었다. 따라서 새로운 무역장벽(Green Round)으로부터 국가의 경제를 보호·유지하며, 나아가 지속 가능한 개발을 가능케 하기 위해서는 환경적으로 건전한 과학기술의 발전이 핵심적인 요소가 되고 있다.

둘째, 과학교육은 생태계와 인간의 삶에 영향을 미치는 환경의 모든 요소들과 인간의 활동이 환경의 질에 미치는 영향에 대한 복합적인 이해

를 가능하게 하고, 한 사회와 개인이 자신들이 원하는 환경의 질을 달성하기 위하여 어떻게 합리적인 결정을 할 수 있는가를 보여줌으로써 환경과학의 개념들을 행동 유형 속으로 끌어들이야 한다.

셋째, 과학기술의 발달이 환경문제를 발생시키는 원인이 되는 힘을 제공했다는 것은 부인할 수 없는 사실이지만, 현재의 파괴된 환경을 복구하고, 앞으로 발생할 지도 모르는 환경문제를 예측, 예방하기 위해서는 환경과 관련하여 신중하게 선택된 과학기술의 발달이 필수적인데, 이를 위해서는 체계적인 과학교육이 필요하다.

넷째, 앞으로의 과학교육에서는 과학기술의 사회적 성격과 환경에 미치는 잠재적 영향력에 대한 이해에 바탕을 둔 책임감과 환경윤리 의식을 갖도록 지도해야 한다.

다섯째, 현재 과학 영역 중에서 환경교육 내용은 주로 생물과목 분야에만 국한되어 지도되고 있으며, 그외의 분야에서는 거의 지도되지 않고 있기 때문에 환경교육 내용을 과학교과의 전 영역에 고루 반영하여야 한다. 또, 환경교육 목표의 측면에서도 거의 환경에 「관한」교육 뿐만 아니라 환경을 「위한」 교육과 환경 「내」에서의 교육을 균형있게 강조하여야 한다.

여섯째, 환경교육을 위해서는 과학학습 방법의 측면에서도 강의 및 토론, 실험·실습, 답사 및 자료 수집의 다양한 방법이 의미있게 활용되도록 해야한다.

일곱째, 과학의 내용과 방법 이외에 과학지식이 어떻게 문화적 영향 속에서 응용되고 사회복지에 기여하는가 하는 것 등을 포함하여 가르침으로써 자신들의 신념과 가치관을 토론해 보면서 문제해결 방안을 모색해 볼 수 있는 기회를 제공하기 위해서는 과학교육에 STS를 확대, 도입하는 것이 타당할 것이다.

◇ 이 글은 「'92 國內外 한국과학기술자학술회의 夏季심포지움」 과학교육분과에서 발표된 내용을 전재한 것임 ……………〈편집자〉