

범주화 활동이 에너지·환경 쟁점에 대처하는 비판적 사고 개발에 미치는 영향

구 수 정 · 박 승 재*

(한국교육개발원) · (서울대학교)*

(1996년 12월 6일 받음)

I. 연구의 필요성 및 목적

현대와 같이 세 측면들이 중다국면적이고 상호존적인 사회에서 일어나는 문제는 단편적인 지식, 단순 논리적인 사고, 근시안적 신념, 편협된 가치관 등으로는 해결해 내기 어렵다(Paul, 1990). 이에 따라 과학교육이 범지구적 변화 추세에 부응하려면 과학교육자 자신들의 교육관과 행동 양식의 변화뿐만 아니라(Hobson, 1995), 학생들에게 비판적 사고, 창의적 사고 등과 같은 고차적 사고와 과학 및 기술의 활용능력을 길러 줄 것이 기본적으로 요구되고 있다(Lawson et al., 1979; Bybee, 1993; Solomon & Aikenhead, 1994). 과학관련 쟁점들, 특히 과학과 사회와의 상호작용에서 비롯되어 개인과 개인, 개인과 집단, 집단과 집단, 더 나아가 국가와 국가간에 일어나고 있는 여러 가지 문제들은 관련 당사자들간의 이해 관계가 얽혀 갈등과 분쟁을 일으키는 것을 볼 수 있는데(Fensham, 1988), 그러한 갈등과 분쟁이 생기는 이유는 주로 비판적 사고 능력의 결여나 가치관의 차이 때문인 경우가 대부분(Baez et al., 1987; 김영채, 1995)이다.

듀이(Dewey, 1910)가 비판적 사고를 포괄하는 반성적 사고를 교육과정 구성의 원리로서 강조한 이래 사고 능력의 개발이 주요 교육의 목표로 인식되어 왔는데, 특별히 1980년대에 들어와서는 민주시민의 자질로서, 복잡하고 급변하는 현대 사회에 대처하기 위한 능력으로서 관심이 고조되었다. 급변하는 사회의 요구에 부응하여 외국에서는 과학적 사고 교육에 관한 연구가 비교적 활발한데(Appel et al., 1972; Renner, 1973; Lawson, 1984; Kuhn et al., 1988), 한국에서

는 소수의 연구가 수행되었을 뿐이다(Han, 1977; 한중하 외, 1982; 박종원, 1992; 장병기, 1993). 그러한 가운데 학문 중심주의 교육과정 운동이후 과학의 과정을 이해하는 것이 보다 중요하다는 인식하에 실험실 활동이 강조되어 왔지만, 최근에는 조작적인 실험실 상황이 실제 일상 생활의 상황과 다른 데서 오는 괴리감을 인식하게 되었다(송진웅, 1993). 그리고 과학은 이제 더 이상 상아탑이나 실험실내에 고립된 채 독립적으로 일어나는 활동이거나, 과학자들만의 전유물도 아니므로 과학지식을 깊이있게 전수해야 한다는 것으로부터 과학의 시대를 살아가는 일반인으로서의 개인의 삶에 의미있게 기여하는 과학교육이 되어야 한다는 공감대가 형성되었다. 이의 실현을 위해 장차 학생들이 일상 생활 속에서 접하게 될 과학적 상황에 보다 친숙하게 되고, 부딪치게 될 과학 관련 문제의 해결 및 의사 결정에 능동적으로 참여할 수 있는 자질로서의 과학적 사고를 길러 주어야 한다는 데 많은 과학교육자들은 의견의 일치를 보고 있다. 과학적 사고를 과학적 방법 또는 과학적 탐구 방법과 결부시켜 보는 경향이 있는데, 이는 과학적 사고에서의 중추적인 과정을 가설 형성 및 검증의 과정, 즉 가설 연역적 논리성에 근거를 두고 있기 때문이다(한중하 외, 1982; 교육부, 1986). 가설 형성 및 검증 능력은 일상 생활의 상황에서 활용되는 일반적 사고 중에서 비판적 사고와 가장 관련이 있는 것으로 분석된다(허경철 외, 1990). 그러나 가설 형성 및 검증은 탐구교육이 강조된 이래 과학의 과정 중의 일부로서, 또 과학적 사고의 일부로서 논의되어 왔지만, 과학과 사회와의 관련성이 증대되면서 민주 시민의 자질로서 논의되기 시작한 비판적 사

고와는 별개의 것으로 인식되고 있는 듯하다. 이와 같은 인식의 혼란을 피하기 위하여 비판적 사고가 과학적 사고, 일반적 사고, 초인지, 반성적 사고 등 여러 가지 사고와는 그 특성이 어떻게 다른지 살펴볼 수 있는 사고 체계에 대한 비교 및 정리가 있어야 하며, 실제적인 과학관련 쟁점을 과학 수업에서 다루면서 그를 통해 비판적 사고를 개발하는 방법에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 범주화 활동을 통해 에너지 및 환경 개념을 획득하는 과학과 기술 및 사회(STS) 접근 수업이 비판적 사고 능력 중 문제를 다양한 관점에서 조망하는 비판적 사고 기능 및 비판적 사고 성향의 개발에 미치는 영향을 조사 분석한다. 이를 위해 설정한 주요 연구 문제는 다음과 같다.

- 1) 범주화 활동을 통해 에너지·환경 개념을 획득하기 위한 학생들의 학습준비도는 어떠한가?
- 2) 범주화 활동을 통한 에너지·환경 개념 획득 수준은 어떠한가?
- 3) 에너지·환경 쟁점 문제 해결에서 비판적 사고 능력의 변화는 어떠한가?
- 4) 에너지·환경 쟁점 문제 해결에서 비판적 사고 성향의 변화는 어떠한가?
- 5) 비판적 사고 능력과 성향과의 관계는 어떠한가?

II. 이론적 논의

사고는 과학 교육뿐만 아니라 일반 교육의 주요 목적의 하나로서 관심의 대상이 되어 왔지만 학자들마다 접근 방법이 달라 여전히 논의의 대상이 되고 있다(Bredderman, 1985; enkins, 1988).

비판적 사고에 대한 정의가 다양한 가운데 넓게는 '반성적 회의를 요하는 활동에 참여하는 성향과 기능(McPeck, 1981)', '무엇을 믿어야 할지 혹은 해야 할지 결정하는 일에 있어서 중점적으로 사용되는 합리적, 반성적 사고(Ennis, 1985)'인 것으로, 좁게는 '진술문을 올바르게 평가(Ennis, 1962)'하는 것으로 보고 있다. 미국 교육정책심의위원회(The Educational Policies Commission, 1979)가 미국 교육의 주요 목적으로서 사고하는 능력을 설정하고 그 본질에는 회상과 상상, 분류와 일반화, 비교와 평가, 분석과 종합, 연역과 추리 등의 합리적 사고과정이 포함된다고 하였다. 이 합리적 사고에 대한 방향으로서 과학자들과 과학교육자들은 과학적 사고, 창안, 창의적 사고에 대한 조건을 규정하면서 과학 프로그램에 '과학자처럼 생각'하도록 하는 것을 목적으로 진술하였다(Gagne, 1980). 그리고 '과학자처럼 생각'한다는 말은 객관성, 경험적 증거의 존중, 지나치게 일반화된 결론의

회피 등과 같은 태도를 고무하는 의도를 반영하는 것이고, 부분적으로는 비판적 사고, 논리적 추론, 유추의 적절한 사용 등을 의미하는 것이라고 하였다. 이로부터 비판적 사고는 과학적 사고 기능의 한 요소이고, 나아가 일반적 사고의 한 요소인 합리적 사고에 포함되는 것을 알 수 있다.

한편 과학적 사고에 대한 정의도 다양하여 '사고의 주체가 살고 있는 세계를 알기 위해 탐구하는 하나의 방식', 과학적 논리를 토대로 하는 연역적 사고와 귀납적 사고, 직관, 그리고 '분석적 사고와 종합적 사고의 복합체', '문제의 인식에서 출발하여 과학의 인지 구조에 이르는 탐구의 과정을 수행하는 정신 활동의 능력', '자연 사물과 현상을 과학적으로 관찰하며 처리해 가는 과정에서 적용되는 합리적이고 실증적이며 창의적인 사고', '인간이 인지하는 모든 현상과 문제를 과학적인 방법으로 생각하고 설명하고 해결하려는 지적인 속성을 지닌 것' 등으로 다양하게 정의되고 있다(Kuhn, 1988; 최종락, 1989; 한중하 외, 1982). 이로부터 과학적 사고는 일반적 사고의 영역과 관심이 '과학적'인 것에 편중된 것임을 알 수 있다. 과학적 사고는 일반적 사고에 포함되지만 과학에 관련된 문제를 해결한다는 점에서 특징이 있고, 일반적인 사고에 비해 객관적이고 실증적인 점이 더욱 강조되는 관계에 있다. 그러나 과학과 과학 교육이 사회의 영향을 받아 상호 관련성이 커감에 따라 '과학적'이라는 말의 의미와 '과학적 문제'의 영역이 모호해지게 되었고, 따라서 과학적 사고와 일반적 사고를 구분하는 일도 애매해지게 되었다.

그동안 과학 교육에서는 과학적 사고를 과학 수업에서 인지된 문제를 해결하는데 필요한 논리성을 내포한 사고인 것으로 파악하여 좁은 의미로 사용하여 왔다. 탐구적 과학 학습에서는 학생들에게 추상적인 과학적 사고를 교육하기 위하여 그 실제화된 모습으로서 과학적 방법의 습득을 강조하였고, 과학적 방법은 문제의 인식, 가설 설정, 실험, 데이터 수집 및 해석, 결론(일반화) 등의 5단계 과정에 관련된 조작적 기능인 것으로 설명해 왔으며, 조작적 실험을 수행하는 동안 과학적 사고, 특히 가설 연역적 논리가 형성될 수 있다고 하였다(한중하 외, 1982). 그러나 실험실 수업이 형식화되는데 따른 문제점과 사고 실험의 중요성을 지적하면서 코난트(Conant, 1951) 등 많은 과학자들은 형식화된 과학적 방법보다는 다양한 방법에 의해 대부분의 과학 지식이 발견된다고 주장하고 있다. 다양한 방법은 폭넓은 과학적 사고의 개발을 지향하는데 여기에는 논리적 사고외에 비판적 사고, 창의적 사고 등이 포함된다. 이상의 논의로부터 비판적 사고, 창의적 사고 등이 넓은 의미의 과학적 사고로서 인식되고 있는 것을 알 수 있다. 따라서 특별히 조작적 실험 기능 위주의 수업이 아닌 일반 과학 수업이나 과학과 기술 및 사회 수업에서는 '좁은 의

미' 보다 '넓은 의미'의 과학적 사고에 대한 개념 및 용어를 사용하는 것이 보다 적절하다 하겠다. 과학적 소양인에게 요구되는 능력 가운데 '문제해결 과정을 통해 관련된 자료와 정보를 수집하고, 자료의 적절성, 신뢰성, 타당성 등을 분석하며, 정보 출처의 의존성과 편견의 정도를 평가하는 능력'과 '의사결정 과정에서 여러 대안 중에 합리적인 것을 선택하고 새로운 선택을 제시하며, 입장을 결정하는 능력'은 바로 비판적 사고 능력에 해당한다.

비판적 사고 기능을 기르기 위하여 개발된 프로젝트 임팩트(project impact)에서는 비판적 사고 교육과정을 비판적 사고가 포함된 제반 일상 활동을 종합한 것에 두고 비판적 사고가 일반적 기능들과 함께 개발되는 것으로 보고 있다. 폴(Paul, 1990)은 비판적 사고 기능을 인지적 전략과 정의적 전략(기능)으로 나눌 뿐만 아니라 인지적 전략을 다시 거시적 능력(macro-ability)과 각 능력에 대한 하부 요소로서 미시적 기능(micro-skills)으로 나누는 등 비판적 사고를 세분화시키고 있지만, 일반적으로는 사실과 의견 구분, 타당하고 충분한 근거 제시, 신뢰로운 정보원 선택, 문제를 다양한 관점에서 조망, 편견 탐지, 숨겨진 의미와 가정 확인, 적절한 평가 준거 사용 등의 비판적 사고 기능과, 건전한 회의성, 지적 정직, 객관성, 체계성, 철저성 등의 비판적 사고 성향을 들고 있으며, 이를 위하여 특정의 적합한 종류의 학습 경험이 제공되어야 한다(성일제 외, 1989)는 것이다.

비판적 사고를 개발하기 위한 노력은 특히 선진 외국에서 활발한데 국내에서도 산발적으로나마 관심이 증대되고 있는 추세이다(허경철 외, 1991; 박경숙 외, 1989). 비판적 사고 개발시 주목해야 할 두 가지 사항이 있는데, 첫째는 비판적 사고는 내용을 깊게 이해한 것을 바탕으로 하여 이루어진다는 것이다. 둘째는 이해한다는 것과 믿고 수용한다는 것은 반드시 같은 것이 아니란 것이다. 읽었거나 들었던 것을 이해한다고 해서 '언제나 맞는 것으로' 무비판적으로 받아들이는 것은 옳지 않으므로, 수용할 만한 이유나 증거가 충분하고 적절한지 이유를 따져 보는 활동이 필요하다(김영채, 1992)는 말이다. 이러한 비판적 사고 활동은 개념 학습에서의 범주화 활동과 매우 유사하다. 모든 범주화 활동이란 사건들을 특정 단서(기준)는 활용하고 다른 단서는 무시함으로써 일정한 형태로 구분하고 분류하는 활동이기 때문이다(Joyce & Weil, 1986). 따라서 본 연구에서는 범주화 활동을 통해 개념을 학습한다는 말은 비판적 사고 활동을 통해 개념을 학습한다는 말로 대체할 수 있는 것으로 보고, 실례 및 비실례가 되는 예제 속의 과학 개념을 범주화 활동을 통해 이해하게 한 후 내용에 대한 이해를 바탕으로 일상 생활 중에 접하게 되는 문제를 비판해 보는 경험을 제공함으로써 유기적 개념학습을 통

해 획득한 과학 개념과 비판적 사고력이 일상의 쟁점 상황에 어떻게 전이되는가에 관심을 두고 있다.

개념학습 방법 중 개념획득 방법은 학생들의 직접적인 지적기능을 사용하게 되므로 개념학습에 효과적으로 기여할 수 있다는 주장이 있다. 개념획득 모형은 학생들이 어떤 개념에 이르도록 하기 위하여 그 개념의 특성들(속성들)을 포함한 예제들과 그러한 특성을 포함하지 않은 예제들을 비교하고 대조하도록 하여 어떤 한 개념에 이르도록 고안된 수업모형이다. 개념 획득 과정에서 비실례들로부터 실례들을 구별해 내는 속성들을 찾아 목록화하는 활동은 앞에서 고찰한 바에 의하면 이것은 일종의 범주화 활동이며 이는 지적 기능 중에서 비판적 사고 기능과 관련있음을 이해할 수 있다. 예제들을 비교하고 대조하면서 개념에 해당하는 속성을 찾아내는 동안 학생들은 예제들을 일정 기준에 의해 다른 측면들과 관련하여 한데 묶는 범주화 활동을 하게 되고, 그러한 가운데 정보 자료들을 일정한 관점에서 보는 시각을 갖게 된다. 따라서 만약 한 개념 속에 여러 가지 속성이 들어 있는 다중 속성 개념을 획득해야 한다면 학생들은 예제들, 즉 정보자료들을 범주화하면서 여러 가지 관점에서 속성들을 분석하여 고찰할 것이고, 이렇게 개념을 획득하는 동안 학생들은 예제를 선별하는 정보처리 과정을 통해 과학적 질문, 과학적 방법, 가설의 본성에 친숙해져서 다음에 상황이 바뀌더라도 이러한 지적 능력을 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

에너지와 환경은 최근 과학과 기술 및 사회 접근의 측면에서 가장 자주 접하고 있는 개념이다(Lewis, 1991). 최종락(1983)은 에너지 교육의 필요성을 에너지 위기를 극복하고, 학교 교육을 생활 장면과 결부시키기 위하여 두었다. 바람직한 에너지 교육을 위한 원리로는 통합성의 원리, 계속성의 원리, 일상성의 원리를 들고 있다(최돈형 외, 1994). 그 중 통합성의 원리는 에너지의 이용이 환경 및 정치, 경제, 윤리 등 사회 제반 영역과 깊은 연관을 맺게 되면서 더욱 강조되고 있는 듯하다. 트로우브리지 등(Trowbridge et al., 1981)은 에너지를 통합적 접근 방식으로 가르칠 때 학생들은 의사결정, 비판적 사고, 문제 해결 등과 같은 활동을 하게 된다고 강조하였다. 환경 교육에 대한 관심은 1975년에 벨그라드 헌장(Belgrade Charter)이 국제 회의에서 채택된 이래 전세계적으로 지속적으로 증가되어오고 있다. 환경 교육은 사실상 교육의 내적 요구, 학문 도야의 필요성보다는 환경 문제라는 인류 공동의 문제를 해결하기 위한 필요성에서 도입된 국가·사회적 요구의 성격을 강하게 가지고 있다. 한국에서도 1995년부터 시행되는 제 6차 중학교 교육 과정의 선택 교과로서 '환경' 교과가 신설되었다. '환경' 교과의 교육은 환경 및 환경 문제와 관련되는 여러 학문과 교과들의 내용, 방법과 깊은 관

계를 맺고 있기 때문에 '환경' 교과서의 주제들은 다학문적, 통합적으로 제시되어 있는 것을 볼 수 있다. 따라서 환경 교육의 영역과 내용들은 학교 환경 교육을 통해서 종적, 횡적 연계성을 유지하면서 특정 영역과 내용이 강조되거나 누락됨이 없이 지도되어야 한다는 주장이 대두되고 있다(최돈형 외, 1991; 남상준, 1995). 에너지의 이용 현황과 전망, 그에 따른 환경문제는 에너지의 이용에서 얻는 이득과 환경문제 등에서 오는 위험부담의 균형을 위하여, 물리·화학·생물학·지구과학·해양학·생태학 및 기술·산업 등에 이르는 기초과학과 종합 공학적인 측면을 비롯한 정치·경제·사회·문화에서 윤리·도덕·철학에 이르기까지 인문사회과학의 문제가 복잡하게 얽혀 있다. 따라서 '에너지'와 '환경' 영역은 과학의 중요한 기본 개념일 뿐만 아니라 구성하기에 따라서는 가장 문제점을 가진 시사성 있는 내용을 포함할 수 있는 영역이다. 지구 온난화, 식품 오염, 수질 오염이 시민들의 관심을 불러 일으키는 것은 이론적 모형이 탁월해서가 아니라 일상 생활에 위협을 가하기 때문이다. 솔로몬(Solomon, 1992)은 시민 교육의 일환으로서는 정확히 "운동에너지"와 "위치에너지"의 의미를 알게 하는 것보다 에너지의 생산과 사용에 대하여 학습하게 하는 것을 중요시하고 있다.

이러한 맥락에서 고찰해 볼 때 제6차 교육과정의 의해 '96학년도부터 고등학교에 공통필수과목으로서 적용되는 공통과학의 여러 영역 중에서도 에너지와 환경 영역은 그 개념적 본성으로나 정치, 경제, 사회, 윤리 등 타영역과의 관련성으로나 가장 통합적 성격이 강한 영역이다. 그러나 문서화된 교육과정은 느슨한 형태의 통합으로 되어 있으므로(이규석, 1993), 통합과학적 특성을 제대로 살리려면 교수·학습에서 의미있는 연구를 바탕으로 실시되어야 한다. 공통과학 속의 에너지 영역의 내용을 1) 열, 2) 태양 에너지, 3) 전기 에너지, 4) 화학 에너지, 5) 생물 에너지, 6) 에너지의 흐름과 보존 등으로 구분하여 차시별로 나누어 가르치면서, 열과 전기 에너지는 물리학적으로, 화학 에너지는 화학적으로, 생물 에너지는 생물학적으로, 태양 에너지는 지구과학적으로 심화시켜 다룬다면 통합과학의 의미도 상실될 뿐만 아니라, 지도 교사도 각각의 내용을 전공별로 나누어 가르쳐야 하는 실제적인 어려움을 겪게 될 것이다. 최근 쟁점이 되고 있는 환경 문제들 중에는 대부분 에너지원의 사용 결과에 기인한 환경 파괴 및 오염의 문제가 대부분이므로 교수·학습의 차원에서 두 영역을 횡단적으로 꿰뚫을 수 있는 교수·학습 프로그램과 자료를 개발하여 적용해야만 공통과학이 신설된 의미에 부응할 수 있을 것이다.

III. 연구 방법 및 내용

1. 연구 설계

본 연구의 적용 대상 학생은 서울시내에 소재하는 인문계 고등학교 1학년 학생들이고, 내용은 "공통과학" 과목의 에너지와 환경 영역이다. 공통과학은 일반계의 인문사회 과정과 과학 과정을 막론하고 모든 학생들이 이수해야 하는 공통 필수과목이므로 실험 적용 학교의 특별활동반 중에서 비교적 인원이 많고 과학에 대하여 보통 정도의 관심을 가지고 있을 것으로 추정되는 독서반(n=51)을 선정하였다.

공통과학에서는 과학적 개념의 확장은 시도하지 않고 중학교 3학년까지의 과학지식을 가지고 다양한 교수·학습 방법을 통한 활동을 중심으로 하면서 과학과 기술 및 사회와의 관련성을 이해하게 하는 데 중점을 두어야 하므로 반드시 학생들의 학습 준비도를 확인할 것을 요청하고 있다(교육부, 1992, 1995). 이러한 취지에 맞춰 본 연구에서는 먼저 학생들의 학습준비도를 조사하였다. 그리고 나서 단일집단 사전-사후 검사를 실시하였다.

O_{crp} X_T O_{cr} O_{∞}

여기에서 O_{crp} 는 사전 비판적 사고 능력 검사, X_T 는 과학배경 수업, O_{cr} 는 사후 비판적 사고 능력 검사, O_{∞} 는 수업후 개념획득 정도 조사를 의미한다. 연구 적용 기간은 주당 2시간씩 1달 정도가 소요되었다.

2. 범주화 활동 프로그램의 개발

본 연구에서 개발한 범주화 활동 프로그램에서는 공통과학의 에너지와 환경 개념을 STS 접근 방식을 취하여 과학기술, 환경, 정치, 경제, 사회 윤리의 영역으로 나누어 학습하는 동안 비판적 사고 과정을 거치도록 조직되어 있다. 비판적 사고 과정에 대한 구상에는 아들러(Adler, 1987)의 일반 기능 접근을 통한 비판적 사고 개발 과정과 하이드와 비자르(Hyde & Bizar, 1989)의 지적 사고과정에 대한 개관을 참고로 하였다. 이에 따라 에너지·환경 개념 및 비판적 안목을 기르기 위하여 에너지·환경 개념을 내포하고 있는 예제의 개념 속성을 파악하여 학생 스스로 세운 분류기준에 따라 예제들을 비교 및 분류하는 범주화 활동을 통한 사고 기능을 익히고, 분류 기준을 예상하여 검증하고 일반화해 나가는 사고과정을 거치며 가설연역적 추론, 가치 판단 및 문제 해결 방안 제시 등의 조작을 통하여 개념 획득과 비판적 사고의 개발을 동시에 할 수 있도록 수업 과정 및 자료를 구성하였다. 범주화 활

<표 1> 범주화 활동 프로그램자료의 분류기준 및 속성

I. 에너지·환경 개념		
1.1.1 에너지 자원의 종류 및 전환		
	<분류> 화석 연료 자원과 화석 연료가 아닌 에너지 자원 <속성> 석탄, 석유 및 천연 가스는 고생물이 지하에 묻혀 압력을 받아 형성된 화석 연료이다.	
I.1 에너지 관련 과학 기술	I.1.1.1 화석 에너지원 I.1.1.2 근원이 되는 에너지원	<분류> 화석 연료 자원과 화석 연료가 아닌 에너지 자원 <속성> 석탄, 석유 및 천연 가스는 고생물이 지하에 묻혀 압력을 받아 형성된 화석 연료이다.
	I.1.1.3 에너지의 이용	<분류> 근원이 되는 에너지 자원과 그밖의 에너지 자원 <속성> 지열, 조력, 핵에너지 등을 제외한 거의 모든 에너지의 근원은 태양이다.
	I.1.2 에너지 이용과 과학 기술의 역사	<분류> 1차에너지와 2차 에너지 <속성> 전기에너지는 1차 에너지 자원으로부터 발전과정을 거쳐서 생기는 2차 에너지이다.
	I.1.3 에너지 개발의 입지적 조건	<분류> 산업혁명 전과 후에 주로 사용한 에너지 자원과 이용 방법 <속성> 산업혁명 이후 에너지를 이용하는 기술이 빠르게 발달하면서 화석연료의 사용이 급증하였다.
I.2 지구 환경 과의 관계	I.2.1 온실효과	<분류> 개발에 따른 특별한 입지적 조건이 필요한 에너지와 필요하지 않은 에너지 <속성> 태양광 발전소는 아무 곳이나 세울 수 있다.
	I.2.2 역전층의 형성	<분류> 온실 효과를 일으키는 에너지 자원과 일으키지 않는 에너지 자원 <속성> 온실 효과에 가장 큰 영향을 미치고 있는 이산화탄소는 화석 연료의 사용으로 그 방출량이 증가되어 왔다.
	I.2.3 오존층 파괴	<분류> 대기오염물질을 방출하는 에너지 자원과 그렇지 않은 에너지 자원 <속성> 화석 연료는 많은 양의 대기오염 물질을 방출하고 있다.
	I.2.4 자연경관 파괴	<분류> 오존층을 파괴하는 물질과 그렇지 않은 물질 <속성> 냉장고, 에어컨 등에 사용하는 열냉각제인 프레온 가스는 오존층을 파괴한다.
I.3 정치 · 경제 · 사회 와의 관계	I.3.1 자원의 분포	<분류> 개발에 따른 자연파괴를 가져오는 에너지 시스템과 그렇지 않은 에너지 시스템 <속성> 화력 발전, 수력 발전, 조력 발전을 위한 개발에는 자연경관의 파괴가 따른다.
	I.3.2 에너지 소비분야	<분류> 개발에 따른 자연파괴를 가져오는 에너지 시스템과 그렇지 않은 에너지 시스템 <속성> 화력 발전, 수력 발전, 조력 발전을 위한 개발에는 자연경관의 파괴가 따른다.
	I.3.3 에너지 소비국	<분류> 화석 연료가 많이 매장되어 있는 나라와 그렇지 않은 나라 <속성> 화석 연료의 매장량 분포는 지구적으로 편중되어 있다.
	I.3.4 기술 개발 및 생산 비용	<분류1> 에너지 소비량이 많은 분야와 그렇지 않은 분야 <속성1> 에너지는 산업 분야에서 가장 많이 소비되고 있다.
	I.3.5 기술 개발 및 투자 현황	<분류2> 에너지 소비량이 과거에 많았던 나라와 현재 많은 나라 <속성2> 미국 등 선진국은 과거에 에너지 소비량이 많았고 개발도상국들은 현재 많이 소비하고 있다.
	I.3.4 기술 개발 및 생산 비용	<분류> 기술 개발 비용이 많이 드는 에너지 자원과 생산비용이 많이 드는 에너지자원 <속성> 일반적으로 재생에너지 자원은 기술개발 비용은 많이 들지만 생산 비용은 적게 든다.
	I.3.5 기술 개발 및 투자 현황	<분류> 재생에너지 자원 이용에 필요한 기술이 개발된 나라와 그렇지 않은 나라 <속성> 주로 선진국들은 재생에너지 관련 기술이 개발되어 있으나 개발도상국은 그렇지 못하다.

<계속>

		<분류> 소비후 다시 생성되며 환경문제를 일으키지 않는 에너지와 소모되면 다시 생성되지 않고 고갈되는 에너지
I.4.1	재생에너지	<속성> 재생에너지는 수력, 풍력, 해양에너지, 생물에너지 등 다시 생성되는 에너지이다.
I.4	에너지	<분류> 기존의 에너지 대신 사용할 수 있는 에너지와 사용할 수 없는 에너지
관련	I.4.2 대체에너지	<속성> 대체에너지란 기존의 에너지, 특히 석유를 대체할 수 있는 에너지이다.
신조어		<분류> 대체에너지중 자연에너지와 비자연에너지
	I.4.3 신재생에너지	<속성> 신재생에너지는 태양열, 태양광, 바이오, 풍력, 수력, 소수력, 해양, 수소, 지열에너지 등과 폐기물에너지, 연료 전지, 석탄응용에너지를 포함한다.
II. 에너지·환경 쟁점 과제		
II.1	과학기술의 개발과 환경과의 논쟁 1	기사 1: 양수발전소 건설 비판과제
II.2	과학기술의 개발과 환경과의 논쟁 2	기사 2: 거대한 선풍기 설치 비판과제

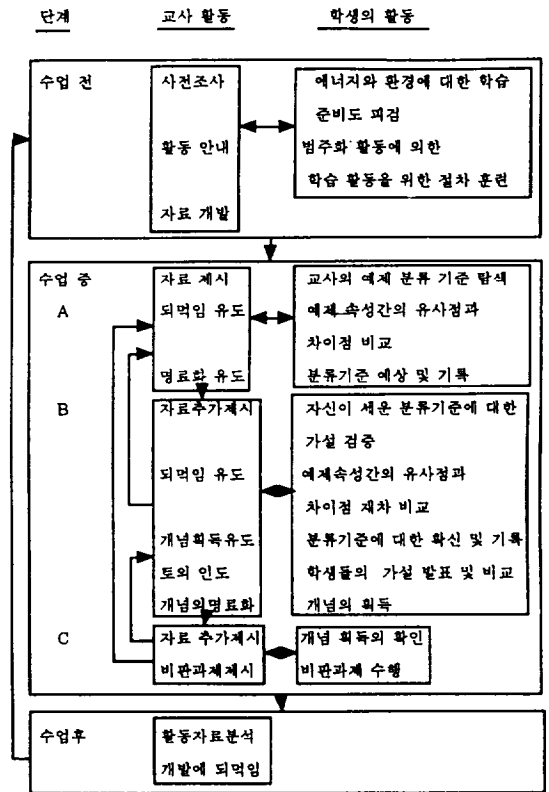
동 프로그램 자료의 에너지·환경 개념의 분류 기준 및 속성은 <표 1>과 같다.

3. 수업 적용과 내용

본 연구에서는 개념획득 모형(Joyce & Weil, 1986)의 초인지 활동 단계를 생략하고 에너지와 환경 내용의 예제들을 가지고 범주화 활동을 하는 것이 주요 활동이 되도록 개념획득 모형을 수정하여, 학습 주제별 활동 자료를 <A>, , <C> 단계로 구성하여 수업에 적용하였다.

매 차시 수업을 전개할 때 각 단계에서 교사가 먼저 예제들을 활동 영역에 따라 하나씩 간단한 설명을 덧붙이면서 '예' 혹은 '아니오'나, 'A' 혹은 'B'로 분류하여 준다. 그러면 학생들은 이들 '예' 혹은 '아니오'나, 'A' 혹은 'B'로 분류되는 예제들 속의 개념 속성들을 비교/대조하면서 그들간의 공통점과 차이점을 탐색하게 된다. 각 단계별 학습활동이 끝난 후 학생들은 나름대로 그때까지 제시된 예제에 공통적으로 들어 있는 개념 속성이나 분류기준인 것으로 생각되는 것을 학습활동 자료에 마련된 공간에 적어 보게 된다. 학생들은 <A>, , <C> 단계가 진행되는 동안 자신의 생각을 명료화해 나가면서 검증해보는 경험을 하게된다. 범주화 활동 프로그램 자료를 가지고 활동하는 과정을 교사와 학생의 활동으로 대별하여 살펴보면 <그림 1>과 같다.

4. 조사 도구와 내용



<그림 1> 수업 적용의 과정

1) 학습준비도

학생들의 에너지 환경개념에 대한 이해 정도를 파악하기 위하여 제6차 교육과정(교육부, 1992)과 교육과정 해설서들(최돈형 외, 1993; 교육부, 1995)을 분석하여 중학교 3학년까지 과학 및 고등학교 공통과학의 에너지와 환경 단원에서 가르치도록 제시되어 있는 내용요소를 추출하여 과학과 기술 및 사회 내용 이해에 필요한 선수 개념을 선정하였고, 응답유형은 배경지식조사서(Angelo & Cross, 1988)의 응답 유형을 토대로 작성하였다. 객관식 지필검사 문항으로서 총 10개의 문항으로 이루어져 있으며, 각 문항은 에너지와 환경에 대한 기초 개념의 내용을 문장으로 제시한 후 각 문항의 내용에 대하여 학생 자신은 어느 정도로 친숙하고 의미를 이해하고 있는지를 묻는 형태로 동간 척도를 사용하고 있다.

조사 결과 학생들의 학습준비도는 높고 학생간 학습 준비상태의 정도차도 크지 않은 것으로 나타났다($M=3.17$, $SD=0.41$, 4.0 만점). 따라서 학생들에게 대부분의 문항의 명제는 최소한 생소한 것은 아니며, 아주 명확한 것은 아니지만 대부분의 문항에 대하여 비교적 잘 알고 있는 것으로 보므로 이들 문항의 내용요소인 에너지의 정의(1번 문항), 위치 에너지 개념(2번 문항), 운동 에너지 개념(3번 문항), 전기 에너지의 전환 형태(4번 문항), 스모그 현상의 예(6번 문항), 위치 에너지와 전기 에너지 사이의 전환(7번 문항), 풍차와 바람의 에너지(8번 문항), 광합성과 태양에너지의 저장 형태(9번 문항)의 예는 개념의 이해에 대한 부담없이 곧바로 사고 학습활동의 자료로 사용될 수 있음을 알 수 있었다. 그러나 그 가운데, 5번 문항(분자의 열에너지와 운동 속도와 관계)과 10번 문항(전기에너지와 화학에너지 사용의 예)의 경우에는 3점이하의 상대적으로 낮은 학습준비도를 보이고 있는데 문항의 표준편차도 전체 평균 표준편차의 2배가 넘는 것으로 나타났다. 그래서 본 수업 활동시에 학습준비도 결과를 반영하여 '물질이 열을 받으면 운동 속도가 빨라진다'는 개념과 '연료를 연소할 때 나오는 에너지는 화학반응의 결과이다'라는 개념이 들어있는 예제를 다룰 때는 교사가 자세한 설명을 덧붙임으로써 학생의 개념 이해를 도우면서 학습준비도 조사 결과를 반영하였다. 문항별 분석 결과는 <표 2>에 제시되어 있다.

2) 개념 획득의 정도

조이스와 웨일(Joyce & Weil, 1986)의 "교수모형(Models of Teaching)"에 사고력신장 모형으로서 제시된 개념 획득하기 모형을 참고로하여 학습 자료의 <A>와 단계 뒤에 별도의 공간을 마련하여 범주화 활동을 통한 학생들의 개념 획득의 정도를 측정할 수 있는 문항을 제시하였다. 예제들

<표 2> 학습 준비도 검사 문항과 내용 (4.0만점)

문항	내용 요소	평균	표준편차
1	에너지의 정의	3.80	0.56
2	위치 에너지 개념	3.61	0.67
3	운동 에너지 개념	3.20	0.69
4	전기 에너지의 전환 형태	3.14	0.66
5	열에너지와 분자 운동속도	2.69	0.84
6	스모그 현상의 예	3.35	0.59
7	위치에너지의 전기 에너지로의 전환	3.35	0.69
8	풍차와 바람의 에너지	3.43	0.61
9	광합성과 태양에너지의 저장 형태	3.12	0.82
10	화학에너지 사용의 예	2.75	0.84
전체		#3.17	0.41

을 가지고 범주화 활동을 하는 동안 재생에너지, 대체에너지 등 다중속성 개념의 공통속성을 추출해내려면 개념의 여러 측면, 특히 과학기술과 환경의 양 측면을 모두 조망할 수 있어야 하므로, 공통속성을 찾아내는 개념 획득 활동이 비판적 사고 기능 중에서 문제를 다양한 관점에서 조망하는 기능과 밀접하게 관련이 있을 것임을 예견할 수 있다. 조사 문항은 <표 3>, 개념 획득도 검사를 위한 분석틀은 <표 4>와 같다.

<표 3> 개념 획득도 조사 문항

문항	내용
<A> 단계	제시된 보기들 중 'A'와 'B'에 해당하는 것들은 무엇을 의미하는 것 같은지 공통적으로 지니고 있는 속성을 아래 공간에 적으시오.
 단계	제시된 보기들 중 'A'와 'B'에 해당하는 것들은 무엇을 의미하는 것 같은지 각각 공통적으로 지니고 있는 속성을 다시 한 번 아래 공간에 적으시오.

3) 비판적 사고 조사 도구

본 연구에서는 문제를 다양한 관점에서 조망하는 비판적 사고 기능의 개발에 초점을 두고 있으므로 이러한 기능을 개발하는데 필요한 학습 경험(한국교육개발원, 1989)을 그 근거로 삼아 문항 및 평가틀을 작성하였으며, 서울대학교 물리 학습 연구실의 세미나에 참석한 과학교육학 박사과 대학원생

〈표 4〉 개념 획득도 분석틀

내 용	배점
공통속성에 대한 진술이 없거나 비공통속성만 진술되어 있음	0
〈B〉 단계에 공통속성이 없으나 〈A〉 단계에 공통속성이 들어 있음	1
〈B〉 단계에 공통속성 한 가지와 비공통속성이 섞여 있음	2
〈B〉 단계에 공통속성이 하나만 제시되어 있음	3
〈B〉 단계에 공통속성 2가지가 다 들어 있으나 비공통 속성도 섞여 있음	4
〈B〉 단계에 공통 속성들만 진술되어 있음	5

20여명의 검토를 거쳐 수정하였다. 각각의 비판과제의 읽기 자료 뒤에 제시되는 문항별 내용과 평가틀은 〈표 5〉와 같다.

그리고 비판적 사고의 정의적 측면으로서의 학생들의 비판적 성향은 에니스(Ennis, 1985)가 수차례의 연구에 걸쳐 정리한 비판적 사고 성향 13가지의 내용을 토대로 비슷한 내용을 합하고 재구성하여 알아보았다. 본 연구에서는 에니스가 의미하는 비판적 사고 성향을 사전검사와 학습활동 후에 학생들에게 제시한 각 비판과제의 4개의 문항 내용에 비추어 그에 따른 적합한 평가 기준을 세우고, 상세화의 틀로 재구성한 후, 성향별로 해당되는 문항을 정성적으로 분석하여 평가기준을 만족한 성향에 각 1점씩을 배점하고 전체를 합산함으로써 조사하였다. 작성한 비판적 사고 성향 평가틀은 서울대학교 물리학습 연구실의 세미나에 참석한 과학교육학 박사과 대학원생 20여명의 검토를 거쳤다. 구체적인 비판적 사고 성향의 내용 및 평가 기준은 〈표 6〉과 같다.

〈표 5〉 비판적 사고 기능 검사의 내용 및 평가틀

()안은 배점

문항	내용	평가 기준	배점
문항 1	내용	문제에 관련된 개인 혹은 집단의 식별 및 관련성 파악하기	
		평가 기준	관련된 집단을 식별하여 관련성을 제대로 밝힘. (3)
		관련 집단을 식별은 하였으나 관련성을 제대로 밝히지 못했음. (2)	
		관련 집단의 식별을 제대로 못했음. (1)	
		전혀 관련 집단의 식별을 못했음. (0)	
문항 2	내용	관련된 개인 혹은 집단의 쟁점에 대한 긍·부정 관계 및 입장 차이와 이유 밝히기	
		평가 기준	긍·부정적 관계의 입장을 대별하고 이유를 타당하게 밝혔음. (3)
		긍·부정적 관계의 입장을 대별했으나 이유를 안밝혔음. (2)	
		긍·부정적 관계의 입장을 제대로 대별하지 못했음. (1)	
		긍·부정적 관계의 입장을 전혀 대별하지 못했음. (0)	
문항 3	내용	입장들의 차이점과 유사점을 비교하고 대조해 보면서 찬반 의견과 이유 제시하기	
		평가 기준	찬성 혹은 반대하는 이유 중에 다양한 관점을 언급하였음. (3)
		찬성 혹은 반대하는 이유 중에 한 가지 관점을 언급하였음. (2)	
		찬성 혹은 반대 이유 중에 관점의 적용이 미약함. (1)	
		찬성 혹은 반대하는 이유를 밝히지 못했거나 관점이 없음. (0)	
문항 4	내용	보충 설명 및 정보를 더 요구하여 사고의 지평을 확장하기	
		평가 기준	새로운 관점에서의 구체적 정보를 요구하거나 여러 관점에서의 해결방안을 모색함. (3)
		불충분한 내용에 대한 구체적 정보를 요구하거나 한 가지 관점에서의 해결방안을 모색함. (2)	
		구체적이지 않고 기사 내용과 관계없는 일반적인 정보를 요구하거나 단순한 해결 방안을 제시함. (1)	
		의사결정을 위한 아무런 정보의 요구나 방안의 제시가 없음. (0)	

〈표 6〉 비판적 사고 성향 평가를

비판적 사고 성향	평가 기준	문항 번호
비판적 사고능력을 활용하여 논리적이고자 한다.	자신의 의견에 대한 이유를 대는가	2, 3
많은 정보를 얻고자 한다.	자신의 입장을 분명히 하기 위한 정보를 요구하는가	4
신뢰할 만한 정보를 사용하고 언급한다.	주장에 대한 이유로서 주어진 정보를 사용하는가	2, 3
전체적인 상황을 고려한다.	주장에 대한 이유를 전체적인 상황속에서 설득력있게 대는가	2, 3
원래의/혹은 기본 관심을 명심하고 적절성을 유지한다.	문제에 관련된 개인이나 집단을 일관되게 거론하는가	1, 2
대체 방안을 강구한다.	자신의 견해속에 대체방안을 언급하는가	3
증거와 논리에 따라 입장을 취하고 바꾸며 개방적이다.	동의하지 않는 전제를 가지고 논하는가	3
주제가 허용하는 만큼 아주 상세해지고자 한다.	많은 말을 써서 답하려고 노력하는가	1, 2 3, 4
순차적으로 복잡한 전체의 부분들을 다룬다.	대별되는 측면을 먼저 거론하고 나서 구체적인 집단과 이유를 대는가	2

5. 자료 분석 방법

에너지·환경에 대한 개념획득도는 수업후 형성 평가를 실시하는 의미에서 수업중 활동 자료로 사용하던 활동지를 견어서 조사하였다. 주관식 문항이므로 분석틀에 따라 정성적 분석과정을 거쳐 정량화하였다.

학생들의 비판적 사고능력과 비판적 사고 성향은 각 분석틀에 따라 학습활동 전과 도중에 정성적으로 분석한 후 정량화하여 조사하였다. 학생들의 비판적 사고능력과 사고성향의 변화율은 1-표본 t-검정을 하여 조사하였다. 각 집단의 학생들의 비판적 사고능력과 비판적 사고 성향간의 상관관계는 피어슨 상관계수를 구하여 조사하였다. 정확확률을 조사하여 유의수준에 따라 유의미한 정도는 * $p < .05$ 로, 그리고 매우 유의미한 정도는 ** $p < .01$ 로 구분하였다.

IV. 연구 결과 및 논의

1. 범주화 활동과 에너지·환경 개념의 획득

본 연구의 대상 학교의 1학년 학생들은 프로그램의 적용 전에 간단한 면담을 통하여 조사한 결과 모두 본 연구에서 사고 활동을 위한 교수·학습 방략으로 사용하는 것과 같은 방식으로 수업을 받아 본 적이 없었다. 따라서 본 연구에서는 학생들이 사고 활동 위주의 수업을 통하여 개념을 획득한 정도

를 형성평가의 입장에서 조사하였다.

개념획득도 분석틀을 가지고 학생들의 재생에너지에 대한 개념획득도를 본 연구자를 포함하여 과학교육전공 대학원생들이 각각 평정하여 평정자간의 신뢰도를 조사한 결과 크론바하 알파(Cronbach α) 값은 .713, 피어슨(Pearson) 상관계수는 .65였다. 분석 결과 예제로부터 'A- 영구적이고 환경오염을 거의 일으키지 않는다. B- 제한적이고 환경오염을 많이 일으킨다.'의 두 가지 공통속성만을 추출하여 성공적으로 개념을 획득한 학생들은 5점(14명, 27.5%)을 받았다.

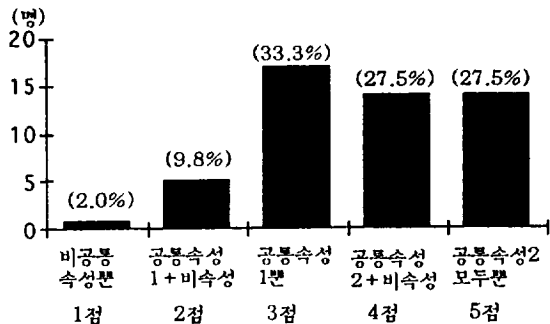
〈B〉 단계에서 공통속성을 모두 찾았지만 비공통속성도 함께 진술한 학생은 4점(14명, 27.5%)을 받았다. 'A- 미래에 유망한 에너지 자원으로 공해가 적고 대부분 반영구적임. B- 이제까지 써왔던 에너지 자원으로 유한한에너지 자원이고 극심한 환경 오염을 일으킴.'와 같이 응답한 학생의 경우 수력은 'A'에 속해 있는 재생에너지원이지만 인류 역사상 오랜 옛날부터 지금까지 사용해오는 에너지원이므로 비공통속성에 대한 확실한 이해를 못한 것으로 평가되어 4점을 받게 되는 경우이다.

한편 비율적으로 가장 많은 학생들(17명, 33.3%)이 〈B〉 단계 후 공란에 두 가지 공통속성 중에서 'A: 환경오염을 일으키지 않는다. B: 환경오염을 일으킨다.' 혹은 'A: 반영구적으로 사용할 수 있다. B: 사용하는 데에 제한이 있다.'와 같이 하나만 진술해 놓고 있어서 3점을 받았다. 그리고 'A: 환경오염을 시키지 않으나 실용성이 없다. B: 환경오염을 일으킨다.

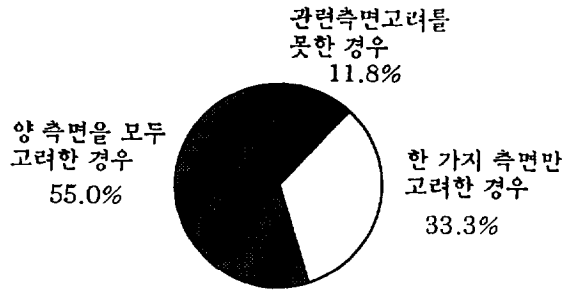
하지만 실용성이 많다.'와 같이 단계에서 공통속성 하나를 찾아냈지만 비공통속성을 함께 적은 학생(7.0%)이 있었다. 이런 경우는 'A' 집단에 속하는 예제들의 에너지 자원들은 환경 오염을 시키지 않고, 'B' 집단에 속하는 예제들의 에너지 자원들은 환경을 오염시킨다는 공통 속성 하나는 찾아냈지만 '실용성'을 언급함으로써 3점을 받지 못하고 2점을 받은 것이다.

한편 단계 공란에는 없지만 <A> 단계에서는 공통속성을 찾았던 학생이 5명(9.8%), 그리고 <A>나 단계에서 전혀 공통속성을 찾지 못한 채 '연소해서 쓸 수 있는 에너지'와 같이 비공통속성만 언급해 놓은 학생이 1명(2.0%) 있었다. 점수별 학생의 분포를 분석한 결과는 <그림 2>와 같다. 가장 많은 분포를 차지한 경우는 공통속성 2가지 중 하나만 진술한 경우이고, 그 다음이 공통속성을 모두 진술하였지만 비공통속성들도 함께 진술한 경우, 공통속성 2가지만을 진술한 경우의 순이며, 단계에는 공통속성을 진술하지 못했지만 <A> 단계에서는 고려했었던 경우와 비공통속성만을 언급한 경우는 극히 드물었다.

학생들의 개념획득도는 평균 3.68점(73.6%)으로서 상당히 높은 수준이었다. 예제들에 들어 있는 개념속성들을 여러 가지 측면을 잘 따져 보아야 'A'와 'B' 집단으로 범주화되는 예제들의 공통된 개념 속성들을 추출할 수 있게 되므로, 본 연구에서는 높은 개념획득 점수를 받은 학생은 문제를 다양한 관점에서 조망하는 비판적 사고 기능을 활용하여 개념을 획득한 것으로 파악하였다. 수업 진행을 따라 예제들을 가지고 학습할 때 예제 속에 들어 있는 개념의 속성들을 살펴보면서 각 집단별 공통속성을 추출하여 개념을 획득하는 학습방법을 생각해 볼 때 5점을 받은 학생들은 완벽하게 예제들의 속성을 따져보는 비판적 사고를 잘 활용한 것으로 보이고, 4점을 받은 학생은 완벽하게 공통속성만을 끄집어 내지는 못했지만



<그림 2> 개념획득 점수별 분포



<그림 3> 비판적 사고 활용 정도 비교

수업이 진행되는 동안 과학기술과 환경의 양 측면을 계속 고려했음을 의미하므로 문제를 여러 관점에서 조망하는 비판적 사고기능을 활용해 왔던 것으로 보인다. 한편 3점과 2점을 받은 경우처럼 예제들 속에 들어 있는 공통속성 두 가지 중 한 가지만 진술했다는 말은 문제를 한 가지 측면만을 편향되게 바라보았다는 의미이므로 본 연구에서 초점을 두고 있는 '문제를 다양한 관점에서 조망하는 비판적 사고 기능'을 활용하면서 학습활동을 하지 않은 것으로 판단된다. 비판적 사고 활용도에 대한 분포는 <그림 3>과 같다.

이상의 논의를 바탕으로 다양한 관점에서 조망하는 비판적 사고를 사용하여 유기적으로 학습한 경우와 그렇지 않은 경우를 대별하여 보면 절반 이상의 학생이 비판적 사고 기능을 활용했던 것을 알 수 있고, 따라서 사고 기능 활용을 통한 개념 학습 즉 유기적 개념 학습을 했던 것으로 파악되었다. 범주화 활동 프로그램이 적용되는 동안 본 연구에 함께 참여한 연구 조원에게 의해 제작된 비디오 녹화물을 분석한 결과 무선 표집하여 요청한 인터뷰에서 대부분의 학생들이 범주화 활동은 수업에서 교사를 따라 공책에 학습 내용을 필기하는 과정이 없으면서도 계속 무엇인가를 생각하게 해주므로 집중할 수 있었다는 반응을 하였다. 그리고 모든 학생들이 본 연구에서의 범주화 활동과 같은 방식의 수업을 받아본 경험이 없어서 이러한 수업 방식은 생소하지만 재미있었다고 응답하였다. 따라서 55.0%의 학생이 생소한 범주화 활동 수업을 통해 재생에너지와 같은 다중 속성 개념을 성공적으로 획득하였다는 결과로부터 이러한 수업 방식이 고등학교 1학년의 인지 수준에 비추어 너무 어렵거나 쉽지 않은 적합한 것이며, 범주화 활동을 통해 다양한 관점에서 조망하는 비판적 사고 기능이 개발될 수 있지만 계속 누적되는 경험이 필요하다는 점을 시사해준다.

2 범주화 활동과 비판적 사고

과학과 기술 및 사회 교육을 통해 과학적 소양 중에서도 일상 생활하는 가운데 부딪치게 되는 논쟁 상황에서 슬기롭게 대처할 수 있는 능력을 길러 줄 수 있으려면, 학교 수업을 통해 기른 비판적 사고 능력이 일상 상황으로 전이되어 나타나야 한다. 개념획득 모형에서 학습 활동 형태인 범주화 활동과 사고 기능으로서의 비판적 사고는 본질상 서로 같은 성격을 지니고 있는 것으로 파악되었다. 따라서 본 연구에서는 개념획득 모형을 수정하여 범주화 활동 위주로 개발한 학습자료를 가지고 수업을 실시한 후 비판과제에 진술된 내용을 분석하여 일상 생활 중에 접하게 되는 문제 상황에 필요한 비판적 사고의 신장에 대한 효과를 분석하였다.

1) 비판적 사고 능력

다양한 관점에서 조망하는 비판적 사고 기능을 기르기 위해서 주어야 하는 학습경험(성일제 외, 1989)의 내용을 준거로 삼아 개발한 비판적 사고 기능 검사의 평가틀로 비판과제의 문항 진술 내용을 분석하였다. 학생들이 범주화 활동 프로그램 자료로 학습 활동을 시작하기 전인 1차시에 실시한 비판과제(Ⅱ. 1)과 프로그램의 실시 기간 중인 5차시 후에 실시한 비판과제(Ⅱ. 2)에 응답한 내용을 분석한 결과는 <표 7>에 나타난 바와 같다.

비판과제(Ⅱ. 1)에서는 평균이 100점 환산 66.0점이었고, 비판과제(Ⅱ. 2)에서는 67.3점이었다. 학생들의 비판적 사고 능력 점수는 아주 높지는 않았지만 프로그램 활동이 진행된 후의 점수가 약간 높아졌고 편차도 줄어들었다(1.98→2.02, 0.57→0.43). 이로써 수업에서의 범주화 활동 경험을 통해 개발된 비판적 사고가 일상 생활 중에 부딪치는 논쟁의 상황에서 필요한 비판적 사고로 전이되어 전반적인 비판적 사고의 증가에 긍정적인 영향을 미친 것을 알 수 있었다. 한편 각 비판과제의 문항의 내용수준과 읽기자료를 읽은 후 응답하는

과제 수행 형식이 같았으므로 비판과제(Ⅱ. 1)과 비판과제(Ⅱ. 2)의 문항간의 변화를 살펴보기 위하여 문항별로 활동 전후의 점수를 분석한 결과 ‘문항 2’는 활동 후에 점수가 유의미하게 증가하였고($p < .05$), ‘문항 4’는 매우 유의미하게 증가하였다($p < .01$). 특히 ‘문항 4’의 경우 활동 전에는 중간 값보다 낮은 점수를 기록하였으나 활동 후에는 중간값을 넘는 점수를 기록하였다. 이로부터 범주화를 통한 학습 활동이 ‘보충 설명 및 정보를 더 요구하여 사고의 지평을 확장하기’에 대한 비판적 사고 기능 요소의 능력개발에 의미있게 기여한 것을 알 수 있었다. 그런데 문항 1과 문항 3의 경우 전체적으로 학생들의 점수는 50%를 넘기는 하였지만 활동 후의 점수가 감소하는 의외의 결과가 나타났는데 ‘문항 3’의 감소 정도는 유의미한 것이었다($p < .05$). 그 원인을 밝히기 위하여 각 비판과제의 내용을 다시 한 번 분석적으로 보았다. 비판과제(Ⅱ. 1)과 비판과제(Ⅱ. 2)의 읽기자료는 같은 에너지·환경 문제를 다루고 있어서 내용 수준은 같은 것으로 진단되었으나 비판과제(Ⅱ. 1)은 수질오염 문제를 다루고 있고 비판과제(Ⅱ. 2)는 대기오염의 문제를 다루고 있어 문제가 되는 내용의 성격이 서로 다를 수 있었다. 그리고 비판과제(Ⅱ. 1)은 한국에서 일어난 사건이고 비판과제(Ⅱ. 2)는 멕시코에서 일어난 사건으로서 사건의 사회적 영역이 국내와 국외로 다른 것도 알 수 있었다. 또한 비판과제(Ⅱ. 1)은 보다 신중하고 설득력 있는 기사를 토대로 작성되었음에 비하여 비판과제(Ⅱ. 2)의 기사에는 ‘영뚱한 발상’, ‘공해와의 전쟁’, ‘최신 무기’ 등의 신중을 기하지 않는 용어가 사용되고 있어 설득력이 떨어지는 것으로 파악되었다. 비판과제(Ⅱ. 1)에 비하여 비판과제(Ⅱ. 2)의 ‘문항 3’에 대한 응답에서 많은 학생들이 찬성 혹은 반대에 대한 간단한 언급에 그친 채 자신이 찬성 혹은 반대하는 견해는 구체적으로 제시하지 않은 이유는 이와 같은 비판과제의 상황적 특성이 달라진 데에 기인하는 것으로 보였다.

학생들은 대기오염보다는 수질오염문제에, 국외의 사건보다는 국내의 사건에, 설득력이 떨어지는 분위기의 기사보다

<표 7> 비판적 사고 능력의 변화

각 항의 n=51, 3점 만점

	문항 1		문항 2		문항 3		문항 4		전 체	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
전	2.10	0.70	2.30	0.90	2.30	0.70	1.30	1.20	1.98	0.57
후	1.76	0.74	2.47	0.81	2.00	0.82	1.86	0.8	2.02	0.43
t	1.90		1.65		3.22		3.61		0.59	
p	0.06		0.02*		0.02*		0.00**		0.02*	

* $p < .05$, ** $p < .01$

는 보다 진지하고 설득력있는 분위기의 기사에 적극적으로 자신의 의견을 제시하는 것으로 파악되었다. 따라서 과학과 기술 및 사회(STS) 접근 수업에서 사회적 문제에 대처하는 학습경험을 통하여 비판적 사고를 증진 시키기 위해서 비판과제를 선정/구성할 때에는 과제의 내용수준뿐만 아니라 그 밖의 여러 상황적 특성도 고려하여야 함을 알 수 있었다.

2) 비판적 사고 성향

학생들의 비판적 사고 성향은 에니스가 정리한 비판적 사고 성향 13가지의 내용을 토대로 문제를 다양한 관점에서 조망하는 비판적 사고 기능에 비추어 내용을 9가지로 재구성하여 조사하였다. 비판적 사고 성향의 분석을 위하여 에니스(Ennis, 1985)가 의미하는 비판적 사고 성향 내용을 토대로 학생들에게 제시한 각 비판과제의 4개의 문항 내용에 비추어 그에 따른 적합한 평가 기준을 세우고, 상세화의 틀로 재구성한 후, 성향별로 해당되는 비판과제의 문항을 정성적으로 분석하였다. 그리고 평가기준을 만족하여 어떤 성향 요소를 드러낸 것으로 보이는 진술내용에 각 1점씩을 배점하고 전체를 합산하여 정량화 하였다. 학생들의 비판적 사고 성향을 분석한 결과는 <표 8>에 제시되어 있다.

비판적 사고 성향의 수준은 (Ⅱ. 1)의 경우 50%보다 조금 낮고, (Ⅱ. 2)의 경우 50%보다 조금 높았으므로 보통 정도인 것으로 파악되었다. 전반적으로 학생들의 비판적 사고 성향이 높아졌으며 표준편차의 차도 작아져 비판적 사고 성향이 매우 유의미하게 증가한 것으로 나타났다($MD=1.02, SD=0.3, **p<.01$). 활동 전과 후의 비판적 사고 능력간의 상관관계는 보통정도로 유의미하였고($r=.58, p=0.018, *p<.05$), 비판적 사고 성향간의 상관관계는 보다 큰 것으로 나타났으며 마찬가지로 유의미하였다($r=.78, p=0.025, *p<.05$). 이로부터 짧은 기간(1달 이내) 동안의 사고 활동 결과 비판적 사고 능력은 과제에 따라 활동전에 높거나 낮은 점수를 기록했던 학생이 활동후에는 그 반대의 경우를 나타내기도 하지만, 비판적 사고 성향은 활동전에 높거나 낮은 점수를 기록했던 학생이 활동 후에도 그대로 높거나 낮은 점수를 기록하는 경향이 있는 것임을 알 수 있었다. 따라서 비판적 사고 성향은 비판적 사고 능력에 비하여 장기간에 걸쳐 형성되었을 것으로 추측되며, 개인에 따라 일단 형성된 성향이 단기간의 학

<표 8> 비판적 사고 성향의 변화

각 칸의 n=51

구분(비판과제)	평균/만점	표준편차	t	p
활동전(Ⅱ. 1)	4.16/9	2.28		
활동후(Ⅱ. 2)	5.18/9	1.98	2.91	0.01**

**p<.01

<표 9> 비판적 사고 능력과 비판적 사고 성향과의 관계
각 칸의 n=51

상관계수	Ⅱ. 1의 성향	Ⅱ. 2의 성향
Ⅱ. 1의 능력	.78**	.48
Ⅱ. 2의 능력	.40	.62**

**p<.01

습 경험에 대한 영향은 덜 받는다는 것을 알 수 있었다.

3) 비판적 사고 능력과 비판적 사고 성향과의 관계

대부분 비판적 사고의 인지적 측면으로서 비판적 사고 능력과 정의적 측면으로서 비판적 사고 성향을 들고 있으나, 학자마다 그 세부적인 하위 요소를 달리 보고 있는데, 특히 비판적 사고의 정의적 측면은 더욱 의견의 일치를 보이지 않은 채 모호한 내용을 거론하는 경우가 많다(허경철 외, 1990). 비판적 사고의 인지적 요소와 정의적 요소를 뚜렷이 구분하지 않고 혼용하는 이러한 경향이 용인될 수 있는 것인지 알아보기 위해서 본 연구에서는 비판적 사고 성향을 개괄적으로 조사하여 비판적 사고 기능과 상관관계가 있는지를 간단히 살펴보았다. 비판적 사고 능력으로서는 한국교육개발원에서 개발한 사고력 신장 프로그램에서의 논의를 받아들이고, 비판적 사고 성향은 에니스(1985)의 논의를 받아들였다. 비판적 사고 능력과 성향과의 상관관계를 조사한 결과는 <표 9>와 같다.

학생들의 비판적 사고 능력 및 성향이 비판과제(Ⅱ. 1)과 비판과제(Ⅱ. 2)의 각 동일 과제 내의 상관계수는 높았지만($r=.78, r=.62$), 다른 과제에서의 상관계수는 그다지 높지 않았다($r=.48, .40$). 일반적으로 비판적 사고를 논의할 때 정의적 측면으로서의 비판적 사고 성향에 대한 언급없이 비판적 사고 능력을 그대로 비판적 사고인 것으로 대표하여 말하는 경우가 종종 있는데, 동일 과제 내의 비판적 사고 능력과 비판적 사고 성향간에는 매우 유의미한 높은 상관이 있는 것으로 나타났으므로(**p<.01) 동일 과제내에서는 이런 경우에 대한 용인이 가능하리라고 보였다. 그러나 서로 다른 과제에 대한 비판적 사고 능력과 성향간의 상관은 유의미하지 않은 것으로 나타났으므로 시간차가 있는 서로 다른 과제에 대해서는 비판적 사고를 논할 때 용어의 사용에 보다 신중을 기하여야 함을 알 수 있었다.

V. 결론 및 계속 연구 과제

몇몇 개별적으로 실시한 면담에 의하면 학생들은 대부분 공동과학의 에너지와 환경 영역의 내용을 통합적으로 접근한 범주화 활동 자료로 학습하면서 동시에 사고 활동을 하는 수

업 방법에 흥미를 느낀 것을 알 수 있었다. 개념획득도를 조사한 결과 학생들은 대부분 비판적 사고를 활용하여 다중속성 개념인 재생에너지 개념의 공통속성을 잘 추출하였다. 학생들의 문제를 다양한 관점에서 조망하는 비판적 사고 능력과 비판적 사고 성향은 일상 생활 중에 접하게 되는 에너지·환경 쟁점을 다루는 비판과제를 활동의 전후에 제시하여 조사한 결과, 세부적으로는 쟁점에 대한 자신의 의견 제시 문제에서는 비판과제 내용의 상황에 따른 영향을 다소 받는 것으로 보였지만, 전반적으로는 유의미하게 증가하였다. 이로부터 범주화 활동경험은 일상 생활중에 접하는 에너지, 환경 쟁점에 대처하는데 필요한 비판적 사고 능력 개발에 긍정적인 영향을 미친 것을 알 수 있었다.

본 연구에서는 범주화 활동 프로그램을 통해 일상 생활에서 접하게 되는 쟁점에 대처하는 비판적 사고력의 증진 정도를 서술형 지필검사를 통해 조사하였기 때문에 진술한 학생들 표현의 다양성에 한계가 있었다. 그러므로 면담, 관찰 등 다양한 검사 도구를 개발하여 학생들이 문제해결의 상황에서 자신의 의견을 충분히 드러낼 수 있게 하는 연구가 필요하다. 또한 본 연구에서 개발한 범주화 활동 프로그램은 공통과학의 에너지와 환경 영역의 수업에 적용될 수 있도록 짜여져 있지만 공통과학의 미적용으로 인하여 이러한 범주화 활동 수업의 비판적 사고 개발에 대한 효과가 전통적인 수업의 효과와 비교될 수 있는 통계 집단이 없었으므로 전통적 수업 효과와의 비교를 위한 연구가 계속될 필요가 있다. 그리고 본 연구에서는 범주화 활동이 비판적 사고의 개발에 미치는 효과를 분석하는데 있어서 비판적 사고의 하위 요소인 비판적 사고 능력의 하위 기능 중에서 문제를 다양한 관점에서 조망하는 비판적 사고 기능에만 한정하였으므로, 다른 비판적 사고 기능들에 대하여도 과학 관련 쟁점과 관련하여 가능한 분석적 접근을 시도하여 연구 결과를 종합하고, 포괄적으로 효과를 검증할 수 있는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

교육부(1986). 국민학교 자연과 교사용 지도서. 교육부 권재술(1994). 학교 과학교육의 과제와 과학교육 연구의 방향. 한국과학교육학회지, 14 (1), 103-108.
김영채(1995). 사고와 문제해결심리학: 인지의 이론과 적용. 박영사.
남상준(1993). 공통과학 '에너지' 및 '환경' 영역의 목표와 내용의 구체화 및 상세화에 대한 토론. 고등학교 공통과학 구성 및 집필 방향에 관한 세미나, 한국과학교육학회.
남상준(1995). 환경교육론. 도서출판 대학사.

박승재(1972). 과학교육과정 내용 구성에 있어서 개념의 통합성. 과학교육, 54, 중앙교육연구소, 66-94.
박종원(1992). 상대론 기초개념 변화에 있어서 초인지의 역할. 서울대학교 교육학 박사학위 논문.
성일제 외(1989). 사고교육의 이론과 실제. 배영사.
송수희(1995). 비판적 사고에 의한 추론전략 훈련. 교육심리연구, 9 (1).
송진웅(1993). "외국 통합과학 교육과정"에 관한 토론. 고등학교 공통과학 구성 및 집필 방향에 관한 세미나, 한국과학교육학회.
이규석(1993). 공통과학 교육과정의 연구. 한국과학교육학회지, 13 (2), 198-209.
이선경, 장남기(1994). 환경교육목표 분석을 통한 학교 환경교육의 실태조사. 한국과학교육학회지, 14 (1), 12-23.
이재혁(1993). 공통과학 '에너지' 및 '환경'영역의 목표와 내용의 구체화 및 상세화에 대한 토론. 고등학교 공통과학 구성 및 집필 방향에 관한 세미나, 한국과학교육학회.
장병기(1994). 그림자 현상에 대한 학생의 생각과 제시된 증거 유형에 따른 추론방식. 서울대학교 교육학 박사학위 논문.
조정일(1993). 외국의 통합과학 교육과정. 고등학교 공통과학 구성 및 집필 방향에 관한 세미나, 한국과학교육학회.
조희형(1995). STS의 의미와 STS 교육의 속성. 한국과학교육학회지, 15 (3), 371-378.
최종락(1983). 최종락교수 화갑기념논문집. 최종락 교수 화갑 기념 논문집 간행 위원회.
최경희(1995). 중·고등학생들의 과학·기술·사회(STS)에 관련된 문제와 STS 교육에 관한 인식 조사. 한국과학교육학회지, 15 (1), 73-79.
최돈형(1993). 공통과학 '에너지' 및 '환경'영역의 목표와 내용의 구체화 및 상세화. 고등학교 공통과학 구성 및 집필 방향에 관한 세미나, 한국과학교육학회.
최돈형, 이양락, 노석구, 홍미영, 심규철(1994). 중학교용 에너지 교육 자료 개발 연구. 환경교육학회지, 7, 46-65.
한종하, 최돈형, 김영민(1982). 중·고등학교 학생의 과학적 사고 발달에 관한 조사연구. 한국교육개발원.
한종하, 이숙영(1982). 과학적 사고력의 발달 수준과 과학 직업성취도와의 관계: 중학교 2학년 남학생을 중심으로. 이화여자대학교 교육학 석사학위 논문.
허경철, 김홍원, 조영태, 임선하, 양미경, 한순미, 이혜원, 김용선(1990). 사고력 신장을 위한 프로그램 개발 연구 (Ⅳ) (연구보고 RR90-17). 한국교육개발원.
현 주(1994). 중·고등학생의 논리적 사고 및 정의적 발달 특

- 성 조사 연구: 1982년과 1994년의 비교(연구 보고, RR 94-10). 한국교육개발원.
- 한국교육개발원(1992). 제6차 교육과정 각론 개정 연구 초·중·고등학교 과학과, 한국교육개발원.
- 한국교육개발원(1993). 국민학교 환경교육 프로그램 개발 연구(Ⅱ). 한국교육개발원.
- 한국교육개발원(1994). 중학생의 에너지 탐구. 한국교육개발원.
- 한국교육개발원(1994). 에너지와 인간 생활. 한국교육개발원.
- 한국교육개발원(1994). 에너지와 우리 생활. 한국교육개발원.
- Adler, J.E. (1987). On Resistance to Critical Thinking. In Perkins, D.N., Lochhead, Jack, & Bishop, John (1987). *Thinking: The Second International Conference* (pp. 247-250). New Jersey, Hove, London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Angelo, T.A., & Cross, K.P. (1993). *Classroom Assessment Techniques(2nd ed.) : A Handbook for College Teachers*. Sanfrancisco: Jossey-Bass Publishers.
- Baez, A.V., Knamiller, G.W., & Smyth, J.C. (1987). *The Environment and Science and Technology Education*. ICSU Press.
- Bredderman, T. (1985). Effects of activity-based elementary science on student outcomes: A quantitative synthesis. *Review of Educational Research*, 53, 499-518.
- Bybee, R. W. (1993). *Reforming Science Education: Social Perspectives and Personal Reflections*. New York and London: Teachers College, Columbia University.
- Collette, A.T., & Chiappetta, E.L. (1988). *Science Instruction in the Middle and Secondary Schools*. Columbus, Toronto, London, Sydney: Charles E. Merrill Publishing Co.
- Conant, J.B. (1951). *CONANT: Science and Common Sense*. Yale University Press.
- Dewey, J. (1910). *How we think*. Boston:D. C. Heath.
- Ennis, R. (1962). A concept of critical thinking. *Harvard Educational Review*, 32, 81-111.
- Ennis, R. (1985). Goals for a critical thinking curriculum. In Costa, A. (Ed). *Developing minds*. Alexandria, VA: ASCD Publications.
- Fensham, P. (1988). *Development and Dilemmas in Science Education*. London, New York, Philadelphia: The Falmer Press.
- Gagne, R.M. (1980). Learnable Aspects of Human Thinking. In Lawson, A.E. (Eds), *AETS Yearbook: The Psychology of Teaching and Creativity*(pp. 1-28). ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education, The Ohio State University.
- Han, J.H. (1977). *An analysis of the second year Korean science textbook using Piagetian concrete and formal operational thinking patterns*. Doctoral dissertation, The Florida State University.
- Hyde, A.A., & Bizar, M. (1989). *Thinking in context: Teaching cognitive process across the elementary school curriculum*. New York: Longman.
- Jenkins, E.W. (1988). Processes in science education: An historical perspective. In Wellington, J. (Eds.). *Skills and Processes in Science Education*. The Falmer Press, London.
- Joyce, B. & Weil, M. (1986). *Models of Teaching*. New Jersey. U.K., U.S.A, China, Jermamy, Brazil, Australia, Canada: Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Klafki, W. (1991). Exemplar approach. In Lewy, A., *The International Encyclopedia of Curriculum*(pp. 181-182). Pergamon Press plc.
- Klopfer, L.E. (1991). Scientific Literacy. In Lewy, A., *The International Encyclopedia of Curriculum*(pp. 904-905). Pergamon Press plc.
- Kuhn, D., Amsel, E., & O'Loughlin, M. (1988). *The development of scientific thinking skills*. Academic Press, Inc.
- Lawson, M.J. (1984). Being executive about metacognition. In Hirby, J. R. *Cognitive strategies and educational performance*(pp. 89-109). Academic Press, Inc.
- Lawson, C.A., Lawson, A.E., Gagne, R.M., Kamii, C., Case, R., Karplus, R., Ausubel, D.P., Novak, J.D., Torrance, E.P., Aspy, D.N., Vargas, J.S., Moxley, JR., R.A., & Mogus, M.A. (1979). 1980 AETS Yearbook: *The psychology of teaching for thinking and creativity*. Association for the Education of Teachers in Science in Cooperation with ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education, Arizona State University.
- Lewis, J. (1991). Energy Education. In Lewy, A., *The In-*

- ternational Encyclopedia of Curriculum*(pp. 941-943). Pergamon Press plc.
- National Science Teachers Association(NSTA)(1982). *Science-Technology- Society: Science Education for the 1980s* (NSTA Position Statement). Washington, DC. : The Committee to Develop the NSTA Position Statement.
- National Science Teachers Association(NSTA)(1991). *Science/Technology/ Society: A New Effort for Providing Appropriate Science for all*(The NSTA Position Statement). NSTA Reports. 36-37.
- Paul, R. W. (1990). *Critical thinking*. Rohnert Park, CA: Sonoma State University.
- Solomon, J. (1992). *Getting to Know about Energy-in School and Society*. London · Washington, D.C. : The Falmer Press.
- Solomon, J., & Aikenhead, G. (1994). *STS Education: International Perspectives On Reform*. Teachers College, Columbia University Press.
- STEEG, H. (1987). *Renewable Sources of Energy*. International Energy Agency. OECD/IEA. Head of Publications Service, OECD.
- Swartz, R.J. (1987). Critical Thinking, the Curriculum, and the Problem of Transfer. In Perkins, D.N., Lochhead, J., & Bishop, J., *Thinking: The Second International Conference*(pp. 261-284). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- The Energy Working Group of the Children's Learning in Science Project(1987). *Approaches to Teaching Energy*. Centre for Studies in Science and mathematics Education, The University of Leeds.
- Wenham, M. (1993). The nature and role of hypotheses in school science investigations. *International Journal of Science Education*. 15(3). 231-240.
- Yager, R.E. (1986). To start an STS course in K-12 settings. *Sci. Tech. Soc.*, 6, 276-281.
- Yager, R. E. (1990). STS: Thinking over the Years. *The Science Teacher*. 52-55.
- Yager, R.E., & Tamir, P. (1993). STS approach: Reasons, intentions, accomplishments, and outcomes. *Science Education*, 77(6), 637-658.
- Ziman, J. (1980). *Teaching and Learning about Science and Society*. Cambridge University Press.

(ABSTRACT)

The Effect of Categorizing Activity on Improving Critical Thinking to Meet Energy · Environment Issues

Koo, Soo-Jeong · Pak, Sung-Jae*

(Korean Educational Development Institute) · (Seoul National University)*

The purpose of this study is to investigate the effect of categorizing activities in lessons on improving critical thinking to meet energy · environment issues in every day situation, supposing that there are not only scientific concepts but also critical thinking ability in scientific literacy to meet social controversies related with science intelligently.

Categorizing Activity Program was developed and applied to the 10th graders($n=51$) in Seoul for about one month. The program was consisted of two domains. They studied science concepts of various aspects of science, technology and society related with energy and environment in the first and second domain repectively, in the while, two critical tasks which include articles from newspapers and magazines were assigned to them for the development and evaluation of critical thinking abilities.

The scores of critical thinking ability, the cognitive element, and critical thinking inclination, the affective element, were increased meaningfully($p<.05$).

In conclusion, categorizing activity as a strategy of concept attainment was effective in improving critical thinking for seeing various aspects with various view points needed in controversial issues related with energy and environment.