

실험적 접근 방법을 통한 산성비에 관한 환경교육활동 개발 연구

박연순 · 이두곤*

(한국교원대학교 교육대학원 · 한국교원대학교*)

I. 서 론

실험은 과학 본질에 대한 이해를 돕고 과학적 태도를 함양시킬 수 있는 교수·학습 방법으로서 과학교육에서 중요한 위치를 차지하는 교수·학습방법이지만, 환경교육에서도 실험은 상당히 유효한 교수·학습 방법이라 생각되며, 고등학교 '생태와 환경' 교육과정에서도 실험을 환경교육의 방법으로 활용하도록 지침을 주고 있다. 하지만 환경교육에서 실험을 교수·학습 방법으로 활용할 때 어떻게 접근하여야 환경교육의 목적을 효과적으로 구현할 수 있는지에 대해서는 거의 연구된 바가 없다.

이러한 배경에서 이 연구는 환경교육에서 실험을 교수·학습 방법으로 활용할 때 과학교육에서 실험을 교수·학습 방법으로 활용할 때와는 추구하여야 할 다른 측면이 있을 수 있다는 생각에서 출발하였다. 그것은 과학교육의 목적과 환경교육의 목적이 일부 관련되는 측면이 있지만 같지 않기 때문이다. 즉 과학교육에서 실험은 과학교육의 목적에 부합하도록 추구되어야 할 것이며, 환경교육에서 실험은 환경교육의 목적을 구현하는 방향으로 추구되어야 할 것이기 때문이다.

따라서 이 연구에서는 실험이 중요시되는 과학교육과 비교하여 환경교육에서 추구해야 할 실험은 어떤 것인지를 모색해 보고자 한다. 그리고 이러한 논의와 이론구성을 토대로 구체적으로 산성비에 대한 실험적 환경교육 활동을 구안하여 고등학교 학생들에게 적용해보고, 도출된 이론과 개발된 프로그램의 타당성 및 적용성을 분석하고 시

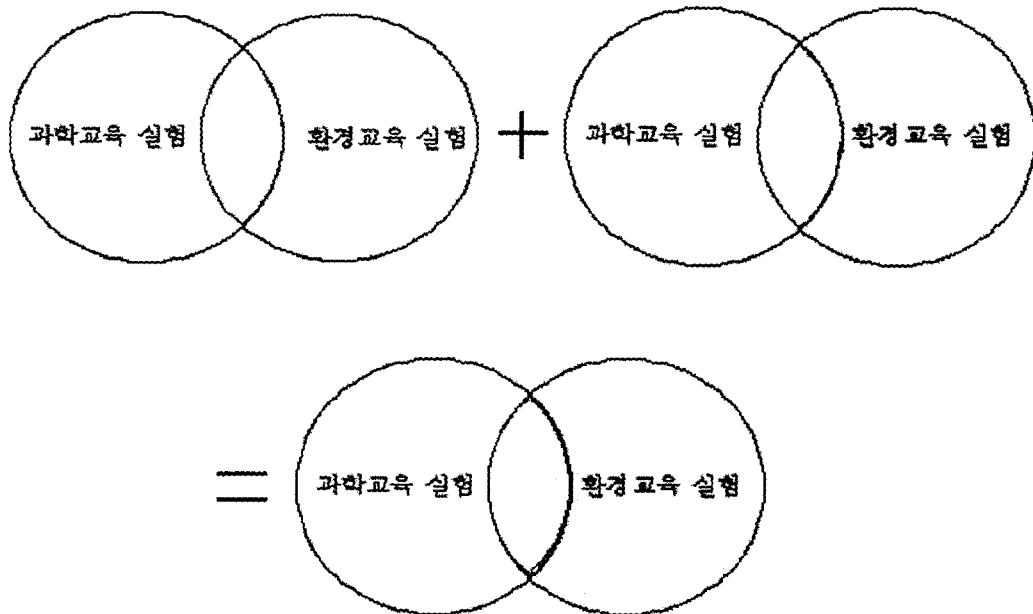
사점을 제시하고자 한다.

II. 연구의 내용 및 방법

이 연구에서는 먼저 환경교육에서 실험적 접근을 할 때 추구해야 할 중요한 요소가 무엇인지를 이론적으로 고찰하여 그 요소를 도출하였다.

이를 위해 환경교육에서 추구해야 할 실험을 두 부분으로 나누어 생각해 보았는데, 첫째, 과학교육 실험과 환경교육 실험에서 공통적으로 추구해야 할 부분과 둘째, 과학교육 실험에서는 크게 고려하지 않지만 환경교육 실험에서만 꼭 고려되어야 할 부분이다. 즉, 환경교육에서의 추구해야 할 실험은 <그림 1>과 같이 두 부분을 모두 고려해야 할 것이다.

다음으로, 위 과정에서 도출한 환경교육 실험이 추구하여야 할 요소에 관한 이론을 토대로 구체적으로 산성비 관한 환경교육 실험 활동을 개발하여 경기도 광명시에 소재하는 여자 고등학교 2학년 인문계열 4개 반 여학생들을 대상으로 적용해 보고 개발된 프로그램의 타당성과 효율적 적용 방안을 탐색해 보았다.



[그림 1] 환경교육 실험에서 추구해야 할 요소 추출 방법

Ⅲ. 환경교육에서 추구해야할 실험 활동

1. 과학교육 실험과 환경교육 실험에서 공통적으로 추구해야할 요소

환경교육에서 추구해야할 실험을 우선 과학교육 실험과 환경교육 실험에서 공통적으로 추구해야할 부분부터 고찰해보고자 한다.

과학교육 실험과 환경교육 실험에서 공통적으로 추구해야할 요소로서는 첫째, 탐구력의 함양이다. 과학교육에서 적용되는 실험의 목적은, 환경교육에서 실험이라는 교수·학습 방법이 적용될 때에도 약간은 다르지만 비슷한 의의가 있다고 생각된다.

그 중 '환경과 환경문제에 대한 탐구력 배양'이 실험적 환경교육이 추구해야할 요소인가 라는 점에 대해서 생각해 볼 필요가 있다. 일반적인 환경교육의 목적과 목표에 대한 논의에서 환경과 환경문제에 대한 탐구력 함양을 대개 논의하고 있지는 않다. 하지만 과학적 탐구는 자연에 대한 탐구의 과정과 과학의 본성에 대한 이해를 의미하는 것으로서 환경교육 실험을 통해 탐구력을 함양한다는 것은 환경에 대해 깊이 있는 인식을 추구하는 것이며, 환경교육의 목적과 목표에 부합되어 환경교육의 목적을 실험을 통해 추구하는 하나의 요소라 볼 수 있을 것이다.

둘째, 흥미·호기심의 고취이다. 과학실험의 목적 중 '환경문제에 대한 과학적 태도의 함양'은 과학에 대한 호기심(흥미와 열망을 보임), 자신감(어떤 탐구이나 성공할 수 있다는 자신감을 가짐), 만족감(탐구과정에 대하여 만족함), 협동심(다른 사람과 협력하여 탐구함), 개방성(새로운 증거나 다른 사람의 비판을 수용함), 위험부담(실패와 비판을 각오함), 책임감(자신의 탐구활동 및 학습결과에 대하여 자신이 책임을 짐)을 함양하는 것으로서 환경교육에서 태도의 목표와 관련이 깊다. 환경교육에서 태도의 목표는 환경보호와 개선에 적극적으로 참여하려는 동기 및 환경에 대한 가치와 관심을 갖게 하는 것인데 무엇보다도 학생들의 환경에 관한 흥미와 호기심이 전제 되어야할 것이다. 과학교육에 있어서도 흥미와 호기심의 함양은 제 7차 교육과정 과학과목의 총괄적인 목표에서나 과학교육론에서 실험의 역할을 논한 부분 등에서도 강조하고 있다.

학습에서의 흥미란 무엇보다도 내발적인 것이어야 하며, 학습에 동원된 자료나 상황, 장면이 아니라 학습자체가 학습자에게 느끼게 해주는 일종의 지적 희열 같은 것이어야 한다. 흥미는 교수·학습법에 내재되어 있는 것이 아니라 학습자들에게 학습

에 대한 목적의식을 느끼게 해 주는 것이라고 할 수 있다. 다시 말해서 수업에서의 흥미란 일종의 지적 호기심, 지적 희열, 혹은 지적 흥취로서 바꾸어 말 할 수 있는 것으로서 환경교육은 학습자들이 이러한 본질적인 의미의 흥취를 느낄 수 있도록 하는 방향으로 구성되어야 한다(남상준 외, 1999).

셋째, 지식의 이해와 획득이다. 실험의 목적 중 '환경과 환경문제에 대한 지식의 이해와 획득'과 '환경과 환경문제 본질에 대한 이해'는 환경교육에서 지식의 목표와 관련이 깊다. 환경교육에서 지식의 목표는 개인과 사회집단으로 하여금 전체 환경과 이에 관련된 문제에 대한 다양한 경험과 기본적인 이해를 얻도록 하는 것이다. 지력은 가장 인간적인 특성을 의미한다는 점에서 중요한 교육목적임에 틀림없다. 학교학습과 관련하여 학습자가 갖는 중요한 특성 중의 하나가 지적 특성이며, 그것은 학습동기 또는 교수 변인이나 환경적 자극요인보다도 학습에 결정적 작용을 한다. 다시 말해서 지식은 모든 학습의 기본이 되며, 모든 교육 목적의 바탕이 된다.

넷째, 수공적 기능의 익힘이다. 실험에는 도구와 기구가 사용되므로 특별한 기술이 요구된다. 과학교육에서 일반적으로 적용되는 실험의 목적에서는 구체적으로 제시하지 않았지만 여러 문헌에 나타난 실험의 필요성, 역할, 목적의 내용을 볼 때, 실험을 통해 '수공적 기능'을 익히도록 하는 내용이 포함되는 경우가 많다.

과학 실험에서 수공적 기능에는 실험기구의 선택, 실험기구의 사용, 안전한 실험의 수행 등이 있다. 포스터와 로크(Foster & Lock)는 실험이 필요한 이유 중의 하나를 '실험은 여러 가지 기술을 배우고 개발하는 수단이다'라고 했고, 심프슨과 앤더슨(Simpson & Anderson)은 실험의 역할 중에서 조작기술을 포함시켰다(조희영과 박승재, 2001).

앞에서 논의한 과학교육 실험과 환경교육 실험에서 공통적으로 추구해야 할 요소는 실험에서 환경과 환경문제를 과학적으로 탐구하는 탐구력 함양, 환경에 대한 흥미·호기심의 고취, 환경과 환경문제에 대한 지식의 이해 및 획득, 실험을 통한 수공적 기능의 익힘으로 정리해 볼 수 있다.

2. 환경교육 실험에서 특별히 추구해야 할 요소

다음에서는 환경교육 실험에서 특별히 추구해야 할 요소를 고찰해보고자 한다.

첫째, 환경 감수성을 함양할 수 있는 실험활동이 되어야 한다. 환경교육의 논의에 있어서 환경감수성이란 환경의 아름다움이나 환경문제에 대해 무관심하게 넘어가지 않

고 알아차리거나 이해하며, 혹은 환경의 상황에 대해 공감을 하며 감정이입이 되는 능력이라 볼 수 있다.

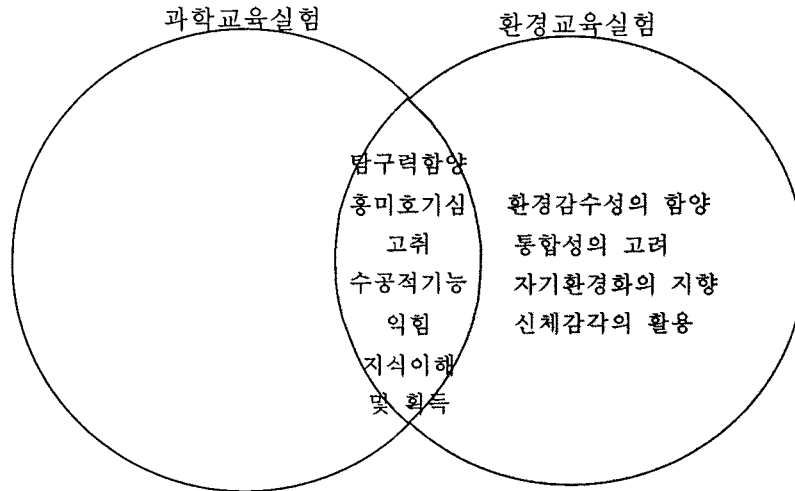
환경 친화적 행태와 관련하여 여러 선행 연구가 환경에 대한 감수성을 중요하게 여기고 있는데, 건전하지 못한 태도와 가치는 환경적 지식의 결여에 원인이 있기보다는 사람들의 인성에 도덕적, 심미적 측면이 충분히 발달하지 못한 것에 기인한다고 밝히고 있다. 따라서 환경교육을 통해 환경 감수성을 함양시키는 것은 매우 중요한 의미를 갖는다고 할 수 있다. 그러므로 실험이 환경교육의 방법으로 활용될 때에도 가능하면 환경감수성을 함양시킬 수 있는 방향으로 구안되는 것이 필요하다고 생각된다. 환경교육 실험에서 환경감수성을 함양할 수 있게 하기 위해서는, 자연에 대한 친화성을 길러주고, 자연을 직접 체험하는 기회 갖게 해주며, 자연의 신비, 경이감, 아름다움을 느낄 수 있도록 실험을 계획하여야 한다.

둘째, 환경교육 실험에서 통합적인 접근 방법이 고려되어야 한다. 환경교육의 연구·실천에서 가장 중요한 원리는 '통합'이다. 환경교육은 교육적 접근을 통한 환경문제 해결을 그 기본적 성격으로 하므로 환경교육을 통해 환경적으로 바람직한 세계관 또는 가치관으로의 변화를 추구하고 그러한 방향의 인간 형성을 추구한다고 할 수 있다. 이를 위해서는 전통적인 교과 또는 분과적인 학문적 측면이나 단편적인 지식과 이해보다 종합적이고 통합적인 접근이 필요하다.

셋째, 자기환경화를 지향하는 실험이 되어야 한다. 자기환경화란, 비자기 환경을 자기 환경으로 인식하고 본능적이고 적극적인 행동을 나타내는 것으로, 자신과 직접적으로 관련이 없는 환경문제라 할지라도 그것을 개인에게 의미 있는 환경으로 받아들여 관심 있는 태도로 적극적인 반응을 나타내는 것이다. 환경교육 실험에서도 기본적으로 학생들의 직접적인 환경, 신변적인 조건과 경험에서 시작되어야 하는 것이며, 학생들은 자신과 직접적으로 관련이 없는 환경문제에 대한 인식과 지각의 범위의 제한성을 가지므로 이 제한성을 극복하기 위해 자기환경화를 지향해야 하는 것이다. 바꾸어 말하면 가능한 한 '여기', '지금', '이것'이라는 상황에서 학습자들의 경험과 관련지은 뒤 시간적으로 연장되고, 공간적으로 확대된 인식으로 이끌어 가야 한다는 것이다 (남상준 외, 1999).

넷째, 환경교육 실험에서 추구할 것으로 신체 감각을 활용하는 것이다. 환경교육에서는 신체 감각을 활용하여 보고, 듣고, 냄새를 맡고, 손으로 만져 보는 등 직접 느꼈을 때 학생들은 수업 시간에 배운 것 이상의 세계를 체험하게 된다. 따라서 환경교육에서는 환경문제의 발생원인과 현황을 설명하기 위해 많은 이론을 끌어들이기 보다

우선적으로 학생들이 직접 신체 감각을 활용하여 느끼게 하는 것이 중요하며, 바로 환경교육 실험에서도 고려할 필요가 있는 요소이다.



[그림 2] 환경교육에서 추구해야할 실험의 모형

지금까지 고찰해 본 환경교육 실험에서 특별히 추구해야할 요소를 종합해 보면, 환경 감수성의 함양, 통합성의 고려, 자기환경화의 지향, 신체 감각의 활용으로 정리해 볼 수 있다.

위의 <그림 2>는 앞에서 고찰한 '환경교육에서 추구해야할 실험'의 내용을 모형으로 나타낸 것이다.

IV. 산성비 관련 실험활동 개발

1. 환경교육 실험에서 추구해야할 요소의 구현

앞에서 논의된 '환경교육에서 추구해야할 실험'의 모형을 적용하여 산성비 관련 실험활동을 개발하였다. 주제는 '천연지시약으로 빗물의 산성도 알아보기'로서, 이 실험에서 환경교육에서 추구해야할 요소인 탐구력 함양, 흥미·호기심의 고취, 수공적 기

능의 익힘, 지식의 이해 및 획득, 환경감수성의 함양, 통합성의 고려, 자기환경화의 지향, 신체감각을 활용하는 것을 구현해 보았다.

2. 산성비 관련 실험활동 개발

가. 실험활동 구안과정에서의 고려사항

- 이 실험에서는 천연 자연 재료인 양배추를 지시약의 재료로 사용하고, 활동내용을 비교적 쉽게 구성하고, 양배추 지시약의 pH에 따른 색 변화표를 제작하고, 실험에 쓰이는 빗물의 채수 날짜 및 시간을 강조함으로써 흥미와 호기심의 측면을 고려한다.
- 이 실험에서는 천연 자연 재료인 양배추를 지시약의 재료로 사용하고, 직접 빗물을 채수하여 실험함으로써 환경감수성의 측면을 고려한다.
- 실험 후 활동에서 통합적 측면을 연계하여, 산성비 실험이 산성비에 대한 화학적 측면을 넘어서 물리적, 생물적, 지구과학적, 수학적, 인문적, 사회적, 철학적, 문화적, 정치적 측면의 모두 다는 아니더라도 일부는 함께 융합된 실험이 되도록 구상하였다. 즉 산성비와 관련하여 화학적, 수학적, 생물학적, 지구과학적, 사회적 측면의 질문들을 실험에 앞서 제기하고, 조별로 나누어 인터넷과 교과서 등을 활용하여 조사하게 한 뒤 실험활동 수행 후 발표 토의하도록 한다. 또한 이 토의 부분에서 산성비를 줄이기 위한 나의 노력이 무엇일까를 생각하게 함으로써 환경교육 지식뿐만 아니라 의식의 변화, 습관과 기능의 개발, 가치관의 함양, 문제 해결 및 의사 결정 능력을 배양하는 목표를 동시에 강조한다.
- 산성비가 나의 문제라는 인식이 들게 하기 위해 이 실험에서는 학생이 속한 학교, 집 근처의 비를 채수하여 실험에 사용하고, ○월 ○일 비를 내가 맞았다 라는 점을 부각시켜 그 날 내가 맞은 비가 환경에 줄 수 있는 문제를 생각하게 한다. 또한 실험에 앞서 세계적으로 그리고 우리나라에서 산성비로 문제가 된 사례를 들어 잘못하면 우리 지역도 그럴 수 있다는 생각이 들게 이야기해 줌으로써 자기환경화를 지향하는 실험이 되도록 한다.
- 일방적인 교사의 지도보다는 학생들이 조사하고, 생각하며, 행동할 수 있고, 현실의 문제를 인식하여 해결하려는 자세를 가질 수 있도록 하는데 주안점을 둔

다.

나. 실험활동의 구성

위의 고려사항을 토대로 하여 '천연지시약으로 빗물의 산성도 알아보기'라는 주제로 산성비에 관한 환경교육 실험활동을 구성하였다.

V. 개발된 실험활동 적용 및 논의

이렇게 이론적으로 모형화하고 구체적으로 구안한 산성비 관련 실험활동을 교수 학습 지도안에 따라 학생들과 함께 활동해 보고 그 결과를 고찰하였다. 그 결과 앞에서 논의 된 환경교육이 추구해야할 요소 중 표면적으로 적용효과가 크게 드러난 부분은 흥미·호기심의 고취, 환경감수성의 함양, 자기 환경화의 지향이었다.

우선, 산성비와 관련한 실험활동을 수행함으로써 실험에 쓰이는 도구와 기구를 선택하고 안전한 실험을 수행할 수 있게 되었으며, 실험 자료를 분석·해석할 수 있게 됨으로써 수공적 기능을 익히는 활동이 되었다고 본다. 또한 실험 활동이라는 것은 이론을 끌어들이기에 앞서 학생들이 직접 신체 감각을 활용하여 느끼게 하는 것을 우선 시 하게 했다고 본다.

이 실험을 통하여 학생들의 인지수준에 맞는 산성비와 관련된 지식을 이해하고, 획득할 수 있었으며, 실험에서 주어진 주제에 관한 직접적인 실험 실습활동, 집중적인 탐색과 토의가 이루어지도록 하고, 학생들이 자신의 생각을 자유롭게 발표하고 상대방과 서로의 생각을 나눌 수 있었던 점에서 탐구력을 함양하는 활동이었다고 본다.

학생들의 행동과 반응, 학생들이 실험에서 느낀 점에서 볼 수 있듯이 실생활에서 쉽게 볼 수 있는 양배추 및 빗물을 소재로 하여 흥미를 높일 수 있었다. 양배추라는 천연 소재는 흥미를 높이는 것뿐만 아니라 자연에 대한 친숙하고 편안한 감정이 생길 수 있게 하고 자연의 신비, 경이감, 아름다움도 느끼게 함으로써 이 실험은 환경감수성을 함양하는 활동이었다고 본다.

산성비와 관련하여 화학적, 수학적, 생물학적, 지구과학적, 기술적, 사회적 측면의 문제들을 한 번에 알아보는 많은 양으로, 조별로 나누어 인터넷과 교과서 등을 활용하여 조사하여 실험활동 수행 후 서로 발표 토의하는 과정에서 정보를 공유함으로써

산성비와 관련한 다양한 측면의 내용들을 다룰 수 있었다. 또한 산성비를 줄이기 위한 나의 노력이 무엇일까를 생각해 봄으로써 환경교육 지식뿐만 아니라 가치관을 함양할 수 있는 결과를 가져올 수 있었다. 이것으로 보아 환경교육의 목표 및 내용, 방법의 통합성이 고려된 활동이었다고 본다.

이 실험에서 산성비가 나의 문제라는 인식이 들게 하기 위해 학생이 속한 학교, 집 근처의 비를 채수하여 실험에 사용할 수 있게 하고, 실험에 앞서 세계적으로 산성비로 문제가 된 사례를 들어 잘못하면 내가 속한 환경도 그럴 수 있다는 생각이 들도록 유도하였다.

전반적으로 개발된 활동이 앞에서 논의된 환경교육 실험에서 추구해야할 요소들에 잘 접근되어 환경교육에서 적용할 만한 것이라고 생각된다.

반면 이 실험 활동에서 고려되지 못했던 점들을 보완한다면 환경교육에 있어서 보다 개선된 실험활동이 될 수 있으리라 생각된다. 몇 가지 고려되지 못한 점을 생각해 본다면, 조별 토의 시 수학적 측면의 내용은 학생들이 어려워하였었는데 실험 전에 충분히 학생들의 학습 수준 상태를 파악하는 것이 중요한 것 같다. 또한 이 실험 활동은 보통 학교에서의 수업이 50분으로 보았을 때 50분에 이루어지기는 힘든 내용이다. 따라서 차시 배분에 있어서 현실적 적용의 측면을 고려하여야 할 것이다. 또한 실험을 통해 환경적으로 건전하게 행동하려는 학생들에게 그것이 교실 상황에서 끝나지 않고 내면화될 수 있도록 환경교육이 학교- 가정- 지역사회로 연계가 이루어지는 방안을 생각하여야 할 것이다. 이 밖에도 이 실험에서 고려하지 못한 부분 중에 환경교육에서 추구해야할 요소들을 더 있을 것이고 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

VI. 결 론

이 연구는 환경교육에서 추구해야할 실험을, 과학교육 실험과 환경교육 실험에서 공통적으로 추구해야할 부분과, 과학교육 실험에서는 별로 고려하지 않지만 환경교육 실험에서만은 꼭 고려되어야할 부분으로 나누어 살펴 본 뒤 그 내용들을 종합, 정리함으로써 환경교육에서 추구해야 할 실험이 무엇인지를 추출해 보았다. 산성비 관련 환경교육 실험 활동 개발 시 환경교육 실험에서 추구해야할 요소를 적용하여 개발하였다. 주제는 ‘천연지시약으로 빗물의 산성도 알아보기’로, 앞에서 논의된 환경교육

실험에서 추구해야할 요소들을 각각 구현하여 실험활동을 구안하였다. 개발된 실험활동을 학생들을 대상으로 적용해 본 결과 전반적으로 개발된 활동이 앞에서 논의된 환경교육 실험에서 추구해야할 요소들에 잘 접근되어 환경교육에서 적용할 만한 것이라고 생각된다.

<참고 문헌>

- 교육부(1997), 한문, 교련, 교양선택과목 교육과정, 교육부
- 교육부(2000), 고등학교 교육과정 해설, 교육부
- 권재술, 김범기, 우종욱, 정완호, 정진우, 최병순(1999), 과학교육론, 교육과학사
- 김영민, 박상만, 오용남, 이범홍, 정인철(2002), 고등학교 생태와 환경, 교학사
- 남상준(1995), 환경교육론, 대학사
- 남상준, 김대성, 김두련, 이상복, 한세일(1999), 환경교육의 원리와 실제, 원미사
- 박태운, 정완호, 최석진, 최돈형, 이동엽, 노경임(2001), 환경교육학개론, 교육과학사
- 신동희, 이선경(1999), “제7차 과학과 교육 과정에 따른 학교 환경교육 내용 체계화”,
환경교육, 제12권 1호, pp.110-133
- 이선경, 최석진(1998), “제7차 교육과정의 고등학교 ‘생태와 환경’의 구성”, 환경교육,
제11권 2호, pp.26-39
- 정완호, 박국태, 박태운, 이훈정(2003), 고등학교 생태와 환경, 중앙교육진흥연구소
- 조희영, 박승재(2001), 과학론과 과학교육, 교육과학사
- 조희영, 최경희(2001), 과학교육 총론, 교육과학사
- 최경희(2000), “탐구학습을 통한 효율적인 환경교육 지도 방안”, 환경교육, 제13권 2호,
pp.114-126
- 최석진, 박선미, 심현민, 이용순, 박종성(2001), 환경교육 교수·학습 및 평가 방법의
실제, 한국교육과정평가원
- 최석진, 신호상, 이도원, 이두곤(2002), 고등학교 생태와 환경, 대한교과서
- 청람환경교육연구실(2002), 환경과 교수·학습론, 한국교원대학교 청람환경교육연구실