

# 전향력 탐구 활동 프로그램이 고등학생들의 창의성에 미치는 효과

김은주\*<sup>1</sup>, 윤일희<sup>2</sup>, 이효녕<sup>2</sup>

<sup>1</sup>금오고등학교, 경북 구미시 광평동 299-3번지

<sup>2</sup>경북대학교 지구과학교육과, 대구광역시 북구 산격동 1370번지

**요약** 본 연구에서는 고등학생들의 창의성을 신장시키고자 렌졸리의 3단계 학습모형에 적용하여 전향력 탐구활동 프로그램을 개발 하였고, 현장에 적용 후 그 효과를 알아보고자 하였다. 실험집단에는 창의성 신장을 위한 전향력 탐구활동 프로그램을 적용하였고, 통제집단에는 전통적인 교수 학습을 적용하였다. 창의성의 신장 정도와 전향력 개념의 이해 정도를 측정하고자 사전 사후 검사로 창의성은 토렌스의 창의성 검사(TTCT)로, 전향력 개념은 성취도 검사로 알아보았다. 그 결과 실험집단이 전향력 개념 성취도 검사 결과 유의미한 차이가 있는 것으로 나타나고, 창의성 검사(TTCT)에서도 실험집단의 사전 검사보다 사후 검사에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 학생들이 본 수업 프로그램의 과정을 통해 평소 어렵다고 생각했던 전향력 개념을 쉽게 이해할 수 있었기 때문이다. 이러한 연구 결과는 전향력 탐구 활동 프로그램은 고등학생들의 창의성을 신장시키고 전향력 개념에 대한 이해도를 높일 수 있었다고 볼 수 있다.

주요어: 창의성 계발, 전향력, 탐구

## 서론

21세기에 들어와서 우리나라를 포함하여 세계적으로 많은 국가에서 새로운 미래의 인적자원의 개발을 위해 과학교육과 관련된 창의성 계발에 대한 관심과 연구가 집중되고 있는 추세이다(박승재, 2002). 창의적인 과학 인재 양성은 자원이 부족하고 인력이 풍부한 우리나라의 상황에서 더 중요하게 강조되고 있는 부분이며, 창의성 계발을 위한 과학교육의 역할이 더 중요시 되고 있다(강호감, 2001).

창의성은 그 수준의 차이는 있으나 정상적인 사람이면 누구나 지니고 있는 것으로 연령·성별·지능에 따라서 현격한 차이가 없으며, 모든 영역에서 뛰어난 사람은 없고, 단지 어느 특정 과제에 뛰어난 창의성을 보일 뿐이다. 즉, 직접적이고 체계적인 훈련과 실습을 통해 창의성은 계발이 가능하다(양도기, 1987).

학교 현장에서 학생들의 창의력과 문제 해결력을 향상시키는 목적으로 특별히 개발된 선행연구 자료들은 상당히 효과가 있음을 보여주고 있지만, 이러한 연구 자료들은 과학 고등학교 학생들을 대상으로 개발된 자료가 대부분이며, 일반고등학교 학생들을 대상으

로 학교 교육과정에 투입할 수 있는 자료는 미흡한 실정이다(황효관, 2002; 정현철 등, 2002; 윤덕근 등, 2004). 이처럼 창의성 지도 자료의 부족으로 일반고등학교 현장에서는 창의성 신장을 위한 교육이 잘 이루어지지 않고 있으며, 창의성을 신장시킬 수 있는 수업관련 자료가 그 어느 때보다도 필요한 실정이다.

이 연구에서는 지구과학 교과에서 전 영역에 걸쳐 중요한 기초 개념 중의 하나인 '전향력' 개념을 중심으로 창의성 신장 수업프로그램을 개발하였다. 전향력은 지구과학 교과 내용 중에 대기과학과 관련된 지균풍과 경도풍, 대기의 대순환, 편서풍 파동, 그리고 태풍의 발생과 진로 등을 이해하는데 반드시 필요한 개념이다. 아울러, 지구과학의 해양과 관련된 내용 중에서 에크만 수송, 지형류 평형, 해수의 순환 그리고 서안강화현상 등을 이해하기 위하여 바탕이 되는 필수개념이라고 할 수 있다(고태식, 2002; Ross, 1995).

지구과학에서 전향력 개념이 차지하는 비중은 크지만, 전향력은 지구 자전에 의해 나타나는 걸보기 힘들기 때문에 학생들이 전향력 개념을 이해하기에 상당히 어려워하고 있으며, 전향력 개념이 지구과학II 교과서에 바르게 설명되어 있지 않아서 교사들도 학생들에게 전향력 개념을 이해시키기에 상당히 어려운 점이 많다. 고태식(2002)은 과학고등학교 학생들의 전향력 개념의 이해를 돕기 위해 전향력의 개념을 정확하게 정리하고, 학생들에게 전향력 실험의 비교 분석을 통해 전향력 개념을 바르게 이해 할 수 있도록 하였다. 그러나, 전향력 개념을 일반계 고등학생들에게 보다 쉽고 정확하게 이해시킬 수 있는 다양한 탐구 활동 자료의 개발은 아직까지 미흡한 실정이다.

이 연구에서는 창의성 신장을 목적으로 일반계 고등학교 학생들에게 적합하고 전향력 개념을 중심으로 하는 수업 프로그램을 개발하였다. 개발된 수업 프로그램을 현장에 적용한 후 그 효과를 분석함으로써 학생들의 '전향력'에 대한 개념의 이해와 창의성의 향상 정도를 알아보았다.

## 연구 방법

### 연구 대상

경북 구미시에 소재한 일반계 고등학교 3학년 (204)명을 대상으로 사전 실태 조사를 통하여 실험반 1개 반(35명)과 통제반 1개 반(35명)을 선정하였다. 두 집단을 대상으로 하는 수업처치는 2004년 3월 15일부터 4월 8일까지 약 1개월에 걸쳐 정규 수업시간에 실시하였다. 수업은 총 6차시에 걸쳐 이루어졌으며, 한 차시는 50분 수업이었다.

### 개발된 전향력 탐구 활동 프로그램

창의성 신장을 위한 전향력 프로그램의 개발은 렌줄리(Renzulli, 1997)의 3단계 심화 학습모형에 적용하여, 탐색 단계, 심화 단계, 적용 단계의 3 단계로 프로그램을 개발하였다.

탐색 단계는 총 2차시로 구성되었으며 전향력 개념에 대한 기초 학습을 한다. 이 단계에서는 먼저 전향력의 개념 도입과 관련된 지구과학 II 교과서의 그림을 분석하였다. 다음의 두 교과서에서 제시된 회전원반 위에서 공을 굴리는 그림에 문제점이 발견되어 그림을 수정 보완하여 학생들에게 제시하였다.

K출판사의 지구과학II 교과서 전향력의 기본 개념을 설명하는 회전원반 위에서 공을 던지는 그림을 살펴보면 두 학생을 모두 원반의 바깥, 즉 지구의 적도 지방에 배치시켜 놓음으로 인해, 전향력의 개념을 설명하기에 문제점이 있었다(그림 1).

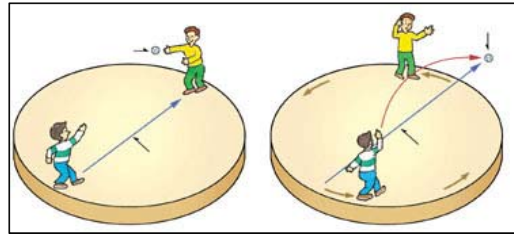


그림 1. 회전원반 위에서 공을 던지는 모습(이문원 외, 2002)

그림 2는 D출판사의 지구과학II 교과서의 회전원반 위에서 공을 굴리는 그림으로 원반 위에 공을 굴리는 사람만 있고, 원반 위에 관측하는 사람이 없으므로 인해, 전향력의 개념 중 지구상의 관측자가 보기에 휘어져 보인다는 ‘지구상의 관측자’라는 설명을 하기에 부족함이 있었다.

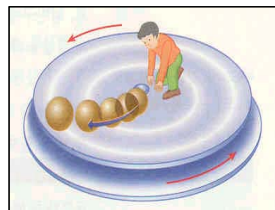


그림 2. 회전원반 위에서 공을 굴리는 모습 (이규석 외, 2002)

두 교과서의 부족한 부분을 보충하기 위해 그래픽 프로그램 (Photo Shop)을 사용하여

그림을 수정하고, 학생들에게 공을 던졌을 때 휘어지는 모양을 쉽게 설명하기 위해 플래쉬 (Flash) 프로그램을 이용하여 시뮬레이션을 직접 제작하여 동영상으로 제시하였다(그림 3). 이 그림에서는 원반의 중심에서 공을 굴리는 사람을 극지방에 있는 사람으로 설정하고, 원반의 바깥에 서 있는 사람을 적도 지방에 있는 관측자로 설정하여 극지방에서 적도 지방으로 공을 굴릴 때, 극지방에 있는 사람은 직선 방향으로 똑바로 공을 굴리나 원반의 가장자리에 서 있는 관측자가 보기에는 원반의 회전으로 인해 휘어져 보이게 된다는 전향력의 개념을 바르게 설명할 수 있다.

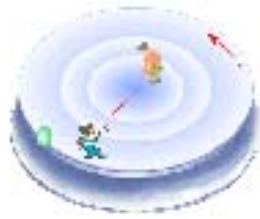


그림 3. 직접 제작한 회전 원반 위에서 공을 굴리는 모습

탐색 활동은 문헌 조사나 인터넷, 그리고 직접 제작한 시뮬레이션을 이용하여 가상 실험을 해보고 그 결과를 바탕으로 전향력에 대한 개념도를 그리도록 하였다. 탐색 단계 프로그램의 주요 내용과 수업전략을 요약하면 표 1과 같다.

표 1. 탐색 단계 프로그램의 주요 내용과 수업전략

차시	주요내용	수업전략
1차시 (개념 기초)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 전향력 개념 도입 및 교과서 그림의 문제점 수정 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 회전 원반에서 공을 굴리는 원리로 전향력의 개념을 도입한다. (직접 제작한 시뮬레이션 그림 3을 제시한다).</li> </ul> </li> <li>2. '푸코진자의 실험' 을 통해 고위도로 갈수록 전향력의 크기가 커지고, 적도에서는 전향력이 0 이 됨을 이해하게 한다.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▸ 회전원반에서 공을 굴리는 시뮬레이션 제시</li> </ul>
2차시 (개념 다지기)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 전향력의 기본 개념 다지기</li> <li>2. 회전하는 레코드판 위를 기어가는 재미의 운동 경로 탐구 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 인터넷 탐색활동</li> </ul> </li> </ol> <p>(<a href="http://www.i-science.hs.kr/cyber/Earth-science1/coriolis_force.html">http://www.i-science.hs.kr/cyber/Earth-science1/coriolis_force.html</a>)에서 전향력에 관한 시뮬레이션을 통해 전향력 개념을 이해한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. 전향력 개념도 그리기</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▸ 인터넷 시뮬레이션 탐구</li> <li>▸ 전향력 개념도 그리기</li> </ul>

심화 단계 프로그램은 탐색 단계에 이어 보다 심화된 활동을 하는 단계로 논리적 사고력, 비판적 사고 능력을 향상시킬 수 있도록 하였다. 또한, 독창성과 유창성을 기를 수 있는 마인드맵을 조별로 완성하도록 하였다. 심화 단계 프로그램의 주요 내용과 수업전략을 요약하면 표 2와 같다.

표 2. 심화 단계 프로그램의 주요 내용과 수업전략

차시	주요내용	수업전략
3 차시 (창의 활동)	1. 전향력 마인드 맵 그리기	▷ 마인드 맵
4 차시 (오개념 탐구)	1. 생활 속의 전향력 오개념 탐구 실험 - 육조에 물이 빠 질 때, 물이 회전하는 것은 전향력에 의한 현상이 아님을 알게 되었는가?	▷ 논리적, 비판적 사고 경험
5 차시 (문제 인식)	1. 전향력 실험하기 2. 소집단별 과제 제시: 물체와 지면과의 마찰을 최소화시킬 수 있는 창의적인 방안은? 또는, 구슬의 속도를 변화시킬 수 있는 방안은?	▷ 소집단별 과제 제시

적용 단계는 기존의 전향력 실험에서 마찰력에 의한 오차를 줄이거나, 구슬의 속도를 변화시킬 수 있는 대안 책을 소집단별로 모색하는 단계이다. 이 과정에서 창의적으로 문제를 해결하는 능력을 기르며, 새로운 아이디어를 창출하는 과정을 통해 창의성의 꽃이라고 할 수 있는 독창성을 기르는 것이 중요 목표이다. 적용 단계 프로그램의 주요 내용과 수업전략을 요약하면 표 3과 같다.

표 3. 적용 단계 프로그램의 주요 내용과 수업전략

차시	주요내용	수업전략
6 차시 (문제 해결)	1. 전향력 실험기구의 개선 방안 1) 마찰을 최소화시킬 수 있는 방안은? 2) 구슬의 속도를 변화시킬 수 있는 방안은?	▷ 독창적 아이디어 창출

본 프로그램은 단편적인 지식의 암기나 기술의 습득보다는 창의적인 문제해결 능력과 비판적 사고능력 등의 고급 사고 능력을 사용하여 창의적인 산출물의 생산이 이루어지도록 개발되었다. 본 프로그램의 과정을 통해 학생들은 창의적인 문제해결을 통해 독창적인 아이디어를 산출하는 과정을 경험하게 된다.

### 검사 도구

토렌스의 창의성 검사(Torrance Test of Creative Thinking: TTCT)는 언어 검사와 도형 검

사가 있다. 이 연구에서는 Torrance(1970)의 “Thinking Creatively with Pictures, Form A”를 우리말로 번역한 검사지(김영채, 1999)를 사용하였다. 도형 검사 A형은 그림 구성, 그림 완성, 선 더하기로 구성되어 있고, 검사 시 소요되는 시간은 30분이다. 도형 검사의 채점은 유창성, 독창성, 정교성, 제목의 추상성, 성급한 종결에 대한 저항으로 채점을 하였는데, 5가지 하위 요인들의 표준점수는 유창성은 154점, 독창성은 158점을 만점으로, 정교성, 제목의 추상성, 성급한 종결에 대한 저항은 각각 160점을 만점으로 채점하였다. 토렌스의 창의적 사고력 검사(TTCT) 결과는 개발된 프로그램 적용 전과 적용 후의 하위 영역별로 계산된 평균값을 이용하여, 통계적으로 유의미한 차이가 있는지를 알아보기 위해 t-검증을 실시하였다.

개발된 전향력 수업 프로그램을 통한 전향력 개념 이해 정도를 알아보기 위하여 고태식(2002)이 과학고등학교 학생들을 대상으로 전향력의 이해도 분석을 하기 위해서 개발한 문항을 수정 보완하여 총 10문항을 선정하였다. 평가 내용은 전향력이 나타나는 이유와 전향력의 크기를 결정하는 변인에 대한 내용을 중심으로 하였다. 각 문항 당 1점씩 10점 만점으로 채점을 하였다. 전향력의 성취도 검사의 분석은 실험반과 통제반의 평균점을 산출하여 두 평균값이 통계적으로 유의미한 차이가 있는지를 t-검증을 실시하였다. 두 검증 모두 95%의 신뢰수준으로, 통계 프로그램인 SPSSWIN 10.0을 이용하여 분석하였다.

## 결과 및 논의

### 창의성 검사 결과

창의성 향상을 위해 개발된 프로그램을 적용한 전후의 확산적 사고 능력에서 어떤 차이를 보이는지 알아보기 위하여 실시한 창의성 검사 결과의 평균값을 그래프로 나타내어 보면, 모든 확산적 사고의 하위 영역에서 프로그램 적용 후의 평균 점수가 프로그램 적용 전의 점수보다 높게 나타났다(그림 4).

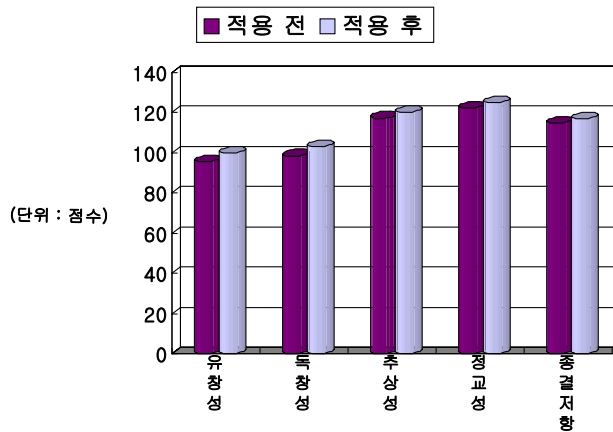


그림 4. 창의적 교수-학습반의 영역별 창의성 검사

토렌스의 창의적 사고력 검사 (TTCT)의 하위 영역별 평균점수가 통계적으로 유의미한 차이가 있는지를 알아보기 위해서 t-검증을 실시하였다. 표 4에서 제시된 것 같이, 모든 하위 영역의 평균 점수가 통제집단 보다 실험집단이 통계적으로 유의미( $p < .05$ )하게 높게 나타났다. 적용된 수업 프로그램은 학생들의 창의성의 하위 요소인 유창성, 독창성, 추상성, 정교성, 종결저항의 향상에 모두 효과적임을 알 수 있었다.

그 중에서도 독창성, 유창성 영역에서는 프로그램 적용 전보다 프로그램 적용 후 다소 높은 창의성의 향상을 나타내었다. 이러한 연구의 결과는 창의적 교수-학습반의 프로그램 적용 전보다 프로그램 적용 후 도형을 이용한 확산적 사고 검사에서 제한된 시간 내에 훨씬 더 독특하고 희귀한 응답(독창성)을 가장 많이 창출함을 의미하고, 더 다양한 영역에 걸쳐(유창성) 많은 표현을 할 수 있음을 보여주고 있다.

표 4. 창의적 교수-학습반의 영역별 창의성 t-검증

창의성의 영역 (만점)	전/후	평균	표준편차	t 값	p
유창성 (154)	전	95.43	10.44	-4.337*	0.000
	후	99.86	13.67		
독창성 (158)	전	98.54	14.74	-3.819*	0.001
	후	103.17	17.18		
추상성 (160)	전	117.23	14.61	-3.072*	0.004
	후	120.06	16.51		
정교성 (160)	전	122.26	13.73	-3.171*	0.003
	후	125.11	15.38		
종결저항 (160)	전	114.71	15.21	-2.660*	0.012
	후	116.86	16.21		

주. n=35. \*p < .05.

#### 전향력 개념 성취도 검사 결과

이 연구에서 개발한 수업프로그램이 연구대상 학생들의 전향력 개념 변화에 미치는 영향을 알아보기 위해 전향력 수업 프로그램을 적용한 실험 집단과 전통적 학습으로 수업을 받은 통제 집단의 전향력 개념 성취도 평균점수를 비교하여 분석하였다. 실험집단과 통제집단의 전향력 개념 성취도 검사 결과는 실험집단(8.51점/10점)이 통제집단(8.03점/10점)보다 평균 점수가 0.48점 높게 나왔음을 알 수 있다. t-검증을 한 결과 두 집단의 평균 값에는 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(표 5). 이것으로 보아 전향력 수업 프로그램 모형에 의한 수업이 전향력 개념 성취도 향상에 효과가 있는 것으로 분석된다.

표 5. 실험집단과 통제집단의 전향력 개념 성취도 t-검증

집단	평균	표준편차	t 값	p
실험	8.51	.78	2.245*	.028
통제	8.03	1.01		

주. n=35. \*p < .05.

### 결론

일반계 고등학교 학생들의 창의성 향상을 위해 전향력 개념을 중심으로 수업 프로그램의 개발 하였고, 학생들의 창의성을 신장시키고, 개념 성취도를 향상시키는지 알아보았



다. 개발된 프로그램은 학생들의 창의성을 신장시키고, 학생들이 평소에 어렵다고 생각하는 전향력 개념에 대한 이해도를 높일 수 있었다. 이 연구에서는 전향력이라는 개념만을 중심으로 프로그램을 개발하였으나, 학생들이 평소에 어렵다고 생각하는 과학 개념을 수업할 때는, 교사 위주의 설명식 수업보다는 학생 중심의 창의성 신장을 위한 수업 프로그램을 개발하여 적용하는 것이 더 효과적일 것이라고 생각한다.

윤덕근 외 (2004)가 지적한 것처럼, 창의성과 과학적 사고력의 증진을 위해서는 학교 현장에서 과학 개념 교수-학습 방법의 개선과 이를 위한 다양한 교수-학습 활동 자료의 개발이 필요하다. 어려운 과학 개념들도 과학 개념에 대한 교사의 정확한 지식을 바탕으로 학생들의 수준에 맞는 단계적인 수업 프로그램을 개발하여 적용한다면, 학생들은 비교적 쉽고 정확하게 과학 개념을 이해해 나갈 수 있을 것이다.

교육 현장에서 학생들의 창의성을 신장시키기 위해서는 교사 스스로도 창의적이어야 한다고 생각한다. 현장의 교사들이 어려운 과학 개념과 창의적 기법들을 접목하여 다양한 수업 프로그램을 개발하고 수업 현장에 적용한다면, 학생들이 어려워하거나 대안적 개념을 갖기 쉬운 과학 개념에 대한 이해도를 높일 수 있을 뿐만 아니라, 창의적인 활동들을 통해 창의성도 신장시킬 수 있다.

이 연구는 최근에 교육 현장에서 중요하게 요구되고 있는 창의성 교육의 한 방법으로 전향력이라는 개념을 중심으로 수업 프로그램을 개발하여 현장연구를 통해서 그 타당성을 검토해 보고자 시도되었다. 이러한 점을 고려하여 몇 가지 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 전향력 개념에 있어서 제7차 교육과정 지구과학II 교과서의 회전원반 위에서 공을 굴리는 전향력 그림의 문제점을 보완하였다(그림 3). 또한, 전향력 실험에서 원반의 회전속도를 변화시키는 실험방법은 지구 자전 속도가 일정하기 때문에 실험의 의미가 적다. 이 보다는 구슬의 속도를 변화시키시는 것이 더 의미가 있다. 실제 지구상에서 빠르게 움직이는 총알보다는 느리게 움직이는 대기나 해류에서 전향력이 잘 나타남을 보여주기 위해 구슬의 속도 값을 다르게 하여 실험을 하는 것이 전향력 개념을 이해하는데 더 적합하다. 이는 앞으로의 지구과학 교육과정 구성이나, 기존 실험의 문제점이 개선된 실험 도구 개발에 참고가 되리라 생각된다.

둘째, 이제까지 창의성 계발을 위한 교육 프로그램은 영재학생들을 대상으로 이루어지고 있다. 그러나 창의성은 보통사람이면 누구나 지니고 있는 능력으로, 체계적인 창의성 신장을 위한 프로그램을 통해 창의성을 신장시킬 수 있다. 이에, 영재학생 뿐만 아니라 일반 학생들을 대상으로 학교 현장 수업에 적용할 수 있는 다양한 창의성 신장을 위한

과학 교육 프로그램의 개발이 요구된다.

마지막으로 이 연구에서는 창의성 개발의 효과를 측정하기 위하여, 이미 개발된 검사 도구를 사용하였지만, 개발된 프로그램을 투입하는 과정과 투입 후에 수집될 수 있는 질적인 연구 자료(예, 관찰, 면접 등)를 이용하여 효과를 조사하는 것도 양적 연구의 결과를 보완하고 뒷받침 할 수 있을 것이라 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 강호감(2001). 창의성 계발을 위한 두뇌개발. 생활지혜사.
- 고태식(2002). 전향력에 대한 과학고등학교 학생들의 이해도 분석. 미출판 석사학위논문, 한국 교원대학교.
- 김영채(1999). 창의적 문제해결: 창의력의 이론, 개발과 수업. 교육과학사.
- 박승재(2002). 초중등학생의 과학선호도 증진 방안, 국가과학기술자문회의.
- 양도기(1987). 좋은 생각이 난다. 정신세계사.
- 윤덕근·김성하·차희영·이길재·정완호(2004). 과학고 학생들의 창의력과 과학적 사고력 향상을 위한 생물 실험 모듈의 적용 효과. 한국과학교육학회지. 24(3), 556-564.
- 이규석·이창진·김정률·이용준·강진철·김재현(2002). 고등학교 지구과학Ⅱ. 대한 교과서.
- 이문원·전성용·권석민·진만식·신석주·임부철(2002). 고등학교 지구과학Ⅱ. 금성 출판사.
- 정현철·한기순·김병노·최승언(2002). 과학 창의성 계발을 위한 프로그램 개발: 이론과 예시를 중심으로. 한국지구과학회지. 23(4), 334-348.
- 황효관(2002). 과학영재의 특성에 기초한 수업 프로그램이 유전개념 변화와 창의력에 미치는 효과. 미출판 박사학위논문, 한국교원대학교.
- Renzulli, J. S. (1977). *The enrichment triad model: A guide for developing defensible programs for the gifted and talented*. Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.
- Ross, D. A. (1995). *Introduction to Oceanography*. Harper Collins College Publishers.
- Torrance, E. P. (1970). *Torrance Test of Creative Thinking*. Bensenville, IL: Scholastic Testing Service.