

LTTS 프로그램의 인과적 사고 활동이 초등학생의 과학탐구능력에 미치는 영향

연은정 · 김선자 · 박종욱
(청주교육대학교)

The Effects of the Causal Thinking Activity of LTTS Program on Science Process Skills of Elementary School Students

Yeon, Eun-Jung · Kim, Sun-Ja · Park, Jongwook
(Cheongju National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the effects of the causal thinking activity of Let's Think Through Science(LTTS) program on causal thinking and science process skills of elementary school students. Four classes of 4th graders (N=119) from a elementary school were divided into the control and the experimental groups. Causal thinking activity of LTTS program was used with the experimental group, while the normal curriculum was conducted with the control group. Both groups were given a pre-post test on causal thinking abilities and science process skills. And the experimental group was given 15- item questionnaires analyzing of perception on LTTS program. This study revealed that causal thinking activity of the LTTS program were effective on the development of students' causal thinking abilities and science process skills. ANCOVA results revealed that the scores of causal thinking abilities for the experimental group significantly higher than those of the control group. In the sub-tests of the causal thinking abilities all categories were effective. And ANCOVA results of the science process skills were also effective. Science process elements of observation, recognizing of a problem were significantly higher. And elementary students preferred to the causal thinking activity of LTTS program so that it was interesting, useful, helpful to each other in studying science.

Key words : causal thinking abilities, science process skills, thinking skill

I. 서 론

우리나라의 과학 교육 과정에서는 실험 활동을 통한 탐구능력의 향상을 주요 목표로 삼고 있으며(교육부, 1997), 많은 과학 교육자들은 실험 활동을 통한 학습이 학생들에게 많은 이점을 줄 수 있다고 주장한다. 그러나 최근 실험 수업에 대한 재고가 이뤄져야 한다는 비판의 목소리가 커지고 있다(Lunetta, 1998; National Research Council, 1996). 과학 실험에서 학생들의 과학적 사고를 자극하는 활동이 강

조되어야 하고(Gunstone, 1991), 학생의 생각에 대한 충분한 피드백을 주어야 한다(Barron *et al.*, 1998). 그러나 대다수의 과학 실험 수업에서 이러한 기회가 주어진다든 증거를 보여주지 못하고 있다(Tobin, 1990). 게다가 학생들은 과학 실험 방법을 마치 일련의 절차로 이루어진 보편적 절차에 따라 수행만 하면 되는 이른바 요리책식 실험을 하고 있다(Roth, 1994; Wellington, 1998). 또한, 초등학교 과학과 교수 학습에서 중요하게 고려되어야 할 측면 중의 하나가 바로 인지 수준이므로(교육인적자원부, 2007),

사고 기능의 발달이 제대로 이루어지지 않은 상태에서 탐구 과정 요소만을 강조한 과학 수업은 효과적인 탐구능력의 향상을 기대하기 어렵다고 할 수 있다.

이러한 비판에 비추어 볼 때 과학 교육을 통하여 사고 기능(thinking skill)의 발달을 꾀하는 인지 가속(cognitive acceleration) 프로젝트에 주목할 필요가 있다. 영국에서 1990년대 이후부터 꾸준히 연구를 진행하고 있는 인지 가속 관련 연구자들은 피아제와 비고츠키의 인지 발달론을 이론적 배경으로 구성 전략을 고안하였고, 교과 내용과 사고 기능을 중심으로 다양한 연령층의 학생을 대상으로 한 교수 학습 자료를 개발하였다. 이를 학교 현장에 적용한 결과, 학생들의 사고 기능의 발달 및 학업 성취도의 향상에 대한 긍정적인 효과가 나타났다(Adey et al., 2003).

국내에서도 이들 프로그램 중 Thinking Science나 Let's Think Through Science(LTTS)를 학교 현장에 적용하여 그 효과를 검증한 바 있다. 특히 우리나라 과학 교육 과정에서 중요하게 다루어지는 탐구 과정이면서 프로그램 내에서 다수의 활동으로 포함되어 있는 변인 통제, 비례, 상관, 확률 등에 대한 연구를 진행한 결과, 각 활동의 독립적인 처치가 각 사고 기능의 향상에 효과적이었음을 보고하였다(김선자 등, 2004; 김은정 등, 2005; 박종윤 등, 2002; 한효순 등, 2002). 그러나 이러한 연구들은 단편적인 사고 기능의 향상에 대해서만 분석하였을 뿐 우리나라 과학 교육과정에서 추구하는 탐구능력과의 관련성에 대해서는 충분한 논의가 이루어지지 않았으며, 그 또한 형식적 사고 요소를 위주로 진행되었다. 인과적 사고, 보존, 서열화, 조합적 사고 등을 포함하는 구체적 사고 요소에 대한 분석은 단지 유아교육이나 일반 심리학에서 주로 다루어졌을 뿐이다.

과학이 지니는 중요한 기능은 어떤 현상이나 사건에 대한 원인과 결과의 인과적 사고를 바탕으로 한 올바른 설명을 제시하는 것이다(Hempel, 1966). 또한, 인과적 사고의 발달은 학생들이 학교에서 얻은 과학 경험, 과학 개념 형성과 밀접한 관계가 있으며(김현재와 한안진, 1984; 김효남, 1991), 원인과 결과를 파악하는 능력을 기초로 하여 학생들은 논리적 순서를 재구성할 수 있다고 하였다(Brown과 French, 1976). 그러므로 초등과학 교육의 출발점이

라고 할 수 있는 초등학교 3,4학년 시기에 인과적 사고에 기초한 과학 수업이 필요하며, 이에 대한 다양한 프로그램의 개발과 관련 연구가 요구된다.

이상에서 살펴본 바와 같이 초등과학 교육과정에서 추구하는 탐구능력의 향상을 위해서는 탐구 과정 요소를 강조한 현재의 실험 활동 위주의 수업은 비판의 여지가 있으며, 이를 보완할 수 있는 사고 기능을 강조한 교수 전략이 요구된다. 그러나 지금까지의 연구는 단순히 사고 기능의 향상에만 초점을 두고 형식적 사고 요소에 치우쳐서 진행되었기 때문에 초등과학 교육 측면에서 사고 기능 발달 프로그램의 적용에 대해 시사해 주는 바가 크지 않았다고 할 수 있다. 따라서 이 연구에서는 사고 기능을 강조하는 과학 수업이 과학탐구능력의 향상과 어떠한 관련성이 있는지에 대해서 구체적 사고의 지표라고 할 수 있는 인과적 사고를 중심으로 살펴보고자 한다. 이를 위해 초등학교를 위한 사고 기능 발달 프로그램의 하나인 LTTS 프로그램에 포함된 인과적 사고 활동을 적용하여 과학탐구능력에 대한 효과를 조사하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

실험 집단은 충북에 위치하는 읍 소재 초등학교 4학년 2개 학급으로 남학생 29명, 여학생 40명이었고, 통제 집단은 실험 집단과 같은 지역에 있는 인근 학교의 4학년 2개 학급으로 남학생 24명, 여학생 26명이었다. 실험 집단과 통제 집단이 속한 학교는 한 학년에 2학급씩 있는 비슷한 규모의 학교로 교육부에서 평가하는 기초 학습 능력 수준이 유사하였다.

2. 연구 절차

이 연구는 인과적 사고 기능을 강조한 수업이 과학탐구능력에 어떠한 영향이 있는지 조사하기 위한 목적으로 수행되었다. 수업 처치를 하기 직전 실험 집단과 통제 집단간의 동질성을 알아보기 위하여 인과적 사고력 검사와 과학탐구능력 검사를 실시하였다. 수업 처치는 예비 수업 2회, 본 수업 9회로 진행되었으며, 1주에 1회 수업을 원칙으로 하였다. 수업의 효과를 검증하기 위해 사후검사로 인과

적 사고력 검사와 과학탐구능력 검사를 실시하였다. 또한, 실험 집단을 대상으로 수업에 대한 학생들의 인식을 조사하기 위하여 설문지를 투입하여 분석하였다. 연구 설계를 도식화한 것은 그림 1과 같다.

3. 수업 처치

인과적 사고 기능을 강조한 과학 수업을 위해 인지 가속 프로그램 중 초등학교 3~4학년을 대상으로 과학 영역에 초점을 두어 개발된 LTTS를 선정하였다. 수업은 프로그램에 포함된 활동 중에서 인과적 사고에 해당되는 활동으로 자세한 내용을 표 1에 정리하였다. 수업에 활용한 교수-학습 과정안은 김선자 등(2007)이 번안, 개발한 것을 검토하여 사용하였다.

수업 전개 내용을 간단히 소개하면, 구체적 준비 단계에서 여러 가지 물건에 대한 탐구를 실시한다. 그 후 인지 갈등과 사회적 구성 단계에서 소집단 내에서 변인들 간의 인과 관계를 토의하고, 전체 학습에서 활동 결과를 발표하고 다른 소집단의 활

동 결과와 비교해 본다. 메타 인지 단계에서 활동에서 어려웠던 점, 생각의 변화 등을 살펴보는 기회를 가진다. 두 번째 인지 갈등과 사회적 구성 단계에서 교사는 인과 관계가 포함된 또 다른 상황을 제시하고, 학생들은 자료에 포함된 인과 관계에 대해 다시 논의하게 된다. 그 후 수업 전체 활동에 대한 메타 인지 단계로 수업을 마무리하게 된다. 메타 인지는 인지 전략의 사용 과정 및 자신의 사고 과정을 이해하는 활동으로 이를 흔히 사고에 대한 사고(thinking about thinking), 인지에 대한 인지(cognition about cognition), 혹은 인지에 대한 반성(reflection about cognition)이라고도 한다. 이 수업에서 사용된 메타 인지 질문의 예는 ‘무엇이 어려웠니?’, ‘누구의 말이 도움이 되었니?’, ‘소집단 친구들과 중에서 다른 의견이 나왔을 때 어떻게 했니?’, ‘문제를 해결할 때 어떤 생각이 더 필요했니?’ 등이다. 이러한 수업 흐름을 간단히 표 2에 정리하였다.

수업 처치를 위해 투입하기 전 한 달에 한 번씩 9회에 걸쳐 연수 및 협의회를 실시하였다. 실험 집단은 1주에 1회 계발 활동 시간을 이용하여 처치하였고, 통제 집단은 학교 교육 과정에서 계획된 계발활동 과학 프로그램이 이루어졌다. 통제 집단의 수업은 일반 과학 수업에서 다루는 수업 전개 방식과 유사하고 소재만 다르게 구성되었다(표 2).

실험 집단의 지도는 해당 학급의 담임교사로 교육 경력이 3년이고, 현재 교육대학원에서 초등과학 교육을 전공하고 있는 이 연구의 공동 연구자 중 1인

통제 집단	O ₁	X ₁	O ₁
실험 집단	O ₁	X ₂	O ₁ , O ₂

O₁ : 인과적 사고력 검사, 과학탐구능력 검사, O₂ : 설문지
X₁ : 학교 교육 과정별 계발 활동, X₂ : LTTS 프로그램 11개 활동

그림 1. 연구 설계

표 1. LTTS 프로그램의 인과적 사고 활동

	활동명	활동 내용
도입	저 산에 올라	둘레단 사이를 지나 봉우리까지 올라가기
	박스 만들기	원기둥 24개가 꼭 맞게 들어갈 상자 만들기
1	동물과 이	동물의 먹이와 이빨 구조 사이의 관계
2	감자	물체의 무게와 고무줄이 늘어난 길이의 관계
3	그림자 막대	태양의 고도, 그림자의 위치와 길이의 관계
4	그림자 인형 만들기	그림자 인형 만들기, 효과적인 그림자 인형의 특징
5	환경에 적응하는 법	동물들이 환경에 적응하는 방법 찾기
6	나는 무엇일까?	동물의 서식지와 적응의 관계 찾기
7	힘은 어디에 있나요?	특별한 물체에 작용하고 있는 힘
8	힘을 바꿀 수 있나요?	사물에 작용하는 힘의 크기와 움직임 간의 관계
9	재미있는 도깨비 인형	전구의 점멸, 밝기 조절 방법에 관하여 생각하기

표 2. 두 집단의 수업 전개

통제 집단		실험 집단	
단계	교수 학습 활동	단계	교수 학습 활동
도입	*학습 동기 유발 *학습 문제 제시	구체적 준비	*자료나 상황에 대한 소개 *다양한 자료에 대한 관찰, 탐색
전개	*자료에 대한 소개 *활동 내용 안내	인지 갈등 및 사회적 구성 I	*변인간의 인과 관계에 대한 토론 *모둠 활동 결과 발표 및 공유
	*모둠별 실험(관찰) 수행 *실험 결과 측정 및 관찰	메타 인지 I	*모둠 활동 되돌아보기 *생각의 변화에 대해 발표하기
	*활동 내용 정리	인지 갈등 및 사회적 구성 II	*추가 자료에 대한 인과 관계 토론
정리	*실험 결과 발표하기 *학습 내용 정리 *차시 예고	메타 인지 II	*활동에 대한 반성적 사고 -활동 중에 겪은 어려움 -동료나 다른 모둠 활동의 영향 -자신의 생각에 대한 변화

표 3. 인과적 사고력 검사지 범주 내용

범주	내용
친숙한 사물	시계, 자동차, 자전거, 낙엽, 풍선, 파도, 연, 그림자, 배
관계가 먼 사물	바람, 구름, 비, 별, 무지개, 맑고 흐린 날, 어두워짐, 달, 천둥
문제가 생긴 사물	비행기의 추락, 배의 가라앉음, 지붕이 새는 것, 타이어의 펑크

이 담당하였다. 그리고 통제 집단의 지도는 실험 집단 지도 교사와 성별, 교육경력, 대학원 전공이 같은 동료 교사 1인이 담당하였다.

4. 검사도구

1) 인과적 사고력 검사

아동의 인과적 사고 개념을 조사하기 위해 Berzonsky(1971)가 사용했던 질문들을 황명희(1994)가 수정 보완한 것을 검토하여 이용하였다. 질문들은 친숙한 사물, 관계가 먼 사물, 문제가 생긴 사물 이렇게 3가지 범주로 나뉘어져 있으며, 그 구체적인 내용은 표 3과 같다. 인과적 사고에 해당하는 응답은 1점, 무응답과 비인과적 사고에 해당하는 응답은 0점으로 평가하였다. 이 연구에서 검사지의 신뢰도는 Cronbach α 값 0.76으로 나타났다.

2) 과학탐구능력 검사

과학탐구능력 검사는 송경혜 등(2004)이 개발한

검사 도구를 이용하였다. 이 검사지는 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리, 문제 인식, 변인 통제, 자료 해석, 결론 도출, 실험 설계 10가지 탐구 과정 요소를 물질과 에너지, 생명과 환경, 지구와 순환의 3가지 내용 영역별로 구성된 총 30문항이다. 문항은 교과에 대한 특별한 지식이 없어도 해결할 수 있도록 제작되었고, 제 7차 교육과정에서 이수해야 하는 내용과 수준을 고려하여 다양한 내용으로 구성되었다. 물질과 에너지의 하위 영역은 에너지, 도구, 매질 이동, 물질 변화, 물질 성질이고, 생명과 환경의 하위 영역은 한살이, 생태계, 인체, 특성과 역할, 환경이다. 그리고 지구와 순환은 암석, 우주, 지구, 화석, 물로 구성되었다. 이 연구에서 검사지 신뢰도는 Cronbach α 값 0.83으로 나타났다.

3) 수업 인식 설문지

수업에 참여한 학생들의 인식을 조사하기 위하여 18개의 문항으로 구성된 설문지를 제작하였다. 설문지에는 전체 수업, 인지 갈등, 메타 인지, 소집단 활동 등 수업의 특징에 따라 범주를 구분하여 질문지를 구성하였다. 설문지의 범주와 내용은 표 4와 같다.

5. 자료 분석

사전에 실시한 인과적 사고력 검사와 과학탐구능력 검사 결과는 t-검증하여 실험 집단과 통제 집단이 동질 집단인지를 알아보았다. 사후에 실시한 인과적 사고력 검사와 과학탐구능력 검사 결과는 총점 및 영역별 점수를 구하여 공변량 분석으로 그

표 4. 수업 인식 설문지

범주	내용	문항 수
수업 전체	수업에 대한 흥미, 가장 기억에 남는 수업, 가장 어려웠던 수업	5
모둠 활동	모둠 활동이 도움되었는지 여부, 흥미	6
매타 인지	어려운 정도, 도움되었는지 여부	2
전체 활동	어려운 정도, 도움되었는지 여부	2
인지 갈등	어려운 정도, 인지 갈등 횟수, 인지 갈등이 있을 때 반응 유형	3

차이를 검증하였다. 수업에 대한 인식 설문지 결과는 문항별로 빈도를 분석하고 주관식 답은 유형별로 범주화하여 분석하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 인과적 사고력에 대한 효과

인과적 사고 기능을 강조한 수업이 인과적 사고력에 어떠한 효과가 있는지 분석하기 위해 사후 인과적 사고력 검사에 대해 공변량 분석을 하였다(표 5). 분석 결과, 통제 집단과 실험 집단의 교정 평균이 각각 11.05, 13.41로 실험 집단의 평균이 높았고,

표 5. 사후 인과적 사고력 검사의 공변량 분석 결과

구분	평균	표준 편차	교정 평균	MS	F	p
통제 집단 (n=50)	11.24	2.77	11.05	150.318	31.877	0.000
실험 집단 (n=69)	13.28	2.44	13.41			

*검사지 총점 : 21점

표 6. 사후 인과적 사고력 검사의 영역별 공변량 분석 결과

영역	통제 집단(n=50)			실험 집단(n=69)			MS	F	p
	평균	표준 편차	교정 평균	평균	표준 편차	교정 평균			
친근한 사물 (총점:9점)	5.96	1.32	5.98	6.81	1.17	6.79	18.118	12.687	0.001
관계 먼 사물 (총점:8점)	1.89	1.66	1.71	2.58	1.72	2.71	26.299	14.368	0.000
문제가 생긴 사물 (총점:4점)	3.39	0.98	3.35	3.90	0.43	3.93	8.859	19.565	0.000

이 차이는 통계적으로도 $p < .05$ 수준에서 유의미하였다. 이러한 결과는 인과적 사고 기능을 강조한 새로운 수업이 학생들의 인과적 사고력 향상에 효과가 있었음을 보여주었다.

인과적 사고력 검사 결과를 하위 영역별로 분석하여 표 6에 제시하였다. 영역별로 교정 평균을 살펴보면, 친근한 사물 영역에서 통제 집단 5.98, 실험 집단이 6.79였다. 관계 먼 사물 영역에서는 통제 집단이 1.71, 실험 집단이 2.71, 문제가 생긴 사물 영역에서는 통제 집단이 3.35, 실험 집단은 3.93으로 나타났다. 세 영역에서 모두 실험 집단이 높았고, 이 차이는 공변량 분석 결과, 통계적으로 $p < .05$ 수준에서 유의미하였다. 이는 인과적 사고 기능을 강조한 수업이 인과적 사고력 검사의 하위 영역에 관계 없이 모두 효과가 있었음을 보여준다. 황명희(1994)가 1, 3, 5학년을 대상으로 인과적 사고의 발달에 관한 연구를 하였을 때 기능 부진 사물 영역에 대한 학생들의 인과적 사고가 가장 발달되어 있다고 하였고, 학년이 올라갈수록 점차 발달된다고 하였다. 하지만 성숙에 따라 인과적 사고력이 발달하는 것뿐만 아니라 이 연구에서처럼 사고 기능을 강조한 수업 처치를 통해서도 학생들의 인과적 사고가 자극되어 사고 기능을 발달하는데 효과가 있음을 알 수 있었다.

또한, 사고 기능을 강조한 인지 가속 프로그램 중 형식적 사고 요소를 강조한 수업을 적용한 결과, 확률적 사고, 보상적 사고, 변인 통제 능력 등이 효과적으로 향상되었다고 이미 보고된 바 있다(김선자 등, 2002; 김은정 등, 2005; 한효순 등, 2002). 따라서 이러한 선행 연구에 비해 인지 수준이 다소 낮은 학생들을 대상으로 구체적 사고 기능을 강조한 수업을 적용했을 때 나타난 이 연구의 결과는 과학 교육과정에서 사고 기능을 강조하는 수업의 필요

성을 더 부각시키는 것이라 할 수 있겠다.

2. 과학탐구능력에 대한 효과

인과적 사고 기능을 강조하는 수업이 과학탐구 능력에 어떠한 효과가 있는지 분석하기 위해 사후 과학탐구능력 검사에 대해 공변량 분석을 하였다 (표 7). 분석 결과, 수업 처치 후 교정 평균은 통제 집단 8.79, 실험 집단 10.32로 실험 집단의 평균이 높게 나타났으며, 통계적으로 $p < .05$ 수준에서 유의미한 차이였다. 정진수와 정완호(1995)가 과학탐구 능력은 장기간의 수업 처치에 의해서만 향상된다는 결과를 보고하였으나, 이 연구에서는 2개월의 짧은 기간의 수업 처치였지만 학생들의 과학탐구 능력이 향상되는 결과가 나타났다. 이는 인과적 사고 기능 자체를 강조하는 활동이 과학탐구능력 향상에 좀 더 효과적인 것이라는 추론을 가능하게 한다. 다만 일정한 기간이 지난 후에 검사를 실시하여 사고 기능을 강조한 수업이 과학탐구능력

향상에 미친 효과의 지속성을 살펴보는 것이 더 필요하리라 판단된다.

이 연구의 수업 처치가 과학탐구능력을 구성하는 10가지 각 요소에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위하여 통제 집단과 실험 집단 간에 탐구 과정 요소별 공변량 분석을 실시하였다. 사후 과학탐구 능력의 요소별 검사 결과 및 공변량 분석 결과를 표 8에 나타내었다.

‘관찰’은 통제 집단과 실험 집단의 교정 평균 점수가 각각 1.08, 1.46, ‘문제 인식’은 1.01, 1.63으로 실험 집단이 높게 나타났으며, 이는 통계적으로 $p < .05$ 수준에서 유의미한 차이였다. 그 외 분류, 측정, 예상, 추리, 변인 통제, 자료 해석, 결론 도출, 실험 설계 요소는 통계적으로 $p < .05$ 수준에서 유의미한 차이는 아니었으나, 실험 집단이 통제 집단에 비하여 평균 점수가 높게 나타났다. 즉, 각 탐구 요소의 향상이 통합되어 전체 과학탐구능력에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났으며, 그 중에서 관찰 및 문제 인식 능력의 향상이 가장 두드러짐을 알 수 있었다.

이처럼 과학탐구능력 요소 중 관찰 능력과 문제 인식 능력에 대한 효과가 두드러지게 나타난 요인에 대해 수업안 분석 결과(표 9)와 LTTS 프로그램의 수업 전략의 특징에 근거해서 살펴보았다.

우선, ‘관찰’ 활동은 도입 활동을 제외한 9개 중 8개의 수업에 포함되어 있었다. 관찰한 것을 통하여 과학적 추론을 하는 것이 인과적 사고의 바탕이 되므로(Hume, 1975), 인과적 사고 활동에는 기본적으로 변인 탐색 활동이 수반된다. 이미 수업 전개

표 7. 사후 과학탐구능력 검사의 공변량 분석 결과

	평균	표준 편차	교정 평균	MS	F	p
통제 집단 (n=50)	8.09	3.91	8.79	60.651	6.111	0.015
실험 집단 (n=69)	10.78	4.21	10.32			

*검사지 총점 : 30점

표 8. 사후 과학탐구능력 검사의 요소별 공변량 분석 결과

요소	통제 집단(n=50)			실험 집단(n=69)			MS	F	p
	평균	표준 편차	교정 평균	평균	표준 편차	교정 평균			
관찰	1.07	0.89	1.08	1.47	0.91	1.46	4.053	5.157	0.025
분류	1.40	0.89	1.46	1.81	0.98	1.77	2.540	3.014	0.085
측정	1.13	0.89	1.46	1.43	0.98	1.77	1.871	2.138	0.147
예상	1.24	1.00	1.15	1.56	1.08	1.42	2.606	2.523	0.115
추리	1.29	0.94	1.34	1.53	0.95	1.50	0.655	0.822	0.367
문제 인식	0.96	0.77	1.01	1.66	0.91	1.63	10.171	14.629	0.000
변인 통제	1.47	0.97	1.58	1.71	1.01	1.63	5.083E-02	0.062	0.804
자료 해석	0.93	0.94	0.96	1.28	0.97	1.26	2.380	2.635	0.107
결론 도출	1.11	0.88	1.12	1.31	1.05	1.30	0.843	0.928	0.337
실험 설계	0.93	0.91	0.95	1.01	0.86	1.05	0.292	0.424	0.516

방식(표 2)에서 이러한 특징이 잘 나타난 바 있다. 또한, LTTS 프로그램의 중요한 수업 단계인 인지 갈등 및 사회적 구성 단계에서 학생들은 활동마다 제시되는 자료나 문제 상황, 다른 동료들의 생각이 자신의 예상에 맞지 않아 인지 갈등을 경험하게 된다. 처치한 수업에서는 인지 갈등 단계가 활동마다 2회 이상 반복되도록 구성되어 있다(표 2). 이와 같은 인지 갈등은 학생들에게 놀라움을 제공하며(Adey & Shayer, 1994), 이 놀라움은 수업 중에 제시되는 자료, 현상, 조작 활동에 호기심을 불러 일으킨 것으로 판단된다. 또한, 탐구 과정에서는 예상한 것뿐만 아니라 전혀 예상하지 못한 것들도 관찰할 수 있어야 하므로(Martin, 1997), 거듭되는 인지 갈등 상황을 접한 학생들은 자연스럽게 자신의 예상을 초월한 현상이나 자료의 특징을 기대하게 된다. 따라서 LTTS 수업이 강조하는 인과적 사고 기능에 필수적으로 관찰 활동이 수반되어 교수 학습 활동에 제시될 뿐 아니라 수업 과정에서 반복되는 인지 갈등 상황의 직면은 학생들의 관찰 능력 향상에 긍정적인 영향을 준 것으로 판단된다.

다음으로 문제 인식 능력의 향상에 대해 살펴보았다. 처치한 수업안을 분석한 결과, ‘관찰’과 마찬가지로 9개의 수업 중 8개의 수업에 ‘문제 인식’ 활동이 포함되어 있었다(표 9). 또한, LTTS 프로그램의 수업 전략에도 ‘문제 인식’의 과정이 잘 반영되어 있다. ‘문제 인식’은 해결되어야 할 문제를 발견하고, 기존 지식을 사용한 해석을 통해 자신의 말로 문제를 재구성하는 과정을 포함한다(교육인적자

원부, 2007). 이러한 ‘문제 인식’ 탐구 과정이 가장 잘 반영된 수업 단계가 바로 구체적 준비 단계이다. LTTS 수업의 도입 부분인 구체적 준비는 학생들이 직면하게 될 문제가 언어 능력, 문제 상황에 의해 발생되지 않도록 인지적 측면에 국한되도록 하기 위한 단계이다. 교사의 단순한 문제 제시로 인지 갈등을 유발할 수 없으므로 문제에 쓰인 어휘나 사용한 자료, 문제 상황에 대해 친숙하게 느끼도록 하며, 새로운 용어, 개념 등을 이해하게 하여 학생들의 학습 동기를 효과적으로 유발하게 된다(Adey & Shayer, 1994). 따라서 이러한 구체적 준비 단계는 활동에서 요구하는 문제 발견을 용이하게 하였고, 이렇게 반복된 수업 경험이 학생들의 문제 인식 능력의 향상에 영향을 준 것으로 판단된다. 또한, 인지 갈등과 사회적 구성 단계에서 자신의 관찰 결과, 지식, 경험 등에 근거한 해석을 통해 자신의 말로 소집단의 동료들과 상호 작용하고, 소집단의 토론 결과를 공유해야 한다. 따라서 지속적인 사회적 구성 활동은 자신의 말로 문제를 재구성하는 문제 인식 능력의 향상에 기여했을 것으로 판단된다.

3. 수업에 대한 인식

인과적 사고 기능을 강조한 수업 전체에 대한 학생들의 인식을 조사한 결과를 표 10에 제시하였다. 항목별로 살펴보면, 수업 전체에 대한 흥미에서는 67.2%의 학생들이 수업에 대한 흥미를 묻는 질문에 긍정적인 반응을 보였다. 약 80%의 학생들이 소집단 토론 활동이 학습에 도움이 된다고 긍정적으로

표 9. 활동에 포함된 과학탐구능력 요소

활동명	과학탐구능력 요소									
	관찰	분류	측정	예상	추리	문제 인식	변인 통제	자료 해석	결론 도출	실험 설계
1 동물과 이	○	○			○	○		○		
2 감자	○		○	○		○		○	○	○
3 그림자 막대	○			○		○				
4 그림자 인형 만들기	○					○			○	○
5 환경에 적응하는 법	○				○					
6 나는 무엇일까?					○	○				
7 힘은 어디에 있나요?	○				○	○				
8 힘을 바꿀 수 있나요?	○				○	○				
9 재미있는 도깨비 인형	○				○	○	○		○	○

표 10. LTTS 수업에 대한 학생들의 인식

영역	내용	응답별 빈도(%)				
		매우 그렇다	그렇다	보통이다	그렇지 않다	매우 그렇지 않다
수업 전체	재미있었다	46.3	20.9	29.9	1.5	1.5
	도움이 되었다	40.3	38.8	20.9	-	-
소집단 토론	재미있었다	28.4	23.9	38.8	1.5	7.5
	어려웠다	7.5	29.9	38.8	15.0	9.0
메타 인지	도움이 되었다	40.4	44.8	14.9	-	-
	어려웠다	3.0	38.8	35.8	17.9	4.5
학급 토론	도움이 되었다	29.9	67.1	3.0	-	-
	어려웠다	10.4	32.8	43.3	9.0	4.5
인지 갈등	친구들과 생각이 달랐다	22.4	64.2	13.4	-	-

대답하였다. 이런 결과는 장소영과 노석구(2005)가 학생들은 혼자 과학 실험을 하는 것보다 친구들과 함께 실험하는 것에 더 호감을 느낀다는 결과와도 일맥상통한다. 하지만 동료들과 적극적으로 상호 작용해야 하는 소집단 활동에 대해 40%의 학생들이 어렵다고 대답하였다. 그 이유로는 ‘친구들이 장난치고 떠들어서’, ‘친구들의 말이 이해가 잘 안 되어서’ 등 이었다. 이것은 학생들이 소집단별 토론에 익숙하지 않고 의사 소통 능력이 부족한 것에서 발생한 문제이므로 이에 대한 학습 훈련이 필요하리라 판단된다.

다음으로 수업 전체에 대한 반성적 사고를 요구하는 메타 인지 활동에 대한 인식을 조사하였다. 교사의 메타 인지 관련 질문에 대해 85.1%의 학생들이 학습 도움이 된다고 긍정적으로 대답하였고, 41.8%의 학생들이 어렵다고 대답하였다. Mortimer(2000)는 학생들의 학습 동기를 유발하는 활동, 학습 내용과 관련하여 갈등 상황을 제시한 후 이와 관련하여 학생들 자신의 생각을 이끌어내는 활동, 학생 자신의 관점에 대하여 생각하게 하는 메타 인지적 사고의 유도 등 수업 과정에서의 다양한 교사 학생 상호 작용에 대한 수업 전략은 미리 계획되어야 한다고 하였다. 그만큼 교사와 학생 입장에서 메타 인지 관련 질문과 이에 대한 대답은 중요하지만 어려운 활동이다. 따라서 이러한 메타 인지의 전략을 활용한 수업을 위해서는 교사와 학생 모두에게 충분한 훈련과 프로그램이 필요하리라 생각된다.

소집단별 토론이 끝난 후에 다른 소집단의 발표를 듣고 질문하거나 자신의 생각을 이야기하는 전

체 토론에 관한 질문에 대해 학습에 도움이 된다는 학생은 97%였다. 이것은 그만큼 전체 토론을 통하여 정보를 공유하는 활동이 유용하다고 인식하고 있었지만, 다른 친구들의 발표를 듣고 질문하거나 자신의 생각을 이야기하는 것에 대해 43.2%의 학생이 어렵다고 하였다.

소집단 토론시 경험하는 인지 갈등 정도에 대해서 86.6%의 학생들이 소집단 토론 시 의견이 일치하지 않았다고 대답했다. 전체 토론을 할 때 자신의 생각과 다른 사람의 의견이 다를 때 어떻게 반응했는지에 대한 질문에 ‘친구에게 질문을 했다’ 13.4%, ‘내 생각을 다시 설명했다’ 17.9%, ‘이유 없이 반대했다’ 9.0%, ‘그냥 친구의 생각이 옳다고 생각했다’ 13.4%, ‘내 생각이 옳은지 다시 생각했다’ 46.3%로 나타났다. 이런 결과는 다른 친구들의 발표가 학생들 각자의 사고를 다시 한 번 점검하게 만드는데 큰 영향을 주었다는 것을 알 수 있었다.

전체적으로 사고 기능을 강조한 새로운 수업이 흥미도 측면에서는 매우 긍정적이었으나, 새로운 수업 단계가 어렵게 인식되는 측면이 강했다. 따라서 수업의 효과를 극대화하기 위해서는 교사와 학생을 위한 소집단 상호 작용, 메타 인지, 인지 갈등 등에 대한 교수 학습 프로그램이 뒷받침되어야 할 것이다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서 사고 기능을 강조한 LTTS 프로그램 중 인과적 사고 활동을 적용한 결과, 사후 인과적

사고 능력에 있어 실험 집단이 통제 집단보다 유의미하게 높게 나타나, 프로그램의 처치가 인과적 사고 수준의 향상에 효과적이었음을 알 수 있었다. 또한, 과학탐구능력도 실험 집단이 통제 집단에 비하여 평균이 많이 향상되었고, 통계적으로 유의미한 효과를 보였으므로 인과적 사고 기능을 강조한 수업은 학생들의 과학탐구능력 향상에 효과적임을 알 수 있었다. 특히 탐구 과정 요소 중 관찰 능력과 문제 인식 능력이 현저히 향상되었다. 이는 LTTS 수업에서 강조하는 인과적 사고 활동에 필수적으로 관찰 활동이 수반될 뿐 아니라 구체적 준비, 인지 갈등 및 사회적 구성 등으로 이어지는 LTTS의 수업 전략에 관찰과 문제 인식 요소의 특징이 잘 반영되어 있기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 탐구 과정 요소만을 강조한 실험 활동은 학생들의 사고를 자극하는데 효과적이지 못해 비판을 받고 있지만, 사고 기능에 초점을 둔 LTTS의 수업 전략은 과학적 사고를 효율적으로 향상시키면서 이와 더불어 탐구능력도 함께 발달하는 효과를 보여주었다.

이 연구에서는 인과적 사고 기능을 강조한 활동만을 적용하였다. 그러나 대부분의 초등학생들이 구체적 조작기임을 감안할 때 분류, 서열화, 조합적 사고, 보존, 인과 관계, 구체적 모델, 변인간의 관계 등의 구체적 사고 요소에 대해 유아교육이나 심리학 측면이 아니라 초등과학 교육과 접목해서 연구가 이루어질 필요가 있다. 또한, 이러한 효과의 극대화를 위해 사고 기능 발달을 위한 수업 처치에서 중요한 전략인 소집단 토론, 인지 갈등과 메타 인지에 대한 훈련이 선행되어야 할 것이다.

참고문헌

- 교육부(1997). 초·중등학교 교육과정-국민공통 기본교육과정. 교육부 고시 제 1997-15호[별책 1], 서울:대한교과서주식회사.
- 교육인적자원부(2007). 초등학교 교사용 지도서: 과학 4-1, 서울:대한교과서주식회사.
- 김선자, 이상권, 박종욱, 강성주, 최병순(2002). '생각하는 과학' 프로그램의 보상 논리 활동에 의한 보상적 사고 수준 변화. 한국과학교육학회지, 22(3), 604-616.
- 김선자, 이상권, 최병순(2004). 초등학생의 보상논리 문제 해결에 대한 Thinking Science 프로그램의 일반 전이 효과. 한국과학교육학회지, 24(5), 977-986.
- 김선자, 김기한, 박종석, 박종욱(2007). 성별 소집단 구성에 따른 상호 작용 사례 연구. 한국과학교육학회지, 27(7), 559-569.
- 김은정, 신애경, 이상권, 최미화, 최병순(2005). Thinking Science 프로그램의 확률 활동이 초등학생의 확률적 사고 신장에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 25(7), 787-793.
- 김현재, 한안진(1984). 물리적 인과율 개념의 소고. 한국과학교육학회지, 4, 82-84.
- 김효남(1991). 국민학교 아동의 과학개념에 대한 실태조사 및 교정을 위한 방법연구. 초등과학교육, 10, 19-21.
- 박종욱, 김지영, 남정희, 이상권, 최병순(2002). 상관논리 활동을 통한 중학생들의 상관논리 유형 변화. 한국과학교육학회지, 22(4), 696-705.
- 송경혜, 이항로, 임청환(2004). 초등학교 고학년 학생의 과학 탐구능력 측정을 위한 평가도구 개발. 한국과학교육학회지, 24(6), 1245-1255.
- 장소영, 노석구(2005). 초등학생의 과학 선호도에 영향을 주는 과학수업에 대한 인식 조사. 한국초등과학교육, 24(4), 435-442.
- 정진수, 정완호(1995). 중학교 과학 수업에서 학습자 특성에 따른 순환 학습 모형의 효과. 한국과학교육학회지, 15(3), 284-290.
- 한효순, 최병순, 강순민, 박종욱(2002). '생각하는 과학' 프로그램의 변인활동이 초등학생의 변인 통제 능력에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 22(3), 571-585.
- 황명희(1994). 학령기 아동의 물리적 인과 관계 개념 발달에 대한 연구. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- Adey, P., Serret, N., Robertson, A., Nagy, F. & Wadsworth, P. (2003). *Let's Think through Science 7&8*. London: nfer-nelson.
- Adey, P. & Shayer, M. (1994). *Really raising standards*. London: Routledge.
- Barron, B. J. S., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L. & Bransford, D. J.(1998). Doing with understanding:Lessons from research on problem and project-based learning. *The Journal of the Learning Science*, 7, 271-311.
- Berzonsky, M. D.(1971). The role of familiarity in children's explanation of physicality. *Physicality. Child Development*, 42, 107-115.
- Brown, A. L. & French, L. A.(1976). Construction and regeneration of logical sequences using causes of consequences as the point of departure. *Child Development*, 47, 930-940.
- Gunstone, R. F.(1991). Reconstructing theory from practical experience. In B. E. Woolnough (Ed.), *Practical science*. Milton Keynes: Open University Press.
- Hempel(1966). *Philosophy of natural science*. Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

- Hume, D.(1975). *An enquiry concerning the human understanding*. Oxford : Clarendon Press.
- Lunetta, V. N. (1998). The school science laboratory: Historical perspectives and centers for contemporary teaching. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Ed.), *International handbook of science education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Martin, D. J. (1997). *Elementary science methods: A constructivist approach*. New York: Delmar Publishers.
- Mortimer, E. & Scott, P. (2000). Analysing discourse in the science classroom. In R. J. Miller, J. Leach, & J. Osborne (Eds.), *Improving science education : The contribution of research*. Buckingham: Open University Press.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC:National Academy Press.
- Roth, W. M. (1994). Experimenting in a constructivist high school physics laboratory. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 197-223.
- Tobin, K. G. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, 90, 402-418.
- Wellington, J. J. (1998). *Practical work in school science: Which way now?*. London: Routledge.