

초등학교 3학년 ‘혼합물의 분리’ 단원에서 문제해결 과정을 강조한 수업 전략 개발 및 적용

이신현 · 최선영[†]

(소만초등학교) · (경인교육대학교)[†]

Development and Application of Teaching Strategy Focused on Problem Solving Process in the ‘Separation of Mixture’ Unit of Third Grade Elementary School

Lee, Shin Hyun · Choi, Sun-Young[†]

(Soman Elementary School) · (Gyeongin National University of Education)[†]

ABSTRACT

The purpose of this study was to develop a teaching strategy focused on problem solving process and explore its effects on science creative problem solving ability, science process skills, science academic achievements and scientific attitudes of students after applying it. Teaching strategy focused on problem solving process employed brainstorming and PMI thinking strategies. The participants were the third grade students of both an experimental class(26 students) and a comparative class(25 students) at the S elementary school located in Goyang-City, Kyonggi Province. The developed strategy was applied to the experimental class for 9 periods of ‘Separation of mixture’ unit. The results of the tests on the science creative problem solving ability, the science process skills, scientific achievement and scientific attitude were statistically higher in the experimental class.

Key words : problem solving process, teaching strategy, creative problem solving ability, science process skills, science academic achievement, scientific attitudes

I. 서 론

현대 사회는 새로운 정보가 끊임없이 발생하고 전달이 급속히 이루어져 점점 복잡해지고 있다. 이에 따른 복잡다원화된 사회에서는 일상생활에서 다양하고 복잡한 문제들이 지속적으로 발생하기 때문에 그 상황에 맞게 문제들을 해결할 수 있는 문제 해결력을 갖추는 것이 매우 필요하다. 즉, 미래의 지식정보화 사회에서는 단순히 기존 지식을 습득하는 것을 벗어나, 지식과 정보를 활용하여 문제를 창의적으로 해결하는 능력을 갖춘 인재가 요구된다. 이에 우리나라 초등과학 교육과정에서도 이를 반영하여 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을

길러, 일상생활의 문제를 해결할 줄 아는 과학적 소양을 갖춘 인재양성을 목표로 하고 있다(Ministry of Education and Science Technology, 2012).

문제해결은 문제를 다양한 방법으로 표상하고, 문제에 관련된 요소를 통합적으로 이해하고, 사전 지식을 효과적으로 사용하며, 최종 목표에 도달하기 위한 전략을 잘 사용하는 복잡하고도 고차원적인 사고 과정이다(Hayes, 1989). 따라서 성공적인 문제 해결을 위해서는 문제와 관련된 내용에 대한 지식 이해, 문제를 표상할 수 있는 능력, 전략을 선택하고 계획하는 능력, 적절한 기술과 지식을 사용하여 문제해결을 수행할 수 있는 능력이 요구된다(Finegold & Mass, 1985). 또한 문제를 해결하는 과정에서 기

초적인 지식이나 기능을 더욱 확실하게 이해할 수 있을 뿐만 아니라, 지식의 단순 암기와 단순 적용, 알고리즘의 반복 연습에서 탈피하여 의사 결정, 비판적 사고, 창의적 사고 등과 같은 고등 정신을 신장할 수 있다(Hong, 1995). 그러므로 교육에 있어서 문제해결력을 계발하기 위해서는 문제를 해결하는 상황에서 사고전략을 활용하는 프로그램이 필요하다(Park *et al.*, 2009), 이와 관련하여 Treffinger *et al.*(1994)은 문제해결 과정에서 확산적 사고와 수렴적 사고를 도입한 창의적 문제해결력 모형을 제시한 바 있다.

문제해결과 관련된 그간의 선행연구를 살펴보면, 학생들을 대상으로 관찰한 문제해결 과정에서의 특성분석(Kang, 2013; Kim, 2010; Park, 2010; Shim, 2011; Shim & Jang, 2007; Oh, 2009; Lee, 2010; Lim & Yeo, 2012; Lim & Lim, 2011)에 관한 연구가 다수 보고되고 있다. 이 연구들은 학생들의 사고 유형, 인지적, 지식적 특성에 따라 나타나는 문제해결 과정의 특성을 분석한 것으로, 이러한 연구결과를 반영한 구조화된 문제 해결 전략과 문제해결력을 높이는 교육 내용과 방법이 구체화되어야 한다. 그리고 학생들의 창의적 문제해결력의 신장을 위해서 Treffinger *et al.*(1994)이 제안한 창의적 문제해결력 모형인 문제 이해하기(곤란한 상태 발견, 자료 발견, 문제 발견), 아이디어 산출하기(아이디어 찾기), 실행계획 세우기(해결책 찾기, 수락 가능성 찾기)를 적용하여 효과가 있음을 보고한 연구가 있다(Won *et al.*, 2002; Choi & Kim, 2011; Hong & Lee, 2008). 그런데 이 모형은 영재학생들을 대상으로 주어진 상황에서 문제를 찾고, 이를 해결하기 위해 확산적 사고와 수렴적 사고를 통해 문제를 해결하는 과정으로, 우리나라 일반학급의 수업에 적용하는 데에는 다소 어려움이 있을 것으로 예상된다. 왜냐하면 우리나라 초등학교 과학 교과서를 살펴보면 어떤 상황 속에서 문제를 찾아 해결하는 과정으로 이끌기 보다는, 해결해야 할 문제를 차시마다 맨 앞에 이미 제시하고 있는 상태이기 때문이다. 그래서 과학 수업에서 과학 교과서를 원활하게 지도하기 위해서는 문제를 찾는 활동도 중요하지만, 주어진 문제를 어떻게 해결하는가에 관심을 두어 지도하는 것이 더 의미가 있겠다. 이에 Kim *et al.* (2003)이 제시한 창의적 문제해결력 분석틀의 ‘문제해결하기’ 단계를 기초로 하고, 이때 문제를 해결

하는 과정에서 활용될 수 있는 사고기법으로 일반적으로 활용되고 있는 브레인스토밍과 PMI 기법을 적용하여 과학 교과서를 중심으로 문제해결 과정을 강조한 수업 전략을 개발하고자 하였다.

따라서 본 연구에서는 초등 과학 교과에 적용할 수 있는 문제해결 과정이 강조된 수업전략을 개발하고, 초등학교 3학년 학생들을 대상으로 과학 교과에 적용한 후, 학생들이 문제해결 과정 수업을 통해 얼마나 문제해결력이 변화가 있었고, 또한 과학 교과를 통해 길러질 수 있는 탐구능력과 태도 및 성취도의 변화에 대하여 알아보고자 한다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

이 연구는 경기도 고양시에 있는 S초등학교 3학년을 대상으로 각각 1개의 실험반 26명(남 13, 여 13)과 비교반 25명(남 13, 여 12)을 선정하여 실시하였다. 연구 대상이 있는 학교는 시내에 위치하고 있으며, 대체로 가정환경이 안정적이고 양호하며, 아파트 단지에 있는 학교로 사회 경제적으로 비슷한 수준이며, 부모의 자녀에 대한 기대와 교육적 관심이 높은 편이다.

2. 문제해결 과정을 강조한 수업전략 개발 및 적용

본 연구는 전통적으로 학교 과학수업에서 실시하고 있는 수업방법의 단계인 도입, 전개, 정리 또는 실험활동을 중심으로 전개되는 탐구수업방식 보다는 주어진 문제에 대하여 다양한 문제를 해결할 수 있는 방안을 생각해 볼 수 있도록 문제해결 과정을 강조한 수업전략을 모색하는 것이다. 이를 위해 Kim *et al.*(2003)이 제안한 초등학교 과학과 교과서의 창의적 문제해결력 분석틀을 기초로 하였다. 이것은 창의적 문제해결력에 대하여 여러 학자들이 제안하고 있는 내용을 중심으로 창의적 문제해결 과정의 공통적 특징을 추출한 것으로, 문제해결 과정을 ‘문제를 정의하는 단계’와 ‘문제를 해결하는 단계’로 구분하였다. ‘문제 정의하기’ 단계의 평가 하위 요소로는 ‘문제의 제시형태’, ‘문제의 진술형태’가 있고, ‘문제 해결하기’ 단계의 평가 하위 요소로는 ‘해결책 생각하기’, ‘가설(임시해결책) 설

정하기’, ‘가설 검증하기’ 그리고 ‘평가하기’가 있다. 따라서 본 연구에서도 이를 기초로 문제 해결하기 과정을 ‘문제 인식하기’, ‘다양한 해결방법 생각하기’, ‘해결방법 선택하기’, ‘해결하기’ 그리고 ‘해결방법 평가하기’의 5단계 과정이 포함되도록 수업방안을 모색하였다. 이때 문제해결 과정 속에서 효과를 높이기 위하여 일반적으로 활용되고 있는 사고기법 중, ‘다양한 해결방법 생각하기’ 단계에서는 브레인스토밍 사고 전략을 투입하여 확산적 사고를 촉진하도록 하였고, ‘해결방법 선택하기’ 단계에서는 PMI 사고 전략을 투입하여 수렴적 사고를 촉진하도록 하였다. 이와 같은 과정을 통해

문제해결 과정 속에 사고 전략을 활용하는 수업전략을 구안하였고, 이를 위해 과학교육 전문가 교수 1인, 초등학교 교사 3인 등이 함께 협의하는 과정을 거쳤다. 이러한 문제해결 과정 수업전략의 단계별 교수-학습활동의 특징은 Table 1과 같다.

본 연구의 문제해결 과정을 강조한 수업전략 적용을 위한 단원은 초등학교 과학 3학년 2학기의 물질 분야에 해당하는 ‘3. 혼합물의 분리’ 단원으로 총 9차시로 구성하였고, 4주 동안 주당 2~3시간씩 진행하였다. 이 단원의 경우, 혼합물을 분리하는 문제 상황을 제시하고, 이에 따른 해결방안을 한 가지 방식으로 교과서에 직접 제시하고 있어, 학생들이 다양한 해결 방법을 생각하는데 어려움이 있다고 할 수 있다. 따라서 제시된 문제 상황을 학생들이 스스로 문제를 해결하기 위해 다양한 해결방법을 제안하고, 최적의 해결방법을 선택, 수행하며, 선택한 해결방법을 평가해 보는 흐름으로 지도하고자 하였다(Table 2). 실험처치를 위하여 실험반에는 연구자가 문제해결 과정을 강조한 수업전략을 적용하여 교수학습 지도안을 작성하고, 수업에 활용하였으며, 비교반도 같은 기간 동안 과학전담교사가 교사용 지도서에 기초한 전통적인 수업을 진행하였다. 수업을 위해 선행 연구 및 교사용 지도서와 관련 도서 등을 참고하여 총 9차시에 해당하는 교수·학습 과정안을 작성하여 수업을 진행하였다(부록 1).

Table 1. Stage of teaching strategy focused on problem-solving process

Stage	Teaching and learning activities
Aware of the problem	- Explore the problem situation to recognize a problem
Think of various solutions	- Generate a variety of solutions - Utilize brainstorming thinking strategies for divergent thinking
Select a solution	- Choose the best solution among the proposed solutions - Plan the experiment to solve the problem - Use the PMI thinking strategy for convergent thinking
Resolve	- Perform experiment according to their design
Evaluate the solution	- Look back on their own solution and find a way to improve as well as good points

Table 2. Guidance lesson plan for this study

Period	Topics	Thinking activity : various solutions(brainstorming) and selection of solution(PMI)
1	What is a mixture?	· Brainstorming about “how can you eat a variety of fruits” · PMI for the “creating a fruit salad to some”
2~3	Why do you want to separate a mixture?	· Brainstorming: ‘when separating the mixture in nature to make the materials used in everyday life and make the required material’ · PMI for separating the mixture
4	Let's try to separate the mixture of soybeans, red beans and millet.	· Brainstorming: ‘how to separate soybeans, red beans and millet’ · PMI for making use of the sieve, and isolated soybean, millet and red bean
5~6	Let's make a tofu.	· Brainstorming: “how do you separate the mixture of substances that do not dissolve in water and a substance is soluble in water” · PMI for various solutions you have thought during the activities of the previous
7	Let's try to separate the salt from seawater.	· Brainstorming: “how to separate the salt from seawater” · PMI for various solutions you have thought during the activities of the previous
8	Let's try to separate the oil from water.	· Brainstorming: “how to separate the oil and water” · PMI for various solutions you have thought during the activities of the previous
9	Let's try to separate the mixture of rice, clips and beads	· Brainstorming: “how to separate the rice mixture, clips, beads” · PMI for various solutions you have thought during the activities of the previous

3. 검사 도구

1) 과학 창의적 문제해결력 검사

본 연구에서는 학생의 과학 창의적 문제해결력 변화를 알아보기 위하여 Choi and Kang(2006)이 개발한 과학 창의적 문제해결력 평가 척도표와 Choi and Kim(2011)이 개발한 검사 도구를 3학년 학생 수준에 적절하게 수정하여 제작, 활용하였다. 검사 문항은 크게 문제 정의하기와 문제 해결하기로 나눌 수 있다. 문제 정의하기의 하위 요소는 다양한 문제 제안하기, 적절한 탐구문제 선택하기이고, 문제 해결하기 하위 요소는 해결책 생각하기, 실험계획 세우기, 해결방법 확인하기이다. 5가지 하위 요소별로 1문항씩 총 5문항으로 개발했고, 검사 시간은 40분으로 제한하였으며, 한 문항에 5점씩 총 25점 만점으로 처리하였다(부록 2). 이 검사의 채점방법은 선행연구와 같은 방법으로 초등과학 교육 전공 교사 3명과 교육전문가 1명과 협의하여 채점하였다.

2) 과학탐구능력 검사

학생의 과학탐구능력의 변화를 알아보기 위하여 한국교육원대학교 물리교육연구실에서 Kwon and Kim(1994)가 개발한 과학탐구능력 검사지를 사용하였다. 이 검사 도구는 과학탐구능력을 기초탐구능력과 통합탐구능력으로 구분하였다. 기초탐구능력의 하위 요소로는 관찰, 분류, 측정, 추리, 예상의 5가지이며, 통합탐구능력의 하위 요소는 자료변환, 자료해석, 변인통제, 가설설정, 일반화 5가지로 총 10가지이다. 문항은 각 하위요소별로 3문항씩 제시되어 총 30문항으로 구성되어 있으며, 형식은 4지 선다형 객관식이다. 측정 시간은 40분 이내에서 검사도록 되어 있으며, 측정 도구의 신뢰도 Cronbach α 는 0.68이다. 본 연구 대상이 3학년 학생들이므로 통합탐구능력검사는 하지 않고, 기초탐구능력검사를 20분 동안 실시하였다.

3) 과학 학업 성취도 검사

학생의 과학 학업 성취도의 변화를 알아보기 위하여 사전검사 도구는 초등학교 3학년 담임교사 4명이 3학년 1학기 기말 평가를 위해 출제 및 검토한 15문항을 실시하였다. 사후검사는 연구의 지도 내용과 관련된 초등학교 3학년 2학기 ‘혼합물의 분

리’ 단원 내용을 중심으로 동일 학년 담임교사 4명이 출제 및 검토한 25문항으로 실시하였다. 성취도 검사의 사전, 사후 평가의 내용이 동일하지 않기 때문에 이로 인한 성취도 검증에서 차이가 있을 수 있다.

4) 과학적 태도 검사

학생의 과학적 태도 변화를 알아보기 위해 Kim *et al.*(1998)이 개발한 초등학생을 위한 과학적 태도 측정도구를 사용하였다. 항목은 호기심, 개방성, 비판성, 협동성, 자신성, 끈기성, 창의성으로 구성되어 있고, 리커트 척도 방식으로 총 21개의 문항으로 긍정적인 문항이 18개, 부정적인 문항이 3개이다. 측정도구의 신뢰도 Cronbach α 는 0.87이었다.

4. 자료처리 및 분석

본 연구에서 적용한 문제해결 과정을 강조한 수업전략의 효과를 알아보기 위하여 학생의 과학 창의적 문제 해결력, 과학탐구능력, 과학 학업 성취도, 과학적 태도의 검사 결과에 대한 분석은 SPSS 18.0 통계 프로그램을 이용하여 사전·사후 검사에 대해서 각각 *t*-검증을 하였다.

III. 결과 및 논의

1. 과학 창의적 문제해결력에 미치는 효과

문제해결 과정을 강조한 수업전략이 학생들의 과학 창의적 문제 해결력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 두 집단에 대하여 과학 창의적 문제해결력 검사를 실시하였다. 과학 창의적 문제해결력 사전 사후 검사에 대한 *t* 검증 결과는 Table 3과 같다. 사전 검사에서는 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 사후 검사에서는 비교반의 경우 평균 점수 8.68, 실험반의 경우 10.76으로 실험반의 점수가 더 높았으며, 통계적으로도 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 이 결과로 볼 때, 문제해결 과정을 강조한 수업전략은 학생들의 과학 창의적 문제해결력 향상에 긍정적 영향을 주었다. 본 연구의 수업전략과 일치하진 않지만, Won *et al.*(2002)과 Choi and Kim(2011)은 Treffinger *et al.*(1994)의 창의적 문제해결 학습 모형을 초등학교 학생들을 대상으로 과학수업에 적용하여 학생의 창의적 문제해결력이 향상되었다는 연구결과를 보고하였으며, Lee *et al.*

Table 3. The result of *t*-test on science creative problem solving skill

Test	Group	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
Pre-test	Experimental	7.07	2.22	-.357	.723
	Control	7.32	2.62		
Post-test	Experimental	10.76	3.76	2.191	.033*
	Control	8.68	2.98		

**p*<.05

(2008) 역시 창의적 문제해결학습을 초등학교 과학 수업에서 적용하여 학생들의 창의적 문제해결력이 신장되었다는 결과를 보고하였다. 선행 연구 결과와 유사하게 본 연구에서 모색한 문제해결 과정 중심의 수업 전략도 학생들의 창의적 문제해결력을 신장시키는 데는 효과적이라 할 수 있다.

창의적 문제해결력 하위 영역에 미치는 효과를 분석한 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다. 사전 검사에서는 과학 창의적 문제해결력 하위 5가지 영역 모두 실험반과 비교반의 유의한 차이가 없었으나, 사후 검사에서는 평균 점수가 상승한 양상을

보였고, ‘해결책 생각하기’, ‘해결방법 확인하기’ 영역에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다(*p*<.01). ‘해결책 생각하기’ 영역의 경우, 예를 들면 강의 오임을 해결해야 하는 문제 상황에서 해결책을 제시할 때 실험반 학생들은 흡착포 활용, 기름막 활용 이외에 음식물 찌꺼기를 체를 통해 거르거나, 오물 중에서 철 성분 등은 자석으로 분리한다는 등 다양한 해결책을 제시하고 있었다. 또한 해결방법 확인하기 경우는 실험반 학생들의 경우, 자신의 해결방법을 되돌아보면서 좋은 점과 개선점을 찾아 제시하고 있었는데, 그에 비해 비교반 학생들은 이에 대하여 부족함을 알 수 있었다. 예를 들어 흡착포를 활용할 경우, 기름을 쉽게 흡수할 수 있는 좋은 점이 있으나, 많은 양의 흡착포가 필요하고, 운반이 어렵다는 점을 되돌아보면서 흡착포의 활용뿐만 아니라, 유화제의 활용도 해결방법으로 함께 제시하고 있었다. 이는 수업전략에서 제시된 문제 상황을 통해 학생 스스로 문제를 인식하고, 다양한 해결방법을 생성한 후, PMI 사고 전략을 거쳐 해결방법의 좋은 점, 나쁜 점, 흥미로운 점 등을 고려하여 최적

Table 4. The result of *t*-test on each element of science creative problem solving skill

Elements	Test	Group	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
Suggest a variety of problems	Pre-test	Experimental	1.61	.94	-.389	.699
		Control	1.72	.97		
	Post-test	Experimental	2.15	1.28	.795	.430
		Control	1.88	1.16		
Select the appropriate inquiry problem	Pre-test	Experimental	1.61	.94	-.093	.926
		Control	1.64	.95		
	Post-test	Experimental	1.69	.97	-.390	.698
		Control	1.80	1.00		
Think resolution	Pre-test	Experimental	1.38	.80	.297	.768
		Control	1.32	.74		
	Post-test	Experimental	2.76	1.17	2.710	.009**
		Control	1.88	1.16		
Make a plan of the experiment	Pre-test	Experimental	1.30	.73	-.424	.673
		Control	1.40	.81		
	Post-test	Experimental	1.84	1.00	.164	.870
		Control	1.80	1.00		
Checking solution	Pre-test	Experimental	1.15	.54	-.508	.614
		Control	1.24	.66		
	Post-test	Experimental	2.30	1.37	3.195	.003**
		Control	1.32	.74		

***p*<.01

의 해결방법을 선택함으로써 해결방법을 다양한 시각에서 살펴보고, 평가, 분석하는 활동이 자연스럽게 이루어졌음을 보여준다. 그리고 자신의 해결방법을 되돌아보며, 잘된 점과 개선점을 찾아보는 해결방법 평가하기 과정이 있어 ‘해결방법 확인하기’ 영역에 긍정적 영향을 준 것으로 추측된다.

2. 과학탐구능력에 미치는 효과

문제해결 과정을 강조한 수업전략이 학생들의 과학탐구능력에 미치는 효과를 알아보기 위하여 두 집단에 대하여 사전 사후 과학탐구능력 검사를 실

시한 결과는 Table 5와 같다. 사전 검사 결과는 통계적으로는 유의한 차이가 없는 동질집단이었으나 ($p>.05$), 사후검사에서 실험반의 평균이 비교반보다 더 높았으며, 이는 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<.01$). 따라서 문제해결 과정을 강조한 수업전략이 전통적인 수업방법보다 과학탐구능력 중 기초탐구능력에 있어 긍정적인 효과를 미치는 것을 알 수 있다. 이는 초등학교 저학년을 대상으로 한 Kim(2004)의 연구에서 창의적 문제해결 학습이 기초탐구능력 중 관찰과 분류 영역에 유의미한 효과가 있다는 연구 결과와 일치하고 있으나, Hong and Lee(2008)의 연구에서 창의적 문제해결학습을 투여한 후 기초탐구능력에서는 효과가 없었으나, 통합탐구능력에만 유의함을 보인 것과는 차이가 있었다. 그러나 이것은 6학년을 대상으로 실시한 것이고, 자료변환, 자료해석 등 통합탐구능력과 관련된 내용이 많은 지구 영역을 다루는 등 대상과 학습내용의 차이에서 기인될 수 있다고 생각된다.

과학탐구능력의 하위 요소별로 비교하면 Table 6에 보는 바와 같다. 사전검사에서 관찰, 분류, 측정,

Table 5. The result of *t*-test on scientific inquiry ability

Test	Group	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
Pre-test	Experimental	6.07	1.89	.276	.784
	Control	5.92	2.15		
Post-test	Experimental	8.88	2.33	3.420	.001**
	Control	6.92	1.73		

** $p<.01$

Table 6. The result of *t*-test on basic process skills

Component	Test	Group	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
Observing	Pre-test	Experimental	1.19	.49	.418	.678
		Control	1.12	.72		
	Post-test	Experimental	1.61	.75	2.628	.011*
		Control	1.08	.70		
Classifying	Pre-test	Experimental	1.19	.63	-.240	.811
		Control	1.24	.77		
	Post-test	Experimental	2.15	.83	1.862	.069
		Control	1.76	.66		
Measuring	Pre-test	Experimental	1.30	.83	.118	.907
		Control	1.28	.84		
	Post-test	Experimental	1.26	.91	-1.289	.203
		Control	1.60	.91		
Inferring	Pre-test	Experimental	1.15	.78	1.014	.316
		Control	.92	.86		
	Post-test	Experimental	1.42	1.02	2.605	.013*
		Control	.80	.64		
Predicting	Pre-test	Experimental	1.23	.58	-.629	.532
		Control	1.36	.86		
	Post-test	Experimental	2.42	.64	3.504	.001**
		Control	1.68	.85		

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

추리 예상 영역에서 실험반과 비교반의 유의한 차이가 없었으나, 사후 검사에서는 관찰, 추리, 예상 영역에서 통계적으로 유의하였다($p < .05$). 관찰 영역의 사후 검사에서 실험반의 평균은 1.61, 비교반의 평균은 1.08로 실험반의 평균이 비교반보다 높았으며, 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($p < .05$). 관찰은 탐구의 가장 기본적인 과정으로 사람의 오감(시각, 후각, 청각, 촉각, 미각)이나, 또는 감각을 확장시키는 도구를 사용하여 사물과 현상에 대해 문제와 관련하여 필요한 정보와 자료를 얻는 과정이다(Ministry of Education and Science Technology, 2012). 이러한 관찰에 대한 정의를 바탕으로 생각해보면 문제해결 과정을 강조한 수업전략을 적용할 때, 학생들은 문제를 해결하기 위하여 문제와 관련된 필요한 정보와 자료를 얻기 위해 노력하고, 문제 상황을 보다 더 주의 깊게 관찰하게 된다. 특히 혼합물 분리를 위해서 문제에 제시된 혼합물들, 자, 돋보기 등의 도구를 이용하여 더 자세히 관찰하고, 혼합물 속 각각의 물질들의 특징을 찾아보는 활동을 수행함으로써 관찰 능력의 향상에 영향을 미치게 된 것으로 추측된다.

추리 영역은 사후 검사에서 실험반이 1.42, 비교반은 .80으로 실험반의 점수가 비교반보다 높았으며, 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($p < .05$). 문제해결 과정을 강조한 수업전략에서는 문제해결에 초점을 두고 수업이 진행되기 때문에, 학생들은 문제해결을 위한 관찰과 동시에 관찰을 통해 발견되는 또 다른 사실들을 파악하거나, 관찰을 통해 해결방법의 실마리를 발견하는데 노력하게 된다. 이러한 과정을 통해 학생들은 문제해결 과정에 능동적으로 참여하게 되고, 관찰한 사실 뒤에 숨은 이유나 내용을 찾고자 하며, 이를 통해 추리 능력에 긍정적인 영향이 이루어진 것으로 짐작된다.

예상 영역에서는 사후 검사에서 실험반이 2.42, 비교반은 1.68로, 실험반의 평균 점수가 비교반보다 0.74 높게 나타났으며, 통계적으로도 유의한 것으로 나타났다($p < .01$). 문제해결 과정에서 최선의 해결방법을 선택하기 위해서는 앞서 관찰하거나 측정된 결과를 바탕으로 어떠한 해결방법을 수행할 경우, 일어날 수 있는 현상을 미리 생각해 보아야 한다. 즉, 문제해결 과정을 강조한 수업전략 속에서 이루어지는 주의 깊은 관찰과 측정, 추리를

통해 보다 정확한 예상을 할 수 있으며, PMI 사고 전략을 통하여 여러 해결방법의 긍정적인 점, 부정적인 점, 흥미로운 점 등을 살펴보면 해결방법의 다양한 측면을 고려함으로써 예상능력이 향상된 것으로 보인다.

3. 과학 학업 성취도와 과학적 태도에 미치는 효과

실험반 학생들의 과학 학업 성취도 변화를 알아보기 위하여 사전, 사후 검사를 실시한 결과는 Table 7에 보는 바와 같다. 그 결과, 실험반과 비교반의 사전검사 점수는 차이가 없었으나, 사후 검사에서는 실험반이 비교반보다 높았고, 이는 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 이는 창의적 문제해결수업이 과학 학업 성취도를 높이는데 효과를 보인다는 Joo *et al.*(2011)의 연구결과와 일치한다. 문제해결 과정을 강조한 수업전략을 통해 학생들이 문제를 해결하는 과정에 참여함으로써 학생 스스로 과학 지식을 구성하고, 이해하여 적용할 수 있도록 만들었으며, 문제해결을 위한 사고 과정의 반복으로 과학지식, 개념, 원리를 이해하는데 효과를 보인 것으로 여겨진다. 또한 능동적으로 문제해결에 참여하여 과학적 지식과 탐구 활동에 필요한 능력들의 신장이 동시에 이루어져, 과학 학업 성취도 평가에 높은 점수를 받을 수 있었던 것으로 추측된다. 이러한 결과를 토대로 문제해결을 강조한 수업 전략이 학생들의 과학지식과 개념 및 원리를 이해하는데 도움을 주고, 과학 학업 성취 수준을 높이는데 효과를 보일 수 있음을 시사한다.

실험반에 적용한 뒤 학생들의 과학적 태도에 변화를 알아본 결과는 Table 8과 같다. 사전 검사에서는 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 사후 검사에서는 실험반의 태도 점수가 향상되었으며, 통계적으로 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다($p < .05$).

Table 7. The result of *t*-test on science achievement

Test	Group	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
Pre-test	Experimental	73.11	18.12	-.119	.906
	Control	73.64	12.89		
Post-test	Experimental	88.84	10.25	2.014	.040*
	Control	82.60	11.80		

* $p < .05$

Table 8. The result of *t*-test on scientific attitude

Test	Group	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
Pre-test	Experimental	77.69	9.75	1.301	.199
	Control	74.04	10.29		
Post-test	Experimental	79.61	8.49	2.202	.033*
	Control	72.68	13.36		

**p*<.05

IV. 결론 및 제언

본 연구는 초등 과학에서의 문제해결 과정을 강조한 수업전략을 개발하고, 수업에 적용하여 초등 학생의 과학 창의적 문제해결력, 과학탐구능력, 과학 학업 성취도, 과학적 태도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위한 것이다. 이에 대한 결과를 간단히 요약하면 다음과 같다.

첫째, 과학 창의적 문제해결력 검사를 실시한 결과, 실험반이 비교반보다 점수가 향상되었고, 이는 통계적으로 유의한 차이가 있었다(*p*<.05). 이것은 본 연구에서 투입한 수업전략을 통해 학생들이 문제해결 과정에 능동적으로 참여함으로써 창의적 문제해결력이 향상되었다고 할 수 있는데, 특히 과학 창의적 문제 해결력 하위 영역 중 ‘해결책 생각하기’, ‘해결방법 확인하기’ 영역에서 유의한 차이가 있었다.

둘째, 과학탐구능력검사를 실시한 결과, 실험반이 비교반보다 점수가 높았으며, 통계적으로 유의한 차이가 있었다(*p*<.0). 이것으로 보아 문제해결 과정 수업 전략을 통해 학생들의 문제해결에 필요한 탐구 능력 중 기초가 되는 기초 탐구 능력이 향상에 효과적임을 알 수 있고, 특히 기초 탐구 요소 중 관찰, 추리, 예상의 과학 탐구 요소에 영향을 주고 있음을 알 수 있다.

셋째, 학업성취도와 과학적 태도 검사에서도 실험반이 비교반보다 점수가 높았으며, 통계적으로 유의한 차이가 있었다(*p*<.05).

이와 같은 결과로 볼 때, 본 연구에서 적용한 문제해결 과정 수업전략은 초등과학 수업에서 학생들의 과학 창의적 문제해결력, 과학탐구능력, 성취도 및 과학적 태도의 향상에 긍정적인 효과가 있음을 알 수 있었다.

본 연구에서 적용한 수업 전략은 학교 과학 교실

수업 개선을 위해 적용가능성이 있다고 볼 수 있다. 앞서도 언급한 바와 같이 우리나라 초등학교 과학 교과서의 경우, 교과서 차시 구성이 앞부분에 문제를 제시하여 주어지는 형태이다 보니 학생들로 하여금 교과서를 중심으로 충실하게 수업을 하기 위해서는 주어진 문제를 다양한 방식으로 해결할 수 있는 방법을 수업시간에 생각할 수 있도록 지도해야 한다. 이런 면에서 본 연구에서 적용한 수업 전략은 개념 학습 중심의 단원에는 적용 가능성이 낮지만, 탐구 학습 중심 단원에서는 적용하기 용이하여 단원의 특성에 맞게 적용하는 것이 효과적이며, 본 수업 전략 적용 시, 사고 기법의 활용 측면에서 주의하여 지도할 필요가 있다. 따라서 문제해결 과정 속에서 필요한 다양한 사고 기법의 적용방안에 대하여도 지속적인 연구가 필요하다고 본다. 아울러 본 연구는 초등학교 3학년 과학과 물질 영역에서 단원을 선정하여 적용하였기에 다른 학년과 과학과의 다른 영역으로 확대 적용하여 그 효과를 검증하는 연구가 필요하다.

참고문헌

- Choi, S. & Kim, J. (2011). The effects of creative problem solving ability, science inquire, scientific attitude and achievement through the creative problem solving model in elementary science class. *The Korean Journal of Biology Education*, 39(4), 632-641.
- Choi, S. & Kang, H. (2006). Development of the scientific creative problem solving test for the selection of gifted science students in elementary school. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 25(1), 27-38.
- Finogold, M. & Mass, S. (1985). Difference in the processes of solving physics problems between good physics problem solvers and poor physics problem solvers. *Research in Science and Technological Education*, 3(1), 59-67.
- Hayes, J. R. (1989). *The complete problem solver* (2nd ed.). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hong, S. & Lee, Y. (2008). The effects of the science process skill and scientific attitude by creative problem solving. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 27(3), 233-243.
- Hong, M. (1995). Influence of characteristics of problems and problem solvers on chemistry problem solving. Doctorate thesis, Seoul National University.

- Joo, Y., Chung, Y. & Pyo, J. (2011). The effectiveness of Creative Problem Solving (CPS) learning on student science interest, science process skills, and science. *Journal of Research Curriculum Instruction*, 15(3), 657-667.
- Kang, G. (2013). Analysis of verbal interaction and thinking process in problem solving activity using creative thinking tool. Master's thesis, Korea National University of Education.
- Kim, H., Choi, S. & Kang, H. (2003). Development and application of a creative problem solving analysis framework for elementary school science textbook: Focused on the 5th and 6th grade 1st semester. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 22(2), 163-172.
- Kim, H., Chung, W. & Jeong, J. (1998). National assessment system development of science-related affective domain. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 18(3), 357-369.
- Kim, J. (2004). An effects of promotion of creativity and inquiry ability by creative problem solving. Master's thesis, Seoul National University of Education.
- Kim, J. (2010). Analysis of elementary school students' methodical problem. Major in elementary science education. Master's thesis, Korea National University of Education.
- Kwon, J. & Kim, B. (1994). The development of an instrument for the measurement of science process skills of the Korean elementary and middle school students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 14(3), 251-264.
- Lee, D., Kang, H. & Choi, S. (2008). Development of the learning materials for creative problem solving in the elementary school science: Focused the life units of the 4th grade. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 36(4), 490-499.
- Lee, E. (2010). A case study on characteristics of science writing heuristic and verbal interactions in problem-solving processes of scientifically gifted students. Doctoral dissertation, Korea National University of Education.
- Lim, C. & Lim, G. (2011). Analysis on science problem solving process of the elementary science gifted students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(2), 213-231.
- Lim, H. & Yeo, S. (2012). Characteristics on elementary student' argumentation in science problem solving process. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 31(1), 13-24.
- Ministry of Education, Science and Technology (2012). Science teacher's guides for elementary school (3rd grade). Seoul: Kumsung.
- Oh, K. (2009). A microgenetic analysis on elementary students' problem solving process in science education. Master's thesis, Korea National University of Education.
- Park, B. (2010). Analysis of characteristics in problem solving process about scientific knowledge of elementary schoolchildren. *Journal of Korea Elementary Education*, 21(2), 261-274.
- Park, S., Cho, S., Kim, H., Lee, J., Yun, Y., Jin, S. & Han, K. (2009). Education of the gifted and talented [영재교육학원론], Seoul: Kyoyukkwahaksa.
- Shim, H. & Jang, S. (2007). A case study on the scientifically-gifted students' and average student's creative science problem solving process and skills. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 25(5), 532-547.
- Sim, H. (2011). A case study on science problem solving processes of science-gifted elementary students with different characteristics in small group inquiry activities. Master's thesis, Cheongju National University of Education.
- Treffinger, D. J., Isaksen, S. G. & Dorval, K. B. (1994). Creative problem solving. An introduction. Sarasota, FL: Center for Creative Learning.
- Won, Y., Choi, S. & Kang, H. (2002). Development of creativity through creative problem solving model to elementary school science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 21(1), 71-80.

<부록1> 문제해결 과정을 강조한 수업전략 지도안(예시)

단원	3. 혼합물의 분리	차시	4/10
학습주제	콩, 팥, 좁쌀의 혼합물을 분리하여 봅시다.	수업전략	문제해결 과정을 강조한 수업전략
학습목표	콩, 팥, 좁쌀을 관찰하여 세 물질의 차이를 알고 이를 이용하여 분리할 수 있다.		
학습과정	교수 · 학습 활동	시간 (분)	자료(·) 및 유의점(→)
문제 인식하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ ‘콩쥐팥쥐’ 문제상황 제시를 통한 학습문제 인식하기 <ul style="list-style-type: none"> ■ 콩, 팥, 좁쌀이 섞여 있어서 세 가지 물질을 고르기 힘들어 하는 상황을 제시한다. ■ 여러분들이 콩쥐라면 콩, 팥, 좁쌀을 어떤 방법으로 고를 것입니까? ■ 이번 시간에는 함께 공부할 문제는 무엇입니까? ■ 콩, 팥, 좁쌀을 관찰하여 세 물질의 차이를 알고, 이를 이용하여 분리해 봅시다. 	5	· 콩쥐팥쥐 이야기 동영상
다양한 해결방법 생각해하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 콩, 팥, 좁쌀 관찰하기 <ul style="list-style-type: none"> - 모둠별로 콩, 팥, 좁쌀이 섞여있는 혼합물 그릇을 제시한다. ■ 콩, 팥, 좁쌀을 어떻게 서로 구별할 수 있을까요? 그 특징을 관찰해 보자. ■ 콩, 팥, 좁쌀을 자유롭게 관찰한다. 관찰결과를 실험관찰에 기록한다. ■ 모양, 크기, 색깔 등으로 나누어 콩, 팥, 좁쌀을 관찰한 결과를 발표한다. - 콩은 모양이 둥글고 가장 크며 노란색이다. - 팥은 등껍데 중간 크기로 붉은색이다. - 좁쌀은 등껍데 가장 작고 노란색을 띠고 있다. ○ ‘콩, 팥, 좁쌀을 어떻게 분리할까’ 에 대하여 브레인스토밍하기 <ul style="list-style-type: none"> ■ ‘콩, 팥, 좁쌀을 분리하는 방법에 대하여 자유롭게 생각해 보자. - 체를 이용해서 분리하기 - 조리를 이용해서 분리하기 - 종이컵을 이용해서 분리하기 등 ■ 체를 이용하여 분리하는 경우, 아이디어를 정교화하기 - 알갱이의 크기와 체의 눈의 크기 고려, 체의 종류, 사용 순서 생각해 보기 ■ 유용한 해결책 2가지 선택한다. 	10	<ul style="list-style-type: none"> · 그릇에 담긴 콩, 팥, 좁쌀의 혼합물 · 돋보기, 자유롭게 관찰하며 도구 이용 · 브레인스토밍 학습지(모듬별) →아이디어에 관하여 포스터를 그려볼 수 있도록 진행 →브레인스토밍의 규칙을 지키며 진행
해결방법 선택하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해결책 대한 PMI 사고하기 <ul style="list-style-type: none"> ■ 콩, 팥, 좁쌀을 분리하는 방법에 대한 해결책을 PMI해 봅시다. ■ 예시 아이디어: ‘체를 사용하여 콩, 팥, 좁쌀을 분리한다’ ■ ‘체를 사용하여 콩, 팥, 좁쌀을 분리한다’ 이 아이디어의 긍정적인 점은 무엇입니까? - 손으로 고르는 것보다 시간이 덜 걸린다. - 직접 하나씩 고를 필요가 없어서 분리하기 편하다. ■ ‘체를 사용하여 콩, 팥, 좁쌀을 분리한다’ 이 아이디어의 부정적인 점은 무엇입니까? - 눈의 크기가 다른 체가 2개 이상 있어야 한다. - 알갱이의 크기와 체의 눈의 크기가 맞아야 한다. ■ ‘체를 사용하여 콩, 팥, 좁쌀을 분리한다’ 이 아이디어의 흥미로운 점은 무엇입니까? - 체의 눈의 크기가 다양해야 쓸모가 있다. - 체가 없으면 체를 대신해서 종이컵에 구멍을 뚫어서 사용해도 좋다. ○ PMI에 따라 의사결정하기 <ul style="list-style-type: none"> - PMI에 따라 최선의 해결책을 정한다. ○ PMI 결과 발표 - PMI 한 결과를 모듬별로 발표해 봅시다. 발표를 통해 전체의 생각을 공유한다. 	10	<ul style="list-style-type: none"> · PMI 학습지 (모듬별) → 아이디어에 관하여 다양한 측면을 살펴볼 수 있도록 한다.
해결하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 콩, 팥, 좁쌀을 분리하기 - 결정된 해결책대로 혼합물을 분리한다 	5	· 해결책 실행에 필요한 도구들(체, 종이컵, 조리 등 활용)
해결방법 평가하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해결책 되돌아보기 - 모듬의 해결책대로 혼합물을 분리해 보고 예상한 결과와 비교해 봅시다. - 잘된 점과 개선점을 생각해 봅시다. 	3	· 학습지
정리하기 차시 예고하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정리하기 - 콩, 팥, 좁쌀을 분리하는 또 다른 방법을 생각해 봅시다. ○ 차시예고 - 다음 시간에는 혼합물을 분리하는 이유에 대하여 공부하겠습니다. 	2	

<부록2> 창의적 문제해결 검사도구 예시

준영이네 동네에는 강이 흐르고 있었어요. 그런데 어느 날부터 깨끗했던 강물이 더러워지기 시작했어요. 기름 공장에서 버려진 기름과 구슬 공장에서 버려진 쇠구슬, 사람들이 먹고 버린 음식물 찌꺼기까지 섞여서 냄새가 날 정도로 강물이 오염되었지요. 준영이는 어떻게 강물을 깨끗하게 되돌릴 수 있을까요?

1. 위와 같은 상황에서 생길 수 있는 문제들을 모두 써 보세요.
2. 위의 여러 가지 문제들 중 하나를 골라 해결하고 싶은 문제를 자세히 써 보세요.
3. 자신이 고른 문제를 해결할 수 있는 방법을 모두 써 보세요.
4. 위의 방법들 중 하나를 골라 문제를 해결하기 위한 계획을 세워 보세요.
 - (1) 필요한 준비물을 쓰세요.
 - (2) 해결 방법을 자세히 쓰세요.
5. 자신이 생각한 방법의 좋은 점과 부족한 점을 써 보세요.

좋은 점	부족한 점