



물질, 계절 변화에 대한 예비초등, 초등, 중등 교사들의 개념 비교

박종호†
(진주교육대학교)

Comparison of Conceptions of Matter and Season Change on Pre-service Elementary, Elementary, Middle, and High School Teachers

Jong-Ho PARK†
(Chinju National University of Education)

Abstract

The purpose of this study is to investigate the conception-types of season and mater changes in pre-sevice, elementary, middle, high school teachers. The subjects of the study were 100 teachers (20 pre - primary teachers, 20 elementary teachers, 20 science teachers, 20 biological teachers, 20 control group teachers) in J-region. The finding showed not only various misconceptions but also differences between the phenomena and the teacher groups. The science teachers were found to be better understood than pre - primary and elementary teachers in understanding the changes of material and seasonal changes, and many misconceptions were found in pre-primary and elementary teachers. The biology teachers showed lack of explanation about seasonal changes and material changes rather than science teachers. In addition, the scientific concept of two natural phenomena is relatively inferior to that of biological teachers and science teachers. Considering the relationship between students and teachers, pre-primary teachers and elementary teachers influence students' misconceptions so that misconceptions can be maintained in middle and high schools. Therefore, it is very important to acquire the concept of scientific knowledge of elementary school teacher and preliminary elementary school teacher.

Key words : Science education, Misconception, Scientific conception

I. 서론

급변하는 산업사회에서의 학생들은 미래의 적응을 위해서 초등학교 때부터 복잡한 자연현상에 관해 학습한다. 어린 학생일수록 자연 현상에 대한 호기심이 많으며 자연 현상에 대한 이해를 위해서 종종 과학적 개념과 다르게 자연 현상을 인식하여 설명하는 경우가 있다.

이러한 현상은 구성주의적 관점에서 보면 자연

현상이나 사물에 대한 학생들의 생각이 과학적으로 타당하지 않더라도 그들의 자연 현상과 사물에 대한 관점이 상당히 오랫동안 지속되며, 학습에 의해 쉽게 교사의 과학적 개념으로 완전히 대체되지 않는데 이를 오개념이라 한다(Lee et al., 1993; Brewer et al., 2000; Park, 1999). 오개념은 남녀노소 및 능력과 시대를 초월하여 나타나며, 과학적 지식의 습득을 방해하고, 교수-학습에도 어려움을 준다(Lee et al., 1993; Park, 1999). 오개

† Corresponding author : 055-740-1241, parkkdp@cue.ac.kr

* 이 논문은 2017년도 진주교육대학교 교내연구비 지원을 받아 작성된 것임

념에 관한 연구는 어떤 특유한 과학 개념이 학습되는 과정을 설명할 뿐만 아니라, 그 개념의 학습지도 방법과 자료를 개발하는 준거가 된다(Lee et al., 1993; Park, 1999).

학생들의 과학에 대한 오개념을 고려한다면 교사들은 그에 맞는 필요한 학습 과정을 조직할 필요가 있다. 예를 들면, 사전지식을 의식적으로 알게 하기, 설명, 새로운 지식을 설명하기 위해 그림을 넣기, 추상적 언어와 일상의 경험적 지식들 간의 연결하기, 일상과 과학적 분야 사이의 유사점과 차이점을 언급하기가 있다. 의식적 지식은 학생중심 교수방법을 사용함에 있어서 매우 중요하다. 따라서 교사들은 학생들의 다양한 질문에 대답을 해주어야 하고 개념의 갈등을 분명하게 해 주어야 하기 때문에 가르치는 주제와 관련하여 과학적 지식이 해박할 필요가 있다(Lee et al., 1993; Park, 1999; Smith et al., 1997; Vosniadou, 1994).

또한, 교사들은 가르치는 교과에서 학생들의 일반적인 오개념과 오개념의 근원에 관한 타당한 이유를 알아야 한다. 오개념은 학생들이 사전에 가지고 있었던 정보와 학교에서 새로 배운 지식 사이에서 생겨날 수 있다. Vosniadou(1994)는 이러한 개념들은 여러 분야의 지식의 종합 때문이라고 하였다. 교사들은 그들이 가르치는 주제에 관한 과학적인 이해를 가져야하며, 과학적 개념과 오개념의 차이점을 알 수 있어야 한다. 그러나 선행 연구들에 의하면 교사들도 학교에서 가르치는 교과에서 다양한 오개념을 가질 수 있기 때문에 학생들의 오개념 발생은 교사들이 가르치는 방식과 개념의 특성에 따라 차이가 있다(Driver et al., 1994).

한편, 배우는 학생과 교사들이 현재의 과학적 이해를 얻는데 방해물 하는 오개념의 몇 가지 근원을 살펴보면 유추를 바탕으로 한 과잉 일반화(Vosniadou, 1994), 존재론적으로 다른 범주에 기인한 개념들(Chi, 1992), 학교 교과서의 서술적 문제(Papageorgiou et al., 2000), 교사의 훈련 정도

(Parker et al., 2000)등이 있다.

유추는 다양한 현상에 관한 지식을 일반화 하는 한 방법이다. 유추적 원인에서 보면, 이미 알려진 분야의 정보는 새로운 분야로 전환된다. 과학자들은 그들의 비형식적인 추론에서 유추를 사용한다(Seo, 2002).

유추는 학생과 교사들에게 사전개념과 새로운 정보를 관련시키는 것을 도와주는 유용한 도구로 사용된다. 그러나 종종 학생들은 자연현상을 적극적으로 설명, 이해하려고 노력하기 때문에 지나친 유추의 사용으로 더 많은 오개념이 생길 수 있다. 특히, 눈으로 직접 관찰 할 수 없는 미시 세계를 대부분 거시적인 세계로 유추하여 생각하며, 미시 세계의 현상을 거시적인 독립체로서 유추하여 설명함으로써 오개념을 발달시킨다. 예를 들어, 학생들은 물질이 녹을 때 분자들이 녹는다고 믿는다. 원자들은 그 물질의 색을 가지고 있고 그 물질의 가시적인 특성을 가지고 있다고 학생들은 믿는다. Haidar(1997)는 심지어 화학 교사들도 원자와 같은 작은 크기의 것에 관한 지식을 갖고 있다고 보고 하였다.

학생들은 계절변화에 대한 이유를 설명할 때 유추를 사용한다. 다시 말해, 어떤 일반적인 설명은 거리 이론으로 불리어진다. 이 이론에서는 여름과 겨울의 기온이 다르다고 한다. 왜냐하면 지구와 태양 사이의 거리가 여름과 겨울에 두 계절 동안 다르기 때문으로 본다. 이러한 설명은 열원에 대한 경험의 유추로부터 기인한다(Kikas, 2003; Parker et al., 2000).

Papageorgious et al.(2000)는 교사들은 교과서에 상세히 표현된 개념들을 잘 알고 있지만 어떤 교과서에서는 학생들과 교사들에게 오개념을 형성하도록 하는 경우가 있다. 오개념의 한 근원은 일상적 개념과 과학적 개념의 혼돈으로 볼 수 있다. 예를 들면, 일상적 언어에서 "입자"는 무언가 아주 작은 고체를 말하기도 하고 반면에 원자나 분자를 일컫기도 한다. "입자"는 아주 다른 의미를 가진다. 그러나 사람들은 분자와 원자를 물체

의 아주 작은 부분이라고 여긴다. 또한 Papageorgious et al.(2000)는 교사들이 과학적 단어를 설명하기 위해 일상 언어를 사용한다고 본다. 예를 들어, 순수한 물질은 어떠한 혼합물도 없는 것으로 설명한다. 오개념의 다른 근원은 교과서에서 사용된 도표나 모델들이 될 수 있다. 도표나 모델들은 이해를 더 잘 하도록 도와준다. 그러나 교사들이 적절한 설명을 하지 못한다면 도표나 모델들은 학생들이 과학적 현상을 이해하는데 더 어렵게 만들 수 있다. 다른 한가지 예로서, Kikas(2003)의 연구결과에 의하면 계절변화와 관련하여 교과서에서 사용된 도표가 거리이론을 설명하는데 타원으로써 지구의 궤도를 설명하고 있다고 한다. 지구의 궤도가 원과 비슷하지만 지구 궤도의 기울기는 지구의 축이 궤도를 향해 기울어져 있음을 나타낸다. 기울기를 변화시키는 것은 지구의 표면을 향하는 빛의 각도 변화를 유발하고 이는 계절 변화를 가져온다.

교사들의 지식은 대학에서 교육받은 방식에 영향을 받으며, 대학의 교육은 교사들의 교직에 영향을 주는 내용지식 뿐 아니라 교수법과 학습 과정에 대한 지식도 포함한다. 특히, 초등교사의 내용 지식은 현재 초등학교 교육과정에서 요구하는 수준을 만족시키지 못하며, 초등 교사들이 다양한 오개념을 가지고 있다고 한다(Parker et al., 2000).

오개념은 복잡한 지식을 이해시키기 위한 과정에서 발생되지만 오개념의 생성 원인은 구체적인 주제와 상황에 따라 다르다. 어떤 자연현상의 설명은 일상생활에서 유용하지만 학교 수업을 포함하여 어떤 분야에서는 방해요인으로써 작용된다. 그리고 많은 연구자들은 초등학교 교사뿐만 아니라 중·고등학교의 교사들도 학교에서 가르치는 주제나 분야에 있어서 오개념과 단편적인 지식만을 가지고 있다고 보고 하였다(Park, 1999; Lee et al., 1993; Smith et al., 1997; Vosniadou, 1994).

학생들의 계절과 물질의 변화에 대한 학습은 먼저 초등과학교육에서 가르치며 중등교육에서

심화된 내용을 가르친다. 우리나라 교육과정에서 과학은 3학년에서 6학년까지 가르치도록 되어 있다. 중학교에서부터 자세하고 구체적인 학습을 하도록 되어 있다. 고등학교에서는 구체적인 과목으로 물리, 화학, 생물학을 배우게 된다. 우리나라의 초등과학교육은 활동적인 교수방법이 많이 사용되기 때문에 초등 교사들에게는 활동적인 교수 방법(실험, 관찰, 소집단 활동 등)과 과학 주제에 있어서도 생물, 물리, 화학, 지구과학의 폭넓은 지식이 요구된다. 중학교, 고등학교 과학 교사들은 초등학교와는 달리 전문적 지식이 요구되며 좀 더 구체화된 과학적 개념을 요구하고, 자신의 전문분야에 국한해서 자신의 지식을 확장하는 경향이 있다.

따라서 본 연구에서는 초등교사와 중·고등학교 교사는 가르치는 지식의 형태와 양에서 많은 차이를 보일 수 있으므로 각기 다른 교사집단(예비초등교사, 초등교사, 중학교, 고등학교 과학교사들)의 계절과 물질 변화에 대한 개념의 차이가 많을 것으로 보이기 때문에 계절, 물질의 변화와 같은 자연현상에 대해 예비초등교사, 초등학교 교사와 중·고등학교 과학교과 교사들 간의 개념과 오개념의 차이를 조사하였다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구의 연구 대상은 J지역에 근무하는 다섯 집단의 교사들로 구성하였다. 예비초등교사, 초등교사, 과학교사(물리, 화학, 지구과학), 생물교사, 일반교사들(통제집단교사)이며 특히, 본 연구에서 다루는 문제는 계절의 변화와 물질의 변화 즉 온도에 따른 상태 변화에 대한 개념과 오개념의 조사이므로 학문적 유사성이 있는 화학, 물리, 지구과학은 과학교사 집단으로 설정하였다. 그리고 통제집단교사는 중학교 이상의 학교에서 근무하는 인문, 사회, 예체능계열(역사, 국어, 외국어, 미

술, 음악, 체육)에 종사하는 교사들이다. 초등교사들은 모든 교과를 가르치지만 과학교과를 가르치기 시작하는 3학년에서 6학년의 담임교사를 선택하였다. 또한 초등교사는 특수 목적 대학인 교육대학교에서 교수방법과 교과내용을 배우며 특히 교과내용은 전문가 집단과 같이 깊이 있는 내용을 배우기보다는 폭넓은 생활 중심적인 내용을 익히므로 과학교사와 생물교사 통제집단교사와 구분된다. 초등예비교사들은 초등교사가 되기 위해서 공부하는 학생들이다. 이러한 연구대상의 특징을 <Table 1>에 정리하였다.

<Table 1> Characteristics of research subjects (P: Pre-service elementary teacher, E: Elementary teacher, B: Biology teacher, S: Science teachers, C: Controlled group teachers).

		Teacher Groups				
		P	E	B	S	C
Sex	Male	5	5	3	10	10
	Female	15	15	17	10	10
Total		20	20	20	20	20
Educational background (year)	0	20	0	0	0	0
	1-5		6	7	6	5
	6-15		9	9	8	10
	16~		5	6	6	5
Total		20	20	20	20	20

2. 설문내용과 자료 분석

설문지는 평가과제와 문제해결과제 두 가지 유형으로 구성하였다. 두 가지 유형의 설문문항은 교사들이 학생들의 수준에 맞게 현상에 대해 설명을 할 수 있는가와 현상을 설명하는 능력과 문제를 이해하는 능력을 비교할 수 있게 구성하였다. 구성된 설문 문항은 전문가 집단에 의해 검증하였다. 첫 번째 유형의 설문 문항은 교사들이 주어진 문항에 대해 과학적 설명으로 답할 수 있는지를 평가하였다. 두 번째 유형은 계절 물질의 변화에 대한 문제 해결에 관한 내용으로서

교사들이 각각의 설문에 대하여 가장 알맞은 답을 선택하고 선택한 이유에 대해서 과학적으로 설명하는 것이다. 설문문항에 대한 설문내용들을 <부록 1>에 정리하였다. 구체적으로 설문 문항들은 계절과 물질의 변화에 대한 두 가지 현상들이 서술되어 있고 네 개의 다른 설명들이 각 현상에 대해 제공되었다.<부록 1 참조> 네 가지 설명은 아주 과학적인 설명들, 이미 익숙한 유개념을 포함한 설명, 어떠한 과학적인 근거 없이 현상에 대한 단순 기술, 설명에 영향을 주지 않는 어떤 과학적 단어가 포함된 기술을 포함한다. 응답자들은 현재의 과학적인 설명과는 대조적으로 제공된 설명에 대해 정확하게 평가하도록 하였다. 평가 척도 1은 전혀 아니다. 척도 2는 조금 그렇다. 척도 3은 대부분 그렇다. 척도 4는 매우 그렇다.

두 번째 설문 유형으로서, 문제해결 문항은 계절과 물질 변화에 대한 과학적 지식으로부터 생길 수 있는 오개념을 알아보기 위하여 조사하였다. 계절과 물질의 변화 현상에 대해 각각 하나씩의 문제 과제를 주었다. 계절의 변화에 대한 문제 해결에서 태양과 지구의 거리 발생이 거리 이론의 발생을 결정하고 계절과 관련된 개념을 연구하기 위해서 다음과 같은 질문들이 사용되었다. “우리나라에서는 여름에는 따뜻하고 겨울에는 춥다” : 기온은 가을과 봄 동안에는 중간을 유지한다. 이 같은 현상에 대해 응답자들은 세 가지의 선택을 하였다. 선택 1은 지구의 궤도는 다르다. (거리 이론을 언급하며), 선택 2는 지구의 축은 궤도를 향하여 다른 각도를 가진다. 선택 3은 지구는 다른 속도로 축 주위를 돌고 있다. 또한 이러한 선택 후 교사들이 그들의 선택에 대해 설명을 하게 하였다. 옹고 과제와 연관된 문제에서는 다음과 같은 질문들이 제시하였다. “칠월 녹을 때까지 열을 가하면 분자들이 선택 1 팽창된다, 선택 2 수축된다, 선택 3 같은 크기를 유지한다.” 이와 같이 3 가지 중 선택하게 한 후 선택한 이유를 설명하게 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

<Table 2>~<Table 6>은 계절과 물질의 변화에 대한 첫 번째 설문 유형에 대한 각각의 교사집단들의 응답에 대한 결과를 나타낸 것이다. 교사 집단 사이의 비교 분석은 집단 간 t-test 그리고 개인 간의 비교 분석은 t-test(평균 비교)와 Q-test(정답의 빈도수 비교)를 사용하였다.

<Table 2> Science Teachers' responses of Seasonal and Substance Changes (Sci: Scientific Explanation, Mis: Misconception, EST: Explanation of the use of Scientific Terms, SE: Simple Explanation).

		Mean,	Standard deviation	%
Season	Sci	3.33	.57	92
	Mis	2.65	1.02	66
	EST	2.01	.59	16
	SE	1.96	.79	26
Substance Change	Sci	2.82	1.15	68
	Mis	1.77	1.01	22
	EST	1.48	.76	16
	SE	1.32	.34	0

계절 변화에 관한 과학적인 설명은 생물교사 집단들에서 가장 높은 응답 비율을 보였다. 또한 과학, 생물, 초등교사의 집단은 과학적 설명의 평균값이 예비초등교사, 통제집단교사에 비해 매우 높게 나타났다. 예비초등교사와 통제집단교사 사이의 통계적으로 유의미한 차이를 발견하지 못하였으나 과학, 생물, 초등교사의 집단은 예비초등교사, 통제집단교사와는 통계적으로 유의미한 차이(예비초등교사: 유의확률, $p < 0.03$, 통제집단교사: 유의확률, $p < 0.005$)를 보였다. 또한 예비초등교사들은 과학적으로 설명한 퍼센트와 오개념에 근거하여 설명한 퍼센트가 비슷하였다. 통제 집단 교사들은 4가지(과학적, 오개념, 과학적 용어 사용, 단순) 설명의 퍼센트가 비슷하게 나타났다.

<Table 3> Biology Teachers' responses of Seasonal and Substance Changes (Sci: Scientific Explanation, Mis: Misconception, EST: Explanation of the use of Scientific Terms, SE: Simple Explanation).

		Mean,	Standard deviation	%
Season	Sci	3.93	.42	93
	Mis	2.75	1.13	73
	EST	2.01	.78	28
	SE	2.10	.64	27
Substance Change	Sci	3.10	.84	85
	Mis	2.33	1.31	44
	EST	1.87	.79	19
	SE	1.53	.59	6

<Table 4> Elementary teachers' responses of Seasonal and Substance Changes (Sci: Scientific Explanation, Mis: Misconception, EST: Explanation of the use of Scientific Terms, SE: Simple Explanation).

		Mean,	Standard deviation	%
Season	Sci	3.41	.68	90
	Mis	2.56	.98	57
	EST	2.55	.83	48
	SE	2.73	.88	65
Substance Change	Sci	2.72	1.01	74
	Mis	3.54	.72	92
	EST	2.44	.77	46
	SE	1.85	.71	23

생물교사의 93%, 과학교사의 92%, 초등교사의 90%가 계절 변화에 대해 과학적으로 근거 있는 응답을 하였다. 생물교사의 73%, 과학교사의 66%, 초등교사의 57%, 예비초등교사의 71%, 통제집단교사들의 63%는 오개념으로 설명을 하였다. 과학교사와 생물교사들의 30%미만은 계절의 변화에 대해 과학적인 용어와 단순 설명으로 응답하였다. 또한 계절변화에 대해서 초등교사, 예비초등교사, 통제집단 교사의 많은 수가 과학적 용어의 사용과 단순 설명으로 응답하였다.

<Table 5> Pre-service elementary teachers' responses of Seasonal and Substance Changes (Sci: Scientific Explanation, Mis: Misconception, EST: Explanation of the use of Scientific Terms, SE: Simple Explanation).

		Mean	Standard deviation	%
Season	Sci	3.15	.73	81
	Mis	3.01	.79	71
	EST	2.45	.76	43
	SE	2.31	.76	37
	Sci	2.51	.78	52
Substance Change	Mis	2.83	.72	74
	EST	1.63	.48	5
	SE	1.73	.50	3

<Table 2-6>에 보여지는 것과 같이 과학교사, 생물교사, 예비초등교사, 초등교사, 통제집단교사들의 물질의 변화에 대한 현상을 설명하는데 있어서 차이점을 보였다. 생물교사와 과학 교사들은 물질의 변화에 대한 응답이 대체적으로 과학적으로 설명하였으며, 다른 설명보다 높게 나타났다. 반면에, 예비초등교사, 초등교사, 통제 집단 교사들은 과학적인 설명보다는 오개념에 근거하여 설명하는 것으로 나타났다. 과학적인 설명을 평가하는데 있어서 집단 간의 유의미한 차이점은 없었으며, 생물교사와 과학교사들은 오개념에 근거하여 설명하는 다른 집단들보다는 그 비율이 낮았다. 과학 교사들은 모든 다른 집단들에 비해 오개념에 근거하여 답을 한 비율이 낮았다. 생물 교사의 85%와 과학교사의 68%는 물질의 변화에 대해 과학적으로 타당하게 설명을 하였으며, 생물교사의 44%와 과학교사의 22%는 오개념에 근거하여 설명하는 것으로 나타났다. 그리고 초등 교사의 92%, 예비초등교사의 74%, 통제 집단 교사들의 86%는 오개념에 근거한 설명을 한 것으로 조사되었다. 반면에 초등교사의 74%, 예비초등교사의 52%, 통제집단 교사의 68%는 과학적인 근거를 통하여 현상을 설명하는 것으로 조사되었다.

<Table 6> Controlled teacher groups' responses of Seasonal and Substance Changes (Sci: Scientific Explanation, Mis: Misconception, EST: Explanation of the use of Scientific Terms, SE: Simple Explanation).

		Mean	Standard deviation	%
Season	Sci	3.11	1.14	52
	Mis	2.77	1.14	63
	EST	2.36	.74	42
	SE	2.55	.98	52
Substance Change	Sci	2.80	.96	68
	Mis	3.15	.86	86
	EST	1.75	.91	17
	SE	1.63	.82	13

<Table 7>은 두 번째 설문 유형의 계절과 물질 변화에 대한 문제해결 문항에 대해 각각의 교사 집단들의 응답한 것을 퍼센트로 나타낸 것이다. 계절에 관한 과제의 문제는 생물과 과학 교사들이 비교적 다른 교사집단보다는 응답을 잘 했다. 이들 교사의 대부분이 다음과 같은 복잡한 설명을 포함하여 정확하게 응답을 하였다. : “계절 변화는 대부분 지구의 축과 궤도 사이의 각도 때문에 이다.” “만약 지구의 적도가 궤도와 높이가 같다면 계절 변화는 없을 것이다.” “적도의 형태는 중요하지 않다. 왜냐하면 적도는 타원이기 때문이다.” “북반구와 남반구에는 태양으로부터 다른 양의 에너지가 도달한다.” 다른 교사들은 그들의 대답을 입증하지 못했다.

예비초등교사, 초등교사, 통제 집단 교사들도 반 이상의 교사들이 정확한 답을 선택했으며, 정확하게 답을 한 교사들 중에서 약 37.4%의 예비초등교사, 약 17.1%의 초등교사, 14.8%의 통제 집단 교사들만이 답한 이유를 설명하였다. 이들 교사들은 계절 변화에 관한 물리적인 원인을 이해하지 못 하였다. 과학, 생물교사들보다 더 많은 예비초등교사, 초등교사, 통제 집단 교사들은 과학교사, 생물교사들보다 더 많은 교사들이 궤도의 모양이 달라야 한다고 답을 선택하였다. 9명의 초등교사와 4명의 예비교사들은 기온이 지구

와 태양 사이의 거리 때문이라고 설명했다. 지구 문제에 대해 정확한 답을 선택한 교사들은 틀린 답을 선택한 교사들보다 훨씬 더 과학적인 설명을 했다.

<Table 7> The proportion of respondents who answered the question on season and substance change and the percentage of teachers who selected different answers (P: Pre-service elementary teacher, E: Elementary teacher, C: Controlled group teacher, B: Biology teacher, S: Science teacher)

		Scientifically correct answers,		misconceptions		Another Answers	
		Choose	Explanation	Choose	Explanation	Choose	lacuna
Season,	P	58.6	37.4	16.8	34.6	9.7	13.4
	E	70.9	17.1	10.9	83.3	7.7	9.7
	C	63.8	14.8	6.1	33.3	11.8	15.8
	B	74.9	80.0	3.4	0.0	0.0	22.5
	S	67.3	81.1	11.1	40.0	6.7	12.3
material change	P	36.2	35.0	51.0	36.9	8.9	8.3
	E	51.1	24.8	31.2	40.9	4.0	13.2
	C	53.1	24.9	28.3	56.2	2.0	14.1
	B	83.8	71.2	13.3	49.6	0.0	0.0
	S	91.0	85.7	0.0	0.0	0.0	11.0

<Table 7>에 보여지는 바와 같이 물질의 변화에 대한 문제에 대해 정답과 정답을 선택한 이유를 설명하는 것이 다른 교사집단보다 높게 나타났다. 즉, 과학교사의 91%, 생물교사의 83.8%는 물질변화의 현상에 대체적으로 정확하게 과학적인 관점에 부합된 설명을 하였다. 몇몇의 답은 깊이가 있었으며, 그 내용은 다음과 같다. : “사실, 원자의 크기는 분명하지 않다. 원자의 크기는 가열되는 동안 변하지 않는다.” “높은 온도 속에서 많은 전자들이 높은 에너지 궤도로 갈 것이다. 그리고 원자들은 조금씩 팽창된다.” “원자들은 물질이 팽창될 때 변하지 않지만 원자의 속도와 원자들 사이의 거리는 변한다.”

예비초등교사의 1/3과 초등교사의 1/2은 물질

변화에 대한 현상을 정확하게 답했다. 그러나 예비초등교사의 1/2와 초등교사의 1/3은 다음과 같은 답을 선택했다. “원자들이 융해되는 동안 팽창한다.” 정확한 답을 선택한 교사들 중에서 36.6%의 예비초등교사와 25%의 초등 교사들이 그들의 답을 정확하게 설명하였다. 이 집단 내에서 다른 교사들은 정확하지 않은 설명을 했거나 어떤 설명도 제시하지 못하였다. 예비초등교사와 초등 교사들이 오개념에 근거한 답을 나타내었다. 부정확한 설명의 몇 가지를 예를 들면 대부분은 “물질은 가열되는 동안 팽창된다” “원자들 또한 팽창된다.” 라고 하였다.

물질 변화에 대해 정확한 답을 제시한 교사들은 오개념에 근거한 설명을 한 비율보다 낮게 나타났다으며, 오개념에 근거하여 설명을 했다고 평가받은 교사들은 단순 설명, 과학적 용어를 사용하여 설명을 한 집단보다는 낮게 나타났다.

과학적이고 일상적인 생각들이 종합된 오개념은 여러 일상적인 과제와 내용면에서는 유용하다. 이러한 오개념은 학교에서 가르치는 지식을 더 잘 이해하도록 하는 것과 과학적 개념들을 연상시키는 것 같다(Vosniadou, 1994). 어떠한 내용과 문제에서는 정확한 이해와 과학적인 개념들이 사용되어야만 한다. 이것은 초등 교사나 과학교사와 같은 전문가들에게 해당된다. 물리, 화학, 생물 교사들은 다소 깊이 있고 자세한 과학적 지식을 가르친다. 초등 교사들은 미래 학습을 위한 기반으로 자연에 관한 지식을 학교에서 처음으로 가르친다. 수학공식들은 지식들을 조직화 하는데 있어서 필요한 도구인 반면, 질적인 논의는 초등 학교와 중등학교에서 이해를 통한 학습을 하는데 중요하다. 이러한 논의를 이끌어 내기 위해서 교사들은 주제에 맞는 과학적이고 절대적인 공식, 모든 일상적인 표현들, 학생들의 지식을 구별해야만 한다. 특히, 학생중심, 활동중심 교수방법들은 교사 자신의 부분적인 지식과 오개념이 과학 개념을 가르치는데 있어서 장애물로써 작용될 수 있다.

계절의 변화와 물질 변화 중에서 응고에 대해 초등교사와 예비초등교사들은 학교에서 과학을 가르치지 않는 교사들과 비슷한 양상의 답을 나타내었다. 계절변화에 관한 거리가론은 평가에 있어서 지배적이지 않거나 의무적인 과제가 아니었지만, 예비초등교사와 초등교사, 통제집단교사들은 계절 변화에 대한 물리적인 이유를 이해하지 못하였다.

예비초등교사의 1/2는 가시적인 물체를 미시적인 부분으로, 물질의 변화를 원자의 확산으로 설명했다. 즉, 거시세계와 미시세계 사이를 유추하여 설명하였다. 여러 교사들은 물체가 팽창하면 원자들도 팽창한다고 명쾌하게 진술했다. 그리고 과학적인 설명보다도 오개념에 근거한 설명이 더 많았다. 또한 교사들이 관찰한 것으로부터 현상을 이해하는 것이 어렵다는 것을 알게 되었다. 거시적으로 가열하는 동안 물질이 팽창한다고 볼 수 있지만 미시적으로는 원자들의 움직임과 속도라는 단어들로 나타낼 수 있다. 이러한 오개념은 교사들로 하여금 학급에서 비유를 사용하고 학생들에게 비슷한 오해를 가지게끔 할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 두 가지 과학적 현상에 대한 서로 다른 교사 집단들의 개념과 오개념을 알아보았다. 예비·초등교사와 과학교사의 계절의 변화와 물질의 변화에 대한 개념의 차이가 있었다. 과학교사들은 현상에 대해 더 잘 이해하고 있는 반면, 예비초등교사와 초등 교사들에게는 많은 오개념이 발견되었다. 계절과 물질의 변화에서 과학적으로 설명하는 부분에 있어서도 생물교사, 과학교사보다 현저하게 낮은 평균값을 나타냈다. 이들 예비초등교사와 초등교사들의 대부분이 과제가 너무 어렵다고 말하거나, 그러한 과학 지식이 필요하지 않다 라고 하였다.

특히, 활동 중심적이고 학생 중심적인 교수 방

법을 사용함으로써 초등 교사들의 교육 방법에 있어서 더 많은 변화를 소개하는 것은 중요하지만 두 가지 자연현상에 대해 과학적 개념이 생물교사, 과학교사에 비해 상대적으로 미흡한 결과로 나타났다. 이러한 현상들은 학생과 교사의 관계를 고려한다면 학생들의 오개념에 예비초등교사와 초등교사가 영향을 주어 중, 고등학교에서도 오개념이 지속되게 할 수 있다. 따라서 초등교사와 예비초등교사의 과학적 지식의 개념 습득이 중요하게 여겨진다.

References

- Brewer, W. · Chinn, C. & Samarapungavan, A. (2000). Explanation in scientists and children. In F. Keil & R. Wilson (Eds.), *Explanation and cognition* (pp. 279~298). Cambridge, MA: MIT.
- Chi, M.(1992). Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science. In R. Giere (Ed.), *Cognitive models of science*. Minnesota Studies in Philosophy of Science (Vol. 15, pp. 129~187). Minneapolis: University of Minnesotas.
- Driver, R. · Asoko, H. · Leach, J. · Mortimer, E. & Scott, P.(1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*. 23, 5~12.
- Haidar, A.(1997). Prospective chemistry teachers' conceptions of the conservation of matter and related concepts. *Journal of Research in Science Teaching*. 34, 181~197.
- Kikas, E.(2003). University students' conceptions of different physical phenomena. *Journal of Adult Development*. 10, 139~150.
- Lee, Y. J. · Kwon, J. S.(1993). The index of the stability of misconceptions. *Journal of the Korean Association for Science Education*. 13(3), 310~316
- Papageorgiou, G. & Sakka, D.(2000). Primary school teachers' views on fundamental chemical concepts. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*. 1, 237~247.
- Park, S. J.(1999). *Theory of teaching and learning science education*. Education Science Co. (Seoul).

Parker, J. & Heywood, D.(2000). Exploring the relationship between subject knowledge and pedagogic content knowledge in primary teachers' learning about forces. *International Journal of Science Education*. 22, 89~111.

Seo, S. O. · Jin, S. H. · Jung, S. A. · Kwon, J. S.(2002). Elementary students cognitive conflict through discussion and physical experience in learning of electric circuit. *Journal of the Korean Association for Science Education*. 22(4), 862~871.

Smith, C. · Maclin, D. · Grosslith, L. & Davis, H. (1997). *Teaching for understanding: A study of*

students' preinstruction. *Theories of matter and a comparison of the effectiveness of two approaches to teaching about matter and density*. *Cognition and Instruction*. 15, 317~393.

Vosniadou, S.(1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*. 4, 45~69.

- Received : 26 October, 2017
- Revised : 14 November, 2017
- Accepted : 29 November, 2017

<부록 1> 평가형 과제에서 현상에 대한 기술과 다른 유형 설명들

현상과 기술	설 명	유 형
계절 가? 왜 우리나라는 여름에는 따뜻하고 겨울에는 추운가?	지구가 태양으로부터 받은 에너지의 총량은 태양의 표면과 태양 광선 사이의 각도, 가열되는 기간에 따른다. 여름날은 길고 그 각도는 겨울보다 크다. 왜냐하면 지구는 태양 주위를 공전하고 있고 지구의 축은 궤도를 향하여 기울어져 있기 때문이다.	과학적인 옳은 대답.
	지구는 태양 주위를 공전한다. 그 축은 기울어져 있다. 지구가 태양 주위를 공전하는데 1년이 걸린다. 지구의 궤도는 타원과 같이 찌그러져있다. 그러므로 지구는 여름에는 태양 가까이 가고 겨울에는 멀리 간다. 그래서 여름이 겨울보다 더 따뜻하다.	오개념에 근거한 대답
	여름에 태양은 하늘 높이 있다. 그러나 겨울에는 낮은 곳에 있다. 여름이 겨울보다 더 길다. 태양은 여름에 더 많은 에너지를 가지고 있고 더 강하다. 이것이 지구를 더 따뜻하게 만든다.	단순 기술
	여름에 태양은 하늘 높이 있지만 겨울에는 낮은 곳에 있다. 우리는 겨울보다 여름이 더 긴 것을 알고 있다. 태양은 여름에 더 많은 에너지를 가지고 있고 더 강하다. 이것이 지구를 따뜻하게 만든다. 태양 광선은 우리를 비추고 그 광선을 열에너지로 변환된다. 그리고 우리를 따뜻하게 한다.	과학적 단어를 사용한 기술
물 질 변화 유리컵에 물을 추운 곳에 놓았더니 물이 얼었다. 유리컵에 담긴 얼음은 얼기 전의 물의 높이 보다 높다. 어느 과정에서 얼음이 팽창했다고 말한다. 왜 어느 과정에서 얼음이 팽창했는가 ?	분자들은 규칙적으로 배열되어 있다. 물 상태일 때보다 분자들 사이에는 더 많은 공간이 있다.	과학적인 옳은 대답.
	물의 분자는 어는 동안 팽창된다. 얼음의 분자는 물보다 더 크다.	오개념에 근거한 대답
	바깥은 춥다. 추위는 물을 얼음으로 바꿔게 한다. 더 많은 얼음이 생긴다.	단순 기술
	바깥은 춥다. 추위는 물을 얼음으로 바꿔게 한다. 물과 얼음은 분자들로 이루어져 있다. 더 많은 얼음이 생긴다.	과학적 단어를 사용한 기술