JFMSE, 30(2), pp. 395~408, 2018.
수산해양교육연구, 제30권 제2호, 통권92호, 2018.
www.ksfme.or.kr
https://doi.org/10.13000/JFMSE.2018.04.30.2.395

초등 예비교사들과 현직교사들의 과학 오개념에 관한 지식과 교정 전략에 대한 관점

김 동 렬†
(대구교육대학교)

Knowledge about Science Misconceptions and Views on Correctional Strategies of Elementary Pre-service and In-service Teachers

Dong-Ryeul KIM†
(Daegu National University of Education)

Abstract

This study aims to analyze elementary pre-service and in-service teachers' knowledge about science misconceptions and views on correctional strategies. Firstly, as a result of analyzing teachers' knowledge about science misconceptions, this study found out that elementary pre-service teachers evaluated the meaning of arrows in the food chain as a misconception that elementary school students find most difficult, while in-service teachers evaluated the meaning of arrows in the food chain and the interpretation of gymnosperm. Even when analyzing the results of pre-service and in-service teachers correcting misconceptions in person, this study found out that the rate of scientifically correcting the meaning of arrows in the food chain was lowest. Secondly, as result of analyzing their views on misconception correction, this study found out that both pre-service and in-service teachers mentioned 'Questions' most as a method for students to confirm misconceptions and 'Observation' as a teaching & learning method to correct misconceptions. Thirdly, as a result of analyzing teachers' thoughts about the process of elementary students' changing their conceptions, this study found out that both pre-service and in-service teachers perceived the pattern of 'Replacement' as a process of changing conceptions most.

Key words : Elementary teacher, Science misconceptions, Correctional strategies, Food chain

Ⅰ. 서 론

구성주의 관점에서 학습자는 자신의 기존 지식과 경험을 활용해서 새 지식을 능동적으로 구성한다(Hong & Lee, 2017; Kim, 2014). 과학 교육의 주요 목표 중 하나는 이러한 관점에서 학생이 개념들을 의미 있게 학습하도록 하는 것이다. 이를 위해서 과학 교과에서는 다양한 과학 현상과 연계된 개념들과 이 개념들 간의 관계를 다루고 개념들이 표상하는 견해를 내재화하는 것과 이 개념들을 올바른 의미로 사용하는 것을 과학 교수학습의 상위 단계로 가기 위한 필수요소로 보고 있다(Aydin, 2015). 그러나 학생들이 가지는 오개념으로 인해 과학 교수학습에 문제들이 생길 수

† Corresponding author : 053-620-1347, ahabio@hanmail.net
※ 이 논문은 2017년도 대구교육대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

있으므로 의미 있는 학습이 이루어지려면 오개념을 우선적으로 제거해야 한다. 과학 교육에서 학생의 오개념을 제거하기 위해서는 개념 변화 전략들의 사용이 필요하며 과학을 가르치는 교사는 개념 변화 전략들의 적용 방법을 배워야 한다.

과학에서 개념들은 개념변화 학습과 연계된다. 학생의 학습에서 개념 변화는 개념의 위상이나 개념 생태의 요소에서의 변화로 정의된다(Hewson & Thorley, 1989). 개념 변화 모형에 따르면, 학생이 자신에게 전달된 지식을 수동적으로 습득하고 축적하기 보다는, 지식의 의미를 능동적으로 구성하고 변형시킬 때 학습이 이루어진다고 한다(Barlia, 2016). 학생들이 과학수업을 받을 때, 이미 일상 경험에서 주로 축적해놓은 특정한 과학 개념들을 가지고 있다는 것이다. 따라서 교사가 학생에게 옳은 견해들을 말해주는 것만으로는 학생의 개념 변화를 자극할 수는 없다.

과학적 지식은 학습자의 현상에 대한 이해, 그리고 새 정보 혹은 개념과 관련 있는 기존 정보에 대한 새로운 사고방식의 영향에 기반을 두고 구성된다(Barlia, 2016; Hwang & Kang, 2004). 이러한 맥락에서 Posner et al.(1982)이 개발한 개념 변화 조건에 따르면 우선, 기존 개념들에 대한 불만족이 있어야 한다. 둘째, 새 개념은 이해 가능해야 한다. 셋째, 새 개념은 언뜻 보아도 개연성이 있어야 한다. 마지막으로, 새 개념은 유용해야 한다. 이 모형에 따라 Hewson et al. (1998)는 개념변화에서 새 지식이 기존 지식과 조화를 이루려면 새 지식과 기존 지식 간의 상호작용이 수반된다고 주장했고, Chi(2008)은 개념변화를 위해서는 원래 가졌던 믿음이 새 개념에 의해 상당히 수정되어야 한다고 했다.

과학교과에서 오개념은 오랫동안 교정하기 위해 연구가 꾸준히 이루어지고 있으며(Park, 2017), 오개념은 과학학습을 지속적으로 심화시켜 나아가는데 해결 하야될 과제이다. 특히, 과학을 가르치는 교사의 오개념에 대한 지식은 학생들의 과학학습 과정을 이해하는데 핵심적인 역할을 하며 오히려 교사의 오개념은 학생들의 오개념을 양산하는 상황이 연출될 수 있다. 효과적인 개념 학습은 교사가 교수와 학습에 열의를 가지고 축적한 과학 및 과학교육의 지식을 활용하여 각 학습자들의 오개념에 대해 상대적으로 다르게 인지하고 대처함으로써 가능하다(Cho & Kim, 2011).

지난 20년간 초등 교사들의 과학 지식에 관한 연구에 따르면, 상당수의 교사가 수업에서 필수적인 과학적 견해들을 가르치는데 충분한 내용 지식과 교육학적 지혜를 갖추지 못했다고 밝혔다(Aydeniz & Brown, 2010). 즉, 오개념의 원인이 무엇이든, 과학 교육자는 초등 예비교사와 현직 교사들은 어떤 중요한 개념에 대해 잘못된 개념을 가지고 있다는데 동의했다(Heywood, 2007; Trundle et al., 2007; Aydeniz & Brown, 2010). 초등교사의 필수 과학 개념에 대한 오개념을 다루는 것은 여러 이유들로 인해 중요하다. 우선적으로 교과 지식은 과학 개념들을 효과적으로 가르치는데 필요한 정교한 교육학적 내용 지식에 대한 전제 조건이다(Appleton & Kindt, 1999). 교사가 학생이 수업 중에 물어볼 수 있는 질문들에 효과적으로 답하려면 교과 지식을 반드시 알고 있어야 한다. 수업 목표가 초등학생의 과학 학습의 질 향상이라면, 과학 교사를 양성하는 교육자들은 초등과학 커리큘럼에서 핵심인 과학 개념들에 대한 예비초등교사의 개념적 이해에 집중해야 한다(Aydeniz & Brown, 2010). 또한 학생의 오개념을 교정하려면, 교사는 학습 방법, 그리고 수업 중의 자원 할당 방식에 대한 교수적 결정들을 내릴 수 있는 역량을 갖추어야 하기 때문이다(Barlia, 2016). 그러나 교사들의 과학 오개념에 대한 인식을 조사한 연구는 지속적으로 진행되고 있음에도 불구하고(Jang, 2009; Cho & Kim, 2011; Han et al., 2010), 실질적인 과학 오개념에 대한 인식과 예비교사와 현직교사간의 오개념에 대한 인식의 차이를 알아보는 연구는 찾아보기 어려운 실정이다.

한편, 개념 위상의 순차적인 과정은 개념 변화

를 결정짓는데 결정적인 영향을 준다(Beeth, 1998). 학생의 과학 학습에서 개념변화의 과정은, 더 정교한 답들을 이해하고 필요로 하는데 매우 중요하다(Barlia, 2016). 학생의 과학 학습에서의 개념변화 과정에 관한 많은 정보는 교사가 더 나은 교수 및 학습 과정을 구축하는데 도움이 된다. 이런 이유로, 초등학교 과학 수업에서 개념변화 과정의 패턴들을 알아보는 것은 효과적인 과학수업 전개를 위해 매우 중요한 의미를 지닌다.

따라서 본 연구의 목적은 예비교사와 현직교사들의 과학 오개념에 대한 지식과 교정 전략에 대한 관점을 알아보는데 있다. 이를 통하여 교사로서 개념 변화의 중요성을 이해하도록 돕고, 수업 중에 개념 변화 활동들을 사용하는 것에 대한 긍정적 생각을 갖도록 하는 데 있다. 이를 위한 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 초등 예비교사와 현직교사의 과학 오개념에 대한 지식은 어떠한가?

둘째, 초등 예비교사와 현직교사의 과학 오개념 교정 전략에 대한 관점은 어떠한가?

셋째, 초등 예비교사와 현직교사의 개념변화 과정에 대한 인식은 어떠한가?

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 초등 예비교사 102명과 현직교사 51명을 대상으로 하였다. 초등 예비교사는 교육대학교 초등과학교재연구 및 지도법을 수강하는 학부생들이며, 현직교사는 초등영재교사 연수에 참여한 교사와 대학원에서 초등과학교육 전공자들로 평균 교직 경력은 2.2년이었다. 연구 참여 대상자에게 연구에 대한 전반적인 내용(연구 배경 및 목적, 연구 참여 대상, 연구 방법, 연구 참여 도중 중도탈락, 연구 참여에 따른 이익, 연구에 참여하지 않을 시 불이익, 개인정보와 비밀보장)을 설명한 후 동의를 얻어 검사를 진행 하였다.

2. 검사도구 및 분석 방법

본 연구에서는 예비교사와 현직교사의 오개념에 대한 지식과 교정 전략을 알아보기 위하여 우선, 초등학생들의 가지고 있는 오개념을 관련 문헌을 조사하여 대표 오개념을 선정하여 예비교사는 학부 수업시간에 현직교사는 연수 기간 중 쉬는 시간과 대학원 수업시간에 30분 동안 조사를 실시하였다.

구체적인 검사 내용은 <Table 1>과 같다.

검사 내용은 오개념에 관한 지식 측면과 오개념 교정 전략에 대한 관점, 개념변화 과정 측면의 3가지 범주로 구성하였다. 이는 과학교육전문가 1인과 평균 교직 경력 4.6년인 초등교사 2인의 협의하여 교사들의 오개념에 관한 지식과 교정전략에 대해 알아보기 위해서 적합한 개방형 문항으로 선정하였다.

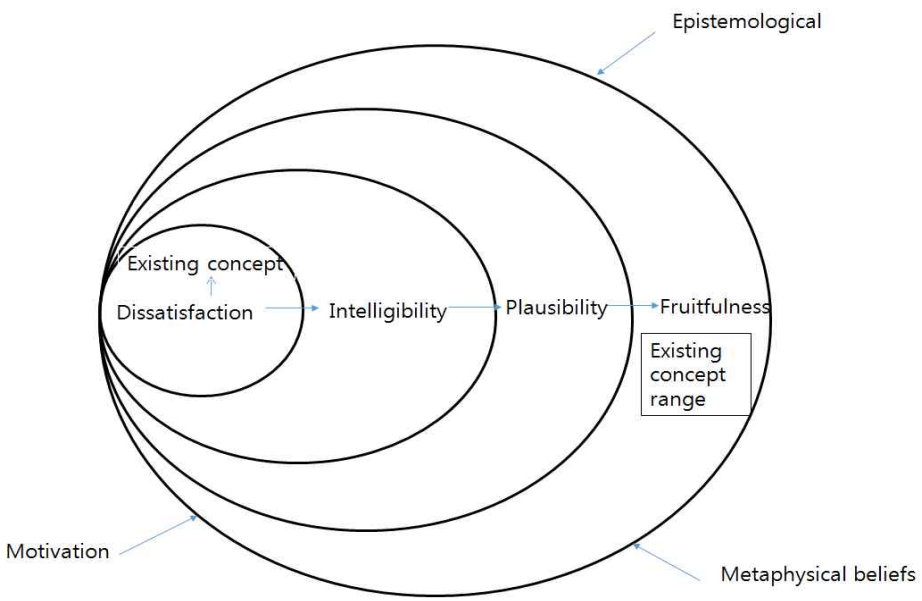
<Table 1> Test Details

Category	Question
Knowledge about Science Misconceptions	Are the following misconceptions difficult for students to understand?
	Please correct the following misconceptions.
Views on Misconception Correctional Strategies	What ways are there that student confirm misconceptions?
	What teaching & learning ways do you have to correct misconceptions? What makes you judge them as ways to correct misconceptions?
Process of Changing Conceptions	What process is required to change misconceptions?

오개념에 관한 지식을 알아보기 위한, 과학 오개념은 Allen(2010)과 Jung et al.(2009)이 제시한 초등학생들이 잘못 알고 있는 과학개념 중 생명영역의 대표 오개념에서 추출하였다. 연구자가 최초 선정한 30개의 오개념에서 초등교사 5인의 합의에 의하여 초등학생에게 가장 많은 오개념 15개를 최종 선정하였다. 선정된 오개념 15개에 대해 예비교사와 현직교사에게 초등학생들이 어려워하는 수준을 5간 리커트 척도(매우어렵다(5), 어렵다(4), 보통이다(3), 쉽다(2), 아주쉽다(1)) 수준에서 평가하도록 하였다. 모든 교사들이 평가한 점수의 평균을 구하였다. 이어서 교사들의 오개념에 대한 지식수준을 알아보기 위하여 15개의 오개념을 올바른 개념으로 바르게 수정하도록 하였다. 각 수정된 개념들에 대한 정답률을 분석하였다.

다음으로 오개념 교정 전략을 알아보기 위하여 오개념을 확인할 수 있는 방법과 교정하기 위한 교수학습방법을 진술하도록 하였고, 교수학습방법 중 가장 대표적인 오개념 교정 전략이 무엇인지를 선택하도록 하고 그렇게 생각하는 이유를 진술하도록 하였다. 분석은 오개념에 대한 확인방법과 교수학습방법을 복수응답을 모두 포함하여 빈도분석하여 상위 10위까지 제시하고 그렇게 판단한 이유에 대해 교사들이 실제 진술한 내용을 논의로 제시하였다.

마지막으로 개념변화는 어떤 과정으로 이루어지는지에 대해 순서대로 나열하도록 하여 교사들은 개념 변화의 과정을 어떻게 인식하고 있는지 알아보았다. 분석은 Barlia(2016)가 제시한 학생의 과학 학습에서 일어날 수 있는 개념변화 과정 4가지 패턴(추가, 재배치, 대체, 소거)으로 나누었다. '추가'는 개념적 틀 안에서 기존의 개념들의 위상에 큰 변화 없이 새 개념을 구축하는 것으로 정의된다. '재배치'는 상호 관련된 개념들의 체계 내에서의 재조직 혹은 구조적 변화를 뜻하며, '대체'는 한 개념을 다른 개념으로 교환 혹은 교체하는 것이고, '소거'는 개념의 상실이나 사라짐을 뜻한다.



[Fig. 1] Conceptual Change Process(Chen & Wang, 2016)

그 다음으로, Chen and Wang(2016)이 Posner et al.(1982)의 개념변화 이론을 바탕으로 개발한 개념변화 생태에 대한 도식을 바탕으로 교사들이 생각하는 개념변화 과정을 모식도로 표현하였다([Fig. 1]).

Posner et al.(1982)은 학생의 개념 변화를 자극하는데 필요한 조건들에는 불만족, 이해가능성, 개연성, 유용성이 포함된다고 보았다.

‘불만족’은 학생들이 자신의 원래 개념을 의심하는 과정이다, 직접 관찰을 통해 학생이 자신이 가진 개념들에 대한 불만을 유발시키기가 더 쉽다. 학생은 합당한 설명이 주어지지 않는다면 자신의 기존 개념의 교정을 고려하거나 혹은 어려운 문제는 무시하고 자신의 원래 개념을 그대로 유지한다. 따라서 ‘이해 가능성’은 해당 개념의 의미를 이해하고 개념을 표상할 방법을 찾도록 하는 과정이다. 심지어 설명을 위해 이해할 수 있는 예들이 주어졌다고 해도, 학생은 주어진 예가 합당하지 않다고 생각하면 이해하지 못한다. 따라서 개념은 ‘개연성’ 있게 학습자가 받아들였던 다른 개념들과 일관되는지 학습자가 이미 받아들인 것과 조화되어야 한다. 학습자가 이 개념이 유용하다고 생각하도록 하려면, 학습자가 그 개념으로부터 무슨 가치를 얻었는지를 질문해야 한다. 학습자가 해당 개념이 합당하고 유익하다고 생각하도록 하려면, 그 개념은 과거에 가졌던 다른 개념이 풀지 못했던 문제들을 풀어낼 수 있어야 하고, 학습자가 이 개념의 ‘유용성’을 인식해야 한다. Hewson(1996)은 위의 네 조건(불만족, 이해 가능성, 개연성, 유용성)을 ‘개인의 개념 위상’이라고 언급했고 불만족, 이해가능성, 개연성, 유용성까지 새 개념의 형성에서 순차적 절차를 따른다고 하였다.

예비교사와 현직교사가 진술한 개념변화 과정을 분석하기 위하여 과학교육전문가 1인과 초등교사 1인 각자 4가지 패턴에 따라 분류하고 일치하지 않는 분류 결과는 토론을 통해 합의한 후 분석 결과로 제시하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 오개념에 과한 지식 분석 결과

초등학생들이 이해하기 어려운 수준을 예비교사들이 평가한 결과(<Table 2>), ‘먹이사슬에서 화살표의 의미는 먹는 것이다’ 오개념이 3.82점으로 초등학생들에게 가장 어려운 개념으로 평가하였다. 이어서 ‘감자와 고구마는 모두 뿌리다(3.80)’, ‘씨가 겉으로 보이는 식물이 겉씨식물이다(3.80)’순으로 나타났다. 주로 전문적인 지식이 요구되는 오개념에 대해서 학생들이 이해하기 어려운 것으로 판단한 것으로 나타났다.

초등학생들이 이해하기 어려운 수준을 현직교사들이 평가한 결과(<Table 2>), ‘먹이사슬에서 화살표의 의미는 먹는 것이다(3.87)’, ‘씨가 겉으로 보이는 식물이 겉씨식물이다(3.87)’ 오개념이 초등학생들에게 가장 어려운 개념으로 평가하였다.

예비교사와 현직교사 모두 먹고 먹히는 방향의 관계성을 나타내는 먹이그물에서의 화살표의 의미와 ‘겉씨’라는 용어의 오해가 발생할 수 있는 겉씨식물의 의미를 초등학생들이 어려운 개념으로 보았다. 전체 평균점수를 비교해 볼 때 예비교사(3.30)가 현직교사(3.17)보다 15개의 오개념이 더 어려운 개념으로 평가하는 것으로 나타났다. 학생들의 학습내용에 대한 이해 수준을 이해하기 위해서는 과학교과의 특성을 살릴 수 있는 다양한 수업 방법과 기법을 인식하여 과학 수업을 지속적이고도 효과적으로 진행 할 수 있는 경험이 중요하다(Kim, 2012). 즉, 예비교사가 현직교사보다 생명영역 지식 전달에 관한 실적인 경험의 부족과 예비교사로서 학습의 과정에 있기 때문에 현직교사보다 초등학생들이 오개념을 더 어렵게 느끼는 것으로 판단한 것으로 볼 수 있다. 예비교사들의 오개념의 어려운 수준의 판단은 학생들의 특성이나 오개념에 대한 체계적이고 정확한 지식에 근거한 것이 아니라 추측이나 직

관적 판단에 의한 것일 가능성을 있으므로(Han et al, 2010), 예비교사들도 실질적인 경험을 통해 초등학생들의 오개념의 어려움을 인지하는 것이 중요하다.

예비교사와 현직교사들이 오개념을 직접 수정한 내용을 분석한 결과(<Table 3>), '먹이사슬에서 화살표의 의미는 먹는 것이다' 오개념을 올바른 과학개념을 수정한 예비교사와 현직교사 각각 40명, 25명로 이 개념을 과학개념으로 수정하는 것에 어려워하는 것으로 나타났다. 먹이사슬에서 화살표는 학생들 또한 어려워할 것으로 교사들은 인식한 것으로 볼 때, 이와 같은 판단은 교사들의 지식 부족으로 인한 가르치기 어렵다는 생각에서 기인될 수 있다(Kim, 2013). 먹이그물과 먹이사슬에서 화살표는 먹이의 에너지가 그 생물에 전달되는 과정을 의미하는 것이다(Cross & Board, 2014).

과학 활동의 주개념들에 대해 교사의 이해정도가 낮으면 과학지식을 견고히 하지 않은 상태에서 과학교육을 실시하였기 때문에 관련 영역에 학생들에게도 오개념이 많이 발생한다(Cho & Kim, 2011). 따라서 초등 예비교사들을 위한 과학 관련 강좌에 최소한 초등 과학교과의 단원내용과 관련된 개념이라도 오개념을 갖지 않도록 정확한 과학 개념을 효과적으로 제공할 필요가 있다(Kim, 2013). 또한 현직교사들을 위해서 주요 과학 개념에 대한 학생 오개념과 이를 수정하기 위한 교수 전략을 학습하는 기회를 연수를 통해 제공할 필요가 있다(Han et al., 2010).

<Table 2> Evaluation of Pre-service and In-service Teachers' Misconceptions that Elementary School Student Find Difficult to Understand

Items	Aver. of Pre-service Teachers	Aver. of In-service Teachers
1. Both potatoes and sweet potatoes are roots.	3.80	3.25
2. Dandelions are a kind of an anemophilous flower.	3.54	3.37
3. Plants whose seeds are exposed outwardly are gymnosperm.	3.80	3.87
4. Plants always need flower blooms for reproduction.	2.81	2.87
5. Clean blood flows in the artery, while dirty blood flows in the vein.	3.40	3.12
6. There is mostly oxygen in the inhaled air and carbon dioxide in the exhaled air.	3.36	3.00
7. Spiders are a kind of an insect.	3.00	2.87
8. Seeds need light when springing up.	2.90	2.75
9. Seeds are not really alive.	3.18	2.87
10. Lizards and snakes are amphibians.	3.10	3.12
11. Snakes are a kind of an invertebrate animal like earthworm.	3.09	3.25
12. Insects have a pair of legs on each segment.	3.40	3.37
13. The heart is located in the left side of the chest.	3.10	3.00
14. In the food chain, arrows mean eating.	3.82	3.87
15. As polar bears inhabit in an extremely cold environment, they have thick fur.	3.27	3.37
Total	3.30	3.20

2. 오개념 교정 전략 관점 분석 결과

초등 예비교사들과 현직교사들이 생각하는 오개념을 확인하는 방법에 대해서는 두 집단 모두 '질문'을 통해 오개념을 확인하는 방법으로 가장 많이 꼽았고, 다음으로 '시험', '그리기', '실험', '관찰', '토론' 순으로 나타났다(<Table 4>). 그러나 개념변화학습모형에서는 실험, 관찰, 토론을 통해 자신의 선개념에 불만을 갖고 인지갈등을 통해 오개념을 교정해 나가는 것을 중요시하고 있다(Lin et al., 2011). 따라서 교사들이 '질문'을 오개념을 확인하는 효과적인 방법으로 꼽은 것으로 볼 때 구성주의 학습모형에 대한 효과적인 측면을 실제 적용 경험이나 사례를 통해 확인해 볼 필요는 있다.

Ha & Cha(2006)은 과학 교사들은 전반적으로 학생들의 선개념을 조사하지 않고 수업을 하는 것으로 보고 있었다. 학생들의 선개념을 알아보기를 원할 경우 어떤 방법을 사용하는지에 대한 설문 조사에서 초중고 교사들은 본인의 교육경험으로 알아본다는 경우가 많았으며 교사용 지도서 및 수업자료를 통해가 그 다음이었다. 이는 본 연구의 결과와 다른 경향을 보였다.

<Table 3> Results of Correcting Pre-service and In-service Teachers' Misconceptions

Items	Modifications	A percentage of correct answers	
		Pre-service teacher (N)	In-service teacher (N)
1	The potato is a stem vegetable, while the sweet potato is a root vegetable.	80	49
2	Dandelions are a kind of an entomophilous flower.	73	50
3	The gymnosperms are plants with naked seeds, the ovule, as they have no ovary	70	43
4	The cryptogam can reproduce by spores as leaves, roots, and stems as well.	73	50
5	The venous blood flows in the pulmonary artery, while the arterial blood flows in the pulmonary vein.	75	40
6	When we inhale and exhale, nitrogen occupies most of the gas.	68	38
7	A spider belongs to the Arachnida, not insecta.	67	53
8	Seeds do not need light when they sprout.	80	53
9	Seeds are alive.	83	51
10	Lizards and snakes are reptiles.	75	46
11	A snakes is a vertebrate.	80	46
12	Insects have three pairs of legs in their chest.	67	51
13	The heart is located between the two lungs and slightly to the left side of the sternum (breast bone)	67	49
14	The arrows in the food chain mean a flow of energy	40	25
15	Polar bears store heat in the thick layer of fat beneath the furs.	52	38

Barlia(2016)는 학생들의 오개념을 확인하는 초등 교사들이 사용하는 가장 중요한 교수 전략 중 하나는, 교사들이 학생들에게 두 가지 이상의 의사소통 시스템 방식으로 문제를 토론할 기회를 주는 식으로, 학급 담화를 촉진시키는 것으로 보았다. 이는 상호작용은 학생이 다양한 관점들, 다양한 문제 해결안과 질문에 대한 다양한 답들에 직면하도록 만들기에 학생들에게 매우 중요하다는 관점이다. 또한 Cho & Kim(2011)는 교사가 아동의 과학 개념을 직접 조사하고 분석하는 활동과정 중에 개념원리에 탐구적으로 접근할 수 있는 기회를 제공하는 것이 중요하다고 보았는데, 이는 과학의 본성을 반영한 것으로 과학 개념의 이해 정도는 탐구를 통해 파악할 수 있다는 관점에서 비롯된 것이다.

<Table 4> Methods of Confirming Misconceptions

Method	Pre-service Teachers (N)	In-service Teachers (N)
Question	83	41
Test	73	32
Drawing	76	29
Experiment	66	25
Observation	53	25
Discussion	34	20
Photos	28	17
Assignment	22	10
Confirming Conceptions in Advance	19	10
Presentation	3	2
Total	457	211

오개념을 교정하는 교수학습방법에 대해 조사한 결과(<Table 5>), 예비교사와 현직교사들은 ‘관찰’ 방법을 오개념 교정에 효과적인 방법으로 판단하였으며, 이어서 예비교사들은 ‘실험’, ‘조사활동’, ‘설명’, ‘구체적인 예시 제시’ 순으로 나타났고, 현직교사들은 ‘실험’, ‘설명’, ‘조사활동’, ‘구체적인 예시제시’ 순으로 나타났다. 이는 두 집단 모두 직접 관찰 및 실험활동을 통해 오개념을 확인할 수 있고 수정할 수 있는 방법으로 판단한 결과로 해석할 수 있다.

가장 효과적인 오개념 교정 교수학습방법으로 판단한 이유에 대해 실제 교사들이 진술한 내용은 다음과 같다.

> 관찰: 오감으로 관찰하는 것이 기존 개념과 관찰 결과와 비교를 통해 자신의 개념이 왜 잘 못되었는지 명확히 알 수 있고 기억에 오래 남는다(예비교사 30).
>
> 관찰: 오개념을 교정할 때 스스로 자신의 개념이 수정될 필요가 있다고 느끼는 것이 중요한데 관찰활동을 통해 인지갈등을 겪고 스스로 잘못된 개념이 있음을 인지한 후 올바른 개념으로 수정할 수 있는 기회를 가질 수 있다고 생각한다(현직교사 2).
>
> 실험: 자신의 기존 개념을 적용해 보는 실험을 통해 자신의 개념에 어떠한 문제점이 있는지 확인할 수 있다(예비교사 55).
>
> 실험: 초등학생들은 구체적 조작기의 학생들이 많아 실제를 해 본 것은 잘 기억하고 개념 형성도 잘된다. 따라서 기존 개념을 적용해 볼 수 있는 실험을 해보는 것이 의미 있다(현직교사 11).
>
> 조사활동: 직접 자신의 의문을 가진 분야에 대해 조사함으로써 참여도를 높여줄 수 있고 학습 효과도 클 것이다. 그리고 학생들마다 오개념을 가진 부분과 그 이유가 달라서 획일적인 학습으로는 모든 학생의 요구를 맞추기 힘들지만, 직접 조사하는 방식에서는 자신이 흥미 있어 하고 의문이 있는 부분을 개별적으로 마음껏 조사할 수 있으므로 효과적이다(예비교사 81).
>
> 설명: 오개념은 학생들이 뭐가 잘못된 것인지 명시적으로 이해하는 것이 중요하다. 오개념 교정을 위해 실험 등을 하다가 오히려 다른 오개념을 만들 수 있기 때문에 오개념이 무엇이 잘못된 것인지 과학적 개념이 무엇인지 직접 설명해 주는 것이 최선의 방법이라고 생각한다(현직교사 15).

실제 예비교사와 현직교사들이 오개념 교정을 위한 교수학습 방법에 대해 진술한 결과를 보면, 관찰을 통해 자신의 개념에 무엇이 문제가 있는지 직접 확인이 가능하고 올바른 과학 개념으로 수정하는데 효과적인 것으로 판단한 것으로 나타

났다. 또한 실험을 통하여 자신의 개념을 적용해 보고 자신의 개념의 문제점을 직접 파악할 수 있고 오개념 교정에 도움이 되기 때문에 실험이 오개념 교정에 효과적인 교수학습방법으로 생각하는 것으로 나타났다. Cho and Hong(2011)의 연구에서는 교사들이 생각하는 오개념을 교정하기 위해 적절하다고 생각되는 수업방법으로는 '실제 실험해보기'가 가장 많았고 그 다음으로 수준에 맞는 정확한 과학적 개념 설명, 오개념을 이용해 인지 갈등을 유발하는 수업이 그 다음 순으로 나타났다. 이는 본 연구와 유사한 결과로 해석할 수 있다.

<Table 5> Teaching & Learning Methods of Correcting Misconceptions

Teaching & Learning Methods	Pre-service Teachers (N)	In-service Teachers (N)
Observation	51	20
Experiment	44	19
Investigation	32	15
Explanation	22	17
Suggestion of Concrete Examples	19	11
Modeling	18	5
Comparison	14	5
Concept Map	12	6
Showing Photos	10	4
Doing in Person	10	4
Total	232	106

특히, 현직교사들은 설명이 오개념 교정에 중요하다고 보는 경우가 많았는데, 설명을 통해 직접적으로 이해를 시킬 수 있고 명시적으로 접근할 수 있는 점에서 효과적인 교수학습방법으로 인식하는 것으로 나타났다. 설명하기 전략과 관련하여 Aydin(2015)은 개념 변화 텍스트(Conceptual Change Texts) 전략을 제안하였다. 개념 변화 텍스트 전략의 구체적인 과정은, 우선 학생들에게 주제에 대해 갖고 있던 오개념을 떠올려보도록 질문을 묻는다. 그 다음 학생들에게 그들이 가진 오개념을 보여주고, 왜 해당 개념을 그렇게 이해한 것이 틀린지를 설명해준다. 이이서 개념변화를 할 수 있도록, 학생들에게 주제와 개념에 대한 과학적 설명이 담긴 예가 제시된다. 개념 변화 텍스트는 주제를 제시하는 동안 학생들에게 배포되고, 학생은 혼자서 혹은 집단별로 텍스트를 분석해야 한다. 학생들이 텍스트 읽기와 분석을 끝낸 후, 해당 주제에 대한 학급 담화를 시작하고, 개념들에 대한 정확하고 올바른 이해를 해나가게 되는 형식이다. 즉, 이 전략은 우선 학생들에게 주제와 관련된 오개념이 주어지고, 그 다음 왜 그 오개념이 틀린지가 과학적으로 설명된다.

한편, Kim(2013)은 초등 생명영역 단원과 직접적으로 관련되는 오개념과 과학 개념을 함께 비교해 볼 수 있도록 하는 것이 오개념을 줄이는 효과적인 방법으로 제안하였다. Aydin(2015)은 과학 수업에서 학생의 오개념을 파악하는 것, 그리고 오개념을 없애기 위해 개념 변화 전략들에 기반을 둔 방법과 기법을 사용하면 의미 있는 학습이 가능하다고 보고, 개념도, 마인드맵, 개념 만화, 비유, 모형 전략을 제안하였다. Aydin(2015)은 특히 예비과학교사들에게 오개념을 파악하는 것과 오개념을 없애는데 유용한 전략들을 알려주는 것, 그리고 이 주제에 적합한 활동들을 준비하는 것은 자신이 앞으로 가르칠 학생들이 의미 있는 학습을 하는데 토대가 된다고 보았다.

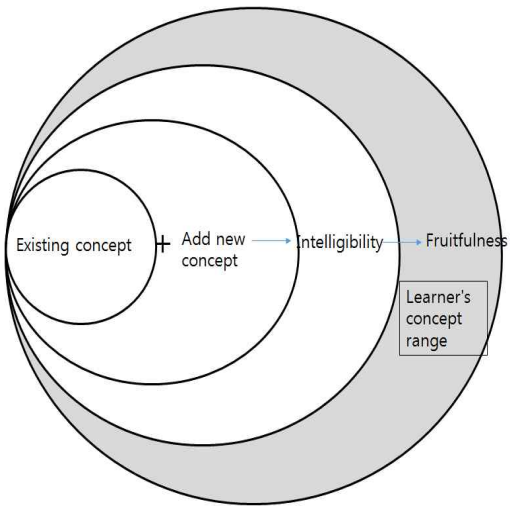
3. 개념변화 과정 분석 결과

개념변화 과정에 대해 교사들이 진술한 결과를 Barlia(2016)의 개념변화 패턴과 Posner 등이 언급한 개념변화 조건을 바탕으로 분류한 결과는 <Table 6>과 같다. 예비교사와 현직교사는 '대체' 개념 변화 패턴을 가장 많이 개념변화 과정으로 언급하였으며(예비교사 45명, 현직교사 16명), 이어서 '추가', '재배치', '소거' 순으로 나타났다.

<Table 6> Results of Analyzing Elementary Pre-service and In-service Teachers' Changing Conceptions

Conception-changing Pattern	Details	Pre-service Teachers (N)	In-service Teachers (N)
Addition	By adding the relevant conceptions to the list of existing ones, teachers may understand the existing conceptions and recognize their usefulness.	29	15
Rearrangement	By rearranging the existing conceptions, they may recognize that they are understandable, probable and useful.	20	12
Replacement	After perceiving that the existing conceptions are not appropriate any longer (dissatisfaction), they may replace them with more understandable, probable and useful conceptions.	45	16
Cancelation	Understanding, probability and usefulness of the existing conceptions will disappear. Then, the absence of alternatives will make them look for new conceptions.	7	8
Total		101	51

'추가' 패턴은 이전 개념들을 재배치, 대체, 삭제하기 보다는 정보를 지식에 추가시켜 개념변화가 이루어진다는 관점이다([Fig. 2]).



[Fig. 2] 'Addition' Conceptual Change Pattern

즉, 학습자는 특정 개념들을 포기하거나 대대적으로 재배치할 필요성을 느끼지 못하고, 목수가 집을 짓듯이 혹은 정보를 파일에 추가시키듯이 해당 개념들을 기존 정보에 추가시켜 기존 개념의 이해와 유용성을 인식한다는 관점이다. 이와 관련하여 실제 예비교사와 현직교사가 진술한 내용은 다음과 같다.

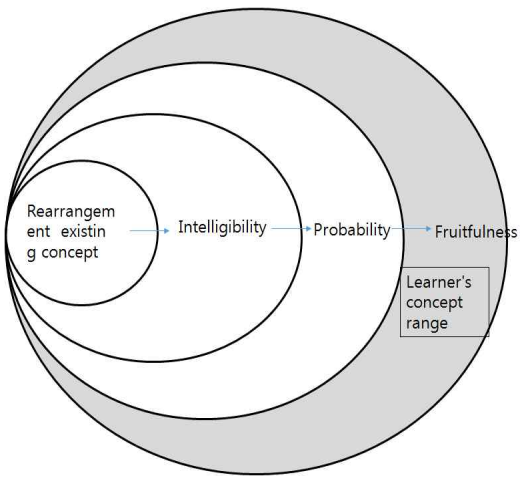
> 기존 개념을 완전히 불신하는 것이 아니라 새로운 정보를 추가하여 기존 개념이 더욱 이해가능하고 유용하다는 느낌으로써 개념 변화가 일어난다(예비교사 71).

> 완전한 개념을 확립하기 위하여 선 개념에 학습을 통해 얻은 개념을 추가 보충하여 학습자가 이해할 수 있고 쓸모 있는 개념으로 발전시킨다(현직교사 50).

'추가' 개념변화 패턴에서 중요한 고려 점은, 학생이 자신이 원래 가진 개념적 틀에 새 견해들을 유용하게 추가하도록 돕기 위해, 교사는 학생이 수업 전에 원래 무슨 개념을 갖고 있는지를

알아보고 인정해주는 것이다(Barlia, 2016). 이는 곧 교사와 학생들에게 있어 개념변화는 기존 개념에 새 견해들을 적절한 맥락에 연계시키는 것을 배워가는 과정으로 보는 관점이다.

'재배치' 패턴은 기존 개념을 재구성하여 이해 가능하고 개연성이 있으며 유용하다는 인식을 갖는 관점이다([Fig. 3]).



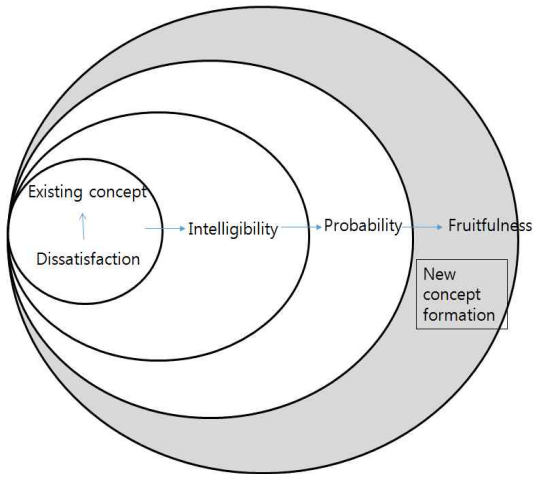
[Fig. 3] 'Rearrangement' Conceptual Change Pattern

재배치 패턴은 인지발달 이론의 맥락과 관련이 있으며 개념들과 마주칠 때, 개념들은 동화되거나 조절된다는 관점이다. 동화는 개념들을 기존 개념 체계로 통합시키는 것을 의미하고 조절은 기존 개념 체계를 새 개념에 맞게 조정하는 것을 뜻한다. '재배치' 패턴과 관련된 예비교사와 현직교사의 진술 내용은 다음과 같다.

> 기존 개념은 새로운 개념들과 합쳐지거나 일부 수정되므로서 학습자들이 이해할 수 있고 옳다고 생각하며 유용성을 인식하여 재구성된 개념이 탄생한다(예비교사 27).

> 기존 개념을 개선하기 위해 학습한 개념을 통합 보완해가면서 학습자들이 스스로 사용할 수 있는 개념으로 재구성한다. 재구성된 개념은 다른 사람에게 설명할 수 있을 정도로 유용성을 이해해 가므로 자신의 개념화가 된다(현직교사 66).

'대체' 패턴은 기존 개념은 새 증거와 조화되지 않고 다른 개념들과 조화를 이루지 못하기 때문에 더 이해 가능하고, 개연성 있으며 유용한 개념으로 대체된다는 관점이다([Fig. 4]).



[Fig. 4] 'Replacement' Conceptual Change Pattern

이러한 견해는 개연성과 유용성을 충족시키는 것은 기존 개념의 대체 혹은 교환이 필수적인 것으로 본다. '대체' 패턴과 관련된 예비교사와 현직교사의 진술 내용은 다음과 같다.

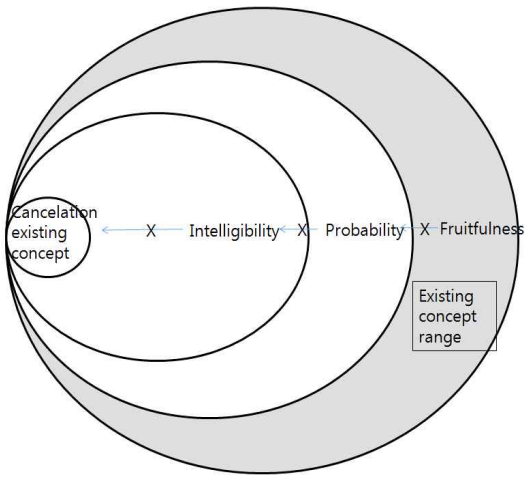
> 일단 학습자는 기존 개념에 불만족을 느끼면, 인지갈등을 통해 기존 개념보다 더 이해할 수 있고 그럴듯하며 유용한 새로운 개념으로 대체한다(예비교사 93).

> 학생들이 자신의 선개념을 현상에 적용해 보고 문제점이 발견되면, 이해하여 현상에 적용 가능한 유용한 새로운 개념으로 갈아타게 된다(현직교사 19).

학생들이 특히, 새 경험들을 많이 할수록, 여러 대상과 현상을 이해하는데 있어 불일치와 오류들에 자주 직면하게 된다. 이를 통해 불일치나 오류가 충분히 크면, 예전 견해나 개념은 제쳐두고, 더 이해가능하고 개연성 있고, 유용하다고 여겨지는 새 개념들로 대체한다. 따라서 초등 교사들은 개념 변화를 위한 학생 학습 과정을 촉진시키고 싶다면 다양한 경험을 학생들에게 제공해야

한다.

‘소거’ 패턴은 기존 개념이 이해 가능성, 개연성 혹은 유용성이 상실되어 대부분의 기존 개념 거부나 소거되는 경우이다. 해당 개념이 더 이상 보유 가치가 없다는 것이 인정되었지만 실행 가능한 대안은 없을 때가 있다(Barlia, 2016). 개념들은 개념 생태나 틀에서, 개념의 유용성, 이해가능성, 개연성으로 인해 나름의 위상을 가진다. 소거는 이런 세 가지 특징들의 결여를 의미할 뿐 아니라, 사라진 개념으로 인해 생긴 틈새를 채워줄 충분한 힘을 가진 대안 개념이 부재함을 의미한다([Fig. 5]).



[Fig. 5] ‘Cancelation’ Conceptual Change Pattern

‘소거’ 패턴과 관련된 실제 초등 예비교사와 현직교사의 진술 내용은 다음과 같다.

> 학습자의 기존 개념을 과학 현상에 적용해 보았을 때, 적용이 전혀 안되고 문제 해결이 안 되는 경우 기존 개념은 사라지고 대체 개념을 찾고자 한다(예비교사 37).
>
> 기존 개념을 학습내용에 적용했을 때 이해가 불가능하고 개연성이나 유용성이 전혀 없을 때 학습자는 기존 개념을 포기하고 새로운 개념을 찾는다(현직교사 08).

비록 예비교사 7명과 현직교사 8명만이 소거를 통해 새로운 개념의 부재의 개념변화 패턴을 제시하였으나, 실제 개념 변화 과정에서 기존의 개념이 소거되기 위해서는 대체나 교환될 수 있는 개념이 존재를 해야 하며 이 과정을 통해 생성된 새로운 개념으로 학생들의 인지구조에 더욱 강화될 가능성이 크다는 것을 교사는 염두에 두어야 한다.

Ⅳ. 결론 및 제언

본 연구는 초등 예비교사들과 현직교사들의 과학 오개념에 대한 지식과 교정에 대한 관점을 분석하는데 목적이 있다. 본 연구의 결과를 바탕으로 결론을 내리면 다음과 같다.

첫째, 교사들의 오개념에 대한 지식을 분석한 결과, 초등 예비교사들은 먹이사슬에서 화살표의 의미를 현직교사들은 먹이사슬에서 화살표의 의미와 겉씨식물의 의미 해석을 초등학생들이 이해하기에 가장 어려운 오개념으로 평가하였다. 예비교사들과 현직교사들이 직접 오개념을 수정한 결과를 분석했을 때도 초등 예비교사들과 현직교사들은 공통적으로 먹이사슬에서 화살표의 의미를 과학적으로 수정한 비율이 가장 낮았다. 이는 교사가 어려워하는 개념이 초등학생들도 어려워하는 것으로 인식한 것으로 판단할 수 있었다.

둘째, 오개념 교정 관점을 분석한 결과, 초등 예비교사와 현직교사 모두 ‘질문’을 학생들의 오개념을 확인하는 방법으로 가장 많이 언급하였고, 오개념을 교정하기 위한 교수학습방법으로는 ‘관찰’을 가장 많이 언급하였다. 개념변화 학습모형에서는 실험과 관찰 토론을 통해 학생들의 오개념을 인식하고 인지갈등을 겪게 하여 오개념이 교정될 수 있도록 하므로 구성주의 관점에서의 오개념 교정 전략을 세울 수 있는지 교사 스스로 검토해 볼 필요가 있다.

셋째, 교사들이 생각하는 초등학생들의 개념변화 과정을 분석한 결과, 예비교사와 현직교사 모

두 '대체' 패턴을 가장 많이 개념변화 과정으로 인식하고 있었다. 즉, 교사들은 학생들은 기존 개념이 더 이상 적합하지 않다고 생각되면 더 이해 가능하고 개연성 있고 유용한 개념으로 대체를 시도하는 과정을 개념변화 과정의 관점으로 가장 많이 가지고 있었다. 무엇보다도 교사가 초등학생의 오개념 교정을 위한 과학 학습 과정을 효과적으로 고안하려면, 초등 교사들은 과학 개념변화 과정 패턴에 대한 지식이 요구되며, 교사는 학생이 과학 학습을 통한 개념변화를 증진시키도록 돕는 교수 전략들을 개발해야 한다.

본 연구의 결론을 바탕으로 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 설문조사를 통해 교사들의 오개념에 대한 지식과 교정 전략을 살펴보았으나, 실제 과학 학습활동에서 발생한 오개념과 실제 다양한 교수학습방법에 따른 오개념 교정 정도를 확인해볼 필요가 있다.

둘째, 교사들의 개념변화 과정에 대한 의견을 4가지 패턴별로 분류하였으나, 실제 학생들의 개념변화 과정을 지속적으로 관찰하고 교사들이 생각하는 개념 변화 패턴과 일치여부를 확인하여 이를 효과적인 개념변화수업에 적용할 필요가 있다.

References

Allen, M.(2010). Misconceptions in Primary Science. Maidenhead, U.K.: Open University Press.

Appleton, K. & Kindt, I.(1999). Why teach primary science? Influences on beginning teachers' practices. *International Journal of Science Education, 21*(2), 155~168.

Aydeniz, M. & Brown, C.(2010). Enhancing pre-service elementary school teachers' understanding of essential science concepts through a reflective conceptual change model. *International Electronic Journal of Elementary Education, 2*(2), 305~326.

Aydin, G.(2015). Pre-service science reachers' views on conceptual change strategies and practices carried out. *International Journal of Psychology and Educational Studies, 2*(2), 21~34.

Barlia, L.(2016). Patterns of conceptual change process in elementary school students' learning of science. *Journal of Turkish Science Education, 13*(2), 49~60.

Beeth, M. E.(1998). Facilitating conceptual change learning: The need for teachers to support metacognition. *Journal of Science Teacher Education, 9*(1), 49~61.

Chen, Y, K. & Wang, J. H.(2016). Analyzing with posner's conceptual change model and toulmin's model of argumentative demonstration in senior high school students' mathematic learning. *International Journal of Information and Education Technology, 6*(6), 457~464.

Chi, M. T. H.(2008). Three types of conceptual change: belief revision, mental model transformation, and categorical shift. In S. Vosniadou (Ed.), *Handbook of research on conceptual change* (pp.61-82). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Cho, H. & Kim, Y.(2011). Early childhood teachers' perception of children's misconception encountered during science activities. *The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education, 161*(6), 1~23.

Cross, A. & Board, J.(2014). *Creative ways to teach primary science.* Open University Press.

Ha, M., & Cha, H.(2006). Construction of biological misconception handbook through analysis of biological misconceptions studied. *Korean Journal of Teacher Education, 22*(3), 249~261.

Han, S.・Park, Y.・Park, J. & Noh, T.(2010). Pre-service chemistry teachers' awareness of middle school students' misconceptions and their perceived educational needs. *Journal of the Korean Chemical Society, 22*(3), 249~261.

Hewson, P. W.(1996). Improving teaching and learning in science and mathematics, teachers college, teaching for conceptual dhange. Columbia University.

Hewson, P. W.・Beeth, M. E. & Thorley, N. R.(1998). Conceptual change teaching. In B.J. Fraser and K.G. Tobin (Eds.), International handbook of science education. Dordrecht, The Netherlands:

Kluwer Academic Publisher.

Hewson, P. W. & Hewson, M. G. A. B.(1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and design of instruction. *Instructional Science, 13*(1), 1~13.

Hewson, P. W. & Thorley, N. R.(1989). The condition of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education, 11*(5), 541~553.

Heywood, D. S.(2007). Problematizing science subject matter knowledge as a legitimate enterprise in primary teacher education. *Cambridge Journal of Education, 37*(4), 519~542.

Hong. Y. & Lee, S.(2017). The effect of elementary science teaching program with circle map on learning motive and learning achievement. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, 29*(3), 799~810.

Hwang, H. & Kang, J.(2004). The effects of scaffolding instruction by zone of proximal development on motivated learning strategies and academic achievement. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, 16*(1), 35~49.

Jang, M.(2009). Preservice elementary teachers' understandings of children's science misconceptions. *Journal of Korean Elementary Science Education, 29*(1), 32~46.

Jung, J.・Shin, A. & Hang, S.(2009). Scientific misconception escape project. Seoul: Aulbuk.

Karen P., Messer, D., & John, K. (2001). Children's Misconceptions in Primary Science: A Survey of teachers' views. *Research in Science & Technological Education, 19*(1), 79~96.

Kim, D.(2012). Analysis of in-service and pre-service elementary school teachers' awareness of science teaching. *Biology Education, 40*(1), 47~60.

Kim, D.(2014). An analysis of students' systemic thinking and teachers' reflective thinking after the lesson of digestion, circulation, respiration and excretion of middle school science. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, 26*(2), 401~420.

Kim, E.(2013). Effects of the course with handbook correcting life science misconceptions for preservice elementary school teachers on science teaching efficacy and misconceptions. Journal of the *Korean Association for in Science Education, 33*(6), 1139~1153.

Lin, Y.・Liu, T. & Chu, C.(2011). Implementing clickers to assist learning in science lectures: The clicker-assisted conceptual change model. *Australasian Journal of Educational Technology, 27*(6), 979~996.

Park, J.(2017). The conceptions of light refraction at the plane intersection of elementary school students. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, 29(*5), 1575~1583.

Posner, G. J.・Strike, K. A.・Hewson, P. W. & Gertzog, W. A.(1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education, 66*(4), 211~227.

Trundle, K. C.・Atwood, R. K. & Christopher, J. E. (2007). A longitudinal study of conceptual change: Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases. J*ournal of Research in Science Teaching, 44*(2), 303~326.

• Received : 16 November, 2017
• Revised : 11 December, 2017
• Accepted : 14 December, 2017