

ORIGINAL ARTICLE

# 인지갈등 전략을 적용한 학습모듈이 중등과학 예비교사의 조석 개념변화에 미치는 영향

조재형<sup>1</sup> · 손준호<sup>2</sup> · 송진여<sup>3</sup> · 정지현<sup>4</sup> · 김종희<sup>1\*</sup>  
(<sup>1\*</sup>전남대학교 · <sup>2</sup>문산초등학교 · <sup>3</sup>봉산초등학교 · <sup>4</sup>광주대성초등학교)

## The Effect of Learning Module Using, Cognitive Conflict Strategies on Secondary Pre-service Science Teachers Conceptual Change about Tide

<sup>1</sup>Jae-Hyung Jo · <sup>2</sup>Jun-Ho Son · <sup>3</sup>Jin-Yeo Song · <sup>4</sup>Ji-Hyun Jung · <sup>1</sup>Jong-Hee Kim  
(<sup>1\*</sup>Chonnam National University · <sup>2</sup>Munsan Elementary School · Bongsan Elementary School · Gwangju Daesung Elementary School)

### ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate secondary pre-service science teachers' misconceptions of tide and to develop a learning module that can change misconceptions into scientific concepts and to examine the effect of the learning module for conceptual change. In order to achieve the purpose of the study, the researcher developed the test tool of tidal phenomena and the learning module using cognitive conflict strategy. The subjects of this study were 40 first year students who majored science education at a college of education in G metropolitan city. The results of this study are as follows. First, secondary pre-service science teachers had various misconceptions about tidal phenomena. Second, the developed learning module was effective in changing misconceptions about tide of pre-service science teachers into scientific concepts. However, some students had misconceptions about tidal phenomena after learning the developed module. The typical misconception was that they could not distinguish the centrifugal force generated when the earth and the moon revolve about the center of common mass as the center of rotation and the centrifugal force generated by the earth's rotation. And they did not know that they should not consider the earth's rotation while the earth was revolving around the center of common mass.

**Key words** : misconceptions of tide, learning module, conceptual change of tide, cognitive conflict strategy

## 1. 서론

학생들이 천문 현상에 대한 이해를 바탕으로 자

신의 경험을 논리적으로 확장시켜 나가는 활동은 세상을 과학적으로 이해하는데 많은 도움을 줄 수 있다(손준호, 2015; Feral, 2007). 그러나 학생들이 천문 현상을 관찰하여 그 원인을 스스로 이해하기

Received 9 March, 2017; Revised 22 March, 2017; Accepted 10 April, 2017

\*Corresponding author : Jong-Hee Kim, Chonnam National University, 77 Yongbongro Buk-gu Gwangju, 61186, Korea

Phone: +82-10-6520-5452

E-mail: earthedu@jnu.ac.kr

본 논문은 조재형의 2017년도의 석사 학위논문의 내용을 발췌 정리하였음  
This study was financially supported by Chonnam National University(Grant number : 2013-08-09).

© The Korean Society of Earth Sciences Education . All rights reserved.  
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

에는 많은 어려움에 봉착할 수밖에 없다. 그러다보니 학생들은 수업 전에 자신만의 논리 체계인 선개념을 갖게 된다. 특히 선개념 중에서 오개념의 경우 이를 과학개념으로 변화시켜 주는 것은 교사의 중요한 책무 중 하나이다. 왜냐하면 친문 현상에 대한 오개념은 학생들이 과학적 주장과 증거의 관계를 잘못 추론하게 함으로써 틀린 과학적 사고력을 갖게하는 원인이 될 수 있기 때문이다. 그러므로 친문현상에 대한 오개념을 과학개념으로 정확하게 바꾸어 주는 것은 과학의 지식과 방법, 과학적인 증거와 이론을 토대로 합리적이고 논리적으로 추론하는 능력으로서의 과학적 사고력을 강조한 2015 개정 과학과 교육과정(교육부, 2015)의 정신에 부합한다고 볼 수 있다.

태양-지구-달의 위치관계에 따라 나타나는 조석 현상은 일상생활과 밀접한 관련이 있음에도 내용적인 어려움 때문에 학생들의 관심밖에 있다. 조석 관련 내용은 2009 개정 과학과 교육과정에서는 9학년에서, 고등학교 2, 3학년 과정인 지구과학 II에서 자세히 언급하고 있다. 2015 개정 과학과 교육과정에서는 ‘대기와 해양’의 ‘해수의 성질과 순환’이라는 핵심개념 속에 내용 요소로 ‘조석’이 포함되어 있다. 그리고 ‘조석의 발생 과정을 이해하고, 자료 해석을 통해 각 지역에서의 조석 양상을 설명할 수 있다.’라고 성취기준이 제시되어 있다. 일반적으로 조석 현상이 일어나는 원리는 지구와 달의 운동에 대한 역학 개념을 바탕으로 평형조석론과 차등 중력 이론 등으로 설명하는데, 이 때 만유인력, 원심력 등을 기본 개념으로 사용하다보니 정확한 이해가 되지 않아 다양한 오개념이 생기곤 한다. 이러한 현상은 학생뿐만 아니라 중등과학 예비교사들도 유사하다.

구성주의적 인식론의 입장에서는 과학 교수-학습에서 수업 전에 학습자가 형성하기를 기대하는 개념과 학습 후에 실제 학습자가 형성하는 개념 간에는 차이가 있다고 본다. 따라서 학습자의 개념을 보다 타당한 과학개념으로 변화시키기 위해서는 학습자가 갖고 있는 오개념을 조사하여 그 원인을 분석함과 동시에 원인에 따른 적절한 피드백이 중

요한데(김효남, 1990), 이때 개념변화를 위한 적절한 교수 전략과 모형이 필요하다(Duschl & Gitomer, 1991). 하지만 이를 잘 활용한다고 하더라도 오개념을 과학개념으로 바꾸기란 쉽지 않다. 왜냐하면 학습내용을 단순하게 잘못 알고 있는 것이 아니라 학습자 나름대로의 경험과 이론을 바탕으로 형성된 비교적 견고한 설명체계로서의 오개념인 경우에는 과학개념으로 쉽게 변화되기 어렵기 때문이다. 그러므로 개념변화를 위해서는 학습자의 선개념을 파악하고 기존의 오개념으로는 설명하기 어려운 현상을 제시함으로써 불만족을 느끼도록 하는 인지갈등 전략을 사용하는 것이 효과적이다. 학습자가 인지갈등을 강하게 느낄수록 새로운 과학개념이 기존 오개념 보다 문제해결에 보다 효과적이라는 사실을 인식할 가능성이 높아지기 때문이다. 따라서 조석 관련 오개념 또한 인지갈등 전략으로 접근하는 것이 바람직할 것이다.

조석 현상에 대한 이해와 관련된 선행 연구를 살펴보면, 주로 조석 현상에 대한 개념과 이해 수준, 오개념에 관한 내용이 대다수였으며(김유미, 1998; 전현정, 2001; 김은지, 2004; 김기숙, 2006; 이기영, 2006; 권선희, 2009), 조석 개념을 위한 학습에서는 공간 지각능력과 만유인력에 대한 기본 개념을 효과적으로 설명하고 이해할 수 있는 입체적인 모형이나 특별히 고안된 학습 자료가 필요하다고 하였다. 하지만 조석 현상에 대한 과학개념의 이해를 돕는 구체적인 학습 자료의 개발에 대한 연구는 다소 미흡한 편이었다.

따라서 이 연구에서는 중등과학 예비교사들이 갖고 있는 조석 현상에 대한 오개념을 과학개념으로 변화시킬 수 있도록 인지갈등 전략을 적용한 학습모듈을 개발하여 그 효과를 살펴보고자 한다.

## II. 이론적 배경

### 1. 조석

조석(tide)이란 지구와 달, 태양의 운동에 의해 해수면의 높이가 주기적으로 변하는 현상으로, 평형

조석론(equilibrium theory of tide)으로 이를 설명할 수 있다. 평형조석론은 지구의 표면에 해수가 일정한 두께로 분포되어 있으며, 해수면은 해수면의 변형에 영향을 주는 힘에 즉각 반응하여 그 힘과 항상 평형을 이루고 있다고 가정을 한다. 기조력은 달의 인력과 지구와 달이 공통질량 중심을 회전 중심으로 공전하여 발생하는 원심력의 합력이다. 달의 인력은 해수면을 달의 질량 중심의 방향으로 잡아당긴다. 지구와 달은 움직이는 물체가 직선운동을 계속 유지하려는 관성의 법칙에 의하여 서로 멀어지려 하지만, 지구와 달 사이의 만유인력으로 인해 서로 끌어당기기 때문에 공통질량 중심을 회전 중심으로 하여 27.3일에 한 바퀴씩 함께 공전하고 있다. 지구 질량은 달의 81배이므로 지구와 달의 공통질량 중심이 우주공간에 있지 않고, 지구 안쪽 약 1,650km 되는 곳에 있다. 이때 관성에 의해 원심력이 발생하게 되는데 지구와 달이 공통질량 중심을 회전 중심으로 공전하는 동안 모든 지점의 물 입자는 동일한 공전 반경과 각속도로 공전하게 된다. 그러므로 지구상의 모든 지점의 물 입자에 작용하는 원심력의 크기는 지구 중심의 단위 질량에 작용하는 구심력과 같으며, 원심력의 방향은 달의 반대 방향이다. 달의 인력은 지구상의 물 입자를 달의 질량 중심 방향으로 끌어당기며, 지구와 달이 함께 공통질량 중심을 회전 중심으로 공전하여 발생하는 원심력은 달의 반대 방향으로 작용하는데 이 두 힘의 합력이 기조력의 크기와 방향이 된다. 따라서 지구의 해수면은 달을 향하는 방향과 달의 반대 방향 양쪽이 부풀어 오르는 모양으로 형성된다. 이와 같이 해수면은 해수면의 변형에 영향을 주는 달의 인력, 지구와 달이 공통질량 중심을 회전 중심으로 공전하여 발생하는 원심력에 즉각 반응하여 항상 평형을 이루어 조석 현상이 발생하는 것으로 설명하는 것이 평형조석론이다(Garrison, 2010).

태양의 인력 역시 지구상의 모든 질량을 가진 물체들을 끌어당긴다. 태양의 질량은 달의  $2.5 \times 10^7$  배이지만, 거리가 400배나 멀리 떨어져 있어서 달에 의해 생기는 기조력이 태양에 의해 생기는 기조력보다 약 2배 더 크다. 태양의 인력에 의해서도 달

에 의한 것과 마찬가지로 해수면의 높이 변화가 나타나는데 이를 태양조석(solar tide)이라고 한다. 그러므로 태양의 기조력이 달의 기조력 보다 작다고 하여 완전히 무시할 수는 없다. 왜냐하면 태양의 기조력에 의하여 조차의 크기가 약 15일을 주기로 최대, 최소를 반복되기 때문이다. 즉 지구에서 보았을 때 태양과 달의 이각이  $90^\circ$ 인 상현달과 하현달인 날은 조차가 가장 작다. 그리고 지구에서 보았을 때 태양과 달의 이각이  $0^\circ$ 인 삭과  $180^\circ$ 인 망인 날은 조차가 가장 크고, 만조 때 해수면의 높이가 가장 높다. 지구가 자전하는 동안 해수는 지구 중력의 영향으로 지구와 함께 자전하게 된다. 그러나 높아진 해수면은 자전하는 지구상에서 달과 지구 중심축의 위치에 고정되어 있으려 한다. 그러므로 지구가 자전하는 동안 지구상의 어느 해안에서 바닷물의 움직임을 관측하면 달을 향하는 쪽과 달의 반대쪽 방향을 향해 자전할 때는 해수면이 높아지는 밀물이 나타나고, 달을 향하는 쪽과 달의 반대 방향에서 멀어지도록 자전할 때는 해수면이 낮아지는 썰물이 나타난다. 또한 지구가 자전하는 동안 달이 공전하게 되므로 반일주기가 나타나는 해안에서는 12시간 25분의 조석 주기를 갖는다(Garrison, 2010).

## 2. 조석 관련 오개념에 대한 인지갈등 전략

조석 현상 중 기조력과 관련된 대표적인 오개념을 과학개념으로 바꾸기 위해 이 연구에서 활용한 인지갈등 전략을 간략하게 제시하면 다음과 같다.

‘달의 인력만이 기조력’이라고 생각하는 경우에는 달의 반대 방향으로도 해수면의 모양이 부풀어 오른다는 사실과 조석 주기가 12시간 50분이라는 것을 제시하는 인지갈등 전략을 적용하였다. ‘기조력은 달의 인력과 지구 자전에 의한 원심력의 합력’이라는 경우에 지구의 물 입자에는 이미 지구의 중력이 작용하고 있으며, 이때 중력은 지구의 질량에 의한 만유인력과 지구 자전에 의한 원심력의 합력이라는 사실을 제시하고, 물 입자에 작용하는 달의 기조력은 달의 만유인력과 달과 지구의 공전에 의한 원심력의 합력이라는 평형 조석 이론을 설명

하는 인지갈등 전략을 적용하였다. ‘지구와 달의 공전에 의해 발생하는 원심력의 크기는 공통질량 중심에서 멀어질수록 커진다.’고 생각하는 경우에 달의 기조력이 달의 만유인력과 달과 지구의 공전에 의한 원심력의 합력이라는 것은 알지만 지구와 달이 공통질량 중심을 회전 중심으로 하여 공전할 때는 자전하지 않는 지구를 고려해야 한다는 사실을 인지하지 못하기 때문이다. 따라서 물체가 회전할 때 작용하는 구심력은 관성의 법칙에 의해 직진하려는 물체의 진행방향을 바꾸는 데만 관여하고 물체 자체의 회전(자전)에는 영향을 미치지 않는다는 사실을 강조해야 한다. 이를 위해 지구의 모양을 삼각형으로 그려서 자전하지 않고 공통질량 중심을 회전 중심으로 하여 회전(공전)하는 상황을 쉽게 파악할 수 있는 모식도를 이용하여 지구상의 각 지점의 회전궤적을 그리는 활동을 인지갈등 전략으로 적용하였다. 조석 주기가 12시간 25분이라는 사실을 알지 못하는 경우에 지구가 자전하는 동안 달도 공전한다는 사실을 인식하게 하고, 지구 자전에 따른 달의 공전과 해수면의 모양변화를 단계별로 그린 모식도를 제시하는 인지갈등 전략을 적용하였다.

### III. 연구 방법

#### 1. 연구 절차

전체 연구의 절차는 다음과 같다(Fig. 1).

이 연구에서는 학습자들의 조석에 대한 개념 검사지를 개발하여 오개념을 파악하고, 이를 교정하기 위한 인지갈등 전략을 적용한 학습모듈을 개발하였는데, 개발한 검사지와 모듈에 대해서는 타당도 검사와 예비연구를 통하여 수정 및 보완 과정을 거쳤다. 조석 개념 검사지는 지구과학교육 전문가 2명, 지구과학교육 전공 박사과정 2명과 함께 주 1회 3시간씩 총 12회 세미나를 통해 협의하여 개발하였고, 최종적으로 3명의 지구과학교육 전문가에게 조석 개념 검사지의 타당도를 검증 받았다.

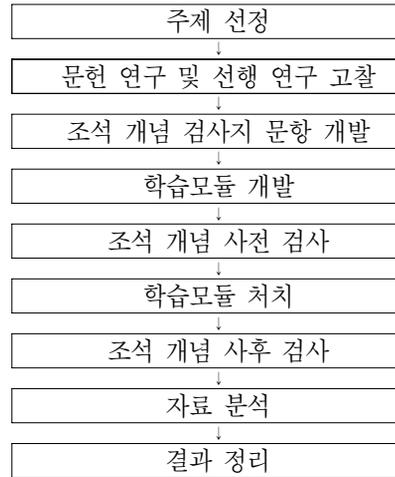


Fig. 1. Procedure of the study

#### 2. 연구 설계 및 연구 대상

연구 설계는 다음과 같다(Fig. 2).

O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
O <sub>1</sub> : 실험집단의 사전검사(개념검사)		
X : 실험집단의 수업처치(모듈활용수업)		
O <sub>2</sub> : 실험집단의 사후검사(개념검사)		

Fig. 2. Experimental design

이 연구는 G광역시 소재의 사범대학 과학교육 전공 1학년 학생 40명을 대상으로 하였다. 이들은 고등학교 과정에서 모두 자연계열 과정을 이수하였는데, 지구과학 I과 II를 모두 이수한 학생은 5명, 지구과학 I만 이수한 학생은 22명, 지구과학을 이수하지 않은 학생은 13명이다.

#### 3. 검사 도구 및 자료 처리

조석 개념 검사지는 조석에 대한 학습자의 개념 이해를 살펴보기 위해 개발하였는데, 검사지의 신뢰도는 Cronbach's *a* 계수가 .726이었다. 검사지의 문항은 총 14문항이며, 문항 내용의 구성과 실제 문항 예시는 다음과 같다(Table 1, Fig. 3).

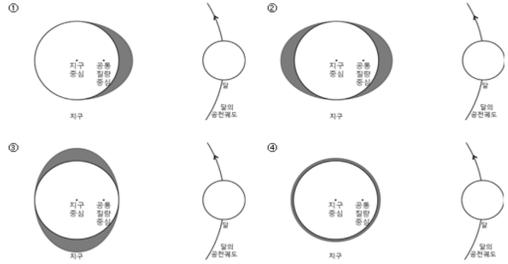
이 연구에서 개발한 인지갈등 전략을 적용한 조석 개념 학습모듈이 효과가 있는지를 알아보기 위

하여 동형검사문항으로 제작된 조석 개념 사전·사후 검사를 수업 전, 후에 실시하였다. 조석 개념 검사지의 문항은 질문에 대한 답을 보기에서 찾거나 기술하고, 이유를 작성하도록 하였으며, 응답자가 선택한 답과 서술한 이유가 모두 옳아야만 정답으로 처리하였다. 점수는 각 문항 당 1점씩 총 14점으로 하였고, 통계처리 프로그램 SPSS 21.0으로 독립 표본 *t* 검정을 활용해 분석하였다. 또한 조석 개념 검사지에 대한 응답자의 내용을 분석하고, 응답자의 응답 내용과 문항 간의 관계를 고려하여 조석 관련 개념에 대한 오개념을 파악하려고 노력하였다.

Table 1. Contents of the tide concept test

문항 내용		문항번호
달의 기조력의 크기와 방향	달의 기조력에 의한 해수면의 모양	1
	달의 기조력의 크기와 방향	11
지구 자전과 해수면 모양의 관계	지구가 자전하지 않을 때 조석 현상에 의한 해수면의 모양	2
	지구가 자전하는 동안 해수의 움직임과 해수면 모양의 변화	3
조석 주기		4
달의 인력의 크기와 방향	달의 인력의 작용방향	5
	달의 인력 크기	6
지구와 달이 공통질량 중심을 회전 중심으로 회전운동을 하여 발생하는 원심력의 크기와 방향	공통질량 중심을 회전하는 주기	7
	지구가 공통질량 중심을 회전 중 심으로 한 바퀴 공전하는 동안 지 구 자전을 고려하지 않을 경우 지 구상 한 점의 궤적	8
	공통질량 중심을 회전 중심으로 하 는 원운동에 의해 발생하는 원심력 크기의 상대적 차이	9
	공통질량 중심을 회전 중심으로 하는 원운동에 의해 발생하는 원심력의 작용방향	10
조차의 크기 변화와 달의 위상과의 관계	조차와 달의 위상관계	12
	삭인 날과 망인 날의 만조 때 해 수면의 높이 비교	13
	달의 위상 변화와 조차의 변화	14

1. 그림은 지구의 해수면의 모양(어두운 부분)을 북극 위에서 바라본 모식도이다. 달의 기조력에 의한 지구의 해수면의 모양을 가장 옳게 나타낸 것은? 그 이유는?



이유: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. 그림은 달의 공전 궤도 위에서 내려다 본 지구와 달을 나타낸 모식도이며, A, B, C, D 지점은 궤도 상 임의의 네 곳이다. A, B, C, D 지점에 작용하는 달의 인력의 방향을 화살표로 표시하시오.

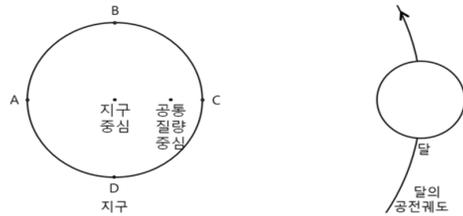


Fig. 3. Examples of the tide concept test

### 4. 학습모듈 개발

개발한 조석 개념 학습모듈은 필수 학습요소 진단, 필수 학습요소 보충학습 자료, 기본 탐구활동과제로 구성되어 있다.

필수 학습요소 진단은 만유인력의 법칙, 회전하는 물체, 지구와 달의 운동, 달의 이름, 지구와 달과 태양의 위치 관계와 관련된 5개의 문항으로 구성하였다.

필수 학습요소 보충학습 자료는 만유인력(1번 자료), 관성과 원심력(2번 자료), 지구, 달, 태양의 운동(3번 자료), 달의 위치와 음력의 관계(4번 자료)에 대한 개념 이해에 도움을 줄 수 있는 읽을거리를 제공하였다. 특히 필수 학습요소 보충학습 자료는 필수 학습요소 진단 문제와의 연계성을 고려하였다.

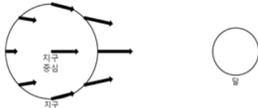
기본 탐구활동과제는 물 입자에 작용하는 힘을 세분화 시켜 1번 과제는 지구의 중력, 2번 과제는 달의 인력(Fig 4), 3번 과제는 공통질량 중심을 회전 중심으로 하는 원운동에 의해 발생하는 원심력을 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위해 도형을 활용한 단계별 활동(Fig. 4), 4번 과제에서는 달의 기조력과 관련된 내용으로 개발하였다.

[기본 탐구활동과제 2] 물 입자에 작용하는 힘 : 달의 인력

지구상의 물 입자에는 달의 만유인력(달의 인력)이 작용한다. "우주에서 질량을 가진 모든 물체는 서로 끌어당긴다."는 뉴턴의 만유인력의 법칙으로부터 생각할 수 있다. 다음 식은 질량이  $m$ 인 물체와 질량이  $M$ 인 두 물체 사이의 거리가  $r$ 일 때, 두 물체에 작용하는 만유인력  $F$ 를 나타낸다.

$$F = G \frac{mM}{r^2}$$

만유인력의 크기는 물체의 질량에 비례하며, 물체 사이의 거리의 제곱에 반비례한다. 따라서 두 물체 사이의 거리가 약간만 달라져도 인력은 급격히 변하게 된다. [그림 10]은 지구상의 물 입자에 작용하는 달의 인력을 거리에 따라 나타낸 그림이다.

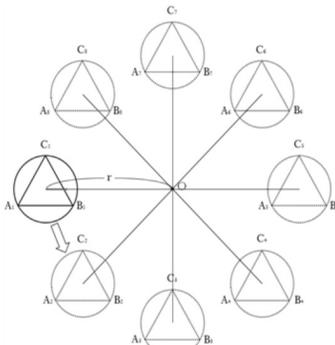


[그림 10] 지구상의 물 입자에 작용하는 달의 인력

달에 가까운 물 입자는 달의 인력을 크게 받고, 달에서 먼 물 입자는 달의 인력을 적게 받는다. 그림에서 인력의 크기를 나타내는 화살표의 길이의 상대적 비는 과장하여 표현되었다. 실제 달의 인력은 가장 가까운 곳과 가장 멀리 떨어진 곳이 약 7% 정도의 크기 차이가 있다. 그리고 인력의 방향은 달의 질량 중심방향이다.

[기본 탐구활동과제 3] 물 입자에 작용하는 힘 : 공통질량 중심을 회전 중심으로 하는 원운동에 의해 발생하는 원심력

물체가 원운동을 할 때 구심력은 물체의 운동방향을 바꾸기만 할 뿐 물체자체를 회전 시키지는 않는다. [그림 11]에서 삼각형과 그 외접원으로 이루어진 도형은 점 O를 회전 중심으로 회전(공전)하고 있지만 그 도형 자체는 회전(자전)하고 있지 않다.

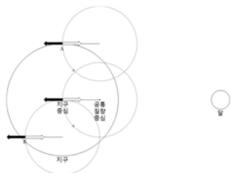


[그림 11] 점 O를 회전 중심으로 회전하는 도형

이 도형의 회전(공전)에 의해 나타나는 원심력의 크기와 방향을 다음 활동을 통해 알아보자.

1. 삼각형의 꼭짓점(A<sub>1</sub>~A<sub>3</sub>)들을 연결하여 원을 그리시오.
2. 그려진 원의 중심을 찾아 표시하시오.
3. A<sub>1</sub>에 작용하는 원심력의 크기와 방향을 표시하시오.
4. 1~3의 과정을 꼭짓점(B<sub>1</sub>~B<sub>3</sub>, B<sub>2</sub>)과 꼭짓점(C<sub>1</sub>~C<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>)에 대하여 실시하시오.
5. A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>에 표시된 원심력의 크기와 방향을 비교하시오.

[그림 12]는 지구와 달이 지구내부의 공통질량 중심을 회전 중심으로 회전하는 동안 지구상의 임의의 두 점 A, B와 지구중심의 궤적과 구심력(반대 화살표), 원심력(같은 화살표)을 나타낸 것이다. 원심력은 구심력과 크기가 같고 방향이 반대이므로 원심력은 지구의 질경(지구의 중심)에 작용하는 달의 인력의 반대 방향으로 지구상의 모든 곳에서 같은 크기, 같은 방향으로 작용한다.



[그림 12] 지구와 달이 공통질량 중심을 회전 중심으로 회전하는 동안 지구상의 세 점의 궤적과 구심력, 원심력의 방향

두 점 A, B가 하는 원운동의 회전반경은 지구 중심과 공통질량 중심 사이의 거리와 같고 회전각속도도 같다. 그러므로 두 점 A, B와 지구중심에 위치한 물체에 작용하는 원심력은 달의 반대방향으로 같은 크기로 나타낸다.

Fig. 4. Examples of the tide concept learning module materials

## IV. 연구 결과 및 논의

### 1. 학습모듈이 조석 개념변화에 미치는 효과

인지갈등 전략을 적용한 학습모듈이 조석 개념 변화에 미치는 효과는 다음과 같다(Table 2).

Table 2. Results of t-test about the tidal concept change

	N	M	SD	t	p
사전	40	1.98	2.01	7.89	.00*
사후	40	6.98	3.47		

\*  $p < .05$

위의 결과, 조석 개념 학습모듈을 활용한 수업이 중등과학 예비교사의 개념변화에 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다. 이는 학습모듈 개발 시 각 오개념 별 원인을 잘 분석하였고, 이를 과학개념으로 바꾸기 위한 학습모듈 개발 시 적절한 인지갈등 전략이 사용되었기 때문으로 생각한다.

한편, 연구 대상의 지구과학 과목 이수 여부에 따른 사전·사후 조석 개념 검사점수의 평균을 비교하면 다음과 같다(Fig. 5).

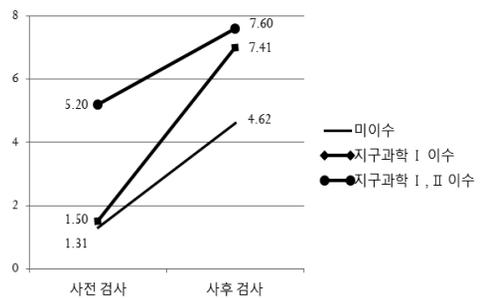


Fig. 5. Change of mean score of the tide concept according to earth science completion

위의 결과, 세 집단 모두 평균점수가 상승하였는데, 지구과학 I을 이수한 집단은 사후 검사에서 평균점수가 가장 많이 향상되었다. 한편, 지구과학 I과 II를 모두 이수한 집단에서는 사전·사후 검

사 평균점수가 가장 높았다. 이는 조석 개념을 학습할 때 지구과학 I을 이수하여야 과학개념을 형성하기 쉽지만, 조석 개념을 완전히 이해하기 위해서는 지구과학 II를 이수하여야 함을 보여주는 것이라고 생각한다.

## 2. 문항별 분석 및 논의

조석 개념 검사지의 각 문항별 분석 결과는 다음과 같다(Table 3).

Table 3. Results of the tide concept problem

문항	집단	N	M	SD	t	p
1	사전	40	.05	.22	2.58	.01*
	사후	40	.25	.44		
2	사전	40	.08	.27	1.35	.18
	사후	40	.18	.38		
3	사전	40	.23	.42	2.40	.02*
	사후	40	.48	.51		
4	사전	40	.05	.22	4.34	.00*
	사후	40	.43	.50		
5	사전	40	.13	.33	4.44	.00*
	사후	40	.55	.50		
6	사전	40	.68	.47	2.18	.03*
	사후	40	.88	.33		
7	사전	40	.23	.42	4.48	.00*
	사후	40	.68	.47		
8	사전	40	.00	.00	4.09	.00*
	사후	40	.30	.46		
9	사전	40	.03	.16	4.04	.00*
	사후	40	.35	.48		
10	사전	40	.00	.00	4.33	.00*
	사후	40	.33	.47		
11	사전	40	.05	.22	2.06	.04*
	사후	40	.20	.41		
12	사전	40	.13	.34	5.65	.00*
	사후	40	.65	.48		
13	사전	40	.08	.27	5.90	.00*
	사후	40	.60	.50		
14	사전	40	.20	.41	4.51	.00*
	사후	40	.65	.48		

\*  $p < .05$

위의 결과, 2번 문항을 제외하고는 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었는데, 각 문항별로 분석과 논의를 하면 다음과 같다.

달의 기조력에 의한 지구 해수면의 모양에 대해 물어본 문항(1번)의 경우, 개발한 학습모듈을 활용한 수업 후, 과학개념을 가진 학생이 10명(25%)이었으며, 수업 전 과학개념을 가지지 못했던 38명(95%) 중 8명(20%)이 과학개념을 형성하였다. 이 문항에서의 오개념은 원심력 개념에 대한 이해 부족으로 인하여 달의 인력만이 기조력이라고 생각하는 것(김영신, 2008)과 지구 자전에 의해 발생하는 원심력과 지구와 달의 공통질량 중심을 회전 중심으로 지구가 공전하여 발생하는 원심력을 혼동하는 것이 원인이라고 생각한다. 그래서 개발한 학습모듈에서는 지구에서 달의 방향과 달의 반대방향으로 높아진 해수면 모양과 조석 주기를 제시하고, 달의 인력과 지구와 달이 공통질량 중심을 회전 중심으로 공전하여 발생하는 원심력의 합력이 달의 기조력인 과학개념을 제시하며, 지구의 자전으로 발생하는 원심력의 크기와 방향, 지구와 달이 공통질량 중심을 회전 중심으로 공전하여 발생하는 원심력의 크기와 방향을 비교하여 제시함으로써 인지갈등을 일으키려 하였다.

지구상의 물 입자에 작용하는 달의 기조력의 크기와 방향에 대해 물어본 문항(11번)의 경우, 개발한 학습모듈을 활용한 수업 후, 과학개념을 가진 학생이 8명(20%)이었으며, 수업 전 과학개념을 가지지 못했던 38명(95%) 중 6명(15%)이 과학개념을 형성하였다. 이 문항에서의 오개념은 달의 인력만이 달의 기조력이라고 생각하여 달의 방향으로 표시한 것(김영신, 2008)과 달의 기조력과 지구 자전에 의한 원심력을 혼동한 것이 원인이라고 생각한다. 그래서 개발한 학습모듈에서는 지구에서 달의 방향과 달의 반대방향으로 높아진 해수면 모양과 조석 주기를 제시하고, 달의 인력과 지구와 달이 공통질량 중심을 회전 중심으로 공전하여 발생하는 원심력의 합력이 달의 기조력인 과학개념을 제시하여 인지갈등을 일으키려고 하였다.

지구의 자전이 물 입자에 미치는 영향에 대해 물어본 문항(2번)의 경우, 개발한 학습모듈을 활용한

수업 후, 과학개념을 가진 학생이 7명(17.5%)이었으며, 수업 전 과학개념을 가지지 못했던 37명(92.5%) 중 4명(10%)이 과학개념을 형성하였다. 그렇지만 개발한 학습모듈을 활용한 수업이 지구가 자전하지 않을 때 조석 현상에 의한 해수면의 모양 개념변화에 미치는 효과는 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이가 없었다. 이 문항에서의 오개념은 기조력의 발생 원인이 달의 인력과 지구와 달이 공통질량 중심을 회전 중심으로 공전하여 발생하는 원심력의 합력이 아닌, 달의 인력과 지구 자전에 의하여 발생하는 원심력의 합력이라고 오해하여 발생하는 것이라고 생각하는 것이 원인이다. 그래서 개발한 학습모듈에서는 두 원심력의 차이를 구별할 수 있도록 안내하여 인지갈등을 일으키고자 하였다.

하지만 나머지 33명(82.5%)의 학생들은 과학개념을 형성하지 못하였으며, ‘자전에 의한 원심력이 사라져 달을 향한 쪽만 해수면이 높아진다.’라고 응답한 학생 17명(42.5%), ‘달의 인력이 사라져 지구상의 모든 곳의 해수면 높이가 같아진다.’라고 응답한 학생 11명(27.5%), ‘달의 인력이 잡아당기는 곳과 태양의 인력이 잡아당기는 곳의 해수면 높이가 높아진다.’라고 응답한 학생 1명(2.5%)이었다. 이러한 결과는 개발한 학습모듈에서 지구 자전에 의해 발생하는 원심력이 물 입자에 작용하는 크기와 방향을 제시하고, 기조력은 달의 인력과 지구와 달이 공통질량 중심을 회전 중심으로 공전하여 발생하는 원심력의 합력이라는 것을 구별하여 제시함으로써 인지갈등을 일으키려고 하였지만, 학습자가 갖고 있던 오개념이 견고하여 쉽게 과학개념으로 변화되지 않았기 때문으로 생각한다.

지구가 자전하는 동안 해수의 움직임과 해수면의 모양의 변화에 대해 물어본 문항(3번)의 경우, 개발한 학습모듈을 활용한 수업 후, 과학개념을 가진 학생이 19명(47.5%)이었으며, 수업 전 과학개념을 가지지 못했던 31명(77.5%) 중 10명(25%)이 과학개념을 형성하였다. 이 문항에서의 오개념은 정지된 그림만을 보여주는 교과서 삽화의 한계나 해수의 움직임에 대한 애니메이션 시청이나 조작적 학습경험의 부족이 원인이라고 생각한다. 그래서

개발한 학습모듈에서는 해안가로 밀려들어 오고, 빠져나가는 밀물과 썰물을 지구 자전에 따른 시간 경과에 따라 제시하여 인지갈등을 일으키려 하였다.

조석 주기에 대해 물어본 문항(4번)의 경우, 개발한 학습모듈을 활용한 수업 후, 과학개념을 가진 학생이 17명(42.5%)이었으며, 수업 전 과학개념을 가지지 못했던 38명(95%) 중 15명(37.5%)이 과학개념을 형성하였다. 이 문항에서의 오개념은 국동식(1991)이 조사한 결과와 같은 것으로, 하루가 24시간이며 24시간에 두 번 조석이 일어난다고 생각하여 발생한다는 것(김영신, 2008)과 달의 인력만이 달의 기조력이라고 이해하여 하루에 한번 달에 의하여 만조가 일어난다고 생각하는 것이 원인이라고 생각한다. 같은 맥락으로 ‘오후 약 9시, 달의 반대편에 태양이 있기 때문에 달에 의한 만조 후에 태양에 의한 만조가 나타난다.’는 오개념은 태양의 기조력은 태양의 인력만이라고 생각하며, 달의 반대편에는 언제나 태양이 위치한다는 생각이 영향을 준 것으로 생각한다. 그래서 개발한 학습모듈에서는 지구의 자전과 달의 공전에 의하여 나타나는 해수면 모양의 변화를 시간 순서에 따라 제시함으로써 인지갈등을 일으키려 하였다.

달의 인력이 물 입자에 작용하는 방향에 대한 문항(5번)의 경우, 개발한 학습모듈을 활용한 수업 후 과학개념을 가진 학생이 22명(55%)이었으며, 수업 전 과학개념을 가지지 못했던 35명(87.5%) 중 17명(42.5%)이 과학개념을 형성하였다. 이 문항에서의 오개념은 만유인력의 작용 방향을 정확하게 이해하지 못하는 데서 발생하는 것이었다. 즉, 만유인력은 물체의 중심에서 다른 물체의 중심 방향으로 작용하는 힘이라는 과학개념을 정확하게 인지하고 있지 못하는 것이 원인이다. 그래서 개발한 학습모듈에서는 달의 인력 방향을 달의 질량 중심 방향으로 정확하게 제시하여 인지갈등을 일으키려고 하였다.

달의 인력의 크기에 대해 물어본 문항(6번)의 경우, 개발한 학습모듈을 활용한 수업 후 과학개념을 가진 학생이 35명(87.5%)이었으며, 수업 전 과학개념을 가지지 못했던 13명(32.5%) 중 8명(12.5%)이

과학개념을 형성하였다. 이 문항에서의 오개념은 ‘만유인력은 물체의 중심에서 다른 물체의 중심방향으로 작용하는 힘’이라는 개념과 ‘만유인력의 크기는 물체의 중심과 다른 물체의 중심사이의 거리의 제곱에 반비례한다.’라는 개념에 대한 정확한 이해 부족이 원인이라고 생각한다. 그래서 개발한 학습모듈에서는 달의 인력의 크기를 달의 질량 중심으로부터 거리가 멀어질수록 작아지도록 제시함으로써 인지갈등을 일으키고자 하였다.

지구와 달이 함께 공통질량 중심을 회전 중심으로 한 바퀴 회전하는 주기에 대해 물어본 문항(7번)의 경우, 개발한 학습모듈을 활용한 수업 후, 과학개념을 가진 학생이 27명(67.5%)이었으며, 수업 전 과학개념을 가지지 못했던 31명(77.5%) 중 18명(45%)이 과학개념을 형성하였다. 이 문항에서의 오개념은 항성월과 삭망월의 개념에 대한 이해의 부족이 원인이라고 생각한다. 그래서 개발한 학습모듈에서는 달의 공전 주기와 항성월의 관계를 제시하여 인지갈등을 일으키고자 하였다.

지구의 자전을 고려하지 않는다면 지구상의 한 점이 공통질량 중심을 회전 중심으로 한 바퀴 공전하는 궤적에 대해 물어본 문항(8번)의 경우, 개발한 학습모듈을 활용한 수업 후, 과학개념을 가진 학생이 12명(30%)이었다. 이 문항에서의 오개념은 지구의 자전을 고려하지 않고 지구와 달이 함께 공통질량 중심을 회전 중심으로 공전할 때 지구상의 한 점의 궤적을 생각하여야 하는데, 이를 고려하지 못하고 지구가 한 바퀴 공전하는 동안 지구가 한 바퀴 자전한다고 생각하기 때문에 갖게 된 것이라고 생각한다. 그래서 개발한 학습모듈에서는 물체 자체의 회전을 고려하지 않고 한 점을 중심으로 회전하는 동안의 회전궤적과 원심력을 조작활동을 통하여 제시하여 인지갈등을 일으키고자 하였다.

하지만 28명(75%)의 학생들은 과학개념을 형성하지 못하였으며, ‘지구 내부의 공통질량 중심을 회전 중심으로 지구가 회전하기 때문에’라고 응답한 학생 23명(57.5%)이었다. 지구가 공통질량 중심을 회전 중심으로 하여 회전(공전)할 경우 지구상의 물 입자 운동 궤적을 이해하기 위해서는 공전하는 동안 지구는 자전하지 않는다는 것을 고려해

야 하는데, 이를 고려하지 못할 경우에는 과학개념을 형성하기가 매우 어렵다. 그래서 개발한 학습모듈에서는 이를 고려하여 원 내부에 삼각형을 그려 지구가 자전하지 않고 공전하는 상황을 강조하였지만, 대부분의 학생들은 이를 주의 깊게 학습하지 않았거나, 원심력 관련 역학 개념의 적용이 서툴러서 과학개념을 형성하지 못한 것으로 볼 수 있다.

공통질량 중심을 회전 중심으로 하는 원운동에 의해 발생하는 원심력 크기의 상대적 차이에 대해 물어본 문항(9번)의 경우, 개발한 학습모듈을 활용한 수업 후, 과학개념을 가진 학생이 14명(35%)이었으며, 수업 전 과학개념을 가지지 못했던 39명(97.5%) 중 13명(32.5%)이 과학개념을 형성하였다. 이 문항에서의 오개념은 지구상의 여러 지점이 자전을 고려하지 않고 공통질량 중심 주위를 회전하는 궤적에 대한 정확한 이해가 되지 않아 발생한 것이 원인이라고 생각한다. 특히 지구의 자전을 고려하지 않고 지구와 달이 함께 공통질량 중심을 회전 중심으로 공전하는 궤적을 생각하여야 하는데, 이를 고려하지 못하기 때문에 발생한 것이다. 그래서 개발한 학습모듈에서는 물체 자체의 회전을 고려하지 않고 한 점을 중심으로 회전하는 물체의 회전궤적과 이에 따라 발생하는 원심력을 조작활동으로 제시하여 인지갈등을 일으키려고 하였다.

하지만 나머지 26명(65%)의 학생들은 과학개념을 형성하지 못하였으며, ‘공통질량 중심에서 멀어서 크기가 크다.’라고 응답한 학생 11명(27.5%), ‘공통질량 중심에서 가까워서 크기가 크다.’라고 응답한 학생 9명(22.5%)이었다. 통계적으로는 개발한 학습모듈이 개념변화에 유의미함을 보여주고 있으나, 수업 후 과학개념을 가진 학생이 14명(35%)에 그친 점은 다소 아쉬움이 남는다. 또한 문항 8번에서 공통질량 중심을 회전 중심으로 공전할 때 지구상 물 입자의 회전 반경과 회전 각속도가 지구상의 어느 지점이나 같다는 사실을 이해하지 못하면 문항 9번의 원심력의 크기가 지구상의 어느 지점이나 동일하다는 것을 이해하기 어렵다고 생각한다.

공통질량 중심을 회전 중심으로 하는 원운동에 의해 발생하는 원심력의 작용방향에 대해 물어본 문항(10번)의 경우, 개발한 학습모듈을 활용한 수업

후, 과학개념을 가진 학생이 13명(32.5%)이었다. 이 문항에서의 오개념은 문항 8번과 같이 지구의 자전을 고려하지 않고 지구와 달이 함께 공통질량 중심을 회전 중심으로 공전할 때 지구상 물 입자의 궤적을 생각하여야 하는데, 이를 고려하지 못한 결과라고 생각한다. 그래서 개발한 학습모듈에서는 물체 자체의 회전을 고려하지 않고 한 점을 중심으로 회전하는 물체의 회전궤적과 이에 따라 발생하는 원심력을 조작활동으로 제시하여 인지갈등을 일으키려 하였다.

하지만 나머지 27명(67.5%)의 학생들은 과학개념을 형성하지 못하였다. 이 중 ‘공통질량 중심을 회전 중심으로 회전하기 때문에 공통질량 중심에서 벗어나려는 방향으로 작용한다.’라고 응답한 학생 9명(22.5%), ‘지구 중심에서 벗어나려는 방향으로 작용한다.’라고 응답한 학생 11명(27.5%), ‘기조력에 의해 원심력이 달 방향으로 작용한다.’라고 응답한 학생 6명(15%)이었다. 문항 8번과 9번에서 공통질량 중심을 회전 중심으로 공전할 때 지구상 물 입자의 회전 반경과 회전 각속도가 지구상의 어느 지점이나 같다는 사실을 이해하지 못하면 원심력의 작용방향이 달의 반대 방향으로 지구상의 어느 지점이나 동일하다는 것을 이해하기 어려울 것으로 생각한다.

문항 12번, 13번, 14번에서 나타난 오개념들은 국동식(1995)의 연구의 결과인 ‘기조력이 가장 작을 때는 달, 지구, 태양이 일직선상에 위치하므로 달의 모양을 망 또는 삭이다.’(40%), ‘달의 위상이 삭 또는 망에 가까울수록 조차가 감소한다.’(50%)는 오개념과 일치한다. 이러한 오개념의 원인은 달의 위상변화와 달의 운동에 대한 올바른 과학개념이 인지구조 속에 자리 잡지 못한 상태에서 조석개념을 접하게 되어 오개념이 형성된 것(김영신, 2008)으로 생각한다. 그래서 개발한 학습모듈에서는 달의 인력과 지구와 달이 공통질량 중심을 회전 중심으로 공전하여 발생하는 원심력의 합력이 달의 기조력이라는 과학개념을 제시하고, 태양의 경우에도 똑같이 적용할 수 있도록 안내함으로써 인지갈등을 일으키려 하였으며, 그 결과 세 문항 모두 유의확률 5% 수준에서 유의한 상승효과가 있는

것으로 나타났다.

조차의 크기와 달의 위상의 관계에 대한 문항(12번)의 경우, 개발한 학습모듈을 활용한 수업 후, 과학개념을 가진 학생이 26명(65%)이었으며, 수업 전 과학개념을 가지지 못했던 35명(87.5%) 중 21명(52.5%)이 과학개념을 형성하였다. 하지만 나머지 14명(35%)의 학생들은 과학개념을 형성하지 못하였으며, 이 중 ‘달의 기조력과 태양의 기조력이 반대로 작용하기 때문에 망인 날에 조차가 가장 작다.’라고 응답한 학생 9명(22.5%)이었다.

삭인 날과 망인 날의 만조 때 상대적인 해수면 높이의 차이에 대해 물어본 문항(13번)의 경우, 개발한 학습모듈을 활용한 수업 후, 과학개념을 가진 학생이 24명(60%)이었으며, 수업 전 과학개념을 가지지 못했던 38명(95%) 중 21명(52.5%)이 과학개념을 형성하였다. 하지만 나머지 17명(42.5%)의 학생들은 과학개념을 형성하지 못하였다. 이 중 ‘태양-달-지구 순서로 있기 때문에 달과 태양의 기조력이 한 방향으로 작용하기 때문에 보름달인 날 보다 삭인 날의 만조 때 해수면 높이가 더 높다.’라고 응답한 학생 8명(20%), ‘달이 보이는 면적이 가장 많기 때문에 삭인 날 보다 보름달인 날의 만조 때 해수면 높이가 더 높다.’라고 응답한 학생 3명(7.5%)이었다.

달의 위상이 변하는 동안 조차의 변화에 대해 물어본 문항(14번)의 경우, 개발한 학습모듈을 활용한 수업 후, 과학개념을 가진 학생이 26명(65%)이었으며, 수업 전 과학개념을 가지지 못했던 32명(80%) 중 18명(45%)이 과학개념을 형성하였다. 하지만 나머지 14명(35%)의 학생들은 과학개념을 형성하지 못하였다. 이 중 ‘달의 위상이 망에 가까워져 달과 태양의 기조력이 반대로 작용하기 때문에 조차는 감소한다.’라고 응답한 학생 2명(5%), ‘달이 보이는 면적이 늘어나기 때문에 조차는 증가한다.’라고 응답한 학생 7명(17.5%)이었다.

#### IV. 결론 및 제언

이 연구의 목적은 중등과학 예비교사들의 조석개념에 대한 오개념을 조사하고, 오개념을 과학개

념으로 변화시킬 수 있는 학습모듈을 개발하여 그 학습모듈이 개념변화에 미치는 효과를 알아보는 것이다. 연구의 목적을 달성하기 위해 중등과학교육을 전공하고 있는 예비교사 1학년을 대상으로 개발한 학습모듈을 적용하여 그 효과를 살펴보았으며, 학습모듈의 효과를 확인하기 위해 양적 연구와 문항별 분석을 실시하였다. 연구 결과를 바탕으로 한 결론은 다음과 같다.

첫째, 중등과학 예비교사들은 조석 현상에 대하여 다양한 오개념을 갖고 있었다. 그 중 대표적인 오개념은 지구와 달이 공통질량 중심을 회전 중심으로 공전할 때 발생하는 원심력을 지구 자전에 의한 원심력과 구별하지 못하는 것이었다.

둘째, 조석 개념을 보다 효율적으로 학습할 수 있는 인지갈등을 적용한 학습모듈을 개발하였다. 구체적으로는 필수 학습요소 진단(만유인력의 법칙, 회전하는 물체, 지구와 달의 운동, 달의 이름, 지구와 달과 태양의 위치관계), 필수 학습요소 보충 학습 자료 4개(만유인력, 관성과 원심력 지구-달-태양의 운동, 달의 위치와 음력의 관계), 기본 탐구활동과제 6개(지구의 중력, 달의 인력, 공통질량 중심을 회전 중심으로 하는 원운동에 의해 발생하는 원심력의 이해, 달의 기조력)를 개발하였다.

셋째, 개발한 학습모듈은 학습자의 조석 관련 개념의 개념변화를 일으키는데 효과적이었으며, 특히 지구과학 I 이상의 과정을 이수한 학습자에게 상대적으로 더 효과적이었다.

넷째, 조석 개념 학습모듈을 활용한 수업 전·후의 개념검사 결과를 문항별로 분석한 결과, 공통질량 중심을 회전 중심으로 하는 원운동에 의해 발생하는 원심력과 지구 자전에 의한 원심력을 혼동하는 오개념은 개발한 학습모듈을 활용한 수업 후에도 쉽게 과학개념으로 변화되지 않은 것으로 나타났다. 또한 지구와 달이 공통질량 중심을 회전 중심으로 회전할 때 지구의 자전을 고려하지 않아야 한다는 사실을 인지하지 못하는 경우가 많았다.

개발한 학습모듈이 조석 개념변화에 미치는 긍정적 효과가 통계적으로는 유의미한 것으로 나타났다. 그러나 일부 학생들은 학습 후에도 여전히 조석 현상에 대한 오개념을 갖고 있었다. 따라서 학습자

의 조석 관련 오개념 체계는 상당히 견고하며 쉽게 과학개념으로 변화되지 않는다는 것을 알 수 있었다.

이 연구의 결과를 바탕으로 후속 연구를 위한 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 이 연구는 중등과학 예비교사인 사범대학 과학교육전공 1학년 학생을 대상으로 이루어졌지만, 조석 개념은 중학교 과학교과 및 고등학교 지구과학 II과목에서도 다루기므로 개발한 조석 개념 학습모듈을 학생들을 대상으로 하여 연구해 볼 필요가 있다.

둘째, 조석 현상을 일으키는 기조력의 발생원인 중의 하나인 지구와 달이 공통질량 중심을 회전 중심으로 공전하여 발생하는 원심력의 특징을 이해하기 위해서는 원심력에 대한 이해가 선행되어야 하는데, 원심력은 고등학교 물리 II에서 다루어지고 있으므로, 교육과정을 구성할 때 원심력 개념의 연계성을 고려할 필요가 있다.

셋째, 이 연구에서 개발한 조석 개념 학습모듈은 학습지 형태로 개발되었지만, 조석 개념에 대한 동영상과 조작적 자료는 조석 개념을 형성하는데 꼭 필요하므로 이와 관련된 새로운 학습모듈의 개발이 필요하다.

## 국문요약

이 연구의 목적은 중등과학 예비교사들의 조석 개념에 대한 오개념을 조사하고, 오개념을 과학개념으로 변화시킬 수 있는 학습모듈을 개발하여 개념변화에 미치는 학습모듈의 효과를 검사하는 것이다. 이에 연구자는 연구의 목적을 달성하기 위해 조석 개념 검사지와 인지갈등 전략을 적용한 조석 개념 학습모듈을 개발하여 적용하였다. 연구대상은 G 광역시에 소재한 사범대학 과학교육 전공 1학년 학생 40명을 대상으로 하였다. 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 중등과학 예비교사들은 조석 현상에 대하여 다양한 오개념을 갖고 있었다. 둘째, 개발한 학습모듈은 중등과학 예비교사들의 조석에 대한 오개념을 과학개념으로 변화시키는데 효과적이었으나, 그러나 일부 학생들은 모듈의 학습 후에도 조

석에 대한 오개념을 갖고 있었다. 그중 대표적인 오개념은 지구와 달이 공통질량 중심을 회전 중심으로 공전할 때 발생하는 원심력을 지구 자전에 의한 원심력과 구별하지 못하는 것과 지구가 공통질량 중심을 회전 중심으로 공전하는 동안 지구의 자전을 고려하지 않아야 한다는 사실을 알지 못하는 것이었다.

## References

- 교육부(2015). 과학과 교육과정.
- 국동식(1991). 대기압, 조석, 계절변화 대한 학생의 개념과 학년 간 이해의 차이. 서울대학교 대학원 과학교육과 박사학위 논문.
- 권선희(2009). 지구과학 예비교사들의 조석에 관한 대체개념. 경북대학교 대학원 석사학위 논문.
- 김기숙(2006). 중등학교 과학교사들의 조석 관련 개념에 대한 면담연구. 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
- 김영신(2008). 고등학교 3학년들의 조석에 관한 개념. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 김유미(1998). 중학생의 수업 전·후의 조석 개념 변화. 과학교육연구논총, 14, 87-98.
- 김은지(2004). 제7학년 과학의 조석현상 학습을 위한 교재개발과 적용. 경북대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 김효남(1990). 국민학교 아동의 과학개념에 대한 실태 조사 및 교정을 위한 방법 연구. 한국과학교육학회지, 10(2), 11-24.
- 손준호(2015). 초등학생들의 달의 위상변화에 대한 개념 유형과 수업 방법의 제안 및 효과. 한국과학교육학회지, 35(2), 289-301.
- 이기영(2006). 상황에 따른 개념 유형의 국면 분석을 통한 중학교 과학 영재아들의 조석에 관한 정신모형 탐색. 한국지구과학학회지, 27(1), 252-260.
- 전현정(2001). 자연 현상에 대한 중학생들의 과학적 이해에 관한 사례 연구. 전남대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- Duschl, R., & Gitomer, D. (1991). Epistemological perspectives on conceptual change: Implications for educational practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 839-858.
- Feral, O. B. (2007). Effects of model-based teaching on pre-service physics teachers' conceptions of the moon phases, and other lunar phenomena. *International Journal of Science Education*, 29(5), 555-593.
- Garrison, T. S. (2010). *Oceanography: An invitation to marine science*(7th ed). Boston: Cengage Learning.