

인지갈등 수업모형을 적용한 중학생의 달의 운동 개념 변화

심기창^{1,*} · 김희수² · 정정인²

¹대전대화중학교, 306-010, 대전광역시 대덕구 오정동 16

²공주대학교 사범대학 지구과학교육과, 314-701, 충남 공주시 신관동 182

Conceptual Changes of Middle School Students on the Motion of the Moon Using the Cognitive Conflict Instructional Model

Ki-Chang Shim^{1,*}, Hee-Soo Kim², and Jung-In Chung²

¹Daehwa Middle-School 16 Ohjungdong Daedukgu Daejeon 306-010, Korea

²Department of Earth Science Education, College of Education, Kongju National University, Kongju 314-701, Korea

Abstract: The purpose of this study was to classify types of preconception about the motion of the moon held by middle school students and find out how the lesson applying cognitive conflict instructional model changes their conceptual view of the motion of the moon. A quantitative study was first conducted with 48 ninth graders and then followed by a qualitative study. In the qualitative study, male and female students were organized into groups of five and ten respectively. Students were instructed to observe the motion of the moon about for a month and at the same time were taught via the cognitive conflict instructional model for three class periods. Data were collected from interviews and a questionnaire evaluating the degree of concept development that each student showed. A majority of students were found to hold misconceptions formed from elementary school programs on the motion of the moon. Further, students showed lack of scientific ability to interpret the phenomena of the moon. This study showed that the cognitive conflict instructional model was effective for students to make progress regarding their conceptual views of the motion of the moon. However, it was observed that misconceptions by students may possibly occur when two dimensional figures or miniatures were used.

Keywords: motion of the moon, preconception, misconception, cognitive conflict instructional model, conceptual change.

요약: 본 연구는 중학생들의 달의 운동에 대한 선개념의 유형을 파악하고, 인지갈등 수업모형을 적용한 수업이 달의 운동 개념을 어떻게 변화시키는지 알아보는데 목적이 있다. 이를 위해 중학교 3학년 48명을 대상으로 양적연구를 하였고, 이들 중 남·녀 각 5명씩, 10명을 선정하여 질적연구를 하였다. 주요 활동은 약 한 달 동안 달 관측 활동을 실시하고 3차시의 인지갈등 수업모형에 따른 수업을 전개하였다. 달의 운동 개념 수준 변화를 알아보기 위하여 달의 운동 개념 수준 검사지와 면담 평가지를 개발하여 투입하였다. 그 결과, 중학생들은 초등학교에서 학습한 달의 운동 개념에 대해 많은 오개념을 가지고 있었다. 특히 달의 운동과 관련된 현상에 대한 과학적인 해석 능력이 매우 부족하였다. 인지갈등 수업모형의 적용은 달의 운동 개념을 발전시키는데 매우 효과적이었다. 그러나 학생들의 활동 중 평면적인 그림이나 축소된 모형이 달의 운동 개념을 해석함에 있어 또 다른 오개념을 유발하고 있음을 발견하였다.

주요어: 달의 운동, 선개념, 오개념, 인지갈등 수업모형, 개념 변화

*Corresponding author: k0420c@hanmail.net

Tel: 82-42-634-4624

Fax: 82-42-633-6451

서론

학생들은 어렸을 때부터 생활 주변에서 여러 가지 사물과 현상을 경험하면서 그에 대한 개념을 구성하게 된다. 그러한 나름대로의 개념들은 개인 고유의 관념으로 발전하기도 한다. 학생들이 경험하는 생활 주변의 많은 현상들은 시간과 공간의 물리적 환경의 규모가 너무 커서 학생들로서는 일부분 밖에 경험하지 못한다. 또한 경험한다 하여도 낮은 인지수준과 논리적 해석의 부족으로 사실과 전혀 다른 판단을 할 수 있다. 학생들에게 있어서 달의 운동이나 그와 관련한 현상도 일상적인 경험의 범위를 벗어난 것이다. 그러다 보니 직접 눈으로 볼 수 있는 구체적인 개념인 달의 운동에 대해 자기만의 생각과 판단에 의한 많은 대체개념을 갖게 된다. 또한 갖고 있는 대체개념은 고정 관념화되어 오개념으로 발전한다.

달의 운동 개념은 추상적 사고 능력이 요구되는 천문학적 공간개념이다. 이와 같이 달의 운동 개념은 추상적인 공간개념이 많이 포함되어 있어서 구체적 개념임에도 불구하고 중학생들이 올바른 개념을 획득하기에는 어려움이 많다. 이를 위해 모형이나 동영상 및 다양한 멀티미디어 자료가 달의 운동 개념 지도에 활용되고 있다. 하지만 이런 자료를 이용한 수업 이후에도 다수의 학생들이 과학적 개념을 갖지 못하며, 기존의 비과학적 개념을 지속하게 된다. 이는 학습 과정에서 자신이 갖고 있는 달의 운동에 대한 선개념과 과학적 개념을 서로 비교해 볼 기회가 없었고, 비과학적 개념을 가지고 있다면 이를 과학적 개념으로 발전시키기 위한 학습활동이 부족했기 때문이다.

이종옥(1994)과 우종옥 등(1995)에 의하면 달의 운동과 관련된 현상은 학생들이 초등학교, 중학교, 고등학교의 교육과정을 거치면서 단계적인 학습을 하였지만 이미 학습한 개념에 대해 다양한 오개념을 갖고 있는 것으로 보고되고 있다. 학생들뿐만 아니라 장차 학생들을 지도하게 될 예비 초등교사(김봉섭, 1999)와 현재 지도하고 있는 초등교사들도 적지 않은 오개념을 가지고 있는 것으로 연구되었다(허성호, 2000).

달의 운동에 대한 오개념의 유형과 원인 및 치료 방법은 약 20여 년 전부터 연구되어 왔다. 달의 운동 개념은 초등학교 5학년에서 기초적인 학습이 이루어지며 주된 내용은 중학교 3학년 교육과정에서 다루어진다. 그러므로 중학생들이 달의 운동에 대해 어떤

선개념을 가지고 있으며, 비과학적 개념을 가지고 있다면 어떻게 과학적 개념으로 발전시킬 것인가에 대한 연구가 필요하다. 학습자가 달의 운동 개념에 대해 오개념을 가지고 있다면 자신의 선개념을 과학적 개념과 비교하여 기존의 선개념으로는 설명할 수 없는 갈등 상황에 직면하여야 한다(Posner et al., 1982). 이어 선개념을 과학적 개념으로 발전시키기 위한 학습활동이 이루어져야 한다. 이를 위해 직접 달을 관측해 보거나 학습자 간의 토론 활동을 통한 반성적 사고의 기회를 갖는 것이 중요하다. 그러나 달 관측 활동이 주로 야간이나 가능하며 관측 활동이나 그와 관련된 토론 활동이 여러 날 동안 계속되어야 하는 어려움으로 인해 실제 수업에서는 적용되지 못하는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 첫째, 중학생들이 가지고 있는 달의 운동에 대한 선개념의 유형과 원인을 분석하고 둘째, 학생들이 달을 직접 관측하여 달의 운동에 대한 자신의 선개념과 과학적 개념을 비교토록 한다. 셋째, 인지갈등 수업모형에 따른 학습지도안을 개발하고 이를 적용한 수업을 통해 달의 운동과 관련된 오개념이 어떻게 과학적 개념으로 발전하는가를 알아보고자 한다. 또한 이러한 개념 변화에 대해 양적인 연구와 질적인 연구를 병행하고자 한다.

연구의 제한점 및 용어의 정의

본 연구 결과는 다음과 같은 제한이 따른다.

1) 본 연구는 중학생 48명을 양적연구 대상자로, 그 중에서 10명을 질적연구 대상자로 선정하여 인지갈등 수업모형을 적용한 달의 운동에 관한 개념 변화를 사전과 사후 비교하였다. 그러므로 달의 운동 개념 지도에 대해 다른 수업모형과 비교할 수 없다.

2) 개발하여 적용한 인지갈등 수업모형의 학습지도안은 전문가로부터 내용 타당도 검증은 받지 않았다.

달의 운동: 1항성월(약 27.3일)을 주기로 하는 달의 자전 운동과 1항성월을 주기로 지구의 둘레를 도는 달의 공전 운동을 말한다. 달의 위상 변화와 뜨고 지는 시각의 변화는 달의 운동으로 설명할 수 있다.

인지적 갈등: 학생들이 기존에 가지고 있는 생각과 다른 자연 현상이나 다른 사람의 주장에 직면하였을 때 나타나는 심리적 갈등 상태이다(Piaget, 1969).

선행 연구

Hashweh(1986)는 Piaget가 언급한 환경과 인지구조 사이의 갈등에다 인지구조들 간의 갈등을 새롭게 추가하여 개념발달 모형을 제시하였다. Hashweh는 개념 지도 과정에서 학습자의 기존 선개념(C_1)과 기존 선개념으로는 설명이 안 되지만 새로운 과학자 개념으로 설명이 되는 현상(R_2)과의 인지적 갈등 상황을 제시하였다. 또한 기존 선개념(C_1)과 과학자 개념(C_2) 사이에도 또 다른 인지적 갈등 상황이 있음을 제시하였다. Hashweh는 이러한 인지적 갈등의 해소를 개념의 분화 과정으로 보았다. 권재술(1989)은 Hashweh의 입장을 수용하면서 C_2 와 기존의 선개념으로 설명되는 개념과 관련이 있는 현상(R_1) 사이의 인지적 갈등을 추가하여 세 가지 인지적 갈등 상황을 말하였고 이를 통한 수업모형을 제시하였다. 이 수업모형에서 C_2 와 C_1 사이의 갈등을 해소하고 C_2 를 의미 있는 개념으로 인지구조 속에 받아들이는데 필요한 조건으로 우선 학습자가 기존의 개념으로는 설명할 수 없는 갈등 상황에 직면하여 비평형 상태라는 인식이 필요하다(Posner et al., 1982; 권재술 외, 2003). 그러기 위해서는 C_1 으로는 설명이 안 되고 C_2 에 의해 설명이 가능하며 학습자에게 쉽고 가치가 있게 인식될 수 있는 R_2 의 제시가 매우 중요하다(권난주, 권재술, 1998).

달의 운동 개념에 관한 오개념의 원인과 유형 및 치료에 대해 국내외적으로 많은 연구가 행해져 왔다. 민준규(1991)는 중·고등학생을 대상으로 지구와 달의 운동에 대한 오개념 유형에 대해 연구하였다. 김찬중과 이조옥(1995)은 달의 위상 변화와 빛에 대한 중·고등학생을 대상으로 한 연구에서 달의 위상 변화에 대해 6가지의 대표적인 오개념 유형을 밝혔고, 이 오개념들이 학생들의 직관적인 개념에서 유발된다고 보고했다. 정남식(1996)은 고등학생을 대상으로 지구와 달의 운동에 대한 오개념의 유형과 치료에 대해 연구하였는데, 달 관측 활동과 역할놀이가 달의 운동 개념 변화에 효과적이라고 보고하였다. 강태우(1997)와 김상우(2002)는 각각 CAI와 코스웨어를 활용한 달의 운동에 대한 학습지도 결과 개념 지도에 효과적인 것으로 보고하고 있다. 김봉섭(1999)은 학습자의 특성에 따라, 허성호(2000)는 초등교사를 대상으로 달의 운동에 대한 오개념의 유형과 원인에 대한 연구를 하였다. 지구과학 분야의 인지갈등 수업 모형의 적용과 관련하여 국동식과 김대영(2000)은 고

등학교 1학년을 대상으로 한 인지갈등 수업모형을 적용한 대기압의 개념 변화에 대한 연구에서 인지갈등 수업모형을 적용한 수업이 전통적인 수업모형의 수업보다 개념 형성에 효과적인 것으로 보고했다.

국의 연구로 Targan(1987)은 대학생들을 대상으로 달의 위상 변화에 대한 오개념을 조사하고 이를 치료하기 위한 수업을 적용한 개념 변화를 연구했다. Pena와 Gil Quilez(2001)는 예비 초등교사 78명을 대상으로 초등학교와 중학교 교과서에 제시된 달의 위상 변화와 관련한 그림에 대해 그림의 이론적 내용과 설명이 적절한가에 대해 연구했다. 그 결과 다수의 경우 제시된 그림이 적절하지 않았고, 제시된 그림과 설명이 효과적이지 못한 것으로 보고했다. Barnett와 Blossom(2002)는 초등학생을 대상으로 한 달의 위상과 월식에 대한 오개념 연구에서 학생들이 가지고 있는 오개념의 유형을 면담을 통해 분석하고, 3차원 멀티미디어 프로그램과 탐구활동을 통해 해소시킨 결과를 제시하였다. Trundle et al.(2002)은 78명의 예비 초등학교 교사를 실험집단과 통제집단으로 나누어, 실험집단의 교사들만 탐구활동 기반의 과정 중심의 달의 위상 변화에 대한 학습을 받았다. 수업 전과 후의 달의 위상 변화에 대한 개념 변화를 알아보기 위해 관찰, 기록 내용의 분석, 구조화된 면담 등의 질적연구가 행해졌다. 그 결과 실험집단이 통제집단보다 과학적 개념을 갖게 된 것으로 보고했다.

이상의 선행 연구를 종합해 볼 때 달의 운동에 대해 다양한 연구가 이루어졌으나 달의 운동에 대한 주된 학습이 이루어지는 중학생을 대상으로 달을 직접 관측해 보는 활동을 통한 달의 운동 개념 변화에 대한 연구는 부족한 실정이다.

연구 대상 및 방법

본 연구의 대상 및 방법은 다음과 같다.

연구 대상

대전광역시 소재한 중학교 3학년 학생 남·녀 각 1개 반씩 총 2개 반을 연구 대상으로 하였다. 연구 대상 인원은 남학생 29명 중 연구에 참여하기를 희망한 20명, 여학생은 38명 중 28명, 총 48명이다. 이 48명을 개념 수준 질문지를 이용한 양적연구 대상자로 선정하였다. 연구 대상자 48명 중 남·녀 각 5명씩, 총 10명을 면담을 이용한 질적연구 대상자로 선

정하였다. 질적연구 대상자의 선정은 연구자가 개발한 달의 운동 개념 수준 질문지 검사를 이용한 개념 점수를 기준으로 연구 대상자를 5개 그룹으로 나누고, 그룹별로 남·녀 각 1명씩 총 10명을 질적연구 대상자로 선정하였다.

연구 설계

- 1) 연구 기간: 2003. 3.~12.
- 2) 실험 설계

중학생이 갖고 있는 달의 운동에 대한 개념 변화를 알아보기 위한 실험 설계는 Fig. 1과 같다. 학생들이 갖고 있는 달의 운동에 대한 선개념과 달을 관측하면서 얻게 되는 개념을 서로 비교해 보기 위해 약 한 달 동안 달 관측 모듬활동을 하였다. 이어서 인지갈등 수업모형을 적용한 수업을 실시하였다. 달 관측 모듬활동과 수업 적용 전과 후에 개념 수준 질문지와 면담을 이용한 사전검사와 사후검사를 실시하여 달의 운동에 대한 개념 변화를 비교하였다.

3) 교육과정 분석

달의 운동에 관한 초등학교와 중학교의 교육과정의 분석은 Table 1과 같다. 연구 대상 학생들은 초등학교 5학년에서는 제6차 교육과정에 따라 학습을 하였으며, 중학교에서는 개정된 제7차 교육과정에 따른 학습을 실시하였다.

달의 운동과 관련한 중학교 3학년 교육과정은 초등학교 5학년에서 학습한 개념을 보다 상세화하였다. 중학교 3학년 교육과정에서는 달이 자전하는 것과 자전 주기와 관련된 현상을 설명하고 있다. 또한 달의 공전 궤도상의 위치와 햇빛의 반사 정도에 따른 위상 변화를 설명하고 있으며, 태양과 지구와 달의 상대적 위치에 따른 월식과 일식을 설명하고 있다.

O₁ X₁ X₂ O₂

- O₁: 활동 전 개념 수준 질문지 검사 및 면담
- X₁: 달 관측 모듬활동
- X₂: 인지갈등 수업모형 적용 수업
- O₂: 활동 후 개념 수준 질문지 검사 및 면담

Fig. 1. Experimental design.

검사 도구

달의 운동 개념 변화에 대한 본 연구에서 사용된 검사 도구는 다음과 같다.

1) 달의 운동 개념 수준 질문지

달의 운동에 대한 개념을 10가지로 분류하였다. 분류된 개념에 대한 평가목표를 진술하고 질문지 문항을 개발하였다. 질문지는 5지 선다형 10개의 질문 문항과 질문 문항에 대한 이유답을 주관식으로 기술하도록 하였다. 질문지는 개발된 문항이 평가목표를 잘 반영하고 있는지를 확인하기 위해 교과교육학 교수 2명, 천문학 전공 교수 1명, 과학교사 3명, 대학원생 4명 총 10명으로부터 1차 내용 타당도 검증을 받았다. 1차 내용 타당도 검증을 받은 질문지는 예비검사를 실시하였다. 예비검사 후 수정 및 보완을 거쳐 2차의 내용 타당도 검증을 받았다. 내용 타당도 검증은 5단계 평가척도를 이용하였으며, 검증한 내용 타당도 지수는 96.5%이다. Table 2는 내용 타당도 검증에 대한 의견을 종합한 것이다.

2) 면담 평가지

과학교육 연구에서 학생들이 가지고 있는 대체 개념들의 추출이나 그 근원을 조사하기 위하여 면담법이 자주 이용된다(Lythcott & Duschl, 1990). 달의 운동에 대한 면담 평가지는 달의 운동과 관련된 개념을 달의 물리량, 달 표면 관찰, 달의 운동, 달의 모

Table 1. Curriculum analysis related with the motion of the moon

학교	학년	단원	학습 내용	교육과정
초등학교	5-2	4. 태양계 가족 (2) 달의 운동	<ul style="list-style-type: none"> · 지구의 자전: 달이 동에서 떠서 서로 짐 · 달이 모양이 변하는 것은 달이 공전하므로 지구를 향해 햇빛을 반사하는 정도가 달라지기 때문이다. 	6차교육과정
중학교	3-2	VII. 지구와 태양계 (3) 달의 운동 (4) 월식과 일식	<ul style="list-style-type: none"> · 달은 자전과 공전을 한다. · 달의 자전 주기와 공전 주기가 같아서 달의 한 면만 지구를 향한다. · 달의 공전 현상으로 지구를 향한 햇빛의 반사 정도가 달라져서 달의 위상이 변한다. · 태양과 지구와 달의 상대적 위치에 따라 월식과 일식이 생긴다. · 월식과 일식은 매월 일어나지 않는다. 	7차교육과정

Table 2. The results for checking of content validity

문항	분류개념	평가 목표	평가 척도					의견
			5	4	3	2	1	
1	달의 일주운동	달의 일주운동의 방향과 그 원인을 말할 수 있다.						오해의 염려가 있어 질문 내용의 구체화 필요
2	달의 물리적 성질 (빛의 반사)	달이 밝게 빛을 내는 원인을 말할 수 있다.						달의 운동 개념을 직접적으로 파악하는데 미흡함
3	달의 자전	달 표면의 관찰을 통해 달의 자전의 특징을 말할 수 있다.						모양이 아니고 무늬(모습) 강조 필요
4	달의 공전	매일 관측되는 달의 위치를 통해 달의 공전 방향을 말할 수 있다.						문항 ⑤의 보완 필요
5	달의 위상 변화	달의 모양이 변하는 원인을 말할 수 있다.						모양 변화의 그림을 한 줄로 표기토록
6	달의 공전과 위상 변화	달의 공전 궤도상의 위치와 달의 모양과의 관계를 말할 수 있다.						다른 문항의 보기와 중복성이 있음
7	달의 위치와 위상 변화	달의 모양을 보고 공전 궤도상의 위치를 말할 수 있다.						
8	달이 뜨는 시각	달의 모양에 따른 뜨는 시각의 변화를 말할 수 있다.						언어적 표현보다는 그림을 함께 제시 필요
9	월식의 원인	월식이 일어나는 원인을 말할 수 있다.						
10	개기 월식	태양, 지구, 달의 상대적 위치 관계에서 개기 월식이 일어나는 달의 위치를 말할 수 있다.						본그림자와 반그림자를 구별하는 음영 표시

Table 3. Development of cognitive conflict instructional model

차시	단원명	주요 내용 및 활동
제 1차시	달의 환경과 자전	<ul style="list-style-type: none"> · 몇 가지 질문을 하여 C₁을 파악한다. · C₁을 확인하고 C₂를 제시한다. · 사진 및 VTR 자료 · 갈등 해소를 위한 활동: 학생 탐구활동과 교사 시범실험 - (활동1) B가 항상 일정한 방향을 보면서 A 둘레를 한 바퀴 도는 운동 - (활동2) B가 A를 항상 쳐다보면서 A 둘레를 한 바퀴 도는 활동 - 달의 운동은 어떤 경우인가? · C₂의 적용 및 심화
제 2차시	달의 위상 변화	<ul style="list-style-type: none"> · 몇 가지 질문을 하여 C₁을 파악한다. · C₁을 확인하고 C₂를 제시한다. · 전등 앞에서 농구공을 든 교사의 시범 실험 · 갈등 해소를 위한 활동: 학생 탐구활동 - 전등(태양)과 공(달)의 위치에 따라 지구(실험자)에서 보면 달이 어떤 모양으로 보이는지 관찰 - 달 관측 모둠활동에서 관측한 것(사, 상현, 망, 하현)과 같은 위상 변화를 하기 위한 공의 위치 말하기 · C₁과 C₂의 비교 - 달의 위상 변화가 지구의 그림자 효과인가? - 달의 위상이 변화하려면 달이 어떤 운동을 하여야 할까? · C₂의 적용 및 심화
제 3차시	월식과 일식	<ul style="list-style-type: none"> · 몇 가지 질문을 하여 C₁을 파악한다. · C₁을 확인하고 C₂를 제시한다. - 토론 활동, VTR 자료 제시 · 갈등 해소를 위한 활동: 삼구의를 이용한 교사 시범실험 - 삼구의에서 월식과 일식이 일어날 수 있는 위치와 이유를 발표 - 다양한 의견 발표 유도 · C₁과 C₂의 비교 - 다른 천체가 달을 가려서 월식이 생기나? - 월식과 일식이 일어나려면 태양, 지구, 달이 어떤 위치에 있어야 하나? · C₂의 적용 및 심화 - 멀티미디어 동영상 자료(태양, 지구, 달의 운동) 활용 - 월식과 일식은 왜 매달 일어나지 않을까?

Table 4. Concept level for question on the motion of the moon

개념 수준	개념 이해 정도	개념 평가 기준
1(0점)	과학적 개념이 전혀 없다.	· 질문에 대해 어느 것도 구체적으로 표현하지 못한다.
2(1점)	개념을 혼동 하고 있다.	· 달에 대해 부정확한 개념을 갖고 있다. · 달의 물리적 특성(크기, 표면의 모습 등)에 대해 정확한 개념을 갖고 있지 못한다. · 달의 운동과 관련된 기본적인 개념(달의 자전과 공전, 달의 위상 변화 등) 과 관련한 적절한 전문 용어에 대한 지식이 부족하다.
3(2점)	불완전하고 부정확한 개념을 갖고 있다.	· 달의 운동과 위상 변화에 대해 적어도 하나 이상에 대해 대체개념을 갖고 있다. · 단편적인 개념은 이해하고 있으나(달의 공전에 따라 햇빛을 반사하는 면이 달라져 달이 위상 변화를 한다), 그와 관련된 현상들(달이 공전을 하면서 태양과 지구 및 달의 상대적인 위치가 달라지고, 그로 인해 달의 위상이 변한다 등)에 대해서는 불완전하거나 부정확한 개념을 가지고 있다. · 달의 위상과 뜨고 지는 시각에 대해 정확히 말하지 못한다. · 보름달과 월식이 일어날 경우의 차이와 월식이 일어날 때 지구가 어떤 역할을 하는지에 대해 정확하게 설명하지 못한다.
4(3점)	부분적인 정확한 개념을 갖고 있다.	· 낫달에는 어떤 것들이 있는지 알고 있으나, 이들의 차이를 정확하게 구별하지 못한다. · 월(일)식이 지구와 달, 태양이 일직선으로 정렬되어 있을 때, 일어난다는 기본적인 개념을 알고 있다. 즉, 월식이 일어날 때의 천체 위치를 지적할 수 있으나, 보름달과 월식 사이의 차이를 정확히 설명하지 못한다. 지구의 그림자가 월식을 일으키는 역할을 한다는 것은 알고 있으나, 그것의 정확한 이유를 말하지 못한다.
5(4점)	개념을 정확히 이해하고 있다.	· 달의 공전과 위상 변화를 정확하게 표현한다. · 달의 위상과 뜨고 지는 시각을 정확히 알고 있다. · 달이 지구의 그림자 속에 들어갈 때 월식이 일어나는 것을 알고 있다. 또한 달이 지구의 그림자 속에 들어가기 위해서는 지구, 달, 태양이 정확하게 일직선으로 배열되어야 한다는 것을 알고 있다. · 월식과 일식의 위치를 정확하게 지적해 내고, 달의 위상 변화와 월식들의 차이를 구별할 수 있다.

양, 월식 등 5가지로 분류하였다. 5가지 개념별로 2-4개의 문항, 총 16개 문항의 면담 평가지를 개발하였다. 이 면담 평가지에 면담 중에 관찰되는 내용들을 기록하였고, 녹음된 면담 내용을 반복적으로 들으면서 면담자의 개념 이해 정도를 5단계로 평가하였다. 면담자에게는 자신이 이해하고 있는 달의 운동 개념을 글이나 그림으로 설명할 수 있는 면담자용 설명지를 별도로 제공하였다.

인지갈등 수업모형에 따른 학습지도안 개발

학습지도안은 권재술(1989)의 인지갈등 수업모형을 적용하여 3차시로 개발하였다. 인지갈등 수업모형의 일반적인 수업 절차는 '선개념(C₁)의 확인 → R₂의 제시(갈등 유발) → 과학자 개념(C₂)의 도입 → C₂와 R₂, R₁과의 관계에서 C₂의 확인(갈등 해소) → C₂의 적용 및 심화'이다. 이 수업 절차는 보편적인 것을 의미하며 개념 간의 관계 유형에 따라 달라질 수 있다. 분석된 교육과정과 선행연구 및 사전검사의 결과를 고려하여 C₁과 C₂를 확인하고 인지갈등에 필요한 R₁과 R₂를 준비하여 인지갈등 수업모형을 적용한 학습지도안을 개발하였다. 개발한 학습지도안은 전문가로부터

내용 타당도 검증은 받지 않았으나 지도 경험이 있는 과학교사와 내용 전문가로부터 점검과 자문을 받았다. 개발한 학습지도안의 제 1차시는 달의 환경과 자전, 제 2차시는 달의 위상 변화, 제 3차시는 월식과 일식이다. 수업은 연구자 중 1명의 교사가 수업을 하였다. 개발한 각 차시별 주요 내용 및 활동은 Table 3과 같다.

자료의 처리 및 분석

1) 달의 운동 개념 수준 질문지: 질문답과 이유답으로 나누어서 맞으면 1점, 틀리면 0점으로 처리하였다. 이유답은 부분정답에 대해서는 0.5점으로 처리하였다. 개념 수준 총점은 20점이다. 문항 분석을 통해 선개념과 오개념의 유형 및 원인을 분석하였다.


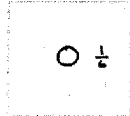
2) 면담법

연구자는 면담 대상자와 면담 시작 2주 전부터 예비 면담을 실시하여 면담자가 편한 마음에서 면담에 임할 수 있도록 준비하였다. 면담을 하면서 면담자의 반응 행동과 응답 내용에 대해 관찰하고 기록하였으며, 면담 내용 전체를 녹음하였다. 평가는 16개 면담

‘달의 운동’ 개념 이해 면담 자료 (1)

3학년 4반 22번 학생 ()

1. 지구의 크기가 아래 그림과 같다고 하자. 달의 크기는 지구에 비하여 어느 정도 되는지 그려보라.

(지구)  (달) 

2. 달 표면은 어떤 모습일지(달 표면 관상)

구멍이 많았고, 평일이 생긴다.

3. 달은 어떻게 운동할까(달의 운동)

동 → 서

4. 달의 모양은 세 변할까(달의 모양)

☾ ○ ☽

5. 질서가 나타나는 이유는 무엇일까(현식)

지구 그림자, 달, 태양

Fig. 2. Drawing sheet for interviewer.

문항에 대한 녹음된 내용을 반복적으로 들으면서 면담자의 개념 이해 정도를 5단계로(5점, 4점, 3점, 2점, 1점) 평가하였다. 이를 통해 개념 이해 정도를 평가하였고 비과학적 개념의 유형과 원인을 분석하였다. 면담자 기록지와 연구자 평가지는 Fig. 2와 Fig. 3과 같다. 또한 Table 4의 기준에 따라 면담자 개인별 개념 수준을 정하고 사전과 사후면담에서의 개념 수준 변화를 비교하였다. 이 기준은 Barnett et al.(2000)이 적용했던 분류 기준을 기초로 한 것이다. 달의 운동에 대한 개념을 전혀 가지고 있지 않을 때를 수준 1로(0점), 정확히 이해하고 있는 경우를 수준 5로(4점) 정하였으며, 개념 이해 정도에 따라 점수를 1점, 2점, 3점으로 단계화하였다.

3) 통계 처리

질문지와 면담법에 의한 사전검사를 실시하여 달의 운동에 대한 개념 수준과 오개념의 유형 및 원인을 분석하였고, 달 관측 모둠활동과 인지갈등 수업모형을 적용한 수업을 실시한 후 사후검사를 실시하여 달의 운동에 대한 개념 변화를 SPSS Win 10.0를 이

‘달의 운동’ 개념 파악 면담 평가 체크 리스트

(수지)검사 ()월 ()일 3학년 / 만 12년 학생 ()

1. 면담 평가 체크 리스트

관련 개념	면담 평가 내용	개념 이해 정도					비고
		5	4	3	2	1	
달의 크기	· 지구에 대한 달의 상대적 크기는?						
달의 크기	· 달에 가서 필요한 지구의 어떤 사이?						
달 표면	· 달 표면은 어떤 모습일까?						
달 표면	· 달 표면의 구멍이라는 어떤 현상 때문에 생긴 것일까?						
달 표면	· 달 표면은 왜 평평 할까? 구멍이 보일까?						
달의 운동	· 달은 지구에 대해 어떻게 운동할까?						
달의 운동	· 달이 움직이는 방향은 왜 태양 쪽으로 변할까?						지구에서 보았을 때
달의 운동	· 달이 지구를 한 바퀴 도는 데는 얼마의 시간이 걸릴까?						
달의 모양	· 달의 모양은 왜 변할까?						
달의 모양	· 보름달은 왜 뜨고도 어둡게 볼 수 있을까?						지구에서 보았을 때
달의 모양	· 보름달은 어떤 것들이 있는가?						
달의 모양	· 초승달과 보름달은 언제 어느 하늘에서 뜨는가?						지구에서 보았을 때
달의 현상	· 현상은 무엇인가?						
달의 현상	· 현상은 왜 발생하는가?						
달의 현상	· 현상 원리를 쉽게 설명할 수 있는가?						
달의 현상	· 달의 현상을 왜 설명 할 수 있을까?						

[개념 이해 정도]

- 5: 개념을 정확히 이해하고 있다.
- 4: 개념을 이해하고 있으나 불완전한 전문 용어를 사용하여 설명하지 못한다.
- 3: 개념을 부분적으로는 이해하나 이를 종합하여 설명할 수 없다.
- 2: 개념에 대한 이해가 부정확하거나 다른 개념과 혼동하고 있다.
- 1: 개념을 전혀 이해하지 못하고 있다.

2. 특징 사항

- 달의 움직임이나 운동에 대해 구체적인 개념을 가지고 있지 않음
- 관측하는 현상 위치가 서 → 동으로 갈수록 낮고 그 이후가 태양이서 낮과 움직임 때문이
- 달의 모양 변화가 가짜 사계서로 인해
- 초승달과 관측 시간과 위치를 구분할 수 없음
- 설명에 어려운 특별한 이유를 지어냄

Fig. 3. Evaluating sheet for researcher.

용하여 통계 처리 및 분석하였다.

연구 결과 및 논의

질문지에 의한 달의 운동에 대한 선개념 분석

달의 운동 개념 수준 질문지 사전검사를 분석한 결과 질문답 정답률과 이유답 정답률 및 대표적인 비과학적 개념 유형은 Table 5와 같다.

3번, 4번, 8번의 질문 문항에서 낮은 비율의 과학적 개념을 갖고 있는 것으로 나타났다. 이는 그 개념들이 달의 운동에 대한 단순한 관찰이나 그림의 해석이 아닌 다른 개념들과의 통합적 해석을 요구하는 개념이기 때문에 나타난 결과로 보여진다. 그 문항들은 이유답에서도 매우 낮은 정답률을 보였다. 특히 1번(달의 일주운동)은 질문답 정답률에 비해 이유답 정답률이 매우 낮게 나타났다. 이는 달의 일주운동을 지구의 운동과 관련하여 해석하지 못하고 달 자체의 운동으로 해석하려고 하는 데에서 오는 결과로 보여진다.

Table 5. Types and causes of non-scientific conception through questionnaire

문항	분류 개념	정답률(%)		비과학적 개념 유형	원인
		질문답	이유답		
1	달의 일주운동	64.6	9.4	· 달이 서쪽에서 떠서 동쪽으로 진다(31%). · 달의 일주운동 원인에 대한 정답률이 매우 낮음(9.4%)	달이 태양과 반대로 움직일 것이라 막연한 생각과 달의 일주운동에 대해 태양과 같은 방향의 유사현상으로 보고 있음
2	달의 물리적 성질(빛의 반사)	91.7	77.1	· 아주 극소수의 학생들이 비과학적 개념을 가지고 있음(8.3%)	대부분 달이 햇빛을 받아 반사한다는 개념을 가지고 있음
3	달의 자전	22.9	8.3	· 달의 한 면만이 아닌 다른 면도 볼 수 있다고 생각함(77%)	지구와 달이 자전하기 때문에 달의 다른 면을 볼 수 있다고 생각하고 있음
4	달의 공전	39.6	6.3	· 매일 관측되는 달의 위치가 서쪽으로 이동한다고 다수가 응답함(56%)	달의 일주운동과 혼동하고 있음
5	달의 위상 변화	77.1	34.4	· 지구의 그림자가 가려서라고 생각하고 있음(19%)	달의 위치가 변하면 햇빛을 받는 양이 달라져서 모양이 변할 것으로 생각함
6	달의 공전과 위상 변화	62.5	40.0	· 보름달의 위치를 삭의 위치와 혼동하고 있음(31%)	달이 태양과 지구에 가까이 있을 때 밝게 빛날 것으로 생각
7	달의 위치와 위상 변화	54.2	16.7	· 하현달의 위치를 상현달의 위치와 혼동하고 있음(25%)	지구에서 달을 관측해야 하는 그림에 대한 해석의 오류
8	달이 뜨는 시각	31.3	2.1	· 낮에 나온 반달이 뜨는 시각에 대해 아침(40%), 저녁(25%)에 뜰 것으로 생각함	낮에 달이 뜨는 것에 대해 의아해하며, 낮이니까 아침에 뜨거나 달이 보이면 저녁이 되어야 한다고 생각함
9	월식의 원인	68.8	37.5	· 월식에 대해 달이 빛을 반사하지 않아서라고 생각(19%)	위상 변화와 혼동하고 햇빛을 받아도 전혀 반사하지 않아서라고 생각하고 있음
10	개기 월식	77.1	56.3	· 개기 월식의 위치를 일식의 위치와 혼동하고 있음(10%)	위상 변화와 혼동하기도 함

Table 6. Types and causes of non-scientific conception through interview

분류 개념	비과학적 개념 유형	원인
달의 물리량	· 달의 상대적 크기를 지구의 크기의 1/3~1/10까지 다양하게 생각하고 있음 · 달에는 중력이 없을 것으로 생각하기도 함	달이 지구보다 작을 것으로 생각하나 정확히 알지 못하며, 달에서 가볍게 느껴지는 것이 중력이 없어서라고 단정하기도 함
달표면 관찰	· 달이 한 면만이 지구를 향하는 것에 대해서는 다양한 비과학적 개념을 보임	달의 자전 주기와 공전 주기가 같은 것에 대한 이해가 부족함
달의 운동	· 매일 관측되는 달의 위치가 동에서 서쪽으로 이동한다고 생각하고 있음	지구가 서에서 동으로 공전하니까 달은 동에서 서로 이동한다고 생각함
달의 모양	· 초승달과 그믐달의 모양을 혼동함 · 낮에 달을 볼 수 있다는 것에 의아해함 · 달의 위치와 모양, 그리고 뜨는 시각에 대해서 혼동된 개념을 가지고 있음	달의 공전궤도와 위상 변화에 대한 이해가 부족함. 공간적 이해보다 암기하려는 경향이 있음
월식	· 월식의 위치를 일식의 위치와 혼동함	그림이나 축소된 실험장치에서 오는 혼동이 있음. 구체적 개념이면서도 중학생에게는 어렵게 느껴지고 있음

면담에 의한 달의 운동에 대한 선개념 분석

녹음된 사전면담 내용과 학생용 기록지를 분석하여 질적연구 대상자의 달의 운동에 대한 개념 수준을 Table 4의 기준에 따라 평가하였다. 사전면담 자료를 분석하여 얻은 달의 운동에 대한 비과학적 개념 유형과 원인은 Table 6과 같다. 질문지 분석과 같이 관측된 현상을 통하여 다른 개념을 유추해야 하거나

개념 간에 통합을 요구하는 개념에 대해 비과학적 개념을 가지고 있는 것으로 나타났다.

달 관측 모둠활동 및 인지갈등 수업모형 적용

- 1) 모둠활동 기간: 2003. 9. 26~10. 24(음력 9월 1일부터 29일까지)
- 2) 모듬의 조직: 4~5명을 한 모듬으로 구성하였고,

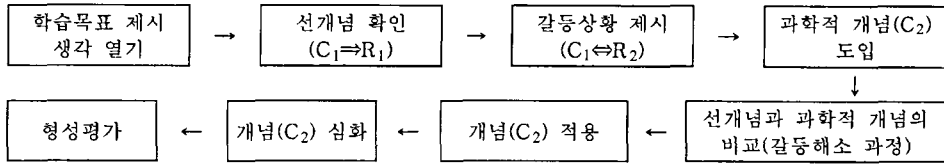


Fig. 4. The flow of instruction through cognitive conflict model.

Table 7. Change of concept level about the motion of the moon (N=48)

구분	비교	Mean	S.E.	t	p
개념 수준(20점)	사전검사	8.77	0.34	12.919	0.000
	사후검사	15.16	0.45		
질문점수(10점)	사전검사	5.90	0.21	7.288	0.000
	사후검사	8.15	0.22		
이유점수(10점)	사전검사	2.88	0.21	13.056	0.000
	사후검사	7.02	0.28		

집단 내는 이질 집단으로 집단 간에는 동질 집단으로 조직하였다.

3) 모둠활동: 한 달 동안 저녁 7시(보름 이전)와 아침 7시(보름 이후)에 매일 달을 관측하도록 하였다. 다음 날 관측 결과에 대해 모둠원끼리 토론을 하고 모둠활동 기록지에 관측 결과와 토론 내용을 기록하도록 하였다. 활동 종료 후에는 활동 결과를 중심으로 발표회를 하였다.

4) 인지갈등 수업모형 적용: 달 관측 모둠활동 후 개발된 학습지도안을 3차시에 걸쳐 적용하였다. 인지갈등 수업모형을 적용한 수업의 흐름은 Fig. 4와 같다.

달의 운동 개념 변화

달 관측 모둠활동과 인지갈등 수업모형을 적용한 수업을 실시한 3주 후에 사후검사를 하였다. 그 결과를 사전검사와 비교한 것은 Table 7과 같다.

달 관측 모둠활동과 인지갈등 수업모형을 적용한 수업을 실시한 후 달의 운동에 대한 개념 수준에 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 사전검사 개념 수준은 8.77점에서 사후검사 개념 수준은 15.16점으로 향상되었다. 이는 통계상 유의미한 차이(p<.001)이어서 달 관측 모둠활동과 인지갈등 수업모형을 적용한 수업이 달의 운동 개념 변화에 매우 효과적이었다고 판단된다. 구체적으로 질문점수와 이유점수를 나누어 살펴보면 질문점수보다는 이유점수의 차이가 더 큰 것으로 나타났다. 이는 모둠활동과 인지갈등 수업모형에 따른 수업이 학생들의 기존 개념에 대한 반성적 사고 기회를 제공해 주어 달의 운동과 관련된 현

상에 대한 과학적 근거에 보다 접근하게 한 것으로 판단된다.

문항별 분석을 통해 분류된 개념에 따른 개념 변화는 Table 8(질문), Table 9(이유)와 같다. 달의 운동에 대한 개념 수준을 알아보는 모든 문항에서 약간의 차이가 있었다. 3번(달의 표면을 매일 관측하면 어떠할까?), 7번(달의 공전궤도에서 하현달의 위치 찾기), 9번(월식이 일어나는 원인) 문항은 p<.001에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 특히 3번 문항의 경우 가장 큰 차이가 있었다. 이는 3번 문항의 개념이 감각기관을 통해 쉽게 체득될 수 있는 구체적인 개념이어서 학생들이 달을 직접 관찰해 봄으로써 달의 모양은 변해도 표면의 무늬는 변하지 않는다는 것을 쉽게 확인할 수 있었다고 판단된다. 4번(달의 공전 방향)과 5번(달의 모양이 변하는 원인), 6번(달의 공전궤도에서 보름달의 위치) 문항은 p<.05에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. ‘상현달의 월출시각’을 묻는 7번 문항의 경우, 인지갈등 수업모형을 적용한 수업 이후에도 다른 문항에 비해 낮은 정답률(38%)을 보이고 있다. 이는 달의 공전과 달의 위상 변화 및 지구의 자전 등 여러 개념들의 통합적 해석을 요구하는 개념이어서 중학생들에게는 매우 어려운 개념인 것으로 판단된다.

질문답에 대한 이유를 말하는 모든 문항에서 정답률이 향상되었다. 2번과 8번은 p<.05에서, 다른 문항은 p<.001에서 유의미한 차이가 있었다. 달의 운동에 대한 개념을 지도함에 있어 인지갈등 수업모형에 따른 수업이 학생들이 가지고 있는 기존 개념을

Table 8. Analysis of each item for questionnaire (N = 48)

질문 문항	비교	Mean	S. E.	t	p
문항1	사전검사	0.65	0.07	1.300	0.200
	사후검사	0.75	0.06		
문항2	사전검사	0.92	0.04	.433	0.659
	사후검사	0.94	0.04		
문항3	사전검사	0.23	0.06	9.019	0.000 **
	사후검사	0.94	0.04		
문항4	사전검사	0.40	0.07	2.476	0.017 *
	사후검사	0.65	0.07		
문항5	사전검사	0.77	0.06	2.452	0.018 *
	사후검사	0.92	0.04		
문항6	사전검사	0.63	0.07	3.066	0.004 *
	사후검사	0.88	0.05		
문항7	사전검사	0.54	0.07	3.665	0.001 **
	사후검사	0.88	0.05		
문항8	사전검사	0.31	0.07	.684	0.497
	사후검사	0.38	0.07		
문항9	사전검사	0.69	0.074	.399	0.000 **
	사후검사	0.98	0.02		
문항10	사전검사	0.77	0.06	1.071	0.290
	사후검사	0.90	0.04		

*: $p < .05$, **: $p < .001$

Table 9. Analysis of each item for stating of questionnaire (N = 48)

이유 문항	비교	Mean	S. E.	t	p
문항1	사전검사	0.09	0.04	6.127	0.000 **
	사후검사	0.56	0.07		
문항2	사전검사	0.74	0.06	2.648	0.011 *
	사후검사	0.96	0.03		
문항3	사전검사	0.08	0.04	7.000	0.000 **
	사후검사	0.67	0.07		
문항4	사전검사	0.06	0.04	5.153	0.000 **
	사후검사	0.50	0.07		
문항5	사전검사	0.34	0.07	3.885	0.000 **
	사후검사	0.71	0.07		
문항6	사전검사	0.40	0.07	4.113	0.000 **
	사후검사	0.77	0.06		
문항7	사전검사	0.17	0.05	9.054	0.000 **
	사후검사	0.81	0.06		
문항8	사전검사	0.02	0.02	3.071	0.004 *
	사후검사	0.22	0.06		
문항9	사전검사	0.38	0.07	7.774	0.000 **
	사후검사	0.94	0.04		
문항10	사전검사	0.56	0.07	3.665	0.001 **
	사후검사	0.90	0.04		

*: $p < .05$, **: $p < .001$

Table 10. Change of concept level of participants of a qualitative study

질적연구 대상자	사전 개념 수준 점수	사후 개념 수준 점수	변화
장용○	3	4	1
김장○	2	3	1
이승○	2	3	1
이동○	2	3	1
김영○	0	2	2
배환○	3	4	1
정연○	2	3	1
최수○	2	4	2
곽민○	2	3	1
정다○	1	3	2
평균	1.90 (SD=0.88)	3.20 (SD=0.62)	1.30 (t=8.510, p=0.000)

과학적 개념으로 발전시킨 것으로 판단된다. 이는 기존 개념이 수업 중에 제시되는 과학적 개념과 인지적 갈등 상태에 있었으며, 관측과 토론 및 학습활동을 통해 이러한 인지적 갈등이 해소되면서 과학적 개념으로 발전 및 교환이 된 결과로 해석된다. 달 관측 활동과 인지갈등 수업모형을 적용한 수업 후에도 ‘달의 일주운동’의 1번(정답률: 56%)과 ‘달의 공전방향’의 4번(정답률: 56%), ‘상현달의 월출시각’의 7번(정답률: 22%)은 낮은 정답률을 보이고 있다. 이러한 개념들을 지도하기 위해서는 학습자가 천문공간에서 일어나는 현상을 보다 쉽게 이해할 수 있는 체험적인 활동이 필요하다. 이를 위해 멀티미디어를 활용한 동영상이나 모의실험 등의 자료의 제공이 요구된다.

질적연구 대상자의 달의 운동에 대한 개인별 개념 수준의 변화를 사전·사후 비교하였다. 개념 수준 1은(0점) 개념을 전혀 이해하지 못하는 경우이며, 개념 수준 5는(4점) 개념을 정확히 이해하는 경우이다. 면담을 통한 사전과 사후의 개인별 개념 수준 변화는 Table 10과 같다.

평균적으로 볼 때 질적 연구대상자의 개념 수준은 사전면담 개념 수준 1.90(SD=0.88)에서 사후면담 개념 수준 3.20(SD=0.62)으로 유의미한 차이가 있었다 ($p < .001$). 또한 16개의 문항을 개념 이해 정도에 따라 1점부터 5점까지 5단계로 평가한 개념점수의 총점(총 80점)도 사전면담 평균 53.60점이 사후면담 평균 67.60으로 향상되었다. 통계상 유의미한 차이 ($p < .001$)로 볼 수 있어서 개념 수준 질문지 분석에 의한 양적연구와 마찬가지로 인지갈등 수업모형을 적용한 수업이 달의 운동에 대한 개념 변화에 효과적이라고 판단된다. 면담자들은 사전면담에서는 달의 운동과 관련된 질문에 대해 부정확하거나 혼동된 개념

으로 설명하였으나, 수업 이후에는 달의 운동과 관련된 개념에 대해 보다 정확하게 설명할 수 있었다. 다음은 달의 공전에 대한 한 면담자의 답변 예시이다.

[사전면담과 사후면담의 예시]

(사전면담)

연구자: 달은 지구에 대해 어떤 운동을 할까?

F3: 자전을 하면서 지구 둘레를 공전해요.

연구자: 달을 매일 같은 시각에 관측해 보면 항상 같은 위치에 있을까? 위치가 변할까?

F3: 변해요.

연구자: 어떻게 변할까?

F3: 동쪽에서 서쪽으로 가요.

연구자: 왜 그렇다고 생각해?

F3: 지구가 서에서 동으로 움직이니까 달은 동쪽에서 서쪽으로 가요.

연구자: 달이 지구 둘레를 한 바퀴 도는데 얼마의 시간이 걸릴까?

F3: 24시간

연구자: 달이 지구 둘레를 하루에 한 바퀴 돈다는 말이지.

F3: 예

(사후면담)

연구자: 달이 지구에 대하여 어떤 운동을 하지?

F3: 달이 자전하면서 지구 둘레를 공전해요.

연구자: 달이 지구 둘레를 한 바퀴 도는데 걸리는 시간은?

F3: 24시간

연구자: 달의 공전주기가 24시간이라는 말인가?

F3: 예

Table 11. Types and changes of misconception through interview

분류 개념	오개념 유형	응답 학생수(면담자 기호)	
		사전면담	사후면담
달의 물리량	· 달은 무중력 상태이다.	3(M5,F4,F5)	1(F4)
달의 운동	· 달의 한 면만 관측되는 것에 대한 오개념(달의 한 면만 지구를 향하는 것은 지구의 자전주기와 달의 공전주기가 같기 때문 등)	7(M2,M3,M4,M5,F2,F3,F5)	4(M1,M4,M5,F3)
	· 매일 같은 시각의 달의 관측 위치는 동에서 서로 이동한다.	4(M2,M4,F2,F3)	2(M4,M5)
달의 모양	· 달의 위상 변화는 달의 공전 위치에 따라 받는 햇빛의 양이 다르기 때문이다.	4(M1,M3,M4,F3)	1(F5)
	· 달의 위상 변화는 지구의 그림자에 의해 달 표면이 가려져서 생긴다.	4(M2,F1,F4,F5)	2(M2,M5)
	· 낮에는 달을 볼 수 없다.	3(M2,F1,F3)	1(M2)
	· 초승달과 그믐달의 모양을 서로 반대로 생각	3(M2,F3,F4)	1(M2)
월식	· 월식과 위상 변화를 혼동하고 있다.	3(M4,M5,F5)	3(M5,F2,F5)

M: 남학생, F: 여학생

연구자: 뭐 27일.... 그런 것 들어본 적 없어?
 F3: 들어 보았어요.
 연구자: 그럼 그것이 무엇이지?
 F3: 음.... 그거요? (겸연쩍게 웃으면서) 그게 무엇 이더라....
 연구자: 수미가 약간 혼돈이 있는 것 같구나.
 F3: 음.... 아!~ 27.3일에 달이 지구 둘레를 한 바퀴 돌아요.
 연구자: 그럼 앞에서 말한 24시간은 무엇이지?
 F3: 지구가 자전하는 시간이에요.
 연구자: 그럼 지구에서 달의 한 면만 볼 수 있는 이유를 지구의 자전 주기와 달의 공전 주기가 같아서라고 했는데. 달의 공전주기는 27.3일, 지구의 자전 주기는 24시간 서로 같지가 않은 데?
 F3: 그것은 달이 공전하는 것이랑....
 음 (앞에 있는 삼구의를 보면서) 달이 자전하는 것 (자전주기)이 같아서 그래요.
 연구자: 그럼 달이 한 바퀴 지구 둘레를 공전할 때, 얼마나 자전을 하지?
 F3: 한 번 공전할 때, 한 번 자전을 해요.
 연구자: 이제 바로 돌아왔구나. 달을 매일 같은 시각에 관측을 하면 항상 같은 위치에 있었나?
 F3: 아니요.
 연구자: 그럼 위치가 변했나?
 F3: 예
 연구자: 어떻게 변했는데.
 F3: 서쪽에서 동쪽으로
 연구자: 왜 그렇지?
 F3: (앞에 있는 삼구의를 달을 가리키며) 이게(달)

공전을 해서요.
 연구자: 그럼 달의 공전 방향은?
 F3: 동쪽에서 서쪽요. 응 아니 서쪽에서 동쪽이예요.

사후면담 과정에서 나타난 달의 운동에 대한 대표적인 오개념의 유형과 사전면담과 사후면담에서의 응답자 변화는 Table 11과 같다.

사전면담에서 3명(30%)이 달에는 공기가 없어서 무중력 상태라고 답을 했다. 사후면담에서는 1명(10%)이 달은 무중력 상태라는 동일한 응답을 하였다. 달이 한 면만 지구를 향하는 이유에 대한 응답에서 사전면담에서는 7명(70%)이 지구에서 달의 한 면만 관측되는 것에 대해 오개념을 가지고 있었다. 사후면담에서는 사전면담에서 그렇게 응답한 면담자 3명을 포함하여 4명(40%)이 '지구에서 달의 한 면만 관측되는 이유'를 '지구의 자전 주기와 달의 공전 주기가 같아서'라는 오개념이 지속되고 있었다. M1의 경우는 사전면담에서는 바르게 응답을 하였으나 수업 이후의 사후면담 과정에서 오개념을 나타내었다. '달의 자전 주기와 공전 주기가 같아서 지구에서는 달의 한 면만 관측할 수 있다'는 개념을 지도하기 위해 Fig. 5와 같은 역할놀이를 하였다. 이 때 A(관측자)에서 보면 B(달)가 1회 공전하면서 1회 자전한 것이고 한 면만 지구를 향하게 된다. 그런데 다수의 면담자는 B(달)가 1회 공전할 때 A를 지구라고 생각하고 지구가 1회 자전한 것으로 오인한 것이다. 이런 역할을 통한 모의실험을 할 때에 역할과 개념에 대한 부정확한 전달이 또 다른 오개념을 유발시킬 수 있다

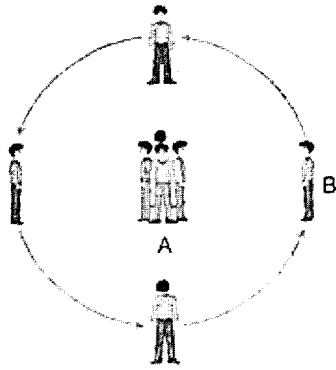


Fig. 5. Role-play of the rotation and revolution of the moon.

고 판단된다. 1명(M5)의 면담자를 제외한 3명의 면담자는 면담 중에 ‘달의 자전 주기와 공전 주기가 같아서’라고 수정을 하였다. ‘매일 관측되는 달의 위치’에 대한 개념에서 자신이 매일 달을 관측했음에도 불구하고 매일 매일의 결과를 통합하여 해석하는 능력이 부족하여 달이 매일 동에서 서로 이동한다고 응답하였다(사전: 4명, 사후: 2명). ‘왜 그렇게 생각하는가?’라는 물음에 지구가 서에서 동으로 공전과 자전을 하기 때문이라 답하였다. ‘달의 위상 변화’에 대해서는 달이 공전하면서 햇빛을 받는 양이 달라져서(사전: 4명, 사후: 1명)와 지구의 그림자가 달 표면을 가려서(사전: 4명, 사후: 2명)라고 응답했다. 초승달과 그믐달의 모양을 서로 반대로 생각하고, 낮에는 달을 볼 수 없을 것이라고 생각하는 면담자가 각각 사전면담 3명(30%), 사후면담 1명(10%)이었다. 월식과 달의 위상 변화를 혼동하는 면담자가 사전면담 3명(30%), 사후면담 3명(30%)이었다. 사후면담에서 오개념을 보인 3명 중 2명(M2, F2)은 사전면담에서 과학적 개념을 보이던 면담자들이다. 이 개념에 대해 면담할 때 Fig. 6과 같은 삼구의를 이용하여 설명하도록 하였는데 큰 크기의 지구 모형 뒤에 있는 달은 전혀 햇빛을 받을 수 없을 것 같은 순간적인 착각과 오히려 지구에 가까이 있는 삭의 위치에서 달이 더 밝게 빛날 것이라는 생각을 한 것으로 보인다. 이는 천문공간에서 일어나는 3차원의 현상을 평면적으로 나타내거나 지나치게 규모를 축소시킨 모형을 이용하여 천문현상을 설명할 때 유발될 수 있는 오개념으로 보인다. 삼구의에서 달 모형의 높이를 조절할 수 있도록 개량하면 이런 오인을 줄일 수 있을 것으로 판단된다. F5를 제외한 2명의 면담자는 면담 중에 과

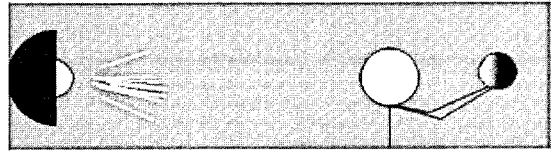


Fig. 6. Model of Sun, earth, moon.

학적 개념으로 수정을 하였다.

사전면담에서 오개념을 보인 31명 중 13명(42%)은 사후면담에서도 같은 오개념을 보였다. 이는 기존의 오개념이 쉽게 과학적 개념으로 치료되지 않는 것을 보여준다. 그러나 면담 과정에서 다수의 오개념은 인지적 갈등을 유발시키고 반성적 사고 기회를 제공함으로써 혼동된 개념을 통합할 수 있었으며 이러한 갈등이 해소되면서 과학적 개념으로 교환되었다. 그에 대한 면담내용의 예시는 다음과 같다.

[오개념의 견고성 예시]

(사전면담)

연구자: 달에 가서 걸으면 지구와 어떤 차이가 있을까?

F4: 쟁충쟁충 뛰어 다닐 것 같아요.

연구자: 왜 그렇게?

F4: 달에는 대기가 없어서 중력이 없잖아요.

연구자: 중력이 전혀 없을까?

F4:

연구자: 달에서 우주비행사가 걷는 모습을 본 적이 있어?

F4: 있어요. 쟁충쟁충 뛰어다녔어요.

연구자: 무중력 상태에서 그렇게 될까?

F4: 중력이 작을 것 같아요.

연구자: 얼마나 작을까?

F4: 잘 모르겠어요.

(사후면담)

연구자: 달에 가서 걸으면 지구와 같을까?

F4: 아니요

연구자: 그럼 어떻게 느껴지지?

F4: 둥둥 떠 있는 것 같아요.

연구자: 왜 그렇게?

F4: 무중력 상태

연구자: 달이 무중력이면 달착륙선은 어떻게 내려 앉았지?

F4: (약간 웃으면서) 대기가 없어서요.

[인지적 갈등과 개념교환 예시]

연구자: 달은 항상 같은 면이 지구를 향하고 있나? 아니면 다른 면도 지구를 향하나?

M1: 같은 면만 보여줘요.

연구자: 같은 면만 보여준다는 것을 어떻게 알 수 있을까?

M1: 달 표면의 밝고 어두운 무늬가 항상 일정해요.

연구자: 그럼 달은 왜 같은 면만이 지구를 향할까?

M1: 달의 공전주기와 지구의 자전주기가 같아서 그래요.

연구자: 지구의 자전주기가 얼마지?

M1: 하루(24시간)

연구자: 그럼 달도 24시간에 지구 둘레를 한 바퀴를 돌까?

M1: 아! 달이 지구 둘레를 한 바퀴 돌 때, 한 번 자전해서 그래요.

연구자: 그래. 그것을 전문용어를 사용하면 무엇이라고 하지?

M1: 음, 달의 자전주기와 공전주기가 같다.

결론 및 제언

중학교 3학년 과학 교과의 '지구와 태양계' 단원에서 인지갈등 수업모형을 적용한 수업이 달의 운동 개념을 어떻게 변화시키는지에 대해 연구하였다. 그 연구의 결론 및 제언은 다음과 같다.

1) 달의 운동 개념에 대한 선개념 분석에서 중학생들은 '달이 서쪽에서 떠서 동쪽으로 진다(31%)', '지구에서 달의 한 면이 아닌 다른 면도 관측할 수 있다(77%)', '매일 관측되는 달은 서에서 동쪽으로 이동한다(56%)', '공전 궤도상의 달의 위치와 모양, 초승달과 그믐달 모양의 혼동(61%)', '낮에는 달이 뜨지 않는다(65%) 등, 현상을 관측하고 유추하여 해석하거나 여러 개념의 통합을 요구하는 개념에 대해 높은 비율의 비과학적 개념을 가지고 있었다.

2) 직접 달을 관측하는 활동과 인지갈등 수업모형에 따른 수업을 적용한 양적연구 결과, 개념점수(총점 20점)가 사전검사 8.8점에서 사후검사 15.2점으로 유의미한 차이가 있었다.

3) 질적연구에서도 사전면담의 개념 수준 1.90에서 사후면담 개념 수준 3.20으로 유의미한 차이가 있었

다. 달 관측 활동과 인지갈등 수업모형 적용 수업이 달의 운동과 관련한 비과학적 개념을 과학적 개념으로 발전시키는데 매우 효과적이었다.

4) 사후검사 결과 달의 운동 개념 유형에 따라 개념 수준에 많은 차이가 있었다. 질문지 3번 문항의 '달 표면을 매일 관측하면 달 표면 무늬가 어떠할까?'의 단순 개념에 대해서는 사전검사와 사후검사에서 개념 수준 변화가 높았으나(23% → 94%), 8번 문항의 '낮에 나온 오른쪽 반달이 동쪽 하늘에 뜨는 시각은 언제일까?'의 여러 개의 구체적 개념을 바탕으로 순수한 사유과정을 통해 개념 간의 통합을 요구하는 복잡한 개념에 대해서는 낮은 개념 수준 변화를 보였다(31% → 38%).

5) 면담을 활용한 질적연구를 통해 보다 세분화된 오개념의 유형을 알 수 있었으며, 오개념은 견고하여 쉽게 과학적 개념으로 발전되지 않음을 알 수 있었다.

이 연구의 결과에서 알 수 있듯이 중학생들은 달의 운동에 대해서 많은 비과학적 개념을 가지고 있다. 학생들이 가지고 있는 지배적인 비과학적 개념의 유형을 고려하여 교수·학습활동이 계획되고, 활동 중심의 학습활동이 이루어진다면 비과학적 개념을 과학적 개념으로 발전시키는데 매우 효과적인 것이다. 향후 이 연구와 관련된 보다 깊은 연구를 위해 몇 가지 제언하고자 한다.

1) 면담법을 이용한 질적연구에서 연구자가 면담자와의 몇 번의 면담으로 면담자가 갖고 있는 개념의 이해 정도나 수준을 정확히 파악하였다고 볼 수 없다. 따라서 면담자가 갖고 있는 개념에 대한 이해 정도나 수준을 보다 정확히 파악할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다.

2) 때로는 개념의 이해를 돕는 역할을 하는 교과서의 그림이나 동영상 자료 및 실험기구에서 평면적이고 물리적 규모의 지나친 축소로 오개념이 유발될 수 있다. 이에 대한 연구가 필요하다.

사 사

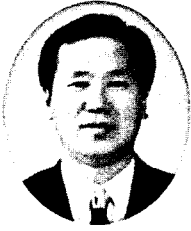
본 연구는 학술진흥재단 연구비 지원(KRF-2003-005-C00034)에 의해 수행되었다. 관계자에게 감사드린다.

참고 문헌

강태우, 1997, 중학교 과학교육과정 중 달의 운동 학습을

- 위한 컴퓨터 보조학습(CAI) 코스웨어의 개발. 한국교원대학교대학원 석사학위 논문, 42-43.
- 국동식, 김대영, 2000, 인지갈등 수업모형이 대기압 개념 변화에 미치는 영향. 한국지구과학회지, 21 (4), 369-379.
- 권난주, 권재술, 1998, 인지갈등을 통한 개념수업 절차 모형의 적용. 한국과학교육학회지, 18 (3), 261-271.
- 권재술, 1989, 과학개념에 대한 인지적 모형. 한국물리학회지, 7, 1-9.
- 권재술, 이경호, 김연수, 2003, 인지갈등과 개념변화의 필요 조건과 충분조건. 한국과학교육학회지, 23 (5), 574-591.
- 김봉섭, 1999, 학습자의 특성에 따른 지구와 달의 운동 개념 형성. 한국교원대학교대학원 박사학위 논문, 81-83.
- 김상우, 2002, 학습자 중심의 달의 운동 웹 기반 시뮬레이션 구현 및 적용. 한국교원대학교대학원 석사학위 논문, 42-44.
- 김찬중, 이조옥, 1995, 달의 위상 변화와 빛에 대한 중등학교 학생들의 개념 사이의 관계. 한국지구과학회지, 17 (1), 8-21.
- 민준규, 1991, 중등학생 및 과학교사의 지구와 달의 운동에 관한 개념. 한국교원대학교대학원 석사학위 논문, 84 p.
- 우종옥, 이항로, 민준규, 1995, 계통도를 이용한 중·고등학생의 지구와 달의 운동에 관한 개념 유형 연구. 한국과학교육학회, 15 (4), 379-393.
- 이조옥, 1994, 달의 위상 변화에 대한 오개념 연구. 이화여자대학교교육대학원 석사학위 논문, 106-108.
- 정남식, 1996, 소집단 역할놀이와 토의를 통한 고등학생들의 지구와 달의 운동 개념 변화. 한국교원대학교대학원 박사학위 논문, 192-194.
- 허성호, 2000, 지구와 달의 운동에 대한 초등학교 교사들의 개념. 한국교원대학교교육대학원 석사학위 논문, 55-56.
- Barnett, M., Keating, T., Barab, S., and Hay, K., 2000, Conceptual change through building three-dimensional models. In Fishman, B.J. and O'Connor, S.F. (eds.) Proceedings of the International Conference of the Learning Sciences (Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates), 134-142.
- Barnett, M. and Blossom, R.B., 2002, Addressing children's alternative frameworks of the moon's phase and eclipse. Journal of Research in Science Teaching, 24 (8), 859-879.
- Hashweh, M.J., 1986, Toward an explanation of conceptual change. European Journal of Science Education, 8, 229-249.
- Lythcott, J. and Duschl, R., 1990, Qualitative research: From methods to conclusions. Science Education, 74 (4), 445-460.
- Pena, B.M. and Gil Quilez, M.F., 2001, The importance of images in astronomy education. International Journal of Science Education, 23 (11), 1125-1135.
- Piaget, J., 1969, Science of education and the psychology of the child. New York: Orion Press, 43-48.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., and Gertzog, W. A., 1982, Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. Science Education, 66, 211-227.
- Targan, D.M., 1987, A study of conceptual change in the content domain of the lunar phases. In Proceedings of the Second International Seminar on Misconception and Educational Strategies in Science and Maths (Ithaca, NY: Cornell University Press), 499-511.
- Trundle, K.C., Atwood, R.K., and Christopher J.E., 2002, Preservice elementary teacher's conceptions of moon phase before and after instruction. Journal of Research in Science Teaching, 39 (7), 633-658.

2004년 4월 22일 원고 접수
 2004년 5월 21일 수정원고 접수
 2004년 5월 22일 원고 채택



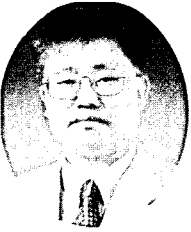
심기창 (Ki-Chang Shim)

생년월일: 1956. 12. 7.(음)
학력: 공주사범대학 (이학사)
공주대학교 교육대학원 (교육학석사)
공주대학교 대학원 지구과학교육
(박사과정)
현 대전대화중학교 과학교사
E-mail: k0420c@hanmail.net
Tel: 042-634-4624
전공: 지구과학교육



정정인 (Jung-In Chung)

생년월일: 1969. 2. 19.
학력: 이화여자대학교 사범대학 지구
과학교육과 (교육학사)
일본 쓰구바대학 지질학과 (이학석사)
일본 쓰구바대학 지질학과 (이학박사)
일본 동경대학 및 물질재료 연구소 연
구원
현 공주대학교 사범대학 지구과학교육
과 연구교수
E-mail: chungji@kongju.ac.kr
Tel: 041-850-8663
전공: 실험지구물리학



김희수 (Hee-Soo Kim)

생년월일: 1954. 10. 2.(음)
학력: 공주사범대학 (이학사)
서울대학교 대학원 천문학 (이학석사)
한국교원대학교 대학원 지구과학교육
(교육학박사)
현 공주대학교 사범대학 지구과학교육
과 교수
E-mail: heesoo54@kongju.ac.kr
Tel: 041-850-8291
전공: 과학교육, 관측천문학