

달의 위상 작도 모듈 활용 수업에 의한 고등학생들의 달의 위상 개념 변화

김 종 희*

전남대학교 사범대학 과학교육학부, 500-757 광주광역시 북구 용봉동 300

High School Students' Conceptual Change of the Lunar Phases on Instruction Using the Lunar Phases Drawing Module

Jong-Hee Kim*

Department of Science Education, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

Abstract: This study investigates how the lunar phases drawing module-applied instruction affects high school students' conceptual changes of the lunar phases. 46 juniors in a high school were given the module instruction on drawing the lunar phases, and then interviews were conducted to verify conceptual changes in subjects' recognition structures. The types of students' misconceptions of the lunar phases change before the instruction were as follows. Type S is that the Earth's shadow covers the moon. Type SR is that one has both misconception of Type S and a scientific concept at the same time according to the positional relationships. The scientific concept means that an observer sees a moon's part which reflects sunlight. Type SB is that the Earth's shadow covers the moon or the moon can be seen or not by the background's brightness according to the positional relationships. The last Type SRB includes all three above-mentioned types, and it explains the lunar phases at each position. As a result of the module-based instruction, 26 out of 36 subjects built up the scientific concept and 10 students did not. 7 out of the 11 Type S and 3 out of the 17 Type SR students did not, either. Especially, type S students did not change their preconception that the phases of moon change were done by the earth's shadow. Here, their preconception is too much strong; as they solve problems, their preconception is more beneficial, comparing to the method which it is presented from the module. This fact supports that it is difficult for students to discard preconception.

Keywords: conceptual change, misconception, lunar phases.

요 약: 이 연구는 달의 위상 작도 모듈을 활용한 수업이 고등학생들의 달의 위상 개념 변화에 미치는 효과를 살펴보고자 한 것이다. 이를 위하여 고등학교 2학년 46명을 대상으로 달의 위상 작도 모듈을 활용한 수업을 실시하여 학습자의 인지 구조 내에서 일어나는 개념 변화를 면담을 통하여 살펴보았으며, 연구의 결과는 다음과 같다. 수업 전에 학생들이 가지고 있는 달의 위상 개념에 대한 오개념 유형은 지구의 그림자가 달을 가린다는 S 유형, 위치 관계에 따라 지구의 그림자가 달을 가린다거나 관측자가 햇빛을 반사하는 달의 부분을 보기 때문이라는 과학 개념을 함께 가지는 SR 유형, 위치 관계에 따라 지구의 그림자가 달을 가리거나 주위 배경의 밝기에 따라 보이기도 하고 보이지 않을 수도 있다는 SB 유형, 지금까지 언급한 모든 경우로써 각 위치의 달의 위상을 설명하는 SRB 유형이 있었다. 모듈을 활용한 수업을 실시한 결과로는 수업 전 오개념을 가지고 있던 36명 중 26명이 과학 개념을 형성한 반면, 수업 후에도 과학 개념을 형성하지 못한 학생이 10명이었다. S 유형 11명 중 7명이, SR 유형 17명 중 3명이 과학 개념을 형성하지 못하였다. 특히 S 유형의 학생들은 지구의 그림자에 의해 달의 위상이 변할 것이라는 기존 개념을 쉽게 바꾸지 못하였는데, 이는 그들의 선개념이 너무 견고하였거나, 제공한 모듈에서 제시하는 위상 결정 방법이 그 학생들에게는 선개념 체계보다 문제 해결에 있어 보다 유익하지 않았기 때문으로 생각된다. 이로부터 학생들의 선개념은 수업에 의해 쉽게 과학 개념으로 변화되지 않는다는 것을 알 수 있다.

주요어: 개념 변화, 오개념, 달의 위상

*Corresponding author: earthedu@chonnam.ac.kr

Tel: 82-62-530-2515

Fax: 82-62-530-2519

서 론

학습자가 능동적으로 개념을 구성한다는 구성주의 자적 입장에서는 학생들의 선개념을 확인한 후 이를 과학개념으로 변화시킬 수 있도록 도와주는 것이 좋은 과학수업이다. 수업이 교사가 의도한 대로 학습자의 개념 형성에 절대적인 영향을 미치는 것은 아니지만 긍정적인 개념변화를 유도하기 위해 학생들의 선개념을 조사하고 이것을 고려하여 수업을 설계해야 한다. 즉 학습자가 어떻게 자연 현상을 인식하고, 새로운 개념을 어떻게 형성해 가는지를 알아야 한다. 학습자의 선개념을 알아내는 것이 개념의 교정이나 변화를 목적으로 한 개념학습의 출발점이 된다.

개념학습은 단순하지 않으며, 개념변화는 어렵고 점진적인 과정이다. 학생이 선개념보다 학습한 새 개념을 지속적으로 사용하고, 하나의 내용에 대해 올바른 설명을 하면 다른 관련 학습 내용에도 쉽게 전이한다는 희망적인 연구(Engel-Clough and Driver, 1986)와는 달리, 오개념의 견고성에 대한 연구 결과가 훨씬 많은 것이 사실이다(오강수, 1988; Carey, 1986; Helm and Novak, 1983; Jones, 1990; Novak, 1987; Rogan, 1988; Shuell, 1987). 따라서 학습자의 개념을 보다 타당한 과학개념으로 성장·발달시키려는 개념변화의 목적을 달성하기 위해서는 오개념을 조사하고 그 원인을 분석하여 그에 따라 적절한 처치 방법으로 대처해야 하며(김효남, 1990), 개념변화를 위한 적절한 교수 전략과 모형의 필요성을 인식하여야 한다.

학습자의 불완전한 선개념을 과학개념으로 변화시키기 위한 Posner et al.(1982)의 개념변화 이론은 뿌리 깊고 폭넓은 과학의 오개념을 극복하기 위한 교수 전략을 제시하고 있다. 그러나 교수설계분야에서는 아직까지 구성주의 이념에 대한 원리나 이론적인 검토에 치중되어 있고, 과학개념학습 분야에서는 오개념에 대한 분석과 오개념의 교정을 위한 처방적인 수업 방법을 유기적으로 관련시켜 연구한 사례는 드물다. 그러므로 오개념을 과학개념으로 교정하기 위한 수업 방법을 개발하고 이를 실제 수업에 활용하여 학습자의 개념변화를 살펴보는 것은 매우 의미가 있을 것으로 생각한다.

한편 달은 태양과 더불어 학습자의 생활에서 쉽게 접할 수 있는 친숙한 천체이며, 달의 위상변화 개념은 우리나라 초등학교와 중학교 및 고등학교 과학

교과서에도 다루고 있는 내용이다. 따라서 학습자는 수업 이전에 여러 번 형식 교육과 비형식 교육 상황에서 달의 위상변화를 관찰하고 경험한다. 그리고 때면 그 경험에 의미를 부여하기 위해서 그들이 가지고 있는 인지구조를 사용하여 선행 경험에 기반을 둔 달의 위상에 대한 개별화된 인지구조를 형성한다.

그렇지만 이 개념은 지구과학 개념 중에서 학습자들이 이해하기에 어려운 개념 중의 하나이며, 달의 위상 개념에 대하여 조사한 많은 연구들은 수업이 이루어진 후에도 학습자들이 이에 대한 과학개념을 여전히 획득하지 못하고 있음을 보여주고 있다. 심지어는 성인이나(민준규, 1991; Vosniadou, 1991) 예비교사(명전옥, 2001)의 경우도 달의 위상변화를 제대로 이해하지 못하는 것으로 나타났다.

이처럼 달의 위상변화 개념에 대한 이해도가 낮은 원인을 미국의 National Research Council(1996)과 American Association for the Advancement of Science(1994)에서는 이 현상이 학습하기에 매우 복잡한 천체 현상이기 때문이라고 하였으며, 명전옥(2001)은 위상 작도법에 대한 선행 지식과 일반화 능력의 부족을 언급하였다. 한편 김봉섭(1999)과 김기정(1997)은 공간지각능력을 달의 위상변화 개념 이해의 중요한 요인으로 지적하였다.

달의 위상변화의 원인에 관한 오개념 연구는 김순걸(1995), 김찬종과 박현정(1997), 김찬종과 이조옥(1995), 명전옥(2001), 민준규(1991), 김현수 외(1990), 임청환과 김학목(1994), 장태환(1994), 정남식(1996), 채동현(1996), Baxter(1991), Callison and Wright(1993), Dai and Capie(1990), Finegold and Pundak(1991), Karen(1995), Laura et al.(1999), Pena and Gil Quilez(2001), Philips(1991), Ricardo(2001), Schoon(1989), Sharp(1996)과 같이 많은 국내외의 연구들에 의해 이루어졌으며, 이들 선행 연구에서 확인된 오개념으로는 ‘지구의 그림자가 달을 가려서’, ‘행성이 가리므로’, ‘구름에 가려지기 때문’, ‘지구의 공전 때문’, ‘달의 자전 때문’, ‘달이 태양주위를 공전하기 때문’, ‘태양에 가까울수록 밝다’, ‘달까지의 거리에 따라’, ‘달이 스스로 빛을 내기 때문’, ‘달은 각 위치에서 위상이 정해져 있고 지구가 자전하기 때문’, ‘하루 동안 다른 장소에 있는 관측자는 다른 위상의 달을 보기 때문’, ‘지구나 달의 자전축의 기울기 때문’ 등이 있다. 특히 지구의 그림자가 달을 가려서 달의 위상변화가 일어난다는 생각은 나이와 성별, 민족을 막론

하고 나타나는 오개념이다. 선행 연구들은 공간지각 능력과 빛의 성질에 대한 기본 개념, 그리고 고도의 문제해결능력을 요구하는 이 개념은 초등학교 과정에서는 다루기 어려운 과제이며, 이 개념의 학습을 위해서는 입체적인 모형이나 특별히 고안된 학습자료가 필요할 것이라고 언급하고 있다. 특히 교과서의 적절하지 못한 그림이나 교사의 잘못된 교수법에서 오개념이 발생할 수도 있다. 그리고 정남식(1996), 김기정(1997), 김봉섭(1999), Callison and Wright(1993)의 연구에 의하면 공간지각능력의 발달 저조는 달의 위상변화 개념을 이해하는데 어려움을 주며, 이로 인하여 오개념을 형성할 수도 있음을 경고하고 있다.

연구자의 선행 연구(Kim and Kim, 2004)에서는 학생들에게 달의 위상 변화에 대한 이해를 높이기 위해 단순화 조건법을 활용하여 달의 위상 개념을 보다 효율적으로 학습할 수 있는 달의 위상 작도 모듈을 개발하였고, 이 모듈이 달의 위상과 관련된 학업성취도를 향상 시키는데 효과적인 것으로 나타났다.

따라서 이 연구에서는 개발된 달의 위상 작도 모듈을 활용한 수업 전과 후에 나타나는 달의 위상에 대한 개념변화의 유형을 살펴보고자 한다. 이 연구에서 다루고자 하는 문제는 다음과 같다.

첫째, 수업 전에 학습자들이 가지는 달의 위상 개념 유형은 어떠한가?

둘째, 수업 후 학습자들의 달의 위상 개념이 변화하였는가? 변했다면 어떤 형태로 변화하였는가?

연구 방법 및 절차

이 연구에서는 개발한 달의 위상 작도 모듈을 활용한 수업에 의한 달의 위상 개념변화를 살펴보기 위해 먼저 양적 접근 후에 별개의 질적 접근을 진행하는 순차적 통합방법 설계(sequential mixed method designs)를 사용하였다. 그리고 이는 질적 연구의 대상이 양적 연구 대상의 일부라는 것을 감안한다면 등위 통합방법설계(equal status mixed method designs)이기도 하다(Patton, 2001). 여기에서는 학습자의 인지 구조 내에서 일어나는 구체적인 개념변화의 형태를 면담하는 과정을 통해서 확인하는 연구 결과를 다루고자 한다.

연구 대상

연구의 대상은 경상남도 C시 소재 인문계 고등학교

교 자연계 2학년 남학생 한 학급 46명이다. 이 연구가 진행되는 동안에 학생들은 지구과학II 과목을 수강하고 있었다. 이들은 초등학교 5학년 때와 중학교 3학년 때 달의 위상 변화 개념에 대한 학습을 하였다.

연구 절차

연구 대상자 46명을 상대로 개념 검사와 필수 선수학습요소 검사를 실시하여 면담할 내용을 선정하고 계획하였다. 개념 검사 문항은 ‘태양이 사라질 경우의 보름달의 밝기 변화’, ‘달의 위상이 변하는 이유’, ‘달을 볼 수 없는 위치 관계’, ‘상현달로 보이는 위치 관계’, ‘평면도에서 달의 보이는 부분 찾기’, ‘보름달에서 본 지구의 위상’에 대하여 각각 2문항씩 12문항으로 이루어졌다. 그리고 필수선수학습요소 검사 문항에는 ‘태양계 천체의 모양’, ‘광원으로서의 태양’, ‘태양계 천체의 크기’, ‘천체 사이의 거리’, ‘지구와 달의 운동’, ‘지구와 달의 공전궤도면의 경사’, ‘달의 위상’, ‘음력과 달의 위치관계’에 대한 내용을 포함하였다.

수업 전에 1차 면담을 실시하였고, 개발한 모듈을 활용한 수업은 46명 전원을 대상으로 실시한 후, 2차 면담은 1차 면담에서 오개념을 가졌던 36명을 대상으로 실시하였다. 연구를 위한 자료 수집 및 분석은 2001년 9월 1주부터 2002년 2월 2주까지 이루어졌다.

검사 도구

위상 작도 모듈: 개발한 달의 위상 작도 모듈은 단순화 조건법을 적용하여 개발되었으며, 달의 위상 작도의 핵심과제의 주요 순서는 다음과 같다. 먼저 8등분하여 1부터 8까지의 숫자가 적힌 농구공의 평면도를 그린 후(1단계), 이 평면도에 광원으로부터 농구공까지 화살표를 나타내고(2단계), 빛을 받는 밝은 부분과 받지 않는 어두운 부분을 표시하고(3단계), 다음에는 관측자로부터 농구공까지 화살표를 나타내고(4단계), 관측자를 향하는 절반을 반원으로 표시한다(5단계). 이 때 관측자를 기준으로 하여 농구공의 왼쪽과 오른쪽을 구분하면 다음 단계의 측면도 그리기가 훨씬 쉽다. 빛을 받는 부분 중에서 관측자를 향하는 부분을 관측자가 볼 수 있는데 이를 측면도로 그린다(6단계). 마지막으로 그려진 측면도를 확인한다(7단계). 그리고 정교화 과정에서 달의 모든 위치 관계에 대하여 이 핵심과제를 적용하면 달의 위상을 작도할 수 있다. 이 모듈에 대한 보다 상세한 설명은

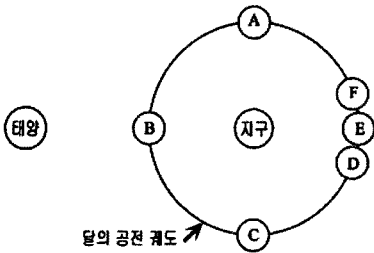


Fig. 1. The illustration of Sun-Moon-Earth relationships.

선행 연구(Kim and Kim, 2004)에 소개되었다.

개념 조사 방법: 이 연구를 수행하기 위하여 달의 위상 각도 모듈을 활용한 수업 전과 후에 면접법(interview)의 검사 도구를 통하여 학습자들이 가지고 있는 개념을 조사하였다.

면담 시 모든 학생들에게 Fig. 1과 같은 달-지구-태양의 위치관계 그림을 제시한 후 ‘달이 보이지 않은 위치는?’, ‘보름달로 보이는 위치는?’, ‘상현달로 보이는 위치는?’과 같은 질문에 답하고 그렇게 답한 이유를 설명하도록 했다.

면담은 임상 면담 방법(Lewis and Linn, 1994)에 따라 이루어졌으며, 철저하게 구조적인 형식과 계획이 있었고 처음부터 끝까지 친밀한 분위기로 학생의 입장을 생각하며 면담하여 좋은 결과를 얻을 수 있도록 최선을 다하였다.

자료 수집 및 분석

면담은 전체 46명을 개별 면담하여 개념 확인 및 필수 선수학습요소 이해 정도를 점검하여 오개념을 가진 36명을 선발하였다. 수업 후에는 오개념을 가지고 있었던 36명을 대상으로 면담을 실시하여 개념변화를 확인하였다. 면담 과정을 비디오 카메라로 촬영·녹화하여 이를 각 학생별로 컴퓨터에 파일로 저장한 후 이를 시청하면서 기록하여 학습자의 개념을 분석하였다. 이 작업을 반복하여 학습자의 오개념 유

형을 파악하고 수업 전·후의 개념변화 형태를 비교·분석하였다.

면담 자료의 분석 결과 학습자들이 달의 위상 변화를 설명하는 개념 체계는 몇 가지의 유형으로 나눌 수 있는데, 앞으로 R, S, B와 같은 기호를 사용하여 표시하도록 한다. ‘R’은 반사(reflection)의 영문 첫 글자로서 달은 햇빛을 반사하여 관측자에게 보이는 형태로 위상이 나타난다고 설명하는 것으로 과학 개념에 해당한다. ‘S’는 그림자(shadow)의 영문 첫 글자로서 지구나 다른 천체 또는 물체의 그림자에 가려서 위상이 변한다고 설명하는 개념 체계이며, ‘B’는 배경(background)의 영문 첫 글자로서 배경의 밝기에 따라 관측자에게 보이기도 하고 보이지 않기도 된다고 설명하는 체계를 말한다. 그리고 학습자의 고유 번호에 ‘P’를 붙여 ‘P1’과 같이 학습자를 나타내었다.

연구 결과 및 논의

수업 전 학습자 개념

수업 전에 이루어진 달의 위상 개념에 대한 학생들의 사전 조사에서 학습자들이 달의 위상에 대한 오개념의 형태는 Table 1과 같이 4가지 유형으로 나타났다.

연구 대상 46명의 학생들 중 과학개념인 R 유형이 10명이고, 오개념은 S 유형이 11명, SR 유형이 17명, SB 유형이 2명, SRB 유형이 6명이다.

S 유형: 달의 위상변화를 설명하는 체계가 지구의 그림자가 가린다는 S 유형인 학생들과의 면담결과를 정리하면 Table 2와 같다.

모두 달을 볼 수 없는 달의 위치 관계를 E라고 답하며, 그 이유를 Fig. 2처럼 지구의 그림자가 달을 가리기 때문이라고 설명하였다.

보름달의 위치 관계는 거의 대부분이 B위치라고

Table 1. 4 Types of misconceptions of the lunar phases change

개념 유형	달의 위상이 변하는 이유	인원 수(46명)
R 유형	지구에서 보는 관측자에게 보이는 햇빛을 반사하는 부분이 달라지므로	10명
S 유형	지구의 그림자가 달을 가려서 위상이 변함	11명
SR 유형	위치 관계에 따라 그림자가 달을 가려서, 또는 햇빛을 반사하는 부분을 봄으로 위상이 변함	17명
SB 유형	위치관계에 따라 그림자가 달을 가려서또는 주위 배경이 밝으면 안보이고 어두우면 밝게 보이는 것으로 위상이 나타남	2명
SRB 유형	S, R, B의 세 가지 유형이 복합된 형태로 위상변화를 설명함	6명

Table 2. Contents of interviews with type S students

질문	대답	설명	해당 학습자
달을 볼 수 없는 위치관계는?	E	지구의 그림자에 가려지므로	11명
보름달로 보이는 위치관계는?	B		8명
	E	외음. 되문자 보이지 않는다고 함	P18, P38
상현으로 보이는 위치관계는?	F 위	그림자로 가려지지 않는 위치는 보름달로 보임	P12
	F	상현이 \bigcirc , $\left(\right)$ 라고 생각함	P18, P28, P38
	D	상현이 \bigcirc , $\right)$ 라고 생각함	P12, P34
	D or F	상현이 \bigcup 아니면 \bigcap 라고 생각함	P3, P43
	C	상현 모양은 알지만 위치 관계는 외음	P23, P46

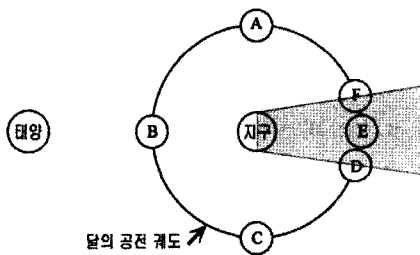


Fig. 2. Type S students' drawing to explain the lunar phases change.

답하였으며, 그 이유는 ‘지구의 그림자가 가리지 않기 때문’이라고 하였다. P18과 P38은 E 위치에서 보름달로 관측된다고 대답하였으나, 지구의 그림자가 가리지 않겠느냐고 되문자 곧 보이지 않는다고 대답하였다. P12는 ‘지구의 그림자가 전혀 영향을 미치지 않는 F 조금 위 부분 위치의 달이 보름달로 보인다.’라고 설명하였다.

한편 보름달로 보이는 위치가 B위치라고 답한 학생들은 그 달에서 지구를 보면 대부분 보이지 않는다고 대답했으며 그 이유는 ‘달의 그림자가 지구를 가리기 때문’이라고 설명하였으며, ‘반달이나 보름달로 보일 것이다’라고 답한 학생도 있으나 그 이유를 설명하지 못하였다.

상현달로 보이는 위치관계를 물어보는 질문에 대해 상현의 모양이 $\left(\right)$, \bigcirc 라고 알고 있는 학생들(P18, P28, P38)은 지구의 그림자에 의해 달의 오른쪽이 가려지는 F 위치라고 답하였으며, 상현의 모양이 \bigcirc , $\right)$ 라고 알고 있는 학생들(P12, P34)은 지구의 그림자에 의해 달의 왼쪽이 가려지는 D 위치라고 대답하였다. 그리고 상현의 모양이 \bigcup 또는 \bigcap 라고 생각하는 학생들(P3, P43)은 D 또는 F 위치일 것이라고 답하였다. 한편 상현 모양을 바르게 알고 있는 학생들(P23, P46)은 C 위치라고 답하였으나 그 이유를 설

명하지는 못하고 위치를 암기하고 있을 뿐이었다.

이러한 개념은 선행 연구들에서 이미 밝혀진 대표적인 오개념으로 국가와 민족, 연령에 관계없이 나타난다. 지구의 공전궤도면이 달의 공전 궤도면과 나란하다는 선수 개념을 가진 학생(P3, P23)이 ‘지구의 그림자가 달을 가린다.’라고 생각하는 것은 하위 개념을 관련 상위 개념에 올바르게 적용시킨 일관성이 있는 설명 체계이나, 달의 공전궤도면(백도면)과 지구의 공전궤도면(황도면)이 나란하지 않다는 올바른 선수 개념을 가졌음에도 불구하고 지구의 그림자에 의해 달의 위상이 변한다고 설명하는 경우는 선수 지식과의 관련성을 파악하지 못하여 문제 해결에 실패한 경우이다.

SR 유형: 달의 위상변화를 설명하는 체계가 SR 유형인 학생들과의 면담 결과를 정리하면 Table 3과 같다.

이 그룹의 학생들은 달의 위상이 나타나는 이유를 설명함에 있어서 위치관계에 따라 지구의 그림자에 의해 가려지기 때문이라는 오개념과 태양 빛을 반사해서 위상이 나타난다는 과학개념을 함께 이용하는 경우에 속한다.

태양-지구-달의 위치 관계가 일직선인 경우(E)에는 달이 보이지 않는다고 하고, 태양-달-지구의 위치 관계(B)에서는 보름달로 보인다고 답하는 것은 S유형과 동일하다(P14, P15, P24, P27, P32, P37, P39, P41, P45).

‘위치 B와 E의 달을 둘 다 보이지 않는다.’라고 답한 학생(P10, P29, P35)들은 F 위의 가려지지 않는 부분이 보름달로 보일 것이라고 답하였다. 보름달과 그믐달의 위치를 제대로 답한 경우(P20, P25, P33)에도 외우고 있을 뿐 그 이유를 설명하지 못하였다.

상현으로 보이는 위치에 대해서는 상현의 모양을

Table 3. Contents of interviews with type SR students

질문	대답	설명	해당 학습자
달을 볼 수 없는 위치관계는?	E	지구의 그림자에 가려지므로	17명
	B와 E	외우거나 그림자에 가려서.	P10, P29, P35
	B	이유 설명 못함.	P20, P25, P33
보름달로 보이는 위치관계는?	B		14명
	F 위	B와 E 둘 다 안보임.	P10, P29, P35
상현으로 보이는 위치관계는?	F or D	그림자에 일부분만 가려서(S) 태양 빛을 반사하여(R)	P10, P29, P35
	A or C		14명

이는 것과는 무관하게 지구의 그림자에 가려 위상이 나타난다고 설명하는 경우는 그 위치관계를 F 또는 D 위치관계라고 하며, A 또는 C 위치의 경우도 상현으로 보인다고 답하였다. F 또는 D 위치가 상현으로 보이는 것으로 설명하는 체계는 S 유형에 해당하며, A 또는 C 위치가 상현으로 보이는 것으로 설명하는 것은 R 유형이다.

B의 위치를 보름이라고 생각한 학생들이 B 위치의 달에서 지구를 볼 경우 지구 그림자로 위상변화를 설명하는 학생들 대부분은 보이지 않는다고 답하였으며, ‘지구를 볼 수 있다’라고 한 학생들(P14, P30, P37)은 달이 작아서 달의 그림자가 지구를 전부 가리지 못하기 때문이라고 설명하였다.

P17, P35의 경우, 지구의 관측자에게 보이는 현상은 모두 반대로 나타난다는 설명 체계를 활용하였는데, 상현의 위상을 정확히 알면서 A 위치는 왼쪽 절반이 햇빛을 반사하므로 지구의 관측자에게는 반대로 오른쪽 절반이 보이며, 보름달 위치는 지구의 그림자에 전부 가려지므로 둥글게 밝게 보인다고 설명한다. 그리고 ‘그믐 위치는 햇빛을 전부 받으므로 보이지 않는다.’라고 하였는데, 이는 외우고 있는 각 위치관계의 위상을 나름대로 설명하기 위한 오개념 체계인 것이다.

SB 유형: SB 유형인 학생들의 면담 결과를 정리하면 Table 4와 같다.

이 유형의 학생들은 지구 그림자에 가려지거나 주위의 배경의 밝기에 따라서 위상이 나타난다고 설명

하는 체계를 가지고 있는데, 주위 배경이 밝으면 안 보이고 어두우면 밝게 보인다고 설명했다.

P11은 위치에 따른 위상은 정확하게 알고 있으나 단순 암기의 결과였으며, B 위치의 달이 보이지 않는 이유는 배경의 태양 빛이 밝기 때문이며, 배경이 그림자에 의해 가려지는 E 위치의 달은 전체가 밝게 보이는 것으로 설명하였다. 상현의 모양은 모르면서 상현으로 보이는 위치관계를 C라고 외워서 답했다.

P19는 보름달로 보이는 위치를 찾지 못해 한참 동안 갈등하였으나 결국 찾지 못하였으며, ‘달이 보이지 않는 그믐 위치관계는 B 위치로 주변의 태양 때문에 보이지 않으며, E 위치관계에서도 지구의 그림자에 가려지므로 볼 수 없을 것 같기도 하다’라고 하였다. 상현의 모양을 알고 있으며 그 위치는 C라고 답하였으나 그 이유를 설명하지 못하였다. 이유를 설명 할 수 없게 되자 한참 뒤 D 부근의 위치가 지구의 그림자에 달의 일부가 가려지므로 상현으로 보인다고 했다.

SRB 유형: SRB 유형의 학생들과의 면담 결과를 정리하면 Table 5와 같다.

이 유형의 학생들은 달의 위상이 나타나는 이유를 위치관계에 따라 지구의 그림자에 가려지거나, 배경의 밝기에 따라서 또는 태양 빛을 반사하기 때문이라고 설명했다. 태양-지구-달의 위치 관계일 때는 모

Table 4. Contents of interviews with type SB students

질문	대답	설명	해당 학습자
달을 볼 수 없는 위치관계는?	B	태양 빛이 밝아서	P11
	B와 E	주변 태양과 그림자에 가려서	P19
보름달로 보이는 위치관계는?	E	지구 그림자가 가리니까 더 밝아 보임	P11
	?	갈등을 느낌	P19
상현으로 보이는 위치관계는?	C	외움	P11
	C→D	외워서 C, 반문하니 그림자에 가려서 D	P19

Table 5. Contents of interviews with type SRB students

질문	대답	설명	해당 학습자
달을 볼 수 없는 위치관계는?	B	낮이므로.	P2, P5, P8
	B	과학 개념	P13
	E→B	지구 그림자가 가림.→낮이므로 안보임.	P21
	B와 E	주위배경이 밝음. 그림자 가림.	P44
보름달로 보이는 위치관계는?	E	과학개념	P2, P13
	E	외움.	P8, P21, P44
	E	밤이므로.	P5
상현으로 보이는 위치관계는?	C, D, F	C(잘 모름). D와 F(그림자 가림.)	P2
	C, D, F	C(반사). D와 F(그림자 가림.)	P5, P8
	D	그림자 가림.	P13, P21
	A	반사, 왼쪽 밝으나 반대로 보임.	P44

두 E위치의 달이 보름달로 보인다고 했으나 그 이유는 각각 다르다. P5의 경우는 밤이므로 주위가 어두워서 밝게 보이고, P2와 P13의 경우는 가리지 않을 수도 있다는 과학개념을 가지고 있으며, P8과 P21은 이유는 모른 채 그냥 외우고 있었다.

B위치의 달이 보이지 않는 이유를 P5, P2, P8은 '낮이므로 주위가 밝아서 보이지 않는다.'라고 하였으며, P21은 가려서 안보이고, P13은 그림의 위치라는 과학개념을 가지고 있었다. 그러나 '보름달(E 위치)에서 지구를 보면 낮이므로 보이지 않는다.'라고 하며, P21의 경우도 'B 위치에서 지구를 보면 밤이니까 밝게 보인다.'라고 답하였다.

상현달의 모양을 P5, P13, P21은 알고 있었으며, 그 중 P21과 P13은 그 이유를 과학개념으로 설명하였으나, P5는 D의 위치이며 지구 그림자에 가려지기 때문이라고 설명했다.

P2는 C 위치의 위상은 무엇인지 몰랐으며, D, F 위치는 일부분이 지구 그림자에 가려질 것이라고 했고, P8은 D 위치에서 지구 그림자에 가려 상현달이 된다고 답하였다.

P44는 배경의 강한 태양 빛에 의해서 달이나 지구를 볼 수 없다는 일관된 생각을 가지고 있었다. 'B 위치의 달은 태양 빛이 강렬하므로 보이지 않으며, C는 그림자에 가려져 보이지 않는다.'라고 답하였다가 한참 뒤에 보름달의 위치라고 정정하고는 '지구 그림자에 가려지므로 주위가 어두워져서 밝게 보인다.'라고 설명하였다. 이 학생은 단순 암기에 의하여 빛이 비치는 반대쪽이 실제로는 관측자에게 보인다고 생각하였다. 이는 상현달로 보이는 위치관계를 A라고 하였는데 왼쪽 부분에 빛이 비치지만 오른쪽이 밝은 상현달로 관측된다고 설명하였다. 이 경우도 관

측자가 보는 천문 현상은 그림에서 나타나는 상황과 반대라는 오개념 체계를 가지고 있다.

수업 후 개념변화

달의 위상 작도 모듈을 활용한 수업 후 학습자가 가지는 개념을 면담을 통해 조사하여 개념변화를 살펴본 결과는 Table 6과 같다.

S 유형은 11명 중 7명이 과학개념을 형성하였으나, 수업 전 오개념이 지속된 학생은 4명, SR 유형으로 바뀐 학생은 3명이었다. 그리고 SR 유형은 17명 중 3명이 과학개념을 형성하지 못하였는데, 그 중 2명은 새로운 유형의 오개념을 갖게 되었다. 한편 SB 유형과 SRB 유형의 학생들은 모두 과학개념을 형성하였다.

S 유형의 개념변화: 수업 전에 달의 위상 변화를 설명하는 체계가 S 유형인 학생들의 수업 후 개념변화 형태를 나타내면 Table 7과 같다.

오개념이 변화 없이 지속된 P9와 P23은 위상변화의 원리를 전혀 알지 못하고, 망의 위치에서는 지구의 그림자가 달을 가린다는 S 유형의 개념을 그대로 가지고 있었다.

Table 6. The results of conceptual changes after instruction

수업 전 개념 유형	수업 후 개념변화 내용
S 유형	11명 중 7명이 과학개념을 형성 못함.
	⇒ 지속: P9, P23, P28, P38
	⇒ S+R 변화: P18, P34, P36
SR 유형	17명 중 3명이 과학개념을 형성 못함.
	⇒ 지속: P15
	⇒ 새 유형의 오개념: P20, P35
SB 유형	2명 모두 과학개념 형성
SRB 유형	6명 모두 과학개념 형성

Table 7. Type S students' conceptual changes

질문	대답	설명	해당 학습자
달을 볼 수 없는 위치관계는?	E		P9, P23, P28, P36, P38
	B		6명
보름달로 보이는 위치관계는?	B	P9, P23, P28, P34	
	E	P18, P34, P36: 보름달의 위치는 외움(이유는 설명 못함).	7명
상현으로 보이는 위치관계는?	F		P18, P28, P38
	D		P34
	C		7명

P28은 외위서 위상변화의 원리를 설명하나 실제 상황에는 활용하지 못하였고, 위상 작도에 있어서 평면도에서의 작도는 가능하나 측면 모습을 유추할 수 없었다. P38은 위상변화의 원리를 전혀 설명 못하고 평면도는 이해하나 측면도와 연관시키지 못하였다.

처음의 오개념이 SR 유형으로 변화된 P18은 E 위치에서는 지구의 그림자가 달을 가리게 되나 황도면과 백도면이 나란하지 않을 경우도 있으므로 빛이 달에 닿아 반사하므로 보름달로 보일 수 있다고 하였다.

P34, P36은 기존 오개념을 그대로 가지고 있으며, 위상 변화의 원리는 어느 정도 외위서 답할 수 있으나 그 과정을 정확하게 설명하지 못하였다. 위치관계 그림에서 보름달로 보이는 위치는 찾지만 그 이유를 설명 못하였다. P36은 E 위치에서는 지구 그림자가 달을 가리는데 보름달로 보여야 하므로 갈등을 느끼며, 그 이유를 설명 못하였다. 결국 보름달 위치를 찾지 못하였다.

SR 유형의 개념변화: 수업 전에 달의 위상변화를 설명하는 체계가 SR 유형인 학생들의 수업 후 개념 변화 형태를 나타내면 Table 8과 같다.

SR 유형으로 지속된 P15는 E 위치의 주변에서는 '지구의 그림자에 가려져서 위상이 변한다.'라고 설명하였다. 특히 'E 위치에서는 그림자에 의해 가려질

수 있다'고 하며, 가끔 좌우를 구분하지 못하고 기존 오개념을 완전히 버리지 못하였다.

P20은 수업 전에는 'E 위치에서는 지구의 그림자가 달을 가리므로 보이지 않는다.'라고 했는데, 수업 후에는 이 위치가 보름달의 위치라고 말한 후에 Fig. 3과 같이 지구의 그림자가 짧으므로 달을 가리지 않아 보름달로 보인다고 설명하는 새로운 유형의 오개념을 형성하였다.

P35는 보름달을 제외한 나머지 위치는 과학개념으로 설명하나 보름달로 보이는 이유를 태양 빛이 너무 먼데서 오므로 달에 영향을 미치지 않으므로 가리지 않는다는 형태로 설명하였다.

수업 전에 오개념을 가지고 있던 학생들 36명 중 72.2%인 26명의 학생이 과학개념으로 개념변화가 이루어졌으나 10명(27.8%)의 학생들은 수업 전에 가지고 있던 오개념을 그대로 가지고 있거나 다른 형태

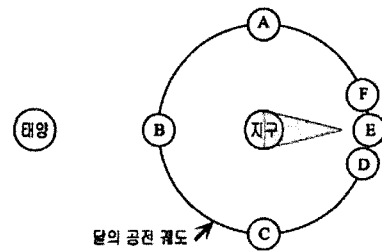


Fig. 3. P20 student's drawing to explain a full moon phase

Table 8. Type SR students' conceptual changes

질문	대답	설명	해당 학습자
달을 볼 수 없는 위치관계는?	E		P15
	B		16명
보름달로 보이는 위치관계는?	E	P15: 지구 그림자가 짧아서 가리지 못함 P30: 햇빛이 너무 먼데서 오므로 달에 영향을 미치지 못함	17명
	F or D	보름달의 주변에서는 지구 그림자에 가려 위상변화, 나머지 위치는 과학개념으로 설명	P15
C	17명		

의 새로운 오개념을 형성한 것으로 나타났다. 특히 S 유형의 학생들은 과학개념으로의 개념변화가 잘 일어나지 않았는데, 이는 지구의 그림자가 달을 가려서 위상이 변한다는 선개념이 너무 견고하거나, 제공한 모듈에서 제시하는 위상 결정 방법이 그 학생들에게는 선개념 체계보다 문제 해결에 있어 보다 유의하지 않았기 때문으로 볼 수 있다. 그리고 P23을 제외한 학생들은 달의 공전 궤도면과 지구의 공전 궤도면은 나란하지 않다는 것을 알고 있으면서도 이를 달의 위상 결정 상황에 적용하지 못하였는데, 이는 상위 개념과 관련된 예비 지식을 알고 있으면서도 제시한 상위 개념이 자신이 알고 있는 지식과 관련이 있다는 사실을 제대로 파악하지 못하여 문제 해결에 성공할 수 없다는 명진옥(2001)의 견해를 반영하는 예라고 볼 수 있다.

결 론

이 연구는 달의 위상 작도법을 활용한 수업이 개념변화에 미치는 효과를 살펴보고자 한 것이다. 이러한 연구의 목적을 달성하기 위하여 달의 위상 작도 모듈을 활용한 수업을 인문계 고등학교 2학년을 대상으로 실시하여 학습자의 인지구조 내에서 일어나는 개념변화를 면담을 통하여 살펴본 연구의 결과를 바탕으로 한 결론은 다음과 같다.

수업 전에 학생들이 가지고 있는 달의 위상 개념에 대한 오개념 유형은 지구의 그림자가 달을 가린다는 S 유형, 위치관계에 따라 지구의 그림자가 달을 가린다가거나 관측자가 햇빛을 반사하는 달의 부분을 보기 때문이라는 과학 개념을 함께 가지는 SR 유형, 위치관계에 따라 지구의 그림자가 달을 가리거나 주위 배경의 밝기에 따라 보이기도 하고 보이지 않을 수도 있다는 SB 유형, 지금까지 언급한 모든 경우로써 각 위치의 달의 위상을 설명하는 SRB 유형이 있었다. 이러한 유형은 오개념을 가지고 있는 학생들이 달의 위상이 나타나는 과정을 설명하는 나름대로의 체계라고 볼 수 있다. 그러나 달의 공전궤도면(백도면)과 지구의 공전궤도면(황도면)이 나란하지 않다는 선수 개념을 알고 있으면서도 지구의 그림자가 달을 가려서 위상이 변할 것이라고 설명하는 개념 체계를 가진 학생들이 있었으며, 각 위치 관계에서 나타나는 달의 위상을 이해 없이 단순 암기하고 있는 학생도 있었다.

모듈을 활용한 수업을 결시한 결과 수업 전 오개념을 가지고 있던 36명 중 26명이 과학 개념을 형성한 반면, 수업 후에도 과학 개념을 형성하지 못한 학생이 10명이었다. S 유형 11중 7명이, SR 유형 17명 중 3명이 과학개념을 형성하지 못하였다. 과학개념을 형성하지 못한 학생들은 과학개념의 일부를 받아들이기는 했지만, 문제 해결과 관련되는 모든 개념들을 그들의 기존 개념 틀 속에 통합시키는데 어려움을 겪는 것 같았다. 그리고 수업 전에 가지고 있는 학습자 나름대로의 의미 있는 오개념 유형은 수업 후에도 여전히 남아 있다는 것으로 보아, 학습자는 수업 내용을 무조건 받아들이는 것이 아니라 나름대로 재구성하여 자기 것으로 만들어 간다는 것을 확인할 수 있었다.

어떠한 형태든 개념이 변화한 학생들에게 달의 위상 작도 모듈이 개념 갈등을 제공한 것으로 보이며, 학생들이 수업을 받고 난 후의 응답에 있어서 좀 더 과학적으로 정확한 개념을 가지게 되었다는 것으로 보아 학생들의 개념변화를 촉진시키는데 기여하였다고 여겨진다.

후속 연구를 위한 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 개념변화를 확인하기 위해 수업 전과 수업 1주일 후 한 번의 면담을 실시하였으나, 학습한 개념이 과학개념으로 정착되었는지의 여부를 정확하게 알기 위해서는 좀 더 긴 시간을 두고 관찰하여야 할 것으로 생각된다. 따라서 개념변화에 대한 후속 연구에서는 동일한 연구 대상에 대하여 충분히 긴 기간 동안의 관찰을 통하여 개념변화를 살펴볼 수 있어야 할 것이다.

둘째, 위상 작도 모듈을 활용한 수업에서 모든 학생이 과학개념을 형성한 것은 아니다. 아무리 좋은 자료일지라도 모든 학습자에게 좋을 수는 없으며, 또한 모든 학생들에게 효과가 있는 단 하나의 개념변화 방법이란 있을 수 없다. 따라서 과학개념을 형성하지 못하는 학생들의 학습자 특성과 학습양식을 면밀하게 검토하여 그들에게 적합한 학습 자료와 개념변화 방법을 개발하여 제공하는 지속적인 노력이 필요하다고 생각된다.

참고문헌

- 김기정, 1997, 지구와 달의 운동에 대한 개념 성취도와 공간 능력과의 상관 관계, 한국교원대학교 대학원 석사학위논문, 71 p.

- 김봉섭, 1999, 학습자의 특성에 따른 지구와 달의 운동개념 형성. 한국교원대학교 박사학위논문, 118 p.
- 김순걸, 1995, 지구와 달의 운동에 대한 오개념 연구. 강원대학교 교육대학원 석사학위 논문, 109 p.
- 김찬중, 이조옥, 1995, 달의 위상변화와 빛에 대한 중등학교 학생들의 개념사이의 관계. 한국지구과학회지, 17(1), 8-21.
- 김찬중, 박현정, 1997, 초등학교 학생들의 빛에 대한 개념과 달의 위상 변화 개념 사이의 관련성: 개념 생태학적 접근. 한국초등과학교육학회지, 16, 173-187.
- 김현수, 문미희, 김은영, 1990, 국민학생의 지구와 달의 운동에 대한 오개념 연구. 전주교육대학교 과학교육연구 논문집, 16, 8-21.
- 김효남, 1990, 국민학교 아동의 과학개념에 대한 실태 조사 및 교정을 위한 방법 연구. 한국과학교육학회지, 10(2), 11-24.
- 명전옥, 2001, 예비교사들의 지구과학 문제 해결 실패 요인: 달과 행성의 운동을 중심으로. 한국과학교육학회지, 22(5), 339-349.
- 민준규, 1991, 중등학생 및 과학교사의 지구와 달의 운동에 관한 개념. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문, 128 p.
- 오강수, 1988, Newton의 제3법칙에 대한 오인의 원인 분석. 한국교원대학교 석사학위논문, 156 p.
- 임청환, 김학목, 1994, 대기압과 달의 운동에 관한 중학생들의 개념 분석. 한국지구과학회지, 15(3), 157-169.
- 장태환, 1994, 지구와 달의 운동에 대한 아동들의 개념 조사 연구. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문, 79 p.
- 정남식, 1996, 소집단 역할 놀이와 토의를 통한 고등학생들의 지구와 달의 운동 개념변화. 한국교원대학교 대학원 박사학위 논문, 285 p.
- 채동현, 1996, 학생들의 달 위상 변화의 원인에 대한 개념 조사. 한국초등과학교육학회지, 15(1), 45-55.
- American Association for the Advancement of Science, 1994, Benchmarks for science literacy-Project 2061. Oxford University Press, NY, USA, 400 p.
- Baxter, J., 1991, A constructivist approach to astronomy in the national curriculum. *Physics Education*, 26(1), 38-45.
- Callison, P.L. and Wright, E.L., 1993, The effect of teaching strategies on pre-service elementary teachers' conceptions about earth-sun-moon relationships. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, p. 19.
- Carey, S., 1986, Cognitive science and science education. *American Psychologist*, 41(10), 1123-1130.
- Dai, M.F. and Capie, W., 1990, Misconceptions about moon by pre-service and teachers in Taiwan. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. p. 26.
- Engel-Clough, E. and Driver, R., 1986, A study of consistency in the use of students' conceptual frameworks across different task contexts. *Science Education*, 70(4), 473-496.
- Finegold, M. and Pundak, D., 1991, A study of change in students' conceptual frameworks in astronomy. *Studies in Educational Evaluation*, 17(1), 151-166.
- Helm, H., and Novak, J.D., 1983, Misconceptions in science and mathematics. Proceeding of the international seminar. Cornell University, Ithaca, NY, USA. p. 984.
- Jones, G., 1990, Cognitive conflict and cooperative learning. Paper presented at the annual meeting of the National Association for research in Science Teaching p. 13.
- Karen, L.W., 1995, A Correlational study of seven projective spatial structures with regard to the phases of the moon. Doctoral dissertation, University of Iowa, 131 p.
- Kim, J.H. and Kim, S.D., 2004, The Effect of Lunar and Planetary Phases Drawing Module on Students' Conceptual Change and Achievement. *The Journal of Korean Earth Science Society*, 25(3), 176-184.
- Laura, L.S., Gerald H.K., and Daniel, P.S., 1999, Thirgrade students' ideas about the lunar phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 159-177.
- Lewis, E.L. and Linn, M.C., 1994, Heat energy and temperature concepts adolescents, adults, and experts Implications for curricular improvements. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(6), 657-677.
- National Research Council, 1996, National science education standards. National Academic Press, Washington, DC, USA, 262 p.
- Novak, J.D., 1987, Misconceptions and educational strategies in science and mathematics. Proceeding of the international seminar (Vol. 3). Ithaca, NY, USA. p. 1158.
- Patton, M.Q., 2001, Qualitative research and evaluation methods (3rd ed.). Sage, CA, USA, 688 p.
- Pena, B.M. and Gil Quilez, M.J., 2001, The importance of images in astronomy education. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1125-1135.
- Philips, W.C., 1991, Earth Science misconceptions. *The Science Teachers*, 58(2), 21-23.
- Posner, G.I., Strike, K.A., Hewson, P.W., and Gertzog, W.A., 1982, Accommodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-277.
- Ricardo, T., 2001, A cross-age study of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1111-1123.
- Rogan, J.M., 1988, Development of a conceptual framework of heat. *Science Education*, 72(1), 103-113.
- Schoon, K.J., 1989, Misconceptions in earth sciences: A cross-age study. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, p. 25.
- Sharp, J.G., 1996, Children's astronomical beliefs: A preliminary study of year 6 children in south-west England. *International Journal of Science Education*,

18(6), 685-712.
Shuell, T.J., 1987, Cognitive psychology and conceptual change: Implications for teaching science. *Science Education*, 71(2), 239-250.

Vosniadou, S., 1991, Designing curricula for conceptual restructuring: Lessons from the study of knowledge acquisition in astronomy. *Journal of Curriculum Studies*, 23(3), 219-237.

2006년 3월 29일 접수
2006년 5월 15일 수정원고 접수
2006년 6월 9일 채택