

금성 위상변화 모형을 활용한 중학생의 천동설 개념 변화

김선아¹ · 윤마병^{2*} · 김희수¹

¹공주대학교 · ²둔산여자고등학교

Conceptual Changes on Geocentrism of Middle School Students Using the Phase Model of the Venus

Sun-A Kim¹ · Ma-Byong Yoon^{2*} · Hee-Soo Kim¹

¹Kongju National University · ²Dunsan Girl's High School

Abstract: The purpose of this study was to investigate how the lesson using the newly developed Phase Change Model of Venus can change ninth graders' geocentric concept related to the progression of the phase of Venus. In order to know students' concept change of the progression of the phases of Venus, test sheets and a questionnaire regarding solar systems were developed and used pre and post test. The results showed that many students have an astronomical preconception of geocentrism, and some students have an especially poor scientific understanding of the solar system. However, there were significant changes in students' conceptual levels ($p < .05$) after teaching with the Venus's Phase Change Model. Therefore, teaching with the Phase Change Model of Venus was effective on students' scientific conceptual change from geocentrism to heliocentrism.

Key words: Phase Change Model of Venus, geocentrism, heliocentrism, conceptual change

I. 서론

과학은 자연 현상을 다루는 학문으로서 학생들이 어려서부터 보고 느꼈던 경험들이 선개념으로 정착되어 있는 상태에서 학습이 시작되는 경향이 많다. 그러나 학생들은 자연이라는 광범위한 시·공간적 환경에서 자연 현상의 일부분 밖에 경험하지 못하고, 자연 공간의 추상성과 논리적인 사고의 어려움으로 사실과 다른 비과학적 개념을 가지는 경우가 많다(Driver *et al.*, 1985). 이렇게 형성된 선개념은 고정관념이 되어 오개념으로 발전하게 되는데, 중학교 과학의 천문학 영역에서는 오개념의 대부분이 천동설과 관련되는 경우가 많다(최진희 등, 1995). 이러한 오개념은 과학학습에 영향을 미칠 뿐만 아니라, 특수한 체계로 발달하게 되어 그 다음 관련 학습에도 영향을 미친다(조희영, 1984). 선개념이 잘못된 오개념인 경우, 그 오개념을 해소시킬 수 있는 적절한 과학개념을 도입하여 학생이 이미 알고 있는 올바른 개념과 연결되도록 학습욕구를 유발시키고, 옳은 개념으로 확장시킬 수 있도록 학습활동이 이루어져야 한다(김대식 등, 1993;

정병석, 1992; 홍순경, 1990; Ausubel *et al.*, 1978).

과학은 직접 관찰하거나 스스로 실행해 보고 사고하여 실감할 수 있어야 더 쉽게 이해되기 때문에 실험을 통한 교수-학습이 매우 유용한 학습 전략으로 활용된다(오필석 등, 2007). 학생들이 이해하고 있는 개념은 말이나 글을 분석하거나, 여러 가지 표상 형식과 모델을 통해 확인할 수 있다. 모델은 표현하고자하는 대상의 특징을 표상하는 사물이나, 기호, 그림 또는 그들의 체계로서 교수-학습 과정에서 대화와 학습, 실험, 예상을 하거나 생각을 표현할 때 주로 사용한다(Gilbert and Ireton, 2003). 이러한 모델은 과학을 배우는데 필수적이며 과학 교육에서도 과학적 모델의 활용이 중요한 소재가 되고 있다(강훈식 등, 2007). 특히 오랜 시간과 넓은 공간에 걸쳐 일어나는 자연현상은 학습자가 직접 관찰하고 분석하기가 어렵고, 자연에서 이루어지는 특수성 때문에 제한된 실험실 상황에서는 재현이 거의 불가능하므로 과학적 모델의 사용은 더욱 중요한 역할을 한다(김희정 등, 2006; 박기용 등, 2009). 그런데 천문학과 관련한 실험장치와 모델이 부족하고(오필석, 2007), 특히 내행성의 운동

*교신저자: 윤마병(mabyong@hanmail.net)

**2010년 04월 28일, 접수 2010년 06월 13일 수정원고 접수, 2010년 06월 14일 채택

과 금성의 위상변화를 설명하기 위한 장치(모델)는 거의 없는 실정이다. 이에 본 연구에서는 금성의 위상을 관찰할 수 있는 모형을 개발하여 수업에 적용하고 학생들의 금성의 위상변화와 관련된 오개념이 어떻게 과학적 개념으로 바뀌었는지 알아보려고 한다.

II. 이론적 배경

오개념은 과학적 개념과 다른 잘못된 개념을 포함할 때 나타나는데, 어떤 개념에 대한 학습을 한 후에도 계속 갖게 되는 과학자 공동체의 과학 개념과 다르거나 모순이 되는 개념을 말한다(조희영, 1984). 또한 학생들이 과학현상에 대하여 갖고 있는 생각인 학생 개념은 학생들이 주변 자연 세계를 대상으로 그들 나름대로 의미를 구성해 낸 것으로서 과학자들의 개념과는 다르지만 함께 양립 가능한 대안적 개념의 위치를 확보하고 있다(곽연순, 2003). 즉 학생개념 또는 선개념은 교육을 받기 전, 또는 취학 전에 이미 가지고 있는 개념을 뜻하는 것으로 과학적 개념과 일치하는 것과 일치하지 않는 것 모두를 내포한다(권재술, 1989).

오개념을 수정하기 위한 효과적인 교수-학습 모형으로서 Hashweh(1986)는 Piaget이 언급한 환경과 인지구조의 갈등외에도 인지구조들 간의 갈등 관계를 중요하게 부각시켜 개념발달 모형을 제시하였고, 권재술(1989)은 Hashweh의 입장을 수용하면서 세가지 인지갈등 상황에 따른 수업 모형을 제안하였다(그림 1).

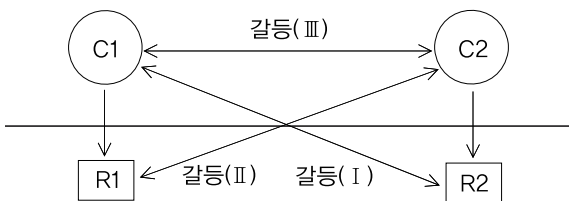


그림 1 개념 변화의 인지적 모형(권재술, 1989)

인지구조 C1은 학습자가 갖고 있는 개념이고, C2는 새로 학습해야 할 개념이다. R1은 C1에 의해서 무리 없이 설명될 수 있는 현상이고, R2는 C2에 의해 설명될 수 있는 현상이다. 그러나 R2를 C1에 의해서 설명하고자 할 때에는 잘 설명되지 않는다. 이러한 상태를 인지적 비평형이라고 하며, C1과 R2 사이의 인지적

비평형을 갈등(I)이라고 한다. 이러한 갈등 상황을 유발한 다음 C2라고 하는 과학 개념을 교사가 학생들에게 도입하게 되는데, 이때 C2와 R1 사이에 또 다른 인지적 갈등(인지적 비평형)이 나타나게 되며 이를 갈등(II)라고 하였다. 과학 개념 C2를 도입한 후 갈등(II)를 해소하기 위하여 매우 세심한 학습이 이루어져야 하며 이를 통해 갈등(I)과 갈등(II)가 해소됨으로써 C2를 가지고 R1과 R2의 설명이 가능해진다. 갈등(III)는 학습자의 인지구조 C1과 C2 사이의 인지적 비평형 상태에서 C2가 의미있게 학습자의 기존 인지구조에 통합되어졌다면 갈등(III)는 존재하지 않을 것이다. 갈등(III)가 해소되어 새로운 개념이 기존의 인지구조에 의미있게 통합되는 과정이 유의미 학습이다(권재술, 1989). 학습자가 C2와 C1 사이의 갈등을 해소하고, C2를 의미 있는 개념으로 인지구조 속에 받아들이기 위해서는 현재 갖고 있는 개념이 불안정스러워야 하며 도입되는 새로운 개념은 처음에 그럴듯해 보이고 이해할 수 있는 것이어야 한다(Posner *et al.*, 1982). 본 연구에서는 교수 학습 모형을 활용한 수업 설계시 이러한 점을 반영하여 교수전략을 세웠다.

천문학의 오개념 수정과 과학 모형에 관한 연구로서 정진우(1991)는 중학교 학생들의 지구과학 개념에 대한 오개념의 형성 원인에 대해 인지구조의 미숙과 판단 및 추론 등의 사고과정을 거치지 않은 직관적 사고, 환경적 요인, 정보처리과정에서의 오류 등을 들었으며 한 번 형성된 오개념은 쉽게 치유되지 않는다고 하였다. 심기창 등(2004)은 인지갈등 수업모형을 적용한 수업이 중학생들의 달의 운동에 관한 오개념을 수정하는데 아주 효과적이라고 하였고, 이조옥(1994)과 정남식(1996)은 달의 운동과 관련한 많은 오개념을 학생들이 가지고 있음을 밝혔고, 예비 초등교사와 현직 초등교사들도 적지 않은 오개념을 가지고 있는 것으로 연구되었다. 최진희 등(2005)은 과학사 자료를 활용한 인지갈등 수업이 학생들의 천동설에서 지동설로의 개념변화에 효과적이라고 하였고, 이미애와 최승언(2008)은 낮은 학년의 학생일수록 유년적 개념과 대안적 개념이 많이 포함된 모형을 가지고 있는 것으로 분석했다. 실험 모형을 사용한 행성의 위상변화와 주전원의 이해 학습이 효과적이었으며, 달의 위상에 관한 개념 학습에서도 모형을 활용한 개념변화 수업이 효과적이었다(Stahly *et al.*, 1999). 그러나 모형을 활용한 학습 후에도 대부분 그 이전의 과학적 이해

를 계속 가지고 있는 경우가 많으며 몇몇 참가자들은 수업 이전의 대안적 개념으로 돌아가기도 했지만 (Trundle *et al.*, 2007), 과학 탐구학습에서 모형을 활용하는 것이 지구과학 영역에서 매우 중요한 역할을 하며(Baker, 1999; Engelhardt and Zimmermann, 1982; Giere, 1988), 그 교수-학습 효과도 크다는 것이 연구되었다(Mayer, 1989; Rotbain *et al.*, 2006; Schwarz and Gwekwerere, 2007). 그러나 우리나라 중등학교 지구과학 수업에서 교사들은 이미 그 구조가 결정된 전형적인 모형만 집중적으로 활용하고 있고, 과학적 모형의 본성에 대해서는 설명하는 경우가 거의 없으며 학생들이 과학적 모형의 본성에 대해 생각해 볼 수 있는 기회도 거의 제공되지 않는 실정이다(오필석, 2007).

III. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 모형을 활용한 천문학 학습의 효과를 분석하기 위한 것으로 전집을 대표하는 무선추출의 대규모 표집을 하지 않고, 충청남도 공주시에 소재한 C 중학교의 3학년 학생 12명을 대상으로 하였다. 면담 대상자의 선정은 논리적 사고력 검사(GALT 검사) 성취도에 따라 인지 사고 수준(김희수, 1993)이 형식적 조작기(성취도 75% 이상)에 해당하는 2명, 전이 단계(성취도 50% 이상) 2명, 구체적 조작기(성취도 25~50%)에 속하는 1명의 학생을 표집하여 이루어졌다.

2. 연구 방법

금성의 위상변화 모형을 활용한 천문학의 개념 변화를 확인하기 위해 그림 2와 같은 실험 설계를 하였다. 이 때 면담 등을 통한 질적 접근 연구를 실시하였고, 사전·사후 검사는 동일검사지로서 본 연구에서 개발한 개념 검사지와 면담지를 이용하였다.

본 연구에서는 금성의 위상변화를 관찰할 수 있는 모

형 장치를 개발하였다. 모형의 제작은 행성들이 공전하는 궤도면을 만들어 그 중앙에 빛이 나오는 태양을 놓고 궤도면에서 행성위치 비율에 맞추어 금성을 배치했다. 이 궤도면은 공전방향으로 회전할 수 있도록 만들었고, 금성 모형은 위상변화가 잘 나타나도록 형광 물질을 처리하였다. 소형 암실도 제작하여 교실(밝은 곳)에서도 금성의 위상 변화를 잘 볼 수 있게 하였다.

교수-학습 지도안은 권재술(1989)의 인지갈등 수업 모형을 적용하여 개발하였고, 과학 태도 검사는 TOSRA(Fraser, 1981), 논리적 사고력 검사지는 GALT(Rordrangka *et al.*, 1983)를 활용하였다. 학생들의 태양계에 관련된 오개념과 그 원인을 알아보기 위하여 동일한 검사지로 사전, 사후검사를 실시하였다. 사후 검사는 수업 후 학생들의 태양계에 대한 개념변화를 알아보기 위하여 2주 후에 사전검사와 동일한 검사지로 동일한 학생들에게 실시하였고, 좀 더 구체적으로 학생들의 오개념의 변화를 알아보기 위하여 개별면담도 실시하였다. 연구 자료는 SPSS V.14를 이용하여 통계 분석하였다.

가. 금성의 위상 변화 모형 개발

본 연구에서 금성의 위상변화를 관찰할 수 있도록 개발한 모형의 제작과정은 다음과 같다.

- ① 같은 두께의 스티로폼 5장을 차례로 붙여 행성의 궤도면을 받쳐 줄 수 있는 받침대를 만든다. 이 때 중앙에는 광원이 들어갈 수 있도록 적당한 크기의 구멍을 만들고, 가장 밑 부분에는 전선 배치를 위한 홈을 만든다.
- ② 행성들이 공전할 궤도면을 하드보드지를 이용하여 금성, 지구, 화성의 거리 비율(0.7 : 1 : 1.5)에 맞추어 제작하고, 궤도면은 회전할 수 있어야 하므로 받침대에 부착하지는 않는다.
- ③ 중심이 되는 태양은 블랙글라스 형광 램프를 사용하여 자세하게 볼 수 있도록 했다.
- ④ 금성과 지구를 둥근 스티로폼을 이용하여 만들고, 금성은 위상의 변화가 잘 나타나도록 형광 물질을 처리한다.

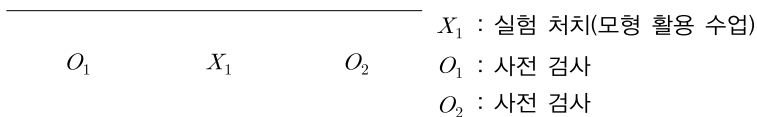


그림 2 연구 설계

완성된 금성의 위상변화 모형은 그림 3과 같다. 가운데 전구가 들어 있는 태양(붉은색 공)이 있고 태양 주위를 돌면서 위상변화를 보여줄 금성(초록색 공)이 위치해 있다. 금성은 벨크로 테이프를 이용하여 쉽게 탈부착 할 수 있게 만들었다. 동근판 아래로 보이는 스위치를 사용하여 전구의 불을 켤 수 있고, 암실 밖에서 동근 판을 돌리면서 금성의 위상을 관찰할 수 있도록 했다. 아래에 놓여 있는 사각의 큰 판은 움직이지 않고 위의 동근 판만 회전할 수 있게 만들어서 관찰자가 제자리에서 동근 회전판을 공전방향으로 돌리면서 위상을 관찰할 수 있도록 했다. 밝은 곳에서는 위상변화를 보기 어려우므로 소형 암실을 제작하여 모형을 덮고 관찰할 수 있게 하였다(그림 4).

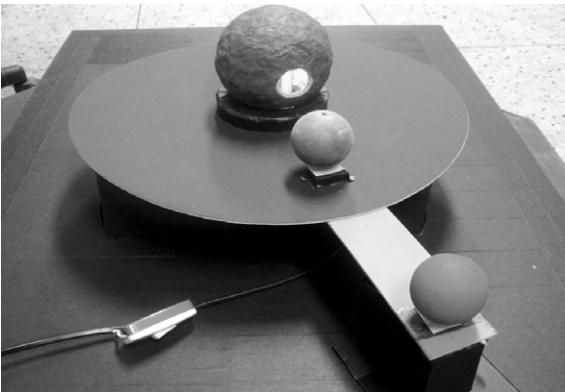


그림 3 금성 위상변화 모형(내부)



그림 4 금성 위상변화 모형의 암실

나. 모형 적용

그림 5는 모형에서 금성이 보름달 모양의 위상을 보여준다. 보름달 모양의 금성을 관찰하기 위해서는 금성이 공전궤도 상에서 외합의 위치에 있어야 한다.



그림 5 보름달 모양의 금성

그림 6의 금성은 상현달 모양의 위상을 보여준다. 이 때 금성은 공전궤도상에서 동방 최대 이각의 위치에 있다. 이 위치에서 지구를 중심으로 태양과 금성이 이루는 이각은 약 48°임을 알 수 있다. 그림 7은 모형에서 금성이 초승달 모습을 보여준다. 이 초승달 모습은 지구에 가까울 때 관찰되기 때문에 보름달 모양보다 더 크게 관찰된다. 사진에서 가운데 밝게 보이는 것은 태양 모형에서 나오는 전구의 불빛이다.



그림 6 상현달 모양의 금성

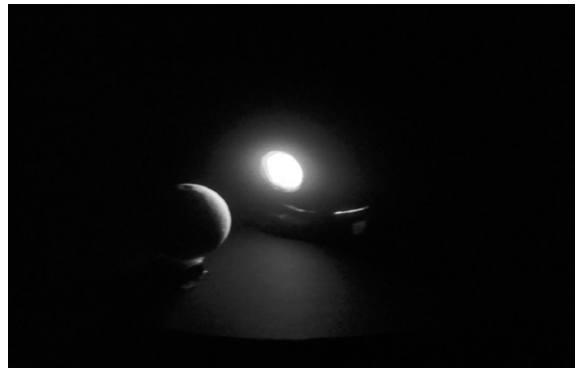


그림 7 초승달 모양의 금성

그림 8은 소형 암실을 통해서 본 금성의 그림달 위상이다. 가운데 환하게 보이는 것은 태양에서 나오는 빛이며 태양-금성-지구가 일직선상에 있을 때 관찰되는 위상이다. 금성의 하현달 위상은 그림 9와 같다. 하현달은 상현달과 마찬가지로 금성의 최대이각일 때 나타난다.

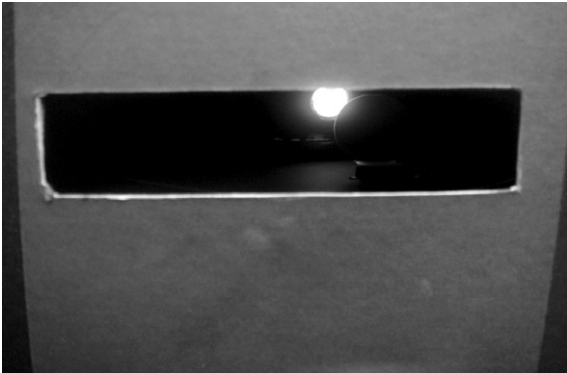


그림 8 그림달 모양의 금성

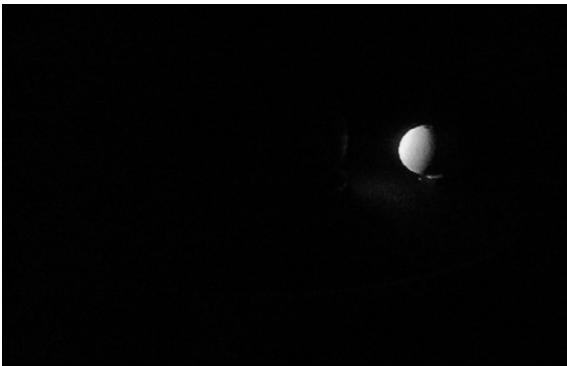


그림 9 하현달 모양의 금성

다. 검사도구 및 학습지도안 개발

개념 수준 검사지는 태양계에 대한 개념을 6가지로 분류하여 질문답과 이유답을 주관식으로 기술하도록 하였다. 검사지 문항이 평가목표를 잘 반영하고 있는지를 확인하기 위해 과학교육 전문가 10명으로부터 내용타당도 지수 96.5%를 얻었다.

학생들이 가지고 있는 대체 개념 틀이나 그 근원을 조사하기 위하여 면담법이 자주 이용되므로(Lythcott and Duschl, 1990). 금성의 위상변화에 대한 면담 평가지를 개발하여 적용하였다. 금성의 위상변화와 관련된 개념을 금성의 위치, 금성의 물리량, 금성의 모양, 금성의 운동 등 4가지로 분류하였고, 각 개념별로 25개 문항씩 총 10개 문항의 면담 평가지를 개발하였다. 이 면담 평가지에 면담 중에 관찰되는 내용들을 기록하였고, 녹음된 면담 내용을 반복적으로 들으면서 면담자의 개념 이해 정도를 4단계 척도로 평가하였다. 면담자에게는 금성의 위상변화를 글이나 그림으로 설명할 수 있는 면담자용 설명지를 별도로 제공하였다.

본 연구를 학생들의 오개념 수정이 목적이므로 권재술(1989)의 인지갈등 수업모형과 Posner *et al.*(1982)의 개념변화를 위한 4단계를 적극 반영하여 교수-학습 지도안을 개발하였다(그림 10). 먼저 학습 목표를 제시하고 선개념을 확인(C1 R1)한 후 갈등상황을 제시(C1⇒R2)한다. 이때 학생들은 금성의 위상변화 모형을 관찰하면서 선개념이 틀렸다는 것을 인지한다. 그 후 학생들에게 과학적 개념(C2)을 알려주고 선개념과 과학적 개념을 비교한 후 새로운 개념(C2)을 적용하고 심화학습을 하도록 했다.

라. 자료 처리

개념수준 검사지는 질문답과 이유답으로 나누어서 맞으면 1점, 틀리면 0점으로 처리하였다. 이유답은 추측 효과를 배제하기 위해서 따로 채점하였고, 부분정답은 0.5점으로 처리하였다. 면담은 연구자가 면담자와 2주 전부터 예비 면담을 실시하여 면담자가 편안한 마음 상태에서 면담에 임할 수 있도록 준비하였다. 면담을 하면서 면담자의 응답 내용에 대해 관찰·기록하였으며, 면담 내용 전체를 녹음하였다. 평가는 10개의 면담 문항에 대한 녹음된 내용을 반복적으로 들으면서 면담자의 개념 이해 정도를 4단계 척도로 평

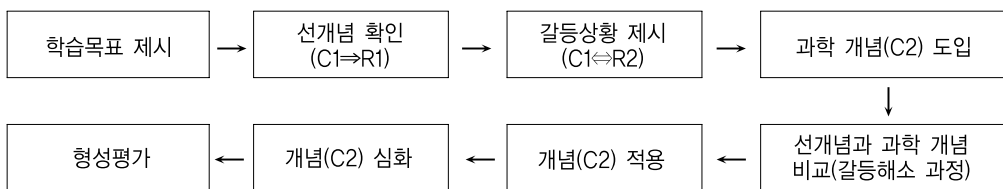


그림 10 개념 변화 수업 모형에 의한 교수-학습 흐름도

가하였다. 이를 통해 개념 이해 정도를 평가하였고 비 과학적 개념의 유형과 원인을 분석하였다. 면담 평가는 면담자 개인별 개념수준을 정하고 사전과 사후면담에서의 개념수준 변화를 비교하였다. 금성의 위상 변화에 대한 개념이 전혀 없을 때를 수준 0, 정확히 이해하고 있는 경우를 수준 3으로 하였다.

IV. 연구 결과 및 논의

1. 태양계 행성에 대한 선개념 분석

태양계 행성에 대한 개념의 사전검사를 분석하여 정답률과 대표적인 비과학적 개념 유형, 그 원인을 정리했다(표 1).

개념수준 검사지에 의한 사전검사 결과 1번과 2번의 정답률은 높은 편이나 오답의 경우 이유답을 보면 행성과 위성의 차이점을 구분하지 못했고, 행성의 위상변화를 단순히 지구의 자전 때문이라거나 태양과 반대로 나타날 것이라는 오개념을 가지고 있었다. 행성의 위상변화를 행성의 공전이라는 관점에서 보지 못하고, 별의 일주운동이나 달의 위상변화와 같은 개념으로 이해하고 있었다. 4번 문항 이유답에서 외행

성의 시운동을 달이 지구 주위를 스프링처럼 돌고 있는 모습이라고 대답한 학생도 있어서 달의 자전과 공전에 대해서도 오개념을 가지고 있음을 알게 되었다. 이는 심기창 등(2004)의 ‘달의 한 면만이 아닌 다른 면도 볼 수 있다고 생각함’, ‘매일 관측되는 달의 위치가 서쪽으로 이동함’ 등 달의 선개념 분석에서도 연구되었다. 따라서 학생들이 태양계에 관하여 가지고 있는 오개념은 태양계에 대한 이해가 단순히 그림이나 사진으로 설명될 수 있는 것이 아니라, 천문학적인 통합적 해석을 필요로 하는 것임을 알 수 있다.

2. 금성에 대한 선개념 분석

녹음된 사전면담 내용과 학생용 기록지를 분석하여 금성의 위상변화에 대한 면담 대상자의 개념수준을 평가하였다. 다음은 논리적 사고력 검사(GALT검사지)에서 인지 수준이 ‘중(전이단계)’인 학생(D)와의 면담 예시와 사전 면담 자료를 분석하여 얻은 금성의 위상변화에 대한 비과학적 개념 유형이다(표 2).

연구자: 금성은 지구에 비해 크기가 어느 정도일까요?
 학생: 지구와 같은 행성이니까 지구만할 것 같아요.

표 1 행성에 대한 비과학적 개념의 유형과 원인(사전검사)

문항	분류개념	정답률(%)		비과학적 개념 유형	원인
		질문답	이유답		
1	태양계 행성들	50.0	16.7	· 행성과 위성의 차이를 대부분 모르고 있음	· ‘수, 금, 지, ...’로 암기하고 있으나 달은 위성인지 태양계의 행성인지 혼돈함
2	행성의 공전	66.7	25.0	· 대부분의 학생들이 가장 멀다는 이유로 해왕성을 골랐으나 멀기 때문에 빠를 거라고 대답한 학생도 있음	· 행성들의 공전주기가 같다고 생각하여 가장 먼 행성은 더 빨리 돌 것이라 생각
3	금성의 시운동	41.7	16.7	· 금성의 시운동을 지구의 자전때문이거나 태양과 반대로 움직이기 때문이라고 대답함	· 내행성의 시운동을 별과 같은 개념으로 이해하고 있음
4	화성의 시운동	16.7	16.7	· 달이 스프링 모양으로 지구를 도는 모양이라고 적음 · 정확한 이유를 한 학생만 적음	· 외행성의 위상변화에 대한 개념이 거의 없음
5	행성의 시운동	16.7	16.7	· 행성의 공전주기는 모두 같다 · 지구의 자전 때문에 행성의 시운동이 일어난다	· 이유답을 한 학생도 이유를 정확히 말하지 못함
6	금성의 위상변화	16.7	16.7	· 금성의 위상변화를 달과 같은 개념으로 생각함 · 태양이 금성에 가려서 위상변화가 일어난다고 생각	· 금성의 공전으로 인한 위상변화와 관측시간을 이해하지 못함

표 2 금성에 대한 비과학적 개념의 유형과 원인(사전검사)

분류 개념	비과학적 개념 유형	원인
금성의 위치	· 금성이 가장 밝게 빛나는 이유를 지구와 가까워서 라고 생각함	· 금성의 크기와 태양빛의 반사로 빛난다는 것을 알지 못함
금성의 물리량	· 금성의 상대적 크기를 지구와 비슷하거나 작다고 생각하고 있음	· 금성이 지구와 쌍둥이 별이라 불려서 크기가 같다고 생각
금성의 모양	· 금성의 위치와 모양, 뜨는 시각에 대해서는 혼돈 된 개념을 가지고 있음	· 금성의 공전궤도와 모양변화에 대한 이해가 부족함. 공간적 이해보다 달의 공전과 동일시해서 생각하려는 경향이 있음
금성의 운동	· 금성도 매일 위상변화를 관측할 수 있다고 생각함	· 내행성이어서 새벽이나 초저녁에 관측할 수 있다는 공간적 이해가 없음

연구자: 금성은 행성들 중에서 가장 밝게 보이는데 이유가 뭐라고 생각하니?

학 생: 지구와 제일 가까워서요.

연구자: 금성은 어떻게 움직이고 있을까?

학 생: 그냥 혼자서 빙글빙글 돌고 있을 것 같아요.

연구자: 그럼 금성은 달처럼 위상이 변할까?

학 생: 네, 위상변화가 생길 것 같아요.

연구자: 그럼 금성의 모양은 왜 바뀔까?

학 생: 지구가 자전해서요.

연구자: 관찰되는 위상은 금성의 위치에 따라 크기가 항상 같을까? 변할까?

학 생: (자신 없이) 지구와 가까우니까 똑같은 것 같은데요.

연구자: 그럼 금성은 달처럼 밤새 관찰할 수 있니?

학 생: 네, 관찰할 수 있을 것 같은데요.

연구자: 어떻게 관찰될까?

학 생: 태양과 반대로 서쪽 하늘에서 점점 동쪽 하늘로 움직여요.

계 등을 종합하여 천동설의 개념을 갖게 된 것이다. 금성의 크기를 묻는 질문에서는 모두 지구와 비슷한 크기거나 작다고 대답했지만, 금성과 지구가 쌍둥이 별이라고 생각하는 등 구체적인 개념이 정립되어 있지 않음을 알 수 있었다.

3. 금성의 위상변화에 대한 개념 변화

금성의 위상변화 모형을 활용한 인지갈등 수업모형을 적용하여 2주간 수업을 실시한 후에 사후검사를 하였다. 그 결과를 사전검사와 비교하였다(표 3).

표 3 금성의 위상 변화에 대한 개념 검사 결과

구분	비교	N	M (만점: 12점)	t	p
개념수준	사전검사	12	5.75	8.848	0.000
	사후검사		8.50		

금성의 위상변화에 대한 사전검사 개념수준 5.75점(47.92%)에서 사후검사 개념수준 8.50점(70.83%)으로 유의미하게($p < .05$) 향상되었다. 금성의 위상변화 관찰 모형을 활용한 수업이 금성의 위상에 대한 개념 변화에 매우 효과적이었음을 보여 준다. 즉, 금성의 위상변화 모형 활용 수업이 학생들이 기존 개념에 대해 반성적 사고를 갖게 해 주었고, 금성의 위상변화에 대해 보다 과학적인 접근과 이해를 가져다 준 것으로 판단된다.

문항별 개념 변화에서도 태양계에 대한 개념 수준을 알아보는 모든 문항에서 학습 효과가 있었다(표 4). 특히 금성의 시운동(3번), 금성의 위상변화(6번) 문항은 $p < .05$ 에서 유의미한 교수 학습 효과가 있었

면담 학생들은 태양계의 구조에 대하여 비교적 잘 알고 있었다. 금성의 위상이 변하는 이유에 대해서는 인지수준이 상인 학생(A, B)은 금성의 공전 때문이라고 정확히 설명하였으나, 인지수준이 중인 학생(C, D)과 하인 학생(E)은 지구의 자전 때문이라거나, 달의 공전과 같은 개념으로 설명하여 천동설의 개념을 가지고 있음을 알 수 있었다. 정남식(1996)은 고등학생들을 대상으로 달의 위상변화 원인 분석 결과 중학교 학습 내용의 이해가 부족했다고 보고하고 있다. 마찬가지로 중학생의 금성의 위상변화에 대한 오개념 원인도 초등학교에서 적절한 학습이 없었고 실습의 기회도 없었기 때문에 책이나 방송, 자신들이 경험한 세

다. 이 문항들의 개념은 단순히 그림이나 사진으로 이해될 수 있는 평면적 개념이 아니기 때문에 모형의 활용이 큰 효과가 있었음을 알 수 있다. 태양계의 구성(1번)과 행성의 공전(2번)의 경우는 이미 책이나 인터넷 같은 매체를 통해서 학습이 되어 있는 개념이라 질문 답과 이유답 모두에서 사전검사 결과 높은 정답률을 보여주어 유의미한 향상은 없었다. 금성의 시운동(3번)은 사후검사에서도 매우 높은 정답률(0.83)을 보였는데, 이는 금성의 위상변화 모형을 활용한 교수-학습이 금성의 시운동 학습에 매우 효과적이었음을 보여 준다. 화성의 시운동(4번)과 행성의 시운동(5번)에 대한 개념은 금성의 시운동에 비해서 상대적으로 낮은 향상을 보였다. 이는 행성의 공전과 지구의 공전 및 공전주기의 차이 등 여러 가지 개념들의 통합적 해석을 요구하는 개념이어서 중학생들에게는 어려웠던 개념으로 생각되며 또 금성의 위상변화 모형이 외행성에 대해서는 크게 효과적이지 않았던 것으로 판단된다.

질문답에 대한 이유를 말하는 문항에서도 정답률이

모두 향상되었고, 3번과 6번에서 유의미한 향상($p < .05$)이 있었다. 이는 금성의 위상변화 모형이 학생들이 가지고 있는 기존개념을 과학적 개념으로 발전 시키는데 많은 도움을 준 것으로 보여 진다. 기존 개념이 수업 중에 제시되는 새로운 개념과 인지적 갈등이 있었으며, 금성의 위상변화 모형을 통한 탐구 활동을 통하여 이러한 인지적 갈등이 해소되면서 과학적 개념으로 발전된 결과로 해석된다. 하지만, 외행성의 시운동과 같은 개념의 유의미한 향상을 위해서는 천문공간에서 일어나는 현상들이 관찰 모형만으로는 이해하는데 한계가 있으므로 외행성 운동 모형이나 체험적인 활동이 가능한 멀티미디어를 활용한 동영상, 모의실험 등의 자료 제공이 필요하다.

금성의 위상변화에 대한 개념수준의 개인별 변화를 사전·사후 비교하였다(표 5). 3단계 평가 척도로서 완전히 이해했을 때 개념수준 3으로 하였고, 0은 전혀 이해하지 못하는 경우이다. 면담자가 완벽하게 이해했을 때의 총점은 30점이다.

표 4 문항별 개념 변화

문항	비교	질문문항			이유문항		
		Mean	<i>t</i>	<i>p</i>	Mean	<i>t</i>	<i>p</i>
문항1 (태양계 행성들)	사전검사 사후검사	0.92 1.00	1.000	0.339	0.83 0.92	1.000	0.339
문항2 (행성의 공전)	사전검사 사후검사	0.83 0.92	1.000	0.339	0.83 0.92	1.000	0.339
문항3 (금성의 시운동)	사전검사 사후검사	0.33 0.83	2.569	0.026	0.20 0.67	3.188	0.009
문항4 (화성의 시운동)	사전검사 사후검사	0.42 0.67	1.915	0.082	0.25 0.50	1.915	0.082
문항5 (행성의 시운동)	사전검사 사후검사	0.42 0.58	1.483	0.166	0.25 0.33	1.000	0.339
문항6 (금성의 위상변화)	사전검사 사후검사	0.33 0.67	2.345	0.039	0.13 0.50	2.691	0.021

표 5 개념 수준의 변화

면담 대상자	사전 개념수준 점수	사후 개념수준 점수	<i>t</i> 검증
김연○	15	17	
전성○	3	5	
정정○	9	13	
김소○	8	13	
이예○	11	15	
평균	9.20(SD=4.38)	12.60(SD=4.56)	$t=5.667, p=0.05$

연구 대상자의 사전면담 개념수준 9.20점(30.67%)에서 사후면담 개념수준 12.60점(42.00%)으로 유의미한 향상이 있었다($p < .05$). 개념수준 질문지 분석에 의한 연구와 마찬가지로 금성의 위상변화 관찰 모형을 활용한 수업이 금성의 위상변화에 대한 개념 변화에 효과적이었다고 판단된다. 면담자들은 금성의 위상변화와 관련한 질문에 대해 수업 전에는 부정확하거나 혼돈된 개념으로 설명하였으나, 수업 이후에는 금성의 위상변화와 관련된 개념에 대해 보다 정확하게 설명할 수 있었다. 다음은 사전 면담이 이루어졌던 학생(D)의 사후면담 예시이다.

(사후면담)

연구자: 금성의 위상변화와 시각에 대해 설명해 줄래?

학 생: 금성이 지구 가까이 있을 때는 크게 보이고 멀리 있을 때는 작게 보여요.

금성은 새벽이나 초저녁에 관찰된다고 배웠는데 솔직히 이유는 아직도 잘 모르겠어요.

연구자: 금성은 지구와 공전시간이 어떻게 다를까?

학 생: 지구보다는 태양에 가깝게 있으니깐 공전 시간이 더 빠를 것 같아요.

연구자: 보름달 모양의 금성을 관찰할 수 있을까?

학 생: 아니요, 태양에 가려서 안 보일 것 같아요.

연구자: 금성의 위상이 달과 비교했을 때 어떻게 변했니?

학 생: 달처럼 위상변화를 했어요. 크기가 달라진다는 것이 달과 달랐어요.

학생들은 태양계 구조를 잘 알고 있는 편이었으나 천체의 운동으로 나타나는 공간적 현상에 대해서는 답을 하지 못했다. 이는 태양계에 대한 구조화된 개념이 형성되었다기보다는 단순 암기에 그쳤기 때문으로 보인다. 암기된 정보는 지동설 개념이지만, 학생의 이해는 금성을 달과 같은 개념인 천동설로 생각한다. 금성이 밝게 보이는 이유도 태양 빛이나 금성의 크기와 관련하여 설명하지 못하고, 지구와의 거리로만 설명하려고 하였다. 금성의 위상변화 모형을 활용한 수업 후에 학생들은 금성이 내행성으로서 나타나는 위상변화에 대해 이해를 하고 금성의 크기 변화에 대한 개념도 형성되었으나, 금성의 관측 시간(초저녁, 새벽녘)에 대해서는 한 학생만이 명확한 개념으로 설명하였다. 이것은 학생들이 3차원적이고 광범위한 천문계를

이해하는 인지 수준이 아직 낮기 때문이다. 보름달 모양의 금성은 태양에 가려서 안 보일 것이라는 또 다른 오개념을 가지게 되었는데 이는 3차원 공간에서 일어나는 현상을 지나치게 평면적으로 나타내거나 규모를 축소시킨 모형을 이용한 수업이 오히려 다른 오개념을 유발할 수도 있음을 보여준다.

V. 결론 및 제언

자연현상을 다루는 과학은 학습자가 직접 관찰하고 분석하기 어려우며 실험과 재현이 불가능해서 모형이나 모델을 활용한 교수-학습이 더욱 필요한 교과목이다. 본 연구에서는 중학생들이 갖고 있는 금성에 대한 배경지식과 선개념을 분석하고, 금성의 위상변화 모형을 개발하여 교수-학습 한 후, 학습자의 개념 변화를 연구하였다. 금성의 위상변화에 대한 선개념 분석 결과, 중학생들은 ‘금성이 가장 밝게 보이는 이유는 지구와 가까워서이다’, ‘금성은 매일 관측할 수 있다.’, ‘금성은 해와 반대 방향으로 뜨고 질 것이다.’ 등의 공간적 사고를 요하는 개념에 대하여 많은 오개념을 가지고 있었다. 또한 금성의 위상변화를 달과 같이 지구 주변을 공전하기 때문이라고 설명하는 오개념도 갖고 있었다. 금성의 위상변화 모형을 활용한 교수-학습 결과, 사전검사 5.75에서 사후검사 8.50으로 유의미한 향상($p < .05$)이 있었다. 더 자세한 오개념을 알아보기 위한 면담조사에서도 사전면담의 개념수준이 9.20에서 사후면담 후 12.60으로 유의미한 향상($p < .05$)이 있었다. 따라서 금성의 위상변화 모형을 활용한 수업이 금성의 위상변화와 관련된 오개념을 과학적 개념으로 향상시키는데 매우 효과적이었다. 중학생들이 갖고 있는 금성의 위상변화에 대한 오개념이 모형을 활용한 수업처치 후 개선되었는데, 이는 과학모형을 활용한 수업이 학생들의 이해도를 높이고 이전에 가지고 있었던 오개념에 대한 반성적 사고를 할 기회를 갖게 되었기 때문이다. 따라서 중학교 천문학 수업에서 금성의 위상변화 모형의 활용은 개념 변화 학습에서 매우 좋은 학습 방법임을 알 수 있다.

본 연구는 비교적 짧은 기간과 소수의 연구 대상으로부터 얻어진 결과로서 일반화하기에는 제한이 따르지만, 본 연구에서 개발한 금성의 위상변화 모형을 개선하고 활용한다면 중학교 천문단원 학습에서 매우 효과적일 것이다. 또한 외행성의 운동 모형과 다양한

천문 관찰 실험 기구들을 더 개발하여 학생들이 실제로 조작하면서 이해할 수 있도록 한다면 실험 수업이 어려운 천문학 단원에서 더욱 효과적인 교수-학습이 이루어질 수 있음을 제안한다.

참고 문헌

- 강훈식, 김유정, 노태희 (2007). 제7차 중학교 1학년 과학 교과서의 물질 단원에서 외적 표상들의 활용 실태 분석. 한국과학교육학회지, 27(3), 290-300.
- 김대식, 박인근, 성은모, 국동식, 김익균, 손영철, 노승호, 김학기 (1993). 전통적 수업에 의한 중학교 학생들의 과학개념의 변화. 한국교육학회지, 13(1), 100-120.
- 김희정, 최성연, 황운진, 이재은, 김성원, 이미경 (2006). 과학적 소양에 근거한 제 7차 중학교 과학 교과서의 분석. 한국과학교육학회지, 26(4), 601-609.
- 김희수 (1993). 고등학교 학생들의 논리적 사고수준과 과학탐구능력의 분석. 한국지구과학회지, 14(4), 424-431.
- 곽영순 (2003). 질적 연구로서 과학 수업비평. 서울: 교육과학사.
- 권재술 (1989). 과학 개념의 인지적 모형. 한국물리학회지, 물리 교육, 7(1), 1-9.
- 박기용, 박은영, 정은식 (2009). 소외된 과학영재들의 사고력 향상을 위한 수업모형 설계. 과학교육연구지, 33(2), 321-335.
- 심기창, 김희수, 정정인 (2004) 인지갈등 수업모형을 적용한 중학생의 달의 운동 개념 변화. 한국지구과학회지, 24(6), 27-33.
- 오필석 (2007). 중등학교 지구과학 수업에서 과학적 모델의 활용 양상 분석. 한국과학교육학회지, 27(7), 645-662.
- 오필석, 전원선, 유정문 (2007). 10학년 과학 교과서 지구과학 분야에 등장하는 과학적 모델 분석. 한국지구과학회지, 28(4), 393-404.
- 이미애, 최승언 (2008). 중·고등학생이 이해하는 달의 위상 변화 모델 분석을 통한 보완 모델 제안. 한국지구과학회지, 29(1), 60-77.
- 이조옥 (1994). 달의 위상 변화에 대한 오개념 연구. 이화여자대학교 석사학위논문.
- 정남식 (1996). 소집단 역할놀이와 토의를 통한 고등학생들의 지구와 달의 운동 개념 변화. 한국교원대학교 박사학위논문.
- 정병석 (1992). SPACE 수업전략이 국민 학생들의 빛 개념에 미치는 효과. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 정진우 (1991). 중학교 학생들의 지구과학 개념에 대한 오개념의 형성 원인. 한국지구과학회지, 12(4), 304-322.
- 조희영 (1984). 선입관의 철학적 배경 및 오인과 과학 학습과의 관계. 과학교육학회지, 4(1), 34-43.
- 최진희, 김희수, 정정인 (2005). 과학사 자료를 활용한 중학생들의 천동설에서 지동설로의 개념 변화. 한국지구과학회지, 26(6), 489-500.
- 홍순경 (1990). 밀도의 개념변화에 미치는 순환학습의 효과. 한국교원대학교 석사학위논문.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. and Hanesian, H. (1978). Educational psychology. New York: Holt, Reinehart and Winston Ind.
- Baker, V. R. (1999). Geosemiosis. GSA Bulletin, 5.
- Driver, R., Guesne E. and Tiberghien A. (1985). Children's Ideas in Science. NY: Open University Press.
- Engelhardt, W. V. and Zimmermann, J. (1982). Theory of earth science (translated by L. Fischer), Cambridge: Cambridge University Press.
- Fraser, B. J. (1981). Test of science related attitude: Handbook. Australian Council for Educational Research, Macquarie University, 1-11.
- Giere, R. N. (1988). Explaining science. A cognitive approach. Chicago: University of Chicago Press.
- Gilbert, S. W. and Ireton, S. W. (2003). Understanding Models in Earth and Space Science. Arlington: NATA Press.
- Hashweh, M. J. (1986). Toward on explanation of conceptual change. European of Science Education, 8(3), 229-249.
- Lythcott, L., and Duschl, R. A. (1990). Qualitative research: from methods to conclusions. Science Education, 74(4),

- 445-460.
- Mayer, R. E. (1989). Models for understanding. *Review of Educational Research*, 59(1), 43-64.
- 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.
- Roadrangka, V., Teany, R. H., Padilla, M. J. (1983). The Construction and Validation of a Group Assessment of Logical Thinking (paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, Texas, April, 1983).
- Rotbain, Y., Marbach, G., and Stavy, R. (2006). Effect of bead and illustrations models on high school students' achievement in molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(5), 500-529.
- Schwarz, C. V. and Gwekwerere, Y. N. (2007). Using a guided inquiry and modeling instructional framework(EIMA) to support preservice K-8 science teaching. *Science Education*, 91, 158-186.
- Stahly, L.L., Krockover, G. H., and Shepardson, D. P. (1999). Third Grade Students' Ideas about the Lunar Phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 159-177.
- Trundle, K. C., Atwood, R. K., and Christopher, J. E. (2007). A Longitudinal Study of Conceptual Change: Preservice Elementary Teachers' Conceptions of Moon Phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 303-326.

국문 요약

본 연구는 금성의 위상변화 모형 장치를 개발하여 수업에 적용, 금성의 위상변화에 관련된 학생들의 천동설에 대한 개념변화를 알아보았다. 중학교 3학년생을 대상으로 금성의 위상변화 개념수준의 변화를 알아보기 위하여 '태양계' 단원의 개념 검사지와 면담 평가지를 개발하여 사전·사후 검사를 통해 검증하였다. 학생들의 천문학적 선개념은 천동설과 관련된 개념이 많았고, 특히 태양계 운동에 대한 과학적인 이해가 부족하였다. 금성의 위상변화 모형을 활용한 수업 후에는 학생들의 개념 수준이 유의미한 수준($p < .05$)으로 향상되어 본 연구에서 개발한 모형을 활용한 교수-학습이 천동설에서 지동설로의 개념 변화에 효과적임을 보여준다.

주요어 : 금성 위상변화, 모형, 천동설, 지동설, 개념 변화