

소집단 역할놀이와 토의를 통한 고등학생들의 천문개념 이해

정남식 · 우종옥 · 정진우
(한국교원대학교)

(1995년 9월 25일 받음)

I. 서론

국민학교 5학년과 중학교 3학년에서 지구와 달의 운동에 관한 내용을 이미 학습하였음에도 불구하고 대부분의 고등학교 입학생들은 논리사고력에 관계없이 이러한 개념을 모르거나 잘못 알고 있다. 그러므로 초·중·고의 연계적 학습이 어려워질 수 있다.

과학교육 목표의 하나는 학생들이 과학 개념을 올바르게 이해하도록 돕는 것이다. 그러므로 추상적이고 직접 관측하여 확인하기 어려운 천문개념의 유의미 학습을 위한 수업 전략의 필요성이 대두된다.

1950년대 이후 등장한 인지 심리학자들의 구성주의 학습관에 따르면, 교사가 학생들에게 학습 내용을 제시할 때 학생들은 매우 능동적이며, 각자의 일상적 경험을 통하여 이미 형성된 先概念(preconception)을 바탕으로 지식을 구성해 가므로 학습이란 학생이 이미 가지고 있는 지식을 바꾸거나 수정해 가는 과정이다. 학생들의 선개념 중 당대의 과학적 지식과는 다른 개념을 오개념이라 하며, 이러한 오개념은 전통적인 수업을 통하여 쉽게 해소되지 않는다. 학생들이 어려워하는 학습 내용의 대부분은 오개념과 관련되므로, 교사는 수업 전에 학생들의 학습할 내용에 대한 선개념 특성을 살펴 볼 필요가 있다.

학생들이 과학 개념을 올바르게 이해하도록 돕는 행위는 과학 교사의 중요한 과제이며, 이를 위해서는 학생이 어떻게 자연 현상을 인식하고, 새로운 개념을 어떻게 형성해 가는지를 알아야 한다. 학생들의 오개념이나 불완전한 선개념을 변화시키기 위한 Posner 등(1982)의 개념변화 이론은 뿌리깊고 폭넓은 과학 오개념을 극복하기 위한 교수 전략을 제시한다.

국내에서 오개념의 기원과 유형에 관한 연구 논문은 많지만 개념변화에 관한 연구는 아직 미미한 편이다. 더구나

지구과학 특히 천문분야에서 개념변화에 관한 연구는 매우 부족하다.

본 연구에서는 여러가지 천문개념(지구와 달의 운동을 중심으로)에 관한 고등학생들의 선개념 특성을 조사하고, Posner 등(1982)의 개념변화 이론에 근거한 수업전략을 바탕으로 활동(실습 및 수업)을 실시하여 활동후 학생들의 개념변화가 어떻게 나타나는가를 알아보고자 한다.

주요 연구 문제는 다음과 같다.

- 1) 학생들의 선개념 특성은 어떠한가?
- 2) 활동중 학생들의 개념변화는 나타나는가?
- 3) 활동후 학생들의 개념변화는 나타나는가?
- 4) 논리사고력에 따라 개념변화의 차이를 보이는가?
- 5) 논리사고력, 공간지각 능력 및 성취도는 유의미한 상관관계가 있는가?

II. 이론적 배경

많은 중등학생들에게 대부분의 천문개념은 어려운 것으로 인식되고 있다. 대부분 형식적 사고를 요구하는 추상적 내용이 많기 때문이다. 제 5차 중학교 교육과정 해설(문교부, 1987)에는 공간 지각과 관련 있는 지구와 달의 운동은 학생들이 이해하기 어려운 내용이어서 지구 모형, 삼구의, 필름 등 다양한 학습 자료를 사용하여 학생의 이해를 돕도록 하고있다. 또한 관찰 및 실험 활동은 가급적 소집단 학습을 하도록 권장하고 있다. 최근의 탐구학습에서는 실험, 실습 및 토의 활동이 강조되는 만큼 역할놀이와 토의는 지구와 달의 운동에 관련되는 개념을 이해하는데 매우 유용하다. 특히 천체의 운동은 매우 복잡하고 관측이 어렵기때문에 역할놀이는 학생들에게 구체적인 경험을 제공해주므로써 유의미한 학습 효과를 증진시키는 실습이 될 수 있다. 학생들은 환경과의 상호작용을 통해서 과학적 지식과는

다른 다양한 개념들을 갖고 수업에 임하며, 그러한 오개념은 수업 후에도 쉽게 변하지 않는다. 개념변화를 통한 유의미 과학학습이란 현재의 개념들을 재정렬, 재조직 및 대처시켜 새 개념으로 조절하는 과정을 말한다. Posner 등(1982)은 유의미 학습을 위하여 가장 강한 형태의 개념변화인 '조절(accommodation)'을 촉진하도록 설계된 수업전략을 제안했고, 그런 전략은 폭넓고 뿌리깊은 과학 오개념을 극복하는데 중요하다고 보았다. 그들이 개발한 개념변화 모델은 '조절'이 일어나기 위해서는 다음과 같은 4가지 조건이 필수적이라고 하였다(Targan, 1988; Smith 등, 1993; Roth, 1985).

1. 학생은 자신이 갖고 있는 현재의 개념들에 대해 불만족을 느껴야한다. 학생은 먼저 자신의 개념을 인식하고, 그 개념과 과학적 공동체가 공유하는 개념(들)사이 불일치가 있음을 알아야 한다. 이러한 불만족은 어떤 특수 사실(관찰적 또는 이론적)이 자신의 현재개념과 다름을 보여주거나, 친숙하면서 '모순' 되는 사건을 설명하도록 하거나, 대안적 개념을 토론시키므로써 제기될 수 있다.

2. 새 개념은 최소한 이해가능해야 한다. 학생은 새 개념이 무엇을 뜻하는지 알고, 그 개념을 설명할 수 있어야 한다. 이것은 그 개념이 참이라고 믿어야만 한다는 것을 의미하지는 않는다. 학생이 새 개념에 내재하는 가능성을 충분히 탐색하기 위해서는 새 개념에 의한 경험의 구조화를 이해해야 한다.

3. 새 개념은 처음에 그럴듯하게 보여야 한다. 채택된 새 개념은 최소한 기존의 문제를 해결하거나 비슷한 현상을 설명하는 힘을 갖고, 다른 지식과 경험에도 들어맞는 것처럼 보여야 한다. 학생은 새 개념이 잠정적으로 참이라고 믿을 수 있고, 현 개념과 일치함을 알아야 한다. 즉, 학생은 자신

의 현재 개념을 새 개념에 통합시킬 수 있어야 한다.

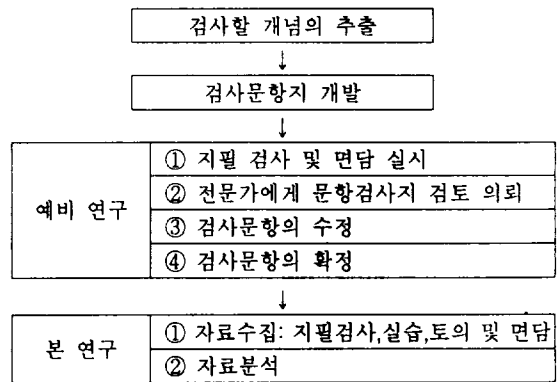
4. 새 개념은 유의한 연구 프로그램의 가능성을 제시해야 한다. 새 개념은 널리써는, 새로운 탐구분야를 펼치는, 공학적 또는 설명적 힘을 갖는 잠재력을 지녀야 한다. 이러한 유익성은 새 개념이 새로운 경험을 이해하는데, 또한 복잡하고 친숙하지 않은 현상을 설명하는데 있어서 어떻게 도움을 주는가를 보면 알 수 있다.

Posner 등(1982)의 개념변화 조건의 유발을 위한 학습환경의 조성 방안과 그에 따른 학생활동은 <표 1>과 같다.

III. 연구 방법

1. 검사 도구의 개발 및 예비 연구(pilot study)

검사도구는 R & D (Research & Development)과정을 거쳐 개발하였다. 그 절차는 대략 다음과 같다.



<표 1> 학습환경의 조성 방안과 그에 따른 학생 활동

<개념변화 조건>	<조건의 유발을 위한 학습환경의 조성 방안>	<학생활동>
1. 현 개념에 대한 불만족	1) 현재의 개념이 어떤 문제를 해결하지 못할 때 2) 관찰 사실이 현재의 개념과 다르게 나타날 때 3) 선개념들에 관한 토론과 논쟁을 통해 자신의 개념을 인식하거나 방어하지 못할 때	문제 풀이 달 관찰(약 1개월) 조별 토의
2. 새 개념의 최소 이해 가능성	1) 비유나 모형을 이용하여 다른 상황(contexts)으로부터 새로운 개념의 틀을 빌려올 때	역할 놀이 (조별 실습)
3. 새 개념의 개연성	1) 여러가지 일러스트레이션(사진, 삽화 등)을 이용하여 새 개념을 수용할 때 2) 기존의 미해결 문제를 해결할 때	조별 실습 문제 풀이
4. 새 개념의 유익성	1) 관찰 사실에 대해 설명할 때 2) 다양한 상황에서 예상할 때	달 관찰에 대한 설명 예상활동(조별실습)

검사할 개념의 선정은 현행 교육과정(5차)에 나타나는 내용(교과서 및 교사용지도서) 및 국내외 외국의 연구논문이나 교재를 근거로 하였다. 검사지는 지구과학교사 3명, 과학교육 전문가 2명에게 의뢰하여 일부 문항을 재구성하였다.

예비 연구는 1994년 3월 초 서울 강남구에 소재한 S여고 1학년 과학반 학생들을 대상으로 지필검사와 면담을 실시하여 지필검사에서 나타나는 결함을 보완하였다. 1994년 1학기 동안 달 관찰, 수업, 실습, 토의를 실시하여 진행과정에서 나타날 수 있는 문제점을 점검하였다.

2. 연구 절차 및 내용

서울시 강남구에 소재한 S여고 1학년 특활반(지구과학) 33명을 대상으로 하였다. 특활 시간은 주당 1시간(토요일 4교시)이고, 33명 중 12명(36%)이 1지망(자발적) 선택자이고 나머지 21명(64%)이 2지망(비자발적) 선택자에 해당한다. S여고에서는 특활반 배정시 일부 특활반에 많은 학생이 물리는 폐단을 막기 위해 학급에서 1차 지망을 받은 후 모든 특활반에 3~4명씩 재배치한다.

논리사고력 검사 문항(GALT; Roadranka & Padilla, 1983)은 총 12문항으로 정답수에 따라 학생들의 사고력 수준을 전형식적(preformal) 조작기(0-7; 10명)와 형식적 조작기(8-12; 23명)로 구분하였다.

공간지각능력 검사 문항(지능종합검사; 황정규, 1994)은 1995년 3월초 S여고에서 실시한 지능종합 검사 중 공간 요인의 문항으로 방향 회전 15문항, 나무 토막 셈하기 15문항으로 총 30문항이다. 공간 검사는 평면, 입체, 방향, 근원 등의 측면에서 공간적 관계를 시각화할 수 있는 능력을 측정한다.

활동전 지필검사(pretest) 문항은 단답형(또는 선택형)과 서술형이 포함된 16문항이며, 대부분 지구와 달의 운동에 관련된 지식을 요구하는 문항들로 구성되어 있다. 문항 반응에서 설명이나 그림이 애매하거나 부족한 경우, 학생들의 생각을 보다 자세히 알기 위하여 지필검사 직후 면담을 실시하고 그 내용을 녹음하였다. 지필검사후 소집단(조별) 토의를 실시하였다. 조편성은 논리사고력 점수가 같거나 유사한 학생 3~4명을 1개조로 하여 전형식적 집단이 3개조, 형식적 집단이 6개조로서 모두 9개조로 편성하였다.

수업(1)은 약 40분 정도 실시되었는데, 우선 모든 학생들에게 나침반과 달 관찰 기록지가 배부되었다. 방위를 정하는 시범 실습이 끝난 후 달 관찰 요령을 숙지시켰다. 달 관찰(학생 활동)기간은 약 1개월 정도로 같은 위상이 다시 한번 반복될 때까지 실시하도록 하였다. 관찰에 도움이 되도록 하기 위해 4월에서 6월까지의 월출 및 월몰 시각표(1995

천문력; 한경남, 1995)를 배부하였다.

역할놀이(role-playing)의 도구는 배구공을 사용하였다. 배구공의 반을 검게 칠한 것은 달이 공전 중 어떤 위치에서도 반구는 낮이고 다른 반구는 밤이 되기 때문이다. 지구의 역할자가 손을 뻗어 손에 공을 들고 회전시키면서 위상을 관찰하거나 또는 달의 역할자가 지구 역할자의 주변을 회전할 때 지구의 역할자가 위상을 관찰한다. 다른 사람은 태양의 역할을 하고, 한번 회전하는 동안의 위상 변화 관찰이 끝나면 역할을 바꾸어 실시한다. 실습 후 조별 토의를 실시하였고, 달의 위상변화에 관련된 개념조사(6문항)는 역할놀이 전후, 토의후에 각각 실시하였다.

수업(2)는 지구와 달의 운동에 관련된 예상적 지식을 이해하는데 필요한 남중고도, 지구의 자전과 공전에 따른 일주운동과 연주운동, 태양시의 내용을 약 40분간 실시하였다.

예상활동 실습을 하기 전에 지구와 달의 운동에서 예상적 지식에 관련된 개념조사(10문항)를 실시하였다. 실습은 학생들의 준비물(두꺼운 판지, 얇은 판지, 컴퍼스, 가위, 풀, 압정)을 이용하여 조별로 실습 도구를 제작한 후, 실습보고서의 순서에 따라 실습을 진행토록 하였다. 실습에서 먼저 달의 위상 사진 8장을 판지의 번호 순서대로 붙이도록 하였는데 시작하기 전에 조별로 사진을 배부하였다. 예상 활동으로는 판지의 각 번호에 해당하는 달의 뜨고, 남중하고 지는 시각을 예상하기, 달의 위상과 시각을 알고 달의 위치를 예상하기, 달에서 본 지구의 위상을 예상하기, 며칠 후 같은 시각의 달의 위치 및 위상을 예상하기 등이 있다. 실습 후 조별 토의를 실시하였다. 실습후, 토의후에 각각 동형 개념 조사를 하였다.

활동후 지필검사(posttest) 문항은 활동전 지필검사 문항과 동형이며, 검사가 끝난 직후 면담을 실시하였다.

3. 자료 분석

본 연구의 자료는 1995년 3월 초에서 7월 초까지 지필검사, 실습, 토의, 달 관찰 및 면담을 통하여 수집되었다. 각 문항에 대한 정답확신도를 5등급(매우 높다, 다소 높다, 보통이다, 다소 낮다, 매우 낮다)으로 나누어 5점에서 1점까지 점수화 하였다. 지필검사 문항의 점수는 단답형(또는 선택형)인 경우 틀리거나 무응답이면 0점, 맞으면 1점으로 처리하고, 설명형인 경우 틀리거나 무응답이면 0점, 부분적으로 옳으면 1점, 전체적으로 옳으면 2점으로 각각 처리하였다. 전체와 논리사고 수준별 집단의 정답확신도와 성취도는 통계적으로 의미 있는 차이가 나타나는지 알아보기 위하여 t-검증 분석을 하였다. 각 영역간(정답확신도, 성취도, 논리사고

수준, 공간지각능력) 상관 관계는 통계적으로 의미 있는 차이가 나타나는데에 대해 SPSS/PC' 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다.

IV. 천문개념 조사 결과 및 논의

1. 활동전 개념조사

1) 달의 위상변화

삭부터 시작되는 달 위상의 연속적 8단계를 모두 옳게 나타낸 학생은 전형식적 집단에서 40%, 형식적 집단에서 8.5%에 이른다. 위상의 이름 7개(삭은 제외)를 모두 바르게 알고 있는 학생은 어느 집단에도 없다. 상현과 망 사이(#4)와 망과 하현 사이(#6)의 위상명은 교과서나 교사용 지도서에 거의 없고 수업시간에 배우지 않기 때문이다. 일부 학생들은 상현과 하현을 바꾸어 생각하거나 반달로 표기했고, 초승이나 그믐에 대해서 잘못 알고 있다. 삭부터 시작하여 위상이 경과된 날의 수를 모두 옳게 나타낸 학생은 1명뿐이었다.

개인별 반응 분석(문항1)에서 '위상의 연속성 8단계, 위상명, 경과된 날의 수'에 대한 반응 중 보름달의 정답률(각각 71%, 63%, 67%)이 가장 높은 것은 보름달은 관찰이 쉽고, 추석 같은 명절이나 TV같은 매체 등의 영향 때문일 것으로 해석된다. 이런 현상은 대만에서도 유사하게 나타난다. Dai & Capie(1990)에 의하면, 달은 중국 문화의 중요한 일부이기 때문에 전통적인 중국 가정에서는 매달 삭과 보름이 되는 날의 하늘을 숭배한다. 또한 농부의 시장 활동이 음력을 중심으로 이루어지고, 대부분의 문화 행사가 망이 되는 날에 치러진다는 것이다.

달의 위상 8단계에 따른 변화의 원인을 그림을 통하여 바르게 설명한 학생은 어느 집단에서도 없었고, 국민학교나 중학교에서 배운 내용임에도 불구하고 무응답수는 전형식적 집단에서 40%, 형식적 집단에서 39%에 이른다. 이러한 결과로 보아 중학교에서 유의미한 학습보다는 암기식 학습이 이루어졌다고 사료된다.

다음과 같은 대안적 개념을 갖는 학생은 전형식적 집단에서 1명(10%), 형식적 집단에서 6명(26%)으로 나타났다.

- (1) 지구의 그림자가 달을 가리기 때문에 달의 위상 변화가 나타난다(2명).
- (2) 달이 태양 주위를 공전하기 때문에 달의 위상 변화가 나타난다(2명).
- (3) 지구의 자전과 공전, 달의 공전(모두 시계 방향의 운동) 때문에 달의 위상 변화가 나타난다(1명).
- (4) 지구의 공전 때문에 달의 위상 변화가 나타난다(1명).

(5) 태양의 위치가 달라짐에 따라 달의 위상이 변한다(1명). 달의 위상변화의 원인에 관한 오개념 유형의 일부는 선행 연구의 결과와 같거나 유사한 경향을 보인다. 특히 '지구의 그림자가 달을 가리기 때문에 달의 위상변화가 나타난다'는 오개념은 문화적 차이를 떠나서 여러 나라에서 공통적으로 발견된다(Sadler, 1987; Schoon, 1989; Baxter, 1989; Dai, 1991; Philips, 1991).

2) 예상적 지식

시각, 달의 위치와 위상이 상호 관련되는 예상적 지식에 관한 문제에서, 달의 위상과 위치를 알고 시각을 예상하는 문제의 선택형 정답수는 전형식적 집단에서 한 명도 없고 형식적 집단에서 9%뿐이며, 설명형 정답수는 어느 집단에서도 나타나지 않는다. 달의 위치와 시각을 알고 위상을 예상하는 문제에서 위상을 초승달로 옳게 응답한 학생은 전형식적 집단에서 50%, 형식적 집단에서 39%에 이르지만, 설명을 옳게 한 학생은 어느 집단에서도 나타나지 않는다.

달의 위상과 시각을 알고 위치를 예상하는 문제에서 달의 위치를 정답 방향으로 옳게 나타낸 학생은 전형식적 집단에서 60%, 형식적 집단에서 52%에 이르지만, 관측자의 위치와 방위, 시각을 그림으로 설명한 경우는 전무하다. 이런 문제는 한 두 개념을 몰라도 해결하기 어렵기 때문에 달의 위상, 시각, 관측자의 위치와 방위, 달의 공전 등 여러 개념을 이용하여 해결하여야 한다. 그림을 그려서 설명하도록 하였는데도 옳게 응답한 학생은 극히 적었고, 풀이 과정의 그림에서 관측자의 방위(동서)를 나타내지 못했을 뿐만 아니라 달의 위상이나 시각을 모르거나 잘못 나타내었다. 결과적으로 학생들은 예상적 지식을 요구하는 설명형 문제에 큰 어려움을 겪었다.

대만의 국민학교 5, 6년생들을 대상으로 달의 오개념을 조사한 Dai(1991)는 많은 학생들이 망일 때 달은 어디서나 빛나고 삭일 때는 어디서나 어둡다고 응답하였는데, 이것을 조감도 오개념(bird-eye view misconception)이라고 하였다. 이런 결과는 달의 운동에 관한 대부분의 내용이 추상적이고 일상적 경험과는 거리가 멀기 때문이라고 보았다. Lawson(1995)은 고차적 개념(higher-order concepts)은 복잡한 특성을 갖는데, 그런 개념의 형성은 많은 낱개의 정보를 조합하는 능력이 요구되므로 이를 위해 새로운 수업 방법이 모색될 필요가 있다고 하였다.

달의 위상(상현이 남중)을 제시하고 약 3일, 7일 후 같은 시각에 달의 위치와 위상을 예상하는 문제에서 약 3일 후 달의 위상을 바르게 응답한 학생은 전형식적 집단에서 50%, 형식적 집단에서 52%에 이르지만, 달의 위치까지 바

르게 나타낸 학생은 각 집단에서 2명씩에 불과하다. 이러한 경향은 7일 후의 경우도 유사하게 나타나며, 3일 후의 달의 위상과 위치를 모두 바르게 나타낸 학생이 7일 후에서도 모두 옳은 반응을 나타냈다.

달의 예상 위치를 관측자의 방위를 기준으로 할 때, 상현 약 3일 후 같은 시각의 달의 위치를 SSW, 약 7일 후 같은 시각의 달의 위치를 SWW로 각각 잘못 표시한 학생은 전형식적 집단에서 50%이고, 형식적 집단에서는 48%에 이르고 있는데, 이것은 달이 동에서 떠서 서로 진다는 일반적인 생각의 결과임이 사후 면담을 통하여 확인되었다.

3) 월식

월식이 일어나기 위한 태양, 달, 지구의 위치를 옮겨 나타낸 학생은 전형식적 집단에서 50%, 형식적 집단에서 61%이었다. 월식이 삭의 위치에서 또는 지구-태양-달의 순서에서 나타난다고 생각하는 학생들이 많다. 전자의 경우는 24%, 후자의 경우 15%에 이른다.

매달 월식이 나타나지 않는 이유를 '황도면과 백도면이 5도 차이난다'고 중학교에서 배운 대로 응답한 학생 9명을 대상으로 사후 면담시 그림을 통한 설명을 요구하였을 때, 형식적 집단에서 2명만이 옳게 응답하였다. 그 학생들은 한결같이 지동설의 관점이 아니라 중학교에서 배운 대로 겹보기 운동의 관점에서 황도면과 백도면을 그려서 설명을 시도 하였지만 대부분 그림을 통한 설명을 하지 못하였다. 이러한 사실은 중학교에서 유의미한 학습이 제대로 이루어지지 못한 결과로 해석할 수 있다. 오개념 유형은 다음과 같다.

- (1) 지구와 달의 자전 및 공전주기가 다르므로
- (2) 삭망월과 항성월이 2.7일 차이므로
- (3) 지구와 태양이 공전하는 주기가 달라서
- (4) 햇빛 때문에 달이 보이지 않으므로
- (5) 달과 지구의 공전주기가 같으므로 달이 2.7일 더 가야 일직선이 된다
- (6) 달의 공전궤도면이 지구의 적도면보다 20 가량 기울어져 있으므로
- (7) 지구 자전축이 23.5도 기울어져 있고, 달과 지구 모두 자전과 공전을 하므로
- (8) 달이 공전하면서 태양을 매달 조금씩 비껴나가기 때문에
- (9) 달이 공전하는 동안 지구가 자전하므로

2. 역할놀이, 예상활동 및 토의 중 개념조사
 - 1) 달의 위상변화

(1) 개념조사 단계별(1, 2, 3차) 성취도 비교

<표 2>와 <그림 1>에서 1차는 역할놀이 전, 2차는 역할놀이 후, 3차는 토의 후에 각각 실시된 개념조사를 의미한다.

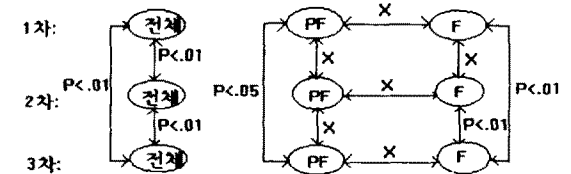
a. 전체 및 두 집단 모두 개념조사 단계에 따른 평균은 향상되었다<표 2>.

<표 2> 개념조사 단계에 따른 전체 및 집단별 성취도 평균(%)

집 단	1차	2차	3차
전 체(N=33)	3.06(51)	3.73(62)	4.45(74)
전형식적(N=10)	2.80(47)	3.80(63)	4.50(75)
형식적(N=23)	3.17(53)	3.70(62)	4.43(74)

b. 개념조사 단계간 성취도 비교에서 집단 전체의 경우는 통계적으로 의미있는 차이($p < .01$)를 보였지만, 논리사고 집단별로는 1차와 3차의 비교에서만 모두 의미있는 차이를 보이며, 형식적 집단의 경우 2차와 3차의 비교에서도 의미있는 차이($p < .01$)를 나타냈다<그림 1>.

c. 개념조사 단계별 논리사고 집단간 성취도 차이는 통계적으로 의미가 없다 <그림 1>.



(PF-전형식적 집단, F-형식적 집단, X= $p > .05$)

<그림 1> 개념조사 단계별 성취도의 통계적 유의도 비교

(2) 조별 실습 결과

역할 놀이를 통한 달의 위상 8단계 그리기는 모든 조에서 옳게 응답하여 역할놀이 실습이 잘 진행되었다고 할 수 있다. 모든 조에서 역할놀이의 장점으로 달 위상변화를 이해하기 쉽다고 한 반면, 4개조에서는 단점으로 부정확성을 지적하였다.

(3) 조별 토의 결과

토의 과정에서 나타난 오개념 유형은 다음과 같다.

a. 전형식적 집단(1, 2, 3조)

- 문항 1: 지구 자전 때문에 달의 위상 변화가 나타난다.(1, 3조)
- 지구와 달의 자전 때문에 달의 위상 변화가 나타난다.(2조)

문항 2: 지구에서 달을 내려다보면 A(망) 위상은 11~12일 달, B(삭)는 초승달이 된다.(2조)

A(망)에서 달이 다 가려지는 것은 지구의 그림자에 가려 빛을 받지 못하기 때문이다.(3조)

문항 4: 달의 위상은 다른 밝은 부분이 있기 때문에 지구에서 보는 달의 면적이 매일 달라진다.(1조)

지구의 자전과 공전, 달의 공전 때문에 지구에서 보는 달의 면적이 매일 달라진다.(2조)

문항 5: 황도면과 백도면이 동일 평면이건 아니건 가끔 월식이 일어난다.(3조)

황도면과 백도면이 태양-지구-달의 순서로 항상 동일 평면상이면 한 달에 한번씩 삭이 된다.(3조)

문항 6: 지구가 동에서 서로 공전하므로 달의 위상이 삭-상현-보름-하현의 순으로 변한다.(2조)

b. 형식적 집단 (4~9조)

문항1: 지구 자전 때문에 햇빛 받는 면적이 달라져서 달의 위상 변화가 나타난다.(5조)

달의 자전이 없으면 달 위상이 항상 같아진다.(6조)

문항2: 지구가 A(망)를 가려서 달이 안보임.(4, 5조)

문항3: 달이 C(상현) 위치에 있을 때 햇빛은 지구와 무관하게 달쪽으로만 나란하게 입사된다.(5조)

문항4: 지구의 자전 주기와 달의 자전주기가 같으므로 지구에서 보는 달의 면적이 매일 같다.(8조)

문항5: 황도면과 백도면이 태양-지구-달의 순서로 동일 평면이면 매달 한 번씩 삭이 된다.(5, 6조)

황도면과 백도면이 태양-지구-달의 순서로 항상 동일 평면상이면 달의 공전과 지구의 자전에 의해 월식이 일어난다.(7조)

문항6: 달의 공전 방향이 바뀌면 삭과 망의 위치가 바뀐다.(5조)

(4) 개념조사 단계에 따른 조별 정답률 분포

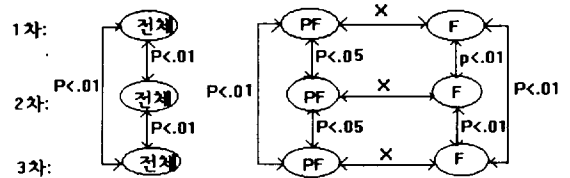
개념조사 단계에 따른 조별 정답률 분포<표 3>에서 대부분의 조는 개념조사 단계가 진행됨에 따라 점차 정답률이 높아졌다. 3조는 3차에서 정답률이 감소하였다. 8조와 9조는 1차와 2차의 정답률 차이가 없고, 5조는 2차에서 약간 감소하였다. 3차에서는 모든 조의 정답률이 향상되었다.

<표 3> 개념조사 단계에 따른 조별 정답률 분포(%)

조	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1차	57	28	56	67	33	25	38	79	83
2차	67	39	83	79	25	54	54	79	83
3차	100	50	67	86	42	63	58	100	94

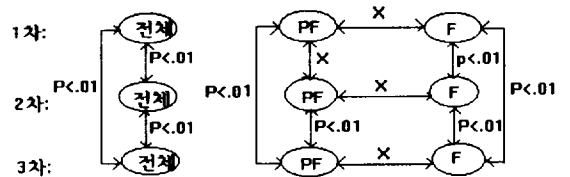
2) 지구와 달, 행성의 운동에서 예상적 지식과 관련된 개념 조사

(1) 개념조사 단계(1차, 2차, 3차)에 따른 성취도 비교 <그림 2>와 <그림 3>에서 1차는 예상활동 전, 2차는 예상활동 후, 3차는 토의 후에 각각 실시한 개념조사를 말한다.



(PF-전형식적 집단, F-형식적 집단, X=p>.05)

<그림 2> 개념조사 단계별 성취도(단답형)의 통계적 유의도 비교



(PF-전형식적 집단, F-형식적 집단, X=p>.05)

<그림 3> 개념조사 단계별 성취도(설명형)의 통계적 유의도 비교

a. 전체 및 두 집단 모두 단계가 진행될수록 평균은 향상되었다<표 4>.

<표 4> 개념조사 단계에 따른 전체 및 집단별 성취도 평균(%)

집 단	단 답 형			설 명 형		
	1차	2차	3차	1차	2차	3차
전 체(N=33)	3.03(30)	4.36(44)	5.73(57)	1.67(9)	3.03(16)	6.21(33)
전형식적(N=10)	3.10(31)	4.60(46)	5.90(59)	1.70(9)	2.80(15)	5.90(31)
형 식 적(N=23)	3.00(30)	4.26(43)	5.65(57)	1.65(9)	3.13(17)	6.35(34)

1차의 단답형과 설명형 평균은 전형식적 집단이 형식적 집단보다 미세한 차이로 약간 높다. 그러나 2, 3차에서 단답형 평균은 전형식적 집단이 높고, 설명형 평균은 형식적 집단이 높게 나타났다.

b. <그림 2>와 <그림 3>의 단계간 성취도 비교에서 단답형의 경우 전체와 논리사고 수준별 두 집단 모두 통계적으로 의미 있는 차이($p<.05$, $p<.01$)가 나타난다. 설명형의 경우 집단별로는 전형식 집단의 1차와 2차의 성취도 비교에서 통계적 의미가 없을 뿐 나머지의 경우는 모두 의미있는 차이($p<.01$)가 있다.

c. 논리사고 수준별 두 집단간 성취도 차이는 모든 단계에서 단답형이나 설명형이나 통계적으로 의미가 없다<그림 2, 3>.

(2) 조별 실습 결과

달 위상의 연속적인 8단계에 따른 위상 사진을 배열하는 활동에서 3개조가 한 두개씩 틀렸을 뿐 모두 옳게 배열하였다. 달 위상의 8단계에 따른 태양이 뜨고 남중하고 지는 시각을 예상하는 활동에서는 2조와 6조만 모두 틀렸는데, 그것은 관측자의 위치에 따른 시각을 잘못 알고 있었기 때문으로 해석된다.

모든 조가 매일 달뜨는 시각이 느려진다고 바르게 응답하였다. 그러나 그 이유에 대해서 다음과 같은 잘못된 생각을 갖고 있었다(1, 7, 8, 9조는 옳은 응답).

2조: 조수간만의 차때문에 50분씩 늦어진다.

3조: 자전축이 기울어져 있어서.

4조: 삭이 보이는 시각은 06시이고, 상현이 보이는 시각은 12시 이므로.

5조: 황도와 백도가 23.5도 차이 나므로 매일 50분씩 늦어진다.

6조: 지구의 자전 때문에.

(3) 조별 토의 결과

<표 5>는 단답형과 설명형의 문항별(총 10문항) 정답수(%)를 나타낸 것이다. 점수는 단답형의 경우 틀리면 0, 옳은

반응은 1점으로 계산하였고, 설명형은 틀리면 0, 부분적으로 옳은 반응은 1점, 옳은 반응은 2점으로 계산하였다. () 안의 수치는 9개조의 문항당 종합 점수를 의미한다. 예를 들어 문항 1에서 단답형의 경우 9개조가 모두 옳은 반응을 보였으므로 총점은 9가 된다. 단답형의 경우 대부분의 문항에서 높은 정답률을 나타내지만 문항 7과 10의 정답률이 낮은 편이다.

(4) 개념조사 단계에 따른 조별 정답률 분포

개념조사 단계에 따른 조별 정답률 분포<표 6, 7>을 보면 1조만 1차와 2차의 설명형 정답률에 변화가 없을 뿐 나머지 조는 개념조사 단계에 따른 정답률이 높아졌다. 모든 조에서 예상형의 정답률이 설명형의 정답률보다 훨씬 높음을 알 수 있다.

<표 6> 개념조사 단계에 따른 조별 정답률(단답형) 분포(%)

조	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1차	20	33	47	48	20	25	28	23	40
2차	38	43	60	53	38	43	38	35	53
3차	48	60	73	70	40	45	45	78	63

<표 7> 개념조사 단계에 따른 조별 정답률(설명형) 분포(%)

조	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1차	5	5	18	18	4	3	13	8	5
2차	5	12	30	33	7	7	21	11	23
3차	25	19	47	38	21	17	25	58	44

3) 달 관찰 결과

체계적인 달 관찰은 첫째, 한 달 주기의 연속적인 위상을 바르게 나타내야 하며 둘째, 매일 (또는 2~3일 간격) 동일 시각에 관찰하는 달의 방향과 위치의 연속적인 변화를 바르게 나타내어야 한다. 그러나 학생들의 달 관찰 기록지를 분석한 결과 체계적인 달 관찰을 수행한 학생은 한명도 없고 6명(18%)만이 부분적으로 옳게 관찰하였다.

<표 5> 단답형과 설명형의 문항별 정답수(%)

문항번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
단 답 형	9(100)	8(89)	6(67)	9(100)	9(100)	8(89)	4(44)	8(89)	9(100)	3(33)
설 명 형	17(94)	10(56)	6(33)	8(44)	12(67)	9(50)	7(39)	11(61)	12(67)	2(11)

3. 활동후 개념조사

1) 달의 위상 변화

삭부터 시작되는 달 위상의 연속적 8단계를 모두 옳게 나타낸 학생은 전형식적 집단에서는 50%, 형식적 집단에서는 78%에 이른다. 이는 활동전 검사의 전형식적 집단에서 40%, 형식적 집단에서 8.5%에 비해 정답률이 높다. 활동전 검사와는 달리 모두 틀리거나 무응답인 경우는 없다.

위상의 이름 7개(삭은 제외)를 모두 바르게 알고 있는 학생은 활동전 검사와 마찬가지로 어느 집단에도 없다. 상현과 하현을 혼동한 학생이 5명에 이르고, 삭과 망에 대한 잘못된 생각이 거의 없는 반면 그믐달과 초승달에 대한 잘못된 생각이 흔하게 나타난다. 그러나 활동전 검사와는 달리 상현이나 하현을 반달로 표기한 학생은 없다.

삭부터 시작하여 위상이 경과된 날의 수를 모두 옳게 나타낸 학생은 전형식적 집단에서는 60%, 형식적 집단에서는 57%에 이른다. 이는 활동전 검사의 전형식적 집단에서 10%, 형식적 집단에서 0%에 비해 높은 정답률을 보인다. 위상의 연속성 8단계, 위상명, 경과된 날의 수에 대한 개인별 반응 중 보름달이 정답수가 가장 많은 것은 활동전 검사의 결과와 일치한다. 그러나 위상의 연속성 8단계에서 삭과 망은 100%의 정답률을 보인다. 위상명에서 11-12일달은 3%, 18-19일달은 0%로 낮은 정답률을 보이는 것은 중학교와 본 학습과정에서 배우지 않았기 때문이다. 그 다음으로 초승과 그믐의 정답률이 각각 42%, 27%로 낮다. 전반적으로 위상명 중 18-19일달을 제외하고는 활동전 검사보다 높은 정답률을 보인다.

달의 위상 8단계에 따른 변화의 원인을 그림을 통하여 바르게 설명한 학생은 활동전 검사에서 한 명도 없었으나, 활동후 검사에서는 전형식적 집단에서 50%, 형식적 집단에서 65%에 이른다. 활동전 검사에서 무응답률은 전형식 집단에서 40%, 형식적 집단에서 39%이지만 활동후 검사에서 무응답은 없다.

2) 예상적 지식

시각, 달의 위치와 위상이 상호 관련되는 예상적 지식에 관한 문제(문항 3, 4, 5)의 설명형 성취도는 활동전 검사(1%)보다 활동후 검사(46%)에서 높은 정답률을 보인다.

이런 문제는 한 두 개념을 몰라도 해결하기 어렵기 때문에 달의 위상, 시각, 관측자의 위치와 방위, 달의 공전 등 여러 개념을 이용하여 해결하여야 한다. 풀이 과정의 그림에서 위치에 따른 시각(06와 18시, 12시와 24시가 바뀐 경우가 가장 많다)과 관측자의 방위(동서)를 많이 틀렸고, 달의 위

상이나 관측자의 위치를 잘못 알고 있었다.

또한 실습 활동을 통하여 달이 뜨고 남중하고 지는 시각을 단순히 암기한 학생은 그림을 통하여 문제를 해결하지 못하고 암기 내용을 근거로 문제를 풀려고 하였다. 활동전 검사에 비하여 활동후 검사에서 훨씬 많은 학생들이 그림을 그려서 문제를 해결하려 하였다. 문제를 해결하지 못한 학생들은 문제를 탐구하는 능력이 부족하거나 달 관찰을 제대로 수행하지 못했기 때문으로 해석된다.

달의 위상(상현이 남중)을 제시하고 약 3일과 7일 후 같은 시각 달의 위치와 위상을 예상하는 문제에서 약 3일 후 달의 위상을 바르게 응답한 학생은 활동후 전형식적 집단에서 60%, 형식적 집단에서 65%에 이르지만, 달의 위치까지 바르게 나타낸 학생은 전형식적 집단에서 20%, 형식적 집단에서 9%로 나타나, 활동전 검사에 비하여 두 집단 모두 정답률이 증가하였다. 이러한 경향은 약 7일 후의 경우도 유사하다.

상현 약 3일 후 같은 시각의 달의 위치를 SSW, 약 7일 후 같은 시각의 달의 위치를 SWW로 각각 잘못 표시한 학생은 전형식적 집단에서 40%이고, 형식적 집단에서는 30%에 이르는데, 이는 달은 동에서 떠서 서로 진다는 일반적인 생각의 결과임이 사후 면담을 통하여 확인되었다. 이는 활동전 검사의 전형식적 집단에서 50%, 형식적 집단에서 50%에 비하여 약간 감소한 것이다.

이러한 결과는 달 관측이 제대로 수행되지 못했기 때문으로 풀이된다. 달 관찰보고서의 분석 결과, 학생 6명만이 부분적으로 바른 관찰을 하였다. 이 중 학생 4명은 활동전 검사에서 며칠 간격으로 같은 시각의 달의 위치가 SSW에서 SWW로 변한다고 잘못 응답하였으나 활동후 검사에서 바르게 응답하였다. 6명 중 나머지 2명은 활동전후 모두 옳은 반응을 보였다.

이러한 결과는 체계적 달 관찰이 개념변화에 중요한 요인의 하나로 해석된다.

3) 월식

월식의 조건을 알아보는 단답형 문제 16-1에서 옳게 응답한 학생은 활동전 검사의 전형식적 집단에서 50%, 형식적 집단에서 61%에 비하여 활동후 검사에서 전형식적 집단 80%, 형식적 집단 65%로 나타났다. 설명형에서 옳은 반응(부분적으로 옳은 반응 포함)을 보인 학생수는 활동전 검사보다 활동후 검사에서 증가하였다.

활동전 검사에서 월식에 관한 오개념 유형은 매우 다양하게 나타났으며, 활동전 검사에 비하여 유형의 수나 오개념을 갖는 학생수는 약간 감소하였다.

월식이 일어나기 위해 태양-달-지구 또는 지구-태양-달의 순서대로 일직선이 되어야 한다고 생각하는 학생들이 많다. 전자의 경우는 일식이 나타나고, 후자의 경우는 있을 수 없다. 활동후 검사에서 태양-달-지구의 순서로 응답한 학생은 전형식적 집단에서 2명으로 활동전 검사의 결과와 같고, 형식적 집단에서 7명으로 활동전 검사의 5명보다 오히려 증가하였다.

이러한 결과는 선행학습이 잘 이해되지 못했고 또한 본 학습과정에서 월식과 일식에 관한 실습이 없었기 때문으로 풀이된다. 활동후 검사에서 지구-태양-달의 순서로 응답한 학생은 1명으로 활동전 검사의 5명에 비해 줄었다. 또한 많은 학생들이 일식과 월식을 혼동하고 있음을 의미한다.

월식이 매달 일어나지 못하는 이유에 대해 활동후 검사에서 19명의 학생들이 모두 교과서 내용처럼 황도와 백도가 5도 차이 나기 때문이라고 응답하였는데, 이 중 49%가 사후면담에서 그림을 통한 설명을 못하였고(활동전 검사에서는 9명 중 7명), 중학교에서 배운 기억이 나서 그렇게 썼다고 하였다. 활동후 검사에서 오히려 교과서의 내용대로 응답한 학생수가 증가하였다.

이러한 결과는 선행 학습이 암기식 중심이었음을 의미한다고 사료된다. 또한 본 학습과정에서 월식에 관한 이론 학습이나 실습이 없었기 때문으로 해석된다.

4. 활동 전후 및 논리사고 집단간 비교

1) 전체 및 집단별 정답 확신도

정답 확신도에 대한 전체, 전형식적 집단 및 형식적 집단의 활동 전후 사이의 결과 비교 <표 8>에서 모두 통계적으로 의미 있는 차이($p < .01$)를 보였다.

이러한 결과는 역할놀이나 예상활동같은 실습과 토의 활동의 유의미한 학습을 통하여 정답에 대한 확신도가 높아진 것으로 해석된다.

2) 전체 및 집단별 성취도

(1) 단답형

단답형 성취도에 대한 전체, 전형식적 집단 및 형식적 집단은 활동 전후 사이의 결과 비교 <표 9>에서 모두 통계적으로 의미 있는 차이($p < .01$)를 보였다.

이러한 결과는 실습(역할놀이, 예상활동)과 토의 활동은 통하여 정답률이 높아진 것으로 해석된다.

(2) 설명형

설명형 성취도에 대한 전체, 전형식적 집단 및 형식적 집단은 활동 전후 사이의 결과 비교 <표 10>에서 모두 통계적으로 의미 있는 차이($p < .01$)를 보였다.

이러한 결과는 단답형 성취도와 마찬가지로 실습(역할놀이

<표 8> 활동 전후 전체 및 집단별 정답확신도

집 단		평균(%)	표준편차	t값	자유도	p
전 체	활동전	54.5(47)	19.6	7.29	32	.000*
	활동후	80.8(70)	16.5			
전형식적 집단	활동전	54.9(48)	17.1	10.09	9	.000*
	활동후	83.9(73)	14.2			
형식적 집단	활동전	54.3(47)	20.9	4.98	22	.000*
	활동후	79.5(69)	17.5			

* $p < .01$

<표 9> 활동 전후 전체 및 집단별 성취도

집 단		평균(%)	표준편차	t값	자유도	p
전 체	활동전	9.21(51)	3.51	5.91	32	.000*
	활동후	12.6(70)	3.31			
전형식적 집단	활동전	9.20(51)	3.74	3.64	9	.005*
	활동후	12.6(70)	3.57			
형식적 집단	활동전	9.22(51)	3.49	4.65	22	.000*
	활동후	12.7(71)	3.27			

* $p < .01$

<표 10> 활동 전후 전체 및 집단별 성취도

집 단		평균(%)	표준편차	t값	자유도	p
전 체	활동전	3.58(13)	3.21	10.52	32	.000*
	활동후	11.4(41)	5.90			
전형식적 집단	활동전	3.50(13)	2.74	5.89	9	.000*
	활동후	10.8(39)	5.83			
형식적 집단	활동전	3.61(13)	3.42	8.62	22	.000*
	활동후	11.7(42)	6.04			

*p<.01

이, 예상활동)과 토의 활동은 통하여 정답률이 높아진 것으로 해석된다.

그러나 활동 전후 단답형 성취도의 정답률은 정답 확인도의 정답률과 유사하지만 설명형 성취도의 정답률은 정답 확인도의 정답률과 차이가 크다.

3) 달의 위상 변화에 관한 학생들의 반응 분석

(1) 개념의 정의 및 분류

달의 위상변화를 설명하는 개념을 다음처럼 분류하고 학생의 반응에서 각 개념이 나타나면 점수(괄호 안의 수치)를 부여하였다.

(1)-1. 교과정의적 핵심 개념

가. 달의 공전 (1)

나. 태양에 직면하는 달의 반구는 햇빛을 받아 빛난다 (1)

다. 우리가 보는 햇빛 받는 달의 반구의 일부가 위상을 결정한다 (1)

라. 달, 지구, 태양의 상대적 위치에 따라 위상이 달라진다(1)

(1)-2. 교과 정의적 보조 개념

가. 달의 공전 위치에 따른 위상 8단계 (8)

나. 각 위상이 생기는 이유에 관한 위상8단계에 따른 설명(8)

(1)-3. 대안적 핵심 개념

가. 달의 공전을 잘못 알고 있는 경우 (1)

(예): 달은 태양 주위를 공전한다.

나. 달 위상의 대안적 생성 원인을 나타내는 경우 (1)

(예): 지구의 그림자 때문에 달의 위상이 나타난다. 삭은 달이 보이는 부분을 태양이 가리기 때문이다.

다. 달의 위상 변화에 주어지는 대안적 설명 (1)

(예): 지구의 그림자가 달을 덮는 정도에 따라 위상이 결정된다.

라. 지구, 태양, 달의 상대적 위치 변화를 잘못 알고 있는 경우 (1)

(1)-4. 대안적 보조 개념

가. 달의 공전 위치에 따른 위상을 잘못 알고 있는 경우 (8)

나. 대안적 이론에 따른 각 위상의 설명 (8)

(2) 반응 유형의 정의

가. 옳은 모델(C): 교과 정의적 핵심 개념과 보조 개념이 지배적인 경우

나. 대안적 모델(A): 대안적 핵심 개념과 보조 개념이 지배적인 경우

다. 단편적 모델(F): 교과 정의적 핵심 개념을 충족하지는 못하지만 일부 옳은 사실을 포함하는 경우. 교과 정의적 핵심 개념의 수가 대안적 핵심 개념의 수보다 많은 경우는 F1, 대안적 핵심 개념의 수가 교과 정의적 핵심 개념의 수와 같거나 많은 경우(이 학생들은 사전검사에서 모두 위상 변화의 원인을 설명하는 문제(2)에 응답하지 않았다)는 F2로 분류하였다.

라. 무응답 : 지식이 없거나 반응이 없는 경우.

(3) 활동 전후 반응 유형의 비교

<표 11>은 전체 및 집단별 학습 전후의 반응 유형을 비교한 것이다. 활동전 검사에서 교과 정의적 핵심 개념과 보조 개념을 모두 옳게 나타낸 학생은 어느 논리사고 수준별 집단에서도 없었다. 보조개념의 경우 가장 널리 분류되는 달의 위상 삭, 상현, 망, 하현의 경우만 고려해도 마찬가지이다. 그러나 사후검사에서 전형식적 집단에서 5명, 형식적 집단에서는 15명이 옳은 모델 반응을 보였다. 사전검사에서 대안적 모델을 갖는 학생이 7명이었으나 사후검사에서 2명으로 감소하였다. 2명 중 1명은 모델의 변화가 없고, 다른 1명은 단편적 모델(F2)에서 사후에 대안적 모델(A)로 바뀌었다.

<표 11> 활동 전후의 전체 및 집단별 반응 유형 비교

반응유형	전형식적 집단				형식적 집단				전체			
	활동전	%	활동후	%	활동전	%	활동후	%	활동전	%	활동후	%
C	0	0	5	50	0	0	15	65	0	0	20	61
A	1	10	0	0	6	26	2	9	7	21	2	6
F1	6	60	4	40	8	35	4	17	14	42	8	24
F2	3	30	1	10	9	39	2	9	12	37	3	9
(계)	10	100	10	100	23	100	23	100	33	100	33	100

(4) 개념변화의 유형

개념변화의 유형을 다음처럼 분류하였다.

가. 조절형(ac): 대안적 핵심 개념을 버리고 새 모델의 핵심개념을 갖게 됨으로써 위상변화의 원인이 분명하게 바뀐 경우.

나. 불안전 조절형(iac): 자신의 대안적 핵심개념은 버렸으나 새 모델의 핵심개념을 갖지 못하는 경우.

다. 동화형(as): 새 모델의 핵심개념과 일치하는 새 지식이 첨가된 경우 또는 대안적 핵심개념의 수와 교과정의적 핵심개념의 수의 증감이 없는 경우는 교과 정의적 보조개념의 수가 증가한 경우.

라. 불변형(un): 대안적 모델의 변화가 없거나 대안적 핵심개념의 수와 교과정의적 핵심개념의 수가 모두 증가하면서 보조개념수의 증감이 없는 경우.

마. 강화형(st): 모델이 퇴행적으로 바뀐 경우(예: 단편적 모델 → 대안적 모델).

(5) 개념변화의 유형별 분류 결과

<표 12>에서 조절형(ac) 개념변화를 나타낸 학생은 전형식적 집단에서 1명, 형식적 집단에서 4명이었다. 대부분이 동화형 개념변화(두 집단 모두 70%씩)를 나타내었다.

<표 12> 전체 및 집단별 개념변화 유형

개념변화 유형	전형식적 집단		형식적 집단		전체	
	인원수	%	인원수	%	인원수	%
ac	1	10	4	17	5	15
iac	0	0	1	4	1	3
as	7	70	16	70	23	70
uc	1	10	1	4	2	6
st	1	10	1	4	2	6
(계)	10	100	23	100	33	100

활동전 검사에서 대안적 모델을 나타낸 학생이 7명이었는데, 사후검사에서 5명은 조절형, 1명은 불변형, 1명은 불완전 조절형으로 나타났다.

4) 논의

활동 전후 사이의 단답형과 설명형 성취도는 전체 및 논리사고 수준별 두 집단에서 모두 통계적으로 의미있는 차이(p<0.01)를 보였지만, 활동 전후별로 각각 논리사고 두 집단 사이에는 통계적 유의도의 차이가 없고 성취도가 유사하게 나타났다. 두 집단의 활동전 평균이 유사한 것은 지구와 달의 운동 개념이 대부분 추상적이고 직접 관찰이 불가능하므로 논리사고력에 관계없이 학생들이 이해하기 어려운 내용으로 구성되었기 때문으로 해석된다.

한종하(1987)는 쉽게 관찰할 수 있고, 구체적인 행동을 예시할 수 있거나 구체적인 사례를 보여줄 수 있는 개념들, 즉 구상적 사고 유형만으로도 이해할 수 있는 개념을 '구상적 개념', 일차적 경험이나 직접적 경험으로는 접근할 수 없는 개념, 즉 형식적 사고 유형을 사용하지 않고는 이해가 어려운 개념 또는 이론 체계나 명제적 체계를 통해서만 이해되는 개념을 '형식적 개념'으로 각각 분류하고, 형식적(추상적) 개념은 '탐색 경험'이나 '구체적인 개념'을 근거로 접근하여 이해시키는 것이 가장 중요한 수업 방법이라고 하였다. 그러므로 실험이나 실습이 언제나 강조되는 근거가 된다는 것이다. 지구와 달의 운동에 관련된 예상적 지식의 대부분은 추상적 개념에 해당한다. 역할놀이나 예상활동 같은 실습을 통해 학생들의 활동후 성취도가 논리수준에 관계없이 크게 향상되었다고 해석된다.

Targan(1988)은 Piaget의 지적 발달론에서 조절과 동화는 동시에 일어나고 교차하지만 Posner 등의 개념변화 이론에서 조절이 반드시 급진적 변화가 아니므로 조절과 동화는 정도의 차이가 있을 뿐이라고 분석하고, 조절이란 기능 이상적(disfunctional) 개념을 새개념으로 대체하는 것이고 동

화는 새 개념을 현재의 인지구조에 통합시키는 것이라고 보았다. 그는 Posner 등의 주장을 지지하면서 조절(accommodation)은 새 개념(들)을 현재의 인지구조에 통합시켜 잘못된 인과적 개념 체계를 버리고 옳은 개념으로 대치함으로써 핵심 개념(core concepts)을 바꾸는 과정이고, 잘못된 개념 체계는 버리지만 완전히 옳은 핵심 개념을 형성하지 못하는 과정을 '부분 조절'이라고 정의하였다.

또한 동화(assimilation)는 현재의 핵심 개념 체계와 일치하는 새로운 정보의 습득 과정으로 안정핵(stable core)에 새 지식이 첨가되어 가는 것으로 보았다. 그러나 Kuhn의 정상과학처럼 핵심개념으로 설명할 수 없는 새로운 정보에 직면할 수 있다는 것이다.

Posner 등(1982)의 개념변화 이론에 따르면 오개념을 갖는 학생에게 Kuhn의 과학혁명과 유사한 조절을 위한 수업 전략이 필요하다. 그러나 조절과 동화는 정도의 차이가 있을 뿐이므로 그 전략은 동화적 개념변화가 요구되는 학생에게도 똑같이 필요하다.

본 연구에서 Posner 등(1982)의 개념변화 조건의 유발을 위한 학습환경의 조성 방안을 세워서 그에 따른 학생활동을 실시하였다. 활동전 검사에서 달의 위상변화에 대한 오개념을 나타낸 학생이 7명이었는데, 활동후 검사에서 5명은 조절형, 1명은 불변형, 1명은 불완전 조절형 개념변화를 보였다. 대부분이 동화형 개념변화(두 집단 모두 70%씩)를 나타내었다. 조절형과 동화형 개념변화는 권재술(1989)의 개념변화 유형에서 각각 혁명형 개념변화와 확장형 개념변화에 해당한다. 연구 대상자 33명 중 21(64%)명이 비자발적 참여자이고, 특활 평가 점수는 결석이 없는 한 최고의 점수가 부여된다는 점을 학생들이 잘 알고 있고, 대부분 체계적 달 관찰이 실패한 점 등이 개념변화의 장애 요인으로 작용하였음에도 불구하고 상기의 결과는 오개념을 갖는 학생이나 불완

전한 선개념을 갖는 학생 모두에게 Posner 등(1982)의 개념변화 전략이 유용한 것임을 뒷받침한다.

5. 논리사고력, 공간지각능력, 성취도 등의 영역간 상관 관계

1) 집단 전체(N=33)

정답 확신도, 성취도, 논리사고력 및 공간지각능력의 상관관계는 <표 13>과 같다. 활동전 정답 확신도에 대한 활동전 단답형, 설명형 성취도의 상관계수(r)는 각각 $r=.53$ ($p<.001$), $r=.63$ ($p<.001$)이고, 활동후 정답 확신도에 대한 활동후 단답형, 설명형 성취도의 상관계수는 각각 $r=.49$ ($p<.01$), $r=.58$ ($p<.001$)이므로 통계적으로 의미 있는 상관을 보인다.

활동전 단답형 및 설명형 성취도 또한 활동후 단답형 및 설명형 성취도 사이의 상관계수는 각각 $r=.81$ ($p<.001$), $r=.83$ ($p<.001$)으로 높게 나타나므로 활동전, 활동후 검사에서 단답형 점수가 높은 학생이 설명형 점수가 높다고 해석할 수 있다. 그러나 성취도, 논리사고력 및 공간지각 능력의 상관관계는 통계적 유의도의 차이가 없다.

2) 전형식적 집단(N=10)

활동전 단답형 및 설명형 성취도, 활동후 단답형 및 설명형 성취도 사이의 상관계수는 각각 $r=.85$ ($p<.001$), $r=.82$ ($p<.01$)로 나타나므로 활동전, 활동후 검사에서 단답형 점수가 높은 학생이 설명형 점수가 높다고 해석할 수 있다<표 14>. 그러나 정답확신도와 성취도의 유의미한 상관은 나타나지 않으며, 집단 전체의 결과와 마찬가지로 성취도, 논리사고력 및 공간지각능력의 상관관계는 통계적으로 의미 있는 차이가 없다.

<표 13> 집단 전체(N=33)의 영역간 상관계수

	CPR	CPO	KPR	KPO	KKPR	KKPO	G	S
사전 정답확신도 (CPR)	1.00							
사후 정답확신도 (CPO)	.34	1.00						
사전 단답형 성취도(KPR)	.53**	.31	1.00					
사후 단답형 성취도(KPO)	.28	.49*	.52**	1.00				
사전 설명형 성취도(KKPR)	.63**	.43*	.81**	.54**	1.00			
사후 설명형 성취도(KKPO)	.40	.58**	.65**	.83**	.71**	1.00		
논리사고 수준 (G)	.08	.01	.08	.13	.12	.29	1.00	
공간 지각 능력 (S)	.39	.30	.16	.37	.33	.42*	.15	1.00

*: $p<.01$, **: $p<.001$

<표 14> 전형식적 집단(N=10)의 영역간 상관계수

	CPR	CPO	KPR	KPO	KKPR	KKPO	G	S
사전 정답확신도 (CPR)	1.00							
사후 정답확신도 (CPO)	.85*	1.00						
사전 단답형 성취도(KPR)	.45	.39	1.00					
사후 단답형 성취도(KPO)	.36	.31	.67	1.00				
사전 설명형 성취도(KKPR)	.49	.51	.85**	.76*	1.00			
사후 설명형 성취도(KKPO)	.28	.41	.75*	.82*	.81*	1.00		
논리사고 수준 (G)	-.49	-.37	.04	-.17	.13	.21	1.00	
공간 지각 능력 (S)	.26	.32	.15	.34	.38	.36	.11	1.00

*: p<.01, **:p<.001

3) 형식적 집단 (N=23)

활동전 정답 확신도에 대한 활동전 단답형, 설명형 성취도 사이의 상관계수(r)는 각각 $r=.57(p<.01)$, $r=.67(p<.001)$ 이고, 활동후 정답 확신도에 대한 활동후 단답형, 설명형 성취도의 상관계수는 각각 $r=.57(p<.01)$, $r=.66(p<.001)$ 으로 통계적으로 의미 있는 상관을 보인다<표 15>.

활동전 단답형과 설명형 성취도, 활동후 단답형과 설명형 성취도 사이의 상관계수는 각각 $r=.80(p<.001)$, $r=.83(p<.001)$ 으로 높게 나타나므로 활동전, 활동후 검사에서 단답형 점수가 높은 학생이 설명형 점수가 높다고 해석할 수 있다.

그러나 성취도, 논리사고력 및 공간지각 능력의 상관관계는 통계적으로 의미있는 차이를 나타내지 않았다.

활동 전후의 성취도, 논리사고력 및 공간지각 능력의 상관관계는 전체 및 논리사고 수준별로 모두 통계적으로 의미가 없다. 다만, 공간지각 능력과 활동후 설명형 성취도 사이에 $r=.42$ 의 의미있는 상관이 있다. 여러 연구 결과는 학생들

의 인지수준 단계와 성취도 사이에 양적(positive) 상관이 나타남을 보여준다(Lawson, 1982; Trumper & Gorsky, 1993; 한종하, 1987). 즉 논리적 사고가 발달된 학생일수록 과학 성취도가 높다고 할 수 있다. Keig & Rubba(1993)에 의하면, 과학 성취도와 논리사고 능력 사이의 상관은 통계적 유의도($p<.05$)가 나타나지만, 성취도와 공간지각 능력 사이에는 통계적 유의도가 차이가 나타나지 않는다.

V. 결론

연구 문제에 따른 주요 결론은 다음과 같다.

활동전 개념조사에서 달의 공전에 따른 위상과 위상명, 위상변화의 원인, 월식의 조건과 월식이 매달 일어나지 않는 이유 등에 대한 오개념 유형은 매우 다양하게 나타나며, 특히 달의 위상변화의 원인, 예상적 지식과 월식에 관한 반응 분석 결과는 논리사고 수준에 관계없이 중학교 학습내용의 이해가 부족하였다.

<표 15> 형식적 집단(N=23)의 영역간 상관계수

	CPR	CPO	KPR	KPO	KKPR	KKPO	G	S
사전 정답확신도 (CPR)	1.00							
사후 정답확신도 (CPO)	.21	1.00						
사전 단답형 성취도(KPR)	.57*	.28	1.00					
사후 단답형 성취도(KPO)	.26	.57*	.45	1.00				
사전 설명형 성취도(KKPR)	.67**	.42	.80**	.47	1.00			
사후 설명형 성취도(KKPO)	.44	.66**	.62**	.83**	.68**	1.00		
논리사고 수준 (G)	.35	.33	.14	.33	.18	.43	1.00	
공간 지각 능력 (S)	.45	.31	.17	.39	.32	.44	.14	1.00

*: p<.01, **:p<.001

활동중 개념조사에서 전체 및 논리사고 수준별 집단은 모두 개념조사 단계별 평균이 향상되었으며, 통계적으로도 의미있는 차이가 나타났다. 이러한 결과는 소집단 실습과 토의를 통하여 유의미 학습이 이루어졌기 때문으로 해석된다.

활동후 개념조사에서 달의 위상변화의 원인과 예상적 지식에 관한 반응 분석 결과, 활동전 검사보다 활동후 검사에서 높은 정답률을 보였다.

그러나 월식은 삭의 위치에서 일어나며, 월식이 매달 일어나지 못하는 이유에 대해 교과서 내용처럼 응답한 학생수는 활동전보다 활동후에 증가하였는데, 사후 면담에서 대부분이 그림을 통한 설명을 못하고 중학교에서 배운 기억이 나서 그렇게 썼다고 응답하였다. 이러한 결과는 중학교에서 유의미한 학습이 이루어지지 못했고 또한 본 학습과정에서 월식과 일식에 관한 이론 학습이나 실습이 없었기 때문으로 생각된다.

정답확신도와 성취도에 대한 전체 및 논리사고 집단별 활동 전후간 결과 비교에서 모두 통계적으로 의미 있는 차이를 보였다. 이러한 결과는 유의미한 학습을 통하여 확신도와 정답률이 높아진 것으로 해석된다.

달의 위상변화에 관한 오개념을 갖는 학생들 대부분이 활동후 조절형 개념변화를 하였으며, 대부분이 동화형 개념변화를 나타냈다. 또한 체계적인 달 관찰을 바르게 수행한 학생들은 달의 위상과 위치를 예상하는 활동에서 개념변화가 잘 이루어졌다. 이러한 결과는 오개념을 갖는 학생이나 불완전한 선개념을 갖는 학생 모두에게 개념변화 전략이 유용한 것임을 뒷받침한다.

활동 전후별 정답확신도, 단답형 및 설명형 성취도는 전형식적 집단과

형식적 집단 사이에는 통계적으로 의미있는 차이가 없었다. 또한 활동중 개념조사 단계별 집단간 성취도 차이도 없었다. 이러한 결과, 정답 확신도와 성취도의 향상이나 개념변화가 논리사고력과 영향이 없는 것으로 사료된다.

집단 전체에서 활동전 정답확신도에 대한 활동전 단답형, 설명형 성취도 및 활동후 정답확신도에 대한 활동후 단답형, 설명형 성취도는 각각 통계적으로 의미있는 상관을 보인다.

전체 및 논리사고 집단별 모두 활동전 단답형과 설명형 성취도 또한 활동후 단답형과 설명형 성취도 사이의 각각 높은 상관도는 단답형 점수가 높은 학생일수록 설명형 점수가 높음을 의미한다. 그러나 성취도, 논리사고력 및 공간지각능력의 상관관계는 전체 또는 어떤 논리사고 집단에서도 통계적으로 의미가 없었다.

국민학교와 중학교에서 지구와 달의 운동에 관련된 내용

을 학습하였음에도 불구하고 활동전 검사에서 단답형(선택형 포함)과 설명형의 전체 평균 정답률은 각각 51%와 13%로 낮게 나타났다. 조사 결과, 학생들은 실험실 활동이나 토의 활동을 하지 않았다. 활동후 학생들의 성취도가 논리사고력에 관계없이 활동전보다 크게 향상된 것은 달의 위상변화에 관한 역할놀이나 예상적 지식의 이해를 위한 예상활동 실습 및 토의 활동이 매우 유용한 수업 전략임을 뒷받침한다. 따라서 이러한 실습이나 토의 활동은 일선 현장에서 활용 가치가 크다고 할 수 있다.

개념변화를 위한 학습환경의 조성 방안을 세워서 그에 따른 학생 활동을 실시하여 개념변화가 잘 나타났다. 개념변화 조건 중 '현 개념에 대한 불만족'은 인지 갈등이 유발되는 단계에 해당하며, 이에 관한 학생활동으로는 문제 풀이, 달 관찰 및 조별 토의가 제시되었다. 그러나 학생들이 자신의 현 개념에 대해 불만족을 느끼는 시점은 실습 과정에서 나타날 수 있다. 따라서 개념에 대해 불만족을 느끼는 시점이 정확하게 측정되어야 하고, 아울러 불만족의 정도를 측정할 도구가 개발되어야 할 것이다.

참고문헌

- 권재술(1989). 과학개념 형성의 한 인지적 모형. 한국물리학회지(물리교육), 7(1), 1-9.
- 문교부(1987). 중학교 과학과 교육과정 해설(문교부 고시 제187-7호). 대한교과서 주식회사.
- 한경남(1995). 천문력(1995년). 동양문화사 출판사.
- 한종하(1987). 과학적 사고력 신장을 위한 수업 전략. 한국교육개발원(86-1), 25-97, 180-181.
- 황정규(1994). 지능 종합 검사 실시 요강(중고등학교용), 사단법인 대한사립중고등학교장회.
- Baxter J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events, *International Journal of Science Education*, vol. 11, 502-513.
- Dai, M. F. & Capie, W. (1990). *Misconceptions about the moon by preservice and teachers in Taiwan*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching. ED 355 327.
- Dai, M. F. (1991). *Misconceptions about the moon held by fifth and sixth-graders in Taiwan and an application of teaching*. dissertation.
- Keig, P. F. & Rubba, P. A. (1993). Translation of representations of structure of matter and its relationship to

- reasoning, gender, spatial reasoning and specific prior knowledge, 30(8). 883-903.
- Lawson, A. E. (1982), Formal reasoning, achievement and intelligence: An issue of importance. *Science Education*, 66, 77-83.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching & the development of thinking*. Wadsworth Publishing Company. 302.
- Philips, W. C. (1991). Earth science misconceptions. *The Science Teachers*(February). 21-23.
- Posner G. J., Strike K. A., Hewson P. W. & Gertzog W. A.(1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, Vol. 66, 211-227.
- Roadranka V. & Padilla M. J. (1983). *The construction and validation of GALT*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, Texas.
- Roth, K. J. (1985). *Conceptual change learning and student processing of science texts*. ED 267 980.
- Sadler, P. D. (1987). Misconception in astronomy, *Secondary International Seminar Misconceptions & Educational Strategies in Science & Mathematics*, Vol. II, Cornell Univ., NY, USA. 421-425.
- Schoon, K. J. (1989). *Misconceptions in the earth science : a cross-age study*. ED 306 076(SE 050 436).
- Smith, E. L., Blakeslee, T. M., & Anderson, C. W. (1993). Teaching strategies associated with conceptual change learning in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(2), 111-126.
- Strike, K. A. & Posner, G. J. (1985). A conceptual change view of learning and understanding. In L.H.T. West & A.L. Pines, *cognitive structure and conceptual change*. Academic Press .
- Targan, D. M. (1988). *The assimilation and accommodation of concepts in astronomy*, dissertation.
- Trumper, R. & Gorsky, P. (1993). Learning about energy: The influence of alternative framework, cognition levels, and closed-mindedness, *Journal of Research in Science Teaching* 30(7). 639.

(ABSTRACT)

High School Students' Understanding of Astronomical Concepts Using the Role-playing and Discussion in Small Groups

Nam-Sik Jung · Jong-Ok Woo · Jin-Woo Jeong
(Korea National Univ. of Education)

The purpose of this study was to apply the instructional strategies for conceptual change prescribed by Posner et al(1982) to the astronomic content domain taught in the elementary and middle school and to analyze the characteristics of students' knowledge revealed in the test before, during and after the instruction. Also, it was to investigate the intercorrelation of cognitive levels, spatial ability and science achievement. The major findings of this study are as follows:

1. Students had a great variety of misconceptions related to the motion of the moon before the instruction, that is, the phases, the names of phases and the cause of changing phases by the moon's orbit about the earth, the moon's appearance and location at the given time, the relative positions of earth, moon and sun during a lunar eclipse, the cause that a full moon is not at the line of node once a month. In the analysis of students' responses concerning the cause of changing phases of the moon and a lunar eclipse, the results indicate that the great majority of students had rote learning rather than meaningful learning in the middle school.

2. Students' responses during the instruction concerning the changing phases of the moon and the predictive knowledge about the motions of the earth and the moon were analyzed. 1) According to the results of the test given before and after experiment, after discussion, achievement score of the whole of subjects and groups in both preformal and formal cognitive levels appeared to increase linearly. 2) There was no statistically significant differences of achievement scores before and after experiment, after discussion between preformal group and formal group in cognitive levels.

3. Distribution of achievement scores according to the whole of subjects and groups in preformal and formal cognitive levels shows that there was a statistically significant difference between pretest and posttest.

4. Types of conceptual changes concerning the cause of changing phases of the moon that occurred from pretest to posttest were classified as accommodation, incomplete accommodation, assimilation, no change and no model. Six of the seven students starting instruction with alternative frameworks didn't sustain those alternative models throughout instruction. Five of these six students accommodated completely and the last one partially.

Seventy-nine percentage of students taking instruction with fragmental models assimilated correct propositions at the end of the instruction. These results suggest that conceptual change model prescribed by Posner et al(1982) has promised the meaningful learning to students taking with fragmental models, especially in cases where students with misconception enter instruction.

5. High correlation between achievement score of simple-recall items and that of written items in pretest and posttest indicates that the higher students got the score in simple-recall items the better they also performed in written items. However, there was no statistically significant differences among cognitive levels, spatial ability and science achievement in the whole of subjects and groups according to the cognitive levels.