

## 계통도를 이용한 중·고등학생의 지구와 달의 운동에 관한 개념 유형 연구

우종옥 · 이항로  
(한국교원대학교)

민준규  
(강원과학고등학교)

(1995년 5월 16일 받음)

### I. 서론

전통적으로 경험주의자들은 경험이 유일한 지식의 원천이기 때문에 새로운 경험은 백지(tabula rasa) 상태에 새겨져 이미 생긴 경험을 지워 버리고 새로운 개념을 형성한다고 주장하였다(Strike, 1983). 그러므로 경험주의적 관점에 있는 교사는 학생들에게 지식을 가르쳐 주면 학생들은 그대로 배울 것이라고 생각하였다(Gilbert et al., 1982). 그러나 학생들은 수업 이전부터 자연 현상에 대해 학습과 관련된 개념인 선입관(preconception)을 형성하고 있으며(Osborne et al., 1985; Linn, 1987), 선입관은 과학 학습에서 매우 중요한 역할을 할뿐만 아니라 영향을 끼치며 과학적 개념을 습득하는데 방해가 되는 경우가 많고 전통적인 수업 방법에 의해서 쉽게 변화되지 않는 특징을 가지고 있는 것으로 연구 보고되었다(Ausubel et al., 1978; Hashweh, 1988).

학생이 과학수업을 받기 전에 가지고 있는 과학적, 비과학적 개념 모두를 선입관(preconception)이라고 한다면 해당되는 개념에 대한 수업을 받은 이후에도 과학적 개념과 다른 개념을 나타내는 경우를 오개념이라고 할 수 있다.

이러한 개념 체계를 갖고 있는 오개념에 관한 연구는 성격상 학습자가 가지고 있는 오개념을 찾아내는 연구, 오개념의 기원을 밝히는 연구, 오개념을 극복하기 위한 연구로 나눌 수 있는데(Gil-Perez et al., 1990), 종래의 과학교육이 일반론을 구체적인 사례에 적용시키는 일에 중점을 두었다면, 오개념에 관한 연구는 구체적인 사실로부터 일반적인 원리를 찾아내고자 하는 연구라고 할 수 있다. 따라서 오개념에 관한 연구는 그 결과를 일반화하는데는 제한이 있다고 하더라도 구체적인 사례에서 직접 이용하는 데에는 매우 효과적인 것으로 지적되고 있다(권재술, 1989).

학생들이 가지고 있는 오개념을 교사가 미리 알고 학습지도를 한다면 효과적인 학습 결과를 얻을 수 있으므로(Doran, 1972; Fowler et al., 1987), 학생들이 학습하기 전에 어떤 개념을 가지고 있고 학습 후에는 어떤 개념을 가지게 되는가를 알아보는 일은 대단히 중요하다(Watts, 1983; Hashweh, 1988).

그러므로 오개념 연구의 최종 목표는 학생들이 소유하고 있는 특정 과학 개념과 관련된 오개념을 찾아내고, 찾아낸 개념들을 바탕으로 학생들의 오개념을 과학자의 개념틀인 과학자 과학으로 바꾸어 주는 것으로 볼 수 있다(Gilbert et al., 1985).

박승재(1988)는 아동의 과학 개념 연구는 과학교육을 하나의 바람직한 교과교육으로 부상시키는데 중요한 역할을 할 것이 기대되는 동시에 과학교육 과정의 "내용(content)" 구성과 학습지도 방법에 크게 공헌할 것이라고 하여 과학 개념 연구의 중요성을 강조하였다.

국내외적으로 과학 분야의 개념 연구가 활발히 진행되어 왔으며 국내에서도 물리, 화학, 생물 개념을 중심으로 활발히 연구되어 왔으나 지구과학의 개념 연구는 거의 없는 실정이다. 한편 Kim(1989)은 지구과학의 개념에 대해 상당수의 오개념이 존재할 소지가 있는 이유를 첫째, 학생이 환경과 접하면서 경험을 조직하는데, 각개인의 관점을 학생 스스로 활동적으로 구성한다는 점(Linn, 1987), 둘째, 지구과학은 아동이 일찍부터 접할 수 있는 암석, 산, 시간, 공기, 물, 날씨, 별과 같은 물리적 환경을 많이 다루고 있어 학생은 어린 시절부터 이러한 환경 요소와 수없이 접하게 되기 때문에 지구과학의 개념에 대해 학생이 오개념을 소유하고 재구성할 가능성이 매우 높으며 흔히 시간과 공간에 대해서 물리적 환경의 일부만이 학생과 접하게 된다는 점이다. 셋

제. 일상적인 언어가 오개념을 만들 수도 있는데, 예를 들어, "지구와 태양의 위치, 지구의 자전"을 말하는 대신에 "해가 뜨고 어둠이 몰려간다"고 말하는 경우이다(Eaton et al., 1983). 그러므로 아동은 "태양이 지구를 돌고 있다"고 믿게 된다. 낮째, 낮선 상황에 직면하거나 직접 그 물체와 접할 수 없을 때에 오개념이 생길 수 있다. 예를 들어, 대다수는 지하수가 냇물과 같은 모습으로 만들어지고 흐른다고 믿는다(Meyer, 1987). 이렇듯 오개념이 존재할 소지가 충분하고 지구과학의 개념의 대부분이 자연 현상에 관한 내용임에도 불구하고 지구과학의 개념 연구는 소수에 그치고 있다. 본 연구와 관련된 국내 연구는 전무한 실정이며 국외 연구 또한 지역적인 연구에(Klein, 1982; Sadler, 1987; Cathy Ann, 1989; Furnness, 1989; Schoon, 1989) 그치고 있음에 비추어 볼 때 지구와 달의 운동에 관한 총체적인 개념 유형 연구가 절실히 필요하다고 본다.

지구과학 내용 중 천문 분야의 단원들은 초·중·고등학교 과학과 교육과정 모두가 각각 지구, 달, 태양, 별의 순서로 구성·전개되고 있다. 지구과학에서 천문 분야는 지구, 달의 운동에 관한 개념이 기본 개념이다. 그러므로 지구, 달의 운동에 관한 현상을 기본적으로 다루어야 하는 현실점을 고려할 때 지구와 달의 운동에 대해 학생이 가지고 있는 개념 유형을 연구해야 할 필요성이 있다.

따라서 본 연구에서는 지구과학 교과 중 천문 분야의 기본 개념인 지구와 달의 운동에 관해 중·등학생들이 가지고 있는 개념과 오개념의 유형을 밝히기 위하여 다음과 같은 연구 과제를 설정하였다.

- 1) 지구와 달의 운동에 대한 학생들의 개념은 학년에 따라 어느 정도의 과학적 개념을 가지고 있는가?
- 2) 인지수준에 따라 지구와 달의 운동에 관한 개념 발달 정도는 차이가 있는가?
- 3) 지구와 달의 운동에 대해 학생들이 가지고 있는 오개념의 유형은 어떠한가?

## II. 연구 내용 및 방법

본 연구는 지구와 달의 운동에 관한 오개념의 유형을 밝혀 보다 효율적인 과학과의 지구와 달의 운동에 관한 교수·학습 방법에 관한 사전 정보를 제공하기 위한 연구로서 본 연구에서 채택한 연구의 방법과 절차를 제시하면 다음과 같다.

### 1. 자료의 수집 및 문헌 연구

국내외의 개념에 관한 문헌, 학위 논문, 과학 잡지, ERIC, 과학 학회지 및 학술지를 중심으로 조사·수집·정리하였고, 국내외의 지구와 달의 운동에 관련된 문헌 및 교과서를 조사·수집·정리하고 전문가와의 면담을 통한 지도·조언을 병행하였다.

### 2. 본 연구 대상 개념과 과학과 교육과정과의 관련성

연구 대상이된 학생들이 지구와 달의 운동에 관해 실제로 배운 교과서를 분석한 결과를 토대로 지구와 달의 운동에 관련된 학습 내용을 과학과 교육과정과 관련시켜 제시하면 다음 <표 1>과 같다.

국민학교에서는 1학년 2학기에 하늘에는 해, 달, 별이 있음을 학습하였고, 2학년 2학기에 해와 달은 시간이 지남에 따라 그 위치가 변하며 달의 모양이 변한다는 내용을 학습하였다. 5학년 2학기에는 지구의 자전으로 인하여 밤과 낮이, 지구의 공전으로 인하여 계절 변화가 생기며 달이 지구 둘레를 공전하기 때문에 달의 모양이 변한다는 내용을 학습하였다. 6학년 2학기에는 지구의 자전축이 기울어진 상태로 자전하면서 태양 주위를 공전하므로 계절의 변화가 생긴다는 내용을 학습하였다. 중학교 3학년에서는 지구와 달의 자전과 공전을 학습하였다. 고등학교 과학I(하)에서는 천체의 위치와 좌표계, 지구의 자전과 시간, 지구의 공전과 계절을 학습하였다.

### 3. 지구와 달의 운동에 관한 평가 개념 선정

과학과 교육과정에 제시된 국민학교 5학년 및 6학년의 자연 교과서, 중학교 3학년 과학 교과서, 고등학교 과학I(하) 교과서의 분석을 통해 추출한 지구와 달의 운동에 관한 개념과 문헌 연구를 통해 얻은 지구와 달의 운동에 관한 개념의 위계를 세우고 개념도(concept map)를 작성한 후 이를 준거로 평가 대상 개념을 선정하였다.

### 4. 지구와 달의 운동에 관한 개념 평가 도구 개발

과학과 교육과정 및 선행 연구 보고된 문헌에서 추출된 지구와 달의 운동에 관한 개념을 기준으로 본 연구자가 주관식 문항을 개발한 후, 이를 근거로 하여 2단계식 선다형 문항(two-tier multiple choice item)를 포함한 선다형 객관식 문항을 개발하였으며, 평가도구의 구비 조건을 만족시키기 위하여 2회의 현장 검증을 거쳐서 수정·보완하여 최종 평가 도구로 확정하였다.

<표 1> 과학 교육 과정 중 지구와 달의 운동과 관련된 내용 체계

급별	학년	단원	교육과정
국민학교	1-2	6. 밤하늘	하늘에는 해, 달, 별이 있다.
	2-2	3. 낮과 밤 (1) 낮 (2) 밤	· 해는 시간이 지남에 따라 위치가 변한다. · 밤 하늘에는 달과 별이 있으며 달은 시간이 지남에 따라 그 위치와 모양이 변한다.
	5-2	3. 지구, 달의 운동 (1) 지구의 운동 (2) 달의 운동	· 지구의 자전 때문에 밤과 낮이 생기며, 지구의 공전 때문에 계절 변화가 생긴다. · 달의 모양이 변하는 이유는 달이 지구 둘레를 공전하기 때문이다.
	6-2	2. 계절의 변화 (2) 지구의 운동과 계절의 변화	· 지구는 자전축이 기울어진 상태로 자전하면서 태양 주위를 공전하여 계절의 변화가 생긴다.
중학교	3-2	III-1. 지구와 달 (2) 지구의 운동 (3) 달의 운동	· 지구의 자전으로 밤과 낮, 별들의 일주운동, 인공 위성 궤도의 서편 현상이, 공전으로 인하여 계절 변화, 별자리의 변화, 연주 시차가 생긴다. · 달은 자전과 공전을 하며, 달의 공전 위치에 따라 모양이 다르게 보이며 자전 주기와 공전 주기가 같기 때문에, 항상 지구에 대해 같은 면만을 향하고 있으며 지구, 달, 태양의 상대적인 위치에 따라 일식과 월식 현상이 생긴다.
고등학교	1-1	4. 지구의 운동 (2) 지구의 자전과 시간 (3) 지구의 공전과 계절	· 지구의 자전 현상으로 일주 운동이, 자전의 증거로 푸코 진자의 회전, 전향력, 인공위성 궤도의 서편 현상이 생기며, 지구의 자전 주기를 기준으로 하여 시간을 정한다. · 지구의 공전 현상으로 태양과 별자리의 계절 변화 지구의 공전 증거로 별의 시차 운동과 광행차 현상이 생긴다

5. 연구 대상의 표집

연구 대상의 표집은 강원도 K시에 소재하는 중학교 2학년 학생, 고등학교 1학년 학생, 고등학교 2학년 학생이며, 고등학교 2학년은 인문계와 자연계로 구분하였다. 구체적인 표집 내용은 <표 2>와 같다.

<표 2> 연구 대상의 표집

성별 \ 학년	중2		고1		고2		합계
	인문계	자연계	인문계	자연계	인문계	자연계	
남	129	149	71	75	146		418
여	121	150	72	74	146		423
합계	250	299	292				841

6. 평가도구의 투입

연구 대상 학생들의 논리적 사고 수준 검사를 위하여 Roadranka, Yeany & Padilla(1982)가 개발한 GALT(Group Assessment of Logical Thinking)를 유갑열(1988)이 번역하여 “논리적 사고 검사”라고 명명한 short version을, 지구와 달의 운동에 관한 개념 유형을 알아보기 위하여 본 연구자가 개발하여 현장 검증용 거쳐 완성한 평가도구를 이용하여 1991년 8월 23일부터 9월 4일 사이에 표집된 각 학교의 지구과학 교사, 과학 교사들의 감독하에 실시하였다.

7. 개념 평가지와 GALT 투입 결과 분석

표집한 연구 대상에 본 연구자가 개발한 개념 평가 도구와 인지 수준 검사지(GALT)를 투입한 결과를 통계프로그램인 SPSS/PC+를 이용하여 분석하였다. 특히 2단계식 문항은 문항 각각의 결과를 입력시킨 후 분석할 때는 SPSS/

PC+의 Crosstabulation을 이용하였다.

### III. 연구 결과 및 논의

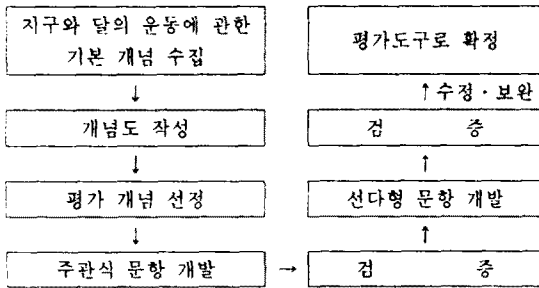
#### 1. 지구와 달의 운동에 관한 평가 개념의 선정

평가 목적에 부합하는 개념으로써 '지구의 자전', '지구의 공전', '달의 자전', '달의 공전'의 네 가지 범주를 상위 개념으로 선정했으며, 이 네 가지 범주에 해당되는 하위 개념을 추출하였다.

#### 2. 지구와 달의 운동 개념 평가도구 개발

##### 1) 개념 평가도구의 개발 절차

본 연구에 사용된 평가 도구는 Borg(1983)의 R&D 과정을 거쳐서 개발하였으며, 그 개발 절차는 다음 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 지구와 달의 운동에 관한 개념 평가도구 개발 절차

초·중·고등학교 교과서의 내용 분석과 선행 연구된 내용을 근거로 지구와 달의 운동에 관해 선정한 개념에 대한 주관식 주관식 15문항을 개발한 후 천문학자, 과학교육학자, 대학원생에게 의뢰하여 내용 타당도를 점검하도록 의뢰하였다. 이를 근거로 문항의 수정 및 보완한 후 중학교 2학년 학생 50명, 고등학교 1학년 학생 51명, 고등학교 2학년 학생 49명을 대상으로 제 1차 현장 검증을 하였다. 주관식 문항을 분석하여 오개념 유형을 확인 및 분석한 결과를 근거로 하여 2 단계식 선다형 문항(two-tier multiple choice item), 객관식 선다형 및 응답자가 직접 그림을 그려넣는 문항을 합하여 10개의 문항을 개발하였는데, 이 10개의 문항 중에는 작은 문항들이 포함되어 있는 문항이 있어서 문항 수는 총 17문항이 되었다. 이렇게 구성된 문항을 천문학자, 과학

교육학자, 대학원생에게 의뢰하여 검증을 거친 후 그림의 내용을 보완하였으며 문항 기술상의 결함을 보완하였다. 이 검사지를 중학교 2학년, 고등학교 1학년, 고등학교 2학년의 연구 집단을 대상으로 제 2차 현장 검증을 실시하였다. 그 결과물 근거로 총 12문항으로 구성된 개념 평가 도구를 확정하였다. 또한, 추측에 의한 응답을 줄이기 위하여 모든 문항은 5지 이상의 선다형으로 하고 Trembath(1980)의 연구를 근거로 하여 모르는 경우는 "모르겠다"는 답을 선택할 수 있도록 하였다.

##### 2) 개념 평가도구에 대한 기술

지구와 달에 관한 개념 유형을 밝히기 위하여 본 연구자가 개념 평가도구 개발 절차를 따라 개발한 개념 평가도구는 모두 12문항으로 구성되어 있으며, 문항 유형별로는 2단계식(two-tier multiple choice item) 문항이 2문항, 선다형 문항이 3문항이다. 문항의 내용별로 구분하면, 지구의 자전 운동과 관련된 문항이 3 문항, 지구의 공전 운동에 관련된 문항이 5 문항, 달의 자전과 공전 운동에 관련된 문항이 4 문항이었고, 모형 문항이 7 문항, 서술식 문항이 5 문항이었으며, 구체적인 내용은 다음 <표 3>과 같다.

<표 3> 문항의 내용별 구분

내 용	모형 문항 번호	서술식 문항	문항수
지구의 자전	(3)	(1)	3
지구의 공전	(2), (7)	(8), (9), (10)	5
달의 공전	(3), (4), (11), (12)		4
문 항 수	7	5	12

본 연구에서 개발한 개념 평가도구의 현장 투입 결과에 의한 신뢰도(Cornbach'  $\alpha$ )는 0.71, 전체 변별도는 0.53이었으며, 평가도구를 구성하는 각 문항별 평가 개념을 제시하면 다음 <표 4>와 같다.

#### 3. 학생 변인에 따른 문항별 정답율

지구와 달의 운동에 관한 연구 대상 학생들의 개념 발달 정도를 알아보기 위하여 학년, 성, 인지 수준에 따른 3원 변량 분석 결과는 <표 5>와 같다.

<표 5>에 의하면 지구와 달의 운동에 관한 개념의 발달 정도에 대한 주효과는 유의도 0.001 수준에서 학년, 성, 인지 수준에 따라 의미 있는 차이가 있었다. 2원 상호 작용 효과는 유의도 0.05 수준에서(학년×성)간에만 의미 있는 차

<표 4> 지구와 달의 운동 개념 평가도구의 문항별 개념

문항 번호	문항 장면
1	태양이 뜨고 지는 이유는 같은가? 다른가? 선택한 이유는?
2	우리 나라에서 태양이 한낮에 머리 위에 위치할 때가 있는가 없는가? 그 경우는?
3	우리가 보는 상현달은 달 전체 표면적 중 몇 %인가?
4	달의 전체 표면적 중 한 밤중에 지구에서 보는 부분은? 그 이유는?
5	지구의 자전 방향과 해가 뜨기 시작하는 곳은?
6	지구와 함께 자전하는 것들은? 그 이유는?
7	우리 나라와 오스트레일리아의 계절은 같은가? 다른가? 각 경우의 예는?
8	우리 나라의 여름이 겨울보다 더운 이유는?
9	지구 자전축과 공전 궤도면 간의 각도의 계절에 따른 변화와 그 이유는?
10	계절에 따른 지구의 자전축과 공전 방향 변화는?
11	지구에서 볼 때 달이 가장 밝게 보이는 위치와 그 이유는?
12	밤에 달을 관찰할 수 없는 위치와 그 이유는?

<표 5> 학생 변인에 따른 3원 변량 분석표

변량원	자승화	자유도	평균자승화	F	유의수준
주효과	1833.500	5	366.700	70.193	.000
학년	432.308	2	216.154	41.376	.000
성	48.042	1	48.042	9.196	.003
인지수준	687.903	2	343.952	65.838	.000
2원 상호작용 효과	83.004	8	10.375	1.967	.045
학년×성	41.027	2	20.513	3.927	.020
학년×인지수준	18.774	4	4.693	.898	.464
성×인지수준	10.300	2	5.150	.986	.374
3원 상호작용 효과	40.475	4	10.119	1.937	.102
학년×성×인지수준	40.475	4	10.119	1.937	.102
잔여효과	4,299.499	823	5.224		
전체	6,256.478	840	7.448		

이가 있었다. 3원 상호 작용 효과는 의미 있는 차이가 없었다. 학생의 각 변인에 따른 분석 결과는 다음과 같다.

1) 학년별 분석

학습전의 중학교 2학년은 정답율이 25%에도 미치지 못하고 있으나 학습 후의 고등학생은 44%가 넘고 있어 약

20%의 차이를 보이고 있다. 4개월 전에 학습을 한 고등학교 1학년과 1년 4개월 전에 학습을 한 고등학교 2학년은 별 차이를 보이지 않았다. ANOVA 분석 결과 중학생과 고등학생의 정답율은 통계적으로 의미있는 차이를 보였고 고등학교 1학년과 2학년은 차이가 없었으며(P<0.05) 학년별 정답율은 다음 <표 6>과 같다.

2) 성별 분석

성별에 따른 평균 정답율은 남학생이 여학생 보다 높았으며 전체적으로 약 7% 정도 차이가 있었으며 이것은 Shoon(1989)의 연구 결과와 일치하였으며 성별 정답율은 <표 6>과 같다.

<표 6> 학년별, 성별, 인지 수준별 기술 통계치

구분	학년	성별	평균	표준편차	정답율(%)	인원
학년별	중 2		2.9	1.89	24.2	250
	고 1		5.3	2.66	44.2	299
	고 2		5.4	2.73	45.0	292
합계			4.6	2.73	38.5	841
성별	중 2	남	3.2	2.03	26.7	129
		여	2.5	1.67	20.8	121
	고 1	남	5.8	2.72	48.3	149
		여	4.8	2.50	40.0	150
	고 2	남	5.9	2.83	49.2	146
		여	5.0	2.64	41.7	146
소계			5.0	2.80	41.7	424
합계		남	4.2	2.63	35.0	417
		여	4.6	2.73	38.5	841

3) 인지 수준별 분석

전체의 약 44%가 과도기에 있었고 형식적 조작 수준이 약 31%, 구체적 조작 수준이 약 25%를 차지하였다. 인지수준이 높아질수록 정답율이 높아지는 경향을 보였다. ANOVA 분석 결과 세 집단간에는 통계적으로 의미 있는 차이가 있었으며(P<0.05) 인지 수준별 정답율은 <표 7>과 같다.

(1) 중2의 인지 수준별 분석

중2의 약 47%가 구체적 조작 수준에, 약 44%가 과도기에 있었고, 형식적 조작 수준은 9%에도 미치지 못하였다. 인지 수준이 높을 수록 정답율이 높았으며 구체적 조작 수준은 정답율이 약 18%에도 미치지 못하는 반면 형식적 조작 수준의 정답율은 약 35%로써 고등학생의 약 54%와 비교할 때 큰 차이가 나타났다. ANOVA 분석 결과 세 집단간에는 의미 있는 차이가 있었으며(P<0.05) 인지 수준별 정답율은 <표 7>과 같다.

(2) 고1의 인지 수준별 분석

고 1의 약 17%가 구체적 조작기, 약 49%가 과도기, 약 34%가 형식적 조작 수준에 있었으며 중 2에 비해서 형식적 조작 수준이 약 25% 증가하였고, 구체적 조작 수준은 약 30% 감소하여 인지 수준이 매우 높아졌다. 인지 수준이 높

아질수록 정답율이 높아지는 경향을 보였으며 같은 인지 수준의 중 2와 비교할 때 가장 큰 차이가 나는 수준은 형식적 조작 수준으로 약 18% 차이가 났다. 고 1의 형식적 조작 수준의 학생은 비교적 과학자적 응답을 하였다. ANOVA 분석 결과 세 집단간에는 통계적으로 의미 있는 차이가 있었으며(P<0.05) 인지 수준별 정답율은 <표 7>과 같다.

<표 7> 학년에 따른 인지 수준별 기술 통계치

구분	인지 수준	평균	표준편차	정답율(%)	인원(%)
전체	구체적	2.6	1.93	22.1	212(25.2)
	과도기	4.7	2.46	38.3	372(44.2)
	형식적	6.3	2.67	52.5	257(30.6)
합계		4.6	2.73	38.5	841(100)
중 2	구체적	2.1	1.56	17.5	117(46.8)
	과도기	3.5	1.84	29.2	111(44.4)
	형식적	4.2	2.02	35.0	22( 8.8)
합계		2.9	1.89	24.2	250(100)
고 1	구체적	3.2	1.78	26.7	50(16.7)
	과도기	4.9	2.47	40.8	372(48.8)
	형식적	6.4	2.67	53.3	257(34.4)
합계		5.3	2.66	44.2	299(100)
고 2	구체적	3.5	2.46	29.2	45(15.4)
	과도기	5.2	2.53	43.3	115(39.4)
	형식적	6.7	2.60	55.8	132(45.2)
합계		5.4	2.73	45.0	292(100)

(3) 고 2의 인지 수준별 분석

고 2의 약 45%가 형식적 조작 수준, 약 39%가 과도기, 약 15%가 구체적 조작 수준에 있었으며 고 1과 비교할 때 형식적 조작 수준은 증가하였으나 구체적 조작 수준은 약 2%의 감소를 보였으므로 과도기 단계에서 형식적 조작 수준으로 인지수준이 높아졌지만 구체적 조작 수준은 여전히 구체적 조작 수준에 머무르고 있다고 볼 수 있다. 인지 수준별 정답율은 고 1의 같은 인지 수준과 비교하면 전체적으로 약 3% 높다는 것 이외에는 거의 고 1과 유사한 결과를 보였다. ANOVA 분석 결과 세 집단간에는 통계적으로 의미 있는 차이가 있었으며(P<0.05) 인지 수준별 정답율은 <표 7>과 같다.

4) 계열별 분석

고등학교 2학년의 경우 인문계열과 자연계열로 구분되는 데 자연계열의 평균 정답율은 49.2%이고 인문계열의 평균 정답율은 39.2%로서 약 10% 차이가 있었으며 ANOVA 분석 결과 두 집단간에는 통계적으로 의미 있는 차이가 있었

다( $P < 0.05$ ). 계열별 정답율은 <표 8>과 같다.

4. 각 문항의 개념 유형 분석을 위한 계통도

<표 8> 계열별 정답율

구분	평균	표준편차	정답율(%)	인원(%)
인문계	4.7	2.69	39.2	143
자연계	5.9	2.67	49.2	149
합계	4.6	2.73	38.5	841

개념 유형을 알아보기 위하여 개념 검사도구를 구성하는 12문항 중 11문항은 Bliss 등(1983)이 오개념 연구에 주로 사용했던 체계적 계통도를 이용하여 분석하였고 문항 (3)은 계통도에 의한 분석을 할 수 없으므로 응답율만을 분석하였다. 각 문항별 계통도를 제시하면 다음 <표 9>와 같다

<표 9> 문항별 계통도

\* : 정답

문항	계통도	개념 유형
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>같다 (A)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>*지구의 자전 때문</li> <li>지구의 자전과 공전 때문</li> <li>기타</li> </ul> </li> <li>다르다 (B)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>태양은 지구의 자전, 달은 달의 자전 때문</li> <li>태양은 지구의 공전, 달은 달의 자전 때문</li> <li>태양은 지구의 공전, 달은 달의 공전 때문</li> <li>기타</li> </ul> </li> <li>모르겠다</li> </ul>	A <sub>1</sub>
		A <sub>2</sub>
		A <sub>n</sub>
		B <sub>1</sub>
		B <sub>2</sub>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>있다 (A)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>여름</li> <li>봄</li> <li>가을</li> <li>겨울</li> </ul> </li> <li>없다 (B)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>*북위 23.5도</li> <li>기타</li> </ul> </li> <li>모르겠다</li> </ul>	A <sub>1</sub>
		A <sub>2</sub>
		B <sub>1</sub>
		B <sub>2</sub>
		B <sub>3</sub>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>답 선택                             <ul style="list-style-type: none"> <li>태양을 향하는 부분                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>*태양을 향하는 부분 중 지구를 향하는 부분</li> <li>지구를 향하는 부분</li> <li>태양의 반대쪽 부분</li> <li>모르겠다</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>이유 선택                             <ul style="list-style-type: none"> <li>태양 빛을 받는 부분은 모두 보이므로</li> <li>지구를 향하는 부분은 모두 보이므로</li> <li>*지구를 향하는 부분 중 태양 빛을 받는 부분만 보이므로</li> <li>태양의 반대쪽에 있는 부분은 모두 보이므로</li> <li>모르겠다</li> </ul> </li> <li>기타</li> </ul>	A <sub>1</sub>
		A <sub>2</sub>
		A <sub>3</sub>
		A <sub>4</sub>
		DK <sub>A</sub>
		B <sub>1</sub>
		B <sub>2</sub>
		B <sub>3</sub>
		B <sub>4</sub>
		DK <sub>B</sub>
Z		
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>지구의 자전 방향 선택                             <ul style="list-style-type: none"> <li>시계 방향</li> <li>*반시계 방향</li> <li>그림을 잘못 이해</li> <li>모르겠다</li> </ul> </li> <li>위치 선택                             <ul style="list-style-type: none"> <li>*태양에 접근하고 있는 위치</li> <li>태양과 반대의 위치</li> <li>태양으로부터 멀어지는 위치</li> <li>태양이 머리 위에 있는 위치</li> <li>모르겠다</li> </ul> </li> <li>기타</li> </ul>	A <sub>1</sub>
		A <sub>2</sub>
		A <sub>3</sub>
		DK <sub>A</sub>
		B <sub>1</sub>
		B <sub>2</sub>
		B <sub>3</sub>
		B <sub>4</sub>
		DK <sub>B</sub>
		Z

문항	계 통 도	개념 유형
6	문항 선택	<ul style="list-style-type: none"> <li>땅 A<sub>1</sub></li> <li>대기, 바다 A<sub>2</sub></li> <li>바다, 땅 A<sub>3</sub></li> <li>*대기, 바다, 땅 A<sub>4</sub></li> <li>모르겠다 DK<sub>A</sub></li> </ul>
	이유선택	<ul style="list-style-type: none"> <li>공기는 지표와 떨어져 있기 때문 B<sub>1</sub></li> <li>땅은 크고 무겁기 때문 B<sub>2</sub></li> <li>*지구가 잡아당기는 힘 때문 B<sub>3</sub></li> <li>고체만 자전하기 때문 B<sub>4</sub></li> <li>모르겠다 DK<sub>B</sub></li> </ul>
	기타	Z
7	같다(A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>여름 A<sub>1</sub></li> <li>겨울 A<sub>2</sub></li> <li>봄 B<sub>1</sub></li> <li>가을 B<sub>2</sub></li> </ul>
	다르다(B)	<ul style="list-style-type: none"> <li>*북반구는 여름, 남반구는 겨울 B<sub>1</sub></li> <li>*북반구는 겨울, 남반구는 여름 B<sub>2</sub></li> <li>기타 B<sub>3</sub></li> </ul>
	모르겠다	Dk
8	거리 변화 때문	A <sub>1</sub>
	*태양의 고도 변화 때문에	A <sub>2</sub>
	태양 빛의 양이 변하기 때문에	A <sub>3</sub>
	*낮의 길이가 변하기 때문에	A <sub>4</sub>
	기타	Z
모르겠다	Dk	
9	일정하다 (A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>23.5도 A<sub>1</sub></li> <li>*66.5도 A<sub>2</sub></li> <li>기타 A<sub>3</sub></li> </ul>
	변한다 (B)	<ul style="list-style-type: none"> <li>자전축의 방향 변화 B<sub>1</sub></li> <li>기타 B<sub>2</sub></li> </ul>
	모르겠다	Dk
10	공전 방향	<ul style="list-style-type: none"> <li>*반시계 방향 A<sub>1</sub></li> <li>시계 방향 A<sub>2</sub></li> <li>모르겠다 DK<sub>A</sub></li> </ul>
	자전축 방향	<ul style="list-style-type: none"> <li>*일정 B<sub>1</sub></li> <li>변함 B<sub>2</sub></li> <li>모르겠다 DK<sub>A</sub></li> </ul>
	기타	Z
11	위치 선택	<ul style="list-style-type: none"> <li>*삭의 위치 A<sub>1</sub></li> <li>*망의 위치 A<sub>2</sub></li> <li>기타 A<sub>3</sub></li> <li>모르겠다 DK<sub>A</sub></li> </ul>
	이유선택	<ul style="list-style-type: none"> <li>달과 태양의 거리가 가깝기 때문에 B<sub>1</sub></li> <li>태양빛이 강하기 때문에 B<sub>2</sub></li> <li>*보이는 면적이 넓기 때문에 B<sub>3</sub></li> <li>태양빛을 받는 면적이 넓기 때문에 B<sub>4</sub></li> <li>모르겠다 DK<sub>B</sub></li> </ul>
	기타	Z
12	위치 선택	<ul style="list-style-type: none"> <li>*삭의 위치 A<sub>1</sub></li> <li>망의 위치 A<sub>2</sub></li> <li>상현, 하현의 위치 A<sub>3</sub></li> <li>모르겠다 DK<sub>A</sub></li> </ul>
	이유 선택	<ul style="list-style-type: none"> <li>지구 그림자가 달을 가리기 때문에 B<sub>1</sub></li> <li>달이 태양빛을 받지 않기 때문에 B<sub>2</sub></li> <li>*태양빛을 받는 부분을 볼 수 없기 때문에 B<sub>3</sub></li> <li>달이 지구에서 반사된 빛을 받지 않으므로 B<sub>4</sub></li> <li>모르겠다 DK<sub>B</sub></li> </ul>
	기 타	Z



5. 계통도를 이용한 인지 수준과 학년별에 따른 개념 유형별 정답율 분석

연구 집단의 인지 수준 검사와 지구와 달의 운동 개념 평가도구에 대한 각 문항별 계통도 분석에 의한 개념 유형별 응답 결과를 제시하면 다음 <표 10>과 같다.

6. 개념 평가도구의 투입 결과 분석

1) 문항 (1)의 분석 결과

태양과 달이 뜨고, 지는 이유가 같다고 응답한 비율은 중2가 약 51%, 고1이 약 52%, 고2가 약 56%로 별 차이를 나타내지 않았으나 과학자적 모형인 지구의 자전 때문에는

<표 10> 개념 유형별 정답율 분석 ※: 정답

문항	개념유형 기호	학 년 별			인 지 수 준 별			문항	개념유형 기호	학 년 별			인 지 수 준 별		
		중2	고1	고2	구체	과도	형식			중2	고1	고2	구체	과도	형식
1	*A <sub>1</sub>	17.2	27.8	28.1	15.6	22.7	36.9	2	A <sub>1</sub>	34.0	29.8	33.6	37.6	34.0	24.3
	A <sub>2</sub>	20.8	17.1	19.5	21.5	20.6	13.6		A <sub>2</sub>	8.8	4.7	2.4	10.2	4.1	2.9
	A <sub>2</sub>	13.2	7.3	8.2	9.7	10.7	6.5		B <sub>1</sub>	20.8	18.4	19.9	15.1	21.8	19.2
	B <sub>1</sub>	16.4	11.0	15.4	12.4	15.6	12.6		*B <sub>2</sub>	12.0	29.8	29.5	15.1	21.8	37.9
	B <sub>2</sub>	12.4	12.4	8.6	17.2	11.6	4.7		B <sub>3</sub>	8.4	8.7	8.2	5.3	9.1	9.8
	B <sub>3</sub>	5.6	14.0	12.0	6.5	10.0	16.4		Dk	16.0	8.7	6.5	16.7	9.3	6.1
	B <sub>2</sub>	11.6	7.7	6.9	14.0	7.3	6.6								
	Dk	2.8	2.7	1.4	3.2	1.6	2.8								
3	1/2	52.4	30.8	26.7	54.3	35.6	20.1	4	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	16.4	10.7	8.6	11.8	12.5	9.8
	1/3	11.6	7.0	5.1	14.5	7.3	2.8		*A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	18.0	45.2	50.3	15.1	39.5	58.4
	*1/4	29.2	55.9	58.6	24.2	49.2	69.6		A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	2.8	1.3	3.4	4.8	2.5	0.5
	1/8	2.0	5.4	7.9	2.2	5.4	7.5		A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	18.4	15.1	8.6	17.7	13.6	10.7
	Dk	4.8	1.0		4.8	2.5			A <sub>4</sub> B <sub>4</sub>	13.6	9.4	8.9	14.5	10.9	6.1
5	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	5.6	11.4	9.2	3.2	9.8	12.1	6	Z	27.6	14.0	16.8	30.2	18.1	12.6
	*A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	11.6	34.4	30.5	10.8	24.3	43.9		Dk <sub>A,B</sub>	3.2	4.3	3.4	5.9	2.9	1.9
	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	6.0	4.0	7.2	4.3	6.6	5.1		A <sub>1</sub> B <sub>4</sub>	2.8	3.3	3.1	4.8	1.6	5.1
	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	14.0	10.4	11.3	12.9	12.7	8.9		A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	1.6	4.3	0.7	2.4	1.8	1.9
	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	26.0	12.7	13.4	27.4	17.2	7.0		A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	9.6	15.7	13.4	6.2	14.1	14.0
	Z	32.4	22.7	22.0	36.0	25.3	16.0		*A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	65.6	65.6	71.2	57.0	72.6	66.4
	Dk <sub>A,B</sub>	4.4	4.4	6.4	5.4	4.1	7.0		Z	17.6	7.8	7.8	25.3	7.9	7.5
7	A <sub>1</sub>	19.2	21.7	14.7	20.9	19.5	13.6	8	Dk <sub>A,B</sub>	2.8	3.3	3.8	4.3	2.0	5.1
	A <sub>2</sub>	10.0	8.0	7.2	11.8	7.8	6.1		A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	20.8	20.1	22.3	20.4	20.9	22.0
	B <sub>1</sub>	12.0	8.7	11.3	14.0	11.4	5.6		A <sub>1</sub> A <sub>3</sub>	18.0	10.0	6.5	16.1	12.0	5.1
	*B <sub>2</sub>	26.4	45.2	48.6	23.1	39.6	57.0		A <sub>1</sub> A <sub>4</sub>	11.6	3.0	4.8	10.8	5.4	3.7
	B <sub>3</sub>	25.2	11.4	5.4	22.1	17.0	13.5		A <sub>2</sub> A <sub>3</sub>	18.0	21.7	22.9	19.4	23.6	17.3
9	Dk	7.2	5.0	2.7	8.1	3.9	4.2	10	*A <sub>2</sub> A <sub>4</sub>	18.8	37.5	37.0	19.4	30.6	44.9
	A <sub>1</sub>	38.0	40.5	48.3	39.2	42.4	45.3		Z	10.0	6.0	3.8	11.7	5.7	4.7
	*A <sub>2</sub>	12.4	40.5	34.6	10.8	32.4	42.1		Dk	2.8	1.7	2.7	2.2	1.8	2.3
	A <sub>4</sub>	6.0	2.0	3.5	9.1	2.5	1.4		*A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	33.2	62.9	63.0	33.9	56.7	66.4
	B <sub>1</sub>	26.8	9.7	8.6	25.3	13.6	6.5		A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	27.2	14.0	10.6	24.2	17.2	9.3
	B <sub>2</sub>	11.6	5.0	2.0	12.4	5.7	2.8		A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	16.8	15.4	16.1	18.8	15.0	15.9
Dk	5.2	2.3	1.7	3.2	3.4	1.9	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	18.0	5.4	5.1	15.1	8.6	4.7		
11	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	11.6	5.4	5.8	14.5	6.8	2.3	12	Dk <sub>A,B</sub>	4.8	2.3		8.1	2.5	3.7
	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	5.6	3.0	3.1	5.9	4.1	1.4		*A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	27.6	54.2	55.8	22.6	48.5	64.5
	*A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	15.2	31.4	34.2	11.8	27.9	40.7		A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	27.2	19.4	20.2	29.6	22.2	15.0
	A <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	15.6	31.4	26.4	17.7	24.3	32.7		A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	9.6	3.0	1.7	5.9	5.2	1.9
	A <sub>3</sub> Z	46.8	24.1	27.4	45.8	23.0	17.8		A <sub>3</sub> B <sub>4</sub>	44.4	19.7	19.6	39.7	21.4	15.8
	Dk <sub>A,B</sub>	5.2	4.7	3.1	4.3	3.9	5.1		Dk <sub>A,B</sub>	1.2	3.7	2.7	2.2	2.7	2.8

중학생이 약 17%, 고등학생이 약 28%로써 중·고간에 약 10% 정도 차이가 있었으며 고등학생간에는 차이가 거의 없었다. 인지 수준별 정답율에서는 형식적 조작 수준에 있는 학생의 정답율이 구체적 조작 수준의 학생보다 약 20% 더 높았다. 지구의 자전과 공전 때문이라는 유형(A<sub>2</sub>)은 인지 수준이 낮을수록, 학년이 낮을 수록 많았다.

또한 달의 자전이나 달의 공전과 같은 달 자체의 운동으로 생각하는 유형(B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>)은 34~37%로써 비교적 높은 비율을 나타냈고, 학년간에는 별 차이가 없었으며, 인지 수준별로는 34~37%로써 별 차이가 없었다. 그러므로 태양과 달의 일주 운동의 원인을 확실하게 이해하지 못하는 학생이 70% 이상이었으며, 태양과 달이 뜨고, 지는 이유는 지구의 자전과 공전 때문이라는 오인을 가지고 있음을 알 수 있었다.

2) 문항 (2)의 분석 결과

우리 나라에서 태양 빛이 수직으로 비칠 때가 있다고 생각하는 유형(A)은 약 35~43%의 높은 응답율을 보였고, 이 중에서 대부분(30~34%)은 여름철에 수직으로 비친다고 생각하였다. 중2는 국민학교 6학년 과정에서 학습을 하였고, 고등학생은 중학교 3학년 과정과 고등학교 1학년 과정에서 학습을 받았음에도 불구하고 중·고별로 4% 이하의 차이밖에 보이지 않았음은 오개념의 견고성(stability)에 대한 증거가 될 수 있으며, 여름 한 낮에 태양이 높이 떠 있다는 생각이 개념 형성을 어렵게 하는 요인으로 작용하는 것으로 생각된다. 인지 수준별로 분석한 결과 구체적 조작 수준이 약 48%, 과도기가 38.1%, 형식적 조작 수준이 27.2%의 정답율을 나타내 인지 수준이 낮을수록 비율은 높아지는 경향을 보였다.

분석 결과에 의하면 과학적인 사고보다는 경험에 의한 직관으로 생각하고 있음을 알 수 있으며, "우리 나라의 여름철에 태양 빛이 수직으로 비친다"와 "우리 나라의 여름철에 태양 빛은 적도 지방을 수직으로 비친다"는 오개념을 가지고 있었다.

3) 문항 (3)의 분석 결과

중2와 구체적 조작 수준의 정답율이 30%에도 미치지 못하는 반면, 고등학생과 형식적 조작 수준의 정답율은 50%를 넘고 있어 각 집단간에 큰 차이를 보이고 있다. 상현달은 달 전체 면적의 1/2이라고 응답한 비율은 학년과 인지 수준이 높아질수록 낮아지고 있는데, 입체인 구를 생각하기 보다는 지구에서 보이는 모양 그대로인 평면적인 달을 생각하는 응답이다. 그러므로 반달이니까 1/2 이라는 단순한 직

관적인 생각으로 볼 수 있다. 이것은 자신이 가지고 있는 오개념에 대하여 모순을 느끼지 않거나 편안함을 느끼므로 오개념을 소유하게 된다는 Gowin(1983)의 견해와 유사하였다. 1/8이라고 생각하는 경향은 학년, 인지 수준이 높아질수록 높아지는데 달이 구(球)라는 생각을 강하게 가지고 있어 달의 부피를 생각하는 것으로 Nussbaum(1983), 조희형(1984), Head(1986)가 주장했던 과도한 일반화로 볼 수 있다.

4) 문항 (4)의 분석 결과

과학자적 응답(A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>)은 중2와 구체적 조작 수준이 18% 이하의 낮은 비율을 보이고 있는 반면에 고등학생과 과도기 수준, 형식적 조작 수준은 40% 이상으로 높은 정답율을 보였다. 응답 유형으로 볼 때 중2와 구체적 조작 수준의 학생에게는 어려운 문제 상황임을 판단할 수 있다. 그림에서는 달 표면 중 태양을 향하는 부분을 선택하고 이유에 대한 응답은 바르게 한 유형(A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>)은 중2와 구체적 조작 수준이 약 18%이었고 학년과 인지 수준이 높을 수록 감소하는 경향을 나타냈다. 달 표면 중 태양의 반대쪽에 있는 부분이 보인다고 생각하는 경우는 중2와 구체적 조작 수준이 약 14%이고, 학년과 인지 수준이 높을수록 감소하는 경향을 보였다. "달은 태양 빛이 반사되어 보이는 것"이라는 생각을 과도하게 일반화시킨 결과 "달은 태양 빛을 받으면 보인다"는 오개념을 갖게 되었다. 이것은 Nussbaum(1983), 조희형(1984), Head(1986)의 견해와 일치하는 것이었다.

5) 문항 (5)의 분석 결과

지구의 자전 방향을 반대로 생각하는 유형은 중학생보다는 고등학생이, 구체적 조작 수준보다는 형식적 조작 수준이 더 높으며, 그림을 잘못 이해하고 있는 유형은 학년 및 인지 수준이 높을수록 감소하는 경향을 나타냈다. 태양이 머리 위에 오는 위치(한 낮)를 태양이 뜨는 위치로 생각하는 유형은 중2가 40%, 고1은 23%, 고2는 24%로써 중·고별 차이가 큰 반면에 고1과 고2간에는 차이가 거의 없었다.

6) 문항 (6)의 분석 결과

공기는 지표와 떨어져 있어서 같이 자전하지 않는다고 생각하는 유형(A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>)은 중학생 보다 고등학생이, 구체적 조작 수준 보다 형식적 조작 수준의 비율이 더 높게 나타났다. 이는 기체인 공기와 고체인 땅이 같이 자전한다는 것에 대해 낯설음을 느끼기 때문인 것으로 생각된다. 기타(Z)는 문항 선택과 이유 선택에 있어서 일관성이 없는 유형으로 중2와 구체적 조작 수준의 집단이 18~25%로 다른 집단 보다 매우 높은 경향을 보였다.

7) 문항 (7)의 분석 결과

우리 나라를 북반구, 오스트레일리아를 남반구로 볼 때 계절이 같다고 생각하는 유형(A)은 중2가 약 29%, 고1이 약 30%, 고2가 약 22%로 고1이 고2보다 더 높은 경향을 보였다. 우리 나라가 여름이면 다른 나라도 여름이라는 생각은 Newell등(1972), Driver등(1985), Anderson(1986)이 주장한 과정적 지식이나 인과적 경험 형태에 속한다. 계절이 같다고 생각하는 유형 중 여름이라고 응답한 유형(A<sub>1</sub>)이 8~13%로 가장 많으며 계절을 반대로 생각하는 유형(B<sub>1</sub>)은 9~14%이고 인지 수준이 높을수록 비율은 감소하였다. 계절이 다르다고 응답한 유형은 중2가 64%, 고1이 65%, 고2가 75%로써 중2와 고1은 차이가 거의 없고 고2는 이보다 약 10%정도 더 높았다. 이중에 봄, 또는 가을이라고 생각하는 유형이 11~25%를 차지하였다. 과학자적 응답 유형(B<sub>2</sub>)은 학년 및 인지 수준이 높을수록 증가하는 경향을 나타냈다.

8) 문항 (8)의 분석 결과

문항(8)은 여름이 겨울 보다 더운 이유를 두 가지 선택하는 내용으로 되어 있는데, 지구와 태양간의 거리 변화로 생각하는 유형(A<sub>1</sub>)이 중2가 약 50%, 고등학생이 약 34%로써 중·고별 차이가 큰 경향을 나타내었다. 지구와 태양의 거리가 가까워지면 지구가 따뜻해진다는 생각은 과학적인 생각보다도 편안함을 느끼기 때문에 오개념을 갖게 된다는 Viennot(1979)와 Gowin(1983)의 견해와 일치하였다. 인지 수준별로 보면 구체적 조작 수준이 약 47%, 형식적 조작 수준이 약 31%를 나타내었다. 지구에 오는 태양 빛의 양이 계절에 따라 변한다고 생각하는 유형(A<sub>2</sub>)은 32~36%의 범위에 있어 학년별 차이가 거의 없었다. 인지 수준별로는 구체적 조작 수준과 과도기 수준이 35% 정도로써 비슷하고, 형식적 수준의 응답 유형은 이보다 약 13%정도 낮았다. 태양의 고도 변화로 생각하는 유형(A<sub>3</sub>)은 중2가 약 58%, 고1이 약 79%, 고2는 약 82%로 중·고간에 약 20%정도 차이가 있으며 인지 수준별로는 형식적 조작 수준이 구체적 조작 수준 보다 약 25% 정도 높았다. 낮의 길이 변화로 생각하는 유형(A<sub>4</sub>)은 고등학생이 중학생 보다 약 10% 정도 높았으며 고1과 고2는 별 차이가 없었고, 인지 수준별로는 형식적 조작 수준이 48%로써 구체적 조작 수준의 30%보다 약 18% 정도 더 높았다.

9) 문항 (9)의 분석 결과

문항(9)은 지구 자전축과 공전 궤도면이 이루는 각도에 관한 내용으로, 계절에 관계없이 각도는 일정하다고 응답한

유형(A)은 고등학생이 중2보다 약 30% 정도 더 높았으며, 인지 수준별로 보면, 형식적 조작 수준이 구체적 조작 수준 보다 약 30% 이상 더 높게 나타났다. 과학자적 응답 유형(A<sub>2</sub>)은 고1이 40.5%로써 가장 높고 중2보다 약 12% 정도 더 높았으며, 인지 수준별로는 형식적 조작 수준이 구체적 조작 수준 보다 약 31% 정도 더 높게 나타났다. 지구의 자전축이 23.5° 기울어져 있다는 생각이 너무 강하여 지구 자전축과 공전 궤도면이 이루는 각을 23.5° 라고 생각하는 유형(A<sub>1</sub>)은 중2가 38%, 고1이 41%, 고2는 48%로써 학년이 높을수록 더 높은 경향을 보였으나 인지 수준별로는 별 차이를 보이지 않았다. 이것은 학생 자신이 사용하는 개념의 의미를 다른 상황에 적용시켰으므로 Driver등(1985)의 개념에 대한 모습 중 미분화된 개념에 해당된다고 볼 수 있다.

10) 문항 (10)의 분석 결과

문항(10)은 지구의 공전 방향과 자전축의 방향에 관한 내용으로써 과학자적 응답 유형(A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>)은 고등학생이 중학생 보다 약 30% 정도 더 높았고, 공전 방향을 반대로 생각하는 유형(A<sub>2</sub>)은 중2가 35%, 고1 및 고2가 21%로 중·고별 차이가 크고 고1과 고2는 별 차이가 없었다. 자전축 방향을 일정하다고 생각하는 유형(B<sub>1</sub>)은 중2는 50%, 고1은 78%, 고2는 79%로써 중·고별 차이가 크게 나타났다.

11) 문항 (11)의 분석 결과

과학자적 응답 유형(A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>)은 중2가 약 15%, 고1이 약 31%, 고2가 약 34%로써 중학생과 고등학생간에는 약 15% 이상의 차이를 보였다. 달이 태양 빛을 받는 면적은 위치에 관계없이 일정한데도 불구하고 "지구에서 보이는 면적이 태양 빛을 받는 면적의 전체"라고 생각하는 유형(B<sub>4</sub>)은 중2가 약 16%, 고1이 약 31%, 고2가 약 26%로 나타났다. 이 유형은 지구에서 보이는 현상 그 자체에 집중하고 있는 것으로 Driver등(1985)이 제시한 개념의 모습 중 知覺 偏向的 思考에 속하는 것이다. 달이 朔의 위치에 있을 때 가장 밝게 보인다는 응답 유형(A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>중 일부)은 중2가 약 38%, 고1이 약 25%, 고2가 약 23%의 비율을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 이 유형을 인지 수준별로 분석하면 구체적 조작 수준이 약 39%, 과도기 수준이 약 30%, 형식적 조작 수준이 약 16%를 보이고 있으므로 형식적 조작 수준의 응답율이 매우 낮았다. 望의 위치에 달이 있을 때 가장 밝게 보인다는 과학자적 응답 유형(A<sub>2</sub>)은 중2가 약 34%, 고1이 약 64%, 고2가 약 63%로써 중·고별로 약 30% 정도 차이가 있었다. 이로 미루어 볼 때 중2와 구체적 조작 수준은 비과학자적인 생각을 가지고 있는 것으로 생각된다.

12) 문항 (12)의 분석 결과

朔의 위치에 달이 있으면 지구에서는 달이 보이지 않는다는 과학자적 응답 유형(A<sub>1</sub>)은 중2가 약 36%, 고1이 약 59%, 고2가 63%로 나타났다. 그러나 이 응답 유형 중 이유 선택을 바르게 한 과학자적 응답(A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>)은 중2가 약 28%, 고1이 약 54%, 고2가 약 56%로써, 고1과 고2는 별 차이가 없고 중·고별로 26% 이상의 차이를 보였다. 인지 수준별로는 구체적 조작 수준이 약 23%, 과도기가 49%, 형식적 조작 수준이 약 65%로써 구체적 조작 수준과 과도기 수준간의 차이가 크게 나타났다. 지구 그림자가 달을 가리기 때문에 달의 위치에 있을 때 달이 보이지 않는다는 유형(A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>)은 중2가 약 27%, 고등학교생이 20%의 비율을 보이고 있다. 이것은 학습 후에도 월식에 대한 생각이 너무 강하여 이론에 근거하지 않고 직접 해석하기 때문으로 생각되는데 McClosky (1983)의 견해와 일치하는 것이다.

IV. 결론 및 제언

1. 결론

학습전에 가지고 있는 개념과 학습하고자 하는 개념이 다른 경우 학생은 갈등을 겪게 되고 학생 나름의 개념을 구성하게 되어 교사가 가르친 과학 지식과 다른 지식이 구성되므로 다음의 수업에 또 다른 영향을 주게 된다. 그러므로 지구과학 수업을 하는데 있어서 학생이 가지고 있는 선입관과 수업 이후에 가지고 있는 개념을 파악 해야만이 바람직한 수업이 될 수 있다. 본 연구에서는 지구과학 교과의 기초적이고 기본적인 개념인 지구와 달의 운동에 관한 개념 조사를 통하여 오개념 유형을 밝히고자 하였다. 본 연구의 지구와 달의 운동에 관한 개념 평가를 위하여 표집한 중2, 고1, 고2의 12개반 841명에게 본 연구자가 개발한 지구와 달의 운동 개념 평가도구와 인지 수준 검사지를 투입하였다.

개념 평가도구는 지구와 달의 운동과 관련된 내용을 중심으로 모두 12문항으로 되어 있으며, 9개의 2단계식 선다형 문항(two tier multiple choice item)과 3개의 선다형 문항으로 되어 있다.

본 연구를 통해 밝혀진 지구와 달의 운동에 관한 주요 오개념 유형은 다음과 같다.

첫째, 태양과 달이 뜨고, 지는 이유를 지구의 자전 및 공전으로 설명하는 유형

둘째, 우리 나라의 여름철에 태양 빛이 수직으로 비친다고 생각하는 유형

셋째, 우리가 보는 상현달은 달 전체 면적의 1/2이라고 생각

하는 유형

넷째, 지구에서 보이는 달은 태양 쪽을 향하고 있는 부분이라고 생각하는 유형

다섯째, 태양이 관찰자의 머리 위에 있을 때 태양이 뜬다고 생각하는 유형

여섯째, 공기는 지표와 떨어져 있어서 지구와 같이 자전하지 않는다고 생각하는 유형

일곱째, 우리 나라와 오스트레일리아의 계절이 같다고 생각하는 유형

여덟째, 여름이 겨울보다 더운 이유를 여름에는 지구가 태양에 가까이 가기 때문이라고 생각하는 유형

아홉째, 지구의 자전축과 공전 궤도면이 이루는 각을 23.5°로 생각하는 유형

열째, 계절에 따라 지구의 자전축의 방향이 변한다고 생각하는 유형

열한번째, 지구의 자전 방향과 공전 방향을 반대로 생각하는 유형

열두번째, 달이 가장 밝게 보이는 위치를 삭의 위치로 생각하고, 그 이유를 달과 태양의 거리가 가깝기 때문에, 태양 빛이 강하기 때문에 등으로 생각하는 유형

열세번째, 보름달일 때 태양 빛을 받는 면적이 가장 넓다고 생각하는 유형

열네번째, 달이 보이지 않는 위치를 망의 위치로 생각하고, 그 이유를 지구 그림자가 달을 가리기 때문이라는 생각하는 유형

열다섯번째, 달이 보이지 않는 위치에 있을 때 달은 태양 빛을 받지 않는다고 생각하는 유형으로 밝혀졌다.

이상의 결과를 토대로 본 연구에서 밝혀진 결과를 요약하면 다음과 같다.

고등학교 1학년 및 고등학교 2학년이 중학교 2학년 학생보다 오개념 보다 과학자적인 개념을 더 많이 가지고 있었는데, 이것은 인지 수준의 향상 및 수업에 의한 영향으로 생각된다. 그러나 부분 과학자적 개념을 가지고 있는 비율이 학년간에 별 차이를 보이지 않고, 학습 후 4개월이 지난 고등학교 1학년과 학습 후 16개월이 지난 고등학교 2학년간에 개념 유형이 매우 유사하였다. 이것은 전통적인 수업에 의해서 학생이 가지고 있는 오개념이 교사가 생각하고 있는 것처럼 쉽게 변하지 않는다는 것을 의미하는 것으로 견고성(stability)의 존재를 뒷받침하는 것으로 판단할 수 있다.

남학생이 여학생 보다, 인문계 학생이 자연계 학생 보다 지구와 달의 운동에 관해 약간 덜 발달된 개념을 가지고 있었다. 이것은 남학생이 여학생 보다, 자연계 학생이 인문계 학생 보다 과학에 대한 관심 및 흥미가 더 높기 때문인 것

으로 생각된다.

인지 수준이 높을수록 정답율은 높았으며 오개념의 비율은 낮았으며, 인지 수준 점수와 과학 개념 점수의 상관 계수는  $r=0.57$  이었다. 이로 비추어 볼 때, 지구와 달의 운동에 관한 개념이 추상적인 개념이기 때문에 인지 수준이 낮은 학생이 과학적인 개념을 습득하는 데 어려움을 겪고 있는 것으로 나타났다.

모형 및 그림으로 제시된 문항이 서술식 문항 보다 정답율이 더 낮았는데 그 이유는 학생이 그림에 대해 이해를 하지 못하였거나 그림에 대해 오개념을 가지고 있기 때문인 것으로 생각된다.

이상과 같이 본 연구에서 밝혀진 오개념 유형들은 지구와 달의 운동을 학생들에게 가르칠 때, 학습 과제 내의 자료를 이전에 학습한 자료와의 관계하에서 설명하고, 통합하고, 상호 관련지을 수 있는 특성을 지닌 선행 조직자(advanced organizer)로 활용함으로써 과학 개념 획득에 도움이 될 수 있을 것이다.

## 2. 제언

지구과학 교과와 천문 분야 중 가장 기본적인 개념인 지구와 달의 운동에 관한 개념을 조사한 결과 학생들은 다양한 오개념 유형을 가지고 있었는데 학습에 관련된 오개념 유형을 교사가 미리 알고 있다면 교수, 학습의 기초 자료로 활용 가치가 높을 것이라고 판단된다. 본 연구를 수행한 과정과 결과를 바탕으로 보다 효율적인 개념 연구를 위하여 몇 가지 사항을 제언하고자 한다.

첫째, 학생의 개념 연구에 있어서 “기술적인 연구(descriptive study)” 만으로 학생들의 오개념의 안정성과 변화 과정을 정확히 알아내기는 어렵다. 학생들이 가지고 있는 개념을 정확히 알아내기 위해서는 지필 평가 이외에도 여러 가지 면담법 등 정성적 연구 방법(qualitative research method)을 활용하여야 한다.

둘째, 지구과학에서 지구와 달의 운동 뿐 만 아니라 다른 여러 분야의 개념 연구가 계속되어 학생이 가지고 있는 오개념과 선입관이 밝혀지고, 이를 고려한 수업 설계가 이루어져서 현장에서 실제 활용될 수 있도록 해야 한다.

셋째, 오개념을 고려한 수업 설계가 이루어지기 위해서는 오개념의 원인을 규명하는 연구가 필요하다.

넷째, 과학 교과서에 제시된 과학 개념 관련 그림의 과장 과 축소로 인해 발생하는 오개념과의 상관 관계 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- 권재술(1989). 과학 개념의 한 인지적 모형, 한국물리학회지, 물리교육, 7(1), 1-9.
- 김찬중(1990). 외국 학생들의 지구과학 개념에 대한 직관적 견해(II). 지구과학회지, 11(2), 181-187
- 박승재 (1988). 과학교육의 사조, 박승재 편저, 과학교육, 서울: 교육과학사
- 유갑열(1988). 한국과 일본 중학생의 과학적 사고력 및 탐구 과정 능력에 관한 비교 연구, 서울대학교대학원 석사학위 논문.
- 조희영(1984). 선입관의 철학적 배경 및 오인과의 과학 학습의 과제, 한국과학교육학회지, 4(1), 34 - 43.
- 채서일, 김범중 (1991). SPSS/PC+를 이용한 통계분석 10판, 서울 : 법문사.
- Anderson, B.(1986). The experimental gestalt of caution: a common core to pupils precorception in science. *European Journal of Science Education*, 8(2), 155-171.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., Hanesian, H.(1978). *Education psychology*. 2nd ed. Holt, Rinehart & Winston.
- Borg, W. R., Gall, M. D. (1983). *Educational Research* (4th ed.). New York:Longman.
- Cathy Ann, O. C. (1989). Science misconceptions held by preservice elementary teachers. Doctoral dissertation, University of Pittsburgh.
- Doran, R. L. (1972). Misconceptions of selected science concepts held by elementary school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 9(2), 127-137.
- Driver, R.(1985). Cognitive psychology and pupils frameworks in mechanics. The many face of teaching and learning mechanics: Proceedings of a conference on physics education, Utrecht, Netherlands, 171-198.
- Eaton, J. F., Anderson, C. W., & Smith, E. L. (1983). When students don't know they don't know. *Science and Children*, 20(7), 6-9.
- Head, J.(1986). Research into alternative frameworks: promise and problems. *Research in Science and Technological Education*, 4(2), 203 - 211.
- Fowler, T. W., Bou Jaoude, S. (1987). Using hierarchical concept/proposition maps to plan instruction addresses existing and potential student misunder-

- standing in science. *Proceedings of the second international seminar: misconceptions & educational strategies in science & mathematics*, Cornell University Ithaca, Vol.I, 182-186.
- Furness, L.B., Cohen, M.R.(1989). Children's conceptions of the seasons : A comparison of three interview techniques. *Paper presented at the meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, San Francisco, CA.
- Gilbert, J. K., Osborne, R. J. & Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teacher. *Science Education*, 66(4), 623-633.
- \_\_\_\_\_, Watts, D. M. & Osborne, R. J. (1985). Eliciting student views using an interview-about-instances technique. In L. H. T. West & A. L. Pines (Eds.) *Cognitive structure and conceptual change*. New York : Academic. 11-28
- Gil-Perez, D., Carrascosa, J. (1990). What to do about science misconceptions. *Science Education*, 74(5), 531-540
- Gowin, B. D. (1983). Misconceptions, metaphors and conceptual change: once more with feeling. *Proceedings of the misconceptions in science & mathematics*, Cornell University, Ithaca, NY, USA, 39-41.
- Hashweh, M.Z. (1988). Descriptive studies of students' conceptions in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(2), 121-134.
- Kim, C. J. (1989). Students intuitive ideas about "water in the atmosphere" : A cross age study. Doctoral dissertation, University of Texas at Austin.
- Klein, C. A. (1982). Children's concepts of the Earth & the Sun : A cross cultural study. *Science Education*, 65(1), 95-107.
- Linn, M. C. (1987). Establishing a research base for science education: hallenges, trends, and recommendations. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 191-216.
- McCloskey, M.(1983). Intuitive physics. *Scientific American*, 248, 122-238.
- Meyer, W.B.(1987). Vernacular American theories of earth science. *Journal of Geological Education*, 35, 193-196.
- Newell, A. and Simon, H.(1972). Human problem solving. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Nussbaum, J.(1983). Classroom conceptual change: the lesson to be learned from the history of science. *Proceedings of the international seminar: misconceptions in science & mathematics*, vol 1, 272-281.
- Osborne, R. J., Freyberg, P. (1985). Learning in Science : The implications of children's science. Heinemann, Auckland London Portsmouth N. H.
- Sadler, P. M. (1987). Misconceptions in Astronomy. *Proceedings of the misconceptions in science & mathematics*, Cornell University Ithaca, NY, USA, 47-52. 424-425.
- Schoon, K. J. (1989). Misconceptions in the Earth Science :A cross-age study. *Paper presented at the 62nd annual meeting of the NARST*, San Francisco, CA, ERIC document, ED 306 076.
- Strike, K.A.(1983). Misconceptions and conceptual change : Philosophical reflections on the research program. *Proceedings of the second international seminar : misconceptions & educational strategies in science & mathematics*. Cornell University Ithaca, NY, USA, 67-78.
- Trembath, R.J.(1980). The frequencies and origins of scientific misconceptions. ERIC document, ED 207 846.
- Viennot, L.(1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1(2), 205 - 221.
- Watts, D.M.(1983). A study of school children's alternative frameworks of the concept of force. *European Journal of Science Education*, 5(2), 217-230.

(ABSTRACT)

## The Types of Secondary School Students' Preconceptions on the Motion of the Earth and the Moon

Woo, Jong-Ok · Lee, Hang-Ro  
(Korea National University of Education)

Min, Jun-Gyu  
(Kangwon Science High School)

In spite of school science learning, the students' conceptions have not been changed easily. Therefore, to make students overcome their non scientific conceptions has been an important issue in science education.

The purpose of this study was to identify the conceptions of students and teachers on the motion of the earth and the moon.

The instrument was developed for estimating students' understandings of the concepts related to the motion of the earth and the moon. The validity of the instrument was examined by the specialists in Science Educator and Astronomer. At the same time, the two field trials had been executed, and the items were modified. Also, it consists of 12 items including 9 two-tier multiple choice items and 3 multiple choice items.

The population of this study consists of 250 eighth-, 299 tenth-, 292 eleventh-grade students, 134 science teachers in secondary school. SPSS/PC+ was adopted for the statistical analysis.

The type of misconceptions possessed students were as follows:

- 1) At 12:00 noon, the sun is directly overhead.
- 2) First quarter moon is a half of overall surface of the moon.
- 3) Air don't rotate with the earth surface because it keeps apart from the earth surface.
- 4) Summer is warmer than winter, because the earth is nearer from the sun in summer.
- 5) Whenever season is changed, the direction of rotation axis of the earth is changed.
- 6) The moon is the brightest at the position of new moon, because the distance between the moon and the sun is the shortest and the moon is received strongest sunlight.
- 7) The moon is not seen at the position of real full moon, because it is covered with shadow of the earth.
- 8) When the moon is not seen in the earth, sunlight is not reached at the moon.

The major findings were as follows :

- 1) The middle school students had more misconceptions than those of high school students. And female students had more misconceptions than those of male ones.
- 2) The rate of correct answer and the type of conception in the tenth grade students were very similar with eleventh grade students.
- 3) The higher cognitive level, the better development of scientific conception and the less misconception. Also, the correlation coefficient between scientific conception score and GALT score was 0.57.
- 4) The students in scientific part had higher the rate of correct answer than those of students in human part and the former had less misconception than the latter.
- 5) The rate of correct answer about model and figure items was lower than descriptive ones, because they did not understand about figures themselves.

These types of misconceptions will be used for science instruction and studies of other conceptions need.