

지구의 모양, 색깔, 중력에 대한 3학년 학생들의 선개념

강인숙 · 정진우 · 김윤지

(한국교원대학교)

The Preconceptions about Shape, Color and Gravity of the Earth in the Third Grade Students

Kang, In-Suk · Jeong, Jin-Woo · Kim, Yun-Ji

(Korea National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this research is to investigate the preconceptions of the Earth for 3rd grade students in elementary school. For this study, We interviewed with 30 students and children responded the questions with drawing the pictures. Through the study, We could find as followings. First, they thought that the shape of Earth is sphere only except one who had double conceptions of sphere and flat. Second, the color of the earth seems to be blue because of sea, but mostly answered, it seems to be green more than brown because of continent. Third, the conceptions of the gravity showed us 43% which is the kinds of scientific conceptions for the Earth.

Key words : earth, preconception, elementary, drawing

I. 서 론

과학교육에서 학습자의 개념은 실제적인 자연 현상에 대한 인지 구조를 표현하는 기본 단위로서 인지 연구에서는 개념이 조직화되어 지식으로 구성된다는 맥락으로 이해된다. 지식 구조의 근본이 되는 개념은 점진적으로 변화하고 재조직화 되는데, 학교 교육 이전에 학생들이 내재하고 있는 자연 현상에 대한 선개념은 학습에 결정적인 영향을 미칠 뿐만 아니라 과학적 개념을 습득하는데 방해가 되기도 하는 요인이다. 학생들이 파지하고 있는 선개념이 새롭게 도입되는 과학적 개념과 차이가 있는 비과학적 개념일 경우에는 인지구조의 견고성으로 인해 과학적 개념의 습득이 어려울 뿐 아니라 후속 학습에 영향을 미치는 중요한 변인이 된다.

과학 교과 중에서도 지구과학 영역의 내용 지식은 추상적 개념과 구체적 개념이 통합되어 있는데, 특히 천문 분야의 지식은 상대적으로 추상적인 개념과 법칙 및 이론으로 조직되어 있고, 직접 경험할 수 있는 구체적인 개념이라 하더라도 추상적인 속성을 지니고 있어 학습하기 어려운 영역 중 하나이다(조희형, 1994). 학생들이 갖게 되는 우주에 관한 개념은 그들의 경험 범위에 한정될 수밖에 없는데, 천문 분야에서 이루어진 선행 연구에 의하면 수많은 학생들이 지구가 우주의 중심에 위치하여 움직이지 않으며 편평하다고 생각한다. Nussbaum과 Novak(1976)은 2학년 학생들이 갖고 있는 지구의 모양과 중력에 대한 개념을 편평한 지구 개념에서 점진적으로 과학적 개념까지 구분되는 I ~ V의 5가지 수준으로 분석하였다. 이후 Mali와 Howe(1979)가 Nussbaum과 Novak의 연구를 네팔의 원시농업지역 학생들에게 적용하여 5가지 수준의 개념이 모두 표출됨을 확인하고 I 수준을 무개념, 팬케이크형의 지구, 구형 지구의 내부에 있는 편평한 단면의 3가지 하위 개념으로 세분하였으며, 특히 지구가 거대한 코끼리에 의해 4개의 모서리가 지지되는 크고

편평한 판이라는 전통적인 믿음을 갖고 있는 사례를 발견하였다. Nussbaum(1979)은 4학년에서 8학년의 이스라엘 학생들을 대상으로 연구를 수행하여 선행 연구에서의 I-II 개념을 I 수준으로 묶고, 지구를 2개의 반구가 합하여 이루어진 거대한 공으로 인식하여 위쪽 반구는 하늘과 공기로 이루어져 있고, 아래쪽 반구는 흙과 돌로 된 고체 땅으로 개념화한 II 수준을 재분류하였다. Klein(1982)의 연구에서 약 45%의 2학년 학생들이 지구의 아래쪽에 땅, 육지, 먼지 등이 있다고 답함으로써 우주 공간에 절대적인 바다이나 또 다른 세계가 있다는 믿음이 밝혀졌고, Jones 등(1987)이 3학년 학생들을 대상으로 한 연구에서는 지구의 모양에 대해 구형, 반구형, 반원판형, 원판형으로 인식하였고, Vosniadou와 Brewer(1989)의 연구와 Vosniadou(1991)의 후속 연구에서는 구형, 미심쩍은 구형, 잘려진 구형, 속이 텅 빈 구형, 원판형, 편평한 지구, 이중 지구, 혼합 개념 등으로 다양하게 분석되었다. 이후 지구의 모양과 중력에 대한 개념 연구에서 Baxter(1989)는 지구에서 있는 사람과 구름에서 비가 내리는 모습을 그리도록 하여 편평한 판 위에 지구의 중심이 아닌 수평 아래 방향으로 중력의 작용을 인식하고 있음을 발표하였고, Arnold 등(1995)은 면담과 그리기를 통해 우주 로켓의 창을 통해 바라 본 지구의 모습과 지구에서 있는 사람 및 구름에서 비가 내리는 모습에 대한 아동의 개념을 Nussbaum의 연구에서와 같이 6가지 수준으로 세부 분류하여 연령에 따른 개념 수준을 분석하였으며, Sharp(1996)는 지구의 모양과 색깔 및 중력에 대한 10~11세 영국 학생들의 개념을 조사하였다.

국내에서는 김현재와 이보옥(1989)이 Nussbaum과 Novak(1976)의 검사 방법을 적용하여 5 단계의 중력 개념 수준이 모두 나타남을 확인하였고, 채동현(1992)이 적도에서 돌을 떨어뜨리는 경우와 남극에서 물이 든 유리병의 마개를 여는 경우를 묻는 문항으로 6, 8, 10학년 학생들의 중력 현상에 관한 유년적 사고를 조사하였고, 이원국과 채동현(1993)은 미국의 중학생과 고등학생들을 대상으로 중력 현상에 관한 항목들을 포함하여 지구와 연관된 개념들의 유년적 사고를 연구하였다. 선은초(1999)는 지구의 모양에 대한 학생들의 개념이 초기 과학자들이 가졌던 개념과 유사성을 나타낸다는 점을 과학사적 맥락에서 해석하였고, 김선양(2000)은 지구의

모양에 대한 전조작기(4~6세)의 어린이들을 대상으로 연구하여 언어적 표현과 영상적 표현의 차이에 대해 논하였으며, 최미선(2006)은 중학생들의 인지 수준을 GALT로 조사하여 지구의 모양, 크기, 중력에 대해서 인지 수준에 따른 개념의 특성을 연구하였다.

현행 교육과정에서는 초등학교 3학년 2학기의 '지구와 달' 단원에서 학생들은 처음으로 지구에 대해 학습하게 되는데, 단원의 도입부에서 옛날 사람들이 생각한 지구의 여러 가지 모양들을 삽화로 제시하여 흥미를 유발하고 1차시에 둥근 물체 위의 종이 배를 움직이면서 구체물을 통해 지구의 모양을 이해하며, 우주선에서 바라본 지구의 모습을 사진 자료를 통해 학습하도록 구성되어 있다(교육부, 2001). 수업에 임하기 전에 교사가 갖추어야 할 다양한 요소들 중에서 교과 내용에 대한 지식 이외에도 학습의 안내자로서 학습자를 바르게 이해하는 능력이 필수적이라고 생각된다. 본 연구는 3학년 교육과정에서 지구에 대한 학습이 이루어지기 전에 지구의 모양, 색깔, 중력 개념에 대해 학생들이 내재하고 있는 다양한 선개념을 심층 면담과 그리기 활동을 통해 정성적으로 밝히고자 의도하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 절차

기초 연구 단계에서 국내의 선행 연구를 정리하고 문헌 연구를 통해 주요 개념을 추출하여 지구의 모양, 색깔, 중력 개념 영역으로 연구 내용 범위를 결정하였다. Arnold 등(1995)과 Sharp(1996)의 선행 연구를 참조하여 면담 문항 및 그리기 활동을 설계하였고, 과학교육 전문가들이 타당도를 검증하였다.

예비 연구 단계에서 충청북도 영동군에 소재한 Y 초등학교 3학년 학생들 10명을 대상으로 1차 예비 면담을 실시하였다. 지구의 모양을 영상적으로 표현한 질문지의 문항을 서면으로 보여주었으나, 대상자들이 이해하기에 어려움이 있었고, 지구의 표면에 사람들이 서 있는 모습을 묻는 문항에서 북극, 남극, 미국, 인도라는 지명을 사용하였으나, 대상자들이 지표상의 위치를 알지 못하였다. 면담 시간을 학생당 10분으로 예상하였으나, 실제 면담에서는 15~20분 정도 소요되었다. 1차 면담 결과로부터 검

사 문항을 수정 보완하여 지구의 모양은 구체물(평면의 종이 원, 평면의 종이 타원, 패트리 접시, 공, 계란)을 사용하는 방법으로 수정하였고, 지구의 표면에 사람들이 서 있는 모습을 묻는 문항은 다른 나라 사람들이라는 표현으로 수정하여 2차 예비 면담을 진행하였다. 5명의 학생들을 대상으로 면담을 실시한 결과, 검사 문항에 대한 이해가 충분한 것으로 판단되었다.

본 연구 단계에서 30명을 무선 표집하여 연구 대상으로 선정하였다. 면담은 방과 후 빈 교실에서 녹음하며 실시하였고 싸인펜과 색연필을 이용하여 그리기 활동에서 색깔을 구분하도록 하였다. 대상 학생들에게는 면담 과정이 평가가 아니므로 맞고 틀림이 없다는 점을 강조하고, 학생들이 면담 전에 내용을 알지 못하도록 비밀을 유지하였다. 과학교육 전문가의 지도를 받으면서 지구과학교육을 전공하는 박사과정 1명과 초등과학교육을 전공하는 석사과정 1명이 연구를 진행하였으며, 초등과학교육 석사과정 2명의 협조로 검사 결과의 해석과 검토가 이루어졌다.

2. 검사 방법

3학년 학생들이 ‘지구와 달’ 단원에서 학습하게 될 지구에 대한 개념은 지구의 둥근 모양과 인공

위성에서 바라본 모습으로 한정적이지만, 학습에 연계되는 선개념 영역을 지구의 모양과 색깔 및 지구 표면에서 작용하는 중력의 초보적 개념으로 설정하였다.

반구조적 면담 문항은 Arnold 등(1995)의 선행 연구에서 ‘우주 로켓의 창을 통해 바라 본 지구는 어떻게 보일까?’, ‘사람들이 지구의 어디에서 살 수 있을까?’, ‘지구 표면의 구름에서 비가 내리는 모습은 어떠할까?’의 질문들과 Sharp(1996)의 선행 연구에서 ‘지구의 모양은 어떠할까?’, ‘지구의 색깔은 어떠할까?’의 질문들을 기초로 문헌 연구를 통해서 추출한 주요 개념들을 고려하여 면담 문항을 설계하였다(표 1).

3. 분석 방법

지구의 모양에 대한 학생들의 개념은 텅 빈 원을 그린 사례와 대륙과 바다를 구분하여 그린 사례로 분류하였고, 대륙을 표현한 학생들 중에서 큰 대륙을 그린 사례와 대륙을 나라별로 구분하여 그린 사례로 재분류하였다. 영상적 표상 유형을 구체물(평면의 종이 원, 평면의 종이 타원, 패트리 접시, 공, 계란) 중에서 선택하여 정확한 개념을 표출하도록 하였으며, 지구의 모양으로 공을 선택한 학생들에게는 지구의 내부에 대한 추가 질문을 하여 사례별

표 1. 반구조적 면담의 기본 문항

개념 영역	면담 문항
지구의 모양	1. 지구를 그려 볼래?(종이 1)
	2-1. 네가 그린 등그라미의 정확한 뜻을 구체물 중에 골라서 말해 볼래? (평면의 원, 평면의 타원, 패트리 접시, 공, 계란)
	2-2. (2-1 문항의 답으로 공이나 계란을 선택했다면) 속이 텅 비어 있을까? 아니면, 속이 가득 차 있을까?
	2-3. (2-2 문항의 답으로 속이 가득 차 있다고 대답했다면) 속이 무엇으로 가득 차 있다고 생각하니?
지구의 색깔	3-1. 땅을 그려 볼래?(종이 2)
	3-2. 이 땅 위에서 서 있는 너를 그려 볼래?
	3-3. 땅 위를 걸어서 같은 방향으로 계속 가면 어떻게 될까?
	4. 네가 지금 생각하고 있는 지구의 모양은 어떻게 알게 되었니?
지구의 중력	1. 우주선을 타고 멀리서 지구를 바라본다면, 지구는 어떤 색깔로 보이는지 그려 볼래?(종이 3)
	2. 왜 이런 색깔로 보이는지 말해 볼래?
	1. 지구를 다시 한 번 그려 볼래?(종이 4)
	2. 우리는 땅 위에서 서 있는데, 이 땅이 지구의 어디에 있을까?
	3-1. 지구에 서 있는 너를 그려 볼래?
지구의 중력	3-2. 네가 여기 있으면, 다른 나라 사람들은 어디에 있는지 그려 볼래?
	4-1. 우리나라에 비가 온다면, 구름은 어디에 있을까?
	4-2. 구름에서 비가 내리는 모습을 그려 볼래?
	5-1. 다른 나라에서 비가 온다면, 구름은 어디에 있을까?
	5-2. 구름에서 비가 내리는 모습을 그려 볼래?

비율을 분석하였다. 땅 위에 자신을 그리고 계속 걸어가는 상황을 설정하여 지구의 모양에 대한 일상적 상황 적용 여부를 조사하였으며, 지구의 모양을 알게 된 경로를 묻고 복수 응답을 허용하여 학생들의 개념 습득 경로를 분석하였다.

지구의 색깔에 대한 학생들의 개념은 우주선을 타고 멀리서 지구를 바라보는 상황을 설정하여 지구가 우주선의 창문을 통해 어떤 색깔로 보일 것인지 질문하고 색연필과 싸인펜을 이용하여 그림을 그리도록 하였다. 대상 학생이 지구의 색깔을 칠할 때, 그 색을 선택한 이유에 대해 질문하고 복수 응답을 허용하여 사례별로 분석하였다.

지구의 표면에서 작용하는 중력에 대한 학생들의 초보적인 개념은 Nussbaum(1979)의 분석 방법을 토대로 지구 표면에서 사람들이 어디에서 있을까를 질문하고 그림으로 표현하도록 하여 I~V의 5가지 수준으로 1차 분석하고, Sharp(1996)의 중력 현상에 대한 개념 표출 상황과 연계하여 구름에서 비가 내리는 모습은 어떠한가를 질문하고 그림으로 표현하도록 하여 각 수준별 세부 분류를 통해 총 9단계의 중력 개념으로 2차 분석하였다.

III. 연구 결과

1. 지구의 모양

지구를 그려 보라는 1번 문항에 대해 모든 학생들이 종이에 원형을 그렸다. 단 1명(3%)의 학생이 속이 텅 빈 동그라미를 그렸고, 대륙과 해양을 구분하여 그린 학생이 29명(97%)이다. 대륙을 큰 곡선으로 그린 학생이 24명(80%)이고, 대륙을 작은 나라 단위로 그려 넣은 학생이 5명(17%)으로 나타나, 대부분의 학생들이 지구 표면에서 대륙과 해양의 분포를 인지하고 있는 것으로 판단하였다(표 2).

모든 학생들이 지구의 모양을 원형으로 답하였으므로 설명한 S18 학생은 문항 1에서 지구를 동그라미로 그렸지만, 원형 지구의 정확한 의미를 이해하고 있지 못하며 편평한 지구로 인식하고 있다.

지구의 모양을 표상하는 구체적 사물로 공을 선택한 29명의 학생들에게 지구의 내부는 속이 텅 비어 있을까 아니면 속이 가득 차 있을까를 질문하였는데, 텅 비어 있다고 답한 학생이 1명(3%)이었고, 가득 차 있다고 답한 학생이 28명(97%)이었다. 가

표 2. 지구의 모양 인식 유형









표상	응답
	24명(80%)
	5명(17%)
	1명(3%)




표 3. 지구의 영상적 표상 유형

영상적 표상	응답
	0명(0%)
	0명(0%)
	1명(3%)
	29명(97%)
	0명(0%)

득 차 있다고 답한 학생들에게는 무엇으로 채워져 있을까를 질문하였는데, 학생들이 응답한 요소들을 항목으로 분석하면 11명(38%)이 핵, 마그마, 땅 등으로 답하였고, 17명(59%)이 사람, 건물, 도시 등으로 답하여 지구의 3차원 공간에 대한 이해가 부족한 것으로 판단하였다(표 4).

일상적 상황에서 지구의 모양에 대한 개념을 파악하기 위해 땅을 그려보도록 하고 땅 위에 자신을 그린 후, 땅 위를 걸어서 같은 방향으로 계속 가면 어떻게 될까를 묻는 3번 문항에 대해 ‘지구를 한 바퀴 돌아서 제자리로 돌아온다’는 정확한 과학적 개념을 답한 학생이 13명(43%)이었다. 유사 응답으로 ‘끝이 없다’고 답한 학생이 3명(10%), ‘지구가 나온다’ 1명(3%), ‘바다가 나온다’ 7명(23%), ‘우주가 나온다’ 3명(10%), 그 밖에도 ‘막혀 있다’고 답한 학

표 4. 지구 내부의 인식 유형

지구의 내부	응답
 사람, 건물, 도시 17명(59%)	
 핵, 마그마, 땅 11명(38%)	
 비어 있음 1명(3%)	

생이 1명(3%), ‘떨어진다’고 답한 학생이 1명(3%), 답하지 못한 학생이 1명(3%)으로 지구가 구형이라고 답하였지만, 땅 위를 계속 걸어가는 일상적 상황에서 과학적 개념의 적용이 어려움을 보여주고 있다(표 5). 땅 위를 같은 방향으로 계속 걸어가면 ‘떨어진다’고 답한 S18 학생은 지구의 모양을 나타내는 구체적 사물로 패트리 접시를 선택한 학생으로 지구의 모양에 대한 대안 개념을 갖고 있음을 확인할 수 있었다.

다음은 S18 학생의 지구 모양에 대한 그림과 면담 내용이다(그림 1).

연구자: 네가 그린 동그라미의 정확한 뜻을 구체물 중에 골라서 말해 볼래?
(평면의 원, 평면의 타원, 패트리 접시, 공, 계란)

S18 : (패트리 접시를 선택함)

연구자: 땅을 그려 볼래? (종이 2)

표 5. 지구 모양의 상황 인식 유형

언어적 표상	응답
제자리로 돌아온다.	13명(43%)
끝이 없다.	3명(10%)
지구가 나온다.	1명(3%)
바다가 나온다.	7명(23%)
우주가 나온다.	3명(10%)
막혀 있다.	1명(3%)
떨어진다.	1명(3%)
모르겠다.	1명(3%)

S18 : (평평한 땅을 직선으로 그림)

연구자: 이 땅 위에서 있는 너를 그려 볼래?

S18 : (평평한 땅 위의 한가운데에 사람을 그림)

연구자: 땅 위를 걸어서 같은 방향으로 계속 가면 어떻게 될까?

S18 : 떨어져요.

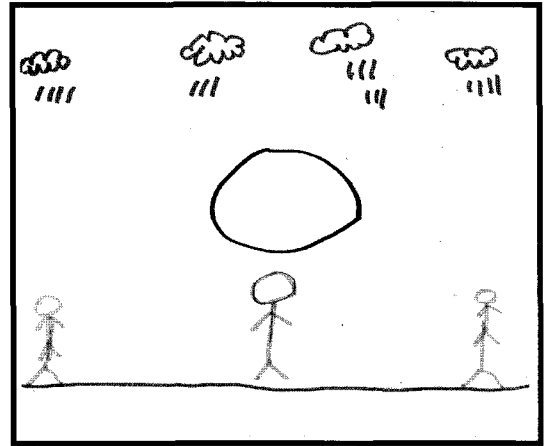


그림 1. S18 학생의 지구 그림

지구의 모양을 알게 된 경로를 묻는 4번 문항은 복수 응답을 허용하였는데, 책을 통해서 알게 되었다는 학생이 26명(87%)로 가장 많았고, 텔레비전을 통해서라는 답이 6명(20%), 비디오를 통해서라는 답이 4명(13%), 지구본을 보고 알게 되었다는 학생이 3명(10%)으로 나타나 많은 학생들이 책을 통한 2차원적 방식으로 지구의 모양에 대한 개념을 습득하여 과학적 개념 이해에 장애가 될 수 있음을 알게 되었다(표 6).

2. 지구의 색깔

지구의 색깔에 대한 학생들의 개념을 조사하기 위해 우주선을 타고 멀리서 지구를 바라보는 상황을 가정하여 지구가 어떤 색깔로 보이는지 색연필

표 6. 지구 모양의 개념 습득 경로

개념 습득 경로	응답
책	26명(87%)
텔레비전	6명(20%)
비디오	4명(13%)
지구본	3명(10%)

을 이용해서 그림을 그리고 답하도록 하였다. 복수 응답을 허용하였는데, 2가지 색깔을 답한 학생이 23명이었고, 3가지 이상의 색깔로 답한 학생이 7명이었다. 우주에서 지구를 바라보면, 지구에는 바다가 많기 때문에 지구가 파란색이나 하늘색으로 보일 것이라고 답한 사례가 25명이었고, 산이 높기 때문에 우주에서는 산이 잘 보일 것이라고 생각하여 산 또는 식물이 먼저 보이는 땅의 색깔인 초록색으로 보일 것이라고 답한 사례가 24명 있었다. 동일한 이유인 땅의 색깔 때문에 갈색이나 황토색으로 보일 것이라고 답한 학생이 4명 있었고, 소수 응답으로 지구가 깜깜한 우주에 있기 때문에 검정색으로 보일 것이라고 답한 학생이 1명 있었다. 구름의 색깔로 인해 흰색으로 보일 것이라고 답한 학생이 5명 있었는데, 산에 올라가거나 비행기를 타면 구름이 아래에 보인다는 것을 경험적으로 알고 있기 때문이라고 그 이유를 밝히고 있어서 학생들은 주로 자신의 일상적 경험에 근거하여 지구의 색깔을 인식하고 있는 것으로 판단하였다(표 7).

지구의 색깔에 대한 S3, S5, S10, S17 학생의 면담 내용이다.

- S3 : 산은 초록색이고, 나머지는 바다인데. 바다는 하늘색이고... 보이는 건 초록색일 것 같아요.
- S5 : 황토색은 땅, 파랑색은 바다, 초록은 산, 연두색은 풀밭이에요.
- S10 : 우주는 어둡고 깜깜하니까요. 우주는 어두워서 검은색으로 보일 것 같아요.
- S17 : 파란색은 바다, 초록은 땅, 하얀색은 구름이에요.

표 7. 지구의 색깔 인식 유형

색깔	색깔 요소 (응답수)	응답
파란색	바다(17), 물(2)	19명(63%)
하늘색	바다(8), 하늘(4)	12명(40%)
초록색	땅(16), 산(8), 밭(1), 나라(1)	26명(87%)
연두색	풀밭(1), 농장(1)	2명(7%)
갈색	땅(3)	3명(10%)
황토색	땅(1), 사막(1)	2명(7%)
흰색	구름(5)	5명(17%)
검정색	우주(1)	1명(3%)

3. 지구의 중력

지구의 표면에서 작용하는 중력에 대한 학생들의 초보적 개념을 조사하기 위해 사람들이 지구의 표면에 어떻게 서 있으며, 구름에서 비가 지구 표면에서 있는 사람들에게로 내리는 모습이 어떠한지를 그림으로 그려 설명하도록 하였다.

Nussbaum과 Novak(1976) 및 Nussbaum(1979)의 분석 기준을 참조하여 I 수준에서 V 수준까지 1차 분석을 하였고, Sharp(1996)의 분석 기준을 참조하여 각 수준에서 세부 분류를 통해 총 9단계로 2차 분석하였다. I 수준의 학생들은 편평한 지구와 둥근 지구의 이중 지구 개념을 갖고 있으며, 둥근 지구의 남반구에서 있으면 아래로 떨어질 것이라고 믿는다. IIa 수준의 학생들은 지구를 2개의 반구가 합하여 이루어진 거대한 공으로 인식하여 위쪽 반구는 하늘과 공기로 이루어져 있고 아래쪽 반구는 흙과 돌로 된 고체의 편평한 땅이라고 믿으며, IIb 수준은 아래쪽 반구의 곳곳에 사람들이 서 있을 수 있다고 믿는다. IIIa 수준의 학생들은 둥근 지구의 표면에서 있을 수 있으나, 위아래 방향을 절대적으로 가정하여 구름에서 내리는 비가 북반구의 위쪽에만 위치하는 것으로 믿으며, IIIb 수준은 지구의 곳곳에서 사람들의 머리 위로 구름에서 비가 내릴 수 있는 것으로 믿는다. IV 수준의 학생들은 지구 표면 전체에 사람이 서 있을 수 있으나 중력이 지구 중심 방향으로 작용한다는 것을 인식하지 못하여 사람과 구름에서 내리는 비가 아래 방향을 향한다고 믿는다. V 수준의 학생들은 지구 중심 방향으로 중력이 작용하는 현상들을 모순 없이 일관되게 인식하는 과학적 개념에 해당하는데, Va 수준은 종이 평면 위에 공간적인 개념 표현의 어려움으로 인하여 언어적으로는 Vb 수준에 해당하지만 그림 표현이 부족한 학생들을 구분하였고, Vb 수준은 사람들과 구름에서 내리는 비가 모두 지구의 외곽에 위치하여 지구 중심 방향을 향하고 있음을 표현한 학생들을 구분하였고, Vc 수준은 지구의 외곽에서 뿐만 아니라 종이 평면 위에서 내려다 보는 방향으로 작용하는 중력에 대한 개념까지 표현할 수 있는 학생들을 구분하였다(표 8).

중력 개념 I 수준은 지구의 모양을 편평하게 인식하고, 중력이 편평한 지구의 아래 방향으로 작용한다고 믿는 개념으로 3명의 학생들이 해당하였다. I 수준의 학생들은 자신이 서 있는 편평한 땅과

표 8. 지구 중력의 개념 수준

수준	중력 방향	중력 개념	응답
I			3명 (10%)
IIa			1명 (3%)
IIb			3명 (10%)
IIIa			1명 (3%)
IIIb			7명 (23%)
IV			2명 (7%)
Va			1명 (3%)
Vb			10명 (33%)
Vc			2명 (7%)

둥근 지구를 분리하여 지구는 하늘 위에 행성처럼 존재한다고 믿는 이중 지구 개념을 갖는다. 중력 개념 I 수준에 해당하는 S10 학생의 그림과 면담 내용은 다음과 같다(그림 2).

연구자: 땅을 그려 볼래? (종이 2)

S10 : (편평한 땅을 직선으로 그림)

연구자: 이 땅 위에서 있는 너를 그려 볼래?

S10 : (그림 가운데에 사람을 그림)

연구자: 땅 위를 걸어서 같은 방향으로 계속 가면 어떻게 될까?

S10 : 잘 모르겠어요. 막혀 있을 것 같아요.

연구자: 땅이 여기 있으면, 지구는 어디에 있니?

S10 : 하늘에 있어요.

연구자: 우리는 땅 위에서 있는데, 지구에 이 땅이 있니?

S10 : 아니요. 지구는 하늘에 있어요.

연구자: 그러면 땅을 그리고, 지구도 그려 볼까?

S10 : (땅을 아래쪽에 그리고, 지구를 하늘 위에 그림)

중력 개념 II 수준은 지구를 두 개의 반구가 합쳐져서 이루어진 거대한 공으로 생각하여 아래쪽 반구에는 땅이 있어서 사람들이 서 있고, 위쪽 반구에는 하늘로 구성되어 있다는 개념으로 4명의 학생들이 해당하였다. IIa 수준의 학생들은 아래쪽 반구를 편평한 단층의 땅으로 인식하며 본 연구의 대상 학생들 중 1명이 이에 속하고(그림 3), IIb 수준의 학생들은 편평한 아래쪽 반구의 곳곳에 사람

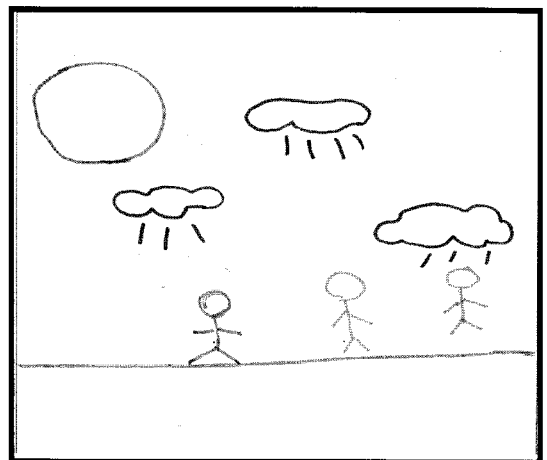


그림 2. I 수준 - S10 학생의 그림

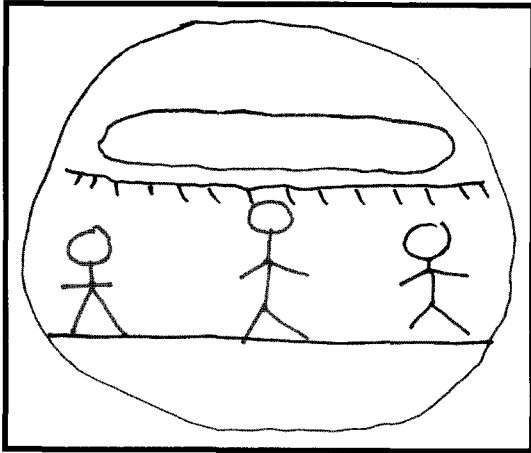


그림 3. IIa 수준 - S13 학생의 그림

들이 서 있을 수 있다고 인식하며 3명이 이러한 중력 개념을 갖고 있었다.

중력 개념 III 수준은 지구의 모양을 구형으로 그리고, 구름에서 아래 방향으로 비가 내리는 모습을 표현한 8명의 학생들이 해당하였다. 모든 학생들이 자신을 지구의 북극에 위치하도록 그려 넣었고, 다른 나라 사람들을 지구의 곳곳에 아래 방향을 향하도록 그렸다. IIIa 수준의 학생들은 구름과 비가 북반구의 위쪽에서만 존재할 수 있는 것으로 인식하며, 본 연구의 대상 학생들 중 1명이 이에 해당하였고, IIIb 수준의 학생들은 지구의 곳곳에 위치한 사람들의 머리 위에 구름과 비가 존재할 수 있는 것으로 인식하며, 7명이 이러한 중력 개념을 갖고 있었다(그림 4).

중력 개념 IV 수준은 지구의 모양을 구형으로 그리고 사람들이 지구의 중심을 향해 서 있도록 표현하였으나, 구름에서 내리는 비는 지구 중심 방향이 아니라 아래 방향으로 향하도록 표현한 2명의 학생들이 해당하였다. 중력 개념 IV 수준에 해당하는 S23 학생은 지구에서 있는 자신의 모습을 그리라고 하자 지구의 중심에 그리고, 다른 나라 사람들은 극 지역과 적도 지역에 그려 넣었다. 적도 지역에서 사람들이 왜 옆으로 서 있느냐는 질문에 땅을 밟고 서 있기 때문이라고 답하였지만, 구름에서 내리는 비를 표현한 모습은 각 나라 사람들의 머리 위쪽이 아니라 자신을 중심으로 사람의 위쪽에 그려 넣고 빗방울이 아래 방향을 향하도록 표현하였다(그림 5).

과학적 개념에 해당하는 중력 개념 V 수준은 지

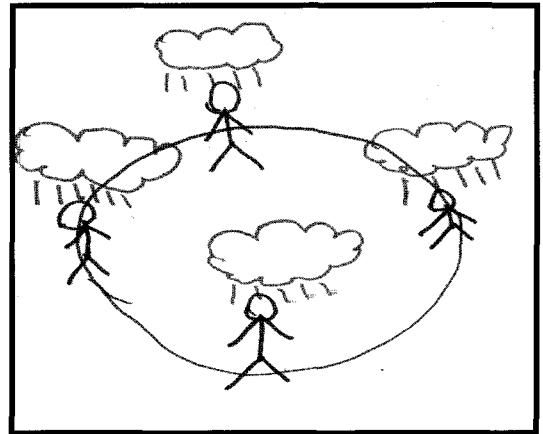


그림 4. IIIb 수준 - S14 학생의 그림

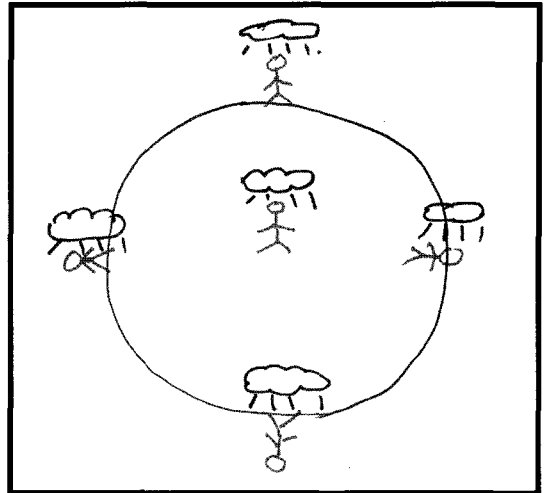


그림 5. IV 수준 - S23 학생의 그림

구의 중심 방향으로 작용하는 중력 현상을 바르게 표현한 13명의 학생들이 해당하였다. Va 수준은 2차원의 종이 평면 위에 3차원 개념 표현의 어려움으로 인하여 언어적으로는 Vb 수준의 과학적 개념을 나타낼 수 있지만, 영상적 표현이 부족한 경우로 본 연구의 대상 학생들 중 1명이 이에 해당하였다. 연구 대상 중 가장 많은 10명의 학생들이 해당하는 Vb 수준은 지구가 끌어당기는 힘이 있어서 사람들과 구름 및 빗방울이 모두 지구 중심 방향을 향하게 되는 중력 개념을 이해하고 있으며, Vc 수준은 Vb 수준의 언어적 표현에서 그림 중심에 위치한 사람을 머리와 어깨만으로 표현하고 빗방울이 구름에 가려 보이지 않는다고 설명한 2명의 학생들이 이러한 개념 수준에 해당하였다(그림 6). 중

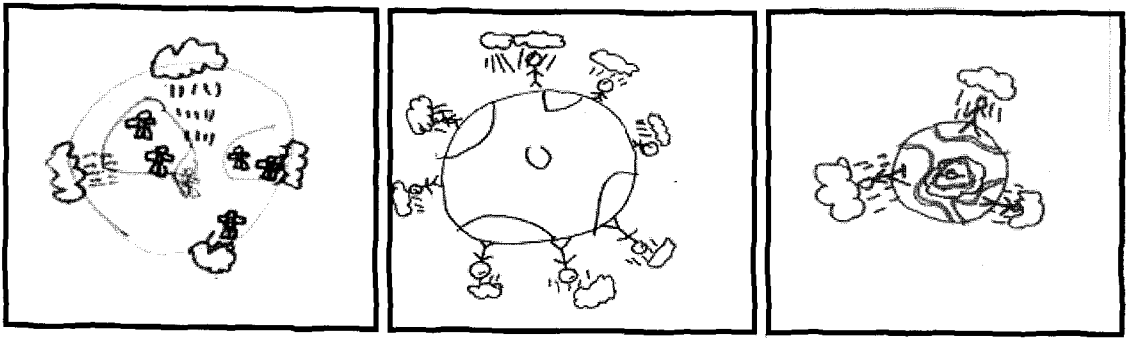


그림 6. Va 수준 - S11, Vb 수준 - S16, Vc 수준 - S21 학생의 그림

력 개념 Vb 수준에 해당하는 S16 학생은 중력이라는 과학적 용어를 사용하여 현상을 설명하였으며, 면담 내용의 일부는 다음과 같다.

- 연구자: 지구에 서 있는 너를 그려 볼래?
 S16 : (지구의 북극 지역에 자신을 그림)
 연구자: 네가 여기 있으면, 다른 나라 사람들은 어디에 있는지 그려봐.
 S16 : (종이를 돌려가며, 지구 표면의 여러 지역에 사람들이 지구 중심을 향하도록 그림)
 연구자: 아래쪽에 있는 사람은 떨어지지 않을까?
 S16 : 안 떨어져요.
 연구자: 왜 안 떨어지냐?
 S16 : 중력 그러니까 만유인력 때문에 안 떨어져요.

IV. 결 론

학습자는 과거의 경험과 자신의 사고로부터 그들 자신만의 지식을 구성하고 표상한다는 생각이 오늘날 과학교육자들이 갖는 기본적인 입장으로, 학습은 학습자가 이미 갖고 있는 현재의 지식과 개념화에 의미 있게 연관되는 경우에만 이루어질 수 있다고 본다. 전통적 인식론에서 실재는 외부에 존재한다고 논의되어 왔으나, 오늘날에는 개인의 관찰과 반성적 사고 등을 통해 구성된다는 입장이 확고해졌다. 학생들이 백지에 그림을 그려 넣듯이 새로운 개념을 획득하는 것이 아니라 자신의 머릿속에 이미 형성되어 있는 선개념을 변화시키거나 발전시키는 형태로 학습이 이루어지는 것이라고 해야 할 것이다.

교수-학습의 목적을 학습자의 비과학적 선개념으로부터 과학적 개념으로의 변화라고 단정할 때, Tytler(1998)는 학습자의 개념 변화 과정이 하나의 일관성 있는 초보적인 개념 체계가 다른 개념 체계로 대체되는 것이 아니라, 여러 개의 다양한 개념들이 동시에 존재하면서 그 개념들을 여러 상황 속에서 선택적으로 적용할 수 있는 기준과 방법을 알게 되는 과정이며, 각 개념들의 내용과 범위가 수정되고 확장되어가는 과정이라고 하였다. Vosniadou 등(2001)은 지구에 대한 학생들의 개념 변화를 새로운 정보에 직면하여 자신들의 선행 가정을 폐기하기 보다는 부분적으로 수정하면서 과학적 개념과 조화를 이루도록 정합적으로 통합 모델을 구성하는 점진적 과정으로 이해하였는데, 지구의 모양이 구형이라는 것을 알아야 지구의 중심 방향을 이해하고 중력 개념에 대한 학습이 이루어질 수 있다는 학습 변화 단계에 대해 기술하였다.

지구의 모양에 대한 초등학생들의 선개념을 조사한 본 연구에서 모든 학생들이 지구를 원형으로 인식하고 있으나, 일부 학생들은 Vosniadou(1991)의 연구에서 밝혀진 바와 같이 그리기와 면담을 통해 자신이 서 있는 지구의 땅을 편평하게 그린 ‘편평한 지구’ 개념과 자신이 서 있는 땅과 별개로 지구가 하늘 위에 떠 있다고 믿는 ‘이중 지구’ 개념을 표출하였다. 대부분의 학생들이 지표면에서 대륙과 해양의 분포를 그림으로 표현하였으나, 지구의 내부를 묻는 질문에는 과반수가 사람·도시·건물들로 가득 차 있다고 답하였는데, 지구 내부를 핵·마그마·땅으로 표현한 학생들이 지구의 중력 개념 분석 결과에서 과학적 개념에 해당하는 V 수준에 속하고 있다는 점도 개념의 연계 상황으로 판단할 수 있다.

지구의 색깔에 대한 선개념을 Sharp(1996)의 선행 연구 결과와 비교해 보면, 대다수의 학생들이 파랑색과 초록색으로 지구를 표현하고 있다는 점이 일치하였다. 그러나 영국 학생들 중 다수가 흰색과 회색으로 구름과 안개 및 인공적인 도로와 건물을 표현한데 반해, 우리나라 학생들은 극히 일부 학생이 비행기나 높은 산에서 내려다보는 일상적 상황에 적용하여 구름으로 인해 지구가 흰색으로 보일 것이라고 답하고 있어서 연구 대상 학생들의 환경요인에 따른 인식의 차이로 논의할 수 있을 것이다.

지구 표면에서 작용하는 중력에 대한 학생들의 선개념은 Nussbaum(1979)의 I ~ V 개념 수준을 기본으로 하고, Sharp(1996)의 분석 기준을 참조하여 총 9단계의 개념으로 분석되었다. Sharp(1996)의 선행 연구에서 10~11세의 영국 학생들 중 다수가 IIIa 수준으로 지구의 모양을 구형으로 인식하고 구름과 비를 지구 아래 방향으로 표현하지만 북반구에만 구름과 비가 존재하는 것으로 믿고 있으며, 연구 대상 중 절반의 학생들이 표현 방식의 차이는 보이지만, 과학적 개념을 갖고 있는 V 수준에 해당하는 것으로 밝혀졌다. 우리나라의 학생들 역시 약 43%가 과학적 개념인 V 수준 특히 지구 중심 방향으로 작용하는 힘에 의해 지구 둘레 전체에 사람과 구름 및 빗방울이 존재할 수 있다고 믿는 Vb 개념에 속하는 학생들이 많았고, 다수의 학생들이 IIIb 수준으로 남반구를 포함한 지구의 아래 방향으로 구름에서 비가 내린다고 믿고 있으며, 각 개념 수준 단계에 일부 학생들이 속하여 다양한 개념 수준을 갖고 있는 것으로 해석할 수 있었다.

이와 같은 결과는 Nussbaum(1979)의 횡단적 연구에서는 4학년 학생들 중 과반수의 학생들이 I 수준에 속하고, III 수준에 속하는 학생들이 다수이며, 지구에 대한 학습이 이루어지는 5학년 이상으로 대상 연령이 증가하면서 과학적 개념인 V 수준에 해당하는 학생들의 수가 증가하는 결과와는 차이가 있다. Nussbaum(1979)의 연구 결과에서는 학습이 이루어지기 전에 학생들의 선개념이 현상적인 I ~ III 수준에 주로 머물러 있으나, Sharp(1996)의 연구와 본 연구를 통해서는 학교에서 학습이 이루어지기 전에 이미 절반에 가까운 학생들이 과학적 개념에 해당하는 V 수준에 도달해 있는 것으로 나타났다. 우리나라의 초등학생들을 대상으로 한 횡단적 연구가 이루어지지 않았으므로 3학년에서

지구에 대한 학습이 이루어진 후의 상급 학년 학생들의 개념 추이는 단정하기 어려우나, 학교 교육과정을 통한 정규 학습이 이루어지기 전에 학생들은 개개인이 접하고 있는 사교육 환경을 통해 다양한 수준의 선개념을 내재하고 학교 수업에 임하고 있음을 짐작할 수 있다.

지구의 개념에 대한 연구 결과는 학생들이 지구의 모양과 지구의 내부에 대해 갖는 개념으로부터 지구의 중력에 대한 개념이 각각 독립적이지 않고 상호 연계되고 있으며, 각 개인의 일상적 경험 범위로부터 선개념으로 표현된 자연 현상에 대한 인식 범위가 결정되고 있음을 보여주고 있다. 학생들 각자의 생김이 다르듯이 동일한 학습 경험이 주어진다 하더라도 동일한 개념 수준으로 내면화할 수 없기 때문에 교사에 의해 전달된 정보가 반드시 모든 학생들에게 학습되는 것이 아니다. 따라서 교사는 학습 정보가 학습자들에게 어떤 경로를 통해 구성될 수 있을 것인가를 고민하고, 그들에게 의미 있는 방식으로 학습 경험의 기회를 제공하기 위해 노력해야 할 것이다. 학습 주제와 관련하여 학습자들이 수업 이전에 이미 내재하고 있는 선개념을 교사가 인지하는 과정이 교수학습에서 중요한 활동 단계로 인식되어야 할 것으로 사료된다. 또한, 교사는 학습자 개개인에게 의미 있는 학습 경험을 제공하기 위하여 정보가 학습자의 세계관에 위배되지 않는다는 믿음을 주고, 학습자가 과학적 개념을 내면화하여 또 다른 일상적 문제 상황에서 적용할 수 있도록 조력해야 할 것이다.

V. 국문요약

본 연구의 목적은 초등학교 3학년 학생들의 지구에 대한 선개념을 조사하는 것이다. 연구에서 30명의 학생들을 면담하였고, 학생들은 그리기 활동을 포함한 문항에 응답하였다. 연구 결과, 지구의 모양에 대해 구형의 지구와 편평한 지구의 이중 개념을 갖고 있는 단 한명의 학생을 제외한 나머지 모두가 지구의 모양을 구형으로 답하였다. 지구의 색깔은 바다 때문에 파란색으로 보일 것이라고 답하는 한편, 대륙으로 인해 갈색보다 주로 초록색으로 보일 것이라는 응답이 많았다. 지구의 중력에 대한 문항에서 약 43%의 학생들이 과학적 개념을 표출하였다.

참고문헌

- 교육부(2001) 고등학교 교육과정 해설. 대한교과서주식회사.
- 김선양(2000) 지구 모양에 대한 4, 5, 6세 어린이의 표상에 관한 연구. 동덕여자대학교 석사학위논문.
- 김현재, 이보옥(1989) 지구의 모양과 중력 개념 형성에 관한 연구. 초등과학교육, 8(2), 89-107.
- 선은초(1999) 지구의 모양과 우주관에 대한 학생 개념과 과학사적인 개념의 비교 연구. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 이원국, 채동현(1993) 지구와 연관된 개념들에 관한 미국 학생들의 유년적 사고. 한국지구과학회지, 14(2), 153-161.
- 조희형(1994) 잘못 알기 쉬운 과학 개념. 전파과학사.
- 채동현(1992) 한국 학생들의 중력 현상에 관한 유년적 사고. 한국과학교육학회지, 12(2), 67-79.
- Arnold, P., Sarge, A. & Worrall, L. (1995). Children's knowledge of the earth's shape and its gravitational field. *International Journal of Science Education*, 17(3), 635-641.
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events, *Science Education*, 11, Especial issues, 502-513.
- Jones, B. L., Lynch, P. P. & Reesink, C. (1987). Children's conceptions of the earth, sun and moon. *International Journal of Science Education*, 9(1), 43-53.
- Klein, C. A. (1982) Children's concept of the earth and the sun : A cross cultural study. *Science Education*, 65, 95-107.
- Mali, G. B. & Howe, A. C. (1979). Development of earth and gravity conceptions among Nepali children. *Science Education*, 63, 685-691.
- Nussbaum, J. (1979). Children's conceptions of the earth as a cosmic body: A cross-age study. *Science Education*, 63, 83-93.
- Nussbaum, J. & Novok, J. D. (1976). An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 60, 535-550.
- Sharp, J. G. (1996). Children's astronomical beliefs: A preliminary study of year 6 children in south-west England. *International Journal of Science Education*, 18(6), 685-712.
- Tytler, R. (1998). Children's conceptions of air pressure; exploring the nature of conceptual change. *International Journal of Science Education*, 20(8), 929-958.
- Vosniadou, S. (1991). Conceptual development in astronomy. In S. M. Glynn, R. H. Yeany, & B. K. Britton (Eds.), *In The Psychology of Learning Science* (pp. 149-177). Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. Hillsdale, New Jersey에서 재인용.
- Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1989). The concept of the earth's shape: A study of conceptual change in childhood. Technical Report No. 467. Illinois Univ., Urbana. *Center for the Study of Reading*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 320756).
- Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A. & Padademetriou, E. (2001). Designing environments to promote conceptual change in science. *Learning and Instruction*, 11, 381-419.