

고등학교 지구과학 교과서의 중력 및 지구자기 관련 주요 개념의 분석

최광선¹ · 양인숙¹ · 이상균^{2*}

¹부산대학교 · ²웅동초등학교

A Main Concepts Analysis of Gravity and Geomagnetism of Earth Science Textbooks in High School

Kwang-Sun Choi¹ · In-Suk Yang¹ · Sang-gyun Lee^{1*}

¹Busan National University · ²Ungdong Elementary School

ABSTRACT

This study is focused on the main concepts of gravity and geomagnetism which are introduced in the earth science textbooks of high school in 7th curriculum. This study examines the validity and accuracy of the Earth Science textbooks and shows some effective teaching plans by using the latest materials. This study also illustrates the main concepts of gravity and geomagnetism through presenting some effective and practical teaching-learning methods. The results of the study were as follows: First of all, a number of main concepts of six textbooks of high school were selected; the field of gravity, the direction and dimension of gravity, the measurement of gravity, the main reason of gravity anomaly and geoid, earth terrestrial magnetic field, secular variation of geomagnetism. Secondly, most Earth Science textbooks of high school explains the main concepts of the gravity and geomagnetism in similar ways. Those textbooks, however, don't put an emphasis on the essential contents which has been regarded as important thing in terms of the current educational course of study. The high school textbooks also use the material which is too old-fashioned and has some problems of accuracy and validity. Especially, many main concepts of the textbooks and scientific data (such as the direction of gravity, the measurement of gravity, the main reason of gravity anomaly, the use of geoid, secular variation) are different with those of South Korea. In addition, some materials (graphs and diagrams) are very old ones and they don't have authentic information. Finally, Among the various main concepts, some important ideas (the direction of the gravity and the method of measuring gravity, the measurement and use of gravity anomaly, the definition of geoid and secular variation of geomagnetism) should be corrected by showing the latest and authentic materials.

KeyWords : gravity, geomagnetism, 7th curriculum.

I. 서론

과학과 기술의 발달은 질 높은 과학 교육으로부터 가능하며, 과학과 기술 수준의 유지, 향상, 발전은 과학 교육의 전략과 잘 조직된 과학 교육 과정에 달려 있기 때문에 선진 각국들은 그 나라의 과학 교육 혁신을 위하여 부단히 노력하고 있다. 과학 교육은 미래 사회에 알맞게 적용할 수 있는 인간을 기르는 교육을 추구하고, 일상생활에서 부딪히는 문제를 과학적으로 해결하는 능력을 기르며, 생활인으로서의 필요한 과학적 탐구 활동을 통하여 과학의 기초적인 개념의 이해, 과학적 사고력의 신장, 그리고 자기의 생각과 타인의 견해를 비교하여 바르게 판단하고 옳은 것을 받아들이려는 긍정적인 태도를 길러 주어야 한다(박기현, 2003).

*Corresponding author: sanggyun@paran.com

Tel: 82-10-2440-2392

Fax: 82-51-513-7495

우리나라의 교육 과정은 해방 후 교수 요목기를 시작으로 제1차 교육 과정을 거쳐 현재 제 7차 교육과정 시행 중에 있다. 그 중 7차 교육과정은 지금까지의 교육과정 개정 중에서 가장 큰 변화를 나타낸 교육과정으로 평가할 수 있다. 그 변화의 중요 내용은 초·중·고등학교의 학교 급간을 구분하던 종래의 방식에서 벗어나 1학년에서 10학년까지를 국민공통기본교육과정으로 정하여 일관성을 유지한 것과 각 교과별로 단계형 및 심화 보충형 수준별 교육과정을 운영하도록 규정한 것이다. 그리고 단원 수는 늘리되 학습의 내용을 축소하여 학습의 부담을 경감한 것과 고등학교 2-3학년 전부 선택과목을 이수하도록 한 것, 그리고 재량 활동 시간을 대폭 설정하여 학교 재량의 범위를 넓힌 것 등을 그 특징으로 들 수 있다. 이 교육 과정의 성격은, 국가 수준의 공통성과 지역, 학교, 개인 수준의 다양성을 동시에 추구하며 학습자의 자율성과 창의성을 신장하기 위한 학생 중심의 교육 과정으로 밝히고 있다(김상달 외, 2003).

더욱이 고도의 정보화 사회에 대응하기 위해서는 방대한 양의 과학교육내용을 보다 효율적이고 체계적으로 가르치기 위해서는 교과서에 기술된 지식과 개념이 최신 자료를 기초로 진술되어야 하며 이를 활용하여 교수-학습이 이루어지는 것이 과학 교육을 위한 중요한 과제라고 할 수 있다.

하지만, 지구과학 교과서의 전반적인 내용이나 구성, 교육과정에서 다루고 있는 개념 분석에 관한 연구는 활발히 이루어지지 않고 있는 실정이다.

7차 교육과정에 따른 지구과학 I, II 교과서의 탐구 활동과 과학자, 원리, 법칙, 이론을 분석한 연구(백종숙, 2005; 오영숙, 2005; 안광미, 2003)가 있으며, 지구과학 교과서의 내용을 분석한 연구(이정선, 1999; 오진용, 1995; 김찬종과 김기식, 1994; 김현주, 1991)의 연구가 있으며, 과학 교육에 있어서 지구과학의 오개념에 관한 연구(김옥현, 1993; 정진우, 1991; 김화태, 1991; 정찬길, 1995; 조희형, 1994)가 있다.

이러한 연구 결과에서 보면 학생들이 가지고 있는 개념은 과학 학습에 큰 영향을 주는 것으로 알려져 있으며, 학생들이 가지고 있는 오개념이 교과서에 의해서 형성되어진다고 할 수 있다. 그러므로 교과서에서 기술되는 과학적인 개념들은 학생들에게 오개념이 형성되지 않도록 정확하게 서술되어야 한다.

현재까지는 7차 교육과정의 지구과학 I, II 교과서를 전체적으로 보면서 양적으로 분석한 것이 대부분이었으나, 본 연구에서 채택한 지구과학 II 교과서 내용 중 중력과 지자기의 개념을 정확하게 서술하기 위한 개념 분석에 대한 연구는 선행 연구를 찾아보기 어렵다.

따라서 본 연구는 현행 제7차 교육과정 고등학교 지구과학 교과서 내용 중 지구물리 관련 내용인 지구의 역장 단원에서 중력과 지구자기의 주요 개념을 조사·분석하여 내용의 타당성과 정확성을 검토하고 가장 효율적으로 지구의 역장 단원을 구성하는 주요 개념과 진술 방식을 제시하고, 그와 함께 최신 자료를 활용하여 중력과 지구자기의 내용을 효과적으로 제시할 수 있는 방안을 찾아 제7차 교육과정 이후 교육과정 개편 시 활용할 수 있는 자료를 제시하여 지구과학 교육과정의 개선에 기여하여 지구과학 교수-학습이 체계적이고 효율적으로 이루어질 수 있도록 하는 것에 본 연구의 목적이 있다.

이를 위한 본 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 현행 고등학교 지구과학 교과서 6종에 기술된 중력과 지구자기에 대한 내용을 조사하고 이에 관련된 주요개념을 선정한다.

둘째, 선정된 주요개념을 선행연구 및 최근의 관련 자료와 비교·분석하고 개념의 타당성과 정확성을 검토한다.

셋째, 분석의 결과를 기초로 관련 개념들에 대한 올바른 정의를 제시한다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상 및 실험 설계

본 연구는 2003년 3월 1일부터 시행되고 있는 제7차 교육과정의 고등학교 지구과학 II 교과서 6종을 연구 대상 자료로 선택하였다. 출판사별로 A교과서, B교과서, C교과서, D교과서, E교과서, F교과서로 아래 표 1과

같이 표기하여 비교 분석하였다.

표 1. 제7차 교육과정 고등학교 지구과학Ⅱ 교과서

교과서명	지은이	출판사	출판년도	본 연구에 사용된 기호
고등학교 지구과학Ⅱ	이규석 외 5인	대한교과서(주)	2002	A
고등학교 지구과학Ⅱ	허창희 외 3인	(주)지학사	2002	B
고등학교 지구과학Ⅱ	이문원 외 5인	(주)금성출판사	2002	C
고등학교 지구과학Ⅱ	김희수 외 6인	(주)천재교육	2002	D
고등학교 지구과학Ⅱ	우종옥 외 5인	(주)교학사	2002	E
고등학교 지구과학Ⅱ	경재복 외 5인	(주)중앙교육진흥연구소	2002	F

위 <표 1>에서 사용된 지구과학Ⅱ 교과서의 지은이와 출판사, 출판년도에 따라 본 연구에서는 교과서별로 기호를 사용하였다.

본 연구의 절차는 <그림 1>과 같이 자료의 수집과 문헌 연구, 자료의 정리, 자료의 비교 및 검증, 논문의 작성 과정을 거치는 과정으로 진행하였다.

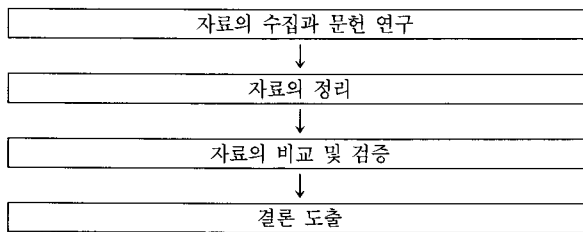


그림 1. 연구의 절차

연구의 절차에 대해 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

1) 자료의 수집과 문헌 연구

지구과학Ⅱ 교과서에 나오는 중력과 지구자기에 관한 모든 개념을 모두 정리하고 그 개념을 중심으로 문헌, 사전, 용어집을 찾아 가장 정확한 개념들을 선정하였다. 선정된 개념들은 중력의 경우는 중력을 이루는 힘, 중력장, 위도별 중력의 방향과 크기, 중력의 측정, 중력이상의 원인, 중력이상의 이용, 지각평형설, 지오이드로 선정하였고, 지구자기의 경우는 지구 자기장, 영년변화와 그 증거, 지자기의 3요소, 자극의 위치, 지자기의 영향, 지자기의 원인, 자력탐사 등이었다. 분석된 개념들은 현재의 7차 교육과정해설서에 명시된 것과 비교하여서 빠진 것이 없는지 비교하고 해설서에 없지만 교과서에 나온 개념들도 함께 포함하여 분석하였다. 이후 이 개념들을 대학원 지구과학 전공 현직 교사들과 검토하였으며 마지막으로 전공 전문가에게 지도 조언을 얻어서 확정하는 과정을 거쳤다.

2) 자료의 정리

자료의 수집과 문헌 연구단계에서 확정된 것을 중심으로 6개 지구과학Ⅱ 교과서에 나오는 중력과 지구자기와 관련된 개념들을 개념의 정확성(조작적 정의), 용어의 개념수준, 개념 진술의 타당성으로 분류하여 정리하였다. 분석을 위해 선정된 개념들은 표 2와 같다.

표 2. 분석을 위한 영역별 선정 개념

영역	중력	지구자기
개념	중력을 이루는 힘	지구 자기장
	중력장	영년변화와 그 증거
	위도별 중력의 방향과 크기	지자기의 3요소

중력의 측정	자극의 위치
중력이상의 원인	지자기의 영향
중력이상의 이용	지자기의 원인
지각 평형설	자력 탐사
지오이드	

이후 개념별로 포함여부를 나타낸 분석표를 기준으로 6개 지구과학Ⅱ 교과서의 개념을 통합하여 분석, 정리하는 과정으로 분석하였다.

3) 자료의 비교 및 검증

정리된 자료는 정확성과 타당도를 중심으로 하여 대학원 지구과학 전공 현직 교사들과 협의하여 검증하였으며, 검증의 기준은 현재 작성되어있는 제7차 교육과정해설서를 사용하였다. 선정된 개념들은 중력의 경우는 중력장, 중력을 이루는 힘, 위도별 중력의 방향과 크기, 중력의 측정, 중력이상의 원인, 중력 이상의 이용 등은 현재 교육과정해설서에서 필수로 선정된 개념들로서 검증하였고, 지각평형설, 지오이드는 교육과정해설서에는 없지만 중력과 관련된 개념으로써 검증하였다. 지구자기의 경우는 지구 자기장, 영년변화와 그 증거, 지자기의 3요소, 자극의 위치, 지자기의 영향, 지자기의 원인, 자력탐사 등을 교육과정해설서에 있는 개념들으로써 검증하였다. 이후 이 개념들을 전공서적, 사전, 용어집, 학술집 및 최근 논문 등과 비교하여 검증하였으며, 이때는 개념 진술의 정확성과 타당성에 초점을 두었다. 검증과정에서 중력과 지구자기와 관련된 최신 자료의 활용이 정확성과 타당도를 높여 줄 수 있는 것은 최신의 자료를 찾아서 비교·검증하는 과정까지 거쳤다. 이후에 전문가의 조언을 받았으며 이 자료를 대학원 지구과학 전공 현직 교사와 전문가와 토의하여 중력과 지구자기의 개념을 가장 효율적으로 진술하는 방안을 제시하고 이 방안들과 해설서에 제시된 목표에 부합되는지 검증하였다. 이후 제7차 교육과정해설서에 진술되어있지 않지만 중력과 지구자기에 관한 이해를 위해 필요하다고 생각되는 개념들의 진술방안도 토의하여 제시하는 과정까지 실시하고 이 방안까지 검증하였다.

4) 결론 도출

위와 같은 연구과정을 통해 연구 결과를 얻었다. 이 연구결과를 바탕으로 현재 실시되고 있는 제7차 교육과정 중 고등학교 지구과학 교과서의 중력 및 지구자기 관련 주요개념들을 분석하고 결론을 도출하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 분석

1. 고등학교 지구과학 교과서의 중력 조사 및 분석

고등학교 지구과학 교과서에서 중력 관련 중요 개념에 대한 교과서별 조사 결과를 중심으로 이를 분석하고 그 개선 방안을 제시하면 다음과 같다.

표 3. 지구과학Ⅱ 6종 교과서 중력 개념 비교

구분	요소	중력을 이루는 힘	중력장	위도별 중력의 방향과 크기	중력의 측정	중력이상의 원인	중력이상의 이용	지각 평형설	지오이드
A	만유인력, 원심력	있음	크기	단진자 실험	관측지점 고도, 지형, 지하물질의 영향	중력탐사	없음	없음	
B	만유인력, 원심력	있음	크기, 방향	단진자 실험, 중력계	해발고도, 지형의 기복, 지하물질의 밀도 차이	지구내부구조연구, 지하 물질의 밀도 분포 탐사	없음	없음	
C	만유인력, 원심력	있음	크기, 방향	단진자실험, 자유낙하체,	지구내부 구성 물질의 분포 차이, 측정	중력 탐사	지각 변동 단원에	특징, 이용	

				스프링 중력계, 배와 비행기, 인공위성	지점의 높이		있음	
D	만유인력, 원심력	없음	크기, 방향	단진자 이용, 중력가속도 측정 실험	위도, 지형, 고도차이, 지구내부 구조 밀도 차이, 암석 밀도차이	지하밀도 분포 조사, 지구내부에 대한 정보	없음	없음
E	만유인력, 원심력	있음	크기	단진자 실험	지하에 있는 물질의 밀도 차이	지오이드 모양 결정, 지하 물질의 분포 조사	프랫설, 에어리설	지오이 드의 정의
F	만유인력, 원심력	있음	방향, 크기	자유낙하 설명, 단진자 실험	측정지점의 지하 물질의 밀도차이, 고도차이, 지형의 기복차	없음	없음	없음

1) 중력을 이루는 힘

6종 교과서 모두 중력을 이루는 힘은 만유인력과 원심력을 제시하고 있으며, A교과서의 경우 지구가 타원체이기 때문에 만유인력은 적도 지방에서는 작고, 극지방에서는 크게 나타나고, 원심력도 위도에 따라 달라지므로 극에서는 0이 되고 적도에서 최대가 된다고 기술되어 있다. B교과서 역시 중력을 이루는 힘을 만유인력과 원심력으로 설명하고 있으며 두 힘에 대한 설명 역시 A교과서의 거의 일치한다. 그러나 B교과서는 지구의 중력이 미치는 중력장에 대한 설명을 추가하여 제시하였다. C교과서도 중력을 이루는 힘으로 만유인력과 원심력을 제시하고 중력이 작용하는 공간으로 중력장까지 설명하였다. D교과서는 중력을 이루는 힘으로 만유인력과 원심력을 제시하고, 중력장 개념은 소개하지 않았으나, 위도에 따라 달라지는 중력값의 변화의 규칙성을 이용하여 이론적인 값으로 구하는 표준 중력에 대해 설명하고 있다. E교과서는 중력을 구성하는 힘으로 만유인력과 원심력을 제시하였고, 중력이 미치는 공간인 중력장을 소개하면서 지구 주위의 중력장을 gal 단위의 그림으로 제시하였다. F교과서 역시 중력을 이루는 힘으로는 만유인력과 원심력을 제시하였으며, 중력장의 개념까지 제시되어 있다. 참고 자료에서 표준 중력을 소개하고 있다. 6종의 교과서에서 중력을 이루는 힘으로 제시하는 두 힘에 대한 설명은 거의 차이가 없었으나, 중력이 미치는 공간인 중력장에 대한 개념은 소개가 필요한데 빠진 곳이 있어서 꼭 제시해 줄 필요가 있으며, 표준 중력은 중력 이상과 함께 제시해 주는 것이 바람직하다고 본다. 중력을 이루는 힘은 모든 교과서가 똑같이 만유인력과 원심력으로 기술하고 있다.

2) 중력장

A교과서는 중력장을 실험을 소개하는 ‘스스로 해보기’에서 간단히 ‘지구 주위는 중력이 작용하는 중력장이다’라고 소개하여 중력장의 정의를 중요하게 다루지는 않았다. 이에 비해 B교과서는 정확히 ‘지구 중력이 미치는 공간을 중력장이다.’라고 기술하여 중력장의 개념을 정확하게 소개하였다. C교과서의 경우도 B교과서와 같이 중력장에 대해서 정확하게 기술하였으나, D교과서에서는 중력장 개념 자체를 언급하지 않았다. E교과서는 중력장에 대한 개념과 함께 지구 주위의 중력장의 크기를 그림으로까지 나타내어 중력장의 개념 이해를 쉽게 하였다. F교과서는 B, C교과서와 같이 중력장의 개념까지만 정확하게 소개하였다. 중력장의 개념은 현재 제7차 교육과정에서 지구의 역장 단원을 이해할 때 필수적인 개념으로 선정되어 있음에도 불구하고 개념의 소개나 학생의 이해를 돕기 위한 자료가 부족하게 수록되어 있으므로 중력장의 정확한 개념과 함께 지구 주위의 중력장을 그림으로 나타내어 주는 것이 더 바람직할 것으로 본다.

중력장에 대한 개념을 5개의 교과서에서는 제시하고 있으나 한 개의 교과서에서 중력장의 개념이 빠져있다.

3) 위도별 중력의 방향과 크기

A교과서는 중력의 크기가 위도별로 다르게 나타나는 것에 대한 설명이 있고, 중력의 분포를 제시하였으나 지구타원체에서 만유인력의 방향이 위도별로 다르게 나타나므로 중력이 적도와 극 이외에는 지구의 중심 방

향을 향하지 않는 것에 대한 언급이 없이 중력의 방향과 크기를 그림으로만 제시하였다. B교과서는 위도에 따른 중력의 크기와 방향이 다르게 나타나는 것을 정확하게 그림으로 그려 제시하였으며 방향과 크기에 대해 모두 잘 설명되어져 있다. C교과서의 경우도 B교과서와 유사하게 크기와 방향에 대해 설명과 그림이 모두 잘 제시되어 있다. D교과서 역시 B, C교과서와 같이 중력의 크기와 방향에 대해 잘 설명하였으며 표준중력에 대한 설명도 함께하여 중력의 크기가 다르게 나타나는 이유를 제시하였다. E교과서의 경우는 그림으로는 중력의 크기와 방향을 제시하였으나 방향이 다르게 나타나는 것에 대한 언급이 없다. 대신 중력의 단위로 갈(gal)에 대해서 언급한 것이 특징적이다. F 교과서는 앞의 B, C, D 교과서의 같이 위도별 중력의 크기와 방향에 대한 설명과 함께 그림이 제시되어 있다. 중력의 크기와 방향은 위도별과 차이가 나므로 교과서에 제시할 때 꼭 크기와 함께 적도와 극을 제외한 곳에서는 방향이 지구 중심을 향하지 않는다는 것을 지구 타원체와 연관해서 제시하는 것이 필요하다고 본다.

위도별 중력의 방향과 크기 개념을 6개의 교과서에서의 제시 유무를 비교하였는데 크기에 대한 언급은 모든 교과서에 있으나 방향에 대한 개념을 빠뜨린 경우가 있었다.

4) 중력의 측정

A교과서는 중력의 측정 방법으로 단진자를 이용하는 것을 실험과 함께 제시하였으며 진자의 주기를 이용하여 중력 가속도를 측정하는 식을 소개했다. B교과서의 경우는 용수철에 금속추를 달아서 늘어나는 것을 이용하여 정밀하게 측정할 수 있는 중력계의 원리에 대해서 간략하게 설명하고 이외에 진자를 이용하여 측정할 수 있는 공식과 함께 단진자를 이용한 중력측정 실험을 소개하여 이해를 돕고자 하였다. C교과서는 단진자나 자유낙하체를 이용하여 측정할 수 있음과 함께 용수철을 이용한 스프링 중력계를 사진과 함께 제시하여 주었다. 이외에도 최근에 사용되고 있는 배와 비행기, 인공위성의 사용도 소개하였다. 정밀한 중력계로 측정하면 중력의 크기 차이가 나며 이유는 지구 타원체와 지구 자전에 의한 원심력의 차이, 지구 내부의 구성 물질의 분포가 일정하지 않기 때문임을 설명하고, 진자를 이용하여 중력을 측정하는 실험을 소개하고 이때는 m/s^2 을 사용하고 중력 측정 시에는 중력 단위로 갈(gal)을 쓰며, $1gal (= cm/s^2)$ 로 사용한다는 것을 설명하였다. D교과서의 경우는 단진자의 실험과 중력을 구하는 공식만을 간략하게 제시하여 중력을 측정하는 방법을 설명하는 수준에 그쳤으며 다른 설명은 더 제시하지 않았다. E교과서 역시 D와 비슷한 수준에서 중력 측정에 대한 설명을 제시하였다. F의 경우는 중력의 측정을 비교적 자세하게 소개하여서 자유 낙하 실험에 대한 설명과 단진자의 실험을 비교적 자세하게 소개하고 단진자를 이용하여 구한 것이 중력가속도임을 지적한 다음, 중력의 크기는 $F=mg$ 로 단위는 갈릴레이의 이름 첫 자를 따서 갈(gal)로 쓰며, $1gal = cm/s^2$ 임을 자세하게 설명하였다. 중력의 측정 방법이 다양하나 그 중에서 가장 중요한 것은 단진자에 의한 것이므로 이에 대한 소개는 거의 모든 교과서에서 이루어지고 있다. 또한 이것은 간단한 실험으로도 중력을 측정할 수 있으므로 탐구 활동으로 주어진 것은 바람직하다고 본다. 또한 자유 낙하체에 의한 중력의 측정도 비교적 쉽게 할 수 있으므로 이에 대한 소개도 추가되는 것이 더 바람직 할 것이다. 또한 위의 두 가지 방법에 의해서 측정된 것이 중력 가속도이며, 여기에 질량을 곱해주어서 계산된 것이 중력의 크기를 알 수 있다는 것도 정확하게 기술하여 주는 것이 효과적인 설명이 될 수 있다고 본다. 그리고 그 외의 다양한 방법들이 현재 사용되고 있으므로 상대 중력계의 사용이나 인공위성의 이용, 배와 비행기의 이용에 대한 소개도 필요하다고 본다.

지구에 영향을 미치는 힘인 중력을 측정하는 방법은 단진자를 이용하여 측정하는 방법이 있는데 이는 거의 모든 교과서에서 다루어지고 있으나, 더 다양한 방법을 소개하는데 있어서는 교과서별로 차이를 나타내고 있다.

5) 중력 이상의 원인

A교과서의 경우는 중력 이상에 대해 관측 중력값에서 표준 중력값을 뺀 것으로 정의하고 표준 중력은 지구를 밀도가 균일한 지구타원체라고 가정하고 계산한 중력값이라고 제시하고 이것의 발생 원인을 관측 지점의 고도, 지형, 지하 물질의 밀도의 영향이라고 설명하였다. B의 경우는 중력 이상에 대한 설명과 함께 원인으로서는 측정 지점의 해발고도, 지형의 기복 및 지하 물질의 밀도가 다르기 때문이라고 설명하고 밀도에 따라 (+),

(-)이상이 나타난다는 것까지 제시하였다. C의 경우는 중력이 크게 차이가 나지는 않지만 정밀 측정시 차이가 나고 그 경우는 주로 측정 지점의 높이나 지하의 물질 분포에 따라 차이가 발생한다고 제시하였다. D교과서는 측정된 중력값은 지구의 모양과 자전의 영향을 받고 지구 내부 구조와 물질에 따라 달라지므로 위도와 지형, 고도에 따라 차이가 나서 보정이 필요하며 이런 원인은 암석의 밀도가 다르기 때문이라고 원인을 설명하였다. E에서는 표준중력에 대해 자세히 설명을 한 뒤에 동일 위도에서 중력이 다르게 나타나는 원인으로는 지하 물질의 밀도가 다르기 때문이라고 제시하였다. F교과서는 중력이상의 '지구 자로방'이라는 자료란에 설명하였는데 원인으로는 측정지점의 지하 물질의 밀도 차, 고도 차, 지형의 기복 차 때문에 중력이상이 발생한다고 설명하였다. 중력 이상은 관측 중력 값에서 표준 중력을 뺀 값이므로 먼저 표준중력이란 개념에 대한 정확한 서술이 있어야만 중력이상의 원인을 효과적으로 설명할 수 있다. 이에 따라 중력이상의 원인으로는 측정 지점의 지하 물질의 밀도 차, 고도 차, 지형의 기복으로 서술하는 것이 중력이상 개념에 대한 정확한 설명이 된다고 본다.

중력이상의 원인을 각 교과서별로 제시한 것의 차이점을 알 수 있는데 각각의 교과서에서 큰 차이가 있음을 알 수 있다.

6) 중력이상의 이용

A교과서의 경우는 중력이상의 이용을 밀도가 작은 암염이나 밀도가 큰 철광층이 지하에 존재하는 것을 알아내는 중력 탐사에 이용할 수 있음을 그림과 함께 제시하여 이해를 돕고자 하였다. B의 경우는 중력이상을 이용하면 지구의 내부 구조를 연구하거나 지하 물질의 분포를 탐사할 수 있다고 하였다. C의 경우는 중력 분포의 차이로부터 지하자원을 찾아낼 수 있으며 이를 중력 탐사라고 설명하였다. D교과서는 중력이상을 이용하면 지구 내부에 대한 정보를 얻을 수 있으며 지하의 지질 구조를 (+), (-)의 값을 이용하여서 구할 수 있음을 그림을 통해서 설명하였다. E교과서는 중력 이상을 지오이드의 모양을 결정하거나 지하 물질의 분포를 조사하는데 이용할 수 있다고 하여 6개 중에서 유일하게 중력 이상을 지오이드의 결정에 사용할 수 있음을 소개하였다. F에서는 중력이상은 소개하였으나 이것의 이용에 대한 언급은 없다. 중력이상을 이용하면 직접 시추를 하지 않더라도 일단 지하에 어떤 물질이 존재하는지 알 수 있으므로 지하 물질을 탐사하는데 편리하며 이런 방법을 중력 탐사라고 한다는 것을 비교적 교과서마다 잘 설명하고 있으나 구체적으로 우리나라에서 할 수 있는 장소나 시행했던 예가 부족하므로 이런 예들에 대한 언급이 있으면 중력 탐사를 학생들이 이해하는데 더 효과적일 것이라고 본다.

중력이상의 이용개념을 교과서 별로 비교한 것으로 각 교과서별로 중력이상의 이용을 모두 다르게 설명하고 있는 것을 알 수 있다.

7) 지각 평형설

지각 평형설은 물 위에 나무토막이 떠 있는 것처럼 밀도가 큰 맨틀 위에 밀도가 작은 지각이 떠 있다는 생각을 말하는데 6개의 지구과학Ⅱ교과서 중에서 지구의 역장 단원에서는 유일하게 E교과서에서만 현재 이 개념이 소개되어 있다. 실제로 중력값을 조사해 보면 대륙과 산맥 지역에서는 표준 중력보다 작고 해양에서는 표준 중력보다 크게 나타난다. 이것이 대륙과 산맥에는 지하에 밀도가 작은 물질이 두껍게 해양에서는 밀도가 큰 물질이 얇게 있음을 알 수 있고 지각 평형설은 결국 중력 개념을 정확하게 이해하여야만 알 수 있는 개념이다. E교과서에서 소개한 지각평형설은 에어리설과 프랫설로 그림과 함께 두 설을 제시하여 두 설의 차이점을 한 눈에 알 수 있도록 비교하여 설명하였다. 지각 변동에서 나오는 조류 운동에 대한 개념을 배우기 전에 지각 평형설을 미리 설명함으로써 뒤에 제시되는 단원의 이해를 도와 줄 수 있는 장점을 가지고 있다. C교과서의 경우에는 지각 변동 단원의 '집중 탐색'에서 지각 평형설인 에어리설과 프랫설을 설명하고 있다. 지각 평형설은 일단 중력 개념과 관련이 있고 에어리설과 프랫설은 중력이상과도 관련 있는 개념이므로 지각 변동 단원에서 소개하는 것보다는 E교과서와 같이 지구의 역장 단원에서 먼저 제시하여 주는 것이 더 바람직하다고 본다.

지각평형설 개념을 각 교과서별로 설명하고 있는 것으로 거의 모든 교과서에서 지각 평형설을 다루지 않

고 있으며, 타 단원에 포함되어 설명하고 있는 경우도 있음을 알 수 있다.

8) 지오이드

지오이드는 평균 해수면은 육지까지 연장시켜 지구를 둘러싸게 한 가상적인 면으로 C교과서는 지구와 모양과 중력의 관계에서 지오이드의 중요성을 강조하면서 지구 타원체와 지오이드의 차이와 지오이드에서의 중력의 방향, 지오이드의 이용에 대해서 자세하게 설명하면서 지구타원체와 지오이드의 방향을 그림으로도 제시하여 개념을 더욱 정확하게 제시하였다. 그와 함께 지오이드와 지구타원체의 이용에서 어떤 차이점을 가지고 있는지까지 설명하여서 중력을 이용하여 지오이드를 결정했을 시의 장점도 잘 설명하였으며 현재 우리가 사용하고 있는 지구 타원체를 표로 제시하여 비교하여서 지오이드의 이해를 도왔다. 교과서 C는 지구과학Ⅱ 6종 교과서 중에서 지오이드 개념을 가장 잘 나타나 있는 특징을 나타내고 있다. E교과서에는 지오이드의 정의 정도만 소개하고 중력 이상을 이용하여 지오이드를 결정할 수 있음까지만 제시하였다. 지오이드는 중력 방향과 관련이 있는 중요한 개념으로 현재 다른 5종의 교과서에서 지오이드 개념에 대한 설명이 소홀하게 다루어지고 있으므로 최신의 지오이드 자료와 함께 지오이드에 대한 설명을 보충하여 줄 필요가 있다고 본다.

2. 고등학교 지구과학 교과서의 지구자기 내용의 조사 및 분석

고등학교 지구과학 교과서에서 지자기 관련 중요개념에 대한 교과서별 조사결과는 표 4와 같다. 이를 중심으로 분석한 결과와 그 개선방안을 제시하면 다음과 같다.

표 4. 지구과학Ⅱ 6종 교과서 지구 자기 개념 비교

구분	요소	지구 자기장	영년변화와 그 증거	지자기의 3 요소	자극의 위치	지자기의 영향	지자기의 원인	자력 탐사
A	있음	있음	런던의 편각 북각, 지자기 세기의 수치 변화 그래프	수평 자기력 편각, 북각	없음	일변화, 자기폭풍, 영년변화, 베넬런대	영구자석설 외핵의 유체운동	없음
B	없음	없음	영국에서의 편각 북각 영년변화 그래프	수평 자기력 편각, 북각	자북극 :73°N,100°W 자남극 :69°S,143°E	일변화, 자기폭풍, 델린저현상, 오로라, 영년변화, 베넬런대, 자기권	영구자석설 다이내모이론	있음
C	있음	있음	영국에서의 과거 300년간 지자기 변화그래프	수평 자기력 편각, 북각	없음	일변화, 자기폭풍, 영년변화, 베넬런대, 델린저현상	영구자석설 다이내모이론	없음
D	없음	없음	자극의 이동과 자기력의 감소	수평 자기력 편각, 북각	자북극 :73°N,100°W 자남극 :69°S,143°E	일변화, 영년변화, 베넬런대, 자기권	영구자석설 다이내모이론	없음
E	있음	있음	파리와 런던의 영년변화 및 그래프	수평 자기력 편각, 북각	없음	일변화, 영년변화, 자기폭풍, 베넬런대, 자기권	없음	없음
F	없음	없음	런던의 편각 북각의 시간에 따른 변화와 그래프	수평 자기력 편각, 북각	자북극 :73°N,100°W 자남극 :69°S,143°E	일변화, 영년변화, 베넬런대, 자기권, 자기폭풍, 델린저현상, 오로라	영구자석설 다이내모이론	없음

1) 지구 자기장

A교과서는 지구 자기장에 대한 개념의 소개는 없이 지구를 하나의 자석으로 그린 뒤 그 주위의 자기장을 그림으로 제시만 하였다. B교과서는 자기장에 대한 정확한 개념 정의를 소개하고 이것을 그림으로도 제시하여 자기장에 대한 이해를 쉽게 할 수 있도록 하였다. C교과서의 경우도 A교과서와 유사하게 자기장에 대한

개념의 정의는 없이 자석을 그려서 자기장이 존재하고 있는 것을 그림으로만 소개하였다. D교과서는 B교과서와 같이 자기장에 대한 설명과 이것을 그림으로도 설명하여 자기장에 대한 이해를 효율적으로 하도록 하였다. E교과서의 경우도 A, C교과서와 같이 개념의 소개는 없이 그림으로만 자기장을 설명하였는데 그림에서 지구의 핵과 자극, 자기 적도 등을 비교적 자세하게 그려 준 것이 다르다. F교과서의 경우는 지구 자기장에 대한 개념을 소개한 뒤 자석 주위의 자기장 그림과 지구 자기장의 그림을 모두 제시하여 주어서 지구 자기장의 이해를 타교과서보다 더 자세하게 소개하고 있는 특징이 있다. 지구 자기장의 개념은 제7차 교육과정해설서에서 꼭 다루어야 할 개념으로 설정되어 있는 것으로 현재의 교육과정에서 중요하고 정확하게 설명할 필요가 있음에도 불구하고 개념에 대한 정확한 설명 없이 그림으로만 나타낸 경우가 많은 것으로 나타났다. 이는 교육과정을 교과서가 충실히 반영하지 못한 것이며 또한 지구 자기장의 개념을 지구의 역장에서 중요한 개념이므로 F교과서와 같이 지구 자기장에 대한 정확한 설명과 함께 일반적 자기장의 형태와 지구 자기장의 특징을 비교하여 이해할 수 있게 제시하여 주는 것이 필요하다고 본다.

2) 지구자기의 영년변화와 그 증거

6종 교과서 모두 영년 변화에 대해서는 모두 언급을 하고 있으나 지자기의 영년변화에 대한 증거는 5종의 교과서가 유럽의 런던이나 파리에서의 북각과 편각 양을 통하여 지자기의 영년변화 과정을 그래프로 나타내고 있다. 우리나라에서의 북각이나 편각 등의 변화량이나 그 추이에 대한 기술이 전혀 없으며 이를 통한 영년변화의 과정에 대하여 기술된 교과서도 없는 실정이다.

이에 따라 각각의 교과서를 살펴보면, A교과서의 경우 지구 자기의 영년변화를 영국 런던에서 지난 300년간의 편각과 북각의 변화 그래프와 지구 자기의 변화 그래프로 지구 자기가 변화되어왔음을 설명하고 있으며, 지구 자기의 북극이 변화 되어왔으며 이와 같은 오랜 세월에 걸쳐서 지구 자기가 서서히 변하는 것을 영년변화라 한다고 정의하고 있다. B교과서도 역시 영국에서의 편각과 북각의 영년변화 그래프로 영년변화를 설명하려고 하였으며, 영년 변화의 정의는 A교과서와 같이 기술하고 영년변화의 원인으로 지구의 외핵에서 대류의 형태가 변하는 것을 추가하여 제시하였다. C교과서도 지구 자기의 변화를 영국에서의 편각과 북각의 영년변화 그래프를 제시하여 설명하였으며 정의는 앞의 두 교과서와 같이 설명하였다. D교과서는 영년 변화를 간단히 지자기 3요소가 같은 장소에서 오랜 세월에 걸쳐 조금씩 변하는 것으로 설명하였다. E교과서에서는 파리와 런던에서의 편각과 북각의 자기 영년 변화와 지구 자기의 세기에 대한 영년변화 그래프로 영년변화에 대해서 기술하고, 지구 자기가 오랜 시간에 걸쳐 서서히 변하는 영년 변화는 지구 내부의 변화에 의하여 일어나는 현상으로 추정하고 있다는 것까지 제시하여 설명하였다. F교과서는 역시 런던에서 일어나고 있는 영년변화 그래프를 제시하고 정의는 다른 교과서와 같이 설명하였다. 또한 현재 지구 자기장의 자극은 서서히 서쪽으로 변하고 있으며, 그 사이에 자기장의 세기도 감소하였음을 제시하면서 원인은 지구 내부의 변화에 의한 것으로 생각한다고 기술하고 있다.

영년변화는 지구 자기를 설명하는데 있어서 중요한 개념 중에 하나이며 현재 주로 제시되고 있는 것이 영국에서의 지구 자기의 북각과 편각그래프가 활용되고 있다. 그러나 이 자료는 최근의 변화까지 제시하고 있지 않아서 최근에는 영년변화가 일어나지 않는 것으로 생각할 수도 있으므로 최근의 변화까지 제시된 그래프로 바꾸어 주거나 우리나라의 편각과 북각 변화그래프로 제시하여 주는 것이 더 바람직 할 것이다. 또한 영년변화가 일어나는 원인에 대해서도 함께 제시하여 주는 것이 더 효과적인 설명이라고 본다.

이에 따라 현재까지의 지구 자기에 대한 연구를 간략하게 보면, 지구의 자기장은 지구 자기력이 미치는 공간으로 이 자기장은 오랜 세월에 걸쳐 서서히 변화하는 경향이 있는 것으로 알려져 있다. 이는 어떤 지점에서의 북각과 편각을 측정하여 그 변화를 년도 별로 나타내는 그래프를 통하여 그 변화과정을 알 수 있으며 오랜 시간에 걸친 이러한 변화를 지자기의 영년변화라고 한다. 그 동안 이를 나타내는 자료들은 과학과 관측기술이 발달된 유럽 특히 영국과 프랑스를 중심으로 1500년대부터 관측이 이루어져 왔다. 따라서 우리나라 교과서에는 런던과 파리에서 측정된 자료를 이용하여 영년변화의 과정을 도표화 한 것을 수록하고 있으며 우리나라에서 측정된 자료를 활용한 교과서는 전혀 없는 실정이다. 이는 우리나라의 경우 1900년경부터 관측이 시

작되어 현재에 이르고 있으나 관련된 연구가 부족한 결과로 보여지며, 1900년부터 1940년까지 9개의 IGRF와 1945년부터 2010년까지의 14개의 DGRF 자료를 이용하여 위도 33°N에서 위도44°N까지, 경도 123°E에서 경도 132°E까지의 범위의 우리나라 일원에서 지구자기장의 각 성분들을 계산하여 분석한 것을 보면, 105년 동안의 변화는 편각의 크기가 약 2.67°에서 3.28°의 범위까지 그 값이 음(서쪽)의 방향으로 증가한 것으로 나타났으며 위도에 따른 편각의 분포는 고위도로 갈수록 음의 방향으로 증가하고 북각의 경우 크기가 약 0.7°에서 0.8°의 범위까지 증가하고 있으며 편각에 비해 그 변화가 작은 것으로 밝혀졌다(2006 이영애). 이와 같은 자료를 활용하여 교과서의 그래프를 바꾸어 제시하여 주는 것이 더 바람직한 것이라고 본다.

3) 지구자기의 3요소

지자기의 3요소에 대해서는 6종 교과서의 기술의 거의 비슷하게 나타나는 경향을 보였다. 그리고 F교과서의 경우에는 우리나라에서의 편각, 북각, 전지구자기력 분포도를 제시하여 다른 교과서에 비해서 비교적 현대의 자료를 제시하여 이해를 돕고자 한 것이 특징적이다.

이와 같이 현재 6종 교과서는 지구자기의 중요개념 중의 하나인 지자기의 3요소는 수평 자기력과 편각, 북각으로 나타낸다. 지구자기의 세기는 총 지구 자기력을 의미하며 이는 수평방향의 성분인 수평자기력과 연직방향의 성분이 연직자기력으로 분해할 수 있다. 이 때 지구자기의 세기와 방향은 편각과 북각으로 나타낸다. 이러한 지구자기의 3요소는 모든 교과서에 그림과 함께 기술하고 있으나 우리나라에서의 지자기의 요소에 대한 구체적인 자료의 제시가 없이 일반론적인 내용만을 기술하고 있다. 따라서 우리나라에서의 지자기의 3요소에 대한 구체적인 자료를 활용함으로써 현장감을 살려 이에 대한 이해와 흥미를 높일 수 있을 것으로 생각된다.

4) 자극의 위치

자극의 위치에 대하여는 6종의 교과서 중 B, D, F의 3종에서는 자북극 73°N, 100°W, 자남극 69°S, 143°E로 기술하고 있으나 3종의 교과서에는 기술되어 있지 않고 A교과서는 자전축과 자극이 11.5°의 편각을 이룬다고 기술되어 있다.

현재 자극은 전 세계의 쌍극자 자기장의 경우 1900년부터 105년 동안 자기장의 크기가 조금씩 감소하고 있으며 북 자기극의 위치는 조금씩 북서쪽으로 이동하고, 상대적으로 남자기극의 위치는 조금씩 남서쪽으로 이동하고 있다. 또한 IGRF 2005에 의하면 북자기극의 위치는 위도 83.5°N, 경도 119.5°W로 나타나며, 남자기극의 위치는 위도 64.5°S, 경도 137.5°E로 나타난다(2006, 이영애). 따라서 3종의 교과서에 기술된 자극의 위치는 본 연구의 결과에 잘못된 기술이라고 볼 수 있다. 이는 1900년대 이전의 관측 자료를 이용한 과거의 자료를 기준으로 한 교과서 집필자들의 오류라고 생각되며 교육과정 개편에서 바로 잡아져야 할 것으로 생각된다. 또한 자극의 위치에 대하여는 3종의 교과서에 자북극의 위치를 73°N, 100°W, 자남극의 위치를 69°S, 143°E로 기술하고 있으나 3종의 교과서에는 자극에 대한 설명과 기술이 없으며 특히 우리나라에서의 지자기 요소에 대한 설명은 전무한 실정이므로 이에 대한 소개도 요구된다고 본다.

5) 지자기의 영향

A교과서의 경우는 지자기의 영향으로 일변화, 자기 폭풍, 영년변화를 소개 하였으며, 3가지 현상이 달라지는 이유를 설명하였다. 그리고 지구 자기의 일변화 그래프를 제시하여 이해를 도왔다. 또한 지구 자기장의 영향으로 형성되는 밴앨런대를 그림과 함께 설명하였다. B의 경우는 일변화와 일변화의 원인을 설명하고, 자기 폭풍에 대한 설명과 원인을 소개하면서 자기 폭풍에 의해 나타나는 현상인 텔린저현상과 오로라에 대해서 설명하였으며 오로라의 사진을 제시하여 주었다. 그리고 영년변화에 대한 설명과 원인에 대해서 언급하였다. C의 경우는 영년변화와 일변화를 소개하고 일변화에 대한 그래프를 제시하여 실제로 일변화가 일어나고 있다는 것을 보여 주고, 일변화의 원인에 대해서도 설명하였다. 그리고 자기 폭풍에 대해서도 설명하고 자기 폭풍의 발생 원인도 소개하였다. 그리고 이에 따른 현상인 텔린저현상을 소개하였으며, 지구 자기장에 의한 밴앨런대를 설명하면서 밴앨런대의 역할까지 제시하였다. D교과서는 영년변화, 일변화를 소개하고 각각의 원

인을 간략하게 제시하였으며 자기권의 형태인 밴앨런대를 설명하였다. E에서는 일변화에 대한 설명과 그 변화를 기록한 일변화 그래프를 제시하였으며 자기 폭풍 현상을 설명하면서 이것은 원인에 대해서도 제시하였다. 또한 자기 폭풍에 의해 일어나는 델린저 현상까지도 설명하였다. 또한 런던에서의 영년변화 그래프를 이용하여 영년변화에 대해서 설명하고 원인도 제시하였다. F교과서는 C교과서와 유사하게 일변화에 대한 설명과 그래프를 제시하였으며, 그 원인에 대해서도 설명하였다. 그리고 자기 폭풍에 대해서는 설명과 함께 그 원인, 그에 따른 현상인 델린저현상과 오로라 현상을 소개하여 C교과서와 유사한 특징이 나타났으며, 영년변화에 대한 것도 그림과 그래프로 자세하게 설명하고 있다. 지자기의 변화로 인하여 나타나는 여러 가지 영향에는 지자기의 일변화, 영년변화, 자기폭풍, 밴앨런대, 델린저현상, 오로라 등이 있다. 이와 같이 6종의 교과서의 살펴보면 지자기의 변화와 그 영향에 대하여는 대부분의 교과서에 유사하게 기술하고 있으나 3종의 교과서에서 자기폭풍이나 델린저 현상 등에 대한 기술이 간단히 이루어져 있으나 3종의 교과서에는 아무런 언급이 없는 것이 특징이며, 이것들의 경우에는 우리의 일상생활과 밀접한 관련성을 가지는 것들로서 현대를 살아가는 우리들에게 많은 영향을 미친다. 지자기의 영향에 의한 현상은 여러 가지가 있으나 델린저 현상과 같은 것은 전파통신에 관련되며 현대에는 통신이 차지하는 비중이 커진 만큼 지자기의 영향이 현대에는 더 큰 의미를 차지한다고 볼 수도 있다. 그러므로 지자기의 영향에 대한 내용은 그 중요성이 강조되어야 할 것으로 생각된다. 그러나 조사된 6종의 교과서에는 이들에 대한 내용을 형식적으로 구성하여 심도 있는 지도가 이루어지기 어려운 것으로 보인다. 또한 델린저 현상이나 오로라는 자기 폭풍에 의해서 나타나는 현상임을 정확하게 기술하여 줄 필요가 있으며, 밴앨런대는 자기권의 형태 중의 하나이며 그 역할 또한 중요하므로 그 역할에 대한 언급도 필요하다고 본다. 따라서 구체적인 사례를 중심으로 이를 보완하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

6) 지자기의 원인

A교과서는 지구 자기의 원인을 이전에 설명해오던 영구 자석설을 먼저 설명하고 이후 영구 자석설이 지구 내부의 온도 때문에 부정되면서 외핵의 유체운동으로 설명하게 되었다고 제시하면서 영년 변화는 지자기의 원인과 관련이 있음을 설명하였다. B의 경우에는 영구 자석설이 큐리 온도 때문에 부정되었으며, 이후 외핵의 대류로 지구 자기장이 생긴다는 이론인 다이나모이론을 소개하여 A에서는 사용하지 않은 개념인 다이나모이론을 소개하였다. 그리고 다이나모이론을 발전기설이라고 한다는 것까지 소개하여서 지자기의 원인을 설명하였으며, 이 부분을 자료 참고란에 제시한 것 또한 A와 다른 점이다. C교과서는 영구 자석설이 지구 자기장의 역전을 설명할 수 없기 때문에 부정되었으며, 현재는 외핵의 열대류가 유도 전류를 발생시키는 다이나모이론이 인정받고 있으며, 이것으로 지구 자기장의 역전과 지구 자기의 영년 변화, 고온에서 지구가 자성을 나타내는 문제까지도 설명할 수 있다고 하였다. 또한 다이나모이론과 같은 말로 발전기 이론이라는 개념까지 함께 소개하여 이해를 도왔다. D교과서의 경우는 플러스 학습란에 따로 지자기의 원인을 제시하여 B와 유사한 형태를 취하였으며, 영구 자석설은 핵에서 온도가 수 천도에 달해서 금속이 자성을 잃는다는 것이 알려지면서 부정되었음을 소개하고, 현재는 다이나모이론인 발전기설로 지자기의 원인을 설명할 수 있다고 하였다. 그리고 지구 자기장은 지구 자전에 의한 결과이므로 자기 북극은 지리적 북극근처에 자기 남극은 지리적 남극 근처에 위치한다고 설명한 것이 다른 차이점이다. E에서는 지자기 원인에 대한 설명을 생략하였다. F교과서는 핵을 이루는 철과 니켈이 자성을 가지므로 지구 내부에 영구 자석이 있다는 영구 자석설이 주장되었으며 이는 큐리 온도가 밝혀진 이후에 적용될 수 없다는 것이 알려지면서 전기 전도도가 큰 철과 니켈이 외핵에서의 열대류에 의해 유도 전류를 발생시켜 지구 자기가 형성된다는 다이나모이론이 가장 많은 지지를 받고 있으며 이를 발전기와 유사하다고 하여 발전기설이라고 한다는 것까지 제시하여 비교적 자세하게 설명하고 있다. 지자기의 원인에 대한 기술에서는 5종의 교과서에서 영구자석설과 다이나모 이론으로 이를 설명하고 있으나 1종의 교과서에서는 언급이 없다. 이러한 사실은 지자기 관련 내용이 지구과학의 중요 개념임에도 불구하고 교과서에서 제대로 다루어지지 않고 있음을 나타낸다고 볼 수 있다. 따라서 지구 자기의 원인에 대한 정확한 설명으로 영구 자석설의 특징과 부정된 이유인 큐리 온도의 소개가 꼭 필요하며, 다이나모이론

의 특징을 대류에 의한 유도 전류의 발생이라는 것을 정확히 제시하여 주는 것이 바람직 할 것이다. 또한 영구 자석설로 설명할 수 없었던 것을 다이나모이론 설명할 수 있는 자극이 역전 현상이나, 영년 변화, 지구가 고온에서 자성을 나타낼 수 있는 것 등을 제시하여 주는 것이 더 바람직 한 것 같다. 그리고 다이나모라는 말이 조금은 어려운 개념이므로 발전기설과 같이 제시하여주면 학생들이 이해하는데 더 좋을 것이다.

7) 자력 탐사

B의 경우에는 다른 5종 교과서와 달리 자세하게 자력 탐사에 대해서 설명하고 있다. 자철석과 같은 자성 광물이 자화 될 때 지구 자기장의 방향에 따라 자화되는데 이때 자화되는 정도는 지층 속에 있는 자성 광물의 종류와 양에 따라 달라지며 어떤 지역에서 측정 한 자기장에는 지구 자기장에 그 지역 자기장이 포함되고 이에 따라 실측한 자기장에서 이론적으로 구한 지구 자기장의 값을 빼면 지층의 자화된 정도를 알 수 있고 자화된 정도의 공간적 분포를 조사하여 지하의 물질을 알아내는 것을 자력탐사라 한다고 설명하였으며 (+)이상과 (-)이상으로 자기 이상은 철광 등의 탐사에 이용될 수 있다고 설명함으로써 중력 탐사와 함께 자력 탐사도 광물 탐사에 이용될 수 있음을 잘 설명하였다. 지구의 역장을 중력과 자기력으로 함께 다루고 있으므로 자기력의 특징을 이용하는 방법도 함께 설명하여 주는 것이 더 효과적인 것으로 본다.

IV. 결론 및 제언

현행 제7차 교육과정의 고등학교 지구과학 교과서 6종에서 기술하고 있는 중력과 지구자기 관련 내용을 선정하여 조사·분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 6종의 교과서를 조사하여 중력과 지구자기 관련 주요 개념으로 중력을 이루는 힘, 중력장, 위도별 중력의 방향과 크기, 중력의 측정, 중력이상의 원인, 중력이상의 이용, 지각 평형설과 지오이드에 대한 개념과 지구 자기장, 지구자기의 영년변화와 그 증거, 지구자기의 3요소, 자극의 위치, 지자기의 영향, 지자기의 원인 등을 선정하였다.

둘째, 중력과 지구자기 관련 주요개념으로 선정된 내용에 대하여 검토한 결과, 교과서 별로 차이가 있으나 전체적으로 개략적으로 기술하고 있다. 또한 현재의 교육과정에서 꼭 필요한 내용임에도 불구하고 자세하게 소개되어 있지 않은 개념도 있으며, 기술된 내용이 너무 일반적이거나 오래된 외국의 자료를 활용하고 있으며 그 내용의 정확성이나 타당성에도 많은 문제가 있는 것으로 나타났다. 특히 중력의 방향과 중력의 측정 방법, 중력 이상의 측정과 이용, 지오이드의 사용과 영년변화, 자극의 위치나 지구자기장 등에 대한 도표나 그래프는 오래된 런던과 프랑스의 자료들로서 우리나라에서의 측정치와 다르고 그 내용도 최근의 자료와 비교할 때 타당성을 인정하기 어려운 내용들이다.

셋째, 주요개념 중 중력 방향과 중력의 측정 방법, 중력 이상의 측정과 이용, 지오이드의 개념과 영년변화, 지자기의 3요소, 자극의 위치 등에 관련해서는 최근의 정확한 자료를 활용하여 연구 결과 및 논의에서 밝힌 바와 같이 바로 잡아야 할 것으로 생각된다. 특히 관련 개념에 대한 도표나 그림 자료들은 우리나라를 중심으로 측정된 자료에 의하여 작성된 것을 활용함으로써 학습자의 흥미와 관심을 높일 수 있도록 해야 할 것이다. 또한 중력과 중력 이상의 이용, 지자기의 영향이나 지자기의 원인 등에 대하여는 좀 더 구체적인 내용과 사례를 활용하여 내용을 깊이 있게 구성해야 할 것으로 생각된다.

본 연구를 토대로 제언을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구를 통하여 밝혀진 중력과 지구자기 관련 주요 개념에 대한 새로운 자료들은 추후 지구과학 교과서 개편을 위한 자료와 효율적인 지구과학 교수-학습을 위한 자료로도 활용할 수 있을 것이다.

둘째, 중력과 지구자기 관련 측정 자료의 활용 방안으로 새로운 프로그램을 활용하여 임의의 위치의 위도나 경도 값을 입력하면 원하는 중력과 자기장 자료를 학생들이 쉽게 그려낼 수 있는 체험 학습 자료를 개발하는 것도 중력과 지구자기 수업의 흥미를 유발하는 방안이 될 수 있을 것으로 생각된다.

사 사

이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2007.3.1~2009.2.28: 2년)에 의하여 연구되었음

참고문헌

- 김상달, 김중희(2003). 지구과학교육론, 민수출판사, 45-53.
- 김옥현(1993) 중등학생의 지구과학 개념과 오개념에 관한 연구. 한국교원대학교 교육대학원. 석사학위논문.
- 김찬중, 김기식, 김규환(1994). 종합연구의 목적군을 이용한 한국과 미국의 지구과학 교과서 내용 분석 및 비교 연구. 한국 지구과학회지, 15, 23-30.
- 김현주, 이규석(1991). 고등학교 지구과학 교육과정 개선을 위한 판구조론 개념의 분석과 재구성. 한국지구과학회지, 12, 335-345.
- 김화태(1991). 중학생의 지구과학 오개념 유형에 관한 연구. 공주대학교 교육대학원. 석사학위논문.
- 박기현(2003). 제7차 교육과정의 과학교과서 지질단원에 대한 연계성 분석. 부산대학교 교육대학원. 석사학위 논문.
- 백종숙(2005). 제7차 교육과정에 따른 지구과학 I 교과서의 비교 분석-탐구 활동을 중심으로-. 한국교원대학교 교육대학원. 석사학위논문.
- 안광미(2003). 지구과학교과서에 나오는 원리, 법칙, 이론의 분석. 한국교원대학교 교육대학원. 석사학위논문.
- 오영숙(2005). 고등학교 지구과학 I, II 교과서에 나오는 과학자들에 대한 분석. 한국교원대학교 교육대학원. 석사학위논문.
- 오진용(1995). 한반도와 대륙주변부의 신생대 지질에 관한 내용 분석. 한국지구과학회지, 12, 95-103.
- 이영애(2006). IGRF 분석과 우리나라 지구자기장의 2차 근사식. 부산대학교 대학원. 박사학위논문.
- 이정선(1999). 지구과학 교과서의 화석 관련 내용 분석과 지구과학 교사와 고등학교 학생들의 화석에 대한 흥미도와 이해도에 관한 연구. 한국교원대학교 교육대학원. 석사학위논문.
- 정진우(1991). 중학교 학생들의 지구과학 개념에 대한 오개념의 형성원인 분석. 한국지구과학회지, 11, 304-322.
- 정찬길(1995). 중력에 관한 고등학교 학생들의 오개념과 오개념 극복방안. 공주대학교 교육대학원. 석사학위 논문.
- 조희형(1994). 잘못 알기 쉬운 과학 개념, 서울: 전파과학사, 168-175.

2008년 5월 27일 접수
2008년 7월 3일 수정원고 접수
2008년 7월 29일 채택