

地球科學教育科의 教育내용과 발전방향

禹 鍾 玉

(韓國敎員大 地球科學教育科)

1. 序 論

地球科學(Earth Science)은 인류가 과학을 체계화하기 이전부터 발달하고, 인류의 큰 관심을 끌기 시작하였다. 한 예를 들면, 일식이나 월식 등과 같은 天文 現象은 자연현상 중 지대한 관심 대상임에 의심의 여지가 없다. 현재 발전되고 있는 우주의 팽창이론 및 대륙이동설 등은 현대 과학의 첨단일 뿐 아니라 인류 지식체계의 세계적인 발전이라고 할 수 있다. 따라서 지구과학은 천문학·지질학·해양학·기상학 등이 통합되어 있는 地球와 宇宙의 環境을 探究하는 학문으로서 統合科學의 성격이 있다. 그리고 지구과학에서는 自然環境이나 宇宙 空間 자체가 실험실이고, 그 자체가 실험대상이기도 하다.

한편, 소립(미립)자로부터 지구~우주까지, 그리고 지구 지각의 핵 분열이나 태양의 핵 융합 반응 등의 대상을 다루고 있는 학문임을 생각하면, 지구과학은 自然科學 모두가 통합된 綜合體이기도 하고 여러 가지 자연과학 知識을 탄생시키기도 한다.

이 글에서는 이러한 지구과학의 학문적 성격을 규정하고, 지구과학 교육의 특성을 찾아 내어 지구과학 내용 구성의 원칙과 발전방향을 제시하고자 한다.

2. 地球科學의 學問的 性格

지구과학이란 글자 그대로 '地球에 관하여 통합적으로 다루는 교과목'으로서 2차대전 후 급속도로 발달하였다. 인간은 인류의 역사가 시작된 이래 오늘날까지 자신을 둘러싸고 있는 자연의 세계, 즉 지구와 우주에서 일어나는 신비스러운 自然現象에 대하여 궁금하게 생각하였고, 또 그 궁금증을 풀기 위하여 때로는 생존을 위하여 끊임없이 자연현상에 대하여 탐구활동을 계속하여 왔다. 이와 같이 우리가 살고 있는 지구와 이를 둘러싸고 있는 대기, 그리고 밖에 있는 우주 공간에서 일어나는 자연현상과 이들의 구조 및 물질, 역사 등을 탐구하는 교과가 곧 지구과학이다. 따라서 지구과학에서 탐구하는 대상은 지구와 우주에서 일어나는 제반 자연현상이라 할 수 있으며 시간적으로는 우주의 기원에서부터 미래까지, 그리고 공간적으로는 지구의 중심부에서 우주의 끝까지 거의 무한대에 가까운 범위까지를 탐구하고 있다.

전파과학과 우주과학의 탄생은 인류의 공간에 대한 개념을 변화·확장시켰으며, 기상 위성과 각종 관측 장비를 통한 일기예보 등은 지구과학을 인간의 일상생활과 관련이 깊게 하였다. 또한 해저 지형과 지질에 대한 연구는 지표면의

변화 등을 체계적·종합적으로 설명할 수 있는 板構造論을 등장시켰다. 특히 고온·고압 실험의 발전은 지구 물질에 대한 연구를 촉진시켰으며, 운석의 연구를 통하여 지구 물질의 기원과 생명의 기원에 대하여 도전하고 있다. 이와 같이 지구과학은 물질과학·생명과화학·우주과학 등을 묶는 통합자의 역할을 하는 학문이다. 자연 현상을 여러 가지 요소로 분해하는 것은 위험한 사고 방식으로, 자연의 모습을 바꾸지 말고 있는 그대로의 모습을 기술하고 유사한 현상을 서로 비교하여 전체로서 통합적으로 이해하려는 방법이 좋다. 따라서 現象科學과 要素科學은 보완적으로 통합하는 것이 좋다. 그런데 지구과학이야말로 이러한 統合的 성격을 가진 학문이다.

일부에서는 지구과학의 영역을 천문학·기상학·해양학·지질과학 및 지구물리학으로 구분하는 경향이 있다. 그러나 이와 같은 영역은 각각 독립된 하나의 학문으로 많은 업적과 문화사적 가치를 가지고 있음에 틀림없으나 지구과학을 구성하는 內容 要素로 들어와서 물질, 시간, 공간, 운동, 힘, 에너지 등 6가지 기본 개념체계 아래 유기적으로 연결되어 再構成되어야 한다. 물론 그러한 학문이 독립적으로 있을 때의 특성, 즉 知識 및 探究過程의 정수(essence)가 지구과학이라는 학문 속으로 융합되어 들어와야 한다. 그러나 지구과학을 이루는 배경 학문으로서 地質學·天文學 등의 중요성은 인정되어야 한다. 여기서 지구과학과 그 배경 학문을 나타내

면 아래 <그림 1>과 같다.

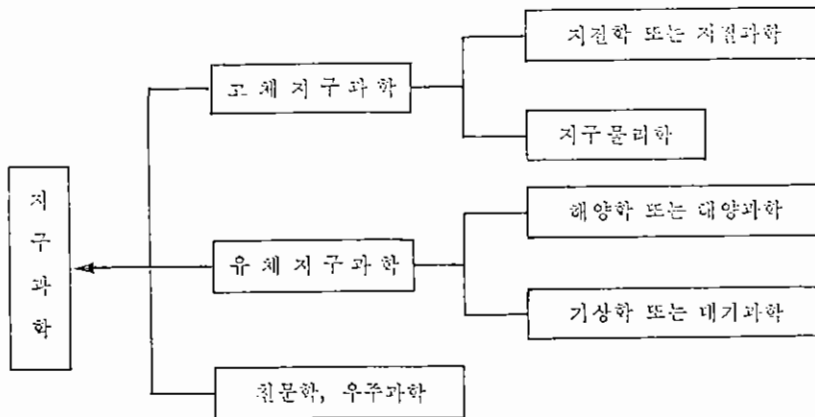
地質學은 지구의 구성 물질과 구조, 지구의 成因, 지구의 역사 등을 탐구하는 자연과학의 한 분야로서 광물학·암석학·層序學·地史學·鑛床學·지구물리학·지구화학 등의 연구분야로 세분된다. 최근에는 지질학이 인류생활에 이용되는 측면, 즉 應用地質學의 연구가 활발한데 이는 수리지질학·토목지질학·농림지질학 등의 연구분야가 있다.

海洋學은 海水의 성질과 운동 및 海洋 生物에 대하여 물리·화학·생물학 및 지질학적 방법으로 탐구하는 학문 분야로서 해양학 그 자체가 하나의 종합과학적 성격을 띠고 있다. 해양학 또는 해양과학의 연구 분야는 해양물리학·해양화학·해양생물학·해양지질학 등으로 구분된다.

氣象學은 지구를 둘러싸고 있는 대기의 상태와 기상 및 기상 변화를 탐구하는 학문으로서 크게 이론기상학과 응용기상학으로 구분될 수 있다. 理論氣象學의 연구 분야는 대기복사론, 대기열역학, 기상역학, 중관기상학, 기상광학, 기상측기학, 위성기상학, 행성기상학 등으로 세분될 수 있으며, 應用地氣象學에서는 항공기상학, 해상기상학, 농업기상학, 위생기상학, 공업기상학, 기후학, 기상재해론 등의 분야가 있다.

天文學은 우주 공간 속에 있는 천체에 대하여 탐구하는 학문 분야로서 그 연구의 역사가 가장 오랜 학문으로 위치천문학, 천체역학, 천체물리

<그림 1> 지구과학의 연구 분야



학, 우주론, 실지천문학, 천체분광학 등의 분야가 있다.

원래 지구과학의 내용을 구성하는 지식은 歴史的 입장에서 보았을 때 각 학문 분야의 발달에 따라 탄생한 학문으로 이루어졌으나, 이들은 뚜렷한 基本概念 아래 지구과학으로 통합된 것이다. 이러한 의미에서 보면 지구과학의 탐구영역을 앞의 〈그림 1〉과 같이 나누는 것이 의미가 없다.

지구과학 탐구영역은 우리나라에 영향을 많이 준 ESCP(Earth Science Curriculum Project)가 잘 나타내 주고 있다. 즉, 지구과학 그 자체가 과학의 기본적인 개념과 원리의 연속체로서 모든 과학의 영역을 이루고 있는 것으로 생각하며 NSTA(National Science Teacher Association)가 제안한 물질, 시간, 공간, 운동, 힘, 에너지라고 하는 6가지의 기본개념을 다루고 있다. 自然界의 체계가 이러한 개념들로 이루어져 있다고 보기 때문이다. 또한 ESCP에 포함된 지구과학의 주요 내용은 지구의 이해(탐구로서의 과학, 우주 속의 지구), 물의 순환(에너지와 물의 순환, 풍화와 기후), 암석의 순환, 지구의 역사(시간과 그 측정, 지구의 역사), 우주의 탐구(지구-달, 태양계, 별, 은하와 우주) 등으로 구성되어 있다. 그리고 현재 미국 오하이오대에서 연구되고 있는 지구과학 교육과정이나 일본의 교육과정을 보면 ESCP의 내용과 거의 비슷하다. 다만 미국의 경우는 인간의 활동과 영향, 일본의 경우는 자원 및 지구와 인간을 위의 내용에 일부 추가하고 있다.

3. 地球科學 教育의 特性

위에서 논의한 지구과학에 대한 교육적 특성을 ESCP 지구과학에서는 다음과 같이 5단계로 제시하고 있다. ① 과학사적 특성, ② 학문적 성격, ③ 사회적 성격, ④ 환경과학적 성격, ⑤ 종합과학적 특성으로 나누어 지구과학 교육의 특성을 나타내고 있다. 처음에는 주제를 10개로 세분하였으나 그 후 개정판에서는 ① 탐구로서의 과학, ② 척도의 이해, ③ 예견, ④ 과정의 동일성, ⑤ 변화의 보편성, ⑥ 우주에서의 에너

지 흐름, ⑦ 질량과 에너지의 보존, ⑧ 지구-달의 系, ⑨ 역사적인 발달로 정하고 있다. 그러나 최종판인 제 4판에서는 이들 중 ⑤ 변화의 보편성, ⑦ 질량과 에너지의 보존, ⑧ 지구-달의 계를 제외시키고 ⑥ 우주에서의 에너지 흐름 뒤에 板構造論(the plate tectonics theory)을 넣어 7개의 주제를 제시하고 있다. 위의 두 가지 견해를 기초로 하여 정리한 지구과학 교육의 특성은 다음과 같다.

① 探究로서의 科學: 오늘날 유용한 이론은 내일이면 그 진리성이 없어질지도 모르므로 과학은 지구에 대한 보다 새롭고 정확한 지식을 찾아가는 탐구 과정을 통하여 존재한다. 다른 과학 분야와 마찬가지로 지구과학은 탐구로서의 과학으로 그 특징이 있으며, 특히 실험실에서 재현할 수 없는 것이 많아 自然狀態 그대로가 바로 探究의 場이 되기도 한다.

② 學問의 特性: 지구과학에서 탐구하는 대상이 곧 인간을 둘러싸고 있는 자연환경과 그 곳에서 일어나는 현상이므로 지구과학의 다양한 탐구방법을 통하여 자연현상의 인과관계, 역사성, 지역성, 공간성, 시간성 등을 추구하여 올바른 자연관과 우주관을 확립할 수 있다. 또한 지구와 우주의 신비의 수수께끼를 풀려는 연구로 인간의 지적 욕구를 충족시키는 물론 지구와 우주의 개발이라는 과제에 기초를 제공하고 있다.

③ 科學史의 特性: 지구과학의 과학사적 특성을 통해서 과학사적 지식을 효과적으로 학습할 수 있다. 특히 近代 科學의 싹은 지구과학적 현상을 설명하려는 인간의 욕망으로부터 움텄다고 할 수 있다. 이러한 욕망에 의한 과학활동은 과거에도 있었지만 앞으로도 계속될 것이다.

④ 社會的 性格: 지구과학은 사회문제로 제기된 이슈들, 즉 환경오염, 지하수 개발, 국토의 이용과 개발, 기상재해 등에 대해서 교육을 통하여 해결을 모색할 수 있는 특성이 있다.

⑤ 循環 過程과 週期的 現象: 대기의 순환, 암석의 순환, 별의 일생 등의 지구과학적인 자연현상은 순환과정 또는 주기적인 현상을 갖는다. 이러한 순환과정과 주기적인 현상의 과학적 의미를 학습하고, 자연현상의 변화를 예측할 수 있는 특성이 있다.

⑥ 環境科學의 特性 : 지구과학 자체가 우리의 환경, 즉 지구와 우주환경을 다루는 학문이다. 자원개발, 환경보호, 환경오염 등을 학문적 또는 역사적으로 파악하고 적절히 대처할 수 있도록 지도할 수 있는 특성이 있다.

⑦ 地球와 宇宙에서의 에너지 흐름과 平衡 : 에너지 분포는 평형상태에 이르러는 경향을 가지며, 이러한 과정에서 에너지의 변환이나 물질의 변환이 일어난다. 이러한 에너지의 평형개념을 지도하는 특성이 있다.

⑧ 綜合科學의 特性 : 지구과학은 지구와 우주에서 일어나는 여러 가지 현상의 인과관계, 물질의 구조와 특성, 성인, 역사 등을 다양한 탐구 방법으로 다룬다.

지구과학은 본질적으로 인간의 自然에 대한 探究로서, 그 결과 자연을 이해하게 되고 지식을 축적하게 된 것이다. 따라서 지구과학은 過程과 그 결과인 知識으로 정의될 수 있으며, 이들은 일반성과 보편성을 가지고 변화될 수 있다.

지구과학은 위와 같이 과학의 본질 및 과학교육의 목적과 부합될 뿐 아니라 특히 자연상태 그대로의 탐구, 자연현상의 인과관계, 지역성, 공간성, 시간성 등의 학문적 특성, 과학사적 특성, 사회적 성격을 갖는 특성, 환경과학적 및 종합과학적 특성 등을 가지고 있다.

4. 地球科學 教育의 發展方向

지구과학 교육의 발전방향을 설정하기 위하여 지구과학의 학문적 특성과 지구과학 교육의 특성을 알아 보았다. 이를 바탕으로 지구과학 교육의 발전방향을 다음과 같이 설정·제시할 수 있다.

1) 地球科學의 基本的 측면

지구과학의 기본적인 측면에서는 科學的인 方法과 그 산물인 知識을 提供하여야 한다.

① 地球科學의 方法

- 자기 주변의 지구과학적 환경에 관심을 갖고 흥미를 느낄 수 있게 한다.
- 학생 스스로가 과학적 방법을 직접 수행토록 한다.
- 과학적 탐구요소 및 과정을 중시하되, 거시

적이며 자연 자체가 그대로 탐구 대상인 지구과학의 특성을 살려야 한다.

· 과학적 방법은 한 가지만 있는 것이 아니라 다양하다.

· 방법 못지 않게 과학적 방법을 이끌고 조작할 수 있는 기능도 중요하다.

② 知識의 習得

· 지구과학 자체가 과학의 기본적인 개념과 원리의 연속체이며 물질, 시간, 공간, 운동, 힘, 에너지 등의 기본개념을 다루도록 해야 한다.

· 단순한 암기가 아니라 체계화된 지식으로 제공되어야 한다.

· 과학적인 현상, 사실, 법칙, 이론, 개념에 대하여 이해하고 설명할 수 있어야 한다.

· 최신의 지구과학 지식이어야 한다.

· 지구과학자들 사이에 널리 알려지고 인정되는 지식이어야 한다.

· 환경과 해양의 내용이 보장되어야 한다.

· 현대 사회에서 문제가 되는 것을 포함하여야 한다. 특히 STS(Science Technology Society)에 관한 내용이 일부 포함되어야 한다.

2) 地球科學 教育의 特性 측면

지구과학 교육의 특성 측면에서는 科學教育의 哲學과 教育心理學的 측면이 고려되어야 한다.

· 지구과학적 敎養을 갖도록 해야 한다.

· 지적 욕구를 충족시키되, 학생의 지적 발달 단계에 부합되어야 한다.

· 學問의 연계성이 있도록 지구과학적 방법 및 지식이 제공되어야 한다.

· 과학적 사고와 방법을 적용하려는 태도를 갖게 한다.

· 지구과학에 대하여 긍정적 태도를 갖도록 한다. 과학의 도덕성과 윤리성을 강조해야 한다.

· 上位水準으로 갈수록 지식 체계 및 사고, 실험이 더욱 강조되어야 한다. 그러나 미래사회에 대응하기 위하여 문제해결력을 중시해야 한다.

· 지구과학은 복합적인 사회활동으로 인식되어야 한다.

· 과학적 교양 수준의 지구과학 교육은 최소한의 수준과 내용을 담아 가급적 최소필수(minimum essence)를 부과하도록 한다.

· 수월성 추구를 위하여 상한선을 터 놓는 다양한 구조를 제공해야 한다.

· 지구과학의 역사성, 환경, 자원 보존과 공해 대처에 대한 이해 등을 강조하도록 한다.

· 과정별로 다른 내용을 제공하여 선택의 다양화를 꾀해야 한다.

· 과학 지식은 계속 발달하고 있음을 인식시켜야 한다.

3) 기 타

· 지역사회의 자연환경이 학습에 충분히 이용되도록 해야 한다.

· 실험·실습에 사용되는 기구는 저렴하나 효과적인 것이 되게 한다.

· 연계성, 즉 영역의 통합성과 내용의 계열성을 고려하여야 한다.

· 학습자가 학습활동에 적극 참여하도록 하여야 한다.

5. 結 論

지구과학 교육의 발전방향을 설정해 봄으로써

地球科學 教育課程의 개정 및 教授-學習 동에 참고될 기초자료를 제시하고자 하였다.

첫째, 지구과학 교육은 다른 科學科 교육과 더불어 과학적 소양, 진로교육, 인성교육, 사고 발달, 국가사회의 필요와 요구에의 부응, 학문적·문화유산 전수 등의 目標을 가지고 學習하는 교과이다. 특히 지구과학 교육은 최신의 내용을 탐구로서의 과학, 올바른 자연관과 우주관의 확립, 과학사적 특성, 사회적 문제점의 이해, 자연현상의 순환관계 이해, 에너지와 물질의 흐름과 평형관계 이해, 종합과학이므로 다양한 학습 및 실험 제공 등에 기여하는 특성이 있어야 한다.

둘째, 우리나라의 지구과학 교육은 敎科中心 → 生活中心 → 學問中心 → 人間中心 등의 교육 사조의 영향을 받으면서, 그리고 미국과 일본의 영향을 받으면서 目標 및 敎育의 性格이 바뀌어 왔다. 그러나 지구과학의 기본적인 敎育內容 자체는 거의 변함이 없었다. 장차 지구과학 교육은 지금까지의 敎育思潮 중 장점을 골라 포괄적으로 적용하고 이에 따라 내용을 선정·조직하여야 한다. ■