

한국과 미국의 초등 과학 교육과정 지구영역의 학년 간 내용 연계성 분석 연구

서예원

(이화여자대학교)

An Analysis of Sequence of Earth Science Content in Elementary School Curriculum in Korea and the U. S.

Suh, Yewon

(Ewha Women's University)

ABSTRACT

The study aims to explore sequence of earth science content in elementary school science curriculum in Korea and the U.S.. The analysis is focused on a) general content structure of earth science part; b) concept relationship between grades in the specific field of 'geology'; c) longitudinal connection of concepts and content in 'geology.' The findings are as follows. First, earth science curriculum content in Korea is structured according to sub-scientific disciplines centering on not science concepts but topics or inquiry activities whereas the U.S. curricular content is organized through integrative earth science topics with basic concepts and sub-concepts. Second, it is a common feature that basic concepts are interrelated to sub-concepts in all grades in both countries. However, basic concepts are scattered all over the grades, presented in a linear pattern in Korea while those are provided together in 3rd grade and repeated with extended concepts in a spiral structure in the U.S.. Last, it is not clear how concepts and content are longitudinally connected between grades in Korean curriculum. On the contrary, concepts and content in the U.S. curriculum have a strong longitudinal connection between grades with conceptual hierarchy. Such results indicate that Korean elementary school science curriculum would limit students' comprehensive understanding of science concepts through grades. The study suggests Korean science content should strengthen interrelationship among concepts as well as longitudinal connection between grades, in order to achieve the ultimate goal of science education, 'scientific literacy'.

Key words : elementary school science, earth science curriculum, sequence of earth science content, longitudinal connection of scientific concepts, comparative study of science curriculum

I. 서론

다른 모든 교과와 마찬가지로 과학 역시, '무엇을 목표로 하여 어떠한 학습 경험을 제공할 것인가' 하는 문제는 언제나 한 시대의 문화와 가치관의 영향을 받아왔다. 현재 우리나라 과학과 교육과정은 초등학교 3학년부터 고등학교 1학년까지를 대한민국

국민으로서 기본적으로 도달해야 할 '국민 공통 기본 교육과정'으로 규정하고 있으며(교육부, 1997), 7차 수시개정안에서는 '과학적 소양을 달성해야 할 최고의 목표로 설정하였다(교육인적자원부, 2007). 이러한 과학과 교육과정의 구성 방향 및 목표는 최근 우리가 추구하는 과학교육의 특성을 잘 반영하고 있다. 먼저 과학과를 '국민 공통 기본 교육과정'

으로 구성했다는 것은 과학이 일부 사회문화적 특정 집단의 전유물이 되어서는 안 되며, 성, 경제적 지위, 문화적 배경, 능력 등에 상관없이 모두에게 동등한 기회를 부여해야 한다는 과학교육의 평등성을 내포하고 있다. 또한, ‘과학적 소양’을 목표로 한다는 것은 소수만이 이해할 수 있는 난해하고 복잡한 과학적 지식보다는 현실 생활에 유용하게 사용할 수 있는 실용적인 내용과 방법을 지향한다는 의미로 해석할 수 있다. 이러한 기본적 방향 및 목표는 과학과의 내용을 선정하고 구성하는 토대가 된다.

본 연구는 초등학교 과학과의 내용 선정 및 조직에 관심을 두고 있다. 국민 모두가 학습해야 하고 실생활에 활용할 수 있는 과학교육의 목적을 달성하기 위해서는 그에 알맞은 과학의 내용을 선택하고 구성해야 한다. 내용을 구성함에 있어 과거의 과학교육이 학생들에게 더 많은 과학적 사실과 기술을 획득하도록 하는 것에 집중했다면, 21세기의 과학교육은 과학을 ‘이해하는 학습(learning with understanding)’에 초점을 두고 있다(Bransford et al., 1999). 과학적 사실을 오랫동안 기억하기 위해서 암기하는 것은 과학을 학습하는데 필요한 과정이다. 다만 서로 연관되어 있지 않은 사실들을 획득하도록 강조하는 것은 ‘이해하는 학습’과는 거리가 멀다는 점에 유의해야 한다. 즉, 과학을 이해하면서 배우기 위해서는 학생들이 사실적 지식의 깊이 있는 토대를 가지고 있어야 하지만, 그러한 사실들이 단편적으로 존재해서는 안 되고 반드시 개념적인 틀 안에서 연결되도록 해야 한다. 이러한 점에서 Bruner가 제안한 학습 내용 조직의 원리는 여전히 매우 중요한 가치를 갖는다.

Bruner(1960)는 교육과정의 조직 및 설계는 학문(academic discipline)의 구조에 기반을 두어야함을 주장하였다. 한 교과의 교육과정은 가장 기초적인 이해에 의해 결정되어야 하는데, 그러한 이해는 그 학문을 구성하는 기저의 원리들을 통해서 얻을 수 있다는 것이다. McNeil(1981)은 Bruner의 방식으로 내용을 구성하는 것은 일반화를 가능하게 하므로 그것을 학습한 맥락을 벗어나더라도 지식을 유용하게 사용하도록 한다고 지적한다. 기본적으로 학문의 구조에 바탕을 둔 학습 내용은 계속성과 계열성의 원리에 따라 학년 간 밀접한 연계를 맺도록 조직되어진다. 이때, 내용의 단순 누적이나 반복에서 벗어나 그 난이도와 경험의 수준을 조절함으로

써 점진적으로 이해의 단계를 심화, 확대하도록 학습 내용을 구성하는 것이 바로 Bruner가 ‘교육의 과정(The Process of Education)’에서 제안한 나선형 교육과정의 핵심이다. 이러한 Bruner의 학습 내용 조직의 원리는 1960년대 이래 미국의 과학 교육과정을 구성하는데 막대한 영향을 미쳐 왔으며, 현재에도 중요한 토대가 되고 있다.

우리나라도 Bruner의 학문 중심적 내용 구성 원리를 도입하여 3차 개정 시기부터 과학 교육과정의 내용을 체계화하여 왔으며, 그 전통은 지금까지 이어져 오고 있다. 현행 7차 과학 교육과정은 과학적 소양을 기르기 위해 과학의 기본 개념을 습득해야 함을 명시하고 있으며, 지식 영역을 에너지, 물질, 생명, 지구의 네 영역으로 나누어 초, 중, 고, 전 학년에 걸쳐 연계성을 고려하여 각 단원을 구성하고 있다(교육부, 1997). 각 영역의 내용들은 주로 동일한 주제가 순환적으로 반복되는데, 학년이 올라갈수록 그 수준도 높은 단계로 심화되도록 하고 있다. 이렇게 우리나라와 미국의 과학 교육과정은 모두 학문중심적인 구성 원리에 따라 내용을 조직하고 있으며, 초등학교 수준에서도 양국 모두 과학의 각 학문영역을 균형 있게 제공할 것과 학년에 따라 더욱 깊이 있는 수준으로 조직할 것을 강조하고 있다(교육부, 1997; National Research Council, 1996).

그러나 우리나라의 경우, 과학 교과내용에 관한 여러 연구 결과들은 내용의 연계성에 많은 문제가 있음을 지적하고 있다. 신영준(2004)은 3학년에서부터 10학년까지 생명영역의 탐구 활동이 국민 공통 기본교육과정에서 강조하는 만큼 연계되어 있지 않음을 밝혔다. 고병남과 고석범(2006)은 초·중·고에 걸친 화학 교육과정이 계속성과 계열성 및 나선형 학습 이론에 비추어볼 때 연계성이 부족함을 지적하였으며, 여성희(1999)는 특히 초등 및 중등 학교급간 과학 개념이 적절하게 연계되어 있지 않다는 연구 결과를 제시하였다. 이렇게 개념적으로 연계되어 있지 않은 과학 교과의 내용은 학생들이 과학적 지식을 구조화하여 통합적으로 이해하는데 도움이 되지 않으며(Brophy, 1992; Bybee, 1995; Staver & Bay, 1989), 결국 ‘이해하는 학습’을 통해 과학적 소양을 함양하고자 하는 과학교육 목표를 달성하기 어렵게 한다.

과학을 개념적으로 이해한다는 것은 단순 암기보다 훨씬 높은 고차원적 사고를 필요로 한다. 이

는 학생들이 일상생활의 경험, 이미 학습한 내용, 새로운 상황 등으로부터 얻은 개념들을 서로 연결함으로써 더욱 강화될 수 있기 때문에(California Department of Education, 1990), 창의적이고 실용적인 과학교육을 목적으로 하는 교육과정이라면 개념들의 관련성을 반드시 고려해야 한다.

본 연구의 목적은 초등학교 과학 교육과정에 제시된 과학 내용의 수직적 연계성을 탐구하는 것이다. 앞서 언급한 바와 같이, 우리나라와 미국은 모두 ‘과학’이라는 학문의 체계를 이해함으로써 과학적 개념들을 관련짓고 학년이 높아짐에 따라 연관된 개념들의 이해 정도를 심화하는 학문중심적 교육과정 구성 원리를 따르고 있다. 그러나 과연 두 나라의 교육과정이 어느 정도로 이러한 원리를 반영하여 내용을 조직하고 있는지 학년간 수직적 연계성에 초점을 두고 비교·분석한 연구는 찾아보기 어렵다. 최근 연구로는 이미경과 김주훈(2004)이 우리나라, 미국, 영국, 일본, 싱가포르의 과학과 교육과정을 비교한 연구가 있으나 각 국의 목표 및 내용 체계의 차이를 전반적으로 검토하는데 그쳤으며, 백남진(2007)은 우리나라와 미국의 과학 교육과정에 있어 내용 진술 및 조직 방식을 세부적으로 비교하였으나 생물 영역을 다루고 있다.

본 연구는 양국 초등 과학 교육과정의 내용을 비교·분석함에 있어 과학의 학문 영역 중 지구과학 분야를 중심으로 하였다. 이는 최근 들어 지구환경적인 이슈와 함께 일상생활과 관련된 현실적 문제들이 증가하면서 지구과학 영역의 지식과 이해가 특히 강조되고 있다(이효녕과 권영륜, 2008; Hlwatsch *et al.*, 2003)는 점에 주목한 것이며, 학생들이 일상생활에서 겪게 되는 과학적 문제에 관해 자기주도적인 의사 결정을 하고 문제를 해결하기 위한 과학적 소양을 기르는 데에도 중요한 토대가 될 것으로 판단하였기 때문이다. 구체적으로 본 연구는 지구과학 영역에 있어서 한국과 미국의 초등학교 과학 교육과정의 학습 내용이 학년 수준에 따라 어떻게 연계되어 있으며, 그 깊이와 범위가 얼마나 심화, 확대되어지는가를 비교·분석하고자 한다. 이를 위한 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 한국과 미국의 초등 과학 교육과정 중 지

구과학 영역의 내용은 어떻게 구성되어 있는가?

둘째, 한국과 미국의 초등 과학 교육과정 중 지구과학 영역의 개념들은 학년에 따라 어떻게 연결되어 있는가?

셋째, 한국과 미국의 초등 과학 교육과정 중 지구과학 영역의 세부 내용과 개념의 수직적 연계성은 어떠한가?

II. 연구 방법

1. 분석 대상

본 연구의 분석을 위해 우리나라의 초등학교 과학과 교육과정 총론(교육부, 1997)과 3~6학년 초등학교 교사용 지도서(교육인적자원부, 2002), 3~6학년 초등학교 과학 교과서(교육인적자원부, 2006)를 사용하였다. 미국의 경우, 단일한 국가 교육과정이 존재하지 않으며 각 주와 지역에 따라 매우 자유로운 교육과정을 개발, 채택하고 있기 때문에 우리나라 초등 과학교육과정과 동일한 수준에서 직접적으로 비교하기 어렵다. 본 연구에서는 미국 뉴저지주의 과학교육과정(New Jersey Core Curriculum Content Standards for Science, New Jersey Department of Education, 2004)과 3~6학년 초등 과학 교과서 Harcourt Science(Harcourt Publisher, 2006)을 분석대상으로 사용하였다¹⁾.

2. 분석 방법

1) 지구과학 영역의 내용 구성

한국과 미국의 초등 과학 교육과정 중 지구과학 영역의 내용이 어떻게 구성되어 있는가를 알아보기 위해 양국의 교육과정에 제시되어 있는 내용을 학년별로 비교하고 그 특징을 분석하였다. 우리나라 지구과학의 내용은 일반적으로 ‘기상’, ‘지질’, ‘해양’, ‘천문’의 세부 영역(허남조 등, 2004)으로 구분되는 반면, 미국 뉴저지주의 과학 교육과정은 ‘지구의 속성과 물질’, ‘대기와 날씨’, ‘지구를 형성하는 과정’, ‘지구를 공부하는 방법’으로 지구과학 영역을 분류하고 있다. 또한, 우리나라에서는 ‘천문’ 영역이 지

1) 미국 New Jersey 주는 ‘국가과학교육기준(National Science Education Standards)’에 따라 과학 내용을 구성함에 있어, 각 학년간의 연계와 발달적 적합성을 잘 반영하고 있으며, Harcourt Science는 미국 내에서 오랜 전통과 높은 평판을 가진 대중적 교과서로 인정받고 있다는 점을 고려하여 본 연구의 분석 대상으로 채택하였다.

구과학의 하위 영역으로 포함되어 있지만, 뉴저지 주는 이를 독립적인 과학 학문의 영역으로 보고 ‘지구과학’과 대등한 수준에서 ‘천문과 우주 과학’으로 다루고 있다. 천문과 우주 과학은 다시 ‘지구, 달, 태양계’, ‘태양계’, ‘별’, ‘은하계와 우주’의 세부 영역으로 나누어지므로 이러한 영역들을 모두 포함하여 표 1의 기준의 기준에 따라 분석을 실시하였다.

2) 지구과학 영역 개념의 학년 간 관련성

지구과학 분야의 각 세부 영역에 관한 모든 개념들을 추출하는 것은 너무 방대한 작업이므로 본 연구에서는 개념의 학년 간 관련성을 탐색하기 위해 ‘지질’ 영역에 관한 개념들로 분석의 범위를 제한하였다.

분석의 도구로는 개념도를 사용하였는데, 이는 초등 과학의 학년 간 개념 연계성을 분석한 기존의 연구들(김영은, 1991; 유영근, 1991; 정완호와 최돈희, 1993)이 대개 교육과정(교과서)에 제시된 개념이나 실험이 몇 번이나 반복되었는가를 기준으로 분석을 행함으로써 개념들의 상호 관련성을 파악하기에는 제한적 측면이 있었기 때문이다. 개념도는 과학 지식 체계를 구성하는 개념들의 조직적 관계를 보여주는 것은 물론, 개념들의 발달 과정 및 분화된 정도와 그 지식 체계를 이루는 핵심적인 개념들을 일목요연하게 보여준다는 장점이 있다(김정여와 김영수, 2006). 따라서 본 연구에서는 개념도를 이용하여 과학의 핵심 개념들이 어떻게 하위 개념들과 연결되는지, 학년이 높아지면서 어떤 방식으로 심화·확장되어 가는지 개념들 간의 관련성을 전체적으로 파악하고자 하였다.

한국과 미국 뉴저지 주의 과학 교육과정 및 교과서에 제시된 지질 영역 개념의 학년 간 관련성을 알아보기 위한 개념도는 다음과 같은 과정을 거쳐

구성되었다.

첫째, 지질 영역에 해당하는 단원의 교과서 내용을 학년별로 검토하여 가장 핵심적인 개념들을 선정하였다. 우리나라의 경우, 각 단원명이 직접적으로 핵심 개념을 나타내고 있으므로(예를 들면, ‘화산과 암석’) 이를 핵심 개념들로 선택하였으나 미국은 여러 핵심 개념을 통합적으로 기술한 문구를 단원명으로 채택하고 있었으므로(예를 들면, ‘지구를 변화시키는 과정-Processes that change Earth’) 내용을 검토하여 가장 중점적으로 소개하고 있는 개념을 핵심 개념으로 결정하였다.

둘째, 각 단원에 포함된 모든 문장들을 대상으로 어떠한 과학 개념들을 다루고 있는지 점검한 후, 핵심 개념과 관련된 하위 개념을 추출하였다. 우리나라의 초등 과학 교과서는 과학적 개념의 기술보다는 활동이나 실험을 중심으로 구성되어 있기 때문에 단순히 제시된 문장을 통해서만 하위 개념을 찾아내기 어렵다. 따라서 문장 이외에 활동 내용, 사진, 삽화, 도표 등을 검토하여 명시적으로 드러나 있지 않은 개념들을 보충하였으며, 교사용 지도서의 내용도 함께 고려하여 하위 개념을 선정하였다.

셋째, 추출된 핵심 개념과 하위 개념들을 토대로 이들의 상호 관련성을 보여주는 개념도를 작성하였다. 처음 작성된 개념도는 핵심 개념과 하위 개념을 구분하여 연결 관계를 나타내었다. 이어 학년이 높아짐에 따라 어떻게 핵심개념이 하위 개념과 연결, 확산되는지 개념원의 색을 달리하고 학년 간의 경계를 점선으로 표시함으로써 시각적으로 연계성이 잘 드러나 보이도록 개념도를 완성하였다.

추출한 핵심 개념들과 하위 개념들이 적절한 지 점검하기 위해 과학교육 전공자 1명, 지구과학교육 중등교사 1명, 초등교사 1명에게 타당도를 검증받았다.

표 1. 한국과 미국의 지구과학 영역 내용 구성을 위한 분석 영역 기준

		지구과학					
한국		기상	지질	해양	천문		
		지구과학			천문과 우주과학		
미국	Atmosphere & Weather	Earth's Properties and Materials Processes that Shape the Earth		Earth, Moon, Sun System	Solar System	Stars	Galaxies & Universe
		How We Study the Earth					

3) 지구과학 영역의 세부 내용 및 개념의 수직적 연계성

학년에 따라 다루어지는 구체적 내용과 개념들이 학년이 높아짐에 따라 어떻게 수직적으로 연속되는지 보다 세밀하게 알아보기 위해 지질 영역을 ‘지표’, ‘암석’, ‘화석’의 세 분야로 구분하여 핵심 개념을 중심으로 어떠한 세부 내용이 다루어지는지 비교, 분석하였다.

III. 연구 결과

1. 한국과 미국의 초등 과학 교육과정 중 지구과학 영역의 내용 구성

한국과 미국의 초등과학과에서 지구과학에 관한 내용이 어떻게 구성되어 있는지 알아보기 위해 먼저 각 국가별 교육과정과 교과서의 관련 내용을 세부 영역으로 나누어 계통표로 나타내었다.

우리나라의 경우, 지구과학 영역은 표 2와 같이 ‘기상’, ‘지질’, ‘해양’, ‘천문’의 하위 학문 영역(sub-disciplines)으로 뚜렷하게 구분되어 있다. 또한, 이러한 학문 영역들에 관련된 주제들이 일반적으로 거의 매 학년에 걸쳐 제시되고 있다. 해양 영역을 제외한 세 하위 학문 영역들은 모두 비슷한 비중으로 다루어지고 있는데, 4학년의 ‘강과 바다’는 강과 바다 속 지형에 관한 내용이기 때문에 사실상 지질 영역에 속한다고 볼 수 있으므로 지질 영역과의 경계를 점선으로 표시하였다.

표 2를 보면, 지구과학 분야의 각 영역들은 다양한 주제들로 구성되어 있으며, 아동들이 일상생활과 매우 밀접한 경험들을 통해 각 주제와 관련된 탐구 활동을 함으로써 자연 현상과 과정을 이해하도록 조직되어 있다. 아동들에게 친숙한 경험과 관련된 내용들은 주로 3, 4학년에 걸쳐 직접적인 관찰, 비교, 측정 등의 탐구 기능을 활용하도록 하고 있으며, 직접적인 탐구가 불가능한 내용들은 모형을 만들거나 실험, 조사 등을 통해 이해할 수 있도록 고학년에 분포되어 있다. 그러나 아동의 실생활 경험을 중심으로 한 이러한 풍부한 탐구 활동에도 불구하고, 이 교육과정은 아동이 과학적 개념을 통해 ‘지구’에 관한 여러 가지 자연 현상과 원리를 이해하도록 돕는 데는 미흡한 점이 있다.

지구과학의 하위 영역에 관한 개념 제시의 방식

을 보면, 개념들은 학년이 높아짐에 따라 반복적으로 제시되고 있지 않으며, 주요 개념들이 각 학년에 따라 고르게 나뉘어 있는 경향을 보인다. 따라서 동일한 하나의 핵심 개념이 학년에 따라 점차 하위 개념들과 연결, 확장되면서 깊이 있게 발전되기 보다는 학년별로 그와 관련된 다른 주제를 학습하도록 내용이 구성되어 있다. 이러한 특징으로 인해 전체적 수준에서 가르치고 배워야 할 핵심적 과학 개념이 무엇인지 파악하기 어렵고, 그러한 개념들이 하위 개념들과는 어떻게 연결되어 있는지 알기 어렵다. 다루어지는 개념의 수도 제한적이다.

‘기상’ 영역을 예를 들어 살펴보면, 3~6학년에 걸쳐 ‘맑은 날, 흐린 날’, ‘날씨 변화’, ‘물의 여행’, ‘일기예보’의 네 가지 주제가 제시되어 있다. 이러한 주제들의 주요 하위 개념들로는 기온, 구름, 바람, 해풍, 육풍, 습도, 물의 순환 등이 있는데, 각 주제에서 다루고 있는 내용만으로는 ‘지구’의 날씨를 구성하는 요소들이 무엇이며, 그것들이 서로 어떻게 상호작용하여 날씨를 변화시키는지 통합적으로 이해하기 어려워 보인다. 먼저 3학년의 ‘맑은 날, 흐린 날’은 각기 다른 날씨가 있게 하는 가장 기본적인 요인으로서 구름이나 바람의 개념을 다루기 보다는 기온 측정, 온도 비교, 구름의 양 관찰, 바람의 세기 측정과 같은 구체적 탐구 활동을 제시하고 있다. 5학년의 ‘날씨 변화’도 날씨의 변화와 그 경향을 결정하는 개념들이 무엇인지를 체계적으로 접근하지 않고 매일 같은 시각의 기온을 측정하는 활동과 해풍, 육풍이 부는 현상을 이해하기 위한 대류 상자 실험으로 구성하고 있다. 6학년의 ‘일기예보’ 역시 다양한 기상 현상을 이해하기 위한 탐구 활동이지 과학 내용을 구성하는 개념을 중심으로 조직되어 있다고 보기 어렵다.

미국 뉴저지 주 초등과학 교육과정의 지구과학 영역은 내용 구성 면에서 우리나라와는 상당히 다른 양상을 보인다. 우선 우리나라는 ‘천문’ 영역을 기상, 지질 등의 영역과 같은 수준으로 지구과학의 하위 학문으로 구분하고 있는 반면, 미국은 ‘지구과학’과 ‘천문과 우주과학’을 두 개의 독립적이고 동등한 과학의 학문 영역으로 다루고 있다. 따라서 ‘천문과 우주과학’은 다시 네 분야의 하위 학문 영역으로 나누어 세부 개념들을 조직하여 제시한다. 또한, 우리나라와는 달리 학년 간의 구분이 엄격하지 않고 중학년인 3~4학년, 고학년인 5~6학년을

표 2. 한국 과학과 교육과정 중 지구과학 영역의 계통표

	지구		해양	천문
	기상	지질		
3	<p>맑은 날, 흐린 날 여러 곳의 기온을 온도계로 측정하여 비교하고, 또 같은 방법으로 아침, 점심, 저녁 때 각각 기온을 측정하여 표나 그림으로 나타내어 비교한다. 구름의 양을 관찰하여 기호로 나타내고 간이 풍향·풍속계를 사용하여 바람의 세기와 방향을 측정하여 그림이나 기호로 나타낸다.</p>	<p>운반되는 흙 유수대 실험을 통하여 물에 의해 흙이 운반되는 과정을 관찰한다. 우리 주위에서 물에 의해 흙이 깎이고 운반되고 쌓여서 지표면이 변화되는 현상을 찾아본다. 여러 가지 돌과 흙 우리 주위에 있는 여러 가지 돌과 흙을 관찰하여 모양, 색깔, 촉감 등을 기술하고 모래와 흙의 생성 과정을 이해한다. 우리 생활에서 돌과 흙이 이용되는 사례를 조사한다.</p>		<p>등근 지구, 등근 달 지구의 생김새와 관련된 모형이나 인공위성 사진 자료 등의 관찰을 통하여 지구가 둥글다는 것을 이해한다. 하루 저녁 동안 시간에 따른 달의 위치를 관찰하고, 매일 같은 시각에 달의 모양을 관찰하여 그림으로 나타낸다.</p>
4		<p>지층을 찾아서 지층의 생김새와 지층을 이루고 있는 물질과 암석을 관찰하고, 그 특징을 비교한다. 지층 모형 만들기 활동을 통하여 지층이 만들어지는 순서를 알아보고, 지층의 생성과정을 이해한다. 화석을 찾아서 여러 가지 화석을 관찰하여 봄으로써 다양한 생물이 화석으로 나타남을 이해한다. 화석 모양 만들기를 통하여 화석의 생성 과정을 이해하고, 지층이 쌓인 순서와 화석이 만들어진 순서를 비교한다.</p>	<p>강과 바다 다양한 강의 모양을 지형 모형이나 사진 자료 등을 통해 관찰하여 그 특징을 비교하고, 흐르는 물에 의해 강의 생김새가 변화됨을 이해한다. 바다 밑의 모양과 깊이를 알기 위한 모형을 이용하여, 여러 곳의 깊이를 재어 그림으로 나타내고 바다 밑의 모양을 알아본다.</p>	
5	<p>날씨 변화 일정한 간격으로 하루 동안의 기온을 측정하고, 일주일 동안 매일 같은 시각의 기온을 측정하여 그래프로 나타내고, 기온의 변화를 이해한다. 물과 흙을 가열하는 실험을 통하여 수면 위의 공기와 지면 위의 공기의 온도 변화가 다를 것을 추리하고, 대류 상자 실험을 통하여 해풍과 육풍이 부는 현상을 이해한다. 물의 여행 건습구 습도계로 공기중의 습도를 측정하고, 안개와 이슬 발생 실험을 통하여 공기 중에도 물이 있음을 이해한다. 구름 발생 모형실험을 통하여 공기중의 수증기의 일부가 구름이 되는 현상을 관찰하고, 구름을 이루는 작은 물방울이 커져 비가 내리는 과정을 이해한다.</p>	<p>화산과 암석 화산 분출 모형실험을 통하여 화산이 분출되는 현상을 관찰하고, 화산과 화산이 아니 산을 사진이나 그림을 통하여 비교한다. 화산 활동을 통하여 나오는 여러 가지 물질을 알아보고, 화산활동과 관련된 대표적인 암석을 관찰하여 그 특징을 비교한다.</p>		<p>태양의 가족 여러 가지 기구를 이용하여 태양의 모양을 관찰하고, 사진이나 그림 자료 등을 이용하여 태양의 특성을 찾아본다. 태양계를 구성하고 있는 행성을 조사하고, 태양계 모형 등을 사용하여 행성의 크기와 태양으로부터의 거리를 비교한다.</p>
6	<p>일기예보 건축 및 통신 등을 통하여 기상청에서 하는 일을 조사하거나, 일기도에 사용하는 여러 가지 기호와 일기 예보하는 과정을 알아본다. 공기의 이동, 기온, 습도 등의 특징을 중심으로 일기도를 보고 우리나라의 날씨를 계절별로 조사하여 알아본다.</p>	<p>흔들리는 땅 대표적인 변성암을 관찰하고, 화성암, 퇴적암과 비교한다. 지층의 휘어짐과 끊어짐 모형실험에서 지층의 모양을 관찰하여 지진 발생과정을 이해하고, 최근 우리나라에서 발생한 대표적인 지진에 대하여 조사한다.</p>		<p>계절의 변화 모형실험을 통하여 태양의 고도에 따라 지표면에 도달하는 에너지의 세기를 비교하고, 기온이 태양의 고도에 따라 달라짐을 이해한다. 지구본을 이용한 실험을 통하여 지구의 운동과 계절의 변화와의 관계를 이해한다.</p>

표 3. 미국 뉴저지 주 과학과 교육과정 중 지구과학 영역의 계통표

Earth Science				Astronomy & Space Science				
Earth's Properties & Materials	Atmosphere & Weather	Processes that Shape the Earth	How We Study the Earth	Earth, Moon, Sun System	Solar System	Stars	Galaxies & Universe	
3 } 4	Observe that most rocks and soils are made of several substances or minerals. Observe that the properties of soil vary from place to place and will affect the soil's ability to support life. Recognize that fossils provide evidence about the plants and animals that lived long ago and the nature of the environment at that time.	Recognize that most of Earth's surface is covered by water and be able to identify the characteristics of those sources of water. - oceans - rivers - lakes - underground sources - glaciers Observe that rain, snow, and other forms of precipitation come from clouds, but that not all clouds produce precipitation. Recognize that air is a substance that surrounds us, takes up space, and moves around us as wind. Observe weather changes and patterns by measurable quantities such as temperature, wind direction and speed, and amounts of precipitation. Observe that when liquid water disappears, it turns into a gas in the air and can reappear as a liquid when cooled, or as a solid if cooled below its freezing point. Recognize that clouds and fog are made of tiny droplets of water and possibly tiny particles of ice.	Recognize that some changes of the Earth's surface are due to slow processes such as erosion and weathering, and some changes are due to rapid changes such as landslides, volcanic eruptions, and earthquakes. Recognize that moving water, wind, and ice continually shape the Earth's surface by eroding rock and soil in some areas and depositing then in other areas.	Use maps to locate and identify physical features on the Earth.	Observe patterns that result from the Earth's position relative to the sun and rotation of the Earth on its axis. Recognize and describe the phases of the moon.	Describe Earth as one of several planets that orbit the sun and the moon as a satellite of the Earth.	Observe that stars are not all the same in brightness, size, and color.	Recognize that images of celestial objects can be magnified and seen in greater detail when observed using binoculars and light telescopes. Observe and record short-term and long-term changes in the night sky.
	5 } 6	Describe the composition, circulation, and distribution of the world's oceans, estuaries, and marine environments. Describe and illustrate the water cycle.	Summarize the process involved in the rock cycle and describe the characteristics of the rocks involved.	Utilize various tools such as map projections and topographical maps to interpret features of Earth's surface.	Explain how the motions of the Earth, sun and moon, define units of time including: - days - months - years Recognize that changes in the Earth's position relative to the sun produce differing amounts of daylight seasonally.	Using models, demonstrate and understanding of the scale of the solar system that shows distance and size relationships among the sun and planets. Recognize that the sun's gravitational pull holds the planets in their orbits and that the planets' gravitational pull holds their moons in their orbits.	Observe and record short-term and long-term changes in the positions of the constellations in the night sky. Observe that the planets appear to change their position against the background of stars.	Reinforce indicators from previous grade level.

한 단위로 묶어서 포괄적으로 나누고 있다.

지구과학의 내용 영역은 이미 언급한 바와 같이 '지구의 속성과 물질', '대기와 날씨', '지구를 형성하는 과정', '지구를 공부하는 방법'으로 분류되어

있는데, 이는 '기상', '지질', '해양' 등의 하위 학문 영역별 구분보다는 이들이 어떻게 서로 연결되어 '지구'의 자연적인 현상과 그 형성 과정에 영향을 미치는가에 비중을 둔 것으로 보인다. 미국의 교육

과정은 이렇게 전체적인 내용의 구성 측면에 있어서 뚜렷한 과학의 학문 영역 구분보다는 통합적인 이해를 지향하고 있는 반면, 세부적 내용에 있어서는 학문의 구조를 이루고 있는 핵심 개념들이 매우 직접적으로 제시되어 있으며, 개념간의 연결 고리가 잘 드러나 있다.

표 3에 나타난 바와 같이, ‘지구과학’과 ‘천문과 우주과학’의 하위 내용 영역들은 3~4학년에서 각 영역에 관한 가장 기본적인 개념들과 간단한 탐구 활동을 통한 개념적 이해를 증진하도록 하고, 5~6학년에 이르러서는 기본 개념들과 확장된 개념들을 이용하여 중요한 자연 현상 및 원리를 설명하는데 중점을 두어 구성되어 있다.

우리나라의 경우와 마찬가지로 미국 지구과학의 하위 영역에 관한 개념 제시의 방식을 ‘기상’ 영역을 통해 살펴보면, 날씨를 이해하기 위해 아동들이 해야 할 탐구 활동을 기술하고 있는 한국 교육과정과는 달리 보다 거시적 차원에서 ‘지구’의 기상 현상을 구성하고 있는 요소들과 각 요소들의 관련성이 드러나도록 내용을 기술하고 있다. 3~4학년에서는 기상 현상과 관련된 가장 큰 원인으로서 대부분 물로 덮여 있는 지구 표면의 특징을 파악하는 내용이 가장 먼저 다루어진다. 이어, 비, 눈과 같은 강수와 구름과의 관계, 공기의 존재와 바람으로서 공기의 이동, 물의 순환 개념을 통한 물의 상태 변화, 구름과 안개의 생성과정 등에 관한 개념들이 제공된다. 또한, 날씨의 변화와 그 경향성은 온도, 바람의 방향 및 속도, 강수량과 같은 양적 지표로 측정하고 관찰할 수 있음을 명확하게 제시하고 있다. 5~6학년에서는 보다 폭넓은 시각에서 이전 학년에서 학습했던 지구 표면의 물의 원천으로서 바다, 강, 해양 환경이 어떻게 구성되고, 순환하며, 지구 전체에 분포하고 있는지를 ‘물의 순환’의 개념을 통해 더욱 깊이 있게 포괄적으로 이해하도록 하는 내용이 다루어진다. 이러한 미국 뉴저지 주 초등 과학 교육과정의 특징은 과학이라는 학문의 구조적 특징을 바탕으로 중요한 개념들과 관련 개념들의 연결 및 확장을 통해 다양한 기상 현상의 통합적 이해를 촉진하는데 있는 것으로 보인다. 그러나 기상 영역과는 달리 ‘지구의 속성과 물질’과 ‘은하계와 우주와 같은 영역은 3~4학년에서 다룬 개념과 내용을 5~6학년에서 강화하는 것으로만 소개하고 있어서 어떤 정도로 동일 개념을 반복하여 학

습하는지 또는 얼마나 심화된 학습을 하게 되는지는 알기 어렵다.

지금까지 우리나라와 미국의 지구과학 영역의 내용 구성의 특징을 탐구한 결과, 두 나라의 과학 교육과정의 차이가 드러났다. 한국의 경우, 전체적 구성 면에서는 과학의 하위 학문 영역이 분명하게 구분되어 학문 중심 교육과정의 원리를 따르고 있는 것처럼 보이지만, 실제 내용은 지구과학과 관련된 주제들에 따라 탐구 활동을 중심으로 조직되어 있기 때문에 제시된 개념의 수와 연결이 빈약한 것으로 밝혀졌다. 미국은 뚜렷한 학문적 영역보다는 좀 더 통합적인 관점에서 내용 영역을 구분하고 있지만, 세부 내용은 개념적으로 풍부하며 일상생활은 물론 ‘지구’의 차원에서 개념간의 관련성을 이해할 수 있도록 내용이 기술되어 있다.

2. 한국과 미국의 초등 지구과학 내용 중 지질 영역에 관한 개념의 학년 간 관련성

한국과 미국의 초등 과학 교육과정에 있어서 개념들의 학년 간 관련성을 알아보기 위해 지구과학 내용 중 지질 영역을 개념도로 구성하였다.

그림 1은 한국의 초등 과학 교육과정에서 다루고 있는 지질 영역의 과학 개념들이 학년이 높아지면서 어떻게 서로 연결되는지 보여준다. 개념도에서 ‘흙’, ‘돌(암석)’, ‘지층’, ‘화석’, ‘화산’, ‘지진’과 같이 굵은 글씨로 표기한 개념들은 가장 핵심적인 개념이다. 흐린 글씨로 표기된 기타 개념들은 하위 개념들로서 핵심 개념들과 직, 간접적으로 연결되어 있다.

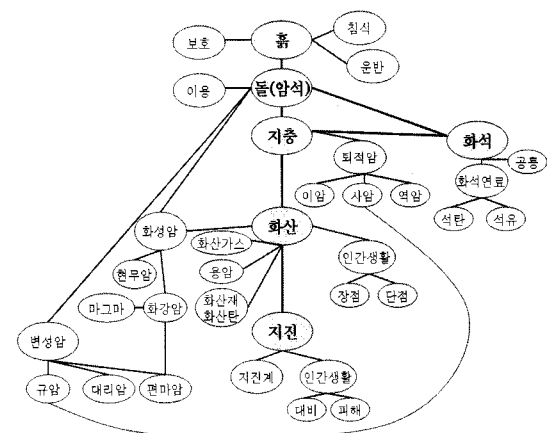


그림 1. 한국 초등 과학교육과정 중 지질 영역의 개념도

이들을 학년에 따라 살펴보면, 3학년은 ‘흙’과 ‘돌’이 핵심 개념이며 흙의 ‘침식’, ‘운반’, ‘보호’와 돌의 ‘이용’과 같은 하위 개념을 다루고 있다. 4학년은 ‘지층’과 ‘화석’이 핵심 개념으로 지층과 관련된 퇴적암과 그 종류가 연결되어 있으며, 화석에 관해서는 주로 석탄과 석유와 같은 화석 연료, 공룡 등이 하위 개념으로 제공되고 있다. 5학년은 ‘화산’을 중심으로 화산 분출시 발생하는 물질, 화성암과 그 종류, 화산의 피해 및 이점이 연결되어 있고, 6학년은 ‘지진’을 핵심 개념으로 해서 피해와 대비 방법을 관련짓고 있다. 한편, 핵심 개념인 지진과는 직접적 연결없이 변성암과 그 종류를 다루고 있는데, 이들은 3, 4, 5학년에서 학습했던 다양한 암석들과 연계성을 갖도록 제시되어 있다.

미국 초등 과학 교육과정의 지질 영역 개념들을 추출하여 작성한 개념도는 그림 2와 같다.

미국의 경우에도 우리나라와 같이 핵심 개념을 중심으로 하위 개념들이 연결되어 있다. 핵심 개념으로는 ‘돌(암석)’, ‘흙’과 더불어 좀 더 큰 개념으로 ‘지구의 땅(육지)’과 ‘지형’이 있으며, 우리나라에는 다루어지지 않는 ‘광물(mineral)’이 포함되어 있다. 이러한 핵심 개념들은 학년에 따라 분절되지 않고 한 학년에 함께 제시된다. 즉, 3학년에서 거의 모든 핵심 개념들을 다룬 후 학년이 높아지면서 이들이 계속 반복되는 한편, 하위 개념과의 연계성을 통해 점차 확장되는 방식으로 구성되어 있다.

개념들 간의 관련성을 학년별로 살펴보면, 3학년에서는 ‘흙’을 제외한 핵심 개념들을 토대로 하위 개념들이 연결되어 있다. 그런데 이러한 하위 개념에도 기본적 개념이 있어 학년이 달라지더라도 반

복적으로 학습하도록 구조화되어 있다. ‘암석’의 경우 기본적 하위 개념은 ‘화석’과 ‘퇴적암’, ‘화성암’, ‘변성암’이며, 이들의 형성 과정과 관계를 알 수 있는 ‘암석의 순환(rock cycle)’을 통해 연결된다. ‘지형’은 그 형태에 따라 ‘고지’와 ‘저지’로 나누어 ‘산’, ‘고원’, ‘골짜기’, ‘협곡’ 등의 하위 개념이 다루어지며, 변화의 속도에 따라 ‘느린 변화’는 ‘풍화’, ‘침식’, ‘빙하’ 그리고 ‘빠른 변화’는 ‘홍수’, ‘지진’, ‘화산’의 하위 개념들과 관련되어 있다. 이러한 하위 개념들은 핵심 개념들과 함께 모든 학년에 계속되어 나타난다. 4학년은 3학년에서 제시되었던 4개의 핵심 개념들에 ‘흙’이 첨가되면서 흙의 종류와 함께 3개의 층 구조로 연결된다. ‘암석’과 관련해서는 3학년의 하위 개념과 더불어 좀 더 거시적 관점에서 지구를 구성하고 있는 기본 물질로서 암석의 존재를 부각시키며 개념이 확장된다. 따라서 ‘내핵’, ‘외핵’, ‘맨틀’, ‘지각’의 개념들이 다루어진다. ‘광물’은 그 속성을 알 수 있는 지표로서 ‘색’과 ‘강도’가 첨가되었으며, ‘지형’은 느리고 빠른 변화 이외의 변화 및 그와 관련된 다양한 개념들이 상호 관련되어 제시되고 있다. 5학년은 주로 이전에 학습했던 개념들을 복습하도록 구성되어 있으며, 새로운 개념으로는 ‘화석’의 형성과 관련하여 ‘지구의 역사’를 알려주는 척도로서 ‘표준 화석(index fossil)’과 ‘고생물학(paleontology)’ 등이 있다. 마지막으로 6학년은 그 동안 다루어졌던 핵심 개념들과 관련하여 ‘유성분화구(meteor crater)’, ‘판게아(pangaea)’, ‘판구조론(plate tectonics)’ 등과 같이 좀 더 복잡하고 어려운 하위 개념들에 이르기까지 확장, 발전되고 있다.

이상, 초등 과학 교육과정의 지질 영역에 관한 개념들의 학년 간 관련성을 분석한 결과, 한국과 미국은 모두 가장 핵심이 되는 5~6개의 개념을 기저로 하여 하위 개념들이 연결되도록 전체 교육과정을 구성한다는 점에서 공통점을 가지고 있었다.

그러나 핵심 개념과 하위 개념이 연관되어지는 방식에 있어서는 뚜렷한 차이점이 있었다. 그림 3에서 보는 바와 같이, 한국은 한 학년 당 1~2개의 핵심 개념과 그와 관련된 하위 개념들이 연결되어 있고, 학년이 올라가면서 같은 방식으로 핵심 개념들이 첨가되면서 하위 개념과 연결되는 순차적 개념 제시 방식을 취하고 있다. 반면, 미국은 3학년에 기본적인 핵심 개념들과 더불어 중요한 하위 개념들을 한꺼번에 제시하고 있다. 이러한 개념들은 한 학년에서만 다루어지는 것이 아니라 학년이 높아

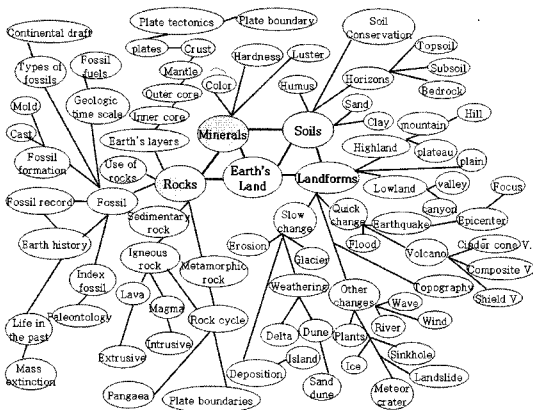


그림 2. 미국 초등 과학교육과정 중 지질 영역의 개념도

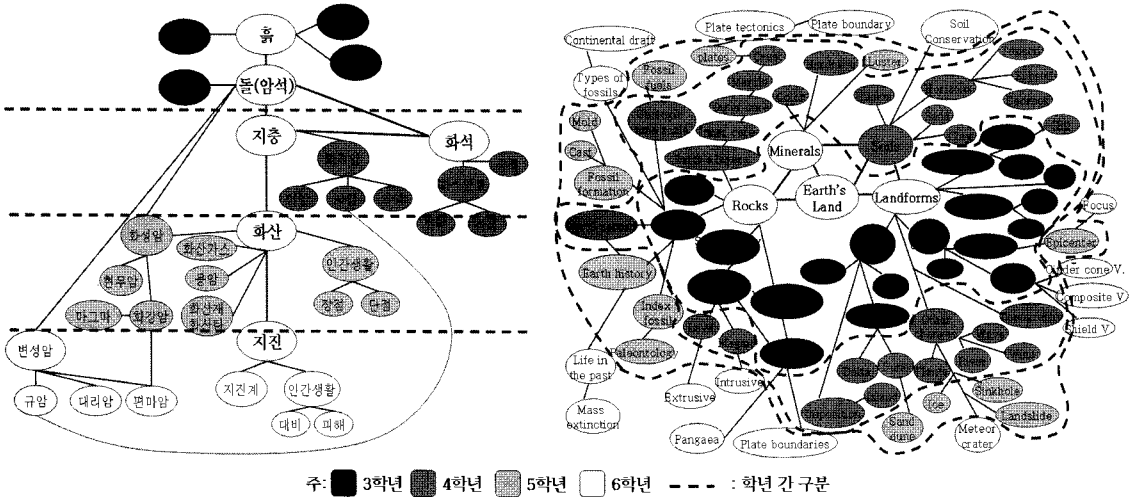


그림 3. 한국과 미국 초등 과학 지질 영역 개념의 수직적 연계성 비교

지면서 반복적으로 제시되며, 이와 관련된 하위 개념들의 수도 점차 증가하고 난이도도 높아지도록 하는 확산적 형태를 보이고 있다.

요약하면, 우리나라는 지질 영역의 개념들이 선형 구조로 미국은 방사형 구조로 조직되고 있는데, 이러한 개념 구성의 수직적 연계성 차이를 단순화하여 다이어그램으로 나타내면 그림 4와 같다.

3. 한국과 미국의 초등 지구과학 내용 중 지질 영역의 세부 내용 및 개념의 수직적 연계성

한국과 미국의 초등 과학 교육과정에서 드러나는 개념들의 수직적 연계성 차이를 보다 상세하게 알아보기 위해 지질 영역을 ‘지표’, ‘암석’, ‘화석’의 세 분야로 나누어 개념들의 관련성과 내용의 확장 및 발전 정도를 분석하였다.

표 4는 한국과 미국 초등 과학 교육과정 중 지질 영역의 한 부분인 ‘지표’에 관한 내용이다. 두 나라에서 다루어지는 핵심 개념들은 비슷하나, 전체적

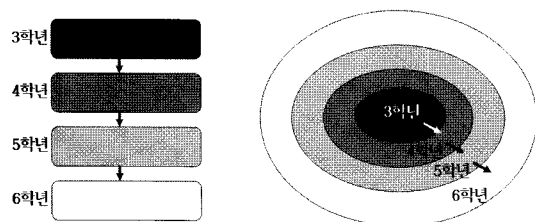


그림 4. 한국과 미국 초등 과학 지질 영역 개념의 수직적 연계성 비교

내용 구성과 그 흐름에 있어서는 많은 차이가 있다.

우리나라는 단원명이 주요 개념이나 주제로 구성되어 있으며, 이를 이해하기 위해 과학적 과정 기술을 이용한 탐구 활동을 하는 것이 주된 내용을 이루고 있다. 학년 간 개념 및 내용 연계성의 측면에서, 4학년 을 제외하면 각 학년에서 지표에 관한 내용을 고루 다루고 있는 것으로 보인다. 그러나 ‘흙을 나르는 물’, ‘화산과 암석’, ‘지진’이 지표의 변화에 어떻게 상호 관련되어 있는지 명시적으로 드러나 있지 않다. 따라서 아동들이 각 단원을 학습할 때, 그 내용이 지구 표면에 일어나는 변화와 그 과정에 대한 것인지 통합하여 이해하기 어려워 보인다.

미국은 단원명 자체가 ‘지구의 변화하는 표면’, ‘지구를 변화시키는 과정’ 등으로 지구 표면의 변화를 명확하게 알려주는 구절로 되어 있다. 학년 별 내용에 있어서도, 3학년에서는 ‘지형’이 무엇인지 그리고 그것을 변화시키는 요인을 학습하고, 4학년에서는 지형을 변화시키는 원인을, 5학년에서는 지각의 이동으로 인한 지표의 변화를 다룬다. 마지막으로 6학년에서는 지표 변화의 요인을 좀 더 확장하여 판의 이동과 지진, 화산 등의 개념을 학습하게 된다. 이렇게 ‘지표’라는 큰 개념을 바탕으로 그것을 변화시키는 힘과 과정을 명시적으로 제시하는 한편, 핵심 개념의 반복과 하위 개념 추가를 통해 전체적 내용을 확장, 심화하는 구성 방식은 아동이 과학 개념들을 전체적으로 연결하여 이해하는데 유용할 것으로 보인다.

표 4. 한국과 미국 초등 과학 교육과정 지질 영역 중 지표 내용 비교

지표 (Earth's Surface)	
한국	미국
<p>3-1. 8. 흙을 나르는 물 비 내리는 날 운동장 관찰 하늘에서 내리는 빗물과 땅 위를 흐르는 빗물 관찰 3 큰 비가 내리기 전과 내린 후의 달라진 모습 관찰 흐르는 물에 의해 흙이 운반되는 모습 관찰 흙을 보호하는 방법 탐구 우리 생활에서 흐르는 물을 이용하는 사례 찾기</p>	<p>Unit C. Earth's Land Chapter 7. Forces that Shape the Land Lesson 1. What are landforms? Lesson 2. How do landforms change slowly? Lesson 3. How do landforms change quickly?</p>
<p>4</p>	<p>Unit C. Earth's Changing Surface Chapter 7. Changes to Earth's Surface Lesson 1. What are some of earth's landforms? Lesson 2. What causes change to earth's landforms?</p>
<p>5-2. 4. 화산과 암석 화산이 분출하는 모양 5 화산 분출에 의한 지표면의 변화 화산의 모양 화산 활동이 우리에게 주는 영향</p>	<p>Unit C. Processes that Change Earth Chapter 9. Changes to Earth's Surface Lesson 1. What are some of earth's landforms? Lesson 2. What causes changes to earth's landforms? Lesson 3. How do movements of the crust change earth?</p>
<p>6-1. 2. 지진 지진에 대한 조사 6 지진이 발생하는 곳 지층의 휘어지고 어긋남 탐색 간이 지진계 만들기</p>	<p>Unit C: Exploring Earth Chapter 6. Changes to Earth's Surface Lesson 1. How does Earth's surface change? Lesson 2. What are plates and how do they move? Lesson 3. What causes earthquakes and volcanos?</p>

앞서 '지표'에서 살펴보았던 두 나라간 전체적 내용 구성 및 개념 연결 방식의 차이는 '암석'에서 더욱 분명하게 나타난다.

표 5에 의하면 우리나라의 경우, 암석에 관한 내용은 일상생활에서 쉽게 볼 수 있는 흙과 돌에 관한 자연스러운 탐색으로부터 시작하여 학년이 높아지면서 4학년에서 지층의 형성 과정과 관련된 퇴적암, 5학년에서 화산 활동과 관련된 화성암, 6학년에서 변성암의 순서로 다양한 암석에 관한 내용을 다루고 있다. 그런데 이렇게 암석에 관한 주요 개념과 내용이 계속적으로 제시되는 방식을 과학의 학문적 구조를 염두에 둔 교육과정 구성이라고 보기에 는 무리가 있다. 학년이 높아지면서 핵심 개념과 관련된 하위 개념들이 점점 복잡, 다양화되면서 심화되는 것이 아니라 암석의 종류가 별다른 개념적 위계 없이 차례대로 하나씩 제시되기 때문이다. 거의 1년의 시간을 두고 한 번씩 다루어지는 암석의 개념들이 서로 어떻게 연계되는지 아동들이 이해하는 데에도 어려움이 있을 것으로 예상된다.

미국은 지표의 경우에서와 마찬가지로, 보다 통합적 관점에서 '지구'를 구성하는 요소로서 암석의

개념을 제시하고 하위 개념들과 연결하여 내용을 조직하고 있다. 우선 3학년에서 암석을 구성요소로서 '광물'의 개념을 중요하게 다루고 있으며, 각 학년마다 하나씩 암석의 종류를 제시하는 우리나라와는 달리, 퇴적암, 화성암, 변성암의 개념을 한꺼번에 소개하고 있다. 이러한 내용들은 이후 학년에서 학습하게 될 암석에 관한 내용의 기저를 이루며 지속적으로 심화, 발전되어 간다. 세 종류의 암석이 어떻게 형성되는지 그 관련성을 직접적으로 이해할 수 있는 중요한 개념인 '암석의 순환'이 학년마다 주요한 개념으로 반복되고 있는 것도 큰 특징이다.

마지막으로 '화석'에 관한 개념의 제시는 미국에 비해 우리나라가 매우 미약하게 다루고 있는 부분이다. 표 6에서 보듯이, 한국은 4학년 동안에만 화석에 관한 내용을 제시하고 있는데, 화석을 관찰하거나 모형을 만들어보는 활동과 더불어, 화산의 생성과정과 화석을 통해 알 수 있는 일 등이 포함되어 있다. 따라서 학년간의 개념적 관련성은 파악하기 어렵다. 미국은 전 학년에 걸쳐 화석의 개념이 반복되어 나타난다. 3~4학년에서는 주로 화석이 무엇인지 기본 개념을 집중적으로 학습한 후, 5학

표 5. 한국과 미국 초등 과학 교육과정 지질 영역 중 암석 내용 비교

암석 (Earth's Rocks)	
한국	미국
<p>3-2. 5. 여러 가지 돌과 흙 여러 가지 돌의 관찰 및 분류 관찰한 돌에 이름 붙이고 소개서 만들기</p> <p>3 화단 흙과 운동장 흙의 비교 흙이 생기는 과정 돌, 모래, 흙의 이용 돌과 흙을 이용한 여러 가지 집 탐색</p>	<p>Unit C: Earth's Land Chapter 6. Minerals and Rocks Lesson 1. What are minerals and rocks? Lesson 2. What are the types of rocks?</p>
<p>4-2. 3. 지층을 찾아서 지층의 모양 관찰 지층이 쌓이는 순서 탐색 지층이 만들어지는 과정 지층을 이루고 있는 알갱이 관찰</p>	<p>Unit C. Earth's Changing Surface Chapter 6. The Rock Cycle Lesson 1. What are the types of rocks? Lesson 2. What is the rock cycle? Lesson 3. How do weathering and erosion after rocks? Lesson 4. What is soil?</p>
<p>5-2. 4. 화산과 암석 화산활동에 의해 생긴 암석 탐구</p> <p>5 현무암과 화강암 관찰</p>	<p>Unit C. Processes that Change Earth Chapter 7. The Rock Cycle Lesson 1. What are minerals? Lesson 2. How do rocks form? Lesson 3. How are rocks changed?</p>
<p>6-1. 4. 여러 가지 암석 변성암에 관한 탐구</p> <p>6 변성되기 전의 암석과 변성된 후의 암석 비교 우리 생활에 암석이 이용되는 사례 탐색</p>	<p>Unit C: Exploring Earth Chapter 7. Earth's Rocks Lesson 1. How are minerals identified? Lesson 2. How are rocks classified? Lesson 3. How do soils form?</p>

표 6. 한국과 미국 초등 과학 교육과정 지질 영역 중 화석 내용 비교

화석 (Fossils)	
한국	미국
<p>3</p>	<p>Unit C: Earth's Land Chapter 6. Minerals and Rocks Lesson 3. What are fossils?</p>
<p>4-2. 4. 화석을 찾아서 여러 가지 화석의 관찰 화석 모형 만들기 화석이 만들어져 발견되기까지의 과정 화석을 가지고 할 수 있는 일 공룡에 대한 조사</p>	<p>Unit C: Earth's Changing Surface Chapter 7. Changes to Earth's Surface Lesson 3. What are fossils?</p>
<p>5</p>	<p>Unit C: Processes that Change Earth Chapter 8. Fossils Lesson 1. What do fossils show about earth's history? Lesson 2. How are fossils like today's living things?</p>
<p>6</p>	<p>Unit C: Exploring Earth Chapter 8. Fossils Lesson 1. How do fossils form? Lesson 2. What do fossils tell us about Earth? Lesson 3. What do fossils tell us about life in the past?</p>

년에서 이 개념을 지구의 역사와 관련시킴으로써 확장시키고 있다. 마지막으로 6학년에서는 화석이 만들어지는 과정에 초점을 두어 과거 지구의 생물과 환경을 파악하기 위한 수단으로서 화석이 갖는 중요성을 다루고 있다.

지금까지 우리나라와 미국의 초등 과학 교육과정 중 지질 영역에 있어 학년에 따른 개념의 수직적 연계성을 보다 구체적으로 살펴보기 위해 '지표', '암석', '화석'의 세 분야를 비교, 분석하였다. 우리나라는 일상 속에서 각 영역과 관련된 주제나 개념과의 관련성을 찾거나 직접적 탐구 활동을 통해 개념적 이해를 돕는 방식으로 교육과정의 내용이 조직되어 있었다. 그러나 이렇게 활동을 강조한 결과, 학년 간 개념들의 관련성이 명확하게 제시되지 않거나 분절적인 특징이 있는 것으로 밝혀졌다. 이러한 내용 구성은 아동들이 각 영역의 핵심 개념과 하위 개념들을 통합적으로 이해하는 데는 유용하지 않을 것으로 보인다. 미국은 구체적인 활동보다는 '지구'라는 큰 시야를 가지고 과학적 개념을 이해하도록 내용이 구성되어 있었다. 따라서 각 영역에서 가장 핵심적인 개념들은 저학년에서 한꺼번에 다루어지면서 고학년으로 가면서 계속적으로 반복될 뿐만 아니라 내용의 깊이나 범위가 점차 확대되어 가는 특징을 보였다. 이렇게 주요 개념들의 반복과 상호 관련성이 표면적으로 나타나도록 설계된 교육과정의 내용은 아동들이 지구 표면의 변화와 과정을 전체적으로 이해하는데 도움을 줄 수 있다. 그러나 동일 내용의 반복으로 인한 학습시간의 문제와 복잡한 개념들의 증가로 인해 심화된 난이도는 현실적으로 고려해 보아야 할 문제이다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 한국과 미국 두 나라의 초등학교 과학 개념들이 학년이 높아짐에 따라 어떠한 방식으로 관련되어 조직되는지 그 수직적 연계성에 알아보기 위해 지구과학 영역을 중심으로 세 단계에 걸쳐 교육과정을 비교, 분석하였다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 우리나라와 미국의 지구과학 영역 내용 구성의 특징을 분석한 결과, 한국은 하위 학문 영역에 따라 균등하게 내용이 배분되어 있으나, 그 내용은 개념이 아닌 관련 주제나 탐구 활동을 중심으로

조직되어 있기 때문에 개념의 수가 상대적으로 적고 상호관련성이 확연하게 드러나지 않았다. 미국은 학문 영역보다는 통합적 형태로 내용 영역을 구분하고 있었으나, 실제 내용은 주요 개념들과 하위 개념들의 관련성이 명확히 드러나도록 조직되어 있어 학문의 구조를 반영하고 있는 것으로 나타났다.

둘째, 개념도를 이용하여 과학 교육과정 지질 영역의 학년 간 개념적 관련성을 탐색함에 있어서는 두 나라 모두 전 학년에 걸쳐 가장 기본적인 핵심 개념들이 하위 개념들과 연결되도록 내용을 조직한다는 점에서는 공통점을 보였다. 그러나 우리나라는 여러 학년에 걸쳐 핵심 개념들이 분산되어 차례로 나타나는 순차적 구성 형태를 갖는 반면, 미국은 모든 핵심 개념들이 한꺼번에 제시된 후 학년이 높아지면서 반복, 확장되는 방사형 구조를 띄고 있었다.

셋째, 지질 영역에 있어 학년 간 개념의 수직적 연계성을 더욱 세부적으로 알아보기 위해 '지표', '암석', '화석'의 세 분야로 나누어 한국과 미국 교육과정의 내용을 비교, 분석한 결과 양국의 뚜렷한 차이점이 나타났다. 우리나라의 경우는 학년마다 관련된 내용이 지속적으로 제시되고 있으나, 학년 간 개념 위계에 큰 차이가 없어 관련 내용을 다룸으로써 세부 내용 및 개념의 수직적 관련성이 명확하지 않았다. 미국은 좀 더 통합적인 시각에서 지구 표면의 변화와 과정을 이해할 수 있도록 하는 개념을 명시하고 있으며, 학년이 높아질수록 그 내용의 난이도가 점점 심화되는 방식으로 인해 개념의 수직적 연계성이 확실하게 드러났다.

이상 분석 결과를 보면, 우리나라의 초등 과학 교육과정은 내용 구성에 있어 Bruner의 교육과정 조직 및 설계의 원리가 충실하게 반영되고 있지는 않은 것으로 보인다. 각 학년 간 세부 내용 및 개념의 수직적 연계성이 미흡하기 때문에 중심 개념에 대한 일관적이고 통합적인 학습에 유용하지 못하며, 학년이 높아질수록 심화, 발전되도록 하는 개념의 난이도 조절이 미약하므로 개념의 깊이 있는 학습과 발전적인 연계에 한계를 갖게 될 수 있다.

우리나라의 과학 교과는 대개 '물리', '화학', '지구과학', '생물'로 엄격하게 학문 영역을 구분하여 내용을 구성하기 때문에 '학문 중심적' 교육과정이라는 평가를 받고 있다. 그러나 학문에 기반한 교육과정이 갖는 가장 근본적인 특성은 내용 지식이 그 학문을 이루고 있는 핵심 개념을 중심으로 하위 개

념과 긴밀하게 연결되어 점차 심화, 확대되어가는 방식으로 제시되고 있는가 하는 데 있다. 단순히 하위 학문 영역들이 나뉘어져 있다고 해서 ‘과학’이라는 학문이 갖는 독특한 구조를 반영하고 있다고 하기에는 문제가 있다.

실제 한국의 초등 과학 교과서의 내용을 살펴보면, 학문 중심 교육과정의 원리를 따르고 있다기보다는 아동의 직접적인 탐구 활동을 통해 자연스럽게 개념을 이해하도록 유도하고 있다. 아동에게 친숙한 일상생활의 경험과 그에 관한 탐구 활동은 초등학교 수준에서 자연 현상을 이해하는데 필수적인 것이다. 그러나 교육과정 자체를 ‘활동’을 토대로 구성하는 것은 문제가 있다. 아동들이 해야 할 구체적인 활동을 기술하는 것은 과학 개념과 관련된 일부 현상에 대한 이해를 증진시킬 수는 있어도 각각의 현상을 큰 틀에서 종합적으로 바라보고 이해하도록 돕는 데에는 한계가 있기 때문이다. 또한, 이러한 초등 과학 교육과정의 특성은 중학교와의 내용 연계를 어렵게 하는 요인이 되기도 하는데, 초등학교에서는 적은 양의 학습 내용 주제를 선정하여 실험·관찰을 위주로 하는 구성이 중학교에 가서는 학습할 내용의 갑작스러운 증대와 더불어 서술적으로 개념을 제시하는 형식으로 급변하기 때문에 학교급간의 격차가 커져 자연스러운 연결이 어렵다는 연구들이 있다(고병남과 고석범, 2006; 신영준, 2004; 심규철 등, 2003).

우리나라 과학 교육과정은 과학적 소양을 기르는 것을 최종 목표로 하고 있다. 이러한 소양을 증진시키기 위해서는 과학이라는 ‘학문’에 대한 본성을 깨닫고, 그 핵심적 개념과 원리 등 과학적 지식과 사고력을 각자의 필요에 따라 사용할 수 있는 능력을 신장시킬 수 있도록 과학 교육과정이 구성되어야 한다. 그러나 과거 3차 교육과정에서부터 강조되었던 ‘학문중심 교육과정’은 학생들의 흥미와 관심을 고려하지 않거나 고난도의 순수 과학적 내용만을 다루는 것으로 오인됨으로써 학문 중심적으로 교육과정을 조직하는 것은 마치 최근의 과학 교육의 목적과는 대립적이거나 부정적인 것으로 여겨지는 듯하다. 실제로 우리나라 학교 교육 위기에 대한 의견 조사 결과에 따르면 실생활과 유리된 학습 내용으로 인해 학교에서 배운 지식이 현실에서는 유용하지 않다는 비판적 시각이 있다(조난심, 2001).

깊이 있는 이해 없이 단순하게 개념을 암기식, 주입식으로 학습하는 것은 분명히 과학적 소양을 키우는데 바람직하지 못하며 과학교육의 총체적 위기를 가져오는 원인이다. 그러나 이것은 교육방식의 문제이며, 우리가 추구하는 유용하고 실용적인 생활 속의 과학적 소양인들을 길러내기 위해서는 전체 교육과정에서 반드시 과학적 개념의 이해가 강조되어야 한다. 개념적 이해가 선행되어야만 이를 활용할 수 있는 상황에서 비로소 의미 있고 효율적으로 문제를 해결할 수 있기 때문이다(김주훈과 이미경, 2003; 서예원, 2007). 앞으로의 과학 교육과정은 핵심적이고 기본적인 개념들을 중심으로 하위 개념과의 수직적 연결고리를 강화함으로써 좀 더 통합적인 시각에서 자연 현상을 이해하도록 할 뿐 아니라, 학습한 내용을 현실의 문제와 관련지음으로써 일상생활 및 사회적 상황으로 확대해서 적용할 수 있는 방향으로 나아가기를 기대한다.

참고문헌

- 고병남, 고석범(2006). 초·중·고등학교의 과학 및 화학 교과서에 수록된 화학과 관련된 학습내용들의 연계성에 관한 연구. *충북대학교 과학교육논총*, 31, 97-109.
- 교육부(1997). *초중등학교 교육과정*. 교육부 고시 제 1997-15호.
- 교육인적자원부(2002). *초등학교 교사용 지도서 과학 3-1~6-2*. 대한교과서주식회사.
- 교육인적자원부(2006). *과학 3-1~6-2*. 대한교과서주식회사.
- 교육인적자원부(2007). *초등 학교 교육과정*. 교육인적자원부 고시 제 2007-79호 [별책 2].
- 김영은(1991). 초·중·고등학교 과학교과서의 물리 내용 연계성에 관한 연구. *공주대학교 교육대학원 석사학위논문*.
- 김정여, 김영수(2006). 경기도 과학 교사들의 개념 체계도에 대한 인식 및 활용 실태 조사. *한국생물교육학회지*, 34(4), 497-507.
- 김주훈, 이미경(2003). *과학과 교육 목표 및 내용 체계 연구(I)*. 한국교육과정평가원 연구보고서 RRE 2003-4.
- 백남진(2007). 교과 교육과정의 교육내용 제시 방식에 대한 검토: 한국과 미국 과학(생물) 교육과정 비교를 중심으로. *교육과정연구*, 25(1), 129-159.
- 백성혜, 김효남, 조부경(2000). 유아, 초등, 중등 과학교육과정의 연계성 분석을 위한 도구 개발. *한국과학교육학회지*, 20(2), 262-273.

- 서예원(2007). 한국과 미국의 초등학교 과학 교과서 비교 연구: 3학년 물질 영역의 과학적 개념 및 탐구과정을 중심으로. *초등과학교육*, 26(5), 509-524.
- 신영준(2004). 국민공통기본교육과정 과학과 생명영역에서의 탐구 활동 연계성 분석. *한국생물교육학회지*, 32(2), 135-141.
- 심규철, 이부연, 김현섭(2003). 국민공통기본교육과정 과학과의 생명영역 물질대사에 관련한 학습개념 분석. *한국과학교육학회지*, 23(6), 627-633.
- 여성희(1999). 초, 중, 고등학교 생물 영역의 환경 학습 내용의 연계성 분석. *한국생물교육학회지*, 27(4), 295-305.
- 유영근(1991). 초·중·고등학교 지구과학 실험의 연계성 분석. *공주대학교 석사학위논문*.
- 이미경, 김주훈(2004). 우리나라, 미국, 영국, 일본, 싱가포르의 과학과 교육과정의 비교. *한국과학교육학회지*, 24(6), 1082-1093.
- 이효녕, 권영륜(2008). 지구계 주제 중심의 지구과학 모듈 개발 및 적용. *한국지구과학회지*, 29(2), 175-188.
- 정완호, 최돈희(1993). 초·중·고등학교 생물 용어의 연계성 비교 분석. *한국생물교육학회지*, 21(1), 71-78.
- 조난심(2001). 학교 교육 내실화 방안 연구(I). *한국교육과정평가원 연구보고서 RRC 2001-10*.
- 허남조, 유병태, 한영욱(2004). 우리나라(7차 교육과정)와 미국의 초등학교 과학과 교과서 3, 4, 5, 6학년의 지구과학 영역 비교 및 분석. *과학교육연구*, 29, 325-351. 부산교육대학교 과학교육연구소.
- Bransford, J. D., Brown, A. L. & Cocking, R. R.(Eds.) (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Brophy, J. (1992). Probing the subtleties of subject-matter teaching. *Educational Leadership*, 49(7), 4-8.
- Bruner, J. (1960). *The process of education*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Bybee, R. W. (1995). Science curriculum reform in the United States. In R. W. Bybee & J. D. McInerney, *Re-designing the science curriculum*. Colorado Springs, CO: Biological Science Curriculum Study.
- California Department of Education (1990). *Science framework for California public schools: Kindergarten through grade twelve*. Sacramento, CA: California Department of Education.
- Harcourt School Publishers (2006). *Harcourt science* (3rd ~ 6th grade, 2006 Ed.). Orlando, Florida: Harcourt, Inc.
- Hlawatsch, S., Bayrhuber, H., Euler, M., Hansen, K. H., Hildebrandt, K., Hoffman, L., Lucius, E. R., Siemer, F. & Hassenpflug, W. (2003). Earth system education in Germany. In V. J. Mayer (Ed.), *Implementing global science literacy*. Columbus, OH: The Ohio University.
- McNeil, J. D. (1981). *Curriculum: A comprehensive introduction*(2nd Ed.). Boston: Little, Brown and Co.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- New Jersey Department of Education (2004). *New Jersey core curriculum content standards for science*. NJ: New Jersey Department of Education.
- Staver, J. R. & Bay, M. (1989). Analysis of the conceptual structure and reasoning demands of elementary science texts at the primary (K-3) level. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(4), 329-349.