

ORIGINAL ARTICLE

# 핵심역량중심교육 관점에서 지층관련 초등과학교과서의 지식과 예비초등 교사들의 개념 연구

문병찬\*

(광주교육대학교 교수)

## A Study on the Knowledge of Elementary School Textbooks Related to Strata from the Perspective of Core Competency-Based Education and the Concept of Preservice Elementary Teachers

Byoung-Chan Moon \*

(Gwangju National University of Education)

### ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze the contents related to the strata in the elementary science textbooks and to investigate the strata concepts of preservice elementary teachers. As a result of the study, most of the strata knowledge in elementary textbook has an explicit sentence structure, such as A is B. it is limited to being used as a subject of discussion and debate among students in science classes. Formal knowledge, although its meaning is clear, is disadvantageous as a material for core competency education. Regarding strata concepts, 70% of preservice elementary teachers thoughts that heat and pressure were the only key factors in turning sediments into hard rocks. Regarding whether information about the natural information in the geological period can be obtained through the strata, 20% thought that information on the natural environment could be obtained only through fossils and not from the strata. Even 80% of preservice elementary school teachers who thought that informations on the past natural environment could be obtained from the stratum showed a lot of scientific misconceptions in the information contents. In conclusion, in order to increase the effect of core competency education through elementary science education, it is necessary to review the form and contents of strata knowledge presented in elementary science textbooks.

**Key words** : core competency education, elementary science textbooks, strata

### I. 서론

2015 개정 교육과정이 ‘핵심역량중심교육’을 교육과정 운영의 키워드로 설정함에 따라 그동안 과학수업

에서 강조해온 ‘탐구중심’과 ‘새로운 교육과정에서 강조하는 핵심역량중심’수업의 내용 및 방법에 대한 뚜렷한 차별성을 확립하는데 많은 교사들이 어려움을 겪고 있다(곽영순, 2013; 이주연, 2018; 심보경과 유미현,

Received 29 March, 2021; Accepted 12 April, 2021

\*Corresponding author : Byoung-Chan Moon, Gwangju National University of Education, PilmunDaero 55 Buk-gu Gwangju-metro city, Korea

E-mail : mbc@gnue.ac.kr

© The Korean Society of Earth Sciences Education. All rights reserved.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

2020; 박종원 등, 2019; 이용진과 정은영, 2020). 위 어려움은 교사를 양성하는 교육대 및 사범대 교수들 또한 과학교사들의 핵심역량중심 교육과정운영 능력을 개발하기 위해 특별히 무엇을 가르쳐야 하고 또한 어떻게 가르쳐야 할 것인가에 대해 큰 고민과 더불어 해결방안을 찾기 위해 노력하고 있다(문병찬, 2017, 2019).

박종원 외(2019)는 “역량에 대한 학술논문, 보고서, 교육과정 등을 살펴보면, 역량에 대한 정의와 구성 요소들이 연구자나 문서에 따라 매우 다양하게 제시되어 (임주연 등, 2018; Arjomand *et al.*, 2013; ; Rychen, & Salganik, 2005) 있음으로써 실제 교육과정이나 교육계획을 수립하는데 어려움이 있음”을 지적하고 좀 더 체계적인 ‘역량’ 개념의 재구조화 필요성을 제안하였다. 그리고 연구의 결론에서는 “과학적 역량은 꽤 높은 수준의 전문적/합리적/최선의 수행을 할 수 있는 능력인 반면 과학적 소양은 모든 이를 대상으로 모든 상황에서 강조되는 것으로서, 과학적 역량이 소양과 본질적으로 다른 개념임을 강조하여, 과학적 역량은 과학과 관련된 구체적인 직업/작업/과제를 수행하는/수행 할 사람에게 강조되는 능력”이라고 주장하였다. 한편, 교육부(2015a)는 2015 개정 교육과정의 비전으로 미래 사회가 요구하는 창의 융합형 인재 양성 및 학습 경험의 질 개선을 통한 행복한 학습의 구현을 제시하였고, 송진웅과 나지연(2015) 그리고 이광우 외(2014)는 “핵심역량은 ‘사회공동체 구성원으로서의 역할을 성공적으로 수행하기 위해 학습자에게 요구되는 지식, 기능, 태도의 총체로서 초·중등교육을 통해 모든 학습자가 길러야 할 기본적인, 필수적이며, 보편적인 능력을 의미한다”고 하였다(심보경과 유미현, 2020).

선행연구들을 살펴볼 때, 현재 과학교육분야에서 연구자들에 따라 핵심역량과 관련하여 다양한 관점들이 있다는 것은 분명해 보인다. 특히 우리나라의 초·중등교과교육, 2015 개정 교육과정에서 강조하는 6가지 핵심역량(자기관리 역량, 지식정보처리 역량, 창의적 사고역량, 심미적 감성 역량, 의사소통 역량, 공동체 역량)과 과학교과역량(과학적 사고력, 과학적 탐구능력, 과학적 문제해결력, 과학적 의사소통능력, 과학적 참여와 평생학습 능력)들 간 왜(Why), 무엇(What)이 그리고 어떻게(How)의 본질적 측면부터 연구자들 간에 관점이 상이하다. 예컨대 박종원 외(2019)의 연구에

서는 과학교과에서 설정한 핵심역량에 대해 ‘전문적/합리적/최선의 수행’ 그리고 과학과 관련된 구체적인 직업/작업/과제를 수행하거나 수행할 사람들에게 강조되는 능력’으로 정의함으로써, 과학교과에서 추구하는 핵심역량 교육의 대상은 현재 또는 미래에 과학과 관련된 직업 또는 작업과 과제를 수행할 특별한 사람들로 한정하고 있는 반면 송진웅과 나지연(2015)은 핵심역량의 교육대상으로 미래 사회공동체의 구성원 또는 우리나라를 이끌어 나갈 사회전반에 걸친 각 분야의 모든 미래인재, 즉 과학관계적 직업/작업/과제와 완전히 분리함으로써, 각 교과에서 강조하는 핵심역량은 해당 교과별 분야에서 요구되는 특별한 직업적 소양과 역량을 길러주기 위함이기보다는 과학 지식을 포함한 과학 교육과 관련된 기타 속성들이 과학교과에서 선정한 핵심역량을 교육적 효과로 도출하는데 유리하기 때문이고, 따라서 미래사회에서 과학과 관련 없는 직업/진로/과제를 수행할 수도 있는 모든 학생들을 대상으로 과학교과의 핵심역량을 길러주어 그들이 미래에 행복한 삶을 살아갈 수 있는 실질적인 힘을 길러 주어야 함을 주장하는 것으로 해석된다.

위와 같이 상반된 주장과 관련하여 교육부에서 출간한 ‘모든 한국인을 위한 과학적 소양, 미래세대 과학교육표준(교육부·과학기술정보통신부·한국과학창의재단, 2019)에서는 미래세대 교육과 밀접한 핵심역량 교육의 배경으로서 “4차 산업혁명 시대를 맞이하여 다양한 정보통신기술과 스마트 기술이 널리 보급되면서 세상은 빠르게 초연결사회로 진입하고 있고, 이에 따라 우리의 과학교육 환경 역시 근본적인 변화에 직면하였고, 미래사회는 풍부한 지식을 갖춘 인재를 넘어 창의성, 협력과 소통, 열정과 인성을 갖춘 책임 있는 시민으로서 삶과 사회적 문제를 해결해 갈 수 있는 인재를 요구하고 있다”라고 제시함으로써 현재 우리나라에서 실시하고 있는 초·중고등의 과학교육이 미래를 살아나갈 모든 학생들을 대상으로 함을 시사한다. 또한 미래세대 과학교육표준으로 역량, 지식, 참여와 실천을 미래과학교육의 핵심요소로 제시하였으며, 박종원 외(2019)는 선행연구결과들에 근거하여 역량의 정의에 포함된 주요 구성요소로서 지식과 비판적 사고, 분석적 사고, 메타인지 등의 인지 기능이 포함됨을 제안하였다.

이에 본 연구에서는 2015 개정 교육과정에서 강조

하는 핵심역량의 개념을 「과거와는 달리 크게 변화된 현재와 미래사회 환경에서 모든 사회구성원들이 개인의 행복한 삶을 살아가는데 반드시 필요한 도구이고, 공통적 구성요소에는 비판적 사고, 분석적 사고, 메타인지 등 인지 기능이 포함되며, 각 교과에 따라 핵심역량이 다르게 설정된 이유는 지식을 포함한 교과별 교육의 고유한 특성이 선정한 핵심역량들을 학교수업의 교수/학습효과로 도출하는데 특별히 유리하기 때문이다.」로 정리하였다. 한편, 과학교육분야에서 2015 개정 교육과정 운영이 과학교과의 교육과정 성격과 목표를 효과적으로 달성하기 위해서는 핵심역량들에 대한 합의된 개념정의가 중요하지만, 현재 운영되고 있는 핵심역량교육이 그 효과를 충분히 얻을 수 있도록 학교의 과학수업 환경을 정합적으로 구축하는 것 또한 매우 시급하고 중요한 과제이다. 예컨대 교수학습 방법과 평가의 방향에서 학생참여 형 수업과 과정중심평가로의 전환 등(심보경과 유미현, 2020)은 과학수업을 통해 핵심역량을 함양할 목적에서 수업환경조성을 위한 조치로 볼 수 있다. 이와 같이 핵심역량교육과 관련하여 교수학습 방법 및 평가 등에 대한 지침과 연구들이 이루어지고 있지만, 과학 수업에서 중요하게 다루어지는 과학교과서의 형식과 내용 및 단원의 성취기준 등이 핵심역량교육 측면에서 적절하게 구성되어 있는지에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다.

따라서 본 연구는 초등과학 교과서의 '지층과 화석' 단원에서 지층과 관련된 내용을 분석하고, 현재 교육대학교 1학년 학생들이 지닌 지층개념을 조사하였다. 교과서의 내용분석은 핵심역량들의 공통적 구성요소로 인정되는 비판적 사고 관점을 중심으로 두었다. 비판적 사고는 추리, 관심, 분류, 선택, 판단과 같은 정신적인 과정에서 비판적인 분석과 평가하는 사고 방법(Stella, 2005)이고, 과학수업의 학습효과는 자연을 대상으로 관찰, 측정, 분류, 추리, 예상, 변인통제, 결과 해석, 결론 도출 등과 같은 다양한 탐구요소들 간 상호작용에 대해 교수/학습한 결과이므로, 과학수업의 학습효과와 핵심역량교육 관점의 학습효과를 비교·분석해보는 것은 연구적 가치가 있을 것으로 판단하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상 및 절차

본 연구는 G교육대학교 1학년 50명을 대상으로 지층개념을 조사하고, 초등과학 교과서에 제시된 지층 관련 지식들을 비판적 사고 계발 관점에서 분석해보는데 그 목표가 있다. 연구목표를 달성하기 위해서, 2015 개정교육과정 총론과 초등과학 교과서 및 교사지도서의 내용에서 지층과 관련 있는 지식을 조사하고 분석하였다. 교육대학교 1학년 학생들의 지층개념의 내용은 지층개념에 대한 서술형 질문지를 통해 조사하였다. 교과서의 지층관련 지식과 학생들의 지층개념의 특징들 간 상호 관계성을 분석하고, 마지막으로 핵심역량중심교육을 목표로한 과학수업에서 교과서의 지식을 통해 비판적 사고 기술이 향상될 수 있는지를 탐색하였다. 과학교과서의 지식내용과 비판적 사고기술 신장의 관계적 분석은 Stella(2005)이 제안한 개념, 수준, 방법 등을 참고하였다. Stella(2005)는 '비판적 사고는 광범위한 기술과 태도를 수반하는 복잡한 심의과정으로서 입장, 주장, 결과 등을 공정하게 평가하며, 내용적 맥락을 읽을 수 있어야 할 뿐 만 아니라 드러나지 않은 숨겨진(내면)을 파악하고 거짓 또는 불공정한 가정 또한 식별해야 하며, 구조화된 방식으로 문제에 대한 성찰, 논리 및 통찰력을 실현하여 좋은 증거와 합리적인 가정을 바탕으로 주장이 타당하고 타당한지에 대한 결론에 도달하는 것이라고 정의하였다. 또한 체계적이고 명확하며 합리적인 방식으로 특정 관점을 제시하여 다른 사람을 설득하는 것이 핵심 개념이다'고 주장한다.

## III. 연구 결과 및 논의

### 1. 초등과학 교과서에 나타난 지층관련 내용

2015 개정 교육과정의 초등과학에서 과학교과서 4학년 1학기 '지층과 화석' 단원에 제시된 지층 관련 내용은 Table 1과 같다. Table 1에서 나타난 바와 같이 교과서의 본문에 서술된 지식들 대부분은 'A는 B이다'의 형식으로서, 용어를 정의하거나 개념의 단편적인

Table 1. The contents related to the strata concept in elementary science textbook

영역	내용
본문	<ul style="list-style-type: none"> <li>-자갈, 모래, 진흙 등으로 이루어진 암석들이 쌓여 층을 이루고 있는 것을 지층이라 한다.</li> <li>-지층에는 줄무늬가 보이며, 층의 두께나 색깔 등이 다르다.</li> <li>-지층은 수평인 지층, 굽어진 지층, 휘어진 지층 등 모양이 다양하다.</li> <li>-지층은 단단한 암석으로 되어 있다.</li> <li>-지층은 암석의 알갱이 크기와 색깔 등이 다르다.</li> <li>-지층은 물이 운반한 자갈, 모래, 진흙 등이 계속 쌓인 후에 먼저 쌓인 것들이 눌러서 오랜 시간이 지나면 단단한 지층으로 만들어진 후 땅속에서 솟아 오른 뒤 깎여서 보인다.</li> <li>-대부분의 지층은 퇴적암으로 이루어져 있다.</li> <li>-퇴적암에는 이암, 사암, 역암 등이 있으며 이암은 진흙과 같이 작은 알갱이로 되어 있고, 사암은 주로 모래로 되어 있으며 역암은 주로 자갈 모래 등으로 되어 있다.</li> <li>-물이 운반한 자갈, 모래, 진흙 등의 퇴적물이 굳어져 만들어진 암석을 퇴적암이라고 한다.</li> <li>-퇴적물은 그 위에 쌓이는 퇴적물의 무게 때문에 알갱이 사이의 공간이 좁아지고 여러 가지 물질들이 알갱이들을 서로 단단하게 붙게 한다.</li> </ul>
탐구활동	<ul style="list-style-type: none"> <li>-지층이 쌓이는 순서 실험하기</li> <li>-지층모형 만들기</li> <li>-퇴적암 관찰하기</li> <li>-퇴적암모형 만들기</li> </ul>
생각해 볼까요?	<ul style="list-style-type: none"> <li>-여러 가지 모양의 지층의 비슷한 점과 다른 점은 무엇일까요?</li> <li>-지층을 본 경험을 이야기해 볼까요?</li> <li>-지층에 줄무늬가 생기는 까닭은 무엇일까요?</li> <li>-지층에서 위에 있는 층과 아래에 있는 층 가운데 어느 것이 먼저 만들어진 층일까요? 그렇게 생각한 까닭은 무엇일까요?</li> <li>-내가 분류한 여러 가지 퇴적암은 이암, 사암, 역암 중 어느 것에 해당될까요? 그렇게 생각한 까닭은 무엇일까요?</li> <li>-모래에 물풀을 넣는 까닭은 무엇일까요?</li> <li>-중이점으로 모래반죽을 누르는 까닭은 무엇일까요?</li> </ul>

특징을 명시적이고 선언적으로 설명하고 있다. 반면, ‘지층은 물이 운반한 자갈, 모래, 진흙 등이 계속 쌓인 후에 먼저 쌓인 것들이 눌러서 오랜 시간이 지나면 단단한 지층으로 만들어진 후 땅속에서 솟아 오른 뒤 깎여서 보인다.’, ‘퇴적물은 그 위에 쌓이는 퇴적물의 무게 때문에 알갱이 사이의 공간이 좁아지고 여러 가지 물질들이 알갱이들을 서로 단단하게 붙게 한다.’는 ‘A(투입)→B(과정)→C(산물)’의 형식과 내용이 표현된 것으로 볼 수 있다. 과학지식 중 용어나 개념을 명시적이고 선언적으로 설명한 것은 비판적 사고활동에 유리한 학습자들의 이해나 분석활동을 자극하기 보다는 기억과 기억하기 위해서 암기해야 한다는 정신적 부담으로 작용될 가능성이 있다. 반면 개념과 관련된 특정한 사실에 대해 투입→과정→산물의 형식적 표현은 학습자들이 구성요소들 간의 인과관계와 그 과정에 대해 분석해 볼 수 있는 기회를 제공하고, 이해한 내용에 대해 비판적 사고에 기반 한 사고활동으로 연계될 수 있을 것임을 기대해 볼 수 있다.

핵심역량중심교육은 단편적인 지식에 대한 학습효과를 중시했던 과거의 학교교육 패러다임을 과감히 폐기하고, 미래사회를 살아가는데 필수적으로 요구되는

사고능력을 포함한 정신영역 그리고 소통기술 및 삶의 문제를 합리적으로 해결하는데 필요한 의사결정력과 실행능력을 신장시키는 학교교육의 새로운 패러다임으로 이해된다. 이에 핵심역량교육을 목표하는 과학수업에서는 명시적이고 선언적인 지식에 대한 교사 주도적 강의 교육을 벗어나 학습자 주도적 학습의 형태로 심화 학습 및 프로젝트 학습, 토론 및 체험학습 등 유의미한 학습활동이 이루어지도록 하는 것이 권장되고 있다. 결론적으로 핵심역량중심교육이 과학수업을 통해 목표하는 성과를 얻기 위해서는 교과서에 서술된 지식의 형식과 내용이 학습자 그리고 학습자들 간 비판적 사고에 기반 한 토론과 협력활동이 이루어질 수 있도록 ‘A는 B를 통해 C가 된다’의 형식과 내용으로 수정할 필요가 있다. 단원에 대한 교수/학습에서 필요한 과학용어나 개념관련 단편적 지식설명은 본문이 아닌 교과서의 별도공간을 지정하여 활용하는 방안이 제안된다. 현재 교과서의 본문에 제시된 지층관련 내용을 ‘A는 B를 통해 C가 된다’의 형식과 내용으로 수정하는데 제안되는 방안의 하나로서, 지층 용어의 설명내용인 지층의 정의, 지층의 특징, 이암, 사암, 역암의 특징 등을 별도의 공간에 배치하고, 본문에서는 풍

화와 침식의 산물로 생성된 퇴적물들이 지하 환경에서 단단한 지층으로 만들어져 현재 자연에서 관찰되는 과정에 초점을 두고 그 과정에서 자연 환경의 특별한 조건과 밀접하게 상호작용하는 지형과 유속 그리고 유량과의 관계를 설명하는 것 등을 들 수 있다.

‘탐구활동’내용인 지층이 쌓인 순서, 지층의 모형제작실험, 퇴적암 관찰, 퇴적암모형제작은 학습자들이 초등 4학년이고, 자연의 산물을 직접 관찰함과 동시에 형성과정을 모형을 통해 경험한다는 점에서 학습활동으로서 적절성이 인정됨과 동시에 유의미한 학습효과가 기대된다. 그러나 지층은 생성과정에서 퇴적물들의 운반·퇴적작용이 당시의 자연환경과 밀접하게 상호작용하고 그 결과를 지층에 남김으로써 과거 지구의 역사를 해석하는데 유용하게 사용된다는 것을 학습자들에게 이해시키기 위한 목적으로 자갈, 모래, 진흙들의 서로 다른 운반과 퇴적작용의 메커니즘을 탐구활동으로 개발하여 추가하는 것이 필요하다. ‘생각해 볼까요?’ 내용에서 ‘내가 분류한 여러 가지 퇴적암은 이암, 사암, 역암 중 어느 것에 해당될까요? 그렇게 생각한 까닭은 무엇인가요?’는 채석성 퇴적암의 구성입자크기에 따른 분류적 용어를 이해하거나 알고 있는지를 확인하는 것으로서 특별한 분석적 또는 비판적사고 활동이 동원될 것으로 기대하기에는 한계가 있다. 따라서 이암, 사암, 역암이 풍부하게 만들어질 수 있는 자연환경 조건과 연계하여 생각해 보는 내용으로의 보완을 생각해 볼 수 있다.

사실, 우리나라 과학교과서의 형식과 내용은 교육과정에서 설정한 ‘규격과 성취기준’에 엄격히 귀속된다. 따라서 그동안 국정이었던 초등과학교과서가 최근 검인정체제로 바뀌었다 하더라도 교육과정에서 제시한 규격과 성취기준의 내용이 바뀌지 않으면 출판사별 과학교과서의 형식과 내용이 독창적으로 구현되기는 어려울 것이다. 그동안 여러 차례 교육과정의 개정이 이루어졌고, 새로운 교육과정에 따라 새 교과서들이 개발되었다. 그러나 과학교과서 개발에서 핵심지표로 작용하는 단원별 성취기준에 대한 변화는 크게 달라지지 않았다. 2015개정교육과정에서 핵심역량 중심교육을 교육과정운영의 핵심으로 설정했으므로 핵심역량 중심교육에 따른 단원별 성취기준의 정합성을 재검토하고 그 결과에 근거하여 교과서의 형식과 내용이 보완·수정되는 것은 당연한 것이고 또한 시급한 과제로

판단된다.

## 2. 교육대 1학년 학생들의 지층관련 개념

교육대학교 1학년 학생들을 대상으로 지층관련 개념들을 조사한 결과, 퇴적물들이 퇴적암으로 변화되는데 관계하는 ‘속성작용’ 개념은 다음과 같다(Table 2). 퇴적암은 지구표면에 노출된 암석의 2/3를 차지하며 과거 지구의 기후와 해수면 변동, 퇴적환경의 특징, 생물의 서식 환경 및 지구조의 역사 등의 정보가 포함되어 있을 뿐만 아니라 에너지 자원 및 지하수 자원의 저류암으로서 역할하고 있고, 여러 가지 유용한 광물 자원과 석재 자원 및 골재 자원으로서 널리 사용되고 있다(정공수와 김정률, 2000). 또한 퇴적암 관련 개념인 속성작용은 퇴적물이 퇴적암으로 변함으로써 암석의 조직과 광물성분이 변하게 되는 물리적, 화학적 및 생물학적인 모든 과정(정공수와 김정률, 2000)을 나타내는 일반적인 용어로 정의된다. 본 연구에 참여한 교육대학교 1학년 학생들의 ‘속성작용’ 개념을 분석한 결과, 위에 쌓인 퇴적층이 가하는 압력과 그 압력으로 인해 발생한 열을 속성작용의 핵심요소로 인식하는 비율이 매우 높게 나타났다. 예컨대, ‘퇴적물들이 두껍게 쌓이면서 아래에 놓인 알갱이들이 압력을 받아 눌러져서 단단한 암석으로 변한다’와 ‘압력과 압력으로 발생한 열을 받아 단단한 암석으로 변한다’ 등 퇴적물이 단단한 암석으로 굳어지는 것에 압력과 열을 원인의 핵심요소로 설정한 학생이 35명으로서, 총 응답의 70%를 차지하였다. 과학적 개념에서 속성작용은 다짐·압축작용 뿐만 아니라 변성작용에 비해 저온 저압 상태에서 석회질, 규질, 철질 등의 침전물들이 고결물질로 작용하여 퇴적물 알갱이들을 단단하게 붙여주는 것을 포함한다. Table 2에서 나타난 바와 같이 퇴적암으로 단단하게 굳어지는 과정에서 고결물질을 동원한 학생은 3명이었다. 초등학교 과학수업 ‘퇴적암 만들기’ 탐구활동에서, 모래반죽에 고결물질 개념형성을 위해 별도로 물풀을 혼합한 후, 모래반죽을 위에서 눌러주는 과정을 통해 속성작용에 대한 과학적 개념을 교수/학습했음에도 불구하고, 연구결과는 퇴적암 만들기 탐구활동의 학습효과에서 속성작용에 대한 과학적 개념이 형성되지 않았다는 것으로 해석된다. 따라서 과학수업을 통해 지층에 대한 과학적 개념이 형성되도록 현재의

Table 2. The concepts of diagenesis of preservice elementary teacher

문제	응답 수	개념
지층은 퇴적물들이 물에 의해 운반되어 퇴적된 후 오랫동안 두껍게 쌓여서 단단한 암석으로 굳어진 것으로 정의된다. 그렇다면 물에 의해 운반된 알갱이 형태의 퇴적물들이 어떻게 단단한 암석으로 변해질까?	2	물에 포함된 원소와 알갱이에 포함된 일부 원소들이 융합되면서 발생한다.
	1	퇴적물들이 쌓여있는 곳의 위 부분에 있는 물이 누르는 힘에 의해 단단해진다.
	6	퇴적물들이 누르는 힘에 의해 물질들 사이의 공극이 줄어들고 시간이 지나면 단단한 암석이 된다.
	17	알갱이들이 쌓여져 눌리면서 압력을 받아 단단해 진다
	1	퇴적물들이 쌓인 후 압력이 가해지고 점차 같은 물질들이 사이사이를 채우면서 오랜 시간이 지난 후 공극이 채워지면서 암석이 된다.
	2	물의 압력과 땅의 열로 인해 압축·변성되어 암석이 된다.
	2	퇴적물들이 쌓이고 쌓여서 단단한 암석으로 된다.
	5	퇴적과정에서 위에 퇴적물이 쌓이면서 압력을 주면 퇴적물들이 뭉치며 단단한 암석이 된다.
	1	퇴적물들이 밀도가 큰 입자는 아래로 작은 입자는 위에 쌓인다. 시간이 지나면 고열과 고압으로 퇴적물들은 암석으로 단단하게 뭉친다.
	1	같은 종류의 퇴적물들이 한 층을 이루고, 그 위로 다른 종류의 퇴적물들이 또 다시 쌓이는 과정이 반복되면 암석이라는 굳어진 큰 형태의 물질이 생성된다.
	2	퇴적물들이 운반되고 침식되면서 수분이 점차 증발한 후 단단히 굳어지며 암석이 된다.
	4	열과 압력에 의해 점점 압축되어 단단한 암석이 된다.
	2	풍화 침식과정을 통해서 단단해 진다.
	1	알갱이 형태였던 퇴적물들이 반복해서 물에 의해 부서져서 고온입자가 변하면 퇴적물들이 더 단단하게 되어 암석으로 변한다.
	2	물에 의해 작은 입자형태로 쪼개져서 물과 섞여서 점성이 생기고 그 진흙 같은 성분이 굳어져서 암석으로 변한다.
	1	오랜 시간 퇴적물들이 쌓이고 지각활동으로 인한 압력과 화산활동으로 인해 단단한 암석이 생긴다.

50

퇴적암 만들기 탐구활동에서 학생들에게 교질물질에 대한 탐구형식과 내용의 보완이 필요하다.

일부 학생들은 ‘퇴적물을 누르는 물의 압력 또는 풍화·침식, 화산활동, 고온입자들 간 점성, 물의 증발로 인한 건조 등으로 부드러운 퇴적물들이 단단한 암석으로 굳어지는 것이다’고 생각하였다. 위와 같은 오개념은 지구의 암석권에서 나타나는 용기와 침강을 이해하지 못함으로써 궁극적으로는 지질학적인 현상에서 지구의 역동성을 생각하지 않을 수 있다. 물론 본 연구가 우리나라 모든 초등예비교사들을 대상으로 이루어지지 않았으므로 본 연구의 결과를 일반화할 수는 없다. 다음으로 지층관련 개념에서 지층을 통해 과거 지구의 자연환경에 대한 정보를 알 수 있는지를 묻는 질문에 대한 응답은 Table 3과 같다. 위의 질문에 12명이 과거 자연환경에 대한 정보는 화석을 통해서 알 수 있으며, 지층에서 화석이 발견되지 않는다면 퇴적 당시의 자연환경에 대해 알 수 없다고 서술하였고, 38명의 학생은 화석이 발견되지 않은 지층을 통해서 과거 자연환경에

대한 정보를 얻을 수 있다고 응답하였다(Table 3).

지층은 퇴적물이 퇴적된 후 숙성작용을 거쳐 단단하게 굳어진 퇴적암들로서, 퇴적암 연구자들은 퇴적물과 퇴적층에서 나타난 자료를 분석하여 퇴적분지의 형성 및 진화과정, 환경적 특징, 지배요인 그리고 지구의 자연환경의 변화 뿐만 아니라 지구 내부의 동력학, 지각의 형성과정 및 대기의 운동 등 지구시스템을 종합적으로 이해한다(조성권 외, 1995). 그럼에도, 본 연구에 참여한 많은 학생들은 지층 분석을 통해 지구의 자연환경의 특징과 변화를 추리할 수 없다고 생각하고 있으며, 이는 교육과정에서 지층에 대한 일반지식으로 ‘지층을 통해 지구의 역사를 연구할 수 할 수 있다’를 제시한다는 점을 고려할 때, 지층에서 퇴적상의 형성 과정과 특징 등에 대한 기본개념을 교과서 또는 탐구활동으로 보완할 필요가 있다. 마지막으로 조륙운동과 조산운동과 관련된 용기와 침강개념은 Table 4와 같다. 응답내용에서 산이 조륙운동과 조산운동을 기반으로 형성된다는 개념이 대부분을 차지하였다. ‘용기’ 용어를

Table 3. The concepts of strata and sedimentary environments

문제	응답내용	응답의 이유
<p>대부분의 지층은 수 천만 년 또는 수억년 전 지구의 자연환경에 대한 정보를 알려줍니다. 지층에서 화석이 발견되지 않는다면 이 지층을 통해 퇴적 당시의 자연환경을 알 수 있을까요? 그렇게 생각한 이유는 무엇입니까?</p>	<p>알 수 없다 (12명)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과거 자연환경은 화석을 통해서 알 수 있다</li> </ul>
	<p>알 수 있다 (38명)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 퇴적물에 특별한 화학적 특성이 있다면 그것으로 과거 이 물질의 분포 등을 알 수 있다.</li> <li>• 퇴적물의 종류에 따라 주변 암석의 종류를 알 수 있다.</li> <li>• 퇴적암의 형태를 분석하여 퇴적지역의 정보를 알 수 있다.</li> <li>• 퇴적암의 종류에 따라 당시 지역의 지형 정보를 알 수 있다</li> <li>• 퇴적암을 통해 사막기후나 빙하지역 등을 알 수 있다.</li> <li>• 지층의 상태나 모습 등을 통해 당시의 자연환경을 파악할 수 있다.</li> <li>• 퇴적암들의 종류와 지층의 끊기고 휘어진 모양으로 당시의 환경을 알 수 있다.</li> <li>• 퇴적암에서 특정 광물을 통해 시간적 배경과 자연환경에 따른 속성이 있기 때문에 당시의 자연환경을 알 수 있다.</li> <li>• 지층은 기후, 생물학적 환경이 담긴 당시의 퇴적물들로 이루어져 있기 때문에 자연환경을 알 수 있다.</li> <li>• 지층에는 기후적 특징이 스며들어 있기 때문이다.</li> <li>• 지층의 쌓인 순서, 성분을 조사하면 자연환경을 알 수 있다.</li> <li>• 퇴적암들의 상태를 보면 자연환경을 알 수 있다.</li> <li>• 퇴적물의 퇴적방향은 바람방향이고, 입자가 매끈하고 둥글면 물속에서 쌓인 지층일 것이다.</li> <li>• 퇴적암의 단단함의 정도, 입자의 크기, 구성성분 등은 퇴적물들이 쌓일 당시의 자연환경에 따라 달라지기 때문이다.</li> <li>• 지층의 두께나 강도 등을 통해 당시의 자연환경을 알 수 있다. 더운 지역과 추운지역에서 만들어지는 지층이 다르기 때문이다.</li> <li>• 기후, 날씨, 생물학적 환경 등에 따라서 퇴적물들이 쌓이는 방법이 다를 것이기 때문이다.</li> <li>• 지층은 수천만 년, 수억 년 전 지구의 자연환경을 담고 퇴적물들이 쌓여 이루어지기 때문이다.</li> <li>• 조금은 알 수 있다. 즉 암석들의 종류와 두께를 통해 언제 화산이 분출했고, 건조했는지 정도는 알 수 있다.</li> <li>• 지층이 강한 충격을 받지 않고 안정적일 때 지층에서 화석은 만들어지므로, 화석이 발견되지 않았다면 당시 자연환경은 바람이 많이 불고 비가 많이 오는 날씨환경이었을 것이다.</li> <li>• 지층에 구멍이 많으면 건조한 기후였고, 습한 기후의 암석은 매끄러울 것이다.</li> </ul>

Table 4. The concepts of uplift and depression

문제	개념
<p>지층은 물에 의해 운반된 퇴적물들이 쌓여서 만들어진 것들인데, 일부 지층은 높은 산의 정상에서 관찰되거나 또는 큰 산전체가 지층으로 이루어져 있기도 한다. 관찰된 지층이 생성되어 관찰된 과정을 서술하시오</p>	<p>생성된 지층이 지각변동(판과 판이 충돌)으로 과거엔 평지였던 곳이 높은 산으로 바뀌어 그곳에 지층이 나타난 것처럼 보인다.</p>
	<p>지층이 융기했기 때문이다.</p>
	<p>물로 인해 물리적, 화학적 작용으로 인해 지층이 깎이거나 여러 변화들을 거쳤기 때문이다.</p>
	<p>모르겠다.</p>
	<p>해수면이 하강하여 지층이 주변보다 높은 산으로 된 것이다.</p>
	<p>바다 밑에 있던 땅이 맨틀의 이동으로 서로 부딪혀 부풀어 올라왔다.</p>
	<p>물이 퇴적물을 운반하여 많은 퇴적물들이 쌓여 높은 산이 만들어졌다</p>
	<p>판의 이동 등으로 과거와 지형과 수면의 모양이 많이 달라졌기 때문이다.</p>
	<p>화산활동으로 높은 산에서 지층이 나타난다.</p>
	<p>홍수로 산정상이 물에 잠겼다가 물이 빠지고 난 뒤 지층이 만들어졌다.</p>
<p>지층이 양쪽에서 힘을 받아 압력으로 휘어져 높은 산이 되었다.</p>	
<p>물에 의해 퇴적물들이 차곡차곡 쌓이고 옆 부분이 깎이면서 큰 산 전체가 지층이 되었다. 퇴적물들은 밑으로 다 내려가지 못하고 옆으로 계속 쌓이면서 지층이 생긴 것이다.</p>	
<p>과거에는 그렇지 않았는데 지형이 변화하였기 때문이다.</p>	
<p>빙하기 때에는 하천의 위쪽에서 퇴적작용이 일어나 높은 산에서 퇴적층이 발견될 수 있다.</p>	

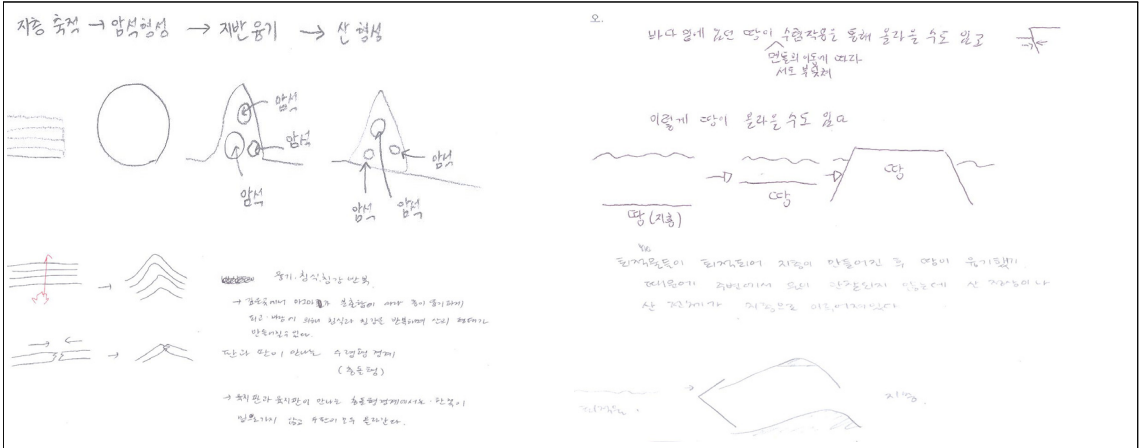


Fig. 1. The concepts of uplift on the Orogeny or Epeirogeny

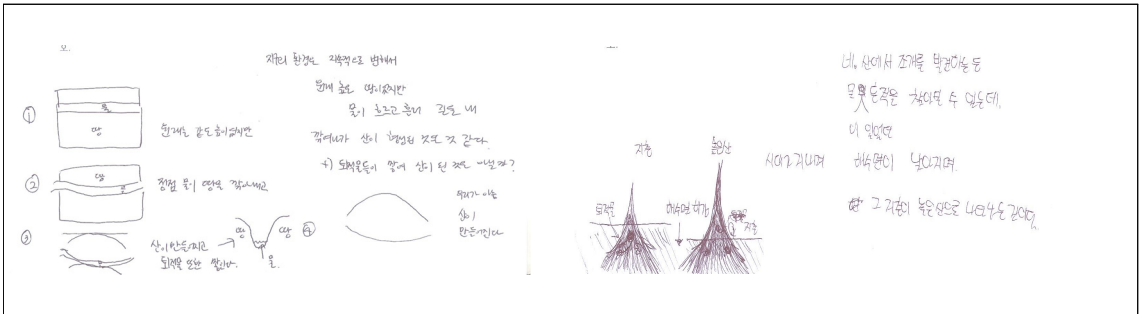


Fig. 2. The examples of misconceptions related strata

사용하였거나 사용하지 않은 경우에도 그 내용에서는 낮은 지역 또는 지표아래 부분이 위로 상승되었다는 의미를 담고 있다(Fig. 1). 그러나 일부 학생들은 용기 작용의 개입이 없어 산이 위치한 지역의 고도는 처음에서 변하지 않았지만, 해수면 변동 또는 지형이 침식을 받는 등 외부요인에 의해 현재와 같이 높은 산이 만들어진다는 개념을 가지고 있었다(Fig. 2).

과학적 개념에서 산의 형성은 조산운동과 조륙운동에 기반한다. 조산운동은 19세기 중엽부터 사용된 용어로서, 현재에는 일반적으로 습곡산맥의 구조를 형성한 작용이며 이는 외부나 상부에서는 단층과 습곡이 반복적으로 발생하고 심부에서는 변성작용과 심성암화 작용을 일으키는 것으로 이해되고 있다. 반면에 조륙운동은 대륙이라고 할 수 있는 광범위한 지역에 영향을 미치는 지각의 용기와 침강운동을 가리키는 용어로서 1890년 길버트가 처음으로 정의를 내렸다.

대조적으로 보다 국지적 현상에 대해서는 조산운동 용어를 사용하나 이들 사이에는 다소 경계가 모호하다

(양승영, 1998). 초등학교 과학교과서에서 ‘지층으로 만들어진 후 땅속에서 솟아오른 뒤 깎여서 보인다’의 서술은 조륙운동과 조산운동 개념을 구분하지 않은 수준에서 ‘용기’ 개념을 중심에 둔 것으로 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서 나타난 예비교사들의 응답에서 일부를 제외하고 대부분은 현재 지층이 높은 산에서 관찰될 수 있는 과정에 지각의 ‘용기’를 적용함으로써 과학적 개념에 기반하고 있다.

#### IV. 결론 및 제언

지금까지 지층개념과 관련된 초등과학 교육과정 및 교과서의 내용을 분석하고, 교육대학교 1학생 50명의 학생들을 대상으로 지층개념을 조사하였다. 우리나라 교육과정상 지층의 생성과 특징 그리고 관련 용어 등 지층개념 형성에 기본적으로 핵심적인 기초지식은 초등학교에서 다루어진다. 지층은 지구의 지질학적 역사



를 추리할 수 있는 유일한 자연산물이고 지층에 나타난 퇴적상과 퇴적암들의 특징을 통해 지질학적 시간에 걸친 지구의 자연환경의 변화를 과학적으로 이해할 수 있다는 점에서 지층개념은 지구의 암석권의 역동성을 이해하는데도 크게 도움이 된다. 뿐만 아니라 지층의 생성과 그 과정을 실험으로서 재현할 수 없는 한계로 인해 지층을 해석하는 방법으로 귀추법이 동원되며, 귀추법에 의해 얻어진 결과는 그것이 유일한 정답이라고 확신할 수 없으므로 과학수업에 참여한 학습자들 간 주장과 비판을 유도하는데도 크게 유리하다.

사실, 2015 개정 교육과정에서 강조하는 핵심역량 교육은 학교교육의 오랜 역사에서 일반적으로 인식되어진 ‘학교교육’ 패러다임을 대체한 새로운 패러다임이고, 새로운 학교교육의 패러다임은 오랫동안 당연하게 여겨왔던 학교교육에 관련된 지식, 교수/학습방법 그리고 평가 등 전반적인 것들의 변화를 요구한다. 과거 학문중심 교육과정에서의 교과교육이 학습자들에 대해 교과지식의 이해와 습득 그리고 장기적인 기억에 대한 효율성을 강조하였다면, 핵심역량중심교육은 교과 지식 자체에 대한 목표보다는 교과지식을 도구적 기능으로 이용하여 학습자들에게 미래 자신의 행복한 삶을 영위해 가는데 실질적으로 필요한 핵심역량을 효과적으로 함양해 줄 수 있는 새로운 내용과 방법 및 평가 등에 초점을 맞추고 있다는 것은 분명해 보인다.

본 연구의 결과에 근거해 볼 때, 과학수업을 통해 핵심역량을 학습효과로 얻어내기 위해서는 과학교과서에 나타난 지식의 형식과 내용을 전반적으로 검토할 필요가 있다. 특히 과학수업에서 교과서가 매우 중요한 요소이고, 현재 우리나라 과학교사들의 대부분이 핵심역량중심 교육과정에 대한 학습경험이 없다는 점을 고려할 때, 핵심역량교육을 위한 교과서의 재구성은 매우 시급한 과제로 볼 수 있다. 이미 초등학생 시절에 지층에 대해 학습경험을 가진 교육대학생들의 지층개념에서 ‘A는 C이다’ 형식의 용어 관계적 지식은 많은 학생들이 과학적 개념을 지니고 있었지만 ‘A가 어떻게 C로 되었는지’에 대한 과정에 대해 논리에 기반한 과학적 사고가 나타난 경우는 높지 않았다. 예컨대 ‘진흙크기의 알갱이가 대부분의 구성요소로 이루어진 퇴적암은 이암이다’는 것을 알고 있지만, 진흙크기의 알갱이는 물에 의해 뜬 짐으로 이동되어 물의 흐름이 정제된 조건에서 침전되어 퇴적된다는 것을 생각하지

못함으로써 이암이 반복적으로 쌓인 지층을 통해 당시 자연환경에 대한 정보를 추리하는 과학적 사고는 동원하지 못한다는 것이다. 유사한 경우로서, 지층에서 이암과 사암 그리고 역암이 정합적으로 반복해서 나타난 지층을 학습활동으로 경험했음에도 ‘당시 자연의 퇴적 환경이 변함에 따라 그 지역에 운반되어 퇴적된 퇴적물들의 크기가 변한다’를 자신의 지층개념으로 형성하지 못했다. 이는 핵심역량중심교육 관점에서 현재 과학교과서를 구성하는 지식의 형식과 내용에 대한 검토에서 큰 시사점을 제공한다. 결론적으로 과학교과서에 제시된 지층관련 지식이 학습자들 간 토론활동을 유발할 수 있도록 운반된 퇴적물들이 지층을 생성하고, 그 지층이 현재 자연에서 관찰된 과정과 결과, 그 과정과 결과에 관여한 자연 환경의 변인들 간 관계를 강조함으로써 과학수업에서 학습자들 간 서로 다른 주장과 논쟁 및 토론이 이루어질 수 있도록 하는 방안이 제안된다.

지구에서 자연현상은 각각 독립적 사건이기보다는 지구환경이라는 거대한 시스템의 구성요소인 대기권, 수권, 암석권, 생물권의 단위시스템들 간 가역적인 상호작용에 의해 서로 밀접하게 연관되어 나타나는 복합적 결과이다. 따라서 구성요소들 간 상호관계에 기반한 시스템적 접근법을 통해 자연개념을 이해할 수 있도록 도와주는 교수/학습전략이 매우 중요하다(Kali, et al., 2003; Assaaf & Orion, 2005). 반면, 과학교육에서 과학개념에 대해 용어설명을 강조하는 것은 학생들이 자연현상을 통찰하여 이해하는데 오히려 저해요소로 작용될 수 있다(Liu, & Humelo-Silver, 2009; 문병찬과 김해경, 2010)는 선행연구 결과에 비추어 볼 때, 과학교과서의 본문에서 개념에 대한 용어 설명적 내용은 별도의 코너로 배치하고, 개념과 관련된 과정과 절차적 지식을 중심으로 교과서의 본문을 구성하는 것이 지구과학 교육에서 핵심역량 중심교육과정을 효과적으로 운영하는데 도움이 될 것으로 판단한다.

현재 우리나라 과학교육분야에서 핵심역량중심교육과정 운영과 관련하여 많은 연구들이 이루어지고 있다. 본 연구 또한 같은 맥락에서 수행되었다. 핵심역량교육의 효과적인 운영을 위해 교수/학습 및 평가방법을 개선하고 과학교과서의 형식과 내용을 검토하는 것도 교육과정이 목표하는 교육적 성과를 달성하는데 매우 중요하다. 그러나 더욱 시급하고 중요한 것은 교육

과정이 목표한 핵심역량에 대한 학습자들의 학습효과를 측정할 수 있는 과학적인 평가방법과 도구의 개발이라고 생각한다. 지구과학교육과 관련하여 핵심역량에 대한 학습효과를 측정하는 방안에 대해 많은 후속 연구들이 이루어지기를 기대한다.

## 국문요약

이 연구는 핵심역량중심교육 관점에서 초등과학 교과서에 나타난 지층관련 내용을 분석하고, 교육대학교 1학년 학생 50명을 대상으로 학생들의 지층개념을 조사하였다. 연구결과, 초등교과서의 지층관련 지식은 대부분 'A는 B이다'와 같은 선언적 문장구조를 가지고 있다. 위와 같은 지식의 형식은 과학수업에서 학생들 간 토의와 토론의 주제로 사용하는데 한계를 지님으로써 핵심역량교육 관점에서 불리하다. 교육대학교 학생들의 지층개념과 관련하여 조사대상자의 70%는 진흙, 모래, 자갈 등의 퇴적물들을 단단한 퇴적암으로 변화시키는 속성작용의 원인으로 '상부의 퇴적층에서 가하는 압력과 압력으로 생긴 열이다'고 응답하였다. 또한 지질시대의 자연환경에 대한 정보를 지층을 통해 얻을 수 있는지에 대해서는 약 20%가 '지층에서 나타난 화석을 통해서만 얻을 수 있다'고 응답했다. 약 80%의 학생들은 지층을 통해 얻을 수 과거 지질시대의 자연환경 정보를 얻을 수 있다고 응답하였으나, 얻을 수 있다고 주장하는 자연환경에 대한 정보는 지층의 단단함 등 오개념이 비율이 높았다. 결론적으로 지층개념에 대한 교수/학습을 통해 핵심역량교육의 학습효과를 높이기 위해서는 초등과학교과서에 제시된 지층 관련 지식의 형태와 내용을 검토할 필요가 있다.

주제어: 핵심역량교육, 초등과학 교과서, 지층

## References

- 곽영순(2013). 과학과 교육과정 개정에 대비한 핵심역량 재구조화 방안. 한국지구과학회지, 34(4), 378-387.
- 교육부(2015a). 2015 개정 교육과정 총론. 교육부 고시 제 2015-80호.
- 교육부(2015b). 2015 개정 과학과 교육과정 총론 해설서.
- 문병찬(2017). 거꾸로 수업기반 지구과학 수업모델 개발 및 적용사례. 대한지구과학교육학회지, 10(2), 91-103.
- 문병찬(2019). 예비초등 교사들을 대상으로 과학수업에서 운영한 '과정중심평가'실효성 연구. 대한지구과학회지, 12(3), 239-251.
- 문병찬, 김해경(2010). SBF Conceptual Representation을 활용한 초등학교 6학년 학생들의 자연현상 개념 분석. 대한지구과학교육학회지, 3(1), 1-8.
- 박종원, 윤혜경, 권성기(2019). 과학 역량 모델의 제안과 과학 교육과정의 적용. 한국과학교육학회지, 39(2), 207-220.
- 송진웅, 나지연(2015). 2015 과학과 교육과정 개정의 주요 방향 및 쟁점 그리고 과학교실문화. 현장과학교육, 9(2), 72-84.
- 심보경, 유미현(2020). 2015 개정 교육과정 통합과학 및 과학탐구실험의 수행평가에 반영된 과학과 핵심역량 분석. 현장과학교육, 14(4), 481-500.
- 양승영(1998). 지질학사전. 서울: 교학연구사.
- 이광우, 정영근, 서영진(2014). 교과 교육과정 개발 방향 설정 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 CRC 2014-7.
- 이용진, 정은영(2020). 과학 독서활동 수업이 과학과 핵심역량에 미치는 영향. 현장과학교육, 14(4), 501-513.
- 이주연(2018). 역량기반 교육과정 연구학교 교원의 경험 분석. 교육과정평가연구, 21(4), 1-20.
- 임효진, 장진아, 송진웅(2018). 고등학생들의 과학적 역량에 있어서 과학수업 활동과 학습동기의 역할-경로 모형의 검증. 한국과학교육학회지, 38(3), 407-417.
- 정공수, 김정률(2000). 퇴적암석학. 서울: 시그마프레스.
- 조성권, 이철우, 손영관, 황인걸(1995). 퇴적학. 서울: 도서출판 우성.
- 한국과학창의재단(2019). 미래세대 과학교육표준.
- Arjomand, G., Erstad, O., Gilje, O., Gordon, J., Kallunki, V., Kearney, C., & Von Reis Saari, J. (2013). KeyCoNet 2013 literature review: Key competence development in school education in Europe. <http://perso.ens-lyon.fr/olivier.rey/wp-KeyCoNet-Literature-Review-on-Key-c>
- Ben-Zvi Assaaf, O., & Orion, N. (2005). Development of systems thinking skill on the context of earth system education. Journal of Research in Science Teaching,

- 42(5), 518-560.
- Birkett, W. P. (1993). Competency based standards for professional accountants in Australia and New Zealand: Discussion paper. Sydney, Australia: Institute of Chartered Accountants in Australia and the New Zealand Society of Accountants.
- Kali, Y., Orion, N., & Eylon, S. B. (2003). Effect of knowledge integration activities in students' perception of the earth's crust as a cycle system. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(6), 545-565.
- Liu, L., & Humelo-Silver, C. E. (2009). Promoting complex systems learning through the use of conceptual representations on hypermedia. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(9), 1023-1040.
- Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (2005). The definition and selection of key competencies: Executive summary. <http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf>
- Stella, C. (2005). *Critical thinking skills*. Houndmills, New York, ISBN 1-4039-9685-7.