

21세기 과학적 소양 평가기준 개발 및 교과서 내용 분석에의 적용

문공주 · 문지영 · 조미영 · 정윤숙 · 김성원* · Joseph Krajcik¹

이화여자대학교 · ¹Michigan State University

Development and Application of 21st Century Scientific Literacy Evaluation Framework on Korean High School Science Text Books

Mun, Kongju · Mun, Jiyeong · Cho, Miyoung · Chung, Yoonsook
· Kim, Sung-Won* · Krajcik, Joseph¹

Ewha Womans University · ¹Michigan State University

Abstract: We developed 21st century scientific literacy assessment instrument and applied it to explore the contents of seven Korean science textbooks. The 21st century scientific literacy assessment instrument involved three dimensions (habits of mind, character and values, science as human endeavor). Each dimension consists of three sub-dimensions. Five science education experts assessed the content of textbook using criteria. We discussed issues in which the examiners responses did not match and reached an agreement on initial disagreement. As a result, we found that most Korean textbook contained contents on habits of mind, especially, communication, collaboration, and information management. We also found that most materials lacked information about character and values and science as human endeavor. Based on the result, we suggest that researchers and science educators need to consider all dimensions of the 21st century scientific literacy when they develop curriculum and teaching materials. In addition, the rubric for 21st century scientific literacy can be adopted as an assessment tool for examining curriculum, teaching materials.

Key words: Scientific literacy, Science curriculum, Science textbook, Habits of mind, Character and values, Science as human endeavor

I. 서론

인간이 해결해 나가야할 문제들은 과거에는 개인적인 맥락이었지만 현대에는 지역적, 세계적 맥락에서 발생하며, 개인의 선택과 행동이 사회적, 국제적 문제의 해결에 영향을 미치기도 한다. 따라서 21세기를 살고 있는 시민들은 이러한 문제들에 관심을 가지고, 해결 과정에 참여하기를 요구받고 있다. 21세기 세계시민은 환경파괴, 에너지의 고갈, 유전자 식품 및 유전공학의 안전성의 문제 등, 지구 공동체 전체가 함께 해결해야 하는 문제들에 대해 합리적으로 자신의 의사를 결정할 수 있어야 한다. 이러한 문제들은 과학기술의 사회적 영향과 사회와 과학기술의 상호작용을 반영하고 있다. 따라서 과학교육은 학생들이 세계 시

민임을 인식하고, 현재 직면하고 있는 세계적 수준의 문제를 함께 풀어나가기 위한 과학적 소양을 함양하는 것을 목표로 해야 한다.

과학적 소양은 1940년대 이후 지속적으로 강조되어 왔다. 미국, 영국, 한국 등의 국가 수준의 교육과정은 과학적 소양의 함양을 과학교육의 목표로 강조하고 있다(AAAS, 1989; AAAS, 1993; DfEE/QCA, 1999; 교육인적자원부, 2007; 교육과학기술부, 2009). 과학적 소양의 의미와 구조를 밝히는 연구는 여러 연구자들에 의해 이루어져 왔다. Choi *et al.*(2011)은 21세기 과학적 소양의 하위 영역으로 과학 지식(content knowledge), 과학적 사고습관(habits of mind), 과학에서의 가치관(character and values), 과학 본성의 이해(science as human endeavor), 초인지 사고와

*교신저자: 김성원(sungwon@ewha.ac.kr)

**2011.09.28(접수) 2011.11.22(1심통과) 2012.06.11(2심통과) 2012.07.10(3심통과) 2012.07.18(최종통과)

***본 연구는 한국연구재단을 통해 교육과학기술부의 세계수준의 연구중심대학육성사업(WCU)으로부터 지원받아 수행되었습니다(R32-20109).

자기주도(meta-cognition and self direction)의 다섯 가지를 제안하였다.

Choi *et al.*(2011)은 과학교육 목표로 강조되고 있는 과학적 소양을 21세기의 맥락에서 재개념화하는 이론적 연구이다. 과학적 소양에 대한 연구는 이론적 연구와 더불어 과학적 소양이 현재 과학교육에 어떤 영향을 미치고 있는지 비판적으로 탐색해 나가야 할 필요가 있다. 따라서 과학 교육 현장 평가를 위해 21세기 과학적 소양의 각 영역에 대한 평가 요소와 평가 기준을 개발하여, 이를 현장 과학 교육의 실행에 대한 평가와 과학 교육 목표의 실현에 대한 평가에 활용할 수 있을 것이다.

2011년 고등학교 1학년부터 적용된 2009 개정 과학과 교육과정은 학생들이 민주주의 사회의 구성원으로 갖추어야 할 최소한의 과학적 소양의 함양을 목표로 한다. 특히 2009 개정교육과정은 이전 7차 교육과정(교육부, 1997)과 2007년 개정 교육과정(교육인적자원부, 2007)과 달리 통합적 지식의 이해를 위해 핵심 과학 문제를 중심으로 탐구능력, 창의력, 의사결정력을 함양하고, 과학의 본성을 이해하도록 개정되었다. 교육과정의 변화는 이전의 교육과정 시행에서 발생하는 문제점들을 개선하고, 시대의 변화에 따라 가기 위한 것이다. 따라서 변화된 교육과정에 맞추어 개발된 교과서는 21세기 과학적 소양을 달성할 수 있도록 구성되어야 하며, 실제 교육 현장은 이러한 교육목표의 변화에 따라 개혁되어야 한다.

실제 교육 현장의 변화를 이해하기 위해서는 실제 변화가 일어났는지를 확인할 수 있는 평가 도구가 필요하다. 현 과학교육의 목표인 과학적 소양의 함양이 실제 과학 교육 현장에서 어떻게 적용되고 있는지를 이해하기 위해서도 과학적 소양이 교육현장에 반영된 것을 확인할 수 있는 평가 기준이 마련되어야 한다. 본 연구는 21세기 과학적 소양 평가 기준을 개발하고 적용하는 것을 연구의 목표로 한다. 교과서는 과학 수업을 구성하는 가장 중요한 교수-학습 자료이자 도구로서 학습자가 배워야 할 내용과 학습 방법, 평가방법을 제공하며 교육과정의 목표를 실현하는 중요한 역할을 한다(김정호, 2001; 김진숙, 1998). 따라서 본 연구는 21세기 과학적 소양의 각 영역에 대한 평가 요소와 평가 기준을 개발하여, 이를 교과서 분석에 적용하였다.

II. 21세기 과학적 소양(21st scientific literacy)

과학적 소양은 과학 교육의 지속적인 화두이며, 20세기부터 21세기까지 과학 교육의 목표를 대표하는 개념이 되었다. 21세기의 과학교육에 대한 논의는 Millar(2006)가 “Twenty First Century Science Course”에서 과학 소양의 의미와 역할에 대해 논의하면서 시작되었다. Osborne(2007)은 “Science Education for the Twenty First Century”에서 21세기의 과학교육은 과학자를 양성하기 위한 교육이 아닌 미래 시민 양성을 위한 과학교육이 되어야 함을 강조하였다. 즉 21세기 과학 기술 사회의 구성원으로 살아가기 위해 필요한 과학적 소양을 함양하는 것은 과학교육에서 중요한 목표이며, 과학자를 양성하는 것은 과학적 소양의 함양과 전문 과학지식 및 과학적 기술 교육의 측면 모두를 강조해야 한다.

이 같은 논의를 통해 과학적 개념 지식 그 자체를 강조하는 것이 아니라 인간의 삶에서 과학이 어떤 역할을 하는 것인지 이해하는 것이 강조되었다(Bybee, 1997). 이 같은 맥락에서, Choi *et al.*(2011)은 기존의 과학적 소양의 개념에 대한 논의를 넘어 21세기에 발생하는 새로운 과학과 관련된 사회적 문제들을 해결하기 위해 가져야 하는 개인의 자질로 21세기 과학적 소양(21st scientific literacy)을 제안하였다. 그들은 과학적 소양을 재개념화하기 위해 기존의 연구들에서 과학적 소양의 개념에 포함되었던 과학 지식, 과학적 사고, 과학의 본성, STS(Science, Technology and Society)를 통합적으로 이해하고 구조화 하였다. 또한, 세계화, 정보화 되는 사회에서의 공동체 의식과 과학과 관련된 사회적인 문제 상황들에 대한 개인의 책임감을 강조하였다. 위와 같은 과학적 소양의 하위 개념들을 구조화하여 21세기 글로벌 과학적 소양을 5개 영역과 각 영역의 하위 영역으로 이루어진 개념 구조로 설명하였다. 21세기 글로벌 과학적 소양은 과학 지식(contents knowledge), 과학적 사고습관(habits of mind), 과학에서의 가치관(character & values), 과학 본성의 이해(science as human endeavor), 초인지사고력과 자기주도(metacognition & self-direction)의 하위 영역을 포함한다. 과학에서의 가치관 영역은 기존 과학적 소양에 관련된 개념과 21세기 글로벌 과학적 소양 사이의 가장 큰 차이점이라 할 수

있다. Choi *et al.*(2011)은 21세기에 발생하는 문제들을 해결하기 위해 개인이 어떤 활동을 취할 것인지의 사결정을 하기 위해서는 개인의 품성과 가치관 함양이 필요하며, 이를 위해 노력해야 한다고 강조한다. 각 영역의 하위 영역과 정의를 <표 1>에 정리하였다.

III. 연구 방법 및 절차

본 연구는 21세기 글로벌 과학적 소양이 실제 교육 현장에서 어느 정도 반영되고 있는지 이해하기 위한 평가 기준을 개발하고, 개발된 기준을 교과서 분석에 적용하는 것을 목표로 한다. 따라서 본 연구는 1) 21세기 글로벌 과학적 소양(Choi *et al.*, 2011)의 이론적 구조를 기반으로 평가 기준을 개발하고 2) 개발된 평가 기준을 2009 개정 교육과정에 따라 개발된 7종의 과학교과서의 내용 분석에 적용하였다.

가. 21세기 과학 소양 분석 평가 기준 개발

표 1
21세기 글로벌 과학적 소양의 다섯 영역과 정의(Choi *et al.*, 2011)

영역	정의	하위영역
과학 지식 (content knowledge)	사회-과학적 문제(socio-scientific issues)를 이해하고 해결하기 위해 필요한 통합적, 맥락적 핵심 과학 개념	• 통합 과학 개념(big ideas)
과학적 사고 습관 (habits of mind)	개인적, 지역적, 사회적, 세계적 수준의 복잡한 문제 상황을 비판적이고 체계적으로 해결하기 위해 요구되는 사고능력	• 의사소통과 협력(communication & collaboration) • 체계적 사고력(systematic thinking) • 정보처리능력(information management)
과학에서의 가치관 (character and values)	개인이 인류의 삶을 존중하며 책임감 있는 행동을 할 수 있도록 하는 신념과 이러한 신념을 키우는 개인의 품성과 가치관	• 생태적 세계관(ecological worldview) • 사회적·윤리적 공감(social and moral compassion) • 사회적 책임감(socio-scientific accountability)
과학 본성의 이해(science as human endeavor)	과학지식, 과학과 사회, 과학의 본질, 과학자의 본성에 이해	• 과학 지식의 특성(characteristics of scientific knowledge) • 과학과 사회의 관련성(science and society) • 과학과 과학자의 특성(the spirit of science)
초인지 사고와 자기주도 (metacognition & self-direction)	개인의 인지능력을 넘어서는 반성적 사고능력 자기 조절을 통해 계획하고, 검토하고, 평가하는 능력	• 자기 주도적 계획(self-directed planning) • 자기 주도적 검토(self-directed monitoring) • 자기 주도적 평가(self-directed evaluating)

1) 본 연구에 참여한 전문가 5인은 분석도구 개발과 교과서 분석 과정에 모두 참여하여 지속적인 논의를 진행하였다. 또한, 이들은 Choi *et al.*(2011)이 개발한 글로벌 과학 소양 이론 구조의 개발과정에도 참여하여 글로벌 과학 소양의 개념과 구조에 대해 깊이 이해하고 있었다.

본 연구에서는 21세기 글로벌 과학적 소양의 하위 5개 영역 중 과학적 사고습관, 과학에서의 가치관, 과학 본성에 대한 이해의 3개 영역의 하위 영역들에 대해 평가 요소 및 평가 기준을 개발하였다. 지식 내용 영역은 각 학교에서 실시되는 지필 평가 및 국가 수준의 학업 성취도 평가, PISA 등을 통해 평가 되고 있으나 그 외 4개 영역에 대한 표준화된 평가 도구는 부족하다. 초인지 사고와 자기주도영역은 현재 실행되고 있는 교육 실태를 이해하기 보다는 학생 개인의 능력에 초점을 두고 있어 본 연구에서는 현재 과학 교육 실행에 대한 평가를 위한 본 연구의 목적에 맞추어 3개 영역에 대하여 평가 기준을 개발하였다. 과학교육학 전문가로 이루어진 5명의 전문가 패널¹⁾이 평가 기준 개발에 참여하였다. 평가 요소는 각 하위 영역의 개념을 설명할 수 있는 관찰 가능한 활동이나 현상으로 구성하였다. 평가 요소의 선별을 위해 심층적인 문헌연구를 통해 21세기 과학적 소양의 11개 하위 영역들에 대한 특성을 추출하였다. 평가기준은 각 평가요

소를 분석하기 위한 상세한 설명이며, 효과적인 평가를 위해 평가기준은 추상적이지 않은 표현으로 제시되었다. 평가기준은 일차적으로 전문가 패널간의 논의를 통해 개발되었으며, 교과서 내용을 예비 분석한 후 일부 평가 기준이 첨가되거나 삭제되었다. 또한 실제 교과서 분석 과정에서도 일부 평가 기준이 첨가되었다. 예로써 과학적 사고습관 영역의 정보처리능력의 정보생산 평가요소에 대한 평가 기준 중 '발견/발명'은 교과서 분석 도중 교과서에 새로운 물건을 발명하도록 하는 활동들이 있어, 이러한 발명 활동을 정보생산 활동의 평가 기준에 추가하였다. 평가 기준 개발 과정은 지속적인 논의와 수정을 거쳐 진행되었으며, 전문가 패널의 합의를 거쳐 최종 분석 도구가 개발되었다.

나. 21세기 과학 소양 분석 평가 기준에 따른 교과서 분석

본 연구에서는 개발된 21세기 과학적 소양 평가 기준을 2009 개정 과학교과서 7종의 내용의 분석에 적용하였다. 교과서 내용 분석 과정은 분석 대상의 선정과 평가 기준을 이용한 내용 분석의 순서로 이루어졌다. 또한 전문가 패널의 지속적인 논의는 분석과정 전체에 걸쳐 진행되었다.

1) 분석 대상 교과서와 단원 선정

2009 개정 과학과 교육과정은 2011년부터 고등학교 1학년을 대상으로 적용되었다. 분석 대상 7종 2009 개정 과학과 교육과정에 기반을 둔 교과서에 대한 출판정보는 <표 2>에 나타내었다.

표 2
분석 대상 7종 교과서의 '에너지와 환경' 단원의 분량

교과서	저자	출판년도	출판사	에너지와 환경 단원 페이지 수	전체 페이지 수
A	정완호 외 11인	2011	교학사	68	409
B	안태민 외 11인	2011	금성출판사	58	389
C	곽영직 외 7인	2011	더텍스트	72	457
D	전동렬 외 13인	2011	미래엔 컬처그룹	83	432
E	김희준 외 8인	2011	상상아카데미	64	383
F	오필석 외 8인	2011	천재교육	65	416
G	조현수 외 9인	2011	천재교육	52	357

본 연구에서는 각 교과서의 대단원 중 '에너지와 환경' 단원만을 분석 대상으로 선정하였다. 이는 '에너지와 환경'은 21세기 핵심 과학 주제 중 하나로 다른 단원에 비해 학생들이 이해하기 쉬운 사회 과학적 논점들을 다룰 수 있는 주제를 포함하고 있었다. 따라서 연구자들은 '에너지와 환경' 단원이 21세기 과학적 소양을 함양하기 위해 적절한 핵심개념이라고 판단하고 '에너지와 환경' 단원을 분석 대상으로 선정하였다.

교과서 분석은 교과서의 본문 내용, 핵심 질문, 평가문항, 읽기 자료 등 교과서에 있는 모든 문자로 된 내용을 대상으로 하였으며, 사진, 삽화, 도표 등은 분석에서 제외하였다.

2) 교과서 분석

본 연구에서는 과학 교과서 내용에 명시적으로 나타나 있어 실제 교수-학습에 영향을 줄 수 있는 내용을 분석 단위로 하였다. 즉, 본 연구에서는 21세기 과학적 소양이 교과서를 통해 실제 교수-학습에 반영되기 위해서는 과학적 사고습관, 과학에 대한 품성과 가치관, 과학의 본성이 교과서 내용에 명시적으로 포함되어 있어야 한다고 가정하고 연구를 진행하였다.

교과서 내용 분석은 개발된 21세기 과학적 소양 분석 도구의 각 평가기준에 해당하는 교과서 내용을 3명의 연구자가 각각 선별하고, 각 평가기준과 일치되는지를 확인하고, 이같이 선별된 교과서 내용을 하나의 분석 단위로 하였다. 예로써 "모둠별로 인터넷을 이용하여 자전거, 놀이 기구, 운동 기구 등을 이용한 발전 기구에는 어떤 것들이 있는지 찾아보자(교과서 F, p.361)"는 학생들이 모둠을 이루어 하는 협동학습으로 평가 기준 '함께하는 학습활동'으로 판단되었

다. 또한, “열효율이 높은 증기기관의 개발로 공장에서 제품을 대량 생산할 수 있게 되었다. 공장에서 필요한 원료와 소비자가 필요로 하는 제품의 운송이 빨라져서 산업 활동이 활성화 되었다(교과서 G, p.314)”는 증기기관의 개발로 인한 산업 활동 변화에 대한 내용으로 평가 기준 ‘과학, 기술이 사회에 미치는 영향에 대한 사례’에 해당한다. 이같이 교과서 내용을 세분화하여 평가 요소에 해당하는 부분을 모두 선별하였다. 일차 교과서 분석 결과의 3인 평가자간 일치도는 과학적 사고습관 영역은 72.0%, 과학에서의 가치관 영역은 75.0%, 과학 본성의 이해 영역은 80.4%이었다. 연구자간의 분석결과가 일치하지 않는 항목들은 분석 당사자들 이외의 2명의 저자를 포함하여 5명의 전문가가 함께 논의하여 합의를 이끌어 내었다. 최종 합의된 7종 교과서의 내용에서 찾을 수 있었던 평가 요소는 과학적 사고습관 영역이 421개, 과학에서의 가치관 영역이 48개, 과학 본성의 이해 영역이 56개로 과학적 사고습관 영역의 평가 요소가 가장 많았다(표 3 참조).

본 연구에서는 이와 같은 과정을 통해 분석된 내용을 교과서별, 하위 영역별로 비교하여 2009 개정 교육과정에 바탕을 둔 교과서에 21세기 글로벌 과학적 소양이 얼마나, 어떻게 반영되어 있는지 정량적으로 해석하였다.

IV. 연구 결과

가. 21세기 과학적 소양 평가 기준

21세기 과학적 소양은 전문가 논의를 통해 한 하위 영역에 1개에서 5개의 평가요소를 포함하여 개발되었으며, 전체 평가 요소는 모두 26개로 구성되었다. 개발된 평가요소와 평가기준은 <표 4>에 나타내었으며,

각 하위 영역별 평가 요소 및 평가 기준에 대한 설명은 다음과 같다.

1) 과학적 사고 습관 영역

과학적 사고 습관은 과학과 관련된 개인적, 사회적, 세계적 문제를 해결하기 위한 ‘의사소통과 협력’, ‘체계적 사고력’ 그리고 ‘정보처리능력’이다 (Choi *et al.*, 2011).

현대사회에서는 지식의 생산과 변화가 빠르게 진행되고 있다. 이 때문에 다른 사람과 협력하여 문제를 해결하는 것이 효과적이다. 협동을 위해서는 의사소통 기술이 중요하며, 언어 정보와 비언어 정보를 모두 해석할 수 있어야 한다(AAAS, 2007; Dillenbourg, 1999). 학교 수업을 통해 기를 수 있는 의사소통과 협력 능력은 ‘협동 학습’, ‘토론, 토의, 논의’ 그리고 ‘발표 및 제안’이다. 따라서 이 세 가지를 평가요소로 선정하고, 평가요소가 교육 실재에서 실행되고 있는지 여부를 구체적으로 확인하기 위한 평가 기준을 제시하였다.

‘협동학습’의 평가요소는 ‘함께하는 학습활동’ ‘과제 수행에 있어 역할 분담’이다. 협동학습은 공통의 과제를 도래 학생들이 함께 협력하여 공부하고 서로 격려하는 활동이다(Slavin, 1987). 따라서 과학 수업은 학생들의 협동 학습 활동을 자극하기 위해 과제 수행에 있어 역할을 분담하여 협동할 것을 요구해야 한다.

‘토론, 토의, 논의 활동’의 평가 기준은 교과서에 제시된 주제에 관하여 학생들이 서로의 의견을 교환할 수 있도록 유도하는 활동을 의미한다. 토론, 토의 또는 논의를 통해 문제 상황을 합리적으로 해결하기 위해서는 의사소통 기술이 중요하다(이준웅, 2003). 따라서 교과서에서는 학생들의 협력 및 의사소통 기술을 향상시키기 위한 적절한 비계설정을 제안해야한다. ‘의사소통과 협력’의 마지막 평가 요소인 발표 및

표 3
평가자간 일치도와 최종 평가 요소 개수

교과서	과학적 사고습관	과학에서의 가치관	과학 본성의 이해
1차 분석 평가자간 일치도*	72.0%	75.0%	80.4%
합의 후 평가 요소 개수	421	41	56

*평가자간 일치도 = $\frac{\text{평가자 3명이 모두 일치한 내용의 개수}}{\text{평가자 3명이 모두 일치한 내용의 개수} + \text{평가자 3명이 모두 일치하지 않는 내용의 개수}} \times 100$

표 4
21세기 글로벌 과학적 소양 분석 도

영역	하위 영역	평가요소	평가기준
과학적 사고 습관	의사소통과 협력	협동학습	<ul style="list-style-type: none"> • 함께하는 학습활동 • 과제 수행에 있어 역할 분담
		토론, 토의, 논의	<ul style="list-style-type: none"> • 의견 교환이 있는 토론, 토의, 논의
		발표 및 제안	<ul style="list-style-type: none"> • 자신의 의견을 글, 말, 기타 형태(포스터, UCC, 블로그, 소셜 네트워크 등)로 표현
	체계적 사고	체계적 실험 과정	<ul style="list-style-type: none"> • 실험과정을 체계적 단계로 제시하여 구조적이고 논리적인 사고를 유도 • 이론 검증을 위한 실험을 체계적으로 제시
		일상문제 해결과정	<ul style="list-style-type: none"> • 일상생활에서 발생하는 문제를 해결하는 과정에서 과학적 이론을 활용할 수 있도록 체계적 사고를 유도
		사회문제 해결과정	<ul style="list-style-type: none"> • 사회적 문제를 해결하는 과정에서 과학적 이론을 활용할 수 있도록 체계적 사고를 유도
	정보처리능력	정보수집	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 방법으로 여러 형태의 정보를 수집
		정보분석	<ul style="list-style-type: none"> • 정보의 분류, 분석, 해석 • 정보간의 관계 파악
		정보변형	<ul style="list-style-type: none"> • 정보를 다른 형태로 변형(그래프, 표, 도표 등)
		정보생산	<ul style="list-style-type: none"> • 새로운 자료(문서, 동영상, 실험기구 등)를 제작 • 발견이나 발명
과학에서의 가치관	생태적 세계관	공동체 의식	<ul style="list-style-type: none"> • 지구 공동체 • 지구의 모든 생물과 자연이 유기적으로 연관되어 있음을 명시함
		생명의 소중함	<ul style="list-style-type: none"> • 생명의 소중함을 느끼게 함
	사회적·윤리적 공감	윤리적 양심	<ul style="list-style-type: none"> • 과학-사회적 문제에 대한 윤리적 양심에 바탕을 두고 사고하도록 함
		정서적 공감	<ul style="list-style-type: none"> • 과학-사회적 문제에 대하여 정서적으로 연민을 느끼도록 함 • 이러한 문제로 고통 받고 있는 타인, 동물, 자연이 놓인 상황을 정서적으로 공감하도록 함
	사회적 책임감	책임감	<ul style="list-style-type: none"> • 과학-사회적 문제에 대해 개인적 수준, 사회적 수준, 국가적 수준, 세계적 수준에서 책임감을 느끼도록 함 • 책임감을 느끼고 해결을 위해 사고를 하도록 요구함
	과학 본성의 이해	과학 지식의 특성	과학 지식의 생성 및 특성
과학과 사회의 관련성		과학이 사회에 미치는 영향	<ul style="list-style-type: none"> • 과학, 기술이 사회에 미치는 영향에 대한 사례
		사회가 과학에 미치는 영향	<ul style="list-style-type: none"> • 사회가 과학, 기술에 미치는 영향에 대한 사례
과학과 과학자의 특성		과학적 호기심	<ul style="list-style-type: none"> • 과학적 호기심을 자극할 수 있는 질문, 내용
		과학의 윤리성	<ul style="list-style-type: none"> • 과학의 윤리성에 대한 주제
		과학자에 대한 관점	<ul style="list-style-type: none"> • 과학자에 대한 다양한 관점 • 과학자의 역할 및 과학자의 삶

제안을 평가하기 위해 본 연구는 ‘자신의 의견을 글, 말, 기타 형태(포스터, UCC, 블로그 등)로 표현하기’를 평가 기준으로 설정하였다. 과거에는 학생들이 말 또는 글의 형식으로 발표하는 활동이 대부분이었지만 현대에는 소셜 네트워크가 보편화됨에 따라 UCC, 또는 블로그와 같은 디지털매체를 활용할 수 있게 되었다. 따라서 21세기의 과학수업은 학생들이 생각을 공유할 수 있는 다양한 방법을 제안해야한다.

‘체계적인 사고’는 논리적 사고를 통해 복잡한 문제에 포함된 여러 요소들 간의 관계를 파악하고 이를 연결할 수 있도록 하는 사고 능력을 의미한다(Choi *et al.*, 2011). 학생들의 체계적인 사고 능력을 향상하기 위해 학생들이 경험해야 하는 문제 상황은 과학적 실험과 관련된 문제, 일상생활에서 발생하는 문제, 윤리적 가치를 포함한 사회적 문제이다. 과학적 실험은 다양한 과학 개념과 현상이 복합적으로 결합되어 있다. 학생들은 과학적 실험을 통해 현상의 원인을 파악하고 그 현상에 포함된 다양한 요소들의 관계를 이해하기 위해 논리적, 체계적 사고를 한다(Webber & Renner, 1972; Boyer & Linn, 1978; Allen, 1973; Linn & Thier, 1975). ‘체계적 실험 과정’은 체계적 사고의 평가요소이며, ‘실험과정을 체계적으로 제시하여 구조적이고 논리적인 사고의 유도’와 ‘이론 검증에 위한 실험을 체계적으로 제시하기’가 이에 대한 평가기준이다. 일상 문제 및 사회적 문제 해결과정 평가 요소에 대한 평가 기준은 문제해결 과정에서 과학적 이론을 활용할 수 있도록 체계적 사고를 유도하는 것이다. 과학 교수-학습 과정은 과학과 관련된 일상생활 문제 또는 사회적 문제를 해결하기 위한 구체적인 단계를 제안하여 학생들의 체계적 사고를 자극할 수 있어야 한다.

‘정보처리능력’은 다양한 정보로부터 자료를 수집, 분류, 분석하여 필요한 정보를 스스로 선택, 전달, 생산할 수 있는 능력이다. 이 영역의 평가요소는 정보수집, 정보분석, 정보변형, 정보생산이다. 정보수집의 평가 기준은 ‘다양한 방법으로 여러 형태의 정보 수집’이며, 정보분석은 정보를 분류, 분석, 해석하는 과정과 정보간의 관계를 파악하는 활동이다. 정보변형은 정보를 다른 형태 즉, 그래프, 표, 도표 등으로 변형하는 것이며, 정보생산은 새로운 자료의 제작, 발견, 발명과 같이 새로운 지식을 창출하는 것을 의미한다.

2) 과학에서의 가치관 영역

과학에서의 가치관은 과학과 관련된 사회문제들에 관심을 기울이고 적극적으로 의사결정에 참여하며, 이를 해결하기 위한 행동을 수행하도록 하는 내적인 동기가 된다. 과학에서의 가치관은 ‘생태적 세계관’, ‘사회적·윤리적 공감’, ‘사회적 책임감’의 3개 하위 영역을 포함한다(Choi *et al.*, 2011).

‘생태적 세계관’은 전 세계 인류가 하나의 공동체이며, 인간과 자연이 연결되어 있음을 인식하는 것을 의미한다. 따라서 ‘생태적 세계관’을 소유한 사람은 자연에 대한 관심과 실천을 통하여 환경에 대한 개인의 공감(affinity)을 향상시킬 수 있다(Smith & Williams, 1999, pp. 6-7). ‘생태적 세계관’의 평가 기준은 전 지구의 인류가 서로 하나의 공동체임을 인식할 수 있도록 하는 내용과 지구의 모든 생물과 자연이 유기적으로 연관되어 있음을 직접적으로 설명한 사례를 의미한다.

사회적·윤리적 사건을 대할 때 나타나는 인간의 동정심(compassion)은 인간이 어떤 행동을 해야 하는지에 대한 이유를 제공하며, 이것은 공감(empathy)을 바탕으로 한다(Ruiz & Vallejos, 1999). 과학과 관련된 사회문제들(socioscientific issues: SSI)에 대한 논쟁에서 도덕적 판단은 매우 중요하다(Sadler & Zeidler, 2002; Zeidler, 1984). 생명 윤리학자들과 과학교육 연구자들은 유전공학, 인간복제, 유전자 요법(gene therapy) 등과 관련된 문제를 해결하기 위해서는 도덕과 윤리가 반드시 고려되어야 한다고 주장한다(Stock & Campbell, 2000). Kohlberg(1984)는 개인은 6단계의 도덕성 발달 단계를 거치며, 가장 높은 단계에 있는 사람은 생명, 정의, 평등과 같은 보편적인 윤리기준에 따라 옳고 그름을 결정한다고 하였다. Gilligan(1982)은 앞의 기준들에 돌봄의 윤리를 더하여 공감과 정서적 이해까지 도덕성 발달의 기제로 보았다. 따라서 품성과 가치관의 측면에서 21세기 과학적 소양은 생명에 대한 존중 및 공감을 포함하여야 한다. 또한 다양한 문화적 배경 및 가치의 다양성에 대한 이해와 존중도 중요하다. ‘윤리적 양심’은 과학-사회적 문제를 해결하려고 할 때 생명, 정의, 평등과 같은 윤리 기준에 바탕을 두고 사고하는 것이다. 과학-사회적 문제에 대하여 정서적으로 연민을 느끼도록 하는 맥락 상황, 그리고 이러한 문제로 고통 받고 있는 타인, 동물의 상황을 정서적으로 공감하도록

하는 예시 등이 정서적 공감에 해당하는 평가기준이 된다.

‘사회적 책임감’은 과학이 사회와 밀접하게 연결되어 있음을 이해하고, 과학과 관련된 사회 문제 상황들에 대해 개인이 책임감을 느끼는 것이다. Hodson (2003)은 과학교육을 통하여 학생들이 사회적 요구에 대한 개인의 가치를 발전시킬 수 있어야 하며 이를 바탕으로 행동을 취할 수 있어야 함을 강조하였다. 학생들은 개인의 행동이 개인 뿐 아니라 지역사회, 지구 전체에 영향을 미칠 수 있음을 이해해야 한다.

3) 과학 본성의 이해 영역

과학 본성의 이해는 과학을 인간 활동의 역사를 통한 산물로 인식하고, 과학지식의 본성과 과학과 사회의 관계에 대해 이해하는 것이다. 과학교육에서 과학의 본성에 대한 이해는 계속해서 강조되어 왔다 (Lederman, 2007). 학생들이 과학의 본성을 이해하는 것은 과학의 가치와 과학 공동체의 규범을 이해하고, 과학의 가치를 현대 문화의 일부로서 올바르게 인식하며, 생활 속에서 경험하게 될 다양한 과학 관련 사회적 쟁점에 대한 의사 결정 능력을 기르는 데 필요한 지식과 기술, 태도를 함양하는 데 도움이 된다 (Driver *et al.*, 1996; Meichtry, 1992). 또한 과학과 관련된 사회적 문제에 대한 논쟁은 과학의 본성을 이해하는데 도움이 된다 (Bell & Lederman, 2003; Sadler, Chambers, & Zeidler, 2002; Zeidler *et al.*, 2002). 21세기 과학적 소양은 과학 본성의 이해 영역을 ‘과학 지식의 특성’, ‘과학과 사회의 관련성’, ‘과학과 과학자의 특성’의 세 개 하위 영역으로 구분하였다.

‘과학 지식의 특성’ 영역의 평가 요소는 과학 지식이 형성되고 변화되는 과정을 의미한다. 학생들의 과학적 소양을 함양하기 위해서는 과학 지식에 대한 철학적 관점의 변화에 따라 과학 지식이 생성되고 변화하는 배경과 과정, 과학 지식이 가지는 특성을 다루는 것이 중요하다(조희형, 박승재, 1994). Lederman *et al.*(2002)은 과학지식의 특성을 과학의 본성으로 설명하였다. 과학 지식은 인간 활동의 결과이며 (Lederman, 2007), 이미 발견된 과학적 이론을 기반으로 한다. 따라서 과학 지식은 주관적이며 변화하는 특성을 지닌다. 과학 지식은 자연 현상을 관찰하는 것으로부터 발전되며, 여러 가지 증거들을 기반으로 형

성된다. 학생들은 과학 이론과 과학 법칙에 대하여 여러 가지 오개념을 가지고 있다(이은아 & 박병건, 2008). 따라서 학생들의 과학지식의 특성에 대한 이해를 돕기 위해서는 과학 이론과 과학 법칙의 차이점을 명시적으로 가르치고, 학생들의 오개념을 올바른 과학개념으로 전환할 수 있도록 도전적인 문제를 제공해야 한다.

‘과학과 사회의 관련성’ 영역의 평가 요소는 과학이 사회에 미치는 영향과 사회가 과학에 미치는 영향이다. 과학과 기술은 사회 발전에 중요한 역할을 하였으며, 많은 지식과 산물을 창출하였다. 한편 과학과 기술은 사회적 활동의 일부로서, 그 당시의 사회적 가치와 관점으로부터 영향을 받는다(Choi *et al.*, 2011). 과학적 소양을 함양하기 위해서는 과학·기술·사회의 연관성을 이해해야 한다(최경희, 1996; Hurd, 1998).

‘과학과 과학자의 특성’ 영역의 평가 요소는 과학적 호기심, 과학의 윤리성, 과학자에 대한 관점이다. 과학적 호기심은 과학에 대한 흥미를 부여하는 중요한 역할을 한다. 따라서 학생들에게 과학적 호기심을 자극할 수 있는 질문이나 내용을 제시해야 한다. 한편 최근 강조되고 있는 과학과 관련된 사회적·윤리적 문제에서는 과학의 윤리성에 대한 이해를 바탕으로 한 의사결정을 강조하고 있다(Ziedler *et al.*, 2002). 학생들은 과학 수업을 통해 과학의 윤리성을 배울 수 있어야 한다. 과학자에 대한 관점 평가요소의 평가 기준은 과학자에 대한 올바른 관점과 과학자의 역할 및 삶과 관련된 내용이다. 학생의 과학자에 대한 인식은 과학 학습과 진로 선택에 많은 영향을 주며(송진웅, 1993; Nay & Crocker, 1970) 교사들은 과학 수업을 통해 학생들에게 과학기술 관련 직업에 대한 올바른 인식을 심어주어야 한다(Laugksch, 2000). 그러나 많은 학생들이 과학 관련 직업이나 과학자가 하는 일에 대해 잘못 알고 있으며, 일부 학생들은 부정적이고 왜곡된 인식을 가지고 있다(김경순 외, 2008). 따라서 학생들의 과학적 소양을 함양하기 위하여 과학자에 대한 다양한 관점을 이해하고, 과학자가 하는 일과 삶에 대하여 올바른 인식을 갖도록 이와 관련된 사례와 학습 내용을 포함한 교수-학습이 이루어져야 한다.

나. 21세기 과학적 소양 평가 기준을 적용한 과학 교과서 내용 분석

본 연구의 목표는 21세기 과학적 소양 평가 기준을

개발하고, 개발된 평가 기준을 교과서 내용 분석에 적용하는 것이다. 분석대상 고등학교 과학교과서 7종의 에너지와 환경 단원에 대한 21세기 과학적 소양의 각 영역들에 대한 교과서 분석 내용을 살펴보고 영역 간 비교를 하였다.

1) 과학적 사고 습관

과학적 사고 습관의 세 하위 영역들에 대한 교과서 분석 결과는 의사소통과 협력(65%(271개), 체계적 사고 2%(10개), 정보처리능력 33%(138개)로 나타났다. 의사소통과 협력 하위 영역에서 발표 및 제안 평가 요소가 207개로 가장 많았다. 대부분의 교과서가 학생들에게 자신이 알고 있는 것, 배운 내용, 의문점 등을 말이나 글로 표현하도록 요구하고 있었다. 학생들 간의 토론·토의를 통해 서로 의견을 나누는 활동은 49개였다. 교과서 D는 학생들이 서로 협력하여 토론하고 발표하는 과정의 내용이 가장 많았다.

체계적 사고는 교과서에서 학생들이 체계적이고 논리적인 사고 과정을 통해 문제를 해결할 수 있도록 사고 과정을 유도하고 있는 경우에만 평가요소에 해당하는 것으로 분석하였기 때문에 그 사례가 많지 않았다. 특히 실험 과정에서 체계적인 사고를 할 수 있도록 안내하고 있는 것은 교과서 A와 교과서 F에서만 발견할 수 있었다. 또한 일상 문제 해결 과정을 통해 체계적 사고를 증진할 수 있는 내용은 교과서 F에서 1개 나타났으며, 사회적 문제 해결 과정은 교과서 F에

가장 많이 포함되어 있었다.

정보처리 능력의 평가요소인 정보수집, 정보분석, 정보변형, 정보생산에 해당하는 교과서 내용을 분석한 결과는 분석 대상 7개 교과서에서 정보수집이 85개로 가장 많이 나타났으며, 그 다음으로는 정보분석이 36개, 정보생산이 12개, 정보변형이 5개로 나타났다. 이러한 결과는 교과서에서 문제를 제시한 후 학생들에게 정보를 수집하고 이를 분석하여 결과를 발표하거나 토의하는 활동들에서 발견할 수 있었다. 과학적 사고 습관 영역의 교과서 분석 결과는 표 5에 요약하였다.

2) 과학에서의 가치관

본 연구 결과를 통해 교과서 내용 중 학생들의 정의적 측면에 변화를 줄 수 있는 내용을 탐색할 수 있었다(표 6 참조). 교과서에 나타난 내용들은 학생들에게 현재 일어나고 있는 변화들이 지구 전체의 문제임을 강조하거나, 이러한 문제를 해결하는 데 있어 개인의 책임이 있음을 강조하고 있었다. 교과서에 나타난 과학에 대한 가치관 영역 중 생태적 세계관에 관련된 내용은 59%(24개), 사회적·윤리적 공감이 5%(2개), 사회적 책임감은 37%(15개)로 나타났다. 교과서 내용 중 과학에서의 가치관에 해당하는 예는 다음과 같다.

지구 온난화로 지구의 온도가 계속 올라간다면 바닷물이 팽창하고, 남극과 그린란드 등에 있는 대륙 빙

표 5
과학적 사고 습관 영역의 교과서 분석 결과

하위 영역	평가요소	교과서							계
		A	B	C	D	E	F	G	
의사소통과 협력	협동학습	3	1	2	6	1	2	0	15
	토론, 토의, 논의	10	2	9	11	5	7	5	49
	발표 및 제안	22	37	7	78	22	27	14	207
체계적 사고	체계적 실험 과정	1	0	0	0	0	1	0	2
	일상문제 해결과정	0	0	0	0	0	1	0	1
	사회문제 해결과정	1	1	1	0	0	3	1	7
정보처리능력	정보수집	4	9	26	21	13	6	6	85
	정보분석	1	0	2	18	11	2	2	36
	정보변형	1	0	1	1	2	0	0	5
	정보생산	1	1	1	4	2	2	1	12

표 6
과학에서의 가치관 영역의 교과서 분석 결과

하위 영역	평가요소	교과서							
		A	B	C	D	E	F	G	계
생태적 세계관	공동체 의식	2	2	4	6	2	5	3	24
	생명의 소중함	0	0	0	0	0	0	0	0
사회적 · 윤리적 공감	윤리적 양심	1	0	0	0	0	0	0	1
	정서적 공감	0	0	1	0	0	0	0	1
사회적 책임감	책임감	5	1	1	4	1	1	2	15

하가 녹으면서 해수면은 상승할 것이다. 그러면 해안을 따라 발달한 도시와 경작지 등은 큰 피해를 입게 된다. 또한, 지구 온난화로 인한 기후 변화와 급격한 환경 변화에 따른 생태계의 파괴로 큰 재난이 올 수 있다(공동체 의식, 교과서 A, p.373)

기후 변화는 지구계를 이루는 모든 요소가 상호 작용하여 발생하는 복합적인 현상이다(공동체 의식, 교과서 B, p.383).

우리 모두 이 문제에 관심을 두고 일상생활에서 에너지 절약, 자원 재활용, 숲과 나무를 보전하는 활동 등으로 대기 중 이산화탄소의 양을 줄이는데 앞장서야 한다(사회적 책임감, 교과서 B, p.406).

위와 같이 과학 공동체 의식을 심어주고 학생들에게 책임감을 강조하는 내용이 교과서에 포함되어 있었다. 그러나 생명의 소중함을 느낄 수 있는 내용이나 윤리적 양심, 정서적 공감을 이끌어 낼 수 있는 내용은 많지 않았다. 투발루 공화국의 사람들이 해수면 상승에 따라 삶의 터전을 점점 잃어 가는 사건을 통해 학생들로 하여금 연민을 느끼도록 하고, 피해자들에 대한 정서적 공감을 끌어내는 내용이 교과서 C(p.425)에 제시되어 있었다. 이 같은 내용은 사진 자료와 함께 제시되어 학생들에게 윤리적 · 정서적 공감을 불러일으키도록 제시되어 있었다. 교과서 A(p.393)에서는 바이오매스 기술을 사용할 경우에 나타날 수 있는 문제점을 윤리적 양심에 비추어 고려해야 함을 설명하고 있었다.

많은 인구가 해안 저지대에 살고 있는 남태평양의

투발루 공화국을 비롯하여 인도, 파키스탄, 방글라데시 등의 나라들이 해수면 상승에 무방비 상태로 노출되어 있다(정서적 공감, 교과서 C, p.425).

하지만 식물 재배 과정에서 사용하는 농약에 의한 환경오염이나 식량이 절대적으로 모자란 빈곤 국가가 존재하는 현실에서 식량을 연료로 한다는 도덕적인 문제점을 안고 있다(윤리적 양심, 교과서 A, p.393).

3) 과학 본성의 이해

교과서에 나타난 과학 본성의 이해 영역 중 과학 지식의 특성에 관련된 내용은 8.9%(5개), 과학과 사회의 관련성에 대한 내용은 69.6%(39개), 과학과 과학자의 특성은 21.4%(12개)로 나타났다(표 7 참조). 한국의 과학 교육과정은 과학의 본성에 대한 이해와 과학, 기술, 사회의 상호 관계를 이해하는 것을 과학과의 목표로 강조하였다(교육부, 1998; 교육인적자원부, 2007; 교육과학기술부, 2009). 교육과정에서 과학의 본성을 직접적으로 강조하고 있기 때문에 교과서 내용에서 과학 지식의 생성과정이나 그 특성에 관련하여 명시적으로 다루어지고 있을 것이라는 연구자들의 예측과는 달리 본 연구 결과는 7개 분석 대상 교과서 중 4개의 교과서에서 과학 지식의 특성과 관련된 내용을 찾을 수 있었다. 이는 ‘에너지와 환경’ 단원에 한정하여 분석하였기 때문에 과학 지식의 특성과 연관된 내용으로 구성된 부분이 상대적으로 적게 포함된 것으로 고려된다.

과학과 사회의 관련성에 대한 교과서 분석 결과, 과학이 사회에 미치는 영향은 다양하게 다루어지고 있었으나, 사회가 과학에 미치는 영향에 대한 내용은 부

표 7
과학 본성의 이해 영역의 교과서 분석 결과

하위 영역	평가요소	교과서							계
		A	B	C	D	E	F	G	
과학 지식의 특성	과학지식의 생성 및 특성	0	1	1	0	1	0	2	5
과학과 사회의 관련성	과학이 사회에 미치는 영향	4	3	6	5	4	7	3	32
	사회가 과학에 미치는 영향	1	2	0	1	0	3	0	7
과학과 과학자의 특성	과학적 호기심	0	0	3	1	0	0	0	4
	과학의 윤리성	0	0	0	0	0	0	0	0
	과학자에 대한 관점	1	0	0	3	1	0	3	8

족하였다. 21세기 세계 시민은 정치, 문화, 경제 등 사회의 각 요소들과 과학의 관계를 비판적으로 이해할 수 있어야 한다. 따라서 과학 교과서는 정치, 문화, 경제 등이 과학의 발전 및 과학적 발견에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 다양한 사례를 안내해 주어야 한다. 과학이 사회에 미치는 영향과 사회가 과학에 미치는 영향에 대한 교과서 내용은 다음과 같다.

인류는 그 시대의 기술적 진보가 어느 정도인지에 따라, 또는 산업 구조가 어떠한지에 따라 사용하는 에너지를 바꿔가며 문명을 발전시켜 왔다(사회가 과학에 미치는 영향, 교과서 F, p.354)

물을 끓여 나오는 증기의 힘으로 피스톤을 움직이는 기계 장치로, 방적 기계, 열차 등 다양한 기계 장치를 움직이는 데 사용되어 산업혁명을 이끌었다(과학이 사회에 미치는 영향, 교과서 F, p.355).

과학 교과서에는 과학적 호기심을 일으키는 내용과 과학자에 대한 관점을 보여주는 내용이 있었다. 과학의 윤리성에 관련된 내용은 본 연구 결과에서는 나타나지 않았다. 과학적 호기심은 과학 지식의 생성과정에서 나타나는 자연현상과 사건에 대한 호기심을 의미하는 것으로 예시는 다음과 같다.

잘 익은 빨간 사과와 분홍색 복숭아, 노란 바나나, 진 보라색 포도도 모두 초록색 잎을 가진 줄기에서 열린다. 지구에 사는 식물의 잎은 왜 대부분 초록색일까? (과학적 호기심, 교과서 C, p.416)

4) 21세기 과학적 소양의 세 영역에 대한 비교

본 연구에서는 과학 교과서에 나타난 21세기 글로벌 과학적 소양의 세 영역을 비교하였다([그림 1] 참조). 에너지와 환경 단원을 탐색한 결과, 7종의 과학 교과서 모두 과학적 사고습관이 세 영역 중 가장 많았

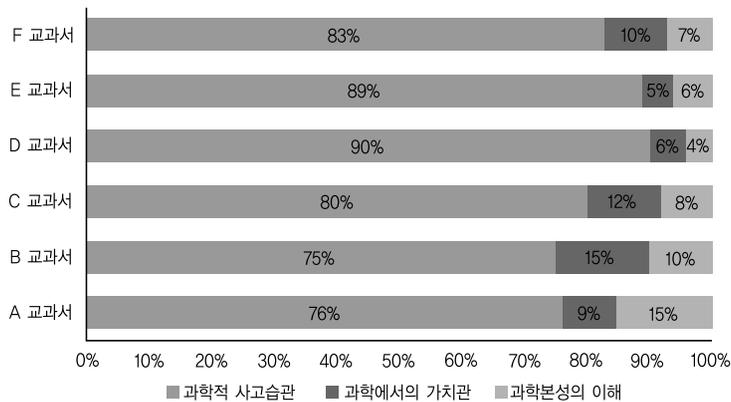


그림 1 2009 개정 교육과정에 기반을 둔 과학 교과서의 21세기 과학적 소양의 각 영역 비율

다(75%에서 90%). 교과서 B, C, E, F, G는 과학에서의 가치관 영역의 내용이 과학본성의 이해 영역보다 많았으며, 교과서 A, D는 과학본성의 이해 영역이 과학에서의 가치관 영역보다 많았다. 이 같은 연구 결과에 따라 에너지와 환경 단원은 과학적 사고습관 영역에 대한 내용은 비교적 많이 포함하고 있으나 과학에서의 가치관 영역과 과학 본성의 이해 영역에 대한 내용은 부족한 것을 알 수 있었다.

V. 결론 및 제언

2009 개정 교육과정은 학생들을 미래사회에 대비시키기 위해 창의적 문제해결 능력과 합리적인 의사결정을 위한 과학적 사고력을 강조한다(교육과학기술부, 2009). 통합 과학 교육을 지향하는 2009 개정 교육과정의 취지와는 달리 일부 고등학교에서는 과학 교사가 과학의 네 하위 영역(물리, 화학, 생명과학, 지구과학)을 모두 가르치는 것에 부담을 느끼고 있으며 과학교사들이 분업적으로 수업을 진행하고 있는 실정이다. 교과서 이외의 교수-학습 자료가 다양하게 제공되지 않는 실정에서 과학 교과를 담당하고 있는 교사들은 교수-학습에 대한 다양한 지원을 필요로 하고 있다. 이러한 교육 현장에 실질적인 도움을 주기 위해서는 현재 과학 교육의 현실을 파악하는 것이 중요하다. 따라서 본 연구는 현재 과학교육 목표인 과학적 소양의 함양이 21세기 과학시민을 양성하는 맥락에 맞도록 실제 교육 현장에서 실현되고 있는 것인지 평가하기 위한 21세기 과학적 소양 평가 기준을 개발하고, 이를 교과서 내용 분석에 적용하였다.

본 연구에서는 개발된 평가 기준을 적용하여 과학 교과서 내용에 21세기 과학적 소양의 과학적 사고습관, 과학에서의 가치관, 과학 본성의 이해 영역이 어떻게 나타나 있는지 확인 할 수 있었다. 연구 결과를 통한 본 연구의 결론을 다음과 같이 정리하였다.

첫째, 21세기 글로벌 과학적 소양의 과학적 사고습관, 과학에서의 가치관, 과학본성의 이해의 3개 영역에 대한 교과서 내용을 확인할 수 있었다. 본 연구에서는 Choi et al.(2011)이 제안한 21세기 글로벌 과학적 소양의 다섯 하위 영역 중 과학적 개념과 초인지능력을 제외한 3개 영역에 대한 평가요소와 평가기준을 개발하고, 개발된 평가 도구를 사용하여 교과서 내용에서 3개 영역에 관련된 내용이 포함되어 있음을

확인하였다.

둘째, 과학적 사고 습관 영역의 세 하위 영역들에 대한 교과서 분석결과는 의사소통과 협력이 65%, 체계적 사고가 2%, 정보처리능력이 33%로 나타났다. 체계적 문제 해결을 위한 사고 과정을 자극하는 내용이 모든 분석 대상 교과서에서 가장 적게 나타났으며, 대부분의 교과서에 나타난 과학적 사고습관 관련 내용은 정보수집, 정보분석 후 토론, 토의를 통해 결정된 의견을 발표하거나 글로 작성하는 활동이었다.

셋째, 과학 교과서의 에너지와 환경 단원에는 과학에서의 가치관을 함양할 수 있는 내용이 부족하였다. 연구 결과를 통해 교과서에는 과학이 만들어 내는 문제점이나 사건에 대한 사회적·윤리적 공감을 불러일으킬 수 있는 사례가 거의 포함되지 않았다. 일부 교과서에서만 공동체 의식과 전지구적 시스템이 연결되어 있다는 것을 알려주는 내용이 포함되어 있었다.

넷째, 교과서에 나타난 과학 본성의 이해 영역 중 과학지식의 특성에 관련된 내용은 8.9%, 과학과 사회의 관련성에 관련된 내용은 69.6%, 과학과 과학자의 특성은 21.4%로, 과학과 사회의 관련성에 해당하는 내용이 대부분이었다. 특히, 과학 기술의 발전이 사회와 문명의 변화에 미친 긍정적인 영향에 대한 내용들이었다.

다섯째, 7종 교과서의 ‘에너지와 환경’ 영역에 대한 21세기 과학적 소양에 관련된 내용은 대부분 과학적 사고능력의 함양을 위한 내용이었다. 즉, 과학에서의 가치관과 과학 본성의 이해 영역에 대한 내용은 상대적으로 부족하였다.

‘에너지와 환경’ 단원은 현재 우리가 시급하게 해결해야 할 대표적인 세계적 수준의 문제이다. 이러한 단원을 통해 과학지식은 물론 21세기 과학적 소양의 교육은 필수적이다. 따라서 위와 같은 교과서 내용 분석을 바탕으로 21세기 과학적 소양의 함양을 위한 과학 수업에 대해 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 본 연구에서 개발된 21세기 과학적 소양 분석 도구를 교과서의 선택 및 교수 학습 지도 계획에 대한 평가에 적용한다면, 21세기 과학적 소양의 함양을 위해 수업 개선이 실제 이루어지고 있는지 평가할 수 있을 것이다. 따라서 21세기 과학적 소양 평가 기준은 교실 수업 평가, 교사 평가, 교수-학습 자료의 평가에 활용하여 현장 과학 실행에 대한 실질적인 이해를 가져올 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, 과학적 사고습관 능력을 키우기 위해서는 학생들이 스스로 자신의 의견을 표현하고 논의할 수 있도록 자유로운 학습 분위기를 조성하는 것이 중요하다. 과학교과서에는 “자신의 의견을 표현해보자”, “말해보자”, “토의해보자”, “생각해보자”, “협동해보자”, “정보를 수집하시오” 등 과학적 사고습관에 관련된 여러 가지 활동들이 제시되어 있으며, 본문내용에서도 이 같은 표현이 높은 빈도로 사용되고 있다. 따라서 과학교과서들이 교과서에 제시된 활동들을 적절히 활용하고, 학생들이 의사소통하고 협력할 수 있는 환경을 조성해 준다면, 학생들은 올바른 과학적 사고습관을 배울 수 있을 것이다. 또한 체계적인 사고능력의 향상을 위해서는 창의적 문제 해결 과정의 구체적이고 체계적인 단계를 학생들에게 제공해야 한다(조미영, 문공주, 김성원, 2010).

셋째, 과학 교과서는 학생들이 읽을 수 있는 내용과 관련된 사진 자료, 실제 수업에서 실행할 수 있는 수업 전략 등으로 이루어져 있다. ‘에너지와 환경’ 주제는 에너지 자원의 고갈문제, 신재생에너지의 개발과 관련된 의견, 에너지 개발과 환경과의 관련성 등에 대한 다양한 논쟁을 포함하고 있다. 그러나 과학 교과서가 이러한 부분을 모두 포함하기는 어렵다. 공동체 의식과 생태적 세계관을 키우는 것만으로는 학생들이 과학과 관련된 세계적 문제들에 대해 의사결정을 하고 실천하도록 만들기에 부족하다. 따라서 과학교과서들이 교과서에 의존하기 보다는 각 학교의 학습 환경과 학생들의 수준에 맞는 새로운 내용으로 수업을 구성할 수 있는 능력을 키워야 할 것이다. 학생들이 과학에서의 가치관을 올바르게 키울 수 있도록 다양한 사례와 의사결정 상황들에 대해 논의할 수 있는 경험을 제공해야 한다. 특히, 과학과 교육과정에 경제적, 사회적 관점을 통섭하려는 노력과 토론, 논술, SSI(socio-scientific issues)등의 새로운 접근이 필요하다(오윤정 외, 2011).

넷째, ‘에너지와 환경’ 단원에서는 과학의 본성을 이해할 수 있는 내용이 부족하며, 과학 기술이 사회에 미치는 긍정적인 영향을 주로 다루고 있어 학생들의 비판적 사고를 제한 할 수도 있다. 일부 교과서에서는 과학의 본성에 관련된 내용을 분리된 하나의 단원으로 제시하기도 하므로, 한 단원에 대한 평가만으로 과학 본성에 대한 이해가 부족하다고 단정할 수는 없다. 그러나 다양한 단원에서 여러 과학 개념과 연관하여

과학본성의 이해를 도울 수 있는 내용이 제시되어야 할 것이다.

본 연구를 통해 개발된 21세기 과학적 소양 평가 기준과 교과서 분석 결과는 과학 교사들이 학교 수준의 교육과정을 개발하고 새로운 교수-학습 방법을 실천하는 것에 도움을 줄 것이다. 또한 21세기 과학적 소양 평가 기준을 활용하여 교과서 외의 수업자료와 실제 수업 장면 녹화 등을 통해 실제 교육현장을 이해하려는 후속연구가 진행되어야 할 것이다.

국문 요약

본 연구는 21세기 과학적 소양을 탐색하기 위한 평가 기준을 개발하고, 이를 교과서 내용 분석에 적용하였다. 21세기 과학적 소양의 하위 영역으로 과학적 사고습관(habits of mind), 과학에서의 가치관(character and value), 과학 본성의 이해(science as human endeavor)를 설정하고, 각 하위 영역에 대한 평가 요소와 평가 기준을 개발하였다. 개발된 평가 기준은 21세기 과학적 소양이 교육 상황에서 실제 실현되고 있는가를 확인할 수 있는 지표이다. 개발된 평가 도구를 사용하여 2009 개정 교육과정에 기반을 둔 과학 교과서 내용에서 21세기 과학적 소양의 3개 영역에 관련된 내용이 포함되어 있음을 확인하였다. 이 중 과학적 사고 습관에 관련된 내용이 가장 높은 비율을 차지하였으며 과학에서의 가치관과 과학본성의 이해에 관련된 내용은 상대적으로 부족한 것을 알 수 있었다. 개발된 21세기 과학적 소양 평가 기준은 교과서 내용 분석 외에도 교실 수업 평가, 교사 평가, 교수-학습 자료의 평가에 활용하여 현장 과학 수업 실행에 대한 실질적인 이해를 가져올 수 있을 것으로 기대된다.

핵심어: 과학적 소양, 2009 개정 교육과정, 과학 교과서, 과학적 사고습관, 과학에서의 가치관, 과학 본성의 이해.

참고 문헌

- 교육부 (1997). 과학과 교육과정. 교육부.
- 교육부 (1998). 초등학교 교육과정 해설. 대학교과서.
- 교육과학기술부 (2009) 고등학교 과학과 교육과정 해설서. 교육과학기술부.
- 교육인적자원부 (2007). 과학과 교육과정. 교육인

적자원부.

곽영직, 박정일, 강석철, 우문숙, 김재우, 노기중, 박미아, 박기성. (2011). *과학*, 서울: 더 텍스트.

김경순, 신석진, 임희준, 노태희 (2008). 중·고등 학생들의 과학 및 기술 관련 일하는 장소와 직업에 대한 인식. *한국과학교육학회지*, 28(8), 890-900.

김정호 (2001). 중학교 1학년 2종 교과서의 특징, 교과서 연구 제36호, 한국 2종 교과서 협회.

김진숙 (1998). 문제해결과 교과서 문제의 교육과정적 의미. *교육과정 연구*, 16(2), 205-226.

김희준, 강지훈, 권영식, 김경렬, 김선기, 이명균, 이용구, 이진승, 전병희. (2011). *과학*, 서울: 상상아카데미.

송진웅 (1993). 교사의 과학자에 대한 이미지와 존경하는 과학자. *한국과학교육학회지*, 13(1), 48-55.

안태민, 안정선, 한인섭, 김대준, 이문원, 권석민, 신석주, 채광표, 이세연, 김명하, 하윤경, 김영호. (2011). *과학*, 서울: 금성출판사.

오윤정, 장지영, 유효숙, 김성원, 이현주, 최경희. (2011). 2007 및 2009 개정 고등학교 과학과 교육과정에 제시된 지속가능발전 교육 내용 분석 및 비교. *학습자중심교과교육연구*, 11(2), 95-113.

오필석, 유시욱, 이석영, 배미정, 손정우, 소영무, 이봉우, 최선영, 최승규. (2011). *과학*, 서울: 천재교육.

이은아, 박병진. (2008). 과학 이론과 과학 법칙의 차이에 대한 고등학생들의 인식 연구. *한국지구과학회지*, 29(1), 91-97.

이준웅 (2003). 속의 민주주의와 커뮤니케이션 실험. *언론과 사회 정기발표회 논문*. 고려대학교.

전동렬, 홍훈기, 박영도, 김호련, 유영선, 오소라, 김규태, 권오성, 심정규, 문무현, 김호성, 김현정, 김현희. (2011). *과학*, 서울: 미래엔 걸쳐그룹.

정완호, 고현덕, 권혁빈, 김낙현, 김영준, 김웅태, 김희동, 박종석, 송현미, 신미영, 윤용, 임태훈. (2011). *과학*, 서울: 교학사.

조미영, 문공주, 김성원. (2010). 창의적 문제 해결력 문항의 평가 기준 개발 및 적용. *교육과정평가연구*, 13(2), 309-333.

조현수, 강대훈, 강태욱, 김민수, 김연귀, 김희수, 문태주, 이용철, 이정은, 조영우. (2011). *과학*, 천재교육.

조희형, 박승재. (1994). *과학론과 과학교육*. 서울: 교육과학사.

최경희. (1996). *STS 교육의 이해와 적용*. 서울: 교학사

Allen, L. (1973). An examination of the ability of third grade children from the Science Curriculum Improvement Study to identify experimental variables and to recognize change. *Science Education*, 57, 135-151.

American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (1989). *Project2061 Science for all Americans*. NewYork: Oxford University Press.

American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (1993). *Benchmarks for science literacy*. NewYork: Oxford University Press.

American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (2007). *Atlas of Science Literacy*. Washington, DC: AAAS.

Bell, R. L., & Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87, 352-377.

Boyer, J., & Linn, M. (1978). Effectiveness of science curriculum improvement study in teaching scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 15, 209-219.

Bybee, R. W. (1997). Towards an understanding of scientific literacy. In W. Graber & C. Bolte(Eds.), *Scientific literacy* (pp. 37-68). Kiel, Germany: Institute for Science Education(IPN).

Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S., and Krajcik, J. (2011). Re-conceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st century. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 670-697.

Department for Education and Employment & Qualifications and Curriculum Authority [DfEE/QCA]. (1999). *Science: The National Curriculum for England*. London: DfEE/QCA.

Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? In P. Dillenbourg

(Ed.), Collaborative-learning: *Cognitive and computational approaches* (pp. 1-19). Oxford: Elsevier.

Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham, UK: Open University Press.

Gilligan, C. (1982). *In a different voice : psychological theory and women's development*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982.

Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670

Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: new minds for a changing world. *Science Education*, 82(3), 407-416.

Kohlberg, L. (1984). The psychology of moral development: The nature and validity of moral stages. In L. Kohlberg. (Ed.), *Essays on moral development: vol. 2: The philosophy of moral development*. San Francisco: Harper & Row.

Laugksch, C. R. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.

Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.

Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In Abell, S. & Lederman, N.(Eds.) *Handbook of research on science education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate, Publishers.

Linn, M., & Thier, H. (1975). The effect of experimental science on development of logical thinking in children. *Journal of Research in Science Teaching*, 12(1), 49-62.

Meichtry, Y. J. (1992). Influencing student

understanding of the nature of science: Data from a case of curriculum development. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 389-407.

Millar, R. (2006). Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.

Nay, M. A., & Crocker, R. K. (1970). Science teaching and the affective attributes of scientists. *Science Education*, 54(1), 61-62.

Osborne, J. (2007). Science Education for the Twenty First Century. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3), 173-184.

Ruiz, P. O., & Vallejos, R. M. (1999). The role of compassion in moral education. *Journal of Moral Education*, 28(1), 5-17.

Sadler, T. D., Chambers, F. W., & Zeidler, D. L. (2002). Investigating the crossroads of the nature of science, socioscientific issues, and critical thinking. Paper Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. New Orleans, LA.

Sadler, T. D. & Zeidler, D. L. (2002). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, 88(1), 4-27.

Slavin, R. E. (1987). Cooperative learning: Where behavioral and humanistic approaches to classroom motivation. *The Elementary School Journal*, 88(1), 29-37.

Smith, G. A., & Williams, D. R. (1999). *Ecological education in action: On weaving education, culture, and the environment*. Albany, NY: State University of New York Press.

Stock, G., & Campbell, J. (2000). *Engineering the human germline: An*

exploration of the science and ethics of altering the genes we pass to our children. New York: Oxford University Press.

Webber, M., & Renner, J. (1972). How effective is the SCIS program. *School Science and Mathematics*, 72(8), 729-734.

Zeidler, D. L. (1984). Moral issues and social

policy in science education: Closing the literacy gap. *Science Education*, 68(4), 411-419.

Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86(3), 343-367.