

한국, 일본, 미국 중등학교 과학 교과서에 나타난 지구온난화 교육 내용에 관한 연구

정윤정¹ · 최돈형² · 조성화^{2,†}

¹동경대학교 · ²한국교원대학교

A Study on Global Warming Education Contents in Science Textbook of the Korea, Japan and U.S.A.

Yunjung Jung¹ · Don-Hyung Choi² · Seong-Hoa Cho^{2,†}

¹The University of Tokyo · ²Korea National University of Education

ABSTRACT

As the influence of mankind's actions grows on the earth's climate, the necessity of climate change education is increasing everyday. Therefore, this study will discuss desirable courses about climate changes education that can be used throughout the world.

It is meaningful to try to compare the contents and scope of earth global warming education courses of different nations. where education and a research about earth global warming occur simlutaneously. This is key because global warming is not just a national issue, but an international issue. Therefore this study need to understand the status of environmental education is over the world to devise an improvement plan help to solve the problem of climate change on an international level.

Therefore, this study compared, the global warming educational contents which appeared in Korean textbooks to Japanese and American textbooks, and analyzed commonalities and differences of each. Also, we will discuss desirable global warming educational instructional strategies.

This study analyzed the present situation of nations by looking at common points and differences using an analysis form. Even though the researchers of an each nation analyzed the teaching material through common analysis forms, this study utilized a common analysis method with a colleague researcher regarding environmental education, environment, environmental science to increase the validity of the study in each nation.

Also the difference and similarities were aggregated as This study collected the analysis results of each nation. The researchers utilized the results of the analyses to engage in repeated discussion and the sharing of results.

Key words : global warming, global warming education, environmental education, science education

I. 서론

1. 연구의 필요성

인류의 활동이 지구 기후에 미치는 영향이 커짐에 따라서 인간이 지구 기후에 얼마나 영향을 주고 있으며, 그로 인한 문제는 무엇이고,

[†] Corresponding Author : e-mail : treesarang@knue.ac.kr, Tel: +82-43-230-3886, Fax: +82-43-232-7176

이를 해결하기 위한 대책은 무엇인지 등을 다루는 기후 변화 교육의 필요성이 날로 증가하고 있다. 이에 따라 우리나라에서는 기후 변화 교육의 내용, 방향, 방법 등을 종합적으로 다룬 연구가 진행된 바 있고(최돈형 등, 2008; 김찬국 등, 2010), 국외에서도 기후 변화 교육의 바람직한 방향에 대해 논의한 연구들이 발표되고 있다(Niepold et al, 2007 ; Pickering, 2006). 특히 김찬국 등(2010)의 연구는 국내, 외의 기후 변화와 관련된 연구 동향을 파악하고 종합 정리하여 기후 변화 교육의 방향성을 네 가지로 제시하여 기후 변화 교육에 많은 시사점을 주고 있다.

지구온난화는 기후 변화 현상 중에서 가장 대표적으로 다루어지고 있는 주제라고 할 수 있는데, 세계 각국에서 이미 지구온난화를 교육 내용으로 포함하여 교육하고 있는 실정이다. 이렇게 지구온난화를 중요한 교육 내용으로 포함하는 이유는 지구온난화가 전 지구적으로 가장 큰 쟁점이 되고 있는 문제이며, 여러 나라들이 공동의 노력을 통해서 해결할 수밖에 없고, 종합적이고 장기적인 해결 방안으로 접근해야 하기 때문에 이러한 과정에서 교육이 담당해야 할 부분이 크기 때문이다. 특히 지구온난화의 원인이 인위적이라는 주장(IPCC, 2007; 월드워치연구소, 2009; 강금희 역, 2009)과 자연적 현상일 뿐이라는 주장(Fred et al., 2008; Roy, 2008)은 현재 과학계에서도 뜨겁게 논의되고 있는 주제이어서 학생들에게 비판적 사고와 종합적 사고력을 길러주기 위한 좋은 교육 소재라고 할 수 있다. 우리나라에서는 환경 과목에서 지구온난화 현상을 지구 규모의 환경문제로 다루고 있는데, 우리나라 기후 변화 교육의 방향과 내용을 논의한 연구(윤순진, 2009), 환경 교과서에서 다루고 있는 지구온난화 단원의 이미지를 분석한 연구(정철, 2009)와, 초등학교 3학년부터 중학생을 대상으로 기후 변화 교육 목표와 내용 체계를 개발한 연구(권주연 등, 2009), 지구온난화를 초등학교생들에게 교육하기 위한 교재 개발 연구(정하나 등, 2009)

등이 진행된 바 있다.

이렇게 지구온난화와 관련하여 교육과 연구가 다양하게 진행되고 있는 상황에서 세계 각국의 지구온난화 교육의 내용과 범위, 방법 등을 일정한 기준에 의해 비교하는 것은 매우 의미 있는 일이라고 할 수 있다. 그 이유는 지구온난화가 어느 한 국가 수준의 문제가 아닌, 지구 전체 수준에서 다루어야 할 현상이기 때문에 세계 각국에서 어떠한 형식으로 교육을 하고 있는지를 파악하고, 개선 방안을 도출하는 것은 지구 수준의 지구온난화 현상을 해결하는데 도움이 될 것이기 때문이다. 또한, 지구온난화 교육과 관련된 공동된 분석 준거에 의해 분석된 연구 결과는 각국의 기후 변화 교육을 비교해서 이해할 수 있도록 도움을 줄 것이며, 이를 통해 보다 많은 시사점을 얻을 수 있을 것이다.

2. 연구의 목적

연구의 필요성에 의해서 본 연구에서는 한국, 일본, 미국의 중등학교 과학 교과서에 나타난 지구온난화 교육 내용을 분석하여 각국의 지구온난화 교육의 공통점과 차이점은 무엇인지 알아보고, 이를 통해 각국의 지구온난화 교육의 특징에 대해 논의해 보고자 한다.

위와 같은 연구 목적에 따라 연구 문제를 제시하면 다음과 같다.

첫째, 한국, 일본, 미국 중등학교 과학 교과서에 나타난 지구온난화 교육 내용은 어떠한가?

둘째, 한국, 일본, 미국 지구온난화 교육 내용의 공통점과 차이점은 무엇인가?

셋째, 한국, 일본, 미국 지구온난화 교육 내용의 특징은 무엇인가?

II. 연구 방법 및 대상

1. 연구 방법

각 국에서 대표성을 가질 수 있는 중등학교 과학 교과서를 분석 준거(틀)에 의해 분석한 후

국가별 현황과 공통점 및 차이점을 도출하였다. 교재 분석 준거(틀)는 지구온난화의 원인, 다루는 내용 범위, 온난화의 결과, 해결 방안, 활동, 그림(도표), 기타 등 7가지 항목으로 구성하였다. 지구온난화의 원인 항목은 지구온난화가 발생한 원인을 인간에 의한 것으로 보느냐 아니면 자연적인 현상으로 보느냐 혹은 둘 다로 보느냐의 관점을 파악하기 위한 것이다. 지구온난화의 경우, 아직까지 그 원인이 과학적으로 명확하게 밝혀지지 않았다고도 볼 수 있는데, 이러한 불확실한 부분을 교과서에서 어떻게 다루고 있는지를 확인하기 위한 항목으로 볼 수 있다. 지구온난화에서 다루는 내용 범위는 지구온난화 내용을 교재에서 다룰 때 전체적인 범위와 내용 전반을 의미하며, 해결 방안은 지구온난화 현상을 해결하기 위한 노력이나 방안으로 어떤 것을 다루고 있고, 개인이나 사회, 국가와 같이 각 주체별로 어떠한 노력을 제시하고 있는지를 뜻한다. 활동과 그림(도표)는 교육 교재로서 해당 내용을 전달하고, 교육 목표를 달성하기 위해 사용한 활동과 그림, 삽화, 도표 등에는 무엇이 있는지를 알아보는 것이다. 이상의 내용이 포함된 교과서 분석 준거(틀)는 표 1과 같다.

분석 방법은 한국, 일본, 미국의 각국 연구자가 앞에서 제시한 공통 분석 준거(틀)에 의해서

자국의 교재를 분석하되, 연구의 타당성 확보를 위해 각국에서 환경교육, 환경학, 환경과학 관련 동료 연구자와의 공동 분석 방식을 활용하였다. 또한, 각국의 분석 결과를 취합하여 공통점, 차이점 및 시사점을 도출한 후에는 그 결과를 연구진이 공유한 후 수차례의 논의 과정을 거쳐 합의된 사항에 대해서만 연구 결과를 활용하였다.

2. 분석 대상

본 연구를 위해서 한국에서는 중학교 2종, 고등학교 3종의 교과서를, 일본에서는 중학교 1종, 고등학교 2종의 교과서를, 미국에서는 중등학교 3종, 고등학교 4종의 교과서를 분석하였다. 한국의 중학교 2종 과학 교과서는 2007년 개정 교육 과정에 의해 개발된 교과서로 전체 17종의 중학교 과학 교과서 중에서 선택률이 1, 2위에 해당하는 교과서이며, 이 두 교과서의 점유율을 합하면 30%에 이른다. 한국의 고등학교 3종 과학 교과서는 현재 총 12종의 고등학교 과학교과서 중에서 선택률이 상위 1, 2, 3위에 해당하는 것으로, 이 세 종의 점유율은 70%에 이른다. 따라서 이 다섯 종의 과학 교과서는 한국 중등학교 과학 교과서를 대표한다고 볼 수 있을 것이다.

표 1. 지구온난화 교육 교재 분석 준거(틀)

	교재 개관	지구온난화 교재 내용 분석						
		원인	다루는 내용(범위)	결과(영향)	해결 방안	활동	그림(도표)	기타
설명	교재 전반에 대한 설명	원인을 어떻게 다루는가	어떤 내용 또는 사실을 다루고 있는가	결과 및 영향을 어떻게 다루는가	어떠한 해결책을 제시하는가?	활동이 있다면 어떤 활동인지에 대한 내용	제시하고 있는 시각자료에 대한 설명	이외의 기타 사항
내용 예시	- 교재 제목 - 출판년도 - 대상 - 성격 - ...	- 인위적, 자연적?	- CO ₂ - 평균기온 변화 - 온실기체 - 국제협약	- 인류에게 미치는 영향 - 자연에 미치는 영향	- 개인적 노력 - 공동의 노력 - 지구적 노력	- 목적 - 내용 - 방법	- 자료 각각에 대한 자세한 설명 - 스캔한 자료 첨부	

일본은 중학교의 경우 “미래를 여는 사이언스”라는 중학교 과학 교과서를 분석하였고, 고등학교는 이과종합 A와 이과종합 B라는 과학 교과서를 분석하였다. 이 이과종합 A, B의 선택률은 일본 고등학교 과학 교과서 전체 선택률의 50% 이상을 차지하고 있는 교과서로 역시 일본 과학 교과서를 대표한다고 볼 수 있다. 마지막으로 미국의 경우는 50여개의 주별로 교육 형식이 다르고, 특정한 교과서가 정해져 있는 교육을 하고 있지 않기 때문에 본 연구에서는 미국의 연구자가 소속되어 있는 인디애나주에서 과학 교과서로 상대적으로 많이 사용되고 있는 중학교와 고등학교 교재를 연구 대상으로 선정하여 분석하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 지구온난화의 원인

세 국가의 중등학교 과학 교과서에 나타난 지구온난화의 원인을 보면, 한국의 경우는 중학교 2종, 고등학교 3종의 교과서 모두 지구온난화의 원인에 대한 과학적인 설명에서는 온실 기체를 언급하고 있었고, 이 온실 기체가 발생하고 대기 중에 그 농도가 높아지게 된 직접적인 원인을 인간의 활동으로 제시하고 있다. 특히 인간의 활동 중에서도 산업 혁명 이후 화석 연료 사용의 급증을 지구온난화의 큰 원인으로 제시하고 있다.

일본의 경우, 지구온난화의 원인을 인간의 활동에 의한 것이라고 설명하고 있는 교과서는 중학교 교과서와 고등학교 C 교과서였다. 고등학교 B 교과서의 경우 이산화탄소 등 온실 가스에 의한 온실 효과를 설명하고는 있지만, 이러한 온실 가스를 대기 중에 배출시키고, 증가시키는 직접적인 원인이 무엇인지를 언급하고 있지 않았다. 하지만 온실 가스 배출의 원인을 설명하고 있는 나머지 두 교과서의 경우에는 석탄 연료 기반의 발전 시설이나 공업 발달에 따른 온실 기체 증가 등을 제시함으로써 지구온난화가 인간의 활동에 의한 것임을 제시하고 있었다.

마지막으로 미국 중등학교 과학 교과서 총 7종 가운데에서 온실 효과로 인한 지구온난화를 다루고 있는 교과서가 2종이 있었다. 하지만 이 두 종의 교과서는 일본의 교과서와 같이 온실 가스에 의한 온실 효과를 설명하고는 있지만, 이러한 온실 가스를 대기 중에 배출시키는 원인에 대해서는 언급하고 있지 않았다. 주목할 만한 교과서는 미국의 중학교 B 교과서인데, 이 교과서는 장기간의 지구 역사 속에서 지구의 기후가 변화하고, 빙하기와 간빙기가 도래함을 설명하고 있으면서도 인간의 활동에 의해 지구온난화가 가속화 될 수 있음을 설명하고 있다. 미국의 다른 교과서들이 이러한 설명을 하고 있지 않기 때문에 미국의 모든 교과서가 바람직하다고 할 수는 없지만 이 교과서는 지구온난화의 원인을 가장 균형있는 시각으로 다루고 있다고 할 수 있다.

이상의 결과를 통해서 세 국가의 중등학교 과학 교과서에 제시되어 있는 지구온난화의 원인을 비교해 보면, 한국의 경우 온실 가스에 의한 지구온난화 현상을 과학적으로 제시함과 동시에 온실 가스 배출의 가장 큰 원인이 인간의 활동 때문임을 제시하고 있었다. 이러한 설명은 지구온난화의 원인으로 논의되고 있는 자연적인 원인이 배제된 설명 방식이라고 할 수 있다. 일본의 경우에는 온실 가스에 의한 지구온난화 현상을 제시하고 있었지만 일부 교과서의 경우에는 온실 가스 배출의 원인이 무엇인지까지는 나아가지 않고 있었다. 미국의 경우에는 상대적으로 지구온난화의 원인과 관련된 내용을 다루고 있는 교과서가 적었고, 다루더라도 가치가 배제된 기후 그 자체에 대해 다루는 경향이 있었다. 물론 앞서서도 설명한 것처럼 중학교의 한 교과서에서는 지구온난화의 인위적, 자연적 원인을 모두 다루는 바람직한 형태도 존재하고 있었다.

이렇게 각 국가의 중등학교 과학 교과서에서 지구온난화의 원인을 제시하는 방식이 다르게 나타나는 이유는 한국의 경우 고등학교 과학 교육 과정에 “환경” 영역이 별도로 구성되어 있고, 그 영역에서 지구 환경 문제로 지구온난

화를 다루도록 되어 있어서, 지구온난화의 원인도 상세하게 다루고 있는 반면, 미국의 경우에는 별도의 교육과정이 정해져 있지 않기 때문에 지구온난화 및 그 원인에 대해서 구체적으로 다루고 있지 않다고 해석할 수 있다. 한국의 중학교 과학의 경우에는 교육 과정에 명시적으로 지구온난화의 원인을 다루도록 되어 있지 않음에도 불구하고, 다른 영역에서 지구온난화와 관련된 내용을 다루고 있고, 그 원인을 인간의 활동에 의한 것으로 제시하고 있어서, 한국이 다른 나라에 비해서 지구온난화의 원인의 설명에 있어서는 적극적임을 알 수 있다.

하지만 지구온난화의 원인을 인위적인 것 위주로 설명하고 있는 한국과 일본의 과학 교과서 모두 지구온난화의 원인이 자연적인 현상일 수도 있다는 측면에 대해서는 언급하고 있지 않아서 지구온난화를 객관적으로 접근하거나

아니면 자연적인 원인과 인위적인 원인을 모두 다루는 미국의 교과서에 비해서는 지구온난화 원인의 한 측면만 부각하고 있다는 문제점을 가지고 있다고 할 수 있다. 다른 책도 아니고, 교과서라면 논쟁이 되는 내용에 대해서는 다양한 논쟁의 주체가 되는 입장을 충분히 설명하고 이해할 수 있도록 내용을 제시하던지 아니면 논란이 되는 내용을 제시하지 않는 것이 타당할 텐데, 한국과 일본 모두 그러한 부분에 있어서는 부족하다고 할 수 있는 것이다. 각국의 중등학교 과학 교과서에 제시된 지구온난화의 원인 내용을 정리한 것은 표 2와 같다.

2. 지구온난화 내용(범위)

세 국가의 중등학교 과학 교과서에 제시한 지구온난화 내용을 전반적으로 분석해 보면, 한

표 2. 각국의 중등학교 과학 교과서에 제시된 지구온난화의 원인

국가	학교급	교과서	지구온난화의 원인
한국	중학교	A	- 온실 가스에 의한 온실 효과 - 인간의 활동이 온실 효과를 가속화 시키는 것으로 설명 - 이미 존재하는 온실 가스의 출처는 밝히지 않음
		B	- 온실 가스에 의한 온실 효과 - 인간의 화석 연료 사용을 예로 들어서 인간이 직접적인 원인임을 나타냄
	고등학교	A	- 온실 가스에 의한 온실 효과 - 활발한 산업활동, 화석 연료 소비 증가(원인을 인간의 활동으로)
		B	- 온실 가스에 의한 온실 효과 - 인간활동과 메탄의 농도 변화, 온실 기체 배출원(인간의 활동을 부각)
		C	- 온실 가스에 의한 온실 효과 - 산업혁명으로 화석 연료 사용 증가(원인을 인간의 활동에)
	일본	중학교	A
고등학교		B	- 이산화탄소, 메탄, 프레온가스, 수증기 등의 온실 가스에 의한 온실 효과
		C	- 공업 발달에 의해 온실 가스 배출량이 늘어나고, 이로 인한 온실 효과
미국	중학교	A	- 온실 효과와 기후
		B	- 오랜 역사적 시간동안 천천히 변화하는 기후 - 인간의 활동에 의한 지구온난화
		C	- 다루지 않음
	고등학교	A	- 온실 효과와 기후
		B	- 온실 가스에 의한 온실 효과
		C	- 다루지 않음
		D	- 다루지 않음

국 고등학교의 경우 온실 기체의 종류, 온실 효과가 발생하는 과정, 온실 효과의 영향, 해결 방안 등을 체계적으로 다루고 있는 반면, 중학교 교과서에서는 온실 효과의 원인인 온실 가스와 그로 인한 피해 등을 간단하게 다루고 있었다. 같은 국가의 과학 교과서임에도 불구하고 중, 고등학교에서 지구온난화를 다루는 범위가 이렇게 차이가 나는 가장 큰 이유는 앞에서 논의한 것처럼 고등학교의 경우 교육 과정에서 지구온난화를 다루도록 명시되어 있는 반면 중학교는 그렇지 않기 때문이다. 이러한 현상은 국가 주도의 교육과정을 운영하고 있는 교육 방식의 한계라고 할 수 있는데, 우리나라와 같이 국가 주도의 교육 과정을 운영하는 경우에 교육 과정이 포함된 내용은 학생 전체에게 교육된다는 장점을 가지지만, 교육 과정에 제시되지 않는 내용의 경우 그 내용이 아무리 가치롭고 교육적이라 하더라도 학교에서 교육되기 힘들다는 한계점을 가지는 것이다.

일본의 경우에는 중학교 A 교과서와 고등학교 B 교과서의 경우에 지구온난화와 관련된 내용 전반을 다루고 있고, 고등학교 C 교과서의 경우에는 간단한 활동만을 제시하고 있다. 미국 교과서의 경우에는 온실 효과나 지구온난화에 대해서 간단하게 다루는 교과서가 있었지만 전반적으로 지구온난화 현상을 많이 다루고 있지는 않았다. 이렇게 미국이 지구온난화와 관련된 내용을 많이 다루고 있지 않은 이유는 지구온난화와 관련된 사실들이 아직까지 논란의 여지가 있고, 그 영향과 해결 방안 등은 과학 교과서에서 다룰만한 성격이 아니라는 판단 때문으로 판단된다. 과학 교과서에서 다루어야 하는 내용은 오랜 시간동안 검증되어 사실로 밝혀진 내용들에 한정하는 경향이 특히 강한 과목이기 때문에 아직까지 과학적인 논쟁이 남아있는 지구온난화와 관련된 내용을 미국의 교과서에서는 적극적으로 다루고 있지 않은 것으로 해석할 수 있는 것이다. 각국의 중등학교 과학 교과서에 제시된 지구온난화의 내용과 범위를 정리한 것은 표 3과 같다.

3. 지구온난화의 결과 및 영향

과학 교과에서 지구온난화와 관련된 내용을 다룰 때, 지구온난화 현상이 일어나는 원인과 그 과정까지만을 다루는 경우가 많은데, 그 이유는 지구온난화 현상에서 현재까지 과학적으로 검증되고, 많은 전문가들이 합의한 사실은 온실 기체가 온실 효과를 발생한다는 사실뿐이기 때문이다. 다시 말해 지구온난화가 인간에 의해서 발생되었다거나, 지구온난화 결과로 지구나 인류에 어떠한 피해가 발생할 것이라거나 하는 것들은 잠정적으로 예측한 결과이지, 과학적으로 검증되었다고 말하기는 힘든 것이다. 그렇기 때문에 세 국가의 과학 교과서에는 지구온난화의 결과와 영향에 대해서는 다른 영역에 비해서 상대적으로 적게 다루고 있었다.

하지만 그럼에도 불구하고 우리나라의 경우에는 지구온난화의 결과로 기상 이변이나 해수면 상승, 생태계 변화를 언급하고 있었는데, 이는 일본과 미국에서 지구온난화로 발생할 결과를 구체적으로 다루지 않은 것과 비교되는 부분이었다. 지구온난화 현상에는 수없이 많은 영향이 있을 수 있고, 그 과정에서 아직까지는 예측하기 힘든 결과들이 일어날 수 있다는 것을 고려하였을 때, 철저히 과학적 검증이 이뤄지지 않은 내용을 과학 교과서에서 언급하는 것은 바람직하지 않은 것으로 볼 수 있다.

과학 교과서에서 아직까지 검증되지 않은 이러한 결과를 언급하는 것이 학생들에게는 혼란을 줄 가능성이 있기 때문에 지구온난화의 결과와 영향을 과학 교과서에서 다루는 것은 일본 교과서에서 시도한 것처럼 학생들로 하여금 그 결과로 예상되는 것들을 직접 찾아보게 하는 열린 활동 정도가 적합할 것으로 판단된다. 각국의 중등학교 과학 교과서에 제시된 지구온난화의 결과와 영향을 정리한 것은 표 4와 같다.

4. 지구온난화의 해결방안

지구온난화의 해결방안에 대해서는 중등학교 과학 교과서에 지구온난화를 해결하기 위한

표 3. 각국의 중등학교 과학 교과서에 제시된 지구온난화의 내용

국가	학교급	교과서	지구온난화 내용(범위)
한국	중학교	A	- 온실 가스, 온실 효과로 인한 피해 - 온실 효과가 가속화 되는 원인, 해결 방안
		B	- 온실 가스, 온실 효과로 인한 결과 및 피해, 해결 방안
	고등학교	A	- 온실 기체 종류, 대기 중 농도, 온실 효과 기작 - 지구 기온 변화와 해수면의 변화 - 국제적 대응인 기후 변화 협약 - 기후 변화로 발생될 결과(해수면 상승 등)
		B	- 온실 기체 종류, 온실 기체별 기여도, 온실 효과 기작 - 지구 기온 변화와 해수면의 변화 - 국제적 대응인 기후 변화 협약 - 기후 변화로 발생될 다양한 영향(해수면 상승 등)과 대책
		C	- 온실기체 종류, 온실 효과 기작 - 지구의 평균 기온 변화와 해수면 상승
일본	중학교	A	- 온실 기체, 평균 기온 변화, 온실 효과의 기작, 국제 협약 - 프레온 가스에 대한 언급
	고등학교	B	- 온실 기체 종류, 온실 효과 기작, 이산화탄소의 대기 중 농도에 대한 의미 - 이산화탄소 농도 증가 원인(대량의 화석 연료 사용과 녹지의 감소) - 평균 기온 변화, 세계적 규모의 배출 규제
		C	- 지구온난화에 대한 보고서 작성 - 기상청, 환경청 등의 홈페이지에서 현재 정보 취득 방법 제시
미국	중학교	A	- 지구온난화에 대한 간단한 설명 - 지구온난화 현상을 한낮의 자동차 내 온도 상승과 비교하여 설명
		B	- 인간의 활동과 기후 변화 - 기후 변화의 영향, 기후 변화 예측
		C	- 다루지 않음
	고등학교	A	- 온실 효과 기작, 온실 기체
		B	- 탄소 순환과 온실 효과와의 관계
		C	- 온실 효과 기작, 온실 효과와 지구온난화의 차이
		D	- 다루지 않음

표 4. 각국의 중등학교 과학 교과서에 제시된 지구온난화의 결과

국가	학교급	교과서	지구온난화의 결과(영향)
한국	중학교	A	- 기상 이변(가뭄, 홍수), 해수면 상승
		B	- 해수면 상승, 사막화, 폭설, 홍수 등의 기상 이변
	고등학교	A	- 해수면 상승(국토의 잠식)
		B	- 기후 변화(강수량 등), 해수면 상승으로 인한 영향, 기후와 생태계 변화
	C	- 해수면 상승	
일본	중학교	A	- 다루지 않음
	고등학교	B	- 다루지 않음
		C	- 보고서 활동으로 열린 질문
미국	중학교		- 다루지 않음
	고등학교		

구체적인 방안이 제시되었는지와 제시되었다면, 그 해결 방안이 개인적인 차원에서의 해결 방안인지 아니면 국가 수준에서의 해결 방안인지를 구분하여 분석하였다. 지구온난화를 발생시키는 것이 온실 가스에 의한 것이라는 것은 이미 과학적으로 밝혀진 사실로 볼 수 있기 때문에 지구온난화를 해결하기 위한 방안은 온실 효과를 줄이는 것임은 당연한 사실이라고 할 수 있다.

한국의 과학 교과서의 경우에는 지구온난화를 해결하는 방안으로 숲의 보전, 화석 연료 사용 감소, 국가의 정책적 노력, 국제협약, 대체 에너지 개발, 생활 속 실천 등 다양한 방안을 제시하고 있다. 이 방안들은 개인적인 실천과 국가 및 지구 규모의 실천까지를 포함하고 있다. 반면에 일본의 경우에는 지구온난화 해결 방안을 제시하고는 있지만 지구 규모에서 온실 가스 배출 규제 방법과 국제협약 만을 제시하고 있고 그러한 내용도 이미 실시하고 있는 사실 위주로 제시하고 있었다. 이는 과학 교과서의 성격이 과학적인 사실을 전달하는 것이라는 측면에 충실한 것으로 볼 수 있는데, 이러한 면에 비추어 보면 우리나라 과학 교과서는 개인적, 국가적, 지구적으로 앞으로 무엇 무엇을 해야 한다는 선언적인 내용들이 많이 포함되어 있음을 알 수 있다. 다른 영역들과 마찬가지로 미국

의 과학 교과서는 지구온난화 해결 방안과 관련된 내용이 포함되어 있지 않았다. 각국의 중등학교 과학 교과서에 제시된 지구온난화의 해결 방안을 정리한 것은 표 5와 같다.

5. 지구온난화 관련활동

지구온난화와 관련된 활동 분석을 한 의도는 교과서에 단순히 지구온난화와 관련된 내용이나 사진 등을 제시하는 것을 넘어서 관련 내용을 학습자가 내면화 할 수 있는 활동이 제시될 때 교육 효과가 높아질 수 있기 때문이다. 따라서 잘 구성된 교과서라면 지구온난화와 관련된 내용을 학습자들의 활동을 통해 학습할 수 있도록 구성하였을 것이라 예상하였다.

각 나라의 교과서의 지구온난화 관련 활동을 분석한 결과, 우리나라와 미국은 관련 활동이 풍부하였고, 일본은 관련 활동이 거의 제시되지 않았다. 일본은 고등학교 교과서 한 종에서만 보고서를 작성해 보는 간단한 활동이 제시되었을 뿐이었다. 우리나라 교과서의 경우에는 교육 과정 상에 지구온난화를 다루도록 명기되어 있지 않은 중학교 교과서에는 학습자를 위한 활동이 제시되어 있지 않았다. 하지만 교육 과정 상에 지구온난화를 교육하도록 되어 있는 고등학교 과학 교과서의 경우에는 자료 해석,

표 5. 각국의 중등학교 과학 교과서에 제시된 지구온난화의 해결방안

국가	학교급	교과서	지구온난화 해결 방안
한국	중학교	A	- 열대 우림의 보전
		B	- 화석 연료 사용을 줄이는 실천, 국가의 정책적인 노력(저탄소 녹색 성장)
	고등학교	A	- 국제협약(기후 변화 협약), 실생활 속에서의 실천 - 삼림 조성, 대체 에너지 개발
		B	- 국제 협약을 통한 규제 - 에너지 사용 경감, 대체 에너지 개발 등
		C	- 활동을 통해 해결 방안을 찾는 활동
일본	중학교	A	- 세계적 규모의 온실 가스 배출 규제
	고등학교	B	- 국제 협약에 의한 세계적 규모의 온실 가스 배출 규제
		C	- 보고서
미국	중학교		- 다루지 않음
	고등학교		

놀이, 토의, 생각해보기 등 다양한 활동이 제시되어 있었다. 특히 고등학교 B 교과서의 경우에는 데이터를 해석해 보는 자료 해석과 해석한 자료를 바탕으로 토의해 본 후 미래를 예측해 보는 일련의 과정을 제시하고 있어서, 지구온난화 교육의 전반적인 내용을 활동 위주로 다루고 있었다. 이러한 자료 해석과 분석, 토의, 미래 예측은 과학 교과서에서 다룰만한 활동으로 판단된다.

하지만 다른 교과서인 고등학교 A, C 교과서의 경우에는 지구온난화를 해결할 수 있는 방안을 찾아보는 놀이라든지, 해수면 상승의 원인을 막기 위한 법을 생각하는 등의 활동과 같이 과학 교과서에 다소 적합하지 않은 활동이 제시되어 있었다.

미국의 경우, 앞에서 논의한 것과 같이 지구온난화와 관련된 내용이나 원인과 결과 등에 대해서는 상대적으로 그 설명이 적었다. 하지만 활동 부분에 있어서는 다른 두 국가의 경우보다 그 질이 더 높음을 알 수 있었다. 미국의 중학교, 고등학교 과학 교과서에서는 학생들이 스스로 자료를 찾고, 논의하고, 행동하는 활동을 통해서 지구온난화와 그 현상이 가지고 있는 다양한 쟁점을 스스로 찾아볼 수 있도록 구성되어 있었다. 이러한 방식은 한국이나 일본의 방식보다 학습자 중심적인 교육이라는 측면에서 의미있는 접근 방식이라고 할 수 있다. 각국의 중등학교 과학 교과서에 제시된 지구온난화와 관련된 활동을 정리한 것은 표 6과 같다.

표 6. 각국의 중등학교 과학 교과서에 제시된 지구온난화 관련 활동

국가	학교급	교과서	관련 활동	
한국	중학교	A	- 생각해 보기 활동	
		B	- 다루지 않음	
	고등학교	A	- 지구의 기온 변화와 해수면 변화 해석하기 - 지구 온난화 원인과 해결 방안을 찾아보는 놀이	
		B	- 온실 효과 기사 해석 - 지구의 온실 효과에 영향을 주는 대기 성분(이산화탄소 변화와 평균 기온 변화, 메탄 농도 변화) 자료 해석하기 - 삼화를 보고 온실 기체가 배출되는 원인 지역 파악 - 기온 상승에 따른 해수면 변화와 생태계 변화 예상 - 기후 변화 방지 협약을 보고 다양한 관점에서 토의	
			C	- 해수면 상승의 원인과 막기 위한 방법 생각하기 - 이산화탄소 농도 변화와 지구 평균 기온 변화 자료 해석 - 지구의 기온 변화에 따른 해수면 상승 자료 해석
일본	중학교	A	- 다루지 않음	
	고등학교	B	- 다루지 않음	
		C	- 보고서	
미국	중학교	A	- 세계의 여러 가지 농업이 지구 온난화에 미치는 영향 설명하기 - 가족과 함께 화석 연료 사용을 줄이는 방안 논의하기 - 지구의 기후 변화가 어떻게 일어나는지 추측하기	
		B	- 왜 몇몇 나라에서 온실 기체 배출을 줄이는지 논의하기	
		C	- 다루지 않음	
	고등학교	A	- 나이가 많은 사람들에게 그들의 젊었을 때의 기후 인터뷰하기 - 이 인터뷰 내용과 지금의 기후와 비교하고 논의하기	
		B	- 다루지 않음	
		C	- 화석 연료를 줄일 수 있는 방안 찾기 - 왜 화석 연료를 줄여야 하는지 이야기해 보기	
			D	- 다루지 않음

6. 지구온난화 관련 그림 및 도표

각 국의 중등학교 과학 교과서에서 지구온난화와 관련된 그림 및 도표를 분석한 결과, 미국 교과서의 경우 관련 그림이나 도표가 제시되어 있지 않았다. 한국과 일본 교과서에는 지구온난화와 관련된 도표가 제시되어 있었는데, 그 성향이 다르게 분석되었다. 한국 교과서의 경우에는 지구온난화의 결과 및 피해 자료로 활용되는 사막화, 가뭄 피해 사진, 빙하가 녹는 사진 등을 적극 활용한 반면 일본 교과서에는 지구온난화를 과학적으로 설명하기 위한 그림과 도표만을 제시하고 있었다. 물론 한국 교과서의 경우에도 지구온난화를 과학적으로 설명하기 위한 그림과 도표를 사용하고 있는 것은 사실이지만 일본의 경우에는 이러한 그림과 도표가 전혀 없었다.

이는 한국의 과학 교과서의 경우에는 지구온난화와 관련된 과학적인 사실을 전달하는 것을

넘어서 학습자에게 그로 인한 피해와 해결을 촉구하는 마음을 가질 수 있도록 의도한 것으로 판단된다. 하지만 일본 과학 교과서는 관련 그림과 도표를 사용함에 있어서도 철저하게 과학적인 사실을 효과적으로 전달할 수 있는 것에만 초점을 맞추었다고 볼 수 있는 것이다. 각국의 중등학교 과학 교과서에 제시된 지구온난화와 관련된 그림과 도표를 정리한 것은 표 7과 같다.

IV. 결 론

지금까지 한국, 일본, 미국의 중등학교 과학 교과서에 나타난 지구온난화 관련 내용을 정리하였다. 이상의 내용을 종합해 보면, 미국의 경우 지구온난화와 관련된 내용을 교과서 상에서 극히 일부분만을 다루고 있음을 알 수 있었다. 하지만 그 내용을 다루는 방식에서 가능한 객관적인 사실만을 다루려고 하거나, 다양한 관

표 7. 각국의 중등학교 과학 교과서에 제시된 지구온난화 관련 그림

국가	학교급	교과서	관련 그림(도표)
한국	중학교	A	- 그림 : 열대 우림 파괴로 인해 사막화 되고, 지구온난화가 진행되는 모습을 나타내는 삽화
		B	- 지구온난화를 이해할 수 있는 이야기 삽화 제시
	고등학교	A	- 그림 : 온실 효과 기작을 나타내는 그림, 1956년 풍광 언 한강의 모습, 녹고 있는 남극의 빙하, 사막화된 사헬 지역, 수몰 위기에 있는 몰디브 섬 - 도표 : 연도별 이산화탄소와 지구 평균 기온 변화, 연도별 해수면의 변화
		B	- 그림 : 온실 효과 과정, 온실 기체를 배출하는 배출원 사진, 빙하가 녹아서 생긴 호수 사진, 가뭄 피해를 받는 지역의 사진
		C	- 그림 : 물에 잠기는 산호초, 온실 효과 기작을 나타내는 그림, 온실 효과를 일으키는 기체 - 도표 : 연도별 해수면 상승, 연도별 기온과 이산화탄소 농도, 연도별 평균 기온과 평균 해수면 높이
	일본	중학교	A
고등학교		B	- 온실 효과 기작에 대한 그림, 연도별(1960~1997) 화석 연료 사용량과 이산화탄소 농도의 변화 그래프
		C	- 화력 발전소 사진, 석유 화학 공장 사진, 이산화탄소 배출량의 연도별 변화 그래프, 대기중 이산화탄소 농도의 연도별 변화 그래프, 지구의 평균기온의 연도별 변화 그래프
미국	중학교		- 다루지 않음
	고등학교		

점이 존재하는 내용에 대해서는 가능한 다양한 관점을 모두 다루려고 한 부분, 그리고 학습자의 활동을 중심으로 해당 내용을 전달하려고 한 부분은 그 의미가 크다고 할 수 있다. 미국이 지구온난화 교육에 대해서 이러한 특징을 보이는 이유는 지구온난화와 관련된 내용이 아직 과학적으로 확고하게 정립되었다고 말하기 힘들기 때문에 아직 가설적인 내용 자체를 교과서에서 직접적으로 다루지 않고, 가능한 학습자가 직접 내용을 조사하고 쟁점을 탐구하는 형식으로 접근한 것이라고 해석할 수 있다. 이에 반해 일본과 한국의 경우에는 과학 교과서 상에서 많은 분량으로 지구온난화 관련 내용을 다루고 있지만, 지구온난화의 원인과 결과, 해결방안 등의 제시에서 현재 논쟁 중에 있는 내용 중 한쪽 측면만을 부각하는 경향이 있음을 알 수 있다.

이렇게 우리나라 과학 교과서에서 지구온난화와 관련된 내용을 지금과 같은 방식으로 다루는 것이 바람직하다고 판단할 수는 없는 이유 앞서 논의한 것처럼 지구온난화의 원인, 과정, 결과, 영향 등은 아직까지 불확실한 부분이 상당 부분 존재하기 때문이다. 이렇게 아직까지는 과학적으로 불확실한 부분이 많이 존재하는 지구온난화와 관련된 내용을 우리나라에서는 교육과정에서 다루도록 하였고, 이러한 결정에 따라서 고등학교의 경우에는 하나의 단원에 들어가게 된 것이다. 이렇게 아직 과학적으로 확실하지 않은 사실을 다루고, 이로 인한 미래 예측과 피해 등을 조사하는 활동을 담은 내용이 과학 교과서에 삽입된 것은 외적으로는 지구온난화 교육을 활발하게 하는 것으로 보여 지기 때문에 좋다고 판단할 수 있을 것이다. 하지만, 과학 교과에서 다루고 있는 기존의 내용들과 표현 방식이나 관련 행동 등이 이질적인 내용이 들어와 있음으로 해서 학습자나 교사에게 반감을 가지게 할 여지도 상당 부분 존재한다. 다시 말하면, 과학교사들의 입장에서는 지금과 같은 방식의 과학 교과 내의 지구온난화 내용은 과학교과에서 다룰 내용이 아닌 것으로

판단할 여지가 충분한 것이다.

이러한 논의가 과학 교과서에서 지구온난화 혹은 기후 변화와 관련된 내용을 다루지 말아야 한다는 의미는 결코 아니다. 지구온난화와 관련된 내용은 과학교과를 포함하여 다양한 교과에서 적극적으로 다루어야 할 내용임이 분명하지만 각 교과는 교과의 특성이 존재하기 때문에 그러한 특성이 잘 반영된 기후 변화 교육을 하였을 때 그 효과가 극대화 될 것이라는 것이다.

따라서 지금 과학 교과에서 지구온난화와 관련된 내용을 다룬다면 과학이라는 교과의 특성에 맞도록 가능한 과학적으로 충분히 검증된 내용을 추출하여 과학과에서 주로 사용하는 교육 방법에 의해서 다룰 필요가 있다. 즉, 과학자들 사이에서도 다양한 논쟁이 제기되는 지구온난화 관련 내용을 다룰 때에는 어느 한쪽 측면만을 다루기보다는 논쟁이 되는 다양한 내용을 공정하게 다루어 주며, 교과서의 내용으로 다루기 힘든 부분은 학생들의 열린 활동으로 보완하는 방식이 바람직하다고 판단된다. 과학 교과에서 지구온난화를 접근하는 것은 환경교과나 사회교과, 도덕교과 혹은 그 이외의 교과들에서 지구온난화를 접근하는 것과는 분명히 차별성을 가져야 하는 것이다.

참고문헌

1. 강금희(역) (2009). **인류가 직면한 최대의 과제 지구 온난화**, (주)뉴턴코리아.
2. 권주연, 문윤섭 (2009). 기후 변화 교육 목표 및 내용 체계 개발, **환경교육**, 22(1), 68-82.
3. 김찬국, 최돈형 (2010). 우리나라 기후 변화 교육의 방향에 대한 고찰, **환경교육**, 23(1), 1-12.
4. 문부성 (2002). **이과종합A**, 계림관.
5. 문부성 (2002). **이과종합B**, 계림관.
6. 문부성 (2006). **미래를 여는 과학**, 계림관.
7. 월드워치연구소 (2009). **기후의 역습**, 영신사.
8. 윤순진 (2009). **학교 기후 변화 교육의 현황**

- 과 과제, **환경교육**, 22(2), 1-22.
9. 정하나, 지준호, 이상원 (2009). 책임윤리학에 기초한 지구온난화 관련 초등 환경교육 교재 개발, **환경교육**, 22(3), 31-48.
 10. 정 철 (2009). 중등 환경 교과서 ‘지구온난화’ 단원에 사용된 시각 이미지 분석, **환경교육**, 22(3), 112-124.
 11. 최돈형, 김찬국 (2008). 우리나라 기후 변화 교육의 현재와 방향에 대한 고찰, **한국환경교육학회 2008년 상반기 학술대회 발표논문집**, 32-36.
 12. American Guidance Service: AGS (2004). *General Science: Grades 6 and 7*, AGS Publishing.
 13. Calvo, T. (2005). *Eath's Atmosphere : 6th and 7th grade edition*, Mcdougal Littell.
 14. Fred, S. & Dennis, T. A. (2008). *Unstoppable Global Warming*, Rowman & Littlefield Publishers, Inc.
 15. Holt, Reinhart & Winston (2005). *Holt Science & Technology by Grade 7*, Indiana Edition.
 16. Ioannis, M. (2006). *Prentice Hall Science Explorer: Earth Science*, Prentice Hall publication.
 17. IPCC (2007). Climate change 2007: The physical science basis, contribution of working group I to the fourth assessment, *Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Technical Summary*. Cambridge: Cambridge University Press.
 18. Kenneth, R. M. & Joseph, S. L. (2005). *Prentice Hall Biology*. Prentice Hall Publishing.
 19. Niepold, F., Herring, D., & McConville, D. (2007). The case for climate literacy in the 21st century. *Fifth International Symposium on Digital Earth June 5th*.
 20. Pickering, S. (2006). Two conferences in the midlands. *Environmental Education Spring 2006*.
 21. Roy, W. S. (2008). *Climate Confusion*, Representatives, LLC, USA.
 22. Staley, Matta & Waterman, W. (2005). *Prentice Hall Chemistry: Indiana edition*. Prentice Hall publishing.
 23. 金森修綿貫子 (2006). 「“エコロジの文化政治”から「平和」を紡ぐ」季刊『軍縮地球市民』2006年秋 No. 6.
 24. 加藤, 秀俊(編) (1991). 日本の環境育. 河合出版.
 25. 加藤 武 (1991). 環境倫理のすすめ. 丸善.
 26. 川本 隆史 社科という試練.
 27. 見田 宗介 (1996). 現代社の理論. 岩波書店.
 28. 佐倉 統 (1991). 現代思想としての環境問題. 中央公論社.
 29. 佐藤 (1999). 育改革をデザインする. 岩波書店.
 30. シティズンシップ究(編) (2006). 시티ズンシップの育. 晃洋書房.

2010년 9월 1일 접수
 2010년 9월 17일 심사완료
 2010년 9월 20일 게재확정