역할극과 토론을 통한 모의 교토의정서 수업이 중학교 영재학급 학생들의 지구적 소양에 미치는 영향

강지원 · 한 신*
한국교원대학교

The effect of mock Kyoto Protocol class which uses role-playing and discussion in middle school gifted class on student's global scientific literacy

Ji-Won Kang · Shin Han*
Korea National University of Education

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the effects which applies teaching program that search solution to prevent global warming in middle school gifted class. This program of total 10 class was theoretical and experimental class and the students presented after collecting the synthetic data about climate-change and roleplayed what they debated to firm their country's opinion about Kyoto Protocol. Finally, students as policymaker made mock Kyoto Protocol by discussion. Impression papers and images about climate-changes was made by students in last class. In discussion of making up mock Kyoto Protocol, developed and developing nations had an argument about carbon dioxide emissions because of their economic benefits. In the course of allocating mutual CO_2 reduction, they needed yield and negotiation among nations. Although they mainly took passive position about CO_2 reduction, atmosphere that all the country make greater effort for the future global environment was formed. Like this, students had more concepts over climate change by making mock Kyoto Protocol. And they could equipped global scientific literacy and responsibility by participating in social decision making process of solving global environmental issues.

Key words : gifted class, climate-change, discussion, Kyoto Protocol

Ⅰ. 서 론

논리적, 비판적 사고 능력을 계발하고 창의적으로 문제를 해결하는 능력을 함양하는 것이 과학 영재교육의 중요한 목표 중의 하나이다. 과학 분야에 뛰어난 능력을 지닌 학생을 조기에 발굴하여 그 능력을 최대한 계발할 기회를 제공하는 것이 학습자의 자아실현을 위해 중요하며, 21세기 지식 정보화 사회에 국가 경쟁력 강화를 위한 창의적 인재 양성이 국가적 차원에서도 필요하므로 과학 영재교육의 필요성이 강조되고 있다(김경대 등, 2006). 국내에서 과학 분야 영재를 위한 교육 프로그램은 전국 대학교 부설 영재교육센터와 과학고등학교를 중심으로 실시되어 왔다. 현재 영재교육에 대한 수요의 증가로 전국에 많은 영재학급이 운영되고 있으나 영재교육에 대한 지도교사의 이해 부족과 연수 내용의 부족으로 많은 영재교육 프로그램의 개발이 필요한 실정이다. 영재교육을 수행하는 교사들은 과학 영재교육 프로그램을 개발할 시간이 부족하고 영재교육을 수행할 프로그램에 관련해 어려움을 나타내었다. 영재교육 교사는 과학 영재교육 프로그램 개발 및 활용 방법에 대한 연수를 원하며, 이것은 영재교육

* 교신저자 : 한신(geoscience@naver.com)
2010.12.10(접수) 2010.12.18(1심통과) 2010.12.28(2심통과) 2010.12.30(최종통과)

담당 교사가 영재교육을 운영하는데 필요한 프로그램을 많이 요구하고 있다는 것을 나타낸다(이봉우 등, 2008).

과학자의 과학 윤리가 무엇보다도 중요해진 현대의 과학 기술 사회에서 과학, 기술인으로 성장해 갈 학생들이 과학자가 사회에 대해 가져야 하는 책임을 이해하는 것은 과학 영재교육에 있어 필수적이라 하겠다. 따라서 이에 적합한 과학 영재교육 프로그램으로 지구 환경과 관련된 지구계 교육이 적당하다 할 수 있다. 이는 지구계 교육과 환경교육의 목표가 일치하는 부분이 많고, 지구에 대한 소양을 갖추기 위한 내용이 환경에 대한 소양을 갖추기 위한 내용과 같은 가치를 지니고 있기 때문이다.

지구적 소양이란 지구계를 구성하는 여러 하위계들의 상호작용의 영향과 그 과정에 대한 이해를 말하는 것으로, 지구적 소양을 지닌 사람은 정치적인 또는 경제적인 선택을 할 때 그 선택이 지구계와 그 하위계에 미치는 영향에 대해 먼저 숙고하게 되어 결국 지구의 미래에 큰 영향을 미치게 된다. 지구계 교육에서는 지구에 대한 통합적인 이해를 바탕으로 학생들에게 과학적 지식을 습득하게 할 뿐 아니라, 지구의 아름다움에 대한 이해와 지구 환경에 대한 책임 의식 함양, 여러 문화에 대한 이해증진 및 다문화에 대한 개방성 등을 갖는 전지구적소양(Global Scientific Literacy)을 함양하는 것을 강조한다(Mayer, 1995).

지구환경시대에 필요하고 갖추어야 할 지구과학적 소양은 지구환경적인 개념과 과정에 대한 지식과 이해 그리고 지구환경에 대한 가치와 윤리 교육의 내용을 포함하는 것이다. 급격히 발전하는 지구환경시대와 과학기술의 사회를 살아가기 위해서는 지구환경과 관련된 지식과 이해가 더 요구되며, 지구환경에 관련된 문제나 쟁점에 관련하여 개인적인 의사결정, 사회적, 문화적 사건의 참여, 경제적 생산성을 위해 필요한 지식과 이해가 더 강조된다. 따라서 하나뿐인 지구환경을 보존하기 위해 지구환경에 대한 심미적인 가치, 책임 의식 혹은 감사 의식에 대한 내용이 포함되어 교육되고 있다.

Mayer(1995)는 지구에서 일어나는 과정과 환경문제 사이의 관계, 예를 들어오존 감소나 지구 온난화 등에 대한 과학적 증거가 증가함에 따라 지구 과학 교육 학계도 우리의 행성에 대한 지식을 늘려 나가도록 교육 프로그램을 개발해야 할 것이라 주장했다. 그는 미래의 과학교육은 지난 100년간 거의 고려하지 않은 지구 환경 및 사회 문제에 대해 관심을 보여야 할 때가 왔다고 주장했다. 지구환경 문제에 대해 전 세계적으로 많은 관심을 갖고 있는 분야는 기후 변화와 관련된 것이라 할 수 있다. 기후 변화의 가장 큰 원인은 지구온난화로서 이산화탄소 등 온실가스의 배출량 증가가 결정적 역할을 한다는 것이 과학계의 정설이다(김정언, 2005). 한번 배출된 이산화탄소는 대기 중에 머무르는 시간이 50-200년간으로 지금 당장 온실가스의 배출을 멈춘다 하더라도 기후변화는 멈추지 않을 것으로 예상하고 있다(김광구와 윤인주, 2009). 기후 변화 협약 체제는 전 세계에 걸쳐 자원 사용과 경제활동 패턴에 심대한 영향을 미칠 것으로 예상되며, 이러한 파급 효과는 시기와 정도의 차이는 있지만 개도국을 포함한 지구상의 모든 국가들에게 미칠 것이다(김광구와 윤인주, 2009).

학생들은 다양한 지구 환경 문제를 해결하기 위한 활동에 직, 간접적으로 참여해 본 경험이 많지 않다. 따라서 학생들이 학교에서 시행하는 지구 환경교육을 통해 지구 환경 문제에 대해 균형적인 인식과 태도 및 실천적 의지를 가지고 지구 환경 문제를 해결할 수 있는 능력을 기르도록 과학 수업에서 적용 가능한 다양한 지구 환경 교육의 방법과 환경 관련 교수, 학습 자료의 개발이 요구된다. 더불어 학교 현장에서의 지구 환경 교육 활성화를 위해 교사 및 교육 연구자들의 역할과 실질적인 지구 환경 교육의 방향을 제시하기 위한 연구들이 지속적으로 이루어질 필요가 있다(주영 등, 2008).

학생들의 관심을 갖도록 할 수 있는 방법은 바로 학생들이 스스로 문제를 해결할 수 있도록 제시해 주는 것이며, 그와 관련된 활동은 역할극, 토론 학습, 협동 학습을 통해 이루어질 수 있을 것이다.

역할극은 소집단 구성원 간의 언어적 상호작용을 더욱 활발하게 유도하고, 구성원들이 협동하여 과학적 지식을 적용할 수 있도록 해 준다. 과학 역할극은 과학의 본성 이해와 과학-기술-사회의 연관성에 대한 이해를 효과적으로 증진시키기 위한 매개체가 될 수 있다. 여기서 과학 본성의 이해라 함은 과학적 소양을 키우는 것으로 과학 정보의 현명한 소비자 및 합리적인 시민을 육성하는 것을 말한다. 이러한 과학적 소양을 갖춘 사람은 자신의 과학적 지식을 자신의 일상적 의사결정 과정에 적용할 수 있다.

아울러 과학 역할극은 과학의 개념과 흥미를 고취시키기 위해 이루어질 수 있다(홍승호, 2004). 또한 과학 역할극을 실시한 직후 이전에 배운 내용을 이해하고 지식을 적용하는 능력이 향상된다(윤혜경, 2007).

토론학습은 교수자와 학습자 혹은 두 사람 이상의 학습자들이 문답과 대화, 토의와 논쟁의 과정을 거치면서 새로운 지식이나 이론을 습득하거나 특정한 사상, 논쟁점에 대한 의견 및 태도의 변화를 일으킨다. 더 나아가 새로운 지식이나 이론을 바탕으로 문제를 해결해 나가면서 실제적인 행동의 변화를 추구하는 학습활동이다. Kulik & McKeachie (1975)는 메타 분석 연구에서 강의식 수업이 정보 습득이나 낮은 수준의 인지 학습에는 효과적이지만 정보의 파지나 고차원적 인지 학습에는 토론 학습이 보다 효과적이라 하였다. 이는 강의식 수업은 단위 시간 당 전달할 수 있는 정보의 양이 많은 반면, 토론 학습은 학생들의 활동이나 피드백 기회를 많이 제공할 수 있기 때문이다(McKeachie, 1978). 학생들에게 적절한 교육적 환경을 제공한다면, 논의를 통해 하나의 문제를 심도있게 분석하고 탐구할 수 있으며, 자신의 논증을 언어화하는 과정을 통해 효과적인 표현법을 익힐 수 있다. 그리고 상대의 주장과 자신의 주장을 비판적으로 점검하고 평가해 봄으로써 비판적이고 논리적인 사고력을 계발할 수 있다(이하룡 등, 2005).

협동학습은 과학지식, 탐구능력, 학습태도 면에서 긍정적인 효과를 미치며(최영재와 안미경, 2001), 과학 교육에서 경쟁학습이나 개별학습, 전통학습 보다 효과적이며, 과학 성취도, 학습 동기, 수업 태도에 걸쳐 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(임희준 등, 1998). 동료간의 긍정적인 상호의존성을 바탕으로 하는 협동학습에서 소집단 구성원들은 주로 언어적 상호작용을 통해 학습의 기회를 증진시킨다. 이러한 언어적 상호작용은 학생들의 적극적인 참여를 유도하고, 자신의 생각을 공식화하고 구조화할 수 있는 기회를 제공한다(Kagan, 1986).

그러나 지금까지 학교 현장에서 적용할 수 있는 '지구계' 주제 중심의 지구과학 프로그램 개발은 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다(이효녕과 권영륜, 2008). 따라서 본 연구는 지구계 교육의 일환으로 모의 교토 의정서 작성에 관한 프로그램을 개발하고, 그 프로그램을 활용하여 인간 활동에 의한 지구 기후 변화 방지를 위한 올바른 과학적 지식과 함께 과학과 관련된 사회적 의사결정 과정에 참여해 봄으로써 지구적 소양을 함양하는데 어떤 효과가 나타나는지를 알아보고자 한다. 본 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 모의 교토의정서 프로그램을 통해 영재학급 학생들의 기후변화 개념에 어떠한 영향을 미치는가?

둘째, 기후변화 개념 활동 후 영재학생들이 그린 이미지 자료와 영재학급 학생들이 가진 선행 지식과의 관계는 어떠한가?

셋째, 영재 학급 학생들이 인식하는 미래 지구 환경 문제는 어떠한가?

Ⅱ. 연구 방법 및 절차

1. 연구 방법

본 연구에서는 영재학급 학생들의 지구적 소양을 고취시키기 위해 모의 교토의정서 작성 프로그램을 마련하였다. 프로그램은 학생들의 과학적 지식 내용과 지구에 대한 바른 이해와 태도를 바탕으로 한 지구적 소양을 갖추도록 하였다. 학생들의 사고 변화 측정은 사전 사후 개념도와 이미지를 분석하여 학생들이 가지고 있는 과학적 지식을 분석하였고 기후 변화에 관한 소감문, 기후변화에 대한 이미지 표현 및 역할 극 시나리오 및 토론 과정을 지적으로 분석하였다.

모의 교토의정서를 작성하기 위해 총 10차시의 수업을 계획하였으며, 프로그램 구성은 그림 1과 같다.

2. 연구 대상

본 연구는 용인시 소재 중학교 부설 영재학급 교육 대상자 2학년 학생 20명을 대상으로 하였으며, 영재학급 학생들의 2009년 1학기 중간 고사 점수 분포는 표 1과 같다. 성적 분포를 보면 90점 이상의 점수를 획득한 학생이 30%로 상위권의 학생 분포가 많고 성적이 낮을수록 학생 수가 줄어드는 형태를 보였다. 성적이 가장 낮은 학생은 경제적으로 형편이 좋지 않은 학생으로 특별전형으로 선발된 학생이지만, 인내심과 끈기가 강하고 영재 학급 생활이 그 학생들에게 매우 긍정적인 영향을 끼치는 것으로 판단된다.

모의 교토의정서 작성 프로그램	
1~2차시	기후변화에 관한 이론 및 실험 수업, 기후변화에 관한 사전 개념도 작성하기
⇩	
3차시	교토의정서에 관한 동영상 시청 및 내용 정리
⇩	
4~6차시	교토의정서 작성을 위한 기초자료 수집 및 발표
⇩	
7~8차시	교토의정서 작성을 위한 국가별 협의내용을 역할극으로 표현하기(시나리오 작성 및 시연)
⇩	
9차시	모의 교토의정서 작성
⇩	
10차시	평가(사후 개념도 작성 및 기후변화에 관한 그림 및 글로 표현하기)

그림 1. 모의 교토의정서 작성 프로그램 구성

3. 연구 절차

먼저 문헌 조사 및 이론적 배경을 조사한 후 연구 대상을 선정하였으며, 연구 목적에 맞는 프로그램의 주제를 선정하여 학습 지도안을 작성하였다. 그 후 영재 교육을 이수하였거나 학교 성적이 상위 90% 이상인 중학교 3학년 학생 5명을 대상으로 예비 검사를 실시하였으며, 예비 검사를 바탕으로 프로그램 지도안을 지구과학교육 박사 과정 1인, 석사과정 2인과 검토를 거쳤다. 그 프로그램 지도안을 바탕으로 중학교 영재학급 2학년 학생을 선정한 후 프로그램을 투입하여 결과를 분석하였다.

4. 연구 분석

기후 변화에 관한 과학적 지식 측정을 위해 개념도와 이미지를 활용하였다. 여기서 개념도는 학생들이 가지고 있는 지식을 최대한 자유로운 방식으로 표현하기 위해 선택한 방법이다. 교사가 평가 문항을 작성하여 제시하는 것은 학생들이 가지고 있는 지식들 중에서 일부분을 측정할 오류가 있고 또한 학생들에게 제시되었던 활동들이 마치 평가 문항을 위한 활동인 양 오해를 불러일으킬 소지가 있기 때문에 프로그램의 취지를 살리고 과학 학습에 대한 긍정적인 마인드를 갖게 하기 위해 교사가 평가 문항을 따로 제작하지 않고 학생들이 알고 있는 개념을 자유롭게 개념도를 활용하여 작성하도록 하였다.

본 프로그램은 개념도를 이용하여 효과적인 학습이 일어날 수 있도록 하는 것이 아니라 학생들이 프로그램 과정을 통해 가지고 있는 지식을 표현하는 방법으로 활용하는 것이기 때문에 개념도 작성에 관한 기술적인 평가를 지양하고 학생들이 지니고 있는 올바른 개념의 종류와 수를 파악하였다.

이미지 분석의 경우 학생들이 기후 변화에 대해 가지고 있는 과학적 개념과 감성적인 측면이 모두 나타났기 때문에 기후 변화에 관한 과학적 개념 형성의 분석에 이용하였고, 분석에 사용된 학생의 경우 이름 대신 그 학생의 영문을 사용하였다.

과학 기술 관련 의사결정 과정에서 사회 지도자가 갖추어야 할 올바른 책임감의 함양을 평가하기 위해 역할극 시나리오와 교토의정서 작성의 토론 과정과 소감문을 질적으로 분석하였다.

Ⅳ. 연구 결과 및 논의

1. 기후 변화 개념

본 연구에서는 프로그램 적용 후 학생들의 지적 변화를 확인하기 위해 개념도를 활용하였다. 개념도 작성 방법을 간단하게 지도하였고 기후변화에 관한 기초 이론과 온실효과에 관한 실험을 실시한 후 사전

개념도를 작성하였다. 이어 국가별 기후변화에 관한 조사 자료를 발표하고 역할극을 실연, 토론을 통한 모의 교토의정서를 작성하는 모든 활동이 끝난 후 사후 개념도를 작성하였다. 학생들의 개념도 내용을 크게 기후변화의 원인과 기후변화의 예, 기후변화의 결과, 기후변화에 대한 해결책으로 분류할 수 있었다.

1) 기후변화의 원인

기후변화에 대한 원인으로 사전 개념에는 11개 종류의 개념이 29건 나타났고, 프로그램 적용 후에는 27 종류의 개념이 104건 나타났다. 사전 개념은 주로 이론 수업과 실험 수업 과정 중에 나온 학습지나 교사의 강의 내용에서 힌트를 얻은 내용으로 이산화탄소와 프레온가스가 다수 나왔으며 도시문제, 화석 연료 사용등을 언급하였다. 사후 개념으로는 온실 가스의 종류가 가장 많이 나왔으며 그중 가장 문제가 되고 있는 이산화탄소의 개념과 메탄, 프레온 가스, 많은 인구, 가전제품 사용, 에너지 소비 증가, 화석연료 사용 등 여러 요인들이 많이 언급되었다. 이러한 이유는 프로그램을 통해 기후 변화의 원인에 대해 학생들 지식이 보다 상세해 지고 다양해진 것을 확인할 수 있다.

2) 기후 변화의 예

기후 변화와 관련된 예를 살펴보면 사전 개념에서는 9 종류의 개념이 43건 나타난 반면 사후 개념에서는 4종류로 21건이 나타났다. 오히려 개념의 종류와 건수가 줄어든 것을 확인할 수 있는데, 이것은 사전 개념에서 기후변화의 예로 타당하지 않은 온실효과, 산성비, 오존층 파괴 등의 개념이 포함되지 않았기 때문인 것으로 해석된다.

3) 기후변화의 결과

사전 개념 조사에서 26종 60건이 나타났고, 사후

표 1. 사전 사후 개념 비교 - 기후 변화의 원인

사 전		
연번	개념	건수
1	공해	2
2	자가용의 증가	1
3	화석연료	1
4	오염	1
5	동물배설물	1
6	도시문제	1
7	온실가스(CO2)	9
8	온실가스(프레온)	10
9	온실가스	1
10	가뭄	1
11	벌목	1
합계		29

사 후		
연번	개념	건수
1	온실가스(이산화탄소)	19
2	온실가스(메탄)	11
3	온실가스(아산화질소)	9
4	온실가스(육불화황)	5
5	온실가스(일산화탄소)	4
6	온실가스(불화탄소)	2
7	온실가스(수소불화탄소)	2
8	온실가스(과불화탄소)	2
9	온실가스(아황산가스)	1
10	물(수증기)	6
11	온실효과	7
12	프레온	13
13	자가용의 증가	3
14	사막화	3
15	벌채	5
16	알베도 증가	1
17	습지노출	1
18	많은 공장	1
19	많은 인구	1
20	가전제품의 사용	1
21	오존층 파괴	1
22	에너지 소비 증가	1
23	화석 연료의 사용	1
24	자연적원인(판구조론)	1
25	(되먹임현상)	2
26	(흑점변화)	1
27	(화산폭발)	2
합계		103

표 2. 사전 사후 개념 비교 - 기후 변화의 예

사 전		
연번	개념의 종류	건수
1	지구온난화	15
2	사막화	3
3	오존층파괴	10
4	엘리뇨 · 라니냐	4
5	온실효과	7
6	산성비	1
7	빙하기	1
8	가뭄	1
9	계절변화(겨울짧아짐)	1
합계		41

사 후		
연번	개념의 종류	건수
1	지구온난화	14
2	엘리뇨 · 라니냐	3
3	이상기후	3
4	사막화	1
합계		21

개념에서 29종 116건이 나타났다. 대체로 기후 변화에 관해 비관적인 결과를 예측하는 학생들이 많았으며, 생태계 변화를 예측하는 학생들도 많이 나타났다. 많은 학생들이 기후 변화의 결과로 나타나는 현상들에 대해 올바른 개념을 가지고 있었으며, 사전, 사후 개념도에서 보는 바와 같이 그 양이 특별하게 늘어난 것을 확인할 수 있었다.

표 3. 사전 사후 개념 비교 - 기후변화의 결과

사 전		
연번	개념의 내용	건수
1	수온상승	1
2	극의 온도상승	1
3	어류 분포 변화	1
4	생태계 변화(생태계 파괴)	3
5	먹이 사슬 붕괴	1
6	생물 멸종	3
7	한대 기후 생물 멸종	2
8	물부족	2
9	경제적 손실(생산파괴, 생산물변화)	1
10	질병(피부암)	6
11	빙하가 녹음	10
12	해수면 상승	8
13	해류의 변화	1
14	섬,대륙 면적 감소(대륙이 잠김)	3
15	환경 파괴	1
16	지구멸망	3
17	세계3차 대전	1
18	재앙(쓰나미)	2
19	재앙(태풍)	2
20	재앙	2
21	폭우	1
22	아프리카의 사막화	1
23	계절변화가 없어짐	1
24	환경문제	1
25	겨울이 짧아짐	1
26	공기가 부족해짐	1
합계		60

사 후		
연번	개념의 내용	건수
1	기온상승	7
2	자연재해	4
3	적조	1
4	태풍	1
5	해류변화	1
6	어업에 피해	2
7	생태계변화(농업-열대작물생산가능)	1
8	생태계변화(어업-열대 어류 발견)	3
9	생태계파괴	15
10	해수면 상승	15
11	육지면적 감소	7
12	빙하가 녹음	15
13	식량감소	2
14	질병증가	2
15	오존층 파괴로 인한 피부암발생	6
16	온실효과	2
17	해류변화	4
18	해충증가	5
19	가뭄	3
20	홍수, 강수량 증가	5
21	태풍	3
22	인명피해	3
23	재산피해	1
24	환경파괴	1
25	산성비	2
26	폭염	1
27	열대야	1
28	사막화	3
29	물부족	1
합계		113

4) 기후변화에 관한 해결책

사전 개념도에서는 2종류 2건의 개념이 나타난 반면 사후 개념도에서는 28종 104건의 개념이 나타났다. 이는 학생들이 역할극에 관한 시나리오를 작성하고 모의 상황에서 교토의정서를 작성하는 과정 중 토론한 내용을 바탕으로 나타난 것으로 보인다. 사전 개념도에서 기후 변화에 관한 해결책이 거의 언급이 되어 있지 않은 것을 볼 수 있었지만, 사후 개념도에서 해결책이 매우 다양하게 제시되어 있고 실제 교토의정서에 나타난 이산화탄소의 감축을 촉진하기 위해 시행되는 교토메커니즘에 관한 개념이 해결책으로서 학생들의 개념도에 상당수 등장하는 것을 알 수 있다.

이상과 같이 기후변화에 관한 개념을 네가지 기준으로 분류하여 분석한 결과 표 와 그림 과 같이 기후변화의 원인과 결과 및 해결책에 관한 과학적 개념이 증가하였고 기후변화의 예가 감소하였지만 이것 역시 과학적으로 옳지 않은 기후변화의 예가 없어진 것이기 때문에 모의 교토의정서 수업이 전반적으로 학생들의 기후변화에 관한 과학적 개념을 학습하는데 효과가 있었다고 판단할 수 있다.

2. 기후 변화에 관한 이미지 분석

글로 표현할 때 나타나지 않았던 잘못된 개념이 이미지 자료에 다수 나타났는데, 이것은 학생들이 새롭게 학습한 내용과 별개로 기존에 인식하고 있던 내용이 무의식중에 표현된 것이라고 판단된다.

1) 과학적으로 올바른 내용의 이미지

그림 2는 인간의 무분별한 벌목으로 인하여 산림이 감소하고 이로 인하여 사막화가 진행되고 있는

표 4. 사전 사후 개념 비교 - 기후변화에 대한 해결책

사 전		
연번	개념의 내용	건수
1	교토의정서	1
2	나무심기	1
합계		2

사 후		
연번	개념의 내용	건수
1	이산화탄소 감축	9
2	배출권거래제(교토메커니즘)	17
3	나무심기	6
4	청정개발체제(교토메커니즘)	6
5	공동이행제도(교토메커니즘)	4
6	교토의정서(실행)	4
7	일본-후쿠다비전	6
8	도쿄작전	1
9	환경보호	2
10	대체에너지	6
11	대체에너지(수소에너지)	2
12	대체에너지(풍력에너지)	4
13	대체에너지(수력발전)	2
14	대체에너지(태양에너지)	3
15	대체에너지(핵발전)	3
16	대중교통이용	2
17	에너지절약	1
18	(온실가스)정화시설설치	1
19	지구환경회복	1
20	식목일부활	1
21	프레온가스 줄이기	1
22	신차개발(하이브리드카)	12
23	디젤엔진	3
24	반도체협약	2
25	기후변화협약 체결	2
26	기술개발	2
27	쓰레기버리지 않기	1
28	국민인식 높이기	3
합계		103

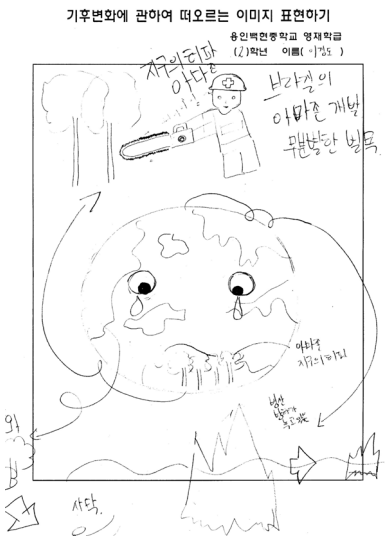

그림 2. LKD 이미지

모습을 담은 그림이다. 한편으로는 빙하가 녹아 빙하의 크기가 줄어든 모습을 볼 수 있다. 아마존 밀림을 지구의 허파로 표현하고 이곳을 지켜야한다는 의지가 보인다. “지구의 허파 아마존” “브라질의 아마존 개발 무분별한 벌목” “빙산, 빙하가 녹고 있는” “사막”이라는 글귀가 적혀 있다. 지구가 눈물을 흘리고 있는 모습을 나타내었고, 주로 지구의 삼림자원의 과다한 소비를 걱정하고 이것이 지구의 환경에 큰 영향을 미치는 것으로 생각하는 것을 알 수 있다.

그림 3은 “한 이누이토가 빙하가 녹아 자기집으로 가지 못하고 있다”라고 씌어져 있다. 빙하 위에 세워진 이글루 주변 얼음이 녹아 있고 얼음 조각 위에 펭귄이 서 있거나 얼음 조각을 붙잡고 있는 모습

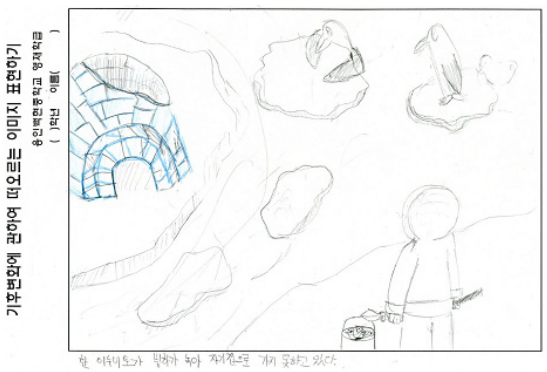

그림 3. WHJ 이미지

이 그려져 있다. 북극의 빙하가 녹아 집으로 갈 길을 찾지 못하고 펭귄이 생활 터전을 잃은 내용을 표현하는 그림이다. 지구온난화로 인하여 인간과 다른 생물의 생활의 어려움을 표현하고 있는 대체로 부정적인 견해를 보이는 그림이다.

2) 잘못된 과학 개념이 나타난 이미지

그림 4는 지구 전역에서 기후변화로 인한 이상현상이 발생하는 것을 표현하고 있다. 아프리카에서는 더위로 지표가 갈라지는 것을 나타내었고, 유럽에서는 산성비로 인한 조각상이 피해를 입는 것을, 북극에서는 빙하가 녹아 내리는 것을, 동남아시아에서는 쓰나미를 표현하였다. 기후변화와 직접적인 연관이 없는 산성비와 지진성 해일인 쓰나미에 대한 잘못된 개념을 가지고 있는 것을 알 수 있다.

그림 5에서는 1월의 기온이 15℃까지 상승하여 현재 겨울에 해당하는 1월에 빨간 단풍이 들었고 5월에는 현재의 여름처럼 기온이 30℃에 이르러 식물의 초록 잎이 무성하게 표현된 그림이다. 특히 위쪽의 그림에서는 나타나지 않은 태양의 모습이 그려져 있는 것으로 보아 지구온난화의 원인 중 태양의 영향을 고려하고 있는 것으로 보인다. 전반적으로 기후변화로 인한 식물의 생태 변화를 나타내었다.

3. 미래 지구 환경의 인식 분석

모의 교토의정서를 작성하는 활동이 학생들의 지구적 소양 함양에 어떠한 영향을 미쳤는지 분석하

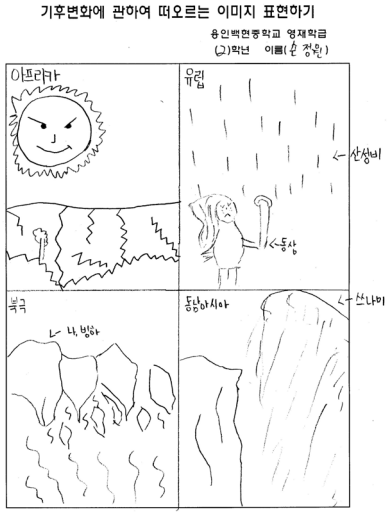

그림 4. SJW 이미지

그림 5. LYJ 이미지

기 위해 프로그램 투입 후 최종적으로 기후 변화에 관해 모의 교토의정서 토론 과정 및 소감문을 분석하였다.

1) 모의 교토의정서 토론 과정 분석

길희 : "아니요, 일단 개발한 사람들은 더 개발을 시키고 다른 나라는 아직 개발이 안됐으니까 개발하려면 오래 걸리잖아요, 시간이. 그러니까 개발한 나라가 아직 개발되지 않은 나라를 도와주면 되잖아요. 그게 더 빠른 거잖아요."

기술력이 뛰어난 선진국에서 에너지를 감축시키는 기술을 개발하여 이를 후진국에 보급하면 되므로 선진국이 기술을 개발할 수 있도록 편안한 환경을 제공하기 위해서라도 선진국의 온실가스 감축목표량을 높게 설정하는 것은 선진국에 부담이 된다는 생각이다. 선진국은 감축 목표량을 개발도상국에 비해 높게 설정해야 한다고 생각하면서도 그 수치를 최대한 줄여보고자 하는 의도가 나타났다. 개발도상국의 입장을 보면

기한 : "산업혁명 때 먼저 산업혁명 된 국가는요 더 많이 감축해야하고요, 또 나중에 산업이 발전해야 하는 나라는요 조금 더 적게 감축하면서요, 그러면서 또 인구가 많은 나라는 더 많이 배출할 거 아니에요, 그러니까 그런 나라는요 더 많이 감축해야 하고요, 그래야 할 것 같아요."

윗글에서 볼 수 있듯이 개발도상국은 그 나라의 산업구조를 인정하여 감축목표량을 선진국보다 적게 설정하고자 하였다. 학생들은 이러한 상황을 인정하는 분위기였다.학생들이 선진국과 개발도상국들의 현실을 감안하면서 최대한 자국의 이익을 챙기려는 모습을 볼 수 있었다. 이를 통해 여러 국가들이 모여 기후변화에 관한 협상을 할 때에 여러 가지 사항들을 고려해야 함을 알 수 있었을 것이다.

학교 과학 교육의 중요한 역할은 주변 사회에서 일어나는 과학, 기술 관련의 실제 문제를 중심으로 과학을 가르침으로써 학생들의 과학-기술-사회를 유기적으로 관련짓도록 도와주는 것(조희형 등, 1994)이라고 하였다. 이를 통하여 학생들은 과학에 흥미를 가질 수 있으며 과학, 기술, 사회에서 발생하는 다양한 문제를 이해하고 해결하는 능력을 가지게 되어 미래 사회의 시민으로서 지녀야 할 유용한 과학 지식과 방법을 체득할 수 있다. Mayer(1995)는 지구계에 대한 기본 지식이 부족한 정치 또는 경제 지도자들은 산성비, 지구온난화, 삼림 황폐화 등과 같은 쟁점에 부딪혔을 때 객관적 판단도 부족하게 된다. 따라서, 미래의 정치 및 경제 지도자들에게 지구환경 문제를 고려한 지구계 교육이 필요함은 당연하다고 하였다. 그러므로 미래 사회를 이끌어갈 영재학급 학생들에게 지구 기후변화를 주제로 한 지구온난화 방지를 위한 모의 교토의정서 작성 프로그램의 투입은 적절하다 할 수 있다. 지구온난화가 사회에 미치는 영향을 이해하고 각 국가별 이해관계의 대립 상황 속에서 해결점을 찾기 위해 토의과정을 거쳐 타협점을 마련하는 활동을 통하여 지구환경에 보다 깊은 관심을 가지게 되었고 미래 사회를 위해 현재를 살아가는 인류의 책임감을 느낄 수 있는 계기를 마련하였으며 그와 관련된 과학적 지식을 구성해 나갈 수 있었다. 지구 환경의 심각한 문제를 초래하는 지구온난화 문제를 이해하고 이를 해결하려는 노력을 통해 학교의 과학교육의 중요한 부분인 과학적 소양을 기를 수 있었다고 판단되어진다.

2) 프로젝트 수행 후 소감문 분석

프로젝트 수행 후에는 학생들에게 프로그램에 대한 소감문을 작성하게 하였다. 소감문 중에서 몇 가지 주목할 만한 내용들을 살펴보면 우선, 교토의정서에 대한 정보를 처음으로 접한 학생들이 많았다. 프로그램의 주제로 제시된 교토의정서라는 명칭이

학생들에게 낯설게 느껴졌던 것 같다.

"모의 교토의정서를 만들거나 역할극을 할 때는 직접 경험을 하는 것이기 때문에 더욱 더 이해가 잘 되고 재미가 있었던 것 같다. 그리고 모의 교토의정서를 만들 때에는 우리 조가 맡고 있는 나라의 경제상황이나 여러 가지를 고려하여 감축 목표량을 정해야 되고 교토의정서의 규정을 비준해야 되서 어렵지만 이해를 하는데 도움이 되었다." (소감문1)

"사실 교토의정서가 있었다는 것도 몰랐다. 이번 프로그램을 통해 교토의정서를 처음 알게 되었다. 나라들끼리 기후협약을 맺고 서로의 감축의무가 있다는 것을 알게 되었다. 나라들끼리 기후 협약을 맺고 서로의 감축 의무가 있다는 것을 어디선가 들었던 적은 있었지만 그게 정확하게 무엇인지 모르고 있었다. 그리고 이제는 교토의정서가 무엇인지 말할 수 있을 것 같다."(소감문7)

이와 같이 교토의정서를 들어 보지도 못한 학생들이 많이 있었고 역시나 환경에 대한 관심도 높지 않았던 학생들에게 지구 환경에 대한 관심을 높일 수 있는 계기를 마련할 수 있었다.

국가별로 기후변화에 관한 자료를 수집하여 프리젠테이션 자료를 스스로 제작하여 발표하고 역할극 시나리오를 작성하여 시연하는 과정이 기후변화의 실례를 접할 수 있는 기회를 제공하고 국가별 분야별 견해를 경험해 보는 계기를 마련하였던 것 같다.

"나는 공장들이 이산화탄소도 많이 만들고 폐수도 많이 나오니까 공장만 조심한다면 지구온난화가 나아질 줄 알았다. 하지만 공장만 줄인다고 되는 것은 아니었다. 일반 가정에서도 공장 못지 않는 폐수와 이산화탄소를 배출하고 있다. 그리고 우리나라 공장들은 더 이상 줄인다면 많은 피해가 오고 우리나라 경제에 큰 타격을 입는다고 했다. 결국 나는 생각했다. 역시 지구문제는 어느 한 쪽에서만 책임지는 것이 아닌 모든 사람이 책임져야하는 것이다."(소감문4)

"교토의정서는 선진국부터 감축의무를 가지고 있다. 후진국(개발도상국)은 몇 년 뒤부터 감축하도록 되어 있다. 하지만 이렇게 한다고 해서 지구온난화를 막을 수 있을까? 이산화탄소를 아예 배출을 하지 않아도 이미 늦을대로 늦어 지구온난화는 계속 될 것이다. 게다가 요즘은 2012년 지구 멸망 설까지 나오는 실정인데 이런 식으로 감축의무를 준다면 정말 감당할 수 없게 될 날이 올지도 모른다." (소감문7)

이 프로그램을 통하여 학생들이 그동안 관심을 기울이지 않았던 환경 분야에 많은 관심을 가지게 된 것을 알 수 있다. 그리고 기후변화에 관한 문제의 해결은 기업체나 정부의 노력뿐만 아니라 국민들이 스스로 온실가스 감축을 실천해야 한다는 것을 인식하였고 지구 환경 문제는 어느 한 쪽의 책임이 아닌 지구 모든 사람들의 책임이라는 올바른 지구적 소양이 함양 된 것을 볼 수 있다. 또한 빠른 시간 내에 선진국과 후진국 모든 국가에서 감축의무를 가지고 온실가스 감축을 실행하여야 한다는 강한 실천의지를 갖게 하는 학습효과가 있었다. 그리고 온실가스 감축이 산업발전을 방해한다는 생각을 가지고 환경을 위한 정책들이 경제발전을 위한 정책들과 갈등을 만들 수밖에 없다는 것을 이해하고 있고 이것에 대한 우려가 나타난 것을 볼 수 있다.

Mayer(1995)는 우리의 행성에 대한 지식을 늘려나가야 하고 앞으로의 과학교육은 지구 환경 및 사회 문제에 대해 관심을 보여야 한다고 하였다. 학생들의 소감문에서 평소 환경 문제에 무관심했던 학생들이 이 프로그램을 통해 지구 환경 문제에 관심을 갖게 되었고 이를 해결하려는 실천적 의지를 갖게 되었으며 환경 문제에 대한 해결 방안을 찾아보는 계기를 마련하여 지구 미래에 대한 소양을 기를 수 있었다고 판단된다.

Ⅴ. 결론 및 제언

본 연구는 최근 문제가 되고 있는 기후변화의 원인인 지구온난화를 방지하기 위한 해결 방안을 모색하는 프로그램을 중학교 영재학급 학생들에게 적용하여 그 효과를 알아본 결과는 다음과 같다.

첫째, 개념도 분석을 통해 기후 변화의 원인, 기후 변화의 결과, 기후 변화에 대한 해결책에 대한 학생들의 지식의 양이 늘어났으나 기후 변화의 예는 반대의 결과를 나타내었다. 프로그램을 마친 후 학생들의 사후 개념도에서는 기후변화의 원인과 결과 및 해결책과 관련된 옳은 개념이 상당 수 증가하였고 기후변화의 예는 다소 감소한 것으로 나타났으나 이는 사전 개념도에서 기후변화의 예로 적절치 않았던 항목이 사라졌기 때문으로 긍정적인 학습효과가 있었다고 볼 수 있었다.

둘째, 학생들이 작성한 이미지를 분석해 본 결과 기후변화에 관해 학습한 내용에 대하여 학생들은 여전히 잘못된 지식을 가지고 있음이 드러났다. 학생들이 작성한 이미지에서는 지구 온도 상승으로 더워진 지구를 표현함에 있어 강렬한 태양빛을 그린 자료가 많이 나타난 것으로 보아 지구복사에너지가 온실기체에 의해 외계로 빠져나가지 못함을 학습하였음에도 불구하고 여전히 이미지에서는 강해진 태양복사에너지로 인하여 지구가 더워진 것으로 표현하였다. 이외에도 기후변화에 관하여 산성비나 쓰나미 등 사전 개념에서 출현하였던 기후변화와 무관한 개념들이 이미지에서 다시 나타난 것으로 보아 새로운 학습 이후에도 여전히 기존의 옳지 못한 개념들이 무의식중에 표현됨을 알 수 있었다. 전반적으로 이 프로그램을 통하여 지구 기후 변화에 관한 새롭고 다양한 과학적 지식이 증가함을 알 수 있었다.

셋째, 지구적 소양을 기르게 하기 위한 국가별 토론 과정을 역할극으로 실연하도록 한 결과 학생들은 지구 환경을 위한 대책들이 경제 성장을 방해하는 측면이 있다는 것을 알고 경제 성장을 추구하는 각 국가들의 입장을 무조건 비판할 수 없다는 것을 이해하게 되었다. 또한 충분한 토론과 함께 서로 간의 협력과 이해가 필요함을 알게 되었다.

넷째, 학생들의 소감문 자료를 통하여 지구환경에 대한 관심이 고양 되었고 국가의 정책결정자들의 책임감 있는 행동에 대한 생각을 읽을 수 있었다. 따라서 모의 교토의정서 작성 프로그램을 통하여 미래사회의 지도자가 될 영재학급 학생들에게 지구적 소양을 길러졌음을 확인할 수 있었다.

본 연구의 결과를 토대로 이 프로그램을 일반 교과 재량시간에 투입하여 일반 학생들의 기후변화 개념에 어떠한 영향을 미치는지 알아보는 것도 좋을 제언하고자 한다.

참 고 문 헌

김경대, 강순민, 임재항 (2006). 과학영재들의 과학의 본성에 대한 인식. 한국과학교육학회지, 26(6), 743-752.

김광구, 윤인주 (2009). 기후변화에 대응하기 위한 정책역량 제고방안에 관한 연구. 한국정책학회지, 655-656.

김정언 (2005). 국가 연구 개발 사업 평가 시스템 현황 및 개선 방안에 관한 연구. 한국과학기술기획평가원.

윤혜경 (2007), 과학 연극활동이 과학 실험의 이해에 미치는 영향. 초등과학교육학회지, 26(3), 260-266.

이봉우, 손정우, 최원호, 이인호, 전영석, 최정훈 (2008). 과학영재교육에서 교사들이 겪는 어려움. 초등과학교육학회지, 27(3), 252-260.

이효녕, 권영륜 (2008). 지구계 주제 중심의 지구과학 모듈 개발 및 적용. 한국지구과학회지, 29(2), 175-176.

이하룡, 남경희, 문성배, 김용권, 이석희 (2005). 논의과정 활용 수업이 초등학생의 학습 동기와 과학 태도에 미치는 영향. 24(2), 183-191.

임희준, 박수연, 노태희 (1998). 초등학교 자연 수업에서 학생 중심의 활동을 강조한 협동학습의 교수 효과. 한국과학교육학회, 18(2), 201-208.

조희형, 이문원, 조영신, 강순희, 박종윤, 허명, 김찬종, 송진웅 (1994). 중등 과학교과의 수업모형 개발에 관한 연구. 한국과학교육학회, 14(1), 1-11.

주영, 김경순, 노태희 (2008). 환경과학자 그리기를 이용한 환경과학자와 환경과학자가 하는 일에 대한 고등학생들의 인식 조사. 한국과학교육학회지, 28(5), 453-463.

최영재, 안미경 (2001). 전문가 집단을 활용한 Jigsaw Ⅱ 협동학습이 과학지식, 탐구능력 및 학습태도에 미치는 영향. 초등과학교육학회지, 20(2), 177-186.

홍승호 (2004). 초등과학 생명영역의 STS 학습 효과 증진을 위한 역할극 방안. 초등교육연구, 9, 107-116.

Mayer, V. J. (1995). Global science literacy: An earth system view, Journal of Fesearch in Science Teaching. 34(2), 101-105.

Kagan, S. (1986). Cooperative learning resources for teachers. San Juan Capristrano. CA: resources for teachers.

Kulik, J. A. & McKeachie, W. J. (1975). The evaluation of teachers in higher education. In F. N. Kerlinger (Ed.), Review of Research in Education (Vol. 3, pp. 210-240). Itasca, IL: F. E. Peacock

McKeachie, W. J. (1986). Teaching Tips. (8th ed.) Lexington, MA: D.C. Heath.