

ORIGINAL ARTICLE

초등학생의 기후소양 함양을 위한 프로그램 개발 및 효과 : 탐구과정이 강조된 킬링 곡선(Keeling Curve) 활동을 중심으로

손준호*
(*문산초등학교)

The Development and Effects of Climate Literacy Program on Elementary School Students Focused on the Keeling Curve Activities Highlighting Inquiry Process

Jun-ho Son*
(*Munsan Elementary School)

ABSTRACT

The purpose of this study was to find out the effects of climate change education program focused on the keeling curve activities highlighting inquiry process on elementary students' climate literacy. Most of the students have not been able to correctly understand just how serious phenomenon that the temperature rise of the last 100 years is. As a result, there is educational limitations in order to bring about a substantial change in the attitudes toward climate change. So the development program was applied to various questions and explored strategies in order to compare with past climate change data. The results described that 46 students in the experimental group had statistically significant effects on cognitive domain, critical thinking of affective domain and practical domain. In addition, as a result of the analysis of teachers' instructional perspectives and students interview, they supported the researcher's opinion that the developed program could help students improve the climate literacy.

Key words : climate change, keeling curve, climate literacy, inquiry process

1. 서론

기후변화를 평가하는 국제기구인 기후변화에 관한 정부 간 협의체(The Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)가 발간한 제5차 평가 종합보고서에 의하면 기후 시스템이 온난해지고 있다는

것은 자명한 사실이며, 1950년대 이후 관측된 변화의 대부분은 수십 년에서 수천 년 내 전례가 없던 것으로 대기와 해양의 온도 및 해수면은 상승하고 있는 반면 눈과 빙하의 양은 감소하고 있음을 경고하고 있다(기상청, 2015). 오늘날 전 지구적 차원에서 중요한 이슈로 다루어지고 있는 지구온난화나 오존층 파괴 등과 함께(김윤지, 2015) 기후변화는

Received 2 November, 2016; Revised 15 December, 2016; Accepted 19 December, 2016

*Corresponding author : Junho Son, Munsan Elementary School, 66 Munsanro Buk-gu Gwangju, 61128, Korea

Phone: +82-10-4547-9831

E-mail: ibosson@empas.com

© 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.

인류가 처한 중요한 환경문제이므로 기후변화 현상에 대한 올바른 이해를 바탕으로 자발적으로 대응하려는 적극적인 실천은 기후변화 시대를 살아가고 있는 우리 모두에게 필요하다. 특히 미래 사회를 살아갈 학생들은 세계적, 국가적 환경문제가 점차 지역적, 개인적인 문제로 다가옴에 따라 기후변화에 대한 심각성을 알고 이를 늦추기 위한 행동을 실천하는 것은 매우 중요하기 때문에(유현희, 2011; 하병건과 김용권, 2015) 학교에서의 체계적인 기후변화교육이 어느 때보다도 절실히 요구되고 있다. 세계적으로 전 지구적인 기후변화의 심각성에 대한 교육적 필요성이 부각되고 있는 시점에서 다양한 차원의 기후변화 현상에 미래 세대가 능동적으로 대응할 수 있는 기후소양을 갖춘 시민을 양성하는 것은 매우 중요한 일이다(권주연, 2009; 김찬국과 최돈형, 2010; 최혜숙과 김용표, 2010). 그러므로 기후변화교육의 방향은 관련 핵심 개념에 대한 이해뿐만 아니라 기후소양(climate literacy)에 대한 이해에도 관심을 갖도록 하는 것이 바람직해 보인다(김찬국과 최돈형, 2010).

국내외 학자들은 기후소양에 대해 다양한 정의를 내리고 있다(박종근 외, 2010; Clement et al, 2011; Disinger, 2001; Marcinkowski, 1991; US GCRP, 2009). 최근에는 기후소양을 기후와 기후변화 및 지구 시스템과 관련된 지식의 본성으로 이해하고 크게 3가지 영역으로 나누어 정의하기도 하였다(박혜경, 2013). 과학·기술·사회·환경 간의 상호관계성을 이해할 수 있는 인지적 영역, 기후와 기후변화에 대한 과학적 개념·원리·이론 등을 자신의 능력 내에서 정확히 적용시키고 기후변화라는 지구 환경 문제에 대한 해결과 의사결정에 있어 과학적 지식을 활용하는 정의적 영역, 기후변화 대응을 위한 능력을 기르고 기후변화 태도를 함양하는 실천적 영역이 이에 해당된다.

현장에서 기후변화교육을 할 때 자주 사용되는 자료 중 하나가 바로 킬링 곡선(keeling curve)이다. 킬링 곡선은 1958년부터 지구 대기의 이산화 탄소의 양을 나타낸 그래프로 남극과 마우나로아에서 이산화 탄소의 양을 매일 측정한 결과, 그것의 농도가 매년 증가함을 그래프와 수치로 보여준 것이

다. 그래서 이 자료는 교사의 재구성 정도에 따라 다양한 방법으로 적용할 수 있는데, 일반적으로 교사가 킬링 곡선과 지구 평균 기온 자료를 제시하고 학생들은 이를 비교하면서 이산화 탄소의 양이 증가함에 따라 지구의 평균 기온이 상승함을 통합적으로 이해할 수 있게 된다. 이러한 킬링 곡선은 기후변화교육에서 매우 중요하다. 왜냐하면 지구온난화의 원인 중 하나로 생각되는 이산화 탄소의 증가를 관측 데이터를 활용해 생각해 보도록 함으로써 학생들에게 과학적인 사고를 끌어낼 수 있기 때문이다. 그리고 이산화 탄소의 증가에 따른 지구의 기온 상승을 이해해야만 기후변화교육에서 다루고자 하는 원인과 실천적인 대응에 관심을 가질 수 있으므로 킬링 곡선은 교육적으로 중요한 의미를 지닌다. 킬링 곡선이 갖는 기후변화교육 내용의 중요성은 여러 연구결과에서도 찾아볼 수 있는데, 권주연(2009)의 기후변화교육 내용 체계와도 밀접한 관련이 있다. 기후변화교육 내용을 크게 ‘기후변화 과학’, ‘기후변화와의 관계’, ‘기후변화 대응’ 이상 3가지 대영역으로 구분하였고, ‘기후변화 과학’에서 중영역인 ‘기상과 기후’ 속에 ‘과거의 기후변화’와 ‘미래의 기후 변화’의 내용을 포함시키는 기후변화교육 내용 체계를 제안한 바 있다. 그러므로 학생들이 과거 기후변화에 대한 이해를 바탕으로 현재를 진단해 보고 미래의 기후변화를 예측하기 위해 킬링 곡선을 활용하는 것은 그들의 기후소양을 함양시킬 수 있는 또 하나의 접근법이 될 수 있다고 생각한다.

기상청(2016)에서는 IPCC 제5차 보고서를 토대로 대표농도경로(Representative Concentration Pathway; RCP) 시나리오를 소개하였다. RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0, RCP 8.5의 4가지별 시나리오에 따라 2100년까지 기온과 해수면의 상승 정도를 예상하였는데, 이로써 이산화 탄소의 농도가 지구의 기온 상승에 미치는 효과가 큼을 확인할 수 있다. 그래서 연구자는 초등학생 5~6학년 251명을 대상으로 ‘지구의 기온이 1℃ 상승하는 것이 지구에 큰 영향을 미친다고 생각하십니까?’라는 질문을 해 보았는데 그 결과, ‘매우 그렇다’ 25명(9.96%), ‘그렇다’ 97명(38.64%), ‘보통이다’ 61명(24.3%), ‘아니다’ 57명

(22.7%), ‘매우 아니다’ 11명(21.56%)로 응답하였다. 즉 지구의 기온이 1°C 상승하는 것을 심각하게 받아들이고 있는 학생은 122명(48.6%)으로 절반정도 밖에 되지 않았다. 결국 이산화 탄소의 증가로 인해 지구 기온이 상승하는 것을 이론적으로는 학습했을지 몰라도 이를 전 지구적인 기후변화의 흐름과 관련지어 생각해 보았을 때 1°C 상승이라는 수치가 얼마나 큰 변화인지를 제대로 인지하지 못하고 있었다. 이는 우리나라의 국가 교육과정에서 기후변화와 관련된 현상이나 지식을 총체적으로 이해할 수 있도록 구성되어 있지 않다 보니 체계적인 기후변화 교육이 실시되지 못하고 단편적인 지식 습득으로 그치는 한계 때문으로 생각해 볼 수도 있다(권난경, 2015; 김찬국과 최돈형, 2010; 이영준 외, 2014). 그러므로 킬링 곡선을 직접 그려보고, 과거의 기후변동과의 차이점을 찾아 미래의 기온 상승을 예상해 보는 등의 탐구과정을 반영시킨 기후변화교육 프로그램의 개발과 적용은 초등학생의 기후변화에 대한 이해를 돕는 출발점이 될 것으로 생각한다.

G광역시에서는 수년 전부터 ‘빛고를 초록사랑’이라는 환경교재를 개발하여 창의적 체험활동 시간에 일부 시수를 확보하여 지도하도록 권장하고 있다. 또한 (재)국제기후환경센터의 지원으로 2012년부터 기후변화교육교사연구회(초등)를 중심으로 다양한 기후변화교육 관련 프로그램을 개발 및 지원하고 있는데, 2016년에는 ‘방과후기후환경교실’ 사업을 함께 추진하면서 다양한 기후변화 교육을 선도하고 있다. 이외에도 환경부와 각 지자체 및 NGO 단체들이 다양한 기후변화교육을 실시하고 있다. 그럼에도 불구하고 그동안의 기후변화교육 관련 프로그램은 다소 정적이거나 환경교육 혹은 ESD와 혼재된 상태에서 실시되는 등 체계적인 교육이라기보다는 연속성이 부족하여 기후변화에 대한 인식은 가능하지만 이해 수준은 높힐 수가 없었다(환경부, 2007). 다시 말해 기후변화교육을 과학적 사실에 대해 비판적 사고로 접근하기 보다는 감정에 호소하는 교육이 오랜 기간 동안 실시되어 온 것이다. 이로 인해 학생들은 분절적인 지식을 습득하게 되었고, 장기간에 걸친 기후변동을 과거, 현재, 미래의 연속선

상에서 해석함으로써 그 중대성을 깨달아 실천적인 행동을 통한 기후변화 대응으로 변화되었어야 했지만 실상은 미흡한 부분이 있었다.

사실 기후변화와 같은 과학 내용을 탐구적으로 학습하기 위해서는 과학 지식이 일방적으로 전달되거나 수용되는 것이 아닌 증거에 비추어 조사, 수정, 재구성하는 것이 중요하며(교육부, 2015), 탐구과정 기능을 구성할 때 비판적 사고력이 사용된다는 점에서(권재술과 김범기, 1994) 탐구과정을 강조한 킬링 곡선 활동 프로그램은 기후변화에 대한 정확한 과학적 이해를 돕는 좋은 소재가 될 것이다. 또한 기후변화를 과학적인 사실에 대한 이해로부터 출발한다고 볼 때 탐구과정을 반영한 기후변화 교육은 과학 지식의 이해부터 과학적 실천에 이르기까지 넓은 영역의 의미를 포괄할 수 있기 때문에(Duschl & Grandy, 2008; Hofstein & Lunetta, 2004) 깊이 있는 과학적 이해를 바탕으로 한 자발적인 실천적 행동과 변화로 이어질 수 있는 가능성을 내포하고 있다.

하지만 지금까지 연구된 기후변화교육 관련 프로그램은 교육과정과 연계된 지식 이해 수준의 내용(우정애와 남영숙, 2012)이거나 흥미유발에 관심을 둔 내용(김가람, 2015), 자기주도적 학습과 문제해결력 및 환경태도 변화를 목적으로 여러 가지 내용을 합하여 재구성해 만든 내용(김현진, 2015; 김해옥 2013) 등이 대부분이었다. 그러다보니 탐구과정이 반영되어 기후변화 지식을 올바르게 이해하고 이를 바탕으로 적극적인 실천의지 강화로 유도해 낸 실질적인 프로그램의 개발은 미흡한 수준이다.

그러므로 이 연구에서는 탐구과정이 강조된 킬링 곡선 관련 기후변화교육 프로그램을 개발해 초등학생에게 적용해 봄으로써 그들의 기후소양에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 절차

이 연구를 위한 전체 연구의 절차는 다음과 같다(Fig. 1).

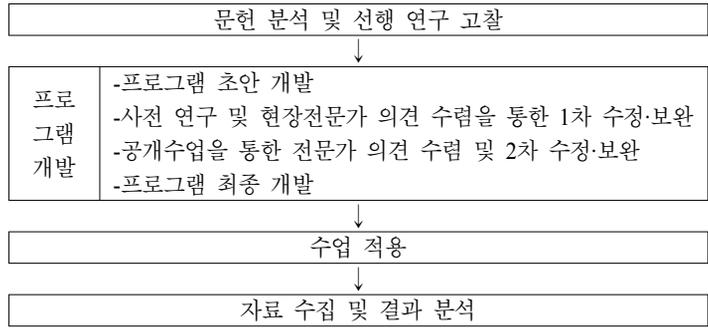


Fig. 1. Procedure of the study

이 연구는 2016년 3월부터 7월까지 진행되었다. 프로그램 초안을 개발하여 (재)국제기후환경센터에서 환경부 방과후기후환경교실로 선정하여 운영하는 곳 중 G광역시에 소재한 G초등학교 6학년 학생 10명을 대상으로 기후변화강사단 1인의 보조교사와 함께 1차 사전 수업을 진행하였다. 수업 후 SNS를 통해 기후변화교육교사연구회 회원 10여명과 프로그램에 대한 현장전문가의 의견을 수렴하여 1차 수정 및 보완을 하였다. 기후변화교육교사연구회는 G광역시 (재)국제기후환경센터의 지원으로 6년 간 꾸준히 연구를 하고 있으며, 전국 1인 1톤 온실가스 줄이기 실천대회 최우수상, G광역시 교사부 문 환경교육 대상, 기후교육 분야 대상, 선생님이 들려주는 기후변화이야기(스토리텔링 교재), 빛고을초록사랑(창의적 체험활동 교재) 등의 실적을 거둔 전국에서 유일한 초등교사 중심의 기후변화교육 연구회이다. 이 연구회 소속 교사들은 논문 발표, 프로그램 개발 등의 전문성을 갖추고 꾸준히 노력하고 있어서 연구자가 개발한 프로그램을 이곳의 교사로부터 조언을 받는 것은 매우 중요한 과정이라고 생각했다. 수정된 프로그램은 I초등학교 5학년 20명 학생을 대상으로 2차 공개수업을 진행하였다. 이 때 환경교육 전문가 1인, 기후변화교육교사연구회 회원 2명, (재)국제기후환경센터 교육담당자 2인이 함께 참석하였으며, 수업 이후에는 심도 있는 수업 협의회를 실시하였고, 2차 수정 및 보완을 통해 최종 프로그램을 개발하였다. 최종 프로그램은 M초등학교 ‘기후변화특공대’ 동아리 학생과 6학년 학생을 대상으로 수업을 적용하였고,

기후소양 검사지를 활용해 사전 및 사후 검사를 실시하여 그 결과를 분석하였다.

2. 연구 설계 및 연구 대상

연구 설계는 다음과 같다(Fig. 2).

실험집단	O ₁	X ₁	O ₂
통제집단	O ₃	X ₂	O ₄

O₁, O₃ : 사전검사(기후소양 검사)

X₁, X₂ : 각 집단별 수업 실시

O₂, O₄ : 사후검사(기후소양 검사)

Fig. 2. Experimental design

실험집단은 동아리반 19명과 6학년 학생을 포함하여 총 46명, 통제집단은 6학년 학생 43명이 참여하였다. 동아리반은 5~6학년 학생 중 각 반별 1~2명씩 고루 자발적으로 참여한 학생으로 구성되었다. 동아리 학생 중 5학년 학생은 9명으로 환경 및 기후변화에 관심이 많은 학생은 1~2명에 불과하였으나, 수업 시간에 여러 교과에서 기후변화와 관련된 학습을 하였기 때문에 기본적인 관련 배경지식은 갖추고 있었다. 6학년 학생 역시 기후변화에 대한 관심은 1~2명 정도를 제외하고는 5학년 동아리 학생들과 비슷한 수준이었으며, 기후변화에 대한 인지적 수준 역시 5학년에서 배운 내용(지속가능발전 포함)을 제외하고는 6학년 교육과정에서 자세히 다루지 않기 때문에 수준별 차이는 크지 않았다. 또한 두 집단의 기후소양 사전검사 결과, 인지적,

정의적(비판적 사고력, 의사결정능력, 문제해결기 능), 실천적(기후변화 대응, 기후변화 태도) 영역 모두 통계적으로 차이가 없어서($p>.05$) 동질집단임을 확인하였다(Table 4, Table 5).

3. 수업 과정 및 처치

수업은 ‘기후변화특공대’ 5~6학년 동아리반의 4 월~6월 정규수업 시간 중 4시간을 활용하였다. 그 리고 6학년 학생은 6-1학기 4단원 ‘여러 가지 기체’ 단원의 ‘지구 온난화와 이산화 탄소’ 과학 이야기 시간을 포함하여 단원 재구성을 통해 4시간을 증배 하여 지도하였다. 실험집단의 수업 과정 및 처치는 다음과 같다(Fig. 3).

통제집단의 경우는 실험집단과 비교했을 때 [활 동 1]에서 차이가 있다. 이 연구는 기후변화교육 관 련 프로그램의 유무에 따른 기후소양의 정도를 확 인해 보는 것이 아닌 프로그램을 진행하는 과정 중 학생들의 실질적인 이해를 돕는 탐구과정이 포함 된 프로그램이 학생들의 기후소양에 어떠한 영향 을 미치는지 알아보는 것이 목적이다. 그러므로 실험집단에서 하는 활동 대부분은 통제집단에서도 동일하게 실시하되, [활동 1]의 내용에 차이를 둔 것이다. 통제집단에서 [활동 1]은 ‘킬링 곡선 보여 주기 → 킬링 곡선 해석하기(가로 및 세로축 변인, 그래프의 추세) → 지구 기온 그래프와 비교 및 해 석하기 → 킬링 곡선에서 최고 기온과 최저 기온 차이 값 설명하기’로 탐구과정보다는 강의식 위주 로 진행하였다.

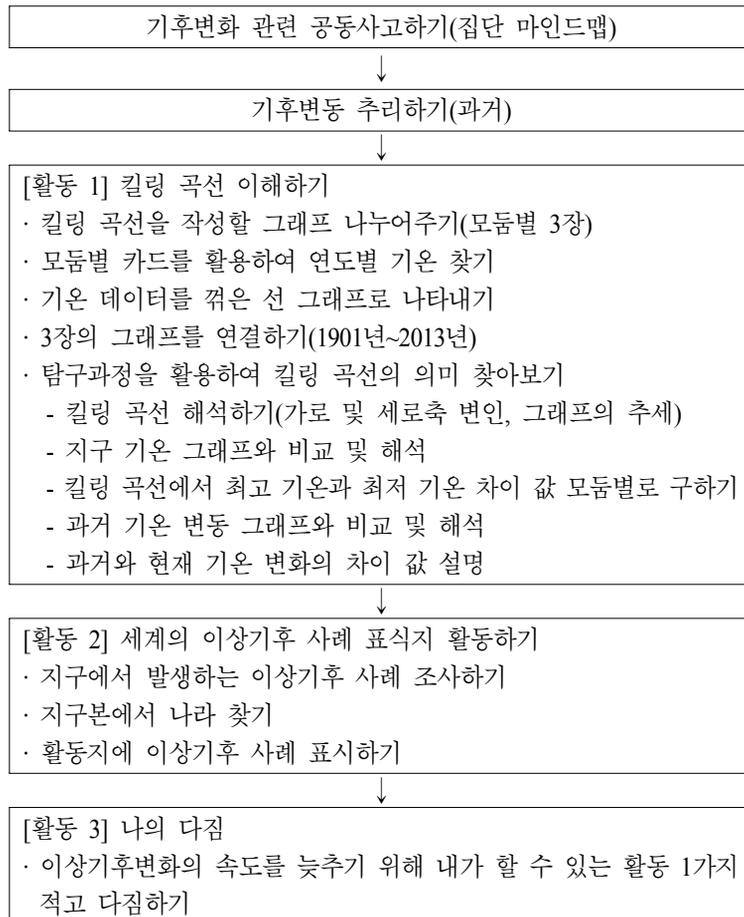


Fig. 3. Lesson plan of experimental group

4. 개발 프로그램 내용

이 연구에 사용된 프로그램 중 일부는 한국기후환경네트워크 기후변화교육센터에서 일반인을 대상으로 개발한 ‘오르락내리락’ 프로그램과 유사한 ‘지구 기온 오르락내리락 연대기 사진’이라는 교구를 활용하였다. 한국기후환경네트워크에서는 이 프로그램을 일반인 중 종업원과 자영업자를 대상으로 자료를 출력해서 사용할 수 있도록 개발하였는데, 1922년~2008년까지 기후변화에 영향을 준 연도별 사건을 찾아 뒷면에 있는 기온을 그래프에 표시하도록 되어 있다. 하지만 교구로 바뀐 것에는 연도별 기온 변화 관련 사건을 다양한 색깔 카드게임으로 바꿈으로써 학생들의 연령 수준을 다양화하였다. 또한 1901년~2013년까지의 기온 변화를 표시하되 나머지 연도는 예상하거나 찾아보도록 변화시켜 9세~성인까지 활용할 수 있도록 바꾸었다. 두 프로그램 모두 핵심 내용은 킬링 곡선으로 학생들

이 직접 연도별 기온 변화를 일으킨 사건을 찾아 해당 온도를 그래프에 나타내고 100년 내외의 기후 변화의 폭을 스스로 찾아 그 의미를 어느 정도 이해하고 있는지에 강조점을 두었다.

이러한 앞의 내용을 참고하여 이 연구에서는 다음과 같이 프로그램을 개발하였다.

먼저 학생들에게 기후변화와 관련된 생각을 이끌어내기 위해 집단 마인드맵을 실시하였다. 교사는 학생들에게 기후변화와 관련해서 떠오른 단어 나 내용을 말하도록 한 후, 대략적인 마인드맵의 틀을 갖추어 나타내었다. 그런 후, 일정 시간 기후 변화 관련 내용을 검색하거나 기후변화 입체큐브에서 내용을 찾은 후, 모듈별로 번호를 정해서 1번부터 4번까지 해당 번호의 학생이 동시에 나와 빠진 내용을 칠판에 가득 채워나갔다(Fig. 4). 집단 마인드맵 작성 후, 교사는 모듈별로 카드를 나누어 주고 그래프를 완성하도록 안내하였다(Fig. 5). 학생들은 각자 역할을 나누어 자신의 그래프 종이에



Fig. 4. Creating group mind map about climate change



Fig. 5. To complete the keeling curve using cards

제시된 연도별 기온을 찾아 점으로 표시하여 꺾은 선 그래프로 그린 후 3장의 그래프를 연결하여 완성하였다(Fig. 6). 그리고 앞으로 기후변화가 어떻게 일어날지 예상하여 그래프를 그려보도록 하였다.

이 때 교사는 학생들이 킬링 곡선을 그린 후에 그것의 의미를 찾아 이해할 수 있도록 탐구과정을 접목시킨 다음과 같은 세부 활동을 추가하였다.

첫째, 관찰을 통한 자료 해석 및 질문 생성 활동이다. 모둠에서 완성된 그래프를 관찰하여 찾을 수 있는 내용을 모두 적어 보도록 하였다. 그리고 그 중에서 가장 궁금한 내용을 질문으로 바꾸도록 하였는데, 학생들이 기록한 자료 해석 및 질문 내용은 다음과 같다(Table 1). 자료 해석과 질문 생성 활

동을 실시한 이유는 그래프를 자세히 관찰해 봄으로써 심도 있는 이해를 유도함과 동시에 이산화 탄소의 증가로 인해 기온이 상승되는 것이 기후변동에 어떤 영향을 미칠지 생각해 보도록 하기 위함이었다.

둘째, 최고 기온과 최저 기온을 찾아서 그 차이 값을 계산해 보도록 하였다. 제시된 그래프에서는 최고 기온이 14.56°C, 최저 기온이 13.42°C로 차이는 1.14°C이었다. 하지만 초등학생들의 특성상 그래프를 읽는 어려움과 계산에 대한 혼돈으로 인해 몇 차례 오류를 범하였고 2~3번 정도 다시 찾도록 한 결과 모든 모둠이 동일한 값을 제시하였다(Fig. 7). 이 활동을 실시한 이유는 약 100년간의 기온 변화폭이 대략 1°C 정도임을 스스로 찾아내고, 그 값

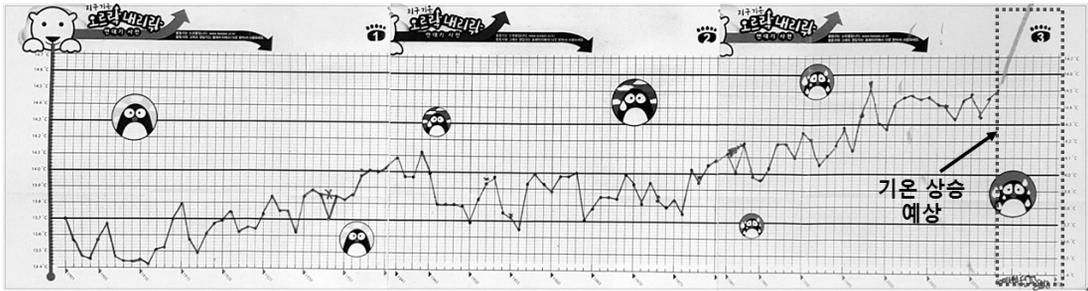


Fig. 6. Keeling curve worksheets

Table 1. Data interpretations and questions of students related to the keeling curve

자료 해석	질문
·그래프가 오르락내리락 한다.	·무엇이 이산화 탄소를 증가하게 했을까?
·기온이 처음보다 나중에가 상승하였다.	·처음보다 나중에 기온이 상승한 이유는 무엇일까?
·매년 기온이 일정하게 상승하는 것은 아니지만 조금씩 올라가는 경향이 있다.	·왜 계속해서 이산화 탄소가 증가하고 있을까?
	·중간에 기온이 내려간 까닭은 무엇 때문일까?

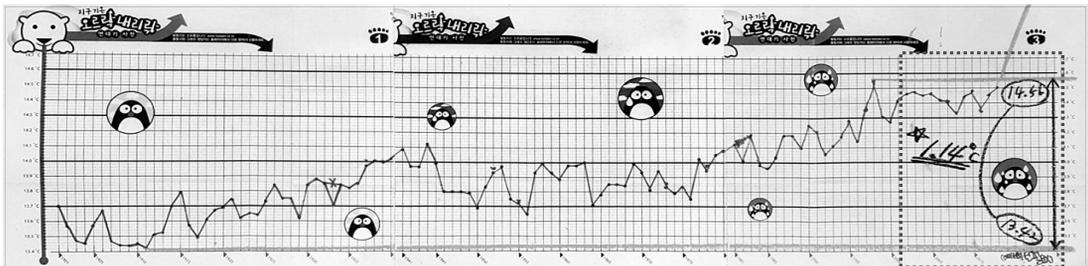


Fig. 7. To calculate the value of temperature change for 100 years

이 우리 생활에 미친 영향을 곰곰이 생각해 보도록 하기 위함이었다. 사실상 대부분의 학생들은 1℃의 기온 상승이 지구 시스템에 얼마나 큰 악영향을 미치는지에 대해서는 실감하지 못하였다. 심지어는 100년간 1℃의 상승이 나랑 무슨 관계가 있는지 반문하는 학생도 있었던 만큼, 계산을 하면서 100년간의 기온변화의 폭에 대해서 생각해 보도록 하는 것이 중요하다고 생각했다.

셋째, 기온 상승의 의미를 잘 이해하지 못하는 대부분의 학생을 위해 추가 자료를 제시함으로써

(Fig. 8) 모듈별로 완성한 100년간의 기온변화 그래프와 비교하도록 하였다. 이 때 관찰, 측정, 추리, 자료 해석 및 예상하기가 반영된 탐구과정 활동이 이루어질 수 있도록 교사는 다음과 같이 관련 질문을 하였다(Table 2). 탐구과정으로 안내된 유도를 통해 학생들은 교사의 탐구과정 관련 초점 질문을 해결하기 위한 활동을 진행하게 되었으며 학생들은 1만 년 간 기온 상승 폭과 최근 100년간의 기온 상승 폭이 거의 비슷함에 놀랐다. 드디어 100년간 1℃ 상승한 현상이 상당히 심각함을 인지하게 된

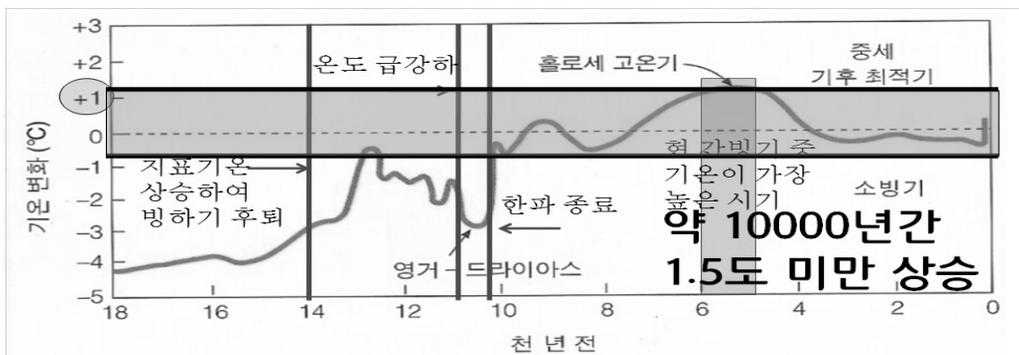


Fig. 8. Additional data related to the past climate change

Table 2. Inquiry process questions of teacher to understand the meaning of temperature rising

탐구과정	질문
관찰	여러분이 작성한 그래프와 지금 선생님이 보여 준 그래프와의 공통점과 차이점을 찾아서 말해 볼까요?
측정	이 자료에서 1만년동안 최고 기온과 최저 기온의 차이는 얼마인가요?
추리	제시된 자료에서 기온이 높을 때와 낮을 때 전 지구적으로 어떤 일이 있었을까요? 그리고 그 당시 지구 생태계는 어떤 변화가 있었을까요?
자료해석	여러분이 작성한 그래프와 선생님이 제시한 그래프의 가장 큰 차이점은 무엇일까요?
예상	앞으로 전 세계적으로 기온이 어떻게 변할 것 같은지 근거를 들어 말해 볼까요?

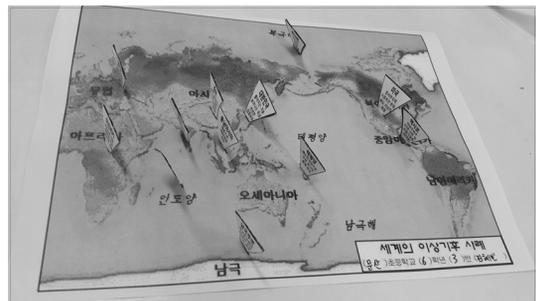


Fig. 9. Research activities related to abnormal climate cases of world

것이다.

넷째, 위의 활동이 끝난 후 학생들에게 ‘세계의 이상 기후 사례 포식지’ 활동을 제시하였다(Fig. 9). 이 활동은 앞의 활동에서 기온 상승의 심각성을 느낀 후 차후 실천적인 행동으로 유도하기 위한 중간 단계로의 교육적 성격이 강하였다. 학생 활동 시 학습지에서 나라를 찾는 어려움이 있어 지구본을 준비하여 스스로 찾아보도록 안내하기도 하였다.

다섯째, 행동으로의 변화를 강화하기 위해 포스트잇에 실천적인 내용을 적도록 하는 활동을 하였다. 이 실천다짐 활동에서는 이론적으로 알고 있는 인지적인 내용을 적는 것이 아닌 실제 학교 및 가정생활에서 자신이 실천할 수 있는 내용 한 가지만 적도록 하였다. 그리고 전체 앞에서 발표하고 칠판에 그 다짐 내용을 붙임으로써 실천적인 행동변화를 통한 기후소양 함양을 강조하였다.

5. 검사 도구 및 자료 처리

가. 검사 도구

(1) 기후소양 검사지

이 연구에 사용된 검사 도구는 박혜경(2013)이 개발하여 초등학생과 중학생에게 적용한 기후소양 검사지이다. 기후소양 검사 도구는 인지적 영역 6 문항, 정의적 영역 8문항, 실천적 영역 7문항으로 Cronbach α 신뢰도는 0.91로 보고되었다. 이 연구에서는 초등학교 5~6학년 학생을 대상으로 실시하기 때문에 초등학생을 대상으로 Cronbach α 신뢰도를

구한 결과 .796이 나왔다. 이 검사지의 영역별 세부 문항은 정의적 영역은 비판적 사고력 4문항, 의사결정능력 2문항, 문제해결기능 2문항, 실천적 영역은 기후변화 대응 4문항, 기후변화 태도 3문항의 하위 영역으로 구성되어 있다. 기후소양 검사지의 각 영역별 정의는 다음과 같다(Table 3).

(2) 수업 관점표

이 연구에서는 2013년도에 경기도교육청 교육과정 정책과 홈페이지에 탑재한 ‘중등 배움중심수업 관점표’를 연구 목적에 맞게 바꾸어 수정한 후, 참관 교사들에게 제공하였다. 수업 관점표에서는 배움중심 수업 설계, 배움중심 수업 과정, 배움중심 수업 확인의 3가지 영역 총 19개의 수업관점으로 되어 있는데, 이 중 연구의 목적에 맞게 12개를 선택해 활용하였다. 또한 서술형 의견을 물어볼 수 있는 내용을 추가함으로써 총 13개의 수업관점표로 수정하였다(Table 6).

(3) 학생 인터뷰

인터뷰 시작 전에 12명의 학생들에게 지구의 평균기온 1°C 상승에 대한 수업 전과 후의 이해 정도를 5점 척도에서 선택하고, 그 이유를 자유롭게 응답하도록 하였다. 학생 인터뷰 문항은 크게 2개로, 1번 문항은 “지구의 평균기온이 1°C 상승하는 것이 얼마나 심각한지 이해하였습니까?”이고, 2번 문항은 “킬링 곡선을 직접 그려보면서 선생님이 여러 가지 질문을 하였는데 이것들이 그래프의 진짜 의

Table 3. Contents of climate literacy questionnaire

영역	내용	
인지적	기후와 기후변화 그리고 지구 시스템과 관련된 지식의 본성을 이해하고, 과학·기술·사회·환경 간의 상호관계성에 대해 이해하는 것	
정의적	비판적 사고력	기후와 기후변화에 대한 과학적 개념, 원리, 이론 등을 자신의 능력 내에서 정확히 적용시키고, 기후변화라는 지구환경 문제에 대한 해결과 의사결정에 있어 과학적 지식을 활용하는 것
	의사결정능력	
	문제해결기능	
실천적	기후변화 대응	기후변화 대응을 위한 능력을 기르고 기후변화 태도를 함양하는 것
	기후변화 태도	

Table 4. Results of climate literacy

영역	검사	집단	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
인지적	사전	실험	46	20.28	3.60	.068	.946
		통제	43	20.23	3.27		
	사후	실험	46	25.91	2.24	6.97	.000*
		통제	43	22.09	2.86		
정의적	사전	실험	46	26.21	4.73	1.863	.066
		통제	43	24.34	4.72		
	사후	실험	46	31.45	4.35	1.55	.123
		통제	43	29.95	4.75		
실천적	사전	실험	46	25.63	3.26	1.824	.072
		통제	43	24.41	2.97		
	사후	실험	46	31.43	2.13	5.723	.000*
		통제	43	27.62	3.84		
전체	사전	실험	46	72.13	8.31	1.900	.061
		통제	43	69.00	7.13		
	사후	실험	46	88.80	5.45	6.982	.000*
		통제	43	79.67	6.84		

**p*<.01

Table 5. Results of affective domain and practical domain of climate literacy

영역	검사	집단	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	
정의적	비판적 사고력	사전	실험	46	14.28	3.69	1.715	.090
		통제	43	12.93	3.74			
	의사결정 능력	사후	실험	46	17.58	3.06	3.306	.001*
			통제	43	15.51	2.83		
		사전	실험	46	6.78	1.42	1.446	.152
			통제	43	6.32	1.55		
문제해결 기능	사후	실험	46	7.34	1.33	.699	.180	
		통제	43	7.74	1.43			
	사전	실험	46	5.15	1.51	.174	.862	
		통제	43	5.09	1.68			
실천적	기후변화 대응	사후	실험	46	6.52	2.06	-3.88	.699
		통제	43	6.69	2.20			
	기후변화 태도	사전	실험	46	14.73	2.79	1.612	.111
			통제	43	13.76	2.89		
		사후	실험	46	17.84	2.96	3.817	.000*
			통제	43	15.48	2.85		
기후변화 태도	사전	실험	46	10.89	1.96	.588	.558	
		통제	43	10.65	1.87			
	사후	실험	46	13.58	3.13	2.287	.025*	
		통제	43	12.13	2.80			

**p*<.05

미를 해석하는데 도움이 되었습니까?”였다. 인터뷰 내용의 의도는 1번 문항을 통해서 학생들이 연구자

가 의도한 학습 목표를 어느 정도 이해하고 있는지를 확인해 보고자 하였다. 그리고 2번 문항을 통해

서는 지구의 평균기온은 1℃ 상승의 의미를 스스로 탐구해 가는데 있어 교사의 발문이 어느 정도 도움을 주었는지를 확인해 보고자 하였다. 학생들의 인터뷰 평균 시간은 10분 내외였다.

나. 자료 처리

이 연구에서는 크게 3가지 방법으로 자료를 처리하였다. 첫째, 실험집단과 통제집단의 기후소양에 대한 전체적인 값과 각 영역별 값에 대한 사전, 사후 검사 결과 값을 통계처리프로그램 SPSS 21.0을 사용하여 분석 및 해석함으로써 학생들의 변화

를 확인하였다. 둘째, 연구에서 개발하여 적용한 수업을 참관한 교사 5명을 대상으로 수업에 대한 전반적인 생각을 알아보고, 이 중 탐구과정을 강조한 킬링 곡선 수업의 장·단점을 수업·관점표를 통해 확인하였다. 셋째, 수업을 받은 학생들에게 설문을 통해 수업에 대한 만족도를 확인하고, 서술형 의견을 자세히 기술한 21명의 학생 중 자발적으로 인터뷰에 응한 12명에 대해 전사 작업을 거친 후, 중요 내용 위주로 기술하였다. 이러한 자료 처리를 통해 초등학생의 기후소양 변화를 양적으로 확인함과 동시에 교사와 학생의 관점에서 이 수업에 대해 생

Table 6. Contents of instructional perspectives' analysis

영역	수업관점	선택
배움 중심 수업 설계 (A)	① 지식은 새롭게 구성될 수 있다는 관점에서 설계된 수업인가?	✓
	② 지식에 대한 학습보다는 지식 형성의 과정을 중시하도록 설계된 수업인가?	✓
	ⓧ 교과서 중심이 아니라 창의적 교육내용 재구성에 따라 설계된 수업인가?	
	③ 교사의 교수 행위보다는 학습자의 배움의 과정이 중시되도록 설계된 수업인가?	✓
	④ 교육의 과정에서 정의적 능력과 창의지성역량이 증진되도록 설계된 수업인가?	✓
	ⓧ 학생의 특성, 학부모 및 지역사회 여건 등을 반영하여 설계된 수업인가?	
배움 중심 수업 과정 (B)	① 수업의 과정에서 학생의 사고를 지속적으로 자극하고 있는가?	✓
	② 학생이 학습과정에 능동적으로 참여하여 스스로 문제를 발견하고 정보를 수집하여 해결과정을 모색하는가?	✓
	③ 배움의 내용이 삶과 연관되고 실천으로 이어지는가?	✓
	ⓧ 협력적인 배움(자기생각 만들기)과 나눔(서로 다른 생각 나누기)으로 지식의 창조 과정을 경험하는가?	
	④ 교사는 학생들의 배움이 일어나도록 지원하는가? (신뢰, 수용, 격려, 개발, 도전장려, 참여, 존중, 끌어내기)	✓
	⑤ 비판적 사고 활동(독서, 토론, 실험, 관찰, 글쓰기, 체험 등)을 거쳐 자기 생각을 만들어 가는 수업인가?	✓
ⓧ 학생 개인의 정의적 능력(도전의식, 성취동기, 호기심, 자존감 높이기, 협동과 책임 등)을 고려하는가?		
배움 중심 수업 확인 (C)	① 배움을 통해 새롭게 형성된 지식은 어떤 것이 있는가?	✓
	② 배움의 과정을 통해 정의적 능력, 창의지성 역량이 신장되었는가?	✓
	③ 배움의 결과를 자기언어와 자기 생각으로 정리하여 표현하는가?	✓
	ⓧ 배움의 결과 확인이 학습자의 개별 특성을 반영하고 있는가?	
	ⓧ 평가가 격려와 성장을 돕는 역할을 하는가?	
	ⓧ 평가가 수업의 내용 및 과정과 유기적으로 이어지는가?	
추가		
	탐구과정이 강조된 킬링 곡선 수업의 장점과 보완해야 할 점에 대해 선생님의 생각을 자유롭게 적어주세요.	✓

각하고 있는 바를 확인함으로써 연구 결과의 신뢰성 확보에 많은 노력을 기울였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 기후소양 검사 결과

실험집단과 통제집단의 기후소양에 대한 사전 및 사후검사 결과는 다음과 같다(Table 4).

연구 결과, 전체적으로는 실험집단이 통제집단보다 통계적으로 기후소양이 향상된 것으로 나타났다($t=6.982, p=.000$). 특히 인지적 영역($t=6.97, p=.000$)과 실천적 영역($t=5.723, p=.000$)에서 통계적으로 유의미하게 향상되었음을 확인하였다($p<.01$). 이러한 결과는 개발한 기후변화교육 프로그램을 경험한 학생의 경우, 기후변화에 대한 기본적인 배경지식을 정확하게 이해함으로써 자신이 어떻게 실천적인 행동을 해야 하는지에 대한 자발적인 행동 변화로 이어졌기 때문으로 생각한다. 구체적으로 이 연구에서 강조한 기후변화 관련 인지적 영역은 단순히 최근에 기온이 몇 도 정도 올랐음을 물어보는 것이 아닌 과거의 기후변화에서의 온도 변화와 최근 우리가 살고 있는 시점에서의 온도 변화를 비교하여 기간에 따라 큰 차이가 있음을 확실하게 알 수 있도록 하였고, 이로 인해 학생들의 인식이 추상적인 것에서 구체적인 것으로 변화되는데 도움을 받았을 것으로 생각한다.

하지만 정의적 영역은 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났는데, 정의적 영역과 실천적 영역의 하위 요소별 결과는 다음과 같다(Table 5).

위의 결과, 정의적 영역의 비판적 사고력($t=3.306, p=.001$)과 실천적 영역의 기후변화 대응($t=3.817, p=.000$) 및 기후변화 태도($t=2.287, p=.025$)의 하위 요소는 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($p<.05$).

그렇다면 정의적 영역의 경우, 의사결정능력과 문제해결기능의 요소는 통계적으로 왜 유의미한 차이가 없었을까? 이에 대한 답은 개발한 프로그램의 성격을 살펴보면 알 수 있다. 검사 도구에서 정의적 영역을 '기후와 기후변화에 대한 과학적 개념,

원리, 이론 등을 자신의 능력 내에서 정확히 적용시키고, 기후변화라는 지구환경 문제에 대한 해결과 의사결정에 있어 과학적 지식을 활용하는 것'이라고 정의하였다. 하지만 연구자가 개발한 프로그램에서는 어떠한 문제 상황을 제시하고 학생들은 자신이 알고 있는 배경지식을 활용해 문제를 해결하는 수업으로 구성된 것은 아니었다. 오히려 연구자는 학생들이 지식으로만 받아들이고 있는 기온 상승의 폭에 대한 이해를 실질적으로 돕고자 과거 기온변화와의 비교 활동을 통한 개인적 이해에 초점을 두었다. 그러다보니 이 검사지에서 요구하는 의사결정능력과 문제해결기능에는 다소 소홀함이 있었을 것으로 생각한다. 따라서 차후프로그램을 개발할 때는 기후소양이라는 전체적인 안목을 갖고 끌고루 세부 요소들이 반영될 수 있도록 해야 할 것이다.

그럼에도 불구하고 정의적 영역에서 비판적 사고력이라는 하위 요소가 미치는 영향력은 매우 큼을 알 수 있다. 비판적 사고력은 과학교육에서 다양한 용어로 사용되는데(Beyer, 1988; 이미옥, 2006; 허경철 외, 1990), 기후소양에서의 비판적 사고력은 지금의 기후변화를 이해하고, 사려 깊게 생각해 보면서 스스로 판단을 하여 대처할 수 있는 능력으로 정의할 수 있다. 이는 기후소양이 있는 사람이라면 지구 기후시스템의 원리를 이해하고 관련 정보의 신뢰성을 평가할 수 있으며, 관련 주제에 대한 의사소통 능력과 함께 책임 있는 의사결정자로서의 역할을 할 것이므로(US GCRP, 2009) 비판적 사고력은 기후소양인을 양성하는 중요한 가교 역할을 한다고 볼 수 있다. 특히 이 연구는 킬링 곡선이 담고 있는 진정한 의미를 이해하기 위해 비판적 사고를 갖고 지금의 기후변화 상황을 바라볼 수 있도록 했다는 점에서 기후소양인이 되기 위한 출발점이 되었다고 생각한다.

2. 수업 관점표 결과

이 수업을 참관한 교사는 총 9명이었고, 그 중 3명의 교사로부터 수업 관점표 결과를 받을 수 있었다. 그리고 그 의견을 종합하면 다음과 같다(Table 7).

Table 7. Results of instructional perspectives' analysis written by 3 teachers inspecting the class focused on the keeling curve activities highlighting inquiry process

영역 및 수업 관점		참관 교사의 의견
A	①	지구의 평균기온 1℃ 상승이 갖는 의미를 단순한 강의식을 통한 강요적인 성격의 이해가 아닌 스스로 탐구를 통해 이해를 할 수 있는 수업으로 구성된 것이 매우 의미가 있었음
	②	수업이 전반적으로 학생들이 기후변화에 대해 관심을 갖도록 하기 위해 교사가 강한 동영상 등을 통한 외적동기가 아닌 의미를 이해하는 내적동기에 초점을 두었기 때문에 수업의 전반적인 흐름은 학생 스스로가 관련 지식을 형성해 나가는 과정에 큰 비중을 둔 수업이었음
	③	학생들의 배움중심 수업을 위해 교사는 다양한 활동(모둠별 기온변화 관련 카드, 킬링 곡선 그래프 그리기, 과거 기온변동과의 비교 및 해석, 이상기후 사례 찾기 표식지 활동, 다짐)을 준비했는데, 이 모든 과정이 단순한 활동으로 끝나지 않고 내면화의 과정으로 이어지고 있음을 확인할 수 있었음
	④	이 수업에서는 창의지성역량보다는 정의적 능력이 드러나는 부분이 많았음. 예를 들어, 기온변화 카드를 찾으면서 킬링 곡선에 기온을 나타내는 활동에서 모둠원간의 의사소통능력과 협업능력이 매우 필요했음. 또한 과거 기온변동과의 비교 활동에서는 토의 등 자기주도적인 태도가 은연중에 길러질 수 있도록 구성되어서 좋았음
B	①	탐구과정을 강조하였다는 것의 의미를 조금은 알 수 있었음. 학생들에게 탐구 요소나 과정별 지시가 아닌 1℃ 변화의 의미를 찾아갈 때 조력자로서 질문을 통해 비계를 제공해 주는 노력이 돋보이는 수업이었음
	②	일부 학생들은 스스로 스마트기기를 활용해 정보를 찾거나 킬링 곡선 그래프 작성 시 기온을 잘못 찾아서 표현한 부분을 발견하여 다시 정확한 값을 찾으려고 노력하는 모습을 볼 수 있었는데 이 모든 것들이 자기주도적 학습 역량이 길러지는 과정이라고 생각하였음
	③	많은 수업에서 실제 배운 내용이 삶과 직접 연관되는 연결고리가 약해서 많은 교사들이 고민을 하고 있는 부분임. 이 수업에서는 킬링 곡선의 의미를 과학적으로 분석해 보는 것에서 그치지 않고 이로 인해 발생하는 이상 기후 사례의 심각성을 정의적으로 접근하여 기후변화에 대응하거나 예방하기 위한 실질적인 다짐 1가지씩을 생각해 보도록 하였는데, 이는 학생들의 특성을 고려한 실천적인 행동 변화로의 유도를 고려한 좋은 수업 방법이었다고 생각함.
	④	교사의 역할은 학생 배움 중심이 될 수 있는 환경 조성이라고 할 수 있는데, 이 수업에서는 치밀한 수업 구성과 의미 있는 활동을 통한 배움 중심 수업이 잘 일어났다고 보임. 특히 탐구과정을 강조하기 위한 발문은 학생들의 사고력 향상에 직접적인 자극이 될 수 있음을 깨닫게 해 주는 계기가 되었음
	⑤	비판적 사고 활동이라고 말하기는 어려울 수 있지만, 지구의 평균 기온 1℃ 상승이 심각하다는 것을 맹목적으로 받아들이지 않았다는 그 자체만으로도 어느 정도의 사고력은 작용하고 있다고 생각함
C	①	이 수업을 경험한 학생이라면 지구의 평균 기온 1℃ 상승이 앞으로 우리에게 어떤 영향을 미치게 될지 직접 이해하였기에 새로운 지식이라고 볼 수 있음
	②	정의적 능력의 변인이 많지만 이 수업을 지켜본 결과, 학생들은 기후변화에 지금보다 더 많은 관심을 갖게 될 것 같은 생각이 들었음. 즉, 행동으로의 변화가 교실에서부터 나타날 것으로 기대가 되었음
	③	기후변화와 관련된 자신의 생각을 짝, 모둠, 전체 앞에서 말하거나 마인드맵 등으로 표현할 기회가 많았기에 어느 정도 관련 내용에 대해서는 정리하였다고 판단하였음

추가

[장점]

1. 기후변화에서 강조하는 기온상승을 지금까지는 북극곰 영상 등 동영상 자료 혹은 정의적인 감정에 호소하는 수업을 자주 하였는데 이 수업을 보고 새로운 활동을 알게 되었음

2. 킬링 곡선은 주로 그래프를 보여주고 자신의 생각을 말해보게 하거나 앞으로의 변화를 추이해 보는 정도로만 언급하였는데, 모든 그래프를 직접 그려보는 활동이 더 큰 의의가 있음을 깨닫게 되는 시간이었음. 특히 과거 기온변동과의 비교를 통해 스스로 1°C의 의미를 찾아가는 과정은 신선한 배움 중심 수업이라고 생각함
3. 탐구과정이 강조된다고는 하지만 강요가 아닌 교사의 발문을 통한 학생들의 자연스러운 활동이었기에 더 자연스러웠던 것 같았음. 또한 이상기후 사례를 찾는 표식지 활동이 단순 자료 수집이나 제작활동으로 끝나지 않고 한 개 한 개가 갖는 심각성에 대해 느껴보는 연결고리가 되었음

[보완할 점]

1. 과거 기온 중 1만년을 비교 대상으로 하여 최근 지구 평균 기온 상승과 비교하였는데, 일부 학생 중 수업이 끝나고 1만 년 전의 기온 변화 폭이 더 큰 것은 어떤 의미인지 물어보는 학생도 있었음. 최근 킬링 곡선이 상승하지 않고 하강하고 있다고 주장하는 학자도 있는 만큼 학생들에게 자료를 보여줄 때 1만년 것만 보여주는 것이 혼란의 여지를 남기지 않을 것으로 생각함
2. 탐구과정이 강조되긴 하였지만, 교사의 발문이 각 모듈별 진행상황에 따라 단계별로 제시된 것이 아니었기에 모듈별 수준차가 발생하는 것을 확인하였음. 따라서 수준이 좀 더 낮은 학생들로 구성된 경우라면 탐구과정의 순서를 정하여 차근차근 진행하는 것도 괜찮을 것이라고 생각함

위의 내용을 정리해 볼 때, 이 연구에서 개발한 탐구과정을 강조한 킬링 곡선 활동 중심의 기후변화 관련 수업은 참관한 교사의 관점에서 바라보았을 때에도 매우 긍정적임을 확인할 수 있었다. 특히 기존의 주입식 혹은 강의식으로 남발되던 지구의 평균 기온 1°C 상승의 의미를 탐구과정을 통해 학생들이 스스로 발견해 정리했다는 부분에서 만족도가 높은 평가를 받았다. 응답 속에는 교사들의 수업에 대한 고민도 일부 포함되어 있었다. 기후변화교육에 관심을 갖고 학생들에게 관련 내용을 지도하던 교사들도 대부분 정적이거나 강의식 위주 혹은 감정의 호소 등의 방법으로 진행하다보니 수업에 대한 고민이 일부 있었다. 그러나 이 연구에서 개발한 프로그램과 진행 방법을 활용한다면 완벽하진 않겠지만, 기후변화에 대한 학생들의 자발적인 참여와 깊이 있는 이해를 돕는데 많은 도움이 될 것으로 참관한 교사들은 기대하였다.

3. 학생 인터뷰 결과

12명의 학생들이 2가지 문항에 대해 인터뷰한 결과는 다음과 같다(Table 8).

위의 결과, 학생들이 수업 전과 후를 생각하여 점수를 비교한 것이 평균 2.08점 이상 향상된 것으로 나왔는데, 이는 1°C 상승의 의미를 수업 전에 비

해 좀 더 정확히 이해했음을 보여주는 결과라고 생각한다. 이는 인터뷰 내용을 통해서도 확인할 수 있었는데, 전반적으로 학생들은 킬링 곡선 활동을 통해 1°C 상승의 의미를 과거 기온변화와의 비교를 통해 그 심각성을 이해하고 공감할 수 있게 되었으며, 특히 교사의 탐구과정별 발문은 기후변화에 관한 비판적 사고력 향상과 자기주도적 학습을 위한 정의적인 영역에 많은 영향을 주었음을 확인할 수 있었다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 초등학생의 기후소양 함양을 위해 탐구과정이 강조된 킬링 곡선 활동 중심의 프로그램을 개발하여 적용해 보고 그 효과를 확인해 본 논문으로, 학생들이 최근 100년간의 기온 상승의 폭이 얼마나 심각한 현상인지 제대로 이해하지 못하고 단순히 지식으로만 받아들이고 있는 현상의 교수·학습방법의 대안으로 제시하였다. 연구 결과와 논의를 통해 내릴 수 있는 결론은 다음과 같다.

첫째, 이 연구에서 개발한 탐구과정이 강조된 킬링 곡선 활동 프로그램은 기후소양을 함양시키기 위한 기후변화교육 프로그램으로서의 가치가 있음을 확인하였다. 기존의 기후변화교육 프로그램이

Table 8. Results of students' interview

점수 학생	사전 점수	사후 점수	점수 변화	평균 변화 점수	인터뷰 내용	
					1번 문항	2번 문항
A	3	5	▲2	▲2.08	-지금까지는 1℃ 상승이 나랑 무슨 상관인가 대수롭지 않게 생각했지만, 과거 기온변동과의 비교를 통해 앞으로 우리에게 닥칠 재앙일수도 있겠다는 생각을 처음 갖게 되었음 -확실히 1℃ 상승이 큰 변화임을 알게 되었고, 나부터라도 조금씩 에너지를 줄이는 등 노력해야 하겠다는 다짐을 하게 되었음	-킬링 곡선이 갖는 의미를 찾을 때 다소 막연했는데, 선생님의 질문으로 인해 좀 더 고민하면서 스스로 탐구하려고 수업시간에 노력하게 된 것 같음 -킬링 곡선을 자세히 보니 그 속에 많은 의미가 담겨있음을 세삼 알게 되었음 -킬링 곡선에서 나오지 않는 현재의 부분이 매우 궁금하기도 하였음
B	2	4	▲2			
C	4	5	▲1			
D	2	5	▲3			
E	3	4	▲1			
F	1	4	▲3			
G	3	5	▲2			
H	2	4	▲2			
I	2	5	▲3			
J	2	4	▲2			
K	2	4	▲2			
L	3	5	▲2			

강의식 위주이거나 혹은 기후변화와 관련된 자극적인 내용 위주의 전달을 통한 강요적인 행동 변화를 요구했다면, 이 연구에서 개발한 프로그램은 기온 상승의 의미를 이해하기 위한 탐구과정을 반영 시킴으로써 과학적인 시각에서 냉정하게 바라보고 이에 대해 비판적 사고력을 갖고 대처할 수 있는 내재적 동기를 강조하였다. 따라서 학생들의 단순 활동 참여를 지양하고 탐구과정 등이 반영된 활동을 적극 활용한다면 학생 스스로가 자연현상이 갖는 과학적인 의미와 지식의 재구성에 도움을 줄 수 있을 것이고 이는 학생들의 기후소양 향상으로 연결될 수 있을 것이다.

둘째, 이 연구에서 개발한 기후소양 함양 프로그램을 적용한 실험집단의 기후소양 검사 결과, 전체적으로 학생들의 기후소양을 향상시키는데 도움을 줄 수 있음을 확인하였다. 구체적으로는 인지적 영역, 정의적 영역의 비판적 사고력, 실천적 영역의 기후변화대응과 기후변화태도에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었는데, 이는 학생들의 기후소양을 향상시킬 가능성을 갖고 있음을 의미한다. 따라서 이 연구에서 제시한 3가지 활동(킬링 곡선 이해하기, 세계의 이상기후 사례 표식지 활동하기, 나의

다짐)를 수업에 잘 적용한다면 학생들의 기후소양 향상에 많은 도움을 줄 수 있을 것이다.

셋째, 수업에 참여한 교사들은 새롭게 개발한 탐구과정을 강조한 킬링 곡선 활동 중심의 기후변화 관련 수업이 지구의 평균기온 1℃ 상승이라는 과학적 의미를 학생들이 정확하게 이해할 수 있는 효과적인 방법이라는 점에서 긍정적인 평가를 하였다. 또한 다양한 탐구중심의 활동 수업으로 킬링 곡선의 의미에 대한 이해도를 높임으로써 실천적인 행동으로의 내면화까지 이어질 수 있는 계기가 되었다고 평가하였다. 물론 인터뷰에 응한 학생들 역시 수업 전에 비해 1℃ 상승이 갖는 의미를 이해하는데 많은 도움이 되었으며, 특히 교사의 탐구과정별 발문으로 인해 스스로 사고를 할 수 있는 계기가 되었다고 응답하였다. 이러한 모든 응답 내용을 종합적으로 정리해 볼 때, 1℃ 상승의 의미를 정확히 알도록 하는 탐구과정이 강조된 킬링 곡선 활동 중심의 수업은 학생들의 기후소양 향상에 도움이 될 수 있는 밑거름이 되었음을 알 수 있었다.

이상의 결론을 바탕으로 후속 연구에 대한 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 이 연구에서는 기후소양 함양을 위한 프로

그램으로 킬링 곡선을 강조한 프로그램 개발에 초점을 두다 보니 기후소양 검사지 결과에서 보듯이 정의적 영역 중 2개의 하위 요소에서는 통계적으로 유의미한 결과 값이 나타나지 못하였다. 따라서 기후소양함양을 위한 프로그램을 개발할 때에는 검사지에서 제시된 다양한 영역이 고루 함양될 수 있도록 프로그램 구성에 각별한 주의가 요구된다. 또한 SPA 시스템처럼(손준호와 김중희, 2016) 가정에서 기후소양과 관련된 직접적인 실천이 가능할 수 있도록 맞춤형 피드백을 강조한 기후소양 학습 시스템이 구축되면 좋을 것이다.

둘째, 기후소양 함양은 앞으로 우리 세대들이 반드시 갖추어야 할 역량 중 하나로 볼 수 있는데, 아직까지 초등교육과정에서는 이와 관련된 언급이나 구체적인 개념 위계 또는 올바른 이해를 돕기 위한 효과적인 hands-on 활동에 대한 지침 등이 마련되어 있지 않다. 그러므로 초등학교에서부터 지구시스템의 관점에서 기후변화를 이해함으로써 어릴 때부터 기후소양을 함양할 수 있도록 노력해야 할 것이다.

국문요약

이 연구의 목적은 탐구과정이 강조된 킬링 곡선 활동 중심의 프로그램을 개발하여 적용해 봄으로써 초등학생의 기후소양에 어떠한 변화가 있는지 확인해 보고자 한 것이다. 대부분의 학생들은 최근 100년간의 기온 상승의 폭이 얼마나 심각한 현상인지 제대로 이해하지 못하고 단순히 지식으로만 받아들이고 있고 이로 인해 실질적인 기후변화 관련 태도의 변화를 이끌어 내는데 한계가 있었다. 그래서 개발한 프로그램에서는 과거의 기후변동 자료와 비교해 볼 수 있도록 다양한 질문과 탐구 전략을 적용하였다. 연구 결과, 실험집단의 46명의 학생들은 인지적 영역, 정의적 영역의 비판적 사고력, 실천적 영역에서 통계적으로 유의미한 효과가 있음을 알 수 있었다. 또한 교사들의 수업 관점표 분석과 학생들의 인터뷰 내용 결과, 개발한 수업이 학생들의 기후소양 향상에 도움이 될 수 있다는 연구자의 의견을 지지하였다.

References

- 교육부(2015). 과학 6-1 : 5-6학년군 과학③ 교사용 지도서. 서울: 미래엔.
- 권난경(2015). 2009 개정 교육과정 초등학교 과학 교과서의 기후변화 교육 내용 분석. 대구대학교 대학원 석사학위 논문.
- 권재술, 김범기(1994). 초·중학생들의 과학탐구능력 측정도구의 개발. 한국과학교육학회지, 14(3), 251-264.
- 권주연(2009). 기후변화 교육 목표 및 내용 체계 개발. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 기상청(2015). 기후변화 2014 종합보고서-정책결정자를 위한 요약보고서.
- 기상청(2016). 2016년 지역기후변화 홍보 강사단 역량 강화 순회 워크숍.
- 김가람(2015). 스토리텔링을 활용한 기후변화교육 프로그램 개발 및 적용. 광주교육대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 김윤지(2015). 지구 환경에 대한 고등학생들의 정신모형. 대한지구과학교육학회지, 8(1), 25-34.
- 김찬국, 최도형(2010). 우리나라 기후 변화 교육 방향. 환경교육, 23(1), 1-12.
- 김해옥(2013). 기후변화 교육프로그램이 초등학생의 환경 태도에 미치는 효과. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 김현진(2015). 자기주도 학습과 문제해결 능력에 초점을 둔 초등학생용 기후변화 STEAM 프로그램 개발과 적용. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 박종근, 정철, 손미희, 옥혜경(2010). 중등학생들의 기후소양 함양을 위한 교수 자료 개발 및 현장 적용에 관한 연구. 학교교육연구, 5(2), 221-237.
- 박혜경(2013). 초·중학생의 기후소양 함양을 위한 기후교육 프로그램 개발 및 적용. 대구대학교 대학원 박사학위 논문.
- 손준호, 김중희(2016). 지구과학 수업에서 진단 및 형성평가 활용을 위한 스마트 맞춤 평가(SPA) 시스템의 개발 및 효과. 대한지구과학교육학회지, 9(1), 1-14.
- 우정애, 남영숙(2012). 중학교 과학과 기후변화 교육 프로그램 개발과 적용. 한국과학교육학회지, 32(5), 938-953.

- 유현희(2011). 초·중·고 학생 및 교사들의 지구 기후 변화에 대한 지식과 행동의 인식조사. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 이미옥(2006). 고차적 발문 수업이 초등학생의 독해력과 비판적 사고력에 미치는 효과. 대구교육대학교 석사학위 논문.
- 이영준, 김종우, 이상원 (2014). 초등학교 고학년 기후변화교육을 위한 디지털 교과서 개발. 한국실과교육연구학회, 20(4), 317-340.
- 최혜숙, 김용표(2010). 기후 변화 교육을 위한 국내 웹 자료 분석. 환경교육, 23(3), 1-16.
- 하병건, 김용권(2015). 환경 관련 체험학습이 초등학생의 환경소양과 과학적 태도에 미치는 효과. 대한지구과학교육학회지, 8(2), 206-217.
- 허경철, 김홍원, 조영태, 임선하, 양미경, 한순미, 이혜원, 김용선(1990). 사고력 신장을 위한 프로그램 개발 연구(IV). 한국교육개발원, 연구보고 RR 90-17.
- 환경부(2007). 기후 변화에 따른 전국민 의식조사 보고서.
- Beyer, B. K.(1988). Developing a thinking skills program, boston: Allyn and Bacon.
- Clement, A., Kirtman, B., & Pirani, A.(2011). Climate literacy as a foundation for progress in predicting and adapting to the climate of the coming decades. Bulletin of the American Meteorological Society, 92(5), 633-635.
- Disinger, J. F.(2001). K-12 Education and the environment: perspectives, expectations, and practice. The Journal of Environmental Education, 33(1), 4-11.
- Duschl, R. A., & Grandy, R. E. (2008). Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation. Sense Publishers.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. Science Education, 88(1), 28-54.
- Marcinkowski, T. J.(1991). The relationship between environmental literacy and responsible environmental behavior in environmental education. unpublished paper. Florida Institute.
- US GCRP(2009). Climate Literacy Guide for Individuals and Communities, Second version: March 2009.
- <http://educenter.kcen.kr>