

ORIGINAL ARTICLE

## SDGs 연계 교육에서 예비교사들의 탄소 발자국 인식

김윤지\*

(대구대학교 조교수)

### Carbon Footprint Awareness on Education in Connection with SDGs of the Pre-service Teachers

Yunji Kim\*

(Daegu University)

#### ABSTRACT

We are to introduce an example of ESD in connection with SDGs through liberal arts courses opened at the College of Education. We analyzed the awareness of the carbon footprint expressed by 42 preservice teachers in a class designed in connection with SDGs 13 goal, 'climate action'. The pre-service teachers wrote a carbon diet diary, a checklist for the level of practice that emits carbon in daily life, and freely expressed the source and proportion of their carbon emissions through the carbon footprint drawing activity. In items of electricity use, public transportation use, and garbage disposal, the level of practice was positive, but water use was analyzed in a negative way. The pre-service teachers who expressed the carbon footprint in 2-3 items reached a majority, showing limitations in recognizing the carbon emission situation in their daily life. Pre-service teachers will be the main actors of education on the environmental issues of the earth at the school site, and the carbon literacy of pre-service teachers will directly or indirectly affect students. We hope that various ESD programs linked to the 17 SDGs will be developed and applied to the educational field to contribute to sustainable global environmental education.

**Key words** : education for sustainable development, sustainable development goals, carbon footprint, carbon literacy

#### I. 서론

지구를 삶의 터전으로 살아가는 인간을 포함한 생태계에 닥친 심각한 문제 중 하나로 기후변화를 꼽는데 이견이 없을 것이다. 기상청에서 현재 기상에 대한 비교와 기후 변화 예측에 활용하기 위해 산출하는 우리나라의 기후평년값은 1991년도에 평균기온 11.8℃, 2001년도 12.2℃,

2011년도 12.5℃, 2021년도 12.8℃로 상승하고 있다(data.kma.go.kr). 기후변화 문제에 대처하기 위해 세계기상기구(WMO)와 유엔환경계획(UNEP)이 1988년에 공동 설립한 국제기구인 기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change)는 2007년 4월에 발표한 4차 보고서에서 기후 온난화는 명백하며 온실가스(GHGs) 농도 증가가 원인이라고 밝혔다(IPCC,

Received 29 July, 2021; Revised 14 August, 2021; Accepted 18 August, 2021

\*Corresponding author: Yunji Kim, Daegu University, 201 Daegudaero, Jillyang, Gyeongsan, Gyeongbuk, 38453, Korea

E-mail: kimyunji@daegu.ac.kr

This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2020S1A5A8046001).

© 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.

2007). 이를 바탕으로 2013년 9월에 발표한 5차 보고서에서는 1880년 이후 전 세계 표면 온도는 약 0.8°C 상승하였는데, 대기 중의 이산화탄소 농도는 1750년 이후 인간 활동으로 인해 약 40% 증가했으며 이는 화석 연료의 연소와 삼림 벌채로 인한 것이고 지난 60년 동안 관찰된 온도 변화의 대부분이 인간 활동에 의해 발생하였을 가능성이 95% 이상의 확률로 매우 높다는 결과를 발표했다(IPCC, 2013). 2018년 10월 인천 송도에서 열린 제48차 IPCC 총회에서 인간 활동은 산업화 이전(1850-1900) 대비 약 1°C(0.8~1.2°C)의 온난화를 유발한 것으로 추정되며 현재 속도로 지구온난화가 지속되면 2030-2052년 사이 1.5°C 초과할 것으로 전망했다. 또한 2100년까지 전 지구 평균온도 1.5°C 상승 제한을 위해 지속가능발전목표(SDGs:Sustainable Development Goals)를 통한 사회 시스템 전환을 권고하였다(IPCC, 2018).

지속가능발전(Sustainable Development)이라는 용어는 1987년 유엔환경계획(UNEP)의 세계환경개발위원회(WCED)가 발표한 보고서, 우리 공동의 미래(Our Common Future)에서 ‘미래 세대가 그들의 필요를 충족시킬 능력을 저해하지 않으면서 현재 세대의 필요를 충족시키는 발전’이라고 정의하면서 논의되기 시작하였다. 1992년 6월 브라질 리우데자네이루에서 열린 유엔환경개발회의(UNCED)에서 지구의 환경문제와 지속가능한 발전을 위한 리우선언과 세부적 행동강령을 담은 의제21(Agenda21)을 채택하고 유엔지속가능발전위

원회(UNCSD:UN Commission on Sustainable Development)를 창설하였다. 2000년 9월에 뉴욕에서 열린 55차 유엔총회에서는 새천년개발목표(MDGs: Millennium Development Goals)를 의제로 채택하여 2015년까지 빈곤의 감소, 보건, 교육의 개선, 환경보호와 관련하여 지정된 8가지 목표를 실천하는 것에 동의하였다. 2012년 6월 브라질 리우데자네이루에서 열린 유엔지속가능발전회의(UNCSD)에서 ‘우리가 원하는 미래(The Future We Want)’라는 선언을 채택하고 새천년개발목표(MDGs)를 대체하는 지속가능발전목표(SDGs)에 합의하였다. 2015년 9월 뉴욕에서 열린 제 70차 유엔총회에서는 2015년 만료된 새천년개발목표(MDGs)의 뒤를 잇는 지속가능발전목표(SDGs)를 2016년부터 2030년까지 이행하기로 결의하였다(http://ncsd.go.kr/). 지속가능발전목표(SDGs)는 새천년개발목표(MDGs)가 추구하던 빈곤퇴치에서 더 나아가 사회적 불평등, 사회발전, 경제발전, 환경, 이행수단 등의 내용을 포함하여 ‘단 한 사람도 소외되지 않는 것(Leave no one behind)’라는 슬로건과 함께 인간, 지구, 번영, 평화, 파트너십이라는 5개 영역에서 인류가 나아가야 할 방향성을 17개 목표와 169개 세부목표로 제시한다(Fig. 1).

지구과학 분야에서 탄소라는 소재는 지구 온난화를 야기하는 원인 물질로서 다루어지는 한편 지구 시스템에서 탄소 순환을 주제로 한 연구들이 진행되고 있다. 문병찬 외(2004)는 탄소 순환에 시스템 사고를 적용하여



Fig. 1. Sustainable Development Goals(www.un.org).

예비교사들의 개념을 분석하였고, 이두연 외(2013)는 고등학생들을 대상으로 지구 시스템 관점에 기반하여 탄소 순환 개념을 연구하였다. 이지은 외(2017)는 고등학생들의 공간지각능력에 따른 탄소 순환 개념을 연구하였으며, 박경숙 외(2019)는 예비교사들을 대상으로 지구 시스템 내의 탄소 순환에 대한 시스템 사고 수준을 분석하였다. 환경 분야와 연계하여 살펴보면 여인호 외(2012)는 대·중·소도시에 거주하는 고등학생들의 통학 패턴을 중심으로 탄소 발자국을 산정하여 비교하는 연구를 진행하였고, 이상원 외(2013)는 초등학생을 대상으로 탄소 발자국 개념에 기반한 저탄소 교육 프로그램을 개발하여 효과를 분석하고, 오소라와 이상원(2013)은 탄소 발자국을 줄이는 기후변화 교육이 초등학생의 환경태도에 미치는 영향을 연구하였다. 국외에서는 Edstrand (2016)가 중학생들이 기후변화를 학습하는 과정에서 인간 활동에 의해 배출되는 이산화탄소를 계산하는 도구인 탄소 발자국 계산기를 이용하여 기후변화와 인간 활동과의 관계에 대한 이해를 발전시키는 새로운 방법을 제시하였고, Lin(2016)은 환경 행동 이론을 적용하여 개인 탄소 발자국 관리 시스템을 개발하고 이를 고등학생들에게 투입하여 학생들의 저탄소 행동을 개선하고 저탄소 개념을 촉진하며 탄소를 관리하는 역할을 할 수 있다고 제안하였다. Treptow(2010) 등의 선행 연구들에서 탄소 발자국을 계산하거나 프로그램 개발을 통해 탄소 발자국을 분석했던 연구들과 달리 Dosa & Russ(2020)는 탄소 소양이 학생들의 정보 수집과 의사결정에 미치는 영향에 초점을 맞추어 대중 매체에서 보도하는 탄소 발자국에 대한 뉴스 기사들을 학생들이 어떻게 이해하는지 분석한 연구를 진행하였다.

탄소 소양(carbon literacy)은 이산화탄소를 포함한 온실가스의 중요성과 사용 및 관리를 이해하는 데 필요한 지식, 기술, 태도, 동기 요인 등을 포괄하는 의미로 해석할 수 있다(Dosa & Russ, 2020). 탄소 발자국(carbon footprint)이라는 개념은 온실가스 배출량을 정량화하기 위한 수단으로 2000년대 중반부터 등장하여 기후변화 및 온실가스 및 환경과 관련된 여러 분야에서 널리 사용되고 있으며 환경에 미치는 인간의 압력을 추적할 수 있는 대표적인 지표로서 활용되고 있다. 용어의 폭넓은 쓰임새에도 불구하고 보편적으로 사용되는 명확한 정의나 범위가 존재하지 않으며 단위 또한 혼란스럽게 사용되고 있는데, 인간의 생산 및 소비

활동과 관련된 온실가스 배출량을 나타낸다는데 최소한의 공감대를 이루고 있다(최성원 외, 2015). 이상균(2017)은 eco-STEAM 수업을 통해 환경 소양을 분석하였고, 정철과 김윤지(2021)는 대학생들의 환경 인식과 정신모형에 대해 연구한 바 있으나 탄소 발자국에 대한 인식을 분석한 선행 연구는 이루어지지 않았다.

2015 개정 교육과정에서 지속가능발전교육(ESD: Education for Sustainable Development)은 환경교육과 더불어 범교과 학습 주제로서 교과와 창의적 체험활동 등 교육 활동 전반에 걸쳐 통합적으로 다루고 지역사회 및 가정과 연계하여 지도하도록 명시하였다(교육부, 2020). 이러한 교육과정 체제에서는 모든 교과에서 지속가능발전 교육을 담당하는 주체가 되어야 하며, 형식적 또는 비형식적으로 이루어지는 광범위한 학교 교육과정에서 교사요인에 의한 영향을 배제하기 어려울 것이다. 다시 말하면 교육대학과 사범대학에 재학하고 있는 예비교사들은 가까운 미래에 학교 현장으로 배출되어 기후변화를 포함한 지구의 환경문제를 교육하는 주체가 될 것이며, 예비교사들이 내면화하고 있는 탄소 소양은 우리 사회의 구성원으로 성장할 학생들에게 직간접적 영향을 미치게 될 것이다.

본 연구는 사범대학에 개설된 교양 강의를 통해 지구 과학교육 전공뿐만 아니라 다양한 학교급의 예비교사들에게 지속가능발전목표(SDGs)와 연계하여 지속가능발전교육(ESD)을 실시한 사례를 소개하고 기후변화를 주제로 진행한 강의에서 예비교사들이 표출한 탄소 발자국에 대한 인식을 분석하였다. 교사임용시험을 목적으로 사범대학의 교육 방향이 결정되는 작금의 현실에서 우리 학생들이 세계와 소통하는 글로벌 시민으로 더불어 사는 공동체 역량을 함양하는데 기여하고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

대구광역시 인근의 중소도시 소재한 D 대학교에서 연구가 이루어졌다. D 대학교에 재학 중인 학생들은 대구 또는 경산에서 통학하거나 타 지역에서 입학하여 기숙사에서 생활하는 등 거주 환경이 다양하다.

D 대학교의 교육과정에서 교양은 공통 교양, 균형

교양, 선택 교양의 3가지 영역으로 구분되는데, 본 연구를 투입한 강의는 균형 교양에 해당하는 ‘과학·기술·사회(STS)’ 수업이다. 균형 교양은 동일한 교과목으로 단과 대학별로 여러 시간대에 개설되므로 학생들은 학사 시스템에서 담당 교수가 작성하여 탑재한 강의계획서를 검색하여 수업 내용을 선택 수강할 수 있다. 본 연구가 수행된 강의는 지구과학교육을 전공한 연구자가 사범대학에 재학 중인 예비교사들을 대상으로 개설하였으며, 수업 내용은 ‘과학기술과 생활’과 ‘지구와 환경’이라는 2가지 프레임으로 구성되었다.

본 연구에서 연구자가 개설한 강의를 수강하고 적극적인 태도로 연구 과정에 참여하여 연구 대상으로 선정된 예비교사들의 전공별 인원은 유아교육 11명, 초등교육 11명, 일반사회교육 13명, 지구과학교육 4명과 기타 3명으로 총 42명이다. 학년별 인원은 1학년 36명, 2학년 5명, 3학년 1명으로 대부분 1학년 학생들로 구성되었는데, 이유는 D 대학교의 교육과정에서 전공 수업이 2학년 이후에 집중되고 교양 과목은 주로 1학년을 대상으로 개설되기 때문이다. 연구 대상의 남녀 비율은 여학생이 34명(81%)으로 남학생 8명(19%)에 비해 절대적으로 높았으며, 이러한 특징은 본 연구 결과를 성별에 대해 일반화하여 해석하는데 한계가 될 수 있다.

## 2. SDGs 연계 교육의 설계

국제사회는 제70차 UN총회에서 지속가능한 발전(SD)을 달성하기 위해 빈곤, 기아, 퇴치, 불평등 감소, 기후변화 대응, 육상, 해양오염 저감, 혁신적 기술개발과 경제성장 등을 포함한 17개 지속가능발전목표(SDGs)를 192개 회원국의 만장일치로 채택하였다. 우리나라도 국제사회의 책임 있는 일원으로서 국제사회 공동의 목표 달성에 기여하고 한국 사회에 처한 문제들을 해결하기 위해 한국형 지속가능발전목표(K-SDGs)를 수립하였다. 모두가 사람답게 사는 포용 사회 구현, 모든 세대가 누리는 깨끗한 환경 보전, 삶의 질을 향상하는 경제 성장, 인권 보호와 남북평화 구축, 지구촌 협력과 같은 5대 전략을 세우고 이를 실천하기 위한 17개 목표와 119개 세부목표, 236개의 지표들을 설정하였다(<http://ncsd.go.kr/>) (Table 1).

본 연구가 수행된 D 대학교의 학사일정은 1학기가 15주로 구성되며 1주차 강의 안내, 8주차 중간고사, 15주차 기말고사를 학교 일정에 따라 진행하며, 균형 교양으로 개설되는 과학·기술·사회는 3학점으로 1주에 2번을 각 75분 수업으로 실시한다. 본 연구를 투입한 과학·기술·사회 강의 중 ‘지구와 환경’ 프레임은 1주에 1번씩 2번의 시험을 제외하고 13주 동안 SDGs와 연계한 수업으로 설계하였다. 학생들의 수강 변경이 허용되는 1주차에는 지속가능발전(SD)의 개념과 17개 지속가능발전목표(SDGs)에 대한 수업을 오리엔테이션

Table 1. K-SDGs(Korean Sustainable Development Goals)

5P	4대 전략	SDGs의 17개 목표
People (인간)	사람이 사람답게 살 수 있는 포용사회	SDG1. No poverty (빈곤 종식)
		SDG2. Zero hunger (기아 종식)
		SDG3. Good health and well-being (건강과 웰빙)
		SDG4. Quality education (양질의 교육)
		SDG5. Gender equality (성 평등)
Prosperity (번영)	혁신적 성장을 통한 국민의 삶의 질 향상	SDG11. Sustainable cities and communities (지속가능한 도시와 지역사회)
		SDG8. Decent work (양질의 고용)
		SDG9. Industry, innovation, and infrastructure (산업, 혁신과 인프라)
		SDG10. Reduced inequalities (불평등 감소)
Planet (지구)	미래 세대가 함께 누리는 깨끗한 환경	SDG12. Responsible consumption and production (책임있는 소비와 생산)
		SDG6. Clean water and sanitation (깨끗한 물과 위생)
		SDG7. Affordable and clean energy (적정한 에너지)
		SDG13. Climate action (기후변화 대응)
		SDG14. Life below water (해양 생태계)
Peace (평화)	지구촌 평화와 협력 강화	SDG15. Life on land (육상 생태계)
		SDG16. Peace, justice and strong institutions (평화, 정의와 강력한 제도)
Partnership (파트너십)		SDG17. Partnership for the goals (SDGs 파트너십)

으로 구성하였다. 2주차는 ‘세계’라는 주제로 ‘세계 환경의 날’을 소재로 하고, 3주차는 ‘지구’라는 주제로 ‘지구생태용량 초과’의 날’을 소재로 하여 SDGs의 목표들과 연계하였다.

본 연구에서 예비교사들의 탄소 발자국에 대한 인식을 조사한 수업은 4주차에 ‘기후변화’를 주제로 진행되었으며, SDGs 13번 목표인 ‘Take urgent action to combat climate change and its impacts(기후변화 대응)’과 연계하여 설계되었다. 기후변화와 인간의 생태 발자국 및 탄소 발자국에 대한 내용을 다룬 수업에 적용한 콘텐츠의 일부를 공개하며, 13주 분량의 SDGs 연계 교육자료는 연구자의 블로그를 통해 내려받아 수업에 활용할 수 있도록 공유하였다(blog.naver.com/sheistwinkle)(Fig. 2).

### 3. 탄소 발자국 인식 조사

유아, 초등, 중등 교육을 전공하는 예비교사들은

SDGs 13과 연계한 기후변화 수업에 참여하여 그들이 내면화하고 있는 탄소 발자국에 대한 인식을 표출하는 기회를 가졌다. 원리 탐구와 문제 탐구를 중심으로 이론 강의가 끝난 이후 개인 활동으로 탄소 다이어트 다이어리를 작성하고 탄소 발자국을 그리는 활동이 진행되었다.

탄소 다이어트 다이어리는 예비교사들이 일상생활에서 탄소를 배출하는 실천 정도에 대한 체크리스트로 이산화탄소 배출량이 표시되어 있으며 탄소 배출 상황은 수도 사용, 전기 사용, 자동차 사용, 쓰레기 처리의 4가지 항목으로 구성하였다. 체크리스트 내용은 서울시에서 온실가스 감축과 환경보호를 실천하기 위해 자발적 시민 참여 방식으로 운영하는 에코마일리지 프로그램의 기반으로(ecomileage.seoul.go.kr), 일본의 기후변화에 대응하는 환경운동 사례들을 소개한 와다 다케시 외(2007)의 문헌과 대학 교양 강의에 적용하기 위해 우리나라의 환경교육 전문가들이 집필한 교재(정철 외, 2018)로부터 추출하였다(Table 2).

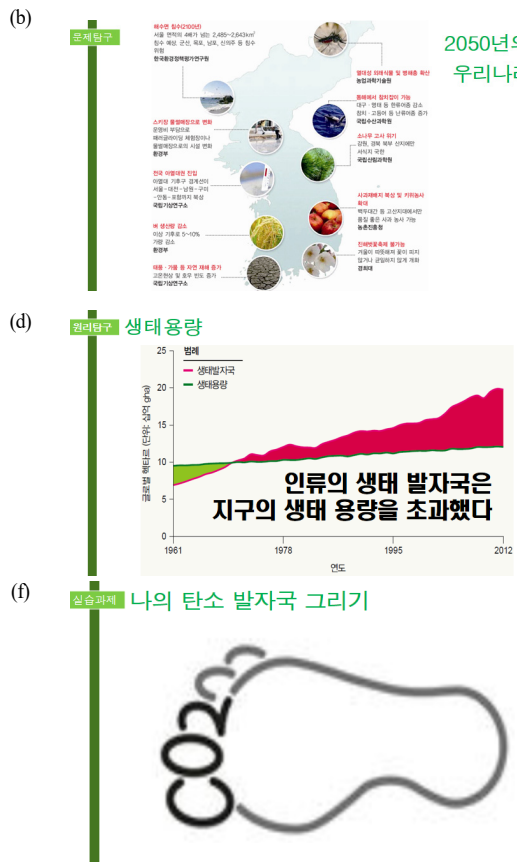


Fig. 2. The contents of the class on climate change.

Table 2. Carbon diet diary

항목	탄소 배출 체크리스트	CO <sub>2</sub> (g)	
1	샤워기를 사용하지 않고 물을 욕조에 받아서 이용한다	371	
2	목욕 후에 욕조에 남은 따뜻한 물을 세탁에 사용한다	7	
3	샤워 물은 계속 틀어 놓지 않았다	70	
4	샤워 시간을 1일 1분 짧게 한다	74	
5	물을 틀어 놓은 채 사용하지 않았다	16	
6	여름 냉방 설정온도를 26℃에서 28℃로 2도 높인다	83	
7	겨울 난방 설정온도를 22℃에서 20℃로 2도 낮춘다	96	
8	냉방(에어컨 등) 이용을 1시간 줄인다	26	
9	냉장고의 문을 금방 닫았다	17	
10	전기밥솥의 보온을 하지 않는다	37	
11	사용하지 않는 온수 세정 번기의 뚜껑을 닫는다	15	
12	컴퓨터 이용을 1시간 줄인다	13	
13	다른 일을 할 때는 TV를 껐다	40	
14	사용하지 않을 때는 콘센트에서 플러그를 뽑았다	59	
15	방을 나갈 때는 전등을 껐다	22	
16	주전원을 꺼서 대기 전력을 절약한다	7	
17	자전거, 자전거, 버스, 지하철을 이용했다	330	
18	자동차	가속이 적은 운전을 한다	73
19	사용	공회전 시간을 5분 줄인다	63
20	에코백을 준비하여 비닐봉지를 받지 않았다	48	
21	과대 포장하지 않은 물건을 구입했다	142	
22	젖은 손을 닦을 때 휴지를 사용하지 않았다	8	
23	쓰레기	물통을 휴대하고 페트병 사용을 줄인다	6
24	처리	플라스틱은 재활용한다	52
25	친환경 상품과 재활용 상품을 사용했다	23	
26	쓰레기 분리수거 방식을 따랐다	115	
27	샴푸나 세제 등은 적당량을 사용했다	90	
28	밥과 반찬을 남기지 않고 모두 먹었다	16	

환경교육 전문가 2인이 참여하여 탄소 다이어트 다이어리의 체크리스트에 대한 내용 타당도를 검증하였으며, 이렇게 만들어진 문항들은 D 대학교에서 환경교육을 전공하는 대학원 학생들에게 예비 투입하여 연구 대상이 문항을 이해하는데 어려움이 없는지 검토하는 과정을 거쳤다. 탄소 다이어트 다이어리는 매우 긍정 / 긍정 / 보통 / 부정 / 매우 부정의 5단계 리커트 척도로 검사하였고 매우 긍정은 5점 - 매우 부정은 1점으로 점수화하여 정량적 분석이 이루어졌다.

탄소 발자국에 대한 그리기 활동은 예비교사들이 발

자국 모양의 빈 공간 안에 그들이 일상생활에서 배출하는 탄소의 출처와 비율을 자유롭게 표현할 수 있도록 최대한 열린 형태로 검사지를 구성하였다(Fig. 2(f)). 예비교사들이 인식하는 탄소 발자국은 반복적 비교 분석(constant comparative analysis)을 통해 1차 분석을 실시하고 환경교육 전문가 2인의 크로스 검증 이후 2차 분석이 진행되었다. 예비교사들이 인식하는 탄소 배출의 출처를 전기·냉난방·교통·물·음식·쓰레기와 기타 항목으로 분류하여 최종 분석이 이루어졌으며 분석 내용에 대한 환경교육 연구자 2인과 연구자의 삼각 검토 및 협의(peer review) 과정을 진행하였다.

### Ⅲ. 결과 및 논의

#### 1. 탄소 다이어트 다이어리 분석

예비교사들이 탄소를 배출하는 일상생활에 대한 체크리스트인 탄소 다이어트 다이어리를 분석한 결과를 수도 사용, 전기 사용, 자동차 사용, 쓰레기 처리 항목으로 구분하였다. 수도 사용에 대한 1번 항목 “샤워기를 사용하지 않고 물을 욕조에 받아서 이용한다(CO<sub>2</sub> 371g)”에 전체 42명 중 ‘매우 부정’으로 답한 사례 21명, ‘부정’으로 답한 사례 16명으로 대부분의 예비교사들이 탄소 배출에 부정적인 생활방식을 보여주었다. 물의 재사용 여부를 묻는 2번 항목 “목욕 후에 욕조에 남은 따뜻한 물을 세탁에 사용한다(CO<sub>2</sub> 7g)”에서 역시 ‘매우 부정’으로 답한 사례 20명, ‘부정’으로 답한 사례 12명으로 1번 항목과 연계되는 결과가 나타났다. 3번 항목 “샤워 물은 계속 틀어 놓지 않았다(CO<sub>2</sub> 70g)”에는 ‘보통’으로 답한 사례가 13명으로 가장 많았고, ‘긍정’으로 답한 사례가 11명으로 뒤를 이었다. 4번 항목 “샤워 시간을 1일 1분 짧게 한다(CO<sub>2</sub> 74g)”에서 ‘부정’으로 답한 사례 17명과 ‘매우 부정’으로 답한 사례 15명으로 다수를 차지하는 결과는 예비교사들이 물 사용을 줄이기 위해 샤워 시간을 줄이는 노력을 하고 있지 않다는 점을 보여주는 결과로 해석된다. 5번 항목 “물을 틀어 놓은 채 사용하지 않았다(CO<sub>2</sub> 16g)”에는 ‘긍정’으로 답한 사례가 11명으로 가장 많았고 예비교사들의 실천 정도가 고르게 분포하였으며 ‘보통’에 해당하는 평균값 3.0으로 분석되었다(Table 3).

예비교사들이 작성한 탄소 다이어트 다이어리를 통해 확인한 결과에서 수도 사용에 대한 실천 정도는 ‘매우부정’ 33%와 ‘부정’ 30%로 분석되어 탄소 배출에 부정적인 방향으로 나타났다. 이러한 결과는 학교 현장에서 탄소 발자국을 줄이는 기후변화 교육을 투입하고 학생들의 환경태도에 미치는 영향을 분석했던 오소라와 이상원(2013)의 선행 연구에서 ‘사용하지 않는 수도물이 틀어져 있는’ 상황에 대해 학생들이 문제 해결에 적극적인 태도를 보이지 않는다는 내용과 연계되는 결과로 보인다. 수도 사용 항목은 탄소 다이어트 다이어리의 네 가지 항목들 중에서 가장 실천 정도가 낮은 결과를 나타내었다. 초등 예비교사들의 SDGs에 대한 이해, 인식, 실천에 대해 분석한 임희준 외(2020)의 선행연구에서 예비교사들의 인식과 실천 사이에는 차이가 있으며 높은 인식에 비하여 실천 경험이나 실천 의지는 낮음을 밝혔다. 본 연구에서 예비교사들은 기후변화의 원인이 되는 탄소 배출 항목으로 수도 사용을 인식하고 있지만 자신의 생활 속에서 실천하지 못하는 결과로 이해될 수 있다.

Table 3. Water usage analysis

항목	실천 정도					평균
	매우 긍정 <5>	긍정 <4>	보통 <3>	부정 <2>	매우 부정 <1>	
1	0	3	2	16	21	1.7
2	0	4	6	12	20	1.9
3	5	11	13	6	7	3.0
4	0	3	7	17	15	2.0
5	7	11	8	9	7	3.0
평균(명)	2.4	6.4	7.2	12.4	14.0	
비율(%)	6	15	17	30	33	

탄소 다이어트 다이어리 중 전기 사용에 대한 6번 항목 “여름 냉방 설정온도를 26℃에서 28℃로 2도 높인다(CO<sub>2</sub> 83g)”와 7번 항목 “겨울 난방 설정온도를 22℃에서 20℃로 2도 낮춘다(CO<sub>2</sub> 96g)”에 대해 예비교사들은 각각 ‘보통’으로 답한 사례가 17명으로 가장 많았고, 다음으로 ‘긍정’과 ‘부정’으로 답한 사례가 비슷하게 나타나 탄소 배출에 대한 실천 정도를 판단하기 어려웠다. 8번 항목 “냉방(에어컨 등) 이용을 1시간 줄인다(CO<sub>2</sub> 26g)”에는 ‘보통’으로 답한 사례 16명과 ‘긍정’으로 답한 사례 14명으로 나타났으며, 9번 항목 “냉장고의 문을 금방 닫았다(CO<sub>2</sub> 17g)”에는 ‘긍정’으로

답한 사례가 22명이었고 ‘매우 긍정’으로 답한 사례가 14명으로 평균값 4.1의 높은 실천 정도를 나타내었다. 10번 항목 “전기밥솥의 보온을 하지 않는다(CO<sub>2</sub> 37g)”에는 ‘보통’으로 답한 사례가 15명으로 가장 많았고 ‘매우 긍정’ 9명과 ‘긍정’ 8명으로 평균값 3.3의 실천 정도를 보였으며, 11번 항목 “사용하지 않는 운수 세정 번기의 뚜껑을 닫는다(CO<sub>2</sub> 15g)”에서는 ‘긍정’으로 답한 사례 16명과 ‘보통’으로 답한 사례 13명으로 실천 정도는 3.4로 분석되었다. 12번 항목 “컴퓨터 이용을 1시간 줄인다(CO<sub>2</sub> 13g)”에 ‘매우 긍정’과 ‘긍정’으로 답한 사례가 각각 15명으로 예비교사들의 대부분이 실천 정도를 긍정적으로 인식하였다. 13번 항목 “다른 일을 할 때는 TV를 껐다(CO<sub>2</sub> 40g)”에서 역시 ‘매우 긍정’으로 답한 사례가 15명으로 ‘긍정’으로 답한 사례가 10명으로 실천 정도 3.7로 분석되었으며, 14번 항목 “사용하지 않을 때는 콘센트에서 플러그를 뽑았다(CO<sub>2</sub> 59g)”에서도 ‘긍정’과 ‘보통’으로 답한 사례가 각각 14명으로 실천 정도 3.6을 나타내었다. 15번 항목 “방을 나갈 때는 전등을 껐다(CO<sub>2</sub> 22g)”에 예비교사 42명 중 과반수인 27명이 ‘매우 긍정’으로 답하였고 ‘부정’과 ‘매우 부정’으로 답한 사례는 0로 평균점 4.5의 매우 높은 실천 정도를 보였다. 16번 항목 “주전원을 꺼서 대기 전력을 절약한다(CO<sub>2</sub> 7g)”에는 ‘보통’으로 답한 사례가 16명으로 가장 많았고 ‘매우 긍정’과 ‘긍정’으로 답한 사례가 각각 9명으로 예비교사들의 실천 정도는 평균값 3.3으로 분석되었다(Table 4).

예비교사들이 작성한 탄소 다이어트 다이어리를 통해 확인한 결과에서 전기 사용에 대한 실천 정도는 ‘매우 긍정’ 25%와 ‘긍정’ 28%로 탄소 배출에 긍정적인 결과를 나타내었으며, ‘보통’ 29%라는 수치는 설문 항목에 대해 항상 긍정적이지는 않지만 탄소 배출을 줄일 수 있는 방향으로 생활 습관의 변화를 기대할 수 있는 결과로 볼 수 있다. 이러한 결과는 윤혜경 외(2011)의 선행연구에서 한국 학생들(초등학생, 중학생, 고등학생)의 전기 절약에 대한 신념이 58.9%로 높고 행동의지 또한 64.8%로 높다는 결과와 유사한 것으로 이해할 수 있다. 탄소 발자국 개념에 기반한 저탄소 교육 프로그램을 개발하여 효과를 분석했던 이상원 외(2013)의 선행연구에서 학생들은 기후변화의 원인 물질을 이산화탄소라고 말하며 자신의 일상생활과 관련된 되는 현상으로 ‘에너지 낭비’를 하나의 원인으로 인식

하고 있었다. 탄소 발자국을 줄이는 기후변화 교육을 수행했던 오소라와 이상원(2013)의 선행 연구에서 ‘외출하면서 전등을 끄지 않고 나간 적이 있다’는 문항에 학생들이 긍정적인 행동 변화를 보이지 않았다는 결과는 본 연구의 15번 문항 ‘방을 나갈 때는 전등을 껐다’와 유사하지만 연구 결과에서는 큰 차이를 나타내었으며, 이러한 결과는 연구대상의 연령차에 따른 요인으로 해석된다.

Table 4. Electrical usage analysis

항목	실천 정도					평균
	매우 긍정 <5>	긍정 <4>	보통 <3>	부정 <2>	매우 부정 <1>	
6	3	7	17	9	6	2.8
7	4	8	17	7	6	2.9
8	4	14	16	5	3	3.3
9	14	22	3	1	2	4.1
10	9	8	15	5	5	3.3
11	5	16	13	5	3	3.4
12	15	15	5	6	1	3.9
13	15	10	9	7	1	3.7
14	10	14	14	1	3	3.6
15	27	8	7	0	0	4.5
16	9	9	16	3	5	3.3
평균(명)	10.5	11.9	12.0	4.5	3.2	
비율(%)	25	28	29	11	8	

자동차 사용에 대한 탄소 다이어트 다이어리 17번 “도보, 자전거, 버스, 지하철을 이용했다(CO<sub>2</sub> 330g)” 항목에 예비교사 29명이 ‘매우 긍정’으로 답하였고 ‘긍정’과 ‘보통’으로 답한 사례가 각각 11명과 2명, ‘부정’과 ‘매우 부정’으로 답한 사례는 단 한 명도 없었으며 본 연구에서 가장 높은 실천 정도 4.6으로 분석되었다. 18번 항목 “가속이 적은 운전을 한다(CO<sub>2</sub> 73g)”에는 ‘보통’으로 답한 사례가 18명으로 가장 많았고 ‘매우 긍정’으로 답한 사례가 11명, ‘긍정’으로 답한 사례가 9명으로 평균값은 3.6이었다. 19번 항목 “공회전 시간을 5분 줄인다(CO<sub>2</sub> 63g)”에서 역시 ‘보통’으로 답한 사례가 19명으로 가장 많았으며 ‘긍정’과 ‘매우 긍정’으로 답한 사례가 각각 11명과 9명으로 예비교사들의 탄소 배출 실천 정도는 3.6으로 18번 항목과 동일한 결과를 보였다(Table 5).

윤혜경 외(2011)의 연구에서 한국 학생들(초등학생, 중학생, 고등학생)의 대중교통 이용에 대한 신념은 79%로 높으나 행동의지는 37.2%로 나타나 본 연구에

서 분석된 결과와는 차이를 보인다. 예비교사들이 작성한 탄소 다이어트 다이어리를 통해 자동차 사용에 대한 실천 정도를 해석하는 과정에서 유의할 사항이 있다. 고등학생들의 통학 거리와 통학 시간 패턴으로부터 탄소 배출량을 산정하여 탄소 발자국을 분석했던 여인호 외(2012)의 연구에서 소도시에 위치한 학교일수록 큰 탄소 발자국을 가지고 대도시에 위치한 학교일수록 작은 탄소 발자국을 가진다는 결과를 밝혔다. 대도시에서 생활할수록 자동차 사용이 많을 것이라는 선입견을 갖기 쉬운데 결과는 정반대로 대도시에서는 대중교통을 이용하기 쉽기 때문에 소도시에 비해 자동차 이용으로 발생하는 탄소 발자국을 줄일 수 있다는 설명이다. 윤혜경 외(2011)의 선행연구와 비교되는 결과는 연구대상의 통학 환경 차이로 판단되며, 본 연구를 수행한 D대학교가 광역시 인근에 위치하여 대중교통의 접근성이 좋은 환경의 영향으로 본인이나 부모님의 자동차를 이용하지 않는 사례가 많다. 이와 같은 이유로 예비 투입 과정에서 예비교사들이 실제로 자동차를 운행하는 사례가 많지 않다는 의견을 반영하여 자동차 사용으로 탄소 배출의 실천 정도를 묻는 문항들을 일부 제외하게 되었다. 공회전과 과속운전에 대한 실천 정도에 ‘보통’으로 답한 사례가 많은 결과는 실제 자동차 운행을 하고 있지 않기 때문에 긍정이나 부정으로 답하지 못한 사례가 많았을 것으로 판단된다. 여인호 외(2012)의 선행연구 결과와 연계하여 이해되는 바와 같이 대중교통 이용 여부를 묻는 문항에서 대부분의 예비교사들이 ‘매우 긍정’과 ‘긍정’으로 답한 결과가 반영되어 자동차 사용에 대한 실천 정도는 전체적으로 긍정적인 결과로 분석되었으나, 본 연구에서는 자동차 사용에 대한 실천 정도를 묻는 문항수가 적기 때문에 개별 문항으로 결과를 해석하는 것이 타당할 것이다.

Table 5. Car usage analysis

항목	실천 정도					평균
	매우 긍정 <5>	긍정 <4>	보통 <3>	부정 <2>	매우 부정 <1>	
17	29	11	2	0	0	4.6
18	11	9	18	1	3	3.6
19	9	11	19	1	2	3.6
평균(명)	16.3	10.3	13.0	0.7	1.7	
비율(%)	39	25	31	2	4	



쓰레기 처리 항목으로 구분되는 탄소 다이어트 다이어리 20번 항목 “에코백을 준비하여 비닐봉지를 받지 않았다(CO<sub>2</sub> 48g)”에 12명의 예비교사들이 ‘긍정’으로 답하였고 11명이 ‘매우 긍정’으로 답하여 과반수로 나타났으며, 21번 항목 “과대 포장하지 않은 물건을 구입했다(CO<sub>2</sub> 142g)”에는 ‘보통’으로 답한 사례가 18명으로 가장 많았고 ‘긍정’으로 답한 사례가 15명이었다. 22번 항목 “젖은 손을 닦을 때 휴지를 사용하지 않았다(CO<sub>2</sub> 8g)”에 ‘매우 긍정’으로 답한 사례는 13명, 23번 항목 “물통을 휴대하고 페트병 사용을 줄인다(CO<sub>2</sub> 6g)”에 ‘긍정’으로 답한 사례는 12명으로 다수의 예비교사들이 긍정적으로 인식하는 것이 확인되었으며 탄소를 배출하는 실천 정도는 3.5의 동일한 평균값으로 분석되었다. 24번 항목 “플라스틱은 재활용한다(CO<sub>2</sub> 52g)”에는 ‘긍정’으로 답한 사례가 16명으로 가장 많았고 ‘매우 긍정’으로 답한 사례가 11명이며 ‘매우 부정’으로 답한 사례는 0명으로 실천 정도는 3.8이었다. 이와 유사한 항목은 26번 “쓰레기 분리수거 방식을 따랐다(CO<sub>2</sub> 115g)”로 ‘긍정’으로 답한 사례 19명, ‘매우 긍정’으로 답한 사례 14명이며 ‘매우 부정’으로 답한 사례 역시 0명으로 나타나 예비교사들은 평균값 4.1의 높은 탄소 배출의 실천 정도를 보였다. 25번 항목 “친환경 상품과 재활용 상품을 사용했다(CO<sub>2</sub> 23g)”에서는 ‘긍정’으로 답한 사례 15명과 ‘보통’으로 답한 사례 13명으로 실천 정도는 3.4로 분석되었으며, 27번 “삼푸나 세제 등은 적당량을 사용했다(CO<sub>2</sub> 90g)” 항목에서는 ‘긍정’으로 답한 사례 20명과 ‘보통’으로 답한 사례 14명으로 실천 정도는 동일한 평균값 3.4로 분석되었다. 28번 “밥과 반찬을 남기지 않고 모두 먹었다(CO<sub>2</sub> 16g)” 항목에 대해서는 예비교사 16명이 ‘긍정’으로 13명이 ‘보통’으로 8명이 ‘매우 긍정’으로 답하였고, ‘부정’과 ‘매우 부정’으로 답한 사례는 5명에 불과하여 탄소를 배출하는 실천 정도는 3.6으로 분석되었다(Table 6).

예비교사들이 작성한 탄소 다이어트 다이어리를 통해 재활용에 대한 인식을 확인한 결과 플라스틱을 재활용 한다는 24번 항목에서 3.8, 친환경 상품과 재활용 상품을 사용했다는 25번 항목에서 3.4의 실천 정도를 나타내었다. 이러한 결과는 한국 학생들(초등학생, 중학생, 고등학생)의 지구 온난화 완화 행동에 대한 신념과 행동 의지를 분석했던 윤혜경 외(2011)의 연구에서 재활용에 대한 신념 73.2%에 비해 행동의지가 49.2%로 낮다는 연구 결과와는 차이를 보인다. 연구 대상의

연령대가 재활용을 실천할 수 있는 일상 상황에 노출되는 빈도의 차이를 야기하였을 것으로 판단되며 선행연구가 이루어졌던 약 10년 전과 현재의 시간차가 환경 인식과 행동에 영향을 미쳤을 것으로 짐작할 수 있다. 또한 예비교사들의 쓰레기 처리에 대한 실천 정도는 ‘매우 긍정’ 20%와 ‘긍정’ 35%로 탄소 배출에 긍정적인 결과를 나타내었다. 본 연구와 같이 탄소 발자국에 초점을 맞추어 기후변화 교육을 수행했던 이상원 외(2013)와 오소라와 이상원(2013)의 선행연구에서 학생들은 ‘휴지를 아껴 쓰자’는 의견과 ‘학용품을 아껴서 사용하자’는 등의 탄소 발자국을 줄이기 위해 실천할 수 있는 다양한 방안에 대한 인식을 표출하였다. 또한 선행연구에서 학생들이 ‘급식을 남기지 말자’는 실천적인 해결책을 제시한 사례와 유사하게 본 연구에서 예비교사들이 잔반을 음식물 쓰레기로 인식하고 긍정적인 실천 정도를 나타낸 결과와 연계하여 이해할 수 있다. 한편 쓰레기 처리에 대한 탄소 배출의 실천 정도가 ‘보통’으로 분석된 27%의 비율은 탄소 배출에 긍정적인 방향으로 생활 습관의 변화를 기대하면서 ‘긍정’의 실천 사례를 늘릴 수 있도록 후속 조치가 필요하다. 이는 것을 보여주는 결과로 해석해야 할 것이다.

Table 6. Garbage disposal analysis

항목	실천 정도					평균
	매우 긍정 <5>	긍정 <4>	보통 <3>	부정 <2>	매우 부정 <1>	
20	11	12	5	9	5	3.4
21	3	15	18	5	1	3.3
22	13	8	10	9	2	3.5
23	10	12	10	7	3	3.5
24	11	16	10	5	0	3.8
25	5	15	13	9	0	3.4
26	14	19	8	1	0	4.1
27	2	20	14	4	2	3.4
28	8	16	13	4	1	3.6
평균(명)	8.6	14.8	11.2	5.9	1.6	
비율(%)	20	35	27	14	4	

## 2. 탄소 발자국에 대한 인식 분석

예비교사들은 발자국 모양의 빈 공간 안에 자신이 일상생활에서 배출하는 탄소의 출처와 비율을 최대한 열린 형태로 자유롭게 탄소 발자국에 대한 인식을 표현하였다(Fig. 3). 예비교사 T22는 탄소 발자국 그림을

통해 버스·지하철·차 등의 교통수단을 이용하는 과정에서 배출하는 탄소의 양을 60%로 표현하였고 전기 18%와 물 17% 그리고 쓰레기 항목으로 분류되는 일회용품의 사용으로 5%의 탄소를 배출하고 있다는 인식을 나타내었다(Fig. 3(a)). 예비교사 T27의 탄소 발자국에서는 수도 사용을 통해서 배출되는 탄소량이 30%로 가장 높았고 냉장고와 전기밥솥을 사용하면서 20%, 냉방 및 난방에도 20%를 배출하며 쇼핑 비닐봉지 쓰레기로 10% 그리고 밥과 반찬 잔반으로 20%의 탄소를 배출한다(Fig. 3(b)). 예비교사 T28은 전기를 사용하면서 배출하는 탄소를 60%로 나타내었고 기타 항목으로 분석된 에너지를 통해 15%, 물을 사용하면서 10%, 샴푸와 세탁 과정에서 10%, 교통수단을 통해 5%의 탄소를 배출한다는 인식을 표출하였다(Fig. 3(c)). 예비교사 T39의 탄소 발자국 그림에서는 폰과 노트북을 사용하며 20%, 전기 플러그를 빼지 않아 20%로 가장 많은 40%의 탄소를 전기 항목으로 배출하였고 냉난방을 통해 20%와 일회용품 쓰레기로 20%, 그리고 택시를 타면서 교통 수단으로 10%와 샤워를 하며 물

사용으로 10%의 탄소를 배출한다는 인식을 나타내었다(Fig. 3(d)). 예비교사 T40은 음식(육류)으로 35%의 탄소를 배출하고 전기 사용 30%와 일회용품 쓰레기 25%, 수도 사용 5%, 히터 난방 3%, 대중교통 이용 2%로 탄소 배출량을 나타내었다(Fig.3(e)). 예비교사 T42는 일회용품 쓰레기를 통해 가장 많은 30%의 탄소를 배출하며 음식(육류)으로 20%와 콘센트 플러그를 포함한 전기 사용으로 20%를 배출하고 냉난방 10%와 대중교통 10% 그리고 수도 사용 10%의 비율로 자신의 탄소 발자국을 표현하였다(Fig. 3(f)).

탄소 발자국 그림을 통해 예비교사들이 표출한 탄소에 대한 인식은 전기·냉난방·교통·물·음식·쓰레기와 기타 항목으로 분석되었다(Table 7). 연구대상 42명의 예비교사들 중에서 3가지 항목으로 인식을 표출한 사례가 17명(41%)으로 가장 많았고 4가지 항목으로 표현한 사례가 13명(31%)으로 분석되었다. 자신의 일상생활에서 탄소를 배출하는 상황을 2가지 항목으로 인식하고 있는 예비교사들이 6명(14%)으로 확인되었고, 5가지와 6가지 항목으로 표현한 사례가 각각 3명

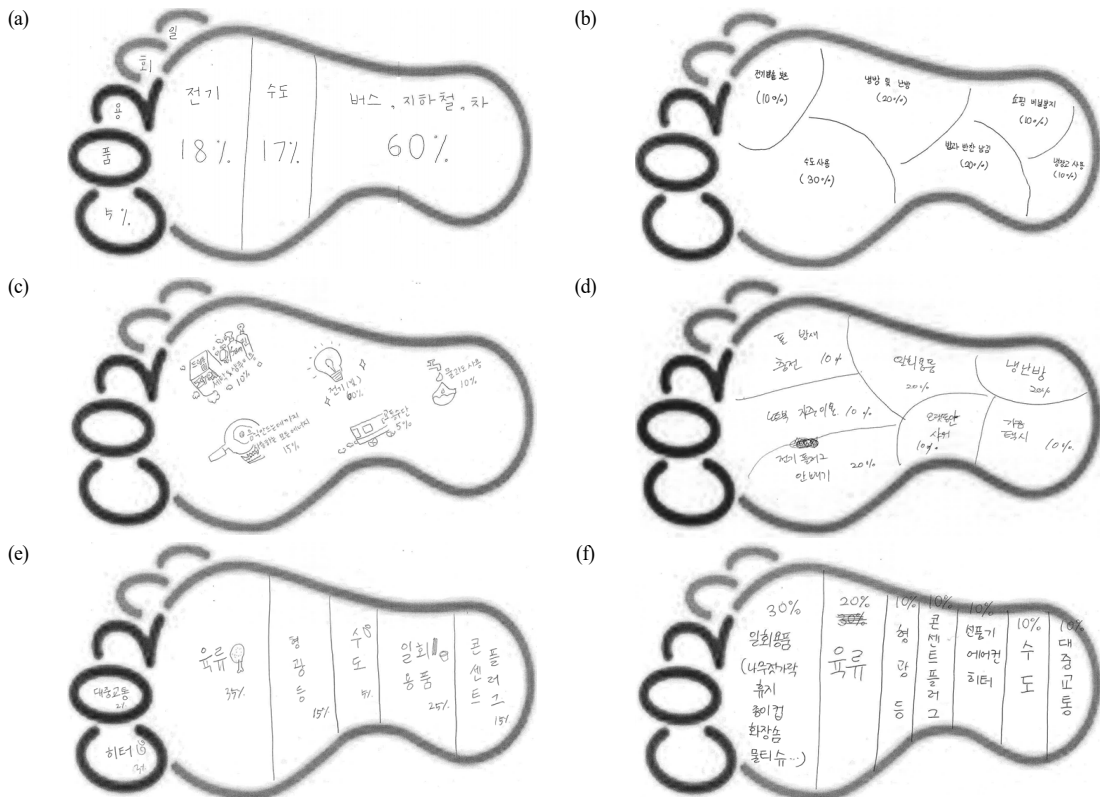


Fig. 3. The carbon footprint of pre-service teachers.

Table 7. Awareness of carbon footprint

예비 교사	전기	냉난방	교통	물	음식	쓰레기	기타
T1	60	20		20			
T2	30	10	20			40	
T3	70	30					
T4			15	20	20	45	
T5	30	15	15	40			
T6	20		35		30	15	
T7	20		30	20		30	
T8	30	10	20	20	10	10	
T9	35	10	35				생명20
T10	25	40	35				
T11	80	20					
T12	50			15		35	
T13		30		30		15+25	
T14			50	20	15	15	
T15		20	50	15			에너지15
T16		35	15	50			
T17	25		20	25		20+10	
T18	50		25	25			
T19	70	30					
T20	20	9		50		21	
T21	30	50					에너지20
T22	18		60	17		5	
T23	50			50			
T24	65	15				20	
T25	70					20	생명10
T26	30		60	10			
T27	20	20		30		10+20	
T28	60		5	10		10	에너지15
T29	60			10		30	
T30	80	10				10	
T31	20			80			
T32	70			20		10	
T33	20			20	60		
T34	30		10			+60	
T35			80		20		
T36	30	5		10	40	15	
T37	30			50		+20	
T38	20		10	25		30+15	
T39	40	20	10	10		20	
T40	30	3	2	5	35	25	
T41	30					+60	생명10
T42	20	10	10	10	20	30	
명(%)	36(86)	21(50)	22(52)	28(67)	16(38)	23(55)	
평균(%)	39.9	19.6	27.8	25.3	28.8	20.9	

(7%)로 분석되었다.

일상생활에서 전기를 사용함으로써 탄소를 배출하고 있다는 인식을 표출한 사례는 42명의 예비교사들 중에서 약 86%에 해당하는 36명으로 가장 높은 비율을 나타내었으며 39.9%로 분석된 탄소 배출량의 평균 값 역시 분석 항목들 중에서 가장 높은 값을 보였다.

물 사용을 통한 탄소 배출은 약 67%에 해당하는 28명의 예비교사들이 표현함으로써 두 번째로 높은 비율을 나타내었고 탄소 배출량은 평균 25.3%로 분석되었다. 예비교사들이 일상 속에서 탄소를 배출하는 원인으로 ‘전기’를 인식하고 있다는 결과는 이상원 외(2013)의 선행연구에서 ‘에너지’로 표현된 사례와 연계하여 이해할 수 있으나, 선행 연구에서는 ‘물’에 대한 인식이 확인되지 않았다는 점에서 본 연구 결과와는 차이를 보였다. 또한 물 사용에 대한 인식이 높음에도 불구하고 연구 결과 1에서 분석한 바와 같이 탄소 다이어트 다이어리에서는 수도 사용에 대한 실천 정도가 부정적인 결과를 확인하였다. 임희준 외(2020)의 선행연구에서 논의한 바와 같이 예비교사들이 높은 인식에 비해 실천 경험이나 실천 의지는 낮으므로 격차를 줄이기 위한 다각적인 노력이 필요하다는 생각에 동의한다.

예비교사들의 인식이 세 번째로 높은 항목은 쓰레기를 통한 탄소 배출로 약 55%에 해당하는 23명이 평균 20.9%의 탄소 배출량을 표현하였다. 약 52%에 해당하는 22명의 예비교사들은 교통 수단을 이용함으로써 탄소를 배출하고 있다고 인식하였으며 탄소 배출량은 평균 27.8%로 나타났다. 이와 같은 연구 결과는 연구대상의 연령 차이에도 불구하고 이상원 외(2013)의 연구에서 학생들이 기후변화의 원인인 탄소 배출 상황을 ‘쓰레기 버리기’로 나타내었던 결과 및 오소라와 이상원(2013)의 연구에서 역시 ‘쓰레기 매립’으로 설명하였던 결과와 동일한 맥락으로 이해할 수 있다. 또한 ‘에어컨 사용’과 ‘난방’을 기후 변화의 원인이 되는 온실가스를 발생시키는 원인으로 생각한다는 선행 연구 결과와 같이 본 연구에서도 연구대상의 50%에 해당하는 21명의 예비교사들이 냉난방 시설을 사용하는 과정에서의 탄소 배출을 표현하였으며 배출량은 평균 19.6%로 분석되었다.

우리가 먹는 음식을 생산하는 과정에서 탄소를 배출한다는 인식을 표현한 예비교사들은 약 38%에 해당하는 16명으로 배출되는 탄소량은 평균 28.8%로 나타났다. 예비교사 7명은 먹고 남은 음식을 버리는 과정에서 발생하는 음식물 쓰레기를 통해서도 탄소가 배출된다는 인식을 표현하였고(Table 7)의 쓰레기 항목에서 “+”기호를 사용하여 표시하였다. 이러한 결과는 이상원 외(2013)와 오소라와 이상원(2013)의 선행연구에서 ‘급식을 남기지 않는 행동’을 탄소 발자국을 줄이

기 위해 실천할 수 있는 해결책으로 제시했다는 연구 결과와 연계되는 것으로 해석할 수 있다. 일부 예비교사는 가스 등의 에너지를 사용하는 과정에서 자신이 탄소를 배출하고 있다고 답하였으며, 또다른 예비교사들은 인간의 호흡과 같은 생명활동을 통해서도 탄소가 배출된다는 인식을 표출하여 기타 항목으로 분석되었다.

#### IV. 결론

지속가능발전목표(SDGs)와 연계되는 지속가능발전교육(ESD)을 적용한 사례로서 기후변화를 주제로 진행한 수업을 통해 예비교사들이 표출한 탄소 발자국에 대한 인식을 분석한 연구의 결론 및 교육현장으로서의 제언은 다음과 같다.

첫째, 예비교사들이 스스로 평가한 탄소 배출의 실천 정도는 항목에 따른 차이가 크다. 전기 사용과 대중교통 이용 그리고 쓰레기 처리 항목에서는 긍정적인 실천 정도를 나타내고 있지만, 수도 사용에 대해서는 부정적인 방향으로 평가하였다. 탄소 배출의 원인으로 물을 인식하고 인식과 실천 사이의 격차를 줄여 일상생활에서 물 사용에 대한 습관 교정을 실천할 수 있는 방향으로 기후변화 교육이 이루어져야 할 것이다.

둘째, 예비교사들은 일상생활에서 자신이 탄소를 배출하고 있는 상황에 대한 인식이 부족하다. 2-3가지 항목으로 자신의 탄소 발자국을 표현한 예비교사들이 과반수에 달하는 결과로부터 스스로의 생활 속에서 탄소 배출 상황을 인식하는데는 한계를 나타내었다. 탄소를 배출하는 일상의 상황에 대한 인식을 제고하고 태도 변화를 유도하기 위해서는 일회성 이벤트가 아니라 지속적인 기후변화 교육 프로그램이 제공되어야 할 것이다.

셋째, 기후변화를 주제로 지속가능발전목표(SDGs)와 연계한 수업은 지속가능발전교육(ESD)을 학교현장에 적용할 수 있는 사례로서 의미와 가능성을 보여주었다. 본 연구에서 소개한 SDG 13번 목표와 연계된 기후변화 교육 사례 이외에도 17가지 지속가능발전목표와 연계되는 다양한 지속가능발전교육 프로그램이 개발되고 다양한 학교급의 현장에 적용되어 지속가능한 지구환경교육의 한 가지 방안으로 기여할 수 있기를 바란다.

#### 국문요약

사범대학에 개설된 교양 강의를 통해 지속가능발전목표(SDGs)와 연계하여 지속가능발전교육(ESD)을 실시한 사례를 소개하고자 한다. SDGs 13번 목표인 ‘기후변화 대응’과 연계하여 설계된 수업에서 42명의 예비교사들이 표출한 탄소 발자국(carbon footprint)에 대한 인식을 분석하였다. 예비교사들은 일상생활에서 탄소를 배출하는 실천 정도에 대한 체크리스트인 탄소 다이어트 다이어리를 작성하고, 탄소 발자국 그리기 활동을 통해 자신이 배출하는 탄소의 출처와 비율을 자유롭게 표현하였다. 전기 사용, 대중교통 이용, 쓰레기 처리 항목에서는 긍정적인 실천 정도를 나타내었으나, 수도 사용에 대해서는 부정적인 방향으로 분석되었다. 탄소 발자국을 2-3가지 항목으로 표현한 예비교사들이 과반수에 달하여 자신의 일상생활에서 탄소 배출 상황을 인식하는데 한계를 나타내었다. 예비교사들은 학교현장에서 지구의 환경문제를 교육하는 주체가 될 것이며, 예비교사들의 탄소 소양(carbon literacy)은 학생들에게 직간접적 영향을 미치게 될 것이다. 17가지 SDGs와 연계되는 다양한 지속가능발전교육 프로그램이 개발되고 교육현장에 적용되어 지속가능한 지구환경교육에 기여하기를 바란다.

주제어: 지속가능발전교육, 지속가능발전목표, 탄소 발자국, 탄소 소양

#### References

- 교육부(2020). 초중등학교 교육과정 총론. 한국교육과정평가원, pp. 1-48.
- 문병찬, 정진우, 경제복, 고영구, 윤석태, 김해경, 오강호(2004). 예비교사들의 탄소 순환에 대한 지구시스템의 관련개념과 시스템 사고의 적용. 한국지구과학학회지, 25(8), 684-696.
- 박경숙, 이현동, 이효녕, 전재돈(2019). 시스템 사고 평가 루브릭을 활용한 예비교사들의 지구 시스템 내 탄소 순환에 대한 시스템 사고 수준 분석. 한국과학교육학회지, 39(5), 599-611.

- 여인호, 김준범, 강석교, 김진범(2012). 국내 고등학생들의 탄소발자국 산정과 비교에 관한 연구. *환경교육*, 25(1), 15-24.
- 오소라, 이상원(2013). 탄소발자국 줄이기 기후변화교육이 초등학생의 환경태도에 미치는 영향. *한국초등교육*, 24(1), 151-174.
- 와다 다케시, 다우라 겐로, 히라오카 순이치, 고요타 요우스케(2016). 함께 모여 기후 변화를 말하다. 북센스, 자연의벗연구소, pp. 1-240.
- 윤혜경, 김미정, Boyes, E., Stanisstreet, M., & Skamp, K.(2011). 지구 온난화 완화를 위한 행동에 대한 한국과 싱가포르 학생들의 신념과 행동 의지. *한국과학교육학회지*, 31(2), 181-197.
- 이두연, 오은숙, 김형범, 정진우(2013). 고등학생들의 지구시스템 관점에 기반한 탄소 순환 개념 분석. *과학교육연구지*, 37(1), 157-169.
- 이상균(2017). 과학과 Eco-STEAM 수업이 초등학생들의 환경소양과 STEAM 태도에 미치는 효과. *대한지구과학교육학회지*, 10(1), 62-75.
- 이상원, 이영준, 김종우(2013). 탄소 발자국 개념에 기반을 둔 초등학생 중학년용 저탄소 교육프로그램 개발 및 효과 분석. *실과교육연구*, 19(2), 195-222.
- 이지은, 한신, 박태윤(2017). 고등학생들의 공간지각능력에 따른 탄소 순환 개념 연구. *대한지구과학교육학회지*, 10(3), 308-322.
- 임희준, 노석구, 송현순, 장인실, 최일선(2020). 지속가능발전목표(SDGs)에 대한 초등예비교사의 이해, 인식, 실천. *에너지기후변화교육*, 10(3), 259-270.
- 정철, 김윤지(2021). 미래의 지구 환경에 대한 비과학 전공 대학생들의 인식. *대한지구과학교육학회지*, 14(1), 21-32.
- 정철, 임수정, 김윤지, 박종근, 이규철, 조성화, 남영숙, 이상원, 신지혜, 주형선, 이재영(2018). 지속가능한 사회와 환경. 시그마프레스, 환경부, pp. 1-361.
- 최성원, 김학영, 김준(2015). 탄소발자국 개념의 발전 과정과 농림 부문에서의 활용 전망. *한국농림기상학회지*, 17(4), 358-383.
- Dósa, K., & Russ, R. S. (2020). Making sense of carbon footprints: How carbon literacy and quantitative literacy affects information gathering and decision-making. *Environmental Education Research*, 26(3), 421-453.
- Edstrand, E. (2016). Making the invisible visible: How students make use of carbon footprint calculator in environmental education. *Learning, Media & Technology*, 41(2), 416-436.
- IPCC (2007). Climate change 2007: Synthesis report. In Core Writing Team, R. K. Pachauri, & A. Reisinger (Eds.), Contribution of working group I, II and III to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change (p. 104). IPCC, Geneva, Switzerland.
- IPCC (2013). Climate change 2013: The physical science basis. In T. F. Stocker, D. Qin, G. K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xiz, V. Bex, & P. M. Midgley (Eds.), Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (2018). Global warming of 1.5°C. In V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, & T. Waterfield (Eds.), An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty (p. 32). World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland.
- Lin, S. (2016). Reducing students' carbon footprints using personal carbon footprint management system based on environmental behavioural theory and persuasive technology. *Environmental Education Research*, 22(5), 658-682.
- Treptow, R. S. (2010). Carbon footprint calculations: An application of chemical principles. *Journal of Chemical Education*, 87(2), 168-171.
- 기상청 기상자료개방포털. <https://data.kma.go.kr>  
서울시 에코마일리지. <https://ecomileage.seoul.go.kr>  
지속가능발전포털. <http://ncsd.go.kr>