J. Korean Earth Sci. Soc., v. 44, no. 2, p. 169–183, April 2023
https://doi.org/10.5467/JKESS.2023.44.2.169
ISSN 1225-6692 (printed edition)
ISSN 2287-4518 (electronic edition)

중학생의 극지 소양 평가

최하늘 · 신동희*

이화여자대학교 과학교육과, 03760, 서울특별시 서대문구 이화여대길 5

Assessing Middle School Students' Polar Literacy

Haneul Choi and Donghee Shin*

Department of Science Education, Ewha Womans University, Seoul 03760, Korea

Abstract: This study analyzed students' polar literacy in an effort to promote polar education based on its high educational value. The polar literacy test items developed for this study consisted of questions about knowledge, skills, attitudes, and beliefs about the polar region, as well as background variables of students. The final test items, which were revised and supplemented several times through the preliminary test, were applied to 323 eighth graders in South Korea. We analyzed the response characteristics of the polar literacy questions for all students. Students were grouped into those with a global citizenship perspective and those with a pragmatic perspective, according to the viewpoint of polar issues and their polar literacy. Analysis showed that the students had a high understanding of climate change and living things in the polar regions, but had a very low understanding of ice, which is a key component of the polar regions. Moreover, they were unable to approach the Earth system thinking when dealing with polar issues. In addition, the global citizenship group had a higher intellectual understanding and deeper sympathy of the polar problem than the pragmatic group. This study is meaningful in that the survey results present a specific direction for future polar education.

Keywords: Polar regions, Polar education, Polar literacy, Assessing

요 약: 본 연구는 극지의 높은 교육적 가치를 바탕으로 극지 교육의 방향과 과학과 교육과정을 올바르게 설정하기 위한 노력의 일환으로 학생들의 극지 소양을 평가, 분석했다. 연구를 위해 개발된 극지 소양 검사 문항은 극지에 대한 지식, 기능, 태도, 신념 영역과 학생들의 배경 변인을 묻는 문항으로 구성되었다. 예비 검사를 통해 여러 차례 수정, 보완된 최종 검사 문항은 323명의 중학교 2학년 학생들을 대상으로 적용되었다. 전체 학생들에 대한 극지 소양 문항의 응답 특성을 분석했고, 극지 문제를 바라보는 관점에 따라 학생들을 세계 시민적 관점 또는 실용적 관점을 지닌 집단으로 구분하여 이들의 극지 소양을 추가로 비교 분석했다. 분석 결과, 학생들은 극지의 기후 변화와 생물에 대한 이해는 높았으나 극지의 핵심 구성 요소인 '얼음'에 대한 이해는 매우 낮았으며, 극지의 문제를 다룰 때 지구 시스템적 사고로 접근하지 못했다. 또한, 세계 시민적 집단의 학생들은 실용적 집단의 학생들보다 극지의 문제에 대한 지적 이해가 높고, 그 심각성에 대해 깊게 공감하고 있었다. 본 연구는 설문 결과를 바탕으로 극지 교육이 앞으로 나아가야 할 구체적인 방향을 제시했다는 점에서 의의가 있다.

주요어: 극지, 극지 교육, 극지 소양, 평가

1. 서 론

21세기 들어 처음으로 3년 연속 라니냐가 지속되고 있다(APCC, 2022). 역대 시간당 가장 많은 폭우가 쏟아졌던 한반도의 여름부터 그칠 줄 모르는 한파까지, 지구 온난화로 인한 전례 없는 이상 기후는 이제 다른 나라의 이야기가 아니다. 세계 주요 국가

*Corresponding author: donghee@ewha.ac.kr
Tel: +82-2-3277-2719

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.

들과 우리나라는 2015년 파리 협정과 더불어 2050 탄소 배출 중립을 새롭게 선언하며 지구 평균 기온 상승을 제한하기 위해 노력하고 있다(Park, 2021; White House, 2021; MoE, 2021; Croatian Presidency of the Council of the European Union, 2020). 기후 변화에 관한 정부 간 협의체인 IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)도 2018년 특별 보고서에 이어 2022년 제6차 보고서를 발표하며 지구 평균 기온 상승의 평가와 기후 변화에 대한 과학적 근거를 제시했다(IPCC, 2022; IPCC, 2018). 이에 우리나라를 포함한 각국의 정부와 기업들도 기후 위기 해소를 위한 탄소 중립 및 지속 가능한 사회 정책과 전략을 개발, 이행하는 중이다(MoE, 2021).

기후 변화의 영향력이 전 지구적으로 나날이 커지면서 북극과 남극에 더욱 관심을 가져야 한다는 목소리가 높아지고 있다. 극지는 기후 변화에 매우 취약하여 그 영향력이 가장 빠르게 나타나는 지역인 동시에 기후 조절자의 역할을 하기 때문이다(Polar Literacy, 2021; Janice et al., 2020; Kathleen and Megan, 2020; Hur et al., 2017; Janifer and Natasa, 2015; Francis and Vavrus, 2012; Chang et al., 2003). 문명 세계와 멀리 떨어져 있어 접근성이 떨어지고, 상상하기 어려운 혹독한 자연 환경을 지닌 극지는 지구 환경 변화를 감지, 예측하는 최적의 장소이기도 하고(IPCC, 2007; Han, 2007; Lee, 2010), 미래 기술과 자원의 보고이기도 하다(KOPRI, 2021). 이러한 극지의 중요성에 따라 남극조약협의 당사국(Anratctic Treaty Consultative Party: ATCP), 남극연구과학위원회(Scientific Committee on Antarctic Research: SCAR), 국제북극과학위원회(International Arctic Science Council: IASC), 북극이사회(Arctic Council: AC) 등의 국제 기구들이 극지를 연구하기 위해 협력하고 있으며, 국내에서도 극지연구소를 선두로 북극과 남극을 활발히 연구하고 있다. 극지의 환경 변화와 함께 생각해봐야 할 문제를 대중에게 알리기 위한 정부 및 비영리 단체들의 노력도 계속되는 추세다.

극지는 지구 온난화 문제의 측면과 아울러 그 자체로도 교육적으로 매우 의미 있는 소재다. 왜냐하면, 얼어 있는 땅과 바다라는 독특한 자연 환경은 과학적으로 흥미로운 대상이며 학생들로 하여금 강한 호기심과 상상력을 불러일으켜 학습에 대한 높은 동기를 끌어낼 수 있기 때문이다(Beck et al., 2014). 또한, 현재 북극은 국가 간 영토에 둘러싸여 있고, 남극은 그 어느 나라의 영토가 아니라는 점에서 사회·인문학적으로도 좋은 교육 소재다.

극지의 연구 가치와 더불어 교육 가치가 인정되고 있는 흐름 속에서 대중과 학생들을 대상으로 한 국내외 극지 교육 연구가 다양하게 이루어지고 있다. 해외에서는 극지 소양 원리를 개발하고(Polar Literacy, 2021; Janice et al., 2020; Mcdonnell et al., 2020), 극지 과학자와 교육 전문가가 협업하여 극지 관련 교육 프로그램을 개발, 운영하거나(Beck et al., 2014; Krupnik et al., 2011; Salmon et al., 2011; Allison and Béland, 2009), 학교 정규 교육과정에 극지 과학을 소재로 한 수업을 도입하고 있다(BPRC, 2020). General Social Survey 및 The National Community and Environmental in Rural America (NCERA) 조사와 같이 대중을 대상으로 대대적인 극지 인식 설문 조사를 수차례 진행하기도 했다(Smith et al., 2019; Minor et al., 2019; Hamilton et al., 2019; Hamilton, 2016; Hamilton, 2012; National Science Board, 2010). 국내에서도 극지 내용을 중심으로 한 교과서 분석(Chung et al., 2021a), 국내외 극지 프로그램 현황 분석(Choi et al., 2021), 초·중·고등학생 대상 극지 인식 조사(Chung et al., 2021c), 초·중·고등학교 교사들의 극지 소양 조사(Chung et al., 2021b) 등 극지 교육 연구가 이전보다 더 활발한 수준에서 진행되고 있다. 미래 민주 사회의 주인공인 학생들이 극지의 가치와 중요성을 인식, 이해할 수 있도록 돕기 위해서는 현재 학생들의 극지 소양을 조사할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 극지에 대한 중학생들의 지식, 기능, 태도, 신념을 조사하여 극지 소양 특성을 분석하고자 한다. 조사 대상은 학교 교육과정에 의한 교육을 충분히 받아 온 중학생이다. 이들의 극지 지식, 기능, 태도, 신념에 대한 종합적인 특성은 아직 조사, 발표되지 않았기에 연구할 필요성이 있었다. 극지 소양 전반에 대한 중학생의 특성을 분석한 후에는, 극지에 대한 학습자의 관점 특성을 반영하여 극지 소양을 재분석하고자 한다. 이해관계가 복잡하게 얽혀 있는 극지를 학생들은 어떻게 바라보며, 그 인식 특성에 따라 극지 소양의 차이가 어떠한지 살펴보는 것은 올바른 극지 교육을 위한 방향을 제시하는 토대가 되어줄 것이다. 연구 목적에 따른 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 중학생의 극지에 대한 지식과 기능 특성은 어떠한가?

둘째, 중학생의 극지에 대한 태도와 신념 특성은 어떠한가?

셋째, 중학생의 극지 가치 추구에 따른 극지 소양은 어떠한가?

2. 연구 방법

2.1. 연구 과정

중학생의 극지 소양을 파악하기 위해 극지 교육 관련 국내외 문헌을 먼저 탐색했다. 선행 연구 탐색 후 현직 교사를 포함한 연구진이 5회의 협의회를 걸쳐 1차 검사지를 개발했다. 1차 검사지는 44명의 중학생들에게 적용되었다. 예비 검사 결과를 바탕으로 문항의 신뢰도와 타당도 검증, 가독성 향상, 선택지 영역 조정 등을 고려하여 문항을 수정, 보완했다. 이와 같은 과정을 거쳐 완성된 최종 검사지는 보호자의 동의를 얻어 중학생 323명에게 적용되었다.

2.2. 문항 개발

2021년 1월부터 2월 16일까지 과학 교사 2인과 문항 개발 전문가를 포함한 과학 교육 전문가 4인의 협의로 1차 제작한 문항을 교사 5인의 의견을 반영해서 수정한 후, 극지 소양 관련 내용 타당도를 검토했다. 최종 개발된 검사 문항의 현황은 Table 1과 같다.

검사 문항은 배경 변인과 극지 지식, 기능, 신념, 태도 문항으로 분류된다. 배경 변인은 학생들의 성별, 극지 문제에 관심을 가져야 하는 이유, 과학 소양 지식에 대한 것으로 총 12개의 선택형, 순위형, 진위형 문항으로 개발되었다. 이 중, 극지 문제에 관심을 가져야 하는 이유는 학생들이 극지의 다양한 가치 중 어떠한 가치를 우선적으로 추구하는가를 살펴보기 위한 배경 변인이다. 즉, 학생들의 극지 가치 추구에 따라 극지 소양 특성이 어떻게 달라지는지를 평가하기 위해 변인으로 추가되었다.

학생들의 극지 소양은 극지에 대한 지식, 기능, 신념, 태도로 구체화되어 네 가지 척도로 조사되었다. 극지 지식은 극지 연구자와 교육자들의 단체인 Polar-ICE (Polar Interdisciplinary Coordinated Education)에서 제시한 극지 소양 원리(Polar Literacy Principles)[†] 7가지의 내용을 참고하여 총 25개 진위형 문항으로

Table 1. 극지 소양 검사 문항 현황

분류	소분류		문항 수	문항 유형
배경 변인	성별, 극지 문제에 관심을 가져야 하는 이유		2	선택형, 순위형
	과학 소양 지식*		10	진위형**
분류	소분류	문항 번호	문항 수	문항 유형
지식	PLP-1. 북극과 남극은 지리상 위치로 인한 특징이 있다.	k11-k13	3	진위형**
	PLP-2. 얼음은 극지의 주요한 특징이다.	k14-k17	4	
	PLP-3. 극지는 지구 날씨와 기후를 조절하는 중심 역할을 한다.	k18-k19	2	
	PLP-4. 극지에는 생산적 먹이 그물이 있다.	k20-k22	3	
	PLP-5. 극지는 급속도로 기후 변화의 영향을 겪고 있다.	k24-k28	5	
	PLP-6. 인간은 극지 시스템의 일부다. 북극은 풍부한 문화 역사와 원주민의 다양성이 있다.	k23, k29-k31	4	
	PLP-7. 기존 기술의 새로운 응용뿐 아니라 새 기술, 센서와 도구는 극지의 육지, 얼음, 바다, 대기 및 생물을 연구하는 과학자의 능력을 확장한다.	k32-k35	4	
기능	자료 해석, 예상, 문제 인식 등	sk36-sk39	4	선택형
신념	극지와 기후 변화에 대한 신념	b40-b45	6	리커트 (4점)
태도	감수성, 공감, 행동 선택 등	a46-a59	14	

*TBSL (Test of Basic Scientific Literacy) 중 10문항 발췌
**진위형 문항에서 학생들의 추측에 의한 응답 여부를 최소화하기 위해 문항의 답안에 '모름'을 추가했으며, 이를 연구 결과에 포함했다.

[†]Polar Literacy Principles는 PLP-1에서 PLP-7까지 총 7개의 핵심 개념을 포함한다. 그 내용으로는 Location (The Arctic and Antarctic Regions are unique because of their location on Earth.), Ice (Ice is the dominant feature of the Polar Regions.), Circulation (Polar Regions play a central role in regulating Earth's weather and climate.), Food (The Polar Regions have productive food webs.), Climate (The Poles are experiencing the effects of climate change at an accelerating rate.), Humans (Humans are a part of the Polar system. The Arctic has a rich cultural history and diversity of Indigenous Peoples.), Technology (New technologies, sensors and tools — as well as new applications of existing technologies — are expanding scientists' abilities to study the land, ice, ocean, atmosphere and living creatures of the Polar Regions.)이 있다. 7개의 핵심 개념은 2-5개의 하위 내용으로 세분화된다(Polar Literacy, 2021).

개발되었다(Polar Literacy, 2021). 극지 기능은 극지 관련 자료를 해석하는 능력을 측정하는 것으로 총 4개의 선택형 문항이 개발되었다. 마지막으로 극지 소양에 대한 정의적 특성에 해당하는 신념과 태도는 총 20개의 리커트척도 문항으로, 극지와 기후 변화에 대한 신념과 극지에 대한 감수성, 공감, 행동 선택 등의 내용으로 개발되었다.

2.3. 연구 대상

본 연구의 조사에 참여한 학생들은 수도권에 위치한 세 곳의 중학교 2학년 학생 323명이다. 323명의 중학생 중 남학생은 158명이며 여학생은 165명이다. 이들은 2021년 3월 21일부터 5월 30일까지의 기간 동안 보호자의 동의와 함께 검사에 참여했다. 검사에 참여한 중학생 323명의 배경 변인 중 하나인 극지 문제에 관심을 가져야 하는 이유(극지 가치 추구)에 응답한 결과는 Table 2와 같다.

극지 문제에 관심을 가져야 하는 이유는 총 다섯 가지 이유로 정리되었으며 그 내용으로는 보존·보호, 개발·이용, 기후·환경 변화 대응, 군사·정치·경제적 갈등 완화, 우리나라 발전 등이 있다. 이 중 보존·보호, 기후·환경 변화 대응은 세계시민적 문항으로, 개발·이용, 군사·정치·경제적 갈등 완화, 우리나라 발전은 실용적 문항으로 재구성되었다. 학생들은 자신들의 극지 가치 추구 특성에 따라 다섯 가지 항목에 대해 순위를 세운 후, 세계 시민적 집단과 실용적 집단으로 분류되었다.

각 학생에 대해 세계 시민적(보존·보호, 기후·환경 변화 대응) 및 실용적(개발·이용, 군사·정치·경제적 갈등 완화, 우리나라 발전) 문항 순위의 평균값을 산출하여 세계 시민적 집단과 실용적 집단으로 학생들을 분류한 결과는 Table 3과 같다. 과반수가 넘는 219명(67.8%)의 학생들은 극지 환경의 보존과 보호, 기후 및 환경 변화의 대응 측면에서 극지 문제에 관심을 가져야 한다고 응답했다. 반면 극지 자원의 개발과 이용, 군사·정치·경제적 갈등 완화, 우리나라의 발전 측면에서 극지 문제를 바라보는 학생들은 47명(14.6%)이었다.

극지 가치 추구 양상이 서로 다른 두 집단의 과학적 소양 점수를 비교한 결과는 Table 4와 같다. 과학 소양을 배경 변인으로 측정한 것은 학생들의 과학에 대한 이해와 극지에 대한 이해 사이의 상관관계를 살펴보기 위함이다. 과학 소양을 측정한 문항은 TBSL (Test of Basic Scientific Literacy) 진위형 과학 지식 문항 중 물리/화학 5문항, 생물/건강 2문항, 지구/우주 3문항 등 10문항을 발췌한 것이다(Laugksch & Spargo, 1996). 과학 소양 지식 점수의 평균은 세계시민적 집단이 실용적 집단보다 더 앞선 것으로 나타났다.

2.4. 자료 수집 및 분석

수집된 연구 자료는 SPSS Statistics 27 프로그램을

Table 2. 극지 문제에 관심을 가져야 하는 이유(5점 만점)

평균 순위				
보존·보호	개발·이용	기후·환경 변화 대응	군사·정치·경제적 갈등 완화	우리나라 발전
1.6	3.5	2.1	4.2	3.7

Table 3. 극지 가치 추구에 따른 집단 분류(5점 만점)

극지 가치 추구 집단	평균 순위					전체 학생 수 (%)
	세계 시민적 문항		실용적 문항			
	보존·보호	기후·환경 변화 대응	개발·이용	군사·정치·경제적 갈등 완화	우리나라 발전	
세계 시민적	1.39	1.62	3.84	4.28	3.87	219 (67.8)
실용적	2.34	3.51	2.60	3.87	2.68	47 (14.6)

Table 4. 집단별 과학 소양 지식 점수 비교(10점 만점)

극지 가치 추구 집단	과학 소양 지식 점수 평균		
	세계 시민적	실용적	계
	5.53	4.64	5.37

통해 빈도, 평균, 상관관계, 평균에 의한 집단 차이 등으로 분석되었다. 먼저 극지 가치 추구에 따라 집단을 나누지 않고 전체 학생들에 대한 극지 소양을 분석했다. 극지 소양 중 극지에 대한 지식과 기능은 학생들이 응답한 결과를 토대로 극지 지식 문항 양호도(정답률, 오답률, '모름' 응답률), 극지 기능 문항 양호도(정답률, 오답률), 과학 소양 점수와 극지 지식·기능 점수 상관을 중심으로 분석되었다. 극지에 대한 신념과 태도는 각 문항에 대한 응답의 평균, 과학 소양 점수와 극지 신념·태도 점수 상관으로 분석되었다. 최종적으로는 극지 지식·기능과 신념·태도 점수 간의 상관관계를 살펴보았다. 추가로 극지 가치 추구 양상에 따라 학생들의 극지 소양이 어떻게 달라지는지를 살펴보기 위해 세계시민적 집단과 실용적 집단의 응답을 앞서 분석했던 방법과 동일하게 분석했다. 집단에 따른 특성 차이를 살펴보기 위해 독립표본 T검정을 실시했다.

3. 연구 결과

3.1. 극지에 대한 지식과 기능 특성

전체 학생을 대상으로 극지 지식 문항에 대한 점수를 산출한 후 문항의 양호도를 분석한 결과는 Table 5와 같다. 68.3%로 가장 높은 정답률을 보인 극지 소양 원리는 PLP-6 (극지의 인간)으로 밝혀졌다. PLP-6에 못지 않게 높은 정답률(60.7%)을 보인 또 다른 원리는 PLP-4 (극지의 생물)이었다. 학생들은 극지의 환경과 기후가 인간과 생물에 영향을 미칠 수 있음을 인지하고 있었다. 이에 반해 정답률이 가장 낮은(오답률이 가장 높은) 극지 소양 원리는 PLP-2 (극지의 주요 특성인 얼음)이었다. 평균 정답률 23.5%를 기록한 이 원리는 극지 얼음의 생성, 소멸 등에 관한 내용으로 구성된다. 학생들은 극지의 기후 변화와 생물 등에 대한 개념은 적절히 이해하고 있었으나, 극지의 해빙 및 빙하와 같은 얼음에 대해서는 낮은 이해를 보였다. 43.5%로 '모름' 응답률이 가장 높은 극지 소양 원리는 PLP-3 (지구 날씨와 기후 조절자 극지)이다. 기후 변화가 극지와 생물권에 영향을 미칠 것을 이해하고 있는 학생들은 많았지만, 얼음의 반사도에 관한 내용은 잘 모르고 있었다. 반대로 '모름' 응답률이 20.7%로 가장 낮게 나온 원리는 PLP-4 (극지의 생물)이다. 학생들은 북극곰, 펭귄 등과 같이 극지에 사는 생물(특히 동물)에 대해서는 자신 있게 답안을 선택했으며, 실제로 정답률도 높았다.

극지 지식 문항에서 정답률이 높게 나타난 문항과 낮게 나타난 문항의 특징을 Table 6과 같이 정리했다. 정답률이 매우 높은 문항은 k23(87%), k30(79%)으로 인간과 생물에 삶에 영향을 미치는 기후 변화에 관한 내용이다. 학생들은 기후 변화에 대한 이해는 물론, 기후 변화와 극지의 연관성에 대한 이해가 전반적으로 높았다. 이는 초등학교 때부터 중학교 때까지 과학 및 사회 교과를 통해 기후 변화에 대한 개념을 다수 접한 경험이 있고, 극지에 대한 학생들의 대부분의 경험이 기후 변화에 따른 극지 환경 및 생물계의 변화를 시각적으로 강조한 자료들이었기 때문으로 추정된다(Choi et al., 2022). 극지 지식 문항에서 정답률이 낮게 나타난 문항은 k15 (13%), k19 (14%), k24 (6%) 등인데, 모두 극지의 얼음에 대한 지식이라는 점이 주목할 만하다. 학생들은 대체로 결빙 및 해빙과 같은 극지 얼음에 관한 물리적 원리, 과정, 영향에 대한 이해가 상당히 낮은 특성을 보였다.

극지 지식 문항에 대해 '모름'으로 응답한 비율이 높은 문항과 낮은 문항 또한 정리했다(Table 7). '모름' 응답률이 매우 높은 문항은 k16 (59%), k19 (62%)이었으며, 이 중 응답률이 가장 높게 나타난 문항은 k19 문항이었다. k19 문항은 계속해서 언급되어 온 극지 얼음의 특성에 대해 묻는 문항으로 정답률도 매우 낮은 문항이다. 학생들은 극지 환경과 기후 변화 이해의 핵심인 얼음 피드백에 대해 잘 모르고 있었기 때문에 본 문항에 대한 오답률이 높았으며, 모른다고 답한 응답률도 매우 높았다.

반면 '모름' 응답률이 매우 낮은 문항은 k23 (11%), k24 (15%)이었으며, 이 중 특히 응답률이 낮은 문항은 k24 문항이었다. 흥미로운 점은 응답률이 함께 낮은 k23 문항은 정답률 87%로 모든 지식 문항 중 정답률이 가장 높았는데, k24 문항은 6%로 정답률이 가장 낮았다는 사실이다. 대다수의 학생들은 기후 변화의 영향력을 인정했기 때문에 k23에 대한 답안을 적절히 선택할 수 있었다. 그러나 해빙과 해수면 상승의 관계에 대해서는 잘 모르거나 반대로 스스로 매우 잘 알고 있다고 생각한 경우가 많았고, 후자의 경우 대부분 오개념이었다. 즉, 학생들은 해빙과 해수면 상승의 매커니즘에 대해 대체로 오해하고 있었다.

극지 기능 문항은 극지에 관한 내용의 자료를 해석하고 결론을 도출하는 것을 평가하는 검사 문항이

Table 5. 극지 지식 문항 양호도(%)

극지 소양 원리		문항	정답	정답률	오답률	'모름' 응답률
PLP-1	k11	북극은 바다 위에, 남극은 육지 위에 위치한다.	T	37	26	37
	k12	북극에서 여름에는 해가 지지 않고, 겨울에는 해가 뜨지 않는다.	T	27	22	51
	k13	대체로 북극은 남극보다 더 춥다.	F	39	27	34
		PLP-1 양호도 평균		34.3	25.0	40.7
PLP-2	k14	빙하와 빙산은 바닷물이 얼어서 만들어졌다.	F	17	62	21
	k15	바닷물이 얼어서 만들어진 해빙을 그대로 녹이면 다시 바닷물이 된다.	F	13	63	24
	k16	세계에서 담수(민물)가 가장 많이 저장된 곳은 남극이다.	T	26	15	59
	k17	해빙의 크기는 여름에 줄었다가, 겨울에 커진다.	T	38	19	43
		PLP-2 양호도 평균		23.5	39.8	36.8
PLP-3	k18	극지가 따뜻해질 때, 극지와 멀리 떨어진 우리나라의 기후는 영향을 받지 않는다.	F	67	8	25
	k19	얼음과 눈이 덮여있는 면적이 늘어나면 지구로 들어오는 태양복사 에너지가 늘어난다.	F	14	24	62
		PLP-3 양호도 평균		40.5	16.0	43.5
PLP-4	k20	북극과 남극에 사는 생물의 종류는 서로 비슷하다.	F	46	25	29
	k21	기후가 변화하면 북극곰의 먹이도 변화한다.	T	67	17	16
	k22	극지의 겨울에 바다 위 얼음이 넓어지면 생물들이 살 수 없다.	F	69	14	17
		PLP-4 양호도 평균		60.7	18.7	20.7
PLP-5	k24	북극의 해빙이 녹으면 해수면이 상승한다.	F	6	79	15
	k25	극지가 온난화되면, 극지에 비나 눈이 많이 온다.	T	25	28	47
	k26	남극에 비나 눈이 많아지면 펭귄의 수는 증가한다.	F	40	10	50
	k27	극지에 비나 눈이 많아지면 바닷물의 염분은 낮아진다.	T	37	16	47
	k28	남극의 빙하가 녹으면 해수면이 상승한다.	T	75	5	20
		PLP-5 양호도 평균		36.6	27.6	35.8
PLP-6	k23	전 세계적 기후 변화는 극지에 사는 사람들과 생물에게 영향을 미친다.	T	87	2	11
	k29	북극의 원주민은 혹독한 자연 환경 때문에 고유한 문화와 환경에 적응한 지식을 갖추지 못했다.	F	50	12	38
	k30	극지의 기후 변화는 전 세계 사람들과 생물에게 영향을 미친다.	T	79	4	17
	k31	극지에는 천연가스와 석유와 같은 화석 에너지 자원은 존재하지 않는다.	F	57	11	32
		PLP-6 양호도 평균		68.3	7.25	24.5
PLP-7	k32	극지 연구를 통해 과거 지구의 역사를 알 수 있다.	T	75	3	22
	k33	남극은 우주에서 들어오는 빛과 물질을 연구하기에 좋은 장소다.	T	42	7	51
	k34	극지 생물을 유전적으로 분석하면 새로운 약과 치료제를 개발할 수 있다.	T	47	6	47
	k35	극지의 얼음과 눈을 관측하면 기후 변화를 감지할 수 있다.	T	64	3	33
		PLP-7 양호도 평균		57.0	4.8	38.3

*PLP-1 (극지의 지리적 특징과 독특성), PLP-2 (극지의 주요 특징인 얼음), PLP-3 (지구 날씨와 기후 조절자 극지), PLP-4 (극지의 생물), PLP-5 (기후 변화의 영향을 받는 극지), PLP-6 (극지의 인간), PLP-7 (과학 기술과 극지)

다. 학생들의 극지 기능 문항의 정답률은 29% (sk36)에서 75% (sk38)의 분포를 보였다(Table 8). 정답률이 가장 낮은 sk36 문항은 자료를 처음으로 해석하는 문항으로 제련되지 않은 시각 자료의 의미를 분석하는 문항이었다. 정답률이 가장 높은 sk38 문항은 앞서 한번 해석한 자료를 언어적으로 재해석하는 과정이 필요한 문항이었으며, 학생들은 다른 기능 문항에 비해 답안을 적절히 맞추었다. 대부분의 학생들은 본인들이 평소에 잘 아는 내용이어도 이를 시각 자료 분석에 적용하는 것을 어려워했다. 따라서 과학자 활동의 체험을 목적으로 실제 자료 또는 이와 비슷한 자료를 활용한 탐구 활동을 진행할 때에는 학습자의 성취 수준을 고려하여 자료에 대한 적절한 비계를 설계해야 할 것이다.

Table 6. 정답률이 높은/낮은 문항의 특징

문항 정보			특징
정답률 높은 문항	k23	전 세계적 기후 변화는 극지에 사는 사람들과 생물에게 영향을 미친다.	기후 변화가 어떤 방법으로든 인류와 생물권에 영향을 미칠 수밖에 없다는 인식이 강함. 따라서 기후 변화에 관한 문항은 대부분 그 영향력을 무조건 인정하는 방향으로 답안을 작성함.
	k30	극지의 기후 변화는 전 세계 사람들과 생물에게 영향을 미친다.	
정답률 낮은 문항	k15	바닷물이 얼어서 만들어진 해빙을 그대로 녹이면 다시 바닷물이 된다.	'바닷물이 얼어서 만들어진'이라는 진술을 문자 그대로 해석하는 경향이 있었음. 해빙의 형성 원리를 정확히 이해하고 있지 않음.
	k19	얼음과 눈이 덮여있는 면적이 늘어나면 지구로 들어오는 태양복사 에너지가 늘어난다.	태양복사에너지와 지표면 반사율(알베도)에 대한 과학 개념이 아직 제대로 정립되지 않아 인과 관계를 적절히 밝히지 못함.
	k24	북극의 해빙이 녹으면 해수면이 상승한다.	해빙, 빙하, 빙산의 형성 원리에 대한 이해가 부족함. 얼음이 녹으면 해수면이 상승한다는 오개념이 강함. 바다 위에 떠 있는 얼음이 녹으면 오히려 부피가 감소할 수 있다는 물의 특성을 잘 모름.

Table 7. '모름' 응답률이 높은/낮은 문항의 특징

문항 정보			특징
'모름' 응답률 높은 문항	k16	세계에서 담수(민물)가 가장 많이 저장된 곳은 남극이다.	• 수권에서 담수 중 빙하가 가장 많은 양을 차지하고 있음을 알아야 하고, 빙하의 생성 과정에 대해서 알고 있어야 함. 이 내용은 중학교 2학년 과학 교육과정에 내용이 처음 등장하지만, 남극, 북극을 구별하지 않고 극지로만 언급되어 있음. 이를 추리하려면 극지에 대한 풍부한 지식이 전제되어야 함.
	k19	얼음과 눈이 덮여있는 면적이 늘어나면 지구로 들어오는 태양복사에너지가 늘어난다.	• 대체적으로 태양복사 에너지와 지표면 반사율(알베도)에 대한 오개념이 형성된 것이 아니라 과학 개념이 아예 정립되지 않은 것으로 나타남.
'모름' 응답률 낮은 문항	k23	전 세계적 기후 변화는 극지에 사는 사람들과 생물에게 영향을 미친다.	• 정답률이 가장 높고, '모름' 응답률이 낮은 문항임. 즉, 학생들은 기후 변화가 극지, 인간, 생물권에 미치는 영향에 대해 올바르게 이해하고 있음.
	k24	북극의 해빙이 녹으면 해수면이 상승한다.	• 정답률과 '모름' 응답률이 가장 낮은 문항임. 학생들은 해빙과 해수면 상승의 관계에 대해 아예 잘 모르고 있거나, 강한 오개념을 형성하고 있었음. 결과적으로 대부분의 학생들은 해빙, 빙하, 빙산의 형성 원리에 대한 이해가 부족함.

Table 8. 극지 기능 문항 양호도

문항		탐구 기능	정답률	오답률
sk36	철수는 위 자료를 보고, "북극은 다른 지역보다 온난화가 빠르게 진행되었구나"라고 말했다. 철수가 이렇게 결론을 내린 근거 자료로 가장 적절한 것은?	자료 해석	29	71
sk37	북극 해빙의 부피가 달라진 원인을 알아보기 위해 조사할 내용으로 적절하지 않은 것은?	문제 인식	45	55
sk38	철수가 위 자료를 해석한 내용 중 (가)와 (나)에 들어갈 말로 가장 적절한 것은?	자료 해석	75	15
sk39	이러한 현상이 계속된다면, 다가오는 2050년 북극 환경을 예상한 내용으로 가장 적절한 것은?	예상	46	54

Table 9. 과학 소양 지식 및 극지 지식·기능 점수 평균과 상관

항목별 평균			상관계수		
과학 소양 지식 (SL/10점 만점)	극지 지식 (PLk/25점 만점)	극지 기능 (PLsk/4점 만점)	SL-PLk	SL-PLsk	PLk-PLsk
5.4	11.4	2.0	.602*	.249*	.350*

*p<.01

학생들의 과학 소양 지식(SL), 극지 지식(PLk), 극지 기능(PLsk)의 평균과 이들 간의 상관을 분석한 결과는 Table 9와 같다. 결과적으로 과학 소양 지식, 극지 지식, 극지 기능은 유의 수준 .01에서 모두 상관이 있었다. 이 중 과학 소양 지식과 극지 지식의 상관계수는 .602로 가장 높은 상관이 있는 것으로 밝혀졌다. 평소 이해하고 있는 과학 개념의 양이 많고 그 수준이 높은 학생들은 극지에 대한 지식의 양과

질의 수준도 높았다. 반면에 과학 소양 지식과 극지 기능의 상관계수는 .249로 상관이 있긴 했지만 낮은 수준이었다. 과학적 사실과 개념을 잘 이해하고 있는 것과 극지에 대한 자료를 이해, 해석하는 것의 관련성은 다소 떨어졌다.

3.2. 극지에 대한 신념과 태도 특성

극지에 대한 신념과 태도 문항의 학생 응답 수와 평균을 Table 10과 같이 정리했다. 각 문항의 평균은 문항의 주장에 대해 동의하는 정도를 4점 만점으로 환산한 값으로, '전혀 그렇지 않다'는 1점, '그렇지 않다'는 2점, '그렇다'는 3점, '매우 그렇다'는 4점으로 집계하여 나타내었다. 단, a57 문항과 a58 문항은 문항에서 주장하는 내용을 고려하여 배점을 역순으로 달리했다.

극지 신념을 조사한 b40-b45 문항은 기후 변화로 야기될 수 있는 현상을 제시하고 이러한 현상이 발생할 것 같은지를 묻는 문항이다. 극지 신념 문항 중 평균이 가장 높은 문항은 b43 (3.3)으로, 학생들은 극지 지식 문항에서 응답한 것과 같이 극지 기후 변화가 극지의 사람과 생물에 영향을 미칠 것이라고 강하게 인식했다. 극지에서 발생한 기후 변화이기 때문에 해당 지역에서 살아가는 사람과 생물 또한 당연히 영향을 받을 것이라고 확신한 것이다. 그런데 극지 신념이 낮은 것으로 평가된 b44 (3.0) 문항과 b42 (3.1) 문항의 응답을 살펴보면 학생들은 극지 기후 변화가 열대 지방과 우리나라에 사는 사람 및 생물에게는 영향을 크게 미치지 않을 것으로 생각했다. 즉 극지 기후 변화는 극지에 사는 사람과 생물에는 영향을 미치지만, 우리나라나 열대 지방과 같이 극지와 멀리 떨어진 지역에 사는 사람과 생물에게는 영향을 적게 미치거나 미치지 않는다고 생각한 것이다. 학생들은 극지와 극지가 아닌 지역 간의 원격 상관을 적절히 인식하지 못했다.

b41 문항도 평균 3.0으로 앞서 설명한 문항들과 같이 점수가 낮았다. b41 문항은 극지 기후 변화 때문에 해류의 순환에 이상이 생긴다는 내용인데 흥미로운 점은 극지 기후 변화 때문에 해수면이 높아진다는 b40 문항의 평균은 b41보다 높았다는 것이다. 학생들은 옳고 그름을 떠나 극지 기후 변화와 해수면 상승의 관계를 인식하고 있고 그 영향도 인정하고 있지만, 극지 기후 변화와 해류 순환의 관계는 제대로 인식하고 있지 않았다. 원격 상관에 대한 낮은 인식(b42, b44)과 극지 기후 변화와 해류 순환의 관계에 대한 낮은 인식(b41)을 종합하면, 학생들은 지구가 하나의 유기체이며 지구의 각 요소는 서로 연결되어 순환한다는 신념이 상대적으로 부족하다.

극지에 대한 태도를 조사한 a46-a59 문항의 평균은 2.2점(a50)에서부터 3.3점(a54, a57)까지의 분포를 보였다. 평균이 높은 문항을 먼저 살펴보면, 학생들은 극지 생물이 겪는 어려움에 대해 염려하고(a54, 3.3점), 극지에서 일어나는 일은 나와 관련이 있다는(a57, 3.3점) 태도를 보였다. 그러나 극지 문제에 대한 정보를 직접 탐색하거나(a49, 2.3점), 극지 생물들의 어려움을 완화하기 위해 자신의 습관을 개선하거나(a51, 2.9점), 극지 생물 문제를 위해 기부하는 것(a52, 2.5점)에 대해서는 대체로 동의하지 않았다. 극지 문제에 대해서는 인식, 동의하고 있었지만, 개인의 노력이 필요한 행동으로는 이 태도가 전이되지 않은 것이다. 정리하면, 학생들은 극지의 문제에 대해 정서적으로 공감은 하고 있지만, 개인의 노력이 필요한 사적인 영역으로 이를 끌어들이지 못하고 있었다.

학생들의 과학적 소양(SL), 극지에 대한 신념(Pb), 극지에 대한 태도(Pa)의 평균과 상관계수를 나타낸 결과는 Table 11과 같다. 과학 소양 지식, 극지에 대한 신념, 극지에 대한 태도는 모두 서로 상관이 있었다. 특히 극지에 대한 신념과 태도 간의 상관계수는 .447로 이들 중 가장 상관이 높았다. 과학 소양 지식과 극지에 대한 태도 간의 상관계수는 .229로 상관이 낮은 편이었다.

전체 학생들을 대상으로 조사한 극지 지식, 기능, 신념, 태도에 대한 응답 간의 상관을 Table 12와 같이 분석했다. 극지 소양의 인지적 특성인 극지 지식 및 기능과 극지 소양의 정의적 특성인 신념 및 태도의 상관계수는 .374로 상관이 낮은 편이었다. 극지 지식 및 인식의 수준이 높다고 극지에 대한 신념과 태도 점수가 반드시 높은 것만은 아니었으며, 반대의 경우도 마찬가지였다.

3.3. 극지 가치 추구에 따른 극지 소양 특성

극지 가치 추구 특성에 따라 323명의 학생들을 세계 시민적 집단과 실용적 집단으로 나누어 극지 지식, 기능, 신념, 태도를 순차적으로 분석했다. 먼저 극지 지식에 대해 응답한 두 집단의 문항 양호도는 Table 13과 같다. 실용적 집단 학생들에 비해 세계시민적 집단 학생들이 높은 정답률을 보인 문항은 k18

Table 10. 극지 신념과 태도 문항 평균

문항	내용	학생 응답수(N=323)와 백분율				평균
		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	그렇다	매우 그렇다	
b40	극지 기후 변화 때문에 해수면이 높아진다.	8 (0.02)	9 (0.03)	209 (0.65)	97 (0.30)	3.2
b41	극지 기후 변화 때문에 해류의 순환에 이상이 생긴다.	2 (0.01)	34 (0.11)	226 (0.70)	67 (0.21)	3.0
b42	극지 기후 변화 때문에 우리나라 사람들의 생활과 생물에 영향을 미친다.	6 (0.02)	31 (0.10)	196 (0.61)	90 (0.28)	3.1
b43	극지 기후 변화 때문에 극지에 사는 사람들의 생활과 생물에 영향을 미친다.	5 (0.02)	15 (0.05)	174 (0.54)	129 (0.40)	3.3
b44	극지 기후 변화 때문에 열대 지방에 사는 사람들의 생활과 생물에 영향을 미친다.	16 (0.05)	40 (0.12)	191 (0.59)	76 (0.24)	3.0
b45	극지 기후 변화 때문에 전 세계 날씨와 기후에 변화가 생긴다.	3 (0.01)	27 (0.08)	184 (0.57)	109 (0.34)	3.2
a46	나는 북극과 남극의 자연에 호기심을 느낀다.	22 (0.07)	69 (0.21)	189 (0.59)	43 (0.13)	2.8
a47	나는 극지의 동물과 식물의 생활에 호기심을 느낀다.	22 (0.07)	65 (0.20)	177 (0.55)	59 (0.18)	2.8
a48	나는 북극이나 남극을 방문하고 싶다.	42 (0.13)	78 (0.24)	123 (0.38)	80 (0.25)	2.7
a49	나는 북극이나 남극에 관한 TV, 다큐멘터리, 동영상을 즐겨 본다.	62 (0.19)	135 (0.42)	91 (0.28)	35 (0.11)	2.3
a50	나는 북극이나 남극에 관한 신문, 잡지, 인터넷 기사, 책을 읽거나 찾아본다.	68 (0.21)	155 (0.48)	81 (0.25)	19 (0.06)	2.2
a51	나는 북극곰의 멸종을 막기 위해 나의 습관을 기꺼이 바꾸겠다.	13 (0.04)	56 (0.17)	197 (0.61)	57 (0.18)	2.9
a52	나는 멸종 위기의 극지 생물 보호 사업에 기꺼이 얼마간의 돈을 기부하겠다.	41 (0.13)	104 (0.32)	143 (0.44)	35 (0.11)	2.5
a53	나는 북극과 남극 환경 보호를 위해 어느 정도의 불편을 참을 수 있다.	14 (0.04)	37 (0.11)	212 (0.66)	60 (0.19)	3.0
a54	나는 북극곰의 먹이와 서식지가 줄어드는 것이 걱정스럽다.	11 (0.03)	18 (0.06)	171 (0.53)	123 (0.38)	3.3
a55	나는 북극이나 남극의 환경이 나빠지면 우리나라에도 환경 재앙이 있을 것 같아 두렵다.	13 (0.04)	31 (0.10)	164 (0.51)	115 (0.36)	3.2
a56	나는 북극과 남극을 과학 연구 목적을 위해 보존해야 한다고 생각한다.	13 (0.04)	44 (0.14)	179 (0.55)	87 (0.27)	3.1
a57	북극이나 남극에서 일어나는 일은 나와는 관련 없다.	150 (0.46)	116 (0.36)	46 (0.14)	11 (0.03)	3.3
a58	내가 노력하는 것은 극지 환경 개선에 아무 소용없다.	93 (0.29)	157 (0.49)	58 (0.18)	15 (0.05)	3.0
a59	우리나라는 극지 연구 활동이나 개발에 참여하기 위해 예산을 투자해야 한다.	13 (0.04)	42 (0.13)	204 (0.63)	64 (0.20)	3.0

Table 11. 과학 소양 지식 및 극지 신념·태도 점수 평균과 상관

항목별 평균			상관계수		
과학적 소양 (SL/10점 만점)	극지에 대한 신념 (Pb/6점 만점)	극지에 대한 태도 (Pa/14점 만점)	SL-Pb	SL-Pa	Pb-Pa
5.4	3.2	2.9	0.285*	0.229*	0.447*

*p< .01

Table 12. 극지 지식·기능 및 신념·태도의 점수 평균과 상관

항목별 평균		상관계수
지식·기능 (PLk·PLsk/29)	신념·태도(Pa·Pb/20)	PLk·PLsk-Pa·Pb
13.4	3.0	0.374*

*p< .001

(74%)과 k22 (75%)이다. 특히 정답률에서 가장 큰 차이를 보인 k18 문항은 극지의 온난화와 우리나라 기후의 연관성에 대해 묻는 문항으로, 세계 시민적 집단의 학생들이 극지와 다른 지역의 원격 상관에 대한 이해가 더 높았다. 반대로 세계 시민적 집단의 학생들에 비해 실용적 집단의 학생들의 정답률이 더 높은 문항은 k25 (36%), k27 (47%)이었다. 이 두 문항의 내용은 모두 극지 소양 원리 중 PLP-5 (기후 변화의 영향을 받는 극지)에 포함되는 내용으로, 극지에 내리는 비와 눈의 발생과 영향에 대해 묻는 내용이었다.

두 집단이 극지 지식 문항에 대해 응답한 내용을 바탕으로 극지 소양 원리의 영역별 점수 평균과 T검정 결과를 정리한 내용은 Table 14와 같다. 실용적 집단보다 세계 시민적 집단의 극지 지식 점수가 대체로 높았다. 또한, 두 집단은 PLP-6 (극지의 인간)에서 모두 높은 평균을 나타냈는데, 이는 기후 변화가 인간과 생물에 미치는 영향을 묻는 두 개의 문항(k23, k30)이 PLP-6에 포함되었기 때문이다. 앞서 많

Table 13. 극지 가치 추구 집단별 극지 지식 문항 양호도

극지 소양 원리		문항	정답	집단별 정답률(%)		
				세계 시민적	실용적	계
PLP-1	k11	북극은 바다 위에, 남극은 육지 위에 위치한다.	T	37	36	37
	k12	북극에서 여름에는 해가 지지 않고, 겨울에는 해가 뜨지 않는다.	T	26	28	26
	k13	대체로 북극은 남극보다 더 춥다.	F	38	38	38
PLP-2	k14	빙하와 빙산은 바닷물이 얼어서 만들어졌다.	F	16	19	17
	k15	바닷물이 얼어서 만들어진 해빙을 그대로 녹이면 다시 바닷물이 된다.	F	14	13	14
	k16	세계에서 담수(민물)가 가장 많이 저장된 곳은 남극이다.	T	29	15	26
	k17	해빙의 크기는 여름에 줄었다가, 겨울에 커진다.	T	39	34	38
PLP-3	k18	극지가 따뜻해질 때, 극지와 멀리 떨어진 우리나라의 기후는 영향을 받지 않는다.	F	74	49	70
	k19	얼음과 눈이 덮여있는 면적이 늘어나면 지구로 들어오는 태양복사 에너지가 늘어난다.	F	15	13	14
PLP-4	k20	북극과 남극에 사는 생물의 종류는 서로 비슷하다.	F	50	36	48
	k21	기후가 변화하면 북극곰의 먹이도 변화한다.	T	65	72	67
	k22	극지의 겨울에 바다 위 얼음이 넓어지면 생물들이 살 수 없다.	F	75	53	71
PLP-5	k24	북극의 해빙이 녹으면 해수면이 상승한다.	F	5	11	6
	k25	극지가 온난화되면, 극지에 비나 눈이 많이 온다.	T	23	36	25
	k26	남극에 비나 눈이 많아지면 펭귄의 수는 증가한다.	F	41	32	39
	k27	극지에 비나 눈이 많아지면 바닷물의 염분은 낮아진다.	T	34	47	36
	k28	남극의 빙하가 녹으면 해수면이 상승한다.	T	81	66	78
PLP-6	k23	전 세계적 기후 변화는 극지에 사는 사람들과 생물에게 영향을 미친다.	T	89	81	88
	k29	북극의 원주민은 혹독한 자연 환경 때문에 고유한 문화와 환경에 적응한 지식을 갖추지 못했다.	F	51	40	49
	k30	극지의 기후 변화는 전 세계 사람들과 생물에게 영향을 미친다.	T	82	68	79
	k31	극지에는 천연가스와 석유와 같은 화석 에너지 자원은 존재하지 않는다.	F	61	49	59
PLP-7	k32	극지 연구를 통해 과거 지구의 역사를 알 수 있다.	T	75	70	74
	k33	남극은 우주에서 들어오는 빛과 물질을 연구하기에 좋은 장소다.	T	41	40	41
	k34	극지 생물을 유전적으로 분석하면 새로운 약과 치료제를 개발할 수 있다.	T	49	38	47
	k35	극지의 얼음과 눈을 관측하면 기후 변화를 감지할 수 있다.	T	67	47	63

*PLP-1 (극지의 지리적 특징과 독특성), PLP-2 (극지의 주요 특징인 얼음), PLP-3 (지구 날씨와 기후 조절자 극지), PLP-4 (극지의 생물), PLP-5 (기후 변화의 영향을 받는 극지), PLP-6 (극지의 인간), PLP-7 (과학 기술과 극지)

은 학생들이 가장 이해하지 못했던 극지의 얼음에 대한 문항(PLP-2)의 점수를 살펴보면 세계시민적 집단이 실용적 집단보다 정답률이 더 높았다. 두 집단 간 평균 점수의 차이가 유의하게 나타났던 영역은 PLP-3 (지구 날씨와 기후 조절자 극지), PLP-4 (극지의 생물), PLP-6 (극지의 인간)으로 밝혀졌다. 세 영역 모두 유의 수준 .05에서 PLP-3은 t값이 2.509, PLP-4는 t값이 1.982, PLP-6은 t값이 2.171이었다.

극지 기능 문항에 대한 정답률을 집단별로 비교한 결과는 Table 15와 같다. 두 집단 모두 낯선 자료를 처음으로 해석해야 하는 sk36 문항을 가장 어려워했으며, 자료를 재해석해야 하는 sk38 문항의 답을 가장 많이 알았다. 집단별로 정답률 차이가 가장 크게 나타난 극지 기능 문항은 북극 해빙의 부피가 달라진 이유에 대해 묻는 sk37 문항으로, 극지 지식에서의 응답 특징과 유사하게 세계 시민적 집단의 정답률이 더 높았다.

극지 가치 추구 집단별로 과학적 소양(SL), 극지 지식(Pk), 극지 기능(PLsk)의 평균과 이들 사이의 상관을 분석한 결과는 Table 16과 같다. 먼저 두 집단은 극지 지식보다 극지 기능에서 차이가 두드러졌는데, 극지 기능에 대한 t값은 2.703으로 유의수준 .01에서 극지 가치 추구에 따라 점수에 유의한 차이가 있었으며 세계 시민적 집단의 평균 점수가 실용적 집단의 것보다 더 높았다. 과학적 소양, 극지 지식, 극지 기능에 대한 상관관계를 분석한 결과를 보면, 두 집단 모두 세 항목 간에 유의한 상관관계를 나타냈다. 세계시민적 집단에서 과학 소양 지식과 극지 지식 간의 상관계수는 .552로 상관이 있었으며, 실용적 집단에서 과학 소양 지식과 극지 지식 간의 상관

Table 14. 극지 가치 추구 집단에 따른 극지 소양 원리 영역별 평균 점수 차이

극지 가치 추구 집단	극지 소양 원리 영역별 평균 점수						
	PLP-1	PLP-2	PLP-3	PLP-4	PLP-5	PLP-6	PLP-7
세계 시민적	1.01	0.98	0.89	1.91	1.84	2.83	2.32
실용적	1.02	0.81	0.62	1.62	1.91	2.38	1.96
계	1.01	0.95	0.84	1.86	1.85	2.75	2.26
집단 차이(t)	-.83	1.053	2.509*	1.982*	-.408	2.171*	1.704

*p< .05

Table 15. 극지 가치 추구 집단별 극지 기능 문항 양호도

	문항	탐구 기능	집단별 정답률(%)		
			세계 시민적	실용적	계
sk36	철수는 위 자료를 보고, “북극은 다른 지역보다 온난화가 빠르게 진행되었구나”라고 말했다. 철수가 이렇게 결론을 내린 근거 자료로 가장 적절한 것은?	자료 해석	31	21	29
sk37	북극 해빙의 부피가 달라진 원인을 알아보기 위해 조사할 내용으로 적절하지 않은 것은?	문제 인식	47	32	44
sk38	철수가 위 자료를 해석한 내용 중 (가)와 (나)에 들어갈 말로 가장 적절한 것은?	자료 해석	78	68	76
sk39	이러한 현상이 계속된다면, 다가오는 2050년 북극 환경을 예상한 내용으로 가장 적절한 것은?	예상	48	34	45

Table 16. 극지 가치 추구 집단별 과학 소양 지식 및 극지 지식·기능 점수 평균과 상관

극지 가치 추구 집단	항목별 평균			상관 계수		
	과학적 소양 (SL/10점 만점)	극지 지식 (PLk/25점 만점)	극지 기능 (PLsk/4점 만점)	SL-PLk	SL-PLsk	PLk-PLsk
세계 시민적	5.53	11.76	2.03	.552**	.170*	.313**
실용적	4.64	10.32	1.55	.743**	.355*	.386**
계	5.37	11.51	1.95	.602**	.225**	.337**
집단 차이(t)	2.479*	1.802	2.703**			

*p< .05, **p< .01

Table 17. 극지 가치 추구 집단별 극지 신념·태도 평균 및 집단 차이

문항	집단별 평균(4점 만점)			집단 차이(t)
	세계 시민적	실용적	계	
b40	3.32	2.89	3.24	4.393***
b41	3.09	2.70	3.02	3.612***
b42	3.19	2.96	3.15	2.200*
b43	3.38	3.34	3.38	0.440
b44	3.10	2.74	3.04	2.969**
b45	3.33	3.02	3.27	3.000**
a46	2.93	2.36	2.83	4.271***
a47	2.98	2.47	2.89	3.689***
a48	2.77	2.62	2.74	0.997
a49	2.34	2.21	2.32	0.885
a50	2.15	2.11	2.14	0.335
a51	3.02	2.55	2.94	3.696***
a52	2.60	2.38	2.56	1.571
a53	3.08	2.72	3.02	2.766**
a54	3.37	2.98	3.30	3.425**
a55	3.26	2.94	3.21	2.717**
a56	3.06	3.11	3.07	-0.385
a57	3.35	3.19	3.32	1.267
a58	3.12	2.85	3.07	2.107*
a59	3.04	2.87	3.01	1.248

*p< .05, **p< .01, ***p< .001

계수는 .743으로 상관이 높았다. 반면 과학 소양 지식과 극지 기능의 상관계수는 세계시민적 집단에서 .170, 실용적 집단에서는 .355로 다소 낮은 상관을 보였다.

극지에 대한 신념과 태도 또한 T검정을 실시하여 두 집단 간 차이를 확인했다(Table 17). 극지에 대한 신념 문항에서 두 집단 간 차이가 두드러진 문항은 b43 문항을 제외한 전체 문항이었다. 이 중에서도 b40과 b41 문항에 대한 t값은 유의 수준 .001에서 4.393, 3.612로 상대적으로 높았다. 이 두 문항은 극지 기후 변화가 해수면을 상승시키고 해류 순환의 이상을 불러일으키는 것에 대해 동의하는지를 묻는 문항인데, 두 문항에 대해 세계시민적 집단의 학생들은 실용적 집단의 학생들에 비해 강하게 동의하고 있었다.

극지에 대한 태도 문항에서도 집단 간 차이가 유의한 문항이 다수 발견되었는데 a46, a47, a51, a53, a54, a55, a58이 그러하다. 특히 a46, a47, a51 문항에 대한 t값은 유의 수준 .001에서 4.271, 3.689, 3,696으로 집단 간 태도 차이가 컸다. a46과 a47 문항은 모두 극지의 자연과 생물에 대해 느끼는 호기심에 관한 것으로 실용적 집단은 세계 시민적 집단에 비해 호기심의 정도가 낮았다. 실용적 집단의 학생들은 극지의 생태계에 대한 관심보다 연구 대상으로의 극지의 가치(a56)에 더 깊게 공감했다. 세계 시민적 집단의 학생들은 a49 (~즐겨 본다), a50 (~찾아본다), a51 (~습관을 기꺼이 바꾸겠다), a52 (~돈을 기부하겠다) 문항에 대해 더 공감했는데, 이는 세계 시민적 집단의 학생들이 실용적 집단의 학생들보다 극지 문제 해결에 더욱 적극적이며 능동적인 태도를 지녔음을 의미한다.

극지 가치 추구 집단별 과학 소양 지식, 극지 신념, 극지 태도에 대한 평균, 상관, T검정을 실시한 결과는 Table 18과 같다. 두 집단 모두 극지에 대한 신념과 태도가 유의 수준 .001에서 유의한 차이가 있었다. 극지에 대한 신념에서 t값은 3.711, 극지에 대한 태도에서 t값은 3.681이었으며, 신념과 태도 모두 세계 시민적 집단의 평균값이 실용적 집단의 평균값보다 더 높았다. 세계 시민적 집단의 학생들은 실용적 집단의 학생들보다 극지와 기후 변화의 관계, 극지의 생태계와 환경 문제에 더욱 공감했으며 이를 해결하기 위한 노력에 능동적인 태도를 드러냈다.

과학적 소양, 극지에 대한 신념 및 태도의 상관관계를 분석한 결과를 살펴보면 세계 시민적 집단과 실용적 집단 모두 극지에 대한 신념과 태도의 상관계수가 .365와 .596으로 가장 높았다. 과학적 소양은 극지 지식과는 상관이 높았지만 극지에 대한 정의적 특성인 신념과 태도와는 그만큼 상관이 높지 않았다. 이는 극지 문제에 대한 공감, 감수성, 행동 선택이 과학 지식의 양·질적 수준과 관련이 낮을 수 있다는 것을 의미한다.

마지막으로 집단별 극지 지식·기능과 신념·태도의 집단 차이와 상관을 종합적으로 분석했다(Table 19). 두 집단의 극지 지식과 기능 점수 평균에 대한 t값은 2.197로 상관이 있었으며, 세계 시민적 집단의 평균이 전반적으로 더 높았다. 극지에 대한 신념과 태도 평균에 대한 t값은 4.399로 지식과 기능보다 차이가 더 두드러졌다. 두 집단별로 극지 지식·기능과 신념·태도에 대한 상관을 분석한 결과, 모두 유의 수준 .01에서 유의한 차이가 있었다. 세계시민적 집단은 상관계수 .322로, 실용적 집단은 상관계수 .404로 극

Table 18. 극지 가치 추구 집단별 과학 소양 지식 및 극지 신념·태도 평균과 상관

극지 가치 추구 집단	항목별 평균			상관계수		
	과학 소양 지식 (SL/10점 만점)	극지에 대한 신념 (Pb/6점 만점)	극지에 대한 태도 (Pa/14점 만점)	SL-Pb	SL-Pa	Pb-Pa
세계 시민적	5.53	3.24	2.93	.264	.130	.365*
실용적	4.64	2.94	2.67	.267*	.388*	.596*
계	5.37	3.18	2.89	.288*	.215*	.440*
집단 차이(t)	2,479	3.711**	3.681**			

*p< .01, **p< .001

Table 19. 극지 가치 추구 집단별 극지 지식·기능 및 신념·태도 점수 평균과 상관

극지 가치 추구 집단	항목별 평균		상관계수
	지식·기능(PLk&PLsk/29점 만점)	신념·태도(Pa&Pb/20점 만점)	PLk&PLsk-Pa&Pb
세계 시민적	13.79	3.08	.322**
실용적	11.87	2.81	.404**
계	13.45	3.04	.370**
집단 차이(t)	2.197*	4.399***	

*p< .05, **p<.01, ***p<.001

지 지식·기능과 신념·태도 사이에 상관이 있음이 밝혀졌다. 결과적으로 세계 시민적 관점에서 극지의 가치를 추구하는 학생들은 실용적 관점에서 극지의 가치를 추구하는 학생들보다 극지에 대한 지적 이해와 감수성이 더 컸다.

4. 결론 및 시사점

본 연구는 극지의 높은 교육적 가치를 바탕으로 중학생 323명의 극지에 대한 지식, 기능, 신념, 태도를 탐색한 후, 극지 가치 추구 특성에 따라 극지 소양이 어떻게 다른지 조사했다. 연구 결과에 대한 결론은 첫째, 중학생들은 지식 측면에서 극지와 기후 변화, 극지의 생물에 대한 이해는 높았으나, 극지의 핵심 구성 요소인 '얼음'에 대한 이해는 매우 낮았다. 빙하, 해빙과 같은 극지의 얼음은 극지의 기후를 조절하는 조절자임과 동시에 전 세계 기후에 영향을 미칠 수 있으며, 역으로 기후 변화를 가장 잘 보여주는 주요 지시자이기도 하다. 따라서 극지를 다방면에서 이해하는 것뿐만 아니라 민주 시민으로서 극지와 관련된 의사 결정 및 행동 선택을 올바르게 하기 위해서 극지의 얼음에 대한 이해가 필수적이다. 그러나 대부분의 학생들은 극지 얼음의 생성, 빙하 또는 해빙의 발달 과정, 얼음의 반사도, 북극 얼음 피드백 등에 대해 거의 모르고 있었다. 학생들이 스스로 잘 안다고 자신 있게 답했던 북극 해빙의 융해와 해수면 상승 관계는 대부분 오개념인 사실도 밝혀졌다. 극지의 얼음에 대한 정확한 이해가 뒷받침되지 않은 채 극지 생태계가 기후 변화로 인해 심각한 어려움을 겪고 있다는 사실을 알고 공감하는 것은 극지의 문제에 대한 근본적 접근을 어렵게 할 수 있다.

둘째, 학생들은 극지 문제를 다룰 때 지구 시스템적 사고로 접근하지 못했다. 극지의 변화가 극지뿐만 아니라 다른 지역까지 영향을 미칠 것이라는 사실은 이해하고 있지만, 정작 열대 지방과 우리나라는 영향을 덜 받거나 아예 받지 않을 것이라는 태도를 지니고 있었다. 즉, 극지와 다른 지역의 원격 상관에 대한 인식 수준이 매우 낮았다. 학생들은 우리나라보다 열대 지방이 극지 기후 변화에 영향을 덜 받을 것이라는 인식이 강했는데, 이는 눈이 많고 추운 극지와 시각적으로 상반된 이미지를 지닌 지역일수록 극지 기후 변화의 영향력을 작게 인식하는 것으로 추측할 수 있다. 또한, 학생들은 극지가 전 지구 해류의 순환에 영향을 미칠 수 있다는 주장에 대해서도 대체로 동의하지 않았다. 극지가 극지의 이미지와 상반된 지역과 지구를 컨베이어 벨트로 감싸고 있는 해양 순환에 영향력을 행사할 수 있다는 점에 공감하기 어려운 것은 지구가 인간의 몸처럼 하나의 유기체로 각 요소가 서로 연결되어 있다고 보는 시각의 결여에서 비롯된 것이라고 해석할 수 있다.

셋째, 극지의 가치에 대해 세계 시민적 관점을 지닌 집단의 학생들은 실용적 관점을 지닌 학생들보다 극지의 문제에 대한 지적 이해가 높고, 그 심각성에 대해 더 깊게 공감하고 있었다. 세계 시민적 집단의 학생들은 극지에 대한 지식 측면에서 대부분의 학생들이 잘 이해하지 못했던 극지의 원격 상관에 대해 실용적 집단의 학생들보다 더 잘 이해하고 있었다. 또한, 이들은 극지에 대한 신념과 태도 측면에서도 극지 생물과 자연에 대한 호기심이 높았으며, 극지 문제 해결에 더욱 능동적인 태도를 보였다. 대다수의 학생들은 극지 문제의 심각성에 공감하기는 했지만 그것이 자신들의 행동 선택에 영향을 미칠 만큼 극지의 문제를 내면화하지 못했다. 그러나 그중에서도 세계 시민적 집단의 학생들은 극지의 문제가 우리나라, 지역 사회, 가족과 본인에게 영향을 미칠 수 있음을 조금 더 인정했고, 이를 바탕으로 극지 문제 해결에 적극적인 의지를 보였다.

이상 본 연구 결과를 토대로 도출한 시사점은 첫째, 지구가 하나의 유기체이며 지구의 각 요소는 서로 연결되어 있다는 지구 시스템 교육을 강조할 필요가 있다. 학생들은 극지 문제의 심각성을 강하게 느끼고 있었지만 열대 지방과 같이 극지와 거리가 있어 보이는 지역과 극지가 서로 영향을 미치는 관계, 그리고 극지로 인한 해류의 변화가 전 세계 기후에 미치는 영향에 대해서는 대체로 인식하지 못했다. 따라서 지구계 교육을 더욱 적극적으로 설계, 운영함으로써 학생들이 지구 시스템적 사고를 더욱 기를 수 있도록 지원해야 할 것이다.

둘째, 현행 과학과 교육과정의 지구계 개념에 빙권(Cryophere)을 추가하여 극지에 대한 학생들의 이해를 높일 필요가 있다. 2015 개정 과학과 교육과정에서 등장하는 지구계의 구성 요소는 지권, 수권, 기권, 생물권이다. 학생들은 각 영역의 특징과 영역 간 상호작용의 원리를 학습하며 지구의 구성 요소가 모두 서로 연결되어 있음을 이해해왔다. 그러므로 미국을 포함한 여러 선진국의 과학과 교육과정처럼 지구계 구성 요소에 빙권을 추가한다면, 학생들은 극지 또한 지구의 한 구성 요소로서 지구의 모든 부분과 서로 영향을 주고받을 수 있다는 원리를 깊게 이해할 수 있을 것이다. 이는 더 나아가 극지 문제에 관심을 가져야 하는 이유에 대한 당위성 또한 높일 것이다.

셋째, 학생들이 극지에 대해 세계시민적 관점과 실용적 관점을 모두 함양할 수 있도록 이끌어야 한다. 세계 시민적 집단의 학생들은 실용적 집단의 학생들보다 극지의 기후 변화와 생태계 문제에 대한 이해가 더 높았고, 실용적 집단의 학생들은 강수 현상, 해양의 염분 등과 같이 극지의 비생물적 요소에 대한 이해가 더 높았다. 그러므로 두 관점에서 극지를 두루 바라볼 수 있도록 지도한다면 학생들은 전보다 더 풍부한 극지 소양을 함양할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 2021학년도 한국해양과학기술원 부설 극지연구소의 PAP 사업 지원을 받아 수행된 연구임.

References

Allison, I. and Béland, M., 2009, The state of polar research. World Meteorological Organization, Geneva, 16 p.

APCC (APec Climate Center), 2022, El Niño and La Niña Prospects. https://apcc21.org/ser/enso.do?lang=ko.

Beck, I., Huffman, L. T., Xavier, J. C. C., & Walton, D.W. H., 2014, Education and polar research: Bringing polar science into the classroom. Journal of Geological Resource and Engineering, 4, 217-221.

BPRC (Byrd Polar Research Center), 2020, https://byrd.osu.edu/create-classroom-ice-cores (December 1st 2020)

Chang, S. K., Lee, B. Y., Chung, H. S., and Kang, S. H., 2003, Global environmental changes and the Antarctic. Journal of the Korean Earth Science Society, 24(3), 216-233.

Choi, H., Chung, S., Choi, Y., Kang, H., Jeon, J., and Shin, D., 2021, Analysis of Polar Education Programs. Journal of Korean Earth Science Society, 42(1), 102-117.

Chung, S., Choi, H., Choi, Y., Kang, H., Jeon, J., and Shin, D., 2021a, Analysis of polar region-related topics in domestic and foreign textbooks. The Journal of the Korean Earth Science Society, 42(2), 201-220.

Chung, S., Choi, H., Kim, M., and Shin, D., 2021b, Elementary and Secondary School Teachers' Polar Literacy. Journal of Korean Earth Science Society, 42(6), 734-751.

Chung, S., Choi, H., Kim, M., and Shin, D., 2021c, Elementary, Middle, and High School Students' Perception of Polar Region. Journal of Korean Earth Science Society, 42(6), 717-733.

Croatian Presidency of the Council of the European Union, 2020, Longterm low greenhouse gas emission development strategy of the European Union and its member states submission by Croatia and the European

Commission on behalf of the European Union and its Member States.

Francis, J. A. and Vavrus, S. J., 2012, Evidence linking Arctic amplification to extreme weather in mid-latitudes. Geophysical Research Letters, 39, doi:10.1029/2012GL051000

Hamilton, L. C., 2012, Did the Arctic ice recover?. Weather, Climate, and Society, 4(4), 236-249.

Hamilton, L. C., 2016, Where is the North Pole?. An election-year survey on global change. Durham, NH: Carsey Institute.

Hamilton, L. C., Hartter, J., and Bell, E., 2019, Generation gaps in U.S. public opinion on renewable energy and climate change. PLOS One, 14(7), e0217608.

Han, C. R, 2007, A study on the polar education and formation process about sense of place, Korea University, Master's thesis.

Hur, S. D., Lee, J. I., and Woo, J. S., 2017, Polar research. Journal of the Geological Society of Korea, 53(4), 487-488.

IPCC, 2007, Climate change 2007: Synthesis report. https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/

IPCC, 2018, Global warming of 1.5°C: summary for policymakers. https://www.ipcc.ch/ sr15/chapter/spm/

IPCC, 2022, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/

Janice, M., Liesl, H.. Ocsar, S., and Josh, K., 2020, Key concepts in polar science: Coming to consensus on the essential polar literacy principles. The Journal of Marine Education, 34(1), 1-7.

Jennifer, F., and Natasa, S., 2015, Evidence linking rapid Arctic warming to mid-latitude weather patterns. Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences., 373, 1-12.

Kathleen, C., and Megan, M., 2020, Bringing the ends of the earth to your classroom. The Journal of Marine Education, 34(1), 20-24.

KOPRI (Korea Polar Research Institute), 2021, New and Outreach. Korea Polar Research Institute. https://www.kopri.re.kr/eng/html/comm/04030101.html

Krupnik, I., Allison, I., Bell, R., Cutler, P., Hik, D., López-Martinez, J., Summerhayes, C., 2011, Understanding Earth's polar challenges: International Polar Year 2007-2008. Rovaniemi, Finland: University of

Laugksch, R. C., & Spargo, P. E., 1996b, Construction of a paper-and pencil Test of Basic Scientific Literacy based on selected literacy goals recommended by the American Association for the Advancement of Science. Public Understanding of Science. 5(4). 331-359.

Lee, H. G., 2010, Direction of polar research as a big science. Future Horizon, 5, 4-5. (in Korean)

Mcdonnell, J., Schofield, O., and Kohut, J., 2020, Key Concepts in Polar Science: Coming to Consensus on the Essential Polar Literacy Principles. Current The Journal of Marine Education, 34(1), 2-8.

Minor, K., Agneman, G., Davidsen, N., Kleemann, N., Markussen, U., Olsen, A., Lassen, D., and Rosing, M. T., 2019, Greenlandic Perspectives on Climate Change 2018-2019: Results from a National Survey. University of Greenland and University of Copenhagen. Kraks Fond Institute for Urban Research.

MoE (Ministry of Environment), 2021, https://eiec.kdi.re.kr/policy/materialView.do?num=214076(May 24th 2021)

National Science Board, 2010, Science and Engineering Indicators 2010. National Science Foundation.

Park, N. B., 2021, Trends and implications of carbon neutral scenarios in the world and major countries. Journal of Energy & Climate Change, 16(1), 51-68.

Polar Literacy, 2021, https://polar-ice.org/polar-literacy-initiative/(August 1st 2021)

Salmon, R., Carlson, D., Almeida, M., Baeseman, J., Edwards, K., Huffman, L., Kolset, T., Malherbe, R., McCaffrey, M., Munro, N., Pauls, M., de Pomereu, J., Provencher, J., Rahman-Sinclair, K., Raymond, M., Sparrow, E., Zicus, S., 201, Education, outreach and communication during the International Polar Year 2007-2008: Stimulating a global polar community. Polar J (in press).

Smith, T. W., Davern, M., Freese, J., and Morgan, S. I., 2019, General Social Surveys. 1972-2018. National Opinion Research Center. the Arctic/CCI Press.

White House, 2021, Biden-Harris administration launches American innovation effort to create jobs and tackle the climate crisis, https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/02/11/biden-harris-administration-launches-american-innovation-effort-to-create-jobs-and-tackle-the-climate-crisis/(March 2nd 2021)

Manuscript received: January 14, 2023
Revised manuscript received: March 3, 2023
Manuscript accepted: March 21, 2023