

국내외 극지 교육 프로그램 분석

최하늘¹ · 정수임² · 최영진¹ · 강현지¹ · 전주영¹ · 신동희^{1,*}

¹이화여자대학교 과학교육과, 03760, 서울특별시 서대문구 이화여대길 52

²은행고등학교, 14916, 경기도 시흥시 은행고길 85

Analysis of Polar Education Programs

Haneul Choi¹, Sueim Chung², Youngjin Choi¹, Hyeonji Kang¹,
Jooyoung Jeon¹, and Donghee Shin^{1,*}

¹Department of Science Education, Ewha Womans University, Seoul 03760, Republic of Korea

²Eunhaeng High School, Siheung 14916, Republic of Korea

Abstract: This study analyzed the learning characteristics of polar education programs operated by polar research institutes in domestic and foreign countries and aims to provide directions for improving domestic polar education programs. Using the database provided by the Korea Polar Research Institute (KOPRI), 120 programs from 16 research institutes in 9nine countries were selected. Each program was analyzed based on educational level, instructor, education period, learning place, learning environment, learning content, and learning method. Significant differences in domestic and foreign programs in terms of instructors, operational methods, educational places, and learning methods were found. Based on these findings, we discuss the direction for improving domestic polar education by expanding the base of polar education, diversifying the learning methods, and systematizing polar education using examples of actual programs. Based on the scientific, social, economic, and cultural values and importance of the polar region, this study presents specific directions to further spread and sustain polar education and culture in Korea.

Keywords: polar education programs, learning methods, Korea Polar Research Institute

요약: 본 연구에서는 국내외 극지 관련 연구소 및 기관에서 운영하고 있는 극지 교육 프로그램의 교수 학습 특징을 분석하여 국내 극지 교육 프로그램에 대한 개선 방향을 제공하고자 한다. 이를 위해 극지연구소에서 제공하는 데이터베이스를 활용하여 33개국 45곳의 극지 관련 연구소 및 기관 중 최종적으로 9개국 16곳의 연구소 및 기관에서 현재 운영하고 있는 120개의 프로그램을 선정했다. 교육 대상, 교수자, 교육 기간, 교육 장소, 운영 방식, 교수 학습 내용, 교수 학습 방법을 분석 기준으로 하여 프로그램들을 분석했다. 연구 결과 교수자, 운영 방식, 교육 장소, 교수 학습 방법에서 국내외 프로그램의 유의미한 차이가 발견되었다. 이를 토대로 실제 프로그램 사례를 통해 극지 교육의 저변 확대, 극지 교육 프로그램 교육 방법의 다양화, 극지 교육의 체계화 측면에서 국내 극지 교육 개선 방향에 대해 논의했다. 본 연구는 극지에 대한 과학, 사회·경제·문화적 가치와 중요성을 토대로 우리나라의 극지 교육과 문화를 더욱 확산, 지속할 수 있는 구체적인 방안을 제시한다.

주요어: 극지 교육 프로그램, 교수 학습 방법, 극지연구소

서론

*Corresponding author: donghee@ewha.ac.kr

Tel: +82-02-3277-2719

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.

최근 ‘지속 가능한 발전’과 ‘기후 변화 대응’의 중요성이 전 세계적으로 주목받고 있다(Lee, 2010). 유엔미래보고서는 지구촌 15대 도전 과제 중 첫 번째로 지속 가능 발전과 기후 변화를 키워드로 꼽았으며(Park et al., 2011), OECD 국가들을 포함하여 다

국적 기업, 비정부 기관(non-governmental organization: NGO)의 역할도 지속 가능 발전과 기후 변화의 대응을 중심으로 이루어지고 있다. 기후 변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)는 전 세계 모든 국가에게 지구 온난화 완화 의무를 부여한 2015 파리협정 이후로 2022년을 목표로 기후 변화 과학, 영향, 적응, 취약성, 완화 등에 대한 보고서를 계속해서 작성, 선포하고 있다(IPCC, 2020). 우리나라도 최근 ‘한국형 그린 뉴딜’ 정책을 발표하여 우리 사회를 탄소 중립 사회로 전환함과 동시에 기후·환경 안전망을 공고화하기 위해 노력하고 있다(환경부, 2020). 이처럼 기후 변화는 누구라고 특정할 수 없는 우리 모두의 문제가 되었다.

이러한 맥락에서 남극과 북극을 포함한 극지는 기후 변화에 가장 크고 빠르게 영향을 받는 지역 중 하나로 떠오르고 있다(Hur et al., 2017; Polar Literacy, 2020). 극지는 인류와 먼 거리에 위치하지만 극지의 변화는 장·단기적으로 우리 사회에 중대한 영향을 미친다(Polar Literacy, 2020). 예를 들면 극제트 기류의 변화로 인한 북반구의 기상 패턴 변화(Jennifer and Natasa, 2015), 해양 생태계의 변화, 해수면 상승으로 인한 해안선의 변화(Polar Literacy, 2020), 수자원, 식량 안보, 수송, 건강 및 복지 등에 대한 인간 및 생태계 서비스의 변화와 그 중 가장 심각한 극지 토착민들의 생활 변화(IPCC, 2019) 등이 있다. 또한, 극지는 지구의 기후를 조절한다는 점에서 매우 중요한 의미를 가진다(Janice et al., 2020; Kathleen and Megan, 2020). 지구 환경 변화의 감지와 예측의 최적지인 극지는 앞서 말했듯이 문명 세계와 멀리 떨어져 있어 접근하기 힘들고, 혹독한 자연 환경으로 인해 생활하기 힘든 곳이다. 이와 더불어 남극 대륙은 한반도 크기의 약 60배 수준이며 북극해는 지중해 크기의 약 3배로 광활한 규모를 자랑한다(Lee, 2010). 따라서 극지가 다른 지역에 비해 잘 연구되지 못한 곳이라고 생각할 수 있는데 사실 극지는 국제공동연구가 가장 활발하게 이루어지는 장소다(Hur et al., 2017). 근래에 심화하고 있는 전 지구적 이상기후 현상은 극지에 관한 활발한 연구를 더욱 부추기고 있다. 극지는 저위도 지역에 비해 기후 변화에 민감하게 반응하므로 기후 변화를 감지, 예측하는 최적지이며(IPCC, 2007; Han, 2007; Lee, 2010), 미래 기술 및 자원의 보고로, 그 가치가 매우 크다(KOPRI, 2019).

극지에 대한 가치와 중요성을 바탕으로 다양한 차원에서 극지에 관한 협력과 연구가 이루어지고 있다. 세계 각국들은 남극조약협의 당사국(Antarctic Treaty Consultative Party: ATCP), 남극연구과학위원회(Scientific Committee on Antarctic Research: SCAR), 국제북극과학위원회(International Arctic Science Council: IASC), 북극이사회(Arctic Council: AC) 등의 국제 기구를 통해 협력하고 있으며, 우리나라도 이에 참여하여 극지 연구에 적극적으로 나서고 있다. 또한, 우리나라는 남극의 세종과학기지, 장보고과학기지, 북극의 다산과학기지, 쇄빙연구선 아라온호 등의 인프라를 통해 과학 연구에 더욱 힘쓰고 있다(Hur et al., 2017; Kim, 2011). 이렇듯 극지의 중요성이 날이 갈수록 부상하고 있으며 극지 연구가 매우 활발한 수준에서 이루어지고 있음에도 불구하고, 국내에서 극지에 대한 이해·정의적 인식을 조사한 연구는 지금까지 한 건도 보고되지 않았으며 극지에 대한 학생들의 관심과 이해는 명확히 확인되지 못한 실정이다.

극지 연구뿐만 아니라 극지 홍보 및 교육에도 관심을 가져야 한다는 목소리가 높아지고 있다. 극지 과학은 전 지구적 관점에서 과학, 환경, 사회 등과 같은 다양한 교과목을 융합하여 교육할 수 있는 좋은 소재이며, 인간의 호기심과 상상력을 자극하는 소재이기 때문에 적절한 교육 대상이기도 하기 때문이다(Beck et al., 2014). 극지 홍보 및 교육에 대한 필요성을 토대로 ‘국제 극지의 해(International Polar Year)’가 새롭게 지정되고(Salmon et al., 2011; Krupnik et al., 2011), 극지를 소재로 한 다양한 게임 프로그램과(Margie et al., 2020), 실제 극지 환경에 대한 자료를 활용하는 학생 대상 연구 프로젝트도 다수 개발되었다(Julie, 2020; Kristin et al., 2020). 또한, 미국의 차세대 과학교육표준(next generation science standards: NGSS)에선 교육의 핵심 아이디어에 ‘기후 변화’를 포함함으로써 기후 변화와 밀접하게 관련된 극지 과학의 내용을 더욱 강조했다(NGSS, 2013).

특히 Polar-ICE(polar interdisciplinary coordinated education)는 보다 적극적 수준에서 일반 대중이 극지에 대해 알고 이해해야 하는 개념으로서 극지 과학에 대한 핵심 개념(big ideas)을 개발했다(Table 1)(Janice et al., 2020). ‘극지 소양(polar literacy)’의 함양을 목표로 개발된 이 핵심 개념은 과학자들에게는 연구 프로젝트를 대중에게 더욱 효과적으로 전달할 수 있게 했으며, 교육자들에게는 극지를 학교 안팎에

Table 1. Polar literacy principles in polar-ICE

polar literacy principles
1. The Arctic and Antarctic regions are unique because of their location on Earth.
2. Ice is the dominant feature of the polar regions.
3. Polar regions play a central role in regulating Earth’s weather and climate.
4. The polar regions have productive food webs.
5. The Poles are experiencing the effects of climate change at an accelerating rate.
6. Humans are a part of the polar system. The Arctic has a rich cultural history and diversity of indigenous peoples.
7. 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.

서 이루어지는 교육 활동에 통합할 수 있게 했다 (Janice et al., 2020).

극지 연구의 성과를 이해하고 극지 과학 문화를 확산시키기 위해 극지 과학자들과 교육자들이 적극적으로 협력해야 할 필요성이 제기되었다(AAAS, 2007; Wise, 2010; Illingworth and Roop, 2015). 이에 많은 국가들은 교육 및 홍보 프로그램을 개발하여 운영했고(Kaiser et al., 2010), 우리나라도 연구소 견학 프로그램과 북극 및 남극 체험 프로그램 등을 실시함으로써 극지 교육을 위해 노력해 왔다(Jung et al., 2020; KOPRI, 2018). 그 동안 극지 교육이 필요하고 중요하다는 것을 알리기 위한 활동들이 교육과 홍보를 통해 다양하게 전개되었지만 구체적으로 어떤 특징의 극지 교육 프로그램이 개발, 운영되고 있는지는 잘 알려지지 않았다는 문제가 여전히 남아있다(Jung et al., 2020).

본 연구에서는 세계 각국의 극지 관련 연구소 및 기관에서 개발, 운영하고 있는 극지 교육 프로그램을 조사, 분석하여 국제적 수준에서 극지 교육 프로그램의 동향을 밝히고자 한다. 이 연구 결과는 세계의 다양한 극지 관련 연구소 및 기관들이 극지 연구에 대한 이해 증진과 극지 교육 및 문화 확산을 위한 수단으로서 운영하는 교육 프로그램을 구체화하는데 기여할 것이다. 또한, 세계의 극지 교육 프로그램을 교수 학습적 측면에서 분석하는 것은 국내 극지 교육 프로그램을 평가하며 나아가 프로그램을 효과적으로 개발, 운영하기 위한 방향을 제시한다는 점에서 의의가 크다. 본 연구의 연구 문제를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 국내외 극지 관련 연구소 및 기관에서 개발 및 운영하는 극지 교육 프로그램의 교수 학습 특징을 분석한다.

둘째, 분석 결과를 토대로 국내 극지 교육 프로그램 개발 방향을 제시한다.

연구 방법

세계 각국의 극지 관련 기관에서 제공, 운영하는 극지 교육 프로그램을 조사하기 위해 문헌 조사 및 내용 분석의 방법으로 연구를 수행했으며, 연구 절차는 Fig. 1과 같다.

분석 대상

본 연구에서는 극지 교육 프로그램의 분석에 앞서, 분석의 대상이 될 프로그램을 제공, 운영하는 극지 관련 연구소 또는 기관을 탐색했다. 국내에는 1987년

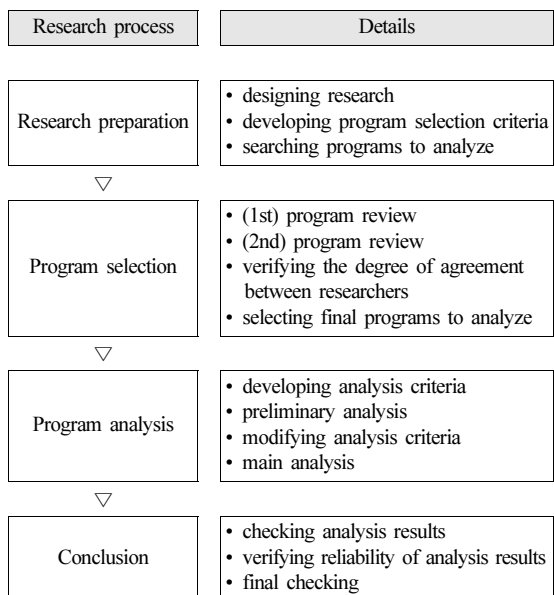


Fig. 1. Research procedure.

Table 2. Survey sources and education programs to be analyzed

Category	Details
Survey sources of polar related institutions	- Korea Polar Research Institute (KOPRI)/Related organizations/Foreign countries/Institute/33 organizations in 21 countries (https://www.kopri.re.kr/kopri/html/intro/01090102.html) - Korea Polar Research Institute (KOPRI)/Igloo library/Polar research support/Information of Polar related organizations(foreign)/Polar related organizations/24 organizations in 14 countries (https://library.kopri.re.kr/nonRelation/sub4_2_3)
Countries of polar related institutions	- Korea, USA, UK, Japan, China, Norway, New Zealand, Germany, Russia, Argentina, Uruguay, Chile, France, South Africa, Italy, Australia, Brazil, Canada, Denmark, Finland, Iceland, Netherlands, Sweden
Conditions	- The website that provides polar education programs is normally operating. - It is possible to check educational information on the website. - Information about programs includes at least one type of materials such as images, photographs, video, and so on.

에 신설되어 지금까지 국내 극지 관련 연구를 선도하고 있는 한국해양과학기술원 부설 극지연구소(Korea Polar Research Institute: KOPRI, <https://www.kopri.re.kr/kopri/>)가 있으며, 국내에서 극지 관련 연구를 수행하는 대표 연구소이므로 분석 명단에 포함했다. 해외 극지 관련 연구소 및 관련 기관은 극지 연구소 홈페이지의 ‘관련 단체 및 조직’에서 소개하는 ‘국외 연구소’ 목록을 우선적으로 참고했다(21개국, 33곳의 연구소). 이와 더불어 극지연구소의 전자도서관에서 확인할 수 있는 ‘해외 극지연구소 관련 정보’ 메뉴에서 ‘극지 관련 기관’ 목록을 추가 참고했다(14개국, 24곳의 연구소 및 관련 기관). 위의 두 경로를 통해 조사된 각국의 연구소 및 관련 기관 목록에서 서로 중복되는 경우를 제외하면, 분석 대상인 교육 프로그램을 제공하는 곳은 최종적으로 33개국 45곳의 연구소 및 관련 기관으로 집계되었다(Table 2).

프로그램 분석을 위한 국내외 극지 관련 연구소 및 관련 기관을 선정한 후, 각 연구소 및 관련 기관의 홈페이지를 참고하여 극지 교육 프로그램을 조사했다. 극지 교육 프로그램은 온라인으로 조사되었기 때문에, 해당 기관 홈페이지의 작동 여부가 기관 선정에 있어 일차적으로 가장 중요했다. 또한, 연구소 및 관련 기관의 홈페이지가 정상적으로 작동하는 경우 중에서도 교육 관련 정보를 확인할 수 있는 것을 이차적으로 확인하여 기관을 선별했다. 연구소 및 관련 기관에서 극지 교육 프로그램을 소개할 때 글이나 그림, 사진, 동영상 등의 자료 중 최소 한 가지 이상의 자료를 통해 교육 프로그램을 소개하고 있는지 확인했다(Table 2). 이는 연구자가 스스로 추측하여 교육 프로그램이 아닌 것을 교육 프로그램으로 인정하고, 분석하는 것을 주의하기 위한 것이다. 교육 프로그램을 소개하는 자료의 언어가 영어 이외의

외국어로 표기된 경우 번역기를 활용하여 자료를 확인했다.

앞서 집계된 33개국 45곳의 연구소 및 관련 기관 중에서 극지 교육 프로그램 분석 대상으로 적합한지 여부를 판단한 결과(Table 1), 9개국의 16개 연구소 및 관련 기관이 최종 선정되었다. 교육 관련 활동을 기획, 운영하고 있지 않았거나 연구소 및 관련 기관의 홈페이지가 정상적으로 작동되지 않아 해당 기관에 대한 정보를 아예 확인할 수 없는 경우, 선정 대상에서 제외했다. 최종적으로 선정된 국내의 연구소 및 관련 기관은 9개국의 16곳으로, 한국의 KOPRI, 미국의 ARCUS (Arctic Research Consortium of the US), IARC (International Arctic Research Center), USGS (U.S. Geological Survey), BPRC (Byrd Polar Research Center), NSF (National Science Foundation), NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), 영국의 SPRI (Scott Polar Research Institute), SAMS (Scottish Association for Marine Science), BAS (British Antarctic Survey), 칠레의 INACH (Instituto Antartico Chileno), 우루과이의 IAU (Instituto Antartico Uruguayo), 핀란드의 Arctic Centre, 스웨덴의 SPRS (Swedish Polar Research Secretariat), 이탈리아의 NRC (National Research Council) 호주의 AAD (Australian Antarctic Division) 등이다(Table 3). 각 연구소에서 운영, 제공하는 극지 교육 프로그램 중 극지와 직·간접적으로 관련 있는 프로그램을 1차로 검토했다. 그 결과 한국 4개, 미국 20개, 영국 21개, 나머지 국가들은 13개로 총 58개의 프로그램을 조사했다. 1차 검토 후 선정된 극지 교육 프로그램 중에서 하나의 프로그램이 여러 개의 프로그램으로 구성된 경우가 많이 발견되었다. 특히 미국과 영국에서 빈번했는데, 이에 따라 하나의 프로그램

Table 3. List of institutions providing polar education programs

Country	Institute/Organization	1 st review	2 nd review	Final
Korea	KOPRI (Korea Polar Research Institute)	4	3	3
	ARCUS (Arctic Research consortium of the US)	2	6	6
	IARC (International Arctic Research Center)	10	20	20
USA	USGS (U.S. Geological Survey)	5	18	18
	BPRC (Byrd Polar Research Center)	1	16	16
	NSF (National Science Foundation)	1	1	1
	NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)	1	1	1
subtotal		20	62	62
UK	SPRI (Scott Polar Research Institute)	13	20	20
	SAMS (Scottish Association for Marine Science)	1	1	1
	BAS (British Antarctic Survey)	7	21	21
subtotal		21	42	42
Chlie	INACH (Instituto Antártico Chileno)	5	5	5
Uruguay	IAU (Instituto Antártico Uruguayo)	2	2	2
Finland	Arctic Centre, University of Lapland	2	2	2
Sweden	SPRS (Swedish Polar Research Secretariat)	2	2	2
Italy	NRC (National Research Council)	1	1	1
Australia	AAD (Australian Antarctic Division)	1	1	1
total		58	120	120

이어도 하위 프로그램을 갖는 경우 분석의 단위를 하위 프로그램으로 설정하여 기존 프로그램을 여러 개로 나누는 2차 검토를 거쳤다. 2차 검토 결과 최종 120개의 교육 프로그램이 분석 대상으로 확정되었다. 선정된 각국의 연구소 및 관련 기관과 교육 프로그램의 수에 대한 자세한 내용은 Table 3과 같다.

분석 기준

교육 대상, 교수자, 교육 기간, 교육 장소, 운영 방식, 교수 학습 내용, 교수 학습 방법으로 분석 기준을 설정하여 프로그램이 실제로 학습자의 특성, 요구, 교육 환경, 교육 목표 등을 적절히 담아내고 있는지 확인했다(Table 4).

교수 학습 내용을 제외한 나머지 분석 기준의 세부 범주는 분석 대상인 교육 프로그램에서 드러나는 요소들을 귀납적으로 취합, 분류하여 구성했다. 그러나 교수 학습 내용은 기타 세부 범주와 같이 귀납적으로 구성하기에는 그 내용이 너무 많고 다양했다. 교수 학습 내용의 분류를 참고할 수 있는 극지 관련 내용의 교육과정도 개발된 것이 없기 때문에, 분석틀을 새롭게 개발할 필요가 있었다. 이에 본 연구진은 한국극지데이터센터(KPDC), 남극과학데이터상임

위원회(SCAR), 영국의 BAS, 독일의 AWI, 호주의 AADC, 일본의 NIPR 등의 데이터센터가 극지 관련 연구를 분류한 현황을 먼저 조사했으며, 그 결과를 토대로 일차 내용 분석틀을 만들었다. 결과적으로 내용 분석틀은 과학 분야와 함께 인문사회과학 분야를 포함한 SCAR의 체계를 중심으로 구성하되 누락, 결여된 부분은 다른 나라의 분류 체계로부터 추가, 보완의 과정을 거쳐야 했다. 이에 2020년 9월 11월까지 연구자 6인이 참가한 9회에 걸친 협의회를 교수 학습 내용 항목 추가와 통합을 거쳐 분석틀과 내용을 표준화했다(Table 5).

분석 방법

본 연구에서 최종적으로 확정된 분석 기준을 토대로 총 일곱 가지의 범주에서 120개의 극지 교육 프로그램을 분석했다. 2020년 9월부터 12월까지 총 11번의 회의를 통해 연구소 및 관련 기관의 선정, 프로그램 조사, 분석이 진행, 완료되었다. 분석 기준에 따른 분석 결과의 신뢰성 확보를 위해 연구자 6인이 지속적으로 논의하고 합의하는 과정을 거쳤다. 예를 들면, 분석 대상의 프로그램을 선정하는 과정에서 내용적 측면에서 극지와의 관련성이 애매하여 분석 대상으로

Table 4. Analysis criteria of polar education programs

Category	Details	
Educational level	K, 1-12, undergraduate, graduate, teacher, citizen, no-limit, etc	
Educator	teacher, researcher, parents, no-limit, etc	
Educational period	1. -an hour 3. 12 hours-a day 5. a week-a month 7. 6 months-a year 9. no-limit	2. an hour-12 hours 4. a day-a week 6. a month-6 months 8. a year-3 years
Learning place	1. polar regions 3. institute/laboratory 5. etc.	2. school 4. home 6. no-limit
Learning environment	1. off-line	2. on-line
Learning content	1. solid earth (GS-1: GS-9) 3. life science (LS-1: LS-9) 5. hazard and disaster (HZ-1: HZ-3)	2. atmosphere-ocean-space (PS-1: PS-12) 4. humanities and social science (HSS-1: HSS-4) 6. etc.
Learning method	1. lecture 3. project 5. discussion 7. STEM, STEAM	2. inquiry 4. problem solving 6. hands-on 8. etc.

Table 5. Analysis criteria of learning content

Category	Content
Solid earth (Geo sciences)	GS-1 (structure of polar ice sheets), GS-2 (magnetic anomaly/paleomagnetism), GS-3 (polar soils and permafrost), GS-4 (polar volcanism), GS-5 (solid geophysics/geological map), GS-6 (submarine topography/geographical distribution), GS-7 (infrastructure), GS-8 (observation system), GS-9 (preservation of geological resource and heritage)
Atmosphere-ocean-space (Physical Sciences)	PS-1 (polar ice shelf & ice sheet processes and sea level), PS-2 (polar snow and ice cores), PS-3 (paleoclimate records of polar and peripheral sediment), PS-4 (climate/climate change and environment), PS-5 (clouds, aerosols, operational meteorology), PS-6 (atmospheric chemistry, ozone & atmosphere, mesosphere), PS-7 (observation system), PS-8 (organic pollutants inflow), PS-9 (tropical polar teleconnection), PS-10 (interaction between ocean, atmosphere and land), PS-11 (oceanic circulation), PS-12 (space weather)
Life sciences	LS-1 (polar ecology & biodiversity), LS-2 (birds and mammals), LS-3 (polar plankton and marine life), LS-4 (plant science), LS-5 (genetics/systematics & taxonomy), LS-6 (human biology and medicine), LS-7 (integrating climate and ecosystem dynamics), LS-8 (biochemical process of sea ice), LS-9 (organic and plastic pollutants)
Humanities and social sciences	HSS-1 (intrinsic value of polar area, protection of environment), HSS-2 (policy, law, politics, society, economics), HSS-3 (social, culture, geography), HSS-4 (value perception)
Hazard and disaster	HZ-1 (natural hazard and disaster), HZ-2 (quasi-hazard and disaster), HZ-3 (man-made hazard and disaster)

선정할지의 문제가 있었다. 이러한 경우 연구자들이 모두 논의에 참여하여 프로그램의 전체적 맥락과 목표, 내용 등을 고려하여 선정 여부를 결정했다.

연구 결과

우리나라를 제외하고 프로그램 사례 수가 많은 선진국인 미국, 영국, 칠레, 우루과이, 핀란드, 스웨덴, 이탈리아, 호주 순서대로 그 결과를 표와 그래프로 정리했다.

교육 대상

교육 대상은 하나의 프로그램이라고 해도 두 가지 이상의 대상을 중복 포함하는 경우도 있었기 때문에 총 163건이 집계되었다(Table 6). 모든 교육 프로그램을 교육 대상의 세부 범주에 따라 분석한 결과 초·중·고등 학생 대상 프로그램이 78건으로 전체 중 가장 높은 비율인 48%를 차지했다. 그다음으로 높은 비율을 차지한 교육 대상은 21건(13%)을 기록한 유아 집단이었으며, 가장 적은 수로 발견된 교육 대상은 대학원생이었다(3건, 2%). 각 국가별로 결과를 살

Table 6. Education level of polar education programs (number)

Country	Education level	K	1-12	Under-graduate	Graduate	Teacher	Citizen	Etc.	Unspecified	Total
Korea		0	2	0	0	2	2	2	0	8
USA		14	36	10	3	9	8	2	9	91
UK		6	36	0	0	1	5	2	0	50
Chile		0	3	0	0	0	0	2	0	5
Uruguay		1	1	1	0	0	0	0	0	3
Finland		0	0	0	0	0	0	0	2	2
Sweden		0	0	0	0	1	0	1	0	2
Italy		0	0	1	0	0	0	0	0	1
Australia		0	0	0	0	0	0	1	0	1
Total		21	78	12	3	13	15	10	11	163

해보면, 우리나라는 전체 8건의 사례가 모두 초중고 등 학생, 교사, 일반 시민, 기타로 나타났으며(각각 25%), 기타는 학부모와 예술가다. 전체 사례에서 드러난 결과에 비해 초중고 학생들을 대상으로 하는 프로그램이 상대적으로 적었다. 미국은 분석된 프로그램이 가장 많은 만큼, 교육 대상의 수도 91건으로 가장 많았는데, 우리와 달리 대부분 초중고등 학생들을 위한 프로그램이었다(36건, 40%). 그리고 나머지 국가들에 비해 가장 다양한 집단의 교육 대상들을 프로그램에 포함하고 있는 것으로 밝혀졌다. 영국과 칠레도 역시 초중고등 학생들을 대상으로 한 경우가 각각 36건(72%), 3건(60%)으로 절반 이상을 차지했다. 우루과이는 유치원생으로부터 학부모까지를 대상으로 한 경우가 각각 1건씩 있었으며, 나머지 집단은 없었다. 핀란드와 스웨덴, 이탈리아, 호주는 분석된 프로그램 수가 2개 이하로 매우 적어 교육 대상별 의미 있는 분포 현황을 발견하기는 어려웠지만, 초중고등 학생을 대상으로 하는 프로그램이 한 건도 발견되지 않았다는 점이 특이하다.

교수자

프로그램을 직접 운영하는 교수자도 중복 집계되어 총 146건이었다(Table 7). 교육 대상과 마찬가지로 전체 국가에 대한 관점에서 결과를 살펴보면, 교사가 67건(46%)으로 전체 사례의 거의 절반을 차지했으며, 연구원(28건, 19%), 기타(24건, 16%)가 뒤를 이었다. 우리나라는 극지 연구를 하는 연구원이 교수자로서 모든 프로그램에 참여하고 있었다. 이와는 달리 프로그램 수가 많은 미국, 영국은 교사가 프로그램의 교

수자로 가장 많이 참여하고 있었으며, 각각 35건(48%), 31건(55%)으로 밝혀졌다. 미국은 교사 다음으로 교수자를 따로 제한하지 않은 ‘제한 없음’이 15건(21%)으로 다른 나라와 비교할 때 높은 비율을 차지했다. 이는 온라인으로 교수 학습 자료를 상세히 제공하는 경우가 많았기 때문으로 추측된다. 미국의 기타 항목에는 외부 기관의 교육 컨설턴트, 지역 사회 봉사자, 대학원생, 대학 교수 등도 있었다. 영국은 교사 다음으로 학부모가 12건(21%)으로 가장 많았으며, 기타 항목에는 박물관 교육 전문가 또는 자기 자신이 스스로 교수자가 되어 학습하는 것도 있었다.

교육 기간

교육 기간은 분석 대상의 프로그램들이 각각 설정하고 있는 기간을 귀납적으로 취합하여, 취합한 결과에 따라 정보를 알 수 없는 기타 항목을 제외하고 임의로 구분, 분류했다. 이에 따라 총 122건이 분석되었으며 한 개의 프로그램만이 중복 집계되었다(Table 8). 교육 기간 역시 전체적인 관점에서 먼저 살펴보면, 기간을 제한하지 않은 ‘제한 없음’이 47건(39%)으로 가장 많았다. 다음으로는 1시간 이상 12시간 미만으로 운영되는 프로그램이 24건(20%), 1시간 미만의 1차시 프로그램이 20건(16%)로 높은 비율을 차지했다.

국내 프로그램은 연구소 견학과 같은 일회성인 경우를 제외하고는, 하루 이상의 시간이 필요한 경우가 많았으며, 이는 프로그램의 교육 장소와 밀접한 관련이 있기 때문인 것으로 예상된다. 북극 및 남극 체험처럼 실제 극지로 가서 학습하는 경우는 최소 5일

Table 7. Instructor of polar education programs (number)

Country	Instructor						Total
	Teacher	Researcher	Parents	Etc.	Unspecified		
Korea	0	3	0	0	0	3	
USA	35	14	0	9	15	73	
UK	31	4	12	9	0	56	
Chile	0	2	0	2	0	4	
Uruguay	1	2	0	1	0	4	
Finland	0	0	0	2	0	2	
Sweden	0	2	0	0	0	2	
Italy	0	1	0	0	0	1	
Australia	0	0	0	1	0	1	
Total	67	28	12	24	15	146	

이상의 시간이 걸리기 때문이다. 미국과 영국의 경우, 교수자의 결과와 비슷하게 교육 기간을 제한하지 않는 경우가 각각 26건(45%), 20(41%)으로 가장 많았으며, 두 국가에서 ‘제한 없음’의 대부분을 차지했다. 이 역시 교수자에서의 분석 결과와 동일하게 온라인으로 제공되는 프로그램의 운영 방식 때문인 것으로 추측된다. 제한 없음을 제외하고는, 미국은 1시간 이상 12시간 미만의 기간을 갖는 프로그램이 10건(17%)으로 높은 비율을 차지했다. 이와 달리, 영국은 1시간 미만 즉, 1차시 이내로 진행되는 경우가 16건(33%)으로 가장 많았으며, 다음으로 1시간 이상 12시간 미만이 12건(24%)으로 높았다. 칠레, 우루과이, 호주는 모두 1개월 미만의 교육 기간으로 프로그램이 운영되었다. 스웨덴은 1개월 이상 6개월 미만인

사례가 1건(50%), 제한 없음이 1건(50%)으로 집계되었다. 스웨덴의 제한 없음의 경우는 미국과 영국의 경우와 같이 온라인으로 자료를 제공하는 운영 방식에 의한 것이라기보다, 프로그램 참여자의 수준에 따라 시간이 결정되는 방식으로 배려한 결과에 더 가깝다.

교육 장소

각각의 프로그램들은 프로그램이 실제로 이루어지는 교육 장소를 한 곳으로 명확히 지정하고 있었기 때문에 중복 집계되지 않았다. 국가 간의 구분을 무시했을 때, 교육 장소로 가장 많이 선정되고 있는 곳은 57건(48%)를 기록한 학교였다. 그 다음으로 높은 비율을 차지한 것은 남극과 북극 등을 모두 포함하

Table 8. Learning period of polar education programs (number)

Country	Learning period									Etc.	Total
	-1 hour	2-12 hours	-a day	-a week	-a month	2-6 months	-a year	2-3 years	Un-specified		
Korea	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
USA	3	10	0	1	3	6	3	3	26	3	58
UK	16	12	0	0	0	0	0	0	20	1	49
Chile	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	4
Uruguay	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Finland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Sweden	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
Italy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Australia	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Total	20	24	0	4	4	9	3	3	47	8	122

*All cases of ‘Etc.’ are the ones that information cannot be confirmed.

Table 9. Learning place of polar education programs (number)

Country	Learning place	Polar regions	School	Institute/ Laboratory	Home	Unspecified	Etc.	Total
Korea		2	0	1	0	0	0	3
USA		12	38	2	1	6	4	63
UK		0	19	3	0	10	10	42
Chile		0	0	2	0	0	2	4
Uruguay		2	0	0	0	0	0	2
Finland		0	0	0	0	0	2	2
Sweden		2	0	0	0	0	0	2
Italy		0	0	0	0	1	0	1
Australia		1	0	0	0	0	0	1
Total		19	57	8	1	17	18	120

소의 세부 범주 중에서 가장 적은 비율을 나타낸 곳은 ‘집’으로 1건(1%) 뿐이었다(Table 9). 국내 프로그램은 3건 중 2건(67%)이 교육 장소로서 모두 극지를 선택하고 있었다. 우루과이, 스웨덴, 호주 또한 모든 프로그램이 극지에서 이루어지는 것으로 집계되었다. 이와 달리 미국과 영국은 극지보다는 ‘학교’를 교육 장소로 선정한 것이 대부분이었으며, 각각 38건(60%), 19건(45%)으로 나타났다. 특히 미국은 나머지 국가들에 비해 가장 다양한 장소를 교육 장소로서 활용하고 있었다. 영국 사례 중 극지에서 이루어지는 프로그램은 단 한 건도 발견되지 않았으며, 오히려 교육 장소에 대한 제한을 두지 않은 ‘제한 없음’이 10건(24%)으로 다수 발견되었다. 또한, 영국은 ‘기타’에서도 10건(24%)이 나타났는데, 이 중 8건은 박물관이었다. 이밖에 칠레는 정보를 확인할 수 있는 범위 안에서 모두 연구소를 교육 장소로 하고 있었고(2건, 50%), 핀란드의 모든 프로그램은 교육 장소에 대한 정보를 확인할 수 없었다. 이탈리아에서 분석된 프로그램은 미국, 영국과 마찬가지로 교육 장소에 제한을 두지 않은 것으로 밝혀졌다.

운영 방식

프로그램을 어떻게 운영하고 있는가에 대한 운영 방식도 교육 장소와 같이 중복 집계되지 않았으며, 이에 따라 총 120건이 분석되었다(Table 10). 모든 국가 대비 오프라인으로 운영되는 사례는 총 42건(36%)이었으며, 이에 비해 온라인은 72건(62%)으로 절반 이상을 차지했다. 이는 미국과 영국에서 운영하고 있는 프로그램들의 과반수가 모두 온라인으로 운

영, 제공되고 있었기 때문이다. 미국에서 온라인으로 프로그램을 제공하는 경우는 43건(67%)이었으며, 영국은 31건(74%)이었다. 그러나 한국, 우루과이, 핀란드, 스웨덴, 호주 프로그램들은 모두 오프라인으로 운영되고 있었으며, 이는 프로그램의 운영자와 참여자가 직접 대면하는 교육 환경에서 프로그램이 진행된 것이라고 볼 수 있다. 본 연구에서 분석된 모든 프로그램은 2020년도를 기준으로 제공하고 있는 프로그램 정보에 따라 분석되었는데, 2020년은 코로나 19로 인해 오프라인으로 프로그램이 운영되기 쉽지 않았다. 따라서 기존에 오프라인으로 운영된 프로그램이 온라인으로 전환된 경우도 몇 건 발견되었다. 그러나 온라인의 상당수를 차지한 미국과 영국의 대

Table 10. Learning environment of polar education programs (number)

Country	Learning environment	Off-line	On-line	Etc.	Total
Korea		3	0	0	3
USA		18	43	1	62
UK		11	31	0	42
Chile		3	1	1	5
Uruguay		2	0	0	2
Finland		2	0	0	2
Sweden		2	0	0	2
Italy		0	1	0	1
Australia		1	0	0	1
Total		42	76	2	120

*All cases of ‘Etc.’ are the ones that information cannot be confirmed.

다수 프로그램은 코로나19로 인한 상황과는 무관하게 오래전부터 온라인으로 프로그램을 운영, 제공하고 있었다.

교수 학습 내용

본 연구에서 분석된 대부분의 프로그램은 두 가지 이상의 교수 학습 내용을 포함하는 경우가 많았으며, 이에 따라 중복 집계되었다. 전체적 관점에서 보면, 총 64건(30%)을 기록한 PS가 교수 학습 내용으로서 가장 많이 활용되고 있었으며, 그 다음으로는 LS(50건, 24%)와 GS (39건, 18%)가 뒤를 이었다(Table 11). 가장 적은 비율을 차지한 교수 학습 내용은 총 3건(1%)밖에 발견되지 못한 HZ였으며, 오직 미국과 영국에서만 다루고 있었다. 이러한 맥락에서 우리나라는 교수 학습 내용이 다양하게 구성되었다. 미국은 PS가 50건(43%)으로 가장 많았으며, 이 중에서도 특히 지구의 기후 변화와 환경 또는 극지와 관련된 일반적 기후에 대한 내용을 다룬 내용(PS-4)이 다른 나라에 비해 압도적으로 많이 발견되었다(18건, 20%). 이와 달리 영국은 GS (13건, 22%), LS (14건, 24%), HSS (12건, 20%)에 내용이 고르게 분포하고 있었으며, 교수 학습 내용에 대한 전체 사례수 대비 HSS의 비율이 사례수가 많은 미국에 비해 높았다. 알래스카를 포함하고 있는 미국은 관련 내용이 다수 발견되었고, 영국은 극지 관련 인문 사회적 내용이 많았다. 이밖에 우루과이, 스웨덴, 호주의 프로그램도 HSS에 관한 내용이 각각 2건(100%), 1건(50%), 3건(100%)으로 모두 절반 이상의 높은 비율을 차지했다. 칠레는 GS, LS, HSS에 관련된 내용만 등장하고 있었으며, 그 중에서도 GS와 LS영역의 내용이 4건(44%)씩 가장 많았다. 핀란드는 PS, LS, HSS 영역에서 모두 2건(33%)씩 같은 수의 사례가 발견되었으며, 이탈리아는 오직 PS에 관련된 내용만 찾아볼 수 있었다. 영국을 제외한 모든 국가에서 기타로 분류된 경우는 특정 영역을 선정할 수 없을 만큼 다양하고 넓은 내용을 다루고 있는 경우였으며, 영국도 이러한 사례가 11건의 기타 중 총 4건을 차지했으나, 나머지 7건은 정보를 확인할 수 없는 경우였다.

교수 학습 방법

극지 교육 프로그램에서 확인된 교수 학습 방법은 중복 집계되었으며, 총 138건이 확인되었다(Table 12). 가장 많이 발견된 것은 38건(28%)을 기록한 탐

Table 11. Learning content of polar education programs (number)

Country	Learning content							Total
	GS	PS	LS	HSS	HZ	Etc.		
Korea	3	2	2	1	0	2	10	
USA	19	50	28	11	2	7	117	
UK	13	8	14	12	1	11	59	
Chile	4	0	4	1	0	0	9	
Uruguay	0	0	0	2	0	1	3	
Finland	0	2	2	2	0	0	6	
Sweden	0	0	0	1	0	1	2	
Italy	0	2	0	0	0	0	2	
Australia	0	0	0	3	0	0	3	
Total	39	64	50	33	3	22	211	

구법이었으며, 강의법 또한 36건(26%)으로 많았다. 문제 해결법은 총 3건(2%)으로 교수 학습 방법 중에서 가장 적었으며, 미국과 영국의 프로그램에서만 발견되었다. 교수 학습 방법은 다른 분석 기준들에 비해 정보를 확인할 수 없는 경우가 특히 더 많았으므로, 이를 기타의 범주에 포함시키지 않고 따로 분류했다. 미국과 영국을 제외한 나머지 국가들의 경우, 세부 범주에 포함되지 않는 교수 학습 방법이 단 한 건도 발견되지 않았지만, 미국과 영국은 세부 범주 이외의 다양한 교수 학습 방법을 활용하고 있었다 (Table 13).

국내 프로그램에서는 정보를 확인할 수 없는 경우를 제외하고 탐구법과 구안법이 1건(50%)씩 나란히 활용되고 있었다. 그러나 미국은 모든 세부 범주를 포함하고 있었으며 이 외에도 장소 기반 학습(7건, 10%), 게임 학습(4건, 6%), 과학적 글쓰기(3건, 4%) 등을 교수 학습 방법으로 활용하고 있었다. 전체 국가 중 가장 다양한 교수 학습 방법을 활용한 미국에서도 특정 방법이 더 많이 발견되었는데, 22건(32%)을 기록한 탐구법이었다. 미국 프로그램은 미국 내 크고 다양한 연구소에서 개발, 배포한 데이터 자료 또는 기기를 적극적으로 활용할 수 있는 경우가 많았다. 즉, 학습자들이 과학자의 활동을 체험할 수 있는 풍부한 교육 환경이 적절히 조성될 수 있었으며, 이에 따라 탐구 중심의 활동이 빈번하게 활용되었다. 우루과이 또한 분석된 모든 프로그램이 탐구법을 교수 학습 방법으로 선택하고 있었다(2건, 100%). 영국과 이탈리아는 미국과 우루과이의 경우와 달리, 강의

Table 12. Learning method of polar education programs (number)

Country	Learning method	Lecture	Inquiry	Project	Hands-on activity	STEM/STEAM	Problem solving	Discussion	Unspecified	Total
	Korea		0	1	1	0	0	0	0	2
USA		15	22	4	7	8	2	5	6	69
UK		19	13	6	5	0	1	6	3	53
Chile		1	0	2	0	0	0	1	0	4
Uruguay		0	2	0	0	0	0	0	0	2
Finland		0	0	0	0	0	0	0	2	2
Sweden		0	0	1	0	0	0	0	1	2
Italy		1	0	0	0	0	0	0	0	1
Australia		0	0	0	0	0	0	0	1	1
Total		36	38	14	12	8	3	12	15	138

Table 13. Learning method of USA and UK polar education programs (number)

Country	Learning method	Place-based	Game	Scientific writing	Etc.	Country	Learning methods	Self-instruction	Individualized instruction	Etc.
	USA		7	4	3	4	UK		3	5

법이 각각 19건(39%), 1건(100%)으로 가장 많았다. 칠레는 나머지 국가와 비교했을 때 구안법을 가장 많이 선택하고 있었으며(2건, 50%), 그 밖에서 강의 법과 토의법이 각각 1건(25%)씩 발견되었다. 스웨덴도 칠레와 마찬가지로 정보를 확인할 수 있는 범위 내에서 구안법만을 활용하고 있었으며, 핀란드와 호주는 교수 학습 방법에 대한 정보를 아예 확인할 수 없었다.

논 의

이상 우리나라를 포함한 세계 각국의 극지 관련 연구소 및 기관에서 운영 중인 극지 교육 프로그램의 교수 학습 특징을 교육 대상과 교수자, 교육 기간과 장소, 운영 방식, 교수 학습 내용과 방법 측면에서 분석했다. 그 결과를 바탕으로 우리나라의 극지 교육 프로그램 현황을 진단하고, 극지 교육과 문화 확산을 위한 프로그램 개발 방향을 논의하고자 한다. 현재 우리나라 극지 교육 프로그램은 학생, 교사, 일반인 등 다양한 대상으로 한 일회성 연구소 견학 프로그램과 극지 현장 방문 프로그램 등이 주를 이루고 있다. 학생 대상의 북극 연구 체험단과 일반인 대상 남극 연구 체험단은 참가 인원이 소수로 제한되

는 대신, 대상자의 선발 과정을 일부 공개하면서 대국민 홍보 효과를 최대화하고 참가자의 적극적 참여를 유도하고 있다. 극지 현장 체험은 참가자에게 강한 인상을 주는 활동이지만, 인원이 제한된다는 점에서 여전히 극지 문화 확산과 국민 공감대 조성이라는 목표 달성에는 미치지 못하고 있다. 이에 극지 연구소는 홈페이지를 통해 대중의 호기심과 상상력을 북돋는 다양한 시도를 병행하고 있는데, 과학 기지와 쇄빙선의 가상 현실 체험, 극지 동식물 생태의 미디어 제공, 월동 대원의 극지 생활 소개 등이 그 사례들이다. 이러한 노력은 관심 있는 방문자를 기다려야 한다는 점에서 다소 수동적이며, 극지 연구에 대한 지속적, 체계적 인식과 태도의 확산이라는 측면에서 여전히 한계가 있다. 앞서 세계의 극지 교육 프로그램 현황을 분석한 결과 극지 현장 방문을 중심으로 프로그램을 운영하는 경우와 현장체험과 함께 각급 학생들을 대상으로 일상 공간 혹은 온라인 공간-교실, 가정, 박물관 등을 중심으로 교육 프로그램을 병행하는 것으로 나타났다. 전자는 우리나라를 포함하여 호주, 스웨덴, 우루과이 등의 사례이고, 후자는 미국과 영국의 사례다. 특정 대상에 특화된 체계적 교육 프로그램 제공 사례와 그 구체적 내용과 방법은 극지 교육의 저변 확대를 위해 극지 교육 프로그램

이 나아갈 방향을 설정하는데 시사하는 바가 크다. 이에 본 연구에서는 향후 극지 교육 프로그램 개발의 방향성을 온라인 교육 활성화, 교육 방법의 다양화, 극지 교육의 체계화로 설정하고 세계 각국의 사례로부터 도출한 시사점을 논의하고자 한다.

극지 교육의 저변 확대를 위한 온라인 교육 활성화

첫째, 극지 교육의 저변 확대를 위해 온라인 교육 활성화 방안을 탐색한다. 2005년부터 청소년을 대상으로 진행한 21세기 다산주니어 프로그램은 북극의 다산과학기지를 방문하고 북극의 빙하와 생물상을 관찰하는 교육 프로그램으로 약 7~8일이 소요된다. 2018년까지 총 14회 91명의 청소년이 참가해서 더없이 귀한 경험이 되었지만, 이 같은 방문 체험을 통해 보다 많은 학생들에게 극지 교육을 제공하기에는 현실적 한계가 있다. 한편, 스마트 교육 환경의 확대와 온라인으로 제공되는 극지의 실제 연구 자료는 극지에 가지 않아도 극지 과학자가 된 것 같은 연구 활동을 가능하게 한다. 이를 기반으로 한 온라인 교육 프로그램은 과학교육의 주요 목표인 지식과 탐구를 아우를 수 있으며, 시공간 제약 없이 다양한 대상과 수준에 맞는 교육 프로그램을 제공할 수 있다.

예를 들어, 미국의 국제북극연구센터(IARC)의 ‘Winterberry’ 프로젝트는 학생뿐 아니라 교사와 일반인이 참여하는 프로그램으로 북극 동물들에게 중요한 먹이인 베리의 분포를 통해 환경 변화를 탐지한다(IARC, 2020). 참가자들이 찾아낸 베리의 위치를 온라인 자료로 제공함으로써 스스로 자료를 생성하는 공동 연구자가 되고, 참가자들이 누적한 베리의 분포 자료로써 환경 변화를 추론하고 생태계 변화를 예측하는 활동으로 연결된다. 이 사례는 극지 환경의 직접 체험과 온라인 자료 활용을 병행한 경우이므로 극지 환경이 전무한 우리나라에서 참고할 수 있을지 의문이 들 수도 있지만, 실제 자료를 활용하면 극지에 가지 않더라도 극지 연구에 참여할 수 있다는 점을 참고할 수 있다. 이와 관련해 미국의 BPRC는 전 지구 대기 해양의 물리량을 제공하는 Fluid Earth Viewer를 교육에 활용하는 사례를 블로그에 게시한다. 예컨대, ‘극 지역의 온도와 지리(Temperatures and geography in polar regions)’이라는 게시글(BPRC, 2020a)에는 북극과 남극을 비교해 기온과 바람에 대한 질문과 이 질문을 해결할 수 있는 애니메이션 자료를 함께 제공한다. 제공된 학습 자료 이외

에도 시간에 따라 특정 장소에 나타나는 물리량의 변화를 설정하면 새로운 연구 주제를 생성하고 탐구할 수 있는 기능성도 열려 있다. 우리나라 극지데이터연구센터(KPDC)도 북극과 남극을 중심으로 실시간 환경 자료와 시간별 자료를 제공(KPDC, 2020)하고 있어 온라인 자료를 활용한 과학 교육 프로그램의 좋은 재료가 될 수 있을 것이다.

한편, 영국의 SPRI가 제공하는 홈스쿨링 극지 교육 프로그램은 전문성이 크게 요구되지 않는 교수자·부모와 함께 온라인 사이트와 자료를 활용해 만들 수 있는 간단한 공작 활동을 제공한다. 극지 생물을 소개하고 이를 다양한 재료로 만들어 보는 활동은 인지적 측면보다극지에 대한 정서와 태도, 호기심과 흥미를 불러일으킬 수 있다.

이상 온라인 극지 교육 프로그램은 장소와 시간에 구애받지 않고 다양한 수준의 교육 프로그램을 보다 많은 학생들에게 제공할 수 있다는 점에서, 극지 과학 문화의 양적·질적 확산의 핵심이 될 수 있다. 특히 COVID19 상황과 같은 재난 재해에서도 프로그램을 성공적으로 운영할 수 있는 해결 방안이 될 수 있다. 단, 이를 추진하기 위해서 선행되어야 하는 몇 가지 과제가 있다. 우선 프로그램을 제공하는 플랫폼이 우선되어야 한다. 다음으로 교육 대상의 학령과 특성에 맞도록 차별화되고, 비전문적 교수자부터 전문성을 갖춘 교수자까지 다양한 교수자가 선택할 수 있는 프로그램이어야 외면받지 않고 지속적으로 활용될 수 있을 것이다. 연구자는 극지 연구 결과를 제공하고, 교육 전문가는 이를 학습자의 수준과 특성에 맞도록 교육적으로 재구성하는 작업이 우선되어야 하며, 연구자와 교육자의 협력 체제를 구축할 필요가 있다.

극지 교육 프로그램의 교육 방법 다양화

둘째, 일회성으로 진행되는 견학 프로그램을 넘어, 다양한 교육 방법을 활용하는 방안을 모색해야 한다. 연구자가 교수자인 현재 극지연구소의 견학 프로그램은 강연이나 시연 등의 학습 활동으로 그 방법이 다소 제한될 가능성이 있다. 교육 목적이나 대상에 따라 다양한 교육 방법을 활용하는 교육 프로그램을 개발하면 더 많은 교수자를 확보함은 물론, 많은 학생들이 적극적으로 극지 교육에 참여하고 몰입하도록 유도할 수 있다. 세계 각국의 사례에는 융합 교육(STEM), 핸드온(hands-on) 활동, 글쓰기, 탐구법 등

다양한 학습 방법을 활용하면서 극지 소재를 학생들의 일상 공간인 교실과 가정, 박물관 등으로 끌어오 고 있다.

미국의 BPRC는 극지 과학을 교실 수준에서 재구 성한 과학 교육 프로그램을 제공하는데, 교육 방법 측면에서 다양한 교수 방법을 활용했다는 점에서 눈 여겨 볼만하다. 이들이 제공하는 기후/극지 수업 중 ‘Keep It Cool’은 과학 기술 공학적 방법을 활용해서 제시된 문제-빙핵을 녹이지 않도록 운반하는 장치를 고 안하는 것이 주요 활동(BPRC, 2020b)이다. 이는 극 지에서 채취한 빙핵을 차량이나 비행기로 운송하는 과정에서 과학 공학자들이 맞닥뜨리는 실제 문제 상 황이기도 하다. 운반이 쉽도록 가벼우면서도, 열 전 달은 적어야 하고, 빛에너지도 차단해야 하는 복잡한 상황을 고려해야 한다. 이 수업에서 핵심 개념은 열 의 전달, 에너지 전환이다. 극지 과학 내용이 물리 개념을 학습하는 중심 소재로 활용되었으며, 학생들 은 융합적 사고력으로 이 상황을 해결하도록 안내된 다. 가짜 빙핵을 만들거나 해석해 보는 ‘Create Classroom Ice Core’ 수업은 고기후를 추정하는 원리 를 알아보기 위한 핸즈온 활동(BPRC, 2020c)이다. 그러나 단순히 조립과 만들기 위주의 핸즈온을 넘어 만들기 의 구체적 체험을 의미 있게 해석하고 정교화 하는 마인즈온(minds-on) 활동으로 연결되었다. 사례 로 든 두 활동은 보통 교과서에서 텍스트와 사진으 로 제시하는 극지 과학 내용(MOE, 2020; Shin et al., 2020)을 STEM이나 핸즈온 학습 방법으로 제시 함으로써 다양한 수준의 사고 과정을 유도하고, 흥미 와 도전 의식 등 정의적·심동적 성취가 가능하도록 이끌었다. BPRC는 제공하는 수업에 대한 배경 정보, 학습 활동지, 교사용 지도서, 완성 사진 등을 공개해 서 교실에서 수업 활용 가능성을 높였다.

한편, ‘Beyond Polar Bears and Penguins Magazine’ 은 과학과 문해력을 통합하는 과학적 글쓰기 프로그 램을 제공한다(BPRC, 2020d). 관찰한 내용을 글로 쓰고 읽고 토론하면서 과학 수업에서의 자연스러운 문해 활동을 강조한다. 특히 학년에 따라 글쓰기의 수준을 달리 제시하는데, 예를 들어 2학년까지는 암 석과 광물에 대한 실제 경험, 설명, 측정 기회를, 3-5 학년은 세 종류의 암석을 소개하고 암석과 광물을 구별하고 분류하는 기회를 제공한다.

이상 BPRC의 새로운 극지 소재의 개발과 다양한 교육 방법 활용 사례는 향후 우리나라 극지 교육 프

로그램 개발 방향에 참고할 만한 본보기가 될 수 있 다. 주목할 점은 이들 프로그램이 교실에서 실제 구 현되기 위한 제반 조건들이다. 교사가 쉽게 교실 수 업에 활용할 수 있도록 배경 정보와 활동지, 지도서 등 교실 수업에 소요되는 상세 지도 자료를 제공할 필요가 있다.

극지 교육의 체계화: 학교 교육 과정과의 연계

극지 교육 프로그램을 널리 확산할 수 있는 근본 적 방법 중 하나는 학교 교육과정과의 연계다. 시공 간의 한계를 넘어 극지 과학을 교실 안으로 들여오 기 위해서는 극지 내용을 교실 수업에 도입할 가치 가 있어야 한다. 그 가치는 극지 과학이 학교 교육과 정에 얼마나 체계적으로 연계되어 있으며, 학습 내용 이해에 얼마나 유용한 사례를 제공하는지 여부에 달 려있다. 가치가 있다고 판단되면 교사들은 교실 수업 에서 극지 과학을 적극적으로 활용할 것이다. 앞서 논의한 온라인 교육 활성화는 학교 현장에서 극지 교육에 대한 접근성을 높이고, 학교 교육과정과의 연 계를 통해 과학 문화 확산에 시너지 효과를 낼 것으 로 기대된다.

개별 교육 프로그램이 학교 교육과정에 연계된 모 습을 가시적으로 보여주는 사례는 USGS 홈페이지의 과학 영역, 그 하위의 교육 영역(USGS, 2020)이다. USGS는 교사를 위한 자료를 제공하며 학교급, 학령 에 따라 지질학, 생태학, 수문학, 대기과학, 행성 과 학을 포함한 지구과학의 전 영역에 대한 학습 자료, 미디어와 배경 정보를 제시한다. 교사는 성취 수준, 주제, 유형별로 원하는 자료를 검색할 수 있다. Fig. 2는 USGS의 교육 영역에서 자료를 제공하는 체계를 나타낸 것이다. 학년을 선택한 후, 필요한 자료에 접 근하고, 각 학문의 영역 혹은 단원을 선택하면 하위 프로그램들을 볼 수 있다.

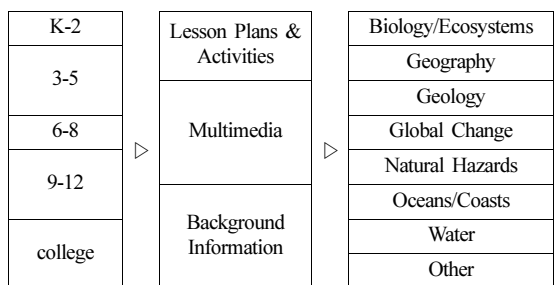


Fig. 2. Data access system of ‘Resources for teachers’ in USGS.

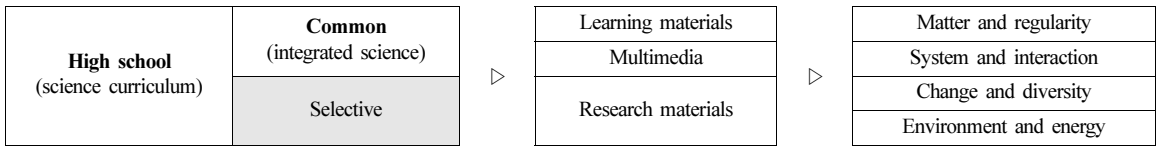


Fig. 3. Application of USGS case to Korean high school science curriculum.

Fig. 3은 이를 참고로 우리나라 고등학교 교육과정 연계 체계의 한 예시를 나타낸 것이다. 학습자의 학년이나 학령을 선택해서 자료의 종류와 학습 단위를 선택하면 이 단위에 해당하는 극지 소재와 프로그램, 미디어 자료나 연구 자료를 얻을 수 있는 구조다. 첫 번째 논의에서 극지에서 생성한 연구 결과를 학습에 활용하는 방안을 구체화하기 위해, ‘연구 자료’와 같은 영역을 추가했다. 실제 연구 자료를 활용함으로써 극지에 대한 이해를 심화하고 과학의 본성과 탐구 능력을 향상할 수 있다.

USGS가 Fig. 2와 같이 학교 교육과 교육 프로그램을 연결하는 체계를 구축하기까지는 수많은 프로그램의 개발, 축적과 수집 과정이 선행되었을 것이다. 현재 우리나라에서 학교 교육과정과 연계한 극지 교육 프로그램이 거의 없는 실정에서 우선 세계 각국의 사례를 응용하고 점차 우리나라의 상황에 맞도록 수정하며, 새로운 소재와 주제를 개발할 수 있을 것으로 기대된다. 극지 연구를 교육적으로 재구성하려는 교육자들의 관심과 노력이 필요한 시점이다.

결론 및 제언

본 연구에서는 국내의 극지 관련 연구소와 기관에서 운영 및 제공하고 있는 극지 교육 프로그램을 조사하여 교육 대상, 교수자, 교육 기간, 교육 장소, 운영 방식, 교수 학습 내용과 방법을 분석했다. 분석 결과를 바탕으로 국내 극지 교육 프로그램의 개선 방향을 제시하고, 향후 연구에 대한 시사점을 얻고자 했다. 우리나라의 극지연구소에서 제공하는 해외 극지 관련 연구소 및 기관에 대한 데이터베이스를 통해 최종적으로 9개국 16곳의 극지 관련 연구소 및 기관을 선정했으며, 이에 따라 120건의 극지 교육 프로그램을 분석했다. 각 프로그램을 교수 학습 특징으로 분석한 결과 교수자, 운영 방식, 교육 장소, 교수 학습 방법에서 국내외 프로그램의 유의미한 차이가 발견되었으며, 세 가지 측면에서의 국내 극지 교육 프로그램의 개선 방향에 대해 논의했다. 본 연구의

결론은 다음과 같다.

첫째, 극지 교육의 확장과 지속을 위해 노력해야 한다. 우리나라와 우루과이, 핀란드, 스웨덴, 호주의 극지 관련 연구소들은 교육 프로그램을 오프라인으로만 운영했다. 이에 따라 실제 극지 또는 연구소 등과 같은 곳이 교육 장소가 된 경우가 많았다. 극지 또는 연구소에서 교육 프로그램을 제공하면 실제적인 측면에서 극지 연구와 극지 과학자의 활동을 직접 경험할 수 있다는 점에서 의의가 있다. 그러나 이는 극지 과학 문화의 확대 측면에서 효율적이지 못할 수 있다. 더불어 현재 과학 교육의 국제 동향이 ‘모두를 위한 과학(science for all)’을 목표로 설정하고 있다는 점을 고려하면(NGSS, 2013; MOE, 2015), 소수보다는 다수를 통한 극지 과학 문화의 확산과 지속에 더욱 초점을 맞추어야 할 것이다. 이는 논의에서 제시되었던 온라인 교육의 활성화와 극지 교육의 체계화를 통해 적절히 실현될 수 있을 것이다.

둘째, 극지 교육의 다양화를 통해 즐거운 극지 문화와 학습을 만들어내야 한다. 상대적으로 많은 수의 프로그램을 제공하고 있었던 미국과 영국의 경우, 탐구법과 구안법뿐만 아니라 헨즈온 활동, STEM, 과학적 글쓰기, 게임 학습, 개별화 교수 등의 다양한 교수 학습 방법을 선택하고 있었으며 교육 대상과 교수자, 교육 장소 등도 다양했다. 다양한 방법과 내용 등을 통한 극지 교육의 제공은 극지 문화에 대한 참여와 극지 학습에 대한 흥미를 높은 수준으로 이끌 수 있다는 점에서 중요하다. 또한, 질적으로 풍부한 교수 학습 자료의 제공은 학교, 학급, 교사가 처한 각각의 환경에 따라 프로그램이 유연하게 재구성되어 활용될 수 있다는 점에서 의의가 있으며, 극지 교육의 접근성에도 긍정적인 효과를 불러일으킬 것이다. 따라서 이를 고려하여 극지 교육 프로그램을 개발, 제공할 필요가 있다.

이상의 결론을 토대로 향후 연구를 위해 본 연구에서 제시하는 제언으로 첫째, 적극적으로 활용할 수 있는 극지 교육 프로그램을 고안할 필요가 있다. 현재 극지 교육 프로그램은 그 수가 매우 적으며, 교육

대상과 콘텐츠 측면에서 제한적이라고 할 수 있다. 따라서 새로운 교육 인프라와 프로그램을 체계적으로 고안할 필요가 있으며, 이는 궁극적으로 국내 극지 문화의 확장, 지속, 다양화에 크게 기여할 것이다.

둘째, 국내외 극지 관련 교육과정 또는 교과서 분석에 대한 연구가 필요하다. 본 연구는 극지 관련 연구소 및 기관에서 현재 운영하고 있는 프로그램을 분석했다. 교육 프로그램을 분석하는 것은 학교 외 교육 즉, 비형식 교육에서 이루어지는 극지 교육의 구체적인 모습을 밝힌다는 점에서 의의가 있다. 하지만, 무엇보다 가장 기본적이며 중요한 것은 학교에서 이루어지는 형식 교육 차원에서 극지 교육이 어떻게 이루어지는가에 대한 것이다. 왜냐하면 학교는 그 자체로 가장 근본적인 학습의 장이기 때문이다. 보다 적극적인 수준에서 국내 극지 교육 및 문화의 활성화를 위해 극지와 관련된 공식 교육과정 또는 교과서를 탐색, 분석함으로써 학교 교육에서 극지 교육이 어떻게 이루어지고 있는지 확인해야 할 것이다.

사 사

본 연구는 2020년도 극지연구소 지원을 받아 수행된 PAP 지원 사업임.

References

- American Association for the Advancement of Science (AAAS), 2007, Communicating and learning about global climate change. Lonnie Thompson, Washington DC, USA, p. 32
- Beck, I., Huffman, L. T., Xavier, J. C. C., and Walton, D. W. H., 2014, Education and polar research: Bringing polar science into the classroom. *Journal of Geological Resource and Engineering*, 4, 217-221.
- Byrd Polar Research Center (BPRC), 2020a, Temperatures and Geography in Polar Regions. Retrieved from <https://u.osu.edu/fever/2018/06/07/temperatures-and-geography-in-polar-regions/>
- Byrd Polar Research Center (BPRC), 2020b, Keep It Cool. Retrieved from <https://byrd.osu.edu/keep-it-cool>
- Byrd Polar Research Center (BPRC), 2020c, Create Classroom Ice Cores. Retrieved from <https://byrd.osu.edu/create-classroom-ice-cores>
- Byrd Polar Research Center (BPRC), 2020d, Beyond Penguins and Polar Bears. Retrieved from <https://beyondpenguins.ehe.osu.edu/>
- Han, C. R., 2007, A study on the polar education and formation process about sense of place, Korea University, Master's thesis. (in Korean)
- Hur, S. D., Lee, J. I., and Woo, J. S., 2017, Polar Research. *Journal of the Geological Society of Korea*. 53(4), 487-488.
- Illingworth, S. M., & Roop, H. A., 2015, Developing key skills as a science communicator: Case studies of two scientist-led outreach programmes. *Geosciences*, 5(1), 2-14.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007, Climate change 2007: Synthesis report. Geneva, Switzerland: IPCC.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2019, Summary for Policymakers: Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Geneva, Switzerland: IPCC.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2020, Preparing Reports. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/about/preparingreports/>
- International Arctic Research Center (IARC), 2020, Winterberry. Retrieved from <https://sites.google.com/alaska.edu/winterberry/home>
- 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.
- Julie, W., 2020, Using polar-ice data stories to drive small group student research projects. *The Journal of Marine Education*, 34(1), 12.
- Jung, C., Choi, K., Baek, E., and Paik, H. S., 2020, Development of KOPRI's experiential field trip programs for the spread of polar science culture. *Journal of Korean Society of Earth Science Education*. 13(1), 1-14.
- Kathleen, C., and Megan, M., 2020, Bringing the ends of the earth to your classroom. *The Journal of Marine Education*, 34(1), 20-24.
- Kim, O. S., 2011, Current status and implications of overseas research about polar science. *Science and Technology Policy*, 21(1), 86-95. (in Korean)
- Korea Polar Data Center (KPDC), 2020, Korea Polar Data. Retrieved from <https://kpd.c.kopri.re.kr/>
- Korea Polar Research Institute (KOPRI), 2018, Press Releases. Retrieved from <https://www.kopri.re.kr/kopri/html/comm/0502.html?mode=V&no=0ecc7925c4427106ad5fc9b14d7a8d01&GotoPage=3>
- Korea Polar Research Institute (KOPRI), 2019, English Brochures. Retrieved from <https://www.kopri.re.kr/eng/html/comm/050301.html>

- Korea Polar Research Institute (KOPRI), 2020, vision and mission. Retrieved from <https://www.kopri.re.kr/kopri/html/intro/0102.html>
- Kristin, H., Josh, K., and Grace S., 2020, Empowering students with polar science through real-world data. *The Journal of Marine Education*, 34(1), 13-19.
- Lee, H. G., 2010, Direction of polar research as a big science. *Future Horizon*, 5, 4-5. (in Korean)
- Margie, T., Stephanie, P., and Lawrence, H., 2020, Polar fun and games.. *The Journal of Marine Education*, 34(1), 3.
- Ministry of Eduaction (MOE), 2015, 2015 revised elementary and secondary school curriculum general statement. MOE Notification No. 2015-80[supplement1].
- Ministry of Education (MOE), 2020, Science 6-2(Elementary school textbook). Seoul: Chunjae textbook (in Korean).
- Ministry of Environment, 2020, Policy directions and major projects about green new deal. Retrieved from <https://me.go.kr/home/web/board/read.do?boardMasterId=39&boardId=1386770&menuId=290>
- NGSS Lead States., 2013, Next generation science standards: For states, by states. The National Academy Press, Washington, DC, USA.
- Park, Y. S., Jerome, G., Ted, G., and Elizabeth, F., 2011, 2025 State of the future. Kyobo Books, Paju, Korea, 351 p. (in Korean)
- Polar Literacy, 2020, Motivation: Why a polar literacy initiative?. Retrieved from <https://polar-ice.org/about-us/motivation/>
- Salmon, R. A., Carlson, D. J., Zicus, S., Pauls, M., Baeseman, J., Sparrow, E. B., Edwards, K., Almeida, M. H., Huffman, L. T., Kolset, T., Malherbe, R., McCaffrey, M. S., Munro, N., Pomereu, J., Provencher, J., Rahman-Sinclair, A., and Raymond, M., 2011, Education, outreach and communication during the International Polar Year 2007-2008: Stimulating a global polar community. *The Polar Journal*, 1(2), 265-285.
- Shin, Y. J., Jeon, Y. S., Choi, W. H., Oh, P. S., Oh, S. J., An, P. H., Kang, N. H., Lim, H., Kim, H. S., Park, C. Y., Lee, S. Y., and Ji, J. H., 2020, Integrated Science Textbook. Seoul: Chunjae textbook (in Korean).
- U. S. Geological Survey (USGS), 2020, Resource for Teachers. Retrieved from <https://www.usgs.gov/science-support/osqi/yes/resources-teachers/>
- Wise, S. B., 2010, Climate change in the classroom: Patterns, motivations, and barriers to instruction among Colorado science teachers. *Journal of Geoscience Education*, 58(5), 297-309.

Manuscript received: January 5, 2021

Revised manuscript received: January 13, 2021

Manuscript accepted: January 18, 2021