

ISSN 2733-7529 (Print)
ISSN 2733-7537 (Online)

Poles & Globe

극지와 세계

2023 JUNE
Vol. 02

**초소형위성,
극지 온난화 대응의
패러다임을 바꾸다**

김현철
극지연구소 원격탐사빙권정보센터

**백만 년 된 빙하를 시추한다는 것:
심부빙하코어
연구 동향과 시사점**

한영철
극지연구소 빙하환경연구본부

**새롭게 떠오르는
극지과학 분야로서의 의학**

이어진
서울과학종합대학원 /
대한극지의학회



JUNE

Vol. 02

03p 김현철 극지연구소 원격탐사빙권정보센터

초소형위성, 극지 온난화 대응의 패러다임을 바꾸다

초소형위성의 개발과 활용은 다양하고 정확한 과학적 관측 자료와 정보를 제공함으로써 연구자와 정책 입안자들에게 지구환경에 미치는 기후변화의 영향을 더 잘 이해시키고 빠르게 대응하는 데 중요한 역할을 할 수 있다. 특히 급변하는 극지환경을 빠르게 이해하기 위해서는 저비용으로 단기간에 개발 및 운용이 가능한 극지 관측용 초소형위성을 활용하여 극지 온난화에 의한 해빙의 변화를 능동적으로 추적 감시해야 한다. 이는 재난 대응 및 이상기후의 영향 완화 노력에 중요한 거시적 정보를 제공함으로써 기후변화 영향을 최소화하기 위한 정부의 노력을 지원해 지역사회와 생태계에 미치는 재해를 줄이는 데 획기적인 역할을 할 수 있다. 또한 초소형위성은 광역 통신망 구축, 해양 선박 감시, 자원 탐사 및 우주 탐사와 같은 다양한 분야에서 과학과 기술의 발전에 크게 기여할 수 있다. 초소형 위성 개발 및 활용에 대한 투자는 비용 효율성, 다기능성, 신속한 배치, 군집 운영에 따른 다양한 분야의 동시 협업 가능 및 과학적 발전 측면에서 상당한 이점을 제공할 수 있기 때문에 정부와 민간기업 모두가 투자할 만한 가치가 있다. 이처럼 초소형위성의 개발과 활용은 기후변화에 대응하기 위한 다양한 가치의 관측기구 확대를 통해 과학자들의 이해 능력을 확장할 수 있으며, 온난화로 빠르게 변화하는 환경에 적응하기 위한 전 세계적인 노력에 크게 기여할 것이다.

06p 한영철 극지연구소 빙하환경연구본부

백만 년 된 빙하를 시추한다는 것: 심부빙하코어 연구 동향과 시사점

빙하는 지구 스스로가 기록한 자서전과 같다. 지난 60여 년 동안 과학자들은 빙하를 시추하여 빙하코어(ice core)를 얻고, 그 안에 기록된 지구의 과거를 읽어내어 기후 시스템에 대한 인류의 지식을 크게 향상시켰다. 이제 빙하코어는 과거 기후와 환경을 이해하고 현재의 급격한 변화를 진단하는 데 필수적인 재료로 인식되고 있다. 최근 극지 연구 선도국들은 남극에서 백만 년 이상의 기록을 가진 빙하를 찾아 시추하고자 “Oldest Ice” 프로젝트를 경쟁적으로 추진하고 있다. 관련된 최신 동향과 우리에게 주는 시사점을 생각해 본다.

09p 이어진 서울과학종합대학원 / 대한극지의학회

새롭게 떠오르는 극지과학 분야로서의 의학

극지과학으로서의 의학 분야는 극한 환경에서 인간이 생존하고 건강을 유지하기 위한 학술연구와 실천 사항인 의료(진료)가 결합한 것이 특징이다. 극지활동 진흥에 따른 극지 인구 증가는 필연적으로 의료 수요 증가를 초래하므로 전체 극지 안전망에는 의료지원체계가 반드시 포함되어야 한다. 여기에 기초 및 응용의학 연구 성과가 더해지면 발전된 극지 의료서비스가 현장에 환류된다. 곧 다가올 의료-바이오-제약산업의 성장은 극지 의생명과학의 응용과 활용에 있어서도 기회의 발판을 마련할 것이다. 대한민국이 확실한 극지 선도국가로 도약하기 위해서는 남북극의 ‘체계적인 의료 지원’, ‘융복합 의학 연구’ 두 축을 중심으로 극지의학 분야의 전반적인 성장과 발전을 위한 정책적 노력을 기울여야 한다.

김현철 극지연구소 원격탐사빙권정보센터



초소형위성, 극지 온난화 대응의 패러다임을 바꾸다

초소형위성의 개발과 활용은 다양하고 정확한 과학적 관측 자료와 정보를 제공함으로써 연구자와 정책 입안자들에게 지구환경에 미치는 기후변화의 영향을 더 잘 이해시키고 빠르게 대응하는 데 중요한 역할을 할 수 있다. 특히 급변하는 극지환경을 빠르게 이해하기 위해서는 저비용으로 단기간에 개발 및 운용이 가능한 극지 관측용 초소형위성을 활용하여 극지 온난화에 의한 해빙의 변화를 능동적으로 추적 감시해야 한다. 이는 재난 대응 및 이상기후의 영향 완화 노력에 중요한 거시적 정보를 제공함으로써 기후변화 영향을 최소화하기 위한 정부의 노력을 지원해 지역사회와 생태계에 미치는 재해를 줄이는 데 획기적인 역할을 할 수 있다. 또한 초소형위성은 광역 통신망 구축, 해양 선박 감시, 자원 탐사 및 우주 탐사와 같은 다양한 분야에서 과학과 기술의 발전에 크게 기여할 수 있다. 초소형 위성 개발 및 활용에 대한 투자는 비용 효율성, 다기능성, 신속한 배치, 군집 운용에 따른 다양한 분야의 동시 협업 기능 및 과학적 발전 측면에서 상당한 이점을 제공할 수 있기 때문에 정부와 민간기업 모두가 투자할 만한 가치가 있다. 이처럼 초소형위성의 개발과 활용은 기후변화에 대응하기 위한 다양한 가치의 관측기구 확대를 통해 과학자들의 이해 능력을 확장할 수 있으며, 온난화로 빠르게 변화하는 환경에 적응하기 위한 전 세계적인 노력에 크게 기여할 것이다.

원격탐사와 기존 관측 위성의 한계

인공위성 원격탐사는 지구의 환경 연구 및 자원 탐사에 매우 중요한 역할을 한다. 그 가운데 가장 중요한 역할이자 장점은 인간의 가시거리를 벗어나는 대규모 공간에 대한 집약적인 정보를 제공하고, 특정 공간의 시간적 변화를 연속 관측할 수 있다는 점이다. 특히 극지와 같이 접근이 어려운 지역에 대한 다양한 조사와 분석을 가능하게 한 과학기술이다. 인공위성을 이용한 과학연구는 1950년대부터 시작되었다. 1957년 발사된 소련의 스푸트니크 1호를 시작으로 다양한 위성이 현재까지 발사되어 지구환경 관측 및 자원 탐사 연구가 진행되고 있다. 인공위성 원격탐사는 지구 관측뿐 아니라 천문 관측 등 우주 관측에도 활용되고 있다.

지구온난화로 극지 해빙이 감소하는 현상에 대한 과학적이고 객관적인 증거들은 인공위성 원격탐사를 통해서만 확인이 가능하다. 극지는 지구자전축 주위를 도는 위성궤도의 경사각이 가장 크기 때문에 위성의 발사와 운용이 어려운 곳이다. 이 때문에 군집 운용이나 다중 위성 발사 등의 방식으로 위성 운용이 이루어지고 있다.

기존의 위성들은 개발에 소요되는 긴 시간 및 막대한 비용, 그리고 위성의 규모에 비해 제한된 운용 수명으로 인해 인공위성에 대한 투자 결정에 오랜 과정을 거쳐야 하므로 원격탐사에 필요한 위성 개발이 늦어짐에 따라 위성으로 관측할 수 있는 시간과 공간에 제약이 발생한다. 하지만 초소형위성은 발전된 과학기술을 기반으로 한 규격화된 구조를 가지고 있으므로 빠른 생산이 가능하며, 개발 및 운용 비용 또한 대형위성보다 아주 저렴하다. 다만 소형이라는 규모 때문에 위성의 기능이 기존 위성에 비해 제한적이다. 이 때문에 여러 대를 동시에 운용하는 군집운용기술을 도입하여 다양한 관측

센서를 탑재함으로써 적은 비용으로 관측 목표에 시의적절한 대응을 할 수 있다.

초소형위성, 극지 온난화 대응을 위한 전략적 가치

초소형위성은 큐브셋, 나노위성, 마이크로 위성으로도 불린다. 일반적으로 1kg 정도의 중량에 약 10×10×10cm의 크기(1유닛)를 가지는 정사각형 규격을 큐브위성으로 정의하고 이 큐브의 확장으로 구성된 1~10kg의 위성을 말하지만, 한국에서는 100kg 미만의 위성을 초소형위성으로 통칭하고 있다. 또한 크기가 작고 가벼워 대형 위성이나 다른 탑재체를 운반하는 로켓의 2차 탑재체를 이용하여 동시에 여러 대가 발사될 수 있다. 이러한 특징 때문에 초소형위성은 대형위성에 비해 저렴하고 제작과 발사가 용이하여 소규모 조직이



[그림 1] 초소형위성(큐브위성, 나노위성, 마이크로위성)의 크기 (출처: 캐나다우주청 CSA)

쉽게 발사 운용을 할 수 있다. 또한 적은 비용으로 우주 또는 지구, 그리고 대기를 원거리 감시하는 원격탐사와 새로운 우주 과학기술 시연 등 다양한 분야의 우주개발에 대한 아이디어 실현에 적극 활용되고 있다.

과학자들은 초소형위성이 지구 관측 방법을 개선할 것으로 생각하고 있다. 초소형위성은 지구의 환경 및 날씨의 변화를 관측하고 연구하기 위해 카메라 및 다양한 목적의 센서들을 적은 비용으로 장착할 수 있다. 이러한 관측 기술은 이상기상으로 인한 급격한 지구환경 변화와 다양한 관련 정보를 동시에 대량으로 획득할 수 있기 때문에 기후변화, 자연재해, 식량안보와 같은 국제사회의 문제 해결에 효과적인 도움을 줄 수 있다.

대형위성은 개발과 운용에 시간과 비용이 많이 들기 때문에 세계 각국에서는 제한된 운용을 하고 있다. 이 때문에 시간과 공간에 대한 관측 규모의 한계가 있다. 하지만 저비용으로 단기 개발이 가능하고, 다양한 센서 탑재가 가능하며, 운용이 간편한 초소형위성은 군집 운용을 통해 대형위성이 가지는 시공간에 대한 관측 한계를 넘을 수 있다. 대표적인 예로 북극의 해빙이나 남극의 빙하와 같이 넓은 지역에서 빠르게 변화하고 있는 거대한 자연 현상을 관측하기

위한 획기적인 방법으로 활용될 수 있다.

또한 초소형위성은 극지와 같이 지구상의 외딴 지역에 원거리 인터넷 접속과 통신 서비스를 제공할 수 있다. 이는 정보에 대한 연결성과 접근성을 증가시킴으로써 일상생활에 향상된 통신 환경을 제공하여 저개발 지역이나 극지 원주민 지역의 발전에 기여할 수 있다.

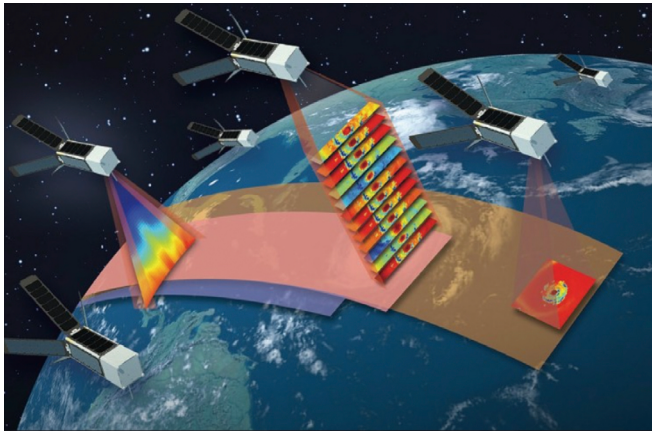
초소형위성의 개발 수준은 지속적으로 빠르게 발전하고 있으며, 그 역량 또한 향상되고 있다. 과학기술이 계속 발전함에 따라 초소형 위성은 점점 더 작아지는 대신 활용 분야는 더 다양해지고 있다. 정밀하게 소형화된 가벼운 무게를 유지하면서 점점 더 복잡한 기능을 수행할 수 있다는 것이다. 초소형위성은 지구관측뿐만 아니라 달, 화성, 그리고 다른 행성 관측과 같은 과학적 연구와 탐험에 활용되어 우리의 지식을 확장시키고 새로운 통찰력과 과학적 발견에 활용될 것이다.

초소형위성의 활용성 확대에 가장 필요한 군집운용기술 또한 확대될 것이다. 현재 초소형위성은 통신과 제어를 위해 지상국에 의존하고 있다. 그러나 미래의 초소형위성은 자율적으로 작동하도록 설계되어 지상과의 지속적인 통신에 의존하지 않고 군집화된



[그림 2] 초소형위성을 활용한 극지 빙권 감시와 한반도 해양수산 재난 대응(출처: 극지연구소)

초소형위성 간 상호 통신을 통해 스스로 결정을 내리고 더 복잡한 임무를 수행할 수 있다. 초소형위성 간의 고도화된 통신과 운용 기술로 군집운용기술도 고도화될 것이다.



[그림 3] 군집위성을 활용한 태풍지상항법위성시스템(CYGNSS: Cyclone Global Navigation Satellite System)

8대의 소형 위성이 일정한 간격을 두고 군집비행을 하면서 실시간으로 풍속을 측정하고 태풍의 발생 경로를 관측한다. 미 공군의 기상관측기 ‘허리케인 헌터’ 32대가 1년 365일 하늘에 떠 있는 것과 같은 효과를 내며 기존 기상위성이 폭우의 영향을 받는 것과 달리 두꺼운 구름 벽을 뚫고 태풍의 눈을 정확히 관측할 수 있다.(출처: NASA)

초소형위성은 대형위성과는 다른 전략적 가치와 장점이 있다. 초소형위성의 전략적 가치는 작은 크기, 낮은 비용 및 개발, 그리고 활용의 유연성에 있다. 초소형위성은 대형위성보다 제작 및 발사 비용이 아주 저렴하기 때문에 다량의 초소형위성을 동시에 생산해서 군집 운용하는 것이 가능하다. 또한 극지와 같이 넓은 지역을 여러 번 관측할 수 있는 최대 장점이 있다. 초소형위성은 상대적으로 빠르고 쉽게 설계되고 발사될 수 있기 때문에 대형위성보다 더 유연한 개발과 운용이 가능하다. 따라서 해빙 모니터링, 재해 대응 또는 감시와 같이 응답 시간이 빠르거나 자주 업데이트해야 하는 긴급한 재난 재해 감시 분야에 적합하다. 초소형위성은 크기가 작기 때문에 특정 응용 분야에 맞게 맞춤 제작할 수 있으며, 위성의 운용 궤도 임무를 더욱 자유롭게 구성할 수 있어 대형위성보다는 유연한 다목적성과 적응성을 제공한다.

초소형위성 개발 및 활용에 대한 투자는 중요하다. 저비용 고효율, 그리고 유연한 개발과 운용의 장점 때문이다. 개별 위성의 낮은 단가는 더 많은 수의 초소형위성의 운용이 가능하며, 막대한 양의 관측 정보(빅데이터)를 동시에 확보할 수 있다. 또한 초소형위성은 특정 용도에 맞게 맞춤 제작할 수 있기 때문에 위성 운용의 목적과 활용 부분이 더 다양하고 유연해진다. 초소형위성은 크기가 작고 표준화된 설계를 따르기에 상대적으로 빠르고 쉽게 설계되고 생산될 수 있다.

각국의 기술 수준과 전략, 그리고 국제사회의 움직임

초소형위성 개발과 활용에는 많은 국가와 조직들이 각각 고유한 목표와 접근 방식을 가지고 있다. 미국은 인공위성 개발과 운용에 가장 오랜 역사를 가지고 있으며, 초소형위성 개발의 선도국이다. 미국항공우주국(NASA)과 국방부는 초소형위성 발사 계획과 우주 시험 프로그램 등을 만들어 적극적으로 활동하고 있다. 미국의 초소형위성 전략은 민간의 혁신적인 활동을 지원하여, 새로운 기술을 개발하고, 과학연구와 탐사를 강화하는 데 초점을 맞추고 있다. 한편 유럽우주국(ESA)은 유럽연합 교육 관련 기관과 함께 지구 관측 프로그램을 운용하면서 초소형위성 개발에 적극적이다. 초소형위성 전략은 과학연구와 개발 및 활용에 대한 혁신을 지원할 뿐만 아니라 교육, 서비스 지원, 다분야 간 협력을 강조하고 있다. 우리나라와 가까운 일본의 일본항공우주개발기구(JAXA)는 1990년대부터 초소형위성을 개발해 왔으며 여러 가지 초소형 임무를 수행했다. 초소형위성에 대한 JAXA의 전략은 신기술 개발, 과학연구 지원, 국제 협력 증진에 초점을 맞추고 있다. 중국은 초소형 위성 개발 등 우주 역량을 빠르게 확대하고 있다. 중국도 일본과 같이 자체적인 여러 임무를 시작했으며, 지구 관측 및 통신과 같은 응용 분야에 초소형위성을 사용하는 것에 중점을 두고 있다. 중국의 초소형위성 전략은 혁신, 기술개발, 국제 협력이다. 이상과 같이 초소형위성에 대한 각 국가의 전략은 그들의 고유한 목표, 자원 및 우선순위에 의해 결정되고 있지만 공통된 전략은 혁신, 기술개발, 과학연구, 국제 협력이다.

이처럼 초소형위성의 개발 용이성과 활용성 때문에 각국에서는 다양한 프로그램을 통해 광범위한 분야에서 초소형위성의 활용 확대를 위한 노력을 하고 있다. 아울러 초소형위성 활용의 잠재적인 이점을 극대화하기 위한 국가와 조직 간의 협력과 노력이 진행되고 있다. 유엔우주사무국(UNOOSA)은 “Access to Space for All” 이니셔티브를 통해 지속 가능한 개발, 재난 관리 및 환경 모니터링을 위한 초소형위성의 사용을 권장함으로써 국제사회의 미래 지향점을 제시하고 있다. 또한 미국 국제개발처(USAID)는 “큐브셋 챌린지” 주관을 통해 지구환경보존에 혁신적인 역할을 하는 전문가들을 초청해 식량안보, 보건, 재난대응 분야 등의 개발 과제에 초소형위성 활용 방안을 제안하고 있다.



ISSN 2733-7529 (Print)
ISSN 2733-7537 (Online)



발행일: 2023년 6월
발행처: 극지연구소 정책개발실 Tel. 032-770-8425
주소: 인천광역시 연수구 송도미래로 26, 극지연구소 (www.kopri.re.kr)

Copyright© 2014 KOPRI, All rights reserved.
Cover pages photo credit© KOPRI