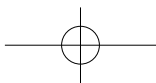
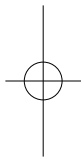
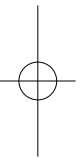
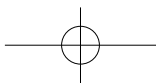
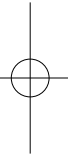
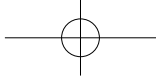


# 우주에서 본 한반도





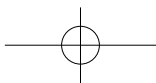
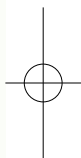
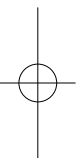
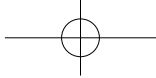
# 우주에서 본 한반도

북녘을 향한  
물음에

인공위성이  
답하다

임철희 지음

21세기북스 × 통일부  
국립통일교육원



## 시간과 공간 이야기

[누가Who, 언제When, 어디서Where, 무엇을What, 어떻게How, 왜Why]라는 육하원칙을 우리는 어린 시절 모두가 배워왔다. 사실을 전달하는 문서작성이나 문제해결에 유용한 원칙으로, 현재도 사회 전반에서 사용되고 있다. 여기서 두 번째, 세 번째가 ‘시간’과 ‘공간’이다.

시간과 공간, 어렵거나 철학적으로 보일 수 있지만, 기초교육 과정에서 비교하면, 역사를 시간의 관점으로, 지리는 공간의 관점으로 이해할 수 있다. 역사는 지나온 시간 동안 발생한 수많은 사건을 통해 지혜를 얻고 미래를 대비하는 역할을 해왔다. 지리의 경우 과거에는 신대륙을 발견하거나, 미지의 섬을 탐험하고, 지구 둘레를 측정하는 등 새로운 것을 발견해 내는 역할을 해냈다. 최근에는 정확하고 세밀한 정보를 통해 우리의 의사

결정을 돕는 역할을 하고 있다. 내비게이션이나 구글·네이버·카카오 등의 지도 서비스가 대표적이다.

시간과 공간을 역사적 사건으로 보면 조금 이해가 쉬울까. 서기 313년, 지중해 주변에서는 밀라노 칙령으로 기독교가 로마제국에서 인정받던 시기, 동아시아 한반도에서는 고구려가 낙랑군을 몰아냈다. 시간이 흘러, 1919년 한반도에서는 3·1운동이 한창이던 시기, 유럽에서는 제1차 세계대전 종결의 후속 조치인 베르사유 조약이 체결되고 있었다. 수천 년이 지나는 동안 유럽과 한반도라는 공간은 그대로였으나, 그 시기 변성했던 문명이나 중요했던 이슈는 사라졌다. 하지만 반대로 보면, 지나가는 시간 동안 모든 공간은 무수히 변해갔다. 1950년대, 전쟁 후 폐허였던 대한민국은 푸른 숲과 빛나는 도시로 변모했다. 그저

논밭이었던 1960년대 초까지의 서울 한강 건너편은, 2020년대에 집값 평당 1억 원이 넘는 강남이 되어버렸다.

어쩌면 시간과 공간의 변화를 2020년대 남녘과 북녘의 모습을 통해 조금은 이해할 수 있다. 70여 년이라는 동일한 시간을 지나오는 동안 공간은 조금 다르게 변모한 남과 북이다.

시간과 공간은 서로 다르지만, 함께 할 때 시너지가 나는 동료와 같다. 우주에서 보는 지구, 조금 더 자세히 ‘한반도’는 시간과 공간의 만남 같은 이야기다. 지금 한반도의 모습은 그저 공간이지만, 어제의 한반도와 내일의 한반도 또한 지켜보고 있기에 비로소 시공간이 되었다.

차례

프롤로그 시간과 공간 이야기

5

---

## I. 우주에서 한반도를 보는 방법

---

- |   |                 |    |
|---|-----------------|----|
| 1 | 한반도를 보는 또 하나의 눈 | 12 |
| 2 | 인공위성 원격탐사의 기초   | 23 |

---

## II. 우주에서 본 한반도의 모습들 - 북한 사회

---

- |   |                         |    |
|---|-------------------------|----|
| 1 | 우주에서 바라본 한반도의 야경        | 30 |
| 2 | 북한 사람들은 어디에서 살고 있을까?    | 49 |
| 3 | 우주에서 보이는 북한의 광산들        | 64 |
| 4 | 우주에서 보는 백두산, 그리고 분화 징후들 | 82 |

---

## III. 우주에서 본 한반도의 모습들 - 북한 환경

---

- |   |                     |     |
|---|---------------------|-----|
| 1 | 북한에는 정말 산에 나무가 없을까? | 100 |
| 2 | 북한에도 기후변화가 오고 있을까?  | 120 |
| 3 | 미세먼지, 남한 vs 북한 승자는? | 136 |
| 4 | 북한의 강물은 깨끗할까?       | 147 |
| 5 | 북한의 갯벌도 사라지고 있을까?   | 160 |



---

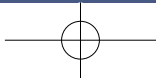
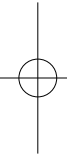
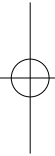
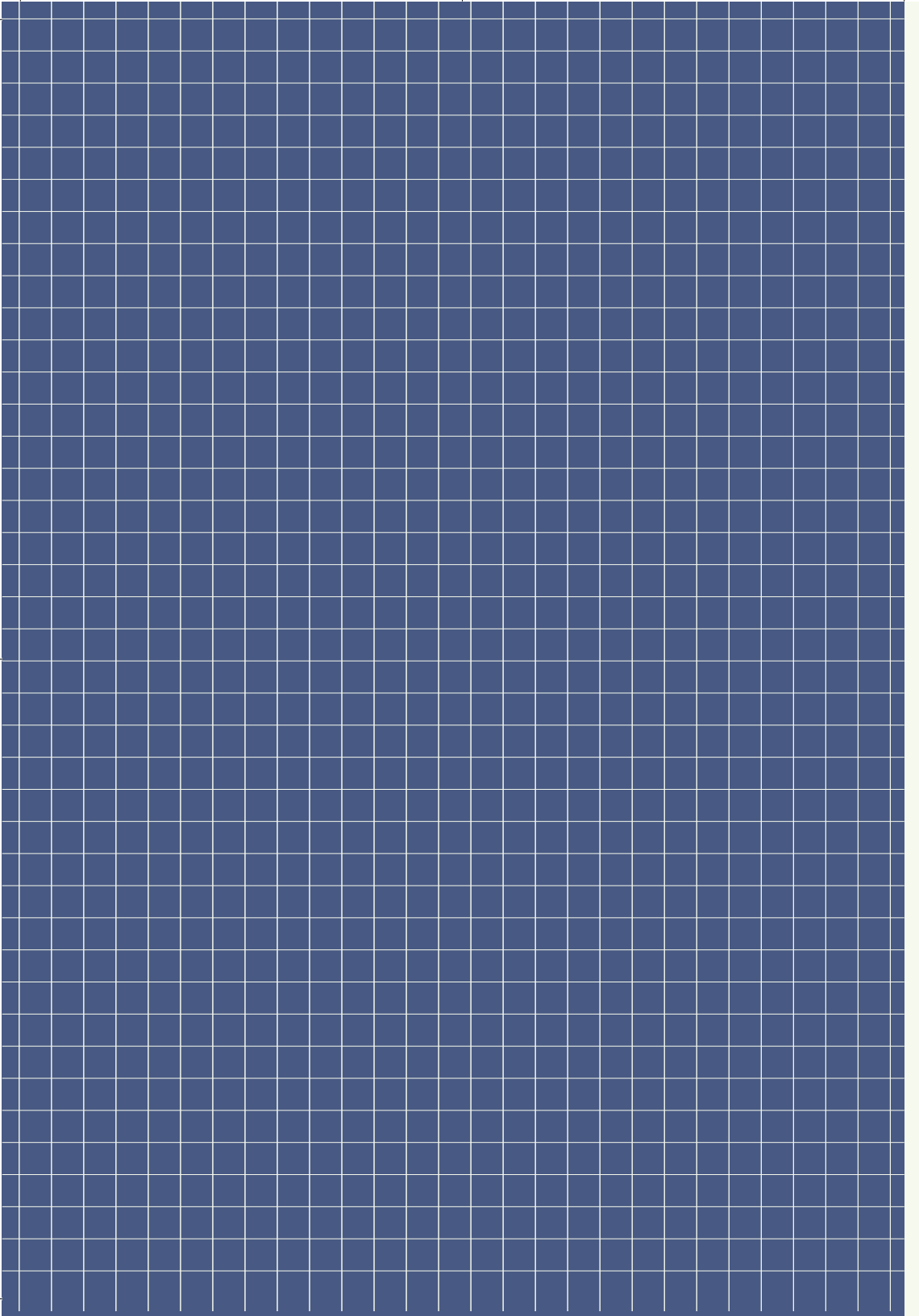
## IV. 우주에서 본 한반도의 모습들 - 북한 군사·정치

---

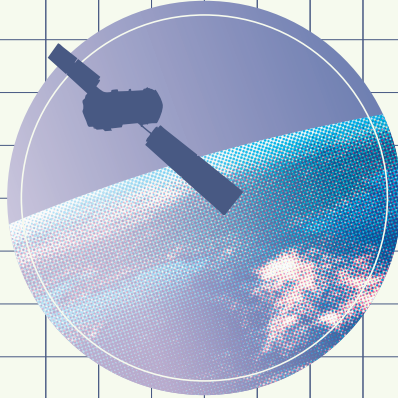
- |   |                     |     |
|---|---------------------|-----|
| 1 | 북한은 오늘도 핵실험 중?      | 180 |
| 2 | 그 많던 정치범들은 어디에 있을까? | 195 |

|      |             |     |
|------|-------------|-----|
| 에필로그 | 모두를 위한 인공위성 | 207 |
|------|-------------|-----|

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 참고문헌 |  | 213 |
|------|--|-----|



# 우주에서 한반도를 보는 방법



# 1

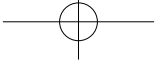
## 한반도를 보는 또 하나의 눈

‘한반도를 보는 또 하나의 눈’이라, 이것을 조금 더 이해하기 위해 몇 가지 사진을 같이 보도록 하자. **그림 1**은 무엇을 촬영한 사진일까?

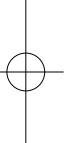
책 표지를 보아하니 인공위성으로 어딘가를 관측했을 것이라 예상은 하고 있을 텐데, 쉽게 알아맞히긴 어려운 사진이다. 바다도 있는 것 같고, 하얀 것은 눈인 것 같기도 하고…. 이런 풍경은 한국말을 쓰는 독자들에게 익숙하진 않다. 한 가지 힌트를 주자면, 우리 땅은 아닌데, 우리나라 사람들이 공식적으로 지내고 있는 곳이다. 또 한 가지 힌트는 [62° 13' S, 58° 47' W]이다.



그림 1 KOMPSAT-2호가 촬영한 남극 킹조지섬의 세종과학기지 주변 모습



답은 1988년 설립된 국내 최초의 남극 기지인, ‘세종과학 기지’와 주변 모습이다. 왼쪽의 어두운 부분은 바다, 오른쪽 하얀 부분은 눈, 짙은 회색 부분은 눈이 녹아 육지가 일부 드러난 지역이다. 그림 가운데에서 왼쪽 하단을 보면 육지의 끝부분에 붉은(주황색) 구조물들이 보일 것이다. 그 작은 점들이 지구 반대편에서 남극을 연구하고 대원들이 상주하는 공간이다. 서울에서 17,240km 떨어진, 이역만리異域萬里 타국을 넘어 이역‘사 Four’만 리, 그야말로 지구 반대편이다. 흥미로운 건 지구 반대편에서 근무하는 한국 대원들을 한국의 인공위성인 아리랑위성 KOMPSAT이 관측한 위성영상이라는 점이다. 인공위성은 한반도에서나 지구 반대편 남극에서나 우리를 지켜보고 있다.



두 번째 사진(그림 2)은 난이도를 조금 낮추어 보자. 여러분 모두가 알고 있는 곳이며, 심지어 우리나라 영토에 속한 곳이다. 힌트를 주자면, 필자는 이곳에 가보기 위해 여권이 필요했다. 힌트가 아이러니한데, 이 아이러니함이 힌트다. 또 한 가지 힌트를 주자면, 이 지역은 한반도에서 가장 높은 곳이다. 이쯤 되면 대부분 정답에 근접했으리라.

정답은 우리 민족의 명산, 한반도에서 가장 높은(2,744m) 산, 백두산 천지를 우주에서 본 모습이다. 그런데 이 답을 알고

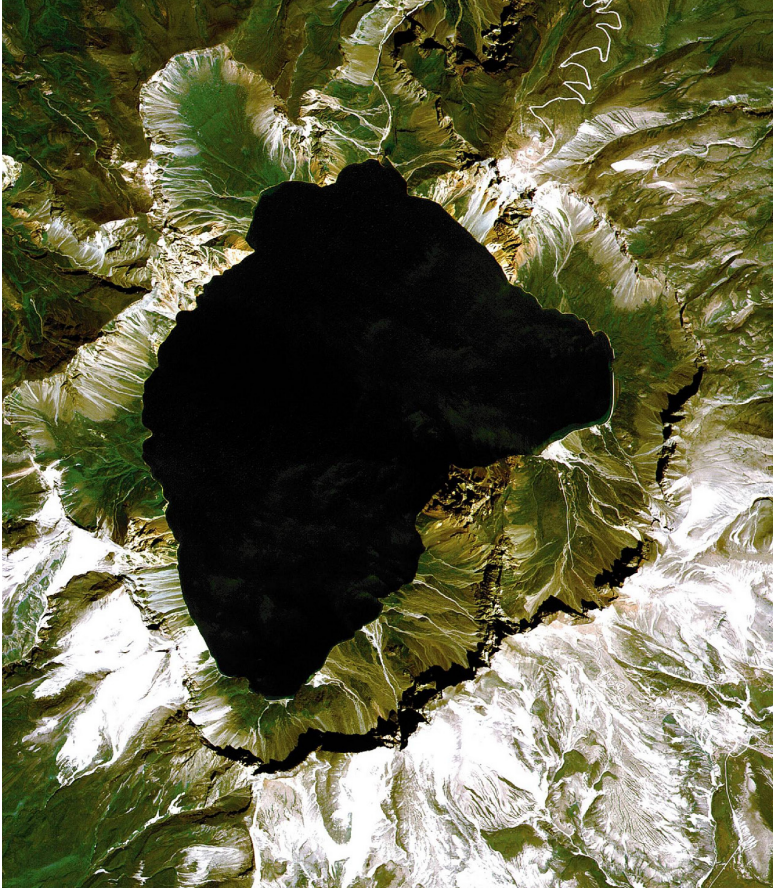


그림 2 KOMPSAT-2호가 촬영한 백두산 천지의 모습

서도 아이러니함이 사라지지 않는다. 왜 우리 영토이며, 왜 우리는 여권이 필요할까. 대한민국 헌법상 영토를 ‘한반도와 그 부속 도서’로 규정하고 있으므로 백두산도 우리나라의 영토이지만, 실효 지배하고 있지 못하기에 방문이 어렵다. 대신 중국 영토를 거쳐 우회하면 천지의 북서 사면을 탐방할 수 있다. 북한과 중국 간의 조약을 통해 백두산 천지의 절반이 중국령이 된 것이 다행인 걸까. 여전히 우리의 헌법상 이를 인정하지 않으므로 통일이 되면 이 문제는 다시 다뤄질 것이다.

자, 이제 마지막 문제이다. **그림 3** 여기는 여러분 대부분이 방문했던 곳이며, 언론이나 미디어에도 자주 등장한다. 다만, 위에서 본 적이 자주 없을 뿐이다. 앞선 그림1과 그림2의 지역에 가기 위해 들러야 할 곳이기도 하다.

정답은 대한민국과 한반도의 대표적 허브Hub인 인천국제공항이다. 아래쪽의 터미널 1과 위쪽의 터미널 2, 이륙을 준비하는 수많은 항공기가 보인다.

지금까지 세 사진의 공통점은 무엇일까? 모두 같은 인공위성으로 관측한 위성영상이다. 우리나라가 운용 중인 아리랑 위성KOMPSAT이 보고 있는 지구였다. 흔히 가보지 못하는 곳을 보





그림 3 KOMPSAT-2호가 촬영한 인천국제공항의 모습

여주었고, 우리 영토임에도 닿을 수 없는 곳, 그리고 자주 가는 곳이지만 인공위성은 새로운 시각으로 우리를 안내했다.

이 책을 통해 아리랑위성 KOMPSAT을 비롯한 많은 위성이 지구와 한반도를 관측하면서 우리는 무엇을 볼 수 있는지 살펴보고도록 하자.

## 지구를 보는 눈, 인공위성

대한민국의 누리호 발사 성공, 미국의 Space X를 비롯한 많은 기업의 우주산업 진출 등 2020년대 들어 우주에 대한 인류의 관심은 더욱 뜨겁다. 과학기술의 발전이 지구로 한정되어 있던 인류의 영역을 우주로 확대한 것이다. 그럼에도 여전히 지구가 아닌 새로운 터전을 찾지는 못하였고, 많은 우주기술은 지구를 향하고 있다. 그 지구를 향한 우주기술은 바로 ‘인공위성’이다.

2023년 1월부터 5월까지 전 세계에서 우주로 쏘아 올린 인공위성만 1,200개가 넘는다. 1950년대 소련의 스푸트니크 위성이 처음으로 우주 시대를 연 후, 60년 이상이 지난 현재 수만 개의 인공위성이 우주에 존재한다. 모두 알겠지만, 그래도 다시

한번 기억하자. 지구의 비 인공Non-artificial 위성은 달Moon 하나뿐이다. 아무튼 인류가 쏘아 올린 인공위성은 지구의 진짜 위성인 달보다 가까이, 밤하늘에 보이는 별보다 많이, 지구를 둘러싸고 있다.

인공위성의 역할은 그 숫자 만큼이나 다양하다.

냉전 시대에 처음으로 개발된 역사에서처럼, 가장 첫 번째 역할은 군사적 용도였다. 군사적 용도 안에서도 정찰위성, 항법 위성, 통신위성 등 그 분류와 역할이 많다. 이 책에서 다루겠지만, 북한에서 미사일을 쏘고, 핵실험을 하면 하루가 채 지나지 않아 발각되는 이유가 군사위성들이 있기 때문이다. 물론, 최근에는 상업위성들이 관측하고 먼저 공개하기도 하지만.

비군사적 용도를 가진 위성을 우리는 민간위성이라고 한다. 남성 청년들이 군대에 갔다가, 전역을 명 받으면 민간인이 되는 것과 같은 의미이다. 민간위성에는 우리에게 가장 익숙한 유형이 ‘통신위성’인데, TV나 라디오 통신 등에 사용되었다. 특히 최근에는 저궤도 통신위성으로 광케이블보다 빠른 온라인 통신환경을 만들려고 한다. 대표적 사례가 미국 일론 머스크의 Space X이며, 위성통신 서비스 ‘스타링크Starlink’를 위해 우주에 42,000개의 통신위성을 쏘아 올리고 있다.

가끔 접할 수 있는 위성은 ‘기상위성’이라고 볼 수 있다. TV나 숏폼<sup>Short-form</sup>으로 뉴스를 보다가 일기예보만 나오면 함께 등장하는 영상이 바로 이 녀석이다. 특히 태풍이나 호우가 오는 기간에는 스마트폰 앱 속에서도 자주 보게 되는 데이터나 지도들이 기상위성에서 보내온 자료들이다.

또한, 언제 본 적이 있나 싶지만, 우리 생활 속에 녹아들어 있는 유형이 ‘지구관측위성’이다. 이름 그대로 지구를 관측하는 모든 위성을 아우르는 용어이지만, 군사적 정찰위성이나 기상관측용 위성을 제외한 위성들이라고 볼 수 있다. 우리가 구글 지도에서, 혹은 네이버 지도나 카카오 지도에서 쉽게 만날 수 있는 화면이다. 네이버 계정에 저장된 필자의 맛집 지도 또한 지구관측위성 지도 위에서 항상 별표로 표시되어 있다.

그 외에도 우주를 관측하거나, 과학연구를 위한 위성 등 다양한 역할들이 존재한다.

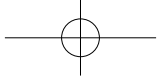
주지하다시피, 이 책은 넓은 의미에서의 ‘지구관측위성’에 관한 이야기이다.

## 인공위성으로 보는 한반도

지구를 관측하는 인공위성으로 가장 할 일이 많은 지역 중 하나가 바로 ‘한반도’이다. 군사적으로는 휴전 상황이므로 휴전선 이북 지역을 정찰하는 역할이 매우 크고, 민간인들에게는 쉽게 방문할 수 없는 곳을 조금이나마 이해할 수 있도록 도와준다. 특히 2023년에는 북한의 정찰위성 발사 실패와 성공(?)\* 사건으로 한반도에서 인공위성 이슈가 뜨겁다. 물론 우리나라의 정찰위성도 2023년 12월 초 발사되었고 성공적으로 궤도에 안착했다.

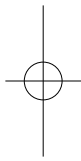
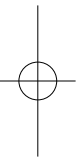
대한민국에서 북한을 볼 수 있는 곳은 파주나 고성 등에 있는 통일전망대가 유일했다. 필자도 어린 시절, 그리고 사실 몇 해 전에도 통일전망대에서 망원경으로 북쪽 땅을 바라본 적이 있다. 파주에서는 개성공단이 보였고, 고성에서는 화창한 날 저 곳이 해금강임을 흐릿하게나마 알 수 있었다. 거기까지였다. 평양이나, 대동강, 묘향산 등 접경지역이 아닌 북한을 볼 수 있는 망원경은 없었다. 닿을 수 없는 곳, 육안으로 보지 못하는 지역을 볼 수 있는 방법은 우주에서 보는 방법이었다.

\* 2023년 11월 현재 발사가 성공인지 실패인지 아직 불분명하다.



종종 우리는 다양한 매스컴을 통해 한반도 북쪽의 소식을 접한다. 그중 조선중앙통신이나 로동신문 등 북한 언론사를 통한 소식들을 제외하면 대체로 지도나 위성사진이 함께 실려있는 것을 기억할 것이다. 우리나라의 국가정보원이나 미국 CIA(중앙정보국) 등과 같은 국가정보기구 외에도 민간재단이나 언론사, 상업위성 운용기업 등 많은 기관이 인공위성으로 북한을 지켜보고 있는 것이다.

이제 인공위성으로 한반도를 보는 방법에 대해 알아보자.



## 2

## 인공위성 원격탐사의 기초

### 원격탐사란?

인공위성이나 항공기, 최근에는 드론에 센서를 탑재하고 이를 이용하여 대상 물체에 접촉하지 않고 탐지하는 것을 우리는 ‘원격탐사Remote Sensing’라고 부른다. 넓은 의미에서는 우리가 만지지 않고 눈으로 탐색하는 것 또한 원격탐사의 일환이다. 필자는 비행기에서 주로 창가에 앉아 창밖을 내려다보는 것을 즐기는데, 이를 스스로 ‘원격탐사’라고 부른다. 농담 섞인 이야기지만, 넓은 의미에서는 창밖을 내다보는 것도 원격탐사에 포함되는 개념이다. 좁은 의미에서는 앞서 이야기한 대로, 인공위성이



그림 4 창밖에서 만나는 원격탐사 - 항공기에서 본 서울의 모습(2022. 9. 저자 촬영)



나 항공기, 드론 등에 탑재한 센서를 통해 지상과 대기의 다양한 정보를 얻는 것을 말한다.

일기예보 시간에 나오는 태풍이나 비구름이 올려진 지도, 언론사에서 발표하는 북한의 새로운 무기 개발 움직임들도 모두 원격탐사에 의해 알게 된 정보들이다. 물론, 앞서 본 위성사진이나 앞으로 나올 다양한 사진들이 모두 원격탐사의 산물이다. 원격탐사라는 용어는 생소했지만, 우리 실생활에 아주 가까이 있는 개념인 것이다.

이 책에서는 항공 원격탐사, 드론 원격탐사 등은 제외하고 ‘인공위성 원격탐사’만을 대상으로 한다. 북한을 포함한 한반도를 관찰하기에는 아쉽게도 항공기와 드론은 활용되지 못하기 때문이다. 즉, 우주에서 본 한반도의 모습들만을 다루고 있다.

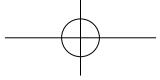
## 인공위성 영상과 일반 사진의 다른 점?

인공위성에서 촬영한 사진을 우리는 위성영상이라고 부른다. 이 위성영상이 어렵게 느껴지는 독자들이 있으실 수 있으나, 실제로는 우리가 매일 흔히 사용하는 스마트폰 카메라와 크게 다르지 않다. 단지 우주에서 촬영했다는 것이 가장 다른 점이다.

디지털카메라에서는 중요하게 신경 쓰던 것이 화소<sup>Pixel</sup> 수였다. 200백만 화소, 1,000만 화소 등 카메라의 발달이 화소 수의 증가로 이어지기도 했다. 또한 광학줌이 얼마나 가능한지에 따라 렌즈의 성능을 이야기하기도 한다. 3배 줌이 되기도 하고, 10배 줌, 때론 100배 줌이 된다고들 한다. 이러한 카메라의 스펙<sup>Spec</sup>처럼 인공위성도 다양한 스펙을 갖는데, 학계에서는 이를 네 가지 해상도라고 표현한다.

먼저 ‘공간해상도’가 있다. 이는 각 화소의 크기를 말하는 데, 디지털카메라의 화소와 매우 유사한 개념이며, 다만 측정하는 단위가 화소의 개수가 아닌, 영상 내 화소가 갖는 실제 세계에서 크기를 기준으로 설명한다. 즉, 공간해상도는 100㎡, 10㎡ 등으로 설명되며, 화소 크기가 100m×100m일 경우 10m×10m의 화소 크기를 갖는 위성영상에 비해 공간해상도가 낮다고 표현한다.

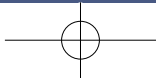
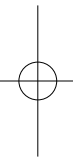
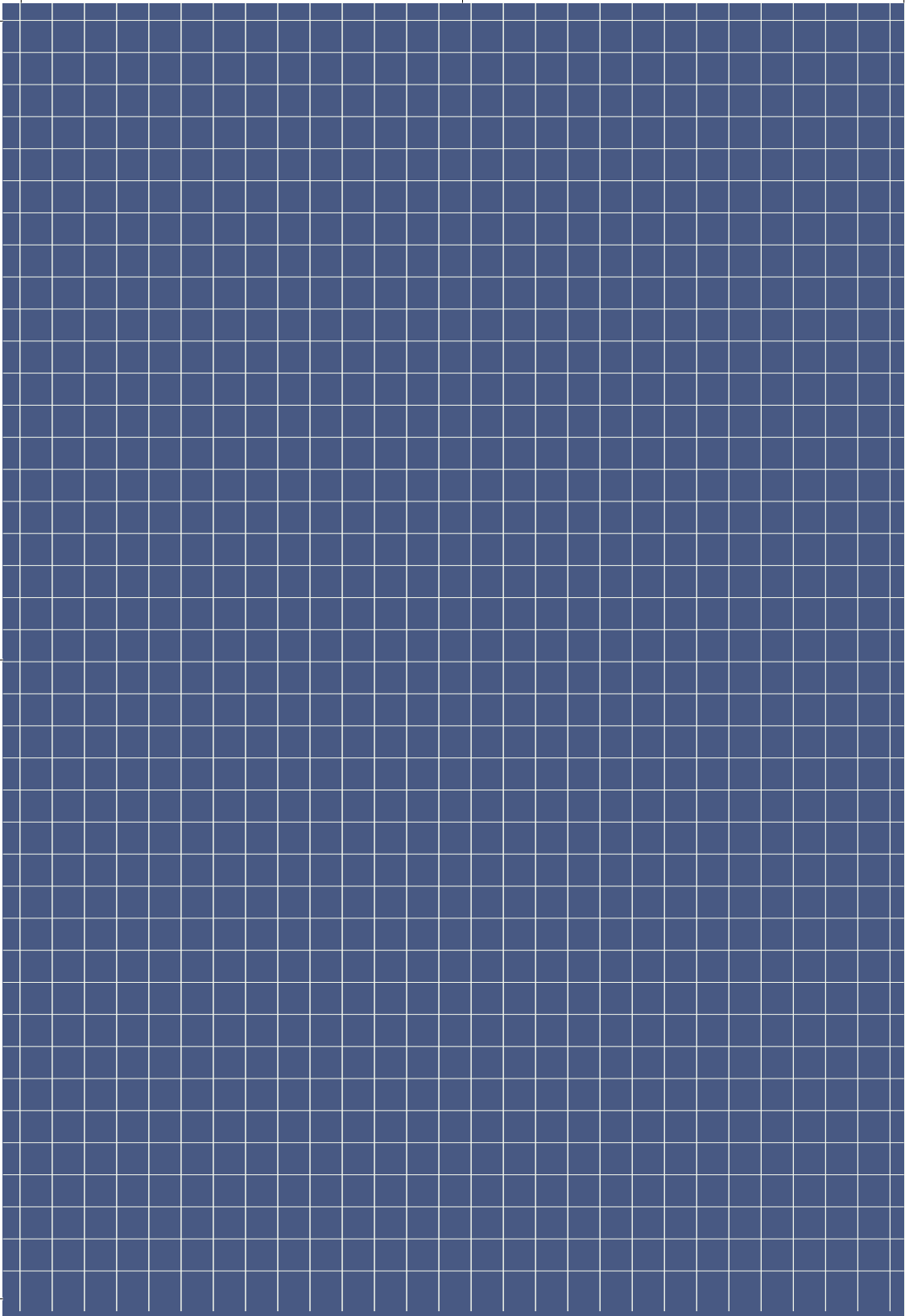
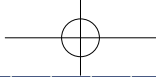
다음으로 시간해상도라는 개념이 있다. 시간해상도는 인공위성의 특성을 잘 보여주는 데, 우리가 관찰 카메라로 특정 공간을 지속해서 촬영하고 있다면 비슷한 개념이 있을 수 있지만, 일반 디지털카메라와는 다른 부분이다. 인공위성은 우주에서 궤도를 따라 지구의 정해진 영역을 관측하고 있으므로, 특정 시간 이후 같은 공간으로 돌아오게 된다. 이때 같은 영역을 관측



하는 데 걸리는 시간을 우리는 시간해상도라고 말한다. 어떤 위성은 보름에 한 번 돌아오기도 하고, 어떤 위성은 매시간 관측하고 있기도 하다. 언제 우리의 관심 영역을 관측했는지가 위성 영상에서는 아주 중요한 부분이기 때문에 시간해상도의 개념은 필수적이다.

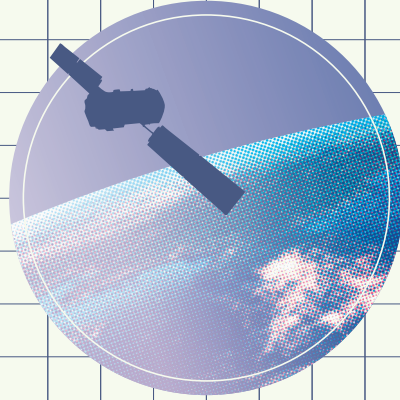
그 외에 분광해상도와 방사 해상도가 있다. 분광해상도는 센서가 관측할 수 있는 빛의 영역대를 말하며, 대표적으로 우리 눈으로 보는 것과 같은 가시광선 영역, 적외선, 자외선, 마이크로파 등이 있다. 방사해상도는 디지털 영상이 갖는 밝기 정보의 양을 의미하는데, 일례로 0과 1로만 구분되면 흑과 백 두 가지 값만 표현할 수 있지만, 8비트 이미지에서는 빛에너지 값을  $2^8$ 로 표현할 수 있으므로 256단계로 구분할 수 있다.

결국 이 네 가지 해상도에 따라 우리가 관찰하고자 하는 대상을 어떤 인공위성으로 관측할지를 결정하게 된다.





## 우주에서 본 한반도의 모습들 - 북한 사회



# 1

## 우주에서 바라본 한반도의 야경

### 북한의 밤 풍경

낮 풍경은 태양에너지가 각 물체에서 반사된 빛으로 만들어지는데, 밤 풍경은 어떻게 만들어질까. 모두 한 번쯤은 늦은 밤 경치 좋은 곳에서 야경을 바라본 적이 있을 것이다. 이때 빛은 대부분 인공적으로 만들어진, 전기나 불로 만들어진 빛이다. 즉, 야경은 현대적 인간 활동의 산물로 볼 수 있다. 물론 달빛이나 반딧불이처럼 인공물 없이도 밤을 밝게 해주는 아름다운 빛들이 있지만, 우주에선 보이지 않기에 제외하도록 하자.

북한에서 공개한 **그림 5**와 같은 밤 풍경을 보면 평양도 화