

# Sentinel-2 위성자료를 이용한 비접근지역 항해장애물 정보 추출

강용균 (DARIS), 이문진 (KRISO)

2018-05-10, 수로학회 (부산)

# 발표 개요

## 1. 입문

- 북한 서해 해저지형 특성
- Sentinel-2 위성 자료

## 2. 근적외선 영상 이용한 항해장애물

- 노출암, 간출암 (남포항 입구)
- 조간대 노출 빈도 (장봉도-신도)
- 간출퇴 (압록강하구, 대이적도)
- 사주 지형 변동 (대청도)

## 3. 가시광 영상 이용한 수중 항해장애물

- 잠수퇴 (황해도 초도)
- 암초 주변 줄무늬 영상 (NLL 인근 비압도)
- 수중 장애물 영상 (백령도)

## 4. 논의

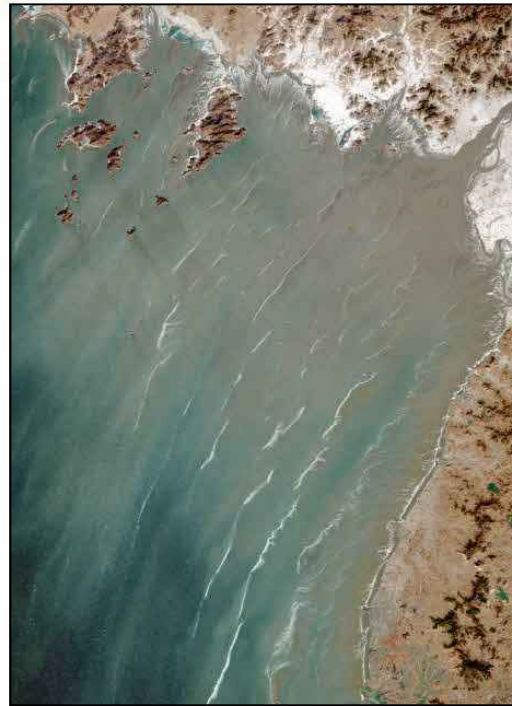
# 1. 입문

- **항해장애물**
  - 항해장애물: 노출암, 간출암, 간출퇴, 잠수토, 침선, 인공구조물 등
- **북한 해저지형 정보**
  - 북한 해저지형 정보는 빈약하다.
  - 북한지역 현장관측 거의 불가능하다.
  - 북한 서해안에는 사주(sand bank) 지역이 넓게 발달되어있다.
  - 간조시 해면 위로 노출되는 간출퇴가 넓게 분포되어있다.
  - 위성 자료를 이용하여 항해 장애물 일부 정보를 추출할 수 있다.
- **Sentinel2 위성자료**
  - 공간해상도 10m 다중밴드 자료 매 5일마다 반복 촬영
  - 해면 상 노출되는 항해장애물은 근적외선 밴드로부터 알 수 있다.  
(노출암, 간출암, 간출퇴, 조간대 노출 빈도)
  - 해면 아래 장애물 일부를 가시광 밴드 자료로부터 알 수 있다.  
(잠수퇴, 수중 암초, 양식장, 해양구조물)

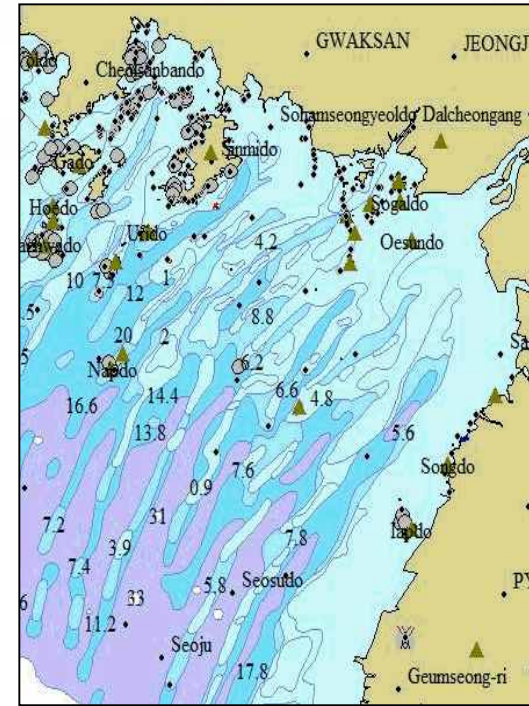
# 북한서해 해저지형 (청천강하구)



영상 제시 지역 (80\*100 km<sup>2</sup>)



간조시, (2016/12/27, 02:35)



해도 KR2F2000 (일부)

- 북한 서해안에는 빗살모양의 사주(sand bank)가 넓게 발달되어있다.
- 제시된 그림은 청천강하구 80\*100 km<sup>2</sup> 지역 위성 영상과 해도이다.
- 위성영상에서 흰색으로 보이는 쇠파지역은 수심이 아주 얇은 곳이다.

## 북한서해 간출퇴 (근적외선)



영상 제시 지역 (80\*100 km)



간조시, (2016/12/27, 02:35)

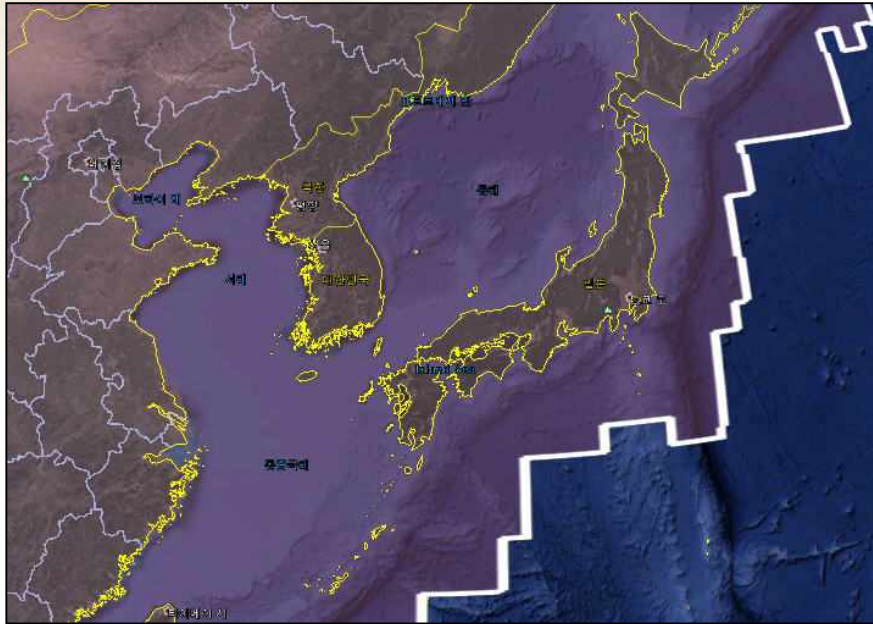


만조시, (2017/10/28, 02:29)

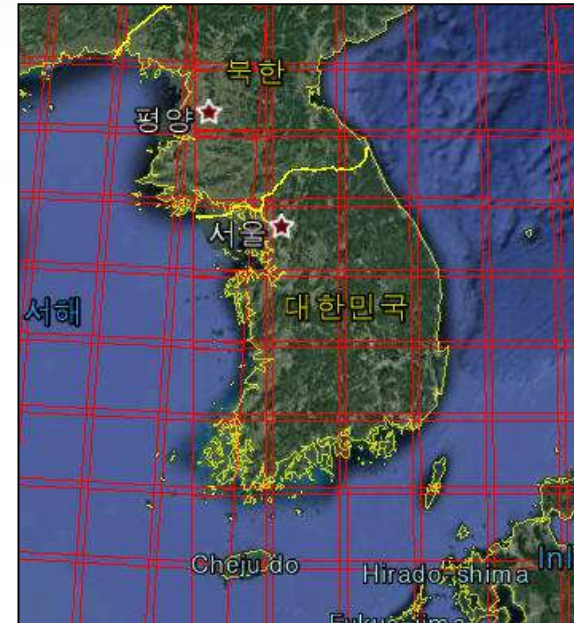
- 청천강하구 간조시와 만조시 근적외선 반사도 영상.
- 근적외선 영상에서 밝게 보이는 곳은 노출된 사주 또는 쇠파 지역이다.
- 북한 서해안 넓은 지역에 만조시에는 수중에 잠기는 간출퇴가 분포되어있다.



## Sentinel-2 위성 자료



Sentinel-2 자료 제공 지역



100 km 크기 자료 제공 격자

- Sentinel-2 자료는 육상뿐만 아니라 황해, 동해, 동중국해 해상지역에도 제공된다.
- 자료제공 격자 크기는  $110 \times 110 \text{ km}^2$  (10980\*10980 픽셀).
- 2개 위성으로 5일마다 같은 지역 반복촬영.
- 13개 밴드 중 4개 밴드(Blue, Green, Red, NIR)는 10 m 공간해상도.
- 영상은 UTM 좌표계로 제공 (우리나라 자료는 UTM zone 51과 52).

## 2. 근적외선 이용한 항해장애물 정보 추출

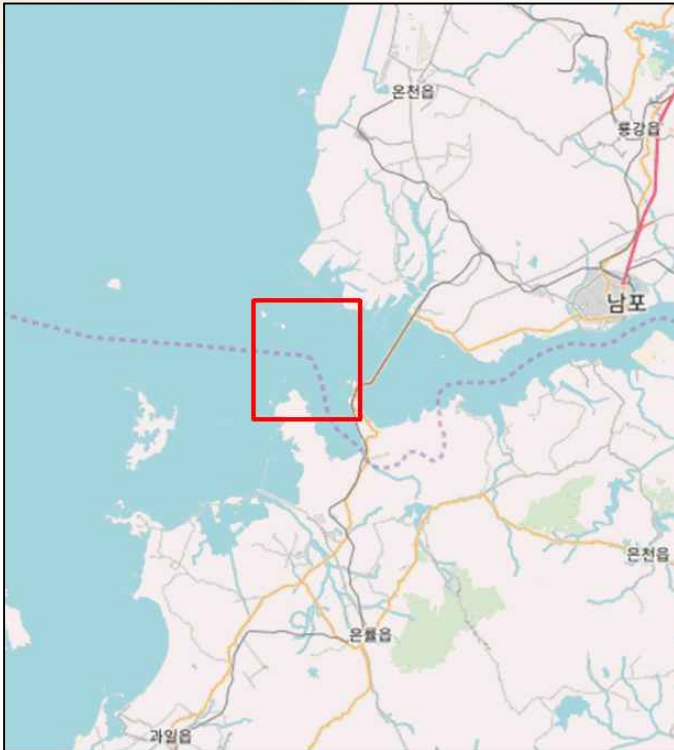
### ◆ 근적외선 밴드 자료 특성:

- 근적외선 밴드는 해수에서 거의 100% 흡수된다.
- 근적외선 밴드의 영상으로부터 dry 지역과 wet 지역을 구분 할 수 있다.
- 해상 암초는 근적외선 반사도 영상에서 밝은 색으로 나타난다.
- 선박에 의한 밝은 반사도는 같은 자리에서 반복되지 않는다.

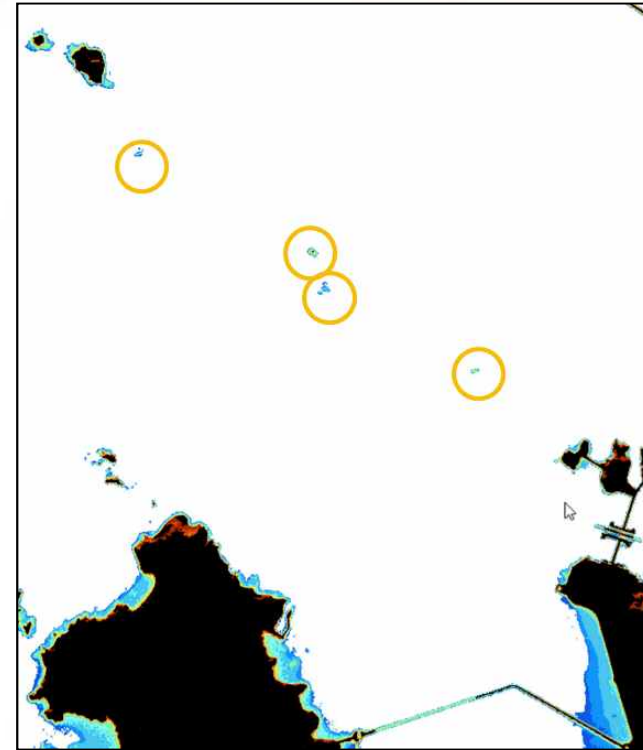
### ◆ 근적외선 밴드 자료 활용 예시:

- 노출암과 간출암 판별 (남포항 입구)
- 조간대 지역 dry 노출빈도 분포 (장봉도와 신도)
- 간출퇴 분포 (압록강 하구 반성열도, 태안 북쪽 이적도)

## 노출암과 간출암



남포항입구, (7\*8 km<sup>2</sup>)



암초 노출 위치 (2회 이상)

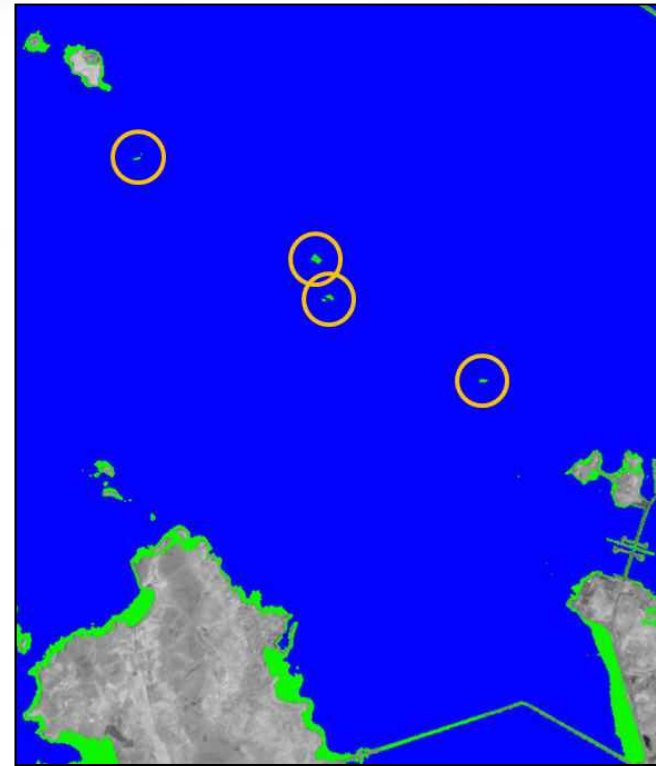
- 여러 개 근적외선 영상으로부터 남포항 입구 암초지역을 조사하였다.
- 위 오른쪽 그림의 동그라미 부분은 2회 이상 암초가 노출된 곳이다.  
(1회 출현은 선박 노이즈로 취급하여 사용 않음)



## 만조시와 간조시 암초 노출



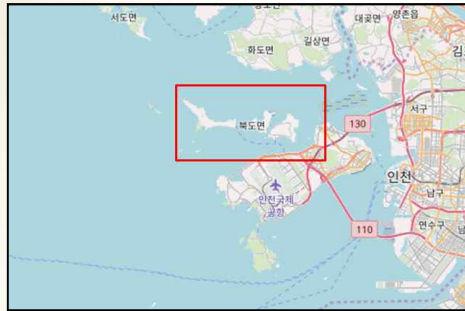
만조, (2017/07/25, 02:35)



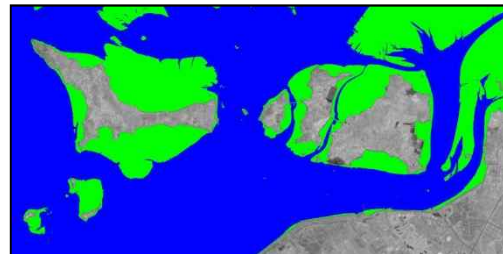
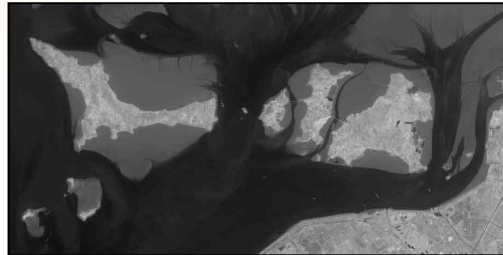
간조, (2017/09/03, 02:35)

- 간조와 만조시 노출되는 암초 개수 다르다.
- 왼쪽의 근적외선 영상에서는 1개 암초만 노출된다. (이 암초는 노출암이다)
- 오른쪽 영상 4개 암초 중 3개는 간조시에만 노출된다. (3개 암초는 간출암이다)

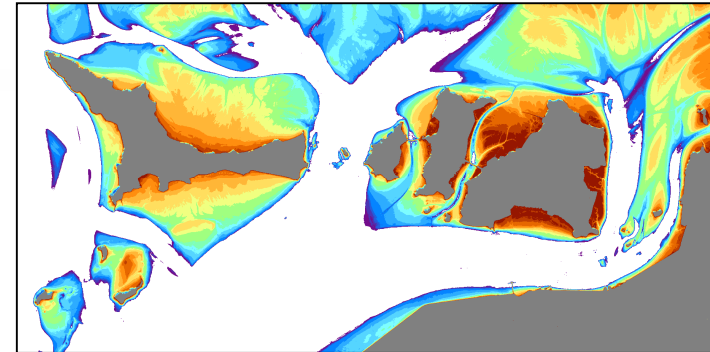
## 조간대 노출빈도



장봉도-신도, (18\*9 km<sup>2</sup>)



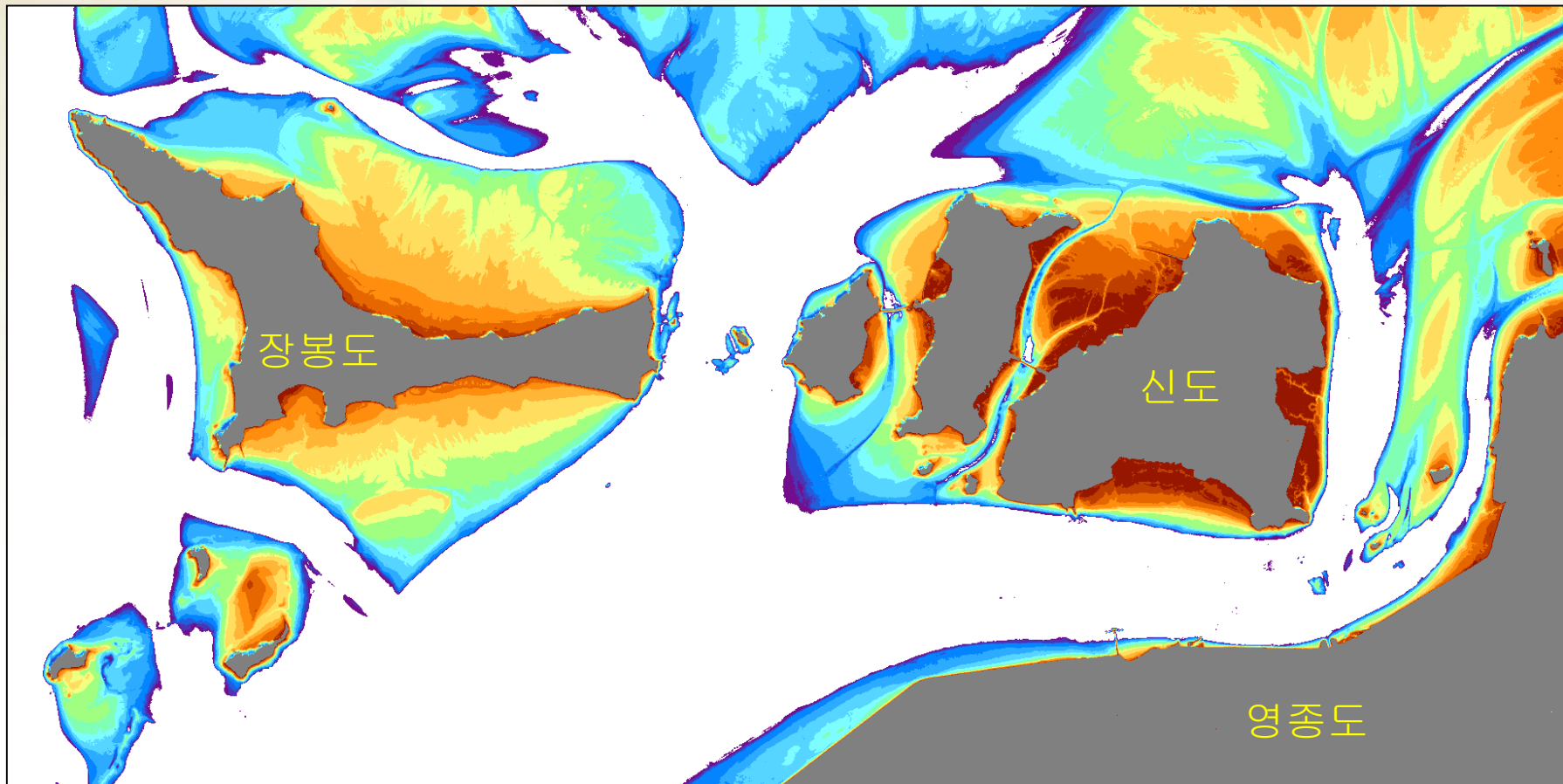
조간대 노출지역 추출 예



조간대 dry 노출 빈도

- 영종도 북쪽의 장봉도와 신도 지역조간대 노출빈도를 조사했다.
- 가운데 그림은 스냅 영상의 조간대 노출지역 결정 예이다.
- 오른쪽 그림은 조간대 dry 노출빈도를 칼라로 나타낸 것이다. (Red 지역이 높은 빈도)
- 예시된 지역 18\*9 km<sup>2</sup>은 110\*110 km<sup>2</sup> 지역을 12\*6개로 나눈 타일 중의 하나이다.

## 조간대 노출빈도 (2)



장봉도와 신도 18\*9 km<sup>2</sup> 지역 조간대 dry 노출 빈도



## 간출퇴 (근적외선)



압록강하구, 30\*12 km<sup>2</sup>



만조, 2017/12/05, 02:43



간조, 2017/11/30, 02:43

- 압록강하구 반성열도 해역 근적외선 영상
- 만조시 영상에서는 반성열도 4개 섬만 노출되어있고, 나머지 지역은 침수상태이다.
- 간조시 영상에서 밝은 곳은 dry 노출 지역 (간조시 향해 불가지역)



# 간출퇴 (대이적도)



대이적도, (12\*8 km<sup>2</sup>)



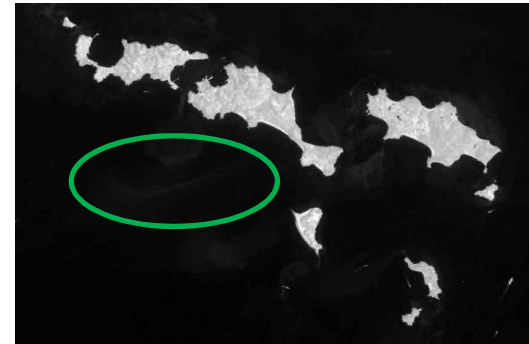
2018/02/02, 02:19



2017/05/03, 02:23



간조 (low tide)



만조 (high tide)

- 대이적도 사주는 간조 때는 노출되고 만조 때는 물에 잠기는 간출퇴이다.

## 간출퇴 분포 변동 (대청도)

- 사주 지형은 바뀔 수 있다.
- 대청도 북서쪽의 간출퇴 노출지역 변동에 대해 조사하였다.
- 2018년 간출퇴는 Sentinel-2로, 이전 간출퇴는 Landsat 자료로 조사하였다.
- 대청도 북서쪽 사주(sand bank) 지형은 수년 간에 상당히 바뀌었다.  
(구체 내용은 다음 슬라이드에 제시)
- 최근 수년간의 위성자료에 근거한 항해장애물 DB 갱신이 필요하다.

## 최근(2017-2018) 대청도 간출퇴



대청도 위치, (8\*9 km<sup>2</sup>)



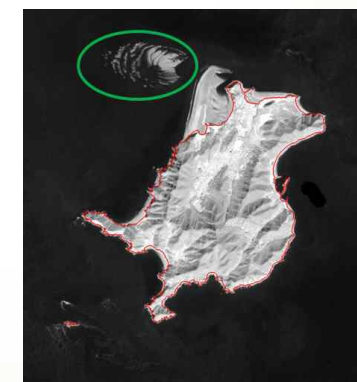
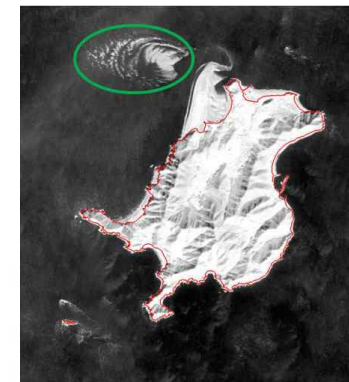
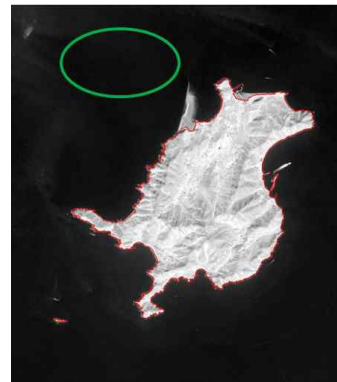
2017/10/13



2018/02/15

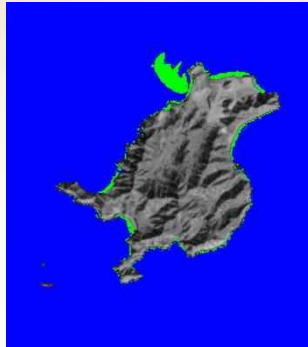


2018/03/02

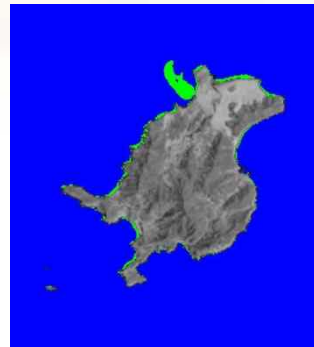


- Sentinel-2 최근 영상 자료에 의한 대청도 서북쪽 2\*1.5 km<sup>2</sup> 크기 지역 간출퇴 분포.
- 위쪽 그림은 자연색 영상, 아래 쪽 그림은 근적외선 영상.
- 타원으로 표시한 간출퇴는 노출되기도 하고, 해면 아래에 잠기기도 한다.

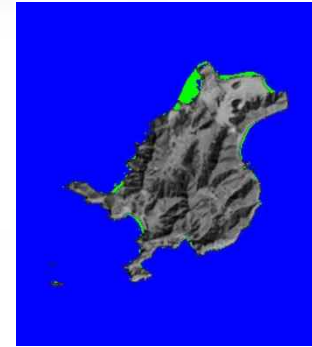
## 과거 대청도 간출퇴 분포 패턴 변동



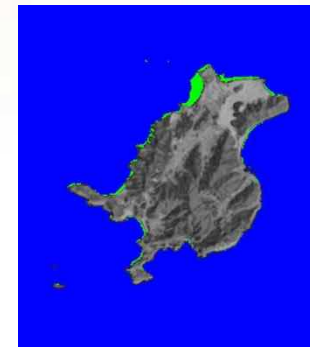
1987/11/19



1988/05/13



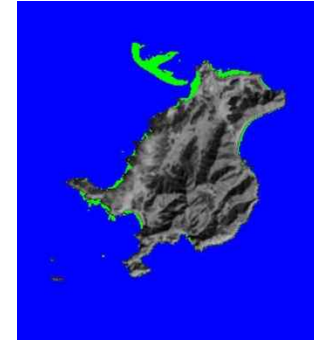
1993/03/08



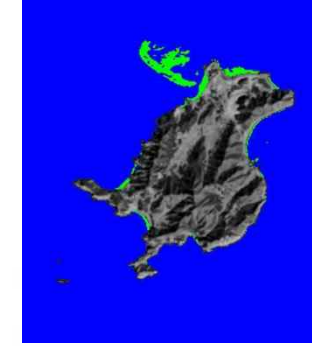
1997/04/20



2001/12/11



2003/02/16



2004/02/19



2006/10/06

- Landsat 자료 과거에 의한 간조시 간출퇴지역을 Green으로 표시하였다.
- 과거 20년간(1987-2006) 간출퇴가 나타난 패턴은 3개 유형으로 분류된다.
- 2018년 Sentinel-2에 의한 간출퇴 패턴은 과거와는 다르다.

### 3. 가시광 이용한 수면하 항해장애물 추정

- 근적외선 영상으로 해면위로 노출된 정보는 알 수 있지만, 한 번도 노출되지 않는 수면 아래에 대해서는 알 수 없다.
- 가시광 사용으로 미노출된 항해장애물 정보 추가적 확보가 가능하다.
- 가시광 이용한 항해장애물 추정 예시:
  - (1) 가시광으로 미노출 잠수퇴 알기 (황해도 초도 동쪽)
  - (2) 줄무늬 모양 영상에 의한 암초 존재 추정 (NLL 부근 비압도)
  - (3) 가시광 밝기 차이에 의한 항해장애물 추정 (백령도 서쪽)



## 잠수퇴 (황해도 초도 동측)



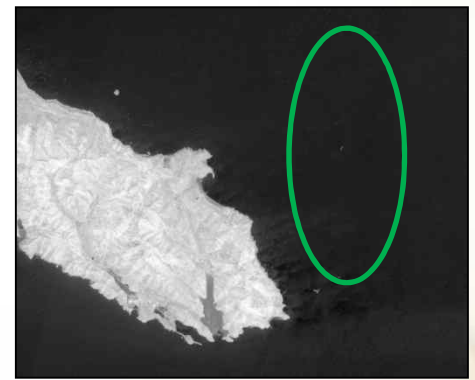
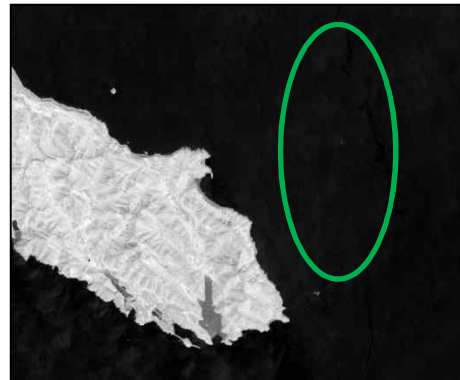
초도 지역, (11\*9 km<sup>2</sup>)



2016/08/29



2017/05/06



- 황해도 초도 동측 사주의 존재가 가시광 영상에 나타난다.
- 예시된 사주는 가시광에서는 보이지만 근적외선에서는 나타나지 않는 잠수퇴이다.

## 암초 주변 줄무늬 모양



비압도와 순위도 지역, (18x9 km<sup>2</sup>)



2017/10/13



2018/03/02

- 제시된 그림은 NLL 북쪽의 비압도와 순위도 지역 자연색 영상이다.
- 수중암초로 추정되는 곳에는 해저침식물이 줄무늬 모양으로 나타난다.
- 조류방향이 바뀔때 따라 줄무늬 모양의 방향도 바뀐다.

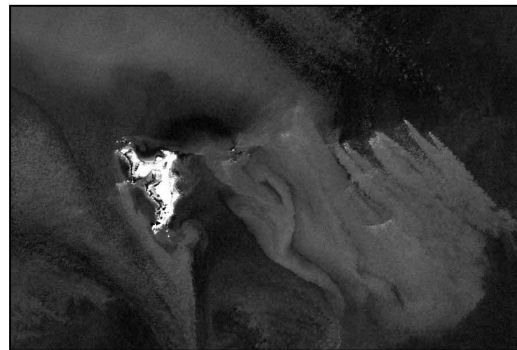
## 창조와 낙조시 줄무늬 영상 결합



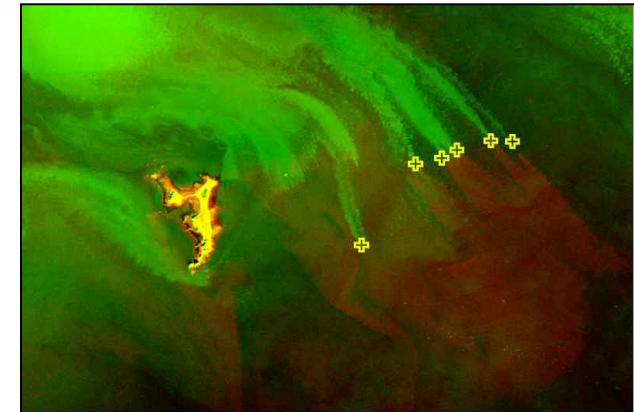
비압도, (9x6 km<sup>2</sup>)



2017/10/13



2018/03/02



2 영상 결합

- NLL 인근 비압도 동측 (9x6 km<sup>2</sup>) 지역 창조시와 낙조시 암초주변 줄무늬 영상.
- 조류 방향에 따라 줄무늬의 방향이 달라지는데, 시작점은 거의 일치한다.
- 오른쪽 그림은 창조시와 낙조시 줄무늬를 red와 green으로 나타내어 결합한 것이다.
- 오른쪽 칼라 그림에서 +로 표시된 곳에 수중 암초가 있다.

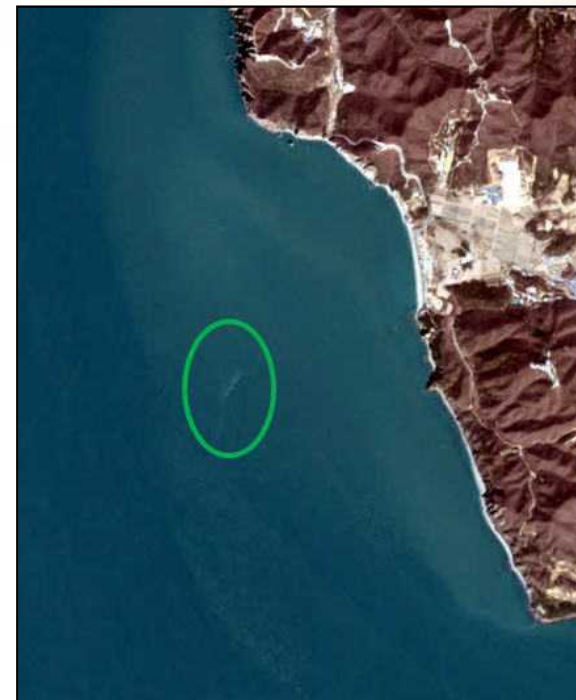
## 수중 미확인 장애물 (백령도, 자연색)



백령도 서측, (5x6 km<sup>2</sup>)



2018/01/01

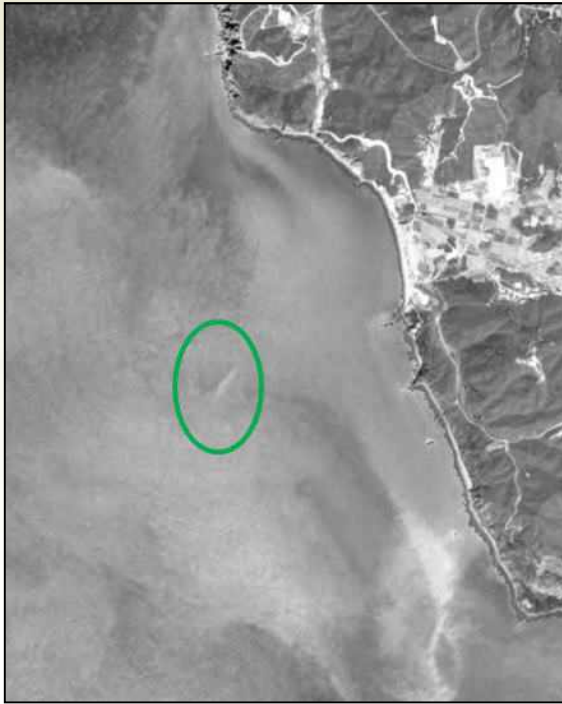


2018/02/25

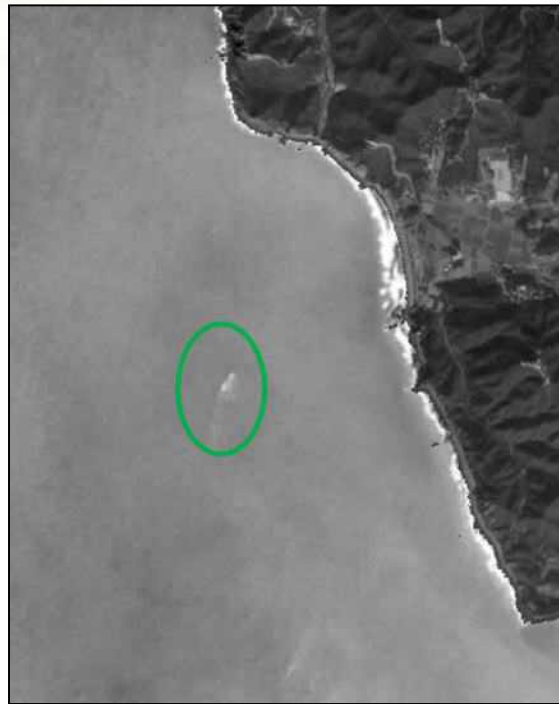
- 백령도 서측 5\*6 km<sup>2</sup> 지역의 자연색 영상.
- 백령도 서쪽 약 2 km 지점의 가시광 영상은 주변과 다르다.
- 이와 유사한 패턴이 여러 개 Sentinel-2 영상에서 나타난다 (다음 슬라이드 참조).



## 수중 미확인 장애물 (백령도, Grey 1)



2016-04-11



2018-01-01



2018-02-25

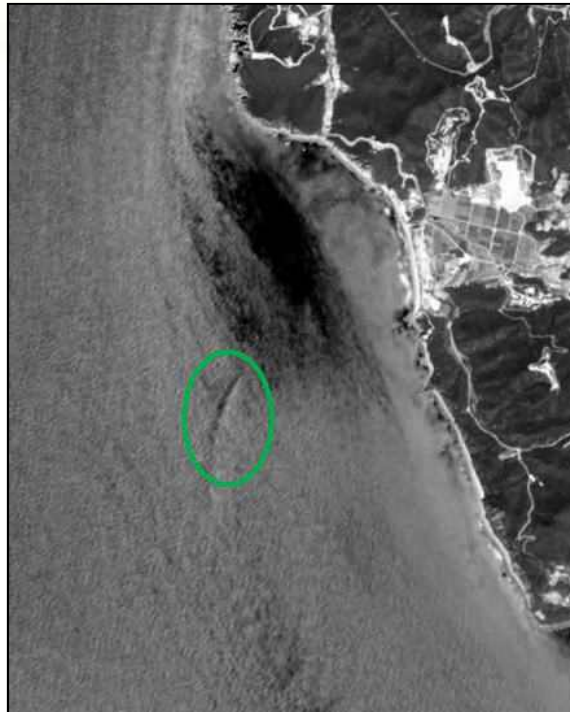
- 백령도 서쪽 5x6 km<sup>2</sup> 지역 가시광 밝기 영상.
- 가시광 밝기는 Red, Green, Blue 영상의 평균으로 결정.
- 거의 동일한 위치의 100m 정도 면적은 주변보다 밝다.



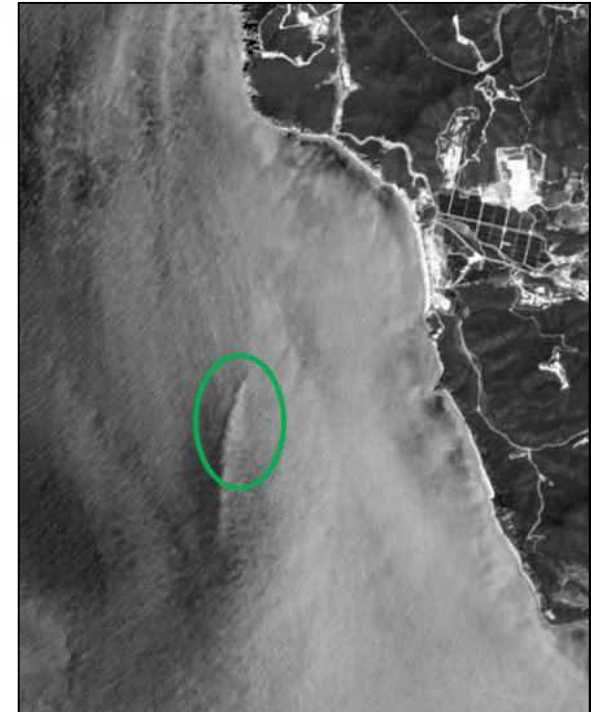
## 수중 미확인 장애물 (백령도, Grey 2)



2017-03-27



2017-05-26



2017-07-25

- 백령도 서쪽 5x6 km<sup>2</sup> 지역 가시광 밝기 영상 (계속).
- 밝은 지역이 거의 동일한 위치에서 시작하여 줄무늬 모양으로 확장되기도 한다.
- 백령도 서측 2 km 지점에서 특이한 영상 밝기가 나타나는 원인은 잘 모르고 있다.

## 4. 논의

- ◆ 동일지역 여러 개 영상의 활용
  - 항해장애물 정보 추출에는 동일지역 여러 개 영상 자료가 필요하다.
  - 5일 간격 10m 해상도의 Sentinel-2 자료는 이 목적에 유용하다.
  - 1년간 Sentinel-2 영상 73개 중에서 구름 없는 영상은 15~20개 정도이다.
- ◆ 고해상도 영상의 추가적 활용
  - 특별 관심지역에 고해상도 영상자료 추가적 사용이 바람직하다.
  - 5m 해상도 RapidEye 영상은 동일지역 여러 개 영상자료 활용 가능.
  - 1m 해상도 위성영상은 동일지역 여러 개 영상 사용이 어렵다.
- ◆ 영상 추출 정보의 검증
  - 북한 지역에서는 영상 추출 정보와 현장관측 자료간의 대비 어렵다.
  - 남한 지역에서는 영상 추출 정보와 실측자료와의 대비가 가능하다.
- ◆ Sentinel-2 자료의 추가적 활용
  - 해빙의 분포 조사
  - 인공구조물과 해조류(김, 미역) 양식장 분포 조사
  - 동해 해안지역 이안류(rip currents) 분포 조사
  - 북한뿐만 아니라 중국 연안지역 등에 대한 정보추출

질의응답

감사합니다.