

고해상도 위성영상을 이용한 열대해역 생태분포 변화 모니터링

Habitat change monitoring using high-spatial satellite image around the tropical coastal area

민지은^{1*}, 유주형¹, 김계림¹, 박홍식²

Jee-Eun Min, Joo-Hyung Ryu, Key-Lim Kim, Heung-Sik Park

한국해양연구원 해양위성센터¹
경기도 안산시 상록구 사2동 1270
E-mail) jemin@kordi.re.kr

한국해양연구원 해양생물자원연구부²

요 약

본 연구는 고해상도 위성영상을 이용하여 열대해역에서의 생태환경 분포도를 작성함으로써 생태 환경의 변화를 효과적으로 모니터링 할 수 있도록 하는 데에 목적이 있다. 지구온난화 현상에 따라 산호 면적이 감소하고 있다. 이처럼 산호는 환경 변화가 민감하게 반응을 하기 때문에 열대해역에서 산호를 모니터링 하는 것은 주변 생태환경 변화 전체에 대한 관리 역할을 하기 때문에 중요하다. 본 연구에서는 이러한 열대해역의 환경을 효과적으로 모니터링 하기 위하여 고해상도 위성영상인 IKONOS와 Kompsat-2 영상을 이용하여 생태환경 분포도를 작성하여보았다. 연구지역은 한남태평양연구센터가 위치한 마이크로네시아 연방국의 Weno 섬 북동쪽 연안이고, 이 지역에서 2007년과 2008년 2번의 현장관측을 실시하여 총 121개 정점에서 광관측 및 환경 자료를 얻었다. 기존의 감독분류와 무감독분류 방법, 그리고 객체지향 영상분류 방법 등을 이용하여 분포도를 작성하였고, 현장관측 자료를 이용하여 검증하였다. 고해상도 영상이기 때문에 기존 방법에서 나타나는 오분류 현상이 객체지향 영상분류 방법을 사용할 경우 적어지는 결과를 얻을 수 있었다.

Key word : Coral reef, habitat change monitoring, IKONOS, Kompsat-2

1. 서론

지구온난화로 인해 전 세계적으로 산호가 감소함에 따라 열대해역에서 산호 및 주변 환경을 보호하기 위하여 환경 분포를 파악하고 모니터링 하는 것이 매우 중

요시 되고 있다. 실제로 세계 산호 감시네트워킹은 2008년 12월 10일 열린 유엔기후변화협약 제 14차 당사국 총회에서 지구 온난화로 인해 전 세계의 5분의 1에 해당하는 산호가 이미 사라졌으며 지금도 사라지고 있다고 발표했다. 특히 열대 및

아열대에 분포하는 대규모의 산호는 범지구 규모의 기후변화에 많은 정보를 제공한다 (현상민, 2003).

원격탐사는 천해 지역에 대규모로 넓게 분포하는 산호를 주기적으로 분석할 수 있는 효과적인 방법 중의 하나이다. 원격탐사 방법을 이용한 산호 관측 및 분석은 1980년대 중반부터 시작하였다. 처음에는 Indian Remote-sensing Satellite C (IRS-C), Satellite pour l'Observation de la Terre (SPOT) - High Resolution Visible (HRV), Landsat5 - Thematic Mapper (TM), SPOT 4.5, Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+), Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER)와 같은 10 ~ 30m 정도의 해상도를 갖는 중해상도 위성영상을 이용한 분석이 주로 이루어졌다 (Andréfouët *et al.*, 2003). 최근에는 산호 및 주변 환경 분석에 대해 보다 높은 해상도의 센서가 필요시 되었고, 이러한 필요성에 더불어 위성 센서가 발달함에 따라 공간해상도가 높은 IKONOS나 Quickbird 위성영상을 이용한 분석이 이루어지고 있다 (Andréfouët *et*

al., 2003; Purkis, 2005; Purkis *et al.*, 2006; Riegl and Purkis, 2005). 또한 다양한 분광 특성을 나타내는 산호를 효과적으로 분석하기 위하여 100 이상의 분광 밴드를 갖는 Hyperion과 같은 초다분광 영상을 활용한 연구도 이루어지고 있다 (Kutser *et al.*, 2006; Sterckx *et al.*, 2005).

본 연구에서는 산호가 주를 이루는 열대해역에 대해 고해상도 위성영상들을 이용하여 연안 지역에서의 미세한 지표에 대한 생태 환경 분포도를 작성해보고자 한다.

2. 연구지역 및 현장관측

연구지역은 한남태평양연구센터가 위치하고 있는 마이크로네시아 연방국 (Federated States of Micronesia)의 Chuuk lagoon 중에서 Weno 섬 북동쪽 연안이다 (Figure 1). 이 지역은 다양한 산호들과 맹그로브, 그 사이의 해초 지역으로 이루어진 전형적인 열대해역 지역이다.

연구지역을 대상으로 2007년 6월 12~24

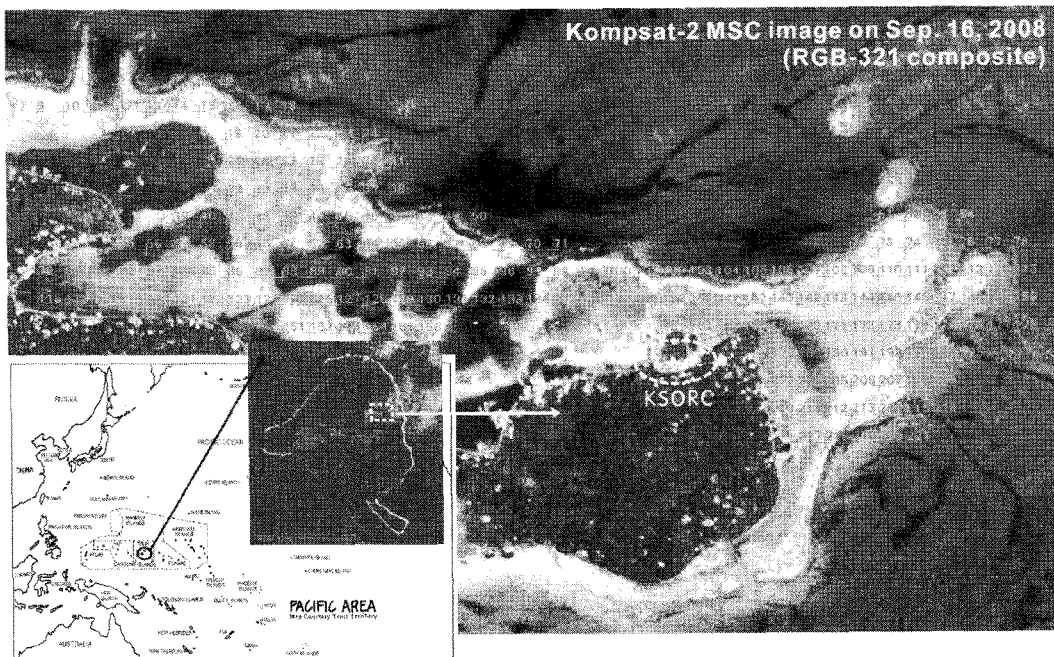


Figure 1. Location of the study area and sampling stations in 2008.

일, 2008년 8월 28일~9월 4일 두 번에 걸쳐 현장조사를 실시하였다. 2007년에는 Weno섬전체를 대상으로 23개 정점에서 관측을 실시하였고, 2008년에는 Weno 섬 북동쪽 reef 지역을 대상으로 약 100m 간격 그리드 형태의 98개 정점에서 현장관측을 실시하였다. 각 정점별로 수심측정, 지표 특성 파악 및 수중카메라 촬영을 실시하였으며, ASD 사의 FieldSpec3 spectroradiometer를 이용하여 산호, 잘피, 산호사, 해초 지역에서 각 지표별 수중 및 표층 위에서의 스펙트럼 특성을 측정하였다.

3. 연구 결과 및 토의

현장관측 결과 크게 산호, 해조류, 산호사, 망그로브 지역으로 이루어져 있었다. 해조류는 길잘피, 어린 짧은 잘피, 잔디 모양의 작은 해조류 및 리본 모양의 해조류 등이 발견 되었으며, 산호류는 경산호와 연산호 구분되어졌다. 경산호는 빨모양 산호, 생강모양산호, 바위모양의 산호 등으로 이루어져 있었고, 연산호는 밤색의 해조류 같이 부드러운 형태를 띄고 있었다. 각각의 지표에 대해 수중 및 표층 위

서의 스펙트럼을 관측하여 아래의 Fig. 2와 같은 반사도 값을 얻었다. 지표별로 피크 파장대와 파장 간의 경사도 값 등의 구분되는 특성이 있음을 알 수 있었다.

분포도 작성을 위해 2000년 12월 5일에 얻어진 IKONOS 영상과 2008년 9월 16일에 얻어진 KOMPSAT-II 영상을 사용하였다. 각 영상은 기하보정과 방사보정을 실시하였으며, 화소값 기반의 무감독 분류법과 감독 분류법 및 객체지향 영상분류법을 사용하여 mangrove, shallow coral, coral, deep coral, sand, dead coral, sand+coral, sand+seagrass의 8개 지표항목으로 분포도를 작성하였다. Figure 3은 무감독 분류법을 사용하여 만들어진 생태환경 분포도를 나타낸다.

두 결과 영상을 비교하여 보면 산호사 지역이 잘피 등의 해조류로 많이 변한 것을 알 수 있었다. 또한 육상 쪽으로 갈수록 존재하는 기존의 잘피 지역이 더 넓어졌고 긴 잘피 지역이 눈에 띄게 늘어난 것을 확인 할 수 있었다. 반면에 reef 경계 지역에 위치하는 산호의 면적은 많이 줄어들어 있었다. 보다 정확한 모니터링을 위해서는 8년 동안의 중간 중간 얻어진 다른 영상을 이용한 추가 분석이 요구되고, 다른 환경관측 자료와의 상호 비교가

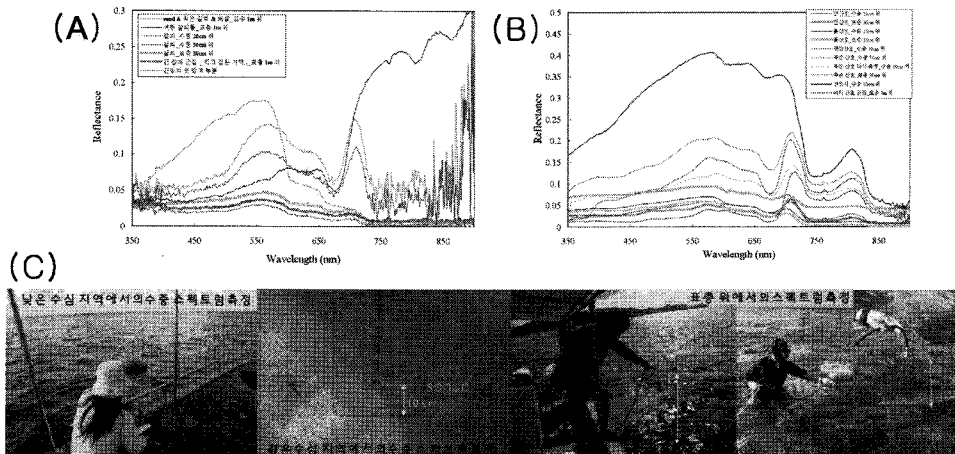


Figure 2. Reflectance spectra for the seagrass (A) and corals (B) obtained by several measure methods (C).

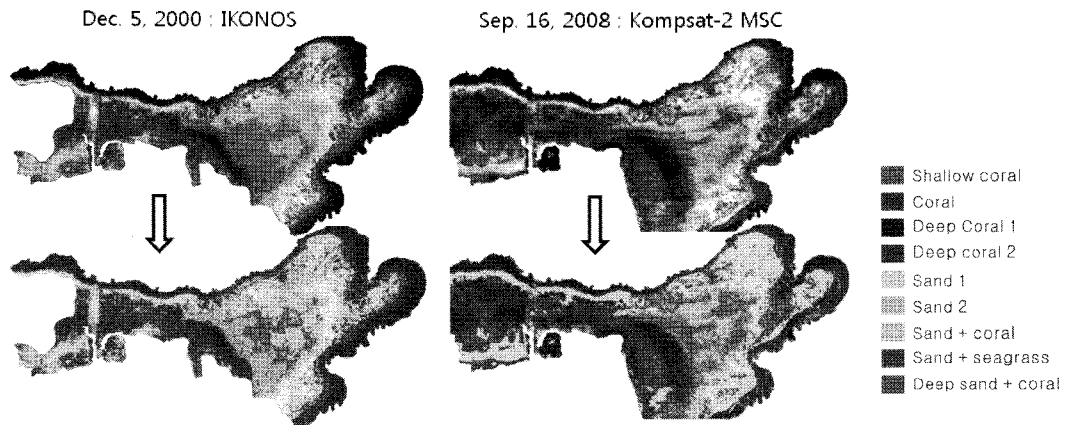


Figure 3. Substrate map of Weno island in Chuuk lagoon from IKONOS image acquired on December 5, 2000 (left) and Kompsat-2 image acquired on September 16, 2008 (right).

필요할 것으로 판단된다.

고해상도 영상을 사용하였기 때문에 해저면에서는 하나의 지표로 구성되어 있지만 표층에서의 파도나 경사도면에서의 태양 반사도 차이 등의 이유로 다른 지표로 분류되는 오류가 발생되었다. 이러한 문제점은 객체지향 영상분류 방법을 사용하였을 때에 보다 효과적으로 제거됨을 확인할 수 있었다. 현장관측 값을 이용하여 정확도를 검증한 결과, 죽은 산호 구별이 어려웠으며, 어두운 녹색을 띄는 잘피와 깊은 곳의 산호가 같은 지표로 분류되는 문제점이 발생되었다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 초다분광 센서를 항공기에 탑재하여 관측함으로써 높은 분광 및 공간 해상도를 갖는 영상을 얻어 분석한다면 보다 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대한다. 또한 추가적으로 맹그로브를 분류할 경우 육상의 다른 나무들과 구별이 힘들었는데 이러한 문제는 SAR 자료를 이용한다면 바다에서 자라는 맹그로브의 독특한 특성으로 인해 반사특성이 육상식물과 구분이 되어 분류 정밀도를 높일 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

- 현상민, 박홍식, 김수현 (2003), 산호 골격 중의 지화학 원소: 지구 기후변화 및 해양오염의 지시자 가능성, 대한지질학회지, 44권 1호, pp. 119-131.
- Andréfouët, S., P. Karamer, D. T., K. E. Joyce, E. J. Hochberg, R. Garza-Pérez, P. J. Mumby, B. Riegl, H. Yamano, W. H. White, M. Zubia, J. C. Brock, S. R. Phinn, A. Naseer, B. G. Hatcher and F. E. Muller-Karger (2003) Multi-site evaluation of IKONOS data for classification of tropical coral reef environments, *Remote Sensing of Environment*, 88, pp. 128-143.
- Kutser, T., I. Miller and D. L. B. Jupp (2006) Mapping coral reef benthic substrates using hyperspectral space-borne images and spectral libraries, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 70, pp. 449-460.
- Purkis, S. J. (2005), A "Reep-Up" approach

to classifying coral habitats from IKONOS imagery, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 43, pp. 1375-1390.

Purkis, S. J., S. W. Myint and B. M. Riegl (2006) Enhanced detection of the coral *Acropora cervicornis* from satellite imagery using a textural operator, *Remote Sensing of Environment*, 101, pp. 82-94.

Riegl, B. M. and S. J. Purkis (2005)

Detection of shallow subtidal corals from IKONOS satellite and QTC View (50,200 kHz) single-beam sonar data (Arabian Gulf; Dubai, UAE), *Remote Sensing of Environment*, 95, pp. 96-114.

Sterckx, S., W. Debruyne, T. Vanderstraete, R. Goossens and P. Heijden (2005) Hyperspectral data for coral reef monitoring. A case study: fordate, tanimbar, Indonesia, *EARSel eProceedings*, 4, pp. 18-25.