

## MODIS Data를 이용한 GOCI의 적조 탐지 가능성에 대한 연구 A Study on Possibility of Red Tide Detection Using MODIS Data

김용민<sup>1)</sup> · 변영기<sup>2)</sup> · 송우석<sup>3)</sup> · 유기윤<sup>4)</sup>

Kim, Yong Min · Byun, Young Gi · Song, Woo Seok · Yu, Ki Yun

<sup>1)</sup> 서울대학교 대학원 지구환경시스템공학부 석사과정 (E-mail: kym0210@snu.ac.kr)

<sup>2)</sup> 서울대학교 대학원 지구환경시스템공학부 박사과정 (E-mail: kko071@snu.ac.kr)

<sup>3)</sup> 서울대학교 대학원 지구환경시스템공학부 석사과정 (E-mail: doltwang@snu.ac.kr)

<sup>4)</sup> 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 조교수 (E-mail: kiyun@snu.ac.kr)

### Abstract

In this paper, we evaluate a red tide detection possibility of GOCI(Geostationary Ocean Color Imager) which will be launched in 2008. To detect red tide, we use a similar wavelength range of MODIS normalized water-leaving radiance data instead of GOCI data. Supposed to GOCI, red tide detection algorithm is based on MRI(MODIS Red tide Index) and use 667nm band to filter turbid water. The algorithm's effectiveness is verified by detecting large *Cochlodinium polykrikoides* red tide event that was appeared in Korean coastal waters. The evaluation was done by comparing the result with the update data provided by the NFRDI.

### 1. 서론

적조는 세계적으로 해안 지역에 가장 중요한 환경문제 중의 하나가 되었다. 적조는 우리나라뿐만 아니라 일본, 중국, 네덜란드 등 양식업이 발달한 나라에 해마다 많은 피해를 입히고 있고, 지구 온난화에 따른 해수의 온도 상승으로 인해 적조 발생의 적정 온도가 자주 형성됨으로써 발생 빈도 또한 높아지고 있다. 따라서 적조의 피해를 줄이기 위해 적조에 대한 물리학적, 생물학적 발생 원인에 대한 연구, 적조의 발생지와 발생 영역, 이동 경로에 대한 연구, 적조 발생 후 처리에 대한 연구, 모니터링 시스템에 대한 연구 등이 활발하게 이루어지고 있다.

적조 탐지 방법들은 위성 영상을 이용한 분석 방법, 항공기, 헬리콥터, 선박 등을 이용한 현장 관측 방법, 실제 해수에 적조 탐지 센서를 설치하여 탐지하는 방법 등이 있다. 항공기와 헬리콥터, 선박 등을 이용하여 적조를 탐지하는 방법은 광범위하게 발생하는 적조의 관측에 어려움이 있으며, 센서를 이용한 적조 탐지 방법은 시스템 구축이나 유지에 따른 경제적인 부담이 크다고 할 수 있다. 따라서 시공간 분해능이 뛰어난 위성 영상을 이용함으로써 이러한 단점을 보완할 수 있으며, 해색 원격탐사 자료가 적조의 상태를 탐지해냄으로써 적조를 예측하고 이해하기 위한 유용한 도구로 활용될 수 있다(Stumpf 등, 2003).

하지만 위성영상을 이용한 적조 탐지의 난제 중 하나는 적조가 발생한 시기에 위성이 그 지역을 촬영할 수 있는 환경이 조성되기 어렵다는 것이다. 이것은 위성영상을 이용하여 대상을 탐지하는 분야가 갖고 있는 문제점이기도 하다. 그러나 우리나라에서 발생하는 적조 있어서 이 문제는 정지궤도해색위성 GOCI(Geostationary Ocean Color Imager)가 2008년 발사되면서 해결될 것으로 예상된다. GOCI는 한반도 상공에 머물면서 우리나라, 일본, 중국

동부에 이르는 지역을 하루에 10회 촬영을 하게 된다(해양연구원, 2007). 이를 통해 앞에서 제기되었던 실시간 자료 취득 문제는 해결될 것으로 예상되며, 적조의 이동경로에 대한 추가적인 연구도 수행할 수 있을 것으로 예상된다.

따라서 본 연구는 GOCI에 탑재될 센서의 밴드와 유사한 MODIS 밴드를 이용하여 *Cochlodinium polykrikoides* 적조를 탐지하는 연구를 수행함으로써, GOCI 센서의 적조 탐지 가능성을 평가하는데 그 목적이 있다. 이를 위해 MRI(MODIS Red tide Index)를 이용하게 되며, 필터링을 위해 667nm 밴드를 이용한다.

## 2. 자료 처리 및 분석

### 2. 1 사용 데이터

본 연구에서 실험에 사용된 자료는 NASA의 Ocean color web에서 제공하는 MODIS Ocean Level 2 자료이며, 결과 비교를 위해 국립수산과학원의 적조속보 자료를 참조 자료로 사용하였다. 대상지역으로는 *Cochlodinium polykrikoides* 적조가 광범위하게 발생된 우리나라 동해안, 남해안 일대이며, 2003년 9월 30일의 자료를 사용하였다.

### 2. 2 방법론

MODIS Level 2의 normalized water-leaving radiance 자료를 이용하여 *Cochlodinium polykrikoides* 적조를 탐지하는 알고리즘은 김용민 등(2007)이 제시하였다. MODIS 적조 탐지 알고리즘은 MRI와 667nm, 531nm, SST(Sea Surface Temperature) 밴드를 사용한다. 하지만 본 연구에서 제안하는 MODIS를 이용한 GOCI 알고리즘은 MRI와 667nm 밴드만을 사용하는데, 이는 GOCI 센서의 경우 531nm, SST 밴드를 제공하지 않기 때문이다.

#### 2. 2. 1 MODIS를 이용한 방법

MODIS 자료를 이용한 적조 탐지 알고리즘은 *Cochlodinium polykrikoides* 적조의 분광스펙트럼을 바탕으로 MRI를 계산한 후, 667nm, 531nm, SST 밴드를 이용하여 필터링을 수행함으로써 적조를 탐지한다. 적조의 분광 스펙트럼 특성 정보를 이용하여 생성된 MODIS 적조지수인 MRI는 식 1과 같으며, 이는 clear water를 제거하기 위해 사용된다.

$$MRI = \frac{551nm - 488nm}{551nm + 488nm} \quad (1)$$

551nm : water-leaving radiance at 551nm, 488nm : water-leaving radiance at 488nm

위와 같이 계산된 MRI중에서 0.2-0.35의 MRI값을 갖는 화소들만 추출해냄으로써 clear water를 제거할 수 있다.

#### 2. 2. 2 GOCI를 대비한 방법

2008년 발사 예정인 정지궤도해색위성인 GOCI는 412nm, 443nm, 490nm, 555nm, 660nm, 680nm, 745nm, 865nm 밴드로 구성되어진다. MODIS 자료를 이용한 GOCI의 적조 탐지 알고리즘은 488nm, 551nm, 667nm 밴드를 이용하며, 연구 흐름도는 다음과 같다.

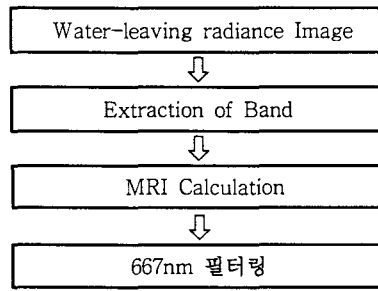


그림 1 연구 흐름도

이번 연구에서 제안한 GOCI 알고리즘은 GOCI가 발사된 후 GOCI의 자료를 바탕으로 다음과 같이 대체된다. 현재 MRI 연산에 이용되는 488nm, 551nm 밴드는 490nm, 555nm 밴드로 대체되며, 667nm 밴드는 660nm 밴드로 대체되어진다. GOCI 알고리즘 역시 MRI를 통해 Clear water를 제거하게 되며, 667nm 밴드를 이용하여 Turbid water를 제거하는 과정을 거친다.

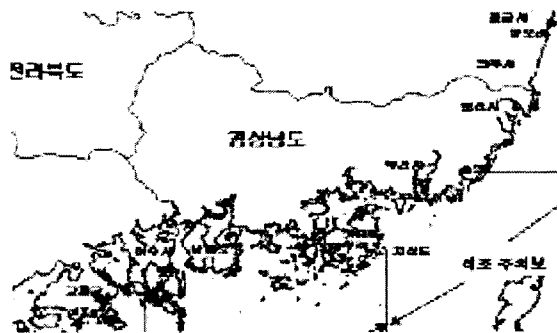
### 2. 3 결과

GOCI 센서를 대비하여 MODIS 자료를 이용한 적조 탐지 결과는 아래 그림과 같다. 결과 비교를 위하여 MODIS 자료를 이용한 알고리즘의 적조 탐지 결과와 GOCI를 대비한 알고리즘의 적조 탐지 결과를 비교해보았다. 참조 자료로는 국립수산과학원의 적조속보 자료를 사용하였다.



(a) GOCI 알고리즘 결과

(b) MODIS 알고리즘 결과



(c) 적조 속보 자료

그림 2 2003년 9월 30일 적조 탐지 결과 영상

위 그림에서 적조로 탐지된 화소들은 적색으로 표시하고 있으며, 판독을 용이하게 하기 위해 443nm 밴드와 RGB 조합을 하였다. GOCI 알고리즘은 MODIS 알고리즘에서 탐지되지 않았던 여수시 부근에서 발생했던 적조를 탐지해 낸 것을 볼 수 있다. 이는 각 알고리즘이 667nm 밴드와 531nm 밴드의 차별적인 필터링의 사용 때문에 발생한다. 탐지 정확도에 있어서 두 알고리즘은 유사한 결과를 보이고 있다. 하지만 공간해상도가 500m인 GOCI 자료를 이용한다면 GOCI 알고리즘은 더욱 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

### 3. 결론

본 연구에서는 2008년 발사 예정인 GOCI의 적조 탐지 가능성을 평가해보았다. GOCI 알고리즘 수행을 위해 GOCI와 유사한 파장대를 가진 MODIS 자료를 이용하였으며, GOCI 자료를 위한 새로운 알고리즘을 도입하였다. 알고리즘 수행 결과 2003년 9월 30일에 발생한 *Cochlodinium polykrikoides* 적조를 대부분 탐지할 수 있었고, 국립수산과학원의 적조속보 자료와 비교해 볼 때 좋은 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있었다. 또한 GOCI는 공간해상도가 500m로써 공간해상도 1km인 MODIS에 비해 더욱 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

향후에는 GOCI에서 추가적으로 제공되는 443nm, 412nm 밴드를 이용하여 더욱 정교한 필터링을 수행할 수 있을 것으로 예상되며, MODIS, SeaWiFS의 SST 밴드를 이용한 필터링 과정을 추가하는 연구를 수행해야 할 것이다. 또한 하루 10회의 관측 주기를 이용하여 적조의 이동경로에 대한 연구도 수행할 수 있을 것으로 예상된다.

### 참고문헌

- 해양연구원, 제1회 GOCI 활용 증대를 위한 사용자 워크숍 (2007)  
김용민, 변영기, 허용, 유기윤 (2007), MODIS Level 2 Data를 이용한 *Cochlodinium Polykrikoides* 적조 탐지, 한국토목학회지 심사중.  
Stumpf, R. P., Culver, M. E., Tester, P. A., Tomlinson M., Kirkpatrick G. J., Pederson, B. A., Truby E., Ransibrahmanakul, V., and Soracco, M. (2003), Monitoring *Karenia brevis* blooms in the Gulf of Mexico using satellite ocean color imagery and other data. *Harmful Algae*, 2, 147-160,