

연구노트

## 해양환경변화관측을 위한 GOCI CDOM 자료 분석

정 종 철

남서울대학교 GIS공학과

(2013년 7월 17일 접수, 2013년 8월 16일 승인)

### The Analysis of GOCI CDOM for Observation of Ocean Environment Change

Jeong Jong-chul

Namseoul Univ. Dep. of GIS

(Manuscript received 17 July 2013; accepted 16 August 2013)

#### Abstract

Geostationary Ocean Color Imager(GOCI), the World's first spaceborne ocean color observation satellite operated in geostationary orbit, was successfully launched on May 2010. The main missions of GOCI is the coastal environment monitoring of GOCI in order to meet the necessity of long-term climate change monitoring and research. The GOCI have higher spatial resolution than MODIS, 500m × 500m, and 8 spectral ocean color channels. GOCI have a capability for observation on the coastal environment change, GOCI perform the observation with 8 times a day. In this paper, we presented the more improved results for observation on the coastal environment change than MODIS ocean color sensor and detected the spatial difference of CDOM for monitoring coastal environment change.

Keywords : Ocean color, GOCI, coastal environment change

#### I. 서론

기후변화와 해양환경오염 배출원의 증가에 의해 한반도 주변해역의 해양환경은 급격하게 변화하고 있다. 특히 중국 서부 연안의 대규모 산업시설과 대도시의 개발은 해양오염물질을 배출하는 주요한 인자가 되었고, 국제적으로 해양환경의 모니터링과 해양환경변화에 대한 광범위한 관측이 요구되고 있다.

국가 해양 환경모니터링을 위한 조사선에 의한 해

양환경의 모니터링은 잘 구축된 정선관측시스템으로 이루어져 해양환경의 관측과 분석이 이루어지고 있으나, 시-공간적으로 다양한 변화를 나타내는 연안 해양 환경의 중-장기적인 변화탐지를 수행하기에는 부족한 공간해상력과 시간해상력을 가지고 있어서 이에 대한 다양한 모니터링 기술의 개발에 많은 노력이 이루어져 왔다(정종철, 1999; 안유환, 1999; 2002; 민지은, 2008).

해색위성에 의한 해양환경변화 관측기술은 정선관

측 시스템으로 관측하기 어려운 광범위한 해양환경의 공간적 변화를 관측하는데 적용 가능한 시스템으로 평가되었고(서영상, 2002; 박미옥, 2008; 정종철, 2011), CZCS 이후 MODIS, MERIS에 이르기까지 극궤도 기반의 해양환경변화와 기후변화 관측을 위한 위성운영은 효과적으로 진행되어 왔다. 그러나 극궤도기반의 해양환경관측은 시-공간적 제약을 가지고 있어서(Robinson, 2006; Morel and Gentili, 2002) 우리나라는 세계 최초로 정지궤도에 천리안위성을 발사하여 해양관측센서인 GOCI를 2010년 5월에 성공적으로 운영하였다.

GOCI는 연안 해양 환경관측을 비롯한 적조, 해류, 일차생산력 등 다양한 해양관측 요소를 정지궤도 위성영상으로부터 추출하는데 목적이 있으므로 SeaWiFS, MODIS와 같은 극궤도 해상위성과 유사한 관측 임무를 갖고 있다(채화정 외, 2009). 그러나 GOCI는 SeaWiFS, MODIS와 같은 극궤도 해상위성보다는 효과적으로 장기 기후변화에 대응한 해양환경변화를 관측하는데 있어서 정지궤도에서 한반도를 하루 8회 관측하는 임무를 가지고 있다. 그리고 기존의 극궤도 관측은 공간해상도가 1 km×1 km의 성능을 가지고 있는데, 이를 더 향상시킨 500m×500m로 하였기 때문에 한반도 주변 고정된 영역 관측을 구름이 없는 해역에 대해 높은 시간해상도로 관측할 수 있는 특성을 가지고 있다. 해수에 존재하는 용존 유기물질의 일종인 Colored Dissolved Organic Matter(CDOM)은 연안에서는 주로 육지의 담수, 오수, 퇴적물 등으로부터 공급되기 때문에 육상에서 연안 해양으로 이동하는 유기물입자의 정량적 변수로 해양환경변화를 관측할 수 있는 환경변수이며, GOCI는 GDPS(GOCI Data Processing System)로부터 CDOM을 산출할 수 있다. 그러나 해양환경관측센서인 GOCI 자료에 의한 CDOM의 변화를 연안 환경에 대해 시-공간적으로 제시한 연구는 부족한 실정이다.

본 연구에서는 GOCI 관측 자료에 의한 한반도 주변 실시간 해양환경 감시를 위해 해양의 클로로필 변화와 장단기 연안 및 중규모 해양환경 변동의 감시에 있어서 CDOM을 관측하였다. 특히 연안과 해양의 효

율적 관리를 위한 환경모니터링, 육상 담수 오염물의 이동 및 확산, 연안해양의 오염도 감시, 해양환경 모니터링을 통한 적조와 녹조의 발생과 확산경로 예측을 모니터링하는 해양환경변수로 CDOM을 활용하는 체계를 구축하는데 시-공간적으로 개선된 GOCI CDOM 관측 자료를 적용하였다. 특히 GOCI는 CDOM을 생산할 수 있는 GDPS를 가지고 있어서 해양환경 변화를 관측하는데 다른 해상센서에서 평가할 수 없었던 시-공간해상력 CDOM의 정량적 분석을 수행하여 연안 해양환경 모니터링에 적합성을 평가하는데 본 연구의 목적이 있다.

## II. 연구 방법 및 자료

본 연구에서는 GOCI 관측 자료에 의한 한반도 주변 실시간 해양환경 감시의 목적을 달성하기 위해 해양위성센터에서 제공되는 GOCI 자료를 GDPS로 자료 처리하여 해양환경변화를 모니터링하기에 적합하다고 판단되는 CDOM 자료를 생산하였다. 해양위성센터에서 제공하는 GOCI Data의 관측시간은 현지 시간으로 11시, 12시, 13시 자료를 사용하였다. GOCI 자료를 GDPS로 자료 처리하여 분석된 CDOM의 공간적 상관관계성을 분석하기 위해서 ENVI 4.7과 IDL을 통하여 수치자료를 해석하였다(정종철, 2009).

GOCI에 의한 CDOM의 알고리즘 계산식은 문정연 외(2010)의 연구 결과에 의하면 GOCI의 CDOM 알고리즘에서 추정된  $adom(412)$ 와 현장에서 획득한  $adom(412)$ 를 분석한 결과  $RMSE=0.18$ , 알고리즘 추정 샘플  $N=1348$ 이었다. GOCI의 CDOM 산출 알고리즘(문정연, 2008)은 경험적(Empirical) 방법으로 김윤정 외(2012)에서 국제적인 다른 CDOM 알고리즘과 비교하였다. 본 연구에서는 GOCI 자료를 적용하여 GDPS에 의해 생산된 한반도 주변 해역에서 나타나는 CDOM의 시-공간적인 변화를 분석하여 가장 효과적으로 한반도 주변해역의 해양환경변화를 분석하였다.

본 연구의 해양환경분석에서 사용된 GOCI 자료는 2012년 5월부터 8월까지의 제주도, 울릉도, 서해안1지점, 서해안2지점으로 나누어 분석하였으며,

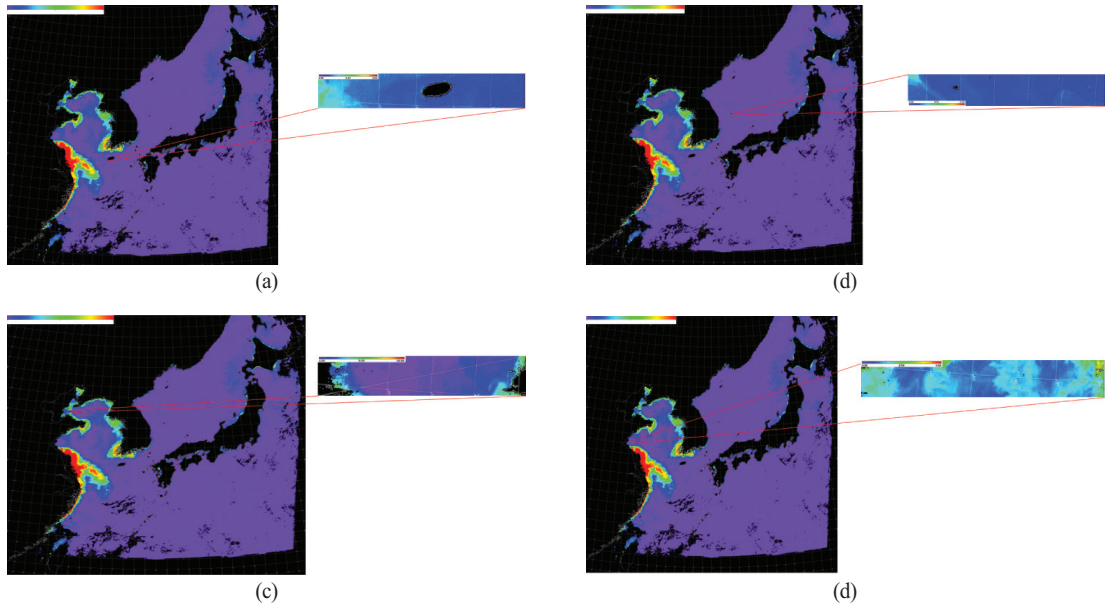


Figure 1. The study area and x-profile of (a) Jeju island, (b) ulleung island, (c) west sea 1 site, (d) west sea 2 site

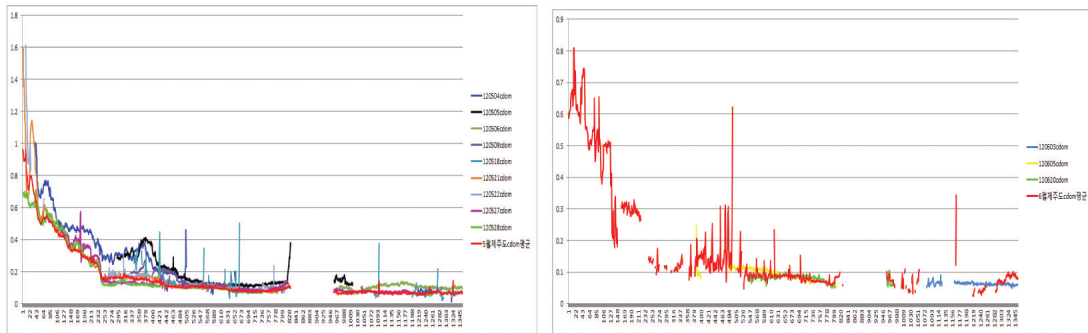


Figure 2. The x-profile CDOM of Jeju island on May and June 2012.

Figure 1은 제주도, 울릉도, 서해안 1, 2지점의 x-profile지점을 나타낸 그림이다.

### III. 분석 결과

본 연구의 분석에서 사용된 GOCI 자료는 2012년 5월부터 8월까지의 제주도, 울릉도, 서해안1지점, 서해안2지점으로 나누어 분석하였다. Figure 2는 제주도 지점의 x-profile지점을 5월, 6월 Figure 3은 7월, 8월 CDOM을 비교한 모습이다. 제주도를 중심으로 좌측지점은 6월은 5월에 비해 전체적으로 약  $0.05\sim 0.1\text{m}^{-1}$  정도 하락했으며, 7월이 5월에 비해 약  $0.1\sim 0.2\text{m}^{-1}$  상승한 것을 알 수 있다. 제주도 우측 지

점은 7월이 5월에 비해 약  $0.1\text{m}^{-1}$  정도 상승한 것을 알 수 있으나, 일부 지점만 상승을 하고 평균적으로 5월과 비슷한 경향을 나타냈다. 8월은 5월에 비해  $0.15\sim 0.2\text{m}^{-1}$  상승하였다.

CDOM의 시-공간적 변화는 육상으로부터 유입되는 용존유기물의 공간적 분포를 나타내는 것으로 제주도는 중국 양자강과 황하강 유역에서 유입되는 육상기인 오염물질들이 태풍에 영향을 받은 지점으로 태풍이 지나간 7월과 8월에 약  $0.1\sim 0.5\text{m}^{-1}$  상승한 것으로 나타났다. Figure 4와 Figure 5는 울릉도 해역의 x-profile을 5월, 6월, 7월, 8월의 CDOM을 비교한 결과이다. 울릉도를 중심으로 좌측 해역은 태풍 이후 6월이 5월에 비해  $0.01\sim 0.8\text{m}^{-1}$  하락한 것을 알

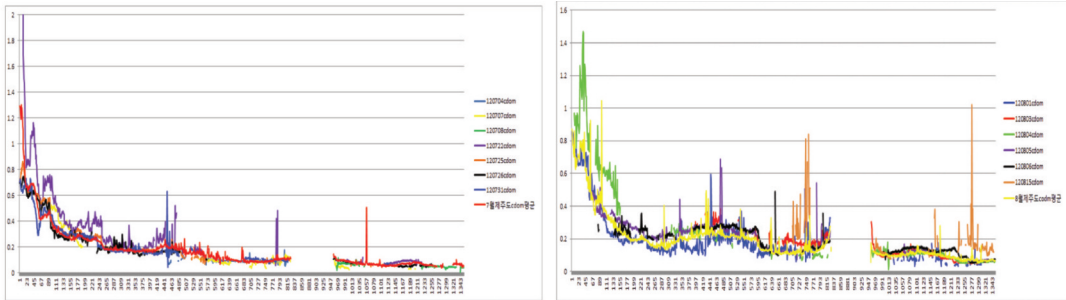


Figure 3. The x-profile CDOM of Jeju island on July and August 2012.

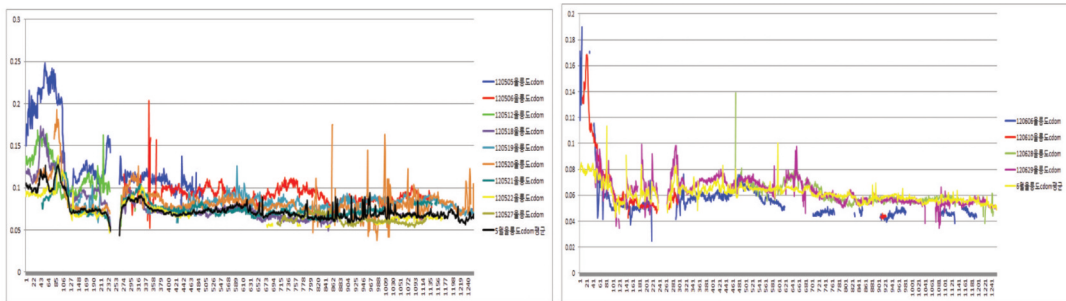


Figure 4. The x-profile CDOM of ulleung island on May and June 2012.

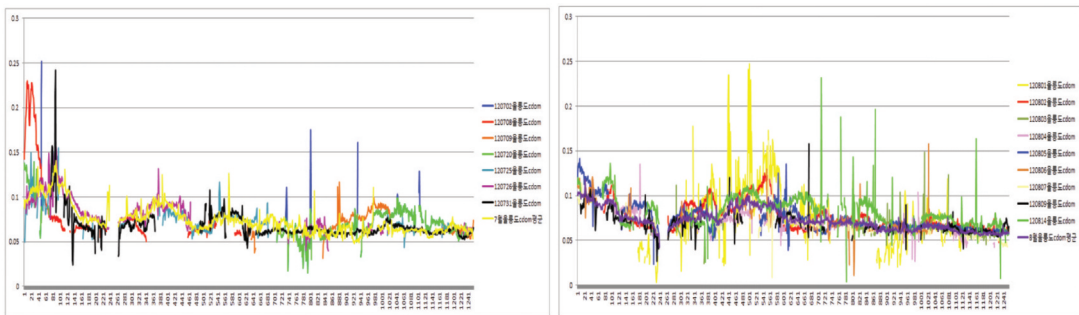


Figure 5. The x-profile CDOM of ulleung island on July and August 2012.

수 있으며, 7월이 5월 비해 울릉도 좌측해역으로는  $0.02\sim 0.04\text{m}^{-1}$  상승과 하락이 나타난 것을 알 수 있다. 울릉도 우측 해역은  $0.01\sim 0.03\text{m}^{-1}$  상승하였다. 8월은 5월 비해 울릉도 좌측해역은  $0.01\sim 0.03\text{m}^{-1}$  정도 상승한 것을 알 수 있으며, 우측 해역은  $0.01\sim 0.04\text{m}^{-1}$  하락하였다. 또한 8월이 7월에 비해 울릉도 좌측해역은 하락하였으며, 우측 해역은 7월과 비슷하게 나타났다.

울릉도 해역은 태풍 카눈(2012년 7월16일-7월19일)의 간접적인 영향과 덴빈(2012년 8월19일-8월31일)에 의한 영향으로 태풍이 지나간 후의 7월과 8월이 태풍이전 5월과 6월의 농도보다  $0.05\sim 0.08\text{m}^{-1}$

상승한 것으로 나타났다.

Figure 6과 Figure 7은 서해안 1지점의 x-profile 지점의 5월, 6월, 7월, 8월의 CDOM을 비교한 모습이다. 서해안 1지점은 6월이 5월에 비해 중국 연안 지점으로  $0.1\sim 0.2\text{m}^{-1}$  상승을 하였고, 우측 해역은  $0.1\sim 0.2\text{m}^{-1}$  상승하였지만 한반도에 가까울수록  $0.1\sim 0.15\text{m}^{-1}$  하락 하였다. 7월이 5월에 비해서는 중국 연안 지점으로는  $0.4\sim 0.6\text{m}^{-1}$  하락하였으며, 우측 해역은  $0.1\sim 0.4\text{m}^{-1}$  하락한 것을 알 수 있다. 8월이 5월에 비해 중국 연안 지점으로부터  $0.2\sim 0.3\text{m}^{-1}$  하락하였으며, 우측 해역도  $0.1\sim 0.3\text{m}^{-1}$  하락을 하였다. 또한 8월이 7월에 비해 중국 연안 지점으로

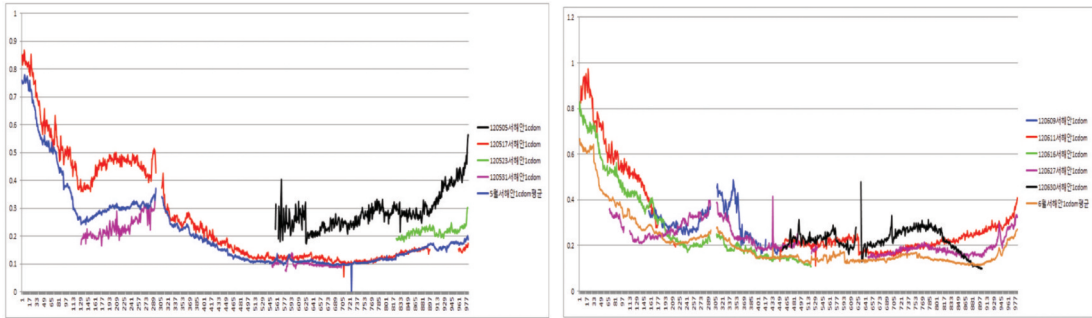


Figure 6. The x-profile CDOM of west sea 1 site on May and June 2012.

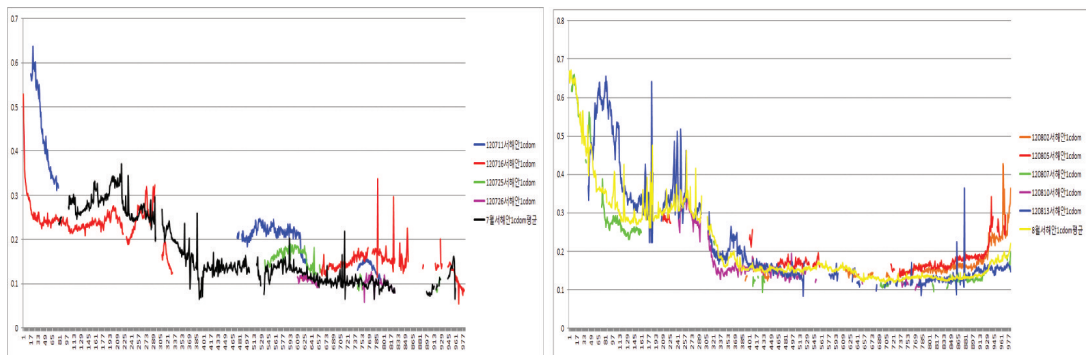


Figure 7. The x-profile CDOM of west sea 1 site on July and August 2012.

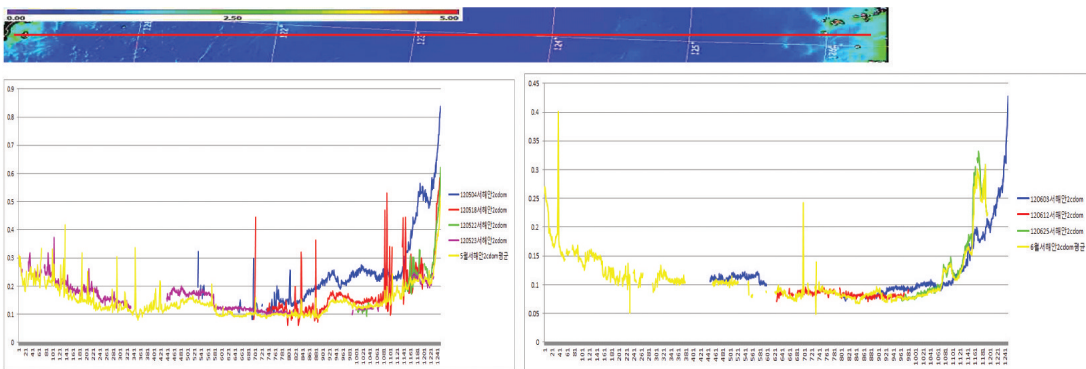


Figure 8. The x-profile CDOM of west sea 2 site on May and June 2012.

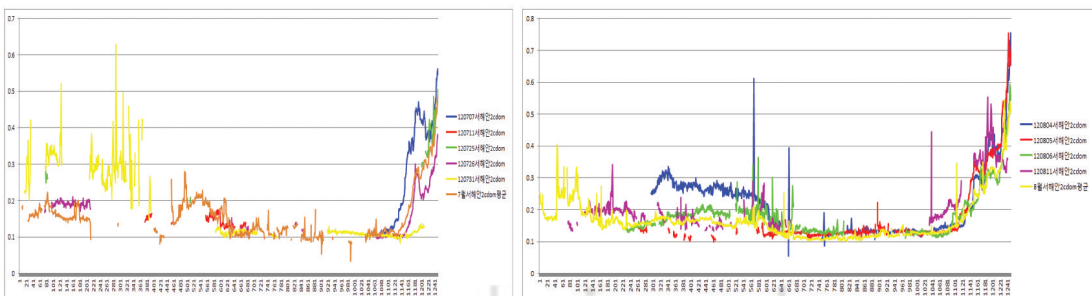


Figure 9. The x-profile CDOM of west sea 2 site on July and August 2012.

0.2~0.4m<sup>-1</sup>상승을 하였고, 우측 해역은 0.1~0.2m<sup>-1</sup> 상승한 것을 알 수 있다.

Figure 8과 Figure 9는 서해안 2 지점의 CDOM을 비교한 것이다. 서해안 2는 6월이 5월에 비해 0.15~0.2m<sup>-1</sup> 하락한 것을 알 수 있다. 7월이 5월에 비해 중국 연안 지점으로 0.1~0.2 상승을 하였으며, 우측 해역은 0.05~0.2m<sup>-1</sup> 상승하였다. 8월이 5월에 비해 0.1~0.3m<sup>-1</sup> 상승한 것을 알 수 있다. 8월이 7월에 비해 7월이 중국 연안 지점으로 0.1~0.2m<sup>-1</sup> 상승을 하였고, 우측 해역으로부터 0.1~0.2m<sup>-1</sup> 하락한 것을 알 수 있다. 서해안2지점의 CDOM은 전체적으로 8월이 7월에 비해 상승 정도가 높았으며 7월도 8월보다 높은 지점이 있는 것을 알 수 있다.

#### IV. 결론

본 연구에서는 2012년 5월부터 8월까지 한반도 주변 해역의 해양환경변화를 모니터링하기 위해 GOCI CDOM의 변화에 대하여 분석하였다. 제주도, 울릉도, 서해안 2개 해역 CDOM의 분포는 모두 5월과 6월에 비해 상승을 하였고, 서해안 1 해역은 중국 연안 해역으로부터 하락하는 경향이 나타났다. 중국 연안 해역의 CDOM 하락은 울릉도 해역이 5월과 6월에 비해 상승하는 것을 알 수 있었다. GOCI CDOM의 이러한 변화 경향은 태풍에 의해 발생하는 강우의 영향으로 육상에서 기인하는 용존 유기물이 강 하구역을 통해 배출되는 지역에서 비정상적으로 상승한 지역을 포함하여 GOCI CDOM의 변화에서 공간적 차이가 발생할 것으로 판단된다. 제주해역과 동해 울릉도 해역은 GOCI CDOM의 변화에서 연안 해양 환경 변화의 공간적 구분을 명확히 나타내고 있으며, 이러한 GOCI CDOM의 시-공간적 변화에 대한 연구는 해양 생물의 이동과 연안 해양 수질 연구에 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 사사

본 연구는 2013년 남서울대학교 교내연구과제의 지원에 의해 이루어졌습니다.

#### 참고문헌

- 민지은, 2009, 정지궤도해색위성자료를 위한 BRDF 보정방법 연구, 한국해양학회 추계학술대회, pp.116.
- 문정언 외, 2008, 한반도 주변 해역에서 용존유기물의 흡광계수(adom)연구, 한국해양학회추계포스터발표.
- 문정언, 안유환, 유주형, P. Shanmugam, 2010, 정지궤도 해색탐재체(GOCI) 해수환경분석 알고리즘 개발, 대한원격탐사학회지, 26(2): 189-207.
- 박미옥, 2008, GOCI 및 유사 해색위성을 활용한 부유물 및 입자태 유기물의 확산범위 및 농도 변화 모니터링을 통한 기초생산량변동 특성 규명, 정지궤도 해양위성 활용연구지원사업 보고서, pp.10-32.
- 서영상 등, 2002, 태풍 통과에 따른 한국 연근해 수온 변동, 한국환경과학회지, 11(7), 627-636.
- 안유환 외, 1999, 종합해양관측위성의 사전 조사 연구, 한국해양연구소, 58-59.
- 안유환 외, 2002, 정지궤도 해양위성 탐재체 선행 연구, 한국해양연구원, 35-41.
- 정종철, 2011, 태풍의 이동경로에 의한 해양환경변화탐지의 위성활용, 한국환경영향평가학회, 2011추계학술대회발표, 178-179.
- 정종철, 1999, Landsat TM을 이용한 표층수온 분석 오차, 대한원격탐사학회지, 15(1), 1-8.
- 정종철, 2009, 지표방사율에 의한 지표온도와 도시 열섬효과 비교, 한국환경영향평가학회, 18(4), 219-227.
- 채화정 외, 2009, 동해 SeaWiFS 클로로필-a의 스펙클 오차를 제거한 합성장 생산, 대한원격탐사학회 추계학술대회, pp.344-348.
- Morel, A., D. Antoine, and B. Gentilli, 2002, Bidirectional reflectance of oceanic waters: accounting for Raman emission and varying particle scattering phase function. Appl. Opt., 41, 6289-6306.

Robinson, I.S. and Sanjuan-Calzado, V. 2006,  
The application of satellite ocean colour  
data to marine ecosystem models. Report  
D2.3.6 for the Marine Environment and

Security for the European Area -  
Integrated Project (MERSEA-IP).

최종원고채택 13. 08. 20