

# **GOCI-II Level-2 OCR Product (R2024-1)**

G2GS

Exported on Feb 19, 2025

## Table of Contents

<b>1</b>	<b>요약</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>개선사항</b> .....	<b>6</b>
2.1	Level-1B 자료 감도저하 보정 .....	6
2.2	대기보정 정확도 개선 .....	6
2.3	개선된 보조입력자료 사용 .....	7
2.4	개선 효과 .....	7
<b>3</b>	<b>Geophysical Data</b> .....	<b>9</b>
3.1	$R_{rs}$ (Remote Sensing Reflectance).....	9
3.2	$Chl_a$ (엽록소 a 농도).....	10
3.3	TSM (총부유물질 농도) .....	10
3.4	$K_d(490\text{ nm})$ (490 nm 하향확산감쇠계수) .....	11
3.5	$a_{DOM}(440\text{ nm})$ (440 nm 유색용존유기물 흡광).....	11
3.6	IOP (고유광특성) .....	12
3.6.1	$a_{dg}(443\text{ nm})$ (443 nm 용존유기물과 부유입자 흡광계수) .....	12
3.6.2	$a_{\phi}(443\text{ nm})$ (443 nm 엽록소 a 흡광계수).....	13
3.6.3	$b_{bp}(555\text{ nm})$ (555 nm 후방산란계수).....	14
3.6.4	$S(a_{dg})$ 의 분광기울기 지수.....	14
3.6.5	$\eta(b_{bp})$ 의 분광기울기 지수.....	15
<b>4</b>	<b>Navigation Data</b> .....	<b>16</b>
4.1	Latitude.....	16
4.2	Longitude .....	16
<b>5</b>	<b>Flags</b> .....	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>참고 문헌</b> .....	<b>19</b>

<b>문서 제목</b>	GOCI-II Level-2 OCR Product
<b>최초 작성 일자</b>	2025-02-28
<b>최종 갱신 일자</b>	
<b>작성자</b>	Su-Jung Bae, Jae-Hyun Ahn, Myung-Sook Park, Min-Sang Kim, Sun-Ju Lee, Jong-Kuk Choi  Korea Ocean Satellite Center of KIOST, Busan, Republic of Korea

# 1 요약

해색(Ocean Color) 원격 탐사 데이터의 품질을 향상시키기 위해 대부분의 운영기관에서는 위성자료 재처리를 주기적으로 수행하고 있다. 이는 위성 해색 자료 처리에 사용되는 기상 자료 및 대기 보정 알고리즘을 최신화하여, 보다 정교한 해색 자료를 사용자들에게 제공하기 위한 과정이다.

한국해양과학기술원 해양위성센터와 국립해양조사원 국가해양위성센터 또한 마찬가지로 GOCI-II (2<sup>nd</sup> Geostationary Ocean Color Imager)의 해색 자료 재처리를 다음의 두가지 이유로 수행하고 있다.

- 1) GOCI-II 자료 처리에 사용되는 기상 입력 자료를 실시간 예측 기상 자료에서, 일정 기간이 지난 후 제공되는 보다 정밀한 재분석 기상 자료(Reanalysis Meteorological Data)로 대체함으로써 자료 품질을 향상
- 2) 알고리즘의 업데이트가 있을 경우 과거의 모든 자료를 재처리하여 보다 높은 품질의 시계열 자료 확보

2024년 5월 GOCI-II의 복사 보정 및 대기 보정 알고리즘이 개선된 이후, 국립해양조사원 국가해양위성센터에서는 업데이트된 실시간 생성 자료를 사용자들에게 배포해왔다. 또한, 과거 자료의 경우 개선된 대기 보정 알고리즘과 재분석 기상 자료를 적용하여 2025년 2월부터 재처리한(Ocean Color Reprocessing, OCR) 데이터를 제공하고 있다.

본 기술문서는 GOCI-II 재처리 Level-2 자료에 대해, 재처리를 통해 개선된 부분과 자료 구조에 대한 정보를 제공한다.

## 2 개선사항

본 재처리(OCR) 산출물은 다음의 개선내역을 포함하고 있다.

### 2.1 Level-1B 자료 감도저하 보정

대기 상층 복사휘도(Level-1B) 자료는 GOCI-II 에서 관측되는 가장 기본적인 산출물로, 이 자료의 복사 보정 정밀도가 모든 해석 산출물의 신뢰성을 결정한다. 해석 산출물은 복사 보정에 일정 수준의 편향이 있더라도 대리 교정을 통해 보정할 수 있지만, 이를 위해서는 복사 보정의 시간적·공간적 일관성이 확보되어야 한다. GOCI-II 센서 및 광학 시스템은 지구 환경을 관측하는 과정에서 광 노출에 따른 센서 감도 저하가 발생할 수 있으며, 이는 복사 보정의 시간적 일관성을 저해하는 요인이 될 수 있다.

본 재처리에서는 2020년 3월부터 2023년 8월까지 수집된 태양광 확산기(solar diffuser) 관측 자료를 활용하여 센서 감도 저하를 추정하고, 이를 그림 1 과 같이 보정 적용하였다 (Park et al., 2023; Kim et al., 2023).

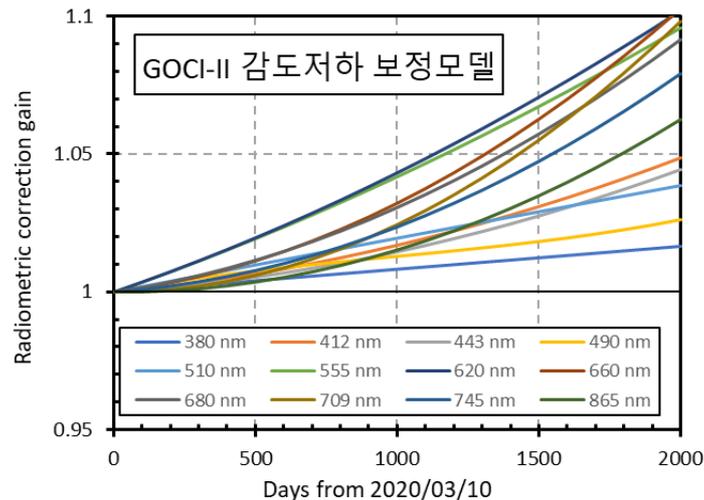


그림 1. GOCI-II 밴드 별 감도저하 보정 계수

### 2.2 대기보정 정확도 개선

모든 해석위성들은 대리교정(vicarious calibration)을 통해 센서의 복사보정계수(gain)을 미세조정하고 이를 통하여 대기보정 정확도를 개선하였다 (Ahn et al., 2015; 2021). 이번 업데이트에서는 GOCI-II 와 GOCI 의 대기상층 복사휘도를 직접 비교하여 GOCI-II 의 745, 865 nm 분광밴드의 대리교정 상수를 도출하고 국외 NOAA 에서 운용중인 VIIRS 해석위성이 산출한  $R_{rs}$  를 이용하여 나머지 분광밴드 대리교정 상수를 아래와 같이 도출하였다 (표 1, 그림 2).

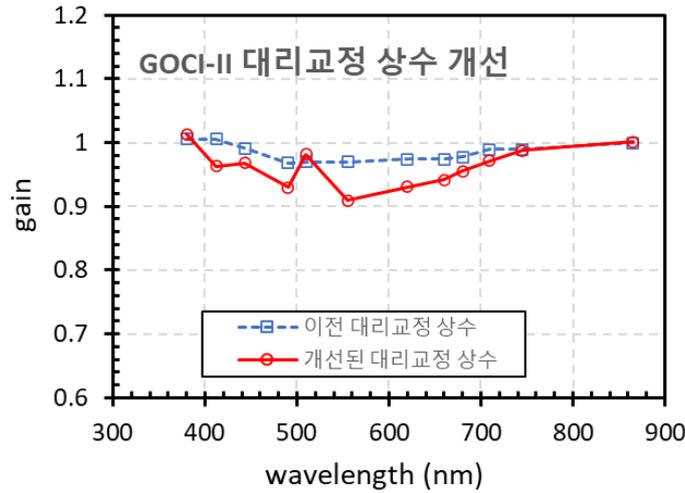


그림 2. GOCI-II 밴드 별 대리교정 상수 값 업데이트 전/후 비교

표 1. GOCI-II 밴드 별 대리교정 상수 값 업데이트

밴드 (nm)	380	412	443	490	510	555	620	660	680	709	745	865
대리교정 상수	1.013	0.960	0.968	0.930	0.981	0.910	0.930	0.941	0.956	0.971	0.988	1.001

### 2.3 개선된 보조 입력자료 사용

위성 복사 측정 기반 해양환경 분석 알고리즘은 센서가 관측한 복사도 외에도 바람장, 지표 기압, 상대 습도, 수증기 농도, 오존 농도 등 여러 보조 기상자료를 활용한다.

일반적으로, 정확도가 높은 기상자료는 위성의 관측 시점에서는 이용할 수 없는 경우가 많으며 GOCI-II 의 경우에는 가용한 기상자료 중 정확도가 어느 정도 보장되는 NCEP 제공 기상 예보자료를 실시간으로 활용하여 자료처리 및 배포를 수행한다. 이후 정확도가 크게 개선된 재분석 기상자료를 다시 적용하여 위성자료를 재처리할 경우 산출물의 정확도가 더 개선된다.

재분석 기상 자료를 활용한 GOCI-II 해색 재처리(OCR) 자료는 GOCI-II 관측 시점을 기준으로 약 한 달 후에 사용자에게 제공된다.

### 2.4 개선 효과

대기보정 산출물인 원격반사도(remote-sensing reflectance:  $R_{rs}$ )를 소청초 해양과학기지(동경 124 도 44 분, 북위 37 도 25 분)에 설치된 AERONET-OC 로 측정한 현장  $R_{rs}$ 와 비교 검증한 결과 과거(그림 4)보다 정확도가 412, 443, 490, 555, 660, 680 nm 밴드 기준으로 각각 순서대로 31.7, 30.7, 15.2, 13.6, 79.5, 50.8 % (평균 36.9%) 개선되었다 (그림 5).

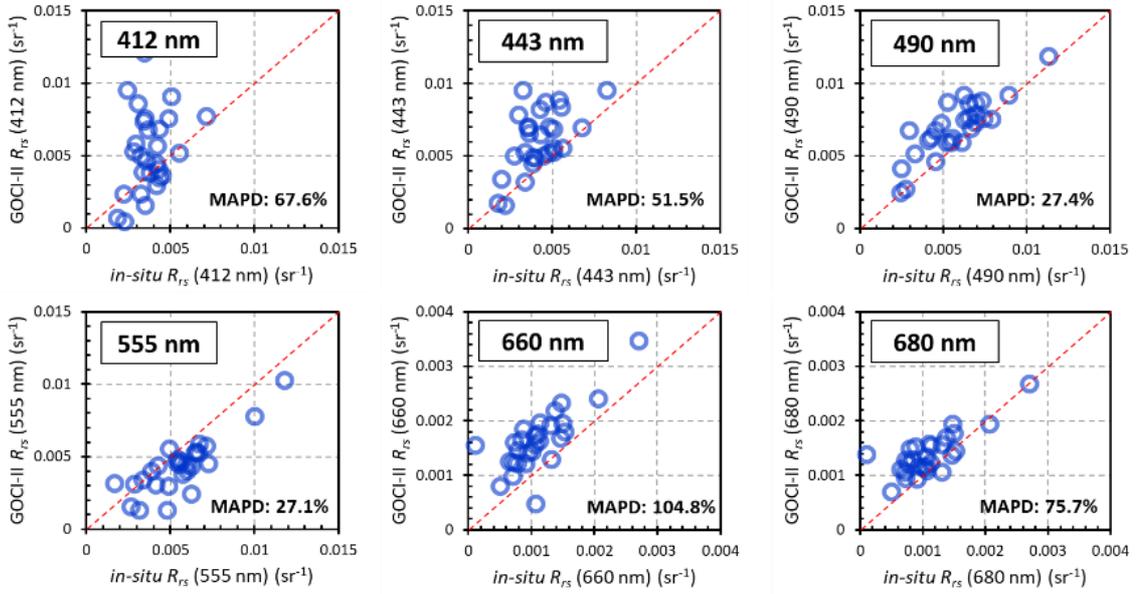


그림 4. 업데이트 이전 GOCI-II 원격반사도(Rrs)를 소청초 해양과학기지에 설치된 AERONET-OC 자료를 이용하여 검증한 결과

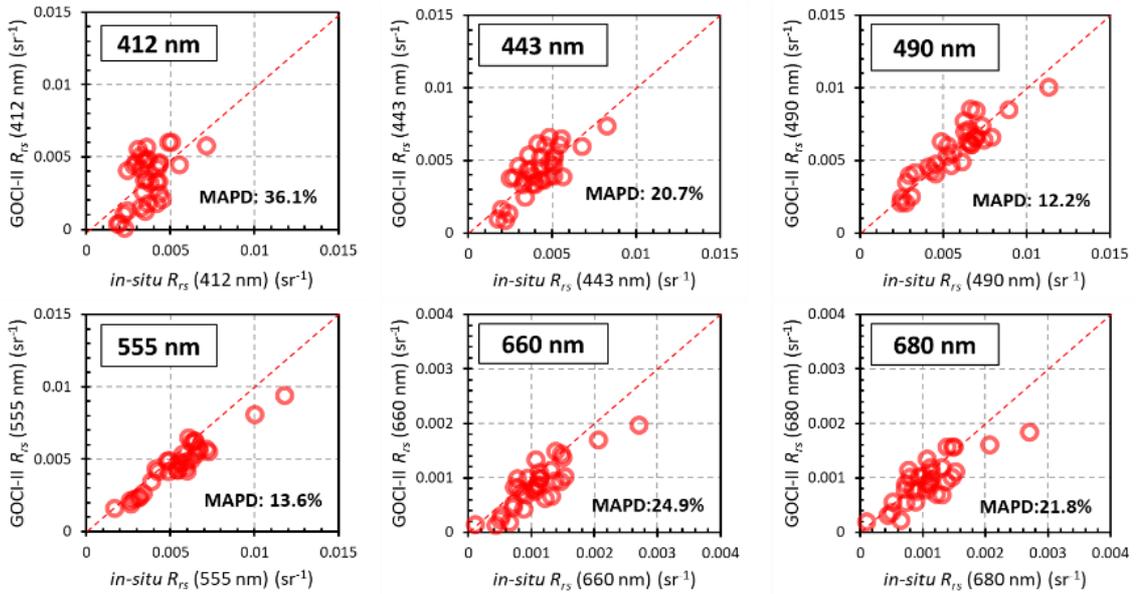


그림 5. 업데이트(2024-1) 이후 GOCI-II 원격반사도(Rrs)를 소청초 해양과학기지에 설치된 AERONET-OC 자료를 이용하여 검증한 결과

### 3 Geophysical Data

본 OCR 산출물을 위해 재처리 대상이 되는 GOCI-II 산출물은 26 종의 전체 GOCI-II 산출물이 아니라, Rrs, Chl, TSM, aDOM, Kd, IOP 의 6 종 산출물이다.

이 6 종 산출물의 선정 기준은 다음과 같다.

- ◆ 사용자 활용도가 높은 주요 해색 산출물
- ◆ 해양 환경 분석을 위한 주요 알고리즘의 입력 산출물
- ◆ NASA 의 해색 원격탐사 연구를 수행하는 Ocean Biology Processing Group 에서 제공하는 Standard Product Suite 의 주요 산출물

#### 3.1 $R_{rs}$ (Remote Sensing Reflectance)

원격반사도는 해색(ocean color) 기반 해양환경을 분석할 수 있는 가장 기본적인 정보이다. GOCI-II 는 380, 412, 443, 490, 510, 555, 620, 660, 680, 709, 745, 865 nm 의 12 개 분광밴드를 탑재하고 있으며 본 OCR 산출물에서는 해양환경분석을 위해 가장 많이 사용되는 380~709 nm 밴드를 포함하였다.  $R_{rs}$ 의 단위는  $sr^{-1}$  이다.

Attribute	Precision	Value
standard_name	character	Rrs_[wavelength]
long_name	character	Remote sensing reflectance at [wavelength] nm, KOSC standard algorithm
_FillValue	float	-999.0
units	character	sr <sup>-1</sup>
valid_min	float	-0.01
valid_max	float	0.1
reference	character	KOSC algorithm: Ahn et al. (2015); Ahn et al. (2016); Ahn and Park (2020); Ahn et al. (2021)
scale_factor	float	1.0
add_offset	float	0.0

### 3.2 Chl<sub>a</sub> (엽록소 a 농도)

해색 원격탐사에서 엽록소-a(Chlorophyll-a) 자료는 해양 1 차 생산력, 식물플랑크톤 분포 및 해양 생태계 변화를 모니터링하는 핵심 지표이다. Chl<sub>a</sub>의 단위는 mg/m<sup>3</sup>이다.

Attribute	Precision	Value
standard_name	character	chl <sub>a</sub>
long_name	character	Chlorophyll(-a) concentration, OC4G2 algorithm
_FillValue	float	-999.0
units	character	mg/m <sup>-3</sup>
valid_min	float	0.0
valid_max	float	1000.0
reference	character	O'Reilly et al. (1998)
scale_factor	float	1.0
add_offset	float	0.0

### 3.3 TSM (총부유물질 농도)

해색 원격탐사에서 총부유물질 농도(TSM) 자료는 해양의 탁도, 침식·퇴적 과정, 연안 및 하천 유출에 의한 해양환경 영향을 모니터링하는 데 활용된다. TSM의 단위는 g/m<sup>3</sup>이다.

Attribute	Precision	Value
standard_name	character	tsm
long_name	character	Total suspended sediments concentration
_FillValue	float	-999.0
units	character	g/m <sup>-3</sup>
valid_min	float	0.0
valid_max	float	1000.0
reference	character	KOSC_ATBD(Total Suspended Materia, 2021), Siswanto et al. (2011)

Attribute	Precision	Value
scale_factor	float	1.0
add_offset	float	0.0

### 3.4 $K_d(490 \text{ nm})$ (490 nm 하향확산감쇠계수)

해색 원격탐사에서 하향확산감쇠계수(diffuse attenuation coefficient,  $K_d$ ) 자료는 광 투과도를 통해 해양 광환경 및 일차 생산력 변화를 모니터링하는 데 활용된다. 본 OCR 산출물에서는 해수 내 부유물과 용존 물질에 의한 광 감쇠를 가장 효과적으로 볼 수 있으며 투과 깊이가 깊은 파장인 490nm 밴드  $K_d$  를 사용자에게 제공한다.

Attribute	Precision	Value
standard_name	character	Kd_490
long_name	character	Diffuse attenuation coefficient at 490 nm, Zhongping Lee's semi-analytic algorithm
_FillValue	float	-999.0
units	character	m <sup>-1</sup>
valid_min	float	-0.1
valid_max	float	100.0
reference	character	
scale_factor	float	1.0
add_offset	float	0.0

### 3.5 $a_{DOM}(440 \text{ nm})$ (440 nm 유색용존유기물 흡광)

해색 원격탐사에서 유색 용존 유기물 흡광( $a_{DOM}$ ) 자료는 해수 내 용존 유기물(DOM)의 농도와 광학적 특성을 반영하여, 탄소 순환, 유기물 기원, 하천 유출 및 해양 생태계 변화를 모니터링하는 데 활용된다. 440 nm 는 유색용존유기물 흡광을 효과적으로 반영하면서도, 다른 광학적 성분과의 구별이 용이한 최적의 기준 파장으로 사용되고 있다. 본 산출물은 용존유기물에 대한 흡광계수로 IOP 로 구분될 수 있지만 높은 사용빈도와 활용성에 의해 IOP 산출물과 구분하여 제공하고 있다. 단위는 단위거리인 m<sup>-1</sup> 을 사용한다.

Attribute	Precision	Value
standard_name	character	adom_440
long_name	character	Absorption coefficient of dissolved organic matter at wavelength 400, 440, or 443, Tassan aDOM
_FillValue	float	-999.0
units	character	m <sup>-1</sup>
valid_min	float	0.0
valid_max	float	100.0
reference	character	Siswanto et al. (2011)
scale_factor	float	1.0
add_offset	float	0.0

### 3.6 IOP (고유광특성)

고유광특성자료(Inherent Optical Properties, IOP)는 외형적광특성(Apparent Optical Properties, AOP)와 광학적으로 밀접한 관계가 있으며, 해수 주요 구성물질들이 어떤 기작으로 해색의 분광정보로 관측되는지를 이해하기 위해 필요한 산출물이다. 본 OCR IOP 산출물은 가장 활용도가 높은 IOP 변수들을 제공하고 있으며 각 변수들에 대한 상세한 설명 및 단위는 관련 기술문서(고유광특성 ATBD)에서 확인할 수 있다.

#### 3.6.1 $a_{dg}$ (443 nm) (443 nm 용존유기물과 부유입자 흡광계수)

443 nm 밴드의  $a_{dg}$  값은 수질 혹은 부유입자의 흡광과 높은 상관관계를 보여주며 단위는 단위거리인 m<sup>-1</sup>이다.

Attribute	Precision	Value
standard_name	character	a_dg_443
long_name	character	Spectral absorption coefficient of detritus and gelbstoff at 443 nm, QAA version 6
_FillValue	float	-999.0
units	character	m <sup>-1</sup>
valid_min	float	-0.1

Attribute	Precision	Value
valid_max	float	100.0
reference	character	Lee, Z. (2014). "Quasi-Analytical Algorithm (QAA) version 6."; Lee, Z., et al. (2002). "Deriving inherent optical properties from water color: a multiband quasi-analytical algorithm for optically deep waters." <i>Applied Optics</i> , 41(27): 5755-5772.
scale_factor	float	1.0
add_offset	float	0.0

### 3.6.2 $a_{\phi}$ (443 nm) (443 nm 엽록소 a 흡광계수)

443 nm 는 엽록소 a 의 흡광이 최대인 분광밴드이며 이 밴드의 엽록소 a 흡광계수는 엽록소 농도와 거의 선형적인 상관관계를 가진다. 따라서 엽록소 산출 알고리즘뿐만 아니라 값을 이용해서도  $a_{\phi}$  (443 nm) 을 산출할 수 있으며 광학적으로 복잡한 case-2 해수에서는  $a_{\phi}$  (443 nm) 을 이용하는 방법이 경우에 따라 더 정확하게 엽록소 농도를 산출할 수 있다. 단위는 단위거리인  $m^{-1}$  이다.

Attribute	Precision	Value
standard_name	character	a_chl_443
long_name	character	Spectral absorption coefficient of chlorophyll-a at 443 nm, QAA version 6
_FillValue	float	-999.0
units	character	$m^{-1}$
valid_min	float	-0.1
valid_max	float	100.0
reference	character	Lee, Z. (2014). "Quasi-Analytical Algorithm (QAA) version 6."; Lee, Z., et al. (2002). "Deriving inherent optical properties from water color: a multiband quasi-analytical algorithm for optically deep waters." <i>Applied Optics</i> , 41(27): 5755-5772.
scale_factor	float	1.0
add_offset	float	0.0

### 3.6.3 $b_{bp}$ (555 nm) (555 nm 후방산란계수)

가장 많이 사용되는 중심 파장대인 555 nm 밴드의 부유입자 후방산란계수.  $b_{bp}$  (555 nm) 값의 경우 부유입자의 농도와 선형에 가까운 상관관계를 보여준다. 단위는 단위거리인  $m^{-1}$  이다.

Attribute	Precision	Value
standard_name	character	bb_p_555
long_name	character	Spectral backscattering coefficient of particles at 555 nm, QAA version 6
_FillValue	float	-999.0
units	character	$m^{-1}$
valid_min	float	-0.1
valid_max	float	100.0
reference	character	Lee, Z. (2014). "Quasi-Analytical Algorithm (QAA) version 6."; Lee, Z., et al. (2002). "Deriving inherent optical properties from water color: a multiband quasi-analytical algorithm for optically deep waters." <i>Applied Optics</i> , 41(27): 5755-5772.
scale_factor	float	1.0
add_offset	float	0.0

### 3.6.4 $S(a_{dg})$ 의 분광기울기 지수

$a_{dg}(443\text{ nm})$ 와 함께 모든 파장에 대한  $a_{dg}$  값을 도출하기 위한 변수이다.

Attribute	Precision	Value
standard_name	character	a_dg_s
long_name	character	Detrital and gelbstoff absorption spectral parameter for QAA v.6
_FillValue	float	-999.0
units	character	-
valid_min	float	0.0
valid_max	float	5.0

Attribute	Precision	Value
reference	character	Lee, Z. (2014). "Quasi-Analytical Algorithm (QAA) version 6."; Lee, Z., et al. (2002). "Deriving inherent optical properties from water color: a multiband quasi-analytical algorithm for optically deep waters." <i>Applied Optics</i> , 41(27): 5755-5772.
scale_factor	float	1.0
add_offset	float	0.0

### 3.6.5 $\eta$ ( $b_{bp}$ 의 분광기울기 지수)

$b_{bp}$ (555 nm)과 함께 모든 파장에 대한  $b_{bp}$  값을 도출하기 위한  $b_{bp}$ 의 분광 기울기 변수이다.

Attribute	Precision	Value
standard_name	character	bbp_s
long_name	character	Backscattering spectral parameter for QAA v.6
_FillValue	float	-999.0
units	character	-
valid_min	float	-3.0
valid_max	float	3.0
reference	character	Lee, Z. (2014). "Quasi-Analytical Algorithm (QAA) version 6."; Lee, Z., et al. (2002). "Deriving inherent optical properties from water color: a multiband quasi-analytical algorithm for optically deep waters." <i>Applied Optics</i> , 41(27): 5755-5772.
scale_factor	float	1.0
add_offset	float	0.0

## 4 Navigation Data

본 OCR 산출물은 위도와 경도의 계산이 가능한 정보를 헤더에 포함하고 있지만 사용자 편의를 위해 다음과 같이 위도와 경도 래스터 자료를 동시에 제공하고 있다.

### 4.1 Latitude

Attribute	Precision	Value
standard_name	character	latitude
long_name	character	Latitude
_FillValue	float	-999.0
units	character	degrees_north
valid_min	float	-90.0
valid_max	float	90.0
scale_factor	float	1.0
add_offset	float	0.0

### 4.2 Longitude

Attribute	Precision	Value
standard_name	character	longitude
long_name	character	Longitude
_FillValue	float	-999.0
units	character	degrees_east
valid_min	float	-180.0
valid_max	float	180.0
scale_factor	float	1.0
add_offset	float	0.0

## 5 Flags

본 G2AC 알고리즘을 각 화소 별로 적용하는 과정에서 산출물 정확도 하락 요소가 발견될 경우 아래의 품질분석 flag 를 통해 사용자에게 경고를 준다..

Attribute	Precision	Value
standard_name	character	flag

flag_masks (Bit)	flag_values	flag_meanings	설명 (원문)
1	1	<b>Cloud_or_Ice</b>	Cloud or ice
2	2	<b>Land</b>	Land
3	4	<b>AC_Fail</b>	Atmospheric correction failure
4	8	<b>Extrm_Turbid</b>	Extremely turbid water (Rrs 660 > 0.020)
5	16	<b>High_SZA</b>	High solar zenith angle (SZA > 70)
6	32	<b>High_VZA</b>	High satellite zenith angle (VZA > 55)
7	64	<b>Anc_Miss</b>	Missing ancillary data both near-realtime and averaged trend
8	128	<b>Ozone_Warn</b>	Ozone concentration is +/-50DU of annual average cycle
9	256	<b>High_WS</b>	Wind speed >= 10 m/s
10	512	<b>High_AOT</b>	High aerosol load, Rho_a(865) + Rho_ra(865) > 80% of threshold
11	1024	<b>High_Aero_Ratio</b>	Aerosol reflectance takes over 300% of water reflectance at any bands
12	2048	<b>Eps_Warn</b>	MS Epsilon(865, 745) is out of range
13	4096	<b>Neg_Lw</b>	Negative Lw in any band
14	8192	<b>Low_Lw_555</b>	Low Lw at 555 nm
15	16384	<b>Neg_Lw_NIR</b>	Negative Lw at the NIR band

flag_masks (Bit)	flag_values	flag_meanings	설명 (원문)
16	32768	<b>Neg_RhoC_NIR</b>	Negative RhoC at the NIR band
17	65536	<b>Case2_Warn</b>	Case2 water warning
18	131072	<b>High_Sunglint</b>	High Sunglint
19	262144	<b>Cloud_Edge</b>	Cloud Edge
20	524288	<b>Turbid_Water</b>	Turbid Water
21	1048576	<b>Bright_Adj</b>	Bright pixel (cloud or land) or adjacency pixel (stray light)
22	2097152	<b>Contm_Warn</b>	High possibility of unavailable pixel contamination (masked pixel within 3x3 bound)
23	4194304	<b>Slot_Warn</b>	Slot edge contamination
24	8388608	<b>Chl_Fail</b>	Chl-a is not calculable
25	16777216	<b>Chl_Warn</b>	Chl-a is out of range
26	33554432	<b>Rrs_Fail</b>	Rrs is not calculable (Spectrum shape is wrong)
27	67108864	<b>Rrs_Warn</b>	Rrs is out of range
28	134217728	<b>Spectral_Dubious</b>	Rrs Spectrum shape is statistically distrustful (H.Fukushima)
29	268435456	<b>Spectral_Wrong</b>	Rrs (or nLw) Spectrum shape is wrong
30	536870912	<b>Inhomo_Warn</b>	Homogeneous test fail
31	1073741824	<b>Floating_Algae</b>	Floating Algae
32	2147483648	<b>Abs_Aerosol</b>	Absorbing aerosol warning

## 6 참고 문헌

- Ahn, J.H., Park, Y.J., Kim, W. and Lee, B., 2015. Vicarious calibration of the Geostationary Ocean Color Imager. *Optics express*, 23(18), pp.23236-23258.
- Ahn, J. H., Kim, K. S., Lee, E. K., Bae, S. J., Lee, K. S., Moon, J. E., ... & Park, Y. J. (2021). Introduction of GOCI-II atmospheric correction algorithm and its initial validations. *Korean Journal of Remote Sensing*, 37(5\_2), 1259-1268.
- Kim, M.-S. Park, M.-S., Ahn, J.-H., Lee, S., Kang, G., 2023. On-orbit Radiometric Calibration of GOCI-II Solar Diffuser with Improved Bidirectional Transmittance Distribution Function. In *International Ocean Color Science Meeting 2023* (pp. No-126). IOCCG.
- Park, M.-S., Kim, M.-S., Lee, S., Lee, S., Ahn, J.-H., Choi, J.-K., Kang, G., 2023. GOCI-II calibration for long-term data stability. In *International Ocean Color Science Meeting Breakout Session 6* (15 November 2023) IOCCG.