

# **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>

문서 제목	GOCI-II Level-2 OCR Product
최초 작성 일자	2025-02-28
최종 갱신 일자	
작성자	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

2024 년 5 월 GOCI-II 의 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 2025 년 2 월부터 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 2020 년 3 월부터 2023 년 8 월까지 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).

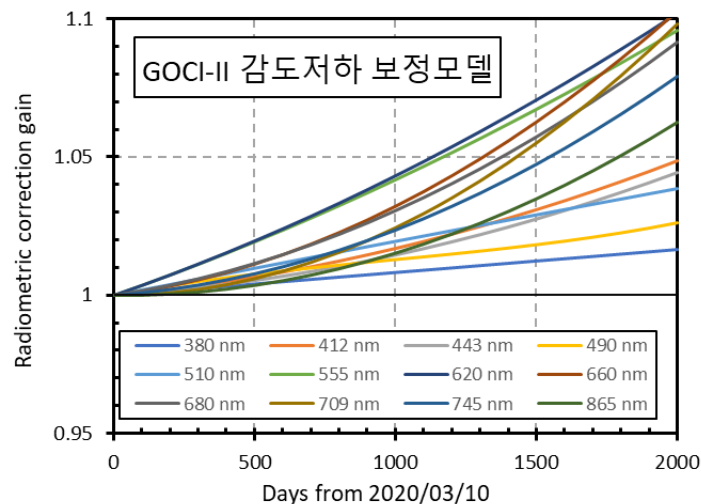


그림 1. GOCI-II 밴드 별 감도저하 보정 계수

### 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).

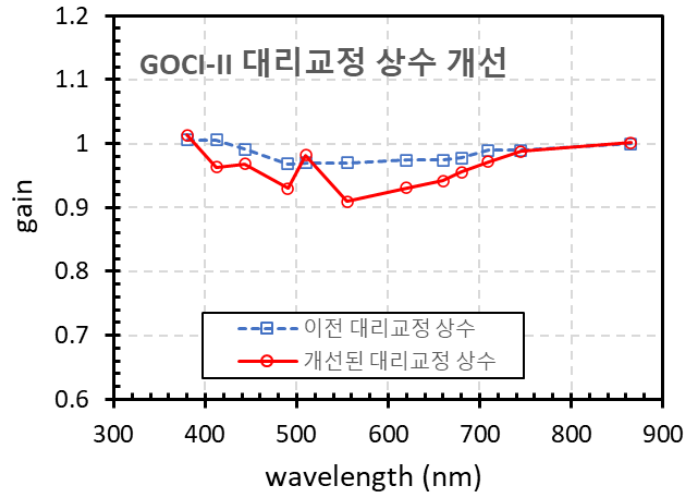


그림 2. GOCI-II 밴드 별 대리교정 상수 값 업데이트 전/후 비교

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 해석 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).

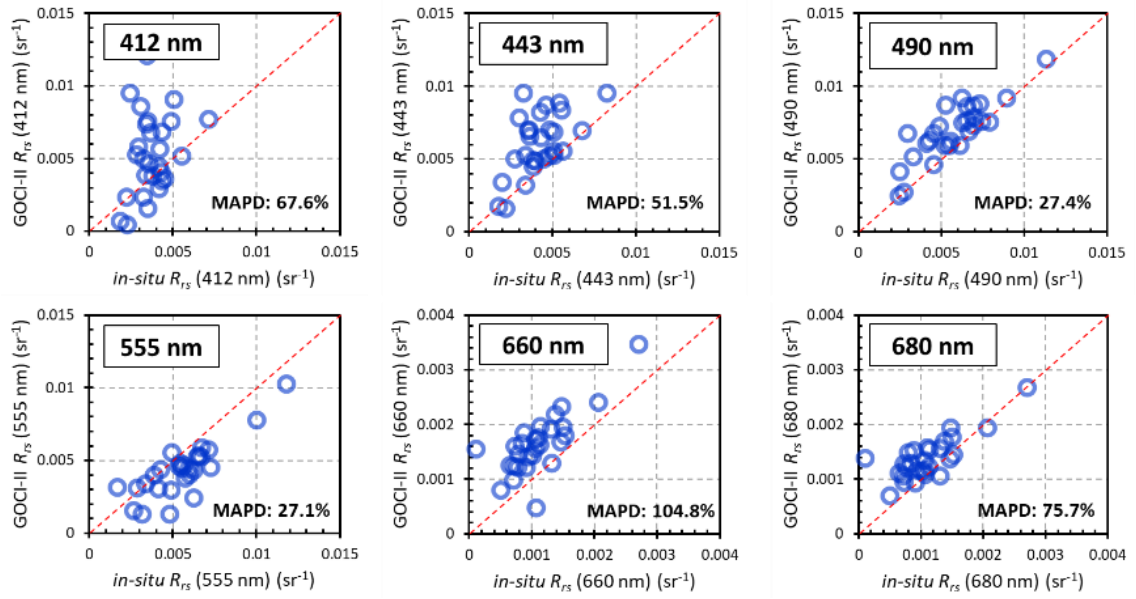


그림 4. 업데이트 이전 GOCI-II 원격반사도( $R_{rs}$ )를 소청초 해양과학기지에 설치된 AERONET-OC 자료를 이용하여 검증한 결과

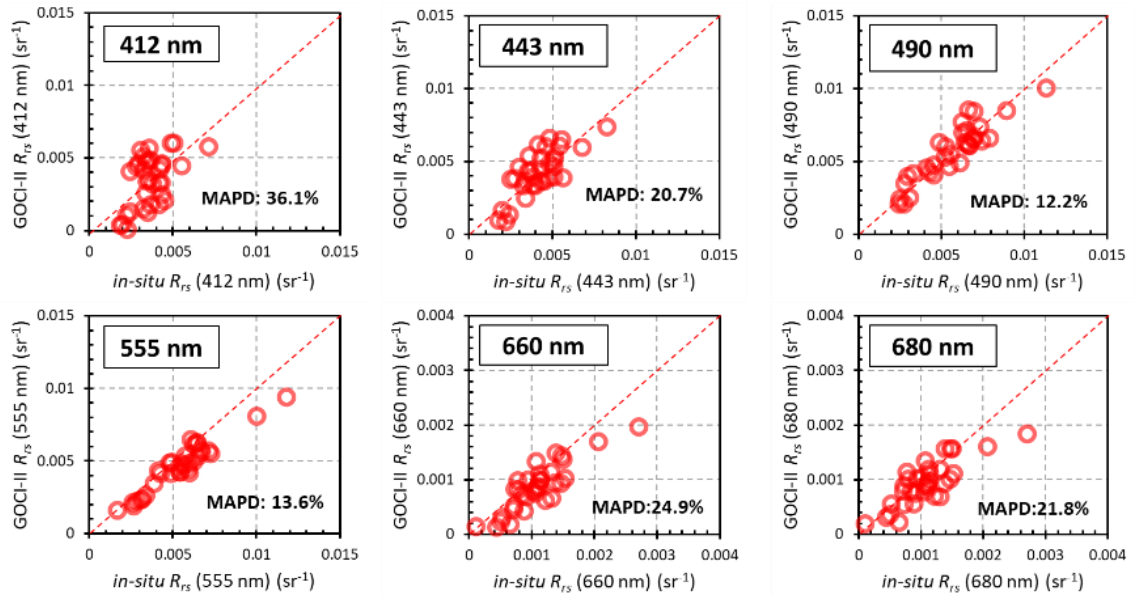


그림 5. 업데이트(2024-1) 이후 GOCI-II 원격반사도( $R_{rs}$ )를 소청초 해양과학기지에 설치된 AERONET-OC 자료를 이용하여 검증한 결과



### 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	$sr^{-1}$
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<sub>d</sub>(490 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 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 nm는 유색용존유기물 흡광을 효과적으로 반영하면서도, 다른 광학적 성분과의 구별이 용이한 최적의 기준 파장으로 사용되고 있다. 본 산출물은 용존유기물에 대한 흡광계수로 IOP로 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)

$b_{bp}(555\text{ nm})$ 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.