

GK-2A AMI

Algorithm Theoretical Basis

Document

복사량
(RAD)

이규태, 조일성
강릉원주대학교

Version 1.0

2019. 04. 24.



국가기상위성센터
National Meteorological Satellite Center

<수정 이력>

문서 버전	수정내용	과학코드 버전	수정일	작성자
0.1	전천 및 청천 복사량 각각 작성	0.3.0.1	2018.04.01.	이규태, 조일성
0.2	계산방법 변화 (이동평균 -> 평균)	0.4.0.1	2018.11.01.	이규태, 조일성
0.3	ATBD 수정	0.5.5.1	2019.03.01.	이규태, 조일성
1.0	ATBD 수정	0.6.3.0	2019.04.24.	이규태, 조일성

<목차>

1. 개요.....	1
1.1 목적	1
1.2 사용자	1
1.3 내용	1
1.4 관련 문서	1
2. 알고리즘 소개.....	2
2.1 개요	2
2.2 알고리즘 흐름도	2
2.3 입력자료	3
2.3.1 L1B	3
2.3.2 L2.....	4
2.3.3 보조 자료	4
2.4 이론적 배경	5
2.5 수학적 설명	5
2.6 산출물	5
3. 모의자료 및 검증	6
3.1 모의 입력자료 및 검증자료	6
3.2 검증 방법	7
3.3 검증 결과	8
4. 현업운영 시 고려사항.....	12
4.1 수치계산 고려사항	12
4.2 프로그래밍 및 절차상의 고려사항.....	12
4.3 품질 평가 및 진단	12
4.4 예외사항 처리	12
4.5 검증 알고리즘	12
5. 가정 및 제한	13
5.1 성능	13
5.2 예상 센서 성능	13
5.3 개선을 위한 사전 계획	13

6. 참고문헌.....	14
--------------	----

<표 목차>

표 2.3.1. RAD 기본 입력 자료	4
표 2.3.2. RAD 보조 입력 자료	5
표 2.6.1. RAD 산출 자료	5
표 3.1.1. RAD 모의 입력 자료	6
표 3.1.2. AMI와 AHI 중심 파장 및 공간 해상도	7

<그림 목차>

그림 2.2.1. RAD 알고리즘 흐름도	2
그림 3.3.1. 2017년 08월 01일 0000UTC RAD 단파 채널(Ch. 1-6)	8
그림 3.3.2. 2017년 08월 01일 0000UTC RAD 장파 채널(Ch. 7-16)	9

약어표

AHI	Advanced Himawari Imager
AMI	Advanced Meteorological Imager
CSR	Clear Sky Radiation
GK-2A	Geostationary Korea Multi-Purpose Satellite 2A
JMA	Japan Meteorological Agency
KMA	Korea Meteorological Administration
NWP	Numerical Weather Prediction
RAD	Radiance

1. 개요

전천 복사량(All sky Radiance ; RAD)은 위성 관측 전체 영역(맑은 영역 + 구름 낀 영역)에 대하여 관측 화소(pixel)들의 복사량을 평균한다. 평균 화소의 수는 이 연구에서 16×16 (약 $32 \text{ km} \times 32 \text{ km}$) 계산하였고 단파영역(Ch. 1-6)과 장파영역(Ch. 7-16)에 대하여 각각 반사율(reflectance)과 밝기온도(Brightness Temperature)로 표시된다.

그리고 복사는 육지와 해양의 경우 분명하게 구별되므로 이 연구에서는 육지와 해양 화소를 구분하여 산출된다.

1.1 목적

2014년 10월 7일 MTSAT-2의 후속위성으로 일본의 차세대 기상위성인 Himawari-8이 발사되어 운영단계에 접어들었고 우리나라도 기존의 천리안 위성의 후속으로 차세대 위성 Geo-KOMPSAT (GK-2A)을 2018년 발사하였다. 즉 이 연구는 기존의 천리안 위성보다 채널수와 공간 해상도가 크게 증가한 GK-2A의 복사량 알고리즘 개발을 목적으로 한다.

1.2 사용자

이 보고서는 산출물인 RAD의 물리적인 근거에 대한 이해를 필요로 하거나 현재 현업에서 수치예보 모델(Numerical Weather Prediction, NWP)을 이용하는 사용자를 대상으로 한다.

1.3 내용

이 알고리즘 분석서에는 알고리즘 개요와 산출 과정 및 결과 그리고 관련 가정 등의 내용이 포함된다.

1.4 관련 문서

GEO-KOMPSAT-2A (GK-2A) Advanced Meteorological Imager (AMI)
Algorithm Theoretical Basis Document for Radiance (2016)

2. 알고리즘 소개

2.1 개요

RAD는 각 채널별 위성관측 자료를 이용하여 산출한다. 즉 주어진 영역에 대하여 화소를 16×16 평균하며 이때 육지와 해양을 구별하여 계산하게 된다. 결과 표출을 위하여 Gk-2A.AMI의 L1B 자료가 이용되고 이 L1B자료는 Digital Number (DN; Weng and Quattrochi, 2007) 값으로 표시되기 때문에 국가기상위성센터에서 제공되는 변환 계수를 이용하여 단파 채널은 반사율로 장파 채널은 밝기온도로 변환하여 이용한다.

RAD의 시간해상도는 10분이며 공간해상도는 2 km이다. 이에 따라 상대적으로 해상도인 채널 1-4에 대해서는 2 km로 공간 일치하여 이용한다.

2.2 알고리즘 흐름도

RAD의 산출 과정은 아래 그림 2.2.1과 같다.

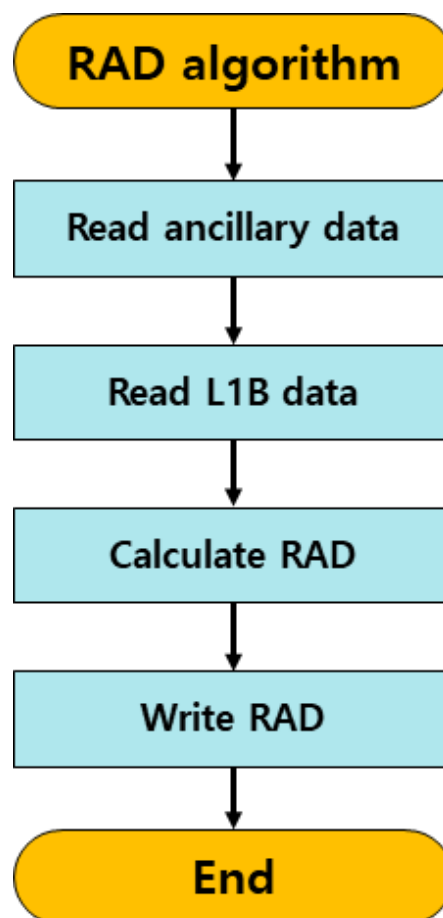


그림 2.2.1. RAD 알고리즘 흐름도.

1) 보조자료 읽기 (Read ancillary data)

위·경도와 Land/Sea mask의 자료를 읽어오는 단계이다.

2) L1B 자료 읽기 (Read L1B data)

RAD 산출에 필요한 채널 1-16번의 L1B 자료를 읽어오는 단계이다.

3) RAD 계산 (Calculate RAD)

1)과 2)에서 읽어 들인 정보를 이용하여 16×16 평균 하여 RAD를 계산한다. RAD는 CSR과 달리 구름의 유무와 상관없이 전체 화소에 대하여 육지와 해양 화소 중 비율이 높은 자료들만을 이용해 평균 및 표준편차를 산출한다. 즉 총 256 화소 중 육지에 화소가 해상의 화소보다 많다면 육지 화소 자료만을 이용해 계산되어 진다.

4) RAD 출력 (Write RAD)

RAD를 출력하는 단계이다.

2.3 입력자료

2.3.1 L1B

표 2.3.1은 이 연구를 통하여 개발된 알고리즘의 표출을 위하여 사용되는 GK-2A/ AMI의 L1B 자료 정보이다.

표 2.3.1. RAD 기본 입력 자료.

채널	중심파장(μm)	배열
1	0.470	11000 × 11000
2	0.511	11000 × 11000
3	0.640	22000 × 22000
4	0.856	11000 × 11000
5	1.380	5500 × 5500
6	1.610	5500 × 5500
7	3.830	5500 × 5500
8	6.241	5500 × 5500
9	6.952	5500 × 5500
10	7.344	5500 × 5500
11	8.592	5500 × 5500
12	9.625	5500 × 5500
13	10.403	5500 × 5500
14	11.212	5500 × 5500
15	12.364	5500 × 5500
16	13.310	5500 × 5500

2.3.2 L2

N/A

2.3.3 보조 자료

RAD 산출을 위한 보조 자료는 표 2.3.2와 같다.

표 2.3.2. RAD 보조 입력 자료.

이름	해상도	배열
Lat/Lon	2 km	5500 × 5500
Land/Sea mask	2 km	5500 × 5500

2.4 이론적 배경

RAD는 GK-2A의 각 채널 자료에 대하여 주어진 화소를 16×16 평균하여 계산되나 육지와 해상의 복사량 차이 때문에 해안 근처의 경우 평균되는 화소의 수가 일정하지 않을 수 있다. 즉 해안 근처에서 중심 화소가 육지/해안일 경우 이에 해당하는 화소들만을 이용해 계산되어 진다.

2.5 수학적 설명

N/A

2.6 산출물

채널 1-16의 RAD와 표준편차는 표 2.6.1과 같이 표출된다.

표 2.6.1. RAD 산출 자료.

변수	설명
RAD	16×16 화소 평균, 시간 해상도 약 10분
Standard deviation	RAD 표준편차

3. 모의자료 및 검증

3.1 모의 입력자료 및 검증자료

RAD 산출을 위한 모의 입력자료는 2017년 08월 01일 0000 UTC Himawari-8/AHI 센서의 L1B 자료와 Land/sea mask 이다. 그리고 L1B 자료는 변환 계수를 사용하여 단파에 대하여 반사율 그리고 장파는 밝기온도로 변환하여 사용한다(표 3.1.1 참조).

표 3.1.1. RAD 모의 입력자료.

자료	배열
AHI Channel 1. L1B	11000 × 11000
AHI Channel 2. L1B	11000 × 11000
AHI Channel 3. L1B	22000 × 22000
AHI Channel 4. L1B	11000 × 11000
AHI Channel 5. L1B	5500 × 5500
AHI Channel 6. L1B	5500 × 5500
AHI Channel 7. L1B	5500 × 5500
AHI Channel 8. L1B	5500 × 5500
AHI Channel 9. L1B	5500 × 5500
AHI Channel 10. L1B	5500 × 5500
AHI Channel 11. L1B	5500 × 5500
AHI Channel 12. L1B	5500 × 5500
AHI Channel 13. L1B	5500 × 5500
AHI Channel 14. L1B	5500 × 5500
AHI Channel 15. L1B	5500 × 5500
AHI Channel 16. L1B	5500 × 5500
Land/Sea mask	5500 × 5500

다음의 표 3.1.2는 GK-2A/AMI와 Himawari-8/AHI의 채널별 중심파장과 해상도를 나타낸 것이다. 이 표에서와 같이 GK-2A와 Himawari-8은 마찬가지로 16개의

채널을 가지나 GK-2A는 2.30 μm 채널이 없는 반면 Himawari-8이 없는 1.38 μm 채널을 가진다.

표 3.1.2. AMI와 AHI의 중심 파장 및 공간 해상도.

채널	중심파장 (μm)		해상도
	AMI	AHI	
1	0.470	0.470	1 km
2	0.511	0.510	1 km
3	0.640	0.640	0.5 km
4	0.856	0.860	1 km
5	1.380	1.600	2 km
6	1.610	2.300	2 km
7	3.830	3.900	2 km
8	6.241	6.200	2 km
9	6.952	6.900	2 km
10	7.344	7.300	2 km
11	8.592	8.600	2 km
12	9.625	9.600	2 km
13	10.403	10.400	2 km
14	11.212	11.200	2 km
15	12.364	12.400	2 km
16	13.310	13.300	2 km

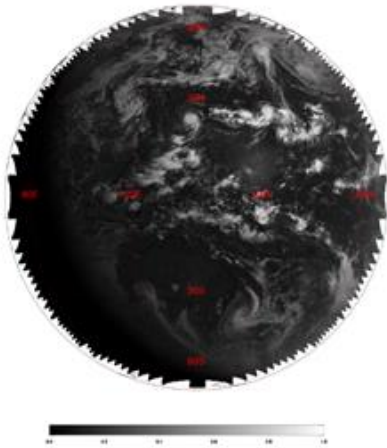
3.2 검증 방법

RAD는 단순평균값으로 검증 방법은 없다.

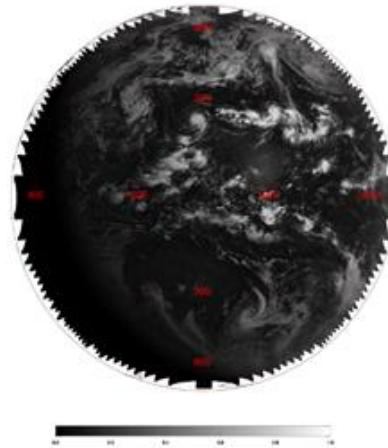
3.3 검증 결과

2017년 08월 01일 0000UTC의 전체(Full disk)영역에 대한 단파와 장파 채널에 대한 RAD는 그림 3.3.1 및 3.3.2에 나타내었다.

a) Ch. 1



b) Ch. 2



c) Ch. 3



d) Ch. 4

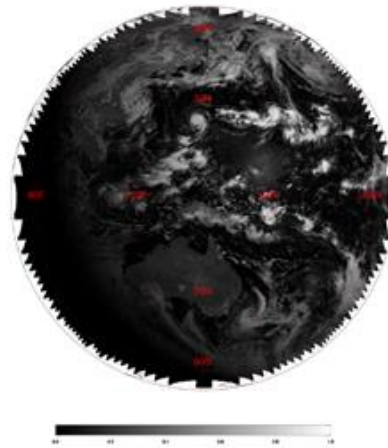


그림 3.3.1. 2017년 08월 01일 0000UTC RAD 단파 채널 (Ch. 1-4).

e) Ch 5.

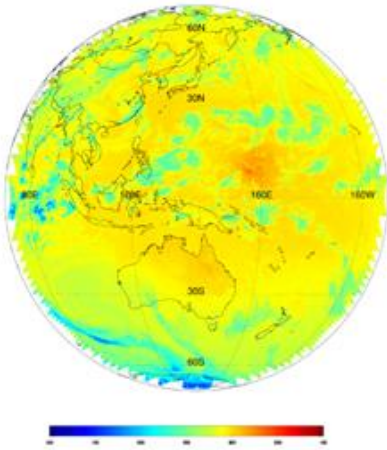


f) Ch 6.



그림 3.3.1. 계속 (Ch. 5-6).

a) Ch. 7



b) Ch. 8

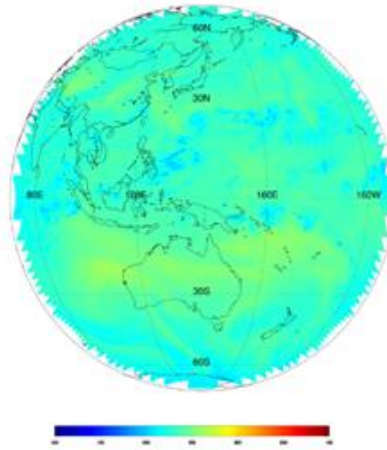
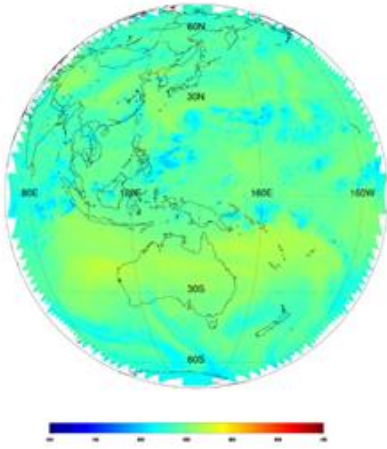
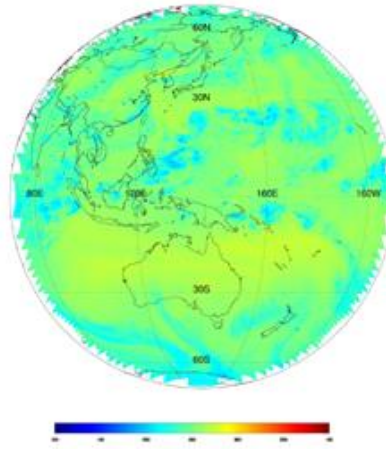


그림 3.3.2. 2017년 08월 01일 0000UTC RAD 장파 채널 (Ch. 7-8).

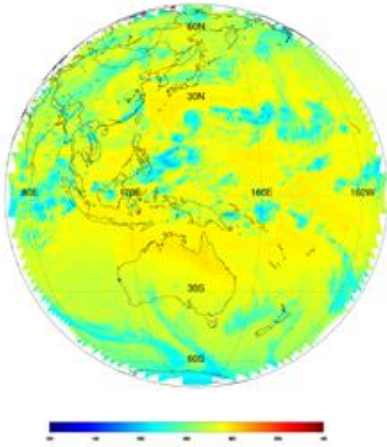
c) Ch. 9



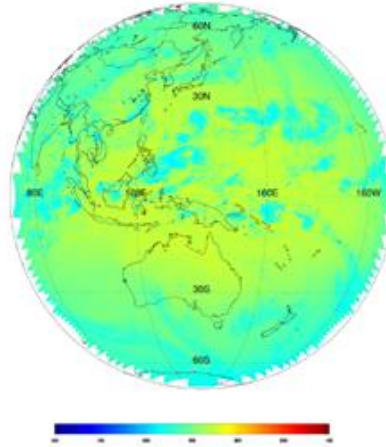
d) Ch. 10



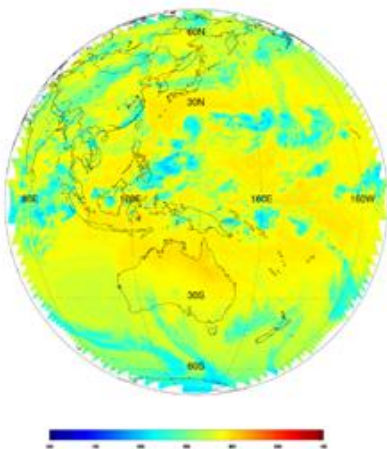
e) Ch. 11



f) Ch. 12



g) Ch. 13



h) Ch. 14

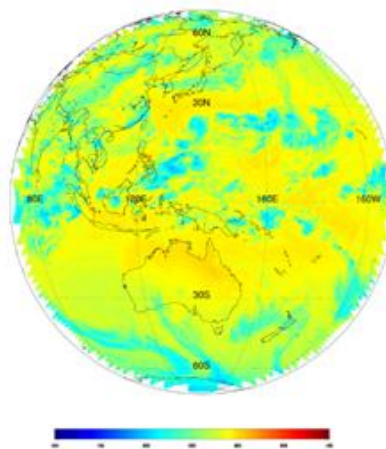
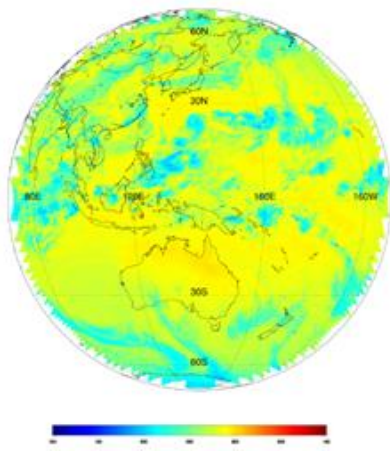


그림 3.3.2. 계속 (Ch. 9-14).

i) Ch 15.



j) Ch 16.

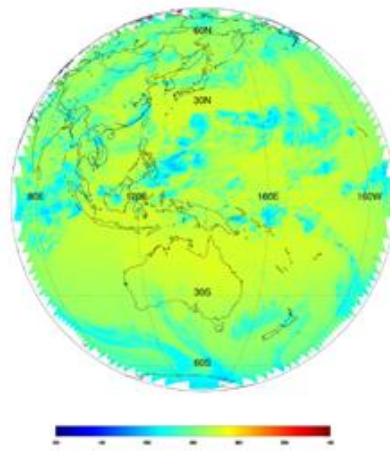


그림 3.3.2. 계속 (Ch. 15-16).

4. 현업운영 시 고려사항

4.1 수치계산 고려사항

N/A

4.2 프로그래밍 및 절차상의 고려사항

N/A

4.3 품질 평가 및 진단

RAD는 각 채널별 단순 평균한 결과이기 때문에 특별한 품질검사가 요구되지 않으나 맑은 영역에 대하여 복사모델 결과와 비교할 수 있다. 그러나 평균되는 화소의 수에 대한 flag를 수치모델 관련부서와 협력하여 변경될 수 있다.

4.4 예외사항 처리

N/A

4.5 검증 알고리즘

RAD는 16×16 평균값으로서 계산되는 화소의 수는 관련부서와 협의하여 조절할 수 있으며 특별한 검증이 요구되지 않는다.

5. 가정 및 제한

5.1 성능

RAD는 각 채널별 위성관측 자료를 평균한 결과이기 때문에 이 산출물의 성능은 위성 센서의 성능에 좌우된다.

5.2 예상 센서 성능

N/A

5.3 개선을 위한 사전 계획

RAD는 산출물은 수치모델의 입력자료로 사용되기 때문에 기상청의 관련 부서와 협의 및 추가적 개선이 가능하다.

6. 참고문헌

Weng, Q., and Quattrochi, D. A., 2007. Urban Remote Sensing. CRC Press, Newyork, 185p.