

## 다목적실용위성2호 Panchromatic sensor의 절대복사보정 초기실험

이선구, 권은한, 김용승

한국항공우주연구원 우주응용센터 위성운영실

대전광역시 유성구 어은동 45번지, 305-333

전화: +82-42-860-2388 FAX: +82-42-860-2605,

전자메일: [leesg@kari.re.kr](mailto:leesg@kari.re.kr), [kwoneh@kari.re.kr](mailto:kwoneh@kari.re.kr), [yskim@kari.re.kr](mailto:yskim@kari.re.kr)

다목적실용위성2호 영상자료의 절대복사 보정계수 산출을 위하여 위성 통과시각에 맞추어 2007년 2월 3일 현장실험을 수행하였다. 측정기기로는 Spectroradiometer GER-3700을 사용하였으며, 관측 Target은 아스팔트, 흙, 콘크리트, 잔디, Tarp 53%로 각 Target의 복사량을 측정 후 지표면 반사도로 변환하였다. 현장에서 관측된 지표면 반사도를 복사전달모델 MODTRAN의 입력 자료로 사용하여 대기권 밖에서 관측될 복사량을 모의할 수 있었다. 마지막으로, 모의된 각 Target의 복사량과 실제 위성 센서가 관측한 DN(Digital Number) 값의 관계식을 이용하여 절대복사 보정계수를 산출하였다. 본 연구 결과는 센서의 반응도가 반영되지 않은 임시 결과이며, 추후 보다 많은 현장실험 결과를 추가하여 정확한 절대복사 보정계수를 산출할 계획이다.

### 1. 서론

2006년 7월 28일 성공적으로 발사된 다목적실용위성2호는 흑백영상을 촬영할 수 있는 Panchromatic CCD와 칼라영상을 촬영할 수 있는 Multi Spectral CCD를 탑재하였으며, 지상 685km 상공에서 태양동주기 궤도와 적도통과시각이 오전 10시 50분, ascending node로 촬영하고 있다.

절대복사보정은 위성발사 후 위성 자체에 대한 검보정 과정을 마친 후 위성으로부터 촬영된 최종결과물인 영상자료를 분석함으로써 계산될 수 있으며, 또한 위성 운영기간동안 변화(sub-systems)와 센서들의 노후화 등에 대한 평가와 모니터링이 계속적으로 요구되어 진다. 보정된 절대복사보정 계수는 해양, 지표 등 다양한 분야에서 위성영상자료

를 사용을 위해 기초 자료로 활용 된다.

본 연구에서는 사용된 절대복사보정 방법은(항공우주기술, 제 5권 제 2호, 이선구 외)에서 소개된 대상물의 반사도를 이용한 Absolute Radiometric calibration 방법을 이용하였다. 또한 다목적위성2에 탑재된 Multi spectral band에는 적용하지 않았으며 흑백위성 영상에 대해서만 계산된 임시 시험 결과이다.

### 2. 자료 수집

#### 2.1 현장 자료 수집

한국항공우주연구원 검보정팀은 위성 통과 지점 중 한곳으로 선정된 충청남도 홍성청운대학 종합운동장에서 현장 관측을 수행하였다. 다목적실용위성 통

과 시간은 2006년 2월 3일 오전 11시 1분 이었으며, 현장관측은 위성통과 25분 전부터 위성통과 25분 후까지 수행되었다.

현장관측방법은 위성통과시간 25분전부터 각 측정대상마다 3회 연속 관측하였으며, 같은 대상에 대하여 위성통과 전과 후에 한 번씩, 각각 두 번의 관측을 수행하였다. 관측은 미리 계획한 시나리오에 따라 아스팔트1, 아스팔트2, 콘크리트(농구장, 초록색 페인트), 콘크리트(계단), 약간 젖은 흙, 잔디(열은 갈색), Tarp 53%, 콘크리트(넓은 계단), 콘크리트(농구장, 초록색 페인트), 약간 젖은 흙, 잔디(열은 갈색), Tarp 53%, 아스팔트1 그리고 아스팔트3 순으로 진행하였다.

그림 1은 현장에서 측정된 대상들의 사진과 Tarp 53%가 펼쳐진 청운대학교 운동장 전경 사진을 보여주고 있다.

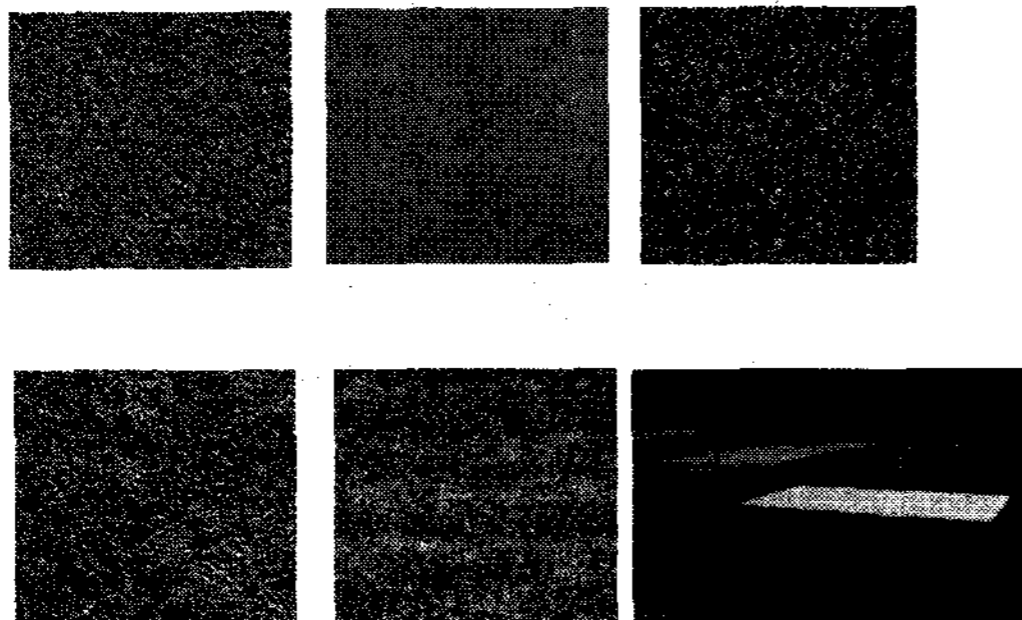


그림 1. 현장실험에서 관측된 대상 및 주변 전경((a)Asphalt, (b)Concrete, (c)Grass (d)Soil, (e)Concrete2, (f)Tarp 53%)

본 연구에서 지표면 반사도 측정을 위해 사용된 기기는 GER-3700 spectrometer로 목표물에서 나오는 복사량을 측정할 수 있는 장비이다. 또한 특

수 제작된 반사도가 99%인 백색판을 이용하여 Solar irradiance를 관측하였다. GER-3700으로 관측된 여러 측정 대상물들의 복사량은 백색판에서 관측된 태양 입사량을 기준 값으로 사용하여 지표면 반사도로 변환될 수 있다. 홍성에서의 현장 관측 자료를 통해 산출된 반사도 자료는 그림 2에 파장에 따른 그래프로 나타내었다. 이 반사도 값들을 복사전달모델의 입력 자료로 사용하여 대기권 밖의 위성에서 관측될 복사량을 계산할 수 있다.

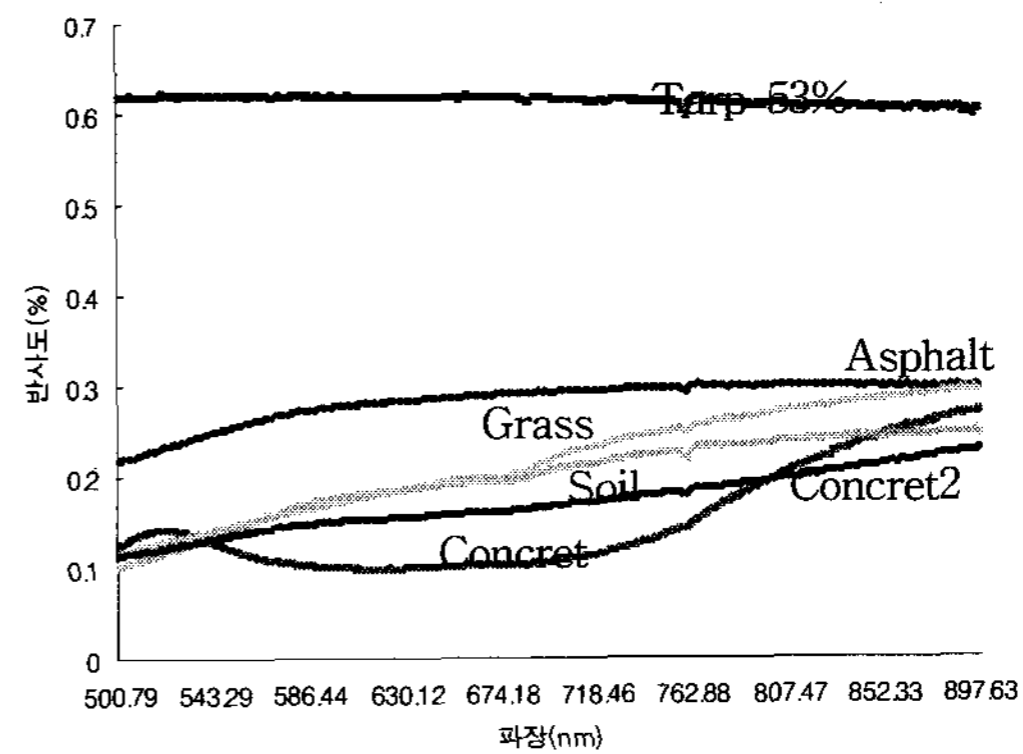


그림 2. 현장실험에서 관측된 지표면 반사도 그래프

## 2.2 위성자료 수집

다목적실용위성 2호로 촬영된 Level 1G 영상자료를 이용하여 여러 보조자료들을 확인하고 DN값을 추출하였다. 그림 3은 다목적실용위성 2호로 관측한 청운대학교 종합운동장 전경과 현장관측 대상들의 위치를 보여주고 있다.



그림 3. 위성에서 촬영된 현장관측지역과 spectroradiometer 관측 위치

### 3. 결과

#### 3.1 복사전달모델을 이용한 TOA radiance 계산

대기권 밖에서 위성 센서가 관측할 TOA radiance 계산을 위해 대기 복사전달모델인 MODTRAN 4.0을 사용하였다. 대기 복사전달모델을 실행하기 위해서는 지표면 반사도 외에도 대기의 압력, 온도, 습도 자료, 대기를 구성하는 여러 미량기체들의 농도, 에어러솔 등의 자료가 필요하다. 본 연구에서 MODTRAN을 실행하여 TOA radiance를 추정하는 데 있어 사용된 여러 요소들에 대한 입력 값을 표 1에 정리하여 나타내었다. 이산화탄소와 오존의 농도는 IPCC 2001에서 제시된 값과 변화 추이를 반영하여 결정하였으며, 기상청에서 관측한 홍성지역의 시정과 지표 온도를 사용하였다. 대기 모델은 “1976 US standard”와 “Mid-Latitude Winter”의 두 가지를 사용하여 실행하고, 그 결과를 비교해 보았다.

#### 3.2 TOA radiance 계산 결과

대기 복사전달모델을 이용하여 계산한 TOA radiance와 위성의 DN 값을 표 2에 나타내었다. “1976 US standard”와

“Mid-Latitude Winter”에 대한 결과를 Radiance-1과 2로 구분하였다. 두 대기 모델은 매우 유사한 결과를 보였다.

표 1. MODTRAN의 입력 자료

Input Parameters	Input value
CO <sub>2</sub> mixing ratio	370 ppmv
Ozone column	0.26 atm-cm
Temperature at First Boundary	278.5 K
Aerosol Model Used	Rural-VIS=23 km
Visibility	20 km
Observer Height	100 km
Final Height	0.062 km
Zenith Angle	173.41 deg
Initial Frequency	500 nm
Final Frequency	900 nm
Day of Year	34(3 February)
Azimuth Angle at Observer LOS	179.28 deg
Sun Zenith Angle	66.944 deg
Surface Albedo Flag	Spectral Lambertial Surface
Aerosol Phase Function	MIE Generated
Model Atmosphere	1976 US standard
	Mid-Latitude Winter

표 2. 모의된 TOA radiance와 위성의 DN 값

Target	Radiance-1 (W/cm <sup>2</sup> /sr)	Radiance-2 (W/cm <sup>2</sup> /sr)	DN
Asphalt	0.00150	0.00147	215
Concrete1	0.00109	0.00108	123
Concrete2	0.00123	0.00121	167
Grass	0.00140	0.00138	178
Soil	0.00132	0.00130	167
Tarp 53%	0.00338	0.00338	249

그림 4에 "1976 US Standard" 모델을 이용하여 계산된 TOA radiance와 위성의 DN 값 사이의 관계를 일차 선형회귀식과 함께 나타내었다. Tarp 53%를 관측할 당시 구름이 끼어 있었던 점을 감안하여, Tarp 53% 자료를 제외하면 radiance와 DN 사이의 상관관계가 크게 향상되는 것을 볼 수 있다. "Mid-Latitude Winter" 모델을 사용했을 경우에도 역시 같은 결과를 보였다. 표 3에 다목적실용위성2호로부터 관측된 영상의 DN과 MODTRAN을 이용하여 구한 TOA radiance와의 관계식을 통해 계산된 절대보정계수를 정리하였다. 두 다른 대기 모델은 거의 같은 보정계수를 보였으나, 구름의 영향을 받은 Tarp 53% 자료의 포함 여부에 따라 보정계수는 크게 변화하였다.

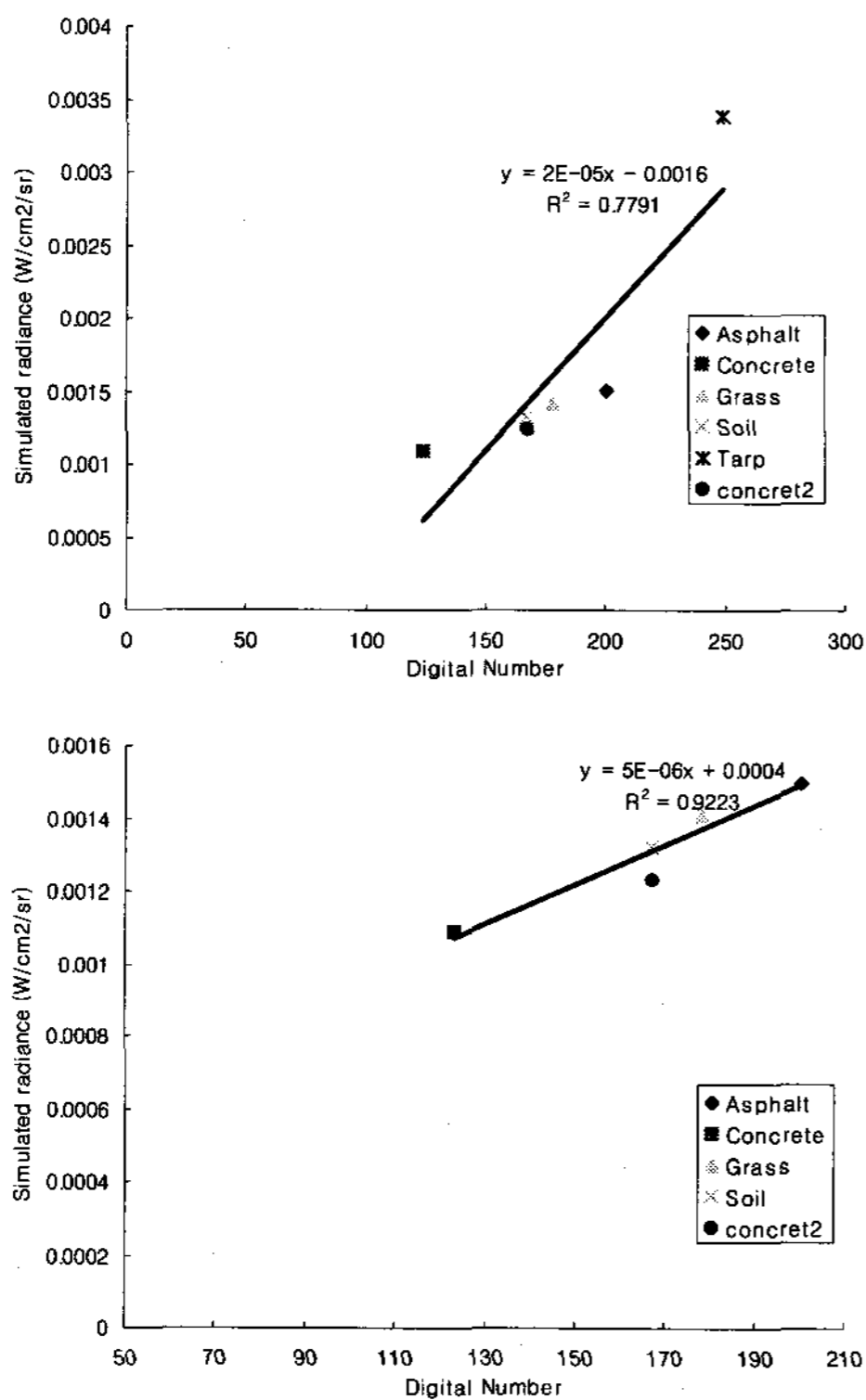


그림 4. TOA radiance와 위성 DN의 관계 (위 -Tarp 53% 포함, 아래 -Tarp 53% 제외)

표 3. 절대 보정 계수

Coeff.	+ Tarp	-Tarp
Slope	0.00002	0.000005
Bias	-0.0016	0.0004

#### 4. 결론

보통 절대복사보정계수는 위성의 운영기간 동안 변화(subsystems과 센서들의 노후화 등)에 대한 평가와 모니터링을 위해 주기적으로 보정해 주어야 할 요소이기도 하나 본 연구를 통해 계산된 고해상도 위성자료의 절대복사보정 계수가 합리적인 결과를 보인다 할지라고 센서가 보정과정에 있는 위성영상자료를 활용하였기 때문에 추후 위성이 보정된 이후 다시 계산되어야 할 필요성이 있다. 또한 복사보정계수의 신뢰도 향상을 위해 보다 다양한 반사도를 갖은 대상이 추가되어야 하며 위성영상자료의 과학적 활용을 위해 주기적으로 보정된 계수의 제공을 통하여 다목적 실용위성 2호의 과학적인 활용에 많은 기여를 하게 될것이다.

#### 참 고 문 헌

이선구, 김용승., "Absolute Radiometric calibration을 위한 Field campaign 시험결과", 항공우주기술, 2006.

Liou, K. N., "An Introduction to Atmospheric Radiation.", Academic Press, 1980.