

NASA 모델의 편차보정에 의한 광역지역의 지표온도산출 정확도 향상 NASA Model Deviation Correction for Accuracy Improvement of Land Surface Temperature Extraction in Broad Region

엄대용¹⁾ · 박준규²⁾ · 김민규³⁾ · 강준목⁴⁾

Um, Dae Yong · Park, Joon Kyu · Kim, Min Kyu · Kang, Joon Mook

¹⁾ 충주대학교 공과대학 토목공학부 조교수(E-mail:dyum@chungju.ac.kr)

²⁾ 충남대학교 대학원 토목공학과 박사과정(E-mail:surveyp@empal.com)

³⁾ 충남대학교 대학원 토목공학과 석사과정(E-mail:kmgtpq@nate.com)

⁴⁾ 충남대학교 공과대학 토목공학과 교수(E-mail:jmkang@cnu.ac.kr)

Abstract

In this study, acquired time series Landsat TM/ETM+ image to extract land surface temperature for wide-area region and executed geometric correction and radiometric correction. And extracted land surface temperature using NASA Model, and I achieved the first correction by perform land coverage category for study region and applies characteristic emission rate. Land surface temperature that acquire by the first correction analyzed correlation with Meteorological Administration's temperature data by regression analysis, and established correction formula. And I wished to improve accuracy of land surface temperature extraction using satellite image by second correcting deviations between two datas using establishing correction formula. As a result, land surface temperature that acquire by 1,2th correction could correct in mean deviation of about $\pm 3.0^{\circ}\text{C}$ with Meteorological Administration data. Also, could acquire land surface temperature about study region by relative high accuracy by applying to other Landsat image for re-verification of study result.

1. 서 론

최근 급속한 산업화와 이에 따른 각종 개발 등으로 인해 지구온난화와 같은 자연환경의 변화가 가속되고 있다. 특히 사회가 문명화되고 도시화됨에 따라 도시지역의 열섬현상과 주변지역의 기온상승이 가속되고 있으며 세계 각처에서 지구온도의 상승에 따른 자연재해의 발생과 인적 물적 피해가 급증하고 있다. 이는 환경의 변화가 인간이 삶을 영위하는 과정에서 더 없이 중요한 부분을 차지하고 있음을 직간접적으로 암시하고 있는 것으로 우리는 기온상승에 따른 환경적 변화를 정확히 파악하고 이에 대한 다양한 대책을 논의해야 할 시점에 와있다. 이를 위해서는 우선 광역지역에서 발생하고 있는 기온상승 현상의 측정이 무엇보다 우선적으로 시급한 과제라 할 수 있다. 대기온도는 지표면온도와 일정한 관계를 유지하고 있으며 대기온도를 지표면온도로 대체하여 사용되기도 한다. 따라서 광역지역에 대해 시시각각으로 변화하는 지표면온도를 보다 효율적으로 측정하기 위해서는 기존의 점단위 측정방법과 같이 많은 시간과 노력을 필요로 하는 측정방법을 탈피하여 짧은 시간에 광역적으로 지표면의 온도를 파악할 수 있는 방법을 도입하여야 할 것이다. 최근 광역적 지형 및 비지형 정보의 획득수단으로 급부상하고 있는 원격탐측기술은 기존의 정보획득방법의 단점을 크게 보완하여 효율적이면서 정확도를 갖춘 정보의 제공을 가능케 하고 있는 첨단기술로 자리매김 하고 있다. 이는 다양한 파장영역을 감지하는 센서들을 통해 광역지역의 정보를 획득할 수 있게 되고 그 처리기술이 개발되어 건설·환경분야를 비롯한 다양한 분야에서 적용되고 있다. 이러한 기술은 지표면의 온도의 측정에도 적용되어 이와 관련된 다양한 연구가 진행되었거나 현재 진행되고 있는 사례를 찾을 수 있다. 그러나 이들 연구는 원격탐사기술을 이용하여 지표면과 해수면을 포함한 지구표면의 온도측정에 상당한 발전을 이루었으나 대부분의 연구방향은 위성영상으로부터 온도변화패턴의 추출 또는 모니터링 그리고 적용에 주안점을 두고 수행된 것이라 할

수 있다. 이는 위성영상으로부터 획득되는 온도는 실제 대상지의 온도분포와 다소 큰 편차를 보임으로 인해 상대적인 값인 변화패턴의 추출 등과 같이 편중되어 활용되었다고 판단된다. 이를 극복하고 위성 영상을 이용한 절대적 개념의 지표온도의 획득을 위해서는 영상으로부터 획득하는 지표온도와 동일시기의 실제온도의 샘플링을 통한 실질적 검증과 두 데이터간의 온도보정에 대한 연구가 필수적으로 요구된다.

이에 본 연구에서는 위성영상을 이용하여 지표온도의 변화를 보다 높은 정확도로 탐지하기 위하여 실제 온도와 상관을 분석하여 이에 대한 보정을 실시함으로써 위성영상에 의한 지표온도 측정 정확도를 향상시키고자 한다. 이를 위하여 충주댐인근지역을 대상으로 하는 시계열 Landsat 영상을 획득하여 기하보정 및 방사보정을 실시하고 NASA모형을 이용하여 지표면의 온도를 추출하였다. 그리고 지표온도 측정의 정확도를 향상시키기 위하여 대상지역에 대한 피복분류를 실시하여 이에 따른 고유방사율을 적용하는 1차 보정을 실시하였다. 그리고 1차 보정이 완료된 지표온도와 기상청 기온자료와의 비교를 통해 편차값을 산출하고 이를 이용하여 두 자료간의 상관관계를 회귀분석방법에 의해 규명함으로써 온도보정을 위한 함수식을 설정하였다. 본 연구에서 설정한 1, 2차 보정의 타당성을 검토하고 이들 보정에 의한 정확도의 향상정도를 파악하고자 다른 시기의 영상을 동일한 방법에 의해 처리하여 지표온도를 산출하였다. 산출한 지표온도는 동일시기의 기상청자료와 직접 비교하여 영상을 이용한 지표온도 산출과정의 정확도를 평가하였다. 이로써 위성영상을 이용한 지표온도의 산출과정에 있어 정확도의 향상을 위한 방법론의 제시하고, 보다 향상된 정확도의 결과를 제시함으로써 신뢰성 있는 기온분석 자료의 제공을 가능케 하고자 하였다.

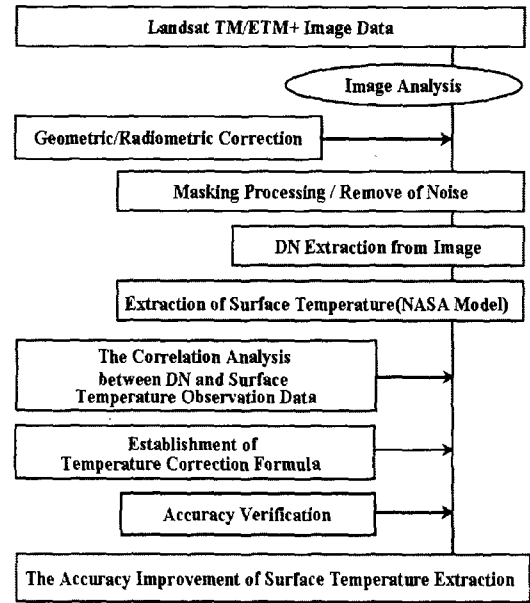


그림 1. Image Processing Work Flow

2. NASA모델에 의한 절대온도 산출

본 연구에서는 이 절대방사량을 환원하는 NASA Model에 기반하여 지표면온도를 추출하고자 한다. NASA 모델은 지구와 대기사이의 방사가 일정하다는 가정하에 Landsat TM & ETM+ 센서의 검정상수를 이용하여 지표온도값을 추출하는 방법으로, 먼저 TM/ETM+의 각 DN에 대해 방사적 검정값(Q_{CAL})으로부터 분광방사휘도 $L(L-TM, L-ETM+)$ 로의 변화는 열적외 6번 밴드에 대한 검정범위의 극한값 L_{MIN} 와 L_{MAX} 이 주어졌을 때 다음의 식에 의해 구할 수 있다. NASA 모델식은 영상수치자료를 절대방사휘도로 변환시켜야 하는데 그 변환은 식(1)과 같다.

$$L = \left(\frac{L_{MAX} - L_{MIN}}{Q_{CALMAX}} \right) Q_{CAL} + L_{MIN} \quad (1)$$

여기서, L =spectral radiance at the sensor's aperture in($mW/cm^2sr \mu m$)

L_{MIN} =spectral radiance that is scaled to Q_{CALMIN} in($mW/cm^2sr \mu m$)(0.12378)

L_{MAX} =spectral radiance that is scaled to Q_{CALMAX} in($mW/cm^2sr \mu m$)(1.5303)

Q_{CAL} =quantized, calibrated pixel value in digital numbers(DNs)

Q_{CALMAX} =maximum quantized, calibrated pixel value (DN=255) correspond to L_{MAX}

이상과 같이 Landsat-5 TM 그리고 Landsat-7 ETM+ 영상에서 구해진 분광방사휘도 $L(L-TM, L-ETM+)$ 과 절대온도($^{\circ}K$) 사이에는 다음 식(2)와 같은 상관관계가 존재한다(Markham, 2003), (NASA, 2004).

$$T_a(^{\circ}K) = K_2 / \ln((K_1/L) + 1) \quad (2)$$

여기서, T_a = effective at-satellite temperature in Kelvin

L = spectral radiance at sensor's aperture in($mW/cm^2sr \mu m$)

K_1 = calibration constant 1 in ($mW/cm^2sr \mu m$) K_2 = calibration constant 2 in Kelvin

식 (1)에서 DN은 영상이 갖는 픽셀 값을 의미하며, $L(L-TM, L-ETM+)$ 은 그 영상 밝기에 해당하는 태양광선의 에너지, T_a 는 그 에너지에 해당하는 지표면의 외견상 절대온도를 나타낸다. K_1 은 고유상수 분광방사휘도 보정값(60.776: Landsat-5 TM)이고, K_2 는 고유상수 절대온도 보정값(1260.56K: Landsat-5 TM)이다. 이상의 모델식의 계산결과로서 얻어지는 온도는 외견상 절대온도로서 실제온도로의 환산은 식(3)에 의해 변환할 수 있다.

$$T_s = \epsilon^{-1/4} \cdot T_a \quad (3)$$

여기서, ϵ 은 방사율을 나타내는 것으로, 정확한 지표면 온도를 산출하기 위해 토지피복분류를 수행하고 토지특성별 고유방사율값을 적용함으로써 보다 정확한 화소별 지표면의 온도추정이 가능하게 된다.

3. 영상처리 및 분석

3.1 영상자료획득 및 전처리

본 연구를 위한 테스트필드는 충북 북부권에 위치한 충주시와 충주댐 일원을 대상으로 하였다. 대상 지역의 지표온도추출 및 분석 등을 위해 이용한 영상은 표 1에 제시한바와 같이 1984, 1989, 1994, 2000, 2001, 2002, 2004년의 Landsat-5 TM/Landsat-7 ETM+영상으로 총 15매를 분석하였으며, 연구대상지역의 1:5,000, 1:25,000 수치지형도와 지상기준점 자료를 이용하여 충주시 행정구역만을 추출하였다.

대상체에서 방사되는 전자파에너지를 위성에서 감지하는 경우 여러 가지 기하학적왜곡과 방사왜곡 그리고 불특정 노이즈가 발생하게되므로 기하학적 왜곡 방사왜곡에 대한 보정을 실시하였다. 기하학적 왜곡의 보정을 위해 지상기준점과 영상에서 획득된 기준점간 일차적인 보정을 수행하였으며, 1차 보정이 수행된 Landsat영상을 image-to-map방법을 이용하여 해당지역의 1:5,000수치지도와 중첩하여 2차 보정을 수행하였다. 보다 정확한 지표면의 온도를 파악하기 위해서는 대기에 대한 영향을 고려하여야 하나 본 연구에서는 과거영상을 이용하고 있으며 영상취득당시의 대기의 상황을 나타내는 자료를 입수하는 것이 상당한 어려움이 있어 대기보정을 생략하고 대기조건은 전체 영상에서 동일하다고 가정하였다.

표 1. Landsat-5 TM/Landsat-7/ETM+Raw Data

영상	관측일	위성	형식	PATH	ROW	중심노	중심노
1	1984-11-12	LANDSAT5 TM	LGSOWG	115	34	128.24	37.47
2	1989-10-09	LANDSAT5 TM	LGSOWG	115	34	128.09	37.48
3	1994-06-01	LANDSAT5 TM	LGSOWG	115	34	128.12	37.50
4	2000-03-13	LANDSAT5 TM	FAST-B	115	34	128.27	37.46
5	2000-04-06	LANDSAT7 ETM+	FAST-L7A	115	34	128.15	37.48
6	2000-05-08	LANDSAT7 ETM+	FAST-L7A	115	34	128.13	37.48
7	2000-09-29	LANDSAT7 ETM+	FAST-L7A	115	34	128.14	37.49
8	2001-11-19	LANDSAT7 ETM+	FAST-L7A	115	34	128.16	37.47
9	2002-03-11	LANDSAT7 ETM+	FAST-L7A	115	34	128.15	37.48
10	2004-01-12	LANDSAT7 ETM+	GEOTIFF	115	34	128.14	37.47
11	2004-02-13	LANDSAT7 ETM+	GEOTIFF	115	34	128.13	37.47
12	2004-04-17	LANDSAT7 ETM+	GEOTIFF	115	34	128.13	37.47
13	2004-05-19	LANDSAT7 ETM+	GEOTIFF	115	34	128.15	37.50
14	2004-07-22	LANDSAT7 ETM+	GEOTIFF	115	34	128.15	37.47
15	2004-09-24	LANDSAT7 ETM+	GEOTIFF	115	34	128.13	37.45

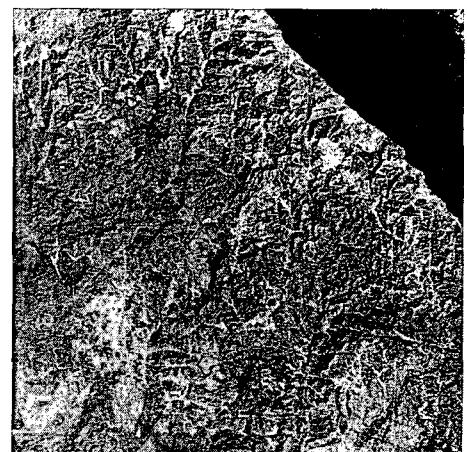


그림 2. Landsat-7/ETM+(path/row=115/34) (January 12, 2004)

3.2 지표온도산출 보정식 설정

위성영상을 이용한 지표온도의 추출에 있어 정확도의 향상을 위한 방안으로 본 연구에서는 1차적으로 토지피복분류를 통한 각 권역별 방사보정을 실시하였다. 그리고 방사보정을 실시한 영상으로부터 NASA 모델식에 의해 지표온도를 구한 후 동일시기의 기상청자료와 직접 비교하여 편차를 산출하고 두

자료간의 상관관계를 회귀분석에 의해 함수식을 설정하여 2차 보정을 수행함으로써 정확도의 향상을 꾀하고자 하였다.

지표온도의 추출을 위한 영상처리의 전체과정은 인터그래프의 IA(Image Analyst)를 사용하였으며, 처리된 값은 ASCII 값으로 변환하여 분석하였다. 그리고 참조자료로 충주시 1:5,000, 1:25,000수치지도와 기상청의 협조를 얻어 해당년월일 기상자료를 참조하였다.

우선 영상으로부터 지표온도를 추출함에 있어 보다 정확한 지표온도를 추정하기 위해 연구대상지에 대한 토지이용도를 기초로 하여 지표면의 토지특성별로 총 6개의 토지피복별 권역분류항목을 설정하여 피복분류를 실시하였다. 토지피복 분류항목은 TM영상데이터에 해당하는 USGS분류기준을 기초로 하여, 도시역, 농경지, 산림역, 수역, 나대지, 초지의 6개 항목으로 분류하였다. 이 때 유사한 분광특성만을 가진 화소로 자동표본추출을 해주는 Region Growing 기법을 이용하여 트레이닝 표본을 선정하였으며, 분류 항목간 공분산 행렬, 평균벡터, 표준편차 등의 통계 계산치를 추출하였다. 이후 최대우도분류 결정규칙을 이용하여 토지피복분류를 실시하였다. 분류된 토지피복항목별로 해당되는 방사율을 적용하여 화소별 지표면온도를 계산하도록 하였다. 표 2는 토지피복분류항목별 방사율을 나타낸 것이다. 이와 같은 토지피복분류와 분류항목별 방사율을 적용하여 방사보정을 실시함으로써 지표온도의 산출을 위한 NASA Model(Markham & Becker, 1986)의 적용에 있어 평균방사율의 적용으로 인해 발생할 수 있는 오차의 요인을 제거하였다. 방사보정을 실시한 영상에 대해서 토지피복분류 항목별 권역을 설정하여 권역별 DN(Digital Number)를 추출하였다. 각 DN를 지표온도의 산출을 위해 사용한 NASA Model에 적용하여 지표면방사율에 따른 화소별 온도를 구한다음, 토지피복분류 항목별로 평균값을 구하고 이를 다시 전체 대상지에 대해 평균하여 평균지표온도로 환산하였다.

영상으로부터 산출하는 지표온도는 대기온도와 일정한 관계를 가지게 되므로 Landsat영상으로부터 획득되는 지표온도와 기상청에서 제공하고 있는 평균기온과의 상관관계를 규명하고 이에 대한 보정을 실시해야 한다. 이에 NASA Model의 적용에 의해 획득한 지표온도를 기상청으로부터 제공받은 동일시기의 기온자료와 직접 비교하여 상관관계를 분석하고 온도보정식을 설정하였다. 이를 위해 이용한 영상은 기상관측장비 및 기술의 발달을 고려하여 본 연구에 활용한 영상 중 최신의 영상인 2000, 2004년도 촬영영상 10매를 이용하였다. 표 3은 분석을 위해 이용한 영상의 촬영일자와 관련된 기상청 기온자료로서 온도보정식의 결정시 사용하는 기온자료에 따라 일평균기온, 월평균기온분포를 나타낸 것이다. 일평균기온 ($T_{Ave/KMA}/day$)은 촬영이 이루어진 당일의 평균기온을 나타낸 것이며, 월평균기온 ($T_{Ave/KMA}/month$)은 촬영일자에 해당하는 당일의 평균기온을 나타낸 것이다. NASA 모델식에 의해 획득한 지표온도는 많은 선행연구에서도 밝혀진 바와 같이 실제 기온과는 비교적 큰 차이를 보인다. 이에 본 연구에서는 위성영상과 NASA모델식에 의해 추출한 온도가 가지는 실제온도와의 편차를 줄이기 위한 방법으로 편차의 보정식을 설정하였다. 보정식의 설정을 위해 우선 식(3)에 의해 산출한 지표온도와 해당년월일의 기상청 기온자료와의 직접비교를 통해 두 자료간의 편차를 식(4)를 이용하여 산출하였다.

$$X_{Dev} = T_S - T_{Ave/KMA} \quad (4)$$

여기서, $T_{Ave/KMA} = \frac{\sum T_{days}}{D_{ays}}$ (표3)이며, $\sum T_{days}$ 는 해당월 각일자별 기온의 합, D_{ays} 는 해당월 날짜수를 나타낸다. 식(4)로부터 산출된 자료간 편차를 이용하여 온도 보정량($y_{vol,cor}$)의 결정을 위해 식(5)와 같은 3차원의 회귀방정식을 이용하였다. 이때

표 2. 토지피복분류 항목별 평균방사율

분류항목	방사율(ε)
도시역(Urban Land)	0.95
농경지(Agricultural Land)	0.98
산림역(Forest Land)	0.98
수역(Water Area)	0.98
초지(Grass Land)	0.96
나대지(Barren Land)	0.92

표 3. 기상청(www.kma.go.kr) 평균기온 (단위:°C)

No.of Image	Landsat Image (day/year/month)	KMA Data	
		$T_{Ave/KMA}/month$	$T_{Ave/KMA}/day$
1	12-Nov-84	6.1	5.7
2	09-Oct-89	11.7	8.5
3	01-Jun-94	21.7	18.9
4	13-Mar-00	4.6	2.9
5	06-Apr-00	10.1	7.2
6	08-May-00	16.3	15.0
7	29-Sep-00	19.1	17.5
8	19-Nov-01	3.8	2.4
9	11-Mar-02	6.6	5.1
10	12-Jan-04	-3.1	-1.0
11	13-Feb-04	1.6	1.6
12	17-Apr-04	12.6	17.2
13	19-May-04	17.8	21.6
14	22-Jul-04	25.7	29.0
15	24-Sep-04	20.5	19.2

회귀분석에 의한 온도보정식은 온도보정을 통한 편차의 보정효과를 높이기 위해 가급적 고차식을 이용하여 설정하였다.

$$y_{vol.cor} = a x_{Dev}^3 + b x_{Dev}^2 + c x_{Dev} + d \quad (5)$$

그리고 회귀분석에 의해 결정된 편차의 보정량을 식(3)에 의해 결정된 지표온도에 보정하여 최종적인 지표온도를 다음의 식(6)에 의해 산출하였다.

$$T = T_s - y_{vol.cor} \quad (6)$$

이상과 같은 방법에 의해 본 연구에서는 두가지의 방법에 의해 보정식을 설정하여 비교하고 적용가능성을 검토하였다. 첫 번째 보정식은 NASA모델식으로부터 추출한 온도와 기상청자료와의 편차(X_{Dev})의 산출에서 기상청자료의 값($T_{Ave/KMA}$)을 영상촬영이 이루어진 해당년도의 당월평균기온을 이용하도록 하여 설정한 것이다. 보정식의 결정을 위해 우선 이들 두 자료간의 편차를 산출하고 온도보정량의 결정을 위한 회귀분석(그림 3)을 수행하여 식(7)과 같은 온도보정식을 설정하였다.

$$y_{vol.cor} = -0.0746 x_{Dev}^3 + 1.1398 x_{Dev}^2 - 4.3901 x_{Dev} + 9.7133 \quad (7)$$

식(7)에 의해 산출된 두자료간 편차의 보정량은 NASA 모델로부터 추출한 온도에 반영하여 이를 보정하였다. 그리고 보정을 실시한 온도는 영상촬영일자 일평균기온(표3)과 비교하여 보정식에 의한 보정후 편차의 감소정도를 확인하고 이를 평가하였다. 표 4는 이상의 분석결과를 나타낸 것으로서 보정식에 의한 보정을 실시한 이후 각 영상별 편차가 크게 보정되어 전체영상에서 해당일자의 평균기온과 약 0.6~3.1℃의 편차범위내로 근접하는 결과를 도출할 수 있었다. 이는 보정전 영상추출 원시온도자료와 기상청자료의 해당일평균기온과의 편차분포가 약 4.6~8.2℃였음을 고려한다면 상당한 편차의 보정이 이루어졌음을 확인할 수 있다.

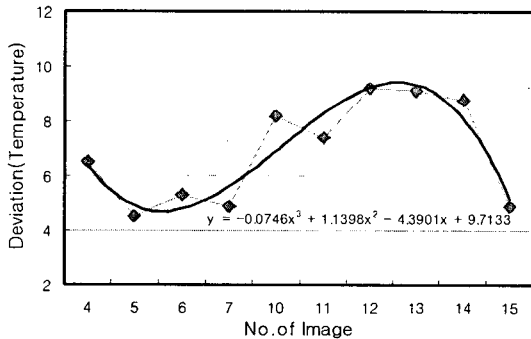


그림 3. 회귀분석에 의한 보정식 결정(해당년/월평균)

표 4. 해당년/월평균값을 이용한 온도보정 및 편차분석 (단위:℃)

영상 번호	Month/Year	해당년 월평균 ①	Landsat ②	온도 편차 ②-①	온도 보정량 ③	보정 온도 ②-③	해당년/월/일온도비교
4	Mar-00	4.6	11.1	6.5	8.8	2.3	-0.6
5	Apr-00	10.1	14.6	4.5	6.2	8.4	1.2
6	May-00	16.3	21.6	5.3	7.4	14.2	-0.8
7	Sep-00	19.1	24.0	4.9	6.8	17.2	-0.3
10	Jan-04	-3.1	5.1	8.2	9.2	-4.1	-3.1
11	Feb-04	1.6	9.0	7.4	9.4	-0.4	-2.0
12	Apr-04	12.6	21.8	9.2	7.7	14.1	-3.1
13	May-04	17.8	26.9	9.1	7.9	19.0	-2.6
14	Jul-04	25.7	34.5	8.8	8.5	26.0	-3.0
15	Sep-04	20.5	25.4	4.9	6.8	18.6	-0.6

3.2 지표온도산출 보정식 설정

본 연구에서 설정한 온도보정식이 다른 시기의 영상을 이용한 온도산출과정에서 적절히 적용될 수 있는지의 여부를 검토하기 위하여 온도보정식의 설정을 위해 사용한 영상을 제외한 다른 영상들에 대해 적용하여 온도산출의 정확도를 재검증하였다. 정확도의 검토를 위해 사용한 영상들의 모든 처리과정은 선행연구에서 이용한 과정과 동일하게 처리하고 보정과정을 거쳐 지표온도를 산출하였으며 보정식의 설정에서 비교데이터로 영상획득 시점의 28년간 월평균기온을 이용한 보정식을 추가적으로 설정하여 분석하였다. 단, 영상번호1의 경우 1984년 영상으로 이 시기에 대한 토지피복분류는 검증할 수 있는 자료의 부족으로 토지피복항목별 방사율을 적용하지 못하고 평균방사율을 적용하였다. 표 5는 이상의 분석결과를 나타낸 것으로서 영상1에서 다소 큰 편차를 보이고 있으나 나머지 2,3,8,9번 영상에서는 상당히 양호한 보정이 이루어졌음을 확인할 수 있었다. 영상번호2,3,8,9에 해당하는 1989년, 1994년, 2001년, 2002년

영상은 정상적으로 토지피복에 의한 보정과 2차 온도보정식에 의한 보정을 수행하였으며, 그 결과 모든 경우에서 약 2°C 이하의 정확도로 온도의 산출이 가능함을 입증할 수 있었다.

표 5. 지표온도산출 정확도 평가 (단위:°C)

영상 번호	Month /Year	Land- sat①	해당년/ 월평균 ②	28년/ 월평균 ③	해당 일 평균 ④	② 보정 온도 ⑤	③ 보정 온도 ⑥	⑤-④	⑥-④
1	Nov / 84	15.9	6.1	5.1	5.7	10.0	13.8	4.3	8.1
2	Oct / 89	17.9	11.7	11.9	8.5	9.4	8.2	0.9	-0.3
3	Jun / 94	26.2	21.7	21.0	18.9	20.0	18.0	1.1	-0.9
8	Nov / 01	11.2	3.8	5.4	2.4	1.8	1.9	-0.6	-0.5
9	Mar / 02	13.5	6.6	4.5	5.1	4.3	3.4	-0.8	-1.7

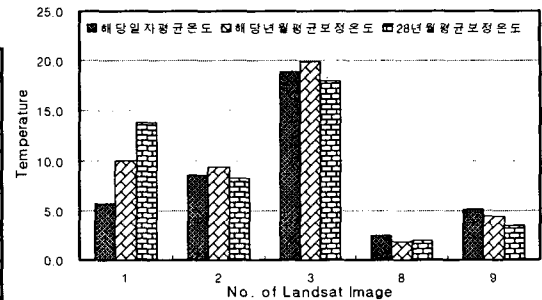


그림 4. 해당일평균온도와 보정온도의 비교

4. 결 론

본 연구는 위성영상의 보정과 실측기온자료와의 편차를 보정함으로써 보다 향상된 정도의 지표온도를 추출할 목적으로 수행한 연구로서 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

1. NASA모형을 이용한 지표온도의 산출과정에서 발생하는 오차를 줄이기 위해 토지피복분류에 의한 고유방사율을 적용하여 1차적인 보정을 실시하여 평균방사율의 사용에 따른 오차를 보정하였으며, NASA모형식에 의해 추출한 지표온도와 실제 온도와의 편차를 보정하기 위하여 기상청 실측기온자료와 회귀분석을 통해 상관관계를 분석하고 이를 이용한 두 자료간 편차의 보정식을 설정하였다.
2. 지표온도와 실측자료간의 편차를 보정하기 위해 설정한 보정식에 대한 평가를 위해 보정식에 의해 보정한 온도와 촬영당일의 일평균 기온과 상호 비교분석을 실시하였다. 그 결과, 편차의 산출을 위한 지표온도와 비교값으로 촬영일의 해당년도 월평균기온값을 사용한 경우에서 촬영당일 일평균 기온과 약 0.6~3.1°C의 편차범위내로 근접하는 결과를 도출할 수 있었다.
3. 본 연구에서 설정한 온도보정식의 적용가능성을 검토하기 위하여 다른 시기의 영상에 적용하여 온도산출의 정확도를 재검증한 결과, 1번 영상을 제외한 나머지 영상에서 약 2°C 이하의 정확도로 온도의 산출이 가능함을 확인할 수 있었다. 이러한 결과로부터 본 연구에서 설정한 온도보정식이 다른 시기의 영상자료에 적용하였을 경우에도 자료간의 편차를 상당량 보정할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 박민호(2001), Landsat TM 열적외 데이터를 이용한 도시열섬현상에 관한 연구-서울시를 대상으로-, 대한토목학회논문집, Vol.21, No.6-D, pp.861-874.
2. 백정호, 이재봉, 이흥로, 사공호상(2005), Landsat-7위성영상을 이용한 전주시 지표온도 및 식생변화탐지, 한국지리정보학회 학술발표논문집, pp.1-15.
3. 이병규, 강인준(2003), The ocean and land surface temperature distributions of Jeju island using Landsat7/ETM+ data, 대한토목학회 정기학술발표 논문집, 4407-409.
4. 조명희, 이광재, 김운수, 전병운(2001), 원격탐사자료를 이용한 도시지역 토지피복과 열분포 상관성 분석, Korean Journal of Remote Sensing, Proceeding Spring, pp.42-48.
5. 최승필, 양인태, 이기부(1998), 인공위성 Landsat TM영상에 의한 임해발전소로부터의 온배수확산의 모니터링, 지형공간정보학회지, 제6권 제1호, pp. 105-116.
6. Schneider K, and Mauser W.(1996), Processing and accuracy of Landsat Thematic Mapper data for lake surface temperature measurements, International Journal of Remote Sensing, 17, 2027-2041.
7. Suga, Y., Ogawa H., Ohno K., Yamada K(2003), Detection of surface temperature from Landsat-7/ETM+, Adv. Space Res, 32(11), pp. 2235-2240.
8. http://daejeon.kma.go.kr/climate/climate_02.html