

# RS/GIS를 이용한 청계천 복원에 따른 지표 열 환경 분석

## The Surface Temperature Environment Analysis after Cheonggye Stream Reconstruction using RS/GIS

조명희\* · 김성재\* · 조윤원\* · 김연희\*\*

Myung-Hee Jo · Sung-Jae Kim · Youn-Won JO · Yeon-Hee Kim

\*경일대학교 위성정보공학과

Dept. of Satellite Geoinformatics Engineering Kyungil University

\*\*기상청응용기상 연구실

Applied Meteorology Research Laboratory

mhjo@kiu.ac.kr\* · sungjae97@yahoo.co.kr\* · sorabol00@hanmail.net\*

kyh@metri.re.kr\*\*

### 요 약

인간의 보다 질 높은 생활관을 추구하기 위하여 친 환경적인 산업개발 및 환경 복원 사업에 대한 노력이 최근 들어 끊임없이 지속되고 있다.

본 연구에서는 서울시 청계천을 대상으로 청계천 복원 전과 복원후의 지표 열 분포도를 작성하고 이를 기반으로 청계천 복원 전·후의 지표 열 변화를 분석하였다. 아울러 지표온도와 현지 관측 자료인 AWS 자료와의 비교 분석을 수행하여 지표온도와 대기온도 차를 도출하였다. ASTER 영상 열적외선센서(TIR) 와 GIS를 활용하여 도시 지표면의 온도를 추출하고, AWS 기상관측자료와의 상관성 분석함으로써 도심의 지역적인 지표 열 패턴과 국지적인 기후연구에 활용가능성을 제시하고자 한다.

주요어 : 청계천, GIS, ASTER영상, AWS 기상관측자료, 지표온도, 대기온도

### 1. 서 론

오늘날 첨단 산업사회에서 지속적인 대규모의 도시개발과 대도시 중심의 인구집중화와 등으로 인하여 도시지역과 산업단지 등의 지형 및 지표면 피복변화가 심각

하게 발생하고 있다. 이러한 인공적인 개발로 인하여 도시의 내·외적 경관변화와 지형 및 기온 상승, 바람장의 변화 그리고 대기오염 물질의 증가 등으로 열섬현상이나 온실효과, 스모그현상 등과 같은 이상 기후현상을 초래하게 되었다. 이러한 요인에 의해 질 높은 삶을 추구하는 인간들의

환경변화에 대한 관심이 점차 높아지고 있는 실정이다.

이러한 실정을 반영이나 하듯 최근 서울시에서는 청계천로와 청계고가로의 구조물 노후화에 따른 안전문제의 근원적인 해소, 환경 친화적인 도시 공간 조성, 서울의 역사성과 문화성 회복, 장기적 주변 개발을 통한 강남과 강북의 균형 발전 도모를 위하여 2003년 7월부터 2005년 10월까지 청계천 복원 사업을 수행하였다.

과거 도시지역의 열 환경 분석을 위해서는 주로 Landsat TM/ETM+ 위성영상 자료를 사용하였으나 2003년 5월 위성 센서의 고장으로 위성영상 자료의 사용이 불가피하게 됨으로써 Landsat ETM+ 열적외 자료와 동일 해상도를 제공하는 ASTER TIR자료의 활용성이 부각되고 있다.

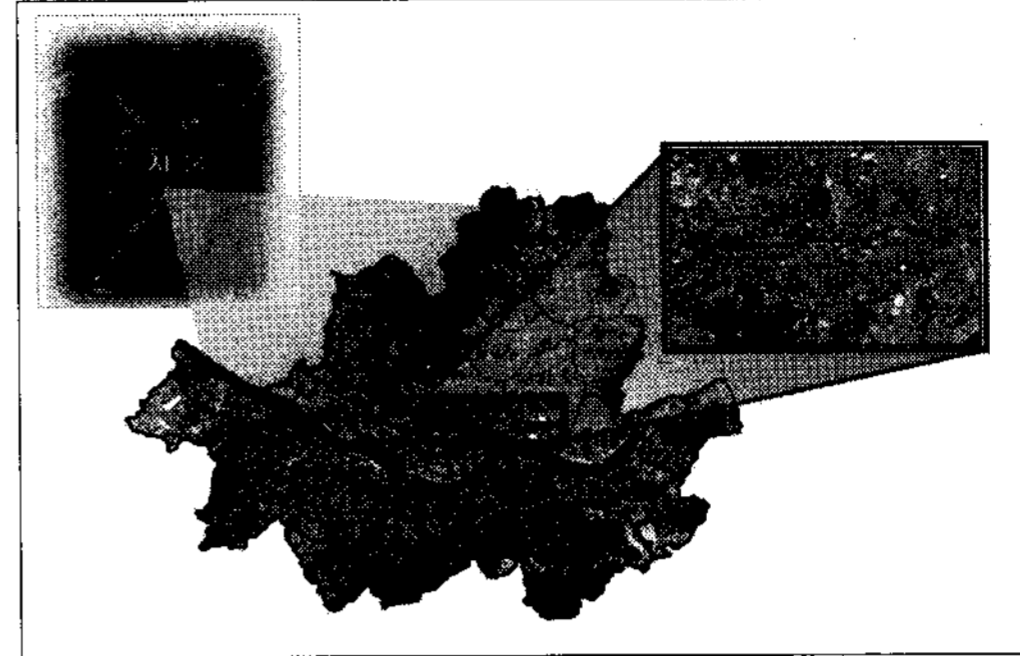
도시 열 환경 분석관련 국내외의 연구 동향을 살펴보면 국내의 경우 조명희 등(2005)은 ASTER 영상과 AWS 관측자료를 이용하여 서울시의 열 환경의 분석에 대하여 연구를 수행하였으며 채효석(1999) 등은 Landsat TM 영상을 활용하여 NDVI, Albedo, 지표온도를 추출함으로써 지표면 수문인자의 변화를 분석하였다.

외국의 경우 Yuko Fukui(2003)은 ASTER 영상을 이용하여 도쿄 시가지의 지표온도 패턴에 대하여 분석하였고, Prakash A(1999) 등은 인도 탄전지대의 지표화재 연구에 있어서 Landsat TM 자료를 사용하여 지표온도를 추정하고 그 분포를 파악하였다.

본 연구에서는 ASTER TIR 센서에서 취득한 지표온도 분포도를 작성하여 청계천 기준으로 청계천일대의 복원 전과 복원후의 지표온도 값을 비교·분석하고자 한다.

아울러 현지 관측자료인 AWS 대기온도 관측값과 위성영상 자료의 지표온도 값과의 온도차를 추정함으로써 원격탐사 자료

및 GIS 공간분석 기법을 이용한 도시 열 환경의 대한 시·공간적 분석기법의 활용 가능성을 규명하고자 한다.



<그림 1> 연구 대상지역

## II. 연구자료 및 방법

본 연구에서 서울시의 지표면 온도 추출을 위하여 ASTER 2B03 Product 영상을 이용하였으며 위성영상의 촬영 시기는 2004년 04월17일(AM 10:30) 촬영된 영상과 2006년10월7일(AM 11:27)에 촬영된 영상 2 Scene을 사용하였다.

영상 전 처리에 있어 ASTER 2B03 Product는 기본적인 방사량과 기하보정이 수행된 영상이지만 더 정확한 위치보정을 위하여 IMAGINE 8.6을 이용하여 기하보정을 수행하고(RMS Error : 0.31m), 내삽법에 있어서는 Nearest Neighbor Method를 이용하여 90m\*90m로 재배열(Resampling)하였다.

현지 관측자료인 AWS 대기온도 자료와 위성영상 자료에서 추출한 지표온도 자료를 이용한 대기온도와 지표온도 차의 추정을 위하여 서울시 14개 지점의 분당 AWS 관측소 자료(AM 11:27)를 사용하였다.

아울러 청계천을 기준으로 청계천 복원 전과 복원후의 거리에 따른 지표 온도 변화·분석을 위하여 청계천을 나타내는 선형 데이터를 이용하여 반경 1Km까지 100m

간격의 Buffer데이터를 생성하였으며, 이를 기반으로 청계천을 중심으로부터 거리에 따른 평균 지표온도를 추출하였다.

효율적인 결과 도출 및 해석을 위하여 도출 결과 값의 기본 베이스 맵으로 고해상 위성영상인 Quickbird(2002년)을 이용하였다.



<그림 2> 연구 흐름도

### III. 연구수행 내용 및 결과

#### 1) ASTER 영상을 이용한 지표온도 분포도 작성

본 연구에서는 ASTER 영상을 이용한 청계천 복원 전·후 비교 분석을 위하여 ASTER 2BO3 Product 영상을 사용하였다. ASTER 2BO3 Product 영상은 TIR 데이터 값에 기본적인 대기 보정처리 후의 방사휘도 Product를 기초로 하여 열적외선에 입사하는 열적외 방사량으로부터 지표면 온도를 Digital Number로 나타내는 영상이다.

2004년 4월 17일 획득한 영상 취득범위가 서울시 전체(614.89km<sup>2</sup>)를 포함하고 있는 반면 2007년 10월 7일 영상데이터의 취득 범위가 전체 면적에서 44.7%인 275.04km<sup>2</sup>로 서울시 전체를 포함하고 있지

않는 관계로 취득된 영상 중 청계천을 포함하고 있는 청계천 일대의 영상 데이터만을 활용하였다.

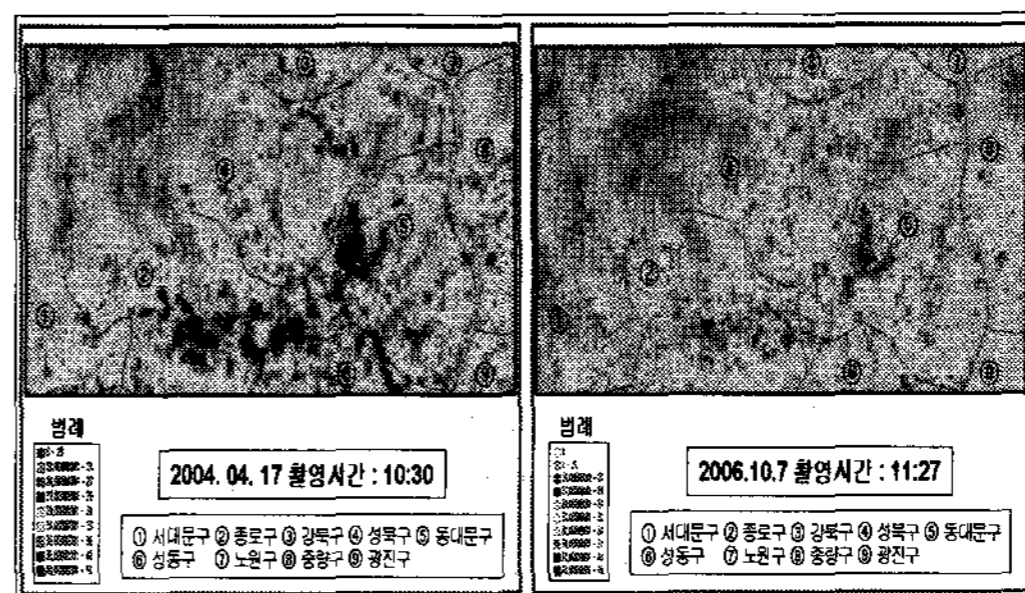
일반적으로 Landsat TM/ETM+ 영상을 이용한 지표온도 산출시 NASA Model(Markham and Becker, 1986)이 쓰여져 왔다. 하지만 NASA Model은 지구와 대기사이의 방사가 일정하다는 가정 하에 센서의 검정상수를 이용하여 지표온도 값을 추출하는 방법이므로 정확한 지표온도 Data를 취득할 수가 없었다.

하지만 ASTER 2BO3 Product 영상은 영상 취득 당시의 대기조건(emission, absorption, scattering)을 고려하여 대기 보정을 수행한 영상으로써 지표온도 추출에 있어서 Landsat TM/ETM+ 영상보다 보다 정확한 지표온도 Data를 취득할 수 있다.

ASTER 2BO3 Product 영상에서 표현되는 지표온도는 Kelvin 온도이므로 섭씨온도로 단순 변환하여 청계천 일대의 지표온도 분포도를 작성하였다<그림 3>.

$$T = ATP / CC - CTC$$

T = Celsius temperature scale  
 ATP = ASTER Thermal Infra Red Products (2B03)  
 CC = Correction Constant (10)  
 CTC = Celsius temperature scale Conversion Constant (-273.15)

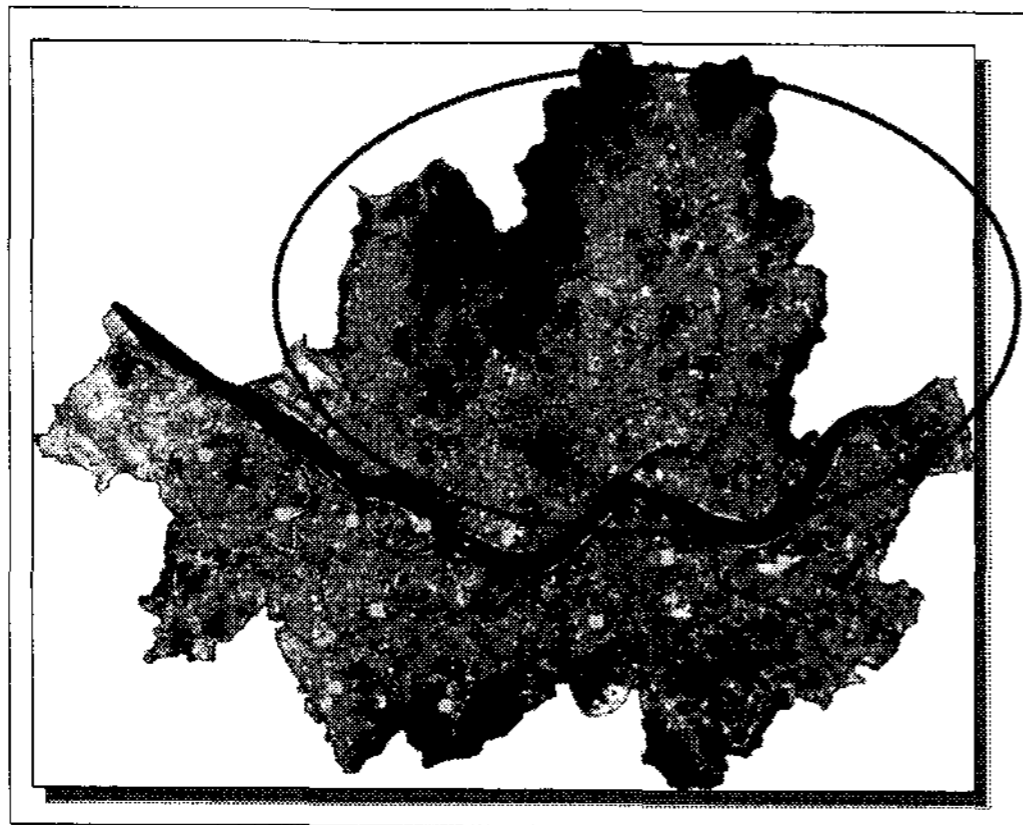


<그림 3> 청계천 일대 지표온도 분포도

2) AWS자료의 대기온도와 위성영상 자료의 지표온도차 추정

AWS자료 관측소의 대기온도와 지표온도의 정확한 온도차 측정을 통하여 정밀한 대기온도 예측에 적용하고자 현지관측 자료인 AWS자료(AM 11:27)의 대기온도 값과 ASTER 영상(2006. 10.07 AM 11:27 촬영) 자료 지표온도 값의 온도차를 비교·분석하였다.

2006년 10월 7일 촬영된 ASTER 영상 Full scene 범위에 포함되는 14개 지점의 AWS 관측소 자료를 사용하였다<그림 4>. 동대문의 AWS 관측지점(24.6℃)과 위성영상 자료(34.6℃), 은평의 AWS 관측지점(23℃)과 위성영상 자료(33℃)가 10℃의 차이를 보여 가장 큰 온도차를 보였으며 도봉 AWS 관측지점(23.5℃)과 위성영상 자료(27.7℃)의 온도차가 4.2℃의 가장 작은 온도차를 나타내고 있었다. 전체적으로 14개 지점의 AWS 관측지점과 위성영상 자료의 평균 온도차는 6.9℃로 나타났다.



<그림 4> 대기온도와 지표온도 측정을 위한 AWS 관측 표본점

<표 1> AWS 대기온도와 위성영상의 지표온도 차

AWS관측지점		AWS Date (2006.10.7.11:27)	지표온도 (2006.10.7.11:27)	온도차이 (℃)
402	강동	23.3	28.8	5.5
406	도봉	23.5	27.7	4.2
407	노원	22.6	31.0	8.4
408	동대문	24.6	34.6	10.0
409	중랑	22.8	32.6	9.8
412	서대문	24.6	29.1	4.5
413	광진	23.1	31.6	8.5
414	성북	22.8	29.0	6.2
416	은평	23.0	33.0	10.0
420	북한산	21.3	27.2	5.9
421	성동	23.3	31.8	8.5
541	사능	23.1	27.8	4.6
569	구리	22.5	31.7	9.2
540	고양	24.4	30.2	5.8
평균 온도차이			6.9	

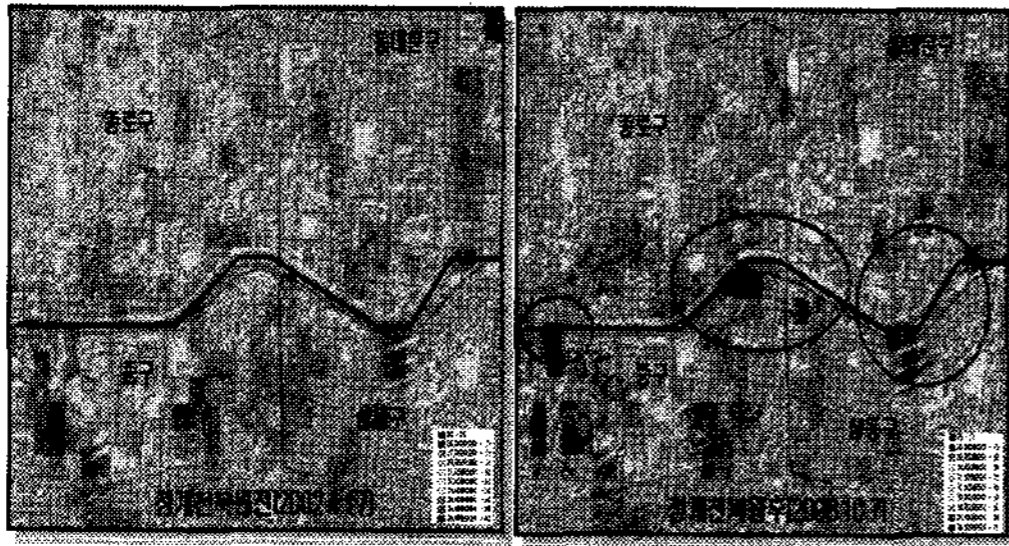
3) 근접성 분석을 이용한 청계천 복원 전·후 비교 분석

본 연구에서는 ASTER 위성영상 자료를 이용한 지표온도 분포도를 기반으로 청계천이 복원되기 전과 복원 후를 청계천 중심으로 거리에 따른 지표온도의 분포 특성을 알아보려고 GIS 공간분석 중에 하나인 근접성분석을 실시하였다.

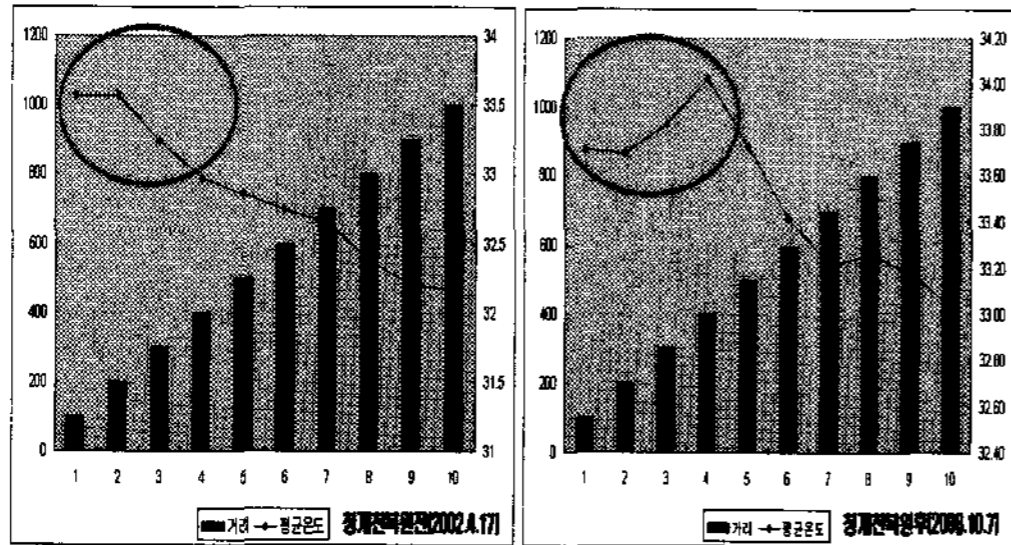
근접성 분석에 있어서는 일정한 거리 즉 청계천을 중심으로 양 방향으로 100m씩 구분지어 해당거리 안에 포함되어 있는 지표온도 값을 추출하여 청계천 일대의 거리에 따른 분포특성을 알아보았다.

청계천 복원 전 고가도로를 기준으로 1KM 근접해 있는 지역의 평균온도를 산출해 본 결과 32.75℃로 서울시 평균보다 2.82℃ 높은 것으로 나타났으며 청계천 복원 전 고가도로를 기준으로 거리가 멀어 질수록 지표온도가 낮게 나타난 것을 알 수

있었다.  
 청계천 복원전의 평균온도와 거리에 따른 반비례 현상이 청계천 복원 후 청계천을 기준으로 400m까지는 비례적인 현상을 보이다가 500m 지점에서 다시 반비례적인 현상이 나타났다.



<그림 5> 청계천 복원 전·후의 지표온도 변화 분포도



<그림 6> 청계천 일대의 복원 전·후의 지표온도 변화 그래프

본 연구에서는 원격탐사기법과 GIS의 공간분석기법을 활용함으로써 도시환경 변화에 따른 도시지표 열 변화의 원인 분석에 보다 체계적이고 효과적으로 접근할 수 있게 되었다.

현지관측자료인 AWS자료(AM 11:27)의 대기온도 값과 ASTER 영상(AM 11:27 촬영) 자료 지표온도 값의 온도차를 비교해 본 결과 가장 큰 온도차는 10℃, 가장 작은 온도차는 4.2℃의 차를 나타내고 있었으며 평균적으로는 6.9℃의 차가 나타났

다. 이를 기반으로 위성영상의 지표온도 자료를 이용하여 대기온도 예측에 적용될 수 있을 것으로 사료된다.

서울시 지표온도 분포도 분석 결과 청계천 복원 전에 비하여 복원후의 청계천 일대의 평균지표온도 값이 낮아진 것을 알 수 있었으며 이는 도심지에 하천과 같은 자연환경이 조성됨에 따라 지표온도가 낮아지는 특성을 대변하는 것으로 향후 도심 온도상승 억제와 같은 도시 국지기후 개선을 위하여 위성영상 자료의 활용이 반드시 필요할 것으로 판단된다.

향후 효율적인 도시 열 환경 분석을 위해서는 현지관측자료 AWS와 위성영상 자료와의 대기 및 지표온도 비교분석에 있어서 GPS를 이용한 향상된 위치 정확도를 기반으로 비교 및 분석이 수행되어야 할 것이며 청계천 복원 전·후의 지표온도 변화 분석에 있어서도 시기가 비슷한 자료를 바탕으로 분석이 수행되어야 할 것으로 사료된다. 아울러 주기적인 영상 획득과 분석을 통한 장기적인 청계천 일대의 지표 열 변화 탐지가 수행되어야 할 것이다.

### 참고문헌

1. 기상연구소, 2006, 기상환경영향평가를 위한 GIS 및 위성영상 활용기법개발 보고서, pp. 34-87
2. 김영섭, 서애숙, 조명희, 김웅남, 신계종, 장영률 2004. 원격탐사개론. 동화기술.
3. 김운수, 김학열, 엄정희, 조명희, 오성남, 2001, 기후특성을 고려한 도시계획제도의 도입과 적용 가능성에 관한 연구, 서울시정개발연구원, pp.1-22.

4. 조명희, 김형섭, 김성재, 유성옥, 2005, ASTER 영상을 이용한 도시 지표 열 환경 분석 기법, 한국지리정보학회 추계 학술발표 대회, pp.475-484
5. Myung-Hee Jo, Hyung-Sub Kim, Sung-Jae Kim, Seong-Ok Yu, "A Study on Extracting the Surface Temperature using Thermal Infrared of ASTER Images in Urban Area, Proceedings of International Symposium on Remote Sensing 2005, pp.717-720
6. Yuko Fukui, 2003, A Study on Surface temperature patterns in the Tokyo Metropolitan area using ASTER data, Geosciences Journal Vol.7 No.4 pp.343-346
7. Frank Palluconi, 1999, AN ATMOSPHERIC CORRECTION METHOD FOR ASTER THERMAL RADIOMETRY OVER LAND, ASTER Standard Data Product AST09, "Level-2Radiance-TIR, Land Leaving"