

## Chapter 8

---

# Calculating Indices

**Indices from MSS Data**

**Indices from TM Data**

**Calculate the surface temperature**

이번 장에서는 다양한 지수(indices)를 사용하여 영상 자료의 정보를 추출해 내는 방법에 대해 배웁니다.

## Indices from MSS Data

---

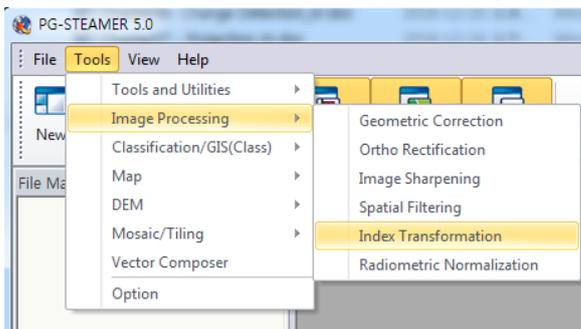
이번 실습에서는 영상 자료의 정보 추출에 있어서 지수(index)를 사용하는 방법에 대해 배웁니다.

### [ 실습 8a ]

1. PG-STEAMER를 실행합니다.

MSS data로 작업합니다.

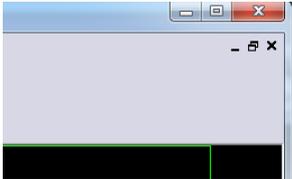
2. Index Transformation를 버튼을 클릭합니다.



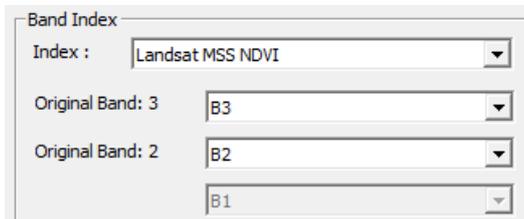
3. Index Transformation 창에서 Open XDM File  툴 버튼을 클릭합니다.
4. Chapter8에 있는 **MSS19780805.xdm** 파일을 선택하여 엽니다.
5. **MSS19780805.xdm** 창을 최대화 시킵니다.



6. Index Transformation 대화상자를 최대화 시킵니다.

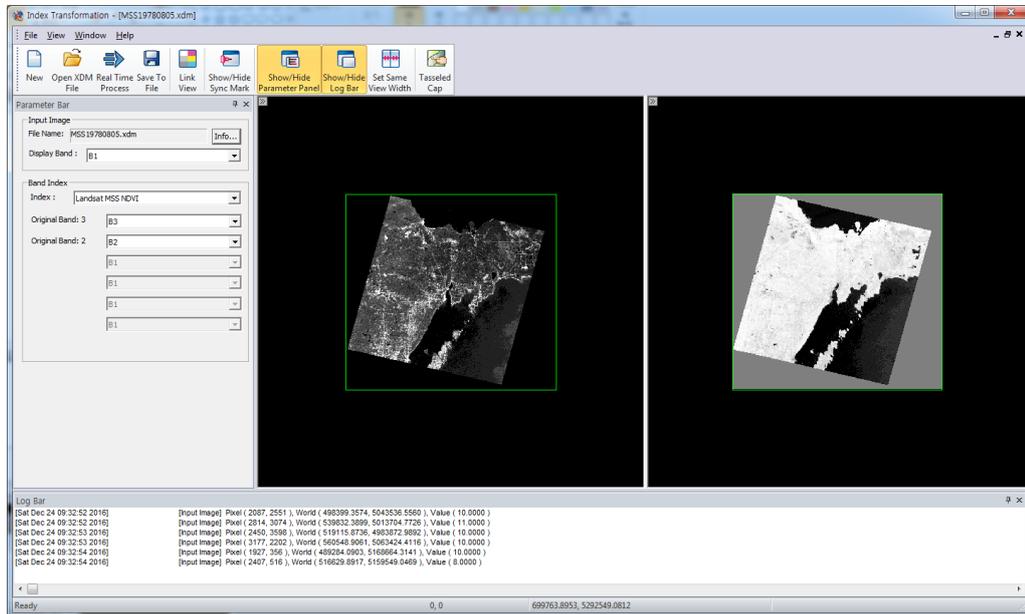


7. Index 리스트에서 Landsat MSS NDVI를 선택합니다.

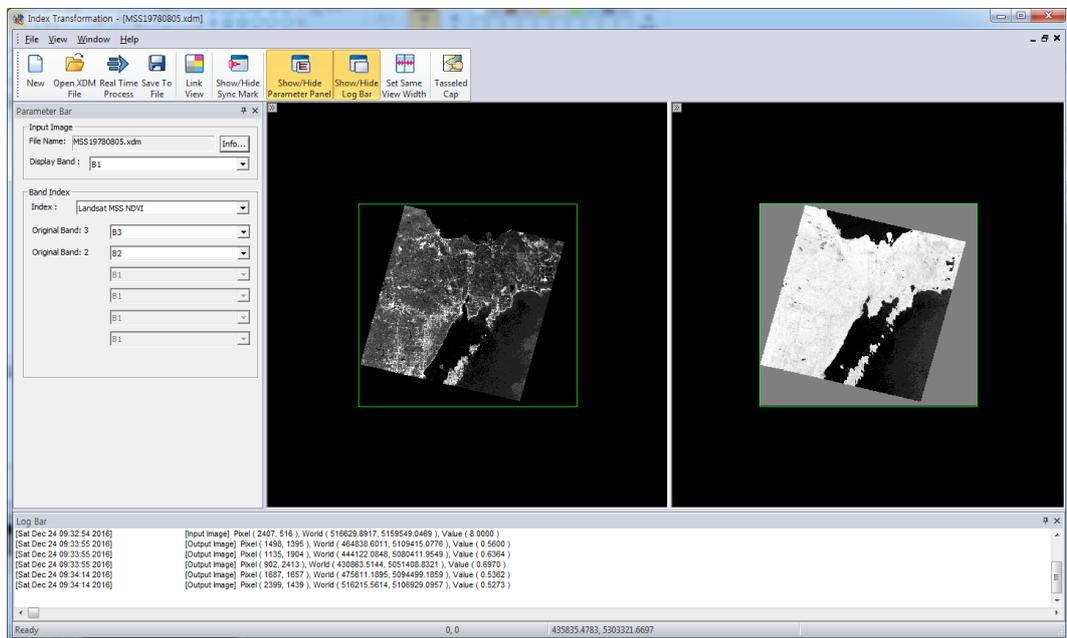


8. RTP  툴 버튼을 클릭합니다.
9. 원본 영상에서 호수 부분 픽셀들을 클릭하고 Log Bar 창에서 픽셀 값을 확인합니다.

## Chapter 8: Calculating Indices

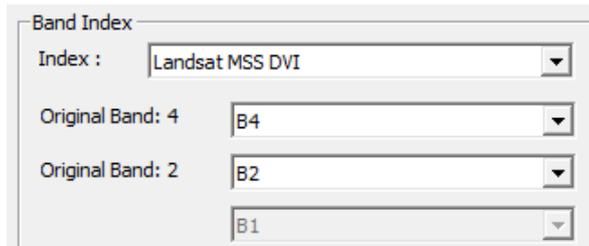


10. 결과 영상에서 육지 부분 픽셀들을 클릭하고 Log Bar 창에서 픽셀 값을 확인합니다.



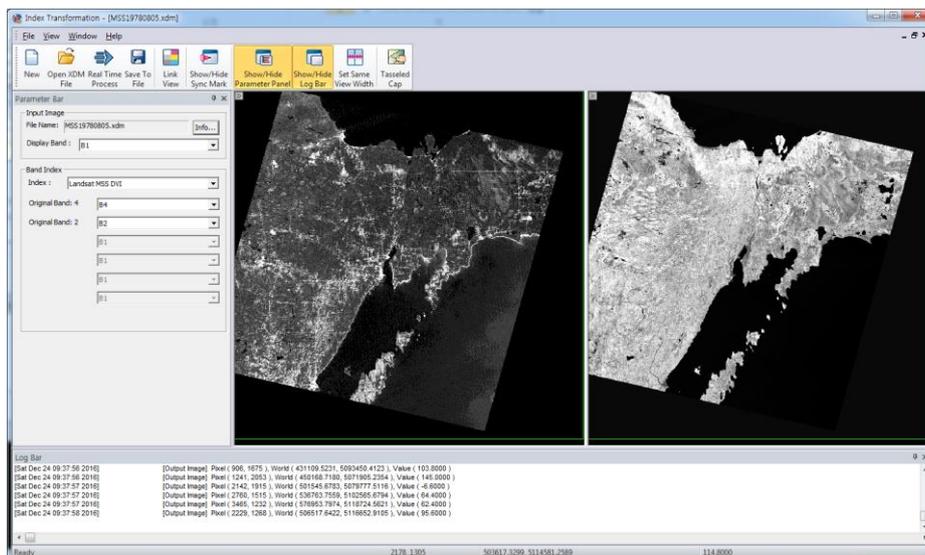
NDVI를 계산하는데 사용된 밴드는 무엇입니까?  
 NDVI 값의 범위는?  
 MSS 밴드의 특징은 무엇입니까?

11. Index 리스트에서 Landsat MSS DVI를 선택합니다.



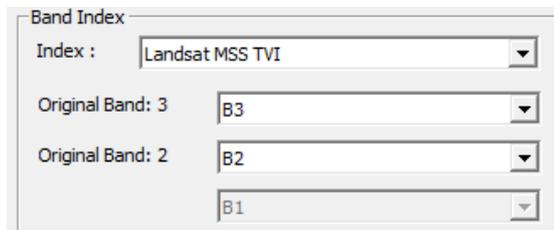
12. RTP  툴 버튼을 클릭합니다.

13. 결과 영상에서 픽셀들을 클릭하고 Log Bar 창에서 픽셀 값을 확인합니다.



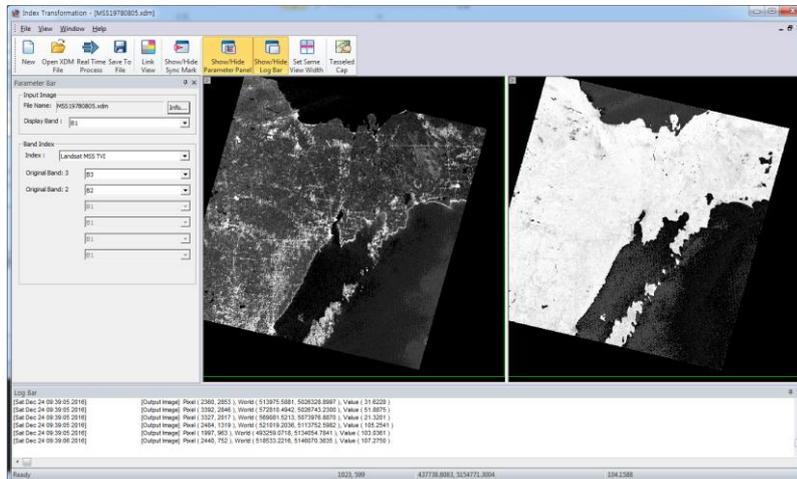
## Chapter 8: Calculating Indices

14. Index 리스트에서 Landsat MSS TVI를 선택합니다.



15. RTP  툴 버튼을 클릭합니다.

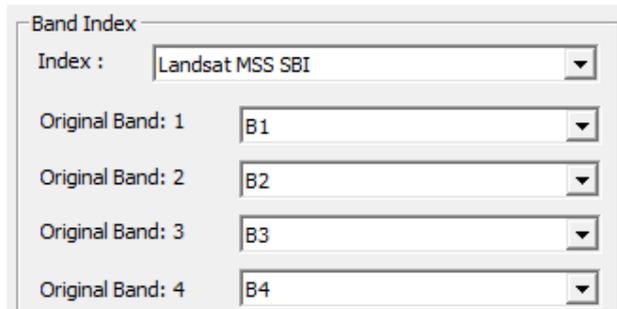
16. 결과 영상에서 픽셀들을 클릭하고 Log Bar 창에서 픽셀 값을 확인합니다.



TVI는 음의 값(negative values)들을 제거합니다.

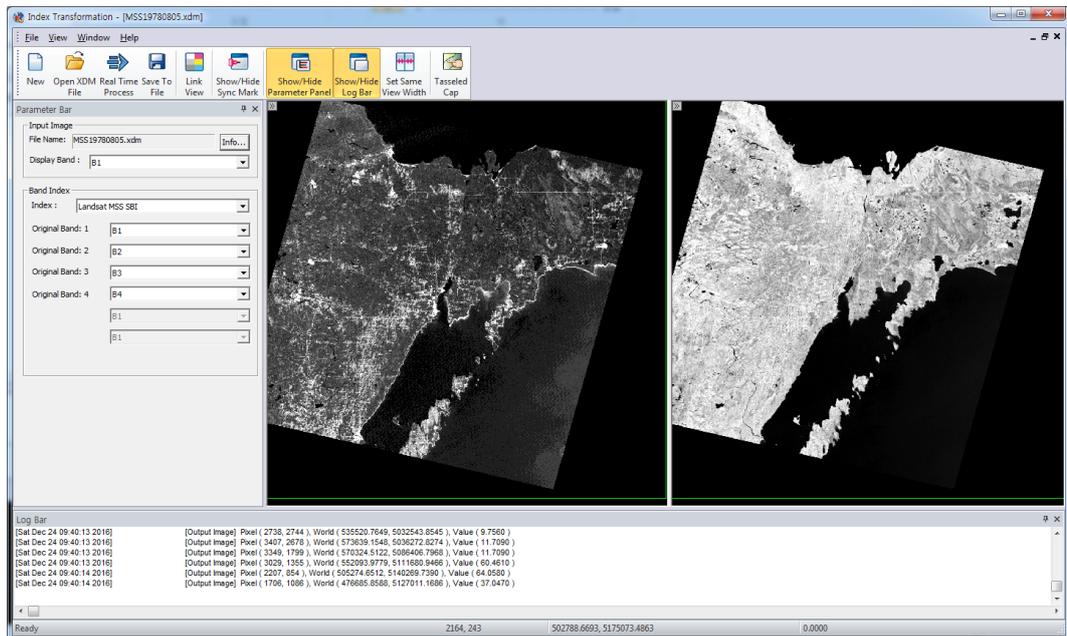
MSS band의 Tasseled Cap Transformation

17. Index 리스트에서 Landsat MSS SBI를 선택합니다.



18. RTP  툴 버튼을 클릭합니다.

19. 결과 영상에서 픽셀들을 클릭하고 Log Bar 창에서 픽셀 값을 확인합니다.

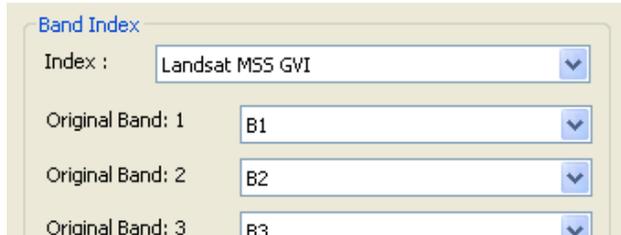


20. Save to File  툴 버튼을 클릭합니다. File Save 대화상자가 나타나면 browse를 클릭하고 output filename으로 "MSS\_SBI"를 입력합니다. Save를 클릭한 후 XDM File

## Chapter 8: Calculating Indices

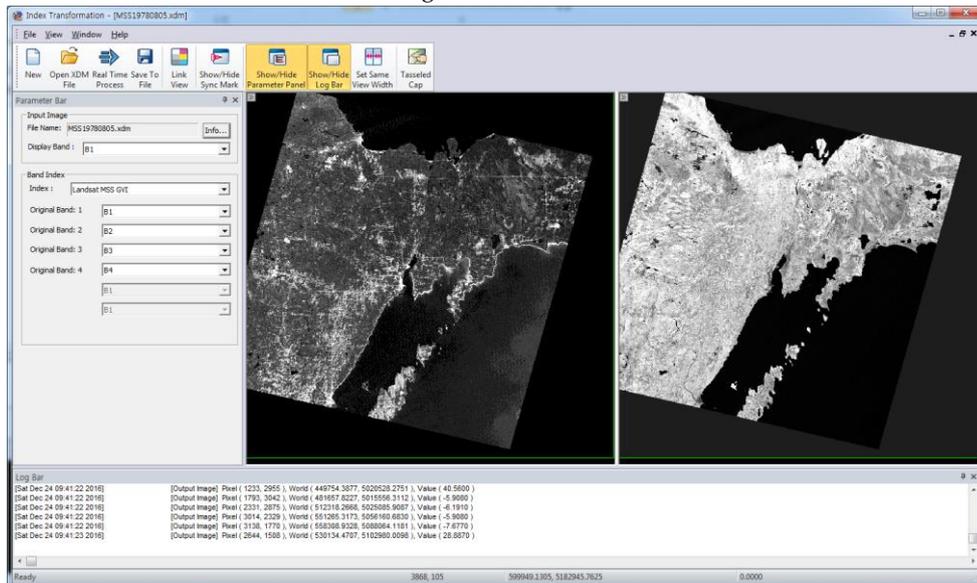
Information 대화상자를 닫습니다.

21. Index 리스트에서 Landsat MSS GVI를 선택합니다.



22. RTP  툴 버튼을 클릭합니다.

23. 결과 영상에서 픽셀들을 클릭하고 Log Bar 창에서 픽셀 값을 확인합니다.

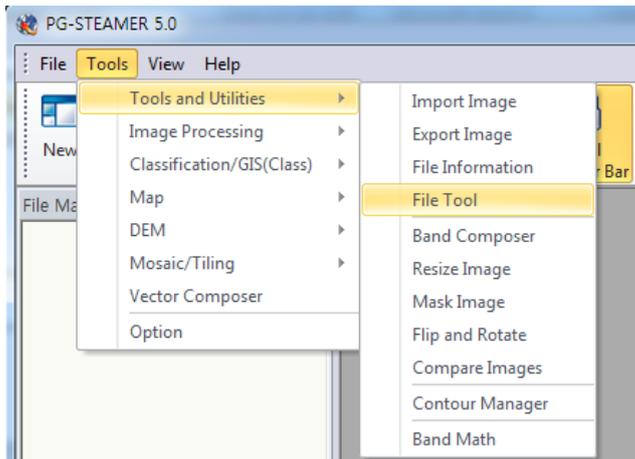


24. Save to File  툴 버튼을 클릭합니다. File Save 대화상자에서 browse를 클릭하고 output filename으로 "MSS\_GVI"를 입력합니다. Save를 클릭한 후 XDM File Information 대화상자를 닫습니다.

25. Index Transformation 대화상자를 닫습니다.

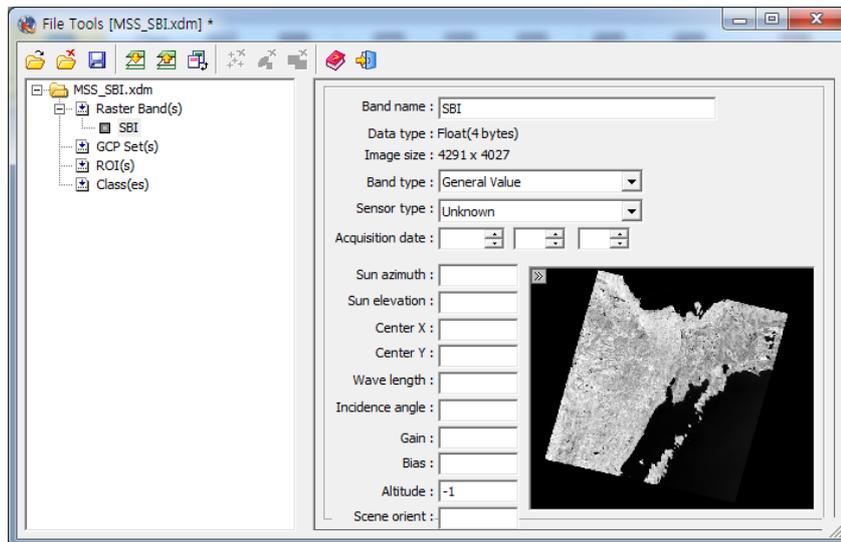
두 밴드를 통합 (Merging)합니다.

26. Menu에서 Tools and Utilities의 File Tools를 선택합니다. (Menu → Tools and Utilities → File Tools).



27. Open Input File  툴 버튼을 클릭하고 Chapter8에 있는 MSS\_SBI.XDM 파일을 선택하여 엽니다.

28. 창의 왼쪽 영역에서 Index Transformed를 선택하고 오른쪽 영역에 있는 Band Name 항목에 SBI를 입력합니다.

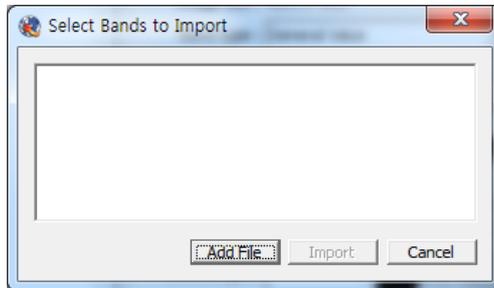


29. Import Band(s) from other XDM file  툴 버튼을 클릭합니다.

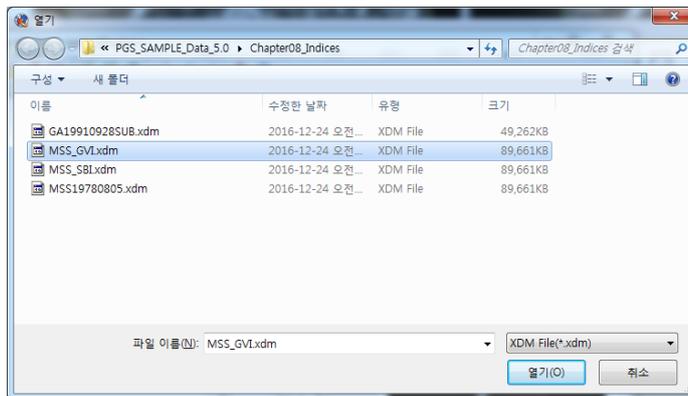
## Chapter 8: Calculating Indices

---

30. Add File을 클릭합니다.

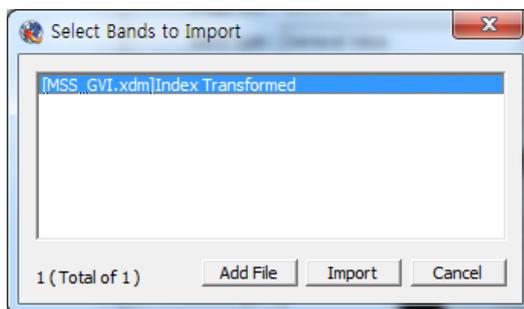


31. MSS\_GVI.xdm 파일을 선택하여 엽니다.



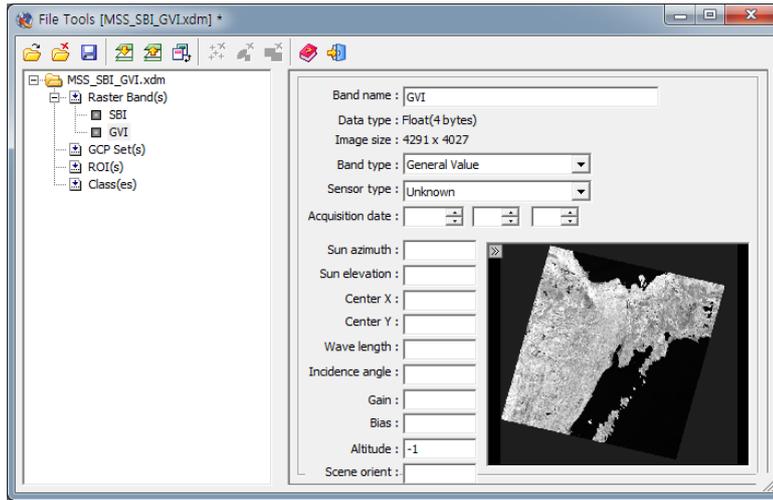
32. [MSS\_GVI.xdm]Index Transformed를 클릭합니다.

33. Import를 클릭합니다.

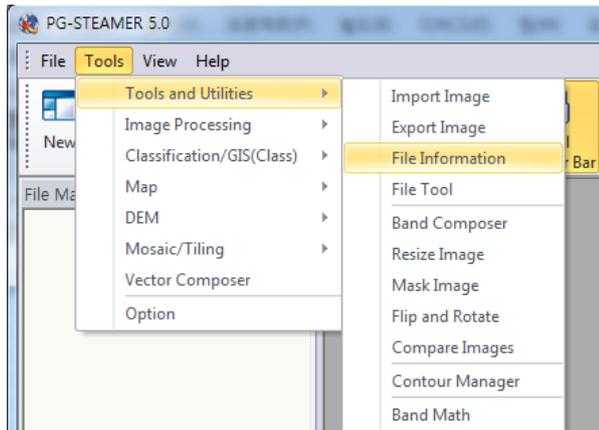


34. Save As 대화창이 활성화 되면 MSS\_SBI\_GVI.xdm로 새로 저장합니다.

35. Open Input File  툴 버튼을 클릭하고 저장한 MSS\_SBI\_GVI.xdm 파일을 선택하여 엽니다.
36. 창의 왼쪽 영역에서 Index Transformed를 선택하고 오른쪽 영역에 있는 Band Name 항목에 GVI를 입력합니다.



37. SAVE  툴 버튼을 클릭합니다.
38. Menu에서 Tools and Utilities의 File Information을 선택합니다. (Menu → Tools and Utilities → File Information)



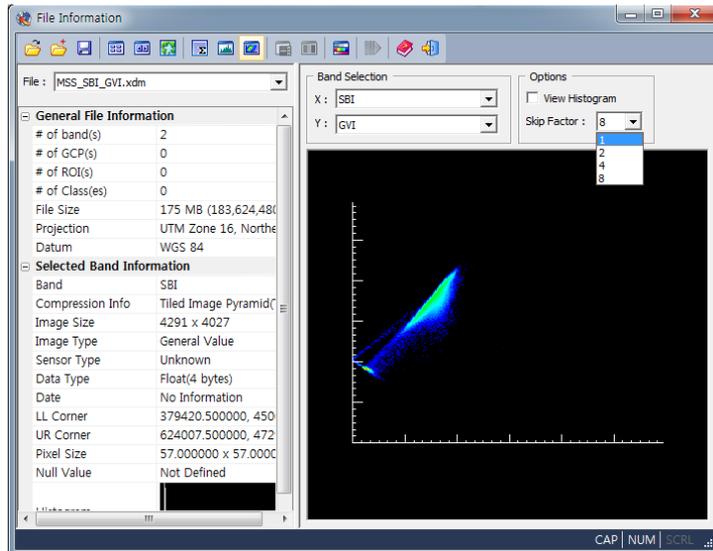
39. Open  툴 버튼을 클릭하고 Chapter8으로 이동합니다.

## Chapter 8: Calculating Indices

40. MSS\_SBI\_GVI.xdm 파일을 선택하여 엽니다.

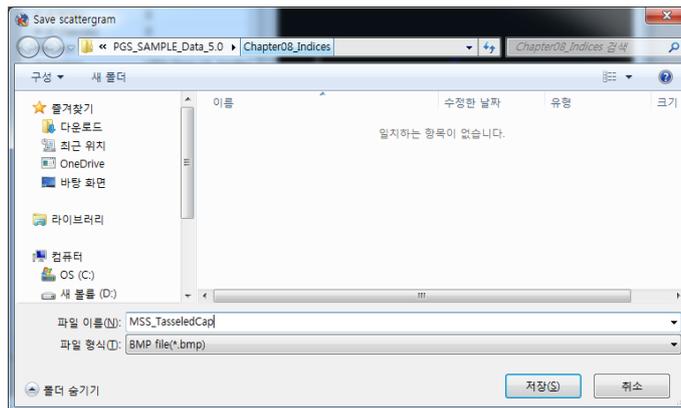
41. View Scattergram  툴 버튼을 클릭합니다.

42. Skip Factor 리스트에서 1을 선택합니다.



43. Save  툴 버튼을 클릭합니다.

44. File name을 MSS\_TasseledCap.bmp으로 입력하고 Save를 클릭합니다.



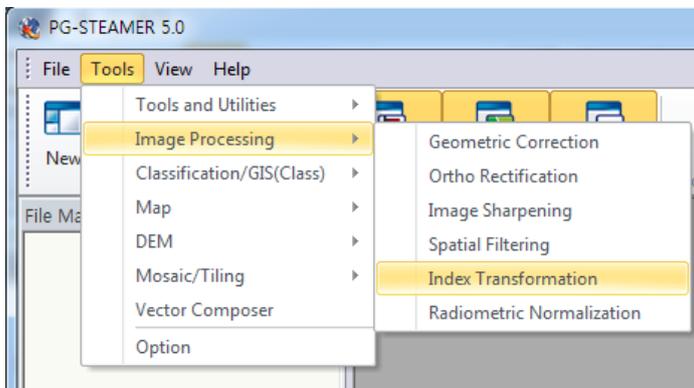
45. XDM File Information 대화상자를 닫습니다.

## Indices from TM data

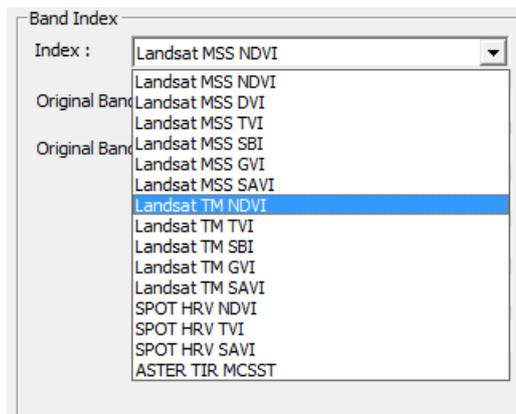
이번 실습에서는 TM 데이터로부터 index를 계산하는 방법에 대해 배웁니다.

### [ 실습 8b ]

1. Index Transformation 툴 버튼을 클릭합니다.

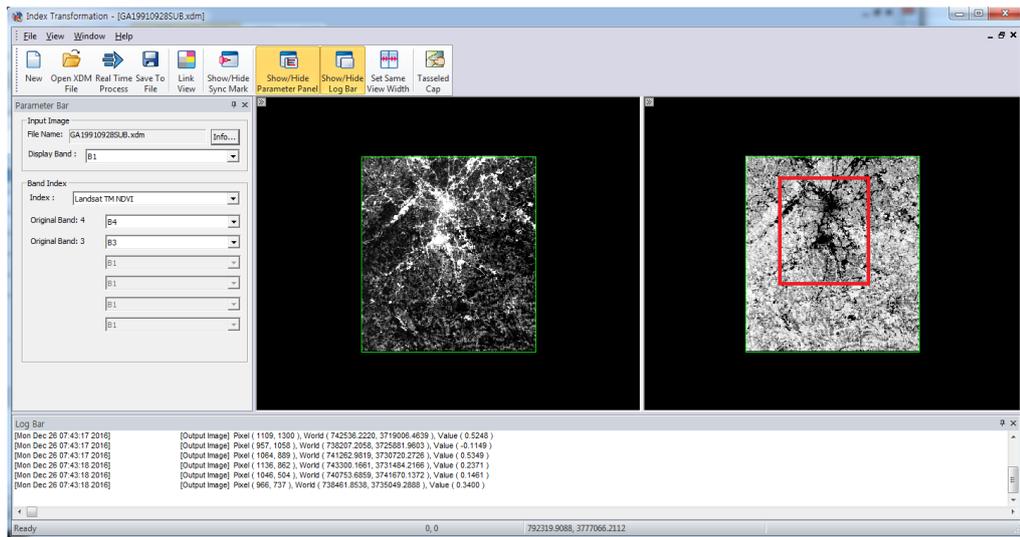


2. Index Transformation 창에서 Open XDM File  툴 버튼을 클릭합니다.
3. Chapter8에 있는 GA19910928SUB.xdm 파일을 선택하여 엽니다.
4. Index 리스트에서 Landsat TM NDVI를 선택합니다.

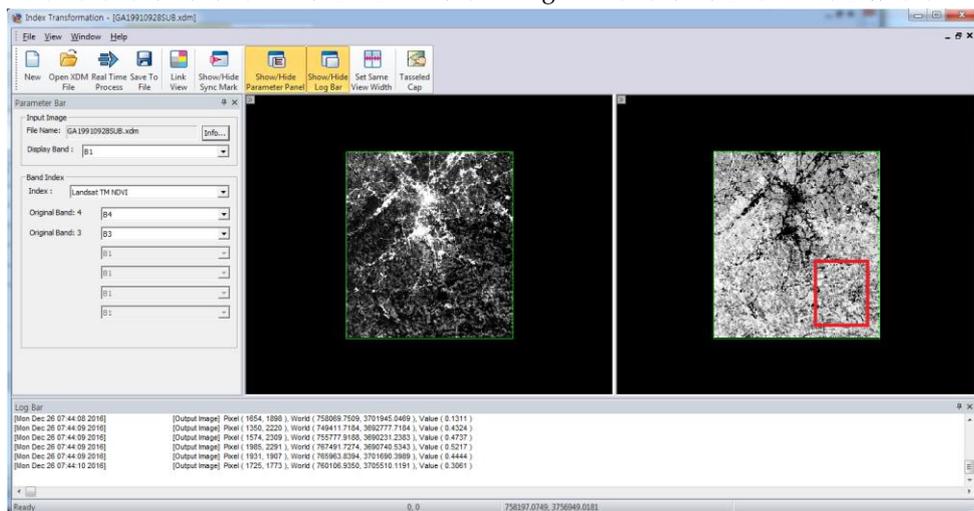


## Chapter 8: Calculating Indices

5. RTP  툴 버튼을 클릭합니다.
6. 결과 영상에서 호수 부분 픽셀들을 클릭하고 Log Bar 창에서 픽셀 값을 확인합니다.

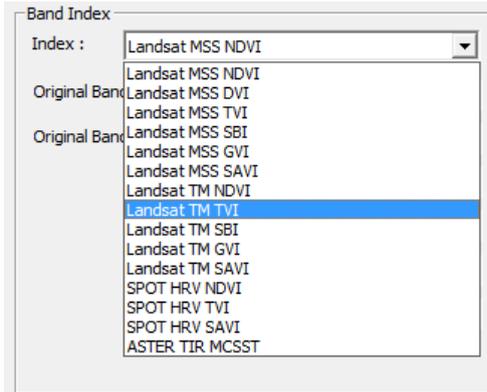


7. 결과 영상에서 육지 부분 픽셀들을 클릭하고 Log Bar 창에서 픽셀 값을 확인합니다.



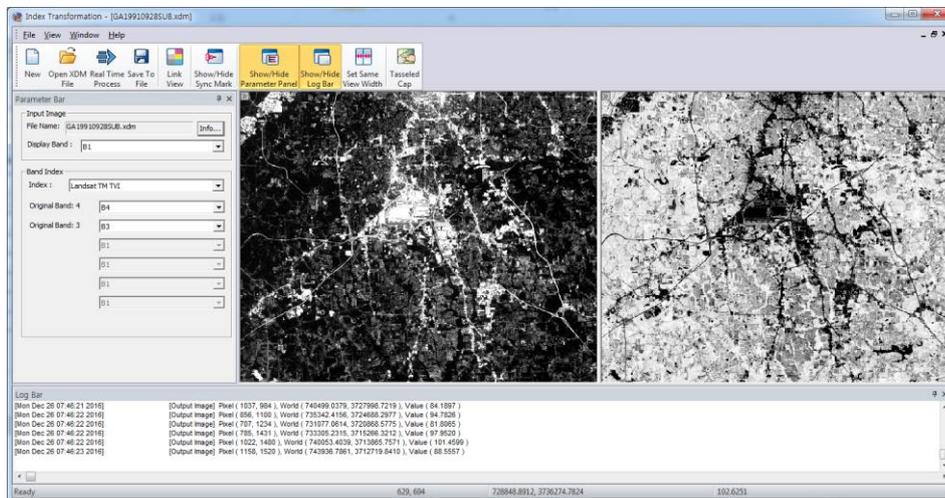
NDVI를 계산하는 사용된 TM 밴드는 무엇입니까?  
 NDVI 값의 범위는?  
 TM 밴드의 특징은 무엇입니까?

8. Index 리스트에서 Landsat TM TVI를 선택합니다.



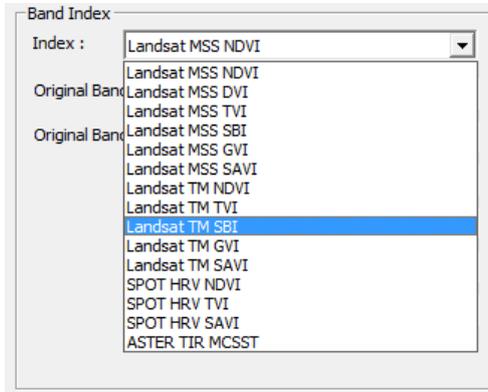
9. RTP  툴 버튼을 클릭합니다.

10. 결과 영상에서 픽셀들을 클릭하고 Log Bar 창에서 픽셀 값을 확인합니다.



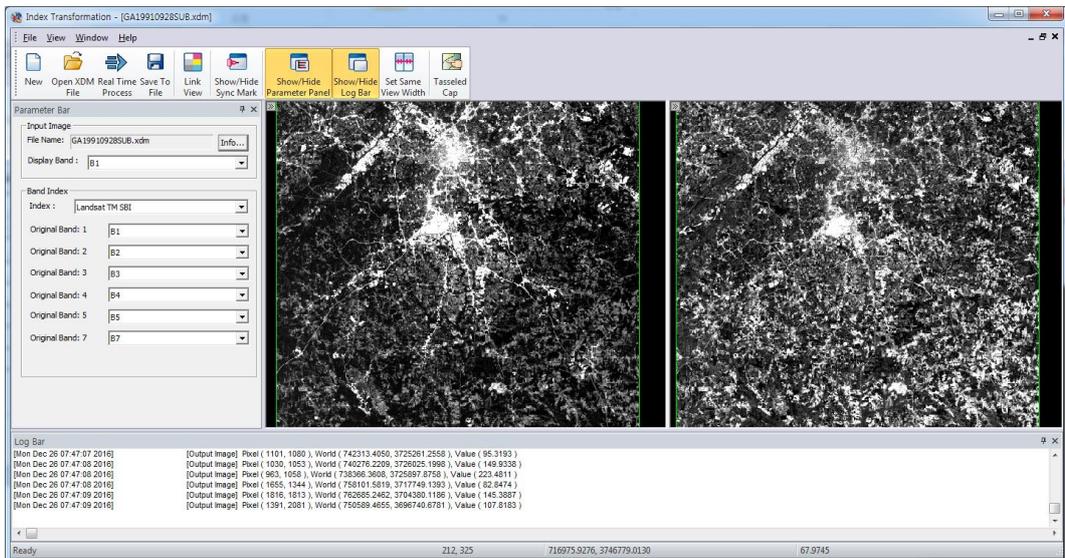
11. Index 리스트에서 Landsat TM SBI를 선택합니다.

## Chapter 8: Calculating Indices



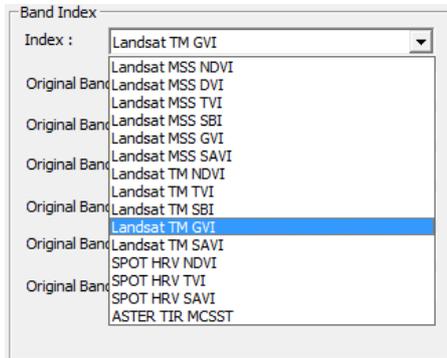
12. RTP  툴 버튼을 클릭합니다.

13. 결과 영상에서 픽셀들을 클릭하고 Log Bar 창에서 픽셀 값을 확인합니다.



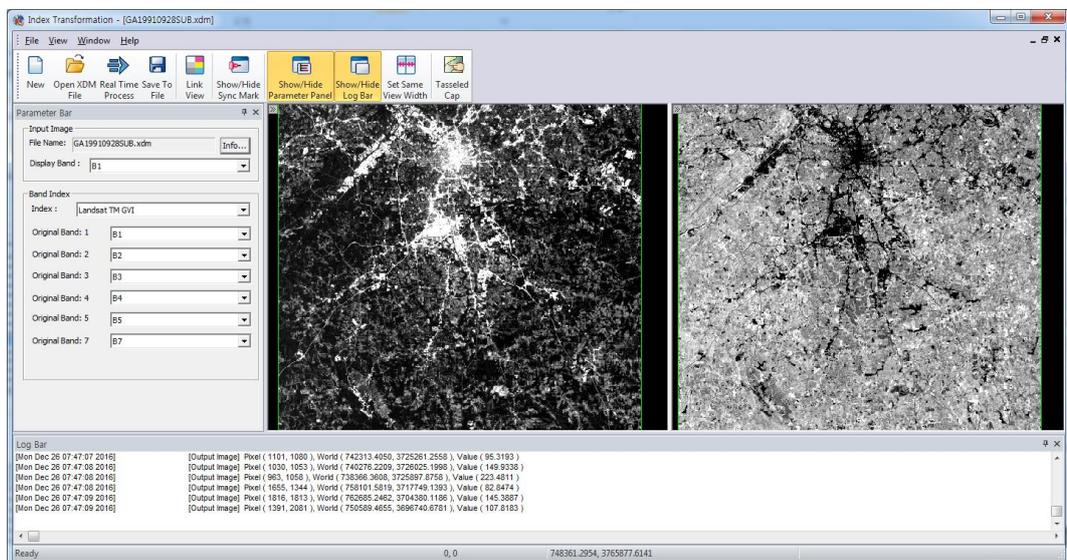
14. Save to File  툴 버튼을 클릭합니다. File Save 대화상자에서 browse를 클릭하고 output filename으로 "TM\_SBI"를 입력합니다. Save를 클릭한 후 XDM File Information 대화상자를 닫습니다.

15. Index 리스트에서 Landsat TM GVI를 선택합니다.



16. RTP  버튼을 클릭합니다.

17. 결과 영상에서 픽셀들을 클릭하고 Log Bar 창에서 픽셀 값을 확인합니다.



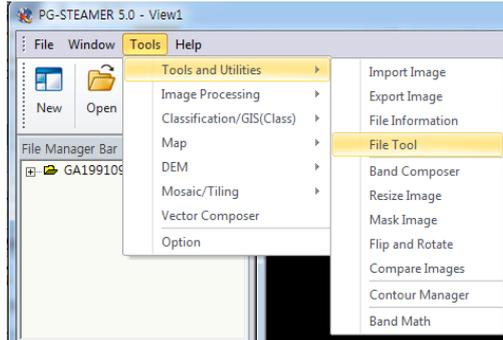
18. Save to File  버튼을 클릭합니다. File Save 대화상자에서 browse를 클릭하고 output filename으로 "TM\_GVI"를 입력합니다. Save를 클릭한 후 XDM File Information 대화상자를 닫습니다.

19. Index Transformation 창을 닫습니다.

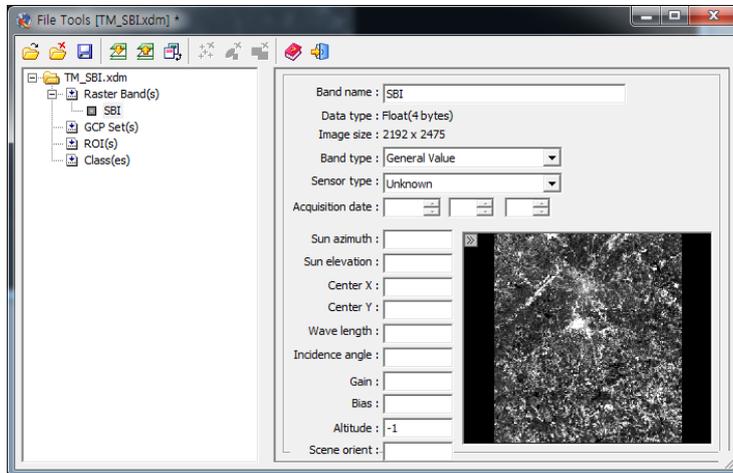
## Chapter 8: Calculating Indices

TM Tasseled Cap을 도시합니다.

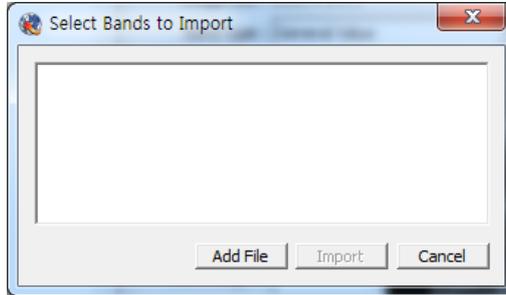
20. Menu에서 Tools and Utilities의 File Tool을 선택합니다. (Menu → Tools and Utilities → File Tool)



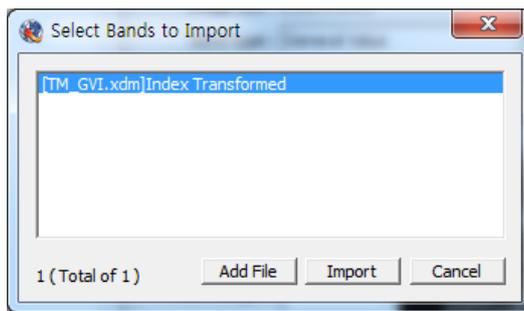
21. Open Input File  버튼을 클릭하고 Chapter8에 있는 TM\_SBI.XDM 파일을 선택하여 엽니다.
22. 창의 왼쪽 영역에서 Index Transformed를 선택하고 오른쪽 영역에 있는 Band Name 항목에 SBI를 입력합니다.



23. Import Band(s) from other XDM file  툴 버튼을 클릭합니다.
24. Add File을 클릭합니다.

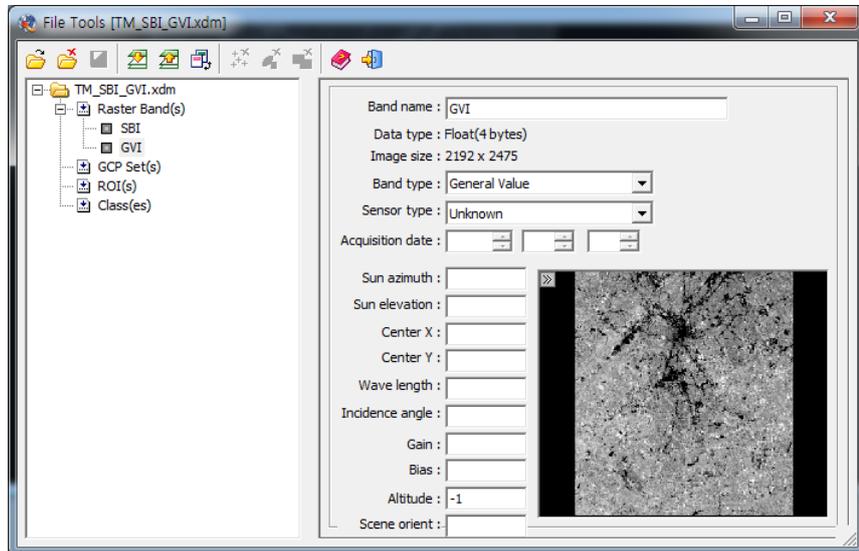


25. **TM\_GVI.xdm** 파일을 선택하여 엽니다.
26. [**TM\_GVI.xdm**]Index Transformed를 클릭합니다.
27. Import를 클릭합니다.



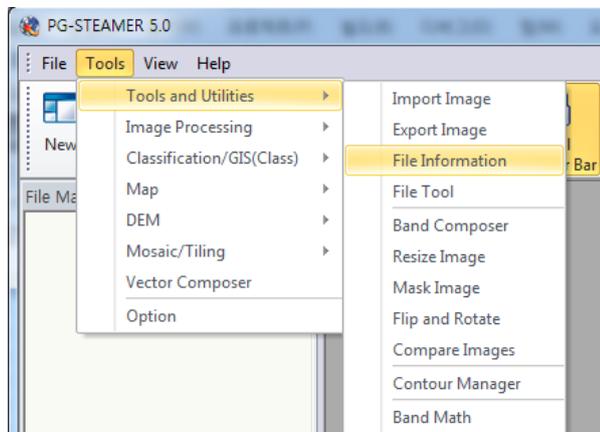
28. Save As 대화창이 활성화 되면 **TM\_SBI\_GVI.xdm**로 새로 저장합니다.
29. Open Input File  툴 버튼을 클릭하고 저장한 **TM\_SBI\_GVI.xdm** 파일을 선택하여 엽니다.
30. 창의 왼쪽 영역에서 Index Transformed를 선택하고 오른쪽 영역에 있는 Band Name 항목에 **GVI**를 입력합니다.

## Chapter 8: Calculating Indices



31. SAVE  툴 버튼을 클릭합니다.

32. Menu에서 Tools and Utilities의 File Information을 선택합니다.

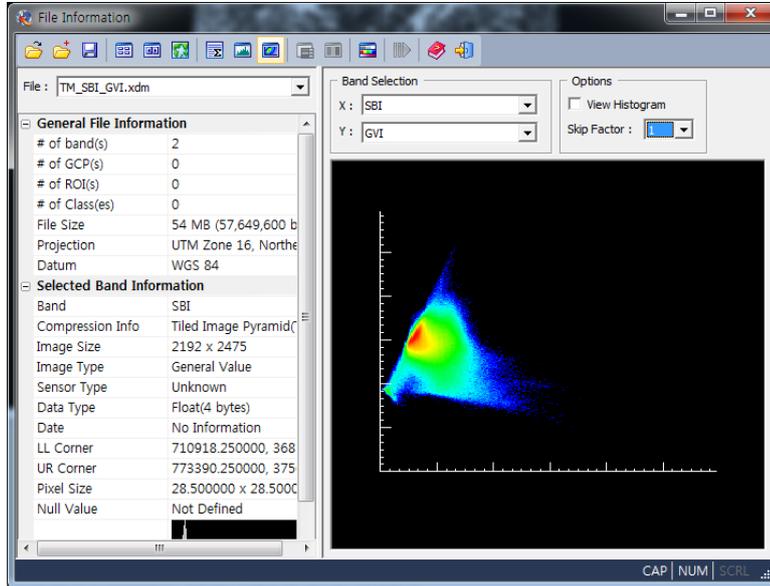


33. Open  툴 버튼을 클릭하고 Chapter8으로 이동합니다.

34. TM\_SBI\_GVI.xdm 파일을 선택하여 엽니다.

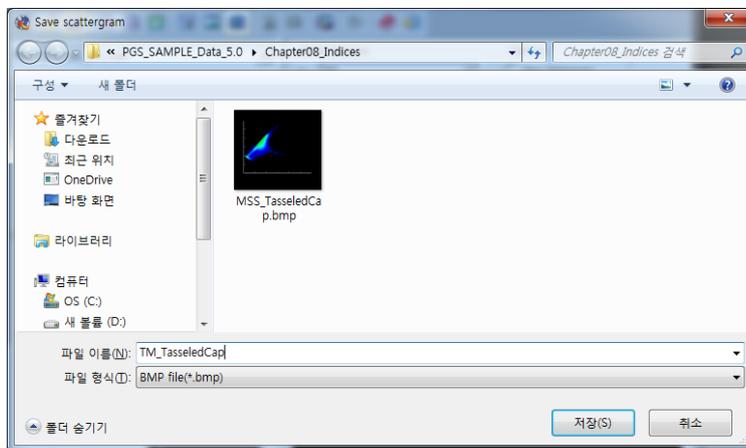
35. View Scattergram  툴 버튼을 클릭합니다.

36. Skip Factor 리스트에서 1을 선택합니다.



37. Save  버튼을 클릭합니다.

38. file name에 **TM\_TasseledCap**을 입력하고 Save를 클릭합니다.

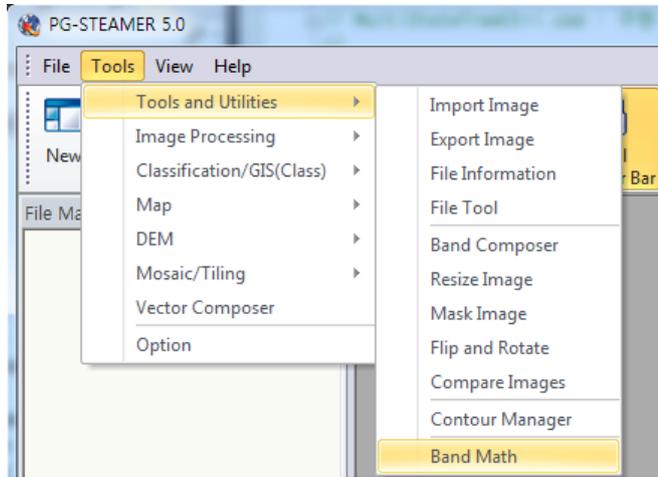


39. XDM File Information 대화상자를 닫습니다.

TM 데이터로부터 Moisture Contents를 계산합니다.

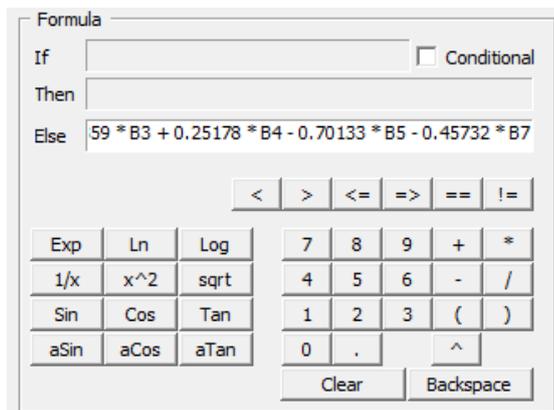
40. Menu에서 Tools and Utilities 의 Band Math를 선택합니다. (Menu → Tools and Utilities → Band Math)

## Chapter 8: Calculating Indices



41. Open/Add XDM File  버튼을 클릭하고 Chapter8에 있는 GA19910928 SUB.xdm 파일을 선택하여 엽니다.

42. Else 항목에  $0.13929 * B1 + 0.22490 * B2 + 0.40359 * B3 + 0.25178 * B4 - 0.70133 * B5 - 0.45732 * B7$ 를 입력합니다. (숫자와 연산자 사이에는 spacebar를 입력해야 합니다.)



43. RTP  툴 버튼을 클릭합니다.

44. GA19910928SUB.xdm 창과 Band Math 창을 최대화 시킵니다.



45. Chattahoochee River와 Bobby Jones Golf courses의 soil moisture를 확인합니다.

강, 주거지, 산림, 고속도로의 soil moisture 범위는?

46. Save to File  툴 버튼을 클릭합니다. File Save 대화상자에서 browse를 클릭하고 output filename으로 "TM\_Moisture"를 입력합니다. Save를 클릭합니다.

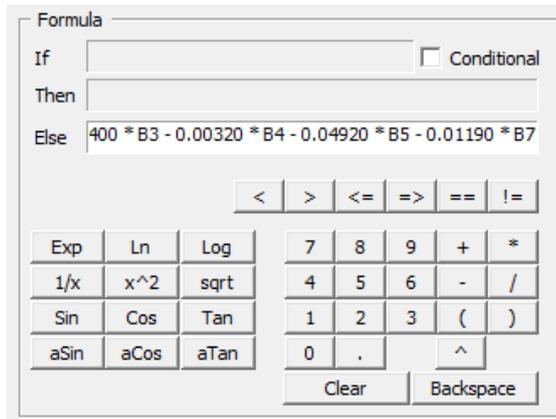
47. Save를 클릭합니다.

48. XDM File Information 대화상자를 닫습니다.

## Chapter 8: Calculating Indices

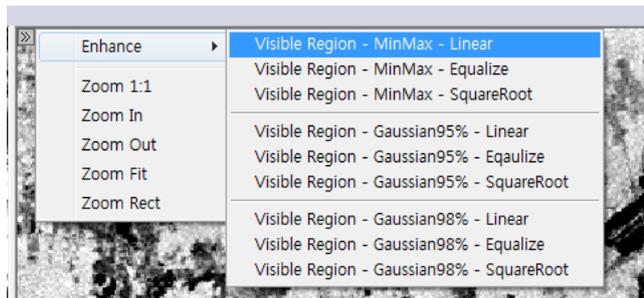
TM 데이터로부터 haze index를 계산합니다.

49. Else 항목에  $0.84610 * B1 - 0.70310 * B2 - 0.46400 * B3 - 0.00320 * B4 - 0.04920 * B5 - 0.01190 * B7$ 를 입력합니다. (숫자와 연산자 사이에는 spacebar를 입력해야 합니다.)



50. RTP  툴 버튼을 클릭합니다.

51. 결과 영상의 Map Properties 버튼을 클릭하고 Enhance의 Visible Region-MinMax-Linear를 선택합니다.



52. haze contents를 확인합니다.

53. Band Math 창을 닫습니다.

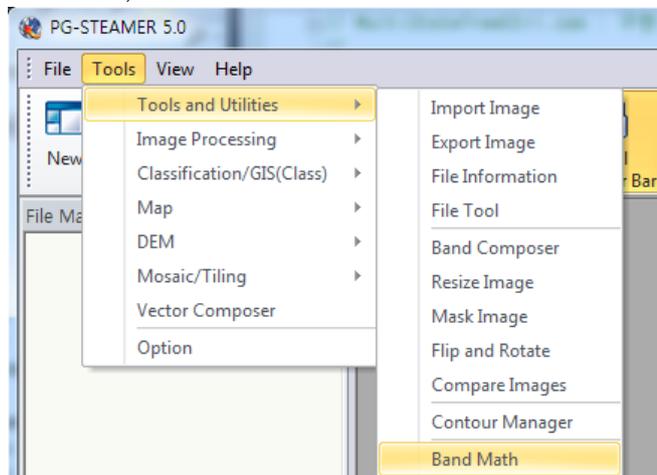
## Calculate Surface Temperature

이번 실습에서는 ETM+ Thermal 데이터로부터 지표온도를 계산하는 방법에 대해 배웁니다.

- 실습 데이터를 제공하지 않습니다.

### [ 실습 8c ]

1. Menu에서 Tools and Utilities의 Band Math를 선택합니다. (Menu → Tools and Utilities → Band Math)



2. NASA 에서 제시한 모델을 사용하며 자세한 설명은 Landsat user handbook 을 참고하기 바랍니다.  
([http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/handbook/handbook\\_htmls/chapter11/chapter11.html](http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/handbook/handbook_htmls/chapter11/chapter11.html))

3. Band Math 창에서 Open/ADD XDM File  툴 버튼을 클릭합니다.
4. 사용자가 보유하고 있는 Landsat 7 ETM+ Thermal 밴드 파일을 선택하여 엽니다.
5. DN 값을 Radiance 값으로 변경을 합니다. 관계식은 아래와 같습니다.

$$L_{\lambda} = \text{Grescale} * \text{QCAL} + \text{Brescale}$$

which is also expressed as:

$$L_{\lambda} = ((LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}) / (QCALMAX - QCALMIN)) * (QCAL - QCALMIN) + LMIN_{\lambda}$$

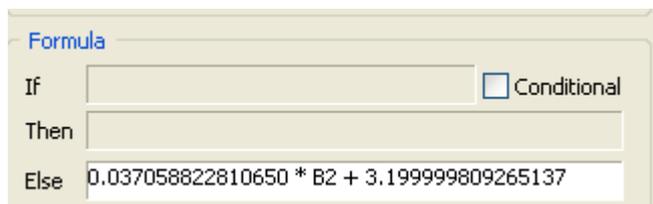
## Chapter 8: Calculating Indices

---

상수에 대한 설명은 다음과 같습니다.

- $L_{\lambda}$  = Spectral Radiance at the sensor's aperture in watts/(meter squared \* ster \*  $\mu\text{m}$ )
- Grescale** = Rescaled gain (the data product "gain" contained in the Level 1 product header or ancillary data record) in watts/(meter squared \* ster \*  $\mu\text{m}$ )/DN
- Brescale** = Rescaled bias (the data product "offset" contained in the Level 1 product header or ancillary data record) in watts/(meter squared \* ster \*  $\mu\text{m}$ )
- QCAL** = the quantized calibrated pixel value in DN
- $L_{\text{MIN}\lambda}$  = the spectral radiance that is scaled to QCALMIN in watts/(meter squared \* ster \*  $\mu\text{m}$ )
- $L_{\text{MAX}\lambda}$  = the spectral radiance that is scaled to QCALMAX in watts/(meter squared \* ster \*  $\mu\text{m}$ )
- QCALMIN** = the minimum quantized calibrated pixel value (corresponding to  $L_{\text{MIN}\lambda}$ ) in DN  
= 1 for LPGS products  
= 1 for NLAPS products processed after 4/4/2004  
= 0 for NLAPS products processed before 4/5/2004
- QCALMAX** = the maximum quantized calibrated pixel value (corresponding to  $L_{\text{MAX}\lambda}$ ) in DN  
= 255

6. Radiance 계산을 위하여 아래와 같이 입력을 합니다.



The screenshot shows a 'Formula' editor window with the following content:

Formula	
If	<input type="checkbox"/> Conditional
Then	
Else	0.037058822810650 * B2 + 3.199999809265137

계산에 사용하기 위한 Bias 와 Gain 값은 header file 에 정보가 들어 있습니다.  
 USGS 에서 제공받은 Landsat 7 ETM+ Fast 포맷의 경우 \*\_HTM.fst 파일에서 확인을 할 수 있습니다.

```

REV      L7A
BIASES AND GAINS IN ASCENDING BAND NUMBER ORDER
-0.0000000000000000    0.066823534667492
 3.199999809265137    0.037058822810650
 0.0000000000000000    0.000000000000000
 0.0000000000000000    0.000000000000000
 0.0000000000000000    0.000000000000000
 0.0000000000000000    0.000000000000000
 0.0000000000000000    0.000000000000000
 0.0000000000000000    0.000000000000000
 0.0000000000000000    0.000000000000000
 0.0000000000000000    0.000000000000000
    
```

7. RTP  툴 버튼을 클릭합니다.
8. Save 툴 버튼을 클릭하여 저장합니다.
9. Kelvin 온도를 구하기 위하여 8번에서 저장한 데이터를 Band Math 창에서 엽니다.
10. 계산을 위한 수식은 아래와 같습니다.

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_\lambda} + 1\right)}$$

Where:

- T = Effective at-satellite temperature in Kelvin
- K2 = Calibration constant 2 from Table 11.5
- K1 = Calibration constant 1 from Table 11.5
- L = Spectral radiance in watts/(meter squared \* ster \* μm)

K1, K2는 상수로 주어지며 아래의 표를 참고하시기 바랍니다.

	Constant 1 - <b>K1</b> watts/(meter squared * ster * μm)	Constant 2 - <b>K2</b> Kelvin
Landsat 7	666.09	1282.71
Landsat 5	607.76	1260.56

11. Kelvin 온도 계산을 위하여 아래와 같이 입력을 합니다.

Formula

If   Conditional

Then

Else 1282.71 / ln(666.09 / B1 + 1 )

12. RTP  툴 버튼을 클릭합니다.

13. Save 툴 버튼을 클릭하여 저장합니다.

14. 섭씨 온도로 계산을 하기 위하여 Band Math 창에서 Kelvin 온도 계산 파일을 엽니다.

15. 아래와 같이 수식을 입력합니다.

Formula

If   Conditional

Then

Else B1 - 273.15

16. RTP  툴 버튼을 클릭합니다.

17. Save 툴 버튼을 클릭하여 저장합니다.

18. 지금까지의 계산 과정을 한번에 실행할 수 있으며 아래와 같이 입력을 하면 됩니다.

Formula

If		<input type="checkbox"/> Conditional
Then		
Else	1282.71 / ln(666.09 / (gain * DN + bias) + 1) - 273.15	

19. RTP  툴 버튼을 클릭합니다.
20. Save 툴 버튼을 클릭하여 저장합니다.
21. Band Math 창을 닫습니다.

이론적 배경 : 지수 변환

다중 분광(multispectral) 영상 자료의 분광 특징(spectral feature)을 이용한 정보 추출 방법으로서 특정 주제에 대한 지수(indexes)로서 변환하는 기법이 있다.

식물의 활력 상태를 나타내는 지수로서 흔히 사용되는 식생 지수(vegetation index)는 활력도가 좋은 식물의 경우 근적외선 밴드에서 큰 값을 보이며 붉은색 밴드에서 작은 값을 보인다는 분광 특징을 이용하는 지수 변환 기법의 한 예이다.

식생 지수의 예에서 알 수 있듯이 특정한 주제에 대한 지수를 생성하기 위해서는 해당 대상체와 전자파 에너지간의 상호 작용에 대한 매우 전문적인 지식이 필요하다.

가장 흔히 이용되는 식생 지수는 NDVI(Normalized Differential Vegetation Index)로서 식물의 활력도가 좋을수록 근적외선 밴드에서의 반사 에너지가 크며 반대로 붉은색 밴드에서의 반사 에너지는 작다는 점에 착안하고 있다. 즉, NDVI는 다음과 같이 정의된다.

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

이 외에도 초기 Landsat 위성에 장착되어 있던 MSS(Multi Spectral Scanner)센서를 이용한 많은 종류의 지수들이 제안된 바 있다.

여기에는 SBI(Soil Brightness Index), GVI(Green Vegetation Index), YVI(Yellow Stuff Index)등이 있으며, 이들은 MSS 센서의 각 밴드에 대한 고유의 계수를 가지고 있으며, 후에 이들 지수에 대한 TM 센서를 위한 변환식들도 제안된 바 있다.

표 1에는 Landsat MSS와 TM, SPOT의 HRV 등의 원격탐사용 다중 분광 센서 시스템과 관련되어 제안된 몇 가지 지수들을 정리하여 나타냈으며, 그림 1은 Landsat TM 영상을 이용하여 생성된 지수(index)에 대한 영상들을 나타냈다

**Chapter 8: Calculating Indices**

지수	수식
<b>NDVIMSS (Normalized Differential Vegetation Index)</b>	$(\text{Band6} - \text{Band5}) / (\text{Band6} + \text{Band5})$
<b>NDVITM (Normalized Differential Vegetation Index)</b>	$(\text{Band4} - \text{Band3}) / (\text{Band4} + \text{Band3})$
<b>NDVIHRV (Normalized Differential Vegetation Index)</b>	$(\text{Band3} - \text{Band2}) / (\text{Band3} + \text{Band2})$
<b>DVIMSS (Differential Vegetation Index)</b>	$2.4 \times \text{Band7} - \text{Band5}$
<b>SBIMSS (Soil Brightness Index)</b>	$0.332 \times \text{Band4} + 0.603 \times \text{Band5} + 0.675 \times \text{Band6} + 0.262 \times \text{Band7}$
<b>SBITM (Soil Brightness Index)</b>	$0.33183 \times \text{Band1} + 0.33121 \times \text{Band2} + 0.55177 \times \text{Band3} + 0.42514 \times \text{Band4} + 0.48087 \times \text{Band5} + 0.25252 \times \text{Band7}$
<b>GVIMSS (Green Vegetation Index)</b>	$-0.283 \times \text{Band4} - 0.660 \times \text{Band5} + 0.577 \times \text{Band6} + 0.388 \times \text{Band7}$
<b>GVITM (Green Vegetation Index)</b>	$-0.24717 \times \text{Band1} - 0.16263 \times \text{Band2} - 0.40639 \times \text{Band3} + 0.85468 \times \text{Band4} + 0.05493 \times \text{Band5} - 0.11749 \times \text{Band7}$

표 1. 각종 원격탐사용 다중 분광 센서 시스템에 대하여 제안된 지수들의 예

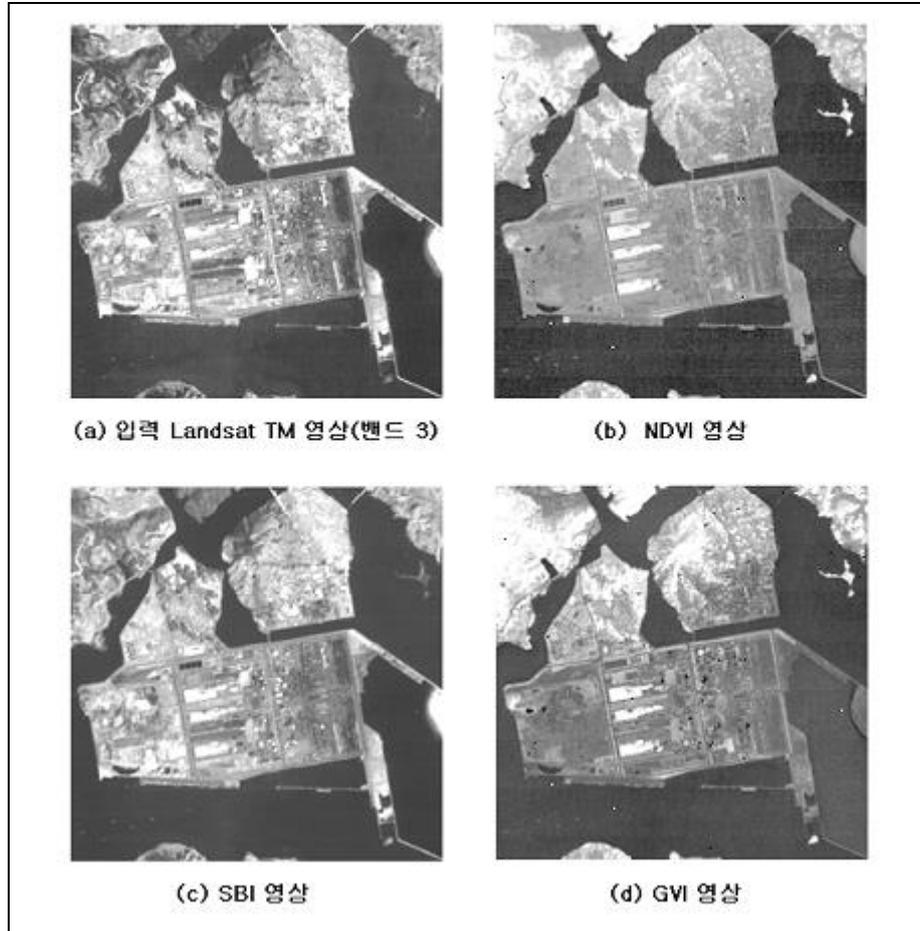


그림 1. Landsat TM 영상 자료를 이용하여 계산되는 각종 지수 영상들. (a)는 입력 Landsat TM 영상의 밴드 3 영상을 보여주고 있으며, (b)는 NDVI 영상, (c)는 SBI 영상, 그리고 (d)는 GVI 영상을 보여주고 있다.