

Lab 01: TerrSet liberaGIS

최근호 masan.ghchoi@gmail.com

2025년 9월 9일

05. 들어가기에 앞서서

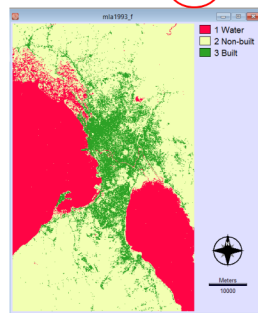
지난 시간에 저희가 TerrSet 프로그램을 설치했습니다. 그리고 프로젝트(Project)를 연결하고, 데이터셋을 불러와 메타데이터를 확인했죠. 열과 행의 개수, 해상도(30m), 최소값과 최대값(1 7), 그리고 각 숫자가 의미하는 토지피복 클래스까지 직접 확인할 수 있었어요. 또, Symbol Workshop을 활용해 환경부 토지피복 분류체계(시가화지역, 농업지역, 산림지역, 초지, 습지, 나지, 수역)에 맞는 팔레트 파일을 만들어 적용해봤습니다.

혹시 토지피복도 파일의 확장자가 ".rst"였던 것 알아보셨나요? 토지피복도의 경우 래스터일수도 있고, 벡터일수도 있어요. 환경부 토지피복도 역시 대분류 토지피복도는 래스터로, 세분류 토지피복도는 벡터 파일로 제작됩니다. 환경부 토지피복도 사이트에서 도엽 하나를 다운 받으면, ".tif" 확장자의 파일이 다운받아질거예요. 래스터 파일이죠. 다만 TerrSet에서는 ".tif" 확장자를 ".rst" 확장자로 변환해줘야 파일이 열립니다. 이는 TerrSet 프로그램에서 파일을 처리하는 방식이 다르기 때문입니다. 저희가 흔히 사용하는 대표적인 확장자인 .shp (벡터), .tif (래스터) 파일은 각각 .vct/.rst 파일로 처리되어야 합니다! 아래 슬라이드 참고해주세요.

1. Data format (import/export)

Raster Data

Filename **.rst**



RS-based LUC Map

RS – Remote Sensing

Vector Data

Filename **.vct**



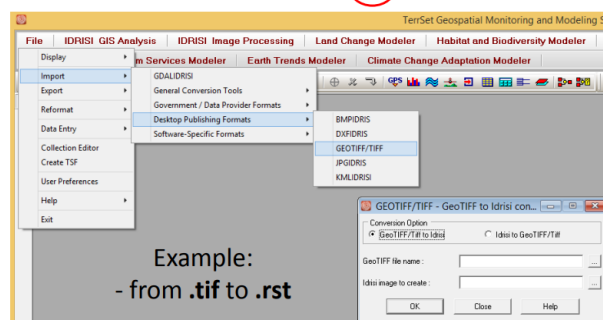
Road Network Map

LUC – Land-Use/Cover

1. Data format (import/export)★

Importing Raster Data into TerrSet format

- ArcGIS grid > (Convert using ArcGIS) > ASCII > (import using TerrSet) > **.rst**
- .tif, .img, etc. > (import using TerrSet) > **.rst**

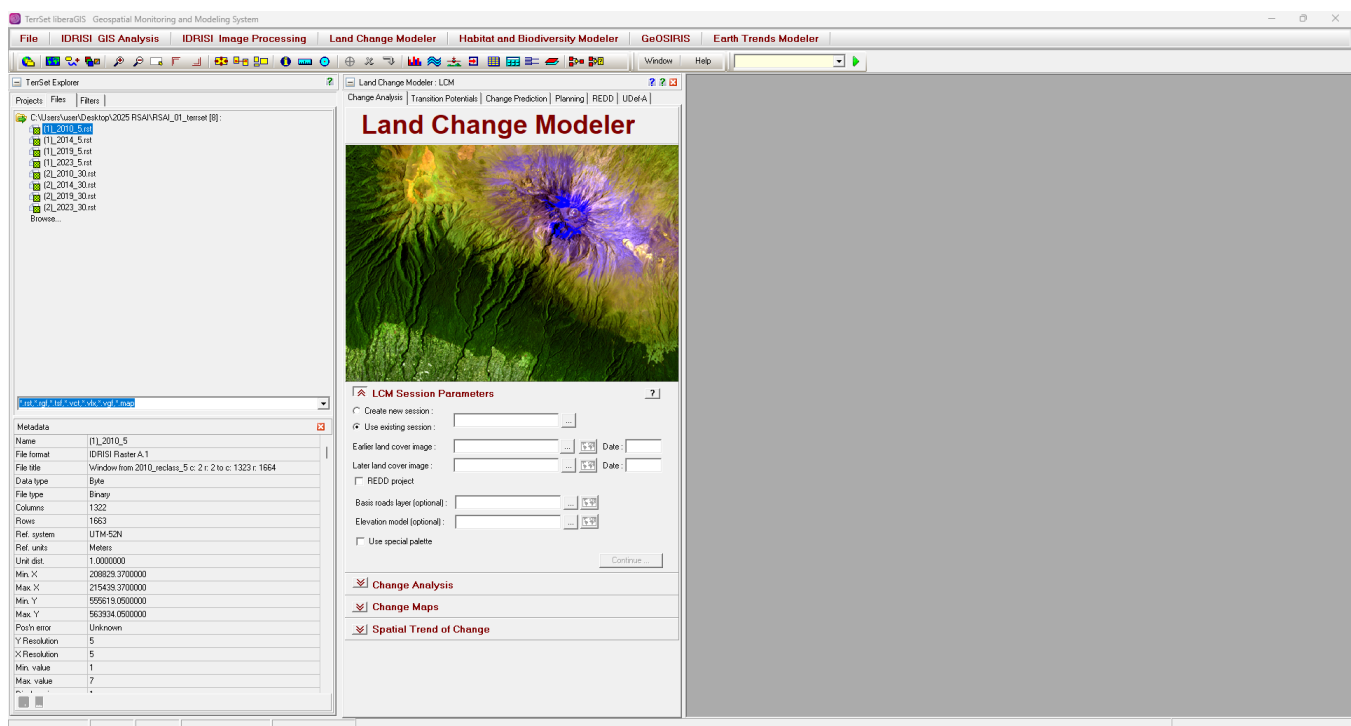


*From .rst to .tif – Use the **Export** module to reverse the process.

06. Land Change Modeler 살펴보기

The Land Change Modeler (LCM) is an integrated software environment within TerrSet oriented to the pressing problem of accelerated land conversion and the very specific analytical needs of biodiversity conservation. Clark CGA worked with Conservation International over a period of several years to develop this suite of tools to be used in a variety of land change scenarios and contexts. In LCM, tools for the assessment and prediction of land cover change and its implications are organized around major task areas: change analysis, change prediction, and planning interventions. Also, there is a facility in LCM to support projects aimed at Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD). The REDD facility uses the land change scenarios produced by LCM to evaluate future emissions scenarios.

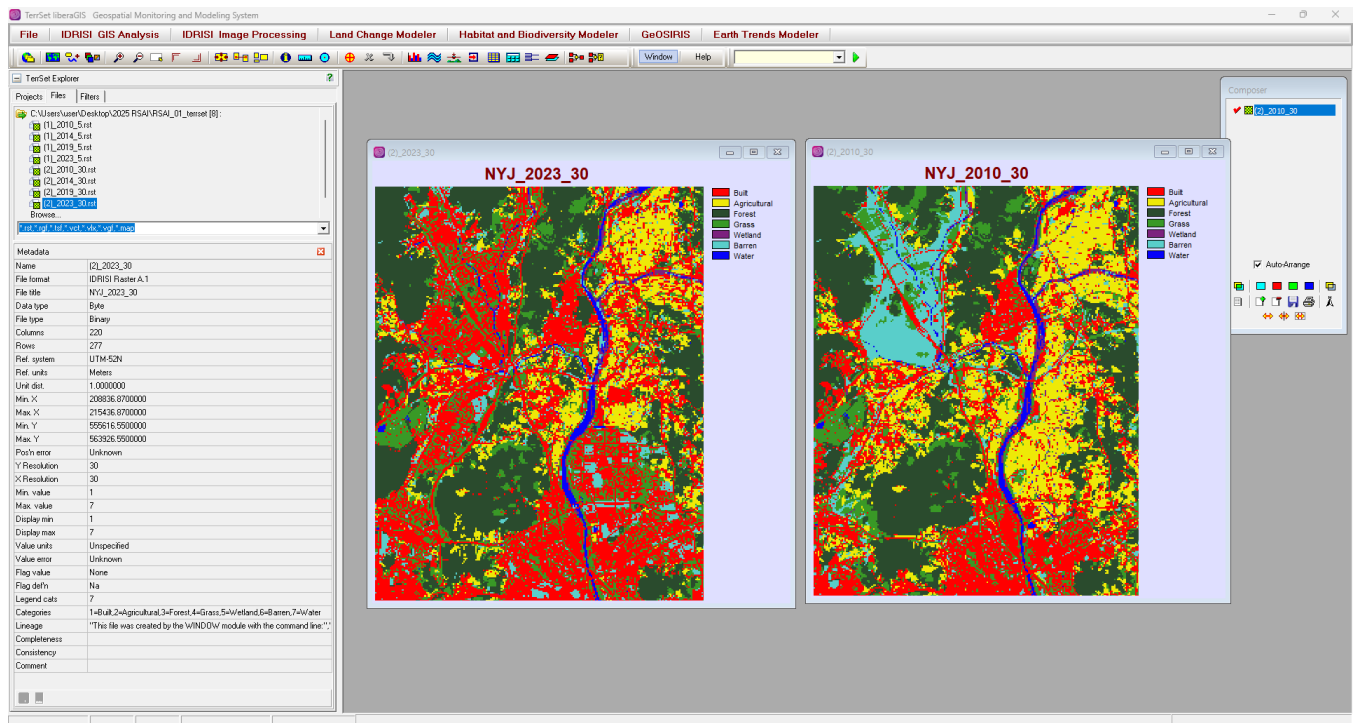
다시 말해 Land Change Modeler (LCM)은 토지 변화를 분석, 예측하고 REDD와 같은 환경보전 프로젝트 등을 지원하는 TerrSet의 소프트웨어 툴입니다. 앞으로는 LCM이라고 편하게 부르겠습니다!



LCM을 구현할 때 사용하는 재료가 앞서 살펴봤던 "토지피복지도"입니다. 이때 재료로 사용될 토지피복지도에는 몇가지 조건이 있어요. 아래 조건은 LCM 구현을 위해 반드시 필요한 조건이자, 일반적으로 토지이용 및 토지피복 변화 (LUCC, Land Use and Land Cover Change) 탐지를 위한 조건이기도 합니다.

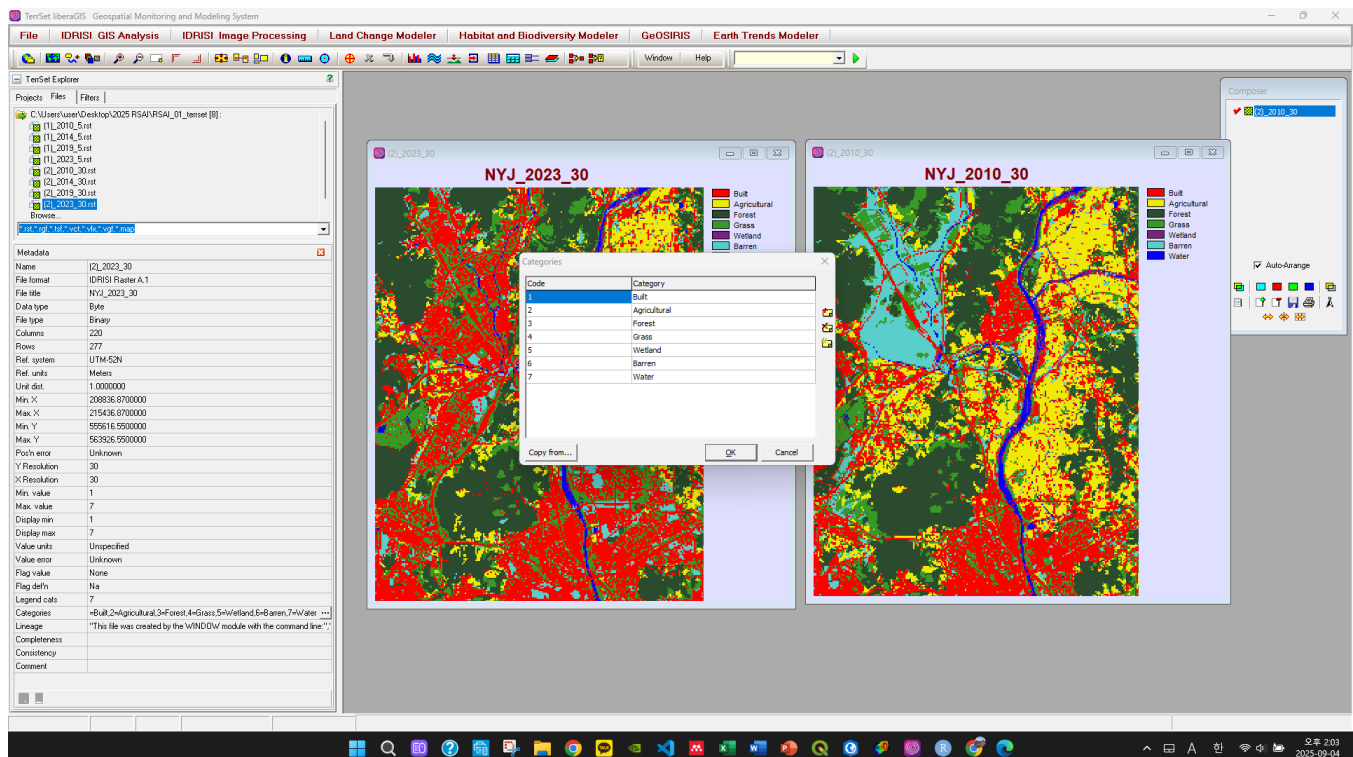
1. The legends in both maps are the same.
2. The categories in both maps are the same and sequential.
3. The backgrounds in both maps are the same and have a value of zero.
4. The spatial dimensions, including resolution and coordinates, are the same.

위 조건이 충족되지 않으면 LCM의 "Harmonize" 탭이 열리면서 입력된 토지피복지도를 수정할 수 있도록 안내합니다. 이 단계에서 발생하는 오류를 반드시 해결해야만 LCM의 Change Analysis로 넘어갈 수 있어요. 저희가 분석에 사용할 데이터를 한번 살펴볼까요?



두 지도의 범례를 살펴봅시다. "Built"부터 "Water"까지 동일합니다.

"Explorer" - "Metadata" - "Categories"를 클릭해보겠습니다. TerrSet의 래스터 (.rst) 파일을 처리할 때, 고유한 값과 코드에 따라서 "Category"를 지정해주어야 합니다. '1번 값을 가지는 픽셀은 A이고, 2번 값을 가지는 픽셀은 B이다'라는 정보를 저희가 입력하는 것이예요. 해당 자료들의 경우에는 전처리 과정을 모두 거친 자료이다보니 값이 잘 지정이 되어있지만, 다른 지도를 사용해 분석을 진행하기 위해서는 이러한 과정이 꼭 필요합니다.



07. Cross Tabulation

일반적으로 토지이용 및 토지피복 변화를 탐지할 때에는, 서로 다른 두 가지 시점의 토지피복지도를 비교합니다. 예를 들어 2014년과 2023년의 토지피복도를 비교한다면, 어느 지역(픽셀)이 유지(persistence)되었는지, 또 어느 지역(픽셀)이 다른 유형으로 전환(transition)되었는지를 한눈에 파악할 수 있습니다. 이러한 과정을 수량화하는 기능이 바로 "Cross Tabulation(교차분석, CROSSTAB)"입니다.

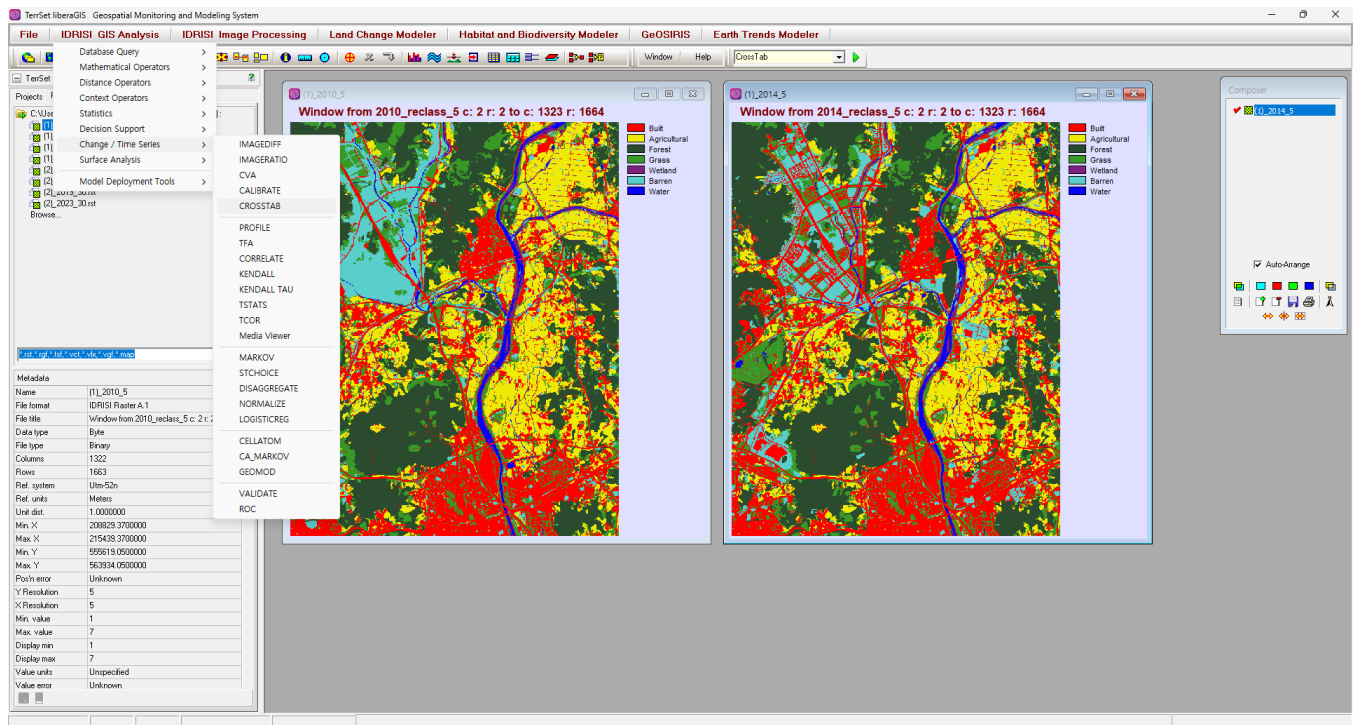
표 1. 두 시점에 따른 일반 전이행렬표

		시점 1				시점 2 총합
		분류 1	분류 2	분류 3	분류 4	
시점 2	분류 1	P_{11}	P_{21}	P_{31}	P_{41}	P_{+1}
	분류 2	P_{12}	P_{22}	P_{32}	P_{42}	P_{+2}
	분류 3	P_{13}	P_{23}	P_{33}	P_{43}	P_{+3}
	분류 4	P_{14}	P_{24}	P_{34}	P_{44}	P_{+4}
시점 1 총합		P_{1+}	P_{2+}	P_{3+}	P_{4+}	1

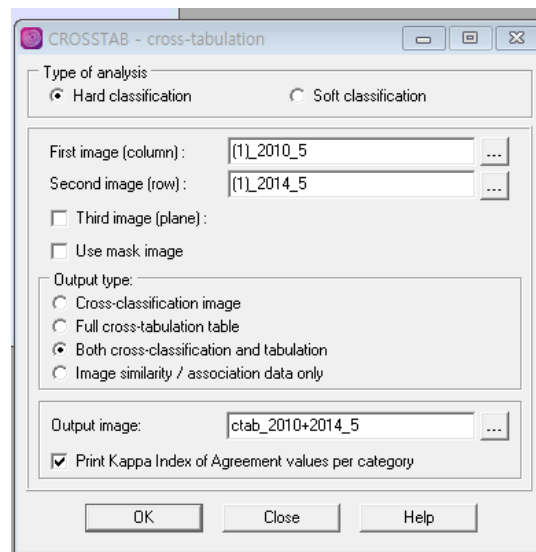
두 토지피복 지도에 대한 교차분석을 시행하면, 토지피복도의 시계열적인 전환을 확인할 수 있는 "Transition Matrix"가 도출됩니다. 이 전이행렬표는 범주형 데이터를 비교할 때 활용되며, 동일한 크기의 이미지나 지도의 범주 유형 변화 분석에 사용됩니다. 분류된 데이터 범주의 수량과 수치가 두 지도에서 같을 때 의미를 나타내는데, 두 지도 간의 일치와 변화 정도를 각각 구분해요. 특정 픽셀의 분류가 두 시점에 걸쳐 같은 경우에는 대각선에, 특정 픽셀이 두 시점에 걸쳐 변화했을시 비대각선에 표현되며, 변화의 방향 역시 확인할 수 있습니다. 예시표를 통해서 한번 살펴볼게요

위 표에서 P_{11} 의 경우에는 시점 1에서 분류 1이었던 픽셀이 시점 2에서도 분류 1인 경우예요. P_{22} , P_{33} 역시 마찬가지죠. 즉 대각선 항목은 시점 1과 시점 2에서의 분류가 동일한 경우를 얘기합니다. 그럼 P_{12} 를 살펴봅시다. P_{12} 의 의미는, 시점 1에서 특정 픽셀은 분류 1이었는데, 시점 2에서는 이 픽셀이 분류 2번으로 변한 것이죠. P_{1+} 같은 경우에는 시점 1에서 분류 1의 총합입니다. 그리고 P_{+1} 은 시점 2에서 분류 1의 총합입니다. P_{1+} 와 P_{+1} 을 구성하는 항목이 다른 것을 알 수 있어요.

이 전이행렬표 안의 항목은, 픽셀 개수 일수도 있고, 전체 항목 중 해당 분류가 차지하는 비중일 수 있어요. 비중이라면, 전체 시점과 분류의 총합은 1이 되어야 정상입니다. 이제 실제로 CrossTab을 실행해보면서, 실제 토지피복지도에서 두 시점 간의 전환을 어떻게 관측할 수 있을지 살펴보도록 하겠습니다.



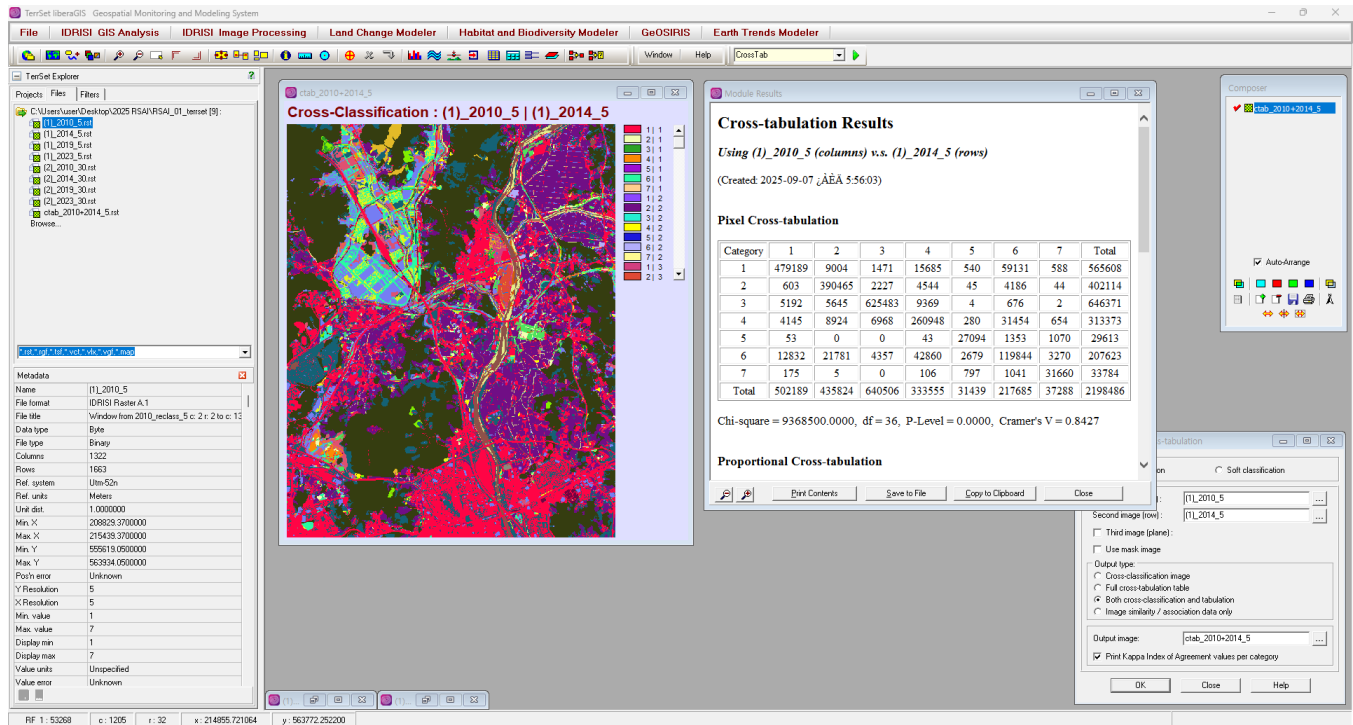
TerrSet으로 돌아와서, 위쪽 상단 메뉴 창의 검색창에 "CrossTab"을 쳐볼까요? 아마 "Cro"까지만 입력해도 자동으로 채워질거예요. 혹은, "IDRISI GIS Analysis" - "Change/Time Series" - "CROSSTAB"으로 이동해보겠습니다.



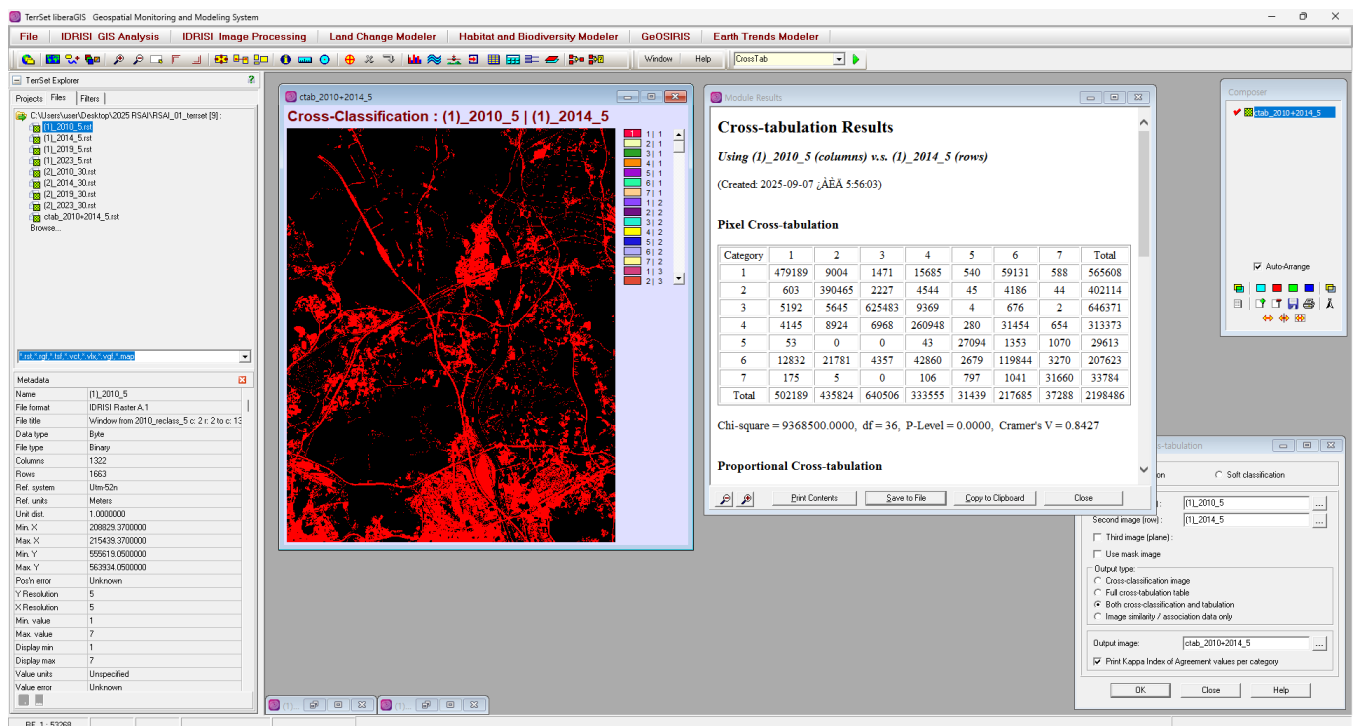
새롭게 뜨는 창은 CrossTab을 위한 세팅창입니다. Type of analysis는 "Hard Classification"으로 지정해주세요. 저희가 지금 다루고 있는 파트는 토지피복 분류 파트라기보다는 토지피복 변화 탐지 파트예요. 따라서 두 분류 유형에 대해서는 짧게만 언급하겠습니다. "Hard Classification"은 분류를 할때, 해당 픽셀은 단 하나의 토지피복 유형으로 나누어진다고 가정합니다. 예를 들어, '이 픽셀은 "시가화지역"이다. 혹은 이 픽셀은 "초지"이다.'처럼 말이죠. 그런데 실제 공간을 한번 생각해봅시다. 50m x 50m의 픽셀이 교육관 위에 놓여있다고 가정한다면, 교육관은 건물이고 함께 포함될 개운산은 산림이죠. 이렇게 하나의 픽셀이 여러 분류 유형을 가질 수 있다고 보는 것이 "Soft Classification"입니다. 이때 픽셀은 주로 확률값으로 표현되곤합니다

저희가 다루고 있는 자료는 이미 하나의 픽셀은 하나의 분류로 구분되어있으니, Hard Classification으로 체크해주세요. 먼저 2010년과 2014년 5m 해상도 자료를 비교해보겠습니다.

Output type은 "Both cross-classification and tabulation"으로 지정해주고, 이름을 지정해주세요. 경로를 지정하지 않고 이미지 이름만 지정하더라도, 프로젝트 내에 잘 저장됩니다. 다만 결과값을 잘 관리하기 위해 저는 "ctab" + "시점1" + "시점2" + "해상도" 이렇게 지정했습니다. 그리고 "Print Kappa Index of Agreement"도 체크해주세요.

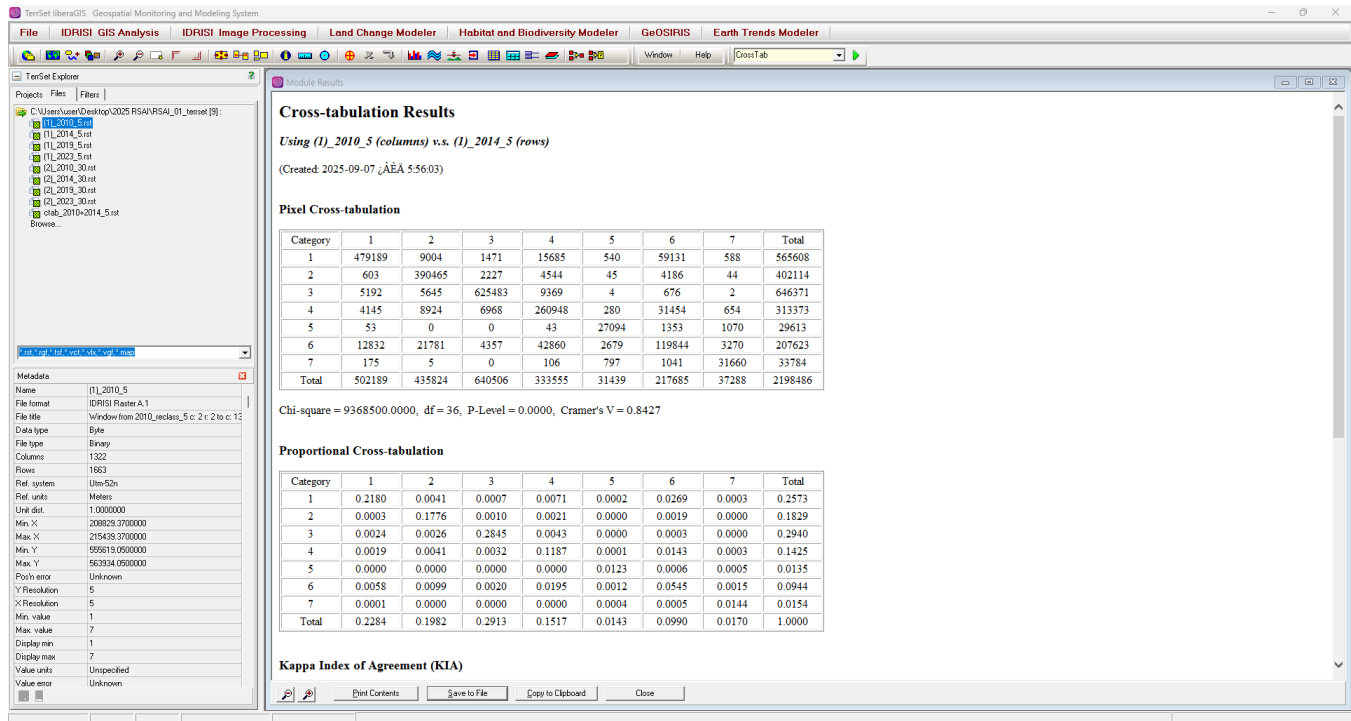


위 화면과 같이 두 가지 창이 새로 뜨면서 지도와 표가 각각 생겼습니다. 지도는 저장 안해주셔도 됩니다. 왼쪽에 프로젝트를 확인해보시면, 저희가 저장한 이름대로 ".rst" 파일이 하나 생겼을거예요. 다만 표는 저장해줄게요. 표가 있는 창 하단부의 "Save to File"을 클릭하시고 저장해주세요. 그러면 ".html" 양식의 파일로 저장이 되어서 쉽게 확인하실 수 있습니다.



1=시가화지역 / 2=농업지역 / 3=산림지역 / 4=초지 / 5=습지 / 6=나지 / 7=수역

지도 먼저 살펴볼게요. 색이 정말 다양하죠? 색만큼 범례도 정말 다채로워졌습니다. 저희가 사용한 시점 1 지도의 범례가 7개, 시점 2 지도의 범례가 7개이니, 가능한 경우의 수는 곧 $7 \times 7 = 49$ 개입니다. "1|1"은 시점 1에서 시가화지역, 시점 2에서도 시가화지역인 픽셀입니다. "2|1"은 시점 1에서는 농업지역, 시점 2에서는 시가화지역인 픽셀이죠. 범례 내 색상상자를 클릭해볼게요. 각 범례에 해당하는 픽셀이 어디에 있는지 확인할 수 있죠?



표도 한번 살펴봅시다. Column이 시점 1, Row가 시점 2입니다. 첫번째 표는 "Pixel Cross-tabulation", 즉 각 전환 유형별 픽셀 개수를 나타내며 두번째 표는 "Proportional Cross-tabulation", 전체 전환 유형 대비 비율을 나타내고 있습니다. 두번째 표에서 Total 값은 1이죠. 첫번째 표에서 확인할 수 있는 픽셀 개수를 한번 살펴봅시다. $7 \times 7 = 49$ 개의 항목 중, 대각선 항목이 우세한 것을 알 수 있습니다.

비율로 넘어가볼까요? 대각선 항목은 여전히 높은 비중을 차지하고 있어요. 비대각선 항목중에서 눈에 띄는 토지피복 전환 유형이 있을까요? 비대각선 항목 중 나지에서 시가화지역으로 전환된 영역이 2.69퍼센트, 초지에서 나지로 전환된 영역이 1.95퍼센트, 나지에서 초지로 전환된 영역이 1.43퍼센트이네요? 나지를 중심으로 전환이 일어난 것을 추측할 수 있어요. 2010년의 6번값, 즉 나지의 비율은 9.9퍼센트입니다. 2014년의 나지는 9.4퍼센트 가량이죠. 총합을 비교했을때 그리 큰 차이를 보이지 않아요. 하지만 2010년과 2014년 모두 나지로 분류된 영역은 5.4퍼센트에 불과합니다. 즉 나지에서 다른 토지피복 분류로 전환된 영역이 존재하며, 다른 토지피복 분류에서 나지로 전환된 영역 역시 존재합니다.

이것을 수치로 확인할 수 있는 것이, 아래에 제시된 "Kappa Index of Agreement", "카파계수"라고 부르는 수치입니다. 카파계수는 원래 '토지피복 분류가 잘되었는지'를 "Reference Map"과 비교한 지표입니다. 토지피복 예측 지도가 하나 있으면, 이것을 참조지도와 비교해서 토지피복 분류의 성능을 측정하는 것이죠. 그런데 분류뿐 아니라 두 시점의 지도를 비교해 변화의 정도를 파악하는 것에도 사용됩니다.

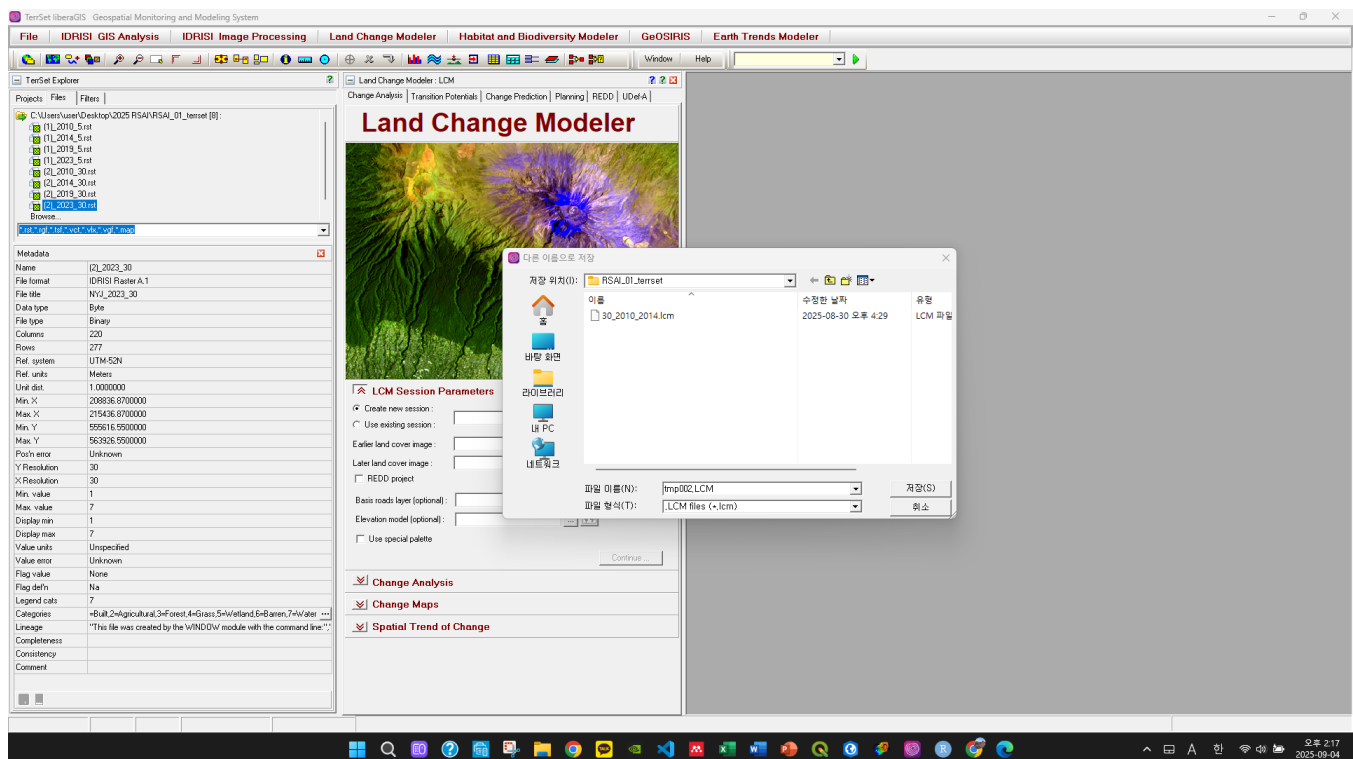
아래 자료 중 "1)"만 살펴볼게요. "1) 2014 as the reference"는 2014년 지도를 참조지도로 사용해요. 즉, 2010년 지도와 2014년 지도를 비교했을때의 일치 정도를 나타냅니다. 6나지를 제외한 토지피복 분류는 0.8 이상의 높은 값, 즉 '2010년과 2014년을 비교했을 때 바뀐 곳이 많지 않았다'라고 해석할 수 있으나, 나지의 경우 많은 전환이 일어났다고 볼 수 있는 것이죠.

이제 여러분들께서 직접 서로 다른 시점의 자료를 이용해서, 각 시기별로 어떠한 전환이 우세했는지를 한번 살펴볼게요! 저희가 가지고 있는 지도의 시점이 2010년, 2014년, 2019년, 2023년이니 총 3개의 시점이 도출될 것 같아요. 2010년 vs 2014년의 1차시기, 2014년 vs 2019년의 2차시기, 2019년 vs 2023년의 3차시기로 구분해보겠습니다. 세 시기들을 한번 살펴보고, 각 시기별로 어떠한 토지피복 전환이 우세한지 살펴봅시다.

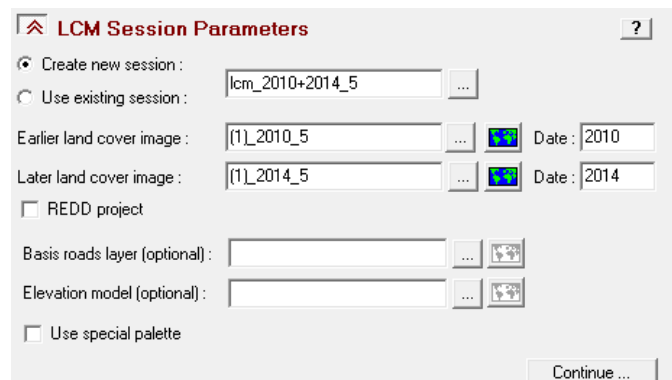
각 시기별 전이행렬표를 ".html" 형태로 저장해보시고, 첨부한 한글파일을 채워주세요!

08. LCM - Change Analysis

상단 배너에 있는 "Land Change Modeler"를 열어보겠습니다. 여러개의 탭을 확인하실 수 있어요. 저희가 사용할 탭은 첫번째 "Change Analysis"입니다.

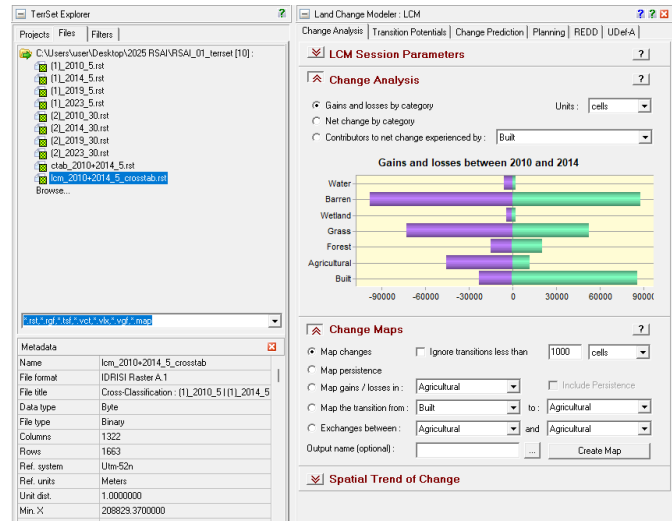


"LCM Session Parameters"에 두가지 옵션이 있습니다. 새로운 세션을 만들거나, 이미 있는 세션을 다시 불러와서 사용하는 것이예요. 저희는 처음 분석을 할터이니, "Create new session" 옵션을 선택하고 세션 이름을 지정해주세요. 오른쪽의 "..."을 클릭하시고, 세션 이름을 지정해줄게요. 본인이 알아보기 쉬운 이름으로 저장해주세요. 저는 "lcm" + "시점1" + "시점2" + "해상도" 형식으로 저장했습니다.

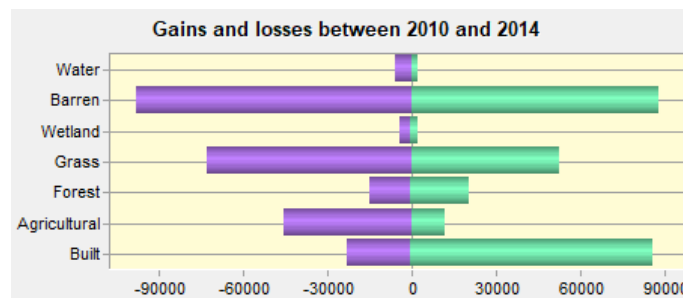


"Earlier land cover image"에 앞 시점의 토지피복지도를, "Later land cover image"에 뒤 시점의 토지피복지도를 입력해주세요. 파일 이름에 연도가 지정되어 있다보니 "Date"가 자동으로 입력이 되는데, 만약 그렇지 않을 경우 직접 연도를 입력해주셔야합니다. 위 사진과 같이 정보가 채워졌다면 "Continue"를 눌러 실행해보겠습니다.

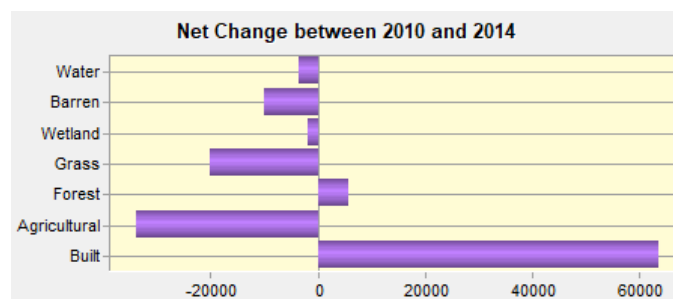
새로운 패널이 하나 열리죠. 그리고 왼쪽 "Files"로 이동해서 우클릭 후 "Refresh"를 해볼게요. lcm의 crosstab 파일 역시 하나 만들어질거예요. 앞서 저희가 실행했던 crosstab과 동일한 결과를 보여줘요.



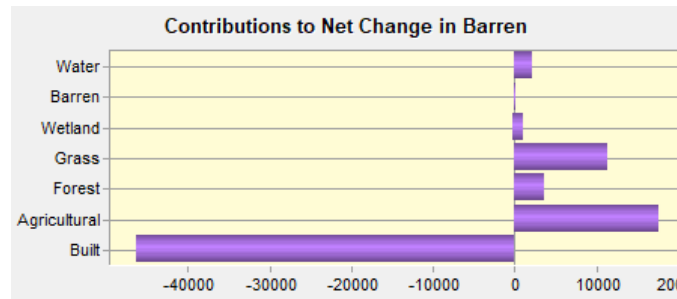
"Change Analysis" 패널은 저희가 입력한 두 시점의 토지피복지도를 비교하여, 세 가지 그래프 형태로 토지피복 변화를 보여줍니다. 이 그래프들은 셀 수, 헥타르, 제곱킬로미터, 에이커, 제곱마일, 변화율, 면적 비율 등 다양한 단위로 표시할 수 있어요. 세가지 그래프 모두 한번 살펴볼게요.



첫번째 그래프는 토지피복 유형별 증가와 감소를 그래프로 표현하여, 대략적인 변화를 정량적으로 파악할 수 있습니다. 앞서 표에서 확인했던 것처럼 나지의 경우 증가와 감소 모두 많았네요. 초지에서의 증감도 확인할 수 있으며, 시가화 지역의 경우 증가가 더 많았던 것을 알 수 있습니다.



두번째 그래프는 순증감을 보여줍니다. 시가화 지역의 증가가 눈에 띕니다.



세번째 그래프는 특정 토지피복 유형이 다른 토지피복 유형에 기여한 변화를 확인할 수 있습니다. 위 사진은 "Barren"을 선택했을때의 그래프입니다. Barren에서 Built로 많은 전환이 있었네요. Agricultural, Grass에서 Barren으로 전환된 것도 확인할 수 있습니다.

각 그래프들은 우클릭시 클립보드에 복사됩니다. 워드나 한글로 붙여넣기 후 저장할 수 있습니다!

09. LCM - Change Maps

"Change Maps" 패널에서는 이 패널에서는 지속(persistence), 증가와 감소(gains/losses), 전이(transitions), 교환(exchanges) 등을 포함한 다양한 변화 지도를 생성할 수 있습니다.

여기서는 "Ignore Transitions" 체크박스에 대해서만 짚고 넘어가겠습니다. 이 기능은 지도로 표현할 때 연구 목적상 그다지 중요하지 않은 미세한 전환을 걸러냅니다. 즉, 중요한 토지피복 전환만 집중적으로 살펴보고자 하는 것이죠. 앞서 2010년과 2014년의 전이행렬표에서 나지에서 시가지지역으로 전환된 영역이 2.69퍼센트, 초지에서 나지로 전환된 영역이 1.95퍼센트, 나지에서 초지로 전환된 영역이 1.43퍼센트였습니다. 그림과 같이 percent of area를 0.01로 지정 후 Map Changes 지도를 만들면, 아래와 같이 1퍼센트 이상의 변화가 있었던 토지피복 전환유형만을 표현할 수 있어요!

적절한 "Output name"을 지정해준 후 "Creat map"을 눌러 여러가지 지도를 만들어보세요!

The screenshot shows the TerraSet software interface with the LCM Change Maps panel. The panel displays a map titled "Change from (1)_2010_5 to (1)_2014_5" showing land use changes. The legend indicates transitions: Barren to Built (red), Barren to Grass (yellow), and Grass to Barren (green). The "Change Maps" section shows settings for "Map changes", "Ignore transitions less than 0.01 % of area", and "Map persistence". The "Spatial Trend of Change" section is also visible.

10. LCM - Spatial Trend of Change

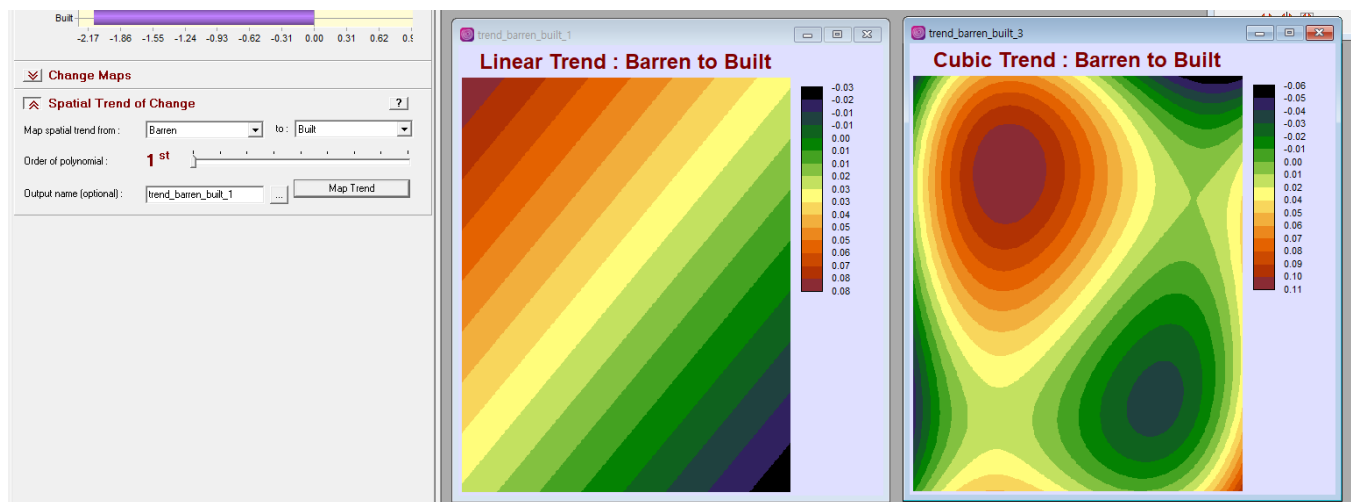
앞서 저희가 수치는 잘 확인했어요. 특정 시점별로 어떤 토지피복 유형의 전환이 발생했는지, 어떤 토지피복 유형의 전환이 컸는지를 말이죠. 그렇다면 이제 궁금한 것은, 어디서 이 변화들이 발생했냐는 거예요. LCM의 "Spatial Trend of Change" 패널은 이 전환의 공간적 경향성을 보여줍니다.

공간경향분석은 넓은 지역에서 발생하는 세밀하고 비체계적인 변동을 분리하는 보간 기법의 하나로, 전환이 발생한 픽셀을 1, 변화가 없는 픽셀을 0으로 설정하여 지도의 픽셀을 연속적인 값처럼 취급합니다. 인간의 개입이 지배적인 경관에서는 변화 패턴이 복잡하여 해석이 어렵기 때문에, 공간경향분석은 토지분류 변화 패턴을 보다 단순화하고 특정 분류 간 전환경향을 일반화하는 데 도움을 줍니다. 이를 통해 제작된 공간경향변화지도는 변화가 없는 지역부터 뚜렷한 변화가 나타나는 지역까지의 일반화된 공간적 분포를 제시하며 아래와 같은 다항식에 근거해서 작성됩니다. 참고해주세요!

$$Z(U, V) = \alpha_{00} + \alpha_{10}U + \alpha_{01}V + \alpha_{20}U^2 + \alpha_{11}UV + \dots + \alpha_{pq}U^pV^q, \quad (1)$$

이 수식은 공간경향분석(Trend Surface Analysis, TSA)에서 사용하는 다항식 추세면 방정식으로, $Z(U, V)$ 는 특정 토지피복 전환 여부를 나타내는 공간적으로 분포한 변수이며 (전환 픽셀 = 1, 변화 없음 = 0), U, V 는 픽셀의 위치 좌표, α_{ij} 는 추세면의 형태를 결정하는 다항식 계수를 의미해요. 즉, 상수항, 선형항, 이차항 및 고차항이 결합하여 변화가 공간적으로 어떻게 분포하는지를 일반화해 보여주며, 이를 통해 복잡한 토지피복 변화 패턴을 단순화하고 전반적인 전환경향을 시각적으로 파악할 수 있습니다.

패널로 돌아와보겠습니다. 관심있는 토지피복 전환유형을 택한 후, 다항식의 추세를 결정해볼게요. 낮은 차수의 다항식은 보다 일반화된 큰 경향을 보여주고, 높은 차수의 다항식은 더 세밀한 패턴을 드러냅니다. 기본값은 3차 다항식으로 구성되어있어요. 1번과 3번, 9번 지도를 만들어볼게요. 아래 지도는 2010년 vs 2014년의 나지에서 시가지지역으로의 전환을 보여줍니다. 왼쪽은 1차식, 오른쪽은 3차식이에요. 이처럼 '특정 토지피복 전환 유형이 어디에서 발생했는지'를 가시적으로 확인할 수 있습니다!



앞서 구분한 1차시기 (2010 vs 2014), 2차시기 (2014 vs 2019), 3차시기 (2019 vs 2023)의 LCM을 구현해보시고, 작성한 한글파일을 토대로 특징적인 전환 유형에 대해 살펴봐주세요

".rst" - ".jpg" 변환 방법 - 상단 "File" - "Export" - "Desktop Publishing Format" - "JPGIDRIS"
"IDRISI to JPG" 선택 후 Input: ".rst" 선택 후 Output 제목 입력후 변환

결과 해석에 관해서는 "Handout01.pdf" 논문을 참고해주시고, 궁금한 점이 있으시면 언제든지 직접 물어보시거나 메일주세요. 고생하셨습니다!