

수자표고모형자료를 리용한 단층예측방법

한광혁, 정철

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《위성사진자료와 항공사진자료를 다른 탐사자료와 결부하여 종합적으로 분석하고 그에 기초하여 지질구성과 지하자원분포상태를 심부에 이르기까지 립체적으로 해명하기 위한 사업을 잘하여야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제14권 506페이지)

위성화상자료를 리용하여 단층구조를 밝히는것은 지표조사에 드는 많은 로력과 자금을 절약하고 탐사속도를 높이기 위한 중요한 방도의 하나이다. 현대지형에 반영되는 지질구조가운데서 단층구조를 찾고 그것의 특성을 밝히는데 수자표고모형자료가 많이 리용되고있다.[2]

우리는 위성화상자료로부터 얻은 수자표고모형(DEM)자료를 리용하여 축척 1 : 1만 지형도에서 단층구조를 예측하기 위한 한가지 방법을 제기하였다.

1. 음영지모화상을 리용한 단층예측원리

위성화상자료로부터 얻은 수자표고모형은 지형도를 수자화하는 방식으로 얻은 수자표고모형보다 정확도가 더 높다.

수자표고모형자료에는 대대역위성화상자료와 달리 대기 및 식물피복, 암체의 구성에 의한 스펙트르가 종합적으로 반영되지 않고 순수 표고만이 반영된다.

일반적으로 지질학연구에 리용되는 일부 위성화상자료들에도 지형이 반영되지만 지표의 여러가지 물질에 의한 스펙트르특성으로 하여 지형이 정확히 반영되지 못한다. 그러나 레이다수감체계를 리용하여 얻은 수자표고모형은 지형의 표고상태만을 반영한다.[1]

또한 Landsat위성화상을 비롯한 일부 위성화상들은 피동형위성화상으로서 주로 정오경에 촬영한 화상이므로 지역의 음영이 잘 반영되지 않는다. 그러므로 우리는 수자표고모형을 리용하여 음영지모화상을 만들고 음영지모화상에서 나타나는 선형구조들을 추출하여 단층을 예측하였다.

수자표고모형으로부터 얻은 음영지모화상들은 산지에서 단층을 식별하는데 효과적으로 리용할수 있다. 음영지모화상에서 단층을 식별할수 있는 지질학적원리는 다음과 같다.

단층의 영향을 받은 지역에서는 지형에 단층의 영향이 반영된다. 그것은 단층작용을 받은 지역의 암석과 받지 않은 지역의 암석의 력학적특성이 다르기때문이다. 다시말하여 단층이 압축힘 혹은 당김힘에 의하여 형성되는 경우 주변암석에 비하여 단층구간의 암석들은 력학적으로 세지거나 반대로 약해질수 있다. 따라서 단층작용을 받은 지역은 외인지질작용에 의하여 주변보다 낮아지거나 높아진다. 이로부터 지형기록을 분석하면 지형형성에 영향을 미친 단층들을 찾아낼수 있다.

산줄기나 골짜기를 따르는 단층이 아니라 산중턱을 가로지르는 단층을 식별할 때에는

조명방위와 천정각을 변화시키면서 음영지모화상을 작성하고 선형구조를 추출하는것이 효과적이다. 그것은 산중턱들을 가로지르는 단층들이 단층의 주향에 수직인 방향에서 조명할 때 음영지모화상에서 명백한 선형구조로 나타나기때문이다. 그러나 추출된 선형구조가 곧 단층을 나타내는것은 아니다. 왜냐하면 하안단구도 음영지모화상에서 선형구조로 나타날수 있기때문이다. 따라서 추출된 선형구조가 단층인가, 아닌가를 정확히 밝히기 위하여서는 여러가지 지질학적자료들과 결부하여 분석하여야 한다.

2. 단층예측방법

항공사진은 태양빛의 방위와 태양천정각이 일정한 상태에서 촬영된 사진이다. 그러나 수자표고모형자료를 리용하면 컴퓨터에 의하여 조명의 방위와 천정각을 임의로 조절하여 각이한 음영지모화상을 얻을수 있다.

수자표고모형자료를 리용한 단층예측알고리즘은 그림 1과 같다.

우리는 음영지모화상에서 선형구조를 추출하기 위하여 응용프로그램(《ENVI 4.3》)을 리용하였다. 음영지모화상에서 추출한 선형구조를 수계와 지질도에 반영된 단층, 지구물리탐사자료(중력이상) 등 여러가지 자료들과 결합하여 중첩분석을 진행하면 지형에 반영되는 보다 큰 축척의 단층구조들을 밝힐수 있다.

음영지모화상으로부터 추출한 선형구조에 대한 해석은 여러가지 방법으로 진행할수 있는데 많은 경우 전문가의 육안해석이 동반된다.

우선 선형구조를 지역의 수자표고모형으로부터 얻은 수계와 비교하여 수계와 일치하는 선형구조, 일치하지 않는 선형구조를 구별한 다음 지질도에 반영된 단층과의 비교분석을 진행한다. 이때 단층과 일치하는 선형구조와 일치하지 않는 선형구조를 구분하고 단층과 일치하지는 않지만 단층의 연장상에서 나타나는 선형구조들을 분석한다.

다음으로 선형구조들의 방위를 통계분석한다.

선형구조들의 방위를 분석하는것은 단층이 형성될 때 주 단층의 방위와 수반단층의 방위사이에 연관성이 존재하기때문이다.

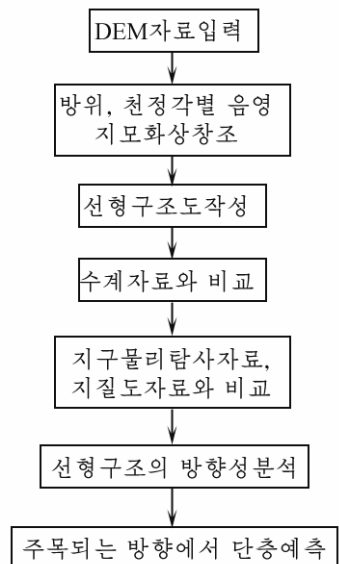


그림 1. 수자표고모형자료를 리용한 단층예측알고리즘

3. 단층예측방법의 적용

우리는 제기한 단층예측방법을 적용하여 평안남도 은산군 연합리지역의 단층을 예측하고 지표야외지질조사를 통하여 단층을 확증하였다.

연구지역의 수자표고모형자료로부터 선형구조를 추출하기 위하여 각이한 방위와 천정각에서 조명하여 음영지모화상을 얻을수 있는데 우리는 연구지역의 지형특성을 분석한데 기초하여 천정각을 40°로 고정시켰다.

천정각이 고정된 상태에서 조명방위에 따라 음영지모화상은 서로 다르게 나타나며 그것에 기초하여 판독된 선형구조도 다르게 나타난다.(표)

방위/(°)	선형구조	
	길이/m	수/개
-90~-70	6 315	17
-70~-50	4 349	14
-50~-30	8 164	16
-30~-10	4 202	13
-10~10	5 099	13
10~30	12 662	24
30~50	17 031	39
50~70	11 675	34
70~90	7 321	21
계	76 818	191

다. 산동-함박골단층은 음영지모화상에서 잘 나타날뿐아니라 축척 1:5만조사에 의하여 명백히 확정되었다. 그리고 축척 1:1만 조사를 진행한 결과 음영지모화상에서 예측한 단층과 일치하는 너랑골단층과 산동단층이 존재한다는것을 확증하였다.(그림 2)

맺는 말

수자료고모형자료에 의하여 음영지모화상을 만들고 선형구조를 추출하여 지질자료와의 대비분석을 진행하면 축척 1:5만보다 큰 규모에서 발달하는 단층들을 효과적으로 예측할수 있다.

참고 문헌

- [1] Mehdi Rahnama et al.; Remote Sensing, 6, 5938, 2014.
- [2] Matthew J. Cracknell et al.; IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 51, 5, 2949, 2013.

주체106(2017)년 7월 5일 원고접수

Prediction Method of Fault using DEM Data

Han Kwang Hyok, Jong Chol

By making shaded-relief image by means of DEM data, extracting linements from that image and comparing it with geological data, we established a method of predicting faults in the large scale map over scale 1:50 000.

Key words: fault, DEM

표에서 보는바와 같이 방위가 30~50°인 선형구조들의 수가 가장 많고 길이도 가장 길다. 이로부터 이 방위에서 단층구조를 예측할수 있다는것을 알수 있다.

다음으로 판독된 선형구조들을 여러가지 지질자료들과 비교분석하여 단층을 예측하였다.

우선 종합된 선형구조에서 수계자료와 일치하는 선형구조들을 제거한 다음 선형구조로부터 예측한 단층과 지질도에 반영된 단층구조와 비교하여 단층들을 예측하였다.

연구지역에 대한 야외조사결과 축척 1:5만규모에서 알려지지 않았던 여러개의 단층들을 확증하였

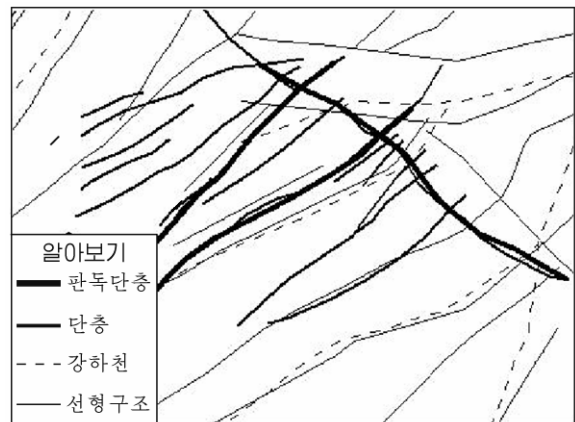


그림 2. 야외조사지역에서 확정된 단층
1-산동-함박골단층, 2-너랑골단층, 3-산동단층