

수치표고모델을 이용한 선구조 추출기법의 개발과 활용에 관한 연구

구자혁¹⁾, 신진수²⁾, 지광훈³⁾, 소철섭¹⁾, 최선규¹⁾

1. 서론

선구조는 지각의 구조를 반영하는 선형의 지형학적 특징이 있는 지역을 말한다(Bates and Jackson, 1987). 이 선구조는 지형도상에 표시 가능한 규모의 선형으로 나타나는 구조로서 대부분 단층, 절리, 균열 등 지표 암석권의 단일 구조와 일치한다. 특히 단층, 절리 등과 관련된 선구조는 지하수의 발생 및 유동과 밀접한 관계를 가지고 있다고 연구되어 있다.

일반적으로 선구조는 지질도나 항공사진, 위성사진 등을 바탕으로 연구자에 의해 수동 또는 자동화된 방법으로 추출되어진다. 그러나, 기존의 방법들은 연구자의 주관에 상당한 영향을 받으며, 위성사진을 이용할 경우에는 태양의 방위각에 따라 결과가 달라질 수 있다.

본 연구에서는 수치표고모델을 이용하여 지형적인 특성을 반영하면서 연구자의 주관성을 최소화하는 선구조의 추출을 목표로 하였으며, 이를 통하여 추출된 선구조의 실제 활용여부를 고찰해 보았다.

2. 연구대상 지역

연구 대상지역은 경도 129:3E~129:31E, 위도 35:38N~36:7N이며, 경주지역을 포함하고 있다. 경주 지역은 NNE방향으로 양산단층이 지나고 있으며, 그 외에 모량단층을 비롯한 NE-SW방향의 단층이 존재하고 있다.

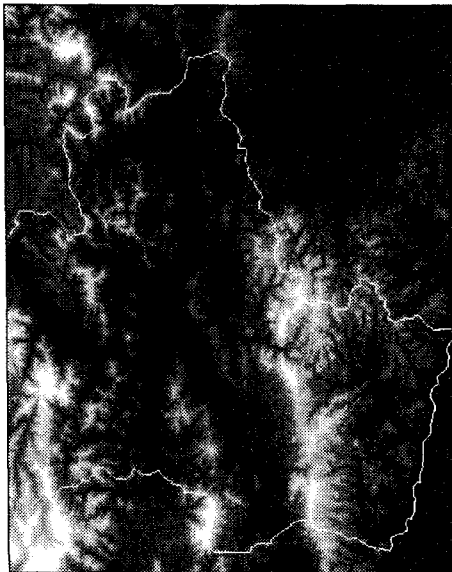


그림 1. 연구지역의 수치표고모델
(흰색선 : 경주시의 경계선)



그림 2. 경주지역 암반관정 위치도

- : 양수량 100~400m³/일
- : 양수량 400m³/일 이상

3. 선구조 추출방법

본 연구에 사용된 수치표고모델은 그림 1과 같으며, 자료의 한 픽셀은 100m×100m의 면적이다. 선구조의 추출을 위해 수치표고모델에 적용시킬 필터를 고안하였으며, 이 필터를 수치표고모델에 적용하여 계곡에서 높은 값을 갖는 결과를 만들어 내었다. 이를 다시 일정한 기준이상의 값을 갖는 부분을 세선화하여 계곡의 하부를 나타내는 영상을 얻어내었다.

최종적으로 직선형의 선구조를 찾아내기 위해서, 선구조의 각 요소들이 직선으로서의 타당성이 있는가를 선형회귀식을 적용하여 검증하였다.

추출과정에서 사용된 프로그램의 변수들은 연구지역에 나타나는 단층들을 기준으로 하였다. 그림 3은 수치표고모델에서 추출한 선구조 결과영상이다.

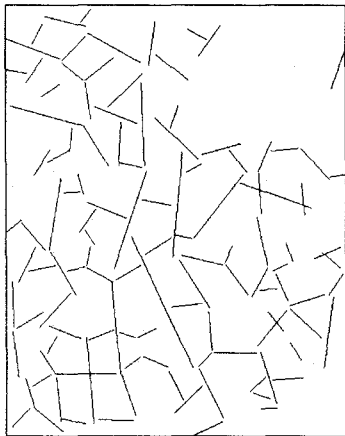


그림 3. 선구조 결과영상

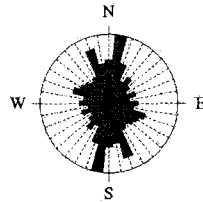


그림 4. 선구조
평균길이의
로즈다이아그램

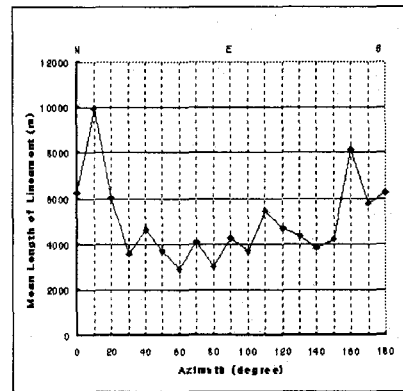


그림 5. 선구조 평균길이의 그래프

그림 4와 5의 선구조 평균길이의 로즈다이아그램과 그래프에서 볼 수 있듯이, 선구조는 NNE-SSW방향으로 강하게 나타남을 알 수 있다. 그 외에 NW-SE방향으로도 선구조가 다수 발생함을 알 수 있다.

4. 추출된 선구조와 지하수와의 연관성 고찰

앞에서 언급하였듯이 선구조와 지하수의 연관성이 높으며, 특히 선구조의 교차점이 선구조 자체보다 지하수와의 연관성이 큰 것으로 연구되어 있다(Magowe and Carr, 1999, Sandler, Minor and, Chesley, 1997). 수치표고모델을 이용하여 추출한 선구조 또한 이와 같은 연관성을 잘 보여주는지를 고찰해 보았다.

먼저 경주지역 광역수맥조사보고서의 수문지질도에서 양수량이 100m³/일 이상, 100~400m³/일, 400m³/일 이상인 암반관정의 위치도를 각각 작성하였고(그림 2), 선구조로부터의 거리와 선구조 교차점으로부터의 거리를 측정하였다. 그 결과는 그림 6, 7의 그래프와 같다.

그림 6, 7의 그래프에서 x축은 100m³/일 이상, 100~400m³/일, 400m³/일 이상인 암반관정 각각의 선구조와 선구조 교차점으로부터의 거리이며, 두 그래프의 y축은 이 거리에 포함되는 관정의 개수의 전체 관정개수에 대한 비율을 나타낸 것이다.

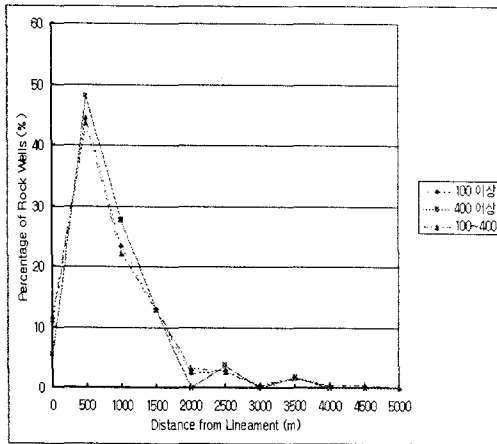


그림 6. 선구조로부터의 거리와 암반관정의 관계

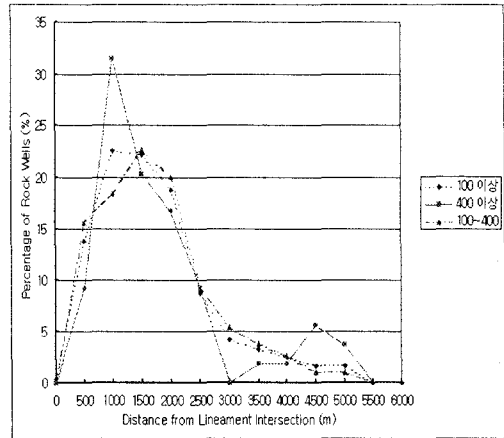


그림 7. 선구조교차점부터의 거리와 관정의 관계

그림 6에서 선구조에 가까울수록 많은 수의 암반관정이 위치하고 있으며, 선구조 중심에서 보다는 선구조에서 500m~2000m의 거리에서 대부분의 관정이 위치하고 있음을 알 수 있다. 각 관정의 양수량과 선구조로부터의 거리를 비교해 볼 때, 400m³/일 이상인 암반관정들이 거리가 가까울수록 더 높은 비율을 가지고 있으나, 다른 양수량의 암반관정에 비해서 큰 차이가 없음을 알 수 있다.

그림 7에서 암반관정의 선구조 교차점으로부터의 거리는 선구조로부터의 거리에 비해서 다소 넓게 분포하였다. 그러나, 양수량이 적은 관정들과 비교해볼 때 400m³/일 이상인 관정들은 약 1000m 정도의 거리에서 상대적으로 높은 비율로 위치함을 알 수 있다.

이를 볼 때, 일정량 이상의 양수량을 가진 암반관정들은 선구조에 가까울수록 높은 비율로 존재하고 있으며, 암반관정의 양수량은 선구조 교차점으로부터의 거리가 선구조로부터의 거리보다 더 높은 연관성을 보여준다고 할 수 있다.

5. 참고문헌

- Bates, Robert L. and Julia A. Jackson, 1987, *Glossary of Geology*, Third Edition, American geological institute, 380
- Koo, J.H., J.H. Shin, K.W. Chi, and C.S. So, 2000, Lineament Extraction from Digital Elevation Model and Its Application to Spatial Analysis, *Proceedings of International Symposium on Remote Sensing*: 216-221
- Lattman, L. H. and R. R. Parizek, 1964, Relationship between Fracture Traces and the Occurrence of Ground Water in Carbonate Rocks, *Journal of Hydrology*, 2 : 73-91
- Magowe, Magowe and James T. Carr, 1999, Relationship Between Lineaments and Ground Water Occurrence in Western Botswana, *GROUND WATER*, 37(2) : 282-286
- Sander, Per, Timothy B. Minor, and Matthew M. Chesly, 1997, Ground-Water Exploration Based on Lineament Analysis and Reproducibility Tests, *GROUND WATER*, 35 : 888-894

- 1) 고려대학교 지구환경과학과
- 2) 중앙향업 중앙지리정보연구소
- 3) 한국지질자원연구원