

선형 구조의 입체적 정향의 주요 방향 Principal Directions of the Cubic Orientation of the Linear Structure

홍 승 호 (Hong, Sung Ho)

한국자원연구소

요약/Abstract

단순히 일축성으로만 보이는 선형 구조의 정향은 다른 조직 요소와 결합되어 있을 경우 입체적으로 이해되어야 한다. 그것은 측정과 보정 뿐만 아니라 분석 과정에도 필요하다.

Orientation of the linear structure looking simply uniaxial has to be understood to be of cubic property in connection with other fabric elements. It is necessary for not only the measurement and the correction, but also for the analysis process.

서 언

방향성 자료들의 분석에는 이때까지 직교 구면 좌표계에서 벡터가 주로 사용되었다. 선형 구조(Linear structure)의 정향(定向)(Orientation)은 순전히 일축성(一軸性)인 것으로 취급되어 왔다. 그것은 아직도 흔히 통용되고 있다(Watson, 1966) (Jowett, Robin, 1988).

정향은 일정한 공간을 차지하므로 인접된 요소와 입체적 연관성이 충분히 배려되어야 한다. 특히 운동적(Kinematic)인 것과 관련시키려면 그것은 더욱 신중하게 분석되어야 할 것이다. 그러므로 이것은 벡터보다는 더 다양한 성질을 가지고 있어야 할 것이다. 그러한 연관성이 있는 주요 방향들이 진성인 것으로 인지되려면 어떤 처리가 필요할까?

집락의 특성

정향 자료들이 이루는 벡터합(Vector resultant)은 주요 방향(Principal direction)으로 사용되었다. 60년대 후반부터는 벡터보다 정향 텐서(Orientation tensor) (Scheidegger, 1965) (Mardia, 1972)가 이용되었다. 그것의 고유 수쌍(Eigenpair)으로부터 중요한 조직 강도(Fabric strength)를 비롯한 여러 변수(Parameter)들이 용이하게 얻어졌다(Woodcock, 1977) (Lisle, 1985). 이것은 단봉성(Unimode)의 전제 아래 각개 집락(集落)(Cluster)의 특성을 파악하는데 벡터보다 유효하다고 알려졌다.

벡터와 정향 텐서의 방법은 일치되는 것으로 묵인되는 듯하다. 양자 사이에는 차이가 없어 보이지만 고유 방향에서 작은 것이 반드시 발견된다. 그와 함

결 언

계 여러가지 통계적 모수들에도 차이가 발생된다. 예를 들어 휘셔 상수(Fisher's constant)도 약간 틀린다. 그것은 알고리즘의 차이에만 기인된다고 보기 어렵다. 그것은 벡터와 2계 텐서(tensor)의 근본적 차이에서 오는 것일 것이다. 어떠한 양자중 어느 것을 사용해도 집락의 대표 방향들과 통계적 모수들은 작으나마 차이를 보인다. 물론 이 편차는 95% 이상의 신뢰 구간에 들어있는 것이지만 엄밀한 계산 과정에서는 용납되기 어렵다.

입 체 성

공간적 속성은 물론 정향의 기본 조건이다. 삼축성(三軸性) 성질을 이미 내포하고 있는 것은 근원적인 것이다. 정향이 복수적으로 구성될 때는 더욱 그렇다. 암체의 한 노두에서 선형 구조, 변형 구조, 중간 방향 등 삼자는 언제나 동반적 관계에 있다. 이것은 조직축(Fabric axes)과 관련되어 반드시 삼축으로 인지되어야 한다는 것은 너무나 명백한 일이다.

일축성보다는 다양하다고 볼수 있는 이축성(Biaxial) 처리 방법들이 제시되었다(Bingham, 1972) (Huang, 1985). 이것은 3축중에서 2축만 골라서 사용한 것이다. 중요한 구성 요소인 중간 방향은 그저 종속적인 것으로 본 것이다. 그 계산 과정도 단번으로 끝날 것이 아닌 것같고 후속되는 반복 처리(Scheme)가 요구된다.

삼축성(Triaxial) 자료 처리에는 흔히 타원체로의 적합(Fit)이 있다(Owens, 1983). 자갈 정향(Pebble orientation)에 유한 스트레인 텐서(Finite strain tensor)를 이용한 것도 있다(Nielsen, 1976). 이들은 그럴듯 한 것같지만 변환에 포함되어 있는 내외 회전 성분을 소홀히한 것이다. 또 집락의 고유치를 주성분에 할당해도 결과는 정확하지 못하다. 그 크기가 과연 고유 변환 법칙에 따른다고 보기도 어려운 것이다.

삼축성 정향의 성질을 가지고 있는 등방성(Isotropic)텐서는 고유 변환에서 항등(恒等)인 1로 되어 일반 텐서처럼 그것의 고유 수량이 유지되지 않는다. 그래서 3개의 집락의 제일 주요 방향들만 가지고는 그 한계성을 넘을수 없게 되어있다. 그것들은 기본적 구속 조건인 교각을 그대로 유지하지 못하고 반드시 편차를 발생시킨다. 이것은 수치 해법적으로 조정되는 것이(Hong, 1994) 어느 방법 못지 않게 오류를 줄일수 있는 것으로 생각 된다.

현미경용 박편, 암체의 노두, 또는 지질도 등에서 내재되어 있는 모든 정향 자료는 삼축성에 입각하여 인지되어야 유용한 점이 많을 것이다. 이것은 보다 명확한 정향 분석(Orientation analysis) 뿐만 아니라 관련된 여러가지 정향 함수 설정에도 매우 필요한 것이다.

다음은 무주 남쪽에서 백악기 퇴적층인 북창리층(Lee, Nam, 1969) 중에서 측정된 단열(Fracture) 자료들을 실제로 보인 것이다. 측정된 자료와 보정된 것의 비교는 얼마 차이가 없어 그것이 그것이라는 말이 나올지 모른다. 그러나 삼축의 교각을 비교해보면 다른 것이 있다. 비록 적은 차이라도 직교와 비직교는 엄연히 구분되는 것이다.

표(Table 1 and 2)에서 A는 Slickenside plane의 극선(Pole), B는 중간, C는 Stria 등 방향을 나타낸다. 앞에 두숫자는 경사이고 뒤에 세숫자는 경사 방향이다. 1에서 4까지는 수집된 방향 자료, 5는 대표치, 6은 삼축의 교각등 이다. 표 1은 현지에서 측정된 자료를 그대로 처리한 것이다. 표 2는 보정된 자료를 구속 조건에 맞도록 처리한 것이다.

Table 1. Measured orientation data

	A	B	C
1	10 358	70 236	17 092
2	08 004	68 249	20 087
3	06 001	73 251	14 087
4	14 002	67 237	21 091
5	10 001	70 243	18 089
6	89.7108	90.1134	85.0465

Table 2. Corected orientation data

	A	B	C
1	10.5438 358.2833	69.9969 237.5327	16.7988 091.5046
2	07.1618 359.3408	68.7229 250.5167	19.9250 091.9514
3	05.2764 359.4296	74.1102 249.4988	14.9444 089.8420
4	12.8829 359.1992	66.2765 237.8368	19.5660 093.8619
5	08.9590 358.9697	69.9193 243.4228	17.8181 091.8742
6	90.0000	90.0000	90.0000

참고 문헌

- Bingham, C.(1974):An antipodally symmetric distribution on the sphere, Ann. Stat. 2, 1201-1225
- Hong, S.H.(1994):Intersection angle dependent correction of orientation data, The Journal of Engineering Geology, Korea, vol 4, no 1
- Huang, Q.(1989):Modal and vectorial analysis for determination of stress axes associated with fault slip data, Mathematical Geology, vol 21, no 5
- Jowett, E.C., Robin, P.(1988):Statistical significance of clustered orientation data on the sphere, Journal of Geology, vol 96
- Lee, D.S., Nam, K.S.(1969):Changkiri, 1/50,000 quadrangle map, Geological Survey, Korea
- Lisle, R.J.(1985):The use of orientation tensor for the description and statistical testing of fabrics, Journal of Structural Geology, vol 7, no 1
- Mardia, K.V.(1972):Statistics of orientation data, Academic Press, New York
- Nielsen, K.C.(1983):Pebble population ellipsoid, a three dimensional algebraic description of sedimentary fabric, Journal of Geology, vol 91
- Owens, W.H.(1984):The calculation of a best fit ellipsoid from elliptical sections on arbitrary oriented planes, Journal of Structural Geology, vol 6, no 5
- Scheidegger, A.E.(1965):On the statistics of the orientation of bedding planes, grain axes, and similar sedimentological data, Professional paper 525-c, USGS
- Watson, G.S.(1966):The statistics of orientation data, Journal of Geology, vol 74
- Woodcock, N.H.(1977):Specification of fabric shapes using an eigenvalue method, Bulletin of the Geological Society of America 88

홍승호

한국 자원 연구소

대전 직할시 유성구 가정동 30

TEL : (042) 868-3071

FAX : (042) 861-9720