

Joint現象의 分析과 D-D diagram開發에 관한 研究

金 周 煥

〈目 次〉

1. 緒 論	(3) Joint의 影響
(1) 研究目的	(4) Joint의 研究史
(2) 研究方法 및 範圍	3. D-D diagram 概念
2. Joint 現象의 分析	(1) Joint 資料整理를 위한 diagram과 問題點
(1) Joint 現象과 起源	(2) D-D diagram의 開發
(2) Joint의 發達과 分類	4. 結 論

1. 緒 論

(1) 研究目的

現 地形의 構造的인 性格과 形成過程의 究明을 爲해서는 研究地域에서의 多方面에 걸친 組織的인 體系的인 研究가 先行되어야 하리라고 생각되며 地形研究에서 露頭의 觀察과 觀察資料의 合理的인 整理는 地質·地形的인 知識을 얻는 데 무엇보다도 重要하다.1)

本 研究에서는 野外에서 가장 흔히 觀察될 수 있는 joint現象을 分析 整理하였고, joint, 斷層, 褶曲 등의 構造現象 資料를 處理하는 方法 中 지

금까지 많이 사용하던 各種 diagram의 特性과 未備點을 指摘하고 새로운 diagram의 概念을 開發하려는 것이다.

(2) 研究方法 및 範圍

Joint現象을 分析하기 爲하여 그 現象自體를 記述하였으며, 資料整理를 爲하여 一般的으로 使用되는 point diagram^{2)~7)}과 contour diagram^{8)~9)}, joint map^{10)~11)}, fracture azimuth frequency diagram¹²⁾, SSO diagram¹³⁾, strike frequency diagram¹⁴⁾ 등의 特性을 記述하였고 새로운 D-D diagram¹⁵⁾의 概念을 設定하였다.

- 1) Robert R. Compton, 1962, *Manual of field Geology*, John Wiley & Sons, Inc, New York. London, p. 1.
- 2) Billings, M. P., 1960, *Structural Geology*, 2nd. ed(Modern Asia Ed.), New York, Prentice-Hall, pp. 111-113.
- 3) Billings, M. P., 1974, *Structural Geology*, 3rd. ed(Eastern Economy Ed.), India, Prentice-Hall, pp. 104-105, p. 427
- 4) Margaret G., Robert M. Jr., Carol L. W., editor, 1972, *Glossary of Geology*, American Geological Institute Washington, D. C., p. 552.
- 5) 金 周煥, 1975, "Joint一般論", 上党地理, 創刊號, pp. 24-28.
- 6) 金 周煥, 1973, "Joint와 河川流向과의 關係考察", 地理學研究, 創刊號, pp. 41-53.
- 7) Kim Joo Hwan, 1977, "A study of Joints, developed in Chyuk-Ka-ryong Rift Valley", 關東大學 論文集, 第五集, pp. 301~315.
- 8) Billings, M. P., 1960, op. cit., p. 112.
- 9) Margarte G., Robert M. Jr, Carol L. W., 1972, op. cit., p. 154.
- 10) Billings, M. P., 1974, op. cit., pp. 152-153.
- 11) Peter C. Badgley, 1965, op. cit., p. 129.
- 12) ibid., p. 136.
- 13) Carleton A. Chapman, 1952, "A New quantitative method of topographic analysis," *American Journal of Science*, Vol. 250. June, pp. 428-452.
- 14) Peter C. Badgley, 1965, op. cit., p. 151.
- 15) 金 周煥, 1975, "構造地形 分析方法으로서의 D-D diagram概念", 韓國地理教育學會發表.

2. Joint 現象의 分析

(1) Joint 現象과 起源

地表面의 岩石 構造 中에서 가장 흔하게 눈에 띄는 것이 joint 現象이며, 이런 現象은 多角的으로 研究되고 있기는 하지만 構造 現象에서 가장 分析하기 힘든 面을 가지고 있다.¹⁶⁾ 이러한 分析 上의 困難點은 joint 構造의 基本的인 特性에 起因하는 것으로 볼 수 있으며, 實際로 野外에서 joint 가 岩石에 發達한 時期와 形態는 매우 多樣하다. 예를 들면 堆積岩에 나타나는 joint 現象의 경우 그의 形成은 堆積이 일어난 후 그 堆積物이 完全히 固化되기 以前에도 나타나며, 斷層이나 褶曲 등과 關係해서 생각할 수도 있다.¹⁷⁾

또한 joint 現象은 地殼變動이 活潑하게 일어나지 않고 어느 정도 停止된 후에 나타나기도 한다.¹⁸⁾

또 하나의 分析 上의 困難點은 joint는 joint 面을 따라서 位置의 移動이 거의 없거나 전혀 없는 경우가 상당히 많기 때문이다. 結果적으로 특별한 경우를 제외하고는 한쪽 走向의 joint 面과 他 走向의 joint 面과의 關係에서 生成時期를 決定하기란 매우 곤란하거나 거의 불가능하게 된다. 따라서, 불확실한 假定下에서 joint의 形成時期를 論하는 것은 타당성이 없는 結論에 도달하기가 쉽다.¹⁹⁾ 그러나, 이러한 joint 現象을 취급하는 데 있어서 모든 地質學者들에게 받아들여질 만한 述語나 分析方法이 전혀 없는 것은 아니다.

Joint라는 用語는 英國의 어느 炭田에서 鑛夫들이 “rocks were, joined along the fractures,

just as bricks are put together in a wall”이라고 생각한 데서 처음 使用되기 시작 하였다고 한다.²⁰⁾ Joint에 關係서는 많은 學者들이 관심을 가졌으며, 地質學的인 立場에서는 岩石의 物理的인 連續性을 끊는 斷裂 또는 分割線을 말하며²¹⁾ 分割面과 平行해서는 두드러진 움직임이 없고²²⁾ 表面이 굽은 面이 存在하기도 한다. Himus(1954)²³⁾는 joint란 tension이나 torsion에 의해서 생긴 모든 岩石에서 發見되는 垂直, 傾斜, 또는 水平의 分割面이라고 주장하고 있다.

이러한 joint 現象의 形成要因은 多樣하나 一般的으로 岩石이 彈性限界를 넘는 힘을 받으면 joint와 斷層의 斷裂이 形成되며 成層岩과 火成岩에 發達한 joint는 地殼變動에 의한 것이라고 볼 수 있다.²⁴⁾ 花崗岩에서의 joint發達は 冷却에 의한 收縮으로부터 形成되기도 한다.²⁵⁾ 또한, joint의 形成은 岩石이 받는 壓力의 差에 의해서도 이루어진다. 즉, 岩石圈 外部의 硬岩은 1立方피트에 平均 165파운드의 壓力을 받는데, 花崗岩의 경우 1마일 程度 地下로 들어가면 875,000파운드의 壓力을 받는다. 이런 때 侵蝕에 의해서 이거나 또는 峽谷이 臺地를 절단하는 곳에서는 下層 岩石의 壓力減少로 表面積이 膨脹한다. 侵蝕이 많이 進展된 岩石表面에 平行하게 나타나거나 峽谷壁에 發達하는 大規模의 joint 現象은 이러한 作用에 의한 것들이다.²⁶⁾ 어떤 joint는 海底가 陸化될 때 포함하고 있던 水分을 상실하면서 堆積層의 收縮에 의한 tension으로부터 유래되기도 한다.²⁷⁾

一般的으로 joint의 起源을 확실히 하기는 매우 힘들다. 특히, 힘의 方向에 垂直으로 岩石을

16) Neville J. Price, 1975, *Fault and joint development in Brittle and semibrittle rock*, Pergamon Press, Oxford, New York, p. 110.

17) Nevill J. Price, *ibid.*, p. 110.

18) Nevil J. Price, *ibid.*, p. 110.

19) Nevill J. Price, *ibid.*, pp. 110-111.

20) Billing, M. P., 1960, *op. cit.*, p. 111.

21) Billing, M. P., *ibid.*, p. 106

22) Howell, J. V., *Glossary of Geology and related Science*, The American Geological Institute, Washington, D. C., 1957, p. 157.

23) Stamp, L. D., *A Glossary of Geological Terms*, 1961, p. 271.

24) *Encyclopedia Britannica*, 1966, Vol. 13., Jirasek to Lighthouse, Encyclopedia Britannica, Inc., London, p. 61.

25) Monnett, V. E., 1950, Howard E. B., *The Principles of Physical Geology*, Boston, Ginn, p. 245.

26) Worcester, Philip George, 1948, *A textbook of Geomorphology*, New York, pp. 108-109.

27) Longwell, Chester Ray, Richard Foster Flint, 1955, *Introduction to Physical Geology*, New York, p. 371.

떨어져 나가게 하는 tension joint와 힘의 方向에 의해 岩石의 一部가 옆으로 떨어져 나가는 shear joint와의 區別이 언제나 가능한 것은 아니다. 28)

(2) Joint의 發達과 分類

Joint는 그의 多樣性和 不規則性 때문에 대개는 地質圖에서 省略되나 經濟的이거나 기타의 理由로 joint의 發達狀態를 알아야 할 때는 走向과 傾斜를 點描하는 方法이 흔히 使用되고 있다. 29) Joint는 모든 岩石에 存在하나 同質的인 岩石組織에서 가장 잘 發達하며 특히 같은 粒子들로 構成된 花崗岩, 閃長岩, 玄武岩, 頁岩, 粘板岩 등에는 아름다운 모양의 joint가 나타나기도 한다. 30) Joint는 地下 깊은 곳보다는 地表附近에 많이 나타나는 것이 普通이며 31) joint 사이의 間隔은 數cm에서 數百m에 달하기도 하지만 單獨으로 나타나는 일은 전혀 없다. 32) 美國의 地質學者 C. R. Van Hise (1859~1919)에 의하면 joint는 硬岩에서는 地下로 약 12km 程度까지 發達할 수 있다고 한다. 33) Joint는 대개 平行한 group이나 set로 나타나며 서로 다른 joint set는 直角또는 그와 유사하게 교차하기도 한다. 34) Joint set는 多小 平行한 joint의 group으로 이루어지며 joint system은 둘 혹은 그 이상의 joint set나 特徵的인 pattern을 가지고 있는 joint의 group으로 形成된다. 35) Joint는 發達規模에 있어서도 多樣하여 1 피트의 것이 있는가 하면 山岳地帶 같은 곳에서는 走向이나 傾斜를 따라 數百피트

까지 달하는 것도 있다. 36) 風化作用을 받지 않은 岩石에서도 joint現象은 나타나나 뚜렷하지는 않고 堆積岩에서는 一般的으로 地層의 走向方向, 또는 傾斜方向의 joint set가 나타난다. 37) Joint는 岩石의 粒子가 微細할수록 더욱 뚜렷하게 그 特徵을 파악할 수가 있다. 38)

Joint現象은 形態, 規模, 頻度, 結合狀態 등에 의하여 여러 가지로 分類 記述될 수가 있다. 形態的인 면에서 볼 때 joint는 Woodworth (1895) 39)에 의해 처음으로 組織的인 分類가 시도되었고 그는 野外 觀察을 基礎로 joint面을 ① joint plane, ② joint fringe, ③ rim of conchoidal fracture 등으로 區分하였다. Hodgson (1961) 40)은 Woodworth의 缺點을 補完하여 joint가 平行하거나 거의 平行한 狀態로 나타나면 systematic joint, joint의 發達이 不規則하고 굽어져 있으면 non-systematic joint로 分類하였다.

Joint는 幾何學的으로 또는 成因的으로도 分類가 可能하나 幾何學的인 分類는 記述的이고 比較的 實際로 適用하기에 쉬운 면이 있기는 하지만, joint의 起源을 알 수가 없고 成因的인 分類는 좀더 意味가 있으나, 大部分의 경우에 쉽게 適用을 할 수가 없는 短點을 가지고 있다. 41)

Joint는 그 發達狀態로 보아 master joint, major joint, minor joint, micro joint 등으로 區分하기도 한다. 42) 또한, joint가 나타나는 頻度を 基準할 때는 primary joint, secondary joint 등의 名稱을 使用하기도 한다. 43)

28) Billing, M. P., 1960, op. cit., p. 115.

29) Guilluly, James, 1959, op. cit. p. 135.

30) Nevin, C. M., 1949, *Principles of Structural Geology*, New York, p. 146.

31) Lobeck, Armin Kohl, 1939, *Geomorphology: An introduction to the study of landscapes*, New York, p. 47.

32) Billings, M. P., 1960, op. cit. p. 107.

33) Encyclopedia Britanica, 1966, op. cit., p. 61.

34) Lobeck, A. K., 1939, loc. cit., p. 47.

35) Billings, M. P. 1960, op. cit. p. 108.

36) *ibid.*, p. 108.

37) *Encyclopedia Britanica*, 1966, op. cit., p. 61.

38) Longwell, C. R., Richard, F. F. 1955, loc. cit. p. 371.

39) Robert A. Hodgson, 1961, "Classification of structures on joint surfaces", *Am. Jour. Science*, Vol. 259, Summer p. 493.

40) *ibid.*, p. 499.

41) Billings M. P., 1960, op. cit., p. 107.

42) Neville J. Price, 1966, *Fault and joint developed in Brittle and Semibrittle rock*. Pergamon Press Oxford, pp. 111-112.

43) *ibid.*, p. 112.

(3) Joint의 影響

Joint는 地殼의 어떤 斷裂狀態를 가장 잘 나타내는 指標가 되며, 따라서 그의 解析은 地形發達에 重要な 意味를 가진다. 地形形成에 作用하는 joint의 直接的인 역할은 그리 크지 않으나, joint는 直接的인 侵蝕의 모든 營力을 돕고 있어 地形에 대한 間接的인 影響이 크다고 볼 수 있다. 또한, joint는 地下水의 循環作用을 원활하게 하여 平衡作用에 기여할 뿐 아니라, 岩石 깊숙이 風化作用이 進前되도록 돕기도 한다.

이러한 joint는 地層에서와 같이 走向과 傾斜를 測定하여 定量的인 分析이 이루어지고 있다.

(4) Joint의 研究史

1) 外國에서의 研究

Joint現象의 研究는 주로 地質學者들을 中心으로 행하여져 왔는데 Woodworth (1895, 1896)⁴⁴⁾ 45)

는 joint의 形態에 관해서 注意를 환기시켰으며 Dale과 Gregory (1911)⁴⁶⁾는 Connecticut 洲의 花崗岩에 發達한 joint現象에 관한 研究를 하였다. Sheldon (1912)⁴⁷⁾은 joint面의 觀察은 물론 joint가 形成되는 實驗을 試圖하였고 Parker (1942)⁴⁸⁾는 變形된 堆積岩에 나타나는 joint現象을 體系的으로 研究하였다. Nevin (1949)⁴⁹⁾, Billings (1954),⁵⁰⁾ De Sitter (1956)⁵¹⁾ 등은 그들의 著書에서 joint에 관한 內容을 상당히 많이 組織的으로 취급하였다. Cloos (1955)⁵²⁾ Blanchet (1957)⁵³⁾ Price (1959)⁵⁴⁾는 岩石에서 joint現象이 일어나는 mechanism 究明에 努力하였고 Chapman과 Rioux (1958)⁵⁵⁾ Beard (1959)⁵⁶⁾는 joint分析의 計量的인 方法을 도입하여 새로운 관심을 가지게 했다. Firman (1960)⁵⁷⁾은 joint와 斷層과의 關係를 Hodgson (1961)⁵⁸⁾은 joint面의 分類를 Wise (1964)⁵⁹⁾는 microjointing現象에 관하여 Secor (1965)⁶⁰⁾는 joint現象에서 fluid pressure의 역할을 考察하였다. Hill (1966)⁶¹⁾은 joint와 地層과의 關係를 다

44) Woodworth, J. B., 1895, "Some features of joints": Science, n. s., v. I, pp. 903-904.

45) Woodworth, J. B., 1896, "On the fracture system of joints, with remarks on certain great fractures": Boston Soc. Nat. History Proc., v. 27, p. 163-184, 5pls.

46) Dale, T. N., and Gregory, H. E., 1911, "The Granites of Connecticut": U. S. Geol. Survey, Bull. 484. 137p.

47) Sheldon, P. G., 1913, "Some observations and experiments on joint planes": Jour. Geol. v. 20, pp. 53-79, 164-190.

48) Parker, J. M., III, 1942, "Regional systematic jointing in slightly deformed sedimentary rocks": Geol. Soc. American Bull., v. 53, pp. 381-408.

49) Nevin, C. M., 1949, Principles of structural Geology, John Wiley and Sons, Inc., New York, pp. 13 146-159.

50) Billings, M. P., 1954, Structural Geology, Prentice-Hall, Inc., New York, pp. 106-123.

51) De Sitter, L. U., 1956, Structural Geology, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 552pp.

52) Cloos, 1955, "Experimental Analysis of Fracture patterns", Bull. Geol. Soc. Am. 66. pp. 241-256.

53) Blanchet, P. H., 1957, "Development of Fracture Analysis as Exploration Method", Bull. Am. Ass. Pet. Geol., Vol. 41. No. 8(Aug. 1957) pp. 1748-1759.

54) Price, N. J. 1959, "Mechanics of jointing in rocks", Geol. Mag., Vol. 96. pp. 149-167.

55) Chapman, C. A. and Rioux, R. L. 1958, "Statistical study of topography, sheeting and jointing in granite, Acadia National Park, Maine", Am. J. Sci., 256, pp. 111-127.

56) Beard, C. N., 1959, "Quantitative study of columnar jointing", Bull. Geol. Soc. Am., 70, pp. 379-381.

57) Firman, R. J., 1960, "The relationship between joints and fault patterns in the Eskadale granite (Cumberland) and the adjacent Borrowdale volcanic series," Quat. J. Geol. Soc., 116, (3), 317.

58) Hodgson, R. A., 1961, Classification of structures on joint surfaces. Am. J. Sci., 259, pp. 493-502.

59) Wise, D. U. 1964. "Microjointing in basement, middle Rocky Mountains of Montana and Wyoming", Geol. Soc. Am. Bull., 75, pp. 287-305.

60) Secor, D. T., 1965. "Role of fluid pressure in jointing", Am. J. Sci., 263, pp. 633-646.

61) Hill, P. A. 1966, "Joints: their initiation and propagation with respect to bedding." Geol. Mag. Vol. 103. pp. 276-9.

루었고 Nickelsen과 Hough (1967)⁶²⁾는 Appalachian 대지의 joint 現象을 Hancock (1968)⁶³⁾는 joint 와 斷層과의 關係를 淸급하였다.

1970年代에는 Friedman과 Logan (1970),⁶⁴⁾ 平野昌繁⁶⁵⁾ 등에 의하여 研究가 進行되었고, Barton (1971)⁶⁶⁾ (1972)⁶⁷⁾은 joint 와 shear strength 및 joint Model 에 관한 研究를 하였다. Goodman과 Ohnishi (1973)⁶⁸⁾는 joint 를 받은 岩石에서의 shear test 를 행하였고 Goodman (1974)⁶⁹⁾은 joint 의 mechanical properties 에 대해 調査하였다. Martin 과 Millar (1974)⁷⁰⁾는 風化된 岩石에서의 joint 特性에 관한 研究를 進行시켰으며 上本進二 (1976,⁷¹⁾ 1977,⁷²⁾ 1978⁷³⁾는 joint 와 地形과의 關係에 관심을 가지기 시작하였다.

2) 國內에서의 研究

國內에서의 joint 現象에 관한 研究는 筆者(1968)⁷⁴⁾에 의해 “道峯山 地域의 joint 調査”를 처음으로 試圖되었으나 아직 그 成果는 그리 크지 못하다. 道峯山 地域의 joint 에서는 東西斜面的의 joint 頻度分布와 傾斜 등을 比較分析하였으며 NNE-SSW 方向의 構造線의 存在를 確認하였다. 1973年⁷⁵⁾의 “Joint 와 河川 流向과의 關係考察”에서는 河川의 流向과 joint 의 走向을 測定하고 定量

的인 分析을 통하여 兩者間的의 0.73의 相關關係가 있음을 실증하였다. 그 외에 “Joint 一般論” (1975)⁷⁶⁾, “構造地形分析 方法으로서의 D-D diagram 概念” (1975)⁷⁷⁾, “A study of joints, developed in Chyuk-ka-ryöng Rift Valley” (1977)⁷⁸⁾ 등의 論文이 發表되었으며 앞으로의 더욱 많은 研究成果가 기대된다.

3. D-D diagram 概念

(1) Joint 資料整理를 爲한 diagram과 問題點

1) Point Diagram

特定地域의 joint 分布狀態는 여러 가지 方法에 의해서 表現될 수 있으나 그 중에 代表的인 것은 point diagram 을 들 수 있으며 그의 作成 方法은 그림 1에 例示하였다. 즉, 點 1은 水平 joint, 點 2는 垂直 joint 이며 走向이 NS, 點 3은 垂直 joint 이며 走向은 EW, 點 4는 垂直 joint 이며 走向은 NW, 點 5는 走向이 NW, 傾斜 45° SW 를 意味한다. 또한, 傾斜는 diagram 의 中心部를 0°로 하고 變두리를 90°로 等分하여 表示한다. 그림 2는 위와 같은 方法으로 漢川의 joint 分布 狀態⁷⁹⁾를 point diagram 에 의해 表示한 것이다.

- 62) Nickelsen, R. P., and V. N. D. Hough, 1967, "Jointing in the Appalachian plateau of Pennsylvania", *Geol. Soc. Am. Bull.*, 78, pp. 609-630
- 63) Hancock, P. L. 1968. "Joints and faults : the morphological aspects of their origins." *Proc. Geol. Ass.*, Vol. 79, pp. 141-151.
- 64) Friedman, M., and J. M. Logman, 1970, "Microscopic feather fractures." *Geol. Soc. Am. Bull.*, 81, pp. 3417-3420.
- 65) 平野昌繁, 1971, "花崗岩의 節理를 中心とした 深成岩體의 brittle な 變形·破壞를 考える うえでの 問題點", 地質學雜誌, Vol. 77, No. 5, pp. 257-263.
- 66) Barton, N. R. 1971(b), "A relationship between joint roughness and joint shear strength" *Proc. Int. Symp. On rock fracture, Nancy, (ISRM)*, paper 1-8
- 67) Barton, N. R. 1972, "A model study of rock-joint deformation", *IJRM & MS*, V9, n5.
- 68) Goodman, R. E. and Ohnishi, Y, 1973, "Undrained shear testing of jointed rock", *Rock Mechanics*, V5, p. 129.
- 69) Goodman, R. E. 1974, "The mechanical properties of joints", *Proc. 3rd Cong. ISRM, Denver, VIA*, p. 127.
- 70) Martin, G. R., and Millar, P. J. 1974, "Joint strength characteristics of a weathered rock", *Proc. 3rd Cong. ISRM, Denver, V2A*, p. 263.
- 71) 上本進二, 1976, 白馬連峰主稜線附近의 節理와 地形との 關連, 地理豫, 10, pp. 21-22.
- 72) 上本進二, 1977, "後立山連峰主稜線附近의 岩石組織와 地形", 地理豫, 12, pp. 30-31.
- 73) 上本進二, 1978, "白馬連峰의 岩石組織와 山稜形", 地理學評論 51-4, pp. 327-333.
- 74) 金周煥, 1968, 道峯山地域의 Joint 調査, "師大學報", Vol. 10. 서울大學教師範大學, pp. 177-188.
- 75) 金周煥, 1973, "Joint 와 河川流向과의 關係考察", 地理學研究, 創刊號, pp. 41-53.
- 76) 金周煥, 1975, op. cit., pp. 19-28.
- 77) 金周煥, 1975, op. cit., pp. 25-27.
- 78) Kim Joo Hwan, 1977, op. cit, pp. 301-305.
- 79) 金周煥, 1973. op. cit. pp. 21.

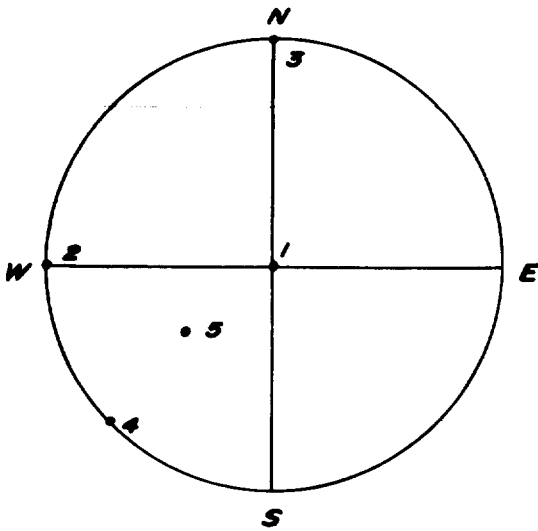


그림 1. Joint의 表示方法

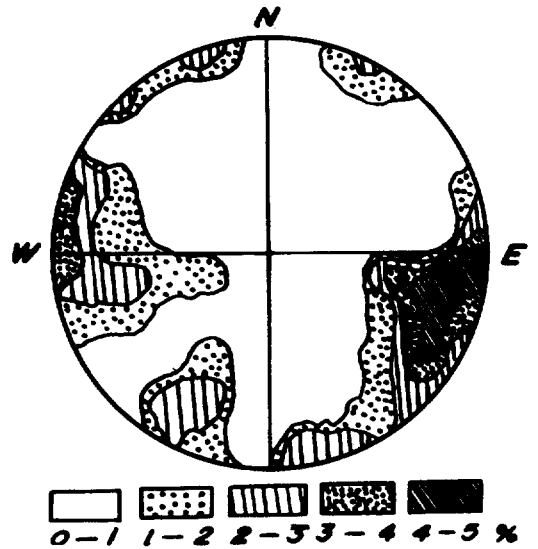


그림 3. Contour diagram

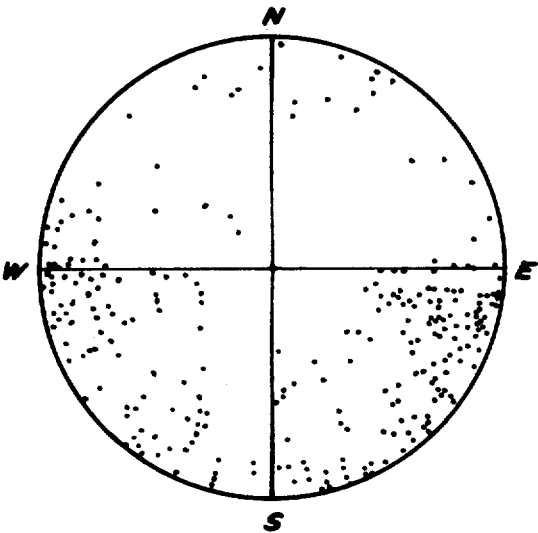


그림 2. 漢川의 point diagram

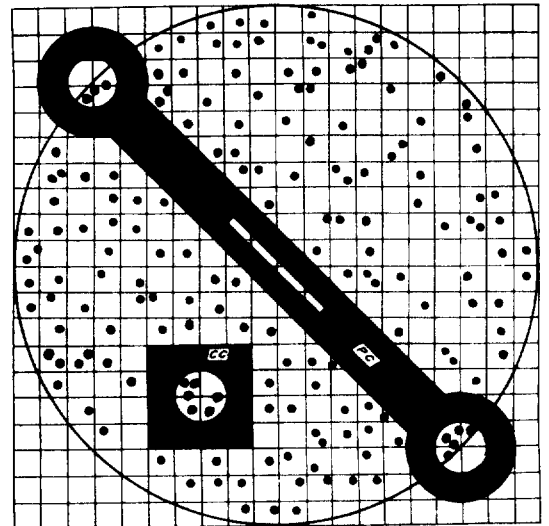


그림 4. Contour diagram 作成을 위한 point의 계산 방법
cc : Center Count. pc : peripheral count.

2) Contour-Diagram

Contour diagram은 Point diagram 으로부터 유도된다. 그림 3⁸⁰⁾은 그림 2의 point diagram 으로부터 작성된 diagram이다. 그림 3에서 4~5%의 意味는 point diagram의 모든 點들이 contour diagram 全體面積의 1% 안에 4~5%의 集中度를 보이고 있다는 뜻이 된다. 그림 3에서 第4象限과 第2象限에 강한 集中度를 나타내는 것은 이 地域의 joint 分布가 N 또는 NE 方向으로 강한

走向을 나타내고 있는 것을 말한다.

Contour diagram을 作成하려면 그림 4⁸¹⁾와 같은 準備가 있어야 한다. 그림 4에서 cc (Center Count)는 全體面積의 1%이고 hardboard나 celluloid 같은 것으로 만든다. 그림 4에는 200個의 點들이 찍혀 있고 이 중 cc에는 6個의 點이 있어 全體의 3%이므로 3이라는 數字를 cc가운데 적는다. cc는 계속 움직여서 全體 diagram을 cover하고 매 지점마다 %를 기입한다. 이런 方

80) 金周煥, 1973, ibid.

81) 金周煥, 1975, op. cit, p. 27.

法으로 cc의 計算이 끝나면 pc (peripheral count)의 計算에 들어간다. 그림 4에는 pc 사이에 8개의 點이 存在하며 이는 全體의 4%에 해당하므로 4를 기입한다. Diagram 全體가 %를 表示한 數字로 채워진 다음 地形圖에서 等高線을 作成하는 方法으로 等值線을 作成하면 된다.

3) Strike frequency diagram

Strike frequency diagram은 그림 5⁸²⁾에 表示된 바와 같다. 作成方法은 半圓上의 그래프에 走向과 頻度를 나타낸 것이다.

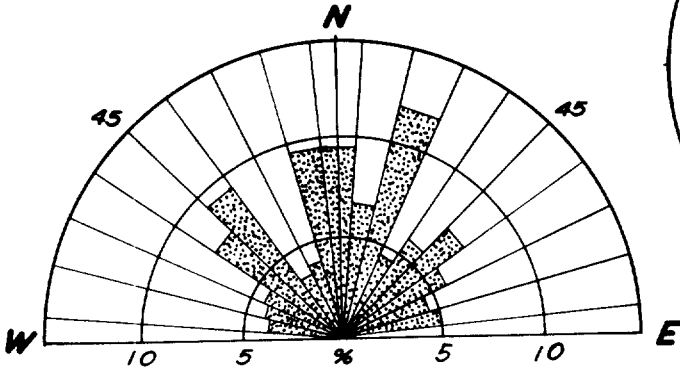


그림 5. Strike frequency diagram(청담천의 joint 分布)

4) Fracture Azimuth frequency diagram

이 diagram은 strike frequency diagram과 비슷하나 氣象現象을 나타내는 wind rose diagram과 같이 한 地點에서 他地點으로 옮겨가는 경향을 쉽게 파악할 수 있도록 하였다. 그림 6⁸³⁾에 그 예가 잘 나타나있다.

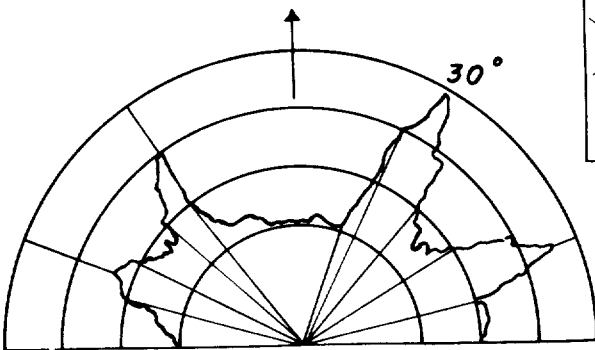


그림 6. Fracture Azimuth frequency diagram.

5) SSO diagram

SSO (Statistical Slope Orientation) diagram⁸⁴⁾은 地形圖에서 traverse method에 의해 구해진 資料들을 그림 7⁸⁵⁾과 같이 나타낸다.

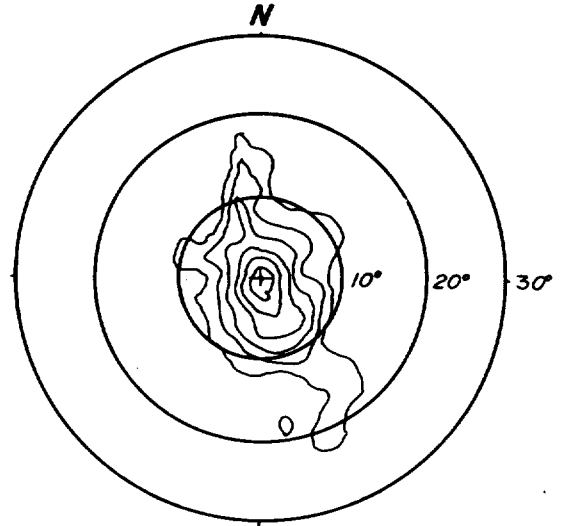


그림 7. SSO diagram.

6) Joint map

Joint Map은 測定된 資料들로부터 strike와 dip를 그림 8과 같이 地圖에 나타낸다.

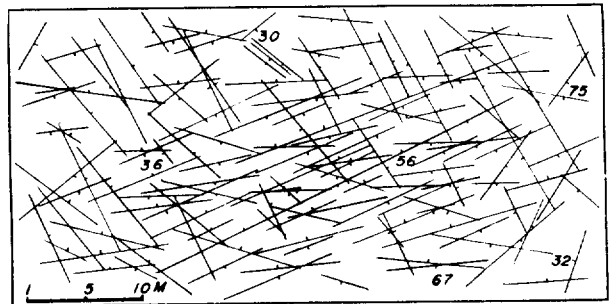


그림 8. Joint Map.

7) 表現上의 問題點

前述한 各種 diagram들은 joint 現象 뿐만 아니라 斷層, 褶曲, 岩脈 등의 其他 構造的 現象을 定量的으로 表示하기에 適當하며 그들 나름으로 特性이 있으나, 構造現象을 나타내는 diagram의

82) Peter C. Badgley, 1965. Structural and Tectonic Principles, p. 151.

83) Peter C. Badgley, 1965, ibid., p. 136.

84) Carleton A. Chapman, 1952, "A new Quantitative Method of Topographic Analysis." *Am. Jour. Sci.* Vol. 250. June 1952, pp. 428-452.

85) Carleton A. Chapman, 1952, ibid., p. 445.

로서는 共通의인 미비점을 가지고 있다. 즉, 各各은 露頭에서 走向과 傾斜는 表示할 수 있으나 그 規模를 나타낼 수 있는 것은 joint map 뿐으로 이는 傾斜度 表示와의 복잡성 때문에 讀解하기가 힘들다.

그림 9를 예로 들어 說明하면 어떤 地域 ABCD에 分布되어 있는 構造的인 現象이 a, b, c, d, e로 나타났다면 이 地域의 地形形成作用에 가장 크게 영향을 준 構造現象은 물론 a일 것이다. 그러나 종래의 diagram에서는 a, b, c, d, e가 同一한 程度의 比重으로 처리되었을 뿐 단지 頻度만이 問題示되었다. 따라서, strike와 dip를 포함한 頻度에 露頭의 크기까지를 삽입하여 定量的인 判讀을 가능케 하는 diagram의 開發이 必要하리라고 본다.

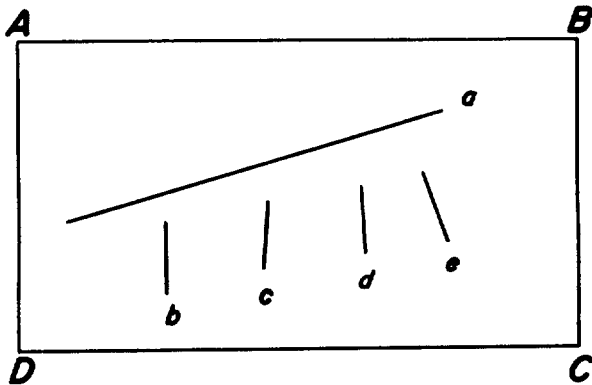


그림 9. 特定地域의 構造現象例.

(2) D-D diagram의 開發

1) Diagram의 構成

여기에서 D-D(D & Diamond shaped) diagram이라 함은 D-D diagram의 반달 모양의 D字와 diamond形의 四角形이 結合되어 이루어진 것에서 유래한다.

그림 10은 diagram의 作成方法과 特徵을 나타낸 것이다. D形態의 半圓은 strike를 나타내고 있으며 diamond形態는 dip를 表示하며 NE, NW, SE, SW는 各各 象限을 意味한다. NS는 基準線이며 모든 角度는 N-S를 잇는 線에서 0°로 計算되고 strike와 dip는 各各 90等分으로 한다. 예 a는 N45°E, 30°SE 露頭의 크기 30m를 表示한 것이다.

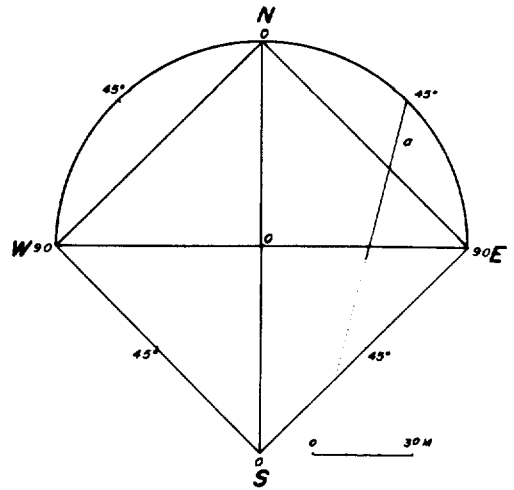


그림 10. D-D diagram의 作成方法.

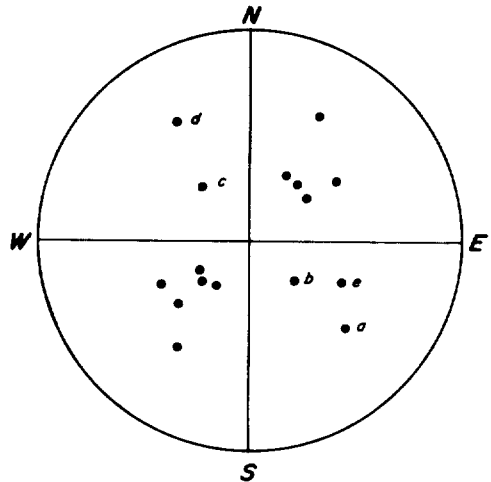


그림 11. 表 1에 의한 point diagram, 2) D-D diagram의 例

이제 표 1과 같은 野外測定 資料를 가지고 point diagram과 D-D diagram으로 各各 처리하여 比較해 보면 그림 11, 그림 12와 같다.

표 1. Joint의 strike, dip, size 測定例

Strike	dip	outcrop size	strike	dip	outcrop size
N45°E(a)	60°SE	50m	N60°W	30°SW	15m
N45°E(b)	28°SE	70m	N45°W	45°SW	10m
N45°E(c)	30°NW	60m	N60°W	30°NE	15m
N60°E(d)	60°NW	20m	N30°W	30°NE	10m
N30°E(e)	45°SE	50m	N60°W	60°SW	10m
N30°W	30°SW	15m	N45°W	30°SW	30m
N30°W	30°SW	10m	N30°W	45°NE	25m
N45°W	30°NE	10m	N60°W	60°NE	40m

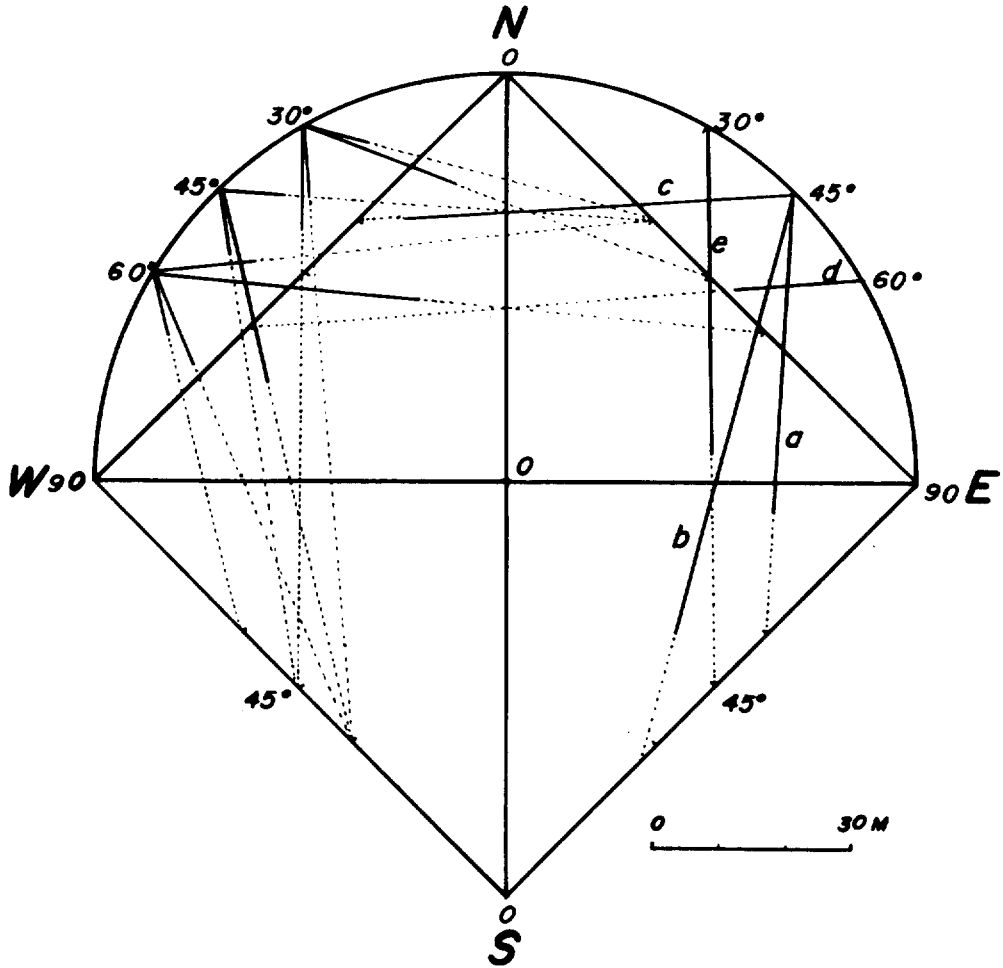


그림12. 表 1에 의한 D-D diagram.

4. 結 論

本 論文에서는 地表의 地形形成作用을 밝히는 構造現象의 指標로서 Joint의 問題를 取扱해 보았다.

Joint現象은 그 形態가 單純한 것 같으면서도 斷層이나 褶曲 등의 構造現象과 밀접한 關係가 있어 近者에 와서 그 重要性이 점점 증가해 가고 있다.

外國의 경우 상당히 많은 研究結果가 축적되어 있으나 國內의 研究는 미진한 편이며 이들 資料의 整理問題도 아직은 많은 問題點을 內包하고 있다. 따라서 本 論文에서는 그러한 모순점의 --

部를 是正하기 위하여 D-D diagram이라는 새로운 概念을 考案해 보았으며, D-D diagram의 作成 結果 다음과 같은 結論을 얻을 수가 있다.

① D-D diagram은 strike, dip, outcrop의 크기까지를 表示할 수 있다.

② 構造現象의 Strike와 dip의 集中傾向을 쉽게 파악할 수 있다.

③ Strike를 잘못 判讀할 우려가 없다.

그러나, D-D diagram은 또한 몇 가지 問題點을 가지고 있다. 즉, outcrop의 幅(높이)의 表現, Curving structure의 測定 및 表現 問題는 앞으로 研究가 계속 되어야 하리라고 생각한다.

A Study on Joint Phenomena and a New Concept of D-D diagram.

Joo Hwan Kim

Summary :

To clarify the processes of present tectonics and structural phenomena, the systematic studying is necessary. In tectonic geomorphology, it is very important that the observing field data and its analysis.

The purpose of this paper is to analyse the general characteristics of joint phenomena and to devise a new concept of D-D diagram. Many diagrammatic methods are employed to represent the joint patterns. They are point diagrams, contour diagrams, joint map, fracture azimuth frequency diagram, SSO diagram, strike frequency diagrams etc.

Joints are the most commonly developed of all structures, since they are to be found in all competent rocks exposed at the surface. Yet, despite the fact that joints are so common and have been studied widely, they are perhaps the most difficult of all structure to analyse. The analytical difficulty is attendant upon a number of fundamental characteristics of these structures. And another difficulty in joint analysis springs from the facts that, characteristically, joints exhibit little or no displacement along the joint plane. Consequently, except in special instance, it is extremely difficult, even impossible, to establish the age relationship of joints planes with one orientation to those with a different orientation. As a result, incorrect assumptions regarding the ages of joints may easily be made and this can invalidate the conclusions of the analysis.

In many instances it is difficult to ascertain the origin of joints. It is not always possible to distinguish tension joints, which form perpendicularly to forces tending to pull the rock apart, from shear joints, which are due to forces ten-

ding to slide one part of the rock past an adjacent part.

Joints developed in size differ from few feet to few kilometers. Joints may be classified in various method according to their development size, frequency, and origin etc. In the geometrical classification, size, frequency, shapes are very significant but in the genetic classification, shear, tension, torsions are important. According to the developed size, joints may be classified to master joint, major joints, minor joints. When the standard of the classification is frequency, it may be classified to primary joints, secondary joints etc.

Joints are indirectly potent influence in geomorphology. It related to the all erosive processes underground water cycle, gradation, weathering etc. Many geologist interested in joint phenomena in abroad but in the interior it is lack of understanding.

To represent the joint data many diagrams are available but lack of outcrop size. In this paper D-D diagram means D and Diamond shaped diagram. D shaped semicircle indicate the strikes of joints, and diamond shaped show the character of dips of joints. NE, NW, SE, SW means the quadrants. NS is the base line and all angles are zero degree at the line. Strikes and dips are divided into ninety.

Using the D-D diagrams following conclusions can be able to obtain.

- 1) D-D diagrams can express the strikes, dips and outcrop size.
- 2) It is very easy to understanding the concentration trends of the strikes and dips in tectonic and structural phenomena.
- 3) There is no anxiety to misinterpretation of strikes.