

31. 水系発達への節理系の寄与についての GIS 解析

GIS analysis applied to contribution of joint system for development of stream network

○卯田 強, 大井健司, 田中信行 (新潟大学)

Tsuyoshi Uda, Kenji Ooi, Nobuyuki Tanaka

1. はじめに

断裂系には断層面などの侵食作用に弱い方向があり, その面構造の方向が谷地形形成の契機となったり, 適従谷¹⁾のように河川の方角性を規制する役割を果たすという考えは, ほとんどの地形学の教科書に紹介されている。しかし, 水系網の発達に断裂系がどの程度寄与しているかという研究例は案外少ない。

Judson & Andrews²⁾はウィスコンシン州の Driftless Area (氷成堆積物のない地域) のドロマイトの節理と水系の方角性を比較した。Morisawa³⁾は, アパラチア山脈で, 結晶片岩や片麻岩類の片理面と水系パターンとの関係の解析を行っている。Jarvis⁴⁾はイングランド・デボン地域のクルム層では節理や層理が小さな支流の向きをコントロールすることを明らかにしている。しかし, 以降の研究はあまり進まなかった。これは, 水系の作成, その長さ・方向性の計測などの作業が, もっぱら地形図上での煩雑な手作業によることが原因であったと考えられる。ところが, 今日 GIS 技術が著しく進展し, 国交省による国土基盤情報が整備されてきたことなどで, 地形の定量的な取扱いがきわめて簡単にできるようになった。

ここでは新潟県北部の日本海沿岸地域にある蒲萄山地に発達する節理系に着目し, 水系網の発達にどのように寄与したかを検討した。節理系については五月女⁵⁾による詳細な調査があり, これを借用してデジタル化した。また, 水系網は国土地理院発行の DEM (数値地図 50m メッシュ・標高) を用いて ArcGIS 上で作成し, さまざまな演算・解析もまたそのツール群を用いた。また, 水系の流路長や流域面積は実際の起伏を考慮した長さや表面積で算出した。

2. 蒲萄山地の概要

新潟県北部の蒲萄山地は, NNE-SSW 方向に伸びた山稜を持ち, 西側斜面が東側より長い, 非対称な断面形をした地形をしている。西側斜面では蒲萄川, 勝木川などをはじめ, ほとんどすべての河川は最大傾斜方向に流下する必従谷で, 2~3km のほぼ均等幅に配置し, それぞれ 4~8km の流路長で日本海に直接そそぐ。一方, 東側斜面の水系は極端に短く, 1~2km ほどの長さの小規模河川が, 三面川の支川である高根川・大須戸川に合流する。

蒲萄山地を構成する地質は, 大半が白亜紀後期の花崗岩類で, 一部に不整合で新第三系最下部層の火砕岩



図1 蒲萄山地の地質図⁶⁾を一部改変

類が覆う。花崗岩類は小川型の斑状黒雲母花崗岩が広く分布し, 北部には細粒の優白質黒雲母花崗岩がみられる (図1)。山地東縁は虚空蔵山東方断層など活断層性変動地形で縁取られる。

五月女⁵⁾は, 蒲萄山地に発達する断裂系として, 新旧2期の断層と破断面の性質の異なる3種類の節理系を区別した。このうち, 平滑で閉じた面をもつ節理系が最も卓越し, 花崗岩体に対して縦走性 (NNE-SSW 走向), 横断性 (WNW-ESE 走向), 斜交性 (N-S および E-W 走向) 見られるとし, これらの節理を23の任意のブロックに分けて, 統計的な処理を施している。そして節理の共役性から得た応力場から, 節理系は岩体進入後の残留ひずみで形成し, ブロック毎に異なった運動を行ったと考えた。

3. 水系の特徴

水系の解析対象は五月女⁵⁾の節理系のデータがある範囲にあわせて, 蒲萄山地中央部の西側斜面とした。DEM から流水線解析で作成した水系網は, 1/25,000 の地形図と比較して, ①実際の水系とは大きく異ならない流路であること, および②分岐点が一致していると

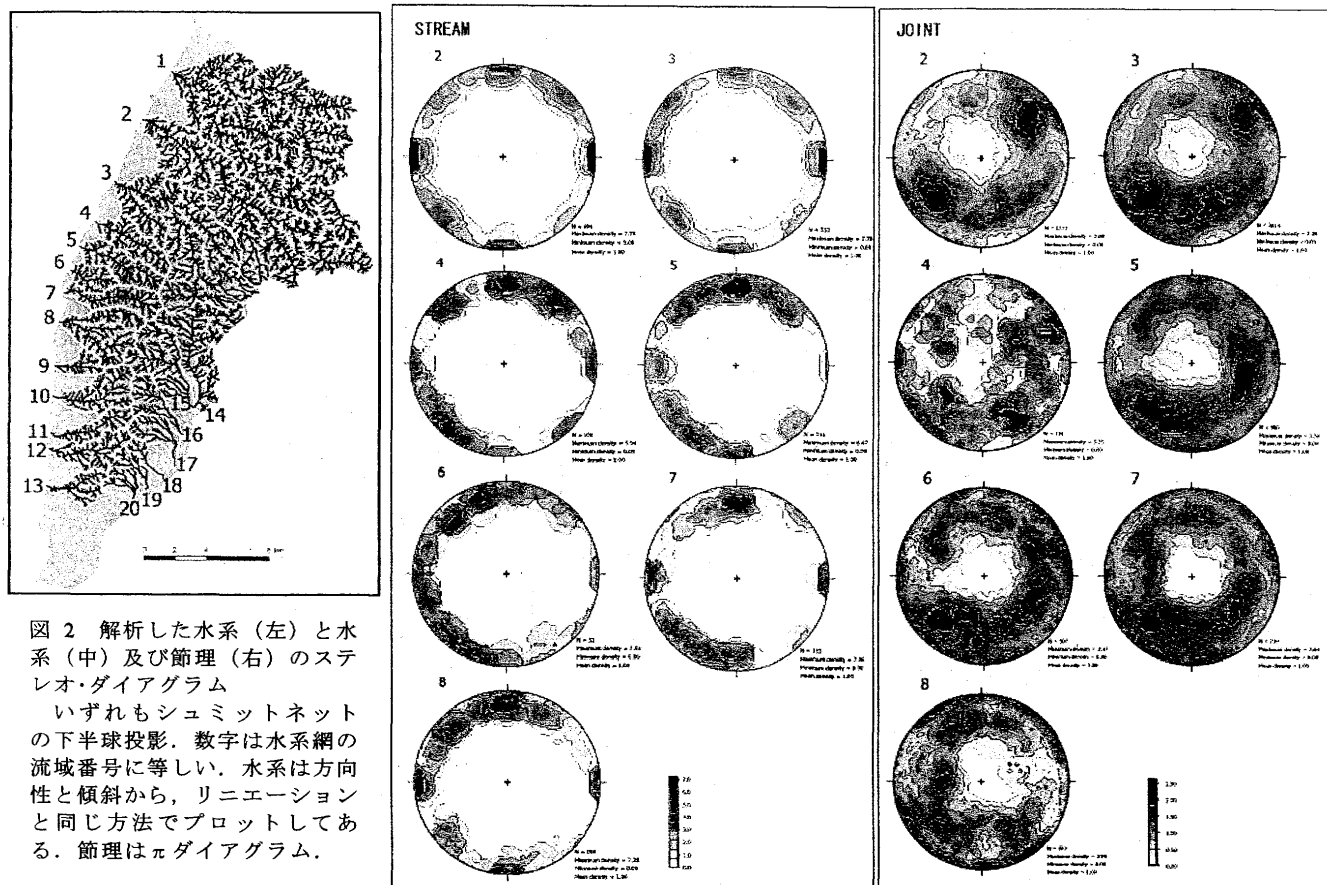


図2 解析した水系(左)と水系(中)及び節理(右)のステレオ・ダイアグラム

いずれもシュミットネットの下半球投影。数字は水系網の流域番号に等しい。水系は方向性と傾斜から、リニエーションと同じ方法でプロットしてある。節理は π ダイアグラム。

いう2つの基準を満足することとした。また、水系次数は Strahler⁷⁾による区分をもちいた。

1次水系は最大流長約1km, 2次水系は3.3km, 3次以上は6.5kmで、全体として流長の頻度分布は対数正規分布となる。すなわち、1次水系は数が圧倒的に多いが流長が短く、高次水系は流長が大きくても数は極端に少ない。

4. 水系と節理の関係

もし水系が節理を利用して形成したとすれば、節理面上の線構造と同等にみなせるので、シュミットネットに投影して節理系との関係を比較した(図2)。

ステレオネットにプロットした水系は、ネット外円にガードルを描くように分布する。これは水系がその性格上急傾斜にならないためである。このうち流域2・3と4・5・6・7・8とは集中域が異なる。前者はEW方向が卓越するに対し、後者はNおよびNEあるいはSWもしくはW方向が卓越する。ただし、このダイアグラムは水系全体をプロットしたものであるが、単純な数量による統計なので、当然のことながら1次水系の方向性が強く反映されている。

もし、節理が水系形成に積極的な役割を果たしたとすれば、節理系の集中域に対応する大円上に水系がプロットされることになる。流域4・6・8では節理の集中域の大円に水系の集中域が一致するものがあるが、他の集中領域は水系とは関係が認められない。また、節

理の集中域の交線方向に一致するものもある。しかし、流域2・3では水系の方向と節理とは一致しない。すなわち、節理が数多く発達してもかならずしも水系形成の要因とはならないことを表している。

高次の水系は数が少ないのでステレオネットの統計処理では節理系と比較できない。しかし、こういう検討をするまでもなく地形図を見れば明らかで、地形の最大傾斜の方向に平行な適従谷としての特徴を有している。すなわち、高次の谷は地質構造より地形に大きく影響を受けるのである。

5. まとめ

- ・節理系が発達した地域では、節理面または共役節理面の交線が1次水系の形成の原因となることがある。
- ・高次の水系は地形の最大傾斜の方向に形成されるとい適従性¹⁾が顕著で、節理には影響されない。

文献

- 1) Howard, A.D. (1967): Bull. Amer. Assoc. Petro. Geol., 51, 2246-2259.
- 2) Judson, S. & Andrews, G.W. (1955): Jour. Geol., 63, 328-336.
- 3) Morisawa, M.E. (1963): G.S.A. Bull., 73, 1025-1046.
- 4) 五月女順一 (1980): 構造地質研究会誌, 25, 65-74.
- 5) Chihara, K. (1958): Jour. Fac. Sci. Niigata Univ., Ser II, 3, 111-119.
- 6) Strahler, A.N. (1958): G.S.A. Bull., 69, 279-300.