

リニアメントによる割れ目の累積頻度の推定

核燃料サイクル開発機構 ○正会員 佐々木圭一, 国際航業株式会社 梅本 和裕

1. はじめに

割れ目（断層を含む）は、岩盤の水理学的特性に影響を与えると考えられるため、近年、岩盤の複雑な割れ目の分布を三次元的に設定（モデル化）して地下水流動解析を実施することにより、岩盤中の地下水の流動経路などを推定する試みが行われている。割れ目の重要なパラメータとして割れ目の規模ごとの頻度分布が挙げられる。割れ目の規模ごとの頻度分布を調べる手法の一つとして露頭調査がある。ただし、日本国内では岩盤が露出している地域が少なく、露頭の大きさ自体も数 m 程度のことが多いため、露頭調査だけで長さ数 m 以上の割れ目の頻度を把握することは困難である。このため、従来の研究では割れ目を確率論的にモデル化することが多い（例えば森田・渡辺(2001)）。しかし、その推定値の妥当性が検証された例は少ない。

本稿では、割れ目のモデル化において重要とされる割れ目の規模ごとの頻度分布を推定する手段の検討の一環として、岐阜県東濃地方における基盤岩分布地域（主に土岐花崗岩）を事例にリニアメントの長さ別累積頻度による割れ目の長さ別累積頻度の推定を試みた。

2. 解析方法

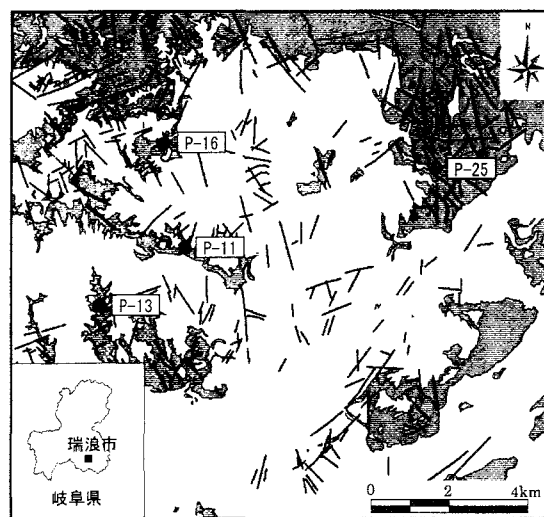
井尻ほか（2001）は、トンネル壁面などの大小様々なスケールで観察された割れ目の頻度について検討した結果、割れ目の長さ別累積頻度（以後「割れ目の頻度」と記す）は場所や岩種に関係なく、べき乗分布する（割れ目の頻度と長さが両対数グラフ上で負の相関（直線）関係を示す）と報告している。大野・小島（1992）は、リニアメントが割れ目を反映していると仮定し、リニアメントの長さ別累積頻度（以後「リニアメントの頻度」と記す）と露頭で観察された割れ目の頻度を両対数グラフ上に示した結果、概ね同一の直線上に分布する（同一のべき乗分布）と報告している。これらの報告に基づき、本稿ではリニアメントの頻度から割れ目の頻度の推定を試みた。具体的な解析手順を以下に示す。

- 1) 1/1 万空中写真を用いたリニアメント判読の実施
- 2) 基盤岩分布地域のリニアメントの頻度分布図（両対数グラフ）の作成
- 3) 頻度分布図でべき乗分布を示す範囲の抽出および、その回帰直線（割れ目の推定頻度を示す）の設定
- 4) 回帰直線の妥当性を検証するための露頭で観察された割れ目の頻度との比較
- 5) 割れ目の頻度（長さ 10m, 100m）の推定

3. 解析結果

リニアメント判読の結果、図-1 に示すとおり、基盤岩分布地域とそれ以外の地域のリニアメントの分布密度に差が認められた。今回は、基盤岩の割れ目の頻度を対象にするため、基盤岩に分布するリニアメントだけを用いてリニアメントの頻度分布図を作成した。

リニアメントの頻度分布を図-2 に示す。べき乗分布（直線上に配列）しているリニアメントの頻度は約 300m～2km 程度であり、約 300m 以下および約 2km 以上のリニアメン



凡 例
 リニアメント 基盤岩分布地域
 ● P-13 地表割れ目調査（露頭）位置
 図-1 リニアメント判読図

トの頻度は直線上からはずれている。約 300m 以下のリニアメントの頻度が直線からはずれる原因の一つとして、トレース長が短い場合、判読者が空中写真上で線状地形として認識できないため、リニアメントを抽出できないことが考えられる。一方、約 2km 以上のリニアメントの頻度が直線関係からはずれる原因としては、本来一本のリニアメントでも、複数の空中写真（1 枚 2.3km 四方形）にまたがる場合、連続性を確認することが難しいため複数の短いリニアメントとして判読されていることが考えられる。すなわち、直線から外れるこの二つの範囲は実際より過小評価されていると考えられる。このため、この二つのデータ（300m 以下、2km 以上）を除外したリニアメントの頻度から、割れ目の頻度を推定するための回帰直線を描いた（図-2 中の直線）。この回帰直線の妥当性を検討するために、露頭で確認した割れ目の頻度を図-2 に重ねて表示した。この結果、リニアメントの頻度から設定した回帰直線上に、露頭で確認された割れ目の頻度が概ね分布することが明らか

になった。なお、長さ 0.3m 程度より短い割れ目の頻度が回帰直線から外れるが、これは割れ目の長さが短くなると一般に割れ目の幅は小さくなる傾向があり、人間の眼で確認できない（もしくは見落としてしまう）幅の割れ目が多くなることが考えられ、実際より過小評価されているためと考えられる。以上の結果から（リニアメントが実際の割れ目と同一のべき乗分布を示すことから）、今回設定した回帰直線は妥当であると考えられ、当該地域の基盤岩中の長さ数 m ～ 数百 m（一般に露頭およびリニアメントでは確認が困難な規模）の割れ目の頻度は、図-2 中の点線枠部（灰色部）に分布すると推定される。具体的な例として、100 km²あたりの長さ 10m の割れ目の頻度は 7×10^5 本（1km² 範囲あたり 7,000 本）程度、長さ 100m の割れ目の頻度は 5×10^3 本（1km² 範囲あたり 50 本）程度と推定される。

4. 結論

リニアメントの頻度から推定した割れ目の頻度（回帰直線）と露頭で確認された割れ目の頻度が概ね整合的であることから、当該地域の基盤岩における長さ 10m の割れ目の頻度は 7,000 本（1km² 範囲あたり）程度、長さ 100m の割れ目の頻度は 50 本（1km² 範囲あたり）程度と推定される。

5. 今後の予定

今後、本調査地域で建設される研究坑道において割れ目の頻度（特に長さ数 m ～ 数百 m）を計測し、本推定手法の有効性および不確実性の幅について評価する予定である。

参考文献

- 森田豊・渡辺邦夫（2001）：水理地質構造モデル化概念の違いによる深部地下水流動への影響評価（その 4）－大断層の地下水流動と物質異動に与える影響に着目したフラクチャー・ネットワーク解析－，社団法人地盤工学会，亀裂性岩盤における浸透問題に関するシンポジウム論文集，pp.279-288。
- 井尻裕二・澤田淳・坂本和彦・内田雅大・石黒勝彦・梅木博之・大西有三（2001）：割れ目ネットワークモデルの水理特性に及ぼす割れ目スケール効果の影響，土木学会論文集，no.694/Ⅲ-57，pp.179-194。
- 大野博之・小島圭二（1992）：岩盤割れ目のフラクタル（その 1），応用地質，vol.22，no.3，pp.11-24。

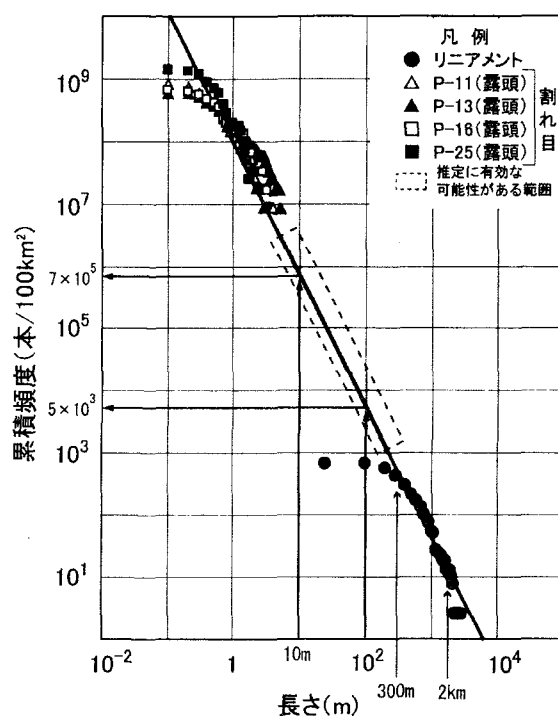


図-2 リニアメントの頻度分布図