

放射能探査による花崗岩の風化度判定

Measurement of Granite Weathering by Radioactivity Prospecting Method

石田 聡*、備前信之**、土原健雄*、今泉眞之*

Satoshi ISHIDA、Nobuyuki BIZEN、Takeo TSUCHIHARA、Masayuki IMAIZUMI

1. はじめに

地熱エネルギー開発のための風化・変質帯の分布調査は、地質踏査と鉱物分析による変質分帯が主要な方法であるが、時間と経費を要する。構造物の基礎地盤の風化度判定には、岩級区分が用いられるが、目視等実施者の熟練度に依存する判定要素を含む。また、すべての岩盤に適用できる物理試験法は提案されていない。本研究では岩盤の風化度判定を放射能探査で迅速・経済的に行うために、花崗岩分布地域において放射能探査、風化度調査を行い、岩盤から放出されるガンマ線と、風化度を表す他の指標との関係を明らかにした。

2. 研究方法

岩盤の風化・変質に伴う空間ガンマ線の変化は風化・変質による密度減少や、放射性核種の移動に起因すると考えられる。このため、風化の進んだ花崗岩山地（岩手県北上山地南部）における表層露頭にて、軟岩分布域における岩盤の風化状況と放射線核種の分布との関係について検討を行った（調査範囲約 1.5km²）。なお野外測定では 1,024ch 波高分析器と分解能 7%以下の NaI 検出器を用い、測点における測定時間 15 分で天然放射性核種（⁴⁰K, ²¹⁴Bi, ²⁰⁸Tl）のガンマ線を測定した。風化度調査については土壤硬度計による土壤硬度、携帯用針入度計による 10kgf 換算針入度、シュミットロックハンマーによる反発度、簡易貫入試験、100cc サンプラーによる試料採取、色指数判定等を行い、併せて室内試験として乾燥・湿潤密度の測定等を行った。

3. 測定結果

山中式土壤硬度計による測定では、土壤硬度(貫入量)は 18 ~ 34mm の範囲内にあり、30mm を越える露頭は殆どなかった。シュミットロックハンマーによる反発度測定ではマサ化している露頭の殆どで反発度が弱く、測定対象の殆どは花崗岩岩体であったが、マサ化していても 30 以上の土壤硬度を持つ露頭では 10 ~ 20 %程度の反発度が得られた。以上の結果から岩盤の分類は土壤硬度計による貫入量を用いる事とし、東北農政局高柴調整池で用いられた岩級区分より、土壤硬度 27mm 未満を D_L 級、27mm 以上 33mm 未満を D_H 級に分類した。これに対応する乾燥密度は D_L 級で 1.2 ~ 1.7、D_H 級で 1.5 ~ 1.8 であった。Table 1 に岩級区分表を示す。露頭における放射能探査では、⁴⁰K/²⁰⁸Tl ガンマ線計数率比が 5.0 ~ 11.5 の範囲内にあり、このうち 10 を越えるものの殆どはマサ化していない花崗岩岩体（岩級区分では C_L 級以上）での測定結果であった。

* 農業工学研究所 National Institute of Rural Engineering

** 東北農政局 Tohoku Regional Agricultural Administration Office

キーワード：花崗岩、風化、放射能探査、ガンマ線、⁴⁰K、²⁰⁸Tl

4. 考察と今後の課題

花崗岩の風化の進行に伴い強く溶脱される元素としては、Fe、Mn、Mg、Ca、Na が挙げられる。しかしこれらの元素の放射性同位体は自然界に殆ど存在しないため、放射能探査によって検出することは出来ない。このため、本研究ではKの放射性同位体である ^{40}K を指標とした。また、風化によって溶脱されにくい Tl の放射性同位体である ^{208}Tl を比較の対象とし、 $^{40}\text{K}/^{208}\text{Tl}$ 計数率比と風化度の比較を行った。Fig.1 に調査範囲内の石英モンゾニ岩分布域における、分類した露頭の岩級区分と放射能探査の $^{40}\text{K}/^{208}\text{Tl}$ との関係を示す。これより

岩盤状況が良くなる (DL DH CL) と $^{40}\text{K}/^{208}\text{Tl}$ の計数率比が増加する傾向が認められる。このことは風化の進行に伴い K の溶脱が進み、岩級の劣る岩盤ほど K 含有比が小さくなることに依ると推定される。K は Na や Ca に比べて母岩中に比較的長期間残留し、風化によって徐々に失われる。このため、風化の進んだ D 級岩盤の指標となる可能性があるとして、D 級岩盤における土壤硬度と、 $^{40}\text{K}/^{208}\text{Tl}$ 計数率比との関係を求めた。結果を Fig.2 に示す。土壤硬度と $^{40}\text{K}/^{208}\text{Tl}$ 計数率比に相関が認められ、D 級に分類される岩盤については、放射能探査結果が風化度を示す指標となる可能性があると言える。

本研究によって $^{40}\text{K}/^{208}\text{Tl}$ 計数率比が風化・変質の化学的指標の一つとして利用できる可能性が示された。今後はこれを応用し、広域的な風化・変質帯についてより簡便な放射能探査法の開発が新たな課題となる。

Table 1 岩級区分表 Rock classification

岩級	DL	DH	\geq CL
土壤硬度	<27mm	\geq 27mm	\geq 33mm
シュミットロックハンマー	<15	<15	\geq 15
乾燥密度	1.2~1.7	1.5~1.8	—
K/Tl	5.0~5.7	6.8~8.6	8.0~11.5

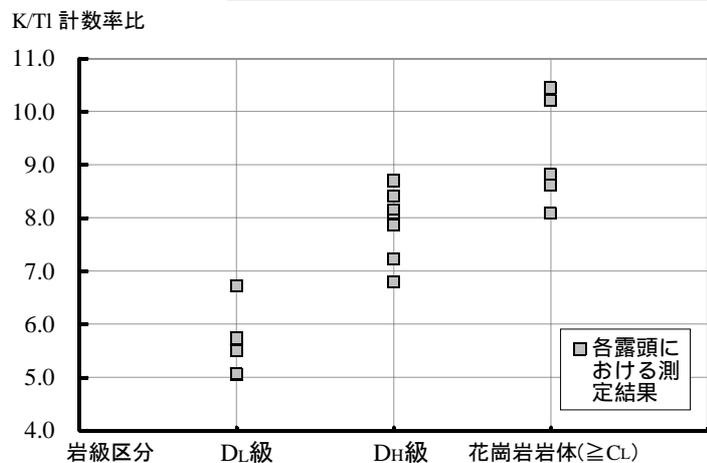


Fig.1 K/Tl 計数率比と岩級区分の関係
Relation between count ratio of K/Tl and rock classification

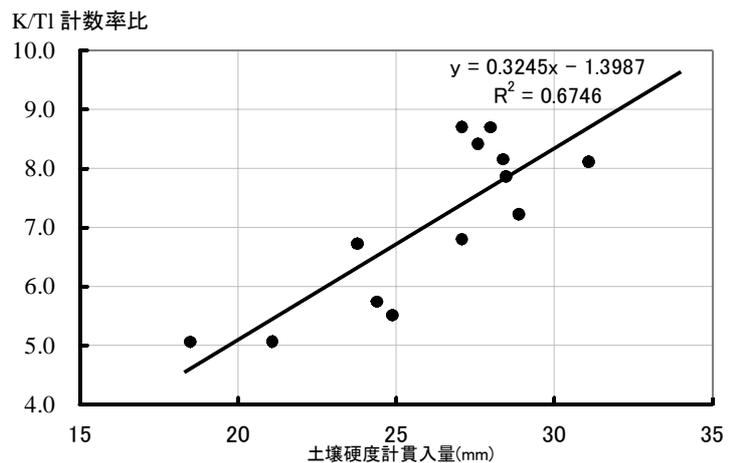


Fig.2 K/Tl 計数率比と土壤硬度の関係
Relation between count ratio of K/Tl and soil hardness

引用文献：今泉眞之・石田聡：環境地質調査ツールとしての 線スペクトロメトリー，第 11 回環境地質シンポジウム講演要旨集，pp.235-240(2001)

森充広・備前信之・望戸尚：衝撃加速度を指標とした D 級花崗岩の地盤評価法，平成 13 年度農業土木学会講演会講演要旨集，pp.432-433(2001)