風化による岩石の色彩変化とその定量的検討(第三紀玄武岩類を用いた例)

はじめに

さまざまな物体において色彩は最も基本的な認識事 項である.これは色彩が物質内外の多くの情報を示唆し ていることに他ならない.色彩を定量的にかつ客観的に 表示する手法として分光器や測色器での測定結果に基づ き,人間の目の三刺激値を用いた三色表色系が提唱され, L*・a*・b*は現在最も産業界で用いられている.岩石の 色はその鉱物組成を反映している.たとえば風化変質や 熱水変質による鉱物組成変化は岩石の色彩を変化させて いる.すなわち,地質変化の一部は鉱物組成を反映した ものであり,色彩は地質状況を解明する有効な手段と考 えられる.しかし,これまで応用地質分野で色測定器を 用いた研究例は少なく(竹内ほか,1994;満下ほか,1998な ど),その応用例は数例にすぎない.

本研究では第三紀層のトンネルのボーリングコアを用 いて岩石の色彩変化を検討した.トンネルは地表面より 約4%勾配で約1000mの掘削を行い徐々に土被りが増 加することから,風化による岩石の色彩変化を連続的に 評価することができた.

1. 地質概要

トンネルの地質は第三紀の堆積岩や中性〜塩基性火成 岩起源の火山岩類からなり,デイサイトや安山岩および 玄武岩の貫入岩が分布する.トンネルに出現した岩石は 全般的に熱水変質作用が進み,石英や方解石脈が発達す る.一部で黄鉄鉱の鉱染が斑状〜脈状にみられ,玄武岩 やデイサイトなどでは緑レン石化が顕著である.本論で はボーリングコアの測定位置をトンネル延長(TD.)に 置き換えて表記した.

2. 測 定

今回測定に使用したコア試料は、玄武岩:126試料, 凝灰岩:31試料,デイサイト:7試料,泥岩:7試料, その他2試料の計171試料である.試料には異なった数 種の岩種が含まれている.岩種によって色彩は初生的に 異なっており,風化変質による色彩変化をみるためには 個々の岩種ごとの変化をみる必要がある.今回の測定で は玄武岩が大半を占めることから,本論では主に玄武岩 を対象とした. 飛島建設(株) 正会員 〇上野 光 (財)鉄道総合技術研究所 太田 岳洋

従来行われてきた岩石の色彩測定では、ボーリング コア表面や岩石の破断面および割れ目を測定していたも のがほとんどである.岩石の風化や熱水変質は一般に割 れ目に沿って進行し、徐々に岩石内部全体に進行する. そのため従来の測定方法では色彩を計測する場所で計測 値が大きく異なり、岩石の風化や変質程度を判断するこ とが困難な場合が多い.そこで本研究では風化や変質し た割れ目を含んだ試料全体を粉末にすることで、試料全 体を平均化し評価した.

測定試料作成法:コア試料を 3~8m 間隔で 10~20cm の長さ(0.5~lkg程度)で採取し、よく水洗いし常温で 風乾した.風乾試料をジョークラッシャーで 5 mm以下に 粉砕し、粉砕後、JGS0122-200 に準拠し電子レンジで乾 燥した後、再度振動ミルで試料を 75 μ 以下まで粉砕し 粉末試料とした.作成した粉末試料のうち 5g程度を電 動式試料整形器を用い 25MPa で 30 秒程度加圧しアルミ リングφ43 mm内に固定した.

色彩測定法: 色彩測定には Minolta 社製の分光測色器 CM-2600dを用い, 色彩は現在産業界で最も用いられて いる L*・a*・b*を用いて表現した. 測定径は 8mm で D65 光源を用い,物体からの正反射光をのぞいた SEC の値を用いた. 測定は1箇所で連続3回測定をおこなっ た平均値とし, 固定粉末試料の中心とその外周部4箇所 (計5箇所)の平均を固定試料の色彩測定値とした.

3. 測定結果

掘削深度変化による色彩変化を図-1に示す.

L*はほぼ55<L*<75の範囲にあり、近接した試料で もばらつきが大きい.TD.0m~450m間は55<L*<70, TD.450m~600m間で60<L*<70,TD.600~900mでは60 <L*<75の範囲となり、相対的にばらつきは深度増加 に伴い小さくなり、全般的に下限値・上限値とも増加す る.a*は4<a*<9の範囲にある.TD.0~200m間ではa* >0が半数以上、それ以深では徐々に減少し、TD.500m 以深では大部分がa*<0となる.全般的にa*は深度増加 に伴って、下限値を-2~4程度とし上限値が徐々に減少 する.b*は0<b*<23の範囲にあり、近接した試料でも ばらつきが大きい.特にTD.0~50mでは大半がb*>10

キーワード: 色 風化 変質 第三紀 玄武岩 連絡先: 〒102-8332 東京都千代田区三番町2番地 飛島建設㈱ Tal: 03-3288-6514 hikeru_ueno@tobishima.co.jp



でばらつきも20前後と非常に大きく,TD.400~600mで は大半がb*<10,TD.600m以深でほぼb*<5となり, 深度増加に伴いばらつきやb*は小さくなる.

4. 考察

4-1 深度変化による色彩変化の要因

L*の増加については方解石の増加が考えられる. 一般的に地表付近では雨水の浸透により方解石が溶質しやすいが地下深部では方解石が残存しやすいことから, 方解石の相対的な増加が L*を増加させた可能性が大きい.また, 玄武岩中の白色鉱物(長石など)増加や有色鉱物の減少などに起因した可能性もある.

玄武岩は未風化部では緑色で a*<0の領域にあり、この領域での a*増加は青みの減少を示し、a*>0領域では 赤みの増加を示す.通常 a*の増加は風化による鉄水和 物の晶出に起因するが、未風化試料では熱水変質作用で 晶出した赤鉄鉱の可能性も考えられる.

b*はすべてb*>0領域にあり,b*増加は黄みの増加 を示す.黄みの増加は風化による鉄水和物の晶出ととも に緑レン石の影響も考慮しなければならない.熱水変質 で緑レン石した玄武岩が風化変質することは十分想定で きることから,両者の違いを厳密に区別することはでき ない.しかし,TD.600m以深の風化のほとんどみられな い部分でのb*最大値は8程度で,風化以外の要因(お そらく緑簾石)でのb*の最大値はこの程度と考えられ る.よって少なくともb*>8の試料ではその要因を風化 による鉄水和物の晶出に限定できる.

4-2 a*b*平面を用いた風化に伴う系統的な色彩変化

上述のように風化変質作用による色彩変化はa*・b* の変化で明瞭に現れる.これらの相互関係をより明らか にするため,深度によりW1:0m<TD.<300m,W2: 300m<TD.<600mとF:TD.>600mに区分した.

玄武岩でのW1・W2・Fの分布範囲はL字型の分布 を示し、深度増加(W1→W2→F)に伴い右上から左下 に分布範囲が移動する(図-2).分布の屈曲点は $a^*=-$ 2~-3・b*=4~5とW1・W2・Fともほぼ一致する. a^*b^* 平面では右上により風化の進んだW1がプロットさ れており、右下に向かうに従い風化の影響の少ないW 2、深部のサンプルFが分布する.これらの分布の差異 は風化による色彩変化、すなわち鉄水和物の形成による 色彩変化を示していると考えられる.



中嶋(1992)は風化による変化をa*b*平面にプロット し、右上に増加する急激な変化を針鉄鉱、a*b*がほぼ同 じ割合で増加する(約45°傾斜)変化を赤鉄鉱による 変化であることを明らかにした.本研究での分布は中嶋

(1994)の赤鉄鉱による変化と類似する. 同様の色彩変 化は満下ほか(1998)が丹波帯の砂岩で,大田(1999) が御荷鉾緑色岩類で報告している.

おわりに

今回は風化による玄武岩の色彩変化を報告した. 色彩 は風化だけでなく熱水変質作用により大きく変化すると 考えられる. 今回の結果についても熱水変質作用による 変化を含んでいることは明らかであり,今後は風化作用 による色彩変化の少ない(地下深部の)ボーリングコア を用いた色彩測定を行い,熱水変質作用による色彩変化 について研究を行う予定である. また,色彩と岩級およ び岩盤強度などとの相関を把握したいと考えている.