

第Ⅲ部門

自然堆積粘土の物理特性と土色の相関について

明石工業高等専門学校 学生員 ○稲田香菜子

明石工業高等専門学校 正会員 鍋島 康之

明石工業高等専門学校 正会員 友久 誠司

1. はじめに

近年, CNS 元素分析によって自然堆積粘土の堆積環境を把握するとともに, 粘土の土色について色彩測定を行い, 土色が地盤の堆積環境や土質特性を評価する上で有用な指標であることが指摘されている¹⁾.

本研究では自然堆積粘土の土質特性に及ぼす堆積環境の影響を評価することを目的として, 今回は様々な自然堆積粘土の土色を測定し, 試料の物理特性と土色の相関性について多変量解析を行ったので報告する.

2. 土色の表示方式

本研究では土色を数値化して表示するため, $L^*a^*b^*$ 表色系を用いることにした. $L^*a^*b^*$ 表色系では明るさを L 軸で表し, 心理的な四原色である赤から緑を a 軸, 黄色から青を b 軸で表す. そして, これら3つの軸が立体的に直交する色空間で色彩を表現する方法である. なお, a 軸の+側は赤領域, 一側は緑領域で, b 軸の+側は黄領域, 一側は青領域となる.

今回の色彩測定では図1に示す土色計 SPAD-503 (コニカミノルタ製) を使用した. この土色計は色彩をマンセル表色系と $L^*a^*b^*$ 表色系で測定することができる.



図1 土色計 SPAD-503

3. 自然堆積粘土試料

表1に本研究で使用した自然堆積粘土の採取地ならびに採取深度を示す. 近畿地方から四国地方までの様々な地域の様々な深度から採取した試料を用いた. 本研究では便宜上, 試料名を S1~S12 とする. 砂分や貝殻片を含む試料もあったが, 物理試験や土色測定に当たって問題となる試料はなかった.

表1 試料の採取地, 採取深度, 物理特性および土色

	採取地	採取深度 (m)	自然含水 比 (%)	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	塑性指数	土色 (色彩値)		
							L^*	a^*	b^*
S1	和歌山市	21.50-22.30	21.2	39.6	27.4	12.2	33.2	+0.6	+6.5
S2	寝屋川市	8.50- 9.30	60.0	86.9	26.3	60.6	32.5	-0.9	+3.3
S3	大阪市	10.00-10.70	45.2	70.6	30.4	40.2	29.6	-0.1	+4.8
S4	舞鶴市	6.20- 6.90	108.3	131.6	58.5	73.1	23.1	+3.6	+5.1
S5	大和郡山市	14.00-14.85	60.4	149.4	75.6	73.8	32.1	+2.8	+6.7
S6	草津市	1.70- 2.40	26.4	59.9	25.7	34.2	44.8	+1.4	+13.6
S7	和泉市	10.00-10.80	61.6	85.4	29.4	56.0	45.8	-1.6	+6.9
S8	田尻町	25.10-25.20	73.6	100.5	33.1	67.4	38.0	-2.8	+5.1
S9	大阪市	30.00-30.80	52.7	104.0	37.2	66.8	34.4	-2.3	+2.8
S10	大阪市	3.90- 4.50	55.2	99.1	33.7	65.4	20.1	+0.4	+0.4
S11	阿南市	21.00-22.00	41.2	53.0	31.0	22.0	41.9	-0.7	+3.4
S12	伊賀市	4.50- 4.95	3.9	37.4	19.2	18.2	54.6	+3.5	+17.8

4. 試料の物理特性および土色の測定結果

表1には各試料の物理特性（自然含水比、液性限界、塑性限界、塑性指数）ならびに $L^*a^*b^*$ 表色系で表示した土色を併せて示している。土色の測定は乾燥等により変色している部分を避けるため、ボーリングサンプルの端を約 1cm 切断した断面を用いた。切断面上の 4 か所を無作為に選定し、土色計で測定した平均値を示している。各試料土の色を分類すると、黄：S1, S3, 黄緑：S2, S7, S8, S9, S11, 黄赤：S4, S5, S6, S12, 黒：S10 となる。

5. 粘土の物理特性と土色の相関性

本研究では試料土の土色を $L^*a^*b^*$ 表色系で数値化しているため、多変量解析の 1 つである重回帰分析²⁾によって、各物理特性を目的変数とし、 L^* , a^* , b^* を説明変数として相関性の検討を行った。ここでは例として自然含水比と土色の相関性について示す。重回帰分析の結果、自然含水比と L^* , a^* , b^* には次式のような関係が得られた。

$$w_n = -0.744 \times L^* + 1.363 \times a^* - 2.418 \times b^* + 92.390 \quad (1)$$

ここに、 w_n は自然含水比、 L^* , a^* , b^* は $L^*a^*b^*$ 表色系の表示値である。図2は重回帰式から予測した自然含水比と実測値の比較である。ばらつきが見られるが、ある程度表現できている。

表2は本研究で使用した自然堆積粘土の物理特性と土色の精度を重回帰分析の決定係数および重相関係数で示したものである。各物理特性と土色の相関性について重回帰分析の精度を比較すると、どれも良好とは言えないが土色と物理特性の間に何らかの相関性があることを示す結果となった。同時に分散分析を行うと、土色が各物理特性を評価できる可能性は自然含水比 78%, 液性限界 69%, 塑性限界 81%, 塑性指数 66%, となった。

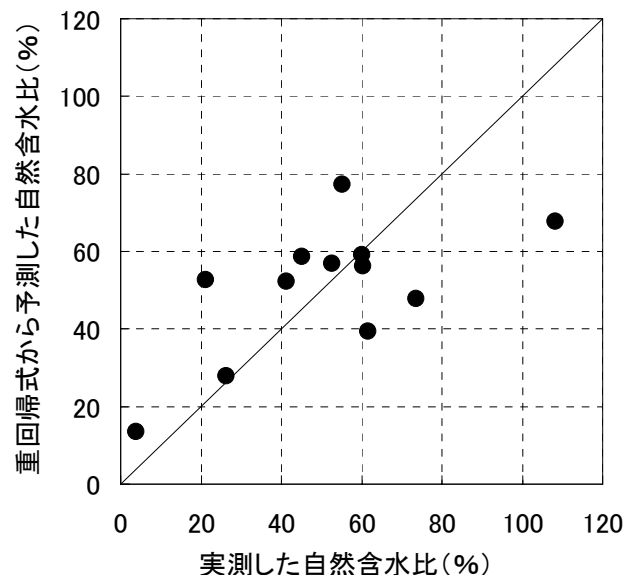


図2 実測値と重回帰式による予測値の比較

6. まとめ

本研究では土色計を用いて自然堆積粘土の土色を数値化し、粘土の物理特性との相関性について重回帰分析を用いて検討した。その結果、限られた試料の範囲内であるが、粘土の物理特性と土色にはある程度の相関性が認められた。今後は更にサンプル数を増やし、粘土の物理特性と土色の相関性について検討するとともに、今回調べた物性値以外についても検討を行う予定である。

表2 試料の物理特性と土色の相関性

	決定係数	重相関係数
自然含水比	0.41	0.64
液性限界	0.35	0.59
塑性限界	0.44	0.66
塑性指数	0.33	0.57

【謝辞】本研究で使用した粘土試料は協同組合関西地盤環境研究センターから提供していただいた。本研究の趣旨をご理解いただき、広範な地域から様々な試料を収集していただき、お礼申し上げます。

【参考文献】1) 磯野陽子, 木村隆行：色彩測定による堆積物の堆積環境と土質特性の評価, 最近の地盤調査・試験法と設計・施工への適用に関するシンポジウム発表論文集, 地盤工学会, pp.1~4, 2006. 2) 有馬哲, 石村貞夫：多変量解析のはなし, 東京図書, 1987.