

鳥取県地方に分布するまさ土の特性

田熊勝利*・安田 裕*

平成8年6月24日受付

Characteristics of Decomposed Granite Soil Distributing in Tottori Prefectural Regions

Katsutoshi TAKUMA* and Hiroshi YASUDA

To 29 soil specimens sampled from the unreclaimed land in Tottori prefecture, its soil test and investigation were carried out to understand their characteristics. In the decomposed granite soil produced in the prefecture, a quartz distributes in a wide band, a feldspar is contained richly, and it is similar to the Hiroshima-, Okayama-, and Rokko-decomposed granite soils which contain a few color mineral. The decomposed granite soil in the prefecture belongs to Cretaceous granite rocks and it can be characterized by its ignition loss and fine-grained fraction among various characteristics of the decomposed granite soil. As the result of a principal component analysis for seven soil factors, it was difficult to decide the regional and geological classification of granitic rocks using these decomposed granite soils due to a narrow range of dispersion values in its density of soil particle and the coefficient of permeability. As a general value of the decomposed granite soil in the prefecture, it was estimated that the density of soil particle is 2.64 to 2.66g/cm³, natural water content is 11 to 16%, fineness number is 27.3 to 31.3%, ignition loss is 3.4 to 4.8%, and the coefficient of permeability is 0.7 to 1.6×10⁻³cm/s.

緒 言

まさ土の物理的・化学的性質は、母岩や風化の程度、分布する地域などにより異なっている。まさ土の工学的性質については防災・開発に関連して、地域の特性を関連づけた多くの報告がある^{2,3,4)}。また、まさ土を土構造物の盛土材料として用いる場合、土質実験により、物理的・化学的性質を求め土の判別分類を行っている。し

かし、まさ土は風化の程度によりその工学的性質が著しく異なるといわれているが、この点に関して統一的な指標に基づいた研究はなされておらず、各研究者において様々な物理的・化学的性質が示され、地域においてはかなりデータが蓄積されている。しかし、本報の研究対象である鳥取県内のまさ土は、ほとんど研究されていないのが現状である。このことから、鳥取県内まさ土の諸特性を示し、そして県内東部、中部、西部における地域的

*鳥取大学農学部農林総合科学科生存環境科学講座

*Department of Environmental Science, Faculty of Agriculture, Tottori University.

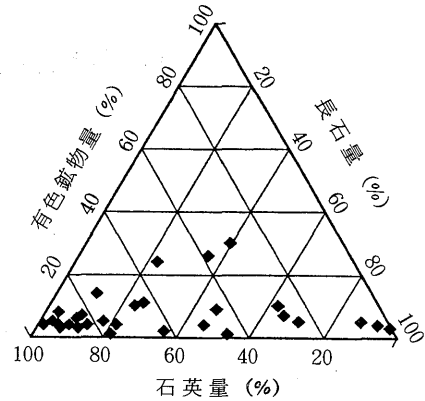
特性があるのか、また、西日本各地のまさ土との比較をあわせて行った。

実験内容

試料土は鳥取県東部から12点、中部から8点、西部から9点の計29箇所から採取したものである。採取した試料の場所を第1表に示す。実験は土の物理試験の他、フォルコーン試験、透水試験、強熱減量試験、鉱物組成試験を行った。フォルコーン試験は、まさ土が粘性の少ない土であるためJIS A 1205による液性限界試験での測定が不可能なため、コーンの貫入量に置き換えて土のファインネスナンバーから液性限界を求めるものである。透水試験は100ml用の円筒を用いる簡易型透水試験器を用いて行った。強熱減量試験は炉乾燥した試料をさらに高熱(800℃)のマッフル炉で焼いて質量の減少量(結晶量)

第1表 試料土の採取地

試料番号	試料名	採取地
1	安蔵	八頭郡用瀬町安蔵
2	別府1	八頭郡用瀬町別府
3	別府2	八頭郡用瀬町別府
4	夏明1	八頭郡用瀬町夏明
5	夏明2	八頭郡用瀬町夏明
6	古用瀬	八頭郡用瀬町古用瀬
7	六郎木	八頭郡用瀬町六郎木
8	宇波	八頭郡智頭町宇波
9	惣地	八頭郡智頭町惣地
10	芦津	八頭郡佐治村芦津
11	栃原	八頭郡佐治村栃原
12	新井	岩美郡岩美町新井
13	河内	気高郡鹿野町河内
14	勝見	気高郡気高町勝見
15	田代	東伯郡三朝町田代
16	木地山	東伯郡三朝町木地山
17	福本	東伯郡三朝町福本
18	浅井	東伯郡三朝町浅井
19	大谷1	東伯郡三朝町大谷
20	大谷2	東伯郡三朝町大谷
21	福長	日野郡日野町福長
22	菅沢	日野郡日南町菅沢
23	丸山	日野郡日南町丸山
24	下石見1	日野郡日南町下石見
25	下石見2	日野郡日南町下石見
26	印賀1	日野郡日南町印賀
27	印賀2	日野郡日南町印賀
28	神福	日野郡日南町神福
29	下阿毘縁	日野郡日南町下阿毘縁



第1図 まさ土の一次鉱物組成

を求めて風化の進行度などを知ることができる。鉱物組成試験は、まさ土の場合、一般に粘土鉱物が少ないので一次鉱物の石英、長石、有色鉱物(黒雲母、角閃石)の判定とその組成を調べるのが主となる。今回はこの判定法に着色識別法を用いた。

これら一連の基礎実験結果を第2表に示す。

結果と考察

(1) まさ土の諸特性

まさ土はその風化の程度により、工学的諸性質はかなり異なるといわれている。まさ土の工学的性質を示す一指標として風化度がある。福本¹⁾によると風化度を次式にて求めている。

$$F = G_s \cdot \frac{\eta}{100}$$

ここに、F : 風化度

η : まさ原土の4.76mm以上のレキ含有率(%)

G_s : 土粒子の比重 (=土粒子の密度/水の密度)

鳥取県内産出のまさ土の風化度は、東部が0.17~0.75、中部が0~1.24、西部が0.1~1.39の間にあり、風化の程度がかなり幅広く分布していることが分かる。これはそれらの工学的性質にもかなり幅広い値を示すことが示唆される。また、この風化度を判定する方法として強熱減量がある。一般的なまさ土では、強熱減量の値は2~8%の範囲にあるといわれている。県内産出まさ土では、東部2.4~8.3、中部1.5~8.1、西部1.9~5.2%の範囲に属している。

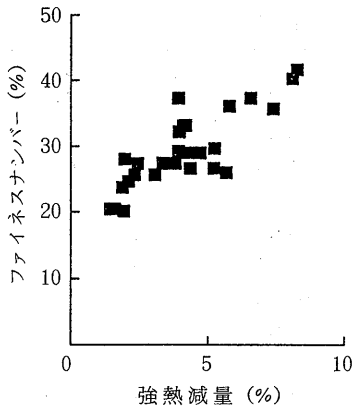
一次鉱物組成を第1図に示す。鳥取県内産出まさ土は石英量が幅広く分布し、長石量が多く、そして有色鉱物量が概して少ない広島、岡山、六甲のまさ土に類似して

第2表 試料土の物理性および2, 3の性質

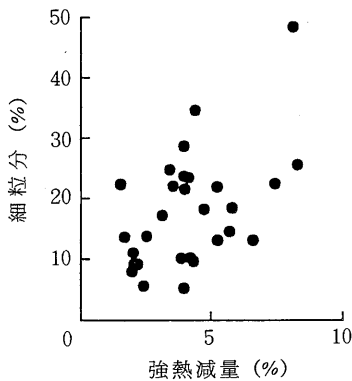
試料 番号	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)	比重	自然含 水比(%)	ファイネス ナンバー(%)	土色	強熱減 量(%)	細粒分 (%)	風化度
1	81.5	9.5	9	2.64	10.8	36.0	10YR6/6	5.79	18.5	0.32
2	78	10	12	2.60	10.8	26.6	7.5YR5/8	5.22	22.0	0.61
3	78	15	7	2.61	15.4	27.3	2.5Y 6/6	3.51	22.1	0.49
4	90	9	1	2.64	12.5	33.1	5YR4/8	4.19	10.3	0.57
5	90	9	1	2.63	11.6	28.9	10YR5/8	4.30	9.7	0.54
6	77.5	8.5	14	2.60	14.2	35.6	10YR6/8	7.41	22.5	0.35
7	87	6	7	2.64	11.4	37.2	10YR5/6	6.58	13.2	0.36
8	94	2	4	2.64	7.2	25.6	2.5Y 5/4	2.35	5.7	0.83
9	86	8	6	2.63	18.2	25.9	7.5YR4/6	5.68	14.6	0.22
10	75	16	9	2.63	35.4	41.6	10YR4/6	8.29	25.6	0.17
11	80	10	10	2.71	10.1	32.1	2.5YR4/8	3.97	21.6	0.75
12	86	9	5	2.62	10.2	27.3	10YR6/6	2.47	13.8	0.63
13	76	16	8	2.68	20.1	33.0	2.5Y 6/8	4.11	23.5	0.03
14	65	19	16	2.66	12.3	26.6	10YR6/8	4.37	34.6	0.02
15	51	32	17	2.66	21.7	40.2	7.5YR5/8	8.11	48.4	0
16	84	5	11	2.65	13.1	20.4	2.5Y 6/4	1.61	13.7	0.13
17	84	11	5	2.65	9.1	20.4	10R 6/4	1.46	22.4	0.20
18	76	13	11	2.66	11.1	29.1	7.5YR5/8	3.93	23.7	0.10
19	82	10	8	2.64	18.0	28.9	2.5Y 6/4	4.72	18.3	0.31
20	96	3	3	2.62	11.6	29.2	2.5Y 5/4	3.93	5.3	1.24
21	91	5	4	2.61	7.5	20.1	2.5Y 7/3	1.95	11.1	1.02
22	92	5	3	2.62	7.5	23.7	10YR5/5	1.90	8.1	0.88
23	83	10	7	2.68	10.5	25.6	2.5Y 4/4	3.08	17.3	0.41
24	71	23	6	2.70	30.8	37.2	10YR6/8	3.93	28.7	0.10
25	91	6	3	2.70	6.4	24.6	2.5YR4/2	2.12	9.2	0.49
26	87	5	8	2.64	13.1	29.6	10YR5/6	5.24	13.2	1.39
27	91	4	5	2.63	9.4	28.0	2.5Y 5/4	1.98	9.3	0.81
28	75	17	8	2.71	12.8	27.4	2.5Y 7/3	3.38	24.8	0.11
29	90	4	6	2.65	9.1	27.3	5YR6/6	3.83	10.2	0.44

いる。これらのことから広島型といわれる白亜紀型花崗岩類に属すると考える。この強熱減量と二、三の工学的性質との間に有意な相関があることが示されている⁵⁾。今、強熱減量値とファイネスナンバー、細粒分(0.074mm以下分)との関係を第2, 3図に示す。それぞれの相関係数は、0.826, 0.505となり、強熱減量とファイネスナンバーは有意水準1%で有意ではあるが、細粒分とはかなりバラツキがある。これを地域別にグループ分けしてみると、東部0.563, 中部0.689, 西部0.453の相関係数となり、鳥取県西部のバラツキが大きいことが分かる。この一因として西部のまさ土が風化度に0.1~1.39の範

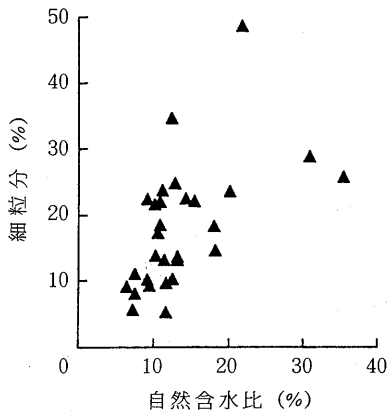
囲にあること、そして長石量が3~96%の幅広い範囲にあること等が起因しているものと考え。その他に、自然含水比と細粒分との関係をみてみると(第4図)、相関係数0.542であり、1%水準で有意であった。特に西部地域では、相関係数が0.832となり一番有意であった。以上の主なる土壌因子の測定結果は地域別にグループ化して、統計値として求め、第3表に示した。これらをまとめると、鳥取県内産出まさ土の一般的値としては、土粒子の密度が2.64~2.66g/cm³、自然含水比が11~16%、強熱減量が3.4~4.8%、透水係数が0.7~1.6×10⁻³cm/sと推定される。



第2図 強熱減量とファイネスナンバー



第3図 強熱減量と細粒分



第4図 自然含水比と細粒分

第4表 選択された土壌因子

記号	変数
X ₁	自然含水比
X ₂	土粒子の密度
X ₃	ファイネスナンバー
X ₄	透水係数
X ₅	強熱減量
X ₆	0.074mm以下分
X ₇	2.0mm以下分

(2) 主成分分析による土の分類

試料土は29箇所の鳥取県内産出のまさ土である。前述の結果から、主成分分析に用いる土壌因子はまさ土の特性を表すと思われる変数を選択した。選択された7変数を第4表に示す。これら変数により地質学上の花崗岩類の分類および地域的に分類が可能であるのか、また分類されるとすればどのような変数に左右されるのかを求めするために主成分分析を行った。主成分分析は累積寄与率80%以上かつ固有値1.0という一応の基準を設けて検定する⁶⁾。この基準をあてはめると、第1主成分から第4主成分まで取る必要があるが、個々の寄与率をみていると、第4主成分から第7主成分まではほぼ0に近く考慮に入れる必要がないと考えられる。したがって、第1主成分から第3主成分の3つの主成分を取り上げれば、十分に事足りるものと思われる。

まず各変数の因子負荷量を第5図に示す。この図は半径1の円周に近い位置にプロットされている変数ほど強い変動を示すことを表している。図よりX₅とX₆がより強い変動を示していることが分かる。つまり、第1主成分軸(Z₁)はX₆に強く依存する主成分であり、第3主成分軸(Z₃)はX₅に強く依存する主成分であることがいえる。また第2主成分軸では特に強く変動を示す変数はなかった。このように、X₅とX₆とに強く支配され、他の変数が無関係のように思われるが、これは土粒子の密度(2.60~2.71g/cm³)や透水係数(0.78~37×10⁻⁴cm/s)の散らばりの範囲が狭く、主成分分析上ではうまく表現できなかったためと思われる。

次にまさ土の分類を行うために各試料土の主成分スコアを第6図に示す。これにより、鳥取県内産出のまさ土は、地域的に見た分類では中部の試料が強熱減量と細粒分の指向を強く示している。東部および西部試料は同様な傾向を示しているが、3地域を明確に分けるには不十

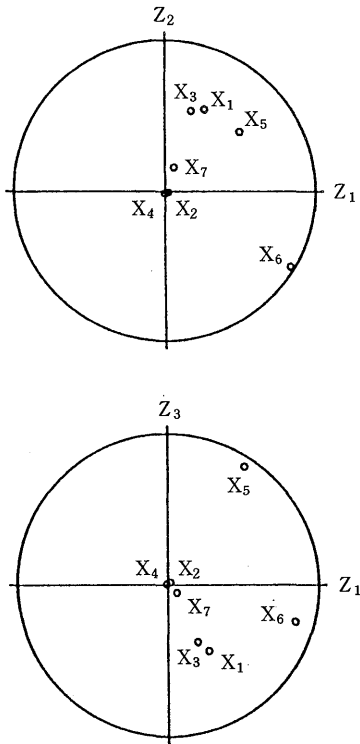
第3表 まさ土諸数値の統計値

	東 部	中 部	西 部
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.63±0.015	2.65±0.011	2.66±0.024
自然含水比 (%)	13.98±3.963	15.06±3.108	11.90±4.592
ファイネスナンバー (%)	31.43±2.860	28.48±4.194	27.06±2.907
強熱減量 (%)	4.98±1.001	4.04±1.428	3.05±0.717
透水係数 (cm/s)	1.35±1.016	1.48±0.724	5.73±2.666
	×10 ⁻³	×10 ⁻³	×10 ⁻³
風化度	0.49±0.111	0.25±0.267	0.63±0.265

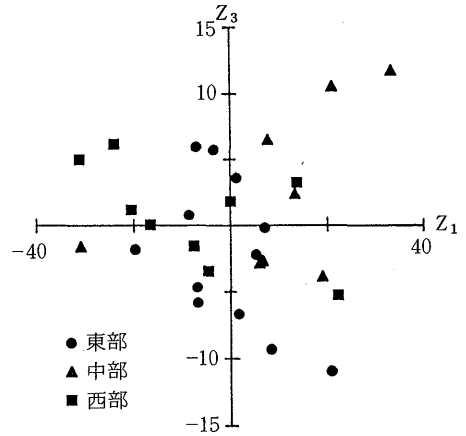
$x \pm t \cdot \sigma / \sqrt{n}$ x : 平均値
 σ : 標準偏差
 t : t -分布, 自由度 $n-1$, $\alpha = 5\%$

分である。つまり鳥取県内産出まさ土の地域的分類は難しいと考える。また地質学上の花崗岩分類の第一期～三期侵入花崗岩類にグループ分けすることも同様に困難であった。第1主成分軸と第3主成分軸は因子負荷量で見られたように強熱減量と細粒分の強い指向を受けていると考えられ、他の変数は無関係のように思われる。これ

は土粒子の密度、透水係数、2.0mm以下分などのデータの散らばりの範囲が狭く、主成分分析にうまく反映されていないものとする。結局、鳥取県内産出まさ土についても北九州地方産出のまさ土⁵⁾と同様に粒径組成と強熱減量に支配されていると考える。



第5図 因子負荷量



第6図 主成分スコア

総 括

鳥取県内の未耕地から採取された29試料土のまさ土について、その諸特性を把握するために土質実験を行い検討を加えた。

鳥取県内産出まさ土は、風化の程度により石英量が幅広く分布し、長石量が多く、そして有色鉱物量が少ない広島、岡山、六甲まさ土に類似している。県内産出まさ土は白亜紀型花崗岩類に属し、そしてまさ土の諸特性の内、強熱減量と細粒分の特徴づけられると考える。しかし、主成分分析によるまさ土の地域別、地質的花崗岩類

の分類は、土粒子の密度、透水係数値の散らばりの範囲が狭く、困難であった。県内産出まさ土の物理的・化学的性質を把握するためには、29試料土ではまだまだ少なく、より一層試料数を多くすること、および地域的な広がりや地域間の試料数を均一化することなどによって明らかになるものとする。

引用文献

- 1) 福本武明：締固めたマサ土の密度に関する粒子破砕の影響。土質工学会論文報告集，12 (3) 55-63 (1972)
- 2) 古河幸雄，藤田龍之：阿武隈高地に分布するまさ土の風化度の評価と盛土材料としての特性。土質工学会論文報告集，34 (4) 121-133 (1994)
- 3) 松尾新一郎，西田一彦：Physical and Chemical Properties of the Decomposed Granite Soil Grains. Soils and Foundations, VIII (4) 10-20 (1968)
- 4) 田熊勝利，河野 洋，姜 又黙：日韓マサ土の特性。鳥大農研報，42 51-59 (1989)
- 5) 田熊勝利，河野 洋，肥山浩樹：締固め土の粒子破砕と侵食性。鳥大農研報，43 49-54 (1990)
- 6) 田中 豊，垂水共之，脇本利昌：パソコン統計解析ハンドブックII。共立出版，東京 (1984) p.163