

貝殻・珪藻遺骸が有明粘土の構造に及ぼす影響について

佐賀大学 ○学 小柳晋太郎 同大学大学院 学 鶴田健太郎
佐賀大学低平地防災研究センター 正 日野 剛徳

1.はじめに

先の研究¹⁾において、有明粘土に認められる高位の構造はセメンテーションによって保たれていることを示唆した。セメンテーションを解明するに際しては、有明粘土は還元状態にあるため風化等の外的影響を受けにくく、この条件下で塩分溶脱現象も生じていることを考慮する必要がある²⁾。本報告では、以上の堆積環境に関する知見のもと、有明粘土中に含まれる貝殻と珪藻遺骸に着目して相互の影響を実験的に調べ、それらが粘土の構造に及ぼす影響について考察した。

2.試料の準備および実験方法

実験試料には、佐賀県白石町新明の干潟における深さ 30cm の箇所から採取した有明粘土を用いた。その土質特性は、 $\rho_s=2.65\text{g/cm}^3$ 、 $w_n=204.6\%$ 、 $w_L=178.6\%$ 、塩分濃度 $=22.6\text{g/l}$ であった。試料 1g 中に含まれる珪藻遺骸の完形殻の個数を電子顕微鏡で測定する方法³⁾により珪藻遺骸の含有量を求めた結果、 $7.8\times 10^5\text{valves/g}$ であった。貝殻については試料 1g 中に含まれる貝殻の重量比で求め、1.23%含まれていたことがわかった。75 μm ふりを用いて試料中の貝殻を除去し、塩分濃度を 2g/l 程度まで低下させて溶脱試料を作製した。以上の準備を経て、表-1 に示すような種々のカルシウム系添加物を所定の量添加したものを沈降体積実験に供した。このときの貝殻は図-2 の粒度組成を有するものを用い、炭酸カルシウムは 75 μm ふりを通してしたものを使用した。沈降体積実験を終えた試料について、珪藻遺骸含有量の変化を調べた。

表-1 沈降体積パターン

	試料	添加量 (対 粘土の乾燥質量)				放置期間
①	貝殻	0%	1.23%	5%	10%	8 週間
②	貝殻	1%	2%	5%	10%	2 週間
③	炭酸カルシウム	1%	2%	5%	10%	2 週間
④	貝殻		0%	5%	10%	6 週間
⑤	炭酸カルシウム		0%	5%	10%	6 週間

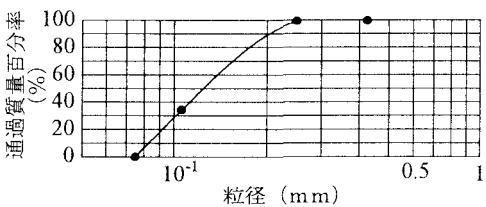


図-2 貝殻の粒径加積曲線

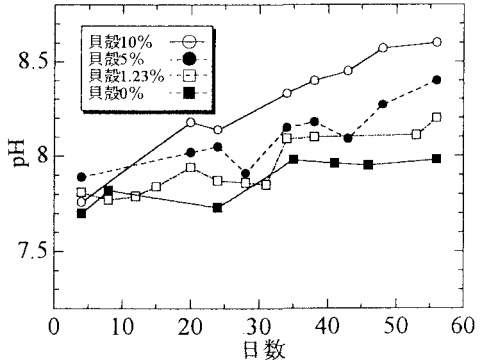


図-3 沈降体積実験中における pH の経時変化

3.実験結果と考察

図-3 は、貝殻を添加した試料の沈降体積実験中における pH の経時変化を示したものである。貝殻添加量が増えるにつれて、経時変化にともなう pH のアルカリ性への移行が認められる。このメカニズムは、溶脱試料を用いているために間隙水は Ca^{2+} 不飽和状態にあり、貝殻が溶解して間隙水中に Ca^{2+} や HCO_3^- が溶出した結果であると説明される。貝殻添加量 0% の試料においてもアルカリ性への移行を示すのは、75 μm ふりいで除去できなかった貝殻による影響と考えられる。沈降体積実験終了時における各試料の pH は、貝殻添加量の多いものほど高いアルカリ性を示した。次に、沈降体積実験終了後の試料を用いて、珪藻遺骸含有量を測定したのが図-4 である。炭酸カルシウムを所定の量添加した沈降体積試料の pH は 7.3 から約 8.0~8.5 へ上昇した。珪藻遺骸含

有量は、カルシウム系添加物が多いほど、またアルカリ性が高いほど低下する傾向を示した。このことから、アルカリ環境において珪藻遺骸は溶解し、間隙水中に Al^{3+} や Si^{4+} を溶出していると推測した。図-5 に貝殻添加量の変化にともなう沈降体積と珪藻遺骸含有量の関係を示す。貝殻無添加における珪藻遺骸含有量は $7.5 \times 10^5 \text{ valves/g}$ 、沈降体積は $3.14 \text{ cm}^3/\text{g}$ であるのに対し、貝殻添加量 10% の場合のそれらは $4.5 \times 10^5 \text{ valves/g}$ 、 $3.6 \text{ cm}^3/\text{g}$ であった。すなわち、貝殻添加量の増加にともなう珪藻遺骸含有量は 40% の低下を示し、沈降体積は 14% の増加を示した。

以上のことから、有明粘土に認められる高位の構造は、還元状態において、塩分溶脱にともない貝殻が溶解して高いアルカリ環境となり、その結果珪藻遺骸が溶解し、 Ca^{2+} や Al^{3+} 、 Si^{4+} の作用によりセメンテーションが発達し、高位の構造を保つに至ったと推定した。このメカニズムは、消石灰混合による粘土の強度発現のメカニズムと類似していると考えられる。このことを確かめるための実験を行い図-6 に示す結果を得た。塩分溶脱試料に消石灰を混入すると、無添加の場合に比べて珪藻遺骸含有量は養生日数 28 日目で 64% 低下し、一軸圧縮強さは養生日数 1 日目に比して 107% 増加している。この強度発現は消石灰に含まれる Ca^{2+} と粘土中 Al^{3+} 、 Si^{4+} との水和物、つまりセメンテーション物質の発達に基づくものである。これと類似の現象が自然地盤において生じていることが先述の実験結果から示唆される。

4. あとがき

有明粘土に認められる高位の構造は、次のようなメカニズムで発達すると推測した。還元環境下において、塩分溶脱現象にともなう貝殻溶解により高いアルカリ環境となり、その結果として珪藻遺骸が溶解し、 Ca^{2+} や Al^{3+} 、 Si^{4+} の作用によりセメンテーションが発達するのではない。今回の実験では、この推論を支持する結果を得た。今後の検討課題として、有明粘土中に含まれる火山ガラスの影響についても調べる必要がある。

謝辞 本研究の遂行に際し、佐賀大学理工学部・低平地防災研究センター長三浦哲彦教授に種々のご指導をいただいた。また、九州大学大学院下山正一博士には珪藻遺骸に関する貴重なご指導をいただいた。記して感謝の意を表します。

参考文献 1) 三浦ら：土木学会論文集，No.624/III-47，pp.203-215，1999. 2) 三浦ら：土木学会論文集，No.541/III-35，pp.119-131，1996. 3) 水崎ら：平成 10 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.364-365，1999. 4) 西田：佐賀大学学位請求論文，pp.34-44，1995.

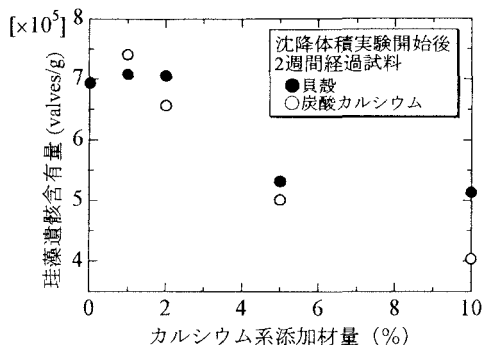


図-4 カルシウム系添加材量の変化に伴う珪藻遺骸含有量の変化

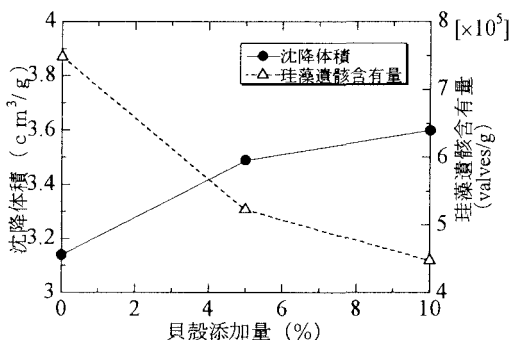


図-5 貝殻添加量に伴う沈降体積と珪藻遺骸含有量の変化

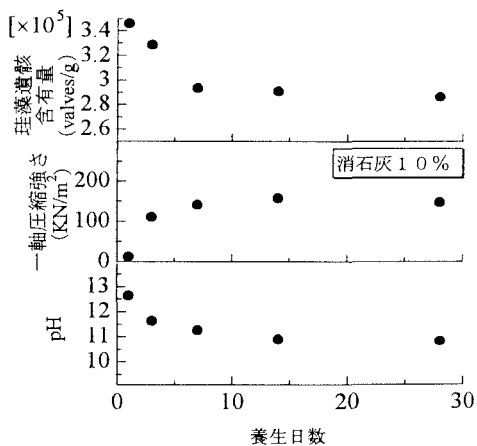


図-6 消石灰添加に伴う珪藻遺骸含有量，pH，一軸圧縮強さの変化