

Ⅲ-A1

有明海沿岸域に堆積する海成粘土の構造特性について

佐賀大学 ○学生会員 辻 大輔 同 正会員 日野 剛徳
同 学生会員 山寺 彰 同 正会員 三浦 哲彦

1.はじめに 佐賀平野に堆積する有明粘土の中には、塩分溶脱の影響を受けているにも関わらず高位の構造を保っているものがある。筆者らは、このようなユニークな粘土の構造が高鋭敏性、高圧縮性の性質をもたらしているとの観点から、粘土の構造特性に関する研究を進めてきている¹⁾²⁾。本報では、有明粘土の堆積時における塩分環境を推定するために、有明海の塩分濃度について検討を行った。次に、干潟に堆積する有明粘土を堆積当初の粘土と位置づけ、この粘土のペースト状系から集合系³⁾へ変わるときの構造特性の変化を検討し、塩分溶脱の影響を受けた有明粘土の高位構造に関する考察を行った。

2.有明海の塩分濃度 図-1に、有明海の海面変動を示す⁴⁾。このような海面変動に対して、佐賀平野における汀線の陸側への進入は約7,000年前に収まり、その後は蓮池層上部の顕著な堆積作用と干拓によって汀線は後退し、現在に至っている。また、有明粘土中に含まれる貝化石等の生息環境調査から、7,000年前～現在における有明海は、最大±6mの干満差、反時計回りの湾内潮流、干潮時に露呈する広大な干潟などの特徴を有していたことが明らかにされている⁵⁾。

有明粘土の堆積する場所は海水の支配する有明海であるが、粘土が堆積する間、降雨の影響によりその塩分環境は必ずしも一定でなかったと考えられる。そこで、堆積する場所における塩分濃度を推量するために、有明海の塩分濃度の変動について検討した。図-2に有明海における塩分濃度の調査地点を示す。図中のA-1～C地点では、水質調査の一環としてCl⁻濃度が測定されている⁶⁾。図-3は、Cl⁻濃度をNaCl濃度に換算した結果である。同図に、月別の降水量⁷⁾を併

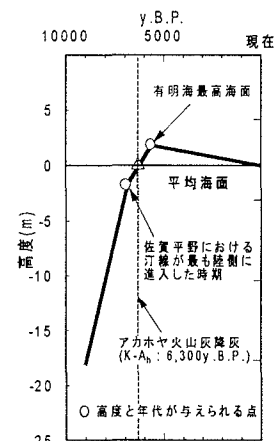


図-1 有明海の海面変動⁴⁾

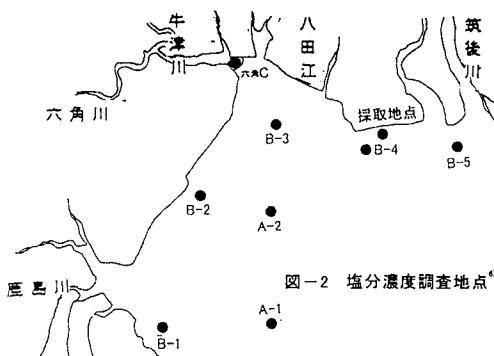


図-2 塩分濃度調査地点⁶⁾

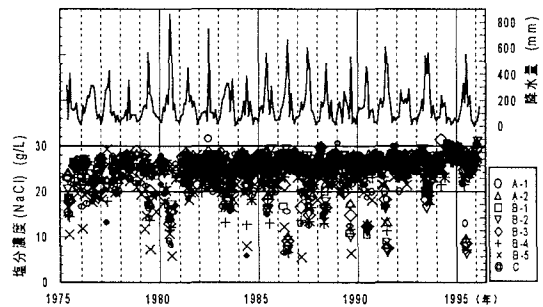


図-3 有明海のA-1～C(8地点)におけるNaCl濃度の測定結果(1975年～1996年)

記した。全調査地点において、7月～9月における塩分濃度が降水量の影響を受けて減少しており、沿岸ほどその影響が大きい。これは、梅雨期における降雨が時間的遅れをともなって有明海へ流入したことが原因であると考えられる。それ以外の時期の塩分濃度は20g/l～30g/lの範囲に分布している。一方、図-4は本報で使用する干潟の有明粘土と沿岸部上層および内陸部の粘土の土中塩分濃度の調査結果を示したものである。干潟粘土と沿岸部上層の土中塩分濃度はほぼ20g/l以上であり、有明海の塩分濃度の分布範囲下限値以上であることがわかる。同様の結果は峯⁸⁾によっても報告されている。

キーワード：沖積粘土、高位の構造、塩分溶脱、セメンテーション、せん断強さ

連絡先：〒840-8502 佐賀市本庄町一番地 TEL：0952-28-8576 FAX：0952-28-8190

以上の検討から、有明粘土の堆積する場所は、最低でも20g/lの塩分濃度を有する環境にあったと推定した。また、これ以下の土中塩分濃度を示す有明粘土は、すでに塩分溶脱による影響が生じているものと考えられ、同図の内陸部の粘土は全て塩分溶脱を受けていることがわかった。

3.有明粘土の高位構造に関する考察 本報に用いた干潟粘土（図-2参照： $w_o=191\%$, $w_L=145\%$, $w_p=45\%$, 塩分濃度19g/l）と、この粘土に塩分希釈処理を施した2種類の人工溶脱粘土（ $w_i=185\%$, $w_L=137\%$, $w_p=42\%$, 塩分濃度8g/l； $w_i=190\%$, $w_L=132\%$, $w_p=43\%$, 塩分濃度2.5g/l）の計3種類を用いて、粘土がペースト状系から集合系へ変わるときの構造特性の変化を検討した。供試体の作製、実験方法等は前報²⁾を参照されたい。図-5に、ピーク時における練返し強さ c_{urp} と経過時間の関係を示す。同図には、乱さない干潟粘土の非排水せん断強さ c_u を併記した。海水と同じ塩分濃度を有する粘土ほどより大きな強度増加を示し、乱さない粘土の強度に近づく傾向にある。これは、堆積当初における粘土の構造形成に及ぼす塩分濃度の影響が大きく、高塩分環境下ほど比較的短期間の内に安定した土構造を形成することを示している。また、塩分濃度を人工的に低下させた粘土の練返し強さは低下しており、その強度増加は小さい。この結果は、塩分溶脱が鋭敏比増大の一要因であることの裏付けとなる。

一方、図-6に示した佐賀空港造成地(G.L.3m)から採取した溶脱粘土（ $w_o=130\%$, $w_L=100\%$, $w_p=44\%$, $I_L=1.5$, 塩分濃度10g/l）の c_{urp} と c_u の間には大きな強度差が生じている。この差を示す原因の一つに上述した練返し強さの低下が考えられる。しかし、乱さない粘土の強度は高く、このために鋭敏比は大きなものとなる。即ちこの結果は、溶脱後にその構造が何らかの要因によって高位に保たれていることを示唆している。有明粘土中に含まれる貝殻は、溶脱に伴う間隙水中の Ca^{2+} と $(HCO_3)^-$ の不飽和が原因で溶解される⁵⁾。この過程において粘土中に Ca^{2+} が再供給され、セメンテーションの発達を促した結果として、上述の高位構造が形成されたと推論される。

4.まとめ 本報で得られた知見を要約すると次のとおりである。1)有明粘土の堆積する場所を取り巻く塩分環境として、有明海の塩分濃度は最低でも20g/lを有していたと推定される。2)堆積当初における有明粘土の構造の発達に及ぼす塩分濃度の影響が大きいことから、有明粘土は高塩分環境下において比較的短期間の内に安定した土構造を形成すると考えられる。3)佐賀・白石平野の内陸部における粘土の土中塩分濃度は20g/l以下であり、そのほとんどは塩分溶脱を受けたことがわかった。4)有明粘土は塩分溶脱を受けることでセメンテーションを発達させ、その構造を高位に保持したことが考えられる。

謝辞 柳瀬和テクノ 中村六史氏には、試料採取に際し種々の便宜を図っていただいた。また、本研究の実験には同大学の卒業生 辻川大助氏の協力を得た。記して感謝の意を表します。

参考文献 1)山寺ら：土木学会第52回年次学術講演会概要集，Ⅲ-A，pp.314・315，1997。2)辻ら：土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.392-393，1997。3)嘉門ら編：新体系土木工学16，技報堂出版，271p，1988。4)Miura et al:Indian Geotechnical conference, 1997. (inpress)。5)下山：Museam kyushu, 博物館等建設推進九州会議，第52号，pp.9-21，1996。6)佐賀県：公共用水域及び地下水の水質測定結果，1975～1996。7)佐賀県：地盤沈下の概況，1995，1996。8)峯：九州大学理学部地球惑星科学教室卒業論文，55p，1997。

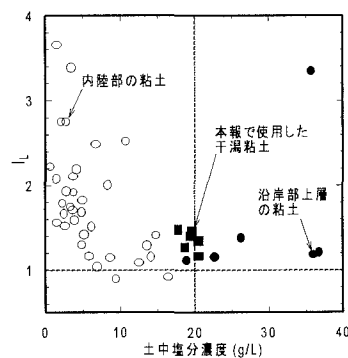


図-4 沿岸部と内陸部における有明粘土の液性指数と土中塩分濃度の関係

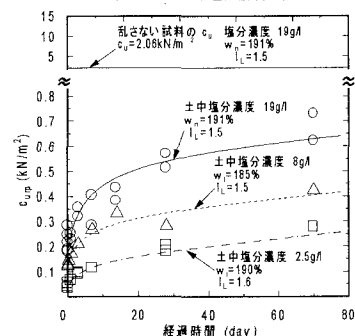


図-5 干潟粘土、人工溶脱粘土の c_{urp} と経過時間の関係(c_u を併記)

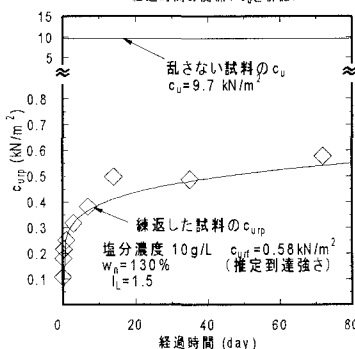


図-6 内陸部における有明粘土の c_{urp} と経過時間の関係