

## 堆積環境に基づく沖積粘土層の地下水流動の解析

佐賀大学理工学部 学生会員 坂本 令  
 佐賀低平地研究センター 正会員 今村 敬

佐賀大学低平地研究センター 正会員 日野剛徳  
 佐賀大学低平地研究センター F 会員 林 重徳  
 佐賀大学低平地研究センター 黒木克己

### 1.はじめに

現在、有明海沿岸低平地の土壌・地下水における地盤環境問題として、海成粘土層の塩分溶脱現象があげられる。この現象に伴い有明粘土の液性限界の低下、練り返し強さの低下が確認されている。先の研究<sup>1)</sup>で人為的な地下水揚水により生じた粘土中間隙水と帯水層中地下水との混合現象が塩分溶脱現象を引き起こした要因の1つであると考えられた。また、人為的な要因以外によっても、地盤堆積環境の変化により同様の現象が生じうる可能性もある。これらにより生じる地盤環境問題を検討する場合には、地盤中の水の移動に関して詳細に把握しておくことが必要である。

そこで本研究では、地盤環境のうち有明粘土地盤の塩分濃度に着目し、地下水の流れについて検討を行う。堆積当初の状況にあった塩分濃度分布が、どのようにして現状を示すに至ったかを明らかにすることによって、地下水流を把握する。そのため、本研究においては、詳細なボーリング調査が実施された地点での土質データを用いて数値シミュレーションを行い、調査結果と計算結果とを比較しながら検討を進めることにした。

### 2.塩分濃度の深度分布特性

有明海水の塩分濃度は通常 20~30(g/L)であることより、堆積当初の有明粘土中間隙水の塩分濃度は少なくとも 20(g/L)は有していたと考えられる。よって、20(g/L)以下の塩分濃度を示す有明粘土は、塩分溶脱現象が発生していると判断できる。有明海水の塩分濃度は通常 20~30(g/L)であることより、堆積当初の有明粘土中間隙水の塩分濃度は少なくとも 20(g/L)は有していたと考えられる。よって、20(g/L)以下の塩分濃度を示す有明粘土は、塩分溶脱現象が発生していると判断できる

図 - 1 に有明海の湾奥部に広がる筑紫平野を示す。三浦らの研究<sup>2)</sup>で、有明粘土中間隙水の年代は比較的新しいことが示唆された。これより 50 年程度の期間で塩分溶脱現象が起こったと推測できる。ボーリング調査より得られた、現在の塩分濃度深度分布を図 - 2 に示す。図 - 2 より嘉瀬地区、久保田地区では深度が大きくなるにつれて、塩分濃度が大きくなっている。一方、芦刈地区、福富地区においては、有明粘土層中部から下部より深部(8m~10m)で塩分濃度が小さくなっている。このように、塩分濃度分布の様子には地域性がみられる。

### 3.解析対象地盤について

本研究では、このうち「芦刈地区」について解析的検討を行う。芦刈地区は、佐賀平野南西部に位置し、山麓部では段丘地形、南西部では有明海沿岸に向かって軟弱な「有明粘土層」、「蓮池粘土層」が厚く広がっている。ボーリングコア調査は、北緯 33° 12' 13.0、東経 130° 13' 00.2 地点(図 - 1、b)で行われ、付近は水田が広がり縦横に水路が張り巡らされている。

芦刈ボーリングコアデータより得られた地層区分を図 - 3 に示す。人工埋積土以下沖積層の層序は蓮池粘土層上部、有明粘土層、蓮池粘土層下部である。蓮池層上部、有明粘土層は共に粘土質シルトを含んでいる。



図 - 1 筑紫平野の平面図

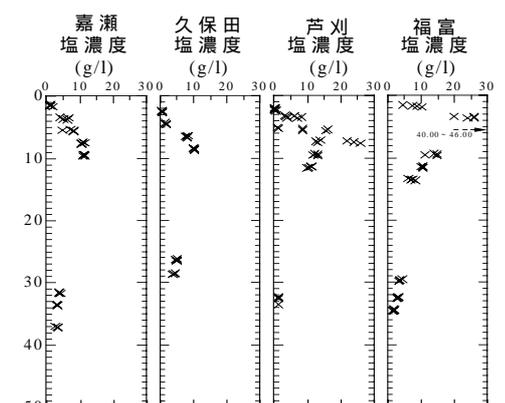


図 - 2 4 地点における現在の塩分濃度

有明粘土層において、深度 4m 付近に砂混じりシルトの薄層があり、深度 9.5m 付近に鬼界アカホヤ火山灰層 (K - Ah 層) が約 0.2m 存在する。また有明粘土層全般的に数種類の貝殻が確認された。有明粘土層の下部に約 0.5m の砂混じり粘土の薄層があり、それを境に蓮池層下部へ続いている。この層は砂層である。蓮池層下部直下に薄い炭層が存在し、以下三田川層がある。このように、シルトや砂の層が多数存在しており、粘土層が存在している地盤であるとはいえ、層の構成は不均質である。そのために、地下水流動に関しては、より詳細な検討が必要である地盤である。

**4. 塩分溶脱メカニズムの解析的検討**

水の流れや透水性を考慮して次のような状況を想定してシミュレーションを行う。

- ・ 人為的な地下水揚水
- ・ 粘土層中の砂層の存在
- ・ 鬼界アカホヤ火山灰 (K - Ah ) の存在 ( 水平連続性 )
- ・ 帯水層直上 1 ~ 2m の粘土層の土質特性の変化の関与
- ・ 河川水水平浸透

解析モデル及びパラメーターを図 - 4 に示す。地盤モデルは芦刈地区ボーリングコアデータを用いて地表面から三田川帯水層までを詳細に表したものである。主な入力データは以下に示す。

- ・ 各層の頂上部と底部の標高(m)
- ・ 透水係数  $K_v$ (m/d)、透水異方性 (  $=K_h/K_v$  )
- ・ 有効間隙率( $n_e$ )
- ・ 地下水位(m)
- ・ 分散率

各層の標高、透水係数については図 - 4 に示す。帯水層の透水係数については 8.64(m/d) をもちいた。その他の入力データとして、有効間隙率については、粘土層、帯水層共に、0.4、地下水位については、芦刈地区は地下水位の変動が極めて少ない地域であることから、ボーリング調査結果より、-1.8m(12.2003 測定)、分散率については、粘土層、帯水層ともに縦分散長 1 m、横分散長 0.1m をもちいた。また塩分濃度初期条件として、地盤調査の結果、及び地質学等の知見から、当該地盤の堆積当初の状態を想定し、海成粘土中間隙水の塩濃度 25(g/L) として計算した。

図 - 5 は計算の一例であり、堆積当初の地盤に対して、拡散のみを考慮した場合の塩分濃度を示すものである。その他の計算結果については、発表会にて報告する。

今回取り上げた 4 点で示す塩分濃度分布は、例示した解析結果と比較して、その様子は大きく異なっている。このことから、対象としている地盤においては地下水流が複雑であることが予想される。

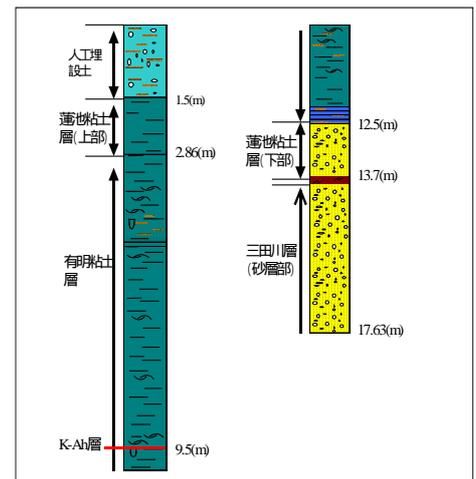


図 - 3 芦刈地区の地層区分

(m)	$K_v$ (m/d)	$K_h/K_v$	塩分濃度(g/L)
0			
-1.50	8.64e-1	1.0	-
-2.86	1.45e-4	1.5	-
-4.10	2.59e-4	1.5	25
-6.50	7.36e-4	1.5	25
-8.00	2.72e-4	1.5	25
-9.47	4.59e-4	1.5	25
-9.67	4.59e-4	1.5	25
-12.00	3.49e-4	1.5	25
-13.25	8.64e-1	1.0	-
-17.63	8.64e-1	1.0	-

図 - 4 解析モデル及びパラメーター

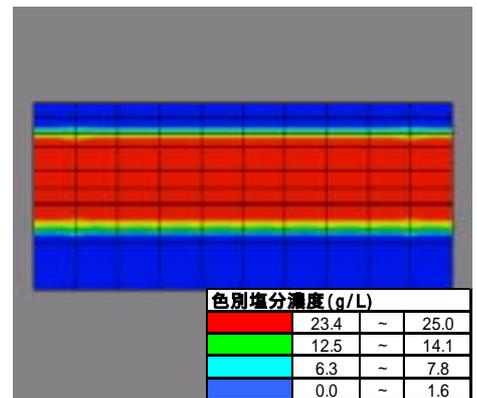


図 - 5 拡散のみの塩分濃度

参考文献 1) 佐藤ら：有明粘土層における塩分溶脱メカニズムの解析的検討 2) 三浦ら：有明海土層の堆積環境とその鋭敏性について、土木学会論文集 No541/ -35, 119-131, 1996 3) 大滝ら：塩分濃度変化に伴う土の力学的特性を考慮した地盤沈下解析手法の開発