中川低地・東京低地に分布する沖積粘土層の間隙水組成

埼玉大学大学院　学生会員　○梁瀬　勇太　　埼玉大学大学院　学生会員　坪井　浩昭
埼玉大学大学院　正会員　濱本　昌一郎　　埼玉大学大学院　正会員　川本　健
日本大学　正会員　竹村　貴人　　埼玉大学大学院　小田　匡寛

1．はじめに

埼玉県南東部から東京都北東部にかけて広がる中川低地および東京低地では、軟弱な沖積粘土層が厚く堆積し、過去の海進・海退の影響によって同一地点においても海水堆積層と淡水堆積層からなる層相を示す。これまでの研究[1)2)]により、海水堆積層を形成する粘土は、自然含水比が液性限界を 10%以上上回り、液性指数 1.5 以上になる等、鋭敏性が極めて高いことが示されている。本研究では、鋭敏性をはじめとする力学的性質と間隙水組成との関係性を明らかにすることを目的とし、中川低地・東京低地で採取したボーリングコア試料を用いて間隙水中の陽イオン・陰イオンを測定し 1 価の陽イオン割合と鋭敏比、圧縮指数との関係を調べた。

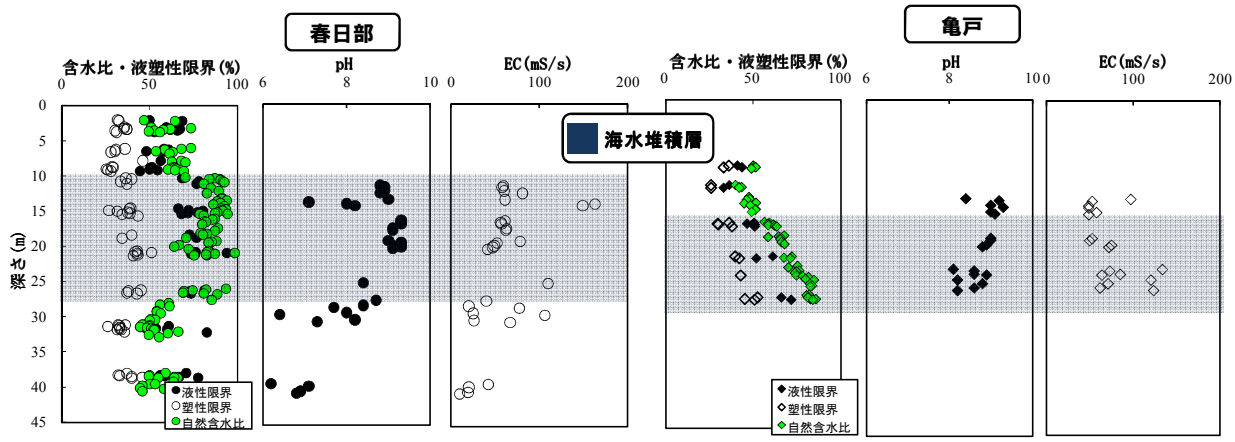

図 1　基礎物理特性

2．試料・試験方法

試料は中川低地（春日部）と東京低地（亀戸）の 2 地点から採取した。春日部は 10～27m、亀戸は 15～27m が海水堆積層であった[3)]。図 1 に基礎物理特性（含水比、液性・塑性限界、pH・EC）を示す。両地点とも海水堆積層で高含水比・高液性限界を示した。pH・EC は春日部では海水堆積層で高くなる傾向が見られた。間隙水の抽出は、JGS 0241-2000（土の水溶性成分試験）に準拠した希釈法と ASTM D 4542-07（もしくは土壌養分分析法）に準拠した直接抽出法の 2 種類で行った。得られた間隙水を用いて、JIS K 0102（工業排水試験方法）に規定されているフレーム原子吸光法により水溶性陽イオンを、イオンクロマトグラフ法を用いて陰イオンの含有量測定を行った。

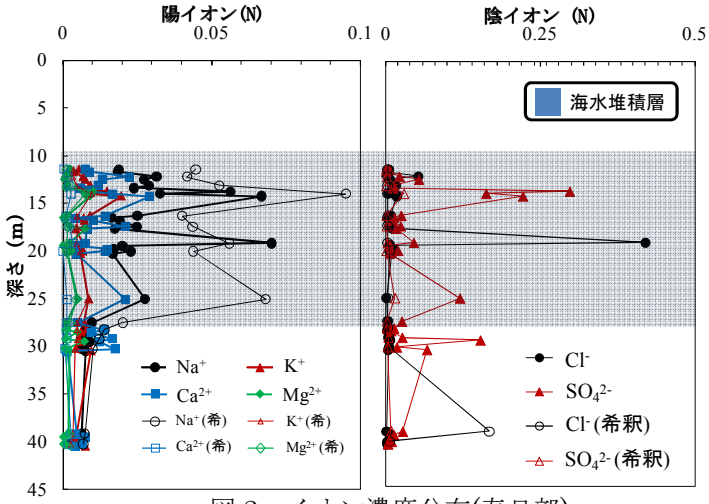

図 2　イオン濃度分布(春日部)

3．結果

(1)　間隙水組成

春日部における陽イオン(Na^+、K^+、Ca^{2+}、Mg^{2+})、陰イオン(Cl^-、SO_4^{2-})の深度別濃度分布を図 2 に示した。全ての陽イオンで、海水堆積層で濃度が高くなる傾向が見られた。

キーワード　沖積粘土、間隙水組成、鋭敏比、陽イオン割合
連絡先　〒338-8570　さいたま市桜区下大久保 255　埼玉大学大学院理工学研究科　土質工学研究室

これは亀戸でも同様であった。また、陰イオン分析で得られた Cl^- の平均濃度を海水中の濃度と比較して溶脱の影響を評価すると、春日部は約 1/25、亀戸では約 1/30 であった。

(2) 直接抽出法と希釈法の比較

Na^+を例にとり、直接抽出法と希釈法の比較を行ったものを図 3 に示した。春日部・亀戸ともに希釈法で高い濃度が得られる傾向が見られた。これは Na^+を含む水溶性の塩類が間隙水希釈により溶解したことが要因と考えられる。Na^+以外の陽イオンおよび陰イオンは直接抽出法の方が高い値を示すか、測定法による差は見られなかった。

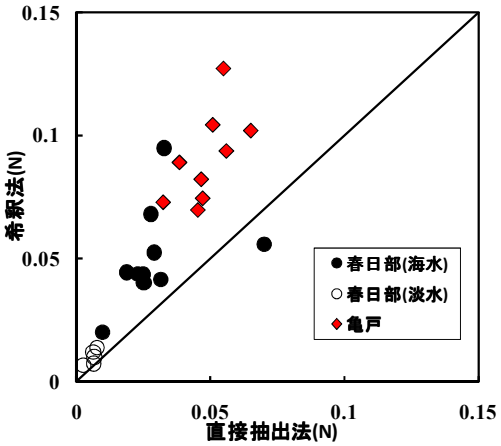

図 3 直接抽出法と希釈法（Na^+）

(3) 間隙水組成と力学的性質

Mitchell ら[4]を参考に、下式(1)により 1 価の陽イオン割合を算出し、粘土の力学的性質との比較を行った。

$$1\text{ 価の陽イオン割合}=\frac{Na^+ + K^+}{Na^+ + K^+ + Ca^{2+} + Mg^{2+}}\times 100 \qquad (1)$$

圧縮指数との関係(図 4)は正の相関を示し、特に 1 価の陽イオン割合が 70%以上の試料で、圧縮指数 1 を超えるものが見られた。1 価の陽イオン割合の増加は、粘土粒子間斥力を増加させると考えられ、溶脱等に伴う間隙水組成変化が海水堆積層での圧縮性を増加させたと考えられる。鋭敏比との関係（図 5）ではあまり明瞭でないものの、約 70%以上の 1 価の陽イオン割合で、供試体が自立せず鋭敏比が測定できなかった試料が存在した。一方で、一軸圧縮強さとの比較では明瞭な関係は得られなかったことから[2]、1 価の陽イオン割合は乱れの影響が関わる際の力学的性質に関係していると示唆された。

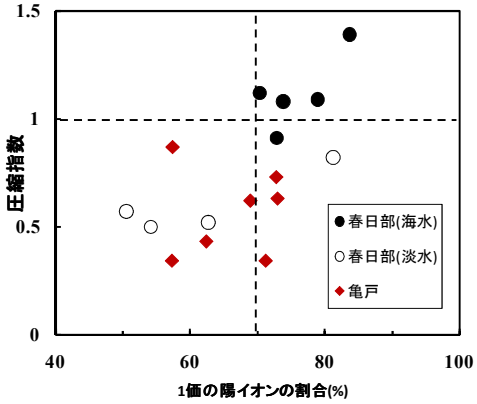

図 4 圧縮指数と 1 価の陽イオン割合

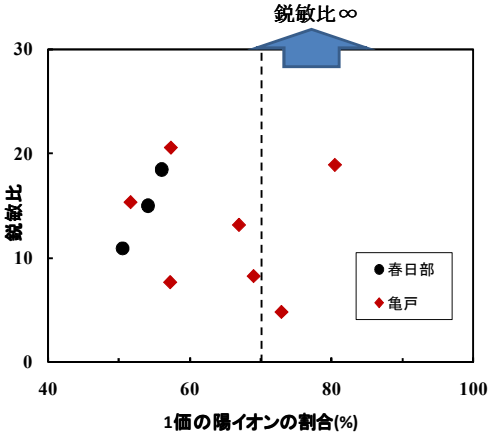

図 5 鋭敏比と 1 価の陽イオン割合

4．まとめ

(1) 間隙水中の陽イオン濃度は海水堆積層で高くなる。陰イオンは、海水中の塩化物イオン濃度と比較し 1/25~1/30 程度となり、春日部・亀戸ともに溶脱の影響を受けていることが明らかとなった。

(2) 直接抽出法と希釈法を比較した場合、Na^+では希釈法が、それ以外では直接抽出法の方が高い値を示した。

(3) 1 価の陽イオン割合と力学的性質を比較すると圧縮指数や鋭敏比のように乱れの影響が強く関わる場合には、両者は良い相関関係があることがわかった。

参考文献

1) 田井、赤間、小田、竹村、木村　関東平野沖積低地の動土質工学的研究（その１）、第 44 回地盤工学研究発表会講演集、pp263-264、2009

2) 田井、梁瀬、川本、小田、竹村、木村　関東平野沖積粘土の繰り返し挙動およびせん断剛性に堆積環境が及ぼす影響、第 45 回地盤工学研究発表会講演集、pp199-200、2010

3) 産業技術総合研究所　地質調査研究報告、No55、vol7/8、2004

4) James K.Mitchell、Kenichi Soga　FUNDERMENTALS OF SOIL BEHAVIOR、2005

5) 坪井、梁瀬、濱本、川本、竹村、小田　中川低地・東京低地に分布する沖積粘土層の鋭敏性およびせん断強度特性に堆積環境が及ぼす影響、第 66 回土木学会年次学術講演会、2011（投稿中）

謝辞:間隙水組成測定の際には、埼玉大学工学部の笠晶子さんに協力頂いた。記して謝意を表します。