



Title	児島湖底土の飽和透水係数に及ぼす土壤溶液pHの影響
Author(s)	石黒, 宗秀; 岩元, 亮一; 石田, 智之 他
Citation	農業土木学会論文集, 2001(216), 65(771)-70(776), a2 https://doi.org/10.11408/jsidre1965.2001.771
Issue Date	2001-12
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/71044
Rights	© 社団法人 農業農村工学会
Type	journal article
File Information	2001_771.pdf



児島湖底土の飽和透水係数に及ぼす土壤溶液 pH の影響

石黒宗秀* 岩元亮一** 石田智之*** 赤江剛夫*

*岡山大学環境理工学部, 〒700-8530 岡山市津島中 3-1-1.

**東興建設株式会社, 〒105-0004 東京都港区新橋 5-11-3.

***香川大学農学部, 〒761-0795 香川県木田郡三木町大字池戸 2393

要 旨

栄養塩類の供給源となる湖沼底土は、湖沼過栄養化の一因となるため、その処理対策が検討されている。底土を利用するためには、その利用目的に合った透水性が要求される。一方、土壌の透水性は、種々の粘土鉱物や有機物の影響を受けるため、未解明の部分が多い。本研究では、非膨潤性の層状粘土鉱物を含む児島湖底土を用いて、その飽和透水係数を測定し、飽和透水特性を実験的に明らかにした。Ca を吸着した土壌試料では、浸透溶液濃度が低下しても透水係数は小さな低下に留まった。特に、pH11 の Ca 吸着試料では、最も小さな変化であった。これは、土粒子と Ca の化学反応により構造が安定化したためと考えられる。一方、Na を吸着した試料では、pH5 では透水係数は小さな低下であったが、pH が上昇するに従い著しい低下を示した。この結果は、粘土鉱物の荷電特性と拡散二重層理論により説明できた。

キーワード：底泥, pH, 飽和透水係数, 濃度, Ca, Na, 分散凝集

1. はじめに

各地の湖沼、ダム湖では、河川から流入する堆積物がヘドロ化し、湖沼過栄養化や水中の酸素不足の一因となっている。水質改善のために、底土の処理方法が検討されている。児島湖では、農林水産省が、底土からの栄養塩類等の湖水への溶出量を削減するため、浚渫作業を行うとともに、干潟を造成し、水質改善を図っている。粘土分の多い底土は、透水性が不良なため、再利用するには透水性の改良が課題となる。

粘質土は、膨潤したり土粒子が分散した状態では、粒子間隙が小さく飽和透水係数が一般に小さい。そのため、土粒子の分散を抑制して凝集状態を保ち、透水性を改善する方法が試みられてきた。例えば、海水の影響を受けた干拓地土壌やソーダ質化した乾燥地土壌では、Na 型土壌を Ca 型に変えて土粒子の分散を抑制する方法が用いられている(赤江, 1998; 西村・取出, 1999)。

土壌は、負の永久荷電を持つとともに、pH 依存性の変異荷電を持つ。従って、pH は、土粒子の分散しやすさに影響を与え、土壌の透水性に影響を及ぼす。日本の典型的な土壌の一つであるアロフェン質火山灰土では、弱酸性あるいは弱アルカリ性条件で飽和透水係数が低下することが明らかにされている(Nakagawa and Ishiguro, 1994)。また、弱酸性条件でも、硫酸イオンが主要アニオンの場合、飽和透水係数は低下しないことが示された(松川ら, 1998; Ishiguro and Nakajima, 2000)。Suarez ら(1984)は、モンモリロナイトやカオリナイトを含む土壌では、pH6 の条件より pH9 の条件において飽和透水係数が小さくなることを明らかにした。しかし、層状粘土鉱物が主な土壌

に及ぼす pH の影響に関する研究は少ない。

本研究では、底土の透水性改良の基礎的知見を得るため、土壤溶液 pH が児島湖底土の飽和透水係数に及ぼす影響を実験的に明らかにした。また、Ca 型と Na 型の相違、溶液濃度、有機物の有無の影響についても比較検討した。

2. 底土試料と実験方法

2.1 底土試料

底土試料には、倉敷川河口と加茂川河口からの流れが交差する児島湖のミオ筋部から浚渫した底土を用いた。有機物の飽和透水係数に及ぼす影響を調べるため、過酸化水素水で有機物分解した底土(以後、有機物分解土と記す)と、浚渫底土(以後、底土と記す)を比較実験した。底土の土粒子密度は、 2.65 Mg/m^3 、強熱減量は、14.9%である。ピベット法による粒度試験結果は、粘土分 54.3%、シルト分 38.0%、砂分 7.7%で土性は HC であった。X 線回折法による測定結果より、主要粘土鉱物は、バーミキュライト、カオリナイト、イライトである。

採取した浚渫土の土壤溶液は海水の影響を受け、その電気伝導度は約 1 S/m であった。その値は、NaCl 溶液に換算すると約 0.1 mol/L である。そこで、飽和透水試験に用いる試料は、 0.1 mol/L NaCl 溶液で平衡させた。溶液 pH は、pH5, 7, 9, 11 の 4 種類の試料を用意した。

分散凝集試験に用いる Na 飽和試料は、上述の試料を用いた。分散凝集試験に用いる Ca 飽和試料は、 0.1 mol/L CaCl_2 溶液で平衡させ、pH5, 7, 9, 11 の 4 種類の試料を用意した。

pH 調節は、HCl, NaOH (Na 溶液の場合) または

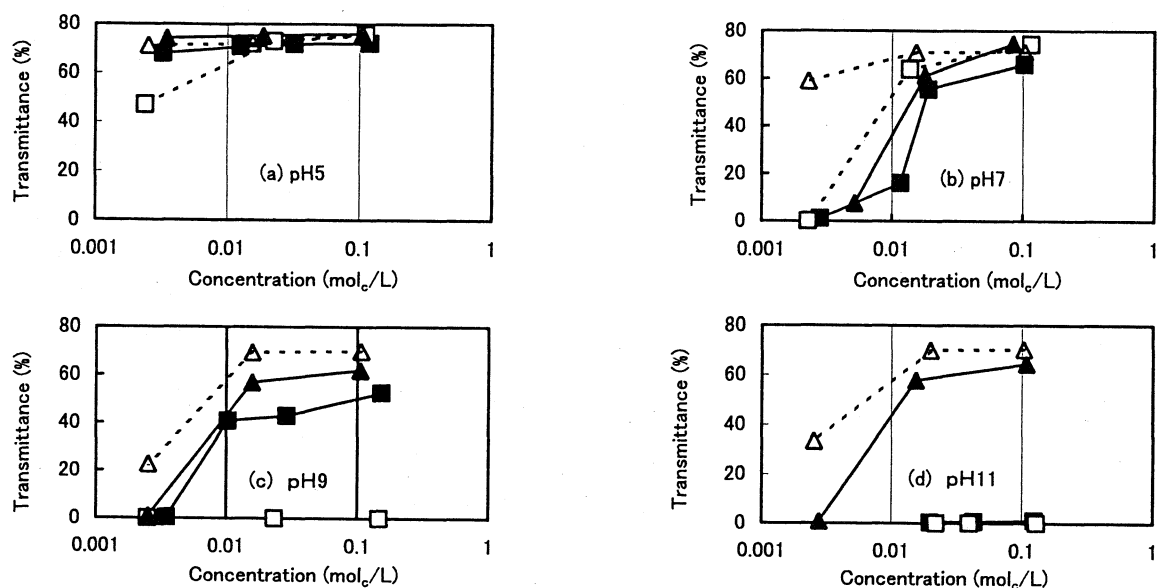


Fig. 1 土壌懸濁液の光透過度.

Light transmittance of soil suspensions.

■ Na Control, □ Na H₂O₂-treated, ▲ Ca Control, △ Ca H₂O₂-treated

Ca(OH)₂ (Ca 溶液の場合) を用いて所定の値に調節した。

2.2 分散凝集試験

上述の前処理をした底土、有機物分解土試料を用いて、pH、濃度、カチオンの異なる種々条件での試料懸濁液の分散凝集状態を、次の手順に従い分光光度計で測定した。

1. 乾土当たり 0.2 g の試料を試験管に入れ、試料と同じ pH (pH5 または 7 または 9 または 11)、同じカチオン (Na または Ca) で、所定濃度 (0.1 mol/L または 0.01 mol/L または 0.001 mol/L) の溶液を 40 cm³ 入れる。
2. 試験管を 1 分間試験管ミキサーで振とうし、4~5 時間静置後、上澄液の pH と電気伝導度を測定する。電気伝導度から溶液濃度を求める。
3. 上澄液の pH が、所定 pH (pH5 または 7 または 9 または 11) から離れている場合、pH 調整をし、所定の値になるまで手順 2 を繰り返す。
4. 試験管を 1 分間試験管ミキサーで振とうし、静置する。
5. 8.3 時間後、水面下 3 cm から 10 cm³ 採取し、その溶液の光透過度を分光光度計で測定した。透過光の波長は 500 nm、純水の光透過度を 100% として測定した。

2.3 飽和透水試験

上述の前処理をした底土、有機物分解土を用いて、種々の pH、濃度、カチオンの条件における飽和透水係数を定水頭法により求めた。試料土は、0.1 mol/L NaCl 溶液で平衡させた種々の pH (pH5 または 7 または 9 または 11) のものを用いた。試験カラム充填時における試料土の含水比は 370% である。実験手順を次に示す。

1. 内径 3 cm の試験カラム下端に No.1 ろ紙を敷き、その上に試料土を均質になるようにシリンジで丁寧に流し入れ、試料厚さを 1 cm にする。
2. 試料土と同じ pH の 0.1 mol/L NaCl 溶液でカラムを

満たし、試料上下端の全水頭差を 10 cm に固定した後、その溶液を流して流出量を経時的に測定する。上端の水頭は、マリOTT ボトルを用いて一定にしておく。累積流出量が 3 cm (流出液を試験カラムの横断面積と同じシリンジに貯めた時の貯留高さと表す) になったとき、流入 NaCl 溶液を同じ pH の 0.01 mol/L 溶液に切り替える。6 cm で 0.001 mol/L 溶液、9 cm で pH 無調整の蒸留水と順次切り替える。

3. Ca 溶液を浸透させる場合は、まず試料土と同じ pH の 0.1 mol/L NaCl 溶液を 3 cm 浸透させて前処理した後、同じ pH の 0.1 mol/L CaCl₂ 溶液を 3 cm 浸透させ、手順 2 と同様 3 cm 毎に低濃度の CaCl₂ 溶液と蒸留水に切り替えて行く。ただし、pH11 の CaCl₂ 溶液では、Ca(OH)₂ で pH 調整したため、0.001 mol/L 溶液ではなく 0.0035 mol/L 溶液を用いた。
4. 溶液浸透時の流量測定と同時に、試料厚さも測定する。
5. 流量、試料厚さ、全水頭差から飽和透水係数を求める。それぞれの条件につき、2 連以上のカラムで実験した。

3. 実験結果

3.1 分散凝集試験

pH5、pH7、pH9、pH11 の分散凝集試験結果を、それぞれ Fig.1 の (a)、(b)、(c)、(d) に示す。低濃度になるほど光透過度が低下し、分散しやすくなるのがわかる。Na と Ca では、Na 溶液中の光透過度が小さく、分散しやすくなるのがわかる。また、両者とも pH が高くなるほど、光透過度が小さくなり、分散しやすくなっている。pH5 では、Ca も Na も低濃度においても光透過度が小さくならず、凝集傾向にあるが、pH11 では Na 溶液においては高濃度でも光透過度が 0 になり、良く分散している。pH11 の Ca 溶液では、0.01 mol/L 以上で光透過度が大きく凝集傾向があり、0.001 mol/L 以下で光透過度が小さく分散傾向にあ

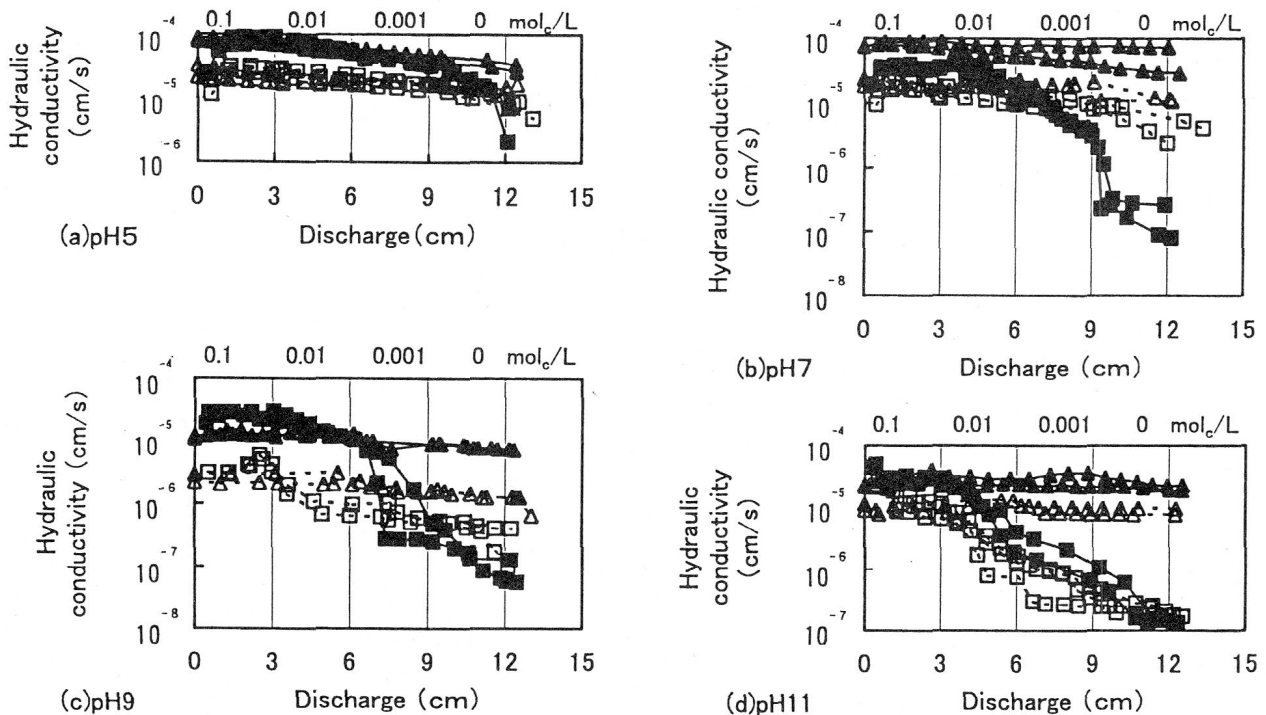


Fig. 2 各 pH 毎の飽和透水試験結果. Experimental results of saturated hydraulic conductivity for each pH conditions.

■ Na Control, □ Na H₂O₂-treated, ▲ Ca Control, △ Ca H₂O₂-treated

る。有機物の有無による相違は、pH7 の Ca と pH9 の Na の結果に認められた。他の結果も若干の相違は見られるものの、有意なものかどうか明確でない。pH7 の Ca では、低濃度側で底土の光透過度が有機物分解土の光透過度より小さく、分散傾向にあった。pH9 の Na では、底土は 0.01mol/L 以上で光透過度が 40~50% を維持しているのに対し、有機物分解土は同程度の濃度領域で光透過度が 0 を示し分散状態にある。

3.2 飽和透水試験

3.2.1 飽和透水係数

飽和透水試験で求めた pH5, 7, 9, 11 の条件における飽和透水係数の変化を、それぞれ Fig.2 の (a), (b), (c), (d) に示す。同じ条件の 2 連の実験結果をそれぞれに示したが、2 連の結果はほぼ同じ傾向を示した。

低濃度になるに従い、透水係数が低下している。ただし、pH11 の Ca 溶液においては途中で若干大きくなる部分が見られた。Na 溶液と Ca 溶液では、Na 溶液は濃度低下に伴い、透水係数が大きく低下するのに対し、Ca 溶液は透水係数が小さな低下に留まっている。

Na 型底土、Ca 型底土、Na 型有機物分解土、Ca 型有機物分解土それぞれの pH による透水係数の相違を、Fig.3 の (a), (b), (c), (d) に示す。図を見やすくするため、それぞれの条件について、1 連の結果のみを示している。Na 型の底土および有機物分解土では、pH が大きくなるに従い、濃度低下に伴い透水係数が大きく低下する傾向にある。一方、Ca 型の底土および有機物分解土では、pH5, pH7, pH11 の間には明瞭な透水係数の相違が認められないが、これら三者間では、心持ち pH の上昇に伴い透水係数が

小さくなっている。pH11 の透水係数は、他と比べて低濃度になっても透水係数があまり低下していない。pH9 の透水係数は、明らかに他の pH と比べて小さな値になっている。

Fig.2 で有機物分解の影響を比較すると、どの場合も初期の高濃度溶液による浸透時の透水係数は、底土の方が有機物分解土より大きい。Na 型では、濃度が低下するに従い底土の透水係数が低下し、蒸留水浸透時には有機物分解土の透水係数と同程度か、それより小さくなっている。Ca 型については、底土の透水係数は、有機物分解土の透水係数より大きな値を維持している。

3.2.2 試料土の厚さ

飽和透水試験時の試料土厚さの変化を、Fig.4 に示す。Fig.4 の (a) が Na 型底土、(b) が Ca 型底土、(c) が Na 型有機物分解土、(d) が Ca 型有機物分解土の結果である。何れの結果も、溶液浸透に伴い、試料土の厚さは小さくなっている。Na 型と Ca 型では、浸透初期においては Ca 型の方が若干先に小さくなる傾向が見られるが、これは 0.1 mol/L CaCl₂ 溶液を浸透させる前に 0.1 mol/L NaCl 溶液を 3cm 分浸透させていた影響である。その後の低下は Na 型の方が顕著である。ただし、Na 型でも、pH5 溶液の条件では低下は抑制されている。Na 型では、pH の上昇に伴い、試料厚さが小さくなる傾向を示している。Na 型の底土と有機物分解土の間には、明瞭な相違は認められない。Ca 型底土は、どの pH も大きな低下を示さない。pH9 の Ca 型有機物分解土は、例外的に試料土厚さが低下している。

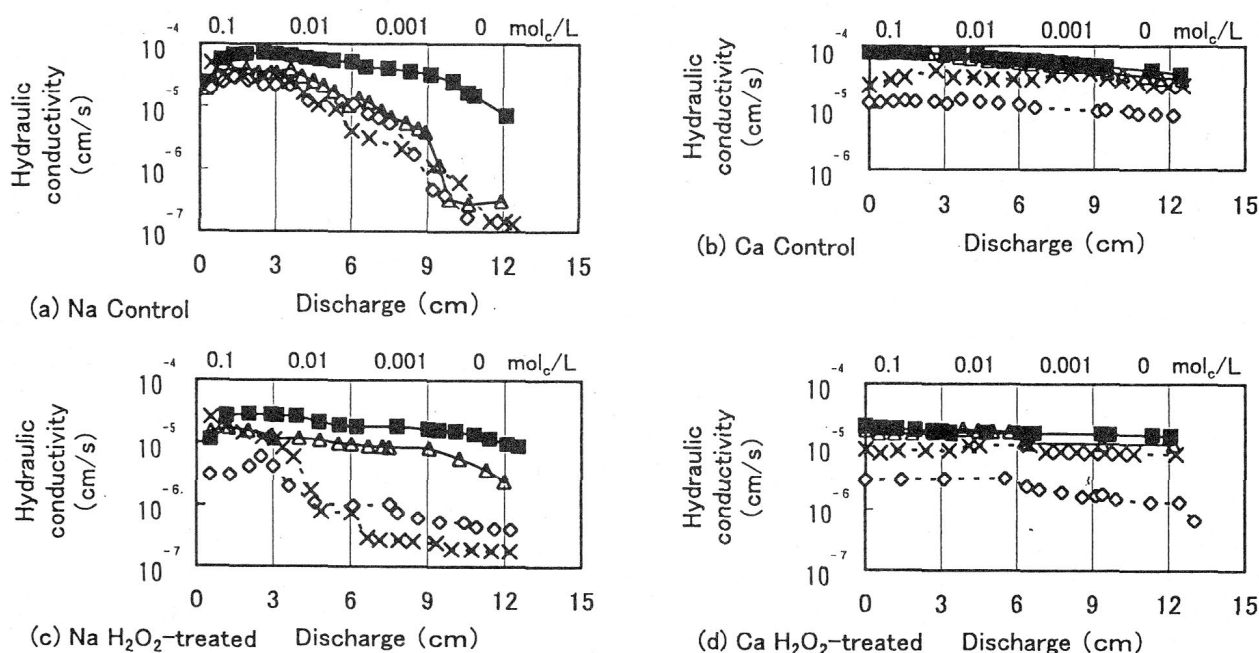


Fig. 3 飽和透水係数に及ぼす pH の影響. Effects of pH on saturated hydraulic conductivity.

■pH5, △pH7, ◇pH9, ×pH11

4. 考察

4.1 拡散二重層理論と透水係数

溶液濃度の低下に伴い透水係数が低下し、Na 溶液の方が Ca 溶液より透水係数が著しく低下する結果を得た (Fig.2). これは、溶液濃度の低下に伴い分散傾向を示し、Na 溶液の方が Ca 溶液より光透過度の減少が大きく分散傾向を示す (Fig.1) ことと対応し、従来の研究結果と一致する (西村・取出, 1999). これは、拡散二重層理論により解釈することが出来る。電解質が高濃度の場合、拡散二重層は圧縮されるため、土壌コロイド粒子間の電氣的斥力は弱く凝集状態に保たれる。濃度の低下に伴い、拡散二重層が広がり粒子間の電氣的斥力が増大して分散状態となり、土壌試料中の相対的に大きな間隙を分散土粒子が塞ぎ、透水係数が低下すると考えられる。Ca イオンが粒子表面に吸着している場合、2 価であるため荷電表面に引き付けられて拡散二重層が薄くなりやすく分散しにくい。それに対し、Na イオンが吸着している場合は、1 価であるため濃度低下に伴い十分に拡散二重層が広がって分散する。

4.2 Na 溶液の pH と透水係数

Na 溶液の場合、pH の上昇に伴い透水係数の低下が大きくなるが (Fig.3(a), (c)), この結果も、層状粘土鉱物を主とする土壌を用いた Suarez ら (1984) の結果と一致する。低 pH では、2:1 型粘土鉱物端面の pH 依存性荷電は正荷電を持ち、これが粘土鉱物表面の負荷電と引き合って安定なカードハウス構造を形成して分散が抑制される。また、カオリナイトの変異荷電は pH が低くなると負荷電量が小さくなり他の負荷電面との電氣的斥力が小さくなり、分散しにくくなると考えられる。そのため、低 pH 条件での透水性低下はあまり大きくならないと考えられる。pH

が上昇するに従って、2:1 型粘土鉱物端面は正荷電が消失して次第に負荷電が卓越する。端面に負荷電を持つと、カードハウス構造は安定で無くなり、粘土鉱物表面や有機物表面の負荷電と電氣的斥力を及ぼし合い、分散しやすくなる。カオリナイトの変異荷電も pH の上昇に伴い負荷電量が増し、他の負荷電物質表面と電氣的斥力を及ぼし合う。そのため、高 pH で透水係数が大きく低下する。pH9 と pH11 の底土及び pH11 の有機物分解土の最終の透水係数は、初期の透水係数の 100 分の 1 以下に低下している。

4.3 Ca 溶液の pH と透水係数

Ca 溶液浸透の場合、Na 溶液の場合と異なり、pH 上昇に伴う透水係数の大きな低下は認められない (Fig.3(b), (d)). これは、前述のように Ca イオンが土粒子表面に吸着して電氣的斥力が大きくならないためと考えられる。pH5 と pH7 の条件が相対的に大きな透水係数を示し、pH9 の条件で透水係数が小さい値を示すが、pH11 の透水係数は、pH5 と pH7 の値に近い値である。また、pH11 の透水係数は、他と比較して、濃度が低下してもほとんど低下していない。pH11 の条件では、浸透した Ca は、石灰 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) を散布したと同様の効果を土壌試料に及ぼして土壌構造が安定化したものと考えられる。つまり、高 pH 条件における Ca の存在により、土粒子間に化学反応が生じてケイ酸石灰塩水和物やアルミン酸石灰塩水和物が生成し、安定な構造が形成され (有泉, 1978), 透水係数も安定したと考えられる。

4.4 有機物と透水係数

飽和透水試験初期では、有機物分解土の透水係数は底土の透水係数より小さな値を示す傾向にある (Fig.2). これは、高濃度では、有機物が土壌構造の安定性に寄与したた

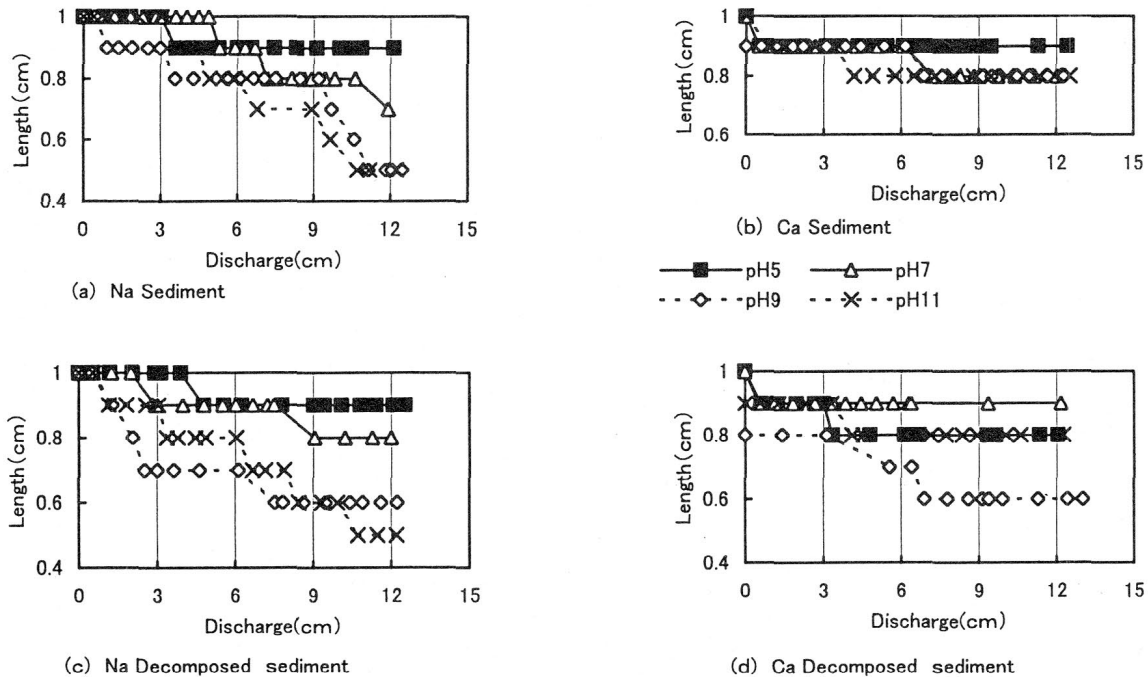


Fig. 4 飽和透水試験における試料厚さの変化. Soil length during the hydraulic conductivity experiments.

めと考えられるが、この結果が明確な相違を示しているかどうかは更に検討が必要である。Na 溶液による実験では、濃度の低下とともに、底土の透水係数が有機物分解土の透水係数より大きな低下傾向を示している (Fig.2)。低濃度で有機物の負荷電が土粒子の分散傾向を促進したためと思われるが、分散凝集試験では、むしろ pH5 と pH9 において有機物分解土の方が底土より分散しやすい結果となっており、明確な原因は明らかでない。

4.5 試料厚さの変化と透水係数

試料土の厚さが薄くなる試料ほど、透水係数の低下が大きい傾向にある (Fig.3, Fig.4)。試料厚さが全て小さくなることから、本試料では電気的斥力による膨潤が生じていないことがわかる。つまり、前述したように、透水係数の低下は、電気的斥力による土粒子の分散が原因と考えられる。高濃度において、間隙の多い疎な凝集構造を取っていた試料が、電気的斥力の増大に伴い土粒子が分散して再配列し、試料体積も減少したと考えられる。再配列して行く段階で相対的に大きな間隙が狭くなり、透水係数が低下したと思われる。Ca 型試料や pH5 の Na 型試料では、土粒子間の電気的斥力が引力に比較して大きくならず、比較的安定な凝集状態を維持したため、試料土厚さにも大きな変化が認められなかったと考えられる。

4.6 分散凝集試験と透水係数

試料土の分散傾向と透水係数の低下の間には、定性的に明瞭な相関が認められた。しかし、分散を示す濃度において、必ずしも透水係数が低下しているとは限らない。分散凝集試験は、試験管を振とうして試料土と溶液を良く混ぜて懸濁状態にするため、透水試験での試料の状態と異なる

条件を設定している。従って、定量的に両者を一致させることは出来ないが、透水試験の傾向は分散凝集試験で説明することが出来た。

5. 結論

非膨潤性の層状粘土鉱物 (バーミキュライト・カオリナイト・イライト) を主要粘土鉱物とする児島湖底土の、高含水比における飽和透水特性を実験的に明らかにした。飽和透水係数に及ぼす pH の影響を調べたところ、Ca イオンと Na イオンで明らかな相違が表われた。Ca イオンが吸着した条件では、浸透溶液のイオン濃度が低くても飽和透水係数があまり低下しなかった。Ca 溶液を用いた pH5, 7, 11 の条件間の透水係数の相違は明瞭でなかったが、pH9 の条件の透水係数はそれらより明らかに低い値を取り、試料厚さも pH9 の条件で最も小さくなった。Ca 溶液を用いた pH11 の条件では、透水係数は他と比べて低下が小さく安定であった。これは、高 pH 条件において Ca イオンと土粒子が化学反応を起こし土粒子構造を安定化させたためと考えられる。一方、Na 溶液浸透の場合は、pH の上昇とともに透水係数の低下が顕著であった。これは、pH の上昇に伴い、粘土鉱物端面の pH 依存性荷電が正から負に変化し、土粒子間に働く電気的相互作用が引力から斥力に変わり、高 pH 側で土粒子が分散しやすくなったためと考えられる。底土の有機物を過酸化水素水で分解した場合、初期の透水係数は分解しない底土より小さな値を示したが、Na 溶液を用いた条件では、低濃度になると分解のない底土の透水係数の低下傾向が大きくなった。有機物とその荷電により分散しやすくなったことが原因と考えられる。

この結果は、湖底土の前処理技術や、高含水状態が維持される湖岸での底土再利用を図る際の基礎的知見となる。ただし、土壤に含まれる粘土鉱物や有機物は多様であるため、それらの異なる場合は、異なった透水特性を示すと考えられる。

謝辞：本研究は、岡山県石灰工業協同組合の特定中小企業集積活性化促進事業の助成を受けて行いました。農林水産省山陽東部土地改良建設事務所には、底土試料採取でお世話になりました。ここに感謝の意を表します。

引用文献

- 赤江剛夫(1998)：干拓地土，p.92-96，岩田進午・赤江剛夫・粕渕辰昭・長谷川周一・宮崎毅編著，豊かな土づくりをめざして，農土学会。
- 有泉昌(1978)：石灰安定処理，土質工学会編，土質工学における化学の基礎と応用，土質工学会，p.164-177。
- Ishiguro, M. and Nakajima, T. (2000): Hydraulic conductivity of an

allophanic Andisol leached with dilute acid solutions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64(3), p.813-818.

松川進，富田平四郎，鈴木敬，加藤秀正 (1998)：アロフェン土壌における酸性溶液浸透時の土粒子分散，透水係数，pH の関係，土壌の物理性，p.3-9。

Nakagawa, T. and Ishiguro, M. (1994): Hydraulic conductivity of an allophanic Andisol as affected by solution pH, *J. Environ. Qual.*, 23, p.208-210.

西村拓・取出伸夫(1999)：コロイドから見た土の透水性と侵食，農土学会誌，67(3)，p.277-283。

Suarez, D.L., Rhoades, J.D., Lavado, R. and Grieve C.M. (1984): Effect of pH on saturated hydraulic conductivity and soil dispersion, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 48, p.50-55.

[2001. 7. 9. 受稿, 2001. 10. 29. 閲読]

[この研究論文に対する公開の質疑あるいは討議 (4,000 字以内，農業土木学会論文集編集委員会あて) は，2002 年 6 月 24 日まで受付けます。]

Effect of pH on Saturated Hydraulic Conductivity of Lake Kojima Sediment

ISHIGURO Munehide*, IWAMOTO Ryouichi**, ISHIDA Tomoyuki*** and AKAE Takeo*

*Faculty of Environmental Science and Technology, Okayama University, 3-1-1 Tsushima-naka, Okayama 700-8530, JAPAN

**Toko Co., Ltd., 5-11-3 Shinbashi, Minato-ku, Tokyo 105-0004, JAPAN

***Faculty of Agriculture, Kagawa University, 2393 Ooaza Ikedo, Miki-chou, Kida-gun, Kagawa 761-0795, JAPAN

Abstract

As lake sediments are one of the cause of eutrophication, their effective use has been considered. When they are used as soil in a land, proper permeability is required. However, soil permeability has not completely been understood due to diversity of clays and organic compounds. We clarified permeability characteristics of Lake Kojima sediment, non-swelling clayey soil, by measuring saturated hydraulic conductivity(K). Decrease in K with percolation of dilute electrolyte solution was small when Ca was adsorbed by the soil. Particularly, decrease in K at pH11 was the smallest, because soil structure became stable with chemical reaction between soil particles and Ca. On the other hand, when Na was adsorbed, decrease in K was the smallest at pH5, and it became larger as soil pH increased. The obtained results could be explained qualitatively by the diffuse double layer theory.

Key words : sediment, pH, concentration, saturated hydraulic conductivity, Ca, Na, dispersion, flocculation

(研究論文)

嫌気好気ろ床・活性汚泥プロセスの有機物
および窒素の除去特性

田中 恒夫・中曽根英雄・東根 孝憲・黒田 正和

既存の処理装置の高度化も念頭に置き、循環式嫌気好気ろ床プロセスの第1好気ろ床槽を活性汚泥槽へ変更して嫌気好気ろ床・活性汚泥プロセスとすることを提案し、その処理特性について実験的に検討した。活性汚泥槽へ変更する際、汚泥が流出しないような構造とする必要があるが、ここでは仕切板と傾斜板を取り付けることを提案した。室内実験を行い、傾斜板の勾配と仕切板傾斜板の間隔を検討した結果、傾斜角70°、仕切板傾斜板の間隔約2 cmで汚泥の沈殿は安定することがわかった。

室内実験の結果をもとに、循環式嫌気好気ろ床プロセスをモデル化したパイロットスケールの装置と実排水を用いて屋外実験を行った。第1好気ろ床槽を活性汚泥槽へ変更することにより装置全体の硝化能は向上し、嫌気好気ろ床・活性汚泥プロセスの有効性が示された。

キーワード

嫌気好気ろ床・活性汚泥プロセス、有機物除去、高度処理、F/M比、ブロック径

(農土論集 216, p. 55~63)

(研究論文)

実測値に基づく二次圧密を考慮した圧密沈下予測

西村 伸一・藤井 弘章

軟弱地盤の沈下実測値から将来の沈下予測を行う方法は様々な手法が、長期の二次圧密に対する沈下予測にはlog t法が用いられる。しかしながら、進行する圧密過程の中のどの時点で、log t法が適用可能となるかの判断は難しい場合も多い。そこで、本研究では、逆解析手法を利用した最適化のアルゴリズムを用いて、一次圧密、二次圧密に関連するパラメータを同時に同定し、将来沈下予測を行う方法を提案している。今回は、手法の精度を検討するため、様々な圧密試験結果を用い、パラメータの同定および予測を実施している。最終的に、実軟弱地盤における現場実測値を用いた解析を行い、提案法の実問題への適用性を検討している。

キーワード

一次圧密、二次圧密、沈下予測、逆解析、沈下計測、間隙水圧、有限要素法

(農土論集 216, p. 71~79)

(研究論文)

棚田地区における圃場整備後の田面および溜池の水管理

北村 邦彦・喜多威知郎・一恩 英二・桶 敏

石川県と富山県にまたがる棚田地域で圃場整備が実施された。本報告は、整備後における水管理状況について検討を加えたものである。調査の結果、圃場整備前から特に利水に不便な受益者は、利水状況が改善されたと判断するまで約3年近くを要している。

溜池には補給管理貯水量が設定されており、管理者はこれを基準にして管理を行っている。しかし、管理労力は整備前と変わらず、一日中時間が拘束される過酷な労働であり、溜池の貯水率が、中干し開始時までに50%以下になると危機的状況になる。梅雨期に満水を確保するには、灌漑開始から梅雨期までに約700mmの降雨が必要であり、これは、4年確率に相当している、等が明らかになった。

キーワード

棚田、圃場整備、水管理、溜池

(農土論集 216, p. 93~99)

(研究論文)

児島湖底土の飽和透水係数に及ぼす土壌溶液pHの影響

石黒 宗秀・岩元 亮一・石田 智之・赤江 剛夫

湖沼過栄養化の一因となる湖沼底土を利用するためには、その目的に合った透水性が要求される。本研究では、非膨潤性の層状粘土鉱物を含む児島湖底土を用いて、その飽和透水係数を測定し、飽和透水特性を実験的に明らかにした。Caを吸着した土壌試料では、浸透溶液濃度が低下しても透水係数の低下は小さい。特に、pH11のCa吸着試料では、その変化は小さかった。これは、土粒子と水酸化カルシウムの化学反応により構造が安定化したためと考えられる。一方、Naを吸着した試料では、pH5では透水係数の低下は小さいが、pHが上昇するに従いその低下は著しくなった。この結果は、粘土鉱物の荷電特性と拡散二重層理論により説明できた。

キーワード

底泥、pH、飽和透水係数、濃度、Ca、Na、分散凝集

(農土論集 216, p. 65~70)

(研究論文)

低垂直応力下の岩盤せん断試験における破壊機構

西山 竜朗・長谷川高士

岩盤せん断試験による岩盤の破壊強度評価を理論的に明らかなものとするを目的とし、同試験の力学的機構について検討した。特に試験過程における局所の材料破壊に注目しながら岩盤せん断試験を想定した石膏模型試験を行い、さらにその試験過程に関して有限要素法による応力解析を行うことにより、試験過程における破壊機構について考察した。これらの検討から、材料の一軸圧縮強度と比較して小さい垂直応力を与えた岩盤せん断試験における、破壊機構の特性およびせん断抵抗の発現に関する知見を得た。なお、本研究においては試験法自体の基本的な力学的特性を検討対象とし、原位置岩盤の内部に存在するマクロな不連続を除外して考えた。

キーワード

岩盤せん断試験、破壊規準、破壊機構、応力、模型試験、有限要素解析

(農土論集 216, p. 81~91)