

手賀沼ビオトープ土壤中の交換性陽イオンの選択吸着について

木内浩一

1. 調査の背景

土粒子には、各種の交換性陽イオンが吸着している。その吸着量は、土粒子表面の間隙水のイオン濃度に対して、各イオンに特徴があり、その関係は Kerr の交換平衡式、Gapon 交換平衡式などで知られている。この式から得られる係数は地域によって多少の相違があり、その地域の特徴となっている。この係数は汚濁水の浸透、植物によるイオン吸収、土壌固相に対する外的影響などによって変化し、土壌の系の変化を予測する基礎として重要である。

本調査では、富栄養化した浅い湖沼である手賀沼の土壌の特性と変化を調査する基礎資料とするために、手賀沼の水を引き込んだ人口池の底質を採取し、吸着している交換性陽イオンと間隙水中の陽イオンの関係について検討した。

2. 調査方法

我孫子市岡発戸地先の人工的に造成した池（手賀沼ビオトープ：図1）に、5年間手賀沼の水を多量に引き込み、沈降物、土砂を堆積させた湿地帯がある。ここで、2003年8月25日、水深100～150cmの、粘性土壌（含水率75～80%）の堆積している水域で3ヶ所（St.1,3,5）、また、水深約50cmで浅い、砂質性（含水率35～55%）で、水生植物の繁茂している水域で3ヶ所（St.2,4,6）を選定し、アクリル製コアサンプラーで水底の泥を採取した。

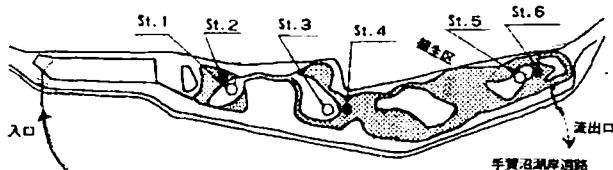


図1 手賀沼ビオトープ位置図

翌日、遠心分離器（3000回転、20分）で脱水した後、濾紙Cで濾過し、間隙水試料を得た。脱水した泥試料は風乾細土とし、これを乾泥5g当たり100mLの酢酸アンモニウム（1N）pH7で1時間振とうした。振とうした抽出液は濾紙Cで濾過した。これらの間隙水中の交換性陽イオンをイオンクロマトグラフ法で、抽出液中の交換性陽イオン、MnおよびFeをICP発光分析法により定量した。

また、Kerrの平衡式をCa-Mg、およびK-Naについて、Gaponの平衡式をK-Caについて適用し、間隙水中の濃度と吸着している量との関係を調べた。Kerrの平衡式はバルク溶液中に含まれている2種の等価陽イオンの吸着体への吸着の難易度を比べるもので、K-Naについては

$$(\gamma K/\gamma Na) = K (C K/C Na)$$

γ : 吸着量 C : 溶液濃度

で表され、Kを選択係数という。

異価イオン間での吸着は交換体表面の電位によって、影響が異なり（Boltzmannの式）、吸着性を比べることが難しい。そこで、経験的に適用されるのがGapon式であり、単純ではあるが、信頼度は高いとされている。

3. 調査結果

3.1 間隙水中濃度および抽出量

図2に上流から順に間隙水中の交換性陽イオンの濃度（meq/L）を示した。最も濃度が高いものはCaで、各地点で約45%を占めた。Mg濃度は18%と高く、以下、Na、Kと続いた。図3に土壌に吸着している交換性陽イオン量について示した。酢酸アンモニウムから抽出した交換性陽イオンは（meq/100g乾土）で、Ca・25.6、Mg・7.8、K・0.8、Na・0.6であった。最も多いものはCaで、試料中の交換性陽イオンの約70%を占めた。これは、吉田らの湛水下の水田とほぼ同様な量であった。また、

これは多くの浅い湖沼の堆積物と同様な組成であった。

St.1,3,5 地点は交換性陽イオン容量 (CEC) が高いとされている粘性土であることから、(St.1 と 2)、(3 と 4)、(5 と 6) は近い距離にあるにも係わらず、保持している陽イオンが比較的高く、また、間隙水中の陽イオンもこの影響を受けて高くなっていると思われる。

3.2 選択係数

従来の実験結果では粘性土の K_{err} 選択係数は $K_{Ca/Mg}$ で 1.2、 $K_{K/Na}$ で 5 とされており、カリウムの選択性の高いことが知られている。今回の実験に供した試料は砂質性のものもあったが、選択係数 $K_{Ca/Mg}$ は 1.19 ~ 1.48 (平均 1.3) であり、 $K_{K/Na}$ は 5.2 ~ 6.8 (平均 6.0) であった (図 4 の傾きにあたる)。これらは従来の結果とほぼ同様な値であり、今回の実験でも、図 5 のとおり、Na の間隙水中濃度に対して、吸着量が少ないことと対応している。また、K-Ca 系に Gapon 平衡式に適用した結果、Gapon 定数は 0.23 から 0.43 (平均 $0.30 \text{ (meq/L)}^{-0.5}$) となり、一般的な値であった。

4. まとめ

手賀沼は富栄養化が著しく、底泥にはアンモニア、リン酸が多く吸着している。そのような環境下の沼から流入した堆積物に、吸着している交換性陽イオン

は、他の地域の土壌堆積物と類似した特徴を持っていることがわかった。

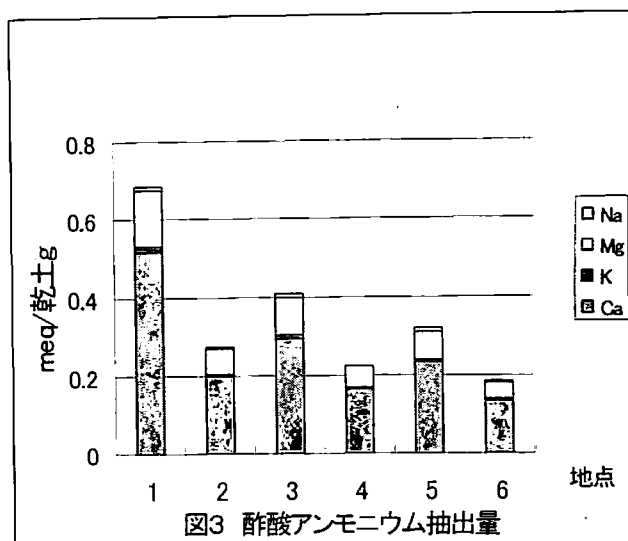


図3 酢酸アンモニウム抽出量

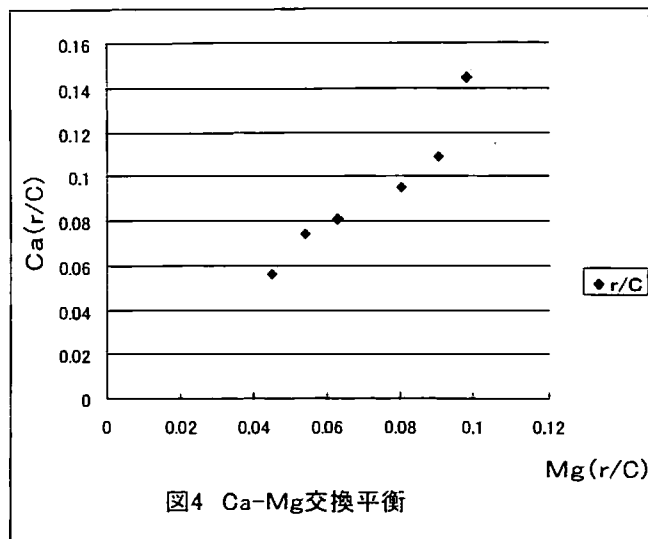


図4 Ca-Mg交換平衡

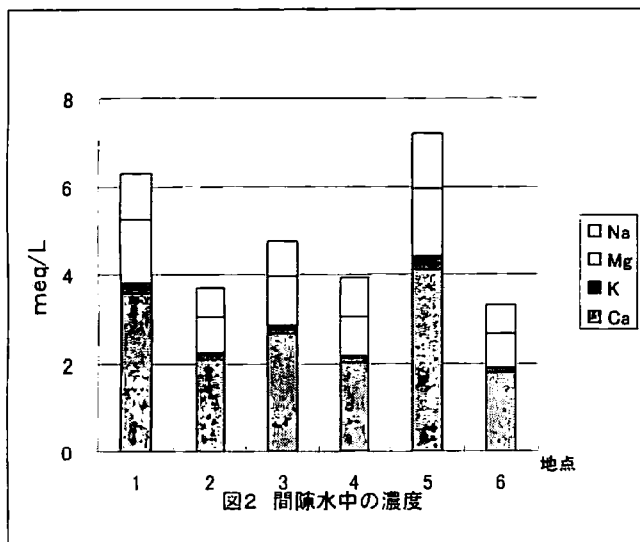


図2 間隙水中の濃度

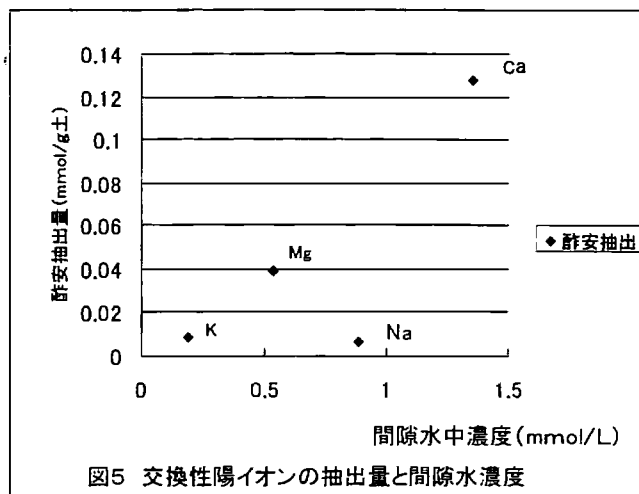


図5 交換性陽イオンの抽出量と間隙水濃度