

# 琵琶湖湖岸砂浜帯における間隙水中の生元素化合物の鉛直分布

\*天橋望, 赤塚徹志, 敖蘭, 辛賢善, シュレスト・バンダナ, 後藤直成, 三田村緒佐武  
滋賀県立大学 環境科学部 湖沼環境実験施設

## <はじめに>

琵琶湖の湖岸域において、砂浜湖岸の割合は北湖湖岸で約半分の面積を占めるほど大きいですが、湖岸開発によりその割合は大きく減少している。これらの砂浜湖岸には付着微生物が生育し、有機物分解や栄養塩吸収などによって湖岸の水質形成に寄与していると推測される。しかし、琵琶湖湖岸砂浜帯における生元素の動態を扱った研究は限られている。

そこで本研究では、琵琶湖湖岸の砂浜帯における間隙水の生元素化合物の鉛直分布とその動態を明らかにすることを目的とした。また、砂層の物理化学的性状および付着藻類の光合成活性を調査し、生元素の分布および動態に影響を及ぼす要因を考察した。さらに、室内実験において、砂浜帯の砂による水質変動を明らかにし、生元素化合物に対する除去作用を水質浄化機能として評価した。

## <方法>

野外調査については2008年10月から12月、室内実験については2008年12月に行った。調査地を彦根市松原(以下、松原)、東近江市大中(以下、大中)、近江八幡市沖島(以下、八幡)の3つの砂浜帯とした。波浪の影響による違いを明らかにするために、沖帯に向かって開放的な地点として松原と大中、沖帯に沖島が位置しているために、地形的に波浪の影響が弱まっている地点として八幡を選んだ。

各砂浜帯の砂層深度0-30 cmにおいて間隙水の生元素(栄養塩、溶存有機炭素)の鉛直分布を調査した。また、生元素の分布に影響を与える要因として、主要イオン濃度、砂層性状(粒径分布、有機物量、含水量)、付着藻類の現存量および光合成活性も並行して測定した。室内実験では、滅菌処理した砂または未処理の砂を入れた砂層カラムを作成し、生物作用および非生物的作用による水質変動を測定した。さらに、

砂層カラムを通過する回数による水質変動についても検証するために、2回目と3回目の採水については砂層カラムを循環させた試水の水質変動を測定した。

アンモニア態窒素をインドフェノール法、亜硝酸態窒素をBR法、硝酸態窒素をイオンクロマトグラフ、リン酸態リンをアスコルビン酸還元法、溶存有機炭素を燃焼酸化-赤外吸収法にそれぞれ基づいて測定した。主要イオン濃度をイオンクロマトグラフ、粒径分布をふるい法、クロロフィルa濃度を蛍光法、生産を酸素法で測定した。

## <結果>

砂層性状は松原と大中では鉛直的な変動が少なかったが、八幡では砂層深度10 cmを境に大きく変動した。また、各調査地における底質は異なっており、松原で礫、大中で砂、八幡で礫と砂の割合が大きい砂浜帯であった。特に大中では鉛直方向に細かい粒径の砂が一様に分布していた。

付着藻類の現存量は、松原と八幡では10月から12月にかけて減少し、12月には光合成活性はみられなくなった。一方、大中では、10月から12月にかけて現存量は大きく増加し、光合成活性が安定してみられた(図1)。

生元素分布は、深度15 cmを境として松原の下層で硝酸態窒素が増加した。一方、大中では、硝酸態窒素は上層で高く、下層ではアンモニア態窒素の増加とともに減少する傾向を示した(図2)。

室内実験では、未処理の砂層カラムでアンモニア態窒素が減少し、硝酸態窒素が増加した。また、リン酸態リンは未処理および滅菌処理の両方で減少し、特に未処理で減少幅は大きかった。また、経時変化について、砂層カラムを循環させた試水と一度通過した試水にはほとんど変化はみられなかった(図3)。

## < 考察 >

砂層性状について、波浪の影響の弱い八幡においても深度 10 cm を境に変動していたことから、砂浜帯上層の深度 0-10 cm では、琵琶湖の水位変動や波浪による攪乱の影響を受けるため、環境が変わりやすいと考えられた。さらに、松原および大中では、下層まで湖水を起源とする間隙水が流動するが、八幡では上層の砂層深度 0-10 cm の限られた範囲でのみ湖水を起源とする間隙水が流動している可能性が考えられた。

付着藻類の現存量と光合成活性については、大中において細かい粒径の砂が鉛直的に一様に分布していたことから、付着基質としての安定性を維持されやすいために光合成活性をもつ付着藻類の現存量が多かったと考えられた。

生元素化合物の鉛直分布については、松原および大中では、波浪による攪乱を受けやすいため、酸素が豊富な直上水と間隙水が交換されやすく、そのために、好氣的環境になりやすいと考えられた。したがって、硝酸態窒素が増加する要因としては、硝化活性が高い可能性が考えられた。また、大中では粒径の細かい砂が大きな割合を占めていた。そのため、大中の下層では、直上水と間隙水の交換がされにくく、酸素が供給されにくいと考えられる。したがって、アンモニア態窒素および硝酸態窒素の動態から、大中では、砂浜帯の下層が還元的な環境であった可能性が考えられた。

以上のことから、湖水を起源とする間隙水の流動は、波浪による影響の程度や砂浜帯の粒度組成によって変化すると考えられた。さらに、酸素の供給源となる直上水の浸透度合が異なるために、砂浜帯の砂層において上層と下層で異なる酸化還元環境であることが推察された。

室内実験では、未処理の砂層カラムでアンモニア態窒素が減少し、硝酸態窒素が増加したことから、砂層カラム内では硝化活性が高いことが示唆され、野外調査における結果と一致した。また、リン酸態リンは未処理および滅菌処理の両方で減少した。リン酸態リンは、滅菌処理の砂層カラムにおいても未処理の約 50 % の減少がみられ、非生物的な吸着作用などによる影響も大きいと考えられた。また、経時変化においてほとんど変化がみられなかったことから、砂

層カラムを一度通過するだけで砂の浄化能が発揮されると考えられた。

本研究から、琵琶湖湖岸砂浜帯では、鉛直的に酸化還元環境が変化するため、ある深度を境に上層と下層で物理化学的な環境が異なると考えられた。また、砂浜帯は波浪による攪乱の程度や砂の粒径の違いから、非常に不均一な環境にあったが、硝化作用やリンの吸着・吸収などの水質変動は、琵琶湖の水質形成にとって重要な役割を果たしていると考えられる。

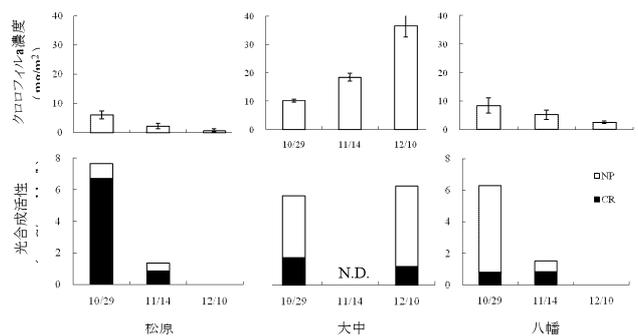


図-1. 各調査地における付着藻類の現存量と光合成活性

NP は純生産、CR は群集呼吸を示す。

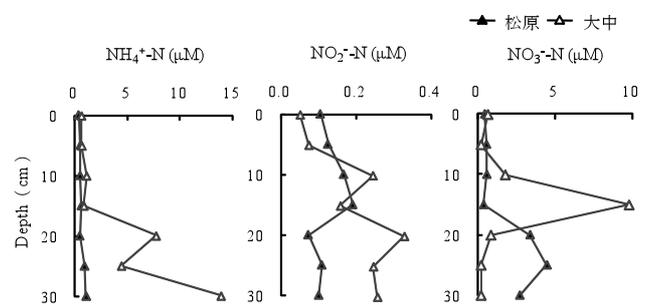


図-2. 松原と大中における間隙水の生元素化合物の鉛直分布。

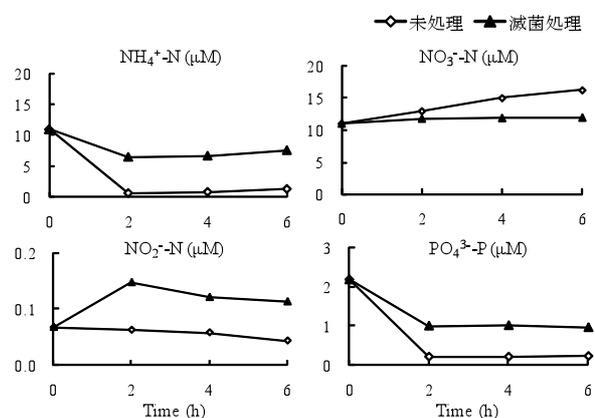


図-3. 八幡の砂層カラムを用いた生元素化合物の経時変動。