

潮汐による底泥-直上水間の水移動に関する研究

九州大学大学院 学生員 ○久保 浩司
 九州大学工学部 学生員 橋本 文子
 九州大学大学院 正会員 崎田 省吾
 九州大学大学院 フェロー 楠田 哲也

1.はじめに

一般に、河川感潮域における底泥-直上水間の主な物質輸送形態は、分子拡散や bioturbation によると考えられている。本研究では、潮汐変動により底泥内の気泡が収縮・膨張し底泥-直上水間で水の輸送が生じることに着目した。そこで、この新しい移流現象についてカラム実験より検証した。

2.実験方法

コンピューター制御された圧力装置の中に、河川感潮域(和白干潟、名島弁天橋下、多々良川、宇美川、下水処理場の計5地点、H.13年10月)から径7cm、高さ50cmの亚克力容器を用いて採取した未攪乱底泥コア(約40cm高)を図-1のように配置した。圧力装置を用いて潮汐変動に擬した加・減圧を6時間ごとに繰り返し試料に与えた。底泥-直上水間の移動水量は、亚克力容器に連結したマンメーターの水位と底泥表面高の変動量を経時的に測定し、それらの体積差とした。次に、直上水中には環境ホルモン物質である17β-エストラジオール(E2)、非分解性非吸着性の物質であるBr、及び非分解性吸着性の物質であるLiを添加し、それらの経日濃度変化を測定した。またブランクとして加・減圧を行わない系を同時並行で実験した。本実験では圧力変動を潮汐2m相当とし、1日に直上水から10mlを2本採取し分析を行った。実験は、室温20℃、暗所で2週間行い、直上水中のE2溶液は100ng/l、Br濃度は1g/l、Li濃度は10mg/lとした。E2分析はELISA法で行い、Br及びLi濃度についてはICP-MSで測定した。また底泥内の気泡量は、未攪乱状態の底泥体積とその底泥を湯せんにかけて気泡を抜いた後の体積の差とした。

3.結果及び考察

底泥に加圧-開放を繰り返した際の底泥-直上水間の移動水量を図-2に示す。これは潮汐による水圧変動が底泥内に存在する気泡(例えば脱窒によって生じたN₂等)を収縮・膨張させる事によって誘発されると考えられる。潮汐による水位の変動が起こると、底泥内にかかる圧力も変動する。上げ潮時は水位の上昇に伴い、圧力増加となり底泥内の気泡が収縮し、その体

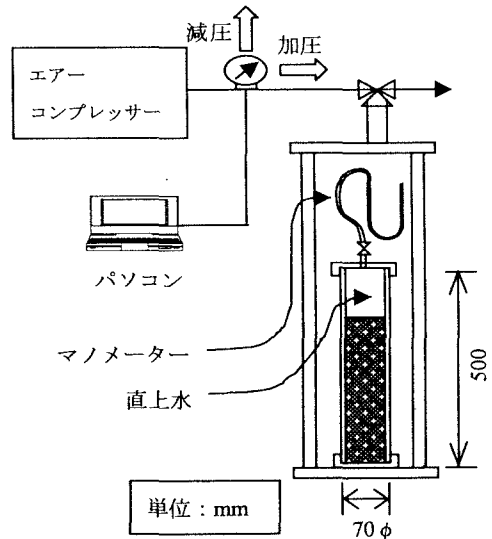


図-1 実験装置概略図

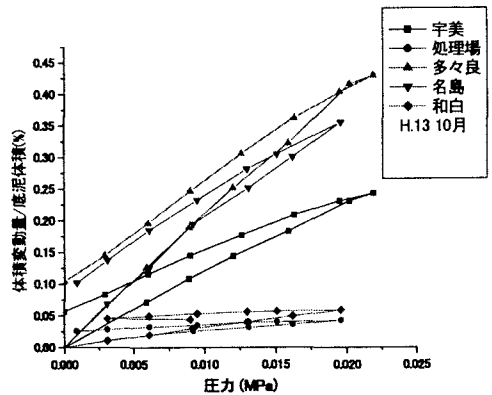


図-2 底泥-直上水間の移動水量 (水移動量/底泥体積)

積変化量が水の移動量となる。鉛直流は鉛直下方に起こり、直上水が底泥内に輸送される。下げ潮時は逆に、圧力減少となり気泡は膨張し、鉛直上方に直上水及び底泥内間隙水が移動する流れが生じる。この輸送には、底泥内に存在する気泡量が寄与するので各底泥について深さ方向の気泡量分布を測定した。その結果を図-3に示す。この図より下水処理場では、表層から5cmの所で気泡量の分布のピークが見られる。この気泡量と図-2の底泥-直上水間の水輸送量を比較すると、明らかな相関は見られない。次に、各底泥について透水係数を測定した結果を表-1に示す。下水処理場の底泥で気泡量が多いにも関わらず、輸送量が少ないのは、透水係数が低いことにより水の輸送が生じにくいためと考えられる。水の輸送量が多い、多々良川と名島については深さ方向に気泡が存在することと透水係数が高いことによると考えられる。このことから、水の輸送については気泡量だけではなく、水の透水係数に寄与するところが大きいことが分かる。

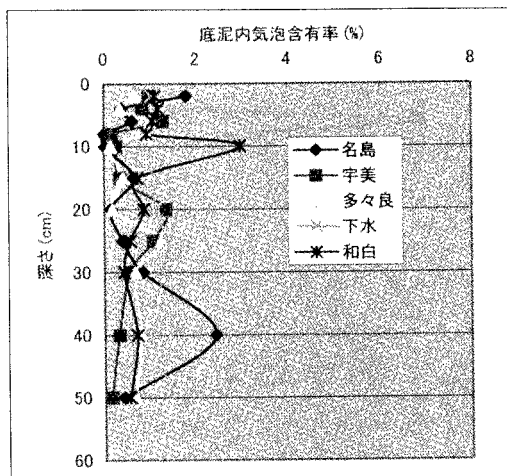


図-3 底泥内気泡含有率

表-1 透水係数 $k(m/s)$

宇美川	下水処理場	多々良川	名島弁天橋	和臼千潟
8.49×10^{-7}	5.28×10^{-8}	1.73×10^{-6}	8.94×10^{-5}	1.40×10^{-4}

次に、直上水中のBr濃度の経日変化について図-4に示す。実験開始からの経過日数に伴わずかではあるが濃度減少が見られる。実験開始の時点でBr濃度が添加した濃度より高いのは、自然環境中にもBrが存在することによる。E2の経日濃度変化について図-5に示す。E2は経過日数にともない明らかな減少傾向が見られる。場所ごとに比較すると、透水係数の高い和臼、名島、多々良で減少勾配が大きくなっている。これは、直上水中のE2が底泥内に輸送され、そこで吸着及び微生物分解されたことによると考えられる。加・減圧を行った底泥とブランクの直上水中濃度でそれほど差がないのは、今回の実験では底泥高がわずかに40cmであり、底泥内の気泡量が少なかったためと考えられる。

4.まとめ

河川感潮域では底泥内の気泡が水位の変動により収縮・膨張し、底泥-直上水間で水の輸送が生じている事が明らかとなった。この輸送には、底泥内の気泡量と底泥の透水係数が大きく関係する。Br、Liをトレーサーとした実験では、濃度変化があまり見られなかったが今後は底泥深さ方向への輸送を実験及びモデルを用い考察する予定である。

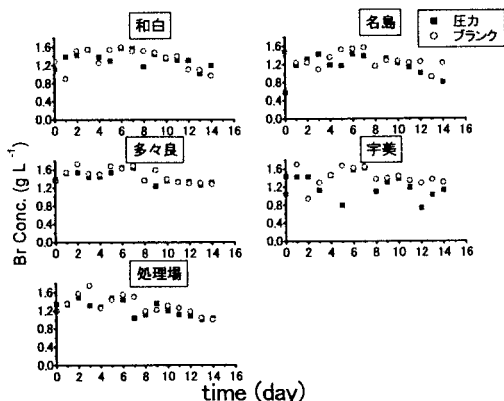


図-4 Br経日濃度変化

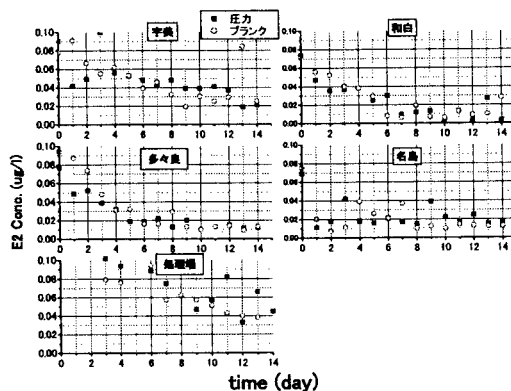


図-5 E2経日濃度変化