

新任教員紹介

土木工学科・助教 寺田一美

略歴

- 1981.2 福岡県生まれ
- 2004.3 筑波大学第一学群自然科学類物理学専攻卒業
- 2006.4 東京大学大学院新領域創成科学研究科修士課程修了
- 2009.3 東京大学大学院新領域創成科学研究科博士課程修了
- 2009.4 現職

担当科目

土木工学実験、水理学、上下水道工学、土木防災実験、土木工学ゼミナール



研究活動内容

1. 研究概要

沿岸域は、大気、水、陸地の3者が接する特徴的な空間であり、そこではさまざまな物質の活発な循環が繰り返され、人類を含む生態系の活動に深く関わってきた。特に、流域開発は人間社会を支え、生活を豊かにすると同時に、流入負荷量の増加と、供給土砂量の減少が進行し、海岸侵食、栄養塩の蓄積による水質悪化、有害物質の蓄積などの問題が顕在化している。私はこれまで、沿岸域の持続的な利用には、自然現象を正しく理解したうえで、調和のとれた共生システムを実現する必要があると考え研究を進めてきた。

沿岸域が抱える諸問題の解決には、自然河川と都市河川という異なる河川での物質収支を定量化し、比較することが有効である。そこで私は、三面張の都市河川と、都市化の影響が少ない自然河川をもあわせ持つ離島である、沖縄県石垣島での現地観測に重点を置き、研究を行ってきた。

石垣島は横断距離が約10[km]という小さな島であるため、降雨等は島内でほぼ一致しており、市街地に隣接しコンクリートで護岸整備された新川や、自然のマングローム河川も存在し、河川の物質収支を河川形態ごとに定量比較するには最適である。

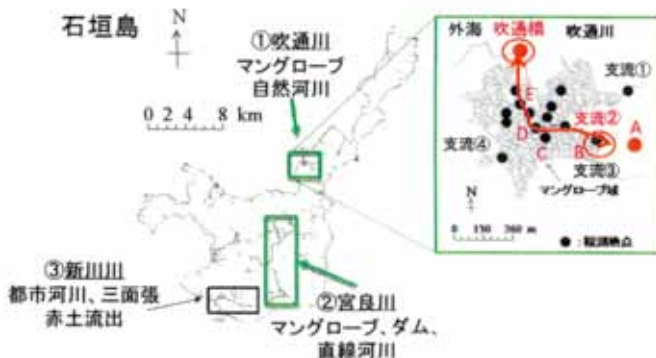


図-1 石垣島における観測地点

またマングローム河川は蛇行し、樹林帯が生育するなど典型的な自然河川の特徴を持ち、そこでの物質収支を把握しそれを河川形態ごとに定量比較することは今後の河川管理に有益であると考えた。そこで、これら4河川において、長期連続観測を行い、水収支、栄養塩フラックスの定量化、物質収支の比較を行ってきた。

2. マングロームクリーク内の水質時空間変動

2008年6月に図-1の吹通川マングローム水域において、Stn.A~吹通橋までの計6地点で定点連続観測を行い、クリーク内での物理環境・栄養塩の時空間変動を調査した。その下げ潮~上げ潮時の塩分・DOの河川断面分布、表層水の $\text{NO}_3\text{-N}$ と $\text{NH}_4\text{-N}$ を図-2に示す。

図-2からクリーク中の塩分は潮汐とともに変動し、干潮時にはマングローム密生域(B~D)の底層に高塩分水塊が滞留し、成層化していることがわかる。DOは、干潮時には高塩分水塊が存在した空間で貧酸素濃度を示した。これはマングローム密生域であるStn.B~Dの窪地で水塊が滞留したことにより、嫌気土壌によってDOが消費され貧酸素状態となったと思われる。

ここでクリーク内の栄養塩の変化をみると、DOの変化と対応し、 $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ は下げ潮~干潮時(14~16時)にマングローム密生域で増加していることがわかった。従ってマングローム水域では、マングローム樹木が存在することで流動抵抗が増し、河道に多量の有機物が蓄積され、貧酸素化が誘引され、栄養塩が徐々に放出されることが明らかになった。

3. マングローム自然河川における物質収支

マングローム水域におけるSS(土砂)収支を換算した結果、降雨時に大量のSSがマングローム域に堆積することが明らかになった。水中のTN(全窒素)、TP(全リン)の分析結果がSSとの相関が良かったことから、懸濁態栄養塩も同様にマングローム域に大量に堆積していることが立証された。一方、溶存態栄養塩は、晴

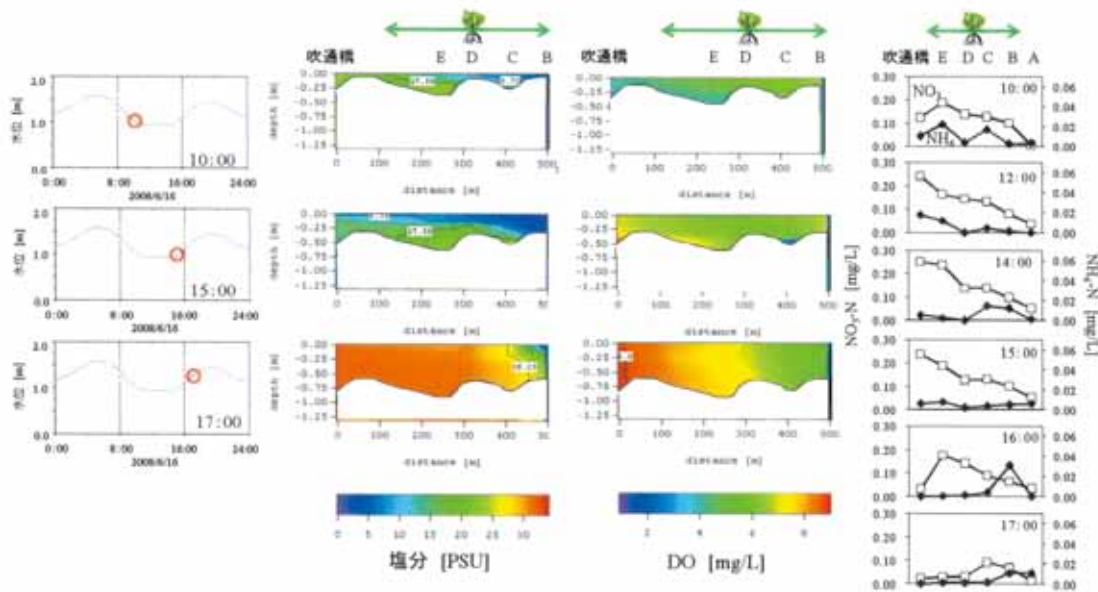


図-2 クリーク内の塩分・DOの時空間分布および表層NO₃-N、NH₄-Nの変化

天が続き海水交換が滞ると、クリーク内が嫌気状態となり、マングローブ土壤中に貯まったNH₄-Nの溶出が促進され、通常の2~6倍の濃度で沿岸域に流出されることがわかった。これはNH₄-Nの土壌含有量がマングローブ中央域で最も高いことや、溶出実験の結果からも裏づけられ、このようなSSの沈降、溶出の過程で物質循環がマングローブによって平滑化されることが明らかとなった。

同様の調査を夏季(2008年6月)にも行い、冬季と夏季で比較した結果、吹通川マングローブ水域では、冬季にSS、TNを堆積し、夏季にマングローブ沖合の沿岸域へ流出させる傾向にあった。さらにそれらを総じてみると、マングローブ水域で堆積と流出のバランスがとれていることが示唆された。一方TPは夏季にも冬季にもマングローブ密生域に堆積傾向を示し、夏季の降雨後のみ流出傾向となり、窒素とリンで挙動が異なることが判明した。またTPのマングローブ域への堆積量は、冬季のほうが夏季の10倍近く多かった。

さらに、マングローブより沖の海域を中心に考えると、冬季、夏季どちらも下げ潮時に、マングローブ水域から低濃度の栄養塩が流出していた。これはマングローブ水域が、沿岸生態系への栄養安定供給源となっていることを意味している。

4. 三河川同時観測によるマングローブの機能抽出

2008年6月の吹通川、宮良川、新川川の同時観測で得られた水質データから、水温、降水量は三河川でほぼ変わらないものの、塩分を比較してみると吹通川では下げ潮時に15[PSU]、宮良川は最低0[PSU]まで減少し、潮汐影響が大きい吹通川と、流域面積が広く河川の影響を大きく受ける宮良川の違いが明らかになった。

一方都市河川では、降雨後に急激に水温・塩分が低下し、濁度は最大38倍にまで急増した。同じ時間帯の吹通川、宮良川では、目立った変化は見られなかった。だが降雨から4~5時間後の2008年6月17日7時頃に、吹通川の濁度が上昇し、最大約3倍の濃度となった。吹通川マングローブ水域では、降雨に対する反応が遅れ、その増加量も新川に比べると格段に小さくなること、すなわち新川川でみられたような濁度のピークを

平滑化する機能があることが示唆された。

宮良川でも同様に、約4-5時間のタイムラグのあと、塩分は急低下、DOは上昇し、濁度は最大約35倍もの高濃度となった。宮良川のマングローブ植生面積は約0.15[km²]と、吹通川(約0.13[km²])とほぼ変わらないにも関わらず、降雨の影響が大きく表れていた。これは、宮良川の上流に島内最大のダムがあることや、直線状の河川形態が及ぼす影響が、マングローブ植生の持つ平滑化機能を上回る結果となったと考えられる。栄養塩の結果をみると、全体的な濃度傾向は新川川>宮良川>吹通川と順に小さくなり、新川川は常に高濃度の栄養塩を流出し、降雨後にはSSが約80倍、TNは約3倍、TPは約15倍も増加し、この急激な栄養塩の増加が、新川川沿岸の富栄養化の一因となることが示唆された。一方、吹通川の栄養塩は常に低濃度であり、降雨による大きな影響は見られなかった。すなわちマングローブ水域には、降雨時の物質流出のタイミングをずらし、SS、栄養塩の流出フラックス量を抑える機能があることが判明した。

5. 今後の展望

本研究によりマングローブ自然河川では、上流からの土砂を貯め込み降雨時の過剰流出を緩和し、晴天時には栄養塩を溶出し沿岸に流出させるなど、これまでの都市河川にはない様々な機能を持つことが判明した。すなわちマングローブによって沿岸生態系における物質循環が平滑化されている可能性が示唆された。

マングローブ域の沖には、アマモやサンゴ礁をはじめとした豊かな沿岸生態系が創られていることが多いが、近年石垣島のサンゴ礁では、農地からの赤土流出によって、その表面が覆われ死滅する問題が多発している。本研究で調査を行った吹通川沿岸には豊かなサンゴ礁が形成されており、これは河口に土砂を沈降させ、沿岸へ過剰に流出させないという、本研究で明らかになったマングローブの機能が影響を与えていると考えられる。また土砂だけでなく、栄養塩溶出も沿岸生態系の生育に効果があると予想されるが、河川からの寄与が沿岸生態系に与える効果はほとんど解明されておらず、今後更なる研究が望まれる。