

石垣島名蔵湾における土砂・栄養塩動態に関する現地観測

東京工業大学大学院	理工学研究科	学生会員	久保田 龍三朗
東京工業大学大学院	理工学研究科	正会員	大澤 和敏
東京工業大学大学院	理工学研究科	フェロー会員	池田 駿介
琉球大学大学院	工学部	正会員	赤松 良久

1. 序論

農地などの面源における過度の土砂生産に始まり、河川および沿岸域における土砂・栄養塩輸送が顕著である沖縄地方では、この問題を赤土流出と称して、サンゴをはじめとする沖縄地方独自の自然形態を破壊する要因として問題視している。そこで、本研究では沖縄県石垣島名蔵川流域圏を対象として現地観測を行い、名蔵湾における降雨時の土砂・栄養塩動態の把握を目的とした。

2. 現地観測

観測地概要を図-1に示す。R-3は名蔵川流域の末端(名蔵大橋)である。名蔵湾の比較対象地域として、人為的影響が少ない石西礁湖をS-16とした。S-5, S-16およびR-3では設置型観測機器による連続自動計測を、S-1~S-16およびR-3では採水を実施した。連続自動計測の観測項目は、流速、水深、濁度、雨量、風向風速で、採水試料の分析項目はSS濃度、硝酸態窒素NO₃-Nである。採水日は、2006/6/25, 2006/9/27, 2006/12/14, 2007/2/7である。降雨時であった2006/12/14は湾内をさらに密に採水した。無降雨時の採水は、河川水が湾内へ流入した時の影響を調査するために行なうので引き潮時に行なった。2006/12/14の湾内の採水は、降雨直後の13:00から開始した。

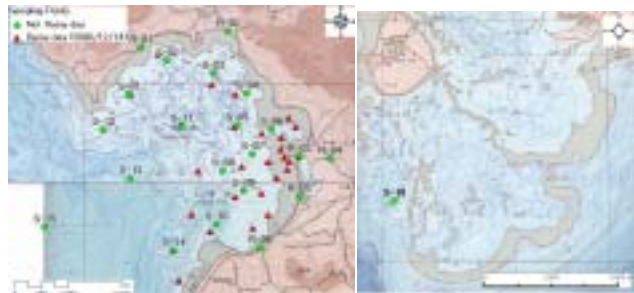


図-1 名蔵湾(左)および石西礁湖(右)の観測点

3. 観測結果

図-2に2006/9/15~2006/9/18の台風時の名蔵湾における測器連続観測の結果を示した。上から雨量, R-3におけるSS濃度, 風速およびS-5における流速, S-5およびS-16における濁度およびS-5における水深である。図-3に2006/12/13~2006/12/15の名蔵湾における観測結果を示した。上から雨量, R-3でのSS濃度およびNO₃-N濃度, 風向, 風速およびS-5における流速, 濁度および水深である。図-4にそれぞれの観測日における湾内のSS濃度分布の結果を、図-5にそれぞれの観測日における湾内のNO₃-N濃度分布の結果を示した。

(1) 湾内のSS濃度

無降雨時の引き潮時にR-3から湾内へ流入するSS濃度はおよそ15mg/Lであった。その状況下で湾内のSS濃度分布は図-4の2006/9/27および2006/2/7の分布であった。平均SS濃度は、それぞれ2.3mg/Lおよび4.4mg/Lであり、最大SS濃度は2007/2/7の5.8mg/Lであった。図-3より降雨時である2006/12/14には最大でSS濃度約300mg/Lの濁水が湾内に流入したことがわかる。無降雨時よりSS濃度が約20倍の濁水が流入したため、降雨時の2006/12/14湾内のSS濃度の最大値は湾南東部で15.8mg/L、その地域の平均SS濃度9.6mg/Lであり、無降雨時より高かった。さらに同観測日の湾南東部以外の平均SS濃度5.6mg/Lより高かった。

(2) 湾内のNO₃-N濃度

無降雨時の湾内のNO₃-N濃度分布は図-5の2006/6/25, 2006/9/27および2007/2/7の分布であった。平均NO₃-N濃度はそれぞれ4.5μg/L, 3.0μg/Lおよび2.7μg/Lであり、その中で最も高いNO₃-N濃度は2006/6/25の11.7μg/Lであった。降雨時である2006/12/14のNO₃-N濃度の最大値

キーワード 赤土流出 物質輸送 沿岸域 土砂・栄養塩 風向・風速

連絡先 〒152-0013 東京都目黒区大岡山 2-12-M1-1 東京工業大学 TEL03-5734-2597 FAX03-5734-3577

は湾内南東部で $131\mu\text{g/L}$ であった。その地域の平均 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は $79.5\mu\text{g/L}$ であり、無降雨時よりも高かった。さらに同観測日の湾内南東部以外の平均 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度 $5.7\mu\text{g/L}$ より高かった。

(3)濁水の挙動

図-2および図-3のS-5における流速と風速の観測結果より、名蔵湾の流速は湾内の風速に依存していることが分かる。それは、風速が速くなり始めてから流速が速くなっているためである。図-2より台風時は流速の増大とともに濁度が増大しているが、図-3より風速 10m/s 程度の降雨時では流速の変化に伴う濁度の変化は見られなかった。これより風速 10m/s 以下では顕著な底質の巻き上げは起こらないと考えられる。よって、湾内南東部のSS濃度や $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が他の観測点より高かったのは、底質の巻き上げによる影響ではなく、R-3より流入した濁水が移流・拡散した影響であったと考えられる。図-3よりSS濃度 300mg/L の濁水が湾内に流入していたときの風向は北西であった。この時、流速は南東へ向かう成分が最も速くなると考えられる。それゆえ、図-4および図-5のように南東部でSS濃度および $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が、それ以外の観測地点より高くなったと考えられる。さらに、台風時である図-2において、S-5とS-16の濁度を比較すると、S-5における濁度の変化が顕著であることが分かる。これより人為的影響が大きい名蔵湾では石西礁湖より土砂が堆積していることが考えられる。

4. 結論

(1)降雨時の濁水流入の影響を定量的に把握することができた。風速 10m/s 、北西の風の状況下で、最大SS濃度約 300mg/L の濁水が湾へ流入した後では、湾内南東部のSS濃度および $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度がそれ以外の地域より高かった。その最大値はSS濃度が 15.8mg/L 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が $131\mu\text{g/L}$ であった。またこれらの値は無降雨時より高かった。

(2)台風時と台風より風速の遅い降雨時の観測結果から風速、流速、濁度に関連性があることが分かった。これより名蔵湾は石西礁湖より土砂堆積が進んでいることが示唆された。

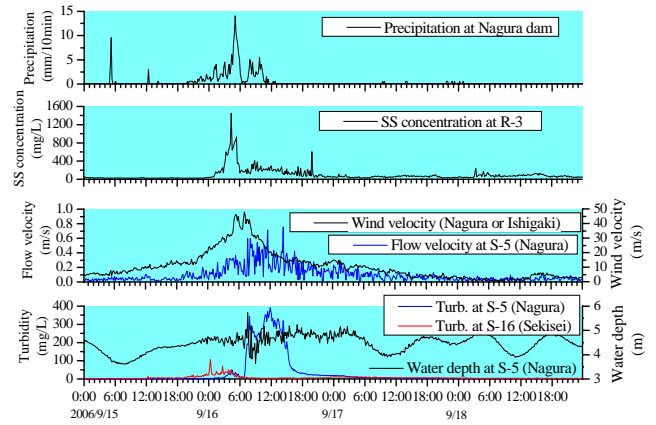


図-2 台風時の名蔵湾における観測結果

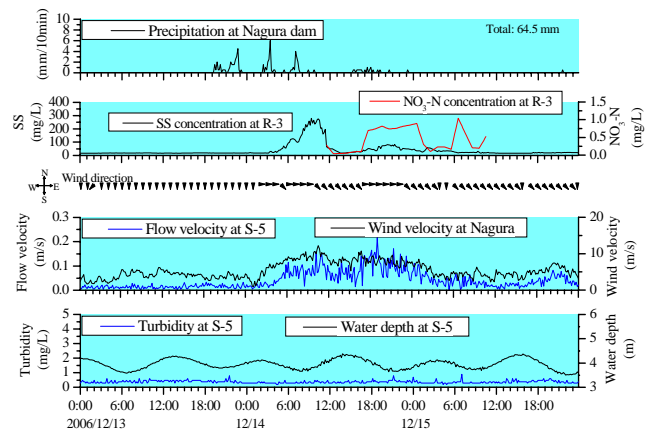


図-3 降雨時の名蔵湾における観測結果

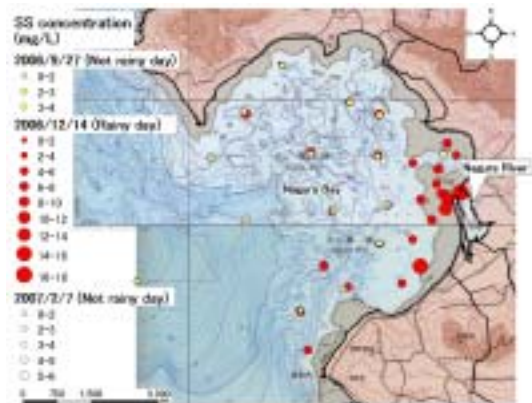


図-4 名蔵湾におけるSS濃度分布

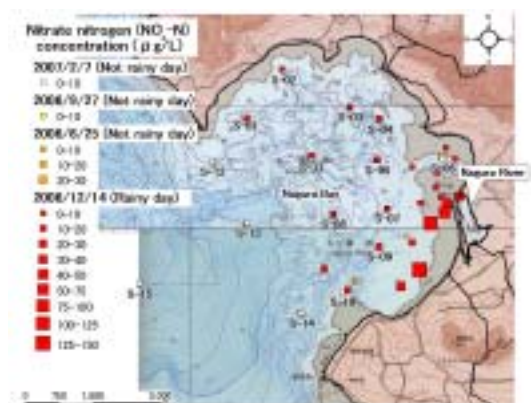


図-5 名蔵湾における $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度分布