

VII-195

都市河川感潮部における一酸化二窒素の挙動に関する基礎的研究：その2

財団法人電力中央研究所 今村 正浩 九州大学 李 昇潤 地域振興整備公団 森 浩光
九州大学 楠田 哲也 九州大学 大石 京子

1. はじめに

N_2O の発生は、淡水域への人為的負荷による発生量の増加など自然条件下における生物学的要因によるものについて未知の部分が多く、その全体像が明かにされていない。Bouwan (1988)、Keller (1986) がまとめた N_2O 発生量の推算によると、施肥土壌・自然土壌（熱帯、亜熱帯、温帯、ツンドラ）からの発生量が多く、海洋及び沿岸、河川においても少なくないことが示されている。一方、吸収源には、水、大気圏内での光分解などが考えられている。現段階では、発生量はさほど多くないが、寿命が長い（滞留時間が長い）ことから、増加原因の解明及び発生量の把握を行い、発生量の削減方策を樹立することが緊急の課題となっている。

本研究では、都市域における N_2O の発生に着目し、そのなかでも人為的インパクトが大きいと考えられる、下水処理水・生活排水等の流入がある都市河川感潮域を対象とし、定期的に水質を調査した。その結果をもとに、 N_2O の挙動と関連物質濃度の時間的変化、及び対象区域内での物質移動について検討した。

2. 調査対象と方法

調査対象は、福岡県の2級河川である多々良川水系（多々良川、宇美川、須恵川の3河川）である。図1に調査地点の概要を示す。多々良川と宇美川の合流地点に下水処理場があり、満潮時には堰のある多々良橋、須恵川中流まで、海水が遡上する。多々良橋の直上には、流域下水道の処理水が放流されている（日量5000 m^3 ）。流域では宅地化が進み、人口も増加している。上流域では、下水道の整備が進行しているが、依然として雑排水の流入が見られる。

調査地点として、海水が侵入する河口地点（名島弁天橋）、下水処理場より上流に位置し雑排水流入の影響を考慮できる3地点（松崎橋・塔の本橋・休也橋）、及び処理水放流地点の計5地点を設けた。河口部、処理場を中心に区域を設定し満潮・干潮・満潮の14～16時間（1時間毎）測定を行った（1995年6月20日、9月20日、12月13日）。

水質分析項目は、 N_2O 、無機三態窒素、T-N、塩分、DO、溶解性全有機炭素、Chl-a、pH、水温である。

3. 観測結果及び考察

図2に名島弁天橋と塔の本橋での各時期における塩分の鉛直分布の時間変化を示す。名島弁天橋では、各時期とも落潮時に低濃度水塊が表面を流れていた。また、張潮時には、底層部から徐々に高濃度の流体が侵入する緩混合型である。塔の本橋では、満潮時にやや塩分が底層で高くなっている。また、12月は名島弁天橋と比較しあまり

差がなく、鉛直混合が進んでないことがわかる。図3に名島弁天橋での各時期、12月時の塔の本橋と松崎橋における N_2O 濃度鉛直分布の時間変化を示す。名島弁天橋では、各時期いずれも落潮時に高濃度の N_2O が表層において湾外へ向けて流出していることが分かる。12月には6・9月（約60 $\mu g/l$ ）に比較し、高濃度（130 $\mu g/l$ ）となっている。本川の固有流量が0.4 m^3/s と最も少なく、底層の水温が低く、しかも楔状の塩分遡上が顕著なことが、この濃度の違いに大きく影響していると考えられる。松崎橋と塔の本橋では、張潮時に高濃度の N_2O （約200 $\mu g/l$ ）が遡上し宇美川の塔の本橋では、干潮時に低濃度水塊が流れている。これらのことから、設定区域内で N_2O が発生していることが分かる。さらに処理場から塔の本橋間の底質間隙水中（表層1cmまで）での N_2O 濃度（200～300 $\mu g/l$ ）が高いことから、

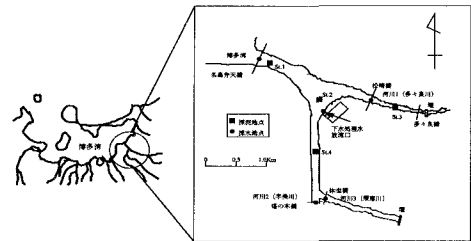


図1 観測地点概要図

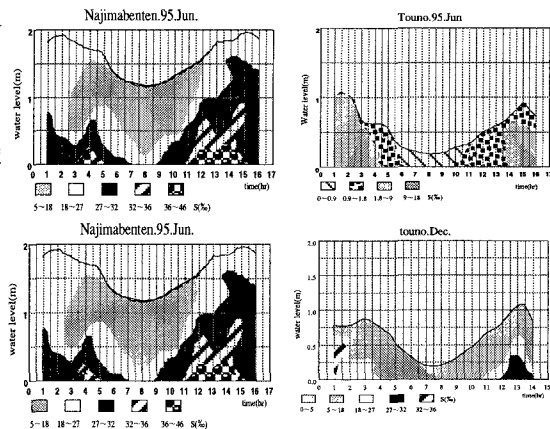


図2 各時期の塩分の鉛直分布経時変化

生成源が底質にあるといえる。塩分遡上の変化、測定時刻の違い（6月：14時～5時、9月：6時～20時、12月：13時～2時）、また季節的な水温変化（6、9月：約23℃、12月：約11℃）が、底質から河川水、河川水から気相への N_2O 移動に影響を与えたと考えられる。各態窒素濃度は、名島弁天橋で干潮時に表面で、塔の本橋では、満潮時に底層から水面にむけて高くなっていた（図4参照）。これは干潮時に、処理場の放流水があまり希釈されずに、河口部まで流下したと考えられる。逆に、満潮時には放流口が水面下に水没するため、上流側で緩やかに濃度が上昇したと推測される。しかし、12月には河川水の温度が放流水のそれと比べ低くなることから、密度差により表層を流れ、その結果落潮時に表層に高濃度水塊が現れている。pHは、海水の遡上に伴い底層で一時的に上昇している。松崎橋では、pHはあまり変化せず（pH8；9月）、かなり高い値で安定している。これは、海水と少ない河川水及び処理水の混合が松崎橋付近では充分進んでいることによると考えられる。図5にクロロフィルa濃度の経時変化を示す。これらは無機態窒素と逆で、名島弁天橋では張潮時に、上流部（塔の本橋）では干潮時に最も高い値を示し、海域からの流入があると考えられる。

図7に、各時期における区域内での1潮時の物質移動量を示す。 N_2O の区域内からの純流出は、6月が29.5kg/day、9月が14.5kg/day、12月が55.8kg/dayであった。9月は6月に比し固有流量が多く、その分、名島弁天橋からの流出量は多くなっている。また9月の松崎橋

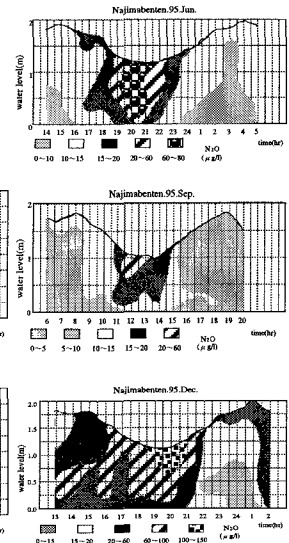


図3 各時期の N_2O 濃度鉛直分布経時変化

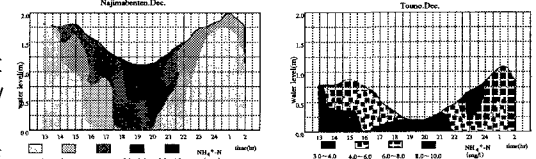


図4 12月における NH_4-N 濃度の鉛直分布経時変化

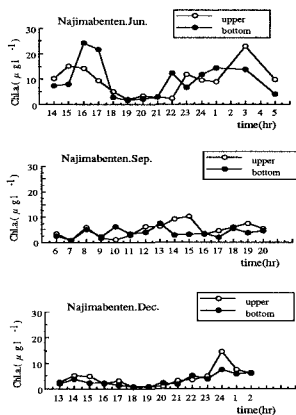


図5 各時期のchl.a濃度経時変化（名島弁天橋）

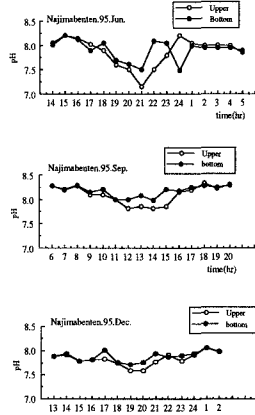


図6 各時期のpH経時変化（名島弁天橋）

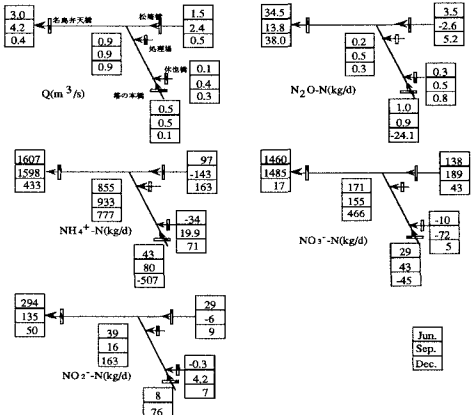


図7 区域内物質移動量（上段：6月、中段：9月、下段：12月）

から上流への流出は、鉛直分布の経時変化から表層にとどまり濃度が高くなっていたことによると考えられる。12月は、固有流量が少なく、塔の本橋では日潮不等のもとで満潮時に高濃度水塊が現れたため、上流側へかなり流出したと考えられる。9月の流量の方が6月のものより大きかったにもかかわらず、 NH_4^+-N 、 NO_3^--N ともに6月と流出量にあまり差が生じていない。全体の収支からみると名島弁天橋からの N_2O の流出はほとんどが底質由来と考えられる。12月は処理場からの NO_2^--N ・ NO_3^--N の流入量が多く逆に区域内での消費が見られる。これは、底質間隙水中の無機態窒素濃度と大きく関わりがあると考えられる。また、T-N濃度は各地点ともに無機態窒素の合計に近くっており、河川水の有機態窒素濃度は低いと考えられる。