

砂礫堆における河川水浄化能の定量化に関する現地実験

Field Experiments on the Aerobic Degradation of Dissolved Organic Carbon in a Sand Dune Subsurface Zone

伴 道一^{*} , 倉田 貢次^{*} , 大年 邦雄^{*} , 藤原 拓^{*}

Michikazu Ban , Koji Kurata , Ootoshi Kunio and Taku Fujiwara

はじめに

高知県吾川郡伊野町で仁淀川に合流する相生川(流域面積約0.70km²,延長0.6km)は,市街地を貫流する平水流量が0.55m³/sec(2002年)の小河川である.本川はこの大半を占める製紙排水により恒常的に白濁し,これが仁淀川河川敷ならびに合流部下流域の水質悪化と景観阻害を招くという現状にある.

1997年~2001年の観測値によると,相生川のBOD75%値は平均で23mg/L,SS75%値は平均25mg/Lであり,SS成分の大半は微細パルプ繊維からなる有機物である.これは環境中での生物学的分解が進行しにくく,緩流部や停滞部では大径のフロックを形成するという特徴がある.

河川水中の懸濁物の仁淀川本流への直接流入を回避するため,パルプ残渣の沈殿を目的とした沈殿池が仁淀川堤外の砂礫堆に設けられている.本報告では,沈殿池内での河川水質の変化過程,砂礫堆地下への河川水の浸透状況,地下水の水質特性を把握し,現状砂礫堆の水質浄化能の定量化の試みについて報告する.

調査方法

調査対象とした砂礫堆は仁淀川左岸に延長約1200mにわたって形成されている. Fig.1には砂礫堆と観測定点の配置を示す.河川水は長さ約300m(幅:25m,深さ:1.5m)の沈殿池を経由し,末端で数本の筋に分流して仁淀川へ流入する.

樋門から沈殿池を経由して仁淀川へ流入するまでの相生川河川水の水質縦断変化,沈殿池におけるパルプ残渣の堆積状況,そして仁淀川への影響を把握するために,2002年6月と9月に調査を行った. A1, A2, P000, P125, P250, N1および砂礫堆に設置した観測井戸W1, W2, W4でpH,水温,EC,DO,BOD,SS,VSS,TOC,各態窒素,および各態リンを測定した.

さらにW1とW2の間に新たに11本の観測井戸を格子状に設け,2003年7月と12月には浸透流水の流向流速の推定と詳細な水質測定を実施し,砂礫中での有機物の好氣的分解と脱窒反応について定量化を試みた.

結果

2002年の調査によると,砂礫堆上を流下する間に河川水中のSS成分が沈降除去されるとともに,溶存有機物の増加が見られた.しかしパルプ残渣

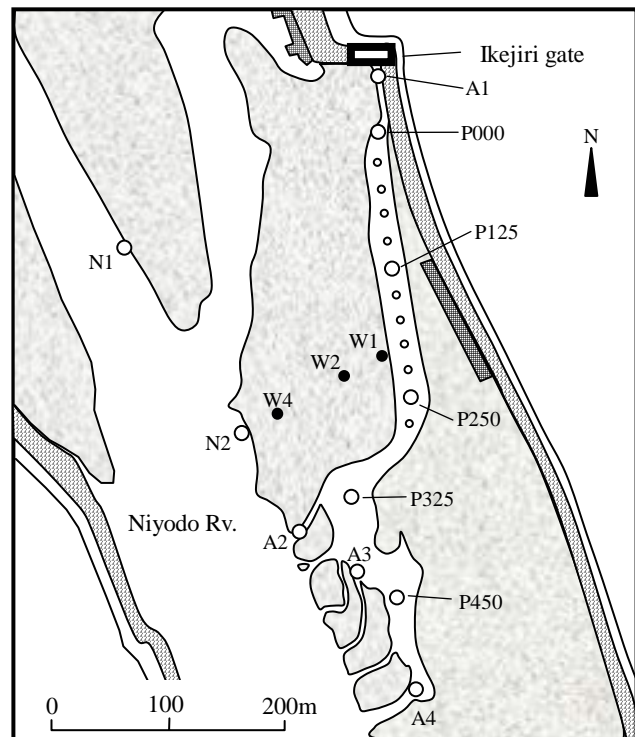


Fig.1 Plane view of experimental sand dune area.

^{*} 高知大学農学部 Faculty of Agriculture, Kochi University

キーワード:水質浄化,砂礫堆,地下水,有機物,自浄作用,細菌

が砂礫層の間隙を閉塞させ、砂礫堆地下へ浸透する河川水は25%程度と僅かであり、砂礫層における接触酸化作用が十分機能していないことが判った。

そこで2003年12月には椰子ガラ繊維による多段階ろ過によりSS成分を除去した河川水(0 SS 9.9, 平均値2.9mg/L)を砂礫堆地下へ強制的に供給し(約2.7L/sec), 新設した11本の井戸で地下水位と水質の詳細測定を行い, 溶存性有機炭素および溶存各態窒素の変化から, 有機物の好氣的分解, 硝化および脱窒の各反応について考察した。供給水のDOC濃度5.75mg/L, DN濃度0.46mg/L, 流量を乗じて算出したDOC負荷量は56g/hour, DN負荷量は4.5g/hourであった。この条件下で, 供給点から砂礫中を約6m流下する間で供給水中のDO8.24mg/Lの大半が消費された。

上述した酸素が消費されるまでの過程を化学反応論に基づく考察すると次のようになる。硝酸態窒素からアンモニア態窒素への還元反応を考慮しないならば, 脱窒反応による硝酸態窒素の減少 $\Delta\text{NO}_3\text{-N}$ をDNの減少 ΔDN で評価することができる。脱窒反応における菌体へ取り込みを考慮し, 実測した $\Delta\text{NO}_3\text{-N}$:0.24mg/Lを用いて脱窒反応によるDOCの減少量を計算すると0.12mg/Lが得られる(ここでは水素供与体

としてメタノールおよびグルコースを仮定して得られる値の平均で推算している)。この値を実測したDOC減少量から差し引くと3.87mg/Lが得られ, これがDOCの好氣的分解により炭酸ガスへと変化した炭素量と考えることができる。

$\text{NH}_4\text{-N}$ から $\text{NO}_3\text{-N}$ への硝化量はケルダール窒素濃度の減少量 $\Delta\text{K-N}$ に近似的に等しいと考えると, これは約0.04mg/Lと推算される。これらをもとに, 硝化細菌と好気性細菌の窒素および炭素の収率を考慮して, 溶

存有機態炭素の好氣的分解および硝化反応によって消費されるDO濃度を推算すると6.34mg/Lとなり, 実際のDO減少量7.31mg/Lに近い値が得られる。

以上のように河川水供給点近傍では接触酸化作用による有機物除去が確認されたが, 供給水量が少ないためにその反応はごく狭い範囲に限られた。ちなみに, 当該域においてダルシー則から算出した地下水流速より反応時間を求め, DOC反応速度係数を算出すると0.11/hour, 半減期は約6.3時間となる。

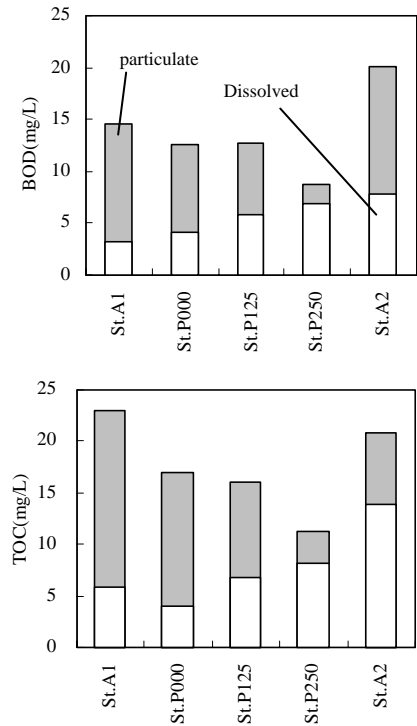


Fig.2 Longitudinal BOD & TOC profiles in the stream on the sand dune.

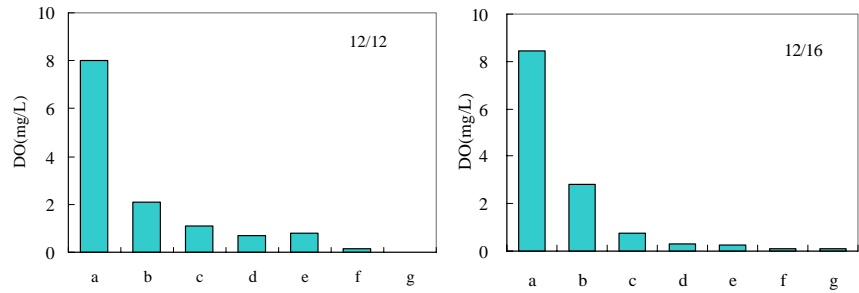


Fig.3 Transverse DO profiles of the groundwater below the sand dune.

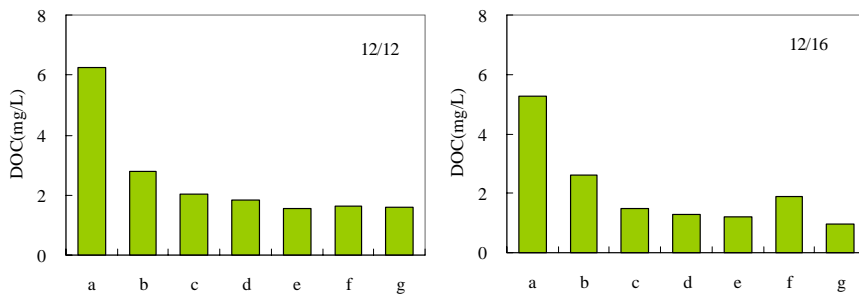


Fig.4 Transverse DOC profiles of the groundwater below the sand dune.