

II-459

接触材を用いた河川水の浄化に関する研究

岩手大学大学院 学生員 ○海藤 剛

岩手大学工学部 正員 相沢治郎 海田輝之 大村達夫

1. はじめに

近年、湖沼や内湾のような閉鎖性水域での富栄養化現象が慢性化しつつある。そこで本研究では、古くから吸着性が認められ、地下水の濾材として使用されてきている木炭と、カキの養殖で産出され野積みとなっているカキ殻を接触材として用い、有機物やリン、窒素などの栄養塩類が効果的に除去できるかを実験的に検討したものである。

2. 実験装置及び実験方法

図-1に実験装置を示した。反応槽の容量は27.2 lである。表-1に示す組成の人工河川水を定量ポンプにより反応槽隔底部に流入させ、対角隅上部より流出させた。今回は、水理学的滞留時間(HRT)を1時間と2時間で実験を行い、比較検討した。接触材はあらかじめ洗浄し、木炭は直径2cm長さ4cm程度、カキ殻は2×2cm程度に砕いたものを用いた。接触材の容量や、実験条件は生物の付着状況を考慮し、表-2の様に改善している。

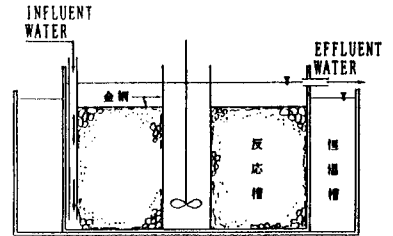


図-1 実験装置概略図

表-1 人工河川水の組成

Component	Concentration
glucose	6.0 mg-C/l
NH ₄ Cl	0.5 mg-N/l
NaNO ₃	1.0 mg-N/l
Na ₂ HPO ₄ · 12H ₂ O	
NaH ₂ PO ₄ · 2H ₂ O	0.03 mg-P/l

表-2 実験条件

水理学的滞留時間	接触材	接触材容量(l)	接触材固定方法	混合形式
HRT=2hr	木炭 カキ殻	10.4 2.7	金網 "	攪拌機 "
HRT=1hr	木炭 カキ殻	8.5 4.4	金網 "	攪拌機 "
(Run 1)	木炭 カキ殻	8.5 4.4	金網無し "	攪拌機 "
(Run 2)	カキ殻 木炭	4.4 8.5	金網無し "	曝気 "
(Run 3)	カキ殻 カキ殻	8.5 4.4	金網無し "	曝気 "

3. 実験結果及び考察

3-1 反応槽の混合特性及び再曝気特性 木炭、カキ殻各接触材反応槽の混合特性をNaClをトレーサーとしたδ応答法によって求めた結果、ほぼ完全混合で近似できることが分かった。また、各反応槽の再曝気係数は木炭反応槽については1.82day⁻¹、カキ殻反応槽については2.02day⁻¹であった。

3-2 生物膜の付着状況 水理学的滞留時間が1時間の場合は7日、2時間の場合は10日を過ぎると各反応槽共に、生物が目視できるほどになった。槽内の生物は、木炭反応槽内ではZoogloeaフロック、カキ殻反応槽内ではSphaerotilusが主であった。また、特にカキ殻反応槽内には繊毛虫類が多く観察された。しかし、HRT=2hrの場合に生物の増殖によって混合状態が悪くなり、基質が表面流のように接触材の上部を流れるようになり、処理成績が低下したため、経過日数が29日と58日目に接触材固定方法、攪拌形式などを変更した。

3-3 pHの変化 基質のpHが約6.5~7.0であるのに対し、木炭反応槽流出水ほとんど変化しなかった。一方、カキ殻反応槽流出水は7.0~7.4であり基質のpHを上回る傾向を示した。これは本実験で硝化が進んでいるのにもかかわらず、pHが下がらないことは、カキ殻の主成分であるCaCO₃(重量比で98%)からICの供給があり、アルカリ度の供給のあることを示している。

3-4 TOCの除去特性 図-2に木炭、カキ殻反応槽における炭素の経日変化(HRT=1hr)を示す。木炭反応槽流出水については、微生物によって有機物が分解され、TOC濃度が2.8mg/l程度まで低下する。カキ殻反応槽についても微生物の分解によりTOC濃度は下がるが、先に述べたようにCaCO₃が溶出し、HCO₃⁻として存在していると思われ、IC濃度が上昇し、その結果、TC濃度はほとんど変化していない。これはHRT=2hrの場合も同じ傾向となっている。

また、TOC濃度は0にならないが、流出水中のグルコース濃度は、定常時において常に0であった。一例として図-3に示した基質と木炭反応槽流出水のゲル分画結果(HRT=2hr)をみると、高分子成分に小さいピークが観察され、これは微生物代謝産物による難生物分解性の高分子有機物であると考えられる。

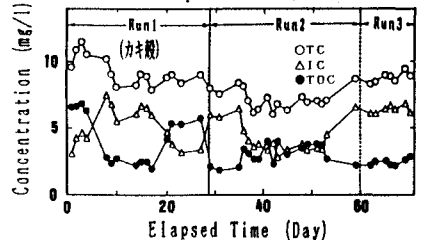
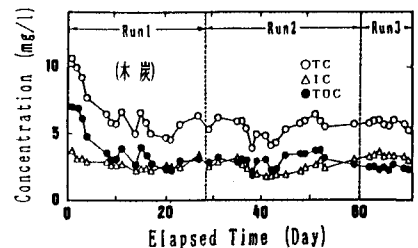


図-2 各反応槽における炭素の経日変化

3-5 窒素の除去特性 図-4に木炭、カキ殻反応槽における窒素の経日変化(HRT=1hr)を示す。木炭反応槽については $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が減少し、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度が増加し硝化が進むことを表しているが、 $\text{NO}_3\text{-N}$ はほとんど変化しなかった。カキ殻反応槽についても同様の傾向がみられるが、特にHRT=1hrの場合、過負荷のためか生物膜が厚くなり、下部が嫌氣的になっており、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の減少が観察された。

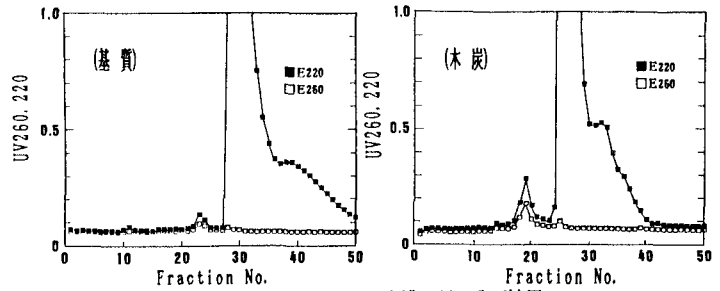


図-3 基質と木炭反応槽のゲル分画結果

3-6 リンの除去特性

図-5に木炭、カキ殻反応槽におけるリンの経日変化(HRT=1hr)を示す。木炭反応槽については実験開始後速やかに $\text{PO}_4\text{-P}$ 及び TP 濃度が減少している。カキ殻反応槽については、カ

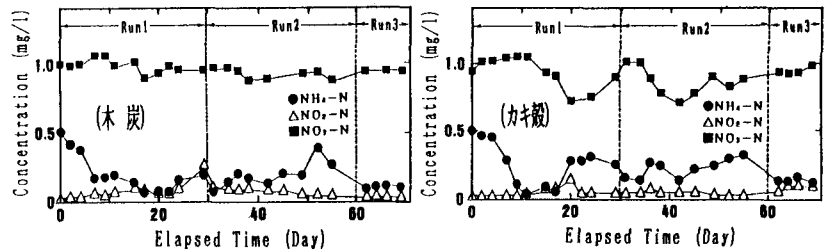


図-4 各反応槽における窒素の経日変化

キ殻よりリンが溶出するにもかかわらず¹⁾、生物の取り込みによって除去できることが明らかになった。

3-7 除去率及び速度定数 表-3に本実験条件毎のTOC、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 除去率を示す。除去率は比較的安定した時期の平均濃度より求めた値であるが、この基質濃度ではHRTよりむしろ混合状態によって影響を受けていることが明らかになった。また、HRT=2hrの1次反応での速度定数は表-4のようになった。

4. おわりに

HRTを1時間と2時間で連続実験を行った結果、この基質濃度ではさほど除去率は変わりがなく、むしろ混合状態によって影響されることが分かった。また、どの実験においても両反応槽において $\text{PO}_4\text{-P}$ は70%以上除去できることも明らかになった。窒素についても硝化が進み、HRT=1hrにおいては生物の増殖が進み、脱窒も生じることが分かった。しかし、硝化と脱窒が同時に活発に起こることは困難であり、この点については更なる研究が必要である。また、今後はSSも考慮した詳細な物質収支による除去機構の検討や、実際の河川水または低濃度の場合の除去特性なども検討する必要がある。

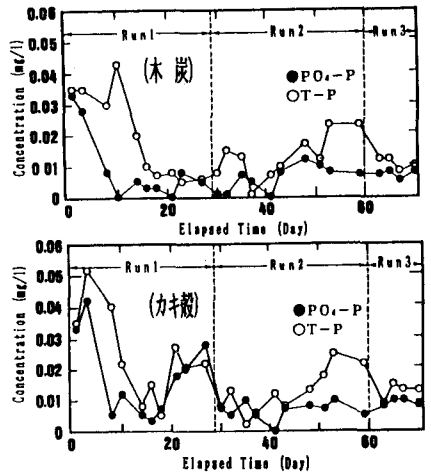


図-5 各反応槽におけるリンの経日変化

表-3 各実験条件毎の除去率

水理学的滞留時間 実験条件番号	HRT=2hr		HRT=1hr			
	木炭	カキ殻	木炭	カキ殻	木炭	カキ殻
TOC濃度(mg/l)	1.68	2.62	3.05	—	3.02	2.98
(除去率%)	(72.1)	(56.7)	(49.5)	—	(50.0)	(50.5)
$\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度(mg/l)	0.098	0.148	0.170	0.277	0.167	0.266
(除去率%)	(80.4)	(70.4)	(66.0)	(44.7)	(66.7)	(54.8)
$\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度(mg/l)	0.004	0.010	—	—	0.007	0.008
(除去率%)	(80.0)	(66.0)	—	—	(76.7)	(72.0)

表-4 一次反応での速度定数

	glucose	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$
木炭付着微生物	10.40	0.12	0.03
カキ殻付着微生物	1.26	2.61	1.02

単位: $1/\text{g}\cdot\text{hr}$

参考文献: 1) 小西努 接触材としての木炭とカキ殻の種々の物質の吸着特性 東北支部技術研究発表会講演概要pp294-295, 1991