

水質浄化資材の機能改善に関する研究 -接触材量と検体液量との最適除去比率の検討-

A study on improvement of water purification function that the materials have

○ 水野多香子*, 石川重雄**, 長坂貞郎**, 河野英一**, 齋藤公三

○ MIZUNO Takako*, ISHIKAWA Shigeo**, NAGASAKA Sadao**, KOHNO Eiichi**, SAITO Kozo**

1. はじめに

現在、窒素・リンの除去には、多くの浄化方法が考案・開発され、実用化されているが、コストが高いことや、使用後の再生及び廃棄処理等に問題がある。昨年度までの研究では、接触材として木炭・ゼオライトを使用し、それらと稲藁を組み合わせることで、 $\text{NO}_3\text{-N}$ と $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去が可能であることを明らかにした。本年度は、窒素を除去するうえでの、接触材と検体液の効果的な比率について検討を行った。

2. 実験方法と水質の測定及び分析項目

接触材は、ナラ木炭(岩手県産、炭化温度 600~700 度の黒炭)、ゼオライト(秋田県ニッ井産)を使用し、稲藁は千葉県印旛沼産のものを使用した。Fig.1 に示すような塩化ビニール製のボトルに接触材と検体液を充填した。水温は、微生物が最も活性するとされる 20°C の一定とし、以下の 3 パターンの実験を行った。

Case.1 稲藁と検体液との効果的な比率の検索

Case.2 木炭と検体液との効果的な比率の検索

Case.3 ゼオライトと検体液との効果的な比率の検索

以下から述べる比率は全て、「接触材:検体液」の体積比を指す。検体液は、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 15mg/L、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 20mg/L、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 20mg/L となるように KNO_3 、 KH_2PO_4 、 $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$ を水道水で調整した。採水は、実験開始から 6 時間までは 1 時間ごとに、6 時間以降は 12 時間間隔で行った。採水時の測定としては、水素イオン

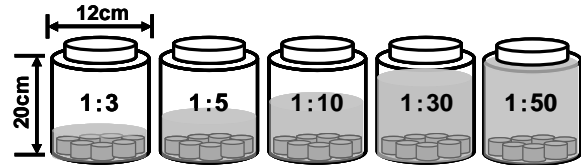


Fig.1 実験ボトル

指数 (pH)、電気伝導度 (EC)、溶存酸素 (DO)、酸化還元電位 (ORP) を測定した。採水した試料は、速やかに、化学的酸素要求量 (COD)、全窒素 (T-N)、硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$)、アンモニウム態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$)、亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$)、全リン (T-P)、リン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$) を分析した。なお、 Org-N は、T-N から、 $\text{NO}_3\text{-N}$ と $\text{NH}_4\text{-N}$ 、及び $\text{NO}_2\text{-N}$ を差し引いたものとした。

3. 実験結果及び考察

3-1 Case1 (稲藁:検体液)

$\text{NO}_3\text{-N}$ の除去を目的として、1:3、1:10、1:50、1:100 の実験を行った。Fig.2 の $\text{NO}_3\text{-N}$ 経時変化をみると、1:3、1:10、1:50 では、順に実験開始から 12 時間、24 時間、48 時間で除去率 100% となり、稲藁量が多いほど、除去時間が早くなった。その時点における DO は、ほぼ 0 となっており、嫌気的状況となり、脱窒反応が生じているものと考えられる。1:100 では還元状況にはいたらず、最終的に $\text{NO}_3\text{-N}$ の除去率が 27% となった。

T-N は、1:3 で濃度上昇があった。これは、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が稲藁から溶出したため、それに依存し、上昇したものと考えられる (Fig.3, Fig.4)。

COD 濃度は 1:3 で最大 1817mg/L、1:10 で最大 413mg/L となり、終始非常に高い濃度を推移した。これは、稲藁からの有機質成

* 日本大学大学院生物資源科学研究科

** 日本大学生物資源科学部

キーワード: 水質浄化, 接触材, 稲藁・木炭

* Graduate School of Bioresource Sciences, Nihon University

** College of Bioresource Sciences, Nihon University

分（今後、この中身の検討が必要に思う。）の溶出が考えられる (Fig.5).

3-2 Case2(木炭:検体液)

NH₄-N の除去を目的として、1:3, 1:5, 1:10, 1:50 の実験を行った。どの比率でも DO の減少はみられず、好气的状況であった。

Fig.3 をみると、NH₄-N の除去率は、木炭量が増えるごとに、吸着効果が高くなり、1:3 では 68%, 1:5 では 38% となり、それに伴い、T-N も減少した。T-N の減少は、NO₃-N の減少がないことから、NH₄-N の減少に依存していることが理解される。

3-3 Case3(ゼオライト:検体液)

NH₄-N の除去を目的として、1:1.5, 1:3, 1:5, 1:10 の実験を行った。DO はどの比率でも好气的状況であった。Fig.3 に示すように、ゼオライト量が増えるごとに NH₄-N の除去時間は早くなり、1:1.5 と 1:3 では 100% の除去率となった。これは、ゼオライトのイオン交換能力の高いことに起因しているものと考えられる。Fig.2, Fig.4 に示すように、NO₃-N についてはほとんど減少がみられず、T-N 減少のほとんどが NH₄-N に依存しているものと考えられる。

4. まとめ

Table.1 に除去率を Table.2 に実験終了 120 時間の窒素収支を示した。稲藁では、1:3, 1:10, 1:50 で除去率 100% となった。稲藁量が多いほど除去時間は早くなったが、1:3, 1:10 では稲藁を起因とする COD 濃度の上昇が著しく、問題となった。また、稲藁量が増えるごとに T-N 濃度の上昇がみられ、これは稲藁からの、NH₄-N と Org-N の溶出が考えられた。一方、1:50 では COD 濃度の上昇が比較的少なく、NO₃-N の除去率が 100% で、T-N の除去率が 36% と最も高い除去率であったため、ベターな比率であると考えられた。木炭では、NH₄-N の除去は、1:3 で 68%, 1:5 で 38% の除去率となった。しかし 1:3 は、検体液に対する接触

材の量が多く、コスト面を考慮すると、1:5 がベターな比率であると考えられた。さらに、ゼオライトでは、1:1.5, 1:3 で、NH₄-N の除去率 100% となり、1:1.5 の除去時間は 2 時間と、非常に迅速なものであったが、検体液に対する接触材の量が多く、コスト面を考慮するため、96 時間で 0 となった 1:3 がベターな比率であると考えられた。

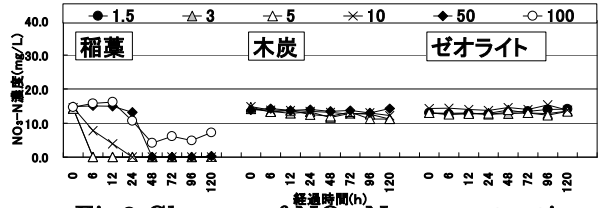


Fig2 Change of NO₃-N concentration

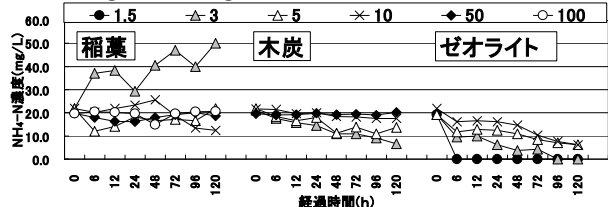


Fig3 Change of NH₄-N concentration

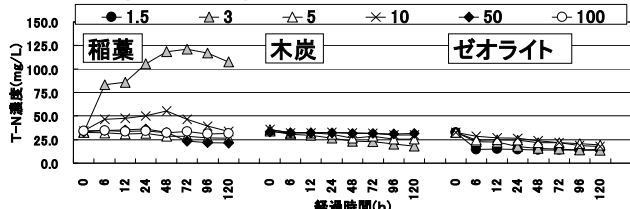


Fig4 Change of T-N concentration

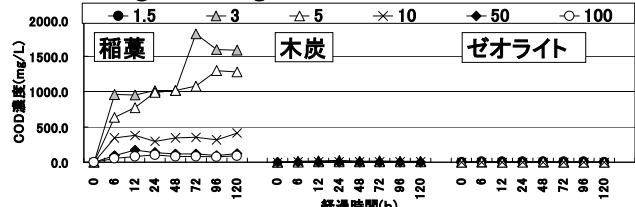


Fig5 Change of COD concentration

Table.1 Removal ratio

接触材	除去率 (%)			
	比率	T-N	NO ₃ -N	NH ₄ -N
稲藁	1:3	228	100	-129
	1:10	0.6	100	44
	1:50	36	100	6
	1:100	8	27	-6
	1:3	47	20	68
木炭	1:5	29	23	38
	1:10	16	17	19
	1:50	4	-3	-3
ゼオライト	1:1.5	55	-8	100
	1:3	58	-5	100
	1:5	42	-4	67
	1:10	46	2	72

※-表示は濃度上昇を示す

Table.2 Nitrogen balance

接触材	比率	窒素収支				
		T-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	Org-N
稲藁	1:3	107.59	0.00	0.00	50.12	57.47
	1:10	33.82	0.00	0.00	12.37	21.45
	1:50	21.33	0.26	0.09	18.55	2.43
	1:100	31.41	7.19	4.84	20.72	0.00
木炭	1:3	17.97	11.24	0.00	6.67	0.06
	1:5	25.48	11.20	0.00	13.73	0.55
	1:10	30.13	12.16	0.06	17.56	0.36
	1:50	33.74	14.21	0.00	20.28	0.00
ゼオライト	1:1.5	14.53	14.03	0.00	0.00	0.50
	1:3	13.40	13.51	0.00	0.00	0.00
	1:5	18.94	13.44	0.00	6.23	0.00
	1:10	17.60	13.81	0.00	6.13	0.00