

水質浄化資材の機能改善に関する研究 —木炭・ゼオライト・稲藁等の窒素成分の最適除去比率の検討—

日本大学大学院生物資源科学研究科 学生会員 ○水野多香子

日本大学生物資源科学部

日本大学生物資源科学部

正会員 石川重雄

非会員 長坂貞郎, 河野英一, 齋藤公三

1. はじめに

現在、窒素の除去には、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、接触材と検体液の比率（体積比）実験を行い、木炭及びゼオライトでは $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去、そして稲藁については $\text{NO}_3\text{-N}$ の除去を行う上で、最も効果的な比率を求めた。さらに、本年度は、それらを組み合わせたの複合実験による窒素成分除去の検討を行った。

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℃ の一定とした。

接触材と検体液の比率(体積比)実験において、窒素を除去する際に、木炭 1:5、ゼオライト 1:3、稲藁 1:50 が最適とされたため、これらを組み合わせて複合実験を行った。組合せ方法は Fig.1 の 2 パターンを行った。

Case1 と **Case2** の違いは木炭量で、木炭量の相違による $\text{NO}_3\text{-N}$ の脱窒、及び $\text{NH}_4\text{-N}$ の吸着能力の差を検証した。

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

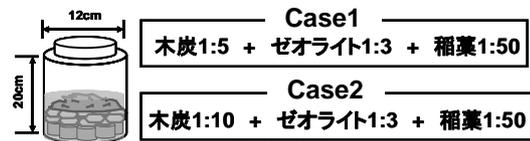


Fig.1 複合実験ケース

定としては、水素イオン指数(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($\text{NO}_3\text{-N}$)、アンモニア態窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)、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、有機体窒素(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

Case.1, 2, 稲藁 1:50 共に、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は 48~96 時間で除去率 100%となった(Fig.3)。このときの DO は 24~48 時間でほぼゼロになり脱窒反応が生じたことが推測できる(Fig.2)。ORP は 96 時間時点で -300~-100mV となっており、DO がゼロ付近まで低下した時間と ORP がマイナスになった時間に大きなズレが生じている。これは、ORP が 100mV 付近でも、十分に脱窒が起こりえるといわれていることから、時間の経過とともに、徐々に還元状態に至ったものと考えられる。

$\text{NH}_4\text{-N}$ に関してみると、**Case.1, 2** ともに除去率 100%となった(Fig.4)。除去時間は **Case.1** では 5 時間、**Case.2** では 24 時間であり、木炭量が多い **Case.1** の方が迅速であった。すなわち、木炭 1:5 及び 1:10 では除去率が 38%、19%と低く、また、ゼオライトのみである 1:3 の除去率 100%となる除去時間 96 時間よりも、複合によって大幅に短縮された。

キーワード:水質浄化法, 窒素, 木炭, ゼオライト, 稲藁
連絡先:〒252-8510 神奈川県藤沢市亀井野 1866 電話 0466(84)3693 FAX 0466(84)3693

これは、木炭とゼオライトとの相乗効果によるものと考えられる。

T-N は稲藁のみの場合、稲藁からの Org-N の溶出に伴い上昇したが、資材を組み合わせることで、減少した (Fig.5)。

さらに、COD 濃度に関しては、稲藁を添加すると、稲藁からの有機成分の溶出により、上昇する傾向があった。稲藁 1:50 では、脱窒菌による代謝と考えられる減少がみられたが、除去率は 29%に留まった。一方、Case.1 では除去率 43%を示し、Case.2 では除去率 42%であった。稲藁と木炭・ゼオライトを組み合わせることで、COD の減少が促進されたと考えられる。しかし、Case.1, Case.2 ともに実験終了時点で、依然 100~126mg/L の高い濃度を示していることから、今後の改善が必要である (Fig.6)。

4. まとめ

Table.1 に Case.1,2 の除去率を、Table.2 に実験終了 120 時間時点の窒素収支を示す。

両ケースともに、NO₃-N, NH₄-N の除去率は 100%となった。木炭の量の違いによる、除去効果は、除去時間が NO₃-N で 96 時間から 48 時間に、NH₄-N は 24 時間から 5 時間に短縮された。NH₄-N は、ゼオライト 1:3 で 96 時間だった除去時間が、木炭とゼオライトを組み合わせることで 5 時間に短縮された。NO₃-N は稲藁のみでも除去率 100%であったが、T-N で見ると、Org-N の溶出が抑えられたために、複合実験のほうが高い除去効果があった。

以上のことより、木炭 1:5+ゼオライト 1:3 +稲藁 1:50 の組合せが、窒素を除去するうえで効果的な比率であると考えられた。

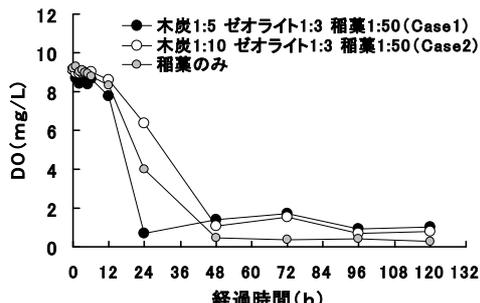


Fig.1 DOの経時変化

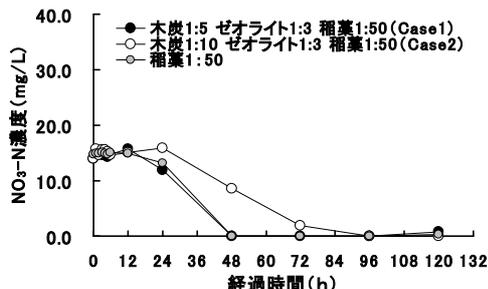


Fig.2 NO₃-Nの経時変化

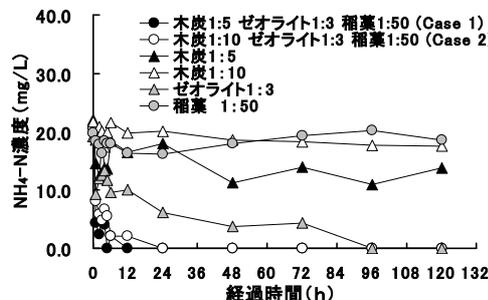


Fig.3 NH₄-Nの経時変化

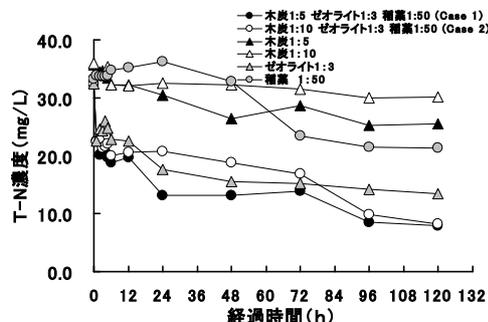


Fig.4 T-Nの経時変化

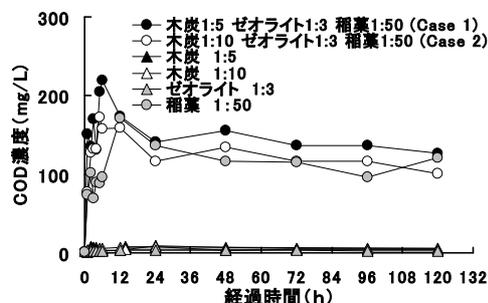


Fig.5 CODの経時変化

Table.1 複合実験の除去率

複合比率	除去率 (%)		
	T-N	NO ₃ -N	NH ₄ -N
Case.1	65	100	100
Case.2	63	100	100
木炭 1:5	29	23	38
木炭 1:10	16	17	19
ゼオライト 1:3	58	-5	100
稲藁 1:50	36	100	6

Table.2 実験終了 120 時間時点の窒素収支

複合比率	窒素収支(mg/L)				
	T-N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	Org-N
Case.1	7.90	0.80	0.14	0	6.96
Case.2	8.27	0	0.11	0	8.16
木炭 1:5	25.48	11.20	0	13.73	0.55
木炭 1:10	30.13	12.16	0.06	17.56	0.36
ゼオライト 1:3	13.40	13.51	0	0	0
稲藁 1:50	21.33	0.26	0.09	18.55	2.43