

高濃度活性汚泥下の活性炭使用による吸着性能実験

前橋工科大学 学生員 根本 大輔
前橋工科大学 正会員 梅津 剛

1. はじめに

活性炭は、吸着材として溶剤回収、脱臭、廃水処理、高度浄水処理など工業的に幅広く使用されているが、長期の使用により目詰まりを起こした場合吸着効果がなくなると言われている。前橋工科大学梅津研究室では活性炭を下層濾過として長期的に使用している水槽があり、2年間変えていない水槽内の水に着色が認められなかった。本実験は、活性炭を観賞用水槽の水中濾材として使用し、濾過機能を有するか検討したものである。下層濾過として活性炭を用い、高濃度の活性汚泥を投与した。濾材の効果として、水中に溶解した窒素酸化物の処理に着目し、活性炭の濾材としての効果を報告するものである。

2. 活性炭について

活性炭(activated carbon)とは、特定の物質を分離、除去、精製するなどの目的で吸着効率を高めるために化学的、物理的な処理を施した微細孔を持つ炭素を主な成分としたものである。代表的な原料は、木材、ヤシ殻などの炭素質材料である。これらを炭化し、賦活させることにより活性炭が製造される¹⁾²⁾。また、活性炭は材料、製法によって円柱状、破砕状、粒状、粉末状、繊維状などさまざまな形状があり使用する用途、条件によって適切なものを選択する必要がある。

3. 活性炭水質浄化実験

活性炭の吸着効果を調べるために比較実験を行った。同じ大きさの水槽(縦 17.8 cm×横 17.8 cm×高さ 17.5 cm)2つに下層濾過板を設置し3Lの水を入れ、片方の水槽にのみ活性炭を入れる。活性炭は以前使用したことのある市販の円柱状活性炭 850 gとした。比表面積は 9,00 ~ 2,000 m²/g 程度である。これらの水槽に攪拌して MLSS1,000 mg/L となるように活性汚泥を入れ、時間経過に伴う水質の変化を測定した。



写真-1 実験の様子

実験開始後、6日目に攪拌して MLSS21,000 mg/L となる活性汚泥 540mL を追加、13日目、25日目には魚用の餌を 5g ずつ投与した。よって、2つの水槽には活性汚泥が 22,000 mg/L、魚用の餌が 10g ずつ投与されている。測定項目はアンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、色度、pH の 5 項目である。色度と硝酸態窒素の測定結果を図-1、図-2 に示す。

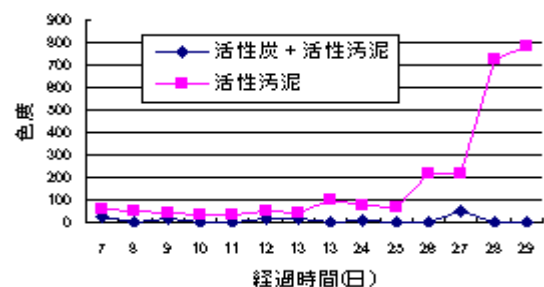


図-1 色度の測定結果 (7~29日目)

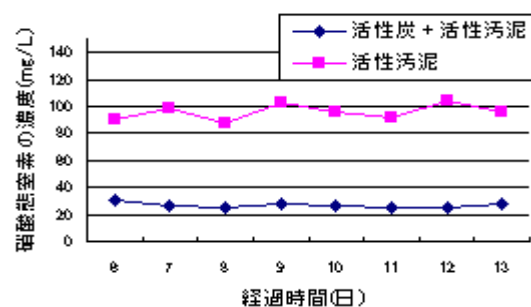


図-2 硝酸態窒素 (mg/L) の測定結果 (7~13日目)

キーワード 活性炭、硝酸態窒素、色度

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 480-1 前橋工科大学梅津研究室 (027-265-0111)

餌を投与した後、活性汚泥のみの水槽で色度が上昇し、目視でも褐色になったと確認できた。これは活性汚泥の活動で有機物が分解され、フミン質が水中に溶解したことが原因として考えられる。それに対して、活性炭が入った水槽では色度の上昇も着色も見られなかった。活性炭の脱色作用が十分に機能していると言える。脱色効果は実験開始後 5 ヶ月たった現在でも続いている。両方の水槽で活性汚泥が機能し硝化が十分に行われたため、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素はほとんど検出されなかった。よって硝酸態窒素が蓄積されるはずだが、活性炭の入っている水槽では硝酸態窒素は常に低濃度であった。活性炭の周りを活性汚泥が取り囲み、下層濾過が目詰まりを起こしている状態でも活性炭、活性汚泥共に十分に機能しているといえる。

活性炭は生物膜として機能し、水中濾材として長期的に使用可能である。また、活性炭が吸着により硝酸態窒素を低濃度に保っているのではないかと推察される。

4. 硝酸態窒素吸着実験

活性炭が硝酸態窒素を吸着できるか実験を行った。以前使用したことのある円柱状活性炭 260 g (比表面積は 900 ~ 2,000 m²/g 程度) を高濃度の硝酸態窒素を含む水に浸し、硝酸態窒素の吸着量を測定した。使用する水の量は 1 回の実験で 0.12L とし、実験終了後に新しい水と交換している。攪拌などはしていない。実験の結果を表-1 に示す。

1 回目の実験では 20 分の吸着時間で 70% 程度の硝酸態窒素を除去することができた。1 時間後には除去率が約 90% まで上昇している。活性炭が高濃度の硝酸態窒素を短時間で処理できることが分かった。また、処理する水に投与するだけで吸着の効果があり、特別な操作などは不要である。実験を 20 回行い、活性炭が硝酸態窒素を吸着しなくなったと判断した。活性炭 260 g が吸着した硝酸態窒素の量は約 243.7 mg となった。活性炭には即効性があり短時間で硝酸態窒素を処理できる。処理を行う液体に直接投与するだけでよいと推察され、手間がかからない。

	吸着時間 (時間)	初期の NO ₃ ⁻ -N(mg/l)	吸着後の NO ₃ ⁻ -N (mg/l)	NO ₃ ⁻ -N の濃度差 (mg/l)	NO ₃ ⁻ -N の量(mg)
1	1	241	23.4	217.6	26.112
2	1	241	34	207	24.84
3	0.33	241	69.6	171.4	20.568
4	0.33	241	96	145	17.4
5	0.33	241	108.4	132.6	15.912
6	56	241	65.6	175.4	21.048
7	24	256	68	188	22.56
8	22	256	81.2	174.8	20.976
9	2	256	99.6	156.4	18.768
10	0.25	253	113.2	139.8	16.776
11	0.25	253	229	24	2.88
12	0.25	253	194	59	7.08
13	0.25	253	196	57	6.84
14	0.25	253	212	41	4.92
15	0.25	253	218	35	4.2
16	0.25	253	226	27	3.24
17	0.25	253	218	35	4.2
18	0.25	253	224	29	3.48
19	0.25	253	240	13	1.56
20	0.25	253	250	3	0.36
合計	110.75			2031	243.72

表-1 実験結果

5. おわりに

活性炭を水中濾材として使用した場合、色度の長期的な維持が可能であり、生物膜としても機能することが分かった。活性炭は短時間で硝酸態窒素を吸着でき処理することが可能である。攪拌などの操作を必要としないため、誰でも簡単に使用できる。吸着は水中の濃度差によって起こると考えられ、水中に脱着する可能性がある³⁾。よって、今後吸着した硝酸態窒素が脱着するかについての検討が必要である。

【参考文献】

- 1) 近藤精一、石川達雄、安部郁夫：吸着の科学、丸善株式会社、p-184
- 2) 竹内節：吸着の化学 表面・界面制御のキーテクノロジー、産業図書株式会社、p-93
- 3) 大木典子 梅津剛：アンモニアストリッピング法と活性炭吸着効果の複合利用の検討、第 34 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集、-61 (2007)