

水温の低下に伴う生物活性炭の処理性能の影響評価

東北学院大学大学院 学生会員 ○高橋 祥太

東北学院大学 正会員 韓 連熙, フェロー会員 石橋 良信

1.はじめに

近年、安全でおいしい水の需要が増え、上水道では高度処理施設が普及している。なかでも、原水の異臭味(2-MIB, ジェオスミン)を除去する対策として活性炭処理や生物活性炭処理が用いられる。

活性炭に微生物を繁殖させて処理を行う生物活性炭処理は地域、運転方式による微生物群集構造の差異や水温の低下に伴う微生物の活性などが処理性能に影響を及ぼす。そのため、処理機構については解明されていない点も多い。

本研究では、異臭味(2-MIB, ジェオスミン)と溶解性マンガンを対象とし、低水温時の生物活性炭の処理性能をラボスケール実験により影響評価を行った。

2.実験方法

ラボスケール実験は内径 13 mm のカラムを 2 本用いて、それぞれに粒状活性炭と生物活性炭を充填し、処理性能の比較を水温別に行った。通水は、ポンプを用いてカラム下部より原水を送り、上向流式で行った。原水は 2-MIB, ジェオスミン標準液、塩化マンガン四水和物をダム水に添加して使用した。測定項目は 2-MIB, ジェオスミン, 溶解性マンガンとし、通水開始から 72 時間後に原水と処理水を採水した。表 1 に実験条件を、図 1 に実験装置を示した。

実験における目標水温は 5℃と 20℃としたが、通水時の原水槽の水温が、目標水温に対し±1℃の変動があった。そのため、実験結果では採水時の水温(6℃, 20℃)を表記した。

表 1 実験条件

装置仕様	カラム	13 mmφ (透明塩化ビニール管)
	ろ材	粒状活性炭、生物活性炭
	活性炭充填高	1,000 mmH
実験条件	ポンプ	デューピングポンプ
	線速度	10 m/h
	空間速度	10 1/h
	原水添加薬品	2-MIB、ジェオスミン標準液、塩化マンガン四水和物
条件	原水の水温条件	水温 5±1℃、20±1℃

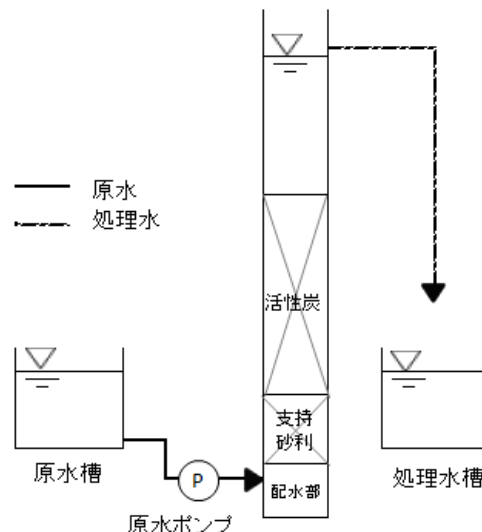


図 1 実験装置概要

3.実験結果および考察

3-1 2-MIB, ジェオスミンの実験結果

図 2, 図 3 は水温 6℃と 20℃における 2-MIB, ジェオスミンの除去率を、表 2, 表 3 は 2-MIB, ジェオスミンの実験時の原水濃度および、粒状活性炭または生物活性炭で処理された処理水濃度を記した。

表 2, 3 より粒状活性炭により処理された 2-MIB とジェオスミンの処理水濃度は、水温 6℃, 20℃においても、水質基準値(10 ng/L)の 10 分の 1 以下の濃度である 1 ng/L 未満まで除去された(除去率ほぼ 100%)。しかし、生物活性炭を用いた際の 2-MIB とジェオスミンの除去性能は、粒状活性炭を用いた際よりも低下した。ゆえに、2-MIB とジェオスミンの除去の際には、粒状活性炭を用いた方が処理性能は高くなる。また、生物活性炭の除去率が粒状活性炭よりも低い原因としては、生物活性炭は孔内に微生物が繁殖し、粒状活性炭と比べて比表面積が小さいためと推察される。

一方、水温の違いによる生物活性炭の処理性能に着目すると、図 2 より生物活性炭を用いた場合、2-MIB 除去率は水温の低下に伴い、95.6%から 84.6%に低下し、図 3 より、ジェオスミンの除去率は 99.2%から 95.8%に低下した。

キーワード 生物活性炭, 低水温, 2-MIB, ジェオスミン, 溶解性マンガン

連絡先 多賀城市中央一丁目 13-1 TEL 022-368-7418 FAX 022-368-7070

低水温時に生物活性炭の処理性能が低下する原因として、2-MIB とジェオスミンの除去に参与している微生物の活性が低下したためと考えられる。

表 2 水温別の 2-MIB の原水および処理水濃度

水温(℃)	6	20
原水(ng/L)	340	270
処理水(ng/L)	生物活性炭	
粒状活性炭	54	12
粒状活性炭	1未満	1未満

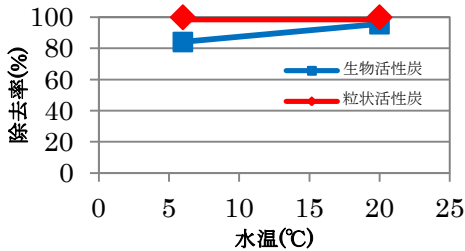


図 2 生物活性炭と粒状活性炭の水温別の 2-MIB の除去率

表 3 ジェオスミンの原水および処理水濃度

水温(℃)	6	20
原水(ng/L)	310	260
処理水(ng/L)	生物活性炭	
粒状活性炭	13	2
粒状活性炭	1未満	1未満

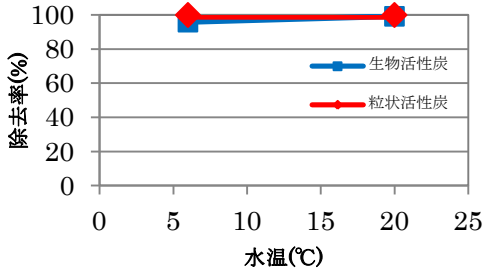


図 3 生物活性炭と粒状活性炭の水温別のジェオスミンの除去率

3-1 溶解性マンガンの実験結果

図 4 は水温 6℃と 20℃における溶解性マンガンの除去率を示している。表 4 は溶解性マンガンの実験時の原水濃度および、粒状活性炭または生物活性炭で処理された処理水濃度を記した。

図 4 より、生物活性炭を用いた場合、溶解性マンガンは水温に影響されずに、ほぼ 100%除去されが、粒状活性炭を用いた場合は、水温 6℃、20℃においても、除去されなかった。

実験結果より、溶解性マンガンの除去は、生物処理

に依存しており、活性炭には吸着されないことが確認された。したがって、水温 6℃～20℃の範囲内において、溶解性マンガンは少なくとも 0.55 mg/L 程度の濃度までは、生物活性炭によってほぼ 100%除去されると推察された。また、本実験で水温 6℃の低水温の環境下においても、生物活性炭により溶解性マンガンが除去されたことから、溶解性マンガンの生物処理に寄与しているマンガンを酸化する細菌は低水温の環境においても、十分に活性があることが示唆された。

上水処理における溶解性マンガンの除去は、前塩素処理後にマンガンスのろ過が行われ、消毒副生成物の生成が懸念される。それゆえに、溶解性マンガンの除去は、安全面からみて、生物活性炭処理が適していると考えられる。

表 4 水温別の溶解性マンガンの原水および処理水濃度

水温(℃)	6	20
原水(ng/L)	0.54	0.55
処理水(ng/L)	生物活性炭	
粒状活性炭	0.002	0.002
粒状活性炭	0.53	0.55

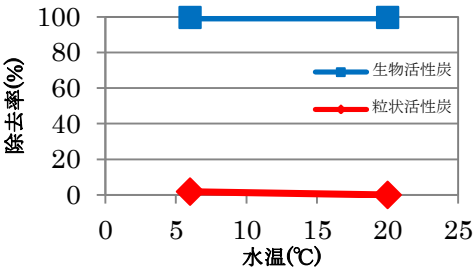


図 4 生物活性炭と粒状活性炭の水温別の溶解性マンガンの除去率

4.おわりに

生物活性炭による 2-MIB とジェオスミンの除去は活性炭の物理吸着に加え、微生物が処理に参与しているのに対し、溶解性マンガンの除去は、生物処理のみに依存していることが確認された。水温に関しては、異臭味は水温 6℃の環境下では水温 20℃よりも除去率が低下したが、溶解性マンガンは水温の影響を受けずに高い除去率を示し、マンガン酸化細菌は、本実験条件である水温 6℃付近までは、活性が低下しないことが示唆された。

本実験により生物活性炭による 2-MIB とジェオスミンの除去率は、粒状活性炭よりも除去率は低くなった。原因としては孔内に微生物が繁殖し、活性炭の比表面積が小さくなったためと考えられる。しかし、生物活性炭は、微生物の働きにより溶解性マンガンのように粒状活性炭では処理できない項目についても除去できる利点があることが確認された。