

II-490 路面凍結防止剤混入下水に対する活性汚泥の馴化過程

函館工業高等専門学校 土木工学科 正員 芦立 徳厚
 函館工業高等専門学校 土木工学科 木田 清美
 北海道開発庁 開発土木研究所 佐藤 孝司

1 はじめに

スパイクタイヤの製造・販売・使用の禁止が、これによって起こる大気汚染を防止するために法制化されつつある。しかし、代替品であるスタッドレスタイヤは凍結路面での制動性能や坂道での発進性能が完璧とは言い難いので、一方で交通事故の多発を心配する声も強い。このような状況下の積雪寒冷地において、安全路面を確保する現実的な手段は路面凍結防止剤の散布である。筆者らはこの凍結防止剤が融雪や降雨によって流出し環境水や下水処理に与える影響を検討しているが¹⁾、本研究は路面凍結防止剤に対する活性汚泥の馴化過程について検討したものである。

2 実験方法

活性汚泥の馴化過程は、活性汚泥の酸素吸収速度ないしは一定時間の酸素吸収量によって観察した。用いた実験装置は電解酸素供給方式の記録呼吸計（大倉電気製クロメーター OM-2001）である。

検討した凍結防止剤は、広く用いられている食塩（NaCl）、塩化カルシウム（CaCl₂・2H₂O）、塩化マグネシウム（MgCl₂・6H₂O）に、最近用いられはじめた無機塩と有機物の合成薬剤を2種（NaCl系…以下 NSM と略す。KCl系…以下 KSM と略す）加えた。実験に用いた活性汚泥は住宅団地下水処理場から採取したものを長期間人工下水（グルコース、グルタミン酸ソーダ、酢酸アンモニウムに栄養塩を加えたもの²⁾）で培養したものである。

各シリーズの実験は、まずクロメーターの培養ビン6本（No. 1～No. 6）すべてに上記活性汚泥濃縮液（MLSS 15000 mg/l）150 mlを加えた。ついで、No. 1に人工下水 2倍濃度液 150mlのみを加え路面凍結防止剤無添加の対照試料とした。No. 3～No. 6 は各種路面凍結防止剤が培養ビン中で 1, 2, 5, 10 %になるよう添加された人工下水を150 mlを注入した。No. 2 は栄養塩補強希釈水のみを加え活性汚泥の内生呼吸量を測定した。内容量がいずれも300 mlとなった培養ビンをつクロメーターにセットし運転を開始した。24時間後に運転を停止し、No. 2以外の培養ビンを外して静置し、活性汚泥を沈澱させた。各ビンの上澄液を取り除き、当初の濃度と同じになるように人工下水、凍結防止剤を加え運転を再開した。同様の操作を5回繰り返した。なお、CaCl₂、MgCl₂については試料の添加に当たって結晶水の補正を行った。

3 実験結果と考察

活性汚泥の馴化の進行過程の指標としては本実験の場合、酸素吸収速度と一定時間の酸素吸収量が考えられ、それぞれの値を対照試料のものとは対比すればよい。吸収速度と吸収量のいずれがよいかについては論議の分かれるところであるが、図1に CaCl₂ の場合を示した。横軸は経過日数、縦軸は対照試料の吸収速度・吸収量（8時間）に対する凍結防止剤添加試料のその比である。両指標の推移は類似点も多いが全体としてはかなり異なっている。クロメーターのチャートにたちかえて検討してみると、当然のことながら酸素吸収速度は24時間の間一定でなく変化の度も試料によって異なっている。したがって、単一の酸素吸収速度（ここでは人工下水交換直後の値）で一日のすべてを説明することは困難ということになる。一方、酸素吸収量の場合一定時間（ここでは人工下水交換から8時間）の累積値となるので途中の速度変動は吸収されるだけでなく、同一基質の場合酸素吸収量はその時間に分解された有機物量として比較することが可能である。したがって、以下酸素吸収量（8時間）を活性汚泥の馴化過程の指標として用い考察する。

図1～3に無機塩の凍結防止剤の馴化過程を示した。いずれも比の数値が低いほど薬剤の阻害の程度が大きく、比が1.0となったとき薬剤に対する馴化が完了したことになる。三種の無機塩の場合、推移は類似したものとなった。すなわち、凍結防止剤の添加量が多いほど阻害の程度も大きく、その後の馴化過程においても、僅かな例を除いて位置関係の逆転はみられなかった。

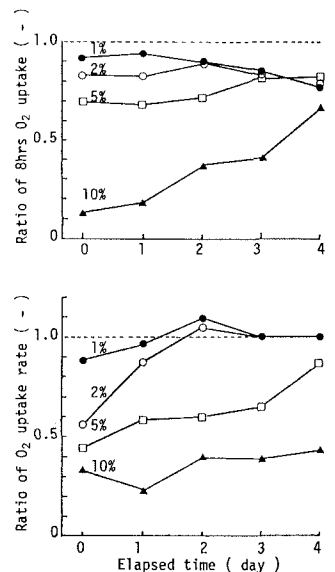


図1 活性汚泥の馴化過程 (CaCl₂)

一方、無機塩と有機物の合成凍結防止剤については、KSMの例を図4に示したが、無機塩のみの薬剤の結果と全く異なる様相を示した。すなわち、当初は阻害の様相が現れるものの、5%、10%という大量の薬剤添加の場合も、

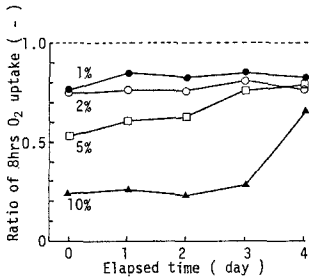


図2 活性汚泥の馴化過程 (MgCl₂)

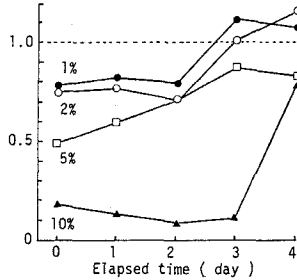


図3 活性汚泥の馴化過程 (NaCl)

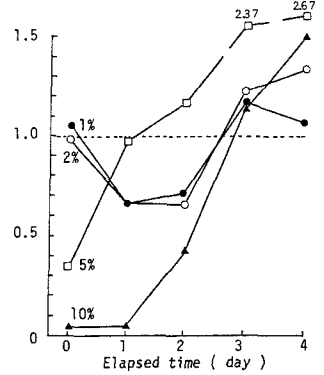


図4 活性汚泥の馴化過程 (KSM)

急速に比が 1.0 に近づき、それを大幅に超過してしまうことである。このことは合成凍結防止剤中に含まれている有機物が活性汚泥にとって易分解性のものであることを示している。したがって、薬剤の混入率が低いと当初から水中微生物の増殖を促進する方向に働く。混入率の増大とともに共存する高濃度の無機塩による阻害が現れるものの、それに馴化した後は、大量に含まれる有機物を基質として利用して、対照試料を大幅に上回る酸素消費を示すことになる。NSMも KSMほど顕著ではないが、同様の傾向を示した。

以上の結果を別の視点から整理すると、まず路面凍結防止剤の活性汚泥に与える初期の影響を示したのが図5である。当図は各種薬剤について、添加濃度と各シリーズスタート時の酸素吸収量比の関係を示している。無機塩の薬剤の場合、1%と2%に大きな差はなく阻害の程度も僅かであるが、5%に至って酸素吸収量は半減し、10%では活性汚泥がほぼ活動を停止した状態になることを示している。三者のなかでは CaCl₂が若干阻害の程度が小さいように見えるが上記の傾向を覆すほどではない。KSMは前述した合成凍結防止剤の特徴をよく表している。NSMは無機塩薬剤と同様の傾向を示した。

つぎに、馴化過程を計数化するために、以下のような検討を行った。馴化のおおまかな完了時点を対照試料の酸素吸収量の75%に到達した時をもってしそれまでに要する時間を求めた。三種の無機塩凍結防止剤について、その添加量と馴化に要する時間の関係を示したのが図6である。図中の点線部分は実験結果からの外挿値である。図からも明らかなように、1、2%の混入率では阻害そのものを無視できるか、あっても馴化に時間を要しない。5%になると2-3日の馴化期間が必要となり、10%になるとさらにその倍近くの日数を要する。合成凍結防止剤を除いて、薬剤の種類によって大きな差異がみられないことから、活性汚泥に対する阻害の本態は外部浸透圧の上昇による細菌細胞の膜障害と考えられる³⁾。

以上の実験は回分試験であること、実験温度が高い(20°C)こと等が活性汚泥の馴化過程にプラスに働いている可能性がある。現実には下水処理場は連続流であり、路面凍結防止剤の流入の問題になる時期は活性汚泥処理が最も困難な低水温時である。したがって、凍結防止剤による初期の障害で活性汚泥のキャリーオーバーが起こったり、馴化により多くの時間がかかることは十分に予想される。

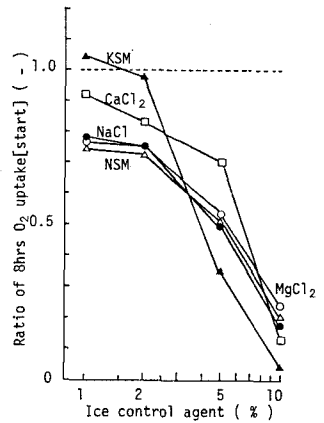


図5 各種路面凍結防止剤の活性汚泥に与える影響

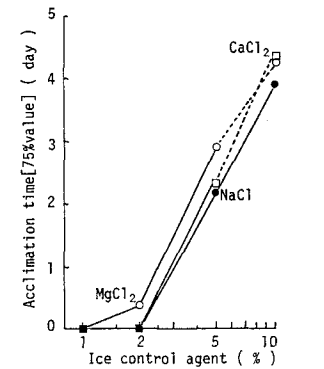


図6 無機塩凍結防止剤に対する活性汚泥の馴化時間

【参考文献】 1) 芦立ら：土木学会北海道支部論文報告集 (No. 44) 361-366 (1988) 2) 土木学会：衛生工学実験指導書 (プロセス編) p36 3) 柳田：微生物科学 2 p488 (学会出版センター)