

II-92

融水剤の下水処理水に及ぼす影響

北海道工業大学工学部 正員 宇土澤 光 賢
学 早 坂 祐 一
岩 沢 議 聴
堀 内 泰 弘
南 康 宏
正員 小 原 勝 哉

1. まえがき

積雪寒冷地ではスパイクタイヤが地域により全面禁止あるいは一定期間禁止の方向にある。スパイクに替わるスタッドレスタイヤは路面がシャーベット状あるいは凍結している場合その性能に難があるとされている。また、スタッドレスタイヤが凍結路面の凹凸を摩擦熱で平滑化し路面がより滑り易くなり、横断歩道で歩行者までが転倒の危険にさらされている。そこで安全な冬期の路面管理の問題が浮上してきている。従来の除雪は勿論のこと路面の凍結防止や凍結路面の融解を行うことがいままですら重要になってくる。これらの方法として現在、きめ細かな精度のよい除雪、ロードヒーティングの設置や路面凍結防止剤の散布が考えられ一部は実施されている。しかし、きめ細かな精度のよい除雪には降雪の予測、除雪機械の精度及びその出動体制の問題等を抱えている。ロードヒーティングの安全で確実な路面管理は誰しもが認めるところであるが、その建設・維持管理費の高さからして、設置場所が限られる。一方、凍結防止剤の散布はその薬剤の種類によって金属の腐食、コンクリート構造物や道路材料に対する悪影響、さらに水源池、下水道施設及び処理水、地下水、土壌や植物などに対する影響が懸念されている。現在、融雪・凍結防止剤としては塩化カルシウム、塩化ナトリウム、尿素を主成分として防錆剤などを混合した物が使われている。我が国より早くから道路網を発達させてきた欧米諸国で

A : 曝気槽 D : 冷蔵ケース
B : コンプレッサー E : 扇風機
C : フローメーター F : 散気装置

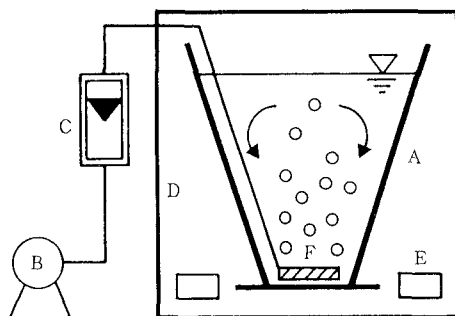


図 - 1 実験装置

表 - 1 人工下水の成分

成 分	配合量 (g) (90ℓ 当り)
デ キ ス ト リ ン	5.992
ゲ ル コ ー ス	8.443
塩 化 ア ン モ ニ ウ ム	3.435
りん 酸 水 素 二 カ リ ウ ム	0.506
りん 酸 二 水 素 カ リ ウ ム	0.395
炭 酸 水 素 ナ ト リ ウ ム	7.000
ベ プ ト ン	0.844

は薬剤散布による環境問題が報告されており、塩化物に替わる薬剤が研究・開発されてきている¹⁾。著者らは前報でその中で日本でも使用が検討されている酢酸系の融雪・融水剤(CMA)と塩化ナトリウムを主成分とする融雪・融水剤を使用してその活性汚泥の処理水に対する影響を報告した²⁾。今回は融雪・融水剤として国内で使用量の最も多い塩化カルシウムを用いてその下水処理水に及ぼす影響についての室内

実験を行ったので結果を報告する。

2. 実験方法

実験に供した活性汚泥は既設の下水処理場施設より採取した返送汚泥を、実験Ⅰは表－1の成分の人工下水を用いて、実験Ⅱは上記の人工下水に融氷剤としての塩化カルシウム二水和物を加えて MLSS 2000 mg/ℓ 程度で Fill and Draw 方式（11時間曝気、1時間沈殿）により水温 7℃ に保って 3 週間以上馴養したものである（図－1）。馴養中、活性汚泥は 90 ℓ の曝気槽で培養しておき、測定時には各 20 ℓ の曝気槽（7℃ 保持）に 4 等分して実験を行った。

融雪・融氷剤の実際の下水処理場に流入する濃度は低いと考えられる³⁾。この研究では一時的に高濃度の融雪・融氷剤が流入した場合（実験Ⅰ）と馴養期間中から低レベルの融氷剤（塩素濃度として 44.4mg/ℓ）が流入している場合（実験Ⅱ）の二つの実験を行った。ともに実験開始時に融氷剤（塩化カルシウム二水和物）を塩素濃度として 0、1000、2000、3000 mg/ℓ となるように人工下水と一緒に 20 ℓ の各曝気槽へ加えた。採水は曝気再開（人工下水等注入）直前（▽：－0 と図示）と再開後 2.5（○ と図示）、15、30 分、及び 1、2、3、5、8、12 時間の計 10 回行った。なお、表－1 は人工下水の成分及び濃度、表－2 は融氷剤の液性である。

3. 測定方法

試料をメンブレンフィルタ（0.45μm）でろ過したものを検水とした。各測定項目は TOC（住化の GC-12N）を除いてアンモニア性窒素、硝酸性窒素、全りん、正りん（りん酸イオン態りん）は下水試験方法⁴⁾によった。

4. 実験結果と考察

TOC の経時変化（図－2）を見ると塩化カルシウムの添加量の大小には関係がない事がわかる。これは塩化カルシウムには有機物が含まれていない事と、この程度の塩化カルシウム濃度及び有機物負荷では活性汚泥の有機物（TOC）処理性に影響が無く低温（約 7℃）でも十分通常の活性汚泥で対応できる事を示している。このことは前報²⁾の塩化ナトリウムを主成分とした融氷剤を用いた場合と同様の結果である。

4. 実験結果と考察

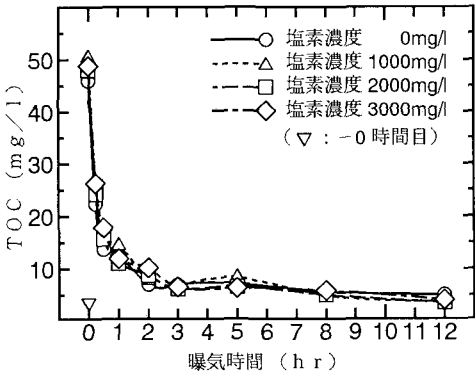
TOC の経時変化（図－2）を見ると塩化カルシウムの添加量の大小には関係がない事がわかる。これは塩化カルシウムには有機物が含まれていない事と、この程度の塩化カルシウム濃度及び有機物負荷では活性汚泥の有機物（TOC）処理性に影響が無く低温（約 7℃）でも十分通常の活性汚泥で対応できる事を示している。このことは前報²⁾の塩化ナトリウムを主成分とした融氷剤を用いた場合と同様の結果である。

アンモニア性窒素に関しては塩化カルシウムを馴養期間中添加しない場合（図－3）、一時的に塩化カルシウムを加えると一時間以内では処理に差があまりでていないが加えた量に比例して処理時間が多くなっている。この曝気後半の処理時間の長さは前報²⁾の塩化ナトリウムの添加の量の影響よりも顕著である。塩化カルシウムで馴養した場合（図－4）、

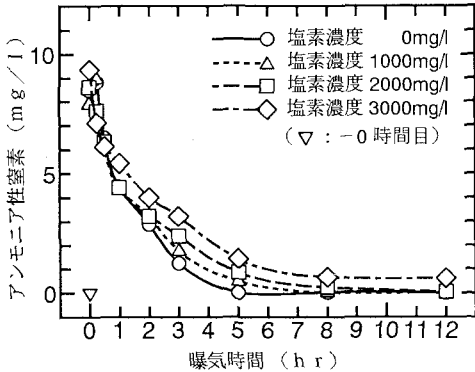
表－2 塩化カルシウムの液性

	無 水	二 水
p H	5.65	6.10
電 導 度 (ms/cm)	3.56	3.54
ORP (mv)	341	321

(塩化カルシウム：1 g / ℓ , 10 ℃)



図－2 TOCの経時変化

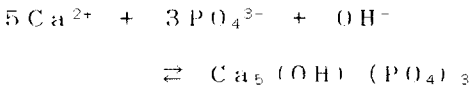


図－3 アンモニア性窒素の経時変化

馴養しない場合の図-3と形がよく似ており塩化カルシウムで馴養の効果が見えていない。これは馴養の塩化カルシウムの濃度が低いのでその効果が現れていないのかあるいは一時的な高い塩素濃度にアンモニア性窒素分解菌が対応出来ないものと思われる。ただ塩化カルシウム添加量1000と2000 mg/l（塩素濃度として）の差がなくなっている。

硝酸性窒素に関しては塩化カルシウムを馴養期間中追加しない場合と追加した場合共同じ傾向で時間とともに増加している（図-5、6）。アンモニア性窒素と同じく塩化カルシウムで馴養の差がみられない。塩化カルシウムの添加量の多い方が硝酸性窒素が少なく添加量の差の影響がでている。このことは図-3、4のアンモニア性窒素の挙動と照らし合わせてみると、塩化カルシウムが塩化ナトリウムと同様に硝酸化を阻害していると思われる。また、馴養しない場合は前報²⁾の塩化ナトリウムの添加の時と似た傾向を示している。すなわち、8時間ぐらいまでは添加量に反比例して硝酸性窒素の出現が少ないがその後はほぼ同じ値になっている。

正りんに関しては塩化カルシウムで馴養していない場合（図-7）、塩化カルシウムの添加量に比例してりんが除去されている。このことはりんが難溶性のカルシウムヒドロキシアパタイトとして除去されたように見えるがそう仮定するとこの反応式は、



となる。添加した塩化カルシウムが人工下水中のりん濃度より桁違いに多いのでこの式から化学量論的

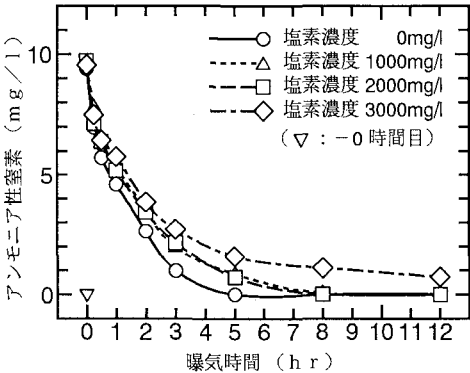


図-4 アンモニア性窒素の経時変化

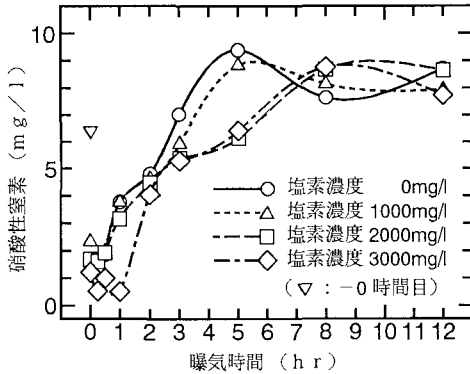


図-5 硝酸性窒素の経時変化

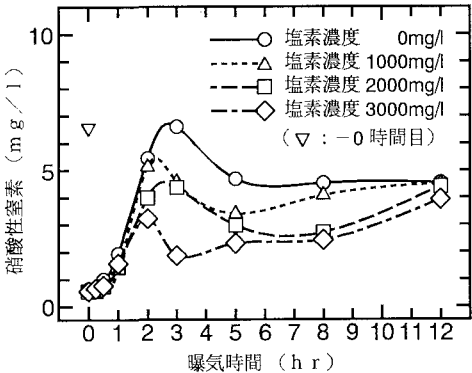


図-6 硝酸性窒素の経時変化

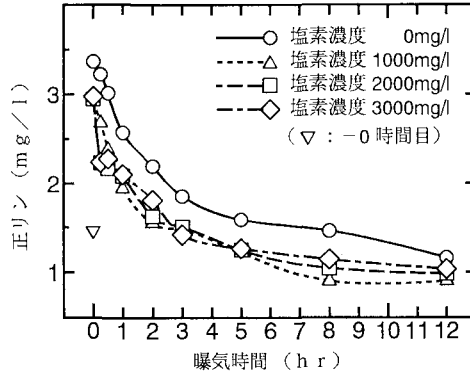
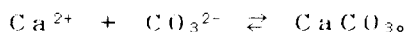


図-7 正リンの経時変化

には溶液中のりんは全部除去されて零になるはずであるが実験結果はこの反応があまり進行していないものと思われる。また、上の反応に寄与するはずのカルシウムが次に示す反応で炭酸カルシウムとして除去されてりん酸イオンと反応するカルシウムが不足していると仮定しても前報²⁾のCMA添加の実験からカルシウム濃度は曝気継続時間中あまり減少していない事からこの仮定にも無理がある。



下水の高度処理過程で石灰を注入してりんを除去する場合、十分な量の添加でpHを11以上にまで上げて処理している事からすると今回の中性付近で

のpHでは上の反応はあまり進行しないものと思われる。しかし、塩化カルシウムの多い方が多く除去されている実験結果から十分でないとしてもカルシウムヒドロキシアパタイトとして除去されていると考えるのが妥当と思われる。また、前回の実験と比較すると Ca^{2+} と Na^+ はりんの処理に関して逆の作用をしている事がわかる。つまり Na^+ が多いとりんの除去が悪く、 Ca^{2+} が多いと良くなる傾向にある。一方、馴養した汚泥を用いた場合(図-8)、塩化カルシウムの添加した量に関係なくしかも馴養しない場合に比較して除去率がよい。これは活性汚泥生物が馴養によって塩化カルシウムに適合した結果と思われる。

5. まとめ

低温(7℃)で馴養した活性汚泥に融氷剤(塩化カルシウム二水塩)を一時的に加えた場合と馴養期間中から加えた場合の室内実験の結果より得られた知見は以下の通りである。

- (1) TOCの除去に関しては融氷剤の添加量に影響を受けない。
- (2) アンモニア性窒素に関しては馴養の効果は見られず、融氷剤の添加量に比例して除去が悪くなる。
- (3) 硝酸性窒素に関しては(2)と同様な結果であり融氷剤は硝酸化を阻害する。
- (4) 正りんに関しては馴養の効果を確認できた。馴養しない場合は融氷剤を添加した(カルシウムの多い)方がりんの除去に効果がある。

なお、融氷剤の活性汚泥の沈降性・脱水性に対する影響、金属の腐食に関しては別の機会に報告したい。

最後に、活性汚泥の採取に協力してくれた札幌市手稲下水処理場の皆様及び本学4年生松井 恒、水元良文両君に感謝します。

参考文献

- 1) Strategic Highway Research Program Executive Committee: Evaluation Procedures for Deicing Chemicals Interim Report, SHRP-W/IR-90-001
- 2) 宇土澤光賢、平賀一也、中村肇、平尾大樹、峯垣英和、小原勝哉: 融氷剤の活性汚泥に及ぼす影響-処理水への影響について-、土木学会北海道支部論文報告集、No. 49、pp. 651-654 (1993. 2)
- 3) 河村功一朗、池森稔、青柳弘、内海敏雄、浪岡俊史、高木浩: 凍結防止剤の下水道への影響について、寒地技術シンポジウム'89 講演論文集、pp. 330-335
- 4) 日本下水道協会編: 下水試験方法 -1984年版-、日本下水道協会

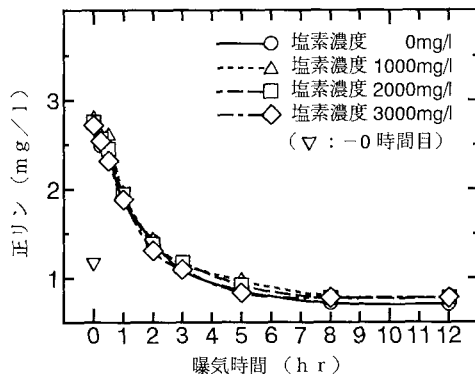


図-8 正りんの経時変化