



Title	硝化脱窒処理における急激な水温低下時の担体と汚泥の処理特性について
Author(s)	森, 堅一; 大野, 信義; 宗像, 正人 他
Description	第8回衛生工学シンポジウム (平成12年11月16日 (木) -17日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 7 水処理 3 . 7-2
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 8, 263-265
Issue Date	2000-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7247
Type	departmental bulletin paper
File Information	8-7-2_p263-265.pdf



7-2

硝化脱窒処理における急激な水温低下時の担体と汚泥の処理特性について

森 堅一, 大野 信義, 宗像 正人, ○金網 良至 (札幌市下水道局)

1. はじめに

本市では、循環変法やステップ流入を利用した硝化脱窒処理を実施レベルで取り組んでいるが、水温が低下する冬期に、処理水のBOD上昇や窒素除去率の低下がみられ、低水温期の処理が課題となっている。

そこで、担体法の実験を平成9年より低水温プラントで行い、これまでの調査では、冬期の平均的な水温下(13℃前後)において、良好な処理水質が得られている。

しかし、年間降雪量が5mに達する本市では、融雪水の流入による急激な水温低下に対応する処理が必要であることから、今回は急激な水温低下時の硝化能力に焦点を当て、従来の活性汚泥による処理法(以下、従来法と記す)を対照系として、比較調査したので結果を報告する。

2. 実験の概要

図-1に示すとおり、プラントを2系列設置して、それぞれ担体法と従来法で循環式硝化脱窒処理による連続運転を行った。処理原水には処理場初沈出水を用い、冷却装置で水温を調整した。

なお、担体法の反応タンクについては、好気槽を分割せずに完全混合型の1槽とした。これは、好気槽を分割した場合、後段の好気槽に投入した担体の硝化速度が抑制される可能性があるためである。

担体は、ポリエチレングリコール製、比重1.02、直径4mm球形の結合固定化担体を、好気槽に対する見かけ容積率で10%投入した。

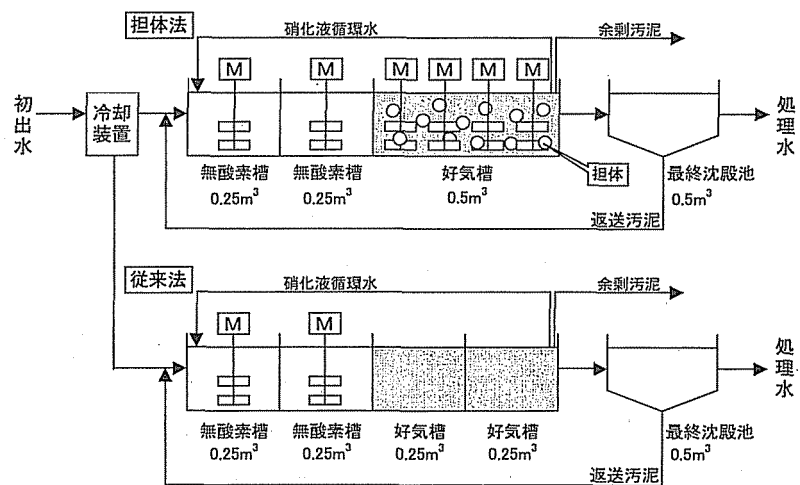


図-1 実験装置

表-1 運転条件

項目		平均	最大	最小
反応タンクHRT	(時間)	7	—	—
硝化液循環率	(%)	100	—	—
汚泥返送率	(%)	50	—	—
無酸素槽:好気槽		1:1	—	—
A-SRT	担体法 (日)	5.4	5.8	4.6
	従来法 (日)	5.7	10.4	4.6
MLSS	担体法 (mg/L)	2,100	2,820	1,250
	従来法 (mg/L)	2,300	3,010	1,740
流入水質	BOD (mg/L)	91	150	56
	SS (mg/L)	44	74	30
	T-N (mg/L)	22.3	27.9	15.8
	NH4-N (mg/L)	16.8	22.6	12.1
	NOx-N (mg/L)	0.59	2.60	0.02

実験期間中の運転条件を表-1に示す。反応タンク水温の変動条件は、ケース1:15℃→10℃と、ケース2:13℃→7℃の2通りを設定し、処理水質への影響、硝化速度減少率、ショックロードからの回復状況等を、連続処理実験および回分実験によって調査した。

なお、実際の融雪時には流入水量の増加と水質の希釈が伴うが、今回の実験では、流入水の増加および希釈は行わずに水温のみを低下させた。また、低水温継続時間は、基本的に最低水温到達後24時間程度とした。

3. 実験結果および考察

3.1 処理水質に対する影響について

水温低下前後の日平均水質を表-2に示す。

ケース1の場合、担体法では水温が低下しても順調に硝化が進行し、処理水質への影響は少なかった。しかし、従来法ではNH₄-Nが残存してBODが上昇するなどの水質の悪化がみられた。

ケース2の場合には、担体法でもNH₄-Nが残存し、水質の悪化がみられたが、従来法に比べれば悪化の程度は小さく、BODも排水基準以下の値であった。

このように、担体法においては水温低下による処理水質への影響が小さかったため、水温の回復に伴って速やかに通常の処理水質へ回復した。

一方、従来法では、処理水質の回復に、水温回復後1日~2日程度の時間を要した。

なお、水温と窒素除去率の関係は図-2のとおりであった。両処理法共に、水温の低下に伴って窒素除去率も低下している。この要因として、残存NH₄-Nの上昇以外に脱窒速度の低下も考えられるが、担体法無酸素槽末端のNO_x-Nは7℃の場合でも0.07 mg/L (MLSS 2,300 mg/L)であり、今回の実験では、水温低下時においても脱窒反応時間は確保されていたと思われる。

3.2 硝化能力に対する影響について

3.2.1 平常時の硝化能力

まず、平常時の硝化能力について、担体法と従来法の違いを検討した。

図-3に示すとおり、従来法汚泥のMLSS当り硝化速度は水温との相関が高く、次式で表された。

$$Y=0.2502e^{0.1473T} : R^2=0.6970$$

一方、担体では、水温との相関は若干認められるものの、値のばらつきが大きく、相関係数は低い値となっている。

$$Y=3.9035e^{0.0595T} : R^2=0.2848$$

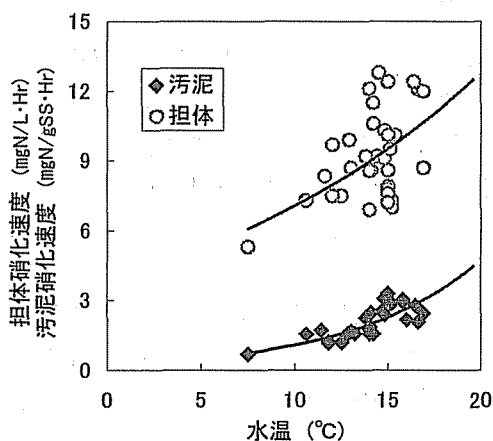


図-3 水温と硝化速度

水温変動条件	ケース1		ケース2		
	15℃ → 10℃	13℃ → 7℃	13℃ → 7℃	13℃ → 7℃	
T-N	原水	22.7	24.0	31.3	25.3
	担体法	8.6	10.0	11.8	12.0
	従来法	9.3	10.9	12.2	14.7
NH ₄ -N	原水	17.4	18.5	22.2	19.3
	担体法	0.65	0.70	0.70	1.12
	従来法	1.07	3.23	0.49	6.54
NO _x -N	原水	0.42	0.13	0.16	0.11
	担体法	5.57	6.42	5.84	6.06
	従来法	5.25	4.73	6.41	3.15
SS	原水	47	39	60	38
	担体法	13	14	15	18
	従来法	15	13	13	20
BOD	原水	85	153	115	127
	担体法	10	13	12	19
	従来法	14	25	10	43
C-BOD	担体法	6.7	7.6	9.1	11.5
	従来法	9.2	12.5	8.0	16.1

※全て日平均値, 単位: mg/L

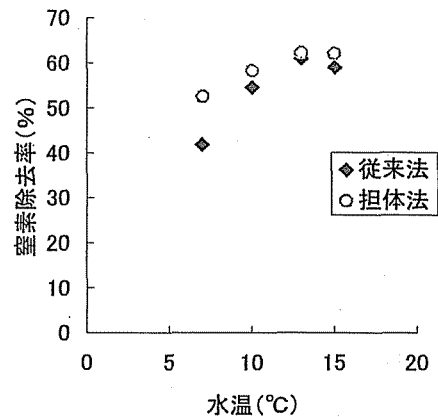


図-2 水温と窒素除去率

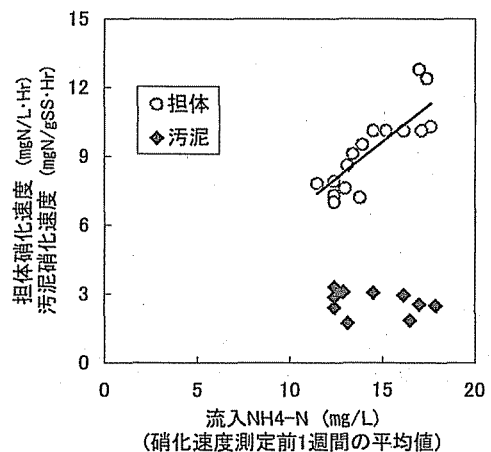


図-4 流入負荷と硝化速度 (水温 15℃)

この原因は、流入基質による影響が大きいと考えられる。図-4 に示すとおり、水温 15℃ 付近における流入 NH₄-N と担体硝化速度の関係では高い相関が得られている。

$$Y=0.6425x : R^2=0.7194$$

担体では A-SRT による制約が無く、常に高い硝化能力を有することから、流入 NH₄-N 負荷が硝化能力の律速条件になったと考えられる。従来法の汚泥についてはそのような傾向は観察されなかった。

3. 2. 2 急激な水温低下時の硝化能力

次に、急激な水温低下時の硝化能力について、担体法と従来法の違いを検討した。水温と硝化速度の関係を図-5 に示す。担体・汚泥共に、水温の低下に比例して直線的に硝化速度が減少している。また、硝化速度の減少率としても、担体と汚泥で明確な差はみられず、同程度に水温低下の影響を受けていると考えられる。

但し、反応タンク全体の硝化能力としては、常に担体法が従来法よりも倍程度高い硝化能力を保持している。このため、担体法の方が急激な水温低下に対して有利であると考えられる。

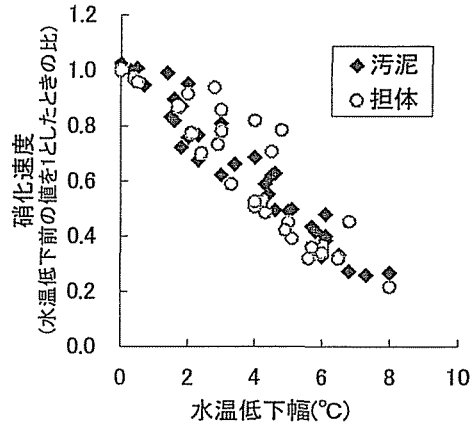


図-5 水温低下と硝化速度の関係

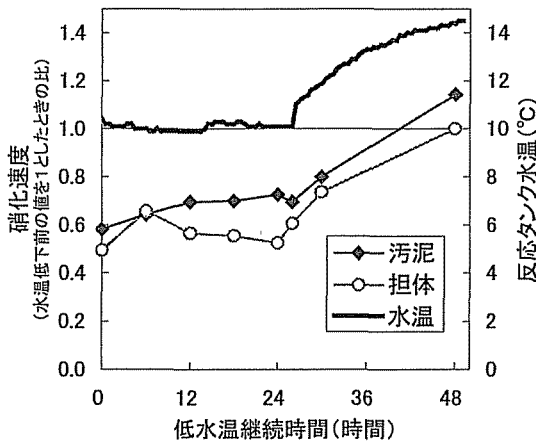


図-6 水温変動実験時の水温と硝化速度の推移
(反応タンク水温変動条件：15℃ → 10℃ → 15℃)

また、低水温継続時間と硝化速度減少率の関係、および、水温回復時の硝化速度回復状況について検討を行った。水温変動実験時の水温と硝化速度の経時変化を図-6 に示す。

最低水温に達してから 24 時間の推移では、担体・汚泥共に特に硝化速度の減少傾向はみられなかった。このことから、短時間であれば、低水温継続時間の硝化能力に対する影響は小さいと思われる。

また、担体と汚泥の硝化能力は、反応タンク水温の上昇に伴い、水温低下前と同程度まで速やかに回復した。この傾向は 13℃ → 7℃ → 13℃ のときも同様であった。

4. まとめ

- ① 平常時の硝化能力は、従来法汚泥では水温との相関が高いが、担体の場合は流入 NH₄-N 負荷との間に高い相関がみられた。
- ② 急激な水温の低下に伴い、担体・汚泥とも硝化能力が直線的に低下するが、反応タンクの水温回復と共に硝化能力も速やかに回復した。
- ③ 従来法では、反応タンク水温が 10℃ まで低下した時点で、処理水質の悪化がみられたが、担体法では、反応タンク水温が 7℃ まで低下しても処理水質への影響は小さかった。

問い合わせ先：〒001-0045 札幌市北区麻生町 8 丁目 1-15

札幌市下水道局施設部水質管理課検査係 TEL (011) 717-5829