

埋立地浸出水処理人工湿地における根圏からの有機物供給 と同時硝化脱窒の関係解析

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○谷口崇至
正会員 中野和典, 千葉信男, 野村宗弘, 西村 修

はじめに

埋立地浸出水は窒素、アンモニア濃度に対して少ない易分解性有機物、低いアルカリ度で特徴付けられる廃水である。浸出水中の窒素の除去では易分解性の有機物が少ないことから、そのままでは脱窒が進行しない。一方、人工湿地では植生根圏からの有機物供給がある事が知られており¹⁾、浸出水を人工湿地で処理する場合植生根圏の有機物供給能に強く依存すると考えられる。アルカリ度が低い排水では、硝化が起こると反応に伴う H^+ 放出により pH 低下が起き、硝化が制限される²⁾。人工湿地では同時硝化脱窒が生じることが知られており³⁾、アルカリ度が極端に低い浸出水では同時硝化脱窒によるアルカリ度の回復が硝化を促進することが考えられ、窒素除去に大きな影響を及ぼしている事が予想される。埋立地浸出水を用いた本研究では、流入アルカリ度および pH から予測される硝化率 10 % を大きく超えた硝化率 93 % が達成され、植生根圏からの供給有機物による脱窒の進行および同時硝化脱窒によるアルカリ度回復機構が大きな影響を与えた事が示唆されている。本発表では、埋立地浸出水処理を行う鉛直浸透流式人工湿地で観察されたヨシ根圏からの有機物供給および同時硝化脱窒反応による窒素除去の促進現象を明らかにすることを目的として行った物質収支の解析結果を報告する。

方法

人工湿地：宮城県の最終処分場に隣接する埋立地浸出水処理施設内にメソコス規模の鉛直浸透流式人工湿地（縦 0.5 m, 横 0.3 m, 基盤厚さ 0.6 m）を設置して実験を行った（図 1）。人工湿地はヨシ

表 1 人工湿地への流入水質

Items	Ave.	S.D.
T-N (mg-N/L)	81.98	13.98
NH ₄ -N (mg-N/L)	67.37	14.26
T-P (mg-P/L)	0.19	0.17
COD (mg/L)	43.7	8.3
Cl ⁻ (mg-Cl ⁻ /L)	3800	700
Alkalinity (mg-CaCO ₃ /L)	102.3	15.0
pH (—)	7.43	0.16

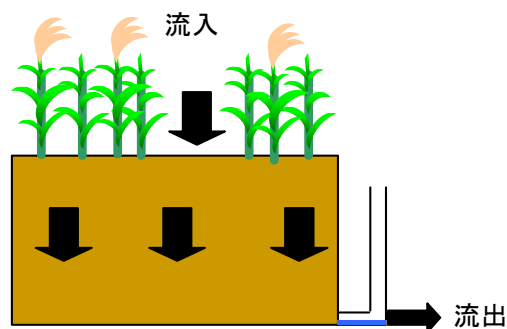


図 1 人工湿地内の水の流れ

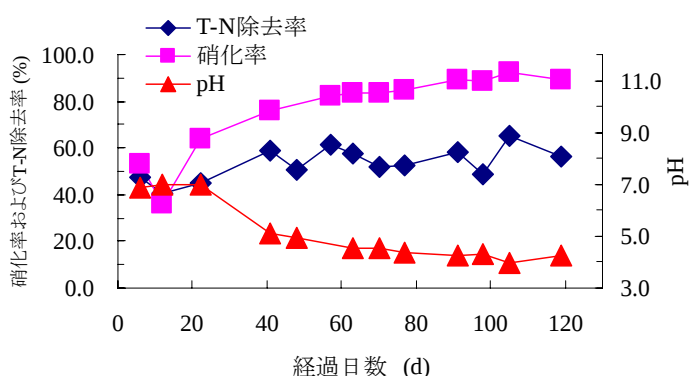


図 2 T-N 除去率、硝化率および pH の推移

(*Phragmites australis*) を植栽し、二年経過したものを
を用いて埋立地浸出水を水面積負荷条件 0.15
 $m^3/m^2 \cdot d$, 間欠頻度 24 pulses/d で流入させ処理を行

キーワード：鉛直浸透流式人工湿地、同時硝化脱窒、窒素除去、埋立地浸出水

東北大学大学院工学研究科 土木工学専攻 環境生態工学研究室
〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字 6-6-06 TEL 022-795-7473

った。排水は底面より排出して基盤内の水分条件は不飽和にした。また流入させる埋立地浸出水中には高濃度に塩分が含まれヨシが枯死するおそれがあるため4倍希釈したものをを用いた。人工湿地への平均流入水質を表1に示す。

水質分析：2007年7月から2007年11月までの4ヶ月間週に一度、流入及び流出部から採水し下水試験法に基づきT-N、無機態窒素、T-P、無機リン、COD、アルカリ度、pHの測定を行った。

結果

硝化率、T-N除去率そしてpHの推移を図2に示す。硝化率は時間経過と共に高くなる傾向を示したが、pHは硝化率とは逆に低下する傾向を示した。運転開始6日目で6.87だったpHは91日目には4.24まで低下した。一方、開始6日目で53%だった硝化率はpHが低下し続けているにもかかわらず上昇を続け、91日目には90%に達して119日目まで90%付近で安定していた。T-N除去率も硝化率と同様に時間経過と共に高くなる傾向を示し、運転開始6日目に47%だったT-N除去率が57日目には61%に達した。しかしT-N除去率は70%を超える事無く105日目に示された68%が最大であった。

考察

埋立地浸出水中のアンモニア濃度67.37 mg-N/Lに対してアルカリ度は低く102.3 mg-CaCO₃/Lである。これはアルカリ度の全てが硝化に伴うpH低下の緩衝作用に用いられたと仮定しても、流入アンモニア負荷の約10%に相当するに過ぎない。この事はアルカリ度の供給源が他になければ硝化率90%が達成できない事を意味しており、人工湿地内では硝化の進行を可能にするpH低下防止機構が存在していた事を意味している。人工湿地内でのpH低下を防止する因子としてはH⁺が生成された際に中和反応を起こすOH⁻があり、その供給源として脱窒が挙げられる。表2に示すように、硝化の定常期(91-119日)の硝化速度から推定したH⁺生成量と脱窒によるOH⁻生成を推定した結果を基に、出口pHを推定すると平均して2.87程pHが低下し、7.47の流入pHが4.59まで低下すると推定された。実測pHは4.20

表2 同時硝化脱窒によるH⁺およびOH⁻生成量と供給有機物量

硝化によるH ⁺ 生成量	(mol-H ⁺ /m ² ・d)	0.67
脱窒によるOH ⁻ 生成量	(mol-H ⁺ /m ² ・d)	0.57
推定pH低下幅	(—)	2.87
脱窒で用いられたTOD量	(g/m ² ・d)	19.89
流入水中のCOD分解量	(g/m ² ・d)	0.90
脱窒に用いられた根圏供給有機物量の推定値	(g/m ² ・d)	18.99

であり、推定値とほぼ同程度の値であったことから、脱窒が硝化の近傍で同時進行することでpH低下を防止している仮説は妥当であることが推察され同時硝化脱窒といえる現象が起きていると考えられた。

硝化率が定常期において約90%を示したのに対して脱窒率は50-65%の間であり硝化率よりも低く、窒素除去過程は脱窒律速となっていた。有機物含量が多い生活排水処理では、窒素除去過程では硝化律速となる。しかし埋立地浸出水を対象とした本研究では有機物が少ないため、窒素除去において脱窒律速となったと考えられた。有機物の供給源として流入水と人工湿地根圏が挙げられる。そこで硝化の定常期におけるT-N除去速度から脱窒に必要な有機物を全酸素要求量(TOD)として算出し、有機物の収支を比較した。表2に示すように、流入水由来のCOD分解量の全てが脱窒に用いられたと仮定しても、TOD消費速度の約4%を占めるに過ぎない。したがって、脱窒で消費された有機物はほぼ人工湿地から供給されたと考えられ、流入窒素負荷が人工湿地の有機物供給速度を超えていたためにT-N除去率が70%に留まったと考えられる。

以上の事より、埋立地浸出水处理を鉛直流式人工湿地で処理する場合、同時硝化脱窒反応により硝化が促進されるという事が明らかとなったが、植生根圏からの有機物供給速度が脱窒を律速するため、予めヨシ根圏からの供給量を考慮した負荷量にすれば完全な窒素除去を行う事ができる可能性が示された。

《参考文献》

- 1) T. Zhu, F. J. Sikora (1995), Wat. Sci. Tech. 32 (3), pp. 219-228.
- 2) 須藤隆一 (1977), 廃水处理の生物学, pp 606-608
- 3) M. R. Hamersley et al. (2001), Eco. Eng. 18, pp 61-75.