

ローコストで維持管理が容易なシュロガヤツリ草を用いた
浸出水汚濁負荷低減化手法について（その3）

九州クリーン工業(株)	○鳴海賢治	塚本博文
福岡市環境局施設課	小山田謙二	村上哲哉
福岡大学	松藤康司	小林亮

1 はじめに

廃棄物最終処分場から発生した浸出水は、浸出水処理施設において排水基準以下にまで処理され放流される。準好気性埋立構造を有する埋立地の浸出水はBOD等の易分解性有機物が低く、COD等の難分解性有機物や全窒素が高い傾向にある。この中で、浸出水中の全窒素は大部分がアンモニア性窒素(NH₄-N)であり、浸出水処理施設で脱窒素処理を行うためには、硝化・脱窒プロセスが必要であるが、全窒素の処理は諸条件等によって、活性炭による高度処理も必要とするケースがある。また、浸出水の処理は埋立期間中は高度処理をしているが、埋立終了後も廃止まで維持管理を継続するため、浸出水処理施設の維持管理費が大きな課題となる。そこで、全窒素の負荷を軽減させるため浸出水処理施設の処理工程の中で、浸出水調整池を活用し、水生植物(シュロガヤツリ草)を用いた浸出水中の全窒素を低濃度化する事で、浸出水処理施設における窒素成分の負荷軽減と低コスト化の可能性を検討した。

本研究は第1報で大型実験槽によるバッチ試験においてシュロガヤツリ草を用いた埋立地浸出水中の窒素の除去効果を確認した。第2報では、浸出水処理施設の稼働を想定し、連続処理における浸出水中の窒素吸収の最適条件を検討した結果、滞留時間を16時間に設定した場合が窒素除去に最も効率的である事を確認した。

本報は、埋立地から発生したアンモニア性窒素主体の浸出水と浸出水処理プロセスの硝化処理後の処理水(以下、硝化処理水と略す)を用いて、窒素形態の違いによるシュロガヤツリ草の窒素吸収除去効果について検討した。

2. 実験条件及び実験方法

実験装置の概要を図-1、写真-1に示す。本実験装置はシュロガヤツリ草を2,000g植栽したビールケースを2つ設置した栽培水槽を用いて、埋立地から発生したアンモニア性窒素主体の浸出水を流入させるI槽[NH₄-N]と、硝酸性窒素主体の硝化処理水を流入させるII槽[NO₃-N]からなっている。各槽の滞留時間は前報で最も窒素吸収除去効果が確認された16時間(210ml/min)に設定し、実験期間は、5月14日から6月5日までの42日間とし生育状況と植体重量を測定した。また、各槽に流入する水(浸出水、硝化処理水)の流入水と、栽培水槽を通過後の流出水について、窒素濃度を

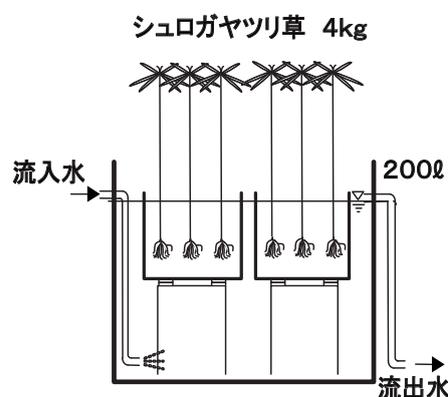


図-1 実験装置(栽培水槽)



写真-1 実験装置(栽培水)

定期的に測定した。さらに実験開始時と終了時のシュロガヤツリ草中の窒素含有量をCNコーダーで分析し、各槽における窒素量を求めた。

3. 実験結果

3.1 シュロガヤツリ草の生長量

実験終了時のI槽 $[\text{NH}_4\text{-N}]$ とII槽 $[\text{NO}_3\text{-N}]$ の根部を写真-2に示した。II槽 $[\text{NO}_3\text{-N}]$ はI槽 $[\text{NH}_4\text{-N}]$ に比べて側根の生育が盛んにみられた。これは、一般的に植物は主根で体を支え、側根を生やすことで効率的な水分・養分を吸収するが、硝酸性窒素を主体とした硝化処理水II槽 $[\text{NO}_3\text{-N}]$ は少ない養分を効率的に吸収するため側根の生育が進んだものと考えられる。各実験槽に設置したシュロガヤツリ草の湿潤重量の経時変化を図-2に示した。各槽ともに4,000gで実験を開始し、その後順調に生長し42日後には、I槽 $[\text{NH}_4\text{-N}]$ が9,900gでII槽 $[\text{NO}_3\text{-N}]$ が8,600gまで生長し、I槽 $[\text{NH}_4\text{-N}]$ の方が生長量が多い事が分かった。このため、シュロガヤツリ草の生育にはアンモニア性窒素主体の浸出水の方が適していた。

3.2 シュロガヤツリ草への全窒素吸収

各実験槽における流入水と流出水の全窒素濃度の経時変化を図-3に示した。窒素形態がアンモニア性窒素であるI槽 $[\text{NH}_4\text{-N}]$ の流入水中の全窒素は15mg/L~19mg/Lに対し、流出水中の全窒素は流入水よりも2mg/L~5mg/L低い傾向を示した。また、窒素形態が硝酸性窒素であるII槽 $[\text{NO}_3\text{-N}]$ は流入水中の全窒素が14mg/L~18mg/Lに対し、流出水は2mg/L前後と低い傾向を示した。2槽とも流入水と流出水間で大きな違いは見られなかった。また、実験開始から30日目以降に流入水、流出水ともに急激に全窒素濃度が低下しているが、これは梅雨時期の降雨の影響を受け希釈されたのが原因と推測される。そこで、流入水と流出水の全窒素濃度差を流出水量から、想定されるシュロガヤツリ草への全窒素吸収量を試算した結果を図-4に示した。図より、実験開始から42日間に亘ってシュロガヤツリ草に吸収された累積窒素量はI槽 $[\text{NH}_4\text{-N}]$ が18.6g、II槽 $[\text{NO}_3\text{-N}]$ が16.2gとアンモニア性窒素の方が、シュロガヤツリ草への吸収量が多い事が想定された。また、I槽 $[\text{NH}_4\text{-N}]$ の全窒素吸収量が高くなっている、20日以降の傾向は図-2のシュロガヤツリ草の生長量と類似した傾向を示した事から、全窒素吸収量の多少は生長量に影響している事が推測される。



I槽 $[\text{NH}_4\text{-N}]$ II槽 $[\text{NO}_3\text{-N}]$

写真-2 実験終了時シュロガヤツリ草の根

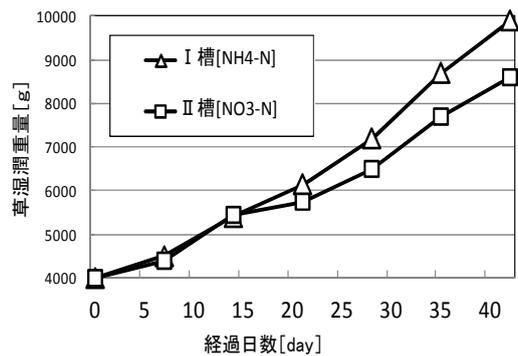


図-2 シュロガヤツリ草の湿潤重量変化

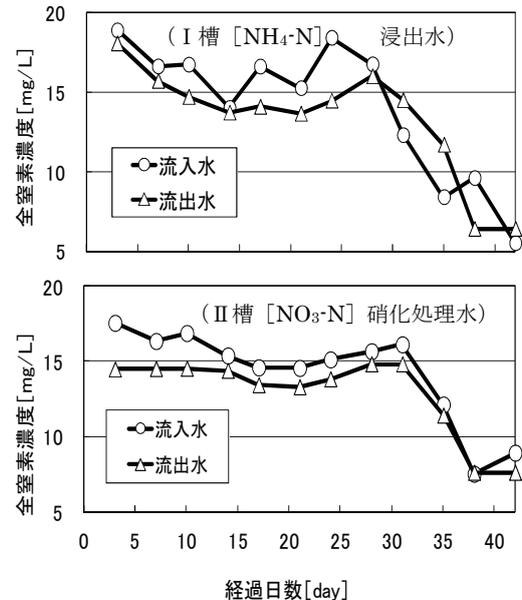


図-3 全窒素濃度の経時変化

3.3 シュロガヤツリ草への窒素吸収量

シュロガヤツリ草の生長に伴い、窒素が吸収されている事が想定されたことから実験開始前と終了後に、シュロガヤツリ草中の窒素含有量を調査し、窒素の吸収効果を確認した結果を表-1 に示した。シュロガヤツリ草の各部位（根・茎・葉）の実験開始前と終了時の乾燥重量を見ると、I 槽 [NH₄-N] が全体で 761.6g に対し、II 槽 [NO₃-N] は 592.4g と、I 槽 [NH₄-N] の方が約 1.3 倍生長している事がわかる。また、部位別に見ると I 槽 [NH₄-N] は葉・茎・根とも実験開始

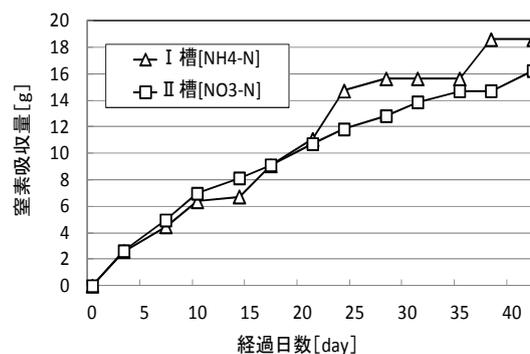


図-4 シュロガヤツリ草への窒素吸収量

前後で 200%前後の生長率に対し、II 槽 [NO₃-N] は 150%前後と、I 槽 [NH₄-N] の方がどの部位でも生長している事が確認できた。次に、シュロガヤツリ草中の窒素含有量から、42 日間の実験期間中にシュロガヤツリ草に吸収された全窒素量は、全体で I 槽 [NH₄-N] が 12.5g、II 槽 [NO₃-N] が 7.7g と I 槽 [NH₄-N] の方が約 1.6 倍高い吸収量となっていた。また、部位別の全窒素吸収量を見ると、両槽とも根が全窒素吸収量が多く、この傾向は前報と同じ傾向を示した。そこで、シュロガヤツリ草の乾燥重量当たりの全窒素吸収量は、I 槽 [NH₄-N] が 32.4mg/g-dry、II 槽 [NO₃-N] が 35.5mg/g-dry となっており、シュロガヤツリ草の単位乾燥重量当たりの全窒素吸収量は I、II 槽と同程度であった。このため、シュロガヤツリ草による窒素吸収は、アンモニア性窒素、硝酸性窒素の窒素形態が異なっても、同程度の吸収量である事が想定された。従って、シュロガヤツリ草を用いた浸出水の窒素除去法として、シュロガヤツリ草の生長量が大きいアンモニア性窒素主体の浸出水を対象に窒素吸収除去をする事が効率的であると確認できた。

表-1 シュロガヤツリ草部位別重量変化と窒素吸収量

	部位	乾燥重量 [g]		N含有量 [mg/g]		N吸収量 [g/dry] (終了時-開始時)	生長量に対する N吸収量 [mg/g-dry]
		開始時	終了時 (増加率%)	開始時	終了時		
I 槽 (NH ₄ -N)	葉	46.4	109.6 (236)	8.6	14.6	1.2	18.9
	茎	200.0	389.3 (195)	7.0	18.5	5.8	30.6
	根	129.6	262.7 (203)	5.4	26.6	6.3	47.3
	全体	376.0	761.6 (203)	8.9	20.7	12.5	32.4
II 槽 (NO ₃ -N)	葉	46.4	66.2 (143)	8.6	15.1	0.6	30.3
	茎	200.0	306.2 (153)	7.0	16.0	3.5	32.9
	根	129.6	220.0 (170)	5.4	23.2	4.4	48.6
	全体	376.0	592.4 (158)	8.9	18.6	7.7	35.5

4. まとめ

シュロガヤツリ草を用いた窒素の吸収除去において、前報までは、滞留状態での除去効果と連続通水での除去効率を確認したが、本報では窒素形態の違いでの除去効果とその効率化を確認した結果を以下に示す。

- ① シュロガヤツリ草の生長は、硝酸性窒素主体の処理水よりもアンモニア性窒素主体の浸出水の方が適していた。
- ② シュロガヤツリ草の全窒素吸収量は、アンモニア性窒素主体の I 槽の方が多い事が分かったが、生長量に対する吸収量は両槽ともにほぼ同傾向を示した。

以上の実験結果より、シュロガヤツリ草を用いた窒素吸収除去は、シュロガヤツリ草の生長が速いアンモニア性窒素主体の浸出水を用いる事が効果的と考えられる。

参考文献 1) 大歯哲次他 ローコストで維持管理が容易なシュロガヤツリ草を用いた浸出水汚濁負荷低減手法について 32 回全国都市清掃研究・事例発表会 (2011) 2) 塚本博文他 ローコストで維持管理が容易なシュロガヤツリ草を用いた浸出水汚濁負荷低減手法について (その 2) 33 回全国都市清掃研究・事例発表会 (2012)