

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2）

九州クリーン工業（株） ○塚本博文 鳴海賢治
福岡市環境局施設課 小山田謙二 田代武夫 村上哲哉
福岡大学 松藤康司 柳瀬龍二

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値以下までに処理され放流される。準好気性埋立構造を有する埋立地浸出水の水質はBOD等の易分解性有機物負荷が低く、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（ $\text{NH}_4\text{-N}$ ）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。

現在の浸出水処理は高度処理をしている上に、埋立終了後も廃止まで長期間に亘って維持管理を続けなければならないため、浸出水処理施設の維持管理費の軽減が大きな課題となる。そこで、浸出水調整池や脱窒処理工程の前段で、水生植物（シュロガヤツリ草）を用いて浸出水中の全窒素を吸収除去により低濃度化する事で、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。

前報では、バッチ試験によるシュロガヤツリ草を用いた簡易な予備実験と、大型実験槽を用いた実験で全窒素の除去効果があったことを報告した。

本報は、維持管理負荷軽減対策として浸出水処理施設の稼働を想定し、連続処理においてシュロガヤツリ草による全窒素の吸収除去が効率的に行える条件を把握するため、浸出水との接触時間と全窒素吸収量との関係を確認した。

2. 実験条件及び実験方法

シュロガヤツリ草による全窒素の除去実験装置を写真-1、図-1に示す。実験は大型水槽（ 10m^3 ）に浸出水の原水を定期的に一定量貯留し、定量ポンプでシュロガヤツリ草を設置した各実験槽（200 l）に一定量を流入させ、オーバーフローによる定水位で行った。

シュロガヤツリ草を設置した実験槽は滞留時間の異なる3つの条件[I槽：8h（420ml/分）、II槽：16h（210ml/分）、III槽：24h（140ml/分）]下で、各実験槽にシュロガヤツリ草3kgを入れたビールケース2ケースを設置し、7月16日から9月8日までの53日間測定を行った。シュロガヤツリ草による窒素吸収量は各実験槽の浸出水の流入水（以下「流入原水」と略す）と流出水中の窒素濃度及び流出量から全窒素量を算出し、吸収量及び吸収率を求めた。また、使用した流入原水の水質の平均値はpH 7.7、DO 1.8mg/l、TOC 26.5mg/l、COD 29.3mg/l、



写真-1 実験装置

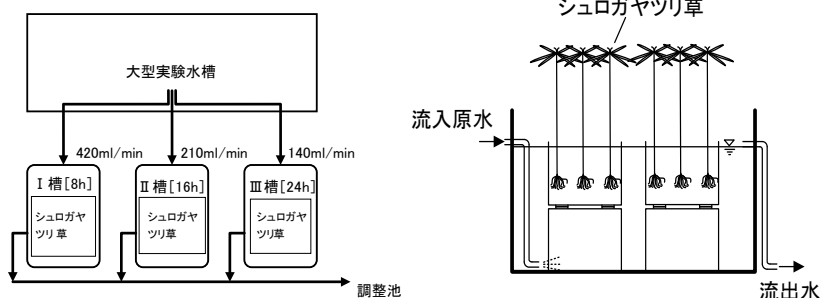


図-1 実験装置

T-N 45mg/l、Cl⁻ 3140mg/l であり、全窒素の窒素形態はほとんどがアンモニア性窒素であった。

3. 実験結果

3.1 シュロガヤツリ草の生長量

各実験槽に設置したシュロガヤツリ草の生長状態を把握するため湿潤重量を定期的に測定した結果を図-2に示した。実験開始時のシュロガヤツリ草の重量が6kgに対し、設置から約1ヶ月間に亘って順調に生長していたが、その後は生長が鈍化し40日以降になると、ほとんど生長が停止する傾向にあった。

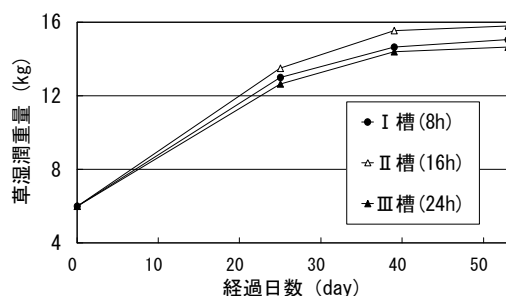


図-2 シュロガヤツリ草の重量変化

3.2 浸出水中の全窒素

各実験槽における流入原水と流出水の全窒素濃度の経時変化を図-3に示した。各実験槽の浸出水の滞留時間の違いによる流入原水と流出水中の全窒素濃度は、滞留時間が8hと最も短いI槽で最大1.6mg/lの差が認められた。また、滞留時間16hのII槽は2.6mg/l、滞留時間24hのIII槽は2.6mg/lと、シュロガヤツリ草との接触時間が長い程流出水中の窒素濃度が低い傾向にあったが、3槽間の濃度差は小さかった。

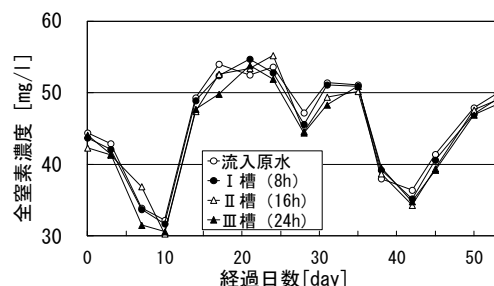


図-3 全窒素濃度の経時変化

そこで、流入原水と流出水中の窒素濃度及び流入水量から、シュロガヤツリ草の全窒素吸収量の累積量を求めた結果を図-4に示した。シュロガヤツリ草の全窒素累積吸収量はI槽(8h)が24.8g、II槽(16h)が50.9g、III槽(24h)が21.0gで、全窒素吸収量はII槽>I槽>III槽の順となり、II槽における吸収量がもっとも多く、今回の実験でシュロガヤツリ草の窒素吸収を効率的に行うためには、16h前後の滞留時間が最も適していると考えられた。

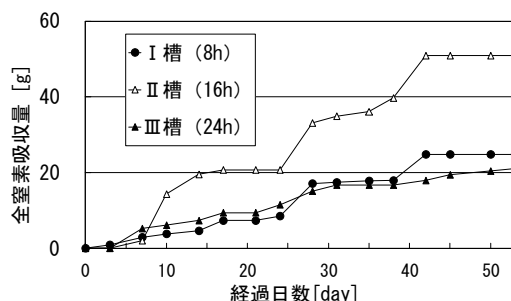


図-4 シュロガヤツリ草への窒素吸収量

また、シュロガヤツリ草への累積窒素吸収量の変化を見ると、実験開始から10日間は窒素吸収量が少ない傾向にあるが、これは実験に使用したシュロガヤツリ草を株分けした直後であり、株分け時のダメージが影響していると考えられる。しかし、実験開始10日から40日に亘ってシュロガヤツリ草への窒素吸収量が多くなり、窒素吸収が盛んな時期となっている。その後は、窒素の吸収がほとんど見られなくなっていた。この傾向は、図-2で示したシュロガヤツリ草の生長(重量変化での判定)と同傾向を示していることから、シュロガヤツリ草の生長に合わせて窒素吸収量も増加する傾向にあったことが確認できた。

3.3 シュロガヤツリ草への全窒素吸収量

シュロガヤツリ草への窒素吸収が流入原水と流出水等の調査結果より想定されたことから、シュロガヤツリ草に吸収された窒素量や、どの部位に吸収蓄積されているかを検討するため、実験開始時と終了時のシュロガヤツリ草の重量変化や窒素含有量等を調査した結果を表1に示した。表中にはシュロガヤツリ草の各部位の乾燥重量とCNコーダーを用いて測定した各部位の窒素含有量を示した。

シュロガヤツリ草の実験開始時と終了時の重量変化から、シュロガヤツリ草全体量での生長率はII槽

が 190%でⅠ・Ⅲ槽が 160%とⅡ槽がもっとも高かった。また、各部位の生長率では根の生長率が葉・茎に比べ 2～3 倍の生長率となっていた。このようにシュロガヤツリ草の生長状況に対して、吸収された全窒素量はⅠ槽が 15.5g、Ⅱ槽が 21.6g、Ⅲ槽が 11.9g となり、これは、流入原水と流出水から試算した窒素吸収量と同傾向を示していることから、明らかに、滞留時間が 16h のⅡ槽が最もシュロガヤツリ草を生長させ、窒素吸収量も最も多くなることが確認できた。

次に、シュロガヤツリ草に吸収された窒素の部位別蓄積量は、根部への吸収が全体の約 7 割を占めていた。しかし、根・茎・葉部の 1g 当たりの窒素吸収量に換算すると茎部への吸収量が多く、これは前報の結果と同傾向を示した。

これらの結果から、浸出水中の窒素濃度を用いた窒素吸収量とシュロガヤツリ草中の窒素含有量から試算した吸収量を比較すると、窒素の吸収傾向は同じであったものの、窒素の収支が合わなかった。この要因として、シュロガヤツリ草に一旦吸収された窒素が葉から窒素ガス等として大気へ放出されている可能性も考えられた。

表 1 シュロガヤツリ草の部位別重量変化と窒素吸収量

		①	②	③=②/① ×100	④	⑤	⑥=①× ④	⑦=②× ⑤	⑧=⑦-⑥	⑨=⑧/②× 1000
		乾燥重量[g]		増加率 [%]	N 含有量 [mg/ g]		N 総量 [g /dry]		N 吸収量 [g /dry] (終了時-開始時)	乾燥重量 1g 当たりの N 吸収量 [mg/ g]
		開始時	終了時		開始時	終了時	開始時	終了時		
Ⅰ 槽 (8h)	葉	154.2	189.7	123	17.57	21.40	2.71	4.06	1.35	7.12
	茎	345.0	375.7	109	8.20	20.60	2.8	7.74	4.91	13.07
	根	279.6	719.9	257	15.92	18.95	4.5	13.64	9.19	12.77
	全体	778.8	1285.3	165	12.83	19.79	10.0	25.44	15.45	12.02
Ⅱ 槽 (16h)	葉	154.2	203.4	132	17.57	21.19	2.7	4.31	1.60	7.87
	茎	345.0	355.8	103	8.20	24.20	2.8	8.61	5.78	16.25
	根	279.6	895.0	320	15.92	20.79	4.5	18.61	14.16	15.82
	全体	778.8	1454.1	187	12.83	21.68	9.99	31.53	21.60	14.85
Ⅲ 槽 (24h)	葉	154.2	211.9	137	17.57	18.69	2.71	3.96	1.25	5.90
	茎	345.0	277.0	80	8.20	17.36	2.83	4.81	1.98	7.15
	根	279.6	770.9	276	15.92	16.86	4.45	13.00	8.55	11.09
	全体	778.8	1259.8	162	12.83	17.28	9.99	21.77	11.90	9.45

4 まとめ

シュロガヤツリ草を用いた窒素の吸収除去について、前報では、滞留状態での除去効果を確認し、本報では、連続通水での除去効率を確認し次の様な結果となった。

- ① 今回の実験条件に於いては、滞留時間は 16 時間をもっとも効率良く窒素吸収され、この時の吸収効率を期間中の累積吸収量と日数から単純計算すると 960mg/日となった。また、シュロガヤツリ草 1 kg の吸収効率に換算すると 160mg/kg・日となった。
- ② 効率良く吸収できる期間は、株分け 10 日から 40 日程度であった。
- ③ シュロガヤツリ草の窒素吸収は、草の生長と密接な関係があり、今後は、浸出水処理施設での連続した処理に応用するために、シュロガヤツリ草の植え付け、株分けなどの管理方法について、さらに研究する必要がある。

また、今までは流入原水（主にアンモニア性窒素）に対しての効果を確認してきたが、今後は、浸出水処理中間工程の処理水（亜硝酸、硝酸化されたもの）に対しての効果確認も検討する。

<参考文献> 大歯哲次、第 32 回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集、P252-P254、2011.1