

高塩分濃度浸出水を処理する人工湿地における ヨシの生育と蒸散量についての考察

(正)江成敬次郎*,(正)矢野篤男*

○岡沼美香(学生)*, 熊谷由貴(学生)*, 佐藤和明(学生)*, 下川洋介**

* 東北工業大学大学院環境情報工学専攻 ** 仙台環境開発(株)

1. はじめに

人工湿地による水質浄化法は、植物や微生物の機能を利用して処理を行うものであり、省エネルギー、低コストな排水処理法と言われている¹⁾。一般的に塩分は植物の生育を阻害すると言われているが、ヨシは塩分耐性があると言われる。廃棄物処分場浸出水は高い濃度で塩分が含まれており、高塩分の浸出水処理におけるヨシを用いた人工湿地による浸出水処理の適用事例は少なく、人工湿地を用いた浸出水処理におけるヨシの生育挙動についての研究はほとんどされていない。本研究は 2010 年より開始し、これまで本研究では、ヨシを植栽した横型人工湿地を用いて高塩分浸出水の処理を行ってきた。そして、横型人工湿地において蒸発およびヨシによる蒸散効果は、浸出水処理において大きな寄与をしていることを明らかにした。しかしながら、人工湿地における水収支に関わる蒸発散量の詳細は明らかになっていない。そこで本研究では、浸出水処理の評価において重要とされる水収支のうち、ヨシの生育と蒸散量の日変化および季節変化について、人工湿地と室内ポット試験の結果を考察することとした。

2. 実験方法

仙台市内の産業廃棄物最終処分場敷地内に 2010 年 1 月、パイロットスケール人工湿地(1m×2m×0.7m)を設置し、2010 年 4 月より実験を開始した。装置の様子を写真 1 に示す。装置内植栽基材として砂利(径 5~10mm)を入れ、ヨシを 6 株植えた。ヨシは七北田川河口(汽水域)で採取したものである。本実験は濃度条件の異なる 2 系統を設定して実施した。すなわち、A 系統は流入水を浸出水原水とし、B 系統は流入水を浸出水原水の 2 倍希釈水とした。流入条件は流量を 55L/日、滞留時間を約 10 日とした。試料分析のための採水は毎月 1 回、ヨシの生育調査(最大稈長・単位面積当たりの稈数)は毎月 2 回行った。採水ならびに調査時には気温、水温、流入・流出水量を現地にて測定し、pH、EC、Cl⁻は実験室にて測定した。また、現地の気象データ(気温・降雨量)は処分場より提供された。

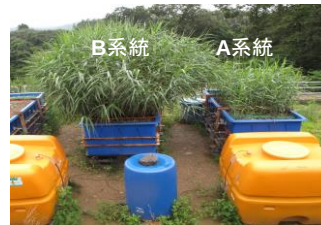


写真 1 人工湿地の様子



写真 2 蒸散量測定ポットの様子

室内実験における蒸散量測定は以下の通りである。人工湿地 B 系統に生育していたヨシ根茎を採取し、栽培用ポット(8cm×8cm×15.9 cm)19 個に根茎を移植した。これらのポットを本大学施設内のガラスハウス内に設置し、栽培を 2013 年 5 月~10 月まで行った。蒸散量の測定は月に 1 度行った。実験ポットの様子を写真 2 に示す。ヨシが植栽されているポットのうち 3 個をランダムに選び、ポットから砂利を取り除き、遮光した袋にヨシの根茎が十分に浸かるよう浸出水を入れた後、袋の口を縛りポットに戻した。測定は 3 時から 22 時まで 1 時間ごとにポットの重量を測定し、以下の式で蒸散量を求めた。

蒸散量 = 測定前植栽ポット重量 - 測定後植栽ポット重量

測定時には気温、湿度、照度、ポット重量、水温、EC、pH の測定を行い、ヨシの生育調査は稈長、稈数、葉数、実験後にヨシの乾燥重量測定を行った。

3. 結果および考察

3.1 現場ヨシおよび室内試験ヨシ生育の季節変化

図 1 に 2010 年 6 月~2013 年 10 月の 4 年間の最大稈長および単位面積当たり稈数の経年変化および室内試験ヨシ生育を示す。図 1 より A、B 系統とも稈数および稈長は年を追うごとに増加し、ヨシの生育は経年的に良好となった。また室内実験ヨシの生育は、10 月の時点で最大 93.5cm、ポットあたり稈数は 20 本(995 本/m²)となった。室内実験のヨシの単位面積あたり稈数は B 系統とほぼ同程度であったが、稈長は B 系統ヨシの 1/2 程度であった。図 2 に 2011 年~2013 年におけるヨシの最も生長した期間(4 月~6 月)における稈数および稈長の日増加速度と Cl⁻濃度の相関を示す。図 2 より生長期における塩分による稈長、稈数日増加速度に及ぼす影響は異なっており、ヨシ生長期において稈の伸長は、塩分濃度が高くなると抑制される関係が強いことが示された。また経年的に比較すると、稈の伸長に対する塩分の影響は 2012 年が最も強く、次いで 2013 年、2011 年であった。したがって稈の伸長に対する塩分の影響に経年的な傾向は見られなかった。

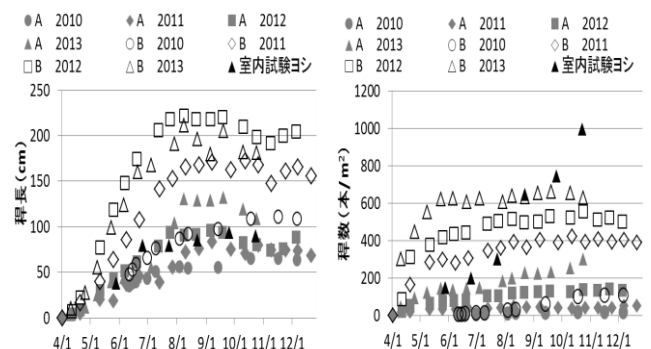


図 1 2010 年~2013 年の現場および室内試験におけるヨシ稈長と稈数の季節変化

キーワード: 人工湿地, 処分場浸出水, 高塩分濃度, ヨシ, 生存限界濃度

連絡先: 985-8577 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35-1 022-305-3939 m126802@tohtech.ac.jp

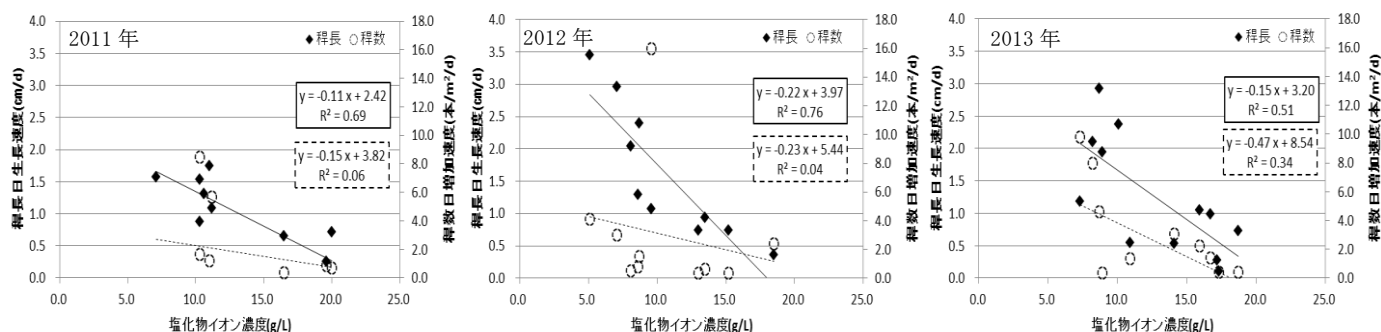


図2 生長期における稈数および稈長日増加速度と Cl^- 濃度との関係

3-2 室内実験における蒸発散量の経時変化および経月変化

図3に5月～10月までの室内試験時における蒸散量の経時変化を示す。また表1に、蒸散量と気温、照度、湿度との気象条件の相関係数を示す。図3より蒸散量は全体的に夜明けから昼間にかけ増加し、13時～14時にピークとなり、その後日没から夜間にかけ減少する傾向がみられた。また表より、気温、照度、湿度の3つの気象条件はどれも平均して $R^2=0.70$ 以上の相関があることがわかった。このことから、蒸散量は1つの気象条件で決まるのではなく、いくつかの気象条件が相互に影響され決まるものと思われた。

3-3 現場試験における蒸発散量の経時変化

図4に、2013年6月～10月における流出水量の連続測定より得られたB系統の蒸発散量の経時変化を示す³⁾。図4より、現場B系統においても蒸発散量は室内試験と同様、夜明けから昼間にかけ増加し、日没から夜間にかけ減少する傾向がみられた。

3-4 室内試験と現場試験の比較

表2に室内試験とB系統の蒸散量およびB系統に対する室内実験の蒸散量の比を示す³⁾。なお、B系統蒸散量を求めるにあたり蒸発量として、仙台市の年間の平均蒸発量(3.8L/d)を使用した⁴⁾。表より、室内試験で得られた蒸散量はB系統の約2～7割程度と見積もられた。この原因として、室内実験で用いたヨシは植栽1年目であることから、ヨシの生育が十分ではなかったことによると考えられる。

4. まとめ

現場ヨシおよび室内試験ヨシ生育の季節変化において、A,B系統とも稈数および稈長は年を追うごとに増加し、ヨシの生育は経年的に良好となった。室内試験とB系統ヨシの生育を比較すると、室内実験ヨシの単位面積あたり稈数はB系統とほぼ同程度であったが、稈長はB系統ヨシの1/2程度であった。

蒸散量および蒸発散量の日変化において、室内および現場B系統の両試験とも全体的に夜明けから昼間にかけ増加し、13時～14時にピークとなり、その後日没から夜間にかけ減少する傾向がみられた。また蒸散量の経時変化と気温、照度、湿度の3つの気象条件はどれも平均して $R^2=0.70$ 以上の相関があることがわかった。このことから、蒸散量は1つの気象条件で決まるのではなく、いくつかの気象条件が相互に影響され決まるものと思われた。

室内試験で得られた蒸散量はB系統の約2～7割程度と見積もられ、室内試験による蒸散量がB系統よりも低い蒸散量であった。これは室内実験で用いたヨシは植栽1年目であることから、ヨシの生育が十分ではなかったことによると考えられた。

参考文献

- 1) J.Vymazal(2008)IWA11th International Conference on Wetland Systems for Pollution Control,1-15,Indore,India.
- 2) 気象庁 <http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>
- 3) 熊谷他 第1回水環境学会東北支部技術研究発表会予稿集,P33(2013)
- 4) 近藤純正(1994) 水環境の気象学,朝倉書店

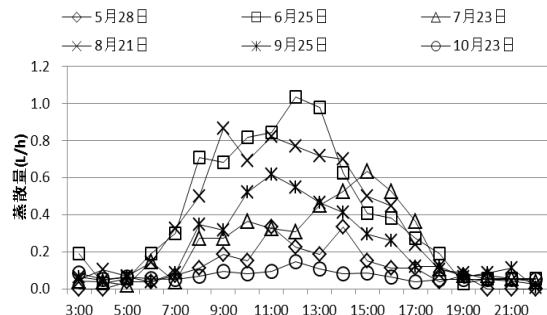


図3 室内試験蒸散量の経時変化

表1 日蒸散量と気温、照度、湿度との気象条件の相関係数

R^2	5月28日	6月25日	7月23日	8月21日	9月25日	10月23日
気温	0.73	0.70	0.89	0.86	0.84	0.60
湿度	0.62	0.81	0.85	0.90	0.83	0.44
照度	0.66	0.87	0.67	0.72	0.75	0.53

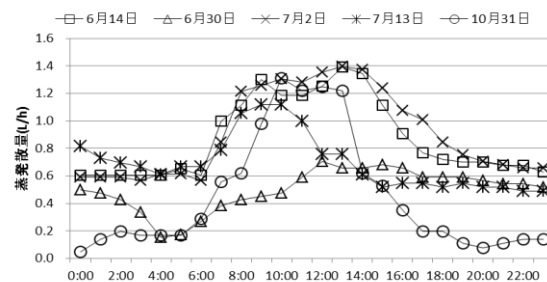


図4 B系統の蒸発散量の経時変化

表2 室内試験と現場B系統の蒸散量の比較

	5月	6月	7月	8月	9月	10月
蒸散量[室内](L/d)	2.35	8.62	5.09	7.91	5.01	1.55
蒸散量[B系統](L/d)		12.6	15.5			6.98
室内/現場		0.68	0.33			0.22