横型人工湿地を用いた浸出水処理におけるヨシの蒸散効果について

東北工大院・環境情報工　○鈴木大輝(学生)
東北工大・環境情報工　矢野篤男(正) 、小浜暁子(正) 、江成敬次郎(正)

1. はじめに

近年、わが国の廃棄物の多くは中間処理場で焼却によって減容化され、その焼却灰は最終処分場に埋め立てられている。埋立地では雨水などが浸透し、浸出水として処分場から排出される。その浸出水の水質特性として、様々な化学物質などが含まれていること、BOD 濃度に対して COD 濃度が高いこと、全窒素の中でアンモニア態窒素の割合が著しく高いことなどがあげられる。さらに特徴的なこととして多量の塩分を含んでいることがあげられる。このような浸出水の処理には多くのエネルギーやコストを要している。処分場浸出水質が安定化するまで長期間の排水管理が求められることから、省エネルギー、低コストで処理できる手法が望まれている。このような排水処理技術として人工湿地を用いた排水処理法(以後、人工湿地法と称する)がある。欧米各国では人工湿地法を用いた浸出水処理が行われている [1)]が、我が国では人工湿地法を用いた浸出水処理の事例はない。また近年、人工湿地法における植物の蒸発散効果に着目した事例 [2)]が報告されている。そこで本研究では横型人工湿地を用いた高濃度塩分を含んだ浸出水処理においてヨシの生育可能な条件下での有機物ならびに窒素除去へ及ぼすヨシの蒸散効果について検討することを目的とした。ここでは実験 2 年目となる 2011 年の経過を報告するものである。

2. 人工湿地について

人工湿地とは処理対象の汚水を目的レベルにまで浄化できる様に工学的に設計し、製作した湿地を言う。人工湿地法は、自然浄化メカニズムを人工的にコントロールすることで水質浄化性能を高めたシステムである。その特徴として省エネルギー、低コスト、自然な景観や生物の生息場を与えることなどが挙げられる。人工湿地法にはいくつかの種類があるが、本研究では、横型伏流式人工湿地を用いた。このタイプでは、滞留時間を十分確保でき、雨水による希釈効果が期待される。

3. 実験方法

実験は仙台市内の S 産業廃棄物埋立地敷地内に 2010 年 1 月にパイロットプラント人工湿地(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。装置内に砂利(直径 10mm)を入れ、ヨシ 6 株を植えた。ヨシは七北田川河口(汽水域)で採取したものである。今回はヨシの生育が旺盛である系統(ヨシ植栽区:写真中央)とヨシを植えていない系統(無植栽区:写真左)の報告とする。流入水は S 産業廃棄物埋立地から排出する浸出水を 2 倍希釈させたものを使用する。流入条件は流量を 55L/d とし、滞留時間を 10 日間と設定した。採水は毎月 2 回とし、そのうち、1 回は pH、EC のみの測定とする。そして、採水の際に、気温、水温、流量、ヨシの生育調査を行った。測定項目は pH、EC、COD、BOD、T-N、NH_4-N で、pH、EC は電気伝導度・pH メータ(東亜 DKK 社製 WM−50EG)で、COD、BOD は JIS に準じ、T-N、NH_4-N はオートアナライザー(BRAN+LUEBBE 社製 AACS-2)で測定した。

写真　人工湿地の様子

4. 結果と考察

4.1 ヨシの生育

図 1 にヨシの最大稈長の平均とヨシの単位面積当りの稈数の変化を示す。この図より稈長また稈数ともに増加し

キーワード：人工湿地、処分場浸出水、高塩分濃度、ヨシ、蒸散効果
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　m106807@tohtech.ac.jp

ていた。稈長は 8 月 10 日までは直線的に伸長し、約 170cm となり、それ以降はヨシの稈の伸長は停止した。稈数は 4 月から 5 月にかけて急激に数を増やしていき、8 月 10 日には増加が止まり、約 400 本/m^2 と一定した。

4.2　ヨシの蒸散

図 2 にヨシ植栽区と無植栽区の総流入水量と蒸発散量を示す。なお、総流入水量は流入水量＋日降雨流入水量により、蒸発散量は総流入水量－流出水量により求めた。また、日降雨流入水量は採水直前 10 日間の降雨量の日平均降雨量とする。ヨシ植栽区の蒸発散量は平均 23.7mm/d であり、無植栽区の蒸発量は平均 6.7mm/d であった。図には示さないが、ヨシ植栽区および無植栽区における平均流出水量はそれぞれ 6.5mm/d、24.8mm/d であった。総流入水量に対する蒸発散量の比を求めると、ヨシ植栽区で 0.79、無植栽区で 0.19 となった。したがって、ヨシ植栽区では人工湿地に流入した総流入水量の約 80%が蒸発散により失われ、無植栽区では総流入水量の約 20%が蒸発散により失われた。すなわち、ヨシの蒸散による水分損失により、ヨシ植栽区では流出水量が無植栽区の 1/4 程度であった。

4.3　有機物および窒素の濃度除去率と負荷削減率

図 3 に無植栽区における 6-11 月の COD、BOD、T-N、NH_4-N の平均濃度除去率と平均負荷削減率を、図 4 にヨシ植栽区における 6-11 月の COD、BOD、T-N、NH_4-N の平均濃度除去率と平均負荷削減率を示す。なお、濃度除去率および負荷削減率は下式より求めた。

$$\frac{(\text{流入濃度,負荷量} - \text{流出濃度,負荷量})}{\text{流入濃度,負荷量}} \times 100$$

図 3 と図 4 を比べると、濃度除去率はヨシ植栽区、無植栽区ともに BOD 以外は約 20%とほぼ変わらない。しかし、負荷削減率では無植栽区の BOD が約 35%、それ以外は約 10%に対し、ヨシ植栽区は全て 80%近くとより高い削減率を示した。これはヨシの蒸散効果により水分損失が増え、流出水量が減少したと同時に流出する負荷量も減少したと考えられる。ヨシによる蒸散は人工湿地による浄化に大きな影響を与えてた。

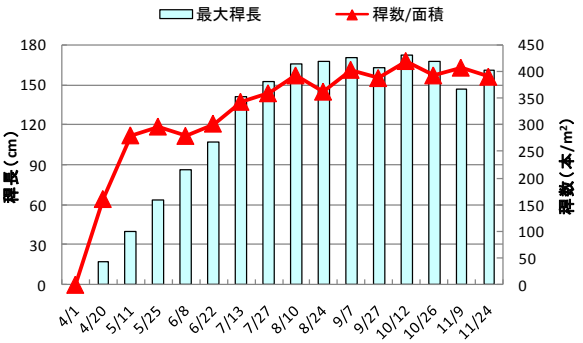

図 1　ヨシの最大稈長と稈数の変化

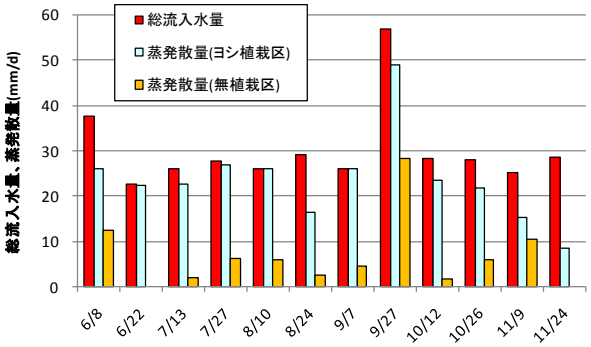

図 2　ヨシ植栽区と無植栽区の総流入水量と蒸発散量

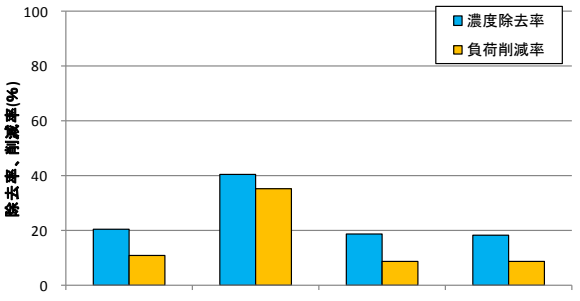

図 3　無植栽区における平均除去率(6-11 月)

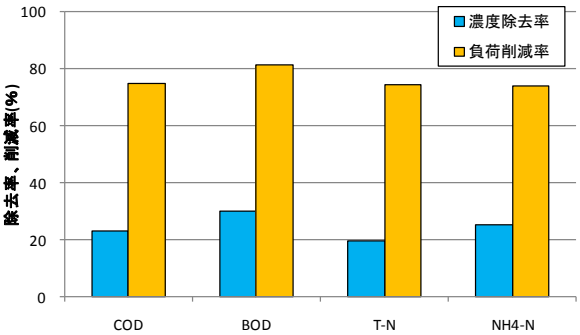

図 4　ヨシ植栽区における平均除去率(6-11 月)

5.　まとめ

人工湿地を用いて日本の気候条件下での高濃度塩分含有浸出水処理を行った。ヨシ植栽区では平均最大稈長が 170cm、単位面積当たり稈数は 400 本/m^2 と生育した。ヨシの蒸散効果により無植栽区より約 60%高い水分損失が認められた。有機物また窒素除去では濃度除去率は無植栽区とほぼ同率であったがヨシの蒸散効果に伴う流出水量の減少により負荷量は無植栽区より高い削減率を示すことができた。

参考文献：1) J.Vymazal (2008) IWA 11th International Conference on Wetland Systems for Pollution Control, 1-15, Indore, India.

2)P.Gregersen and H.Brix (2001) 44, 407-412, *Water Science and Technology*.