

B-19 水位の異なるヨシ群落における水質浄化能の比較

東北工業大学環境情報工学科 ○藤田光則
 国立環境研究所生物圏環境研究領域 矢部徹
 国立環境研究所水圏環境研究領域 林誠二
 東北工業大学環境情報工学科 小浜暁子
 同上 江成敬次郎

1. はじめに

近年閉鎖性水域での富栄養化が問題になっている。その解決のため、栄養塩除去を目的とした人工湿地にヨシを植栽した施設が作られている。ヨシは干出状態と冠水状態で自生しており、干出状態のヨシ群落は「陸ヨシ」、冠水状態のヨシ群落は「水ヨシ」と呼ばれている¹⁾。琵琶湖におけるヨシ自生地では陸ヨシは約52ha、水ヨシは約76ha²⁾の面積を占めている。このように自生地では陸ヨシと水ヨシとが生育しているが、夏季の最大地上部現存量（乾燥重量）は、陸ヨシで1800～2500 gDW・m⁻²、水ヨシで1000～1800 gDW・m⁻²³⁾と違いがある。現存量の違いが水質浄化能力にも影響を及ぼすことも考えられるが、既往の研究では水ヨシに関するものがほとんどである。

そこで本研究では、陸ヨシと水ヨシの水質浄化機能の相違を把握することを目的として、水位のみが異なる人工湿地ヨシ群落において陸ヨシと水ヨシの水質浄化機能を比較検討することとした。

2. 実験方法

2.1 実験池及び実験施設

茨城県つくば市の国立環境研究所にある実験池を使用した。ヨシ植栽後10年以上経過した4m×4m×1.8m（縦×横×高さ）有底枠実験池を2枠（A区、B区）と無植栽状態の有底枠実験池2枠（C区、D区）を用いた。降雨による外乱要因を極力避けるために実験区を覆う屋根を設置し、実験開始前（2004年4月30日）にヨシの生長を促進させる⁵⁾ために枯死体を全て刈り取った。

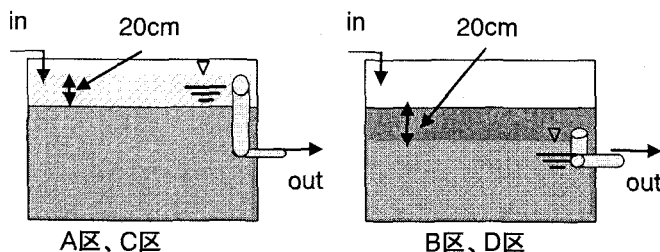


図1 実験池模式図

2.2 実験条件

水位は地表面を0cmとして、A区とC区を-20cm（干出状態）、B区とD区を+20cm（冠水状態）とした（表1）。A区、B区はヨシ群落全体での機能を示し、（A区-C区）、（B区-D区）はヨシのみによる機能を示すと考えられる。また、水位変動

が起こることによる影響を把握するためにA区とC区の水位を一時的に上げ、23日経過後に元の水位に戻した（表2）。このような条件で水質浄化機能を比較した。ここではTN、TPに関する水質浄化機

表1 実験条件

		水位	
		-20cm	+20cm
ヨシ	有り	A区：干出・ヨシ	B区：冠水・ヨシ
	無し	C区：干出・裸地	D区：冠水・裸地

能を取り上げた。

実験池の流入部と流出部で採水し、それを孔径 $0.45\mu\text{m}$ のメンブランフィルターでろ過後、オートアナライザー TRACCS 800TM (BRAN+LUEBBE、東京) を用いて全窒素濃度 (TN)、全リン濃度 (TP) を測定した。

さらに、干出状態と冠水状態が植物体生長量に及ぼす影響を評価するために、2004 年 10 月 27 日に A 区と B 区から地上 30cm の位置で各 10 本刈り取り、草高、稈の直径、葉数、節数を計測後、 80°C で 48 時間乾燥させ、放冷後重量を測定した。

3. 結果及び考察

3.1 TN 除去量の経日変化

実験区内における減少量を (1) 式より算出し、ヨシ群落における除去量とした。

$$Q_1 \times C_1 - Q_2 \times C_2 = \text{除去量 (mg} \cdot \text{d}^{-1}) \quad (1)$$

Q_1 ; 流入量 ($\text{l} \cdot \text{d}^{-1}$)

Q_2 ; 流出量 ($\text{l} \cdot \text{d}^{-1}$)

C_1 ; 流入部濃度 ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)

C_2 ; 流出部濃度 ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)

(1) 式より TN の除去量を求めその経日変化を図 2 に示した。なお、実験期間の表記は I 期の 1 日目は I-1 期のように各期からの日数で示してある。また、期間全体と水位変化に対応した期間ごとの平均値を求め表 3 に示した。全期間の平均値で最も高い除去量を示したのは D 区 ($237.0 \pm 73.5 \text{mg} \cdot \text{d}^{-1}$) であった。次いで B 区 ($215.0 \pm 85.9 \text{mg} \cdot \text{d}^{-1}$)、A 区 ($86.70 \pm 116.7 \text{mg} \cdot \text{d}^{-1}$)、C 区 ($73.7 \pm 47.8 \text{mg} \cdot \text{d}^{-1}$) という結果になった。B 区と D 区は冠水状態のため糸状藻類が大量に発生した。ヨシだけの条件を維持するために随時糸状藻類を除去した。その結果、藻類に吸収された TN がそれと共に除去されたため高い除去量を示したと考えられた。

(1) 式で求めた除去量から、各水位におけるヨシによる除去量 ($\text{mg} \cdot \text{d}^{-1}$) (A 区-C 区、B 区-D 区) を求めその経日変化を図 3 に示した。全期間の平均値は、干出状態 (A 区-C 区) で $13.0 \pm 144.0 \text{mg} \cdot \text{d}^{-1}$ 、冠水状態 (B 区-D 区) では $-21.3 \pm 70.1 \text{mg} \cdot \text{d}^{-1}$ であった。冠水状態がマイナスの値を示したのは、D 区は B 区に比べヨシによる遮光が無いために糸状藻類の高い光合成活性があったためと考えられる。

3.2 TP 除去量の経日変化

(1) 式より TP の除去量を求めその経日変化を図 4 に示した。また、期間全体と水位変化に対応した期間ごとの平均値を求め表 4 に示した。全期間の平均値で最も高い除去量を示したのは B 区 ($216.0 \pm 33.5 \text{mg} \cdot \text{d}^{-1}$) であった。次いで D 区 ($206.6 \pm 26.8 \text{mg} \cdot \text{d}^{-1}$)、A 区 ($148.3 \pm 25.4 \text{mg} \cdot \text{d}^{-1}$)、C 区 (1007.1

表2 実験期間と水位変化

	I 期 (49日間) 8/30~10/17	II 期 (23日間) 10/18~11/9	III 期 (20日間) 11/10~11/29
A区・C区	-20cm	+20cm	-20cm
B区・D区	+20cm	+20cm	+20cm

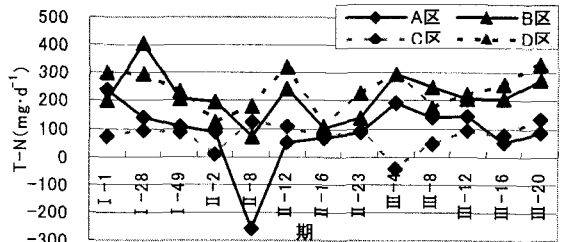


図2 T-N除去量

表3 T-N除去量

	A区	B区	C区	D区
I 期	161.5±67.1	272.6±115.5	84.0±11.3	277.7±39.1
II 期	6.5±147.9	150.7±71.4	79.7±43.5	192.8±86.2
III 期	121.9±54.6	246.4±38.3	61.4±67.7	256.6±61.9
全期間	86.7±116.7	215.6±85.9	73.7±47.8	237.0±73.5

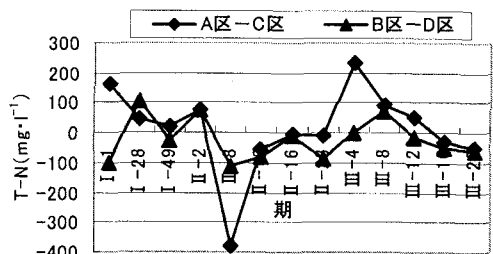


図3 ヨシによるT-N除去量

$\pm 19.8 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$) という結果になった。D 区では TN 除去量と同様に高水位区に発生した糸状藻類の除去によって高い除去量になったと考えられる。

(1) 式で求めた除去量から、各水位におけるヨシによる除去量 ($\text{mg} \cdot \text{d}^{-1}$) を求めその経日変化を図 5 に示した。全期間の平均値は、干出状態 (A 区-C 区) で $41.2 \pm 32.2 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$ 、冠水状態 (B 区-D 区) で $9.5 \pm 30.1 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$ であった。

3.3 水位変動による除去量の変化

TN については図 2 より、II-2 期で無植栽区の C 区と、D 区で減少し、植栽区の A 区、B 区は II-8 期で減少した。また、III-4 期においては C 区のみが II-23 期に比べ減少するなど不規則な挙動を示した。TP も同様に不規則な挙動を示したので、水位変動による除去量の変化は把握できなかった。

3.4 地上部現存量

干出状態と冠水状態の違いによる各植物体の地上部現存量を表 5 に示した。数値は平均士標準偏差として示した。本数以外の草高、直径、葉数、節数、乾燥重量は A 区のほうが B 区より大きかった。草高、直径は 1.2 倍、乾燥重量は 1.6 倍、地上部現存量は 1.5 倍大きかった。

この結果から、A 区 (干出状態) では長く太く生長し、B 区 (冠水状態) では短く細く生長することが分かった。また、琵琶湖自生地の結果と比べても遜色ない結果であったので自然条件と同様な生長がみられたと考えられる。

4. まとめ

ヨシによる TN、TP 除去量は全期間平均値で冠水状態 (TN; $-21.3 \pm 70.1 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$ 、TP; $9.5 \pm 30.1 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$) より干出状態 (TN; $13.0 \pm 144.0 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$ 、TP; $41.2 \pm 32.2 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$) の方が高かった。しかし、ヨシ群落として見ると冠水状態の方が高かった。冠水状態のヨシ群落ではヨシによる吸収に加え、根圏における硝化・脱窒作用や水中に存在する藻類などによる吸収によって減少したと考えられる。よって、水質浄化のみの観点でみると冠水状態のほうが干出状態よりも良いと考えられる。

参考文献

- 1) 吉良竜夫: 特集●水辺のあり方を探る ヨシの生態おぼえがき、琵琶湖研究所所報, p.30, 1991
- 2) ヨシ群落現存量等把握調査報告書 (ヨシ群落調査編), 滋賀県, p.3, 1992
- 3) 森田尚: 琵琶湖の水位変動に伴う水ヨシ群落冠水面積の変化, 滋賀県水産試験場, 2003, <http://www.pref.shiga.jp/g/suisan/s/seika/h15/index.html>
- 4) 琵琶湖のヨシ再生に向けた植栽条件にかかわる調査研究, (財) 淡海環境保全財団, 2002
- 5) 内田泰三: 刈り取り高さがヨシ (*Phragmites australis* (Cav.) Trin.) の再生反応に及ぼす影響, 日緑工誌, 24 (3・4), 1999

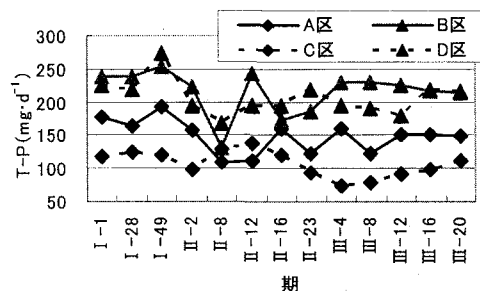


図4 T-P除去量

表4 T-P除去量

	A区	B区	C区	D区
I 期	178.1 $\pm$ 14.6	243.9 $\pm$ 8.6	120.6 $\pm$ 2.5	239.2 $\pm$ 30.7
II 期	132.2 $\pm$ 24.9	191.8 $\pm$ 43.4	115.8 $\pm$ 19.0	193.7 $\pm$ 17.8
III 期	146.4 $\pm$ 14.6	223.4 $\pm$ 7.0	90.3 $\pm$ 14.8	199.9 $\pm$ 17.5
全期間	148.3 $\pm$ 25.4	216.0 $\pm$ 33.5	107.1 $\pm$ 19.8	206.6 $\pm$ 26.8

表5 A区とB区における地上部現存量

	A区	B区
草高(mm)	2330 $\pm$ 121	1965 $\pm$ 177
直径(mm)	6.7 $\pm$ 0.4	5.5 $\pm$ 0.6
葉数(枚)	17.7 $\pm$ 1.6	16.1 $\pm$ 1.1
節数(個)	18.0 $\pm$ 2.2	17.0 $\pm$ 1.9
乾燥重量(gDW・本 ⁻¹)	25.3 $\pm$ 9.5	16.2 $\pm$ 4.2
本数(本・m ⁻²)	60.0 $\pm$ 17.0	62.0 $\pm$ 8.5
地上部現存量(g・m ⁻²)	1536.2 $\pm$ 550.8	1011.4 $\pm$ 206.6