

霞ヶ浦湖岸湿原植生帯における洪水時の水質変化と窒素収支 Nitrogen balance and water quality fluctuations during a flood in a fen located at lakefront of Kasumigaura

中田達*・塩沢昌*・吉田貢士*
Toru Nakada・Sho Shiozawa・Koshi Yoshida

1. はじめに

湿原(河川氾濫源)は、洪水緩和機能や水質浄化機能といった価値が高く評価されつつある(Costanza *et al.*, 1998)が、その機能の定量化が課題となっている。霞ヶ浦に残された唯一のヨシ原である妙岐ノ鼻湿原では、増水時、湿原水位上昇の58~78%が河川(新利根川)からの水の流入によるものである(中田ら, 2007)。そのため河川と湿原間の流入・流出水が湿原の物質収支において大きな役割を担うことが予想される。

本研究では、洪水プロセスでの河川からの流入水と流出水の窒素濃度変化を観測し、湿原内の年間の水収支と窒素収支を求め、湿原の窒素除去量を定量化した。

2. 調査地の概要

妙岐ノ鼻湿原は茨城県霞ヶ浦(西浦)東南岸、新利根川河口左岸に位置する面積約41haに及び霞ヶ浦最大のヨシ原である(Fig. 1)。湖沿いの自然堤防以外は高低差約30cmのきわめて平坦な土地で、平均的な地盤高は湖の平水時の水位とほぼ等しく、YP+1.1m程度である。

YP: 利根川水系の河川改修基準面、YP+0.84m=海拔基準面
湿原内に走る3本の水路は、低地となった東端で新利根川と通じており、洪水時の流入・流出水の主な交換経路となっている。

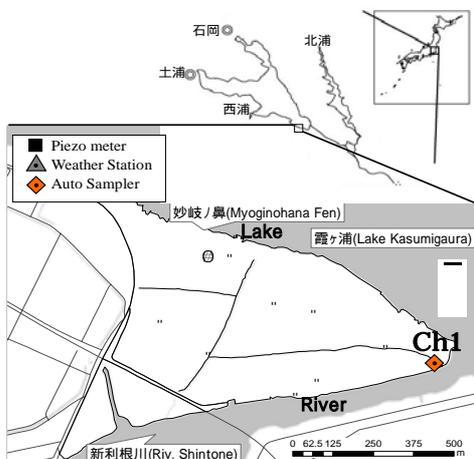


Fig. 1 調査地および観測機器設置点
Study site and water level observation points

3. 調査方法

2006年から月1回程度現地踏査を行い、湿原内の地表水、河川水、湖水を採水した。また、新利根川と湿原内水路の合流地点(Fig. 1のCh1)に自動採水機を設置し、洪水時に流入・流出水をサンプリングした。採水後、全窒素計にて全窒素濃度(T-N)、液体イオンクロマトグラフィーにて硝酸態窒素濃度(NO₃-N)、アンモニア態窒素濃度(NH₄-N)を測定した。

水位は、湿原内5点と湖、河川各1点、湿原内水路3点の合計9点において30分間隔で観測した。また、湿原内に気象観測タワーを設置し、雨量および気象要素(気温、相対湿度、風速、日射)を観測した。蒸発散量(ET)の算定にはPenman-Monteith式を用いた。

4. 洪水時の流入・流出水の水質変化

平水時の湖水、河川、湿原内の窒素濃度をFig. 2に示す。湖・河川はNO₃-N、NH₄-Nの無機態窒素がT-Nの6割を占めていたのに対し、湿原内ではNO₃-Nはほとんどみられず、ほとんどが有機態窒素であった。

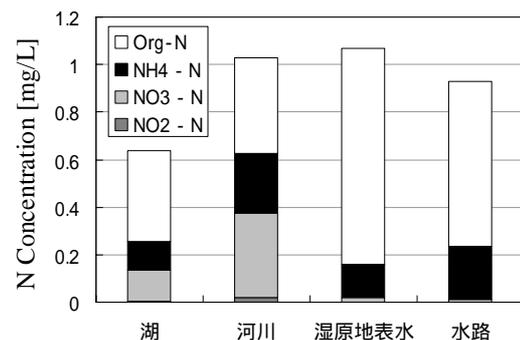


Fig. 2 平水時窒素濃度
Nitrogen concentrations in usual status

2007年10月の降雨による湖・河川の水位上昇に伴い、河川からの水の流入が生じ、湿原全体が冠水した。この洪水イベントに関して、水路と河川の合流地点Ch1で採水を行い、水質分析を行った。水位ピーク時から水位遞減期にかけての5日間に計20回、また、河川水を自動採水機の採水期間の最初と最後の2回採水した。

* 東京大学大学院 農学生命科学研究科, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The Univ. of Tokyo
キーワード 窒素収支, 霞ヶ浦, 湿原

Fig. 3 上図に雨量と水位変化を示す．総雨量 86 mm，湿原内水位の変動幅は 336 mmであり，湿原水位上昇の 74 %が河川からの水の流入による．

Fig. 3 下図に窒素濃度の変化を示す．Ch1の水質は，増水時は濃度・組成ともに河川の水質とほぼ等しく，流出時には，T-Nは一定値，NO₃-Nはほぼ 0 にまで速やかに減少した．この流出水のT-N組成は有機態窒素がほとんどを占め，平水時の湿原内の水質の特徴と同じである．湿原内は植生の繁茂と嫌気的な土壌状態のため，河川から供給された NO₃-Nは速やかに消費されたと推測される．

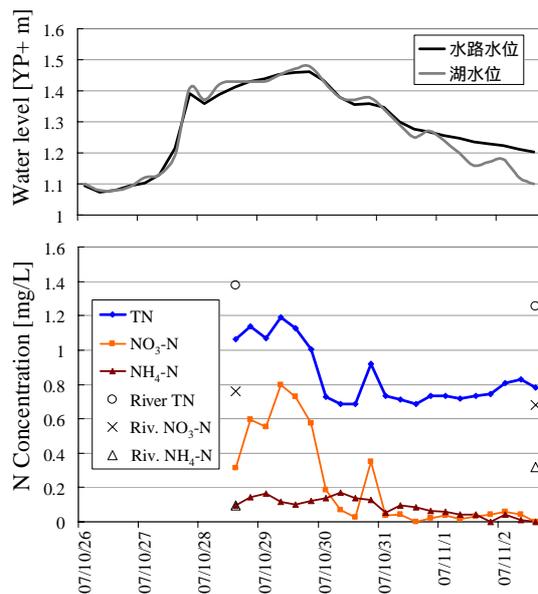


Fig. 3 2007年10月の洪水イベントにおける水位変化(上図)および窒素濃度変化(下図) Water level fluctuations (top) and nitrogen concentration fluctuations during a flood event in Oct. 2007

5. 水収支

窒素収支の算定には，まず水収支を求める必要がある．収支式は(1)式となる．

$$F = \Delta S - (P - ET)$$

$$\begin{cases} F_i = F & (F > 0) \\ F_o = |F| & (F \leq 0) \end{cases} \quad (1)$$

ここで， S ：水位変化による湿原内貯留量変化， P ：降雨量， ET ：蒸発散量， F_i ：河川・湖から湿原への流入量， F_o ：湿原からの流出量である．

河川との水交換量 F は，湿原内の貯留量変化 S から降雨量 P と蒸発散量 ET の差を引いた値となる． F が正の場合は河川からの水が流入し，負の場合は河川への流出が生じる．2007年の年間の水収支の内訳を Table 1 に示す．

6. 窒素収支

湿原の窒素収支の項目は，Input として降雨，河川からの流入，Output として河川への流出と大気への放出，植物の刈り出しによる系外持ち出しがある．降雨由来窒素量および河川由来の流入窒素量・流出窒素量は，水収支で得られた水量にそれぞれの T-N 濃度を乗じて求めた(Table 1)．収支期間が1年間であるため，湿原の窒素貯留量変化はない．また，湿原の一部でヨシの刈り出しが行われており，系外への持ち出し量は，地上部の植物体乾重量にヨシの窒素含有率，刈りだし面積率を乗じて推定した．大気への放出量は収支の残差として求めた．大気への放出量と系外持ち出し量の合計が湿原による窒素除去量とみなせる．

Table 1 窒素収支の算定 Nitrogen balance sheet

	水収支 [mm]	T-N濃度 [mg/L]	窒素収支 [kgN/ha]
降雨 P _N	991	0.58 ¹⁾	5.8
河川からの流入 F _{iN}	3358	1.20	40.2
河川への流出 F _{oN}	3539	0.74	26.2
蒸発散 ET	828		
刈りだし Harvest	乾重量	窒素含有率	面積
	1.0 kg/ha ²⁾	1.5% ³⁾	
大気放出 Atmospheric			8.8

- 1) 土浦の降雨窒素負荷から算定 (山本, 2005)
- 2) 実測値
- 3) 文献値 (三瓶ら, 2003)
- 4) 航空写真より推定

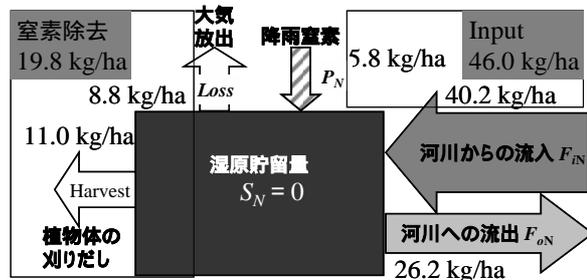


Fig. 4 窒素収支 Nitrogen balance

年間に，46.0 kg/haのInputがあり，26.2 kg/haが河川へ流出するが，流入の 43 %に当たる 19.8 kg/haが植物体の持ち出しと大気放出として除去された．大気放出は 8.8 kg/haと算出され，湿原内のNO₃-N，NH₄-Nの少なさと，湿原土壌の嫌気性を考慮すると，その多くは脱窒によるものと考えられる．

引用文献

- R.Costanza et al. (1997): *NATURE*, 387 (15), pp.253-260
 中田ら (2007):農業農村工学会大会講演会要旨集, pp.878-879
 山本 (2005):茨城県霞ヶ浦環境科学センター年報第1号, pp.112-125
 三瓶ら (2003):ランドスケープ研究, 66(4), pp.320-326