

(1) 生物炭素量、生態環境状態指数 (ECI_{eco}) からみた生態系構造解析

千葉工業大学 生命科学科 学員 ○松本直也
 千葉工業大学 生命科学科 正員 村上和仁

1. 目的

千葉県山武市に位置する蓮沼海浜公園の水の広場にあるボート池は流入・流出が極端に少ない閉鎖的水域であり、例年アオコが発生し、景観の悪化、悪臭の発生などが問題となっている。1999年度より水質、プランクトン相の調査がされているが、ボート池の環境修復に活用することを目的として、2013年度より大型底生生物も含めた生態系構造の解析を進めている。また、ボート池では2015年1月～3月までパークゴルフ場の建設により池の埋め立て・海水の流入、2021年6月～8月には池の水抜き工事が行われた。本研究では、過去データとの比較をしつつ、ボート池の底生生物炭素量による生態系構造の解析を試みた。



図1 調査地点(蓮沼海浜公園ボート池)

2. 方法

2.1 調査地点・時期

汽水池であるボート池にて、調査地点を2カ所選定し、それらをA地点、C地点(図1)とした。調査は5月、6月、7月、8月、10月、11月、12月に実施した。4月、9月はコロナウイルス緊急事態宣言の影響で調査が未実施のため、データ無しとした。

2.2 調査方法

生物採取はDネットを用いてキックスイープ法で0.25 m³(縦50cm×横50cm×底泥表層1cm)の範囲を30分間行った。現地では水深、水温、DO、pHを計測し、その他の水質項目は研究室に環境水を持ち帰り分析をした。同時に底質を柄杓にて採取し、研究室に持ち帰り分析を行った。採泥量は0.396m²(縦33cm×横40cm×高さ3cm)のバットに柄杓約4杯分)とし、また、採泥した泥中の底生生物も採取生物数とした。

2.3 室内分析

採取した水生生物は生物顕微鏡を用いて分類・同定し、底生生物はGolterman(1969)に記載のCOD法による測定結果から、厚生労働省科学審議会事録に記載の過マンガン酸カリウム消費量のTOC換算を用いて炭素量の算出をした。水質の分析項目は、COD、Chl.a、塩化物イオン(Cl⁻)、栄養塩類(T-N, NH₄⁻-N, NO₃⁻-N, NO₂⁻-N, T-P, PO₄⁻-P)、底質の分析項目は、泥pH、強熱減量(IL)、全硫化物(TS)とした。

2.4 生態環境状態指数 (ECI_{eco}) による評価

水質(COD)、植物プランクトン(生産者)、動物プランクトン(一次消費者)、底生動物(高次消費者)を指標とし、食物連鎖を考慮した統合的に表現する指標として、図2に示した生態環境状態指数(Environmental Condition Index of Ecosystem: ECI_{eco})を考案し、算出した。得られたECI_{eco}値が、10に近いほど汚濁度が低く0に近いほど汚濁度が高いことを表す。

$$ECI_{eco} = (C_{water} \times C_{phytoplankton} \times C_{zooplankton} \times C_{benthos})^{1/4} \dots (1)$$

ここで、
 C_{water}: CODに基づく評価区分
 C_{phytoplankton}: 植物プランクトンに基づく評価区分
 C_{zooplankton}: 動物プランクトンに基づく評価区分
 C_{benthos}: 底生動物に基づく評価区分

図2 生態環境状態指数 (ECI_{eco}) の計算式

3. 結果

3.1 各地点における底生生物の種数

2021年度は、A地点で腐食者のユスリカ属(*Chironomus* sp.)、イトミミズ(*Tubifex tubifex*)、一次消費者のシオカラトンボ(*Orthetrum albistylum speciosum*)、二次消費者のモツゴ(*Pseudorasbora parva*)、カダヤシ(*Gambusia affinis*)、の計5種が採取された。C地点ではユスリカ属(*Chironomus* sp.)、イトミミズ(*Tubifex tubifex*)、コノシメトンボ(*Sympetrum baccha matutinum*)、モツゴ(*Pseudorasbora parva*)の計4種が採取された。2015年度はこれらの他に腐食者のアカムシユスリカ(*Tokunagayusurika akamusi*)、二次消費者のギンブナ(*Carassius* sp.)、ドジョウ(*Misgurnus anguillicaudatus*)が採取された。採取はされていないが、高次消費者のミシシippアカミミガメ(*Trachemys scripta elegans*)が泳ぐ様子を両地点で確認した。

表1 底生生物炭素量優占種(2021年度)

優占種	5月	6月	7月	8月	10月	11月	12月
A地点	<i>Chironomus</i> sp.						
C地点	—	<i>Chironomus</i> sp.					

キーワード: 汽水湖 生物炭素量 富栄養化 環境修復 生態系構造 底生生物

連絡先: 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼2-17-1(千葉工業大学生命科学科) TEL; 047-478-0455 FAX; 047-487-0455

2019年度調査の炭素量優占種はアカムシユスリカ (*Tokunagayusurika akamusi*) やギンブナ (*Carassius* sp.)、コノシメトンボ (*Sympetrum baccha matutinum*)、ドジョウ (*Misgurnus anguillicaudatus*) が各月の優占種となっていたが、2021年度の炭素量優占種は表1のようになりすべての月において A、C 両地点いずれにおいてもユスリカ属 (*Chironomus* sp.) が炭素量優占種となった。

3.3 季節ごとの栄養段階別炭素量

表2 栄養段階別炭素量 (2021年度)

優占種	5月 ($\mu\text{g/L}$)	6月 ($\mu\text{g/L}$)	7月 ($\mu\text{g/L}$)	8月 ($\mu\text{g/L}$)	10月 ($\mu\text{g/L}$)	11月 ($\mu\text{g/L}$)	12月 ($\mu\text{g/L}$)
二次消費者	3.4	16.4	34.2	—	—	6.7	—
一次消費者	—	—	—	—	2.5	—	17.3
腐食者	41.2	23.2	22.9	34.4	20.0	10.0	31.3

表2にボート池の栄養段階別炭素量を示した。生態転換効率 (10倍則) からみて、安定している月はなかった。また、調査で得られた生物炭素量の値の合計をボート池全体の結果とし、図3に示した。腐食者が最も高くなり、一次消費者は二次消費者よりも少なくなった。その結果、生態系構造は歪な形となった。底質は平均値を表3に示した。A地点とC地点で底質が異なるためILとTSに値の差が生じ、またA・C地点のILの値は2015年度と比べ高くなった。ECI_{eco}の結果を表4に示した。ECI_{eco}は2021年度は2015年度よりも低い値を示し、汚濁しているという評価になった。

4. 考察

2015年度と比較すると、高次消費者と一次消費者の減少がみられる。これは、ゴルフ場の埋め立て工事や池の水抜き工事などで生物場が減少したことが原因と考えられる。生態系構造に関しては、アオコの発生により池全体が汚濁した状態になり、汚濁に弱いヨシノボリ (*Rhinogobius*) から汚濁に強いモツゴ (*Pseudorasbora parva*) がみられるようになったと考えられる。今年度は採取種数が少なく、二次消費者の増加により一次消費者が捕食されて減少したためアオコの発生も著しく、アオコが多く発生したことから、湖底に死滅したアオコが多く降り積もりILの値が上昇している。二次消費者の増加により底泥の巻き上げにもつながっている。また、2地点でTSに差が生じたのはA地点がヘドロ状の底質であるのに対してC地点の底質が砂質であり、硫酸塩還元細菌が繁殖しにくい環境であることが要因と考えられた。ECI_{eco}は、CODが8mg/L以上と高い値を記録したことと、採取される底生生物もユスリカが多かったためECI_{eco}による評価が低下した要因となっていると考えられる。過去データと比較すると高次捕食者のさらなる増殖が予想され、動物プランクトンの被食量が増加するためアオコの発生が危惧される。これらのことからボート池では、高次捕食者の現存量を人為的に変化させ、生態系の安定を図るトップダウンによるバイオマニピュレーションが有効な手段になるのではないかと考えられる。また、埋め立てや水抜きなどの工事で生息場が減少しそれに伴い種数も減少しているため、沈水植物の植栽を行い生息場を作り出すことで種数の増加やIL、TSおよびアオコの減少につなげることができる。これらの方法で、かつて生息していた生物が生存する状態まで戻すことが環境修復になると考えられる。

5. まとめ

- 1) 個体数優占種は5月から12月を通してユスリカ属 (*Chironomus* sp.) であった。
- 2) 2021年度のECI_{eco}は10点満点中4点前後となり、汚濁している状態であると評価された。
- 3) 生物炭素量の解析結果から、トップダウンのバイオマニピュレーションと沈水植物の植栽により、生物の生息場所の増加につながることがボート池の環境修復の手段として適していると考えられた。
- 4) ボート池に生息する生物の種数が年々減少傾向にあることは、池の埋め立てや水抜きなどの工事、水質、植生の影響を受けていると考えられた。
- 5) ボート池にはミシシippアカミミガメ (*Trachemys scripta elegans*) など二次消費者を捕食する高次消費者が生息しており、被食者への食圧や水生植物への食害など生態系全体に影響を及ぼしていると考えられた。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、千葉県山武市地域整備センターの関係者各位に多大なるご理解とご協力を賜った。ここに記して感謝の意を表す。

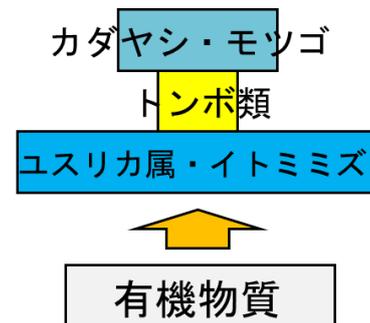


図3 ボート池の生態系構造 (腐食連鎖)

表3 底質データ (平均値)

泥	IL (%)	泥 pH	TS(mg/g)
A 地点	5.72	9.15	0.2
C 地点	1.59	9.27	0.02

表4 ECI_{eco} (2021年度、2015年度)

年度	2021年度	2015年度
ECI _{eco}	4.03	4.15