シギ･チドリ類（アンブレラ種）を指標とした谷津干潟生態系状態の解析

千葉工業大学大学院 生命環境科学専攻 学員 ○生方真奈
千葉工業大学 生命科学科 正員 村上和仁

１．目的

谷津干潟は、1993 年にラムサール条約登録湿地となり、渡り鳥の休息地として保全することとなっている。底生生物および珪藻のそれぞれを指標とした水質の評価方法は存在している（例：九都県市の方法、DAIpo など）が、それらを総合的にまとめた生態系全体の評価方法は未開発であり、下位生態系が谷津干潟の重要な上位捕食者であるシギ･チドリ類[1]に如何なる影響を及ぼしているかについては未解明である。本研究では谷津干潟の生態系環境を評価し、生態系環境状態がシギ・チドリ類に及ぼす影響について解析することを目的とした。

図1 調査地点（Google maps）

２．方法

2-1 調査期間、解析に用いた調査期間および調査地点

2018 年度および 2019 年度春季（4 月）、夏季（7 月、8 月）、秋季（11 月）、冬季（1 月）の年 4 回調査を実施した。また、解析対象とした調査期間は 2016 年度～2019 年度とした。

調査地点は**図1**に示したように、船溜り 4 地点、大三角 3 地点、小三角 1 地点の計 8 地点とした。

2-2 現地調査

各地点において、ハイロート採水器、ポリビンを用いて採水し NO_2-N、NO_3-N、NH_4-N、PO_4-P、COD の項目についてパックテストで測定した。観測項目として、気温、水温、pH、DO、透視度、天候、水深、流速を測定した。

2-3 室内分析

採水した水は直ちに研究室に持ち帰り、COD、Chl.a、Cl^-、NO_2-N、NO_3-N、NH_4-N、T-N、PO_4-P、T-P を分析した。

2-4 生態環境状態指数（ECI_{eco}）

研究室にて測定した COD、底生生物および付着珪藻の評価データについて 10 段階に換算し、生態環境状態指数（ECI_{eco}）を（1）式より算出し、谷津干潟生態系の状態を評価した。

$$ECI_{eco} = (C_{benthos} \times C_{diatom} \times C_{water})^{1/3} \quad \cdots\cdots\cdots(1)$$

$C_{benthos}$：底生生物の評価（九都県市の方法）
C_{diatom} ：付着珪藻の評価（DAIpo）
C_{water} ：水質の評価（COD）

なお、本指標は底生生物による底質の状態，付着珪藻による水質の状態、COD 濃度による水中の有機物量を相乗作用として捉えている[2]。

2-6 データ解析

谷津干潟のシギ･チドリ類の個体数が ECI_{eco} の結果と干潟の地盤高に影響を受けているかを明らかにするため、環境省関東地方環境事務所、環境省渡り鳥飛来状況より谷津干潟のシギ・チドリ類の飛来数[3)、4)]、地盤高[4)]を参照し、各地点の ECI_{eco} の結果を用いて、一般化線形モデル Generalized Linear Model: GLM）を構築し、赤池情報量基準（AIC）を用いたステップワイズ法による変数選択を行った。説明変数とその係数の符号から、目的変数と説明変数の関係を判断した。

GLM の目的変数はハマシギ *Calidris alpina* とダイゼン *Pluvialis squatarola* の四季ごとの個体数とした。説明変数はシギ・チドリ類の食物の要素である付着珪藻や底生生物の要素を含む 2016 年度～2019 年度の ECI_{eco} の結果およびシギ・チドリの類採餌可能時間に影響を及ぼす各地点の地盤高とした。

３．結果および考察

各地点における ECI_{eco} の結果を**図2**に示す。全地点において 2017 年、2018 年夏季に評価が低下した。これは夏季に赤潮・青潮が発生し、COD の評価および底生生物の評価が低くなったと考えられる。特に船溜り

キーワード：谷津干潟 生態系 環境状態指数（ECI_{eco}） シギ・チドリ類 アンブレラ種
連絡先：〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1（千葉工業大学大学院生命環境科学専攻） TEL；047-478-0455
FAX；047-487-0455

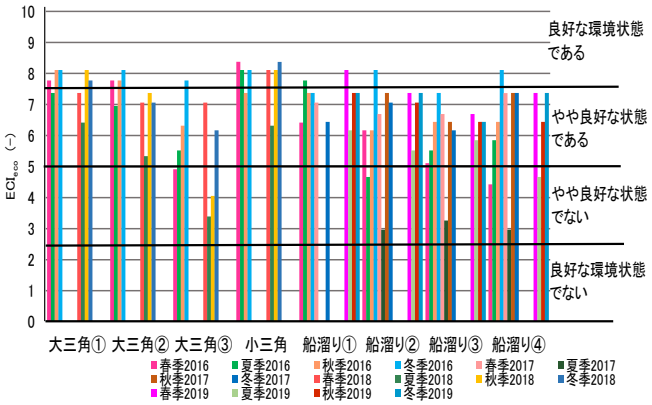

図2 各地点における ECI_{eco} の比較

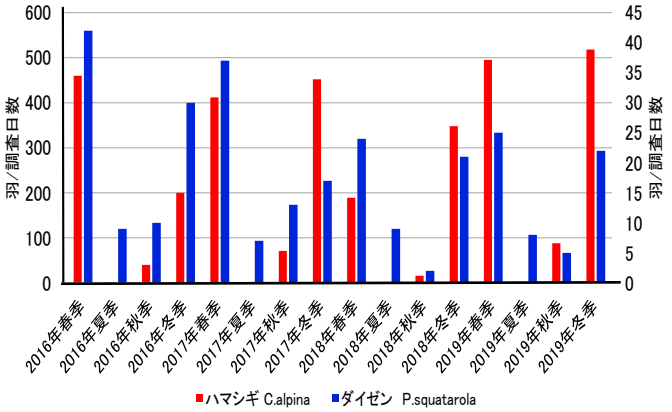

図3 ハマシギ･ダイゼンの四季ごとの飛来数の比較

表1 ハマシギ *Calidris alpina* 個体数を目的変数とした GLM によるモデル選択

年度	説明変数	係数	切片	AIC
2016～2019	ECI_{eco}	0.247	3.539	16971
	地盤高	0.479		
2016	ECI_{eco}	0.300	4.975	7144
	地盤高	0.246		
2017	ECI_{eco}	0.523	2.263	1809
	地盤高	0.445		
2018	ECI_{eco}	0.775	−0.088	1922
	地盤高	2.365		
2019	ECI_{eco}	0.806	0.559	2738
	地盤高	1.596		

表2 ダイゼン *Pluvialis squatarola* 個体数を目的変数とした GLM によるモデル選択

年度	説明変数	係数	切片	AIC
2016～2019	ECI_{eco}	0.192	1.727	921.9
	地盤高	0.412		
2016	ECI_{eco}	0.087	2.569	432.9
	地盤高			
2017	ECI_{eco}	0.269	1.096	124.2
	地盤高			
2018	ECI_{eco}	0.298	0.799	162.9
	地盤高	1.069		
2019	ECI_{eco}	0.368	0.397	141.7
	地盤高			

と大三角③ではやや良好な環境状態でないと評価された。このことからこれらの場所では底生生物にとって棲みづらい環境となっていることが示唆された。一方で、大三角①と小三角では夏季に赤潮や青潮が発生し、一時的に生態系状態が悪化するが、秋季から冬季において回復傾向がみられた。この地点は多数の貝類が生息しており、貝類の捕食（浄化）作用によって水質が改善されたものと考えられる。

ハマシギ・ダイゼンの飛来数と ECI_{eco} の関係について解析した結果（**表1**、**表2**）ECI_{eco} の評価結果が選択され、餌生物の要素が含まれる ECI_{eco} と関係があることが示された。ハマシギおよびダイゼンは餌生物である多毛類の個体数密度に影響していると考えられ[5]、多毛類は青潮に含まれる硫化物に弱いとされており、夏季から秋季にかけてシギ・チドリ類の飛来数が減少している（**図3**）。このことより、シギ・チドリ類は赤潮や青潮の発生による下位生態系の損傷の影響を受けていると考えられた。

ダイゼンおよびハマシギのモデルで地盤高が選択され、係数は正の値を示した。底泥の流出と 2011 年 3 月に発生した東日本大震災の影響で干潟の地盤沈下によって干潟西部の干出面積が減少し、シギ・チドリ類の飛来数が減少したことと、2019 年秋季に行われたかさ上げ工事によって冬季のハマシギの飛来数が増加したことより[4]、谷津干潟のシギ・チドリ類類の飛来数に影響が生じていると考えられた。

４．まとめ

1) 2017 年度および 2018 年度夏季は赤潮・青潮が発生したことによって全地点の ECI_{eco} の評価が低下した。
2) 特に船溜り、大三角③ではやや良好でないと評価された一方で、大三角①、小三角ではやや良好～良好な環境状態であると評価された。
3) 谷津干潟に多く飛来するハマシギ・ダイゼンの飛来数と谷津干潟の地盤高および生態系指標である ECI_{eco} について解析した結果、ECI_{eco} の結果が選択され、餌生物の要素が含まれる ECI_{eco} と関係があることが示された。アンブレラ種であるシギ・チドリ類は赤潮や青潮の発生による下位生態系の損傷の影響を受けていると示唆された。また、干潟の地盤高がシギ・チドリ類の飛来数に影響を及ぼしていることが示唆された。

謝辞：本研究の遂行にあたり、谷津干潟自然観察センターならびに習志野市公園緑地課の関係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る。

参考文献

1) 桑江朝比呂ら: 鳥類の食性の探求による干潟生態系の保全と再生,港湾空港技術研究所報告, Vol.51, No.3, pp.8～59 (2012).
2) Kazuhito Murakami *et al.*: Environmental Condition Index for Estimation on Eutrophic State of Enclosed Aquatic Ecosystem, *Journal of GEOMATE*, Vol.5, No.2, pp.706～711 (2013).
3) 環境省渡り鳥飛来状況: http://www.env.go.jp
4) 環境省関東地方環境事務所: 国指定谷津鳥獣保護区保全事業平成 30 年度モニタリング報告書
5) 山本正岳ら: 東京湾の干潟における底質環境とマクロベントス量がシギ・チドリ類の分布と採食へ与える影響, *Bird Research*, Vol.12, pp.A1～A17 (2016).