水鳥の排泄による干潟への栄養塩負荷量の推算

武蔵工業大学大学院　学生会員　○秦野拓見
武蔵工業大学　フェロー　村上和男
日本野鳥の会　葉山政治

1.　はじめに

近年，ミティゲーションの観点から，干潟造成・修復・再生事業が盛んに行われている．干潟は，渡り鳥にとって重要な中継・越冬地点であり，他の水鳥にも餌場や休憩地として利用される．鳥類にとって干潟は重要な生活空間であると言える．一般的に，干潟における鳥類の採餌行動は，水域からの物質除去経路として重要視されている．しかし，この考え方は鳥類の排泄負荷量を考慮しておらず，それが水域環境に与える影響は未解明な点が多い．本報告では，潟湖型の人工干潟である東京港野鳥公園・潮入りの池において，水鳥の排泄による窒素・リンの負荷量を推算した．また，それが水域環境にどのような影響を及ぼす可能性があるかについて考察を行った．

2.　対象干潟について

対象干潟は東京港野鳥公園・潮入りの池とした．当該干潟は東京港の大井埋立地に 1989 年に整備された干潟であり，池内は潮間帯，潮下帯，砂利浜，ヨシ原で構成され，総面積は約 57000m^2 である（図 1）．底泥は砂泥質であり，年間を通して多毛類や甲殻類が数多く生息している．平均水深は 1m 前後と浅く，最深部でも 2m 未満である．

3.　水鳥の飛来状況

当該干潟における水鳥の飛来状況を図 2 に示す．この結果は 2007 年に 1 ヶ月ごとの計 12 回のセンサス記録によるものである．全ての記録は 9：00～10：30 の 1 時間前後で計数された．この年には水鳥が 32 種類飛来しており，カワウ（*Phalacrocorax carbo*）の飛来数が年間を通して最大であった．2007 年のカワウの観察頻度は 100%，個体数比は 54.0%と高い数値を記録している．

4.　栄養塩負荷量の推定

センサス記録をもとに，水鳥による排泄負荷量（窒素・リン負荷）の推算を行った．計算は，黄ら [1]によって提案された式を参考にし，次のように行った．

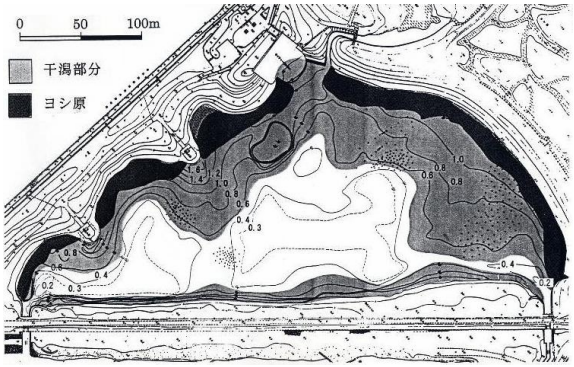

図 1　東京港野鳥公園・潮入りの池

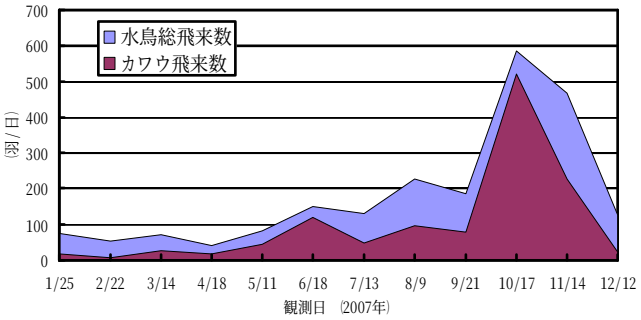

図 2　水鳥の飛来状況

$$BL = \frac{\sum Cr \cdot DWi \cdot Ni \cdot NCi}{A}$$
$$DWi = Wi \cdot \frac{2.25}{100} \qquad (1)$$

ここに，BL：対象水域における全水鳥の 1 日の排泄負荷量，Ni：水鳥 i の飛来数，DWi：水鳥 i の 1 日の糞の乾重，NCi：水鳥 i の糞の栄養塩含有率，Cr（＝1／3）：排泄物中の栄養塩が水中に帰着する確率，A（＝57034m^2）：対象水域面積，Wi：水鳥 i の体重である．

水鳥の 1 日の糞の乾重は体重の 2.25%[1]としている．水鳥の排泄量はその系内にいる時間（1／3 日）に比例するとして，黄ら [1]が佐潟で使用した値を採用した．また，NCi は中村 [2]の測定結果を参考にし，表 1 の通りとした．ただし，その他の鳥類についてはカモ類と同じ含有率とした．

以上の計算によって得られた水鳥の排泄負荷量を図 3 に示す．飛来数が最も大きくなる 10 月において負荷量は

Key words　：干潟・水鳥・栄養塩負荷・東京港野鳥公園
連絡先：　〒158－8557 東京都世田谷区玉堤 1－28－1　武蔵工業大学　Tel　03－373－31111（3257）

最大になった. また, カワウによる負荷が卓越しており, 全水鳥負荷量の 60～90%以上を占めた. カワウは, 潮入りの池に飛来する最重量の水鳥であり , 糞に含まれる栄養塩含有率も高い. また, 飛来数も年間を通して高い事から, カワウの排泄が干潟環境に与える影響が大きい事が考えられる.

5. カワウの排泄物が干潟環境に与える影響

潮入りの池では造成以来, 多くの水鳥が干潟を利用しており, 特にカワウの排泄物が底質や水質に, 長期的に影響を及ぼしている可能性がある.

亀田ら[3]の報告によると, カワウコロニーにおいて, 土壌中の硝化活性が上昇し, かつ *Penicillium*属菌類が増加していた. *Penicillium*属は高い窒素無機化能力を有する事から, カワウの排泄物は, 底泥の硝化活性と窒素無機化能力を上昇させる機能があると考えられる. また, 潮入りの池では年平均85（mgN／m^2／day）と高い脱窒能力が測定されている[4]. この値は, 図3の窒素負荷量（最大で33.7mg／m^2／day）を遥かに上回る除去能力である. この事から, 窒素は干潟内でON→NH_4-N→NO_2-N→NO_3-N→N_2と変換していき, 最終的には大気中に放出されると考えられる.

一方, リンに関しては, 底泥に吸着しやすい性質を有し, 排泄物中のリンは底泥中に蓄積すると考えられる. ただし夏場などに, 底泥が貧酸素化した場合, 長期間蓄積されたリンが溶出し直上水に影響を与えると考えられる.

6. カワウの採餌行動について

桑江ら[5] の報告によれば, 干潟におけるカワウの採餌行動率は 5.0%とシギ・チドリ類の 88.1%に比べて非常に低い. 一般的に, シギ・チドリ類は干潟において, 活発に採餌を行う種であり, 物質循環や浄化に果たす役割が高いとされている. カワウは干潟内での採餌行動率が低い事から, 干潟に負荷を与える存在である可能性がある. しかし, この議論は鳥類種による食性の違いを考慮に入れておらず, “ 採餌行動率の高さ＝浄化能力の大きさ ”とは一概に言えない. カワウはボラ等の大型の魚を採餌するのに対し, シギ・チドリは多毛類等の小型動物を採餌する事から, 採餌行動率以外にも食性の違いを考慮に入れた議論が必要である.

7. おわりに

本報告では, 水鳥の排泄が干潟環境に負荷を与えると言う考えのもと, 東京港野鳥公園・潮入りの池において水鳥の排泄負荷量の推算を行い, 以下の見地を得た.

(1) 水鳥による負荷量は, 飛来数が最大になる 10 月にピークを示した.

(2) 当該干潟においてはカワウの負荷が卓越しており, 全水鳥負荷量の 60～90%以上を占めた.

また, カワウが干潟環境に与える影響について考察を行い, 以下の可能性を示唆した.

(3) 排泄物中の窒素は, 脱窒作用により大気中に放出されるが, リンは底泥に蓄積し, 貧酸素化に伴い溶出が発生する機構が考えられる.

(4) カワウは干潟内での採餌行動率が低い事から, 水質浄化に果たす役割が小さい可能性がある.

水鳥の活動が干潟環境に与える影響については, 未解明な点が多く, 今後さらなる検討が必要である.

表1 排泄物中の栄養塩含有率[2]

	窒素(%)	リン(%)
カワウ	22.05	12.29
アオサギ	21.30	14.13
カモ類	1.49	0.33
その他		

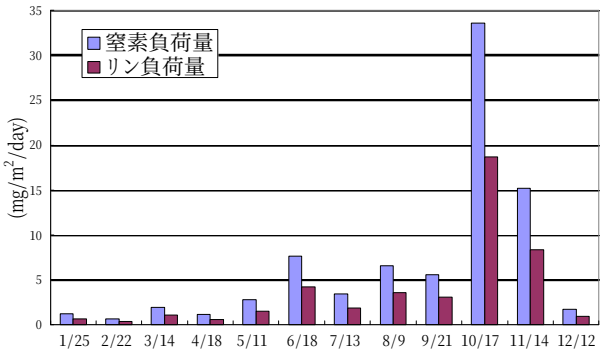

図3 水鳥による排泄負荷量

参考文献

1) 黄光偉・磯部雅彦：渡り鳥集団飛来による閉鎖性水域への栄養塩負荷推定に関する研究, 土木学会論文集B, Vol.63, No3, pp249―254, 2007.

2) 中村雅子：ガンカモ類が水質に及ぼす影響～冬期湛水水田の施肥効果の可能性～, 第2回冬期湛水水田シンポジウム公演要旨集, pp26―28, 2002.

3) 亀田佳代子・保原達・大園享司・大庭雅介：カワウによる陸域への物質輸送とその影響, 月刊海洋, Vol.34, No.6, pp442―448, 2002.

4) 木村賢史・三好康彦・嶋津暉之：人工潟湖干潟における生物による浄化について, 東京都環境科学研究所年報, pp212―222, 1995.

5) 桑江朝比呂・河合尚男・赤石正廣・山口良永：三河湾の造成干潟および自然干潟に飛来する鳥類群集の観測とシギ・チドリ類が果たす役割, 海岸工学論文集, 第50巻, pp1256―1260, 2003.