

アマモの分布がコムケ湖内の溶存無機炭素に及ぼす影響

Influence of seagrass distribution on dissolved organic carbon in Lake Komuke

北見工業大学大学院工学研究科社会環境工学専攻 ○学生員 佐藤辰哉 (Tatsuya Sato)

北見工業大学工学部地球環境工学科 正会員 駒井克昭 (Katsuaki Komai)

神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 正会員 中山恵介 (Keisuke Nakayama)

1. はじめに

オホーツク海沿岸に位置するコムケ湖は第1湖、第2湖、第3湖と3つの水域が連結している汽水湖であり、潮汐の影響によって自然干潟が形成され、渡り鳥を含む多くの野鳥が年間を通して飛来する。湖内にはアマモが広く生息しており、水生生物の重要な生息場としての役割を果たしている。また、アマモは地球温暖化の緩和機能を持つ「ブルーカーボン」としても期待されている¹⁾。

既往の研究において、浅海域や汽水湖で、沿岸生態系の光合成等により、水中のCO₂分圧は大きく変動していることが報告されている²⁾³⁾。また、アマモ場を中心とした光合成等の生物活動により、主に溶存無機炭素(DIC)の変動がCO₂分圧の挙動を決定付けるのに重要であることが示されている²⁾。しかしながら、アマモの分布域がコムケ湖内の水質環境に及ぼす影響については十分に解明されていない。そこで本研究では、コムケ湖の第1湖におけるアマモの繁茂状況および、湖水の表層の溶存無機炭素(DIC)、塩分の平面的な分布状況を計測し、アマモの分布による水質環境への影響について考察することを目的とした。

2. 研究手法

(1) 現地観測

図-1はコムケ湖の全体図と第1湖の拡大図、および調査地点を示す。アマモの繁茂期である2018年8月8日にコムケ湖にて、海水、河川水、および湖水の採水による水質調査を実施した。また、採水と同時に各調査地点において船上からアマモの繁茂状況の確認も行なった。なお、海水に関しては第1湖の湖口の人口水路付近のオホーツク海にて採水を行なっている。測定項目は、水温、塩分、DICである。水温と塩分は多項目水質計(AAQ1183, JFEアドバンテック社製)を用いて測定した。DIC測定用サンプルは、各調査地点の表層にて、250mlのSchott Duran瓶で採水し、200μlの塩化第二水銀を添加してDICを固定した。これらは全アルカリ度滴定装置(ATT-15, 紀本電子社製)で測定した。

(2) コムケ湖第1湖全体のDICの総量の算出

アマモの繁茂がコムケ湖全体のDICの総量に及ぼす影響について検討する為にDICの算出を行った。コムケ湖全体のDICの総量は以下の式から数値的に算出した。

$$\text{Total DIC} = \iint_A \int_{-D(x,y)}^0 f(x,y,z) dz dA$$

ここで、D: 水深, A: 面積, $f(x,y,z)$: DICの分布の

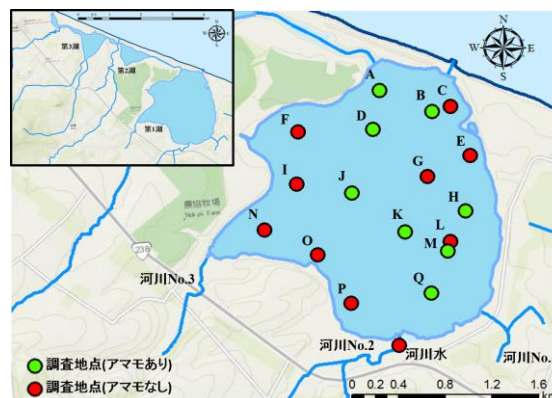


図-1 コムケ湖の調査地点

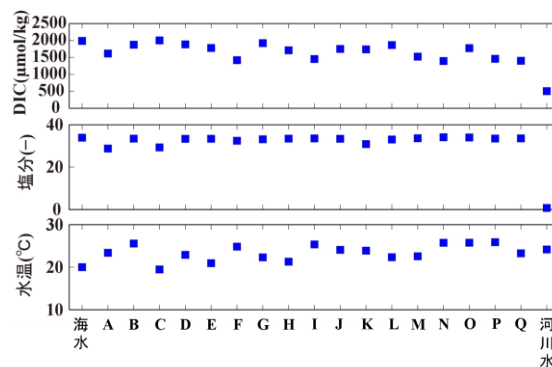


図-2 各調査地点の水質分布特性

関数である。なお、水深は50m間隔のグリッド上で評価し、水質分布は各地点のデータを線形補間して求めた。

3. 結果と考察

(1) コムケ湖におけるアマモの分布

現地観測の結果、St. A, B, D, H, J, K, M, Q (図-1 緑丸)においてアマモが繁茂していた。このことから、潮汐の影響で干潟が形成されない比較的深い場所に繁茂していることが確認された。なお、上記の地点は、草丈1.0m以上のアマモが生息している地点であり、浅い場所に生息しているコアマモなどの草丈の小さい水生植物については考慮していない。

(2) 各調査地点におけるDIC、塩分、および水温

図-2に各調査地点における水質調査の結果を示す。St. A~QのDICが1401.0~2004.3 μmol/kgの範囲であり、海水のDICが1986.1 μmol/kg、河川水のDICが505.1 μmol/kgであった。St. F, I, N, P, Qの湖奥部において

著しく低下しており、アマモの繁茂によって湖口から入った潮流が抵抗を受けることにより水塊の特性が湖口寄りと湖奥寄りで異なっていることが推察される。また、St. A, M に関しても海水に比べて低い値を示している。これらの地点は流入河川に近く、淡水の影響を強く受け低下していると考えられる。塩分は河川水を除き、28.8～34.1 の範囲にあり、流入河川付近で若干低くなっている。水温は 19.5～25.9℃の範囲にあり、アマモの繁茂域より湖奥側で水温が高く、湖口側で海水温と同様に低い値であった。

(3) 水塊の分布の違いによるコムケ湖第 1 湖の DIC の推定

水塊の分布特性からアマモの流水抵抗が予想されたため、①St.A～Q のすべてのデータを考慮した分布(=実際の分布：すなわちアマモが海水の流れを遮った場合)、②海側の水塊の影響が小さいと考えられる St. A, F, N, P, Q の平均 DIC を一様に与えた分布(=陸域の水塊が湖内全体に広がった場合)、および③海側の水塊の影響が大きいと考えられる St. B, D, J, K, L, G, H, E の平均 DIC を一様に与えた分布(=アマモが海水の影響を遮らなかつた場合)、の計 3 通りの分布を作成した。DIC の総量を推定する際、計算が複雑になるため DIC は水深方向に一樣と仮定した。ただし沿岸部のデータについては最も沿岸寄りの地点のデータを外挿することとした。その結果、①、②、③は $9.3 \times 10^6 \text{ mol}$ 、 $8.1 \times 10^6 \text{ mol}$ 、および $10.0 \times 10^6 \text{ mol}$ となった。平均値では、1680.4 $\mu\text{mol/kg}$ 、1457.6 $\mu\text{mol/kg}$ 、および 1815.1 $\mu\text{mol/kg}$ である。このことから、陸側の水塊が湖内全体に広がると仮定すると、湖全体の総量は約 $1.2 \times 10^6 \text{ mol}$ 、平均で 222.8 $\mu\text{mol/kg}$ の DIC が減少すると推定された。(②-①の比較)。また、海側の水塊が湖内に広がることで、実際に比べて総量で約 $0.7 \times 10^6 \text{ mol}$ 、平均で 134.7 $\mu\text{mol/kg}$ の DIC の増加が見込まれた(③-①の比較)。

(4) 滞留時間から推定されたコムケ湖第 1 湖全体の DIC の推定

コムケ湖では湖口での海水交換量が大きく、⁴⁾水塊の滞留特性にとって重要であるが、本研究では河川水に着目して滞留時間(flushing time⁵⁾) T を計算した。

$$T_s = \frac{S_s - S_n V}{S_s R}$$

ここに、 T_s ：閉鎖性水域の体積、 R ：河川流量、 S_s ：海水の塩分、 S_n ：水域平均塩分である。 S_n は DIC と同様に分布関数 g を求め、算出する。この結果、 S_n は 32.79 となった。海水の塩分 S_s は 33.9 であった。第 1 湖の体積は $5.531 \times 10^3 \text{ km}^3$ である。湧別川との集水面積比から求めた流入河川 1～3 の平均流量が 0.33 m^3/s であるので、平水時の滞留時間 T_s は約 6.4 日である。なお、貯留関数法で求められた 2018 年の 7 月～9 月の河川 1～3 の最大流量は計 2.9 m^3/s であり、この場合の滞留時間 T_s は 0.7 日未満であり、出水時には約 9 倍も滞留時間が短くなることがわかる。

同様に、DIC に関する滞留時間 T_{DIC} は、海水の DIC が

1986.1 $\mu\text{mol/kg}$ 、水域平均 DIC が 1680.4 $\mu\text{mol/kg}$ であることから、 T_{DIC} を計算すると 40 日と極端に大きい(なお、河川水の DIC が 505.1 $\mu\text{mol/kg}$ であり、この値でバックグラウンドを補正した)。これは保存物質で構成される塩分に比べて、DIC が湖内で保存されていないことを示している。仮に T_{DIC} が 6.4 日になるには水域平均の DIC が 1937.6 $\mu\text{mol/kg}$ であることから、湖内では水交換以外の効果によって平均的に 257.2 $\mu\text{mol/kg}$ ($= 1937.6 - 1680.4$)が減少していることが示唆される。

これらの結果から、アマモが優占した光合成等の生物活動により DIC は湖内で平均的に減少していると考えられ、既往の研究で得られているアマモ場による DIC の減少と同様の結果が得られたといえる。一方、海側と陸側の水塊の分布の違いを考慮すると、海側の水塊が湖内に広がらないことで、平均 134.7 $\mu\text{mol/kg}$ の DIC が減少していることが推察された。

4. おわりに

現地観測の結果より、コムケ湖の第 1 湖におけるアマモの分布を把握することができた。また、DIC は流入河川付近では低下する傾向にあることが示された。

観測値と地形のデータを用いて、アマモの繁茂の有無によるコムケ湖第 1 湖全体の DIC の総量の違いを推定することが出来た。アマモが優占する水域において既往の研究と同様に、DIC が減少することがわかり、また、アマモの分布状況と対応して異なる水塊が存在しており、海側の水塊が湖内全体に広がらないことによっても DIC が低く保たれていることが推察された。実際の潮流の状況と DIC の輸送について詳しく検討する事が今後の課題である。

謝辞：本研究は JSPS 科研費(課題番号：18H01545)の助成を受けている。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C. M., Valdes, L., De Young, C., Fonseca, L., Grimsditch, G. (Eds): *Blue carbon. A rapid response assessment.*, 80p, United Nations Environmental Programme, GRID-Arendal, Norway, 2009.
- 2) 田多一史, 所立樹, 渡辺謙太, 茂木博匡, 桑江朝比呂: 北海道コムケ湖における大気-海水間 CO₂ フラックスの空間分布特性と要因解析, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.70, No.2, pp.1188-1193, 2014
- 3) 田多一史, 所立樹, 渡辺謙太, 桑江朝比呂: 北海道風連湖における大気-海水間 CO₂ フラックスに影響を及ぼす要因, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.69, No.2, pp.1252-1257, 2013
- 4) 丸谷靖幸, 中山恵介, 駒井克昭, 渡辺謙太, 三好英一, 一見和彦, 桑江朝比呂: コムケ湖における現地観測結果を用いた湖内の流動特性に関する基礎的検討, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.69, No.2, pp.1228-1233, 2013
- 5) K. R. Dyer: *Estuaries, A physical Introduction* 2nd edition, John Wiley & Sons, 1997.