

オホーツク海沿岸に位置する海跡湖の湖沼環境に関する研究

Study on Lakes and Marshes Environment of Inland Sea-Lake located in Okhotsk Coast

北見工業大学工学部 正員 早川 博 (Hiroshi Hayakawa)
 北見工業大学大学院 ○学生員 本島 翼 (Tsubasa Motojima)
 北見工業大学工学部 正員 内島邦秀 (Kunihide Uchijima)

1. はじめに

オホーツク海沿岸には網走湖、サロマ湖に代表される海跡湖が数多くみられる。その多くは塩水と淡水が混在する汽水湖であり、ワカサギ、シジミなどの漁業が盛んである。また、沿岸域にある海跡湖は多様な動・植物の生態系がみられ、風光明媚な景観と相まって観光資源にもなっている。オホーツク海沿岸の海跡湖では道北のクッチャロ湖について網走市近郊の濤沸湖が2005年11月にラムサール条約湿地に登録されたところである。

近年、地球温暖化の影響が色々なところで顕在化してきている。海面水位の上昇もその一つであり、オホーツク海においても図-1に示すように、網走ではここ30年間で年平均潮位¹⁾が約15(cm)上昇している。更に最近10年間は最大潮位と最小潮位の差が広がる傾向もみられ、海跡湖への海水の流入・流出を活発化させている。著者ら¹⁾が調査している網走市近郊にある海跡湖の一つである藻琴湖では、夏季の8月末において湖水は全層が海水にほぼ等しい約30(‰)の塩分濃度を観測した。地元漁業者への聞き取り調査によると、この塩分濃度の上昇に伴って、汽水湖特有のシジミやワカサギの漁獲量が激減し、そのため、漁業者は牡蠣の養殖に転換せざるを得なかった、と聞いている。

このように汽水湖の塩水化は生態系を変化させ、湖沼環境にとって大きなインパクトファクターである。藻琴湖では以前から流域からの土砂流入による堆積が活発で、沈砂池などの土砂抑止施設が建設されている。湖の塩水化が進むと、微細な浮遊土砂の凝集沈降・沈殿によって、湖底の堆積が進むことになる。現況においても、藻琴湖は湖底がヘドロ状の底泥に覆われ²⁾、湖沼環境にとっても好ましい状況ではない。

したがって本研究は、海面上昇に伴うオホーツク海沿岸に位置する海跡湖の塩水化の現状とそれに伴う湖沼環境への影響を解明することを目的とし、本報告では藻琴

湖における2005年4月の融雪期と9月の調査結果について報告する。

2. 観測の概要

2.1 融雪出水期の観測

融雪出水は北海道の湖沼環境にとって毎年繰り返される重要なイベントであり、今回の調査は融雪出水が流入してきた場合の藻琴湖の流況把握とそれに伴う水質変動の解明を目的とした。しかし、観測期間の2005年4月21日～23日は季節外れの大雪に見舞われたため、網走で約20(cm)の降雪を記録した状況での観測であった。

流況観測(4月22日)はRD-Instruments社製 Work Horse ADCP 1200kHz (ボトムトラックオプション) を専用小型ボート(写真-1)に載せ、船外機付ゴムボートで曳航しながら図-2に示す各測線沿いに計測した。



写真-1 ADCP (a) Work Horse (b) Stream Pro

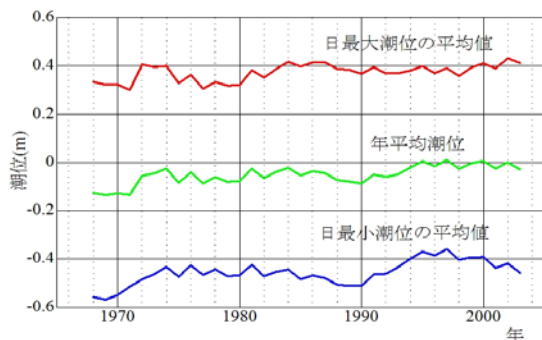


図-1 潮位の経年変化 (網走)

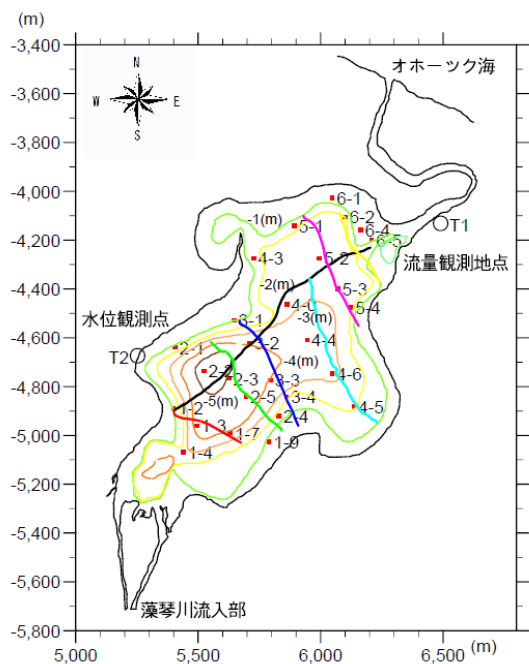


図-2 藻琴湖の観測地点と ADCP 航路

次に、湖出口部の流量観測(4月23日)は、写真-1にある Stream Pro - ADCP (RD-Instruments 社製)を使用した。この ADCP は測定範囲が水深2(m)までの小型 ADCP で、水面下 12(cm)から計測可能であり、湖出口部河道部の河床高、横断流速分布、流量観測が同時に行うことができる。

一方、水質項目(4月21, 22日)は図-2に示す観測地点で計測したが、悪天候のため計測できたのは各測線の中央地点の濁度、塩分濃度、水温、DO だけである。なお、計測機器はアレック電子の多項目水質計 AAQ1180 と TOA の多項目水質チェッカー WQC-22A である。

2.2 9月期の観測

この観測は9月20日～22日に実施し、湖出口部では流量・水質項目の24時間観測(9月21日～22日)と、湖内の各観測地点の水質観測(9月20日)を行った。水質項目は融雪出水期と同様で、クロロフィル濃度を追加した。また、出口部の流速測定にはアレック電子の2次元電磁流速計 ACM-210を使用した。

3. 観測結果

3.1 湖面水位・潮位と流入出流量

図-3, 4は融雪出水期と9月の観測期間中の湖面水位と潮位の関係、湖と海の間を出入りする流量の経時変化である。両図において流量を表示している期間が湖出口部での流量・水質観測期間であり、湖内の流況ならびに水質調査期間も図中に表記してある。

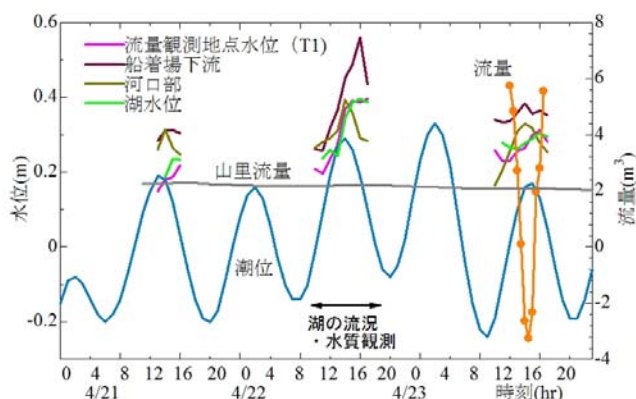


図-3 融雪出水観測期間中の流入出流量、水位の経時変化

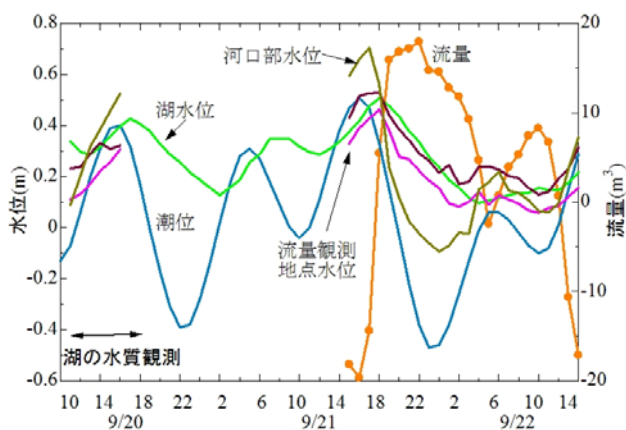


図-4 9月の観測期間中の流入出流量、水位の経時変化

3.2 融雪出水期の湖内流況

融雪出水期に大量の融雪水(淡水)が湖に流入する場合の湖内流動を把握することは、藻琴湖の塩分濃度等の水質環境の空間変動を理解する上で重要である。図-5は4月22日14時20分から15時40分に観測された ADCP による水深平均流速ベクトル図である。この時間帯は図-3から分かるように潮位がピークから低下している途中で、海水の流入がピークを迎えた直後と考えられる。湖の出口部分で流入流速が大きく、上流の湖入口付近では下流へ向かう流れが見られる。その流れが湖中央部で衝突している様相を呈しているが、流速が約5(cm/s)と微流速であり、流動の定量的な解明には更なる観測結果を積み重ねる必要がある。

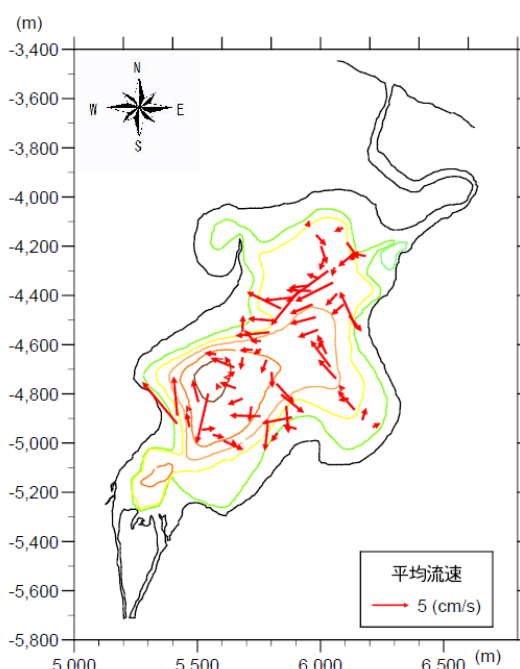


図-5 融雪期における湖内流況

今回の ADCP による流速観測はボートを走行させながら計測しているため、観測された流速、流向の変動が激しく、図-5は50(m)毎に区間平均したものである。藻琴湖のように海水が出入りする湖沼における面的な流況を短時間で観測するには、この観測方法を選択せざるを得ないが、図-6に示すように観測日は風が強く北西の風速10(m/s)の風が観測されていた。そのため、牽引した ADCP 自体が風波でローリングし、湖内の流動にも風波の影響

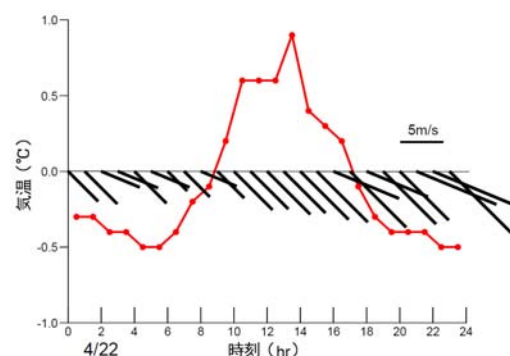


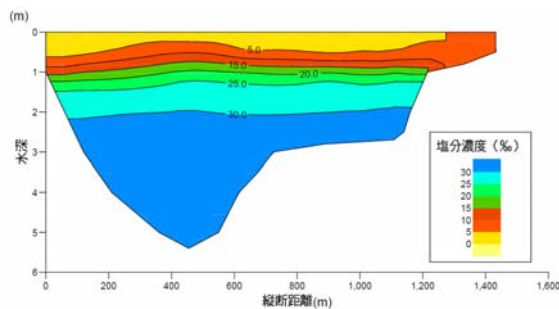
図-6 2005年4月22日の風向・風速³⁾(網走測候所)

を考慮しなければならない。この点は今後の課題である。

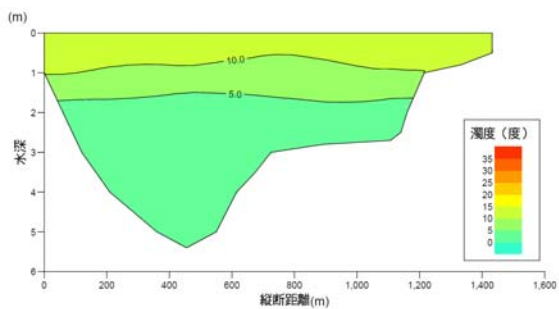
3.3 融雪出水期の湖の水質

図-7(a)～(c)は図-2 に示す湖の中央部を縦断する測点での観測結果を基に作成した縦断分布図である。ここで、図の左端が湖流入部の上流で、右端が湖出口の下流である。塩分濃度は水面がほぼ淡水、水深1(m)付近で15(‰)と急激に増加し、湖底で海水に近い30(‰)になっている。塩淡水境界はこの1(m)であると考えられる。このとき水面の淡水層は濁度が高く、水深が深いほど濁度はきれいになっている。また、水温分布は水の比重が最も大きくなる4(℃)の水塊が水深1～2(m)付近に見られるが、湖底に比重の大きな塩水があるためにその位置で停滞しているものと考えられる。

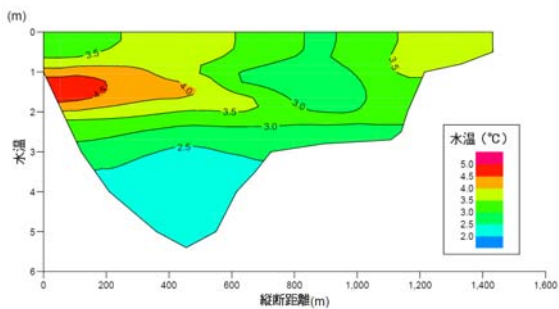
3.4 融雪出水期の湖出口部の流況と水質



(a)塩分濃度の縦断変化



(b)濁度の縦断変化



(c)水温の縦断変化

図-7 融雪出水期の湖の水質 (2005年4月22日)

融雪出水期に流域から流入する融雪水は湖水面の淡水層を形成し、その淡水層が湖水位と潮位との関係から入・退出を繰り返している。図-8は4月23日の11時から17時までの6時間の流量と水質の経時変化である。ここで、水質は河道中央部の水深の約5割である深さ75(cm)の地点の観測値である。一般に湖へ流量が逆流するときは海水が流入してくると思われるが、この観測期間中は塩分濃度の変化はほとんどなく、ほぼ淡水に近

い。この理由として、逆流の期間が2時間と短いために、観測地点を通過した淡水が海に到達する前に押し戻されてきたものと考えられる。

3.5 9月期の湖の水質

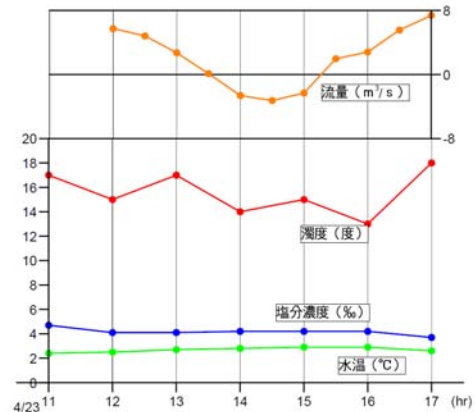
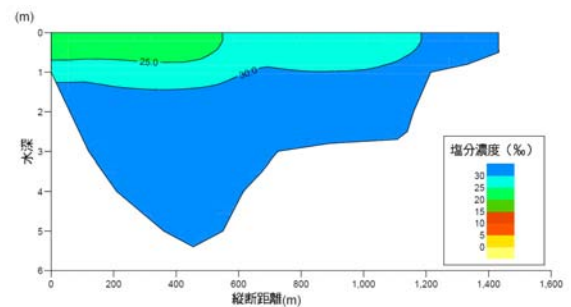
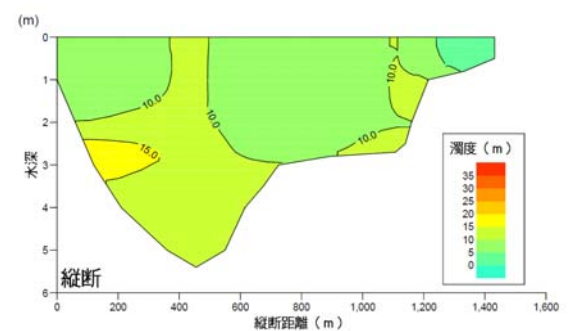


図-8 融雪出水期の湖出口部の流況と水質

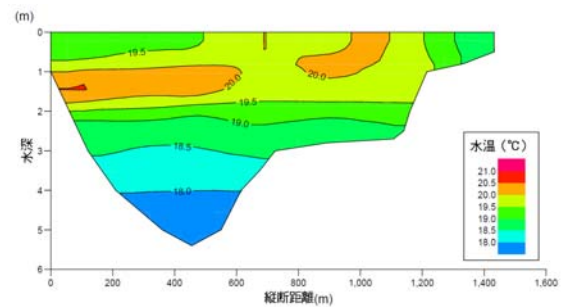
塩淡水境界が明確に形成されていた融雪出水期から約4ヶ月を経た湖の状況は、図-9(a)～(e)に示す通りである。塩分濃度は湖全層にわたって高く、海水に近い値を示し



(a)塩分濃度の縦断変化

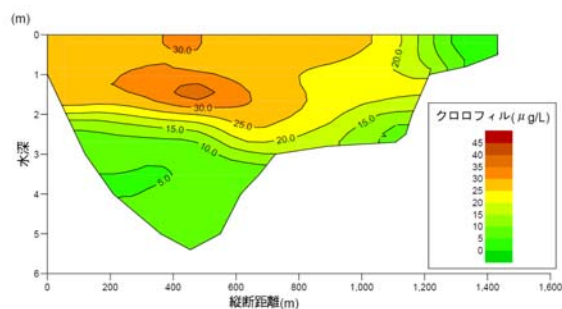


(b)濁度の縦断変化

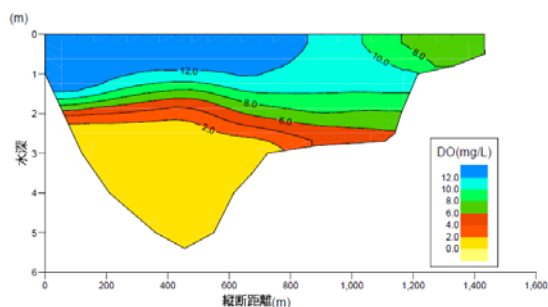


(c)水温の縦断変化

図-9 9月期の湖の水質 (2005年9月20日)



(d)クロロフィル濃度の縦断変化



(e)DOの縦断変化

図-9 9月期の湖の水質 (2005年9月20日)

ている。濁度もほぼ一様に分布している。また、水温分布は湖底が低く表層にいくほど高くなっているが、途中の水深1~2(m)付近に高い水温の水塊が見られる。一方、クロロフィルの濃度は湖の最深部の水深1.5(m)付近が最大で、日射の届かない湖底部や海水が出入りする湖の出口部は低い値を示している。DOは水温分布と同様に表層にいくほど高くなっており、水深2.5(m)以深ではほぼ酸素がない状態である。

この観測結果は、図-4に示す潮位の経時変化から判断すると海水が流入しているときで、かつ、流域からの流入流量も少ない時期であるため、湖は塩水湖の様相を呈していることがわかる。

3.6 9月期の湖出口部の流況と水質

湖が塩水湖の様相を呈している時期の湖出口部における流況と水質を図-10に示す。観測は図-4に示すように潮位が満潮の海水流入が卓越している時期から始め、干潮を経て小さな満・干潮を繰り返して満潮に向かう期間までの24時間観測である。なお、水質は流速測定地点と同様に河道中央部の水深の6割地点の計測結果である。

9月22日16時からの急激な潮位低下に伴い、湖出口部の流況も逆流のピークから約3時間で順流のピークへ一気に移行する。この影響により、図-9(a)に示す上流表層部分の比較的低い塩分濃度の低い層が、河川水とともに下流側の塩分濃度の高い湖水と混合しながら湖出口部へ流れ出すことで、18時からの塩分濃度の低下を引き起こしていると考えられる。しかしこの現象は、図-3に示す山里流量を考慮すると一時的な現象であると考えられ、9月23日13時からの逆流の影響により塩分濃度は再び上昇することが予想される。濁度は融雪出水期と比較すると低い値を示しており、観測期間中に目立った変化は見られない。また、水温は気象庁の気象観測のデータから、外気温の変化に伴って変化していると考えられる。

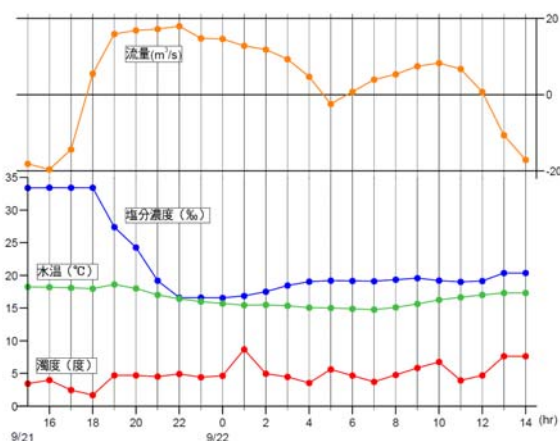


図-10 9月期の湖出口部の流況と水質

4. おわりに

今回の観測によって、藻琴湖の融雪出水期と平常時の流況と水質、湖面水位と流入流出の関係を明らかにすることができた。河川の流入流量が増大する融雪出水期においても、湖出口部の流動には潮位変動に伴う影響が顕著に示されているため、藻琴湖の水位、流動は湖と海を繋ぐ河川部を通過する潮流流量に支配されているといえる。そのため藻琴湖内の水質、流動の挙動を把握するためには連続的な測定が要求される。また、9月の平常時においても湖内の塩分濃度が海水と同等の値を示していることから、融雪出水期に形成された塩淡水境界は海水の流入により徐々に上昇し、ある時期において藻琴湖が塩水湖となることが予想される。今後は定期的かつ連続的な観測により藻琴湖内の塩分濃度、流動の挙動を把握するとともに、海面上昇に伴う湖沼環境への影響を検討し、その対策を考える必要がある。

謝辞：本研究の一部は(財)北海道河川防災研究センター平成17年度研究助成の補助を受けた。また、流況調査に用いたADCPは(株)SEAから借用し、その他の観測機器等では(株)アルファ水工コンサルタンツ河川環境室、(株)北開水工コンサルタント各位にご支援をいただいた。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 日本海洋データセンター (J-DOSS) : 潮汐データ
URL: http://www.jodc.go.jp/service_j.htm
- 2) 早川博・本島翼・内島邦秀: 海跡湖に注ぐ河川流域の土砂動態と湖沼環境に関する研究, 土木学会北海道支部論文報告集(CD-ROM版), 第61号, II-58, 2005.
- 3) 気象庁: 気象観測 (電子閲覧室)
URL: <http://www.data.kishou.go.jp/index.htm>.