II-367　網走湖湖出口付近における塩水侵入現象

北海道開発局　開発土木研究所　正　員　金高州吾
北海道開発局　開発土木研究所　正　員　井出康郎
北海道開発局　網走開発建設部　正　員　川端眞樹

1. はじめに

網走湖は北海道東部の網走川下流に位置する海跡湖である。海と湖出口との距離が近く、海水の供給がある汽水湖で、古くから漁業が盛んに営まれている。しかし、近年塩淡境界層の上昇から青潮が発生する。このような問題が生じていることから、山田ら[1)～3)]によって湖の塩水の流入出や、青潮に関する現地調査を伴う研究がなされている。

ここで、湖内の塩水をコントロールする計画を立案するとき。特に、湖出口付近における塩水の侵入のメカニズムの詳細な把握が重要となる。本研究では特に塩水遡上の現象が顕著に現れる大潮時に湖出口付近で行った観測結果をもとに、塩水侵入現象について報告する。

2. 観測概要

図-1は観測日前日に音響測深器を用いて測定した湖出口付近の湖底鳥瞰図である。図-1によると湖底は出口付近から澪筋があり、一端平坦になり出口から500m位の場所でさらに澪筋がある。図-2は網走湖湖出口付近の概略図で図-1の出口の澪筋($st1$)、平坦部($st2$)、奥の澪筋($st3$)を塩分、流速観測の定点とした。

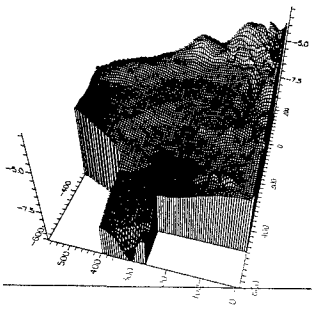


図-1　湖出口付近の湖底鳥瞰図

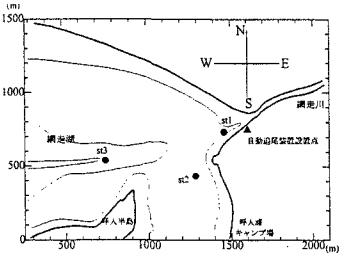


図-2　網走湖湖出口付近の概略図

本観測は1995年11月24~25日の大潮時に行った。11/24日は湖内に設けた$st1$～$st3$の定点について湖の逆流時から塩水の侵入現象が落ちつくまで観測。11/25日は一定点($st1$)について塩水侵入時の経時変化を調べた。

観測には船外機付きの船を用いた。これに超音波多層式流速計(略名：ADCP:米国AD Instruments社製)及び、水中投入式鉛直塩分計(ACM-1180DK:アレック電子製)を乗せ、50cm層厚毎の流向、流速、と定点における10cm毎の塩分を計測。船の位置は３次元自動追尾装置(APS1:トプコン製)により追尾した。

3. 塩水侵入現象

3-1. 場所の違い

図-3に網走港の潮位と川尻（湖内）の水位、及び、塩分の定点観測時刻を示す。当日、高潮警報が発令されており予測潮位を30cm以上も上回る大潮時であった。図-4$(a)(b)$にそれぞれの定点の塩分と流速の鉛直方向分布図を示す。図-4(a)においてst2、st3では塩水楔を形成しており、出口から離れた場所では湖底を沿うような流れで湖内に侵入することが確認できた。図-4(b)からは塩水楔の層高が低くなり塩水楔が減態していく様子が見られる。

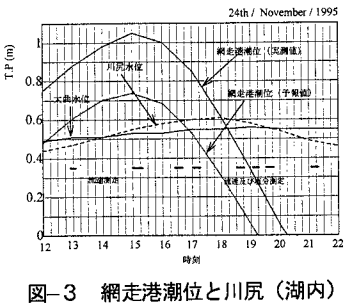
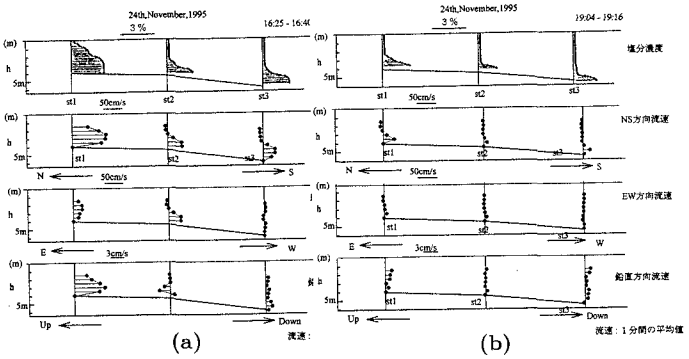


図-3　網走港潮位と川尻（湖内）水位(11/24)

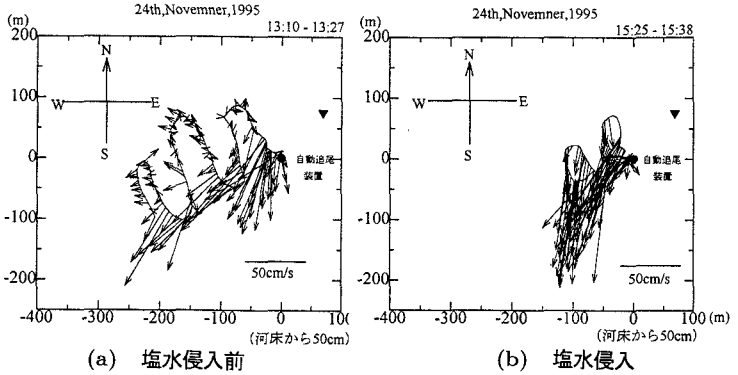


(a)　(b)

図-4　各測定点における塩分と流速

また、流況の平面的な違いを確認するため、図-5$(a),(b)$に出口付近の流速平面ベクトル図を示す。これは河床から50cm上方の流速値で船速3ノット以下で移動観測したものである。　図-5－(a)（塩水侵入前）には、逆流が集中している箇所が明瞭に表れており、観測中に水面上の澪筋のあたりに見られていた潮の目の位置と一致する。図-5－(b)（塩水侵入

時）においても同様に澪筋のあたりに流れが集中しており、今度は、流向及び流速が塩水侵入前より一定値にまとまる傾向がある。これらのことから流れが集中する箇所に澪筋が形成されたものと考えられ、網走湖湖出口付近に深い澪筋があるのは湖の塩水の流入出と関係しているようである。



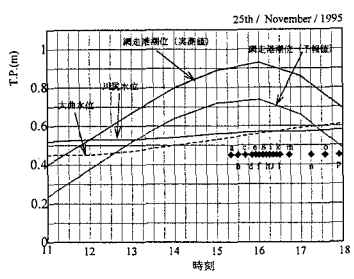
(a) 塩水侵入前　(b) 塩水侵入

図−５ 平面流況ベクトル図

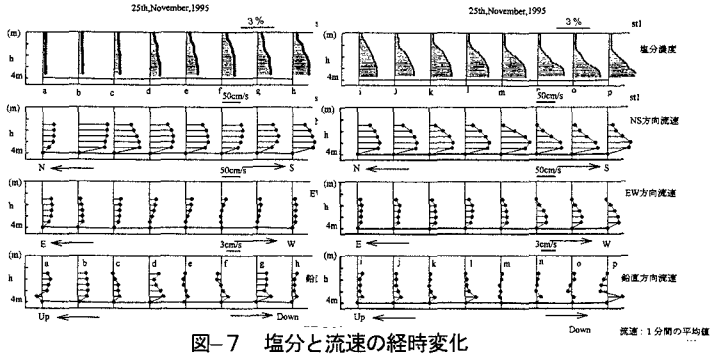
3-2. 経時変化

図−6に11/25に網走港の潮位と川尻（湖内）の水位を示す。図−7は塩分と流速の経時変化図で、図−6の$a \sim p$の観測時刻に対応する。

図から塩水侵入直後に水深方向全体に薄い濃度の塩水が生じ、その後、徐々に楔を形成していく様子を見ることができる。

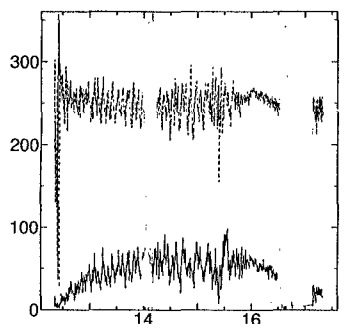


図−６ 網走港潮位と川尻（湖内）水位(11/25)



図−７ 塩分と流速の経時変化

図−8に水深2.0mの詳細な流速の経時変化を示す。横軸に時間、上の波線は流向、下の実線は合成流速を示す。この図からは淡水侵入時において7minから20minの周期で、流向では60度程度、合成流速では下限が40cm/s、上限が80cm/sの変動が確認された。これは周期の短いものは呼人湾方向、長いものは湖の長軸方向の湖内セイシュの周期の試算値とそれぞれ一致していることから、湖内のセイシュによる湖水位の周期変動が起因しているように思われる。この後、最初の強混合された塩水侵入到達時には一時的に100cm/sに程度の強い逆流が計測され、それから、ほぼ一定値に安定しそのまま流速が徐々に落ちていく。この現象は、これより深い水深においても同様の傾向を示していた。湖出口付近で逆流が始まってから塩水が湖内に侵入するまでの時間は3時間30分程度であった。



図−８ 逆流時の流向、流速の経時変化

4. おわりに

流速、塩分計測にそれぞれ、ADCP、水中投入式塩分計を用いて、特に、網走湖湖出口付近に焦点を絞り塩水侵入時に密な観測を行った。これにより観測時の塩水侵入現象を明らかにすることができた。

参考文献

1) 平野道夫, 山田正, 井出康郎: 網走湖における流動と成層界面の挙動に関する観測, 土木学会水工学論文集, 第35巻, pp.609~614, 1991

2) 桑嶋知哉, 高橋克人, 宮島滋近, 平野道夫, 山田正: 塩淡二成層を形成している網走湖の塩水の流入出に関する研究, 土木学会水工学論文集, 第37巻, pp.305~312, 1993

3) 池永均, 山田正, 内島邦秀, 大島伸介, 向山公人, 平野道夫, 井出康郎, 田村圭司: 網走湖における塩淡二成層の形成と挙動に関する研究, 土木学会水工学論文集 第40号, pp.589~594, 1996