

網走湖における洪水に伴う湖内の塩水の流出効果に関する研究

中央大学大学院 学生員 大野広志
中央大学理工学部 正員 志村光一

日本理水設計(株) 正員 吉本健太郎
中央大学理工学部 正員 山田正

1.はじめに:北海道東部に位置する網走湖は上層が淡水、下層が塩水の強固な密度二成層を形成している。著者らは網走湖における現地観測により、豪雨や融雪出水などの洪水が塩淡水境界水位の変動に多大な影響を及ぼすことを明らかにしてきた。本研究では現地観測の結果に基づき、洪水流入に伴う塩淡水境界水位の変動と湖内塩水の吐き出し効果を明らかにすることを目的としている。

2.観測概要:著者らは前線性豪雨による洪水時(1998/8/27,9/3,9/4,9/10)の現地観測と、年間を通じた定点観測を行なった。観測方法は、観測船から魚群探知機(周波数 107kHz)を使用し、流入水の挙動および塩淡水境界面の可視化を行なった。さらに図-1 に示す湖心において塩分濃度を鉛直方向に 10cm 間隔で測定した。

3.洪水の流入形態:図-2 は 1998/9/4,11:36~14:14 において魚群探知機の超音波により、洪水の流入形態を捉えた映像である。この図より、流入する洪水の形態は非常に浅い角度で塩淡水境界面の直上を差し込むように流入していることがわかる。

4.下層塩水の吐き出し効果:図-3 は、期間 1998/5/25~1998/11/23 の網走湖上流における一時間平均流量(流入流量:本郷観測所)、湖出口における流量(流出流量:大曲観測所)、網走湖の水位(川尻観測所)、網走港の潮位(オホーツク海の潮位)、網走湖下流出口(大曲観測所)における塩分濃度の時系列である。この図より、洪水前(1998/8/27 以前)においては満潮時に網走湖の水位より網走港の潮位が高くなる時があり、網走湖下流出口における塩分濃度が約 20%まで上昇していることがわかる。これは塩水が網走港から網走湖まで遡上したことを示している。三度の洪水が網走湖に流入した洪水時には、下流側の湖口で塩分濃度が 10%以

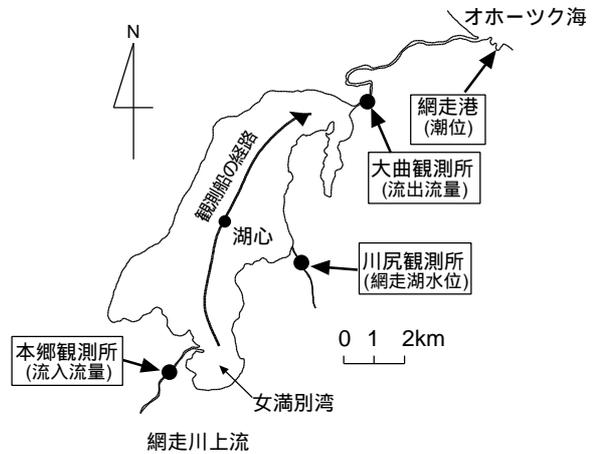


図-1 網走湖の概要と観測経路・観測点

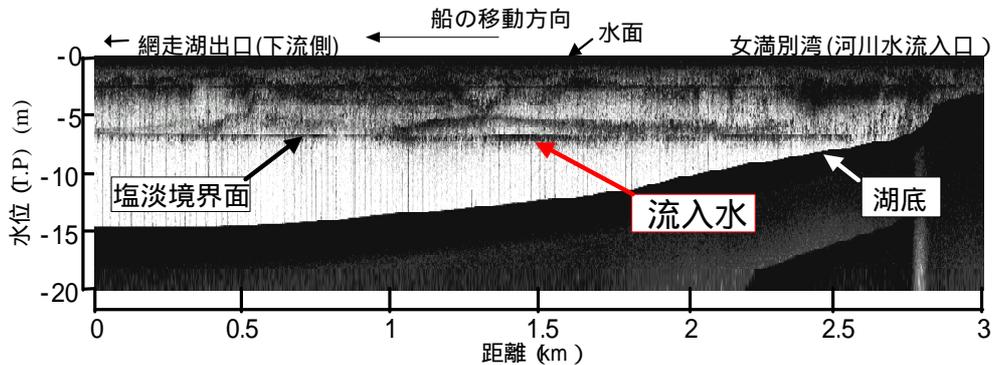


図-2 超音波による洪水の流入形態の映像 (1998/9/4 10:43~11:21)

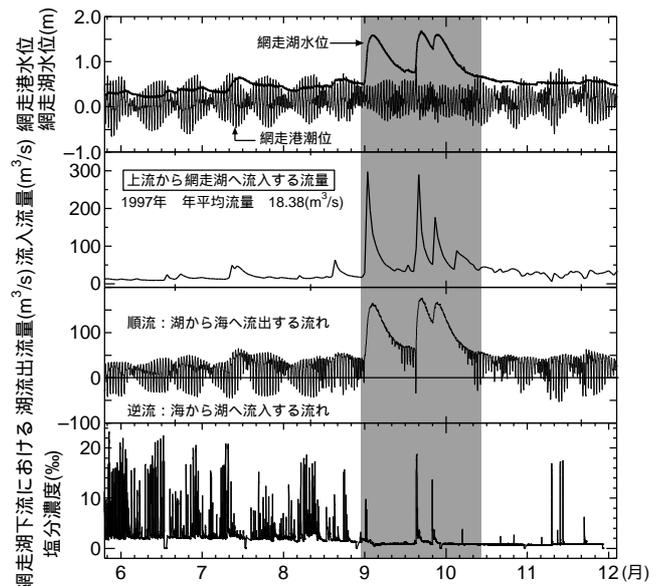


図-3 網走湖上流における一時間平均流量、湖出口における流量、網走湖の水位、網走港の潮位、網走湖下流出口における塩分濃度の時系列(1998/5/25 ~ 11/23)

キーワード：網走湖、塩淡水境界、洪水

連絡先：〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部 tel 03(3817)1805, fax 03(3817)1803

上と高い値を示していることがわかる。図-4は、図-3の洪水時(1998/8/26~9/30)の期間を拡大したものである。この期間では網走港の潮位に比べ網走湖の水位が常に高いこと、塩分濃度が上昇する際の降雨量が大きい値を示していることから、この期間における塩分濃度の上昇は、洪水の流入により湖内の下層塩水が湖外へ流出したためと考えられる。

5.洪水流入に伴う塩淡境界水位の変動:図-5は塩淡境界水位、塩淡境界水位の変動から算出した湖内塩分損失量、下流側湖口における塩分濃度および流量から算出した塩分流出量、淡水層の塩分濃度の時系列である。湖内塩分損失量 S_{loss} 、塩分流出量 S_{out} の算出方法を表-1に示す。図-5より、網走湖の塩淡境界水位は洪水流入時において低下するのみならず、洪水後も恒常的に低下していることがわかる。洪水が流入した1998/8/27から塩淡境界水位は低下し続け、11/18には洪水前に比べ1.0m低下している。これらは湖内の塩水が恒常的に流出したことを示している。網走湖の淡水層の塩分濃度は徐々に低下し、10月初旬には0.7‰程度の値になっていることがわかる。これは洪水が流入したことにより淡水層の塩分濃度が希釈されたためと考えられる。塩淡境界水位と淡水層の塩分濃度の低下傾向との相関性から洪水後における塩淡境界水位の低下は、下層の塩水が湖外へ流出したためではなく、下層塩水層から上層淡水層への塩分供給(連行現象)が著しく生じたためと考えられる。また、湖内塩分損失量は流出塩分量より小さい値を示している。これは湖内における淡水層の塩分濃度の平均値 S_0 を求める際に、水面から塩淡境界水位の1m上方の位置までの平均値を用いたために、連行による塩分損失量を考慮できなかったためである。

6.まとめ:1)塩淡境界水位は洪水後も恒常的に低下する。2)淡水層の塩分濃度は洪水が流入することで希釈される。3)洪水による塩水の吐き出しは短期的な吐き出しと、長期的に塩分を湖外に流出させる二つの効果がある。

謝辞:本研究に際して北海道開発局網走建設開発部の協力を得たことをここに記し感謝の意を表す。

参考文献:1)池永ら:塩淡二成層を形成する汽水湖沼の長期的な界面変動予測手法の開発,土木学会論文集, No.628, -48, pp.77-96, 1999.8

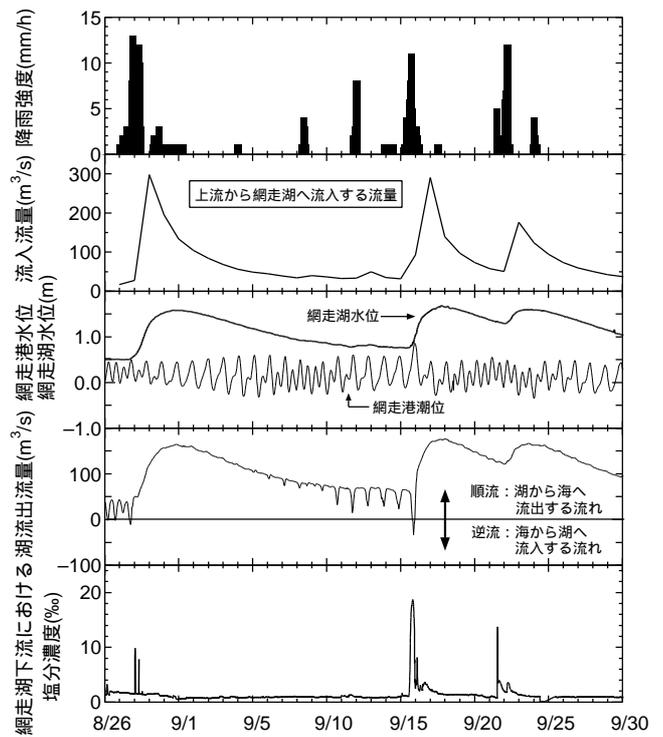


図-4 図-3の洪水期間(1998/8/27~9/30)の拡大図と降雨強度の時系列

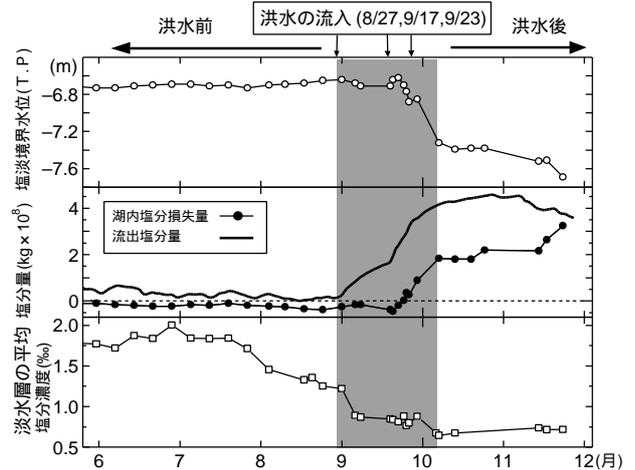


図-5 塩淡境界水位、湖内塩分損失量、塩分流出量、淡水層の塩分濃度の時系列(1998/5/25~11/23)

表-1 湖内塩分損失量、塩分流出量の算定式

湖内塩分損失量: S_{loss}	$S_{loss} = S_1 \cdot h \cdot (A(h) - A(h - h)) \cdot \rho_1 + S_0 \cdot V(h) \cdot \rho_0 \quad (1)$
塩分流出量: S_{out}	$S_{out} = S_2 \cdot Q_{out} \cdot t \cdot \rho_2 \quad (2)$
h : 塩淡境界水位の低下量、 $A(h)$: 各水位における水平断面積	
$V(h)$: 淡水層の体積、 S_1 : 湖内塩水層の塩分濃度、 ρ_0 : 淡水の密度	
S_0 : 淡水層の塩分濃度の平均値、 ρ_1 : 塩水の密度、 t : 流出時間	
ρ_2 : 湖口における流出水の密度、 S_2 : 湖口における流出水の塩分濃度、 Q_{out} : 湖口における流出水の流量	