

中央大学大学院 学生員 ○大野広志
中央大学大学院 学生員 本永良樹

中央大学理工学部 正会員 志村光一
中央大学理工学部 正会員 山田 正

1. はじめに 北海道東部に位置する網走湖は塩淡水成層を有する汽水湖である。著者らはこれまでに 22 回の観測を行い、汽水湖における代表的な流動特性とその支配要因を明らかにしてきた。本論文では湖下流域において時間的・空間的に密な流動の観測を行い、融雪期の弱風時と強風時における網走湖の詳細な流動特性を明らかにした。

2. 観測概要 著者らは融雪期(2000/5/9~5/14)の網走湖において流動観測を行った。湖下流域で ADCP (1200kHz) を固定した漁船で微速移動(3~4 ノット)しながら流速測定を行った。観測経路を図-1 に示す。

3. 融雪出水の水文概要 図-2 は融雪出水前後における流入流量、湖水位、流出流量を示したものである。融雪出水のピーク流量は過去 10 年間の平均流入流量の約 15 倍に及び、過去 10 年間で最大の融雪出水であった。流速観測時(2000/5/10, 5/12)の流入流量は過去 10 年間の平均流量の 3.5 倍であった。

4. 湖内の流動特性 著者らは今までに、1) 融雪期における湖流の成因は風と上流からの河川水が流入すること。2) 弱風時には湖心から右岸にかけて局所的な水平循環流を形成すること(図-3)。3) 融雪水の流入により湖全域の流動は、吹送循環流が界面を境に鉛直方向に分断され、閉鎖性水域特有の 3 層構造(流向が鉛直方向に 3 層にわたって変化)から多層構造(4~5 層)へ移行すること(図-4)。4) 強風時には閉鎖性水域特有の 3 層構造を有することを明らかにしてきた(図-5, 6)。

5. 湖下流域における流況

5.1 弱風時(5/10) 図-7 より 5/10 は北風の風速が 1~3(m/s) 程度の弱風時であった。

図-8 は 2000/5/10 11:48~14:08 における湖下流域の横断面(測線①~⑥)における水面下 2, 4, 6, 8(m) の流速ベクトルを示したものである。5/10 における湖下流域の流況は上層(水面下 2(m))で流速が 2~3(cm/s) の時計回り、下層及び中間層で流速が 2~5(cm/s) の反時計回りの水平還流を有している。上層の右岸側で湖出口に向かう流れは流速が 5~10(cm/s) と水平還流より卓越している。図-9 は同期間における流速の鉛直分布を示したものである。流れの鉛直構造は右岸側で流向が一樣である。著者らは融雪期に湖下流域において湖外へ流出する流れが卓越することを明らかにしてきた。さらに、本研究でその流れは右岸側で卓越し、淡水層と塩水層で一樣な流向を有することが明らかとなった。

5.2 強風時(5/12) 図-7 より 5/11 18:00 から風速 5~10(m/s) の強い南風が連吹し、5/12 の流速観測中も南風の風速が 7(m/s) の強風時であった。図-10 は 2000/5/12 16:31~17:43

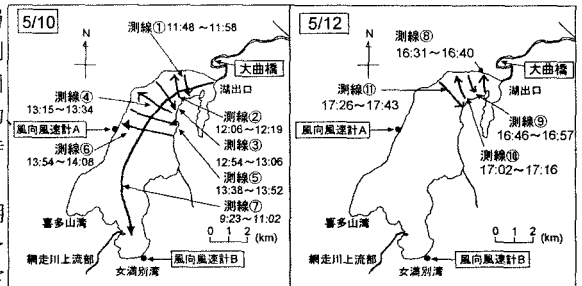


図-1 網走湖の概要図と観測経路

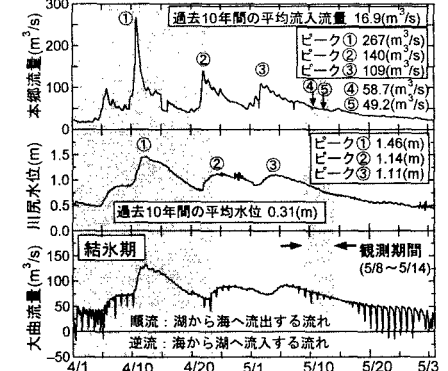


図-2 網走湖における流入流量、水位、流出流量
(融雪出水のピーク流量は過去 10 年間の平均流入流量の 15 倍に及び、観測時 5/10 11:00 と 5/12 16:00 の流入流量はそれぞれ 58.7(m³/s)、49.2(m³/s) であり 10 年平均の約 3.5 倍であった。)

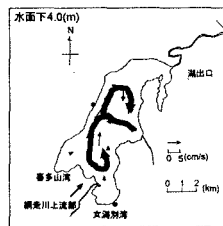


図-3 弱風時における流速ベクトル図

(1995/8/26 6:30~10:40, 風速 0~1(m/s), 湖心付近において水平循環流を形成している)

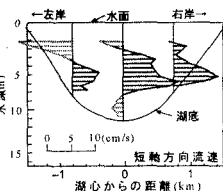


図-5 強風時における短軸方向流速

(1996/8/26 11:30~15:00 測線③において計測, 風速 5~6(m/s))

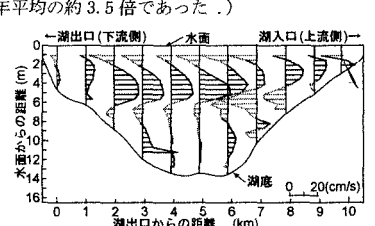


図-4 融雪期における長軸方向流速

(1997/4/26 10:45~12:00 測線⑦において計測。吹送循環流が界面を境に上層と下層に分断され、鉛直方向に細分化された流れの多層構造が形成されている)

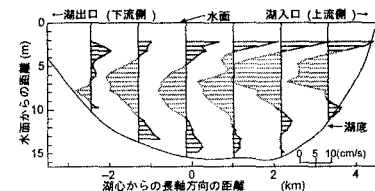


図-6 強風時における長軸方向流速

(1996/8/26 9:30~10:51 測線⑦において計測。二成層閉鎖性水域特有の 3 層構造の吹送循環流を形成している。)

キーワード：塩淡水境界面、融雪出水、汽水湖、水平還流

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

の湖下流域における水面下2, 4, 6, 8(m)の流速ベクトルを示したものである。5/12の流況は水面下2, 4(m)において流速が8~13(cm/s)、水面下6(m)において流速が5~8(cm/s)、水面下8(m)において流速が3~5(cm/s)であり、水面下2, 4, 6(m)において湖水は時計回りの強い水平還流を形成している。図-11は同期間における流速の鉛直分布を示したものである。流れの鉛直構造は上層と下層は同じ流向を示し単層構造を有していることがわかる。著者らはこれまでに、強風連吹時に湖内の流動は閉鎖性水域特有の3層構造を有することを明らかにしてきたが、強風時に湖下流域では流向は単層の鉛直構造を有し、強い水平循環流を形成することが新たにわかった。

6. 湖下流域における流れの成因

6.1 弱風時(5/10) 図-2より5/10 11:00の流入流量は

58.7(m³/s)であり、平均流入流量16.9(m³/s)の約3.5倍に及ぶ。図-7より同時刻の風況は風速2~3(m/s)の弱い北風である。これより湖下流域における流況は風の影響が小さく、流入水の影響が大きいと考えられる。そのため吹送流に比べ湖外へ流出する流れが卓越し、右岸側で流速5~10(cm/s)の速い流れを示したと考えられる。

6.2 強風時(5/12) 図-2より5/12 16:00~

18:00における流入流量は49.2(m³/s)であり、5/10からの減少量は9.5(m³/s)であった。これは平均流入流量16.9(m³/s)の56%にあたる。同期間中において流入流量が減少し、5/11 18:00から風速5~10(m/s)の強い南風が連吹し始めたことから、湖下流域の流況は流入水の影響が小さく風の影響が大きいと考えられる。そのため吹送流が発達し、鉛直構造が単層である流速8~13(cm/s)の時計回りの強い水平還流が生じたと考えられる。

7. まとめ 1)弱風時の湖下流域における流れは流入水の影響により右岸側で強く、淡水層と塩水層で異なる流向を示す。2)強風時の湖下流域における流れは吹送流が発達するため鉛直方向に単層構造を有する強い水平循環流を形成する。

謝辞 本研究に際して北海道開発局網走開発建設部の協力を得たことをここに記し感謝の意を示す。

参考文献 1) 山田正ら：汽水湖成層界面の挙動と吹送還流の形成に関する研究，土木学会論文集，No. 614，II-46，pp. 77-96，1999。-8-1~20，1997。 2) 山田正：汽水湖の長期および短期の流動特性，第33回水工学に関する夏期研修会講義集Aコース，A-8-1~20，1997。

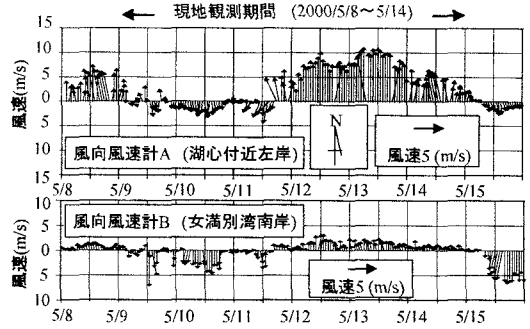


図-7 網走湖における風向風速の時系列

(観測開始時から湖心付近左岸において風速1~3(m/s)、女満別南岸において風速2~5(m/s)の北風が連吹し、5/11 18:00に南風に変わった。南風は観測終了時迄連吹し、湖心付近左岸において風速5~11(m/s)、女満別南岸において風速1~3(m/s)であった。)

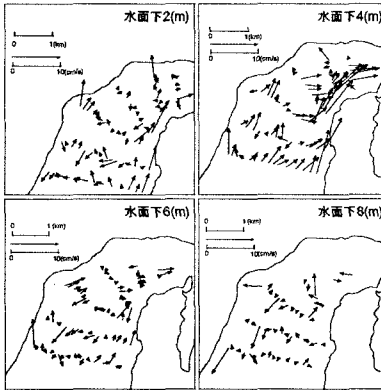


図-8 湖下流域における流速ベクトル図

(2000/5/10 11:48~14:08) (水面下2, 4(m)の右岸側で湖出口に向かう流速5~10(cm/s)の流れが生じている。上層は時計回り，中，下層は反時計回りの水平還流が生じている。)

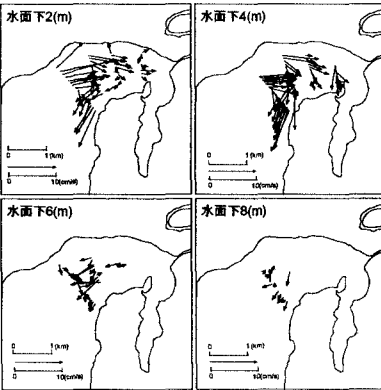


図-10 湖下流域における流速ベクトル図

(2000/5/12 16:31~17:43) (水面下2, 4(m)において流速が8~13(cm/s)、水面下6, 8(m)において流速が3~8(cm/s)である時計回りの水平循環流が生じている。)

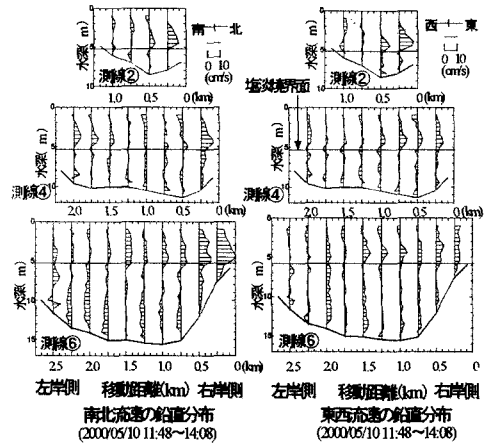


図-9 湖下流域における流速の鉛直分布(5/10)

(測線②、④、⑥では右岸側の水深2~6(m)で流速が5~10(cm/s)の湖出口に向かう流れがあり、流れの鉛直構造は淡水層で2層、塩水層で単層である。)

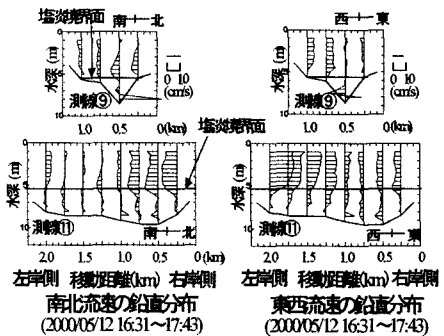


図-11 湖下流域における流速の鉛直分布(5/12)

(測線⑨、⑪では中央部を境に両岸で流向が異なる。流れの鉛直構造は単層構造であり、上層と下層で流向の変化は見られない。)