

(II-75) 融雪出水期における網走湖内の流れの鉛直構造に関する研究

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

中央大学大学院 学生員 大野広志
中央大学理工学部 正会員 山田 正

1. はじめに 塩淡水成層化の進上している網走湖では、下層の塩水層から上層の淡水層に多量の栄養塩が供給される。この栄養塩は湖内の流速差により拡散されることが予想される。池永らは流速差の要因として、風・湖底形状・上流からの流量、潮汐があることを挙げている。湖内栄養塩の挙動を把握する第一段階として、網走湖内における鉛直方向流速分布形状について実測データに基づき考察を行った。

2. 観測概要 図1は網走湖の概要と湖長軸方向に設定した観測線を示している。現地観測は2000/5/9～5/14に行った。観測船を長軸沿いに航走させ、観測を行った。魚群探知機

(本多電子製：107kHz, 400kHz)により超音波の反射強度分布を測定した。ADCP (1200kHz, RD社製により、湖内の鉛直方向流速分布を測定した。

3. 観測結果 図2は網走湖沿岸に設置されている風向風速計(図1参照)により測定された風の南北・東西方向成分の時系列図である。5月11日の昼頃を境に北風から南風へと変わり、また風速の南北成分が約3m/sから約10m/sへと急増している(風向風速計B)。

図3は大曲観測所(図1参照)において観測された塩分濃度の時系列図である。今回の観測期間中において、網走湖内へ塩水が遡上してきていない。

図4は本郷観測所における流量の時系列、川尻観測所における水位の時系列を示す(図1参照)。観測期間中の湖への流量は平均して約54m³/sという高い値を示している。観測船による測定は5月9日10:00～11:47、5月13日07:48～10:19、5月14日8:29～10:09の各時間帯に行った。

図5は魚探知機による超音波の反射強度分布、図6はADCPによる南北・東西各方向の鉛直方向流速分布をまとめた図である。5月9日の湖内における流速の絶対値は上層・下層ともにほぼ等しく、鉛直方向流速分布形状は流向の違いにより多層状態になっている。

5月13日は上層内で流速・流向は鉛直方向に一樣であった。下層内の鉛直方向流速分布形状は流向の違いにより層形状になっている。5月14日では、上層・下層内ともに鉛直方向流速分布に流向による層形状は見られなかった。

4. 考察 池永らは、1997年4月融雪出水期の網走湖においてADCPを用いた流況観測を行っている。この時の現地の状況は本郷観測所の観測期間中における平均流量が30.5 m³/s、風は5～6m/sの南風が連吹していた。湖表層において強風が吹く方向に吹送流が確認されたこと、流れの鉛直構造について、流向が鉛直方向に4～5層にわたって変化することなどが報告されている。今回の現地観測では池永の時よりも更に風の強い状況下(風速約10m/sの南風連吹)において流況観測を行うことができた。

また、池永らの観測した弱風(風速0～1m/s)の連吹は今回の観測では見られなかった。今回の観測で見られた鉛直循環流による層形状の特徴を以下に記し、考察を行う。5月9日10:00～11:47の測定では、湖表層における流向・流速が、風向風速計により得られる同時間帯の風向・風速のデータとよく一致する。このことから9日の鉛直循環流による多層形状は風向風速の変動が頻繁であるために形成されたと考えられる。上層においては鉛直循環流・水平循環流両方の特徴をもつ複雑な流れが見られる。下層では、弱い鉛直循環流が4～5層にわたって発生している。5月13日7:48～10:19の測定では、鉛直方向流速分布形状からは上層での鉛直循環流は確認できない。下層では1～2層の鉛直循環流が存在している。13日に発生した上層内の流向が一樣な流れは、強い風(約10m/s)が連吹した時、強風による吹送流の影響が下層内に及ぶ前に上層全域に及び鉛直循環流を形成することができずに行き場を失った水が水平循環流に移行したため発生したと考えられる。例外として湖上流側において南北方向の流向が3層に分割された鉛直方向流速分布が確認できた。これに対応する流速の東西方向成分の鉛直分布を見ると、流向が全水深に渡って一樣である。これは強風によってできた上層の強い流れと網走川上流

キーワード：網走湖、風、鉛直循環流

連絡先：〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27 中央大学理工学部 TEL03-3817-1805 FAX03-3817-1803

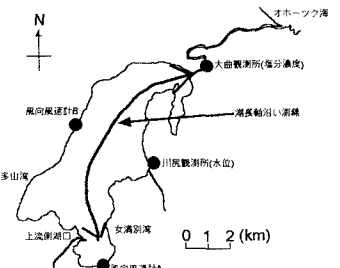


図1 網走湖概要

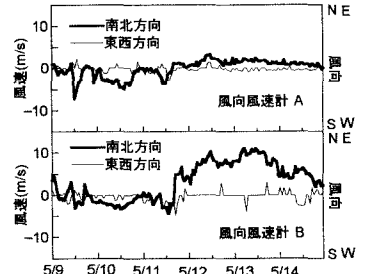


図2 風向風速計A,Bによる南北・東西方向流速成分の時系列図

5月12日昼頃までは風向が一定しない。12日昼頃を境に南風が連吹するようになる。風向風速計Bでは13日に最大で約10m/sの風速を記録している。

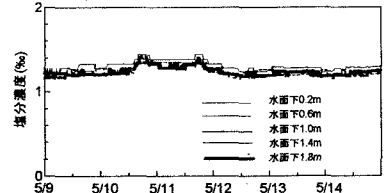


図3 大曲橋観測所における塩分濃度の時系列図

水面下20, 60, 100, 140, 180cm各水深において測定している。観測期間中に網走湖へ塩水が逆流してはいないのかわかる。

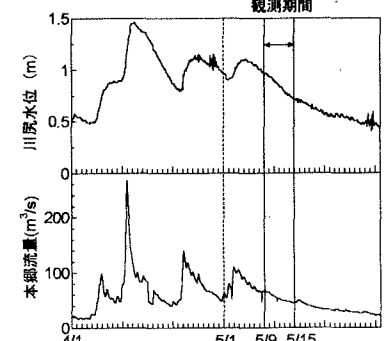


図4 本郷流量・川尻水位の時系列図

表1 各観測日における風の状況と湖内への平均流速

観測時間帯及び 観測船の進行方向	5月9日 10:00~11:47 湖流出口から女満別湾へ	5月13日 7:48~10:19 湖流出口から女満別湾へ	5月14日 8:29~10:09 女満別湾から湖流出口へ
風の状況	風向一定せず。最大風速約 5m/s。長時間連吹せず。	南風。風速は8~10m/s。 長時間連吹あり。	南風。風速は4~6m/s。 長時間連吹あり。
湖への平均流量 (m³/s)	64.9	48.1	45.4

からの多量の融雪出水に衝突することによりこの地点で乱れが生じていると考えられる。このことは魚群探知機による塩淡水境界面における超音波の反射強度がばやけていることから乱れの発生が予想される。5月14日 08:29~10:09の測定では、鉛直方向流速分布形状からは上層・下層ともに鉛直循環流の存在が確認できない。13日に比べて風速が5~7m/sと小さくなる14日には、上層内・下層内ともに鉛直方向流速分布に流向の違いによる層形状は見られない。下層においても鉛直循環流ではなく、弱い水平循環流が発生していると考えられる。5月9日の観測では風速約5m/sという強風にもかかわらず、全水深において鉛直方向に多層化した流速分布を示している。これは観測時間帯において風向が一定でなかったことと融雪出水の影響があるためと考えられる。これらから以下のことが考えられる。融雪出水により湖上層では常に水平循環流を強めようとする力が働いている。これに強風連吹(約10m/s)が重なると、上層部においては鉛直方向に流向が一定の強い水平循環流が形成される。下層域では、この影響はすぐには伝わらず、しばらくの間は弱いながらも鉛直循環流が発生する。

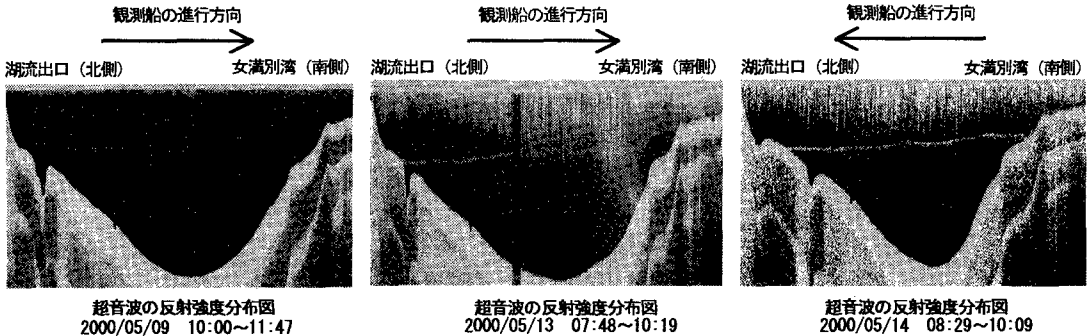


図5 湖長軸上における超音波の反射強度分布

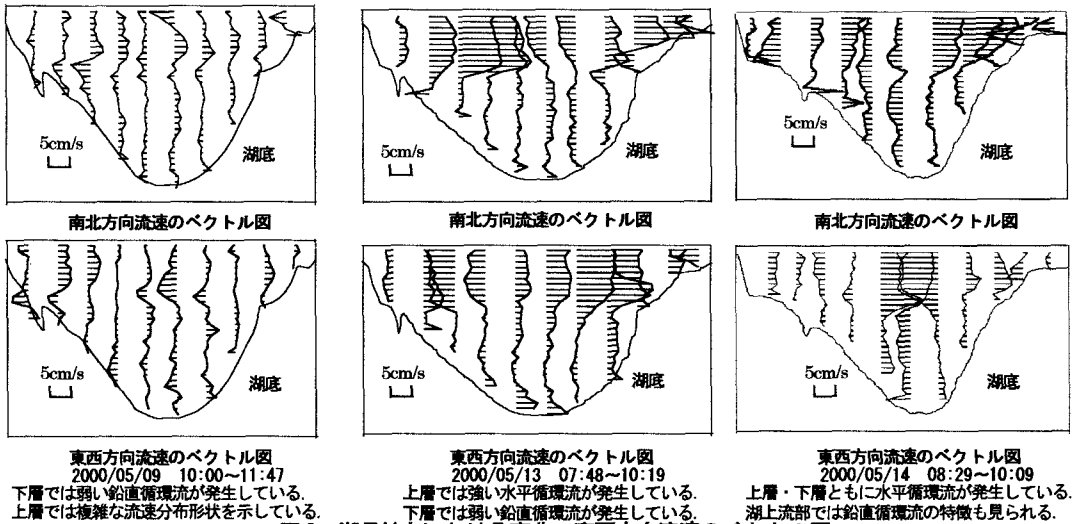


図6 湖長軸上における南北・東西方向流速のベクトル図

5.まとめ 本研究で得られた知見を以下に示す。(1) 網走湖上空の風の場合は、上層内には瞬時に鉛直方向全域に影響を及ぼす。しかし、下層内に影響を及ぼすにはある程度の時間がかかる。その時間のオーダーは現段階では明確ではない。(2) 風速が十分に強くなると(約10m/s)、上層内においては鉛直方向に流向が一定になる。このことにより鉛直循環流が発生できなくなり、水平循環流が生じている。しかし下層においては、弱いながらも鉛直循環流が見られる。上層と下層で循環流の方向が違う現象は風が最も影響の強い要因であると考えられる。(3) 5月14日になってある程度風が弱まった時に下層内においても水平循環流らしき流れが存在する。前日から続く強い南風の影響がこの時まで下層にも届いていたことが考えられる。

謝辞 本研究を行う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、感謝の意を表す。**参考文献** 1) 池永均・向山公人・大島伸介・内島邦秀・山田正：汽水湖成層海面の挙動と吹送循環流の形成に関する研究，土木学会論文集 No.614/II-46, 77-96, 1999.2