

ADCP を用いた諏訪湖の流動観測

信州大学大学院工学系研究科 学生会員 ○宮原一道 信州大学工学部 寺沢和晃
 信州大学工学部 正会員 豊田政史 信州大学工学部 正会員 富所五郎

1. はじめに

湖の水質改善のためには、湖内の物質循環過程を把握することが重要である。このことを検討する上で、最も基本的かつ重要であるのが流動特性である。これまで、諏訪湖では浮子漂流観測が行われた¹⁾が、諏訪湖全域において流れ場の鉛直構造を観測した例はない。近年、流速測定に ADCP (超音波ドップラー流速計) が用いられるようになってきている^{2) 3)}。そこで、われわれは諏訪湖において ADCP を用いた流動観測を行った。本研究では観測結果より、流動特性とそれに影響すると考えられる風の影響を考察する。さらに、流入河川が湖流に与える影響についても検討を行う。

2. 観測概要

観測は 2004 年 10 月 26 日の 11:00~14:00 および 27 日の 7:00 ~ 10:00 に行った。計測には RD-Instruments 社製 Work Horse ADCP 1200kHz・ZedHed を使用し、層厚 25(cm)、サンプリング間隔 11(s)、測定精度 0.28(cm/s)以下に設定した。図-1 に測線と測点および次章で検討する風速・風向の観測地点である諏訪湖候所の位置を示す。また、図中には等深線も示してある。計測は測線 A, B, C 上の計 26 点において、両日とも B9~B1, C7~C1, A1~A10 の順に一回ずつ、各測点において 2 分間以上船を停止させた状態で行った。

3. 観測結果

(1) 風による湖水流動特性

諏訪湖のような閉鎖性水域において、流れは風の影響を大きく受ける。そこで、本節では風と湖流の関係について検討する。図-2 に 10 月 26・27 日の 1 時間ごとの風速・風向を示す。なお、点線で囲まれた範囲が観測時の風速・風向である。さらに、図-3 および図-4 に、10 月 26・27 日の水平方向流速観測結果を示す。ここで、(a) 全層平均、(b) 表層(水面下約 55cm)、(c) 底層(水底上約 15cm)である。なお、流速は各測点で計測したものの平均値を用いた。

26 日の観測時の風は南西から北西へ変化し、風速は 1.4~3.2(m/s)と小さい。流速分布の全層平均をみると全域で流速が小さく、特に測線 A ではほとんど流れが生じていない。このことは風速が小さく、吹送流があまり形成されていないためと考えられる。

一方、27 日は前夜から西北西の風速 7(m/s)程度の風が連吹している。流速分布の全層平均をみると、A1~A3 および A8~A10 を除く全域で反時計回りの水平循環流が生じていることがわかる。27 日の観測時は、測線 A および B では主に 5.0~8.0(m/s)程度の西北西の風が吹き、測線 C では主に 4.0(m/s)程度の北北東の風が作用している⁴⁾。西北西の強風によって湖の南側で東方向の流れが発生し、それを捕うように相対的に風が弱い湖の東側で北から西方向の流れが形成されていることがみてとれる。さらに湖岸付近では湖岸に沿った流れが形成されている。これらの傾向は表層でも顕著にみられ、B8 および B9 では東向きの流れが 6.5(cm/s)程度と大きくなっている。一方、底層ではこれらの傾向は弱く、水深が小さい B1, B2, B8, B9 および測線 C の各点以外では流速が小さい。

これらをまとめると、湖流は風による吹送流の影響

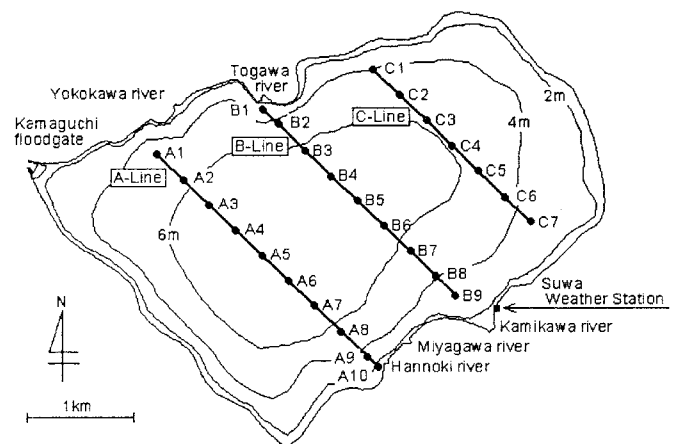


図-1 観測地点

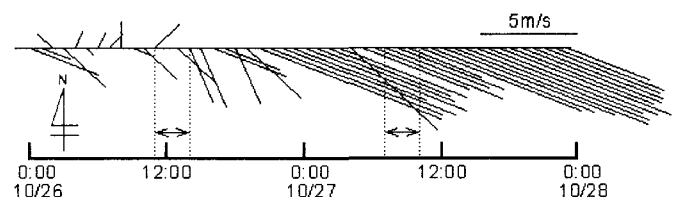


図-2 10月26・27日の風速・風向

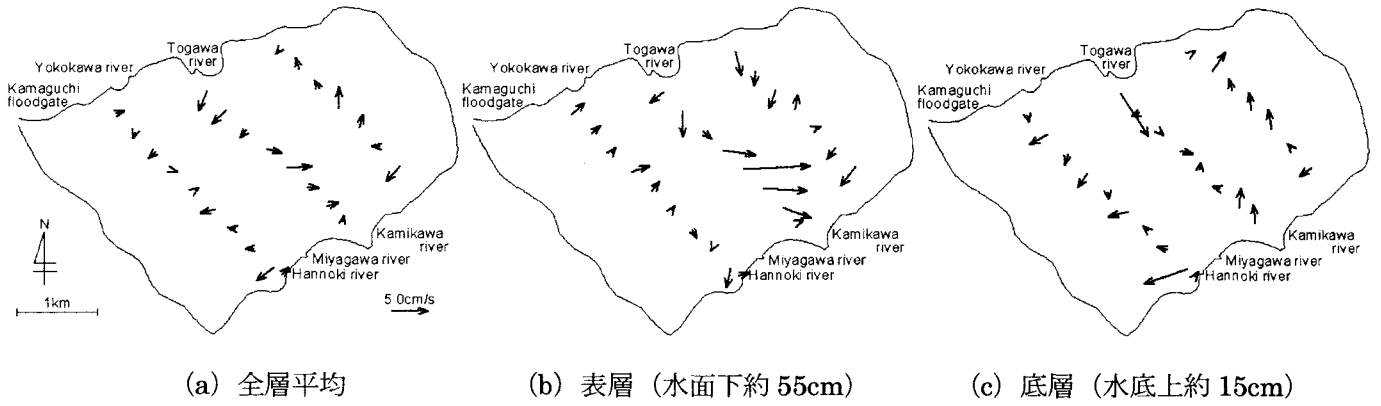


図-3 10月26日の水平方向流速分布

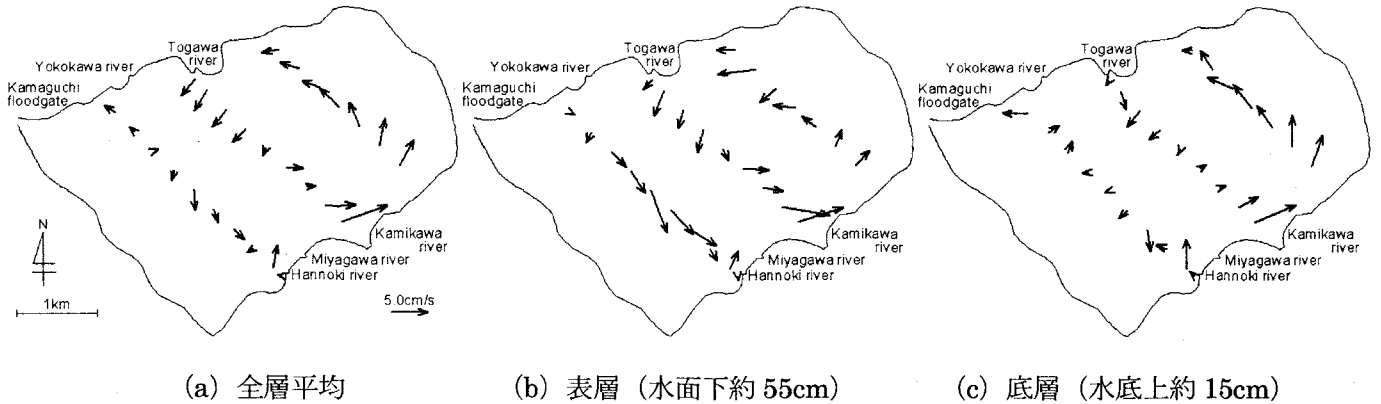


図-4 10月27日の水平方向流速分布

を大きくうけ、湖岸付近では湖岸に沿った流れが形成している。また、それらの傾向は表層で強くみられる。

(2) 流出入河川による流動特性

湖流に影響を及ぼす外力として、風のほかに河川水が考えられる。26日のB2では底層で河川から沖へ向けて流速が7.4(cm/s)と大きい値を示している。ここには示さないが、観測当日の流入河川水温は湖水温よりも1.0~3.0(°C)程度低かったことを考えると、砥川からの河川水が底層に潜り込んでいると予想される。また、上川河口付近のB8, B9では表層は風により東方向の流れが形成されているが、底層では北方向の流れが生じている。これも、砥川河口付近と同様に、下層密度流によるものと考えられる。

一方、27日は河口付近の底層流速に、河川の影響がみられない。これは、27日の風速が大きく、河口付近は水深が小さいので、風の影響が底層まで及んでいるためと考えられる。

4. おわりに

諏訪湖において、ADCPによる流動観測を行い、弱風時と強風時の流動特性を把握した。湖流は、主として

風による影響を大きくうけており、湖岸付近では湖岸に沿った流れが形成されている。また、弱風時は河口付近で下層密度流が形成されるが、強風時は吹送流によって河川による流れは消滅することがわかった。さらに、西北西の強い風が作用した場合、反時計周りの水平循環流が生じることが確認できた。

謝辞

本観測においては株式会社エス・イー・イー、信州大学理学部山地水環境センターの宮原裕一助教授および学生の方々にご多大なるご協力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 余越ら：風による諏訪湖の流動特性，土木学会論文報告集第276号，pp.53-63，1978.
- 2) 小松ら：有明海における流れと物質輸送に関する現地観測，海岸工学論文集第50巻，pp.936-940，2003.
- 3) 大本ら：湧水を伴う湖沼の水平対流と水質特性，水工学論文集第45巻，pp.1183-1188，2001.
- 4) 萩庭ら：諏訪湖上における風向・風速の観測，平成16年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集，2005。（投稿中）