

京都大学防災研究所 正員 ○大久保賢治

京都大学防災研究所 正員 村本 嘉雄

1.はじめに 浅水湖の湖流は風によって支配され、鉛直および水平循環流を生じる。前者は従来から風洞実験等で検討されてきた狭義の吹送流である。一方、後者は湖底地形・分布風・地球自転等にもとづく成分であり、主に数値モデルで検討されてきた。本来、鉛直方向に変化の小さい流れを指すから、流出河川等による恒流もこれに含めて考えることが出来る。本研究では、実験的に上記2流系の共存場と実現し、特に横断面内の流速分布について考察した。

2.実験の概要 実験には、図-1に示すようなアクリル製水路(幅40cm)を用い、水路の上流端または下流端にファンを設置して長軸方向の正・逆風を与えた。水平循環流は一樣な横断傾斜($\tan\theta=1/10$)によって作り、これにポンプの流量(断面平均流速にして1cm/s程度)を重ねて、いくつかの流況について実験を行った。使用した風速は4.6 m/s, その鉛直分布から求めたせん断力 $\tau_0 \approx 0.6$ (dyne/cm²)である。また、ホットフィルム流速計により水路中央横断面での流速分布を測定するとともに、水路中心線付近の表面流速をフロートで測った。図-2は一樣水深で行った鉛直流速分布の一例である。流向が逆転する位置はプローブから出る密度舌の向き、染料の目視ならびに流速データの統計的性質(平均値に比べて乱れが大きいこと)によって判定した。図の例は界面活性剤の有無

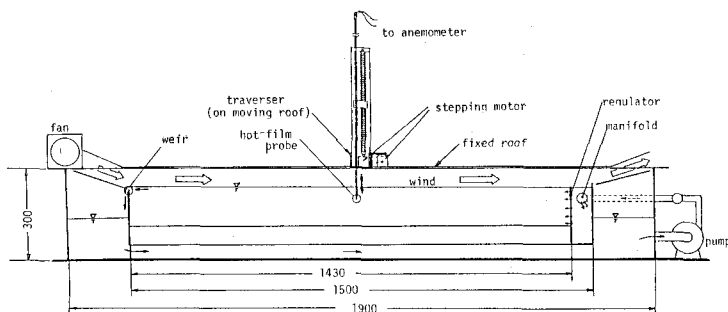


図-1 吹送流実験装置(単位mm)

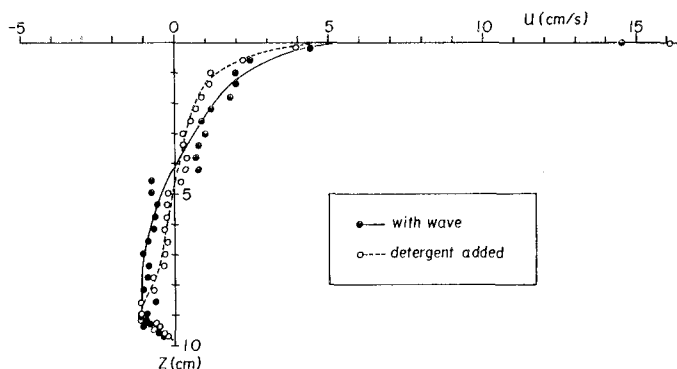


図-2 鉛直流速分布

による流速分布の相違を示しているが、乱れが大きいと考えられる黒丸のデータでさえ、村岡・福島¹⁾あるいはReid²⁾による混合距離理論から計算される流速分布と比較すると速度勾配が小さいことがわかった。結果的に、本実験の滑動粘性係数は村岡らの理論値 $\nu_0=0.043 u_* h$ の $1/2 \sim 1/3$ 程度と考えられた。しかし、水面近くの測定も行うという実験上の目的のため以後の実験ではすべて界面活性剤を用いている。

3.横断流速分布 以上で実験条件が明らかになったので、つぎに底面地形を導入した実験結果について述べる。図-3(a),(b),(c)はそれぞれRun 5(流量と風が逆向き; 逆風), Run 6(流量と風が同じ向き; 順風)およびRun 7(風は浅水側を左手にして吹かせているのでRun 5と同じであるが流量のないもの)の横断面内流速分布であり、図中流速の数値は風向き成分を正として示した(単位はcm/s)。順風のRun 6では、等流速線が水平で

横断方向の差は小さく、長軸方向の鉛直循環流が卓越するが、流量のないRun 7では外縁での鉛直平均流速にして±3~4 cm/sの水平循環流が発生している。ところが、これに流量を加えた逆風のRun 5では、当然であるが深水側の逆流部が大きくなっている。Run 5, 7ともゼロ流速線は底面と交わるが、その位置は浅水側にずれており、そこを境として底面せん断力の符号が転じていることがわかる。図-4にこれらの実験の鉛直積分流量の横断分布を示す。流量すなわち恒流がある場合の水平循環流の強度(横断速度勾配)は恒流がないものに比べて小さいことがわかる。コンタ図に明らかな乱れのあるRun 5の $y = 28(\text{cm})$ のデータを除けば、その挙動はかなり単純なように思われる。恒流がない場合については擬似層流理論にもとづく水平循環流強度の評価¹⁾ $U_{\text{rot}} = (L/2)(T_s/2\rho P) \partial h / \partial y$ (U_{rot} : 外縁流速, L : 幅) との比較が可能であるが、これから実験の U_{rot} が過小(2/3程度)と推定された。また、長島の解³⁾ではゼロ流速線が底面と交わらない条件であっても、このゼロ流速線はすべて底面と交わっている。一方、横断方向各位置における流速鉛直分布形については Reid²⁾, 鶴谷ら⁴⁾による drift および slope current の重ね合わせで概略説明されることがわかったが、 U_{rot} が小さいため今の場合にはあまり意味がないと思われる。しかし、たとえば図-3(c)の浅水部底面付近にみられる速度分布のひずみ(水深規模)のような別の不一致の原因も考えられる。これについては幅・水深比を大きくすることで弱めることができる。図-5は水深が小さい逆風の結果であるが、逆流の高速部が底面沿いに浅水側にのびる状況が認められ、逆に浅水側のひずみは弱まっている。

4. まとめ 今後ふと上げた実験で各種理論との比較を行うとともに、上で予見された二次流についても調べていくつもりである。なお本研究は文部省科学研究費・奨励研究(A)の補助を受けて行われたことを付記しておく。

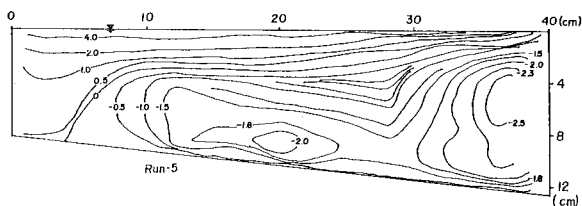


図-3(a) 横断面流速分布(逆風)

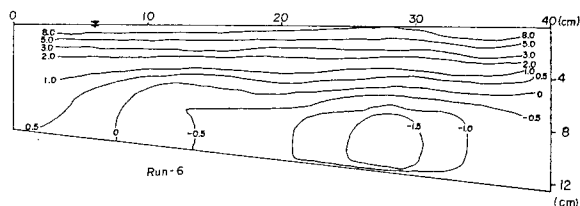


図-3(b) 横断面流速分布(順風)

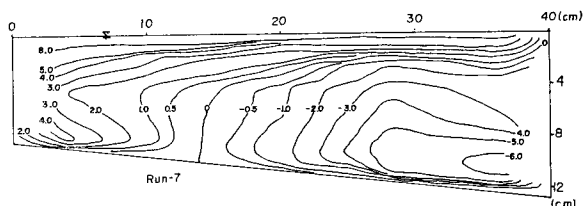


図-3(c) 横断面流速分布(流量なし)

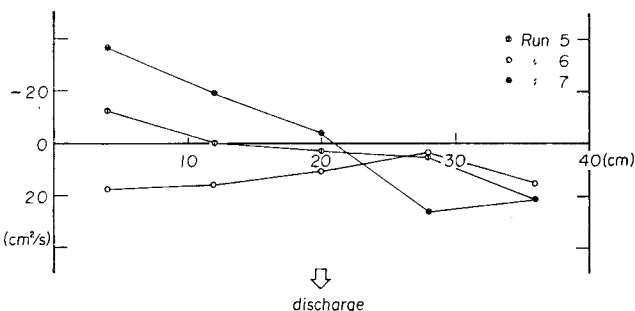


図-4 鉛直積分流量の横断分布

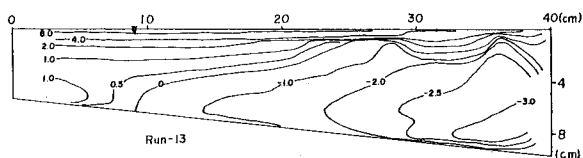


図-5 横断面流速分布(逆風)

参考文献 1) 村岡・福島, 公害研究報告 1978, 2) Reid: Tech. Memo. 93, 1957, 3) 長島: 春季海洋学会, 1982, 4) 鶴谷: 港研講演, 1984.