

野尻湖の風成流

信州大学工学部 正 眞 荒木 正夫

〃 〃 〇富所 五郎

1) まえがき 湖に起される流れは、そこへの流出入の影響が小さい場合には主として風により生ずる。そして、我国の中規模以下程度の湖においては風により短期間に吹寄せが起り、流れは強い三次元性を示す。また、湖は水深が十数m以上になると夏から秋にかけて成層状態となり、一層状態とかなり異った流れ特性を示す。野尻湖は、長野市の北部に位置し、水面海拔高度654.0m、湖面積4km²、湖周14km、最大水深42m、平均水深18.7mと、水平長に比し水深の大きく地形的複雑な山地特有の湖で、その流域面積は18.7km²、流入量は0.6m³/sと湖の流動にほとんど影響を持たない。また、湖は6月頃より11月頃まで成層状態となり、特に9月から10月初めにかけては典型的な二層状態になる。本研究は、文献1)、2)の数値解析法を用い、湖を一層または二層状態とした数値実験、浮子漂流・水温観測により野尻湖の風成流特性を明らかにするものである。

2) 二層状態における境界の取扱い 一層および二層状態に対する風成流の基礎式とそれらの有限要素法による定式化は、前面の都合上文献1)、2)を参照されたい。そこで、ここでは文献2)で述べてない一層流と二層流の混在する流れ、つまり岸付近などで水深が下層までの水深より浅い流れの境界の取扱いについて述べる。通常、このような流れの取扱いは、下層の岸付近に節点を設け、一層および二層状態に対するモデルを併用する。しかし、この時には内部面の位置により節点を移動させる必要があり要素形状がいびつになり数値不安定が生じ易く、また時間もかかる。そこで、本研究では図-1に示すように一層部分にも湖底に沿って薄い下層を設け、その深さは上層と同じとし、また流速を全二層と置く。このようにして、二層状態に対する解析モデルを全水域に適用する。

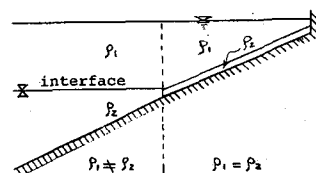


図-1 境界の取扱い

3) 浮子漂流・水温観測

面下1.8mのところの水平流速を、また右の表にその時の風向・風速を示す。図において、流速ベクトルは風向に対し時計回り方向にずれているが、これはコリオリ力によるものである。また、流速ベクトルの大きさは風向・風速が変動して

図-2 に浮子漂流観測による水

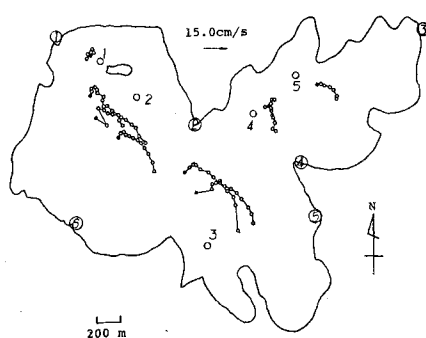


図-2(a) (10月2日)

野尻湖の風向・風速 (東北電力揚水場、昭和55年)

観測日時	風向	風速
10月2日(晴)	9:00 SE	2m/sec
10月3日(晴)	9:00 N	1
	13:00 NNE	3.5
	13:30 NNE	4.0
	14:00 NNE	4.5
	14:30 NNE	4.0
	15:00 NNE	4.0
10月4日(曇)	9:00 S	2
	10:30 SE	4.2
	11:00 SE	1
	11:30 SES	0.2
	12:00 NNE	0.2
	12:30 NNE	4.0
	13:00 N	3.8
	13:30 N	3.8
	14:00 N	3.8

いて正確には言えないが、風速の3%ほどの大きさで、通常言われている2%ほどより大きい。これは、浮子が直接風の影響を受けているためと考えられる。また、浮子漂流観測と同時に、水温観測より、この時の野尻湖は典型的な二層状態にあった。

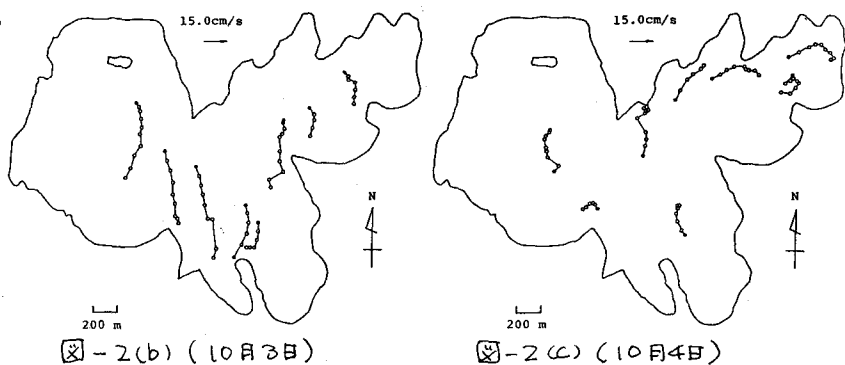


図-2(b) (10月3日)

図-2(c) (10月4日)

図-2 浮子の動き(黒丸は漂流原点(10時頃)、白丸は20分後の位置)

4) 数値実験結果

図-3、4に数値実験結果の一部として一層および二層状態とした時の表面流速を、図-5に図-3の・印点

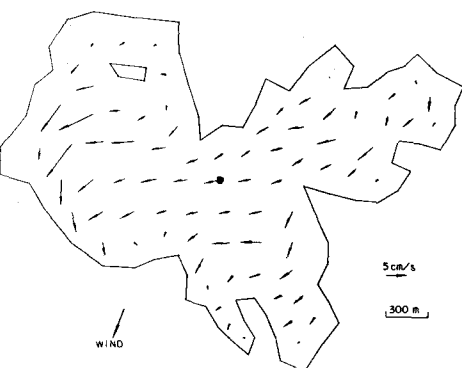


図-3 一層状態の表面流速

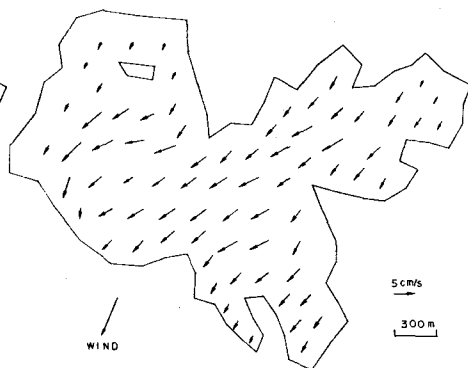
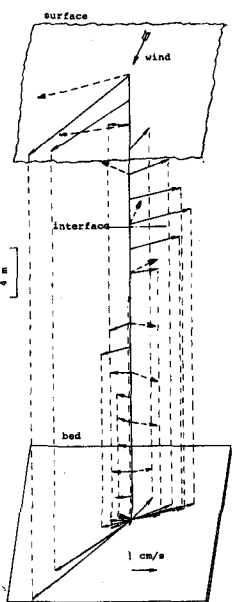


図-4 二層状態の表面流速

の鉛直方向の流速分布を示す。ここで、これらの図の解析条件は、浮子漂流観測で風向・風速の最も安定している10月3日の風向NNE、風速4 m/sとした。また、図-3は定常解析であり、図-4は風向・風速を一定として静止状態より非定常解析を行い、現象がほぼ一定となった4.2万秒後の結果である。図-3において、流速ベクトルは風向に対し大きく時計回り方向にずれている。これに対して、図-4のそれは小さいが、図-2(b)の観測結果より大きい。これは、浮子が直接風の影響を受けたこと、本研究法では鉛直渦動粘性係数を鉛直方向に一定にしていることなどのためと考えられるが、これは今後の研究課題としたい。他の数値実験結果は紙面の都合上講演時に示すが、これらの結果を総合すると野尻湖の風成流は、コリオリ力の影響を受け、水面では風向に対し時計回り方向にずれた流れとなり、このずれは水面より下がるに従い増加し、一層状態では底面付近で、二層状態では内部面付近で風向に対し逆方向の流れとなっている。さらに、二層状態では下層でも流向の逆転が生じている。このように野尻湖の風成流は、鉛直循環のかたちを呈した流れとなっている。

図-5 各水深の水平流速
(←;一層 →;二層)

参考文献

- 1) 富所; FEMによる浅水域における三次元流動解析法, 第1回海岸工学講演会論文集, (1980).
- 2) 野口, 富所; 不連続成層状態にある閉鎖水域の風成流の三次元解析法, 年講, II-150, 1982.