

琵琶湖南湖の湖流のシミュレーション

京都大学工学部 正員 岩佐 義朗

" " 井上 和也

京都大学大学院 学生員 足立 敏之

1. はじめに：琵琶湖南湖の湖流に関して、前報¹⁾では風向、風速、水位および流量（瀬田川流量および琵琶湖疎水取水流量）といった環境条件のうち、とくに風向および流量の相違による湖流の特徴を数値シミュレーションによって考察した。その結果環流の発生やその回転方向という湖流の基本的な特徴に風向がきわめて大きい影響を与えることが分った。しかし、これらは環境条件が定常でかつ湖流が定常になったときのいわば仮想的な場合についての結果であり、実際の非定常な条件のもとでの湖流をどの程度表現しているかについては問題があった。本報は、上記の諸条件を実測値にもとづいて非定常に与え、この条件のもとでの湖流の計算を長時間（6日間）にわたって実施するとともに、同じ期間内の実測値との比較をしようとしたものである。

2. 基礎式および差分式：ここでは前報²⁾と同様に二次元一層モデルを適用するものとする。すなわちその基礎式と差分式はつぎのとおりである。

$$\text{運動方程式：} \quad \frac{\partial M}{\partial t} = -g(h+z) \frac{\partial z}{\partial x} + fN + \frac{1}{\rho} \{ \tau_x(s) - \tau_x(b) \} \quad (1)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} = -g(h+z) \frac{\partial z}{\partial y} + fM + \frac{1}{\rho} \{ \tau_y(s) - \tau_y(b) \} \quad (2)$$

$$\text{連続式：} \quad \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

$$(1) \quad \frac{M_{ij}^{n+1} - M_{ij}^n}{2 \Delta t} = -g \frac{\{ (h+z)_{ij}^{n+1} + (h+z)_{ij}^{n+1} \}}{2} \frac{z_{ij}^{n+1} - z_{i,j-1}^{n+1}}{\Delta s} + f N_{ij}^n + \frac{1}{\rho} \{ \tau_x(s)_{ij} - \tau_x(b)_{ij} \} \quad (4)$$

$$(2) \quad \frac{N_{ij}^{n+1} - N_{ij}^n}{2 \Delta t} = -g \frac{\{ (h+z)_{ij}^{n+1} + (h+z)_{ij}^{n+1} \}}{2} \frac{z_{ij}^{n+1} - z_{i,j-1}^{n+1}}{\Delta s} + f M_{ij}^n + \frac{1}{\rho} \{ \tau_y(s)_{ij} - \tau_y(b)_{ij} \} \quad (5)$$

$$(3) \quad \frac{z_{ij}^{n+1} - z_{ij}^n}{2 \Delta t} = - \frac{M_{ij}^{n+1} - M_{i,j-1}^{n+1}}{\Delta s} - \frac{N_{ij}^{n+1} - N_{i,j-1}^{n+1}}{\Delta s} \quad (6)$$

また、境界条件および初期条件の設定、せん断力の表示等についても、前報と同様の方法によることにする。

3. 計算結果と実測値との比較：

昭和51年11月10日から15日にわたる6日間の環境条件として実測値を時系列として与え、その期間の流況の数値シミュレーションを実施した。

①琵琶湖大橋（南湖の北端）の橋脚には計7台の流速計が設置

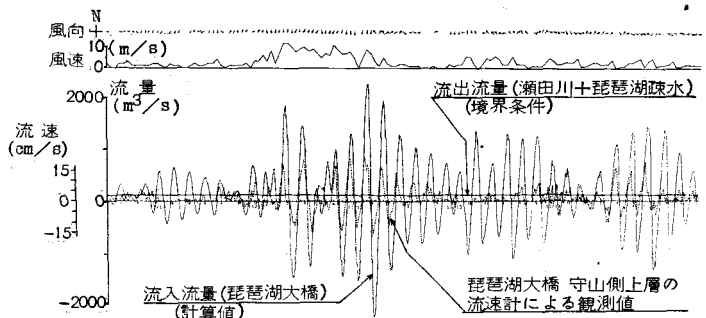


図-1

されているが、そのうちの1台(守山側上層)による流速の実測値と、計算によって求められた北湖からの流入流量を比較したのが図-1である。琵琶湖大橋の近くでは、実際は密度流、内部静振などの複雑な現象が認められているので、流量あるいは流速として定量的に比較するのは適切ではないであろう。むしろ実測値および計算値の変動の周期および位相がほぼ一致しているという定性的な結果が興味深いといえよう。ここでみられる4時間周期の変動は南湖に関し従来より指摘されている静振によるもので、これが10 m/s 近い北風(11月12日)によって引き起されていることが実測値より明らかである。計算によればこのとき北湖との間で最大 2600 m³/s に達する流量が出入することになっているが、風の静止後の静振の減衰が計算では実測値より緩やかなことおよびわずかな風によっても計算上静振が起りやすいことを考えれば、上の値はやや過大と思われるので、湖底摩擦などの検討が必要とされよう。

b) 上記の期間内、南湖内の6点にベルゲン流速計が設置され流速および流向の連続記録がとられている。図-2はそのうちの2点(堅田沖および浜大津沖)について、実測値と計算値を部分的に比較したものである。計算値は比較的滑らかな変化を示しているのに対し、実測値ではかなり高周波の変動までとらえられている。しかし、流向の変化および平均的な流速の大きさについては両者はほぼ一致しているといえてよく、今回の計算によって高い周波数の変動を除いた流況の変化がかなり良好に再現されているものとみなされよう。

図-3は流速、水位それぞれの計算値からスペクトルを示したものである。図2および3より明らかに堅田沖では実測値および計算値ともに4時間周期の変動をよくとらえているのに対し、浜大津沖では全く異なる変動を示しており、とくに流速の東西成分におよそ20分の周期の変動が顕著であること、および流速の大きさがきわめて小さくなっていることが見られる。これは浜大津沖が恒流の流向の変更点であることが一因であると考えられるが、今後より詳しく検討しなければならない問題である。文献：1) 岩佐・磯久・村田、52年年講、2) 岩佐・井上・片山、52年年講。

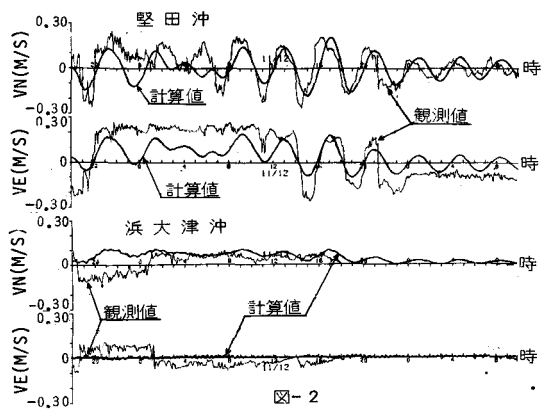


図-2

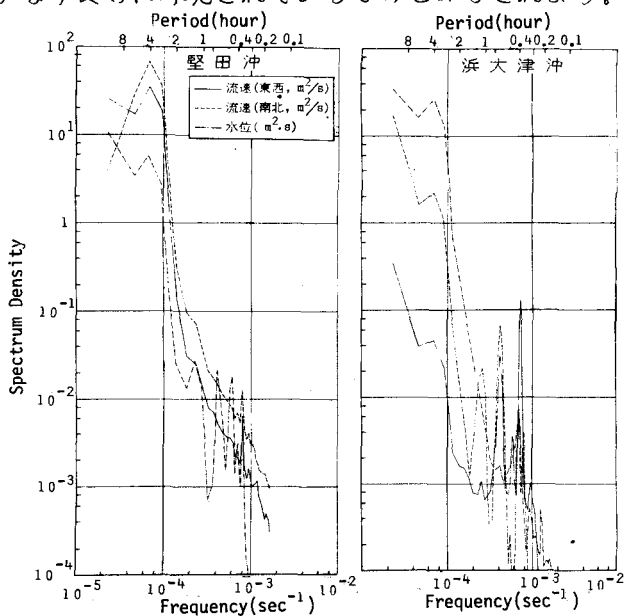


図-3