

## 1. はじめに

佐潟は、新潟市の西端に位置する淡水湖で、大小2つの潟よりなる砂丘列間の低地に形成された砂丘湖である（図-1）。佐潟の面積は合計で約 43.6ha で、標高は 5m、平均水深は 1 mと浅く、湖底は船底型をしている。流入河川はなく、雨水や地下水の湧水によって涵養されている。周辺を取り囲む砂丘地は、一部残地林があるものの、大半は畑地として利用されていることから、佐潟は、畑作農業に起因した影響を受けやすい場所である。

佐潟は、小面積ながら、日本でも数少ない砂丘湖である。また、越後平野に数多く存在した潟が、次々と姿を消していく中で、最後に残った貴重な潟でもある。さらに、白鳥の集団飛来地として、ラムサール条約登録湿地として有名である（図-2）。しかし、生物生産量が多い閉鎖性水域であることから、飛砂や有機物の堆積による浅底化や水質汚濁が懸念されている。佐潟の湖岸は、ヨシなどの抽水植物帯が発達した湖岸である。夏において、湖面の一部は、ハス群落で覆われている。

本研究では、佐潟の物質循環予測の一環として、佐潟における湖流計算モデルを構築することを目的とする。

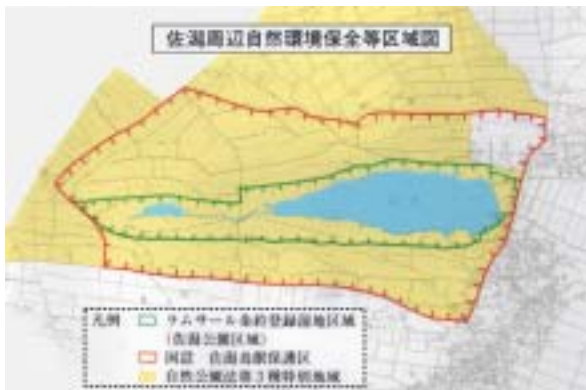


図-1 佐潟平面図



図-2 佐潟で越冬する白鳥

## 2. 基礎方程式

連続式と運動方程式は次のように書ける。

$$\begin{aligned} \frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} U(h + \zeta) + \frac{\partial}{\partial y} V(h + \zeta) &= 0 \\ \frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} &= \nabla^2 (A_h U) + fV - g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{1}{\rho(h + \zeta)} (\tau_{0x} - \tau_{sx}) \\ \frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} &= \nabla^2 (A_h V) - fU - g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{1}{\rho(h + \zeta)} (\tau_{0y} - \tau_{sy}) \end{aligned} \quad (1)$$

ここに、 $U$ 、 $V$ は  $x$ 、 $y$  方向の流速成分、 $h$  は静水深、 $\zeta$  は基準面から上方にとった水面変位、 $\rho$  は水の密度、 $A_h$  は水平渦動粘性係数、 $f$  はコリオリ係数である。

キーワード：佐潟，湖流解析，非常定風

連絡先：〒950-2181 新潟市五十嵐2の町 8050 番地 E-mail:huanggw@eng.Niigata-u.ac.jp

水面に作用する風によるせん断応力は、次のように表わされる。

$$\begin{aligned}\tau_{sx} &= \rho_a C_d U_a \sqrt{U_a^2 + V_a^2} \\ \tau_{sy} &= \rho_a C_d V_a \sqrt{U_a^2 + V_a^2}\end{aligned}\quad (2)$$

ここに、 $\rho_a$ は空気の密度、 $U_a, V_a$ は水面上  $x, y$  方向の風速成分、 $C_d$ は水面摩擦係数である。水面摩擦係数については、種々の方法により数多くの理論値、観測値が得られている。本研究では、Decon と Webb の提案式を用いた。

佐潟が浅いのため、風のせん断力が底面に直接影響を与えると考え、底面摩擦力は次のように定式化される。

$$\begin{aligned}\tau_{0x} &= \frac{\rho g}{C^2} U \sqrt{U^2 + V^2} & \tau_{0x} &= \frac{F\rho}{8} U \sqrt{U^2 + V^2} - \gamma \tau_{sx} \\ \tau_{0y} &= \frac{\rho g}{C^2} V \sqrt{U^2 + V^2} & \tau_{0y} &= \frac{F\rho}{8} V \sqrt{U^2 + V^2} - \gamma \tau_{sy}\end{aligned}\quad \begin{array}{l} \text{大型植生のない領域;} \\ \text{植生の占める領域} \end{array} \quad (3)$$

ここに、 $C$ はChezy 係数であり、 $F$ はDarcy-Weisbach 摩擦係数である。本研究では、ハスが繁茂している領域において、 $F$ の値は植生の密度により計算される。

### 3．風の特徴

図-3 には、佐潟周辺の年最大風速の推移を示す。過去 20 年間最大風速はおおよそ 20m/s である。図-4 から、非定常性の高い風がよく吹くことを読み取れる。

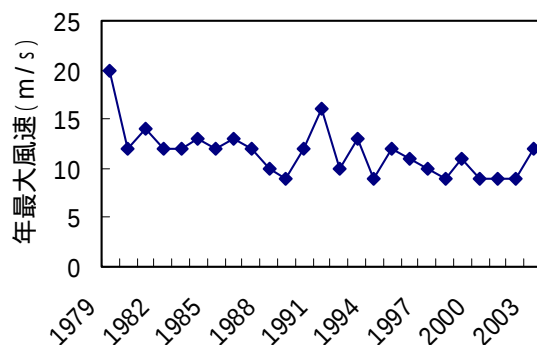


図-3 年最大風速の推移

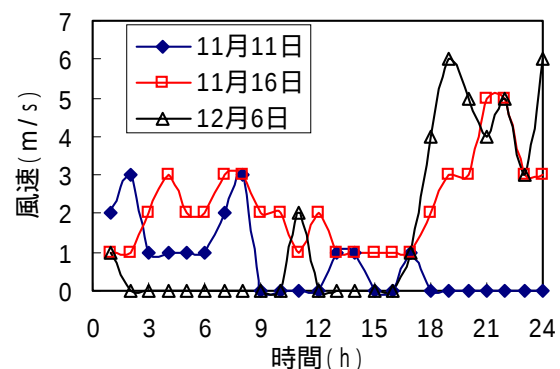


図-4 風速の時間変動

### 4．流動特性に関する数値実験

構築されたモデルを用いて、様々な風速・風向および定常・非定常の条件で、数値実験を行った。急に東風の風速が 3m/s から 5m/s に変わった 2 時間後の流れパターンを図-5 に示す。詳細は講演に述べる。

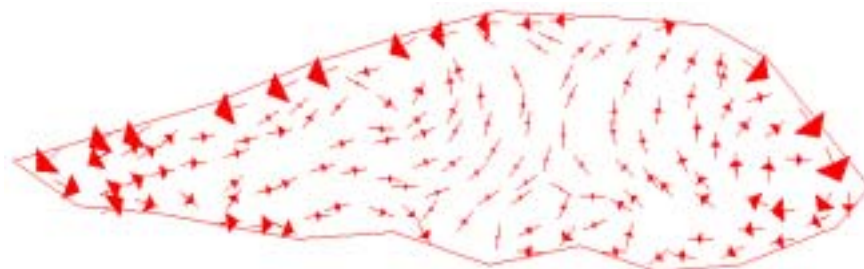


図-5 湖流シミュレーション結果

### 5．参考文献

Huang, G.ほか: Numerical Study of Hydrothermal Dynamics of Lake Yanaka, *Advancs in Fluid Modeling & Turbulence Measurements*, 769-776, ed. H. Ninokata ほか, World Scientific, 2002.