

湖盆地形における湖陸風循環モデルの開発

*加藤 隆之（筑波大院生命環境）・日下 博幸（筑波大計算科学）

1 はじめに

湖陸風は周囲の山地から直接的な影響を受けている上に、一般風・山谷風との相互作用もあると考えられ、海陸風とは大きく異なった性状を呈しているといわれている（枝川・中島 1981）。従来の研究により国内で観測されている湖陸風（*e.g.*, Kato 1981）は、カルデラ状の地形や急峻な山地の周辺に位置していることが多く、こうした湖陸風は地形効果による斜面風をとらえていた可能性が大きい。本研究では複雑地形をもつ国内の湖での湖陸風循環をシミュレーションするための数値モデルを構築し、湖陸風と斜面風の相互作用ならびに、それらの局地風がどれほど寄与しているか理想化実験により推定する。

多くの局地気象モデルでは、地形追従座標系（*e.g.*, z^* 系）により地形効果を再現しているが、本研究では階段状の地形を導入した盆地を作成し、この手法により実現現象をどの程度説明できるか数値実験を行った。

これらの結果から、従来の観測によって明らかとなった湖陸風が本当に湖陸風であったかどうかを検証する。

2 数値モデルの概要

大気の基本方程式系はブジネスク近似（式 1）を採用し、直交座標系のもと、スタガード格子を用いた。

$$\begin{aligned}\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} &= F_i - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial \bar{p}'}{\partial x_i} - \frac{\partial}{\partial x_j} (\overline{u'_i u'_j}) + \frac{\theta'}{\Theta} g \delta_{i3} \\ \frac{\partial \theta'_i}{\partial t} + \bar{u}_j \frac{\partial \theta'_i}{\partial x_j} &= \frac{\partial}{\partial x_j} (\overline{u'_j \theta'}) \\ \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_j} &= 0 \\ F_i &\text{はコリオリ項である}\end{aligned}$$

式 1：数値モデルに組み込んだ力学過程の方程式系
上付きバーはアンサンブル平均を表す。

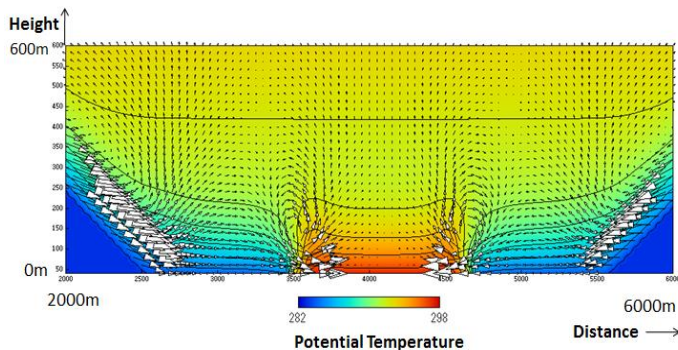


図 1 中央に湖を配置した数値モデルにより計算された湖陸風卓越下における温位・風向の分布

（計算領域を拡大して表示）

運動方程式について y 方向の移流・拡散、鉛直方向のコリオリ項はないものと仮定し、上層における風は地衡風を仮定した。時間スキームに三次精度ルンゲクッタ法、空間スキームには二次精度中央差分を用いた。圧力解法にはフラクショナルステップ法を用いた。圧力に関するポアソン方程式の解法には、逐次加速緩和法を使用した。境界条件には側面の風速について周期境界、上部はフリースリップとした。圧力の境界条件は勾配 0 条件として扱い、階段地形において、2 方向境界の圧力勾配を共に 0 と扱うノイマン条件を適用した。

物理スキームは、放射と土壌の含水率の予測について近藤(1994)により数値計算を行い、地表面温度は地表面の熱収支式を逐次近似法によって解くことで推定した。また鉛直方向の運動量と熱の乱流拡散係数の決定には Mellor and Yamada(1974)のレベル 2.0 を採用した。

4 湖陸風循環の計算結果

早朝の湖への収束として観測されている陸風循環を再現するため、二次元の計算領域内（8km×1600m）の両側に階段状の斜面を設定し、盆地底面中央に熱源（25℃で固定）としての湖を配置した。格子間隔は水平方向に 50m、鉛直方向 20m に設定した。鉛直方向の温位勾配は 0.004K/m とした。湖盆地形を含めた湖陸風循環に関する理想化実験を行ったところ、湖陸風は斜面下降風が到達するまでの短い時間（1 時間程度）に、従来の観測と同様に風速 1～2m/s で発生し、その厚さが 200～300m 程度であることが示された（図 1）。しかし、その後、斜面からの下降流が盆地内の湖面に達し、異なる循環系が卓越するために、湖岸域において風向は大きくは変わらないものの湖陸風循環自体は衰退してしまうことが示された（図 2）。

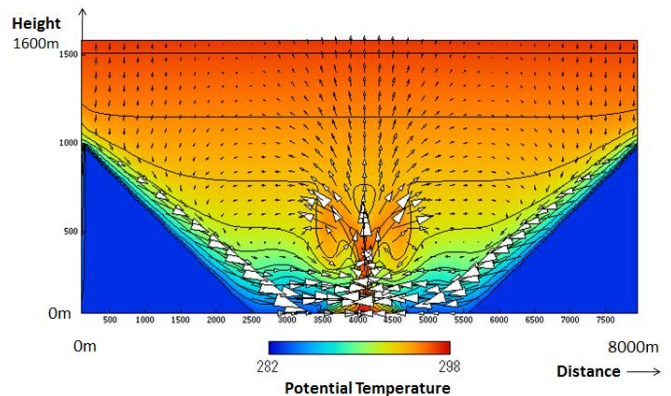


図 2 中央に湖を配置した数値モデルにより計算された斜面下降風卓越下における温位・風向の分布

謝辞

本研究は環境省の環境研究総合推進費(S8-1(2))の支援を受けました。