

夜間の二次元局地気流モデルの開発と

陸風・斜面下降流への適用

加藤隆之¹、日下博幸²

(1. 筑波大学生命環境科学研究科 2. 筑波大学計算科学研究センター)

1. はじめに

熱的局地循環の一種である湖陸風は、山地からの直接の影響に加えて、山谷風や一般風の影響も受け、海陸風とは異なった性状を呈しているといわれている(枝川・中島 1981)。背後に急峻な地形をもつ湖では、洞爺湖や猪苗代湖で見られるような特異な湖盆地形内循環が卓越し、その成因も複雑になると考えられる。国内で見られるような小規模(10km以内)スケールの湖で発生する湖陸風について、地形効果を含めた力学的・熱的影響を検証するための数値実験はこれまで行われてこなかった。本研究では、二次元の数値モデルを開発し、従来の観測で得られた夜間の陸風(e.g.,Kato 1981)が本当に陸風であったかどうか、その成因を含めて検証を行う。

2. 数値モデルの概要

本研究で開発する夜間の局地気流モデルは二次元(水平方向および鉛直方向)の非静力学平衡のブジネスク近似の方程式である。数値モデルの離散化には差分法を用い、直角座標系のもとスタガード格子を用いている。地形の再現には、階段格子を用いた方法を採用する。境界条件には側面の風速について勾配0条件、上部はフリースリップとする。また、圧力の境界条件は、勾配0とするノイマン条件を用い、階段地形においては水平方向境界のみ適用する。上空には重力波の反射の影響を防ぐためにRayleigh dampingによるスポンジ層を設定する。

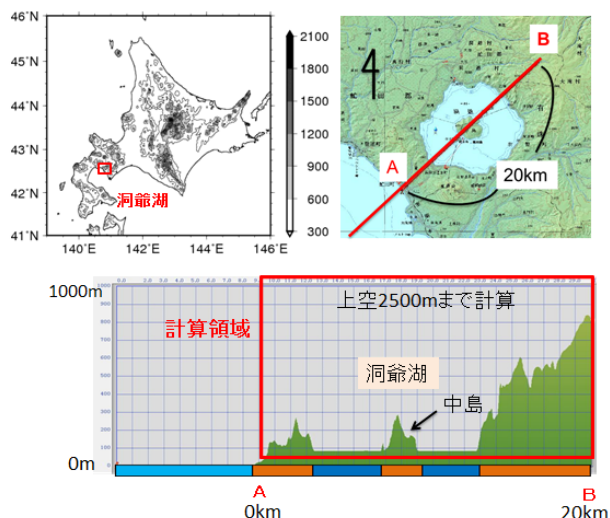


図1. 洞爺湖の位置と数値実験に用いた断面線、計算対象とする洞爺湖北東～南西の地形断面図

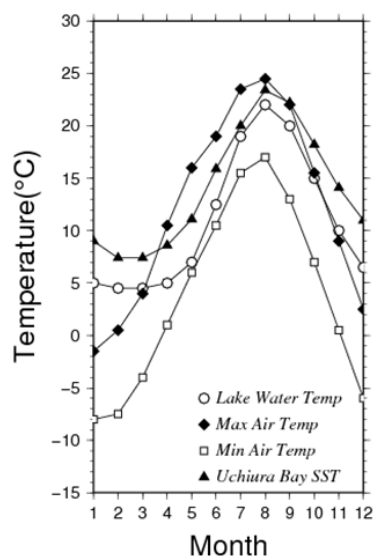


図2. 洞爺湖における月平均最高気温、

3. 実験設定

対象領域は、北海道洞爺湖北東-南西断面 20km、上空 2500m とする（図 1）。水平格子間隔は 50m で格子数 400、鉛直格子間隔は 20m で格子数 125 とする。線形斜面を仮定した洞爺湖の地形を導入し、上空の地衡風を 0m/s とした静穏場の初期条件を与える。下部境界条件として、図 2 の 10 月における洞爺湖の湖水面温度および最低気温を与え、3 時間の時間積分を行う。このような条件のもとで理想化実験を行い、その後、湖および洞爺湖中心の中島の有無、山地の有無についての感度解析実験を行う。

4. 結果・考察

洞爺湖における早朝の気流場は加藤(1980)および Kato(1981)により観測され、湖中心への収束風がみられることや、その上空には反流が存在し、カルデラ内循環を形成していることが知られている。観測値を用いた理想化実験（図 3 上）では、Kato(1981)で提唱された三次元構造に近い早朝のカルデラ内循環（陸風+斜面下降流の複合循環）が再現された。しかし、湖を除去した感度実験の場合では、盆地底に冷気が蓄積され、大規模な山風循環に覆われる（図 4 上下）。夜間の斜面冷気流のみでは地上付近で湖中心に向かって収束し、中島寄りの上空で発散する気流構造はみられない。このような結果から、早朝において複合気流が洞爺湖の中心に収束するためには湖の熱的效果が必要であると考えられる。一方、洞爺湖中心に位置する中島を除去した感度実験では、中島での小規模な循環が生じるかどうかという点を除いて、中島の地形効果はカルデラ内循環に大きく影響しないことがわかった。また、左右の山地を除去した平坦地形での感度実験では、理想化実験と同様に湖中心への収束風と上空での発散がみられる。しかしながら、陸風の厚さが薄くなる。カルデラ内最下層の収束する気流はカルデラ斜面の斜面下降流によって大きくなることが示された。

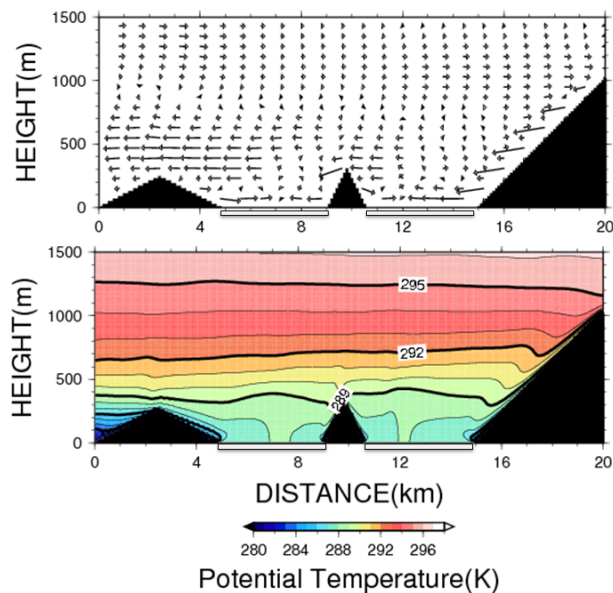


図 3. 理想化実験による洞爺湖断面における

上：風ベクトル、下：温位の分布（計算開始 3 時間後）

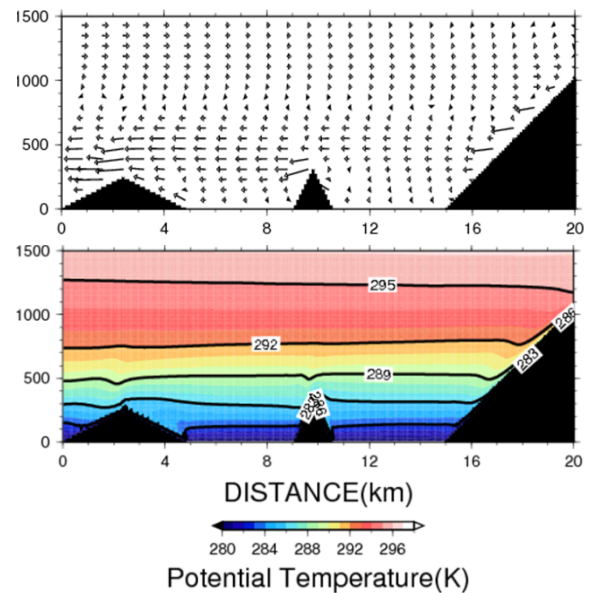


図 4. 湖を除去した感度解析実験による洞爺湖断面の

上：風ベクトル、下：温位の分布（計算開始 3 時間後）

参 考 文 献

Kato, H., 1981: Local climate near the small lake. *J. Agr. Met.*, **37**(1), 29-37.

謝辞： 本研究は、文部科学省の委託事業「気候変動適応研究推進プログラム」において実施したものである。