

山中湖で観測された気流の三層構造の発生メカニズム

*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

背後に急峻な地形をもつ国内の湖では、洞爺湖(Kato 1981)や猪苗代湖(渡辺 1983)でみ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。熱容量の小さい小規模な湖沼の周辺では湖陸風循環が弱く、地形的な影響による気流系が卓越すると考えられる。本研究では、山岳域における小規模な湖沼の周辺に形成される局地スケールの気流を明らかにするため、山中湖(湖面積 6.8km²)における観測を行った。また、観測された気流系が一般風や地形効果による影響を受けているかどうか、数値モデルによるメカニズムの解明を行う。

2. 観測データ・解析方法

山中湖における観測は2008年、2010年、2011年の8月下旬に各3日間、早朝に行った。地上データは気温、風向・風速、湖面温度について湖岸域の8地点で観測を行った。またパイロットバルーンを30分間隔で放球し、上層風をダブルセオドライトにより30秒ごとに観測した。

一方、局地循環に寄与する山中湖周辺の地形効果や湖の熱的効果を調べるため、二次元(水平方向および鉛直方向)の局地気流モデルを開発を行った。開発した数値モデルは非静力学平衡のブジネスク近似の方程式であり、地形の再現には、階段格子を用いた方法を採用する(2012年度春季大会P235参照)。

3. 地上付近の風系

2010年8月の観測では、午前7時頃までに湖岸線に直交する顕著な収束風がみられた。また、7~8時以降には発散風が観測された。このとき湖面と湖岸での温度差は10℃程度みられた。山中湖は熱容量が小さいため湖陸風循環が発生しづらいと考えられるものの、温度差が顕著な場合発生することが分かった。

4. 気流の三層構造

2008年8月31日の観測では、典型的な気流の三層構造が得られた。山中湖上空の風向風速断面図(図1)および地上風観測から、最下層の地上付近で北風および西風が卓越していた。また、1100~1200mの層(以下:下層)では西風が卓越している。さらに1200~2000m付近(中層)には北風が卓越している様子が分かり、その上空(上層)では南西~南寄りの風となっている。同時刻の河口湖のウィンドプロファイラから、2000m以上の層では南西風となっているため、上層の風は一般風であると考えられる。このような風速の顕著なシアは、エクマンスパイラルによる大気境界層の構造とは大きく異なり、局地風による影響によって形成されていると考えられる。風速に注目すると上層で1~2m/sである一方、中層(北風)で3~4m/sと強くなっており、山岳地形による中層への運動量輸送のプロセスが加味していると考えられる。

気流の三層構造のメカニズムを明らかにするため、山中湖を含む北北西(御体山)から南南西(宮塚)を結ぶ断面20kmを対象とした理想化実験を行った(図2)。地形と湖によって形成される気流を調べるため、上空の一般風(地衡風)を0m/sとする初期値を与え、2時間の時間積分を行った。その結果、山中湖の南南西側(図2の12km地点)で鉛直方向にシアの異なる三層構造が再現された。山中湖の地上付近では、対称的となる気流がみられることから陸風による収束と考えられる。また、その上部の中層の風は、北東部の山岳からの山風と陸風の反流が合わさった複合気流である。この中層の気流では山中湖の南西側で山越え気流が形成され、風速が増加している。このような特徴は前述の中層が強風となることを説明する。さらに、この気流層の厚さは高度1200~1800mに存在し、観測で得られた中層の厚さと合致する。観測において中層の北風は上層風とおおよそ180度ずれたシアを形成している。理想化実験でも同様のシアが形成されたことからシアを挟んだ上層の風は、一般風だけでなく、山風の反流にも該当すると考えられる。

以上の結果から、山中湖における三層構造の気流系は、一般風が弱い場合であっても形成され得ると考えられる。

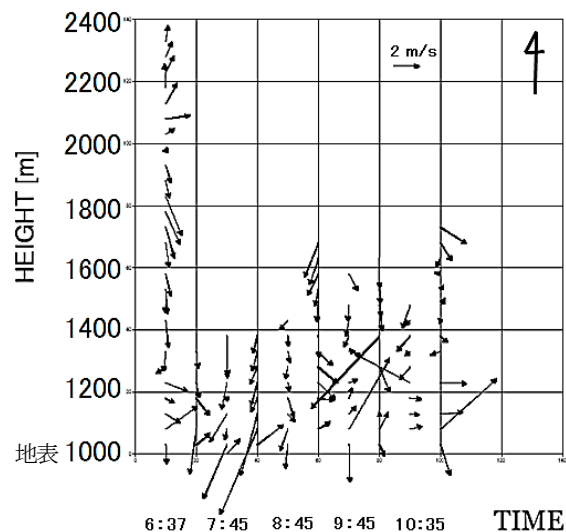


図1: 2008年8月31日の山中湖における風向風速時間断面図

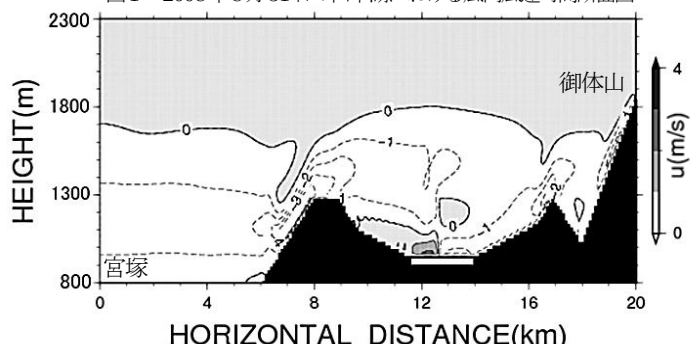


図2: 山中湖北北東-南南西断面における水平風速uのシミュレーション結果(計算開始5000s後)

謝辞 本研究は、文部科学省「気候変動適応推進プログラム(RECCA)」の支援により実施された。