

芝浦工業大学工学部 正会員 菅 和利
 芝浦工業大学工学部 三木 夏子

1. はじめに

1995年10月に実施された「琵琶湖プロジェクト」では、水田での熱環境調査及び鉛直、水平観測を行っている。このプロジェクトは空間的広がりを持った接地境界層フラックスの日中変化の観測及び、飛行船による上空1000mまでの鉛直2次元観測を目的としている。調査対象である琵琶湖水田地帯は、広域な水域、森林を有しているため、水文循環、熱環境の観測を行うには格好の領域と言える。

本報では土地利用形態が大きく異なる2地点での観測結果を比較することにより、大気構造に及ぼす土地利用形態の変化の立体的（空間的）、水平的影響範囲について考察した。また、2次元の大気構造を捉えるのに、飛行船を用いた観測は有効的な手段であるか否かをも検討した。

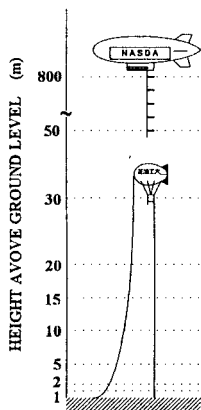


図-1 気球観測の概要



図-2 観測地点及び観測ルート

2. 観測概要

観測は1995年10月23日～28日にかけて滋賀県木ノ本町の琵琶湖に近隣する稲を刈り取った水田地帯で、定点観測及び、係留気球による観測を行い、さらに上空を同期して飛行船による観測を行った（図-1）。

定点観測では、放射収支計、アルベドメータ、熱流計を用いて熱収支を測定した。係留気球による観測は、温湿度センサー、3杯式風速計を係留気球に取り付け鉛直観測を行い気温、湿度、風速を計測した。係留気球は高度50mまで昇降させ、各高度に1分間係留し、飛行船による鉛直観測との同期観測の時以外は、午前9時から日没まで2時間毎に観測を行った。飛行船による観測は高度50m～1000mまで、5台の熱線風速計（クリモマスター）を飛行船の下部から垂下するロープ（全長50m）に10m間隔に取り付け気温、湿度、風速を測定した。なお飛行船と係留気球の同期観測の解析の際には、観測計器が異なるため検定を行い補正をした。飛行船の移動コースは定点で昇降する鉛直観測、ある一定の高度をルート沿いに移動する水平観測の2通りである。ルートは琵琶湖湖面に定点、その定点から11.6km離れた集中田までの間に測定点を2ヶ所、計4ヶ所測定点を設置した（図-2）。

観測期間の気象概要は、24日を除いて晴天もしくは曇りではあったが、地上での風速が10m/sを越える強風の為、飛行船は構造安全上飛行出来なかった事など、様々な悪条件が重なったが、観測期間中に何回か良好なデータを得ることが出来た。

3. 鉛直的大気構造

図-3, 4はそれぞれ、各高度における日中、夜間の気温、湿度を対数グラフにプロットしたものである。この際、飛行船の風速データは飛行船自体の影響、及びクリモマスターを取り付けているロープが安定しないため、良好なデータを得ることが出来なかった。図からも分かるように日中では地表面付近で高温となり、高度が高くなるにつれて気温は減少している。しかし、夜間では地表面付近で低温となり、気温の鉛直分布は高度変化に正比例し、高度が高いほど高温域となっている。これは夜間地表面から大気に放出される潜熱によって起こる放射冷却の現象である。また観測結果はどれも高度100m付近までは対数則に沿っているが、高度100m以上の高度においては、次第に外れ始める。このことから高度100mを境に大気構造の相違、すなわち接地層と大気境界層の境界面だと言える。

図-5は風速を高度0.3mの風速($U_{0.3}$)に対する比で表した風速をプロットし、 $U_{0.3} > 1\text{m/s}$ の強風時に示す安定値を、各高度について求めたものである。この場合都市の代表的な値として、同年7月28~31日に東京都港区で行なった係留気球観測の測定値も用いた。都市域の風速のプロファイルは、高さ15~20m以上で増大するのに対し、水田地帯の風速は、高さ変化に比例して増大している。これは、都市域には都市キャノピー層が存在するために、高さ20m以上の高さでは、風速依存性が減少してしまっていることを意味する。

4. 平面的大気構造

図-6は湖面定点から集中田までの約11.6kmの距離間を水平観測した結果を各高度別にグラフにしたものである。この図から分かるように、地表面から高度300mまでの間は、湖面から水田地帯の間の市街地で、湿度が低減していることから、土地利用形態の相違が大気に大きな影響を与えていることが分かる。

5. 結論

飛行船を用い上空1000mまで観測することにより、境界層内の大気構造、広域な平面的大気構造を把握することができた。その結果、境界層と、接地層の境界は地表から100m程度であった。尚、熱線風速計を用いた飛行船観測を行う際には、据付け方法、データ取得方法を今後検討する必要がある。

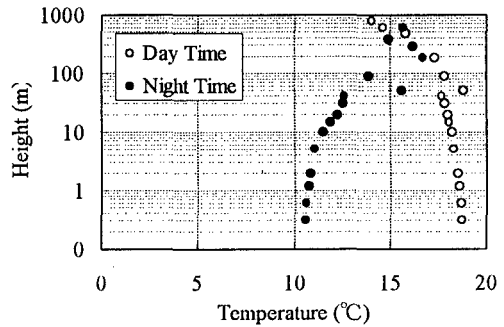


図-3 気温の鉛直分布

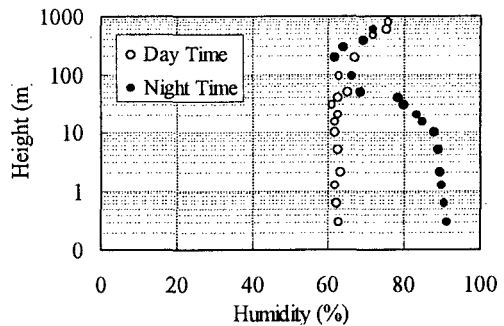


図-4 湿度の鉛直分布

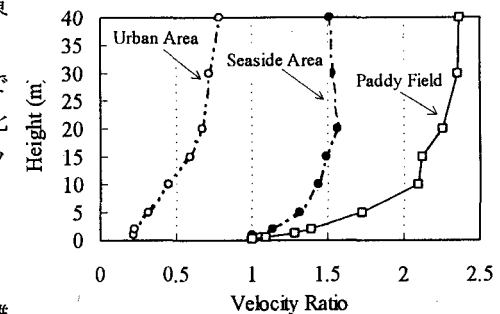


図-5 無次元風速及び風速比の鉛直分布

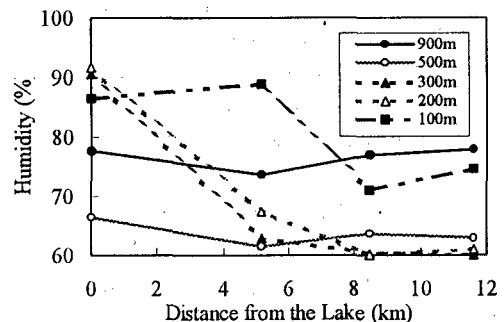


図-6 湿度の場所変化