

はじめに

近年、湖上での渦相関法による温室効果ガス交換測定が行われている。しかし、湖上での渦相関測定は測定対象エリア外の湖周辺の陸地の影響を受ける可能性が指摘されている。そのような陸地の影響の一つに湖周辺の陸地で発生した二酸化炭素が湖上の内部境界層 (IBL) 上端でのエントレインメントによって取り込まれ、湖表面へと輸送されることが考えられる。IBL の特徴を理解することが湖面—大気間のガス交換測定の精度向上への第一歩になると考えられる。

本研究の目的は、ドローンによって諏訪湖上の温湿度プロファイルを測定し、IBL の特徴を明らかにすることを目的としている。また、数値モデルを作成し、IBL の発達の再現を行う。

方法

本研究は長野県中央部に位置する諏訪湖 (面積 13.3 km²) で実施した。IBL の特徴を明らかにするために、温湿度センサーを取り付けたドローンを約 1 ms⁻¹ で地上高 300 m まで上昇させることで温位・比湿のプロファイルを測定した。観測は 6 月 19 日、9 月 13 日、10 月 12 日、11 月 16 日の日中に 30 分おき、もしくは 1 時間おきに行った。ドローン観測は西風時に実施し、湖西端から発達する IBL を観測した。IBL 高度は温位・比湿がよく混合した IBL 内部の一定値から勾配が表れ始める高度として決定した。

数値モデルは IBL を一層で表現している。モデル中では IBL は湖表面からの顕熱供給により成長し、顕熱・水蒸気収支を基に地表面フラックスとエントレインメントフラックスから IBL の平均温位・比湿が計算される。栈橋で観測した顕熱および水蒸気フラックスデータを入力し、IBL の発達の再現を行った。

結果と考察

IBL は早朝に数十 m までの高さであり、正午前には 100 m 近くから、観測日によっては 140 m を超えるまで発達していた。9 月 13 日は正午前までの IBL の発達速度が最も遅く、午前中の雲の発生による入射日射量の減少により、成長が制限されたと考えられる。正午時点で最も IBL が発達した 10 月 12 日 (図 1) は 9 時前後に IBL 上空の安定度が弱くかつ顕熱フラックスが大きかったため、IBL が急激に成長していた。

モデルによる IBL 高度の計算結果は実測を過大評価していた。また、IBL 内の温位は過小評価、比湿は過大評価となった。IBL 発達の過大評価により、IBL の容積が大きくなり、地表面およびエントレインメントフラックスの影響が小さくなったのかもしれない。上空の温位勾配を実際よりも大きくすると IBL の再現性は高まった。

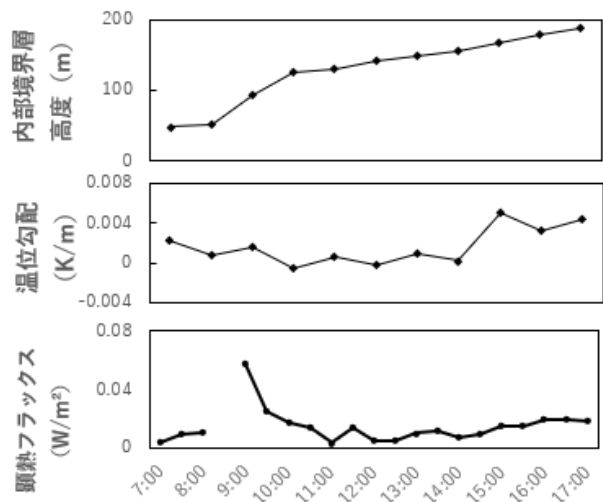


図 1 10 月 12 日の IBL 高度、IBL 上空の温位勾配、顕熱フラックスの日変化

まとめ

IBL の発達には主に顕熱供給、IBL 上空の大気安定度が関係していた。モデルの実行から諏訪湖上の IBL 発達を制限する要因があることが示唆されたが、その要因については不明である。