

(II-34) FIFEにおける航空機データを用いた地表面フラックスの算定について

長岡技術科学大学 大学院 ○ 小林 昭規
長岡技術科学大学 浅沼 順
長岡技術科学大学 早川 典生

1. はじめに

航空機に搭載された乱流センサーを用いた顕熱・潜熱フラックスの測定は、これらのフラックスの線平均を測定するものであるが、同高度の水平面を繰り返し観測することにより、面平均フラックスを算定できるという特徴をもっている。その利点は、広域での大気-陸面相互作用の解明において、非常に期待が大きいといえる。そこで本研究は、航空機による顕熱・潜熱フラックスを、地表面フラックスの広域的な代表値と比較することにより、航空機により計測された空間的な顕熱・潜熱フラックスから地表面フラックスを算定し、その適用性と有効性を評価する。

2. FIFE プロジェクトと観測データ

本研究では、1987年に行われた First ISLSCP Field Experiment(FIFE)の集中観測における航空機による顕熱・潜熱フラックスの観測データを解析対象とした。この観測は米国カンザス州の15×15kmの草原丘陵地帯で行われ、地上約50～800mの高度を3機の航空機(米国 NCAR King Air, カナダ NAE Twin Otter, ワイオミング大 King Air)が1パス(15km)を約6分ほどで飛行し、上空の顕熱・潜熱フラックスの時空間分布を観測している。比較に用いた地表面での観測値は22地点での渦相関法とボーエン比法による30分間隔の顕熱・潜熱フラックスである。以上のフラックスデータは、公開中の FIFE Data Set に収録されている。

3. 解析手法

(1) 航空機によるフラックスでのトレンド除去

航空機搭載の乱流センサーによる風速・温度・湿度の計測値には、乱流変動成分のみでなく、地被状況に応じた様々なスケールでのトレンド成分も含まれており、トレンド成分をフィルター処理によって除去した後に渦相関法によってフラックスを計算するのが、一般的である。FIFEでの航空機フラックスデータは、このトレンド除去の方法として線形相関によるトレンド除去と距離定数5kmのハイパスフィルターの2種類を用いている。Grossman(1992)は、ハイパスフィルター後の算定フラックスは、地表面での観測値に比べて、過小評価する傾向があり、線形トレンド除去による算定フラックスを使用すべきだと述べている。そこで本研究ではまず、この2種類の顕熱・潜熱フラックス算定値を比較し、トレンド除去の効果の定量的な把握を行った。(図1, 2)

(2) 地表面データ

地表面データは、航空機が飛行している時間に対応する22地点の顕熱・潜熱フラックスの平均値と中間値を計算し、それぞれの相関を評価した。

(3) 地表面への外捜

一般的に大気境界層内では顕熱・潜熱フラックスは高度とともに変化する。そのため、航空機による顕熱・潜熱フラックスをここでは2種類の外捜方法によって地表面における値を算出し、それぞれ地表面の観測値と比較した。解析に用いた逆転層高さは、ラジオゾンデ(Sugita and Brutsaert 1989)によって得られたものを使用した。

Method.1: 接地層内の観測値を直接使用する方法

キーワード: 大気境界層、逆転層、乱流計測、蒸発散、大気-地表面相互作用

連絡先: 〒949-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 Tel 0258-47-1611(6622)

この手法は、接地層内における観測値を直接、地表面の値として使用する。ここでは、接地層の高さを海拔 $409\text{m} < z < 611\text{m}$ (Brutsaert and Sugita 1990) として、この範囲に入る航空機高度の顕熱・潜熱フラックスを抽出し、地表面での観測値と比較した。(図.3,4)

Method.2: 逆転層フラックスを使用する方法

日中の不安定条件下の大気境界層内では、顕熱フラックスは直線的に減少し、地上 $1 \sim 2 \text{ km}$ 付近の逆転層の下端では顕熱フラックスは下向きになる。すなわち

$$\overline{\omega \theta}_h = \alpha \overline{\omega \theta}_0 \tag{1}$$

ここで、 h = 境界層下端高さ、 z = 航空機の高さ $\overline{\omega \theta}_h$ = 逆転層下端での $\overline{\omega \theta}$ 、定数 α は $-0.2 \sim -0.4$ になる。ここで $\alpha = -0.2$ と仮定し、式 (2) より顕熱フラックスの直線分布をとって航空機の高度における顕熱フラックスから地表面フラックスを算出した。(図.5)

$$\overline{\omega \theta}_0 = \overline{\omega \theta}_h / \{1 + (\alpha - 1)z/h\} \tag{2}$$

4. 考察

① 図.1 及び図.2 より、ハイパスフィルタリング後のデータは、線トレンド除去後のデータと比較すると顕熱フラックスで 12%, 潜熱フラックスで 15% ほど過小評価されている。これは、5km ハイパスフィルタリングによって、5 km より大きいスケールの渦によるフラックスの寄与を取得できなかったためと思われる。

② 地表面での観測値の平均値はその中間値とほぼ一致したが、平均値は1個の異常値によって過大・過小評価される可能性があるので、航空機データとの比較には中間値を地表面の代表値として取り扱うことにした。

③ 航空機データからの地表面への外捜の手法1の結果 (図.3、図.4) よりかなりの航空機データからの算定値が過小評価されている。そのため、接地層内における顕熱、潜熱フラックスの鉛直勾配を考慮にいれて地表面フラックスを算定する必要があると考えられる。また、手法2における結果 (図.5) からは、航空機による顕熱フラックスが、地表面への外捜後、地表面の観測値に近づくが、ばらつきを発生していることがわかる。

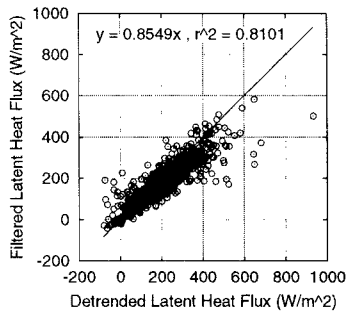


図.1 航空機の潜熱フラックスの比較

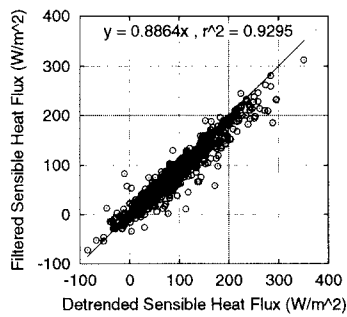


図.2 航空機の顕熱フラックスの比較

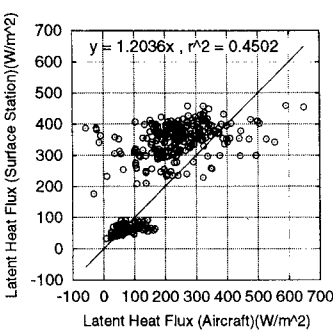


図.3 手法1による潜熱フラックス

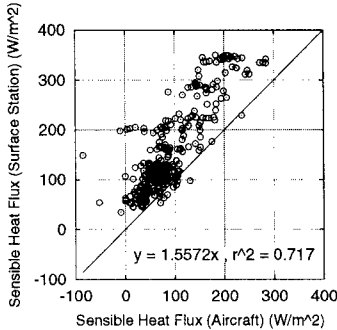


図.4 手法1による顕熱フラックス

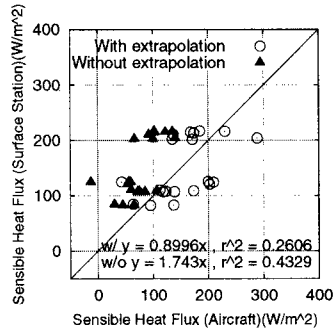


図.5 手法2による顕熱フラックス

参考文献

浅沼・Brutsaert(1997): 水文水資源学会研究発表会要旨集; Brutsaert・Sugita(1990): Journal of Geophysical Research (FIFE Issues), Vol 95, No. D6, D7; Grossman(1992): Journal of Geophysical Research (FIFE Issues), Vol 97, No. 17