

オープンパス乱流計測機器の相互比較

○石田 祐宣 (弘前大・理工)・戸田 求 (森林総研)
玉川一郎 (岐阜大・工)・宮崎 真 (筑波大・陸環セ)
杉田倫明 (筑波大・地球)・松島 大・後藤順也 (東北大・院)
飯田真一・宮本 格 (筑波大・院)・石川裕彦 (京大・防災研)

はじめに

乱流直接観測を用いた観測が盛んに行われている。最近では分散法など従来からの直接法以外の計測方法の開発、CO₂ フラックスの測定、複雑な地表面からの各種フラックス (特にどのあたりの地表面からどの位のフラックスがあるかというフラックス寄与率の問題)、熱収支が閉じない問題などに着目した観測が広く行われており、それにつれて計測機の種類も増加している。そこでこれらの機材を集めて集中的な観測を行おうという考えが生まれ、フラックス野郎の会が発足した (戸田ほか, 2000)。今回は初めて「フラックス野郎の会」が行った 2000 年の観測データを元に、オープンパス乱流計測機の中で風・気温・水蒸気・CO₂ 濃度変動を測るものについて相互比較を行ったので報告する。

乱流観測

乱流計測機を用いた集中観測は、2000 年 5 月 14 日～5 月 25 日に筑波大学陸域環境研究センター内の草地上で行われた。そのうち、有効なデータは 5 月 16 日～19 日に取られた。植生はセイタカアワダチソウ、メリケン、スギナをはじめ多岐にわたって混在している。本観測で比較対象とした計測機および設置方法などを表 1 にまとめた。表中のセット番号が同じ計測機は隣接して設置した。設置高度はおよそ 2.5～3.3m であった。なお、測定周期は全機種とも 10Hz で統一した。期間中の主風向は東で、センサー部は全て東向きに設置された。主風向方向のフェッチは約 100m であった。その他詳細は、戸田ほか (2000) を参照されたい。

平均値・標準偏差値の比較

10 分毎に各スカラー物理量と風速の平均値と標準偏差値を求めた。特に今回は、フラックスに直接関わる変動成分を見るために標準偏差値に着目した (図 1)。表 1 のセット番号に振られているアルファベットによって記録計は分かれており、精確な同期は取れていないが時差は 1 分以内である。また、各計測機はセットごとに離れて設置してあるため、同一時刻において単純な比較は出来ないが、似通った温度や濃度変化が確認できた。なお、3 成分の風速計に関しては各 10 分間で鉛直風速の平均値が 0 になるように座標系の回転を行った。また、AH-300 に関しては従来ダイナミックキャリブレーションが必要であったが、今回は製造会社である KAIJO 提供のソフトウェアで出力を求めたが、ノイズが多かったせいか標準偏差値は大きく異なった。

全般的に平均値、標準偏差値ともに絶対値は異なるものの良い相関が確認された。平均値による再校正を行うと、標準偏差値の絶対値も、より近い値となった。再校正は、水蒸気は AH-300 付属の標準湿度計、CO₂ は LI-6262 のデータを基準値とした。

フラックスの比較

鉛直風速と各種スカラー量を掛け合わせ、何も補正を施さずに 10 分平均のフラックスを求めた (図 2)。各スカラー量の統計値の関係ほどではないが、機種間に概ね良い相関が見られた。表 2 に示したとおりフラックスの絶対値が合わない理由ははっきりしないが、初歩的なデータロガー間の同期やキャリブレーションなどの問題が考えられる。一方、AH-300 は標準偏差値では他の機種と異なる傾向にあったが、フラックスの値としては良い相関が認められた。

まとめと今後の課題

風・気温・水蒸気量・CO₂ 濃度の乱流計測機の相互比較を行った。10 分間毎の標準偏差値とフラックスを比較した結果、全ての計測機間で標準偏差値については良い相関があったがフラックスの絶対値が異なった。

今後フラックス寄与率や熱収支が閉じない等の問題を解決するために、複数の計測機を用いた観測が増えると思われるが、その際の計測機間比較方法の一つとして標準偏差値を用いたものを示した。比較を目

的とした計測では、当然の事ながら電源ノイズ対策や記録計の同期、キャリブレーション等多くのことに注意を払う必要がある。

謝辞：株式会社カイジョー、盟和商事株式会社の方々からは計測機の貸し出しやメンテナンスのご協力を得た。トラブル時、資源環境技術総合研究所の三枝信子博士に記録計を貸与していただいたことが、直接本研究の結果に結びついた。観測や研究打ち合わせなどには、GAME-AAN から資金の援助を受けた。

表 1: 比較を行ったセンサー

セット	機種名	センサー [対象]	設置高度
1(a)	Flux-PAM* type	3D SAT [風速 3 成分, 気温]	3.33m
2(b)	DA-600-1T**	1D SAT [風速 1 成分, 気温]	2.55m
3(b)	DA-600-3T**	3D SAT [風速 3 成分, 気温]	2.52m
1(a)	OP2***	Open path [H ₂ O, CO ₂]	3.30m
2(a)	LI-7500****	Open path [H ₂ O, CO ₂]	2.80m
3(b)	AH-300**	Open path [H ₂ O]	2.57m

*:GILL, **: KAIJO, ***: Data Design Group, ****: LI-COR

表 2: 計測された各種フラックスの比。
ただし、()内は残差自乗和

<wT>	DA-600-3T	DA-600-1T
PAM(基準)	0.79(0.011)	0.95(0.013)
<wq>	LI-7500	AH-300
OP2(基準)	0.58(0.0070)	0.95(0.0070)
<wC>	LI-7500	
OP2(基準)	1.29(0.18)	

[参考文献]

戸田 求・玉川一郎・宮崎 真・松島 大・後藤順也・宮本 格 (2000) : 乱流フラックス集中観測－フラックス野郎の会－, 水文・水資源学会誌, 13(5), pp.396-405.

キーワード：機器比較, 地表面フラックス, 大気陸面相互作用