

CAPS2003 観測データを用いた接地気層乱流の構造 (1)

— 高次相関量の確率分布を中心として —

* 石田祐宣 (弘前大・理工), 安田延壽 (東北大院・理),
田中賢治 (京大・DPRI), 玉川一郎 (岐阜大・流域セ), 樋口篤志 (名大・HyARC),
他 CAPS[†]2003 参加メンバー[‡]

1 はじめに

水平一様な地表面でも大規模乱渦により乱流輸送量に空間的なムラがあるかどうか、また乱流の空間的構造はどうなっているのか、という疑問を解くための手法として、様々な仮定を設定できる数値シミュレーション (LES → DNS) が現在では注目を浴びている。一方で解析解が求められない問題に対してはこれらを検証するための実測データは当然必要であり、観測により得る新たな発見への期待も込めて多数の乱流計測機を用いた大気境界層集中観測 CAPS[†]が2002, 2003年に行われた。このような大規模観測は海外でいくつか行われてきたが (参考文献参照)、国内では初めてと思われる。

本研究では、2003年の観測によって得られた乱流データの高次相関量の特性から、接地気層の乱流構造を明らかにすることが目的である。本報告では、乱流観測の概要と高次相関量の解析結果を中心に発表する。

2 乱流観測の概要

集中観測は2002年と同じく琵琶湖北東岸の水田地帯において、稲刈り後の2003年10月1~10日に行われた。2003年の観測では2002年に比べ細かいスケールの構造に焦点を当て、図1のように約100m×200mの領域に畦に平行した十字arrayを作り11点の各観測点地上2.5mの高さに1台、北端 (N3)・中心 (C)・南端 (S3) には鉛直3高度 (1.25, 2.5, 5m) に超音波風速温度計 (SAT) を計17台設置した。中心部の地点には open path 型水蒸気変動計を SAT に隣接させ、この周辺はさらに細かく格子を切り地上1.25mに細線熱電対も設置し、同一の多チャンネルデータロガーにて10Hzで記録を行った。他に W1-E3 のラインに平行して南側にシンチロメータも設置した。

観測期間を通してほとんど降水はなく、前半は日中5m/sを越える北よりの風が吹く日が続き、後半はほぼ2m/s以下の南風で日中非常に不安定となり、幅広い条件のデータが取得できた。なお、本観測によって取得されたデータは現在も整理中であるが、近日中に公開する予定である。

3 高次相関量から見える乱流特性

まず、鉛直顕熱輸送量 $\overline{w'T'}$ と主風向水平顕熱輸送量 $\overline{u'T'}$ との関係を見たところ、過去の研究例でも見られた $\overline{u'T'} = 2\overline{w'T'}$ という関係が見られた (図省略)。

また、風速3方向および温度の歪度 (Skewness) と尖度 (Kurtosis) を調べたところ、風速水平成分 u, v に関してはほぼ正規分布 ($Sk \approx 0, Ku \approx 0$) であったが、鉛直風速 w では $Sk > 0, Ku > 0$ であり、温度 T では $Sk \approx 0$ (弱不安定時にやや負), $Ku \approx 0$ という特徴が見られた。これは、 w が地表面の影響を受けて分布が歪むが T は地表面の制約を受けない性質を説明する。図2に尖度の結果のみ示す。

さらに本観測の特性を活かし、高次相関量の空間分布について発表を行う。

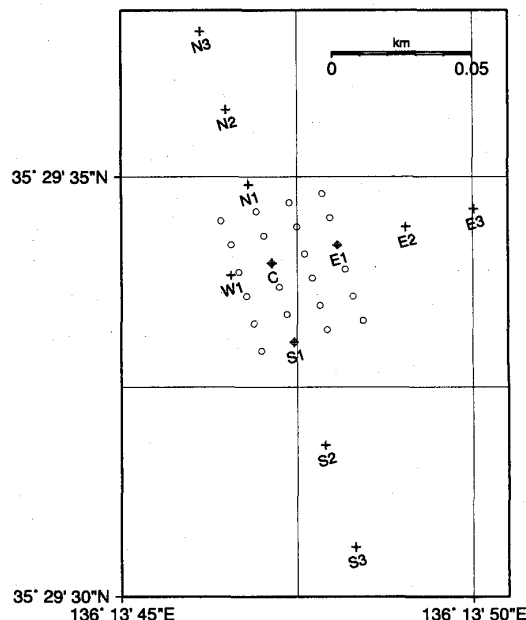


図1: 乱流観測機材の配置図。+: SAT 設置箇所; N3・C・S3: 鉛直3点測定点; C・S1・N1・E1・W1: 水蒸気変動測定点, o: 熱電対設置箇所。

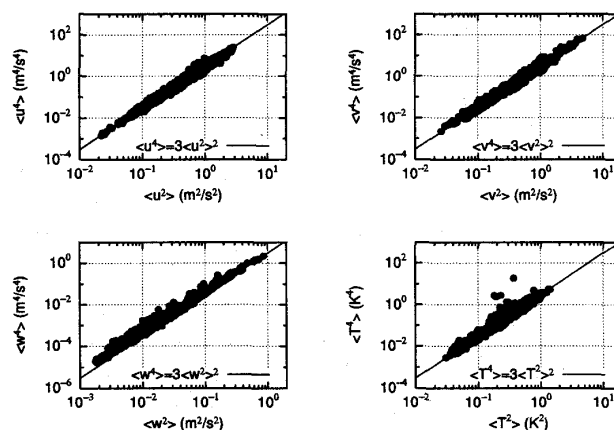


図2: 風速3成分と温度の尖度。 $\overline{x'^4} = 3\overline{x'^2}^2$ は正規分布、 $\overline{x'^4} > 3\overline{x'^2}^2$ ではより平均値に集中する傾向を示す。

参考文献

- Kaimal (1974), *QJRM*, **100**, 46-52.
- Kaimal and Businger (1970), *JAM*, **2**, 156-164.
- LeMone *et al.* (2000), *BAMS*, **81**, 757-779.
- Wilzak and Tillman (1980), *JAS*, **37**, 2424-2443.
- 玉川ら (2004), 水文・水資源学会誌, (投稿中).

[†]琵琶湖プロジェクトと京大 DPRI との共同研究で行われた集中観測名 (Catch A Plume by SATs) の略称 (2003 年春の予稿 P237, P328)

[‡]藤吉康志・山下和也 (北大), 荒澤良平 (弘大), 松島大 (東北大), 小野圭介 (農環研), 浅沼順・斎藤誠 (筑大), 宮崎真 (東大), 檜山哲哉・小林菜花子・山本宗尚・山本鮎・高橋仁 (名大), 中北英一・林泰一・石川裕彦・相馬一義・宮田昇平・諸橋真琴・渡辺裕司・萬和明・村田文絵・手嶋あかり・堅田元喜 (京大), 岩田徹・野尻淳司・伊野部京子 (岡大)