

II-192

現地観測による植生場の乱流構造と 熱・運動量交換に関する研究

東京工業大学 学生会員 ○山田 知裕
東京工業大学 フェロー会員 池田 駿介
建設省 正会員 館 健一郎

1. はじめに

植生場には穂波という特徴的な現象が発生する。これは植生層上を風が吹くとき、植生の変形があたかも波のように風下側へと伝播する現象であり、稲田、麦畑、アシ原、トウモロコシ畑等でみられる。この実体は植生場に発生する大規模組織渦によるものである。この渦は周期的に発生し、この作用により熱、運動量などの諸量が植生層内と植生層外の間で交換されることが知られている。ここで重要となるのが乱流構造及び輸送形態の把握である。本研究では観測を通して植生場での乱流構造を探り、それによる各種輸送のメカニズムを明らかにすることを目的とする。

2. 観測概要

1995年8月7日に多摩川河口部に広がるアシ原の中央部でアシを半径約5mの円形に刈り込み、観測を行った。アシ原の大きさは、東西に約500m、南北に約200mである。観測当日は太平洋高気圧に覆われた真夏日であり、午前中は風はそれほど強くなくアシの揺れは小さかったが、午後になると3m/s以上の比較的強い風が吹き、アシを大きく揺らした。風向は南北方向に卓越していた。アシ頂部の高さは静止した状態で約2.4mであった。高さ9mのポールに風速計、温湿度計を取り付け、風速・温度・湿度の鉛直分布を測定した。風速計の取り付け高さは8.5m、6.5m、5.5m、4.5m、3.5m、3m、2.5m、1.9m、1.45m、1.05m、0.5mである。温湿度計の取り付け高さは4m、3.5m、3m、2.5m、1.9m、1.45m、1.1m、0.3mである。超音波風速温度計をアシ頂部付近に設置し、風速の3方向成分及び温度の変動を6Hzのサンプリング間隔で測定した。

3. 風速・温度・絶対湿度の鉛直分布

図-1に13時30分前後30分の時間平均の風速U・温度T・絶対湿度aHの鉛直分布を示す。なお植生境界部2.4mの高さを点線で示す。風速は植生層上で対数則、植生層内で減衰し植生境界付近に変曲点がみられる。温度・絶対湿度はともに植生層内において高くなっている。

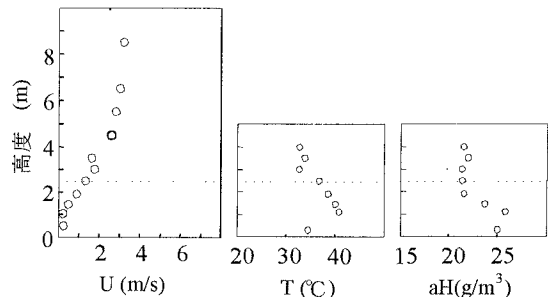


図-1 鉛直分布

4. 各種変動

図-2に13時34分～35分の温度変動 T' を示す。矢印は T' における極大点を示している。組織渦の通過による周期性が確認でき、更に温度の急激な低下及びその後の徐々の温度上昇（ランプ現象）が見られる。Ho & Huerre¹⁾によれば流速分布に変曲点を有するせん断流れにおいて最大発達率を示す周波数 f は $f\theta/U_m=0.032$ である。ここに、 θ は流速分布の持つ運動量厚さ、 U_m はせん断層上下2境界における流速の平均値である。図

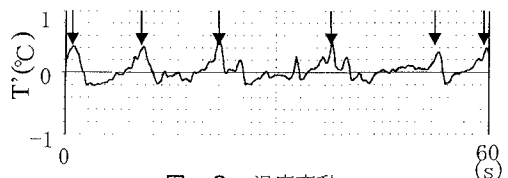


図-2 温度変動

1から $\theta=1.05(\text{m})$ 、 $U_m=1.71(\text{m})$ となり $f=0.052$ （周期19.1s）と求められる。この値は図-2の周期とオーダ的に一致している。このパターンをいくつか抽出し、小さな変動を取り除くためにアンサンブル平均した水平方向 u' ・鉛直方向風速 w' 、 T' 、レイノルズ応力 $-u'w'$ 、温度フラックス $T'w'$ の各変動の時系列グラフを

図-3に示す。イジェクションと呼ばれる上昇流 ($u' < 0, w' > 0$) によるゆっくりとした温度上昇とそれに続くスウィープと呼ばれる下降流 ($u' > 0, w' < 0$) による急激な温度下降が確認でき、その前後においてレイノルズ応力、温度フラックスが大きくなっている。

5. 相関

図-4に風速及び温度の4象限解析による頻度分布を示す。 u', w' の頻度分布ではきれいな負の相関が見られ、さらにイジェクションは頻度は高いが弱く、スウィープは頻度は小さいが強いことがわかる。また、 u' と T' では負の相関、 w' と T' では正の相関が見られるが、それぞれ第4象限、第1象限においてかなり歪んでいる。

そこで先程のアンサンブル平均した図-3を用いての

各点において4象限解析をした結果、図-4に似た歪みのある結果を得た。さらに歪みがあらわれるところはラン

プ現象の温度の極大点であることがわかり、極大点近傍に注目して、図-5の○印について相関をプロットしたものを図-6に示す。この近傍では、風速成分の変動はそれぞれイジェクションからスウィープに移行するが、温度の変動はその時点で極大となり、この位相のずれが歪みの原因となっている。

6. 結論

(1) T' にランプ現象がみられ、流れのイジェクション運動とスウィープ運動に対応している。また、その時に運動量・温度輸送が大きく行われている。

(2) u', w' には、負の相関が見られ、スウィープ運動は強いが頻度は小さく、イジェクション運動は弱いが頻度は高い。

(3) T' には u', w' との相関があるが、若干の位相のずれがあり、その結果4象限解析において歪みが現れる。

参考文献

- 1) Ho, C.M. and Huerre, P.: Perturbed free shear layers, *Ann. Rev. Fluid Mech.*, Vol.16, pp.365-424, 1984.

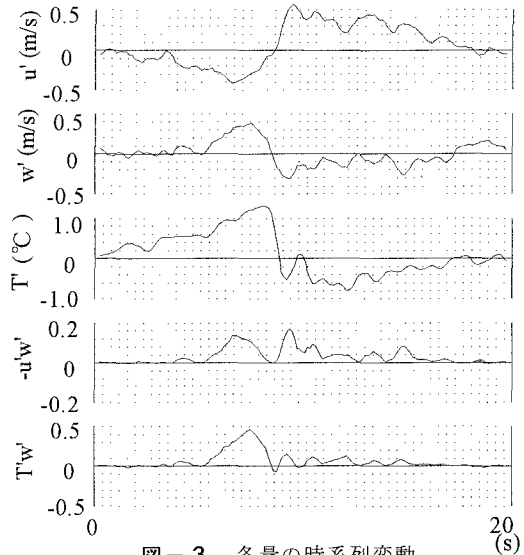


図-3 各量の時系列変動

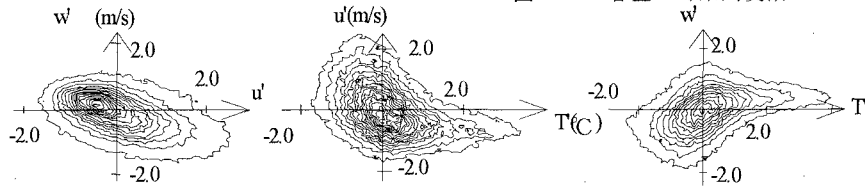


図-4 頻度分布

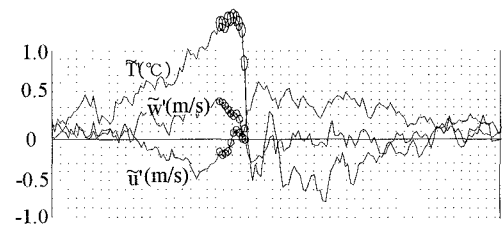


図-5 各量変動

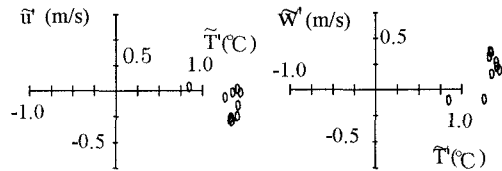


図-6 プロット図

(～はアンサンブル平均を表す)