

II - 341

現地観測による植生層内外の乱流構造、熱・物質輸送及び穂波の形成機構

東京工業大学大学院 学生会員 杉本 高
 東京工業大学工学部 フェロ-会員 池田 駿介
 東京工業大学大学院 学生会員 山田 知裕

1. はじめに

可撓性を有する植生層上を風が吹くと「穂波」と呼ばれる現象が見られることがある。これは、植生層境界付近で流速分布に変曲点が存在することによる不安定現象に起因する組織渦の通過に伴い起こるものである¹⁾。本研究では、野外観測において組織渦の通過時に起こる植生層内外の運動量、熱、物質の交換能を調べるとともに、サーモグラフィーを用いて植生層表面の温度変化をとらえることにより組織渦の平面的構造をとらえる試みを行った。

2. 観測概要

観測は、1996年7月27日に多摩川河口域に広がるアシ原のほぼ中央部に観測機器を設置して行った。この場所は感潮域となっており高さ2.2m前後のアシの純群落となっている。当日は太平洋高気圧の勢力も強く安定した天気となっており、昼前からほぼ南北方向に卓越した風が次第に強くなり、穂波現象が見られるようになった。本観測での主な測定項目は、各種放射量、風速、湿度、気温の鉛直分布、植生層直上で超音波風速温度計による3成分風速・気温、赤外線式炭酸ガス水蒸気変動計による炭酸ガス・水蒸気の変動（8 Hzでサンプリング）、また、高さ7 mにサーモグラフィーを設置し植生層表面の温度変動、ビデオカメラを用いてアシの揺動の測定となっている。

3. 熱・物質輸送

植生層直上に設置した高周波変動測定器により得られたデータを用いて植生層内外の運動量、熱、物質（炭酸ガス、水蒸気）の交換能の把握を試みた。風速変動には強いスウィープと弱いイジェクションに特徴づけられる組織渦の通過と思われる変化がみられ、それに対応して温度、炭酸ガス濃度、水蒸気量にも大きな変動が確認できる。温度変動に関しては10秒程度の周期をもつランプ現象²⁾がみられる。四象限解析およびランプ現象部分を抽出した各変動のアンサンブル平均像（図-1）よりイジェクション時に輸送される水蒸気には温度と同様³⁾に、風速変動より位相の遅れが見られることがわかった。また、運動量、顕熱、潜熱、炭酸ガスの輸送量に関しても組織渦の通過時に大きくなることが確認できた。

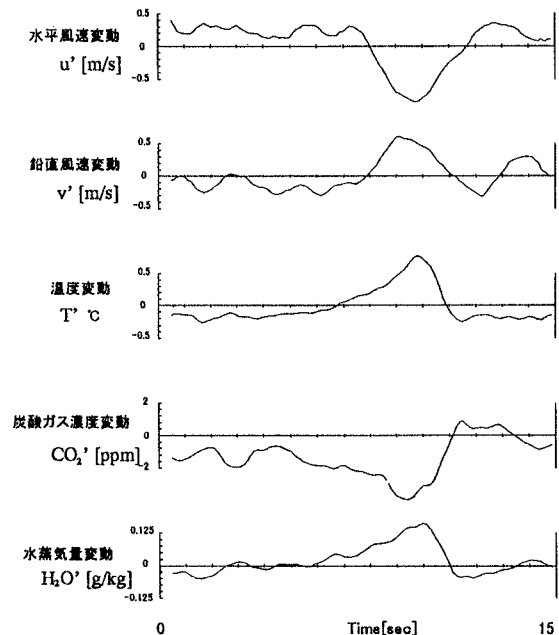


図-1 アンサンブル平均像

キーワード：現地観測、穂波、組織渦、植生、サーモグラフィー

〒152 東京都目黒区大岡山二丁目 12-1 TEL 03-5734-2597 FAX 03-3729-0728

4. 穂波の平面構造

3次元性を有する組織運動は従来からなされている点計測により風速を測定することでは平面的構造を把握することは難しい。そこで超音波風速温度計を用いた点計測により、風速変動と温度変動に相関があることがわかっているのを、これを利用してリモートセンシング技術を用いて植生層上表面の温度変動をとらえ、従来の点計測に面的計測を加えることで植生層境界付近で発生する組織渦を可視化しようという試みを行った。実際には、7 mの高さにサーモグラフィーを設置し、アシの群落表面の温度変動を5 Hzで1回あたりおよそ100秒間の測定を行った。また、ビデオカメラを4 mの高さに設置しアシ頂部の流下方向の揺動を測定し、植生層直上にサーモグラフィーの視野にはいるように超音波風速計を設置した。その結果は、サーモグラフィーと超音波風速計により測定した温度変動には相関が見られ、また、サーモグラフィーの温度変動とアシの風速流下方向の揺動の相関を見ても負の相関があることから、サーモグラフィーは穂波をとらえているものと考えられる。サーモグラフィーにより得られた熱画像は15m四方の画像（解像度25600画素）となっており、場所的な影響を除くために各画素ごとに時間平均を取り、変動値として表した熱画像が図-2である。その画像上での風速の卓越風向と直交する断面A-Bでの時間変化を図-3に見てみると、時間に30秒弱の変動が、同時に空間的に非一様な様子が見て取れ、穂波は平面的構造を有することがわかる。この時間帯の組織渦の発生周期はおおよそ10秒弱で、サーモグラフィーでの温度変動が30秒弱であることから、この場では2種類の卓越した組織渦が階層的に存在していると思われる。小さな乱流構造に、植生の温度変化が完全に追従できないために、サーモグラフィーでは10秒周期の組織渦は十分にはとらえ切れていないものと考えられる。

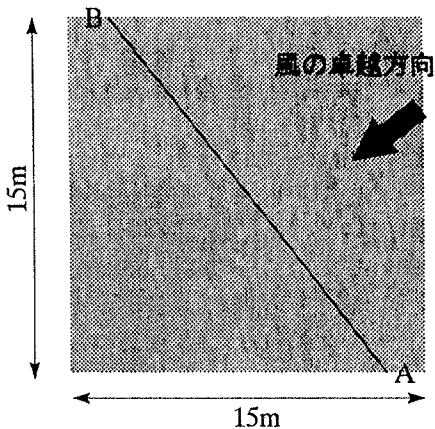


図-2 サーモグラフィーにより観測された熱画像

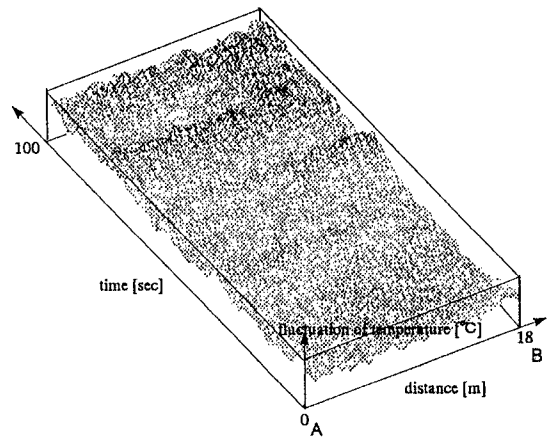


図-3 測線 A-B に沿う植生層表面温度変動の時空間分布

5. 結論

本研究の主な結論をまとめる。

- ・穂波の通過時に運動量・熱・水蒸気・炭酸ガスの輸送が支配的であることがわかった。
- ・サーモグラフィーを用いて植生層上の温度変化を測定することで、組織渦が空間的に複雑に広がっていることが推測された。

参考文献

- 1) 池田駿介, 館健一郎: 土木学会論文集, No539/II-35, pp.43-52, 1996
- 2) Gao, W., Shaw, R.H. and Pawu, K.T.: *Boundary-Layer Meteorology*, Vol.47, pp.349-377, 1989
- 3) 池田駿介, 館健一郎, 山田知裕: 水文・水資源学会誌, Vol.9, No.6, pp.520-527, 1996