

近畿大学大学院総合理工学研究科 学生員 ○寺西 弘行
 近畿大学理工学部 正会員 竹原 幸生
 近畿大学理工学部社会環境工学科 大藪 竜一
 近畿大学理工学部社会環境工学科 上田 寛
 近畿大学理工学部 正会員 江藤 剛治

1. はじめに

大気—海洋間の気体輸送現象は、地球規模での温室効果ガスの循環を考える上で重要である。大気と海洋との間での気体輸送現象は、海洋上に作用する風による風波が重要な役割を担っている。風波による水表面を通じた気体輸送現象を明確にするためには、水表面近傍の動きを明らかにすることが必要である¹⁾。

本研究では気体輸送を促進する風波下水表面に発生する渦に着目した。特に、本研究では高速ビデオカメラを用いることによって、水表面近傍の流れ場を連続に撮影し、画像計測により、水表面近傍の詳細な流れ場の計測を行う。得られた流速分布図から渦度分布図を算出し、気体輸送に関連する渦構造を明らかにする。

2. 実験方法

本学水工学実験室に設置されている風洞水槽（長さ16m、高さ0.5m、幅0.5m）を用いて実験を行った。風の吹き出し口から7mの位置に計測部（長さ1m、高さ0.5m）を設けた。また測定区間は上下壁ともに透明アクリル板で作られているので4面すべて透明である。

実験条件は水深を32cmに固定し、送風装置の周波数を70Hzに設定し風を起こした。この周波数によって生じる風の平均速度は約14.0m/sであった。風洞水槽の全体像を図-1に示す。

流れの計測にはPTV（Particle Tracking Velocimetry）を用いた。PTVアルゴリズムとしては著者らが開発したKC（Kalman filter and Chi-square test）²⁾法を用いた。

照明として高出力で連続にレーザー光を照射できる8WのYAGレーザー（イエナオプティック社製）を用いた。撮影にはフotron社製の高速ビデオカメラ（1280×1024pixels）を用いて125枚/秒で撮影した。

トレーサー粒子として水と比重が近いナイロン12粒子（平均粒径50μm、比重1.02）を用いた。トレーサー粒子をそのまま水槽の中に入れてしまうとトレーサー同士が固まってしまう、全体的に均等に分散せず、うまく可視化ができない。トレーサー粒子に少量のエ

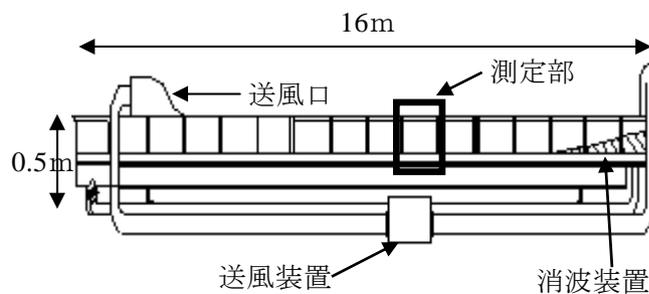


図-1 風洞水槽の全体像

タノールと混ぜることでトレーサー粒子を分散させた。

3. 計測結果および考察

ある時刻から2/125秒(=0.016秒)間隔で連続6時刻の流速ベクトル分布図を図-2に示す。静水面における水表面位置を0mとした。矢印は風の向きを表わしている。PTVで追跡した粒子数は約8000個である。水表面近傍までトレーサーが写っており、詳細に風波水表面下の連続する水運動の様子を表わすことができている。風による吹送流と水面波動によるオービタルモーションが重なり影響しあっているため複雑な運動となっている。特に水表面近傍の水粒子運動ではオービタルモーションが卓越しているため、渦運動などの組織的な構造を流速ベクトル分布から抽出するのは困難であったMLSを用いた渦度推定法により求めた渦度分布図を図-3に示す。時計回りを黒色で反時計回りを白色で表わしている。図-3中に楕円の実線で示している領域では、時計回り、反時計回りの渦がほぼ交互に表れている。それらの渦は、図に示している0.08秒間ではほとんど変化がない。これらの渦列は安定的に存在する渦列だと考えられる。また、図中の矢印で示した渦は、風波の波峰背面で発生した反時計回りの渦で、時間の経過とともに表面からはがれ、下方に移動している様子が確認できる。この渦運動は、水表面での気体輸送に重要な役割を担っている。

(参考文献) 1) Komori, S., et.al., JFM, Vol.249, pp161-183, 1993. 2) Takehara, K., et.al., Experiments in Fluids, pp.S34 - S41, 2000,

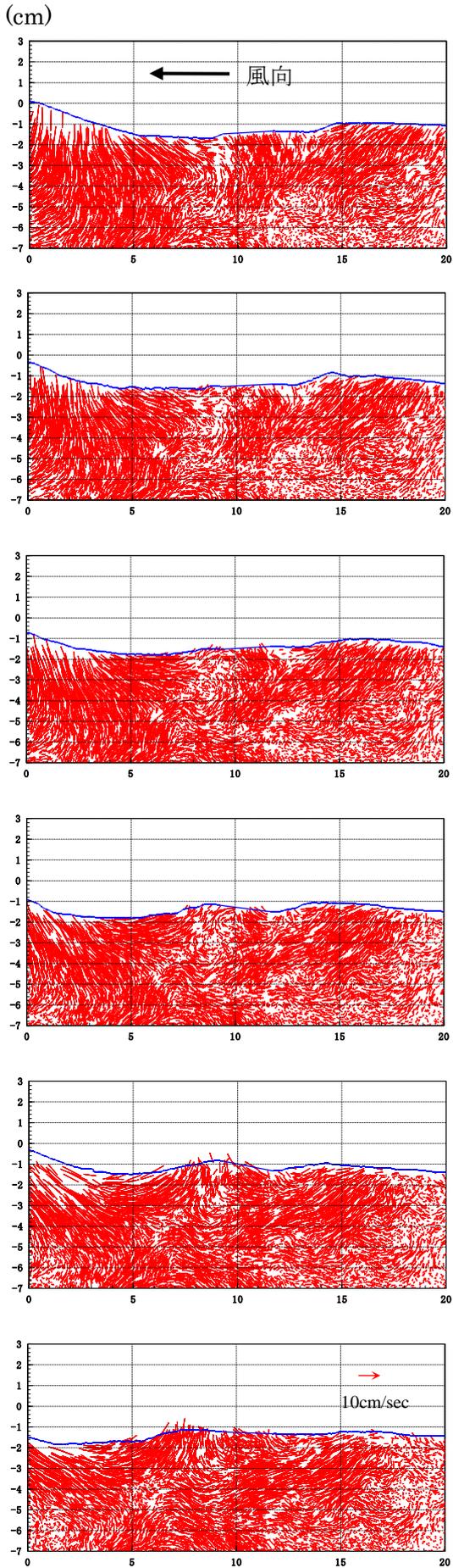


図-2 PTVにより得られた流速ベクトル分布

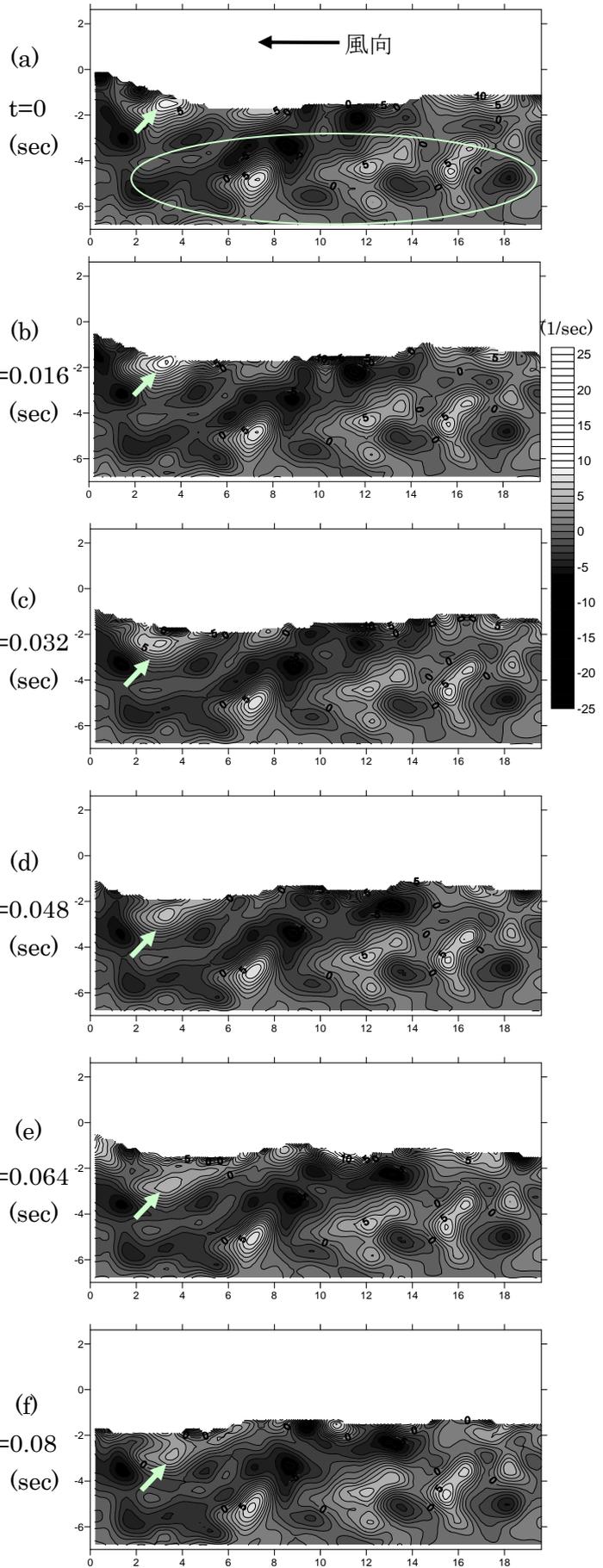


図-3 MLSを用いた渦度推定法に得られた渦度分布 (cm)