

海上観測塔における白波被覆率の画像計測

九州大学 総理工 学生員 ○古寺大悟 学生員 津守博通
 総理工 正会員 杉原裕司
 京都大学 防災研 正会員 吉岡 洋 正会員 芹澤重厚

1. はじめに

白波砕波は海面の乱流を強化し、著しい気泡の生成を伴うことから、大気海洋間における運動量、熱、気体の交換において重要な役割を果たしている。白波の発生状況を定量化するために白波被覆率という特性量が用いられており、これまで主にその風速依存性が調べられてきた。本研究では、海上観測塔において得られた海面デジタル画像から白波被覆率を算出し、波浪や気象条件に対する依存性について検討した。

2. 観測概要

観測は、和歌山県白浜町の田辺湾沖合約2 kmに位置する海上観測塔(京都大学防災研究所所有)において行った。観測塔周辺は西方向が外海に面した水深約30 mの海域であり、塔はそこにある水深10 mの海底台地の上に設置されている。海面画像を常時撮影するために無人カメラシステムを用いた。撮影期間は2003年11月5日から12月9日の35日間であり、1日7時間(8:30~15:30)の海面画像を1秒間隔で取得した。また、観測塔では波浪や気象の定時観測が行われている。

3. 白波被覆率の算定方法

白波被覆率は、海域の単位面積当たりに存在する白波領域の面積として定義される。その算定方法は次のようである。まず観測で得られた海面デジタル画像をPCへ取り込み、カラー原画像をグレースケール画像へ変換する。そして、原画像と比較しながら白波被覆面を同定する輝度のしきい値を決定し、白波被覆面の画素数をカウントする。解析領域全体の画素数で白波領域の画素数を割ったものを白波被覆率として、1秒間隔で算出した。なお、海面の輝度が観測時間を通して変化するため、画像解析では10分毎にしきい値と解析領域を変化させた。本研究では、算出された白波被覆率は全て10分間平均値で評価されている。

4. 結果および考察

図-1に、白波撮影時に観測された平均風速 U 、風

向WD、有義波高 H_s およびピーク波周期 T_p の時系列を示す。図中の風速と風向は10分平均値(毎時2点)を、有義波高とピーク波周期は20分平均値(毎時1点)を表している。観測期間の前半は比較的風速が小さく波も穏やかであるが、後半には11月30日から翌日にかけて台風が接近したために、風速、有義波高およびピーク波周期が増加している。観測期間を通じておおよそ2つの卓越風向(NNW, E)が見られることがわかる。また、観測期間における最大平均風速、有義波高、ピーク波周期はそれぞれ15 m/s, 3 m, 15 sec程度であった。

図-2は、得られた白波被覆率 Wc と U の関係を示したものである。この図より風速の増加とともに白波被覆率が増加することがわかる。一般に白波被覆率は風速の約3乗に比例して増加する傾向にあると考えられているので、ここでは U に対し $Wc^{1/3}$ がプロットされている。図中の実線は観測で得られた白波被覆率の適合曲線を示している。データのバラツキは大きいですが、近似的にはこのような実験式で Wc を表すことができるようである。

図-3は、気温 T_a と水表面温度 T_s の差 $\Delta T(T_a - T_s)$ で定義される大気安定度を指標として Wc と U の関係を示したものである。 ΔT が負値の場合は大気は不安定とみなされる。この図より、同じ風速に対しては大気の不安定性が強いほど Wc は大きな値を示すことがわかる。

図-4は、波の発達状態で区別した Wc と U の関係を示す。ここでは、 H_s の時系列に12時間移動平均を施した後に、 H_s が時間的に増加すれば発達期、減少すれば減衰期とし、両者に当てはまらないものをその他とした。この図より、発達期にある波よりも減衰期またはその他の波のほうが Wc が相対的に大きくなることがわかる。

図-5は、WDに対する波向き D_p の偏角が $\pm 90^\circ$ に入るか否かで区別した Wc と U の関係を示す。この図より、風向に対する波向きの偏角が小さいほど Wc は大きくなる傾向があることがわかる。純粋な風波は偏角が小さいはずであることから、この結果から白波砕波はうねりよりも風波に支配されていることが示唆される。

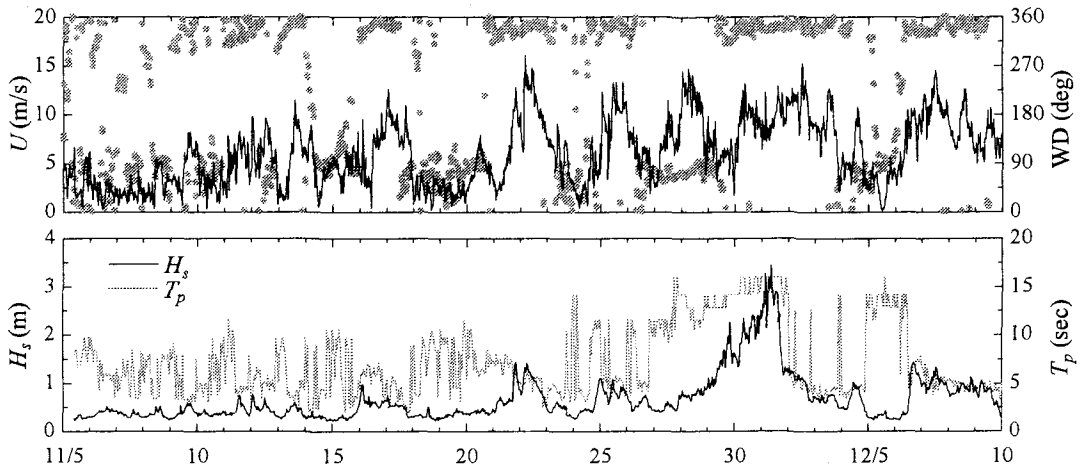


図-1 風速, 風向, 有義波高およびピーク波周期の時系列

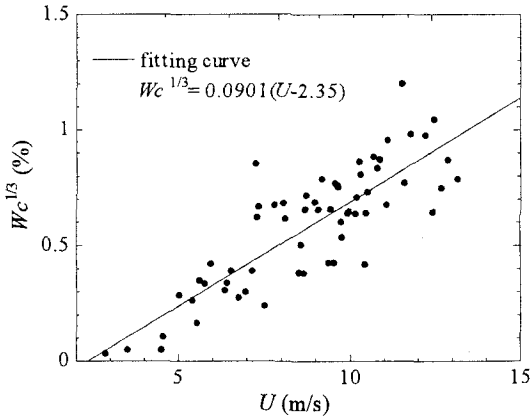


図-2 白波被覆率と風速の関係

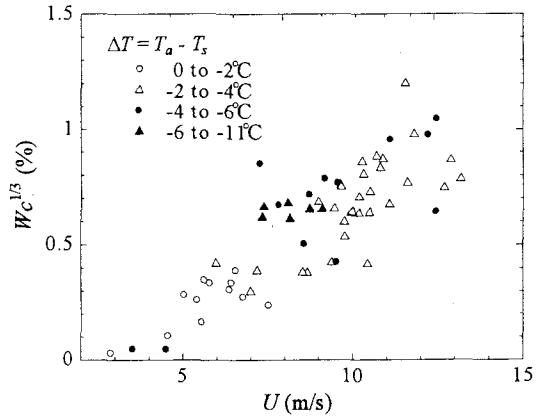


図-3 大気安定度で区別した白波被覆率と風速の関係

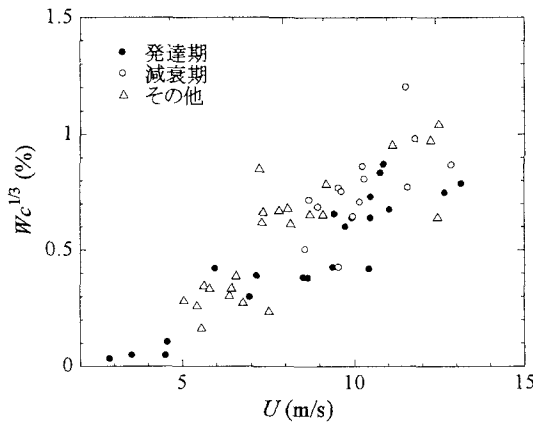


図-4 波の発達状態で区別した白波被覆率と風速の関係

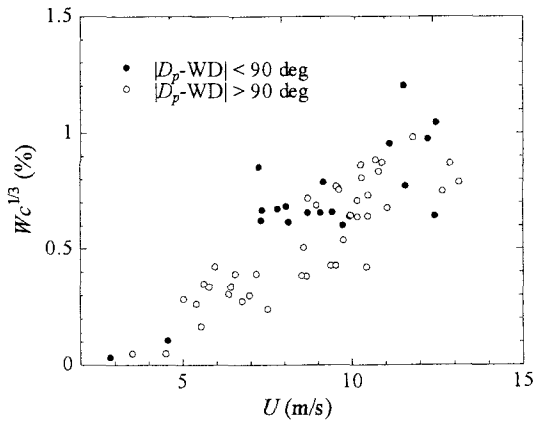


図-5 風向に対する波向きに偏角で区別した白波被覆率と風速の関係