

東海大学大学院 学生員 岡山 清

東海大学大学院 学生員 西村 資明

東海大学海洋学部 正員 長崎 作右

1. 緒言 海洋バイオマス資源の大量生産利用システムは、ユニット農場本体とそれに付着した海藻という性質のまったく異なる物質が組合さった構造となる。本研究の究極的目的は、この様な剛プラス柔構造体の水中における諸特性を知ることであるが、今回の実験段階では、ユニット全体に作用する波力を知る足掛りとして、海藻一枚に作用する波力による基本的特性を知るという点に着目して実験を行った。

2. 理論 海藻に作用する波力を算定する為の理論式はまだ確立されていない。そこで今回は、あえて円形柱体波圧理論を用いてこれと比較してみることにした。一般に流体中にある円形柱体の一小部分 dz には摩擦抵抗 F_1 と、慣性抵抗 F_2 とが働く。この両者を加えたものを F とすれば、つぎのようになる。

$$F = F_1 + F_2 = (1/2) \cdot \rho \cdot C_D \cdot D \cdot u \cdot dz + C_M \cdot \rho \cdot (\pi D^2/4) \cdot (\partial u / \partial t) \cdot dz$$

C_D : 抵抗係数 C_M : 質量係数 D : 柱体の直径 u : 水分子の水平速度 ρ : 水の質量

上式の F_1 は表面剪断力による形状抵抗で、 F_2 は円柱の見掛けの質量効果を含めた流体容積に働く力である。

3. 実験方法 実験は、長さ380m、幅1.0m、深さ0.6mの両面ガラス張り造波二次元水路を用い、水深は、40cmとし、造波装置の水路反対側には消波装置を設置して反射波を防止した。波高及び波力の測定は、それぞれ容量式波高計・I字型アームに貼付したストレインゲージを用いてペン書きオシログラフに記録(波力はアームに生じた歪)させた。また同時に連続写真撮影によって海藻の挙動も解析した。なお波浪諸元は、波高4, 8, 10cm; 周期1.0, 1.5, 2.0secで、海藻にコケムシが付着した場合と除去した場合の合計18ケースである。

4. 実験結果及び考察 実験に使用した海藻は、成長したまこんぶを根元から40cmの長さに切ったもので、表面積は約1,120cm²あり、またその75%にコケムシが付着している。こんぶの重量は実験前(コケムシ有り)192g、実験後(コケムシ除去)235gで、コケムシを取り除いたにもかかわらず重量が増加しているのは、こんぶの成分であるアルギン酸のナトリウム塩が水を吸収したためと考えられる。図4.5中の $D_{0.5}$, $M_{0.5}$ は微小振幅波理論による水粒子の運動の位相関係に基づいて、波形の位相 $\pi/2$ の位置における作用波力を示している。また写真解析の図は海藻の輪郭を波形の位相ごとに表わしたものである。コケムシ有り $D_{0.5}$ の周期1.5sec及び2.0secについては、図4において3点がほぼ一直線上に並んでいる。この3点を結ぶ線は、円形柱体波圧理論を用いて直径9cm(これは、海藻の表面積が1,120cm²であり、直径9cmの円柱の表面積1,130cm²とほぼ同じことから算出したもの)、 $C_D=1.0$ にて計算グラフ化したものと非常に近いことがわかった。周期1.0secで、この理論値と食い違う点は、海藻の周期に対する特性のひとつではないかと考えられる。また $M_{0.5}$ については、全周期において3点がほぼ直線的に並び理論値に近い値を示している。(但し、周期1.0, 1.5secのとき $C_M=0.33$ 、周期2.0secのとき $C_M=0.6$) コケムシ除去の場合 $D_{0.5}$, $M_{0.5}$ 共に全体的にばらついた傾向を示している。これは、写真解析の図からもわかる様にコケムシ有りの場合と比較して海藻が波の進行方向に対して平行に近い状態になり、波力の受圧面積が減少したためと考えられる。海藻の挙動に関しては、波高、周期の増大とともにその運動も大きくなる傾向を示した。また、コケムシ有りについては、波の進行方向に動揺し、コケムシ除去については、それとは逆の方向に動揺する傾向を示したが、今回、これについて解明するにはいたらなかった。

5. 結言 本実験は、一枚の海藻に作用する波力がどの程度のものであるかという基礎的な実験のために、現場スケールは考慮していないことから、ユニット全体に作用する波力を判断する事は困難である。しかし、コケムシが付いた状態(コケムシが海藻の表面積の何パーセント付着していればよいのかはわからない)では、円

形柱体波圧理論とある程度(図4.5参照)合致した点からも、剛体と同じようにあつてもよいのではないだろうか。

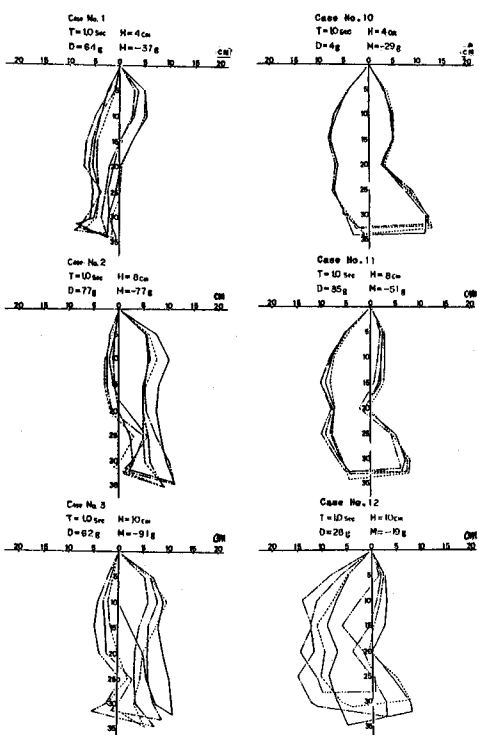


Fig.1 Motion characteristic of seaweed (T=1.0sec)

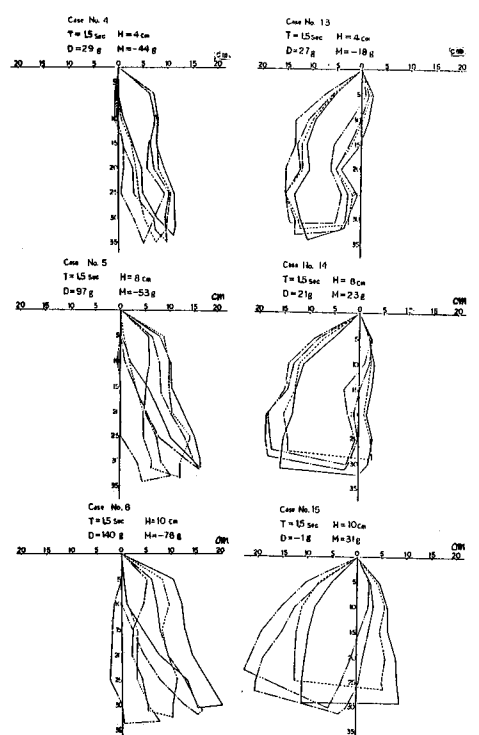


Fig.2 Motion characteristic of seaweed (T=1.5sec)

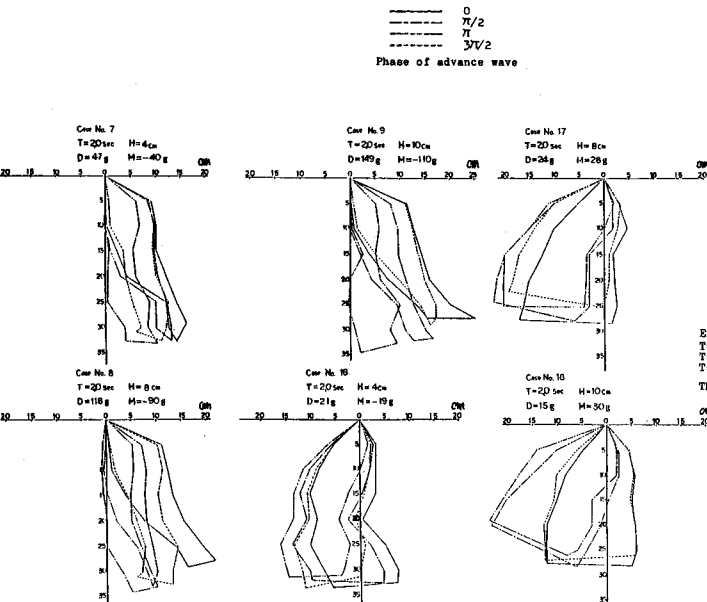


Fig.3 motion characteristic of seaweed (T=2.0sec)

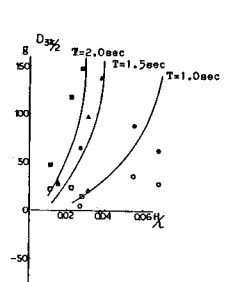


Fig.4 Relation of drag D and wave steepness H/L

Experiment
 T=1.0sec ● Have a "KOKENUSHI" ○ Have not a "KOKENUSHI"
 T=1.5sec ▲
 T=2.0sec ■
 Theoretical ——— D, H

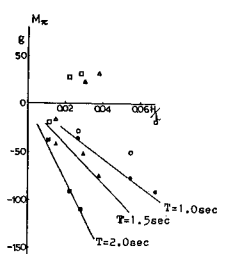


Fig.5 relation of inertia force M and wave steepness H/L