

抽水植生群の植生密度と勾配の変化が波動減衰に与える影響に関する実験

神戸大学工学部 学生員 ○樋口 一真
神戸大学工学部 正会員 宮本 仁志

1. はしがき

湖沼・海岸など沿岸域に生息する植生群落では、流水や波動が減勢され土砂堆積や水質交換が行なわれ、また、栄養塩や汚濁物質が生物化学的に水域から除去されるなど、陸・水域間の重要なエコトーンを形成している。本研究では、植生の水理学的な効果を対象にして、葦など水辺の抽水植生群の季節変化に着目し、その植生密度の変化と底面勾配の有無が波動の伝播に与える影響を室内水理実験によって検討した。

2. 実験の概要

図-1に抽水植生群モデルを用いた実験の概要を示す。植生群モデルは長さが4.0mで水路全幅に設置されている。用いた実験水路は全長が10m、幅0.3mであり、水路端から約1mの地点に造波装置が置かれており、造波装置から3m離れた位置から擬似植生が植えられている。擬似植生は、ほとんど撓みがない硬質な木材を用いて、できる限り自然の状態を模倣するように乱数を用いて植生配置を決定した¹⁾。さらに、植生群モデルの下に三角形型の木板を挿入することで底面勾配をもたせた。座標系は、波動が入射するほうの植生群モデル端の水路中央水面を原点とし、波動伝播方向に x 軸を、鉛直上向きに z 軸を、水路奥行き方向に y 軸を設定した。

実験条件を表-1に示す。擬似植生の植生密度 ad は、単位体積あたりの植生の投影面積で定義する密度 $a(1/cm)$ に植生の径 $d(cm)$ をかけて無次元化したものであり、季節ごとの植生密度変化を勘案して0.04から0.2まで5段階に変化させた。植生の径 d は、6, 10mmの2種類を検討した。底面勾配は、表-1に示す全ケースに対して、勾配あり($S=1/27$)と勾配なし($S=0$)の2種類を検討した。入射波の条件としては、水深 h_0 は15cmで一定とし、入射波の周期 T_0 を0.6, 1.0, 1.5secの3種類、入射波高 H_0 を1.5, 0.75cmの2種類とした。全実験数は120ケースである。

以上の各実験ケースにおいて、波の伝播方向の波高を計測することにより、植生密度変化と勾配の有無が擬似植生群を通過する波動の波高減衰に与える影響を検討した。波高計測には容量式波高計を用い、データのサンプリング周波数は20Hzとした。計測位置としては、図-1に示す座標系において、勾配なしは波動伝播方向の $x=-10, 10, 100, 200, 300, 390, 410cm$ 、勾配ありは $x=-10, 10, 100, 200, 300cm$ 、水路奥行き方向の $y=-3.0, 0, 3.0cm$ の各位置であり、勾配なしの場合21測点、勾配ありでは15測点である。ランダムに配置し

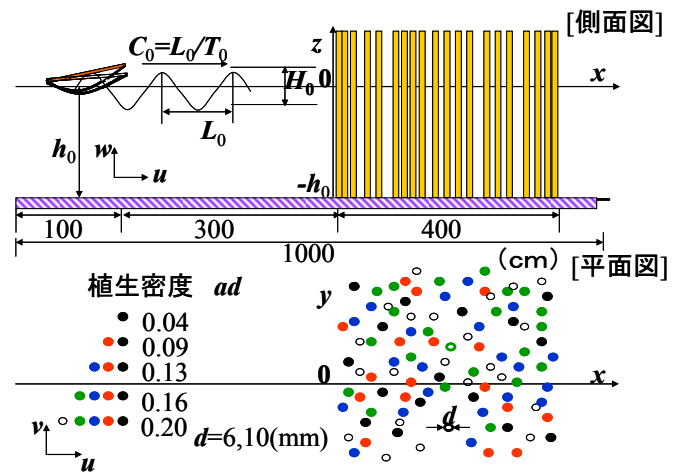


図-1 抽水植生群モデルの概要

表-1 実験条件

CASE	植生条件		波動条件		
	$d(cm)$	ad	$h_0(cm)$	$T_0(sec)$	$H_0(cm)$
S-1	0.6	0.04	15	各CASE 0.6, 1.0, 1.5, の3種類	各CASE 0.75, 1.5, の2種類
S-2		0.09			
S-3		0.13			
S-4		0.16			
S-5		0.2			
L-1	1.0	0.04			
L-2		0.09			
L-3		0.13			
L-4		0.16			
L-5		0.2			

ここに、 d : 擬似植生の径, a : 植生密度, ad : 無次元植生密度, h_0 : 水深, T_0 : 波の周期, H_0 : 入射波高である。

キーワード 植生水理, 波動伝播, 植生密度, 底面勾配, 水理実験

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学工学部建設学科 email: miyamo@kobe-u.ac.jp

た擬似植生によって生起する奥行き方向の波高のばらつきを補正するため、 y 軸方向の 3 測点での波高の平均値を x 軸方向各位置での波高 H とした。

3. 実験結果と考察

計測された波高を用いてモデルを通過する波高の減衰率を評価する。ここでは、波高減衰が式(1)に示す指数関数型で表されると仮定する²⁾ことにより、計測波高から最小二乗法により減衰率 $k_e(1/cm)$ を算出した。

$$H_{\text{exp}} = H_0 \exp[-k_e x] \quad (1)$$

ここで、 H_0 は実験で測定した入射波高である。また、勾配ありの場合では、浅水変形による波高増加分をグリーンの定理によって算出し、それを計測された波高から差し引くことで植生による波高減衰を評価した。

図-2 に、植生径が $d = 1.0 \text{ cm}$ 、入射波の周期が $T_0 = 0.6 \text{ sec}$ 、勾配なしの場合の波動伝播方向の波高分布 H/H_0 を示す。図中の各点は波高の測定値、エラーバーは計測値の標準偏差の 3 倍を示し、各線は最小二乗法により求められた式(1)で表される最適曲線である。図中の凡例に減衰率 $k_e(1/cm)$ を併記している。これより、実測値は、ほぼ指数関数型の最適曲線(式(1))で近似されることがわかる。また、植生密度 ad が増加するほど減衰率 k_e が大きくなる傾向がみられる。

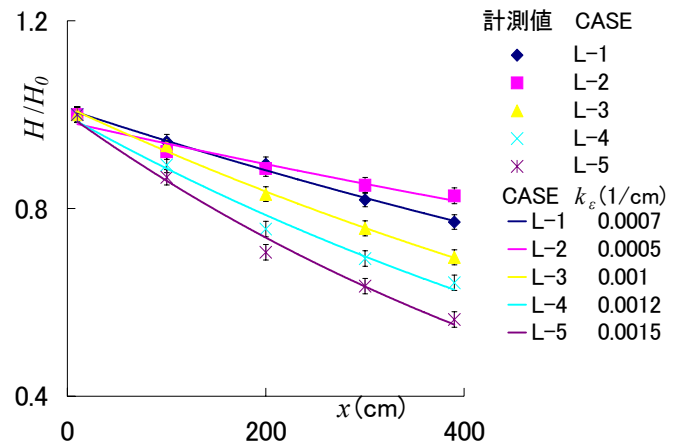


図-2 波高の伝播方向分布($T_0=0.6\text{sec}$, $H_0=1.5\text{cm}$, 勾配なし)

無次元植生密度 ad と無次元減衰率 k_e/k_0 の関係を図-3 に示す。ここで、 k_0 は入射波の波数である。これより、全実験ケースにわたって、植生密度 ad が増加するほど減衰率 k_e/k_0 が大きくなることわかる。図-3(a) に示す勾配なしの場合では、周期 T_0 が同じ場合は波高 H_0 が大きいほど減衰率 k_e/k_0 が増加し、一方、同じの波高 H_0 の場合は長周期ほど減衰率 k_e/k_0 が増加する傾向がみられる。さらに、勾配がない場合(図-3(a))とある場合(図-3(b))を比較すると、勾配がある場合のほうが 1.5 倍程度、減衰率 k_e/k_0 が大きくなっているのがわかる。

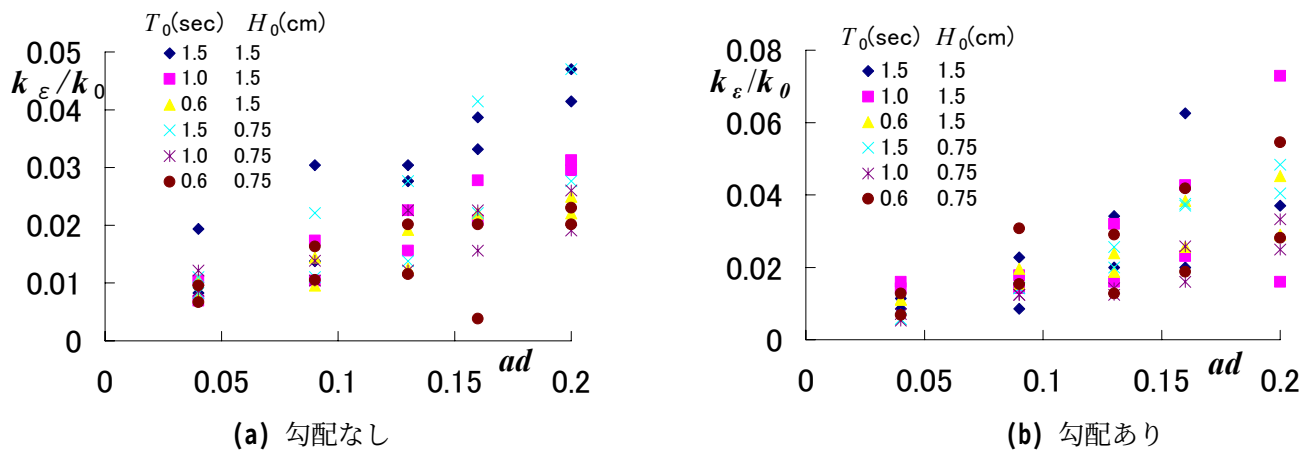


図-3 植生密度と減衰率の関係

4. まとめ

本研究では、抽水植生群モデルの植生密度変化と底面勾配の有無が波動伝播に与える影響を室内実験により検討した。その結果、植生密度の増加に伴い波高減衰が大きくなること、同一条件であれば高波高、長周期の場合に減衰が大きくなること、底面勾配によって減衰が大きくなることわかった。

【参考文献】 1) 阪西・宮本, 第 60 回年次学術講演概要集, 第 II 部門, 2005. 2) H.Miyamoto, Proc.XXXI IAHR Congress, Proc.CD-ROM, 2005.