

第 部門 抽水植生群モデルの波高減衰効果に関する実験的研究

神戸大学工学部 学生員 阪西大輔  
 神戸大学工学部 正会員 宮本仁志

1. はじめに

湖沼・海岸など沿岸に生息する植生群は、陸・水域間の重要な遷移域を形成している。そこでは、生物学的には植生により栄養塩や汚濁物質が水域から除去され、また、水理学的には流水や波動が減勢され土砂や水質の交換が行われている。本研究では、後者の植生の水理学的な効果に着目して、葦など抽水植生群の植生密度が波動の伝播に与える影響を、室内水理実験により検討した。

2. 実験の概要

図-1 に、実験に用いた植生群モデルの概要を示す。実験水路は全長が 10m、幅 0.3m であり、水路端から 1m の地点に造波装置が置かれている。植生群モデルは長さが 4.0m で水路全幅に設置されており、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直径  $d$  = 6mm の硬質な木材を用い、できる限り自然の状態を模擬するように乱数を用いて植生配置を決めた。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。

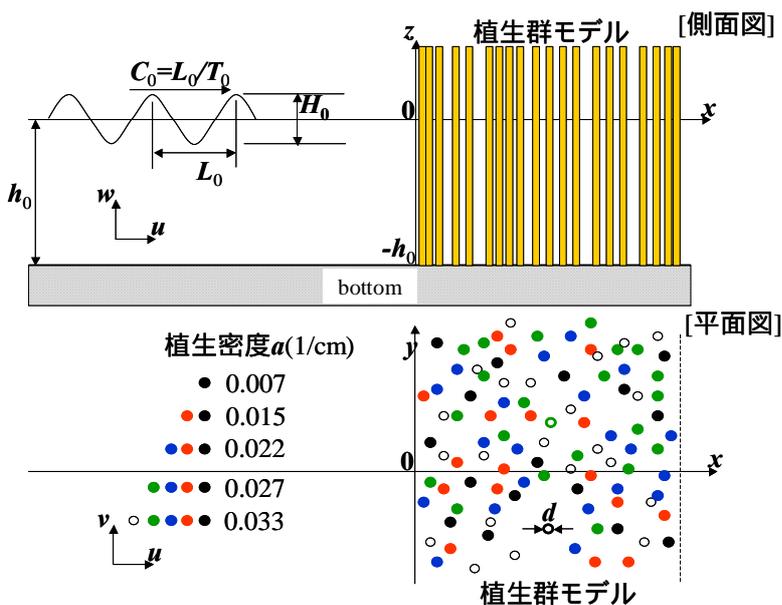


図-1 植生群モデルの概要

表-1 に実験条件を示す。擬似植生の植生密度  $a$  (1/cm) は、単位体積あたりの植生の投影面積で定義しており<sup>1)</sup>、0.007 から 0.033 まで 5 段階に変化させた。これは、単位床面積あたりの植生投影面積にして 1~5% にあたる。水深  $h_0$  は 15cm で一定とし、入射波の周期  $T_0$  を 0.63, 1.0, 1.5sec の 3 種類、入射波高  $H_0$  を 2.2, 1.1cm の 2 種類とした。全実験数は 30 ケースである。

表-1 実験条件

case	植生条件			波動条件		
	$d$ (cm)	$a$ (1/cm)	$ad$	$h_0$ (cm)	$T_0$ (sec)	$H_0$ (cm)
1	0.6	0.007	0.04	15	各 case 0.63, 1, 1.5, の3種類	各 case 1.1, 2.2, の2種類
2		0.015	0.09			
3		0.022	0.13			
4		0.027	0.16			
5		0.033	0.20			

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。

以上の各実験ケースにおいて、波の伝播方向の波高を求めることにより、植生密度が擬似植生群を通過する波動の波高減衰に与える影響について検討した。波高計測にはサーボ式波高計を用い、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、波動伝播方向の  $x = -10, 10, 100, 200, 300, 390, 410$ cm、水路奥行き方向の  $y = -3.0, 0, 3.0$ cm の各位置であり、計 21 測点である。ランダムに配置し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 測点における波高の平均値を  $x$  軸方向各位置での波高  $H$  とした。

### 3. 実験結果と考察

図-2 に、波高計により測定した水深時系列の一例を示す(case 5,  $T_0=0.63$  sec,  $H_0=2.2$ cm). 水深  $h$  は、ほぼ入射波の周期  $T_0$  で規則的な変動を繰り返しており、植生モデル中を伝播する波動が正弦波として近似されることがわかる。

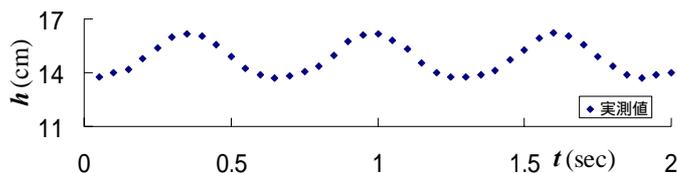


図-2 計測水深の時系列の例  
(case5,  $T_0=0.63$ sec,  $H_0=2.2$  cm)

次に、計測された波高を用いて、植生群モデル

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ことにより、計測波高を用いて最小二乗法により減衰率  $k$  を算出する。

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

ここで、 $H_0$  は実験で測定した入射波高である。

図-3 に波動伝播方向の波高分布を示す。図中の各点は波高の実測値を示し、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。また、各図右上には、植生密度  $a$  (1/cm), と減衰率  $k$  (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  $a$  が増加するほど、減衰率  $k$  が大きくなることがわかる。周期  $T_0$  に関しては、 $T_0$  が小さいほど減衰率  $k$  が大きいようである。

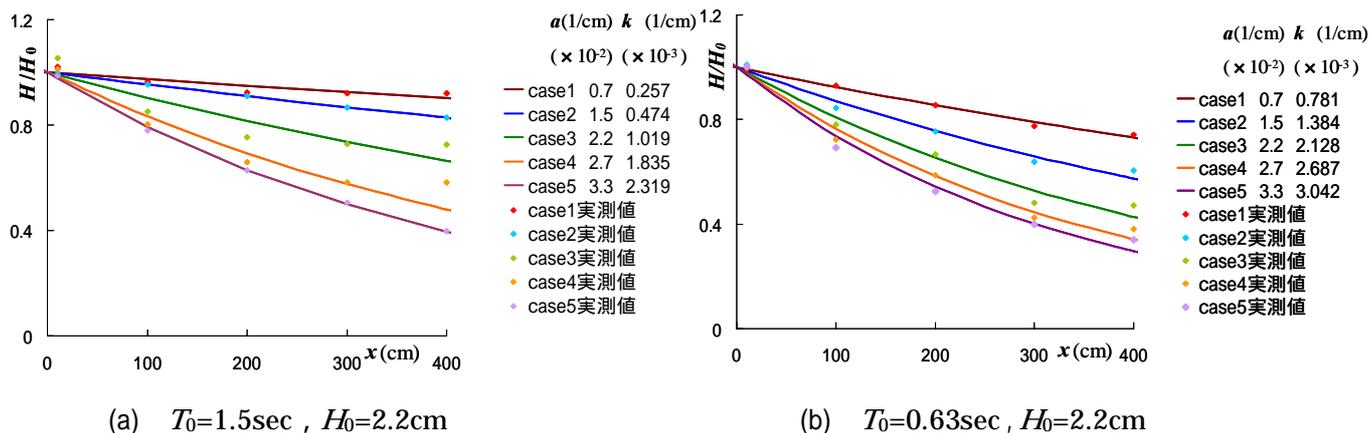


図-3 波動伝播方向の波高分布

図-4 に、無次元植生密度  $ad$  と無次元減衰率  $k/k_0$  の関係を示す。ここで、 $k_0$  は、入射波の波数である。これより、全実験ケースをとおして、植生密度  $ad$  が増加するほど減衰率  $k/k_0$  が大きくなる。また、周期  $T_0$  が同じ場合、波高  $H_0$  が大きいほど減衰率  $k/k_0$  が増加することがわかる。

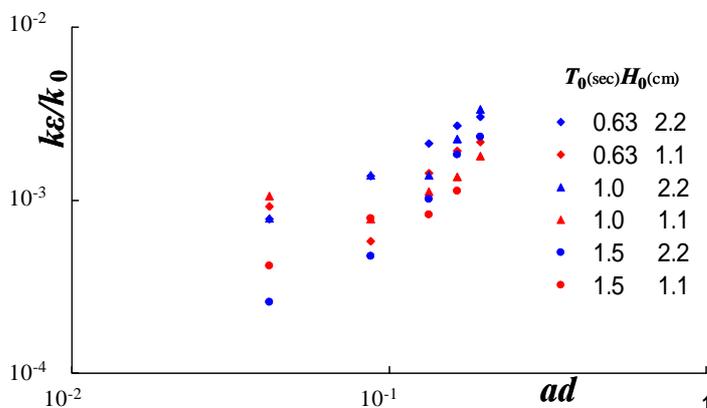


図-4 植生密度と減衰率の関係

### 4. まとめ

本研究では、抽水植生群モデルの植生密度が波動伝播に与える影響を室内水理実験により

検討した。その結果、植生密度・波高の増加に伴い波高減衰が大きくなることがわかった。今後、植生抗力を考慮した波動減衰の理論において、抗力係数の植生密度への依存性を検討する予定である。

【参考文献】1) H.M.Nepf, Water Resources Research, 35(2),479-489, 1999.