

閉鎖性水域における風波の発達に及ぼす浮葉植物の影響

Effect of Floating Vegetation on Development of Wind Wave in Closed Water Body

尾崎 彰則* 森 健** 井上 英二** 原口 智和**

OZAKI Akinori MORI Ken INOUE Eiji HRAGUCHI Tomokazu

はじめに

近年、農業用貯水池やクリークなどのいわゆる小規模閉鎖性水域における水質汚濁が深刻な問題となっており、この問題を解決する一手法として、水生植物を用いた水質浄化が提案され普及しつつある。水生植物は、水質汚濁源となる栄養塩類を吸収する能力がある一方、その存在自体が水域に与えられる風や熱を妨げ、水域内部の流体運動に影響を及ぼし、その結果水質に悪影響を及ぼす場合も考えられる。したがって、水生植物の存在が、どの程度水域に与えられる擾乱に影響を及ぼすかを明確にし、その臨界的な繁茂量を規定することは重要なことと考えられる。そこで本研究では、水域水面に繁茂する浮葉植物が、吹送流として水域に与えられる擾乱の規模に与える影響を解明することを目的として、水理実験により検討したものである。

実験概要

実験装置を Fig.1 に示す。測定項目は、気温、水温、風速の鉛直分布および風波である。風速は熱線風速計、抵抗線式波高計を用いて計測を行った。風速の鉛直分布および風波の計測位置は、風洞風上から 1m (Point A)、3m (Point B)、5m (Point C) の計 3 点である。なお風波に関しては、100Hz120 秒で計測したものを波形とした。風はインバータ制御式モーターにより発生させ、風上から 3m における水面からの高さ 15cm の風速 ($U_{0.15}$) が、1.8m/s、2.5m/s、3.5m/s、4.5m/s、5.3m/s の 5 ケースの風速に関して実験を行った。浮葉性植物の模擬方法を Fig.2 に示す。水面に対する植生繁茂率の影響について検討するために、水面全体に対して、植生が 10%ある場合と 20%ある場合について、実験を行った。

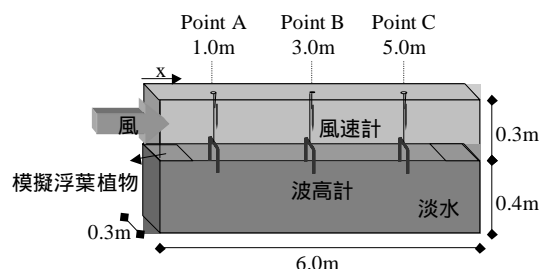


Fig.1 実験装置図

Schematic diagram of experimental apparatus

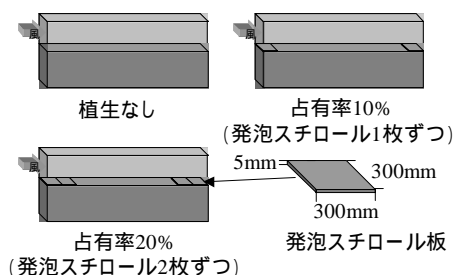


Fig.2 浮葉植物模擬方法

Conditions simulating surface coverage by simulated floating water plants

実験結果および考察

(1) 風の抵抗係数

風速分布に関しては、既往の研究により水面付近で対数分布則が成り立つことが明らかとなっているが、本研究においても同様に成り立つことが確認された。

そこで、風速分布に関する一般式、 $U(z)/U_{*a} = (1/\kappa)\ln(z/z_0)$ を用いて、植生の違いによる空気の摩擦速度の違いを明らかにした (Fig.3)。ここで、 z は水面からの高さ、 $U(z)$ は高さ z における風速、 U_{*a} は空気の摩擦速度、 z_0 は粗度係数、 κ はカルマン定数である。なお Fig.3 は Tsuruya ら (1983) によって得られた実験結果も示している。また、図中の U_{10} は高さ 10m における風速を示

*九州大学大学院生物資源環境科学府 *Grad School of Bio and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University*

**九州大学大学院農学研究院 *Faculty of Agriculture, Kyushu University*

キーワード：吹送流、抵抗係数、波高特性

しており、この値は、風速分布より得られた回帰線をもとに計算して得られる値である。Fig.3より Point A においては、Tsuruya らによって得られた結果に比べて、空気の摩擦速度が低い値になっており、植生による違いは明確でないことがわかる。しかし、Point B および Point C においては、Tsuruya らが示す実験結果とほぼ同様な関係を示しており、植生による水面占有率が高くなるにつれて、空気の摩擦速度は低い値になる傾向がある。この違いを定量的に示すために、空気の摩擦速度に違いがあった Point B および Point C についてバルク法 ($C_d = (U_{*a}/U_{10})$) を用いて各植生状況による抵抗係数の違いを明らかにした。Fig.4より、抵抗係数は植生による水面占有率が高くなるにつれて減少すること、さらにこの傾向は風下側で顕著に現れることが明らかになった。

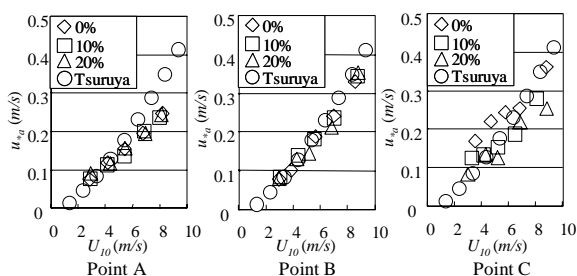


Fig.3 高さ10mにおける風速と空気の摩擦速度の関係
Relation between the air friction velocity and the wind velocity at 10m from water surface

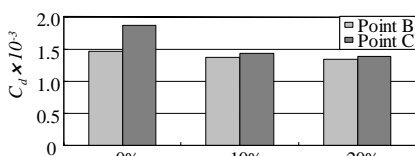


Fig.4 植生の違いによる抵抗係数の違い
Resistance coefficient for various conditions of floating vegetations

(2) 風波特性

Fig.5 は波の代表的な特性値である有義波高について示したものである。植生による水面占有率が高くなるにつれて有義波高は、低い値になっている。このことより、植生が繁茂することにより、風波の発達に影響を及ぼしていると推察される。Fig.6は無次元吹送距離と、無次元波エネルギーの関係を示したものであり、Mitsuyasu ら (1975) によって得られた結果も示している。この図より、植生

が繁茂することにより波のエネルギーが減衰していることがわかる。また、この図が無次元吹送距離でまとめられていることから浮葉植物の風波に対する影響は、浮葉植物の繁茂が単純に吹送距離を減少させることによって影響を及ぼしているだけではなく、水面に繁茂することによって波の発達に影響を及ぼし、その結果波のエネルギーを減少させていると考えられる。

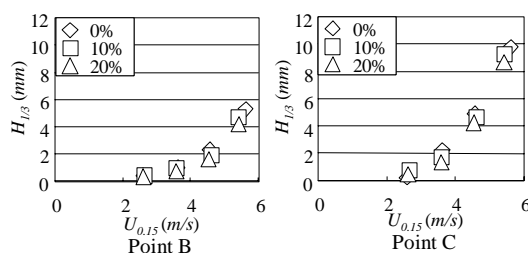


Fig.5 代表風速と有義波高の関係
Relation between the significant wave height and the representative wind velocity

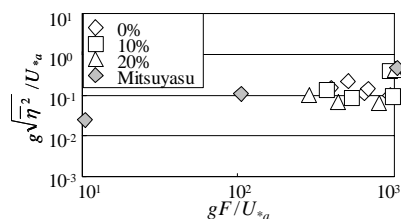


Fig.6 無次元吹送距離と無次元波エネルギーの関係
Relation between the dimensionless energy of wind wave and the dimensionless fetch

・おわりに

本研究は、閉鎖性水域における浮葉植物の繁茂は風の作用に対して、抵抗として影響を与えることを明らかにし、その効果を抵抗定数により定量化した。さらに、無次元波エネルギーの概念を用いることにより浮葉植物の繁茂は、吹送距離を減少させるだけでなく風波の発達に影響を与えることを明らかにした。今後は、実際の自然環境に繁茂する浮葉植物について定量化していきたい。

参考文献

- (1) 鶴谷 広一・中野 晋・加藤 始・一戸 秀久 (1983): 吹送流に関する風洞実験 - 吹送流の発生に及ぼす反流の効果 - , 港湾技術研究所報告, 第 22 巻, 第 2 号, pp.127-174
- (2) Mitsuyasu,H.(1975) On the growth of the spectrum of wind-generated waves spectra. Re. Report of Research Institute of Applied Mechanics Kyushu University. Vol.23,No.72,pp.31-60