

# 閉鎖性水域の吹送流場に及ぼす水面被覆の影響

## *Effect of Covering at Water Surface on the Wind Current in a Closed Water Body*

○濱上 邦彦\* 森 健\*\* 中武 聖\*\*\* 吉岡 秀和\*\*\*\* 平井 康丸\*

HAMAGAMI Kunihiko, MORI Ken, NAKATAKE Sho, YOSHIOKA Hidekazu, HIRAI Yasumaru

### 1. はじめに

夏季の成層化した閉鎖性水域では、栄養塩の集積による水質汚濁やそれに伴う異臭・景観悪化など様々な問題が生じやすい。このような閉鎖性水域における水質浄化の一手法として、水生植物の高い栄養塩類の吸収能を用いた水質浄化法が提案されている。しかし一方で、水面における水生植物の繁茂は閉鎖性水域の貧酸素化をもたらす大きな要因のひとつとなり、水域内流動の駆動力となる風や熱の作用に影響を及ぼし、これによって水域の流動が停滞することが考えられる。すなわち、水生植物の水質浄化能力を適切に評価するには、閉鎖性水域の流動に及ぼす影響を考慮したうえで、それを最大限発揮しうるような最適な被覆量を規定することが必要となる。

そこで本研究は、水生植物の被覆による水域内流動への影響を考慮した水質予測モデルを構築するための一環として、吹送流場における水面被覆の影響を検討することを目的とし、閉鎖性水域を模擬した風洞実験水槽を用いて被覆を伴う水域内の流速変動および水面波に関する検討を行った。

### 2. 実験概要

Fig.1 は実験概要図を示している。長さ 6.0m、幅 0.3m、深さ 0.4m の水槽上部に高さ 0.3m の風洞を設置した。水面被覆による外乱の規模に及ぼす影響としては、水面におけるせん断応力の遮断および水面波の発達への阻害が大きいと考えられるため、実験においてはこれらを表現するために厚さ 5mm の発泡スチロール板を被覆体として用いた。この被覆量 (0%, 5%, 10%) および被覆形態 (横一様, 中央, 側岸) が吹送流場に及ぼす影響を評価するために、まずは水面波に関する検討を行った。風波の実験に関しては、風速を水槽中央において熱線風速計により、風波を抵抗線式波高計により測定した。つぎに、水域内の縦断面流速分布を可視化により計測した。可視化についてはナイロン粒子を混合した水にレーザーライトシートを照射して、ビデオカメラにより撮影を行い、得られた画像から PIV 解析を行った。Fig.1 中にそれぞれの測定ポイントを示す。

### 3. 結果と考察

実験結果の一例を示す。Fig.2 は被覆率を 10% に固定して、その被覆形態を変化させた場合における風波の変動時系列より求めたパワースペクトルを示している。図中の F は水槽における位置を表し、実線は Phillips (1958) が導いた発達した風波のスペクトル特性を表す式

$$ps(f) = \beta g^2 f^{-5} \quad \dots(1)$$

を表す。ここに、 $ps$  は風波のスペクトル、 $f$  は周波数、 $g$  は重力加速度である。なお、 $\beta$  は Burling (1967) が与えた  $\beta = 9.51 \times 10^{-6}$  を用いた。図より、被覆のない場合においてはお

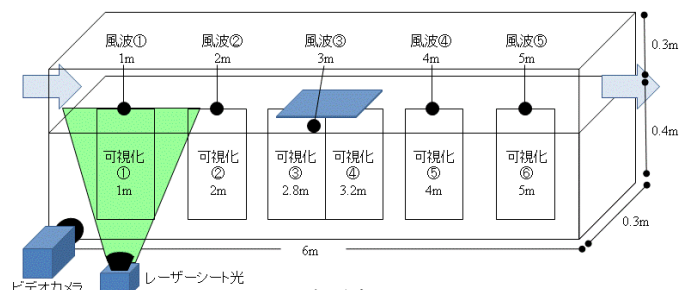


Fig.1 実験概要図  
The experimental equipment

\*九州大学大学院農学研究院 Faculty of Agriculture, Kyushu University, \*\*前九州大学大学院農学研究院教授 Previous Professor of Faculty of Agriculture, Kyushu University, \*\*\*九州大学大学院生物資源環境科学府 Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University, \*\*\*\*九州大学農学部生物資源環境学科 Department of Bioresource and Bioenvironment School of Agriculture, Kyushu University

キーワード：閉鎖性水域, 吹送流, 水生植物, 風波

よそどの地点においても(1)式を満たすことがわかるが、一様被覆の場合においては(1)式から大きくズレが生じていることがわかる。すなわち水槽中央において一様に分布した被覆体の存在により風波の発達を妨げられていることがわかる。また一方、中央被覆および側岸被覆の場合においては一様被覆の場合に比べ風波が十分に発達していることがわかる。被覆体の存在しない領域を波が通過するために風波の発達が大きく遮断されることがなかったためと考えられる。そこで各被覆形態における有義波高を Fig.3 に示す。図中の色付きの部分は被覆の領域を示している。なお Fig.3(c), (d) においては被覆の存在しない部分において波高を計測している。また、図中の風速①は被覆なしの場合において水槽中央で流れが層流状態となるような風速であり、風速②で遷移状態、風速③で乱流状態となるように設定した。図より、一様被覆の場合は被覆直後は波高が非常に小さくなっているのに対し、中央被覆および側岸被覆の場合は被覆領域での波高が若干大きくなり、被覆直後においても風波が減衰していないことがわかる。これより、同被覆率においてもその被覆形態によって風波の発達に及ぼす影響が大きく異なることがわかる。

以上の結果から、風波への影響が最も大きかった一様被覆の場合における水域内流動の可視化結果を Fig.4 に示す。図より、被覆率 10% の場合においては被覆下において流れが非常に小さくなっており、水域内流動が分断されていることがわかる。一方、被覆率 5% の場合においては被覆下においても流れが生じており、水域内流動は分断されていない。これより、一様被覆の場合においてもその被覆率により水域内流動が大きく変化することが示唆される。

#### 4. おわりに

実験水槽を用いて吹送流に及ぼす水面被覆の影響について検討を行った。これらの結果をキャリブレーションデータとして、水面被覆を伴う水域内の流動予測モデルの開発に役立てる予定である。

参考文献：①Burling R. W, W Stewart (1967) : Ocean-Atmosphere Interaction (microprocesses), *Encyclopedia of Oceanography*, R. Fairbridge, Ed., Rheinholdt, pp.571-576 ②Philips O. M (1958) : The Equilibrium Range in the Spectrum of Wind-generated Waves, *Journal of Fluid Mechanics*, Vol.4, pp.426-434

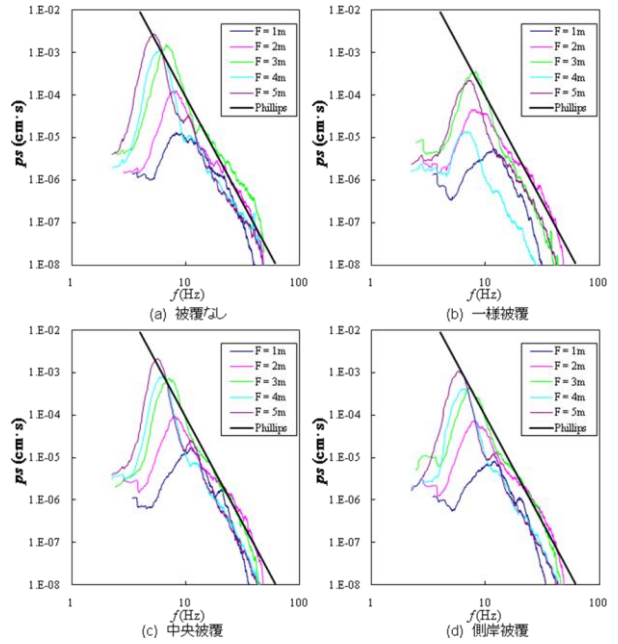


Fig.2 風波のスペクトル

The spectrum of wind wave

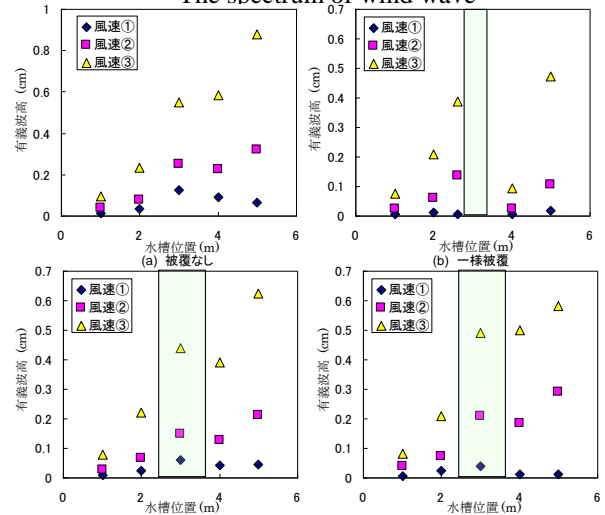


Fig.3 各被覆形態における有義波高

The significant wave height at each case

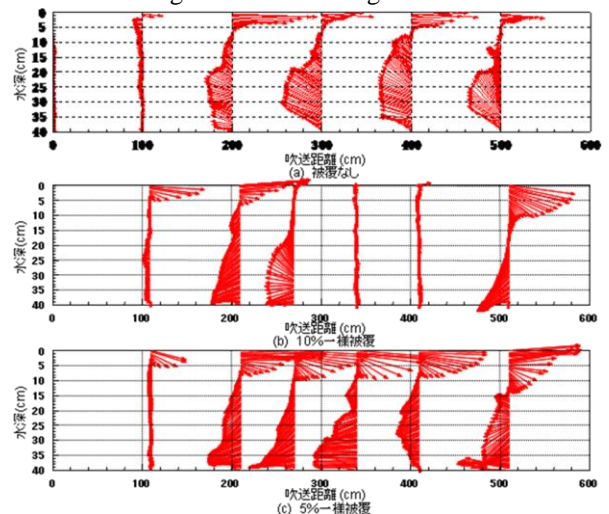


Fig.4 水域内平均流速分布  
The distribution of averaged velocity