

閉鎖性密度成層水域の連行現象に及ぼす水生植物の影響

Effect of Aquatic Plant on Entrainment Phenomenon in a Closed Density Stratified Water Area

尾崎 彰則* 村松 亮介* 森 健** 井上 英二** 原口 智和**

OZAKI Akinori, MURAMATSU, Ryosuke, MORI Ken, INOUE Eiji, HARAGUCHI Tomokazu

はじめに

近年環境問題への関心の高まりとともに、特に富栄養化が深刻な問題となっている閉鎖性水域における水質問題が様々な分野で研究がなされている。閉鎖性水域においては流入・流出が極めて少ないためにその内部における水環境物質の挙動を支配する流れは、風によって生じる循環流あるいは熱によって生じる熱対流に限られている。そのため、水面に生育する水生植物や藻類が存在する場合、風あるいは熱によって生じる擾乱を少なからず妨げているということが考えられる。そこで、本研究は、生物化学的浄化作用をもつが物理的に弊害になる恐れがある水生植物について、これらが閉鎖性水域に生息した場合、とくに浮葉性植物と沈水性植物が繁茂する場合について内部循環流の形成がどのように変化するか密度 2 成層場を用いて検討したものである。

実験概要

実験装置を、Fig.1 に示す。測定項目は風速の鉛直分布、塩分濃度および水温の鉛直分布である。風速は熱線風速計、塩分濃度は電気伝導度計、水温は熱電対を用いて測定した。Fig.1 に示すように、風速は風上から 300cm、塩分濃度、水温は風上から 275cm の位置で測定した。浮葉性植物は、厚さ 3mm の 30cm × 30cm の発泡スチロール板で模擬し、実験装置の両端から順に 10%、20%、30% と被覆率を増加させ、被覆率 10% の場合は両端にそれぞれの発泡スチロールを 1 枚、20% の場合は 2 枚、30%

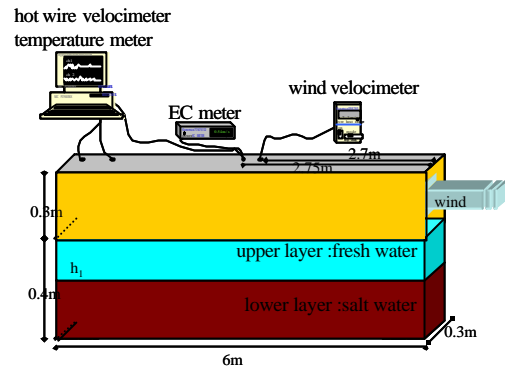


Fig.1 実験装置

Schematic diagram of experimental apparatus

の場合は 3 枚水面に浮かべて実験を行った。沈水性植物は、針金で模擬し 30cm × 30cm の金網 (5mm メッシュ) に直径 1.5mm の針金を固定して製作し、それぞれの高さを TypeA=35cm (密度界面より 5cm 上)、TypeB =25cm (密度界面より 5cm 下)、TypeC =15cm (密度界面より 15cm 下) の場合について実験を行った。浮葉性植物に関する実験条件は、水面占有率 b 、風速、上・下層間の密度差 Δr 、空気の密度 r_a 、上層水深 h_1 、空気の摩擦速度 u_{*a} をパラメータとしてリチャードソン数 R_{ia} が 10~120 の範囲で実験を行った。沈水性植物に関する実験も同様なパラメータを用いて、 R_{ia} が 40~240 の範囲で実験を行った。

流速の測定には X 型ホットフィルム流速計を使用し、流速計の設置地点は、浮葉性植物に関する実験では水槽中央部 A_f 、水槽後方部水草端 B_f の 2 点について、沈水性植物に関する実験では水槽中央部 A_s と水草端 B_s および水草直上 C_s の 3 点について計測を行った。

*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

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

キーワード：閉鎖性水域，密度成層流，吹送流，水生植物，連行現象，乱流構造，

・実験結果および考察

実験結果から，吹送流型 2 成層流の連行係数 (E) と層平均リチャードソン数 (R_{ia}) の関係は Fig.2 に示すように R_{ia} 数が 100 以下の領域において， $E \propto R_{ia}^{-3/2}$ の関係を得た．また Fig.2 から，同じ R_{ia} で比較すると浮葉性植物の水面占有率が高くなると，連行係数は小さくなり，沈水性植物の草丈が高くなると連行係数は大きくなるのがわかる．

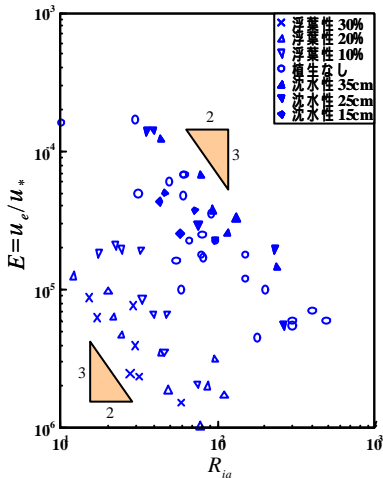


Fig.2 連行係数とリチャードソン数

Entrainment rate $E = u_e / u_{*a}$ Plotted Logarithmically as a function of over all Richardson number

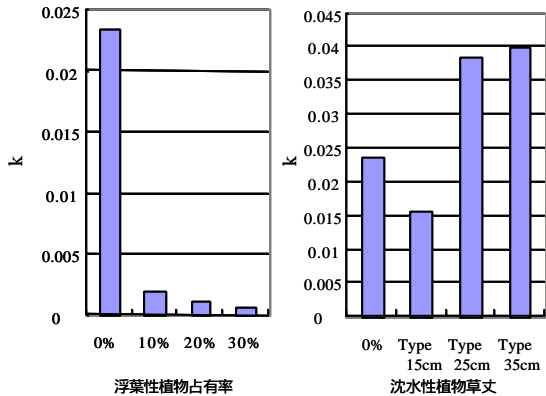


Fig.3 植生状況と K_b

Experimental date for K_b as a function of luxulant water plants

乱流構造に関する実験から，水平および鉛直方向乱れ強度の水深平均 k_b ， \tilde{v} と植生状況との関係を表したものが Fig.4 および Fig.5 である．乱れ強度の水深平均値は水平方向，鉛直方向ともに、浮葉性植物による水面占有率が大きくなるにつれて小さくな

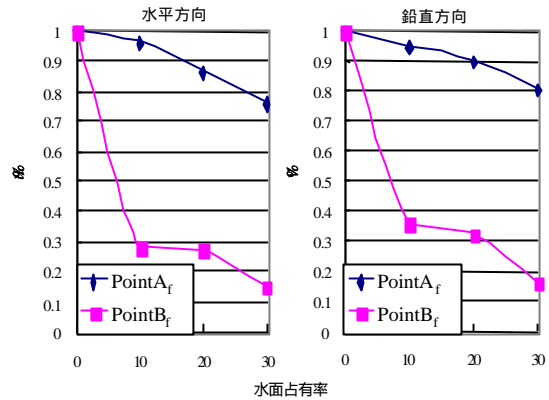


Fig.4 浮葉性植物に関する乱れ強度水深平均
The mean turbulent intensity for the water depth case with floating water plants

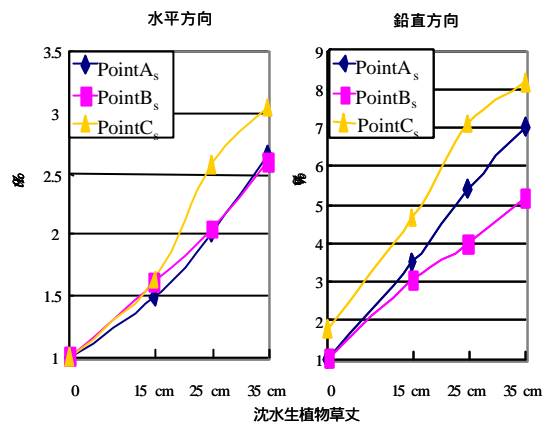


Fig.5 沈水性植物に関する乱れ強度水深平均
The mean turbulent intensity for the water depth case with submerged plants

り，沈水性植物の草丈が高くなるにつれて大きくなっている．この図は Fig.3 に示す連行現象に関する実験値から得た k_b の変化にほぼ一致している．

・終わりに

本研究から，浮葉性植物がある場合には連行速度が小さくなり，沈水性植物がある場合には連行速度が大きくなる結果を得た．このことは，密度界面の連行速度に密接に関係する乱流エネルギー量が，浮葉性植物がある場合には水面占有率が大きくなるにつれて減少し，沈水性植物がある場合には草丈が高くなるにつれて増大する結果を得た．

参考文献

森 健・戸原 義男・加藤 治：吹送流による密度界面の連行速度に関する実験的研究，農業土木学会論文集，第 144 号，pp85~93