

II-240

石炭灰利用人工海底山脈に関する二層流実験

東京電力㈱ 技術研究所 正会員 笠井
㈱間組 技術研究所 正会員 大橋 木下

1. まえがき

人工海底山脈構想は、石炭火力発電所から発生する石炭灰を用いて、海底に構造物（海底山脈）を設置して自然の流れをこれにあてることにより湧昇流を作りだし、この湧昇流により海底付近に豊富に存在する栄養塩を太陽光の届く表層近くまで押し上げて、植物プランクトンの増殖を図るものである。

本稿では、この構想に関する基礎研究の一環として実施した二次元水槽による二層流模型実験についてその概要を報告する。

2. 二層流実験の概要

人工海底山脈に関する流れは、（表層水と下層水で）密度差のある二層流の移流・拡散現象と位置付けられる。本実験の目的は、人工海底山脈の規模および流速が下層水の湧昇効果に及ぼす影響を評価することである。実験では、図-1に示すような二次元水槽を用いて、食塩によって密度差1/1000を有する二層流を発生させた。また、流れを可視化するために密度の大きい下層水にはメチレンブルーを混入した。そして人工海底山脈の規模（模型高さ）を3種類、流速を $v=2.0\sim 10.0\text{cm/sec}$ の5種類に変化させて計15ケースの実験を行なった。また、表層水と下層水の密度差が湧昇効果に及ぼす影響を調べるために密度差が0、1/250、1/500の場合についても実験を行なった。実験諸条件の設定に関してはフルード数による相似則を適用し、実海域との対応を考慮している。図-1に示す計測位置において、流速、密度（塩分の電導度）の計測を行なった。また、計測と同時に写真撮影を行ない、画像処理手法を適用して湧昇効果を評価した。

3. 実験結果および考察

流速分布 図-2は各測定点での平均流速をベクトル表示したものである。A点ではほぼ様な流速分布が模型を越えた後、流速が増加し渦状の流れとなっているのがわかる。この傾向は全ての実験ケースで同様である。

人工海底山脈の規模と湧昇効果の関係 図-3は、 $v=6\text{cm/sec}$ の場合について、模型の規模を3段階に変化させた時の下層水の到達高さを、画像処理結果より求めたものである。模型の規模が大きくなるにつれて下層水は水面近くまで到達しているのがわかる。

流速と湧昇効果の関係 図-4は、模型LMの場合で、流速を2、6、10（cm/sec）と変化した時の、下層水の到達高さを画像処理結果より求めたものである。この図より、模型の規模が同じ場合、流速が大きくなるにつれて下層水はより水面近くまで到達する様子が認められる。図-5はフルード数と各位置（模型の法尻からの距離 x を模型の高さ h で無次元化したもの）における湧昇高さ（湧昇高さを水深 H で無次元化したもの）の関係を3次的に示したものである。この図から、フルード数が大きくなるにつれて、より高いところまで湧昇が起こっている様子がわかる。

密度差と湧昇効果の関係 図-6は下層水と上層水の密度差を0、1/1000、1/500、1/250と変化した場合の到達高さを示したものである。密度差1/250の場合では、模型を越えた下層水がそのまま模型の斜面に沿って下降し水底に底流する様子がわかる。密度差1/500の場合、模型の近傍では1/1000とほぼ同じ湧昇が認められるが、模型から下流に離れるにつれてその到達高さが小さくなる様子がわかる。

4. あとがき

本研究では、実海域とほぼ相似な二次元水槽において二層流実験を行ない、密度の大きい下層水が人工海底山脈模型により表層近くまで湧昇することを確認した。今後は、有限要素法による本実験の数値シミュレーションを実施すると共に、画像処理手法による密度計測手法に関して研究を進める予定である。

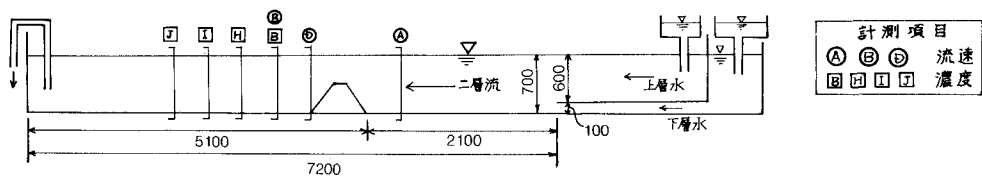


図-1 実験水槽正面図および計測位置

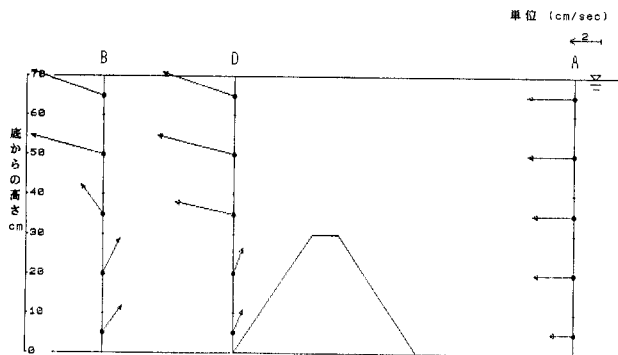


図-2 平均流速ベクトル図 ($v = 2 \text{ cm/sec}$, L S 模型)

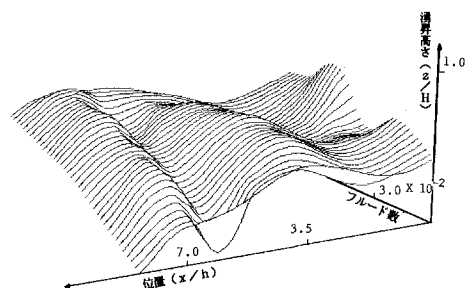


図-5 フルード数、位置と湧昇効果の関係

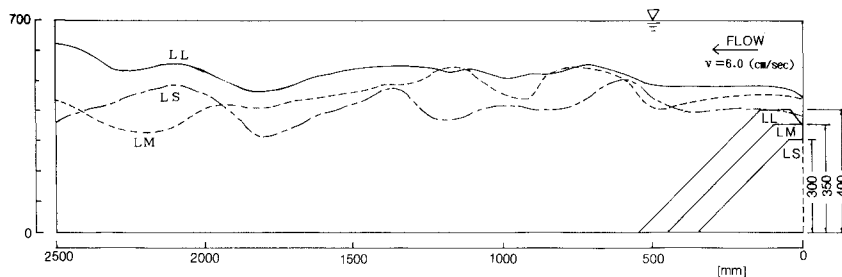


図-3 模型の規模と湧昇効果の関係

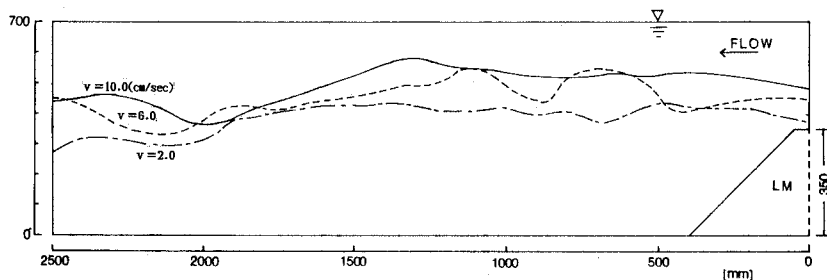


図-4 流速と湧昇効果の関係

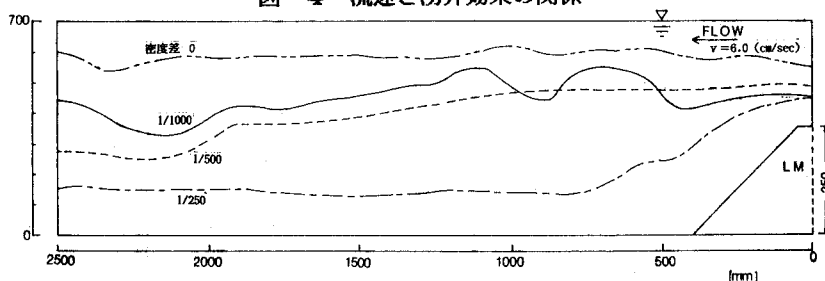


図-6 密度差と湧昇効果の関係