

海底設置型人工湧昇発生構造物の効果に関する研究

Research on the effect of a submarine installation type artificial upwelling generating structure

本田 陽一 [1]; 間木 道政 [2]

yoichi honda[1]; Michimasa Magi[2]

[1] ジオスケープ; [2] RITE

[1] geoscape corporation; [2] RITE

目的

海底設置型人工湧昇流発生構造物（人工海底山脈）は海嶺や堆に模した人工マウンドを海底に造成することにより潮汐流等の流れのエネルギーを利用して海底付近の比較的豊富な栄養塩類を真光層内に供給し、水産生物の増殖を図ろうとするものである。この構造物の高さは水深の1割~2割程度であり、天然の礁や堆などに比べるとはるかに小規模なものであるが、急峻な形状を持つことや卓越流向を勘案した効果的な形状とするなど、天然地形とは異なる特性も持っている。

本研究はこのように小規模な構造物による栄養塩類の真光層内への供給がどのような機構により生じるか、どの程度の効果量を見込むことができるのかについて、実海域観測結果の分析と数値シミュレーションによる再現計算により考察するものである。

方法

長崎県生月島北方約10km沖合の水深約82mのほぼ水平な海底にブロックの乱積みにより造成された人工マウンド構造物を対象として、2003年~2005年の7月~9月の成層期に物理観測を実施した。このマウンド構造物は高さ約12mの二つのピークを持ち、ピーク間の高さが約6.5m、ピーク間の長さが約65mの規模である。

2003年および2004年の観測では、調査船上よりのADCP（音響ドップラー流速計）による水平流速および音響反射強度の観測、STD計による水温、塩分の鉛直分布観測を実施した。これにより、人工マウンドに作用する流況とマウンドによる流況の変化をみた。

また、2005年の観測では、ターボマップによる乱流計測を実施した。

さらに、上記観測結果を用いて、数値シミュレーションによる流況再現計算を実施した。計算はLES乱流モデルを用いたもので、計算条件として観測結果から得られたマウンド上流側水平流速および密度分布を利用した。

結果

ADCP観測により得られた音響反射強度分布から水塊の分布構造を可視化することができた。その結果、マウンド下流側の内部波（風下波）の発生、上層水への下層水の連行現象などを確認することができた。また、内部波の碎波、内部跳水が発生している可能性がみられた。

観測により得られた内部波および連行現象を再現するために数値シミュレーションを実施した結果、内部波のパターンや連行現象をおおむね再現することができた。また、内部波の碎波による混合、内部跳水による混合現象もシミュレーション計算により再現された。

ターボマップ観測ではマウンド上流側と下流側にて乱流強度分布に違いが見られる例を確認した。数値シミュレーションにおいても同様の乱流強度分布の違いをある程度再現することができた。

ただし、非成層条件においては人工マウンド背後に間欠的に大規模な渦が発生し、それが自己誘導速度を持ち上昇することによる湧昇効果が確認されているが、成層期の観測および数値シミュレーションではそれを確認することができなかった。

しかし、成層条件下では内部波が発生することがあり、これにより流速分布が変化して流速シアの増加や平滑化が生じ、これが鉛直混合現象に寄与すると考えられた。つまり、人工マウンドによる湧昇効果の一定割合はシア混合による鉛直混合の促進によるものと考えられる。また、内部波の碎波、内部跳水、連行などの現象がみられ、そのような現象が生じた場合には乱流混合よりも大きなスケールでの鉛直混合が生じる可能性がある。

また、内部波から生じる流速シアを原因とした鉛直混合による真光層内への栄養塩供給量を確認するために、成層条件下において上流側に流速シアの無い状態で流速を変化させた計算を行った。その結果、鉛直混合の効果は内部波（風下波）の発生条件と強く関係があり、水深と内部波波長の比と関連があることが明らかとなった。