

## 回転系における潮流海底境界層の乱流に関する数値的研究

## A numerical study on turbulence of the tidally-induced bottom boundary layer in the rotating frame

# 坂本 圭 [1]; 秋友 和典 [2]

# Kei Sakamoto[1]; Kazunori Akitomo[2]

[1] 京大・院・理・地球; [2] 京大・院・理・地球

[1] Earth and Planetary Sci., Kyoto Univ.; [2] Earth and Planetary Sci., Kyoto Univ

<http://www-ocea.kugi.kyoto-u.ac.jp/>

潮流によって形成される海底境界層 (Tidally-induced bottom boundary layer, TBBL) は、シア不安定を起し海水混合に寄与する。しかし、地球回転の影響を受けた TBBL の乱流特性や混合効果については未だ明らかでない。そこで本研究では、3次元数値実験を行い、中立成層の下での回転系における TBBL の乱流を調べる。

数値モデルの支配方程式は、リジッド・リッド近似の下での非静水圧運動方程式と連続の式である。モデル領域は矩形海とし、水平に周期条件、海底に粘着条件、海面に非粘着条件を課す。基本潮流場として、解析的に求められた時間振動流を与える。を潮流振動数、 $f$  をコリオリ・パラメータとして、 $f$  と定義される時間ロスビー数  $Ro_t$  を 0.5, 0.95, 1.05, 2.0 と変えて、4つの実験ケースを行う。統計的に定常な状態に達してから 10 潮流周期の間の乱流場を以降の解析に用いる。

実験結果では、速さに摩擦速度  $u_A$ 、長さに  $u_A/|f|$  (反時計回りの潮流楕円では  $u_A/|f|$  を正、時計回りでは負とする) という「outer scale」を用いて無次元化することで、平均流やレイノルズ応力の鉛直プロファイルが相似性を持つことが明らかになった。さらに、無次元化された平均流の鉛直プロファイルは、乱流エクマン層において報告されている分布と一致した。その一方で、擾乱運動の長さスケールと長さスケールには相似性は見られなかった。これは、 $Ro_t$  が 1 に近い場合に、顕著な慣性波の励起・伝播に伴って、上層における擾乱運動の強化とその長さスケールの抑制が引き起こされるためである。

次に、TBBL における乱流混合を調べるために、得られた流速場におけるパッシブ・トレーサーの時間発展を計算し、見かけの拡散係数を見積もった。outer scale を用いて無次元化することで、拡散係数の鉛直プロファイルに再び相似性が現れた。この結果は慣性波が砕波せず混合に寄与しなかったことを示すが、これは、本実験で用いたレイノルズ数が 1000 から 4500 と小さいことが関係しているかもしれない。ここで得られた相似性は、緯度 ( $f$ )、潮流周期 ( $T$ )、潮流振幅 ( $u_A$ ) から拡散係数を決定できることを意味する。現実の海洋にこの結果を適用すると、 $Ro_t$  が 1 に近い場合、つまり臨界緯度に近い場合に効果的な混合が引き起こされることになる。潮流振幅を 8.5cm/s とすると、 $Ro_t$  が 0.95, 1.05 の場合に見かけの拡散係数は 400 から 600cm<sup>2</sup>/s に達するのに対し、 $Ro_t$  が 0.5, 2.0 では最大でも 50cm<sup>2</sup>/s である。

ここでは中立成層の下での TBBL 乱流の基本的な特性が明らかになったが、現実の海洋における TBBL の乱流に関する更なる理解のためには安定成層の効果を考慮する必要がある。