

## 風波上を通過する気流の3次元直接数値計算

○木原直人・植田洋匡・花崎秀史

## 1. はじめに

大気・海洋間での運動量・熱の交換を正確に見積もることは台風や集中豪雨といった異常気象や、高潮の発達を予測する上で重要である。特に、気流から風波への運動量輸送はこれらを代表する海洋学で最も興味を持たれてきたテーマであり、また、これは海面粗度に直接繋がるため、気象学でも大気境界層の研究として活発的になされてきた。しかしながら、その詳細なメカニズムに関する知見は未だ乏しい。そこで本研究では、3次元直接数値計算を用いて、風波の上を通過する気流の乱流構造を調べる。

## 2. 波の発達率

気流から風波へのエネルギー輸送による風波の発達率を表すパラメータとして風波の発達パラメータ  $\beta$  がよく用いられる。本計算での  $\beta$  を波齢の関数として図1に載せる。波齢  $c/u_*$  が 14 程度で符号が変わり、それ以上の波齢では風波から気流へエネルギーが輸送されている。また本計算ではレイノルズ数が非常に低いため ( $Re_\tau=150$ )、高レイノルズ数での理論、及び2次のクロージャーモデルの結果に比べて  $\beta$  の傾向が波齢の低い方へシフトしている。

また平均流速分布を見ると、 $\beta$  が正の時は平坦な壁面上の気流よりも流速が遅くなり、海面粗度が大きくなる。一方、負の時は流速が速くなり、海面粗度が小さくなっており、 $\beta$  と海面粗度とが相関がいい。

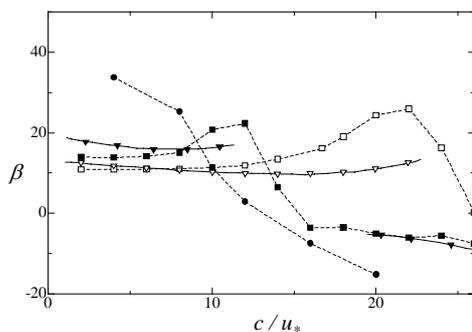


図1 波の発達パラメータ  $\beta$ . ●: 本計算結果

## 3. 運動量フラックス

風波上での気流をモデル化するには、風波に起因する運動量フラックスと乱流構造を正確に把握することが重要である。Miles (1957)の準層流モデルでは、critical height 以下ではこの運動量フラックスがある一定の値を持ち、その高さ以上では0となり、critical height で不連続である。この運動量フラックスは波と相関のある流速成分によって決まる。図2に波と相関のある流速成分の第一波数成分の振幅と位相のずれを critical height で無次元化した高さの関数として示す。全ての波齢において、水平、鉛直流速の両方で critical height を挟んで位相が  $0.7\pi$  変化している。また、振幅は critical height で極値を持っていることがわかる。この波と相関がある流速成分の critical height での大きな変化は海面を通しての波への運動量輸送とも強いつながりがあるため、乱流場においても Miles が示した準層流モデルと同様な結果が見られることがわかった。

## 参考文献

Miles (1957) On the generation of surface waves by shear flows. *J. Fluid Mech.* **3**, 185-204.

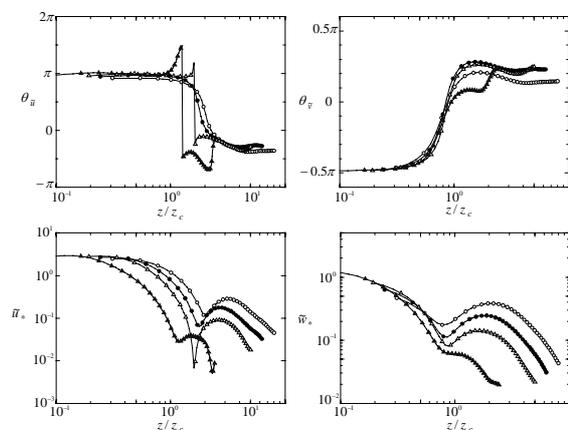


図2 波と相関のある流速の第一成分の振幅と位相のずれ。○, ●, △, ▲はそれぞれ  $c/u^*=8, 10, 12, 16$ .