

第Ⅱ部門

砕波による表層混合のパラメタリゼーションと台風に対する応答

京都大学工学部	学生員	○高木 雅史
京都大学防災研究所	正会員	森 信人
金沢大学理工研究域	正会員	二宮 順一

1. 研究目的 高潮・高波災害は、その生起頻度の低さゆえに過去の観測値による評価だけでは不十分であり、数値モデルによる評価が非常に重要である。一般的に、この評価にはモデル自体の精度と外力の精度が重要になるが、数値モデルと大気データ等の精度は年々向上している一方で、それらを結合する大気海洋境界における運動量や熱の交換、海面粗度および砕波による表層混合などについては現在でも極めて簡易に扱われている。そのうち、砕波による表層混合はこれまでの風速依存によるパラメタリゼーションに加え、波浪を考慮することによる最適化が期待されている。これらのパラメタリゼーションは台風・高潮・高波・大気・海洋循環等、きわめて広範囲に影響を与える。

本研究では、観測データを用いて波浪に依存した表層混合の式(Feddersen et al.,2004)のパラメタリゼーションを行い、パラメタリゼーションによる台風への応答を解析した。

2. TKE フラックス係数 α の推定 Feddersen らが提案した波浪依存の表層混合層の式は次のように表される。

$$K_q \frac{\partial k}{\partial z} = \alpha \overline{\varepsilon_w}$$

K_q は渦粘性拡散、 k は乱流運動エネルギーTKE、 z は鉛直座標、 $\overline{\varepsilon_w}$ は砕波による下向きTKEフラックスを表し、 α は係数である。この係数 α は砕波によって散逸される波のエネルギーが乱流運動エネルギーTKEとして水中に拡散される割合を表している。この係数 α を、京都大学田辺中島高潮観測塔で得られ

た海象データを用いて推定した。推定された係数 α の結果を図1に示す。推定された係数 α の大きさは既存モデルの0.25よりも小さい値が推定された。また、風向・波向きが近い場合(差が30度以内)に対して逆の場合(差が150度~180度)の係数 α の大きさは5~10倍であった。さらに、風向・波向きが近いケースでは α と波形勾配 H/L (H :有義波高、 L :代表波長)の逆数に相関係数0.4程度の弱い相関がみられた。

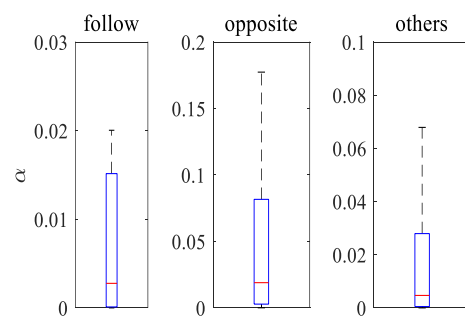


図1 推定された係数 α (箱ひげ図)
(follow: 風向・波向きが近い場合,
opposite: 風向・波向きが逆の場合,
others: 上記以外)

3. バルク式の台風数値計算への影響 既存の波浪依存の表層混合の式(Feddersen ら)に加え、摩擦速度依存の式(Craig and Banner,1994)、前章でパラメタリゼーションされた式を用いて2013年台風30号(Haiyan)の数値計算を行った。

まずは、バルク式の台風マクロ特性への影響を調べるために最低中心気圧の時間変化を図2に示す。摩擦速度依存式を用いた場合(friction)に最も発達しており、 α が定数の時

Masashi TAKAGI, Nobuhito MORI, Junichi NINOMIYA

takagi.masashi.37w@st.kyoto-u.ac.jp

(図中の数字は α の大きさを表す)と比べて最大 5hPa 程度の差が確認された。また、 α の大きさによっても中心気圧に差が存在した。一方、風向・波向きを考慮することでも最大 8hPa 程度の有意な差が確認されており、風向・波向きが台風特性へ大きな影響を与えていることが推測される。

続いて、風向・波向き・波形勾配を考慮することによる表層 TKE の空間分布への影響を図 3 に示す。風向・波向きを考慮すると台風中心付近の北側（進行方向左）の後方で表層 TKE が小さくなり、波形勾配を考慮するとその傾向がさらに顕著になった。一方、海面水温や表層混合層の厚さへの影響は台風中心から離れた南側で影響があり、この関連については今後の課題である。

4. 結論 本研究では観測データを用いて表層混合の式のパラメタリゼーションを行った。この解析により、Feddersen らの式の TKE フラックス係数 α の大きさは既存の値よりも小さく推定され、また風向・波向きの関係に依存する傾向があることが明らかとなった。一方、台風数値計算により、この傾向が台風のマクロ特性に大きな影響を与えたことから、表層混合の推算における風向・波向きの重要性が示された。

5. 参考文献 1) Feddersen, F., Trowbridge, J. H. The effect of wave breaking on surf-zone turbulence and alongshore currents: A modeling study. J. Phys. Oceanogr. 2004, 35(11), pp.2187-2203.

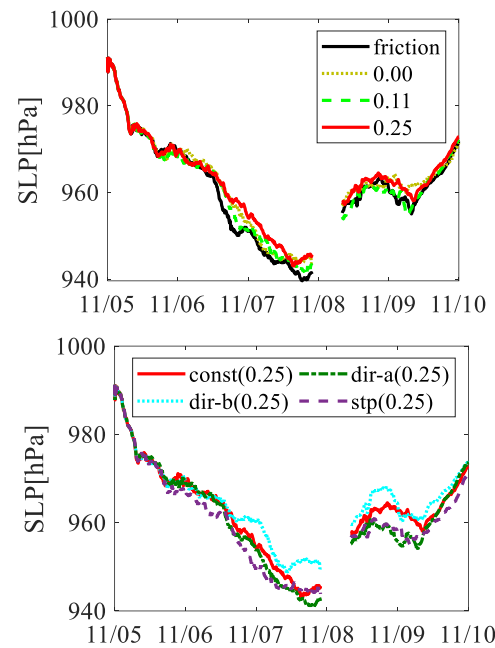


図2 バルク式の最低中心気圧への影響
(上: 摩擦速度依存式を用いたケース
および α が定数の時
下: α が定数の時(const),
風向・波向きを考慮した時(dir),
さらに波形勾配を考慮した時(stp))

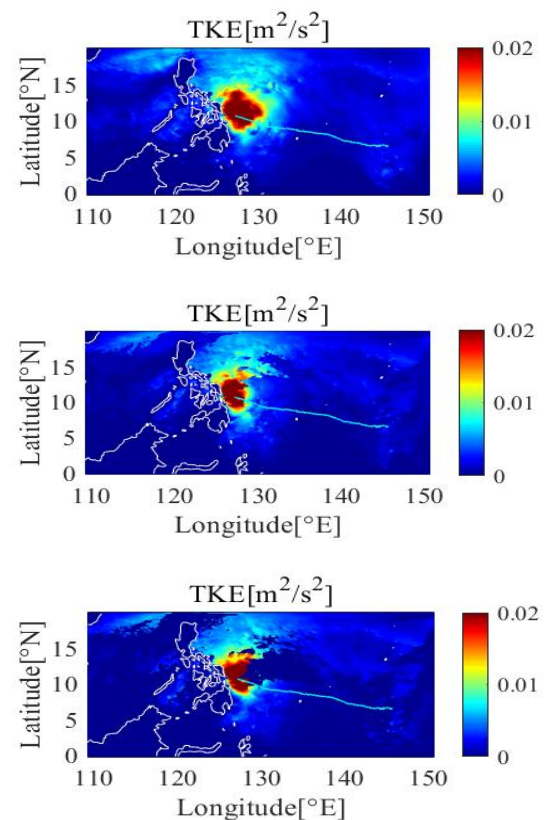


図3 表層 TKE の空間分布
(上から const, dir, stp の順)