

自己評価報告書

平成23年 4月 18日現在

機関番号： 12601

研究種目： 若手研究 (S)

研究期間： 2008~2012

課題番号： 20676008

研究課題名 (和文) 外洋における異常波発生要因特定のための観測研究

研究課題名 (英文) Observational study to determine the causes of the freak wave generation in the open ocean

研究代表者

早稲田 卓爾 (WASEDA TAKUJI)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授

研究者番号： 30376488

研究分野： 工学

科研費の分科・細目： 総合工学・船舶海洋工学

キーワード： 巨大波発生要因、GPS 波浪計測、浮体動揺特性、黒潮続流、大気・海洋・波浪相互作用

1. 研究計画の概要

実海域での波浪スペクトルは、風の場の変動、海流の影響により、激しく変動する。本研究では、このような風の場や海流を波浪と同時に測定し、異常波発生の前兆となる環境要因の変動特性を特定する。以下のメカニズムを仮説として検証を行う：

- i) 風速の急変 (前線の通過など) に伴う、波浪エネルギーの分散集中
- ii) 黒潮や中規模渦による波線の屈折によるエネルギー集中
- iii) 以上の特殊な環境要因下で形成された波浪場の不安定による異常波発生

2. 研究の進捗状況

(研究方法)

- 1) 新たに外洋 (黒潮続流周辺) における巨大波浪観測ブイシステムを開発し、その有効性を検証する
- 2) 開発したシステムを用いた定点観測により得られる、巨大波発生時の時系列データの解析
- 3) 拠点定点観測点周辺における短期集中観測で得られる各種環境要因の分布とその変動の現場観測データについて、数値シミュレーションモデル計算結果及び衛星データ解析結果と相互比較する。

(これまでの成果)

① GPS 波浪システムの開発と観測

漂流型風速計ありとなし 2 形状と大型浮体 (JAMSTEC K-TRITON ブイ) を利用して GPS 波浪観測を行った。漂流型を合計 3 基、K-TRITON 設置型を 2 基開発した。それぞ

れ、毎時の統計値の送信と、イベント時 (最大波高が有義波高の 2 倍を超えた時、有義波高が 3m を超えた時) に時系列を送信する。陸上でのテストから GPS ノイズ特性を確定し、浮体の運動特性と合わせ、高度についてはハイパスフィルター、緯度・経度についてはバンドパスフィルターを用いる。これまでに、平塚沖、JAMSTEC Kuroshio Extension Observatory (JKEO 38.1N, 146.4E)、神津島沖 (34.2N, 139.1E) にて観測を行った。JKEO の観測 (2009/8/29 -2010/9/28) では、381 の 20 分時系列を取得。そのうち、51 ケースにフリーク波が含まれていた。10m を超えるフリーク波を 2009 年 10 月末、台風 20 号通過時に計測した (13.2m と 12.3m)。

② フリーク波の発生指標

これまでの研究で、不規則波の波長がそろい (スペクトルの周波数バンド幅 Q_p の増加)、波向きがそろった時に (スペクトルの方向分散性 σ_p の減少)、準共鳴相互作用 (quasi-resonance) が卓越し、フリーク波の発生確率が、高くなることが分かってきた (Waseda et al. 2009, 引用 (1))。今回観測を行った地点と同様の海域で起こった、海難事故例では (Tamura et al. 2009, 引用 (3))、波浪スペクトルの変化が、 $Q_p - \sigma_p$ ダイアグラム (フリーク波の発生指標) の、右下にスペクトルパラメーターが位置する時に、フリーク波の発生頻度が高くなるということを示唆した。今回最大波を測定した期間のスペクトルの変化をみると、仮説を支持するように、波浪スペクトルが、最もせまくなった時に、フリーク波が観測されている。

③ 波浪モデルと方向スペクトル解析
方向スペクトル特性は、太平洋全域波浪モデルから、順次ネスティングにより解像度を上げる日本近海波浪モデル(120° Eから150° E、22.2° Nから47.6° Nの1/4度格子)から推定した。有義波高については、観測値と良い相関が得られたが(相関係数 0.86)、方向スペクトルの検証は行われていない。現在、ある瞬間には、特定の周波数の波は、特定の方向のみに進行すると仮定する、Wavelet Detection Method を用いた方向スペクトルの解析法を開発中である。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している

(理由)

異常波の発生と、不規則波の不安定との関係が理論的・実験的に指摘されているが、外洋における直接観測による実証は非常に限られている。2009年8月から2010年9月までに行った観測は(うち有効データは4カ月程度)、世界的にも独創的な波浪観測である。最大で13mを超えるフリーク波が観測され、その時の波浪スペクトルの変遷が、仮説と良く一致したことは、大きな成果と言える。残念ながら、2011年2月に投入した、K-TRITON 設置型の波浪計が3月に通信を絶ち、また、2度にわたって、漂流型波浪計が失われたことで(2009年と2011年)、JKEO サイトでの計測は中断している(ただし、2012年ブイ回収時にデータは取得できる可能性は有る)。しかしながら、複雑な海流や風の場の影響を受ける神津島観測サイトでの観測は継続しており、今後、新たな知見が得られることが期待される。以上の点から、様々な観測機器のトラブルが有りながらも、観測研究を遂行することができており、おおむね順調と自己評価する。

4. 今後の研究の推進方策

今後は、神津島沖(74m深)とJKEO(5400m深)の2拠点での観測を継続する。前者は、海流による影響と、島陰での突風の影響に着目して解析を行う。ともに、合成開口レーダー画像を45日に2シーン収録し、現地観測との比較を行う。漂流型ブイが、観測途中で故障した原因は、非線形性の強い波(砕波)に遭遇し、転倒、転覆したからと考える。強い非線形性を持つ波浪中の小浮体の運動について、実験、数値計算を行い、浮体形状を修正する。2011年度には神津島北側を中心とした観測を行う。2012年度(最終年度)に再度JKEO 地点での観測を再開し、それまでに構築する大気波浪結合モデルや、方向波解析法を用いて、解析を行い、フリーク波の発生要因に資する気象条件等を解明する。

5. 代表的な研究成果

[雑誌論文](計11件、うち査読無し1件)

(1) Waseda, T., T. Kinoshita and H. Tamura, 2009, Evolution of a random directional wave and freak wave occurrence, *J. Phys. Oceanogr.*, **38** (3), 621-639

(2) Waseda, T., T. Kinoshita and H. Tamura, 2009, Interplay of resonant and quasi-resonant interaction of the directional ocean wave, *J. Phys. Oceanogr.*, **39**, 2351-2362

(3) Tamura, H., T. Waseda and Y. Miyazawa, 2009, Freakish sea state and swell-windsea coupling -numerical study of Suwa-Maru incident-, *Geophys. Res. Letters*, **36**, L01607, doi:10.1029/2008GL036280

(4) Onorato, M., T. Waseda, A. Toffoli, L. Cavaleri, Fouques, O. Gramstad, P. A. E. M. Janssen, T. Kinoshita, J. Monbaliu, N. Mori, A. Osborne, Pakodzi, Serio, K. Stansberg, H. Tamura, and K. Trulsen, 2009, Statistical properties of directional ocean waves: the role of the modulational instability in the formation of extreme events, *Phys. Rev. Lett.*, **36**, doi:10.1103/PhysRevLett.102.114502

(5) 早稲田卓爾, 2009, 外洋に突発的に現れる異常波の発生と気象条件、海と空、**85** (2)、49-56 (査読なし)

[学会発表](計21件)(査読付会議録2件)

(1) Waseda, T., et al. 2011, GPS-based wave observation using a moored oceanographic buoy in the deep ocean, 21th ISOPE Conference, 2011/6/22 Maui, U.S.A. 査読有(発表確定)

(2) 早稲田卓爾, 2010, Freak waves and marine accidents, International workshop on Anomalous waves in the Ocean, 2010/11/30 台湾 台南 (招待講演)

(3) Waseda, T., Freak wave and ocean current energy utilization - overview of researches at U Tokyo -, 2009/8/19, MOERI, Daejun, Korea (招待講演)

(4) 早稲田卓爾, 外洋に突発的に現れる異常波の発生と気象条件、海洋気象学会波浪シンポジウム 2008/12/10、神戸市 (招待講演)

[その他]

ホームページ等

<http://waseda2.t.u-tokyo.ac.jp/~waseda>

波浪推算値(過去)を提供するサーバー

<http://157.82.253.137/las7p>