

東京湾へのうねりの侵入挙動に関する検討

防衛大学校 学生会員 ○井元 太二
 港湾空港技術研究所 正会員 田村 仁
 防衛大学校 正会員 八木 宏

1. 背景と目的

令和元年9月に発生した台風15号(Faxai)は、進路の東側にあたる千葉県、伊豆諸島を中心として強風による家屋の倒壊や送電線等のインフラ被害など甚大な被災を生じさせた。東京湾内では暴風により異常波浪が発生し、横浜市金沢区では海岸護岸の倒壊によって背後の工業地域に広い範囲の浸水被害が生じている。

台風15号による東京湾内の波浪災害の特徴は、湾西岸の横浜市を中心とした比較的狭い沿岸部に大きな被害が集中していることであり、これについては、①2方向からの高波浪の影響、②湾口から侵入したうねりの効果¹⁾が指摘されている。このうち後者については、外海から東京湾へうねりがどのように侵入するかなど基本的な性質が十分に理解されていない。そこで本研究では、Wave-Ray方程式によるうねりの伝搬解析と東京湾内の波浪記録の解析から、東京湾へのうねりの侵入条件や侵入挙動の把握を試みた。

2. Wave-ray方程式によるうねりの伝搬解析

(1) Wave-ray方程式による解析法

外海から東京湾へのうねりの侵入には、湾口部周辺海域の屈折現象が重要なプロセスとなる。本研究では、屈折を適切に表現しつつ、計算負荷が小さい(多様な条件に対す伝搬計算が可能)Wave-ray方程式による解析¹⁾を行った。

計算は、三浦半島の南東端の剣崎と房総半島の西端の洲崎を結んだ線上を侵入するうねりの沖側境界(図-1参照)とし、この境界上の各地点(およそ40m間隔、合計185地点)から周期及び波向き角をそれぞれ8-20s(0.5s間隔)、0-90°(5°間隔)の範囲で変化させたうねりを入射させ、Wave-Ray方程式でその伝搬挙動を把握した。

(2) 解析結果

図-1に周期帯別(左から8-10s, 11-15s, 16-20s)

の波向き線(Ray)空間密度(格子幅1/600°:およそ150m格子内のRayの本数)を示す。全般的な傾向として、西側の三浦半島、東側の房総半島沿岸に向かうRayが多く、外海から侵入したうねりの多くが浦賀水道内で両半島にトラップされていることがわかる。東京湾内に侵入するRayは、周期9-14.5sで多い傾向が見られ、このことは東京湾口～浦賀水道のエリアは、周期9-14.5sを中心とした周期帯のうねりを湾内に侵入させやすい地形構造を持っていることを示唆している。

一方、図-2に沖側境界での波向き角を変化させた時のRayの空間密度の一例(左から入射波向角50-60°, 65-75°, 80-90°)を示す。ここで波向きは東向きを0°として反時計回りで定義する。0-60°, 80-100°では、あまりRayは湾内に侵入せず、70°前後で顕著に侵入する傾向が見られた。このことから浦賀水道を通過して湾内に侵入するうねりの沖側境界における波向角は70°前後の狭い範囲にあるといえる。

3. 東京湾内の波浪データ解析

(1) 解析データ

東京湾内の波浪データとしては、東京湾口に近い第二海堡のNOWPHAS波浪観測値²⁾を用い、東京湾に侵入するうねりの特性を調べた。周期帯別波浪台帳では、6つの周期区分で波高が示されているが、ここでは10.7-14.2sの周期区分をうねり成分と捉え、2007～2018年の12年間分のデータを解析対象とした。さらに、比較データとして気象庁の台風データ³⁾から作成した経路図を用い、高いうねり成分時の気象場の把握を行った。

(2) 解析結果

表-1は、対象期間内でうねり成分の波高が高いイベントのうち上位10位までを表示したものである。1位の2017年台風21号、2位の2018年台風24号はうねり成分の波高が1mを超えている。

図-3に、高いうねり成分の波高が観測されたイベ

キーワード 東京湾, うねり, 台風, Wave-ray 方程式

連絡先 〒239-8686 横須賀市走水1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 TEL. 046-841-3810 E-mail : yagih@nda.ac.jp

ント時に発生していた台風の経路図を示す. これを見ると, 2011 年台風 12 号, 2007 年台風 4 号を除き, 台風は東京湾の西方を通過しており, このような台風経路が東京湾へうねりの侵入を引き起こしやすいことが示唆される.

4. 結論

本研究で得られた知見は以下の通りである.

(1) Wave-ray 方程式によるうねりの伝搬解析結果から, 周期帯は 9-14.5s で, 湾口部からの入射波向き角 70°前後の範囲の時にうねりは東京湾に侵入しやすい.

(2) 第二海堡の NOWPHAS 波浪観測値の解析から, 東京湾内で高いうねり成分が観測されるのは, 台風が東京湾の西側を通過した時である.

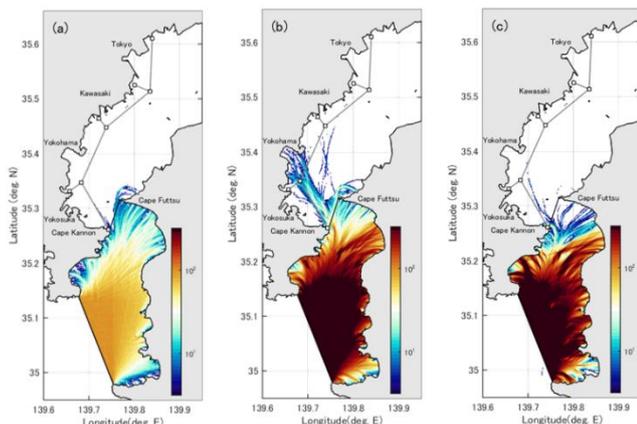


図-1 周期を変化させた時の東京湾に侵入する Ray とその空間密度分布図 (左から T=8-8.5s, 9-14.5s, 15-20s)

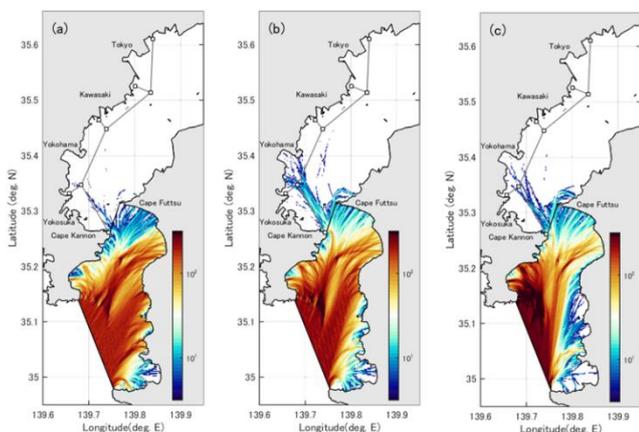


図-2 入射角を変化させた時の東京湾に侵入する Ray とその空間密度分布図 (左から波向角 50-60°, 65-75°, 80-90°)

表-1 第二海堡で高いうねり成分が観測されたイベント (上位 10 位まで) ²⁾

順位	日付	波高(m)	波向	備考
1	2017/10/23 6:40	1.41	北	台風21号
2	2018/10/1 4:40	1.06	北	台風24号
3	2014/10/6 11:40	0.95	北	台風18号
4	2013/9/16 9:20	0.87	北	台風18号
5	2011/11/20 1:20	0.87	南	冬型の気圧配置
6	2009/10/8 11:20	0.86	北	台風18号
7	2011/9/21 20:40	0.85	南	台風15号
8	2007/7/15 13:40	0.82	北	台風4号
9	2011/9/3 1:20	0.78	南	台風12号
10	2015/12/11 9:20	0.74	北	発達した低気圧

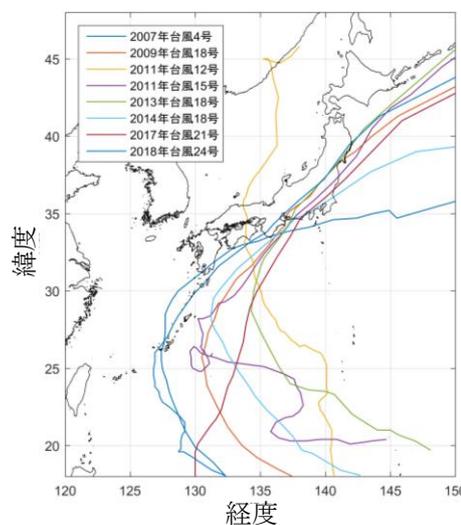


図-3 高いうねり成分が観測されたイベント時に発生していた台風の経路図 ³⁾

参考文献

- 1) Tamura, H., Kawaguchi, K., Iwamoto, T., Fujiki, T., Coastal destruction and unusual wave spectra induced by Typhoon Faxai in 2019, Coastal Engineering Journal, accepted.
- 2) 国土交通省港湾局, 全国港湾海洋波浪情報網 NOWPHAS, 周期帯別波浪台帳
- 3) 気象庁, 過去の台風資料
<https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/index.html>