

## 4 2 . 地球温暖化に伴う確率潮位の変動に関する研究

独立行政法人港湾空港技術研究所 海洋・水工部主任研究官 河合弘泰

### 1 . 研究の目的

日本列島の沿岸では、月や太陽の引力による天文潮に加え、台風接近時には海面気圧の低下や強風による気象潮（高潮）でも潮位が変化する。現行の高潮対策を目的とした海岸の施設は一般に、既往最高潮位（概ね過去半世紀）、朔望平均満潮位（大潮の満潮位）に伊勢湾台風クラスの台風による高潮偏差を加えた潮位、の何れかを設計潮位としている。

ところが、地球温暖化に伴う陸氷や海水の融解あるいは海水の熱膨張のためなのか、現に日本列島沿岸の平均海面は上昇しつつある。また、海面温度の上昇によってこれまで経験したことない勢力の台風が出現する危惧もある。これら地球温暖化に関わる諸現象によって生じる潮位の変動は、沿岸域に職住する人々の生命や財産に重大な影響を及ぼす。

したがって、まず潮位の基本となる天文潮位について、出現確率分布という観点から整理し直す必要がある。また、台風をモンテカルロ・シミュレーションに基づいて発生させるモデルを用いて、現状と地球温暖化が進んだ条件下において発生し得る台風をシミュレートし、これらの台風による気圧、風、さらにこれら気象外力によって生じる高潮の出現特性を比較することで、地球温暖化の影響を明らかにしていく必要がある。

### 2 . 研究の方法

日本列島沿岸の代表的な港湾を対象に、現在の潮汐調和定数を用いて過去50年間の天文潮位を計算し、その潮位の出現確率分布を求める。台風によって顕著な高潮が発生するのは夏から秋にかけてであるので、通年と台風時に限った場合との比較も行う。

次に、既往台風の中心気圧、半径、進行速度、進行方向の時間変化量の出現確率分布に基づき、モンテカルロ・シミュレーションによって台風をシミュレートするモデル（以下では「確率台風モデル」）を用いて、現状（厳密に言うと過去半世紀の平均的な特性）で発生し得る台風の特性を調べ、日本沿岸における気圧や風の出現特性を明らかにする。また、地球温暖化によって台風の出現特性が変化した場合についても、このモデルのパ

ラメタを変化させることで台風をシミュレートし、地球温暖化による影響も明らかにする。なお、ここで、台風の気圧分布にはMyersの分布を仮定し、風速は力学的経験モデルによって求める。すなわち、気圧としては海面換算気圧、風速としては海上風相当の平均風速である。

さらに、このようにシミュレートした個々の台風に対して、最低気圧や最大風速を変数とする経験式や線形長波方程式に基づく数値計算モデルによって、日本沿岸の内湾における高潮偏差を計算する。こうして得られた高潮偏差のピーク値や継続時間の出現特性を整理する。さらに、高潮偏差の経時変化と天文潮位の経時変化をモンテカルロ・シミュレーションによって重ね合わせ、合成された潮位の出現特性を明らかにする。

最後に、地球温暖化による潮位の出現特性の変化を海岸の施設の設計にどう反映させていくべきかについても検討する。

### 3 . 研究の成果

#### 3 . 1 天文潮位の出現確率分布

天文潮位の出現確率分布の形状は、同じ海域であれば異なる場所であっても、潮差の絶対値に違いはあるが分布形はよく似ている。また一般に、平均海面付近の出現確率が最も大きく、沿岸域の安全性を脅かす朔望平均満潮位に近い潮位の出現確率は夏から秋にかけての平均潮位の高い時期でも僅か数%に満たない。すなわち、朔望平均満潮位と重なって高潮偏差がピークになる確率は極めて小さい。ただし、高潮偏差は実際にはピーク値に近い状態が1～2時間継続することも少なからぬため、結果として朔望平均満潮位に近い天文潮位に遭遇する確率はそれほど小さくない。

東京湾、伊勢湾、大阪湾の海岸施設の設計潮位では、朔望平均満潮位に伊勢湾台風クラスの台風による高潮偏差を加えたものがよく使われている。その潮位の再現年数を既往観測潮位から求めると、概ね数百年のオーダーであった。

#### 3 . 2 現状における台風の出現特性

現状（「地球温暖化前」という意味、厳密には過去半世紀の平均）の台風の出現特性を再現できる確率台風モデルを用い、モンテカルロ・シミュ

レーションによって台風をシミュレートし、日本沿岸に來襲する台風の諸元を極値統計した。その結果、例えば、ある50年間で東京湾の周辺に來襲する台風の中心気圧で最も低いものの期待値は約924hPaであった。また、伊勢湾の周辺では約922hPa、大阪湾の周辺では約921hPaであり、東京湾の周辺よりやや低い値になった。その理由としては、東京湾より伊勢湾や大阪湾の方が台風の発生・発達域に近いことが考えられる。

一方、ある50年間における最大風速の期待値は、東京湾の周辺で約41m/s、伊勢湾と大阪湾の周辺では約40m/sとなった。つまり、東京湾の周辺では、伊勢湾や大阪湾の周辺よりも中心気圧は高いが風速は大きくなっている。一般に、台風の中心気圧が低く、半径が小さく、進行速度が速いほど、台風の眼の右側で吹く風速は速くなることが知られている。このことから、東京湾の風速が伊勢湾や大阪湾よりも速くなったことに、台風の半径や進行速度の出現特性の違いが影響しているものと思われる。

### 3.3 台風の平均場を変化させた場合の気圧や風の出現特性

地球温暖化による太平洋の台風の発生個数や強さの変化についてはいくつかの予測がなされているが、日本列島周辺に限った変化の特性については必ずしも明確な答えが見い出されていない。そこで本研究では、地球温暖化によって台風の発生個数、気圧、移動速度、半径の平均場が変化したという仮定の下に、台風の中心気圧や風速の出現特性を調べてみた。

その結果、例えば、地球温暖化によってその平均場が北に緯度で2°移動した場合には、東京湾周辺に來襲する台風の中心気圧で最低のものは約916hPa、伊勢湾周辺では約915hPa、大阪湾周辺では約911hPaとなり、現状と比べてそれぞれ約8hPa、約7hPa、約10hPaも低くなった。これは、台風の勢力が減衰しないうちに日本列島に到達するためである。平均場を東西に経度で2°ずらしても、中心気圧や風速に変化が見られた。

### 4. 今後の課題

本研究ではまず、台風の平均場が移動したという仮定の下で、日本沿岸に來襲する台風の中心気圧や風の出現特性の変化を感度分析した。一方、気象庁では地球温暖化を考慮した気象モデルRCM20を用いて西暦2100年までの気象計算をしているので、本研究の次のステップとしては、この

結果や地球温暖化による最新の知見を導入して、地球温暖化後の台風の出現特性を設定し、その条件に基づいて日本沿岸の來襲する台風の中心気圧や風速の出現特性を計算する予定である。また、現状と地球温暖化後の両方について、それぞれの台風による高潮偏差を計算し、地球温暖化によって潮位の出現特性がどのように変化するかを明らかにしていきたい。

### 5. 成果文献

橋本典明・川口浩二・河合弘泰・松浦邦明・市川雅史(2003): 港湾・海岸構造物の合理的設計を目的とした確率台風モデルの構築と精度の検討, 海岸工学論文集, 土木学会, 第50巻, pp.176-180.

Hashimoto, N., Kawai, H. and Matsuura, K. (2005): Developmet of Stochastic Typhoon Model for Performance Design of Coastal Structures, Proceedings of 29th International Conference on Coastal Engineering. (印刷予定)