

横浜港の海面変動の特徴について

—その他の日本沿岸の海面変動との比較—

小西達男

Tatsuo Konishi: Characteristics of Sea Level Variations at Yokohama Port - Comparison with Those of Other Ports in Japan -

1. はじめに

海面はさまざまな周期で変動している。海上を吹く風によって生じる数秒から10数秒の周期の波浪による変化や一日の内ではほぼ6時間ごとに繰り返す満潮、干潮は比較的わかりやすい現象である。後者は、月と太陽を起因とする万有引力と地球自転の遠心力によるもので天文潮（テンモンチョウ）と呼ばれる。また、海面の変動は時に大きな災害を引き起こす原因となる。地震による津波や台風が来襲したときに起きる高潮（タカシオ）がその代表的なものである。津波は地震等によって生じた海底や海岸域の地盤変動が海面の変動を引き起こし、発生海域から伝播した海面の変化が陸に近づいて水深が浅くなると増幅し、海岸で大きな海面変動となったものである。一方、高潮は台風や顕著な低気圧の接近・通過時に、風による岸への海水の吹き寄せや気圧低下による海面の吸い上げに伴う海面の上昇である。

横浜港は、東京湾中央部の西岸に位置している日本の代表的な貿易港である。上に述べた高潮に関しては、日本の南岸に位置する湾口が南向きの港湾ではしばしば過去に大きな高潮が発生している。東京湾はそういう港湾にあたっているため横浜港でも高潮が発生する。また、関東大震災では津波も発生し周辺の港の記録から以下にみるように横浜港でも生じたものと推定される。更に、数十分の周期で海面が振動する副振動（セイシュ）と呼ばれる現象も観測されている。

この報告では、横浜港の海面変動のうち周期が波浪等よりも長い比較的ゆっくりとした現象について日本のほかの沿岸と比較した特徴をまとめる。通常、高潮、津波などそれぞれに関してイベントごとや各港湾での特徴を記述されることは多いが、ある港に対して要因毎に（3章で述べるように周期帯毎とも言い換え得る）どの程度の海面変動が起こりえるかをまとめられることは少ない。防災上の観点などからはこれは重要と考えられる。また、海面の長期変動に関連して、近年、地球温暖化によって

海面が上昇し浸水被害が発生することが懸念されている。神奈川県における今後のさまざまな対策やその他の地球物理学的な研究においても、横浜港及びその周辺の海面変動がどのような特徴をもっているかを明らかにしておくことは有用だと思われる。

以下、2章では使用したデータの出展を示した。3章では一般的に海面変動の種類とそのエネルギーを述べ、そのあと横浜港の個々の海面変動について記述する。4章で天文潮、5章で海面変動の季節変化、6章で長期的海面変化、7章で高潮、8章で津波、9章で副振動を取り上げる。

なお、この報告では現象の記述を目的としているので、それぞれの現象の発生・発達のメカニズムについては簡単な記述にとどめる。各現象の一般的な成因については宇野木(1993)、宇野木・久保田(1996)等に記されている。また、本報告中の用語の使い方について、全体としての「海面変動」のうち季節変化よりも短い時間スケールの海面変動を「潮位」変動または変化と呼び、それ以上長周期の海面変動を「水位」変動と呼んでいる。

2. 使用したデータ

潮位データのうち、月平均潮位及び年平均水位については、主に気象庁発行「潮汐観測」の潮汐概況欄を参照した。近年の同上データ及び台風7920号通過時の横浜港の高潮データ、台風0422号通過時の副振動に関わるデータは気象庁資料によった。天文潮データは気象庁刊行の「潮位表」に掲載されているデータを利用した。近年のものはCD-ROMの潮位表に掲載されておりそれを使った。

水温データは、神奈川県水産総合試験場で観測されたデータに基づいている。当該データは北海道立地質研究所のホームページ(http://www.gsh.pref.hokkaido.jp/old/b_kaiyo/k_kaihatsu/temp.html)から入手した。このホームページには全国各地の沿岸水温値がまとめられており

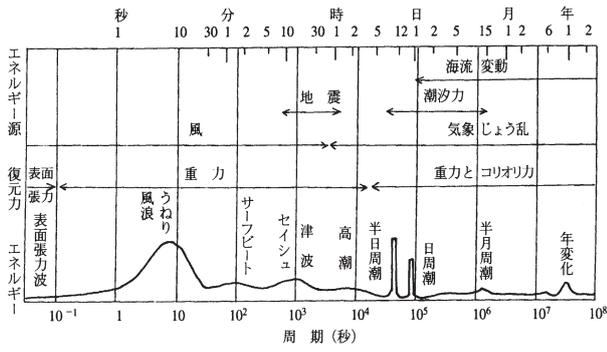


図 1. 海面変動のエネルギー分布

比較調査に便利なので、このデータを利用した。また、横浜の気圧データは気象庁年報 CD-ROM に収録されているものを利用した。

3. 海面変動の種類とエネルギー

図 1 に、宇野木・久保田 (1996) から代表的な海面の変動にどのようなものがあるかを、スペクトルとして表す。この図は、横軸を対数スケールの時間（周期）として、縦軸に現象とそのエネルギーが示されている。その他、中段にはその周期の現象に関わる主な力、上方には変動を起こす主な要因も示してある。

本報告では、5 分以上の周期を持って変化する海面の変動を取り上げる。すなわち、セイシュや津波（主に 10 ～ 30 分程度の周期）以上の長い周期を持つ海面変動である。12 時間から 15 日の周期に書かれている、「半日周潮」、「日周潮」、「半月周潮」というのは天文潮の成分を示している。高潮は数時間から半日程度の時間スケールで変化することがこの図から分かる。この図には示されていないが、年変化より更に長い時間スケールでも海面は変動している、十年規模で上下動を生じる現象も知られている。地球温暖化による海面上昇は更に長い時間スケールの変動である。この報告では取り扱わないが、さざなみレベルの表面張力波やサーフビートもこの

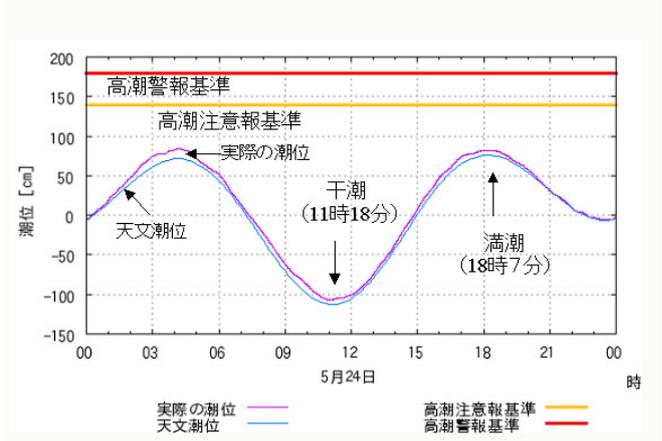


図 2. 2005 年 5 月 24 日の横浜港の海面変化。太実線は実際の潮位（観測値）、細実線は天文潮位。高潮警報基準と高潮注意報基準も示されている。

図には表れている。サーフビートは数分スケールで変化するもので風浪などを起因として生じるが、東京湾など内湾ではあまり大きなものは起きない。

4. 天文潮

平常の海面の高さは、通常、6 時間と 20 分位で満潮、干潮を繰り返す。図 2 には、2005 年 5 月 24 日（満月）に観測された一日の潮位の変化を示している。潮位変化の実際を容易にイメージするため 5 月 24 日の横浜港「みなとみらい 21」での干潮時と満潮時の写真を示す（写真 1）。図 2 の観測データから 11 時 18 分の干潮から 18 時 7 分の満潮（↓のところに対応）までは約 1.9m 潮位変化が読取れるが、ボート置き場の階段の海面位置から実際の変化の様子が良くわかる。この日の満潮時の潮位は図 2 からわかるように東京湾平均海面（TP）上約 0.8 m である。台風による高潮により潮位の高さは通常の高潮よりもはるかに高くまで上昇するが、それについては 7 章で記す。

5 月 24 日を中心とする数日は大潮にあっていた。ある港湾での天文潮の大きさは、大潮差（朔望平均満潮



写真 1. 2005 年 5 月 24 日の横浜港「みなとみらい」の干潮時刻（左、午前 10 時 56 分）と満潮時刻（右、午後 6 時 28 分）

位と干潮位の差)で記述されることが多い。1973年から2002年までの統計によれば横浜港についてのこの値は187.4cmとなる。5月24日はほぼこの潮差に相当する変化をしたことがわかる。

大潮差は、地域によってかなり異なる。図3に日本沿岸の各地の値を棒グラフで示す。これは気象庁潮位表付表に示された値から図化したものである。有明海や瀬戸内海西部などはかなり大きいことがわかる。最も大きい有明海の湾奥では5mに及ぶ一方、日本海の沿岸では、0.3m程度でかなり小さい。横浜港の大潮差は、有明海に比べると半分以下である。太平洋に面した日本の海岸の潮位変化は横浜港とほぼ同様であり、横浜港は日本南岸の平均的な天文潮の変化を示している。

5. 季節変化

潮位は季節によっても変化する。図4に横浜の月平均潮位の変化を示す。2月から4月に最低潮位を示し、9月に最高になっていることがわかる。その差は20cmから30cm程度である。これは主に水温が夏から秋にかけて上昇するため、それに応じて海水が膨張し潮位が上昇することが主因とされている。2次的に気圧の季節変化も影響を及ぼす。図5に三崎で観測された月平均水温と横浜で観測された月平均気圧の変化を示す。月平均水温

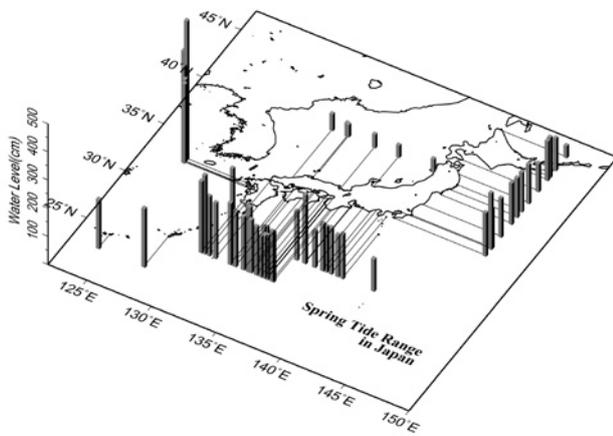


図3. 日本の各沿岸の大潮差 (朔望満潮位と朔望干潮位の差)

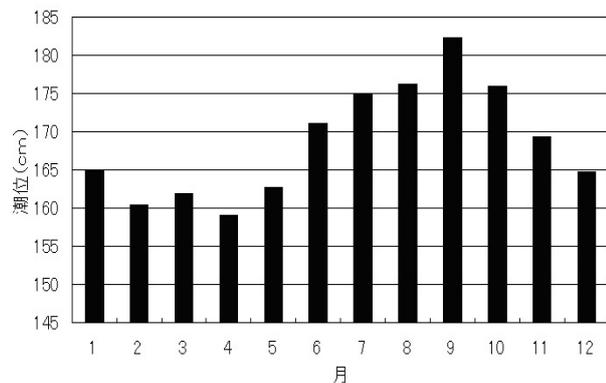


図4. 横浜港の月平均潮位の変化

は2月から3月に最低で8～9月に最高となっていて潮位の変化とよく対応している。気圧の変化は1hPaの変化が1cmに対応すると考えられていて、これにより年間の潮位変化のうち8～9cm分が気圧によるものを推定される。

日本沿岸の代表点での月平均潮位の変化を図6に示す。月平均潮位の変化の傾向は地方によってはあまり変わらない。最も変化の大きな海域は日本海の沿岸 (図6では富山)で、夏と冬の潮位で30ないし40cmの差がある。天文潮の差が30ないし40cm程度であるので (図3参照)、他の海域に比べて潮位の季節変化の影響が大きいことがわかる。オホーツク海の沿岸 (網走) では1月に潮位の最大が現れる。海氷の影響が考えられているが、

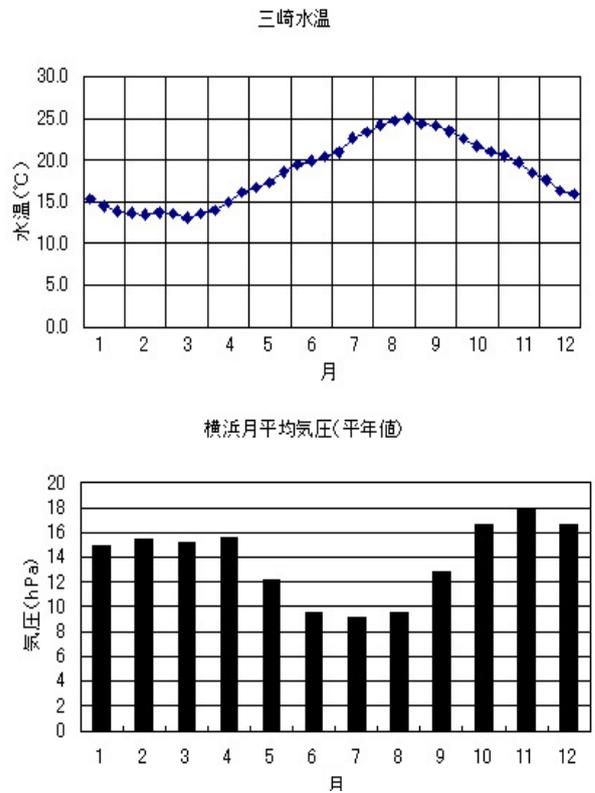


図5. 三崎の水温 (1995-1999年)と横浜の気圧 (1998-2002年、1000hPaを差し引いた値)の月平均値の変化

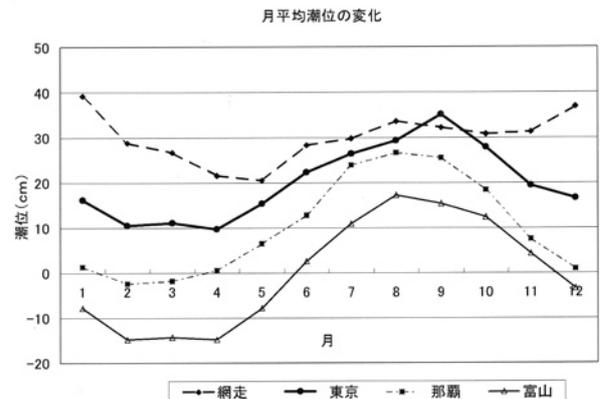


図6. 日本の各沿岸 (網走, 東京, 那覇, 富山) の月平均潮位の変化。1999年～2003年の資料による。

量的な説明は得られておらず今後の研究課題となっている。東京港や那覇港も横浜港とほぼ同様の変化を示しており、横浜港の潮位の季節変化は概ね日本の南岸の海岸で生じる平均的な大きさとなっていることがわかる。

6. 海面水位の長期的な変化

次に長期の海面水位の変動をみるため、図7に横浜港で観測された過去約40年間の年平均海面水位を示す。年々の変動が大きいですが、1960年代から1980年代

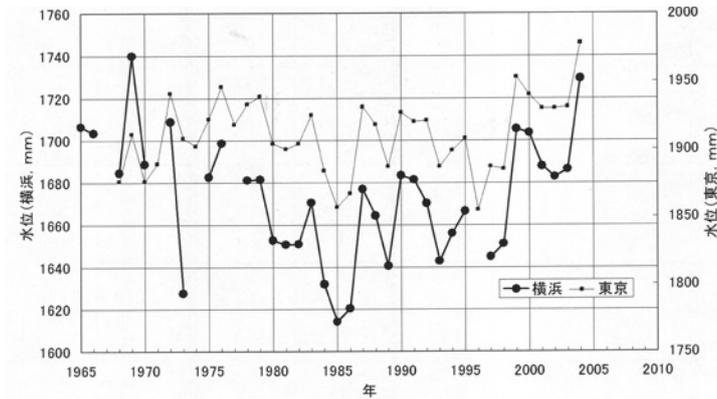


図7. 横浜港(太実線)と東京港(細実線)の年平均水位の変化。

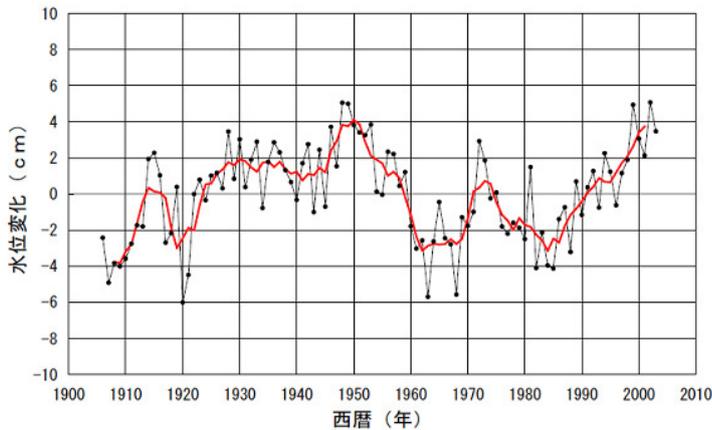


図8. 日本沿岸の100年間の平均的な年平均水位変化。日本沿岸の5検潮所(忍路(北海道), 輪島(石川県), 浜田(島根県), 串本(和歌山県), 細島(宮崎県))の平均海面水位変化。図内の太線は5年移動平均を示す。

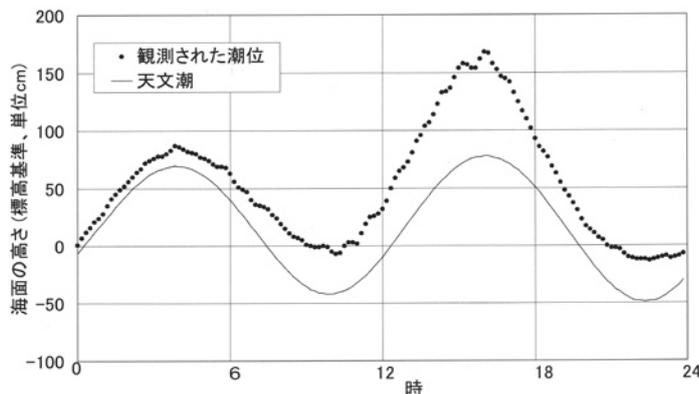


図9. 台風第7920号通過時の横浜港の潮位変化。観測された潮位(点線)と天文潮(細実線)

半ばにかけて水位は下降傾向であり1985年ころに低い水位になったあと近年上昇していることがわかる。詳細に見ると、近年の上昇傾向も一様ではなく1990年前後に高い時期があり1996年頃に一旦低くなりその後上昇している。1985年頃と比べると現在は8~10cm程度海面の高さは高くなっている。1985年から2004年までの水位上昇率を計算すると3.3mm/年となる。同じ図に近隣の東京検潮所の年平均水位も示した。横浜港と同様の変化を示しており横浜港のみならず広域で共通の変化をしていることがわかる。

図8には日本沿岸の約100年の海面水位変化を示す(櫻井・小西, 2005)。これによれば、日本全体として、1950年頃に極大があったこと、1980年代半ばから海面水位が上昇傾向にあること、海面水位は約20年の周期で変動を繰り返していることなどがわかる。横浜港の水位も日本全体としての変動と同様な変化傾向を示していることがわかる。1985年以降の全国の水位上昇率は4.3mm/年としており、横浜港の上昇率よりも大きな数値となっている。詳細な解析によれば、海面水位の変動傾向は地域ごとに幾分異なっており横浜港周辺では伊豆半島から銚子付近までが良く似た変化を示すことがわかっている。黒潮など海流の変化によっても海面水位は変動することが知られていて、近年懸念されている地球温暖化による海面上昇の影響を評価するには、図8に示すような変化が何を原因とするのかを知る必要があり研究が進められている。最新の研究では、北太平洋中央部日付変更線付近の偏西風の変動が関連していることがわかってきているが、その量的な大きさについてはまだ議論が残されている(安田, 2005)。

7. 横浜と高潮

東京湾では台風によって昔から大きな高潮が生じていて災害も発生している。湾奥の千葉や東京では台風来襲による潮位の異常(潮位偏差)は2m以上に及ぶが、横浜での潮位偏差は相対的に小さく現在まで観測された記録では最大で1m程度となっている。過去30年の間に横浜で起きた大きな高潮を潮位偏差の大きなものから3例あげると、1979年の台風第20号(最大潮位偏差85cm)、1985年の6号(94cm)、2001年の15号(97cm)となる。3つの台風のうち最も潮位が高くなったのは、台風の来襲が大潮の満潮に重なって潮位が上昇した1979年20号台風によるもので、10月19日15時20分に標高1.7mまで潮位は及んだ。このとき台風の中心は新潟と福島の間境付近にあって横浜港への最接近時刻より遅れて生じている。図9に

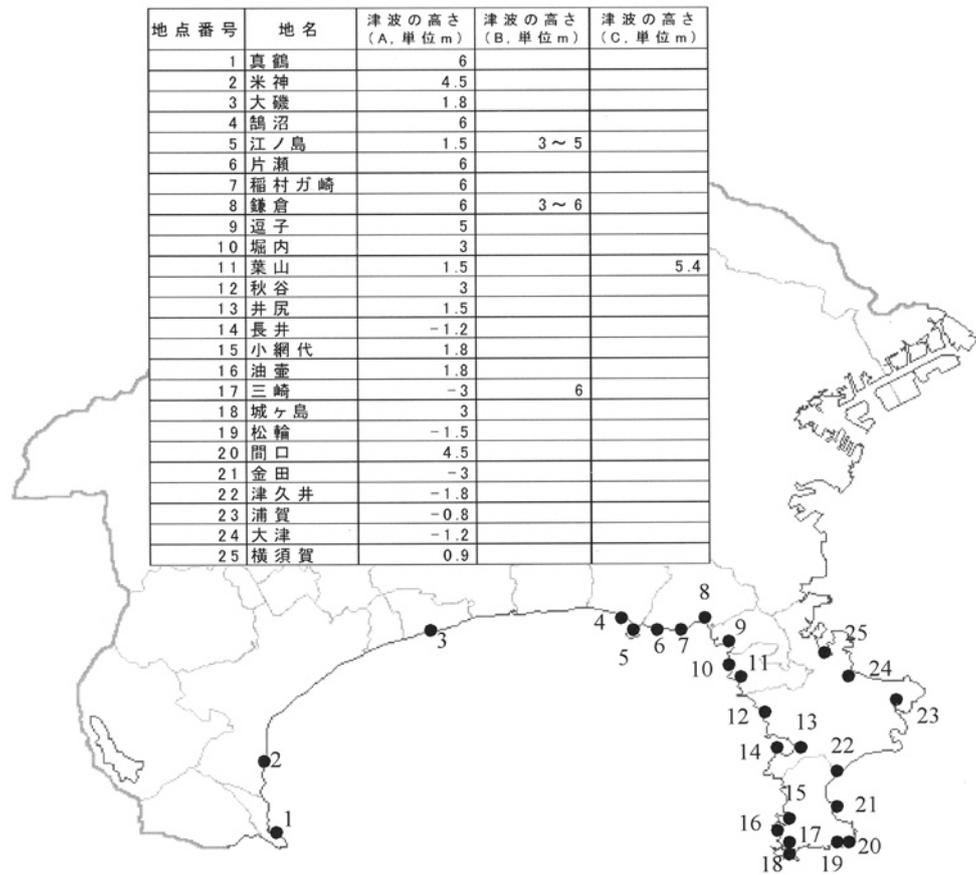


図 10. 神奈川県沿岸の関東大震災による津波。A は田中館秀三 (1926), B は震災予防調査会 (1925), C は中央気象台 (1924) による (渡辺偉夫, 1998, 111 ページ)。

観測点	地点名	第1波時刻	最大波時刻
A	油壺	3:24	5:07
B	久里浜	3:00	6:19
C	横須賀	3:10	6:20
D	横浜	3:42	5:49
E	川崎	3:47	5:55



図 11. 神奈川県沿岸のチリ地震による津波。A ~ E は潮位計による観測値。

この台風時に横浜港で観測された潮位記録を示す。気象台では災害への警戒を呼びかけるため基準を設けているが、高潮による重大な災害を起こす可能性があることを示す潮位の基準としての高潮警報基準が横浜では1.8 mでありそれに匹敵する潮位になっている。3章の天文潮の説明で示した写真1の満潮時刻の潮位が標高約0.8mであるので、1979年の台風第20号はこれから1 m近く上昇する潮位になったことを示している。

日本沿岸で最も大きな高潮の記録は1959年9月26日に名古屋市に大きな高潮災害を起こした伊勢湾台風(1959年9月26日)による3.5 m(潮位偏差)である。この台風は規模が非常に大きかったため関東地方から遠くを通過したにもかかわらず、東京湾にも大きな高潮を起こし、横浜港の潮位偏差は91 cmであった(気象庁,1961a)。伊勢湾台風の中心が石川県から富山湾を経て日本海へ抜けたところこの潮位偏差は観測された。

東京湾奥部の高潮に対する防災対策は、伊勢湾台風規模の強さをもった台風が東京湾で過去に大きな高潮災害を起こした台風の進路に沿って通過したときに、どのような潮位になるかを数値計算して、それに基づいて行われている。横浜の場合、東京に大被害をもたらした大正6年台風の進路を伊勢湾台風が通過したとき0.9mの偏差が、キテイ台風のコースを通過した場合には1.1mの偏差が計算されている(気象庁,2005)。上で述べた過去の記録とあわせて考えると日本沿岸を過去に襲った台風規模のもので横浜港での最大潮位偏差は0.9mから1.1m程度と考えられる。

8. 横浜の津波

神奈川県では三浦半島から相模湾沿岸で過去に大きな津波に襲われている。ここでは横浜港周辺での過去の観測例について述べる。

東京湾の入り口は三浦半島と房総半島が接近しているため、東京湾の外で発生した短い周期の海面変化は湾口で減衰ないし反射して東京湾の中に入りにくく、本牧海岸以北であまり大きな津波の記録は残されていない。ここでは、関東地震(関東大震災)とチリ地震のときの記録から横浜港での津波について考察する。

関東地震は、1923(大正12)年9月1日11時58分相模湾を震源として起きた。日本被害津波総覧(渡辺偉夫1995)から神奈川県の津波高を図10に示す。鎌倉や逗子を中心とした三浦半島北西海岸で6 m位の高い津波となっている。潮位計による津波の記録結果(最大全振幅。津波の極大と極小の差。よって津波の高さは概ねその半分となる)は、横浜については残されておらず、千葉で122 cm、深川で95

cm、芝浦で149 cm、横須賀で160 cmとなっている。これから横浜では全振幅で100 cmから150 cm、津波の高さにして、50 から80 cm程度であったろうと推定される。なお、関東地震の起きた1923年9月1日の満潮時刻はおおよそ8時と20時であり、干潮は2時と14時で、地震の発生した時刻は平均水面から下がって干潮に向かう時刻であった。

チリ地震津波は、1960年5月22日19時11分(GMT,日本時間では5月23日4時11分)にチリ南部沖で起きた大地震によるものである。潮位計の記録によれば、最初に検知されたのは伊豆大島で24日2時33分、北海道の根室で2時38分であり、東日本にほぼ同時に到達している。到着時刻は西へ行くほど遅れており近畿地方では1ないし2時間あとになっている。津波は日本海にも到達し、津波の始まりは6～13時ころとなった。最大波が起きたのは、最初の津波が到達した後1.5～5時間経過したあとであった。最大全振幅は北海道釧路や岩手県久慈で6 m位に及んでいる。

神奈川県でのチリ地震による津波の状況は、気象庁技術報告第8号「昭和35年チリ地震津波調査報告」(気象庁,1961b)に詳しい。それに従い、概略を以下記述する。相模湾に面した地点及び東京湾の地点についての第一波到達時刻、最大波高の大きさと時刻を図11に示す。時刻の情報は潮位計が設置されている地点についてのみ記されている。その他の地点は現地での聞き取り等による調査に基づくものである。到達時刻をみると、久里浜が5月24日3時0分、横須賀が3時10分、横浜3時42分、川崎3時47分であり、三浦半島の先端から川崎まで50分弱要している。また、最大全振幅は久里浜が244 cm、横須賀127 cm、横浜148 cm、川崎146 cmなどとなっており、第一波より2時間から3時間後に観測されている。周期は概ね70分前後で、最大の波は2～3波めに観測された。相模湾の沿岸では、

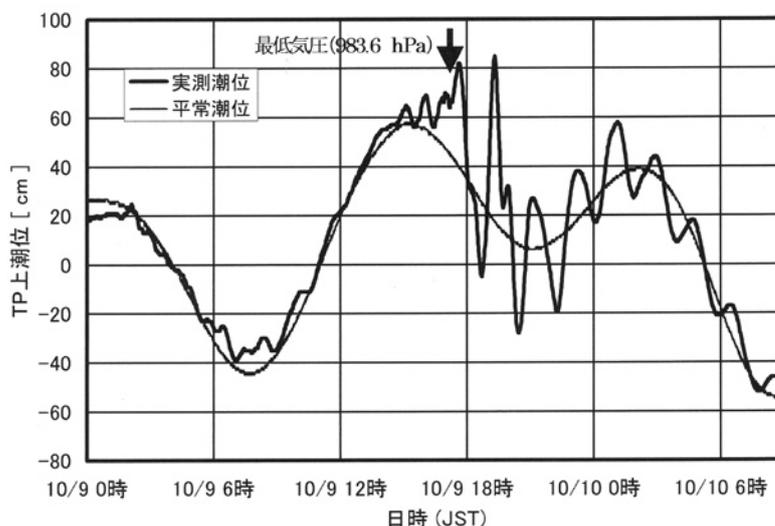


図12. 台風第0422号通過時の横浜港の潮位変化。矢印は最低気圧の起時を示す。

表 1. 横浜港で観測された年最大振幅の副振動

横浜副振動 (1997-2004, 20cm 以上)

起時					周期	最大全振幅
年	月	日	時	分	単位(分)	単位(cm)
1998	1	16	2	4	58	21
1998	9	16	9	39	136	24
1999	10	27	19	56	51	22
1999	11	1	15	12	115	27
2000	12	31	12	30	92	21
2001	9	11	11	9	146	45
2002	6	18	14	19	60	21
2002	10	1	22	11	137	63
2004	10	9	18	41	100	87

真鶴で 1.8m, 福浦・由比ヶ浜で 1.3m の波高が大きい。

2 つの津波による横浜港での津波の大きさは概ね一致しており, 全振幅で 1 ~ 1.5m となっている。

9. 横浜の副振動

副振動とは, 日々の天文潮の変動である満潮・干潮の振動を「正」振動として, それ以外の振動に対して名づけられたものである。副振動は, 港湾内など陸や堤防に囲まれた海域などで観測される数分から数 10 分程度の周期で海面が昇降する現象である。わが国で観測された最も振幅の大きな副振動は 1979 年に長崎港で観測されたもので, 最大全振幅が 278cm に及んでいる。長崎港の固有振動周期 (約 30 分) で振動を繰り返す, 港に係留した船舶が橋げたに衝突して破損したり低地での浸水被害を起こした。

1997 年から 2004 年までの横浜検潮所のデータから最大全振幅が 20 cm を超える副振動を取り出すと表 1 のようになる。全振幅が最も大きかったのは 2004 年の 10 月 9 日のもので 87cm に及んでいる。この時に観測された潮位の時間変化を図 12 に示す。この副振動は東京湾のほぼ中央部を通過した台風第 22 号によって起こされたものである。この台風は横浜市では, 突風により駐車していたトラックなどが横転・積み重なるという被害を起こしたが, 海の中も大荒れで, 図 12 に見るようにほとんど津波のような海面変動を起こした。横浜地方気象台では 10 月 9 日 17 時 23 分に最低気圧 983.6hPa を観測している。表

表 2. 横浜港の海面変動と全国の観測記録

要素	経年変動	季節変化 (年較差)	天文潮 (大潮差)	高潮 (潮位偏差)	津波 (最大全振幅)	副振動 (最大全振幅)
横浜港での過去の記録 (): イベント	3.3mm/ 年の上昇	0.2 ~ 0.3m	1.9m	1.0 m (2001 年台風第 15 号)	1 ~ 1.5m (関東地震・チリ地震)	0.9m (2004 年台風 22 号)
全国の観測記録 (): 観測地等	4.3mm/ 年 (5 港湾平均)	約 0.3m (日本海)	5 m 程度 (有明海)	3.5m (名古屋港・伊勢湾台風)	30m (北海道奥尻 北海道南西沖)	2.8m (長崎港・1979 年 3 月)
備考	1985 年から 2004 年				奥尻の記録は遡上高	

1 には振幅と同時に最大振幅前後の平均周期を示している。これによれば, 横浜港では 50 分前後の周期と 120 分 ~ 150 分の周期のものが多くわかる。湾の地形や水深分布がわかると湾の固有振動を理論計算することが可能である (小西, 2001) が, この周期は東京湾について算定されるものに近い。

副振動は記録の残されている期間が短いので結論を導きにくい, 1997 年以降 2004 年までの記録を基にする横浜港での最大全振幅は 0.9m 程度となっている。

10. まとめ

前章まで横浜港における海面変動の各周期帯での特徴をその他の日本沿岸の大きさと比較して述べてきた。表 2 にそれらを時間スケールが長いものから一覧にまとめた。その特徴は次の通りとなっている。

- (1) 10 年を超える海面水位の長期変動の特徴は日本全体の変動の特徴と似通っており, 過去 40 年程度をみると下降の後上昇となっており, 一方的な上昇傾向にはなっていない。1985 年頃から最近までの 20 年で 8 から 10 cm 程度上昇しており, 3.3mm/ 年の水位上昇率となっている。
- (2) 横浜港の潮位は夏と冬で, 0.2 ~ 0.3m の潮位差が生じている。これは日本沿岸で季節変化が比較的大きい日本海沿岸の 0.3 ~ 0.4m と比較するとほぼ同じか幾分小さい値となっている。
- (3) 日々の天文潮による潮位変動の振幅は, 大潮差をみると横浜港では 1.9m で日本の太平洋岸の平均的な大きさである。日本沿岸で最も大きな有明海に比べるとその大きさは半分以下となっている。
- (4) 湾口の向きや水深から, 過去に大きな高潮を生じた東京湾内に位置するため, 横浜港は比較的大きな高潮を生じている。近年の記録では 2001 年の台風第 15 号により約 1m の潮位偏差 (平常潮位から台風が来襲したことにより生じた異常分をさす) を生じている。東京湾でも横浜港は湾奥ではなく中央部西岸に位置するため湾奥の千葉港や東京港に比べると小さくなっている。日本沿岸で過去最大の高潮 (潮位偏差) は伊勢湾台風による名古屋港での 3.5m であるが, 横浜港での過去 30 年位の記録はその

1/3 程度の大きさとなっている。

- (5) 東京湾内で起きた地震を原因とする津波の記録は近年無いため、横浜港で記録として残されているのは東京湾外で起きた津波が湾内に伝播してきて変動を起こしたものである。関東地震やチリ地震津波では全振幅で1～1.5m 潮位が変化したとする記録が残されている。津波の場合、潮位計による記録と遡上高による津波の大きさは性格が異なるので比較がむずかしい。近年最も大きな遡上高としては、1993年の北海道南西沖地震のときに北海道奥尻町藻内で30mを超えた高さが計測されている。
- (6) 横浜港での大きな副振動は台風によって生じている。最も大きなものは2004年の台風第22号によるもので全振幅は0.9m程度となっている。日本沿岸で記録の残されている最も大きな副振動は1979年に長崎港で起きた2.8mである。これは大気圧の振動が海面の変動を起こしたもので、台風第22号の成因とは異なっている。

以上各周期帯での横浜港の海面変動の特徴を述べた。このうち、季節変化や天文潮は引き起こす外力の強さが30年程度ではほとんど変化しないので、短い解析期間からの結果を30年程度の期間のものと考えても問題は生じない。高潮や津波についての結論は、30年以上の観測記録を元にした結果である。副振動について、上記の解析では10年程度の記録を元にしたが、気象庁発行の「潮汐観測」によれば、同様の副振動特性を示すと思われる近傍の東京港で過去30年、1mを超えるような副振動は発生していない。よって、再現期間が30年以下の横浜港の海面変動現象については表2に記載したものが概ね最大と考えられる。更に、7章で記載した伊勢湾台風規模の台風による高潮のシミュレーション結果や8章に記載した近代の津波記録の大きさから類推すると、100年を超えない程度の長い再現期間の現象にも拡張できると著者は考えている。地球温暖化の影響など長期の経年変動特性については、更に観測を継続することと研究を必要とする。なお、津波は地形の影響を受けやすく極地性が比較的強い現象なので距離が近くても地形形状が異なる他の港に上の結果を適用することは適

当でない。

本報告では、それぞれの海面変動を生じるメカニズムについては十分触れることができなかった。今後横浜港に焦点をしばって各顕著現象の再現計算を行って詳細なメカニズムを明らかにしていきたいと考えている。

参考文献

- 気象庁, 1961a. 伊勢湾台風調査報告, 気象庁技術報告, **7**: 167-170.
- 気象庁, 1961b. 昭和35年5月24日チリ地震津波調査報告, 気象庁技術報告, **8**: 167-170.
- 気象庁, 2005. 付表(2)伊勢湾台風規模の台風が過去の顕著な台風と同じ経路をたどったときに各地で予想される最大偏差, 潮位表2006: 284.
- 小西達男, 2001. 播磨灘の高潮とそれに付随して生じる副振動について, 海と空, **77**: 117-126.
- 桜井敬三・小西達男, 2005. 日本沿岸の海面水位の長期変動特性, 測候時報海洋気象特集, **72**: S7-S16.
- 宇野木早苗, 1993. 沿岸の海洋物理学, 672pp. 東海大学出版会, 東京.
- 宇野木早苗・久保田雅久, 1996. 海洋の波と流れの科学, p.21, 東海大学出版会, 東京.
- 渡辺偉夫, 1998. 日本被害津波総覧第2版, pp.109-112, 東京大学出版会, 東京.
- 安田珠幾, 2005. 日本近海海面高度の数十年規模変動—北太平洋の風応力と海面熱フラックスの変動との関係—, 測候時報海洋気象特集, **72**: S73-S90.

電子文献

- 北海道立地質研究所, 2004. 日本全国沿岸水温の記録データベース. 北海道立地質研究所. Online available from internet: http://www.gsh.pref.hokkaido.jp/old/b_kaiyo/k_kaihatsu/temp.html (download on 2004-1-8)

(横浜市緑区東本郷3-35-17)