

講

演

土木學會誌 第十三卷第六號 昭和二年十二月

## 風と低氣壓に伴ふ海水位の變化に就て

(昭和二年十一月四日工學會大會土木部會講演會に於て)

會員 工學士 井 上 範

On the Change of Sea Level caused by  
Wind and Atmospheric Depression.

By Han Inoue, C. E., Member.

## 内 容 梗 概

本論文は海水位が風其他の氣象の變化に伴ふて異常の上昇を起す事を述べ、神戸港に於て6箇年間に起つた變化を調査して得た結果を擧げたものである。

## Synopsis

This paper discusses the unusual rise of sea level due to the action of wind and other atmospheric disturbances, giving the results of some investigations made on the matter for six years at the Kobe harbour.

## 緒言

風が陸に向つて吹く時は水位上昇し反對に陸から吹く時は水位低下するは周知の事であるが、前の場合には同時に波浪を伴ふので殊に研究の必要がある。例へば防波堤、護岸等が襲來する波浪に應じて設計せらるゝ時は等の設置場所が地勢上風やその他の原因で時として水位が著しく上昇する傾向を有するならば、豫め其の程度を究め注意を拂ふべきである。又波浪から充分に防禦された港内にある岸壁、物揚場などにありても若し水位が異常な上昇をなす事がある處であると、時として海水が陸上迄も揚り其の爲めに貨物に被害を及ぼす事があるであらう。強い風は吾國では低気圧に伴ふて起るが低気圧其のものが亦水位を著しく高めるものである。又灣内ではセイシュに依りて水位變化し、其の他季節に依り氣壓の關係で水位に高低がある。是等の原因から起る水位の上昇を各所で研究して置いたならば、將來如何なる程度の上昇が起り得るかを推測する事が出来るであらう。本論は單に神戸で調査した結果に止まるが他の港の仕事に關係の方々に幾分の參考となるならば幸である。

先づ初に各地に於ける水位上昇の實例を述べ、次に水位上昇の原因に就て簡短な説明をなし、最後に神戸に於ける調査に就て述ぶるであらう。

### 1. 各地に於ける水位上昇の實例

(1) メキシコ灣に臨むガルベストンでは冬季北風吹く時に潮位低く夏季南風吹く時に高く1月と8月とは約1.5呎の差あり。

(2) 印度洋に於て冬季北東のモンスーンの爲めに潮位低く夏季南西のモンスーンの爲めに潮位高く其の差1.8乃至3.2呎である。

(3) パナマ灣に於て2月北東の風の爲めに低下した水面と一年の大半吹く南西風の爲めに高まつた水面との差2呎あり。

(4) 北海に臨む和蘭の海岸に於て北西風の爲めに水位の上昇4乃至5呎に及ぶ。

(5) 黒海のブルガリア沿岸にては東風の爲めに2呎の上昇を見る。

(6) ミッチェル (Mitchell) 氏の測定によれば北東の暴風が紐島のロング・アイランド・サウンド (Long Island Sound) の淺き部分の水を吹き寄せヘルゲート (Hell Gate) にて6呎の上昇を起したが他の開放された海岸では4呎高まつた。

(7) バッファロー (Buffalo) にて1900年11月21日の暴風の際風速1時間80哩に達した時湖水面は8.4呎の上昇をした。

(8) ザイグージー (Zuider Zee) に於て強烈な西風の爲めに西岸の水位低下する事8呎、東岸は同様の上昇をなした。

(9) バルチック海に於て1904年12月北東の強烈な風の爲めに南部にて水位の上昇8乃至12呎に達した。

(10) ガルベストン に於て 1900 年 9 月 8 日の暴風に當り水位 20 呎上昇し同市を破壊した。

(11) カルカッタ に於て 1864 年 10 月 5 日の暴風で水位 24 呎上昇した。

(12) ホイラー (Wheeler) 氏は ノーホーク の水路 (Norfolk Broads) の中幅員半哩の處で風の爲めに兩側の水位の差 7.5 吋あつた事を確めた。

(13) エリー 湖 (長 250 哩, 幅 60 哩, 深 30 乃至 180 呎) に於て 1899 年 12 月南西風 (速さ 1 時間 42 哩) の爲めに 18 時間に湖の兩端の水位の差 47 吋となり, 又 1900 年 11 月西風 (最大の速さ 1 時間 80 哩) の爲めに 6 時間に同様水位の差 13 呎に達した。

(14) エム・エンゲレンブルグ (M. Engelenburg) 氏が フラッシング (Flushing) に於て観測した處によると陸に向つて吹く風の爲めに上昇する事夏季 3.8 呎, 春分秋分の頃 10.7 呎 冬季 17.3 呎であつた。

(15) 英佛海峡に於て南西風の爲めに 2 乃至 3 呎水位上昇し東風の爲めに同様の低下をなす。

(16) ヤーマウス (Yarmouth) に於て北西の強風で普通 6 呎の満潮が 12.75 呎に達した。

(17) アイムイデン (Ymuiden) にて普通満潮 5.75 呎であるが強風が岸に向つて吹く時即ち北西風の爲めに 9 乃至 10 呎に達するも, 反對の風の時は僅かに 3.5 呎に止まる。

(18) 佛國の北海岸で強い北西風に依り潮位 2 乃至 3 呎を増し, 又西海岸にて南西風の爲めに同程度の變化あり。

(19) セントローレンス 河にて 1894 年に強き北西風の爲め水位の上昇する事 クエベクにて 7 呎に及ぶ。

(20) ラプラタ (La Plata) に於て北西乃至北東の風にて水位約 5 呎上昇した。

(21) 英國の Sheerness, Plymouth, Liverpool, Hull 等に於ける調査に依ると次の割合で水位上昇する様である。

風の強度	風に因る上昇(潮位 1 呎毎に)
3	0.76
4~5	0.80
6	0.91
7~10	1.06

(22) 小樽港に於て干満の差は通常 40 呎に過ぎないが強風の際は最高最低の差 1 米に達す。

(23) 明治 44 年 7 月 26 日及び大正 6 年 10 月 1 日東京に於て 低気圧が附近を通過した際水位著しく上昇し前の時 1.76 米, 後の時 2.27 米に及んだ。

(24) コルプス・クリスチ (Corpus Christi) に於て 1919 年 9 月 14 日平均水位より 12.4 呎の水位上昇あり、市街は非常の損害を蒙つた。此の地の普通干満の差 1~2 呎である。

参 考 書 名

- (1),(2),(3) Harris R. A. —Manual of Tides, Part V, U. S. Coast Survey Report, 1907.
- (4),(5),(8),(10) Johnson D. W.—Shore Process and Shore Line Development.
- (6) Mitchell, Henry—On the Circulation of the Sea through New York Harbor, U. S. Coast Survey Report, 1886.
- (7) Gaillard, D. D.—Wave Action in Relation to Engineering Structures.
- (9) Krüger, Gustav—Über Sturmfluten an der Deutschen Küsten der Westlichen Ostsee mit Besonderer Berücksichtigung der Sturmflut vom 30-31 Dezember 1904.—Jahresb. der Geogr. Gesells. zu Greifswald, 1909-1910.
- (11) Salisbury, R. D.—Physiography, 1907.
- (12)~(21) Wheeler —Practical Manual of Tides and Waves.
- (22) 廣井博士 —築港
- (23) 中央氣象臺 —氣象雜誌第一卷第三冊 (大正七年一月)
- (24) Engineering News-Record Nov. 13-20, 1919.

## 2. 海水位上昇の原因

海水位の變化を起すものは一般に論ずると潮の干満、氣象の變化、地震、火山の爆發等であるが、茲に四節に分ちて述べんとする處は普通の潮位の上に氣象の變化で上昇の現象を來すものに就てあつて、氣象の變化とは氣壓の低下と風とである。

### (1) 風の吹寄せに因るもの。

風が海面を吹く時は波を起すが水分子は回轉運動をなすと共に幾分移動され流を生ず。夫れ故廣き大洋にて一定の方向に風が吹續くならば海流が出現する。之と同様に風が陸に向つて吹く場合に流と云ふ程の著しい現象は認められないでも水が陸の方へ吹寄せられる。其の結果岸では水位が上昇するが、實際に風が吹く時に規則正しく一定の速さで同一方向に吹續くものでないから、理論的に上昇の程度を算出する事は困難である。

### (2) 氣壓の變化に因るもの。

海水面の一部の氣壓が低くなり他の部分が高くなると低き部分では水位が昇り高い部分では降る事明かである。氣壓が 1 耗だけ低下した時に如何程上昇するかは極々概略に

$$13.58 \text{ (水銀の比重)} \div 1.03 \text{ (海水の比重)} = 13 \text{ 耗}$$

と見る事が出来る。吾本州太平洋岸にありて毎月の平均気圧は冬季に高く夏季に低いから海水位は冬季に低く夏季に高い。冬季は西から北にかけての風が、又夏季は東から南にかけての風が多く吹くので此の現象が一層著しくなる。

神戸に於ける平均気圧と平均水位（大正・6年）

月	平均気壓	平均干潮面	平均満潮面	平均水位	備考
1	760.6	2.79	6.43	4.61	平均干潮面及満潮面は毎日の最干潮面又は最満潮面を取り1箇月間の平均を出したるものである。
2	759.5	2.27	6.15	4.21	
3	759.1	2.31	5.97	4.14	
4	757.5	2.72	5.94	4.33	
5	754.8	2.90	6.11	4.55	
6	752.1	3.17	6.46	4.81	
7	752.2	3.18	6.39	4.78	
8	752.5	3.57	7.01	5.29	
9	754.9	3.35	6.80	5.07	
10	758.3	3.28	6.80	5.04	
11	760.5	2.89	6.27	4.58	
12	760.4	2.79	6.04	4.41	

本表の中 2月、3月の平均と 8月、9月の平均を比較すると、

月	平均気壓	兩月を平均した気壓	平均水位	兩月を平均した水位
2	759.5	759.3	4.21	4.17
3	759.1		4.14	
8	752.5	753.7	5.29	5.18
9	754.9		5.07	
		差 5.6	1.01 気壓 1 耗に付き 0.18 尺となる	

是は西、北風の最も多き 2月、3月と東、南風の多き 8月、9月とを比較したので 1耗に付水位の差 0.18 尺となり、前に述べた 1耗に付 13 耗と云ふ割合に比べると著しく大である。そこで風の影響の最も少かるべく考へらるゝ 6月、7月の平均と 11月、12月の平均を比較すると、

月	平均気壓	兩月を平均した気壓	平均水位	兩月を平均した水位
6	752.1	752.1	4.81	4.79
7	752.2		4.78	
11	760.5	760.4	4.58	4.45
12	760.4		4.41	
		差 8.3	0.34 気壓 1 耗に付き 0.04 尺となる	

即ち 1耗に付大凡 13 耗の割合である。是は偶然計算と實際と一致したので他の年を調べたならば必ずしも此の様には行かないかも知れぬ。

### (3) 低氣壓に因るもの。

前節に述べた如く氣壓の變化が海水位に影響するから大洋の上に低氣壓が來た場合に其の中心の下で海面は高くなるであらう。前の計算に従へば氣壓が 20 耗低下すると海面は  $20 \times 13 = 260$  耗だけ昇る事となり、低氣壓の中心の進行に連れて海面の高くなつた部分が移動するであらう。丁度高さの低い長さの非常に大きな波が中心に連れてお伴をする形となる。低氣壓の中心が陸に近づき海が淺くなると此のお伴の波は高さを増し長さが短くなつて來る。若し中心が上陸した時は此の波は岸に押寄せるであらう。中心が偶袋の様な形をした灣の中に入り奥迄行つて上陸したならば、此の波は灣の口から入つて來て奥に行くに従つて高さを増し著しく水位を高め遂に暴風の津波となるであらう。

吾本州の太平洋に面する海岸では低氣壓の中心が時々上陸するので此の種の津波に襲はるる事がある。此の種の津波は地勢、海の深さに依つて強弱がある。低氣壓の中心の進路に灣の口が向つて居ると起り易い。

### (4) セイシュ (Seiche) に因るもの。

袋の様な形をなす灣内には セイシュ と稱する副振動が起る事は人の知る處である。風や氣壓の變化の爲めに灣内の一部の水位が變化を受くると夫が原因となつて此の種の振動を起し又外洋に起つた振動に共鳴しても起るものである。此の振動は或時間繼續するが一般には振動に依つて上下する水位の差は僅少である。

## 3. 海水位上昇の調査

### (1) 外國に於ける調査。

獨逸では Hugo Lentz, Möller, Bubendey の諸氏が風及び氣壓に因る海水位の影響に就き調査し E. Engolenburg は Flushing に於て此の二つを別々に算出せんと試みた。

英國では W. H. Wheeler 氏が 1895 年に其の調査せる報告を發表したが、之に促されて調査會が設置され Vernon Harcourt, Unwin, Deacon 及び Wheeler の諸氏が委員となりて風及び氣壓の潮位に及ぼす影響を調査し潮位豫測表に示された潮位と實際の潮位との差を索め航海者の參考に供さんとした。此の時の調査の順序として英國内では Liverpool, Sheerness, Portsmouth, Hull 及び Boston の 5 港の潮位表を調査し且外國の諸港よりも報告を取寄せて資料とした。

此の英國の調査會より出た報告に對し F. L. Ortt 氏は Ymuiden 及び Hock van Holland に於ける自分の調査意見を發表した。同氏の意見を摘んで見ると、

氣壓の影響よりも風の影響の方が實際に著しく、風の爲めに満潮位が高くなると干潮位も昇り干満兩潮位の差が増減する様な事は無い。又海岸の形と水深とによりて潮位に及ぼす影響が異なる。

Ortt 氏は又次の様な算式を示して居る、

$$\text{潮位の變化} = x + by$$

$x$  . . . 風の爲めに起る潮位の變化

$y$  . . . 氣壓 1 耗の差に對する潮位の變化

$b$  . . . 平均氣壓 760 耗と其の時の氣壓の差

此の式に數多の觀測より得た色々の強さの風に對する  $b$  と潮位の變化を入れ  $x, y$  を含む澤山の式を作り風の方角によりて分類して  $x$  と  $y$  との値を索めた。

吾國では理學博士中村左衛門太郎氏が東京灣及び大阪灣の津波に就て調査報告を發表され氣壓の降下と水位の上昇並に風に依る水位上昇等を式で表された。

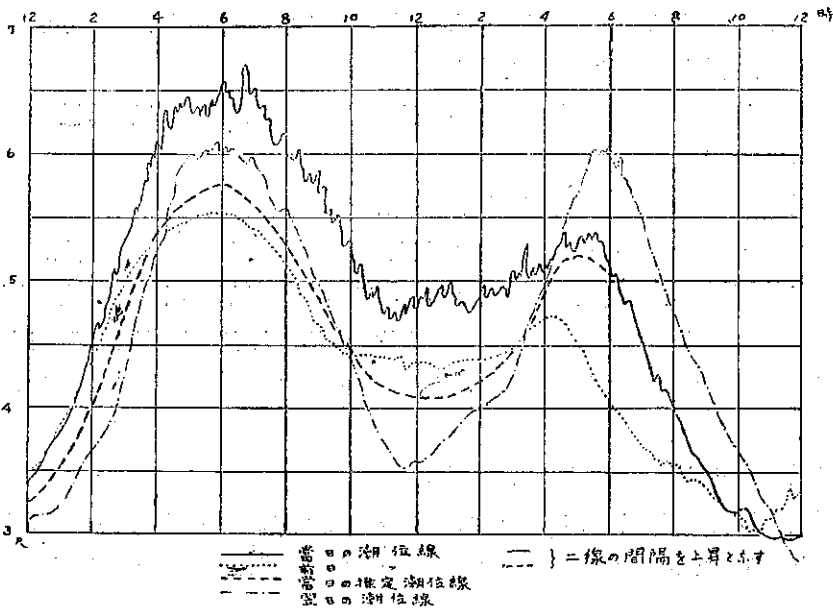
(2) 神戸に於ける調査。

著者は神戸港に於ける明治 44 年より大正 5 年に至る 6 年間の毎日の自記潮位表を調べ其の中より上昇の現象を認むるものを摘出し、其の前後數日間の潮位曲線を同一紙上に時間を合はせて重ね寫し、其の日の曲線が常軌を逸するならば其の日に於ける氣壓、風向、風速、低氣壓の位置等に就き調査をなし且前後數日間の曲線より平穩であつた場合の其の日の曲線を推定して紙上に於て潮位上昇の程度を測つた。

斯くして得た多數の資料を次の様に分類して見た。

(イ) 低氣壓の出現なくして強風の吹ける場合。

潮位曲線より上昇側定の例



- (ロ) 風弱く氣壓に變化ありたる場合。
- (a) 低氣壓の中心太平洋方面を通過の場合。
- (b) „ 神戸附近を „
- (c) 低氣壓の中心日本海方面を通過の場合。
- (ハ) 氣壓並に風力共に著しき變化ありたる場合。
- (a) 低氣壓の中心太平洋方面を通過の場合。
- (b) „ 神戸附近を „
- (c) „ 日本海方面を „
- (イ) 低氣壓の出現なくして強風の吹ける場合。

氣壓に變化少くして強風の吹くと云ふ事は有り得ぬ事であるが、氣象臺の報告書を見ても低氣壓の存在を發見せず、單に地方的に吹いた風の様に見ゆる場合を云ふのである。

神戸は大阪灣に臨み其の對岸距離は次の様である。

NE	3 哩	ESE	14.1 哩	S	20.0 哩
ENE	8.2	SE	13.5	SSW	24.4
E	11.5	SSE	16.0	SW	18.5

對岸距離の小なる NE, ENE, E の方向の風に就ては毎秒大凡 10 米以上の時又他の方向即ち ESE 乃至 SW の風に就ては毎秒大凡 5 米以上の時を選んで附表第一を得た。之で見ても S がいつた風は一般に上昇が大きい。此の表の中では大正 3 年 3 月 7 日に 1.7 尺を示せるが最高で、最大の對岸距離の方向 SSW から吹いた風の爲めであつた。

- (ロ) 風弱く氣壓に變化ありたる場合。

神戸附近又は離れたる處を低氣壓の中心が通過したが神戸には弱い風 (大體 10 米以下位) が吹いた場合を云ふ。

- (a) 低氣壓の中心が太平洋方面を通過の場合。

低氣壓の中心が太平洋を通過して潮波に影響を與へ幾分か高めたならば潮波が神戸に来て普通より高き水位を示す事は有り得るであらう、又神戸では風が弱くても潮波の進行して来る途中で強い風の影響を受くる事もあらう。夫故に潮位の上昇は單に氣壓のみに原因したと確實に考へる事は出来ないが斯かる場合を集めた附表第二に依ると上昇の最大は 0.7 尺である。

- (b) 低氣壓の中心神戸附近を通過の場合。

低氣壓の通過の際は風強くなるが普通であるので此の様な例は少く、附表第三には只 3 例を示すに止まる。上昇の程度は (a) 及び (c) の場合より割合に大で最大 1.5 尺を示して居る。



(c) 低氣壓の中心日本海方面を通過の場合。

此の場合にも神戸に於て潮位の上昇を起すは、低氣壓の中心が日本海方面にあると神戸の氣壓は太平洋方面の氣壓より低い爲めであらうか。又神戸では風力弱くても潮波が途中で強い風の影響を受くる事も有るであらう、附表第四では最大の上昇 1.2 尺を示す。

(ハ) 氣壓及び風力共に著しき變化ありたる場合。

(a) 低氣壓の中心太平洋方面を通過の場合。

調査した内では一般に風力の大きなるもの無く、又風向の S が、つたもの吹かなかつた爲めに上昇は少く最大 0.9 尺に止まる。

(b) 低氣壓の中心神戸附近を通過の場合。

此の場合は水位の高まる事最も大にて殊に南が、つた風の吹いた時に上昇著しく、附表第六を見ると明治 44 年 8 月 16 日に風速 23 米、風向 SSW の時 3.2 尺に達したのを最大とし、其の他 2 尺以上になつた事が兩三回ある。

(c) 低氣壓の中心日本海方面を通過の場合。

此の場合は (b) の場合よりも風速少く上昇の度も大ならず。附表第七によると上昇の最大は 2.0 尺で、大正 4 年 9 月 9 日 S 風の時に起つた。此の時神戸の氣壓は 744.1 を示し平常より甚だ低かつたので風速は僅かに 8.5 米なるに係はらず上昇の度が大きかつたのであらう。以上の各表を仔細に調べると次の事實を認めるであらう。

- (1) 氣壓の最も低い時よりも風速の大きな時に上昇が多い (Ortt の説と一致す)。
- (2) 對岸距離の大きい方向から吹く風は大なる上昇を起す。
- (3) 潮の干満に係はらず上昇をなす (Ortt の説の通り)。
- (4) 上昇の最も著しいのは神戸附近を低氣壓が通過し強い風が吹いた時で、即ち附表第六に示されてある。此の表から風向分けに風速と上昇との關係を圖に示すと附圖の様になる。是等の圖は風速から極概略に上昇の程度を豫測するに役立つであらう。

本調査は僅かに 6 箇年間のものであるが、之を永く續けるならば一層正確に風や低氣壓と水位上昇の關係を知る事が出来るであらう。可なり面倒な仕事である。又他の港に就て此の様な調をなし比較して見るのも面白いであらうが未だ暇を得ない。上昇の現象が神戸より一層大なる所も澤山あると思はるゝが、夫等の土地に關係の方々が此の様な調査をされ、其の結果を發表されたならば、學術上にも實際仕事の上にも有益であると信ぜらる。 (完)

附表第一 低氣壓の出現なくして強風の吹ける場合の水位上昇

NO	年月日	時	氣壓	風速(毎分)	風向	上昇	NO	年月日	時	氣壓	風速(毎分)	風向	上昇		
1	3-5-29	10 Pm	758.0	8.8	E	0.2	11	1-5-4	8 Am	746.7	7.6	SSW	1.3		
		11	757.5	10.2	E	0.2			9	747.0	11.7	WSW	1.0		
		30	1 Am	756.3	12.6	E			0.2	10	747.0	13.4	W	0.5	
			2	756.2	11.3	ENE			0.2	11	748.1	15.6	WSW	0.6	
			3	756.1	12.0	ENE			0.3	12	747.8	14.3	W	0.7	
2	2-5-1	1 Am	753.0	7.3	SW	0.7			1 Pm	747.8	13.9	W	0.6		
		2	752.0	9.1	WSW	0.7			2	748.2	12.7	WNW	0.4		
		3	752.0	11.1	W	0.3			3	749.8	13.9	WSW	0.2		
		4	752.5	11.4	W	0.3			12	3-3-7	0 Am	752.9	4.2	SW	0.6
		5	753.6	13.4	W	0.4					1	751.6	5.4	SW	0.7
		6	755.0	11.7	WNW	0.3					3	748.9	5.4	SSW	1.2
1 Pm	752.8	5.2	SW	0.7	4	747.4	5.8	SSW			1.7				
3	4-1-5	2	752.8	11.7	W	0.8	5	748.8	12.3	W	1.6				
		3	753.8	11.6	W	0.8	6	749.4	10.3	WNW	0.8				
		4	753.9	10.1	W	0.7	7	751.2	12.7	W	0.4				
		7 Am	753.8	11.9	NW	0.5	8	752.7	13.2	W	0.5				
4	3-1-7	8	754.2	12.3	NW	0.5	9	753.1	13.4	W	0.6				
		11	753.5	13.1	W	0.6	13	3-3-2	2 Pm	759.0	16.4	E	0.4		
		12	752.7	15.6	W	0.9			3	758.4	15.7	ENE	0.3		
		1 Pm	752.5	16.4	W	0.8			4	758.2	13.6	ENE	0.3		
		2	752.3	15.6	W	0.3			5	758.4	13.8	ENE	0.6		
		3	752.1	16.6	W	0.4			6	758.7	14.0	ENE	0.6		
		4	752.6	18.3	W	0.8			7	758.0	12.2	ENE	0.4		
		5	753.2	16.8	W	1.0			8	757.9	14.7	ENE	0.4		
		6	753.9	16.2	W	0.6			9	758.4	12.8	E	0.5		
		5	3-1-14	12 Am	752.6	11.1			WNW	0.7	10	757.9	12.2	E	0.5
				1 Pm	752.4	14.9			WNW	0.6	11	756.9	14.1	ENE	0.4
				2	752.4	15.0			W	0.6	14	4-5-17	0 Am	755.1	11.7
3	752.9			17.2	W	0.8	1	754.0	12.1	ENE			0.5		
4	754.0			18.7	W	0.6	15	5-9-11	4 Am	754.3			5.5	SSW	0.3
5	754.8	10.7	W	0.5	5	754.8			7.3	SW			0.3		
6	5-5-25	5 Am	752.3	7.3	NSW	0.5			6	754.5	3.8	SW	0.4		
		6	751.6	4.8	WSW	0.5			7	754.4	4.0	SSW	0.5		
		7	752.0	10.1	NSW	0.9			8	754.0	3.8	SSW	0.6		
		8	752.1	10.3	WSW	1.0	9	753.9	4.8	S	0.6				
		9	752.1	10.3	W	0.8	16	4-5-2-3	2 Pm	752.1	13.7	WSW	0.7		
7	2-6-28	8 Am	757.0	6.6	SW	0.4			3	752.2	15.6	WSW	0.8		
		9	756.7	5.7	SW	0.6			4	752.9	13.6	W	0.5		
		10	756.4	7.0	SW	0.5			5	752.6	7.5	W	0.7		
		11	756.2	8.6	SW	0.5			6	752.7	9.5	W	0.8		
		12	755.8	9.5	SW	0.5	17	4-3-19	1 Pm	753.6	7.4	SW	0.4		
1 Pm	755.2	10.5	SW	0.5	2	752.8			7.3	SW	0.3				
8	5-12-27	2	755.1	9.8	SW	0.5	18	4-12-22	1 Pm	757.5	12.1	W	0.5		
		3	754.6	8.5	SW	0.4			2	758.4	10.8	W	0.4		
		4	754.2	9.8	SW	0.4			19	3-8-26	1 Am	751.5	5.5	S	1.25
		5	754.3	9.5	SW	0.5					2	751.4	4.7	S	1.1
		5-12-27	2 Pm	751.5	13.3	W					0.3	3	751.2	5.7	SSE
3	751.0	11.4	W	0.6	4	751.5	6.5	S			0.8				
4	750.6	15.7	W	0.7	5	751.5	6.7	S			1.0				
9	5-5-7	5	751.0	12.8	W	0.5	6	752.0	5.7	SSW	1.0				
		5 Pm	745.9	12.8	W	0.9	7	752.5	9.0	SSW	0.75				
		6	746.5	11.0	W	1.1	8	752.9	9.5	SSW	0.8				
		7	747.5	15.3	W	1.2	9	753.4	8.2	SSW	0.8				
		8	749.6	8.3	W	1.0	10	753.7	9.7	SW	1.0				
		9	750.9	4.3	W	0.6	11	754.0	6.7	W	0.5				
10	2-4-23	11 Am	755.2	9.4	WSW	0.7									
		12	754.5	10.0	WSW	0.6									
		1 Pm	754.2	3.3	SW	0.5									
		2	754.0	2.9	SW	0.5									
		3	753.5	2.6	SW	0.6									
		4	753.4	4.4	WSW	0.6									
		5	753.3	4.2	WSW	0.5									

(土木學會誌第十三卷第六附表)

附表第二 低気圧中心太平洋方面を通過せし風弱き場合の水位上昇

NO	年月日	時	気圧	風速(毎秒)	風向	低気圧中心 の気圧	上昇	NO	年月日	時	気圧	風速(毎秒)	風向	低気圧中心 の気圧	上昇
1	1-11-23	4am	760.4	1.5	NW		0.3	7	4-2-18	6pm	763.8	4.0	E	752. <sup>31 NI</sup> <sub>139 E.1</sub>	0.3
		5	760.2	1.1	NE		0.5			7	764.8	3.3	N		0.7
		6	760.2	1.7	WNW	754. <sup>31 NI</sup> <sub>139 E.1</sub>	0.1			8	764.6	4.3	N		0.6
		7	760.5	2.0	NE		0.4			9	760.3	4.2	N		0.3
		8	761.2	2.2	NE		0.4	8	1-3-18	3am	754.0	7.4	WNW	744. <sup>31 NI</sup> <sub>139 E.1</sub>	0.3
2	1-12-22	6am	758.1	1.6	NNW	756. <sup>31 NI</sup> <sub>135 E.1</sub>	0.3			4	754.2	5.6	W		0.7
		7	758.3	0.7	W		0.4			5	754.3	7.2	W		0.8
		8	758.7	1.2	W		0.4			6	754.4	9.1	W		0.7
3	3-8-13	5am	750.2	2.7	WNW		0.2			7	754.9	9.5	W		0.4
		6	750.5	7.1	NW	736. <sup>31 NI</sup> <sub>135 E.1</sub>	0.2	9	5-10-7	6am	765.0	2.8	N	758. <sup>22 NI</sup> <sub>130 E.1</sub>	0.0
		7	750.4	4.1	W		0.2	10	4-10-17	10pm	758.0	8.5	ENE	758. <sup>31 NI</sup> <sub>136 E.1</sub>	0.0
4	5-11-18	4am	762.2	2.4	S		0.4	11	5-2-7	6am	751.0	5.3	E	748. <sup>31 NI</sup> <sub>136 E.1</sub>	0.0
		5	762.5	1.5	SW		0.5	12	4-8-4	2pm	751.0	0.7	ENE	748. <sup>31 NI</sup> <sub>136 E.1</sub>	0.0
		6	762.9	1.9	SW	750. <sup>31 NI</sup> <sub>135 E.1</sub>	0.3	13	5-10-14	6am	761.0	1.7	NW	758. <sup>31 NI</sup> <sub>136 E.1</sub>	0.0
		7	763.6	2.0	SW		0.2	14	4-9-22	6pm	757.7	2.5	WNW	744. <sup>31 NI</sup> <sub>136 E.1</sub>	0.4
5	3-12-22	9pm	753.0	0.7	ENE		0.4	15	2-12-16	0pm	758.0	8.4	NE		0.5
		10	752.2	0.3	ENE	750. <sup>31 NI</sup> <sub>135 E.1</sub>	0.4			1	757.5	3.6	ENE		0.7
		11	751.4	0.6	N		0.4			2	757.3	4.6	E	752. <sup>31 NI</sup> <sub>136 E.1</sub>	0.7
6	4-2-4	7am	753.3	1.9	WSW	750. <sup>31 NI</sup> <sub>135 E.1</sub>	0.5			3	757.9	3.5	E		0.6
		8	752.8	5.5	N		0.6			4	758.1	3.9	WNW		0.7
		9	751.5	3.8	N		0.3			5	758.5	5.4	NW		0.8
										6	758.4	2.2	W		0.8
										7	758.4	3.1	WNW		0.6

N.L. .... 北緯 度数  
E.L. .... 東経 度数

附表第三 低気圧中心神戸附近を通過せし風弱き場合の水位上昇

NO	年月日	時	気圧	風速(毎秒)	風向	低気圧中心 の気圧	上昇	NO	年月日	時	気圧	風速(毎秒)	風向	低気圧中心 の気圧	上昇
1	2-9-26	3pm	756.0	4.7	NE		0.5	3	5-2-29	4am	754.8	3.3	ENE		0.8
		4	755.4	4.7	ENE		0.6			5	753.5	5.3	ENE		1.0
		5	755.6	4.8	ENE		0.7			6	752.1	5.3	ENE	750	1.2
		6	755.7	1.9	NE	755	0.5			7	751.1	4.6	E		1.3
		7	756.2	0.9	N		0.4			8	751.1	4.8	ENE		1.5
		8	756.2	1.1	WNW		0.2			9	750.1	1.2	NNW		1.5
2	2-11-21	0pm	761.3	3.1	ENE		0.7			10	750.7	2.1	SS		0.9
		1	760.5	2.7	ENE		0.6			11	750.1	0.1	-		0.8
		2	758.6	4.1	ENE	756	0.7			12	749.5	0.1	-	748	0.9
		3	758.2	3.8	ENE		0.7			1pm	748.9	6.1	W		0.9
		4	757.3	3.4	ENE		0.8			2	748.1	6.1	WNW		0.9
		5	756.7	3.1	ENE		0.6			3	748.4	6.0	NW		0.7
										4	749.1	6.0	NNW		0.6
										5	750.0	7.0	N		0.6

(土木学会誌第十三巻第六號附表)

附表第四 低気圧中心日本海方面を通過せし風弱き場合の水位上昇

NO	年月日	時	気圧	風速(毎秒)	風向	上昇	NO	年月日	時	気圧	風速(毎秒)	風向	上昇
1	44-2-14	8pm	760.9	7.6	ENE	0.3	8	4-3-23	3am	757.9	7.9	SW	0.4
		9	760.5	2.0	SSW	0.55			4	756.9	2.2	ENE	0.5
		10	760.0	3.5	W	0.7			5	755.8	0.5	ESE	0.5
		11	759.6	6.2	WSW	0.7			6	756.4	2.1	W	0.5
		12	759.3	5.3	WSW	0.6			9	3-11-15	3am	758.5	2.0
2	4-11-25	8pm	761.0	3.2	ENE	0.35	4	758.1	1.5	SE	0.6		
		9	761.3	3.1	ENE	0.3	5	758.4	1.8	SW	0.6		
		10	760.9	3.0	ENE	0.3	6	758.6	2.7	WSW	0.6		
		11	760.4	4.9	ENE	0.2	7	759.5	2.0	SW	0.5		
3	3-12-31	6am	766.1	1.8	NW	0.4	10	5-5-7	9am	751.1	3.9	ENE	1.0
		7	765.6	2.7	NNW	0.4	10	749.9	5.8	ENE	1.2		
		8	765.5	1.9	NW	0.6	11	749.1	4.6	ENE	1.2		
		9	765.3	1.7	SW	0.4	12	749.0	2.4	WSW	0.9		
4	3-3-30	1pm	766.5	1.1	NW	0.5	11	44-1-31	3pm	752.6	3.2	NE	0.3
		2	766.2	2.6	NNW	0.5	4	752.7	3.1	S	0.4		
		3	765.5	1.9	WSW	0.4	5	752.1	1.6	NE	0.51		
5	4-1-28	8am	766.7	3.6	ENE	1.0	6	753.7	3.0	WSW	0.3		
		9	766.2	4.6	ENE	1.1	12	5-6-20	11am	757.0	1.6	S	0.3
		10	765.6	4.1	E	1.1	12	756.8	2.6	SSE	0.2		
		11	764.3	2.2	ENE	1.4	1pm	756.4	2.3	E	0.3		
		12	763.8	2.3	NW	1.4	2	756.8	2.9	E	0.2		
		1pm	763.3	7.0	WSW	1.3	13	2-6-17	0am	744.6	3.9	WNW	0.4
		2	762.5	5.2	W	1.2	1	744.5	3.2	WNW	0.6		
3	763.4	5.9	W	0.7	2	744.6	4.4	WNW	0.5				
6	2-12-12	0pm	766.7	3.4	W	0.6	3	744.5	4.7	NW	0.3		
		1	765.9	3.5	NNW	0.5	14	2-12-2	3pm	759.2	1.3	NW	0.4
		2	765.9	5.3	NNW	0.5	4	758.5	5.3	NNW	0.4		
		3	766.1	9.1	NNW	0.4	5	758.4	1.5	NNW	0.5		
7	4-2-23	5pm	763.8	4.7	ENE	0.8	6	758.7	1.4	NW	0.5		
		6	763.4	5.3	ENE	1.0	7	759.0	7.1	N	0.3		
		7	764.6	2.1	W	1.4	15	4-3-5	4pm	756.7	7.8	W	0.3
		8	764.6	4.3	W	1.0	5	756.7	9.0	NW	0.4		
		9	764.8	7.0	W	0.6	6	757.1	8.8	NW	0.8		
						7	758.0	6.4	W	0.6			
						8	759.8	7.4	NNW	0.5			

附表第五 低気圧中心太平洋方面を通過し風強き場合の水位上昇

NO	年月日	時	気圧	風速(毎秒)	風向	低気圧中心位置	上昇	NO	年月日	時	気圧	風速(毎秒)	風向	低気圧中心位置	上昇
1	4-2-4	10am	750.8	17.2	N	74.2 $\frac{34.11}{24.11}$	0.3	3	2-12-17	4	756.6	16.1	W		0.4
		11	749.8	15.2	NNW		0.3			5	757.2	9.7	WNW		0.4
2	3-5-11	6pm	752.1	14.1	ENE	75.0 $\frac{31.11}{22.11}$	0.6	6	758.0	7.6	WNW		0.5		
		7	751.7	14.9	ENE		0.6	7	757.2	12.4	W		0.4		
		8	751.5	15.8	ENE		0.5	8	757.4	14.0	W		0.8		
		9	751.6	13.0	ENE		0.5	9	758.0	12.9	W		0.9		
		10	751.5	11.2	ENE		0.5	10	759.3	8.7	W	75.0 $\frac{33.11}{24.11}$	0.6		
		11	751.6	9.1	ENE		0.3	4	5-10-29	4pm	759.9	12.2	ENE		0.4
		12	751.1	6.4	ENE		0.3	5	759.5	10.8	ENE		0.4		
3	2-12-17	5am	755.3	8.2	WNW		0.5	6	759.5	8.7	ENE	75.8 $\frac{33.11}{23.11}$	0.4		
		6	755.8	9.6	WNW	75.4 $\frac{31.11}{24.11}$	0.7	7	759.5	7.8	ENE		0.4		
		7	756.6	8.7	WNW		0.7	8	759.0	8.3	ENE		0.5		
		8	756.7	8.0	WNW		0.8	9	758.2	10.0	ENE		0.6		
		9	757.4	7.0	WNW		0.7	10	757.6	9.3	ENE		0.5		
		10	757.4	8.5	WNW		0.6	11	757.0	4.4	ENE		0.4		
		11	756.8	9.3	WNW		0.5	12	756.5	6.8	N		0.2		
		12	756.3	10.1	WNW		0.5	30	1 am	756.2	1.9	W		0.3	
		1 pm	756.0	12.5	W		0.8	2	756.5	9.4	N		0.3		
		2	755.7	8.8	W		0.7	3	756.5	9.3	N		0.2		
		3	755.6	12.0	W		0.6	4	756.9	5.0	N	75.4 $\frac{33.11}{23.11}$	0.3		

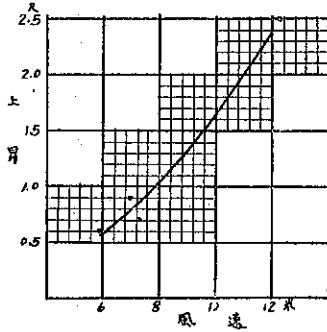
附表第六 低気圧中心神戸附近を通過し風強き場合の水位上昇

No	年月日	時	気圧	風速(節)	風向	低気圧中心の気圧位置	上昇	No	年月日	時	気圧	風速(節)	風向	低気圧中心の気圧位置	上昇	
1	3-9-30	10 <sup>pm</sup>	749.8	9.4	ENE		0.0	6	1-8-24	8	751.2	14.3	SE		2.6	
		11	747.1	10.7	ENE		0.0			9	752.3	16.7	SSW		1.9	
		12	745.9	4.7	ENE		0.0			10	753.6	15.1	SW		0.7	
		10-1	1 <sup>am</sup>	744.8	10.4	NNW				0.6	11	754.3	12.6	W		0.2
		2	745.4	12.0	NNW		0.6			12	754.8	13.0	W		0.3	
	3	743.8	11.9	NW		0.3	7		1-10-2	10 <sup>am</sup>	754.1	10.8	ENE		0.5	
	4	747.4	15.2	NW		0.0				11	752.4	14.0	ENE		0.3	
	5	749.4	6.0	W		0.9				12	752.1	14.5	ENE		0.5	
	6 <sup>pm</sup>	747.7	8.8	ENE		0.6				1 <sup>pm</sup>	751.5	14.0	ENE		0.5	
	7	746.1	14.8	NE		0.6				2	751.5	11.7	ENE		0.6	
2	1-9-22	8	746.3	10.2	NE		0.7	3	751.5	9.1	ENE		0.6			
		9	743.2	12.4	NE		0.9	4	751.0	9.7	ENE		0.4			
		10	741.7	12.0	ENE	724 <sup>72.4</sup> / <sub>122.6</sub>	1.1	5	751.7	9.3	ENE		0.5			
		11	738.4	12.4	NE		1.2	6	752.5	8.5	ENE		0.7			
		12	735.1	8.6	ENE		1.5	7	752.9	6.6	ENE		0.6			
		23	1 <sup>am</sup>	729.7	15.5	ENE		1.8	8	753.3	8.0	ENE		0.4		
		2	729.4	11.4	NE		1.8	8	4-1-8	9 <sup>am</sup>	750.5	8.6	NNW		0.8	
		3	717.8	17.7	NE		2.2			10	750.6	10.1	W		1.0	
		4	719.5	14.6	N		3.0			11	750.1	12.4	W		0.8	
		5	728.8	14.5	NNW		2.6			12	748.7	11.7	W		0.7	
6		734.1	16.6	W	716 <sup>715.4</sup> / <sub>124.1</sub>	2.8	1 <sup>pm</sup>			747.8	13.0	W		0.6		
7		740.8	17.1	WSW		2.0	2			745.9	13.2	W		1.0		
8	744.1	13.5	WS		0.8	3	747.7			15.9	W		1.5			
9	747.1	11.6	WSW		0.6	4	748.7			9.4	W		1.3			
10	749.8	10.9	WSW		0.5	5	749.5			12.5	W		0.8			
6							6			750.1	13.3	W		0.5		
3	3-9-14	1 <sup>pm</sup>	750.8	8.1	E	746 <sup>746.4</sup> / <sub>127.4</sub>	0.7	9	4-5-11	0 <sup>am</sup>	751.0	11.1	ENE		0.2	
		2	750.8	6.9	SSE		0.9			1	749.7	10.1	ENE		0.6	
		3	751.1	7.4	S		1.5			2	748.2	8.5	ENE		0.6	
		4	750.9	8.0	SSW		1.65			3	747.5	8.0	ENE		0.6	
		5	750.0	11.0	SSW		1.4			4	746.2	6.4	ENE		0.8	
		6	750.2	11.4	SSW		0.9			5	745.7	3.3	S		0.9	
		7	752.0	10.3	WSW		0.65			6	744.9	7.4	SW		1.2	
		8	753.1	7.9	WSW		0.3			7	744.1	8.7	SW		1.2	
	4	4-8-15	8 <sup>pm</sup>	745.6	11.7	ENE				1.1	8	743.2	10.6	SW		1.3
	9		745.4	11.6	ENE		1.2			9	743.1	9.0	WSW		1.2	
10	744.3		12.0	ENE	730 <sup>730.4</sup> / <sub>124.4</sub>	1.1	10	743.0	6.9	W		0.7				
11	743.4		11.5	ENE		1.6	11	742.8	7.0	W		0.4				
12	742.3		12.5	ENE		1.6	12	742.9	6.8	W		0.5				
16	1 <sup>am</sup>		741.8	11.0	E		1.9	1 <sup>pm</sup>	742.6	8.3	W		0.6			
2	740.1		10.5	EN		1.8	2	742.9	6.9	WSW		0.1				
3	740.0		12.5	ESE		1.8	3	743.2	5.5	WSW		0.6				
4	739.5	13.2	SSE		2.5	4	743.7	4.1	W		0.7					
5	739.6	23.0	SSW		3.2	5	744.7	4.1	W		0.7					
6	740.7	22.0	SW	736 <sup>736.0</sup> / <sub>122.0</sub>	2.7	6	745.7	3.6	W		0.5					
7	741.8	7.2	WSW		1.8	10	1-7-2	2 <sup>pm</sup>	752.3	15.0	ENE		0.2			
8	741.8	7.2	WSW		1.8			3	752.8	12.1	ENE		0.2			
5	4-10-7	6 <sup>pm</sup>	744.1	12.9	ENE			730 <sup>730.4</sup> / <sub>122.2</sub>	0.8	4	752.3	12.1	ENE		0.5	
7		742.8	14.3	ENE				1.4	5	752.3	10.3	ENE		0.5		
8		742.2	13.2	ENE				1.6	6	752.3	8.3	ENE		0.2		
9		741.1	11.6	ENE				1.5	7	752.3	7.6	ENE		0.2		
10		740.6	10.9	E				1.6	8	752.6	5.2	ENE		0.4		
11		740.4	9.0	ENE				1.5	9	753.2	2.5	ENE		0.3		
12		738.5	8.5	SE				2.2	10	753.3	3.1	ENE		0.3		
8		1 <sup>am</sup>	739.4	11.4	S				2.9	11	3-4-16	10 <sup>am</sup>	749.9	5.5	ENE	
2		739.6	12.8	SSW		2.8	11	749.7	11.1			NNW		1.8		
3		740.4	14.2	SW		2.3	12	749.8	12.4			W		1.3		
4		742.1	12.6	WSW		1.6	1 <sup>pm</sup>	749.5	12.8			W		1.0		
5		743.4	14.1	W		1.0	2	748.8	14.8			W		1.3		
6	745.1	15.9	W	740 <sup>740.4</sup> / <sub>122.2</sub>	0.7	3	748.9	14.2	W				1.0			
6	1-8-24	1 <sup>am</sup>	753.2	10.1	E		0.6	4	749.7			11.7	W		0.7	
5		752.1	13.1	E		0.65	5	750.9	8.0			W		0.8		
6		751.0	15.9	E	748 <sup>748.4</sup> / <sub>124.2</sub>	1.1										
7		751.5	16.2	E		2.1										

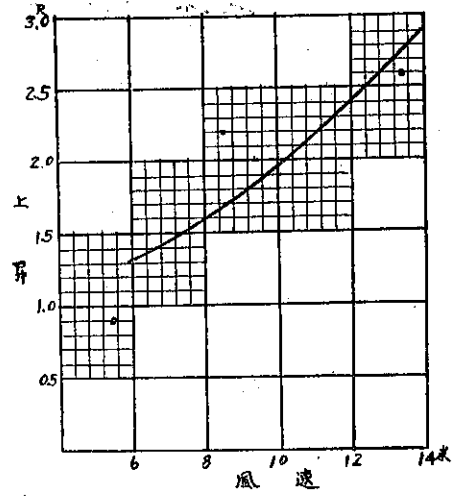
(土木學會誌第十三卷第六號附表)



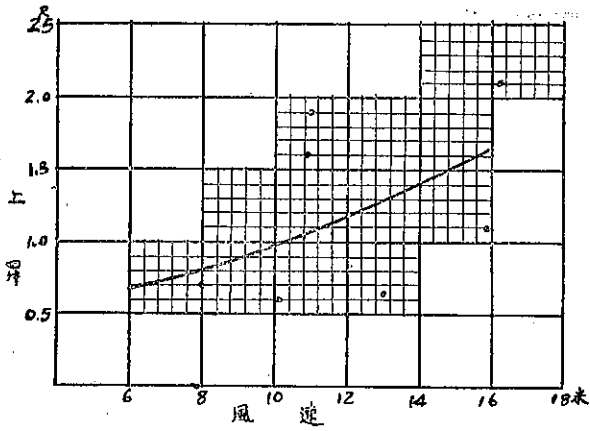
附圖第五 風向 SSE



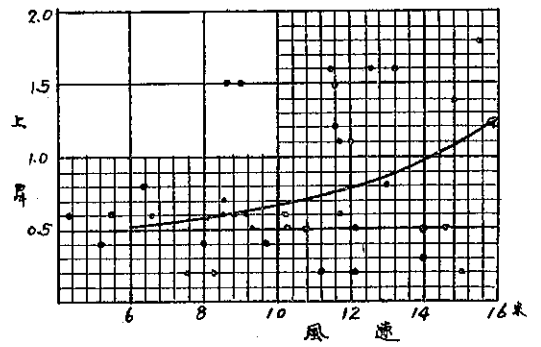
附圖第六 風向 ES



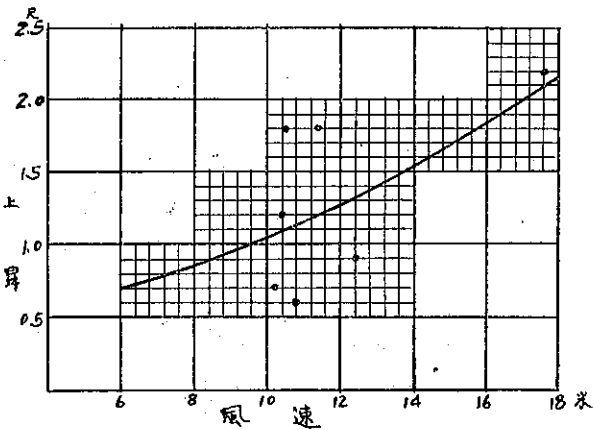
附圖第七 風向 E



附圖第八 風向 ENE



附圖第九 風向 NE



附圖第十 風向 W

