

百 科 小 叢 書

潮 汐 淺 說

葉 可 松 編

王 雲 五 主 編

商 務 印 書 館 發 行

書叢小科百

說 淺 汐 潮

編 松 可 葉

編 主 五 雲 王

行 發 館 書 印 務 商

潮汐淺說

目次

第一章 緒言	一
第一節 潮高	一
第二節 月潮間隙	二
第三節 潮差	三
第四節 潮汛	四
第二章 潮汐之原動力學說	七
第一節 吾國古代學說	七
第二節 牛頓學說	一一

第三章	靜力學潮汐論	一五
第四章	動力學潮汐論	二三
第五章	潮浪之進展	二五
第六章	特殊地形之潮汐	三六
第七章	中國沿岸之潮汐	四六
第八章	關係潮汐之兆候	五一
第一節	氣象	五一
第二節	附隨起伏震動之潮汐	五二
第九章	調和分析法解釋潮汐	五四
第十章	短期驗潮推算潮汐常數	六八
第一節	推算原理	六八
第二節	推算程序	七一

第十一章	深度及高度基準面	八三
第十二章	潮汐表之編纂	八九
第一節	普通方法	八九
第二節	調和分析法及潮汛推算儀	九三
第三節	潮汐表內容	九七
附編		九九
長期驗潮推算潮汐常數		九九
參考書目錄		一〇二
關係潮汐英文術語譯述		一〇四

潮汐淺說

第一章 緒言

編者按『說文』曰。江海之水朝生爲潮。夕生爲汐。又曰濤大波也。

第一節 潮高

海洋之水面因日月之攝引而升落際此升落時間其垂直線之動作謂之潮汐。水面最高時謂之高潮。最低時謂之低潮。

每在高潮低潮之前或後最短時間內。水面垂直線之更動極難觀測。於此暫時不動期間謂之平潮。或停潮。

常例每日有兩次高潮兩次低潮。

水面上升時。或自低潮而至高潮。謂之漲潮。

水面下落時。或自高潮而至低潮。謂之退潮。

水之微物。隨水平面之升降。而生循環的橫面動作。謂之潮流。水之垂直線與橫面動作。常例每日更變其方向四次。謂之轉潮。凡在數分鐘內。無橫面之動作。謂之憩流。

大洋之流水。因風向溫度及地球之旋轉而更動。有似大洋中之河道。綿長遙遠。但水之微物常在數海里內。往返流動焉。

設使吾人於某地有長時間之潮汐測驗。可得下述之事實。即每相連續高潮或低潮之時間。約十二小時二十五分。簡言之。在二十四小時五十分內。有兩次高潮兩次低潮。故每日兩次高潮及兩次低潮。約遲五十分鐘之譜。

第二節 月潮間隙

月經過於某處經線時。與該處高潮或低潮時。其相距時間常爲定數。謂之月潮間隙。

高潮間隙之計算。係月經過於某處經線時。與該處高潮時。其相距時間爲若干點鐘。謂之高潮間隙。

低潮間隙之計算。係月經過於某處經線時。與該處低潮時。其相距時間爲若干點鐘。謂之低潮間隙。

朔望高潮。係指某處每月朔望日。其高潮間隙之時間而云。

朔望低潮。係指某處每月朔望日。其低潮間隙之時間而云。

月潮間隙雖爲定數。然實際上有些微之變更。隨月齡而異。其差率最大時在下弦至月望之間。最小時在上弦至月朔之間。每半月、一個月、或一個半月。其月潮間隙之平均數。爲平均月潮間隙。高潮時之平均數。簡稱之爲平均高潮間隙。低潮時。爲平均低潮間隙。

第三節 潮差

潮差係高潮與低潮相差之數。恆常更動以半個月爲率。每逢朔望後二三日、爲潮差最大之量。是謂大潮。

每逢月在上弦或下弦二三日後、爲潮差最小之量。是謂小潮。凡各大潮時之潮差。其平均數、是謂大潮差。小潮時之潮差。其平均數、是謂小潮差。

第四節 潮汛

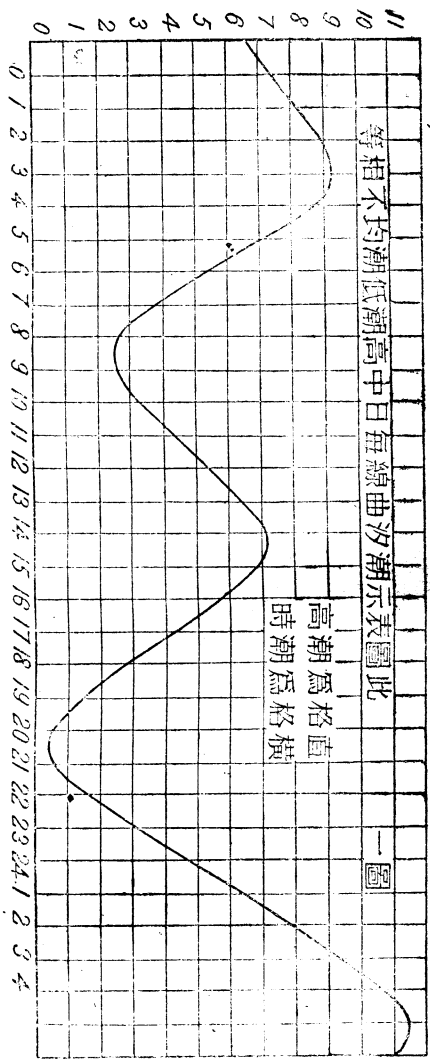
月齡及潮差。皆與月距地球之遠近而異。

潮齡。係朔望時、與大潮時、相距之時間。

每日中更迭之、高潮或低潮。其高度每有不同。其時間亦不規則。凡此現象。是之謂日潮不等。如右圖（一）

每日中、較高之高潮、謂之高高潮。較低之低潮、謂之低低潮。

日潮不等與月行赤緯有關。月近赤緯、日潮常爲有規則的更動。是爲分點潮。月距赤緯之南或



北愈遠則日潮不等愈甚。是謂二至潮。因是每日僅有一次高潮一次低潮者。

每隔十五天後。潮時潮高常例相差無幾。即某日之潮汛與十五日後之潮汛常約相等。或某日之潮汛與半年後之潮汛常約相等。月齡亦相等。但此舉例。上午之潮汛則變為下午之潮汛。平均海面。係水平面而之平均高度。而此高度每月均有差異。積若干年而平均之。謂之平均海面。大概一月

潮汐淺說

至四月間爲最高。七月至十月間爲最低。但相差不過一二英尺而已。

第二章 潮汐之原動力學說

第一節 吾國古代學說

古人對於潮汐之原動力學說。各有見解不同之處。茲略述之如下。

(一)『土風記』(晉周處撰)鯤一名海鱧。長數千里。穴居海底。入穴則水溢爲潮。出穴則水入潮退。出入有節。故潮水有期。

(二)『抱朴子』(晉葛洪撰)天河從北河分爲兩頭。至南極。其一經南斗中過。其一經東斗中過。兩河隨天轉入地下過。而下水相得。又與海水合。三水相蕩。而天轉排之。故激湧而成潮水。

潮汐者。一月之中。天再東再西。故潮水再大再小。又夏時日居南宿。陰消陽盛。而天高一萬

五千里。故夏潮大。冬時日居北宿。陰盛陽消。而天卑一萬五千里。故冬潮小。春日居東宿。天高一萬五千里。故春潮漸起也。秋日居西宿。天卑一萬五千里。故秋潮漸減也。

(三)『盧肇』天之行健。晝夜復焉。曰附於天。天右旋入海。而日隨之。日之至也。水其附之乎。故因其灼激而退焉。退於彼盈於此。則潮之往來不足怪也。其小大之期。則制於月。小大不常。必有遲有速。故盈虧之勢與月同體。何以然。日月合朔之際。則潮始微絕。以其至陰之邇於至陽。是以陽之威不得肆焉。陰之輝不得明焉。陰陽敵。故無進無退。無進無退。乃敵平焉。是以月之與潮皆隱其晦。此潮生之實驗也。其胸其肱。則潮亦隨之。乃知日激水而潮生。月離日而潮大。斯不刊之理也。

『盧肇海潮賦序』月去日遠。其潮乃大。合朔之際。潮始微絕。此固不知潮之準也。夫朔望前後。月行差疾。故晦前三日潮勢長。朔後三日潮勢極大。望亦如之。非謂遠於日也。月弦之際。其行差遲。故潮之去來亦合。杳不盡。非謂近於日也。盈虛消息。一之於月。陰陽之所以分也。夫春夏晝潮常大。秋冬夜潮常大。蓋春爲陽。秋爲陰。中歲之有春秋。猶月之有朔望也。故

潮之極漲。常在春秋之中。濤之極大。常在朔望之後。此又天地之常數也。昔竇氏爲記。以謂潮虛於午。此候於東海者也。近燕公著論以爲生於子。此測於南海者也。又嘗問於海賈云。潮生東南。此乘舟候潮而進退者耳。今古之說。以爲地缺東南。水歸之。海賈云。潮生東南亦近之。

(四)『余道安海潮圖序。』潮之漲退。海非增減。蓋月之所臨。則水往從之。日月左右轉。而天左旋。一日一周。臨於四極。故月臨卯酉。則水漲乎東西。月臨子午。則潮平乎南北。此竭彼盈。往來不絕。皆繫於月。不繫於日。

(五)『臨安志高麗圖。』經云。潮汐往來應期不爽。爲天地之至信。古人嘗論之。在山海經。以爲海鱸出入之度。浮屠書。以爲神龍之變化。竇叔蒙。海嶠志。以爲水隨月之盈虧。盧肇。海潮賦。以爲日出於海。衝擊而成。王允論衡。以爲水者地之血脉。隨氣進退。率未之盡。大抵天包水。水承地。而一元之氣升降於太虛之中。地乘水力以自持。且與元氣升降互爲抑揚。而人亦不覺。亦猶坐於船中。而不知船之自運也。方其氣升而地沉。則海水溢上而爲潮。及其氣降而

地浮。則海水縮而爲汐。計日十二辰。由子至巳其氣爲陽。而陽之氣又自有升降。以運乎晝。由午至亥其氣爲陰。而陰之氣又自有升降。以運乎夜。一晝一夜。合陰陽之氣。凡再升再降。故一日之間。潮汐皆再焉。然晝夜之攻擊。乘日升降如應乎月。日臨於子。則陽氣始升。月升於午。則陰氣始升。故也。夜潮之期。日皆臨子。晝潮之期。日皆臨午焉。又日行遲。月行速。以速應遲。每二十九度過半而月行及之。日月之會。謂之合朔。故月朔之夜潮。日亦臨子。月朔之晝潮。日亦臨午焉。當卯酉之月。則陰陽之交也。氣以交而盛。故潮之大也。獨異於餘月。當朔望之後。則陰陽之變也。氣以變而盛。故潮之大也。獨異於餘日。

(六)「宋姚寬」舊於會稽得一石碑。論海潮依附陰陽時刻極有理。大率元氣虛翕。天隨氣而漲斂。溟渤往來。潮隨天而進退者也。以日者衆陽之母。陰生於陽。故潮附之於日也。月者太陰之精。水者陰類。故潮依之於月也。是隨日而應月。依陰而附陽。盈於朔望。消於朏魄。虛於上下弦。息於朏朧。故潮有大小。今起月朔夜半子時。潮平於地之子位四刻一十六分半。月離於日。在地之辰。次日移三刻七十二分對月到之位。以日臨之。次潮必應之。遇月望復東。

行潮附日而又西應之至後朔子時四刻一十六分半。日月潮水俱復位於子位。是知潮常附日而左旋。以月臨在午。潮必平矣。月在卯西。汐必盡矣。或遲速消息之小異。而進退盈虛終不失於時期矣。

(七)『番禺記』早潮上。晚潮下。兩水相合。謂之沓潮。又云。濤水者潮取物多者其力盛。來遠者其勢大。今潮水從東。地廣道遠。陵山觸岸。從直赴曲。其勢不泄。故涌起成濤。

(八)『寰宇記瓊管志』江浙欽廉之潮有定候。瓊海之潮半日東流。半日西流。潮之大小隨長短星。不係月之盛衰。

(九)『論衡』夫天地之有百川也。猶人之有血脈也。血脈流行。汎揚動靜自有節度。百川亦然。朝夕往來。猶人之有呼吸出入也。

第二節 牛頓學說

十七世紀中。英人牛頓關於潮汐原動力學說。如右圖(二)

重爲月與地球兩體之重心點。(因月較小於地球。故重心點在地球內。)

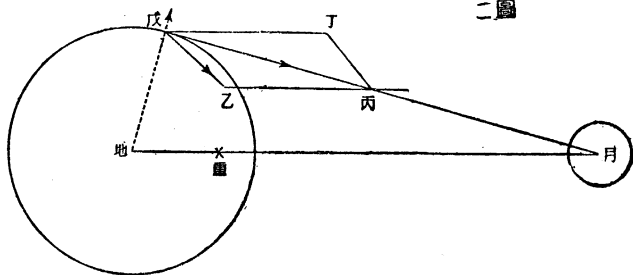
設地球不由其軸旋轉。而以重點爲軸而旋轉。於二十七日間轉一週。是則地球面每點皆同量而旋轉。其半徑均等於地重。

今戊爲地球面上之一點。是則戊點所受之力。爲重心點之重力。及月之攝引力。(但重心點與潮汐無關。)

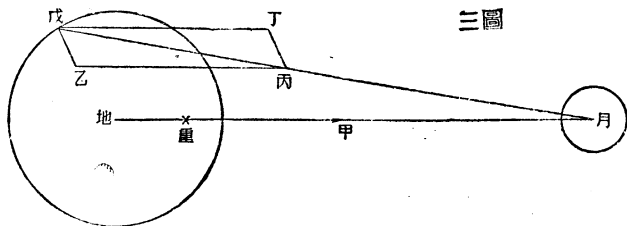
設戊丙爲戊點月之攝引力。地甲爲地點月之攝引力。

於是按力學原理。由戊丙可分爲二種力。戊丁戊乙是也。

二圖



三圖



戊丁爲一種力使其旋轉於二十七天內。

戊乙爲發生潮汐之原動力。

由此以觀。戊乙實月經過戊點之攝引力至爲明顯矣。

(圖三)之異點如下述。於此舉例。戊丙線短於地甲。

戊點比較地點距月爲遠。

(圖四)係地球上發生潮汐原動力之情況。此原動力關

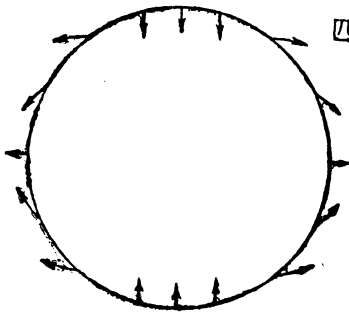
於地球之旋轉力極微。

潮汐之原動力與其體質爲正比例。而與其距離三自乘爲反比例。如下列之公式。

$$\text{潮汐原動力} \propto \frac{\text{體質}}{(\text{距離})^3}$$

$$\text{月之攝引力} \propto \frac{\text{體質}}{(\text{距離})^2}$$

四圖



日之攝引力亦爲發生潮汐之原動力。日之體質較月爲大。然距地球太遠，故因日攝引而發生潮汐之原動力。僅等月攝引力之半。如下列公式。

$$\frac{\text{日發生潮汐之原動力}}{\text{月發生潮汐之原動力}} = 0.46$$

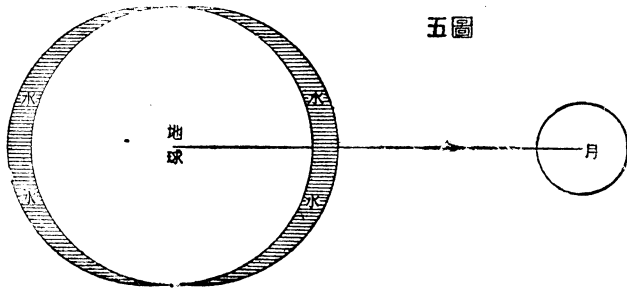
第三章 靜力學潮汐論

今假定潮汐之原動力。因月之攝引力而生。又假定地球上無陸地。全球而皆水。其深度相等。因是潮汐之原動力將平均不偏。而成迴轉橢圓體。繞其大軸而旋轉。（此大軸係指大軸在月與地球之重心點。）如圖（五）。於是易明瞭者。即任在地球面之一點。因地球之旋轉。將於太陰日二十四小時五十分間有兩次高潮兩次低潮。月經過某地經線時。或經過正對向之經線時。即為高潮之時。依據數學原理。求得潮之高度。可用下列之公式。

$$\text{高度} = A. \left. \begin{array}{l} \frac{3M}{2E} \left(\frac{\rho}{r} \right)^2 \left\{ \frac{1}{2} \text{餘弦 } 2\lambda \text{ 餘弦 } 2\phi \text{ 餘弦 } 2h \right. \\ \left. + \text{正弦 } \lambda \text{cos } \lambda \text{ 正弦 } 2\phi \text{ 餘弦 } h \right\} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{第一項} \\ \text{第二項} \end{array}$$

第三章 靜力學潮汐論

五圖



$$\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2\lambda - \frac{1}{2} \cos 2\delta \right) \left(\frac{1}{2} - \cos 2\lambda \right) \quad \text{第三項}$$

A 某處平均海面之高度。

月與地球之距離。

M 地球之體質。

λ 某處之緯度。

E 月之體質。

δ 月行赤緯之度數。

地球之半徑。

h 月之時角。

上列數理公式係由可能的潮汐原動力而來。由此數理公式可分潮汐為三項方程式。月之時角。於一太陰日自零度而至三百六十度。

第一項係以半日為一週。是謂半日週潮。第二項係以全日為一週。是謂日週潮。第三項係以半個月為一週。是謂長期週潮。依據前述原理。可求得潮差受月之攝引力為一英尺又十分之八。而受日之攝引力為十分之八英尺。

前述假定平均不偏之潮汐原動力原理。事實上似乎不能適用。誠以地球面水之深度既已懸殊。而大陸島嶼復滿佈全球。然依學理之研究。潮汐之原動力實仍包含前述三項。即半日週潮日週

潮及長期週潮是也。茲再申述之如下。

水平面之升落。隨此時期（半日週潮日週潮長期週潮）而增進。潮差潮高潮時則各處不同。於此可得下列之數理公式。

$$\text{高度} = A + \left(\frac{R_0}{r}\right) \left\{ \begin{array}{l} R_2 \text{ 餘弦 } \delta \text{ 餘弦 } (2h - E) \\ + R_1 \text{ 正弦 } 2\delta \text{ 餘弦 } (h - E) \\ + R \quad (1 - 3 \text{ 正弦}^2 \delta) \end{array} \right\}$$

R 月之距離。

r 月之平均距離。

R₀ R₁ R₂ 潮差
E E E 潮時 } 上項可於驗潮之數量得之。

上列各項方程式。不但爲已改正之潮汐原理。且易於說明潮汐性質之大略焉。

第一項半日週潮之潮差爲 $\left(\frac{r}{R}\right)^3 R \cos \delta$ 。因月行赤經無定向。而有些微變異。以爲定

數。故 R_2 隨 $\cos 2\delta$ 而異其數量。今月之行動常在赤經二十八度之南或北。 $\cos^2 2\delta$ 之數甚微。是以潮差雖因月行赤經關係而更動。然其數量甚少。

某處高潮之時。常不與月經過某處經線之時同。但其相距之時間常爲定數。可於下列數理證之。

$$\text{當高潮之時 } (2h - E_2) = 0$$

$$\text{當低潮之時 } (2h - E) = 180$$

$$\text{或當高潮之時 } h = \frac{E_2}{2}$$

= 月潮間隙

$$\text{或當低潮之時 } h = 90 + \frac{E_2}{2}$$

若月之時角爲定數。則 $\frac{E_2}{2}$ 之數量爲定數。然則月潮間隙亦爲定數矣。

第二項日潮之潮差。隨 E 弦 2δ 而更動。其數量之變更自 -0.7 至 $+0.7$ 。因 E 弦 56 大約等於 0.7 也。

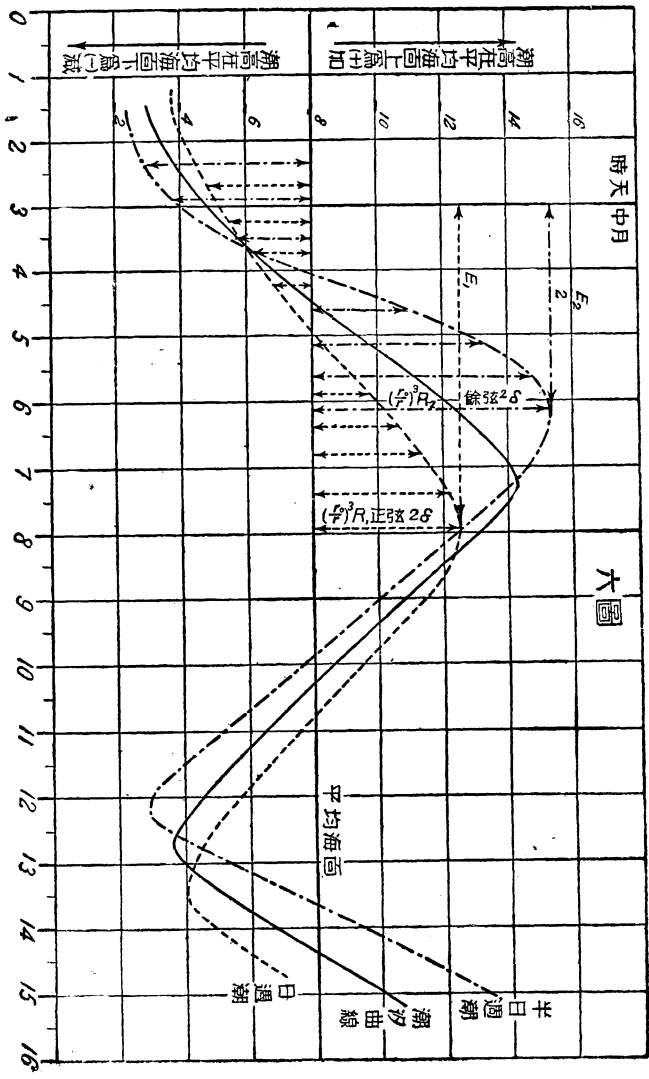
申言之。月行赤經愈遠。則日週潮之潮差愈大。若月行赤經之零度。則潮差亦等於零。由此觀之。月行赤經關係於日週潮。較之半日週潮爲大。

$$\left. \begin{array}{l} \text{日週潮} \\ \text{當} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{高潮時 } h - E = 0 \text{ 故 } h = E, \\ \text{低潮時 } l - E = 180 \text{ 故 } h = 180 + E \end{array}$$

第三項長期週潮。常以半個月內月行赤經之更動爲率。潮差與月之距離三自乘成爲反比例。

上列第一二兩項。亦可用方格紙繪曲線而說明之圖（六）

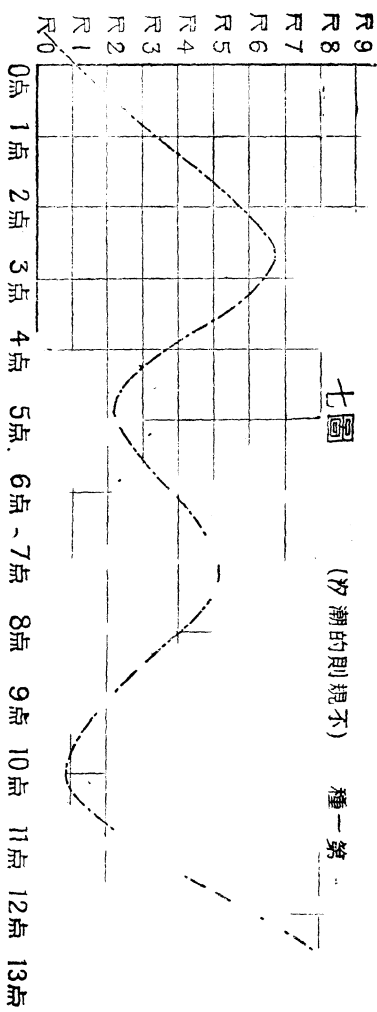
更可用曲線表示潮汐之種類如下圖。（七）（八）（九）



七圖

(於潮的規則不)

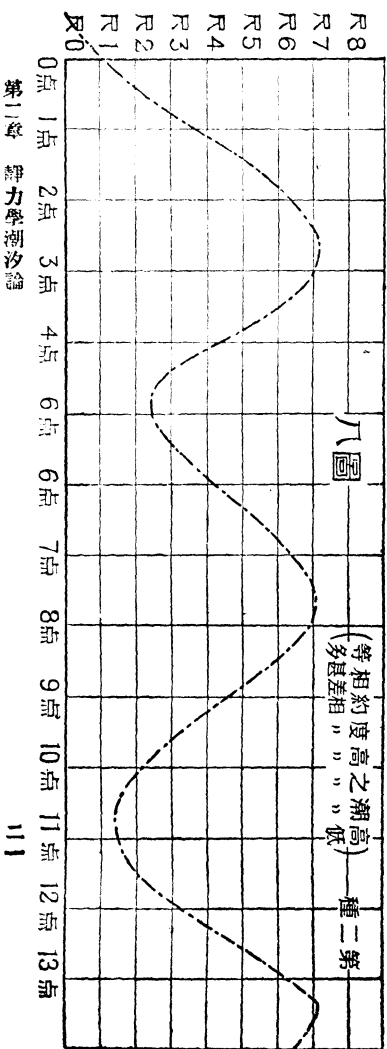
種一第



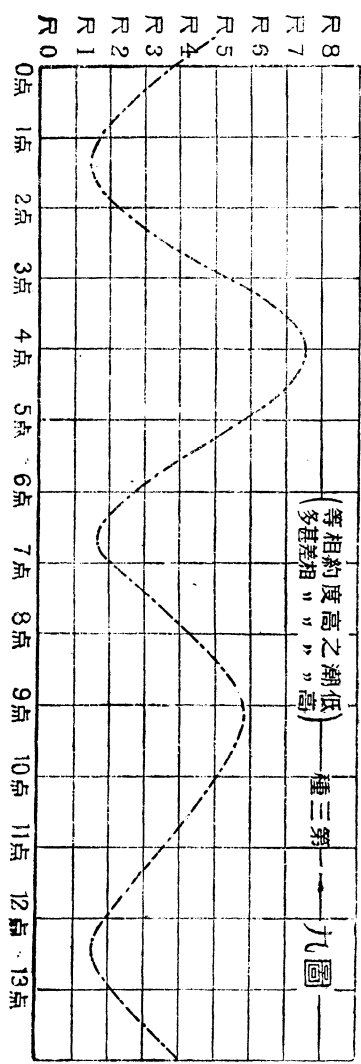
八圖

(等相約度高之潮高)
多甚差相

種二第



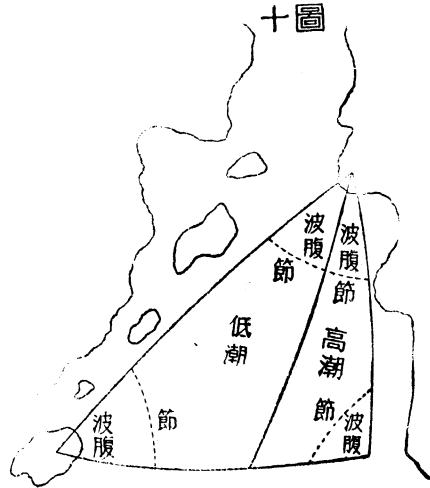
第二章 動力學潮汐論



九圖

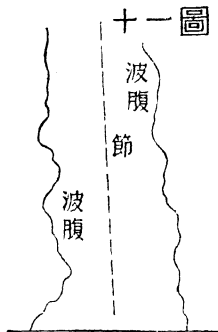
第四章 動力學潮汐論

潮汐發生程序之狀況。爲流體之動力。非均衡不偏之靜力明矣。海底之高低懸殊既不相等。而海岸之形勢蜿蜒崎嶇亦絕不相同。若求極詳確之原理。以解釋地球而潮汐之真實狀況。誠爲不易。世界著名科學家。乃從各種形勢而加之說明焉。各家理論中。尤以美國哈立士 (Harris the Chief of division in Coasting Geodetic Surveying Dept.) 著述之有定的震動理論。最爲卓越。所謂有定的震動。乃蓄水於各種形式盒內。而搖動之。則盒內之水受震動而成波浪也。彼



之理想。謂大洋之水受潮汐原動力之攪擾。常在一處震動。大洋中有數處特別區域。此震動力最占優勢。凡此區域即謂之震動區域。其形式頗簡。有三邊形及四邊形等。其自由震動期間。半日週潮為十二小時。日週潮為二十四小時。(潮汐之原動力期內等於自由震動期間。)

北太平洋之震動區域。為兩個之三邊形。其期間為十二小時。圖(十)中所示之節處。無垂直線之動作。若係長方形之震動區域。則其節處在中央。如下圖(十一)節之周圍水面無垂直線之升降。高低潮之時在節之一方面常與其他方面相差六小時。



設使震動區域之周圍均係大陸。是為穩定的震動。但大洋中島嶼星列。事實上固不如是也。大洋之水。受震動而發生之潮浪。傳佈於震動區域之四周。中國海及日本海潮汐之發生原因。即此震動區域內潮浪之傳佈而然也。

(註一)穩定震動。可以水貯盒中振動而試驗之。

(註二)震動時間有規則者。謂之自由震動時間。

第五章 潮浪之進展

潮浪之高度。自數寸以至四五十尺。因地勢不同而異。其波長自數百尺以至數千尺。最長者謂之長波潮浪。圖（十二）

自由長波進展之速率。其進展力除重心力外。全視水之深度而定。高度及時間均無關係。

長波進展速率之方程式如下。

$$v = \sqrt{g \cdot h}$$

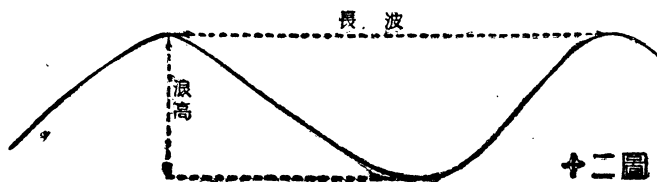
g 重心漸進力。

h 水之深度。

但 g 係定數。等於 380 公寸 (c. M.) 每秒鐘。

或等於三十二英尺又十分之二每秒之自乘。

上列方程式可於驗潮證明之。



十二圖

依上列公式可製表如下。

水	深	潮浪進展之速率
五尋、每尋合六英尺	一八·四	海里每小時
十尋	二六·〇	同上
二十尋	三六·八	同上
三十尋	四五·一	同上
四十尋	五二·〇	同上
五十尋	五八·二	同上
百尋	八二·三	同上
二百尋	一一六·三	同上
五百尋	一八四·〇	同上

一千尋	二六〇・〇同	上
二千尋	三六七・〇同	上
三千尋	四五〇・六同	上

波之進展由於風力者。其波長較水之深度常短。恆在數百尺以內。是謂短波。短波進展之速率。全恃波之長短而定。與水之深淺無關。

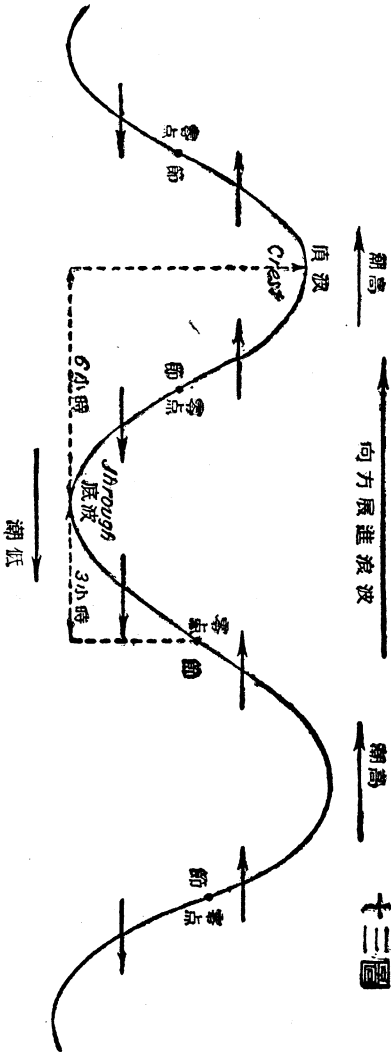
運河及長江潮浪之進展。謂之自由波浪。

水之縱橫動作。或曰自由長波之潮流。其最大之量在高潮低潮時。其零點在半潮時。申言之凡高潮或低潮後三小時後轉向。

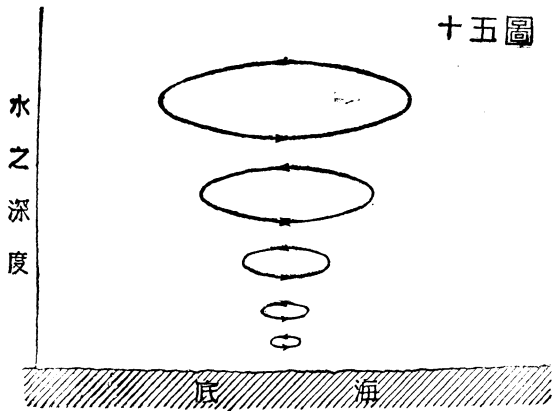
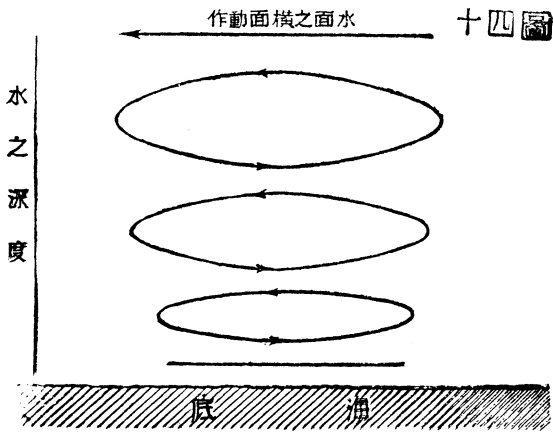
波浪之行動如下圖（十三）。

水之微物流動之方向如圖（十三）。微物之橫面流動往返於數海里內。其流動基於潮浪者。如圖（十四）。則水面之波長與水底之波長恆相等。基於風力者。如（圖十五）。則水面之波

長逐漸減少。至水底而消滅也。



吾人於黃海（如日本西部內海舟山羣島揚子江口等處）測驗自由潮浪之經驗。而知水愈



淺或港勢愈狹者浪愈高。

$$\text{潮浪之高度} \propto \frac{1}{b \frac{1}{2} h \frac{1}{4}}$$

b. 港勢之廣狹。

h. 港道之深淺。

大洋中之潮汐常例較小。其波浪進展於淺水處

則影響潮汐甚大。如美國之梵地灣 Bay of Funday。

大潮差為五十英尺。英國之比力司水道。Pir Tol

channel 大潮差為四十二英尺。日本之仁川港。大潮

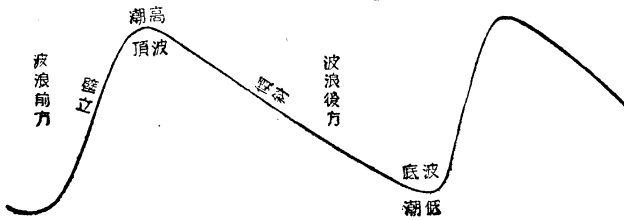
差為二十七英尺。我國杭州灣。大潮差為二十六英尺。

若水之深度較小於浪高。則潮浪進展之速率。於

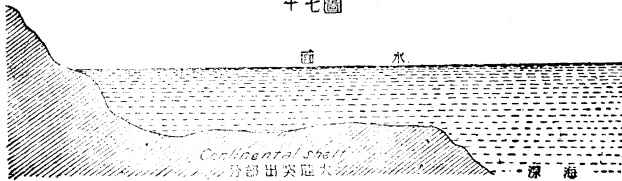
高潮時較速。低潮時較緩。前向壁立。後向舒斜。如下圖

(十六)。

十六圖



十七圖



申言之。若自低潮至高潮時前向壁立。則自高潮至低潮時前向舒斜。即漲潮之時間較短。落潮之時間較長。

吾國海岸其形勢如上圖（十七。）故潮浪之進展。其漲潮時間較短。落潮時間較長。

地點	平均高潮間隙	漲潮時間	大潮差
綠華山	十點二十分	六點十分	十二英尺
銅沙	十點五十分	五點四十分	十二英尺十分之四
吳淞	零點十分	四點四十分	九英尺又十分之四
西洲	二點四十分	四點五十分	九英尺
江陰	五點十分	四點十五分	五英尺又十分之八

依上列紀錄。可知潮浪之進展。自綠華山至銅沙。相距時間為三十分。銅沙至吳淞。相距時間為一百零五分。吳淞至西洲。一百五十分。西洲至江陰。一百五十分。綠華山漲潮及落潮時間約相等。自

銅沙至江陰。則漲潮時間逐漸減短。倘漲潮時間非常之短。則潮浪之進展。其前向愈壁立。幾成爲直線。此種潮浪謂之暴漲湍 Bore。世界上著名之暴漲湍。爲吾國之錢塘江。

地點	平均高潮間隙	漲潮時間	大潮差
乍浦	一點五十四分	五點二十六分	二十英尺
澉浦	二點五十一分	五點四十四分	二十六英尺
海寧	三點五十七分	三點七分	十九英尺
杭州	五點四十三分	一點十分	四英尺

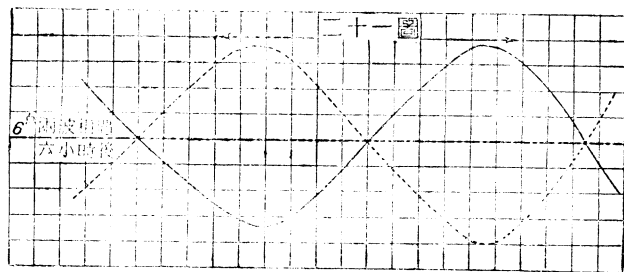
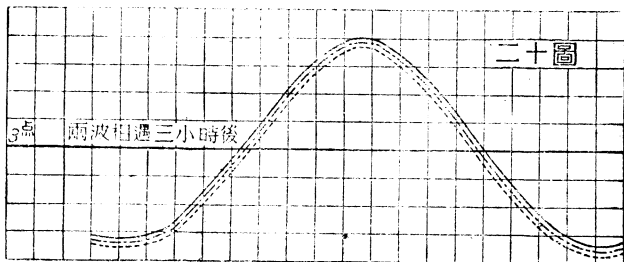
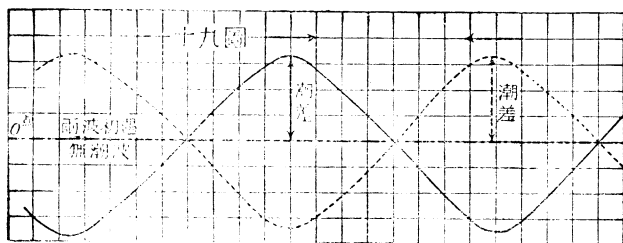
由上表之記載。而知杭州灣觀潮處。以海寧爲最佳。按法國屬地南美洲 Amazon 其暴漲潮之尺度尙不及杭州灣云。

兩潮浪相遇而互相衝突。其合成功力隨潮浪之方面及其情形而異。若兩潮浪對向而遇。則其合成波浪爲靜止不動者。如下圖（十九）（二十）（二十一）。

第五章 潮浪之進展



十八圖



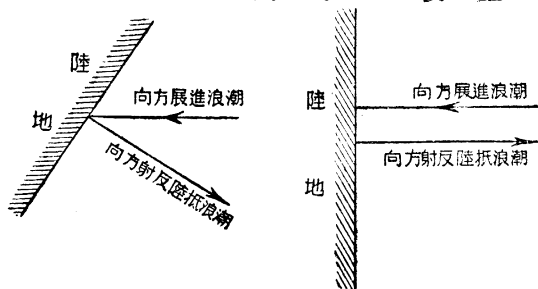
設潮浪進展而抵陸地。水之深度逐漸消滅。則一部分之潮浪因之而反射。如音浪之回響焉。如圖（二十二）。

設潮浪自對方而反射。其反射力為複雜式。則此潮浪將靜止不動。設其潮浪反射為簡單式。則合成波浪仍進展。其進展速率較速於自由波浪。

同時潮圖。乃說明潮浪之進展。製此圖之方法。係將各處同時之高潮時。各繪一點於圖上。然後接連各點。而成一曲線。是之謂同時潮線。

某處同鐘點潮。係自月上方經過某處子午線時。至高潮時。其相距時間之閒隙。通常計時。均用太陰系鐘點。

二十四小時太陰系鐘點（即太陰系一日計算）等於二十四點五十分太陽系鐘點



二十二圖

同鐘點潮 = $0.966 \times$ 高潮間隙 + $(L_0 - L)$

L 係某處之經度。 L。係標準時經度。(即標準時)

高潮間隙用朔望高潮。或平均高潮間隙。

(註一) 966 係 太陰系鐘點 之比例率
太陽系鐘點

高潮間隙係太陽系鐘點。故須換算太陰系鐘點。

(註二) 若係半日週潮。則月中天時。須上方下方并用。日週潮則用月上方中天時可也。

(註三) 日本海之潮汐。日週潮與半日週潮約相等。

第六章 特殊地形之潮汐

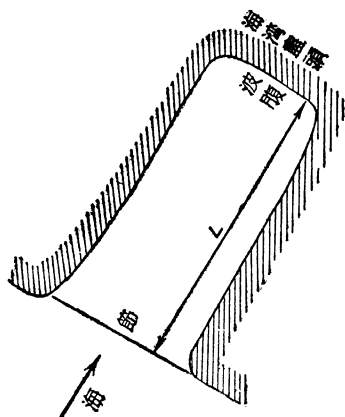
(一) 長方形海灣如圖(二十三)。

設灣內水之深度略同。則潮浪之反射力當在海灣之盡頭。而此灣內之波浪將靜止不動。海灣出口處為節。

今假定海灣盡頭至節處其長度為 L 以數理解釋之如下。

$$\frac{L}{\sqrt{g \cdot h.}} = 3 \text{ 點鐘之半日週潮}$$

或 = 6 點鐘之日週潮



二十三圖

設海灣內水之深度不同。其反射力為複雜式。則潮浪有相當之進展。類似遼東海灣。其深度既不同。而潮浪亦有進展。今假定灣內水之深度約為十二尋。以下列公式可得潮浪進展之速度。

$$\text{然則潮浪進展之速率} = \sqrt{g \cdot h}.$$

$$= 30 \text{ 海里每小時}$$

於此可知海灣盡頭至節處之距離。

$$\text{即 } L = 3 \text{ 點鐘} \times 30 \text{ 海里每小時} = 90 \text{ 海里}$$

設灣內水之深度逐漸減少。則潮浪之進展為自由波浪。而潮差亦逐漸增加。

設海灣長度為下列之公式。

$$\frac{L}{\sqrt{g \cdot h}} = \frac{1}{4} \text{ (潮浪進展期間) 或} = \frac{1}{2} \text{ 日週潮三小時 日週潮六小時}$$

按共鳴 Resonance 原理。則灣內之波長增加。高潮及低潮之時較之灣外約遲四分之一時

間。

吾國南方沿海港灣之長度。可以 $\frac{L}{g \cdot T^2}$ 等於六點鐘日週潮求得之。

地名	同鐘點潮	潮差
台東	十五點	二英尺
香港	二十點	四英尺

當太陰行赤緯極北或極南時

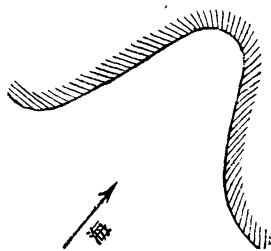
東京灣及北海。其潮差常太陰行赤緯極北或極南時。等於十四英尺。

(二) 小海灣其出口處較大。如圖(二十四)。

設灣內水之深度無甚差異。則潮浪進展之反射力至高潮時而終止。灣內潮差與灣外相等。例如大鵬灣 (Mrs Bay)

設灣內水之深度。自灣口至盡頭逐漸減少。則潮浪之反射力將不終止。自灣口至盡頭處。高潮低潮時漸漸遲緩。潮差亦增高。潮

二十四圖



浪進展速率較自由潮浪爲大。例如象山浦 (Zinirrod Sound)

象山浦地點	平均高潮間隙	大潮
海灣盡頭	十點十分	二十英尺
附近灣口	九點四十分	十三英尺

灣內水之深度約十尋。自由波浪之進展自灣口至盡頭均須一小時。

其他例如平海灣 Bias Bay。

地名	平均高潮間隙	大潮
三門泊地	八點五十分	五英尺半
尊洲島	九點三十分	九英尺半

(三) 狹口海灣如圖 (二十五)。

凡此形勢之海灣。高潮時較爲遲緩。潮差亦較小（即港灣內高潮時較之灣外高潮時爲遲緩。）
吾國南部各港口例如左表。

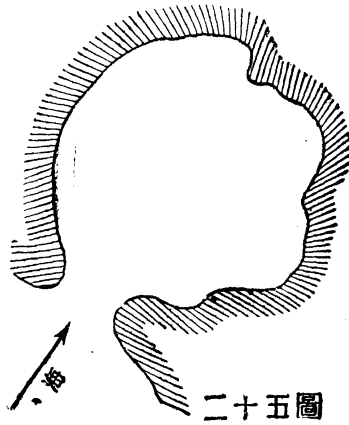
地點	平均高潮間隙	大潮差
台東	六點十分	四英尺
打狗	八點三十分	二英尺
企望岬	八點五十分	六英尺半
汕頭	零點四十八分	四英尺半

（四）寬闊海峽兩端通海。

潮浪自兩方面海峽盡處進展而衝突。

例如台灣海峽。

（五）長大水道溝通兩海如圖（二十六）



二十五圖

設此水道任何一端受潮汐之影響。則此端水道之潮汐爲靜止不動的。例如圖(二十六)日本對馬海峽。

(六)短小海峽溝通兩海。

此種形勢之海峽。自高潮面至低潮面。潮流速率等於 $\frac{2g \cdot h}{L}$ 。

h 高潮面與低潮面相差之高度。

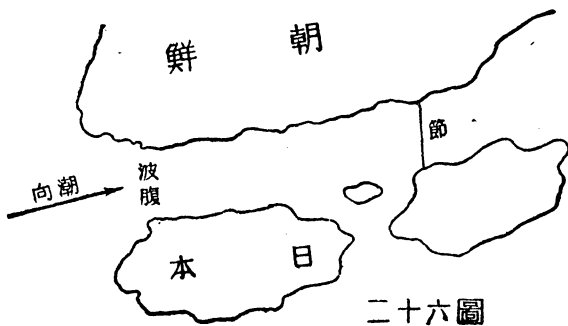
例如日本內海鳴門 (Naruto) 海峽。爲世界上著名之海峽。

其海流速率每小時十一海里。

依上述公式可列表如下。

第一小時	潮流速率	四海里又十分之八
第二小時	潮流速率	六海里又十分之九
第三小時	潮流速率	八海里又十分之二
第四小時	潮流速率	九海里又十分之五

第六章 特殊地形之潮汐



第五小時 潮流速率 十里里又十分之六

(七)長狹海峽溝通兩海如圖(二十七)。

凡海峽具長而狹之形勢。其海面任何時刻均為傾斜式。其潮流之速率自高潮面至低潮面。可以下列之公式演算之。

$$\text{海流之速率} = C\sqrt{2g \cdot h}$$

h 係高潮面與低潮面相差之高度。

C 係定數小於一。

例如日本下關海峽 Sineonosehi 依實測之經驗、下關海峽

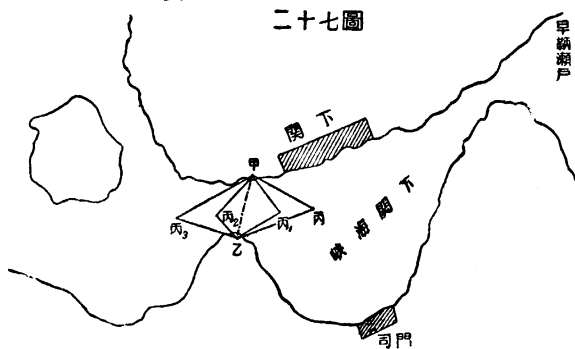
C 等於 0.7。

$$\text{海流速率} = \frac{C}{\sqrt{2g \cdot h}}$$

(注二)測驗潮流之方法。

設有測量員兩人。攜帶經緯儀各一各在海峽之左右岸。相向而立。如上圖(二十七)視甲乙所

二十七圖



在地距海流之上方施放浮標。任其自由流動。甲乙兩人各用其經緯儀測量角度。今甲乙距離既知其角度乙甲丙、丙乙甲、乙甲丙₁、甲乙丙₁、乙甲丙₂、甲乙丙₂、乙甲丙₃、甲乙丙₃、丙₁丙₂、丙₁丙₃、丙₂丙₃等方位可用數學演算得之矣。經過一定時間之測驗。即知該處潮流之速率矣。

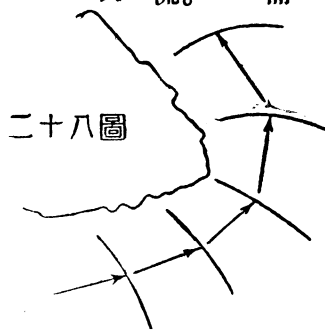
(八) 潮流轉向之地形如圖(二十八)。

潮流進展遇有海岬或海角之處。則進展之力因阻礙而濡滯而轉向焉。

設海岸之彎曲有顯著角度。則潮流隨中心點而轉向。有似渦流。旋轉一週爲十二小時。或二十四小時。其進展在岬之附近或後方。例如吾國南部北海。

(九) 地球旋轉關係。

微物流動於地球面。受垂直力之攝引。在北半球上向右轉。在南半球上向左轉。如下圖(二十九)可以下列之數理公式證之。



偏斜力 = $2W \cdot V \sin \delta$

W 地球旋轉之角速度。

V 微物之速率。

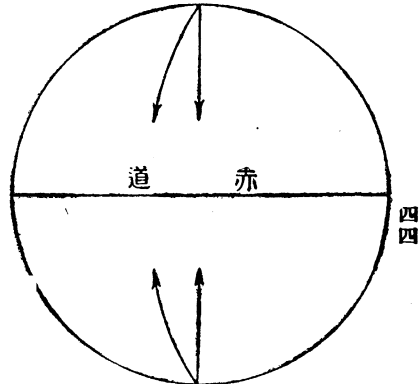
δ 測驗潮汐處之緯度。

由此而知偏斜力最大處，為南北極。零點處，為赤道。

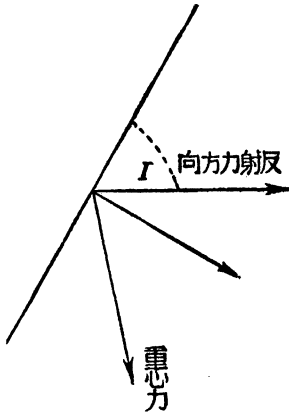
設甲點微物係於某平面下之垂直線流動。在甲點上有重心力『丙』及向右之偏斜力。如圖（三十）。

然則其合成力為甲乙向。即水面與甲乙向為垂直角。

申言之。水面為傾斜橫面。



二十九圖



三十圖

(註)凡有潮流之處。其水面皆成傾斜橫面。

設偏斜之角度爲 I 。可得下列之數理公式。

$$\text{傾斜角度} = \frac{2W \cdot V \sin \delta}{g}$$

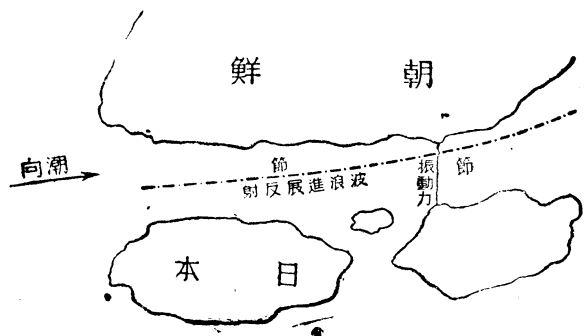
$$= 0.0000765 V \sin \delta$$

V 微物速率 (海里計算)

例如日本對馬海峽。如圖 (三十一)

兩節交叉點。即兩力相抵處。靜止不動。故此處無潮汐。是

爲兩振動力之混合。



三十一圖

第七章 中國沿岸之潮汐

潮汐發生於太平洋。波及東海。其潮浪經過日本西南諸島間各水道。而入東海。然後向西北進展。以至黃海。潮浪進展之速率。隨海水之深淺而變異。潮浪轉換方向。約在高潮或低潮三小時之後。潮浪入黃海後。繞山東半島海角。轉西向而入渤海。距山東半島東向三十海里處。作渦流式之旋轉。以該處爲中心。成一圓周。計十二小時。

潮浪既繞山東半島海角而旋轉。其一部份之潮浪乃向北轉。而入遼東海灣。至灣之盡頭。受陸地之阻礙而反射。故該部分之潮浪入此海灣後。卽不能自由進展。

潮浪經過舟山羣島諸水道。爲自由波浪。此潮浪之進展。自低潮三小時後至高潮三小時後常向西北流。在狹小港道。有強烈之潮流。其速率每小時約五海里。

杭州灣之潮流。轉流時至停流時。其相距之時間。入海灣內則愈短。至海灣之盡頭處。則高潮低

潮時卽轉流時，無停流之時間焉。

潮浪進展於揚子江爲自由潮浪。施展長距離之行程。

台灣沿岸之潮流。漲潮時常向東北流。落潮時常向西南流。其轉流卽高潮低潮時。日週潮與半日週潮約相等。

其他一部份之潮流。先向西進展而後轉向南。繞台灣島之北部。向西南進展。而入台灣海峽。與自南方來之潮浪相遇於台灣海峽中。

杭州灣以南之海岸線。崎嶇凹凸。島嶼棋布。潮流之方向極爲複雜。綜計其大略。則漲潮時其流向約常爲西南。而抵海岸。落潮時常向東北流。停流至轉流相距之時間約一小時。（卽停流一小時後轉換流向。）

東海黃海渤海之大潮差。約自四英尺至六英尺。西南諸島則較大。高麗西部海岸杭州灣及舟山羣島以至廈門等處。有特殊之潮差。

潮浪進展於中國海。經過呂宋台灣間水道。其進展力有遲滯之徵象。因該水道較小於中國海。

故其潮差亦小。

太平洋中之大潮差爲四英尺。而在中國海方面則爲二英尺。東海、黃海、渤海中日週潮之大潮差。自二英尺以至五英尺半。半日週潮之大潮差。自十英尺至二十英尺。日潮不等。除東京灣外。無甚差異。故一日中常有兩次高潮。兩次低潮。依實測之統計。相連接之高潮及低潮。常有相差自二英尺至三英尺者。

吾國潮汐。因共鳴原理（卽潮汐進展之反射力。如音響之回音。）之關係。故日週潮之潮差均增加。波浪進展之高度。日週潮亦較半日週潮爲大。

東京灣之潮汐。其日潮不等差異特甚。因共鳴之關係。故日潮不等差異最大者。常一日僅有一次高潮。一次低潮焉。

附錄吾國古代關於沿岸之潮汐之記載。如次。

（一）『圖經』錢塘江潮海門潮所起處。望之有三山隱隱可見。錢塘候潮圖云。潮至每月二十四五漸減。二十六七漸生。至初三漸大。不差頃刻。惟八月十五獨大常潮。遠觀數百里。若素

練橫江。稍近見潮頭高數丈。捲雲擁雪。混混庇庇。聲如雷鼓。猶不足以形容之。每年是日。遠近士女來觀。舟人漁子。泝濤觸浪。謂之迎潮。始皇東游至錢塘。臨浙江。水波惡。乃西北二十餘里從峽中渡。卽今餘杭也。

(二)『姚寬』或問曰。海潮皆平。惟浙江濤至。則巨如山岳。奮如雷霆。水岸橫飛。雪崖傍射。澎湃奔激。其故何也。或云。夾岸有山。南曰龕。北曰赭。二山相對。謂之海門。岸狹勢逼。湧而爲濤矣。若言狹逼。則東溟自定海吞餘姚奉化二江。俾之浙江。尤甚狹逼。潮來不開濤有聲也。今觀浙江之口。起有纂風亭。北望嘉興大山。水闊三百餘里。故海商船舶佈於上潭。惟泛餘姚小江。易小舟而浮運河。達於杭越矣。蓋以下有沙潭。南北巨之隔礙。洪波遏蹙。潮勢夫月離。兌。他潮已生。浙江潮水未至。泊月經乾。潮來已半。濁浪推帶後。水益來。於是溢於沙潭。猛怒頓湧。聲勢激射。故起而爲濤耳。

(三)『王韶之始興記』。連州水下流有斟溪。一日十溢十竭。安寧州有潮泉。一日三溢。竭。州城外有漏洩。一日百盈百涸。應刻漏焉。

- (四)『廣西誌』桂林府聖水巖側子時潮上。午時潮落。三五十年有一大潮。
- (五)『斐淵廣州記』石洲在海中名黃山。山北曰一潮山。山南曰再潮山。

第八章 關係潮汐之兆候

第一節 氣象

氣象之紛擾潮汐。如晴雨之不同。風力風向之無定。氣壓之高低懸殊。溫度之升降不等。凡此種種。均能影響潮面之變異。例如強烈之風力。向海岸方面吹。則該處附岸之水面必升高。似此狀況。在淺小海灣較之灣外深海尤爲顯著。設風向自海岸方面吹來。則該處附岸之水面必低落。又如某處之氣壓低降。則該處之水面必升高。設氣壓表上低降一公厘 1 million meter。則水面之升高約十三公厘 13 million meter。江河水面之升高。對於雨量之多寡至爲顯著。

(注一) 水與水銀之比重爲一與十三之比例。故氣壓表低降一公厘。則水面升高十三公厘。

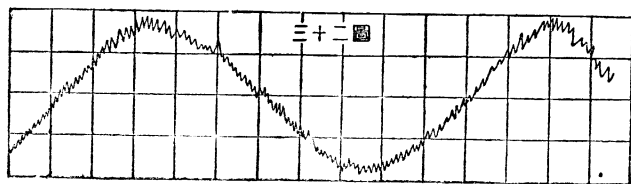
(注二) 東京灣如遇南風。則影響潮汐甚大。可以爲例。

中國海日本海之平均海面其高度於一年中隨時變異。平均海面最高時在七月至十月之間。最低時在一月至四月之間。但相差僅一二英尺而已。例如吳淞口平均海面之升高。係隨揚子江水面而變異。揚子江水面之升高。則視雨量之多寡。夏季最高。冬季最低。通常相差之數為二英尺。綠華山平均海面因季候氣壓之不同而異。一月間最低。九月間最高。其相差之數為一英尺又十分之三。此處距揚子江口已遠。與雨量之多寡揚子江水面之升降毫無關係。故其相差之數較微也。

第二節 附隨起伏震動之潮汐

吾人於自記驗潮儀之自繪潮汐曲線。而知海面潮汐之升降。非均勻之曲線。乃有規則的起伏曲線。如圖（三十二）

在同一港灣內。其起伏期間為有規則的。但各港各有不同之處。起伏狀態



期間有自數分鐘以至數小時者凡溝通大海深長之港灣內及烈風暴浪之時。其起伏狀態最爲顯著。例如日本之長崎。圖（三十三）

附隨起伏之震動。係港灣內之靜止震動。其節處在港口。波腹在港灣之盡頭。如圖三十三。其起伏期間如下列之數理公式。

$$\text{起伏期間} = \frac{4l}{\sqrt{g \cdot h}}$$

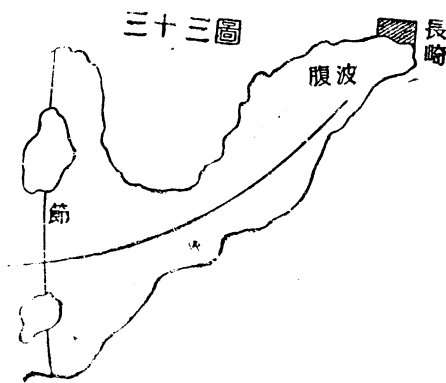
h 水之深度。

l 港灣之長度。

波長不等之各潮浪。自外海進展於海灣內。而消滅。所餘

者僅波長等於四倍港之長度之波浪也。

長崎港內起伏震動期約三十分鐘。



第九章 調和分析法解釋潮汐

潮汐之現象基於各種不等份子而構成。其情形極為複雜。惟其最大原因。厥為日月之攝引焉。今假定月繞地球赤道同等距離而行。其速率亦一致。則潮汐在地球面之任何一點。皆為有規則的。月經過某處子午線時。與高低潮時相距之間隙。當為定數。其潮差亦為定數。是故某處之潮汐。可以月潮間隙及潮差而規定之矣。

然月之行動。固不如是之簡單也。其行動也。常繞地球赤道之南或北。其與地球之距離亦絕不相等。依均衡之原理。得下列之數理公式。

$$\text{高度} = A \frac{3}{2} \frac{M}{E} \left(\frac{\rho}{r} \right) \rho \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \text{餘弦}^2 \lambda \text{餘弦}^2 \delta \text{餘弦} 2h \\ + \text{正弦} \lambda \text{餘弦} \lambda \text{正弦} 2J \text{餘弦} h \\ + \frac{1}{2} (\frac{1}{3} - \text{正弦}^2 \delta) \frac{1}{3} - \text{正弦}^2 \lambda \end{array} \right.$$

於此數理方式時角 h 及方位角（赤緯） δ 隨時變異而不一致其變異法則雖有天文學之精確釐定。然仍極複雜。故上述方程式。可分析爲無數項。包含關於 h 及 δ 變異之因數。其數學方式之展開程序頗複雜。（參閱達勿營科學雜誌第一卷 Scientific Paper vol I G. H. Darwin）每項有該項自己的時期。同潮汐一致之變異。

每種潮汐發生之原動力。與整個潮汐有同等之時期。是故某處之潮汐高度。可以下列數理方式表明之。

$$\begin{aligned} \text{潮汐高度} &= A + \sum f H \cos(V - K) \\ &= A + \sum f H \cos(V + nt - K) \end{aligned}$$

v 引數（隨時有劃一之變異。）

V 最初引數。（在 t 等於零時。）

n v 每一平均太陽系小時之變異速率。

360

$n =$ 時期（若干鐘點）

t 太陽系時間鐘點。

H, K 調和分析法定數。

f : 因數。隨月升交點經度而有些微之變異。(其期間十九年為一紀即稱曰章。)

(注) f, v, n, t 由天文學理推算得之。

H, K 由潮汐實測得之。

(甲) 太陰系時

(一) 半日週潮。茲將主要數項列表如下。

符號	名稱	v	引數	n	速率
M ₂	太陰半日週潮		$2t + 2(h - v) - 2(\delta - \xi)$	28:9841	
K ₂	太陰太陽週半日週潮		$2t + 2(h - v)$	30:0821	
N	太陰橢圓的半日週潮		$2t + 2(h - v) - 2(\delta - \xi) - (\beta - p)$	28:4377	

(一) 日週潮

符號	名字	稱	v	引	數	n	速率
O	太陰日週潮		$t + (h - v) - 2(5 - \xi) + 90^\circ$			13.9430	
K,	太陰太陽日週潮		$t + (h - v) + 90^\circ$			15.0411	

t 太陽系鐘點自最初時期起

h 平均太陽經度。

s 平均太陰經度。

t h s 隨時有劃一之變異。其速率約十五度每一小時。

(乙) 太陽系時

(一) 半日週潮

符號	名字	稱	v	引	數	n	速率
----	----	---	---	---	---	---	----

S_2	太陽 半 日 週 潮	$2t$	30:000
K_2	太陰太陽半日週潮	$2t + 2h$	30.0821

(二) 日週潮

	符首 號字	名	稱	v	引	數	n	速	率
P		太陽	日週潮	$t - h + 90^\circ$			14.9589		
K_1		太陰	太陽日週潮	$t + h - 90^\circ$			15.0411		

(三) 長期週潮

	符首 號字	名	稱	v	引	數	n	速	率
S_a		太陽	每年週潮		h		360° 一年中		
S_{sa}		太陽	半年週潮		$2h$		360° 半年中		

各種符號中之附號列表如下

首字符號	H (高度)	K (角度)
N	H_N	K_N
P	H_P	K_P
O	H_O	K_O
K_1	H'	K'
K_2	H''	K''
S_2	H_s	K_s
M_2	H_m	K_m

由上表用下列之數理公式可得潮汐高度。

$$\text{高度} = f_m H_m \text{餘弦}(V_m - K_m)$$

- + f_g H_g 餘弦 ($V_g - K_g$)
- + f'_g H'_g 餘弦 ($V'_g - K'_g$)
- + f H 餘弦 ($V - K$)
- + f_o H 餘弦 ($V - K_o$)
- + f_p H 餘弦 ($V_p - K_p$)
- + f_n H 餘弦 ($V_n - K$)

圖(三十四)表示天文要素之符號。

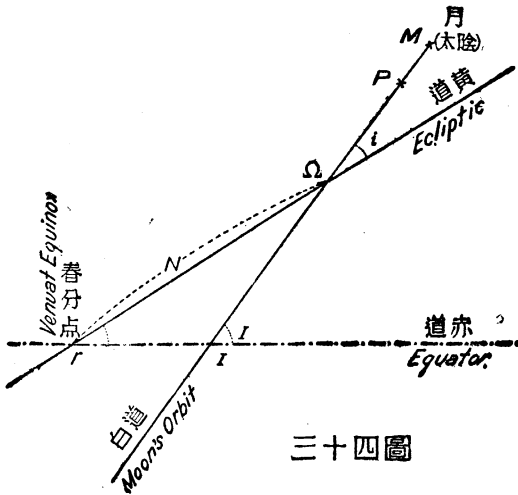
Ω 月在白道之升交點。簡稱曰竟。

P 月近地球點。

· 黃道與白道之傾斜角度。(約五度)

· 黃道與赤道傾斜角度。(約二十三度半)

N 升交點之經度。



三十四圖

$\angle \Omega P$ 近地點之經度。(P)

$\angle \Omega M$ 月之經度。(S)

$\angle I = \nu$

$\angle \Omega - \Omega I = \xi$ } 及 ξ 變異遲緩。

$f = f''$ (n 爲太陽離心率) = 1 (大約之數)

n 爲 Ω 升交點之函數。

關於 f 符號之函數。可列表以便推算。參閱日本水路部刊行測量用諸表。

f'' 爲 K 分組潮之率。

f'' 爲 K_2 分組潮之率。

f 爲 M 分組潮之率。

f 爲 O 分組潮之率。

分組潮意義之解釋。所謂分組潮者。S₂ K₂ M₂ 等是也。茲分別述之如下。

(甲) 關於半日週潮者。

M 爲半日週潮中之主要分組潮。其發生原因。認爲平均太陰。或想像假定的太陰 Fictitious

moon 繞赤道而行。距地球之遠近爲定數。

S₁ 分組潮之發生原因。認爲平均太陽。或想像假定的太陽。繞赤道而行。距地球之遠近爲定數。

N 太陰橢圓率潮中之分組潮。其發生原因。爲太陰距地球遠近之變異。

K₂ 分組潮。其發生原因。爲太陽太陰方位角 declination 之變異。第三章內所述潮差。視月行

赤緯而變異。是也。其數理方式如下。

$$\left(\frac{r_0}{r}\right) R \text{ 弦餘 } 2\theta \text{ 弦餘 } (2h - \xi_2) \quad \text{半日週潮}$$

r 月距地球之平均距離。

r 月距地球之實在距離。

(乙) 關於日週潮者。

日週潮中之主要分組潮爲 K₀ 及 K₁ P 是也。

K₁ 爲太陰太陽日週潮之太陰系部份。

○爲太陰日週潮。

日週潮之潮差隨日月之方位角而變異。已述第三章。其數理公式如下。

$$\left(\frac{r_0}{r}\right)R \text{ 正弦 } 2\delta \text{ 餘弦 } (h - \xi)$$

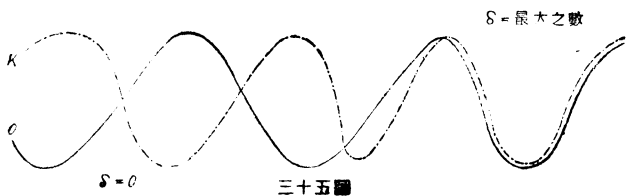
設潮差等於零則方位角(δ)亦等於零。

潮差最大則方位角(δ)亦最大。

於此可認定月行赤道上。則兩分組潮中之一高潮。適與其他分組潮之低潮相符合。若太陰行距赤道愈南或愈北。則兩分組潮中之高潮適相符合。如圖(三十五)。

此兩分組潮之潮差雖相等。但其潮時則不同。

月行自赤道之北起至赤道之南。爲二十七 二七度。



$$\begin{aligned}
 \text{故兩分組潮之速率} &= \frac{M_2 \text{分組潮之速率} + 360^\circ}{2} - \frac{360^\circ}{27.32 \times 24} \\
 &= 14.492 + 0.549 \\
 &= 15.041\dots \quad K_1 \text{分組潮} \\
 &= 13.943 \quad O \text{分組潮}
 \end{aligned}$$

K 爲太陰太陽日週潮之太陽系部份。

P 爲太陽日週潮。

上述分組潮。其速率之發生。由於月者。等於由日而發生者也。S₁及S₂分組潮之發生。係以氣象

爲主要原因

討論潮汐之要素。爲調和分析法之潮汐定數。因是潮汐之性質。可由此定數而詳知之。

例如 平均潮差 = 2H_m

平均大潮差 = 2(H_m + H_s) 即 (M₂ + S₂) 分組潮之平均大潮差

平均小潮差 = $2(H_m - H_0)$ 即 $(M_2 - S_2)$ 分組潮之平均小潮差

回歸潮 (冬至及夏至時之潮汐) 之日週潮的潮差 = $2(H + H_0)$

$$\text{平均高潮間隙} = \frac{K_m^0}{28.984} \text{鐘點}$$

M 分組潮係以下列之數理方式表示之。

$$H_m \text{餘弦}(V_{0m} + \Omega_m t - K_m)$$

$$\text{高潮時}(V_{0m} + \Omega_m t - K_m) = 0$$

$$\text{月經過子午線時 } V_{0m} = 0$$

$$\text{故高潮間隙} = \frac{K_m}{\Omega}$$

日潮不等愈甚則 $\frac{H' + H_0}{H_m + H_s}$ 之值愈大

設 $\frac{H' + H_0}{H_m + H_s}$ 之比例率小於 0.25

則為最有規則之潮汐

設 $\frac{H' + H_0}{H_m + H_s}$ 大逾 1.5 之數

則每日僅有一次高潮一次低潮

吾國各港潮汐定數列表如下

地名	M_2		S_2		K_1		O		$H' + H_0$
	H_m	K_m	H_s	K_s	H'	K'	H_0	K_0	
大連	3.29 英尺	297°	1.10 英尺	343°	0.88 英尺	354°	0.58 英尺	326°	0.33
大沽	3.47 英尺	94°	0.53 英尺	157°	1.33 英尺	157	0.95 英尺	126	0.57
威海衛	2.06 英尺	313°	0.55 英尺	2	0.77 英尺	313	0.52 英尺	271	0.49

青島	4.11 英尺145	1.28 英尺184	0.90 英尺356	0.69 英尺302	0.29
綠華山	4.04 英尺302	1.74 英尺333	0.88 英尺190	0.54 英尺160	0.25
吳淞	3.11 英尺30	1.03 英尺77	0.66 英尺207	0.46 英尺149	0.27
廈門	6.13 英尺 1	1.34 英尺57	0.87 英尺274	0.64 英尺252	0.20
汕頭	1.35 英尺23	0.32 英尺86	0.94 英尺292	0.76 英尺252	0.20
香港	1.44 英尺267	0.56 英尺291	1.19 英尺296	0.90 英尺246	1.04
北海	1.25 英尺180	0.39 英尺209	3.38 英尺76	3.71 英尺49	4.33

第十章 短期驗潮推算潮汐常數

第一節 推算原理

實測之潮汐。乃包含各分組潮所合組而然也。今欲求一種分組潮之數量。須將其他各種分組潮分析之。使其消滅。而後可得所欲求之分組潮。例如於實測潮汐中擇其關於 M_2 分組潮之潮時（即平均太陰時）潮高。然後將每日同時之潮高平均之。即可求得 M_2 分組潮。每 M 小時之潮高。而將其他分組潮消滅也。由此類推。凡 S_1 S_2 O 等各分組潮每日每時之各分組潮高可分別求之矣。

今於 t 時。（任何時均可）其潮高可以下列公式求之。

$$\begin{aligned} \text{潮高} &= A_0 + A_1 \text{餘弦 } nt + B_1 \text{正弦 } nt \\ &+ A_2 \text{餘弦 } 2nt + B_2 \text{正弦 } 2nt \end{aligned}$$

$$+ \dots \quad (1) \text{ 方程式}$$

n 爲分組潮之速率。

上列公式爲 Fourier Series 由此公式推算各分組潮每小時之潮高。及 A_0, A, A, B, B 之值。均可求得之矣。

例如潮高爲已知數。可於下列公式求得各數。

$$\text{潮高在 } 0 \text{ 點} = A + A \text{ 餘弦 } 0^\circ + B \text{ 正弦 } 0^\circ + A \text{ 餘弦 } 0^\circ + B \text{ 正弦 } 0^\circ$$

$$\text{潮高在 } 1 \text{ 點} = A + A \text{ 餘弦 } n + B \text{ 正弦 } n + A \text{ 餘弦 } 2n + B \text{ 正弦 } 2n$$

$$\text{潮高在 } 2 \text{ 點} =$$

$$\text{潮高在 } 23 \text{ 點} =$$

· · · · ·

上列二十四個方程式內有五個不知數 (Unknown quantities) 即 A_0, A_1, A_2, B_1, B_2 是也。可以大代數 (Least Square) 方法求得之矣。而其定數如下列。

$$1.00 = \text{餘弦 } 0^\circ, \quad 0.966 = \text{餘弦 } 15^\circ, \quad 0.866 = \text{餘弦 } 30^\circ,$$

$$0.707 = \text{餘弦 } 45^\circ; 0.566 = \text{餘弦 } 60^\circ; 0.209 = \text{餘弦 } 75^\circ;$$

今因MS分組潮 $A_1 B_1$ 之值甚小。可勿須推算。是以驗潮推算表(其一)於MS分組潮僅求得 $A B_2$ 。而於SO分組潮祇求得 $A_1 B_1$ 之值也。

今於下列之公式。可求得方程式(二)

$$A = R \text{ 餘弦 } \xi; \quad A = R \text{ 餘弦 } \xi_2$$

$$B = R \text{ 正弦 } \xi; \quad B = R \text{ 正弦 } \xi_2$$

$$\text{正切} = \frac{B_1}{A_1} \quad \text{正切 } \xi = \frac{B_2}{A_2}$$

$$\left. \begin{aligned} R_1 &= A \text{ 正割 } \xi & R &= A \text{ 正割 } \xi_2 \\ &= B_1 \text{ 餘割 } \xi_1 & &= B \text{ 餘割 } \xi_2 \end{aligned} \right\} = \text{方程式}$$

由方程式(一)(二)可得下列之公式。

$$\text{潮高} = A + R \text{ 餘弦}(nt - \xi) + R \text{ 餘弦}(2nt - \xi) \quad \text{(三)方程式}$$

設以 V 爲引數。 t 等於零。

$$\text{潮高} = A_0 + fH \text{ 餘弦}(V + nt - K_1) + f_1 H_1 \text{ 餘弦}(V_{02} + 2nt - K_2)$$

於上列公式可求得下列方程式。

$$V - K = -\xi \quad \text{或} \quad K = V + \xi$$

$$V_{01} - K = -\xi \quad \text{或} \quad K = V_{01} + \xi$$

$$V_{02} - K = -\xi_2 \quad \text{或} \quad K = V_{02} + \xi$$

$$f_1 H = R \quad \text{或} \quad H = \frac{1}{f_1} R$$

$$f H = R \quad \text{或} \quad H = \frac{1}{f} R$$

(四) 方程式

第二節 推算程序

驗潮方法須至少每小時驗一次日夜無間斷。設因特殊情形而間斷數小時。或每兩小時測驗一次。須將間斷時間。及每小時之潮高。用方格紙將每兩小時之潮高。按其測驗時候。繪一平勻曲線。

而得每小時之潮高。或將間斷時間之潮高補入。潮高之數量不能用負數。須用正數。(即十)設驗潮之零點。位置太高。以致潮面常在零點之下。其數量為負數。則所有驗潮記載之數量。須加十英尺。或五英尺。務使其記載之數量均為正數。推算表三張。為 M, O, S 三分組潮。即以符號 M, O, S 為各分組潮推算用表之符號。橫格為時計鐘點。自零點至二十三點。直格為日數。自零日至第幾日。茲將各格式分述如下。

M 表上在下列之方格內。分作雙格。如 0 日 14 點; 1 日 18 點; 2 日 23 點; 4 日 3 點; 5 日 8 點; 6 日 12 點; 7 日 17 點; 8 日 21 點; 10 日 2 點; 11 日 7 點; 12 日 11 點; 13 日 16 點; 14 日 20 點; 16 日 1 點; 17 日 5 點; 18 日 10 點; 19 日 14 點; 20 日 19 點; 21 日 23 點; 23 日 4 點; 24 日 8 點; 25 日 13 點; 26 日 7 點; 27 日 22 點; 等格。是也。

如驗潮期間為兩星期。則 13 日為末行。驗潮期間為一個月。則 27 日為末行。

O 表上在下列之方格內。分作雙格。如 0 0 日, 6 點及 19 點; 1 日 8 點及 22 點; 2 日, 11 點; 3 日, 0 點及 13 點; 4 日, 2 點及 16 點; 5 日, 5 點及 18 點; 6 日, 7 點及 20 點; 7 日, 10 點及 23 點; 8 日, 12 點; 9 日 1 點及 14 點; 10 日, 4 點及 17 點; 11 日 6 點及 19 點; 12 日, 8 點及 22 點; 13 日, 11 點; 14 日, 0 點及 13 點; 15 日, 2

點及15點；16日5點及18點；17日7點及20點；18日9點及23點；19日12點；20日1點及14點；21日3點及17點；22日6點及19點；23日8點及21點；24日11點。

如驗潮期間爲兩星期。則12日爲末行。若一個月。則24日爲末行。

S表上其方格無畫雙格者。如驗潮期間爲兩星期。則13日橫行爲日週潮之末行。留三行作合計除數平均等數之用。再寫14日爲半日週潮之末行。驗潮期間爲一個月。則26日爲日週潮之末行。留三行（作合計除數平均等數之用。）再寫27日28日29日。是則29日爲半日週潮之末行。

S表上抄錄每日每小時之潮高。自某日午正起之潮高。寫於零日零點（0日0點）格中。一點之潮高寫0日1點格中。二點之潮高寫於0日2點格中。以此類推。直抄至照上述之日止。

M表上潮高之數目。係由S表抄錄而來。惟至雙格處。則相連之次時潮高寫在下格。由此類推。如兩星期之驗潮記載。則抄至S表上14日11點格止。一個月之驗潮記載。則抄至S表上28日23點格止。

O表之潮高抄錄方法。與M表同。如兩星期之驗潮記載。則抄至S表上13日23點格止。一個月

之驗潮記載。則抄至S表上24日23點止。

各表潮高抄錄後。將各直行之潮高合計。除數以每行若干潮高之數除之。所求得之數爲某分組潮平均每小時潮高。於S表。可得二十四時間兩種分組潮每小時平均潮高。M及O表。各得一種分組潮之平均潮高。共計有四種分組潮之每日每小時平均潮高。

驗潮推算表（其一）上將各分組潮之平均潮高抄於各符號之I、II兩直行上。然後按表之說明推算之。茲將該表內各欄推算法分別述之如次。

在M符號各欄內求得 A_2 、 B_2 之數量。而後可得 ξ_m 之角度。用下列之公式。

$$\text{正切 } \xi_m = \frac{B_2}{A_2}$$

求 R_m 之數量。用下列之公式。

$$R = 12 B_2 \text{ 餘割 } \xi_m \times 0.08429$$

$$\text{或} = 12 A_2 \text{ 正割 } \xi \times 0.08429$$

在O符號各欄內求得 A_2 、 B_2 之數量。而後可得G之角度。用下列之公式。

$$\text{正切 } \zeta = \frac{B_2}{A_2}$$

求 R 之數量。用下列之公式。

$$R = 12 B \text{ 餘割 } \xi_m \times 0.08357$$

$$\text{或} = 12 A_2 \text{ 正割 } \xi_m \times 0.08357$$

在 SS 符號欄內。分別求得 A B 及 A₂ B₂ 之數量。今求 ζ 及 ξ 之角度。用下列之公式。

$$\text{正切 } \zeta = \frac{B_1}{A_1}; \quad \text{正切 } \xi = \frac{B_2}{A_2}$$

今求 R' 及 R 之數。用下列之公式。

$$R' = 12 B \text{ 餘割 } \xi' \times 0.0833; \quad R_s = 12 B \text{ 餘割 } \xi_s \times 0.08333$$

$$\text{或} = 12 A \text{ 正割 } \xi \times 0.08333; \quad \text{或} = 12 A \text{ 正割 } \xi \times 0.08333$$

角度均用正號。如正切 -5° 即用正切 355° 。

(注一) A (+) B (+) の角度位於第一象限。即 (90°)

A (-) B (+) の角度位於第二象限。即 (90° 至 180°)

A (-) B (-) の角度位於第三象限。即 (180° 至 270°)

A (+) B (-) の角度位於第四象限。即 (270° 至 360°)

(注二) 正値を小於一者用 12 A 正値を

正値を大於一者用 12 B 餘數を

$$(註三) 08429 = \frac{1,0115}{12}$$

$$08357 = \frac{1,0029}{12}$$

$$08333 = \frac{1}{12}$$

驗潮推算表 (其二) 內。關於天文各數可於航海年表內。按驗潮紀元日。檢得升交點之度數。太陰平均經度。及恆星時。又按驗潮中間日期。檢得太陽視差之數。

求 v ζ v 及 $2v$ 之角度。用下列之公式。

$$v = 12^{\circ}.9 \text{ 正弦 } \Omega - 1^{\circ}.3 \text{ 正弦 } 2\Omega$$

$$\zeta = 11^{\circ}.8 \text{ 正弦 } \Omega - 1^{\circ}.3 \text{ 正弦 } 2\Omega$$

$$v' = 8^{\circ}.9 \text{ 正弦 } \Omega - 0^{\circ}.7 \text{ 正弦 } 2\Omega$$

$$2v = 17^{\circ}.7 \text{ 正弦 } \Omega - 0^{\circ}.7 \text{ 正弦 } 2\Omega$$

求因數之量。可用下列之公式。

$$f = 1 - .037 \text{ 餘弦 } \Omega$$

$$f' = 1.006 + 0.115 \text{ 餘弦 } \Omega - .009 \text{ 餘弦 } 2\Omega$$

$$f'' = 1.024 + 0.286 \text{ 餘弦 } \Omega + .008 \text{ 餘弦 } 2\Omega$$

$$f_0 = 1.009 + 0.187 \text{ 餘弦 } \Omega - .0015 \text{ 餘弦 } 2\Omega$$

將航海年表內。按驗潮中間日期所檢得太陽視差減去平均太陽視差乘以 1.9° 。是為度數。再於對數表內 (Logarithm table) 檢得正弦度數。視其值為正負號加一。即 ρ 之數。例如下述。

設某日太陽視差爲 8.85 平均太陽視差爲 8.95

$$\begin{aligned} p &= \text{正弦} [(8.85 - 8.95) \times 19^\circ \frac{1}{2}] + 1 \\ &= \text{正弦} (-0.10 \times 19^\circ \frac{1}{2}) + 1 \\ &= \text{正弦} (-1^\circ.93) + 1 \\ &= -0.034 + 1 = .966 \end{aligned}$$

由航海年表檢得之恆星時。卽太陽平均經度。其改正數係以某港驗潮處之經度化爲鐘點。每點乘以 0.041 (如係太陰平均經度則乘以 0.549)。如該處經度在英國格林威之東則減。西則加。

求引數 augment 之公式如下。

$$\begin{aligned} V &= 2(\odot - \nabla) - 2(\text{D}) - \xi; V' = \odot + \nabla + 270^\circ; V = \odot - \nabla - 2(\text{D}) - \xi + 90^\circ \\ V'' &= 2\odot - 2\nabla'' \end{aligned}$$

求約數 Reduction 如下述。

今以 M_2 分組潮之半潮差爲 H_m 遲角 (10γ) 常數爲 K_m

$$H = \frac{R_m}{f}; \quad K_m = \xi_m + V$$

今以 S₁ 分組潮之半潮差爲 H 遲角爲 K₁

又以 K 分組潮之半潮差爲 H' 遲角爲 K'

先求得 ψ 之角度。視其值之正負號如下。

$$\text{正切 } \psi = \frac{f'' \text{ 正弦 } V''}{3.71 \rho + f'' \text{ 餘弦 } V''}$$

$$H = \frac{3.71 \text{ 餘弦 } \psi}{3.71 \rho + f'' \text{ 餘弦 } V''} \times R_s H' = \frac{1}{3.67} HK = K' = \xi_s + \psi$$

(注) 上列兩公式如係兩星期驗潮則用 3 71_p 一個月之驗潮則用 3 84_p。

今以 K₁ 分組潮之半潮差爲 H' 遲角爲 K'。

P 分組潮之半潮差爲 H 遲角爲 K

先求 ϕ 之角度。視其值之正負號。

$$\text{正切 } \phi = \frac{\text{正弦}(2\odot - \nu')}{3f' - \text{餘弦}(2\odot - \nu')}$$

$$H' = \frac{3.007 \text{ 餘弦 } \phi}{3f' - \text{餘弦}(2\odot - \nu')} R'; \quad H = \frac{1}{3} H'; \quad K' = K = \zeta' + \nu' + \phi + 6^{\circ}.9$$

(注) 上列公式如係一個月之驗潮。則 3.007 改爲 3.027 及 689 改爲 1383

今 0 分組潮之半潮差爲 H 。遲角爲 K 。

$$H = \frac{R_0}{f}; \quad K_0 = \zeta + \nu$$

A_0 之改正數須由長期驗潮求得之。

民國 年 月

驗 潮 推 算 表

地名

S₁

I		II		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
時刻	每時值	時刻	每時值	I-II	倒填 III 內末五項	III-IV	定數	V×VI	III+IV	定數	VIII×IX
0		12					1.000				
1		13					.966			.259	
2		14					.866			.500	
3		15					.707			.707	
4		16					.500			.866	
5		17					.259			.966	
6		18								1.000	
(+)											
				() 象限		12A ₁ =				12B ₁ =	
				對數 12 B ₁ =				對數 12 =			
				,, 12 A ₁ =		(-)		,, 定數 = 8.92082			
				,, 正切 ζ' =				,, ζ =			
				ζ' =				,, R' =		(+)	
								,, R' =			

A (+) B (+) 位於第一象限
 A (-) B (+) 位於第二象限

A (+) B (-) 位於第二象限
 A (-) B (-) 位於第四象限

正切 > 大於一者用 12B 餘割
 正切 < 小於一者用 12A 正割

M

I		II		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
時刻	每時值	時刻	每時值	I+II	填 III 內末五項	III-IV	定數	V×VI	定數	V×VIII
0		12					1.000			
1		13					.866		.500	
2		14					.500		.866	
3		15							1.000	
4		16					-.500		.866	
5		17					-.866		.500	
(+)										
				() 象限		12A ₂ =		12B ₂ =		
				對數 12 B ₂ =				對數 12 =		
				,, 12 A ₂ =		(+)		,, 定數 = 8.92579		
				,, 正切 ζ _m =				,, ζ _m =		(+)
				ζ _m =				,, R _m =		
								R _m =		

S₂

I		II		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
時刻	每時值	時刻	每時值	I+II	填 III 內末五項	III-IV	定數	V×VI	定數	V×VIII
0		12					1.000			
1		13					.866		.500	
2		14					.500		.866	
3		15							1.000	
4		16					-.500		.866	
5		17					-.866		.500	
(+)										
				() 象限		12A ₂ =		12B ₂ =		
				對數 12 B ₂ =				對數 12 =		
				,, 12 A ₂ =		(-)		,, 定數 = 8.92082		
				,, 正切 ζ _s =				,, ζ _s =		(+)
				ζ _s =				,, R _s =		
								,, R _s =		
				24 A ₀ =				A ₀ =		
				A ₀ =				修正數 =		
				A ₀ =						

O

I		II		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
時刻	每時值	時刻	每時值	I-II	倒填 III 內末五項	III-IV	定數	V×VI	III+IV	定數	VIII×IX
0		12					1.000				
1		13					.966			.259	
2		14					.866			.500	
3		15					.707			.707	
4		16					.500			.866	
5		17					.259			.966	
6		18								1.000	
(+)											
				() 象限		12A ₁ =		12B ₁ =			
				對數 12 B ₁ =				對數 12 =			
				,, 12 A ₁ =		(-)		,, 定數 = 8.92208			
				,, 正切 ζ ₀ =				,, ζ ₀ =			
				ζ ₀ =				,, R ₀ =			
								,, R ₀ =			

經 度 = ° ' 經 度 = ° ' =

民 國 年 月 日 正 午 驗 潮 紀 元 時 期 間 日

表

升交點 Ω (驗潮紀元時)	= ° ' "	經 度 =	標準經度 = _____ (-)
太陽視差 (驗潮中間日期)	= "	L =	
太陰平均經度在格林威零點時	= ° + (13.176 ×) =	2 L =	
恆星時在格林威零點時	= h = °		
角 度	v °	因 數	log f = _____
	ξ °		3 f' = _____
	v' °		log f'' = _____
	2 v' °		log fo = _____

3,71 P₁ or 3,84 P₁ = _____ (3,71 兩星期, 3,84 一個月驗潮記載)

太陰平均經度 = _____ (-)	格林威零點恆星時 = _____ ⊙ = _____	L = _____
標準經度) = _____ (-)	標準時 ⊙ = _____ (-)	-v' = _____
ξ = _____ (-)	v = _____ (-)	v' = _____ (+)
) - ξ = _____ (-)	⊙ - v = _____ (-)	⊙ - v = _____ (+)
2 () - ξ = _____	2 (⊙ - v) = _____	L = _____
2 π 2 () - ξ = _____	2 L = _____	2 π - 2 () - ξ = _____
	2 π - 2 () - ξ = _____ (+)	90° = 90.0° (+)
	V = _____	V ₀ = _____ (+)
⊙ = _____	2 middle ⊙ = _____	2 middle ⊙ = _____
- (一個月) 增數 = 15° or 7° 5'	v' = _____ (-)	2 v'' = _____ (-)
middle ⊙ = _____ (+)	2 ⊙ - v = _____ (-)	V'' = _____ (-)

約 數

M₂, 太陰半日週潮主要分組潮

由調和解析法 ζ_m = _____ 對數 R_m = _____

V = _____ (+) ,, f = _____ (-)

K_m = _____ ,, H_m = _____

H_m = _____

K ₂ , 太陰太陽半日週潮	S ₂ , 太陽半日週潮主要分組潮
對數 f'' = _____	對數 3.84 (3.71) = _____
,, 餘弦 V'' = _____ (+)	,, 餘弦 ψ = _____
,, f'' 餘弦 V'' = _____	,, R _s = _____
f'' 餘弦 V'' = _____	餘對數 (3.84(3.71)p ₁ + f'' 餘弦 V'') = _____ (+)
3.84(3.71)p ₁ = _____ (+)	對數 H _s = _____
3.84(3.71)p ₁ + f'' 餘弦 V'' = _____ (+)	,, 3.67 = 0.5647 (-)
餘對數 ,, = _____	,, H'' = _____ (-)
對數 f'' = _____	,, H'' = _____
,, 正弦 V'' = _____ (+)	,, H _s = _____
,, 正切 ψ = _____	ζ _s = _____
ψ = _____	2 L = _____
	ψ = _____ (+)
	= K''
	K _s = _____

K ₁ , 太陰太陽日週潮	P, 太陽日週潮
3 f' = _____	(定數 6.9 & 3.007 兩星期用, 13.3 & 3.027 一個月用)
餘弦 (2 ⊙ - v') = _____ (-)	φ = _____ 對數餘弦 φ = _____
3 f' 餘弦 (2 ⊙ - v') = _____	V' = _____ ,, (3.027) = _____
對數正弦 (2 ⊙ - v') = _____	ζ' = _____ 餘對數 (3 f' 餘弦 (2 ⊙ - v')) = _____
,, (3 f' 餘弦 (2 ⊙ - v')) = _____	13.3 = _____ f 對數 R' = _____ (+)
,, 正切 φ = _____ (-)	6.9 = _____ K' = _____ = K _p ,, H' = _____ (+)
φ = _____	H _p = 1/3 H' = _____ H' = _____

O, 太陰日週潮

V ₀ = _____	log R ₀ = _____
ζ ₀ = _____ (+)	,, fo = _____ (-)
K ₀ = _____	,, Ho = _____ (-) Ho = _____

結 數

A ₀ = _____	S ₂ { H _s = _____	K ₁ { H' = _____	O { Ho = _____
M ₂ { H _m = _____	{ K _s = _____	{ K' = _____	{ Ko = _____
{ K _m = _____	{ H'' = _____	P { H _p = _____	
	{ K'' = _____	{ K _p = _____	

注 意

一、引數之推算界其地之經度時

一、凡地方時與標準時之差用 L

此表適用於地方平時如用標準時者須改正如左

潮 汐 表 定 數

對數 K _m = _____	平均月潮間隔	對數 H _m = _____
,, ε ₉ = 1,4624 (-)	點 分	,, H _s = _____ (-)
,, T = _____ (-)	大 潮 升	,, D = _____ (-)
平均月潮間隔 T = h		D = _____
or = h m		K _s = _____
H _m = _____	小 潮 升	K _m = _____ (-)
H _s = _____		a = _____
H' = _____		餘弦 a = _____
Ho = _____ (+)	平均海面	D
	在基準面上	D + 餘弦 a = _____ (+)
平均海面 } = _____	基 準 面	對數正弦 a = _____
在基準面上 }		對數 (D + 餘弦 a) = _____ (-)
l = _____		,, 正切 u = _____ (-)
H _m = _____		u = _____
H _s = _____ (+)	最高高潮	K _m = _____ (+)
大 潮 升 = _____		29 T' = _____
H _m = _____		對數 29 T' = _____
H _s = _____ (-)		,, 29 = 1,4624 (-)
H _m H _s = _____		,, T' = _____
l = _____ (+)		朔望高潮 = T' = h m
A ₀ = _____		l = _____ 2 (x)
l = _____ (-)	基 準 面	舊例大潮升 _____ (x)
A ₀ = _____		H _m - H _s = _____ 2 (x)
l = _____ (+)	最 高 高 潮	小 潮 差 = _____

由各分組潮研究潮汐之質如下述。

- (一) $H_s : H$ 爲太陽系及太陰系方位角之比例率。
- (二) $K_s - K_m$ 爲潮齡之度數（可折合若干小時）。
- (三) $H_{m_4} - H_{m_2}$ 爲 M_4 及 M_2 分組潮之比例率溯江河之上游。則其數量逐漸增大。
- (四) $2K_{m_2} - K_{m_4}$ 爲 M 及 M 兩分組潮間高潮時之關係。（江河之潮汛其相減之數量約九十度）。

(五) $H_0 : H'$ 爲 O 及 K 兩分組潮之比例率。

(六) $K' - K_0$ 爲 K 及 O 兩分組潮間高潮時之關係。

(七) $2(H_m + H'_m)$ 爲大潮差。

(八) $2(H' + H_0)$ 爲二至日日週潮之潮差。

(九) $\frac{H' + H_0}{H_m + H'_m}$ 日潮不等之比例率。

- (十) $K_{III} : 30^\circ$ 爲 M 分組潮之太陰系平均高潮間隙。
(十一) $K_1 : 15^\circ$ 爲 K_1 分組潮之高潮間隙。

第十一章 深度及高度基準面

各國海圖所用深度及高度基準面。其法則頗不一致。例如關於高度基準面。英國海圖則自平均高潮面起計算。美國海圖則自高潮面起計算。法德意俄諸國海圖則自平均海面起計算。日本海圖則自平均海面上 $H_E + H_I + H_I + H_I$ 。之海面起計算。一千九百十九年萬國海道測量會議之結果。多數代表議決。凡海圖上之高度基準面均應採用平均海面。現日本陸軍測量局所有輿地圖。其高度之基準面以東京海灣 (Bay of Tokio) 之平均海面爲基準面云。

平均海面任在何處雖均爲橫平面。每年均應相等。然嚴格言之。每年之平均海面常不相等。相差之數約數英寸。即各處之平均海面亦不相等。相差之數約數英寸。

例如日本沿岸各港口之平均海面。在日本海方面較之太平洋方面約高數寸。

江河之平均潮面各處不同。故須以某處之平均海面爲基準面。但在測量需要之時。求得某處

每年平均海面之高度。已足供實際上之應用。

(注一)研究地震之兆候。須知每年平均海面之變遷。

各國關於測深基準面法則。如下述。

英國海軍部水道圖。以平均大潮低潮面爲測深基準面。但在印度洋方面各港口。因日週潮不等之影響甚大。則用印度大潮低潮面。

今英國海軍以平均大潮低潮面爲測深基準面。則有下列之公式。

$$\text{小潮升} = (H_m + H_2) + (H_m - H) = 2(H_m)$$

$$\text{大潮升} = (H_m + H_2) + (H_m + H_2) = 2(H_m + H_2)$$

若以印度大潮低潮面爲測深基準面則有下列之公式。

$$\text{小潮升} = (H_m + H + H' + H_0) + (H_m - H_2) = 2H_m + (H' + H_0)$$

$$\text{大潮升} = (H_m + H_2 + H + H_0) + (H_m + H_2) = 2(H_m + H_2) + (H + H_0)$$

$$\text{平均海面在測深基準面上} = H_m + H + H' + H_0.$$

(注二)舊例海圖上須示以潮差。則用下列之公式。

$$\text{小潮差} = 2H_m = 2(\text{小潮升一平均海面})$$

$$\text{大潮差} = 2(H_m + H_s) = 2(\text{大潮升一平均海面})$$

$$H + H_0 = (\text{大潮升} - \frac{1}{2} \text{大潮差})$$

法俄兩國以實測潮汐記載中最低低潮面之紀錄。爲測深基準面。美國於太平洋方面。以平均低低潮爲測深基準面。於大西洋方面。則以平均低潮爲基準面。

德國以平均大潮低潮面下十分之三密達。爲測深基準面。

日本以調和分析法定數 $H + H_1 + H_2 + H_3$ 。在平均海面下若干。卽等於印度大潮低潮面。

(注)按各國所用基準面法則。以英國制爲最妥。惟須長期之驗潮記載。若僅二、三個月之記載。則難精確。法國之主張。用最低低潮之紀錄。其理由雖可採。然無一定之標準。反失於草率也。

西曆一九二六年國際測量會議。列席各國代表關於測深基準面應採用一律。惟以何種法則方爲適當。卒無結果。當時日本代表提議。世界各港口其低潮高度恆在印度低潮面之下。應以較印

度低潮面猶低之潮面爲基準面。英國代表提議。爲在平均海面下一倍半之平均高高潮減去平均低低潮。

$1.5 \times \text{Mean (H. H. W. - L L W)}$ below M S L. 德國代表以其海軍少將 Phaff 之理論爲基準面。而更爲複雜矣。

第一次國際海道測量會議議決。關於（潮信）潮汐常數。應一律列表。書於海圖上者。爲下列數項。

一「平均高潮間隙。」若日週潮不等相差甚多者。（即漲潮時間與退潮時間懸殊太多。）須將平均低潮間隙并列。（若日週潮不等無甚差異。或漲潮與退潮時間約相等。則平均低潮間隙可勿庸列入。）

二、大潮升小潮升

三、平均海面在測深基準面上若干。

（注）平均高潮間隙之數理公式爲 $\frac{\text{Km}}{28.9841}$ 。但此公式不適用於江河之港道。（即漲潮與退潮時間相差太甚。）最好將

懸線或短線時間畫於地圖上。

江河之潮汐。其平均高潮間隙須由M及M兩分組潮推算而得之。其數理公式如下。

設 $M = \frac{1}{2}M$ M 之速率 = 28° 9841; M 之速率 = 57° 9682

平均高潮間隙 = $\frac{K_m}{28.9841}$ - 定數甲

平均低潮間隙 = $\frac{K_m}{28.9841}$ + 定數乙

定數甲 定數乙 = $f^n(M, M)$

$V = 2 \times$ 時角 (平均太陽鐘點) 或 (午刻時角)

故月中天時係 $\frac{V}{2}$ 午前

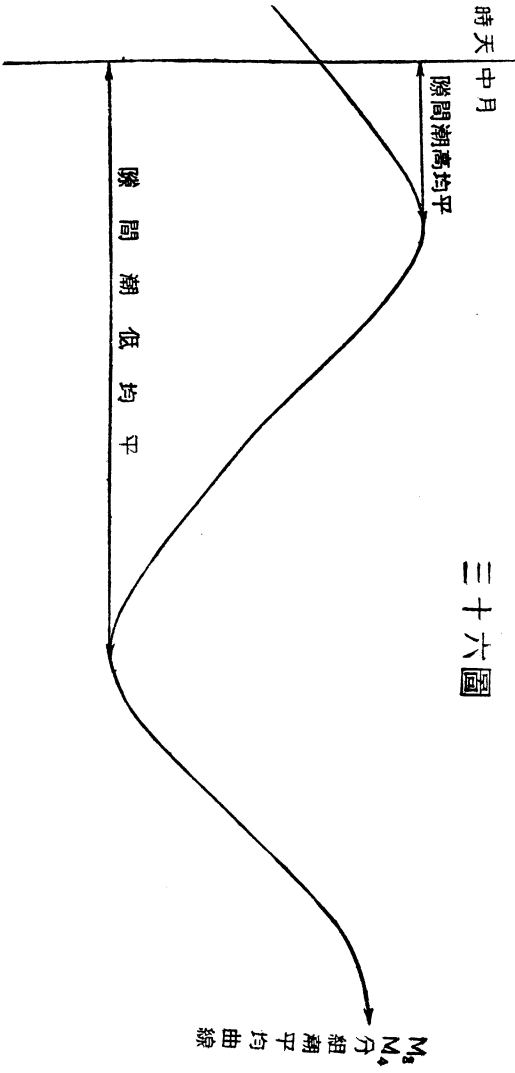
時天 中月

際間潮高均平

際間潮低均平

三十六圖

M_2
 M_4 分組潮平均曲線



第十二章 潮汐表之編纂

第一節 普通方法

編纂潮汐表之方法。要以長期驗潮記載推算而得方能準確。至少須一年以上。其大略之方法如下述。

(一) 長期驗潮記載求得平均高潮間隙。及平均低潮間隙。加以月經過子午線時。而得某日高潮時及低潮時。

(二) 由長期驗潮記載求得平均高潮及低潮之高度。即爲某日高潮低潮之高度。其推算方程式如次。

月 (經過子午線) 中天時 \pm 平均高潮間隙 = 高潮時

月（經過子午線）中天時十平均低潮間隙 = 低潮時

平均高潮高度即高潮之高度

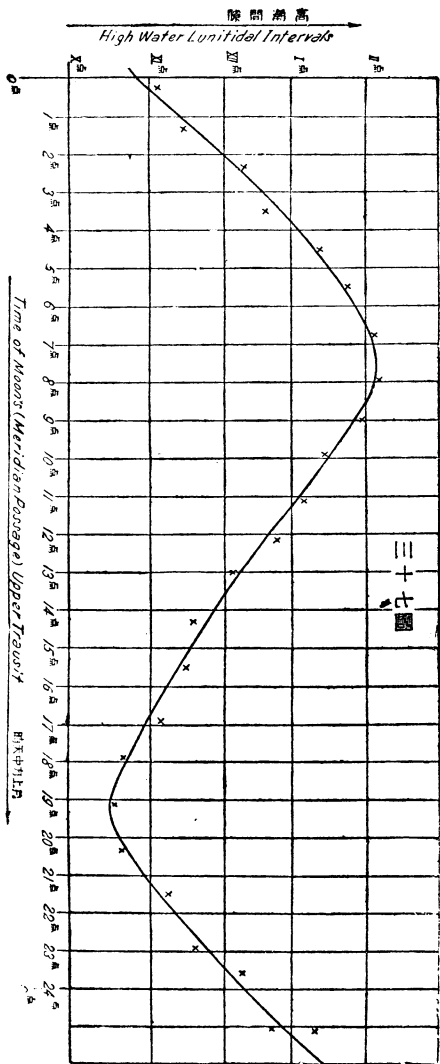
平均低潮高度即低潮之高度

高潮間隙低潮間隙之時間。及高潮低潮之高度。隨月齡而異。月經過子午線時。亦隨之而異。下列方法適堪實用。

(一) 於方格紙上。以橫線表示月（經過子午線）上方或下方中天時。以直線為高潮間隙之時間。如圖（三十七）。

(二) 於長期驗潮記載中。以高潮時減去月中天時。求得高潮間隙之時間。依橫線所示之月中天時。繪各點於圖上。然後連絡各點。而成曲線。但此曲線務使平均。設各點參差懸殊。須改正而使成一平均之曲線。

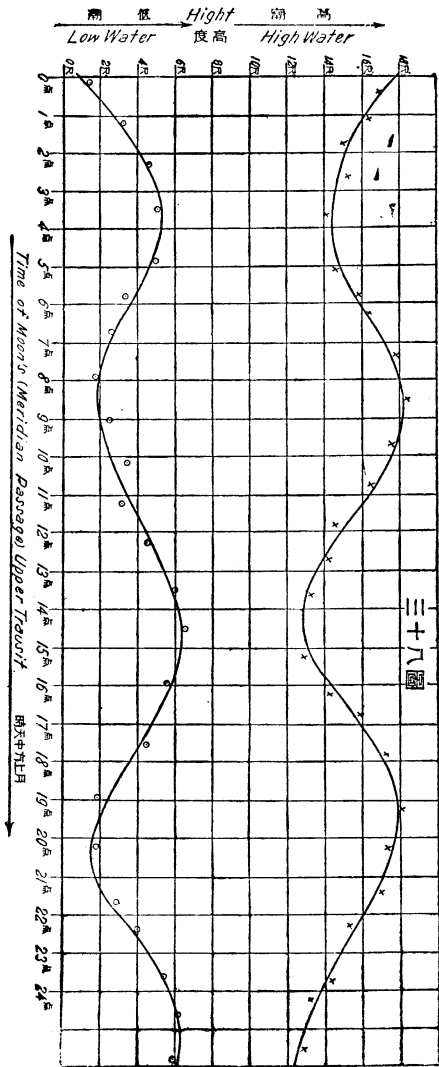
今欲預測某處潮汛某日高低潮時。為編纂潮汐表之用。可將預測某日之月中天時。按該圖上之同等月齡。於平均曲線與直線之交叉點處。求得高潮間隙之時間。加以月中天時。即得某日高潮



時。并可用同一之方法。求低潮時。

(三)於方格紙上。以橫線表示月(經過子午線)上方或下方中天時。以直線為高潮低潮之高度。如圖(三十八)。

(四) 於長期驗潮記載中。推算某日月中天時。高潮低潮之高度。於圖上按其同月齡。依橫線所示之月中天時。繪高潮或低潮之高度。作點為記。然連絡各點。繪一平勻曲線。設各點參差懸殊不能成平勻曲線。則修改之務使成一平勻曲線。如圖(三十八)。



今欲預測某處某日高潮之高度可以預測某日之月中天時按圖上之同等月齡於平勻曲線與直線之交叉點處。即得高潮之高度。並可用此同一方法。求得低潮之高度。

凡由平勻曲線推算而得之潮汛。如月潮間隙等。其預測與實際之差異。乃關於月距地球之遠近及風力風向諸端。每月之差異。則關於日之攝引力不同而異。故每月中因日之攝引力而發生之潮汐常相等。而每月則各有不同。即是故也。

日週潮中之改正數。可以潮時潮高與月行赤緯之關係差異而修改之。

第二節 調和分析法及潮汛推算儀

潮汛之預測。可用調和分析法編纂之。其主要之數理公式如下列。

$$\text{高度} = A + \sum f H \text{餘弦}(V + n.t. - K)$$

依此公式推算。(t)任何時均可求得潮高。

是則高潮或低潮之時。潮高。均可於各時之高度而求得之矣。或於方程式中求最高及最低之

潮高而得之。

現今各國推算潮汛。多用推算儀器。據數理公式以機械運用之。畫成潮汐曲線。其精確簡快。屢經試驗。與人功筆算。絲毫無異。茲略述儀器之構造原理如次。

構造之重要部份。為利用多數之轆轤。如圖（三十九）。互相牽連。每個大轆轤上。鑲一上形式器械於其罅隙C處。可作平橫面之轉動。DE係一斜門。可糾正其繞E點之整平。DE斜門用S針栓住。當DE繞E點而旋轉時。可溜滑於罅隙C處。而轆轤亦可移動或上或下。與下列之數理公式相符。

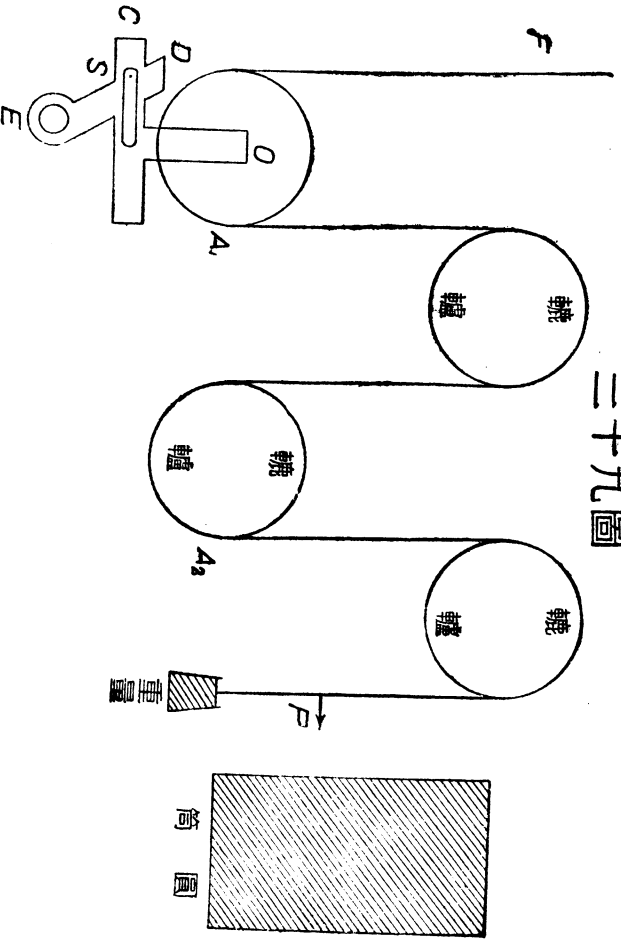
$$\text{潮高} = A_0 + \sum fH \text{ 餘弦}(V_0 + n.t - K)$$

轆轤之高度 = ED. 餘弦 OED

是則 $ED = fH$; 是則餘弦 OED. = 餘弦 $(V_0 + n.t - K)$

今於S釘處。可任意定S至E之距離。是則ES可使之等於fH。固甚易也。各轆轤之牽連。用一精緻的鋼索貫串之。鋼索之一端繫於F點。其他一端繫以重量P為筆尖。圓筒上以紙捲之。各轆轤及圓筒之轉動。利用齒輪之安置。使其轉動之進展。各有一定之速率。儀器之一端。有一柄。搖之。則各轆

三十九圖



第十二章 潮汐表之編纂

轆及圓筒依次而旋轉。圓筒旋轉一週。有代表一定之日數。有一日者。有三日者。

今假定轆轆 A_1 旋轉 $\frac{24}{12.42}$ 份圓筒之一週。是則轆轆 A 代表 M 之潮汐。以此類推。則 S 等之潮汐。均可用此法而分別代表之矣。

今安置 S 釘。使 $ES = \text{TH}$ 。使 $OES = V_0 - K$ 并使 t 於一月一日子時等於零。然後搖動手柄。於 P 筆尖處。一方面因轆轆旋轉。鋼索隨之而上下。其他方面則因圓筒之轉動。使筆尖畫一潮汐曲線於紙上於此曲線上。可得高潮低潮之潮時及潮高焉。

編者按上述潮汛推算儀器之大略構造。為英國之開來屏式 *Kalvin* 係英國潮汐學會 *Tidal Institute* 之策劃。羅白父子公司 *Roberts & son Co.* 所承造。印度政府法蘭西及日本諸國海道測量局均用之。美國德國所用者另有一式。大同小異。該種推算儀器直接指示高潮低潮之潮時及潮高。其數理公式如下。

$$O = \sum n f H \text{Sin} (V_0 + nt - K)$$

$$= \sum n f H \cos (V_0 + nt - K - 90^\circ)$$

第三節 潮汐表內容

潮汐表之編纂。係將某港潮時潮高之預測列表以供航海者按時入港之用。凡基準港埠（或重要港埠）之潮汛 *Standard port*。各國潮汐表中有將每日每時之潮高編列爲表者。其他各港埠（次要港埠）其潮汐性質類似於某處基準港埠者。僅將各該港之潮汐常數及改正數列表。參照基準港潮汛。而知各該港之潮時潮高。某港之潮信概說及潮流之狀況。均應編入。或將預測潮流之方向及速率編表列入者。至關於潮時所用之標準時。某港之經緯度。及欲知某港某時潮高之推算法。亦應編入。以便航海家之用。

英國潮汐表 *Admiralty Tide Tables*

係英國倫敦海軍部海道測量局所編纂

Hydrographi Department British admiralty London

第一冊潮汐預測每年出版一次

第二册潮汐常數每五年出版一次

美國潮汐表 Tide Table

係美國華盛頓海岸測量局所編纂

U. S. Coast of Geodetic Survey Washington

德國潮汐表 Gezeiten Tafeln

Deutsche Seewarte, Hamburg

法國潮汐表 Tide des Maires

日本潮汐表 日本水路部

附編

長期驗潮推算潮汐常數

某港之潮汛預測。須將該港全年份潮汐記載（至少一年以上每日不分晝夜每小時驗潮一次或用自記驗潮儀。）用調和分析法求得各分組潮之常數後用推算儀繪成預測之潮汐曲線。本編所述僅其大略尙不及什一也。須參閱下列各專刊。

Darwin Scientific Paper vol. I.

Manual of Tides; U S Coast and Geodetic Survey Special Publication No
98 1924.

(一)將全年每日每小時記載抄錄一遍。(若有間斷不全之處使用方格紙推算算法補入。)各

分組潮之表格。最好用木質製。每日自零點至二十三點止之潮高抄錄於特製之小條上。按各分組潮之推算程序。求得每分組潮之全年間每小時之平均潮高（與短期驗潮推算法略同）。

(二) 爲推算之簡便。須依各種公式及表格等。求得每分組潮之引數係數因數等。應用下列各專書。

Auxiliary Tables to Facilitate the Calculations by Harmonic Analysis of

Tidal observation A. W. Baird.

調和分析法推算長期驗潮簡便補助表

潮汐之調和分析法及潮汛預測教科書 美國交通部海岸測量局刊行

The Manual of Tides of the Harmonic

Analysis and Prediction of Tides U. S. Coasting of Geodetic Survey Department

航海年表 Nautical Almanac

對數表 Lofarichus Tables.

茲將各種分組潮之符號列表如次

半日週潮分組潮

M 主要太陰系

L 較小太陰橢圓形

ν_2 較大太陰出差（因日之攝引而月在軌道上之運動致不平均之謂）

λ_2 較小太陰出差

S_2 主要太陽系

R 較小太陽橢圓形

日週潮分組潮

O 主要太陰日週潮

N 較大太陰橢圓形

2_N 太陰橢圓形第二級

u_2 偏差

T_2 較大太陽橢圓形

K_2 太陰太陽半日週潮

OO 太陰日週潮第二級

附編

Q₁ 較大太陰橢圓形

M 較小太陰橢圓形

T₁ 小的太陰橢圓形

2_Q 太陰橢圓形第二級

P₁ 較大太陰出差

P 主要太陽日週潮

K₁ 太陰太陽日週潮

S₁ 氣象日週潮

三次日週潮分組潮

M 第四自乘太陰視差溢潮

M 太陰四分之一日週潮

M 太陰六分之一日週潮

M₈ 太陰八分之一日週潮

S 太陽四分之一日週潮

S 太陽六分之一日週潮

各參考書目錄列表如次

書	名著	作者	備考
The Tides	G. H. Darwin	John Murray,	Albemarle street London

Encyclopaedia Britanica	G. H. Darwin	
Science of Vol. I.	G. H. Darwin	Cambridge University Press 1907
Tides & Tidalstra F. D. Warburg	F. D. Warburg	Cambridge University Press 1907
A practical manual of Tides & waves	W. A. Wheeler	
Hydrodynamis	H. Limits	Cambridge University Press 1907
Manual of Tides	Rollin A. Harris	Superintendent of Documents Government printing office Washington D. C.
A manual of Harmonic analysis & prediction of Tides	Paul schuremen	Superintendent of Documents Government Printing office Washington D. C.
Observation etude et, prediction des merus	R. de L'Isle	Paris
Machanique Celeste III	H. Poin Cure'	Paris
Hand buchder Ozcanographic III	O. Krummel	Berlin

Vocabulary Concerning Tides 關係潮汐術語

General Description of the Phenomenon 現象概說

Sea Level or the Level of the Sea (considered at any moment) 海面 或海平面
 (指任何時間而言)

Mean Sea Level (M. S. L.) is the average level at the sea as calculated from a
 long (series) of observations obtained at equal intervals of time 平均海面 由
 長期驗潮記載推算所得同等時間之平均海面

The rising tide 潮升 Standard time, S. T. or Zone time 標準時或經帶時

The falling tide 潮降 Local mean time L. T. 地方平時

High water H. W. 高潮 Greenwich mean time G. M. T. 格林平時

Low water L. W. 低潮 Time Kept 對準時

The stand of the tide 停流

Legal time 法定時

High water stand 高潮停流

Summer time 夏令時

Low water stand 低潮停流

Duration of rise 升潮期間

The time of high water 高潮時

Duration of fall 降潮期間

The time of low water 低潮時

Plane of reference or datum 基準面

Chart datum 海圖用基準面

The height (of the tide) is the vertical distance at any moment between the water level and chart datum. 潮高 係在任何時間自基準面至水面之垂直線距離

The rise is the height of high water (above chart datum) 潮升 係高潮之高度 (在基準面上)

The height of low water (above datum) 低潮高度 (在基準面上)

The height of the tide at any moment 潮高在任何時間

The range, i. e. the difference in height between the levels of successive high and low waters 潮差 係接連高潮低潮間相差之高度

The height of mean sea level above chart datum: AO 平均海面高度在測深基準面上簡寫爲 AO

A tide pole 水尺

A tide gauge 驗潮器

An automatic tide gauge 自動驗潮器

A registering tide gauge 自記驗潮器

Zero of pole 水尺零點

Zero of gauge 驗潮器零點

Tidal datum 潮汐基準面

Bench mark 水準標誌

Ordnance datum 配置基準面

Height of (*) datum above zero of gauge or pole

(Tidal, ordnance, chart etc)

(*) 基準面高度在水尺或驗潮器零點上若干

* (潮汐, 配置, 海圖用 等)

II. Currents. 流

Tidal stream 潮流

Current (not tidal) 海流

Permanent current 尋常海流

Drift current 吹流 (被風吹而生之海流)

The flood (stream) 漲——When the stream turns within an hour

The ebb (stream) 落——of the corresponding stand of tide. 停流——小時即轉流

Slack water 憩流

Turn of the current Reversing of the tidal current. 轉流 反轉潮流

Set, Direction of the stream (流之方向) 流向

(North)-going stream 向北流

Ingoing stream 向內流

Outgoing stream 向外流

The rate of tidal stream (velocity of tidal current) (潮流速率)

Knot 海里, 裡

Average rate 平均速率

2 Knots springs, 2 Kn. Sp 2 裡大潮

To slacken 將憩流, 緩流

1 Knot Neaps, 1 Kn. Np. 1 裡小潮

Rotary tidal streams 旋轉潮流

5 to 3 Kn 5 至 3 裡

Tidal race 急潮

Spring rate 大潮率

Overfalls 急湍

Neap rate 小潮率

Tide rips 兩流會合所起之大波

Eddies 漩渦

Whirlpool 漩流, 漩水

III. The Astronomic Elements 天文要素名詞

The moon 太陰

Full moon 望

The sun 太陽

Last quarter 下弦

The lunar month 太陰月

The moon' age 月齡

Lunation 太陰曆(之一個月)

The moon day 太陰日

Moon' phases 太陰虛盈變象

A lunar day (24h 50m approx) 太陰曆之一日

New moon 朔

(約二十四點五十分)

First Quarter 上弦

The time of moon's transit (太陰中天時)

Upper E方

Lowe 下方

Perrigee 近地點 (白道中最近地球之點)

Apogee 遠地點 (月與地球相距最遠之點)

Perihelion 近日點 (行星或彗星與太陽距離最近之點)

Aphelion 遠日點 (行星或彗星與地球距離最遠之點)

Moon over Equator: 月行赤道

Maximum Declination {North 最大赤緯 {北
 {South 南

Syzygy 朔望

Quadrature 矩象 (游星直角距離)

Equinox 晝夜平分點

Equinoctial 晝夜平分點的

Solstices 二至點 (夏至冬至)

Solstitial 二至點的

The moon' transit 太陰中天 (太陰經過子午線)

The mean equinoctial syzygy i. e. a syzygy at which the sun and the moon would b both over the Equator and at their mean distances from the Earth. 平均晝夜平分點的朔望, 即太陰太陰均行赤道與地球平均距離之朔望日

Th s nding node 升交點 正交點

Parallax 視差

Mean distanc 平均距離

IV. Range and Levels. 水平及距離

The range of the tide; i. e. the difference between the heights of successive high and low wat rs. 潮差, 即相接連的高潮低潮相差之高度

Half range or semi-range 半潮差

(The rise of the tide (height of H. W. above datum) 潮升 (高潮之高度在基準面上))

Springs (Sp) 大潮 Equinoctial tides 分點潮 Meteorological tides 氣象潮

Neaps (Np.) 小潮 Solstitial tides 二至潮 Ordinary springs 尋常大潮

Spring tides 大潮 Declinational tides 赤緯潮 Ordinary neaps 尋常小潮

Neap tides 小潮 Tropical tides 回歸潮 Equinoctial springs 分點大潮

Spring Rise, is the difference between the level of M. H. W. S. and of the

Datum of the chart 大潮升, 自海圖用基準面至平均大潮高潮面間相差之數

Neap Rise is the difference between the level of M. H. W. N. and the Datum

of the Chart. 小潮升, 自海圖用基準面至平均小潮高潮面間相差之數

Spring Range = M. H. W. S. - M. L. W. S.; when the datum of the chart coin-

cides exactly with M. L. W. S. then Spring Range = Spring Rise. 大潮差 =

平均大潮高潮面減去平均大潮低潮面若海圖用基準面為平均大潮低潮面則大潮差

等於大潮升

Neap Range = M. H. W. N.-M. L. W. N. 小潮差 = 平均小潮高潮面減去平均小潮

低潮面

Mean range = M. H. W.-M. L. 平均潮差 = 平均高潮面減去平均低潮面

Mean rise = height of M. H. W. above the datum of the hart. 平均潮升 = 海圖
用基準面上平均高潮之高度

Mean pring rise = height of M. H. W. S. 平均大潮升 = 平均大潮高潮之高度

Mean neap rise = height of M. H. W. N. 平均小潮升 = 平均小潮高潮之高度

Mean spring range, M. S. R. = M. H. W. S.-M. L. W. S. 平均大潮差 = 平均大

潮高潮面減去平均大潮低潮面

Mean neap range, M. N. R. = M. H. W. N.-M. L. W. N. 平均小潮差 = 平均小

潮高潮面減去平均小潮低潮面

Half mean spring range 平均大潮半差

Approximate rise is approximate duration of rise 潮差概算係潮升期間之概數

The "Unite' de hauteur" (U) of port is the rise of the high water following the "mean equinoctial syzygy" above mean sea level after number of hours equal to the age of the tide

$$U = HM_2 + HS + HK_2 (*)$$

(*) Semi range of M_2 , S_2 & K_2 tides.

(U) 之半潮差係晝夜平分點朔望日太陰經過某港口午線時若干點鐘後之高潮 (此時間等於潮齡) 在平均海面上之高度

(U) 係 M_2 , S_2 & K_2 (*)

(*) M_2 , S_2 & K_2 之半潮差

The Coefficient of the Tide or Centième de la marée is the ratio between the

semi range of the tid on a given day and the Unite de hauteur, The coefficient:-

0.26 corresponds approx to the minimum of the coefficient

0.43 orresponds approx to ordinary neaps

0.94 corre pond approx. to ordinary springs

1.00 orrespond approx to th mean equino tial syzygy.

1.17 corr sponds pprox to the maximum of the coefficient

1.20 corresponds approx. to the French chart datum 潮汐係數在某日半潮

差與 $Hm_2 + Hs_2 + Hk_2$ 半潮差之比率係數如下

0.26 約合係數之最少量

0.43 約合尋常小潮

0.94 約合尋常大潮

1.00 約合晝夜平分點平均潮望

1.17 約合係數之最大量

1.20 約合法國海圖用基準面

The ratio between the Solar and the Lunar semi-diurnal partial waves, is the ratio of semi ranges

$$\frac{H_{m_1}}{H_{s_2}}$$

太陽系半日週潮與太陰系半日週潮一部份潮浪之比例率

Mean (or ordinary) High Water (M. H. W.) is the average height of high water taken over a long period. 平均高潮在一定長期間內平均高潮之數量

Mean (or ordinary) Low water (M. L. W.) is the average height of low water taken over a long period 平均低潮在一定長期間內平均低潮之數量

Mean (or ordinary) high water springs (M. H. W. S.) i. e. the mean height of high water at springs is the average height of high water at springs taken over a long period.

(See also: spring Rise) 平均大潮高潮係在一定長期間內大潮高潮之平均數量 (大潮
升同上)

Mean (or ordinary) high water neaps (M. H. W. N.), i. e. the mean height of high water at neaps, is the average height of high water at neap taken over long period

(See also: Neap Rise) 平均小潮高潮係在一定長期間內小潮高潮之平均數量 (小潮
升同上)

Mean (or ordinary) Low water Springs (M. L. W. S.) 平均大潮 (或尋常潮) 低潮

Mean (or ordinary) Low Water Neaps (M. L. W. N.) 平均小潮 (或尋常潮) 低潮

Mean Higher High Water (M. H. H. W.) is the mean height of the higher of the two high waters of each day taken over a considerable period of time. 平均高高潮係在一定期間內每日兩次高潮中較高之高潮平均之數

Mean Lower Low Water (M. L. L. W.) is the mean height of the lower of the two low waters of each day, taken over a considerable period of time 平均低低潮係在一定期間內每日兩次低潮中較低之低潮平均之數

Mean (or Half) Tide Level (M. T. L.) is the mean between the levels of M. H. W. and M. L. W. determined from long series of observations.

(Somewhat different from mean sea level) 平均潮面 (或半潮面) 由長期間驗潮所得平均高潮平均低潮兩者總平均之數量 (與平均海面略異)

Mean Level (M. L.) is the best (approximate) value M. T. L. available.

Approximate formulae:—(*) 平均水面約與平均潮面相同

方式約如下

$$\frac{1}{4}(H + H + h_1 + h_2)$$

$$\frac{1}{8}(H + 2h_1 + 2H + 2h + H_2)$$

$$\frac{1}{16}(h_0 + 4h_1 + 3h_2 + 3H_0 + 4H + H_2)$$

(*) H and h are successive heights of H W & L W. H 及 h 係相連接之高潮及低潮

Monthly See Level 每月海平面

Yearly Sea Level 每年海平面

The Indian Springs low water:- 印度大潮低潮面:-

$$A_0 - (M_2 + S_2 + K_1 + O_1)$$

Low water equinoctial springs. 晝夜平分點大潮低潮面

The low st possible low water. 最低低潮面

High water mark 高潮迹

Datum for reduction of soundings. 測深基準面

V. The Intervals. 間隙

The Age of the tide is the interval between the time of New and Full Moon and the time of the next spring tide. 潮齡 係朔望時大潮時相距之間隙

$$= 1.25 (K_m - K_{s_2}). \quad ()$$

(*) K_{m_2} and K_{s_2} are phase lags of M tide and S tide respectively.

K_m 及 K_s 太陰盈虛遲角之 M 及 S 潮是也

Lunital Interval is the interval between Moon's transit and the next follow-

ing H or L. Tide (L. T. I.) i. e. Hour angle of the Moon at the instant

of the tide 月潮間隙係太陰中天時與接連的高潮或低潮時相距之間隙

Mean lunital interval. 平均月潮間隙

High Water Lunitidal, interval i. e. the interval between Moon's transit and the next following High water. 高潮月潮間隙係太陰中天時與接連高潮時相距之間隙

Low Water Lunitidal Interval, is the interval between Moon's transit and the next following Low Water. 低潮月潮間隙係太陰中天時與接連低潮時相距之間隙

Priming-the tide primes from springs to neaps, the lunitidal interval is less than the average over this period 始期自大潮以至小潮之月潮間隙較少於此時期中之平均月潮間隙

Lagging the tide lags from neaps to springs, the lunitidal interval is more than the average over this period 遲滯 自小潮以至大潮之月潮間隙大於此時期中之平均月潮間隙

S mi mensural inequality of times is the difference between the greatest and smallest lunital interval 半月週潮不等, 係最大與最小月潮間隙相差之數

Mean High Water Lunital Interval (M H W. I) : this is the lunital interval on th days of springs and neaps = average of 12 H. W. intervals.

平均高潮月潮間隙 (平均高潮間隙) 即大小潮之月潮間隙 = 12 高潮間隙之平均數

Mean Low Water Lunital Interval (M L. W. I) ; is the interval between

Moon's transit at a place, and the next low water on the days of springs and neaps = Average of 12 L. W. intervals. 平均低潮月潮間隙 (平均低潮間隙)

係某地太陰中天時與大小潮小潮日低潮時之間隙 = 12 低潮間隙平均之數

Mean higher high water lunital interval

() referred to the upper transit for North declination of the Moon referred to the lower transit for South declination of the Moon

(b) referred to the lower transit for North declination of the Moon. referred to the upper transit for South declination of the Moon 平均高潮月潮間隙

(甲) 太陰行北赤緯上方中天時

太陰行南赤緯下方中天

(乙) 太陰行北赤緯下方中天時

太陰行南赤緯上方中天時

Mean Lower Low Water lunital interval 平均低潮月潮間隙

High Water Full & Change (H. W. F. & C.) this is the lunital interval on the days of new or full Moon (i. e. the time of high water on those days) i. e. the lunital interval at transit $O^h - 12^h$

(H. W. F. & C. = M. H. W. I. in the case where the age of the time = 0) 朔望高潮 係朔望日之月潮間隙 (即朔望日之高潮時) 即太陰中天時在零點及十二

點之月潮間隙

Low Water Full and Change (L. W. F. & C.); is the interval between Moon's transit and the next following low water on the days of new or full Moon. 朔望低潮 係朔望日太陰中天時與相接連之低潮時相距之間隙

High Water Quadrature (H. W. Q.) is the high water lunital interval at transit 6 hours 矩象高潮係太陰中天六小時之高潮月潮間隙

Low Water Quadrature (L. W. Q.) is the low water lunital interval at transit 6 hours 矩象低潮係太陰中天六小時之低潮月潮間隙

Vulgar (or Common) Establishment of the Port. is the average lunital interval on the days of Full & Change; i. e., the actual time of the first High Water after apparent Noon of the day upon which the Moon passes the Meridian at the same instant as the Sun; i. e. it is the H. W. F. & C 某

港通常（或普通）潮候時差係朔望日平均月潮間隙即朔望日正午時太陽與太陰同時經過某地子午線時與第一次相接連高潮時相距時間之間隙

The Corrected establishment of the Port is the lunital interval on the day when the high water is actually caused by the Moon's transit being coincident with the Sun's; i . the day of Spring tides (one two or three days after Full & Change) according to the age of the tide This is the Vulgar Establishment corrected to take into account the age of the tide.

某港修正潮候時差係太陽適合太陰中天時而發生高潮之月潮間隙即依據大潮日潮齡期間（朔望一二三日後）由通常潮候時差修改之

The Mean Establishment of the Port, is the mean of all H W. lunital intervals in a semi lunation (a fortnight)

It is the M H. W I

Practically it differs but slightly from the Corrected Establishment. 某港平均潮

候時差係半月週潮中（約十五天）各高潮的月潮間隙平均之數

平均高潮間隙是也

實際上平均潮候時差與修正潮候時差相差甚微

The "Establishment du Port" (French) is the apparent time of High Water next following the Moon's transit on day of Mean equinoctial syzygy";

i. the High Water Interval on the day of Mean equinoctial syzygy".

It does not differ very much from the Vulgar Establishment or H. W. F. & C.

某港潮候時差（法國）平均晝夜平分點朔望日太陰中天時相連接之高潮時即平均

晝夜平分點朔望日之高潮月潮間隙

The "Fundamental Tidal Hour" of the Port is the time of High Water in this

Port at the instant of syzygy in the case the age of the tide is nil.

This corresponds to the Mean Establishment if the age of the tide be disregarded. 某港基本潮汛鐘點係某地在朔望日其潮齡等於零之高潮時設潮齡為無關重要則基本潮汛鐘點可依據以為平均潮候時差

VI Reference and Differences 標準及變異

Standard Port or Reference Station for which full predictions are given in the

Tide Table (Port of Reference) 標準港或參照區，潮汐表詳列該處潮信推算

Secondary Port or Subordinate Station. 次要港或附屬區

Tidal Constants (non harmonic) 潮汐常數 (非調和函數)

H W F & C interval 朔望高潮間隙

L. W. F. & C. interval 朔望低潮間隙

Height of M H W S 平均大潮高潮面

Height of M L W S 平均大潮低潮面

Height of M H H. W 平均高高潮

Height of M L. L W. 平均低低潮

Height of M. L 平均水面

Tidal difference, i. e the correction to be applied to the times and heights of

a Standard Port to obtain times and heights for a secondary port. 潮汐差別

用改正數加於標準港之潮時潮高而得次要港之潮時潮高

H W. time difference at F & C (difference of time H. W. at F. & C) 朔望
高潮時之差別

H W time difference at quadrature 矩象高潮時之差別

L. W time difference at F. & C 朔望低潮時之差別

L. W time difference at quadrature 矩象低潮時之差別

Average high water time difference 平均高潮時之差別

Average low water time difference 平均低潮時之差別

H W height difference at springs 大潮時高潮高度之差別

H W height difference at Neaps 小潮時高潮高度之差別

L W height difference at springs 大潮時低潮高度之差別

L W height difference at Neaps 小潮時低潮高度之差別

VII Types of Tides 潮汐種類

Semi-diurnal tides 半日週潮

Diurnal tides 日週潮

Diurnal inequalities 日潮不等

Ratio of Ranges 潮差比率

Ratio of Rises 潮升比率

Single day tides 一日潮汐

Tropical diurnal inequality 二至日潮不等

Quarter diurnal tides 象限日週潮

Double half day tides 雙半日潮

(Age or) Phase inequality of height i. e. : the variation in the height of H.

W from Springs to Neaps. From 自 $(M_2 + S)$ to 至 $(M_2 - S)$

盈虧不等之潮高即自大潮至小潮高潮高度之變率

(Age or) Phase inequality of times i. e. the variation in the lunital interval
from Springs to Neaps. 盈虧不等之潮時即自大潮至小潮月潮間隙之變率

Lunar anomalistic semi-diurnal inequality of heights i. e. the variation du to
the distance or parallax of the moon 太陰變則半日週潮不等之潮高即因太陰
距離及視差之變率

(N₂)

Solar elliptical or anomalistic inequalities. 太陽橢圓的及變則的不等

Lunar (and Solar) tropical semi-diurnal inequality of heights i e difference in range due to Declination.

太陰 (及太陽) 回歸綫半日週潮不等之潮因太陰 (及太陽) 行赤緯之異向而潮差變率

(K_2)

Lunar tropical diurnal inequality of height i e the difference between the levels of H. W. of two successive tides due to Declination

太陰回歸日週潮之潮高因太陰行赤緯之異向而相接連之潮高變異

(K_1, O_1)

Solar diurnal inequality of height 太陽日週潮不等之潮高

(K, P)

Annual inequality or Seasonal changes in sea level 每年不等或季候變異海面

Mixed Tides 混合潮

Head of the Tide 始潮

Seiches. 湖面或內海水面之波動

Tide Harbour 有潮港

The Gulder

Freshet 沱濫

Bore or Eagre 激潮或怒潮

Low Water mark 低潮迹

VIII. Harmonic Analysis of Tides 調和分析潮汐

Tid generating potential 潮汐原動勢

Tid producing force 潮汐發展力

Equilibrium theory 均衡學說

Equilibrium Tide 均衡潮

Harmonic constituents of the tide 潮汐調和要素

A constituent } 要素
A component } 成分

A tidal wave 潮湧

A wave } 湧
A tidal } 潮

A satellite 隨潮, 附潮

The speed of the constituent (nor6) 要素速率

Period 期間

Cotidal hour 同潮時

Cotidal day 同潮日

Component hour 分潮時

Component day 分潮日

The equilibrium argument 均衡引數

The argument at epoch Oh 紀元時零點引數

The increment 增量

The suffix of the constituent 要素之附數

Harmonic constants 調和常數

Mean semi amplitude 平均半方位角

The phase (nt-R) 盈虧

The phase lag R (or phase at the time origin) 盈虧遲角 (原始時盈虧)

Astronomical constituents 天文要素

Fundamental tides 基本潮

Lunar tide 太陰潮

Solar tide 太陽潮

Over tides 溢潮

Compound tides 組合潮

Mean (or principal) lunar semi diurnal tide M 平均 (或主要) 太陰半日週

潮

Mean (or principal) solar semi diurnal tide S 平均 (或主要) 太陽半日週潮

Larger lunar elliptical or parallactic semi diurnal tide N 太陰大橢圓或視差半日

週潮

Luni solar declinational semi diurnal tide K₂ 太陰太陽赤緯日週潮

Luni solar declinational diurnal tide K₁ 太陰太陽赤緯日週潮

Lunar declinational diurnal tide O 太陰赤緯日週潮

Solar declinational diurnal tide P 太陽赤緯日週潮

Larger vectional 大震動

(因日之攝引而月在軌道上之運動致不平均之謂)

Smaller vectional 小震動

Quarter diurnal tides 象限日週潮

Six diurnal tide 六日週潮

Shallow Water constituents 淺灘潮要素

Long period constituents 長期潮要素

Meteorological tides 氣象影響潮汛

Free oscillation 自由振動

Forced oscillation 壓制振動

Stationary wave 定常潮湧

Resonance (re pousse) 感應 (受振動之感應)

IX Tidal Prediction. 潮汛推算

Methods of Prediction 潮汛推算法

The Equation method 方程式法

The method of Variable Differences 變異差別法

The Harmonic Method 調和法

Tidal curve 潮汐曲線

Hourly heights 每小時高度

Interval from high water 高潮間隙

Tidal diagram 潮汐圖

Table of simultaneous difference 同時差別表

Tide Tables 潮汐表

Tide predicting machine, or Tide Predictor 潮汐推算機 或潮汐推算儀

Perpetual Tide Table 永續潮汐表

Tidal charts 潮汐圖表

Cotidal line 同潮線

Cotidal lines for times (Lines of equal tidal lag) 同潮時線 (同潮遲角線)

Cotidal lines for heights (Lines of equal tidal range) 同潮高線 (同潮差線)

The progression of the tide 潮之進展

Amphidrome 無振動區

Amphidromic points (Nodal points) 無震動點節點

(The points where the time lines meet) (接連各綫而成時綫)

Accuracy of the predictions 推算之精確

Probable error in prediction 推算信率差誤

Draft (of the ship) (船身) 吃水之量

Additional margin 額外附加

Total margin of safety, i. e. probable error + additional margin.

安全總附加即信率差誤額外附加

中華民國二十三年三月初版

(二一九七〇)

百科叢書 潮汐淺說 一冊

每冊定價大洋肆角

外埠酌加運費匯費

編纂者 葉可松

主編人 王雲五
上海河南路

印刷所 商務印書館
上海河南路

發行所 商務印書館
上海及各埠

版 翻
權 印
所 必
有 究

(本書校對者林國民)

一九八三上
荷

