

臺灣海峽冬季季風波浪現場調查初步研究

梁乃匡 李汭軍

A Preliminary Field Study on Winter Monsoon Waves in Taiwan Strait

N. K. Liang B. J. Lee

Abstract

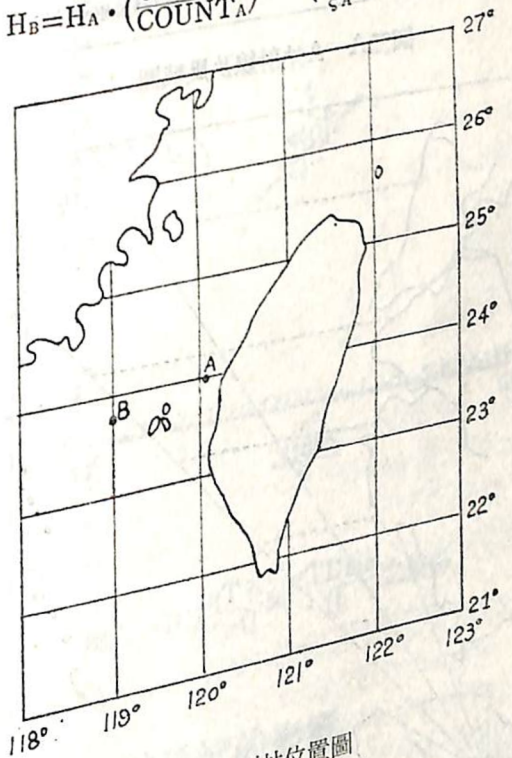
Under the support by National Science Council, the Institute of Oceanography NTU., cooperated with Off Shore Petroleum Exploration Division CPC, set wave meter beside their drilling rigs, measuring winter monsoon waves, and find that under steady synoptic pattern, the averaged wind energy transfer coefficients in the middle part of Taiwan Strait are similar. However for rather higher wave (more than 1.5 meters), the wave height near Penghu is 1.6 times that near Lukang. Because of the scarcity of the observed data, it is necessary to make further measurements.

一、前言

臺灣海峽東西兩岸受大陸及臺灣之限制，水深淺屬大陸棚架，冬季受強勁東北季風，夏季受颱風之侵襲，造成此區域之風浪迥異於其他海面，因長期觀測波浪所需費用甚高，且維護困難，因此在西海岸僅臺中港及高雄港曾作過較長期沿岸波浪觀測，在外海測波較沿岸測波困難數十倍，至目前為止，中油有極少數的鑽井船上波浪資料及美商康納合公司以 Wave Rider 所測 Elsie 颱風波浪。本文資料利用中油鑽井船，採用英國製壓力式自記潮波儀，配合聲波釋放儀，測得民國67年一月底至二月中兩測站(圖一)季風波浪，利用鑽井船觀測氣象資料，依據面積風域法(圖二)，A站及B站之平均風能傳授係數分別為 0.14015×10^{-2} ， 0.151093×10^{-2} 與中油 CDA 測站所得之平均風能傳授係數 0.156×10^{-2} [1] 大致相同，說明在此附近海面之平均風能傳授係數可視為一常數，而波向，外海大致與風向平行，沿岸則與風向相差 13° 左右。

A站及B站同時所測之波浪，由於天氣系統不穩定，在此期間所求出之平均風能傳授係數分為 0.93653×10^{-3} ， 0.1847×10^{-2} 與前述之 0.15×10^{-2} 不同，在這種情況下，如需以A站之實測估計B站之波高，可以下式來求

$$H_B = H_A \cdot \left(\frac{\text{COUNT}_B}{\text{COUNT}_A} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(\frac{\xi_B}{\xi_A} \right)^{\frac{1}{2}} \dots (1.1)$$



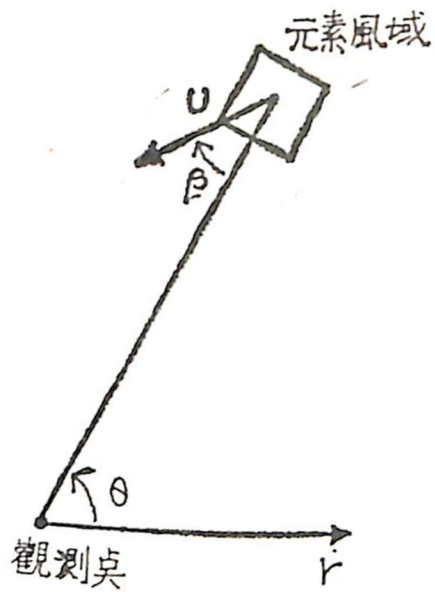
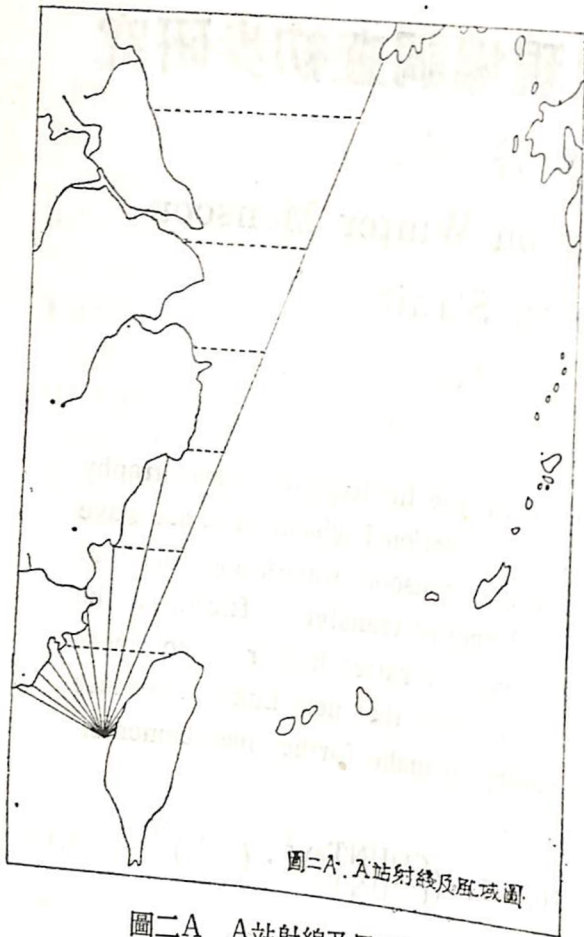
圖一 測站位置圖

二、季風波浪推算模式

1. 理論簡介

編者註：波浪預報為氣象工作單位日常重點供應資料之一，但研究及發表之著作甚少，今徵得作者之同意

特以刊載提供參考；本文曾在第二屆海洋工程研討會中宣讀。



圖三 元素波模式座標標圖

依據元素波模式[2]，觀測點之波能由各元素風域之波能傳來之總和為

$$E = \frac{2}{\pi G} \int_r \int_{\theta} \xi(r, \theta) U^2(r, \theta) \text{Cos}^2[\beta(r, \theta)] E \times P \left(-\frac{0.08}{U^2} r\right) dr d\theta \dots (2.1.1)$$

其座標如圖三，U為海面10米高10分鐘平均風速，Cosβ=0 當 |β|>90°。

假設H_{1/3}² 代替E，G_{1/3} = \frac{gT_{1/3}}{4\pi} 代替G (假定觀測點水深的影響包括在經驗常數ξ內)，ξ(r, θ)=ξ，dr=Δr dθ=Δθ 則(2.1.1)式可簡化為}

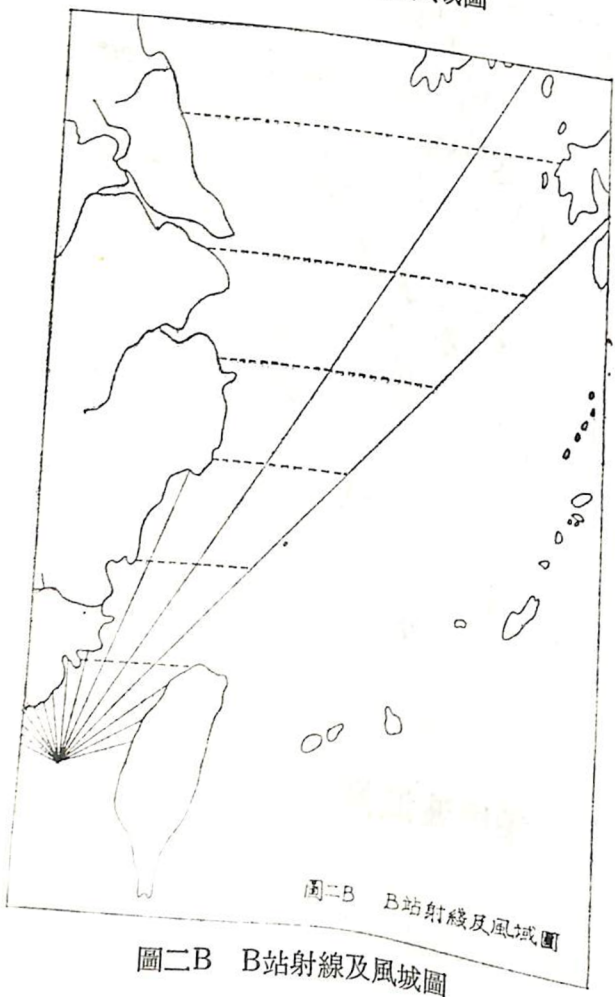
$$H_{1/3}^2 = \frac{2\xi}{\pi G_{1/3}} \sum_r \sum_{\theta} U^2(r, \theta) \text{Cos}^2[\beta(r, \theta)] E \times P \left(-\frac{0.08}{U^2} r\right) \Delta r \Delta \theta \dots (2.1.2)$$

因元素風域已相當大，即使單獨存在，其風域末端波浪亦已接近半成熟，而且在冬季台灣海峽及中國東海海面多少總有些波，很容易達到半成熟狀態，又依 JONSWAP [3]報告，在風浪成長過程中，高頻率之波能向低頻率移動，整個波譜之波速以最大波能頻率之波速代表，當波浪接近半成熟時，此波速與風速大致相同，所以元素波波能傳遞之速度取風之半即0.5U。

依參考文獻[4]，代表波向

$$\bar{\theta} = \frac{\sum_i (\text{SUUBB})_i \theta_i}{\sum_i (\text{SUUBB})_i}$$

其中某一射線之 SUUBB 如下式：



圖二B B站射線及風域圖

$$\text{SUUBB} = \sum_r U^2 \text{Cos}^2 \beta e^{-0.08 \frac{r}{U^2}} \Delta r$$

$$\text{COUNT} = \sum_r \text{SUUBB}$$

並以實測資料(表略)加以分析。

2.經驗常數值及各種無因次參數之關係

依據以上理論，取A站105個資料，B站126個資料所分析之

站名	平均風能傳授係數	標準偏差
A	0.14015 × 10 ⁻²	0.11793 × 10 ⁻²
B	0.15109 × 10 ⁻²	0.65733 × 10 ⁻³
CDA	0.15678 × 10 ⁻²	0.72249 × 10 ⁻³

週期由持續時間及平均風速決定或由風域及平均風速決定，其關係由實測資料求出如下：

A站 $\frac{gT_{1/3}}{2\pi\bar{U}} = 0.000659 \left(\frac{gTDUR}{\bar{U}}\right)^{0.6404} \dots (2.2.1)$

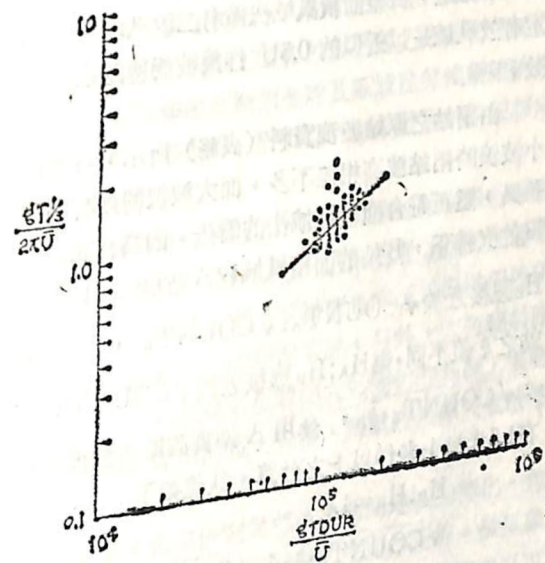
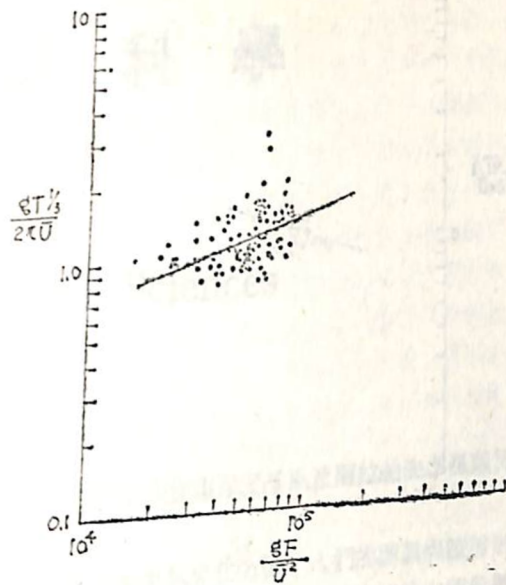
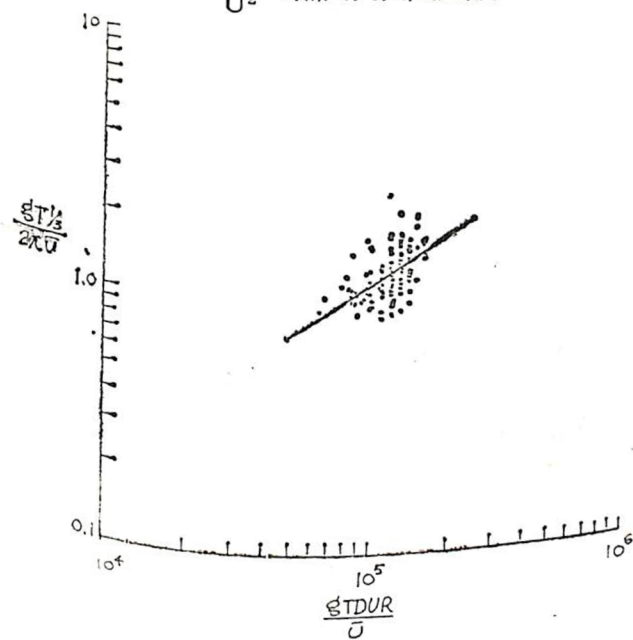
$\frac{gT_{1/3}}{2\pi\bar{U}} = 0.03951 \left(\frac{gF}{\bar{U}^2}\right)^{0.315619} \dots (2.2.2)$

B站 $\frac{gT_{1/3}}{2\pi\bar{U}} = 0.000302 \left(\frac{gTDUR}{\bar{U}}\right)^{0.701492} \dots (2.2.3)$

$\frac{gT_{1/3}}{2\pi\bar{U}} = 0.031749 \left(\frac{gF}{\bar{U}^2}\right)^{0.326414} \dots (2.2.4)$

(2.2.1)~(2.2.4)式在全對數圖上之直線及原始資料如圖四、圖五、圖六、圖七。上四式所取之物理意義分別為

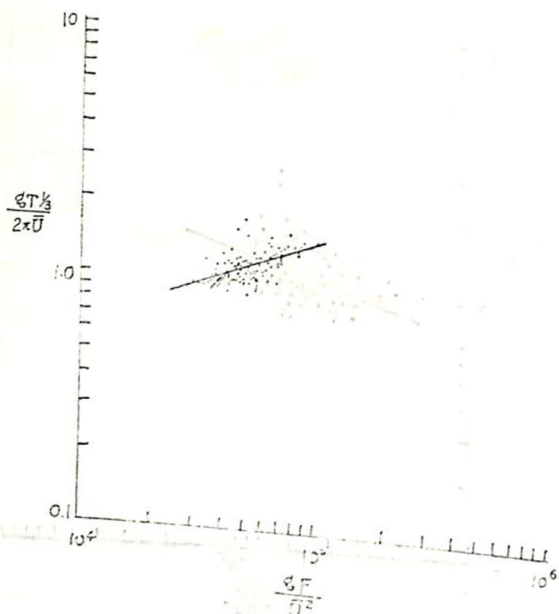
$\frac{gT_{1/3}}{2\pi\bar{U}}$ (無因次週期)， $\frac{gTDUR}{\bar{U}}$ (無因次吹風延時)， $\frac{gF}{\bar{U}^2}$ (無因次吹風距離)。



圖六 B站 $\frac{gT_{1/3}}{2\pi\bar{U}}$ 與 $\frac{gTDUR}{\bar{U}}$ 之關係

三、面積風域的影響

依照面積風域理論[5]，在穩定的條件下同一風域內不同位置之風能傳授係數ξ與波週期應相近。前述A站與B站的平均ξ值與中油CDA站之平均ξ值十分相近，但兩站同時有記錄的平均ξ值則分別為 0.93653 × 10⁻³ 與 0.1849 × 10⁻³ 可能是因為這



圖七 B 站 $\frac{gT^{\frac{1}{2}}}{2\pi U}$ 與 $\frac{gF}{U^2}$ 之關係

段期間高壓出海後迴流之北風系統，風力較弱，風向亦不穩定，根據面積風域法僅有二段風域，而決定有效風域是以近似的 $0.5U$ 作為波能傳遞速度所致。

由兩站之原始波浪資料（表略）所示，可看出小波浪時兩站波高相差不多，而大波浪時則有明顯差異，這正符合面積風域法的看法，因為在北北東風的吹拂下，B 站的面積風域較 A 站為大，則 $H_A : H_B$ 應接近於 $\sqrt{\text{COUNT}_A} : \sqrt{\text{COUNT}_B}$ ，但因兩站之 ξ 值不同，則 $H_A : H_B$ 應接近於 $\sqrt{\text{COUNT}_A \cdot \xi_A} : \sqrt{\text{COUNT}_B \cdot \xi_B}$ ，今用 A 站實測原始波浪波高在 1.5 米以上者作以上之計算，其值如下：

$$H_B : H_A = 1.6$$

$$\sqrt{\text{COUNT}_B \cdot \xi_B} : \sqrt{\text{COUNT}_A \cdot \xi_A} = 1.61$$

四、結 論

1. 面積風域法較適用於鋒面通過後，尤其在風速漸變小時更為正確 [6]，此時可以一站之實測波高估計同一風域內另一站之波高。
2. 澎湖附近之冬季波能顯然比鹿港附近之波能大，約在 1.6 倍左右。
3. 本文所用實測資料尚嫌不足，尤其在兩站同時測量者，尚需繼續努力。

致謝：本研究計劃獲行政院國科會之補助，始能完成，並承蒙中央氣象局及中油海域探勘處提供氣象資料，特此申謝。

[作者通訊：臺大海洋研究所]

參 考 文 獻

1. 梁乃匡 (1978)，波浪資料處理與推算模式研究報告，海洋研究所專刊，PP.9。
2. Liang, N.K. (1973), Elementary Wave Model and the Definition of "Fetch Area in Wave Prediction", ACTA OCEANOGRAPHICA TAIWANICA, Science Reports of the National Taiwan University, No. 3, PP. 87-96.
3. Hasselmann, K., et al (1973), Measurements of Wind-Wave Growth and Swell Decay During the Joint North Sea Wave Project (JONSWAP), *Erganzungsheft zur Deutschen Hydrographischen Zeitschrift Reihe A, Nr. 12*, DHI, Hamburg PP. 95.
4. Liang, N.K., (1975), Estimation of Wave Spreading Factor & Significant Wave Direction, *Proceeding, Civil Engineering in the Oceans/III, Delaware, Vol.1*, PP. 1124-1136.
5. Liang, N. K., (1973), *Veber Einfluss des Windfeldes beider Wellenvorhersage*, Heft 39, *Mitteilungen des Franzius-Instituts fuer Wasserbau and Kuesteningenieurwesen der Technischen Universitaet Hannover*, PP. 218-323.
6. Liang, N.K., Tang, B.J. Lee, (1976), Application of Fetch Area Method in Monsoon Wave Hindcasting, *Proceedings of 15 th Coastal Engineering Conference, Hawaii*, PP. 258-272.