

BSPE : 00043-61-2

厚浦 周邊海域의 波力發電 豫備 妥當性 調查研究

Pre-feasibility study on the wave power
at Hupo, Korea

1983. 2.

研究責任者：李 達 秀

研 究 員：宋 源 吾 安 熙 道

蔡 璋 源 李 相 龍

鄭 景 太 劉 東 勳

李 光 守 徐 慶 德

金 相 駿 朴 建 泰

研 究 助 員：金 鎔 權 朴 英 吉

姜 明 遠 白 元 大

李 南 淑 柳 基 花

要 約

Wave power density가 비교적 높은 厚浦 주변 해역에서 深海波浪 및 海上風을 관측하여 이를 厚浦 파랑관측소에서 長期間 관측된 淺海波浪資料와 함께 파랑의 統計的 特性, wave power density의 時間的 變化 및 空間的 分布 등에 重點을 두어 分析하였다.

現在 해외 여러 나라에서 연구되고 있는 波浪 에너지 抽出 變換裝置 및 시스템의 設計에 關聯된 問題點들을 實用的이며 經濟的인 側面的 必須要件들에 비추어 概略的으로 비교 檢討하였다.

本 調査研究의 結果는 다음과 같다. 厚浦 주변 해역에서 관측된 파랑은 대부분 地域風에 의해서 발달된 風波이며 약간의 너울도 포함하고 있다. 季節에 따라 wave power density는 현저한 차이가 있어 여름에는 1.1 kW/m , 겨울에는 4.4 kW/m 이다. 淺海에서의 wave power density는 波의 進行方向에 따라 深海에서의 wave power density의 30~80%의 變化를 보이며 이는 에너지 傳播率이 方向別로 큰 차이를 보이기 때문이다. 長期間 파랑자료의 분석 결과에 의하면 年平均 wave power density는 水深이 15 m인 구역은 3 kW/m 이고 水深이 20~30 m인 구역은 5 kW/m 이며 海岸線 1 km에 賦存하는 연간 wave power는 約 44 GWh/annum이다.

調査海域의 波浪特性 및 wave power density의 分布와 현재 개발중인 파력발전 시스템의 現況을 감안해 볼 때, 파력발전에 대한 추후의 研究方向은 우리나라 海역의 특성에 適合한 波力發電技術의 開發과 初期段階에서는 海岸構造物의 一部로서 이용하는 多目的 波力發電 시스템의 開發이 바람직하다.

SUMMARY

Measurements of deep water waves and winds have been made for eight months at the coastal waters of Hupo which is one of the proposed sites for wave power development. The data together with the long-term wind and wave data observed at the Hupo wave station have been analysed with special emphasis on the wave characteristics, temporal and spatial variations of wave power density.

A brief survey of the design problems associated with wave energy extraction devices and schemes, currently being studied by other countries, has been made together with the requirements for a practical and economical device.

The results show that most of the waves at Hupo waters are local wind-generated waves but a certain amount of swell exist. The seasonal variation of wave power density is pronounced i.e., 1.1 kW/m in summer and 4.4 kW/m in winter. The transformation rate of wave power density varies significantly depending upon the topographic condition in the approaching direction of deep-water waves to shallow water, which is estimated to be 30 - 80%. The overall average wave power densities are estimated to be around 3 kW/m at a coastal site of 15 m depth and 5 kW/m in a water of 20 - 30 m depth. The latter gives a wave power resources of about 44 GWh/annum over coastal line of 1 km at the Hupo waters.

The research efforts for the development of wave power should be concentrated in the fields designed to produce appropriate technology for the coastal waters of Korea. A multipurpose wave power plant as a part of coastal structures should be considered at the initial stage of small scale wave power development.

目 次

要 約	I
그림 目次	VI
表 目 次	XI
第 1 章 序論	1
第 2 章 觀測 및 分析	3
第 1 節 現場觀測	3
1. 바람	3
2. 波浪	6
第 2 節 分析	9
1. 바람	9
2. 波浪	9
第 3 節 分析結果 및 考察	12
1. 바람 및 波浪의 統計的 特性	12
가. 바람	12
나. 波浪	16
1) 波高	17
2) 週期	20
3) 波高 및 週期の 散布圖	23
2. 波浪 스펙트럼	23
가. Spectral bandwidth parameter ϵ 의 分布	25
나. 風波의 發達	26
다. 颱風時의 風波의 發達	29
라. 暴風波의 平均 스펙트럼	29

3. 바람과 波浪과의 關係	34
4. 波浪氣候	34
5. 設計波高의 計算	35
第 3 章 Wave Power의 賦存量 算出	39
第 1 節 Wave Power의 計算 方法	39
第 2 節 Wave Power Density의 時間的 變化	43
第 3 節 Wave Power Density의 空間的 分布	45
第 4 節 Wave Power의 賦存量	53
第 4 章 海外 波力發電事業 現況 및 國內 波力發電 開發의 方向	55
第 1 節 概 說	55
第 2 節 波力發電裝置의 分類	55
1. 波浪 에너지의 一次變換形態에 따른 分類	55
가. 水力 에너지로의 變換方式	55
나. 機械 에너지로의 變換方式	56
다. 空氣 에너지로의 變換方式	56
2. 一次變換過程의 機構에 따른 分類	56
3. 施設物의 設置方式에 따른 分類	56
第 3 節 波浪 에너지 變換 시스템의 基本條件	58
第 4 節 變換 시스템의 效率	58
1. Salter의 Nodding Duck	58
2. Contouring Raft	60
3. OWC (Oscillating Water Column System, 振動水柱 시스템)	61
4. 海明 (Kaimei)	61
第 5 節 에너지의 平滑化 및 連續化	63
1. 位置 에너지로의 轉換	63

2. 波의 位相差 利用	64
3. Flywheel에 의한 方法	64
4. 高壓 tank에 의한 壓力貯藏(accumulator)	64
5. 中間 貯藏 탱크에 의한 調整	65
第 6 節 國內 波力發電의 開發方向	65
第 5 章 結論 및 建議事項	67
謝 辭	68
參 考 文 獻	69
附 錄	71

그림 목次

(List of Figures)

Fig. No.	Title	Page
1.1.1.	Map showing the location of Port Hupo wave station	2
2.1.1.	Map showing the measurement station and depth contours	4
2.2.1.	Flow chart of wave measurement and analysis for the wave power study	10
2.3.1.	Frequency distribution of directional wind speeds at station M_D (Nov 1974 - Oct 1982).....	13
2.3.2.	Monthly variation of percentage of occurrence of wind speeds ≥ 5 m/s at station M_D (Nov 1974 - Oct 1982)	14
2.3.3.	Yearly variation of percentage of occurrence of wind speeds ≥ 5 m/s at station M_D (Jan 1975 - Oct 1982)	14
2.3.4.	Frequency distribution of directional wind speeds at station M_a and M_D	15
2.3.5.	Histogram of H_S at WR (Feb - Sep 1982)	18
2.3.6.	Histogram of $H_{1/3}$ at USW (Nov 1974 - Oct 1982)	19
2.3.7.	Percentage exceedance of $H_{1/3}$ at USW (Nov 1974 - Oct 1982)	19
2.3.8.	Monthly distribution of significant wave height at USW (Nov 1974 - Oct 1982) and WR (Feb - Sep 1982)	21
2.3.9.	Histogram of T_Z at WR (Feb - Sep 1982)	22
2.3.10.	Histogram of $T_{H_{1/3}}$ at USW (Nov 1974 - Oct 1982)	22
2.3.11.	Scatter diagram of H_S vs. T_Z and the lines of wave steepness at WR (Feb - Sep 1982)	24

Fig. No.	Title	Page
2.3.12.	Scatter diagram of $H_{1/3}$ vs. $T_{H_{1/3}}$ and the lines of wave steepness at USW (nov 1974 - Oct 1982)	25
2.3.13.	Percentage of occurrence of spectral bandwidth parameter, ϵ at WR (Feb - Sep 1982)	26
2.3.14.	Evolution of wave spectrum with duration for onshore winds	27
2.3.15.	A spectrum showing swell and sea at WR	28
2.3.16.	Evolution of wave spectrum at the typhoon 'ELLIS' (Aug 25-27, 1982)	30
2.3.17.	Contours of iso-spectral density on a frequency-time plot for the typhoon 'ELLIS'	31
2.3.18.	Comparison of wave spectra (observed storm, P-M and JONSWAP spectrum) at WR	33
2.3.19.	Yearly variation of percentage occurrence of $H_{1/3}$ at USW (Nov 1974 - Oct 1982)	35
2.3.20.	Cumulative probability distribution of $H_{1/3}$ plotted on Weibull scale	38
3.2.1.	Monthly variation of average wave power density at USW	44
3.2.2.	Monthly wave power distribution at USW	44
3.2.3.	Yearly variation of mean wave power density at USW	45
3.3.1.	Sections of typical bottom profiles	47
3.3.2.	Comparison of wave spectra observed at WR and USW (wind dir. NW and NNW)	48
3.3.3.	Comparison of wave spectra observed at WR and USW (wind dir. WNW)	49

Fig. No.	Title	Page
3.3.4.	Comparison of wave spectra observed at WR and USW (wind dir. NE and ENE)	50
3.3.5.	Comparison of wave spectra observed at WR and USW (wind dir. SE)	51
3.3.6.	Map showing the proposed area for wave power development and grid system used in the computation of wave refraction	52
3.3.7.	Distribution of monthly mean wave power density	53
3.3.8.	Monthly wave power distributions at USW and WR	54
4.4.1.	Wave power absorption rate of the Duck system (after Glendenning, 1978)	59
4.4.2.	Energy absorption rate of the contouring raft system in random waves	60
A.2.3.1.	Temporal variation of significant wave heights	84-86
A.2.3.2.	Comparison of wave spectra (observed group II, P-M and JONSWAP spectrum) at WR	117
A.2.3.3.	Comparison of wave spectra (observed group III, P-M and JONSWAP spectrum) at WR	118
A.2.3.4.	Comparison of wave spectra (observed group IV, P-M and JONSWAP spectrum) at WR	119
A.2.3.5.	Comparison of wave spectra (observed group V, P-M and JONSWAP spectrum) at WR	120
A.2.3.6.	Comparison of wave spectra (observed group VI, P-M and JONSWAP spectrum) at WR	121
A.2.3.7.	Comparison of wave spectra (observed group VII, P-M and JONSWAP spectrum) at WR	122

Fig. No.	Title	Page
A.2.3.8.	Equilibrium range of the frequency spectrum of storm waves	128
A.2.3.9.	Equilibrium range of the frequency spectrum of typhoon waves	129
A.3.3.1.	Refraction diagram of the wave of period 8 seconds and direction N	130
A.3.3.2.	Refraction diagram of the wave of period 7 seconds and direction N	131
A.3.3.3.	Refraction diagram of the wave of period 6 seconds and direction N	132
A.3.3.4.	Refraction diagram of the wave of period 8 seconds and direction NNE	133
A.3.3.5.	Refraction diagram of the wave of period 7 seconds and direction NNE	134
A.3.3.6.	Refraction diagram of the wave of period 6 seconds and direction NNE	135
A.3.3.7.	Refraction diagram of the wave of period 8 seconds and direction NE	136
A.3.3.8.	Refraction diagram of the wave of period 7 seconds and direction NE	137
A.3.3.9.	Refraction diagram of the wave of period 6 seconds and direction NE	138
A.3.3.10.	Refraction diagram of the wave of period 8 seconds and direction E	139
A.3.3.11.	Refraction diagram of the wave of period 7 seconds and direction E	140
A.3.3.12.	Refraction diagram of the wave of period 6 seconds and direction E	141

Fig. No.	Title	Page
A.3.3.13.	Refraction diagram of the wave of period 8 seconds and direction SE	142
A.3.3.14.	Refraction diagram of the wave of period 7 seconds and direction SE	143
A.3.3.15.	Refraction diagram of the wave of period 6 seconds and direction SE	144

表 目 次

(List of Tables)

Table No.	Title	Page
2.1.1.	Description of field measurement stations and periods	5
2.1.2.	Specifications of Aanderaa Weather Station used for the measurement of winds at M_a	6
2.1.3.	Specifications of wave measurement and recording system used at WR	8
2.3.1.	Yearly maximum wave conditions at USW	16
2.3.2.	Monthly largest wave conditions (Feb - Sep 1982)	17
2.3.3.	Selected wave spectra for a mean storm spectrum at WR	32
2.3.4.	Predicted extreme wave heights with the application of extreme value distributions to monthly maximum H_{max} and $H_{1/3}$	37
3.3.1.	Selected wave data for the comparison of wave powers in deep-and shallow-waters	47
4.2.1.	A summary of major wave power systems	57
A.2.3.1.	Hourly wind speed and direction observed at station M_a	73-83
A.2.3.2.	Wave data observed at WR	87-116
A.2.3.3.	Data for the mean wave spectra at WR and γ -value of JONSWAP spectrum	123
A.2.3.4.	Wind and wave characteristic parameters of the data for the mean wave spectra	124-127

第 1 章 序 論

産業社會가 高度로 發達해 감에 따라 에너지 수요는 급격히 增加되고 있음에 반하여 産業體制의 기본 에너지원인 석유, 석탄 및 천연가스 등은 그 埋藏量에 限界가 있으며 가격도 流動的이다. 따라서 政府는, 長期的인 需給이 불확실한 이들 化石燃料에 對한 依存度를 줄이기 위하여, 원자력발전 및 기타 代替 에너지 利用 등 에너지원의 多邊化 政策을 추진해 나가고 있다.

代替 에너지원(風力, 潮力, 波力, 海洋熱, 太陽熱 등)은 太陽系가 존속하는 한 무진장하게 存在하므로, 이러한 無公害 에너지의 경제적 利用이 가능해지면 장차 다가올 化石 에너지원의 危機를 능히 극복할 수 있을 것이다.

이러한 代替 에너지 開發計劃의 일환으로 海洋研究所는 이미 波力發電에 關한 基礎調査研究(KORDI, 1980)에서 既存의 沿岸波浪觀測資料들의 分析을 통하여 후포(참조 Fig. 1.1.1) 주변 海域이 波力發電開發에 유망한 地域이라고 지적한 바 있다.

波力發電의 궁극적 妥當性 檢討를 위해서는 wave power의 賦存量과 波力發電 裝置를 연관지어 技術的 및 經濟的인 面을 동시에 檢討해야 함이 원칙이나, 波力發電 裝置에 對하여는 해외 여러 先進國에서 現在 많은 研究 및 開發이 進行되고 있는 狀態이므로, 本 調査에서는 후포 주변 海域을 對象으로 深海波浪 및 바람을 觀測하여, 淺海波浪資料와 관련지어 多角度로 分析함으로써 波力發電裝置 開發의 方向設定에 重要한 資料를 제공하고, 本 海域에 적합한 wave power density 計算式의 도출을 통하여 wave power의 賦存量을 算出하였으며, 一次的으로 波力發電 裝置의 設置에 適合한 位置로서 海岸에서 근거리이며 wave power의 賦存量이 많은 位置를 선정하였다.

또한 해외 여러 나라에서 進行되고 있는 波力發電 事業現況에 대하여 살펴 보고 이들이 지니고 있는 問題點과 經濟性 향상을 위하여 장차 해결해야 할 問題點들에 對하여 檢討하였다.

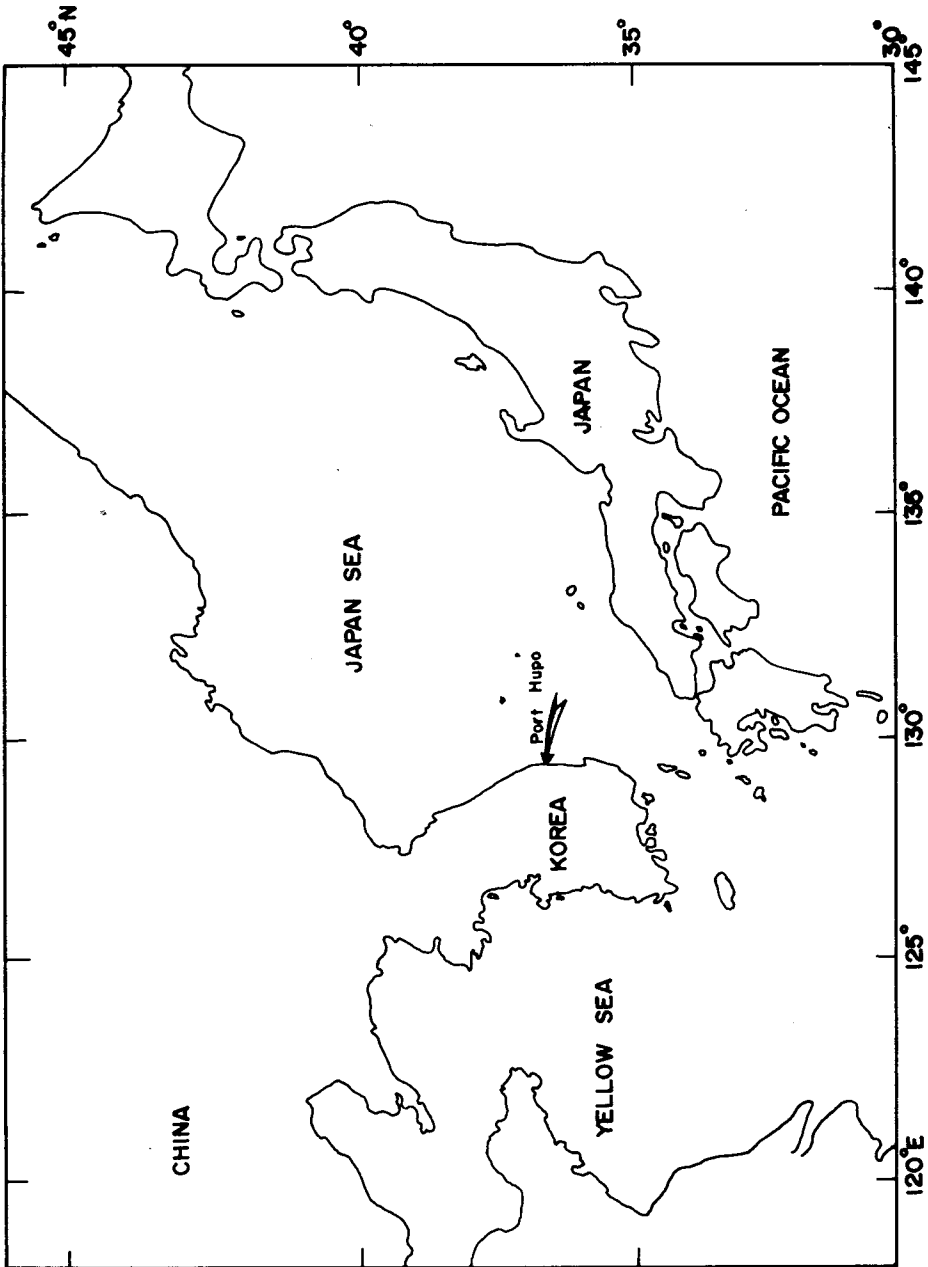


Fig. 1.1.1. Map showing the location of Port Hupo wave station.

第 2 章 觀測 및 分析

第 1 節 現 場 觀 測

Wave power density의 시간적 변화 및 공간적 분포 파악과 이의 정확한 賦存量을 算出하기 위해서는 長期間에 걸쳐 精密하게 觀測된 바람 및 波浪資料가 要求된다. 厚浦海域은 1974 年 以後 浦項 地方海運港灣廳에서 厚浦 波浪觀測所를 설치하여 station Mb와 USW (참조 Fig. 2.1.1)에서 바람 및 波浪觀測을 실시하고 있어 비교적 長期資料가 蓄積되어 있다(참조 해운항만청, 1978). 따라서 이러한 長期資料의 효율적인 이용과 wave power density의 空間的 分布 및 파랑의 構造的 特性을 파악하는 데 적합한 觀測地點으로서 Fig. 2.1.1에서 보는 바와 같이 station Ma와 WR을 選定하여 바람 및 波浪觀測을 實施하였다. 觀測地點의 座標 및 觀測 期間은 Table 2.1.1에 자세히 收錄되어 있다.

1. 바 람

厚浦 波浪觀測所에서는 1974 年 11 月 以後(1981 년에 現在의 觀測位置로 移轉) 自記風向·風速計를 이용하여 風向 및 風速觀測을 實施해 오고 있다(一部 目測 포함). 觀測地點은 海岸에서 約 50 m 떨어진 지점(참조 Fig. 2.1.1의 Mb 및 海圖 137-B)에 있으나 이와 近接한 위치에 W~NNW方向으로 標高 60m 내외의 산이 둘러 싸여 있어 이 方向의 바람 관측에 상당한 영향을 미치고 있다.

따라서 本 調查研究에서는 厚浦 波浪觀測所의 바람 기록과 比較·分析하여 長期資料를 활용하고 바람과 波浪간의 관계 도출을 위하여 주변의 높은 산 등의 장애물이 적고 비교적 海上風에 가까운 바람을 관측할 수 있는 장소로서 厚浦港內 白燈(station Ma)을 選定하였으며, 지상기상관측법(참조 중앙관상대, 1971)에 따라 디지털(digital) 형태로 磁氣 테이프(magnetic tape)에 自動記錄되는 氣象觀測機器, Aanderaa weather station(참조 Table 2.1.2)을 사용하여 관측하였다.

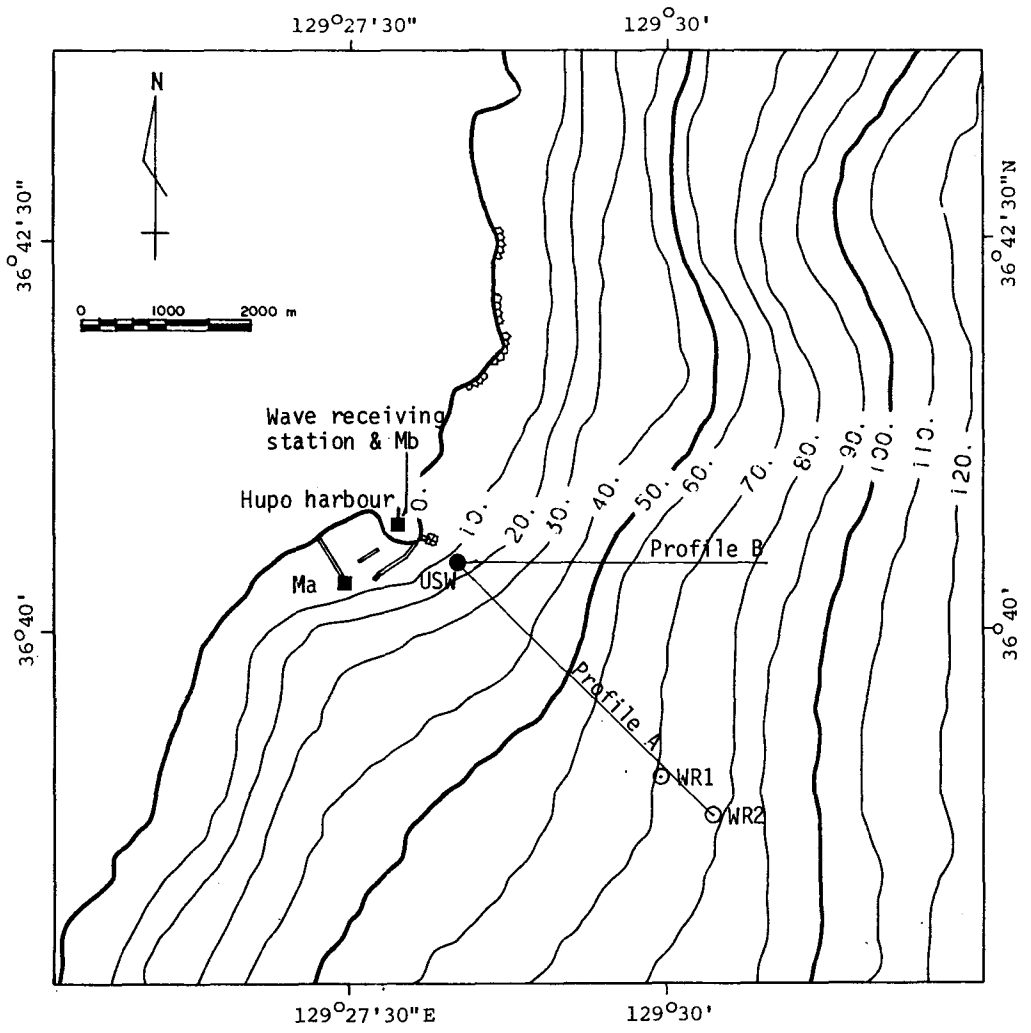


Fig. 2.1.1. Map showing the measurement stations and depth contours.

Table 2.1.1.1. Description of field measurement stations and periods.

Station	Latitude		Longitude		T.M.Coordinate		Depth** (m)	Measurement Period	
	N	E	X	Y	From	To			
Wave									
USW	36°40'27"	129°28'21"	352990	241985	Nov	1974 - continued	15	Nov	1974 - continued
WRL	36 39 04	129 29 53	350410	244270	Feb 1, 1982	Mar 7, 1982	72	Feb 1, 1982	Mar 7, 1982
WR2*	36 38 52	129 30 20	350040	244940	May 14, 1982	Aug 21, 1982	78	May 14, 1982	Aug 21, 1982
Wind									
Ma	36 40 19	129 27 25	352745	240575	May 12, 1982	Oct 5, 1982	13†	May 12, 1982	Oct 5, 1982
Mb	36 40 34	129 27 57	353210	241390	Nov	1974 - continued	10††	Nov	1974 - continued

* No digital wave data are available for the period of August 4 - 21, 1982.

** Water depth : below Mean Sea Level

† Height : above Mean Sea Level

†† Height : above ground level

Table 2.1.2. Specifications of Aanderaa Weather Station used for the measurement of winds at Ma.

Model : Datalogger DL-1

Item	Specifications
Wind speed sensor	Threshold speed : 0.3 ~ 0.5 m/s Operating temperature: -40 ~ 50°C Accuracy : +2%
Wind direction sensor	Threshold speed : less than 0.3 m/s Operating temperature: -40 ~ 50°C Accuracy : better than +5°
Recorder	Recording system : self-balancing recorder type : reel to reel ½ in. magnetic tape coding : 10 bit binary words in serial form Clock type : quartz crystal clock 2574 accuracy : better than +2 sec/day within 0 ~ 20°C Operating temperature: -4 ~ 40°C Averaging system : electrical integration system

1982년 5월 14일부터 7월 30일까지는 30분 간격으로 30분간의 平均風速 및 平均風向, 그리고 瞬間最大風速 및 瞬間風向을 觀測 記錄하였다. 특히 1982년 7월 30일以後에는 颱風 및 暴風波의 特性을 분석하기 위하여 10분 간격으로 10분간의 平均값을 觀測 記錄하였다.

2. 波 浪

厚浦 波浪觀測所에서는 1974년 11월以後 超音波式 波高計 (ultrasonic wave gauge)를 사용하여 波高의 크기에 따라 1일 4회~12회, 1회 10분 또는 20분간식 波浪觀測을 實施하고 있다 (一部 目測 포함). 觀測地點은 海岸에서 約 800 m 떨어져 있으며 (Fig. 2.1.1의 USW) 水深은 15 m이다.

本 調查研究에서는 波浪이 外海에서 淺海域으로 傳播해 오는 過程에서 發生할 수 있는 波浪의 變形에 의한 波浪 에너지의 空間的 變化를 파악하고, 또한 厚浦 波浪 觀測所의 長期觀測資料의 활용 범위를 확대하기 위해 厚浦海域의 波浪特性을 代表 할 수 있으며 비교적 深海波를 관측할 수 있는 위치(station WR1)를 선정, 부이 型的의 波浪觀測器, waverider buoy를 繫留하여 1982년 2월 1일부터 관측을 실시하 였다. 관측에 사용된 波浪觀測器와 受信機의 諸元 및 特性은 Table 2.1.3에 제시 되었으며 設置 및 繫留方法에 대한 說明은 海洋開發研究所(1980)에 收錄되어 있다.

觀測은 3시간 간격으로 1일 8회 실시되었으며 颱風 및 暴風波가 發生하였을 때 는 매 시간 실시되었다. 매 회 20분간의 觀測值들이 記錄紙에는 아날로그(anal - ogue) 형태로, 磁氣 테이프(magnetic cassette tape)에는 디지털(digital, data sampling interval : 0.5 second) 형태로 기록되었다.

몇 번의 예상하지 못했던 事故로 인해 관측이 중단되었던 때를 제외한 觀測期間 中の 觀測 및 記錄狀態는 매우 良好하여 資料回收率은 아날로그 기록의 경우 97% 이었으며 디지털 기록의 경우 95%이었다. 觀測期間 中에 發生한 事故內容은 다음 과 같다.

- 1982년 2월 20일 水路局의 협조로 波浪觀測 부이 계류에 따른 港路告 示(水路局 港路告示 第5號 125項, 英文 및 國文版)를 하였다. 그러나 1982년 3월 7일 波浪觀測器 繫留線(mooring line)의 核心部인 고무러버(rubber cord)가 날카로운 물건에 의해 절단되어 漂流하는 파랑관측부이가 500톤급 貨物船 제2 선일호(선일해운 소속, 선장 배 상락)에 의해 발견되었다.

- 1982년 5월 14일 2次繫留(station WR2)時 관측부이의 보호를 위 해 사방 600m 간격으로 4개의 大型 警戒 부이를 同時에 設置하였음에도 불구하고 그 후 관측부이의 계류선과 회수부이(retrieval buoy)의 계류선이 漁船의 그물에 엉켜 1982년 8월 22일 回收, 補修하여 다시 繫留하였다.

Table 2.1.3. Specifications of wave measurement and recording system used at WR.

Item	Specifications
Waverider buoy (6000 series)	Hull diameter : 0.9 m or 0.7 m Weight : 166 Kg Battery life : 9 or 16 months Operating temperature: $-5^{\circ} \sim 25^{\circ}\text{C}$ Transmitter frequency: 27.505 ~ 27.745 MHz Transmission range : maximum 50 Km Wave height range : 0.02 ~ 40 m Wave frequency range : 0.035 ~ 0.65 Hz(30%) 0.065 ~ 0.50 Hz (3%) Flash light : 5 flashes/20 seconds (below an illumination level of 60 Lux) Measuring system : Measurement of vertical acceleration and double integration of the accelerometer signal
Warep (Mark II)	Power supply : 100 ~ 300 V AC or 10 ~ 30 V DC Operating temperature: $0 \sim 40^{\circ}\text{C}$ Recorder output : 4% within temperature accuracy range of buoy and Warep Recorder scales : 5-0-5 or 10-0-10 m Programming clock : Max. 12 starts per day Measuring period : 5, 10, 20 or 40(+10%) minutes, continuous recording
Dima	Power supply : 10 ~ 30V DC Operation temperature: $0 \sim 40^{\circ}\text{C}$ Sampling period : 0.5 sec Cassette : Phillips type, certified digital tape Tape format : CNRZ (complementary non- return to zero) Word format : 12 bit offset binary 1 cm/bit resolution Bit density : 615 bits/inch

- 1982년 9월 28일 또다시 고무러버가 절단되어 漂流 중인 관측부이를 厚浦港 東北方 18 마일 海上에서 操業中이던 10톤급 연안 유자망어선 축산호(후포항 소속, 선장 최도원)가 발견하였다.

第 2 節 分 析

1. 바 람

30분 또는 10분 간격으로 관측되어 磁氣 테이프에 기록된 디지털 자료는 VAX 11/780 컴퓨터 시스템에서 테이프 讀取機(Aanderaa tape reader)에 의해 읽혀지고 code 變換(conversion) 및 data validation 過程을 거쳐 編輯, 貯藏되었다. 觀測期間中 電源 및 磁氣 테이프를 交換할 때 나타나는 누락된 기록이나 異狀記錄을 제외하고 編輯過程에서 發見된 非正常的인 記錄値는 그 時刻 前後의 隣近値를 이용하여 線型內挿法(linear interpolation method)으로 修正하였다. 觀測 및 記錄狀態는 매우 良好해 資料回收率이 98%이며 몇 번의 異狀記錄을 제외하고는 觀測値에 대한 信賴度가 매우 높은 것으로 나타났다. 이렇게 編輯, 貯藏된 基礎資料中에서 厚浦 波浪觀測所에서 觀測, 記錄된 바람 資料와의 比較 分析을 위해 매 시 값(hourly value)만을 選擇하여 再編輯하였으며 이 때 方位角으로 구해진 風向은 16方位(22.5° 간격)로 나타내었다.

2. 波 浪

波浪記錄의 分析方法은 要求되는 正確度, 波浪記錄의 形態 그리고 人力 및 分析所要時間에 따라 選擇되는데 平均波法, Tucker(1961)-Draper(1963)에 의한 方法(T/D) 및 스펙트럼(spectrum) 技法을 이용한 方法 등으로 나눌 수 있다. 이들 分析方法에 대한 설명은 海洋開發研究所(1980)에 자세히 收錄되어 있다. 本 調查研究에서 採擇된 觀測 및 分析에 대한 系統圖는 Fig. 2.2.1에 提示되었다.

Offshore Station

WAVERIDER:
Wave measuring buoy

Telemetry by 27 MHz
frequency to radio
receiver

Onshore Station

WAREP:
(analogue recorder)
Pen-chart record

DIMA:
(digital recorder)
Digital record on
cassette tape

Ocean Engineering Lab.

.Data validation
.Preparation of
input data files

LPR-16:
Read data

KENNEDY:
Data conversion to
computer compatible
tape

VAX 11/780
computer system

Calculate charac-
teristic wave
parameters using
Tucker-Draper
method

.Data validation
.Data file creation

Analysis of data
.Significant wave
properties
.Spectral analysis
.Statistical analysis

Analysed wave data storage

.Statistical analysis
.Calculation of wave
power

Research work

Presentation of
analysed results

Fig. 2.2.1. Flow chart of wave measurement and analysis for the wave power study.

觀測된 波浪記錄 中 아날로그 형태의 기록은 人力과 分析時間을 節約할 수 있으며 비교적 精確한 값을 얻을 수 있는 T/D 方法을 이용하였다. 靜穩 (calm ; $H_{max} < 0.5 m$ 인 파랑기록) 을 제외한 기록에 대하여 讀取, 分析하여 入力資料를 마련하고 이를 VAX11/780 컴퓨터 시스템을 利用, 計算하여 다음과 같은 波浪特性係數들을 구하였다.

— 有義波高 (significant wave height), H_s . Longuet - Higgins (1952) 에 의하면 narrow band random process의 경우 H_s 와 $H_{1/3}$ 値는 거의 同一하다.

— 平均週期 (zero - up crossing wave period), T_z .

— Spectral bandwidth parameter, ϵ . 이는 波浪을 구성하는 成分波의 周波數 (frequency) 범위를 나타내는 係數이며 아래와 같이 구해진다.

$$\epsilon = \{ 1 - (N_z / N_c)^2 \}^{1/2}$$

여기서 N_z 는 파랑기록의 中心線을 파랑 (wave trace) 이 上向으로 交叉하는 點의 수효 (zero - up crossing 수효) 이며 N_c 는 波峯 (wave crest) 의 수효로서 讀取하여 얻어진 값들이다. 또한 기록지를 讀取하여 다음과 같은 값들을 얻었다.

— 最大波高, H_{max}

— 最大波高의 週期, $T_{H_{max}}$

— 最大波高와 有義波高의 比, H_{max} / H_s .

磁氣 테이프 (magnetic cassette tape) 에 0.5 秒 間隔으로 기록된 디지털 형태의 기록은 code 變換 및 data validation 過程을 거쳐 編輯되며 1 회 20 분간의 記錄值 中에서 連續된 1024 秒 동안의 데이터 (2048 개) 를 스펙트럼 (spectrum) 技法을 이용하여 分析하였다. 이 때 自由度 (degree of freedom) 는 20 으로 하였다. 이 方法으로 分析하여 얻어진 波浪特性係數들을 T/D 方法을 이용한 分析結果와 比較할 때 有義波高의 경우 約 10% 以內에서 잘 一致하였으나 波浪週期の 경우 約 20% 의 차이가 있음을 알 수 있었다.

한편, 厚浦 波浪觀測所에서 관측된 파랑기록은 平均波法으로 分析되어 왔으므로 波高가 높은 暴風 時의 記錄 約 40個를 選擇하여 그 기록지를 0.5 秒 間隔으로 讀取하고 이를 入力하여 스펙트럼 技法으로 再分析한 후 平均波法에 의한 分析結果와 比較하였다. 平均波法으로 구한 有義波高, $H_{1/3}$ 과 스펙트럼 技法으로 구한 有義波高, H_s 는 約 10% 以內에서 잘 一致하였고, 有義波高에 해당하는 波浪들의 平均週期, $T_{H_{1/3}}$ 과 平均週期, T_z 는 좋은 相關性을 가지고 있다. 그러나, 暴風 時, 特히 천둥 및 번개가 發生하는 時의 波浪記錄은 대체로 非正常的인 形態였으므로 分析에서 제외되었으며 일부 分析된 結果들은 그 신빙도가 의문시되었다.

第3節 分析結果 및 考察

本節에서는 바람 및 파랑의 長·短期的 統計特性, 파랑의 構造的 特性을 把握하고 水深의 變化에 따른 波浪 에너지의 變化 등을 分析하였다.

1. 바람 및 波浪의 統計的 特性

가. 바 람

우리나라는 아시아 季節風帶에 屬하여 典型的인 氣壓配置가 여름에는 南高北低型으로 南東 내지 南西季節風이 불며, 겨울에는 西高東低型으로 北西季節風이 優勢하다. 바람은 또한 地形的인 影響을 많이 받으므로 同一한 氣壓配置下에서도 地域에 따라 바람의 속도 및 방향의 分布가 일정치 않다. Fig. 2.3.1에서 보는 바와 같이 厚浦地域에서는 北~北西風, 南風 등이 優勢하게 나타났으며 季節別로는 5~8월에 比較的 바람이 적게 불었다(참조 Fig. 2.3.2). 最近에는 비교적 強한 바람의 出現率이 낮으며 1977 - 1979 年의 期間 동안은 總시간의 50%에 해당하는 시간 동안 풍속(U)이 5 m/s 이상이였다(참조 Fig. 2.3.3).

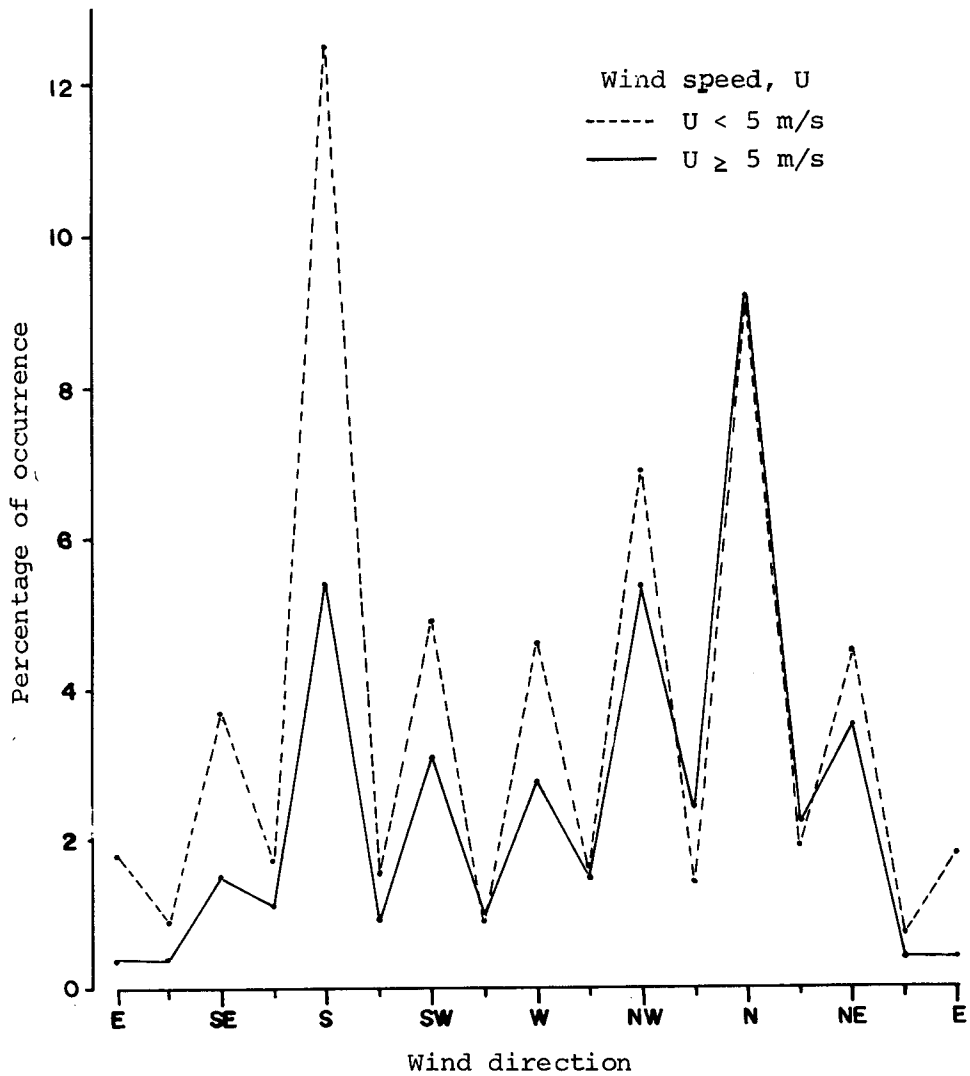


Fig. 2.3.1. Frequency distribution of directional wind speeds at station M_b (Nov 1974 - Oct 1982).

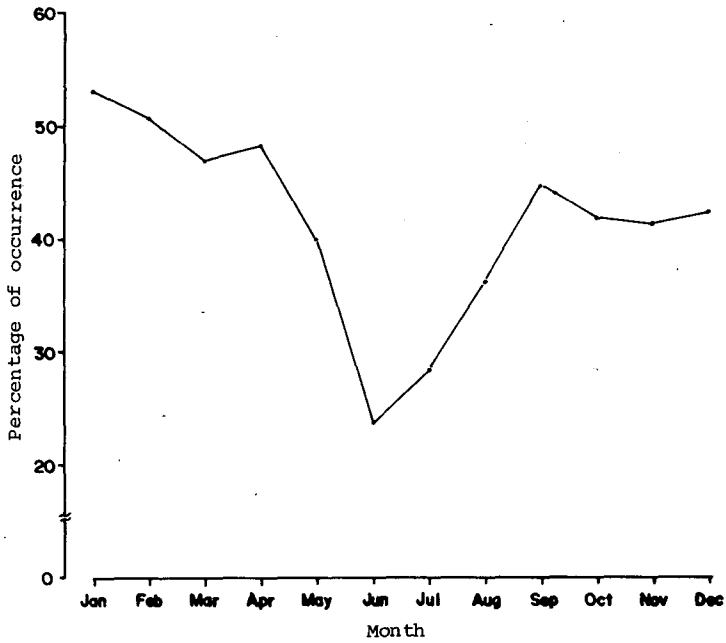


Fig. 2.3.2. Monthly variation of percentage of occurrence of wind speeds ≥ 5 m/s at station M_b (Nov 1974 - Oct 1982).

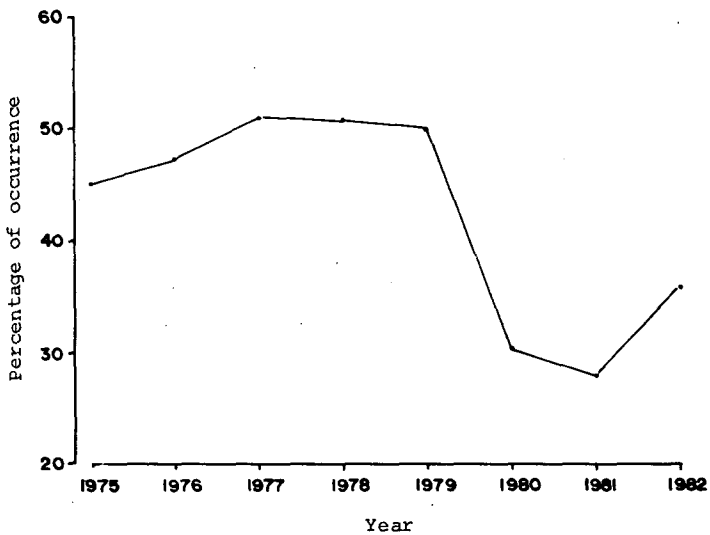


Fig. 2.3.3. Yearly variation of percentage of occurrence of wind speeds ≥ 5 m/s at station M_b (Jan 1975 - Oct 1982).

Fig. 2.3.4는 두 地點 (Fig. 2.1.1의 Ma와 Mb)에서 동시에 관측된 바람 자료를 풍향 및 풍속별로 구분하여 이들의 發生頻度率을 나타낸 것이다. 여기서 두 지점의 풍향 NNW~NNE 구간 풍속에 상당한 差異가 있는데 이는 Ma와 Mb 地點 주변에 대한 地形的인 여건을 고려함으로써 說明이 가능하다. 即, Mb地點에서는 北쪽에 위치한 작은 山 (標高 55 m, 傾斜 $\frac{1}{5}$)의 영향으로 N~NNE 방향의 바람이 대부분 NE 방향의 바람으로 觀測되었을 가능성이 매우 높다. 1981年 以前에는 바람 觀測所의 位置가 작은 山의 頂上이었으므로 풍향 기록은 신빙도가 현재보다 높았으리라 판단된다. 풍속은 全般的으로 Mb 지점에서 크게 觀測되었다.

調査期間 동안 Ma 지점에서 관측된 바람 자료의 每 時間別 풍향 및 風速値가 Table A.2.3.1에 收錄되어 있다.

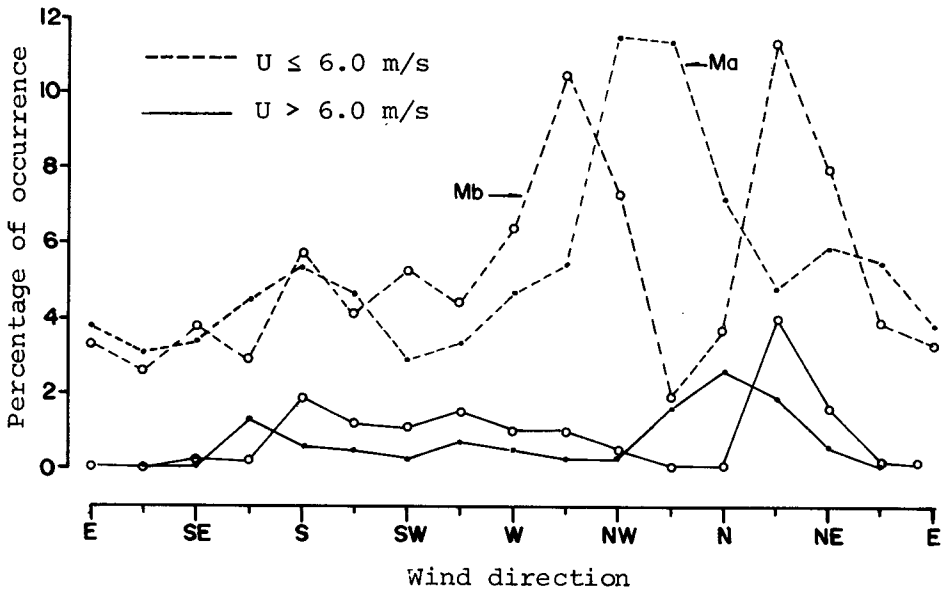


Fig. 2.3.4. Frequency distribution of directional wind speeds at stations Ma and Mb.

나. 波 浪

調査地域에서 발생되었던 큰 波高를 가진 波浪은 北風系列의 바람에 의해 발생했다는 점 (참조 Table 2.3.1) 과 WR 地點에서 이 방향으로 吹送距離는 수십 km에 불과하다는 點 등을 고려할 때, 이들 波浪 中에는 주로 遠海에서 생성, 발달, 전파해 온 風波 (wind-generated gravity waves) 가 地域風에 의해 발달된 風波에 비해 상당히 優勢하리라 판단된다.

Table 2.3.1. Yearly maximum wave conditions at USW.

Year	Hmax (m)	T _{Hmax} (s)	H _{1/3} (m)	T _{H1/3} (s)	Wind (m/s)	Remarks
1974	3.0	7	1.96	8	1.5 NE	Nov 9, 16 ^h
1975	7.25	9	4.18	9	25 E	Aug 18, 04 "Phyllis"***
1976	10.40*	8	5.53	9	20 ENE	Sep 13, 02 "Fran"
1977	4.75	6	2.59	7	5 N	Nov 12, 10
1978	5.5	7	3.57	7	7 ENE	Nov 29, 16
1979	5.8	10	3.21	10	15 SW	Feb 17, 17
1980	4.5	7	3.3	7	8 N	Jan 31, 16
1981	5.5	6	3.3	7	8 N	Sep 4, 10 "Agnes"
1982	5.8	10	3.52	9.6	7.0 WNW	Sep 25, 16 "Ken"

* The wave height is found to be fault due to the malfunctioning of the measuring instrument.

** Typhoon name

Note: The data used for this table were based on the measurements for the period of Nov 1974 - Oct 1982.

波浪觀測期間 동안 WR 지점에서 20分間씩 관측된 總 波浪記錄의 수효는 1362 개로서 이들 중 有效한 기록의 수는 1323 개로 資料의 回收率은 97.1%로서 매우 良好하다. 靜穩에 해당하는 波浪記錄은 33.3%이며 이는 관측기간의 1/3 동안 海水

面이 잔잔하였음을 의미한다.

매월 最大波高가 발생했을 때의 파랑특성계수들이 Table 2.3.2에 제시되었다. 관측된 파고 중 가장 큰 파고는 2月4日 18時에 발생했으며 瞬間最大波高 (Hmax)는 5.9 m, 週期 (T_{Hmax})는 8.4 초였으며, 이 때의 有義波高 (Hs)는 3.1 m, 平均週期 (Tz)는 6.3 초였다.

Table 2.3.2. Monthly largest wave conditions (Feb - Sep 1982).

Month Sta. Wave		1982							
		Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
WR	Hmax	5.9	3.9	-	2.9	3.9	2.9	5.6	4.7
	T_{Hmax}	8.4	7.4	-	5.2	8.0	7.2	9.5	8.0
	Hs	3.1	2.4	-	1.8	2.2	1.7	3.5	2.9
	Tz	6.3	5.8	-	7.7	6.0	6.5	8.5	6.1
USW	Hmax	3.4	3.1	4.1	2.0	3.1	3.3	5.4	5.8
	T_{Hmax}	5.0	7.0	10.0	7.0	7.0	6.0	7.0	10.0
	$H_{1/3}$	2.0	1.8	2.9	1.3	1.8	2.0	3.2	3.5
	$T_{H_{1/3}}$	6.3	6.3	9.6	8.0	7.6	6.8	10.0	9.6

1) 波 高

調査期間 동안 관측된 波浪의 有義波高 및 기타 特性係數들이 Fig. A.2.3.1 및 Table A.2.3.2에 자세히 收錄되어 있다. 有義波高 (Hs)가 1.5 m 이상인 波浪을 暴風波 (storm waves) 라고 가정하면 暴風波의 내습 회수는 2월에 가장 많으며 이것들은 무리 (group) 를 형성하여 발생했다.

波浪記錄들 중에서 靜穩을 제외한 記錄들의 有義波高 (Hs 또는 $H_{1/3}$)에 대한 發生頻度率을 보면 0.5 m ~ 1.0 m 구간의 Hs를 갖는 波浪이 約 50%로서 가장 크

다(참조 Fig. 2.3.5 ~ 6). 또한 조사지역의 深海波(WR 점의 波浪)와 淺海波(USW 점의 波浪)의 波高別 發生頻度率은 큰 차이가 없다. Fig. 2.3.7 은 장기관측된 有義波高($H_{1/3}$)의 超過確率頻度分布圖로서 $H_{1/3} \geq 3.0 m$ 인 경우는 0.3%의 確率을 갖는다.

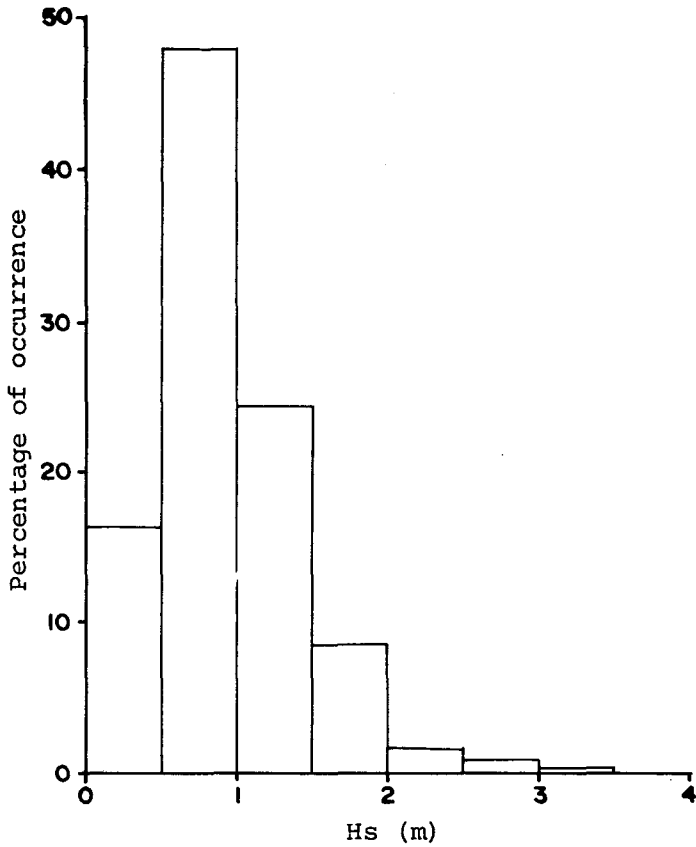


Fig. 2.3.5. Histogram of Hs at WR (Feb - Sep 1982).

Total number of records : 10658
 Calm records : 3845

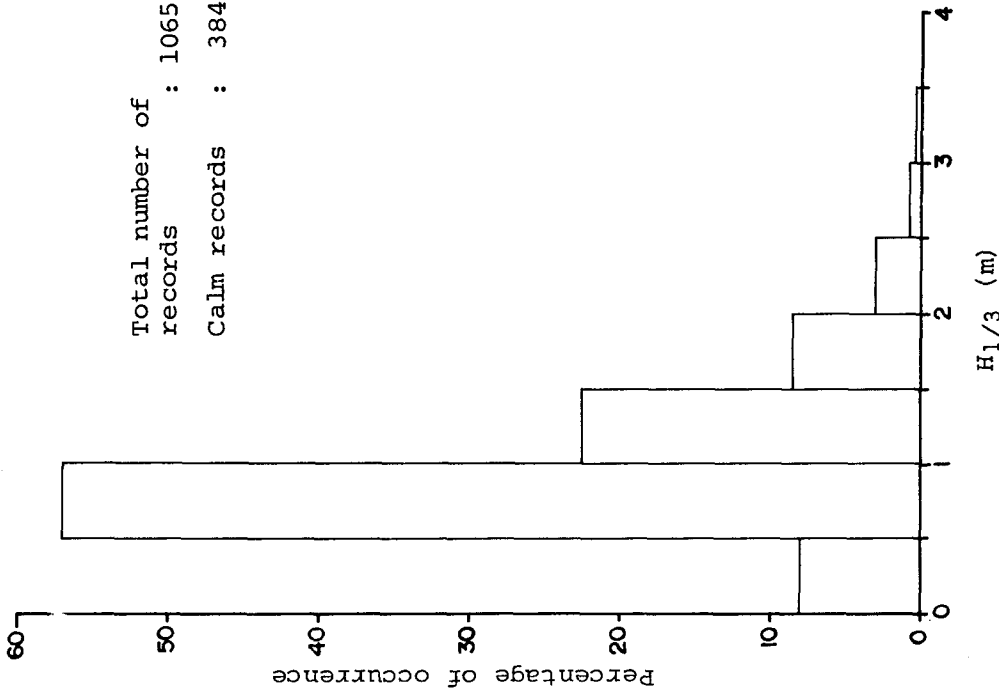


Fig. 2.3.6. Histogram of $H_{1/3}$ at USW (Nov 1974 - Oct 1982).

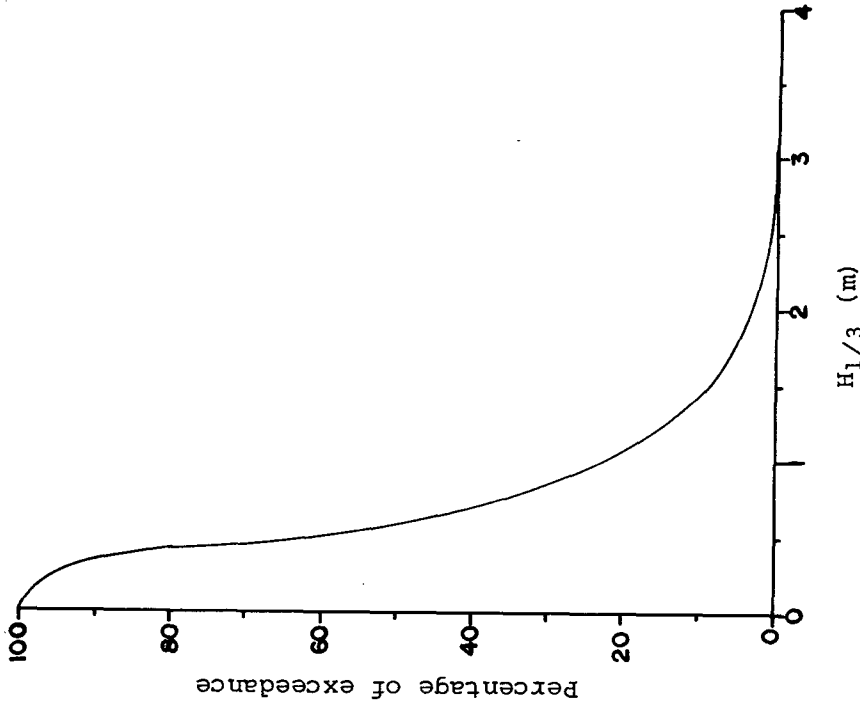


Fig. 2.3.7. Percentage exceedance of $H_{1/3}$ at USW (Nov 1974 - Oct 1982).

波浪의 月別 發生頻度率은 Fig. 2.3.8에서 보는 바와 같이 冬節期에 크고 夏節期에 작다. 특히 2月에는 빈도율이 가장 커서 總 期間(28 日)의 20%에 해당하는 期間 동안 $H_{1/3}$ 이 1.3 m 以上인 波浪이 發生하였다(참조 Fig. 2.3.8). 관측자료의 分析結果로부터 求한 有義波高(H_s , $H_{1/3}$)와 最大波高(H_{max}) 사이에는

$$H_{max} = 1.57 H_s \quad (2.3.1)$$

의 關係가 있으며 淺海에서는

$$H_{max} = 1.53 H_{1/3} \quad (2.3.2)$$

$$H_{max} = 1.24 H_{1/10} \quad (2.3.3)$$

의 關係가 있다. 여기서 H_s 와 $H_{1/3}$ 의 값은 계산되는 分析方法에 따라 다르지만 값의 차이는 작다. 즉, 위 關係식의 계수들은 理論值(여기서 $T_z = 5.75$ 초의 경우 $H_{max} / H_{1/3} = 1.641$)보다 작으므로 파랑의 스펙트럼 폭을 비교적 狹小(narrow)하게 취한 이론적인 假定과 약간 相異하다. 따라서 관측된 波浪들의 스펙트럼은 一般的인 風波의 경우처럼 그 폭이 약간 넓으리라 판단된다.

2) 週 期

波浪의 平均週期(T_z) 및 有義波高들이 갖는 平均週期($T_{H_{1/3}}$)의 出現頻度率이 Fig. 2.3.9와 2.3.10에 각각 圖示되어 있다. 出現빈도율이 가장 큰 T_z 는 5.5~6.0 秒이다. 淺海域에서 관측된 波浪의 週期는 다음과 같은 특성을 갖는다.

$$T_{H_{1/3}} = 1.13 T_z \quad (2.3.5)$$

$$T_p = 1.14 T_{H_{1/3}} \quad (2.3.6)$$

여기서 T_p 는 波浪 스펙트럼의 스펙트럼 密度(에너지)가 가장 큰 成分波의 週期이다.

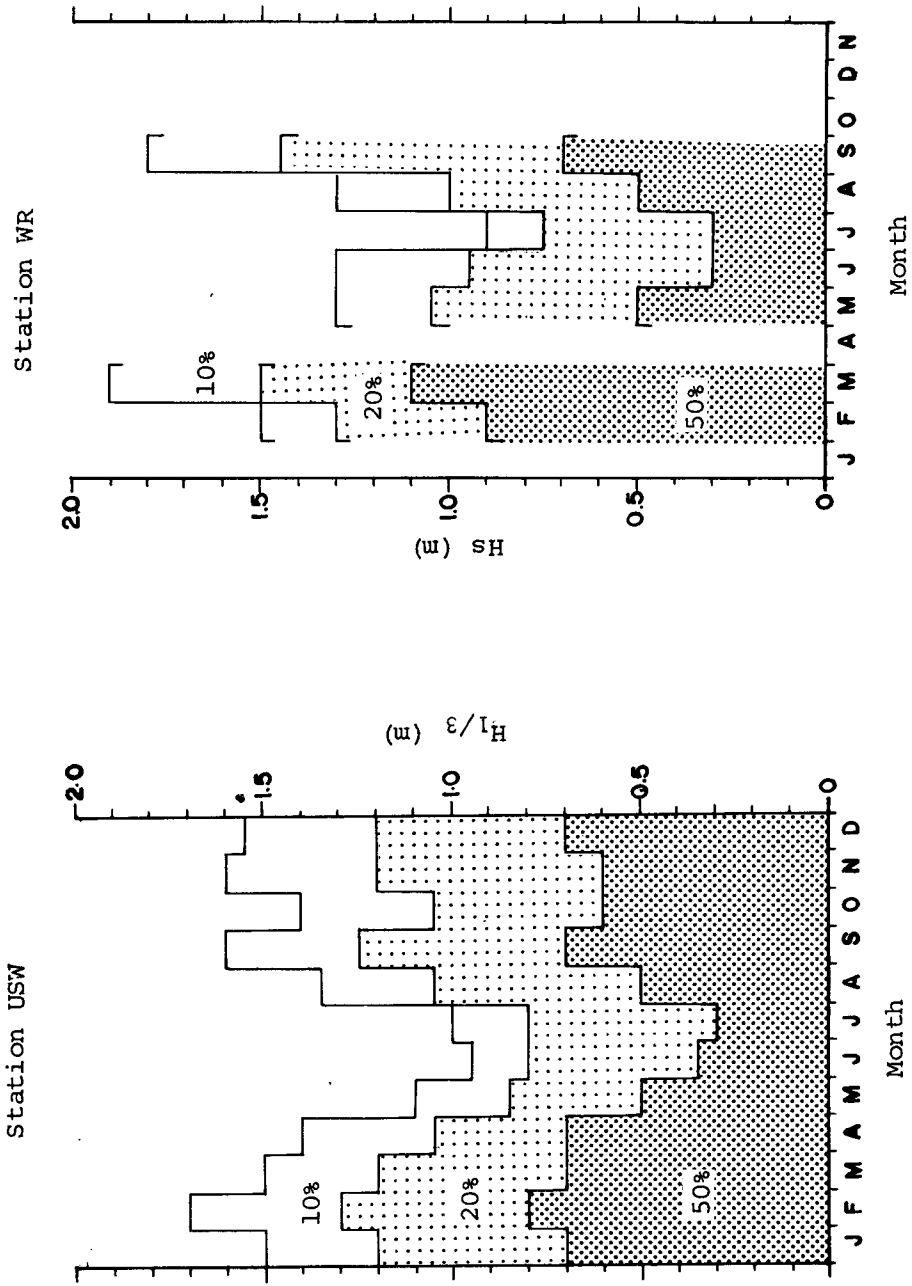


Fig. 2.3.8. Monthly distribution of significant wave height at USW(Nov 1974 - Oct 1982) and WR(Feb - Sep 1982).

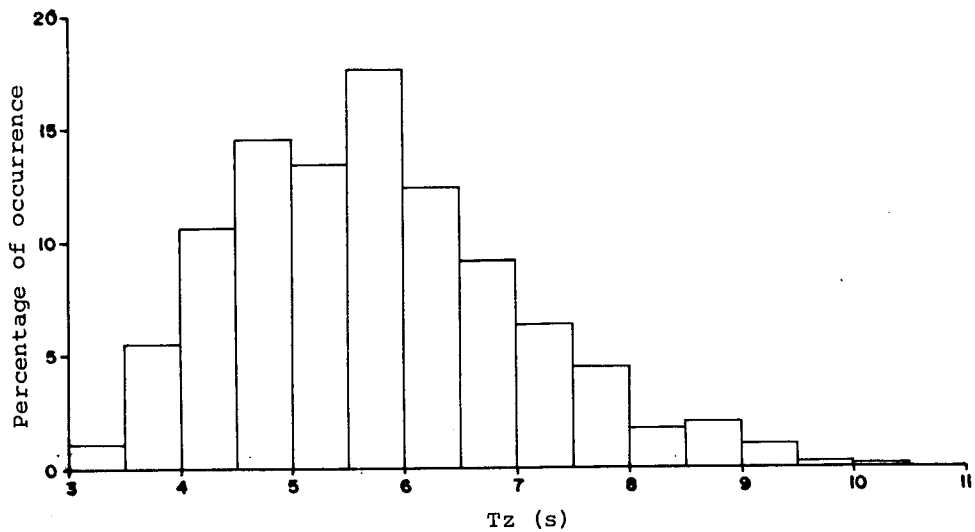


Fig. 2.3.9. Histogram of T_z at WR (Feb - Sep 1982).

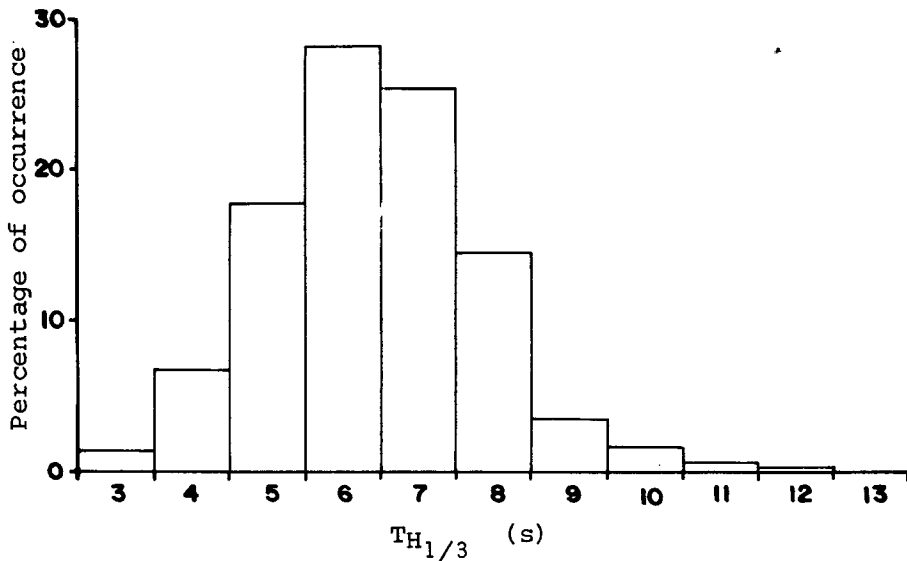


Fig. 2.3.10. Histogram of $T_{H1/3}$ at USW (Nov 1974 - Oct 1982).

3) 波高 및 週期の 散布圖

深海 및 淺海域에서 관측된 波浪들의 波高 및 週期가 어느 정도의 相關性을 가지고 있음을 Figs. 2.3.11 및 2.3.12에서 알 수 있다. 앞에서 제시한 波高 및 週期에 대한 式(2.3.4)와 式(2.3.5)로부터 波浪勾配(여기서는 $S' = H_{1/3}/L'$ 로 가정하고, $L' = f(h, T_{H_{1/3}})$)에 대한 다음과 같은 關係식이 주어진다.

$$S' = 0.77S \quad (2.3.7)$$

여기서 $S = H_s/L$ 이고 $L = f(h, T_z)$ 이다. 이러한 關係를 적용하여 두 그림의 波浪勾配를 比較할 때 深海波의 限界波浪勾配는 H_s, T_z 로 계산하면 $\frac{1}{19}$ 이며(참조 Fig. 2.3.11) 이는 $H_{1/3}, T_{H_{1/3}}$ 로 계산한 限界波浪勾配 $\frac{1}{25}$ 에 해당한다. 한편, 淺海波의 限界波浪勾配는 $\frac{1}{24.5}$ 정도이다(Fig. 2.3.12에서 $H_{1/3} > 3.5m$ 인 경우만을 考慮함).

2. 波浪 스펙트럼

바람에 의해서 발생된 波浪은 一般的으로 무수히 많은 短週期 波浪들이 線型的으로 증첩된 상태라고 가정한다. 이들 構成波들의 진폭의 제곱치를 각 주파수 別로 圖示한 것을 波浪 스펙트럼(wave spectrum)이라 부르며 이를 또한 에너지 스펙트럼이라고도 한다. 따라서 觀測된 波浪記錄의 스펙트럼 분석을 통하여 波浪 에너지의 發達 및 變形 과정에 대한 豫測과 分析이 가능하고 大部分의 에너지가 分布되어 있는 주파수의 範圍를 把握함으로써 波力發電機의 波浪 에너지 吸收率을 높힐 수 있다. 또한 構造物의 安定度를 높이기 위해서는 颱風時의 波浪 에너지 分布에 대한 분석이 필요하다.

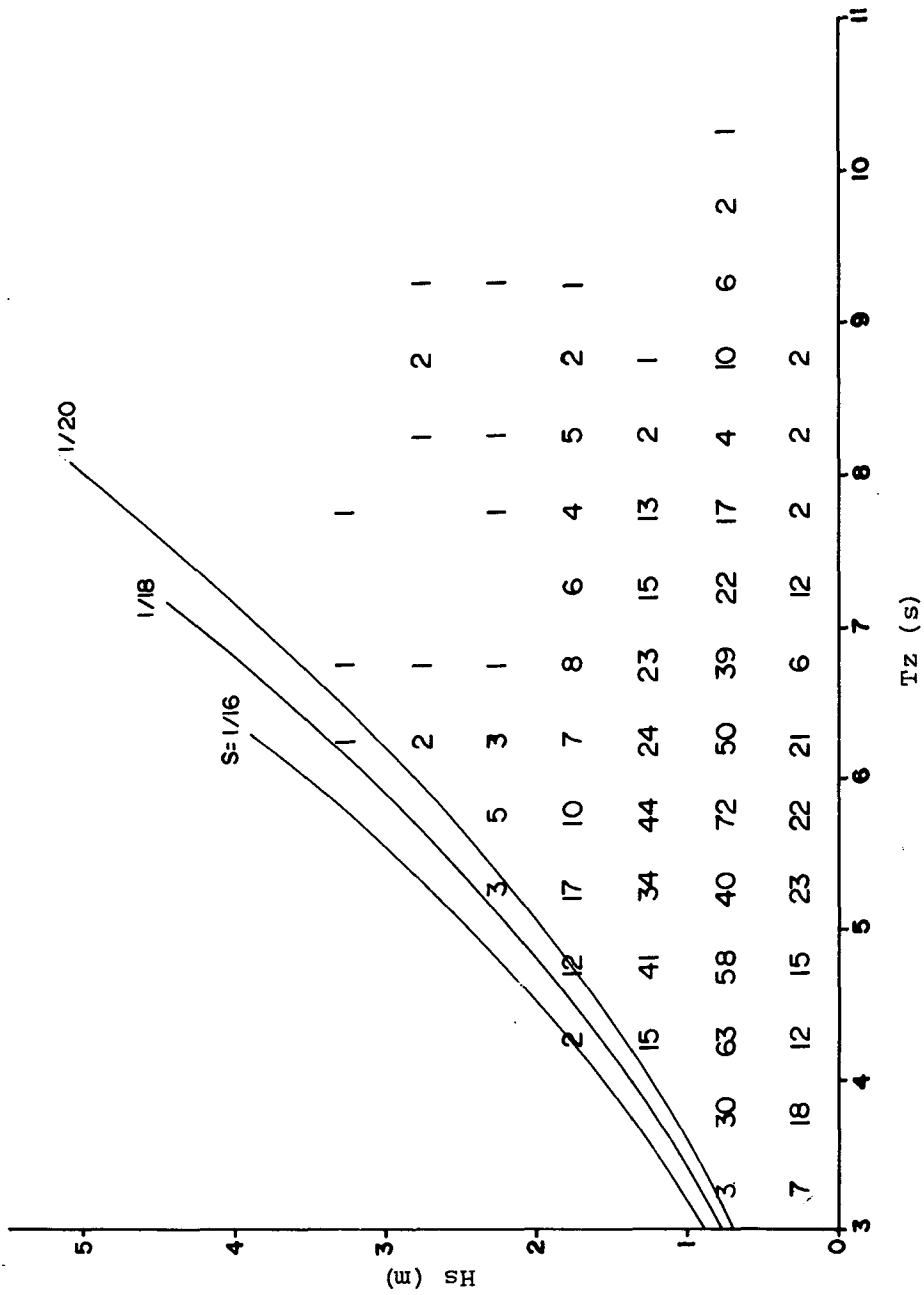


Fig. 2.3.11. Scatter diagram of Hs vs. Tz and the lines of wave steepness at WR (Feb - Sep 1982).

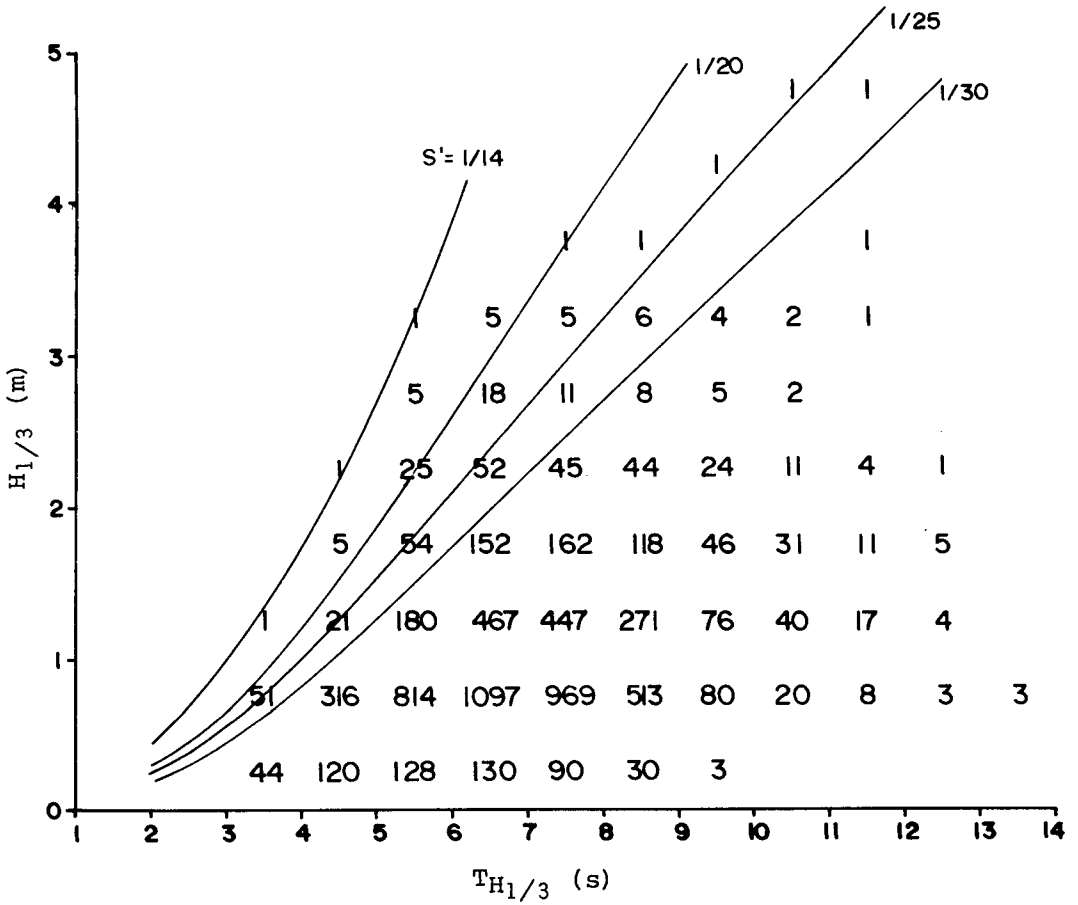


Fig. 2.3.12. Scatter diagram of $H_{1/3}$ vs. $T_{H_{1/3}}$ and the lines of wave steepness at USW (Nov 1974 - Oct 1982).

가. Spectral bandwidth parameter ϵ 의 分布

Cartwright 와 Longuet - Higgins (1956)는 스펙트럼 폭의 程度를 나타내는 係數들의 하나로서 ϵ 을 제시하였다. ϵ 의 값이 작은 境遇에는 波浪의 構成波들이 좁은 範圍의 주파수 구간에 존재함을 意味하며 이는 주로 너울 또는 暴風 등으로 인하여 發生된 波浪의 경우에 해당된다. Fig. 2.3.13 에서, ϵ 값이 0.5~0.65인 구간에서 波浪의 出現率이 크므로 주로 風波(sea)가 優勢함을 알 수 있으며 또한 작은 ϵ 값의 구간에서도 波浪의 出現率이 比較的 작지 않으므로 너울의 出現頻度率도 작지 않음을 알 수 있다.

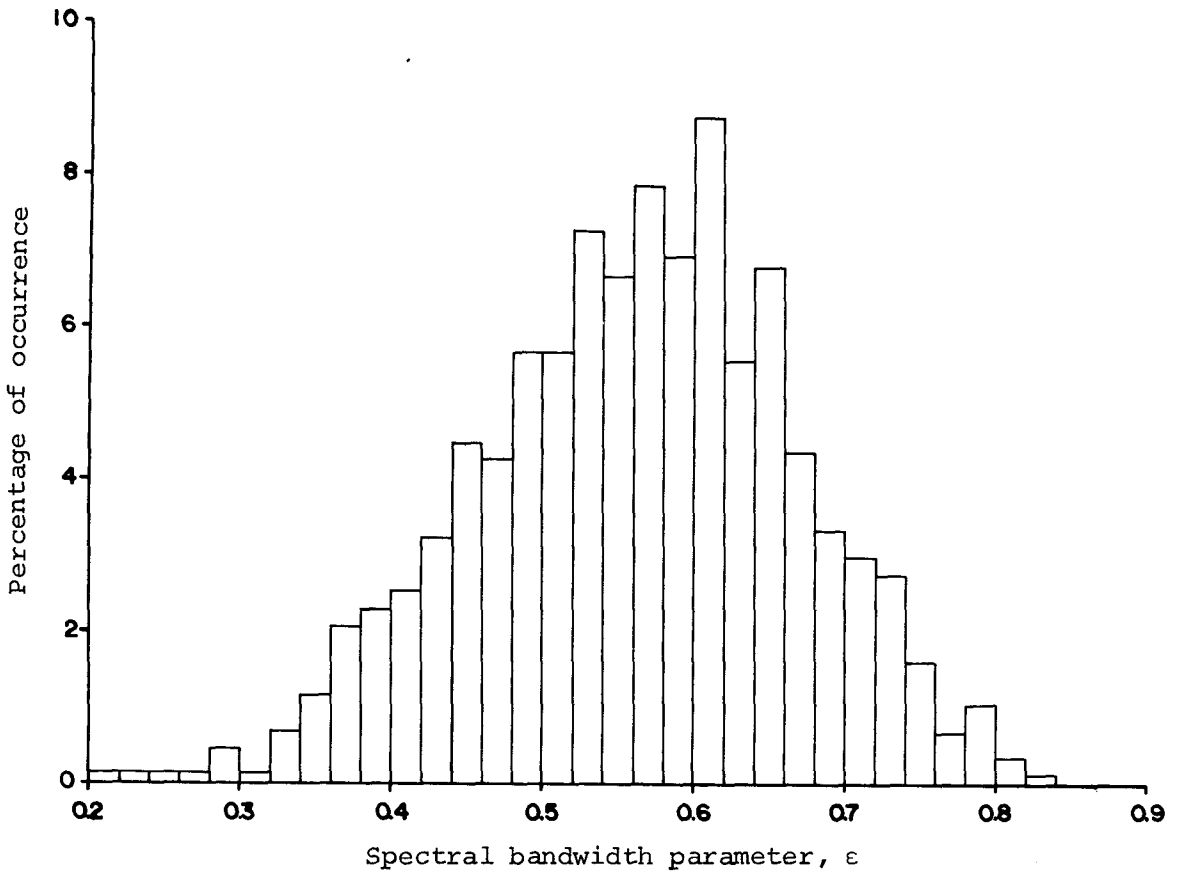


Fig. 2.3.13. Percentage of occurrence of spectral bandwidth parameter, ϵ at WR (Feb - Sep 1982).

나. 風波의 發達

風波의 발달과정 및 에너지의 分布特性을 把握하기 위해 Fig. A.2.3.1의 代表的인 暴風 기록 중의 하나가 Fig. 2.3.14에 圖示되어 있다. 이 때의 平均風速은 8.2 m/sec , 風向은 NNW~NNE로서 吹送時間은 57時間 정도였으며 吹送距離(여기서는 effective fetch로 가정)는 陸地에 의해서 制限됐다고 가정하면 $F_e \approx 534\text{ km}$ 로서 바람이 약 42시간 이상 계속 부는 경우 fetch limited condition에 도달하게 된다. Fig. 2.3.14에서 時間에 따른 波浪 에너지의 增加 및 低周波數 구간으로의 에너지 分布의 移動 등을 뚜렷이 볼 수 있으며 이는 吹送時間別 波浪 에너지의 增加 및 스펙트럼의 變形에 대한 一般的인 形態와 매우 類似하다. Fig. 2.3.15는 너울(swell)과 風波(sea)가 동시에 존재하는 바다의 상태를 보여주는 전형적인 一例이다.

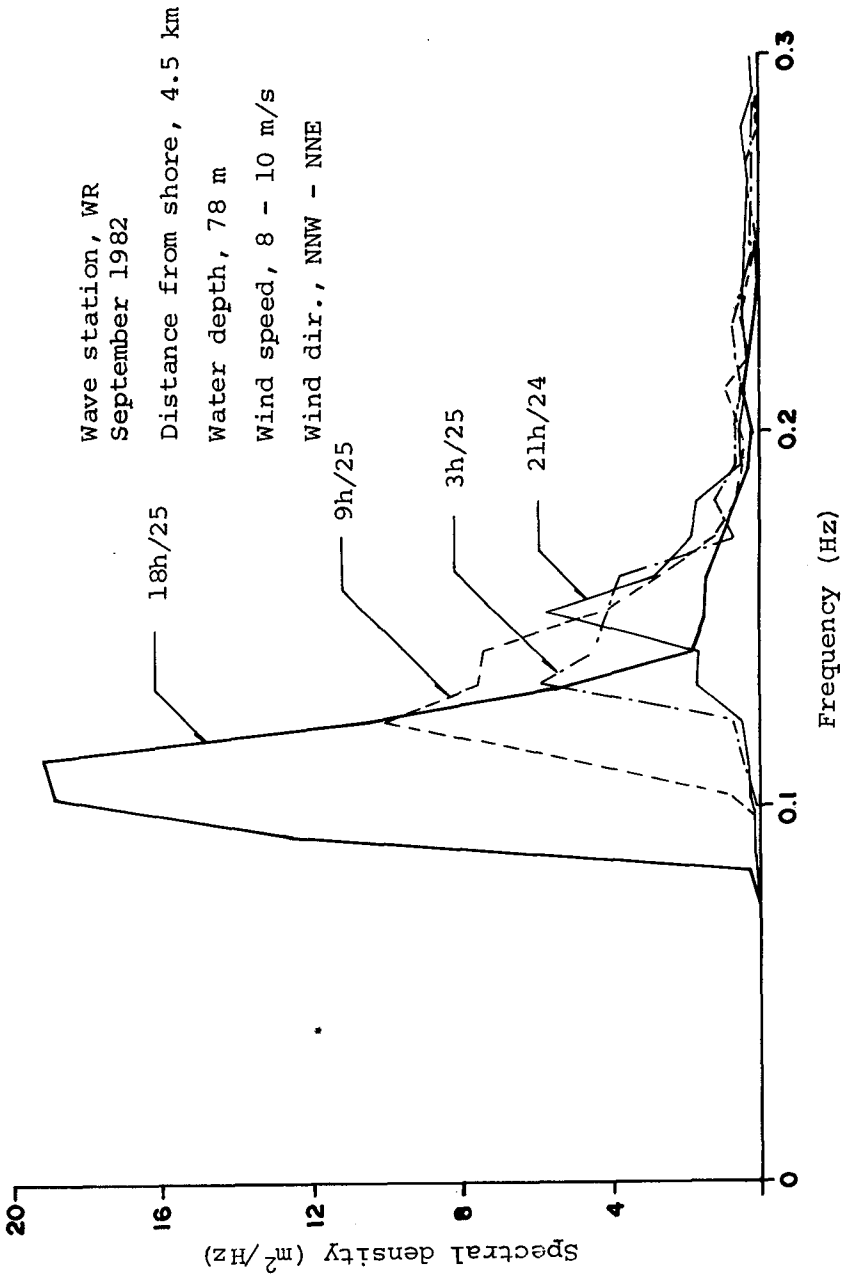


Fig. 2.3.14. Evolution of wave spectrum with duration for onshore winds.

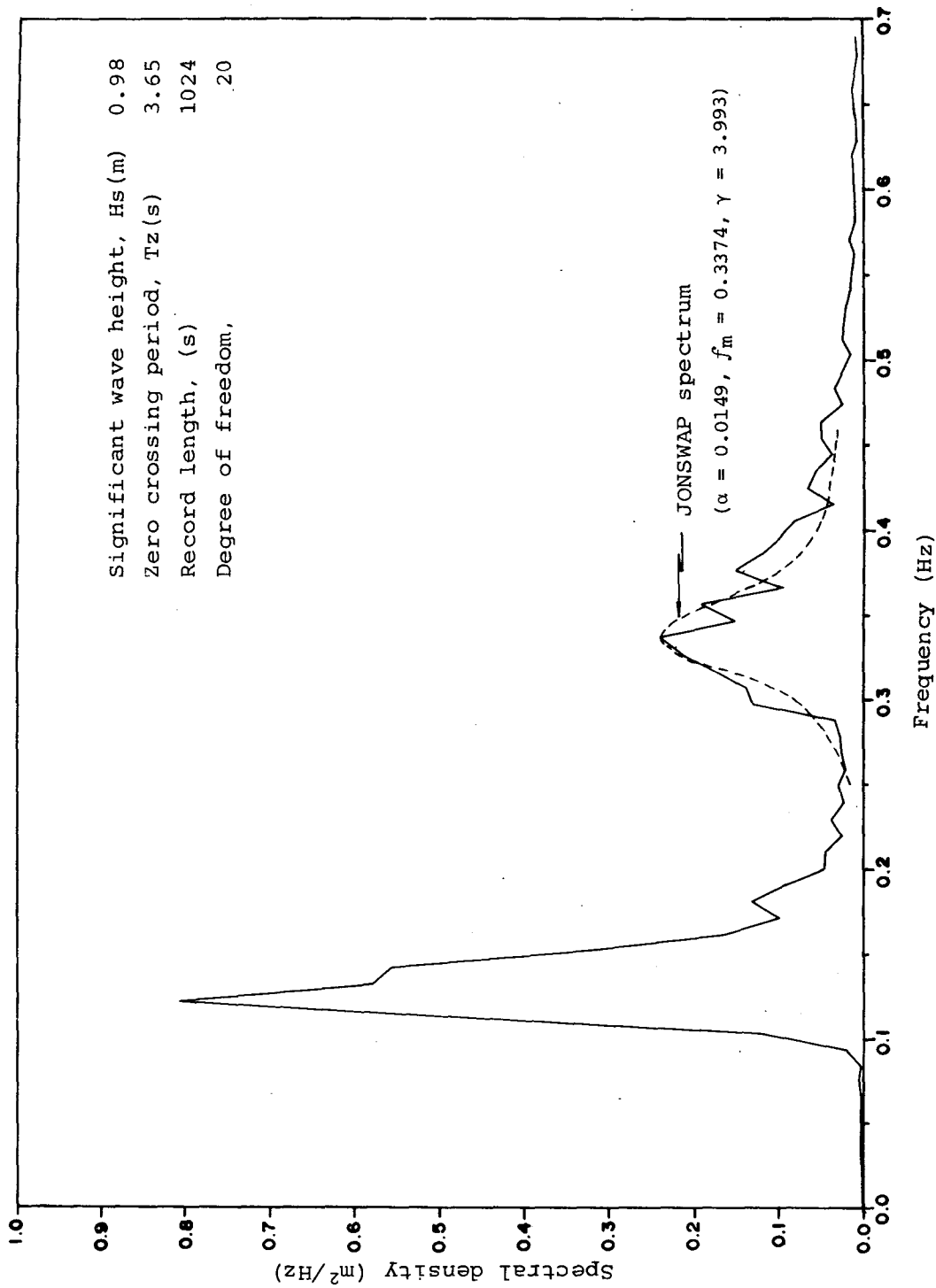


Fig. 2.3.15. A spectrum showing swell and sea at WR.

다. 颱風時的 風波의 發達

Fig. A.2.3.1의 波浪記錄中 8月 25日~ 28日의 기간은 태풍이 발생했을 때의 波浪記錄이며, 이 기간 중 태풍 내습 前부터 시작하여 最大 波高 發生 時까지의 時間別 波浪 스펙트럼의 변화가 Fig. 2.3.16에 圖示되어 있다. 波浪 에너지의 發達過程 및 分布는 전형적인 風波의 경우와 매우 類似하며 스펙트럼의 尖頭周波數(peak frequency, f_m) 주위에 에너지의 集中現象이 뚜렷이 나타났다. 시간에 따른 波浪 에너지의 密度分布가 Fig. 2.3.17에 제시되어 있다. 여기서 颱風의 通過時 조사지역에서의 波浪의 발달 및 減殺形態 등을 解釋할 수 있어서 波浪 에너지의 根源 분석이 어느 정도 가능해진다. 즉, 8月 26日 0時부터 8月 27日 3時까지의 구간은 약간의 地域的인 바람에 의해 발달된 風波와 너울이 共存하여 에너지의 분포 형태에 큰 변화가 없다. 그러나 8月 27日 3時 以後부터 8月 28日 9時까지는 지역풍에 의한 풍파의 발달이 支配的이어서 高周波數 區間에 상당량의 에너지 분포 현상이 나타나고 점차 低周波數 구간으로 이동한다. 또한 低周波數 구간에서는 에너지의 집중도가 일층 증가되며 波浪 에너지는 이 기간에 가장 크다. 8月 28日 3時 頃부터는 高周波數 구간에 성분이 다른 波浪이 발생(참조 Table A.2.3.1)하여 점차 발달해서 8月 28日 12時 頃에는 너울(swell) 성분과 風波(sea) 성분이 分明하게 區別된다.

라. 暴風波의 平均 스펙트럼

폭풍파의 에너지 분포특성을 파악하기 위하여 관측기간 중 각 폭풍기간(storm period)의 最大有義波高가 발생했던 波浪 스펙트럼들(참조 Table 2.3.3)의 평균스펙트럼을 Mitsuyasu(1968) 및 Liu(1971)가 제시한 방법을 적용하여 求하였다. Fig. 2.3.18에서 보는 바와 같이 波浪 에너지의 분포는 P-M spectrum(참조 Pierson and Moskowitz, 1964)보다는 JONSWAP spectrum(참조 Hasselmann *et al.*, 1973) 형태와 매우 잘 일치한다. 이 때의 스펙트럼 式은 다음과 같다.

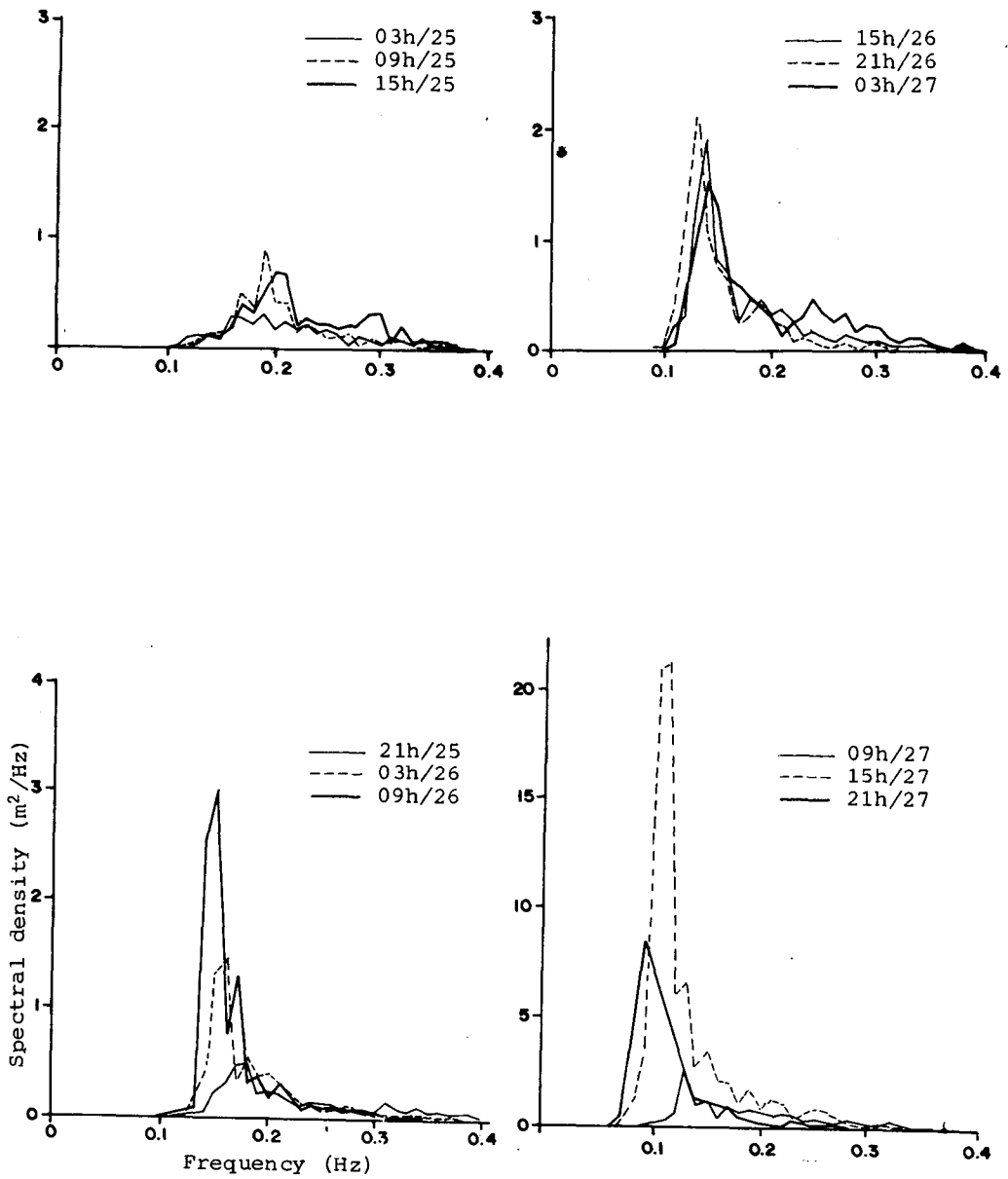


Fig. 2.3.16. Evolution of wave spectrum at the typhoon 'ELLIS' (Aug 25-27, 1982).

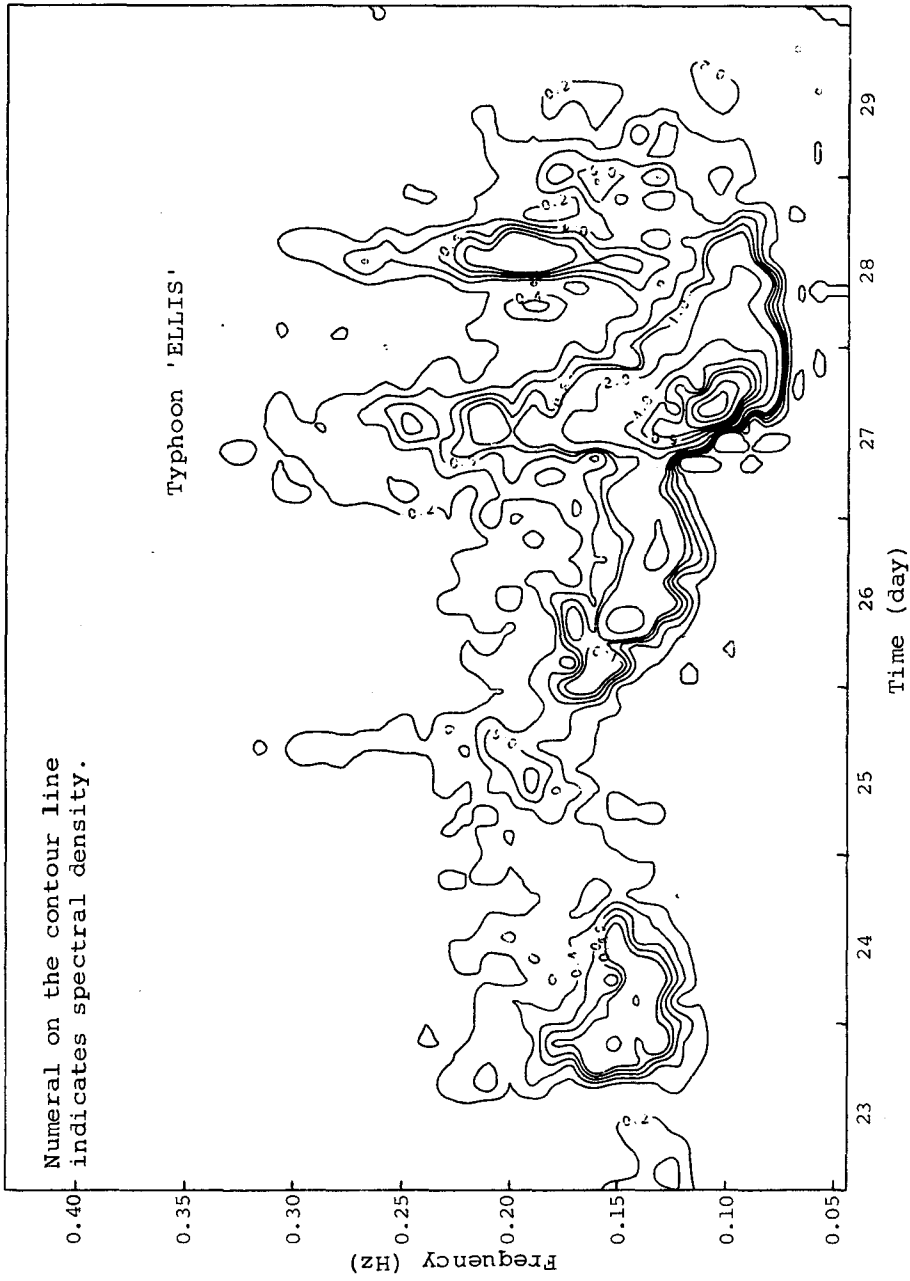


Fig. 2.3.17. Contours of iso-spectral density on a frequency-time plot for the typhoon 'ELLIS'.

Table 2.3.3. Selected wave spectra for a mean storm spectrum at WR.

Date	Time	Hs (m)	Tz (s)	$1/f_p(T_p)$ (s)	\bar{U}_{3hr} (m/s)	Wind Dir.
Feb 2, 1982	00 ^h	1.74	5.40	8.16	5.8	WNW
Feb 4, 1982	18	2.55	5.83	8.16	5.6	NE
Feb 24, 1982	15	2.01	5.33	7.04	5.0	NE
Mar 1, 1982	21	2.16	5.24	7.56	4.9	NW
Mar 5, 1982	06	1.98	4.72	7.04	4.4	NW
Mar 6, 1982	06	2.20	5.39	7.04	4.0	WNW
Jun 14, 1982	09	2.12	5.39	7.04	6.9	NNW
Jun 14, 1982	12	2.08	5.88	8.16	7.1	N
Aug 27, 1982	11	2.23	5.22	7.56	9.7	NNE
Aug 27, 1982	12	2.86	5.83	7.56	9.8	NNE
Aug 27, 1982	15	3.58	6.78	8.87	9.0	NNW
Aug 27, 1982	18	3.34	7.33	9.71	7.8	NNW
Sep 4, 1982	03	1.80	4.93	6.58	5.0	N
Sep 25, 1982	03	2.10	5.70	8.16	9.2	NNW
Sep 25, 1982	06	3.00	5.97	7.56	10.6	NNW
Sep 25, 1982	18	3.46	8.68	9.71	7.5	NW

$$\frac{S(f)f_m}{m_0} = 3.28 \left(\frac{f}{f_m}\right)^{-5} \exp\left[-\frac{5}{4}\left(\frac{f}{f_m}\right)^{-4}\right] \cdot \delta(f) \quad (2.3.8)$$

여기서

$$\delta(f) = r \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2}\left(\frac{f}{f_m} - 1\right)^2\right]$$

$$\sigma = \begin{cases} 0.07 & f \leq f_m \\ 0.09 & f > f_m \end{cases}$$

$$r = 2.88$$

$$m_0 = \int S(f) df$$

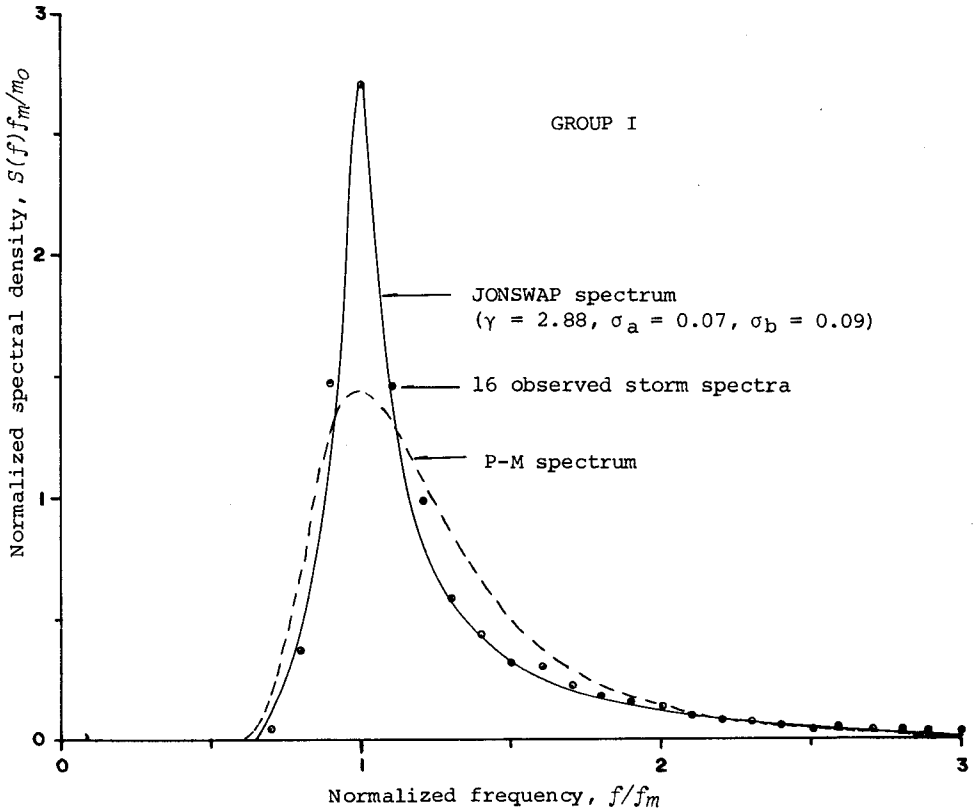


Fig. 2.3.18. Comparison of wave spectra (observed storm, P-M and JONSWAP spectrum) at WR.

또한, 폭풍시의 각 方向別 및 태풍시의 평균스펙트럼은 Fig. A. 2.3.2 ~ A. 2.3.7 에 圖示되어 있으며 이들에 대한 γ 및 波浪特性係數들이 Table A. 2.3.3과 A. 2.3.4 에 掲載되어 있다.

폭풍 및 태풍시 波浪 스펙트럼의 高周波數 구간의 에너지 분포를 보면(참조 Fig. A. 2.3.8과 A. 2.3.9) 주파수가 0.3 Hz (주기 약 3.3 秒) 以上인 구성파의 에너지는 바람에 의해 飽和狀態 (saturation range)에 到達했으며 주파수 f 가 $0.3 \text{ Hz} \geq f > f_m$ 인 구간에서는 波浪의 상호작용(wave-wave interaction)이 우세하여 에너지가 감소하고 $f < f_m$ 구간에서는 에너지가 증가한다.

3. 바람과 波浪과의 關係

調査地域에서 발생한 波浪은 大部分이 지역적인 바람에 의해서 발생되었으나 너울 성분의 波浪도 상당히 많았음이 統計的인 分析으로부터 파악되었다. 또한 스펙트럼의 특성분석에서 波浪의 발달 및 에너지의 分布形態가 JONSWAP 스펙트럼과 거의 일치하므로 波浪의 발달은 풍속과 취송거리의 함수이며 다음과 같은 관계식들이 적용될 수 있을 것이다(참조 Hasselmann *et al.*, 1973).

$$\tilde{f}_m = 3.5 \tilde{x}^{-0.33} \quad (2.3.9)$$

$$\tilde{E} = 1.6 \times 10^{-7} \tilde{x} \quad (2.3.10)$$

여기서

$$\tilde{f}_m = f_m U_{10} / g$$

$$\tilde{x} = Fg / U_{10}^2$$

이들 관계식에서 U_{10} 은 조사지역의 風速, F 는 방향별 지역적인 취송거리(geometrical fetch)이다. 그러나 실제 파랑 관측자료에 이 式들을 적용하여 실측치와 비교한 결과 잘 일치하지 않았다. 이는 局地風으로 風域全體의 바람(풍속 및 풍향)을 대표한다고 가정했기 때문이다. 따라서 광범위한 기상자료 또는 천기도를 이용, 정확한 풍역의 설정 및 풍속을 계산함으로써 위의 관계식들의 적용이 가능해질 것이다.

4. 波浪氣候

큰 파고를 가진 대부분의 波浪들은 가을과 겨울 그리고 태풍시에 발생했다(참조 Fig. 2.3.8). 년별 파고의 출현빈도율(참조 Fig. 2.3.19)에 의하면 1975 ~ 1978년에는 $H_{1/3}$ 이 1 m 이상인 波浪이 약 3개월 동안 출현했으며, 최근에는 해상상태가 비교적 잔잔하였다. 年別 최대파고들이 Table 2.3.2에 게재되어 있으며 1974년 以來 출현했던 파고 중 가장 큰 파고는 여름철의 태풍시에 발생했다.

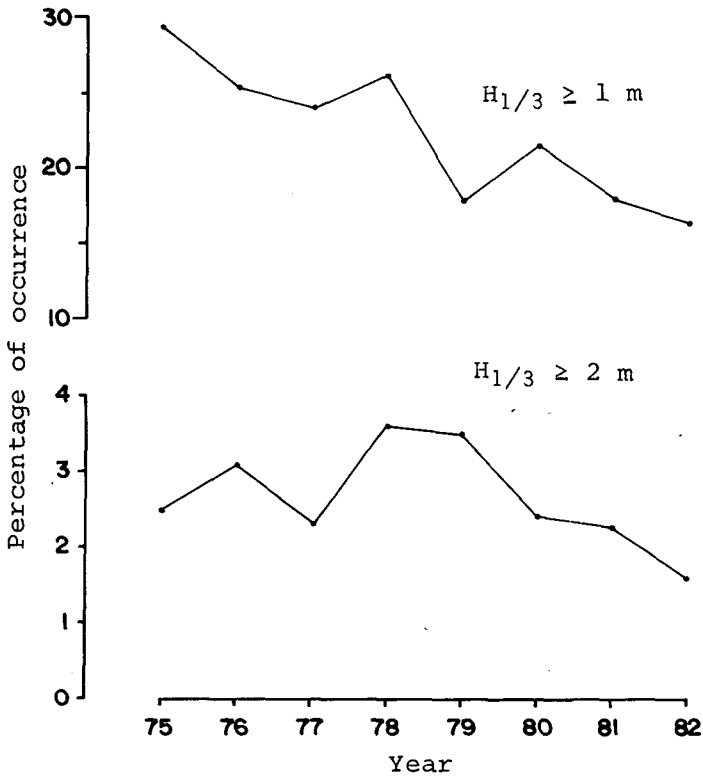


Fig. 2.3.19. Yearly variation of percentage occurrence of $H_{1/3}$ at USW (Nov 1974 - Oct 1982).

5. 設計波高의 計算

파력발전에 필요한 해양 구조물의 規模는 구조물의 耐久年數에 해당하는 回歸年 度를 가진 설계파에 의해 결정된다. 따라서 비교적 장기간 자료를 이용, 每月 最大 波의 極限值 (extreme value) 들에 잘 적용되는 분포함수들을 적용하여 USW 지점 의 極限波高 (extreme wave height) 를 계산 하였다. 분포함수들의 定義 및 이 들에 대한 설명은 Chae (1980) 에 掲載되어 있다. 每月 최대 H_{max} 및 $H_{1/3}$ 에 대 한 이들 분포함수의 적용 결과가 Table 2.3.4 와 Fig. 2.3.20에 收錄되어 있으며

여기서 50年 또는 100年 週期로 나타날 수 있는 파고는 각각 $H_{\max} = 10.87m$, $11.86m$ 이다(Weibull distribution 에 Petruskas plotting position rule 을 적용한 경우임). 그러나 관측점이 淺海部인, 水深 $15m$ 인 점을 감안할 때 발생할 수 있는 최대 파고는 碎波에 의하여 制限을 받으므로 淺海에서의 수심과 碎波高(H_b) 간의 관계식을 적용하면,

$$(H_b/L)_{\max} = 0.142 \tanh(kh) \quad (2.3.11)$$

$$k \text{ (wave number)} = 2\pi/L \quad (2.3.12)$$

이며 여기서는 $h=15m$ 인 경우이므로 $T=8$ 초인 경우에는 $H_b = 9.5m$, $T=10$ 초인 경우에는 $H_b = 10.9m$ 이다. 이 값들을 위의 H_{\max} 값들과 비교하여 보면, 이地點에서의 설계파고는 碎波高에 의해서 결정됨을 알 수 있으며, 이보다 깊은 海域에서는 분포함수를 적용한 결과에 파고의 變形係數를 考慮하여 설계파고를 구할 수 있다.

Table 2.3.4. Predicted extreme wave heights with the application of extreme value distributions to monthly maximum H_{max} and $H_{1/3}$.

(Nov 1974 - Oct 1982)

Distribution function	P.P.F	Const.	Y = aX + b		S.D.	S.C.C.	$H_{1/3}$ (50yr)		$H_{1/3}$ (100yr)	
			a	b			Hmax (50yr)	Hmax (100yr)	Hmax (100yr)	Hmax (100yr)
Gumbel I	Gumbel		1.65679	-3.10311	0.30540	0.97359	5.73	6.15	5.73	6.15
	Gumbel		0.82845	-2.42203	0.34779	0.96451	10.64	11.48	10.64	11.48
Weibull	Gringorton		1.74739	-3.29199	0.27554	0.98047	5.54	5.94	5.54	5.94
	Gumbel	Ho= 1.77 Ho= 2.70	0.88208	-2.61105	0.30813	0.97502	10.21	11.00	10.21	11.00
Gumbel III	Gumbel		0.91154	0.56072	0.07621	0.99111	5.91	6.40	5.91	6.40
	Petrauskas		0.83704	0.00035	0.06931	0.99376	11.88	13.08	11.88	13.08
Gumbel III	Gumbel		0.97811	0.55201	0.07061	0.99279	5.53	5.95	5.53	5.95
	Gumbel	Ho=45.53 Ho=50.40	0.90503	-0.05163	0.06586	0.99466	10.87	11.86	10.87	11.86
Gumbel III	Gumbel		70.38533	265.80658	0.32012	0.97095	5.66	6.05	5.66	6.05
	Gringorton		36.96837	142.73219	0.38718	0.95582	10.44	11.18	10.44	11.18
Gumbel III	Gumbel		74.29121	280.53632	0.28870	0.97854	5.48	5.85	5.48	5.85
	Gringorton	Ho=45.53 Ho=50.40	39.42591	152.18666	0.34914	0.96782	10.04	10.74	10.04	10.74

Note: P.P.F, S.D. and S.C.C. are the abbreviations of plotting position formula, standard deviation and sample correlation coefficient respectively.

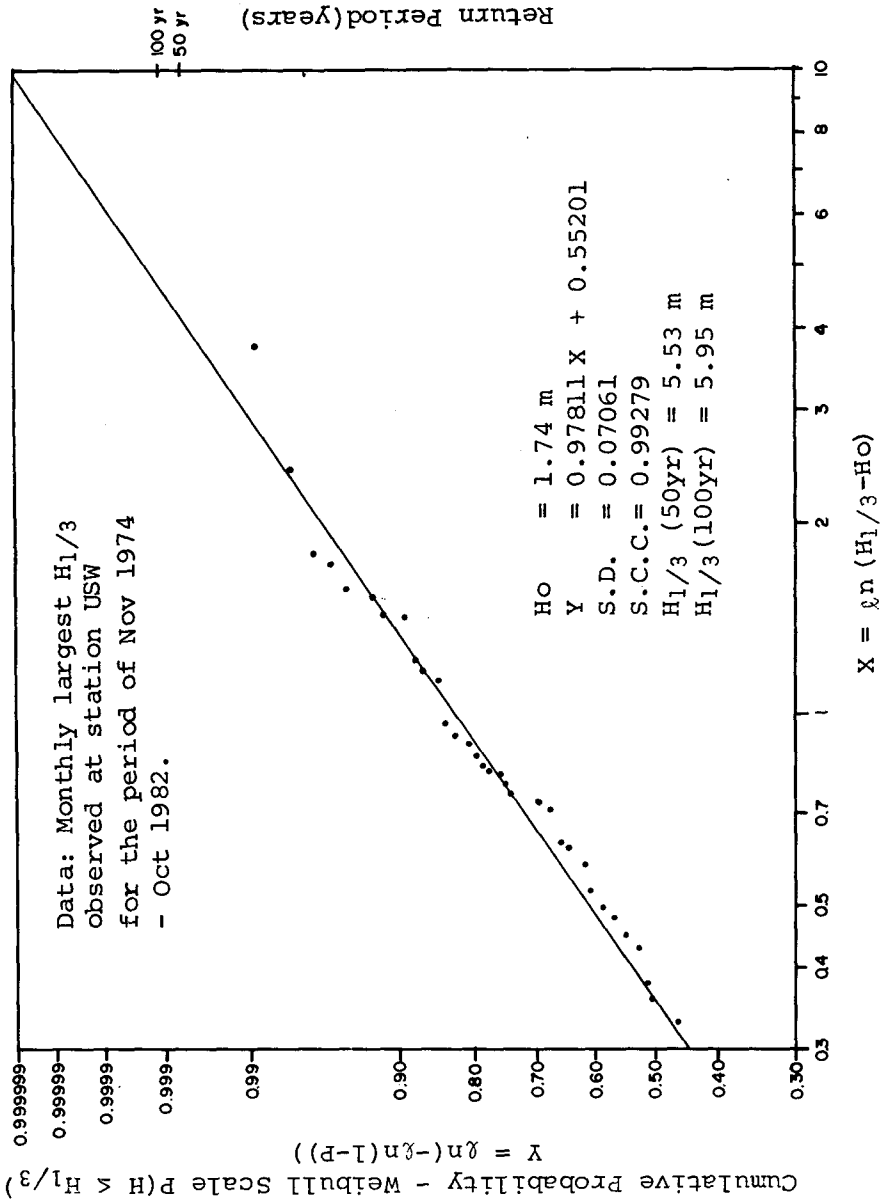


Fig. 2.3.20. Cumulative probability distribution of $H_{1/3}$ plotted on Weibull scale.

第 3 章 Wave Power의 賦存量 算出

조사지역의 波浪狀態 및 특성을 정확하게 파악하고, 이들을 근거로 신빙성 있는 wave power의 計算을 통하여 wave power의 시간(년, 월)별 또는 공간적인 변화를 파악함으로써 효과적인 波力發電計劃의 수립이 가능해진다. 따라서 本章에서는 조사지역의 波浪特性에 가장 적합한 wave power 計算式의 誘導, 장·단기간의 波浪資料 및 두 지점 同時觀測資料의 분석을 통한 wave power density의 시간적 변화 및 공간적 분포가 제시되었다.

第 1 節 Wave Power의 計算方法

波浪의 진행방향에 수직인 단면에서 이에 작용하는 流體의 압력에 水粒子의 수평 방향 속도를 곱한 것을 wave power (w.p.)라고 정의한다. 일반적으로 w.p.라 함은 波浪의 一週期 동안 작용하는 瞬間 w.p.의 합을 週期로 나눠준 값을 의미한다. 波峰線의 單位幅當에 존재하는 w.p.를 wave power density (w.p.d.)라 하며 이는 다음과 같다(참조 Wiegel, 1964).

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T \int_0^{-h} (p + \rho g z) u dz dt \quad (3.1)$$

여기서 $p + \rho g z$ 項은 波의 動壓力, u 는 流速의 水平成分, h 는 水深이다. 이 式에 波의 線型理論으로 구한 압력과 속도의 式들을 대입하여 적분하면

$$P = \frac{\rho g^2 H^2 T}{32 \pi} \left(1 + \frac{2kh}{\sinh 2kh} \right) \tanh kh \quad (3.2)$$

이다.

여기서 ρ 는 海水의 密度, g 는 重力加速度, H 는 波高, L 은 波長, 그리고 k 는 波數(wave number, $k = 2\pi/L$)이다. 波의 線型理論을 적용하면 波의 群速度는

$$C_g = \frac{L}{2T} \left(1 + \frac{2kh}{\sinh 2kh} \right) \quad (3.3)$$

으로 표현된다. 따라서 式(3.2)는 다음과 같이 정리된다.

$$P = \frac{\rho g H^2 L}{8T} \frac{C_g}{C} \quad (3.4)$$

여기서 C는 波速 ($C = L/T$)이며 深海에서 $C_g = \frac{1}{2} C$ 이므로

$$P = \frac{\rho g H^2 L_0}{16T} \quad (3.5)$$

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} \quad (3.6)$$

이 된다.

따라서 單一週期 波浪의 w.p.d.는 다음과 같이 표현되며

$$P = \frac{\rho g^2 H^2 T}{32\pi} \quad (3.7)$$

단위는 [kW/m]이다.

실제 해면에 발생하는 波浪은 매우 불규칙하여 式(3.7)을 직접 적용할 수가 없다. 따라서 海水面의 불규칙한 변화(不規則波), $\eta(x, t)$ 를 무수히 많은 規則波의 합성으로 표현할 수 있다고 가정하면 不規則波에 대한 이 式의 적용이 가능하다. 즉,

$$\eta(x, t) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(k_n x - 2\pi f_n t + \phi_n) \quad (3.8)$$

여기서 a_n 은 n 번째 構成波의 振幅(amplitude), f_n 은 周波數(frequency), k_n 은 波數, 그리고 ϕ_n 은 位相(phase)이다. 海水面 變位の 제곱의 平均(variance), σ^2 은

$$\sigma^2 = \overline{\eta^2(x, t)} = \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{\infty} a_n^2 = \int_0^{\infty} S(f) df \quad (3.9)$$

로 표현되며 여기서 $S(f)$ 는 스펙트럼 밀도함수이다. 따라서 式(3.9)를 式

(3.2)에 대입하면 不規則波의 w.p.d.는 다음과 같다.

$$P = \frac{\rho g^2}{8\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n^2}{f_n} \left(1 + \frac{2 k_n h}{\sinh 2 k_n h} \right) \tanh k_n h \quad (3.10)$$

또는

$$P = \frac{\rho g^2}{4\pi} \int_0^{\infty} \frac{S(f)}{f} \left(1 + \frac{2 k_f h}{\sinh 2 k_f h} \right) \tanh k_f h df \quad (3.11)$$

波浪을 관측 및 분석하는 과정에서 바람에 의해 발생하는 波浪 이외의 波(특히 長週期波) 및 매우 작은 週期를 갖는 波들은 波力計算에서 제외하였다. 즉,

$$P = \frac{\rho g^2}{4\pi} \int_{f_1}^{f_h} \frac{S(f)}{h} \left(1 + \frac{2 k_f h}{\sinh 2 k_f h} \right) \tanh k_f h df \quad (3.12)$$

여기서는 $f_1 = 0.044 \text{ Hz}$, $f_h = 0.67 \text{ Hz}$ 가 사용되었다.

深海에서는 $\left(1 + \frac{2 k_f h}{\sinh 2 k_f h} \right) \tanh k_f h \rightarrow 1$ 이므로 式(3.10), (3.11) 및 (3.12)는 각각 다음과 같이 정리된다.

$$P = \frac{\rho g^2}{8\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n^2}{f_n} \quad (3.13)$$

$$P = \frac{\rho g^2}{4\pi} \int_0^{\infty} \frac{S(f)}{f} df \quad (3.14)$$

$$P = \frac{\rho g^2}{4\pi} \int_{f_1}^{f_h} \frac{S(f)}{f} df \quad (3.15)$$

앞에서 구한 w.p.d.의 計算式 (3.10)~(3.15)는 정확한 式들로서 波浪의 스펙트럼 분석이 행해진 波浪記錄에만 적용이 가능하다. 波浪記錄의 분석방법에는 여러 가지가 있으며 계산된 波浪係數들도 방법에 따라 약간의 차이가 있으므로, 분석하는데 소요되는 시간과 人力, 그리고 정확도 등을 고려하여 선택하여야 한다. 本研究에서는 淺海의 波浪記錄에 平均波法, 深海의 波浪記錄에 T/D 방법과 스펙트럼法

이 적용되었다. 平均波法 또는 T/D 방법으로 구한 波浪特性係數 (例; $H_{1/3}$, $T_{1/3}$, H_s , T_z 등) 들을 적용하여 계산한 w.p.d. 는 스펙트럼을 이용하여 계산한 값과 비교하여 補正되어야 한다 (波浪記錄資料의 분석방법 및 波浪特性係數들에 대한 자세한 설명은 海洋開發研究所 (1980) 에 수록되어 있다). 따라서 이들간의 관계를 다음과 같이 이론 및 實測資料에 의거하여 구하였다. 深海의 w.p.d. (式 3.15) 는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$P = \frac{\rho g^2}{4\pi} \sigma^2 \frac{\int_{f_1}^{f_h} f^{-1} S(f) df}{\int_{f_1}^{f_h} S(f) df} \quad (3.16)$$

有義波高, H_s 와 스펙트럼 函數의 모멘트, m_n 은

$$H_s = 4 \sigma \quad (3.17)$$

$$m_n = \int_{f_1}^{f_h} f^n S(f) df \quad (3.18)$$

의 式들로 정의되므로 式 (3.16) 은 간단하게 다음과 같이 정리된다.

$$P = \frac{\rho g^2}{64\pi} H_s^2 T_{m-1,0} \quad (3.19)$$

여기서 $T_{m-1,0} = m_{-1} / m_0$ 이며 에너지 週期 (T_e) 라고 불리운다.

Pierson-Moskowitz 스펙트럼의 경우 Houmb 과 Overvik (1977) 에 의하면

$$H_s = H_{1/3} / 0.95 \quad (3.20)$$

$$T_e = 1.15 T_z \quad (3.21)$$

이고 本 研究에서는 實測值로부터 式 (3.20) 과 다음의 관계식들이 유도되었다.

$$T_z = 0.82 T_{H_{1/3}}, \quad (3.22)$$

$$T_e = 1.18 T_z \quad (3.23)$$

따라서 w.p.d. 計算式은 利用되는 波浪特性係數들에 따라 다음과 같이도 표현된다.

$$P = \frac{\rho g^2}{64\pi} \left(\frac{H_{1/3}}{0.95} \right)^2 (0.97 T_{H_{1/3}}) \quad (3.24)$$

$$P = \frac{\rho g^2}{64\pi} H_s^2 (1.18 T_z) \quad (3.25)$$

이상과 같이 本 海域에서 深海 波浪記錄資料의 분석방법의 선택에 따라 사용할 수 있도록, 정확한 w.p.d. 計算式(式 3.10~3.15)에 근거를 둔 略算式(式 3.24, 3.25)을 유도하였다.

그러나 淺海에서는 $(1 + \frac{2 k_f h}{\sinh 2 k_f h}) \tanh k_f h$ 가 構成波의 周波數 f 와 水深 h 에 따라 변하므로 淺海에서의 w.p.d.를 계산하기 위해서는 周波數別로 $S(f)$ 와 위의 값을 알아야 하나, 本 研究에 이용된 厚浦 파랑관측소의 波浪資料는 平均波法으로 분석되었으므로 式(3.12)의 적용이 不可하여 편의상 式(3.24)를 적용하였다. 따라서 淺海에서의 w.p.d.는 스펙트럼 方法을 적용하여 구했을 경우의 w.p.d.보다 約 10% 정도 적게 계산되었을 것으로 推定된다.

第 2 節 Wave Power Density의 時間的 變化

관측기간 동안 深海波高(에너지)의 시간에 따른 변화(Fig. A.2.3.1)에 의하면 波浪은 무리를 형성(wave grouping)하여 발생함을 알 수 있으며, 이로부터 이들의 에너지를 이용하는 波力發電의 출력 변화가 심할 것임을 類推할 수 있다.

月別 w.p.d.는 Fig. 3.2.1과 3.2.2에서 보는 바와 같이 변화가 심하며 w.p.d.의 最大值는 2월에 4.4 kW/m , 最少値는 6월에 1.1 kW/m 였다. 9월부터 3월까지의 비교적 w.p.d.가 큰 기간으로서 平均 w.p.d.는 3.7 kW/m 였다. Fig. 3.2.2는 w.p.d.의 超過 確率分布圖로서 예를 들면 2월의 경우 w.p.d.가 약 3일 동안은 12.5 kW/m 이상이고 나머지 25일 동안은 그 이하였다. 6월의 경우에는 27일 동안이나 w.p.d.가 2.7 kW/m 보다 작았다.

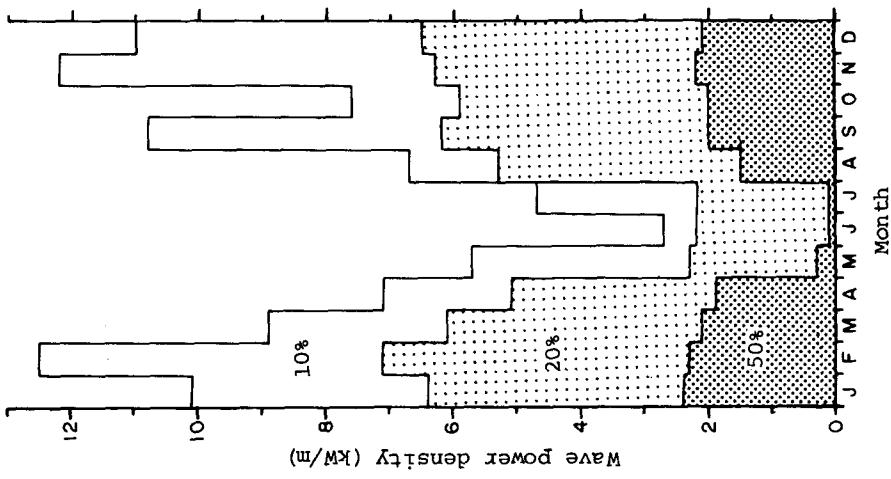


Fig. 3.2.2. Monthly wave power distribution at USW.

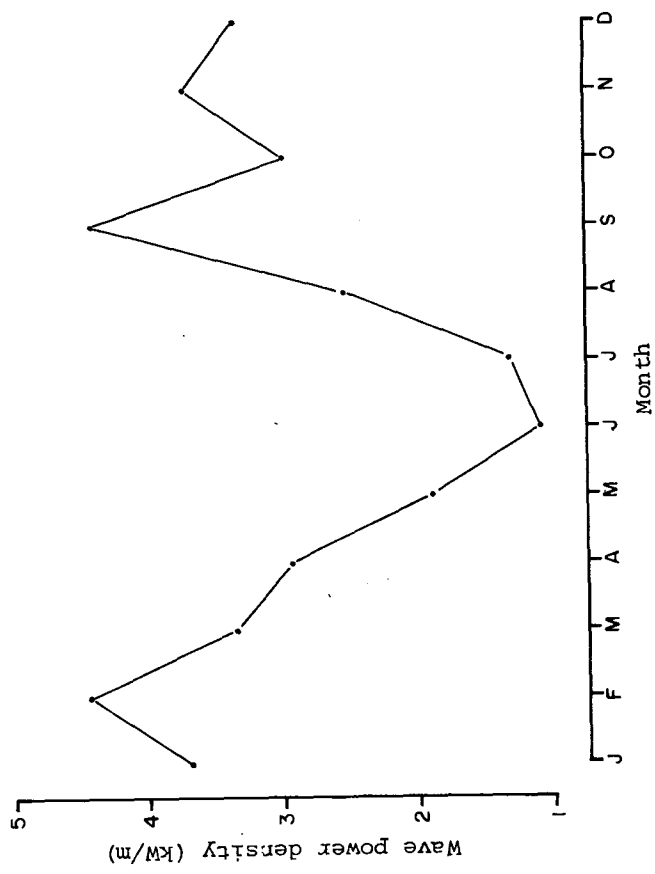


Fig. 3.2.1. Monthly variation of average wave power density at USW.

年平均 w.p.d. 는 Fig. 3.2.3에서 보는 바와 같이 매년 감소되는 경향을 보여 Fig. 2.3.19의 波高 出現頻度率의 年變化 경향과 매우 유사하다. 이러한 감소현상은 장기간의 신빙성 있는 기상자료와 관련지어 분석되어야 그 원인 규명이 가능할 것이나 현 단계에서는 기상의 長週期 변화의 영향이라고 유추된다. 8년 동안의 平均 w.p.d. 는 3.0 kW/m 이다.

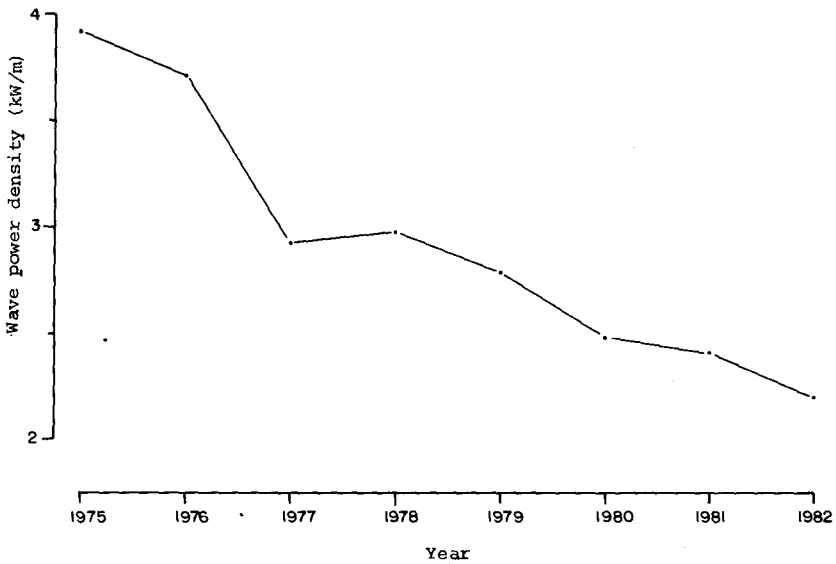


Fig. 3.2.3. Yearly variation of mean wave power density at USW.

第 3 節 Wave Power Density의 空間的 分布

波浪이 深海에서 淺海로 전파해 감에 따라 波長 및 波의 速度는 水深 및 海底面의 형태에 따라 변한다. 따라서 이들의 변화 및 海底面에서의 마찰 등으로 인한 波의 淺水·屈折現象 그리고 에너지 손실 등의 요인에 의하여 波高 및 波浪 에너지($\frac{1}{2}\rho g a^2$)의 변화가 생기며 에너지 전파방향 역시 상당한 영향을 받게 된다. 이러한 현상을 淺海域에서의 波浪의 변형이라 하며, 실제 不規則波의 변형현상은 매우 복잡하여 이러한 不規則波를 規則波로 가정하여 계산함으로써 발생되는 오차는 상당히 크므로 최

근에는 스펙트럼 方法을 이용하고 있다. 本節에서는 스펙트럼의 에너지 분포가 큰 構成波들의 각 방향별 屈折도와 深海와 淺海에서 관측된 스펙트럼의 비교를 통하여 波浪의 전파에 따른 w.p.d.의 변화를 분석하였다.

조사지역은 Fig. 2.1.1과 Fig. 3.3.1에서 보는 바와 같이 水深이 15 m (USW 지점)로부터 78 m (WR 지점)까지로서 海底傾斜는 약 1/70로 완만하며 等深線은 해안선과 거의 평행하다. 방향별로 두 지점 (深海와 淺海의 관측지점)간의 波高, w.p.d. 및 波浪 스펙트럼을 비교해 보면 (참조 Table 3.3.1, Figs. 3.3.2 ~ 3.3.5) 淺海에서의 w.p.d.는 방향에 따라 深海에서의 w.p.d.의 30~80%에 달함을 알 수 있다. 이는 波浪 에너지의 전파율이 방향별로 크게 다르기 때문이다. 전파율은 ENE 방향에서 최대로 약 80%, NNW 방향에서 최소로 약 34%이며, 이러한 w.p.d.의 공간적 변화량의 대부분은 스펙트럼의 尖頭周波數 (f_m) 부근에서 발생했다. 따라서 주기가 6,7,8초인 短週期 波浪들의 波向線群을 深海로부터 N, NNE, NE, E 및 SE 등의 波向別로 投射한 결과 (참조 Figs. A.3.3.1~A.3.3.15)로부터 다음을 알 수가 있다. 즉, 波浪 에너지의 전파율은 波向이 NW로부터 E로 갈수록, 또 SE로부터 E로 갈수록 커지며, WR 지점의 波浪은 深海波임을 알 수 있다. 이들 결과로부터 해안에서 근거리이며 深海波 에너지가 거의 그대로 전파되고 있는 곳은 USW 지점으로부터 NE 방향으로 水深이 20~30 m 되는 구역이라고 판단된다 (참조 Fig. 3.3.6).

深海 및 淺海波浪의 同時觀測期間 동안의 月別 平均 w.p.d. 및 w.p.d.의 超過 確率分布가 Figs. 3.3.7과 3.3.8에 각각 圖示되어 있다. 이들은 淺海域 (USW 지점)에서의 w.p.d.는 深海域의 w.p.d.의 약 80%에 해당하며, 전반적으로 淺海에서보다 深海에서 상당량의 出力 수준을 유지하며 發電할 수 있는 시간이 많음을 보여준다.

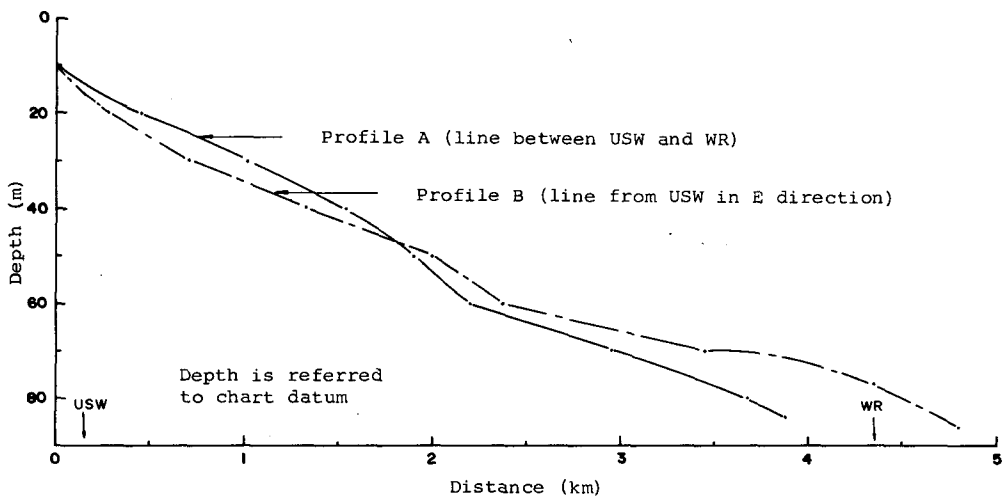


Fig. 3.3.1. Sections of typical bottom profiles.

Table 3.3.1. Selected wave data for the comparison of wave powers in deep-and shallow-waters.

Date Time	Wave Sta.		HS (m)		Tz (s)		Te (s)		Power(kW/m)		Wind(\bar{U}_{6hr})	
	WR	USW	WR	USW	WR	USW	WR	USW	WR	USW	Speed (m/sec)	Dir.
Feb, 1982												
4, 21h	2.39	1.61	5.90	5.97	7.29	7.09	20.4	9.0	4.6		NW	
5, 09h	1.66	1.30	5.87	6.06	6.95	6.96	9.4	5.8	4.3		WNW	
24, 03h	1.72	1.49	4.52	4.62	5.31	5.56	7.7	6.1	5.1		ENE	
June, 1982												
27, 09h	1.45	0.64	5.20	5.25	6.13	6.40	6.3	2.2	4.0		NNW	
27, 15h	1.30	0.90	5.35	5.28	6.58	6.52	5.5	2.6	5.6		NE	
28, 03h	1.30	0.92	6.50	6.12	7.47	7.55	6.2	3.1	1.4		WNW	
28, 15h	1.03	0.83	5.84	6.16	6.99	7.18	3.6	2.4	3.0		SE	

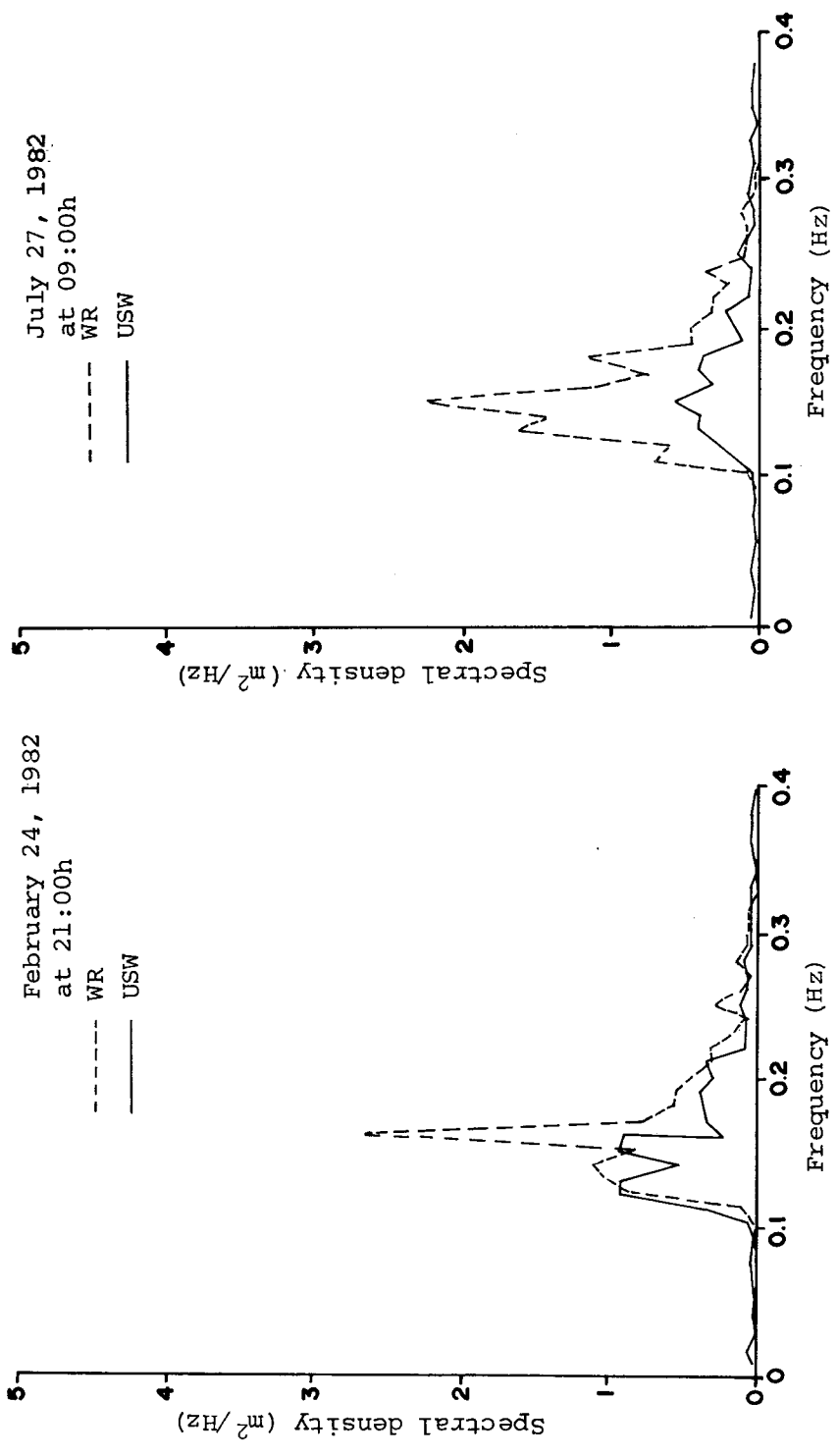


Fig. 3.3.2. Comparison of wave spectra observed at WR and USW (wind dir. NW and NNW) .

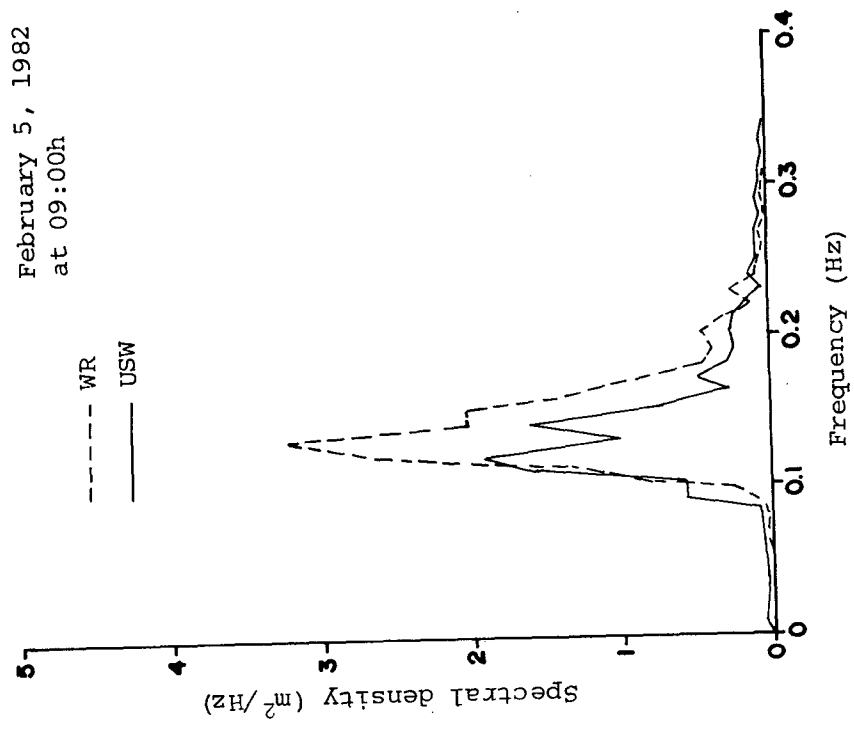
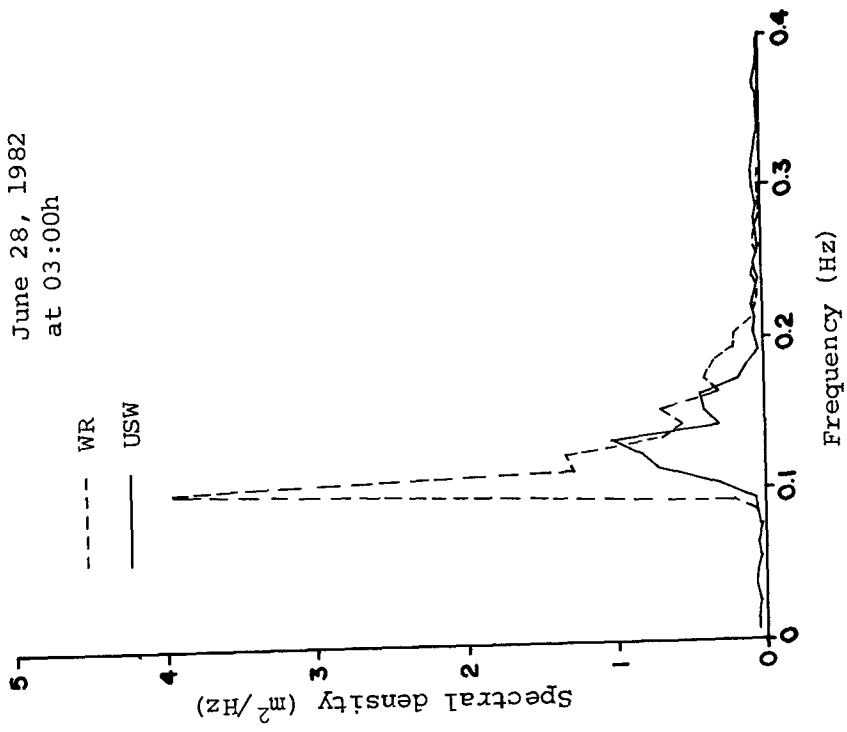


Fig. 3.3.3. Comparison of wave spectra observed at WR and USW (wind dir. WNW) .

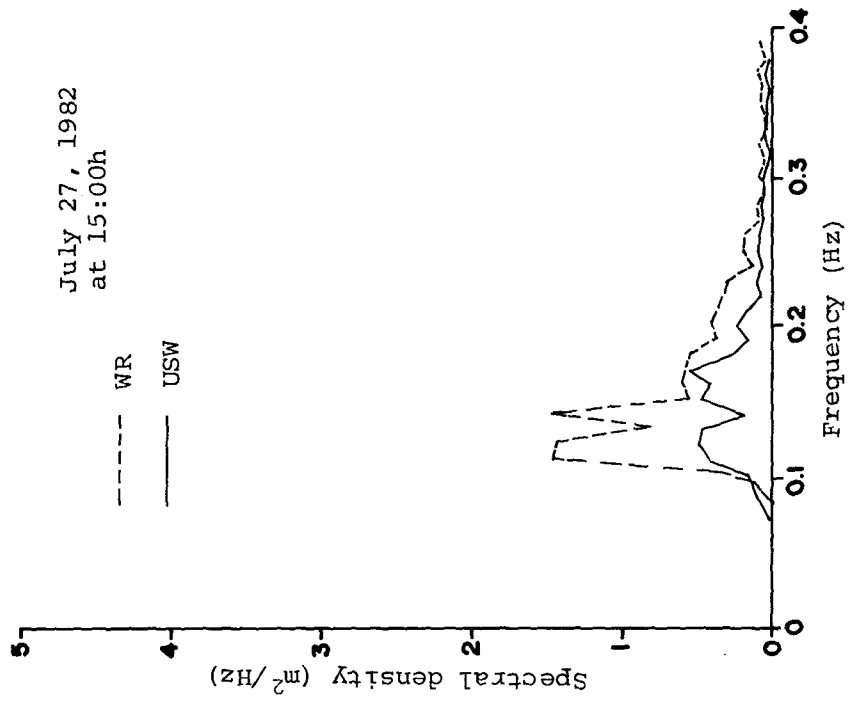
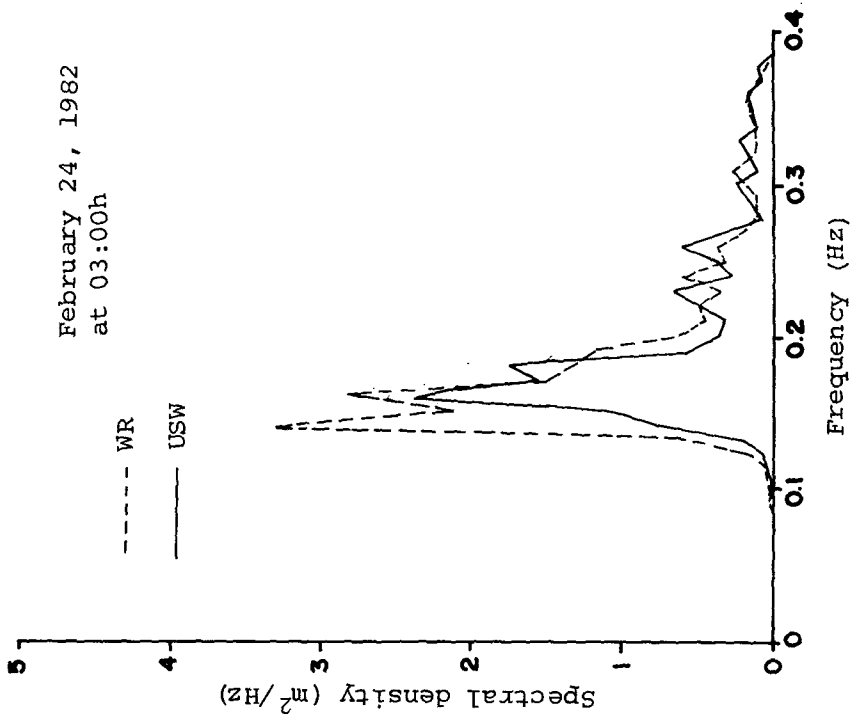


Fig. 3.3.4. Comparison of wave spectra observed at WR and USW (wind dir. NE and ENE).

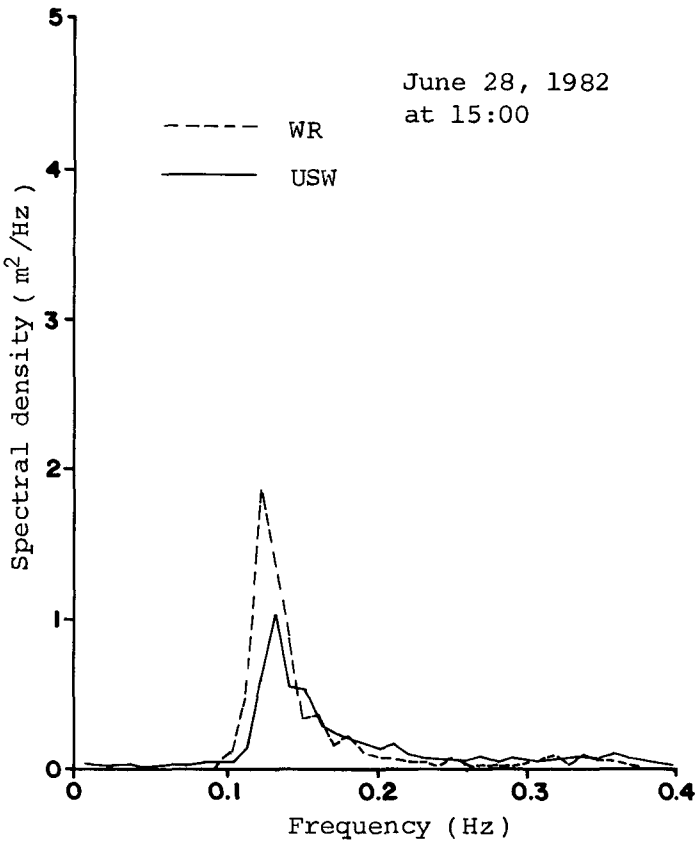


Fig. 3.3.5. Comparison of wave spectra observed at WR and USW (wind dir. SE).

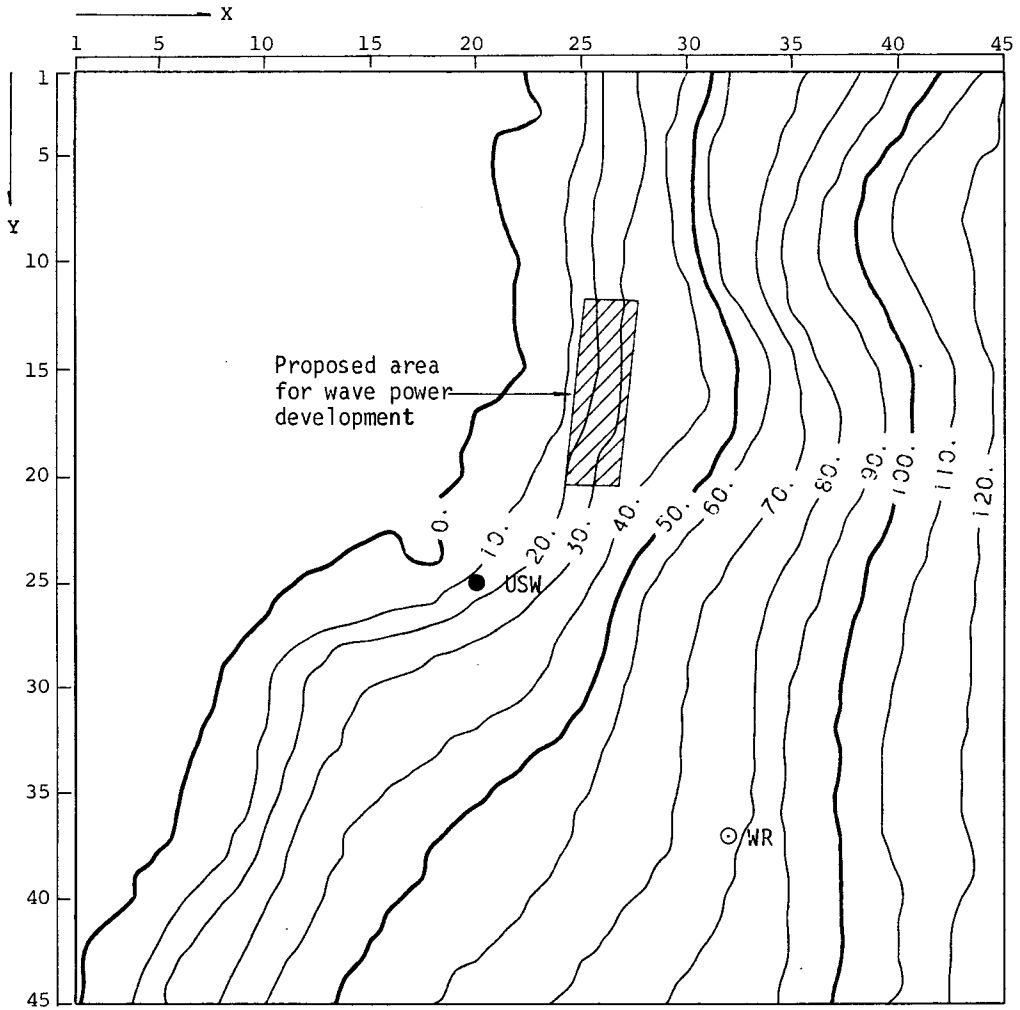


Fig. 3.3.6. Map showing the proposed area for wave power development and grid system used in the computation of wave refraction.

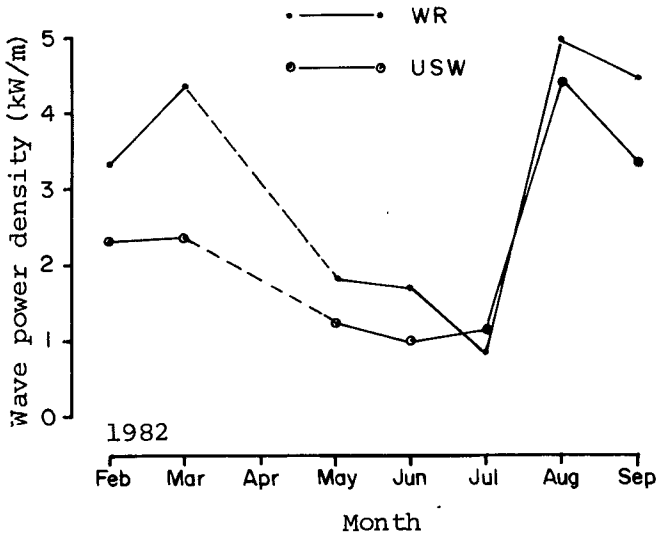


Fig. 3.3.7. Distribution of monthly mean wave power density.

第 4 節 Wave Power의 賦存量

前節에서 분석한 바와 같이 w.p.d.는 시간 및 공간에 따라 뚜렷한 분포특성을 나타내고 있다. Fig. 3.3.6에 표시된 海域의 w.p.d.를 深海 w.p.d., 그리고 USW 지점의 w.p.d.는 평균 이의 약 60% (참조 Table 3.3.1)라고 하면 빗금친 海域의 海岸線 (coastal line) 1 m에 賦存하는 年間 wave power는

$$\begin{aligned}
 P_{\text{year}} (\text{年間 w.p. 賦存量}) &= 3.0 \text{ kW/m} \times 24 \text{ hrs/day} \times 365 \text{ days/year} \times \frac{1}{0.6} \times 1 \text{ m} \\
 &= 43.9 \text{ MWh/annum}
 \end{aligned}$$

이며 단위 km에 賦存하는 年間 wave power는 약 44 GWh/annum이다.

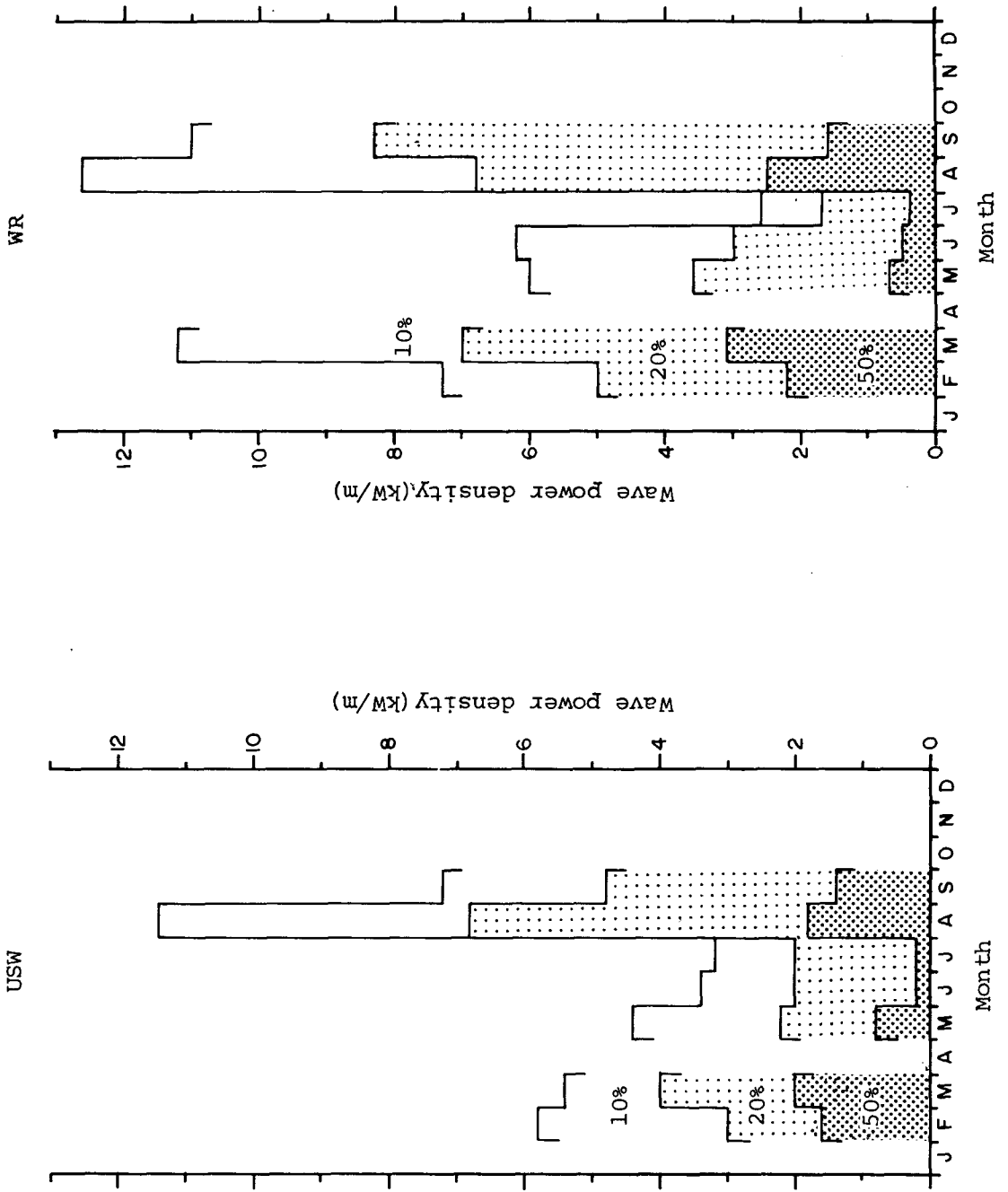


Fig. 3.3.8. Monthly wave power distributions at USW and WR.

第 4 章 海外 波力發電事業現況 및 國內 波力發電 開發의 方向

第 1 節 概 說

效率이 높은 波浪 에너지 變換裝置 開發을 통하여 無公害 電力을 생산해 내려는 노력은 세계 여러 나라에서 끊임없이 계속되고 있다. 最近까지 세계 各國에서 開發된 主要 波力發電方式 및 波力發電事業 現況은 海洋開發研究所(1980)에 이미 網羅되었으므로 본 조사에서는 이들 에너지 變換方式들을 構造的으로 분류하여 各國에서 현재 진행중인 대표적인 事業을 對象으로 에너지 變換裝置의 효율향상 및 出力의 平滑化, 連續化를 위하여 고려되고 있는 방법들에 對하여 檢討하고, 國內 波力發電 開發의 方向을 제시하기로 한다.

다음은 주로 Mogridge (1980), 電力中央研究所(1982) 및 海洋産業研究會(1980, a 와 1980, b) 등에서 拔萃한 內容이다.

第 2 節 波力發電裝置의 分類

波力發電裝置는 편의상 다음과 같이 분류할 수 있다.

1. 波浪 에너지의 一次變換形態에 따른 分類

波浪 에너지를 최종적으로 電氣 에너지로 變換하는 過程에는 일반적으로 여러 단계에 걸친 에너지 變換이 필요하다. 여기서 에너지 變換 시스템(system)의 제 1 단계로서 波浪 에너지를 어떤 종류의 에너지로 變換하느냐에 따라 다음과 같이 大別할 수 있다.

가. 水力 에너지로의 變換方式

波浪 에너지를 물의 位置 에너지로 變換하는 방법으로, 波浪이 越波되면서 얻

어지는 貯水池와 海面사이의 水頭差로 低落差 터빈을 회전시키는 것과 位置 에너지와 水流 에너지를 並用하여 低落差發電하는 것이 있다.

나. 機械 에너지로의 變換方式

波浪의 上下運動 또는 水平運動에 의한 入射 에너지를 이용하여 機械를 작동시키는 것으로, 機械動力으로 變換된 에너지는 다시 펌프液壓, 空氣壓 등으로 變換되거나 또는 그대로 發電機에 入力되는 것 등이 있다.

다. 空氣 에너지로의 變換方式

空氣室을 設置하여 內部の 空氣가 波浪의 上下運動에 의하여 壓縮, 膨脹될 때에 생기는 空氣의 흐름으로 터빈을 움직이는 것으로, 共振效果를 이용하여 波浪의 上下運動을 增幅시키는 방법도 기본적으로는 이 部類에 속한다.

2. 一次變換過程의 機構에 따른 分類

다음에는 시스템의 제 1 단계로서 波浪 에너지를 一次變換하는 機構의 종류에 따라 분류할 수 있다. 여기서는 단순히 一次變換機構上 可動部(受波裝置・水車 등)의 有無로 구분한다.

- 可動部 包含方式
- 可動部 非包含方式

3. 施設物の 設置方式에 따른 分類

단순히 시스템의 설치방식에 따라 海底固定式 또는 浮體式으로 분류할 수 있다. Table 4.2.1은 세계 各國의 主要 波力發電 研究事業들을 위의 기준에 따라 분류한 것이다.

Table 4.2.1. A summary of major wave power systems.

波浪에너지의 一次變換形態	施設의 設置方式	變換方式	發案者 또는 開發者 및 시스템名	비고
水力에너지로 變換하는 방식 (位置에너지 또는 水流에너지)	海底固定式 (無可動部)	越波堤에서 海水를 貯水池로 올려 低落差發電을 하는 방식	英 Isaacs "Converging Channel / Elevated Reservoir" 日 關西電力 - 電力中央研究所「波流發電」 英 Alexander Gibb Group "Mauritius島計劃"	
	浮體 (無可動部)	越波低落差發電과 Syphon에 의한 水流發電을 併用하는 방식	美 Lockheed-California Co. "Dam - Atoll"	水深 약 20m의 깊이에 繫留
	海底固定式 (有可動部)	海面的 施設頂上部로부터 海水를 流入해서 施設內로 落下시켜 水車發電을 하는 방식 閉閉甕를 가지는 有孔堤體에 의해 海水를 導入 또는 排出하는 방식	佛 R. Dhaile "Standing Wave Basin Elevated Reservoir" 英 HRS. "Rectifier" 日 日本 Tetrapod 「받보式有孔堤波力發電」	堤體後方의 水位를 올려 低落差와 水流力으로發電 " 海水의 導入池와 排出池 사이의 水流에 의해 水車로 海水를 揚水하여 落差發電
機械에너지로 變換하는 방식	海底固定式 (有可動部)	可動하는 受波裝置의 機械的運動을 이용 하는 방식	日 室蘭工大近藤教授等 「防波堤와 併用하는 固定式 波力發電裝置」 日 內田優明「受壓lever式 波力發電」	Caisson 內의 重槓波로 Savonius 水車 또는 Pendulum을 움직여 발전 導水路內에서 lever에 의해 波를 받음
	浮體 (有可動部)	可動하는 受波裝置의 機械的運動을 이용 하는 방식	英 S. H. Salter "Salter Duck" 英 Royal Military College of Science "Triplett Converter"	Duck의 운동을 油壓缸프로 傳함 海面에 대하여 垂直으로 놓여진 Plate로 波를 받아 펌프를 작동시키
空氣에너지로 變換하는 방식	海底固定式 (無可動部)	遊水池 上部에 空氣室을 設置하여 重槓波로 空氣流를 생기게 하는 방식	英 E. F. Jacobs "Standing Wave Chamber Converging Channel" 英 National Engineering Laboratory (NEL) "Oscillating Water Column (固定式)"	波의 收斂堤에 의해 後方 遊水池內에서 波의 共振作用을 일으킴 堤의 側面에 開口部를 갖는 遊水池內에서 重槓波를 생기게 함
	浮體 (無可動部)	上 同	英 NEL "Oscillating Water Column" (浮體式)	浮體構造物의 側面에 開口部를 가지는 遊水池內에 重槓波를 생기게 함.
	浮體 (有可動部)	空氣室 下部 水面의 上下運動으로 高漲의 空氣流를 형성시키는 방식	日 JAMSTEC「海明」 日 Masuda 綿屋社 "WATG(Wave activated turbine generator)"	外型이 船艇型으로 遠海에 繫留 波力發電 buoy로서 航路標識 buoy로 사용

第3節 波浪 에너지 變換시스템의 基本條件

波浪 에너지의 變換 시스템이 기본적으로 갖추어야 할 조건으로는 크게 다음의 두 가지가 있는 바 첫째, 入射 에너지의 原動機 驅動力으로의 高效率 變換可能性, 둘째, 정상적, 안정적 또는 연속적인 驅動力으로의 變換可能性(즉 波高, 週期 및 潮位에 의한 變動의 連續化)이다. 다음 節에서는 이상의 두가지 側面에서 지금까지의 연구 결과를 검토한다.

第4節 變換 시스템의 效率

各國에서 開發 中인 각종 波力發電 시스템의 效率에 대하여 發表된 資料는 적다. 또한 발표된 자료에서도 에너지 變換過程의 어느 부분이 어떤 效率를 나타내는 지가 명확하지 않으며 效率算出條件도 명확하지 않은 경우가 있으므로 비교에는 注意를 要한다.

아래에서는 代表的인 에너지 變換 시스템의 效率에 대하여 검토해 본다.

1. Salter의 Nodding Duck

이는 一端이 뾰족한 非對稱形 캠(cam)이 波의 振動에 따라 首振運動을 하여 캠 내부에 설치된 壓力 펌프를 움직여서 터빈을 회전시키는 시스템이다. 水槽實驗의 結果에 의하면 캠의 波浪에너지 吸收率은 최대 80~90%까지 달한다(참조 Fig. 4.4.1).

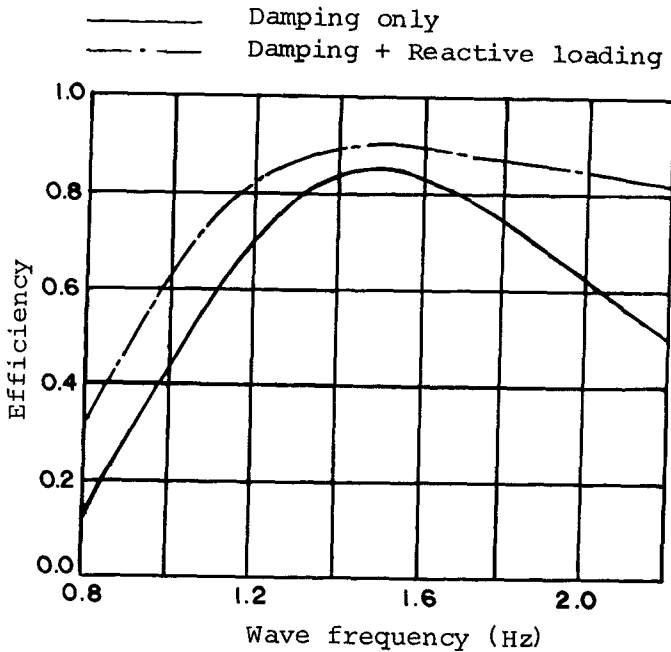


Fig. 4.4.1. Wave power absorption rate of the Duck system (after Glendenning, 1978).

그러나 이는 波浪 에너지의 一次變換效率를 나타낼 뿐이므로 吸收된 에너지를 原動機로 전하는 과정, 즉 二次變換過程에서의 效率이 注目된다. 이 점에 대하여 1978년 Ness 湖에서 실시된 1/10 模型實驗에서 캠의 운동으로 캠 内部의 水力 펌프를 驅動시켜 물을 육지로 보내어 그 水壓과 水量을 計測한 결과 水力으로의 最高 變換率은 46.9%였으며 이 때의 펌프·軸 및 驅動에 의한 에너지 損失은 50% 정도로 推定되었다(참조 ETSU: Electric Technology Support Unit 資料, 1979, 9).

이 같은 종류의 裝置에서 생기는 가장 큰 문제는 캠의 首振運動을 발전기 驅動에 요구되는 強力하고 高速인 一方向性 回轉運動으로 어떻게 轉換하느냐 하는 것이다. 이에 대하여 EGB의 J.J. Syrett 에 의하면, 入力 에너지가 小振幅 高速의 角運動을 하고 있다는 점은 큰 회전모멘트(torque)를 暗示하고 있지만, 일정 수준의 年間變換效率를 이 裝置로써 達成하기 위해서는 平均值보다 월등히 높은 피크(peak) 출력 수준에 맞추어 設計할 필요가 있다는 점을 考慮할 때, 실질적으로 높은 發電

原價와 큰 에너지 損失에 관련되므로 油壓 시스템이 필요한 것으로 나타났다. 최근 Salter 는 작은 운동을 回轉軸 (shaft) 의 回轉力으로 變換하기 위하여 자이로스코프 (gyroscope) 를 이용하여 電力을 抽出하는 새로운 방식을 提議하고 있다 (참조 第 10 回 IERE 會議資料, 1979).

2. Contouring Raft

이는 鋼製의 浮體를 hinges) 로 연결, 波의 振動을 浮體가 吸收하여 hinges) 를 움직이고 hinge 펌프로 海水를 끌어올림으로써 터빈을 회전시키는 방식이다. 당초 에는 폰툰 (pontoon) 3 개에 두 개의 hinge 형으로 考案되었으나 그 후 두 개의 폰툰 에 한 개의 hinge 로도 높은 吸收效率이 얻어짐을 밝혀냈으며, CEGB (Central Electricity Generating Board, U.K.) 의 實驗值 검토에서는 최대 효율이 90 % 를 초과 하였다. Fig. 4.4.2 는 1979 년 Wave Power 社가 ETSU 에 제출한 水槽實驗 研究 結果로서 不規則波에 대한 浮體의 波浪 에너지 吸收率을 나타낸다.

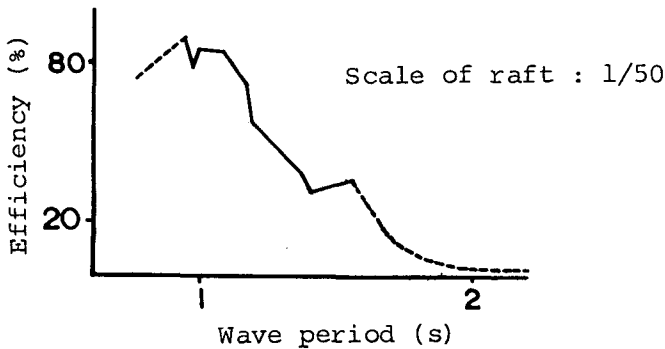


Fig. 4.4.2. Energy absorption rate of the contouring raft system in random waves.

波浪 에너지가 hinges) 의 運動으로 變換된 後 hinges) 內의 펌프로 海水를 끌어올리고 이것을 저장 탱크 (reservoir) 로 보내 水壓을 平均化하면서 터빈을 회전시키는 방식도 검토되고 있는데, 이 二次變換過程의 效率에 대해서는 아직 명확하게 밝혀진 바

가 없다.

3. OWC(Oscillating Water Column System, 振動水柱 시스템)

이는 側面에 開口部를 가지는 空氣室(chamber)에 海水를 끌어들이어 空氣室內 물기둥의 振動으로 空氣 터빈을 회전시키는 방식으로, 일본의 海明이 바다에 開口部를 가지고 있는 점과 對照的이다. 이 시스템을 淺海域에 橫方向으로 設置할 경우 理論的으로는 피크 效率이 100%로 推定되나, 1/175 模型實驗結果에서는 最高 93%의 效率이 얻어졌다. 또 1979년 스웨덴의 파력 이용 심포지움(Symposium on Wave Energy Utilization)에서 International Research & Development 社 H. W. Bishop의 OWC의 發電과 送電에 관한 연구 발표에 의하면, OWC에서 발생된 空氣의 흐름은 油壓作動에 의한 空氣 밸브(valve)에서 一方向 空氣流로 整流되어 空氣 터빈으로 向하게 되는데 空氣 터빈은 Francis型으로서 可變誘導板과 回轉 날개(runner blade)를 具備하고 있으며 發電機로서는 AC 發電機를 이용하지만 送電은 DC로 행한다고 한다.

한편 NEL(National Engineering Laboratory)의 R.A. Meir에 의하면, simulation 實驗에서 空氣 터빈의 效率은 최대 90%에 達하나 실제의 波浪 스펙트럼(wave spectrum)을 이용할 때 年間平均效率은 70% 정도이며, duck, valve, 機械의 運動에 의한 에너지 損失을 勘案하면 가장 良好한 상태에서 60% 정도일 것으로 예측되고 있다(참조 ETSU 資料 1979,9). 또한 C.W. Moody에 의하면 空氣 터빈의 效率은 약 70%, 發電과 送電의 效率은 약 90%이나, 流體力學的 에너지 變換率은 年間 平均 약 39%라는 비교적 작은 數值였다(참조 1979년 波力利用 Symposium).

4. 海明(Kaimei)

일본 海明의 海上實驗은 1978년부터 실시되어 현재에는 IEA(International Energy Agency)의 研究로 되어 있는 관계로 實驗結果의 評價는 아직 명확하지 않

다. 益田에 의하면, 實驗海域에 나타나는 波浪은 8~11 초의 週期에 피크 에너지가 集中되며 대부분 100 m 이상의 波長을 가지므로 海明의 設計波浪週期 6~7 초, 船體의 길이 80 m로는 不足한 것으로 나타났다. 따라서 그는 海明의 船體 길이를 현재보다 40 m 延長해서 120 m로 한다면 波浪에 의한 pitching을 방지하여 相對波高를 현재의 2 배, 空氣出力을 4 배로 높힐 수 있을 것이라고 豫想했다. 또한 1978년에는 2개의 밸브 상자에 의한 空氣 터빈 3 대로 實驗하였으나 1979년에는 4개의 밸브 상자식 3 대도 搭載하여 두 방식을 비교하였던 바, 波高가 큰 波浪에 대하여 피크 出力이 後者の 경우에 약 2 배로 增加됨을 알았다. 그리고 1979년에는 이 밖에 4개의 空氣 피스톤실의 空氣를 damper tank에 저장한 후 空氣出力을 平均化하며 發電하는 방식도 實驗하였다. 이 發電機의 定格出力은 다른 發電機와 同一하게 125kW, 200V였으나 誘導發電機를 사용하였다는 점이 다르다. 이는 2.5 m 이하의 波高에 대하여 4개의 밸브 상자, AC發電機보다 더 큰 出力을 낸이 밝혀졌다. 益田 등은 發電效率의 向上을 위하여 미국의 밸브터빈 이외에 영국의 Queen 대학이 開發한 Wells turbine의 採擇에 注目하고 있다.

海明의 二次 實海域實驗은 1980년 7월에 이미 終了되어 年間發電量은 190 MWh에 이르렀으나 其他 자세한 實驗結果는 아직 發表되지 않은 상태이고, 經濟性 向上을 위하여 현재 船體底板의 改造, 터빈의 小型化(從來의 것의 1/30 정도) 등을 검토하고 있으며 三次 實海域實驗은 1985년에 實施될 예정이다.

이상과 같이 各國의 主要研究開發은 波浪 에너지의 一次變換 시스템에 관하여는 거의 開發을 終了하고 앞으로는 效率의 向上, 二次以後의 變換 시스템 開發에 重點을 두고 있음을 알 수 있다. 위에 叙述되지 않은 最近의 主要研究結果는 다음과 같다.

- 收斂越波堤의 波浪 에너지 回收效率은 약 10~25%로서 平均 20% 정도이다.
- 한편 越波堤의 波浪 에너지 回收效率은 平均 15% 정도이다.
- 收斂越波堤에서 水流화된 波浪 에너지를 단순히 impeller의 回轉運動으로

轉換한 바 그 平均效率은 약 3%로 매우 낮았다.

第 5 節 에너지의 平滑化 및 連續化

波浪 에너지를 이용하기 위해서는 에너지 變換效率의 向上 문제 이외에도 不規則的인 出力을 平滑化 및 連續化해야하는 문제가 있다. 波浪은 時時刻刻으로 다른 波高, 다른 週기로 몰려 오므로 이로부터 얻어지는 에너지도 時間에 따라 變動이 있게 되며 따라서 이를 原動機 및 送電體系로 직접 연결할 수는 없는 것이다. 以下에서는 波浪 에너지의 平滑化 및 連續化를 위하여 考慮되고 있는 방법에 대하여 검토한다.

1. 位置 에너지로의 轉換

恒時 變動하며 不連續的인 波浪 에너지를 平滑化, 連續化함에 가장 확실한 방법은 位置 에너지로 轉換하는 방법이라고 여겨진다. 이 방법의 대표적인 예는 越波堤에서 波를 集約, 越波시켜서 貯水池에 저장한 後 低落差 水車發電을 행하는 방법이다. 그러나 이 방법에는 다음과 같은 문제점들이 있다.

현재까지 開發된 低落差 터빈의 有效落差 下限인 3 m 이상의 水頭差를 越波堤에 의하여 얻는 것은 가능하나, 越波량은 外海波의 에너지에 比하여 적다고 看做되며, 낮은 波高의 出現率이 큰 海域에서는 상당량의 海水를 貯水하기 위하여 大規模의 貯水池가 필요하다.

沿岸에 貯水池를 設置할 경우에는 用地確保의 問題 以外에 海水의 물거품이나 地下水 浸透 등의 環境影響問題가 있다.

한편, 波를 收斂시켜 高落差發電을 하려는 研究가 노르웨이의 Central Institute for Industrial Research 에서 實施되고 있는데, 이는 水深 30 m 부근의 海底에 다수의 平坦한 潛堤(water lens)를 각기 水深이 다른 곳에 設置, 너울을 收斂시키며 沿岸部로 誘導, 傾斜진 갈매기型的 射水路를 거쳐 大量的의 海水를 海面上 높이 100m의 貯

水池까지 끌어 들이는 것이다. 沿岸部の 取水部幅은 500 m 以下로, 수 km에 걸친
너울 에너지의 70~80%가 여기에 集約되어 波高가 15~30 m까지 到達한다고 한
다(참고 E. Mehlum 및 J. Stamnes, 波力利用 Symposium, 1979, 10~11).

2. 波의 位相差 利用

다량의 波力利用裝置를 波浪의 進行方向으로 나열시켜 回收 에너지의 平滑化를
펴 하려는 概念은 현재 考案되고 있는 波力發電 시스템에 간혹 適用되고 있다. 例를
들어 Salter duck 에서는 긴 spine 에 수많은 duck 를 橫으로 연결, 個個 duck의 다
른 首振運動을 하나의 펌프 驅動力으로 바꾸어 이용하려고 한다. 海明이나 NEL의
OWC 에 수많은 開口部를 설치하고 있는 것도 좁은 의미에서는 波의 位相差를 이용
하는 것으로 볼 수 있다. 그러나 이러한 짧은 거리 내에서는 位相差만으로 충분한
平滑化를 얻기 곤란하므로 넓은 海域에 걸쳐서 몇 개의 유닛을 서로 다른 장소에
配置할 필요가 있으나, 이 경우에는 廣範圍한 海域을 占有한다는 문제점이 따른다.

3. Flywheel 에 의한 方法

舊式發電機의 flywheel 은 機械의 回轉數가 上昇할 때 그 上昇率을 작게 維持하
기 위한 것으로서, 波力發電과 같이 심하게 變動되는 에너지의 出力 平滑化를 위해
서는 flywheel 의 大形化가 예상된다. 따라서 그 크기에서 豫想 最大回轉數에 견디
는 flywheel 의 形狀, 材料의 選定이 중요하며, 또한 끊임없는 回轉數의 變化로 惹起
된 反復應力에 의한 本體 및 接續部의 疲勞度에 대하여도 충분한 검토가 필요하다.

4. 高壓 tank에 의한 壓力貯藏(accumulator)

波浪 에너지로써 流體壓을 만들어 이를 tank 에 貯藏, 平滑한 壓力條件에서 原
動機를 驅動하고자 하는 것으로서 서독의 H. Kayser가 開發한 WAPEG(Wave Acti-
vated Pelton Generator) 등이 있다. 壓力을 높히는 作動流體로서는 空氣·물·기
름 등이 提案되고 있으며 壓力生成機器로서는, 動力源으로 되는 波浪 에너지의 變動

성을考慮한다면, 往復式的 空氣壓縮機 또는 펌프가 適合할 것이다.

5. 中間 貯藏 탱크에 의한 調整

波浪 에너지를 空氣·물 등의 壓力流體로 轉換하여 이를 貯藏 탱크에 蓄積. 壓力을 平滑化하면서 原動機를 驅動하는 方法으로서 原理는 高壓 탱크에 의한 壓力貯藏 方法과 같다. Cockerell raft 의 壓力海水 貯藏탱크, 海明에서의 damper tank 등의 研究가 있으나 이들의 效果는 상세히 밝혀지지 않고 있다.

第 6 節 國內 波力發電의 開發方向

以上 현재까지 海外에서 開發되고 있는 波力發電形式의 검토 결과 OWC 의 空氣 터빈을 이용한 에너지 變換方式이 가장 效率이 높음을 알 수 있다. 한국 沿岸의 에너지 賦存量은 波力發電을 적극 推進하고 있는 일본, 영국에 비하여 적은 편이므로 이러한 與件에서는 무엇보다도 경제성이 높은 波力發電 시스템의 開發이 중요하다.

最近 일본에서는 港灣技術研究所가 主軸이 되어 防波堤의 效能과 波力發電의 效能을 동시에 갖춘 發電시스템의 開發에 着手하고 있다. 이는 波力發電機器를 가지고 있는 케이슨(caisson) 構造를 開發하여 이 케이슨을 防波堤의 一面에 설치함으로써 堤體內에서 波浪 에너지를 電氣 에너지로 變換하는 것이다.

産業規模가 大型化됨에 따라 港灣을 통한 物動量도 增加一路에 있어 점차 大型港灣의 필요성이 增加되고 있으며, 특히 상당한 길이에 달하는 防波堤의 建設需要가 豫見되고 있어 港灣設置地點도 점차 水深이 깊어져 가는 傾向이 있다. 이러한 時點에서 防波堤 建設時에 약간의 經費로 에너지 變換裝置를 防波堤構造의 一部로 포함시킬 수 있다면 경제성 높은 波力發電所를 建設할 수 있을 것이며 또한 에너지 變換裝置에서 波浪 에너지를 흡수하므로 防波堤 自體의 建設費도 低下될 수 있을 것이다.

현 단계에서는 高效率이 立證되었으며 波浪의 方向에도 별 影響을 받지 않는 OWC 의 空氣 터빈을 이용한 케이슨型의 構造가 가장 適合할 것으로 판단된다.

이를 海底固定式으로 할 경우에는 繫留의 문제도 생기지 않으며 防波堤의 安定性에도 도움을 줄 것이다.

이는 어떠한 變換裝置도 海水에 잠기지 않으므로 海水에 의한 機器의 侵蝕이나 海草類에 의한 障礙도 심각하지 않을 것이다. 또한 防波堤를 이용하여 發電 시스템까지 쉽게 접근이 가능하므로 維持費 및 送電系統의 設置費도 다른 發電 시스템보다 低廉할 것이다.

따라서 한국 沿岸에서 經濟性 높은 波力發電 施行을 위해서는 OWC式 波力發電 機器를 兼備한 케이슨 構造의 開發에 着手함이 바람직하다고 판단된다.

第 5 章 結論 및 建議事項

Wave power density (w.p.d.) 가 비교적 큰 海域 中の 하나인 厚浦 주변 해역에 대해 정확한 파랑의 特性把握과 賦存量을 산출하기 위해 約 8 개월간 深海波浪과 海上風을 관측하고 기존 厚浦 波浪觀測所의 長期間의 바람 및 파랑자료를 이용하였다. 이들 관측자료의 분석결과로부터 이 해역에 발생하는 風波(sea)의 統計的인 특성, 파랑에너지의 發達過程 및 構造的인 分布, 또한 시간에 따른 wave power density 의 變化와 공간적인 분포특성을 파악하였다. 그리고 現在 해의 여러 나라에서 연구되고 있는 波浪 에너지 抽出 變換裝置 및 시스템의 設計에 關聯된 問題點들을 실용적이며 經濟的인 측면의 必須要件들에 비추어 개략적으로 비교 檢討하였다.

주요한 結果들을 項目別로 열거하면 다음과 같다.

1. Wave power density 가 큰 파랑의 대부분은 지역적인 바람에 의해 발달된 풍파이나 상당량의 너울(swell)이 존재한다. 發生頻度가 높은 파고 및 주기는 $H_s = 0.5 \sim 1.0 \text{ m}$ 와 $T_z = 5 \sim 6$ 초이다.

2. 파고가 비교적 큰 파랑에너지의 스펙트럼은 JONSWAP spectrum 형태와 잘 일치한다.

3. 調査海域에 적합한 w.p.d. 計算式을 理論 및 현장 관측자료로부터 誘導하여 wave power 의 賦存量을 계산하였다.

4. 바람의 季節的인 變化가 甚하므로 w.p.d. 의 계절적인 변화 역시 상당하여 6월에 1.1 kW/m 에서 9월의 4.4 kW/m 까지 변한다. 비교적 w.p.d.가 큰 기간은 9월에서 3월까지로 平均 3.7 kW/m 이다.

5. 천해의 w.p.d. 는 波向에 따라 심해 w.p.d. 의 30~80%의 변화를 보이며 이는 주로 海底地形의 영향으로 因한 것이다.

6. 해안에서 近距離이며 심해 w.p.d. 의 減少現象이 가장 적은 區域은 Fig. 3.3.6의 빗금친 부분으로 年平均 w.p.d. 는 5 kW/m 이며 해안선 단위 km 에 부존하는 年間 wave power 는 約 44 GWh/annum 이다.

7. 우리나라 沿岸에 適合하고 經濟性이 높은 波力發電을 위해서는 防波堤 構造物의 일부로서 發電할 수 있는 多目的 波力發電 시스템에 대한 研究 및 開發이 바람직하다.

謝 辭

本 研究를 위하여 施設 및 觀測資料의 提供 또는 기타 業務에 적극 協助하여 주신 海運港灣廳, 水路局 그리고 울진경찰서 厚浦港警備艇要員들께 깊은 感謝를 드립니다.

參 考 文 獻

(References)

電力中央研究所. 1982. 電力中央研究所報告(日本). 調查報告 A 81001.

중앙관상대. 1971. 지상기상관측법

海洋開發研究所. 1980. 波力發電에 關한 基礎調查 研究

海洋産業研究會. 1980 a. 海洋産業研究資料(日本). 11 (6).

海洋産業研究會. 1980 b. 新波力發電 System 開發調查研究報告書(日本). 1980-1.

海運港灣廳. 1978. 波浪資料 分析 報告書.

Cartwright, D.E. and Longuet-Higgins, M.S. 1956. The statistical distribution of the maxima of a random function. *Proc. Roy. Soc., A* 237, 212-232.

Chae, J.W. 1980. The analysis of ocean wave data-characteristic wave parameters and design wave height. MSc dissertation, Univ. of Salford.

Draper, L. 1963. Derivation of a design wave from instrumental records of sea waves. *Proc. Instn of Civil Engineers*, 26, 291-304.

Glendenning, I. 1978. Wave power - A real alternative? *Ocean Manage.*, 4 (2-4), 207-240.

Hasselmann, K., T.P. Barnett, E. Bouws, H. Carlson, D.E. Cartwright, E. Enke, J.A. Ewing, H. Gienapp, D.E. Hasselmann, P. Kruseman, A. Meerburg, P. Müller, D.J. Olbers, K. Richter, W. Sell and H. Walden. 1973. Measurement of wind-generated wave growth and swell decay during the Joint North Sea Wave Project (JONSWAP). *Deut. Hydrogr. Z. Suppl. A*, 8 (12).

Houmb, O.G. and T. Overvik. 1977. On the statistical properties of 115 wave records from the Norwegian continental shelf. Univ. of Trondheim, Norwegian Inst., of Tech.

Liu, P.C. 1971. Normalized and equilibrium spectra of wind waves in Lake Michigan. *J. Phys. Oceanogr.*, 1, 249-257.

- Longuet-Higgins, M.S. 1952. On the statistical distribution of the heights of sea waves. *J. Mar. Res.*, 11(13), 245-266.
- Mitsuyasu, H. 1968. On the growth of spectrum of wind-generated waves (I). *Rept. Res. Inst. Appl. Mech., Kyushu Univ.*, 16, 459-465.
- Mogridge, G.R. 1980. A review of wave power technology. NRCC. technical report, LTR-HY-74.
- Pierson, W.J. and L. Moskowitz. 1964. A proposed spectral form for fully developed wind seas based on the similarity theory of S.A. Kitaigorodskii, *J. Geophys. Res.*, 69, 5181-5190.
- Tucker, M.J. 1961. Simple measurements of wave records. *Proc. of the Conf. on Wave Recording for Civil Engineers*. NIO, 22-23.
- Wiegel, R.L. 1964. *Oceanographical engineering*. Prentice-Hall Inc.

Ý¾ **Öâ**

(Appendix)

Table A.2.3.1. Hourly wind speed and direction observed at station

HOURLY WIND SPEED AND DIRECTION

Day	1HR		2HR		3HR		4HR		5HR		6HR		7HR		8HR		9HR		10HR		11HR		12HR	
	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	2.7	NNW	3.0	NW	0.5	NNW	1.0	S	4.3	SSW	6.8	SSW	6.5	SSW	4.8	SSW	3.3	NE	5.2	NNE	3.0	NE	6.0	N
14	1.7	NW	1.2	NNE	1.1	N	1.1	NNW	1.4	NNE	2.5	NW	1.4	WNW	2.8	SSW	1.7	S	3.1	NE	6.3	ENE	5.1	ENE
15	1.2	WSW	1.4	N	1.5	E	1.8	E	6.5	WNW	7.3	W	6.3	W	5.4	WNW	2.8	SE	1.3	SE	3.4	SSE	1.8	SSW
16	4.5	SSE	4.7	SSW	6.0	SW	6.0	SSW	5.5	SSW	5.8	SSW	5.5	SW	5.3	SW	6.6	SW	5.8	SSW	5.8	SSW	5.5	SE
17	2.2	NW	5.6	WNW	3.3	W	6.0	W	1.0	NNW	3.0	WNW	2.4	ESE	2.2	SSE	3.4	W	3.3	WSW	3.1	W	3.4	SSE
18	6.2	N	4.6	NNW	5.5	NNW	7.3	N	6.1	NNW	6.6	NNW	5.8	NW	3.8	NNW	3.4	NE	6.1	NNE	6.7	N	6.9	NNE
19	1.9	NW	1.8	NW	2.1	NNW	1.7	WNW	0.6	WNW	0.3	NNW	0.9	NW	0.7	NNW	0.2	CLM	0.7	SW	1.2	SW	1.2	SE
20	3.1	W	3.4	WNW	3.7	NW	4.3	NNW	4.5	NW	2.0	NW	1.0	N	2.7	NNE	5.5	N	3.8	N	5.8	N	6.9	N
21	0.7	NNW	0.9	WNW	1.0	NNW	0.6	WNW	0.4	NW	0.8	NNW	0.5	SE	1.9	ENE	1.2	E	2.2	ENE	2.4	ENE	1.8	ENE
22	1.9	NW	1.0	NNW	1.2	NW	0.7	N	0.2	CLM	0.8	SW	0.7	W	1.6	S	4.5	SSE	3.8	SE	4.8	SE	6.1	SE
23	4.3	S	4.6	SSW	3.7	S	3.1	S	3.5	SSW	2.2	SSW	2.0	S	5.4	SSW	3.7	SSE	9.2	SSE	8.2	SSE	7.9	SSE
24	8.4	W	4.3	NE	1.7	WNW	2.7	NE	1.6	NNW	1.3	NE	1.9	SW	1.9	ENE	1.9	E	0.9	SW	7.1	SSE	5.3	S
25	0.5	WSW	0.7	E	1.3	NNE	4.7	W	4.5	SSW	8.2	S	3.9	SE	3.1	N	2.0	SE	0.4	NNE	1.3	SW	6.2	SSE
26	1.0	S	2.0	NW	1.9	NNE	1.5	NNE	1.3	SSE	3.7	SSW	7.8	W	3.3	E	1.9	E	2.3	WSW	5.6	SSW	6.7	SSW
27	0.9	WNW	3.1	SW	3.0	SSW	2.8	SW	3.7	S	2.6	NNW	0.5	E	1.5	NE	1.3	NE	5.7	SW	3.7	W	4.9	S
28	3.4	WNW	2.5	NNW	3.5	NNE	2.4	NNW	4.9	WSW	4.0	NNW	4.2	WNW	8.0	W	10.2	W	7.8	WSW	5.1	WSW	3.1	ENE
29	2.3	W	1.0	NNW	0.4	SSE	1.3	WSW	1.3	W	1.8	W	1.9	W	0.4	NE	3.6	NE	5.5	NNE	6.2	N	5.1	ENE
30	2.8	NNW	3.3	NNW	3.0	N	2.1	NNE	2.1	NNW	1.0	W	2.2	NNW	6.7	NNW	5.1	N	5.2	N	6.2	NNW	6.9	N
31	5.9	N	5.7	NNW	6.0	N	6.3	NNW	6.4	N	7.7	N	8.0	N	7.8	NNW	5.4	NNE	6.0	NNW	6.8	NNW	6.6	NNW

May 1982

Table A.2.3.1 (continued)

HOURLY WIND SPEED AND DIRECTION

May 1982

Day	13HR		14HR		15HR		16HR		17HR		18HR		19HR		20HR		21HR		22HR		23HR		24HR	
	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD
12	-	-	-	-	-	-	-	-	4.2 N	4.9 NNE	3.4 NNE	3.1 NNE	2.7 NNE	2.7 NNE	2.7 NNE	2.7 NNE	2.7 NNE	2.7 NNE	2.7 NNE	2.7 NNE	2.7 NNE	2.7 NNE	2.7 NNE	2.7 NNE
13	5.6 NNE	6.4 NNE	3.9 N	4.9 NNE	4.9 NNE	4.9 NNE	4.5 NNE	4.0 N	4.9 NNE	4.0 N	4.0 N	4.0 N	4.3 NNE	4.3 NNE	4.3 NNE	4.3 NNE	4.3 NNE	4.3 NNE	4.3 NNE	4.3 NNE	4.3 NNE	4.3 NNE	4.3 NNE	4.3 NNE
14	3.7 E	1.8 SSE	2.8 SSW	2.6 S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.9 SSE	3.4 SSW	1.5 WSW	1.0 W	1.0 W	1.0 W	1.0 W	1.0 W	1.0 W	1.0 W	1.0 W
15	6.9 W	7.9 WSW	6.9 WSW	7.1 WSW	7.1 WSW	7.1 WSW	6.9 SW	6.9 SW	7.1 WSW	7.1 WSW	7.8 WSW	7.8 WSW	6.3 SW	6.3 SW	6.3 SW	6.3 SW	6.3 SW	6.3 SW	6.3 SW	6.3 SW	6.3 SW	6.3 SW	6.3 SW	6.3 SW
16	7.2 SSE	7.2 SSE	6.6 SSE	2.0 WSW	2.0 WSW	2.0 WSW	0.8 E	0.8 E	1.5 ENE	1.5 ENE	0.8 E	0.8 E	5.7 WSW	7.5 WSW	7.5 WSW	5.6 WSW	5.6 WSW	5.6 WSW	5.6 WSW	5.6 WSW	5.6 WSW	5.6 WSW	5.6 WSW	5.6 WSW
17	3.3 S	8.9 SSE	5.1 NW	3.7 S	3.7 S	3.7 S	1.6 E	1.6 E	4.3 S	4.3 S	1.6 E	1.6 E	1.1 ENE	1.1 ENE	1.1 ENE	1.0 NE	1.0 NE	1.0 NE	1.0 NE	1.0 NE	1.0 NE	1.0 NE	1.0 NE	1.0 NE
18	8.7 NNE	8.2 NNE	6.9 N	7.5 N	7.5 N	7.5 N	4.0 NNW	4.0 NNW	5.3 NNW	5.3 NNW	4.0 NNW	3.6 NNW	3.7 NW	3.7 NW	3.7 NW	3.5 NW	3.5 NW	3.5 NW	3.5 NW	3.5 NW	3.5 NW	3.5 NW	3.5 NW	3.5 NW
19	3.7 ESE	4.3 ESE	1.6 ESE	1.0 S	1.0 S	1.0 S	3.6 SSW	3.6 SSW	2.0 SSW	2.0 SSW	3.6 SSW	3.0 SSE	4.6 SSE	4.6 SSE	4.6 SSE	3.0 S	3.0 S	3.0 S	3.0 S	3.0 S	3.0 S	3.0 S	3.0 S	3.0 S
20	5.1 NNW	5.5 NNW	8.6 NNE	7.2 N	7.2 N	7.2 N	5.8 N	5.8 N	8.1 N	8.1 N	5.8 N	4.9 N	3.3 N	3.3 N	3.3 N	2.6 NW	2.6 NW	2.6 NW	2.6 NW	2.6 NW	2.6 NW	2.6 NW	2.6 NW	2.6 NW
21	1.2 ESE	2.1 ENE	2.5 E	0.7 S	0.7 S	0.7 S	0.6 SSW	0.6 SSW	0.7 SSW	0.7 SSW	0.6 SSW	0.4 SSE	0.4 SSE	0.1 CLM	0.1 CLM	1.0 NNE	1.0 NNE	1.0 NNE	1.0 NNE	1.0 NNE	1.0 NNE	1.0 NNE	1.0 NNE	1.0 NNE
22	5.7 SE	4.1 S	4.9 SSE	5.1 S	5.1 S	5.1 S	5.7 S	5.7 S	5.1 S	5.1 S	5.7 S	5.7 S	6.0 SSW	6.0 SSW	6.0 SSW	4.1 S	4.1 S	4.1 S	4.1 S	4.1 S	4.1 S	4.1 S	4.1 S	4.1 S
23	5.7 SE	3.4 SE	3.1 ENE	1.2 ENE	1.2 ENE	1.2 ENE	0.7 SE	0.7 SE	1.4 SE	1.4 SE	0.7 SE	1.2 NNW	1.0 W	1.0 W	1.0 W	5.7 WSW	5.7 WSW	5.7 WSW	5.7 WSW	5.7 WSW	5.7 WSW	5.7 WSW	5.7 WSW	5.7 WSW
24	7.9 SSE	2.5 NNW	0.8 NNE	4.1 N	4.1 N	4.1 N	1.3 E	1.3 E	2.8 NE	2.8 NE	1.3 E	1.4 SW	1.8 SW	1.8 SW	1.6 WSW	1.6 WSW	1.6 WSW	1.6 WSW	1.6 WSW	1.6 WSW	1.6 WSW	1.6 WSW	1.6 WSW	1.6 WSW
25	6.3 WSW	3.7 S	5.7 S	2.8 W	2.8 W	2.8 W	1.1 NW	1.1 NW	0.6 SE	0.6 SE	1.1 NW	0.4 SSW	0.9 NNW	0.9 NNW	2.4 SSW	2.4 SSW	2.4 SSW	2.4 SSW	2.4 SSW	2.4 SSW	2.4 SSW	2.4 SSW	2.4 SSW	2.4 SSW
26	5.3 SSE	1.6 SSE	9.8 S	2.8 SW	2.8 SW	2.8 SW	3.7 SSW	3.7 SSW	4.0 SW	4.0 SW	3.7 SSW	4.1 SSW	4.1 SSW	2.5 WSW	2.5 WSW	1.5 NW	1.5 NW	1.5 NW	1.5 NW	1.5 NW	1.5 NW	1.5 NW	1.5 NW	1.5 NW
27	4.1 SW	7.2 SSW	3.5 SSW	6.9 SW	6.9 SW	6.9 SW	3.1 ENE	3.1 ENE	3.7 NW	3.7 NW	3.1 ENE	1.9 WSW	0.8 SSW	0.8 SSW	1.2 WSW	1.2 WSW	1.2 WSW	1.2 WSW	1.2 WSW	1.2 WSW	1.2 WSW	1.2 WSW	1.2 WSW	1.2 WSW
28	3.6 E	4.3 ENE	4.8 ENE	2.5 E	2.5 E	2.5 E	0.7 SE	0.7 SE	1.6 ESE	1.6 ESE	0.7 SE	1.3 ENE	2.1 NE	2.1 NE	2.1 NE	1.0 WSW	1.0 WSW	1.0 WSW	1.0 WSW	1.0 WSW	1.0 WSW	1.0 WSW	1.0 WSW	1.0 WSW
29	5.3 NE	4.7 NE	4.4 NE	3.8 ENE	3.8 ENE	3.8 ENE	4.4 NE	4.4 NE	5.1 NE	5.1 NE	4.4 NE	5.0 NNW	2.9 NNW	2.9 NNW	2.4 NE	2.4 NE	2.4 NE	2.4 NE	2.4 NE	2.4 NE	2.4 NE	2.4 NE	2.4 NE	2.4 NE
30	6.8 N	6.2 N	6.3 N	5.8 NNW	5.8 NNW	5.8 NNW	5.8 N	5.8 N	4.9 N	4.9 N	5.8 N	6.5 N	7.0 N	7.0 N	7.0 N	7.4 N	7.4 N	7.4 N	7.4 N	7.4 N	7.4 N	7.4 N	7.4 N	7.4 N
31	6.4 NNW	6.0 NNW	6.1 N	6.8 N	6.8 N	6.8 N	8.1 N	8.1 N	7.7 NNW	7.7 NNW	8.1 N	9.3 N	8.4 N	8.4 N	8.4 N	7.8 N	7.8 N	7.8 N	7.8 N	7.8 N	7.8 N	7.8 N	7.8 N	7.8 N

Table A.2.3.1 (continued)

HOURLY WIND SPEED AND DIRECTION

Jun. 1982

Day	1HR		2HR		3HR		4HR		5HR		6HR		7HR		8HR		9HR		10HR		11HR		12HR			
	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD		
1	6.0	NNW	6.0	N	5.7	N	5.1	NNW	5.2	NNW	5.3	NNW	4.6	NNW	4.9	NNW	4.4	NNW	4.7	NNE	4.9	NNW	4.9	NNW	5.9	N
2	2.7	WNW	2.4	NW	2.3	NW	1.9	NW	2.2	NW	2.5	NNW	1.3	NW	1.3	NNW	1.0	ENE	1.5	E	1.8	E	1.8	E	2.2	SE
3	3.0	NW	1.7	N	1.7	WNW	0.5	NW	0.7	NW	1.3	NNW	0.5	N	1.2	SSE	1.7	SSE	1.8	SE	2.5	SE	2.5	SE	3.9	SE
4	1.6	E	1.0	E	3.4	WNW	6.9	WNW	7.4	NNW	4.7	NNW	4.0	NW	6.4	W	4.4	WNW	3.9	SSW	4.4	SSW	4.4	SSW	4.6	WSW
5	1.2	ENE	1.3	WNW	1.0	W	1.3	NE	0.6	NNW	0.9	NW	1.0	NNW	1.8	NE	3.7	NW	5.5	N	5.7	N	5.7	N	4.3	NE
6	3.0	NNW	1.0	NNW	1.4	W	1.6	W	1.0	NW	1.1	NNW	0.3	W	0.1	CLM	0.4	SSW	2.6	SSE	3.4	SSE	3.4	SSE	2.2	SSE
7	3.7	SSW	2.5	S	2.5	SW	1.8	NNW	0.8	S	1.1	E	0.7	W	1.5	WSW	3.1	NW	4.5	S	3.3	SE	3.3	SE	2.8	E
8	3.8	NW	2.5	NNW	1.0	SW	1.2	NNE	1.4	W	1.0	SW	1.5	WNW	1.5	WNW	3.6	ENE	4.9	ENE	2.9	E	2.9	E	2.2	ENE
9	5.1	NW	5.4	NW	3.2	NNW	1.3	SW	1.6	NNW	1.9	NW	1.7	NNW	1.0	NNW	3.8	ENE	2.6	E	1.3	SE	1.3	SE	1.9	SE
10	0.8	W	0.2	CLM	0.7	W	0.6	SW	1.3	WSW	2.1	W	0.8	WNW	0.4	ENE	2.9	NW	2.5	SSE	0.7	SE	0.7	SE	4.1	E
11	1.2	NNW	3.7	NW	4.3	N	3.3	WNW	2.5	SW	1.3	NNW	0.4	W	1.0	SSE	0.7	SW	0.7	N	1.7	ESE	1.7	ESE	5.6	W
12	6.4	WNW	6.6	WNW	5.8	NW	5.3	NW	5.0	NW	4.8	NW	1.7	WSW	0.7	S	0.3	WSW	2.1	ENE	2.5	E	2.5	E	0.9	E
13	1.3	NE	1.1	WSW	1.1	ENE	1.9	WNW	4.0	S	1.9	ENE	1.7	SE	1.6	NE	2.7	NNW	4.7	N	6.8	N	6.8	N	5.7	N
14	6.3	N	9.0	N	6.9	NNW	6.8	N	7.8	NNW	6.9	NNW	6.8	NNE	6.0	NNW	6.8	N	7.9	N	8.1	N	8.1	N	7.2	NNE
15	1.2	W	1.3	SW	1.1	N	1.3	WNW	1.3	NW	0.5	ENE	0.7	E	1.4	SE	1.6	SE	1.7	SSE	3.7	SSE	3.7	SSE	4.6	SE
16	3.8	NW	7.0	W	2.0	W	2.0	NNW	2.2	WNW	3.0	E	5.1	WNW	3.5	S	8.0	S	4.7	S	4.3	SSE	4.3	SSE	8.1	SSE
17	1.0	NW	0.8	S	0.8	NW	0.8	NW	0.7	NNW	0.9	WNW	1.0	E	0.1	CLM	4.1	NE	5.6	NE	4.9	NE	4.9	NE	4.0	NE
18	1.3	NNE	2.2	NNW	3.6	NNW	4.7	NNW	3.4	NNW	4.0	NNW	4.8	NNW	5.2	NNW	4.7	N	5.4	N	5.0	NNE	5.0	NNE	5.7	NNE
19	1.3	NW	0.8	WNW	1.0	NW	1.3	W	0.7	NE	1.2	W	0.3	S	0.1	CLM	1.1	E	1.7	ESE	1.9	SE	1.9	SE	1.9	SE
20	1.2	NW	1.0	NW	0.5	W	1.0	N	1.0	N	1.3	NNW	1.9	NW	1.9	S	0.4	E	2.5	NE	2.5	NE	2.5	NE	3.1	NE
21	1.7	N	2.5	NW	2.5	NNW	2.6	NW	2.0	NW	2.1	NNW	3.1	N	2.5	NNW	4.1	N	5.1	NE	4.3	NE	4.3	NE	5.5	NE
22	1.9	NW	2.5	WNW	2.8	N	0.9	NW	2.0	NW	2.2	NW	1.6	WNW	1.1	NNW	1.5	ESE	2.6	S	0.8	SSE	0.8	SSE	1.0	ESE
23	1.4	NW	2.5	NW	2.4	NW	2.9	NNW	3.1	NW	3.1	NW	2.8	NNW	3.1	N	5.1	N	5.4	NNW	7.0	NNE	7.0	NNE	7.1	NNE
24	2.7	NW	3.4	NNW	3.2	NNW	3.1	NNW	3.2	NW	3.5	NNW	3.8	NNW	3.6	N	4.1	N	6.1	N	6.5	NNE	6.5	NNE	5.9	N
25	4.0	NW	3.4	NW	4.0	NNW	4.2	NW	4.1	NW	3.4	N	4.6	N	5.5	NNW	6.8	NNW	6.0	N	6.9	NNE	6.9	NNE	7.1	N
26	3.7	N	3.6	NNE	3.7	NNW	3.6	N	3.8	NNW	2.6	N	4.9	N	5.8	NNW	5.4	N	7.6	NW	6.6	N	6.6	N	7.2	NNW
27	3.6	NNW	4.6	NNW	3.7	NNW	4.2	NW	3.8	NNW	5.2	NNE	4.4	N	3.1	NW	3.0	NNW	3.4	N	4.7	NNW	4.7	NNW	6.9	NE
28	0.9	WNW	1.9	SSW	1.3	WNW	1.3	W	1.4	WNW	2.0	S	3.2	SW	3.0	S	2.5	SSE	3.2	SE	3.4	SE	3.4	SE	3.3	SSE
29	1.2	SSW	1.3	WNW	0.8	N	1.0	WNW	1.8	ESE	1.6	NW	2.0	ESE	2.2	SE	1.7	ESE	3.0	E	2.3	SE	2.3	SE	2.5	ESE
30	1.9	WNW	1.9	W	1.9	W	2.3	W	1.3	W	1.0	NW	0.9	ESE	0.7	SSE	-	-	0.3	ESE	1.5	SSE	1.5	SSE	1.9	SSE

Table A.2.3.1 (continued)

HOURLY WIND SPEED AND DIRECTION

Jun. 1982

Day	13HR		14HR		15HR		16HR		17HR		18HR		19HR		20HR		21HR		22HR		23HR		24HR	
	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD
1	5.9	NNW	5.1	NNE	5.3	N	4.3	N	4.5	N	3.8	N	3.7	N	2.7	NNW	2.8	NNW	2.5	NW	1.9	NW	1.4	NNW
2	3.7	SE	4.0	SE	3.4	SE	2.6	SE	1.6	ESE	2.0	ENE	1.9	ENE	2.9	NNE	4.2	NNW	4.3	NNW	3.8	NW	2.8	NW
3	2.5	SSW	3.0	SSW	4.2	SSE	5.7	SSE	5.9	SSE	6.2	SSE	4.4	SSW	4.0	S	1.4	SSW	0.8	N	1.0	WSW	3.4	WNW
4	4.5	SW	7.5	N	8.6	N	6.5	NNE	8.9	N	7.4	NNW	5.8	NNW	3.9	NW	3.7	NW	3.6	NW	2.9	N	2.1	NW
5	6.3	NE	5.8	NE	5.1	NNE	4.5	NE	3.5	ENE	2.2	ENE	0.6	SW	0.9	S	1.4	SW	1.7	SSW	2.6	SW	3.5	SW
6	1.8	SSW	2.8	S	2.3	S	2.1	SSE	3.9	SSE	1.9	S	3.1	SSW	2.4	SSW	0.7	W	1.0	W	1.3	WSW	1.9	SW
7	2.2	ENE	3.1	ENE	2.8	ENE	3.1	ENE	1.6	ENE	0.6	NW	0.2	CLM	1.5	NNW	2.0	NNE	4.2	NNW	1.5	NW	3.4	NNE
8	2.5	ENE	2.0	E	4.0	NE	5.7	ENE	5.4	NE	2.8	N	4.9	NNW	5.4	NW	3.1	SSW	3.2	NNW	3.8	NNW	4.9	NW
9	3.4	SSE	3.6	SSE	3.4	S	3.4	SSW	2.9	SSE	4.6	SSE	4.3	S	4.0	S	4.2	S	3.2	SSW	2.7	SSW	1.6	S
10	3.7	ENE	1.6	SSW	0.5	NE	0.7	SSW	0.7	ESE	0.6	ESE	0.7	E	0.4	ENE	0.7	ENE	1.9	WNW	1.0	NNE	0.8	SSE
11	4.3	SSE	3.1	NNW	4.9	NE	1.8	ENE	1.3	S	1.3	SW	1.0	S	0.7	S	0.9	ENE	0.9	ENE	4.7	WNW	5.4	WNW
12	2.8	E	0.5	SW	1.3	S	0.5	ESE	0.4	NE	1.7	NNE	1.0	N	1.0	NNW	1.1	NE	1.4	SE	1.1	NE	1.9	SW
13	4.3	NE	5.2	NE	3.2	ENE	0.3	ESE	2.6	NNW	5.1	NNW	7.9	ENE	4.6	NNE	5.5	NNE	7.4	NNE	8.1	N	8.1	NNE
14	6.4	NNE	5.5	NNE	4.6	NNE	5.3	N	5.8	NNE	2.5	NW	1.9	NNE	1.3	WNW	1.3	W	1.8	SW	1.1	WNW	0.8	W
15	7.5	SSE	1.1	SE	9.2	SSE	9.5	SSE	9.4	S	4.7	SSW	2.3	SSW	1.0	SSW	0.8	W	0.9	W	2.4	W	2.9	W
16	7.6	SSE	7.6	SSE	4.1	SSW	3.1	SW	4.6	S	3.1	SSW	1.0	WSW	0.7	SSE	0.6	NW	0.7	NW	0.2	CLM	1.1	NNW
17	3.2	NE	1.6	ENE	1.7	E	2.4	ENE	3.1	ENE	1.8	ENE	1.1	ENE	2.2	N	5.0	NW	3.0	N	3.7	NNW	3.3	NNW
18	5.4	N	6.3	NNE	5.8	NE	5.1	NNE	4.6	NNE	3.3	NNE	3.7	NE	1.0	NNW	1.8	NNW	1.9	NNW	1.9	NW	1.3	NW
19	2.6	SSE	3.1	SSE	2.9	S	2.7	S	1.6	S	2.2	SSW	0.5	W	0.4	S	0.5	NNW	1.0	N	0.7	NW	0.8	WNW
20	2.2	E	2.2	ESE	2.6	ENE	3.1	NE	2.3	N	1.7	N	2.5	N	2.4	NNE	2.1	NNE	1.9	NNE	2.8	N	2.3	NW
21	5.1	NE	5.1	ENE	4.3	NE	4.0	ENE	3.0	ENE	2.3	ENE	3.0	NE	1.5	NW	1.6	N	1.4	NW	1.6	N	1.0	WNW
22	3.7	ENE	2.7	E	2.4	ENE	2.6	E	2.1	NE	1.3	NNE	1.9	ESE	1.1	N	2.0	N	1.0	NW	1.7	NW	3.1	NW
23	6.9	N	7.9	NE	7.8	NE	6.8	NE	5.8	NE	4.9	NE	4.4	NNE	2.6	N	1.7	NNW	2.2	NNW	1.1	NNW	2.5	WNW
24	5.4	NE	6.9	NNE	6.0	N	7.0	NNE	7.5	N	5.1	N	5.1	NNW	5.2	NNW	4.2	NNW	5.6	N	5.2	NNE	5.4	NNE
25	6.7	NNE	7.8	N	9.9	NNW	10.2	N	10.1	NNE	9.8	NNW	9.1	NNW	7.0	N	5.2	NNW	5.1	NNW	4.9	NNW	3.7	NNW
26	7.6	N	6.4	NNW	7.9	NNW	7.4	N	7.1	NNE	5.4	NNW	4.6	NNE	4.0	NNW	4.7	N	4.0	NNE	3.3	NNW	3.4	NNW
27	7.4	NNE	5.7	NNE	5.2	NE	4.2	NE	2.8	NE	2.5	NE	2.5	NE	0.9	ENE	0.7	NW	1.5	W	1.6	NNW	1.4	WNW
28	3.4	SE	2.5	SE	1.9	SE	1.8	ESE	1.7	E	1.9	E	1.3	ESE	1.9	ESE	2.3	ESE	2.2	SE	2.4	SE	2.9	SW
29	2.4	E	2.1	ENE	2.1	ENE	1.9	ESE	2.1	ESE	1.4	SE	1.2	S	1.0	SSE	1.9	W	2.2	WNW	1.6	NW	0.8	SSW
30	1.3	ESE	2.0	SE	2.8	SE	2.8	SSE	3.5	SSE	3.0	S	2.5	SSE	2.7	SSW	2.2	SW	1.5	W	0.9	WNW	0.8	W

Table A.2.3.1 (continued)

HOURLY WIND SPEED AND DIRECTION

Jul. 1982

Day	1HR		2HR		3HR		4HR		5HR		6HR		7HR		8HR		9HR		10HR		11HR		12HR	
	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD
1	0.7 W	0.7 WNW	0.7 NW	0.7 W	0.5 NNW	0.7 NW	0.7 NW	0.7 SSW	1.3 S	1.3 S	1.3 S	0.7 SSW	0.7 S	1.3 S	1.3 S	1.3 S	1.1 S	1.6 SSE	1.6 SSE	2.4 SSE	2.4 SSE	3.4 SE	3.4 SE	
2	1.9 SSW	2.4 S	2.7 SSW	2.7 SSW	2.2 SSW	2.7 SSW	2.7 SSW	1.9 SSW	1.3 S	1.0 SSE	0.8 SSW	1.4 SE	1.4 SE	0.8 SSW	1.4 SE	1.4 SE	0.8 SSW	1.4 SE	1.4 SE	3.4 SE	3.4 SE	2.8 ESE	2.8 ESE	
3	2.8 NNW	2.5 NW	3.2 WNW	2.5 NW	2.9 NW	3.1 NNW	2.8 NW	2.5 NW	2.8 NW	1.2 ENE	2.3 NE	2.6 ENE	2.3 NE	2.6 ENE	2.3 NE	2.6 ENE	2.3 NE	2.6 ENE	2.3 NE	2.8 ENE	2.8 ENE	1.6 SE	1.6 SE	
4	2.6 NW	2.5 NW	2.8 NW	2.5 NW	2.2 NW	2.0 NNW	2.0 NNW	2.0 NNW	2.0 NNW	4.7 NE	5.4 ENE	4.7 NE	5.4 ENE	4.7 NE	5.4 ENE	4.7 NE	5.4 ENE	4.7 NE	5.4 ENE	4.9 SE	4.9 SE	5.1 ENE	5.1 ENE	
5	1.0 NNW	0.7 WNW	0.7 W	0.8 W	0.8 W	0.7 WSW	1.0 S	1.7 SSE	4.2 SSE	4.2 SSE	4.9 SE	4.2 SSE	4.9 SE	4.2 SSE	4.9 SE	4.2 SSE	4.9 SE	4.2 SSE	4.9 SE	4.9 SE	4.9 SE	5.7 SSE	5.7 SSE	
6	2.6 SSW	2.7 SSW	2.2 S	2.9 SSW	3.2 SW	2.5 NNW	1.6 N	1.8 N	3.7 ENE	1.8 ESE	1.8 ESE	3.7 ENE	1.8 ESE	1.8 ESE	3.7 ENE	1.8 ESE	3.7 ENE	1.8 ESE	3.7 ENE	1.8 ESE	1.8 ESE	2.2 SE	2.2 SE	
7	3.1 SSW	2.7 SSW	0.4 N	1.3 W	0.4 NW	1.0 NNW	2.2 NNW	1.4 W	6.0 NE	6.3 NE	5.8 NE	6.0 NE	6.3 NE	5.8 NE	6.0 NE	6.3 NE	5.8 NE	6.0 NE	6.3 NE	6.3 NE	6.3 NE	5.8 NE	5.8 NE	
8	0.7 NW	1.3 N	2.5 N	2.3 NW	2.7 WNW	2.4 NW	0.6 N	1.4 WSW	1.4 SSE	2.7 NE	4.9 ENE	2.7 NE	4.9 ENE	2.7 NE	4.9 ENE	2.7 NE	4.9 ENE	2.7 NE	4.9 ENE	4.9 ENE	4.9 ENE	4.6 NE	4.6 NE	
9	0.8 NNW	2.3 W	0.5 WNW	0.8 WNW	1.6 W	1.0 NNE	0.8 WSW	1.1 SSW	1.0 E	0.7 ENE	1.3 ESE	1.0 E	0.7 ENE	1.3 ESE	1.0 E	0.7 ENE	1.3 ESE	1.0 E	0.7 ENE	1.3 ESE	1.3 ESE	1.4 E	1.4 E	
10	0.4 NNW	1.2 W	0.9 NNW	1.2 WNW	0.7 NNW	0.7 WSW	0.7 ENE	1.8 E	1.4 ESE	3.7 SE	8.4 SSE	1.4 ESE	3.7 SE	8.4 SSE	1.4 ESE	3.7 SE	8.4 SSE	1.4 ESE	3.7 SE	8.4 SSE	8.4 SSE	6.1 SSE	6.1 SSE	
11	8.0 S	7.2 SSE	8.4 SSE	6.2 S	9.0 S	6.8 S	8.3 SSE	5.8 SSE	1.6 S	2.2 SSW	1.2 ESE	1.6 S	2.2 SSW	1.2 ESE	1.6 S	2.2 SSW	1.2 ESE	1.6 S	2.2 SSW	2.2 SSW	2.2 SSW	1.2 ESE	1.2 ESE	
12	2.3 W	2.2 WSW	1.4 W	2.0 W	2.2 SW	0.8 S	1.9 SSE	0.4 NW	1.6 SW	4.5 SSE	5.0 SSE	1.6 SW	4.5 SSE	5.0 SSE	1.6 SW	4.5 SSE	5.0 SSE	1.6 SW	4.5 SSE	5.0 SSE	5.0 SSE	4.0 SSW	4.0 SSW	
13	3.0 S	1.5 SW	0.7 NW	0.2 CLM	1.0 W	1.3 NE	0.7 W	0.6 WSW	1.0 ESE	3.2 NE	4.4 NE	0.6 WSW	1.0 ESE	3.2 NE	4.4 NE	0.6 WSW	1.0 ESE	3.2 NE	4.4 NE	4.4 NE	4.4 NE	1.6 SW	1.6 SW	
14	1.0 SE	1.1 S	1.2 E	1.7 SSE	0.4 ENE	0.7 E	0.5 NW	2.2 NE	1.5 NNE	2.2 E	1.2 ENE	2.2 E	1.5 NNE	2.2 E	1.2 ENE	2.2 E	1.5 NNE	2.2 E	1.2 ENE	2.2 E	1.2 ENE	2.7 NNW	2.7 NNW	
15	5.3 N	4.0 NNW	4.6 NW	4.4 N	4.3 NNW	4.6 N	5.1 NNW	5.2 N	6.1 NNE	6.9 NNE	6.2 NNE	6.1 NNE	6.9 NNE	6.2 NNE	6.1 NNE	6.9 NNE	6.2 NNE	6.1 NNE	6.9 NNE	6.9 NNE	6.9 NNE	6.2 NNE	6.2 NNE	
16	1.9 SSE	3.1 SSE	3.1 SSE	2.5 SSE	2.5 SE	1.0 ENE	2.0 NE	1.3 N	1.6 NE	1.6 ENE	2.8 NE	1.6 NE	1.6 ENE	2.8 NE	1.6 NE	1.6 ENE	2.8 NE	1.6 NE	1.6 ENE	2.8 NE	2.8 NE	4.3 ENE	4.3 ENE	
17	1.3 W	1.7 NW	1.3 S	1.1 N	0.6 W	1.6 WSW	0.1 CLM	0.7 W	3.1 S	1.9 SSW	5.3 SE	3.1 S	1.9 SSW	5.3 SE	3.1 S	1.9 SSW	5.3 SE	3.1 S	1.9 SSW	5.3 SE	5.3 SE	6.1 SSE	6.1 SSE	
18	3.5 S	1.5 SSW	3.5 S	2.0 S	1.9 S	1.0 NNW	1.1 NNW	0.8 WNW	0.9 SW	0.9 W	0.8 E	0.9 SW	0.9 W	0.8 E	0.9 SW	0.9 W	0.8 E	0.9 SW	0.9 W	0.8 E	0.8 E	3.2 SSE	3.2 SSE	
19	0.7 W	1.0 NW	1.3 WNW	0.9 NNE	1.7 N	1.0 E	0.8 S	1.2 WSW	0.2 CLM	2.1 ENE	4.0 ENE	2.1 ENE	4.0 ENE	2.1 ENE	4.0 ENE	2.1 ENE	4.0 ENE	2.1 ENE	4.0 ENE	4.0 ENE	4.0 ENE	1.8 SE	1.8 SE	
20	1.2 WSW	1.0 NNW	1.1 WNW	2.3 WNW	3.9 NW	4.1 NW	2.9 SSW	1.0 WSW	0.4 ESE	1.0 SE	1.0 SSE	1.0 SE	1.0 SSE	1.0 SE	1.0 SSE	1.0 SE	1.0 SSE	1.0 SE	1.0 SSE	1.0 SSE	1.0 SSE	0.6 SSW	0.6 SSW	
21	1.1 E	0.6 NW	0.6 NNE	1.0 WNW	1.4 WNW	1.0 NE	1.6 E	0.7 NNE	3.5 NE	4.7 ENE	2.3 ENE	1.6 E	0.7 NNE	3.5 NE	4.7 ENE	2.3 ENE	1.6 E	0.7 NNE	3.5 NE	4.7 ENE	2.3 ENE	2.7 ENE	2.7 ENE	
22	0.7 ESE	0.3 NNE	0.2 CLM	0.8 NNW	2.3 SSE	1.1 WNW	2.3 WNW	1.2 SSW	1.0 SE	1.6 S	1.1 WSW	1.6 S	1.1 WSW	1.0 SE	1.6 S	1.1 WSW	1.0 SE	1.6 S	1.1 WSW	1.0 SE	1.1 WSW	0.6 SSW	0.6 SSW	
23	1.6 S	0.9 ESE	0.3 W	0.5 SE	0.8 SSE	0.4 W	1.3 SW	1.8 SSE	1.3 ESE	2.3 ESE	2.6 SSW	1.3 SW	1.8 SSE	1.3 ESE	2.3 ESE	2.6 SSW	1.3 SW	1.8 SSE	1.3 ESE	2.3 ESE	2.6 SSW	2.3 SW	2.3 SW	
24	4.0 NE	3.7 NNE	3.6 NNE	6.4 NE	3.0 NNE	2.5 NNE	4.0 NNE	4.8 NNE	5.3 NE	4.7 NE	6.4 NE	4.7 NE	5.3 NE	4.7 NE	6.4 NE	4.7 NE	5.3 NE	4.7 NE	6.4 NE	6.4 NE	6.4 NE	5.4 NNE	5.4 NNE	
25	5.7 NNW	4.1 N	4.3 N	5.3 N	4.0 NNW	4.4 N	4.5 NNW	3.4 NNE	4.2 NNE	4.1 NE	3.7 NNE	4.1 NE	3.7 NNE	4.2 NNE	4.1 NE	3.7 NNE	4.2 NNE	4.1 NE	3.7 NNE	3.7 NNE	3.7 NNE	4.5 NNE	4.5 NNE	
26	0.2 CLM	0.8 NW	0.7 NW	1.3 N	0.1 CLM	0.4 ENE	1.1 N	0.7 S	1.0 E	1.0 S	1.1 SSE	1.0 S	1.1 SSE	1.0 E	1.0 S	1.1 SSE	1.0 S	1.1 SSE	1.0 S	1.1 SSE	1.1 SSE	1.9 SSW	1.9 SSW	
27	1.6 NW	1.5 SSW	1.4 N	2.2 NE	3.9 NE	3.4 NNE	2.9 N	0.9 NW	1.0 ESE	1.6 ESE	1.9 ESE	1.0 ESE	1.6 ESE	1.9 ESE	1.0 ESE	1.6 ESE	1.9 ESE	1.0 ESE	1.6 ESE	1.6 ESE	1.9 ESE	0.2 CLM	0.2 CLM	
28	3.9 N	3.8 N	1.3 WNW	0.4 ENE	2.8 NNW	2.8 N	6.0 NNE	3.5 NW	1.9 SSW	1.8 S	2.4 ENE	1.9 SSW	1.8 S	2.4 ENE	1.9 SSW	1.8 S	2.4 ENE	1.9 SSW	1.8 S	2.4 ENE	2.4 ENE	3.7 NE	3.7 NE	
29	2.2 NNW	2.4 WNW	0.7 NNW	1.3 NW	3.5 NNW	3.7 N	2.1 NNW	1.6 NW	2.5 NNW	3.5 N	2.9 NNE	2.5 NNW	3.5 N	2.9 NNE	2.5 NNW	3.5 N	2.9 NNE	2.5 NNW	3.5 N	2.9 NNE	2.9 NNE	3.4 NNE	3.4 NNE	
30	2.4 NW	1.9 W	0.8 N	0.7 S	2.9 S	3.6 SSW	1.9 SSE	1.1 NW	2.2 E	2.3 ESE	-	2.2 E	2.3 ESE	-	2.2 E	2.3 ESE	-	2.2 E	2.3 ESE	-	-	-	-	
31	4.3 S	1.1 N	0.4 NE	1.1 W	2.2 NW	2.0 NNW	0.8 NNW	1.4 NE	1.3 NE	1.9 NNW	3.1 NE	1.3 NE	1.9 NNW	3.1 NE	1.3 NE	1.9 NNW	3.1 NE	1.3 NE	1.9 NNW	3.1 NE	3.1 NE	4.0 NE	4.0 NE	

Table A.2.3.1. (continued)

HOURLY WIND SPEED AND DIRECTION

Jul. 1982

Day	13HR		14HR		15HR		16HR		17HR		18HR		19HR		20HR		21HR		22HR		23HR		24HR	
	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD
1	4.8	SSE	5.1	SSE	5.7	SE	5.8	SSE	4.6	SSE	3.0	S	2.3	SSE	1.9	SSE	2.2	SW	0.8	WSW	0.6	SSW	1.4	SSW
2	2.7	ESE	2.5	E	2.4	E	1.8	E	1.6	ENE	1.4	ENE	1.7	ENE	1.6	NE	1.2	NW	1.5	NNW	2.5	NW	2.5	NNW
3	1.9	ESE	1.4	SE	2.1	ENE	2.8	ENE	3.5	NNE	3.7	NNE	3.7	NNE	2.5	N	3.6	NNE	3.1	NE	1.6	NNW	2.1	NNW
4	4.2	ENE	3.7	ENE	4.0	ENE	3.4	ENE	3.0	NE	3.5	NE	2.4	NE	1.5	NNW	1.9	NW	2.5	NW	2.6	NNW	2.2	NW
5	4.0	SSE	5.1	SSE	5.5	SSE	5.1	SSE	5.8	SSE	5.9	SSE	6.4	SSE	3.7	S	2.6	SSE	3.2	SSW	1.1	NNW	0.8	SW
6	1.6	S	1.5	S	3.1	SSE	3.7	SSE	4.6	SSE	4.3	SSE	3.1	S	4.0	S	3.9	SSW	2.5	SSW	2.8	SW	0.7	S
7	3.7	NE	2.2	ENE	2.3	SE	1.4	S	1.2	E	1.8	SW	2.7	S	1.0	SSE	2.3	ENE	1.9	NNW	1.9	W	4.1	NW
8	3.8	ENE	4.9	ENE	3.1	ENE	1.0	S	1.0	ESE	1.7	S	0.5	SE	0.7	W	1.3	NE	1.6	W	0.5	NNW	0.7	NNW
9	1.6	ESE	1.4	SSE	1.5	SSE	1.3	S	1.2	SE	1.0	ESE	1.4	ESE	0.4	S	0.8	NNE	1.0	NNW	0.6	NNW	0.9	W
10	4.7	SW	7.8	SSW	2.8	SSW	7.8	S	9.2	S	11.0	SSE	11.2	S	9.4	S	6.0	SSW	9.3	SSE	6.9	SSW	6.2	S
11	1.8	E	1.0	N	6.9	WSW	2.7	WSW	5.7	WSW	2.5	WSW	2.5	W	5.0	NNW	6.0	W	8.4	W	5.6	W	4.1	W
12	4.0	S	3.4	E	3.7	NE	3.0	NNE	2.7	NE	4.3	NE	1.8	NNW	1.3	ENE	1.6	NNE	0.8	W	1.6	SSW	1.5	W
13	0.1	CLM	1.0	S	1.2	SW	1.4	SSW	1.3	S	0.5	SSE	0.9	S	0.7	W	0.4	SE	0.3	SE	1.5	ESE	1.0	E
14	3.4	NNW	3.4	NW	4.5	N	5.1	N	4.3	N	4.6	NNW	4.7	NNW	4.6	NNW	4.9	NW	5.5	N	5.4	N	4.1	N
15	5.4	NNE	3.0	NNE	4.6	NE	3.9	NNE	1.6	NE	1.6	NNE	1.1	N	0.4	W	1.0	NW	1.0	NNW	0.5	SSE	2.0	S
16	4.1	N	4.7	NNW	6.3	N	5.0	NNW	3.4	N	5.7	NNW	5.1	NNW	3.9	NNW	4.3	NNW	1.6	WSW	1.0	SSE	1.6	ENE
17	7.4	SSE	6.1	S	3.1	S	4.3	SSE	8.0	SSE	5.3	S	5.1	S	1.6	W	1.3	SSW	0.8	N	3.1	NE	0.8	WSW
18	3.0	SSE	3.5	SE	4.5	NNW	3.2	S	1.3	SSE	2.5	WSW	2.5	SW	3.9	WSW	2.0	ESE	1.0	NNE	2.0	NE	1.1	NNE
19	0.4	ENE	2.0	SSE	1.6	SSW	3.5	S	1.9	S	3.1	SSW	2.4	S	0.7	WSW	1.8	NNW	1.6	NE	0.5	NNE	1.0	NW
20	0.6	SSW	1.2	S	2.4	SSW	1.5	SSW	1.4	SSW	0.6	S	1.9	SSE	1.1	S	0.7	NNW	0.8	NNW	1.0	SW	0.8	NNW
21	3.1	NE	1.9	ESE	1.9	S	0.7	SSE	1.3	SSE	1.7	WSW	0.7	SE	1.8	WSW	0.3	NW	0.4	N	0.4	NNW	0.3	W
22	0.7	SW	2.2	SSW	2.4	S	1.6	SW	2.9	SSE	4.3	SSW	3.9	S	4.2	S	2.5	SSW	1.9	SW	0.5	SSW	1.7	SSW
23	0.7	WSW	1.0	E	4.3	ENE	4.0	NNE	4.0	ESE	1.9	E	0.8	E	4.9	E	5.4	ENE	3.6	NE	4.0	NNE	4.4	NE
24	7.2	NNE	6.4	NNE	5.7	NNE	4.9	N	5.1	NNE	6.1	N	5.4	N	5.7	N	5.8	N	5.1	NNW	5.1	NNW	5.5	N
25	4.7	NE	4.5	NE	2.7	NE	2.8	NNE	2.5	NNE	2.2	NE	1.6	NNW	2.2	NNE	2.0	NNE	1.0	NE	2.2	ENE	1.2	ENE
26	6.9	SSE	5.2	W	2.0	E	1.3	SSW	1.0	WSW	1.4	SE	1.7	NNE	0.9	E	1.9	N	4.3	NW	4.3	N	1.6	NNW
27	1.1	E	2.8	NE	4.0	NE	2.7	N	1.9	N	2.7	N	3.9	N	4.0	NNW	3.8	N	3.5	N	2.8	NW	3.0	NNW
28	4.5	N	2.7	NNW	3.1	NNE	2.5	NE	3.4	N	1.9	NE	1.3	NNW	3.1	NNE	1.3	NNE	1.2	NNW	1.9	NNW	1.4	SSE
29	2.0	NNE	1.6	NNE	3.1	NE	2.0	ENE	1.3	ENE	1.2	NE	2.5	NNE	1.9	NNE	1.8	NNE	1.3	NNE	1.1	NNW	1.7	NW
30	-	-	1.9	SE	2.5	SE	2.4	SSE	1.6	ESE	1.0	S	1.3	SSW	2.7	SSW	1.2	SW	0.2	CLM	0.0	CLM	3.4	S
31	3.7	NE	1.5	NNW	1.6	NNW	0.8	ENE	1.1	N	0.3	N	0.8	NNW	1.6	NW	1.4	NW	1.9	NNW	2.5	NW	2.5	NNW

Table A.2.3.1 (continued)

HOURLY WIND SPEED AND DIRECTION

Aug. 1982

Day	1HR		2HR		3HR		4HR		5HR		6HR		7HR		8HR		9HR		10HR		11HR		12HR	
	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD
1	2.2	NNW	3.0	NNW	3.1	NNW	3.1	NNW	3.7	NNW	3.7	N	3.7	N	5.8	NNE	6.0	N	5.2	NNW	6.1	N	5.8	NW
2	6.7	NW	6.3	NNW	4.5	NNW	3.9	NNW	3.1	N	2.0	N	1.8	N	1.2	N	3.4	NNE	4.9	NNE	3.0	ENE	4.9	NE
3	0.9	W	0.7	WNW	0.7	S	2.1	WSW	1.0	NW	1.9	N	0.4	W	0.0	CLM	1.0	SSE	0.5	NE	0.8	ESE	1.2	SE
4	2.1	W	1.1	NE	0.6	NNW	0.2	CLM	1.1	SW	1.2	W	1.0	SSW	0.2	CLM	1.1	E	1.0	E	1.9	ENE	2.1	ENE
5	0.1	CLM	0.7	SW	1.0	W	0.1	CLM	0.6	NNW	0.7	NW	0.1	CLM	0.0	CLM	1.1	S	0.7	SE	1.3	SSW	1.7	S
6	1.1	E	2.2	E	1.9	WSW	1.1	WSW	0.6	ENE	3.7	WSW	5.9	WSW	2.2	SSE	4.4	SSW	2.4	SW	3.1	SW	2.0	SSE
7	0.4	SSW	0.4	WSW	1.3	NW	2.2	NNW	2.2	N	2.0	N	2.1	NNW	1.2	W	1.9	NNW	2.1	SSE	1.2	E	1.2	E
8	0.2	CLM	0.9	NNW	0.6	WSW	0.8	NNW	1.8	NW	0.7	NW	0.4	W	3.5	NE	4.4	NE	4.7	ENE	0.5	SSE	1.6	E
9	0.1	CLM	0.2	CLM	0.2	CLM	0.9	ESE	1.9	NNW	1.5	W	0.0	CLM	2.5	ENE	3.5	NE	3.7	ENE	3.8	ENE	4.8	NE
10	1.5	NW	1.4	WSW	1.2	NNE	1.0	NW	2.8	NW	1.0	SSW	1.0	WSW	1.3	ESE	0.0	CLM	1.4	ESE	1.7	S	1.7	SE
11	0.7	NNE	1.0	WNW	0.7	NW	0.6	NW	1.4	NW	2.9	NW	2.6	NW	1.0	NNW	5.1	NE	4.6	NE	6.0	NE	5.8	NE
12	1.9	ESE	2.0	SE	1.8	SE	3.0	SE	1.3	E	2.8	E	2.2	ESE	2.2	ENE	2.5	E	2.5	ENE	2.1	ENE	1.7	E
13	0.7	WNW	1.3	NNE	0.2	CLM	1.1	NNW	1.2	WNW	1.3	ENE	1.9	E	2.8	ENE	2.2	E	3.3	E	4.3	ESE	5.2	S
14	0.3	N	0.7	SE	3.9	SE	6.6	SSE	4.9	S	5.9	ESE	10.6	SSE	2.4	NE	3.2	ESE	10.1	S	9.3	S	8.1	SSW
15	5.6	S	4.8	S	4.6	SSE	4.5	S	5.9	S	6.6	S	7.3	SSW	3.4	S	6.9	SSE	6.1	SSE	4.3	SSE	3.1	SW
16	1.6	SSW	1.0	W	0.2	CLM	0.5	W	1.0	SW	2.6	WSW	0.7	N	3.6	NE	2.1	NE	2.2	E	3.5	NE	3.6	NE
17	0.6	NNW	0.5	NNE	2.9	N	1.6	NW	1.5	NNW	2.2	NNE	1.2	NNW	2.1	NE	0.5	E	2.3	ENE	1.3	NE	1.3	ESE
18	2.1	S	2.4	SSW	2.4	SSW	1.5	S	1.3	SW	0.8	NW	0.5	ENE	0.0	CLM	1.3	E	1.8	SSE	1.9	SSE	1.1	SE
19	2.6	SW	1.7	SW	0.3	SW	1.0	W	1.0	NE	0.7	ENE	1.2	W	0.2	CLM	2.7	ENE	1.3	E	1.0	E	2.9	ENE
20	2.2	W	0.6	NNE	1.6	W	2.1	ENE	0.4	NE	0.4	N	1.9	ENE	0.4	W	0.7	NE	1.0	ENE	0.9	WSW	1.3	E
21	1.5	WNW	1.0	NW	0.1	CLM	0.1	CLM	0.8	NNW	0.4	NNW	3.4	N	2.5	NNW	1.7	NNE	3.1	N	3.2	NNW	3.4	N
22	2.1	NW	1.5	NNW	1.5	NNW	3.0	NW	3.1	NNW	3.1	NNW	3.6	NW	4.7	NW	5.1	NNW	5.8	NNW	3.9	NNW	3.4	N
23	3.3	NNW	3.4	NW	4.1	NNW	3.4	NW	2.5	NNW	3.2	NW	3.7	NW	3.7	NW	3.7	NW	3.5	NW	5.7	N	3.4	NNE
24	4.0	NW	3.5	NW	3.9	NW	3.3	NW	4.2	NW	3.7	NW	4.5	NW	4.0	NNW	3.5	NNE	4.4	NNE	5.6	NE	5.5	NNE
25	3.7	NNW	4.0	NW	4.0	NW	4.6	NW	3.9	NNW	4.4	NNW	3.9	NW	4.3	NW	4.6	NNW	4.0	NNW	3.9	NNW	4.9	N
26	4.3	N	4.3	NNE	4.9	NNE	6.6	NNE	6.1	NNE	4.9	NNE	3.2	NNE	3.5	NNW	3.4	N	3.6	N	3.4	N	2.8	N
27	6.9	N	7.5	N	8.1	NNW	7.8	NNW	8.7	NNE	8.4	N	10.2	N	8.9	N	10.7	NNE	10.8	NNW	9.6	NNE	9.4	N
28	8.1	SSW	10.7	WSW	9.2	SSW	14.2	W	5.5	SSE	4.5	SW	8.9	WSW	11.5	W	11.6	WSW	11.4	WSW	9.2	WSW	9.4	SSW
29	4.6	NNW	4.2	WSW	6.1	WSW	3.4	SW	2.5	SSW	4.3	SW	2.9	SW	5.8	WSW	5.4	WSW	2.9	SW	3.1	SSW	5.1	WNW
30	2.1	NW	1.9	NW	3.8	NW	2.2	NW	1.1	N	1.8	NE	1.6	NE	1.5	S	0.6	SW	3.0	SSE	2.7	ESE	1.9	E
31	0.6	NNW	0.7	NNW	0.9	NNW	0.2	CLM	1.0	N	0.9	NNW	1.1	NNE	1.1	NNE	1.9	ENE	1.4	ENE	1.2	E	2.0	E

Table A.2.3.1 (continued)

HOURLY WIND SPEED AND DIRECTION

Aug. 1982

Day	13HR		14HR		15HR		16HR		17HR		18HR		19HR		20HR		21HR		22HR		23HR		24HR	
	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD
1	6.0	NNW	6.8	N	8.4	N	7.5	NNE	6.9	N	6.9	NNW	8.2	N	6.5	NNW	6.7	NW	6.0	NW	5.3	NNW	5.2	NNW
2	4.7	NNE	2.8	N	4.0	NE	3.0	NE	2.9	NE	1.0	SSE	3.4	S	3.5	S	4.1	SSW	3.4	SSW	0.7	W	1.0	NW
3	1.0	SSE	1.0	S	1.6	SSE	1.6	S	2.0	SSW	0.3	SW	0.7	S	0.6	NNW	0.3	NNW	0.8	W	0.4	NW	0.5	WNW
4	1.0	E	0.0	CLM	0.1	CLM	0.1	CLM	1.3	SE	2.0	SSE	1.6	S	0.4	N	0.4	NNE	0.4	NW	0.6	WSW	0.7	NW
5	1.6	S	1.9	S	1.8	SW	1.8	SSE	5.6	SSE	1.8	SSW	0.4	SE	0.4	WSW	1.1	SSE	0.3	ENE	1.9	S	2.1	WSW
6	3.7	SE	6.7	SSE	6.9	SSE	0.9	SSW	0.5	WSW	0.8	SW	0.7	SSW	0.1	CLM	0.7	W	0.4	W	1.8	SW	0.1	CLM
7	1.6	ENE	2.4	ENE	1.0	NE	2.0	ENE	1.0	ENE	1.0	E	1.3	S	2.2	SSW	0.7	WSW	1.5	W	0.1	CLM	0.9	NE
8	4.0	ENE	4.9	NE	3.4	NE	4.6	NE	3.8	NE	2.5	NE	1.4	NNE	0.6	NNE	0.4	WNW	1.0	W	1.8	WNW	0.2	CLM
9	5.8	NNE	5.5	NE	3.1	NE	3.2	ENE	2.4	ENE	1.1	ESE	0.6	SSW	1.9	WSW	0.6	N	1.5	ENE	0.8	NE	1.3	WNW
10	0.4	S	2.2	SSE	0.7	SE	2.0	SE	1.6	SSE	0.7	ESE	1.7	ESE	0.8	SSE	0.9	WNW	1.2	WNW	0.7	NW	0.8	WNW
11	5.8	NE	5.2	ENE	5.3	NE	4.2	NE	2.6	ENE	1.4	ENE	0.6	SE	1.5	ENE	3.5	ESE	2.4	ESE	1.3	ESE	2.1	E
12	2.7	E	2.8	E	3.1	E	2.5	NE	2.5	ENE	1.4	NNE	2.1	NNE	2.2	N	1.7	NW	1.7	NNW	1.3	NW	1.6	WSW
13	2.8	S	2.1	SSE	1.1	S	1.4	S	2.2	S	3.7	SSE	3.7	S	2.3	WSW	1.3	WNW	1.0	SSW	0.5	SSW	0.4	NNW
14	6.3	SSE	8.3	SSE	8.6	SSE	6.9	SSE	6.7	S	7.2	SSE	8.4	SSE	5.8	S	5.1	S	4.0	SSW	3.9	S	3.2	S
15	6.6	SW	7.5	SSW	6.6	S	5.1	SSW	3.1	SSE	4.3	WSW	6.6	WSW	4.5	SW	4.3	S	4.0	SSW	5.8	WSW	1.3	N
16	5.2	NE	4.6	NE	3.5	N	2.5	N	1.7	NNW	2.0	N	2.1	NW	1.1	N	1.0	NW	0.8	NNE	1.3	N	1.8	NNW
17	2.2	SW	1.5	S	1.6	SE	0.9	S	1.6	S	2.2	SSW	2.1	SSE	2.9	SSE	3.9	S	4.6	S	3.1	S	3.4	SSW
18	1.0	S	2.4	ESE	1.0	ESE	1.6	SSE	2.2	SSE	2.4	S	1.9	SW	1.6	S	2.3	S	2.2	SSE	2.6	SSW	3.3	SSW
19	2.8	ENE	2.2	E	1.8	E	1.2	SE	1.4	ESE	1.5	NE	0.4	ENE	0.8	WNW	1.9	NW	0.7	N	1.0	WNW	0.8	NNW
20	0.9	SE	4.1	SW	1.3	SSW	0.7	S	1.2	SSE	0.6	SSE	0.0	CLM	0.3	NE	5.4	NNW	2.1	NW	0.6	WSW	0.6	NW
21	3.1	NNW	3.1	NW	4.7	N	3.9	NNW	2.8	NNW	3.6	N	4.5	NNW	1.9	N	2.6	NNW	1.6	N	1.2	NW	2.3	NW
22	3.4	N	4.0	NW	4.0	N	4.0	N	3.7	N	4.0	NNW	3.8	NNW	3.7	NW	3.2	NNW	3.1	NW	2.2	NW	4.1	NW
23	4.4	NNE	3.1	N	4.3	N	3.8	N	2.6	N	2.2	N	2.2	NNW	4.0	NW	3.4	NNW	3.7	NNW	3.3	NW	4.3	NW
24	5.2	NNE	3.4	NNE	4.2	NE	3.4	NNE	3.1	N	2.3	N	2.8	NNW	3.3	NW	3.2	NW	3.9	NNW	3.4	NW	4.3	NW
25	5.0	N	6.3	NNW	5.4	NNW	6.0	NNW	5.9	NNW	5.1	NNW	4.9	NNW	6.3	NNW	5.8	NNW	5.5	NNW	4.5	NNW	4.0	NNW
26	4.3	N	4.4	N	4.3	N	4.6	N	4.0	NNW	4.2	N	4.3	N	4.6	N	4.9	NNW	5.6	N	6.4	N	6.4	N
27	8.4	NNW	7.8	NNW	8.3	NNW	7.5	NNW	7.5	NNW	7.5	NW	7.2	WNW	4.4	WSW	6.9	WSW	7.4	W	9.0	WSW	9.5	WSW
28	9.3	SW	7.8	SSW	4.0	W	2.8	SW	7.4	W	5.5	SW	5.7	SW	1.6	ESE	4.7	SW	6.3	WSW	5.4	SSW	5.1	SSW
29	4.5	WNW	5.4	W	5.1	W	2.8	WNW	4.6	WSW	3.5	WSW	1.9	W	2.5	W	1.0	W	3.4	W	1.4	NW	1.3	WNW
30	3.3	ENE	4.0	NE	2.7	NE	3.0	ENE	2.5	ENE	0.4	ESE	0.9	NW	1.0	NW	1.9	NNW	1.0	NNW	1.2	W	1.5	NW
31	2.8	NE	3.0	ENE	3.0	ENE	2.6	ENE	1.7	ENE	1.9	ENE	1.0	NNW	0.9	NW	0.9	NW	0.9	NW	0.8	WNW	2.3	NNW

Table A.2.3.1 (continued)

HOURLY WIND SPEED AND DIRECTION

Sep. 1982

Day	1HR		2HR		3HR		4HR		5HR		6HR		7HR		8HR		9HR		10HR		11HR		12HR	
	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD
1	1.7	NNW	0.7	NW	1.0	NW	0.2	CLM	0.9	NNW	0.6	NW	1.4	NW	0.2	CLM	2.3	ENE	3.8	NE	5.2	NE	4.3	NE
2	3.7	NNW	3.2	NNW	3.1	NNW	3.9	NW	3.7	NW	3.9	NNW	4.2	NNW	4.9	NNW	5.1	NNW	6.2	N	6.7	NNE	5.4	NNE
3	2.7	NW	3.4	NW	3.7	NNW	3.8	NW	3.4	NW	5.4	NNW	6.9	NNW	6.9	NNW	7.4	NNW	6.4	N	7.5	N	7.2	NNE
4	4.4	N	5.3	N	5.4	NNE	6.3	NNE	5.9	N	5.1	N	5.9	NNE	7.2	NNE	8.7	NE	8.6	NNE	8.3	NNE	7.3	NNE
5	2.9	NNW	4.2	NNW	4.0	NW	4.6	NW	4.3	NW	4.9	NW	4.3	NW	3.0	NNW	3.4	NNW	2.1	NE	2.4	NE	1.3	ENE
6	0.5	NNW	2.3	WSW	3.4	SW	2.4	W	0.9	NNW	3.0	W	1.6	W	1.2	SSW	0.4	S	3.3	SSW	4.1	WSW	5.4	WSW
7	3.9	NNW	0.4	NNE	1.2	NNE	3.7	NNW	3.7	NW	4.4	NW	3.9	NW	2.4	NW	1.8	WSW	2.8	E	2.2	ESE	3.4	ENE
8	0.7	NW	0.7	W	0.7	NW	2.3	NNW	1.4	W	2.7	NW	1.0	NW	0.9	NE	2.0	NW	0.3	ESE	1.1	SE	1.0	ESE
9	1.0	NNW	3.4	NNW	1.6	NE	1.0	NNW	1.4	NW	3.1	NNW	0.4	ESE	4.1	NW	2.5	NW	2.8	NNW	2.5	NNW	2.5	NW
10	2.8	NNW	2.2	NW	2.5	NW	1.4	NNW	2.0	NNW	1.5	NNW	0.7	W	0.4	W	1.1	SE	4.0	NE	5.3	NE	5.1	NE
11	2.2	NW	4.4	NW	3.9	NW	3.4	N	5.0	NW	4.0	NW	3.4	NW	3.3	NNW	4.7	NNW	5.1	NNE	5.8	NNW	7.3	NNE
12	4.9	NW	4.6	NNW	5.1	NNW	5.3	NNW	6.2	NNW	4.8	NNW	5.4	NNW	4.6	NNW	5.3	N	9.3	NE	8.7	NNE	8.6	NE
13	0.7	NW	0.1	CLM	1.0	NW	1.3	NNW	1.9	N	1.6	NNW	2.1	NNW	0.4	N	0.7	SSE	2.8	ENE	1.7	ESE	3.1	ESE
14	0.4	W	0.7	WNW	0.7	WNW	1.6	WNW	1.1	WNW	0.7	WNW	1.0	NW	1.3	ENE	2.5	ENE	3.2	E	2.5	E	3.3	ESE
15	3.1	NW	3.9	NW	3.9	NW	4.1	NW	4.5	NW	2.9	NNW	2.5	NNW	2.5	NW	1.9	ENE	3.2	ENE	3.6	ENE	3.7	ENE
16	2.2	NW	2.2	NW	1.2	WNW	0.7	WNW	1.0	NW	0.6	WNW	0.5	NW	0.1	CLM	0.2	CLM	1.3	ESE	2.3	ENE	2.4	E
17	2.8	NNW	1.4	NW	0.9	WNW	1.4	NW	2.2	NW	1.6	WNW	0.4	WNW	1.0	W	0.9	S	1.6	SSE	2.4	SE	2.5	SE
18	2.2	NW	2.8	NW	3.0	WNW	2.5	WNW	3.1	NW	3.7	NW	3.0	NW	2.3	NW	2.0	ENE	2.9	E	2.6	ENE	2.6	E
19	1.3	WNW	5.5	SSE	4.9	SE	5.2	ESE	3.7	E	2.8	WNW	3.7	NW	2.8	NW	2.2	NW	2.2	NNW	3.1	NW	2.0	N
20	2.5	NW	1.1	WNW	0.9	NW	1.1	WSW	1.0	WNW	1.7	N	1.0	NNW	0.3	W	1.2	SSE	2.1	SE	1.5	E	0.3	S
21	2.8	WNW	2.2	WNW	2.2	WNW	3.4	WNW	4.0	NNW	4.6	NNW	4.4	NNW	4.9	NNW	4.2	N	5.6	NE	6.8	NE	4.5	NE
22	4.7	NW	5.2	NW	4.9	NW	3.5	NW	3.7	WNW	3.1	NW	4.6	NNW	3.9	NNW	4.5	NNW	4.8	NNE	4.1	NNE	4.9	NE
23	3.7	NNW	3.2	NNW	3.6	NW	3.8	NNW	3.7	NNW	4.6	NNW	4.5	NNW	6.3	NE	7.0	NE	7.4	NNE	7.7	NNE	7.9	NNE
24	6.5	N	7.1	NNE	5.9	NNW	5.9	N	6.2	NNW	6.0	NNW	6.0	NNW	6.9	N	5.9	N	8.7	N	8.0	NNE	8.1	NNE
25	9.3	NNW	9.9	NNW	11.0	NNW	11.2	N	12.2	N	9.9	N	10.2	N	9.9	NNW	9.3	NNW	9.6	NNW	9.0	NNW	10.5	NNW
26	0.7	WNW	2.4	WNW	1.0	NW	1.6	WNW	1.4	NW	1.0	NNW	1.6	W	1.0	NE	1.2	SE	6.3	S	3.2	WSW	4.6	WSW
27	5.8	WSW	6.3	WNW	3.4	SW	4.1	WSW	3.0	W	3.3	SW	4.9	W	6.9	WSW	3.1	NW	1.6	ESE	7.3	W	5.7	WSW
28	3.5	W	5.2	WNW	8.7	NW	11.6	NW	7.5	WNW	1.3	NNW	1.4	SW	1.2	NE	2.8	WSW	2.8	WSW	1.3	W	4.3	W
29	2.3	NNW	1.6	WNW	3.1	NW	1.2	WNW	2.6	WNW	1.1	WNW	4.7	NW	4.2	NW	3.8	NW	1.2	NNW	1.0	SSE	2.1	SE
30	0.8	NNW	1.9	NW	1.9	NW	2.0	NW	3.6	NW	4.0	NW	3.4	NW	2.9	NW	1.3	W	1.6	SSE	1.6	SE	2.2	E

Table A.2.3.1 (continued)

HOURLY WIND SPEED AND DIRECTION

Sep. 1982

Day	13HR		14HR		15HR		16HR		17HR		18HR		19HR		20HR		21HR		22HR		23HR		24HR	
	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD
1	4.0	NE	3.7	NNE	3.4	NNE	4.9	NE	3.4	NNE	3.3	W	2.2	NNW	3.3	NW	3.4	NW	4.1	NNW	3.5	NW	4.0	NNW
2	6.2	NE	4.8	N	6.0	N	5.6	N	4.6	N	5.1	NNW	4.1	NNW	3.6	NW	3.6	NNW	3.1	NNW	3.4	NW	2.5	NW
3	8.5	N	8.4	N	7.5	NNW	7.5	N	6.4	N	5.2	N	5.1	N	6.2	NNW	5.7	NNW	5.0	NNW	5.0	NNW	4.7	NNW
4	7.5	NNE	6.7	NE	7.7	NE	4.9	NNE	5.6	N	5.2	NE	4.8	NE	5.8	NNE	5.0	NE	4.1	NE	3.0	ENE	2.5	NW
5	1.0	ENE	1.7	NE	1.1	ENE	0.7	NE	0.4	W	1.0	SW	1.8	WNW	1.3	W	2.2	WNW	1.9	W	1.3	WSW	0.9	W
6	5.3	WSW	3.1	WSW	7.0	SSE	4.4	SE	6.8	S	6.4	SSW	2.5	SW	0.8	WNW	2.7	W	3.5	W	4.9	WSW	1.1	WSW
7	3.0	E	2.2	E	2.2	E	2.8	E	1.5	E	1.3	ESE	1.0	WNW	1.0	NW	1.8	NW	1.6	WNW	0.6	NW	0.4	NW
8	0.4	NE	1.0	NE	1.9	NNW	1.1	NNW	0.7	WNW	1.3	WNW	2.3	NW	2.0	NW	2.6	WNW	1.6	W	1.0	WSW	1.1	WNW
9	2.2	NNW	2.4	N	1.9	N	2.9	N	2.4	N	2.0	NNW	1.7	NNW	3.4	NW	1.9	WNW	2.5	NW	1.1	WNW	1.3	NNW
10	3.9	ENE	3.5	ENE	3.0	ENE	1.3	ENE	0.5	ESE	1.3	S	1.0	NW	1.3	NNW	1.0	NW	0.9	NW	1.0	WSW	2.5	NNW
11	7.0	NE	6.9	NNE	6.0	N	6.4	NNE	5.1	N	5.7	NNW	5.1	NNW	4.2	NW	4.9	NW	3.5	NNW	3.8	NNW	4.8	NW
12	7.0	NNE	5.6	NNE	7.4	NE	6.2	NNW	4.7	N	3.3	NNW	2.5	NW	3.9	WNW	4.4	WNW	4.1	NW	3.4	NW	1.6	WNW
13	2.3	SSE	2.1	SSE	2.7	SSE	2.5	S	1.9	SSE	3.8	S	1.1	NW	1.0	WSW	1.1	W	0.4	WNW	0.7	W	0.8	NW
14	3.1	ESE	3.6	E	3.2	E	2.2	ENE	2.4	ENE	1.8	ESE	2.2	E	2.4	E	2.5	E	2.6	E	2.2	E	2.1	NNW
15	3.2	E	2.9	ENE	2.4	E	2.7	ESE	2.3	E	1.9	ESE	1.8	ENE	1.5	ENE	0.8	WNW	1.5	NW	1.7	NW	2.0	NW
16	3.2	ENE	3.2	E	2.4	ESE	1.6	E	1.6	E	1.9	ESE	1.6	WSW	1.3	NW	1.6	WNW	1.9	NW	1.6	WNW	1.6	NW
17	3.4	SE	3.2	SE	2.9	SE	3.0	SSE	2.4	SSE	2.3	SE	2.2	ESE	1.1	NNW	2.0	NNW	1.4	WNW	1.4	NW	2.2	NNW
18	3.1	E	2.9	E	3.7	E	4.8	ESE	3.9	ESE	3.2	E	4.7	ESE	4.7	SE	3.1	SE	3.0	SE	6.3	SSE	3.8	SW
19	2.5	S	3.7	NW	3.3	N	3.1	NNW	2.4	N	1.7	NW	2.1	NNW	2.8	NW	2.9	NW	3.3	NW	2.8	NW	2.0	NNW
20	4.2	SE	7.2	SE	5.3	S	4.9	SW	3.9	SW	-	-	4.6	WSW	7.2	W	9.6	W	3.8	W	3.2	WSW	3.0	WNW
21	3.1	ENE	2.8	ENE	1.8	ESE	1.3	SSE	2.2	SSE	2.5	SSW	1.4	WSW	1.7	NNW	3.4	NNW	4.4	NW	4.4	NW	4.1	NW
22	4.6	NNE	4.1	ENE	3.1	NNE	3.1	NNE	2.4	NNE	2.2	NNW	3.4	NW	2.9	NNW	3.1	NW	3.1	NNW	3.1	NNW	3.5	NNW
23	9.1	NNE	9.2	NNE	9.6	NNE	8.5	NNE	8.5	NNE	7.9	NE	7.9	NNE	6.9	NNE	5.6	N	6.2	N	6.0	N	7.5	N
24	8.1	N	8.9	NNW	7.8	N	8.4	N	7.9	NNE	7.9	N	9.3	N	9.3	NNE	8.8	N	8.2	N	9.8	N	7.8	NNW
25	10.3	NNW	9.3	NNW	9.9	NW	8.7	NW	3.4	NW	3.2	NNW	2.4	WNW	0.6	NNW	1.6	W	0.9	WSW	0.7	NE	1.6	W
26	9.2	W	5.1	W	5.5	SW	6.0	SSW	3.5	SW	2.4	SW	4.1	SSW	5.1	SSW	5.3	SW	4.5	SSW	4.5	SW	4.1	W
27	5.1	S	3.3	SSW	6.9	SSW	3.7	WSW	6.7	WSW	3.7	WSW	3.4	SW	3.0	W	1.2	W	6.3	SW	4.6	W	3.6	WNW
28	3.6	SSW	4.8	SSW	5.4	SSW	5.5	SSW	5.5	SSW	4.5	WSW	0.7	SSE	1.3	NW	3.8	WSW	5.7	WNW	1.2	NE	1.1	NW
29	3.5	SE	4.6	SE	5.7	SE	7.2	ESE	3.7	WNW	4.7	WNW	5.1	WNW	4.0	WNW	4.3	WNW	2.4	WNW	1.4	NNE	1.3	NNE
30	2.2	ENE	1.8	ESE	2.1	SE	1.3	SSE	2.8	S	2.2	S	1.9	WNW	1.6	NNW	1.6	NNW	2.2	NW	2.5	NNW	2.5	NW

Table A.2.3.1 (continued)

HOURLY WIND SPEED AND DIRECTION

Oct. 1982

Day	1HR		2HR		3HR		4HR		5HR		6HR		7HR		8HR		9HR		10HR		11HR		12HR	
	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD
1	2.5	NW	2.8	NW	4.1	NW	4.6	NW	4.6	NW	4.1	NW	3.4	NW	4.6	NW	3.7	NNW	5.3	N	6.0	N	5.7	NNW
2	2.7	NW	2.2	WNW	0.8	WNW	0.7	NNW	0.1	CLM	1.3	N	0.6	W	0.8	SSW	1.0	S	0.0	CLM	1.4	SE	0.9	WSW
3	1.6	N	3.1	NNW	4.3	NW	3.9	NW	3.4	NNW	3.2	NW	2.8	NW	1.9	NNW	1.4	ENE	1.7	S	1.7	ESE	2.4	SE
4	2.8	N	4.3	NNW	3.4	NNW	3.3	NNW	3.1	NW	3.0	NW	3.2	WNW	3.3	NNW	3.0	N	3.0	N	4.9	NE	4.7	NE
5	1.4	WSW	1.1	W	0.7	WSW	1.2	NNW	2.1	N	0.8	NW	1.3	NW	3.0	NW	2.2	NNW	2.8	NNE	3.1	NE	-	-

Day	13HR		14HR		15HR		16HR		17HR		18HR		19HR		20HR		21HR		22HR		23HR		24HR	
	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD	WS	WD
1	5.4	NE	6.0	NNE	5.5	NE	4.4	NNE	3.7	NNE	2.9	NW	3.4	NW	3.4	NW	3.7	NW	3.6	NW	2.3	NW	3.1	NW
2	1.0	NNE	0.8	E	1.3	SE	0.7	SE	2.8	S	0.5	W	0.7	WNW	1.5	NNW	2.1	NNW	2.7	NW	3.6	NW	1.4	WNW
3	2.8	ESE	2.6	ESE	2.5	SE	2.8	SSE	3.1	S	4.2	SSW	4.0	SSW	4.0	S	1.4	W	1.8	NW	4.5	NW	3.8	NW
4	4.3	ENE	3.5	ENE	3.4	ENE	1.5	ENE	0.8	SSE	1.5	SSW	1.9	WNW	2.0	WNW	1.7	W	0.7	WSW	1.3	SSW	1.0	WSW
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

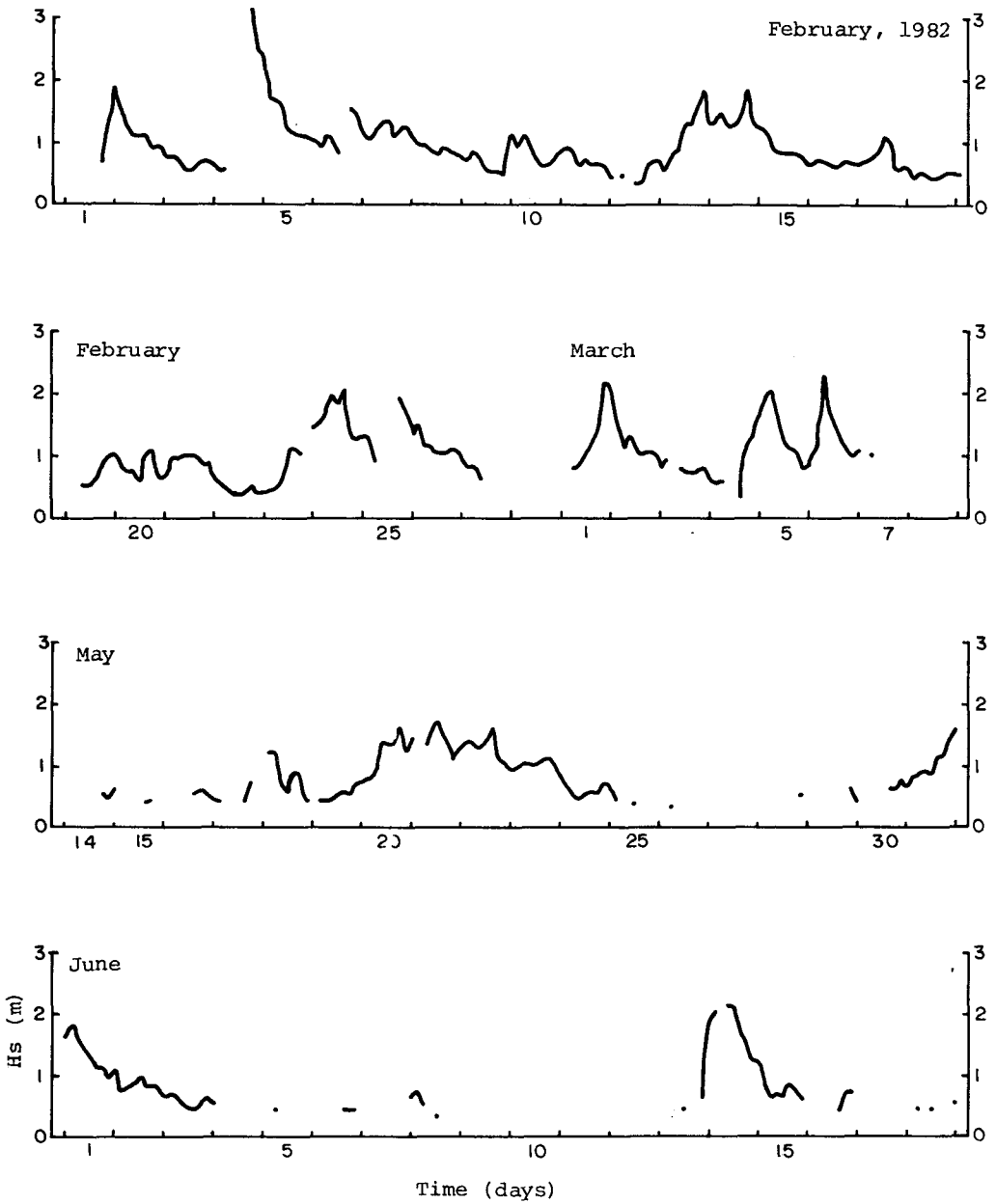


Fig. A.2.3.1. Temporal variation of significant wave heights.

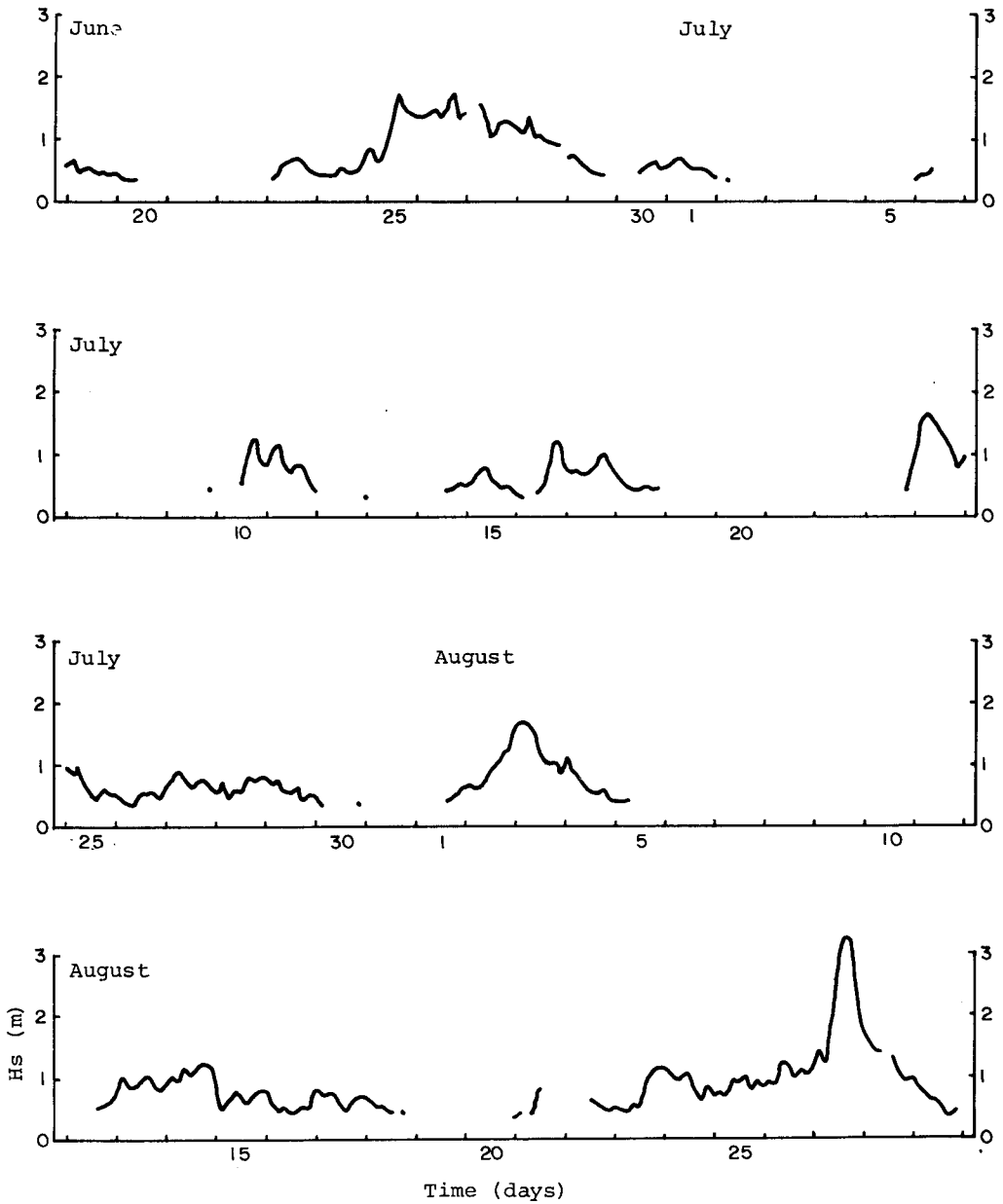


Fig. A.2.3.1 (continued)

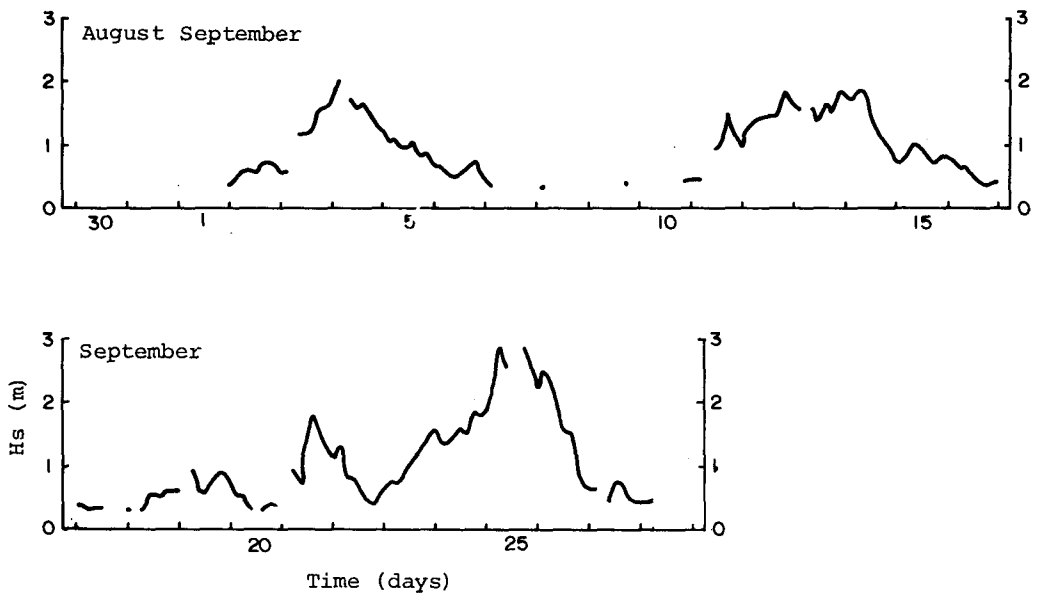


Fig. A.2.3.1 (continued)

Table A.2.3.2. Wave data observed at WR.

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Feb.	1	18	0.69	3.93	1.13	6.20	0.499	1.628	
	1	21	1.40	5.54	2.33	6.20	0.500	1.660	
	2	00	1.89	5.87	3.25	7.20	0.646	1.722	
	2	03	1.43	6.27	2.24	7.00	0.635	1.566	
	2	06	1.32	6.43	2.16	6.20	0.580	1.641	
	2	09	1.12	6.00	1.94	6.20	0.553	1.732	
	2	12	1.10	7.02	1.70	7.60	0.519	1.541	
	2	15	1.11	5.87	1.58	8.20	0.650	1.427	
	2	18	0.90	5.52	1.44	7.20	0.480	1.600	
	2	21	0.94	5.76	1.64	8.00	0.646	1.744	
	3	00	0.78	5.59	1.28	7.60	0.667	1.650	
	3	03	0.74	6.90	1.24	6.80	0.566	1.672	
	3	06	0.75	4.77	1.21	7.60	0.636	1.604	
	3	09	0.60	6.45	0.89	8.60	0.720	1.482	
	3	12	0.51	5.59	0.61	7.00	0.726	1.200	
	3	15	0.56	5.13	0.91	7.00	0.629	1.625	
	3	18	0.67	5.57	1.02	6.40	0.501	1.531	
	3	21	0.71	5.84	1.18	4.80	0.294	1.651	
	4	00	0.64	4.85	1.02	6.40	0.581	1.594	
	4	03	0.50	5.88	0.81	5.60	0.447	1.609	
	4	06	0.53	3.96	0.90	4.80	0.513	1.691	
	4	09							M
	4	12							M
	4	15							M
	4	18	3.13	6.28	5.92	8.40	0.663	1.889	
	4	21	2.43	6.42	3.50	7.80	0.635	1.442	
	5	00	2.38	6.70	3.88	7.20	0.615	1.631	
	5	03	1.70	6.28	2.71	6.60	0.496	1.595	
	5	06	1.69	6.74	2.82	7.20	0.531	1.670	
	5	09	1.56	6.47	2.41	7.60	0.506	1.549	
	5	12	1.17	6.06	1.96	6.20	0.615	1.668	
	5	15	1.15	5.84	1.80	6.40	0.457	1.566	
	5	18	1.14	5.45	1.80	7.00	0.506	1.578	
	5	21	1.06	4.82	1.61	6.00	0.541	1.513	
	6	00	1.04	4.10	1.69	5.80	0.507	1.621	
	6	03	0.91	4.13	1.31	5.00	0.498	1.444	
	6	06	1.10	5.48	1.72	6.00	0.507	1.557	
	6	09	1.02	4.99	1.66	5.00	0.579	1.633	
	6	12	0.83	5.74	1.31	6.80	0.400	1.585	
	6	15							M
	6	18	1.56	5.84	2.50	6.00	0.569	1.598	
	6	21	1.48	5.84	2.20	6.80	0.555	1.486	

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Feb.	7	00	1.20	5.53	1.79	8.00	0.565	1.486	
	7	03	1.01	5.31	1.46	6.40	0.655	1.444	
	7	06	1.16	5.88	1.92	6.40	0.624	1.659	
	7	09	1.31	5.83	2.01	7.00	0.618	1.530	
	7	12	1.37	6.38	2.18	7.00	0.446	1.594	
	7	15	1.12	6.65	1.80	7.60	0.367	1.613	
	7	18	1.27	6.86	2.01	8.20	0.606	1.587	
	7	21	1.30	6.92	1.96	8.40	0.539	1.506	
	8	00	1.08	6.50	1.64	7.80	0.533	1.517	
	8	03	0.96	6.74	1.52	8.00	0.607	1.590	
	8	06	0.98	6.70	1.65	6.60	0.565	1.683	
	8	09	0.86	5.35	1.37	6.40	0.630	1.595	
	8	12	0.81	7.08	1.10	6.80	0.337	1.357	
	8	15	0.93	6.00	1.41	7.00	0.542	1.513	
	8	18	0.83	5.66	1.42	7.00	0.612	1.709	
	8	21	0.84	5.14	1.32	6.20	0.585	1.572	
	9	00	0.80	4.93	1.01	7.00	0.702	1.263	
	9	03	0.73	4.76	1.11	7.20	0.674	1.518	
	9	06	0.89	4.40	1.21	3.40	0.671	1.364	
	9	09	0.71	6.37	1.21	7.40	0.619	1.697	
	9	12	0.59	6.74	0.91	6.20	0.549	1.532	
	9	15	0.59	6.94	0.95	6.40	0.413	1.618	
	9	18	0.54	5.53	0.81	7.00	0.570	1.507	
	9	21	0.50	6.67	0.65	7.80	0.766	1.291	
	10	00	1.16	5.26	1.97	6.00	0.504	1.698	
	10	03	0.93	5.71	1.80	6.40	0.456	1.940	
	10	06	1.12	5.97	1.71	6.00	0.586	1.522	
	10	09	0.98	5.77	1.50	5.60	0.451	1.537	
	10	12	0.75	7.02	1.30	5.80	0.601	1.738	
	10	15	0.63	6.00	1.10	6.00	0.568	1.753	
	10	18	0.64	6.38	1.05	6.20	0.526	1.649	
	10	21	0.75	7.29	1.20	6.00	0.516	1.607	
	11	00	0.88	7.00	1.28	7.60	0.548	1.461	
	11	03	0.92	5.83	1.43	6.60	0.662	1.557	
	11	06	0.77	5.74	1.20	6.40	0.656	1.551	
	11	09	0.69	5.77	1.13	6.00	0.704	1.635	
	11	12	0.75	7.04	1.23	6.20	0.431	1.634	
	11	15	0.65	7.14	1.00	6.20	0.484	1.545	
	11	18	0.68	6.86	1.08	5.80	0.468	1.589	
	11	21	0.66	7.55	1.00	5.60	0.526	1.520	
	12	00	0.44	7.19	0.60	5.80	0.430	1.377	
	12	03							C
	12	06	0.50	5.91	0.80	6.00	0.650	1.614	
	12	09							C
	12	12	0.39	7.95	0.61	6.80	0.578	1.579	
	12	15	0.40	6.49	0.61	6.20	0.457	1.527	
	12	18	0.69	4.07	0.95	3.60	0.479	1.370	
	12	21	0.71	3.92	1.12	4.00	0.430	1.570	

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Feb.	13	00	0.72	4.07	0.98	5.80	0.443	1.353	
	13	03	0.55	3.69	0.90	4.20	0.465	1.630	
	13	06	0.82	3.85	1.39	4.00	0.435	1.688	
	13	09	0.90	4.13	1.41	4.40	0.493	1.559	
	13	12	1.34	4.73	2.10	5.20	0.524	1.563	19 min
	13	15	1.32	4.80	2.17	5.00	0.531	1.645	
	13	18	1.62	4.91	2.83	6.00	0.547	1.746	
	13	21	1.84	5.30	2.80	6.00	0.459	1.523	
	14	00	1.34	5.22	2.10	6.20	0.524	1.572	
	14	03	1.43	5.17	2.12	6.20	0.489	1.479	
	14	06	1.56	5.00	2.33	6.00	0.520	1.493	
	14	09	1.28	5.15	1.90	6.40	0.633	1.479	
	14	12	1.29	5.99	2.12	6.80	0.584	1.637	
	14	15	1.50	5.96	2.08	7.40	0.656	1.387	
	14	18	1.92	6.74	3.10	7.80	0.588	1.612	
	14	21	1.34	7.21	2.11	8.00	0.446	1.569	
	15	00	1.27	6.96	2.16	7.80	0.449	1.696	
	15	03	1.22	6.88	2.18	6.40	0.464	1.786	
	15	06	0.96	6.19	1.50	8.00	0.642	1.564	
	15	09	0.86	6.86	1.36	6.80	0.570	1.589	
	15	12	0.85	5.99	1.40	7.60	0.497	1.644	
	15	15	0.87	6.42	1.40	7.00	0.657	1.616	
	15	18	0.83	6.38	1.23	8.20	0.645	1.490	
	15	21	0.81	6.69	1.31	7.60	0.550	1.621	
	16	00	0.67	6.12	1.02	8.00	0.604	1.511	
	16	03	0.72	6.12	1.16	6.00	0.640	1.602	
	16	06	0.77	5.66	1.29	7.80	0.604	1.675	
	16	09	0.66	5.32	0.90	5.60	0.597	1.359	
	16	12	0.66	5.42	0.98	5.80	0.495	1.475	
	16	15	0.64	5.52	1.00	4.40	0.522	1.566	
	16	18	0.71	5.54	0.98	5.60	0.494	1.371	
	16	21	0.70	5.94	1.12	6.20	0.415	1.599	
	17	00	0.68	6.09	1.00	6.40	0.428	1.476	
	17	03	0.69	5.65	1.10	6.80	0.491	1.591	
	17	06	0.71	4.42	1.10	3.60	0.507	1.545	
	17	09	0.84	4.08	1.39	3.80	0.426	1.661	
	17	12	1.13	4.40	1.70	4.60	0.440	1.502	
	17	15	1.04	4.48	1.60	5.20	0.397	1.533	
	17	18	0.61	4.38	1.12	5.80	0.346	1.836	
	17	21	0.59	4.81	0.95	5.20	0.365	1.621	
	18	00	0.61	4.99	0.91	5.00	0.332	1.485	
	18	03	0.43	5.41	0.63	5.00	0.304	1.448	
	18	06	0.53	5.32	0.86	5.00	0.400	1.621	
	18	09	0.50	5.13	0.70	4.40	0.436	1.411	
	18	12	0.45	6.17	0.62	4.40	0.354	1.390	
	18	15	0.49	4.36	0.70	6.00	0.529	1.416	
	18	18	0.52	4.20	0.70	3.40	0.480	1.337	
	18	21	0.55	4.37	0.84	3.80	0.480	1.514	

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Feb.	19	00	0.51	4.75	0.64	3.80	0.452	1.267	
	19	03	0.40	4.83	0.58	3.80	0.428	1.461	
	19	06							C
	19	09	0.55	4.29	0.90	4.20	0.342	1.637	
	19	12	0.56	4.04	1.00	3.80	0.333	1.779	
	19	15	0.63	4.15	1.00	4.00	0.362	1.589	
	19	18	0.87	4.33	1.35	5.00	0.405	1.556	
	19	21	1.08	4.55	1.76	4.20	0.343	1.626	
	20	00	1.06	4.97	1.70	5.40	0.396	1.602	
	20	03	0.79	4.83	1.14	5.60	0.399	1.452	
	20	06	0.82	4.88	1.37	4.80	0.334	1.676	
	20	09	0.70	4.93	1.22	4.20	0.369	1.737	
	20	12	0.61	5.19	1.00	4.80	0.257	1.650	
	20	15	1.02	4.31	1.71	4.40	0.379	1.677	
	20	18	1.12	4.65	1.70	5.60	0.389	1.519	
	20	21	0.66	4.92	1.05	5.20	0.428	1.590	
	21	00	0.75	4.88	1.15	4.80	0.405	1.541	
	21	03	1.02	4.83	1.79	5.60	0.399	1.748	
	21	06	0.96	4.67	1.35	5.20	0.475	1.413	
	21	09	1.07	5.08	1.70	4.60	0.474	1.586	
	21	12	1.03	5.39	1.70	5.40	0.384	1.645	
	21	15	1.02	5.73	1.64	5.60	0.291	1.610	
	21	18	0.89	5.53	1.32	5.60	0.294	1.488	
	21	21	0.94	5.66	1.50	6.00	0.368	1.598	
	22	00	0.67	6.05	1.07	6.60	0.440	1.602	
	22	03	0.57	5.63	0.90	5.80	0.454	1.592	
	22	06	0.52	6.02	0.90	6.00	0.491	1.726	
	22	09	0.42	5.61	0.59	5.80	0.487	1.389	
	22	12	0.40	7.06	0.61	6.00	0.565	1.526	
	22	15	0.47	5.59	0.75	4.80	0.611	1.595	
	22	18	0.54	4.95	0.80	4.40	0.489	1.480	
	22	21	0.42	6.35	0.65	5.80	0.512	1.558	
	23	00	0.44	5.56	0.61	5.80	0.451	1.398	
	23	03	0.47	5.59	0.74	5.80	0.556	1.585	
	23	06	0.50	5.73	0.60	3.80	0.588	1.195	
	23	09	0.57	4.58	1.01	4.00	0.507	1.787	
	23	12	1.13	4.84	1.98	4.40	0.425	1.754	
	23	15	1.10	4.97	1.69	5.20	0.426	1.539	
	23	18	1.08	4.74	1.90	5.00	0.376	1.757	
	23	21							M
	24	00	1.46	4.99	2.20	5.00	0.343	1.506	
	24	03	1.58	5.21	2.71	5.80	0.404	1.713	
	24	06	1.73	4.94	2.95	5.40	0.422	1.709	
	24	09	1.97	5.45	3.45	6.20	0.408	1.748	
	24	12	1.81	5.69	2.80	6.60	0.483	1.547	
	24	15	2.09	5.91	3.60	6.20	0.440	1.722	
	24	18	1.37	5.80	2.22	7.60	0.506	1.620	
	24	21	1.28	5.70	1.93	6.40	0.517	1.512	

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Feb.	25	00	1.30	5.61	2.12	7.00	0.517	1.632	
	25	03	1.31	5.57	2.08	6.00	0.408	1.583	
	25	06	0.95	5.93	1.49	5.80	0.381	1.571	
	25	09							M
	25	12	1.81	4.76	2.90	5.20	0.436	1.604	
	25	15							F
	25	18	1.93	5.61	3.10	6.40	0.554	1.605	
	25	21	1.68	6.25	2.61	7.60	0.539	1.556	
	26	00	1.34	5.84	2.00	6.80	0.511	1.496	
	26	03	1.49	6.92	2.41	7.60	0.397	1.620	
	26	06	1.19	6.56	1.92	7.60	0.423	1.617	
	26	09	1.19	7.43	1.85	6.80	0.488	1.561	
	26	12	1.07	7.48	1.61	7.00	0.345	1.500	
	26	15	1.08	7.08	1.55	8.40	0.510	1.434	
	26	18	1.04	6.67	1.40	8.20	0.651	1.347	
	26	21	1.11	7.74	1.77	7.60	0.524	1.599	
	27	00	0.95	6.32	1.32	8.00	0.713	1.389	
	27	03	0.81	8.96	1.21	8.60	0.472	1.497	
	27	06							M
	27	09	0.86	8.73	1.49	8.00	0.426	1.738	
	27	12	0.68	8.92	0.94	8.00	0.455	1.383	
	27	15							F
	27	18							F
	27	21							C
	28	00							C
	28	03							C
	28	06							C
	28	09							C
	28	12							C
	28	15							C
	28	18							C
	28	21							C
Mar.	1	00							C
	1	03							M
	1	06	0.80	4.13	1.36	4.20	0.380	1.691	
	1	09	0.83	4.24	1.43	5.40	0.365	1.732	
	1	12	1.13	4.00	1.79	4.00	0.264	1.586	
	1	15	1.29	4.95	2.06	4.80	0.387	1.601	
	1	18	1.61	4.84	2.94	6.00	0.487	1.824	
	1	21	2.23	5.77	3.92	7.40	0.565	1.755	
	2	00	2.03	5.83	3.15	6.00	0.530	1.549	
	2	03	1.41	5.76	2.25	6.40	0.482	1.596	
	2	06	1.15	6.08	1.70	7.40	0.449	1.481	
	2	09	1.35	6.17	2.37	6.00	0.522	1.751	
	2	12	1.10	5.77	2.01	5.60	0.349	1.825	
	2	15	1.05	5.17	1.76	5.00	0.477	1.683	
	2	18	1.12	5.49	1.94	6.00	0.422	1.732	
	2	21	1.07	6.58	1.73	6.80	0.352	1.618	

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Mar.	3	00	0.83	5.67	1.33	6.00	0.393	1.610	
	3	03	0.95	6.72	1.59	6.60	0.527	1.678	
	3	06							M
	3	09	0.85	6.42	1.25	6.40	0.539	1.463	
	3	12	0.74	6.90	1.06	6.60	0.460	1.442	
	3	15	0.77	4.79	1.35	6.20	0.628	1.750	
	3	18	0.77	4.24	1.23	4.00	0.531	1.604	
	3	21	0.86	4.32	1.46	4.00	0.645	1.706	
	4	00	0.65	3.79	0.91	4.80	0.540	1.410	
	4	03	0.59	4.46	0.90	8.40	0.634	1.537	
	4	06	0.62	5.19	0.92	4.40	0.569	1.495	
	4	09							C
	4	12							C
	4	15	0.39	6.98	0.68	8.20	0.495	1.735	
	4	18	1.13	4.93	1.79	6.40	0.465	1.585	
	4	21	1.44	4.90	2.68	5.60	0.467	1.863	
	5	00	1.81	5.36	3.20	6.00	0.502	1.773	
	5	03	1.98	5.63	3.01	6.00	0.534	1.519	
	5	06	2.15	5.24	3.18	5.80	0.530	1.479	
	5	09	1.54	5.39	2.40	6.00	0.517	1.562	
	5	12	1.16	5.02	1.80	5.80	0.439	1.546	
5	15	1.12	5.56	1.61	5.80	0.394	1.437		
5	18	1.04	4.90	1.55	4.80	0.603	1.495		
5	21	0.83	5.78	1.22	6.20	0.567	1.465		
6	00	0.89	4.75	1.30	5.00	0.611	1.456		
6	03	1.23	4.62	2.25	5.00	0.532	1.831		
6	06	2.39	5.81	3.90	7.60	0.463	1.633		
6	09	1.77	6.37	2.77	7.20	0.481	1.569		
6	12	1.49	6.28	2.47	6.00	0.535	1.659		
6	15	1.24	4.99	2.10	7.60	0.637	1.696		
6	18	1.06	5.08	1.65	7.80	0.699	1.553		
6	21	0.99	5.58	1.64	6.40	0.593	1.651		
7	00	1.09	5.78	1.61	8.20	0.662	1.475		
7	03							M	
7	06	1.03	5.31	1.40	5.20	0.586	1.365		
May	14	18	0.55	3.77	0.85	3.90	0.691	1.553	
	14	21	0.48	3.73	0.79	9.00	0.680	1.657	
	15	00	0.63	3.65	0.87	4.00	0.579	1.379	
	15	03							C
	15	06							C
	15	09							C
	15	12							C
	15	15	0.41	3.20	0.68	3.20	0.461	1.673	
	15	18	0.45	3.86	0.69	3.00	0.614	1.541	
15	21							C	

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
May	16	00							C
	16	03							C
	16	06							C
	16	09							C
	16	12							C
	16	15	0.57	3.93	1.00	3.00	0.672	1.751	10 min
	16	18	0.64	3.73	1.08	4.00	0.475	1.700	
	16	21	0.55	3.57	0.90	4.00	0.375	1.644	
	17	00	0.49	4.53	0.79	3.90	0.668	1.609	
	17	03	0.42	3.93	0.50	4.40	0.712	1.184	
	17	06							C
	17	09							C
	17	12							C
	17	15	0.43	3.52	0.69	3.70	0.580	1.604	
	17	18	0.75	4.29	1.01	3.90	0.605	1.343	
	17	21							C
	18	00							C
	18	03	1.20	4.18	1.80	5.00	0.498	1.504	13 min
	18	06	1.28	4.37	2.02	5.20	0.611	1.572	9 min
	18	09	0.68	4.01	1.00	5.20	0.562	1.461	
	18	12	0.55	3.54	0.82	4.20	0.601	1.497	
	18	15	0.93	3.83	1.41	5.60	0.573	1.512	
	18	18	0.80	4.40	1.10	5.30	0.619	1.369	
	18	21	0.45	4.79	0.72	5.50	0.596	1.596	
	19	00							F
	19	03	0.43	4.65	0.70	4.70	0.396	1.631	
	19	06	0.43	4.71	0.80	4.40	0.420	1.843	
	19	09	0.44	5.17	0.68	4.60	0.560	1.542	
	19	12	0.52	5.17	0.85	4.50	0.624	1.635	
	19	15	0.58	4.62	1.10	5.00	0.545	1.890	
	19	18	0.54	4.86	0.82	5.10	0.483	1.511	
	19	21	0.73	5.32	1.20	4.80	0.577	1.644	
	20	00	0.76	5.21	1.20	6.00	0.536	1.589	
	20	03	0.80	5.70	1.33	6.20	0.736	1.653	
	20	06	0.87	4.96	1.20	6.00	0.682	1.371	
	20	09	1.39	4.66	2.20	5.40	0.656	1.581	
	20	12	1.36	4.42	2.19	5.90	0.611	1.608	
	20	15	1.32	4.35	2.20	5.20	0.659	1.668	
	20	18	1.67	4.73	2.87	5.20	0.696	1.720	
	20	21	1.24	5.76	1.80	6.60	0.734	1.456	
	21	00	1.42	6.12	2.45	7.80	0.682	1.719	
	21	03							M
	21	06							M
	21	09	1.33	7.77	2.23	8.00	0.685	1.673	
	21	12	1.76	7.74	2.70	8.60	0.646	1.530	
	21	15	1.49	7.69	2.29	7.80	0.748	1.537	
	21	18	1.25	7.74	1.85	8.00	0.601	1.477	
	21	21	1.08	7.27	1.63	8.00	0.544	1.508	6 min

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
May	22	00	1.36	7.90	2.08	8.60	0.633	1.533	16 min
	22	03	1.43	7.86	2.10	7.00	0.567	1.472	15 min
	22	06	1.33	7.62	2.03	8.00	0.687	1.524	12 min
	22	09	1.28	7.97	2.01	9.40	0.541	1.567	
	22	12	1.34	7.17	2.21	8.00	0.560	1.654	11 min
	22	15	1.61	7.04	2.82	8.00	0.757	1.751	
	22	18	1.13	6.35	1.86	8.00	0.744	1.647	
	22	21	1.04	6.35	1.63	8.00	0.690	1.573	
	23	00	0.93	5.45	1.40	8.00	0.677	1.499	
	23	03	0.99	6.88	1.53	7.00	0.699	1.553	
	23	06	1.05	6.72	1.86	8.60	0.757	1.770	
	23	09	1.05	6.02	1.63	7.20	0.760	1.557	
	23	12	1.01	4.59	1.55	6.00	0.681	1.527	
	23	15	1.08	5.05	1.70	9.20	0.673	1.576	
	23	18	1.15	5.70	1.55	8.60	0.637	1.345	
	23	21	1.00	6.34	1.32	8.00	0.686	1.315	12 min
	24	00	0.85	6.45	1.17	9.20	0.573	1.374	
	24	03	0.68	6.85	1.16	9.00	0.574	1.696	17 min
	24	06	0.56	6.67	0.82	7.80	0.614	1.460	
	24	09	0.46	6.19	0.80	6.00	0.747	1.742	
	24	12	0.54	6.17	0.74	7.40	0.796	1.374	
	24	15	0.60	6.14	0.90	7.80	0.720	1.488	15 min
	24	18	0.57	5.04	1.01	5.50	0.663	1.759	
	24	21	0.75	5.76	1.10	8.20	0.670	1.468	
	25	00	0.69	6.37	1.02	8.00	0.737	1.472	
	25	03	0.48	6.22	0.88	6.50	0.636	1.853	
	25	06							C
	25	09							C
	25	12	0.41	5.05	0.65	6.20	0.716	1.591	
	25	15							C
	25	18							C
	25	21							C
	26	00							C
	26	03							M
	26	06	0.37	3.43	0.61	2.20	0.649	1.662	
	26	09							C
	26	12							C
	26	15							C
	26	18							C
	26	21							C
	27	00							C
	27	03							C
	27	06							C
	27	09							C
	27	12							C
	27	15							C
	27	18							C
	27	21							C

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
May	28	00							C
	28	03							C
	28	06							C
	28	09							C
	28	12							C
	28	15							C
	28	18							C
	28	21	0.54	4.01	0.88	4.00	0.481	1.643	
	29	00							F
	29	03							C
	29	06							C
	29	09							C
	29	12							C
	29	15							C
	29	18							C
	29	21	0.64	3.92	0.97	3.40	0.659	1.505	
	30	00	0.44	3.36	0.67	3.00	0.575	1.513	16 min
	30	03							C
	30	06							C
	30	09							F
	30	12							F
	30	15	0.65	3.72	0.85	4.20	0.595	1.312	
	30	18	0.63	3.66	1.00	4.40	0.604	1.591	
	30	21	0.79	3.60	1.10	5.20	0.546	1.384	
	31	00	0.68	3.70	0.99	3.80	0.584	1.447	
	31	03	0.83	3.92	1.38	4.20	0.601	1.664	
	31	06	0.88	3.95	1.27	4.60	0.579	1.438	
	31	09	0.93	4.41	1.48	5.20	0.637	1.588	
	31	12	0.89	4.29	1.50	4.00	0.536	1.685	
	31	15	1.14	4.57	2.13	5.80	0.612	1.860	
	31	18	1.19	4.72	1.69	5.90	0.595	1.415	
	31	21	1.43	4.66	2.40	5.70	0.580	1.677	
Jun.	1	00	1.63	5.30	2.62	5.90	0.588	1.604	
	1	03	1.82	5.70	2.45	7.40	0.591	1.345	18 min
	1	06	1.54	5.53	2.49	6.20	0.618	1.620	
	1	09	1.44	5.77	2.38	7.60	0.620	1.657	
	1	12	1.37	5.69	2.01	7.20	0.663	1.463	
	1	15	1.13	5.52	1.82	6.20	0.667	1.604	
	1	18	1.16	5.47	1.80	5.40	0.687	1.555	
	1	21	0.97	5.44	1.58	6.60	0.605	1.623	
	2	00	1.10	5.93	1.79	6.40	0.548	1.631	
	2	03	0.73	5.93	1.10	6.00	0.525	1.498	
	2	06	0.79	6.02	1.28	6.60	0.498	1.622	
	2	09	0.90	6.58	1.43	7.40	0.495	1.595	
	2	12	1.00	7.02	1.76	6.50	0.552	1.762	
	2	15	0.81	6.65	1.31	7.00	0.640	1.611	
	2	18	0.88	6.92	1.50	8.00	0.563	1.707	
	2	21	0.84	5.96	1.37	5.80	0.700	1.632	

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Jun.	3	00	0.69	5.65	1.00	7.40	0.742	1.455	
	3	03	0.73	6.65	1.10	6.40	0.666	1.501	
	3	06	0.65	7.19	0.95	8.00	0.563	1.465	
	3	09	0.56	7.02	0.88	6.60	0.564	1.578	
	3	12	0.43	6.28	0.59	7.40	0.696	1.385	
	3	15	0.47	5.16	0.75	6.00	0.667	1.607	
	3	18	0.59	4.37	0.98	5.00	0.539	1.651	
	3	21	0.68	4.36	1.10	4.00	0.378	1.618	
	4	00	0.57	4.29	0.98	4.00	0.506	1.707	
	4	03							C
	4	06							C
	4	09							C
	4	12							C
	4	15							C
	4	18	0.47	3.97	0.74	2.80	0.732	1.575	
	4	21							C
	5	00							C
	5	03							C
	5	06							C
	5	09							C
	5	12							C
	5	15							C
	5	18							C
	5	21							C
	6	00							C
	6	03							C
	6	06							C
	6	09							C
	6	12							C
	6	15	0.47	3.95	0.70	4.20	0.645	1.483	
	6	18	0.45	3.88	0.79	4.00	0.571	1.761	
	6	21	0.46	4.26	0.62	4.00	0.573	1.362	
	7	00							C
	7	03							C
	7	06							C
	7	09							C
	7	12							C
	7	15							C
	7	18							C
	7	21							C
	8	00	0.68	4.05	1.07	4.00	0.522	1.584	
	8	03	0.78	4.70	1.21	4.80	0.473	1.542	
	8	06	0.55	4.80	0.91	5.00	0.496	1.666	
	8	09							C
	8	12	0.39	5.23	0.59	4.80	0.450	1.511	
	8	15							C
	8	18							C
	8	21							C

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Jun.	9	00							C
	9	03							C
	9	06							C
	9	09							C
	9	12							C
	9	15							C
	9	18							C
	9	21							C
	10	00							C
	10	03							C
	10	06							C
	10	09							C
	10	12							C
	10	15							C
	10	18							C
	10	21							C
	11	00							C
	11	03							C
	11	06							C
	11	09							C
	11	12							C
	11	15							C
	11	18							C
	11	21							C
	12	00							C
	12	03							C
	12	06							C
	12	09							C
	12	12							C
	12	15							C
	12	18							C
	12	21							C
	13	00							C
	13	03							C
	13	06							C
	13	09							C
	13	12	0.46	3.83	0.61	4.50	0.562	1.312	
	13	15							C
	13	18							C
	13	21	0.67	3.81	1.03	4.00	0.484	1.539	
	14	00	1.90	4.94	3.10	5.80	0.532	1.630	
	14	03	2.02	5.19	2.82	6.40	0.517	1.396	18 min
	14	06							F
	14	09	2.17	5.98	3.18	6.00	0.630	1.465	14 min
	14	12	2.15	6.23	3.85	8.00	0.663	1.791	
	14	15	1.78	6.20	2.73	6.50	0.613	1.538	
	14	18	1.51	5.84	2.40	8.60	0.718	1.593	
	14	21	1.24	7.04	2.05	8.00	0.604	1.649	

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Jun.	15	00	1.26	6.78	2.17	7.20	0.562	1.716	
	15	03	0.90	5.91	1.39	6.00	0.605	1.541	
	15	06	0.69	6.23	1.13	5.80	0.518	1.641	
	15	09	0.70	6.61	1.11	6.60	0.601	1.581	
	15	12	0.69	6.74	1.01	7.00	0.583	1.458	
	15	15	0.89	4.73	1.46	6.20	0.651	1.638	
	15	18	0.79	4.29	1.05	6.00	0.549	1.330	
	15	21	0.65	4.47	0.99	5.80	0.560	1.519	
	16	00							F
	16	03							C
	16	06							C
	16	09							C
	16	12							C
	16	15	0.45	3.73	0.65	3.40	0.599	1.436	
	16	18	0.74	4.01	1.32	4.00	0.446	1.778	
	16	21	0.79	4.23	1.32	4.00	0.349	1.662	
	17	00							C
	17	03							C
	17	06							C
	17	09							C
	17	12							C
	17	15							C
	17	18							C
	17	21							C
	18	00							C
	18	03							C
	18	06	0.49	3.31	0.82	3.40	0.439	1.662	
	18	09							C
	18	12	0.43	4.11	0.70	3.20	0.603	1.628	
	18	15							C
	18	18							C
	18	21							C
	19	00	0.58	6.47	0.82	7.00	0.350	1.418	
	19	03	0.69	5.97	1.00	7.20	0.425	1.459	
	19	06	0.46	5.87	0.75	6.40	0.458	1.628	
	19	09	0.57	5.90	0.93	6.00	0.370	1.622	
	19	12	0.52	5.76	0.89	6.00	0.366	1.712	
	19	15	0.46	5.91	0.72	6.00	0.555	1.574	
	19	18	0.49	5.69	0.85	5.80	0.566	1.740	
	19	21	0.44	6.30	0.72	5.80	0.633	1.653	
	20	00	0.47	5.32	0.75	6.00	0.504	1.585	
	20	03	0.38	6.45	0.58	5.20	0.636	1.523	
	20	06	0.39	6.17	0.61	5.80	0.467	1.583	
	20	09	0.39	6.25	0.59	7.70	0.374	1.520	
	20	12							C
	20	15							C
	20	18							C
	20	21							C

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Jun.	21	00							C
	21	03							C
	21	06							C
	21	09							C
	21	12							C
	21	15							C
	21	18							C
	21	21							C
	22	00							C
	22	03							C
	22	06							C
	22	09							C
	22	12							C
	22	15							C
	22	18							C
	22	21							C
	23	00							C
	23	03	0.39	4.93	0.60	4.80	0.386	1.529	
	23	06	0.45	4.98	0.72	4.60	0.444	1.591	
	23	09	0.62	4.48	0.87	5.60	0.566	1.393	
	23	12	0.64	4.33	1.00	5.00	0.544	1.569	
	23	15	0.72	4.52	1.15	5.40	0.477	1.587	
	23	18	0.63	4.37	1.00	4.80	0.523	1.595	
	23	21	0.48	4.46	0.82	4.20	0.579	1.697	
	24	00	0.49	4.61	0.85	4.40	0.515	1.751	
	24	03	0.46	3.82	0.68	4.00	0.601	1.479	
	24	06	0.45	3.93	0.78	4.00	0.588	1.751	
	24	09	0.43	4.34	0.78	4.20	0.616	1.799	
	24	12	0.54	4.03	0.90	4.20	0.542	1.669	
	24	15	0.48	4.09	0.70	4.60	0.569	1.467	
	24	18	0.47	3.90	0.70	4.40	0.585	1.490	
	24	21	0.53	3.95	0.78	4.90	0.541	1.475	
	25	00	0.82	4.32	1.41	4.30	0.558	1.726	
	25	03	0.82	4.39	1.40	4.20	0.581	1.701	
	25	06	0.63	4.43	0.97	4.60	0.591	1.540	
	25	09	0.84	4.56	1.30	5.90	0.645	1.540	19 min
	25	12	1.31	5.18	1.91	6.30	0.711	1.457	
	25	15	1.73	5.45	2.50	6.40	0.734	1.444	
	25	18	1.47	5.18	2.31	8.00	0.706	1.573	
	25	21	1.39	5.71	2.22	7.10	0.753	1.601	
	26	00	1.39	5.37	1.90	7.20	0.754	1.371	
	26	03	1.33	5.07	2.00	8.40	0.737	1.504	
	26	06							F
	26	09	1.47	5.39	2.30	7.00	0.723	1.567	
	26	12	1.32	5.56	1.90	5.00	0.711	1.434	
	26	15	1.53	5.37	2.56	6.00	0.700	1.673	
	26	18	1.79	5.62	2.88	5.80	0.647	1.613	
	26	21	1.32	5.70	2.10	6.00	0.685	1.586	

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Jun.	27	00	1.41	5.85	2.03	6.20	0.667	1.440	
	27	03							M
	27	06	1.60	5.22	2.40	8.00	0.651	1.504	
	27	09	1.44	5.69	2.30	5.80	0.631	1.596	
	27	12	1.07	5.56	1.60	6.20	0.661	1.501	
	27	15	1.21	5.93	1.78	6.20	0.685	1.472	
	27	18	1.35	6.59	1.80	8.00	0.689	1.335	
	27	21	1.21	6.52	1.80	8.00	0.609	1.485	
	28	00	1.20	6.90	1.80	7.80	0.579	1.501	15 min
	28	03	1.10	7.12	1.66	8.60	0.545	1.507	
	28	06	1.40	6.90	2.38	7.30	0.587	1.704	
	28	09	1.02	7.29	1.60	8.00	0.530	1.573	
	28	12	1.09	6.92	1.80	7.00	0.533	1.645	
	28	15	0.97	6.98	1.70	7.20	0.556	1.751	
	28	18	0.93	6.80	1.51	6.40	0.602	1.623	
	28	21	0.92	7.84	1.58	6.80	0.604	1.725	
	29	00	0.63	7.69	0.95	6.00	0.631	1.515	
	29	03	0.76	7.25	1.16	6.60	0.549	1.529	
	29	06	0.69	6.78	1.01	6.00	0.691	1.464	
	29	09	0.58	6.63	0.96	6.20	0.444	1.663	
	29	12	0.53	8.92	0.90	6.40	0.782	1.713	
	29	15	0.47	6.98	0.78	6.20	0.614	1.644	
	29	18	0.43	7.00	0.67	5.40	0.507	1.544	
	29	21							C
	30	00							C
	30	03							C
	30	06							C
	30	09							C
	30	12	0.48	7.27	0.70	5.80	0.540	1.468	
	30	15	0.57	7.87	0.81	7.80	0.560	1.425	
	30	18	0.68	7.52	1.09	8.00	0.587	1.603	
	30	21	0.51	7.36	0.80	7.40	0.498	1.574	
Jul	1	00	0.54	9.23	0.83	9.00	0.536	1.528	
	1	03	0.58	8.57	0.93	8.00	0.441	1.594	
	1	06	0.71	7.43	1.10	6.60	0.530	1.556	19 min
	1	09	0.62	7.29	0.98	8.00	0.417	1.581	
	1	12	0.54	7.36	0.83	5.90	0.717	1.527	
	1	15	0.53	5.49	0.88	7.80	0.796	1.658	
	1	18	0.58	5.93	0.80	6.80	0.716	1.381	
	1	21	0.49	5.42	0.78	7.80	0.722	1.593	
	2	00	0.41	5.17	0.53	6.00	0.738	1.285	
	2	03							C
	2	06	0.36	5.06	0.60	6.40	0.711	1.683	
	2	09							C
	2	12							C
	2	15							C
	2	18							C
	2	21							C

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Jul.	3	00							C
	3	03							C
	3	06							C
	3	09							C
	3	12							C
	3	15							C
	3	18							C
	3	21							C
	4	00							C
	4	03							C
	4	06							C
	4	09							C
	4	12							C
	4	15							C
	4	18							C
	4	21							C
	5	00							C
	5	03							C
	5	06							C
	5	09							C
	5	12	0.37	3.37	0.57	2.50	0.598	1.527	
	5	15	0.49	3.86	0.80	4.10	0.635	1.645	
	5	18	0.47	3.71	0.77	3.70	0.521	1.637	
	5	21	0.53	3.68	0.93	3.90	0.523	1.739	
	6	00							C
	6	03							C
	6	06							C
	6	09							C
	6	12							C
	6	15							C
	6	18							C
	6	21							C
	7	00							C
	7	03							C
	7	06							C
	7	09							C
	7	12							C
	7	15							C
	7	18							C
	7	21							C
	8	00							C
	8	03							C
	8	06							C
	8	09							C
	8	12							C
	8	15							C
	8	18							C
	8	21							C

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Jul.	9	00							C
	9	03							C
	9	06							C
	9	09							C
	9	12							C
	9	15							C
	9	18							C
	9	21	0.47	5.94	0.81	4.20	0.794	1.723	
	10	00							C
	10	03							C
	10	06							C
	10	09							C
	10	12	0.59	4.91	0.86	3.80	0.601	1.461	
	10	15	1.00	4.27	1.47	4.80	0.567	1.477	
	10	18	1.37	4.72	2.20	4.80	0.537	1.604	
	10	21	0.91	4.29	1.60	6.00	0.593	1.753	
	11	00	0.84	4.68	1.28	6.50	0.558	1.528	
	11	03	1.03	4.44	1.54	4.70	0.560	1.497	
	11	06	1.23	4.56	1.78	5.80	0.573	1.450	
	11	09	0.83	4.17	1.40	4.40	0.590	1.679	
	11	12	0.73	4.62	1.20	5.00	0.635	1.633	
	11	15	0.89	4.55	1.48	4.40	0.635	1.660	
	11	18	0.84	5.38	1.23	6.00	0.666	1.459	
	11	21	0.59	5.44	0.90	6.00	0.577	1.517	
	12	00	0.46	5.70	0.72	5.60	0.564	1.582	
	12	03							C
	12	06							C
	12	09							C
	12	12							C
	12	15							C
	12	18							C
	12	21							C
	13	00	0.35	5.85	0.61	5.80	0.563	1.731	
	13	03							C
	13	06							C
	13	09							C
	13	12							C
	13	15							C
	13	18							C
	13	21							C
	14	00							C
	14	03							C
	14	06							C
	14	09							C
	14	12							C
	14	15	0.43	4.05	0.57	3.00	0.673	1.320	
	14	18	0.42	4.31	0.64	3.80	0.644	1.512	
	14	21	0.54	4.27	0.80	3.60	0.688	1.468	

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Jul.	15	00	0.51	4.54	0.82	4.40	0.662	1.604	
	15	03	0.58	4.32	0.78	4.00	0.645	1.353	
	15	06	0.67	5.12	1.10	4.90	0.668	1.647	
	15	09	0.89	5.27	1.32	5.80	0.617	1.481	
	15	12	0.66	5.80	1.10	4.80	0.673	1.666	
	15	15	0.59	5.62	0.90	5.60	0.620	1.537	
	15	18	0.48	6.30	0.71	4.40	0.613	1.468	
	15	21	0.52	5.74	0.73	6.00	0.603	1.404	
	16	00	0.42	5.83	0.70	4.60	0.576	1.648	
	16	03	0.38	5.35	0.61	4.00	0.546	1.607	
	16	06							C
	16	09							C
	16	12	0.40	7.69	0.57	4.40	0.796	1.423	
	16	15	0.62	6.08	0.90	6.90	0.711	1.462	
	16	18	1.22	6.25	1.95	6.20	0.604	1.600	
	16	21	1.22	6.65	1.96	7.40	0.518	1.600	
	17	00	0.78	6.78	1.18	6.40	0.573	1.517	
	17	03	0.73	6.72	1.18	7.50	0.557	1.609	
	17	06	0.78	7.45	1.30	7.80	0.545	1.662	
	17	09	0.72	7.62	1.05	7.90	0.578	1.468	
	17	12	0.74	6.63	1.15	7.00	0.757	1.555	
	17	15	0.87	6.17	1.29	9.80	0.765	1.488	
	17	18	1.08	5.53	1.52	7.40	0.698	1.402	
	17	21	0.87	6.22	1.09	8.80	0.682	1.246	
	18	00	0.67	6.15	1.00	9.00	0.727	1.492	
	18	03	0.54	5.77	0.79	6.50	0.751	1.459	
	18	06	0.50	6.08	0.61	7.80	0.784	1.209	
	18	09	0.47	7.21	0.61	7.80	0.700	1.307	
	18	12	0.49	8.73	0.80	7.50	0.807	1.636	
	18	15	0.52	7.79	0.71	6.00	0.840	1.377	
	18	18	0.48	6.56	0.71	9.40	0.807	1.471	
	18	21	0.49	4.91	0.76	4.80	0.714	1.546	
	19	00							C
	19	03							C
	19	06							C
	19	09							C
	19	12							C
	19	15							C
	19	18							C
	19	21							C
	20	00							C
	20	03							C
	20	06							C
	20	09							C
	20	12							C
	20	15							C
	20	18							C
	20	21							C

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Jul.	21	00							C
	21	03							C
	21	06							C
	21	09							C
	21	12							C
	21	15							C
	21	18							C
	21	21							C
	22	00							C
	22	03							C
	22	06							C
	22	09							C
	22	12							C
	22	15							C
	22	18							C
	22	21							C
	23	00							C
	23	03							C
	23	06							C
	23	09							C
	23	12							C
	23	15							C
	23	18							C
	23	21	0.48	5.35	0.71	4.00	0.715	1.490	
	24	00	0.98	6.11	1.70	5.80	0.559	1.740	
	24	03	1.41	6.27	2.25	7.20	0.446	1.600	
	24	06	1.70	6.45	2.87	7.20	0.502	1.687	
	24	07	1.25	6.69	2.00	7.60	0.588	1.597	
	24	09	1.50	6.32	2.30	6.50	0.547	1.536	
	24	11	1.43	6.25	2.26	6.40	0.539	1.576	
	24	12	1.42	6.28	2.31	6.30	0.634	1.622	
	24	13	1.33	6.32	2.13	7.10	0.574	1.607	
	24	15	1.27	6.14	2.20	5.50	0.603	1.737	
	24	17	1.08	6.33	1.60	6.90	0.551	1.484	
	24	18	1.05	6.45	1.67	4.20	0.546	1.595	
	24	19	1.05	6.47	1.78	7.00	0.566	1.688	
	24	21	0.79	6.02	1.20	6.40	0.648	1.525	
	24	23	0.77	5.77	1.13	6.50	0.699	1.458	
	25	00	0.99	5.96	1.55	6.20	0.646	1.565	
	25	03	0.88	6.32	1.37	7.30	0.686	1.557	
	25	06	1.05	6.76	1.54	6.70	0.644	1.465	
	25	09	0.80	6.63	1.27	6.80	0.604	1.590	
	25	11	0.65	6.61	1.03	7.00	0.483	1.584	19 min
	25	12	0.50	6.78	0.79	6.60	0.519	1.585	
	25	15	0.44	7.45	0.66	6.00	0.609	1.503	
	25	18	0.65	6.67	1.05	6.00	0.595	1.617	
	25	21	0.55	6.42	0.86	7.60	0.410	1.578	

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Jul.	26	00	0.57	6.00	0.97	5.60	0.450	1.691	
	26	03	0.48	6.08	0.65	5.60	0.464	1.365	
	26	06	0.39	6.72	0.61	6.40	0.492	1.551	
	26	09	0.38	6.98	0.61	7.40	0.425	1.605	
	26	12	0.51	7.06	0.71	7.80	0.490	1.402	
	26	15	0.54	7.55	0.81	7.40	0.567	1.499	
	26	18	0.60	7.84	0.88	9.60	0.511	1.460	
	26	21	0.49	8.30	0.77	8.00	0.630	1.581	
	27	00	0.66	8.60	1.02	7.60	0.610	1.535	
	27	03	0.79	7.95	1.07	8.00	0.551	1.347	
	27	06	0.94	8.79	1.32	8.40	0.539	1.398	
	27	09	0.76	10.13	1.00	8.00	0.599	1.321	
	27	12	0.62	9.64	0.90	8.00	0.469	1.459	
	27	15	0.74	9.23	1.25	8.40	0.499	1.683	
	27	18	0.80	9.30	1.30	8.00	0.479	1.616	
	27	21	0.61	8.96	0.90	9.70	0.472	1.478	
	28	00	0.54	9.16	0.79	7.70	0.526	1.454	
	28	03	0.78	8.66	1.03	8.50	0.501	1.321	
	28	06	0.49	8.96	0.78	8.00	0.449	1.580	
	28	09	0.62	9.34	0.92	8.10	0.381	1.473	
	28	12	0.58	9.64	0.80	8.40	0.522	1.390	
	28	15	0.84	9.06	1.20	8.20	0.490	1.435	
	28	18	0.75	8.33	1.10	8.00	0.547	1.471	
	28	21	0.85	8.66	1.43	8.10	0.501	1.686	
	29	00	0.85	8.45	1.42	8.20	0.491	1.677	
	29	03	0.70	7.00	1.13	8.00	0.076	1.608	
	29	06	0.79	7.55	1.20	8.10	0.554	1.527	
	29	09	0.58	7.64	0.84	6.20	0.471	1.441	
	29	12	0.58	7.92	0.80	7.00	0.547	1.376	
	29	15	0.68	8.08	1.10	7.60	0.496	1.615	
	29	18	0.47	8.14	0.78	6.20	0.546	1.653	
	29	21	0.53	7.64	0.91	7.70	0.480	1.703	
	30	00	0.52	7.19	0.90	6.40	0.331	1.715	
	30	03	0.35	7.43	0.53	7.50	0.504	1.505	
	30	06							C
	30	09							C
	30	12							C
	30	15							C
	30	18							C
	30	21	0.40	6.32	0.60	6.10	0.504	1.517	
	31	00							C
	31	03							C
	31	06							C
	31	09							C
	31	12							C
	31	15							C
	31	18							C
	31	21							C

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Aug.	1	00							C
	1	03							C
	1	06							C
	1	09							C
	1	12							C
	1	15	0.44	4.00	0.64	4.00	0.398	1.456	
	1	18	0.57	4.07	0.80	4.00	0.363	1.413	
	1	21	0.63	4.28	0.98	3.80	0.413	1.565	
	2	00	0.70	5.74	1.17	4.40	0.665	1.666	
	2	03	0.63	4.87	1.18	5.40	0.443	1.882	
	2	06	0.63	5.24	1.03	5.00	0.461	1.631	
	2	09	0.88	5.77	1.29	5.60	0.505	1.472	
	2	12	0.99	5.70	1.50	7.00	0.445	1.522	
	2	15	1.05	6.30	1.69	6.40	0.391	1.615	
	2	18	1.28	6.80	2.11	7.40	0.394	1.649	
	2	21	1.27	7.23	2.04	7.20	0.469	1.610	
	2	23	1.39	8.06	2.11	8.80	0.624	1.514	19 min
	3	00	1.64	8.66	2.44	8.40	0.510	1.485	
	3	01	1.99	9.35	2.80	9.80	0.472	1.410	18 min
	3	03	1.76	9.38	2.71	9.20	0.600	1.536	
	3	05	1.40	8.64	2.21	11.00	0.519	1.581	17 min
	3	06	1.63	8.51	2.46	10.00	0.592	1.512	
	3	07	1.40	9.01	2.04	9.70	0.599	1.461	19 min
	3	09	1.56	8.48	2.66	8.90	0.506	1.707	
	3	11	1.29	8.11	2.04	10.10	0.394	1.583	
	3	12	1.11	8.25	1.75	9.00	0.541	1.572	
	3	13	1.20	8.25	1.75	8.40	0.533	1.453	
	3	15	1.01	7.64	1.70	9.00	0.480	1.677	
	3	18	1.09	8.99	1.64	9.20	0.444	1.504	
	3	21	0.89	8.45	1.40	8.00	0.481	1.568	
	4	00	1.11	8.26	1.77	9.00	0.455	1.597	19 min
	4	03	0.87	7.82	1.35	8.20	0.367	1.559	
	4	06	0.82	7.50	1.25	8.00	0.417	1.529	
	4	09	0.63	6.74	0.93	6.80	0.322	1.465	
	4	12	0.58	6.98	0.89	6.00	0.404	1.525	
	4	15	0.54	6.94	0.76	6.00	0.235	1.419	
	4	18	0.63	6.70	1.00	8.00	0.208	1.582	
	4	21	0.44	7.21	0.70	7.00	0.436	1.594	
	5	00	0.42	7.14	0.54	7.60	0.298	1.299	
	5	03	0.43	7.06	0.76	7.00	0.505	1.768	
	5	06	0.43	7.02	0.69	6.00	0.552	1.588	
	5	09							C
	5	12							C
	5	15							C
	5	18							C
	5	21							C

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Aug.	6	00							C
	6	03							C
	6	06							C
	6	09							C
	6	12							C
	6	15							C
	6	18							C
	6	21							C
	7	00							C
	7	03							C
	7	06							C
	7	09							C
	7	12							C
	7	15							C
	7	18							C
	7	21							C
	8	00							C
	8	03							C
	8	06							C
	8	09							C
	8	12							C
	8	15							C
	8	18							C
	8	21							C
	9	00							C
	9	03							C
	9	06							C
	9	09							C
	9	12							C
	9	15							C
	9	18							C
	9	21							C
	10	00							C
	10	03							C
	10	06							C
	10	09							C
	10	12							C
	10	15							C
	10	18							C
	10	21							C
	11	00							C
	11	03							C
	11	06							C
	11	09							C
	11	12							C
	11	15							C
	11	18							C
	11	21							C

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Aug.	12	00							C
	12	03							C
	12	06							C
	12	09							C
	12	12							C
	12	15	0.48	6.33	0.79	4.60	0.618	1.652	
	12	18	0.55	7.29	0.77	7.80	0.644	1.403	
	12	21	0.66	7.59	1.07	7.20	0.488	1.633	
	13	00	0.70	7.29	1.09	8.00	0.580	1.547	
	13	03	1.03	7.23	1.70	7.80	0.564	1.644	
	13	06	0.85	6.92	1.33	7.80	0.610	1.556	
	13	09	0.84	7.48	1.20	8.00	0.622	1.434	
	13	12	0.93	7.23	1.36	8.40	0.675	1.460	
	13	15	1.06	6.86	1.70	7.00	0.576	1.598	
	13	18	0.89	6.58	1.30	6.40	0.585	1.460	
	13	21	0.79	6.74	1.34	6.60	0.363	1.691	
	14	00	0.93	6.23	1.53	6.00	0.419	1.652	
	14	03	1.01	6.15	1.67	6.60	0.471	1.659	
	14	06	0.96	5.53	1.47	6.00	0.654	1.525	
	14	09	1.12	4.84	1.60	6.60	0.439	1.427	
	14	11	1.11	4.58	1.69	5.80	0.521	1.525	
	14	12	1.07	4.71	1.87	4.70	0.527	1.751	
	14	13	0.88	4.74	1.36	5.30	0.554	1.548	
	14	15	1.17	4.78	1.67	5.00	0.496	1.431	
	14	17	1.27	4.89	1.90	6.00	0.546	1.492	
	14	18	1.27	4.80	2.02	5.40	0.522	1.589	
	14	19	1.12	4.44	1.90	4.50	0.575	1.702	19 min
	14	21	1.22	4.81	2.05	5.20	0.542	1.686	
	14	23	0.92	4.75	1.64	5.30	0.620	1.775	18 min
	15	00	0.87	4.56	1.48	5.00	0.619	1.698	
	15	03	0.48	4.57	0.75	5.00	0.600	1.548	
	15	06	0.65	4.01	0.92	4.40	0.590	1.425	
	15	09	0.85	4.09	1.20	6.00	0.526	1.405	
	15	12	0.64	4.54	1.04	5.00	0.493	1.626	
	15	15	0.59	4.88	1.00	4.40	0.510	1.704	
	15	18	0.74	5.38	1.34	5.60	0.414	1.811	
	15	21	0.82	5.16	1.31	5.60	0.529	1.596	
	16	00	0.83	5.31	1.28	6.00	0.482	1.533	
	16	03	0.54	5.13	0.76	5.00	0.456	1.403	
	16	06	0.46	5.38	0.65	5.40	0.535	1.427	
	16	09	0.55	5.38	0.80	4.80	0.485	1.462	
	16	12	0.43	5.17	0.63	6.00	0.568	1.449	
	16	15	0.49	5.36	0.70	4.60	0.622	1.432	
	16	18	0.52	5.00	0.70	5.40	0.578	1.340	
	16	21	0.50	5.02	0.78	6.00	0.483	1.574	

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Aug.	17	00	0.85	5.91	1.50	6.00	0.533	1.762	
	17	03	0.73	6.05	1.05	6.00	0.649	1.445	
	17	06	0.72	6.43	1.05	7.00	0.590	1.449	
	17	09	0.76	6.12	1.10	6.00	0.582	1.446	
	17	12	0.57	6.30	0.81	6.40	0.421	1.425	
	17	15	0.44	7.21	0.73	7.20	0.583	1.653	
	17	18	0.67	7.16	1.00	8.00	0.463	1.499	
	17	21	0.74	5.97	1.27	6.80	0.465	1.720	
	18	00	0.70	5.62	1.09	6.40	0.520	1.552	
	18	03	0.67	6.15	1.13	6.00	0.412	1.683	
	18	06	0.55	5.81	0.97	6.00	0.440	1.752	
	18	09	0.51	5.99	0.70	6.60	0.503	1.380	
	18	12	0.45	5.93	0.67	6.00	0.474	1.475	
	18	15							C
	18	18	0.44	5.39	0.65	5.40	0.517	1.475	
	18	21							C
	19	00							C
	19	03							C
	19	06							C
	19	09							C
	19	12							C
	19	15							C
	19	18							C
	19	21							C
	20	00							C
	20	03							C
	20	06							C
	20	09							C
	20	12							C
	20	15							C
	20	18							C
	20	21							C
	21	00	0.37	3.50	0.54	3.40	0.530	1.442	
	21	03	0.42	3.75	0.68	5.60	0.417	1.616	
	21	06							C
	21	09	0.44	3.61	0.64	4.00	0.401	1.447	
	21	12	0.83	4.33	1.33	4.60	0.540	1.606	
	21	15							M
	21	18							M
	21	21							M
	22	00							M
	22	03							M
	22	06							M
	22	09							M
	22	12	0.67	4.74	1.06	5.60	0.592	1.592	
	22	15	0.66	5.17	1.16	5.80	0.738	1.750	
	22	18	0.58	4.67	0.92	6.00	0.762	1.598	
	22	21	0.49	5.29	0.84	6.00	0.784	1.713	

Table A.2.3.1 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Aug.	23	00	0.55	5.83	0.86	5.60	0.729	1.558	
	23	03	0.51	4.85	0.80	6.40	0.801	1.556	
	23	06	0.49	4.39	0.80	6.60	0.745	1.627	
	23	09	0.60	4.59	0.94	6.40	0.734	1.578	
	23	12	0.53	4.60	0.90	4.40	0.638	1.698	
	23	15	0.87	4.23	1.36	4.80	0.369	1.556	
	23	18	1.03	5.21	1.57	5.60	0.580	1.525	
	23	21	1.17	5.54	1.90	6.00	0.627	1.618	
	24	00	1.18	5.83	1.68	6.20	0.643	1.428	
	24	03	1.05	5.71	1.67	6.00	0.621	1.591	
	24	06	0.97	5.67	1.50	6.80	0.664	1.545	
	24	07	1.25	5.80	2.09	7.00	0.708	1.677	
	24	09	1.04	5.31	1.58	6.80	0.684	1.512	
	24	12	1.09	5.18	1.60	7.60	0.609	1.474	
	24	15	0.83	5.44	1.15	5.80	0.530	1.385	
	24	18	0.69	4.58	1.13	5.00	0.585	1.626	
	24	21	0.87	4.84	1.31	4.00	0.589	1.511	
	25	00	0.74	4.38	1.21	6.00	0.534	1.636	
	25	03	0.80	4.35	1.25	5.00	0.466	1.569	
	25	06	0.75	4.09	1.10	5.00	0.612	1.465	
	25	09	0.95	4.49	1.52	5.00	0.604	1.604	
	25	12	0.93	4.03	1.57	5.00	0.524	1.694	
	25	15	1.05	4.12	1.88	4.80	0.469	1.793	
	25	18	0.86	4.08	1.35	4.40	0.553	1.569	
	25	21	0.99	3.88	1.73	4.60	0.597	1.755	
	26	00	0.90	4.88	1.35	5.80	0.642	1.496	
	26	03	0.95	5.32	1.50	4.40	0.589	1.578	
	26	06	0.94	5.84	1.38	6.00	0.682	1.472	
	26	09	1.29	5.44	1.90	6.00	0.640	1.470	
	26	11	1.10	5.21	1.51	8.00	0.664	1.376	19 min
	26	12	1.23	5.57	2.22	6.00	0.621	1.802	
	26	15	1.01	5.59	1.50	6.40	0.702	1.490	
	26	18	1.19	5.85	1.62	6.40	0.754	1.356	
	26	21	1.01	5.47	1.52	8.00	0.730	1.507	
	27	00	1.14	4.65	1.70	6.00	0.736	1.487	
	27	01	1.27	4.94	1.96	7.50	0.704	1.539	
	27	03	1.46	4.61	2.68	5.30	0.712	1.841	
	27	05	1.26	4.49	2.00	5.50	0.723	1.589	
	27	06	1.26	4.50	2.10	9.20	0.718	1.664	
	27	07	1.46	4.55	2.15	5.20	0.699	1.475	
	27	09	1.69	4.62	2.48	8.90	0.674	1.467	
	27	11	2.39	5.44	4.12	6.20	0.701	1.725	
	27	12	2.75	6.20	4.40	6.50	0.708	1.601	
	27	13	3.17	6.53	5.18	8.50	0.757	1.636	19 min
	27	15	3.29	6.94	5.27	8.20	0.747	1.603	
	27	17	3.01	7.48	4.48	9.00	0.748	1.488	
	27	18	3.29	7.92	5.40	9.50	0.794	1.642	
	27	19	3.48	8.48	5.62	9.50	0.727	1.614	
	27	21	2.31	8.08	3.75	9.10	0.661	1.624	

Table A.2.3.1 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Aug.	27	22	2.44	8.25	3.82	9.50	0.736	1.566	
	27	23	2.13	7.92	2.28	8.50	0.750	1.069	
	28	00	1.82	7.48	3.00	10.10	0.775	1.645	
	28	01	1.87	7.97	2.65	9.00	0.800	1.414	
	28	02	1.67	7.72	2.62	9.60	0.779	1.569	
	28	03	1.64	7.08	2.20	8.00	0.760	1.340	
	28	04	1.50	7.79	2.40	9.50	0.758	1.597	
	28	05	1.46	7.62	2.30	10.40	0.752	1.571	
	28	06	1.42	7.72	2.02	6.60	0.694	1.427	
	28	09	1.43	7.29	1.86	9.20	0.748	1.298	
	28	12							F
	28	13	1.58	5.63	2.53	5.00	0.573	1.600	
	28	15	1.38	5.48	2.20	5.60	0.612	1.593	
	28	18	1.08	6.15	1.74	6.80	0.601	1.617	
	28	21	0.99	5.26	1.48	4.60	0.588	1.501	
	29	00	1.06	6.05	1.57	7.40	0.586	1.476	
	29	03	0.87	5.63	1.30	6.00	0.629	1.493	
	29	06	0.76	5.47	1.10	6.40	0.628	1.444	
	29	09	0.64	5.62	0.82	4.60	0.596	1.291	
	29	12	0.63	5.91	0.97	5.60	0.704	1.529	
	29	15	0.50	5.76	0.63	6.40	0.798	1.269	
	29	18	0.37	6.23	0.50	6.00	0.574	1.352	
	29	21	0.47	6.20	0.73	7.00	0.582	1.564	
	30	00							C
	30	03							C
	30	06							C
	30	09							C
	30	12							C
	30	15							C
	30	18							C
	30	21							C
	31	00							C
	31	03							C
	31	06							C
	31	09							C
	31	12							C
	31	15							C
	31	18							C
	31	21							C
Sep.	1	00							C
	1	03							C
	1	06							C
	1	09							C
	1	12							C
	1	15							C
	1	18							C
	1	21							C

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Sep.	2	00	0.36	3.40	0.70	4.20	0.528	1.927	
	2	03	0.44	3.36	0.76	3.60	0.552	1.727	
	2	06	0.57	3.27	1.06	4.00	0.567	1.864	
	2	09	0.60	3.41	0.96	3.60	0.566	1.600	
	2	12	0.54	3.35	0.83	3.40	0.563	1.524	
	2	15	0.61	3.51	0.57	4.00	0.575	0.940	
	2	18	0.73	3.73	1.30	4.00	0.507	1.780	
	2	21	0.67	3.58	1.25	3.80	0.486	1.870	
	3	00	0.52	3.79	0.90	4.40	0.543	1.733	
	3	03	0.54	3.91	0.93	3.60	0.614	1.723	
	3	06							M
	3	09	1.18	4.07	2.11	4.60	0.589	1.787	
	3	12	1.18	4.01	1.90	4.40	0.570	1.612	
	3	15	1.25	4.22	1.96	5.00	0.532	1.567	
	3	18	1.55	4.38	2.21	4.60	0.575	1.423	
	3	21	1.54	4.44	2.58	4.40	0.624	1.673	
	4	00	1.68	4.86	2.70	5.40	0.617	1.606	
	4	03	2.00	5.08	3.07	5.60	0.617	1.532	10 min
	4	06							F
	4	09	1.71	5.24	2.72	6.00	0.637	1.587	
	4	11	1.81	5.33	3.10	6.20	0.678	1.713	
	4	12	1.57	5.41	2.55	6.00	0.630	1.620	
	4	13	1.77	5.29	2.91	8.00	0.597	1.641	
	4	15	1.65	5.80	2.59	7.40	0.635	1.566	
	4	18	1.47	5.36	2.15	6.00	0.651	1.462	
	4	21	1.27	5.43	2.00	7.60	0.654	1.572	
	5	00	1.17	5.94	1.91	6.00	0.610	1.569	
	5	03	1.01	5.57	1.58	5.60	0.606	1.569	
	5	06	1.08	5.54	1.76	6.00	0.554	1.628	
	5	09	0.91	5.69	1.41	6.20	0.571	1.549	
	5	12	0.94	5.84	1.59	7.40	0.596	1.695	
	5	15	1.02	5.97	1.65	7.00	0.567	1.618	
	5	18	0.80	5.96	1.37	6.00	0.521	1.717	
	5	21	0.89	5.63	1.10	5.00	0.524	1.233	
	6	00	0.67	5.30	1.20	6.80	0.628	1.804	
	6	03	0.62	5.50	1.10	5.80	0.634	1.786	
	6	06	0.51	5.26	0.83	4.60	0.661	1.627	
	6	09	0.47	5.90	0.65	6.00	0.557	1.393	
	6	12	0.47	6.22	0.76	6.80	0.480	1.623	
	6	15	0.59	5.27	0.96	6.00	0.643	1.634	
	6	18	0.70	3.84	1.10	5.20	0.587	1.578	
	6	21	0.72	4.24	1.00	4.00	0.477	1.397	
	7	00	0.47	4.90	0.75	4.00	0.573	1.584	
	7	03	0.38	5.80	0.72	5.00	0.682	1.896	
	7	06							C
	7	09							C

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hs	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Sep.	7	12							C
	7	15							C
	7	18							C
	7	21							C
	8	00							C
	8	03	0.34	5.02	0.62	6.00	0.465	1.834	
	8	06							C
	8	09							C
	8	12							C
	8	15							C
	8	18							C
	8	21							C
	9	00							C
	9	03							C
	9	06							C
	9	09							C
	9	12							C
	9	15							C
	9	18	0.40	4.38	0.55	5.20	0.605	1.358	
	9	21							C
	10	00							C
	10	03							C
	10	06							C
	10	09							C
	10	12							C
	10	15							C
	10	18							C
	10	21	0.44	6.69	0.62	6.20	0.550	1.401	
	11	00	0.47	5.83	0.80	6.00	0.666	1.684	
	11	03	0.47	6.09	0.79	5.60	0.663	1.677	
	11	06	0.46	5.22	0.88	5.80	0.735	1.920	
	11	09							C
	11	12	0.94	4.52	1.50	5.00	0.573	1.593	
	11	15	1.03	4.99	1.73	6.00	0.479	1.679	
	11	18	1.51	5.13	2.61	6.00	0.525	1.729	
	11	21	1.11	4.96	1.87	5.00	0.443	1.689	
	12	00	0.93	4.50	1.80	4.60	0.501	1.927	
	12	03	1.28	4.76	2.00	6.00	0.529	1.558	
	12	06	1.31	4.78	2.27	4.00	0.657	1.736	
	12	09	1.42	4.87	2.40	7.20	0.629	1.694	
	12	12	1.45	5.02	2.17	4.60	0.601	1.498	
	12	15	1.46	5.22	2.45	6.00	0.609	1.680	
	12	18	1.46	5.37	2.18	6.80	0.617	1.489	
	12	21	1.83	6.52	3.20	6.80	0.638	1.745	
	13	00	1.63	6.90	2.90	7.60	0.672	1.778	
	13	03	1.57	6.76	2.48	7.80	0.648	1.584	
	13	06							F

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Sep.	13	09	1.58	7.23	2.43	8.20	0.597	1.535	
	13	11	1.71	7.32	2.20	8.20	0.605	1.286	
	13	12	1.33	7.21	2.20	8.00	0.614	1.649	
	13	13	1.34	7.19	2.17	8.00	0.550	1.615	
	13	15	1.65	7.48	2.73	8.20	0.673	1.657	
	13	17	1.56	7.48	2.76	8.00	0.680	1.767	19 min
	13	18	1.46	7.84	2.21	8.00	0.657	1.515	
	13	21	1.81	8.16	3.20	10.00	0.733	1.773	
	14	00	1.73	8.25	2.64	10.00	0.704	1.523	
	14	03	1.69	8.08	2.65	9.80	0.653	1.571	
	14	06	1.83	7.77	3.20	9.20	0.599	1.744	
	14	09	1.87	7.97	3.28	8.00	0.534	1.753	
	14	12	1.41	7.52	2.34	8.60	0.659	1.657	
	14	15	1.30	6.72	2.14	7.60	0.730	1.644	
	14	18	1.07	6.30	1.48	7.60	0.668	1.389	
	14	21	0.99	6.45	1.50	8.60	0.602	1.510	
	15	00	0.79	6.05	1.28	7.40	0.557	1.624	
	15	03	0.71	5.31	1.12	6.00	0.613	1.570	
	15	06	0.91	5.76	1.35	8.00	0.642	1.484	
	15	09	1.06	5.93	1.77	7.00	0.655	1.663	
	15	12	0.95	5.80	1.62	6.80	0.566	1.713	
	15	15	0.88	6.30	1.39	8.40	0.644	1.586	
	15	18	0.72	5.76	1.02	6.00	0.621	1.418	
	15	21	0.83	6.14	1.28	5.40	0.611	1.551	
	16	00	0.83	5.78	1.30	6.40	0.526	1.564	
	16	03	0.75	6.40	1.25	6.00	0.547	1.663	
	16	06	0.67	6.28	1.06	6.20	0.610	1.571	
	16	09	0.62	6.59	0.86	7.80	0.648	1.380	
	16	12	0.51	6.09	0.71	4.20	0.503	1.382	
	16	15	0.43	5.44	0.62	6.20	0.484	1.435	
	16	18	0.38	5.58	0.68	5.60	0.479	1.797	
	16	21	0.38	5.77	0.51	7.80	0.418	1.354	
	17	00	0.41	5.50	0.61	6.00	0.442	1.473	
	17	03	0.40	4.95	0.64	3.60	0.403	1.608	
	17	06	0.36	4.96	0.68	6.00	0.366	1.913	
	17	09	0.38	4.83	0.60	4.60	0.407	1.583	
	17	12	0.36	5.48	0.55	5.00	0.455	1.532	
	17	15							C
	17	18							C
	17	21							C
	18	00	0.34	4.45	0.55	4.60	0.451	1.629	
	18	03							C
	18	06	0.38	4.62	0.60	4.40	0.391	1.588	
	18	09	0.58	4.77	1.00	3.80	0.545	1.734	
	18	12	0.64	5.23	1.01	5.00	0.555	1.587	
	18	15	0.57	4.88	0.95	5.00	0.556	1.659	
	18	18	0.65	4.76	1.03	5.80	0.520	1.574	
	18	21	0.64	4.73	0.96	4.40	0.539	1.509	

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Sep.	19	00	0.66	4.20	1.00	3.60	0.543	1.509	
	19	03							M
	19	06	1.00	4.82	1.69	4.20	0.513	1.689	
	19	09	0.61	4.84	1.02	4.60	0.445	1.681	
	19	12	0.66	4.32	1.10	3.60	0.380	1.665	
	19	15	0.80	4.77	1.44	4.00	0.541	1.804	
	19	18	0.97	4.88	1.61	5.40	0.472	1.658	
	19	21	0.95	4.94	1.54	5.00	0.422	1.626	
	20	00	0.67	4.82	1.09	4.60	0.424	1.639	
	20	03	0.55	4.93	0.87	4.60	0.465	1.588	
	20	06	0.56	4.72	0.98	4.60	0.471	1.736	
	20	09	0.39	5.96	0.63	4.60	0.656	1.623	
	20	12							C
	20	15	0.37	5.59	0.60	5.00	0.643	1.631	
	20	18	0.45	6.49	0.61	6.40	0.641	1.349	
	20	21	0.41	5.18	0.54	4.20	0.648	1.309	
	21	00							C
	21	03							C
	21	06	0.92	4.43	1.40	4.20	0.486	1.515	
	21	09	0.75	4.11	1.15	4.00	0.512	1.537	
	21	12	1.57	6.72	2.35	8.00	0.647	1.495	
	21	15	1.90	8.05	3.20	8.20	0.599	1.680	
	21	18	1.54	8.42	2.35	9.40	0.513	1.524	
	21	21	1.30	7.87	2.04	7.60	0.560	1.569	
	22	00	1.15	6.74	1.84	8.00	0.649	1.598	
	22	03	1.33	6.40	2.06	8.00	0.658	1.546	
	22	06	0.85	6.20	1.30	6.80	0.648	1.538	
	22	09	0.86	5.70	1.50	6.00	0.637	1.742	
	22	12	0.82	4.28	1.68	6.40	0.589	2.061	
	22	15	0.52	5.01	0.72	7.80	0.584	1.380	
	22	18	0.41	6.23	0.67	6.20	0.588	1.632	
	22	21	0.47	5.80	0.60	6.60	0.500	1.271	
	23	00	0.68	6.08	1.02	7.40	0.664	1.493	
	23	03	0.85	4.95	1.50	7.20	0.520	1.761	
	23	06	0.76	4.98	1.30	6.40	0.705	1.718	
	23	09	0.83	4.50	1.25	4.00	0.609	1.497	
	23	12	1.08	4.55	1.62	6.00	0.613	1.495	
	23	15	1.25	4.76	1.90	5.40	0.683	1.524	
	23	18	1.39	5.00	2.21	11.00	0.733	1.590	
	23	21	1.57	5.04	2.38	6.40	0.733	1.516	
	24	00	1.61	4.90	2.21	6.00	0.684	1.370	
	24	03	1.37	5.13	1.82	6.80	0.709	1.331	10 min
	24	06							F
	24	09	1.55	4.67	2.57	6.20	0.578	1.656	
	24	12	1.63	4.81	2.18	6.70	0.646	1.337	
	24	15	1.52	4.99	2.27	7.20	0.675	1.498	
	24	18	1.87	5.12	3.21	6.70	0.673	1.715	
	24	21	1.80	5.31	2.61	5.20	0.652	1.447	

Table A.2.3.2 (continued)

Mon	Day	Hr	Hs (m)	Tz (secs)	Hmax (m)	THmax (secs)	Eps	Hmax/Hs	Remarks
Sep.	25	00	1.82	5.30	2.88	6.00	0.624	1.585	
	25	03	2.34	6.37	3.99	7.20	0.635	1.704	
	25	06	2.94	6.05	4.70	8.00	0.546	1.596	
	25	09	2.59	6.80	4.31	7.80	0.602	1.663	
	25	10	2.47	6.88	3.70	8.00	0.644	1.498	
	25	12							F
	25	15							F
	25	18	2.81	8.92	4.21	10.00	0.507	1.499	
	25	21	2.62	9.13	3.82	9.00	0.529	1.457	
	25	22	2.18	8.96	3.40	10.40	0.648	1.563	
	25	23	2.26	9.34	3.55	10.00	0.683	1.572	
	26	00	2.22	9.06	3.63	9.10	0.648	1.634	
	26	01	2.41	8.76	3.75	9.10	0.642	1.557	17 min
	26	03	2.57	8.76	4.25	9.00	0.611	1.656	
	26	06	2.30	7.95	3.40	8.70	0.590	1.480	
	26	09	1.78	7.52	2.70	8.80	0.580	1.516	19 min
	26	10	2.08	7.38	3.20	9.00	0.746	1.540	
	26	12	1.56	7.32	2.55	7.40	0.659	1.635	
	26	15	1.52	6.78	1.60	8.00	0.730	1.051	
	26	18	0.95	6.72	1.54	7.40	0.604	1.617	
	26	21	0.71	6.20	1.00	6.20	0.577	1.418	
	27	00	0.64	5.05	0.98	4.40	0.444	1.532	
	27	03	0.67	4.08	0.94	5.20	0.613	1.396	
	27	06							C
	27	09	0.46	3.76	0.82	2.80	0.593	1.786	
	27	12	0.79	6.30	1.10	6.00	0.566	1.397	
	27	15	0.72	6.15	1.19	7.20	0.439	1.650	
	27	18	0.51	5.56	0.81	6.40	0.537	1.602	
	27	21	0.42	5.99	0.62	6.40	0.438	1.476	
	28	00	0.43	5.12	0.61	6.40	0.688	1.431	
	28	03	0.43	6.47	0.70	7.20	0.576	1.641	
	28	06	0.44	5.08	0.67	7.20	0.637	1.518	

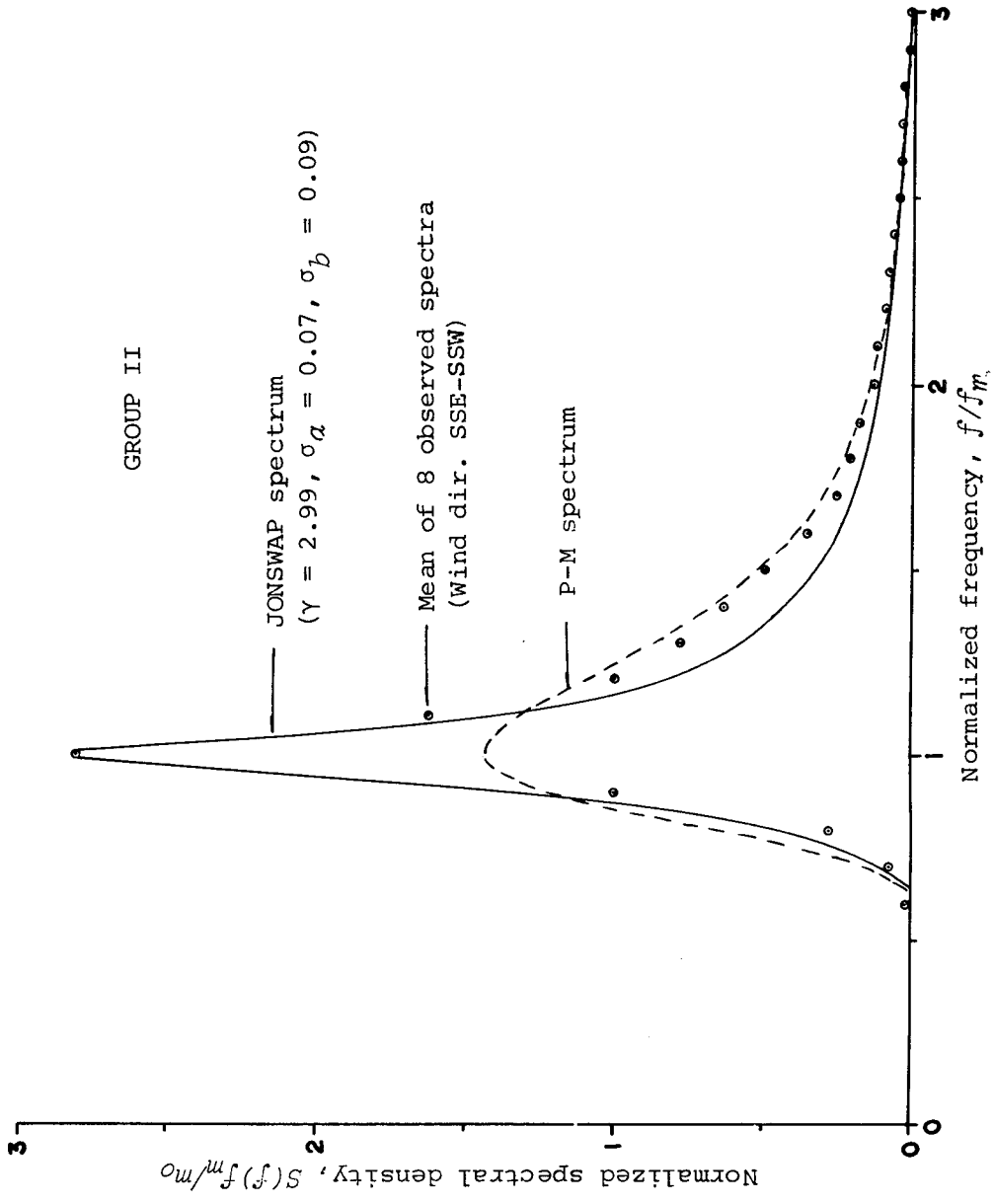


Fig. A.2.3.2. Comparison of wave spectra (observed group II, P-M and JONSWAP spectrum) at WR.

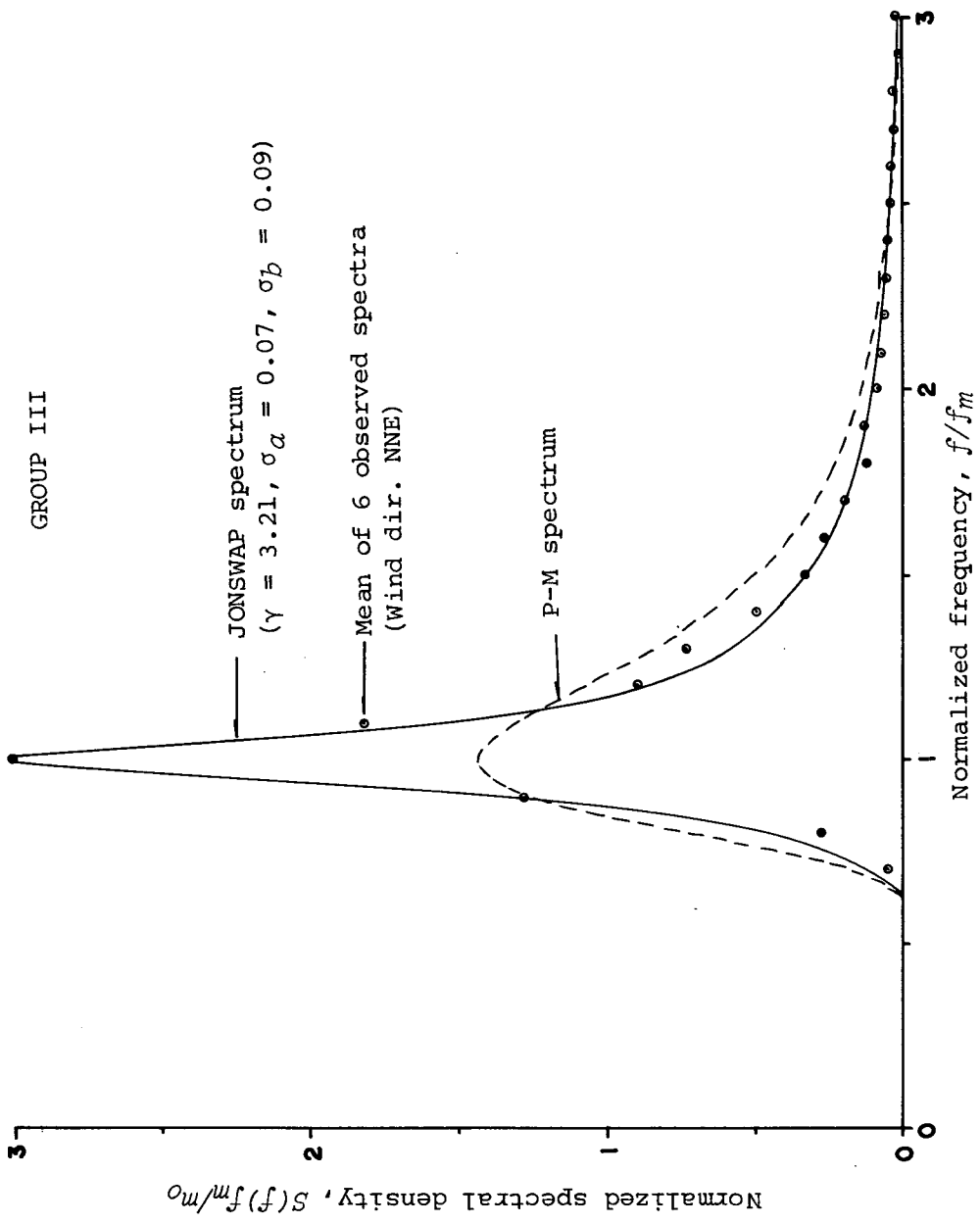


Fig. A.2.3.3. Comparison of wave spectra (observed group III, P-M and JONSWAP spectrum) at WR.

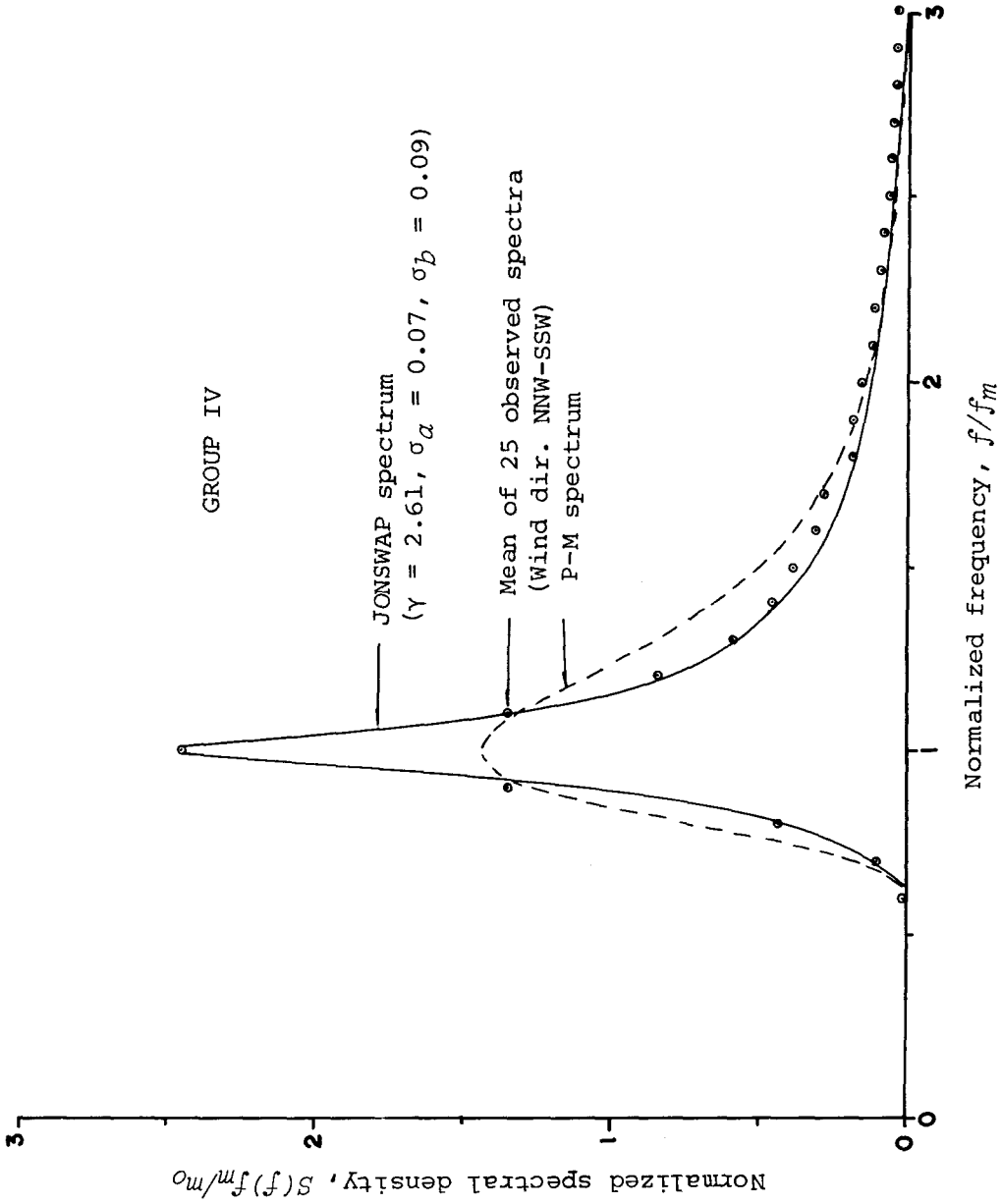


Fig. A.2.3.4. Comparison of wave spectra (observed group IV, P-M and JONSWAP spectrum) at WR.

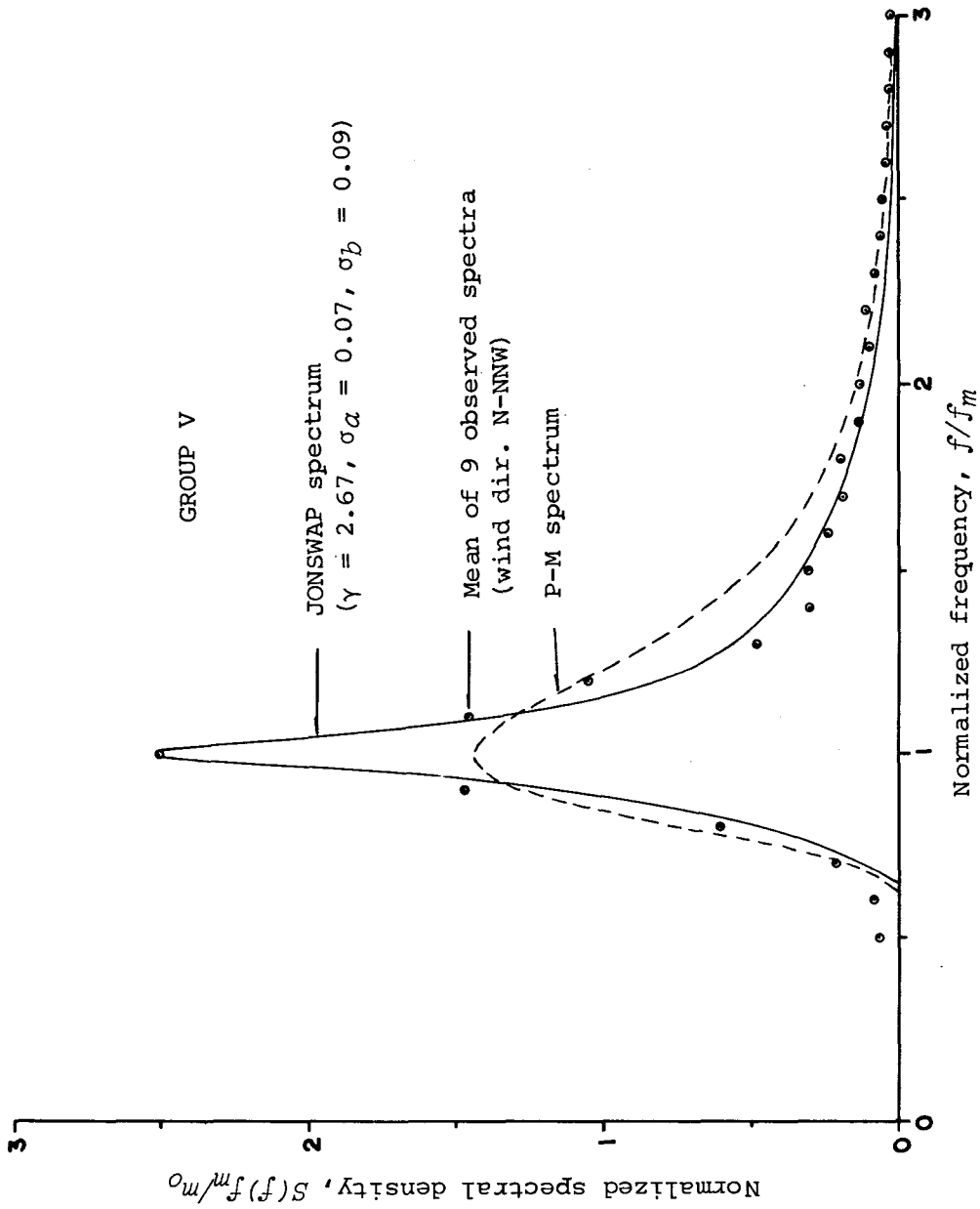


Fig. A.2.3.5. Comparison of wave spectra (observed group V, P-M and JONSWAP spectrum) at WR.

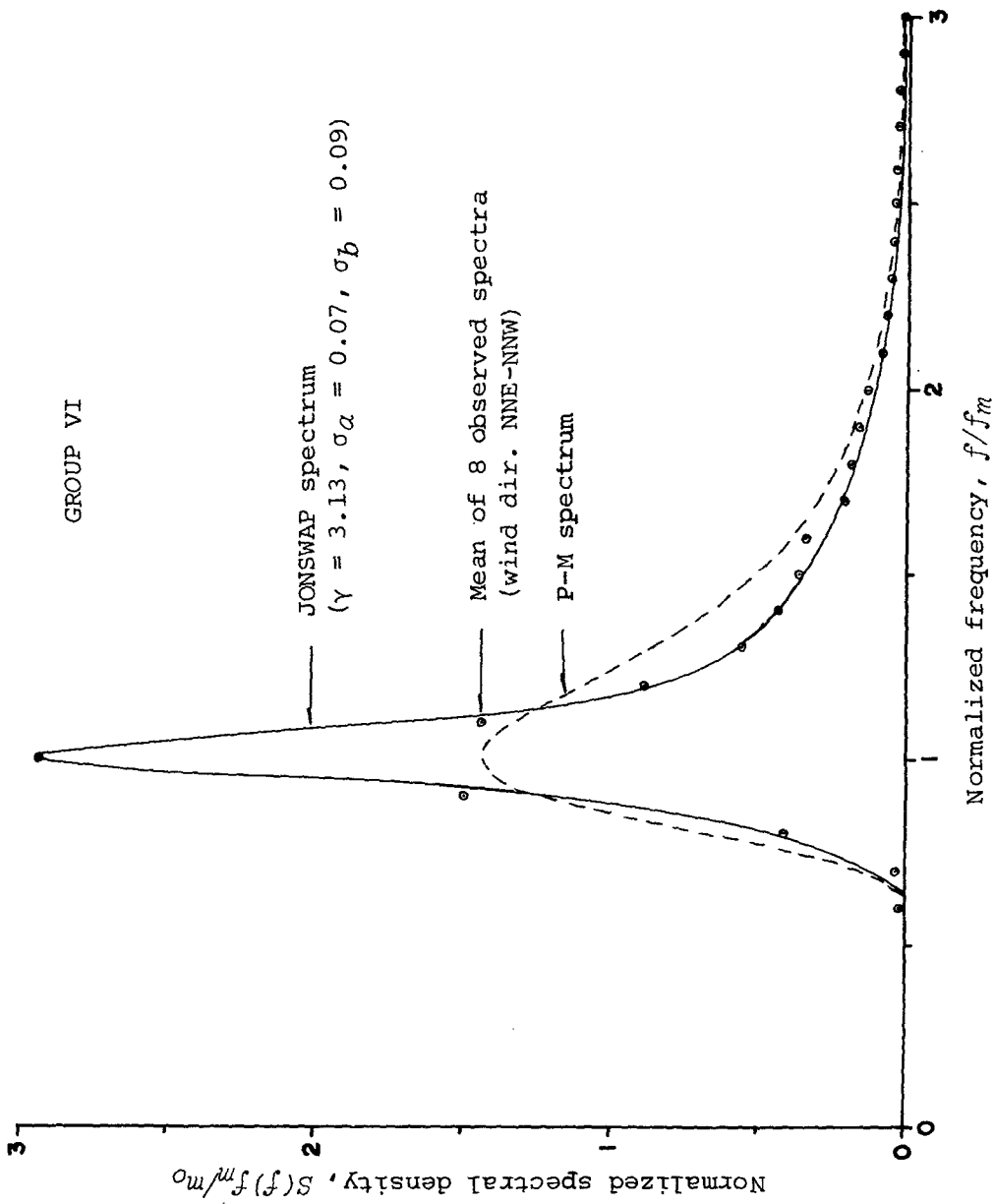


Fig. A.2.3.6. Comparison of wave spectra (observed group VI, P-M and JONSWAP spectrum) at WR.

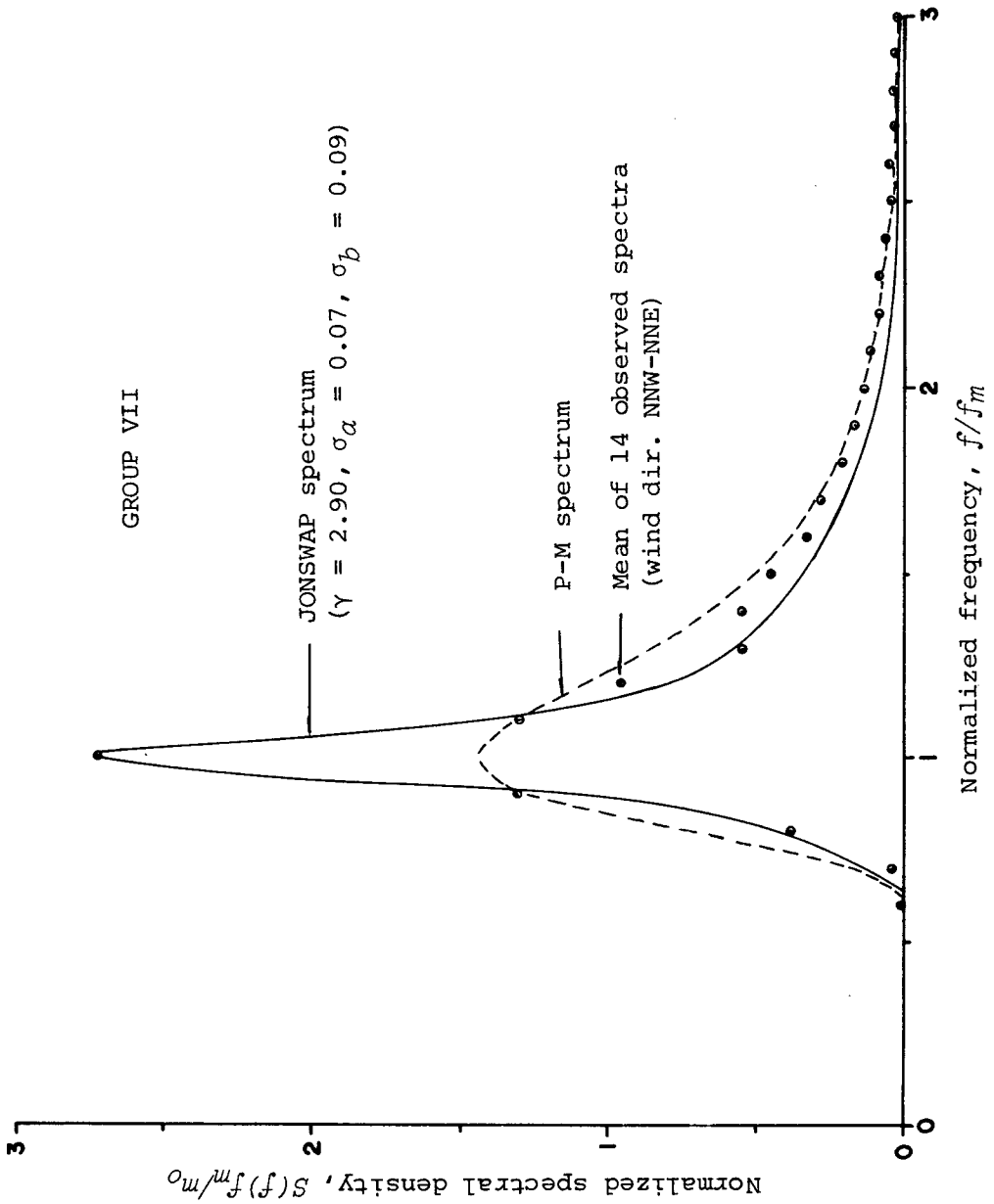


Fig. A.2.3.7. Comparison of wave spectra (observed group VII, P-M and JONSWAP spectrum) at WR.

Table A.2.3.3. Data for the mean wave spectra at station WR and γ -value of JONSWAP spectrum.

Group	No. of Samples	Measurement Periods	'JONSWAP' γ -value	Wind Direction
I	16	Feb - Sep 1982	2.8806	STORM
II	8	Jul 10-11, 1982	2.9915	SSE-SSW
III	6	Jul 24, 1982	3.2148	NNE
IV	25	Aug 24-28, 1982	2.6079	NNW-SSW
V	9	Sep 24-25, 1982	2.6743	N-NNW
VI	8	Jun 13-14, 1982	3.1314	NNE-NNW
VII	14	Sep 3- 4, 1982	2.9037	NNW-NNE

Table A.2.3.4. Wind and wave characteristic parameters of the data for the mean wave spectra.

Group II

Date	Time	Hs (m)	Tz (sec)	$1/f_p(T_p)$ (sec)	\bar{U}_{3hr} (m/sec)	Wind Dir.
Jul 10, 1982	12 ^h	0.97	3.85	5.24	6.1	SSE
	15	1.16	3.92	4.98	5.1	SSW
	18	1.39	4.30	5.83	9.3	S
	21	0.97	3.85	5.24	8.9	S
Jul 11, 1982	00	1.06	4.19	5.52	7.5	S
	03	1.09	3.97	5.24	7.9	SSE
	06	1.16	4.01	5.24	7.3	S
	09	0.84	3.65	4.75	6.8	SSE

Group III

Date	Time	Hs (m)	Tz (sec)	$1/f_p(T_p)$ (sec)	\bar{U}_{3hr} (m/sec)	Wind Dir.
Jul 23, 1982	21 ^h				3.7	E
Jul 24, 1982	00	1.08	5.06	6.58	4.0	NNE
	03	1.47	5.64	7.04	3.8	NNE
	06	1.60	5.65	7.04	4.0	NNE
	09	1.53	5.71	8.16	4.7	NNE
	15	1.33	5.40	6.58	6.0	NNE*
	18	1.20	5.55	7.04	5.4	N

Table A.2.3.4(Continued)

Group IV

Date	Time	Hs (m)	Tz (sec)	$1/f_p(T_p)$ (sec)	\bar{U}_{3hr} (m/sec)	Wind Dir.
Aug 25, 1982	09h	0.90	3.99	5.24	4.3	NW
	12	0.95	3.80	5.24	4.3	NNW
	15	1.02	3.75	4.98	5.6	NNW
	18	0.96	3.75	4.75	5.7	NNW
	21	0.86	3.61	5.52	5.7	NNW
Aug 26, 1982	00	0.96	4.44	6.19	4.7	NNW
	03	1.01	4.94	6.19	4.5	NNE
	06	0.96	4.83	6.19	5.9	NNE
	09	1.33	5.41	6.58	3.4	N
	12	1.32	5.22	7.04	3.3	N
	15	1.18	5.06	7.04	4.3	N
	18	1.28	5.30	7.56	4.3	N
	21	1.20	5.21	7.56	4.6	N
Aug 27, 1982	00	1.27	4.72	7.56	6.1	N
	03	1.34	4.40	7.04	7.5	N
	06	1.32	4.22	7.56	8.3	N
	09	1.60	4.45	7.56	9.9	N
	12	2.86	5.83	7.56	9.9	N
	15	3.58	6.78	8.87	8.2	NNW
	18	3.34	7.33	9.71	7.5	NW
	21	2.46	7.87	10.72	6.2	WSW
Aug 28, 1982	00	1.98	6.72	9.71	8.6	WSW
	03	1.68	6.35	10.72	9.3	SSW
	06	1.54	6.91	9.71	8.1	SW
	09	1.42	6.21	10.72	10.7	WSW

Table A.2.3.4(Continued)

						Group V
Date	Time	Hs (m)	Tz (sec)	$1/f_p(T_p)$ (sec)	\bar{U}_{3hr} (m/sec)	Wind Dir.
Sep 24, 1982	15 ^h	1.58	4.78	5.83	8.3	N
	18	1.80	4.93	7.04	8.1	N
	21	1.93	5.03	7.04	9.1	N
Sep 25, 1982	00	1.87	4.86	6.58	8.6	N
	03	2.10	5.70	8.16	10.1	NNW
	06	3.00	5.97	7.56	11.1	N
	09	2.71	6.55	8.87	9.8	NNW
	18	3.46	8.68	9.71	8.2	NNW*
	21	2.74	9.00	10.72	1.5	WNW

Group VI

Date	Time	Hs (m)	Tz (sec)	$1/f_p(T_p)$ (sec)	\bar{U}_{3hr} (m/sec)	Wind Dir.
Jun 13, 1982	21 ^h	0.76	3.36	4.54	6.0	NNE
Jun 14, 1982	00	1.95	4.74	6.19	7.9	NNE
	03	2.08	5.07	6.19	7.4	N
	06	1.87	5.12	6.19	7.2	NNW
	09	2.12	5.39	7.04	6.5	N
	12	2.08	5.88	8.16	7.7	N
	15	1.70	5.79	7.56	5.5	NNE
	18	1.58	6.13	8.87	4.5	NNE

Table A.2.3.4(Continued)

Group VII

Date	Time	Hs (m)	Tz (sec)	$1/f_p(T_p)$ (sec)	\bar{U}_{3hr} (m/sec)	Wind Dir.
Sep 3, 1982	03 ^h	0.54	3.64	4.75	2.5	NNW*
	09	1.15	3.87	5.52	5.6	NNW*
	12	1.22	4.09	4.98	7.0	N
	15	1.33	4.10	6.19	8.1	N
	18	1.40	4.31	5.83	6.4	N
	21	1.48	4.40	5.52	5.7	NNW
Sep 4, 1982	00	1.73	4.83	6.58	4.9	NNW
	03	1.80	4.93	6.58	5.0	N
	06	1.77	5.08	7.04	5.8	N
	09	1.75	5.02	7.56	7.3	NNE
	12	1.83	5.23	7.04	8.1	NNE
	15	1.81	5.51	7.04	7.3	NE
	18	1.39	4.94	6.58	5.2	NNE
	21	1.25	5.04	7.04	5.2	NE

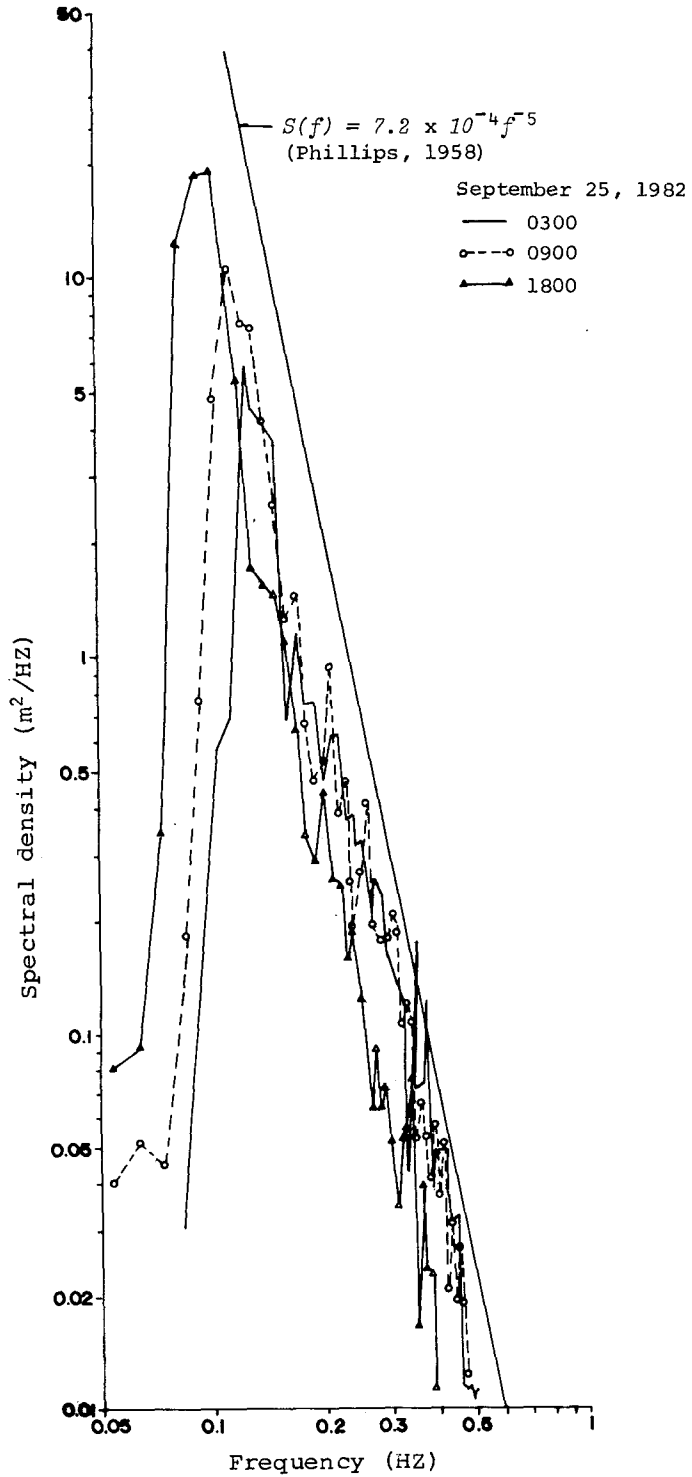


Fig. A.2.3.8. Equilibrium range of the frequency spectrum of storm waves.

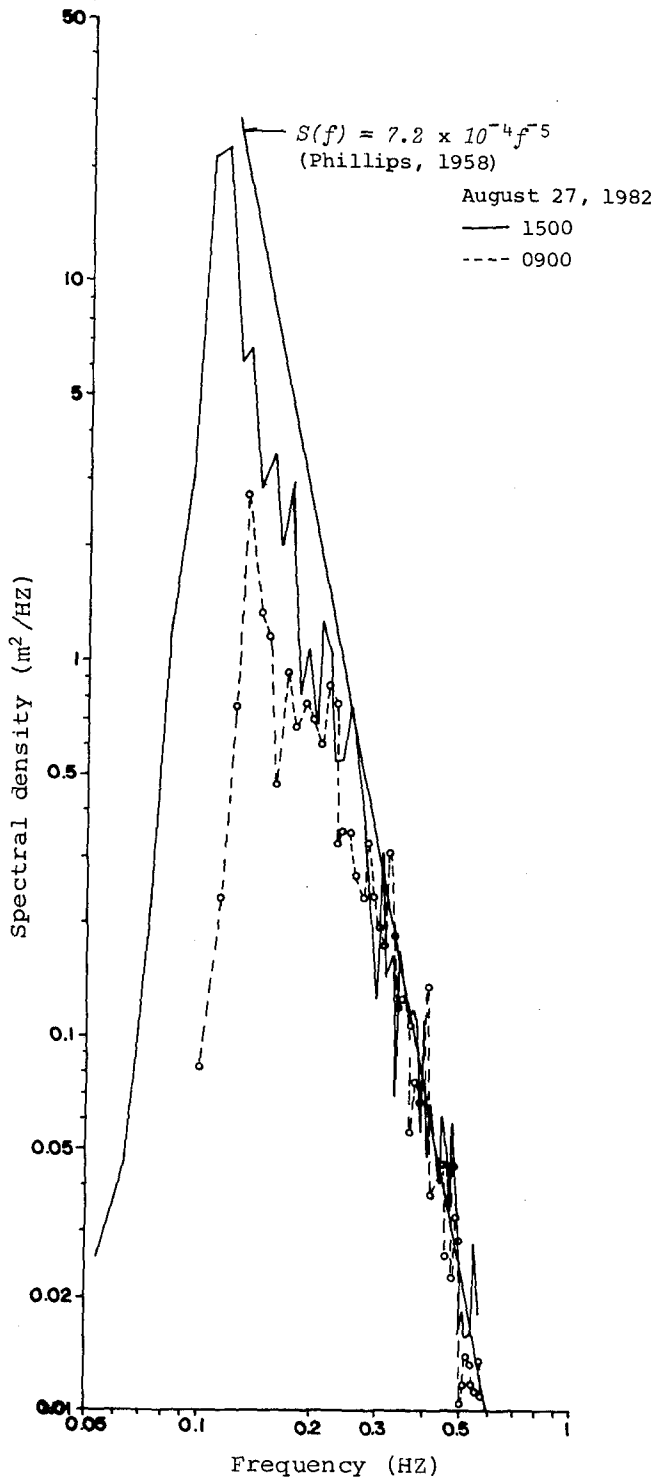


Fig. A.2.3.9. Equilibrium range of the frequency spectrum of typhoon waves.

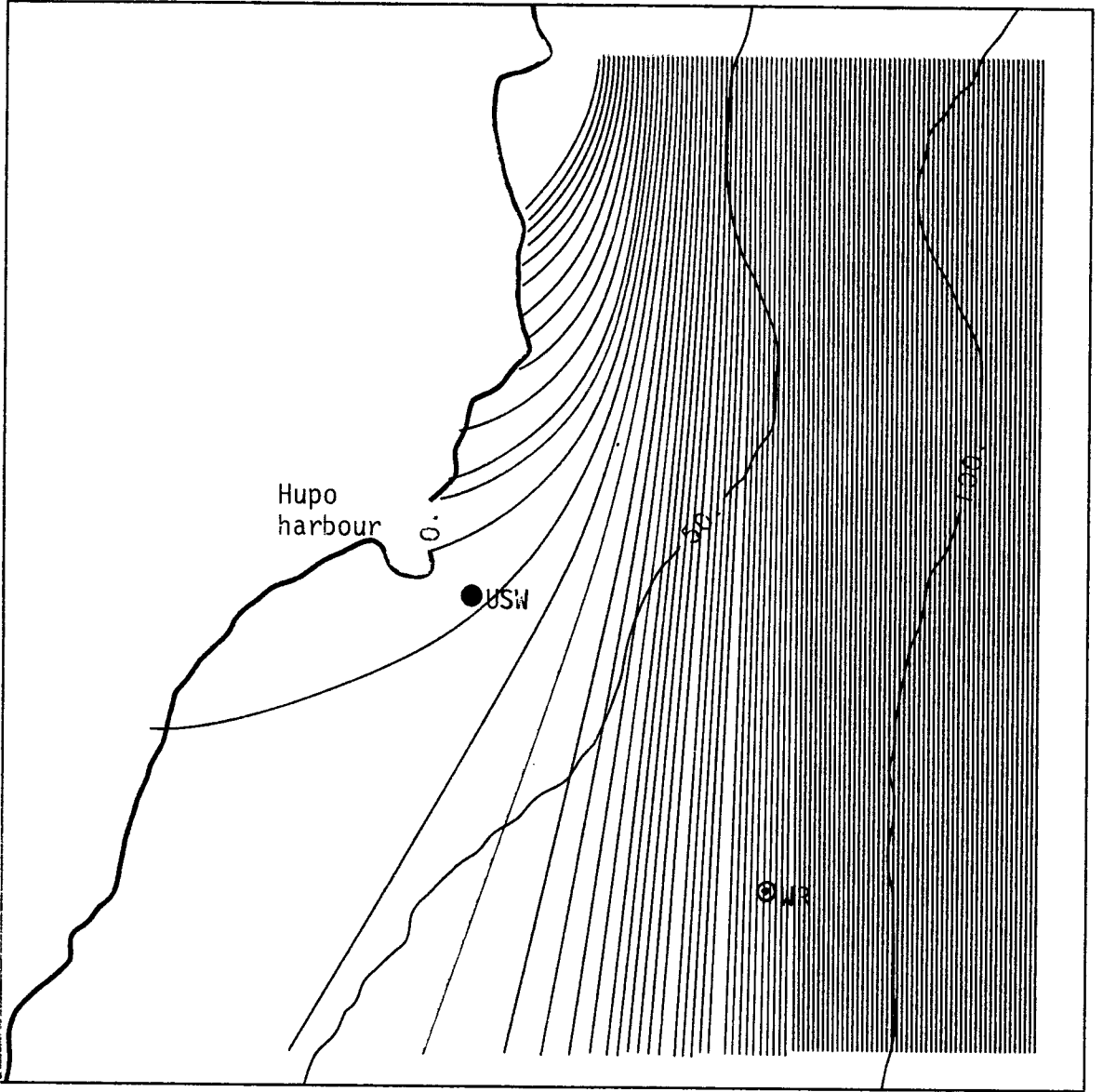


Fig. A.3.3.1. Refraction diagram for the wave of period 8 seconds and direction N.

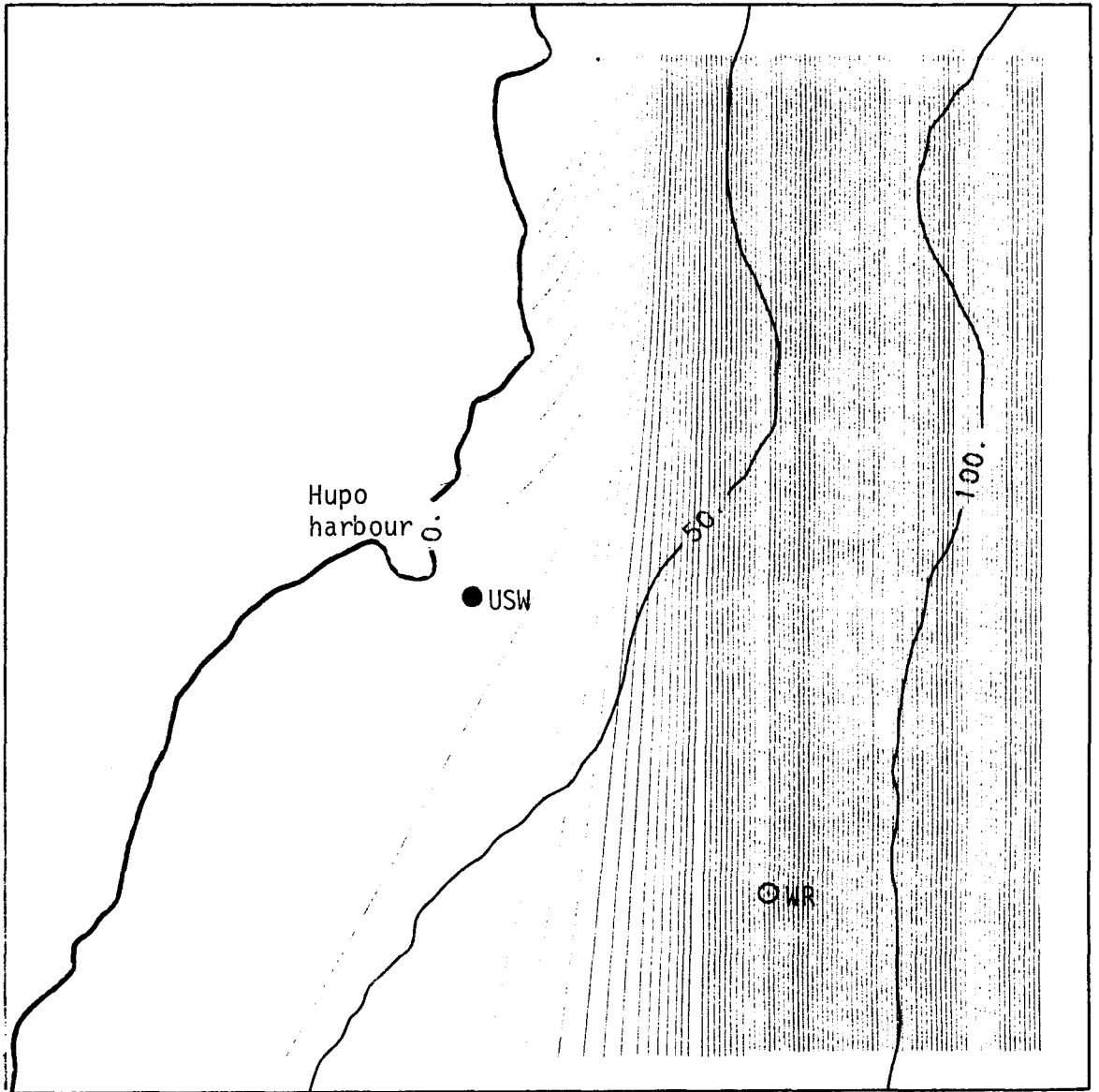


Fig. A.3.3.2. Refraction diagram for the wave of period 7 seconds and direction N.

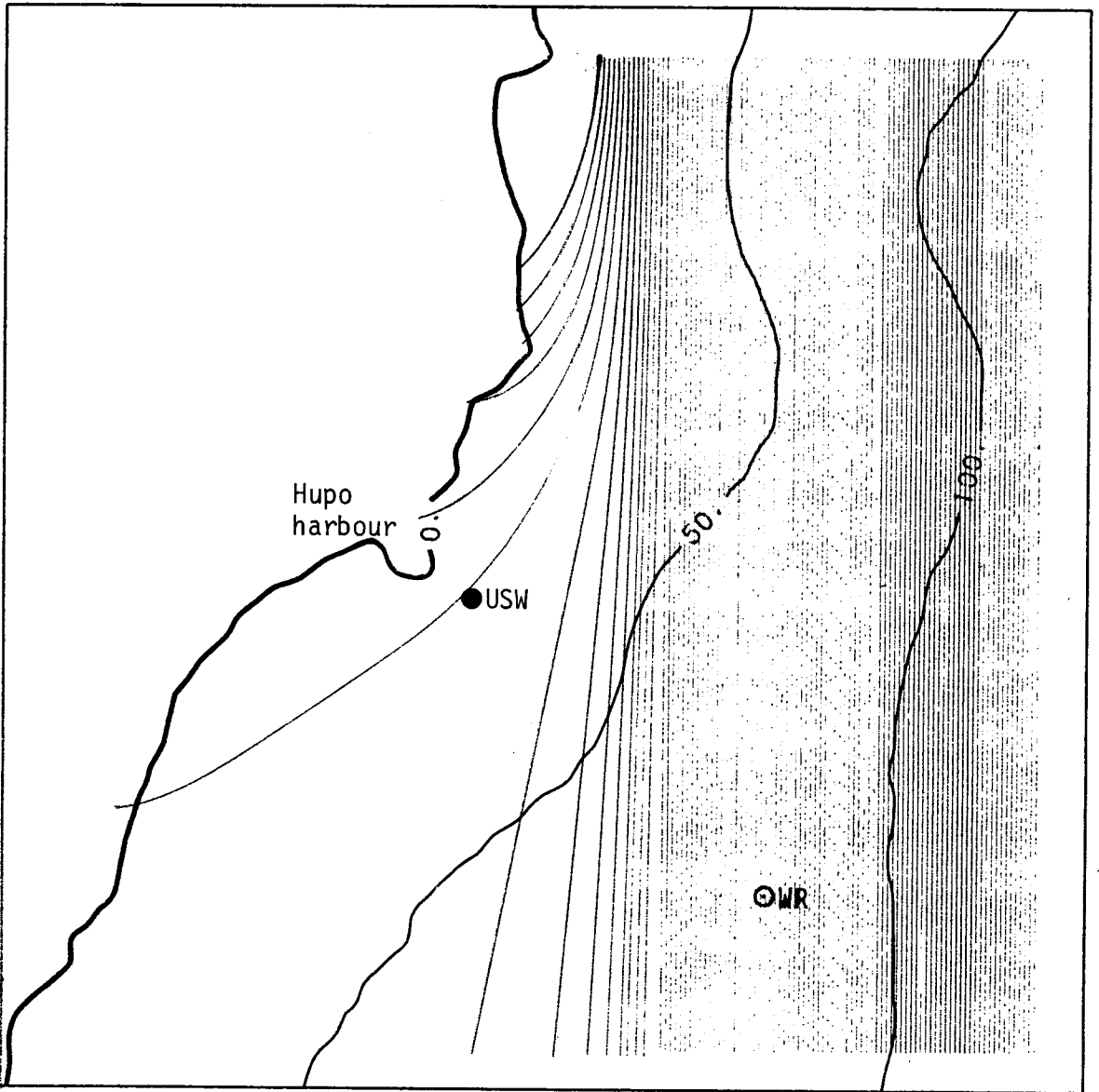


Fig. A.3.3.3. Refraction diagram for the wave of period 6 seconds and direction N.

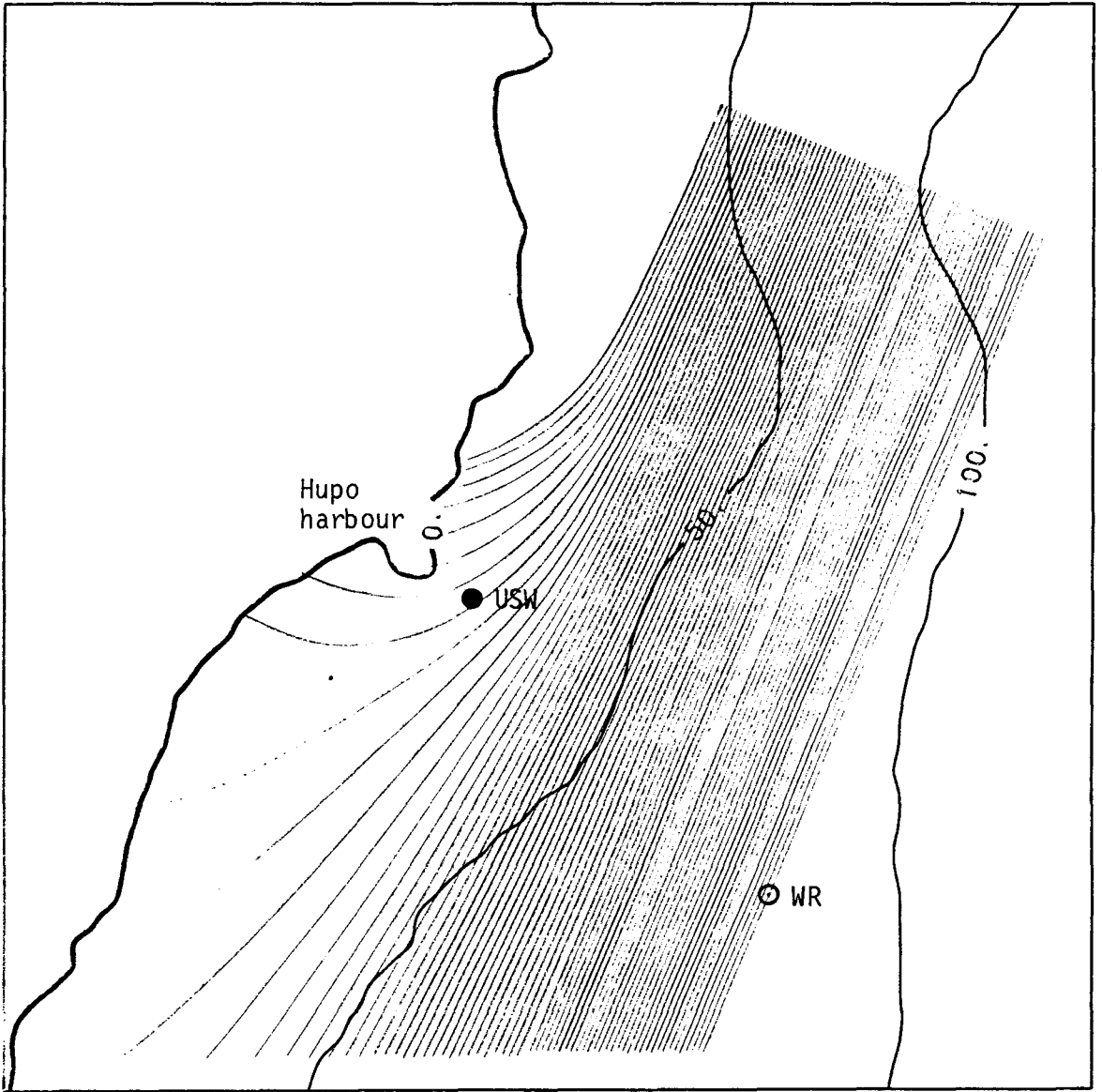


Fig. A.3.3.4. Refraction diagram for the wave of period 8 seconds and direction NNE.

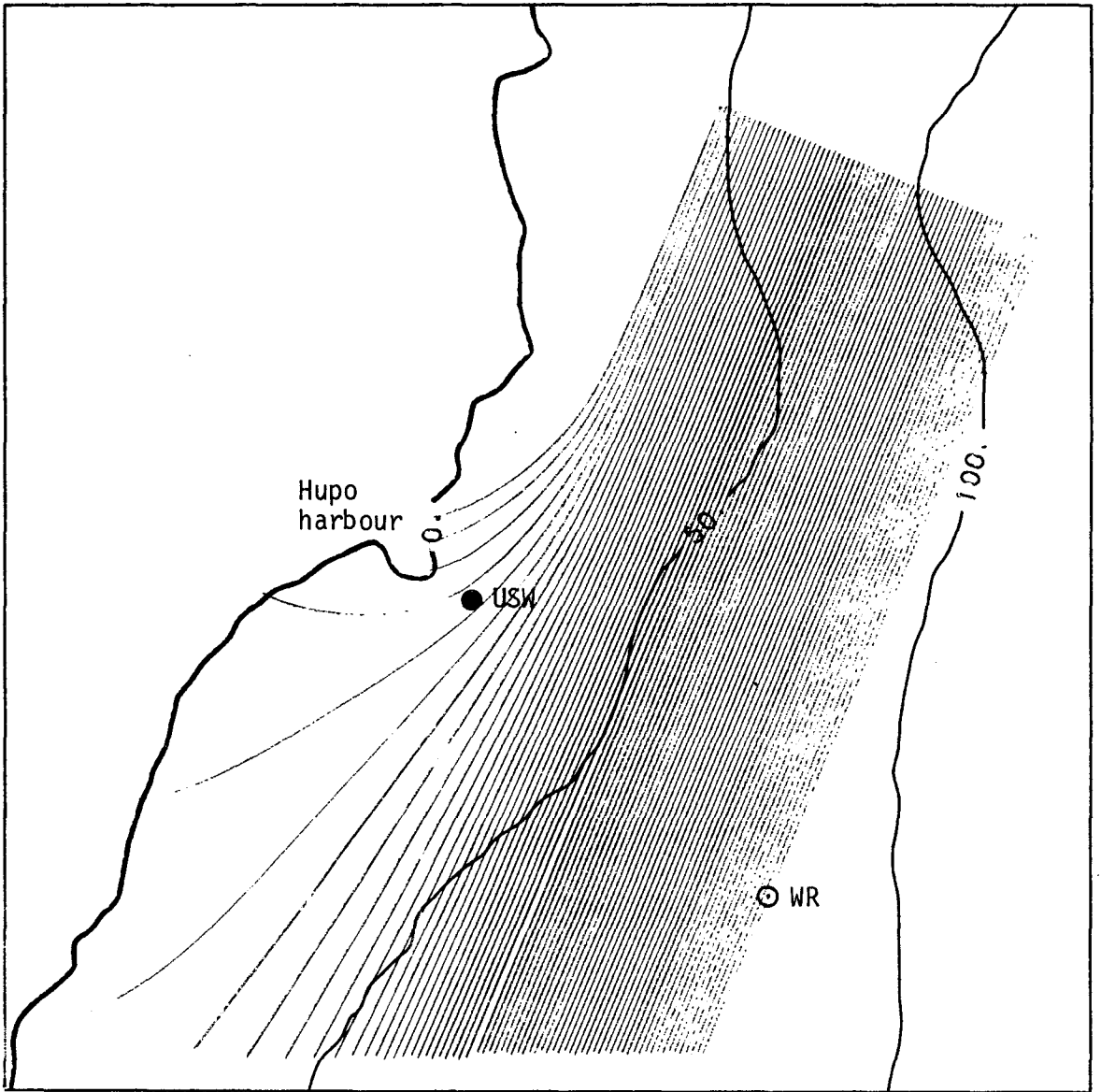


Fig. A.3.3.5. Refraction diagram for the wave of period 7 seconds and direction NNE.

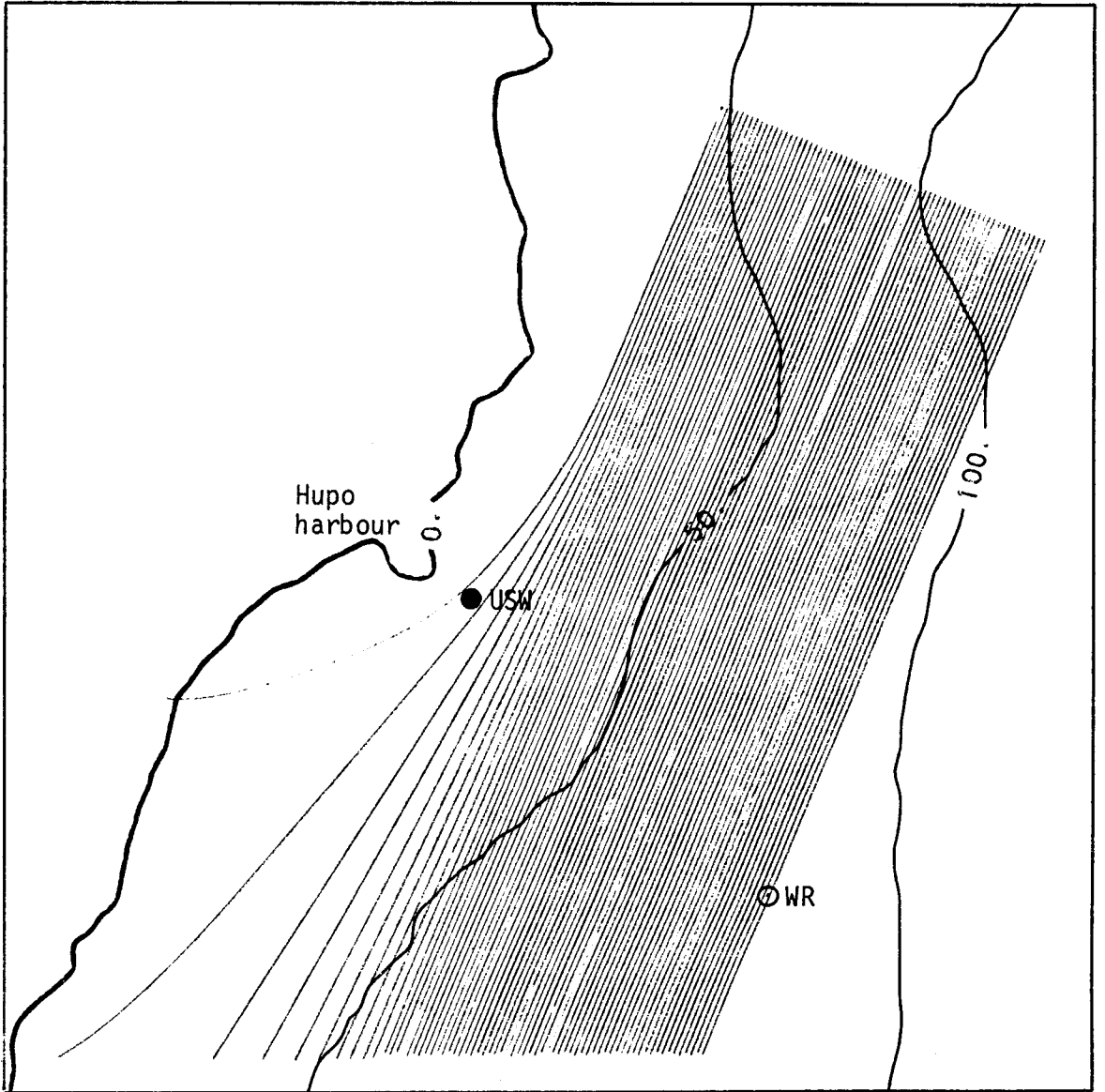


Fig. A.3.3.6. Refraction diagram for the wave of period 6 seconds and direction NNE.

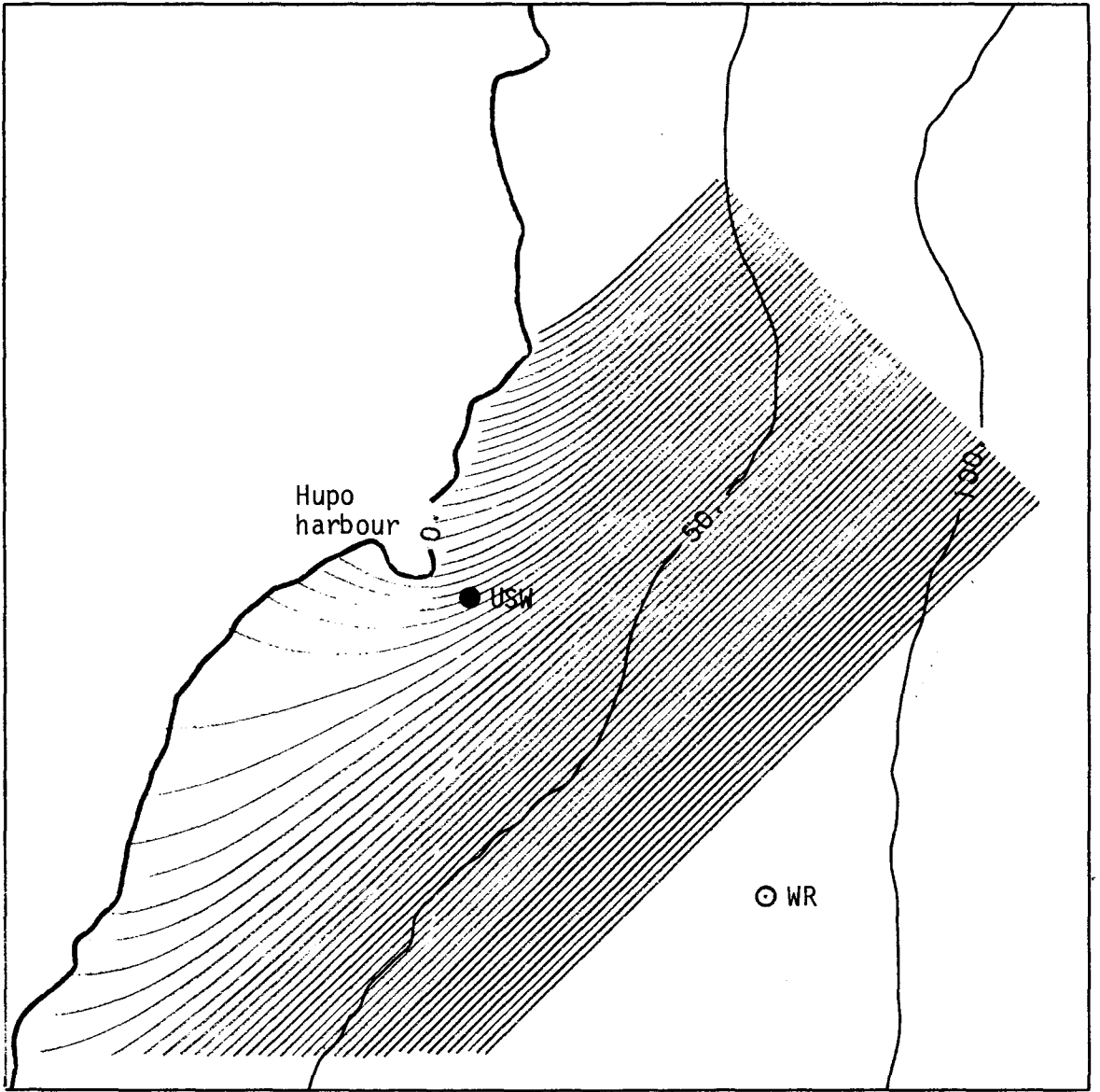


Fig. A.3.3.7. Refraction diagram for the wave of period 8 seconds and direction NE.

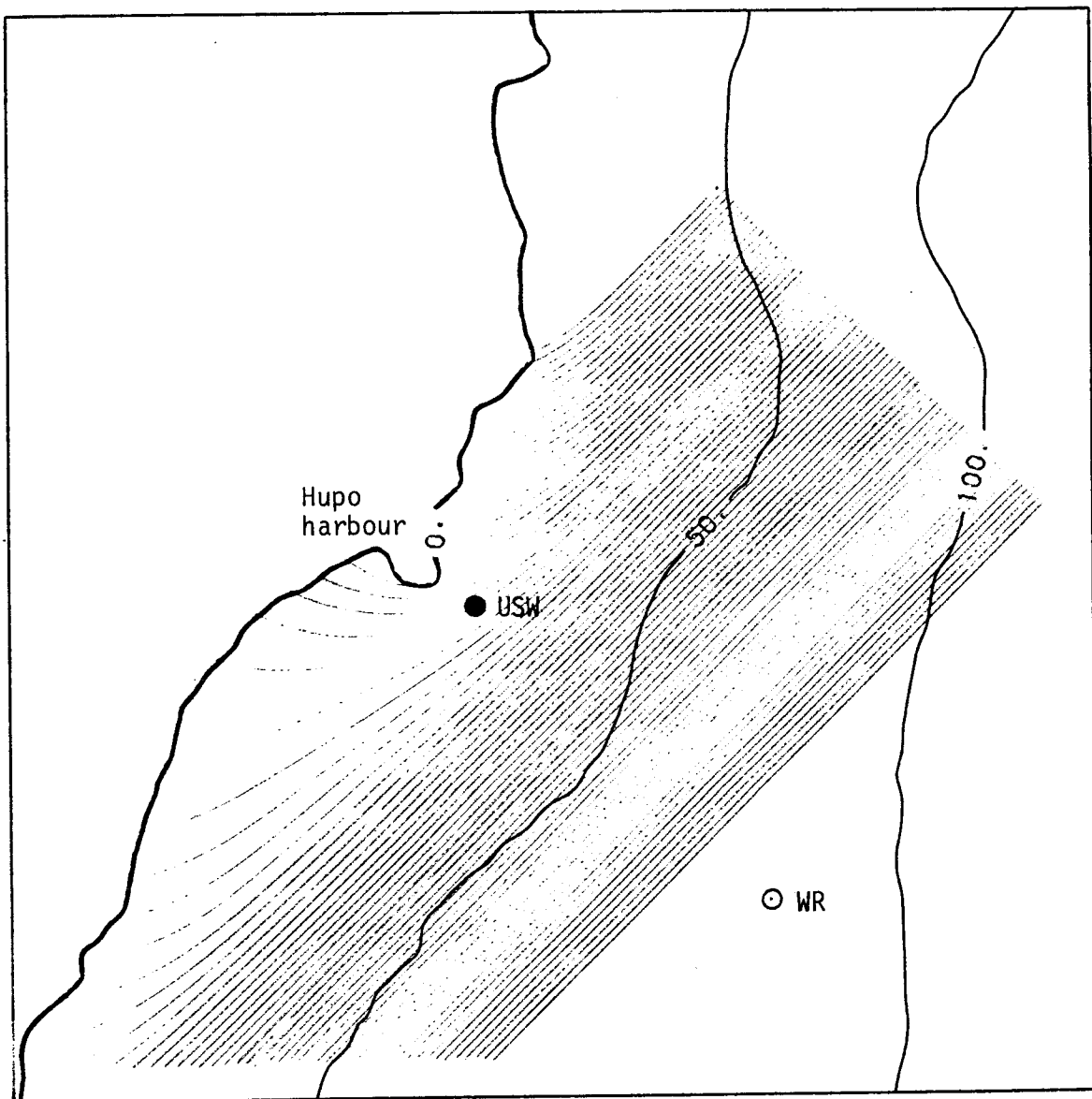


Fig. A.3.3.8. Refraction diagram for the wave of period 7 seconds and direction NE.

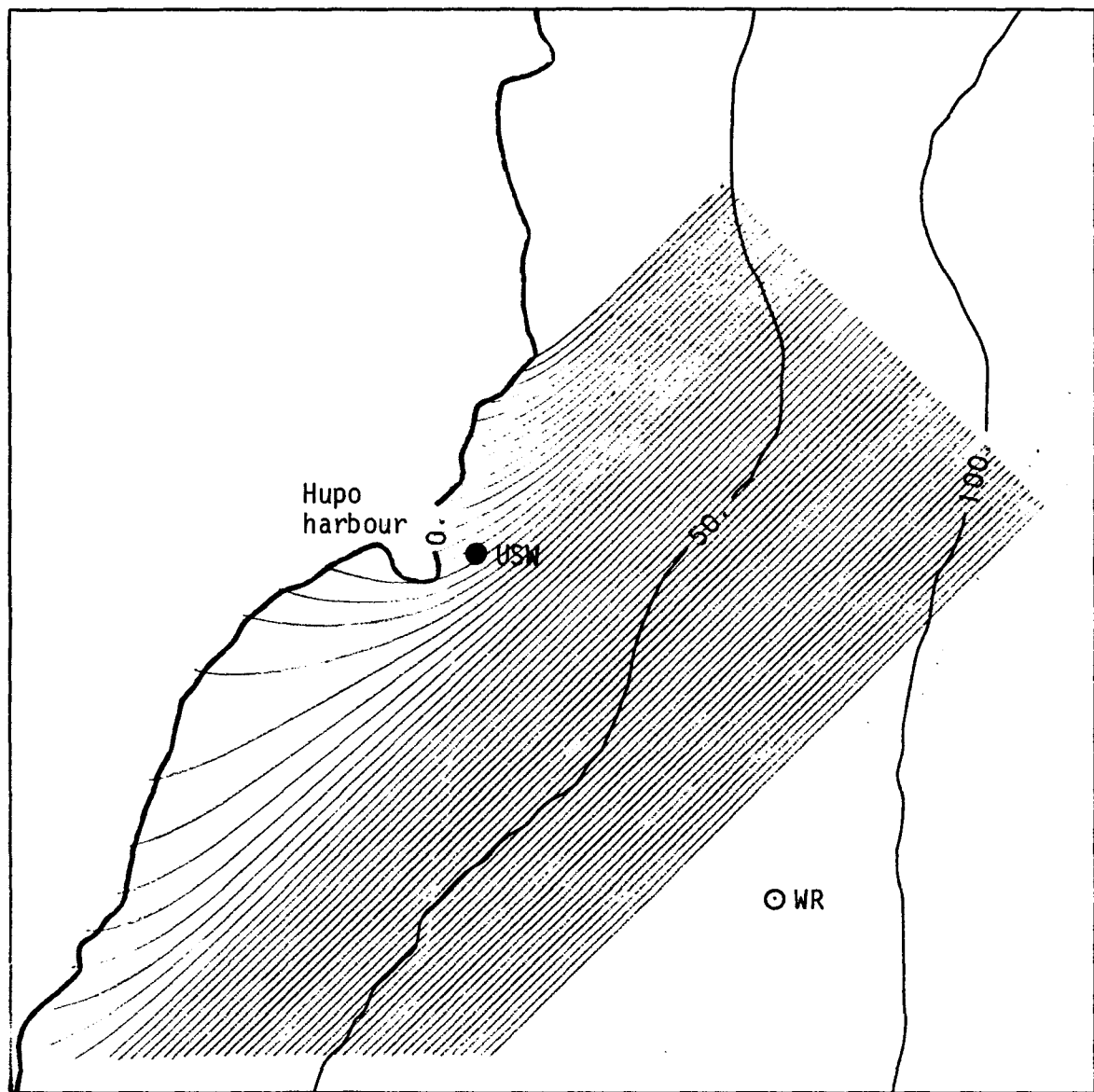


Fig. A.3.3.9. Refraction diagram for the wave of period 6 seconds and direction NE.

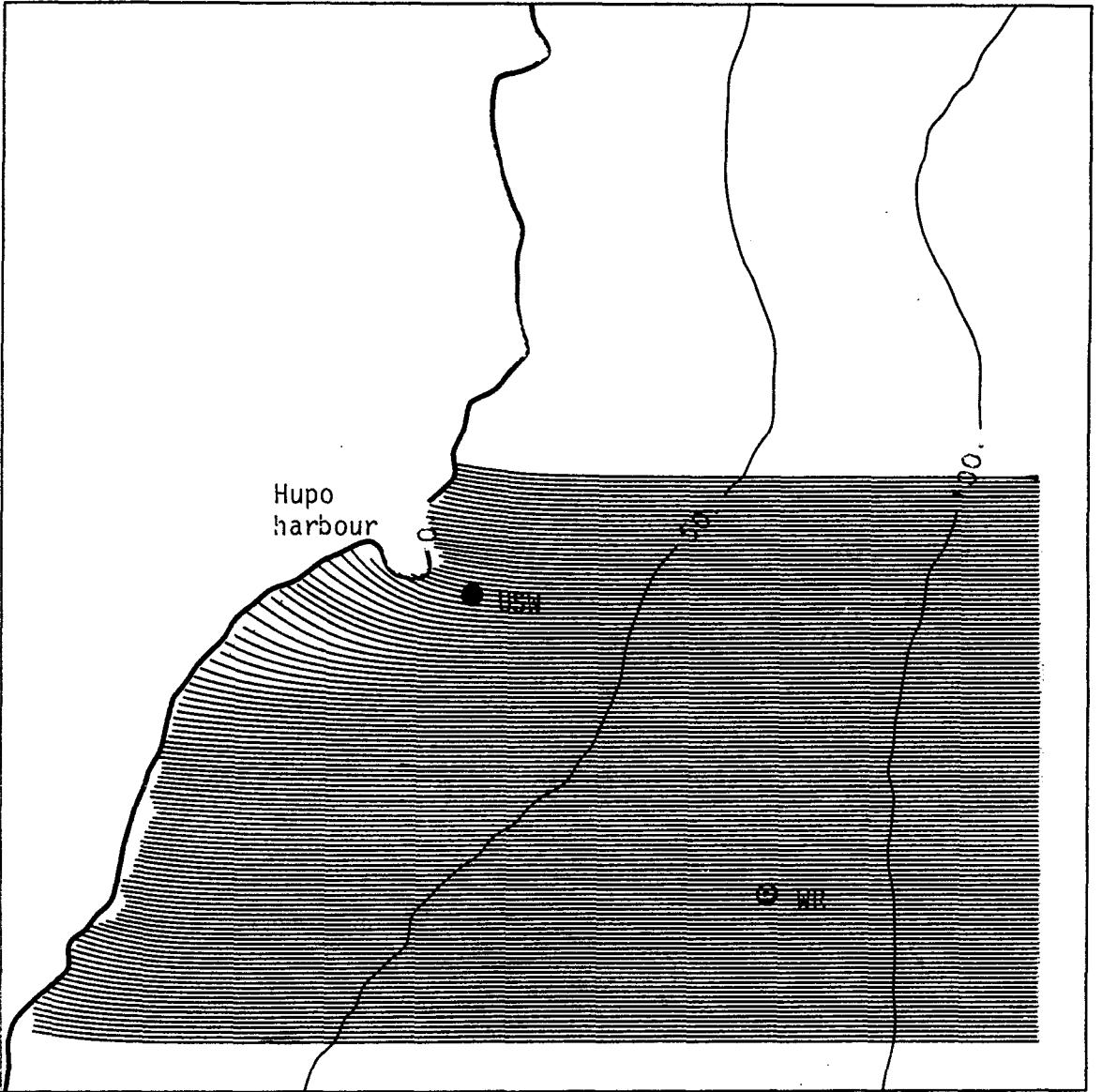


Fig. A.3.3.10. Refraction diagram for the wave of period 8 seconds and direction E.

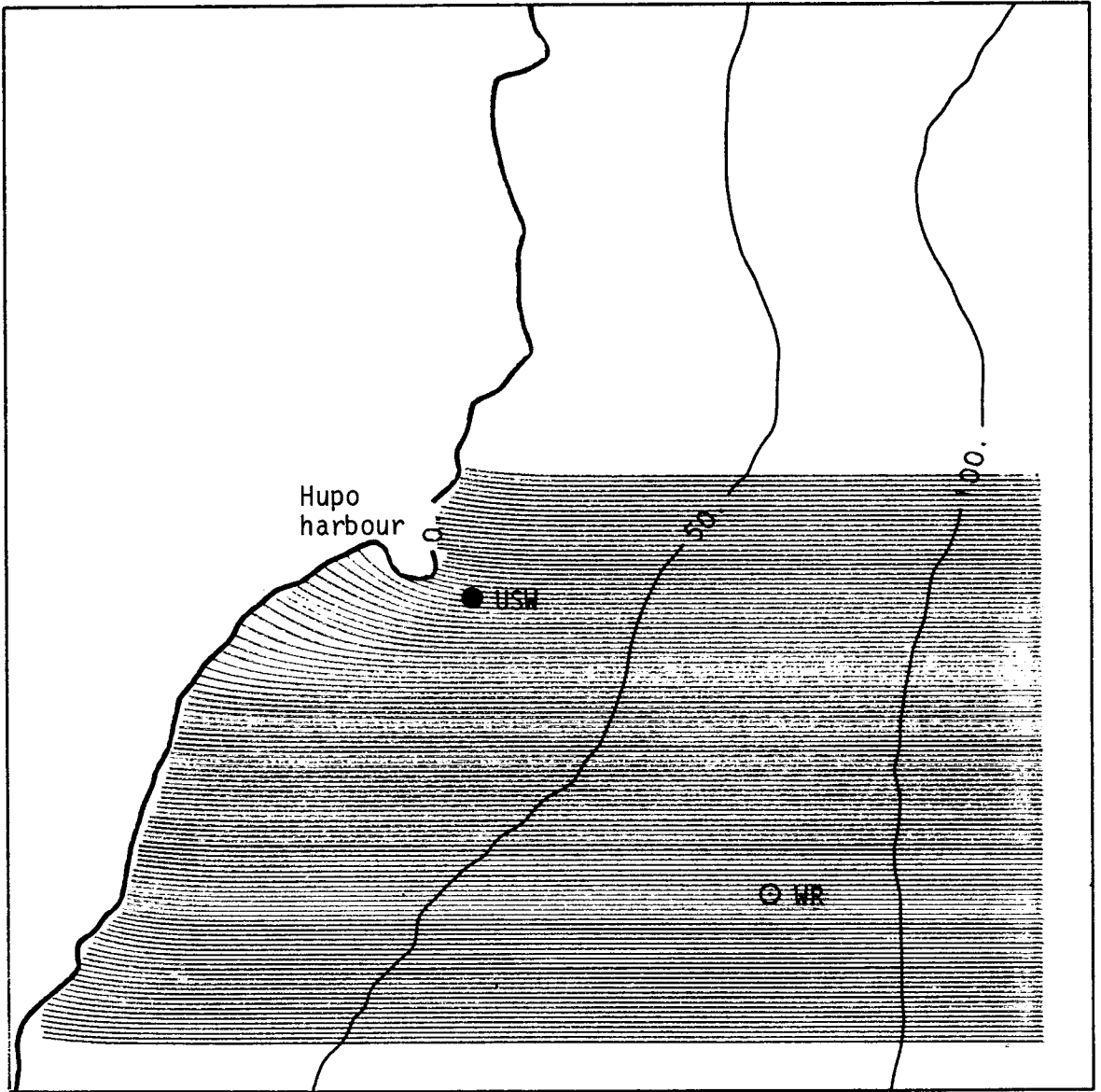


Fig. A.3.3.11. Refraction diagram for the wave of period 7 seconds and direction E.

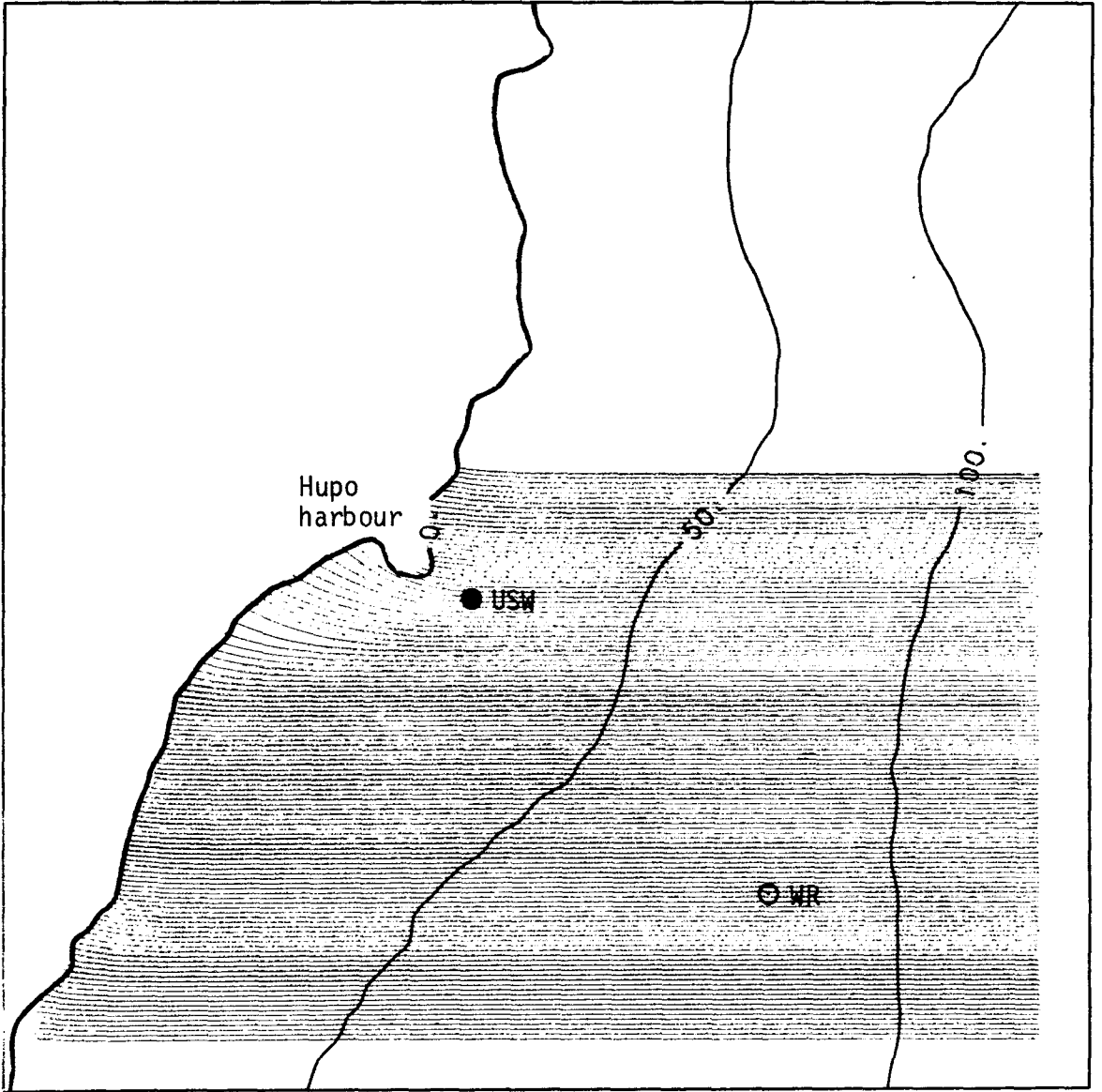


Fig. A.3.3.12. Refraction diagram for the wave of period 6 seconds and direction E.

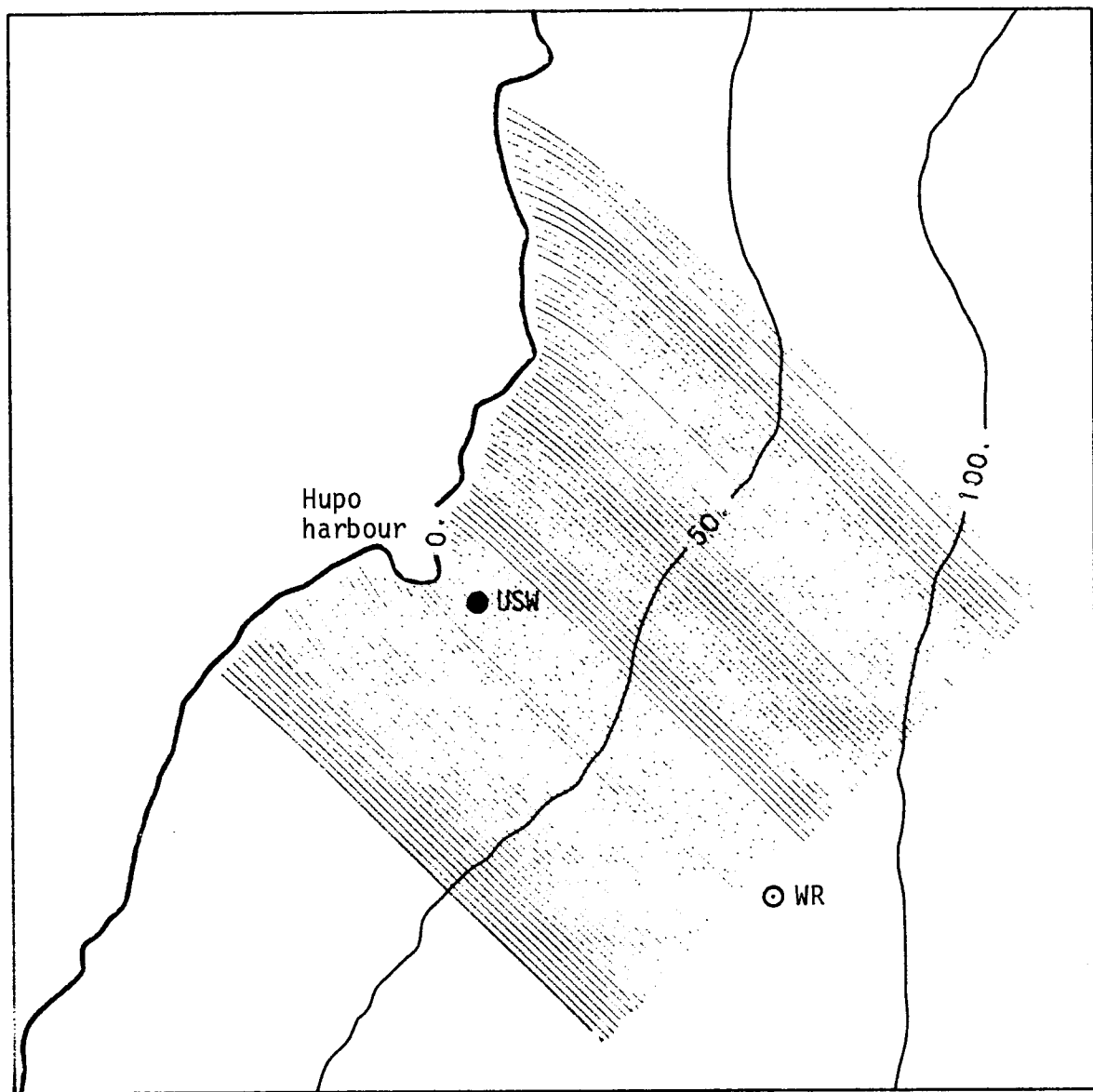


Fig. A.3.3.13. Refraction diagram for the wave of period 8 seconds and direction SE.

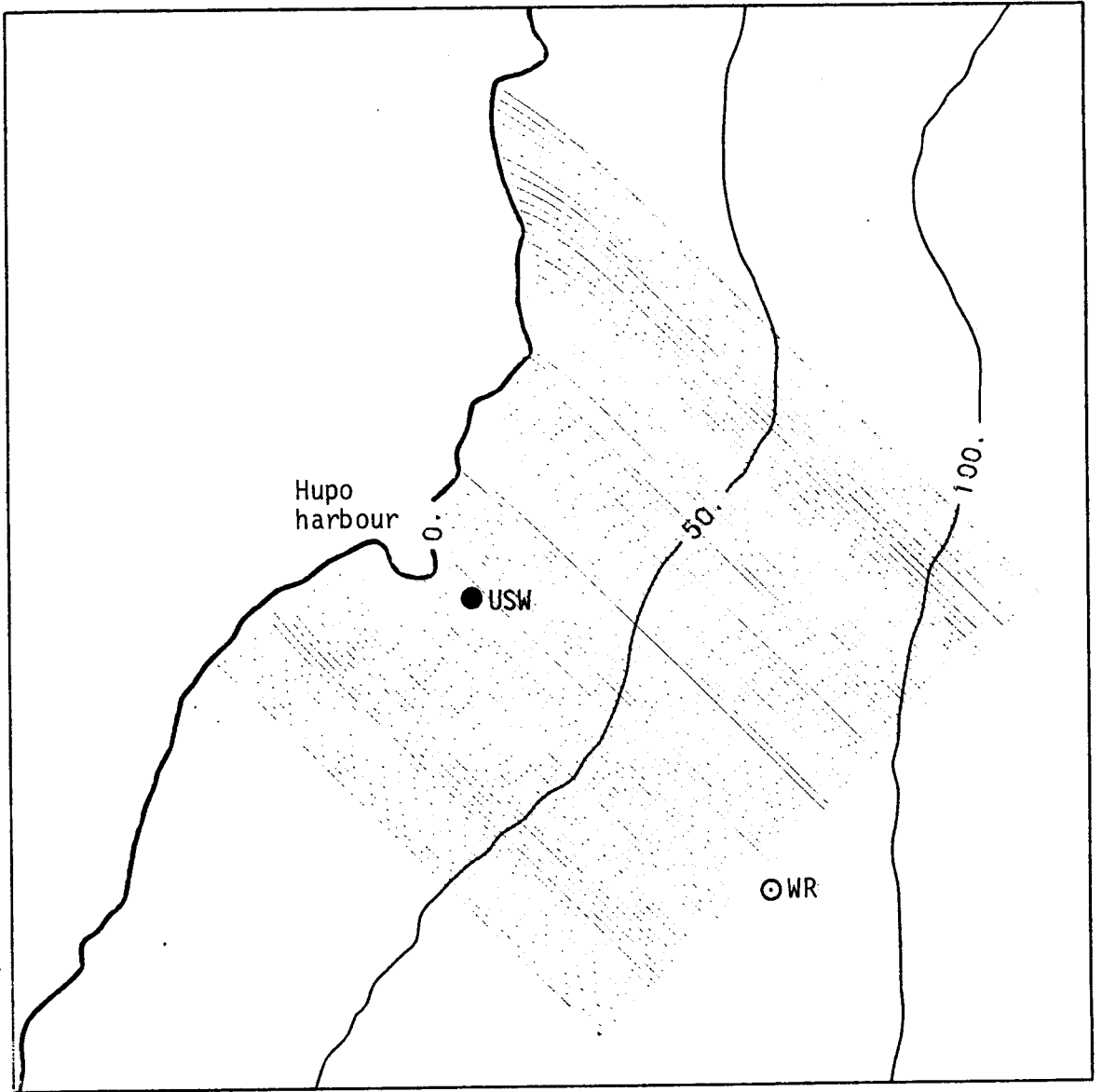


Fig. A.3.3.14. Refraction diagram for the wave of period 7 seconds and direction SE.

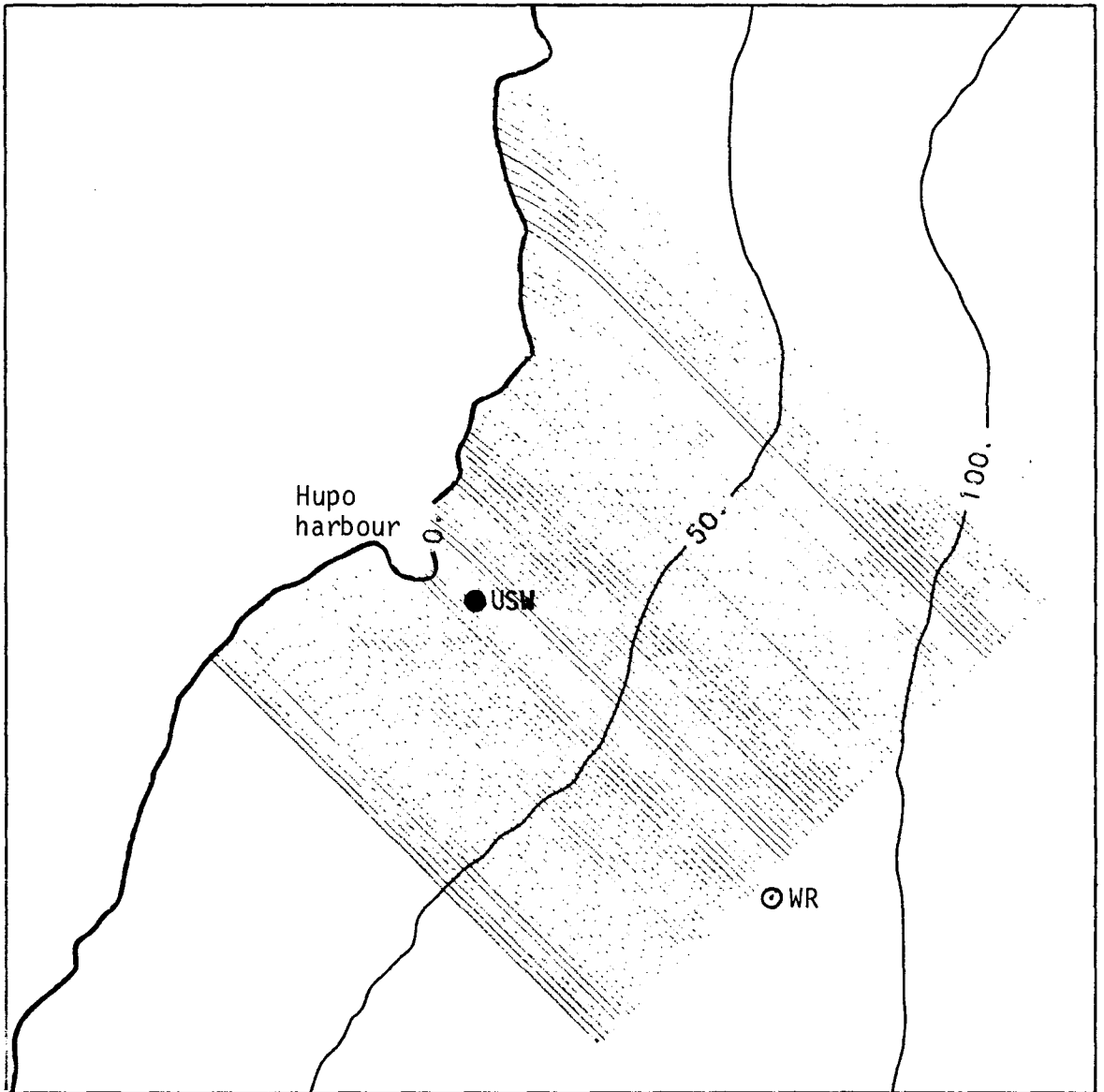


Fig. A.3.3.15. Refraction diagram for the wave of period 6 seconds and direction SE.