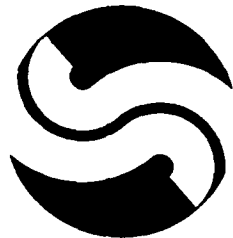


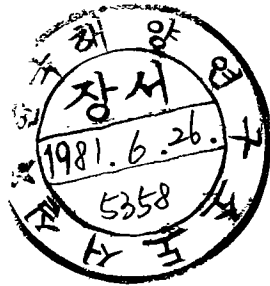
BSPE00024-40-2

海洋에너지開發을 爲한 精密海洋調査 (加露林灣)  
(OCEANOGRAPHIC STUDIES FOR GAROLIM TIDAL POWER DEVELOPMENT)

1980. 12.



韓國科學技術研究所  
附設海洋開發研究所



# 提 出 文

海洋開發研究所長 貴下

本報告書를 “海洋에너지 開發을 為한 精密海洋調査(加露林灣)”  
의 報告書로 提出합니다.

本事業의 一部는 韓國電力株式會社와 國際聯合開發計劃(UNDP)  
의 支援이 있었음을 添言합니다.

1980年 12月

研究責任者	宋 源 吾(海洋工学室長)
研 究 員	安 熙 道 韓 相 俊
	尹 慶 植 蔡 璋 源
	鄭 景 太 徐 慶 德
	劉 東 勳 朴 建 泰
	李 光 守
研 究 助 員	金 鎔 權 朴 英 吉
	姜 明 遠 李 南 淑

# 目 次

提 出 文 .....	(i)
第 1 章 序 論 .....	1
第 2 章 調 查 地 域 概 況 .....	5
第 1 節 概 要 .....	5
第 2 節 氣 象 .....	5
第 3 節 沿 岸 地 形 .....	6
第 4 節 沿 岸 地 質 .....	13
第 5 節 海 底 地 形 .....	13
第 6 節 海 底 堆 積 物 .....	15
1. 堆 積 物 分 布 .....	15
2. 堆 積 物 起 源 .....	18
第 3 章 潮 汐 .....	21
第 1 節 觀 測 .....	21
第 2 節 分 析 方 法 .....	22
第 3 節 分 析 結 果 及 考 察 .....	24
第 4 章 潮 流 .....	29
第 1 節 觀 測 .....	29
第 2 節 分 析 方 法 .....	33
第 3 節 分 析 結 果 及 考 察 .....	35
第 5 章 浮 遊 物 質 .....	55
第 1 節 觀 測 .....	55
1. 浮 遊 砂 .....	55
2. 沈 降 速 度 .....	57

3. 水溫 및 鹽分度 .....	57
第2節 分析方法 .....	57
1. 浮遊砂 .....	57
2. 沈降速度 .....	61
第3節 分析結果 및 考察 .....	61
1. 浮遊砂 .....	61
2. 沈降速度 .....	64
3. 水溫 및 鹽分度 .....	64
第6章 波浪 .....	79
第1節 觀測 .....	79
第2節 分析方法 .....	79
第3節 分析結果 및 考察 .....	80
1. 分析結果 .....	80
2. 分析結果에 對한 考察 및 提言 .....	86
第7章 結論 .....	87
參 考 文 獻 .....	89
圖 附 錄	

## 目 次

### LIST OF FIGURES

- Figure 1.1. Field measurement location map of Garolim bay
- Figure 2.1. Bottom sediment distribution map
- Figure 3.1. Monthly mean sea level (Incheon)
- Figure 4.1. Variation of current, temperature and salinity at St. C<sub>E</sub>
- Figure 4.2. Scatter plot of the velocity fluctuations
- Figure 4.3. Velocity distribution against time and depth
- Figure 5.1. General layout of equipment
- Figure 5.2. Filtration system for sediment flux measurements
- Figure 5.3. Settling velocity sampling tube in submerged position
- Figure 5.4. Grain size accumulation curve (only sand fraction)
- Figure 5.5. Sediment concentration distribution against time and depth
- Figure 5.6. Directional sediment flux, April 1980
- Figure 5.7. Sediment flux of each direction
- Figure 5.8. Hourly sediment flux of every station shown on the map
- Figure 5.9. Typical settling velocity distribution
- Figure 6.1. Frequency histogram for T<sub>z</sub>
- Figure 6.2. Scatter diagram of H<sub>s</sub> vs T<sub>z</sub>
- Figure 6.3. Scatter diagram of H<sub>max</sub> vs T<sub>Hmax</sub>
- Figure 6.4. Frequency histogram for bandwidth parameters
- Figure Appendix Bathymetry chart around the dam site of Garolim bay

表 目 次

LIST OF TABLES

Table 1.1	Coordinates of measurement stations
Table 2.1	Meteorological data at Seosan
Table 3.1	Harmonic constants of tide at St. TG <sub>3</sub>
Table 4.1	Harmonic constants of tidal current at St. C <sub>E</sub>
Table 4.2	Shear stress calculated from drag coefficients
Table 5.1	Time schedule of current and sediment measurements
Table 5.2	Cumulative amount of suspended sediment
Table 5.3	Settling velocity
Table 6.1	Monthly maximum wave heights and periods
Table 6.2	Frequency distribution of wave heights (H <sub>s</sub> and H <sub>max</sub> )





# 第1章 序

# 論



# 第 1 章 序 論

우리나라 西海岸은 相當히 큰 潮差가 나타나는 地域으로 오래전부터 廣範圍한 潮汐觀測이 實施되어 왔으며( 參照 Ogura, 1926) 특히 7~8 m 程度の 平均大潮差를 갖는 京畿灣一帶에 潮力發電所 建設을 爲한 基礎調査 및 豫備妥當性調査가 數次에 걸쳐 實施되었다( 參照 吉原重成, 1930, 韓國電力(株), 1970, Sogreah, 1974, 海洋開發研究所, 1974, 1978). 이들 가운데서도 加露林灣은 潮力發電, 干拓事業 等の 目的을 爲해서 數次에 걸쳐 調査事業이 實施된 바 있으며( 參照 海洋開發研究所, 1976, 國立地理院, 1976) 今番 加露林灣이 潮力發電所 立地로 指定되어 本所는 이에 對한 妥當性調査事業의 一環으로서 80年 1月부터 本格的인 精密海洋調査에 着手하였다.

上記에 言及된 過去の 研究調査와는 달리 本研究事業은 綜合的인 精密海洋調査로서 潮汐, 潮流, 水溫, 鹽分度, 浮遊物質, 波浪 및 海底地質 等 全般에 걸쳐 體系的인 計劃下에 遂行되었다. 특히 本研究事業에서는 以上の 모든 觀測資料를 有機的으로 解析할 수 있도록 慎重을 期하여 觀測位置를 選定하였다( 參照 Figure 1.1. 과 Table 1.1.).

本調査報告書에서는 이들 資料의 一部를 整理하여 調査地域概況, 潮流, 浮遊物質 및 波浪에 對하여 記述하였다.

潮汐은 潮力에너지 算出 및 보다 安定된 基準面 設定 等を 爲해서 長期觀測資料가 必要하므로 現在 繼續 遂行되고 있는 研究事業을 念頭に 두고 6個月 觀測資料(TG<sub>3</sub>)의 分析이 行해졌다. Figure 1.1.에 提示된 TG<sub>1</sub>, TG<sub>2</sub>, TG<sub>3</sub>, ~ TG<sub>9</sub> 과 TR<sub>1</sub>, TR<sub>2</sub>, TR<sub>3</sub>는 現在 觀測이 完了 또는 進行되고 있는 潮汐觀測地點으로서 灣全體에 對한 潮汐分析 結果는 追後에 仔細히 提示될 것이다. 加露林灣은 沿岸線이 不規則하고 複雜한 海底地形을 갖으므로 灣内の 海水流動樣相을 正確히 把握하기 爲해서 相當히 많은 地點에서의 觀測이 要求된다. 이에 따라 Figure 1.1.에 提示된 C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, ~ C<sub>12</sub> 와 C<sub>A</sub>, C<sub>B</sub>, C<sub>C</sub>, C<sub>D</sub>, C<sub>E</sub> 等 地點에서 RCM-4 (Aanderaa 流速計)와 Braystoke 流速計를 利用하여 觀測을 實施하였다. RCM-4의 境遇 水溫 및 鹽分度 觀測도 同時에 遂行되었으며 Braystoke 流速計 觀測은 浮遊物質 採取와

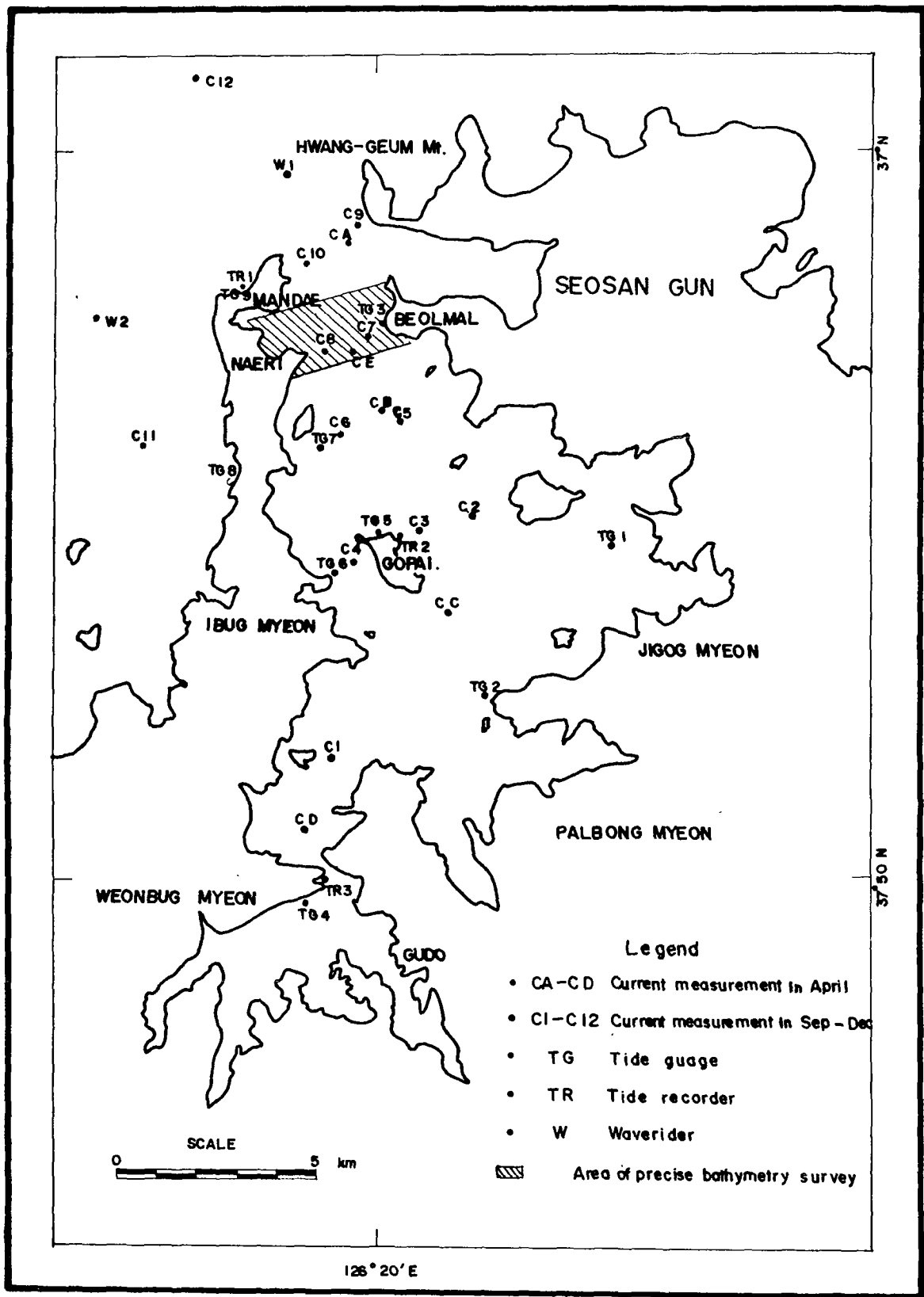


Figure 1.1. Field measurement location map of Garolim bay

Table 1.1

## Coordinates of measurement stations

Station	X	Y	N	E
Current & Suspended Sediment				
C <sub>1</sub>	373530	139050	36°51'31"	126°18'11"
C <sub>2</sub>	379860	142890	36 54 57	126 21 43
C <sub>3</sub>	379590	141570	36 54 49	126 54 49
C <sub>4</sub>	378480	140030	36 54 12	126 19 49
C <sub>5</sub>	382360	141170	36 56 19	126 20 33
C <sub>6</sub>	381890	139470	36 56 02	126 19 27
C <sub>7</sub>	384430	140090	36 57 25	126 19 52
C <sub>8</sub>	384230	139130	36 57 18	126 19 11
C <sub>9</sub>	387040	139620	36 58 50	126 19 30
C <sub>10</sub>	386620	138615	36 58 36	126 18 49
C <sub>11</sub>	380210	134840	36 55 05	126 16 17
C <sub>12</sub>	389690	136840	37 00 13	126 17 38
C <sub>A</sub>	386660	139810	36 58 37	126 18 50
C <sub>B</sub>	382830	140440	36 56 33	126 20 04
C <sub>C</sub>	377190	142410	36 53 34	126 21 25
C <sub>D</sub>	372060	138570	36 50 42	126 18 51
C <sub>E</sub>	384270	139770	36 57 11	126 19 36
Wave				
W <sub>1</sub>	388750	137850	36 59 45	126 18 18
W <sub>2</sub>	384670	134280	36 57 33	126 15 54
Tide				
TR <sub>1</sub>	385670	137180	36 58 05	126 17 51
TR <sub>2</sub>	379330	140890	36 54 40	126 20 21
TR <sub>3</sub>	370670	138960	36 49 57	126 19 18
TG <sub>1</sub>	379060	146480	36 54 32	126 24 07
TG <sub>2</sub>	375180	143010	36 52 25	126 21 49
TG <sub>3</sub>	384650	140530	36 57 33	126 20 07
TG <sub>4</sub>	370310	138890	36 49 46	126 19 05
TG <sub>5</sub>	379400	140440	36 54 42	126 20 05
TG <sub>6</sub>	381630	138870	36 55 58	126 19 02
TG <sub>7</sub>	380180	136780	36 55 06	126 17 36
TG <sub>8</sub>	385560	137000	36 58 02	126 17 44
TG <sub>9</sub>	379250	138380	36 54 36	126 18 44

並行하여 實施하였다. RCM-4 觀測結果에 對한 具體的인 說明은 第4章에서 取扱되며 Braystoke 觀測結果는 便宜上 第5章에 浮遊物質 分析和 함께 提示된다.

浮遊物質流動에 對한 研究에서는 4月과 9~10月에 實施된 總 14個 地點의 資料를 分析하여 漲潮, 落潮別로 濃度を 求한 다음 이와 同時에 觀測된 流速資料로부터 Flux를 算出하여 定量的인 解析이 行하여졌다. 以外에 水溫 및 鹽分度 觀測資料에 對한 分析도 함께 提示하였다.

波浪特性 研究는 防潮堤 設計와 沿岸 및 河口岸의 水理學的 特性研究에 매우 큰 比重을 차지한다. 이에 本調査에서는 今年 6月初부터 加露林灣 入口에서 移動設置가 簡便한 波浪觀測機(waverider)를 利用하여 約171日間 波浪觀測을 實施해 왔다. 實際 長期豫報를 爲해서는 最小限 1年 以上の 觀測資料가 必要하므로 本報告書에는 對象地域의 一般的인 波浪特性을 記述하는 데 그쳤다.

以上の 觀測資料 및 分析結果는 加露林灣 潮力發電所 設計 및 建設을 爲한 基礎資料로서 活用될 것이다.

## 第2章 調查地域概況

第1節 概 要

第2節 氣 象

第3節 沿 岸 地 形

第4節 沿 岸 地 質

第5節 海 底 地 形

第6節 海 底 堆 積 物

1. 堆 積 物 分 布

2. 堆 積 物 起 源





## 第 2 章 調查地域 概況

### 第 1 節 概 要

加露林灣은 韓國 西海中部의 泰安半島 北側에 位置하며 行政區域上 忠淸南道 瑞山郡의 泰安邑, 大山面, 地谷面, 八峰面, 遠北面과 梨北面 等으로 둘러싸여 있으며 海岸線의 總延長은 島嶼地方을 除外하고 高極潮位時 만대에서 黃金山까지 約 120 km이다. 梨北面 北端과 大山面 黃金山 間의 灣入口 幅은 約 2.6 km이고 灣의 主軸은 北北西로 向하여 있으며 灣內에는 古波島, 熊島 等 27 個의 크고 작은 섬이 散在하고 있다. 高極潮位時 潮池面積은 約 126 km<sup>2</sup>에 이른다.

灣을 둘러싸고 있는 6 個邑面의 總面積은 約 353 ha이고 總面積의 64% 程度인 226.13 ha가 林野이며 그 나머지는 논 40.81 ha, 밭 54.50 ha, 염전 6.29 ha 等으로 利用되고 있고 灣內로 몇 개의 작은 河川들이 流入되고 있다. 또한 이 地域의 人口는 灣內 島嶼의 123 家口 648 名을 包含해서 總 13,017 家口, 73,264 名이다. 그 中 約 75%인 9,746 家口, 55,292 名이 農業에 從事하고 있으며 그 外 干潮時 露出되는 干潟地를 利用한 김, 굴 養殖業이 盛하다( 參照 忠南 瑞山郡, 1979 ).

防潮堤建設豫定地인 大山面 吾池里와 梨北面 內里에 이르는 道路는 非鋪裝이고 起伏이 甚하며 雨天時 車輛通行의 制限을 받는다. 한편 海路는 仁川에서 灣入口까지 海上直線距離가 約 80 km이고 灣內 水路는 벌말과 內里를 連結하는 곳에서 東側水路의 幅이 400 m이고 西側水路의 幅이 600 m이나 東側水路는 벌말 防波堤에서 南쪽으로 約 460 m 地點에 基本水準面上 40cm 程度의 干出岩이 있어 干潮時 水路로 使用하기는 곤란할 것이다. 反面 西側水路는 灣內側으로 갈수록 그 幅이 좁아져 가마봉 右側水路에서 基本水準面下 水深 10 m 程度의 水路幅이 50m 程度로 좁아지나 干潮時에도 水深 6 m를 維持하고 있어 곧 運航豫定인 高速旅客船과 더불어 서울, 仁川 및 群山 等 大都市와 瑞山, 泰安을 連結하는 重要한 海上交通路가 될 것이다.

### 第 2 節 氣 象

西海岸 中部 忠南 瑞山郡에 位置한 加露林灣 一帶는 겨울철에는 大陸性 高氣圧

의 影響을 크게 받고 여름철에는 赤道部近에서 發達한 海洋性 低氣圧의 影響을 받고 있어 季節的인 變化가 甚한 편이다. 따라서 앞으로의 潮力發電所 建設이나 運用 等に 있어서 甚한 季節的인 影響을 받을 것으로 思料된다.

本調査에서는 瑞山測候所의 13年間( 1968 ~ 1980 )의 氣象觀測資料를 利用하였으며 그 主要內容은 다음과 같다 ( 參照 Table 2.1. ).

月平均 最高氣溫은 1975年 8월에 32.1℃이며 月平均 最低氣溫은 1977年 1월에 -10.4℃로 記錄되었다. 平均氣溫은 8월에 28℃로 가장 높고 1월에 -1.6℃로 가장 낮으며 結氷은 대개 10月末 또는 11月 初부터 翌年 4月 初사이에 이루어진다.

年降水日數( 1mm 以上 )는 平均 約 80日이며 年平均降水量은 約 1185.6 mm이고 그 중 約 50% 以上은 7月과 8월에 集中되고 있다. 年平均湿度는 約 76.8%이고 특히 7, 8, 9월에 높아 各各 85.7, 83.5, 80.5%를 記錄하고 있다.

海水面上的 年平均氣壓은 約 1016.4mb이며 주로 大陸性 高氣壓의 影響圈에 드는 겨울철에 높아 1月の 平均海面氣壓은 1023.9mb이며 低氣壓이 優勢한 7月の 平均海面氣壓은 1006.2mb이다.

24時間 平均風速은 年中 高른 分布를 보이며 3, 4월에 約 2.8 m/sec 로 약간 優勢하다. 風向別 平均風速을 보면 11 ~ 4월에 北西風이 顯著하게 優勢하여 最大 月平均風速은 4.6 m/sec 까지 보이고 있으나 出現頻度는 오히려 北風이나 北東風이 높고 5 ~ 8월에는 南風이나 南西風이 強度뿐 아니라 出現頻度 또한 높다. 이에 비해 最大風速은 상당히 높아 1971年 8월에 19.2 m/sec까지 記錄되었으며 여름엔 주로 南西風, 겨울엔 北西風이 優勢하다.

上記 氣象資料들은 大部分이 內陸에서 觀測된 資料들이므로 加露林灣 一帶에 關한 氣象에 대해서는 灣入口에서 尙 期間동안 觀測이 必要하다.

### 第 3 節 沿岸地形

灣 週邊의 地形은 典型的인 리아스式 海岸으로 複雜한 海岸線과 많은 섬으로 이루어졌으며 200 m 内外의 丘陵들이 分布하여 起伏이 比較的 甚하다.

山系의 發達은 風化에 強한 硅岩帶의 走向을 따라 灣 方向과 平行하게 北東 ~ 南西 方向으로 높은 地帶들이 펼쳐져 있다. 즉 灣 西側으로 候望山( 102.8 m ), 山祭

Table 2.1

## Meteorological data at Seosan

(1) Monthly averages of air temperature  
 mean monthly maximum temperature  
 mean monthly mean temperature  
 mean monthly minimum temperature

Unit: °C

Month Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Annual
68	1.5	0.7	9.4	17.8	21.0	25.4	28.1	29.1	25.3	18.3	13.7	8.7	16.6
	-2.2	-3.6	4.3	11.4	15.8	19.7	24.2	24.7	20.5	13.2	8.6	4.5	11.8
	-5.6	-7.4	0.0	5.8	11.4	15.0	21.3	21.3	16.2	9.0	4.6	1.0	7.7
69	1.0	1.5	7.8	15.7	20.5	24.0	26.4	28.8	24.6	19.0	10.0	3.7	15.2
	-2.4	-1.7	2.9	10.2	15.6	19.1	23.3	24.9	20.8	13.7	6.1	-0.4	11.0
	-5.9	-4.9	-1.0	5.2	11.2	14.2	20.6	21.8	17.5	8.9	2.4	-4.5	7.1
70	1.8	4.7	5.7	16.9	23.3	24.3	26.4	29.8	25.8	20.9	11.4	5.2	16.3
	-3.8	-0.1	0.9	10.4	17.0	19.6	23.0	25.7	21.0	14.3	6.1	0.2	11.2
	-7.9	-4.2	-3.1	4.3	11.7	15.9	20.7	22.7	17.4	9.5	2.0	-3.7	7.1
71	3.0	3.9	7.1	16.3	21.2	25.3	27.2	28.6	25.3	19.4	14.7	5.3	16.4
	-2.0	-0.6	2.5	10.1	15.7	21.0	24.0	24.6	20.1	12.2	8.0	0.3	11.3
	-5.7	-4.6	-1.1	4.3	11.0	17.6	21.5	21.3	15.5	6.1	2.9	-3.7	7.1
72	6.0	3.9	10.5	16.2	20.7	26.0	28.6	27.7	24.1	20.1	11.4	6.5	16.8
	0.9	-0.2	4.4	10.5	15.5	20.5	24.1	23.3	18.9	13.8	6.4	1.3	11.6
	-2.8	-3.0	-0.4	5.8	10.9	16.0	20.7	19.4	13.9	8.0	2.5	-2.7	7.4
73	4.8	5.3	10.2	16.9	21.7	25.0	31.0	30.1	25.1	18.5	11.2	4.0	17.0
	0.3	0.3	4.1	11.5	16.4	20.6	26.3	25.7	19.8	12.9	5.5	-1.6	11.8
	-3.0	-3.7	-1.5	6.5	11.3	16.7	22.6	22.2	14.8	7.8	0.8	-6.1	7.4
74	3.6	2.9	8.7	15.2	21.5	24.2	26.6	29.4	26.3	18.6	11.9	5.1	16.2
	-3.1	-1.7	3.2	10.0	15.7	19.0	22.9	24.7	19.9	12.5	5.5	0.0	10.8
	-7.7	-5.9	-1.3	5.3	10.8	14.6	20.5	21.0	14.5	7.0	0.7	-3.8	6.3
75	3.6	5.4	10.3	18.5	21.5	26.4	29.1	32.1	27.3	20.7	14.6	5.0	17.9
	-1.8	-0.6	3.8	12.2	15.7	20.5	24.8	26.5	22.2	15.1	8.8	-0.1	12.2
	-5.5	-4.6	-1.1	6.9	11.4	16.5	21.7	22.3	18.2	10.1	4.0	-4.4	8.0
76	2.5	7.5	10.6	16.1	21.8	25.7	27.0	28.3	25.3	20.0	10.4	6.5	16.8
	-2.8	2.5	4.5	9.9	15.8	20.3	22.6	24.5	19.3	13.5	4.6	1.2	11.3
	-7.6	-1.4	-0.1	4.1	10.1	15.9	19.2	21.3	13.5	8.1	0.1	-3.2	6.7
77	-1.5	3.0	10.9	17.7	22.4	27.1	30.0	29.2	26.7	23.6	13.1	8.6	17.6
	-6.1	-2.8	4.6	11.5	16.1	21.4	25.7	23.8	21.1	15.8	8.2	3.2	11.9
	-10.4	-8.0	-0.7	5.8	10.8	16.7	22.5	19.3	16.5	9.8	4.1	-1.1	7.1
78	3.7	3.5	10.0	16.8	24.8	27.0	30.6	30.2	25.9	20.6	13.2	7.4	17.8
	-0.9	-1.3	4.1	10.5	17.4	21.6	26.4	26.2	20.8	14.1	7.2	2.7	12.4
	-4.6	-5.5	-1.1	4.8	10.5	17.0	23.5	23.1	16.8	8.8	2.5	-1.4	7.9
79	6.0	6.2	11.3	15.7	21.5	24.8	28.4	29.9	24.5	22.0	11.6	7.3	17.4
	1.5	1.3	5.2	10.6	15.7	21.3	24.2	25.4	19.2	14.7	6.2	1.8	12.3
	-2.4	-2.8	-0.5	6.0	10.8	18.2	21.1	21.8	14.5	9.0	2.0	-3.7	7.8
80	2.4	2.8	10.4	15.0	21.5	25.5	26.3	27.0	24.8	18.7	14.4	2.7	15.9
	1.1	-1.6	4.0	8.0	15.6	20.5	22.4	22.9	18.8	12.6	8.4	-1.6	10.9
	-9.4	-7.1	-3.8	4.2	10.1	16.7	19.7	18.9	13.8	6.9	3.9	-5.2	5.7
Average	3.0	3.9	9.5	16.5	21.8	25.4	28.1	29.2	25.5	20.0	12.4	5.8	
	-1.6	-0.8	3.7	10.5	16.0	20.4	24.1	24.8	20.2	13.7	6.9	0.9	
	-6.0	-4.9	-1.2	5.3	10.9	16.2	21.2	21.3	16.4	8.4	2.5	-3.3	

Table 2.1 (cont'd) (2) Monthly amount of precipitation

Unit: mm

Moht Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Annual
	68	13.7	30.8	49.3	39.8	74.2	28.6	326.2	243.3	163.0	110.6	37.8	14.9
69	87.8	57.6	18.6	144.6	145.6	23.0	269.5	198.6	140.0	9.4	46.9	38.1	1179.7
70	3.2	69.9	2.0	48.3	80.9	117.2	349.5	136.4	375.3	292.0	33.3	18.7	1526.7
71	42.5	39.4	65.3	47.7	111.1	153.8	284.0	176.1	89.5	7.6	13.4	24.7	1055.1
72	61.4	21.2	115.7	23.4	135.3	45.2	277.4	452.8	130.0	52.1	115.6	7.8	1437.9
73	46.5	7.7	2.0	128.6	89.8	121.9	110.1	168.5	159.6	53.6	39.9	18.5	946.8
74	18.4	24.1	44.9	181.8	223.1	62.3	396.1	279.4	54.8	53.8	12.3	26.8	1377.8
75	13.5	7.2	87.6	121.4	68.1	46.0	190.6	115.0	129.6	44.3	21.9	35.5	880.7
76	16.4	88.6	3.9	98.8	23.5	60.5	192.8	274.7	46.1	77.2	50.5	40.2	973.2
77	9.4	2.2	18.5	209.6	79.7	67.4	194.9	136.1	138.5	5.1	67.6	50.1	979.1
78	18.0	25.6	62.2	7.9	7.5	167.0	312.6	468.1	46.5	37.9	21.7	40.9	1215.9
79	24.8	65.8	56.7	117.8	128.6	303.7	191.1	154.7	109.4	53.1	36.7	28.7	1271.1
80	51.4	20.9	38.6	194.3	115.0	220.8	313.2	233.3	114.8	65.5	21.1	28.7	1417.6
Average	31.3	35.5	43.5	104.9	98.6	109.0	262.2	233.6	130.5	66.3	39.9	28.7	1184.1

Table 2.1 (cont'd) (3) Monthly averages of relative humidity

Month Year	Unit: %												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Annual
68	73.8	73.1	69.2	58.7	74.2	77.3	84.5	82.4	77.7	75.6	80.9	76.9	75.4
69	78.3	73.2	69.6	75.9	74.8	77.9	86.5	88.8	85.0	73.9	75.7	78.6	78.2
70	76.4	77.3	67.8	68.3	77.2	84.4	86.0	81.7	82.9	77.6	72.9	73.9	77.2
71	76.1	72.9	70.6	69.4	75.0	83.2	88.8	79.2	74.8	68.8	73.8	67.9	75.0
72	73.6	73.5	76.0	71.6	73.9	77.4	84.6	86.2	81.4	75.9	81.3	76.6	77.7
73	81.0	75.0	64.3	72.6	70.4	76.8	82.4	84.8	81.7	75.0	75.2	76.1	76.3
74	76.2	73.9	75.9	75.5	73.3	77.6	85.5	80.9	76.7	75.2	71.8	72.9	76.3
75	70.8	67.2	75.0	71.4	74.9	80.4	86.4	80.6	83.8	77.8	75.9	73.7	76.5
76	73.5	81.4	72.4	71.9	69.5	74.5	82.4	87.9	80.5	79.3	76.1	78.5	77.3
77	69.5	71.4	69.9	73.5	72.1	73.3	86.8	80.4	81.3	80.3	76.2	82.1	76.4
78	77.8	74.8	73.5	70.3	61.3	77.9	87.2	86.3	83.0	76.6	80.1	76.4	76.7
79	78.4	76.5	74.8	72.7	75.6	86.6	85.7	84.0	79.1	79.7	75.8	78.5	79.1
80	72.2	73.5	71.7	72.6	71.8	82.8	87.2	81.9	78.6	76.5	79.3	77.1	77.1
Average	75.2	74.1	71.6	71.1	72.6	79.2	85.7	83.5	80.5	76.3	76.5	76.1	76.9

Table 2.1 (cont'd) (4) Monthly averages of sea-level atmospheric pressure

Unit: mb

Month Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Annual
68	22.0	25.4	18.3	19.3	10.8	9.3	4.8	6.8	11.5	19.0	22.7	21.1	15.9
69	22.2	24.0	21.4	15.7	9.6	7.5	8.0	7.1	13.7	19.6	24.1	25.8	16.6
70	27.7	24.4	23.2	17.9	10.8	9.3	4.3	7.2	11.3	19.4	22.9	23.6	16.8
71	22.8	22.2	21.3	16.6	11.6	6.0	4.9	6.4	11.8	20.5	23.5	24.4	16.0
72	24.0	20.8	18.6	16.5	10.4	6.2	3.8	7.9	12.5	17.8	20.4	23.8	15.2
73	23.7	21.9	20.4	13.8	11.1	7.6	7.1	10.7	13.5	20.5	21.9	23.0	16.3
74	24.6	23.7	21.2	12.5	12.1	6.1	5.8	6.4	12.8	18.9	24.5	27.7	16.4
75	24.4	22.2	18.8	14.7	11.6	7.2	5.9	8.8	12.5	19.2	23.3	25.3	16.2
76	24.1	20.8	20.7	16.9	11.4	8.2	8.4	8.9	13.3	18.0	24.6	23.0	16.5
77	27.7	25.2	21.5	14.5	12.5	6.9	7.5	6.8	13.9	21.4	23.4	24.7	17.2
78	21.5	23.8	19.5	13.8	13.5	7.8	7.1	8.5	13.8	20.8	23.5	25.9	16.6
79	22.5	18.6	18.7	16.4	12.0	8.8	6.5	7.8	15.2	17.8	24.6	25.3	16.2
80	22.9	24.2	21.0	17.0	12.4	9.5	6.4	8.6	14.4	19.4	21.7	27.1	17.1
Average	23.9	22.9	20.4	15.8	11.3	7.7	6.2	7.8	13.1	19.4	23.2	24.7	16.4

Note: The above values should be added with 1000 to get real values.

Table 2.1 (cont'd) (5) Monthly averages of directional wind speed and percentage of occurrence (1968 - 1977)

Unit: m/sec  
%

Direction Month	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Calm
1	2.7 19.7	2.1 9.5	1.9 15.9	2.2 3.1	1.2 2.3	0.6 0.8	0.7 0.7	1.3 1.2	2.4 3.8	2.2 2.6	2.0 2.0	2.0 1.2	3.0 2.9	4.0 4.8	3.3 11.6	3.3 9.7	13.9
2	2.7 12.2	2.7 10.0	2.1 12.5	1.9 2.5	1.6 1.4	0.7 0.7	0.5 0.8	2.0 2.0	2.2 4.9	2.1 3.5	2.2 4.2	2.4 2.7	1.9 4.1	4.1 6.5	3.6 12.0	3.6 10.0	10.1
3	2.5 9.9	2.8 6.5	2.4 10.5	2.1 3.9	1.3 2.0	0.3 0.2	1.1 1.1	1.9 1.0	2.9 7.3	3.3 4.9	2.9 7.2	3.6 3.9	3.9 5.3	4.3 8.3	4.2 12.2	3.4 7.0	8.7
4	2.8 7.7	2.3 6.3	2.9 10.7	3.0 4.8	1.7 2.8	1.2 1.0	2.2 1.5	1.6 2.4	3.6 12.3	3.3 9.2	3.1 8.4	3.3 4.7	3.3 4.5	4.6 3.9	3.6 5.3	3.5 5.0	9.7
5	2.3 6.5	2.2 9.1	2.4 9.0	2.4 4.0	1.9 2.2	1.1 1.0	1.7 1.4	2.6 3.1	2.6 1.1	3.8 9.8	3.3 11.1	3.5 6.1	3.1 7.0	2.9 2.6	2.9 4.2	2.6 4.7	7.0
6	1.9 6.6	1.8 7.7	2.0 7.2	1.9 3.3	1.9 2.7	1.1 0.3	2.2 2.1	2.4 3.9	2.5 9.7	3.2 1.1	2.5 10.9	2.7 7.2	2.3 5.6	1.5 2.6	2.1 5.2	2.0 4.3	9.4
7	2.0 3.8	2.2 6.2	2.1 10.5	2.1 4.3	1.5 3.1	0.8 1.0	2.4 2.8	1.7 6.0	2.9 15.2	3.6 13.9	2.6 9.9	2.4 4.0	1.9 3.0	2.1 1.4	2.3 2.5	2.2 4.0	8.3
8	1.8 9.0	2.6 11.4	2.4 10.2	2.1 5.1	1.1 2.0	1.1 1.3	1.8 2.4	2.5 5.3	3.2 11.7	3.5 6.8	2.8 7.6	2.2 3.1	2.6 3.2	1.5 1.7	2.2 3.2	1.5 5.6	10.1
9	2.0 8.6	2.1 11.3	2.2 16.8	2.0 5.8	1.4 3.6	0.4 0.8	1.5 1.7	1.2 1.3	2.9 5.1	2.5 4.7	3.0 4.0	2.6 2.8	2.3 3.8	2.8 4.1	1.9 6.8	2.2 6.2	12.5
10	2.3 9.7	2.0 12.4	1.7 12.8	1.6 5.1	1.0 3.0	0.8 1.1	1.0 1.4	1.3 1.4	1.7 2.5	2.5 2.7	3.1 2.8	2.8 2.6	2.9 5.0	3.4 4.9	2.5 8.4	2.6 9.0	10.6
11	2.6 13.4	1.9 12.6	2.0 11.2	1.0 3.3	0.8 2.3	0.4 0.9	0.8 1.3	1.5 1.3	2.6 5.8	2.6 3.1	3.4 3.8	2.7 3.2	3.8 3.4	4.1 5.9	3.6 9.6	3.4 8.3	10.8
12	2.5 14.6	2.2 9.8	2.0 13.3	1.3 2.8	1.2 2.1	0.3 0.2	1.3 1.4	1.5 1.5	2.7 5.0	2.7 2.8	3.5 3.6	2.0 1.9	3.3 3.8	4.6 4.3	3.6 9.4	3.3 9.8	12.5
Average Speed	2.3	2.2	2.2	2.0	1.4	0.7	1.4	1.8	2.7	2.9	2.9	2.7	2.9	3.3	3.0	2.8	

Table 2.1 (cont'd)

(6) Monthly averages of 24-hr mean wind speed and monthly maximum wind speed

Unit: m/sec

Month Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
68	1.8 -	2.3 -	2.2 -	1.7 -	1.7 -	1.5 -	1.5 -	1.6 -	1.5 -	1.5 -	1.5 -	1.6 -
69	1.7 WSW 8.3	2.1 NW 6.7	1.9 W 10.8	2.1 WSW 9.3	1.8 W 6.7	1.3 S 7.0	1.6 SW 7.0	1.3 S 5.7	1.3 W 6.7	1.5 W 9.0	1.7 WNW10.7	2.0 W 10.8
70	2.8 NW 9.3	3.3 SSW13.0	3.4 NNW18.3	2.9 NE 13.0	2.8 WSW15.3	2.5 NE 14.7	3.5 SW 15.7	2.2 S 16.0	2.3 S 13.7	2.0 NW 9.7	2.8 NW 15.3	2.5 W 17.0
71	2.5 NW 11.0	2.8 SW 12.3	3.5 SSW15.0	2.6 SW 15.0	3.4 SW 13.7	2.6 SW 12.3	3.5 S 17.0	2.7 S 19.2	2.2 S 13.7	2.2 NW 11.3	2.1 NNW 9.3	3.2 SSE13.3
72	2.6 WNW12.0	2.7 NW 10.7	2.8 WNW15.7	3.1 SSW13.3	3.1 WNW12.3	2.3 W 9.0	2.7 E 13.0	2.8 SSW16.3	2.7 SSW16.0	2.4 S 14.2	2.9 S 16.3	2.6 NW 11.3
73	2.4 WSW 9.7	2.8 NW 11.0	3.1 SSW12.0	3.6 S 13.7	2.9 ENE10.0	1.9 W 8.0	2.4 S 11.0	2.9 S 16.7	1.8 S 15.3	2.4 WNW 9.0	2.9 SSW15.0	2.7 WNW13.7
74	1.9 N 10.7	2.8 WNW10.3	2.9 W 13.8	4.2 SSE13.8	2.8 SSW18.3	2.6 SSW13.3	2.3 NES 13.3	2.8 SSE13.7	1.7 SSE15.5	1.9 NNW 9.3	2.4 WNW12.0	2.4 NW 11.0
75	2.3 NW 8.0	2.9 WNW10.0	2.8 S 11.3	2.7 SSW10.5	2.6 SSW11.7	2.0 SSW 8.7	2.7 WSW 12.0	1.9 SW 10.7	2.4 SW 17.0	2.0 NNW 7.2	2.4 NNW 9.3	2.3 NNW 9.3
76	2.7 SSW13.0	2.4 NNE 9.2	2.4 WNW 8.7	2.7 W 9.3	2.7 SSE12.8	2.3 S 9.3	2.5 SSE 9.3	2.4 SSW 9.0	2.0 NNE10.0	1.7 SSW15.0	2.2 SW 10.7	2.5 W 15.0
77	1.9 S 8.3	2.5 SW 13.3	3.0 WSW20.0	3.0 S 13.7	2.0 SSW11.7	2.1 S 11.0	2.1 SSW 7.3	2.2 S 11.3	1.9 NNE 6.7	1.5 SW 10.7	2.4 N 9.0	1.7 W 9.7
78	2.3 W 10.0	2.5 WNW10.7	2.5 WNW10.0	3.3 WNW11.7	2.2 S 7.8	2.6 S 10.0	2.4 SW 9.3	2.2 SSW 8.5	1.8 S 9.7	1.9 NE 9.7	1.8 WNW 9.3	2.1 SW 13.5
79	2.6 W 10.7	2.7 WNW10.0	2.4 NW 8.0	3.2 WNW 9.7	2.5 SSW 9.7	2.4 S 9.0	2.4 SSE 8.2	1.9 NW 8.7	1.3 NE 6.3	1.5 NW 9.3	1.9 NW 8.3	1.6 WSW 9.0
80	2.3 WNW 9.7	1.9 W 8.7	2.1 NW 7.8	2.8 S 12.0	2.4 W 11.7	2.3 S 7.7	2.1 SW 7.7	1.7 S 6.3	1.2 NNE 7.3	2.0 -	1.8 -	2.7 -
Average	2.3	2.6	2.7	2.9	2.5	2.2	2.4	2.2	1.9	1.9	2.2	2.3



山( 108.5 m ), 候望山( 144.8 m ), 가제산, 바구니산( 156.7m ), 梨橋山( 177.9m ), 金掘山( 148.8m ), 退飛山( 156.1m ) 등이, 灣 東側으로 黃金山( 129.7m ), 紫容山( 149.4m ), 望日山( 302.3m ), 望美山( 126.4m ), 富城山( 117.1m ), 蓮花山( 177m ), 八峰山( 321.5m ), 金剛山( 316.1m ), 鳥右山( 168.7m ), 白華山( 284.1m ) 등이 分布되어 있다.

이 地域의 水系는 山頂을 中心으로 放射狀의 細流들이 到處에서 合流되어 작은 河川을 形成하며 이들 河川들은 여름철 雨期에는 周圍에 發達된 깊은 土壤層과 風化帶로부터 급한 傾斜를 따라 相當한 量의 碎屑性 堆積物을 運搬할 것으로 생각된다.

1970年 以來의 大單位 干拓事業은 이 地域에도 이루어져 灣内部 中마甲, 烏內里, 山後里, 陽山里 附近에 넓은 干潟地가 開發되어 있다.

#### 第 4 節 沿岸地質

調査地域의 地質은 先캄브리아紀의 變成堆積岩類( 結晶片岩 및 硅岩 )와 이를 貫入한 時代未詳의 花崗片麻岩, 中生代 侏羅紀에 貫入된 大寶花崗岩 및 여러 種類의 酸性岩脈들과 第四紀의 沖積層으로 構成되어 있다.

變成堆積岩類는 片岩, 硅岩, 結晶質石灰岩과 花崗岩質片麻岩으로 構成되어 있으며 N30°-40°E의 走向에 傾斜만 달리하며 整合的인 互層을 이루고있다. 이들 中 風化에 강한 硅岩層은 比較的 高地를 이루며 吾池里 벌말 海岸, 黃金山, 牛島 等地에 絶壁을 이룬 露頭가 鮮明하게 나타나 있으며 附近地域에 많은 礫을 供給하고 있다.

先캄브리아紀의 岩類들을 貫入한 花崗岩은 泰安 白華山 一帶 및 瑞山邑 一帶에 分布되어 있으며 역시 高地를 이룬다.

#### 第 5 節 海底地形

灣北部 4.5 km 地点에는 東端의 大蘭芝島로부터 西쪽의 대도, 신도에 이르는 北東-南西方向의 장안퇴가 分布되어 있으며 곳곳에서 干潮時 水面밖으로 드러나거나 平均海面下 水深( 本節에서의 水深은 平均海面下 水深을 意味한다. ) 10 m 미만의 海底砂洲가 形成되어 있다.

內里 南西部 外海 海域은 比較的 單調로운 礫質의 細砂 海底로서 北北西方向으

로 깊어지며 民漁島 北方海域은 平均海面下 水深 28 m이며 水深 10m 미만 地域에서는 傾斜가 緩慢하지만 그 以下 水深에서는 若干 急하다. 内里 北西海域에는 梨北面 北側으로 流入하는 潮流로 因한 北東方向의 砂洲(水深 14.5 m)가 存在하며 그 砂洲의 兩側에 水深 約 28 m의 水路가 있다. 梨北面 北端의 北西部는 海底에 基盤岩이 露出되어 起伏이 甚한 海底地形을 이루고 있는 데 그 水深은 海岸으로부터 1.8 km 地点에서 30 m, 2.3 km 地点에서 40 m를 나타내고 4.5 km 地点에서 다시 30 m로 얕아진다.

灣内는 中央의 水路를 除外하고는 거의 干潮時 水面밖으로 드러나며 이 水路는 旧島錨地 南쪽의 瑞山邑, 泰安邑과 仁川을 잇는 主海上交通路이다. 灣入口로부터 벌말 앞까지는 東西兩岸을 따라 水深 27~28 m의 좁은 골이 南北方向으로 發達되어 있으며 그 中央部에는 水深 13 m의 砂洲가 있다. 이 中央의 砂洲는 吾池里 벌말 前方에서 가장 얕아져 水深 2.4 m가 된다.

灣内에는 大小의 섬들이 多数 있는데 灣 中央에 位置한 古波島는 南東-北西方向의 길이 約 2.4 km 섬으로 南部에 높이 70 m의 丘陵이 있다. 이 섬 北方에는 좁고 긴 大牛島, 小牛島가 約 370 m 떨어져 南北으로 줄지어 있다. 이 두 섬은 南東方에 發達한 넓은 鰓質 潮間帶 外端에 位置하여 水路를 東西로 分離하고 있다. 東水路는 小牛島 東側에서 南東方으로 約 5.5 km 灣入하며 中央部 水深은 小牛島 東方에서 約 13 m, 熊島 南方에서 約 12 m이다. 西水路는 古波島 兩側을 通해 南側으로 灣入하다가 그 南端 約 900 m에서 兩分되어 그 東側 水路는 發達이 微弱하여 潮間帶로 끝나며 西水路는 幅이 約 550 m로 南西方으로 發達되다가 約 6 km 地点에서 갑자기 왼쪽으로 돌아 虎里 南西側의 좁은 水路를 經由하여 旧島錨地에 達한다. 古波島 東,西側 水路의 最深部 水深은 各各 24 m, 10 m이며 南西部 水路의 最深部 水深은 15~20 m이고 虎里 前面의 狹水路 水深은 12 m이다.

旧島錨地에는 沿岸 가까이로 2個의 干出岩이 있으며 水深은 東,西 兩水路에서 各各 12 m, 6 m이며 中央部는 水深 1.3 m의 干出砂洲이다. 錨地에서 南쪽으로 4個의 水路로 分離되어 안쪽으로 5.5 km나 灣入되었으나 이들의 灣入部들은 모두 干拓되어 農地로 利用되고 있다.

灣入口의 東側에는 黄金山이 있으며 그 南方에 東쪽으로 灣入된 幅 約 1.3 km인 작은 内灣이 있는데 그 水深이 2~2 m로 干潮時 海面밖으로 全部 드러난다.

海底面の 兩岸 主水路의 陸地側 斜面傾斜는 20/100 程度로 매우 急한 傾斜를 이루고 있고 灣中央側 斜面은 만대 앞바다를 除外하면 4/100 ~ 6/100 程度로서 比較的 緩傾斜이다. 다른 地域은 2/100 未滿으로 특히 灣中央部로 갈수록 더욱 緩慢한 傾斜를 이룬다.

防潮堤 및 發電所 建設 豫定地域인 灣入口 梨北面 内里와 大山面 벌말 사이는 精密한 水深圖가 要求된다. 따라서 이 地域에 對해서는 PS-10E 音響測深機와 精密位置測定裝備인 Decca trisponder를 利用하여 精密水深測量을 實施하여 縮尺 1 : 5,000 의 水深圖를 作成하였다( 参照 水深測量區域 : Figure 1.1., 水深圖 : Figure appendix). 本水深圖의 基準面은 仁川平均海面을 挾하였으며 等深線 間隔은 1m이다. 이 區域에 對한 水深測量은 目的을 달리하여 數次에 걸쳐 實施된 바 있으나 本調査에선 確固한 基準面の 利用, 正確한 位置測量 및 淺海地域의 細部精密水深測量을 實施하였다는 點에서 信賴度가 높다.

## 第 6 節 海底堆積物

### 1. 堆積物分布

加露林灣 및 附近 外海의 堆積物分布는 Figure 2.1.과 같다. 灣入口 中央에 크게 發達된 砂洲와 벌말 앞 砂洲 및 古波島 北西端에서부터 北쪽으로 길게 發達된 砂洲는 粗粒質砂洲로 이루어졌으며 약 20% 程度의 조개 및 굴껍질 片을 含有하고 있다. 이들 粗粒質 굵은 모래는 比較的 分級이 잘 되었고 썰물에 依한 큰 연흔(ripple mark)이 幅 1~2m, 높이 30~50cm 程度로 發達되어 있는 것이 干潮時 目測되는 것으로 보아 강한 潮流에 의해 形成되며 流向과 流速의 變化에 따른 形態의 變化를 推測할 수 있다. 細砂는 灣入口로부터 東水路를 따라 벌말 앞의 潮間帶에 分布되어 있으며 分級이 잘 되어있다. 牛島 附近부터 旧島, 黑石里, 還城里에 이르는 세개의 主水路에는 附近에서 浸蝕되어 運搬된 角礫과 조개 및 굴껍질을 多量 包含한 礫이 分布한다. 이들 角礫은 直徑 2~10cm 크기에 모서리가 円磨되지 않았고 古波島 東側 水路에서는 直徑 20cm의 큰 角礫위에 많은 附着生物이 棲息하고 있는 것으로 보아 沿岸絶壁 또는 海底에서 浸蝕되어 堆積된 채 거의 運搬되지 않거

나 近距離運搬이 이루어질 뿐임을 알 수 있다. 넓게 發達된 潮間帶에는 쉘트질 뿔 ( silty mud ) 또는 뿔이 分布되어 있으며 灣入口로 갈수록 쉘트 및 細砂의 含量이 높다. 灣內 리아스式 海岸線을 따라 수없이 發達된 작은 內灣의 岸線附近 및 最高潮間帶에는 現地起源의 角礫 및 分級이 不良한 粗粒質 모래가 分布하며 거의 運搬이 不可能하다. 灣內에는 넓은 潮間帶가 發達되어 있으나 植物의 發達은 극히 微弱하여 작은 河川들의 流入部와 작은 內灣 岸線附近을 따라 *Spartina, Astera* 等の 開拓者( pioneer ) 植物이 部分的으로 生長하며 灣內部 곳곳에 *Salicornia*의 部分的 發達을 볼 수 있다. 조개껍질은 低潮帶를 따라 盛行하는 石花養殖場으로부터 近距離 運搬된 水路에 많이 分布하며 특히 熊島와 매섬 사이에는 넓은 굴껍질 砂洲가 發達되어 있으며 거의 原形을 維持하는 것으로 보아 近距離 運搬된 現地起源이다.

灣入口 東岸 黃金山과 벌말에는 強한 浸蝕에 依한 硅岩絶壁을 이루며 이곳의 巨礫들이 強한 밀물에 依해 東側으로 運搬, 移動되어 벌말, 黃金山을 陸地와 이어 陸界島를 이루었다. 특히 黃金山의 境遇 이 巨礫들이 独串里 瑞山塩田 앞까지 約 2.5 km에 達하는 긴 Gravel spit을 이루고 있으며 黃金山으로부터 멀어질수록 円磨度가 좋아지며 直徑이 작아진다. 그러나 黃金山附近의 巨角礫( 直徑 40~50 cm )들은 表面에 많은 굴이 附着하여 棲殖하는 것으로 보아 큰 暴風時 外에는 運搬이 거의 안 되는 것이 確實하다. 黃金山과 独串里를 잇는 Gravel spit 断面을 觀察하면 數次에 걸쳐 浸蝕에 依한 分離와 堆積에 依한 連結이 있었음을 알 수 있으며 黃金山 東岸의 堤防도 금번 野外調査 前 10月の 颱風時 수 곳이 崩壞되어 있어 이 附近이 北西風에 依한 가장 直接的인 波浪의 影響을 받는 곳임을 알 수 있다. 이와는 달리 灣西岸의 만대 附近의 小內灣은 廻折된 波浪의 影響으로 比較的 작은 圓磨된 礫( 直徑 2~5 cm )들이 高潮帶에 만 分布하고 있다.

灣外의 外海堆積物分布 역시 海洋水理現象과 깊은 關係가 있다. 灣北部 4.5 km에는 牙山灣 入口의 大蘭芝島에서 始作하여 新도까지 北東-南西方向의 30 km에 達하는 긴 砂洲가 發達되어 있다. 이 砂洲는 相當한 急傾斜를 이루고 大規模 圓磨이 發達되었으며 構成堆積物은 蘭芝島 附近이 가장 粗粒質로 直徑 1~2 cm의 円磨度가 良好한 小礫을 含有한 굵은모래로 이루어졌으며 平均海面上 約 2 m 以上은 粗粒質 모래로, 水深 15 m 以下 砂洲間의 通路는 分級이 良好한 細砂로 이루어져 있다. 이 砂洲

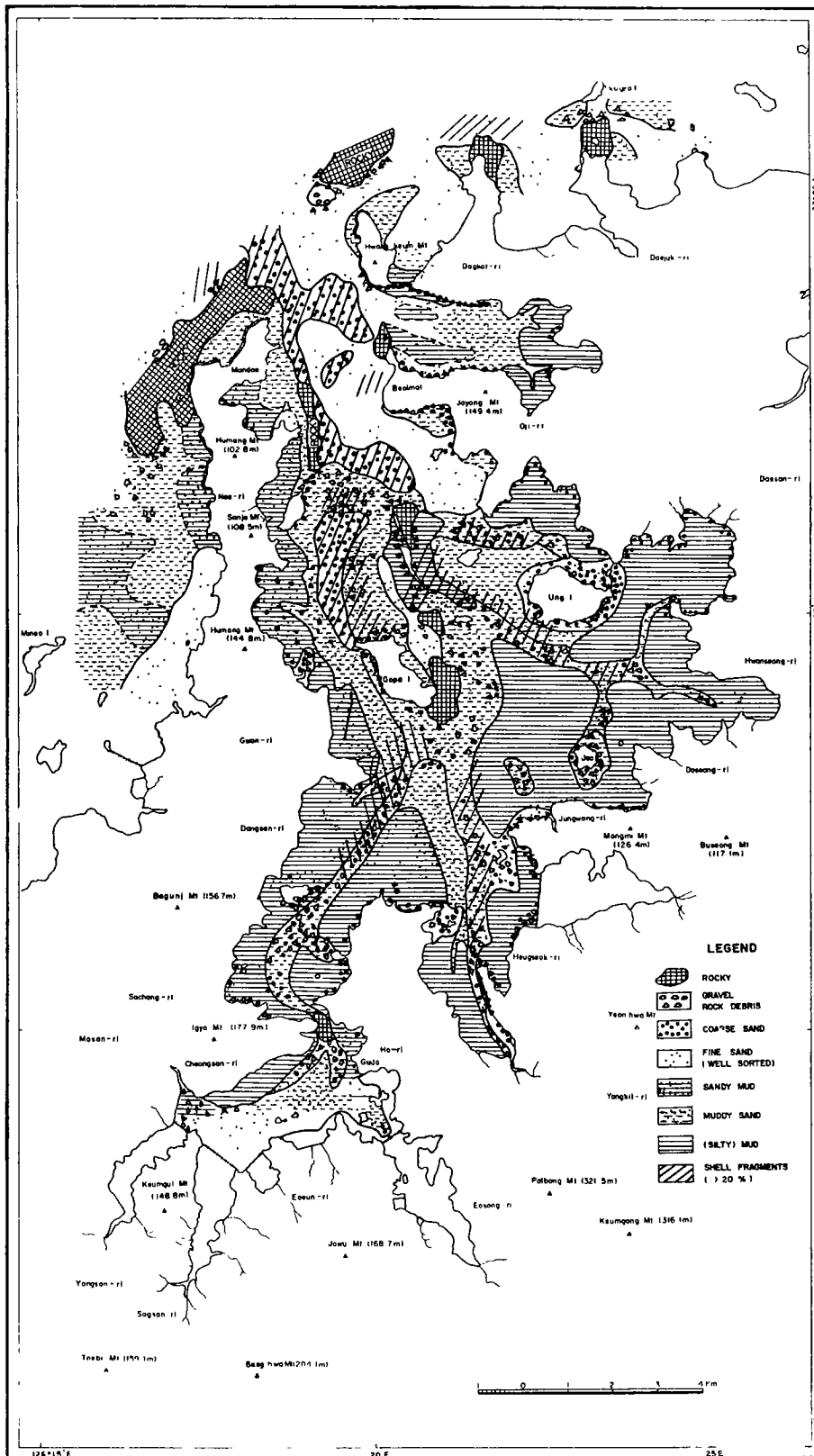


Figure 2.1. Bottom sediment distribution map

와 陸地 사이의 30~40 m 水深의 깊은 水路는 強한 潮流의 影響으로 基盤岩이 露出되어 있거나 얇은 礫層이 分布되어 있다. 特히 加露林灣 入口附近이 水路가 좁고 두 潮流의 合流에 依해 가인서 附近 및 만대 北西部에 基盤岩 露出地域이 넓게 分布한다. 이들 基盤岩 露出地域을 中心으로 沿岸을 따라 東西로 分級이 良好한 細砂가 分布되어 있으며 멀어질수록 礫의 含量이 많아지며 特히 西部 外海에는 깊어질수록 細粒質 堆積物의 含量이 많아지고 民漁島 附近의 境遇 넓은 潮間帶를 이룬다. 이는 波浪에 依한 強한 分級作用의 結果이다.

바람에 依한 陸上砂洲(wind dune)는 官里에서 内里에 이르는 西側 外海沿岸 附近과 独串里, 其隱里 等 北西風에 面한 地域에 分布하며 特히 独串里 附近에 넓은 分布를 보인다.

## 2. 堆積物起源

本地域에 分布하는 堆積物은 礫, 모래 및 礫의 碎屑性 堆積物과 조개 및 굴껍질 의 生物起源 堆積物로 大分할 수 있다. 水路 및 潮間帶에 分布된 이들 生物起源 堆積物은 大部分 原形을 維持하고 있는 것으로 보아 近距離 運搬된 現地起源이며 灣 入口 中央部, 벌말, 古波島의 粗粒質 모래砂洲에 含有된 조개 및 굴껍질 片들은 分級이 良好하다.

쇄설성 堆積物 中 角礫 또는 岩片은 灣内로 流入되는 작은 河口附近 및 主水路 그리고 沿岸浸蝕에 依한 絶壁 附近에 分布하며 모두가 現地起源이다. 黄金山에서 独串里에 이르는 比較的 잘 円磨된 礫도 黄金山이 起源으로 強한 漲潮流와 波浪의 作用으로 沿岸을 따라 지그재그 式으로 運搬되며 特히 瀑風時 주로 移動된다.

모래와 礫의 起源을 正確히 推定하기 爲해서는 重砂分析, 粒度分析, 円磨度分布 및 粘土鉍物分布 等이 이루어져야 하나 本報告書에서는 現場踏查 結果를 概略적으로 記述하였다.

灣 周圍의 地質은 先캠브리아紀의 變成堆積岩類로 오랜 期間의 風化作用으로 두꺼운 赤色土壤層으로 덮여있으며 最近의 浸蝕作用에 依한 골짜기와 絶壁 等の 痕跡이 곳곳에서 發見된다. 이들 쇄설성 堆積物은 特히 夏季 雨期에 甚한 浸蝕과 運搬이 일어나 작은 河川들을 따라 灣内로 流入된다. 이러한 浸蝕運搬作用은 周圍가 민둥산이었던 過去 20~30年 間은 더 甚했을 것으로 思料된다.

灣内に 流入된 쇄설성 堆積物 中 粗粒質의 모래는 強한 潮流에 依해 밀집( bed load)으로 運搬되어 에너지의 強度에 따라 分級되어 灣入口에 堆積되며 쉘트 및 뿔의 細粒質 堆積物은 뜬짐( suspended load )으로 運搬되어 滿潮靜潮時에 넓은 潮間帶에 堆積되는 것으로 思料된다. 그러나 이들 堆積物은 雨期를 除外하고는 主로 外海로부터 灣으로 流入되어 堆積되는 것으로 보인다. 이는 平常時 灣入口가 灣内部 보다 濁도가 훨씬 더 높은 事實과( 參照 第五章 浮遊物質) 벌말 및 黃金山 附近 高潮帶의 礫 사이 및 岩盤上 凹面部에 쉘트질 뿔이 堆積되어 있는 것으로 알 수 있다. 이들 細粒質 堆積物은 靜潮時 일단 堆積이 이루어지면 強한 粘性에 依해 쉽게 浸蝕되지 않는다. 따라서 灣内部는 潮力發電所 建設이 된 後 湖池内の 靜穩時 間이 길어질 境遇 堆積現象이 더 深化될 것으로 推測되며 이에 對한 對策이 講究되어야 할 것이다. 그 外에 黃金山에서 벌말에 이르는 細砂는 分級이 잘되고 粒度和 円磨度가 周辺 外海의 細砂와 類似한 것으로 보아 外海로부터 漲潮流를 따라 運搬되어 堆積된 것으로 보인다. 그러나 이들 쇄설성 堆積物의 起源은 精密한 室内實驗과 分析에 依해서만 正確히 把握할 수 있을 것이다.





## 第 3 章 潮 汐

第 1 節 觀 測

第 2 節 分 析 方 法

第 3 節 分析結果 及 考察



## 第 3 章 潮 汐

### 第 1 節 觀 測

信賴性있는 潮汐資料를 얻기 爲해서 觀測位置 및 觀測器機의 選定에 慎重을 期하였다. 本研究事業의 目的을 勘案할 때 觀測位置는 防潮堤建設豫定地域 附近으로 灣入口 潮汐을 代表할 수 있는 地域이라야 하며 또한 接近이 容易하며 陸上 T.B.M. 과의 連結을 爲한 標尺觀測이 同時에 遂行될 수 있는 곳이 適當하다. 그 밖에 船舶航海가 드물고 外海로 直接 露出되지 않은 곳으로 波浪 및 流速이 작아야 한다. 觀測地點으로 選定된 벌말앞은 比較的 上記條件을 滿足시키는 곳으로 判斷된다. 觀測器機로는 小型이며 設置 및 資料分析 等이 簡便한 WLR-5 (water level recorder model-5, Aanderaa instrument)를 使用하였다. WLR-5는 直徑 12.8 cm, 높이 43 cm의 크기로 水晶時計( quartz clock )에 依하여 正確히 記錄時刻이 制御된다. 觀測時間間隔은 0.5 分부터 3 時間까지 調整되며 水深 約 270 m까지 設置 可能하다. 器機作動은 9 V 蓄電池로 維持되며 0.63 cm 幅을 갖는 磁氣테이프에 絶對壓力( 靜水壓 + 大氣壓 )이 自動 記錄된다. 反面 WLR-5가 갖는 問題點은 流速이 큰 곳에 設置할 境遇 베르누이 效果( Bernoulli effect )에 依하여 記錄値가 實際 靜水壓 値보다 줄어들 수 있다는 것이다. 即, 檢潮器 自體가 流速場을 混亂시키므로 流速의 自乘에 比例하여 壓力이 줄게 되는데 最近의 實驗室 分析結果에 따르면 120 cm/sec의 流速에서 約 20 ~ 30 cm까지도 差異가 나는 것으로 報告되어 있다 ( 参照 Muir, 1978 ). 現在로서는 이에 對한 解決方案이 없는 形便이므로 本研究에서는 可能的 流速이 弱한 곳을 選定하여 設置하였다.

正確한 觀測位置는 東經 126° 20' 09" , 北緯 36° 57' 22" 이며 基準面下 水深 約 2 m 地點이다( 参照 Figure 1.1. 에서 TG<sub>3</sub> ). WLR-5를 特別히 考案한 正六面體틀上에 固定시킨 다음 틀의 받침이 바닥에 完全히 박히도록 設置하였다. 이 正六面體틀에는 標示부이로 連結되는 로우프와 陸上으로 向하는 로우프가 連結되는데 後者의 것은 回收目的用으로서 使用된 길이는 約 120 m 程度이다. WLR-5는 約 3 個月間 連續觀測이 可能하므로 2回( 1980年 2月 24日 ~ 5月 14日, 5月 15日 ~ 8月 26日 )에 걸쳐 觀測을 實施하였으나 資料 編輯過程에서 8月 15日 以後에 記錄된 資料는 使



用이 不可함이 確認되었다. 따라서 WLR-5 를 使用할 境遇 3個月 以內의 觀測이 바람직할 것으로 判斷된다. 各各 任意의 基準面上 값으로 表示되는 兩 期間의 資料를 一元化하기 爲하여 兩 觀測期間中 氣象狀態가 良好한 날을 揀하여 3~4日씩 標尺觀測을 竝行, 實施하였다.

觀測時間間隔  $\Delta t$ 는 15分, 各 潮位値는 56秒間의 平均으로 記錄되도록 決定하였다. 따라서 中波帶에 屬하는 波浪(medium frequency wave)의 大部分을 記錄하게 되나 副振動(seiche) 現象은 發見되지 않았다.

現在 繼續 遂行하고 있는 研究事業에는 加露林灣周邊 陸上水準測量 作業과 灣內 主要地點에서의 潮汐觀測作業(WLR-5 및 標尺觀測)이 包含되어 있다(參照 Figure 1.1.). 이는 地域的 特性에 따라 基本的으로 存在할 수 있는 水準高의 差를 考慮함으로써 空間的 側面에서도 모든 潮汐資料를 一元化하기 爲함이다. 만일 相當한 差가 存在할 境遇 灣內 海水流動樣相이 根本的으로 달라지므로 潮汐數值모델 및 浮遊砂 流動 研究에 必히 考慮되어야 한다. 이러한 觀測資料는 모델 樹立 및 計算結果에 對한 檢證資料로서도 매우 重要하다

## 第 2 節 分析方法

WLR-5로부터 얻어지는 資料는 絶對壓力(靜水壓+大氣壓)으로서  $\pm 1.38\text{ cm}$  程度內의 誤差를 갖는다. 따라서 WLR-5 觀測資料의 分析을 爲해서는 現場海面氣壓資料까지도 必要하므로 資料處理過程에서 惹起되는 誤差에 더욱 注意해야 한다.

任意의 時刻  $t$ 에 주어지는 潮位  $\zeta(t)$ 는 絶對壓力  $P_{abs}$ 와 大氣壓  $P_a$ 로부터 下記와 같이 求解된다.

$$\zeta(t) = (P_{abs} - P_a) / \bar{\rho} g$$

여기서  $\bar{\rho}$ 는 鉛直方向의 海水密度 平均値이며  $g$ 는 重力加速度이다.  $\bar{\rho}$  값은 4 月의 上, 中, 下層別 水温 및 塩分度 觀測으로부터 計算하여 1.02489로 取했으며 大氣壓  $P_a$ 는 瑞山測候所 3時間別 海面氣壓資料로부터 線形內插法(linear interpolation method)에 依하여 每 15分 間隔으로 換算된 값이 使用되었다. 瑞山測候所는 벌말에서 內陸側으로 約 25 km 程度의 距離에 位置하고 있다. 우리나라 全体를 包含하는 氣象概況圖를 檢討해보면 大部分 4 mb內의 空間的 變化를 갖으므로 加露林

灣과 瑞山測候所의 時間 및 空間的 氣壓變化 樣相이 거의 類似하리라 判斷된다. 그러나 低氣壓이 西海側에서 接近해 올 때에는 瑞山測候所 氣壓이 높으며 反對로 低氣壓이 內陸에서 西海側으로 移動할 때에는 加露林灣의 氣壓이 더 높게 된다. 따라서 이에 對한 統計的 特性的 把握이 要求되나 本研究에서는 두 地點의 海面氣壓差들이 正規分布(normal distribution)를 이루리라는 假定下에 追加的 修正없이 直接 使用되었다. 이 假定下에서 두 氣壓資料의 偏差는 White noise 로 作用하므로 調和分解時에 微弱한 에너지를 갖는 分潮들의 抽出에 약간 影響을 미칠 것으로 보인다. 概略的으로 潮汐周波帶內에  $2.5 \text{ cm} / \text{cpd}$  程度의 White noise 에너지密度가 存在할 것으로 推測된다. 보다 正確한 評價를 爲해서는 現在 蒐集中인 現場觀測資料와의 相互連關係(cross-correlation)를 確認해야만 할 것이다.

6個月 觀測資料의 編輯過程에서 約 4~5個의 誤記錄이 發見되었다. 이 境遇에는 圖式的인 方法(graphical interpolation)으로 쉽게 修正되었으나 長期潮汐資料를 編輯하는 方法으로는 Low pass filter 를 使用하는 方法과 潮汐豫報值로부터 얻어진 殘餘值(residual)를 修正하는 方法들이 보다 效果的이다. RCM-4(recording current meter model-4, Aanderaa instrument)와는 달리 WLR-5에는 Block수가 記錄되므로 時刻誤差도 쉽게 確認할 수 있다.

15分 間隔으로 얻어진 潮位  $\zeta(t)$ 는 下記의 移算的 轉移法(convolution method)으로 高周波帶에너지가 除去되면서 調和分解에 必要的인 每時間別 값  $\zeta_h(t)$ 로 바뀌어진다.

$$\zeta_h(t) = \sum_{\tau} \zeta(t-\tau) w(\tau)$$

여기서 필터(filter)  $w(\tau)$ 는 總 11個로서 定義되며 6 cpd 以上の 高周波帶에너지를 大部分 除去시킨다. 필터 使用으로 因한 調和常數  $H_j$  값의 減小는  $w(\tau)$ 의 對應函數(response function)로부터 쉽게 補正될 수 있으나 별다른 差異는 나타나지 않는다.

一般的으로 觀測된 潮位  $\zeta_h(t)$ 에는 氣象要素(例로 바람의 剪斷力, 高, 低氣壓等)에 依한 影響이 包含되므로 下記와 같이 表示된다.

$$\zeta_h(t) = \sum_j f_j H_j \cos(\omega_j t + u_j - g_j) + n(t)$$

여기서  $H_j, g_j$ 는 主要分潮의 振幅 및 位相差이며  $f_j, u_j$ 는 短期間資料의 分析結果를 補正하는 값이다.  $\omega_j$ 는 各分潮의 角速度이며  $n(t)$ 는 氣象에 의한 影響으로서 殘餘值(residual)로 불린다.  $f_j, u_j$ 는 平衡潮汐論(equilibrium tidal theory)으로부터 理論적으로 算出되는 各分潮의 19年 週期 變化를 補正해 주기爲한 값으로 潮汐分析 分野 特有의 分析法이다. 이러한 長週期變化는 이미 Doodson (1921)의 起潮力 展開에서 主要分潮와 分離되었으나 이는 단지 理論上的 展開일 뿐이며 實際로는 1年 以下の 短期資料分析이 大部分이므로  $f_j, u_j$ 의 考慮가 不可避하다. 結局 1867年 以來 使用되어 온 準調和分解法(quasi-harmonic method)인 Darwin法으로 되돌아간다.

가장 安定된  $H_j, g_j$  값을 求하는 方法은 殘餘에너지  $\langle n^2(t) \rangle$ 를 最小化하는 最小自乘法(least square method)이다.  $\langle n^2(t) \rangle$ 의 最小化條件은 結局 聯立方程式의 解를 求하는 것에 該當하며  $f_j, u_j$  補正은 最終段階에서 行해진다. 本研究에서 使用된 分析法은 Canadian 方法으로 缺測資料가 있더라도 分析이 可能하다(參照 Foreman, 1977, 海洋開發研究所, 1979). 分析過程에서 6個月 以內的 資料로서는 分離할 수 없는  $P_1, K_2$  分潮를 抽出해내기 爲하여 仁川港 分析資料를 根據(具體적으로  $P_1 - K_1$  및  $K_2 - S_2$  間의 關係)로 하여 比例적으로 算出되었다.

### 第3節 分析結果 및 考察

前述된 方法에 依하여 總 38個의 分潮가 抽出되었다(參照 Table 3.1.). 各分潮에 對한 理解를 돕기 爲하여 日, 月, 年變化 등을 意味하는 Argument number를 함께 提示하였으며  $g$ 는 Greenwich phase lag이다. 平均海面값은 提示되지 않았으나 現在 進行中인 同期間의 仁川資料分析에 依하면 例년에 比하여 5cm 以上 낮은 것으로 判斷된다. 總分析資料가 6個月에 약간 못 미치므로  $S_a$  分潮는 물론  $SS_a$  分潮(半年 週期) 등의 長週期分潮들이 分離되지 못하였다.  $SS_a$  分潮는 보통 Noise 에너지 程度의 크기에 지나지 않으나 年變化를 보여주는  $S_a$  分潮는 相當한 에너지를 갖는다. Figure 3.1.에 提示된 14年間の 仁川港 月平均 海面變化(1962 ~ 1972, 1975 ~ 1977)를 檢討해 보면 年中月平均海面의 變化가 約 40cm 程度에 이르는 것을 알 수 있다. 이러한 變化(response 技法에서는  $\alpha_1^\circ, \alpha_2^\circ$  등의 'radiational' 變化에 該當한다)는 世界的으로 드물게 일어나는 現象으로 보

Table 3.1

Harmonic constants of tide at St. TG<sub>3</sub>

Argument						Name	Amplitude H(cm)	Phase g (deg.)	Remarks
0	1	0	-1	0	0	MM	2.41	277.77	Monthly
0	2	-2	0	0	0	MSF	1.00	143.30	Approx. fortnightly
1	-4	2	1	0	0	ALP1	0.27	164.08	Diurnal
1	-3	0	2	0	0	2Q1	0.44	45.47	
1	-2	0	1	0	0	Q1	5.69	230.80	
1	-1	0	0	0	0	O1	28.03	259.85	
1	0	0	1	0	0	N01	2.25	274.73	
1	1	-2	0	0	0	P1	10.36	292.72	
1	1	0	0	0	0	K1	36.65	296.89	
1	2	0	-1	0	0	J1	2.10	320.28	
1	3	0	0	0	0	001	1.83	324.47	
1	4	0	-1	0	0	UPS1	1.00	325.36	
2	-3	2	1	0	0	EPS2	3.19	173.84	Semi-diurnal
2	-2	2	0	0	0	MU2	9.15	201.55	
2	-1	0	1	0	0	N2	41.03	97.91	
2	0	0	0	0	0	M2	233.91	124.33	
2	1	0	-1	0	0	L2	13.84	162.14	
2	2	-2	0	0	0	S2	88.82	183.29	
2	2	0	0	0	0	K2	23.54	180.33	
2	3	0	-1	0	0	ETA2	1.19	76.11	
3	-1	0	0	0	0	M03	3.03	164.65	Ter-diurnal
3	0	0	0	0	0	M3	1.30	329.96	
3	1	0	0	0	0	MK3	1.63	214.61	
3	3	-2	0	0	0	SK3	0.78	261.47	
4	-1	0	1	0	0	MN4	1.00	338.49	Quarter-diurnal
4	0	0	0	0	0	M4	2.50	4.87	
4	1	-2	1	0	0	SN4	0.34	84.99	
4	2	-2	0	0	0	MS4	1.83	73.92	
4	4	-4	0	0	0	S4	0.26	174.76	
5	1	0	0	0	0	2MK5	0.63	209.02	Fifth-diurnal
5	5	-4	0	0	0	2SK5	0.07	317.93	
6	-1	0	1	0	0	2MN6	1.16	34.52	Sixth-diurnal
6	0	0	0	0	0	M6	2.20	58.52	
6	2	-2	0	0	0	2MS6	2.60	114.48	
6	4	-4	0	0	0	2SM6	0.67	173.08	
7	7	-6	0	0	0	3MK7	0.15	230.32	Seventh-diurnal
8	0	0	0	0	0	M8	0.30	121.91	Eighth-diurnal
10	0	0	0	0	0	M10	0.07	306.53	Tenth-diurnal

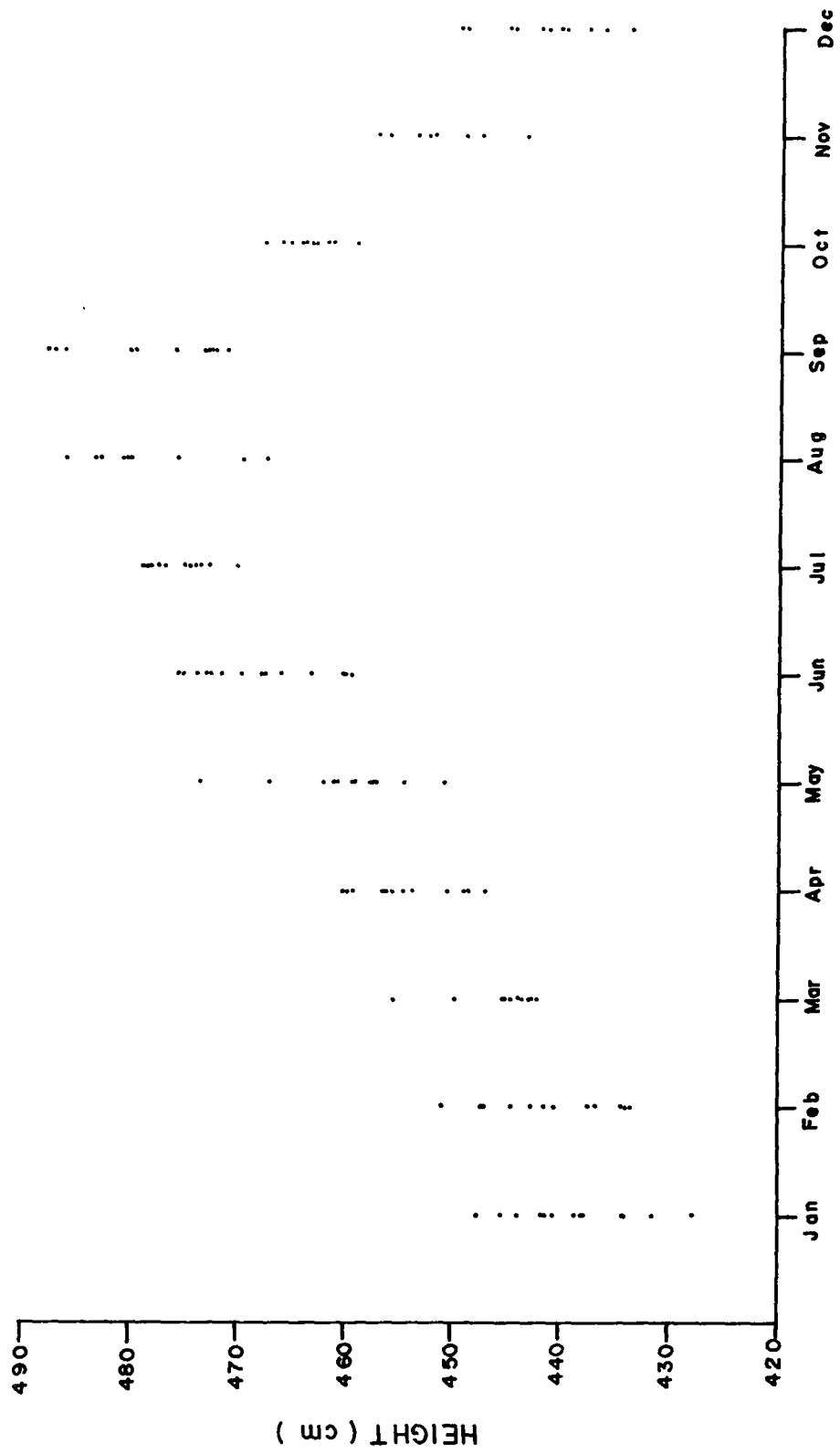


Figure 3.1. Monthly mean sea level (Incheon)



다 徹底한 糾明이 必要하다. 加露林灣에서도 이러한 長週期的인 變化가 나타날 것이 豫想되므로 實際적인 側面에서 波浪과 함께 防潮堤 設計에 重要한 考慮事項이 될 것이다. 그러나 充分한 資料의 蓄積이 없으므로 基準港인 仁川과의 比較 研究 또는 氣象資料의 分析 等으로 間接的 補完이 必要하다.

潮汐分析에서 抽出되는 調和常數  $H, g$ 의 正確度を 評價하는 基準이 되는 것은 殘餘(residual)에너지 값이다. 算定된 殘餘에너지는  $P_1, K_2$  分潮가 包含될 境遇  $638 \text{ cm}^2$ , 包含되지 않을 境遇에는  $961 \text{ cm}^2$ 이다. 따라서 相當量의 에너지가 分離되지 않은 淺海分潮로 남아 있을 것으로 보이며 또한 主要分潮(例로  $M_2, K_1$  等) 左右에 'Tidal cusp' 形態로도 存在할 것으로도 判斷된다(參照 Munk and Cartwright, 1966). 따라서 보다 正確한 潮汐豫報 및 Surge 研究를 爲해서는 적어도 1年 以上の 觀測 資料가 必要하며 現在로서는 觀測되지 않았으나 바람에 의한 剪斷力에 의해 일어날 수 있는 副振動(seiche) 現象도 꾸준히 點檢해야 할 것이다.

概略적인 年間發電量 算出과 關聯을 갖고 있는 Sea 에너지  $\langle \zeta^2 \rangle$ 는  $35,721 \text{ cm}^2$ 으로 算出되었다. 年間發電량을 算出할 때 實際로는 小潮-大潮의 變化를 考慮하여 各 潮汐週期마다의 發電량을 算出하여야만 되나 統計적인 代表值  $H_{rms}$ 의 두 개가 되는 潮差를 갖는 單一潮汐으로 假定하여 ( $= \sqrt{\langle \zeta^2 \rangle}$ ) 一潮汐週期當 發電량을 計算한 다음 705를 곱함으로써 年間發電량을 計算할 수 있다. 그러나 本研究에서 發電量 計算은 除外되었다.

以外에 加露林灣 潮汐패턴에 있어서 非線形效果(nonlinear effect)에 對해 言及하기로 한다. 本研究에서는 約 6個月의 資料에 調和分解法만이 適用되었으나 Response 技法을 適用할 境遇 相當한 非線形效果(nonlinear effect)가 確認될 것으로 보인다. 이는 現在 進行中인 Response 技法에 의한 仁川資料의 分析結果로부터 判斷된 것으로서 充分한 根據를 갖고 있지는 못하나 加露林灣의 境遇에도 이러한 現象이 確認된다면 보다 많은 淺海分潮에 對한 考慮가 必要할 것이며 潮汐數值모델의 適用에도 相當한 注意가 必要할 것이다. 이러한 問題點들을 勘案하여 앞으로 長期潮汐觀測을 爲한 固定檢潮所의 設置가 要望된다.



## 第 4 章 潮 流

第 1 節 觀 測

第 2 節 分 析 方 法

第 3 節 分析結果 및 考察



## 第 4 章 潮 流

### 第 1 節 觀 測

浮遊砂 流動 및 潮汐에 따른 灣內 海水流動 패턴을 追跡하기 爲하여 RCM-4 와 Braystoke 流速計를 利用, 流速 및 流向觀測을 實施하였다.

RCM-4 는 WLR-5 와 마찬가지로 水晶時計에 依해 記錄時刻이 制御되며 5 個의 데이터채널로 構成되어 水溫, 傳導度, 靜水壓, 流速 및 流向이 幅 0.63 cm인 磁氣테이프에 自動記錄된다. Rotor를 包含한 記錄器의 크기는 直徑 12.8 cm, 높이 75 cm이며 方向板 (vane) 은 幅 37 cm, 길이 100 cm이다. 流速觀測 範圍는 2.5cm/sec 에서 250 cm/sec까지로  $\pm 1$ cm/sec 誤차를 갖으며 流向은  $\pm 5^\circ$  의 誤차를 갖는다. 觀測時間間隔은 0.5分에서 180分까지 調整될 수 있으며 器機作動은 9V 蓄電池로 維持된다.

于先의으로 灣內 海水流動 패턴의 概略的인 理解를 爲하여 10 個 主要地點에서 約 15 日間 (大潮 및 小潮期 包含)에 걸쳐 每 10 分 間隔으로 流速 및 流向觀測을 實施하였다. 또한 鹽分도와 水溫觀測도 同時에 遂行되었으며 可能的한 3 個地點씩 同時 觀測함으로써 潮汐에 따른 位相差를 比較·檢討코져 하였다. 4 月부터 8 月까지에는 灣入口 附近에서만 集中的으로 RCM-4 觀測을 實施하였는데 이는 防潮堤 建設豫定地點에서의 時間別 流速變化를 檢討하기 爲한 것이다. RCM-4 觀測資料에 對한 例로서 本研究에서는  $C_8$  地點의 資料만을 提示하고자 한다 (參照 Figure 4.1.). 30 日以上の 觀測資料로부터 뚜렷이 알 수 있는 것은 15 日 및 30 日 週期的 變化이다. 本調査事業에서 各 觀測地點間의 距離가 比較的 짧으므로 보다 精密한 觀測이 要求된다. 따라서 컴퓨터 (PDP-11) 로의 入力過程에서 Bit 誤차가 發見될 境遇 이 地點들 (例로  $C_3$  및  $C_5$ )에 對한 再觀測을 實施하였다. 그리고 大部分의 潮流觀測이 灣內에서만 實施되었으므로 灣外側 附近인  $C_{12}$ 에서 追加로 15 日間 連續觀測을 現在 實施하고 있으며 또한  $C_{11}$ 에서도 同一한 觀測을 實施하고 있다 (參照 Figure 1.1.). 水深이 깊은 地點 ( $C_1, C_2, C_5 \sim C_{10}$ )에서는 모두 海底而上 9 m 水深을 維持토록 하여 水中浮遊繫留法 (subsurface floatation mooring) 이 利

用되었으며 他 地點中 水深이 얇은 곳은 基準面 ( datum ) 下 1 ~ 2 m가 維持되도록 設置되었다. 이 水中浮遊繫留法 ( subsurface floatation mooring)의 問題點은 流速에 依하여 繫留水平變位 ( mooring tilt )가 發生한다는 點이다. RCM-4 方向板에는 水深을 維持하기 爲한 安定핀이 있어 水平變位에 따른 流速觀測에의 影響을 最小化하게끔 되어있다. 그러나 纜대 ( spindle )가 30°以內의 水平變位만을 許容하므로 水平變位角 (  $\theta$  )이 30°以上일 境遇에는 觀測된 流速 (  $|V|$  )은  $|V| \cos(\theta - 30^\circ)$ 로 記錄된다. 本調査에서 水壓센서 ( pressure sensor )에 依하여 記錄된 水深을 Tide gauge에 記錄된 水深과 比較하여 推測하면 約 4 m의 最大水平變位가 일어나는 것으로 보인다. 따라서 水平變位角이 30°以內일 것으로 判斷되므로 繫留에 依해 惹起되는 問題點은 적을 것이다.

Braystoke 流速計는 移動觀測이 容易하므로 流速의 鉛直分布를 測定하는 데 利用되었다. 本研究에서 使用한 Braystoke流速計는 自動으로 50秒 平均을 取하는 改良型으로서 12 V 蓄電池로 作動된다. 流向은  $\pm 5^\circ$ 의 誤差를 갖으며 流速計를 一定 水深에 維持시키는 錐 ( weight )는 流速크기를 勘案하여 45 kg을 使用하였다. Braystoke 流速計의 檢證은 韓國船舶研究所 Towing tank에서 流速을 約 10cm/sec로부터 220 cm/sec까지 變化시키면서 13個의 流速을 2回 反復하여 檢證하였으며 그 結果 各 流速計의 反應結果는 매우 類似하였으나 대체로 流速이 增加할수록 器機說明書에 提示된 回轉數에 미치지 못함을 나타냈다. 따라서 이 資料를 根據로 새로이 流速計算公式이 마련되었다.

Braystoke 流速計를 利用한 觀測은 4월에 灣內 全地域에 걸쳐 4個 地點 (  $C_A \sim C_D$  )에서, 9~10月에는 RCM-4의 觀測位置와 같은 10個 地點 (  $C_1 \sim C_{10}$  )에서 實施하였다 (參照 Figure 1.1.). 觀測方法은 精密 및 簡易觀測을 竝行하여 實施하였으며 (參照 第5章 浮遊物質) 特히 浮遊砂 流動現象 研究에 重要한 剪斷力 ( shear stress )計算을 爲하여 海底面上 2 m까지의 流速을 仔細히 ( 0.5 m, 1.0 m, 2.0 m ) 觀測하였다. 또한 9月 觀測時에는 表層의 流速觀測時에 發生되기 쉬운 觀測船舶에 依한 誤差 ( turbulence )를 最小로 줄이기 위하여 Davit를 船舶의 側面에 設置하였다.

漂流瓶 投下는 灣入口 近處와 灣中央地點 古波島 附近에서 實施되었으나

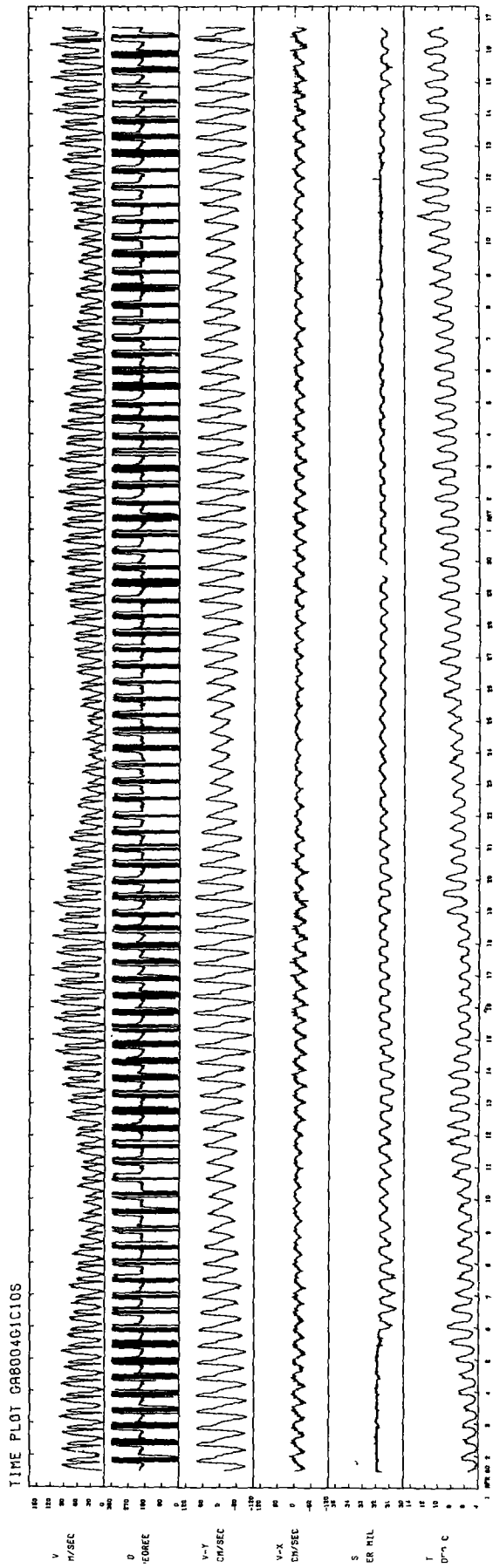


Figure 4.1. Variation of current, temperature and salinity at St. C<sub>E</sub>





바람의 影響으로 潮流와는 無關한 方向으로 移動하여 쉽게 沿岸에 닿으므로 灣內 海水流動 패턴의 追跡에 不適當하였다. 따라서 氣象條件을 考慮해야 하며 여러 場所에서 數次에 걸쳐 反復 實施함으로써 보다 信憑性있는 資料를 얻을 것으로 期待된다. Drogue의 境遇에는 小潮時 별말앞에서부터 밀물을 따라 움직이는 패턴을 2회 追跡하여 古波島 方向으로 약간 치우친 漲潮優勢水路가 形成됨을 確認하였다. 그러나 其他 潮流觀測資料의 解析을 確認하기 爲해서는 보다 廣範圍한 調査가 要求된다.

## 第 2 節 分析方法

潮汐과는 달리 潮流는 亂流 ( turbulence ) 特性이 매우 強하다. 卽, 潮汐의 境遇 6 cycle/day 以上の 周波帶에너지가 매우 적은 反面에 潮流에는 그러한 에너지가 存在하며 潮汐周波帶內에도 非線形效果로 因한 에너지가 큰 便이다. 따라서 資料編輯 및 誤差修正 ( data editing ) 에 보다 慎重을 期해야 한다.

RCM-4 資料의 境遇 流速은 10 分 平均值이며 流向은 瞬間값 (  $\pm 5^\circ$  誤差 ) 으로 記錄된다. 그러므로 RCM-4 의 境遇에는 적어도 72 cycle/day 까지의 에너지가 包含되며 Braystoke 流速計의 境遇에는 50 秒 平均值이므로 거의 모든 中波帶에너지가 나타난다. 이러한 點을 勘案하여 本質적으로 存在하는 亂流特性의 크기를 評價한 다음 非正常的인 Peak 만을 追跡하여 먼저 流速 (  $|V|$  ) 과 流向을 各各 檢討하고 그 中 하나가 隣近값들과 큰 差異를 보일 境遇 線形內插法 ( linear interpolation ) 으로 修正하였으며 둘다 修正이 必要할 境遇에는 東西, 南北方向의 값을 線形內插法으로 修正하여 流速, 流向을 求하였다.

一般的인 스펙트럼分析法을 編輯된 資料에 適用할 境遇에는 10 分 間隔의 資料를 利用하게 되나 潮流調和分解法을 適用할 境遇에는 總 7 個로 構成되는 Low pass filter 를 使用하여 얻어지는 每時間別 東西, 南北方向의 流速값이 利用된다. 本章에서는 RCM-4 資料의 調和分解法에 對해서만 言及하기로 하며 Braystoke 流速計 資料에 對한 分析은 다음 節에 提示된다.

潮流調和分解法은 潮汐調和分解法과 거의 類似하나 스칼라量 分析이 벡터量 分析으로 바뀌어 진다. 任意의 時刻에 주어지는 潮流  $Z(t)$  는 下記와 같이 表示

된다 (參照 Foreman, 1978) .

$$Z(t) = \sum_j [ Z_j^+(t) + Z_j^-(t) ]$$

$$= \sum_j [ a^+ \exp ( i \epsilon_j^+ + i \omega_j t ) + a^- \exp ( i \epsilon_j^- - i \omega_j t ) ]$$

여기서  $Z_j^+(t)$ 는 크기  $a^+$ 를 갖고時計反對方向으로角速度  $\omega_j$ 로回轉하는成分이며  $Z_j^-(t)$ 는  $a^-$  크기를 갖고時計方向으로 같은角速度로回轉하는成分이다.  $\epsilon_j^+$ 는  $Z_j^+(t)$ 成分의位相으로正方向 X軸(東西成分軸)으로부터時計反對方向으로表示되며  $\epsilon_j^-$ 는  $Z_j^-(t)$ 成分의位相으로正方向 X軸에서時計方向으로表示된다.  $Z_j^+(t)$ 와  $Z_j^-(t)$ 의 벡터합을時間別로計算하면結局은長軸길이  $a^+ + a^-$ , 短軸길이  $a^+ - a^-$ 를 갖는潮流橢圓이形成됨을알수있다. 正方向 X軸과長軸이 이루는角(inclination)은  $(\epsilon_j^+ + \epsilon_j^-) / 2$ 로서時計反對方向이正方向이다.

潮汐의境遇와 마찬가지로平衡潮汐의概念을導入하면  $\epsilon_j^+$ ,  $\epsilon_j^-$ 代身에 Greenwich 位相差를各各定義할수있다. 卽,

$$g_j^+ = V_j(t_0) - \epsilon_j^+, \quad g_j^- = V_j(t_0) + \epsilon_j^-$$

便宜上 하나의 Greenwich 位相差  $g_j (= \frac{g_j^+ + g_j^-}{2})$ 를 다시導入하면,  $Z(t)$ 는 다음과 같이表示된다.

$$Z(t) = \sum_j [ \exp [ i (\frac{\epsilon_j^+ + \epsilon_j^-}{2}) ] \cdot a^+ \exp [ i (V(t_0) - g_j + \omega_j t) ]$$

$$+ \exp [ i (\frac{\epsilon_j^+ + \epsilon_j^-}{2}) ] \cdot a^- \exp [ i (g_j - V(t_0) - \omega_j t) ] ]$$

上記式에서 우리가決定하고자 하는潮流調和常數는  $a^+$ ,  $a^-$ ,  $g_j$  및  $\frac{\epsilon_j^+ + \epsilon_j^-}{2}$ 로서潮汐分析과 마찬가지로最小自乘法에依하여計算되며實際計算過程에서는  $f_j$ ,  $u_j$  등의長週期變化도考慮된다. 上記方法에依하여 얻어진分析結果의例는 다음節에提示된다.

### 第3節 分析結果 및 考察

加露林灣內의 海水流動 패턴을 全體的으로 理解하기 爲하여 RCM-4 의 觀測值를 Scatter Plot 로 나타내었다( 參照 Figure 4.2. ).

이들 Scatter plot 에서 注目할 事項은 漲潮 - 落潮의 非對稱現象에 따른 灣內 兩水路의 特性이다. 河川水의 流入이 거의 없는 加露林灣의 境遇 漲潮 - 落潮水路의 區分은 河口岸에서와 같이 分明치 않으나 灣入口쪽의 資料를 根據로 해 볼 때 候峯山 - 內里側 水路가 落潮優勢水路 (ebb dominated channel) 이며 黃金山 - 벌말側 水路가 漲潮優勢水路 (flood dominated channel) 이고 古波島 附近에 이르러서는 두 水路가 單一化되면서 그 區分이 不明確해진다. 또한 비록 漲潮 - 落潮의 크기가 같다 할지라도 벡타슴을 하면 水路와 直角方向으로의 純移動이 나타난다. 이러한 現象은 벌말 - 候峯山 中央 附近에서 黃金山 方向으로 發達한 砂洲와 벌말 앞 漲潮優勢水路에서의 記錄을 比較하여 推測해볼 수 있다.

그밖의 特性으로서는 만대 附近 ( $C_{10}$ ) 에서 漲潮時 主水路의 橫方向 流速이 매우 强하여 外海에서 流入되는 浮遊物質의 相當量이 灣內 깊숙히 移動되지 않고 灣入口 砂洲 等 淺海地域에 堆積될 可能性이 크다. 이러한 現象은  $C_7, C_8, C_9$  등에서 微弱하나마 發見할 수 있다. 反面에 灣內 깊숙히 位置한  $C_1, C_2, C_3, C_4, C_6$  等에서는 潮流가 항상 水路方向과 平行하게 發達하여 있으며  $C_5$  에서만 微弱하나마 落潮時 流速의 橫方向 成分을 發見할 수 있다.

海水流動 패턴을 보다 明確히 理解하기 爲해서는 各地點 觀測資料의 스펙트럼 分析 또는 調和分解 等이 必要하다. 現在 各地點 資料의 分析은 進行中에 있으므로 本研究에서는 防潮堤建設豫定地點 附近 ( $C_8$ ) 에서 4月 1日부터 5月 16日까지 約 45日間 觀測된 資料의 分析結果만을 提示하고자 한다 (參照 Table 4.1. ).

分析結果에서  $M_2$  成分의 境遇 벌말 앞 潮汐觀測資料의 分析에서 얻어진  $M_2$  潮汐과는 約  $110^\circ$  程度의 位相差를 갖는 것으로 나타났으며 大部分 短軸길이는 거의 無視할 수 있으며 微弱하나마 時計方向으로 轉流됨을 알 수 있다. 觀測地點이 位置한 水路가 漲潮優勢水路임을 보여주는 定量的 評價로서 西測方向 ( $-U$  方向) 으로 Net velocity가 約  $9.3 \text{ cm/sec}$ , 南測方向 ( $-V$  方向) 으로는  $7.7 \text{ cm/sec}$  程度임이

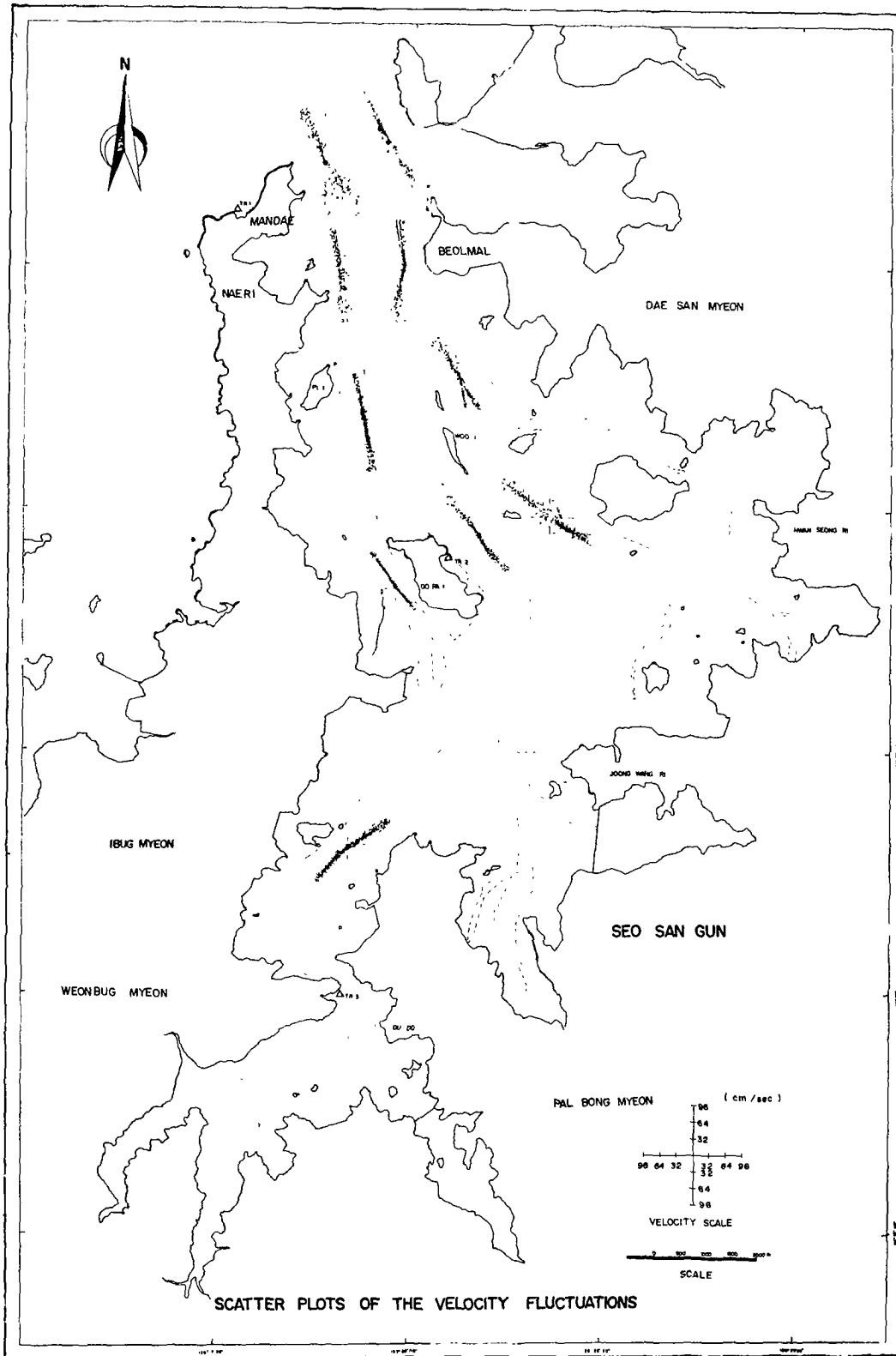


Figure 4.2. Scatter plot of the velocity fluctuations

Table 4.1 Harmonic constants of tidal current at St. C<sub>E</sub>

Constituent Name	Frequency (cycle/day)	Major axis (cm)	Minor axis (cm)	Inclination (deg.)	g (deg.)	g <sup>+</sup> (deg.)	g <sup>-</sup> (deg.)
1 ZO	0.00000000	11.568	0.000	38.4	180.0	141.6	218.4
2 MM	0.00151215	1.562	-0.318	56.1	165.7	109.6	221.7
3 MSF	0.00282193	3.567	-0.316	46.7	223.2	176.5	269.0
4 ALP1	0.03439657	0.358	-0.078	102.5	264.7	162.2	7.2
5 Q1	0.03570635	0.329	-0.019	28.7	217.6	188.9	246.3
6 Q1	0.03721850	1.500	-0.100	70.7	332.2	261.5	42.9
7 O1	0.03873065	3.670	-0.308	74.7	357.4	282.7	72.0
8 NO1	0.04026859	0.610	-0.087	77.9	354.9	277.0	72.8
9 K1	0.04178075	4.869	-0.182	76.2	16.1	299.9	92.4
10 J1	0.04329290	1.066	-0.026	72.2	84.5	12.3	156.7
11 O01	0.04483084	0.564	-0.011	80.1	152.4	72.3	232.5
12 UPS1	0.04634299	0.321	0.168	51.6	248.3	196.7	299.8
13 EPS2	0.07617732	1.068	0.077	68.0	330.0	262.1	38.0
14 MU2	0.07768947	1.914	0.214	78.6	296.4	217.8	15.0
15 N2	0.07899925	10.366	-0.499	79.2	204.2	125.0	283.4
16 M2	0.08051140	57.264	-1.027	79.3	236.0	156.6	315.3
17 L2	0.08202355	3.130	-0.245	77.9	271.9	194.0	349.8
18 S2	0.08333333	24.427	-0.282	79.0	287.9	208.9	6.9
19 ETA2	0.08507364	0.919	0.224	76.1	218.3	142.2	294.4
20 MO3	0.11924206	1.609	-0.106	116.2	151.7	35.5	268.0
21 M3	0.12076710	0.838	0.239	68.9	181.7	112.8	250.5
22 MK3	0.12229215	2.876	0.238	94.8	168.5	73.7	263.2
23 SK3	0.12511408	0.993	-0.209	99.8	229.2	129.4	329.0
24 MN4	0.15951065	5.855	1.019	92.8	1.0	268.3	93.8
25 M4	0.16102280	16.299	2.616	90.4	27.6	297.2	118.0
26 SN4	0.16233258	1.349	-0.117	71.8	151.2	79.4	222.9
27 MS4	0.16384473	13.663	2.245	92.8	73.9	341.1	166.8
28 S4	0.16666667	1.428	-0.203	121.4	138.7	17.3	260.1
29 2MK5	0.20280355	1.272	0.087	75.4	354.9	279.6	70.3
30 2SK5	0.20344741	0.483	-0.094	73.0	299.5	226.5	12.6
31 2MM6	0.24002205	2.251	-0.234	73.6	210.3	136.7	283.8
32 M6	0.24153420	3.572	-0.369	84.0	236.5	152.5	320.4
33 2MS6	0.24435613	5.227	-0.872	81.6	277.4	195.8	359.0
34 2SM6	0.24717807	1.576	-0.179	74.5	355.3	280.9	69.8
35 3MK7	0.28331495	0.540	-0.207	84.7	261.2	176.5	345.8
36 M8	0.32204560	0.454	0.170	0.9	224.3	223.3	225.2
37 M10	0.40255700	0.599	0.029	61.8	105.4	43.6	167.2

Note: The above results are represented as a type of tidal current ellipse. The values of  $a^+$ ,  $a^-$ ,  $\epsilon_j^+$  and  $\epsilon_j^-$  are related to the above as follows:

$$\begin{aligned} \text{major axis} &= a^+ + a^- \\ \text{minor axis} &= a^+ - a^- \\ \text{inclination} &= (\epsilon_j^+ + \epsilon_j^-)/2 \end{aligned}$$

算出되었다. 注目할 事項은 潮汐의 境遇와는 달리  $K_1$ ,  $O_1$  等 主要分潮의 에너지가 相當히 작은 反面에  $M_4$ ,  $MS_4$  分潮 等の 에너지가 매우 크다는 點이다. 元來  $M_4$ ,  $MS_4$  等은 起潮力에 依하여 直接 發生되는 分潮로 評價되나 加露林灣의 境遇 非線形 效果 및 摩擦力의 影響이 매우 큰 것으로 생각되므로  $M_2+M_2$ ,  $M_2+S_2+S_2$  等の 複合作用으로 生成된다고 보는 것이 妥當한 것으로 判斷된다. 最近의 研究에서는 沿岸堆積物移動 現象과  $M_4$  分潮를 關聯시켜 解析하고 있다 (參照 Pingree and Griffiths, 1979).

以上の RCM-4 觀測資料는 一定水深(海底面上 約 9 m)에서의 時間別 變化패턴만을 보여준 뿐이나 鉛直分布를 正確히 測定하는 것이 浮遊砂 流動과 現在 遂行中에 있는 潮汐數值모델의 摩擦係數 等の 決定에 必要한 基礎資料를 提供하게 될 것이다. 더 나아가 一般的으로 使用되고 있는 二次元的 모델을 擴張하여 鉛直分布까지 考慮한 모델이 利用될 境遇 이의 檢證資料가 될 것이다.

本研究에서 Braystoke에 依한 潮流觀測資料는 東西, 南北方向으로 換算한 後 水深-時間軸으로 構成된 二次元平面上에 等流速圖로 提示되었다(參照 Figure 4.3.). Braystoke 觀測에서 惹起되는 가장 큰 問題點은 潮流와 바람에 따른 水深의 不規則한 變化였다. 現場觀測에서 浮遊砂 試料採取를 爲한 고무호스 길이의 制限으로 RCM-4 觀測에 比하여 灣入口에서는 약간 얇은 곳에서 測定되어 이 곳의 傾斜가 比較的 急하므로 배의 回轉으로 因하여 正弦曲線을 그리며 變化하는 潮汐패턴을 잘 보여주지 못하는 境遇가 있다. 따라서 이를 修正하기 爲하여 벌말 潮汐資料의 分析 結果로부터 豫報된 潮差와 音響測深機(echo sounder)로 觀測된 水深의 패턴을 서로 比較하여 正弦曲線形態의 水深으로 修正하였다.

대체로 靜潮와 高·低潮 時刻은 一致하였으며 이는 摩擦力이 無視된다면 定常波 形態의 潮汐波라는 것을 示唆해 준다(參照 Defant, 1961). 그러나 實際에 있어서는 潮汐進行波가 摩擦力으로 因하여 潮流曲線과는 90°位相差를 갖게 된다. RCM-4와 Braystoke 觀測資料에서 共通的으로 나타나는 主要現象은 最大流速이 高潮後 約 1時間 40分~2時間 30分과 低潮後 約 4時間~4時間 50分 程度에 나타나는데 大潮時 漲潮의 境遇 C<sub>9</sub>, C<sub>10</sub>에서는 2時間 40分~3時間 30分 後에 먼저 尖頭流速(peak velocity)이 나타나며 그 뒤 1時間~1時間 30分 後에 더 큰 流速이 나타난다. C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> 等에서는 오히려 落潮時에 이와같은 現象이 일어난다. 現段階에서 分明치는 않으나 이러한 現象은 水路方向 및 潮間帶와 關聯된 것으로 判斷된다. 具體적인 統計的 計算은 行해지지 않았으나 대체로 觀測된 流速의 鉛直分布에서 두가지 特性을 알 수 있다. 그 하나는 流速과 水深의 對數值가 正比例關係를 갖는 것이며 다른 하나는 表層보다 中層의 流速이 強하다는 것이다.

現段階에서는 具體적인 鉛直分布 計算이 提示되지 않았으나 浮遊砂流動과 關聯된 剪斷力(shear stress)을 求하기 爲한 概略적인 方法에 對하여 言及하고자 한다. Von Karman과 Prandtl에 依하면 境界層內에서의 流速分布는 다음 式으로

나타난다.

$$V = \frac{v^*}{K} \ln \frac{Z}{Z_0}$$

여기서  $v^*$ 는 摩擦流速 ( $=\sqrt{\tau_0/\rho}$ ,  $\tau_0$ 는 底面剪斷力),  $Z_0$ 는 바닥기침음높이( bed roughness height ),  $K$ 는 Von Karman 常數로서 보통 0.4이다. 따라서 境界層內에서의 여러점 觀測으로부터 類推하여  $v^*$ 와  $Z_0$ 가 決定된다. 그러나 이러한 觀測資料가 不充分할 境遇에는 Drag 常數를 導入하여 摩擦流速을 決定하기도 한다. 卽,

$$C = (v^*/v_1)^2$$

여기서  $v_1$ 은 海底面上 1 m의 流速이다. 따라서 上記 두 式을 綜合할 때 剪斷力  $\tau_0$ 는  $\rho C v_1^2$ 로 簡略히 計算할 수 있다. 以上の 式에서 Drag 常數  $C$ 는 Reynolds number가  $10^5 \sim 1.5 \times 10^5$ 이 넘는 境遇에는 거의 一定한 값을 가지며 大部分의 境遇 經驗적으로 0.003이 合當하다. 이러한 根據에 依해서 概略적으로 計算된 4個 地點 ( $C_7, C_8, C_9, C_{10}$ )에서의 時間別 剪斷力 값들이 Table 4.2.에 提示되어 있다.

流速分布로부터 剪斷力을 計算할 境遇 約  $\pm 50\%$ 의 誤差가 發生한다. 이는 觀測誤差뿐만 아니라 그 理論的 展開過程에서 나타나는 여러 不正確한 項들 ( $K, Z_0$ )과 地域的 特性 등이 크게 作用하기 때문이다. Von Karman-Prandtl equation에서 가장 큰 誤差를 갖는 것은  $Z_0$ 로서 海底面 形態와 粒子크기 등에 따라 크게 달라진다. 이밖에 Von Karman 常數  $K$ 값도 물의 密度, 浮遊物質의 濃度 및 Reynolds number 등에 따라  $\pm 5\%$  以上の 誤差를 갖는다.

以上の 問題點 外에 重要한 事項은 浮遊砂流動에 따른 浸蝕限界流速의 測定이며 이는 波浪과 潮流 등을 複合적으로 考慮해야 한다. Flux 算出에 따른 問題點으로서 本研究結果 各 斷面當 Net flux를 計算하기에는 資料가 不充分하며 橫方向 流速分布가 必要하므로 앞으로 이에 對한 觀測이 要求된다. 그리고 各 斷面들間的 Flux 平衡을 評價함에 있어서는 各 觀測記錄이 같은 大潮, 小潮時라 할지라도 日潮不等 및 潮差 등으로 因하여 比較研究가 어렵다. 그러나 潮汐差와 流速은 正比例 關係가 成立된다는 假定下에 小潮時의 觀測記錄을 大潮時로 換算하여 Flux의 平衡을 評價할 수 있다.

Table 4.2 Shear stress calculated from drag coefficients

(Station C <sub>7</sub> , Spring tide)						
Time (hr : min)	U <sub>1</sub> (cm/sec)	V <sub>1</sub> (cm/sec)	$\sqrt{U_1^2 + V_1^2}$ (cm/sec)	V* (cm/sec)	$\tau_0$ (dyne/cm <sup>2</sup> )	
07:27	-10.2	82.8	83.426	4.569	21.29	
07:43	3.4	74.3	74.378	4.074	16.93	
08:08	4.2	65.1	65.235	3.573	13.02	
09:08	3.0	69.7	69.765	3.821	14.89	
10:08	7.6	32.7	33.570	1.839	3.45	
11:07	6.7	15.7	17.070	0.935	0.89	
12:06	-13.7	-4.2	14.329	0.785	0.63	
13:07	-11.8	-27.9	46.592	2.552	6.64	
14:08	-20.8	-44.0	48.669	2.666	7.25	
15:07	-14.6	-63.4	65.059	3.563	12.95	
16:11	-2.8	-82.0	82.048	4.494	20.60	
17:08	-2.8	-53.4	53.473	2.929	8.75	
18:09	-7.1	-16.8	18.239	0.999	1.02	

(Station C <sub>9</sub> , Spring tide)						
Time (hr : min)	U <sub>1</sub> (cm/sec)	V <sub>1</sub> (cm/sec)	$\sqrt{U_1^2 + V_1^2}$ (cm/sec)	V* (cm/sec)	$\tau_0$ (dyne/cm <sup>2</sup> )	
07:16	-64.2	59.9	87.805	4.81	27.60	
08:10	-41.0	50.0	64.661	3.54	12.78	
09:08	-24.1	15.6	28.708	1.57	2.51	
10:06	-8.0	7.5	10.966	0.60	0.37	
11:07	-2.0	6.0	6.325	0.35	0.12	
12:04	8.2	-26.9	28.122	1.54	2.42	
13:07	6.1	-49.8	50.172	2.75	7.71	
14:07	25.0	-78.9	82.766	4.53	20.93	
15:08	60.0	-112.4	127.412	6.98	49.69	
16:09	46.1	-90.5	101.565	5.56	31.53	
17:09	26.5	-35.2	44.060	2.41	5.92	
18:08	-36.4	16.9	40.132	2.20	4.94	

(Station C <sub>10</sub> , Spring tide)						
Time (hr : min)	U <sub>1</sub> (cm/sec)	V <sub>1</sub> (cm/sec)	$\sqrt{U_1^2 + V_1^2}$ (cm/sec)	V* (cm/sec)	$\tau_0$ (dyne/cm <sup>2</sup> )	
07:13	-43.1	56.5	71.093	3.89	15.43	
08:12	-56.0	45.0	71.840	3.93	15.75	
09:13	-23.1	45.3	50.850	2.79	7.94	
10:07	-10.0	19.6	22.004	1.21	1.49	
11:08	-3.2	10.5	10.977	0.60	0.37	
12:08	19.9	-12.9	23.715	1.30	1.72	
13:08	26.5	-35.2	44.060	2.41	5.92	
14:07	41.1	-60.0	72.727	3.98	16.16	
15:18	25.0	-72.0	76.217	4.17	17.74	
16:12	22.0	-78.0	81.043	4.44	20.11	
17:12	-2.1	-40.7	40.754	2.23	5.07	

(Station C <sub>8</sub> , Spring tide)						
Time (hr : min)	U <sub>1</sub> (cm/sec)	V <sub>1</sub> (cm/sec)	$\sqrt{U_1^2 + V_1^2}$ (cm/sec)	V* (cm/sec)	$\tau_0$ (dyne/cm <sup>2</sup> )	
07:08	-17.43	57.00	59.605	3.26	10.84	
08:08	-10.03	81.69	82.303	4.51	20.75	
09:09	-35.52	116.70	121.986	6.68	45.51	
10:07	-22.6	73.92	77.298	4.23	18.25	
11:10	-7.57	24.77	25.901	1.42	2.06	
12:06	-5.00	16.35	17.097	0.94	0.90	
13:09	-6.07	-26.31	27.001	1.48	2.23	
14:08	7.40	-24.19	25.297	1.39	1.97	
15:08	1.47	-28.06	28.098	1.54	2.42	
16:09	4.64	-37.82	38.104	2.09	4.46	
17:09	3.97	-66.00	66.119	3.62	13.37	
18:06	-1.70	-32.46	32.504	1.78	3.23	



現在 進行中인 研究事業에서 時間補正作業 및 具體的인 流速의 鉛直分布 類推作業 등이 進行되고 있으며 이를 바탕으로 流體 및 浮遊砂의 Flux 計算이 行해 질 것이다. 또한 이 資料는 RCM-4 資料와 相互 補完的으로 使用되어 時間變化패턴도 追跡될 것이다.



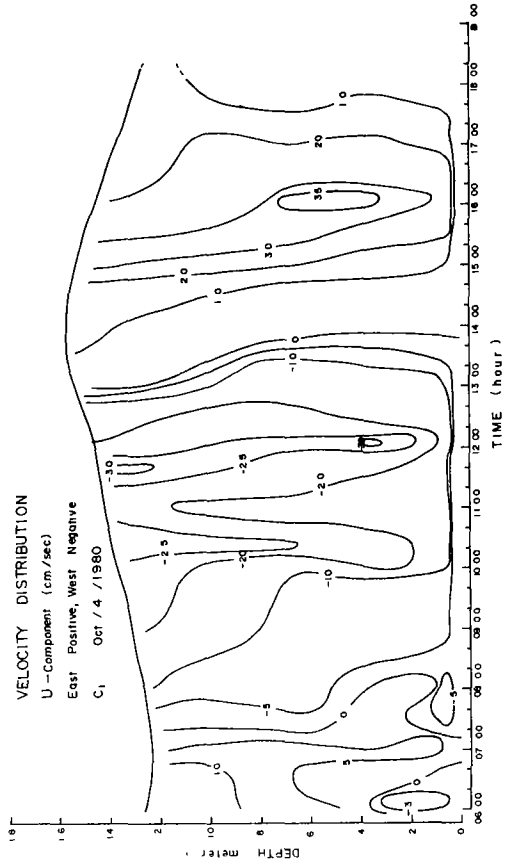
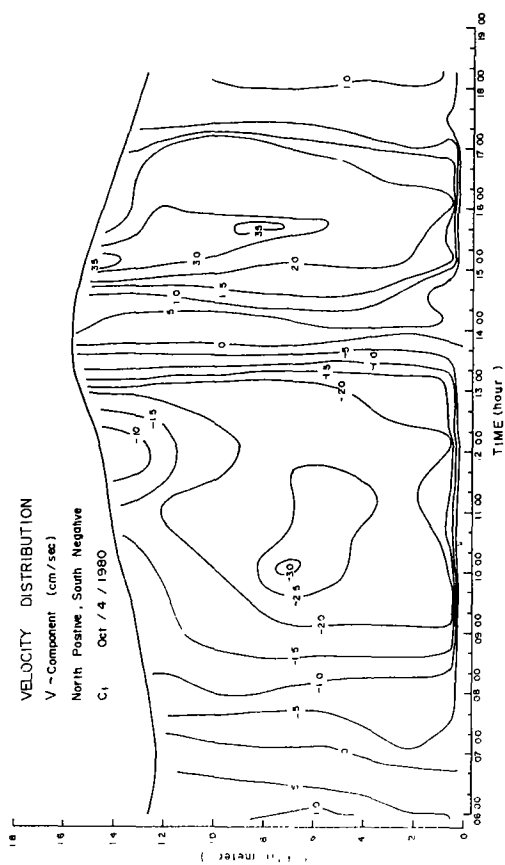
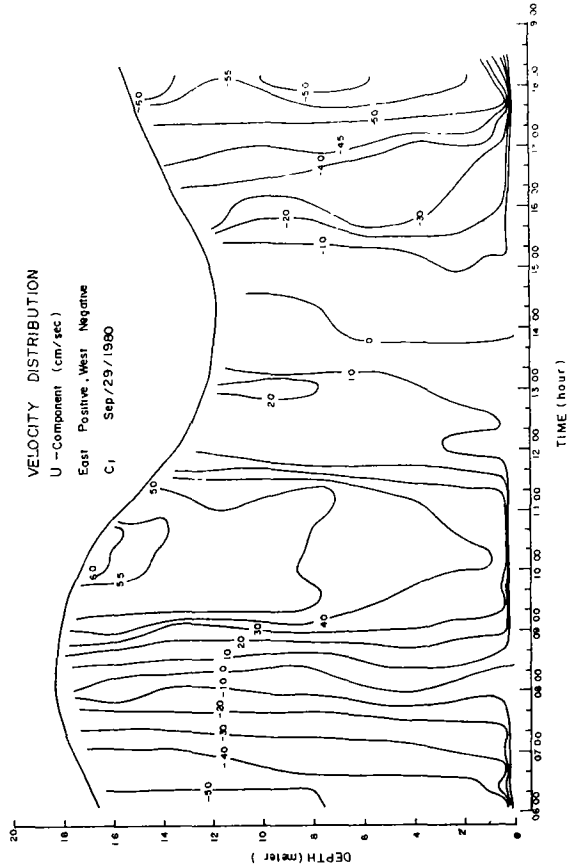
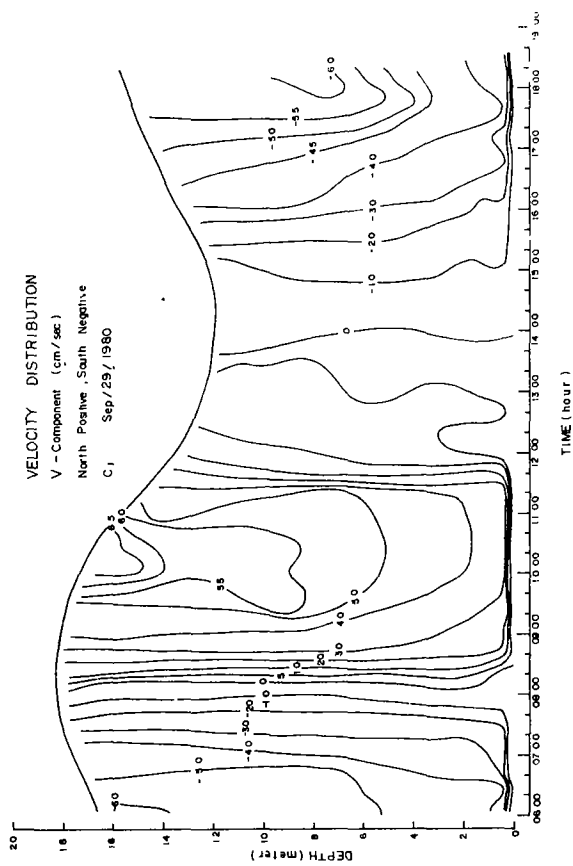


Figure 4.3. Velocity distribution against time and depth  
(1) C<sub>1</sub> (Oct. 4, 1980 and Sep. 29, 1980)

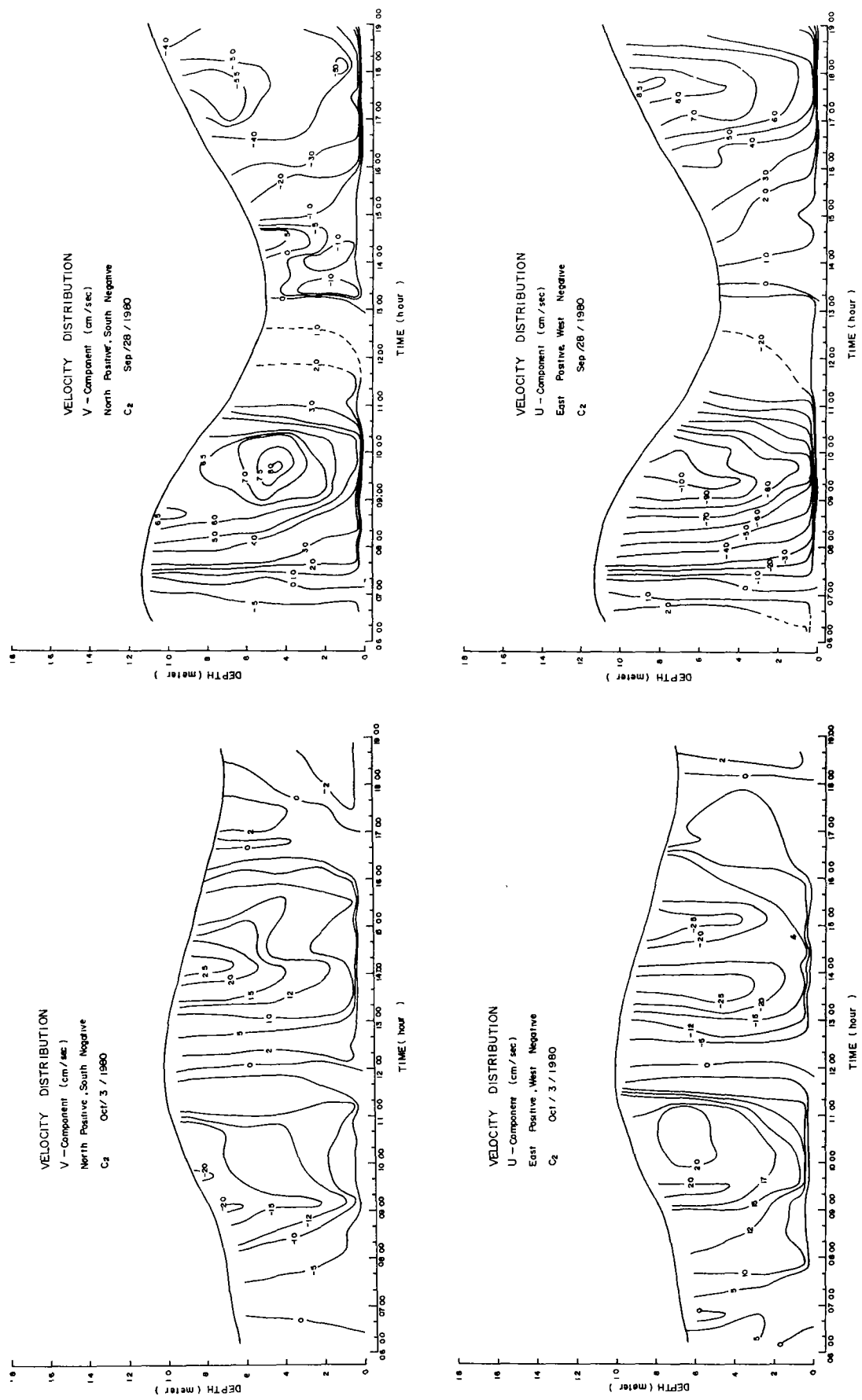


Figure 4.3. Velocity distribution against time and depth  
 (2) C<sub>2</sub> (Oct. 3, 1980 and Sep. 28, 1980)

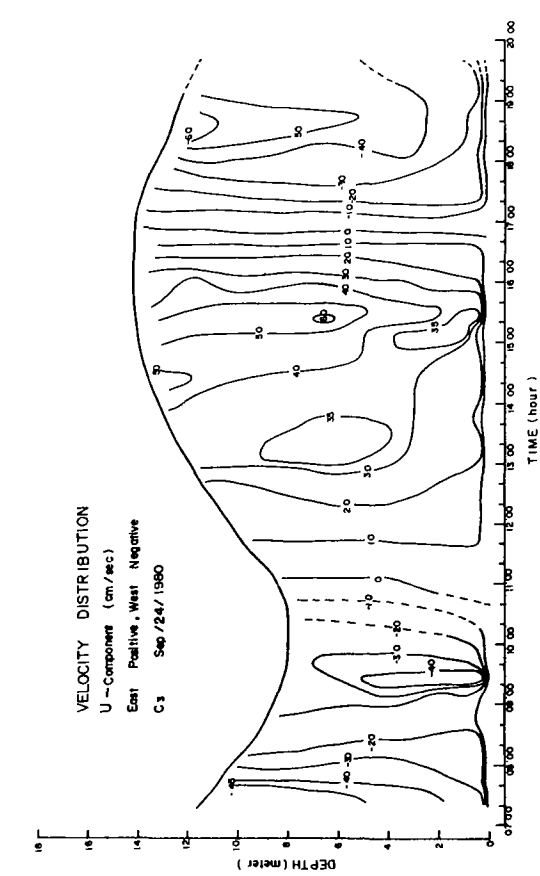
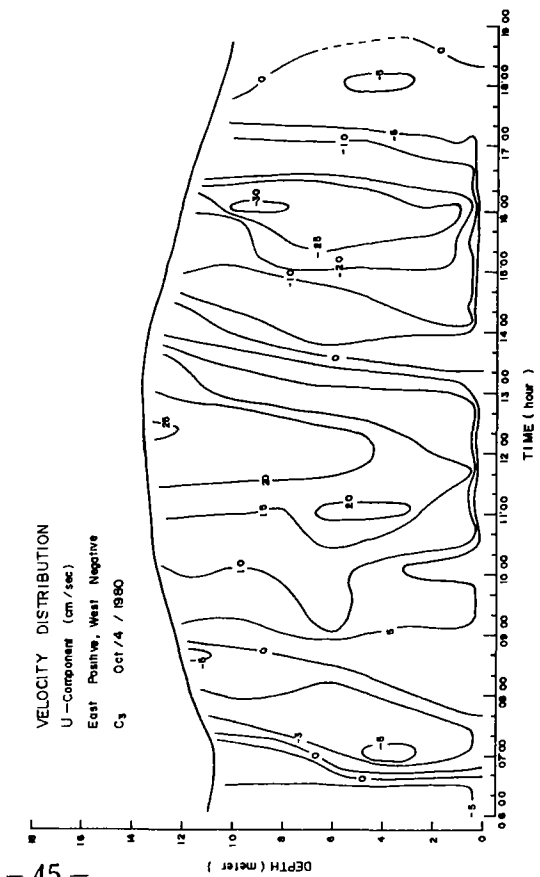
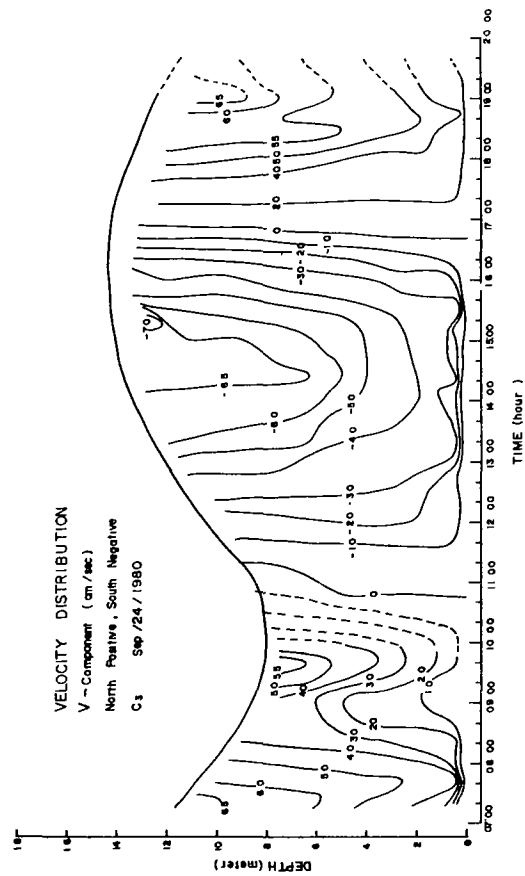
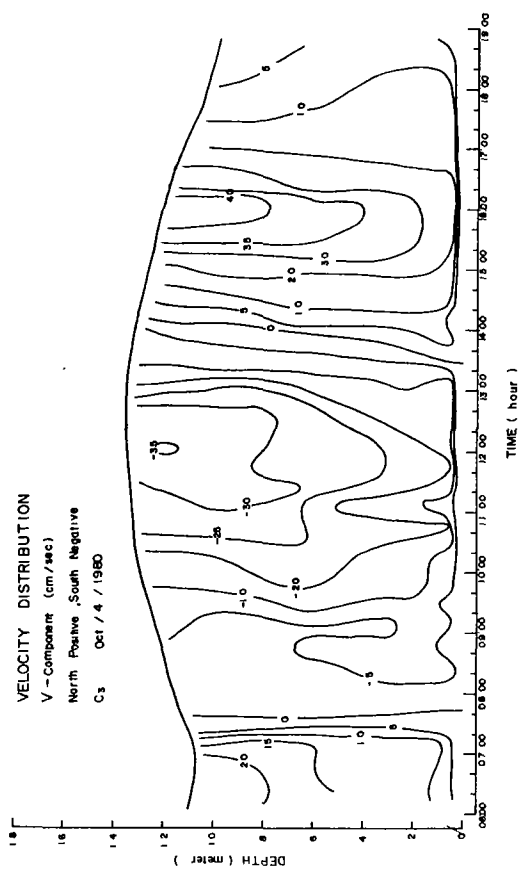


Figure 4.3. Velocity distribution against time and depth  
(3) C<sub>3</sub> (Oct. 4, 1980 and Sep. 24, 1980)

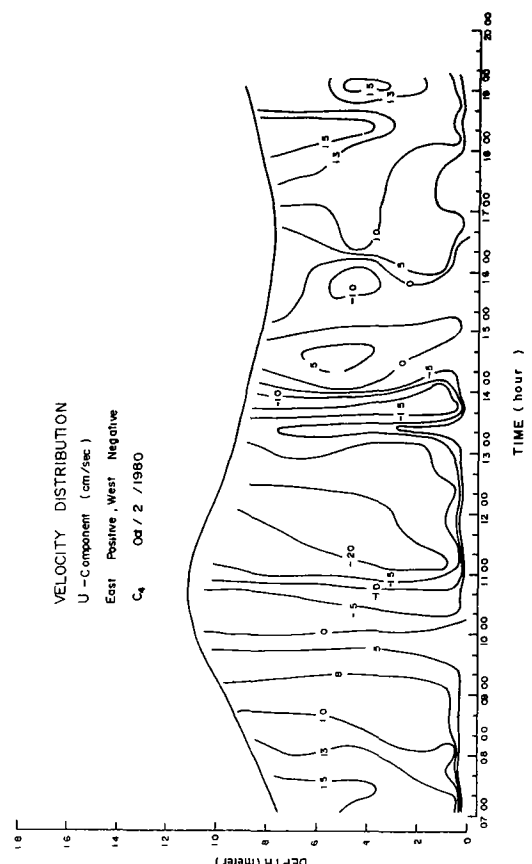
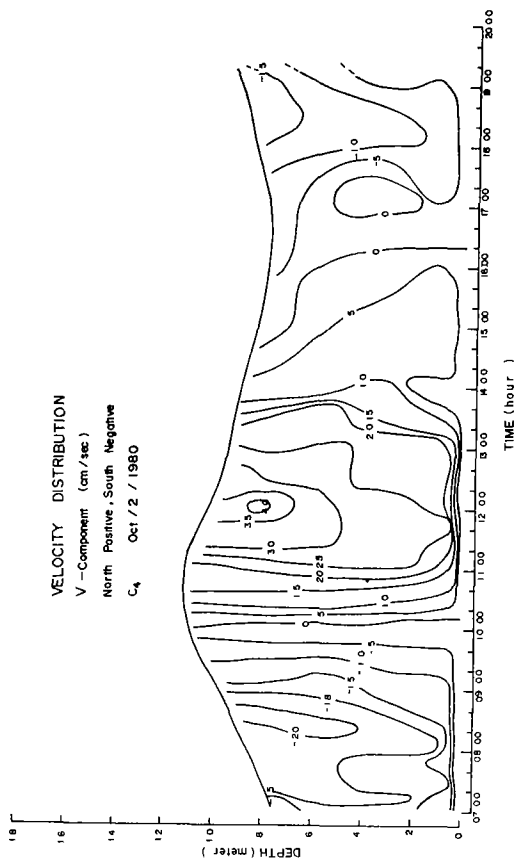
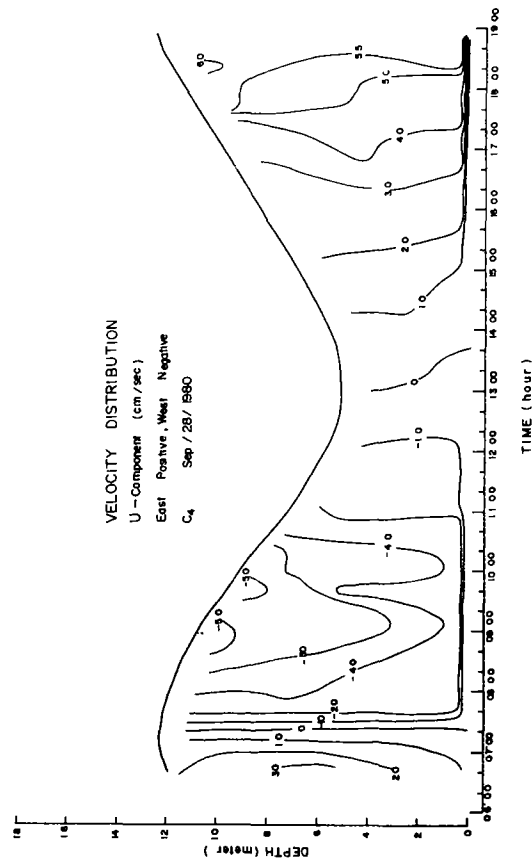
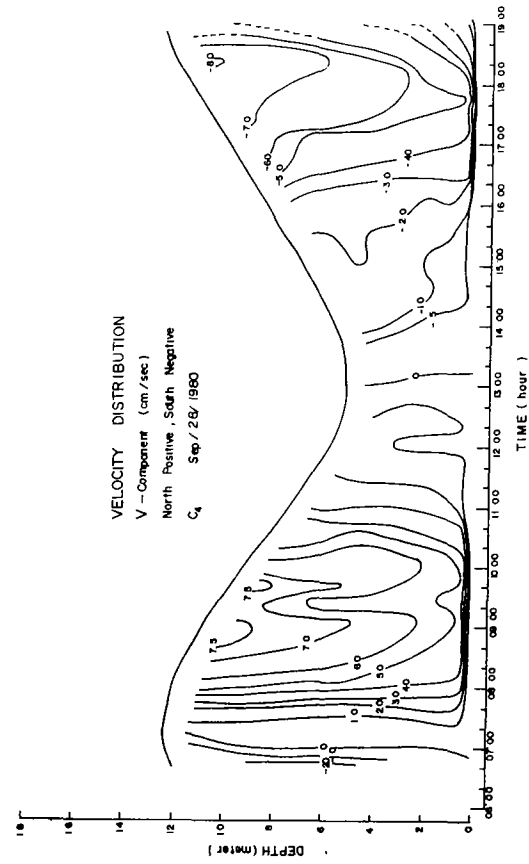


Figure 4.3. Velocity distribution against time and depth (4) C<sub>4</sub> (Oct. 2, 1980 and Sep. 28, 1980)

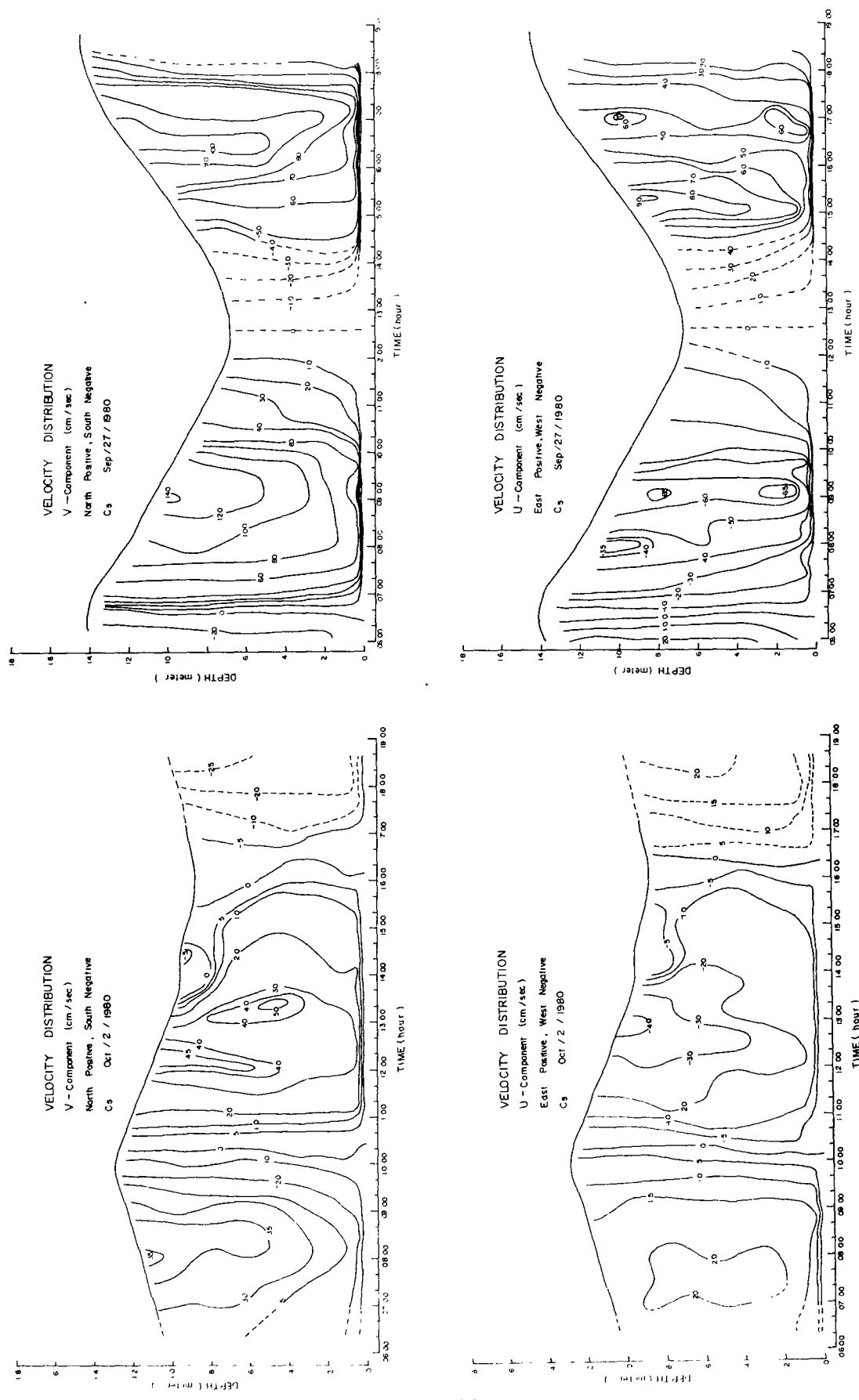


Figure 4.3. Velocity distribution against time and depth (5) C<sub>5</sub> (Oct. 2, 1980 and Sep. 27, 1980)

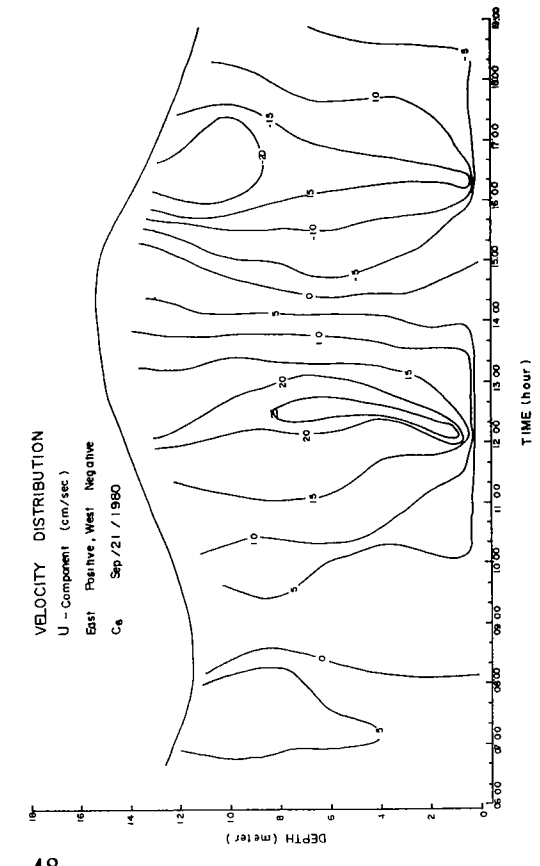
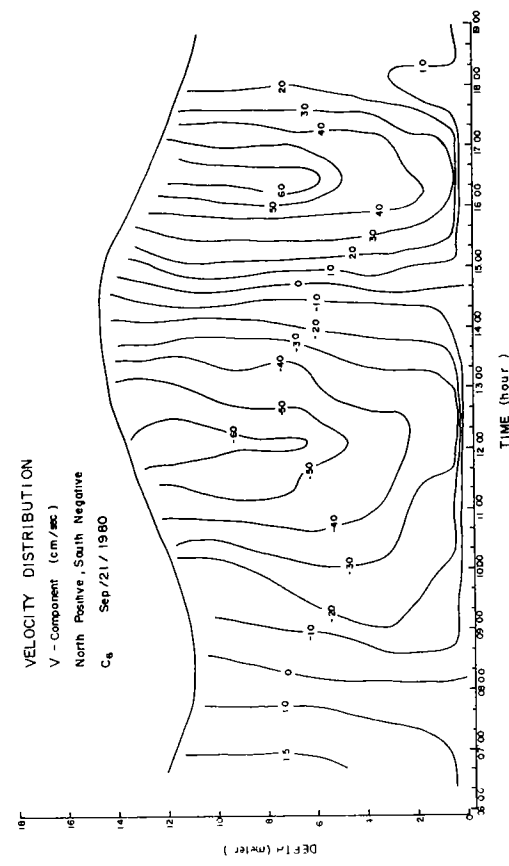
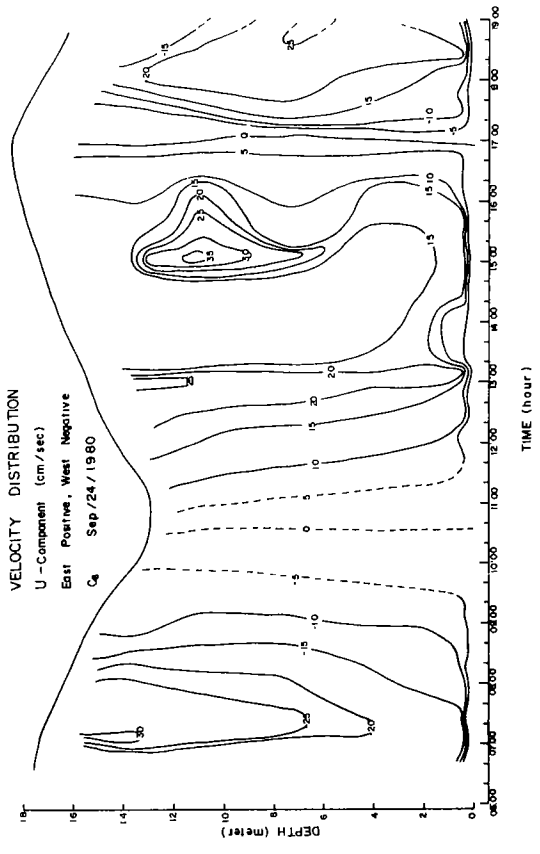
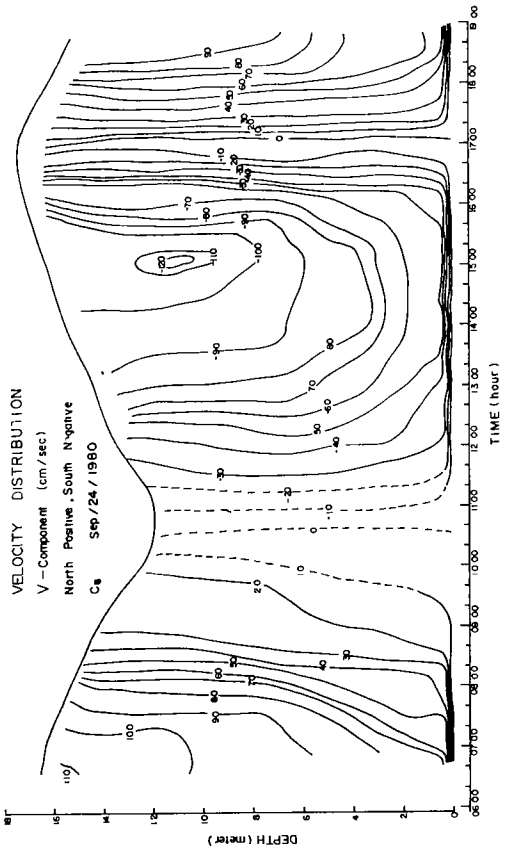


Figure 4.3. Velocity distribution against time and depth: (6) C<sub>6</sub> (Sep. 1, 1980 and Sep. 24, 1980)



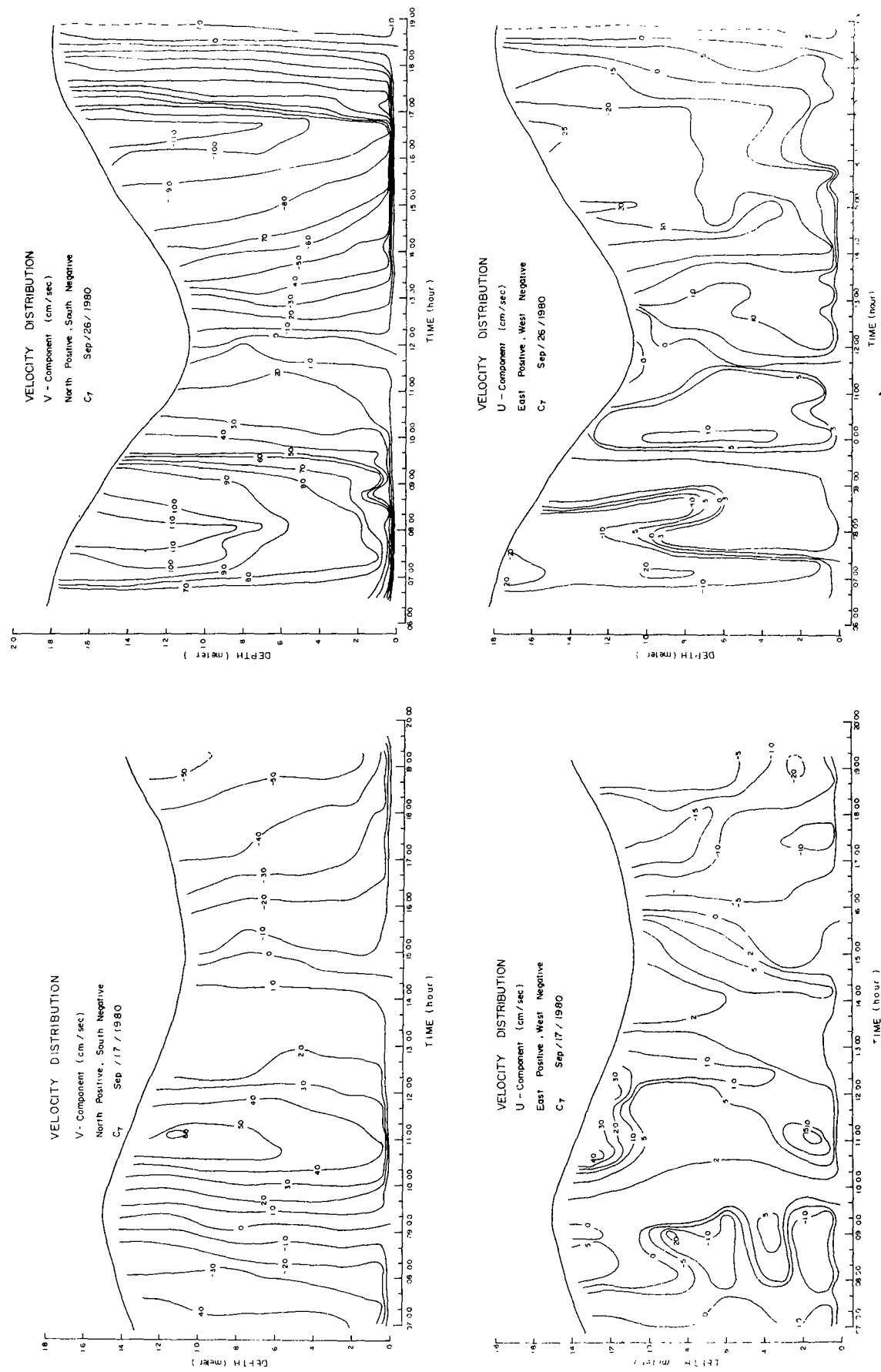


Figure 4.3. Velocity distribution against time and depth (7) C<sub>7</sub> (Sep. 17, 1980 and Sep. 26, 1980)

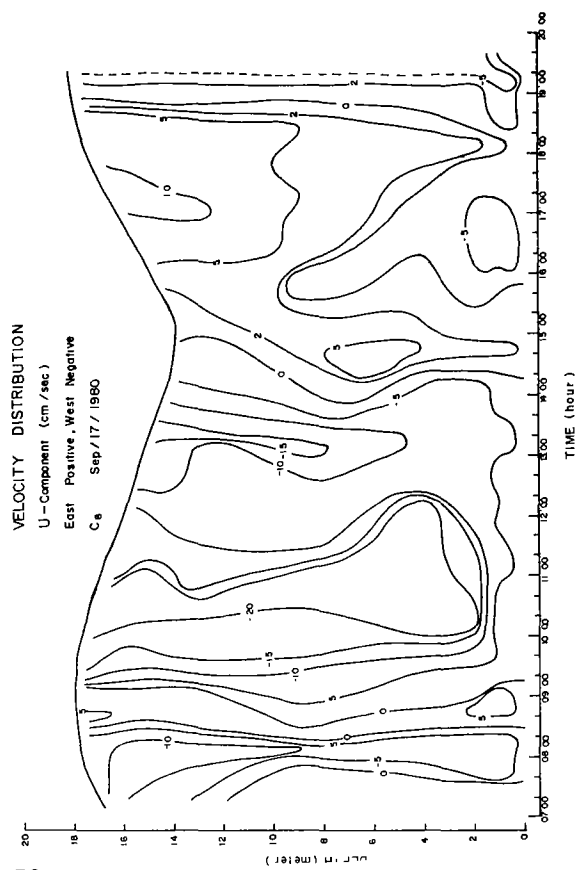
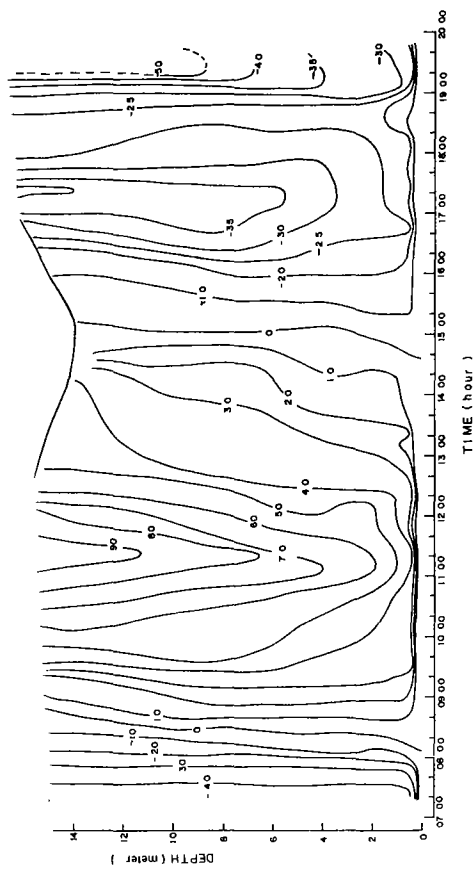
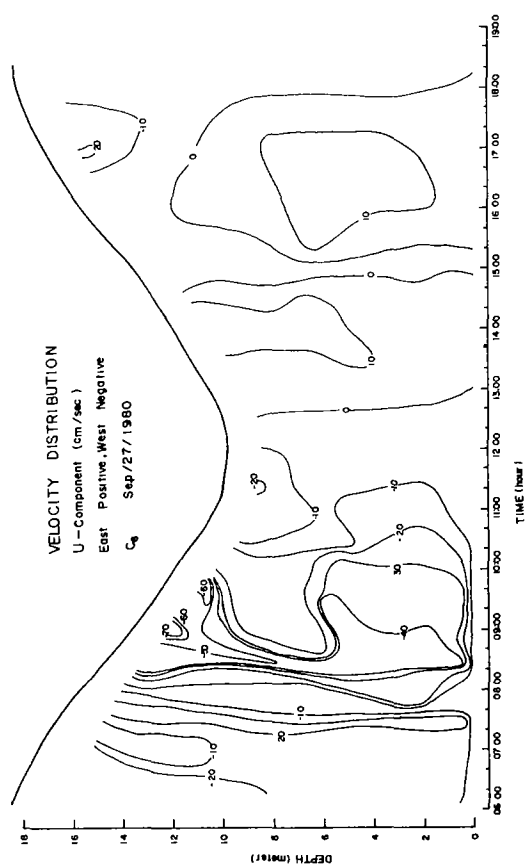
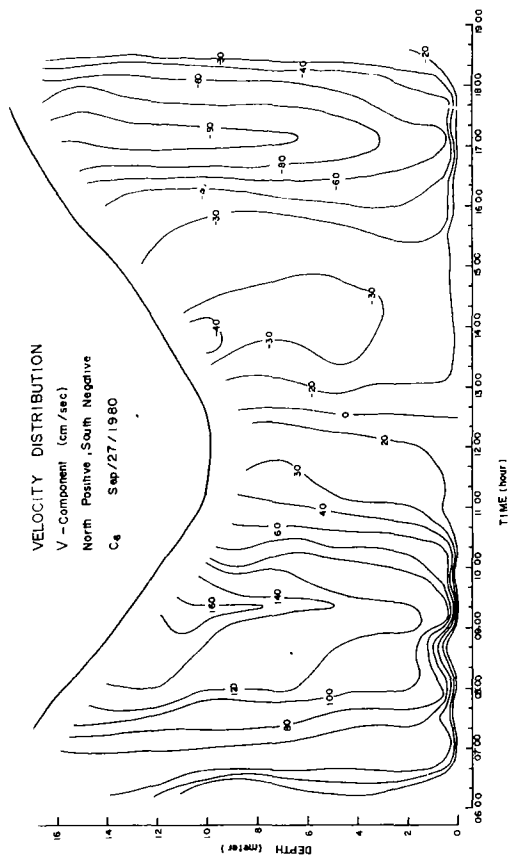


Figure 4.3. Velocity distribution against time and depth:  
(8) C<sub>8</sub> (Sep. 17, 1980 and Sep. 27, 1980)

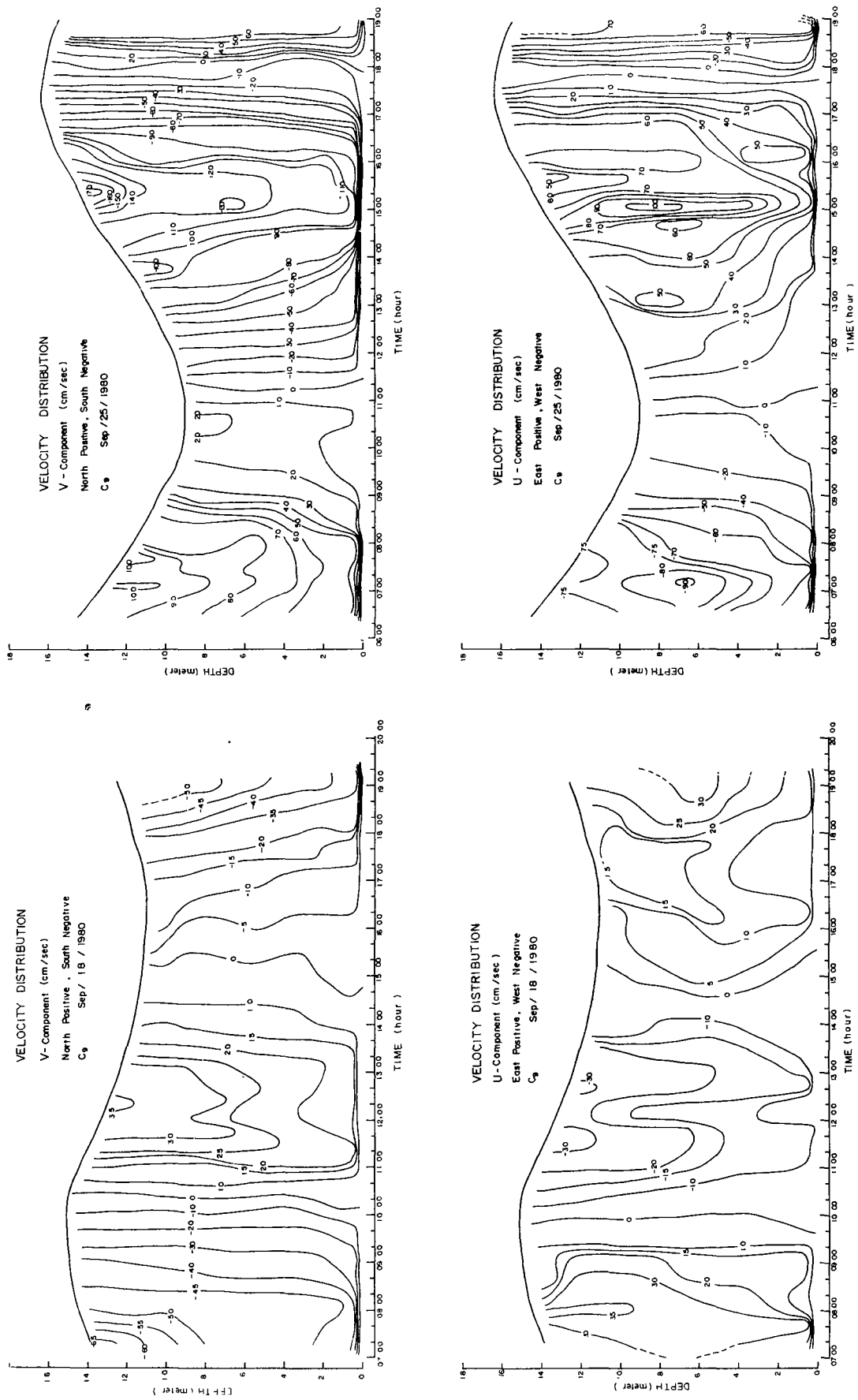


Figure 4.3. Velocity distribution against time and depth (9) C<sub>9</sub> (Sep. 18, 1980 and Sep. 25, 1980)

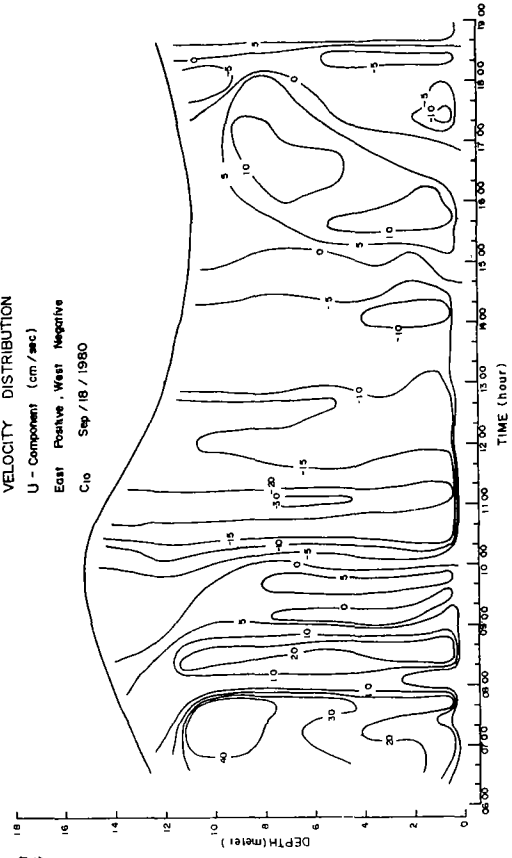
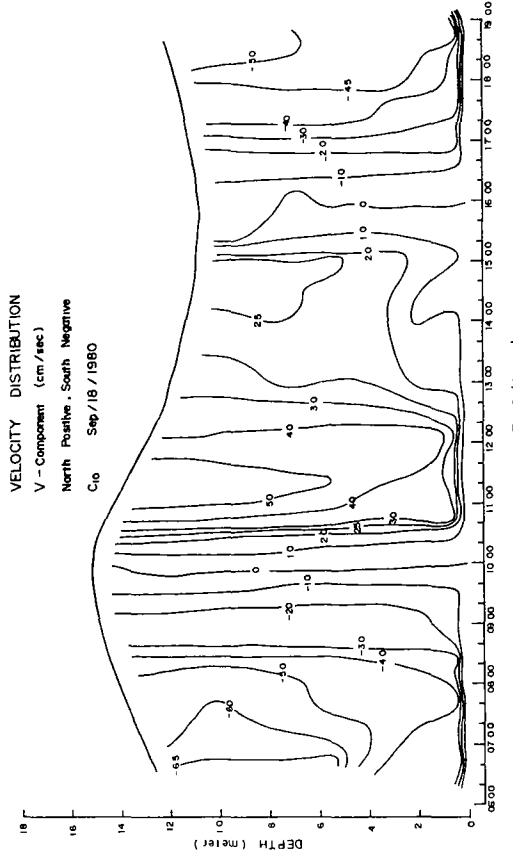
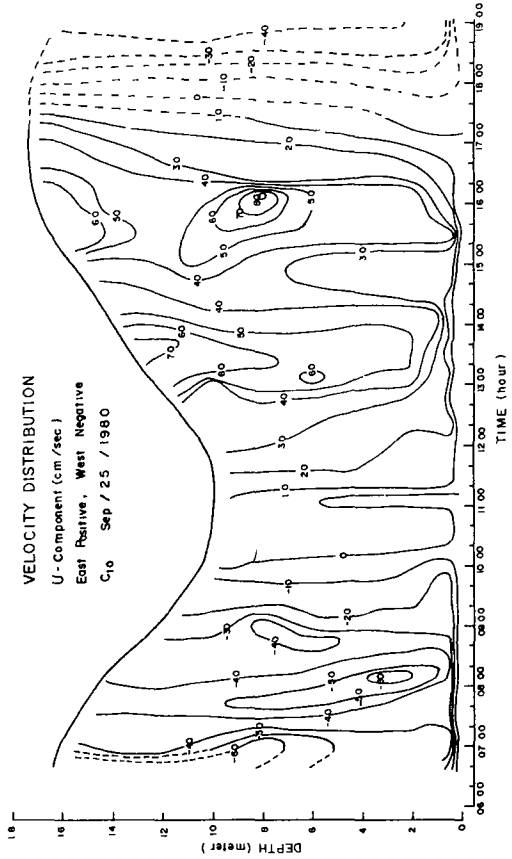
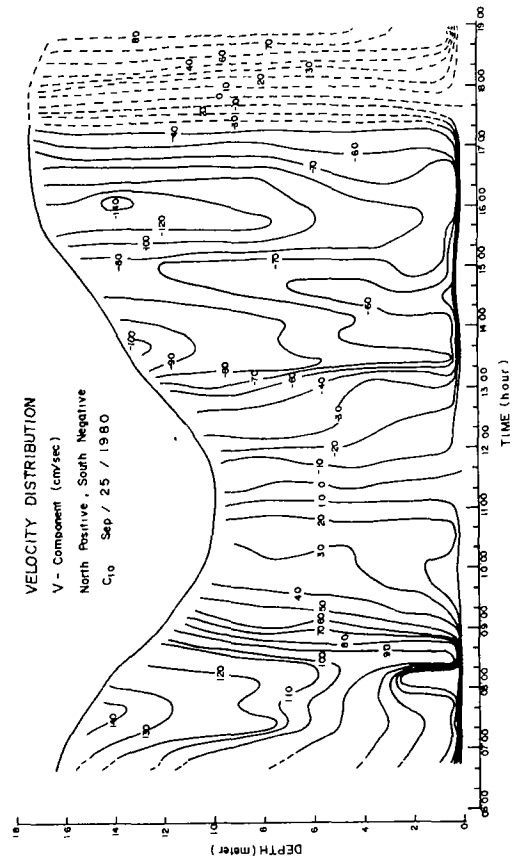


Figure 4.3. Velocity distribution against time and depth (10) C<sub>10</sub> (Sep. 18, 1980 and Sep. 25, 1980)

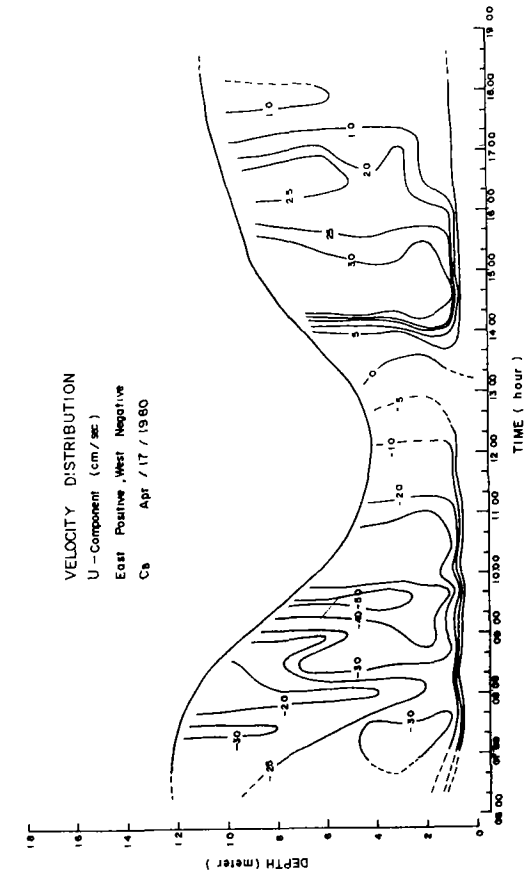
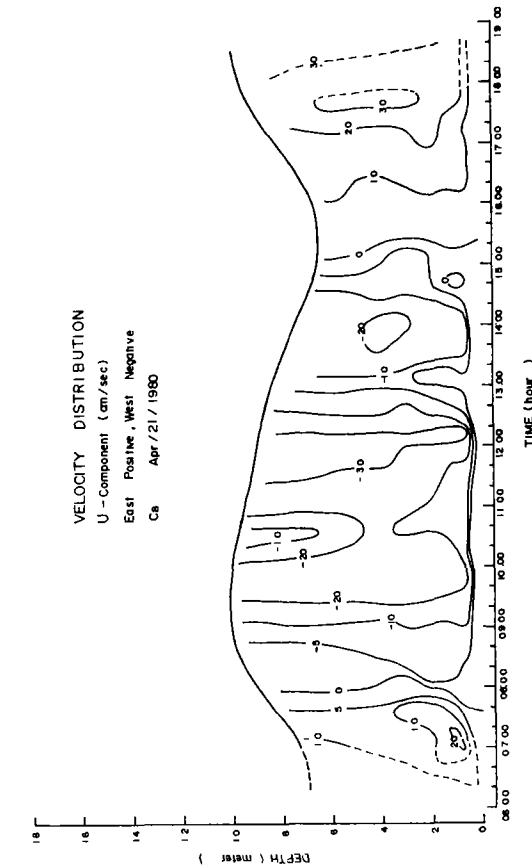
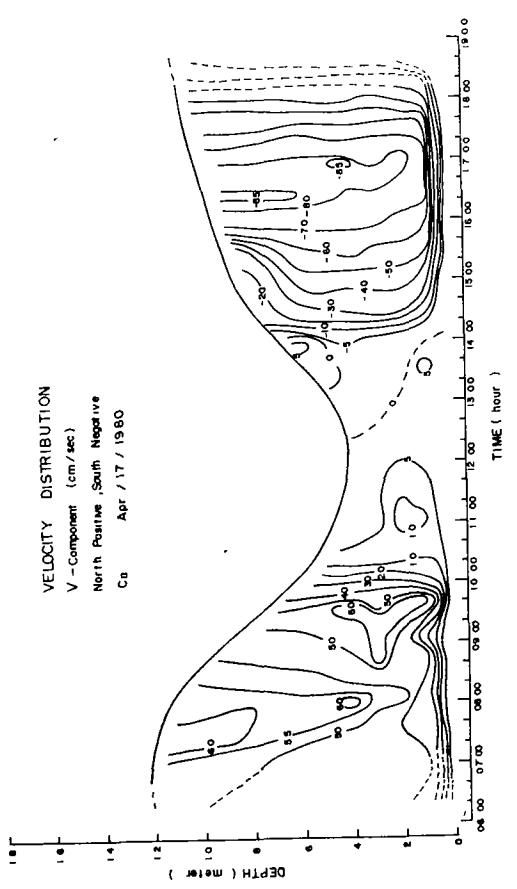
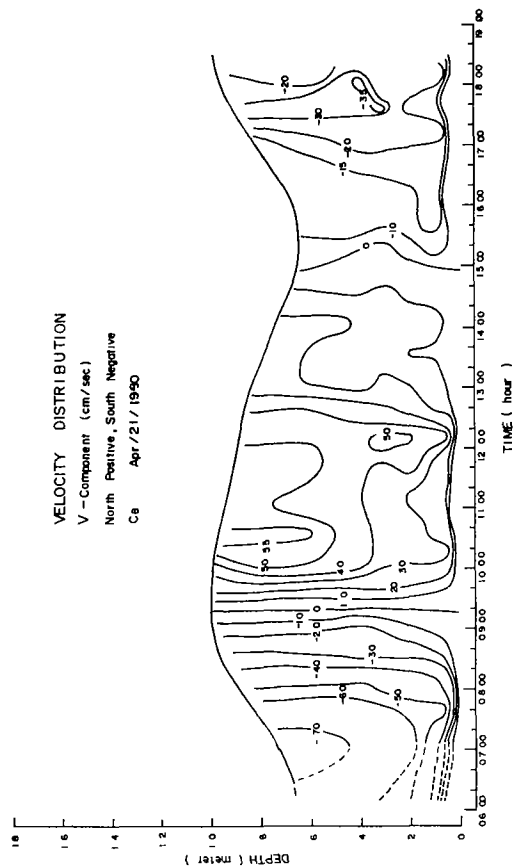


Figure 4.3. Velocity distribution against time and depth (11) C<sub>8</sub> (Apr. 21, 1980 and Apr. 17, 1980)

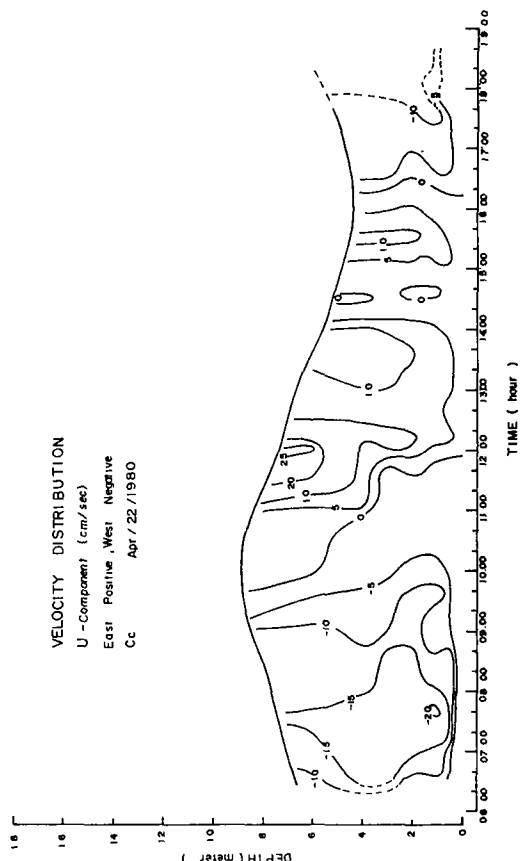
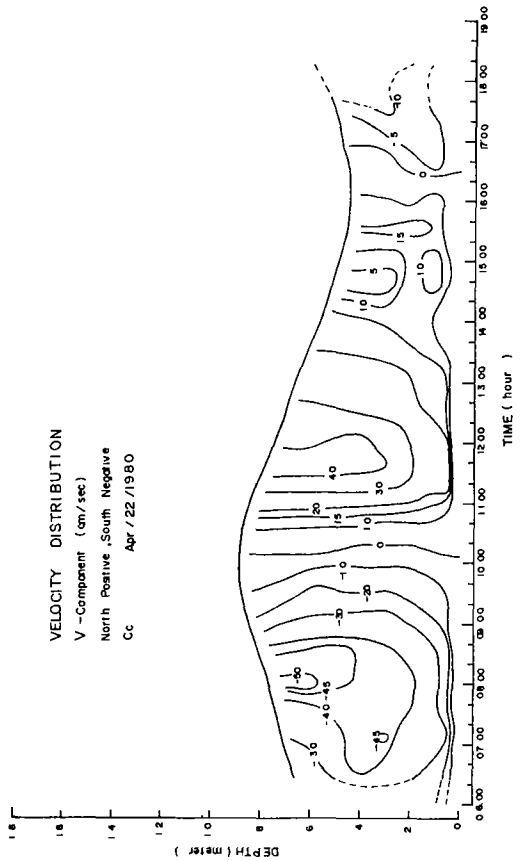
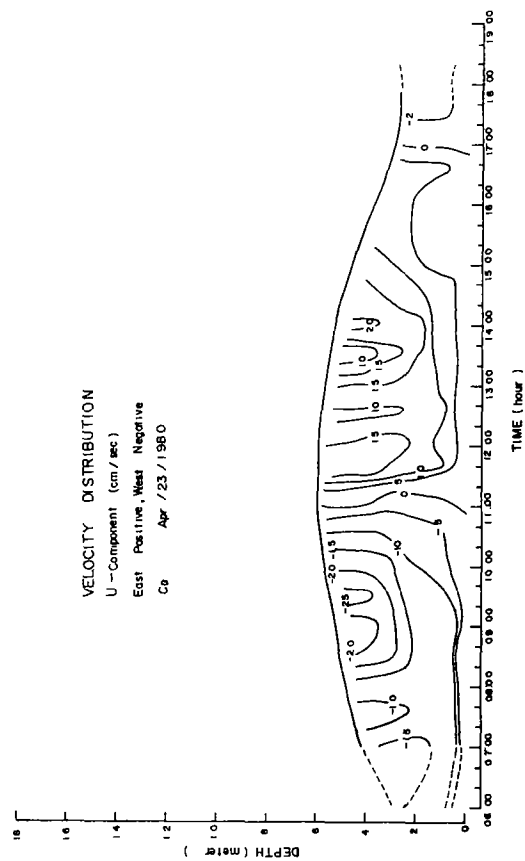
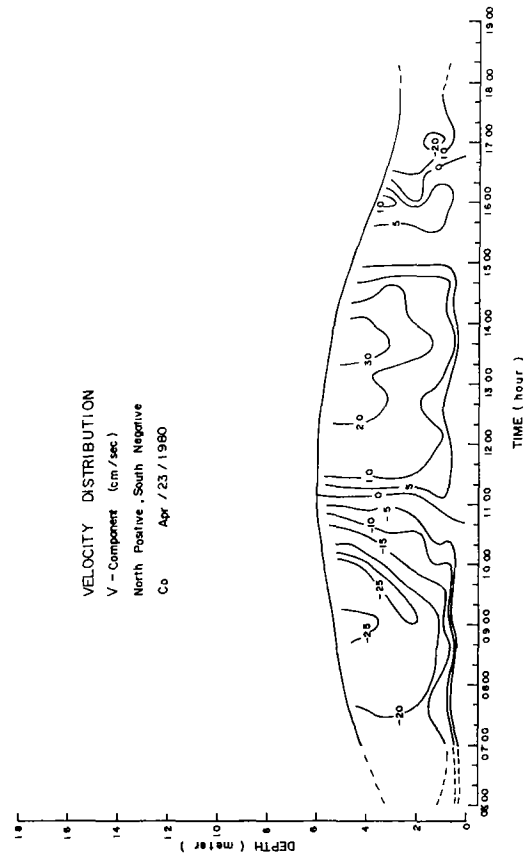


Figure 4.3. Velocity distribution against time and depth (12) Cc (Apr. 22, 1980) and C<sub>D</sub> (Apr. 23, 1980)

# 第5章 浮遊物質

## 第1節 觀測

1. 浮遊砂
2. 沈降速度
3. 水温 及 塩分度

## 第2節 分析方法

1. 浮遊砂
2. 沈降速度

## 第3節 分析結果 及 考察

1. 浮遊砂
2. 沈降速度
3. 水温 及 塩分度





## 第 5 章 浮遊物質

### 第 1 節 觀 測

#### 1. 浮遊砂

觀測에 使用된 器機는 Figure 5.1.과 같이 Bed unit와 Roving unit로 區分되며 이들 各 器機는 濾過裝置 (filtration system)와 連結되어 있다 (參照 Figure 5.2.). Bed unit는 海底面上 1m 以內의 境界層內에서의 流速 測定 및 浮遊砂 採取가 可能하며 이를 調查地點 海底에 가라앉힌 後에 노즐의 높이를 海底로부터 7.5, 15, 30, 50, 60cm로 順次的으로 變化시키면서 試料를 採取하며 同時에 器機에 附着된 小型 流速計에 依해 流速을 測定한다. Roving unit는 Weight에 設置된 音響測深機 (echo sounder)를 利用해 水深을 任意로 調整하면서 流速 및 流向을 同時에 測定하며 海底로부터의 높이가 1m 以上 되는 곳에서 使用된다.

이와 同時에 노즐을 통해 펌프로 吸入된 浮遊物質은 船上에 設置되어 있는 濾過器 (filter unit)에 依해 粒徑 40 $\mu$ m 以上과 未滿의 두 種類 試料로 分類·採取 된다. 即, 40 $\mu$ m 以上의 浮遊砂는 Polyester gauze filter (直徑 14cm, 口徑 40 $\mu$ m)에 殘留되어 粒度分析에 使用되며, 濾過器를 通過한 40 $\mu$ m 未滿의 浮遊物質을 包含한 海水는 試料排出口 (sampling outlet)를 통해 約 300 ml 採水되어 浮遊 濃度分布 測定에 使用된다 (參照 Teal, 1979).

本調査觀測은 4월에 精密觀測과 9, 10월에 簡易觀測의 두가지 方法으로 實施 하였다. 精密觀測에서는 浮遊物質과 流速의 鉛直分布를 알기 爲하여 水深의 各 分點 水深 (0.6, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10 m, ……)에서 試料採取와 流速, 流向, 水溫 및 鹽 分度를 每 30分 間隔으로 觀測하였다. 한편 簡易觀測에서는 上層 (水面下 0.5 m), 中層 (水深의 1/2), 下層 (海底面上 0.5 m)에서만 上記 項目을 每 20分 間隔으로 觀測하였다.

4月 觀測時는 4個地點에서 總 670個의 浮遊物質 試料와 總 190個의 沈降速度 試料를, 9月과 10月 觀測時는 10個地點에서 大潮, 小潮期를 合해 總 2,113個의 浮

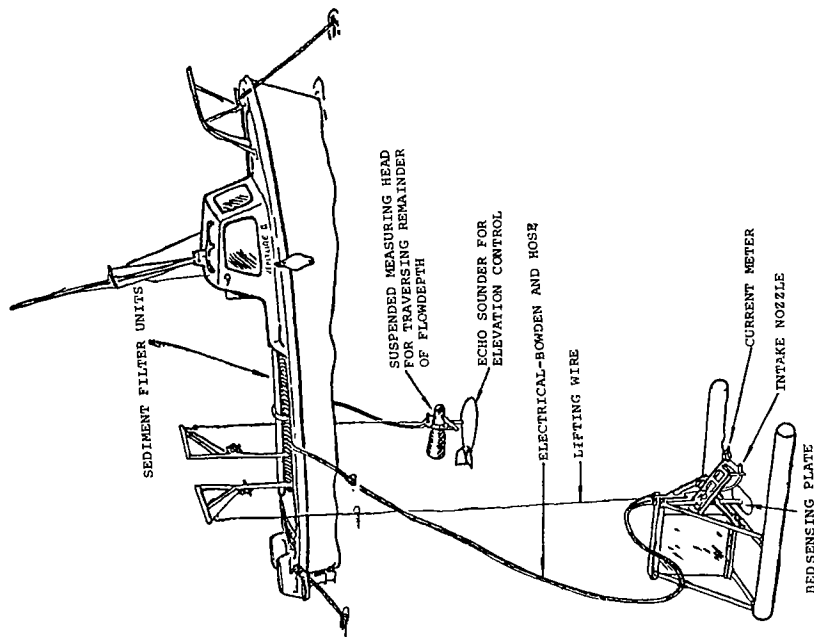


Figure 5.1. General layout of equipment

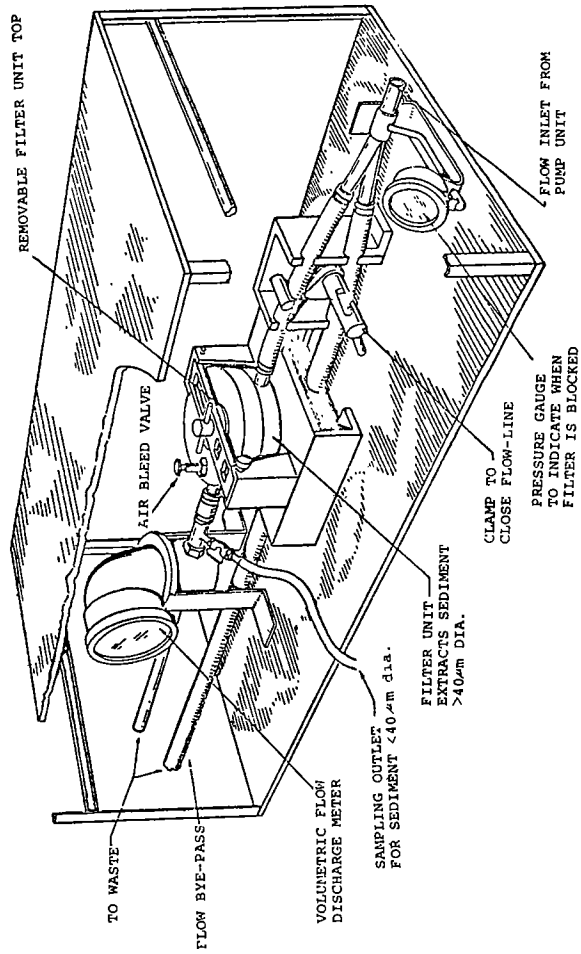


Figure 5.2. Filtration system for sediment flux measurements

遊物質 試料를 採取하였다(參照 Table 5.1.).

## 2. 沈降速度

觀測에 使用된 器機는 Figure 5.3. 과 같으며 調査의 必要水深에 퍼스펙스 (perspex) 管을 넣어 물이 가득 차면 水平狀態로 된다. 이것을 끌어올려 鉛直狀態로 될 때의 正確한 時刻를 記入하며 Stopwatch로 時間을 재면서 3, 6, 10, 15, 25, 40, 60 分 後에 各各 250 ml 씩의 試料를 퍼스펙스 管에서 採取하며 最後에 남은 量 250 ml 를 60 分 後에 採取한다(參照 Owen, 1976).

## 3. 水溫 및 鹽分度

水溫은 現場에서 每時 3 點(水面下 0.5 m, 中層 및 海底面上 0.5 m)에서 濾過裝置를 通過한 海水를 容器에 받아 棒狀水銀溫度計를 使用하여 目測하였다. 鹽分度는 水溫觀測과 同時에 約 300 ml 의 海水를 水面下 0.5 m에서 採取하여 實驗室에서 分析하였다.

# 第 2 節 分析方法

## 1. 浮遊砂

우선 口徑 40  $\mu m$ 의 Polyester filter에 殘留된 試料를 蒸溜水로 洗滌하여 粒徑 62  $\mu m$  以上과 未滿의 두 種類로 分類한다. 分類方法은 口徑 62  $\mu m$ 의 小型체(直徑 10 cm)를 使用하였으며 洗滌된 試料를 비이커에 받아 120  $^{\circ}C$  程度로 溫度가 維持되는 Oven 속에서 乾燥시켜 그 무게를 測定하였다. 粒徑 62  $\mu m$  以下の 試料는 실트, 62  $\mu m$  以上되는 것은 모래로 分類되며 모래는 다시 口徑 44, 62, 88, 125, 177  $\mu m$ 의 小型체를 使用하여 粒度分析되었다.

한편 試料瓶에 採取된 40  $\mu m$  未滿의 浮遊物質의 濃度測定은 分光光度計(spectrophotometer)를 使用하였다. 浮遊物質의 吸光率은 波長과 密接한 關係를 갖으며 0.42  $\mu m$ 의 靑色光 通過時에 강한 吸光率을 갖는 것으로 나타나 通過波長을 0.42  $\mu m$ 로 固定시키고 測定하였다.

Table 5.1 Time schedule of current and sediment measurements

Station & Date	Tide elev. (hour)		Duration of sampling	Number of samples	Remarks	Station & Date	Tide elev. (hour)		Duration of sampling	Number of samples	Remarks
	HW (m)	LW (m)					HW (m)	LW (m)			
*C <sub>B</sub> April 17	7.9 (06:12) 7.2 (18:26)	0.4 (12:17)	06:51 - 18:05	109 48	SS SV	C <sub>9</sub> Sep. 25	7.6 (05:08) 7.5 (17:27)	0.3 (11:16) 0.1 (23:29)	06:42 - 18:44	111	SS
*C <sub>C</sub> April 18	7.8 (06:51) 6.9 (19:03)	0.1 (00:28) 0.7 (12:57)	07:02 - 12:12	73 38	SS SV	*C <sub>10</sub> Sep. 25	7.6 (05:08) 7.5 (17:27)	0.3 (11:16) 0.1 (23:29)	07:00 - 17:16	91	SS
*C <sub>A</sub> April 20	7.1 (08:13) 6.1 (20:20)	0.7 (01:41) 1.6 (14:21)	06:51 - 17:38	124 56	SS SV	*C <sub>7</sub> Sep. 26	7.7 (05:47) 7.7 (18:07)	0.1 (11:53)	06:41 - 18:44	110	SS
*C <sub>B</sub> April 21	6.6 (08:59) 5.6 (21:07)	1.1 (02:23) 2.1 (15:10)	07:03 - 18:13	149 48	SS SV	C <sub>8</sub> Sep. 27	7.6 (06:24) 7.7 (18:47)	0.2 (00:10) 0.1 (12:28)	06:22 - 18:24	111	SS
*C <sub>C</sub> April 22	6.1 (09:55) 5.2 (22:09)	1.6 (03:13) 2.5 (16:13)	06:32 - 17:37	127	SS	*C <sub>5</sub> Sep. 27	7.6 (06:24) 7.7 (18:47)	0.2 (00:10) 0.1 (12:28)	06:02 - 18:10	87	SS
*C <sub>D</sub> April 23	5.7 (11:07) 5.0 (23:38)	2.1 (04:18) 2.7 (17:39)	07:01 - 17:32	89	SS	C <sub>4</sub> Sep. 28	7.3 (07:01) 7.6 (19:26)	0.4 (00:50) 0.2 (13:04)	06:43 - 18:41	111	SS
C <sub>8</sub> Sep. 17	5.8 (09:02) 6.0 (21:39)	2.1 (03:01) 1.6 (15:06)	07:20 - 19:21	111	SS	*C <sub>2</sub> Sep. 28	7.3 (07:01) 7.6 (19:26)	0.4 (00:50) 0.2 (13:04)	06:46 - 18:43	99	SS
*C <sub>7</sub> Sep. 17	5.8 (09:02) 6.0 (21:39)	2.1 (03:01) 1.6 (15:06)	07:20 - 19:11	109	SS	C <sub>1</sub> Sep. 29	6.9 (07:39) 7.2 (20:08)	0.8 (01:31) 0.5 (13:41)	06:04 - 18:09	111	SS
*C <sub>9</sub> Sep. 18	5.4 (09:53) 5.7 (22:44)	2.4 (03:53) 1.9 (16:00)	07:21 - 19:11	108	SS	C <sub>5</sub> Oct. 2	5.4 (10:02) 5.9 (23:06)	2.3 (04:04) 1.8 (16:14)	07:01 - 17:00	92	SS
*C <sub>10</sub> Sep. 18	5.4 (09:53) 5.7 (22:44)	2.4 (03:53) 1.9 (16:00)	06:42 - 18:09	112	SS	*C <sub>4</sub> Oct. 2	5.4 (10:02) 5.9 (23:06)	2.3 (04:04) 1.8 (16:14)	07:10 - 18:06	110	SS
*C <sub>6</sub> Sep. 21	5.9 (01:36) 5.4 (14:00)	2.3 (08:05) 1.6 (20:05)	06:45 - 18:44	111	SS	C <sub>2</sub> Oct. 3	5.0 (11:27)	2.7 (05:31) 2.1 (17:42)	06:20 - 18:23	111	SS
C <sub>3</sub> Sep. 24	7.3 (04:26) 7.1 (16:44)	0.7 (10:37) 0.3 (22:46)	07:27 - 19:07	99	SS	C <sub>3</sub> Oct. 4	5.8 (00:38) 5.1 (13:08)	2.6 (07:09) 2.1 (19:16)	06:20 - 18:24	111	SS
*C <sub>6</sub> Sep. 24	7.3 (04:26) 7.1 (16:44)	0.7 (10:37) 0.3 (22:46)	06:43 - 18:44	97	SS	*C <sub>1</sub> Oct. 4	5.8 (00:38) 5.1 (13:08)	2.6 (07:09) 2.1 (19:16)	06:01 - 18:09	111	SS

Note: SS Suspended suspension sample, \* Completely analyzed  
SV Settling velocity sample

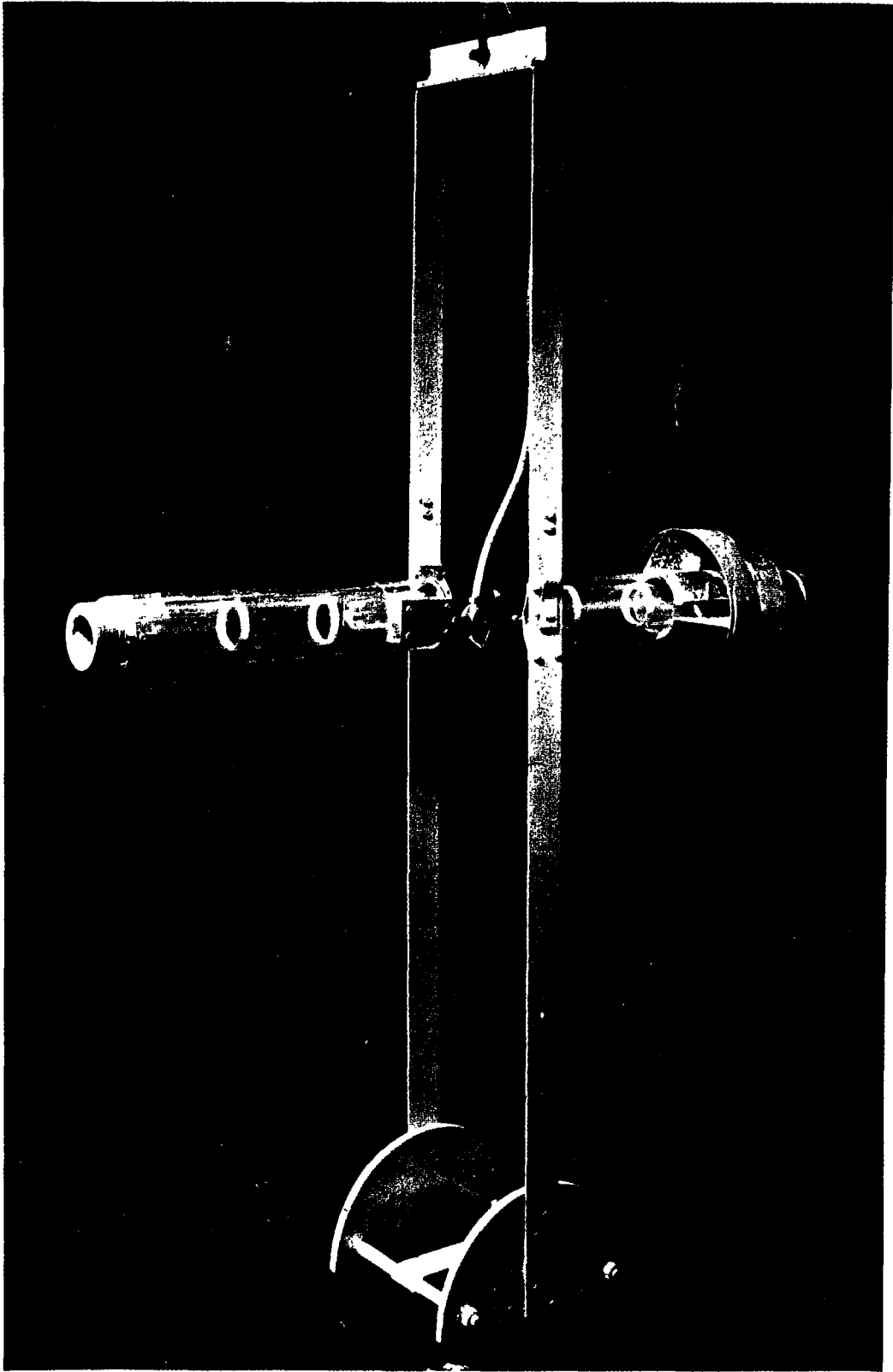


Figure 5.3. Settling velocity sampling tube in submerged position

빛의 通過率, T는 Cell에 放射되는 빛의 量,  $F_0$ 와 感光板 (photocell)에 到達하는 量,  $F_L$ 의 比率이며 다음과 같은 式으로 表示된다 (參照 Dyer, 1979). 即:

$$T = F_L / F_0 = e^{-\alpha L} \quad (5.1.)$$

여기서  $\alpha$ 는 浮遊物質의 濃度, C에 比例하는 減殺係數 (attenuation coefficient)이며 L은 빛의 通過距離이다. 빛의 通過率, T와 吸光率, A는

$$T = 1 - A \quad (5.2.)$$

의 關係를 갖으며,  $\alpha = kC$ 와 式 (5.2.)를 式 (5.1.)에 代入하면

$$1 - A = e^{-kCL} \quad (5.3.)$$

이다. 따라서

$$C = -\frac{1}{kL} \ln(1-A) \quad (5.4.)$$

로 된다. 여기서 k는 地域的인 浮遊物質의 特性에 따라 決定되는 값으로 같은 加露林灣이라 할지라도 觀測位置나 時間에 따라 多少의 差異가 있겠지만 本 調査에서는 灣全體에서 40  $\mu m$  未滿의 浮遊物質이 비슷한 特性을 갖는다는 假定下에 分析을 實施하였다.

C<sub>7</sub>地点에서 大潮期에 採取된 48個의 試料에 對하여 吸光率分析과 Millipore 濾過紙 (口徑 4  $\mu m$ )를 利用한 定量的 濃度分析을 並行하여 그 結果들을 Linear regression한 結果는 다음과 같다.

$$C = -130.43 \ln(1-A) - 0.38 \quad (5.5.)$$

여기서 相關係數는 0.938이며 F test 結果 99% 以上の 信賴度를 갖는 것으로 나타났다. 위의 48個 以外の 試料는 모두 分光光度計를 使用하여 吸光率을 測定한 後 上記 式에 依하여 浮遊物質 濃度를 換算하였다.

English Channel과 Thames Estuary에서의 研究結果에 依하면 k값이 各 各 0.51과 0.25인 것으로 報告되었다 (參照 Willis, M.S. & D. Jones, 1956). 吸光率 分析에 使用된 Cell의 長이가 5cm이므로 式 (5.4.)와 (5.5.)에서 k값은 0.15로 計算되며, 같은 濃度일지라도 위의 두 地域에 比해 加露林灣에서의 海水의 吸光率이 낮은 것을 알 수 있다.

## 2. 沈降速度

먼저 採取된 試料의 容量을 測定하고 Millipore 濾過紙를 使用해 濾過한 後 約 60 °C의 Oven에서 1時間 程度 乾燥시킨 後 다시 Desiccator 안에서 約 3日 程度 乾燥시킨 後 乾燥重量을 測定하여 算出樣式에 依拠 沈降速度를 決定한다 (參照 Owen, 1976).

# 第 3 節 分析結果 및 考察

## 1. 浮遊砂

調査地点에서의 Suspended suspension ( $d < 40 \mu m$ ), Silt ( $40 \mu m < d < 60 \mu m$ ), Sand ( $d > 60 \mu m$ )의 Flux 量과 Sand의 總量을 粒度別로 分類한 것이 Table 5.2.이며, 粒度分析結果를 利用한 粒徑加積曲線이 Figure 5.4에 圖示되어 있다.

Table 5.2.에서와 같이 微細砂 (very fine sand)로 分類되는 粒徑  $125 \mu m$  未滿, 即  $62 \sim 125 \mu m$ 의 모래가 全體의 50 ~ 60 % 程度이며 그중  $62 \sim 88 \mu m$ 의 모래가 30 ~ 50 %로 大部分을 차지하며  $44 \sim 62 \mu m$ 의 Silt 性 浮遊砂 (coarse silt)는 20 ~ 30% 程度 存在한다. 大體적으로 粒徑  $44 \sim 125 \mu m$ 의 浮遊漂砂는 灣外側에서 灣內側으로 감에 따라 그의 含有量 比率이 높아진다. 또한, 單位時間當의 捕砂量을 漲潮 (flood tide)와 落潮 (ebb tide) 特別로 比較해 보면 漲潮時에는 別말側 水路의 捕砂量이 內里側 水路보다 多少 많은 傾向을 보이며 落潮時에는 內里側 水路에서의 捕砂量이 別말側보다 越等히 많다.

以上을 綜合적으로 考察해 볼때 微細砂가 別말側 水路에서는 主로 灣內로 流入됨에 反해 內里側 水路에서는 畧물에 依해 主로 灣外로 流出되는 것으로 思料된다. 이는 水深測量 結果나 海底堆積物分布圖 (Figure 2.2.)에서 나타난 바와 같이 內里側 沿岸이 別말側에 비해 海底傾斜가 急하며 海底堆積物 또한 조개껍질 등을 包含한 粗粒質 모래로 形成되어 있다는 事實로 證明해주고 있다. 이러한 現象은 灣入口에서 牛島近處 ( $C_5 \sim C_{10}$ )까지에는 顯著히 나타나지만 灣內側 ( $C_1 \sim C_4$ )에서는 不明確하다.

浮遊物質의 濃度가 最大인 時刻은 大개 流速이 最大인 때부터 20分 後가

되며 漲潮時에는 滿潮 1時間 40分 ~ 2時間 前, 落潮時에는 滿潮 2時間 20分 ~ 3時間 後로 나타났다. 거의 全地域에서 Silt의 濃度가 漲潮時보다 落潮時에 큰 것은 牛島를 基準으로 灣內側은 海底堆積物이 거의 다 礫質의 土壤으로 構成되어 있고 灣外側은 모래, 자갈 및 岩盤으로 構成되어있기 때문일 것이다.

粒徑加積曲線에서 分係數 ( $S_0 = d_{75}/d_{25}$ ), 歪係數 ( $S_k = \frac{d_{75} \times d_{25}}{d_{50}^2}$ )를 換算한

結果  $S_0 = 1.1 \sim 1.2$ ,  $S_k = 1.0 \sim 1.5$ 로 各 調查地點 ( $C_A, C_B, C_C$ )에서의 粒徑은 單一粒徑이며 粒度分布의 樣相은 中央粒徑 ( $d_{50}$ )을 基準으로 粒徑이 큰 쪽에서 同一한 通過百分率에 對한 調查地點들 間의 粒徑의 差異가 多少 큰 것을 알 수 있다 (參照 Figure 5.4.).

또한 모든 調查地點에서의 Suspension의 Flux量은 總Sediment flux量의 50 ~ 70% 程度로 大部分을 차지하며 大潮期에는 Sand의 Flux量 (20~30%)이 Silt의 Flux量 (10 ~ 20%)보다 優勢하며 小潮期에는 그 反對現象이 나타난다.

調查地點에서의 總 Sediment flux量과 濃度を 水深·時間別로 東西·南北 方向으로 Contouring한 것과 流向別 總 Sediment flux量이 Figure 5.5.에 圖示되어 있으며 4月 觀測時 4個 地點에서의 流向 및 Flux量을 水深·時間別로 圖示한 것이 Figure 5.6.이다. 또한 4月の 觀測資料中 流向別 Flux量의 比較가 可能한 3個 地點과 9, 10月の 分析完了된 11個 地點에서의 總 Sediment Flux量을 流向別로 나타낸 것이 Figure 5.7.이다.

流向別 總 Sediment flux量은 調查日時 및 地點에 따라 큰 差異는 있으며 漲潮 및 落潮時의 主流向成分은 Table 5.2.에서 보는 바와 같다. 이것은 單位時間當 Flux量과 함께 Figure 5.8.에 圖示되어 있다.



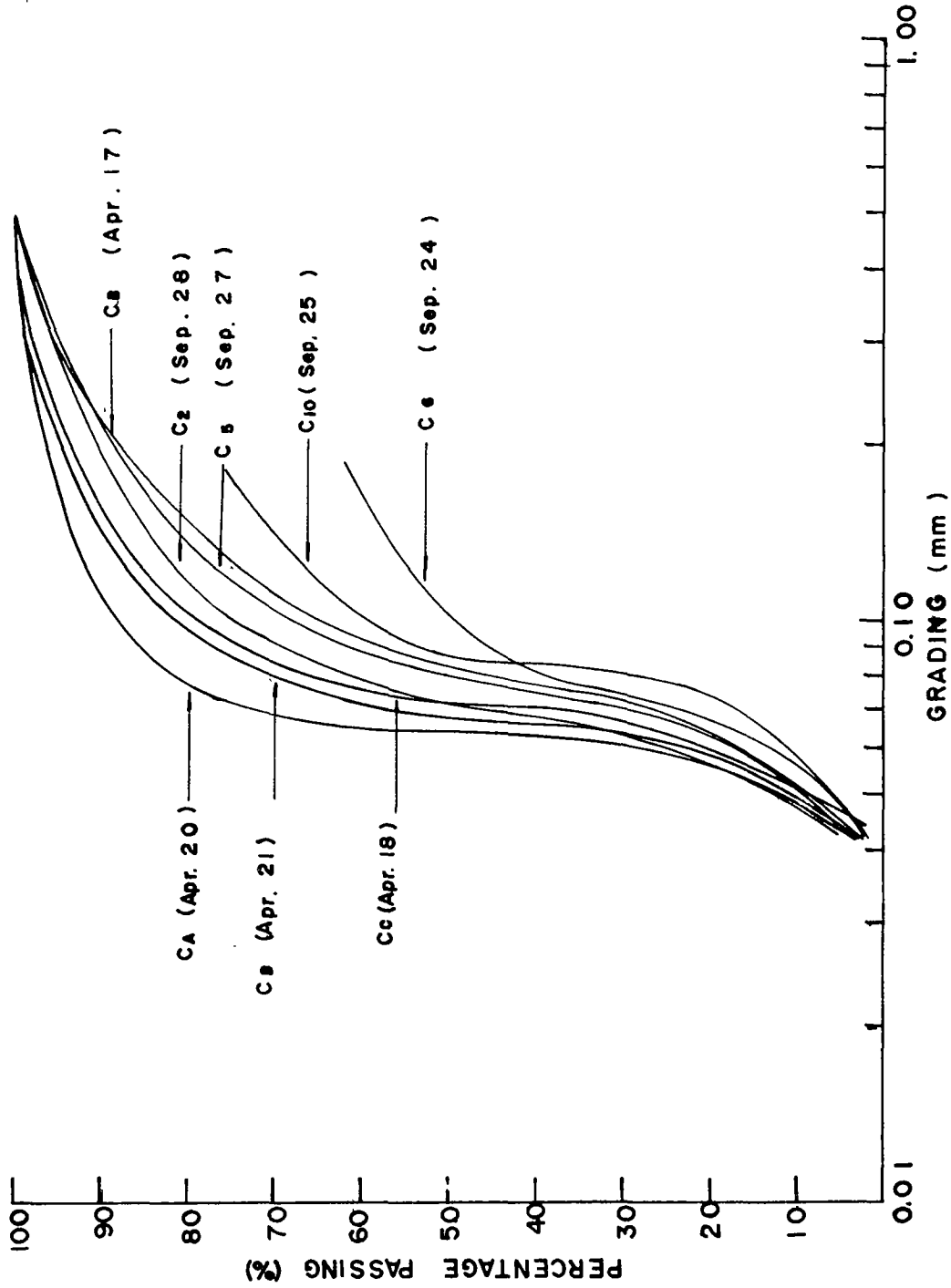


Figure 5.4. Grain size accumulation curve (only sand fraction)

## 2. 沈降速度

4月 觀測時 4個地点에서의 沈降速度 및 그에 該當되는 百分率은 Table 5.3.과 같으며 이를 Figure 5.9.에 圖示했다.

埋沒現象에 直接的으로 關係되는 粒子의 沈降速度에 影響을 미치는 要素로서는 粒子의 크기와 形狀, 물의 動粘性係數, 浮遊濃度, 鹽分度, 水溫 등을 들 수 있다. Table 5.3.에서와 같이 浮遊濃度は 灣內側에서 灣外側으로 갈수록 점차 높아짐에 따라 混濁度도 灣外側에서 卓越하게 높은 것을 알 수 있고 粒徑加積曲線(參照 Figure 5.4.)에서도 同一粒子의 通過百分率이 灣內側에서 灣外側으로 갈수록 높아지는 傾向으로 보아 Silt性 浮遊漂砂는 灣外側에서 灣內側으로 移動하여 急速히 沈殿한다.

## 3. 水溫 및 鹽分度

加露林灣은 河川水의 流入이 거의 없으며 觀測期間이 乾期에 屬하므로 各 觀測地點別 水溫 및 鹽分度差는 작은 것으로 나타났다. 水溫 및 鹽分度 觀測은 RCM-4를 利用하여 潮流觀測과 同時에 遂行되었으며 追加적으로 浮遊砂 試料 採取時에 每時間別로 觀測되었다. 鹽分度の 境遇 주로 表層에서만 觀測이 實施되었는데 이는 몇 地點에서의 觀測結果 水深別 變化가 거의 없었기 때문이다. 따라서 加露林灣內 水溫 및 鹽分度 變化는 주로 큰 潮差에 依하여 일어나는 灣內海水의 大規模 交換에 起因한다.

水溫變化幅은 塩分度 變化 程度보다 큰 便으로 觀測期間中 最大 2℃程度의 變化를 보인다. 水溫이 最高가 되는 時刻은 滿潮時이며 最低는 干潮時이다. 灣外側에 位置한 C<sub>11</sub>의 水溫變化는 작은 便이며 灣內側으로 들어올수록 比較的 變化가 크다. 每時間別 觀測資料에서 表層과 底層間의 水溫差는 午前中에 1~1.5℃ 程度였으며 日照量이 많

Table 5.2 Cumulative amount of suspended sediment

Date & Station	Tide	Total sediment			Suspended suspension			Silt (40 µm < d < 60 µm)			Sand (d > 60 µm)						
		Concentration (mg/l)	Flux (g/m <sup>2</sup> /sec)	Unit, hour flux & Main direction Flood ebb	Concentration (mg/l)	Flux (g/m <sup>2</sup> /sec)	Concentration (mg/l)	Flux (g/m <sup>2</sup> /sec)	Concentration (mg/l)	Flux (g/m <sup>2</sup> /sec)	Sand analysis			mg/%			
											44-62 µm	62-88 µm	88-125 µm		125-177 µm	177 µm	
April 17 C <sub>B</sub>	Spring	6471.44	3677.24	(387.37) (339.78) 170-180 330-340	4608.96	2535.19	721.18	430.10	1141.30	711.95	19338.69	3487.90	7446.19	3508.97	1900.28	2995.35	15.5
April 18 C <sub>C</sub>	"	2263.09	1047.66	(202.64) (30-40) 30-40	1710.39	766.63	244.56	115.95	308.14	165.08	6163.05	1380.71	3110.85	845.11	358.82	467.55	7.6
April 20 C <sub>A</sub>	"	6480.09	-	(-)(-)(-)	4696.29	-	956.46	-	827.34	-	15994.10	5099.80	8443.64	1204.65	421.62	824.39	5.2
April 21 C <sub>B</sub>	Neap	4018.43	1433.77	(126.04) (108.38) 170-180 330-340	3276.45	1150.87	450.36	160.20	291.62	122.70	5643.65	1443.91	2856.27	635.45	291.77	416.25	7.4
April 22 C <sub>C</sub>	"	536.73	124.41	(17.53) (8.18) 200-210 20-30	399.81	91.51	116.88	28.21	20.04	4.69	393.37	-	-	-	-	-	-
April 23 C <sub>D</sub>	"	501.98	94.83	(10.74) (8.32) 220-230 30-40	413.28	78.66	83.20	15.14	5.50	1.03	107.50	-	-	-	-	-	-
Sep. 18 C <sub>10</sub>	"	988.07	323.52	(21.66) (35.15) 180-190 340-350	615.80	200.43	339.75	111.40	32.52	11.69	327.90	-	-	-	-	-	-
Sep. 25 C <sub>10</sub>	Spring	2138.06	1793.51	(119.23) (261.80) 150-160 350-360	856.29	719.52	435.21	337.01	846.56	736.98	(2939.20) 8465.6	355.01	11160.25	445.97	252.21	725.76	24.7
Sep. 18 C <sub>9</sub>	Neap	928.83	242.72	(17.26) (25.77) 160-170 320-330	716.13	186.58	188.64	50.78	24.06	5.36	240.6	-	-	-	-	-	-
Sep. 17 C <sub>7</sub>	"	955.94	292.34	(30.64) (19.29) 200-210 10-20	582.22	180.33	334.00	99.08	39.72	12.93	399.8	-	-	-	-	-	-
Sep. 26 C <sub>7</sub>	Spring	5421.38	3754.40	(267.03) (386.50) 190-200 360-10	3383.63	2291.65	581.27	384.14	1456.48	1078.61	14651.28	2471.74	5037.10	1617.18	1375.32	4149.94	28.3
Sep. 21 C <sub>6</sub>	Neap	793.27	240.40	(26.68) (15.29) 160-170 350-360	479.42	148.91	288.66	83.15	25.19	8.33	257.3	-	-	-	-	-	-
Sep. 24 C <sub>6</sub>	Spring	1987.71	1252.67	(137.95) (120.56) 170-180 350-360	1113.49	695.69	445.29	277.23	428.93	279.75	(1164.44) 4400.2	162.06	368.86	117.66	62.86	453.00	38.9
Sep. 27 C <sub>5</sub>	"	2568.31	2122.97	(254.08) (224.34) 150-160 330-340	1167.03	925.01	463.81	369.83	937.47	828.13	(3243.72) 9410.9	589.27	1329.39	597.93	284.50	442.63	13.6
Oct. 2 C <sub>4</sub>	Neap	632.07	108.55	(9.58) (9.38) 140-150 330-340	309.86	53.10	283.09	48.48	39.12	6.97	391.9	-	-	-	-	-	-
Sep. 28 C <sub>2</sub>	Spring	1652.76	1017.60	(62.93) (156.80) 130-140 310-320	1012.23	579.27	324.22	202.50	316.31	235.83	(975.75) 3163.1	265.27	396.38	139.76	61.17	113.17	11.6
Oct. 4 C <sub>1</sub>	Neap	577.17	117.0	(9.12) (10.86) 230-240 50-60	310.65	66.87	237.98	45.05	28.54	5.08	285.4	-	-	-	-	-	-



Table 5.3 Settling velocity

Station	Date and Water temperature	Items	Time (min)										Concentration (ppm)
			3	6	10	15	25	40	60	60+	Total		
C <sub>B</sub>	April 17 07:39 T = 5.5°C	Solid weight (g)	0.0458	0.0481	0.0775	0.0538	0.0225	0.0209	0.0154	0.0111	0.2951	181.04	
		Sample volume (ml)	250	210	75	290	180	195	155	275	1630		
		Settling velocity (mm/s)	0.04	0.14	0.29	0.58	1.16						
		Percentage (%)	29.8	49.9	63.5	79.2	97.4						
C <sub>C</sub>	April 18 07:12 T = 6.0°C	Solid weight (g)	0.0104	0.0071	0.0096	0.0091	0.0104	0.0099	0.0075	0.0041	0.0681	32.03	
		Sample volume (ml)	233	278	246	274	275	309	311	200	2136		
		Settling velocity (mm/s)	0.04	0.15	0.30	0.59	1.19						
		Percentage (%)	67.6	85.2	93.2	98.8	100.0						
C <sub>A</sub>	April 20 06:59 T = 5.8°C	Solid weight (g)	0.0492	0.0438	0.0347	0.0283	0.0211	0.0214	0.0161	0.0153	0.2299	107.68	
		Sample volume (ml)	268	275	268	251	281	282	208	302	2135		
		Settling velocity (mm/s)	0.04	0.15	0.30	0.59	1.19	2.38					
		Percentage (%)	53.1	62.9	69.0	75.8	83.4	91.7					
C <sub>B</sub>	April 21 08:20 T = 6.1°C	Solid weight (g)	0.0190	0.0326	0.0300	0.0218	0.0210	0.0202	0.0118	0.0146	0.1710	81.58	
		Sample volume (ml)	201	263	266	263	285	275	205	338	2096		
		Settling velocity (mm/s)	0.04	0.15	0.30	0.59	1.19	2.38					
		Percentage (%)	58.8	71.2	78.0	85.0	92.4	100.0					

은 午後에는 1~3℃ 程度로 나타났다. 觀測期間中 一日最大變化幅은 水深이 가장 얇은 C<sub>2</sub> 地點에서 觀測되었으며 約 5.5℃ 程度였다.

各 地點別 鹽分度는 거의 均一하였으며 潮汐에 依한 一日變化幅이 큰 便으로 最大 一日變化는 C<sub>1</sub> 地點에서 約 1.8‰까지 나타났다. 觀測期間中 灣全體에 걸쳐 28~31.8‰ 範圍內 값을 갖는 것으로 나타났는데 이는 水溫의 影響일 것으로 判斷된다. 水溫과 마찬가지로 一日變化中 滿潮時 最大가 되며 干潮時에 最小가 된다. 灣外測에 位置한 C<sub>11</sub>은 0.3‰內의 작은 變化幅을 갖으며 灣入口 附近에서는 約 0.8‰ 程度의 一日變化幅을 갖는다.

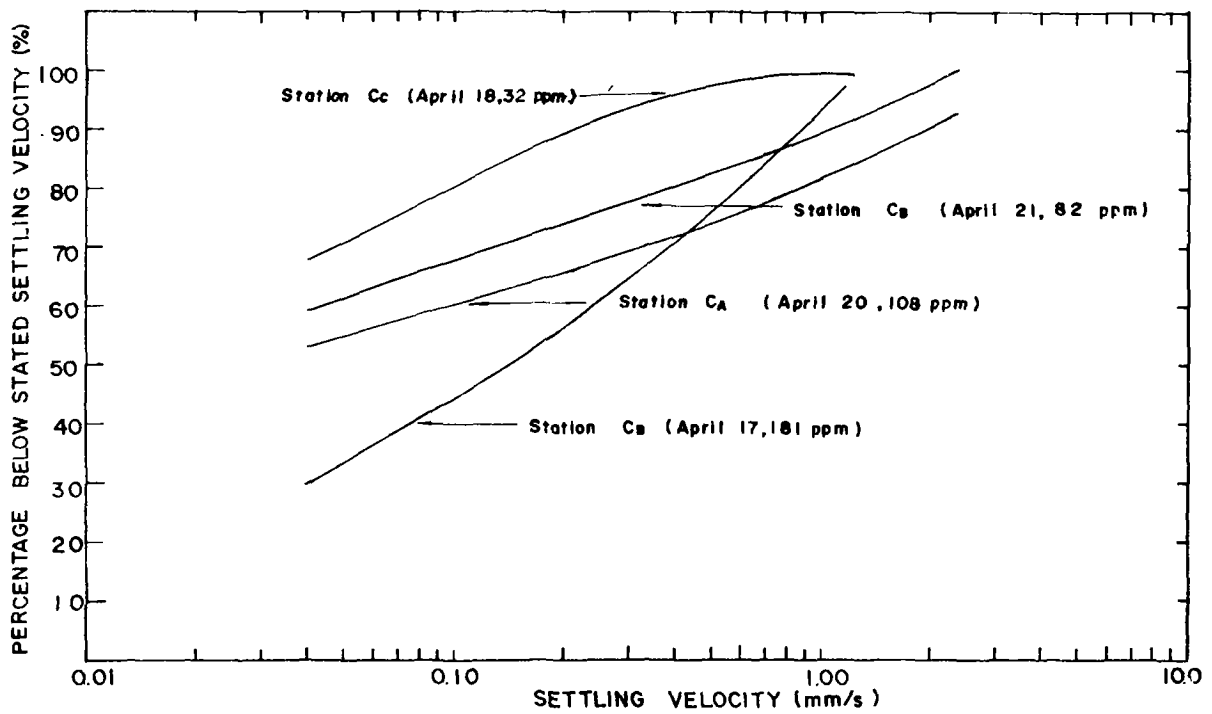


Figure 5.9. Typical settling velocity distribution

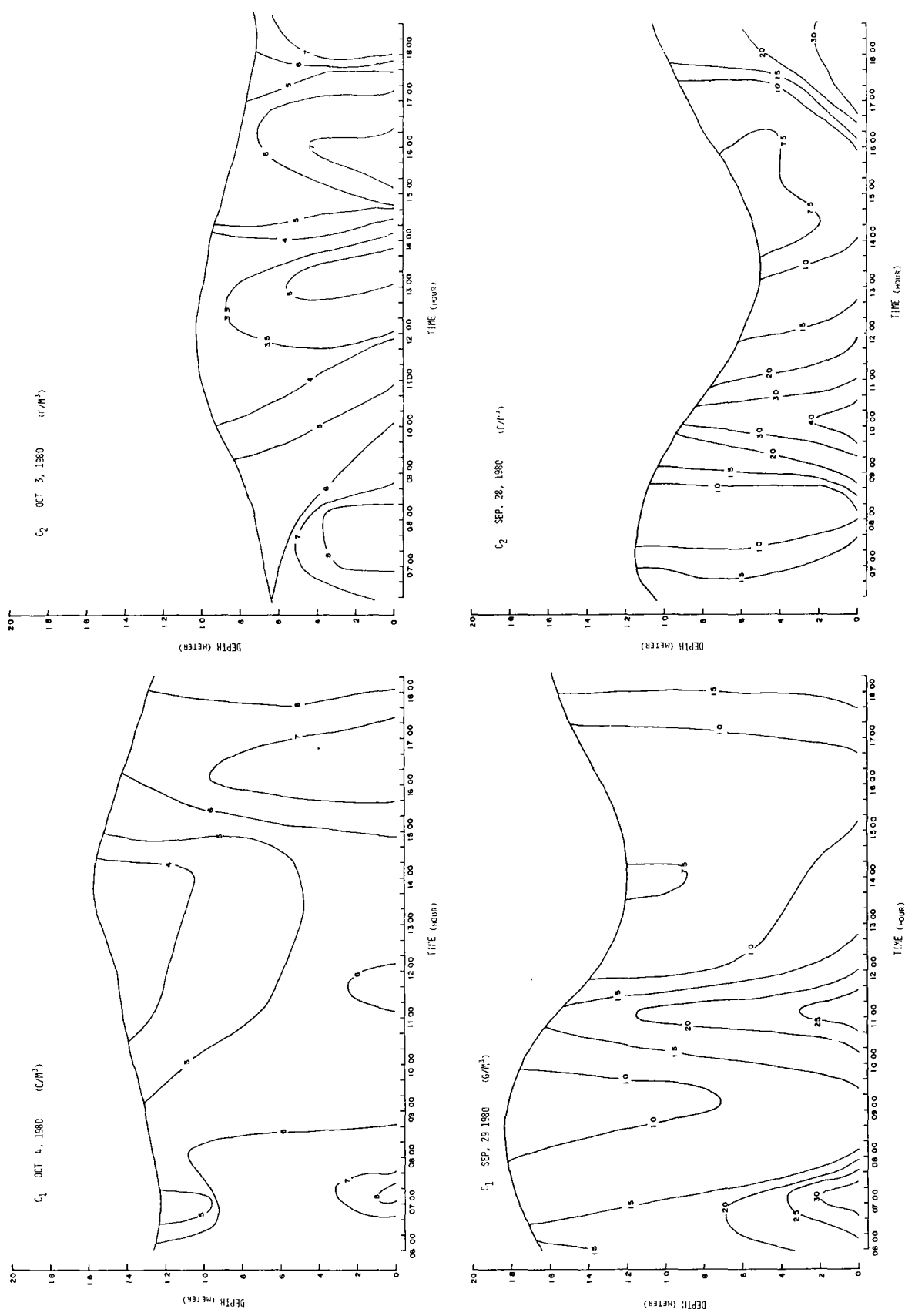


Figure 5.5. Sediment concentration distribution against time and depth  
 (1)  $C_1$  (Oct. 4, 1980 and Sep. 29, 1980) and  
 $C_2$  (Oct. 3, 1980 and Sep. 28, 1980)

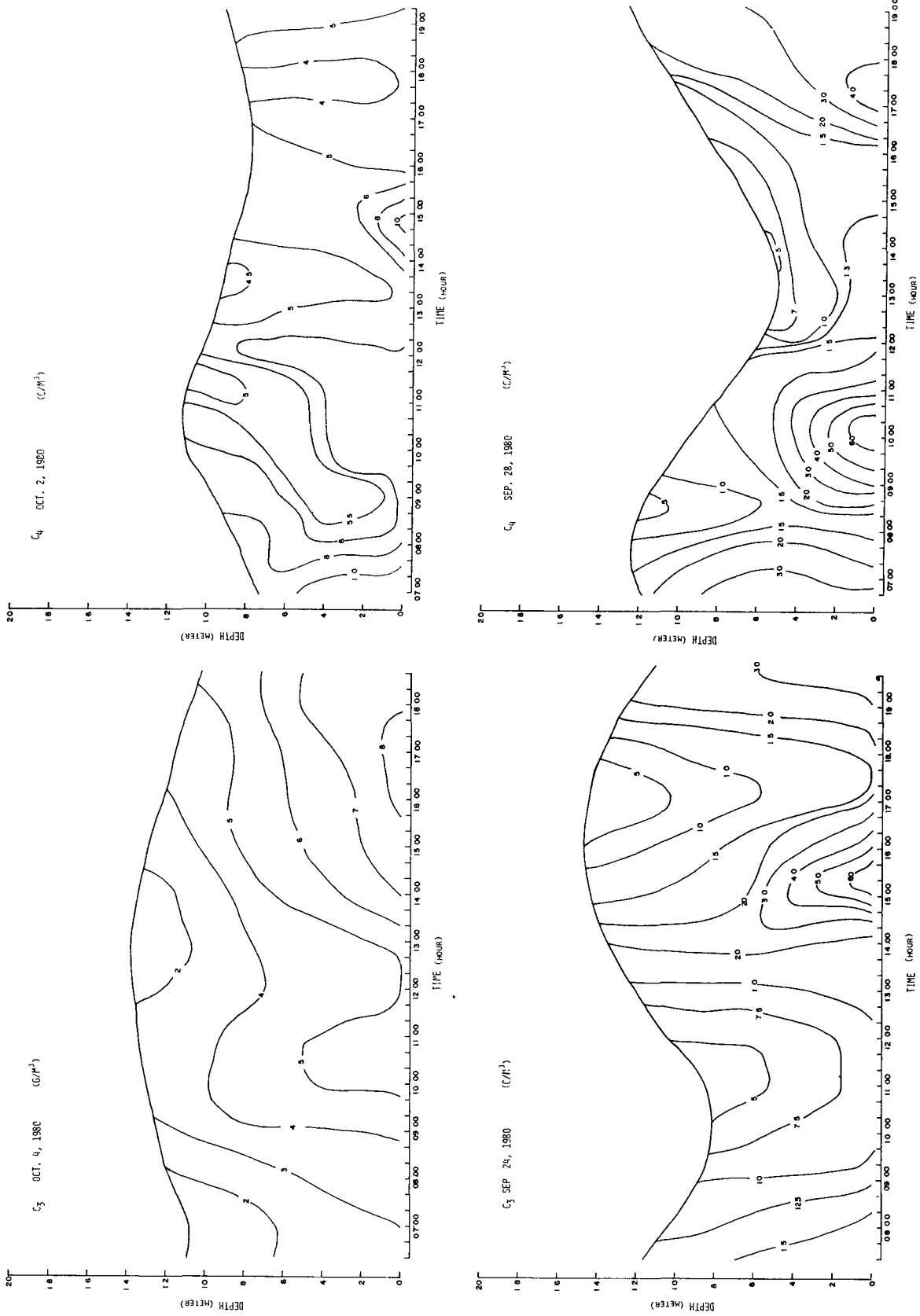


Figure 5.5.. Sediment concentration distribution against time and depth  
 (2) C<sub>3</sub> (Oct. 4, 1980 and Sep. 24, 1980) and  
 C<sub>4</sub> (Oct. 2, 1980 and Sep. 28, 1980)



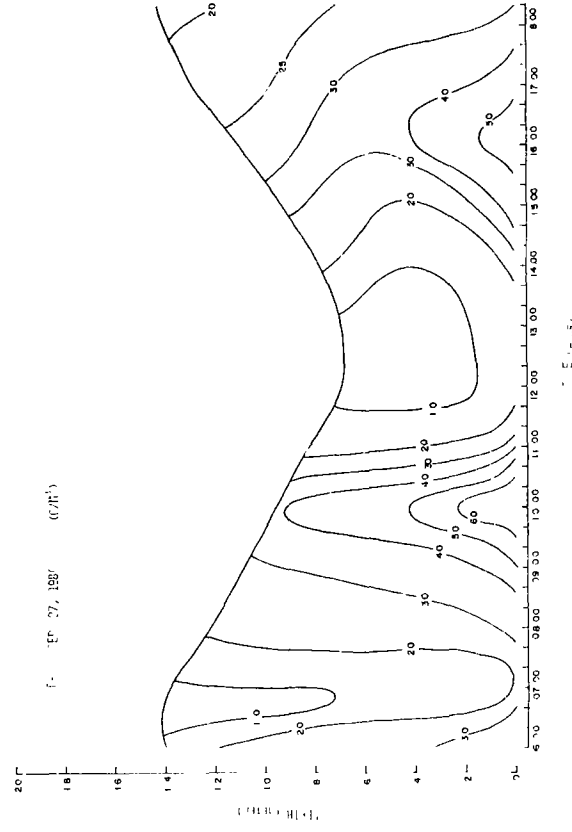
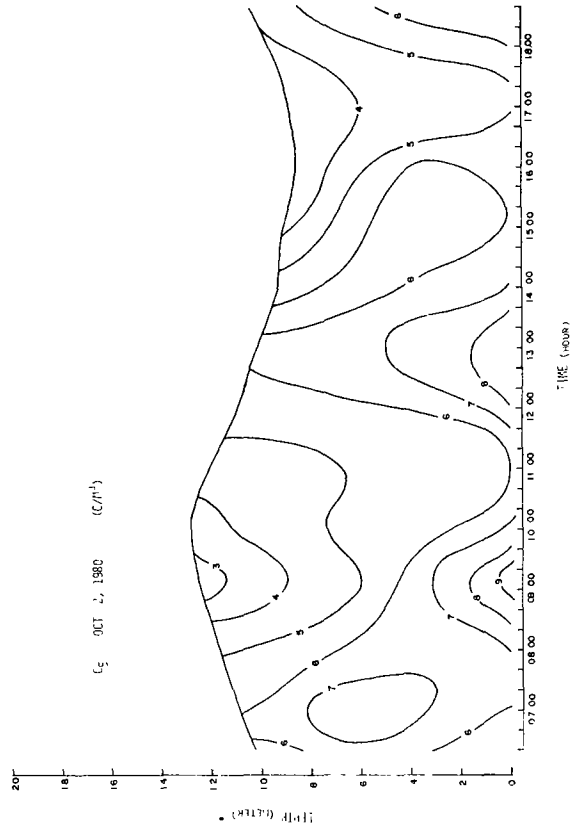
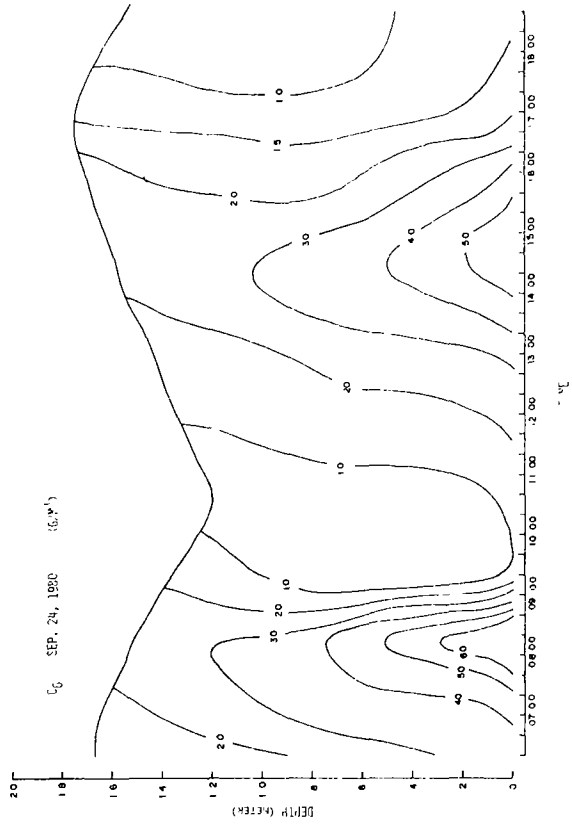
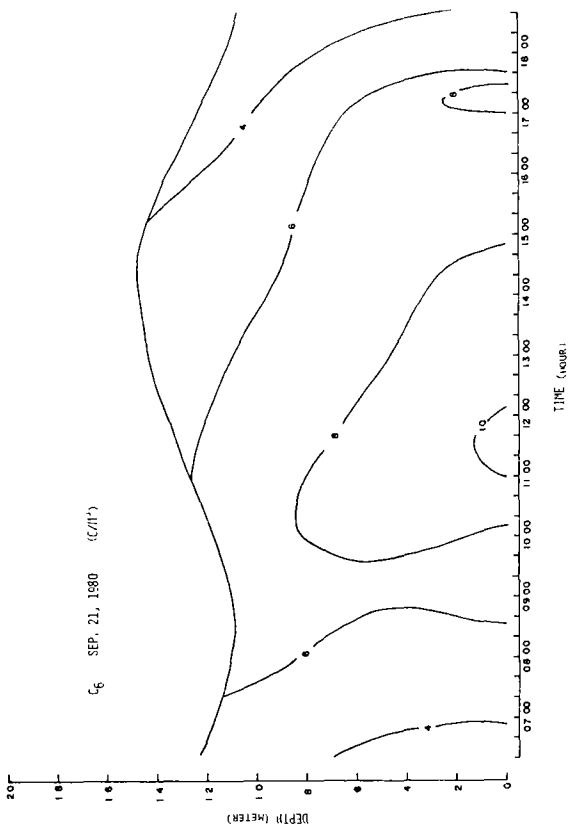


Figure 5.5. Sediment concentration distribution against time and depth  
 (3) C5 (Oct. 2, 1980 and Sep. 27, 1980) and  
 C6 (Sep. 21, 1980 and Sep. 24, 1980)

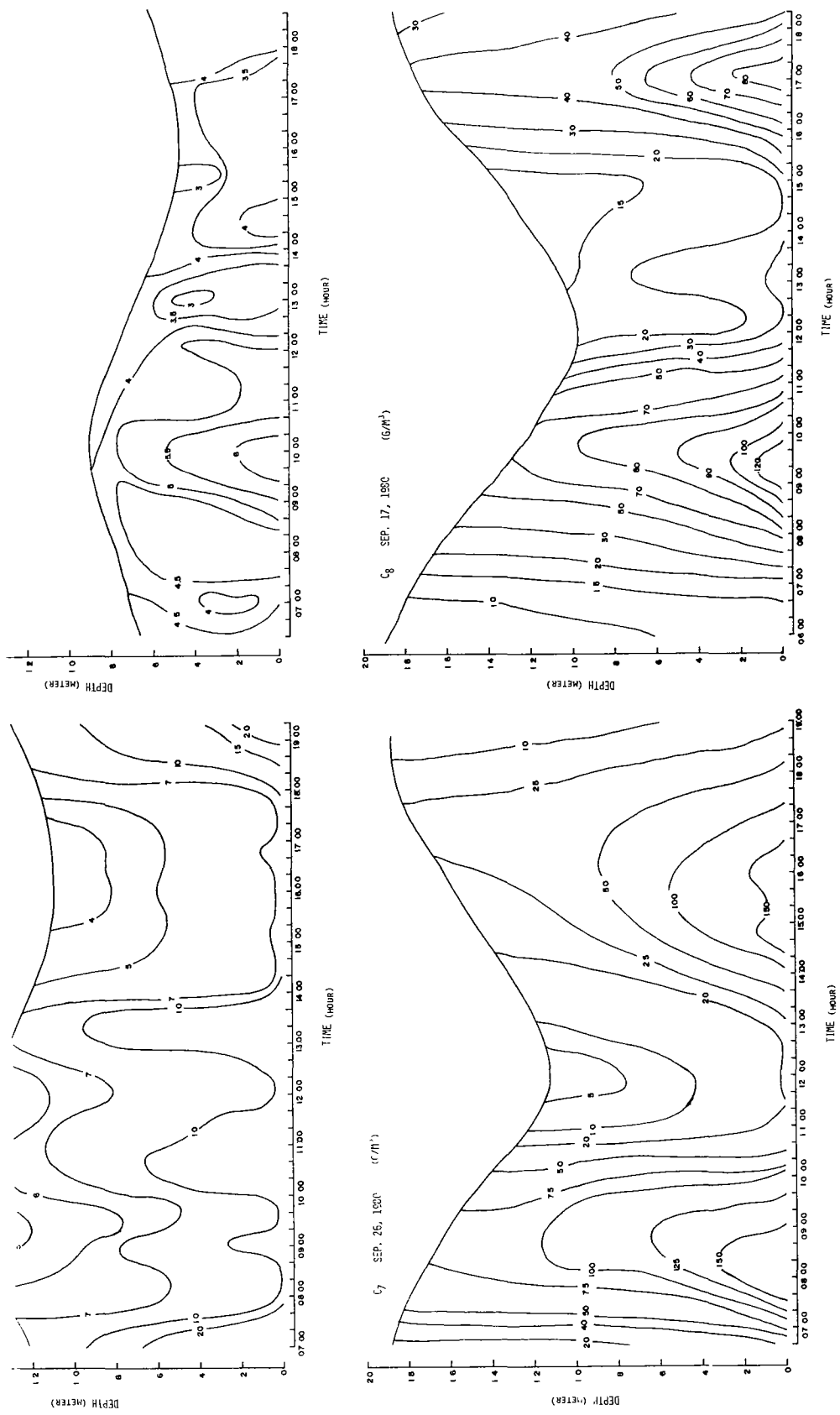


Figure 5.5. Sediment concentration distribution against time and depth  
 (4)  $C_7$  (Sep. 17, 1980 and Sep. 26, 1980) and  
 $C_8$  (Sep. 27, 1980) and  $C_c$  (Apr. 22, 1980)

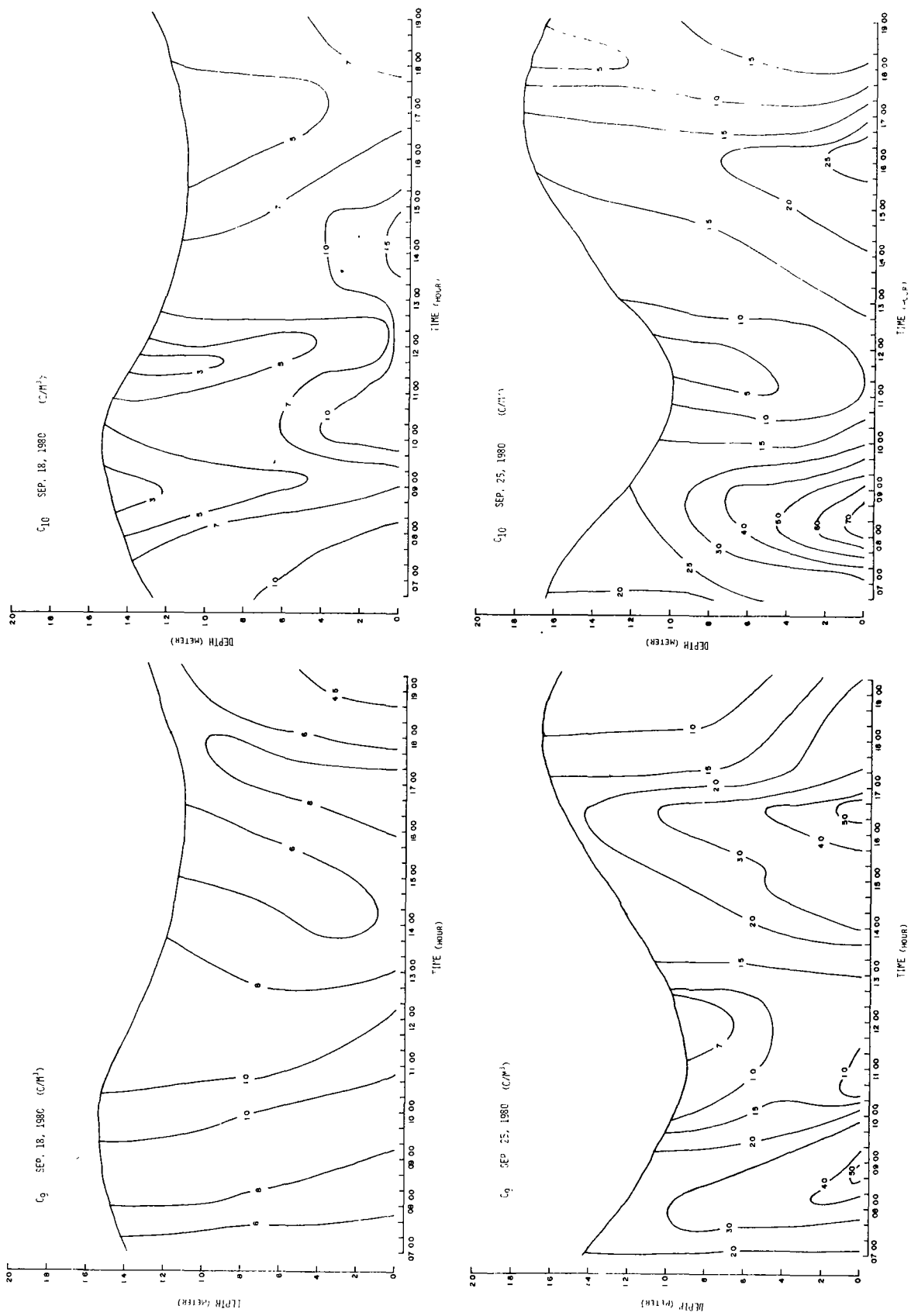


Figure 5.5. Sediment concentration distribution against time and depth  
 (5) C<sub>9</sub> (Sep. 18, 1980 and Sep. 25, 1980) and  
 C<sub>10</sub> (Sep. 18, 1980 and Sep. 25, 1980)

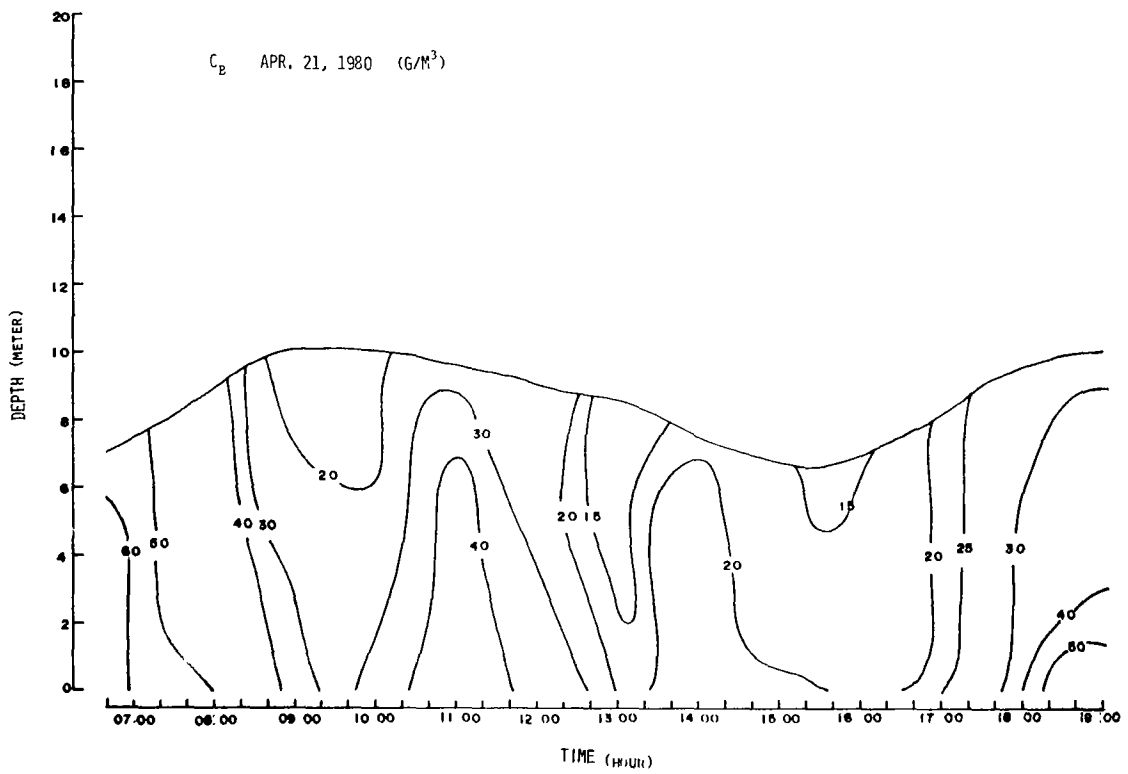
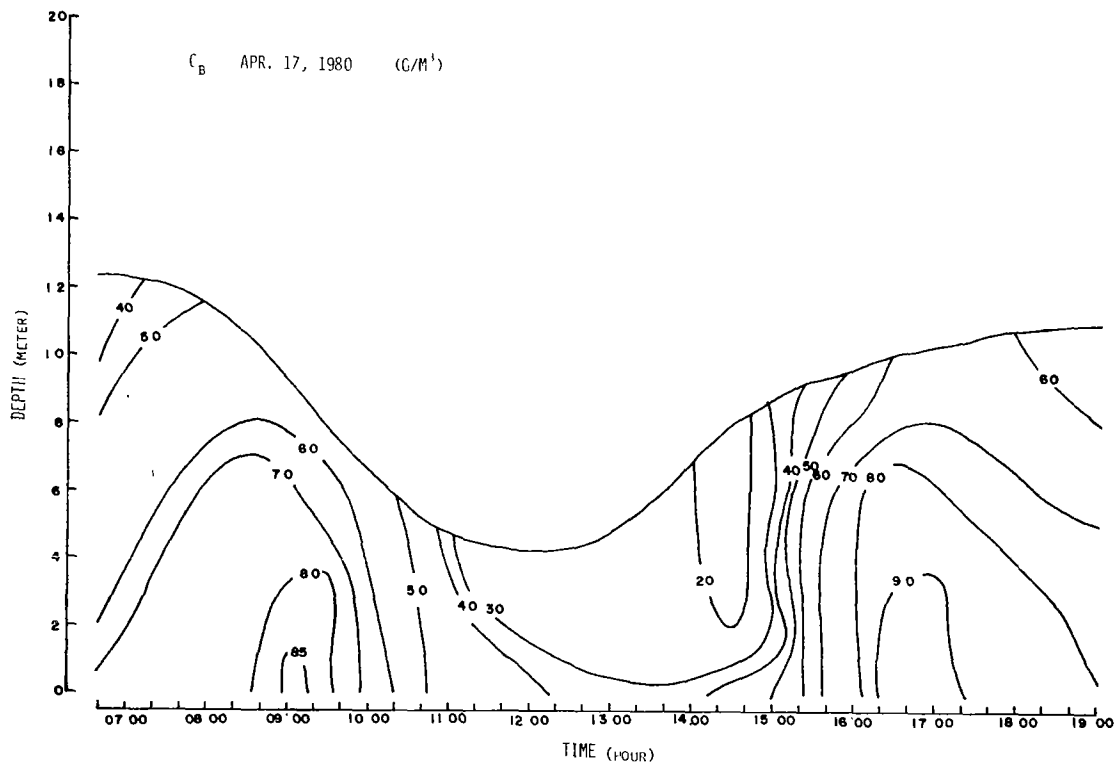


Figure 5.5. Sediment concentration distribution against time and depth  
(6)  $C_B$  (Apr. 21, 1980 and Apr. 17, 1980)

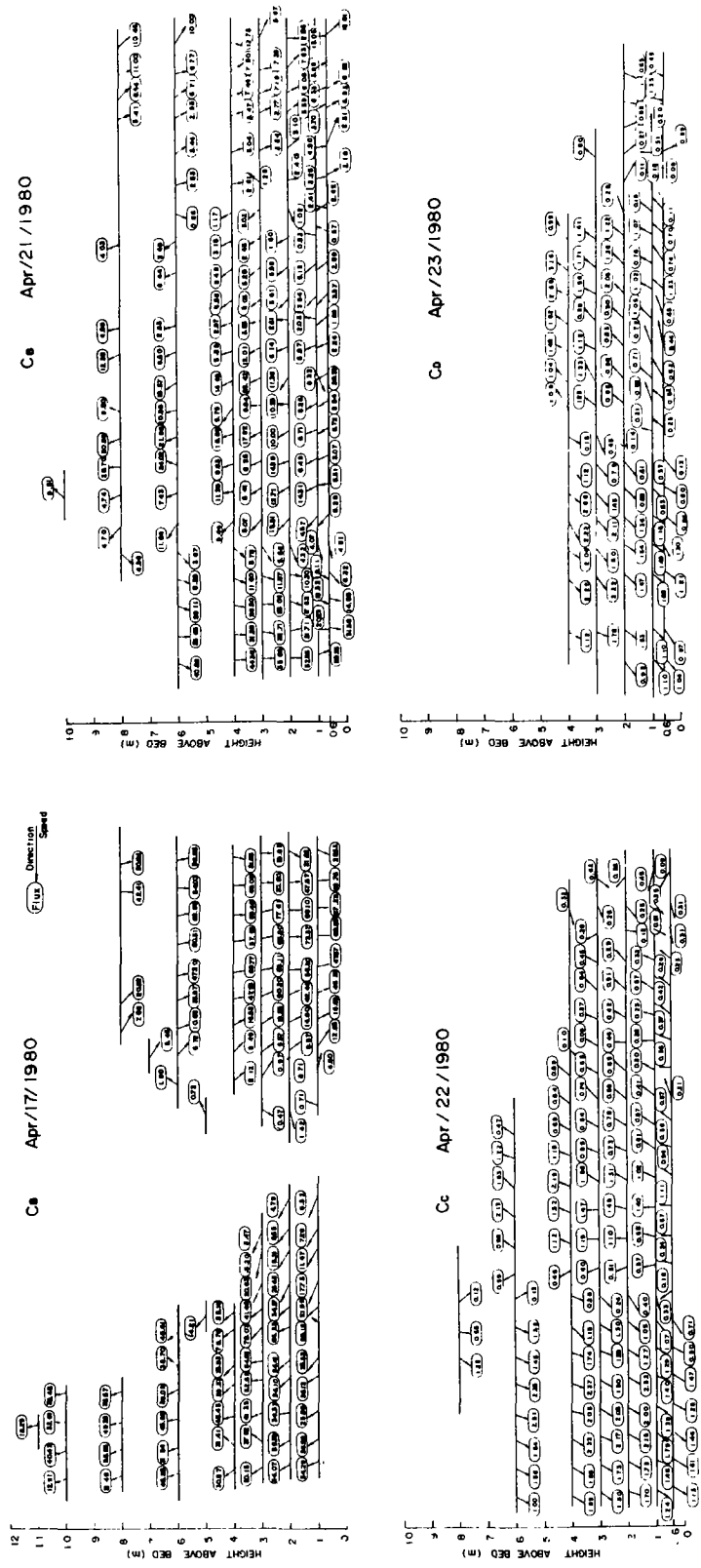


Figure 5.6. Directional sediment flux, April 1980

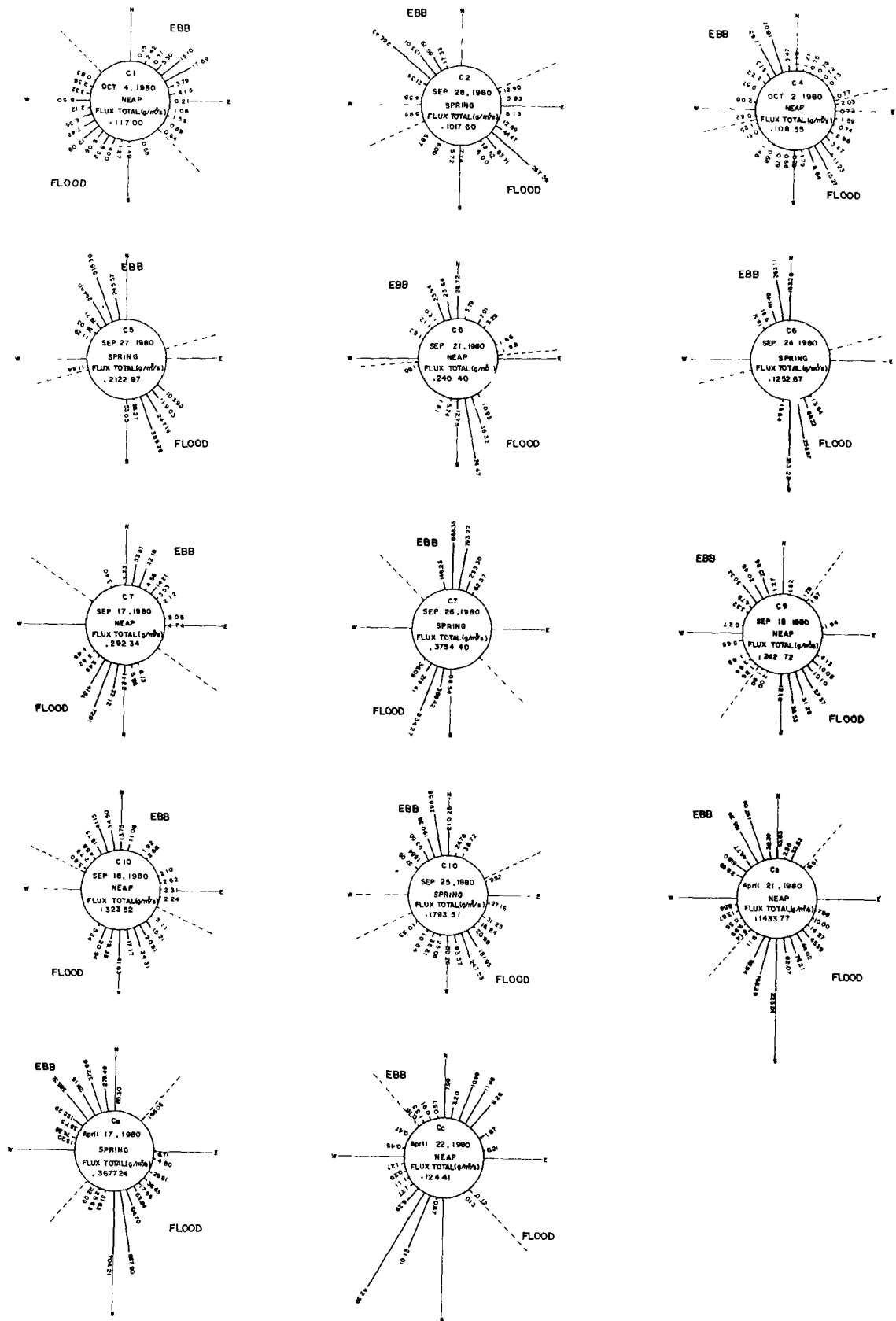


Figure 5.7. Sediment flux of each direction

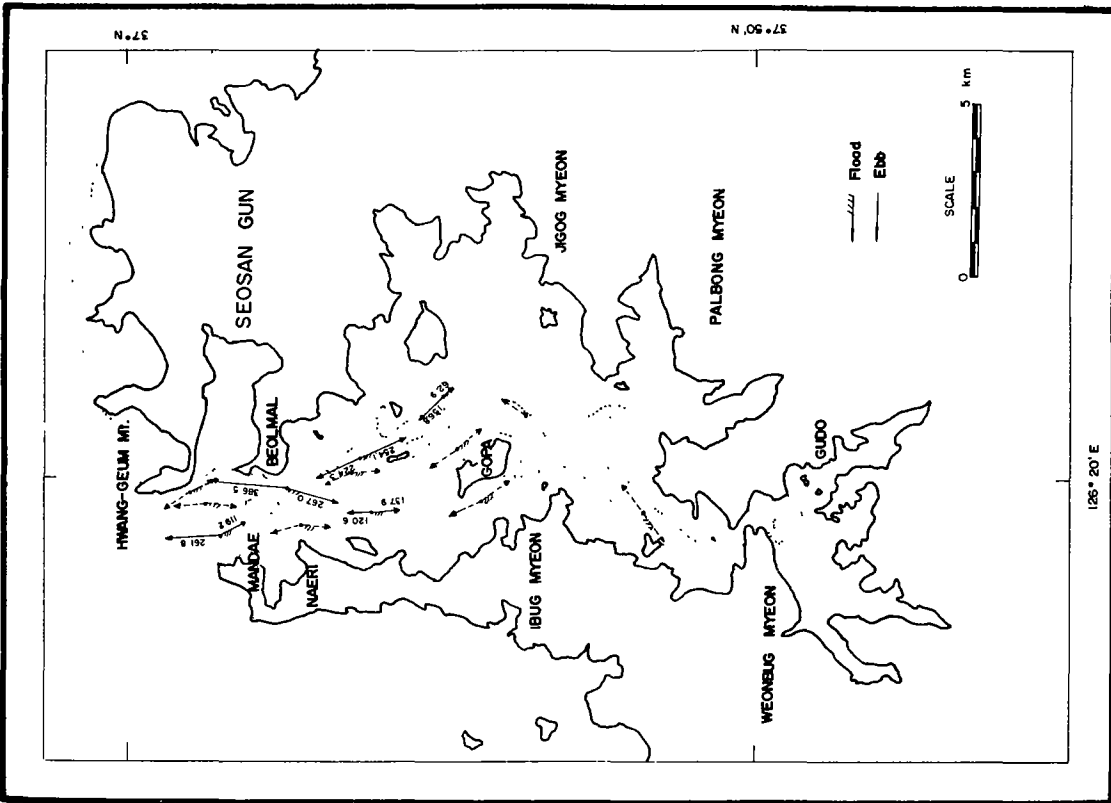
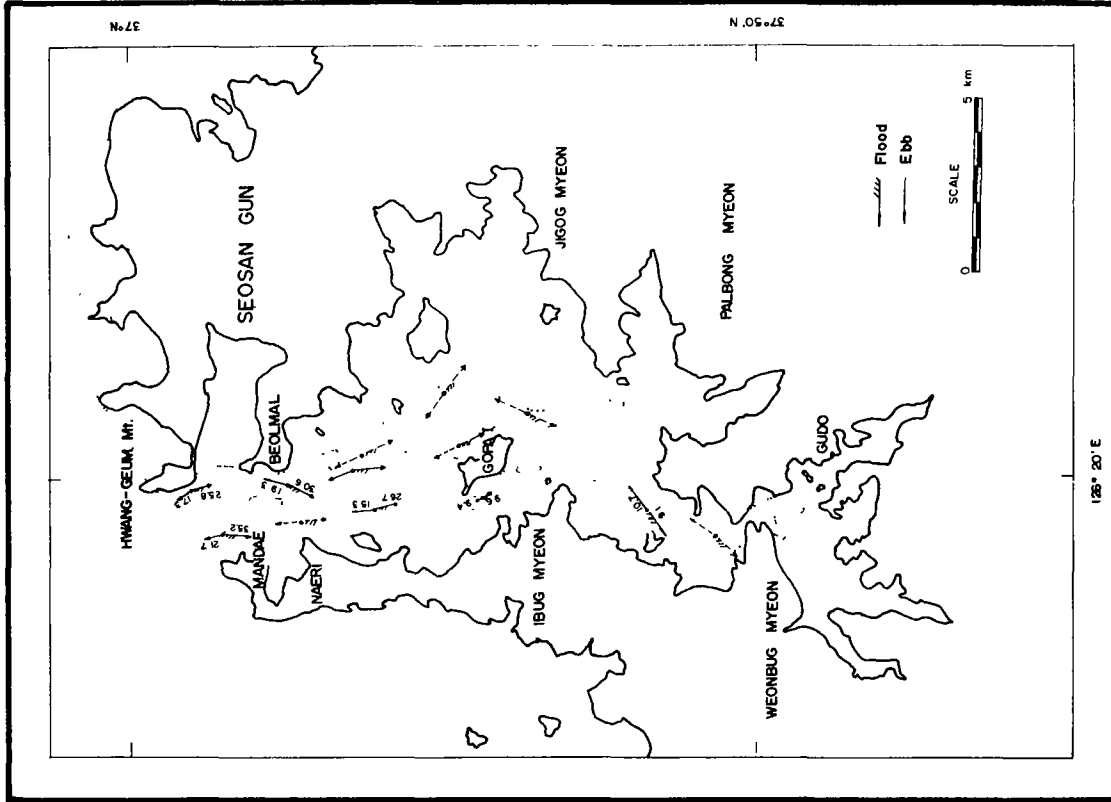


Figure 5.8. Hourly sediment flux of every station shown on the map





## 第 6 章 波 浪

第 1 節 觀 測

第 2 節 分 析 方 法

第 3 節 分析結果 및 考察

1. 分 析 結 果

2. 分析結果에 對한 考察 및 提言



## 第 6 章 波 浪

### 第 1 節 觀 測

設計波高의 決定은 防潮堤 높이 및 斷面形態의 決定을 爲해 매우 重要한 要素이다. 이밖에 波浪資料는 工程計劃의 樹立 및 堆積物의 移動現象 研究에도 重要視되고 있다. 本調査事業에서는 灣入口의 波浪特性을 把握하기 爲해 W<sub>1</sub> 地点(參照 Figure 1.1.)에 波浪觀測機(Waverider buoy)를 繫留시키고(水深 35 m MSL基準), 受信機(Warep)는 이곳에서 5 km 떨어진 벌말에 設置되었다. 波浪觀測機 및 受信機의 特性, 設置 및 繫留方法 등에 對한 仔細한 說明은 海洋開發研究所 波力發電에 關한 調査 研究 報告書(1980)에 收錄되어 있다. W<sub>1</sub> 地点의 大潮 平均流速이 1.0 m/sec 보다 크기 때문에 觀測機(buoy)가 水面下에 完全히 잠기는 것을 防止하기 爲해 Toroidal buoy를 附着하였다. 海水面의 變化는 每 6時間마다 20分間 Analogue 形態로 記錄紙에 自動 記錄되며 이 記錄들로부터 有義波高(significant wave height), H<sub>s</sub>, 波浪週期, T<sub>z</sub> 및 其他 波浪의 特性係數들을 Tucker-Draper 分析方法을 適用, 컴퓨터를 利用하여 計算하였다. 本報告書에 利用된 波浪資料의 觀測期間은 1980.6.3. ~ 1980.11.20. 까지 171日間이며 有効한 波浪記錄은 90.6%이다.

### 第 2 節 分析方法

波浪記錄의 分析方法은 要求되는 正確度 그리고 波浪記錄의 形態와 人力 및 分析所要時間에 따라 選擇되며, 平均波法, Tucker-Draper 方法 및 스펙트럼方法 등으로 나눌 수 있다. 本調査에서는 Analogue 形態 波浪記錄을 Tucker-Draper 方法을 利用하여 分析하였다.

每 6時間마다 20分동안 自動記錄된 波浪記錄으로부터 다음과 같은 係數들을 求할 수 있다.

- 1) 波浪記錄의 中心線을 波浪이 上向으로 交叉하는 點의 갯수,  $N_z$   
(zero up-crossing의 갯수).
- 2) 波峯 (crest)의 갯수,  $N_c$ .
- 3) 平均水位線에서 가장 큰 波峯의 높이,  $A$ .
- 4) 平均水位線에서 두번째로 큰 波峯의 높이,  $B$ .
- 5) 平均水位線에서 가장 큰 波谷 (trough)의 높이,  $C$ .
- 6) 平均水位線에서 두번째로 큰 波谷의 높이,  $D$ .

以上の 係數들과 波浪記錄時間 (duration),  $T$ 를 入力資料로 하여 Tucker-Draper 分析方法 (Draper & Tucker, 1964)을 利用하면 다음과 같은 波浪의 特性 係數들을 計算할 수 있다.

- 7) 有義波高 (significant wave height),  $H_s$ . Longuet-Higgins (1952)에 依하면 Narrow band random process의 境遇  $H_s$ 와  $H_{1/3}$  値는 거의 同一하다.
- 8) 波浪의 平均週期,  $T_z$  (여기서는 zero up-crossing wave period를 말한다. 即,  $T/N_z$ ).
- 9) Spectral band width parameter,  $\epsilon$ . 이는 波浪을 構成하는 成分波의 周波數 (frequency) 範圍를 나타내는 係數 (parameter)이며 아래와 같이 表現할 수 있다.

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

이 밖에 最大波高,  $H_{max}$  및 이에 해당하는 波浪週期,  $T_{H_{max}}$ 는 波浪記錄들로부터 讀取하였다.

### 第 3 節 分析結果 및 考察

#### 1. 分析結果

結果分析에 利用된 波浪資料는 1980年 6月부터 11月까지의 期間동안 觀測되었기 때문에 波浪特性의 季節的인 變化 및 長期的인 變化 등을 分析하기는 곤란하다. 그러나 여름과 가을철에 發生하는 波浪의 特性을 다음과 같이 概略的

으로 分析할 수 있다.

波高의 出現頻度 分布

여기서 波高는 波峰에서 波谷까지의 鉛直距離를 말하며 最大波高,  $H_{max}$ 가 50 cm이하인 記錄을 靜穩 (calm)으로 看做하여 觀測期間中 82.4%가 靜穩이었다. 1980年 10月 25日에 最大波高가 發生했는데 이때의 波高는 6.38 m이며 이에 該當하는 波浪週期는 8.5秒이었다. 月別 最大波高는 Table 6.1.과 같다.

Table 6.1. Monthly largest wave heights and periods

Month Wave height	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
$H_{max}$	0.93	1.00	0.96	1.75	4.65	2.70
$TH_{max}$	4.4	3.8	8.0	4.0	6.5	6.6
$H_s$	0.80	0.64	0.73	1.02	2.96	1.59
$T_z$	6.94	4.17	5.22	3.97	6.06	5.16

波高別 出現頻度는 Table 6.2.와 같으며  $H_{max}$ 가 50 cm 이상인 波浪의 出現頻度率은 14.7%이다. 靜穩의 出現頻度率이 가장 높은 期間은 8月로서 95.04%이고 가장 낮은 期間은 11月로서 58.97%로 나타났다. 觀測期間中 有義波高,  $H_s$ 와 最大波高,  $H_{max}$ 의 相關關係는 아래와 같다.

$$H_{max} = 1.555 H_s$$

Table 6.2. Frequency distribution of wave heights(Hs,Hmax) for the observation period

Range (m)	Percentage Occurrence (%)	
	Hs	Hmax
0.0 - 0.5	90.29	82.36
0.5 - 1.0	6.96	11.17
1.0 - 1.5	1.46	3.56
1.5 - 2.0	0.97	1.29
2.0 - 2.5	0.97	0.32
2.5 - 3.0	0.16	0.81
3.0 - 3.5	0.16	0.16
3.5 - 4.0	0.00	0.00
4.0 - 4.5	-	0.16
4.5 - 5.0	-	0.16
5.0 - 5.5	-	0.00

波浪週期の出現頻度分布

分析에 利用된 波浪週期,  $T_z$ 는 波浪記錄의 中心線을 上向으로 交叉하는 點에서 다음 上向으로 交叉하는 點까지의 時間間隔을 나타낸다. 이 값은 實際로 波浪記錄時間을  $N_z$ 로 나눔으로써 求해진다. 따라서 平均波浪週期라고도 불리운다. 觀測期間中 가장 많이 나타난 波浪週期,  $T_z$ 는 4.0~4.5 sec로 27.03%에 이른다. 分析에 利用된 波浪記錄數는 靜穩을 除外하고 111個였다. 이는 全體적으로 바람에 依한 波浪(wind waves)의 發生이 支配的이며 너울(swell)形態의 波浪은 거의 發生되지 않았음을 나타낸다.  $T_z$ 의 發生頻度率은 Figure 6.1.과 같다.

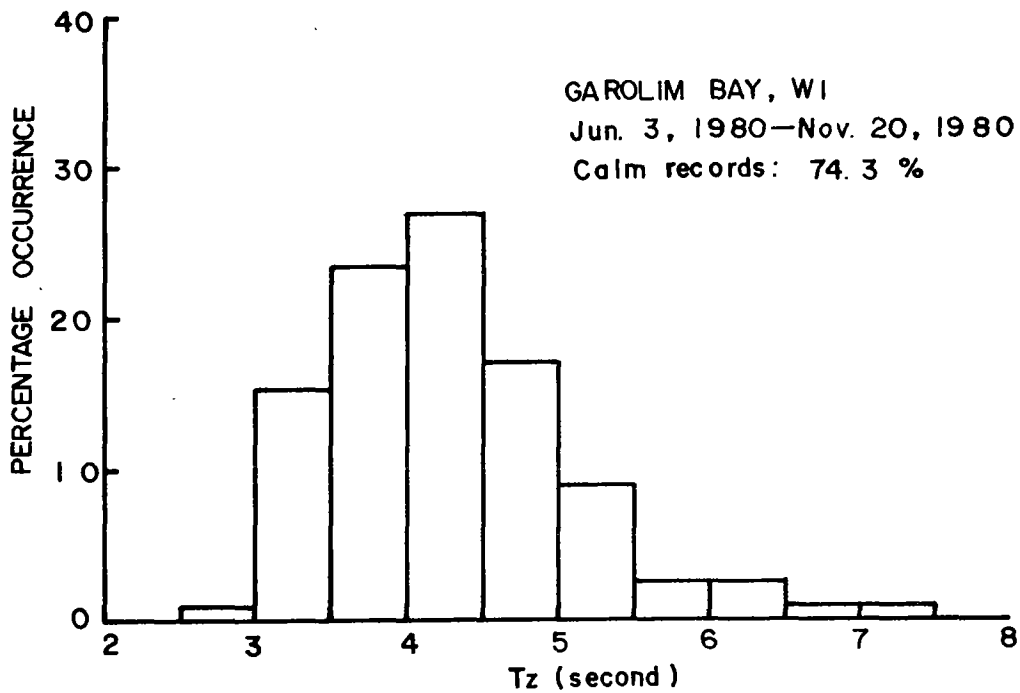


Figure 6.1. Frequency histogram for Tz

波高 및 週期の 散布圖

波高와 週期の 相關性 (correlation) 은 Figures 6.2. 및 6.3.을 參照하면 波高 및 週期가 各各  $0 \leq H_s < 1.0 m$ ,  $3.5 \leq T_z < 5.0 sec$  의 範圍內에서 分析에 利用된 波浪記錄中 54.95%의 波浪이 發生하였다. 또한 波高와 週期는 深海波 ( $d/L_0 > \frac{1}{2}$ 인 경우,  $d$ : 平均海面을 基準한 水深,  $L_0$ ; 波長)의 境遇 波浪勾配 (wave steepness,  $H/L_0$ ,  $L_0 = gT_z^2/2\pi$ ,  $g$ : 重力加速度)가  $1/7$  以內에서 考慮된다. 加露林灣 入口의 境遇 限界波浪勾配 (limiting wave steepness)는  $H_s$ 에 對해서는  $1/14$ ,  $H_{max}$ 에 對해서는  $1/13$ 로 나타난다.

Spectral Bandwidth parameter의 分布

Spectral bandwidth parameter,  $\epsilon$  (Cartwright and Longuet-Higgins, 1956)

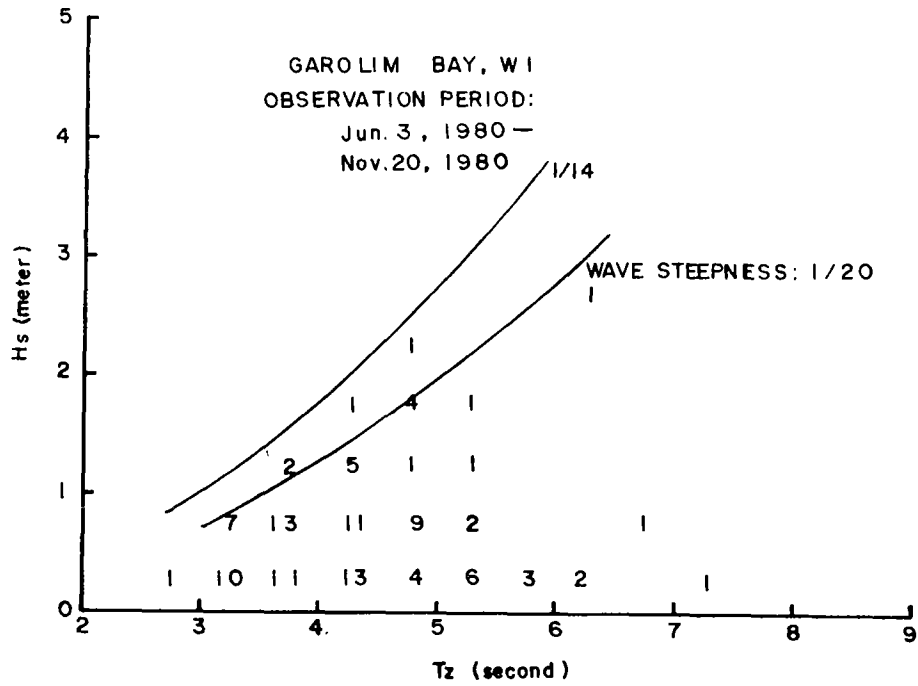


Figure 6.2. Scatter diagram of  $H_s$  vs  $T_z$

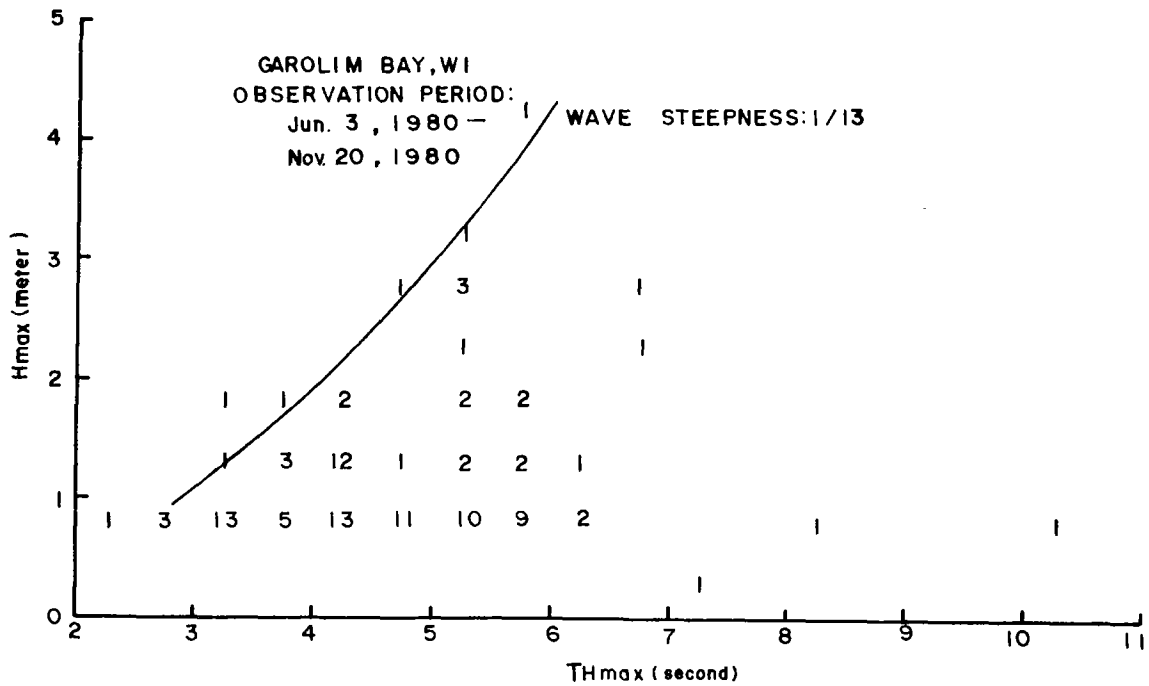


Figure 6.3. Scatter diagram of  $H_{max}$  vs  $T_{Hmax}$



은 波浪스펙트럼 幅의 程度를 나타내는 係數로서  $\epsilon$  값이 작으면 波浪의 構成波들의 周波數가 작은 範圍 (band) 안에 存在함을 나타내므로 이는 너울 및 暴風으로 因하여 주로 發生되는 波浪이라 考慮된다. 따라서 Figure 6.4.를 보면 大部分의 波浪이 地域的인 바람 (local wind)에 依해 發生하였음을 알 수 있다 (왜냐하면,  $\epsilon > 0.52$ ). 아주 작은 量이지만 너울은 概略的으로  $\epsilon$  값이 0.30 ~ 0.36인 範圍內에서 發生됐음을 나타내고 있다.

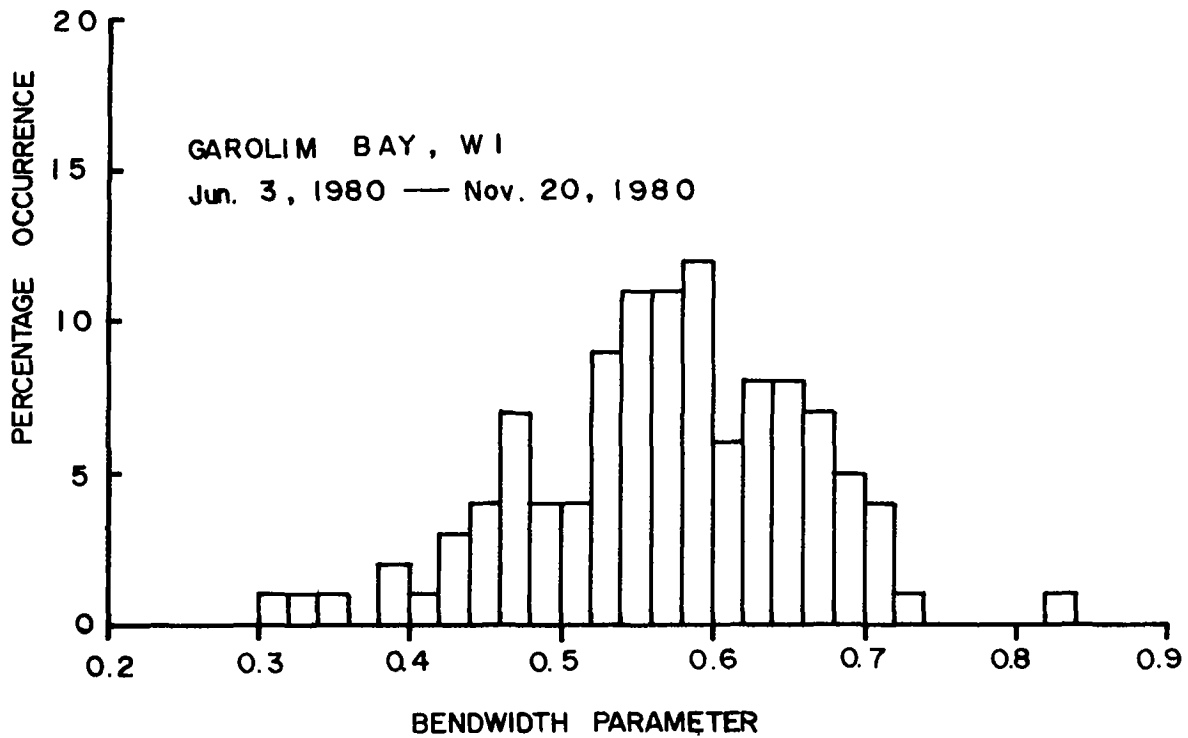


Figure 6.4. Frequency histogram for bandwidth parameters

## 2. 分析結果에 對한 考察 및 提言

分析에 利用된 波浪資料는 約 6個月에 걸쳐 觀測된 記錄이므로 여름과 가을 그리고 初겨울의 波浪特性만을 把握할 수 있었으며, 長期間의 波浪特性 分析 및 設計波高를 計算하기는 곤란하다. 더욱이 同期間의 바람資料가 거의 觀測되지 않았기 때문에 實際로 觀測된 波浪과 바람과의 相關性을 求할 수 없었다. 또한 部分的으로 觀測된 바람資料와 隣近測候所의 同時觀測資料와는 상당한 差異가 있음을 알았다.

調査地域에서 觀測된 波浪은 주로 地域的인 바람에 依해 生成, 發達되며 너울 形態의 波浪은 거의 없었다. 灣入口는 北西쪽으로 向하고 있어 겨울철의 강한 北西 季節風에 依해서 發達되는 波浪의 影響을 주로 받는다. 浬송거리(fetch)는 灣밖의 周圍 섬들로서 限定되므로 (約 30 km) 波浪의 發達은 浬송時間(duration)보다 風速의 變化에 매우 敏感함을 알 수 있었다. 또한 灣밖의 NE~SW方向의 강한 潮流는 波浪의 屈折現象을 惹起시킬 것이며(參照 Kenyon, 1971), 灣入口에서는 波向과 同一 또는 反對되는 潮流(counter-current)로 因해 波高 및 波長의 크기에 相當한 影響을 받을 것으로 思料된다(參照 Longuet-Higgins et al., 1961, Vincent, 1979). 灣入口와 灣안쪽의 波浪條件은 현저하게 差異가 있음을 觀測期間中 目測에 依해 알 수 있었다. 이는 海底面의 마찰에 依한 波浪에너지의 消滅 및 屈折 그리고 主水路들에서의 波浪과 潮流의 相互作用 등의 複合的인 影響이라고 思料된다. 따라서 波高의 높이가 工事費를 計算하는 데 매우 큰 比重을 차지한다는 點을 勘索한다면 以上에서 討議된 波浪의 發達 및 傳播에 影響을 줄 수 있는 주변 條件도 設計波高의 計算過程에 반드시 考慮되어야 할 것이다.

# 第7章 結

# 論



## 第 7 章 結 論

本研究는 現在 進行中인 加露林灣 潮力發電 妥當性 調査事業의 一環으로서 發電所 設計에 必要한 海洋基礎資料를 提供하고 附隨的으로 加露林灣 周邊의 海洋特性을 把握하는 데 있다.

灣入口 附近에서의 約 6 個月間 潮汐觀測으로 比較的 安定된 主要 調和常數 값을 抽出할 수 있었으며 보다 正確한 潮汐豫報 및 에너지 算出 等に 使用될 수 있을 것이다. 그러나 西海岸一帶에서 매우 重要한 Sa 分潮와 같은 長週期變化를 豫測하기 爲해서는 最小限 1年 觀測이 要求된다. 提示된 潮汐分析 結果는 潮汐數值 모델의 檢證資料로도 使用될 것이나 灣內 潮汐樣相을 糾明함에 있어 外海側 潮汐體系에 對한 考慮가 不可避하므로 最小限 1個 地點 以上の 外海 潮汐觀測이 必要하다. 또한 防潮堤가 建設될 경우 潮力發電所 運用에 必要한 潮汐資料를 얻기 爲해서는 固定檢潮所 設置가 要望된다.

潮流 및 浮遊物質에 對한 觀測은 灣內 兩岸에 크게 發達된 두 水路를 따라 大潮·小潮 別로 體系的으로 遂行되어 灣內 海水流動樣相 및 其의 定量的 評價가 可能하였다. 그러나 浮遊砂流動은 潮汐, 潮流, 波浪, 海底堆積物, 氣象 等 諸現象과 密接한 關係가 있어 이 모든 分野에 對한 綜合的인 考察이 必要할 것이다.

調査期間동안 觀測된 波浪은 主로 地域的인 바람에 依해서 生成, 發達되며 波高는 風速의 變化에 아주 敏感한 反應을 보였다. 灣入口에 出現된 큰 波浪의 大部分은 강한 北西季節風에 依한 것이며 또한 강한 潮流의 影響을 받고 있어 좀 더 正確한 設計波高의 豫測을 爲해서는 적어도 灣入口 附近에서의 長期間에 걸친 波浪, 氣象, 潮流의 體系的인 觀測 및 分析이 要求된다.

潮力發電 基礎調査의 目的 中 重要한 事項은 防潮堤 建設 後의 狀況을 推定하는 데 있다. 따라서 前述된 모든 資料는 潮汐數值모델 및 水理模型實驗을 念頭에 두고 觀測되었다. 그러나 現在의 觀測資料는 大部分 灣內에 集中되어 있으므로 防潮堤 建設 後의 變化樣相을 追跡하기 爲해서는 廣範圍한 調査가 必要하다.



## 参 考 文 献

1. Cartwright, D.E. and M.S. Longuet-Higgins. 1956. "The statistical distribution of the maxima of a random function", Proc. Roy. Soc. A, Vol. 237, pp. 212-232.
2. Defant, A. 1961. "Physical oceanography", 2 Volumes. Pergamon Press, Oxford.
3. Doodson, A.T. 1921. "The harmonic development of the tide-generating potential", Proc. Roy. Soc. A, Vol. 100, pp. 305-329.
4. Draper, L. and M.J. Tucker. 1964. "Joint closure to derivation of a design wave from instrumental records of sea waves, and analysis of records of sea waves", Proc. The Institution of Civil Engineers, Vol. 29, pp. 206-208.
5. Foreman, M.G.G. 1977. "Manual for tidal heights analysis and prediction", Pacific Marine Science Report 77-10.
6. Foreman, M.G.G. 1978. "Manual for tidal currents analysis and prediction", Pacific Marine Science Report 78-6.
7. Kenyon, K.E. 1971. "Wave refraction in ocean current", Deep-Sea Res., Vol. 18, pp. 1023-1034.
8. Kiff, P.R. 1978. "Sedimentation methods manual" Hydraulics Research Station, Wallingford, England.
9. Longuet-Higgins, M.S. 1952. "On the statistical distribution of the heights of sea waves", J. Mar. Res., Vol. 11(3), pp. 245-266.
10. Longuet-Higgins, M.S. and R.W. Stewart. 1961. "The changes in amplitude of short gravity waves on steady non-uniform currents", J. Fluid Mech., Vol. 10, pp. 529-549.
11. Muir, L.R. 1978. "Bernoulli effects on pressure-activated water level gauges", International Hydrographic Review, Monaco, LV(2).
12. Munk, W.H. and D.E. Cartwright. 1966. "Tidal spectroscopy and prediction", Phil. Trans. Roy. Soc. A, Vol. 259, pp. 533-581.
13. Ogura, S. 1926. "On the tides in the seas of eastern Asia", Proc. of 3rd Pan-Pacific Science Congress, Tokyo. pp. 167-182.
14. Owen, M.W. 1976. "Determination of the settling velocities of cohesive muds", Hydraulics Research Station, Report No. IT 161.

15. Pingree, R.D. and D.K. Griffiths. 1979. "Sand transport paths around the British Isles resulting from  $M_2$  and  $M_4$  tidal interactions", J. Mar. Biol. Ass. UK, Vol. 59, pp. 497-513.
16. Sogreah Consulting Engineers. 1974. "Tidal power schemes on the West coast", Pre-feasibility report.
17. Teal, C.J. 1979. "Equipment for measuring the mobility of suspended sediment", UNDP Mission Report to KORDI.
18. Vincent, C.E. 1979. "The interaction of wind-generated sea waves with tidal current", J. Phys. Oceanography, Vol. 9, pp. 748-755.
19. Willis, M.S. and D. Jones. 1956. "The attenuation of light in sea and estuarine waters in relation to the concentration of suspended solid matter", J. Mar. Biol. Ass. UK, Vol. 35, pp. 431-444.

1. 國立地理院, 1976. "沿岸地形測量報告書(加露林灣, 德岩浦地區)".
2. 交通部 水路局, 1977. "水路年報".
3. 吉原重成, 1930. "電力政策基本計劃調查", 朝鮮總督府.
4. 忠南 瑞山郡, 1979. "統計年報".
5. 韓國電力株式會社, 1970. "潮力發電".
6. 海洋開發研究所, 1974.12. "潮力發電 基礎調査에 關한 研究".
7. 海洋開發研究所, 1978. 8. "潮力發電 賦存資源 基礎調査".
8. 海洋開發研究所, 1979. "潮汐資料의 處理 및 分析의 體系化를 爲한 研究(I)".
9. 海洋開發研究所, 1980. "波力發電에 關한 基礎調査研究".