

BSPE00042-62-1

# 東海 海水循環과 그 産業的 應用價值에 關한 研究

Water circulation of the East Sea  
and  
its applicability to industry

1982年 12月

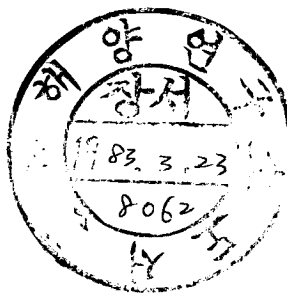
研究責任者：卞 相 慶(海洋物理研究室)

研 究 員：李 興 宰( " )

金 哲 洙( " )

全 鎬 景( " )

韓 國 科 學 技 術 院  
海 洋 研 究 所



# Abstract

This report comprises the survey results of physical oceanography conducted two times (principally in summer) in 1982 for the purpose of water circulation of the East Sea (Japan Sea) and its applicability to industry. The vast survey area and the time variation of hydrographic characters make the observation initiated at the same time by two teams in the south-east and in the east of Korean Peninsula: Gampo area and Jumunjin area. In addition to the direct measurement of current by currentmeter mooring and drogue tracking, the hydrographic survey was performed. The vertical structure of temperature was also measured by the thermistor chain.

In the south-east of Korean Peninsula, the Tsushima Warm Current Water (TWCW) is characterized by high temperature and high salinity. This TWCW is located in the middle layer between seasonal and permanent thermocline. The bottom water which is colder and less saline than the TWCW is found under the permanent thermocline. Comparing to the last 11 years, the temperature distribution in 1982 shows that the TWCW is on the average and that the bottom water is strong above the average.

The comparison between the direct current measurements and the dynamic calculation from the density distribution has the reference level placed on the density surface of  $\sigma_t=26.5$ . This density surface corresponds to the boundary layer between the TWCW and the bottom water, which

matches well with the water mass analysis.

In the western channel of the Korea Strait, the northward and high surface velocity more than 50cm/sec distinguish the two branches of Tsushima Warm Current. One of the branches, the East Korea Warm Current, appears 5-10km off Pusan and it flows northward along the Korea coast. The other which is called the second branch is situated at about 200km off Pusan. This second branch deflects to the east, passing at 130°E between 35°00'N and 35°50'N. The Tsushima Warm Current transports the volume of  $0.5-1.0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{sec}$ , and the volume transports of the two branches are seemed not to be different from each other.

In the Ulgi-Chugsan area, the strong southward flow with the velocity more than 120cm/sec was shown in summer within about 20km, although it was not found in winter. This southward jet stream is much influenced by the East Korea Warm Current Water because of the similarity of temperature and salinity structure. The jet stream is mainly barotropic and it can be caused by the difference of sea surface height.

The bottom water which is found near the sea bottom within 50km from the coast flows southward with the velocity less than 20cm/sec. Its volume transport is  $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{sec}$ , which is about 1/20 of TWCW.

During the summer the cold water was observed near Ulgi and it has little relation to the southward jet stream. This cold water may be caused by the inclination of boundary

layer between the TWCW and the bottom water, and possibly by the wind direction and the bottom topography.

For a comprehension of seawater properties and general circulation in the coastal and shelf area off the east Korea coast, we analyzed hydrographic data gathered by FRDA for 1961-1980 and long-term current data observed near Buku by KORDI in 1980. We also presented hydrographic characteristics and current data in a cross section off Jumunjin in July-August 1982. Synthesizing piecemeal results obtained from the above data, a general pattern of circulation could be drawn as follows:

- i) In the coastal area where seawater properties have large variability in time, the dominant direction of coastal current is northward in winter and southward in summer. The summertime southward flow off Jumunjin is found to be a buoyancy driven coastal jet stream, mainly due to heavy precipitation, of which the speed reaches 70cm/s.
- ii) On the continental slope where temperature and sigma-t sections show their distributions in a " $\wedge$ " form, there exists a cold water band with a width of 30-40km all the year which might be related to Proper Water of the East Sea (Japan Sea), North Korea Cold Water, or a combination of the two waters. The cold water band appears to be larger in width as East Korea Warm Current (EKWC) is strong in summer, but it becomes narrow with the weak EKWC in winter.

iii) In the off-shelf area just off the cold water band where temperature and salinity are relatively high, a northward permanent current called EKWC has its main axis. Although the EKWC was not measured by current meters, hydrographic data show that the main axis and speed are greatly changed with time, strong in summer and weak in winter, which give a good contrast with a southward coastal jet stream.

# 目 次

序 論 .....	1
1. 研究의 目的 .....	3
2. 海底地形 및 氣象 .....	4
3. 資料 및 方法 .....	7
參考文獻 .....	10
第一篇 釜山-丑山 沿近海에서 海水의 特性和 海水流動 .....	11
第1章 序 論 .....	13
第2章 水塊分布 .....	14
2-1 垂直分布 .....	17
2-1-1 釜山-對馬島 斷面 .....	17
2-1-2 蔚埼 - 35° N, 130° E 斷面 .....	19
2-1-3 35° 50' N 斷面 .....	30
2-1-4 36° 15' N 斷面 .....	34
2-2 水平分布 .....	37
2-2-1 表 層 .....	37
2-2-2 100 m 水深 .....	39
2-2-3 sigma-t 25.5 面上 .....	41
2-2-4 鹽分最大層 .....	43
第3章 海流 및 連續水溫觀測 .....	45
3-1 海流計에 의한 海流觀測 .....	45
3-1-1 上層海流 .....	47
3-1-2 下層海流 .....	50

3-2	浮標追跡에 의한 海流觀測 .....	53
3-3	Thermistor chain에 의한 連續水溫觀測 .....	56
第4章	海水循環 .....	58
4-1	基準面の 設定 .....	58
4-2	對馬暖流 .....	59
4-3	底層水 .....	71
第5章	結 論 .....	74
	參考文獻 .....	76
第二篇	竹邊과 注文津 沿近海에서 海水의 特性和 海水流動 .....	77
第1章	序 論 .....	79
第2章	韓國 東部 및 南東海域에서의 水溫과 $\sigma-t$ 의 分布 .....	80
2-1	水溫의 水平分布 .....	82
2-2	水溫의 垂直分布 .....	85
2-3	$\sigma-t$ 의 垂直分布 .....	88
第3章	竹邊 沿岸海域에서의 1980年度 海水의 特性和 海水流動 .....	91
3-1	水溫의 水平分布 .....	91
3-1-1	50 m 層 .....	91
3-1-2	100 m 層 .....	94
3-2	水溫의 垂直分布 .....	97
3-2-1	103 定線 .....	97
3-2-2	105 定線 .....	99
3-2-3	$\sigma-t$ 의 垂直分布 .....	103
3-3	富邱 沿岸海域에서의 海流 .....	107
3-3-1	資料 處理 .....	109



3-3-2	海流의 月平均 및 標準偏差 .....	105
3-3-3	海流의 스펙트럼과 回轉스펙트럼 .....	108
3-3-4	海流와 바람과의 關係 .....	112
3-3-5	海流와 平均海面과의 關係 .....	113
第4章	注文津 沿岸海域에서 '82年度 夏季의 海水 特性과 流動.....	118
4-1	海水의 物理的 特性 .....	119
4-1-1	測定 方法 .....	119
4-1-2	水温, 鹽分, 密度의 垂直分布 .....	119
4-1-2-1	'82年度 7月 30日 .....	119
4-1-2-2	'82年度 8月 16日 .....	122
4-1-3	海水의 特性 .....	123
4-2	沿近海에서의 海流 .....	125
4-2-1	地衡流 (Geostrophic current) .....	125
4-2-2	浮標追跡 (Drogue tracking) .....	128
4-2-3	流速計로 觀測한 海流와 潮流 .....	131
第5章	結論 및 討議 .....	137
	參考文獻 .....	139
	結論 및 提言 .....	141

# 目 次

## List of Figures

Fig. 1.	Bottom topography of South-Western part of the East Sea (Japan Sea). . . . .	5
Fig. 2.	Map for oceanographic survey in 1982. . . . .	8
Fig. 3.	Time table for oceanographic survey in 1982. . . . .	9
Fig. 4.	Temperature-salinity relations observed during Aug. 6-10, 1982. . . . .	14
Fig. 5.	Comparison of temperature-salinity values measured at the same or near stations during and before the survey time. (a) st. H-7, (b) st. H-8, (c) st. H-9, (d) st. H-13 and st. 209-04, (e) st. H-12 and st. 208-05, (f) st. H-8 and st. 208-02. . . . .	16
Fig. 6.	Vertical distribution of (a) temperature, (b) salinity and (c) density in Pusan-Tsushima section. . . . .	18
Fig. 7.	Vertical distribution of (a) temperature, (b) salinity and (c) density in Ulgi-35°N, 130°E section. . . . .	20
Fig. 8.	Vertical distribution of (a) temperature, (b) salinity and (c) density in FRDA line 208. . . . .	22

Fig. 9.	Vertical distribution of temperature in August from 1970 to 1980 observed in FRDA line 208. ...	24
Fig.10.	Year to year variation of temperature at FRDA st. 208-01 and st. 208-04. ....	28
Fig.11.	Vertical distribution of (a) temperature, (b) salinity and (c) density in 35°50' N section. ....	31
Fig.12.	Vertical distribution of (a) temperature, (b) salinity and (c) density in FRDA line 209. ....	33
Fig.13.	Vertical distribution of (a) temperature, (b) salinity and (c) density in 36°15'N section. ....	36
Fig.14.	Horizontal distribution of (a) temperature, (b) salinity and (c) density at surface. ....	38
Fig.15.	Horizontal distribution of (a) temperature, (b) salinity and (c) density at 100 m depth. ...	40
Fig.16.	Distribution of (a) depth, (b) temperature and (c) salinity at sigma-t=25.5 surface. ....	42
Fig.17.	Distribution of (a) depth, (b) temperature, (c) salinity and (d) density at salinity maximum layer. ....	44
Fig.18.	Mooring system of 2 currentmeters and a thermometer chain. ....	46
Fig.19.	(a) Time plot, (b) scatter plot, (c) direction and (d) speed histogram observed at CLU. ....	48

Fig.20.	(a) Time plot, (b) scatter plot, (c) direction and (d) speed histogram observed at CLB. ....	51
Fig.21.	Drogue tracking combined with ship's drifting in July 31-Aug. 1, 1982. ....	54
Fig.22.	Drogue tracking on Dec. 10, 1982. ....	55
Fig.23.	Time plot of thermistor chain. ....	57
Fig.24.	Vertical profile of velocity between st.H-7 and st.H-8, adjusted to direct current measurements. ....	58
Fig.25.	Velocity profile of section (a) Pusan-Tsushima, (b) Ulgi-35°N, 130°E, (c) 35°50'N and (d) 36°15'N. ....	60
Fig.26.	Temperature-salinity relations for 6 stations...	62
Fig.27.	Velocity profile of (a) FRDA line 208 and (b) line 209. ....	65
Fig.28.	Temperature-salinity relations for 3 stations...	66
Fig.29.	Temperature profile during drogue tracking on July 31, 1982. ....	67
Fig.30.	Temperature profile during drogue tracking on Dec. 9, 1982. ....	69
Fig.31.	Hydrographic stations and bottom contours off the east coast of Korea. ....	81
Fig.32.	Horizontal distributions of temperature and standard deviations at the depth of 50m for 1961-1978. ....	83

Fig.33.	Vertical distributions of temperature in the 105 line section for 1961-1978. ....	86
Fig.34.	Vertical distributions of sigma-t in the 105 line section for 1961-1978. ....	89
Fig.35.	Horizontal distributions of temperature at the depth of 50m for 1980. ....	92
Fig.36.	Horizontal distributions of temperature at the depth of 100m for 1980. ....	95
Fig.37.	Vertical distributions of temperature in the 103 line section for 1980. ....	98
Fig.38.	Vertical distributions of temperature in the 105 line section for 1980. ....	100
Fig.39.	Vertical distributions of sigma-t in the 103 line section for 1980. ....	102
Fig.40.	Current and meteorological stations near Buku for 1980. ....	104
Fig.41.	Cross-correlation function between U and V at Buku. ....	107
Fig.42.	Spectra of U and V components at Buku. ....	108
Fig.43.	Rotary spectra of current at Buku.....	110
Fig.44.	Rotary coefficient, stability and orientation of current at Buku. ....	111
Fig.45.	Vector coherence and phase difference between current and wind at Buku. ....	112
Fig.46.	Transfer function of 24 value mean filter. ....	113

Fig.47.	Spectra of daily mean sea level and adjusted sea level at Mugho. ....	114
Fig.48.	Coherences and phase differences between current components at Buku and daily mean sea level at Mugho. ....	116
Fig.49.	Hydrographic and current stations near Jumunjin for 1982. ....	118
Fig.50.	Vertical distributions of temperature, salinity and sigma-t in the Jumunjin section on July 30, 1982. ....	120
Fig.51.	Vertical distributions of temperature, salinity and sigma-t in the Jumunjin section on August 16, 1982. ....	121
Fig.52.	Temperature-salinity diagrams on August 16, 1982. ....	124
Fig.53.	Geostrophic current distribution in the Jumunjin section on August 16, 1982. ....	126
Fig.54.	Horizontal and vertical variations of geostrophic current in the Jumunjin section on August 16, 1982. ....	127
Fig.55.	Drogue tracking off Jumunjin for August 1982. ..	129
Fig.56.	Stick time plots of smoothed, residual and tidal currents off Jumunjin for July 1982. ....	133
Fig.57.	Cross-correlation functions between tidal currents at the depths of 20 and 40m at St. C2. U and V are the onshore and along-shore components, respectively. ....	134

Fig.58. Cross-correlation functions between residual currents at the depths of 20 and 40m at St. C2. U and V are the onshore and alongshore components, respectively. .... 135

# 表 目 次

## List of Tables

Table 1.	Current meter and Thermistor chain mooring. ...	45
Table 2.	Mean velocity at Cl. ....	50
Table 3.	Water volume transport. ....	60
Table 4.	Monthly means and standard deviations (in parentheses) of temperature, salinity and current from R.C.M. near Buku during 1980. ....	106
Table 5.	Current speeds estimated from drogue tracks off Jumunjin in August 1982. ....	130
Table 6.	Means and standard deviations of residual current data off Jumunjin. ....	132



序 論



# 序 論

## 1. 研究의 目的

東海는 韓半島, 日本列島, 시베리아 東部지역에 의해 둘러싸여 있고, 南으로는 韓國海峽, 北으로는 津輕, 宗谷, 間宮海峽을 통해 北太平洋에 연결되는 緣海 (marginal sea)이다. 그 전체적인 모양은 橢圓型으로 主된 軸은 南西 - 北東方向이며 總面積  $1.008 \times 10^6 \text{ km}^2$ , 平均수심 1361 m로써 黃海와 南海에 비하여 面積이 넓고 水深이 깊은 특색이 있다.

現在까지 韓半島 동쪽해역 (東海西部海域)에서의 海洋觀測은 1920年代以後 日本이 主가 되어 行하여졌고 二次大戰 후에는 國立水產振興院의 定線觀測과 水路局의 潮汐觀測으로 비교적 많은 資料가 蓄積되었고 그 結果 基本的인 海洋構造를 把握하는 데 많은 도움을 주고 있다. 그러나 韓國 東海附近에서 나타나는 諸般 海洋現象의 原因을 明確히 규명하는 問題는 보다 더 根本的이고 組織的인 海洋調査가 實施되어야 解決될 것이다. 이를 위해 가장 基本的인 海水循環이 어떻게 일어나고 있는가 하는 問題부터 把握되어야 하겠다.

韓國海峽을 통하여 流入되는 對馬暖流의 進路에 대하여 두가지 相反된 見解가 存在하고 있다. 對馬暖流가 韓國海峽을 通過한 후 자기 다른 3經路를 갖는다는 三分枝說 (須田과 日高, 1932; 宇田, 1934)과 한 흐름이 계속하여 흐르고 蛇行한다는 蛇行說 (Moriyasu, 1972)이 存在하고, 또한 對馬暖流의 容積輸送量에 대하여는 李 (1966)에 의하면 수심 125 m를 基準面으로 하여 1.35 sv로 計算되었으나 日本沿岸 41°N 부근에서 500 dbar를 基準으로 計算된 Moriyasu (1972)의 값 4.2 sv 과는 일치되지 않고 있다.

東海沿岸海域의 北韓寒流系水, 韓國南東海岸의 冷水域, 韓國海峽內的 底層冷

水 사이의 關聯性, 그리고 對馬暖流, 바람, 海底地形 등 外部의 영향과의 相互 關聯 등은 東海南西部 海域에서 주요 海洋學的 관심대상이 되고 있다. 北으로부터 韓國東岸을 따라 南下하는 北韓寒流는 宇田(1934)에 의해 보고된 바 있으나 寒流系水의 明確한 分類와 南下限界에 對하여는 지금까지 연구된 바가 아주 적다. 安(1974)에 의하면 韓國 南東海岸에 出現하는 冷水域은 竹邊 부근으로부터 100 m 等深부근을 따라 南下하는 冷水의 영향이라 사료되었고, 韓國 海峽 底層에 나타나는 底層冷水에 대해 林과 張(1969)은 蔚埼 앞 8~18마일 海底를 통해 東海로 부터 流入되는 東海固有水가 그 起源이라 하였으며 그 속도는 林(1973)에 의하면 6月 蔚埼附近에서 0.1 노트를 나타낸다고 하였다. 한편 여름철 蔚埼부근에서 觀測되는 冷水의 原因에 對하여 安(1974)과 承(1974)은 對馬暖流의 強度와 바람에 의한 영향에 크게 기인한다고 하였다.

本 研究의 主要目的은 東海의 韓國 東쪽 및 南東海域에서 存在하는 水塊들의 分布範圍 및 그 變化要因을 調查 分析하여 海水循環을 糾明하고 장래 이에 관련된 產業的인 應用 및 海洋開發政策樹立에 基本資料를 提供하는 데 있다. 따라서 이를 위하여 長期研究計劃의 一環으로 1次年度인 1982년에 實施한 海洋觀測資料를 調查 分析하고 既存資料를 檢討하였다.

## 2. 海底地形 및 氣象

東海의 海底地形은  $40^{\circ}N$  부근을 境界로 하여 두 部分으로 나눌 수 있다. 그 北쪽에서는 海底가 비교적 平坦하고 넓게 分布하고 있으나 南쪽은 보다 복잡하여 北 내지 北東方向으로 뻗은 4개의 堆에 의해 커다란 두개의 trough로 分離되고 있다. 一般的으로 東海의 海底面 傾斜는 海岸線으로 부터 멀어짐에 따라 급격히 增加된다. 大陸棚은 海岸線을 따라 좁게 分布되고 있으며 傾斜가 큰 大陸斜面에 의해 水深 1,000 m 以上の 海底와 連結되어 있다.

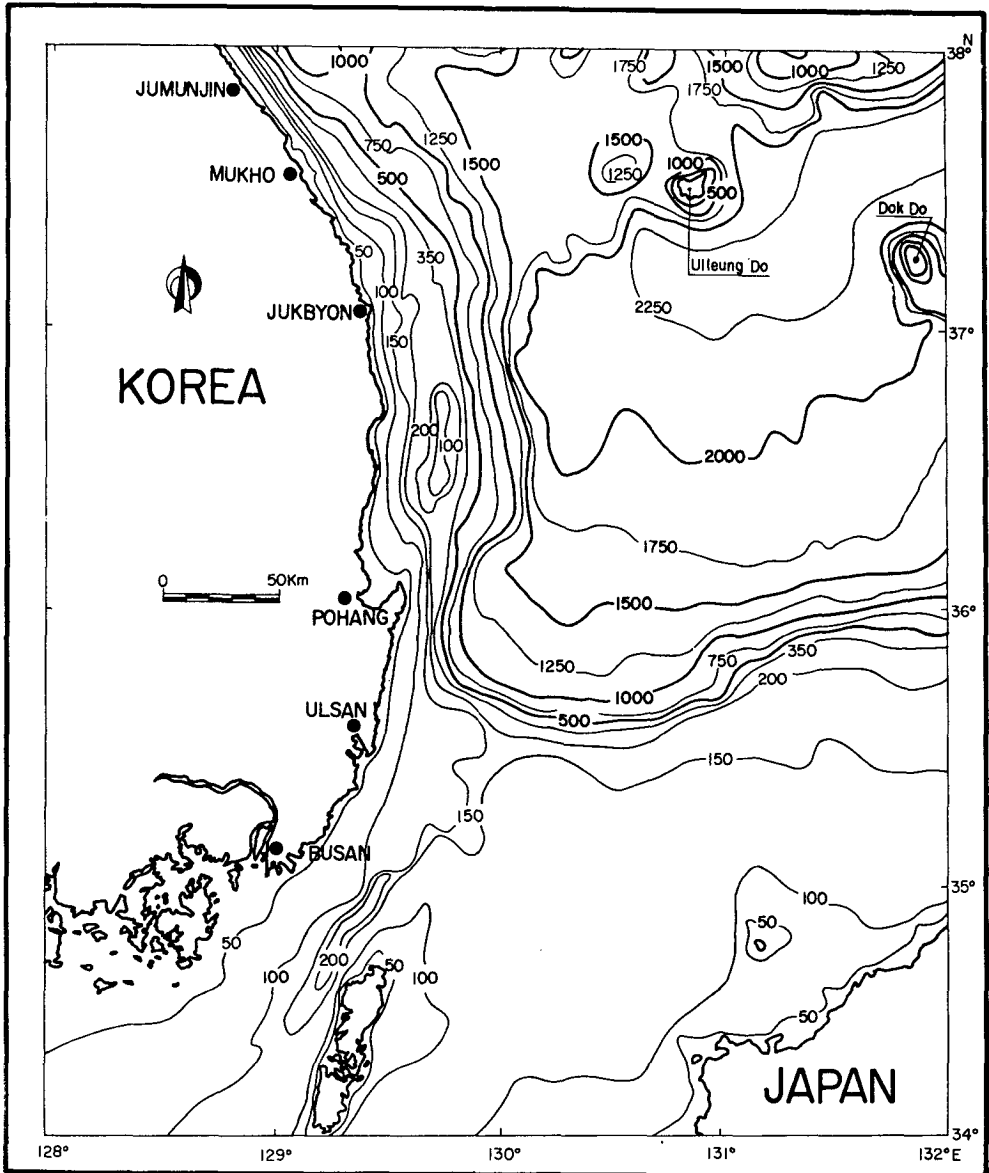


Fig. 1. Bottom topography of South-Western part of the East Sea (Japan Sea).

그림 1은 韓半島 부근의 東海 海底地形圖이다. 韓國海峽 부근의 水深은 大部分 100 m 以內이나 150 m 以上の 골이 北東쪽으로 東海에 이어져 있다. 韓國海峽을 지나 36° N 부근에 이르면 水深은 급격히 增加하게 되고, 130° E 東편으로는 大陸斜面이 東西方向으로 발달되어 있고, 130° E 西편으로는 海岸線에 平行인 南北方向으로 발달되어 있다. 蔚山과 浦項 사이에서는 大陸斜面이 海岸線에서 20 km 부근까지 접근되며 水深 100 m 以上이 海岸에서 10 km 밖에 나타나고 있으며 150 m 等深線과 海岸線 사이의 거리도 蔚崎 앞에서는 約 50 km 이나 甘浦 앞에서는 15 km 정도로 급히 減少하고 있다. 浦項과 竹邊 사이 靑山 앞 海上 30 km 부근에서는 水深이 100 m 以內의 돌출된 부분이 있어 海岸과의 사이에 水深 200 m 以上の 골을 형성하고 있으며, 그 이북에서는 等深線이 海岸線에 平行하게 나타나고 있다.

한편 大陸斜面을 지나 外海 쪽으로는 海底의 傾斜가 緩慢하며 等深線은 東西方向으로 나타나고 있으며 鬱陵島와 獨島 사이에는 水深 2,250 m 以上の 골이 南西 - 北東方向으로 存在한다. 東海岸과 鬱陵島 사이는 水深 1,750 m 以下로써 東海 北쪽과 區分되고 그 南쪽은 水深이 2,000 m 以上이 되고 있다.

韓半島 주변 東海에서의 氣象要素들은 季節에 따라 다른 樣相을 보인다. 겨울철에는 시베리아에서 發達되는 寒冷 乾燥한 大陸性 高氣壓의 영향하에 놓이게 되어 強한 北西風이 우세하게 나타나며 突風이 자주 일어난다. 그러나 여름철에는 北太平洋上에 위치한 高溫 多濕한 海洋性 高氣壓의 영향으로 弱한 南西季節風이 부는 경우가 많으며, 6·7月頃에 통과하는 장마前線은 비교적 弱한 바람을 동반하나 8·9月頃에 통과하는 颱風은 集中豪雨와 強風을 수반한다.

韓半島 周邊 東海의 海上氣溫은 겨울철에는 海面水温 보다 8°C 정도 낮게 나타나고 있으나 봄철에 접어들면서 溫度差가 적어진다. 여름철에는 거의 비슷한 溫度分布를 보이다가 가을철에는 다시 海上氣溫이 海面水温 보다 2°C 정도 낮게 나타난다.

### 3. 資料 및 方法

本 研究을 위해 調查對象海域을 釜山과 靑山 사이 甘浦부근海域 (그림 2)과 注文津附近海域 (그림 49)으로 나누었고 1982年 夏季(7月 22日 부터 8月 19日 사이)와 冬季(12月 9日부터 10日 사이) 두차례 (그림 3 참조)에 걸쳐 海洋觀測을 實施하였다. 東海의 海洋現象과 氣象要件 등을 고려하여 主된 觀測은 夏季에 實施하였고 冬季에는 沿岸附近에서 浮標追跡에 의한 海流測定만을 實施하였다.

甘浦附近海域의 29個 定点과 注文津附近海域의 10個 定点 總 39個 定点에서 Nansen cast에 의해 水温과 鹽分을 測定하였고, 觀測水深은 甘浦海域에서는 0, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300 m 層으로, 注文津海域에서는 0, 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200 m 層으로 하였다.

海流調査를 위해 6대의 海流計 (Aanderaa RCM-4)를 甘浦附近海域 1곳, 注文津附近海域 2곳에 上·下層으로 繫留시켰고, 甘浦海域에서는 水温의 時間變化를 알기 위해 Thermistor chain (Aanderaa TR-1)을 海流計 사이에 繫留시켰다. 繫留方法은 甘浦海域에서는 M字 모양으로 海表面에 固定시켰고 注文津 海域에서는 U字 모양으로 海底에 固定시켰다. 또한 本 研究팀에서 제작한 直六面體 모양의 浮標 (1,200 × 1,200 × 1,500 mm)를 表層과 中層에 띄워 追跡하였다.

甘浦海域의 st. H-7, H-8, H-9에서는 이를간격을 두고 海水特性의 變化를 把握하기 위해 追加로 水温과 鹽分測定을 實施하였다.

한편 全般的인 海水의 特性을 理解하기 위하여 지금까지 觀測된 國立水産振興院의 定線觀測資料를 補助資料로 사용하였다. 특히 短期間 동안의 海水特性의 變化를 把握하기 위하여 國立水産振興院의 208線과 209線에서 本 觀

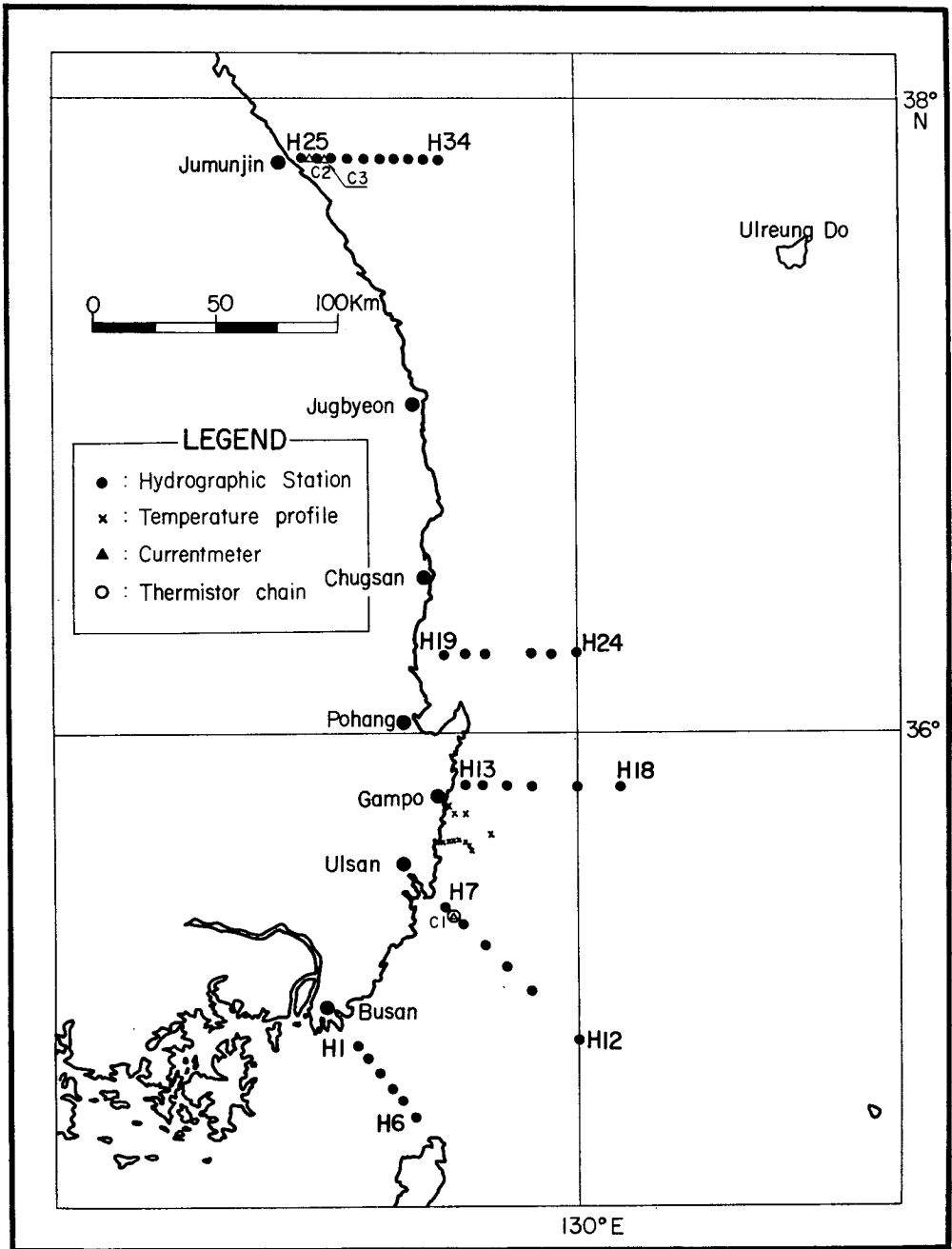


Fig. 2. Map for oceanographic survey in 1982.



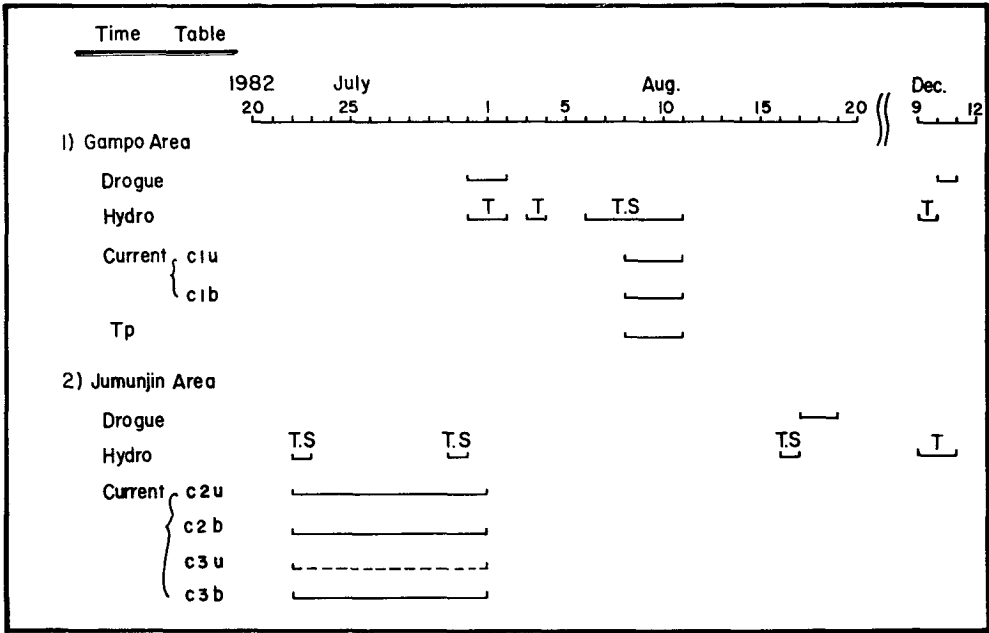


Fig. 3. Time table for oceanographic survey in 1982.

測 보다 수일 앞서 조사한 자료를 분석하였다. 또한 甘浦와 注文津 사이 海域에서 海水流動을 把握하기 위하여 竹邊 附近 沿岸에서 1980年 2月부터 9月까지 觀測된 長期 表層海流 觀測資料를 分析하였고 海面變化와 氣象資料와의 相關關係를 比較 檢討하였다.

## 參 考 文 獻

- An, H.S., 1974: On the cold water mass around the south-east coast of Korean peninsula. J. Oceanol. Soc. Korea, 9, 10-18.
- Lim, D.-B. and S.D. Chang, 1969: On the cold water mass in the Korea Strait. J. Oceanol. Soc. Korea, 4, 71-82.
- Lim, D.-B., 1973: The movement of the cold water in the Korea Strait. J. Oceanol. Soc. Korea, 8, 46-52.
- Moriyasu, S., 1972: The Tsushima current. The Kuroshio. 353-369.
- Yi, S.-U., 1966: Seasonal and secular variations of the water volume transport across the Korea Strait. J. Oceanol. Soc. Korea, 1, 7-13.
- 승영호, 1974 : 8 월의 한국동안에서의 수온분포에 관한 역학적 고찰. 한국해양학회지, 9, 52-58.
- 須田皖次, 日高孝次 : 1932 . 第二回 日本海南部海洋觀測調查報告(I) . 海洋時報, 3 (2), 291 ~ 375 .
- 宇田道隆 1934 : 日本海及び其の隣接海區の海況 . 水産試験場報告, 5, 57 - 190 .

第一篇 釜山-丑山 沿近海에서  
海水의 特性과 海水流動



# 第一篇 釜山 - 丑山 沿近海에서 海水의 特性和 海水流動

## 第 1 章 序 論

韓半島 南東海域 부근에서 실시된 1982年 夏季觀測은 前半期(7月 31日~ 8月 3日)에는 우선적으로는 浮標追跡과 水温觀測으로 沿岸海水運動 把握에 주력하였고 後半期(8月 6日~ 8月 11日)에는 國立釜山水產大學과 共同으로 釜山 - 丑山海域 一帶에서 水温·鹽分의 觀測을 包含하여 海流調査 및 水温連續觀測을 實施하였다. 冬季(12月 9日~ 10日)에는 浮標追跡과 水温觀測을 실시하여 연안 부근의 海流觀測을 行함으로써 夏季觀測의 變動性 把握에 目的을 두었다. 일차년도인 1982년은 觀測條件이 完全치 못하여 우선 130°E 西편을 觀測對象海域으로 定하고 연안 부근 海洋現象의 問題點부터 정밀하게 調査 把握하기로 하였다.

韓國 南東海域은 地形的으로 韓國海峽과 東海의 大陸斜面 사이에 놓여있기 때문에 韓國海峽을 通해 流入되는 對馬暖流가 어떻게 混合되고 分枝되는가 또는 沿岸冷水域과 沿岸流가 注文津 海域의 海洋現象과는 어떤 연관이 있는가 하는 문제들이 主된 研究對象이 되었고 内部波等の 存在可能性 여부도 研究目的에 包含되었다.

## 第 2 章 水 塊 分 布

全般的인 水塊의 형태를 보기 위해 調查對象海域인 釜山 - 丑山 사이에서 1982年 8月 6日 - 10日까지 5일 동안 총 29개의 定点에서 觀測된 水温(T) 과 鹽分(S)을 T-S diagram 上에 표시하면 그림 4와 같다. 이 그림에서 觀

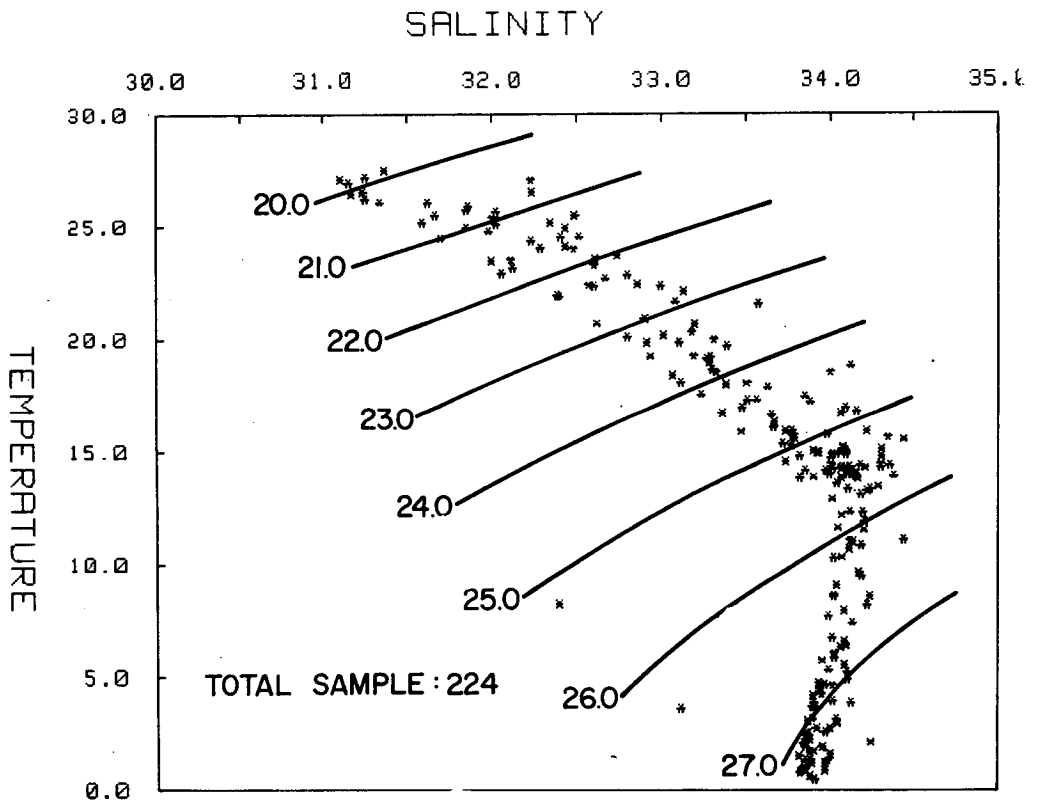


Fig. 4. Temperature-salinity relations observed during Aug. 6-10, 1982.

測海域 表面에서 300 m 사이에는 表層水, 中層水 그리고 底層水로 大別이 可能하고 水温과 鹽分의 變化幅은 밀도증가와 함께 점차 줄어들고 있다. 대부분의 表層水는 31 ~ 33‰의 낮은 鹽分과 25°C 이상의 높은 水温을 갖고 sigma-t는 20 ~ 23 사이에 分布하고 있다. 수온 15°C, sigma-t 25 ~ 26, 鹽分 34‰ 이상의 高鹽水인 中層水는 그 起源이 南으로부터 流入되는 對馬暖流水임을 쉽게 알 수 있고, 그 아래에 위치하여 鹽分이 약간 감소되고 水温은 5°C 미만인 sigma-t 27 부근의 底層水는 中層水와는 뚜렷이 구별되고 있다. 이 底層水의 起源에 대하여 東海固有水 또는 北韓寒流水로 생각되고 있으나 분명히 밝혀져 있지 않다. 따라서 여기에서는 그 起源에 대한 구분은 추후의 연구과제로 하고 韓國 南東海 以北의 東海에서 由來된 海水로 記述하기로 하겠다.

觀測期間中の 海況變化를 보기 위해 같은 위치에서 2일 간격으로 관측된 st. H-7, H-8, H-9의 水温 鹽分을 보면 그림 5-a, b, c와 같다. 해안에서 10 km 떨어진 st. H-7에서는 거의 같은 양상을 나타내고 있으나, 해안으로부터 20 km 정도 떨어진 st. H-8에서는 0.2‰ 정도의 鹽分감소를 보이고, 30 km 부근에 위치한 st. H-9에서는 상층에서 염분감소가 나타나 저층은 變化가 나타나지 않고 있다. 한편 本 調査期間 보다 5日 정도 앞서 관측된 國立水産振興院의 자료 중 비슷한 위치의 관측치와 比較하면 그림 5-d, e, f와 같다. 전반적으로 海表面의 鹽分은 약간 증가하고 있음을 나타내고 있다. 감포앞 st. 209-04과 st. H-13에서 8月 5日과 8月 9日의 관측치에서는 별다른 變化가 보이지 않으나 蔚山 앞 부근의 st. 208-02과 st. H-8에서 8月 4日과 8月 8日의 관측치 사이에는 상층부에서 鹽分變化가 심하게 나타나며, 8月 4日과 7日의 外洋쪽의 st. 208-05와 st. H-12에서는 鹽分이 0.2‰ 정도 전층에서 감소하고 있음을 보이고 있다.

위에서 보인 일반적인 T-S 형태는 1주일 이내의 時間差가 있음에도 같은 형태를 보이고 있으며 水温 鹽分의 절대치에는 變化가 나타나고 있다. 이것

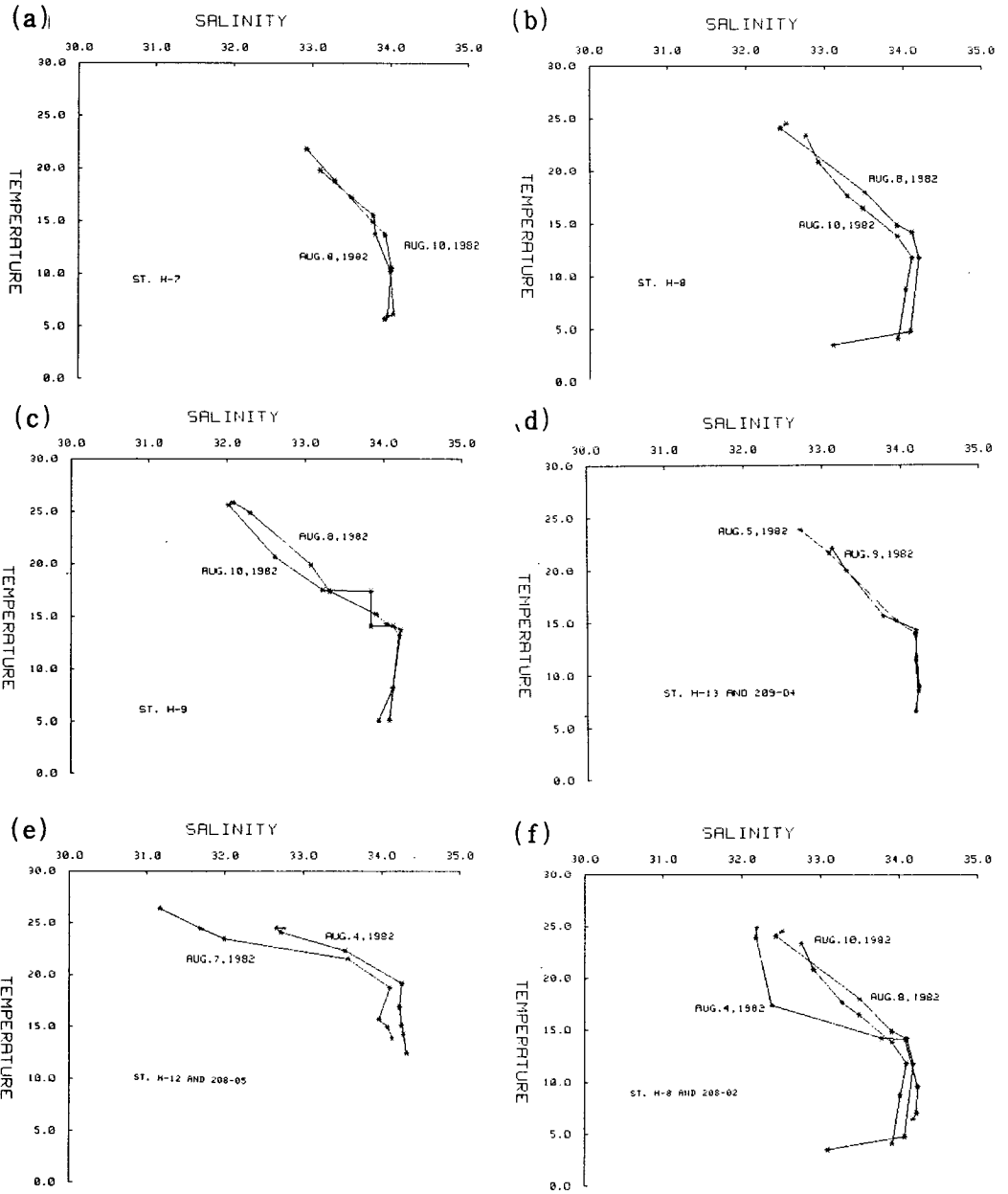


Fig. 5. Comparison of temperature-salinity values measured at the same or near stations during and before the survey time.

- (a) st. H-7, (b) st. H-8, (c) st. H-9,
- (d) st. H-13 and st. 209-04, (e) st. H-12 and st. 208-05, (f) st. H-8 and st. 208-02.



은 全般的인 海況變化는 관측기간내에 나타나지 않았으나, 潮汐이나 内部波 등에 의한 變化는 가능한 것으로 思料된다.

## 2-1 垂直分布

### 2-1-1 釜山-對馬島 斷面

그림 6-a, b, c는 釜山과 對馬島 사이에서 관측된 水温, 鹽分,  $\sigma-t$ 의 垂直斷面圖이다. 全般的으로 이 단면상의 水温은 表層  $25^{\circ}\text{C}$ 에서 底層  $6^{\circ}\text{C}$  이상이고 鹽分은  $32.0\%$ 에서  $34.3\%$ ,  $\sigma-t$ 는  $20\sim 27$  사이에 分布하고 있다. 鹽分の 分布는 表층에서 부터 점차 증가되고 特別히 對馬島에 가까운 東편에서는 水深  $100\text{ m}$  부근에 鹽分の 最大層이 나타나고 있으며  $\sigma-t$  分布는 水温의 영향을 많이 받아 水温分布와 비슷한 양상을 보여 주고 있다. 일반적으로 等温線의 水深은 釜山에서 멀어짐에 따라 점차 깊어지는 형태를 나타낸다.

海面下  $20\text{ m}$  부근의 水温  $24^{\circ}\sim 18^{\circ}\text{C}$  사이에서 季節水温躍層(seasonal thermocline)이 나타나고 永久水温躍層(permanent thermocline)은 水深  $130\sim 160\text{ m}$  부근의 水温  $12\sim 8^{\circ}\text{C}$  사이에 存在하고 있다. 이 두개의 水温躍層 중간부근  $14^{\circ}\text{C}$ 에서  $16^{\circ}\text{C}$  사이에서는 等温線 사이의 간격이 크고, 이곳에서의 鹽分은 釜山쪽에서는  $33.5\sim 34.0\%$ , 對馬島附近에서는 鹽分最大層  $34.2\%$  이상의 값을 나타내고 있다. 이것은 高温高鹽의 黑潮海流의 支流인 對馬暖流水임을 알 수 있다. 또한 이 단면상에서 對馬暖流水의  $\sigma-t$ 는  $25\sim 26$  사이로 나타나고 있다. 이 그림에서 보듯이  $14^{\circ}\text{C}$  等温線과  $16^{\circ}\text{C}$  等温線 사이의 거리는 釜山附近的 約  $20\text{ m}$ 에서 점차 증가되어 對馬島 附近에서는  $80\text{ m}$ 에 이르고 있으며,  $\sigma-t$   $25.5$ 의 等密度線의 平均 水平기울기는  $90\text{ m}/35\text{ km}$ 로서 約  $1/400$ 이 되고 있다.

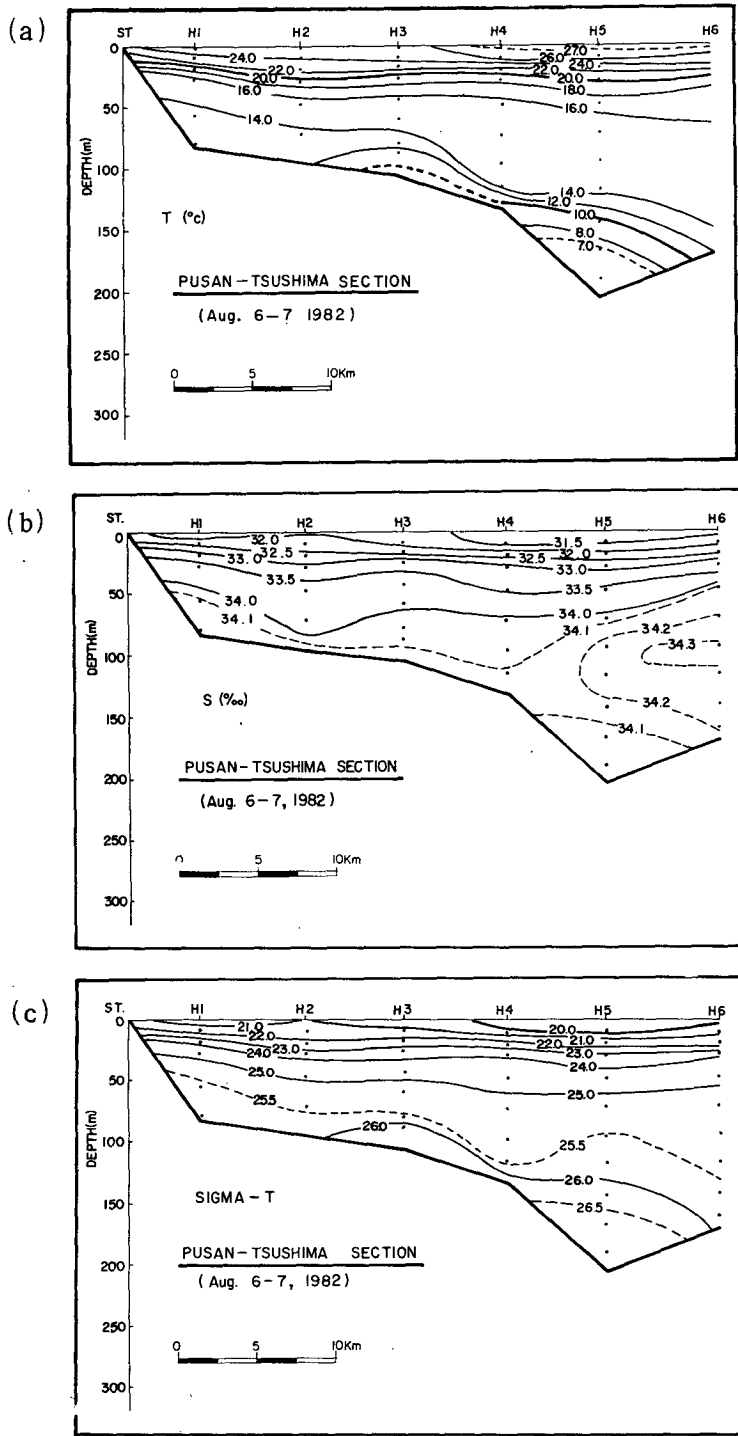


Fig. 6. Vertical distribution of (a) temperature, (b) salinity and (c) density in Pusan-Tsushima section.

釜山附近的 st. H-1과 H-2 사이에서는 海底附近的 水温이 12°C 이상을 나타내고 鹽分 또한 34.1‰ 이상의 값을 보여 주어 對馬暖流水의 영향이 해저부근까지 나타나고 있음을 보인다. 그러나 수심이 제일 깊은 st. H-5의 해저부근에서는 鹽分은 34.1‰ 이하이나 水温이 급격히 감소하여 7°C 미만으로 나타나고 있으며 이것은 林과 張(1969)의 견해와 같이 東海로 부터 低温의 海水가 流入되면서 中層을 形成하는 對馬暖流水와 垂直混合이 일어나는 것으로 思料된다.

#### 2-1-2 蔚埼 - 35°N, 130°E 斷面

그림 7-a, b, c는 蔚埼앞 海上에서 南東方向으로 130°E 사이에 관측한 水温 鹽分 sigma-t의 垂直斷面圖이다. 전반적으로 水温의 變化는 表層의 25°C에서 底層의 4°C까지, 鹽分은 31‰에서 34.2‰까지, sigma-t는 20에서 27까지 이르고 있다. 앞의 그림 6-a, b, c의 釜山 - 對馬島 斷面과 같이 季節水温躍層과 永久水温躍層이 나타나고 있다. 永久水温躍層이 전체적으로 海底에서 30 ~ 40 m 부근에 보이며 연안에서 st. H-10까지의 水平기울기는 水温 10°C를 기준하여 볼 때 100 m / 40 km로서 1 / 400로 나타난다. 연안에서 가장 가까운 st. H-7에서는 10 km 정도 더 떨어진 st. H-8 보다 全層에서 水温이 4 ~ 5°C 낮게 나타나고 있다. 이 단면상에서도 對馬暖流水의 影響으로 等温線 14°와 16°C의 간격이 크고 鹽分은 일반적으로 34‰ 이상으로 나타나고 있다. 특히 st. H-8, H-9, H-10에서는 34.1‰의 鹽分最大層이 核을 이루고 있으며 sigma-t는 연안부근에서 약간 증가되어 25.0에서 26.5 사이의 값을 갖는다. st. H-8 부근의 底層은 水温이 4°C 이하까지 내려가고 鹽分은 34.0‰ 이하로써 中層의 鹽分最大層(34.1‰ 이상)과 구분되고 있으며 앞에 보인 단면 그림 6-a의 水温(7°C 이하) 보다 낮은 값을 보인다. 이것은 東海로 부터 流入된 海水가 두 단면

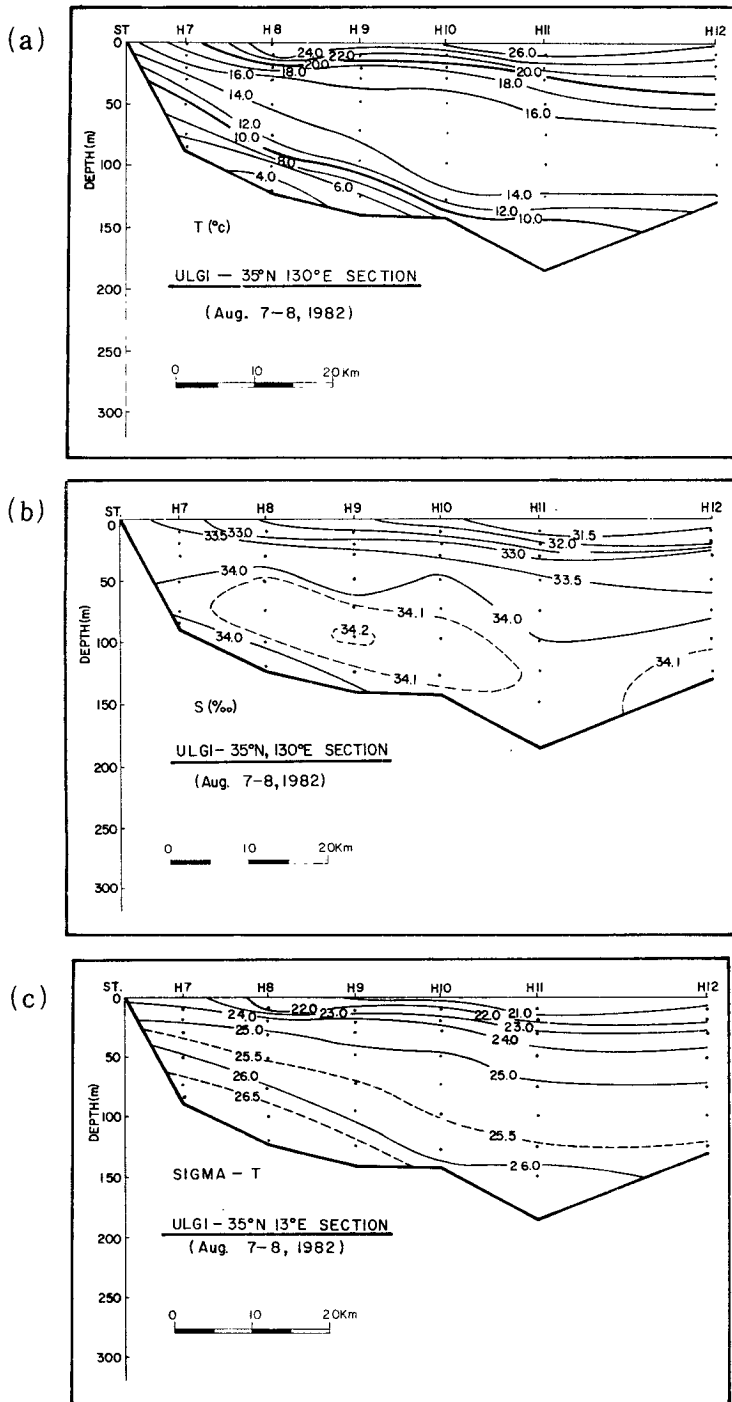


Fig. 7. Vertical distribution of (a) temperature, (b) salinity and (c) density in Ulgi-35°N, 130°E section.

사이를 통과하면서 混合에 의해 水温이 증가되기 때문으로 思料된다. st. H-11의 경우 수심은 st. H-8 보다 60 m 정도 깊지만 저층의 수온은 오히려 높은 9°C의 값을 보이고 鹽分은 높고 sigma-t는 더 낮은 값을 나타내고 있다. 이것은 北으로 부터 海水가 流入될 때 연안쪽의 海저부근을 따라 흐르기 때문으로 보인다.

한편 st. H-12를 지난 130° E 東편의 전체적인 海況을 알기 위해 本 斷面 보다 2~3일 먼저 관측된 國立水産振興院의 水温 鹽分資料를 보면 그림 8-a, b, c와 같다. 여기에서 st. H-12는 振興院의 208-05 定点과 같은 위치이다. 앞의 그림 5-e에서 언급한 바와 같이 鹽分變化가 다소 있었지만 전반적인 양상은 거의 같게 나타났다. 對馬暖流水의 影響으로 中層에서 等温線 14°와 16°C의 均一한 층이 수심 40~120 m 사이에서 日本 쪽으로 연장되고 있으며 鹽分은 연안부근의 st. 208-02의 저층을 제외하고는 34.2% 이상이 수심 50 m 이하의 全層에서 나타나고 sigma-t는 연안부근에서 약간 높은 26.5를 보이거나 대체로 25에서 26 사이에 分布하고 있다. 이 단면상에서도 對馬暖流層 아래에서는 永久水温躍層이 蔚埼沿岸 50 km 이내에서 나타나고 그 外洋쪽으로는 저층의 水温이 오히려 높아져 10°C 이상이 되고 있다. 이것은 東海로 부터 海水가 底層으로 南下할 때 연안부근을 통과하고 있음을 보이고 있다. 그러나 底層水温의 最小値는 st. 208-02에서 6°C 이상인 반면 4일 후에 관측된 st. H-8의 3°C 이하와는 約 3°C의 차이를 보였으나 等温線의 水平기울기는 10°C를 기준할 때 90 m/35 km, 즉 約 1/400로 變化가 없이 나타났다.

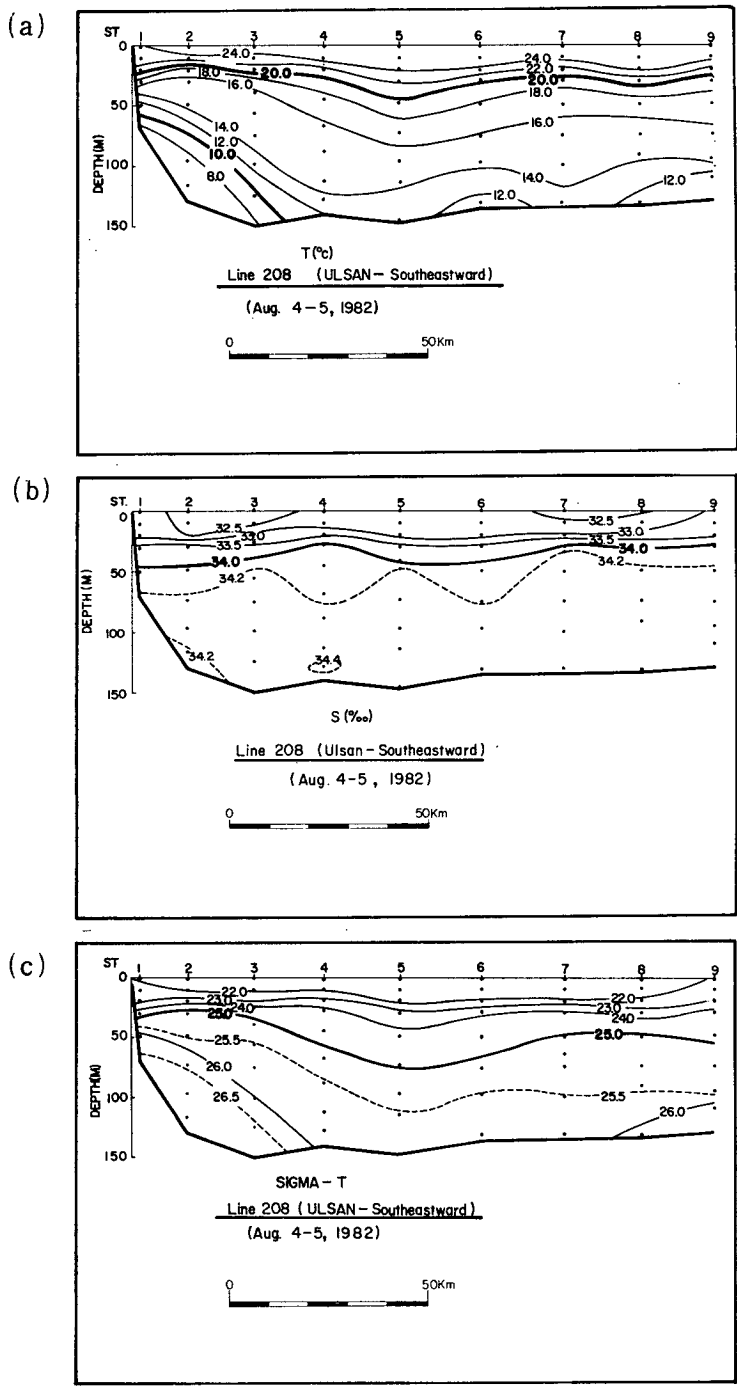
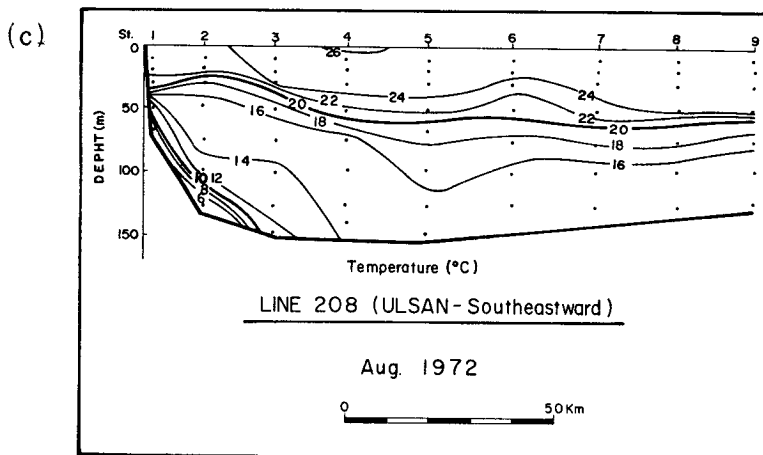
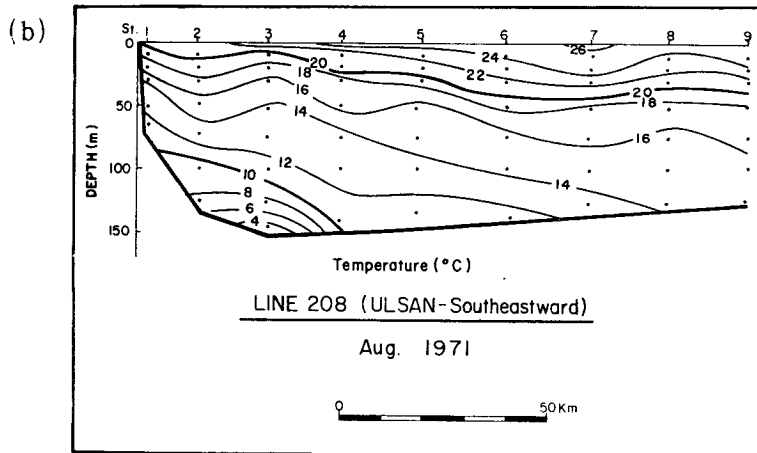
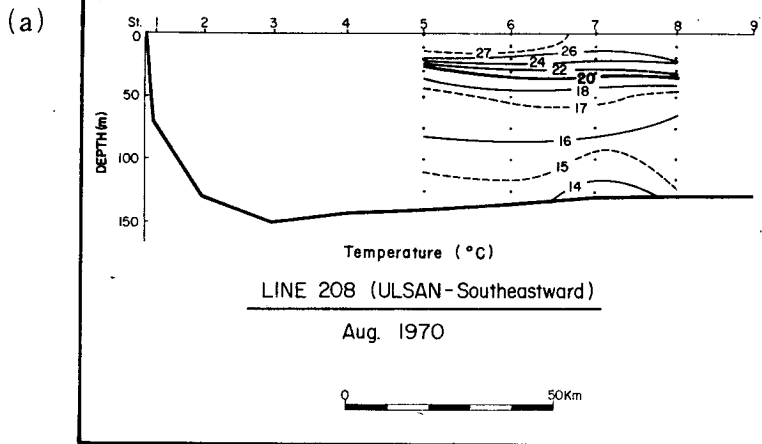


Fig. 8. Vertical distribution of (a) temperature, (b) salinity and (c) density in FRDA line 208.

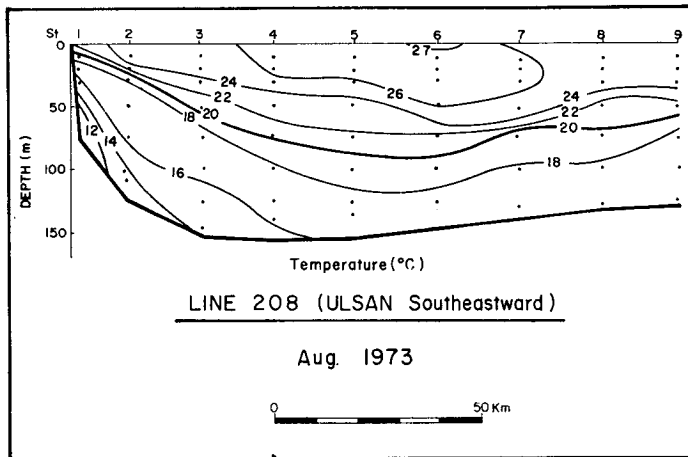
그림 7-a,b,c와 그림 8-a,b,c에서 보는 바와 같이 sigma-t 分布는 水温變化에 크게 左右된다. 이 단면상의 年變化를 보기 위해 水産振興院에서 최근 1970年 부터 1980年 사이의 8월에 觀측한 자료중 水温分布를 나타내면 그림 9-a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k와 같다. 1970年 8月の 觀측자료중 연안쪽의 4개 定點資料는 缺測으로 인하여 나타내지 못했다. 表層의 水温은 24°~28°C 사이에서 變化되고 蔚琦沿岸 쪽의 水温이 外洋쪽 보다 일반적으로 낮아 等温線이 外洋쪽으로 감에 따라 수심이 증가하고 있다. 季節水温躍層과 永久水温躍層 사이에는 對馬暖流水의 影響으로 思料되는 14°와 18°C 사이의 均一한 층이 나타나고 있다. 그러나 年度에 따라 이러한 均一한 층의 수온도 變化가 나타나 1972, 1974, 1975, 1976, 1977, 1980년에는 14°와 16°C 사이의 등온선 간격이 가장 크게 나타났고 1973, 1978년에는 16°와 18°C 사이에서 크게 나타났으며 1970, 1971, 1979년에는 14°~16°C와 16°~18°C의 간격이 비슷하게 나타났다. 만약 對馬暖流水의 세력과 그 代表되는 수온 값이 相關關係가 있다고 가정한다면 이것을 1982년과 비교하여 보면 對馬暖流水의 세력은 平年の 8月과 유사함을 暗示하고 있다. 또한 1973, 1978年の 水温은 단면 전체가 다른 年度 보다 수온이 2°~3°C 증가되어 있음을 알 수 있다. 이에 대한 原因으로서는 첫째, 對馬暖流의 母體인 黑潮의 水温變化로 인하여 對馬暖流水에 影響이 나타날 수 있고 둘째, 對馬暖流水가 分枝되어 韓國해협까지 도달할 때 經路上에서 주위 海水와 混合 정도에 따라 對馬暖流水의 水温이 變化될 수 있으며 셋째, 8月内에서도 觀측시일의 차이에 의해서도 나타날 수 있으나 보다 正確한 原因은 앞으로 규명되어야 할 것이다.

일반적으로 st. 208-04의 연안쪽으로 수온이 낮은 海水가 出現하고 있으며 특히 1971, 1972, 1979년에는 海底附近에서 6°C 이하의 低温水가 出現하였고 1973, 1980년에는 10°C 이하의 전체 단면상에서 나타나지 않고 있

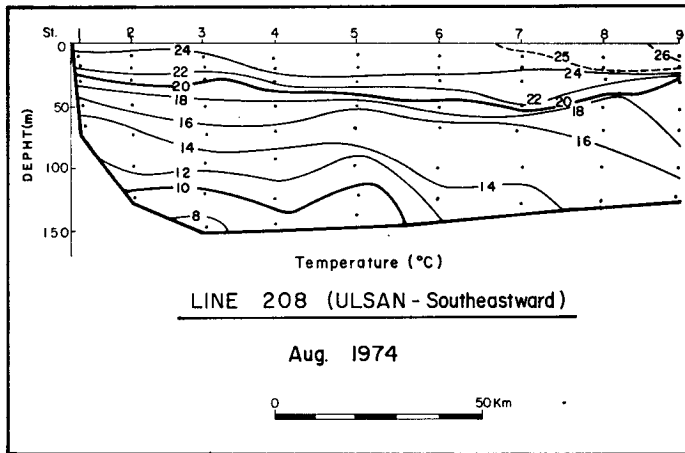




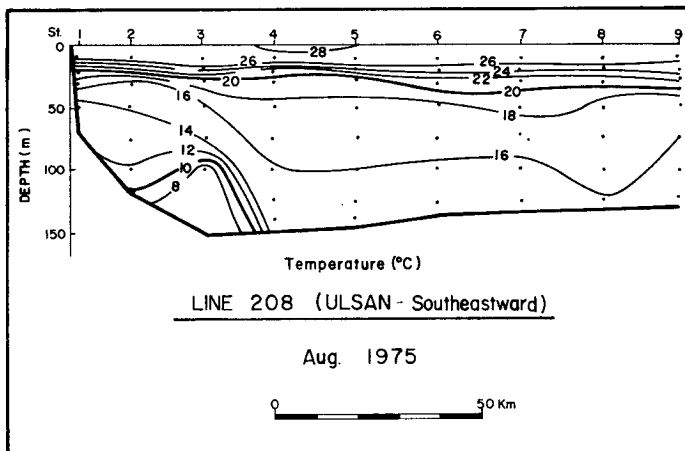
(d)

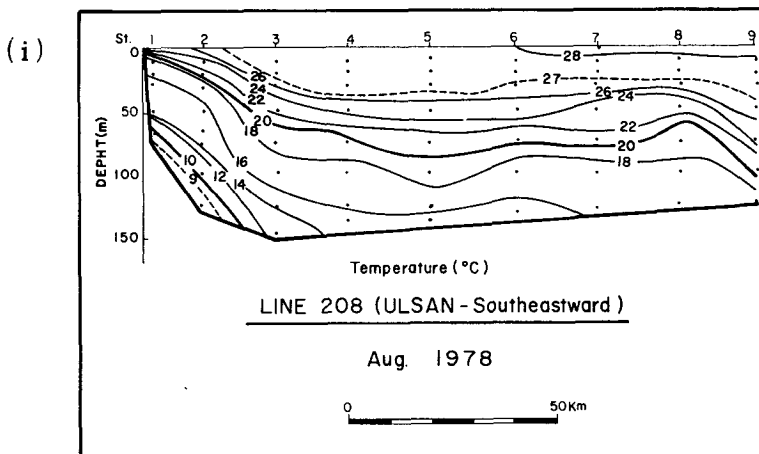
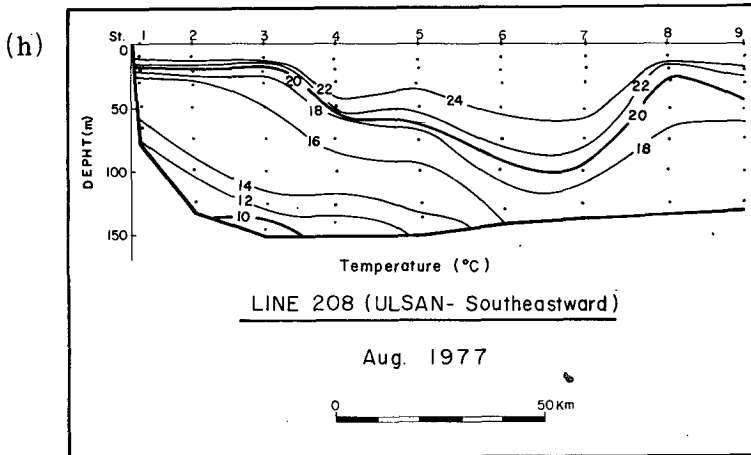
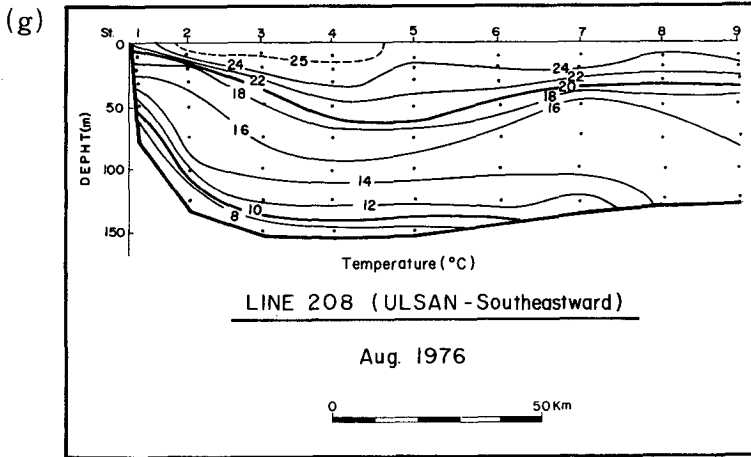


(e)



(f)





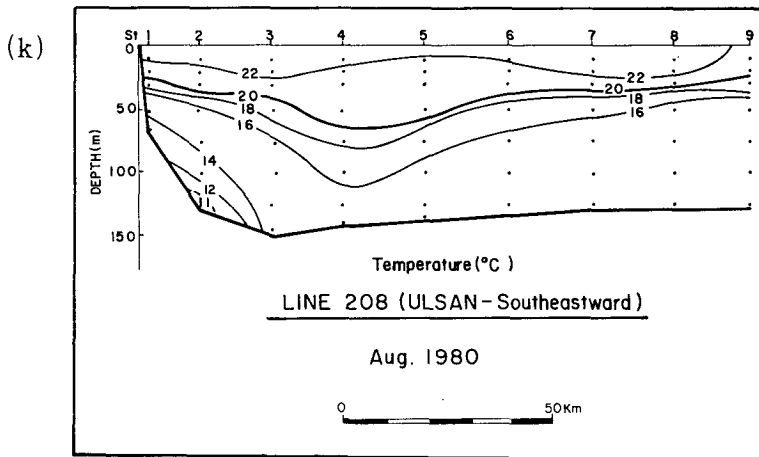
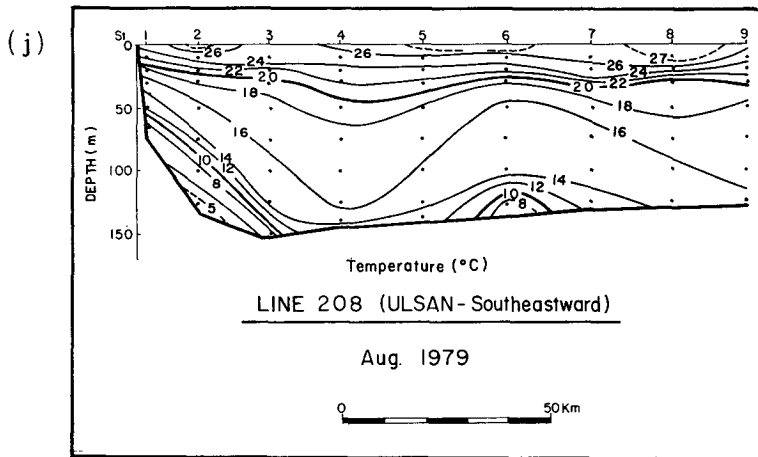


Fig. 9. Vertical distribution of temperature in August from 1970 to 1980 observed in FRDA line 208.

다. 韓(1978)의 1961~1975年 사이의 振興院 208線上 8月 平均水温 分布圖에 있는 저층水温은 10°C의 값에 비교하여 1971, 1972, 1979年의 6°C 이하는 상당히 낮은水温임을 알 수 있고, 1982년에 관측된 4°C 이하의 저층水温은 卞年 보다도 낮은 값이며 이것은 1982年 8月に 東海로부터 流入 되는 저층수의 세력이 強했음을 말해 주기도 한다.



(b)

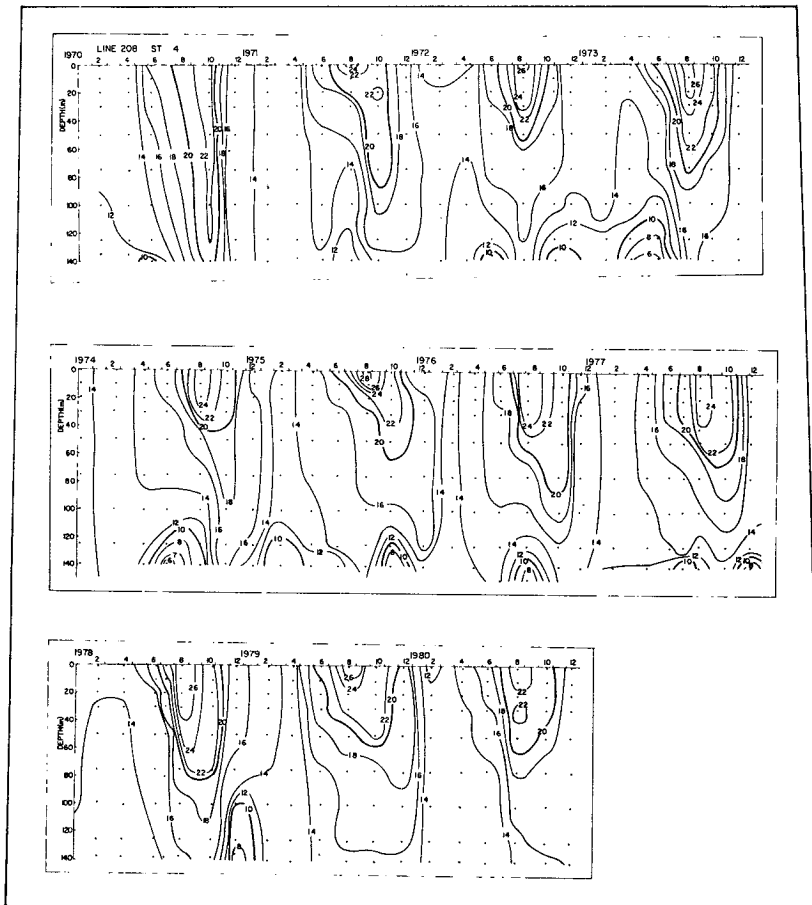


Fig. 10. Year to year variation of temperature of (a) FRDA st. 208-01 and (b) st. 208-04.

蔚崎沿岸 부근에서 水温의 時間變化를 보기 위해 1970 ~ 1980年 사이 관측치를 나타내면 그림 10-a, b와 같다. 두 定点의 水温은 연안쪽의 st. 208-01에서 外洋쪽의 st. 208-04 보다 일반적으로 낮게 나타나고 있다. 表層에서의 年變化는 겨울철의 12°C에서 여름철의 24°C 이상까지 變化하고 있으며 5~6월 경부터 表層水温의 증가와 함께 季節水温躍層이 形成되기 시작하여 11월까지 存在하다가 12월에서 4월까지의 全層이 均一하게 된다. 따라서 永久水温躍層도 겨울철은 混合으로 인해 이 두 定点附近에서는 存在하지 않게 된다. 底層의 水温은 오히려 여름철이 겨울철 보다 낮아지는 경향을 보여 겨울철에는 12°C 부근이 되나 여름철에는 이보다 낮은 10°C 이하의 수온이 나타난다. 이것은 겨울철 混合에 의해 表層의 海水가 침강된 것이 아니라 東海로 부터 저온의 海水가 流入되고 있음을 말해 주고 있다. 앞의 그림 9-d에서 1973年의 8월에는 수온이 저층에서도 10°C 이상의 高温을 나타냈으나 그림 10-a, b에서는 同年 6월과 12월 두차례에 걸쳐 낮은 수온이 관측되었듯이 底層에서 낮은 수온이 관측되는 시기는 주로 여름철 6~10월 사이이나 겨울철에도 간혹 관측되고 있음을 알 수 있다.

### 2-1-3 35° 50' N 斷面

그림 11-a, b, c는 甘浦附近에서 正東方向으로 130°10' E 까지 관측된 水温 鹽分 sigma-t의 垂直斷面圖이다. 水温의 變化는 表層에서 20° ~ 24°C에서 일어나고 수심이 200 m 이상이 되면 2°C 이하의 낮은 수온이 分布하고 있다. 鹽分은 表層에서 31.5 ~ 33.5‰ 사이이며 수심증가에 따라 약간 증가되어 중층 50 ~ 100 m 사이에서는 34.0‰ 이상으로 최대치가 나타났다가 다시 감소되어 150 m 이하에서는 34.0‰ 이하로 되고 있다. sigma-t는 21에서 27 사이로 變化되며 그 變化 양상은 水温分布에 크게 左右되고 있다. 앞의 두 단면과 같이 두개의 水温躍層이 20 m 부근과 100

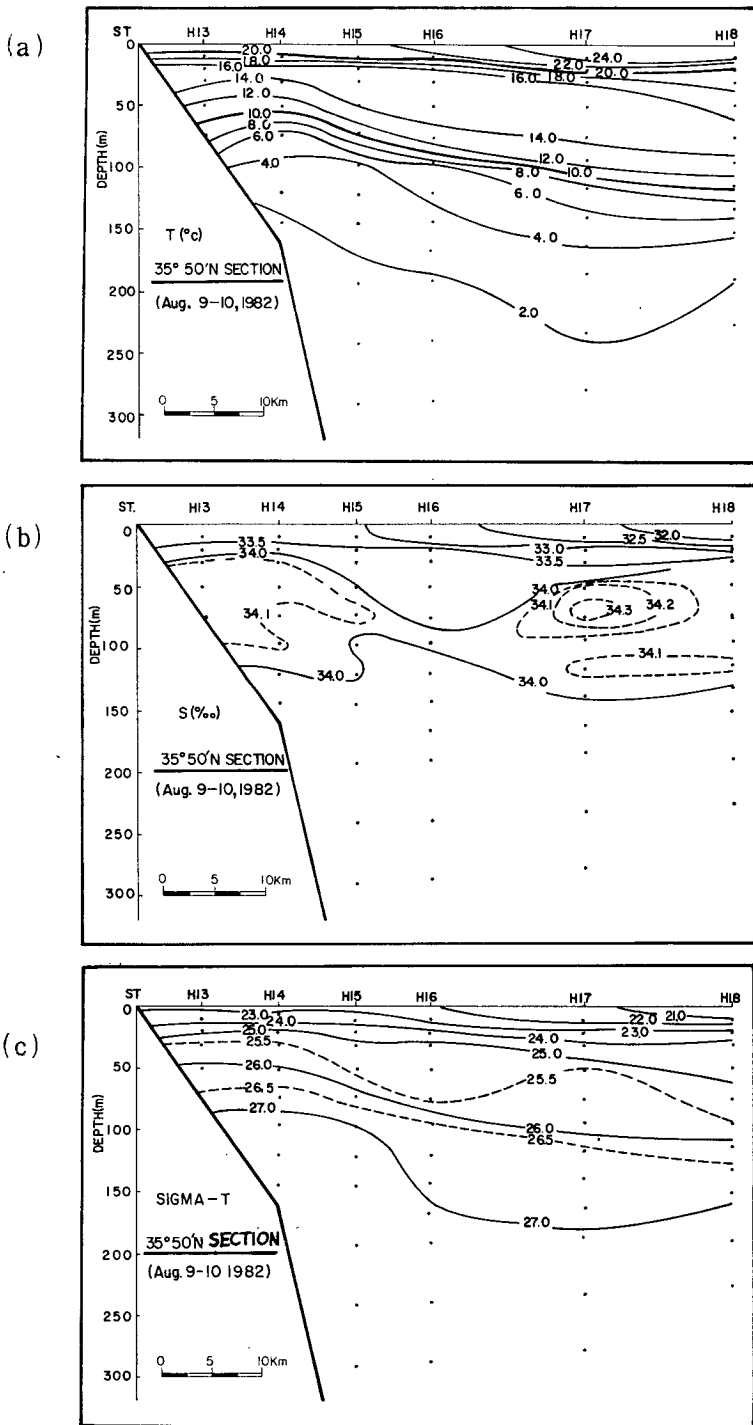


Fig. 11. Vertical distribution of (a) temperature, (b) salinity and (c) density in 35°50'N section.

$m$  부근에서 나타나고 그 사이에 高鹽分의 對馬暖流水가 存在하고 있다. 한편 연안에서 가장 가까운 st. H-13에서는 st. H-14 보다 수온이 더 높게 나타나고 있고 st. H-14에서 外洋 쪽으로 감에 따라 水温이 增加되고 있어 연안에서 15 km까지는 等温線이 外洋과 다른 기울기를 갖고 있다.

對馬暖流水의 영향을 받고 있는 중층의 경우 等温線 14°C와 16°C의 층두께는 앞 단면(그림 7-a 참조)의 st. H-10에서 最大約 100 m에 비하여 st. H-17에서는 50 m로 減少하고 있으며 14°C의 등온선 길이도 120 m 부근에서 80 m 부근으로 낮아지고 있다. 이에 대한 原因으로 對馬暖流水가 東海로 流入되면서 급격한 해저지형의 變化로 인해 그 아래층 低温의 海水와 垂直混合이 심하게 일어나거나 또는 對馬暖流水의 일부가 東쪽으로 偏向함으로써 그 세력이 약해진 것으로 思料된다.

鹽分最大値를 갖는 核(core)은 연안부근 st. H-13과 H-14 사이, 外洋 쪽의 st. H-17 두개로 나뉘어져 있고 st. H-17에서의 값(34.3% 이상)이 더 높게 나타났다. 14°와 18°C 두 등온선 사이에서 鹽分은 33.5 ~ 34.2%를 나타내고 있으나 鹽分最大層과 일치되지는 않으며 이는 水温과 鹽分의 擴散係數가 서로 다름을 나타내고 있는 것으로 사료된다. 永久水温躍層의 아래(연안부근에서는 100 m 外洋 쪽에서는 150 m)에는 수온이 4°C 이하, 鹽分은 34.0% 이하로써 sigma-t가 27 보다 큰 東海固有水에 屬하는 海水가 存在하고 있음을 보인다. 앞 단면의 그림 7-a에서 st. H-8의 저층에 보이는 4°C 이하의 海水는 이 단면의 永久水温躍層 아래에서 由來된 것으로 思料된다. 한편 10°C를 기준할 때의 이 등온선의 水平기울기는 st. H-14와 H-18 사이에 60 m/45 km로 1/750이 되며 앞의 단면 보다 約 1/2로 감소되었다.



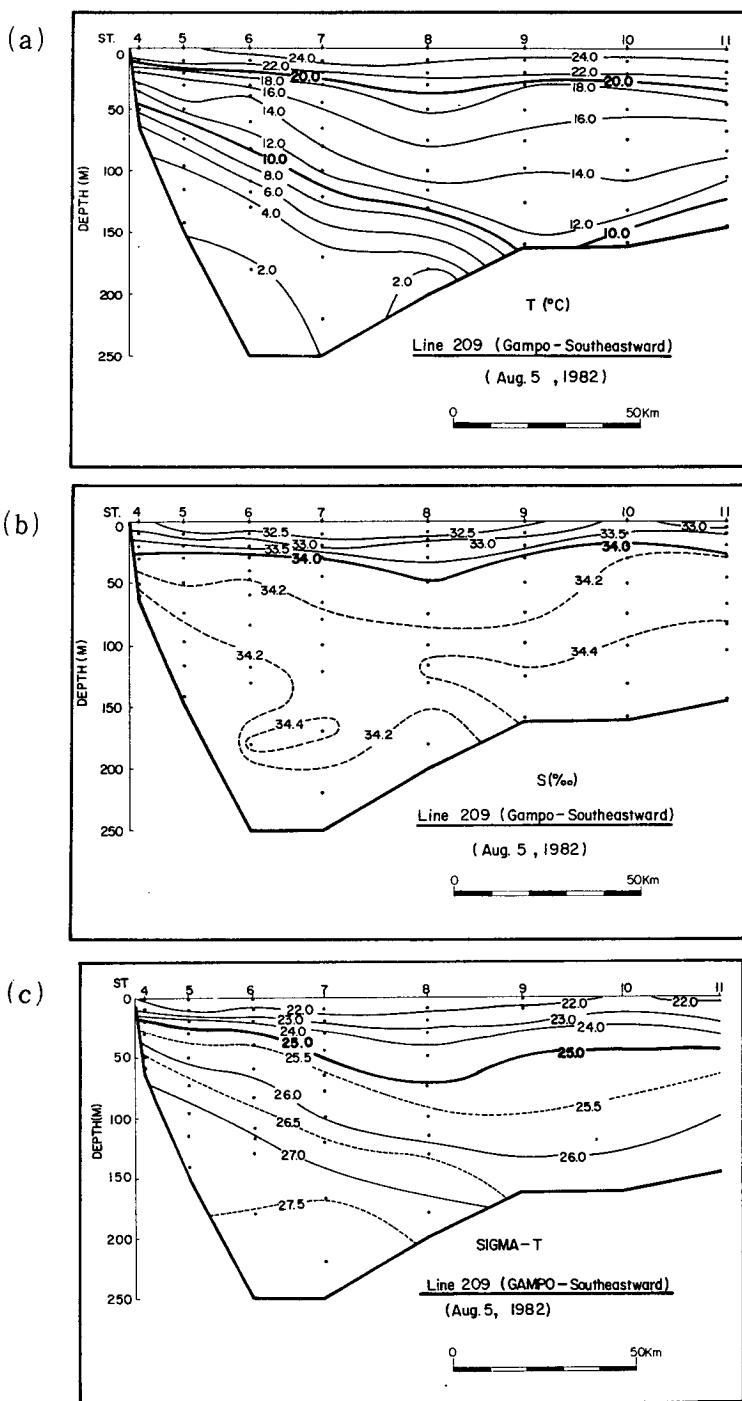


Fig. 12. Vertical distribution of (a) temperature, (b) salinity and (c) density in FRDA line 209.

그림 12-a, b, c는 甘浦연안으로 부터 南東쪽으로 1982年 8月 5日에 관측된 水産振興院 209線의 水温 鹽分  $\sigma-t$  分布를 나타낸다. 연안으로 부터 st. H-18까지의 거리는 이 단면상의 해안선으로 부터 st. 209-07과 209-08 사이에 위치하고 있다. 일반적으로 等温線과 等密度線의 수심은 연안에서 外洋 쪽으로 감에 따라 증가되고 있다. 이 단면상에서는 對馬暖流水의 영향으로 사료되는 鹽分 34.0‰ 이상의 층이 季節水温躍層 바로 아래인 수심 約 30 m부터 海底에 걸쳐 나타나고 있으나 永久水温躍層은 50 ~ 150 m 사이에 存在하고 等温線 12°와 18°C 사이의 均一한 층이 季節水温躍層과 永久水温躍層 사이에 나타나고 있어 鹽分の 절대치로써는 對馬暖流水의 영향을 파악하는 데 어려움이 있다. 그러나 일반적으로 이 단면상에서는  $\sigma-t$  26.0으로 대표되는 鹽分 34.2‰ 이상의 對馬暖流水層은 앞의 釜山-對馬島 斷面(그림 6-c), 蔚琦-35° N, 130° E 斷面(그림 7-c), 水産振興院 208 定線斷面(그림 8-c)에서 나타난  $\sigma-t$  25 ~ 26과 비교하여 0.5 정도 증가되었음을 알 수 있고 이것은 低温의 東海海水와의 混合에 의해 일어나는 現象으로 思料된다. st. 209-09에서 연안사이의 수심 100 ~ 150 m 이상에서는 수온 4°C 미만,  $\sigma-t$  27 이상인 海水가 보이고 있는데 이것은 앞의 35° 50' N 斷面(그림 11-a, b, c)에서 보았듯이 東海固有水에 屬하는 海水로 思料되며 蔚琦 앞 斷面上的의 해저부근 底層水와 연결될 수 있다.

#### 2-1-4 36° 15' N 斷面

그림 13-a, b, c는 浦項과 靑山 사이에 위치한 36° 15' N 에서 正東方向으로 130° E 까지 관측된 水温 鹽分  $\sigma-t$  의 垂直斷面圖이다. 전반적으로 水温은 表層의 25°C 부근에서 수심이 깊어짐에 따라 감소되어 수심 150 m 부근에서는 2°C로 나타나고 있으며, 鹽分은 表層의 32.5‰ 이하

에서 증가되어 수심 50 m 부근에서는 34.0‰ 이상의 鹽分最大層을 나타낸 후 다시 감소되어 수심 100 m 부근에서는 34.0‰ 이하로 나타나고 있고,  $\sigma-t$ 는 水温變化 양상과 비슷한 分布로써 21~27 사이에서 變化하고 있다. 앞의 斷面들에서는 14°와 16°C 사이의 등온선 간격이 넓게 나타났으나 여기에서는 그러한 현상이 나타나지 않고 또한 이 단면상에서는 季節水温躍層과 永久水温躍層이 구별되지 않고 있다. 이것은 中層을 형성하던 對馬暖流의 영향이 감소되었기 때문으로 思料된다. 等温線의 수평기울기는 일반적으로 南쪽의 앞 단면과 비교하여 작으나 연안에서 水温이 더 높게 나타나고 이 부근의 鹽分은 34.1‰ 이상으로 나타나고 있다. 지금까지 34.0‰ 이상의 鹽分이 對馬暖流水에서 기원된 것으로 보았듯이 이 단면상에서 연안부근의 高鹽의 海水는 對馬暖流水의 영향으로 보는 것이 타당하리라 料된다. 앞의 단면들에서 보았던 低温의 海水가 연안쪽에서 상승되어 있던 現象이 이 단면상에서는 나타나지 않고 오히려 반대로 10°C 이하의 등온선은 약간 연안쪽에서 하강되어 있다.

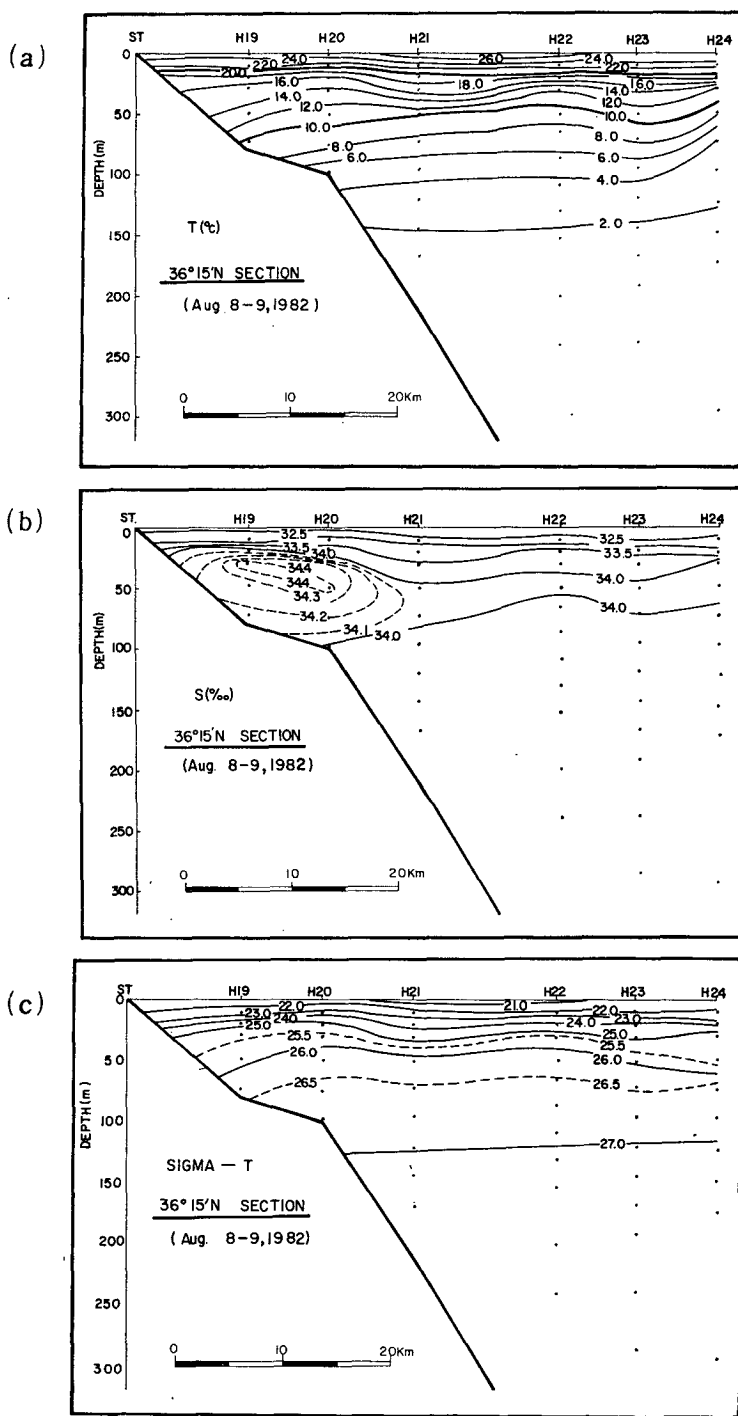


Fig. 13. Vertical distribution of (a) temperature, (b) salinity and (c) density in 36°15'N section.

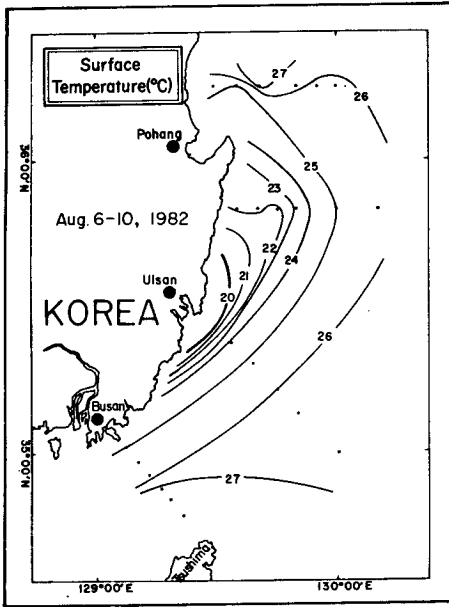
## 2-2 水平分布

### 2-2-1 表層

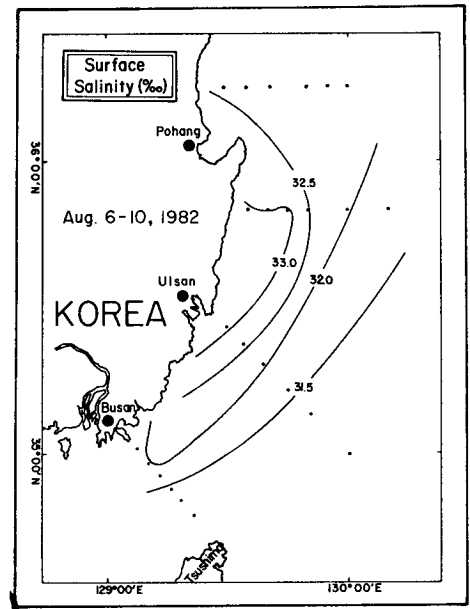
調査對象海域 表層의 8月 平均水温分布는 연안의 21°C에서 外洋 쪽의 27°C 사이에서 變化하고 있으며 특히 蔚琦 - 甘浦海域 부근에서 1961 ~ 1975年 사이의 8月 관측치에 대한 標準偏差는 다른 東海海域 보다 높은 3°C로 나타나고 있는데 (韓, 1978) 이 높은 편차의 값은 이 海域에서 變化가 심하게 일어나고 있는 것으로 思料된다.

그림 14-a, b, c는 1982年 8月 6~10日 사이의 관측기간동안 表層의 水温 鹽分  $\sigma-t$ 의 分布를 나타낸다. 特히 蔚山 부근 연안에서는 20°C 이하의 低温과 33.0‰ 이상의 高鹽이 나타나 外洋 쪽의 값과는 大조를 이루고 있다. 이것은 앞의 垂直斷面上에서 보았듯이 等温線이 연안쪽에서는 表層으로 상승하고 있기 때문에 思料된다. 이에 따라 表層에서는 수온의 기울기가 最大 4.7°/11 km까지의 水温前線이 蔚山 앞 海上에 형성되어 있다.

(a)



(b)



(c)

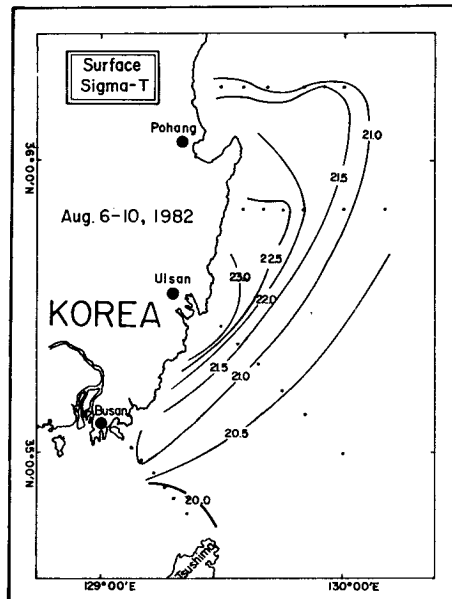
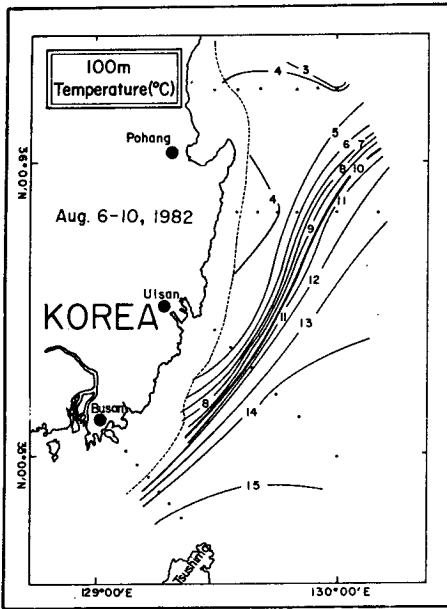


Fig. 14. Horizontal distribution of (a) temperature, (b) salinity and (c) density at surface.

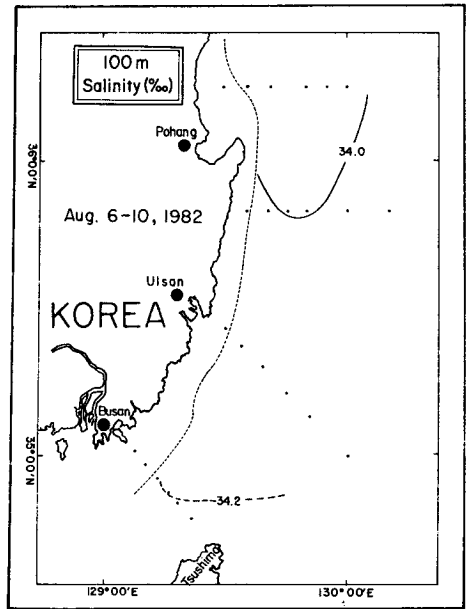
## 2-2-2 100 m 水深

그림 15-a, b, c는 100 m 수심에서 水温 鹽分  $\sigma-t$ 의 水平分布를 나타낸다. 수온은  $3^{\circ}\text{C}$ 에서  $15^{\circ}\text{C}$  사이, 鹽分은  $33.9 \sim 34.2\text{‰}$ ,  $\sigma-t$ 는  $25.5 \sim 27.0$  사이에 分布하고 있다. 수온의 급격한 水平變化가  $5^{\circ} \sim 12^{\circ}\text{C}$  사이에서 나타나며 이 水温前線은 연안에서  $20 \sim 40 \text{ km}$  사이에 存在하고 있다. 이 前線의 연안 쪽으로는 수온이  $5^{\circ}\text{C}$  이하이고  $\sigma-t$ 는 26.5 이상이며 外洋 쪽으로는 水温이 높아  $13^{\circ} \sim 15^{\circ}\text{C}$ ,  $\sigma-t$ 는 26.0 이하로 나타나고 있다. 앞의 수직단면상에서 보았듯이  $\sigma-t$  27 이상은 東海로 부터 기원하는 海水의 영향으로써 이 100 m 수심에서는 東海固有水에 屬하는 海水가 연안쪽으로 南下하고 있고 外洋 쪽으로는 對馬暖流水의 영향이 크게 나타남을 알 수 있다. 例年에 비해 東海固有水에 屬하는 많은 海水가 연안을 따라 나타나는 것으로 思料된다.

(a)



(b)



(c)

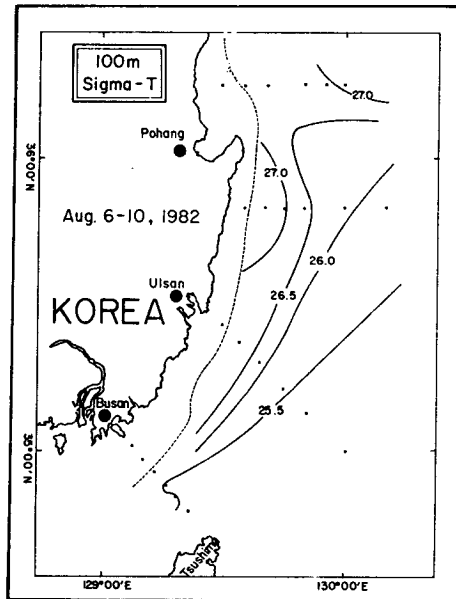


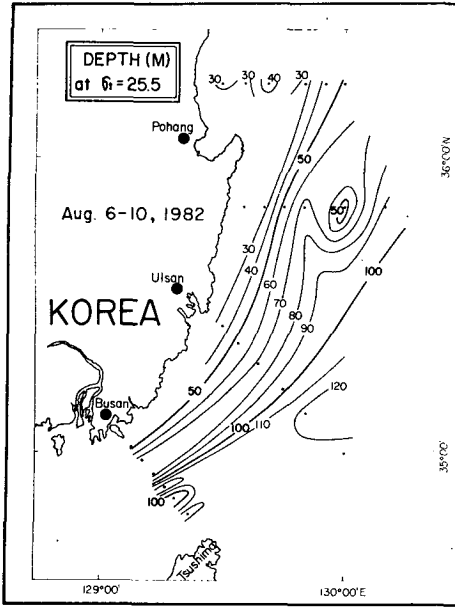
Fig. 15. Horizontal distribution of (a) temperature, (b) salinity and (c) density at 100 m depth.



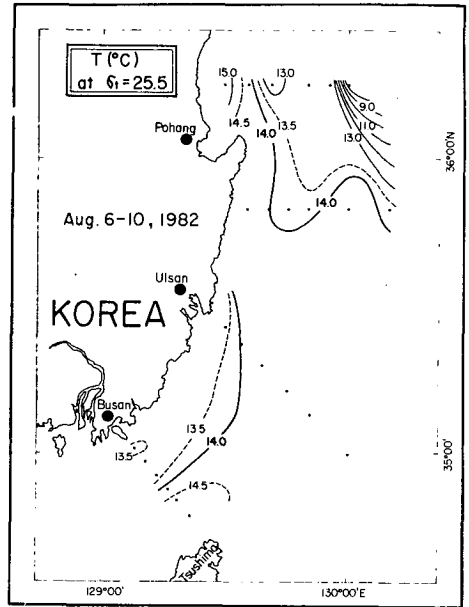
### 2-2-3 sigma-t 25.5 面上

앞의 垂直斷面圖上에서 對馬暖流의 중심부근에서는 sigma-t 가 대체로 25 ~ 26 사이로 나타났다. 이 對馬暖流의 흐름을 보기 위해 sigma-t가 25.5인 면상의 水深 水温 鹽分을 나타내면 그림 16-a, b, c와 같다. sigma-t가 25.5인 수심은 연안부근에서 30 m, 外洋쪽에서 100 m 이상으로 심한 變化를 보이고 있으며 수온은 대체로 13°에서 15°C 사이, 鹽分은 33.9 ~ 34.3% 까지 變化되고 있다. 이와 같이 수온과 염분의 變化에 비하여 水深變化가 크게 나타나고 있는 것은 等溫線이 연안부근에서 表層으로 상승되어 있기 때문이다. 특히 浦項 북쪽 연안부근에서 수심은 30 m 부근이나 수온이 15°C, 鹽分 34.3%로써 南쪽 釜山 - 對馬島 사이에서 나타나는 對馬暖流水의 特性和 유사함을 보이고 있다. 이 海水의 流入路는 長鬚岬附近을 지나 연안을 따라 北上되었든가 아니면 對馬暖流水가 35° 50' N 단면 東쪽을 통과하여 外洋 쪽으로 回折하였다가 다시 36°15' N 단면 北쪽에서 일부가 연안쪽으로 向한 후 다시 南下하는 두 經路를 생각할 수 있다. 이에 대해서는 다음장에서 자세히 다루기로 하였다.

(a)



(b)



(c)

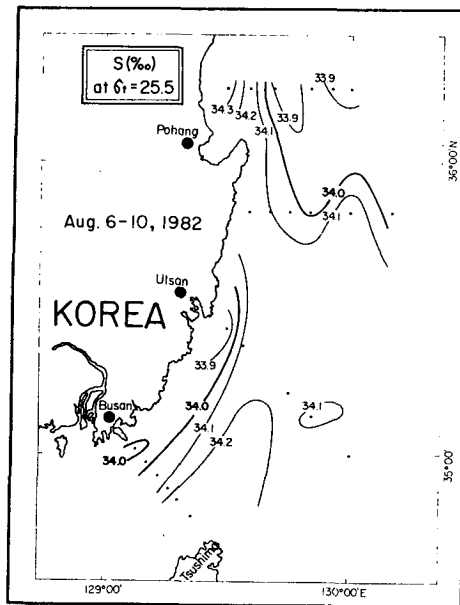
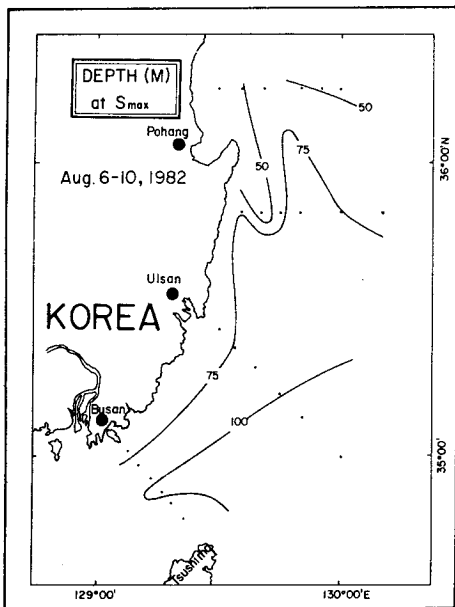


Fig. 16. Distribution of (a) depth, (b) temperature and (c) salinity at  $\sigma_t = 25.5$  surface.

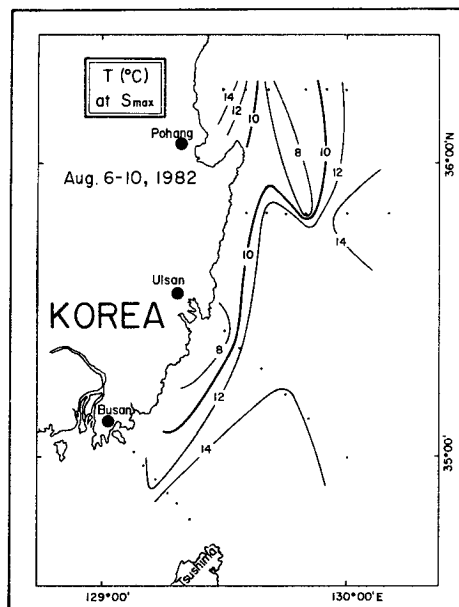
#### 2-2-4 鹽分最大層

對馬暖流水는 그 起源이 黑潮이기 때문에 한국해협을 통과할 때에도 高溫高鹽의 海水特性을 나타낸다. 특히 염분의 경우 앞의 한국해협부근의 수직단면도에서 보았듯이 중층에서 염분의 최대층이 형성되어 이 염분최대층의 追跡은 직접적으로 對馬暖流水의 추적에 利用될 수 있다. 그림 17-a, b, c, d는 각 定點上에서 관측된 염분최대층에서의 水深 水温 鹽分  $\sigma-t$ 를 나타낸 것이다. 염분최대층의 수심은 50 ~ 100 m 사이에서 變化하고 있으며 水温은  $8^{\circ} \sim 14^{\circ}\text{C}$ , 鹽分은 34.0 ~ 34.4‰,  $\sigma-t$ 는 25.4 ~ 26.7 사이에서 變化하고 있다. 浦項과 靑山의 연안부근에서 鹽分最大層은 수심이 50 m 이하이지만 水温 鹽分  $\sigma-t$  등은 對馬島 附近의 값과 유사하게 나타나고 있으며 釜山과 甘浦 사이의 연안에서 外洋 쪽으로 向할 때 이 염분최대층의 수심은 일반적으로 증가되고 수온도 증가되고 있다. 鹽分分布는  $129^{\circ} 40'E$  부근까지는 南에서 北으로 34.3‰ 이상에서 34.1‰ 이하까지로 감소하다가 다시 浦項 - 靑山海域에서는 증가되는 양상을 보이고  $\sigma-t$ 는 等溫線分布와 같은 형태로서 연안 쪽에서 높게 나타나고 있다. 甘浦以北 浦項靑山海域附近의 염분최대층이 남쪽과 연결되지 않고 끊어지는 사실은 對馬暖流水는 한국해협을 통과한 후 長鬚岬附近 연안을 따라 北上한 것으로 보기에 보다는 다른 經路를 통해 도달되어 南으로 세력을 미치고 있는 것으로 推測된다.

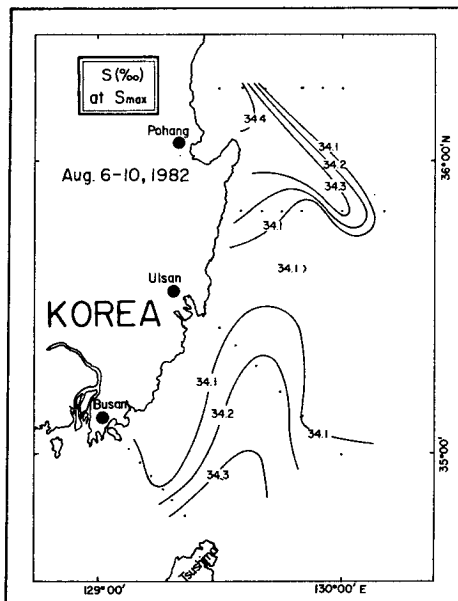
(a)



(b)



(c)



(d)

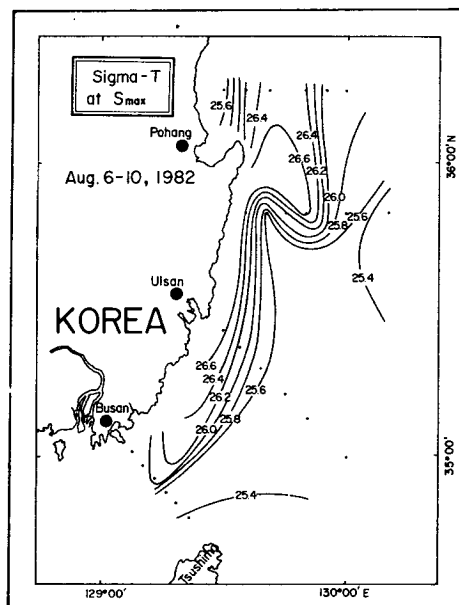


Fig. 17. Distribution of (a) depth, (b) temperature, (c) salinity and (d) density at salinity maximum layer.

### 第 3 章 海流 및 連続水温觀測

#### 3-1 海流計에 의한 海流觀測

Hydrographic survey 기간동안 1982년 8월 8일에서 8월 10일 사이 約 50시간동안 海流計 2台와 Thermistor chain 1台를 蔚山 앞 海上 수심 98 m 되는 곳에 繫留시켰다.(표 1參照). 설치수심의 결정은 水温觀測 결과(等温線의 水平기울기가 그림 7-a에서 St. H-7과 H-8 사이에서 크게 나타났음)를 고려하여 季節水温躍層 부근의 15 m와 永久水温躍層 아래의 82 m 수심으로 하였고 그 사이의 수심 20 m에서 70 m 사이에 5 m 간격으로 Thermistor chain을 연결하여 觀測하였다. 繫留方法은 表層流速이 강한 점을 고려하여 海表面에 Buoy를 띄우고 그 밑에 海流計 및 Thermistor chain을 매달았다(그림 18參照).

Table 1 : Currentmeter and Thermistor chain mooring

Station name	Position	Depth/ Total	Duration
C 1 U	35°26.4' N 129°31.5' E	15/98	50 hr ( '82.8.8. 14:00 - 10.16:00)
C 1 B	"	82/98	"
TP 1	"	20 - 70 / 98	"

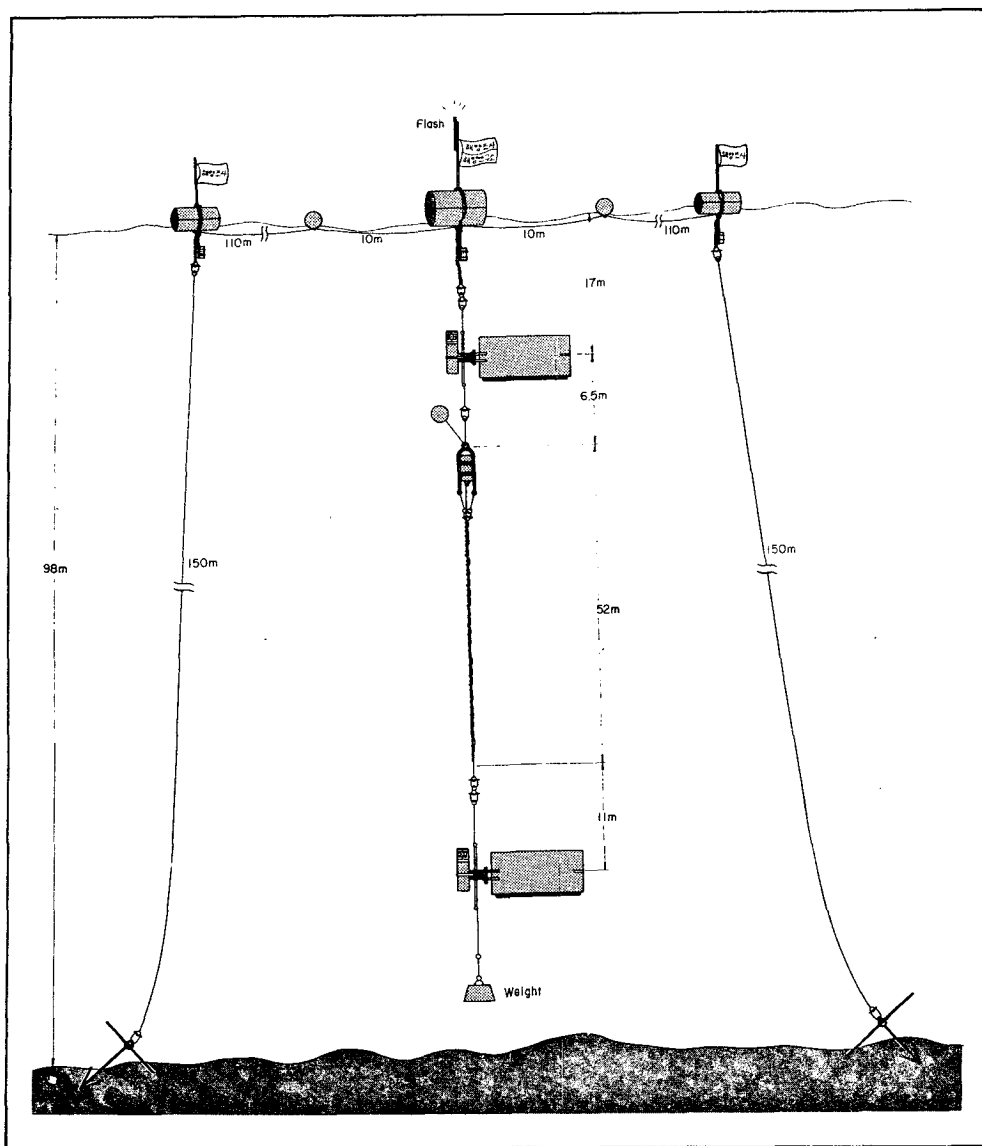


Fig. 18. Mooring system of 2 currentmeters and a thermistor chain.

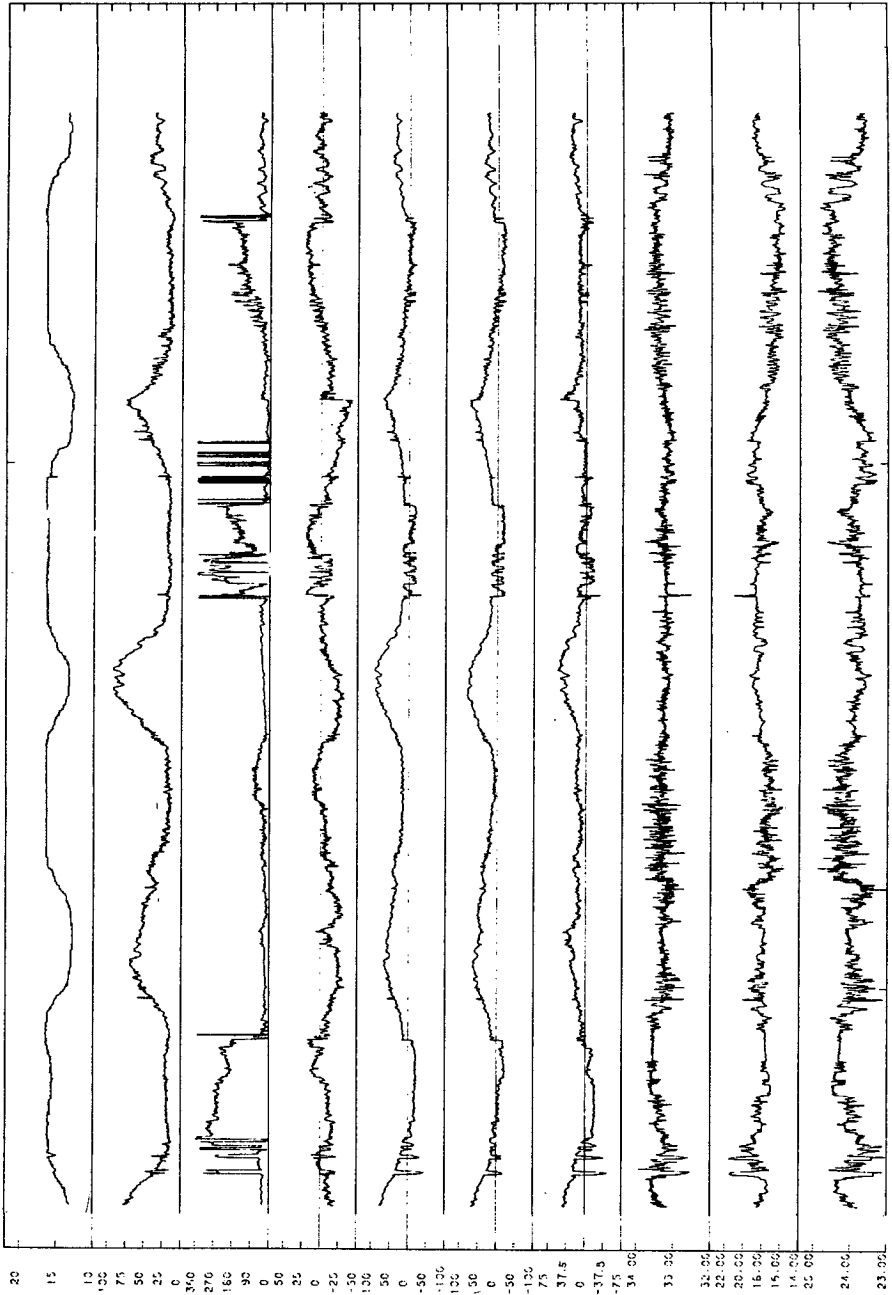
### 3-1-1 上層海流

그림 19-a, b, c, d 는 수심 15 m 부근에서 觀測된 자료의 time plot과 流速의 scatter plot, 방향과 속도의 histogram을 나타낸다. 그림 19-a의 time plot에서는 觀測地點의 海岸線方向이 南西-北東方向이므로 across는  $135^{\circ}$ - $315^{\circ}$  성분을, parallel은  $45^{\circ}$ - $225^{\circ}$  성분을 나타내도록 하였다. 계기의 수심변화는 海流의 속도와 일치하고 있으며 水温 鹽分 sigma-t의 해석에서는 계류방식에 의한 水深變化가 고려되어야 할 것이다. 그러나 실제 수심이  $15 \pm 2$  m로 나타나 계기의 수심변화로 인한 海流의 變化는 크지 않을 것으로 판단하여 같은 수심에서 觀測된 것으로 가정하였다. 流速의 벡터 平均值는 표 2에서와 같이  $31.9^{\circ}$  方向으로  $26.3$  cm/sec로 나타났다. 流速의 變化는 潮流의 영향을 받아서 蔚山港의 高潮-低潮 사이에 最大流速이 나타나고 低潮-高潮 사이에 이와 반대로서 最低流速이 나타나 漲潮流는 對馬暖流의 세력을 감소시키며 落潮流는 증가시키는 효과를 나타내고 있다.

그림 19-b 에 나타낸 scatter plot 은 海流의 方向이 北東방향이고, 潮流는 回轉되고 있음을 나타내 주고 있다. 方向은  $10^{\circ}$ - $50^{\circ}$  사이가 전체빈도수의 58.5%를 차지하고 특히  $20^{\circ}$ - $30^{\circ}$  사이가 21.0%를 나타냈다(그림 19-c 참조). 海流의 세기는 最大  $96.4$  cm/sec, 最低  $12.0$  cm/sec 사이에서 변화되고  $15 \sim 20$  cm/sec 가 28.3%로 최대빈도를 나타내었다. 관측된 海·潮流의 南北성분과 東西성분 사이의 相關係數는 0.67로 나타났다.

(a)

TIME PLOT DH8208C1C1M15

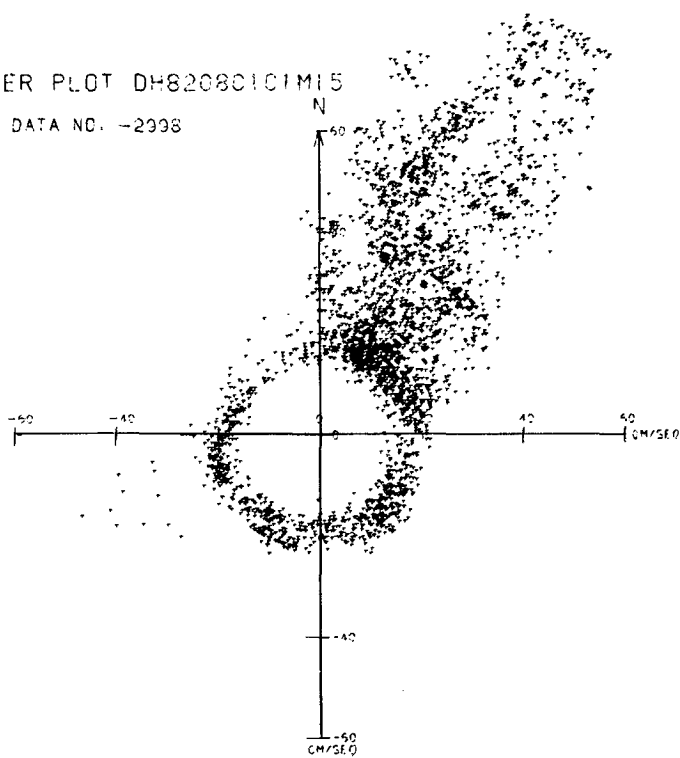




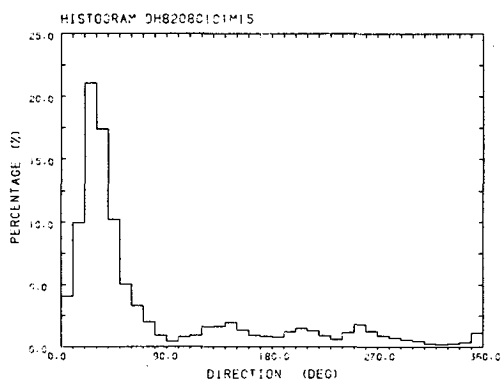
(b)

SCATTER PLOT DH8208C1C1M15

TOTAL DATA NO. -2998



(c)



(d)

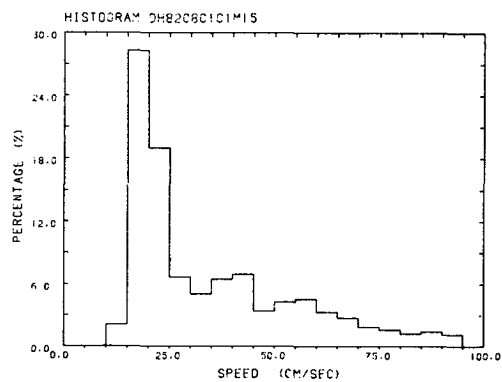


Fig. 19. (a) Time plot, (b) scatter plot, (c) direction and (d) speed histogram observed at CIU.

### 3-1-2 下層海流

그림 20-a, b, c, d는 수심 약 82 m 부근에서 觀測된 海流計 자료의 time plot과 속도의 scatter plot, 方向과 속력의 histogram이다. 계류시 表面 Buoy에서부터 海流計를 매달았기 때문에 앞의 上層 海流計보다 더 심한 水深變化(64~86 m)를 보이고 있다. 流速이 강할 때 계류 수심이 알아지고 유속이 약해지면 원상태로 되돌아가는 海流計의 수심 변화를 그림 19-a에서 볼 수 있으며 이에 따라 수온의 변화는 5°C에서 13°C 사이에 나타나고 sigma-t도 수온변화에 영향을 받아 변화되고 있다. 특히 이 하층해류의 자료는 수심변화를 고려하여 해석되어야 할 것이다.

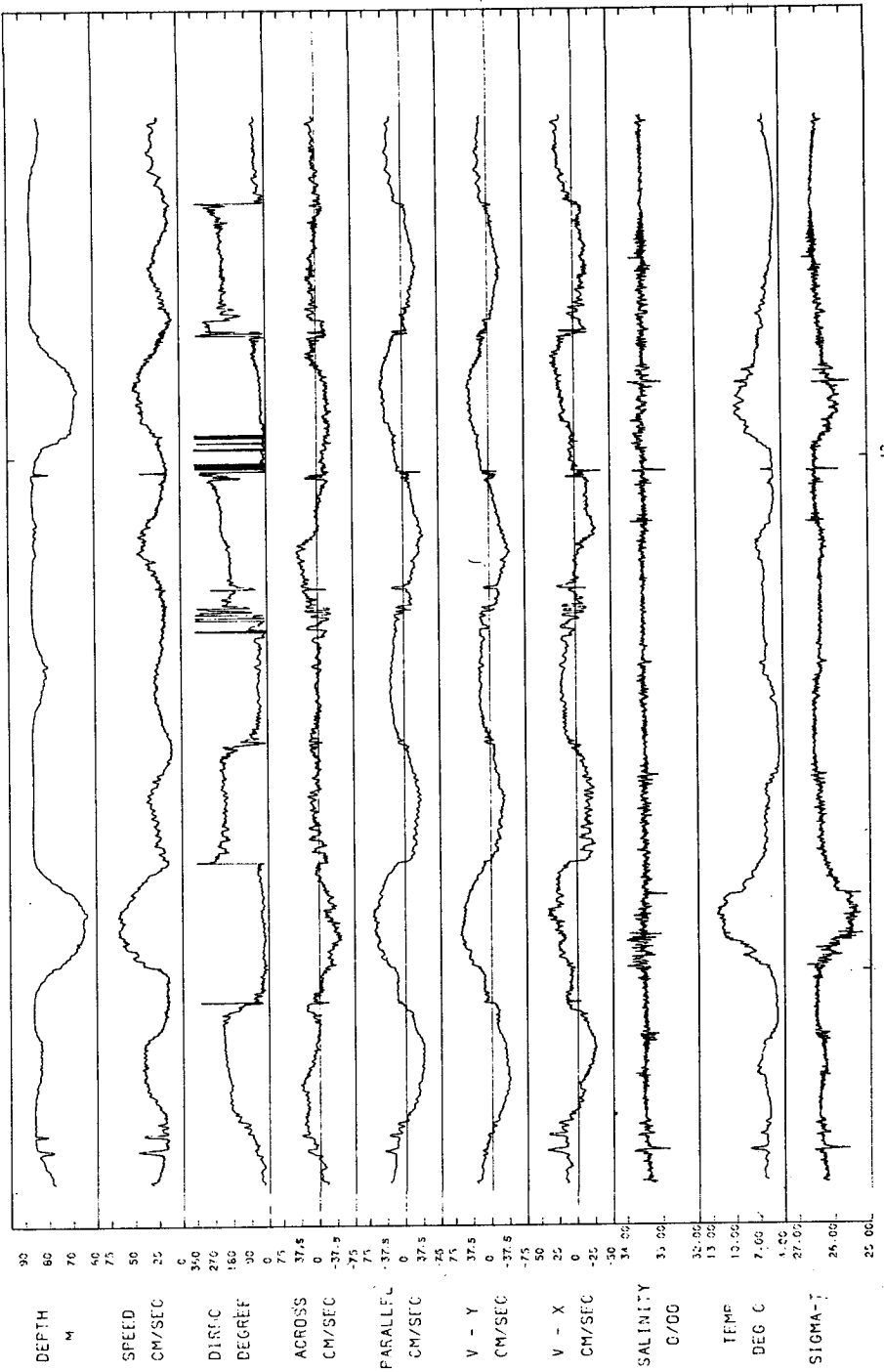
표 2에서 나타낸 대로 이층의 平均海流는 45.3° 方向으로 4.5 cm/sec로 나타나고 上層의 海流方向과는 13° 가량 더 증가되어 나타났다. 潮汐에 의한 영향으로 상층과 하층의 유속이 거의 같은 변화를 나타내고 있으며 하층의 경우 恒流가 약하여 潮流의 영향이 우세하기 때문에 南西-北東 方向의 해류가 주로 나타난다(그림 20-c 참조). 流速은 15~30 cm/sec가 58.7%를 차지하고 대부분이 45 cm/sec 이하로 나타나고 그 이상의 유속은 北東방향의 海流임을 그림 20-b에서 알 수 있다. 관측 海·潮流의 南北, 東西 成分 사이의 相關係數는 상층보다 높은 0.79로 나타났다.

Table 2. Mean velocity at C1.

Station name	Mean velocity		E - W (cm/sec)	N - S (cm/sec)
	speed(cm/sec)	direction(°)		
CIU (DH8208C1C1M15)	26.3	31.9	13.9	22.3
CIU (DH8208C1C1M80)	4.5	45.3	3.2	3.2

TIME PLOT DH8208C1C1M8C

(a)

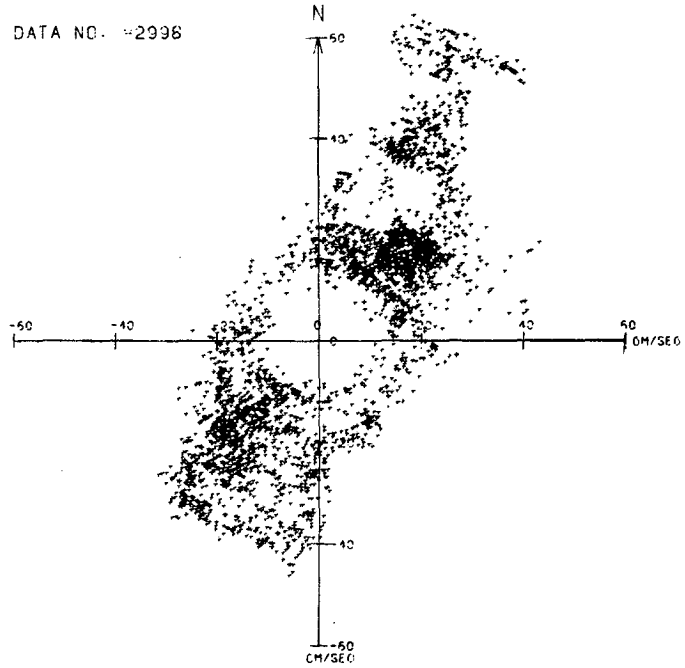


486 62.

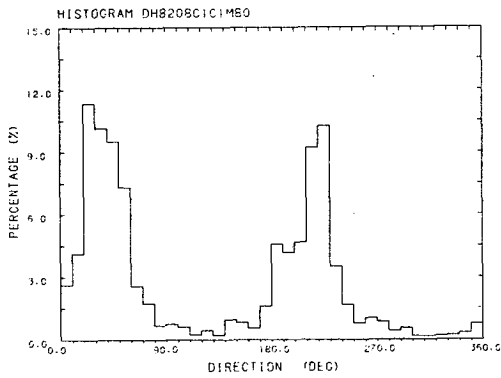
13

(b) SCATTER PLOT DH8208C1C1M80

TOTAL DATA NO. 42996



(c)



(d)

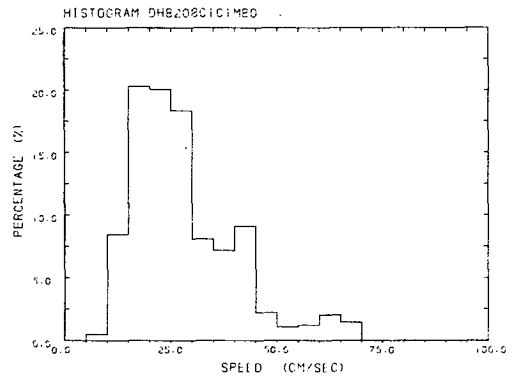


Fig. 20. (a) Time plot, (b) scatter plot, (c) direction and (d) speed histogram observed at C1B.

### 3-2 浮標追跡에 의한 海流觀測

海流를 把握하기 위해 海流計를 繫留시키는 方法과 並行하여 浮標를 製作하여 追跡하였다. 특히 연안부근의 海流를 把握하는 데 浮標追跡을 利用하였으며 여름철에 觀測한 결과는 그림 21과 같다. 甘浦 以北의 자료는 水產大學의 實習船 새바다號(2,275 t)의 漂流結果이고 南쪽의 연안부분은 수심 10 m에 投下한 浮標의 追跡結果이고, 外洋쪽의 7월 31일 자료는 수심 30 m 부근에 投下한 浮標의 結果이다. 浦項과 靑山 사이에서 觀測船의 漂流속도는 126 cm / sec 이고 甘浦와 長鬐岬 사이에서는 133 cm / sec, 甘浦와 蔚埗 사이에서는 120 cm / sec 로 계속 南向하였고 甘浦와 蔚埗 사이 해안선에서 20 km 정도 떨어진 곳에서는 29 cm / sec 로 北向하고 있는 것으로 나타났다. 觀測기간동안 浦項과 蔚山의 潮汐예보를 보면 浦項에서는 7월 31일 20시 26분에 低潮가 나타나 8월 1일 12시 31분에 高潮가 되는 漲潮流의 시간이나 蔚山에서는 7월 31일 22시 50분과 8월 1일 10시 59분에 低潮가 나타나고 8월 1일 5시 31분과 17시 19분에 高潮가 나타나 漲潮流에서 落潮流 다시 漲潮流로 바뀌었다. 앞의 海流計에 의한 觀測에서 潮流성분이 回轉하며 그 속도가 50 cm / sec 이하일 것으로 사료되었고 15시간동안 연속 觀測된 平均速度 120 ~ 130 cm / sec 와 비교해 보면 연안을 따라 南向하였던 潮流를 고려하더라도 南向하는 海流가 강하게 나타나는 것으로 사료된다.

그림 22는 1982년 12월 10일에 觀測한 浮標追跡結果이다. 연안 3km 부근에 投下된 浮標는 수심 10 m, 연안에서 10 km 부근의 浮標는 수심 30 m에 投下하였고 浮標의 크기는 여름철에 사용하였던 浮標와 同一하게 製作되었다. 연안 3km 부근에서 추적한 부표는 5.3시간동안 47 cm / sec 로 거

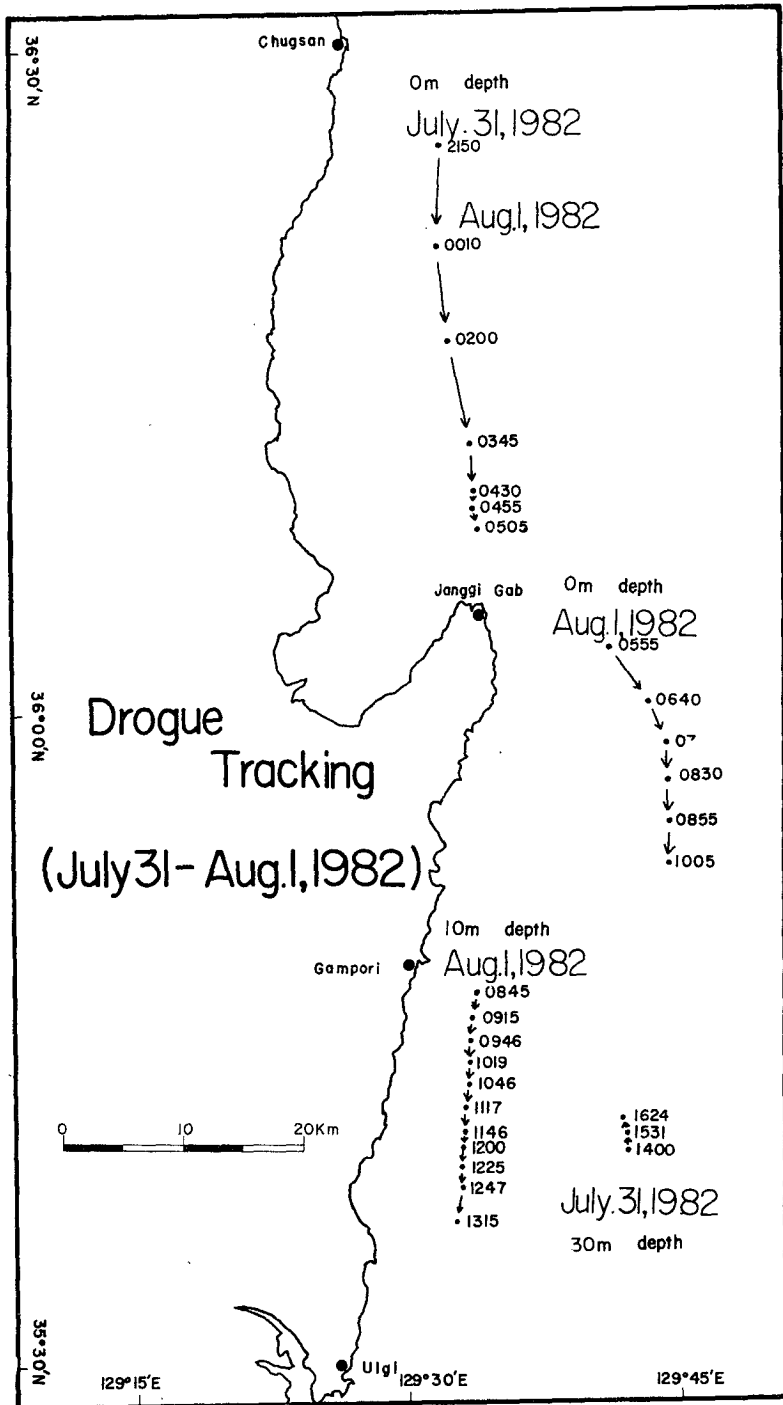


Fig. 21. Drogue tracking combined with ship's drifting in July 31-Aug. 1, 1982.

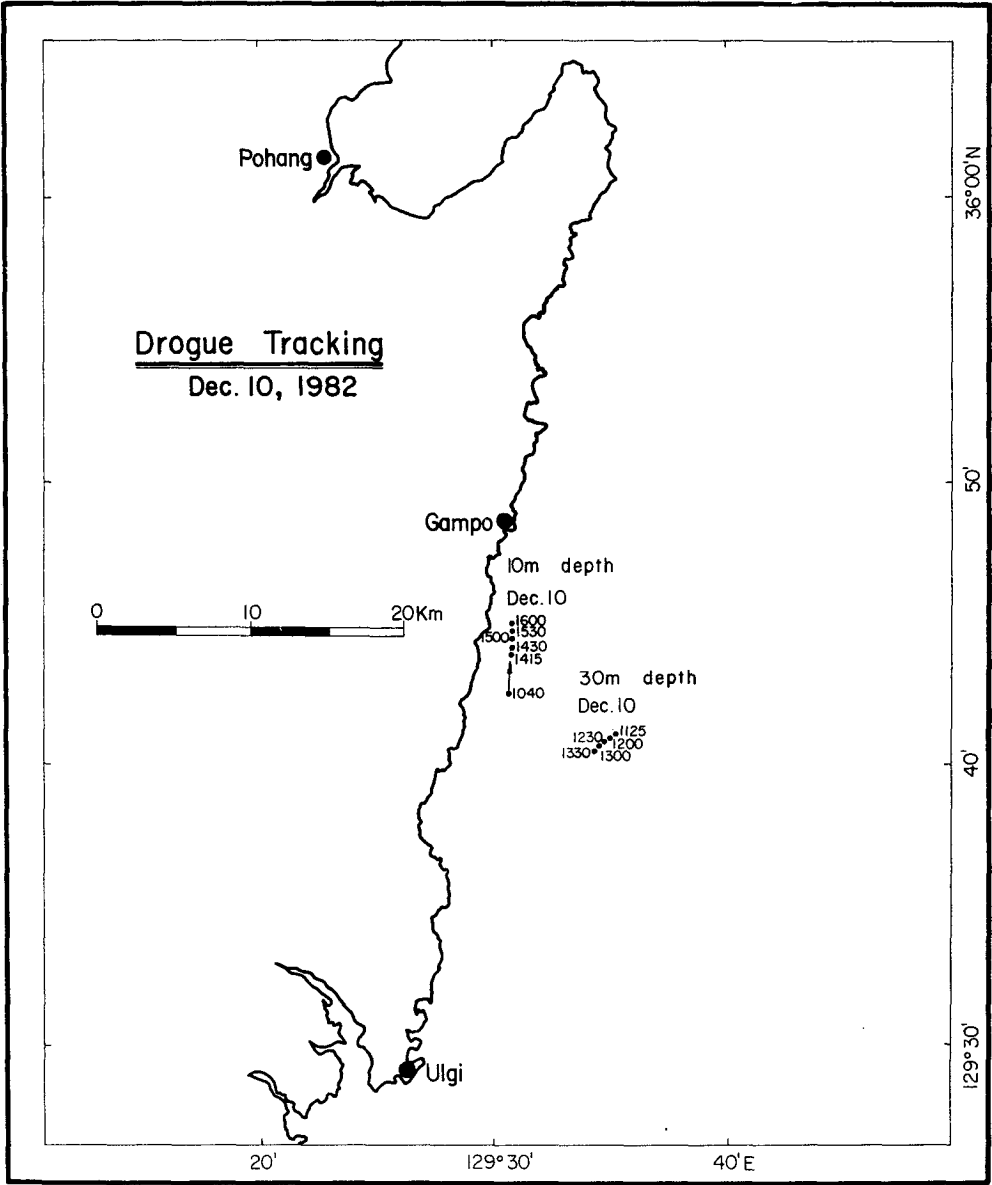


Fig. 22. Drogue tracking on Dec. 10, 1982.

의 연안에 平行하게 北上하였고 연안에서 10 km 부근에서는 2시간 동안 南西방향으로 46 cm / sec의 속도로 나타났으며 연안 부근의 해류형태는 복잡한 양상을 보이고 있다. 동 관측기간동안의 風向은 南南東이었고 두개의 浮標가 서로 다른 方向으로 移動한 것은 바람에 의한 영향은 별로 받지 않았음을 나타내고 있다.

### 3-3 Thermistor chain에 의한 連續水溫觀測

해류의 흐름과 연관시켜 수온의 時間變化를 把握하기 위해 수심 20 m에서 70 m 사이에 5 m 간격으로 水溫觀測을 行하였고 그 결과는 그림 23 과 같다. 앞에서 언급한 바와 같이 해류관측시 繫留方法으로 인해 海流計가 상층에서는 13~17 m, 하층에서는 64~84 m 사이의 수심을 보였기 때문에 상층과 하층 해류계 사이에 계류한 Thermistor chain도 상당한 수직이동을 하였을 것으로 예상되며 실제 수온의 변화가 그림 19-a와 그림 20-a의 수심과 비교하여 상당한 영향을 받았음을 알 수 있다. 따라서 連續水溫觀測의 資料分析은 수심변화를 제거하고 분석하여야 할 것으로 思料된다. 따라서 上下層에 繫留하였던 海流計의 水深으로부터 1次式에 의한 補正 (linear interpolation) 方法으로 等溫線의 垂直變化幅을 계산하였으며 이 값은 40 m 이상으로 나타나고 있다. 그 주기는 蔚山港의 潮汐週期와 거의 一致되고 있어 內部潮汐波 (internal tide)가 存在하는 것으로 보인다. 上記資料 및 앞으로의 水溫連續觀測值에 對한 보다 正確한 分析이 계속사업으로 실시될 것이며 추후 報告書에 收錄할 豫定이다.



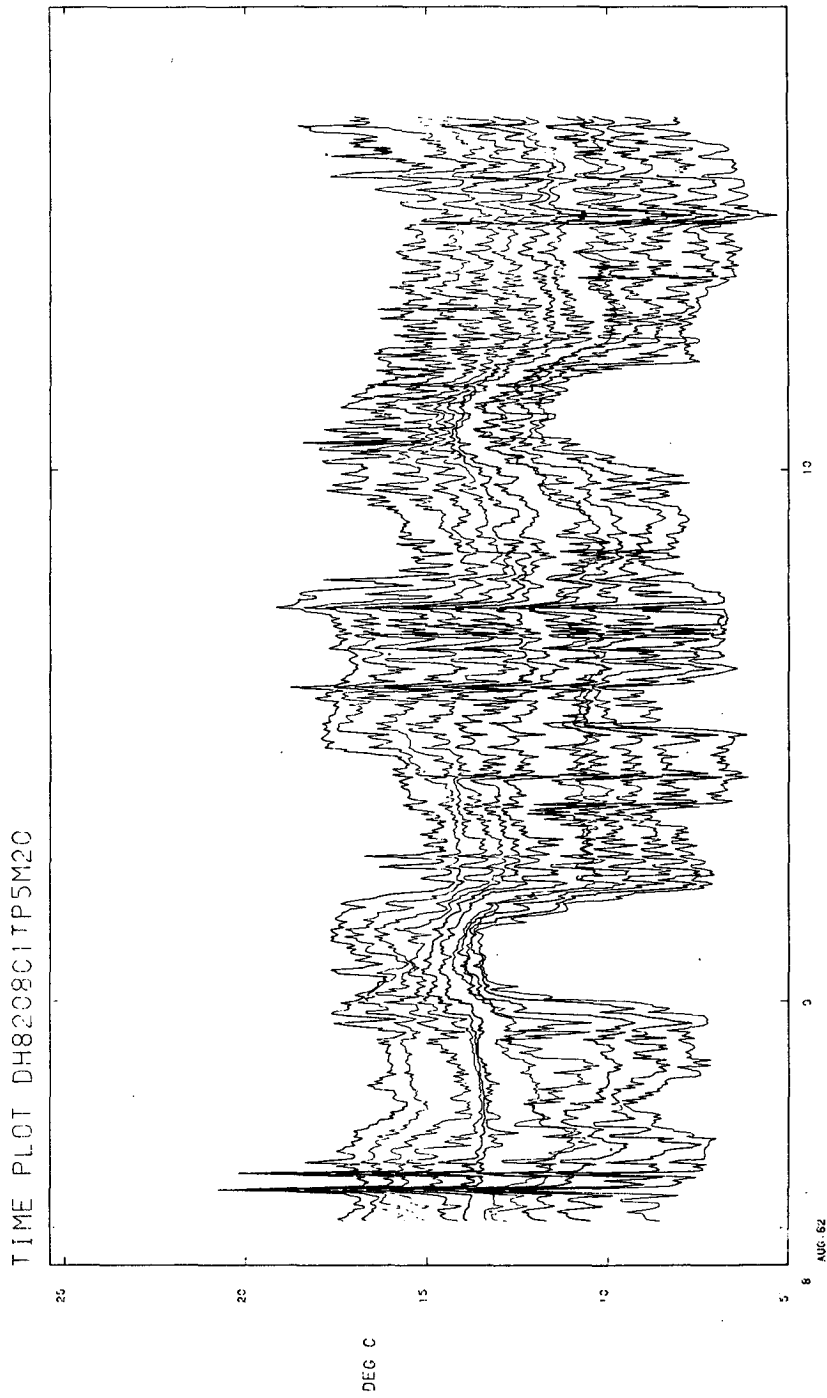


Fig. 23. Time plot of thermistor chain.

## 第 4 章 海 水 循 環

### 4-1 基準面의 設定

夏季관측기간동안 蔚山앞 해상에서 관측된 50시간의 上·下層 海流 觀測値와 두 定點 st. H-7 과 H-8 사이의 密度分布에 의한 海流速度 計算値를 비교하면 그림 24와 같다. 실제 관측된 流速은 두 측정수심 사이에서 계산된 값과 비교할 때 垂直 shear가 적게 나타나고, 力學計算에 의한 값과는 약  $\pm 12 \text{ cm/sec}$ 의 오차가 발생하였다. 그림 24에서 해류의 垂直 shear는 季節水温躍層과 永久水温躍層 부근에서 크게 나타나고 있으며 基準面은 수심 約 70 m 부근에 存在하게 된다. 그림 7-a, b, c에서 나타난 바와 같이 st. H-7 과 H-8에서의 基準面 70 m 부근은 永久水温

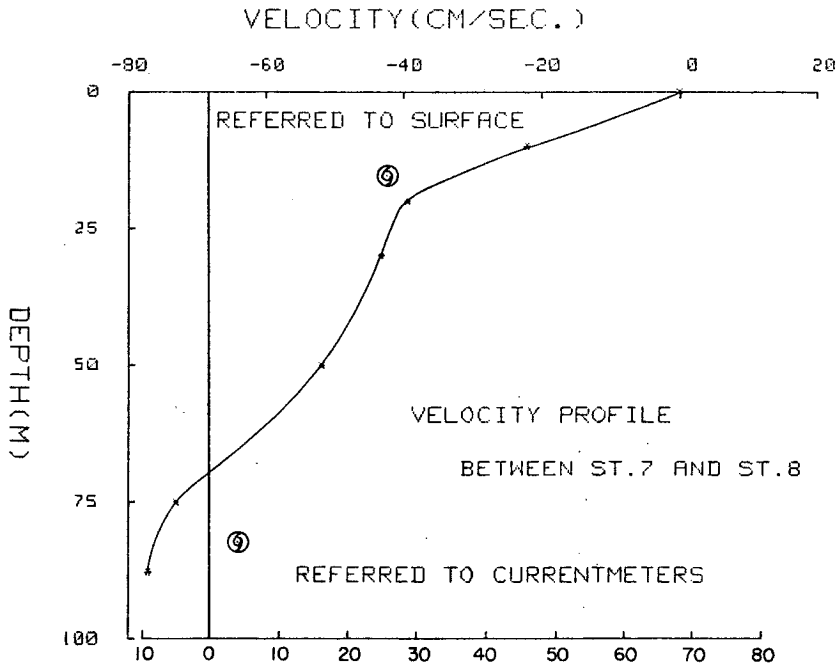


Fig. 24. Vertical profile of velocity between st. H-7 and st. H-8, adjusted to direct current measurements.

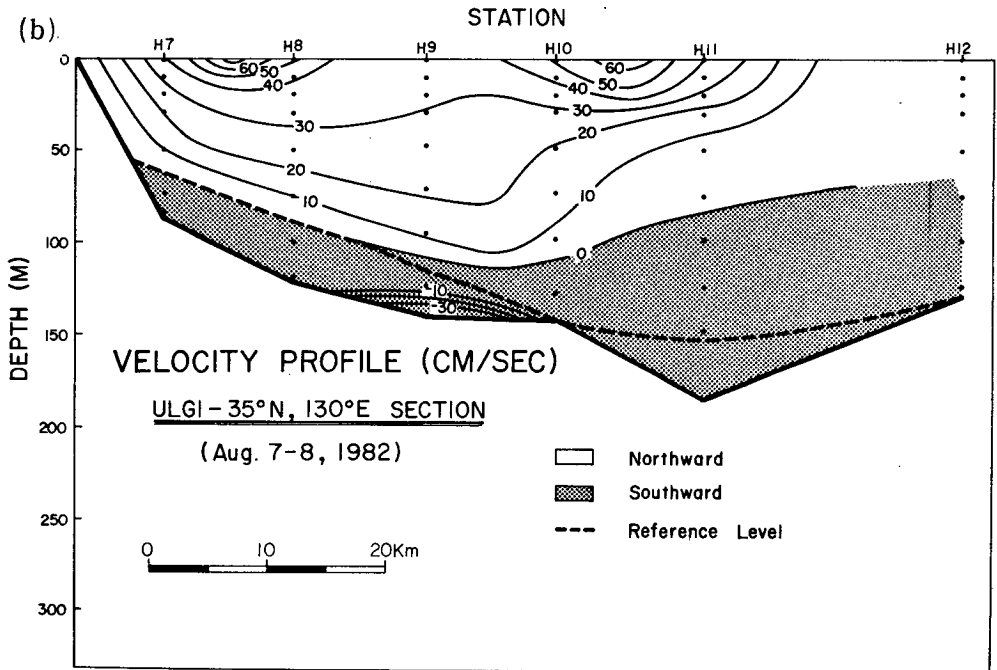
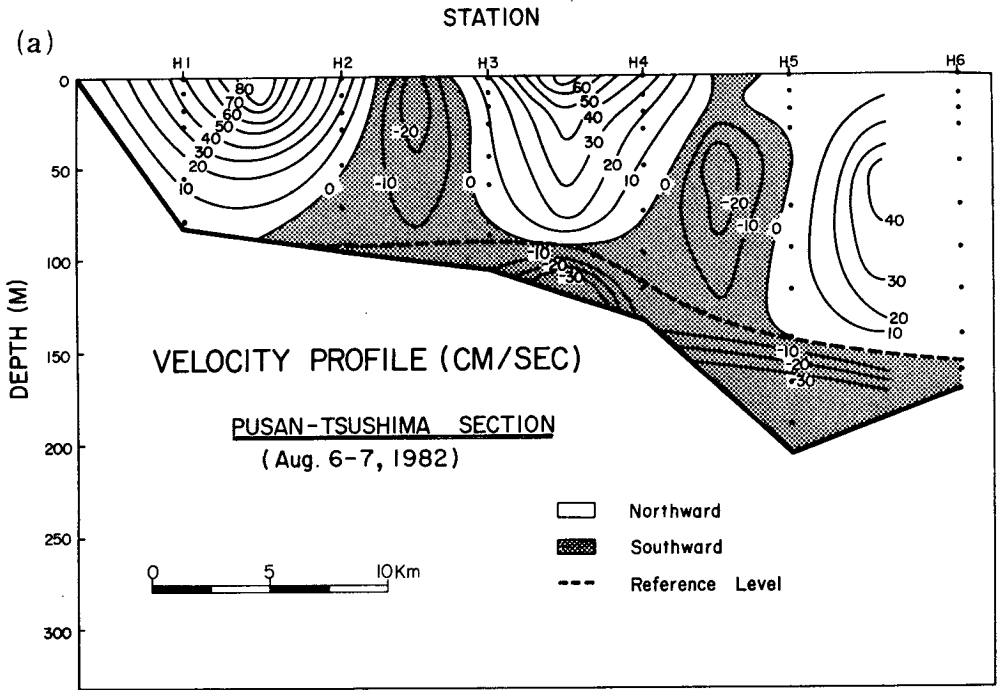
躍層에 해당되고  $\sigma-t$ 는 26.5 정도이다. 그러나 鹽分の 分布를 보면 34.1 %로써 對馬暖流水에서 由來된 高鹽의 層에 해당된다.

永久水温躍層 아래 저층부근의 海水는 對馬暖流水와는 그 性격을 달리하고 기원이 東海에서 由來되어 蔚山 부근의 等深海底面을 따라 南西方向으로 흐르기 때문에 北東方向이 갖는 對馬暖流水와는 反對이다. 따라서 方向이 서로 反對인 두 水塊사이에 운동이 정지된 基準面을 擇하는 것이 타당 하리라 보며 그림 24에서 設定된 基準面의 水深과도 一致되고 있다. 調査 對象海域內의 速度分布를 把握하기 위해 基準面을 等密度面  $\sigma-t$  26.5에 固定시켜 計算하였다. 그러나 北쪽에 위치한  $35^{\circ}50'N$ ,  $36^{\circ}15'N$  두 断面에서는 對馬暖流水의 垂直混合으로 인해 엄격히  $\sigma-t$  26.5 를 境界층의 구분 값으로 보기에 는 어려움이 있으나 計算의 便宜上 北쪽 두 断面의 경우도  $\sigma-t$  26.5 로 고정시켜 계산하였다.

#### 4-2 對馬暖流

對馬暖流水의 영향은 주로 中層에 미치고 있으며 表層의 경우 日射量, 降水量, 陸水流入 등에 의한 影响을 받고 저층의 경우는 東海에서 기원하는 海水로 事료되었다. 그러나 이곳에서의 對馬暖流水의 범주는 中層에 局限시키지 않고 表層까지 연장시켜 基準面 윗층 全般을 대상으로 하였다.

그림 25-a, b, c, d는 여름철 觀測期間동안에 관측된 4개의 垂直断面上에서 앞의 4-1절과 같이 設定된 基準面을 따라 計算된 速度分布圖이다. 이경우 水深이 얕아  $\sigma-t$  26.5가 나타나지 않을 때는 海底面에 基準을 맞추었고 두 定點사이의 수심 차이가 있을 때는 적은 水深을 基準으로 하였다. 일반적으로 全断面에서 北向하는 흐름이 나타나고 있으며 釜山-馬對島断面(그림 25-a)과 蔚琦- $35^{\circ}N$ ,  $130^{\circ}E$  断面(그림 25-b)에서는 表層에  $50\text{ cm/sec}$  이상의 강한 흐름이 두곳에서 存在하고 있고 그 北쪽의 두 断



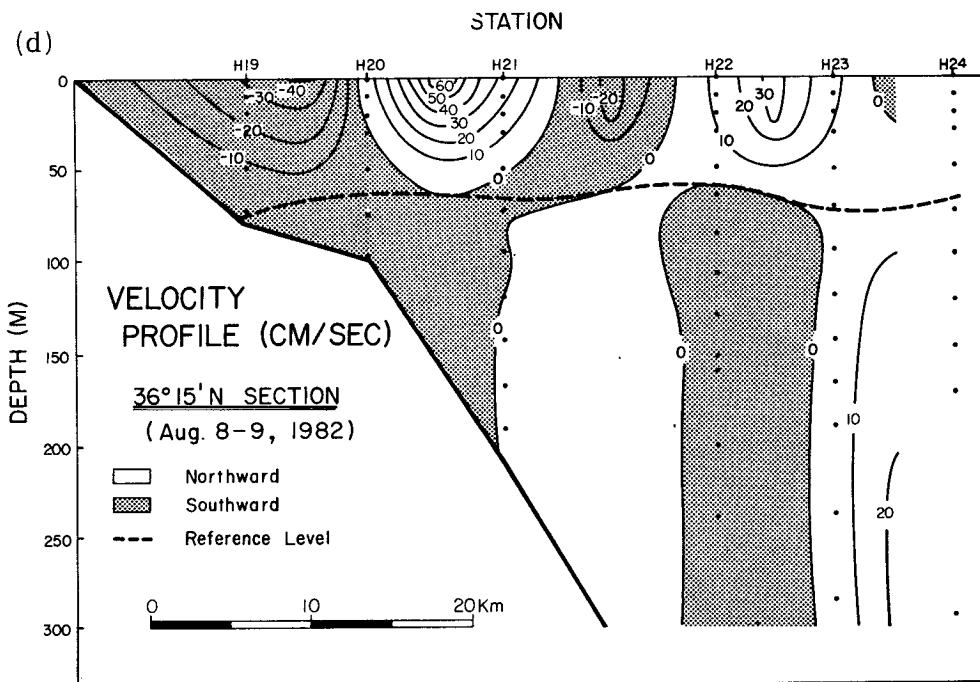
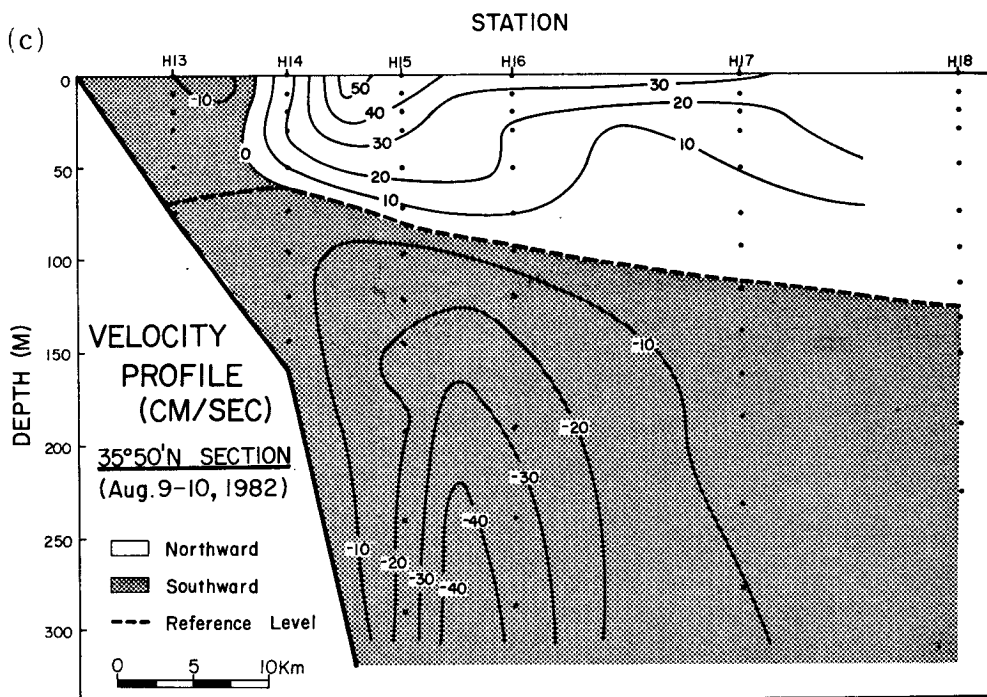


Fig. 25. Velocity profile of section (a) Pusan-Tsushima, (b) Ulgi-35°N, 130°E, (c) 35°50'N and (d) 36°15'N.

面(그림 25-c, d)에서는 한곳에서만 나타나고 있다. 이 강한 흐름은 對馬暖流가 한국해협을 통과하면서 西水道에서는 두 갈래 그리고 東水道에서는 한 갈래로 나뉘어져 東海로 流入한다는 종래의 三分枝說과 一致되고 있다.

北쪽의 두 断面(35°50'N 断面과 36°15'N 断面)에서 보이는 枝流와 釜山-對馬島断面과 蔚埼-35°N, 130°E 断面을 통과하는 枝流 사이에 어떤 관련이 있는지를 보기 위하여 강한 흐름이 나타나는 부근의 6개 定點에서 觀測된 水温·鹽分을 T-S diagram 상에 그림 26과 같이 나타내었다. 모든 定點에서 鹽分이 최대가 되는 對馬暖流水의 特性이 15°C, 34‰ 부근에서 나타나고 있으나 表層 부근의 水温과 鹽分은 약간의 차이를 보이고 있다.

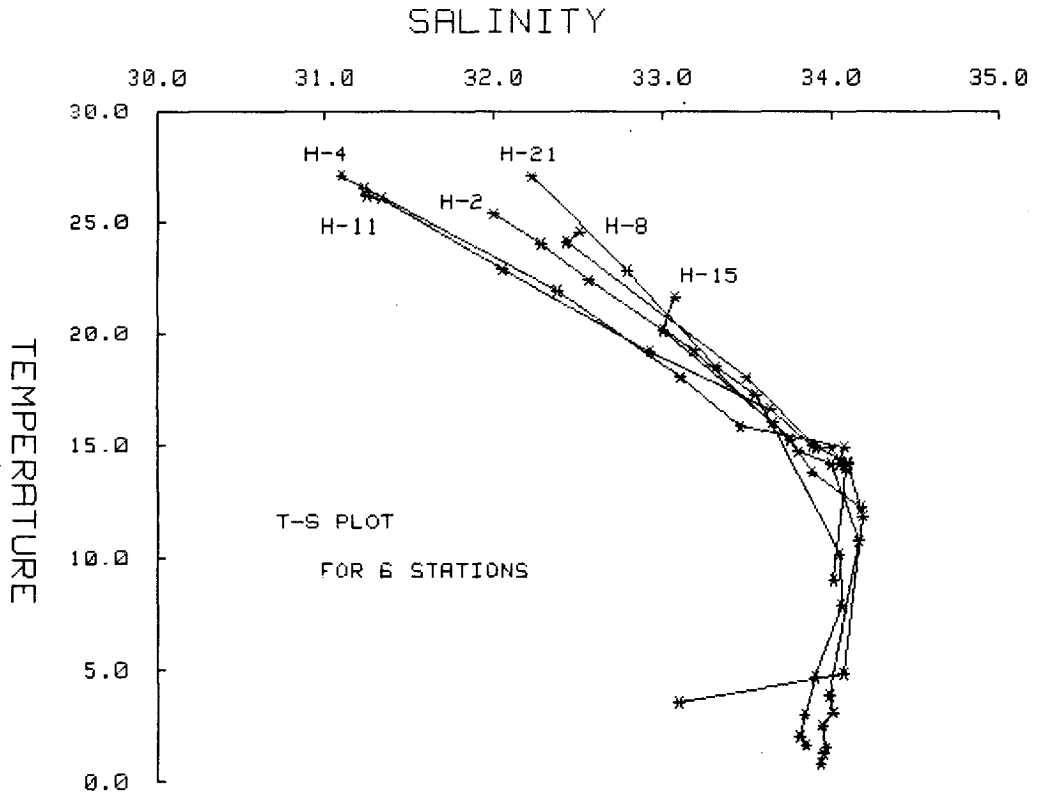


Fig. 26. Temperature-salinity relations for 6 stations.

北쪽의 두 断面에 위치한 st. H-15와 H-21은 南쪽 断面에 있는 st. H-2와 H-8의 水温·鹽分分布와 비슷한 양상을 보이고 있으나 st. H-4와 H-11보다는 높은 鹽分을 나타내고 있다. 이러한 사실은 北쪽 두 断面에 나타난 支流은 南쪽 두 断面에서는 연안부근( st. H-1과 H-2, st. H-7과 H-8 )을 통과하는 支流의 연속임을 말해주고 있다. 外洋쪽으로 st. H-3과 H-4, st. H-10과 H-11 사이에 나타난 또 하나의 支流은  $35^{\circ} 50' N$  断面과 南쪽의 蔚埗- $35^{\circ} N, 130^{\circ} E$  断面 사이에서  $130^{\circ} E$ 의 東쪽으로 빠져 나간 것으로 사료된다.

最近 Kawabe (1982)는 1972 ~ 1980년 觀測資料를 利用하여 한국해협 西水道를 통과하는 對馬暖流를 第3分枝( 東韓暖流 )와 第2分枝로 구분하고 東韓暖流는 年中 存在하고 연안을 따라 北上하며 第2分枝는 6월과 8월 사이에만 對馬暖流가 강할 때 나타나 東海의 200 m 等深線 外側을 따라 日本西海岸으로 向한다고 報告한 바 있으며 이는 本調査研究結果와 一致하며 연안부근에 나타난 支流은 第3分枝( 東韓暖流 )에 해당되고 外洋쪽으로 나타난 支流은 第2分枝에 해당된다고 볼 수 있다. 그러나 이러한 分枝와 東偏向의 現象이 每年 일어나는지 또는 1982년의 8월이 특수한 경우에 해당하는지의 여부는 다른 資料의 보충을 요하고 있다.

이 단면도에서 보는 바와 같이 東韓暖流는 釜山-對馬島 사이에서는 연안에서 5~10 km, 蔚埗 앞 해상에서는 10~20 km, 甘浦 앞 15~20 km 그리고 靑山부근에서는 海岸線에서 20~30 km 부근을 통과하여 계속 北上하고 있는 것으로 나타난다. 이 結果는 앞의 浮標追跡時( 그림 22 참조 ) 海岸線에서부터 20 km 부근 수심 30 m에 投下된 浮標가  $2\frac{1}{2}$  時間의 관측이었지만 29 cm / sec의 속도로 北上하는 것으로 나타난 사실과도 부합된다.

그림 25-a의 釜山-對馬島 사이의 断面에서는 北向하는 支流 사이에 최대속도가 20 cm / sec 이상인 南向流가 存在하고 있다. 이 南向流는 水温과

鹽分の 断面圖(그림 6-a, b)에서 보듯이 北向流과 거의 같은 海水의 特性을 갖기 때문에 이 南向流도 對馬暖流水로 보는 것이 타당하리라 생각되며 그 存在原因은 對馬暖流의 蛇行이거나 또는 Eddy 형태가 觀測된 것으로 사료된다.

그림 27-a, b는 國立水産振興院에서 觀測한 蔚埼 南東방향의 208線(그림 8-a, b, c 참조)과 甘浦 南東방향의 209線(그림 12-a, b, c)의 속도분포도이다. 이 경우도 앞의 基準面設定時와 같이 等密度面  $\sigma-t$  26.5 上을 基準한 것이며 연안부근 즉  $\sigma-t$  26.5 面이 나타나지 않는 부분에서는 海底面에 基準을 두었다. 앞서의 4개의 断面과는 觀測日時가 3~4일 차이가 있고 두 定點간의 거리도 커서 똑같은 형태는 아니지만 일반적인 형태는 비슷하게 나타나고 있다. 앞의 그림 25-b, c와 비교하여 속도의 차이는 있으나 208線의 경우 연안으로부터 約 20 km 부근(st. 208-2와 3사이)과 60 km 부근(st. 208-4와 5사이)에서 209線의 경우는 연안으로부터 약 10 km 부근(st. 209-4와 5사이)과 약 40 km 부근(st. 209-6과 7사이)에서 속도가 증가된 형태의 支流를 보이고 있다.

특히 209線의 경우(그림 27-b) 연안으로부터 40 km 부근에서 海表面에 40 cm/sec 이상의 흐름이 나타나고 있는데 이 흐름이 앞서 釜山-對馬島 断面과 蔚埼-35°N, 130°E 断面에서 外洋쪽으로 보였던 第2分枝에 해당되는 것으로 생각할 수 있고 이 경우 앞에서 기술된 東偏向되었다는 推測과 잘 일치되고 Kawabe(1982)의 見解와도 부합되고 있다.

北上하는 對馬暖流의 영향은 연안에서 70~80 km 以內에서 나타나고 그 外洋쪽에서는 오히려 南向流를 보이고 있으나 地衡流 計算時의 誤差를 고려한다면 流速이 약하여 確實한 事實로 보기에는 어려움이 있다.

그림 25-c, d에서 보인 北쪽의 두 断面에서는 연안부근 10~20 km에서



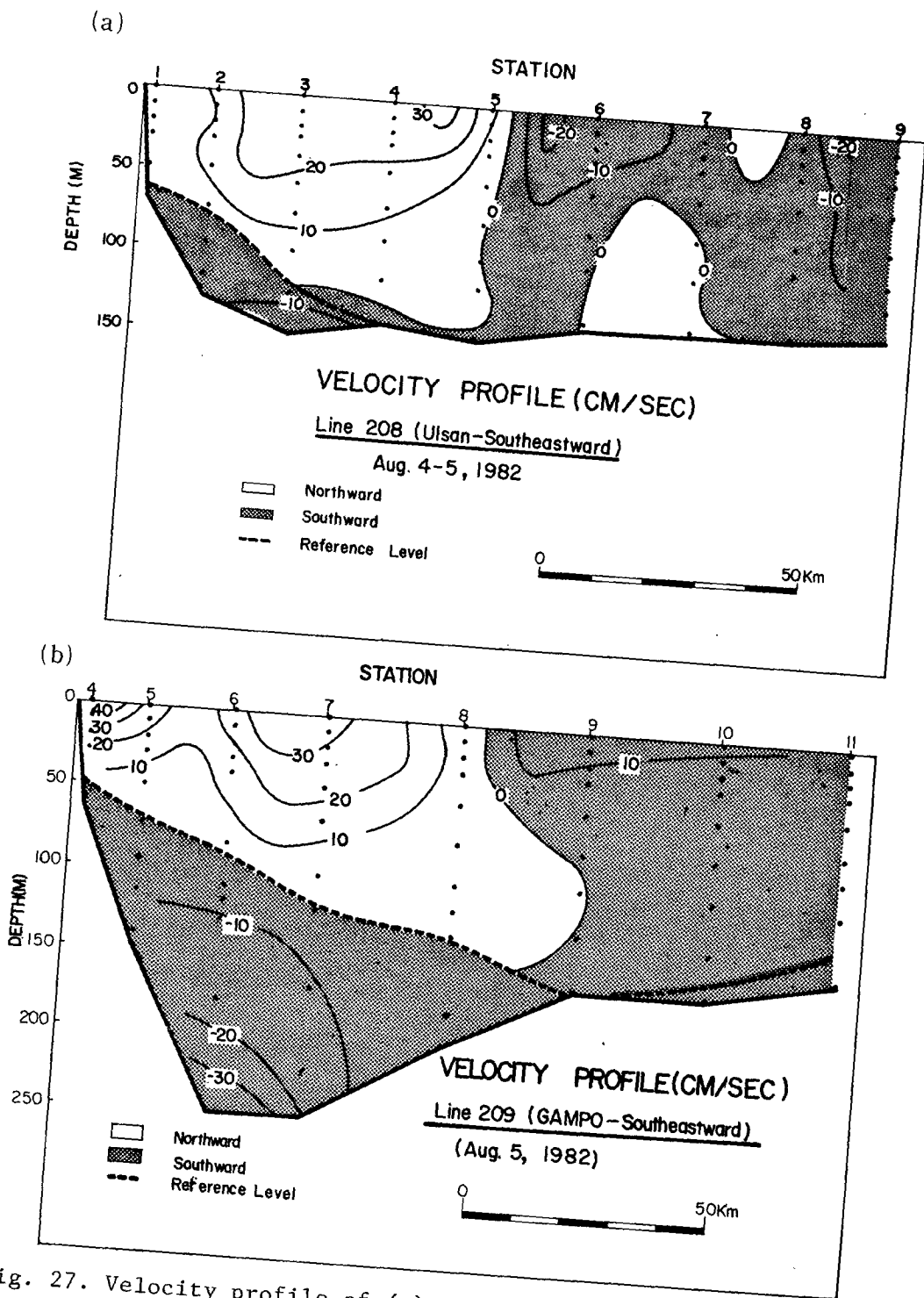


Fig. 27. Velocity profile of (a) FRDA line 208 and (b) line 209.

는南向流가 存在하는 것으로 나타났으나 南쪽의 蔚埼 - 35° N, 130° E 断面上(그림 25 - b 참조)에는 나타나지 않고 있다. 이 南向流는 海안선과 대륙붕 境界사이에서 존재하고, 地衡流의 計算에 의한 表層速度는 10 ~ 40 cm / sec 로써 앞의 浮標追跡時 나타났던 南向流 120 cm/sec 이상의 값과 대조를 보인다. 이러한 사실은 南向流가 주로 barotropic인 것을 보이고 있다. 北쪽의 두 断面上的의 南向流가 흐르는 곳의 水温과 鹽分을 보면(그림 11-a, b와 13-a, b 참조), 水温은 연안쪽으로 감에 따라 높아지고 鹽分은 34.1‰ 이상의 高鹽이 수심 20 m 이하의 층에 나타나고 있어 對馬暖流의 영향을 받고 있는 것으로 사료된다.

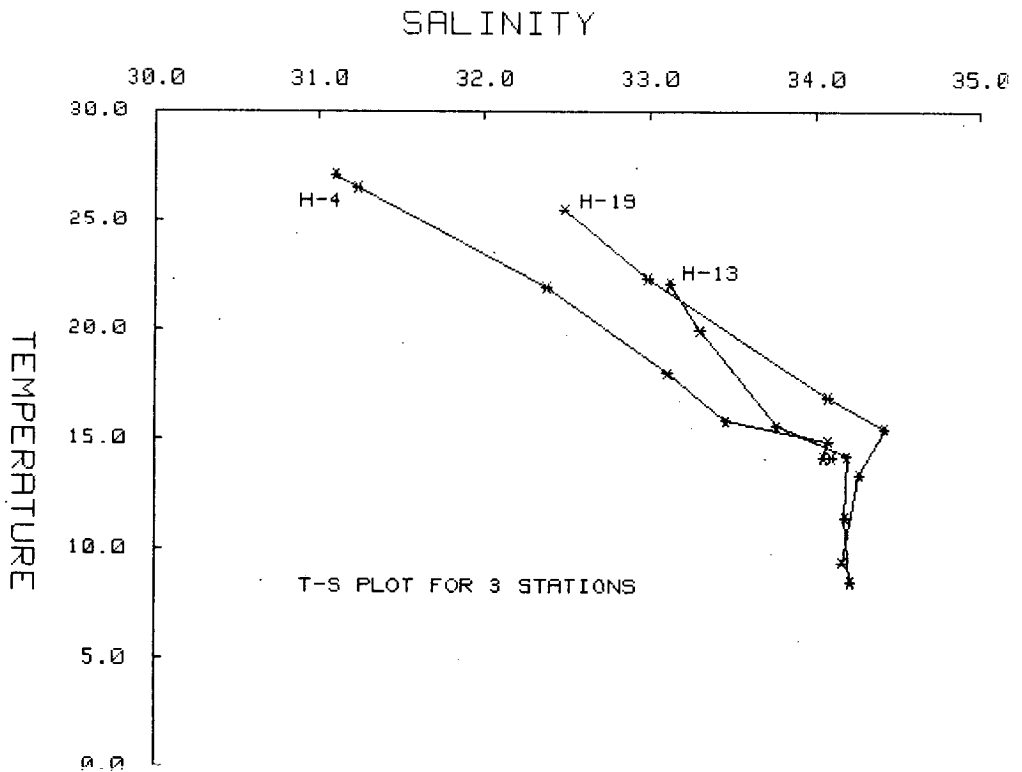


Fig. 28. Temperature-salinity relations for 3 stations.

그림 28은 두개의 北쪽 断面上의 연안에 위치한 st.H-13과 H-19의 水温 鹽分을 한국해협내 第2分枝에 해당하는 st.H-4와 비교하여 나타낸 것이다. 표층부근의 鹽分은 st.H-4보다 높은 값을 보이고 있으며 그림 26과 비교할 때 東韓暖流의 鹽分分布에 가깝다는 것을 알 수 있다. 따라서 연안부근에서 관측된 南向流의 海水特性은 東韓暖流가 36° 15' N 断面 以北에서 연안쪽으로 강한 영향을 미쳐 그 一部分가 南下하는 沿岸流로써 蔚琦 앞 부근까지 南쪽으로 흐르는 것을 暗示해 주고 있다고 思料된다. 蔚琦 앞 부근에서는 다시 北上하는 海流가 存在하고 있기 때문에 蔚琦-丑山 海域의 연안 30 km 이내에서는 低氣压性의 eddy 運動이 存在할 것으로 推測된다.

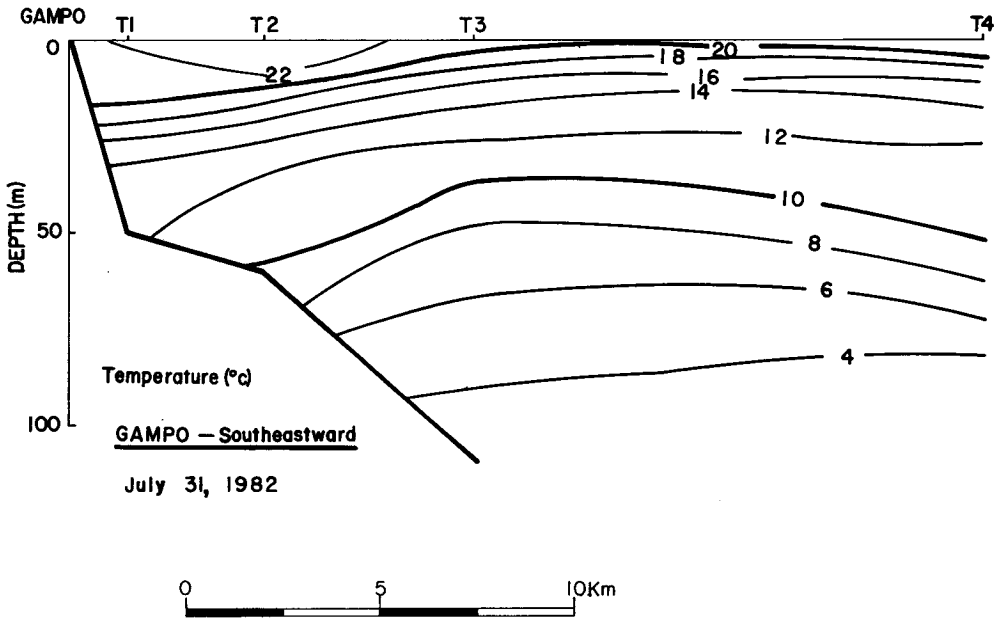


Fig. 29. Temperature profile during drogue tracking on July 31, 1982.

그림 29는 甘浦에서 南東방향으로 浮標追跡 觀測時期와 같은 때에 觀測된 水溫分布圖이다. 海안선에서 約 20 km까지 관측되었지만 水溫分布는 전반적으로 연안쪽에서 높게 나타나며 앞의 35° 50' N 断面의 水溫分布圖(그림 11-a 참조)와 비슷한 양상을 보이고 있다. 水溫이 密度變化에 주로 영향을 미치고 있음을 생각할 때 이 断面의 密度分布에 의한 海流의 流速은 36° 50' N 断面(그림 25-c)에서 보인 값과 비슷할 것이고 실제로 觀측된 浮標의 南下速度에 비해 상당히 적으리라 豫想된다.

海面傾斜와 流速을 나타내는 運動方程式은 다음과 같이 表現된다.

$$f \cdot v = g \frac{\partial \xi}{\partial x}$$

여기에서  $f$  : Coriolis parameter

$v$  : 表層流速

$g$  : 重力加速度

$x$  : 東西방향의 거리

$\xi$  : 海面의 높이

이다.  $f \sim 10^{-4}$  rad/sec,  $v \sim 120$  cm/sec,  $g \sim 10^3$  cm/sec<sup>2</sup>,  $\Delta x \sim 20$  km 로 생각한다면 海面높이의 차이는  $\Delta \xi \sim 24$  cm 정도로 나타난다. 이것은 浦項 부근 연안의 海面 높이가 海안선에서 約 20 km 떨어진 부근의 海面 높이보다 24 cm 정도 높음을 의미하고 있다. 따라서 연안부근에 나타난 강한 南向流는 海面높이의 차이에 의해서도 나타날 수 있으리라 豫想할 수 있다. 한편 앞의 그림 23에서의 결과로 겨울철에는 여름철에 보였던 南向流가 나타나지 않고 있으며 겨울철 浮標追跡時 行한 水溫觀測에서 密度分布를 類推할 때 北向流의 存在만이 나타나고 있다.(그림 30 참조). 이러한 結果는 여름철에 觀測된 南向流가 季節에 따라 變化를 보이고 있으며 봄·가을에도 存在하는지의 여부는 앞으로 研究對象이 되어야 할 것이다.

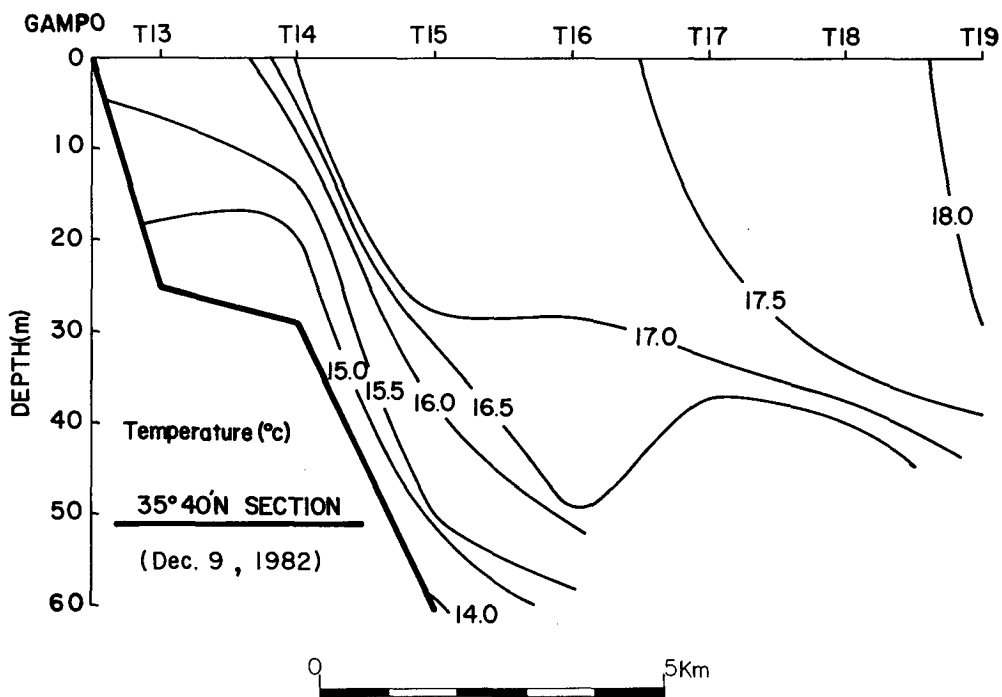


Fig. 30. Temperature profile during drogue tracking on Dec. 9, 1982.

Table 3. Water volume transport (+ : Northward)

Section	Upper layer ( $\times 10^4 \text{ m}^3/\text{sec}$ )			Lower layer ( $\times 10^4 \text{ m}^3/\text{sec}$ )
	Northward	Southward	Total	
Pusan-Tsushima	78	26	+ 52	- 3
Ulgi - 35°N, 130°E	104	0	+104	- 5
35°50' N	73	3	+ 70	- 95
36° 15' N	26	23	+ 3	- 26

한국해협 西水道를 통과하는 容積輸送량은 표 3의 상층란에 나타나 있다. 全體輸送량은 蔚埼-35°N, 130°E 断面上에서 가장 크게 나타나고 北쪽 36°15' N 断面에서 가장 적게 나타났으나 일반적으로 0.5~1.0 sv 사이로 나타나고 있다.

앞에서 살펴 본 바와 같이 對馬暖流水는 한국해협을 통과한 후 東海固有水와 垂直混合이 심하게 나타나서 等密度面  $\sigma-t$  26.5 로서는 對馬暖流水와 東海固有水와의 境界面設定에 부적당하며 密度가 증가된 基準面을擇하는 것이 타당할 것으로 생각된다. 따라서 北쪽의 36°15' N 断面上에서 容積輸送量 計算時 南쪽의 断面보다 많은 誤差가 나타났으리라 豫想된다. 國立水産振興院에서 觀測한 208線과 209線(그림 27-a, b 참조)의 容積輸送량을 보면 断面의 幅은 훨씬 크지만 韓國 海岸으로부터 70~80 km 이내에 北上하는 흐름이 있으나 그 바깥쪽으로는 南向流로 나타나고 있기 때문에 실제 北向流의 容積輸送량은 감소되어 0.5 sv 정도로 나타나고 있다. 그러나 蔚埼-35°N, 130°E 断面과 208線상의 1~5 定點까지는 모두 北向流가 約 1.0 sv 정도로 나타나고 35°50' N 断面과 209線의 4~8 定點까지는 北向流가 0.7 sv 과 1.0 sv 으로 나타나 큰 차이를 보이지 않고 있다. 한편 Tanioka(1968)는 36°N 부근에서 300 dbars를 基準할 때 東韓暖流의 輸送량을 3.0 sv 으로 推定하였으나 基準面設定의 차이로 인해 本調査結果와 일치되지 않고 있고 李(1966)가 125 m 수심을 基準으로 西水道에서 計算한 年平均 0.92 sv 과 상당히 일치되고 있다.

한편 東韓暖流가 表層에 强하게 흐르는 두 定點사이의 容積輸送량을 보면 第2分枝라 생각되는 부분의 容積輸送량과 차이를 보이지 않고 있다. 釜山-對馬島 断面上 st.H-1과 H-2 사이에서 0.23 sv, st.H-3과 H-4 사이도 0.23 sv 이 되고 蔚埼-35°N, 130°E 断面에서는 st.H-

7과 H-8 사이에 0.24 sv , st.H-10과 H-11 사이에서는 0.23sv 이 되고 있다. 北쪽의 두 断面에서는 st.H-14와 H-15 사이에 0.18 sv, H-20과 H-21 사이에서는 0.14sv 으로 나타났다.

### 4-3 底層水

앞에서 水温 鹽分  $\sigma-t$ 의 垂直断面上에서 對馬暖流水의 限界를 永久水温躍層까지로 보았으며 그 아래에는 低温·低鹽의 海水가 存在하고 起源을 東海로부터의 流入水로 보았다. 特히 蔚埼-35°N, 130°E의 断面과 釜山-對馬島 断面上에서는 이 流入水가 연안부근의 海底에서 나타나고 있고 外洋쪽으로는 나타나지 않고 있어 그 經路는 연안해저 부근을 따라 南流하고 있으리라 생각되었다. 그러나 실제 定點 C1의 수심 82 m에서 관측된 海流는 平均速度가 4.5 cm/sec 로써 北東으로 向하고 있는 것으로 나타났다. 이것은 底層에 繫留된 海流計의 水深變化가 심하여 一定수심의 값이라 보기 어렵고 더우기 基準面이 70 m 부근에서 存在하여 基準面 上·下層의 값이 記錄되어 海流가 약한 저층 부근에서는 많은 誤差를 가져올 수 있기 때문에 대표값으로 擇하기에는 어려움이 있다. 따라서 海流計에 의한 관측결과 보다는 水温·鹽分の 分布로부터 類推한 結果가 海水의 循環을 推定하는 데 더욱 신빙성이 있는 것으로 史料된다.

앞에서의 水温의 垂直断面(그림 7-a, 그림 11-a 참조)과 表面水温分布(그림 14-a 참조)에서 蔚埼-甘浦연안 부근에서는 表面 뿐만이 아니라 全層에서 外洋쪽보다 水温이 낮게 나타나 冷水가 出現하고 있음을 알 수 있다.

이 海域에서 보이는 冷水出現의 原因으로 安(1974)은 東海岸 外側을

따라南下하는冷水가對馬暖流의速度와바람의方向에따라表層으로나타난다하였고,承(1974)은對馬暖流水의세기에의한境界層기울기의上昇과바람에의한湧昇現象으로보았고李(1978)는反時計方向의흐름이그主된原因이라고說明하였다.最近尹(1982)은東海全體의氣象條件에따른表層水温分布가地球自轉效果에便乘되어東向의地衡流를일으키고連續條件에따라湧昇效果가나타나冷水出現과關聯이있는것으로說明하였다.

蔚埼-35°N, 130°E 断面을利用하여對馬暖流水와底層水사이를2層海流로생각하고그境界面의기울기를생각해보자.

이境界面은

$$\frac{\partial h}{\partial x} = \frac{f}{g} \cdot \frac{\rho_1 V_1 - \rho_2 V_2}{\rho_1 - \rho_2}$$

로表示되며여기에서

$V_1$  : 對馬暖流의流速

$V_2$  : 底層水의流速

$\rho_1$  : 對馬暖流의密度

$\rho_2$  : 底層水의密度

이다.그림 7-c와그림 25-b를이용하면

$$f \sim 10^4 \text{ rad/sec}, g \sim 10^3 \text{ cm/sec}, V_1 \sim 30 \text{ cm/sec}, V_2 \sim 5 \text{ cm/sec},$$

$$\rho_1 - \rho_2 \sim 1.5 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3, \rho_1, \rho_2 \sim 1 \text{ g/cm}^3$$

로볼수있고境界面의기울기는

$$\frac{\partial h}{\partial x} \sim \frac{1}{600}$$

로나타난다.이값은앞에서보았듯이실제관측기울기1/400보다약간적은값이나대략일치되고있어두층의海流速度에의한境界面의기울기



가 蔚崎-甘浦 海域의 冷水出現과 相當히 密接한 관련이 있음을 알 수 있다. 또한 이 海域에서 여름철에 자주 보이는 南西風과 海底地形의 영향도 있을 것으로 사료된다.

표 3에서 나타낸 바와 같이 蔚崎-35°N, 130°E 断面上에서는  $5 \times 10^4$   $m^3/sec$  가 南으로 흐르고 釜山-對馬島 断面에서는  $3 \times 10^4$   $m^3/sec$ 로 나타났다. 한편 北쪽의 두 断面上에서 보인 값은 基準面設定의 문제로 인해 正確한 것으로 보기 어렵다. 蔚崎-35°N, 130°E 断面에서 보인 값은 水産振興院의 208 線에서 計算된  $5 \times 10^4$   $m^3/sec$  과 일치하고 있으나 35°50'N 断面과 209 線 사이에는 일치하지 않고 있다. 한편 두 定點간의 수심이 다를 때는 얕은 수심에 基準하였기 때문에 실제 값은 약간 증가할 수 있으나 대략 한국해협 底層을 흐르는 量은 1982年 8월에는  $5 \times 10^4$   $m^3/sec$  로 計算된다. 앞에서 1982년 8월 底層水의 세력은 平년에 비해 강했고 對馬暖流水는 平年과 비슷한 양상을 보였음에도 1982년 8월의 底層水의 容積輸送量은 그 上層으로 흐르는 對馬暖流水의 約 1/20 에 해당되는 量으로 사료된다.

## 第 5 章 結 論

釜山—丑山 부근의 海域에서 1982 年 夏季의 海洋觀測資料를 基礎로 하여 水塊分布를 보면 表層水·中層水·底層水로 大別할 수 있다. 表層水의 경우는 日射 降水 陸水流入 等の 영향으로 水温·鹽分의 變化幅이 크게 나타나고 있다. 季節水温躍層과 永久水温躍層 사이에서 水温 15℃ 鹽分 34.0 ‰ 이상의 特性을 갖는 對馬暖流水는 平年과 비슷한 양상을 나타내고, 底層水의 경우 그 세력은 平年보다 强하게 나타나고 있다.

上·下層의 海流計로부터 얻은 觀測値와 두 定點 사이의 密度差에 의한 計算値를 비교하여 設定된 基準面은  $\sigma-t$ 는 26.5 에 해당되었고 水塊分析結果와 일치되고 있다.

한국해협 西水道를 통과하는 對馬暖流는 表層流速 50 cm/sec 이상인 두개의 分枝로 나타났다. 연안을 따라 北上하는 東韓暖流는 釜山앞에서는 연안으로부터 5~10 km 부근에 나타나고 北쪽으로 감에 따라 海안선에서 점차 멀어져 丑山앞 海上에서는 20~30 km 부근을 통과하고 있다. 東韓暖流의 外海쪽으로 나타나는 第 2分枝는 對馬島 사이에서는 연안에서 20 km 부근을, 蔚琦앞에서는 40~50 km 부근을 통과하여 東偏向하고 있다.

西水道를 통과하는 對馬暖流의 容積輸送量은 0.5~1.0 sv 이고 東韓暖流와 第 2分枝 사이에는 뚜렷한 容積輸送量의 차이를 보이지 않고 있다.

한편 蔚琦—丑山海域의 연안으로부터 約 20 km 이내에서는 120 cm/sec 이상의 南向流가 存在하였는데 그 水温·鹽分分布는 東韓暖流의 값과 비슷한 分布를 나타내어 東韓暖流의 영향을 많이 받은 것으로 사료된다. 이 南向流는 barotropic 성분이 훨씬 강하게 나타나고 있어 海面 높이 차이에 의해서도 일어날 수 있으리라 예상된다. 그러나 겨울철에는 나타나지 않아 年中 恒시 存在하지 않고 있음을 보인다.

연안으로부터 50 km 이내 해저 부근에서 나타나는 底層水는 流速이 20 cm/sec 미만으로 南下하고 있으며 그 容積輸送量은  $5 \times 10^4 m^3 / sec$  로써 對 馬暖流水의 約 1/20 에 해당된다.

夏季觀測期間 동안에 蔚琦 부근에서 出現한 冷水域은 연안부근을 따라 南下하는 南向流와는 無關하게 보이며 오히려 對馬暖流水層과 底層水 사이의 境界面이 연안에서 上昇되는 效果에 의한 영향이 크다고 사료되며 그외에 바람·海底地形 등에 의한 영향도 고려되어야 할 것이다.

## 參 考 文 獻

- An, H. S., 1974: On the cold water mass around the south-east coast of Korean peninsula. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 9, 10-18.
- Hahn, S. D., 1978: *Oceanographic Atlas of Korean Water*. KORDI, 293pp.
- Kawabe, M., 1982: Branching of the Tsushima current in the Japan Sea. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 38, 95-107.
- Lee, K.-B., 1978: Study on the coastal cold water near Ulsan. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 13, 5-10.
- Lim, D.-B. and S.-D. Chang, 1969: On the cold water mass in the Korea Strait. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 4, 71-82.
- Tanioka, K., 1968: On the East Korea Warm Current (Tosen Warm Current). *The Oceanographical Magazine*, 20, 31-38.
- Yoon, J.-H., 1982: Numerical Experiment of the circulation in the Japan Sea. Part I. Formation of the East Korea Warm Current. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 38, 43-51.
- Yi, S.-U., 1966: Seasonal and secular variations of the water volume transport across the Korea Strait. *J. Oceanol. Soc. Korea*, 1, 7-13.
- 승영호, 1974: 8월의 한국동안에서의 수온분포에 관한 역학적 고찰. *한국해양학회지*, 9, 52 - 58.
- 국립수산진흥원: *해양조사연보*. 1970 - 1980.

第二篇 竹邊과 注文津 沿近海에서  
海水의 特性和 海水流動



## 第二篇 竹邊과 注文津 沿近海에서 海水的 特性和 海水流動

### 第 1 章 序 論

東海中部 沿近海域에는 沿岸冷水帶가 存在하고 있으며 冷水帶 바깥쪽으로 對馬暖流가 北上하여 東韓暖流를 形成하고, 北으로부터 北韓寒流가 南下하여 울릉도 주변해역의 表層에서 暖流와 만나게 되어 極前線 (polar front) 이 이루어진다고 알려져 있다. 그러나 이 海域에서의 諸般 物理現象이 심한 季節 및 年別 變化를 보이고 있어, 海水的 特性 및 流動이 시간과 공간에 따라 큰 變化를 갖게 된다. 따라서, 本 보고서의 제 2편은 東草以南 浦項以北 사이 沿近海에서의 海水的 特性和 流動에 관한 變動性을 이해하는 데 重點을 두었다.

第 1 章에서는 1961 年~1978 年 사이에 觀測된 (國立水產振興院) 水溫和 鹽分 資料를 利用하여 東海中部와 南東海域에서 冬季와 夏季 두 季節의 海水 特性의 分布를 조사하였다. 第 2 章에서는 沿岸海域에서 海水變動性을 이해하기 위하여 竹邊近海에서 1980 年 2 월에서 9 월까지 실시한 (해양 연구소) 海流資料를 分析하였고, 海面變化와 (交通部 水路局) 비교하였다. 또한, 海水 流動과 쉽게 連結시키도록 1980 년에 隔月로 조사된 定線觀測資料 (水產振興院)로부터 中部沿近海域의 水溫 分布圖를 作成하였다. 第 3 章에는 注文津 沿岸에서 夏季의 海水 流動을 이해하기 위하여 1982 年 7 월과 8 월에 조사된 海水 特性, 浮標追跡과 海流 資料를 分析하였다.

## 第 2 章 韓國 東部 및 南東海域에서의 水温과 Sigma-t 의 分布

韓國 東海에서의 海水는 韓國海峽을 통과하여 南으로부터 北東쪽으로 이동하는 高温, 高鹽水의 對馬暖流, 北으로부터 南下하는 北韓寒流, 氣象變化 등에 영향을 받고 있어, 時間과 空間變化가 매우 높게 나타나고 있는 것으로 알려지고 있다. 따라서 이 海域에서의 일반적인 海水 特性을 이해하기 위하여 水産振興院에서 1961 년에서 1978 년까지 18 년에 걸쳐 觀測한 資料를 利用하여 2 월 (겨울철) 과 8 월 (여름철) 의 平均값과 標準偏差값을 算出하였다. 資料의 觀測位置는 그림 31에서 보는 바와 같이 定線 208에서 105 線上에 位置하고 있으나, 觀測點 105-3, 104-4, -5, -6 에서는 18년간 해당월의 資料數가 10개 미만이어서 고려하지 않았다.



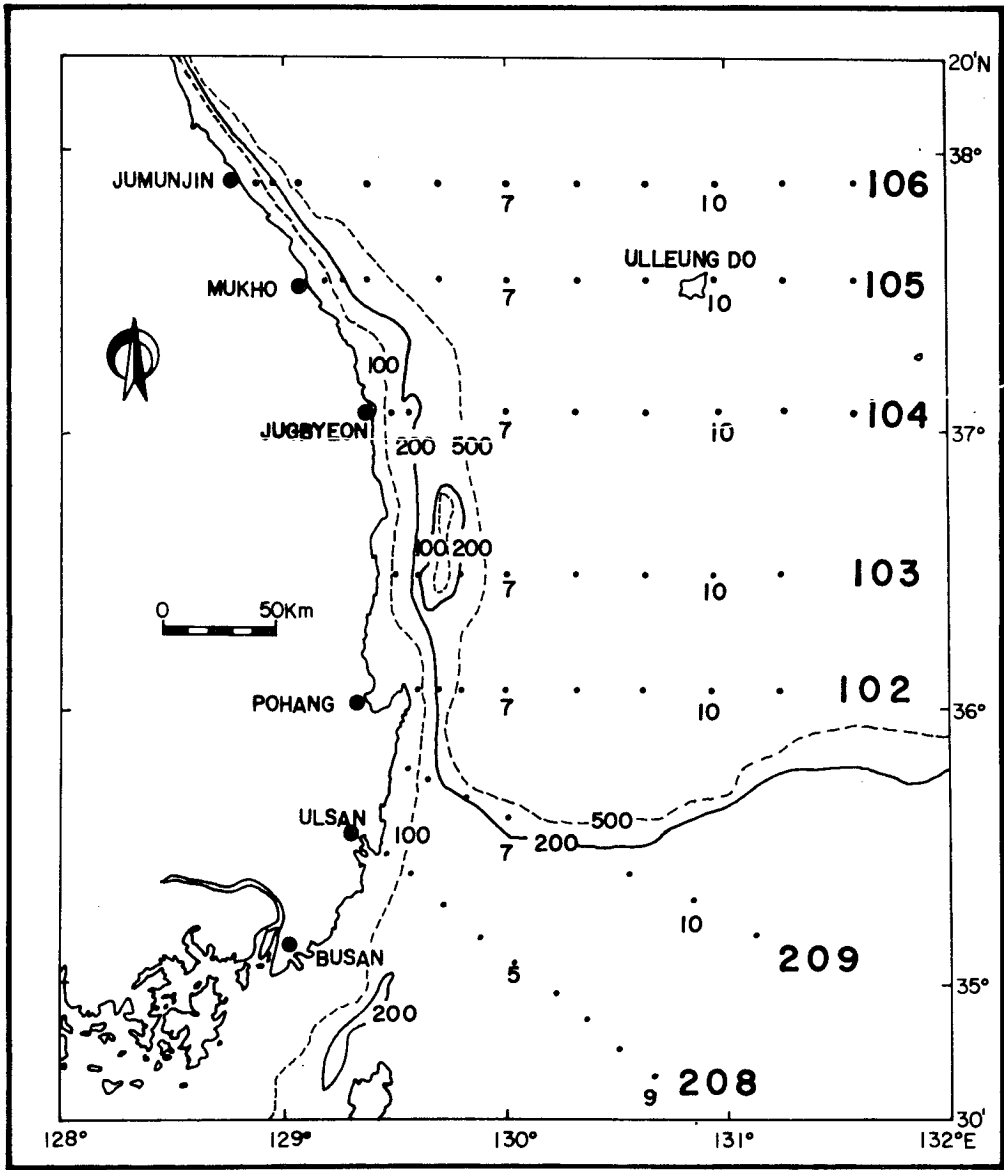


Fig. 31. Hydrographic stations and bottom contours off the east coast of Korea.

## 2-1 水温의 水平分布

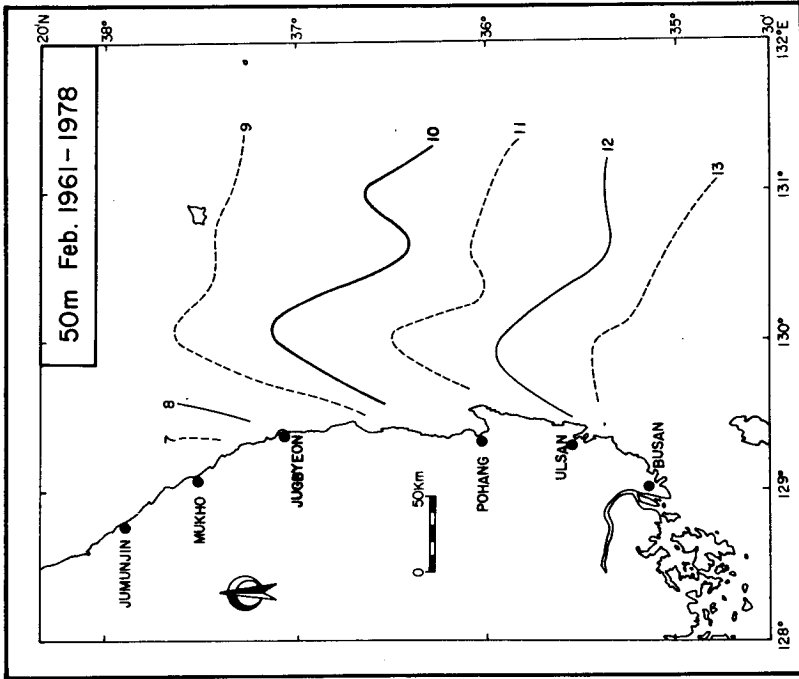
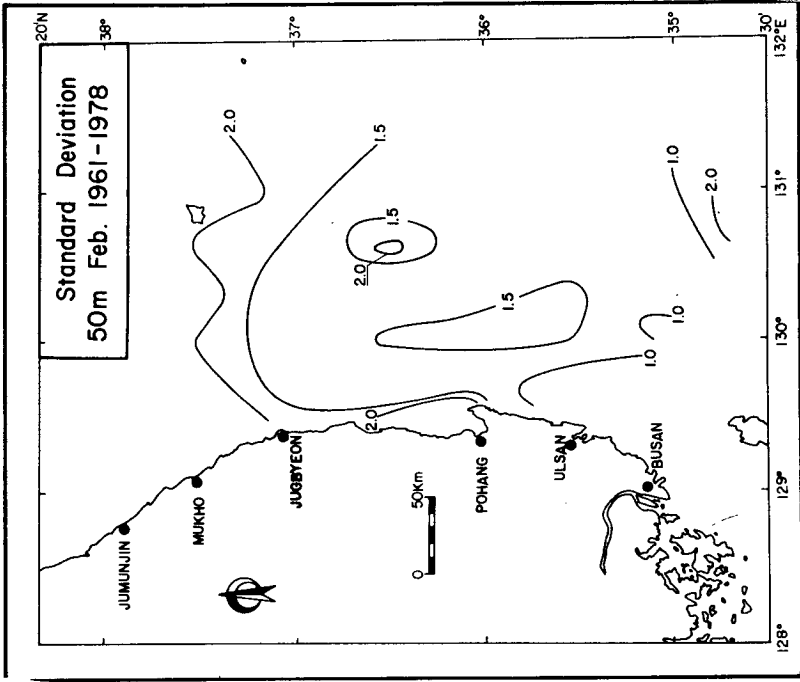
그림 32는 50 m層에서 2월과 8월의 水温의 水平分布 및 標準偏差를 나타낸다.

2월 : 沿岸海域을 除外한 外海 (130°E 동쪽)에서 等温線 分布의 傾向은 東-西방향으로 전개되어 北으로 갈수록 水温이 낮아지고 있다. 반면에 沿近海에서 等温線의 分布는 南西-北東 방향이며 동일 緯度上에서 沿岸 海水의 温度가 外海에서 보다 낮다.

130°E를 따라 혀 (Tongue)의 모양을 한 等温線의 分布는 北上하고 있는 對馬暖流의 한 支流인 東韓暖流에 의한 영향에 기인된 것으로 볼 수 있겠다. 그러나 冬季에는 對馬暖流의 약화 (Moriyasu, 1972 : 이, 1966)와 더불어 東韓暖流의 세력감소로 沿岸地域을 제외한 海역에서 等温線 사이의 간격이 여름철에 비해 크다. 그러나 저온의 沿岸水와 혀모양의 東韓暖流의 영향을 받은 海水가 大陸斜面위에서 接하고 있다. 水温前線이 그림 33에서 보는 바와 같이 전 沿岸海域에서 形成되고 있다.

浦項-竹邊 沿岸海域, 墨湖-鬱陵島 線上에서 水温의 年別 變化가 크게 나타나고 있다. 浦項 外海 130°E 부근에서 비교적 큰 變化는 變動성이 심한 對馬暖流 (Yi, 1970)의 한 分枝인 東韓暖流의 變化와 관련된 것으로 판단된다.

8월 : 겨울철의 경우와는 달리 沿岸으로부터 東經 130°30' 사이에서 等温線의 分布가 대체로 南西-北東 방향으로 形成되고 있어, 東西 방향의 水温前線이 잘 발달되었다. 東韓暖流의 主軸이 外海로 상당히 이동되었고 海流의 方向도 北北東으로 偏倚되었음을 130°-131°E 사이에서 나타나고 있는 혀모양의 等温線 分布로부터 알 수 있다. 이와같은 結果는 1964년도 100 m層에서의 水温分布 (그림 1, Tanioka, 1968)에서도 잘 보여지고 있다.



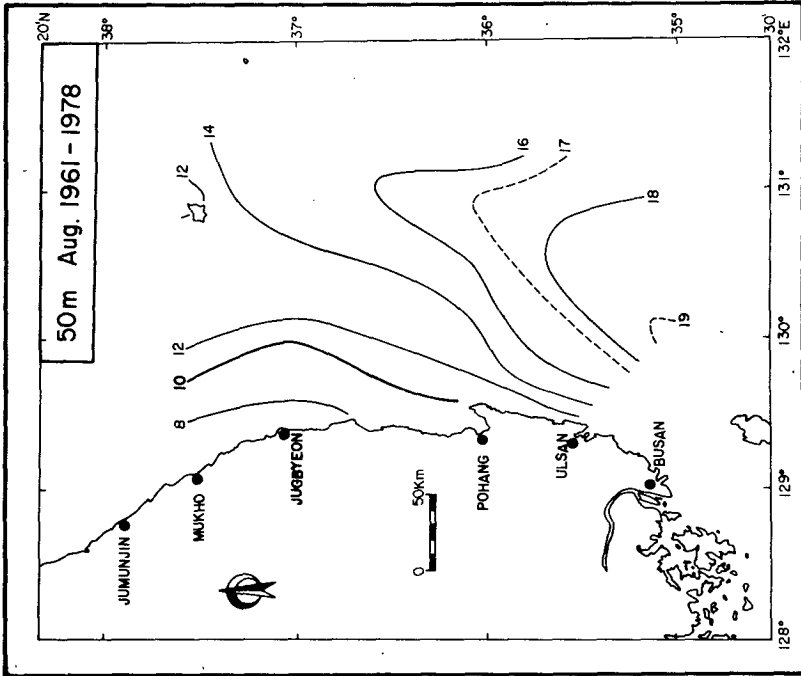
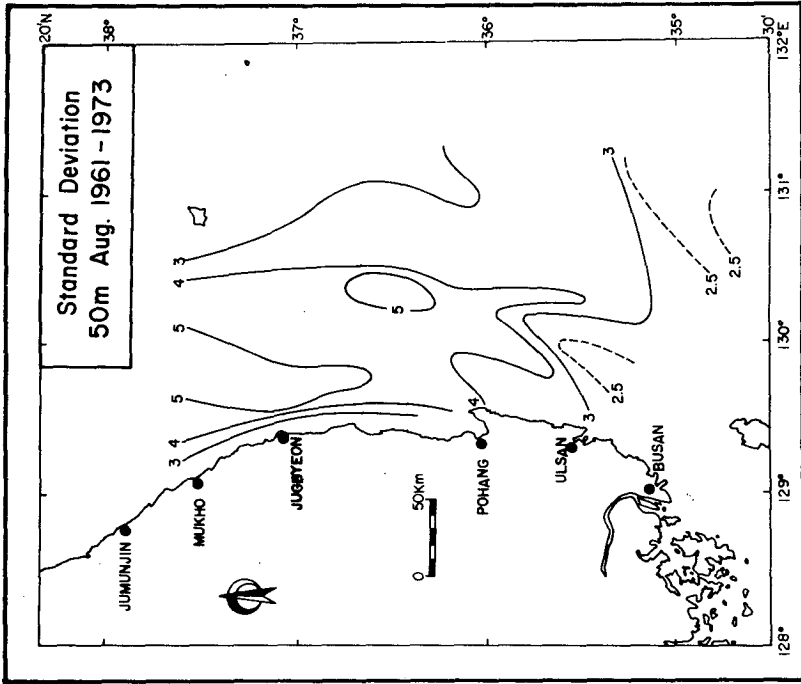


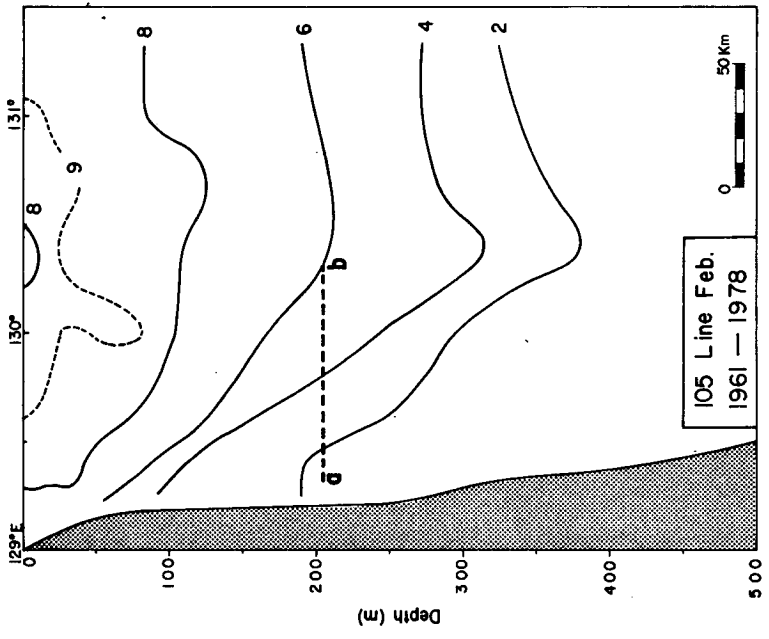
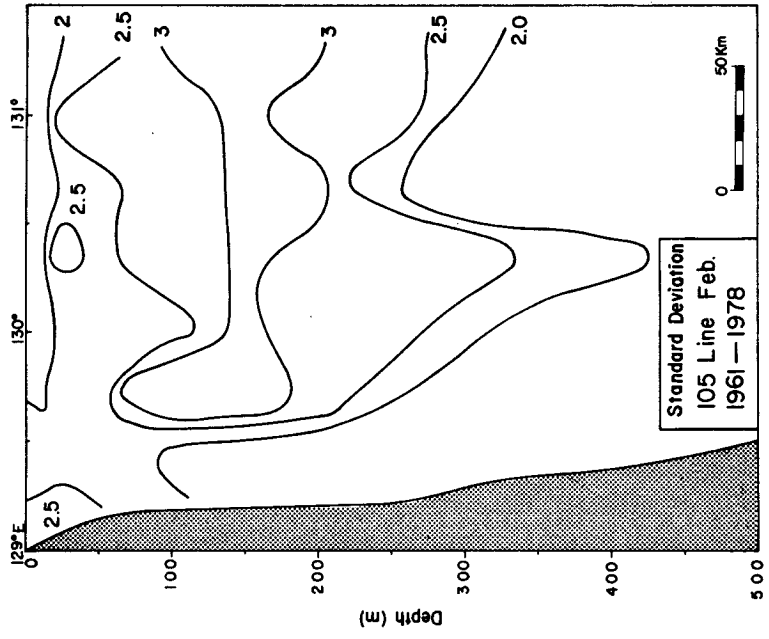
Fig. 32. Horizontal distributions of temperature and standard deviations at the depth of 50m for 1961-1978.

## 2-2 水温의 垂直分布

2-1 절에서 論議된 바와 같이 調査海域內에서 水温의 水平分布는 北上하는 東韓暖流와 沿岸冷水帶에 의하여 크게 지배되고 있다. 따라서 東-西 방향의 断面에서 수온의 垂直分布도 東韓暖流와 沿岸冷水帶의 變動性和 세력에 의하여 영향을 받게 되는데 이와같은 영향이 水深에 따라 어떤 양상을 나타내는가를 이해하기 위하여 105 定線에서의 수온의 垂直分布와 標準偏差를 그림 33에서 나타냈다.

2월 : 等温線의 分布는  $130^{\circ} 30' E$ 에서 沿岸으로 갈수록 表層으로 상승하고 있다. 低温의 沿岸海水와 비교적 高温의 外海水가 大陸斜面 부근에서 接하고 있어 横断水温前線 (cross thermal front)이 그림 32에서 본 바와 같이 形成되고 있다.

等温線의 上昇勾配는  $6^{\circ} C$ 를 基準으로 할 때 a와 b (그림 33) 사이에서 약  $1 km$ 當  $1.5 m$ 이다.  $200 m$  水深에서 温度勾配 (temperature gradient)는 a - b 사이에서  $0.05^{\circ} C / km$  정도로 均一하나,  $100 m$  水深에서는  $4^{\circ} C$ 와  $8^{\circ} C$  등온선사이의 온도구배가  $0.07^{\circ} C / km$ 에 達하고 있다. 等温線은 대부분 沿岸쪽  $100 m$  以內의 수심으로 收斂 (convergent) 하고  $8-9^{\circ} C$ 의 等温線은 表層과 接하여 表層前線 (surface front)을 보인다. 이 海域에서 겨울철에 아시아 大陸으로부터 불어오는 寒冷·乾燥한 北西 季節風에 의하여 表層 海水의 증발과, 대기와 표층수온 사이의 熱傳導度 (thermal conduction)에 기인한 것으로 생각할 수 있는 水温逆轉 (temperature inversion)이  $130^{\circ}$ 와  $131^{\circ} E$  사이 表層에서 발생하고 있다. 水温의 標準偏差는  $2\sim 3^{\circ} C$  정도로 年別 變化幅이 별로 크지 않으며, 等標準偏差曲線의 分布 양상은 水温分布처럼 沿岸으로 갈수록 上昇하고 있고  $100\sim 200 m$  中層에서  $3^{\circ} C$  정도의 最大 變化를 보이고 있다.



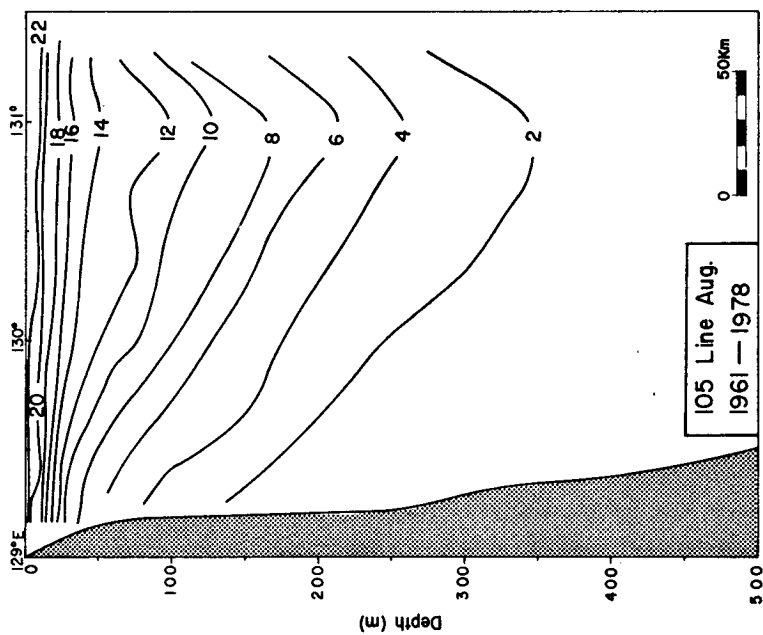
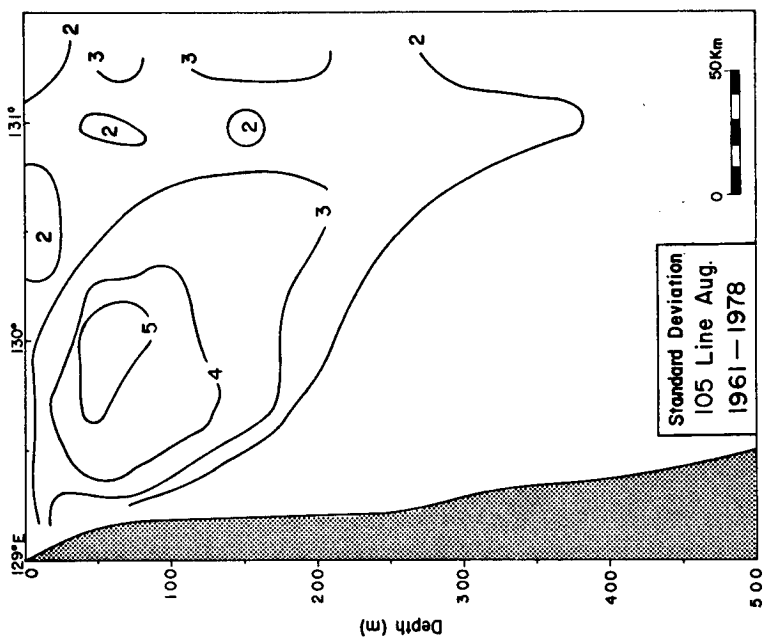


Fig. 33. Vertical distributions of temperature in the 105 line section for 1961-1978.

8월 : 等溫線分布의 形態는 겨울철과 같이 外海에서 沿岸地域으로 上昇하고 表層水温이 증가하여 20~40 m 사이 層에서 季節水温躍層 (seasonal thermocline)이 形成되었다. 沿岸 海域에서 2~6°C 等溫線이 위치하고 있는 水深이 겨울철에 비하여 오히려 10~50 m 정도 얕아졌고, 50 m~100 m 수심에서 橫斷水温前線이 外海쪽으로 移動되었다. 따라서 여름철에 沿岸冷水帶의 幅이 겨울철에 비해 그림 32에서 본 바와 같이 넓어졌으며 下層에서도 冷水의 영향이 확장되었다. 또한, 겨울철과 다른 점은 131°E를 중심으로 等溫線의 기울기가 증가하여 “V” 형태의 分布를 보이고 있다. V형의 等溫線 分布는 東韓暖流가 沿岸海域에서 北上하고 131°E 東쪽에서 南下하는 旋回 (meandering) 運動과 관련이 있는 듯하다.

6°C 이하의 저온의 海水가 存在하고 있는 水深에서는 2월과 8월 공히 낮은 偏差를 보이고 있어 沿岸 冷水帶가 년 중 存在하고 있음을 보여 주고 있다. 또한, 131°E에서 最低의 標準偏差는 “V” 형태의 等溫線의 골과 一致하고 있다. 130°E에서 최대 標準偏差의 存在는 東韓暖流의 主軸의 이동, 혹은 暖流와 冷水帶의 變動성이 매우 높음을 보여주고 있다.

### 2-3 Sigma-t의 垂直分布

2-2 절에서 等溫線이 沿岸에서 外海로 감에 따라 下降하고 沿岸 冷水帶의 세력이 겨울철에 비하여 여름철에 강하게 나타나고 있음을 보았다. 이 海域에서 力學構造의 定性的인 面을 고려하기 위하여 105 定線에서 18년간 sigma-t의 平均 垂直分布를 계산하였다(그림 34).

2월 : 그림 33에서 8°와 9°C의 等溫線이 海面과 교차하듯이 26.5와 26.6의 等密度線이 海面과 만나고, 50 m와 300 m 사이 수심에서 沿岸水의 密度가 外海水의 密度보다 크게 나타남으로 等密度線의 경사가 外海로 감



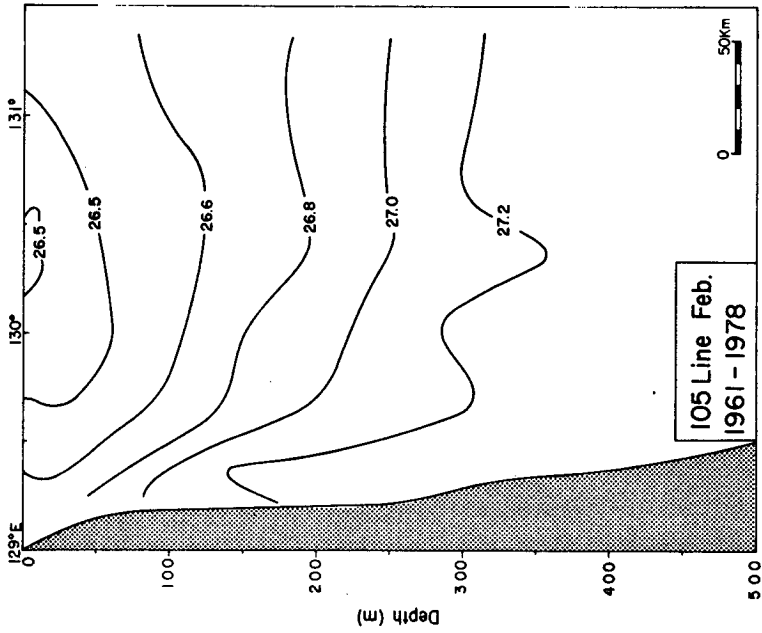
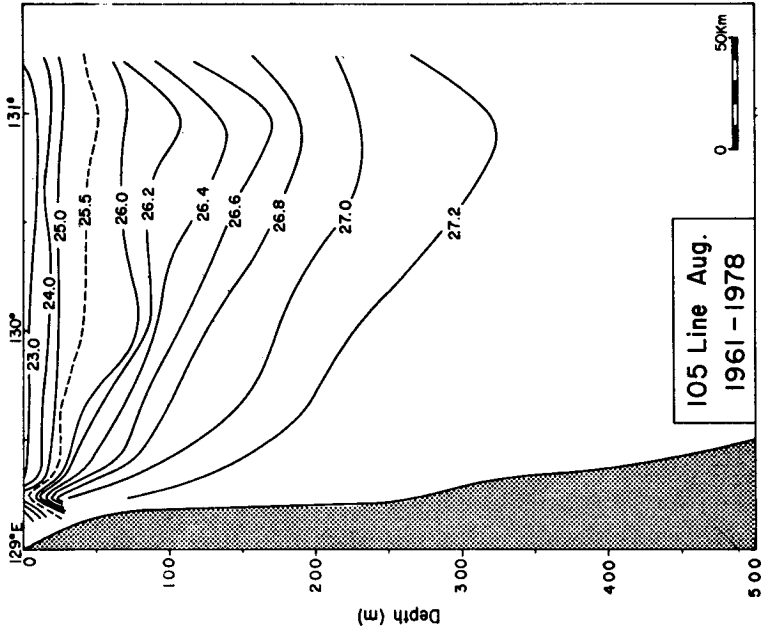


Fig. 34. Vertical distributions of sigma-t in the I05 line section for 1961-1978.

에 따라 下降하고 있다.

表層에서 26.5, 저층에서 27.2 로, 表層과 底層 사이에 密度變化가 작다. 겨울철에 降水量과 陸水의 流入이 작고, 東韓暖流 세력도 미약하여 鹽分 분포가 均一하기 때문에 水温分布가 密度分布에 크게 기여하고 있다.

8월 :  $\sigma-t$ 는 23.0 에서 27.2 사이에 分布하고 있어 겨울철에 비하여 水深에 대한 변화가 크다. 密度躍層 ( pycnocline )의 위치는 水温躍層과 같은 水深인 20 m ~ 40 m 에서 나타나고 있다. 等密度線의 分布는 沿岸海域을 除外하고 等温線 分布와 비슷하게 外海로 等密度線이 下降하고 , 131° E에서부터 上昇하고 있다.

沿岸에서 密度가 작게 나타나는 것은 일사량 증가에 의한 水温의 상승, 많은 降水量과 陸水의 流入 등의 영향 때문이라 생각되며 129°15' E를 중심으로 한 “ $\wedge$ ” 형태의 特徵을 갖고 있다. 간단히, 海流의 方向을 추출해 보면 沿岸에서 129°15' E까지는 南向하는 海流, 129° 20' E에서 131° E까지는 北向하는 海流, 131° E 東쪽에는 南向하는 海流가 存在할 가능성이 있다. 특히, 131° E를 중심으로한 “V” 모양의 密度分布는 시계 방향의 渦流 ( anticyclonic eddy )나 旋回運動의 가능성을 보여 주며 ( Defant, 1961), 이와 같은 渦流의 存在는 既存資料의 結果와 대체로 잘 一致하고 있다 ( J. O. D. C. , 1979). 129° E와 129° 20' E 사이에서 南向成分 海流의 存在는 第3章에서 1982 년도 浮標 追跡과 Aanderaa 流速計의 觀測 結果로부터 論議하도록 하겠다. 한가지 주목할 만한 現象은 겨울철과 여름철 等密度線이 沿岸海域에서 表層으로 上昇하여 일부가 海面과 交叉하는 것은 오레곤 沿岸에서의 密度 分布 ( Mooers et al. , 1976) 와 유사한 형태로 沿岸湧昇의 가능성을 보여주고 있다.

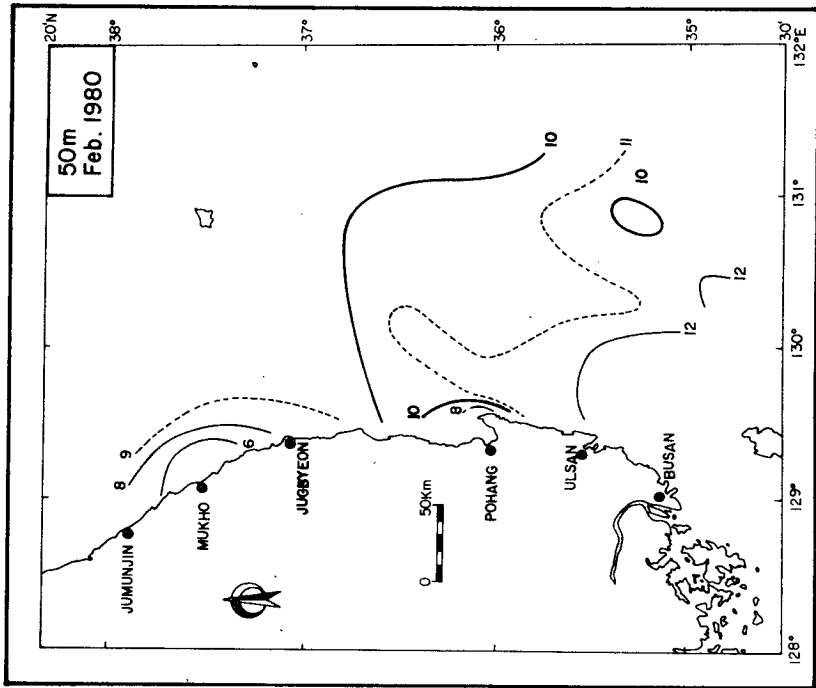
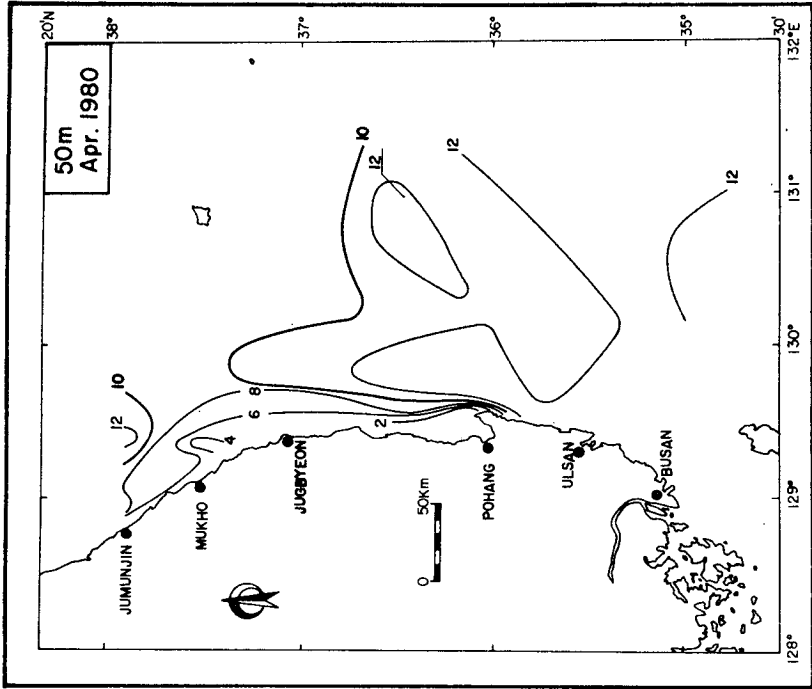
### 第3章 竹邊 沿岸海域에서의 1980年度 海水的 特性和 海水流動

第2章에서 沿岸冷水帶 세력의 時·空間變化와 東韓暖流에 關하여 살펴 보았다. 그림 34에서 나타난 바와 같이 여름철에 沿岸 表層海流의 方向이 南向成分으로 推定되고 있으나, 沿岸 海域에서 海수의 力學構造가 現在까지 體系的으로 調査되지 못하였고, 研究結果 또한 미비한 狀態에 있다. 沿岸海域에서 海水의 特性 및 海水運動 규명을 위하여 富邱 原子力發展所 건설을 위한 海上調査 사업 동안 실시한 資料중, 1980年 2月부터 1980年 9月까지 調査된 海·潮流 資料를 分析하였으며, 韓國原子力株式會社가 富邱里에서 실시한 氣象資料와 交通部 水路局에서 실시한 海面變化 資料를 利用하여 沿近 海域에서의 特性을 調査하였다. 또한, 이 기간 중 水産振興院에서 실시한 定線 觀測 資料를 利用하여, 東海의 일반적인 傾向을 이해하고 沿近海에서의 現象과 關聯지을 수 있도록 노력하였다. 水産振興院이 定線 觀測點에서 (그림 31) 실시한 資料 중 1980年 2, 4, 6, 8月의 水溫 資料를 利用하여 50 m와 100 m 水深에서 水溫의 水平分布 (그림 35, 36)와 103과 105 定線에서 水溫의 垂直分布圖를 作成하였다. (그림 37, 38)

#### 3-1 水溫의 水平分布

##### 3-1-1 50 m層 (그림 35)

2月에는 10°C 等溫線이 浦項과 竹邊사이에서 東쪽으로 전개되다가 131° E에서 緯度를 따라서 남쪽으로 내려오고 있다. 10°C 等溫線 北쪽 海域은 9-10°C의 海水가 광범위하게 자리잡고 있으며, 墨湖 沿岸海域에서는 5°C 以下の 海水가, 浦項 부근에서는 7°C 정도의 海水가 存在하여 주변海水와 큰 溫度勾配를 보이고 있다. 그러나, 그림 32에서 보인 平均分布와는 달리 東韓暖流의



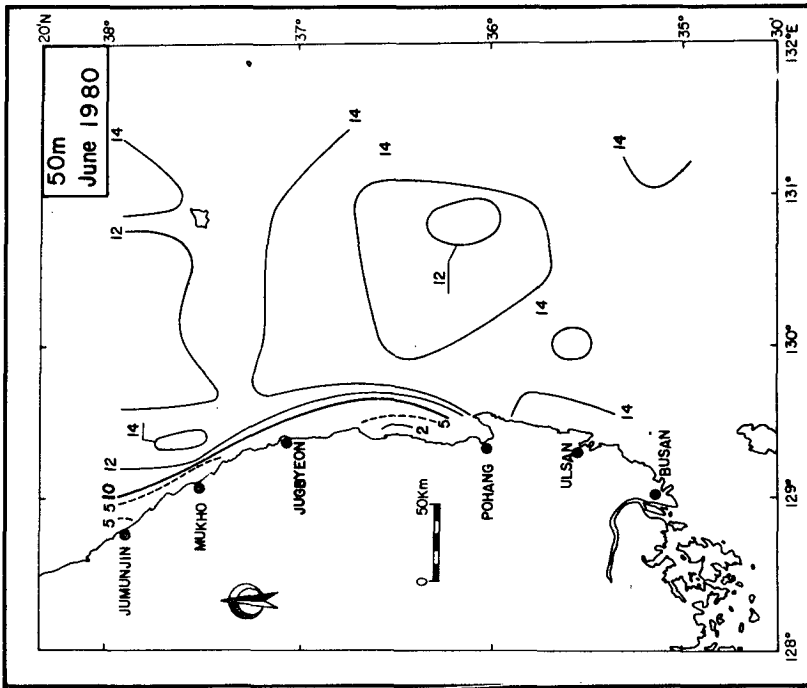
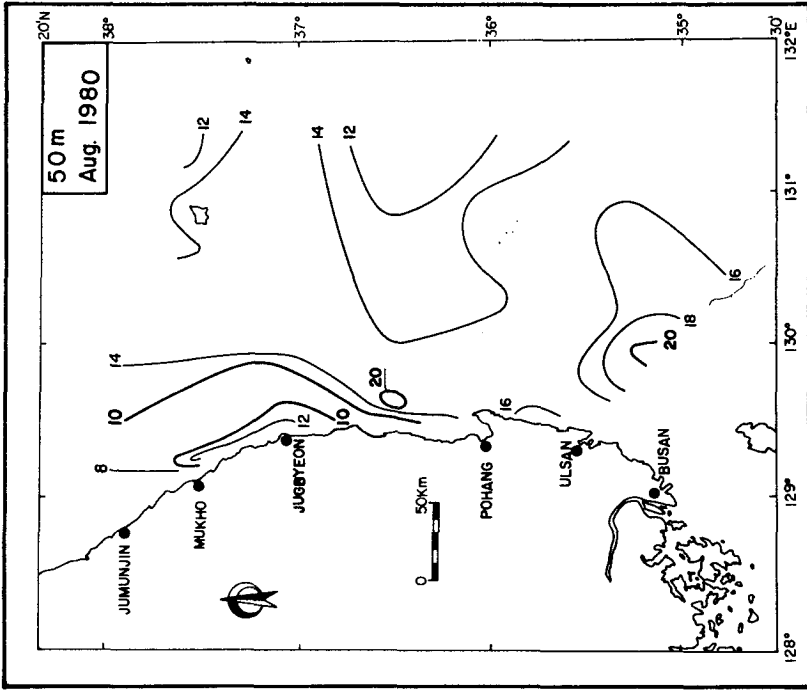


Fig. 35. Horizontal distributions of temperature at the depth of 50m for 1980.

存在는 미약하다.

4 月에는 東韓暖流의 세력이 大陸斜面을 따라 墨湖까지 발전함과 동시에 沿岸冷水帶가 擴張되었다. 冷水帶의 幅은 남으로 갈수록 좁아지는 傾向이며 迎日灣以南에서는 存在하지 않고 있다.

6 月에는 沿岸冷水帶가 계속 存在하고, 浦項과 竹邊사이에서 沿岸水가 最低水溫을 갖는다. 浦項 外海  $36^{\circ} \text{N}$ ,  $130^{\circ} 40' \text{E}$  부근에 고립된 低溫海水가 存在하고 있어 東韓暖流가 北上함에 따라  $36^{\circ} \text{N}$ ,  $130^{\circ} 40' \text{E}$  부근에서 일부가 동쪽으로 빠져나가고, 다른 일부는 계속 북상하고 있음을 볼 수 있다.

8 月에는 蔚山-釜山 外海에서 對馬暖流의 擴張과 더불어 東韓暖流의 세력이 增加되어 4 月과 6 月에 보였던  $2 - 4^{\circ} \text{C}$ 의 沿岸海水는 보이지 않고, 浦項 外海에 나타났던 低溫水의 位置가 북동쪽으로 移動되었다.

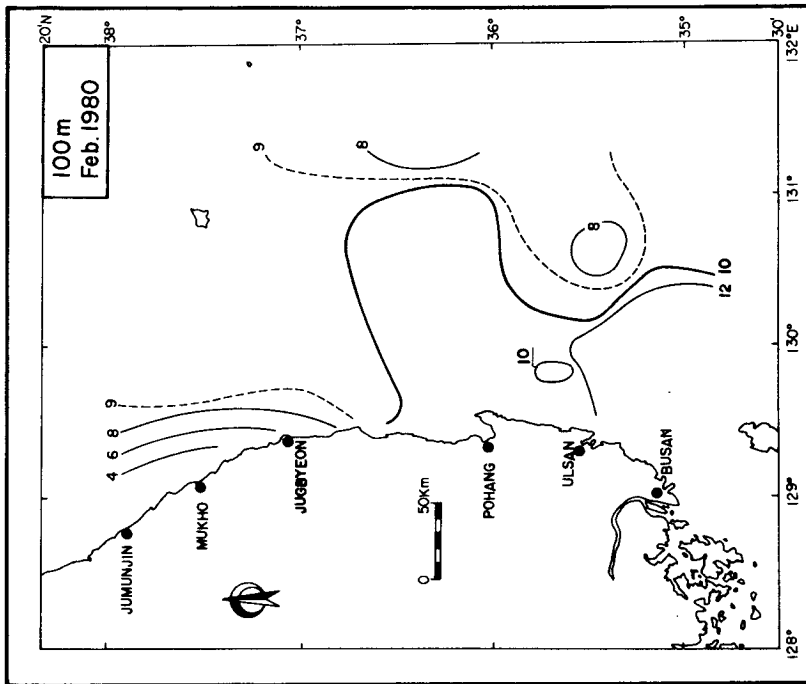
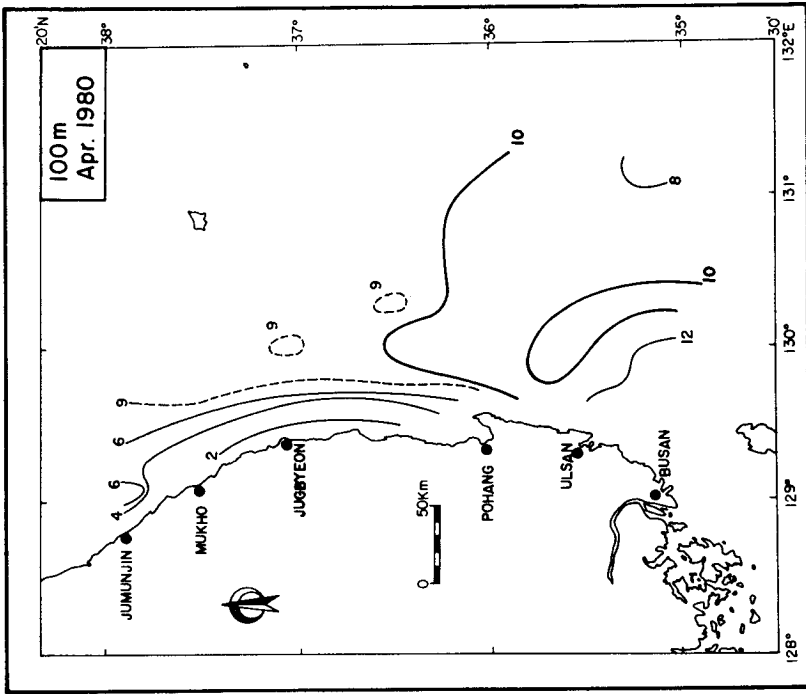
### 3-1-2 100 m 層 (그림 36)

2 月에는  $10^{\circ} \text{C}$ 의 等溫線이 蔚山과 浦項 外海에서 50 m 層에서 보다 沿岸쪽으로 많이 移動되어 南東海域에서 暖流의 세력이 表層에 位置하고 있음을 알 수 있고,  $10^{\circ} \text{C}$  等溫線 북쪽에서는 50 m 層에서와 같이 沿岸地域을 除外하고는  $9 - 10^{\circ} \text{C}$ 의 海水가 대부분 자리하고 있다.

4 月에는 東韓暖流 세력이 50 m 層에서 大陸斜面을 따라 墨湖까지 北上하였으나, 100 m 層에서는 세력이 약하게 나타나고 있어, 暖流가 表層海水에 주로 영향을 끼친다는 것을 알 수 있다. 冷水帶가 2 月에는  $36^{\circ} 30' \text{N}$  以北에서 보였지만 4 月에는 浦項부근 海域까지 擴張되었다.

6 月에는 沿岸冷水帶의 세력이 蔚山 沿岸海域에 까지 南下하였고, 浦項 外海 50 m 層에서 나타났던 低溫海水가 100 m 層에서도 뚜렷이 보이고 있어, 반시계방향의 渦流나 旋回運動이 存在할 가능성을 보여주고 있다.

8 月에는  $10^{\circ} \text{C}$  等溫線이 6 월에 비해 外海로 상당히 移動하여 50 m 層에서와



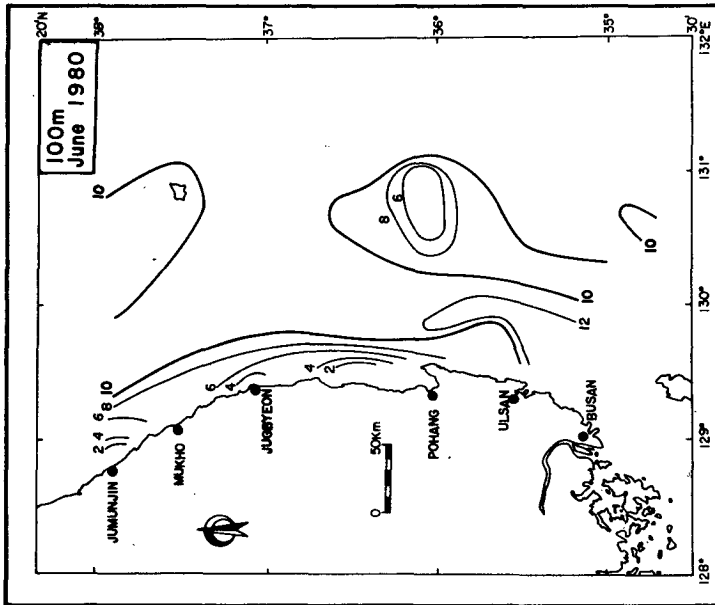
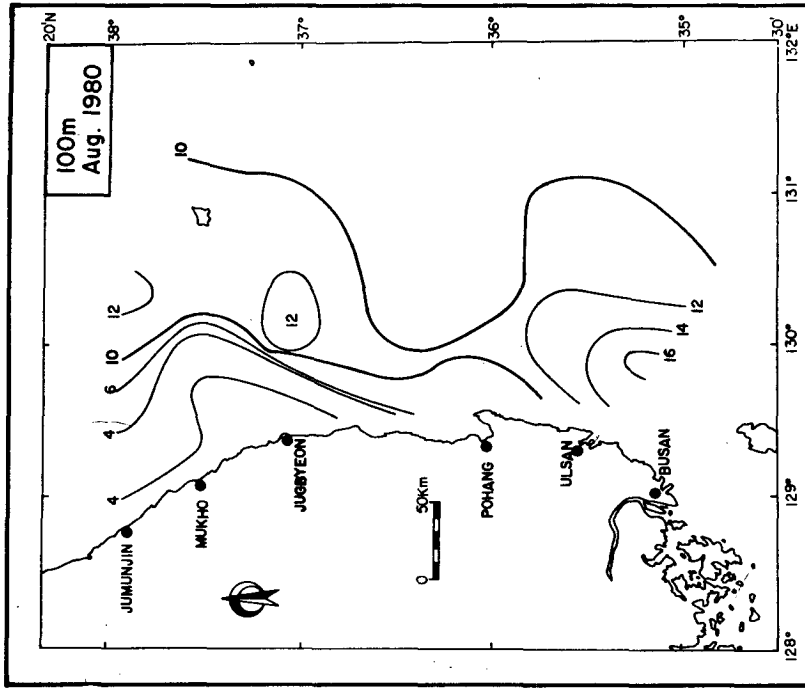


Fig. 36. Horizontal distributions of temperature at the depth of 100m for 1980.



는 달리 冷水帶의 세력이 크게 擴張되었음을 보이고, 迎日灣 外海 大陸斜面위에서 나타났던 고립된 低溫 海水가 사라졌다. 반면에 韓國海峽 북쪽에서 暖流의 세력이 강하여 졌고, 大陸斜面을 따라 北上하던 東韓暖流의 主軸이 北東쪽으로 移動된 점이 뚜렷이 나타나고 있다.

### 3-2 水溫의 垂直分布

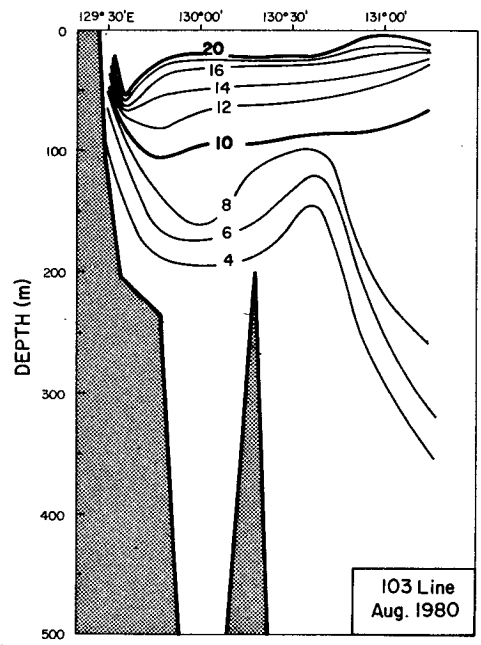
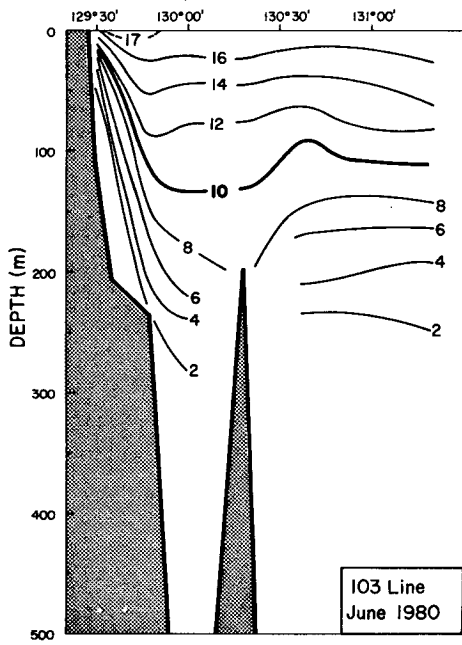
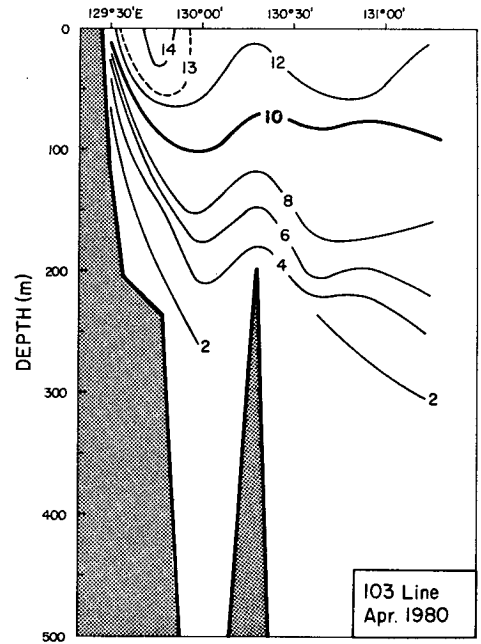
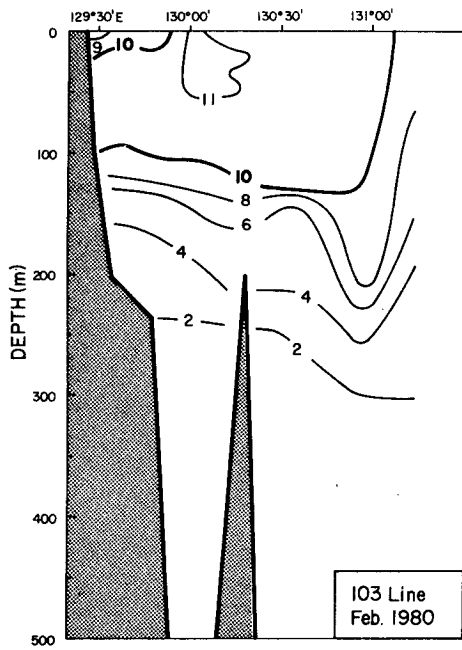
#### 3-2-1 103 定線 (그림 37)

2월 : 그림 35와 36에서 본 바와 같이 103 定線에서는 東韓暖流의 영향을 받고 있어 沿岸 冷水帶는 形成되어 있지 않았다. 沿岸에서  $131^{\circ}$  E 사이 海域에서 表層부터 水深 100 m까지는  $10 - 11^{\circ}\text{C}$ 의 海水가 자리하고 있으며  $131^{\circ}$  E 부근에서 等溫線이 상승하여 그 일부가 海面과 교차하고 있다. 따라서, 橫斷水溫前線이  $131^{\circ}$  E에서 나타나고 있으며 105 定線 大陸斜面에서 나타나는 (그림 38) 水溫前線과 대조를 이루고 있다.

4월, 6월 : 2월에  $131^{\circ}$  E에서의 橫斷水溫前線 대신 沿岸에 水溫前線이 形成되어 表層에서 200 m層까지 沿岸 冷水帶가 나타나 南쪽으로 迎日灣에 까지 (그림 35와 36) 擴張되었다.  $129^{\circ} 40' \text{E}$  부근 表層에 나타난 高溫 海水는 東韓暖流의 영향에 기인한 듯하며,  $10^{\circ}\text{C}$ 이상의 等溫線이 沿岸으로 接近함에 따라 表層으로 上昇하여 海面과 교차하여 湧昇의 可能性을 보이고 있다.

8월 : 105 定線에서 沿岸冷水帶의 幅이 최대를 보이는 것과는 (그림 38) 대조적으로 沿岸에서 水深 20 - 50 m 사이에 'V' 형의 等溫線이 나타나고 있다.

10월, 12월 : 沿岸 冷水帶의 세력이 最大로 105 定線에서의 경우와 약 2개월의 時間 遲延을 보이고, 沿岸 가까이에서 等溫線이 海面과 교차하고 있으며 沿岸 冷水帶의 上層部에서 等溫線이 '八' 형의 分布를 갖고 있으며 그 중심부가 沿岸에서 7 km 정도 떨어진 위치에서 나타나고 있다.



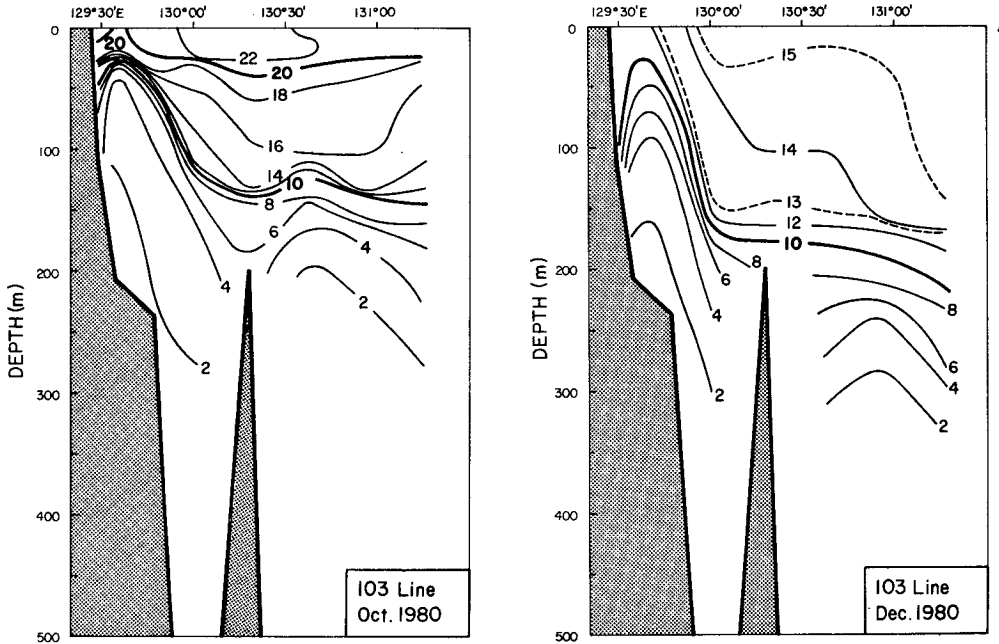


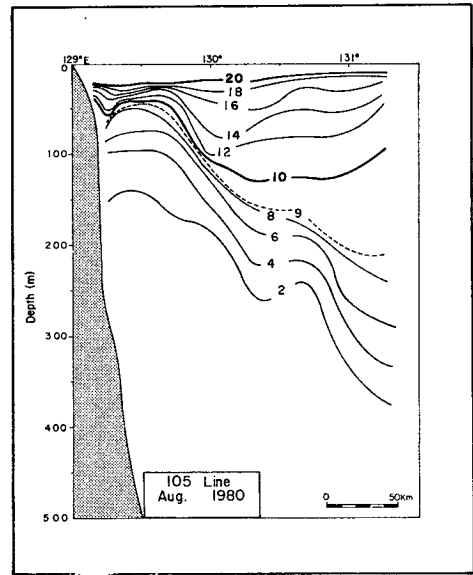
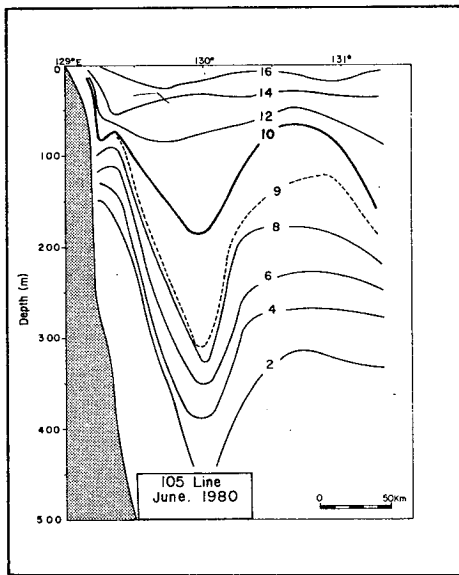
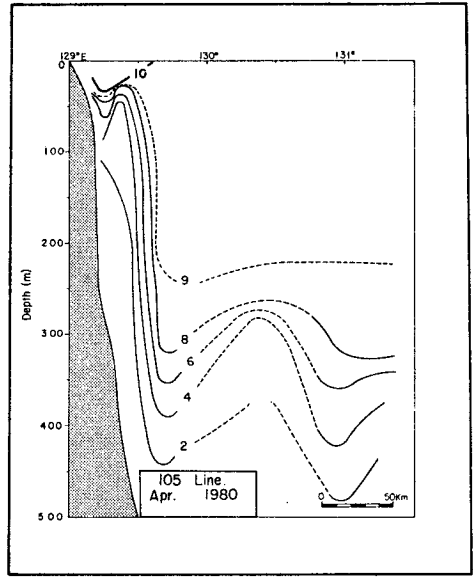
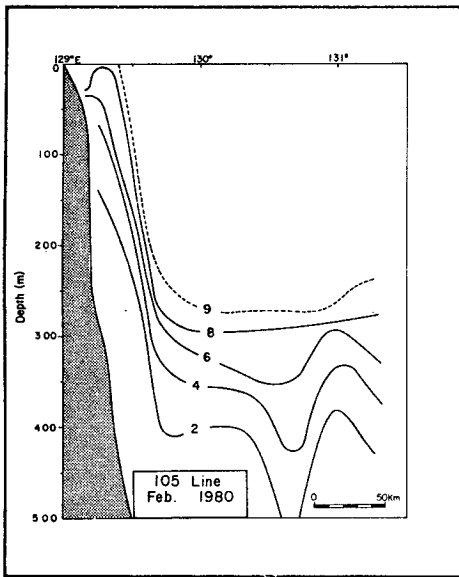
Fig. 37. Vertical distributions of temperature in the 103 line section for 1980.

水温의 隔月 分布는 103 定線에서 水温分布가 105 定線의 경우보다 2개월의 시차를 갖고 있다는 것을 보이고 있다. 따라서, 103 定線에서의 海水의 特性이 전반적으로 105 定線에서의 海水에 의하여 영향을 받고 있다고 볼 수 있다.

또한 103 定線에서는 4월, 6월, 10월, 12월에 等温線이 沿岸쪽에서 表層으로 上昇하여 일부가 海面과 교차하고 있기 때문에 低温의 海水가 沿岸海域에서 湧昇할 可能性을 보이고 있다.

### 3-2-2 105 定線 (그림 38)

2월, 4월 : 水温分布의 양상이 비슷하여  $9^{\circ}\text{C}$ 의 等温線이 沿岸冷水帶와 外海水와의 境界를 뚜렷이 區分하여 주고 있다. 沿岸冷水帶의 ‘^’ 형태의 分布는  $129^{\circ} 20' \text{E}$  부근에 중심을 두고 있으나, 4월에는 2월에 비하여 30 m쯤 下降되었다. 冷水帶의 幅이 水深 300 m까지 약 30 km 정도이며  $129^{\circ}$



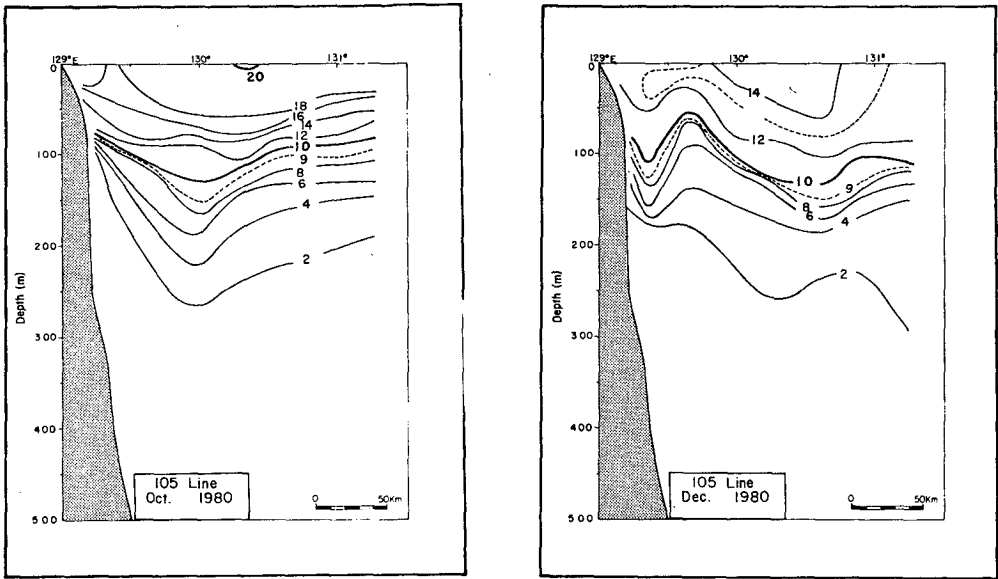


Fig. 38. Vertical distributions of temperature in the 105 line section for 1980.

30' E에 강한 橫斷水溫前線이 나타나고 있다. 특히, 海岸과 冷水帶의 중심 사이에서 等溫線의 'V' 형태와 겨울철에 海水密度分布가 水溫分布와 대체로 一致하고 있음을 고려하면 沿近海域에서 海流는 복잡한 양상을 갖게 됨을 예측할 수 있다.

6월 : 表層水의 水溫이 上昇된 것과는 대조적으로 沿岸冷水帶에서 '∧' 형 等溫線의 上層部가 水深 80 m까지 下降되었다. 또한, 水深 300 m, 130° 30' E에 중심을 둔 또 다른 '∧' 형 等溫線이 100 m 水深까지 上昇하여 130° E에서 'V' 형의 等溫線이 나타나고 있다. 水溫이 密度에 주로 영향을 끼친다고 생각하면, 130° E와 沿岸冷水帶 사이에는 北向하는 海流, 130° E와 130° 30' E 사이에는 南向하는 海流가 存在하게 될 것이다.

8월 : 그림 35와 36에서 나타난 바와 같이 東韓暖流의 主軸이 東쪽으로 移動한 반면 沿岸冷水帶의 세력이 擴張되어 幅이 100 m 水深에서 50 km정도로 넓어졌으며, 200 m이하 低層에서는 2°C이하의 低溫水가 자리하고 있다. 따라서,

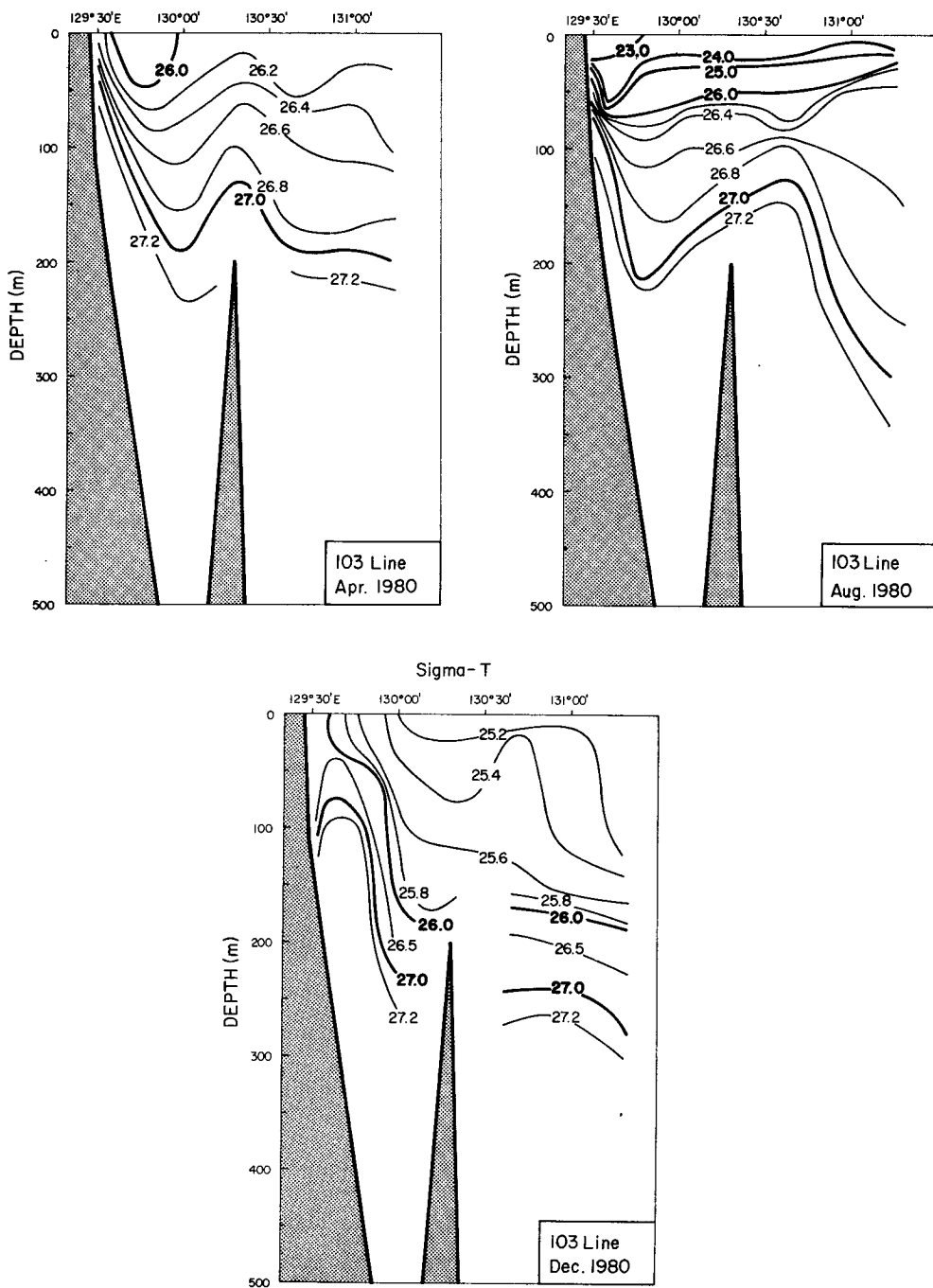


Fig. 39. Vertical distributions of sigma-t in the 103 line section for 1980.

6 월에까지 보였던 심한 溫度勾配가 10 km當 약 13 m 정도로 減少되었다. 表層 海水의 溫度 上昇으로 季節水溫躍層이 30 m에서 나타나고 있으며, 6월에 130° 30' E에 位置하고 있던 '∧' 형 等溫線이 사라져서 沿岸을 除外한 地域에서 北向하는 海流의 存在만이 보이고 있다.

10 월, 12 월 : 海底地形을 따라 表層으로 上昇하고 있는 沿岸冷水帶와 8 월까지도 나타났던 9-10°C의 海水의 세력이 현저하게 약하여 졌다. 12 월의 表層 海水의 溫度는 10 월에 비하여 6°C정도 낮아져서 겨울철로 접어들면서 表層水가 심한 冷却이 일어나고 있다.

### 3-2-3 sigma-t의 垂直 分布 (103 定線)

그림 39는 103 定線에서 4 월, 8 월, 12 월에 sigma-t의 垂直分布를 보이고 있다. 等 sigma-t의 分布는 해당월의 水溫分布와 비슷한 形態를 갖고 있어 水溫이 sigma-t 分布에 큰 영향을 미치고 있다. 4 월과 12 월의 等 sigma-t 線이 沿岸으로 接近함에 따라 水溫分布와 같이 表層으로 上昇하여 海面과 교차하고 있다. 特히, 12 월의 分布는 130° 30' E 부근, 水深 100-180 m에서 水溫 12-14°C, 密度 25.6-26.0인 中層水가 沿岸에서 表層으로 湧昇하고 있음을 보여주고 있다.

### 3-3 富邱 沿岸海域에서의 海流

竹邊沿岸 海域 5개 觀測地點에서 Aanderaa 自記流速計 (Model R.C. M. -4)로 1979년 12월부터 1980년 9월 사이에 海·潮流를 觀測하였다. 상기 期間동안 획득한 海·潮流의 基本分析資料 (Histogram, Time plot; Progress vector diagram)는 韓國海洋研究所 보고서 BPSI 00022-39-1에 收錄되었다. 5개 觀測點 중 觀測點 'D' (그림 40)는 海岸에서 가장 멀리 떨어진 2.5 km에 位置하고 있고, 장기간 동안 (1980년 2월 26일부터

9월 27일까지) 觀測되어 이 海域에서 表層 海·潮流의 時間 變化를 비교적 잘 보여주고 있다.

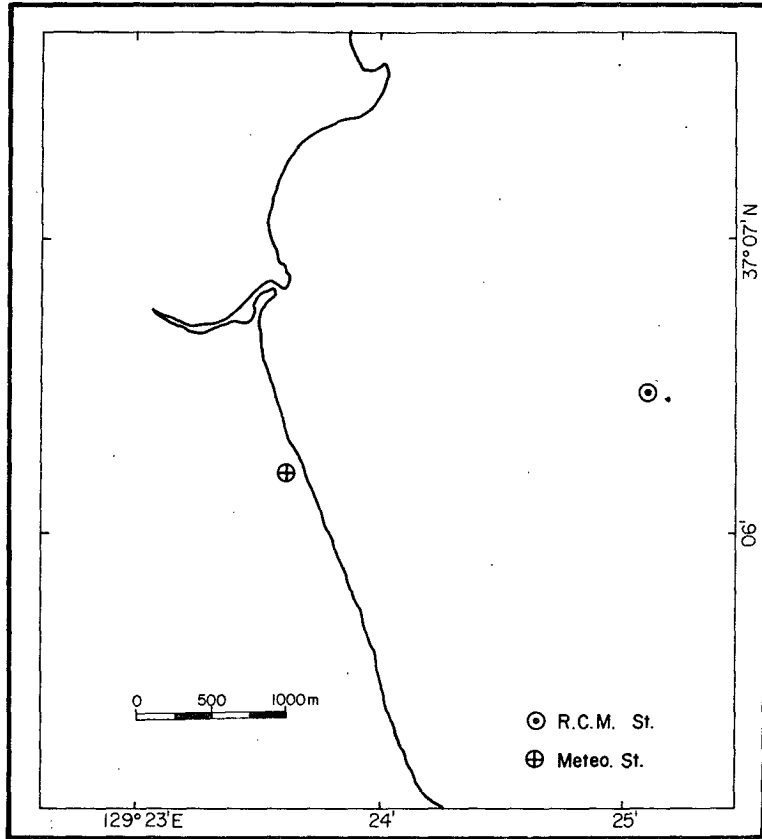


Fig. 40. Current and meteorological stations near Buku for 1980.

### 3-3-1 資料 處理

觀測點 'D' 에서 水深은 50 m, 觀測 水深은 海面下 3 m, 資料의 획득 時間 間隔은 10 分으로 U-型의 繫留 (mooring) 方法으로 海·潮流를 觀測하였다. 기기자체에 기인하여 발생된 雜音 (noise)을 보정하기 위하여 다음



과 같은 方法을 사용하였다.  $\Delta t$ 를 資料의 時間 間隔이라 하고, 時間  $(i-1)\Delta t, i\Delta t, (i+1)\Delta t$ 에서 觀測值를  $X(i-1), X(i), X(i+1)$ 이라고 하자. 만일  $\|X(i) - X(i-1)\| - \|X(i+1) - X(i)\|$ 의 값이 주어진 임의의 값  $G$ 보다 클 경우 觀測值  $X(i)$ 를 인근 두 값  $X(i-1)$ 와  $X(i+1)$ 의 平均值로 대체하였다. 觀測資料는 周波數 3cph에서부터 0cph까지의 모든 運動을 포함하고 있다. 따라서 高周波運動에 해당되는 부분을 除去시키기 위하여 海·潮流 벡터를 동·서와 남·북 成分으로 分離하고 각 成分에 대하여 Lanczos squared taper 형으로 低周波를 通過시키는 필터 (Low-pass filter)

$X_k = \left(\frac{\sin(\pi k/20)}{\pi k/20}\right)^2$ 를 사용하였다. 사용된 필터의 갯수 (Weight number)는 39로 0.185 cph에서 50%의 透過率을 갖고 있다. 위와같이 短週期 運動이 除去된 매시간 간격의 資料에는 潮汐現象에 의해 주로 영향을 받는 운동과 25時間 이상의 장주기 운동을 포함하고 있어 長週期 運動을 分離시키기 위하여 Doodson의  $X_0$  필터 (Doodson and Warburg, 1941)를 사용하였다.

### 3-3-2 海流의 月 平均 및 標準偏差

自記流速計에 記錄된 水溫, 鹽分, 海·潮流의 X, Y 成分 資料에 Lanczos squared taper와 Doodson의  $X_0$  필터를 사용하여 6時間마다 계산한 長週期 運動의 月 平均값과 標準偏差를 表 4에 收錄하였다. 表層水溫의 月 平均값이 봄철인 3, 4, 5월에  $7.2^{\circ}\text{C}$ 에서  $8.4^{\circ}\text{C}$ 사이로 變化幅이 크지 않지만, 여름철로 접어들며 급격히 上昇하여 8월과 9월에는  $20^{\circ}\text{C}$ 에 도달하고 있다. 鹽分은 3월에 34.04‰에서 8월과 9월에는 最小인 30.00‰ 정도까지 減少되었는데, 이 地域에서 강수량이 3월에 94.6 mm에서 8월에는 3배나 많은 278.3 mm나 되어 (氣象月報 1980, No.1-12) 表層鹽分 變化의 대부분이 降水量과 陸水流入에 의하여 支配되고 있음을 알 수 있다. 月 平均 海流의 남·북 成分은 겨울과 초봄에는 北向成分이, 여름철에는 南向成分의 海流가 주로 나타나

고 있으나, 標準偏差의 값이 대체로 月 平均速度 보다 큰 값을 갖고 있어 海流의 時間變動이 중요하다. 그러나 海流의 時間에 대한 變化曲線 (海洋研究所 보고서 BPSI 00022-39-1)을 살펴보면 대체로 2月에서 4月까지는 北向流가 5月에서 9月까지는 南向流가 빈번하게 나타나고 있다. 平均海流의 方向은 海流의 크기가 비교적 작은 4,6,9月을 제외하고 海岸線에 平行한 等水深線의 方向과 대체로 일치하고 있다.

Table 4. Monthly means and standard deviations (in parentheses) of temperature, salinity and current components from R.C.M. near Buku during 1980

Month	temp. (°C)	salinity (‰)	X-comp. (cm/s)	Y-comp. (cm/s)	mean current direction (degrees)
March	8.46 (1.32)	34.04 (0.16)	-4.36 (7.50)	10.11 (13.96)	113
April	7.20 (2.21)	33.70 (0.14)	-0.71 (5.78)	0.22 (9.82)	163
May	8.33 (1.59)	33.91 (0.09)	1.75 (2.72)	-4.63 (5.63)	-69
June	9.38 (2.79)	33.53 (0.43)	-0.58 (2.53)	3.87 (9.24)	99
July	12.30 (3.14)	33.01 (0.37)	3.10 (3.76)	-5.57 (4.93)	-61
August	20.24 (2.00)	31.39 (0.81)	2.05 (4.29)	-3.89 (7.73)	-62
September	20.36 (2.03)	29.63 (1.58)	0.80 (4.24)	-0.32 (7.79)	-22

表 4에서 본 바와 같이 海流의 時間變化가 月 平均 海流보다 중요하게 나타나고 있어 海流의 동·서방향과 남·북방향 성분변화가 相互 어떤 관계를 갖고 있는지 이해하기 위하여 210 일간의 觀測資料로부터 相關函數를 時間遲延 (time lag)  $\pm 6$  일까지 계산하였다(그림 41). 相關函數의 95% 信賴制限線 (confidence limit)은  $\pm 0.00672$ 로  $\pm 6$  일 이내의 相關函數값은 모두 信賴制限線보다 크다. 最大 相關函數값은 時間遲延 0 일에서  $-0.852$ 로 남·북 성분

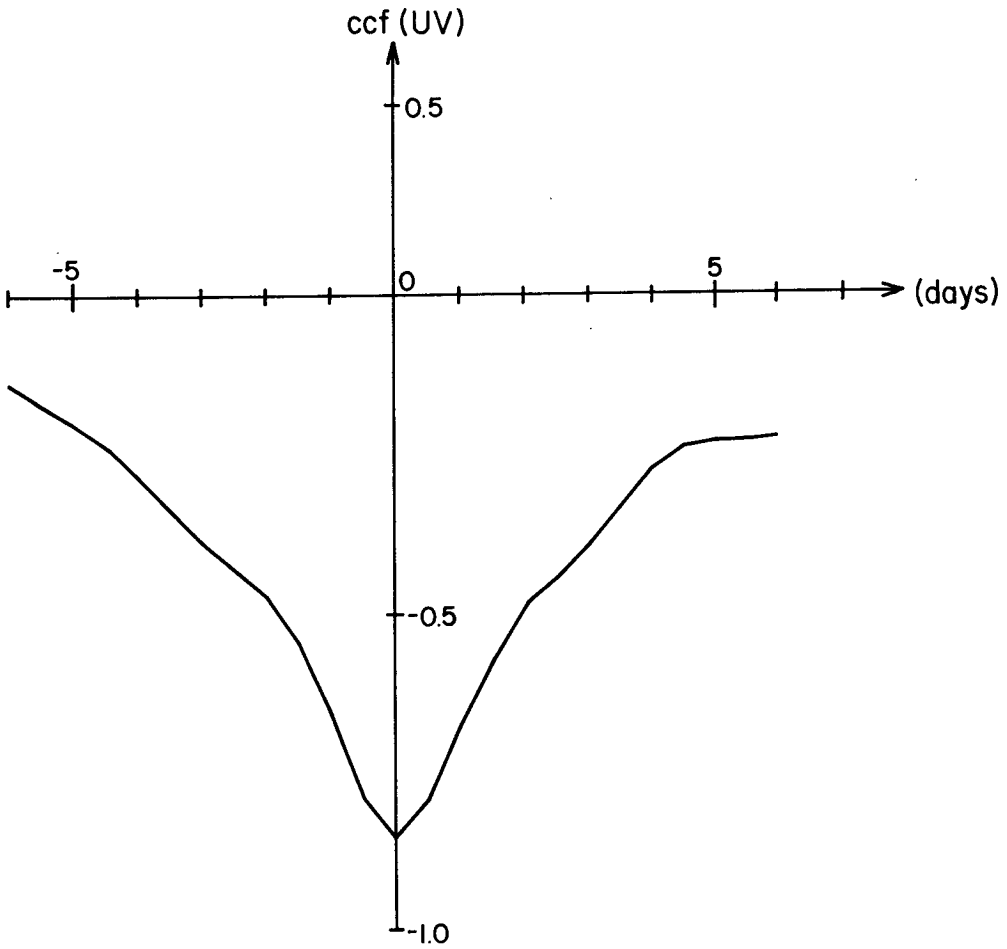


Fig. 41. Cross-correlation function between U and V at Būku.

海流가 북쪽(남쪽) 방향으로 증가하면 동·서 성분海流는 沿岸(外海) 쪽 방향으로 증가한다는 것을 의미한다. 또한 時間遲延이 없다는 것은 각 성분의 變化가 동시에 발생하고 있음을 뜻한다. 위와같은 相關函數의 結果로부터 海岸線에 平行한 線上에서 海流의 時間變化가 가장 크게 나타난다는 것을 알 수 있다. 海流橢圓의 長軸방향의 周波數에 따른 變化는 잠시후에 살펴보기로 하겠다.

### 3-3-3 海流의 스펙트럼과 回轉스펙트럼

觀測 기간동안 平均海流는 동·서 성분이  $0.17 \text{ cm/sec}$ , 남·북 성분이  $0.25 \text{ cm/sec}$ 인 반면에 分散量은 동·서 성분이  $28.76 \text{ cm}^2/\text{s}^2$ , 남·북 성분이  $110.91 \text{ cm}^2/\text{s}^2$ 에 이르고 있어 平均海流가 運動에너지에 기여하는 것은 變化幅에 비하여 무시될 수 있기 때문에 分散量이 運動ener지를 代表한다고 볼 수 있다. 이와 같이 큰 分散量을 주파수의 函數(스펙트럼)로 그림 42에 표시하였다.

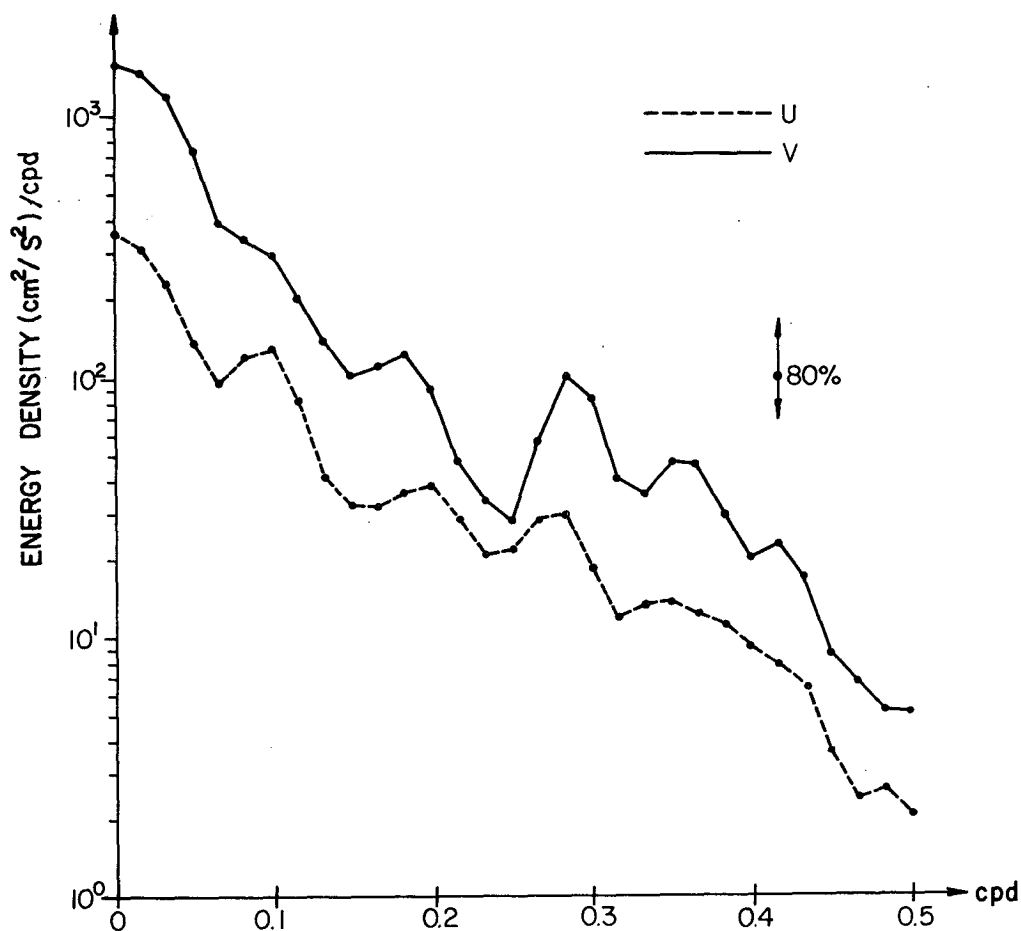


Fig. 42. Spectra of U and V components at Buku.

U(동·서)成分의 스펙트럼에너지는 V(남·북)成分의 에너지 보다 전 周波數에서 平均 1/3정도 작게 나타나고 있어 각 주파수에서 海流의 흐름이 남·북 방향임을 보여주고 있다. 分散量의 대부분이 0.1 cpd 이하의 周波數에 分布되어 있어 長週期性 海流運動이 支配的이고, 특히 0.283 cpd (3.5일 주기)에 中心을 둔 스펙트럴 피크 (spectral peak)는 80% 信賴幅 (confidence interval)보다 커서 3.5일 주기를 갖는 波動運動의 存在를 보이고 있다. 資料에 포함되어 있는 線形的趨勢 (linear trend)를 除去한 후 Mooers (1973)가 제시한 回轉스펙트럼 (rotary spectrum)方法을 이용하여 海流벡터의 回轉스펙트럼을 계산하였다 (그림 43). 그림에서  $S_t$ 는 全스펙트럼 (total spectrum),  $S_+$ 와  $S_-$ 는 각각 시계방향스펙트럼 (clockwise spectrum)과 반시계방향스펙트럼 (counterclockwise spectrum)이다.  $S_+$ 와  $S_-$ 는 비슷한 크기의 分布를 보이고 있으며 V-스펙트럼에서 보였던 3.5일의 피크가  $S_+$ 와  $S_-$ 에 잘 나타나고 있다.

그림 44는 海流벡터의 回轉係數 (rotary coefficient), 橢圓 安定度 (ellipse stability), 橢圓長軸방향 (major axis orientation)을 보여주고 있다. 回轉係數가 0.5cpd 이하의 周波數에서  $\pm 0.2$ 사이의 값을 갖고 있어 海流의 흐름이 거의 直線上에서 일어나고 있고 橢圓安定도가 대체로 90% 信賴制限線보다 훨씬 커서 海流橢圓이 일정한 形態를 維持하며 長軸의 방향이 0.5 cpd 이하의 주파수에서 海岸線에 平行하다는 것을 알 수 있다.

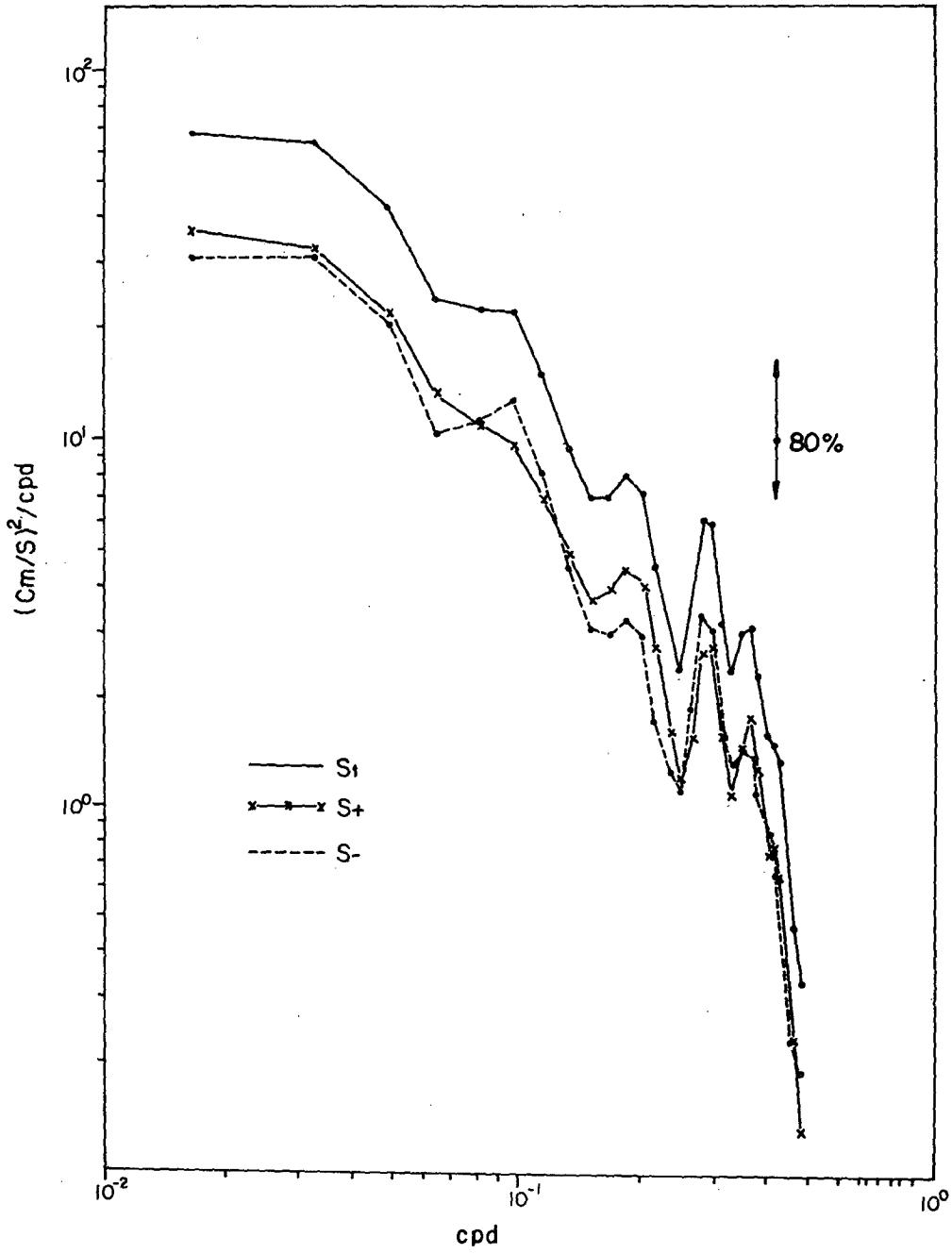


Fig. 43. Rotary spectra of current at Buku.

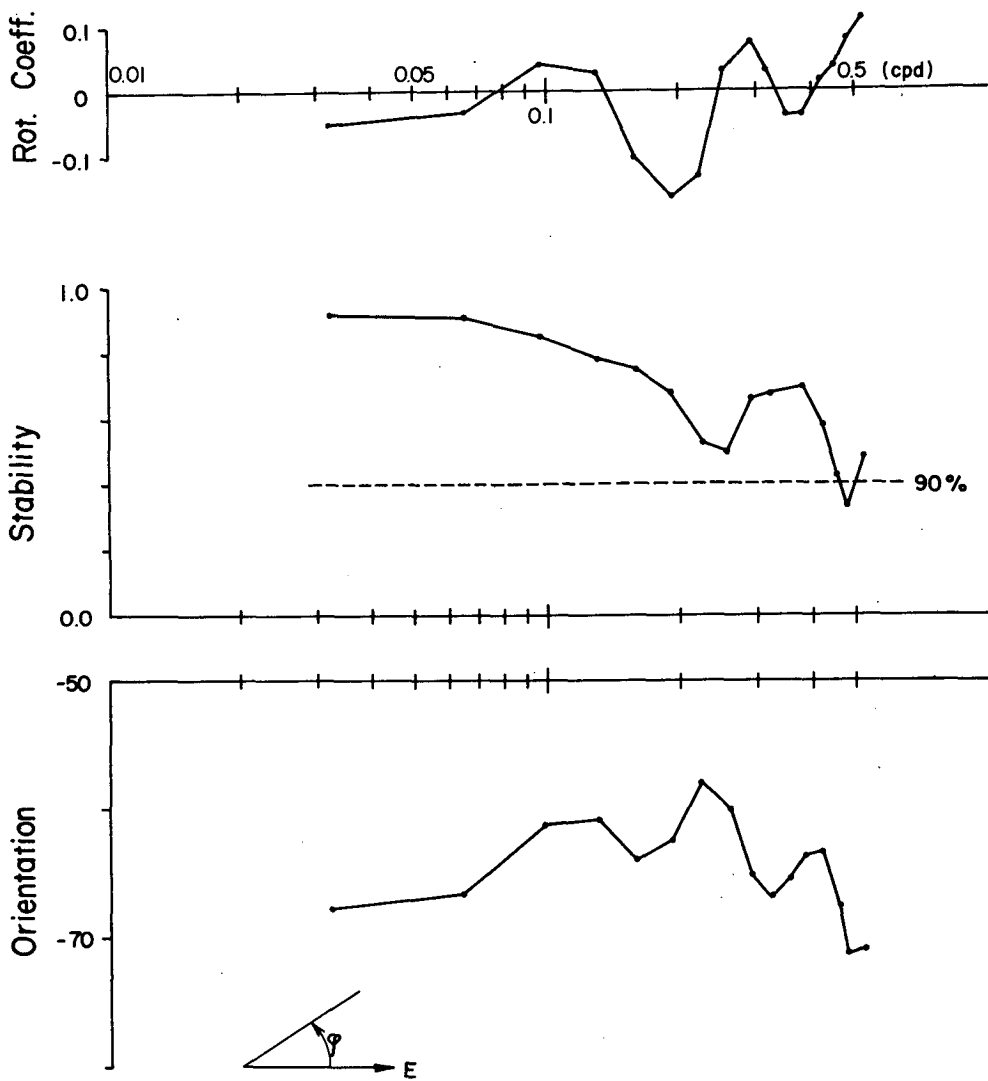


Fig. 44. Rotary coefficient, stability and orientation of current at Buku.

### 3-3-4 海流와 바람과의 關係

海流와 바람과의 關係를 이해하기 위하여 資料를 統計 分析하였다. 이용된 風向과 風速資料는 富邱里 沿岸觀測點에서 測定된 (觀測 機關: 韓國原子力株式會社) 것으로 매 30 分 間隔으로 風向은 18 方位로 표시하였고, 風速은 0.1 m/s 까지 읽었다. 長週期 運動은 海流의 경우와 같이 Lanczos taper 형의 濾터로 smoothing 하였고 潮汐週期 成分을 除去시키기 위하여 Doodson의  $X_0$  濾터를 사용하였다.

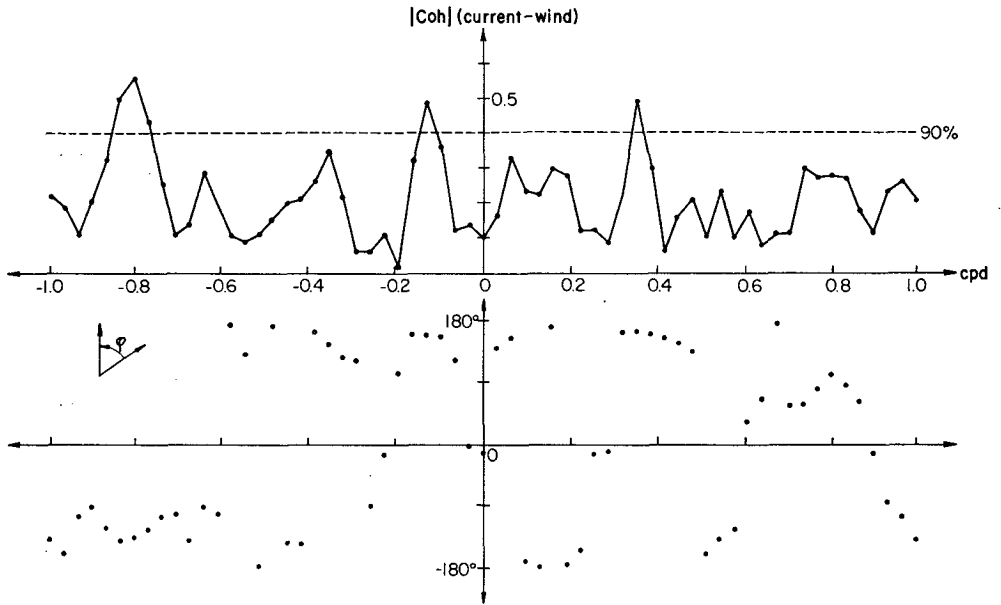


Fig. 45. Vector coherence and phase difference between current and wind at Buku.

바람의 長週期成分과 海流와의 相關度(ccf)는 매우 낮게 나타나고 있어서 海流의 運動과 바람과는 직접적인 關係가 없는 것으로 보여지고 있다. 바람과 海流벡터 사이의 相關도와 位相差異가 周波數의 函數로 그림 45에 표시되었다. 그림에서 陰의 周波數는 反時計方向, 陽의 周波數는 時計方向에 해당하는 周波數다. 相關度는 대체로 90% 信賴線보다 낮으나 0.35, -0.13, -0.81 cpd에



서는 바람과 海流 사이에 좋은 相關係數를 갖고 있다. 上記 세 周波數帶에서 位相은  $\pm 180^\circ$  에 가까운 값을 보이고 있어 바람과 海流의 方向表示가 반대임을 고려하면 실제로는 位相差異가 거의 없다는 것을 알 수 있다. 전반적으로 바람과 海流와의 關係는 거의 없는 것으로 나타나고 있으나, 承(1982)이 지적한 바와 같이 바람은 觀測地點의 地形的인 영향을 많이 받기 때문에 地形的 영향을 가급적 덜 받는 곳에서 바람을 測定하여 分析하여야 하겠다.

### 3-3-5 海流와 平均海面과의 關係

海流와 바람과는 스펙트럼 分析 結果 相關도가 매우 낮은 것으로 밝혀졌다. 海流와 海面變化와의 關係를 이해하기 위하여 富邱에서 가장 인접한 墨湖의 海面變化 資料를 分析하였다. 交通部 水路局은 매시간 海面觀測 資料로부터 24 시간 平均方法으로 日平均 海面을 계산하여 발표하고 있다. 24時間 平均方法은  $\frac{\sin(24\pi\sigma)}{24\sin(\pi\sigma)}$  에 해당되는 (Lie, 1978) 低周波形的 濾터 (low passed filter)이다.

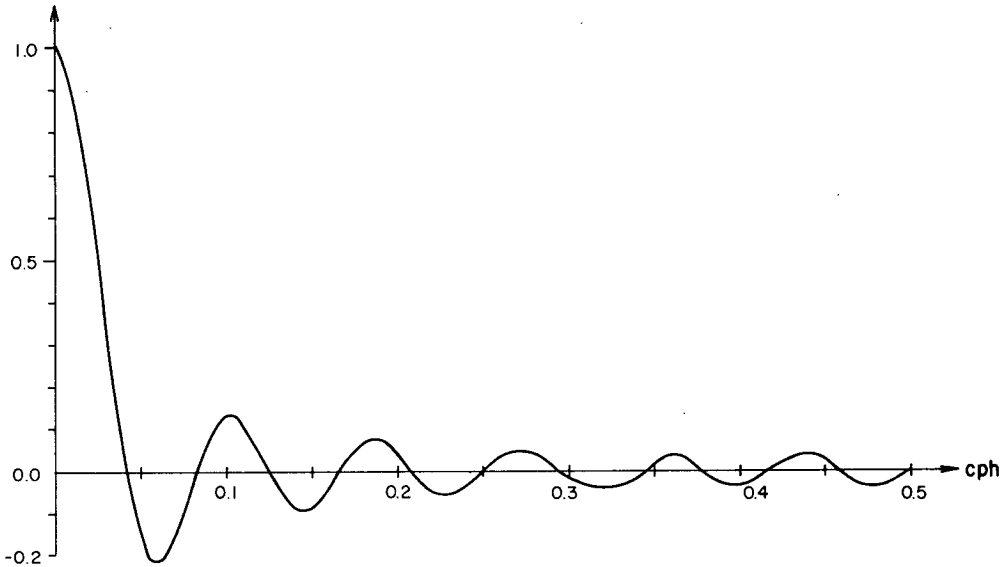


Fig. 46. Transfer function of 24 value mean filter.

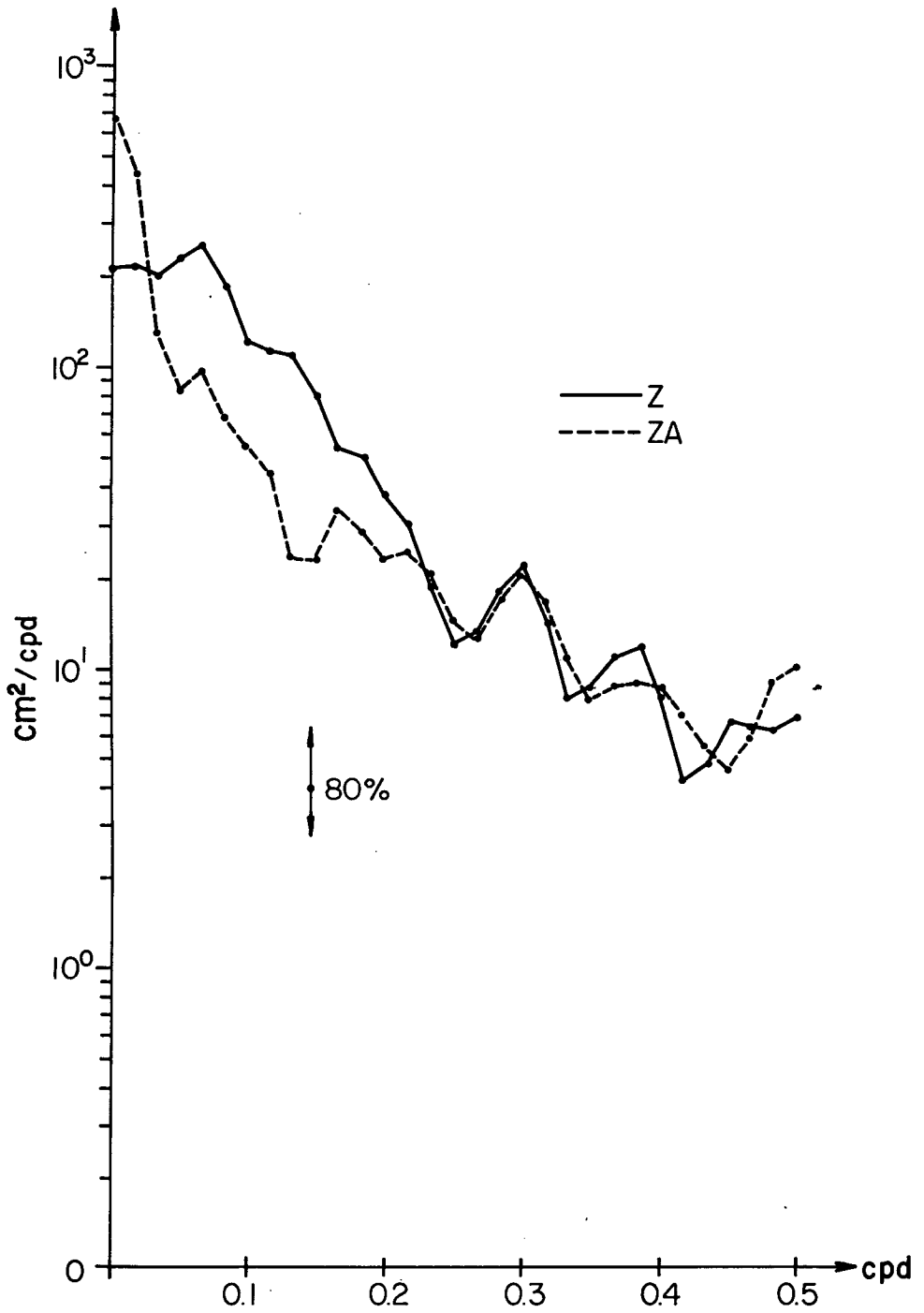


Fig. 47. Spectra of daily mean sea level and adjusted sea level at Mugho.

그림 46에서와 같이 이 필터는 太陽潮汐分潮 (solar tidal constituent) 를 効率的으로 除去시키지만 太陰潮汐分潮 (lunar tidal constituent)의 일부는 남게된다. 예를들면  $O_1$ 과  $M_2$ 分潮에서 통과되는 比率은 7.5%와 -3.5%이다. 墨湖에서  $M_2$ 와  $O_1$ 이 6.9, 4.7 cm (KORDI, 1980)의 진폭을 갖고 있어 日平均 海面에 남게되는  $M_2$ 와  $O_1$ 의 진폭은 4 mm이하의 적은 값이다. 1980년 2월 28일부터 210일 동안 墨湖에서의 日平均 海面의 分散量이 32.5  $cm^2$ 가 되기 때문에 平均海面에 포함되어 있는 太陰潮汐分潮에 기인된 영향은 무시될 수 있다.

그림 47은 日平均 海面의 스펙트럼이다. 대부분의 分散量이 0.15 cpd 이하의 長週期 周波數帶에 分布되어 있으며 0.3 cpd에 에너지양이 미약하지만 스펙트럼 피크가 나타나고 있다.

靜壓理論 (static theory)에 의하면 大氣壓 1 mb가 증가할때 平均海面은 1 cm 下降한다. 日平均 海面에서 大氣壓의 靜壓效果 (-1 cm/mb)를 除去하여 補正海面 (adjusted sea level)을 계산하였다.

大氣壓 資料는 中央觀象臺 (現 中央氣象臺)에서 24時間 平均 方法으로 계산한 江陵資料를 사용하였다. 日平均 補正海面의 스펙트럼 (그림 47)에서 나타난 바와 같이 墨湖에서 海面變化는 大氣壓만으로 설명될 수 없다. 즉, 0.03에서 0.2 cpd 사이의 補正海面 (ZA)의 에너지는 平均 海面 (Z)보다 적어 大氣壓이 海面變化를 주로 일으키지만 0.2와 0.4 cpd 사이에서 ZA와 Z의 에너지양이 비슷하여 靜壓理論과는 무관하다. 平均 海面變化와 海流의 各成分과의 相關度와 位相이 그림 48에 표시되었다. U-成分은 海岸線에 垂直한 海流의 成分이고 V-成分은 海岸線에 平行한 成分이다. 0.35 cpd에 중심을 둔 周波數를 除外하고는 90% 信賴制限線보다 낮은 相關關係를 보여주고 있다. 位相差異는 平均海面이 U보다 45° (9시간) 빠르게 변하고 V보다는 125° (24시간) 늦게 변

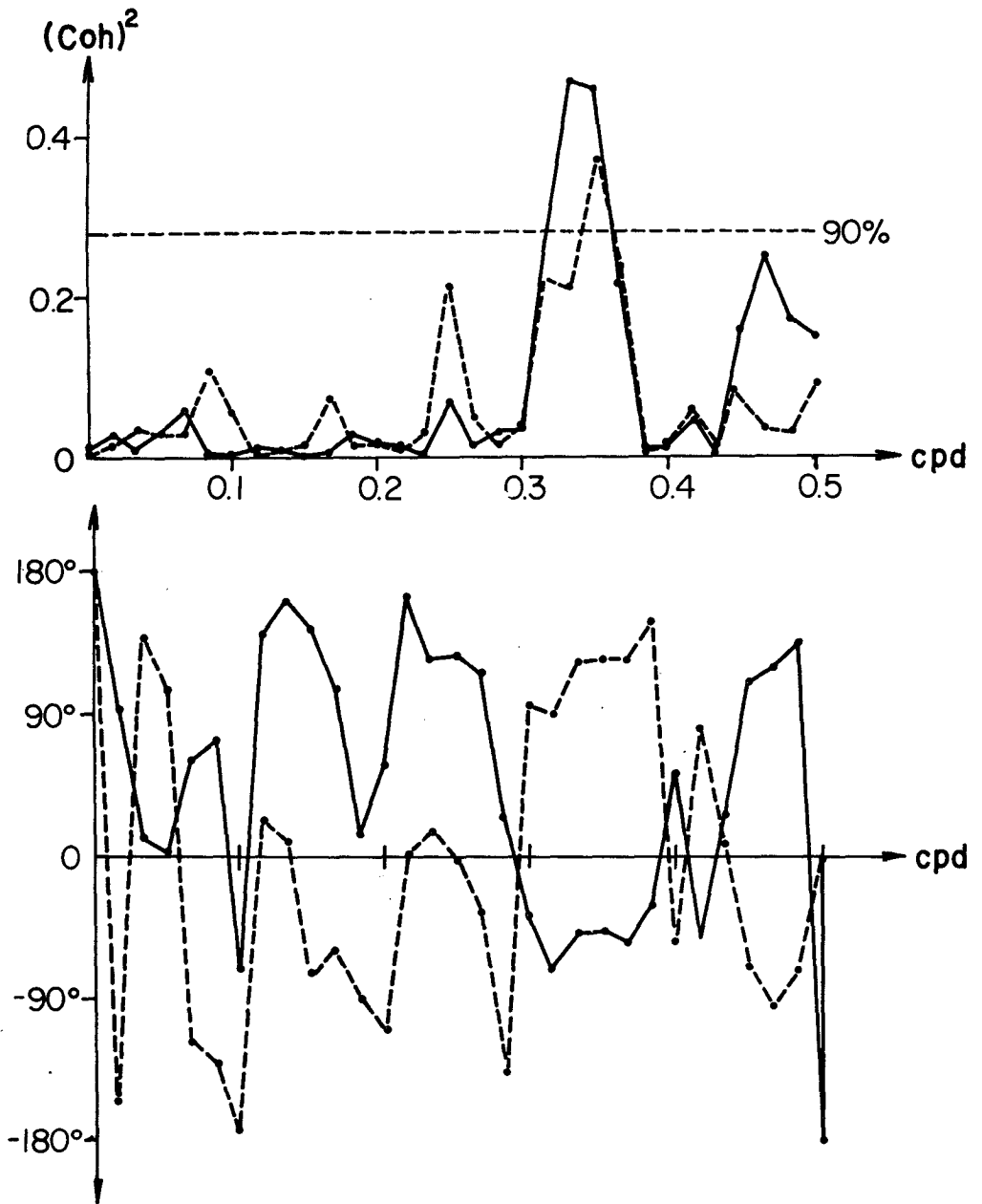


Fig. 48. Coherences and phase differences between current components at Buku and daily mean sea level at Mugho. The continuous line corresponds to U-sea level and the discontinuous line to V-sea level.

化하는 것을 보이고 있다. 浦項에서 觀測된 日平均 海面도 U보다  $52^{\circ}$  빠르고 V  
보다는  $132^{\circ}$  늦게 나타나고 있다. 그러나 海流와 平均海面사이에 時間遲延이  
생기는 이유는 규명되지 않았다.

## 第 4 章 注文津 沿岸海域에서 '82 年度 夏季의 海水 特性과 運動

18年間 平均水温分布와 1980 년도 水温分布에서 본 바와 같이 注文津 沿近海에서 沿岸 冷水帶가 年중 存在하고 있다. 또한 여름철에 水温躍層이 잘 발달되고, 沿岸에서 25~30 마일까지 水温躍層의 水深이 점점 얕아지고 外海로 갈수록 다시 깊어진다. 水産振興院에서 隔月로 실시하고 있는 定線觀測點 사이의 거리가 많이 떨어져 있어 沿近海에서 海水의 特性과 海水 運動을 비교적 정확하

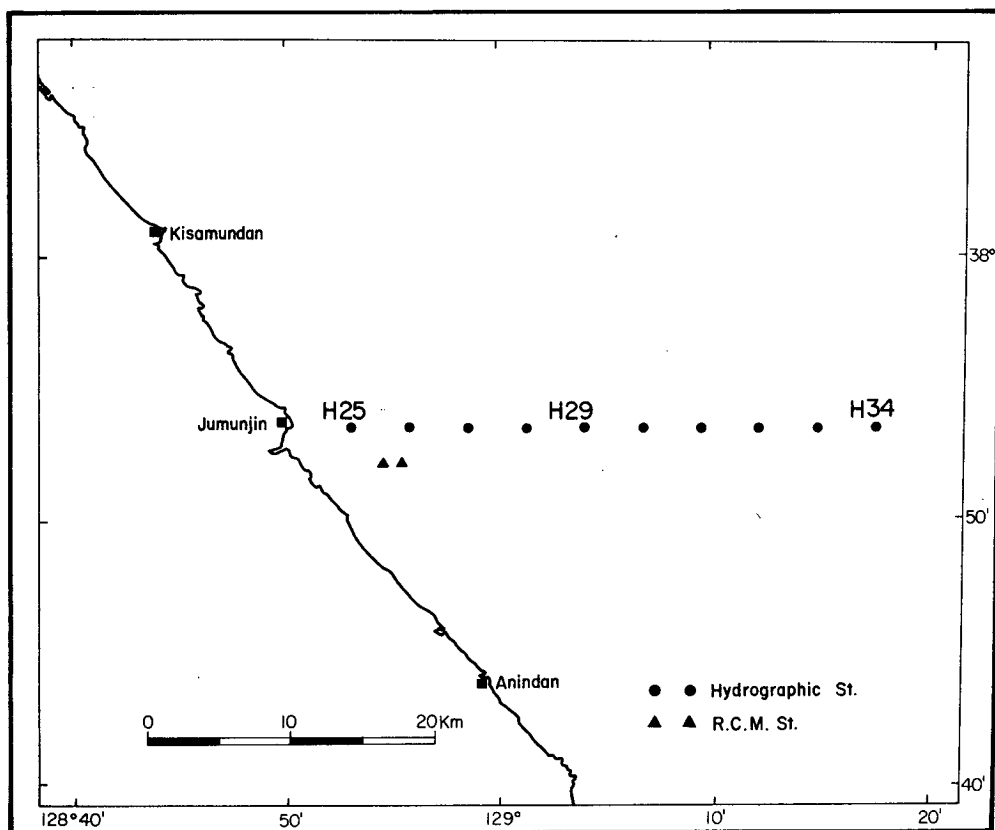


Fig. 49. Hydrographic and current stations near Jumunjin for 1982.

게 구명하기에는 여러가지 문제점이 대두되고 있다. 海洋研究所 海洋物理室은 沿岸水의 성격을 조사하기 위하여 그림 49에서와 같이 注文津을 기점으로 4km 마다 水温·塩分 觀測點 10 개를 설정하여 1982년 7월과 8월에 3회에 걸쳐서 觀測하였다. 水温과 塩分の 分布로부터 예측된 南向成分의 沿岸海流의 存在를 파악하기 위하여 自記流速計 (R.C.M. - 4) 4대를 10일동안 설치하였고 浮標追跡을 3회 실시하였다.

#### 4-1 海水의 物理的 特性

##### 4-1-1 測定 方法

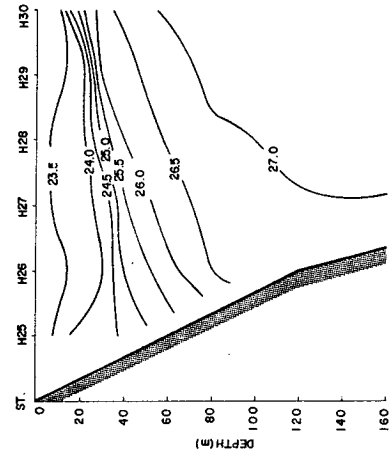
各 觀測點에서 水温과 塩分을 表層에서 40 m까지는 10 m마다, 그 이상에서는 20 m마다 測定하였다. 水温은 Nansen 採水器에 부착된 轉倒溫度計 (Reversing Thermometer)로 測定하였고, 塩分은 Nansen 採水器로 採水된 海水의 電氣伝導度 (Conductivity)를 Salinometer (Model. 601 MK IV)로 測定하여 塩分 (salinity)으로 환산하였다.

水温과 塩分の 一次 觀測은 1982년 7월 22일 定點 H 34에서 부터 沿岸 定點으로 오면서 실시하였지만, 江陵 鏡浦台에 설치한 Romote의 作動不能으로 觀測位置가 부정확하여 本 보고서에서 除外시켰다. 二次 觀測은 '82년 7월 30일에 H 25에서 H 30까지 6개 定點에서, 三次 調査는 8월 16일 H 25에서 H 34까지 10개 定點에서 실시되었다.

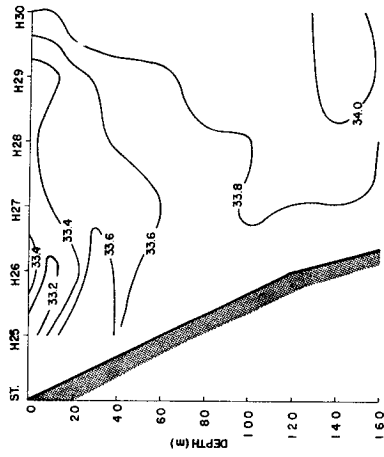
##### 4-1-2 水温, 塩分, 密度的 垂直分布

###### 4-1-2-1 '82년 7월 30일 (그림 50)

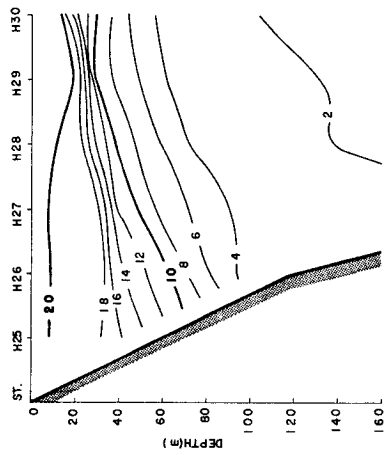
水温躍層 (thermocline)이 沿岸에서 外海로 갈수록 잘 발달되어 H-29에서는 水深 25 m層에서 나타나고 있다. 沿岸에 인접된 觀測



Temperature, Jul.30, 1982



Salinity, Jul.30, 1982



Sigma-t, Jul.30, 1982

Fig. 50. Vertical distributions of temperature, salinity and sigma-t in the Jumnunjin section on July 30, 1982.



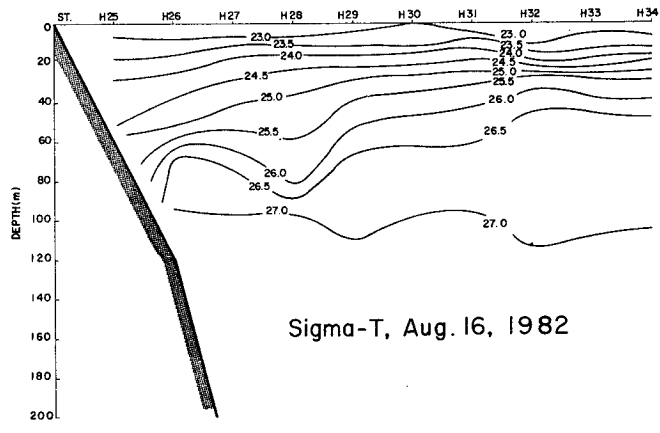
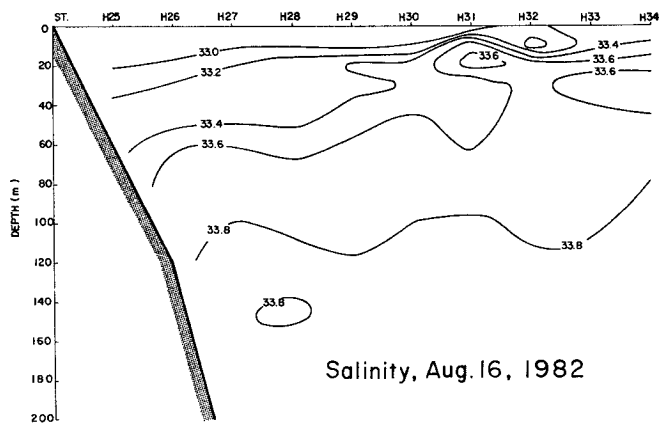
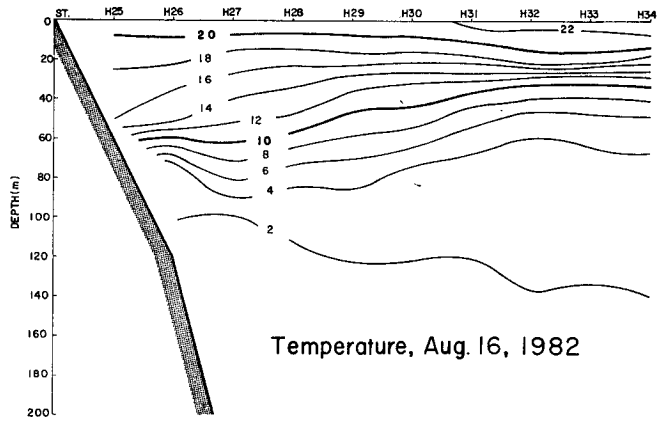


Fig. 51. Vertical distributions of temperature, salinity and sigma-t in the Jumunjin section on August 16, 1982.

點에서는 水深에 대한 溫度變化率이 작아졌고 等溫線이 沿岸쪽에서 깊어지고 있다. 예를 들면,  $10^{\circ}\text{C}$ 의 等溫線이 H-26에서는 水深 70 m에서 보이나, 12 km 떨어진 H-29에서는 30 m나上昇되어 40 m 水深에 位置하고 있다. 沿岸 表層에서는 高溫, 低鹽의 海水가 자리를 하고 있다. 鹽分 33.4~33.8‰ 사이의 等鹽分線이 H-29와 H-30 부근에서 海水面과 교차하고 있어 沿岸水와 外海水와의 差異를 뚜렷하게 구분하고 있다.  $2^{\circ}\text{C}$ 이하의 低溫, 34‰이상의 高鹽의 海水가 定點 H-29, H-30의 150 m에서 나타나고 있다.  $\sigma-t$  分布는 대체로 水温分布와 비슷한 形態를 보이고 있다. 高溫, 低鹽의 沿岸水는  $\sigma-t$  23.5에서 27.0 사이의 密度를 갖고 있음을 알 수 있다. 한가지 주목할 만한 점은 水温  $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ , 鹽分 33.8~34.0‰의 海水가 60~150 m 水深에서 나타나고 있어 高溫·低鹽의 沿岸水와 구분되고 있다.

#### 4-1-2-2 1982년 8월 16일 (그림 51)

觀測點 H-25에서 H-34까지 10개 定點에서 調査된 水温, 鹽分,  $\sigma-t$ 의 垂直分布가 그림 51에 표시되었다. 7월 30일의 水温分布는  $2^{\circ}\text{C}$ 이상의 等溫線이 外海쪽으로 감에 따라 상승하고 있었으나 17일 후에는 거리에 대한 等溫線의 기울기가 상당히 減少되었다. 또한  $2^{\circ}\text{C}$  等溫線이 100 m 水深까지 상승하였고, 海面과 平行하다. 鹽分은 7월보다 낮아져서, H-29 定點의 140 m에서 나타났던 34.0‰의 海水는 보이지 않는다. 또한 等鹽分線과 海面과의 교차점이 7월 30일의 경우보다 8 km쯤 외해로 移動되어 等溫線의 경우와 같이 等鹽分線의 거리에 대한 기울기가 減少되었다. 이와 같은 水温·鹽分の 變化로  $\sigma-t$  曲線의 기울기도 완만하게 되었고,  $\sigma-t$ 가 26.5~27.0인 海水가 表層水와 低層水를 뚜렷하게 구분한다. 여기서 “低層水”는 편의상  $\sigma-t$ 가 27.0이상의 海水를 뜻한다. 50 m 이내의 水深에서 沿岸水가 7월보다 0.2‰ 정도 낮은 鹽分을 보이는 큰 原因 중의 하나는 降水量과 陸水 流入일 것으로 생각된다.

#### 4-1-3 海水의 特性

海水의 特性을 보기 위하여 8월 16일에 觀測된 水温과 塩分을 T-S도표로 나타냈다(그림 52 a와 52 b). 대부분의 海水가 ( $22^{\circ}\text{C}$ ,  $32.75\text{‰}$ ), ( $1.8^{\circ}\text{C}$ ,  $33.90\text{‰}$ ), ( $22^{\circ}\text{C}$ ,  $33.90\text{‰}$ )의 3점을 연결한 삼각형내의 水温과 塩分을 갖고 있으며  $\sigma-t$ 는 23.0과 27.2 사이의 값을 보이고 있다. 水温  $1.5\sim 4.0^{\circ}\text{C}$ , 塩分  $33.8\sim 34.0$ 의 中層水가 90 m 이상 水深에서 存在하고 있다. 이 中層水는 水温  $0.0\sim 0.5^{\circ}\text{C}$ , 塩分  $34.0\sim 34.1\text{‰}$ 로 분류된(Moriyasu, 1972) 東海 固有水보다 高温·低塩의 海水다.

1925년부터 1960년사이의 水温·塩分 資料로부터 東草와 注文津 海域에서  $1\sim 6^{\circ}\text{C}$ ,  $33.8\sim 34.0\text{‰}$ 의 北韓寒流系水가 表層에서 300 m 사이에 存在하고 있다고 보고된 바 있다(김, 1979). 그러나 本 調査에서는 그와 같은 特性을 갖고 있는 海水가 表層에서 나타나지 않았고, 中層에서만 보이고 있다.

7월 30일에 60~150 m 사이, 8월 16일에 90~200 m 사이에 中層水가 存在하고 있어, 中層水の 水深이 시간에 따라 많은 變化를 보이고 있다. 朴(1978)은 東草 沿岸에서  $33.8\sim 34.0\text{‰}$ 의 海水가 60~100 m 水深에 있고 溶存酸素量이 최대임을 보고하였다. 따라서 本 調査에서 밝혀진 中層水の 성격이 朴의 結果와 유사하며 北韓寒流系水일 가능성이 높지만 溶存酸素와 中層에서의 海流資料가 없어 寒流系水라고 단정하기는 어렵다.

定點 H-25와 H-34 사이 海水의 特性變化를 水深別(0, 20, 50, 100 m)로 그림 52 b에 나타냈다. 0 m에서 海水는  $22^{\circ}\text{C}$  정도의 水温을 갖고 있다. 그러나 塩分은 H-26에서  $31.8\text{‰}$ 로 제일 낮고 沿岸에서 멀어 질수록 증가하여 H-34에선  $33.3\text{‰}$ 이다. 塩分勾配는 10 km당  $0.5\text{‰}$  정도며 最大勾配는 H-28과 H-29 사이에서 나타나고, 4 km에 걸쳐  $0.6\text{‰}$ 나 된다. 20 m層에서는 低塩의 沿岸 表層水の 영향이 거의 나타나지 않아 塩分勾配가 10 km당  $0.2\text{‰}$ 로 減少되었다. 50 m층에서는  $33.3\sim 33.7\text{‰}$  사이의 均一한 塩分分布를 보이고

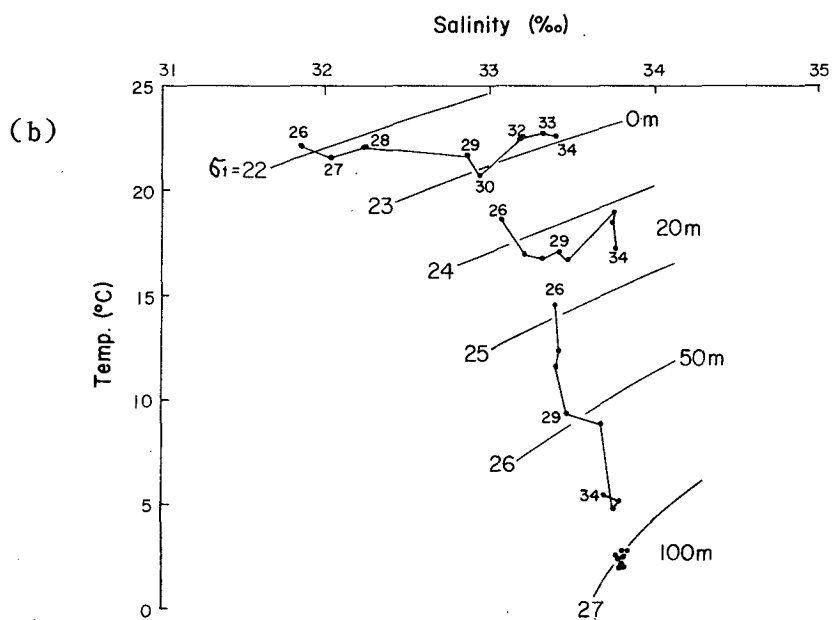
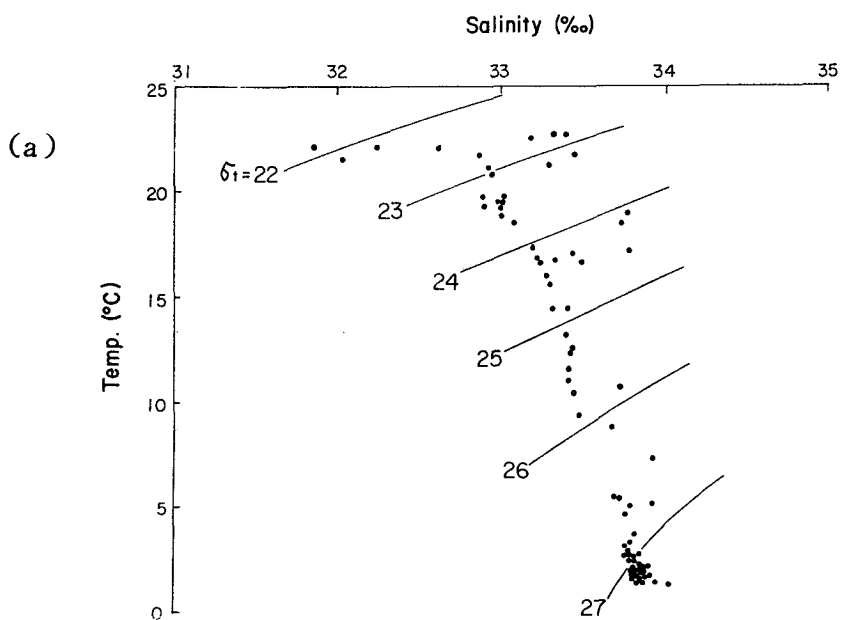


Fig. 52. Temperature-salinity diagrams on August 16, 1982.

있으나, 0, 20 m에서와는 달리 H-26에서 15°C의 水温이 H-33, H-34에서는 5°C로 낮아져서 10 km당 3°C의 온도구배를 보인다. 100 m 水深에서는 塩分, 水温의 變化가 없이 水温 2°C, 塩分 33.8‰,  $\sigma_t = 27.0$ 의 海水가 水深 200 m까지 확장되어 沿岸 中層水를 形成하고 있다. 앞에서 밝힌 바와 같이, 觀測된 中層水는 北韓寒流系水가 注文津 海域까지 南下한 것인지, 혹은 東海 固有水와 表層水 사이에 混合으로 形成된 것인지는 精밀한 調查研究가 되어야 할 것이다.

#### 4-2 沿近海에서의 海流

注文津 沿近海에서의 海水流動을 이해하기 위하여 間接觀測과 直接觀測 方法 두가지를 병행하였다. 間接方法인 地衡流는 8월 16일에 조사된 水温과 塩分 資料로부터 계산되었다. 直接觀測 方法으로는 浮標와 自己流速計를 이용하였다. 浮標追跡은 表層(10 m)과 中層(40 m)에서 실시되었고, 流速計(Aanderaa Current meter Model-4)는 2개 固定觀測點 表層과 中層에서 繫留되었다.

##### 4-2-1 地衡流(geostrophic current)

8월 16일에 觀測된 水温과 塩分 資料는 調查海域内에서 變化가 심한 表層水와 200 m 이상 水深에서의 均一한 低層水를 뚜렷하게 보였다. 특히,  $\sigma_t = 27.0$ 인 等密度線이 沿岸에서 40 km까지 水深 100 m에 位置하고 있기 때문에 100 m 水深을 基準面(reference level)으로 취하여 남·북성분 海流를 추정하였다. 地衡流는  $V_1 - V_2 = (\Delta\phi_B - \Delta\phi_A) / fL$ 에 의하여 계산되는데 두 觀測 定點間의 거리 L은 8 km, 코리올리스 因子(Coriolis parameter)  $f$ 는  $0.8955 \times 10^{-4}$ , 基準面에서의 流速  $V_2$ 는 0으로 택하였다.

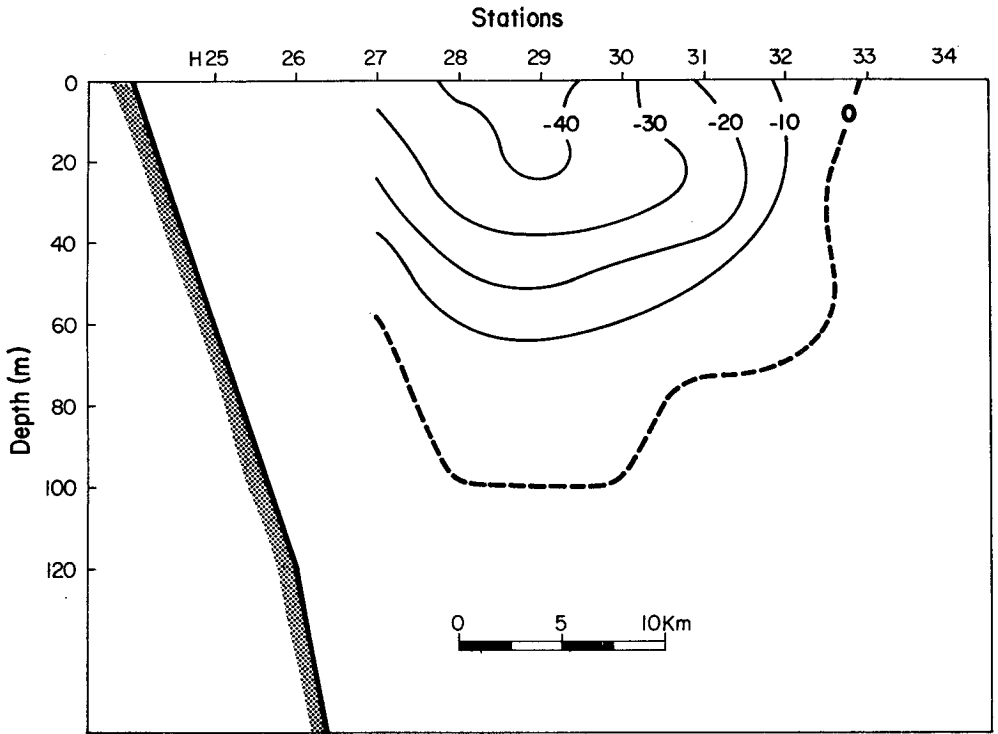


Fig. 53. Geostrophic current distribution in the Jumunjin section on August 16, 1982.

그림 53은 注文津 동·서 断面에서 地衡流 分布를 나타내고 있다. 南向成分의 海流가 대부분 나타나고 있으나, H-33에서는 반대 방향인 北向成分의 海流가 나타나 定點 H-32와 H-33 사이에서 南向流와 北向流가 境界線을 이루고 있다. 定點 28과 29의 0~20 m 水深에서 最大流速을 갖는 海流는 水深이 깊어짐에 따라 급격히 減少하여 70 m 이상 水深에서는 10 cm/s 이하이다.

H-33에서 보이는 北向流는 30 m 水深에서 10 cm/s의 流速을 갖고 있으나, 制限된 觀測資料로 北向流의 자세한 分布는 알 수 없다. 그러나 1980년 8월의 水温分布(그림 38)로부터 沿岸冷水帶의 중심까지는(海岸에서 40~50 km 사이) 南向流가, 冷水帶 중심에서 外海쪽으로 北向流가 存在하고 있음을 예측

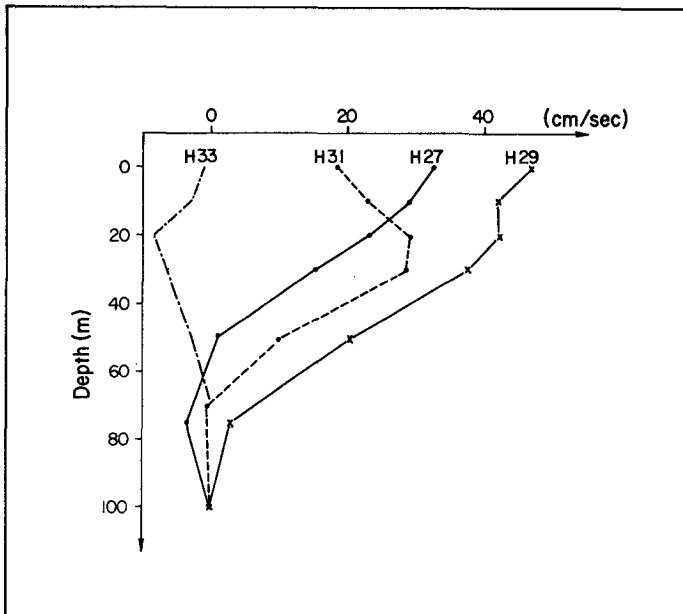
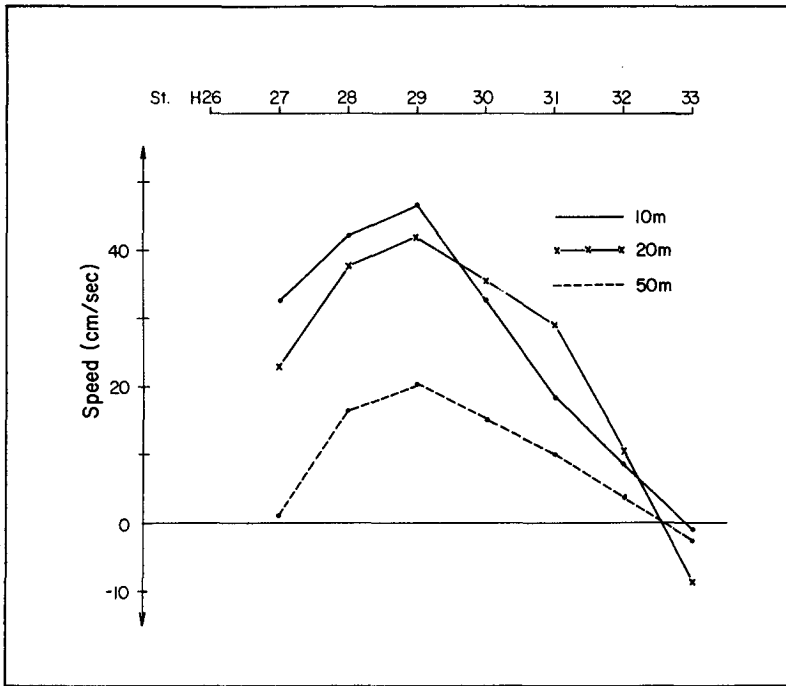


Fig. 54. Horizontal and vertical variations of geostrophic current in the Jumunjin section on August 16, 1982.

할 수 있으며 1982년도 8월의 海流分布와 일치하고 있다. 그림 54는 10, 20, 50 m層에서의 地衡流의 水平分布와 정점 H-27, 29, 31, 33에서 垂直分布를 보이고 있다. 各水深에서 最大流速은 H-29에서 나타나고 外海로 갈수록 流速이 감소되고 H-32, H-33 사이에서 方向轉換이 일어난다.

海流의 方向轉換點이 冷水帶 中心部와 대체로 일치한다고 보면, 1982년도 冷水帶의 中心部는 沿岸에서 약 30 km 떨어진 위치에 있게 된다. 그림 53의 地衡流 分布로부터 주문진 断面을 通過하는 流量을 계산할 수 있다. 정점 H-27과 H-33 사이, 海面에서 100 m 水深까지 秒당 통과하는 流量 (mass transport)은 약  $2.7 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{sec}$  (= 0.027 Sverdrups)이다.

#### 4-2-2 浮標追跡 (Drogue tracking)

浮標追跡은 1982년 8월 17일과 18일에 실시되었다. 8월 17일에는 表層流를 觀測하기 위하여 海面下 10 m 水深에 投下하였고 8월 18일에는 表層과 中層에서의 海流觀測을 위하여 浮標를 海面下 10 m와 40 m에 投下하였다. 位置測定은 Decca Trisponder 로 하였다. 浮標追跡 結果 (그림 55)를 보면 10 m, 40 m層에서 流向은 海岸線에 平行한 南東方向이며 潮流에 의한 方向轉換이 나타나고 있지 않아 潮汐에 의한 영향이 무시될 수 있다. 따라서 觀測結果는 長週期性인 海流로 볼 수 있다. 두 觀測時間  $t_i$  와  $t_j$  에 浮標의 位置  $X_i$ ,  $X_j$  로부터 流速 (=  $(X_j - X_i) / (t_j - t_i)$ )을 계산하였다 (表 5). U는 東向流, V는 北向流에 해당한다. 沿岸에서 7.5 km, 10 m 水深 (그림 55에서 A線)에서 平均流速은 72 cm/s 로, 南向成分이 54 cm/s, 東向成分이 48 cm/s 에 이른다. 沿岸에서 4 km 떨어진 지점에서는 表層流速이 45 cm/s 로, U = 31 cm/s, V = -32.3 cm/s 정도며 40 m層의 流速은 30 cm/s 로, U = 20 cm/s, V = -22 cm/s 로 나타나고 있다. 따라서 同一地點에서의 流速은 水深에 따라 급속히 감소하고 있어 水深에 대한 流速의 變化率이



8월 18일 14시와 16시 20분 사이의 경우 1 m 당 0.6 cm / s 나 된다.

基準面을 100 m 에 잡고 계산한 地衡流가 이 海域에서의 海流를 잘 나타내고 있는지는 17일과 18일에 실시된 浮標追跡으로부터 계산된 V와 비교함으로써 알 수 있다. 地衡流와 V를 비교하기 위하여 海流의 運動이 長週期性이어야 한다. 浮標追跡 結果는 8월 16일과 17일 이틀에 걸쳐서 강한 南東流를 보이고

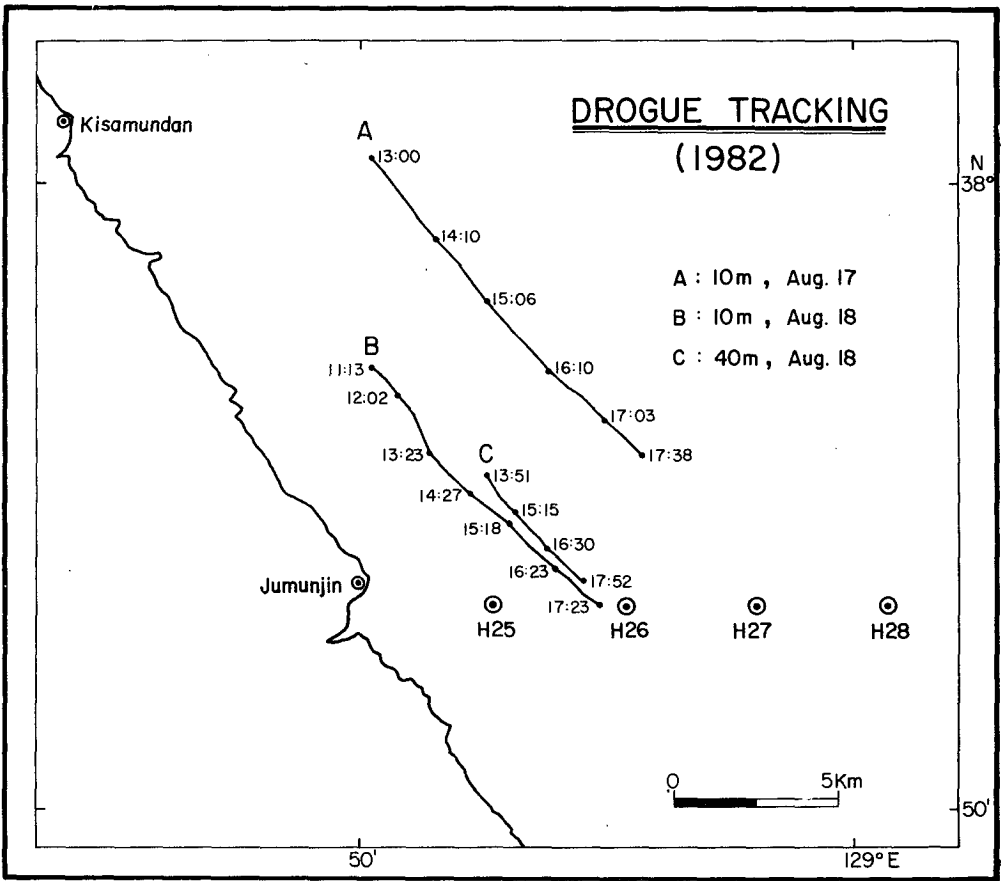


Fig. 55. Drogue tracking off Jumunjin for August 1982.

Table 5. Current speeds estimated from drogue tracks  
off Jumunjin in August 1982.

Aug. 17, 1982 ( 10 m )

( cm / sec )				
Time from	to	speed	U	V
13 : 00	14 : 10	74.2	+ 45.1	- 58.3
14 : 10	15 : 06	75.9	+ 49.0	- 58.0
15 : 06	16 : 10	73.2	+ 47.8	- 55.4
16 : 10	17 : 38	70.3	+ 51.8	- 47.5
average		72.2	+ 47.9	- 54.0

Aug. 18, 1982 ( 10 m )

11 : 13	12 : 35	39.6	+ 28.0	- 28.0
12 : 35	13 : 58	43.5	+ 23.3	- 36.7
13 : 58	15 : 18	48.2	+ 37.4	- 30.4
15 : 18	16 : 23	50.6	+ 37.2	- 34.4
16 : 23	17 : 23	47.3	+ 35.4	- 31.4
average		44.6	+ 30.7	- 32.3

Aug. 18, 1982 ( 40 m )

13 : 51	15 : 15	29.2	+ 19.3	- 22.0
15 : 15	16 : 30	31.4	+ 20.5	- 23.8
16 : 30	17 : 52	30.9	+ 22.7	- 21.0
average		29.9	+ 20.2	- 22.1

있으며, 海流의 時間 變化率도 平均流速에 비하여 매우 작기 때문에 觀測海流은 2일보다 훨씬 긴 週期를 갖고 있다. 다음 절에서 論議하겠지만 7월 23일과 7월 31일 사이에도 南東流가 觀測되었기에 浮標追跡에서 보인 海流은 적어도 20일 이상 南東方向을 지속하고 있다고 판단된다. 따라서 浮標追跡 結果를 地衡流와 비교할 수 있으며, 그림 59의 浮標가 같은 流速을 갖고 定點 H-27 과 H-28 사이로 移動된다고 볼 수 있다. V가 H-28, H-29 사이에서  $-54 \text{ cm/s}$ , 地衡流  $V_g$ 는 약  $-37 \text{ cm/s}$ , H-26 부근에서 V는 10 m에서  $-32 \text{ cm/s}$ , 40 m에서는  $-22 \text{ cm/s}$  다. 沿岸에서  $V_g = 0$  라고 하고 沿岸과 H-27 定點 사이에서  $V_g$ 가 1次函數로 증가한다고 하면 H-26에서  $V_g$ 는 10 m에서 약  $20 \text{ cm/s}$ , 40 m 수심에서는 약  $-8 \text{ cm/s}$  정도다. 浮標追跡 結果가 計算流速보다  $10 \sim 20 \text{ cm/s}$  정도 더 높게 나타나고 있는데, 이는 100 m 水深에 基準面 設定, 2일의 時間 差異, 沿岸과 H-27 사이에서  $V_g$ 를 1次函數로 가정한 것을 고려하면  $V_g$ 는 V와 잘 일치한다. 따라서 沿岸海域에서의 海流은 浮力에 의하여 形成된 海流 (buoyancy-driven current)라고 볼 수 있다.

#### 4-2-3 流速計로 觀測한 海流와 潮流

Aanderaa 自記流速計 (Model-4)를 이용하여 2개 觀測點  $C_2$ 와  $C_3$ 에서 1982년 7월 22일부터 7월 31까지 10일간 繫留시켰다. 觀測水深은 各 地點에서 20 m와 40 m로 하였으나  $C_3$ 의 表層에 設置한 流速計의 作動 不能으로 資料를 얻지 못하였다. 자료획득시간 間隔은 5분으로 하였다. 雜音 (noise) 除去는 3-4-1 절에서와 같이 하였고, 短週期 運動成分은 Larczos taper 形 필터로 제거하여 1시간 間隔의 資料를 획득하였다. 潮汐成分의 運動은 Doodson의  $X_0$  필터를 사용하여 長週期 成分을 計算하였다.

表 6은 169時間동안 計算된 長週期 成分의 平均과 標準偏差다. 流向은 東쪽을 基準으로 反時計方向 회전을 陽의 값으로 취하였다. 觀測點  $C_2$ 에서 平均

流速이 水深에 따라 현저하게 감소하고 平均流向이 反時計 方向으로 回轉되었다. 즉 23 m 水深에서 49 cm / s 의 流速이 37 m에서 24 cm / s 로 반감되었고, 水深 37 m의 流向 -48 도는 23 m의 流向에 비하여 32도 만큼 反時計 方向으로 回轉되었다. 東쪽을 基準으로 할 때 海岸線과 等水深線이 -56 度の 각도를 갖고 있으므로 37 m에서의 海流는 海岸線에 平行하나, 23 m에서는 海岸에 垂直한 海流의 平均速度는 약 20 cm / s 나 된다. 流速의 標準偏差가 平均流速에 비하여 3~4 배 정도 작아 海流는 沿岸제트스트림 (Coastal jet stream) 이다.

Table 6. Means and standard deviations of residual current data off Jumunjin .

stations (depth in m)	U (cm/s)	V (cm/s)	Temp. (°C)	Sal. (‰)	*direction (degrees)
C <sub>2</sub> -(23)	8.49 (2.06)	- 48.53 (14.15)	17.96 (1.42)	33.04 (0.13)	- 80.1
C <sub>2</sub> -(37)	16.30 (5.52)	- 18.06 (6.03)	10.42 (2.46)	33.49 (0.19)	- 47.9
C <sub>3</sub> -(36)	14.45 (4.17)	- 21.09 (5.86)	9.28 (1.84)	33.23 (0.20)	- 55.6

\* The positive values corresponds to angles in the counter-clockwise rotation from the east .

이와 같은 南向流인 제트스트림이 그림 56에서 잘 나타나고 있다. 海流(그림 56에서 Residual 에 해당)는 3.5일 주기의 變動性을 갖고 있으며 表層에서 보다는 中層에서 더욱 뚜렷하게 나타나고 있다. 觀測期間이 짧아 3.5일 주기의 波動現象의 持續時間과 發生原因을 규명할 수는 없다. 그러나 1980년

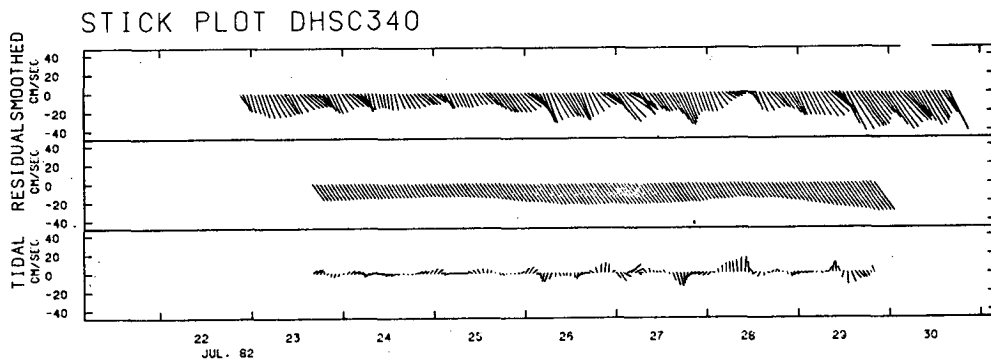
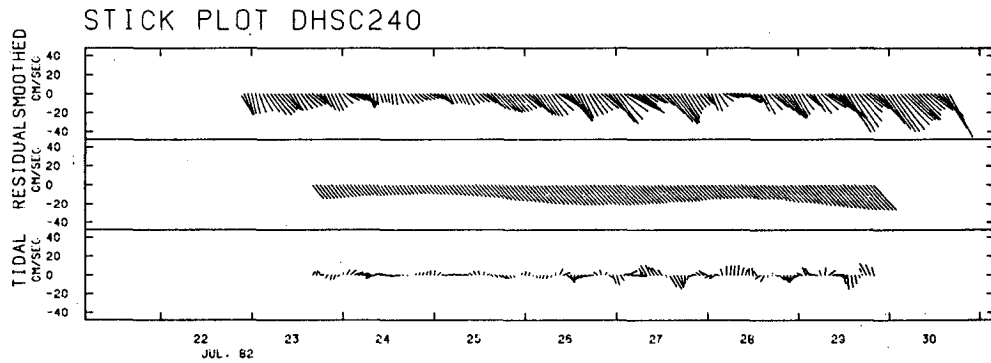
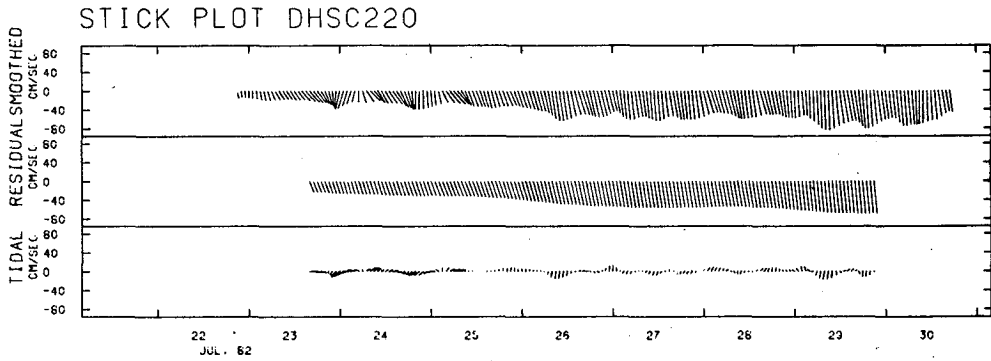


Fig. 56. Stick time plots of smoothed, residual and tidal currents off Jumunjin for July 1982.

富邱에서의 海流資料도 3.5일 주기의 뚜렷한 波動運動을 보이고 있어 東海岸 中部海域에서 이런 波動現象이 자주 발생하고 있지 않나 생각된다.

表層과 中層에서의 潮流 (그림 56에서 tidal에 해당)를 비교하면 潮流는 中層에서 더욱 강하게 나타나고 있으며 表層潮流의 方向이 中層潮流의 方向과 대체로 反對다. 따라서 강한 垂直密度 差異가 형성되는 여름철에 조류는 内部波 (internal wave)의 現象을 보이고 있다. 表層潮流와 中層潮流 사이에 相關函數를 그림 57에 나타냈다. 海岸線에 垂直成分 (U)이 平行成分 (V)보다 높은 상관관계를 갖고 있으며 表層潮流보다 位相이 조금 빠르다. 특히, 0時間 지연부근에서 陰의 相關關係는 表層潮流方向이 中層潮流方向과 반대임을 보여주고 있어 内部 潮汐波 (internal tide wave)의 存在를 나타내고 있다.

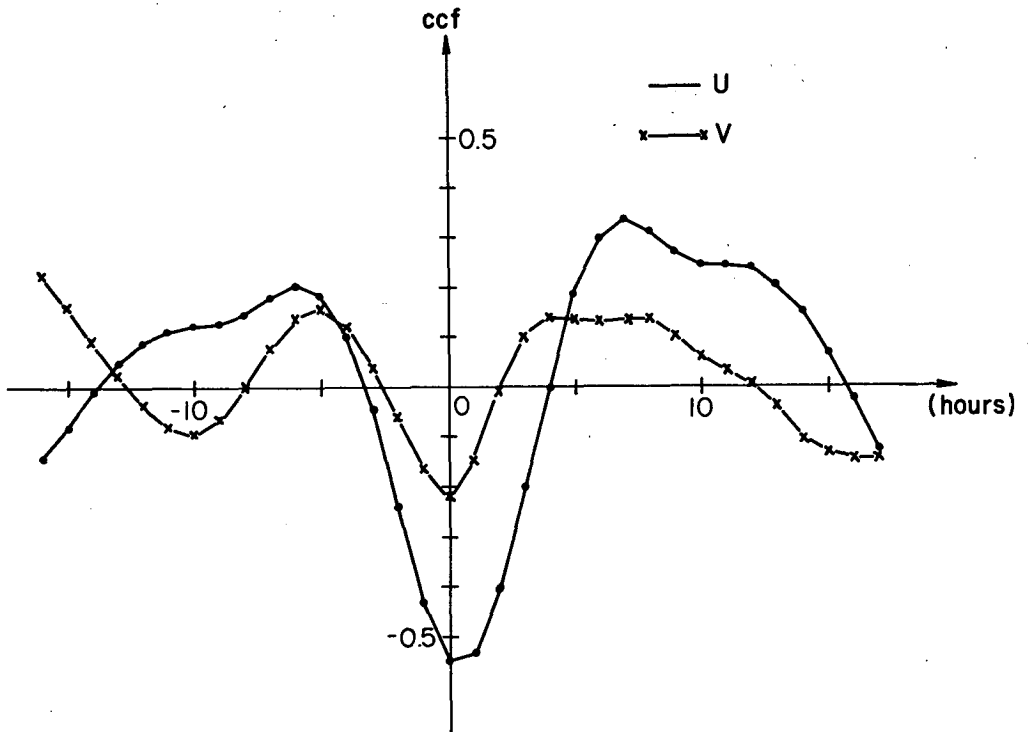


Fig. 57. Cross-correlation functions between tidal currents at the depths of 20 and 40m at St. C2. U and V are the onshore and alongshore components, respectively.

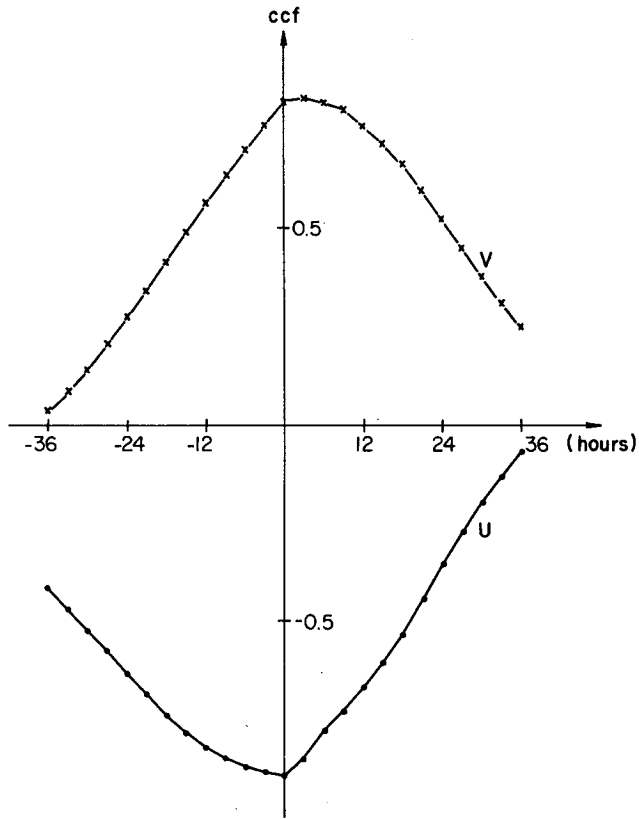


Fig. 58. Cross-correlation functions between residual current at the depths of 20 and 40m at St. C2. U and V are the onshore and alongshore components, respectively.

그림 58은 觀測點  $C_2$  에서 表層과 中層海流 사이의 相關函數이다. 최대상관도는 U와 V의 경우 모두 0시간 지연에 위치하고 있다. 相關函數는 V(20 m)와 V(40 m)의 變化가 同一 方向임을 뜻하고 U(20 m)와 U(40 m)의 變化가 서로 反對方向임을 의미한다. 또한 U(20 m)와 V(20 m) 사이의 相關도는 0.98로 陽의 關係를 갖고 있으나, 中層에서는 -0.83으로 U(40 m)와 V(40 m)의 變化는 反對方向으로 이루어지고 있다. 위와 같은 結果들을 종합하면 간단한 海水流動變化構造를 流出할 수 있다. V(20 m)가 南向으로 증가하면 U(20 m)는 海岸쪽으로 증가하게 되어 海岸쪽에 海水가

축적될 것이다. 반면에 U ( 40 m )는 外海쪽으로 증가하여 海水가 東쪽으로 빠져나가게 되어 断面에서 연속조건을 만족시킨다. 따라서 沿岸海域에서 高温·低塩의 表層水가 下降 (downwelling) 하게 되어 沿近海에서 等温線과 等塩分線의 間隔이 外海보다 크고 水温躍層과 塩分躍層도 깊은 水深에서 나타나게 될 것이다. 그림 50과 51에 보인 水温과 塩分分布는 위의 結果와 잘 一致하고 있다.



## 第 5 章 結 論 및 討 議

18년간(1961-1978) 既存資料는 韓國東部 및 南東海域에서 겨울철에는 東-西方向, 여름철에는 南西-北東方向으로 等溫線의 分布를 보였다. 그러나 沿岸地域에서는 水溫이 년중 外海에서보다 낮고 等溫線의 分布도 南西-北東方向<sup>①</sup>이어서 沿岸冷水帶가 季節에 따라 그 세력이 變化하지만, 年중 存在하고 있음을 보이고 있다.

韓國東韓暖流의 主軸은 겨울철에는 大陸斜面에 있고 對馬暖流가 擴張되는 여름철에는 大陸斜面 東쪽으로 移動된다. 특히, 等密度線이 沿岸海域에서 表層으로 上昇하여 海面과 교차하고 있어, 外海의 中層水가 沿岸으로 湧上할 可能性을 보여주고 있다. 따라서 沿岸湧昇을 규명하기 위한 精密한 海洋調査가 수행되어야 하겠다. 1980년도 2월에는 沿岸冷水帶가 竹邊 以北 沿岸海域에서만 나타나 竹邊 以南海域과 좋은 대조를 보였다. 東韓暖流 세력의 擴張과 더불어 冷水帶도 迎日灣까지 형성되어 8월에는 幅이 최대가 되었다. 冷水帶가 北韓寒流 南下와 直接 관련이 있다고 가정하면 103定線에서의 水溫分布가 105定線의 分布보다 약 2개월정도 시간지연을 보이고 있어 冷水帶가 南쪽으로 擴張되는 速度는 약 2 km/day로 推定될 수 있다. 그러나 冷水帶內에서의 長期 海流觀測이 없어 冷水帶와 寒流가 어떤 관계에 있는지 규명하기는 어렵다.

竹邊 沿岸에서의 海流는 海岸線에 平行하게 흐르고 있으며 時間 變動性이 平均海流보다 훨씬 중요하게 나타나고 있다. 各 周波數에서 海流橢圓은 대단히 安定되어 있으며 北向(南向)成分이 증가하면 沿岸(外海)成分도 커지고 있다. 資料 分析結果는 海流벡터가 바람이나 海面變化에 무관한 것으로 나타났기 때문에 海流의 變動性 研究는 東韓暖流, 冷水帶, 혹은 그와 관련된 力學構造와 비교 檢討되어야 할 것이다.

1982년도 注文津 沿岸海域에서 여름철의 海水의 特性은 低鹽·高溫의 表層水와 2-6°C, 33.8-34.0%의 中層水로 區分될 수 있다. 이 中層水는 北韓 寒流系水로 분류될 수 있는 가능성이 매우 높지만 溶存酸素와 水深 70 m 이상에서의 海流資料가 없어 寒流系水라고 斷定할 수는 없다. 100 m 水深을 基準面으로 하였을 때 計算된 地衡流는 0-100 m 사이에서 海流가 대부분 南向으로 表層에서 최대유속(약 40 cm/s)을 갖고 水深이 증가함에 따라 급속히 減少하고 있다. 表層海流의 方向轉換은 沿岸에서 30 km 地點에서 일어나며 轉換點의 位置는 冷水帶의 중심에 해당된다(그림 38). 地衡流는 浮標追跡의 結果와 대체로 잘 一致하고 있어 觀測된 海流은 浮力에 의하여 形成된 海流라고 볼 수 있다.

流速計로 10일간 觀測한 海流는 海岸線에 平行한 沿岸제트스트림으로 變動性의 幅이 平均流速에 비해 1/3 정도이다. 表層의 流速이 地衡流에서와 같이 水深에 따라 급속히 減少되고 있는 반면, 潮流는 中層에서 오히려 더 강하게 나타나고 있다. 潮流의 沿岸成分이 表層과 中層에서 반대방향을 갖고 있어 이 海域에서 여름철의 潮流는 강한 垂直 密度差異에 기인된 內部波의 形態를 보이고 있다.

海流의 變動性은 平均流速에 비하여 크지는 않지만, 약 3.5일 週期の 變化를 보였다. 남·북 成分(V)의 變化는 表層(20 m)과 中層(40 m)이 같은 方向에서 이루어지고 있으나, 동·서 成分(U)의 變化는 반대방향이다. 表層에서 V가 南向으로 증가(감소)하면 U는 沿岸(外海)쪽으로 증가하나 中層에서는 表層과 반대로 일어나고 있다. 따라서 다음과 같은 概念的인 力學構造를 생각할 수 있겠다. 表層에서 V가 南向으로 증가하면 U는 沿岸쪽으로 증가되어 海岸쪽에 해수가 축적될 것이다. 반면에 中層에서는 U는 外海쪽으로 증가되어 海水가 外海쪽으로 빠져나가게 된다. 그러므로 連續條件이 만족되며 高溫·低鹽의 表層水가 下降되어야 할 것이다. 만일 V가 北向으로 증가하면 반대의 現象이 나타나고 中層의 海水가 表層으로 湧昇될 것이다.

## 参 考 文 献

### Reference

- Defant, A., 1961: Physical Oceanography, Vol. 1, London, New York, Pergamon Press.
- Doodson, A.T. and H.D. Warburg, 1941: Admiralty manual of tides, London.
- Japan Oceanographic Data Center, 1979: Marine Environmental Atlas. Currents-adjacent seas of Japan.
- KORDI, 1980: Oceanographic studies for Uljin Nuclear Power plant, Rep. No. BSPI 00022-39-1.
- Mooers, C.N.K., 1973: A technique for the cross spectrum analysis of pairs of complex-valued time series, with emphasis on properties of polarized components and rotational invariants. J. Deep-Sea Res. 20, 1129-1141.
- Mooers, C.N.K, C.A.Collins and R.L.Smith, 1976: The dynamic structure of the frontal zone in the coastal upwelling region off Oregon, J. Phys. Oceanogr., 6, 3-21.
- Moriyasu, S., 1972: The Tsushima Current. Kuroshio. Its physical aspects. Ed. by H. Stommel and K. Yoshida. Univ. of Tokyo Press, Tokyo, 353-369.
- Lie, H.-J., 1978: A review of some filters for the calculation of daily mean sea level, J. Oceanol. Soc. Korea, 13, 1-4.
- Tanioka, K., 1968: On the Eastern Korean Warm Current (Tosen Warm Current). Oceanogr. Mag., 20(1): 31-38.
- Yi, S.-U., 1970: Variations of oceanic condition and mean sea level in the Korea Strait. The Kuroshio, Ed. by J.C. Marr, East-West Center Press, Honolulu, 125-141.

- 孔 永, 1977 : 韓國 東海의 海洋環境과 漁業資源. 水産業 協同組合 中央會, 633 pp.
- 김철호, 1979 : 夏季 東海岸 冷水出現에 關하여. 석사학위 논문, 서울 대학교, 52 pp.
- 朴清吉, 1978 : 韓國 東海岸 冷水塊의 海洋化學的 考察. 韓國 水產 學會誌, 11, 49 - 54.
- 承永鎬, 1981 : 韓國 東岸의 海水流動 研究. 海洋研究所 보고서, BSPE - 00036 - 54 - 1, 62 pp.
- 李錫祐, 1966 : 韓國海峽을 通過하는 海水容積輸送量의 季節 및 永年 變化. 韓國海洋學會誌, 1, 7 - 13.
- 交通部 水路局 : 水路技術年報, 1979 - 1980.
- 國立水產振興院 : 海洋調查年報, 1961 - 1978, 1980.
- 中央觀象臺 : 氣象月報, 1980年 1月 - 12日.

# 結 論    및    提 言



## 結 論 및 提 言

1982年 韓國 東海에서 實施된 觀測結果를 分析하고 既存資料와 比較 檢討하여 甘浦부근海域과 注文津부근海域에서 얻은 結果를 要約하면 다음과 같다.

釜山—丑山海域 一帶의 1982年 觀測結果 對馬暖流는 韓國海峽의 西水道를 通過할 때 2分枝로 區分되어 沿岸쪽을 따라 北上하는 東韓暖流와 外海쪽으로 나타나 大陸斜面부근에서 東偏向하는 第二分枝로 나타났다. 이것은 從來 對馬暖流의 3分枝說과 一致하고 있으나 그 時間과 空間의 變化가 어떻게 나타나는가 하는 問題는 追後的 研究課題로 남고 있다.

甘浦—丑山海域 沿岸에서 20 km 範圍內에서는 東韓暖流의 影響을 받는 것으로 思料되는 海水와 表層流速 120 cm/sec 以上인 강한 南向流가 夏季에 觀測되었다. 그러나 冬季에는 그와 같은 南向流는 나타나지 않았다. 夏季의 강한 南向流는 바로트로픽 (barotropic)한 特性을 보이고 있어 이 흐름의 原因으로는 海面 높이차에 의해 일어날 수도 있으리라 豫測되지만 보다 구체적으로 이 流動의 根源과 力學的 構造를 糾明하여야 할 것이다.

釜山—蔚埼海域 沿岸 50 km 以內 海底부근에는 流速이 20 cm/sec 以下로써 南向하는 底層冷水가 存在하고 그 容積輸送量은 그 윗층 對馬暖流水의 約 1/20에 해당되고 있다. 이 底層冷水의 세력과 東海 全體의 海況變化사이의 相互關係, 對馬暖流와 底層水의 擴張과 變動性에 관한 關係, 그리고 對馬暖流水와 底層水와의 混合에 대한 諸般 問題가 더욱 자세하게 研究되어야 하겠다.

蔚埼앞 海上에 出現하는 冷水는 1982年 夏季의 沿岸 南向流와는 無關하게 보이며 底層冷水의 上部 境界面이 表層으로의 上昇과 關聯이 크며, 이 외에 바람, 海底地形의 影響이 있으리라 思料된다.

韓國東部海域에서의 海水運動은 國立水産振興院의 定線觀測, 竹邊 沿近海에서 長期海流觀測, 注文津沿近海에서 여름철의 海水特性和 流動觀測結果를 綜合하여 地形的인 觀點에서 볼 때 다음과 같은 3가지 形態로 區分할 수 있다.

첫번째는 水深이 낮은 沿岸海域의 海水運動이다. 비교적 鹽分이 낮은 沿岸水가 存在하고 있으며 降水量이 많은 여름철에 表層과 中層에서 제트스트림 (Jet Stream)인 강한 海流가 注文津 주변 沿近海에서 海岸을 따라 南下하고 있고, 그 勢力이나 變動性으로 미루어 볼 때 적어도 墨湖까지는 進出하리라 생각된다. 1980年度 海流觀測結果는 竹邊 沿近海에서 南向하는 제트스트림의 存在를 보이고 있지 않아 注文津海域에서 南向하는 강한 海流가 南下하면서 外海로 主軸이 移動되거나 1980年度에는 그와 같은 제트스트림이 發生하지 않았을 것으로 判斷된다.

두번째는 海底地形이 급격히 變하는 大陸斜面부근海域에서의 海水運動이다. ‘A’ 形態의 密度나 水溫分布로부터 冷水帶의 中心部가 大陸斜面위에 位置하고 있어 湧昇의 可能性이 있음을 알 수 있다. 그러나 沿岸冷水帶의 形成이 北韓寒流系水에 起因한 것인지 東海固有水에 起因한 것인지는 正確히 糾明되어 있지 않다. 北韓寒流系水가 沿岸을 따라 南下하고 外海의 中層水가 沿岸으로 移動하여 沿岸冷水帶를 形成할 可能性이 높지만 이를 위한 海流觀測이 없어 證明할 수는 없다.

세번째는 大陸斜面 外海쪽의 海水運動이다. 國立水産振興院 資料에서 나타난 바와 같이 東韓暖流가 겨울철에는 그 勢力이 弱하긴 하나 大陸斜面을 따라 北上하고 있으며 여름철에는 勢力擴張과 더불어 主軸이 外海로 移動되고 沿岸冷水帶가 넓어진다. 따라서 東韓暖流와 冷水帶 사이에 좋은 相關이 있는 것으로 보이지만 이에 관한 研究는 微微하다.



- 韓半島 東海岸부근에서 夏季에 觀測된 沿岸流는 제트스트림 形態의 南向流이다. 注文津 近海에서의 海流는 地衡流와 잘 一致되는 바로클리닉 (baroclinic) 海流지만 蔚琦-丑山 近海의 海流는 바로트로픽 (barotropic) 한 特性이 强하게 나타나고 있다. 特히 이 沿岸 제트스트림은 夏季에만 나타나고 있어 東韓暖流, 冷水帶의 勢力과 變動性에 起因된 듯하나 觀測된 海流의 特性이 서로 다르기 때문에 正確한 力學的 構造는 물론이거니와 두 海域에서의 海流가 어떤 相關關係를 맺고 있는지 糾明되어야 할 것이다.

冷水帶와 外海水가 接하는 大陸斜面부근에 水溫前線이 여름철 南東海域에서 東草 近海까지 잘 發達되어 있다. 外海水의 特性이 沿岸冷水보다 따뜻하고 鹽分이 높다. 이 外海水는 東韓暖流의 經路를 잘 나타내고 있어 東韓暖流가 여름철에는 적어도 東草-鬱陵島 주변 海域까지 北上하고 있음을 알 수 있다.

上記 列舉된 海水의 分布 및 運動은 東海에서의 漁業, 軍事, 海運, 環境 문제 등 諸般 産業活動에 直·間接으로 影響을 미치고 있다. 時間當 2.5—4.7 km의 速度를 갖는 沿岸제트스트림, 冷水域과 湧昇現象의 存在, 東韓暖流, 對馬暖流의 第二分枝, 北韓寒流 등은 漁場形成과 季節에 따른 漁場의 移動에, 臨海工業團地와 發電所에 必要한 工業用水와 冷却水의 供給에, 廢棄物 등 汚染物質의 處理에 直接的으로 關聯되어 있다. 또한 이러한 海洋現象들은 軍事作戰面에서나 船舶의 航海에도 重要한 役割을 하고 있다. 따라서 東海에서의 海水循環 및 流動과 이에 關聯된 變動性을 보다 精密하고 組織적으로 繼續 觀測·調査함으로써 이 海域을 더욱 效率적으로 活用할 수 있을 것이다.