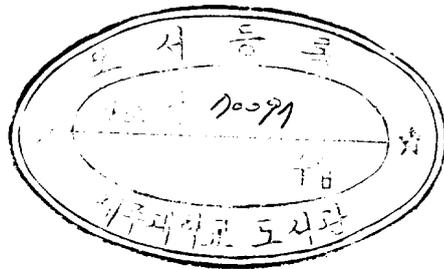


碩士學位論文

濟州海峽內的 海水流動에 관한 研究

濟州大學校 大學院

漁業學科



1987年 月 日

濟州海峽内の 海水流動에 관한 研究

指導教授 盧 洪 吉

金 尚 賢

이 論文을 水産學 碩士學位 論文으로 提出함

1987年 12月

金尚賢의 水産學 碩士學位 論文을 認准함



審査委員長

孫 泰 頌

委 員

員

朴 正 埈

委 員

員

盧 洪 吉

濟州大學校 大學院

1987年 12月

A STUDY ON THE CURRENT
IN THE CHEJU STRAIT

Sang-Hyun Kim
(Supervised by Professor Hong-Kil Rho)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF FISHERIES SCIENCE

DEPARTMENT OF FISHERIES SCIENCE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1987

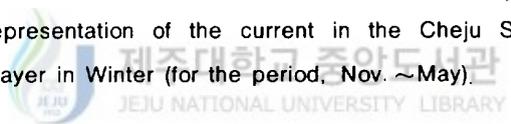
目 次

Summary	1
I. 緒 論	3
II. 資料 및 方法	5
II-1. 實習船에 의한 海洋觀測	5
II-2. 海流計에 의한 流動觀測	5
II-3. 海流板에 의한 流動觀測	13
II-4. 力學的인 方法에 의한 海流의 推定	15
III. 結 果	15
III-1. 濟州海峽의 恒流分布	15
III-1-1. 濟州海峽 西峯 入口 (CW Line)	15
III-1-2. 濟州海峽 中央部 (CC Line) 및 麗瑞島 北部	17
III-2. 海流板追跡	22
III-3. 濟州海峽의 測得流特性	24
III-4. 地衡流計算	40
IV. 考 察	44
IV-1. 濟州海峽의 流況	44
IV-1-1. 恒 流	44
IV-1-2. 測得流	56
IV-2. 地衡流와 恒流의 比較	57
V. 要 約	58
參考文獻	60

List of Figures

Fig.1—1. Location of the oceanographic stations observed by the training ships of Cheju National University in Jun. 6~9, 1985.	6
Fig.1—2. Location of the oceanographic stations observed by the training ships of Cheju National University in May, 26~Jun. 8, 1986.	7
Fig.1—3. Location of the oceanographic stations observed by the training ships of Cheju National University in Aug. 6~19, 1986. Section K carried out dynamic calculation.	8
Fig.2. Location of current meter mooring stations in the Cheju Strait. Symbols (◎) indicates that the location of current meter mooring stations operated in the KOSEC in the year 1983.	9
Fig.3. Location of current meter mooring stations with bottom contour shown. The numerals attached to contours indicate depth in meter.	10
Fig.4. Construction of a drogue.	14
Fig.5. Residual current at CW—1, CW—2, CW—3, CW—4 and CW—5 in the Cheju Strait. The numerals attached to an arrow indicate that the current meter moored depth in meter.	16
Fig.6. Residual current at CC—1, CC—2, CC—3, CC—4 and CE—1 in the Cheju Strait. The numerals attached to an arrows indicate that the current meter moored depth in meter.	18
Fig.7. Residual current at CH—1, CH—2, CH—3 and CH—4 in the Cheju Strait. The numerals attached to an arrow indicate that the current meter moored depth in meter.	20
Fig.8. Result of drogue tracking in the Cheju Strait.	23
Fig.9. The vector diagrams of observed currents in the Cheju Strait during the observation period.	25
Fig.10. Horizontal distribution of observed current at a depth of 10m(a) and 50m(b) during flood time in the Cheju Strait.	36

Fig.11. Horizontal distribution of observed current at a depth of 10m(a) and 50m(b) during ebb time in the Cheju Strait.....	39
Fig.12. Observed current velocity profile at the current meter mooring stations CW-1~ CW-5.	41
Fig.13. Calculated current velocity profile at oceanographic stations of section K-1~ K-5.	42
Fig.14. Distribution of residual current observed in summer (for the period, Jun. ~ Oct.) at 10m(a) and mid-bottom(b) layer in the Cheju Strait.	45
Fig.15. Horizontal distribution of temperature (°C, a) and salinity(‰, b) at a depth of 10m in Aug. 1986.	46
Fig.16. Distribution of residual current observed in winter (for the period, Nov.~ May) at 10m(a) and mid-bottom(b) layer in the Cheju Strait.	48
Fig.17. Horizontal distribution of temperature(°C, a) and salinity(‰, b) at a depth of 50m in Jun. 6~9, 1985.	51
Fig.18. Horizontal distribution of temperature (°C, a) and salinity(‰, b) at a bottom layer in May, 26~Jun. 8, 1986.	52
Fig.19. Schematic representation of the current in the Cheju Strait at 10m(a) and mid-bottom layer in Summer (for the period, Jun.~Oct.).	54
Fig.20. Schematic representation of the current in the Cheju Strait at 10m(a) and mid-bottom layer in Winter (for the period, Nov. ~May).	55



List of Tables

Table 1. Summary list of the current meter stations.	11
Table 2. Residual current of 10m layer at CW-1, CW-2, CW-3, CW-4 and CW-5 in the Cheju Strait.	15
Table 3. Residual current of 50m layer at CW-2, CW-3, and CW-4 in the Cheju Strait.	15
Table 4. Residual current of 10m layer at CW-1 and CW-2 in the Cheju Strait.	17
Table 5. Residual current of 50m at CW-1 and CW-3 in the Cheju Strait.	17
Table 6. Residual current of 10m layer at CC-1, CC-2, CC-3, CC-4 and CE-1 in the Cheju Strait.	19
Table 7. Residual current of mid-bottom layer CC-1, CC-2, CC-3, CC-4 and CE-1 in the Cheju Strait.	19
Table 8. Residual current of 10m layer at CH-1, CH-2, CH-3 and CH-4 in the Cheju Strait.	21
Table 9. Residual current of 50m layer at CH-1, CH-3 and CH-4 in the Cheju Strait.	21
Table 10. Maximum currents observed in the Cheju Strait.	30



Summary

As the study of the flow pattern in Cheju Strait changed with time, oceanographic research and instant speed of current observation have been done from 1985 to 1986, in the neighbouring seas of Cheju Island, with the help of training ships of Cheju National University. Currents are measured by moored current meter, at 14 stations surrounding Cheju Island.

At the west entrance of Cheju Strait(CW Line), the current generally flowed into Cheju Strait throughout a whole year and regardless of depth. In the central part of Cheju Strait(CC Line), the current from the west entrance separated into two parts: one part eastward current flowing parallel with the coastline eastward, the other flowing northward and north-eastward.

The eastward current, which flowed parallel to the coastline, changed course in the northern part of Udo Island and flowed southward.

A small scale cyclonic eddy appeared between the eastward and north-eastward current, which were separated into two parts in the northern coast off Cheju City. It flowed into the Cheju Strait in a wedge-shape from near Yeoseo Island to near Cheju City, and flowed eastward after flowing parallel to the coastline.

In flood time, the sea water in the 10m layer flowed north-westward from the west entrance of Cheju Strait, and flowed north westward from the central part of Cheju Strait. Therefore, the 10m layer flowed into the southern part of the Yellow Sea. The sea water in the 50m layer flowed north-westward from the west entrance of Cheju Strait, and flowed northward from the central part of Cheju Strait. Therefore, the 50m layer flowed into the western part of the South Sea. In the east entrance of Cheju Strait, a kind of cyclonic eddy was in the 10 and 50m layers of the southern seas off Yeoseo Island.

In ebb time, the sea water in the 10m layer flowed south-eastward from the entrance of Cheju Strait and flowed south-south eastward from the central part

of Cheju Strait. Therefore, the 10m layer flowed toward Udo Island. The sea water in the 50m layer flowed north–westward from the west entrance of Cheju Strait and flowed northward from the central part of Cheju Strait. Therefore, in ebb time the drift of a current in the 10 and 50m layers flowed in a different direction. In the east entrance of Cheju Strait, a kind of cyclonic eddy appeared than at the time of flood.

In summer, from the result of residual current distribution, the mean velocity appeared 6.93cm/sec and the volume transport was $0.384 \times 10^{10} \text{m}^3/\text{sec}(\text{Sv})$ in the west entrance of Cheju Strait. The result of residual current distribution disaccorded with the result which was calculated by a dynamic method in Cheju Strait.



I. 緒 論

우리 나라 周邊海域의 海流는 1874年 러시아인 Schrenck가 처음으로 對馬暖流의 存在를 밝힌 이후 많은 研究者들에 의해 究明되어 왔지만, 그 중 1932年 5~6月과 1933年 10~11月의 2회에 걸쳐 60여 척의 調査船을 利用하여 日本, 韓國, 臺灣 近海에 대한 一齊海洋調査를 實施하여 얻은 방대한 資料를 綜合적으로 整理한 宇田(1934, 1936)의 研究結果에 의해 最初로 그 윤곽이 밝혀졌다.

그 후 이러한 大規模적이고 體系的인 研究가 전혀 이루어지지 않은 關係로 지금까지도 宇田의 研究結果가 크게 修正되지 않고 우리 나라 周邊海域의 海流說明에 通用되고 있다. 그러나 1970年代 以後 海流觀測 機器의 發達과 우리 나라 周邊海域의 海況에 관한 研究가 國立水產振興院 以外에 韓國科學技術院 海洋研究所, 交通部 水路局, 海洋 및 水產關係 學科가 있는 各 大學 等 여러 곳에서 활발하게 推進됨에 따라서 宇田의 說, 즉, Kuroshio로부터 分離되어 日本 九州 西方海域을 따라 北上하는 暖流의 主流는 濟州島와 日本 五島列島 사이를 通하여 大韓海峽 쪽으로 흘러가 韓國東海로 流入하는 對馬暖流와 나머지 一部는 濟州島 南쪽에서 對馬暖流와 分離되어 濟州島 西方을 거쳐 黃海로 流入하는 黃海暖流로 區分한 宇田의 海流模式圖에 修正을 가하지 않으면 說明하기 어려운 問題點을 提起할 수 있겠다. 그 代表的인 例로서 濟州島 西方海域에서도 對馬暖流水와 性質이 거의 같은 高溫, 高鹽分水가 出現(金 1980, 盧 1985)하며 盧(1985)에 의해서도 이 水塊는 冬季에 分布範圍가 넓고 夏季에 縮小되지만 冬季의 경우에도 34°N 以南(대체로 小黒山島-楸子島를 잇는 線) 海域에만 出現해 모두 濟州海峽內로 流入되고 있는 樣相이라 했다. 또 Lie(1984, 1985)는 冬季에 小黒山島와 楸子島를 잇는 線 附近에 水平傾度가 큰 熱鹽前線이 形成되어 黃海暖流水의 北上은 어렵다고 했고, 金(1986)은 冬季에 小黒山島와 楸子島 사이로 大黒山島 附近으로부터 低溫, 低鹽分水가 南下하고 있는 例를 提示했다. 한편 金(1986)은 夏季(6月~10月)가 되면 中國揚子江 附近에서 低鹽分水인 中國大陸沿岸水가 25m 미만의 層에 鹽分 32.20‰ 이하의 농도로 濟州島 西方海域에서 濟州海峽 서쪽 入口로 流入되어 同海峽 中央部를 거쳐 海峽 東쪽으로 流出됨을 提示하였고 盧·金(1983)은 濟州와 木浦, 濟州와 莞島間의 定期 旅客船을 利用하여 表面水溫 資料를 수집해 分析한 結果 濟州島沿岸北端 12海里 以內에서 高溫水가 出現하며 1) 海

域中 가장 높은 水溫이 자주 나타나는 範圍는 濟州島 沿岸으로부터 6海里 以內的 좁은 範圍였다고 報告하였으며, 또한 盧·鄭(1975)은 夏季에 濟州島 東側을 따라 北上한 對馬暖流水가 牛島附近에서 濟州海峽內로 舌狀으로 파고들어 간다는 것과 麗瑞島 附近 中·底層의 高密度水의 出現狀況을 對馬暖流의 底層水가 流入된다고 했고, 盧·平野(1983)도 濟州海峽 東쪽 入口에 周年 對馬暖流 水塊인 舌狀의 暖水가 同海峽內에 影響을 미치고 있음을 시사했다. 그리고 盧(1985)는 좁은 濟州海峽內에서 海況이 복잡하여 海峽의 東쪽과 西쪽 入口, 南과 北側에 따라 出現水塊의 性質 및 海況變化樣相이 다르기도 하며 또 그 現像이 規模가 작아 局地的으로 海況特性을 把握하지 않으면 濟州海峽內의 全體의인 海況을 把握하기 어렵다고 했다. 따라서 좁은 海域內에 매우 복잡한 海洋環境을 조성하는 海況出現의 原因에 관하여 流動側面으로부터 해결할 수 있는지 하는 검토가 절실하게 필요하였다. 또한 海水流動은 資源量 變動에 가장 큰 영향을 주는 근본 원인인 卵稚子의 수송문제나 濟州島沿岸 域에서의 生物資源의 棲息環境造成 및 生物資源問題와 깊은 關聯性을 갖고 있다.

이상의 指摘에서처럼 濟州海峽內의 流動問題가 濟州島 周邊의 氣象, 海上交通, 水産業, 海洋學的인 學問領域 等 諸分野에 깊은 關聯이 있음에도 불구하고 直接調査의 難點 때문에 이 地域에서의 流動特性에 대한 구체적인 研究는 거의 없었다. 이에 本 研究는 流向, 流速 및 流動狀態를 測定하고 흐름의 平均的인 方向과 時期的인 흐름의 變異 等を 整理하며 이 地域을 起點으로 移動되는 海水의 輸送에 있어서의 輸送量을 力學的으로 計算해 냄으로써 지금까지 이곳에서 이루어지지 않은 海水輸送量計算도 修行하여 이로서 앞에서 指摘한 事項들을 밝혀 實際로 移用될 수 있도록 하는 데 目的이 있다.

II. 資料 및 方法

II-1. 實習船에 의한 海洋觀測

濟州島 周邊海域의 海況 把握과 力學計算을 위하여 濟州大學校 實習船 濟州401號(389㉫)와 402號(153㉫)를 利用하여 1985年 6月, 1986年 5月과 8月に Fig.1과 같이 定點을 設定하여 水溫·鹽分을 觀測했다.

水溫測定과 採水는 轉倒溫度計를 附著한 Nansen 採水器를 使用했고 鹽分檢定은 各 層에서 採水된 試料를 試料瓶에 密封한 後 實驗室까지 運搬하여 Mohr-Knudsen의 窒酸銀溶液適定法으로 檢定했다.

이때 各 定點에서 海流計(GYTRE <MINI> SD-2)를 利用하여 10m와 50m 層의 瞬間的인 流動情報를 얻어 漲潮時와 落潮時別 流動傾向을 把握했다.

II-2. 海流計에 의한 流動觀測

濟州海峽의 海水流動을 把握하기 위하여 Fig.2와 Fig.3과 같이 定點을 設定하여 各 定點에서 海流計(Interocean 135M型, Valeport BFM 008 MK₃型)를 利用하여 25時間 以上 定置測流를 實施했다.

各 測點의 海·潮流觀測에서 얻은 流向·流速을 北方 및 東方成分으로 分解하여 中野(1940)의 短期調和分析法에 의해 恒流만 구하였다. 이상 觀測된 內容을 整理하면 Table 1과 같다.

이 이외에도 濟州海峽에서 實施된 既存資料를 利用하기 위하여 1983年 KOSEC에서 實施한 資料를 活用했다.

III-3. 海流板에 의한 流動觀測

濟州海峽에서 水立子의 流路가 어떻게 移動하는지 알아보기 위하여 直接 船舶을 利用하여 그 經路를 把握하는 라그란지식 方法으로 海流板을 追跡한 1981年 7月, 1982年 11月, 1987年 5月 資料를 使用했다. 海流板은 10m層에 投下하였고 Fig.4에

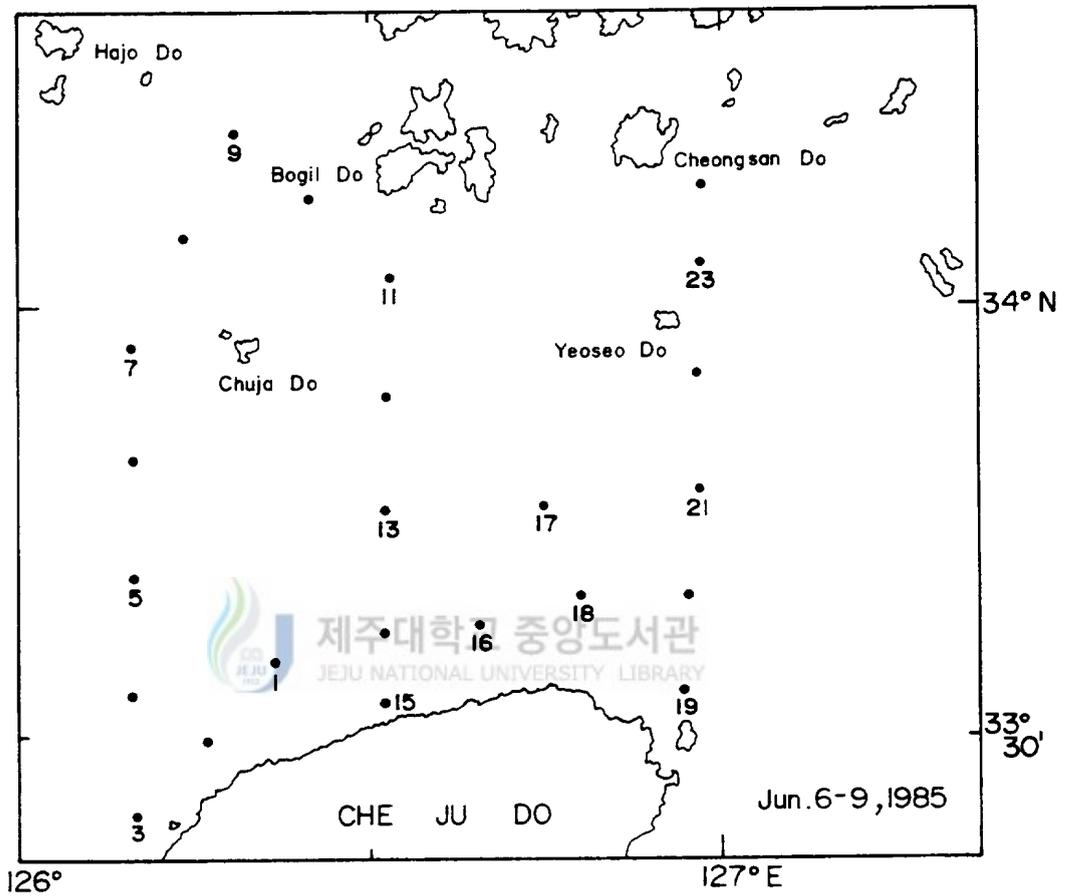


Fig.1-1. Location of the oceanographic stations observed by the training ships of Cheju National University in Jun. 6~9, 1985.

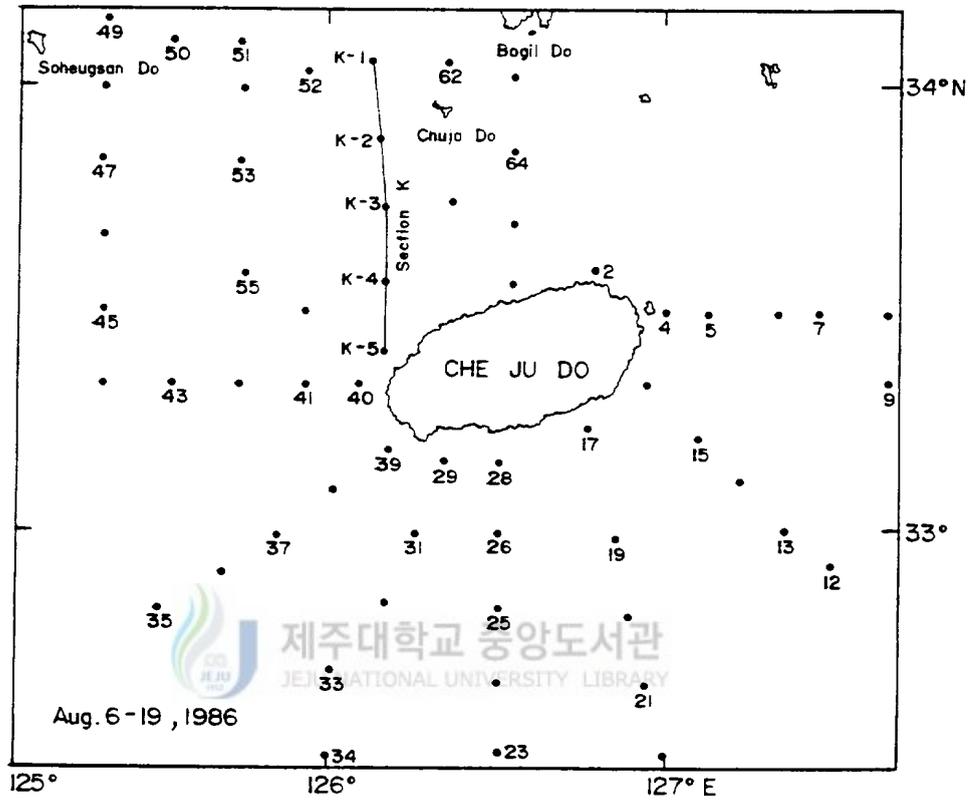


Fig.1-3. Location of the oceanographic stations observed by the training ships of Cheju National University in Aug. 6~19, 1986. Section K carried out dynamic calculation.

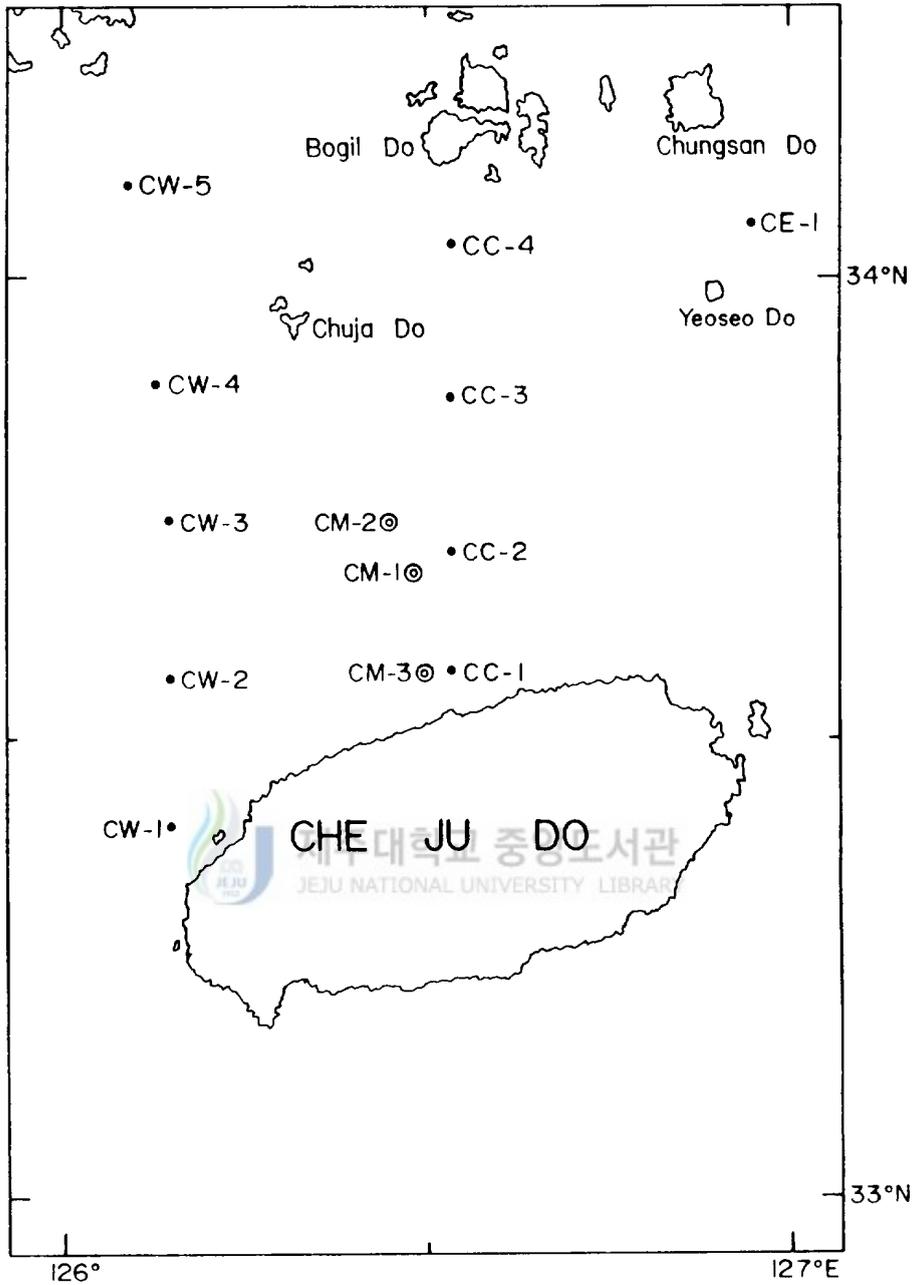


Fig.2. Location of current meter mooring stations in the Cheju Strait. Symbols (⊙) indicates that the location of current meter mooring stations operated in the KOSEC in the year 1983.

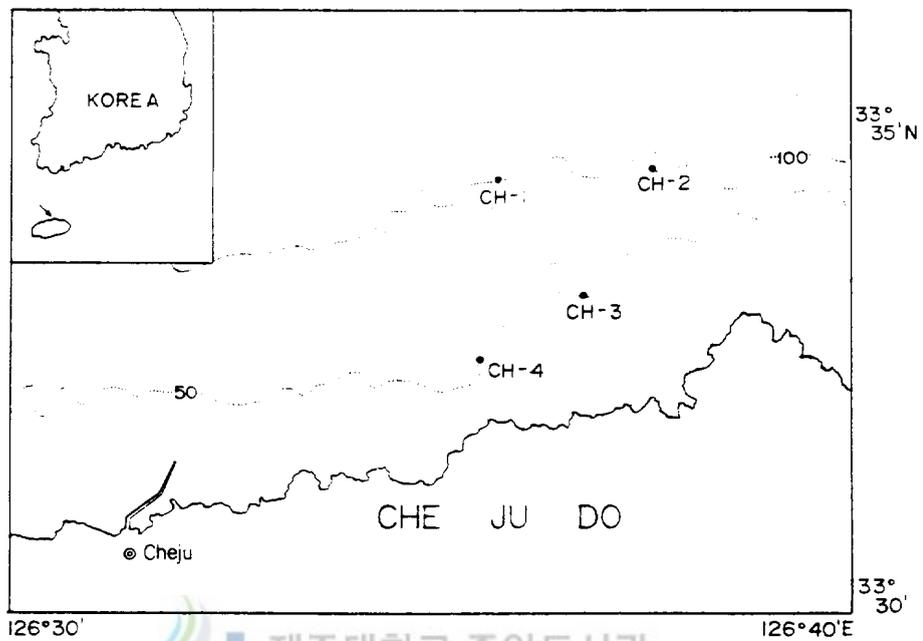


Fig.3. Location of current meter mooring stations with bottom contour shown. The numerals attached to contours indicate depth in meter.

Table 1. Summary list of the current meter stations.

Station	Year	O.D/T.D*	Period (Length of hours)			Location
CW-1	1986	10/64	8/16	18h - 8/18	6h(37)	33°24.5'N, 125°09'E
	1987	10/64	3/20	14h - 3/21	15h(26)	"
		50/64		"		"
CW-2	1986	10/96	8/16	17h - 8/18	7h(39)	33°34'N, 126°09'E
		50/96		"		"
	1987	10/96	3/20	14h - 3/21	15h(26)	"
CW-3	1986	10/110	8/16	10h - 8/17	11h(26)	33°44'N, 126°09'E
		50/110		"		"
		80/110		"		"
	1987	50/110	3/21	17h - 3/26	14h(118)	"
CW-4	1986	10/92	8/16	14h - 8/17	16h(27)	33°53'N, 126°08'E
		50/92	8/16	14h - 8/17	15h(26)	"
CW-5	1986	10/50	8/16	12h - 8/17	13h(26)	34°06'N, 126°07'E
CC-1	1986	10/100	11/18	18h - 11/19	19h(26)	33°34'N, 126°32'E
		50/100	11/18	13h - 11/19	15h(27)	"
CC-2	1986	10/100	11/19	18h - 11/21	7h(38)	33°42'N, 126°32'E
		50/100		"		"
CC-3	1987	10/72	7/19	15h - 7/20	16h(26)	33°52'N, 126°32'E
		40/72		"		"
CC-4	1986	10/47	12/1	18h - 12/2	19h(26)	34°02'N, 126°32'E
		20/47		"		"
		30/47		"		"
CE-1	1986	10/53	10/16	18h - 10/17	19h(26)	34°03'N, 126°57'E
		30/53		"		"
CH-1	1987	10/100	6/11	9h - 6/12	10h(26)	33°34'4"N, 126°35'7"E
		50/100		"		"
		80/100		"		"

Table 1. Continued

Station	Year	O.D./T.D	Period (Length of hours)	Location
CH-2	1987	10-100	6-12-17h ~ 6-13-18h (26)	33°34'5 N, 126°37'7 E
		80-100	"	"
CH-3	"	10-50	6-16-14h ~ 6-17-15h (26)	33°33'3 N, 126°36'2 E
		35-50	"	"
		50-50	"	"
CH-4	"	10-50	6-15-12h ~ 6-16-13h (26)	33°32'5 N, 126°35'5 E
		35-50	"	"
		50-50	"	"

* O.D - Observation Depth

T.D - Total Depth



海流板의 構造를 나타냈다. 그 位置는 船上에서 Radar를 使用하여 1時間 間隔으로 船位를 구하여 把握했다.

II-4. 力學的인 方法에 의한 海流의 推定

地衡流計算은 B. Helland-Hansen & J. W. Sandström(1903)에 의해 유도된 式을 使用하였으며 流速方程式은

$$V_1 - V_2 = \frac{10^3 \angle D_B - \angle D_A}{L} \cdot 2\omega \sin \varphi$$

V_1 : 2個의 定點 A, B의 海面에 直角인 平均流速(cm/sec)

V_2 : 2個의 定點 A, B에 對한 水壓 P의 等壓面에 直角인 平均流速(cm/sec)

$\angle D_A$: 定點 A에 對한 水壓 P의 Dynamic Meter

$\angle D_B$: 定點 B에 對한 水壓 P의 Dynamic Meter

ω : 地球 自轉 角速度($7.2921 \times 10^{-5} \text{sec}^{-1}$)

φ : 指理的 緯度($^\circ$)

L: A, B 2定點間의 水平距離(km)

을 基準式으로 했다.

海水의 輸送量(地衡流量) 方程式은

$$T = L \cdot \int_0^z V_z \cdot dz$$

T: 海面에서 基準面의 水深 z까지의 地衡流量($\text{m}^3/\text{sec} = \text{Sverdrup} = Sv$)

V_z : z層의 流速(cm/sec)

dz : z層의 水深幅

으로 計算하였다. 이때의 基準面을 底層에서는 거의 流速이 없다는 假定하에 定點에서 觀測한 그 斷面內의 最大水深인 110m를 基準面으로 하였고 水深이 未達되는 點은 底層과 隣接하고 있는 斷面의 同一層과 같은 값으로 計算했다.

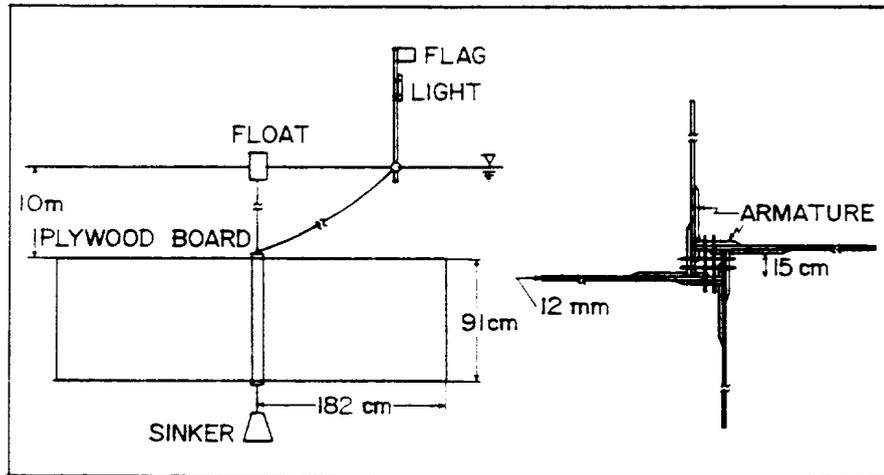


Fig.4. Construction of a drogue.

Ⅲ. 結 果

Ⅲ-1. 濟州海峽의 恒流分布

Ⅲ-1-1. 濟州海峽 西峯 入口(CW Line)

濟州海峽 西峯 入口 南北斷面에서 1986年 8月 및 1987年 3月の 2次에 걸쳐 測流한 結果에서 구한 恒流狀況을 나타낸 것이 Fig.5이다.

1986年 8月 各 觀測點의 10m層 流動特性은 Table 2에 整理했다.

Table 2. Residual current of 10m layer at CW-1, CW-2, CW-3, CW-4 and CW-5 in the Cheju Strait.

Station	Direction (°)	Velocity (cm/sec)
CW-1	58.1	22.0
CW-2	46.6	20.5
CW-3	57.9	12.3
CW-4	83.9	9.7
CW-5	106.6	5.6

10m層은 濟州島 沿岸域에서 北東을, 그리고 中央域에서 東으로 向하였고, 楸子島 周邊域에서 南東으로 向하는 流動特性을 보임으로써 全體的으로 濟州海峽內로 流入되고 있는 狀況을 나타내고 流速에 있어서는 濟州島 沿岸側에서 가장 强하며 北으로 갈수록 弱해지고 있는 傾向을 보였다.

50m層은 Table 3과 같으며 北東 혹은 東으로 向하는 傾向을 보였고 流速을 中央

Table 3. Residual current of 50m layer at CW-2, CW-3, and CW-4 in the Cheju Strait.

Station	Direction (°)	Velocity (cm/sec)
CW-2	47.4	5.5
CW-3	38.3	6.6
CW-4	83.9	1.7

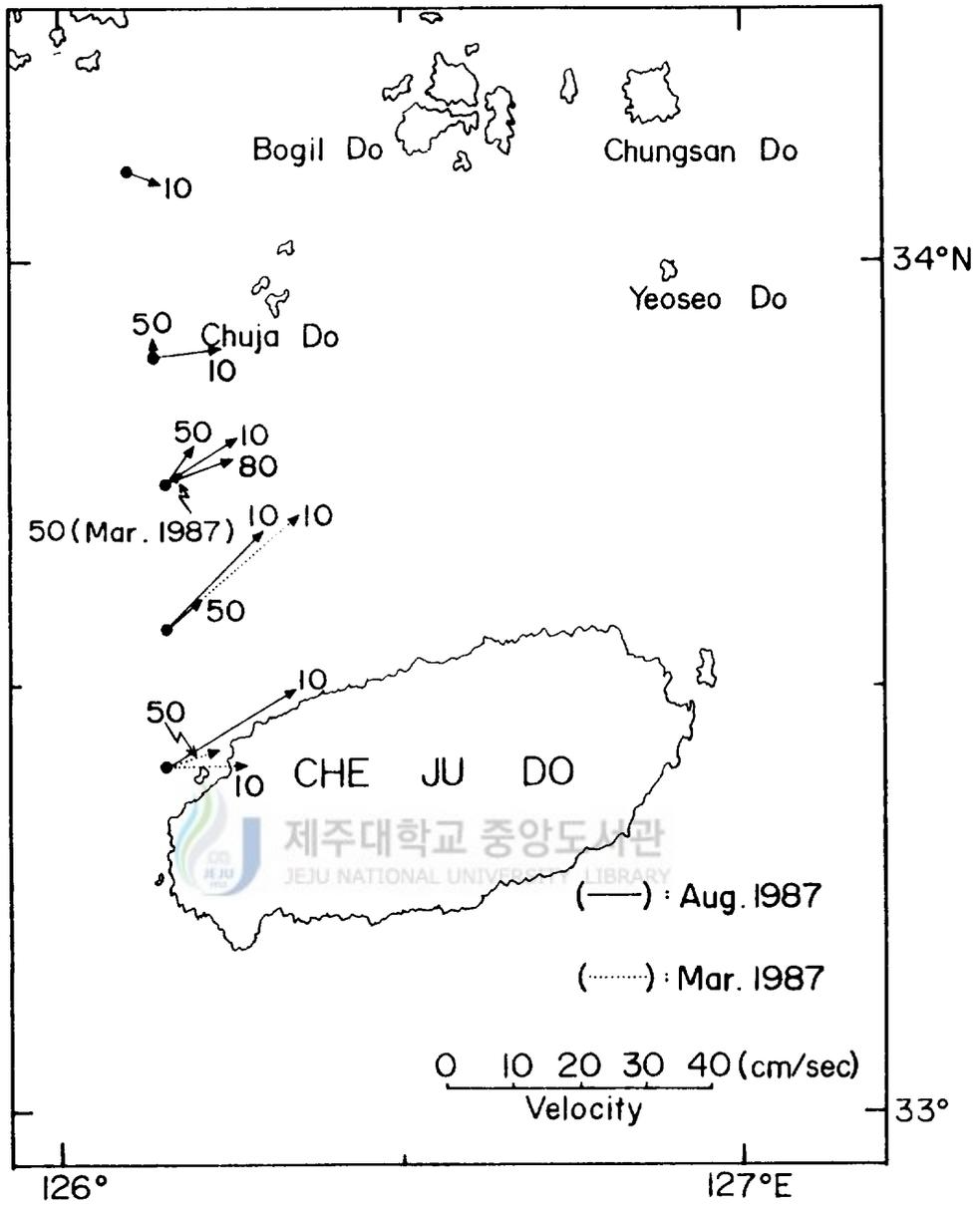


Fig.5. Residual current at CW-1, CW-2, CW-3, CW-4 and CW-5 in the Cheju Strait. The numerals attached to an arrow indicate that the current meter moored depth in meter.

域에서 가장 强했고 CW-4는 가장 弱했다.

1987年 3月 各 觀測點의 10m層 流動特性은 Table 4에 整理했다.

Table 4. Residual current of 10m layer at CW-1 and CW-2 in the Cheju Strait.

Station	Direction (°)	Velocity (cm/sec)
CW-1	90.9	11.6
CW-2	48.5	26.7

10m層은 東流 내지는 北東流를 보였고 流速에 있어서 CW-2는 1986年 8月보다 强하게 나타났다.

50m層은 Table 5와 같으며 北東으로 向하는 傾向을 보였고 流速은 CW-3이 가장 弱한 상태를 보였다.

Table 5. Residual current of 50m at CW-1 and CW-3 in the Cheju Strait.

Station	Direction (°)	Velocity (cm/sec)
CW-1	69.1	6.7
CW-3	62.8	1.3

따라서 이 海域에서는 1986年 8月이나 1987年 3月 모두 北東 내지 東流를 보인 것이 特色이고, 層과 時期에 關係없이 비슷한 것으로 보아 濟州海峽 서쪽 入口 海域에서는 周年 北東 내지 東流가 存在하고 있다.

III-1-2. 濟州海峽 中央部 (CC Line) 및 麗瑞島北部

濟州海峽 中央斷面에서 CC-1, 2, 3, 4의 4個 定點에서 測流한 結果로부터, 流速 恒流狀況을 整理하면 Fig.6과 같다.

各 觀測點의 10m層 流動特性을 整理하면 Table 6과 같으며 時期가 다른 CC-3 海域에 特殊하게 형성된 南西流를 제외하고 濟州島 沿岸側에 가장 가까운 CC-1이 東으로 向하고 있어서 거의 海岸線과 平行하게 흐르는 特異한 상태를 보이고 있고 CC-2, 4 및 CE-1은 北東北 내지 北東으로 向하여 流出되고 있었다. 流速은 CC-2 및 CE-1이 强하게 나타나고 있고 濟州島 沿岸 및 楸子島 北部가 弱하게 나타났다.

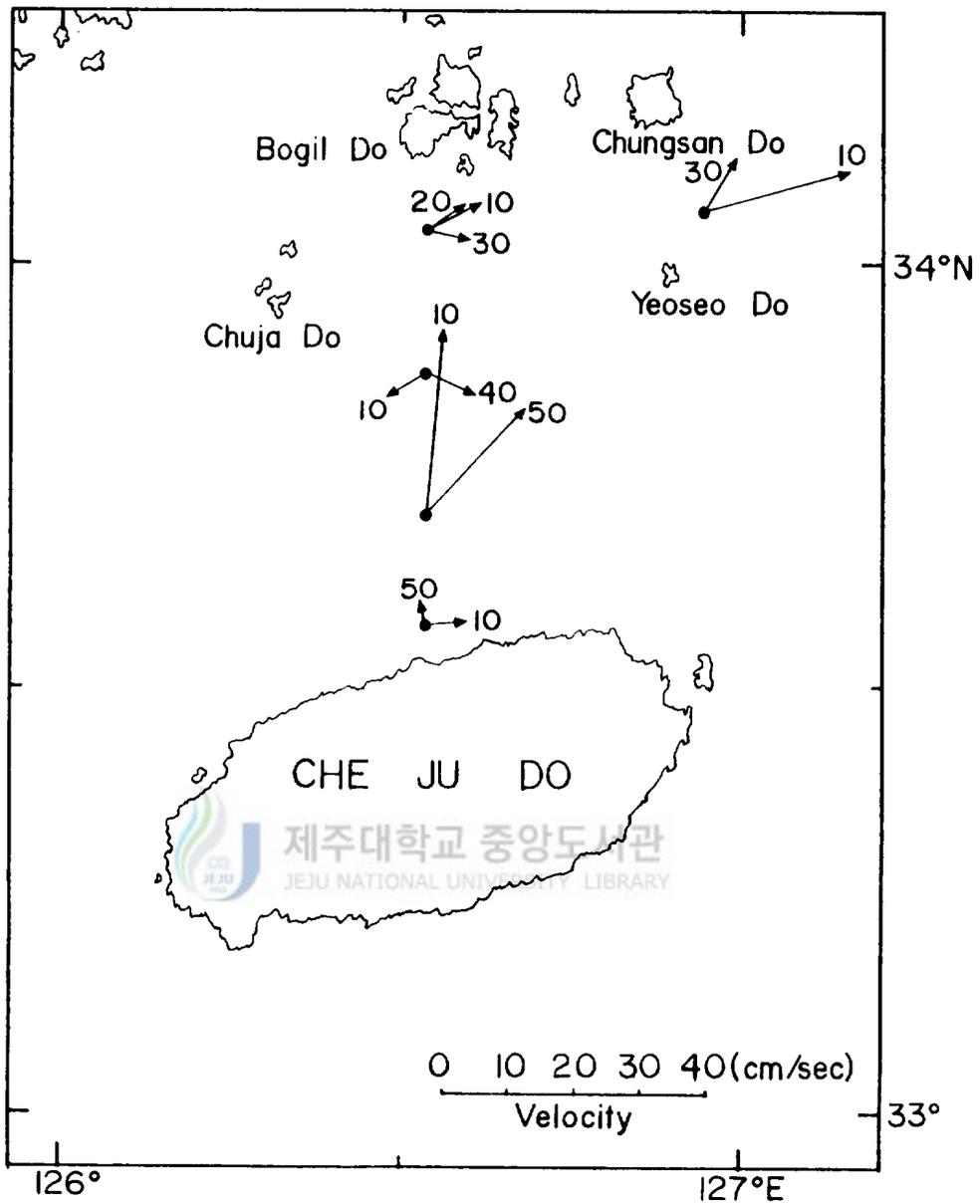


Fig.6. Residual current at CC-1, CC-2, CC-3, CC-4 and CE-1 in the Cheju Strait. The numerals attached to an arrows indicate that the current meter moored depth in meter.

Table 6. Residual current of 10m layer at CC-1, CC-2, CC-3, CC-4 and CE-1 in the Cheju Strait.

Station	Direction(°)	Velocity(cm/sec)
CC-1	87.9	5.8
CC-2	5.1	27.1
CC-3	238.5	5.2
CC-4	64.2	8.7
CE-1	74.0	23.9

50層 및 中·底層 流動特性을 整理하면 Table 7과 같다. 全體的으로는 北·北東으로 流出되었으며 流速分布에 있어서는 濟州海峽 中央部 中 가장 水深이 깊은 CC-2가 가장 强하게 나타났다.

Table 7. Residual current of mid-bottom layer CC-1, CC-2, CC-3, CC-4 and CE-1 in the Cheju Strait.

Station(O.L*)	Direction(°)	Velocity(cm/sec)
CC-1 (50)	338.6	2.5
CC-2 (50)	43.4	21.5
CC-3 (40)	115.9	6.8
CC-4 (20)	60.9	6.0
CC-4 (30)	101.6	6.4
CE-1 (30)	30.3	9.6

*(O.L) : Observation Layer

따라서 濟州海峽 中央部에서 夏季觀測點이 없기 때문에 夏季傾向을 把握하는 것이 어렵지만 調査期間이 같은 10月과 11月의 경우에는 北내지 北東流가 이 海域에 유세했다.

다음은 CC-1의 10m層 流動分布에서 거의 東쪽 系列의 濟州島沿岸과 平行하게 나타나고 있는 特異한 狀況을 集中的으로 把握하기 위해 1987年 6月 大潮期에 濟州島沿岸 3海里 海上 水深이 50·100m層을 選定하여 2個 定點씩 潮流한 結果로부터 恒流狀況을 整理하면 Fig.7과 같다.

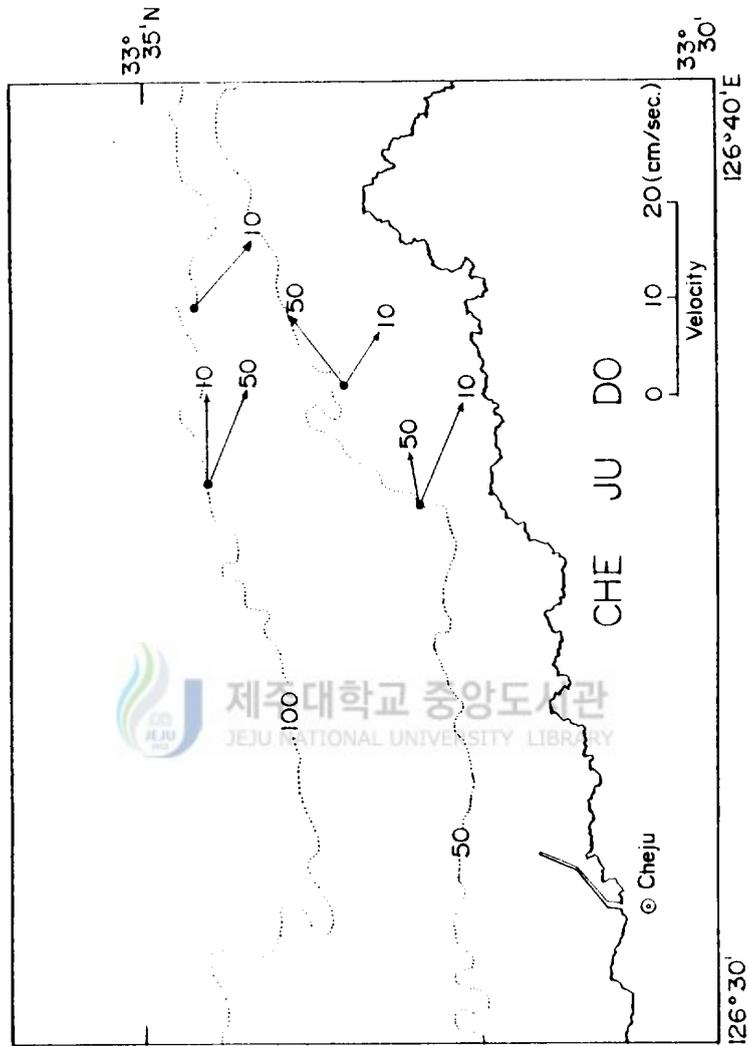


Fig.7. Residual current at CH-1, CH-2, CH-3 and CH-4 in the Cheju Strait. The numerals attached to an arrow indicate that the current meter moored depth in meter.

各 觀測點의 10m層 流動特性은 Table 8에 整理했다. 10m層은 全體的으로 海岸線과 平行하게 흐르거나 海岸으로 向하고 있다. 流速은 沿岸側에 가장 가까운 CH-4에서 가장 強하고 CH-3에서 가장 弱하게 나타냈다.

Table 8. Residual current of 10m layer at CH-1, CH-2, CH-3 and CH-4 in the Cheju Strait.

Station	Direction (°)	Velocity (cm/sec)
CH-1	89.5	9.4
CH-2	130.3	8.8
CH-3	123.0	6.7
CH-4	113.1	11.4

50層 流動特性은 Table 9에 整理하였으며 10m層과 유사하게 海岸線과 平行하게 흐르거나 海岸으로 向하고 있으며 流速은 가장 멀리 떨어진 CH-1에서 가장 強한 狀態를 보였다. 이와 같은 狀況은 濟州島沿岸域에서 特殊하게 形成되어진 狀況을 集中的으로 把握한 바와 같이 海岸線과 平行하게 흐르거나 沿岸을 向하고 있음이 밝혀졌다.

Table 9. Residual current of 50m layer at CH-1, CH-3 and CH-4 in the Cheju Strait.

Station	Direction(°)	Velocity (cm/sec)
CH-1	112.1	10.5
CH-3	53.0	9.2
CH-4	80.7	5.2

따라서 濟州海峽 西쪽 入口에서 全體的으로 海峽內로 流入된 海水가 濟州島沿岸域에서 海岸線과 平行하게 흐르는 海流 및 濟州市에서 10海里 離岸된 地域과 그 以北 海域에서 北東으로 向하는 海流가 把握되어 濟州海峽 中央部에서는 海流가 南北로 갈라지는 特異한 現象을 보였다.

III-2. 海流板追跡

짧은 期間 동안에 海流計에 의해 濟州海峽의 海流狀況을 把握하기에는 不備한 점이 있어서 라그랑지식方法으로 表層海流의 실제적인 흐름을 把握하기 위하여 海流板追跡을 실시한 結果를 나타낸 것이 Fig.8이다.

1981年 7月 23日의 경우 濟州海峽內(Lat. 33°35'5N, Long. 126°21'8E)에 海流板을 投下하여 31時間 동안 追跡한 것이다. 이때의 流向은 北東方向이었고 平均流速은 22.4cm/sec였다. 이 時期의 濟州港 低潮時는 09:15이며 高潮時가 15:00이었다. 그러나 09:20 投下 以後에 11:00까지 流速 東으로 移動하였고 17:00까지 停流하여 17:00 以後 다시 東流하였다. 이와 같은 狀況은 濟州港 低潮時 以後 約 2時間 東流가 있었고 또한 高潮時 以後에도 約 2時間 동안 東流가 있는 것으로 보아 濟州港 高潮時 以後에도 濟州海峽에서는 계속 東으로 흐르고 있어서 濟州海峽內의 流況은 低·高潮時와의 潮汐流에 의한 方向과 일치하지 않음을 알 수 있다. 따라서 이 海域에서의 轉流와 濟州港의 低·高潮時와 約 2時間 가량 차이가 있으며 恒流方向은 漲潮時와는 逆方向이고 落潮時의 경우는 같은 方向인 것으로 판단된다.

1982年 11月 13日에 投下한 경우는 牛島北端 約 3海里되는 點(Lat. 33°34'2N, Long. 126°56'6E)의 25時間 38分 동안 追跡한 結果 流向은 南東南으로 移動하였고 平均流速은 43.9cm/sec로 強하게 나타났다. 이때 牛島水道의 潮汐은 11月 13日 低潮時가 14:25에 나타나고 高潮時는 20:15에 나타났다. 低潮時 以後 18:00까지 南東南으로 強하게 移動하였고 高潮時 以後 24:00까지 停流하여 低潮 때와는 다른 모습을 보여 주었다. 이는 北上하는 海流에 기인한 것으로 把握된다. 11月 14日 02:40 低潮 때에도 03:40까지 南東으로 強하게 移動하였고 08:49 高潮時에도 停流하여 11月 13日 高潮時 狀況과 유사하게 나타났다. 따라서 이 地域에서의 轉流는 牛島水道의 低·高潮時와 4~6時間가량 차이가 있으며 低潮時에는 強하게 南下하여 恒流方向과 일치하였고 高潮時에 停流하는 特異한 모습을 보였다.

1982年 11月 14日 投下한 경우는 牛島北端 約 9.5海里되는 點(Lat. 33°39'8N, Long. 126°58'3E)에 投下한 海流板의 追跡은 13時間 27分에 불과한 資料로서 11月 15日 00:50까지 北西로 移動하였고 그 以後 東으로 移動하였다. 投下 以後 西向流의 平均流速은 38cm/sec이고 東向流의 流速은 53cm/sec를 보였다. 이와 같은 모습은 1981年 7月에 濟州島 北側海域에 投下한 海流板追跡에서 보았던 低·高潮時에도

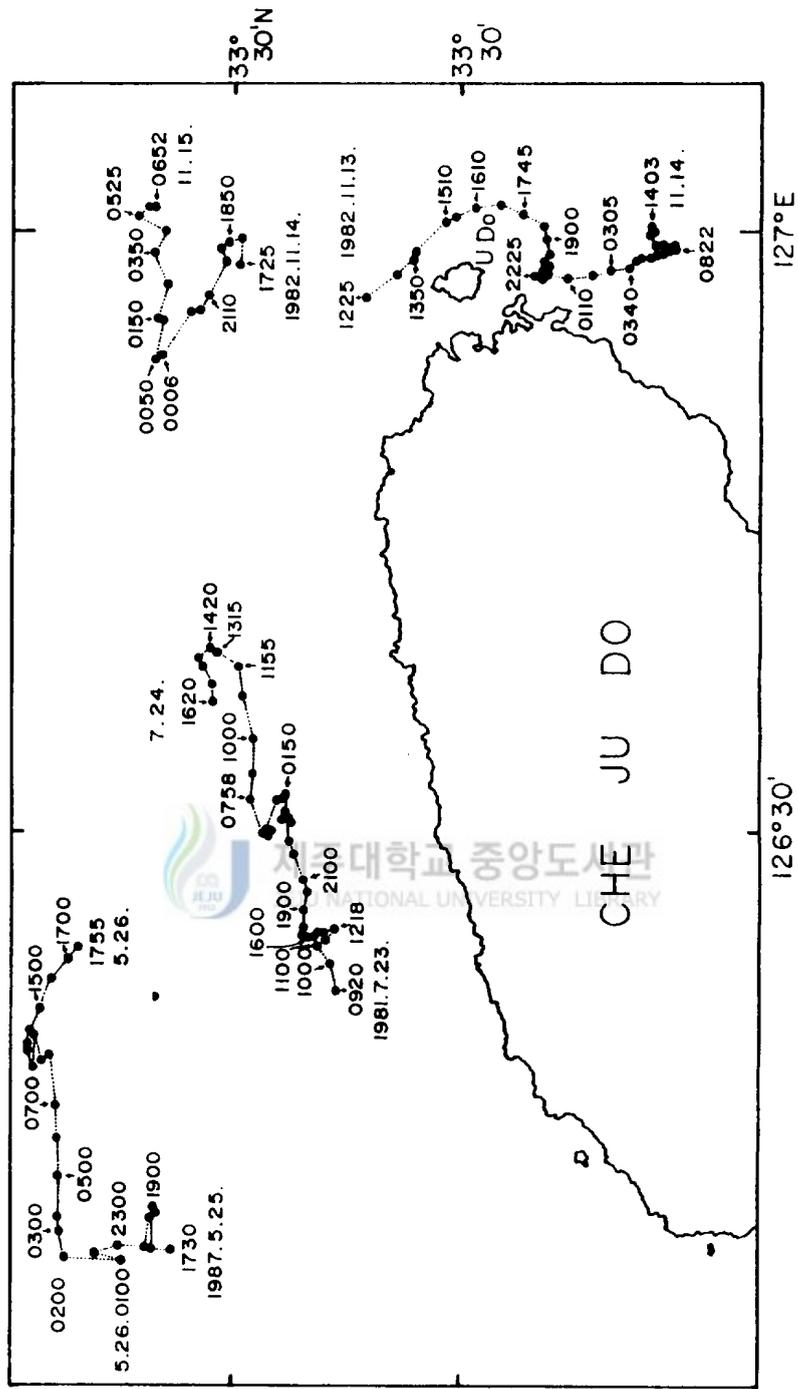


Fig.8. Result of drogue tracking in the Cheju Strait.

東으로 向하는 狀況과는 달리 北西 혹은 東으로 向하는 모습이 확연히 보이고 있어 이 地域이 濟州海峽 中央部와는 다른 모습을 보였다.

1987年 5月 25日 海流計擊留位置인 CW-3에 海流板을 投下하여 24時間 동안 追跡하였다. 17:30부터 02:00까지는 北流가 나타나고 02:00 以後 계속 東으로 移動하였다. 이와 같은 狀況은 海流板投下 以後 02:00까지 濟州海峽 西쪽 入口에서 北上하는 海流가 서로 다른 水塊間의 境界域에서 만나 그 以後 東으로 移動하는 海流가 存在하여 나타난 結果로 볼 수 있다. 이때의 平均流速은 59.4cm/sec로 다소 強하게 나타났다.

이상의 海流板追跡은 濟州海峽 西쪽 入口 海域의 北東으로 向하는 것과 濟州海峽 中央部の 沿岸側에서 海岸線과 平行하거나 혹은 東·北東으로 移動하는 傾向은 海流計에 의한 恒流成分과 거의 一致하여 濟州海峽內을 通過하면서 빠져나가는 모습을 보였다. 특히 半島地域에서 海流板이 南東으로 移動한 사실은 이 地域에서의 北上하는 海流가 濟州海峽內로 海水를 供給하면서 다시 流出되어 時計方向의 흐름을 나타낸다는 既存의 研究結果와는 거의 相反된 結果를 나타냈다.

III-3. 濟州海峽의 測得流特性

觀測期間 동안의 各 定點에 대한 測得流 Stick diagram을 濟州港 低·高潮時 및 太陰의 極上正中·極下正中時와 比較하여 Fig.9에 나타냈다. 이 때의 最強流速出現時刻을 Table 10에 나타냈다. CW-3의 1987年 3月 觀測에 대한 Stick diagram은 118時間에 대하여 나타냈다. 이는 濟州海峽內에서 恒流分布 및 海流板追跡에서와 같이 時間에 따라 일정한 方向으로 움직이고 있는 것을 各 定點에 대해서 알아 보기 위한 것으로 各 定點의 最強流 出現狀況은 다음과 같다.

St. CW-1: 1986年 8月の 10m層 最強東向流는 濟州港 低潮 5.5時間前에 流向과 流速이 각각 30°와 65cm/sec를 나타냈으며 西向流가 전혀 出現하지 않았다. 1987年 3月の 10m層은 最強東向流가 濟州港 低潮 5.9時間前에 流向 110°·流速 65.6cm/sec로 나타나 1986年 8月の 10m層보다 流向이 80° 정도 右偏하였고 流速도 0.6cm/sec정도 強하게 나타냈다. 또한 3月에는 西向流가 出現하여 濟州港 高潮 6.2時間前에 流向 210°·流速 49cm/sec를 보였다. 50m層에서는 最強東向流가 濟州港 低潮 5.9時間前에 流向 222°·流速 28cm/sec로 10m層보다 약 1/2정도 느린 流速을 나타냈다.

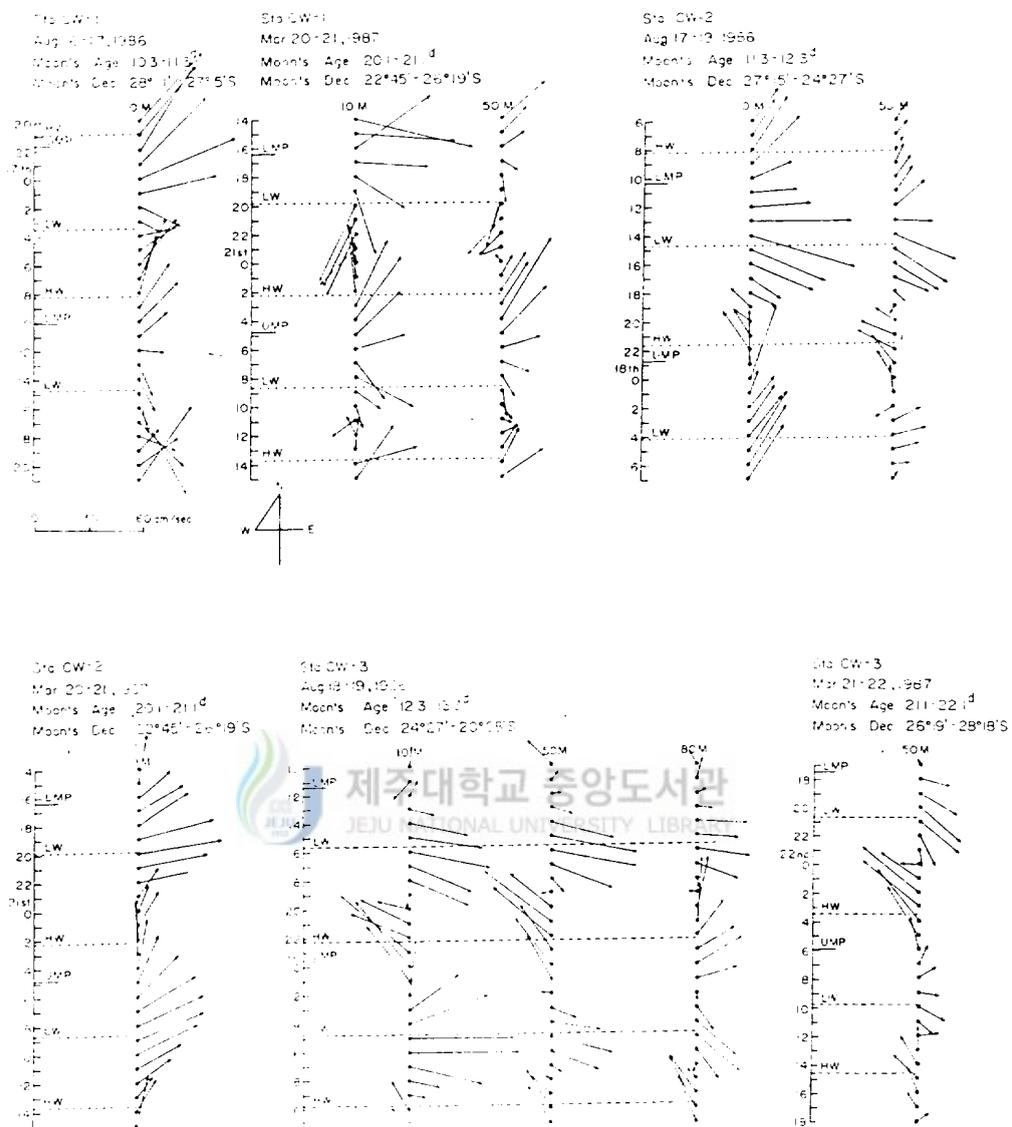


Fig.9. The vector diagrams of observed currents in the Cheju Strait during the observation period.

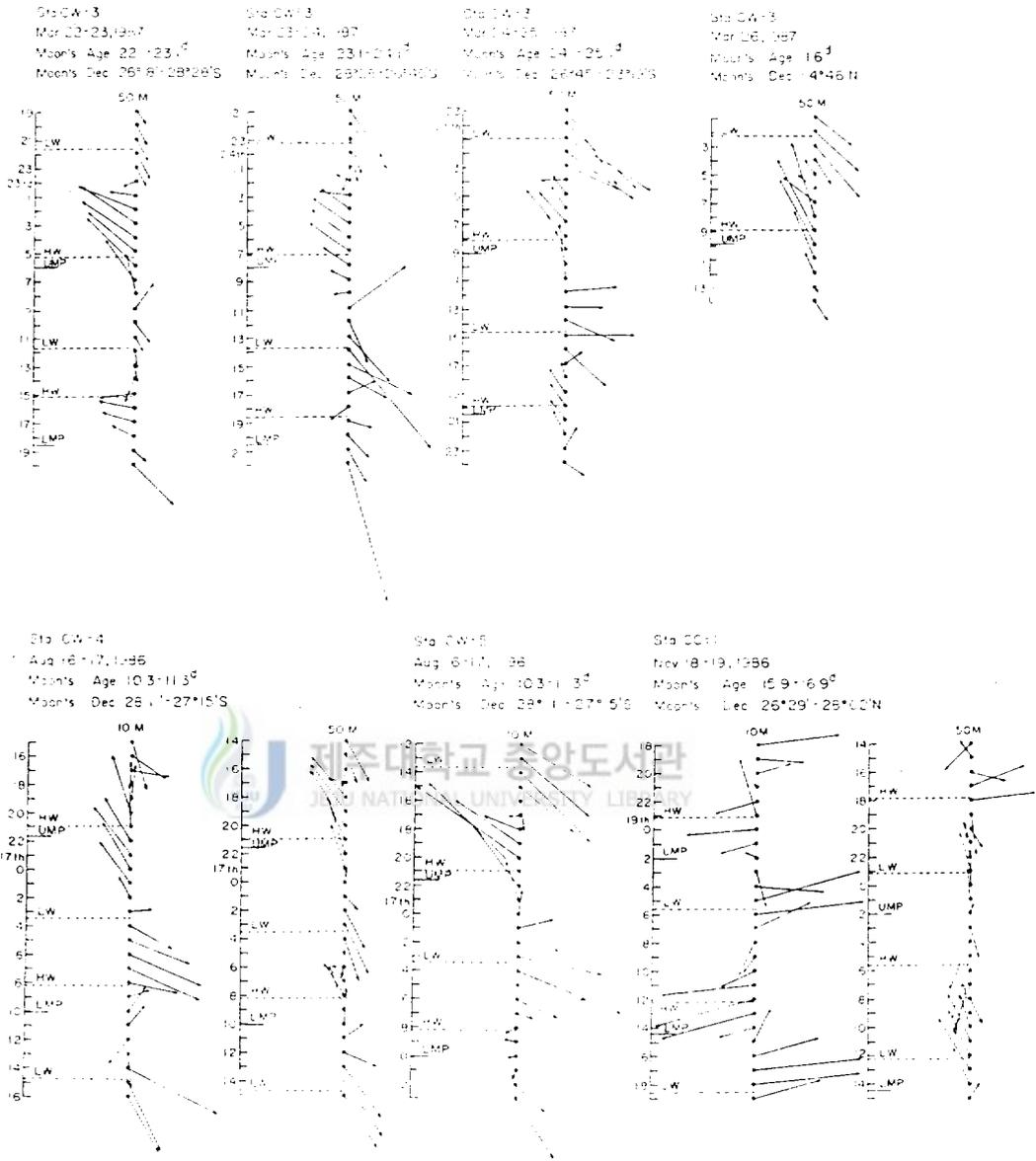


Fig.9. Continued.

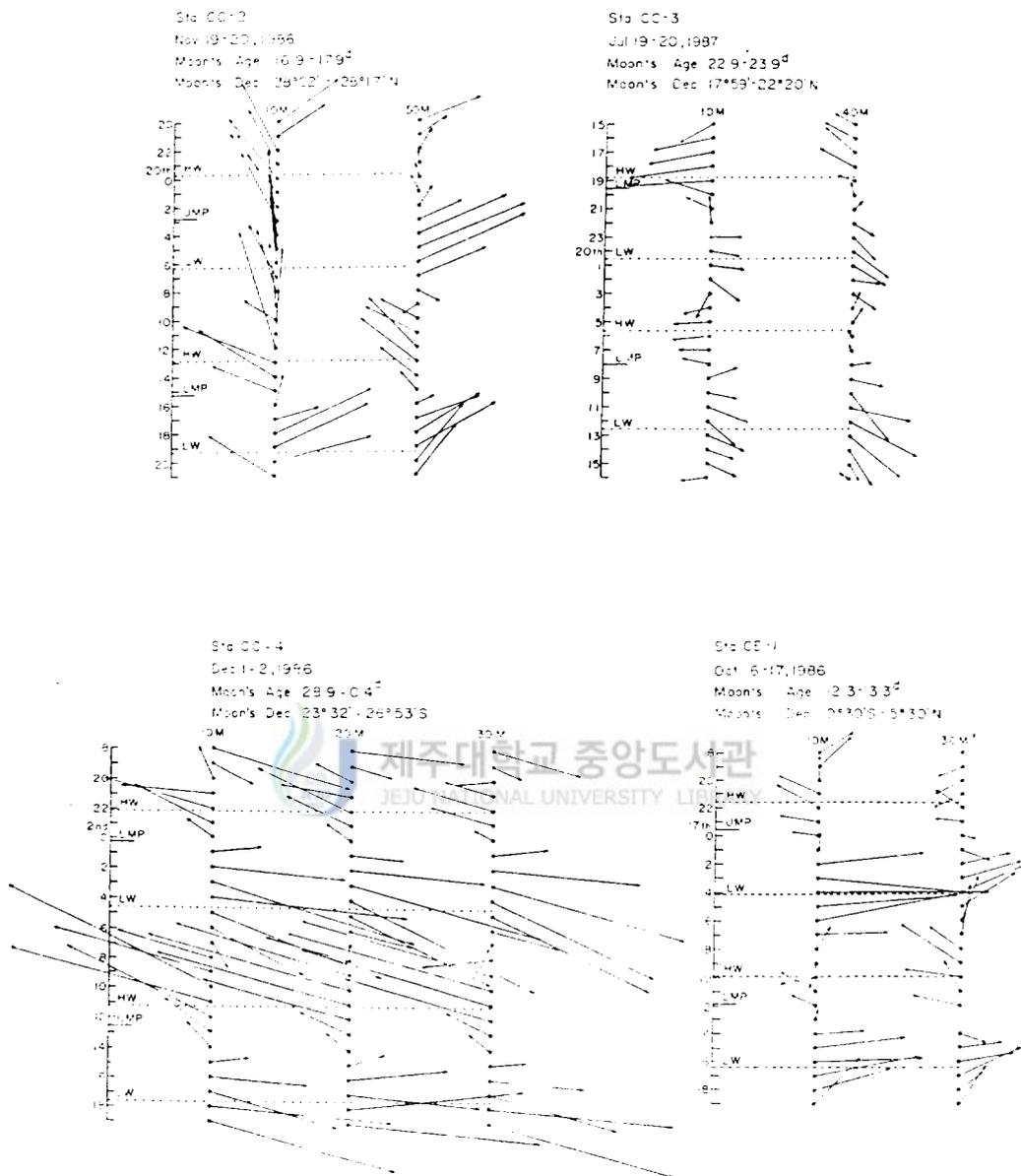


Fig. 9. Continued.

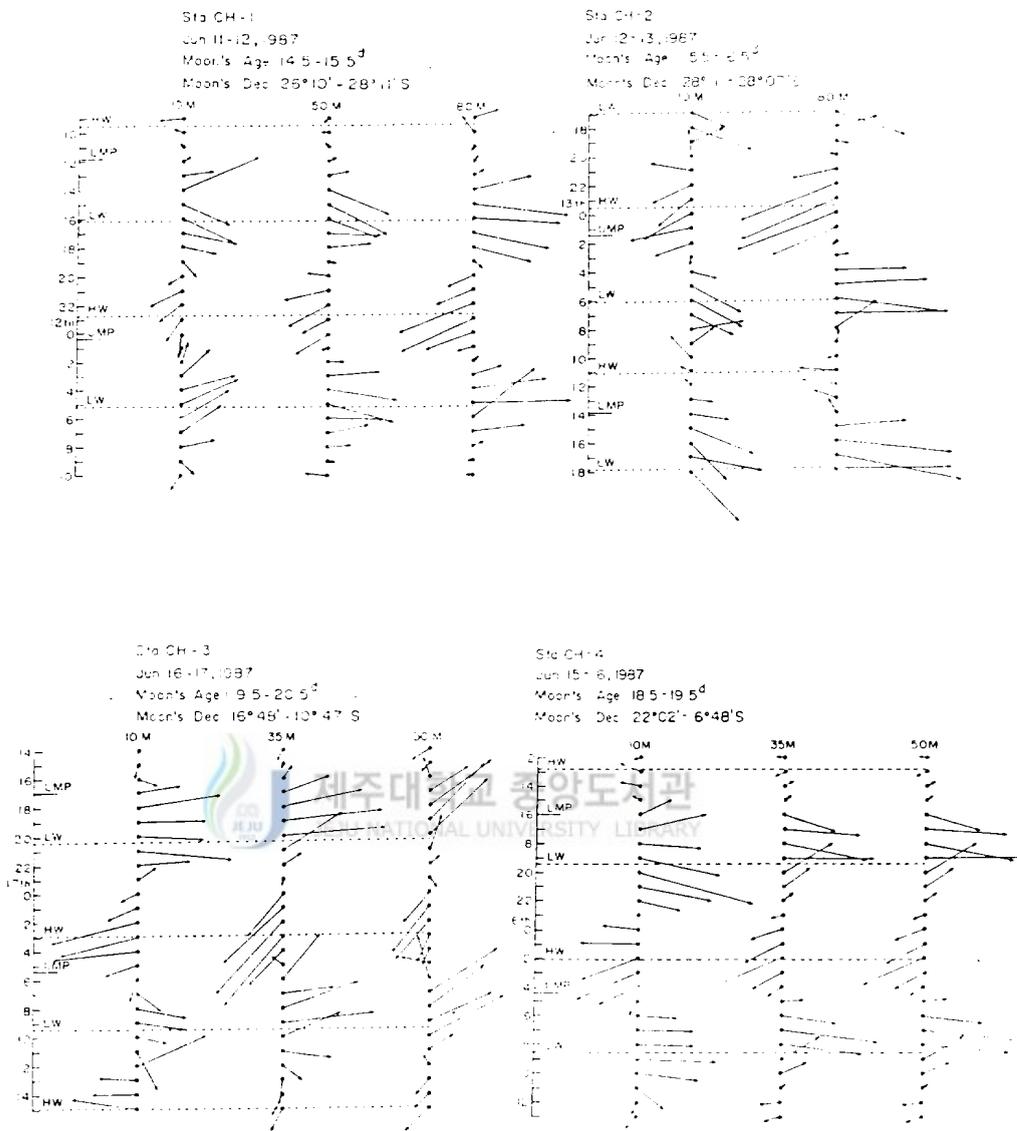


Fig.9 . Continued .

St. CW-2: 1986年 8月 10m層에서는 最强東向流가 濟州港 低潮 0.75時間前에 流向 108° · 流速 59cm/sec로 나타났으며 最强西向流는 濟州港 高潮 1.4時間後에 流向 359° · 流速 31cm/sec를 보이며 正北으로 向하는 測得流로 觀測되었다. 50m層에서는 最强東向流가 濟州港 低潮 0.75時間前에 流向 114° · 流速 37cm/sec로 나타났고 最强西向流는 濟州港 高潮 0.4時間後에 流向 300° · 流速 26cm/sec로 나타났다. 1987年 3月 10m層에서 最强東向流가 濟州港 低潮 0.13時間前에 流向 82° · 流速 47cm/sec로 나타났고 最强西向流는 濟州港 高潮 0.90時間後에 流向 354° · 流速 33cm/sec의 北向하는 흐름이 8月과 동일하게 나타났다. CW-1에서는 西南西方向의 西向流가 많이 出現했으나 CW-2에서는 北向流가 많이 出現했다.

St. CW-3: 1986年 8月 10m層 最强東向流는 濟州港 低潮 1.30時間前에 流向 90° · 流速 60cm/sec로 나타났고 最强西向流는 濟州港 高潮 0.78時間後에 流向 312° · 流速 53cm/sec를 보였다. 50m層 最强東向流는 濟州港 低潮 0.63時間前에 流向 103° · 流速 48cm/sec를, 最强西向流는 濟州港 高潮 1.2時間前에 流向 309° · 流速 48cm/sec로 東向流와 같은 流速을 보였다. 80m層은 最强東向流가 濟州港 低潮 0.6時間前에 流向 95° · 流速 34cm/sec로, 最强西向流는 濟州港 高潮 0.2時間後에 流向 332° · 流速 34cm/sec를 보여 東向流와 같은 流速을 보였다. 1987年 3月 50m層에서 最强東向流가 濟州港 低潮 0.30時間前에 流向 134° · 流速 31cm/sec를, 最强西向流는 濟州港 高潮 0.43時間前에 流向 312° · 流速 41cm/sec를 보여 東向流보다 强하게 나타났다. CW-3에서 118時間 나타난 最强東向流는 流向 66~134°를 보였고 最强西向流는 流向 312~358°로 最强東向流가 北東 내지 南東으로 向하고 있었으나 最强西向流는 거의 北向하는 傾向이며 80m層에서는 312°로 向하는 最强西向流가 最强東向流보다 强함을 보였다.

St. CW-4: 1986年 8月 10m層은 最强東向流가 濟州港 低潮 2.53時間後에 流向 114° · 流速 45cm/sec로, 最强西向流는 濟州港 高潮 0.98時間前에 流向 342° · 流速 35cm/sec를 나타냈다. 50m層에서는 最强東向流가 濟州港 低潮 0.75時間前에 流向 145° · 流速 40cm/sec를, 最强西向流는 濟州港 高潮 0.98時間前에 流向 328° · 流速 38cm/sec로 나타났다.

St. CW-5: 1986年 8月 10m層에서 最强東向流가 濟州港 低潮 0.53時間前에 流向 114° · 流速 62cm/sec를, 最强西向流는 濟州港 高潮 0.16時間後에 東向流보다 約 10cm/sec 더 큰 流向 316° · 流速 72cm/sec를 보였다.

Table 10. Maximum currents observed in the Cheju Strait.

Sta.	Date	Moon's Age Moon's Dec.*	Depth (m)	Eastward flow		
				Date and Time	Tide	
CW-1	16. Aug. 1986	10.3-11.3 ^d 28°11'-27°15'S	10	16th 22:00	UMP	LW - 5.28
				17th 16:00	LMP+	LW+ 1.15
CW-1	20. Mar. 1987	20.1-21.1 ^d 22°45'-26°19'S	10	20th 14:00	LMP	LW - 5.52
				21th 04:00	UMP	LW - 4.40
			50	20th 14:00	LMP	LW - 5.52
				21th 04:00	UMP	LW - 4.40
CW-2	17. Aug. 1986	11.3-12.3 ^d 27°15'-24°27'S	10	17th 14:00	LMP+	LW - 0.45
				18th 00:00	UMP+	LW - 4.07
			50	17th 14:00	LMP+	LW - 0.45
				18th 04:00	UMP+	LW - 0.07
CW-2	20. Mar. 1987	20.1-21.1 ^d 22°45'-26°19'S	10	20th 20:00	LMP+	LW - 0.08
				21th 08:00	UMP+	LW - 0.40
CW-3	18. Aug. 1986	12.3-13.3 ^d 24°27'-20°08'S	10	18th 16:00	LMP+	LW+ 0.22
				19th 06:00	UMP+	LW+ 1.18
			50	18th 15:00	LMP+	LW - 0.38
				19th 05:00	UMP+	LW+ 0.18
				18th 15:00	LMP+	LW - 0.38
				19th 05:00	UMP+	LW+ 0.18
CW-3	21. Mar. 1987	21.1-22.1 ^d 26°19'-28°18'S	50	21th 20:00	LMP+	LW - 0.38
				22th 10:00	UMP+	LW+ 0.13
CW-4	16. Aug. 1986	10.3-11.3 ^d 28°11'-27°15'S	10	16th 15:00	UMP	LW+ 1.19
				17th 06:00	LMP-	LW+ 2.32
				17th 14:00	LMP+	LW - 0.45
CW-5	16. Aug. 1986	10.3-11.3 ^d 28°11'-27°15'S	10	16th 14:00	UMP	LW+ 0.19
				17th 04:00	LMP-	LW+ 0.32

		Westward flow					
Dir.	Vel.	Date and Time		Tide		Dir.	Vel.
30	65.0						
153	57.0						
110	65.6	20th	20:00	LMP+ 3.37	HW- 6.14	210	49.0
40	43.5	21th	11:00	UMP+ 6.12	HW- 2.42	240	15.7
48	31.0	21th	21:00	LMP+ 4.37	HW- 5.14	222	28.0
30	54.0						
108	59.0	17th	23:00	UMP+ 0.18	HW+ 1.22	359	31.0
18	46.0						
114	37.0	17th	22:00	UMP - 0.42	HW+0.22	300	26.0
76	19.0						
82	47.0	20th	14:00	LMP - 2.23	HW+0.54	354	33.0
66	40.0	21th	03:00	UMP - 1.48	HW+0.46	358	30.0
102	47.0	18th	23:00	UMP - 0.42	HW+0.47	312	53.0
90	60.0	19th	10:00	LMP - 2.07	HW+0.14	330	21.0
103	48.0	18th	21:00	UMP - 2.42	HW - 1.13	309	48.0
107	35.0	19th	10:00	LMP - 2.07	HW+0.14	330	27.0
95	34.0	18th	10:00	LMP - 1.17	HW - 0.58	330	13.0
132	32.0	19th	10:00	LMP - 2.07	HW+0.14	332	34.0
134	31.0	22th	03:00	UMP - 2.53	HW - 0.26	312	41.0
120	16.0	22th	15:00	LMP - 3.18	HW - 0.28	318	19.0
162	28.0	16th	20:00	UMP - 1.38	HW - 0.59	342	35.0
114	45.0	17th	12:00	LMP+ 1.57	HW + 3.50	216	18.0
154	33.0	16th	20:00	UMP - 1.38	HW - 0.59	328	38.0
145	40.0	17th	09:00	LMP - 1.03	HW + 0.50	342	27.0
138	55.0	16th	21:00	UMP - 0.38	HW + 0.01	316	72.0
114	62.0	17th	11:00	LMP+ 0.57	HW + 2.50	190	6.0

Table 10. Continued

Sta	Date	Moon's Age		Depth (m)	Eastward flow	
		Moon's Dec.			Date and Time	Tide
CC - 1	18. Nov. 1986	15.9-16.9 ^d		10	19th 05:00	UMP+3.00 LW - 0.41
		26°29'-28°02'N			19th 17:00	LMP+2.35 LW - 1.35
			50	18th 18:00	LMP+4.25 LW+0.06	
				19th 03:00	UMP+1.00 LW - 2.41	
CC - 2	19. Nov. 1986	16.9-17.9 ^d		10	19th 20:00	UMP - 6.51 LW+1.25
		28°02'-28°17'N			20th 18:00	LMP+2.44 LW - 1.19
			50	20th 06:00	UMP+3.09 LW - 0.20	
				20th 19:00	LMP+3.44 LW - 0.19	
CC - 3	19. Jul. 1987	22.9-23.9 ^d		10	20th 02:00	LMP+6.25 LW+1.26
		17°59'-22°20'S			20th 11:00	UMP+3.00 LW - 1.36
			40	20th 00:00	LMP+4.25 LW - 0.34	
				20th 12:00	UMP+4.00 LW - 0.36	
CC - 4	1. Dec. 1986	28.9-9.4 ^d		10	2nd 03:00	LMP+2.49 LW - 1.40
		23°32'-26°53'S			2nd 19:00	UMP+6.24 LW - 1.21
			20	2nd 04:00	LMP+3.49 LW - 0.40	
				2nd 19:00	UMP+6.24 LW - 1.21	
CE - 1	16. Oct. 1986	12.3-13.3 ^d		10	17th 04:00	UMP+4.30 LW - 0.03
		0°30'S-5°38'N			17th 16:00	LMP+4.05 LW - 0.21
			30	17th 04:00	UMP+4.30 LW - 0.03	
				17th 17:00	LMP+5.05 LW+0.39	

Westward flow									
Dir.	Vel.	Date and Time	Tide				Dir.	Vel.	
74	61.2	18th 23:00	UMP	3.00	HW	0.06	344	35.7	
84	62.0	19th 12:00	LMP	2.25	HW	0.10	254	57.3	
84	36.0	18th 00:00	UMP	2.00	HW+0.54		360	26.0	
166	18.0	19th 13:00	LMP	1.25	HW+0.50		330	35.0	
54	41.8	20th 04:00	UMP	1.09	HW+4.15		354	51.2	
64	59.5	20th 12:00	LMP	3.16	HW-0.55		344	72.9	
64	62.0	20th 01:00	UMP	1.51	HW+1.15		332	11.0	
58	48.0	20th 12:00	LMP	3.16	HW+0.55		315	41.0	
126	22.0	19th 19:00	LMP	0.35	HW+0.10		266	48.0	
111	25.0	20th 03:00	UMP	2.00	HW+0.20		264	22.0	
129	24.0	19th 18:00	LMP	1.35	HW+0.50		300	23.0	
120	41.0	20th 06:00	UMP	2.00	HW+0.20		330	5.0	
104	124.4	1st 22:00	LMP	2.11	HW-0.04		284	68.4	
104	115.0	2nd 10:00	UMP	2.36	HW-1.08		294	133.3	
104	115.6	1st 22:00	LMP	2.11	HW-0.04		294	62.3	
94	114.0	2nd 10:00	UMP	2.36	HW-1.08		284	126.1	
104	116.7	1st 22:00	LMP	2.11	HW-0.04		284	50.7	
104	113.0	2nd 10:00	UMP	2.36	HW-1.08		284	125.5	
90	95.0	16th 22:00	UMP	1.30	HW+0.27		300	28.0	
88	59.0	17th 11:00	LMP	0.55	HW+1.03		300	23.0	
66	43.0	16th 22:00	UMP	1.30	HW+0.27		306	19.0	
65	38.0	17th 09:00	LMP	2.55	HW-0.57		306	40.0	

Westward flow						
Dir.	Vel.	Date and Time	Tide		Dir.	Vel.
72	43.0	11th 09:00	LMP - 2.53	HW - 0.33	272	14.0
94	31.0	11th 21:00	UMP - 3.18	HW - 1.14	244	21.0
120	36.0	11th 10:00	LMP - 1.53	HW + 0.27	270	3.0
190	39.0	11th 22:00	UMP - 2.18	HW - 0.44	239	24.0
99	50.0	11th 10:00	LMP - 1.53	HW + 0.27	324	11.0
90	49.0	11th 23:00	UMP - 1.18	HW + 0.16	246	46.0
118	35.0	12th 01:00	UMP - 0.25	HW + 1.29	246	36.0
144	41.0	13th 10:00	LMP - 3.50	HW - 1.05	324	17.0
104	60.0	13th 00:00	UMP - 1.25	HW + 0.29	255	60.0
108	69.0	13th 11:00	LMP - 2.50	HW + 0.05	279	21.0
162	51.0	17th 02:00	UMP - 3.22	HW - 0.58	262	49.0
84	42.0	17th 15:00	LMP - 2.47	HW + 0.02	285	35.0
92	53.0	17th 02:00	UMP - 3.22	HW - 0.58	228	57.0
90	48.0	17th 15:00	LMP - 2.47	HW + 0.02	211	16.0
52	46.0	17th 01:00	UMP - 4.22	HW - 1.58	222	34.0
69	48.0	17th 15:00	LMP - 2.47	HW + 0.02	228	19.0
112	65.0	15th 13:00	LMP - 3.00	HW + 0.12	297	13.0
97	43.0	16th 03:00	UMP - 1.25	HW + 0.57	252	39.0
96	50.0	16th 02:00	UMP - 2.25	HW + 0.03	252	38.0
103	53.0	16th 12:00	LMP - 4.50	HW - 1.48	269	12.0
72	25.0	16th 02:00	UMP - 2.25	HW + 0.03	238	27.0
80	38.0	16th 13:00	LMP - 3.50	HW - 0.48	265	15.0

HW : Cheju harbour's high water

LW : Cheju harbour's lower water

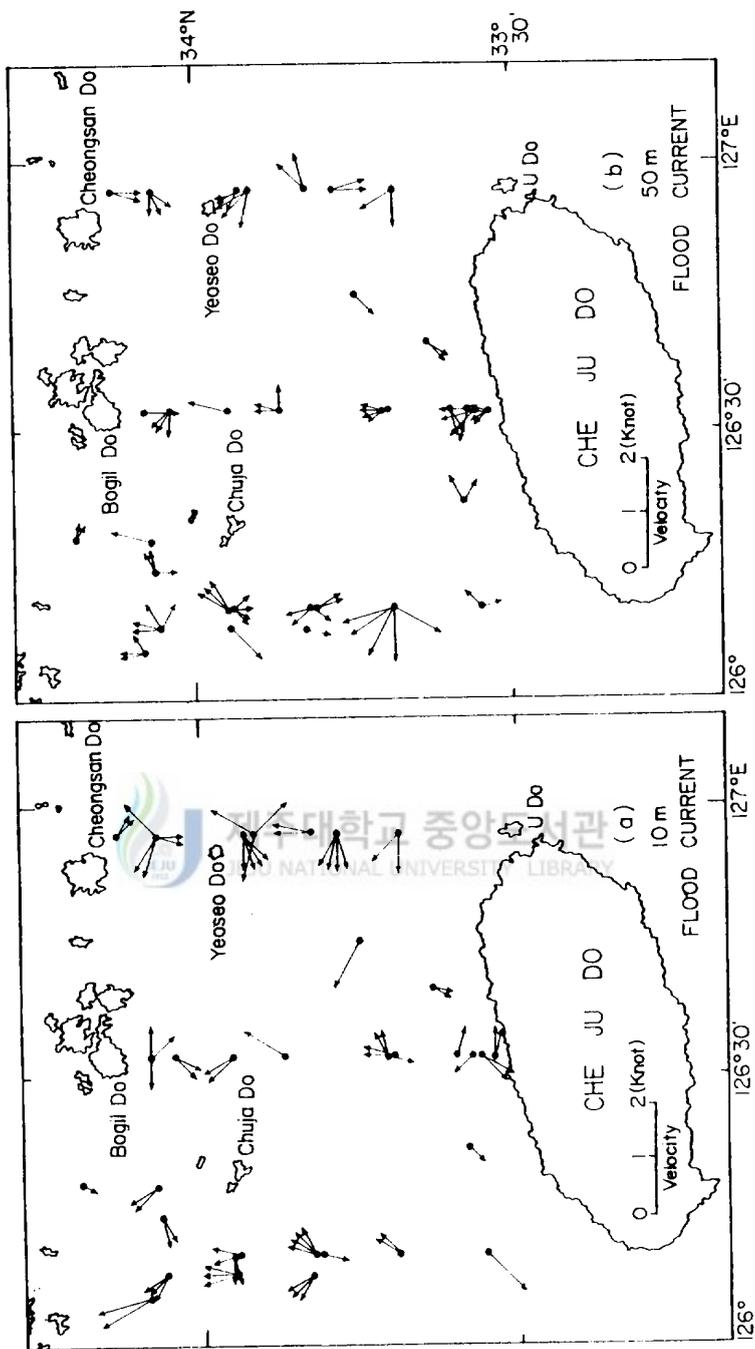


Fig.10. Horizontal distribution of observed current at a depth of 10m(a) and 50m(b) during flood time in the Cheju Strait.

St. CC-1 : 1986年 11月 10m層에서 最强東向流가 濟州港 低潮 1.58時間前에 流向 84° · 流速 62cm/sec를, 最强西向流는 濟州港 高潮 0.16時間前에 流向 254° · 流速 57.3cm/sec를 보였다. 50m層은 最强東向流가 濟州港 低潮 0.1時間前에 流向 84° · 流速 36cm/sec를, 最强西向流는 濟州港 高潮 0.83時間後에 流向 330° · 流速 35cm/sec를 나타내어 低潮時에는 거의 東으로 向했고 高潮時에는 北西方向으로 向했다.

St. CC-2 : 1986年 11月 10m層에서 最强東向流가 濟州港 低潮 1.32時間前에 流向 64° · 流速 59.5cm/sec를, 最强西向流는 濟州港 高潮 0.92時間前에 流向 334° · 流速 72.9cm/sec를 보여 最强東向流보다 13.4cm/sec 强하게 出現하여 이 海域도 最强西向流가 高潮時에는 北西方向으로 向하고 있음을 보였다. 50m層에서는 最强東向流가 濟州港 低潮 0.33時間前에 流向 64° · 流速 62cm/sec를, 最强西向流는 濟州港 高潮 0.92時間後에 流向 315° · 流速 41cm/sec를 나타내어 低潮時에 北東으로 向하고 高潮時에는 北西로 向하고 있음을 보여 준다.

St. CC-3 : 1987年 7月 10m層에서 最强東向流는 濟州港 低潮 1.60時間前에 流向 111° · 流速 25cm/sec를 나타냈고 最强西向流는 濟州港 高潮 0.17時間後에 流向 266° · 流速 48cm/sec로서 西向流가 强하게 나타났다. 40m層은 濟州港 低潮 0.66時間前에 流向 120° · 流速 41cm/sec를, 最强西向流는 濟州港 高潮 0.33時間後에 流向 330° · 流速 23cm/sec를 보여 10m層과 比較해 볼 때 西向流가 强한 10m層에 비하여 40m層에서는 東向流가 强함을 보였다. 이와 같은 狀況은 이 海域이 CC-1, 2, 4와는 時期的으로 다른 夏季에 나타난 結果인 것으로 보인다.

St. CC-4 : 潮汐의 影響이 가장 强하게 나타난 海域으로서 10, 20, 30m層의 流向 · 流速이 유사한 형태를 보이며 最强東向流가 濟州港 低潮 0.67~1.66時間前에 流向 94°~104° · 流速 115.6~124.4cm/sec를, 最强西向流는 濟州港 高潮 0.06~1.13時間前에 流向 284°~294° · 流速 125.5~133.3cm/sec를 보여 西向流가 약간 강한 流速을 보였다.

St. CE-1 : 1986年 10月의 10m層에서 最强東向流가 濟州港 低潮 0.05時間前에 流向 90° · 流速 95cm/sec를, 最强西向流는 濟州港 高潮 0.45時間後에 流向 300° · 流速 28cm/sec를 나타냈다. 30m層에서 最强東向流는 濟州港 低潮 0.05時間前에 流向 66° · 流速 43cm/sec를, 最强西向流는 濟州港 高潮 0.95時間前에 流向 306° · 流速 40cm/sec를 보여 東向流가 약간 强하게 나타났다.

St. CH-1, 2, 3, 4 : 1987年 6月 各 測點의 測得流分布는 全般的으로 最强東向流가 最强西向流보다 强한 狀況을 보이며 CH-1, 2 各 水層에서는 最强東向流가

濟州港 低潮 0.22~2.17時間前에 流向 $72^{\circ}\sim 114^{\circ}$ · 流速 $39\sim 69\text{cm/sec}$ 를, 最強西向流는 濟州港 高潮 1.23時間前에서 濟州港 高潮 1.48時間 後에 流向 $244^{\circ}\sim 255^{\circ}$ · 流速 $21\sim 60\text{cm/sec}$ 를 나타냈다. CH-3, 4의 各 水層에서는 最強東向流가 濟州港 低潮 1.55時間前에서 濟州港 低潮 0.57時間後에 流向 $69\sim 112^{\circ}$ · 流速 $38\sim 65\text{cm/sec}$ 를, 最強西向流는 濟州港 高潮 1.97時間前에서 濟州港 高潮 0.95時間後에 流向 $222^{\circ}\sim 262^{\circ}$ · 流速 $27\sim 57\text{cm/sec}$ 를 나타내 東向流가 약간 強함을 보였다. 따라서 本 海域의 沿岸域이므로 最強東向流가 強하게 나타나고 있는 것으로 보인다.

이와 같은 測得流分布는 濟州海峽 西쪽 入口와 濟州海峽 中央部에서 最強東向流가 北東 또는 東·南東系의 測得流가 把握되었으려, 最強西向流는 全般的으로 北西로 向하는 傾向이었고, 또한 濟州島 北쪽 沿岸域에서는 東向流가 強한 것으로 보인다. 따라서 이러한 測得流分布狀況은 定點海洋觀測時의 瞬間流速觀測分布와도 合致하고 있음을 볼 수 있고, 또한 瞬間流速觀測分布結果는 濟州海峽 全體의 低·高潮時에 대한 流動特性을 代表할 수 있음을 보여 주고 있다.

이상의 結果에 의해서 濟州海峽에서의 瞬間的인 흐름은 漲물 때와 썰물 때를 分離해서 漲물 때 10m 層의 狀況을 Fig. 10-a에 나타냈다. 10m 層 流動特性은 濟州海峽 西쪽 入口의 楸子島 西方海域에서 北西로 向하는 一支流 및 濟州海峽 中央部에서 北東으로 向하다가 다시 北西로 회전하는 一支流가 存在해 있다. 그리고 麗瑞島 南方域에서 甫吉島로 向하는 흐름과 楸子島와 甫吉島 사이에서 北西로 向하여 진출하는 흐름이 연결되어 西海南部域으로 海水를 供給하는 傾向을 보여 주고 있다. 또한 濟州海峽 東쪽 入口 海域의 麗瑞島와 牛島사이에서 濟州市를 向하여 흐르고 있는 左旋回性環流가 存在해 있다. 漲물 때 50m層 狀況을 Fig.10-b에 나타냈다. 50m層 流動特性은 10m層과 다소 다르게 나타나 濟州海峽 西쪽 海域에서 北東으로 向하는 것과 濟州海峽 中央部에서 北西로 向하는 흐름, 그리고 麗瑞島를 기점으로 南海西部域으로 向하는 흐름으로 보아 西海南部域으로 向하는 10m層과는 달리 南海西部域으로 海水가 供給되는 모습을 보여준다. 또한 麗瑞島와 牛島사이에서 左旋回性環流는 10m 層보다 더욱 強하게 나타남을 보여준다.

썰물 때 10m 層 狀況을 Fig.11-a에 나타냈다. 10m 層 流動特性은 楸子島 北쪽 海域에서 南西方向으로 南下하는 것과 甫吉島 南西쪽 海域에서 南東으로 向하면서 牛島를 바라보며 南下하는 傾向을 볼 수 있고, 濟州島 中央部에서 全般的으로 東向하는 傾向을 보인다. 또한 濟州島北側 沿岸域에서 沿岸과 平行하게 흐르는 傾向을 보이며 牛島北側海域에서 左旋回性環流의 형태는 漲물 때보다는 弱하게 나타나고 있

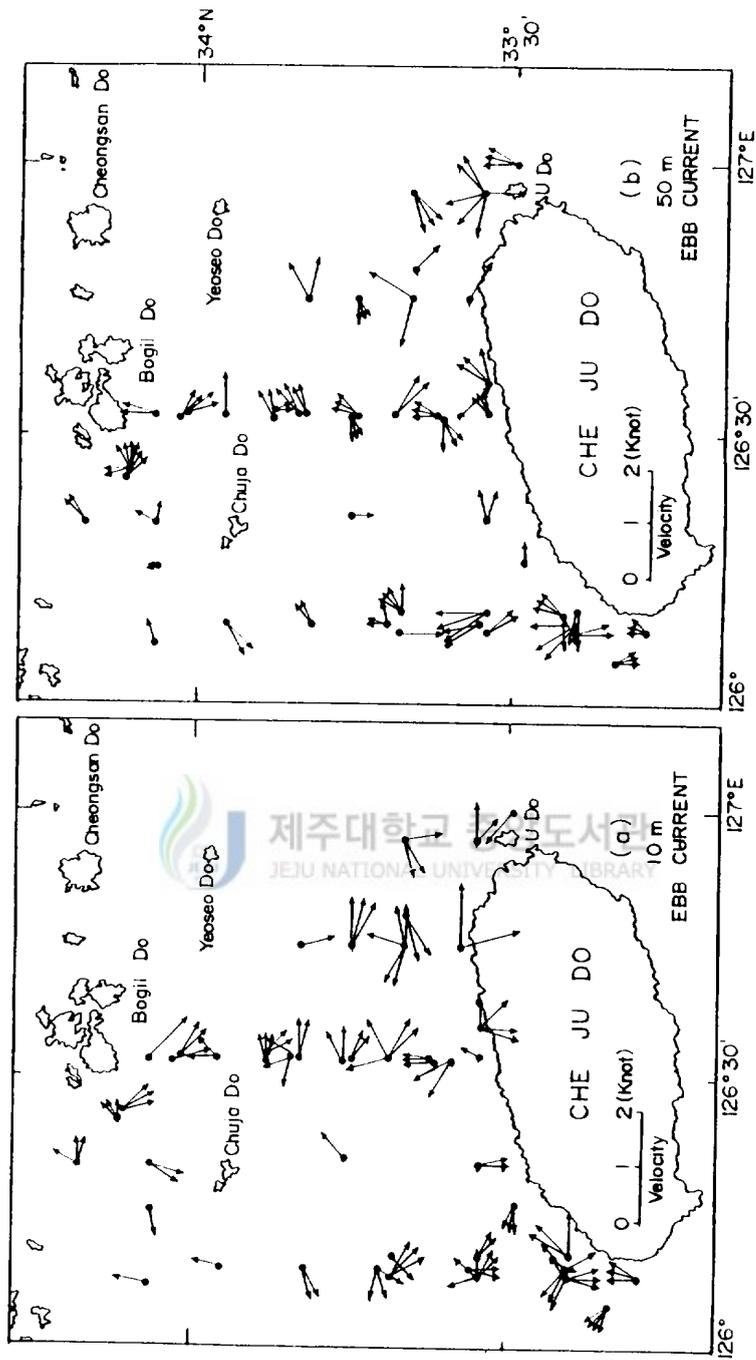


Fig.11. Horizontal distribution of observed current at a depth of 10m(a) and 50m(b) during ebb time in the Cheju Strait.

나. 50m 層 狀況은 Fig.11-b에 나타냈고 流動特性은 濟州海峽 西쪽 入口에서 北西北 내지 北東流가 出現하여 麗瑞島 南端을 거쳐 東流하는 흐름과 甫吉島 左側端에서 南東으로 向하여 東流하는 흐름의 合勢하여 濟州海峽을 빠져나가고 있다. 또한 10m 層과 같이 濟州島 北側 沿岸域에서의 流動도 海岸線과 平行하게 흐르고 있음을 볼 수 있으며 牛島北部海域에서 左旋回性環流가 出現하고 있음을 볼 수 있다.

또한 濟州島 東·西兩側端에서의 流動은 退潮·漲潮 때의 10·50m 層에서 모두 복잡한 형태를 취하고 있는데 이는 이 海域의 海·潮流가 단순한 것 같지 아니하므로 局部的인 研究가 필요하리라 본다.

이와 같은 瞬間流速에 대한 流動情報는 測得流分布狀況과 거의 一致하여 나타나고 濟州海峽에서 退潮 때 10·50m 層이 流動을 달리하고 있었으며 漲潮 때 10·50m 層 流動도 그 狀況을 달리하고 있었다. 또한 牛島와 麗瑞島 사이의 左旋回性環流는 退潮·漲潮 때 이 海域의 특이한 現象으로 볼 수 있다.

III-4. 地衡流計算

濟州海峽內에서 流速計를 利用하여 얻은 平均流速 및 海水의 容積輸送量을 力學計算의 結果와 比較하였다.

流速計를 擊留시켜 얻어진 1986年 8月の 濟州海峽 西쪽 入口 南北斷面 CW-1~CW-5까지의 各 層 恒流成分을 基礎로 等流速 Contour를 Fig.12에 나타냈다.

이에 따르면 等流速線이 濟州島 西側北端 表層에서 20cm/sec 以上の 強한 流速을 보였고, CW-3의 80m層에서는 10cm/sec의 等流速 Core를 갖는 恒流가 存在하고 있다. 이 恒流成分으로 無流面을 110m로 하여 計算된 平均流速은 6.93cm/sec를 나타냈으며 이에 따른 海水의 容積輸送量은 $0.384 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{sec}(\text{Sv})$ 를 나타내었다.

流速計를 利用하여 測流된 때 同時期에 이 斷面에서 觀測된 水溫·鹽分資料를 토대로 하여 計算된 地衡流의 等流速 Contour를 Fig.13에 나타냈다. 無流面을 110m로 하여 計算된 地衡流에서 斜線部分의 眞流速은 東에서 西로 向하고 있음을 나타내고 正流速은 西에서 東으로 流出되는 것을 나타낸다. 이러한 狀況은 既存의 報告書에 의하면 이 海域에 西쪽으로 流出되는 恒流成分이 存在하지 않는 것으로 보아 恒流成分에 의해 CW-1, 2의 表層에 出現한 20cm/sec 以上の 強流速線이 $K_2 \sim K_3$ 斷面に 나타나고 있고 西쪽으로 向하는 흐름이 出現하고 있었다. 力學計算에 의한 東流는 平均流速이 4.23cm/sec, 海水 容積輸送量은 $0.11 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{sec}(\text{Sv})$ 를 나타냈

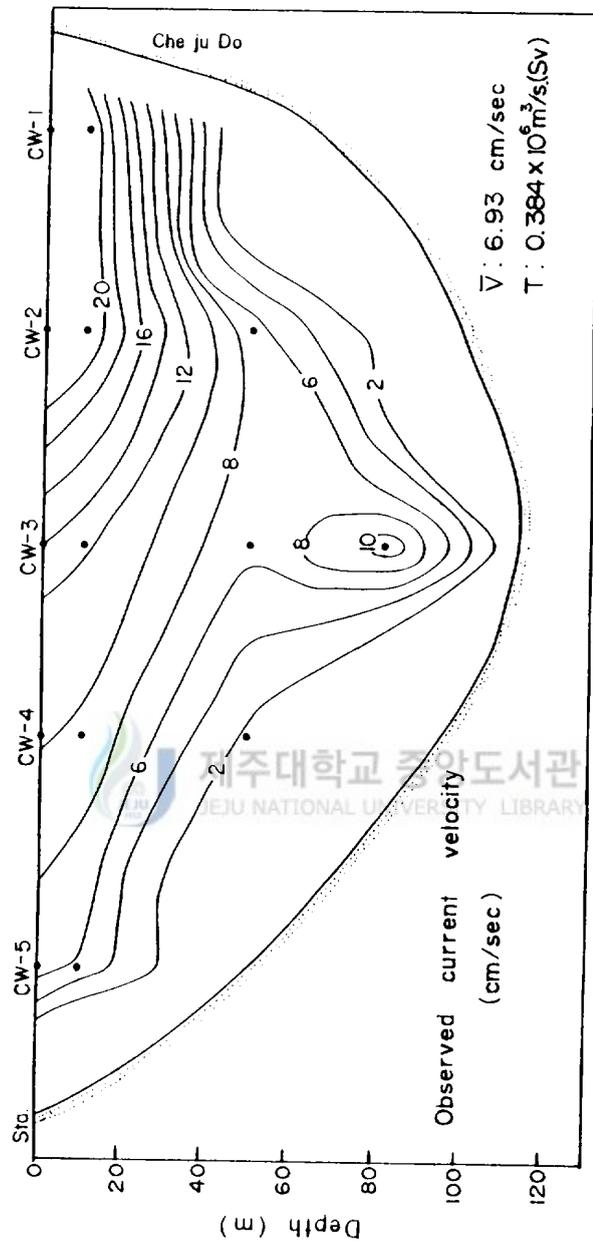


Fig.12. Observed current velocity profile at the current meter mooring stations CW-1~CW-5.

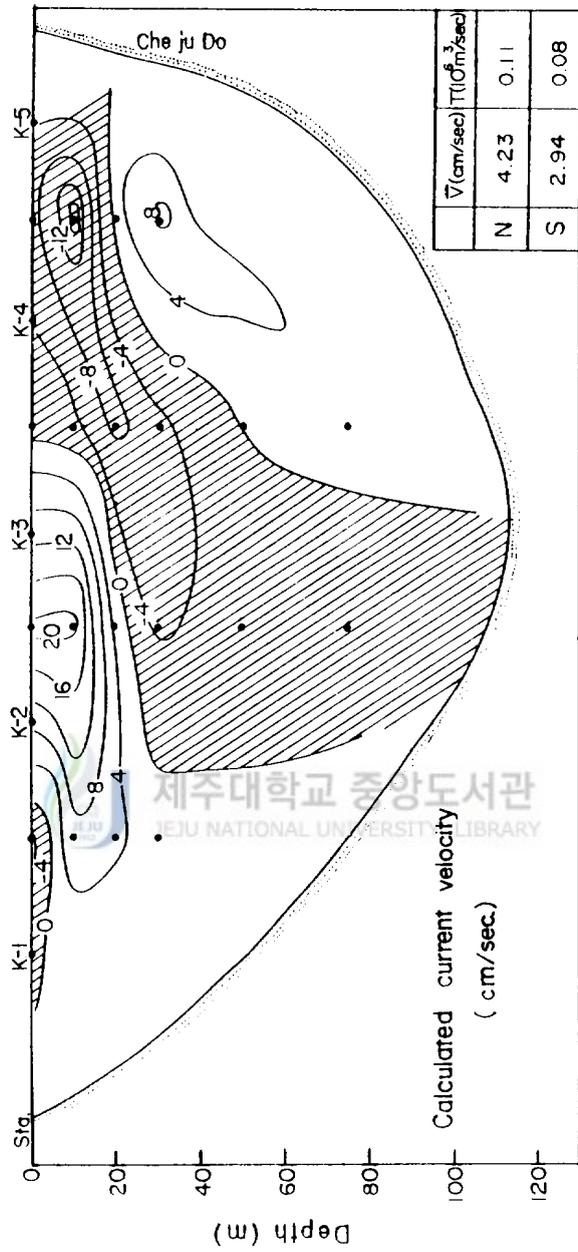


Fig.13. Calculated current velocity profile at oceanographic stations of section K-1~K-5.

고 西流는 平均流速이 2.94cm/sec, 海水 容積輸送量이 $0.08 \times 10^6 \text{m}^3/\text{sec}(\text{Sv})$ 를 보였다. 따라서 恒流成分에 의한 結果 및 力學計算에 의한 結果는 尙致되고 있지 않음을 나타냈다.

IV. 考 察

IV-1. 濟州海峽의 海況

IV-1-1. 恒流

本 研究期間 동안에 調査된 恒流成分 및 金(1979), KOSEC(1983), KORDI(1984·1987)에서 實施하여 얻어진 恒流를 綜合하여 夏季(6月~10月)와 冬季(11月~5月)로 區分했고, 또한 季節에 따른 10m, 中·底層으로 分離하여 나타냈다.

夏季 10m(Fig.14-a), 中·底層(Fig.14-b) 狀況에서 10m層 流動傾向은 濟州海峽 西쪽 入口에서 볼 때 濟州島 西側에서 강한 流速을 보이고 이 以北으로 갈수록 流速이 약해지며 海水가 北東方向으로 移動하고 있었다. 또한 椴子島 北西 海域에서 南東으로 向하는 海流가 把握되어 濟州海峽 西쪽 入口에서는 全般的으로 海峽內로 流入되는 傾向을 보였다.

이와 같이 夏季에 濟州海峽 西쪽 入口의 濟州島 北側에서 강한 流速을 보이는 것은 1986年 8월에 觀測된 10m層 水溫(Fig.15-a)·鹽分(Fig.15-b) 水平分布圖에서 보면 金(1986)이 中國大陸沿岸에서 형성된 沿岸水가 夏季(6月~10月)에 두께 25m미만으로 鹽分 32.20% 以下の 低鹽分水가 濟州島 쪽으로 확장하여 濟州海峽을 빠져나가는 狀況과 같이 10m層에서 水溫 27.0°C·鹽分 28.60%를 中心 Core로 하는 高溫·低鹽分水가 北東쪽으로 확장해 濟州海峽 西쪽 入口에서는 水溫 26.0°C·鹽分 30.60%로 周圍海水와 混合되며 濟州島 西側에 接하여 流入되기 때문에 나타난 結果로 보인다. 濟州海峽 西쪽 入口에서 海峽內로 流入된 海水는 濟州海峽 中央部の 濟州島 北側에서 海岸線과 平行하게 흐르는 거의 東쪽 系列의 恒流와 이 以北 海域에서 北東으로 向하는 海流로 兩分되는 모습을 보였다.

이와 같은 10m層 流動傾向을 李·奎(1969)의 海流瓶 投下 試驗結果에서 1963年 9月 濟州島 南쪽에서 北上한 海流가 西海 쪽으로 北上하는 海流 및 濟州島北部沿岸에 東流를 형성한다고 報告하였다. 李(1974)의 研究結果에서도 濟州島 西側에 投下한 海流瓶이 모두 西海側 小黑山島 東方 30海里海域에서 大黑山島와 全羅道 沿岸側을 거쳐 忠南 瑞山郡까지 漂着한 北上流를 說明하였으나 本 調査期間의 恒流分布狀況에서는 濟州海峽 西쪽 入口에서 北上하는 海流는 전혀 보이지 않았으며 KORDI

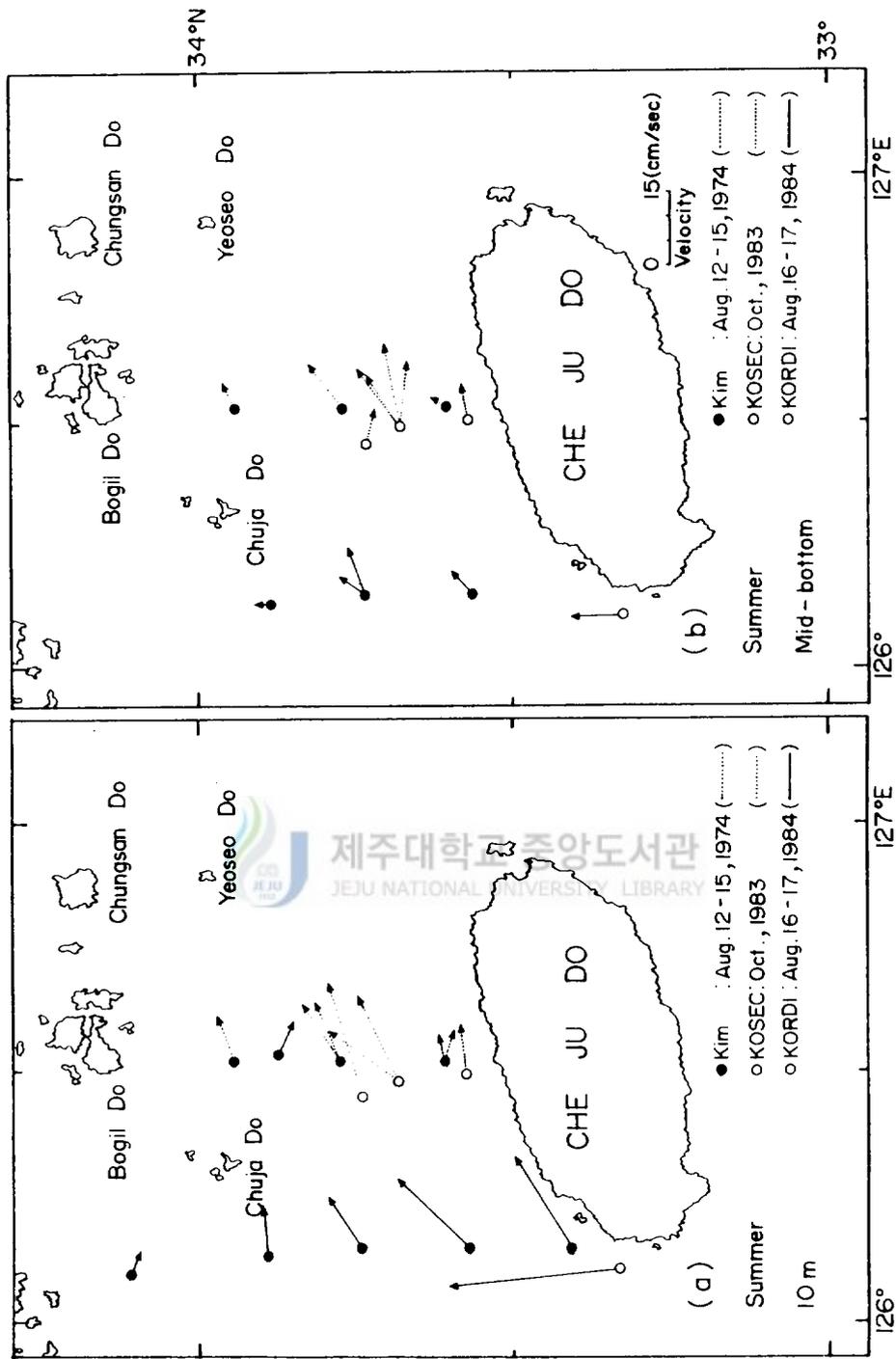


Fig.14. Distribution of residual current observed in summer (for the period Jun. ~ Oct.) at 10m(a) and mid-bottom(b) layer in the Cheju Strait.

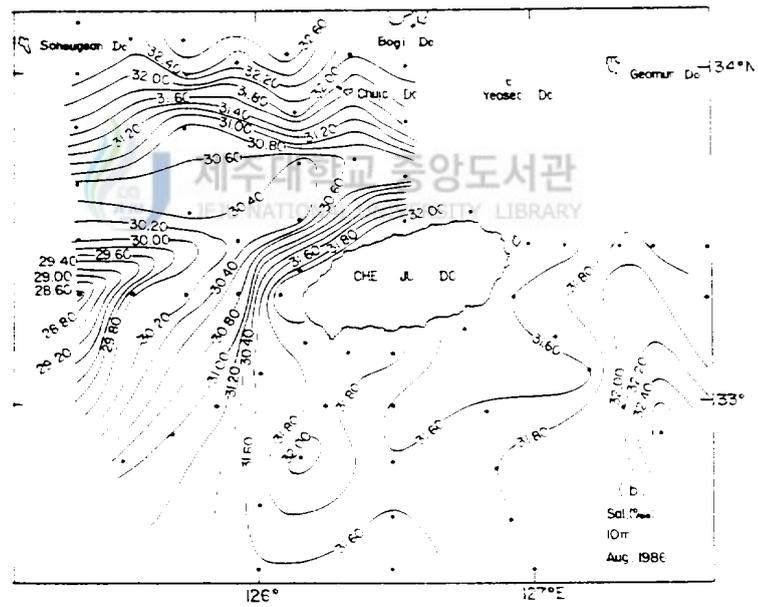
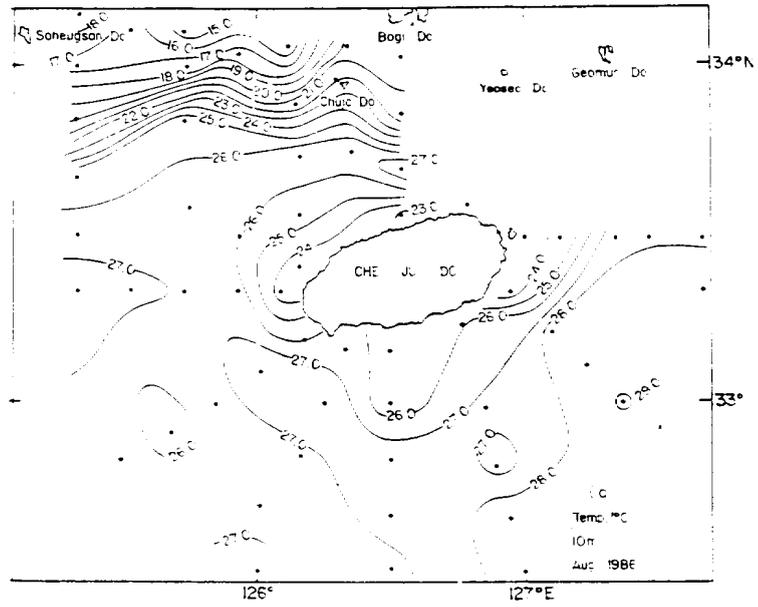


Fig.15. Horizontal distribution of temperature ($^{\circ}\text{C}$, a) and salinity(‰ , b) at a depth of 10m in Aug. 1986.

(1984) 研究結果에서 濟州島 西側端에 北쪽으로 向하는 海流가 把握되었을 뿐이었다. 그러나 이 KORDI(1984)의 結果도 濟州島 西側端을 右廻하여 海峽內로 流入되리라 判斷되기 때문에 西海 쪽으로 北上하는 海流는 本 調査地域에서 出現하지 않았지만 李·奉(1969), 李(1974)가 제시한 北上流가 西海로 北上하는지는 濟州島 西側 以西地域의 觀測資料가 없기 때문에 그 確실한 流路가 濟州島 以西地域에 存在하는지는 海流計에 의한 研究가 要求된다.

夏季 中·底層 流動傾向(Fig.14-b)은 10m層 流速보다 1/2~1/4 작게 나타나고 濟州島 南쪽에서 北上한 海流가 濟州海峽 西쪽 入口의 10m層에서 全般的으로 北東으로 向하여 海峽內로 流入되는 데 反하여 中·底層에서는 거의 北東北으로 向해 北쪽 系列의 海流가 되어 海峽內로 流入되는 傾向을 보였다. 海峽內로 流入된 海水는 濟州海峽 中央部에서 10m層과 같이 濟州島 北側에서 東流를 形成하고 그 以北 海域에서는 北東으로 向하는 海流로 兩分되는 모습을 보이며 流速도 沿岸側보다 中央域에서 强하게 나타났다. 이상과 같이 夏季의 海流狀況은 濟州海峽 西쪽 入口에서 層에 關係없이 海峽內로 流入된 海水는 海峽中央部の 濟州島 北側에서 海岸線에 平行하게 東으로 흐르는 海流 및 그 以北 海域에서 北東쪽으로 向하는 海流로 兩分되는 傾向을 보였다.

冬季 10m·Fig.16-a), 中·底層·Fig.16-b) 狀況에서 10m層 流動傾向은 濟州海峽 西쪽 入口에서 北東으로 向하는 海流가 强한 流速을 보이면서 海峽內로 流入되고 濟州島 西側端은 夏季에 北東으로 向하는 모습과는 달리 沿岸에 거의 直角으로 向하고 있는 모습을 하고 있다. 濟州海峽 西쪽 入口에서 流入된 海水는 海峽中央部에서 夏季와 같이 濟州島 北側에서 東으로 向해 沿岸線과 平行하게 흐르는 海流가 夏季보다는 强한 流速을 보이고 있으며 그 以北 海域에서는 夏季에 北東으로 向하는 모습과는 달리 거의 北쪽 系列의 海流가 把握되었다.

이와 같은 冬季 10m層 流動傾向은 李·奉(1969)에 의한 海流瓶 投下 實驗結果에서 1962年·1963年 4月 濟州島 西側에 投下한 海流瓶이 濟州海峽內로 流入되는 東流에 對應하여 東으로 向하는 海流 및 그 일부가 西海中部로 北上한다는 報告를 했고, 李(1974)의 1974年 4月 海流瓶 投下結果에서도 濟州島 西側을 流過한 暖流가 弱하게 東流를 形成했을 뿐이고 모두 西海域으로 北上하여 大黑山島와 紅島에 漂着했다는 報告를 하였는데 恒流分布에서 볼 때 冬季 濟州島 西側 沿岸域으로 向하는 恒流 및 그 以北 海域에서 北東流를 보여 西海로 北上하는 모습은 本 研究海域에서 볼 수 없었다. 그러나 夏季 10m層 流動狀態에서 지적했듯이 濟州島 西側 以西 海域의 冬季

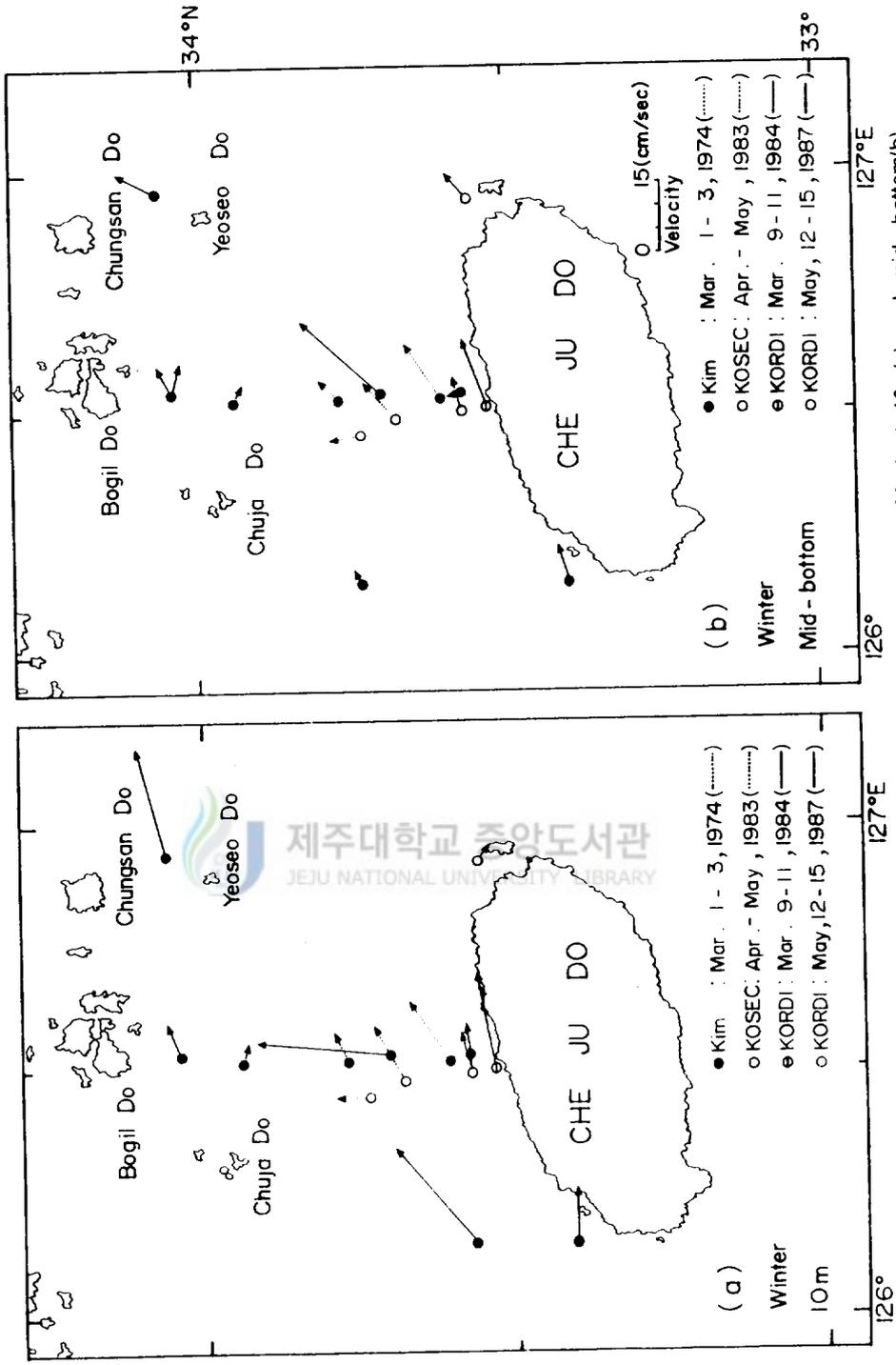


Fig.16. Distribution of residual current observed in winter (for the period, Nov.~May) at 10m(a) and mid—bottom(b) layer in the Cheju Strait.

觀測資料가 없기 때문에 그 流路가 以西地域에 存在하는지는 夏季狀況과 같이 濟州島 以西 海域에서의 研究를 필요로 하는 것이다.

中·底層 流動傾向은 流速이 10m 層보다 약 1/2~1/3 약하게 나타나며 濟州海峽 西쪽 入口에서 夏季狀況과 같이 北東으로 向하는 모습을 보이거나 그 流速에 있어서는 가장 약한 狀態를 보이고 있는데 이는 楸子島 北西쪽 海域에서의 海流觀測資料가 없기 때문에 確實하지는 않으나 冬季 卓越風의 영향으로 南東으로 向하는 海流가 강하게 형성되었기 때문에 나타난 것이라 본다. 濟州海峽 中央部에서는 海峽 西쪽 入口에서 流入된 海水가 濟州島 北側에서 海岸線에 거의 平行하게 나타나고 그 以北 海域에서는 麗瑞島와 靑山島 사이 海域方向으로 向하므로써 海峽中央部에서는 10m層과 같이 兩分되는 모습을 보여 주었다.

이상의 冬季 海流狀況은 夏季와 같이 濟州海峽 西쪽 入口에서 海峽內로 流入된 海水가 海峽中央部の 濟州島 北側에서 夏季보다는 강한 流速을 보이며 海岸線과 平行하게 東으로 向하고 있었고 그 以北 海域에서는 北쪽 系列의 恒流가 把握되어 夏季에 北東方向인 麗瑞島 쪽으로 向하는 모습과는 달리 冬季에는 靑山島를 向하여 확장되고 있었다. 따라서 濟州海峽 中央部에서 兩分된 海流 사이는 夏季보다도 冬季 쪽이 더 넓게 나타났다.

이와 같은 狀況을 綜合해 보면 지금까지 濟州海峽 西쪽 入口에서 實施되지 않았던 測流結果로는 時期와 層·別에 關係없이 海峽內로 流入된 海水가 濟州海峽 中央部の 北側에서 海岸線과 거의 平行하게 흐르는 東流 및 그 以北 海域에서 北東으로 向하여 海流가 兩分되는 現象을 보였고 海流의 兩分된 사이는 冬季가 夏季보다 더 넓게 나타났다.

以上 濟州海峽 西쪽 入口와 中央部の 狀況을 살펴보았으나 濟州海峽 東쪽 入口의 狀況은 牛島北端 3海里 海域에 投下한 海流板 追跡 結果에서 보았듯이 牛島를 右廻하여 南東南으로 移動하므로 이 地域에 南下하는 海流가 存在한다는 사실은 既存의 研究觀點에서 이 地域에 北上하는 海流가 存在한다는 사실과 상반되는 現象으로 나타났다 KORDI(1987) 結果도 같은 양상을 나타냈다. 이와 같은 南下流는 濟州島 北側 沿岸域에서 海岸線과 平行하게 흐르던 海流가 계속 東으로 移動해 牛島를 右廻하여 南下하기 때문인 것으로 보인다. 또한 麗瑞島와 牛島 사이 海域에는 濟州海峽 中央部에서 海流가 兩分되는 海流 사이를 麗瑞島 南쪽 海域에서 濟州市 쪽으로 제기 모양으로 파고드는 小規模의 左旋渦流가 存在해 있다. 이는 瞬間流速觀測結果의 浮木·섬물 패 狀況에서도 같은 樣相을 보였고, 1985年 6月 50m層 水溫(Fig.17)

a) · 鹽分(Fig.17-b) 水平分布圖를 보면 이때에도 麗瑞島 南部海域에 水溫 15.0°C · 鹽分 34.80‰을 中心 Core로 하는 高鹽分水가 濟州島 西側 北端 및 東側 北端보다 水溫 · 鹽分이 높게 濟州海峽內를 쉼기모양으로 貫入되고 있는 形상을 하고 있었다. 그리고 1986年 5月 底層 水溫(Fig.18-a) · 鹽分(Fig.18-b) 水平分布에서도 濟州海峽 西쪽 入口에서 水溫 13.0°C · 鹽分 34.00‰의 海水가 海峽內로 流入되는 데 비하여 麗瑞島와 牛島사이 海域에서는 이보다 높은 水溫 14.0°C · 鹽分 34.40‰의 高溫 · 高鹽水가 濟州市 쪽을 向해 쉼기모양으로 파고드는 모습을 하고 있었다. 이와 같은 結果 이외에도 濟州島 東側 海域에서의 旋網漁場中心의 224海區를 中心으로 223海區 쪽으로 확장하고 있다(盧 · 鄭, 1978; 林, 1981; 金, 1982)는 報告는 흥미있는 사실들이고 濟州海峽 東쪽 入口에서 舌狀의 暖水가 冬季에는 強하고 夏季에는 弱해져서 濟州海峽內로 貫入된다(盧 · 平野, 1983)는 報告는 本 研究의 恒流分布에 의한 結果에서도 濟州海峽 中央部에서 兩分되 海流 사이가 夏季보다 冬季 쪽이 더 넓게 나타나고 있다는 사실과도 一致하였으며, 濟州島 東方海域의 渦動域의 漁場으로서 重要하다(田代 and Ohira, 1958)는 사실 또한 이러한 것을 뒷받침하고 있다. 그러나 이러한 研究結果들은 現象들에 대해서만 言及했을 뿐이므로 本 研究結果에서는 小規模의 左旋渦流가 濟州海峽 東쪽 入口에 存在하므로써 나타난 結果임을 提示한다. 이러한 左旋渦流가 韓國南海의 所里島 附近에 出現하고 있다(林, 1976)고 하지만 그러나 이 左旋渦流가 濟州海峽 東쪽 入口까지 확장하여 나타난 것인지는 濟州 東側海域에서의 觀測資料가 없기 때문에 확실치는 않으나 海洋觀測結果 및 海流板追跡結果로부터 左旋渦流가 存在하고 있다고 본다.

이와 같은 海洋觀測 및 海流觀測資料를 綜合하여 다음과 같이 濟州海峽의 夏季와 冬季 海流模式圖를 나타낼 수 있다. 恒流分布에 의한 濟州海峽의 海流模式圖는 海流瓶에 의한 海流模式圖와 比較해 볼 때 海流計에 의한 觀測의 數抄 · 數分帶의 Turbulence와 Surface wave, 數時間 以上の Eddy와 吹送流, 그리고 觀測時의 誤差와 機器 자체의 誤差가 포함되어 正確도가 떨어지는 傾向이 있다(Bowden, 1983)고 한다. 그러나 海流瓶의 海表面에 接해져 漂流하기 때문에 이런 影響을 더 많이 받는 것으로 把握되어지며 海流瓶 投下 結果에 의한 模式圖보다는 海流計에 의한 恒流成分으로 나타난 海流模式圖가 주는 意味는 더 크다고 본다.

夏季 10m, 中 · 底層 海流模式圖를 Fig.19-a,b에 나타냈으며 濟州海峽 西쪽 入口의 10m層에서는 北東으로 向하여 濟州海峽內로 流入되고, 中 · 底層에서는 北東北으로 向하면서 濟州海峽內로 流入되 海水가 濟州海峽 中央部의 濟州島 北側에서 層에

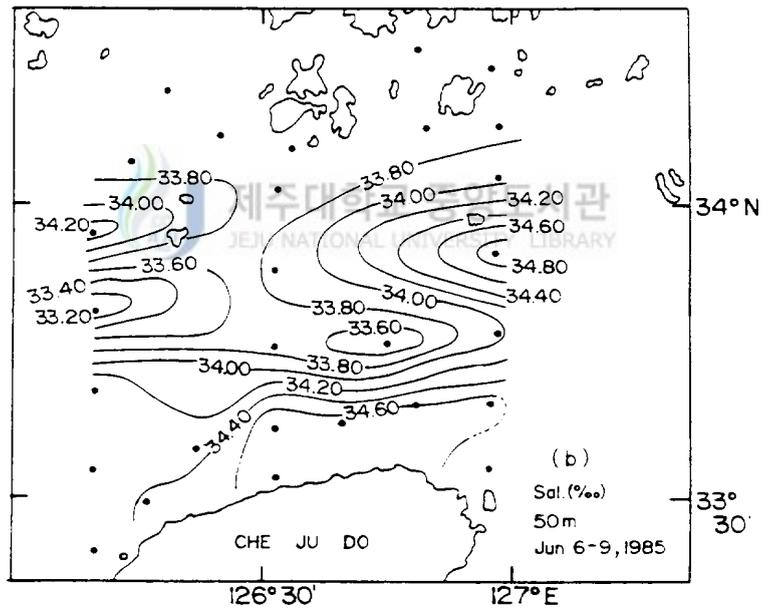
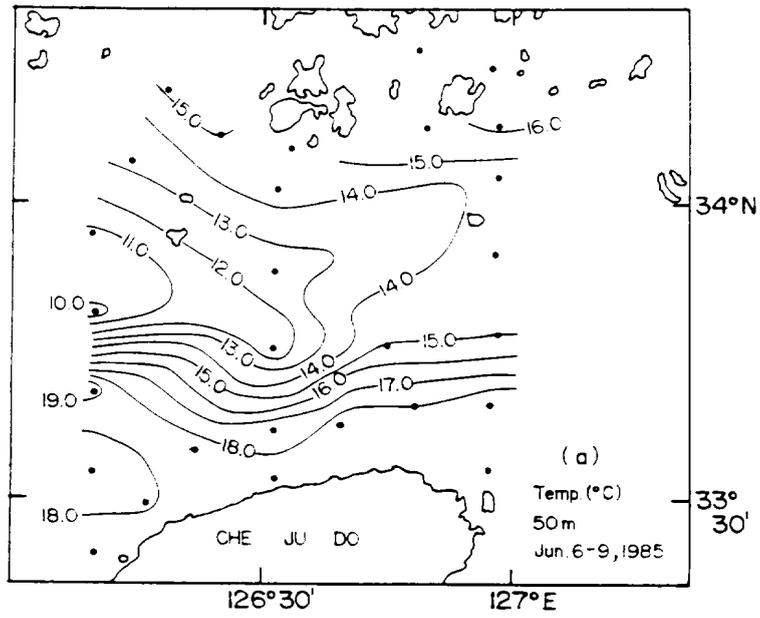


Fig.17. Horizontal distribution of temperature(°C, a) and salinity(‰, b) at a depth of 50m in Jun. 6~9, 1985.

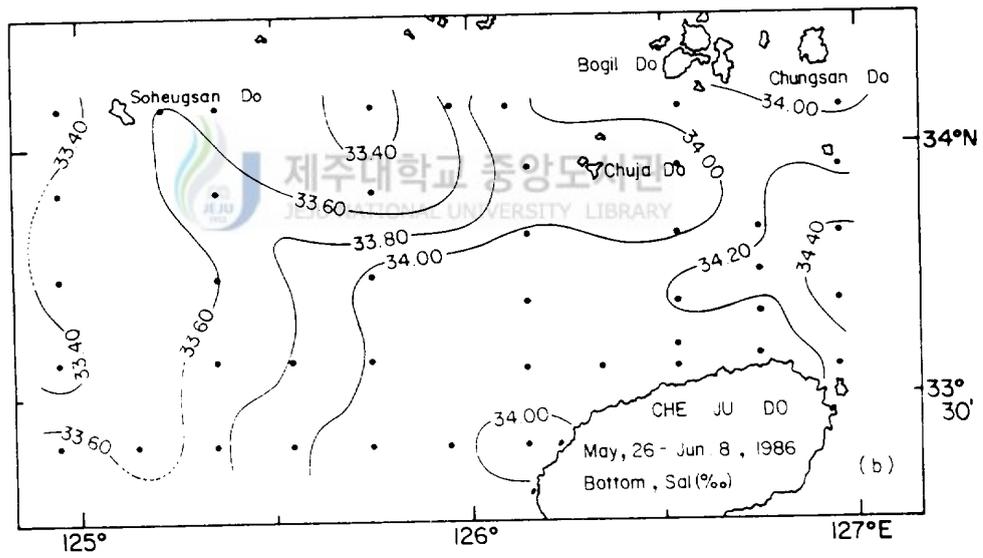
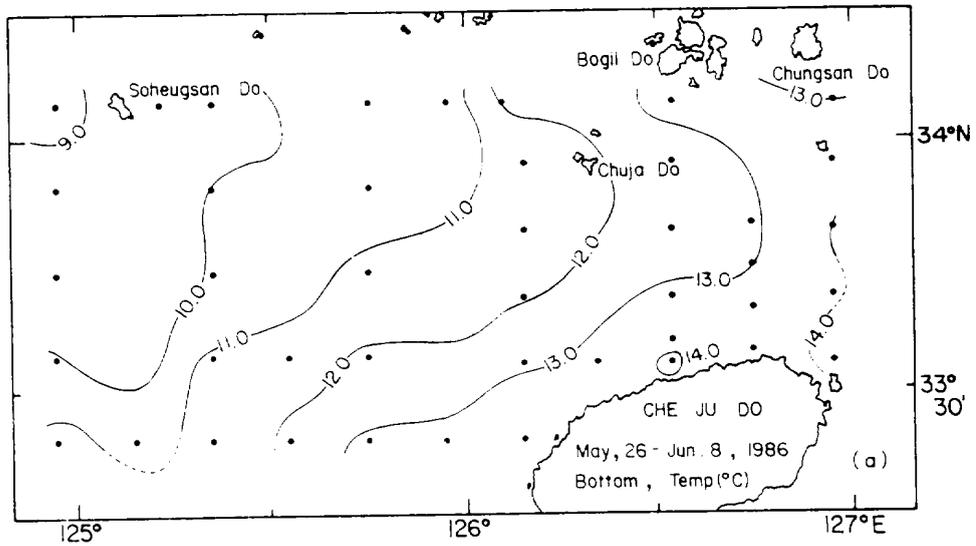


Fig.18. Horizontal distribution of temperature (°C, a) and salinity(‰, b) at a bottom layer in May, 26~Jun. 8, 1986.

關係없이 海岸線과 平行하게 東으로 흘러 半島를 右廻하여 南下하는 海流와 그 以 北 海域에서는 麗瑞島를 바라보며 北東으로 向하는 海流로 兩分되는 傾向을 하고 있 다. 이와 같이 濟州海峽 中央部에서 兩分되는 海流 사이를 麗瑞島 南部海域에서 濟州市 를 向해 왜기모양으로 파고든 뒤 海岸線을 따라 東쪽으로 흘러나가는 小規模의 左旋 渦流가 10m層이 中·底層보다 폭이 좁게 濟州市 쪽으로 貫入되는 모습을 보여준다.

冬季 10m層, 中·底層 海流模式圖를 Fig.20-a,b에 나타냈으며 夏季狀況과 같이 濟州海峽 西쪽 入口에서 層·別에 關係없이 海峽內로 流入된 海水는 濟州海峽 中央 部の 北側에서 夏季보다 強한 流速을 보이며 海岸線과 平行하게 東으로 흐르고 그 以 北 海域에서는 夏季에 北東으로 向하는 반면 冬季에는 北東北으로 向하여 靑山島 方向으로 移動하고 있었다. 兩分된 海流 사이에는 夏季보다 幅이 넓게 나타나 麗瑞 島 南部海域에서 濟州市를 向해 왜기모양으로 파고든 뒤 海岸線을 따라 東南方向으 로 흘러나가는 左旋渦流가 10m層에서 보이고 있고 中·底層에서는 東으로 向하여 流出되는 모습을 하고 있었다. 이와 같은 濟州海峽 東쪽 入口에서의 左旋渦流는 夏 季·冬季에 따라 變化를 달리하며 나타나는데 이러한 現象은 濟州島와 對馬島 사이에 投下한 海流瓶試驗結果(金, 1980)에서 濟州島 東쪽 海域 33°33.6'~33°30.3'N, 127°34.0'~127°04.5'E에 投下한 海流瓶이 濟州島 東側 北端에 直接 移動하여 漂着한 것처럼 나타났다. 이는 海流瓶 投下 및 漂着狀態를 나타낼 때 漂流經路圖를 綜合 하여 直線으로 表示하는 Helland & Hansen의 海流表示法(Sverdrup et al. 1942)으로 나타냈기 때문에 中間漂流過定을 나타낼 수 없는 短點이 있다. 따라서 海流瓶이 濟 州島 東側北端에 漂着한 狀況은 投下地點에서 直接 漂着地에 到達한 것이 아니라 北上하는 海流에 便乘되어 左旋渦流의 結果로 나타난 것이라 하겠다. 또한 이 시기 의 1977年 6月과 8월에 強하게 나타나고 1978年 10月에는 濟州島 東側 北端에 漂着 한 것은 없다고 했다(金, 1980). 이는 10月 以後에 冬季 北西 季節風에 의한 表層 流가 濟州島 東側北端에 漂着한 수 없게 했다는 것과 같이 海流瓶이 風系에 의해 影 響을 많이 받아 나타난 結果로 보인다. 그러나 이와는 달리 冬季에도 Fig.18-a, b 와 같이 左旋渦流가 夏季보다 더 넓게 나타나고 있었다. 또한 濟州島 東側 北端에 漂着한 狀況을 海流瓶 漂着分散圖에서 33°35.6'N, 127°51.9'E를 기준으로 그 以東 側으로 大韓暖流의 主流가 流過하고 그 以西側이 暖流勢力보다는 潮流等에 의한 西 向流가 우세하여 나타난 結果(金, 1980)라고 지적한 것처럼 濟州海峽 東쪽 入口의 高溫·高鹽分水의 出現 및 濟州島 東側 北端에 漂着한 狀況 등이 潮流流의 影響으로 나타나 것일지 실재 左旋渦流가 尙상 存在하는지는 확실치 않아 濟州島 東側 海域

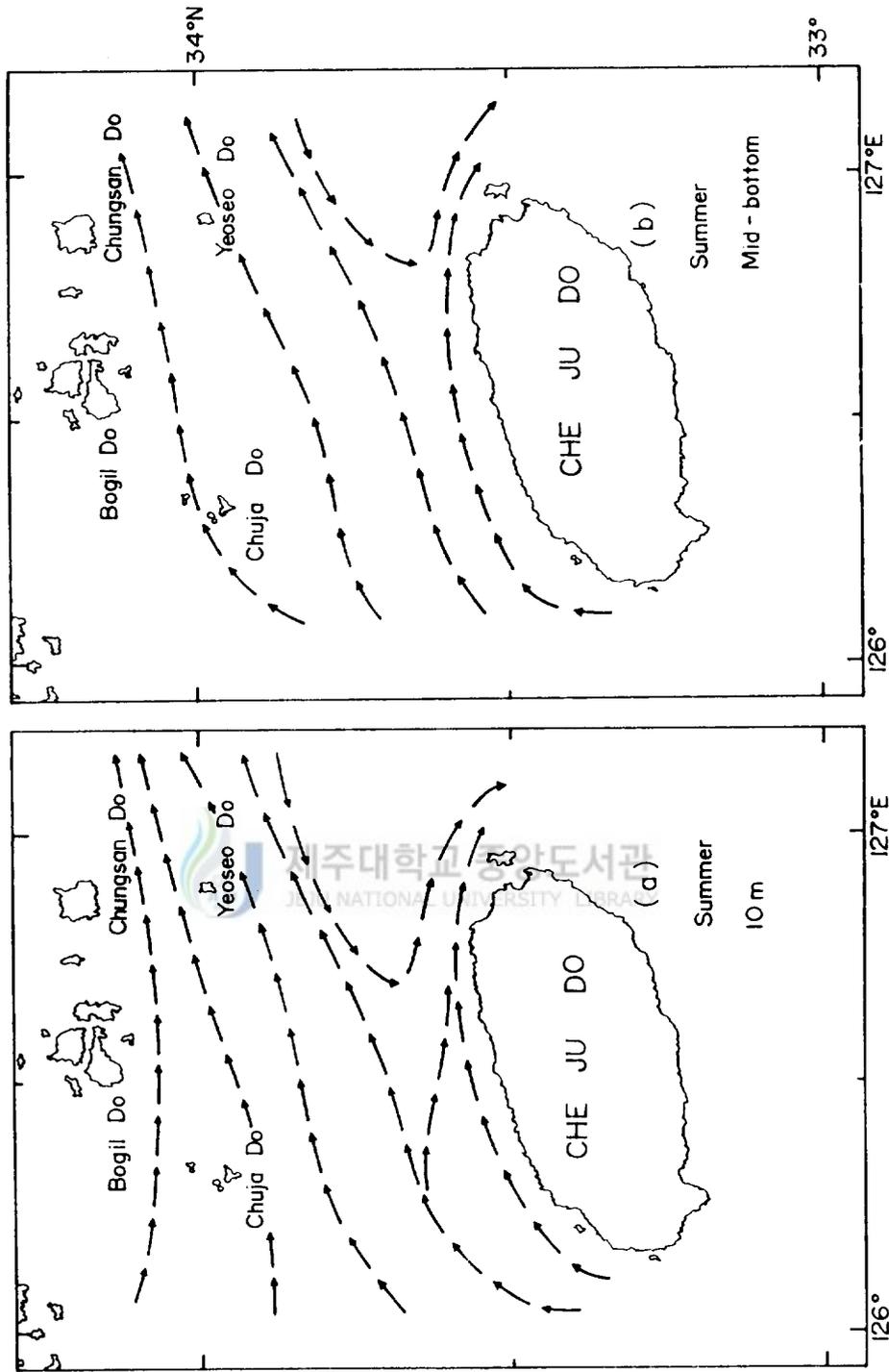


Fig.19. Schematic representation of the current in the Cheju Strait at 10m(a) and mid-bottom layer in Summer (for the period, Jun. ~Oct.).

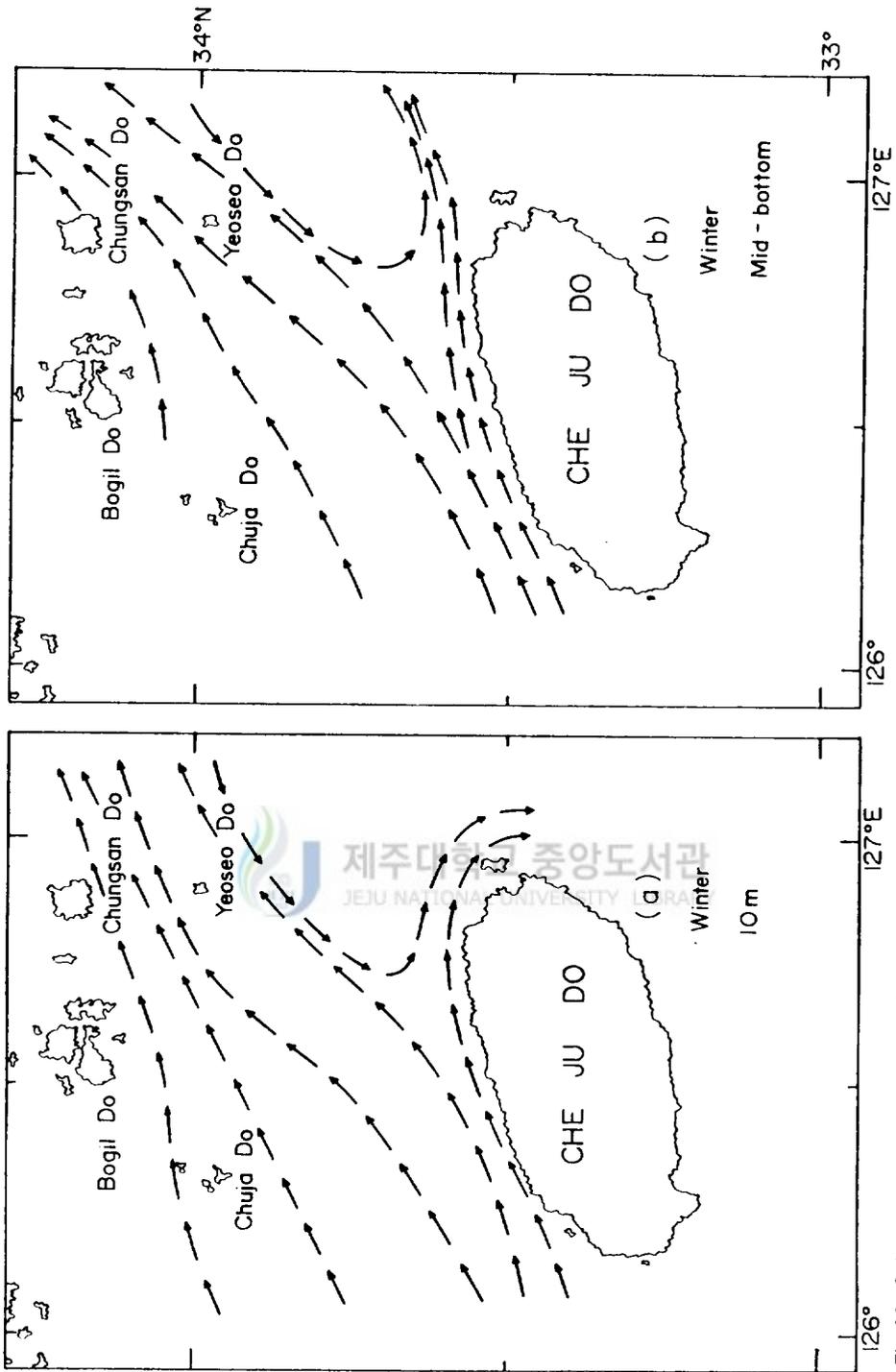


Fig.20. Schematic representation of the current in the Cheju Strait at 10m(a) and mid-bottom layer in Winter (for the period, Nov.~May).

에서 海流觀測을 實施하는 구체적인 研究가 要求된다.

IV-1-2. 測得流

研究期間 동안에 觀測된 測得流分布의 濟州海峽 西쪽 入口(CW Line)에서는 東向流가 北東北~南東流로 나타나고, 西向流는 西~北西北流로 나타나는 測得流가 把握되었다. 또한 濟州海峽 西쪽 入口의 北側地域(CW-1,2)에는 濟州港과의 位相差가 約 5時間의 差를 보일으로써 張(1984)의 海流反 追跡結果에서 얻은 濟州港 低·高潮時의 3~4時間 位相差와는 約 1時間 늦게 나타나고 있었다.

濟州海峽 中央部에서는 東 혹은 北西方向의 測得流가 把握되었으며 濟州港 低·高潮時와 0~2時間의 位相差를 보여 金(1989)의 결과와도 같이 나타났다. 이와 같이 濟州海峽內의 測得流는 濟州海峽 西쪽 入口의 北側에서 濟州港 低·高潮時와 5時間 정도의 位相差를 보이고 있는 반면, 馮의 地域은 0~2時間의 位相差를 보이고 있어 海峽內에서도 位相差가 明白하고 있는 것으로 나타났다.

測得流分布結果 및 瞬間流速觀測結果를 比較해 볼 때 濟州海峽 西쪽 入口 및 濟州海峽 中央部에서 北東~東南系列의 東向流가 把握된 반면, 西向流는 全體적으로 北西~北西北으로 向하는 모습을 보였다. 또한 濟州島 北側에서는 東~西方向의 測得流가 把握된 점은 瞬間流速觀測結果와도 合致하는 상황을 보여주었다.

들물 때 傾向이 10m 層의 濟州海峽 西쪽 入口에서 北西北 方向을 向하고 있으며 濟州海峽 中央部에서는 北~北西北으로 向하는 形態를 취하여 韓國西海南部域으로 海水를 供給해 주는 傾向을 보였고 濟州海峽 東쪽 入口의 麗瑞島 南方海域에서 南西로 向해 濟州市를 向하는 모습을 보임으로써 海流模式圖와 같이 左旋渦流의 形態를 취하고 있었다. 50m 層에서는 濟州海峽 西쪽 入口에서 北東北으로 向하고 海峽 中央部에서 北西北~北東北으로 向하며 南海西部域으로 移動하는 傾向을 보였다. 濟州海峽 東쪽 入口 海域에서는 海峽 西쪽 入口와 海峽 中央部の 北으로 向하는 觀測結果와는 相反되어 南西方向으로 向하는 모습을 보여주고 있었다. 이상의 들물 때 狀況은 李(1974)의 海流瓶 投下試驗結果와 같이 西海로 北上하고 있는 모습을 10m 層에서 볼 수 있었다.

썰물 때는 濟州海峽 西쪽 入口의 濟州島 北側에서는 복잡한 狀況을 보이고 있으며 10m 層에서 南東流가 우세하게 나타나는 반면 50m 層에서는 北西로 向하면서 海峽內로 流入되고 海峽 中央部の 10m 層에서 南東~東으로 向하면서 牛島를 向하고 50m 層에서는 北東으로 向하므로써 10·50m層 狀況이 다르게 나타나고 있었다. 또

한 썰물 때도 濟州海峽 東쪽 入口의 牛島 北側에서 들물 때보다는 다소 縮小되어 左旋渦流가 나타나는 모습을 보여주었다.

이처럼 濟州海峽의 들물·썰물 때의 流動狀況에 대한 既存의 研究結果가 없기 때문에 대체적으로 比較할 수 없었으나 이와 같은 資料가 계속 蒐集되어 들물·썰물로 區分하여 나타낼 때는 濟州海峽의 流動傾向은 쉽게 把握되리라 본다.

IV-2. 地衡流와 恒流의 比較

濟州海峽에서 南北斷面을 선정하여 斷面을 通過하는 海流의 平均流速과 海水容積輸送量에 대한 연구로는 三井田(1976)가 定置測流에 의해 얻어진 恒流成分을 토대로 하여 夏季 濟州海峽 中央部 南北斷面에 대한 平均流速 및 海水容積輸送量을 求하였는데 10.9cm/sec 의 平均流速으로 $0.54 \times 10^6 \text{m}^3/\text{sec}$ (Sv)의 海水가 濟州海峽內를 西에서 東쪽으로 流出된다고 하였다. 또한 張(1984)은 濟州海峽內에서 海水의 物性分布에 의해 地衡流計算을 시도하였으나, 그 斷面 全體에 대한 平均流速 및 海水輸送量을 比較하지는 못하였고 流速計에 의한 實測值 및 力學計算에 의한 計算值를 그 定點流速에 대하여 比較한 結果는 잘 符合한다고 하였다. 그러나 이와 같은 結果들은 濟州海峽의 南北斷面에 대해 恒流成分을 가지고 平均流速 및 海水輸送量을 제시하고 (三井田, 1976) 地衡流計算에 의한 結果와 海流計에 의해 나타난 恒流에 대하여 定點流速을 比較하였을 뿐이고 그 斷面의 絕對流速은 比較하지 않았다.

本 研究에서는 夏季에 濟州海峽 西쪽 入口에서 南北斷面 全體의 流速計에 의한 恒流를 把握하고 이 斷面에 대한 平均流速 및 流量을 計算한 結果 6.93cm/sec 의 平均流速으로 $0.384 \times 10^6 \text{m}^3/\text{sec}$ (Sv)의 海水가 西에서 東으로 流入되고 있었다. 三井田(1976)에 의해 濟州海峽 中央部에서 얻어진 結果와는 平均流速이 約 3cm/sec 의 差를 보이고 있으며 海水容積輸送量은 $0.156 \times 10^6 \text{m}^3/\text{sec}$ (Sv) 정도의 差를 보이고 있는데 이와 같은 差異는 觀測地域이 다르고 時期的으로 海況을 달리하는 濟州海峽內의 流動特性에 의해 나타난 結果로 생각된다. 또한 同 時期의 同 地域에 대한 物理量(水溫·鹽分)을 토대로한 力學計算結果는 西쪽으로 向하는 흐름이 存在하고 最强流速出現地域이 實測值와는 다르게 나타나며 恒流分布에 의해 구한 絕對流速과 比較한 結果로는 合致하지 않는 狀況을 보여 주었다. 따라서 濟州海峽內에서 地衡流計算에 의한 海流의 추정을 더 자세한 研究가 要求된다.

V. 要 約

濟州海峽의 時期에 따른 流動特性을 糾明할 目的으로 濟州大學校 實習船을 利用하여 1985~1986年까지 實施한 濟州島 周邊海域의 海洋觀測資料와 瞬間流速觀測資料, 1986~1987年까지 濟州海峽內에 14個 定點을 設定해 海流計로 流動觀測을 實施하여 얻어진 資料 等を 分析한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 濟州海峽 서쪽 入口海域(CW Line)에서는 周年, 層·別에 關係없이 全體的으로 濟州海峽內로 海水가 流入되고 있었다.
2. 濟州海峽 中央部(CC Line)에서는 濟州海峽 서쪽 入口에서 流入된 海水가 濟州市 外海側에서 2個로 나누어져 約 10海里 以內의 沿岸域에는 海岸線과 平行하게 흐르는 東流가 있고 그 以北 海域에는 北~北東쪽으로 흐르는 北流系의 흐름이 있다.
3. 濟州島 北部沿岸域에서 海岸線과 平行하게 흐르는 東流는 牛島 北側에서 方向을 바꾸어 南方流가 된다.
4. 濟州市 北側에서 兩分되는 東流와 北東流 사이에는 麗瑞島 附近을 通하여 西쪽으로 流入되어 濟州市 北側까지 웨카모양으로 타고들었다가 海岸線을 따라 東쪽으로 흘러나가는 小規模의 左旋渦流가 있다.
5. 退潮 때 10m 層의 濟州海峽 서쪽 入口에서는 거의 北西方向으로 向하며 濟州海峽 中央部에서는 北~北西北으로 向하는 형태를 취하고 50m 層에서는 濟州海峽 서쪽 入口에서 北東方向으로, 濟州海峽 中央部에서 北쪽으로 向하여 10m 層이 西海南部域으로 海水를 供給해 주는 반면 50m 層에서는 南海西部域으로 海水를 供給해 주고 있었다. 또한 濟州海峽 동쪽 入口 海域에서는 麗瑞島 南部海域의 10, 50m 層에서 濟州市 方向으로 向하므로써 左旋渦流의 형태를 취하고 있었다.
6. 漲潮 때 10m 層의 濟州海峽 서쪽 入口에서는 南東方向으로 向하며 濟州海峽 中央部에서는 南東~南으로 向하여 牛島 쪽으로 向하는 모습을 보였고, 50m 層의 濟州海峽 서쪽 入口에서는 北西方向으로 向하며 濟州海峽 中央部에서는 거의 北東쪽을 向하므로써 漲潮 때는 10·50m 層의 流向을 달리하며 나타나고 있었다. 漲潮 때 도 濟州海峽 동쪽 入口의 牛島 北側에는 左旋渦流의 형태가 漲潮 때보다는 縮小되어 나타난다.

7. 夏季에 恒流分布結果로부터 濟州海峽 서쪽 入口에서 海峽內로 流入되는 海流의 平均流速은 $6.93\text{cm}^2/\text{sec}$ 를 나타냈고 流入되는 海水輸送量은 $0.384 \times 10^{10}\text{m}^3/\text{sec}$ (Sv)를 나타냈다. 또한 恒流分布에 의한 結果와 力學計算에 의한 結果는 濟州海峽內에서 一致하지 않았다.

參 考 文 獻

- Bowden, K. F., 1983. Physical oceanography of coastal waters. Ellis Horwood Ltd., Chichester, England.
- 海洋研究所, 1984. 韓國海域 綜合海洋環境圖 作成研究. 韓國科學技術院. 海洋研究所報告書. BSPG 00019-70-7.
- , 1987. 韓國海域 綜合海洋資源圖 作成研究. 韓國科學技術院. 海洋研究所報告書. BSPG 00046-163-7.
- 張京一, 1984. 濟州海峽內 海流의 構造와 力學. 碩士學位論文, 서울大學校. 1~62.
- 金福起, 1979. 濟州海峽의 海流와 潮流에 關하여, 國立水產振興院 研究報告, 21 : 7~21.
- , 1980. 濟州島 ~ 對馬島間海域의 海流瓶 試驗調查, 國立水產振興院 研究報告, 25 : 7~16.
- 金 重, 1980. 韓國南西海의 海流分布와 그 影響에 關한 研究. 未公開發表 論文 : 1~23.
- 金福起, 1982. 韓國南海의 平年海況과 旋網魚場에 關한 研究. 國立水產振興院 研究報告, 30 : 7~29.
- 金仁鈺, 1986. 濟州島周邊海域에 出現하는 中國大陸沿岸水에 關한 研究. 碩士學位論文, 濟州大學校 : 1~45.
- 金在植, 1986. 楸子島 周邊海域의 海況에 關한 研究. 碩士學位論文 : 濟州大學校 : 1~42.
- 李昌起, 1968. 韓國西海에 있어서의 海流瓶試驗調查, 國立水產振興院 研究報告, 3 : 27~41.
- 李昌起·奉鍾憲, 1969. 海流瓶試驗에 依한 韓國南海 海流에 關하여, 國立水產振興院 研究報告, 4 : 45~58.
- 李昌起, 1974a. 韓國南海域에 있어서의 海流瓶試驗調查, 國立水產振興院 研究報告, 12 : 7~26.
- Lim, D. B., 1976. The movements of the waters off the South Coast of Korea. J. Oceanol. Soc. Korea. 11(2) : 77~88.

- 林琦瑛, 1981. 韓國南海의 海況과 고등어 漁場의 特性에 對하여. 國立水產振興院 研究報告, 27 : 7~24.
- Lie, H. J., 1984. A note on water masses and general circulation in the Yellow Sea (Hwanghae). *J. Oceanol. Soc. Korea*. 19 : 187~194.
- , 1985. Wintertime temperature-salinity characteristics in the south-eastern Hwanghae (Yellow Sea). *J. Oceanogr. Soc. Japan* 41 : 291~298.
- 三井田恒博, 1976. 定置測流からみた流れ. 水産海洋研究會 昭和50年度秋季 シンポジウム, 「九州西方海域における卵・稚仔の輸送」, 水産海洋研究會報(28) : 38~58.
- 中野猿人, 1940. 潮汐學. “潮汐の 調和分解” : 298~314.
- 盧洪吉・鄭公斯, 1975. 濟州海峽의 夏季海況에 關하여. 濟州大學漁撈學會 漁業研究誌, 7 : 13~20.
- , 1978. 環境條件이 고등어 전갱이 魚群의 分布에 미치는 影響. 濟州大學論文集 第10集, 自然科學編 : 125~128.
- 盧洪吉・平野敏行, 1983. 濟州海峽 東쪽 入口에 出現하는 舌狀의 暖水. 韓國水產學會誌. 16(4) : 299~304.
- 盧洪吉・金 坵, 1983. 濟州와 木浦, 濟州와 莞島間의 表面水溫變化. 韓國海洋學會誌, 18(1) : 64~72.
- 盧洪吉, 1985. 濟州島 周邊海域의 漁場海洋環境에 關する 研究. 博士學位論文, 東京大學 : 1~215.
- Sverdrup, H. U., M. W. Johnson and R. H. Fleming, 1949. *The Oceans*. Prentice-Hall, Inc. : 1~1087.
- 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.
- , 1936. 日本海及び其の隣接海區の海況. 水産試験場報告, (7) : 91~151.
- Uda, M. and K. Ohira, 1958. Oceanographic structure of current-rip fishing ground in the East China Sea. Report of Tsushima Warm Current Areas. Fisheries Investigations. 1 : 535~539.

謝 辭

本 研究을 遂行함에 있어 始終 細心한 指導와 鞭撻을 아끼지 않으신 指導教授 盧 洪吉教授님께 진심으로 깊은 感謝를 드리며, 本 文을 矯覽하여 주신 孫泰俊教授님, 朴正植教授님 그리고 많은 助言을 주신 鄭公斯教授님, 徐斗玉教授님, 安長榮教授님께 感謝를 드립니다. 또한 資料提供 및 많은 助言을 하여 주신 韓國海洋科學技術(株)의 李錫祐先生님께도 謝意를 表합니다. 아울러 資料整理 및 分析에 同參하여 協助하여 주신 최찬문, 박장욱, 김인옥 大學院學兄, 양용수, 김현주, 정재현學友 그리고 資料募集에 積極 協力하여 주신 濟州401, 402號 船長님 以下 全 乘組員분들께 깊은 感謝를 드립니다. 무엇보다 어려움 속에서도 오늘의 結實이 있기까지 物心兩面으로 된바라지를 해 주신 父母님께 本 文을 드립니다.

