同一地點에서의 長期觀測에 의한 洛東江河口 循環特性

The Circulation Characteristics in the NAKDONG River Estuary Accoring to the Long-term Observation at the Same Position

金 鍾 培

Jong-Bea Kim

KOREA MARITIME UNIVERSITY 1945 한국해양대학교

〈目 次〉

Abstract
표 및 그림목록
Ⅰ. 서 론
Ⅱ. 자료의 분석
Ⅲ. 결과의 고찰
1. 유속특성
2. 염분특성
3. 순환특성
4. 波의 특성
Ⅳ. 결 론
참고문헌

ABSTRACT

From the result of the analysis for 7 observations during 5 years at the station "C" in the NAKDONG river estuary, the characteristics of circulation, waves and others are as follows:

1. The comparison of stratification and circulation parameters shows that the recent values of both have been increased approximately 7 times and 2.5 times, respectively. This change is due to the continuous influx of fresh water from the ANDONG dam. The continuous and moderate supply of fresh water yields somewhat steady mixing and entrainment which result the increase of the surface and the bottom layer flow. As a consequence, the enhancement of this 2 layer-flow yields the large parameters mentioned above.
2. The comparison of the time variation curves of depth, velocity and salinity for each observation shows that the tidal wave at station "C" has the characteristics of standing wave having the phase difference of near zero between depth and salinity and of near 90 degrees between salinity and velocity.
3.. Other characteristics are similar to those of the general estuary.

dCollection

*** CONTENTS OF TABLE AND FIGURE ***

TABLE

Page

Table 1-a Tidal Comparison between the GUPO Bridge (Observed) and GADEOK Island (Tide Table) 23

Table 1-b Tidal Comparison between MYUNGJI (Observed) and GADEOK Island (Tide Table) 23

Table 2 The Comparison of the Time Variations 24

Table 3 Comparison of Stratification and Circulation Parameter 24

Table 4 Summary of the Estuarine Characteristics of Station "C" 24

Table 5 Precipitation in PUSAN 25

Table 6 The Amount of Discharge from the ANDONG Dam 25

Table 7 Time Required for the Discharged Water to Arrive at MULGEUM from the ANDONG Dam 26

FIGURE

Figure 1 Study Area 26

Figure 2 Time Variation of Velocity (Jun. 6-7, 1986) 27

Figure 3 Depth Profile of Velocity (Jun. 6-7, 1986) 28

Figure 4 Time Variation of Velocity (Nov. 21-22, 1985) 29

Figure 5 Depth Profile of Velocity (Nov. 21-22, 1985) 30

Figure 6 Time Variation of Velocity (Mar. 29, 1984) 31

KOREA MARITIME UNIVERSITY 한국해양대학교

dCollection

Figure 7 Depth Profile of Velocity (Mar. 29, 1984) 32
Figure 8 Time Variation of Velocity (Nov. 4, 1983) 33
Figure 9 Depth Profile of Velocity (Nov. 4, 1983) 34
Figure 10 Time Variation of Salinity (Jun. 6-7, 1986)..... 35
Figure 11 Depth Profile of Salinity (Jun. 6-7, 1986) 36
Figure 12 Time Variation of Salinity (Nov. 21-22, 1985)..... 37
Figure 13 Depth Profile of Salinity (Nov. 21-22, 1985) 38
Figure 14 Time Variation of Salinity (Mar. 29, 1984) 39
Figure 15 Depth Profile of Salinity (Mar. 29, 1984) 40
Figure 16 Time Variation of Salinity (Nov. 4, 1983) 41
Figure 17 Depth Profile of Salinity (Nov. 4, 1983) 42
Figure 18 Time Variation of Stratification Parameter
(Jun. 6-7, 1986) 43
Figure 19 Time Variation of Stratification Parameter
(Nov. 21-22, 1985) 44
Figure 20 Time Variation of Stratification Parameter
(Mar. 29, 1984)..... 45

dCollection

Ⅰ. 서 론

본 대학 연구진은 낙동강의 해양물리학적인 특성을 연구하기 위해서 과거 5년 동안 十數차례 관측을 해왔다. 이들 관측자료중 1984년까지의 자료는 이미 분석이 이루어져서 논문으로 발표되어 있으며, 이 논문들에서는 주로 江軸을 따라 정해진 몇 지점(보통 "N", "A" 및 "C")에서 거의 동시에 관측된 자료들을 분석하여 강축에 대한 순환 및 혼합특성을 연구하였다. 그러나 저자는 이 연구들과 달리 과거 5년 동안 관측지점 "C"에서 행해졌던 관측들 중 삼수기에 해당하는 '86년 6월과 '83년 11월(大潮期에 해당) 및 '85년 11월과 '84년 3월(小潮期에 해당)에 대한 자료들을 집중적으로 분석하여, 관측지점 "C"에서 본 낙동강 하구의 시간에 따른 해양물리학적 특성의 변화(年變化 및 潮汐時期에 따른 變化)와 유속 및 염분변화의 몇가지 代表的인 형태를 당시 안동댐의 放流를 고려하여 연구해 보았다.

연구수역 및 관측지점의 위치를 나타내면 그림 1과 같으며, 이것은 유·민·신(1984)[1] 및 유·민·김(1985)[2]에서 정의했던 관측지점과 일치한다.

대부분의 유속, 염분 및 수온의 측정은 3관측요소의 측정센서가 함께 구비되어 있는 BRAYSTOKE SERIES 1000 유속계로 일시에 행해졌으며, 이외에도 T-S Bridge로 수온과 염분을 동시에 측정하여 오차를 보정하였다.

dCollection

정선관측외에 여러번 Drogue 추적을 시도했지만 성공하지 못하여, 동일 수괴를 추적하며 그 수괴의 혼합과정을 연구할 수 없었던 점이 아쉽다.

KOREA MARITIME UNIVERSITY
한국해양대학교
1945
dCollection

Ⅱ. 자료의 분석

관측에서 얻어진 자료들은 대부분 서의 한 潮汐週期에 걸쳐 매 시간 1 미터 간격의 每 水深에서 관측한 값들인 바, 수심이 서로 다른 여러 시기의 관측결과를 비교하기 위하여 상대수심에 대한 값으로 補間하여 자료를 정리하였다. 이와같은 자료처리는 본 대학 전산기 (HP 9040 AM) 를 이용하였다.

1. 상대수심에 대한 보간

전체 수심을 10 등분하여 이를 상대수심 0.0 에서 1.0 까지 나타내며 이 상대수심에 대해 유속, 수온 및 염분의 값들을 보간하였다. 보간법으로는 수온과 염분의 경우 Cubic Spline 법[9,12] 을 적용하였으며, 유속의 경우에는 수심 전체를 2 개의 層으로 나누어 상층에는 Cubic Spline 법을, 하층인 底層境界層에서는 Logarithmic Fit[9] 를 이용하였다. 큰 레이놀드수를 가지는 곳에서는 보통 바닥을 기준으로 하는 상대수심 (z/h) 이 0.15 이하인 저층에서 유속이 對數的인 형태로 이분포를 가정하는 것이 常例이므로[7], 바닥으로부터 1 미터 수심을 기준으로 아랫쪽은 Logarithmic Fit 를 적용하였다.

Logarithmic Fit 를 적용하는데 가장 문제가 되는 저층끌림계수 (Bottom Layer Drag Coefficient) 인 C_{100} 의 값은 정·방(1984)[6] 과 윤(1982)[7] 를 참고하여 0.02 로 두었다.

dCollection

2. 평균방법

상대수심에 대해 보간된 각 값들은 다시 수심 및 시간에 대해 평균할 필요가 있으며, 시간에 대해서는 밀물기간과 썰물기간으로 나누어 평균하여야 그 비교가 가능하다. 관측시간을 정하는데 따라 유발될 수 있는 오차를 없애기 위해서, 본 연구수역의 조석이 半日週潮에 해당하므로 모든 자료들의 평균은 거의 한 조석주기인 12시간 동안 13번 관측한 자료만 이용하였다.

전 조석주기 및 수심에 대한 평균은 다음의 식[9] 에 의해서 계산하였다.

$$Y(\eta_j) = \frac{1}{n}\left\{\frac{1}{2}Y(\eta_j, t_o) + \sum_{k=1}^{n-1} Y(\eta_j, t_k) + \frac{1}{2}Y(\eta_j, t_n)\right\} \quad \cdots\cdots\cdots (1)$$

여기서, η_j는 임의의 무차원 상대수심이며 $Y(\eta_j)$는 η_j에 대한 전 조석주기 동안의 평균치이다. 또 $j = 0, 1, \cdots\cdots, 10$ 이며 $n = 12$ 이다.

$$Y(t_k) = \frac{1}{m}\left\{\frac{1}{2}Y(\eta_o, t_k) \sum_{i=1}^{m-1} Y(\eta_1, t_k) + \frac{1}{2}Y(\eta_m, t_k)\right\} \cdots\cdots\cdots (2)$$

여기서, t_k는 임의의 관측시간이며 $Y(t_k)$는 t_k에 대한 전 수심 평균치이다. 또 $k = 0, 1, \cdots\cdots, 12$ 이며 $m = 10$ 이다.

dCollection

3. 썰물 및 밀물기간의 구분

매 시간 관측된 실제 수심에는 상당한 오차가 포함되어 있어서 이를 正弦波의 형태로 어느 정도 조정할 필요가 있다. 실제 관측된 수심을 가덕도 기준의 조석표 및 산업기지 개발공사에서 설치한 두 지점 (구포교와 명지, 그림 1 참조)의 검조계로 과거 2년 동안 관측한 潮位와 비교하였으며 이에 따라 고조 및 저조를 결정하였다. 실제 관측조위와 가덕도 기준의 조석표 사이의 고, 저조시간 및 그 차이를 表 1에 게재하였으며, 아울러 正弦波로 조정한 결과의 수심변화와 조석표 사이의 차이를 表 2에 나타내었다.

이 결과를 종합해 보면, 낙동강하구의 조위변화는 가덕도의 조석표 예고보다 약 1시간 정도 늦음을 알 수 있다. 밀물과 썰물기간의 구분은 유속의 시간변화 곡선을 참조하여 유향에 기준을 두어 정하였다.

4. 유속의 Vector 구분

관측에서 구한 유속의 크기와 방향을 각 상대수심에 대해 보간한 후, 이 값으로부터 강축에 평행한 성분과 직각인 성분으로 나누어 이중 강축에 평행한 성분을 중심으로 제반 논의를 진행하였다. 부호는 상류방향을 −로, 하류방향을 +로 정의하였다.

그 결과 거의 모든 경우 바람직한 결과를 보여 주었지만, '85년 4월에 관측된 유속의 전 조석주기 동안 평균값은 그 방향이 상류

dCollection

향으로 계산되었다. 이와 같은 결과를 얻게 된 이유는 당시의 상황이 담수의 유입이 아주 작고 소조였던 관계로 전반적인 흐름이 약했던 이유도 있지만, 관측위치와 강축방향의 선정이 잘못되었기 때문으로 생각된다.

5. 계수의 결정 [9),11)]

매 시간의 성층 및 혼합정도를 나타내는 성층계수는 다음의 식으로 계산되며 이 값들을 식 1에 의해서 평균하면 전 조석주기에 대한 성층계수가 구해진다.

$$\frac{\triangle S}{\overline{S}} = \frac{S_b - S_s}{\overline{S}} = \frac{\text{바닥염분} - \text{표면염분}}{\text{전 수심에 대한 염분평균치}} \quad \cdots\cdots (3)$$

또, estuary의 순환특성과 하층의 해수가 상층의 담수에 유입되는 entrainment의 정도를 알기 위해서 다음의 식을 이용하여 순환계수를 계산하였다.

$$\frac{\overline{U}_s}{\overline{U}} = \frac{\text{전 조석주기 동안 평균한 표면유속}}{\text{전 조석주기 동안 평균한 전 단면유속}} \quad \cdots\cdots (4)$$

이렇게 구한 순환계수 및 성층계수를 表 3에 게제하였다.

dCollection

Ⅲ. 결과 및 고찰

앞 章에서 설명한 방법에 의하여 자료를 분석한 결과, 수온은 그 변화가 작아서 순환특성에 큰 영향을 미치치 못하는 것으로 판단되어 유속 및 염분변화에 의해서만 관측지점 "C"에서의 여러가지 특성을 설명하였다. 과거 5년 동안 7번에 걸친 관측결과를 종합해서 정리하면 表 4와 같으며, 이중 당시의 旬別 강우량[5](表 5) 및 안동댐의 방류량[4](表 6)을 고려하여 갈수기에 해당하는 동일대조기('86년 6월과 '83년 11월의 경우)와 소조기('85년 11월과 '84년 3월의 경우)의 자료를 택하여 비교 설명하였다.

1. 유속특성

전체적인 유속의 연직분포(그림 3,5,7 및 9)를 보면 상층에서는 담수가 하류를 향하고 하층에서는 해수가 상류를 향해 유입되는 일반적인 estuary의 순환특성을 보여 주고 있다.

1.1 동일대조기에 대한 비교

表 4를 보면 동일대조기에 서로 유속이 비슷한 경우는 2쌍이 있다. 이중 갈수기에 속하는 '86년 6월과 '83년 11월의 경우를 비교해 보면, 표층과 저층에 대해 전 조석주기 동안 평균한 유속 사이의 차이는 서로 비슷하지만, 밀물과 썰물기간에 대해 평균한 유속의 차이는 '83년 11월의 경우가 훨씬 큰 것을 알 수 있다.

dCollection

그림 2 및 3 ('86년 6월)과 그림 8 및 9 ('83년 11월)를 비교해 보면, 그림 2 및 3의 표층은 하류향의 흐름이 우세하여 강한 二層流현상을 보이고 있음을 알 수 있지만 그림 8 및 9에서는 이와 같은 경향이 아주 약한 것을 알 수 있다. 이것은 '83년 11월의 경우 밀물과 썰물기간 사이의 유속 차이가 '86년 6월보다 큰 이유가 되며, 이외에 '83년 11월의 조차(186㎝)가 '86년 6월의 경우(122㎝)보다 큰 것도 이 유속차를 조장하는 요인임을 알 수 있다.

동일조건하에서라면, 강한 2층류현상을 보였던 '86년 6월의 경우에 표층과 저층 사이의 유속 차이가 더 커야 하겠지만 '83년 11월의 안동댐 방류(약 70㎥/sec)가 '86년 6월의 경우(약 40㎥/sec)보다 많았기 때문에 그 차이는 서로 비슷하게 되었다.

1.2 동일소조기에 대한 비교

表 4에서 같수기에 동일소조기인 '85년 11월과 '84년 3월의 경우를 비교하면, 동일소조기에 유속의 차이가 약 2㎝/sec 정도 되지만, 밀물과 썰물기간 동안 평균한 유속의 차이는 '84년 3월의 경우가 크고, 표층과 저층에 대해 전 조석주기 동안 평균한 유속의 차이는 '85년 11월의 경우에 큰 것을 알 수 있다. 이렇게 서로 차이가 다른 이유를 생각해 보면, 그림 4 ('85년 11월)와 6('84년 3월)에서 '84년 3월의 경우에는 표층, 중층 및 저층의 유속변화가 거의 同位相을 가지지만, '85년 11월의 경우에는 전 조석주기에 걸쳐 표층은 하류향의 흐름이 우세하고 저층에서는 상류향의

흐름이 우세하여 단지 중층에서만 조석의 영향에 따른 일반적인 유속변화를 보이고 있다. 그러므로 밀물과 썰물기간 동안 평균한 유속의 차이는 '84년 3월의 경우에 커지게 되며 표층과 저층사이의 유속 차이는 '85년 11월에 커지게 되는 것이다.

아울러 유속의 연직분포를 나타낸 그림 5('85년 11월)와 7('84년 3월)을 보면, '84년 3월의 경우에는 상대수심 0.7까지 하류향의 純흐름을 보이는 반면 '85년 11월의 경우에는 상대수심 0.5를 기준으로 상층은 純흐름이 하류향이며 하층은 상류향이어서 역시 강한 2층류의 경향을 확인할 수 있다.

이와 같은 2층류 경향외에 조차의 차이도 서로간의 유속차이를 조장하는 것으로 설명할 수 있다.

2. 염분특성

염분의 특성에 영향을 주는 요인으로는 여러가지가 있지만 가장 중요한 것은 역시 담수의 유입이다. 담수의 유입이 많아지면 일반적으로 염분이 낮아지기도 하지만 성층의 정도는 커지게 된다. 이외에 조석의 영향을 보면 대조기보다 소조기에 성층이 커진다. 전체적인 염분특성을 보면, 전 조석주기에 걸쳐 염분의 연직기울기가 안정한 상태 즉 수심이 깊어질수록 고염분의 상태로 되어 있으며 전 수심에서 밀물기간의 염분이 썰물기간의 염분보다 높은 일반적인 특성을 나타내고 있다.

각 조석시기에 대해 염분을 비교할 때 유속의 경우와는 달리 썰

dCollection

물 및 밀물기간의 평균값 차이 대신 매 시간 전 수심에 대해 평균한 단면 평균염분중 최대값과 최소값 사이의 차이로 비교하게 되며, 그 이유는 각 경우들이 유속과 염분변화 사이에 같은 位相差異를 가지지 않기 때문이다.

2.1 동일대조기에 대한 비교

동일대조기에 해당하는 '86년 6월과 '83년 11월의 경우를 먼저 전 조석주기 동안의 단면 평균염분으로 비교해 보면, '86년 6월의 경우는 25.02ppt로서 갈수기의 평균염분으로 타당하다고 할 수 있으나 '83년 11월의 경우는 16.62ppt로서 염분이 낮은 것을 알 수 있다. 그 이유는 '83년 11월의 안동댐 방류량이 '86년 6월보다 많았기 때문이다. 여기서 매 시간 전 수심에 대해 평균한 단면 평균염분중 최대값과 최소값 사이의 차이를 비교해 보면 '83년 11월의 경우가 크며, 표층과 저층 사이의 전 조석주기 동안 평균염분 차이는 '86년 6월의 경우에 큰 것을 알 수 있다. 그 이유는 유속의 경우와 마찬가지로 '86년 6월의 경우에 2층류현상이 강했기 때문이다.

먼저 염분의 시간변화 즉 그림 10('86년 6월)과 16('83년 11월)을 보면 '83년 11월의 경우 밀물기간에는 성층을 이루지만 썰물기간 동안에는 염분의 연직변화가 크지 않음을 볼 수 있으며, 이에 반해 '86년 6월의 경우에는 전 조석주기에 걸쳐 성층되어 있음을 볼 수 있다. 또 염분의 연직분포인 그림 11('86년 6월) 과 17('83년 11월)을 보면 '83년 11월의 경우 거의 일정하며 작은

dCollection

연직 염분기울기를 나타내지만 '86년 6월의 경우에는 중층에서만 약간 큰 염분기울기를 나타내고 있음을 알 수 있다. 따라서 '86년 6월의 경우에는 이미 설명한 바와 마찬가지로 거의 전 조석주기에 걸쳐 상층은 저염분수가 하류를 향하고 하층으로는 고염분의 해수가 상류를 향하는 2층류현상이 강한 순환특성을 가진다고 판단할 수 있다. 이 결과 '86년 6월의 경우 표층과 저층 사이의 염분 차이가 커지게 되고 최대와 최소염분 사이의 차이는 감소하게 된다.

2.2 동일소조기에 대한 비교

동일소조기인 '85년 11월과 '84년 3월의 경우에 대한 염분의 시간변화 즉 그림 12('85년 11월)와 14('84년 3월)를 비교해 보면, '85년 11월의 경우 전 조석주기 동안 각층의 구분이 뚜렷하며 특히 중층과 저층에 비해 표층은 계속 저염분(6-11ppt)의 상태를 유지한다. 반면 '84년 3월의 경우는 표층, 중층 및 저층이 모두 비슷한 염분을 가지되 밀물기간에만 약간 성층을 보이며 염분의 시간변화 곡선은 거의 正弦波의 형태를 나타낸다. 또 염분의 연직분포의 예로 4일 13('85년 11월)과 15('84년 3월)를 보면 그림 11과 17의 비교에서보다 훨씬 현저한 차이를 보여 강한 2층류와 일반적인 감조하구역(tidal river)의 특성을 나타낸다. 따라서 '84년 3월의 경우보다 '85년 11월의 경우에 표층과 저층 사이의 염분 차이가 커지게 되며 최대와 최소염분 사이의 차이는 감소하게 된다.

dCollection

2.3 성층계수로 본 염분특성

성층계수에 의해 전체적인 염분분포를 보면, 보통 0.1 이상의 성층계수를 가진 경우 성층되어 있다는[10] 기준에 의하여, 관측지점 "C"에서는 항상 성층되어 있다고 할 수 있다. 과거 5년 동안의 관측결과에 의한 성층계수(表 3)를 보면 최대로 성층된 경우는 '87년 2월의 경우이며, 최소의 경우 즉 가장 잘 혼합된 경우는 갈수기 및 소조기에 해당하는 '84년 3월의 경우임을 알 수 있다. 여기서 하나 특이한 것은 같은 갈수기에 대조기였던 '86년 6월의 경우에 오히려 성층이 잘 된 것이다(그림 18과 20 참조). 대조시 보다 소조시에 성층이 커지는 일반적인 경향에 비추어 '86년 6월의 경우에 작은 성층계수를 가져야 함에도 불구하고 '84년 3월의 경우보다 더 큰 성층계수를 가지게 된 이유는 역시 당시에 강한 2층류현상을 가졌기 때문이다.

이외에 동일소조기인 '85년 11월과 '84년 3월의 경우를 비교해 보아도 '85년 11월의 성층계수가 약 7배 정도 큰 것을 알 수 있다. 이것은 조차가 '85년 11월의 경우에 30 ㎝정도 더 작아서 성층정도가 커진 이유도 있지만, 근본적인 원인은 역시 '85년 11월의 강한 2층류현상 때문으로 판단된다(그림 19와 20 참조).

3. 순환특성

이상의 염분 및 유속특성의 분석에 의하면 염분 및 유속이 조

석에 따라 선 단면에 대해 거의 동시에 변화하는 '83년 11월 및 '84년 3월의 경우와 2층류현상이 비교적 강했던 '85년 11월 및 '86년 6월의 경우로 뚜렷이 구분되므로 이들을 對比하여 순환특성을 論하되, 특히 2층류현상이 강화된 원인을 안동댐의 방류를 고려하여 규명하고 순환계수를 도입하여 각 순환기구를 설명해 보고자 한다.

위의 네 경우에 대한 당시의 안동댐 방류량[4]을 表 6에 나타내었으며 또 방류량이 많고 적음에 따라 방류수가 안동댐에서 물금까지 도달하는 시간의 차이가 생기는 바, 각 방류량에 따른 도달시간의 관측결과[4]를 表 7에 나타내었다.

각 관측시기에 대응되는 안동댐의 방류량을 비교하기 위하여 전자('83년 11월 및 '84년 3월)의 경우에는 안동댐에서 방류된 물이 관측점에 도달하는 시간을 약 7일 그리고 방류량을 70 m^3/sec 정도로 대응시키고, 후자('85년 11월 및 '86년 6월)의 경우에는 上述한 도달시간을 약 9일, 방류량을 40 m^3/sec 정도로 대응시켜 보았다. 단순히 방류량으로 보면 전자의 경우에 담수의 유입이 많지만 그 전후의 방류관계를 보면 전자의 경우에는 지속적인 방류가 이루어지지 않았음을 알 수 있다.

이러한 상황을 고려하여 전자의 순환기구를 생각해 보면, 방류가 1주일 정도 전혀 없었던 상태에서 시작되었기 때문에 초기에는 안동댐 건설 이전의 상황과 비슷하나 시간이 지남에 따라 차츰 방류수가 추가된 유속으로 안정될 것이다. 완전히 안정된 유속이 되

dCollection

기까지는 서로 도달시간의 차이가 있어서, 안동댐으로부터 시차를 가지고 방류된 물들이 관측지점보다 상류인 어느 지점에서 합류하게 될 것이며 이 결과 관측지점 "C"의 유량은 안정된 유속의 경우보다 많아지게 된다. 따라서 전 단면에 대해 거의 同位相으로 조석에 따른 변화를 하게 되며 수직혼합보다 수평혼합이 주로 이루어져서 연직방향의 entrainment는 그다지 크지 않을 것이므로 순환의 정도도 활발하지 않을 것이다. 전자의 두 경우에 대한 순환계수 (表 3)를 비교해 보면 '84년 3월의 경우에 비해 '83년 11월의 경우에 2배 이상 큰 것을 알 수 있다. 이렇게 순환계수가 '83년 11월의 경우에 커진 이유는 '83년 10월말의 상당한 강우(40.8 ㎜)의 영향으로 안정된 유속으로의 발달이 가속되었기 때문으로 판단된다.

여기서 후자의 순환기구를 생각해 보면, 지속적인 안동댐의 방류로 인하여 거의 안정된 흐름이 유지되므로 2층류현상이 강해지게 되는 경우이다. 따라서 하층으로부터 entrainment된 해수의 일부가 상층에 가세되어 상층수는 증가하게 되며 그 결과 전체적인 순환이 더욱 활발해지게 되는 것이다.

마지막으로 순환계수에 의해 전자와 후자의 경우를 비교해 보면 역시 2층류의 경향이 강한 후자 즉 '85년 11월과 '86년 6월의 경우에 훨씬 큰 것을 알 수 있다.

dCollection

4. 波의 특성

유속과 염분을 동시에 관측할 수 있었던 5개의 관측결과로부터 관측지점 "C"에서의 조석파가 어떠한 특성을 가지는 지 분석해 보았다. 매 관측결과를 실제 고, 저조를 중심으로 선형화한 결과 나타나는 조위, 유속 및 염분의 시간변화 곡선에서 구한 위상 차이를 나타낸 表 2에 의하면 관측지점 "C"에서의 조석이 가덕도 기준의 조석표 예고[3]보다 약 1시간 정도 늦으며 대부분의 조위변화가 염분변화의 위상과 일치하며 유속은 염분보다 90°정도 위상이 빠른 것을 알 수 있다. 그러므로 관측지점 "C"에서의 조석파는 定常波의 특성을 가진다고 할 수 있다.

KOREA MARITIME UNIVERSITY 1945 한국해양대학교

dCollection

Ⅳ. 결 론

동일관측지점 "C"에서 장기간 관측하여 구한 자료들을 분석하여 그 특성을 검토한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 낙동강 하구의 관측지점 "C"에서 염분의 연직분포는 전 관측기간에 걸쳐 성층이 크며 정상파의 특성이 우세하다.

2. 관측지점 "C"의 결과로 미루어, 안동댐의 방류에 의한 지속적인 담수의 공급이 있을 경우 표층과 저층 사이의 유속 및 염분의 차이가 커지고 밀물과 썰물기간 동안 평균한 유속 및 염분 사이의 차이는 약간 감소하는 것을 알 수 있으며, 그 결과 순환계수 및 성층계수는 크게 증가하며 2층류현상이 강해지게 된다.

dCollection

참 고 문 헌

1. 유홍선 · 민병언 · 신종상, 낙동강하수의 혼합 및 순환과정에 관한 연구, 한국해양대학 해사기초과학연구소 논문집 제 1 집, 한국해양대학 해사기초과학연구소, p.2, (1984).

2. 유홍선 · 민병언 · 김창재, 낙동강 하구에서의 하천수의 순환과 혼합의 물리적 특성, 한국해양대학 해사기초과학연구소 논문집 제 2 집, 한국해양대학 해사기초과학연구소, p.2, (1985).

3. 대한민국 수로국, 조석표, 1983-1987.

4. 산업기지개발공사, 안동댐 연보, 1983-1986.

5. 중앙기상대, 기상연보, 1983-1986.

6. Chung, J.Y., Circulation Dynamics of the Keum River Estuary, J. of Oceanolog. Soc. of Korea, Vol. 19, p.141, (1984).

7. Yu, H.S., The Circulation and Mixing Process in the Nakdongpo Estuary, Master's Thesis, p.6,21, (1982).

8. Bowden, K.F., Physical Oceanography of Coastal Waters, Ellis Horwood Limited, (1983).

9. Dyer, K.R., Estuarine Hydrography and Sedimentation, Cambridge University Press, pp.197-199, 225-226, 205-206, p.213, (1979).

10. Hansen, D.V. and Rattray, M., Limnology and Oceanography, 11, 1966, pp.319-326, (1966).

KOREA MARITIME UNIVERSITY 1945 한국해양대학교
dCollection

11. Officer, C.B., Physical Oceanography of Estuaries, John Wiley & Sons, p.3, (1976).

12. Pennington, R.H., Introductory Computer Methods and Numerical Analysis, McMillan Company, pp.445-452, (1970).

KOREA MARITIME UNIVERSITY
1945
한국해양대학교
dCollection

Table 1-a Tidal Comparison between the GUPO Bridge (Observed) and GADEOK Island (Tide Table)

Classifi. / Date	Observed H.W.	Observed L.W.	Observed H. diff.	Tide table H.W.	Tide table L.W.	Tide table H.diff.	Time diff. H.W.	Time diff. L.W.
1985,11,21	0600	1130	0.50	0433	1009	0.48	0127	0121
	1800	2400	0.55	1659	2306	0.81	0101	0054
22	0700	1200	0.60	0537	1114	0.67	0123	0046
	1900	2430	0.65	1749	2351	0.95	0111	0039
1986, 6, 6	0830	0230	0.90	0738	0135	1.03	0052	0055
	2100	1430	1.18	2017	1336	1.41	0043	0054
7	0910	0330	1.00	0813	0214	1.09	0057	0116
	2130	1500	1.30	2052	1409	1.45	0038	0051
8, 2	0900	0400	0.50	0559	0021	0.49	0301	0339
	2200	1600	0.90	1907	1218	0.92	0253	0342
3	0930	0400	0.75	0658	0111	0.69	0232	0249
	2200	1600	1.09	1949	1304	1.12	0211	0256
1987, 2,16	1100	0500	1.30	1019	0347	1.77	0041	0113
	2300	1730	1.25	2235	1614	1.61	0025	0116
17	1130	0530	1.35	1046	0417	1.72	0044	0113
	2330	1800	1.25	2308	1638	1.59	0022	0122

Table 1-b Tidal Comparison between MYUNGJI (Observed) and GADEOK Island (Tide Table)

Classifi. / Date	Observed H.W.	Observed L.W.	Observed H. diff.	Tide Table H.W.	Tide Table L.W.	Tide Table H. diff.	Time diff. H.W.	Time diff. L.W.
1985,11,21	1900	1100	0.63	1650	1009	0.64	0201	0051
22	2000	1400	0.75	1749	1114	0.77	0211	0246
1986, 6, 6	0900	1400	0.76	0738	1336	1.13	0122	0024
7	0900	1300	0.96	0813	1409	1.18	0046	0051
3, 2	1900	1200	0.83	1907	1218	0.92	-0007	-0018
	2000	1300	0.99	1949	1304	1.12	0011	-0004
1987, 2,16	1100	1700	1.35	1019	1614	1.72	0041	0046
17	1100	1800	1.38	1046	1638	1.68	0014	0122

dCollection

Table 2 The Comparison of the Time Variations

+: advanced, -: retarded

Classification / Date	Phase of depth curve compared with Tide table	Ph. of salinity compared with depth curve	Ph. of velocity compared with depth curve
1987, 2,16 -17	0025 minutes	0 degrees	90 degrees
1986, 6, 6 - 7	0046	45	120
1985,11,21 -22	0054	0	90
1984, 3,29	01h34m	20	120
1983,11,4	0050	0	90

Table 3 Comparison of Stratification and Circulation Parameter

Classification / Date	Stratification parameter	Circulation parameter
1987. 2.16 - 17	1.21	2.16
1986. 6. 6 - 7	0.47	8.82
1985.11.21 - 22	0.97	5.64
1984. 8.27		1.20
3.29	0.14	2.28
1983.11. 4	0.48	5.40
9. 9 - 10		1.21

Table 4 Summary of the Estuarine Characteristics of Station "C"

Classification	Velocity (cm/sec)			Salinity (ppt)			Tide
Date	Avr.	Ebb-Flood	Sur-Bot	Avr.	Max-Min	Sur-Bot	H. diff.(cm)
1987. 2.16 - 17	21.74	42.05	51.71	11.61		14.89	spring (170)
1986. 6. 6 - 7	2.66	45.84	32.30	25.02	12.84	11.54	spring (122)
1985.11.21 - 22	4.21	38.86	30.63	21.19	9.01	20.39	neap (78)
1984. 8.27	76.10	19.47	52.99				spring (199)
3.29	6.14	54.83	17.87	24.48	14.43	3.89	neap (107)
1983.11. 4	4.66	64.01	31.65	16.62	20.26	7.71	spring (186)
9. 9 - 10	30.83	48.87	23.06				spring (197)

dCollection

Table 5 Precipitation in PUSAN (Unit: 0.1mm)

Year / Month / Classifi.	1983			1984		1985	1986		1987
	9	10	11	3	8	11	5	6	2
1st 10 days	1801	496	9	51	95	1	329	26	37
2nd 10 days	693	15	0	96	299	96	1168	1606	306
3rd 10 days	1491	408	0	18	1353	670	437	1515	

Table 6 The Amount of Discharge from the ANDONG Dam

unit:m^3/sec

Year / Month / Day	1983		1984	1985	1986	
	10	11	3	11	5	6
1		58.3		12.5	60.0	50.0
2	2.4	55.6		26.4	10.0	50.4
3	5.3	63.6		17.7	11.1	50.0
4	7.1	43.6	49.9	9.3	4.6	23.9
5	2.5	34.0	50.0	29.2	6.5	11.3
6		9.4	50.0	11.1	12.5	7.8
7		45.1	50.2	11.0	11.4	6.1
8	6.7	36.2	50.0	16.6	13.8	70.0
9		24.3	50.1	26.8	16.2	70.0
10	5.6	16.3	49.9	8.6	85.0	72.4
11	4.7	5.7		43.2	85.0	70.0
12	1.4	45.0		41.6	85.0	70.0
13	9.1	45.0		44.2	60.0	70.0
14	25.0	49.6		43.9	52.0	70.0
15	59.3	40.3		33.4	30.0	70.0
16	5.6	45.0			30.0	70.0
17		1.8			5.3	10.2
18		19.0		4.3	3.6	9.6
19		11.0	70.3	47.4	4.7	10.0
20			70.6	43.3	7.8	11.2
21		4.0	69.9	52.0	6.5	10.2
22		9.2	55.4	51.2	7.2	15.7
23		20.5	55.0	44.8	8.6	50.0
24	12.1	12.4	55.0	15.8	11.2	50.0
25	59.9	40.0	55.0	48.1	5.5	44.8
26	57.1	38.8		47.3	7.3	9.7
27	88.0	41.2		55.4	41.0	10.0
28	70.8	9.3		48.7	40.5	7.5
29	61.1	7.2		50.0	44.5	7.3
30				41.5	40.0	12.6
31	64.5				40.0	

dCollection

Table 7 Time Required for the Discharged Water to Arrive at MULGEUM from the ANDONG Dam

Q'ty of discharge (m^3/sec)	20	30	40	50	60	80	100
Time required (day)	10	9	8.5	8	7	6.5	6

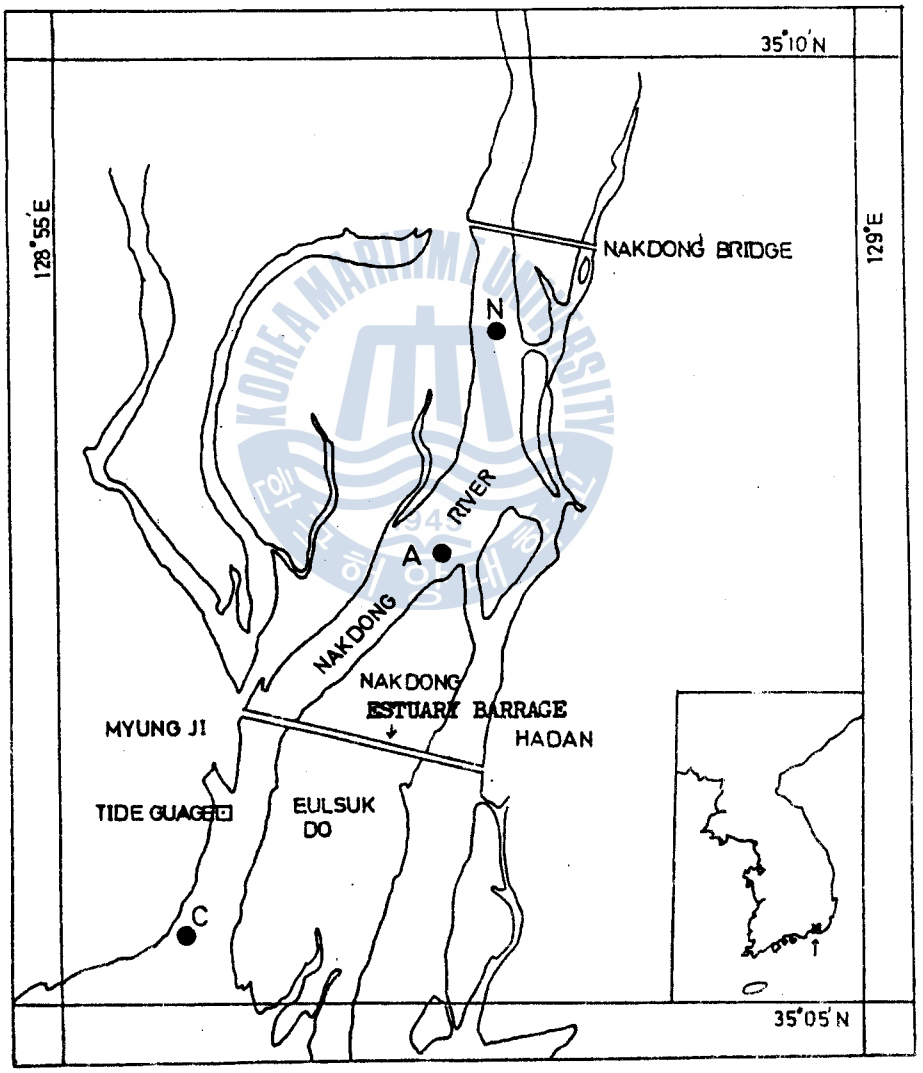


Figure 1 Study Area

dCollection

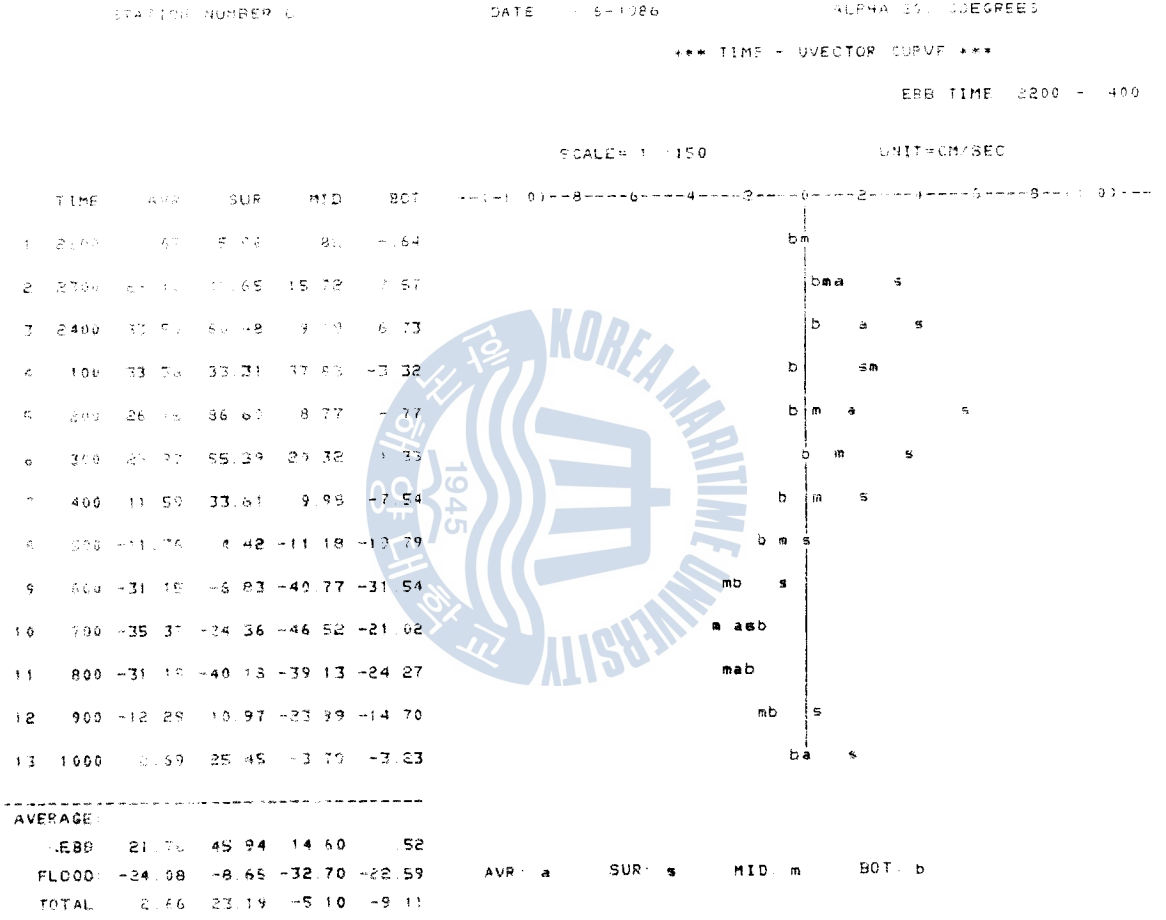


Figure 2 Time Variation of Velocity (Jun. 6-7, 1986)

STATION NUMBER:C DATE: 7- 6-1986 ALPHA:201.0DEGREES

*** DEPTH-UVECTOR CURVE ***

CIRCULATION PARAMETER: 0.73

SCALE= 1 :150 UNIT=CM/SEC

	Z/H	EBB	FLOOD	TOTAL
1	.0	41.94	-18.64	20.03
2	.1	49.05	-6.93	25.73
3	.2	48.15	-11.99	23.09
4	.3	40.	-20.61	14.85
5	.4	31.11	-25.24	7.63
6	.5	14.60	-32.70	-5.10
7	.6	6.54	-35.63	-11.03
8	.7	4.38	-34.39	-11.78
9	.8	1.57	-36.70	-14.37
10	.9	1.02	-31.33	-12.46
11	1.0	.00	.00	.00
AVERAGE:		21.76	-24.08	2.66

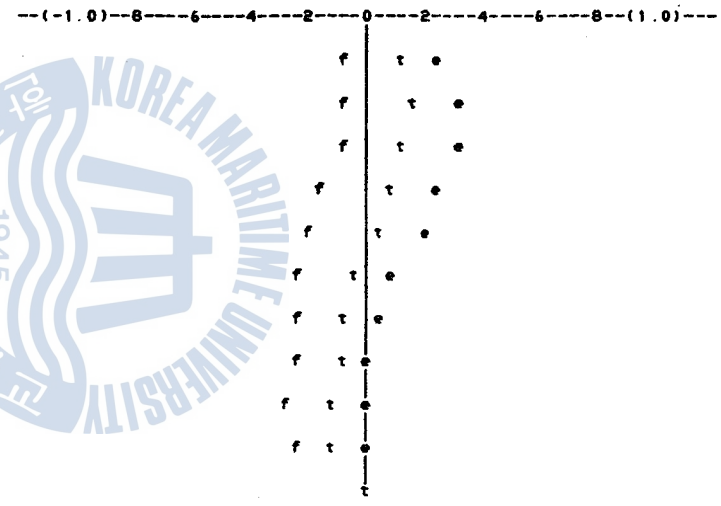
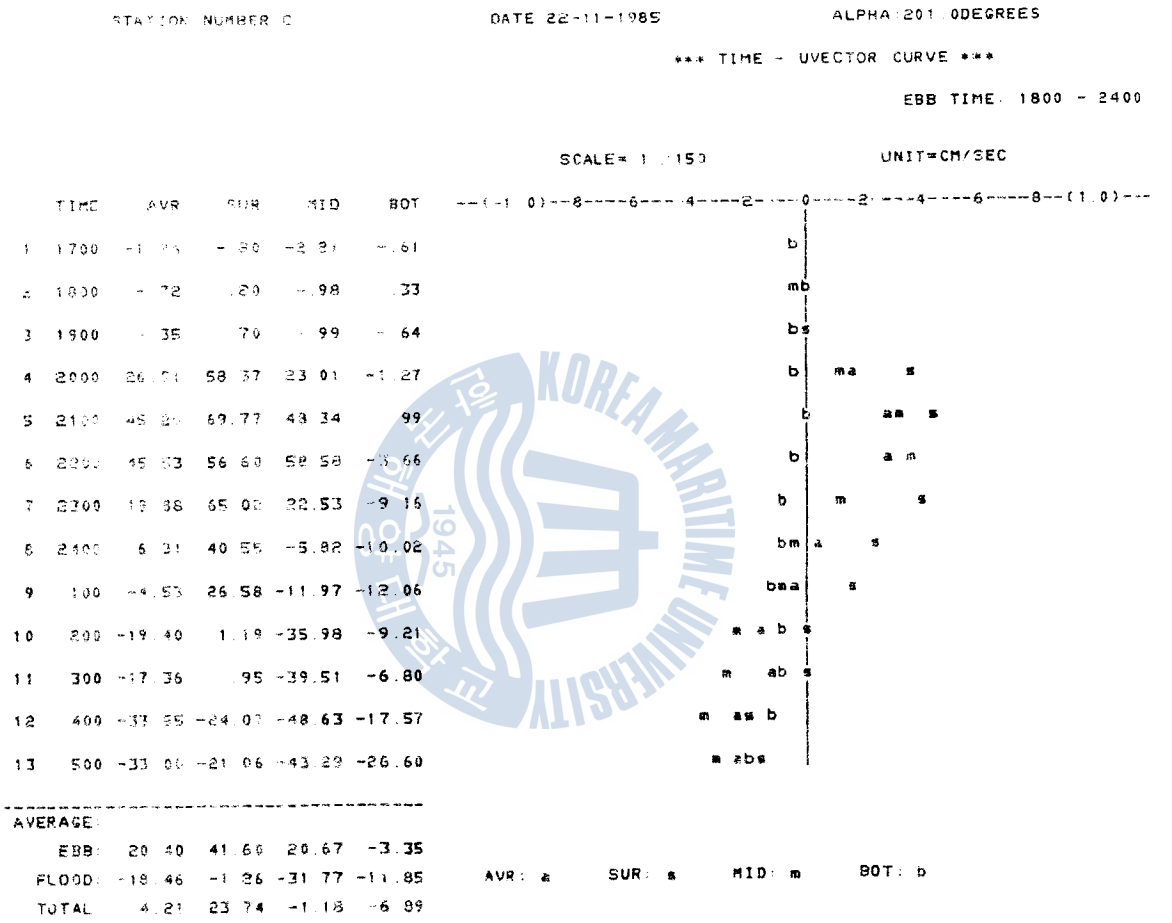


Figure 3 Depth-Profile of Velocity (Jun. 6-7, 1986)



	TIME	AVR	SUR	MID	BOT
1	1700	-1.76	-.80	-2.81	-.61
2	1800	-.72	.20	-.98	.33
3	1900	-.35	.70	-.99	-.64
4	2000	26.71	58.37	23.01	-1.27
5	2100	45.82	69.77	48.34	.99
6	2200	45.53	56.60	58.58	-3.66
7	2300	19.88	65.03	22.53	-9.16
8	2400	6.21	40.55	-5.82	-10.02
9	100	-4.53	26.58	-11.97	-12.06
10	200	-19.40	1.19	-35.98	-9.21
11	300	-17.36	.95	-39.51	-6.80
12	400	-31.55	-24.01	-48.63	-17.57
13	500	-33.00	-21.06	-43.29	-26.60
AVERAGE:					
EBB:		20.40	41.60	20.67	-3.35
FLOOD:		-18.46	-1.26	-31.77	-11.85
TOTAL		4.21	23.74	-1.18	-6.99

Figure 4 Time Variation of Velocity (Nov. 21-22, 1985)

STATION NUMBER:C DATE:22-11-1985 ALPHA:201.0DEGREES

*** DEPTH-UVECTOR CURVE ***

CIRCULATION PARAMETER: 5.64

SCALE= 1 :150 UNIT=CM/SEC

	Z/H	EBB	FLOOD	TOTAL
1	.0	34.73	-2.03	19.41
2	.1	46.98	-1.44	26.80
3	.2	43.95	-7.04	22.70
4	.3	34.42	-16.60	13.16
5	.4	32.89	-26.35	8.21
6	.5	20.67	-31.77	-1.18
7	.6	11.10	-30.73	-6.33
8	.7	3.69	-27.41	-9.27
9	.8	-2.54	-25.09	-11.94
10	.9	-4.49	-17.17	-9.77
11	1.0	.00	.00	.00
AVERAGE:		20.40	-18.46	4.21

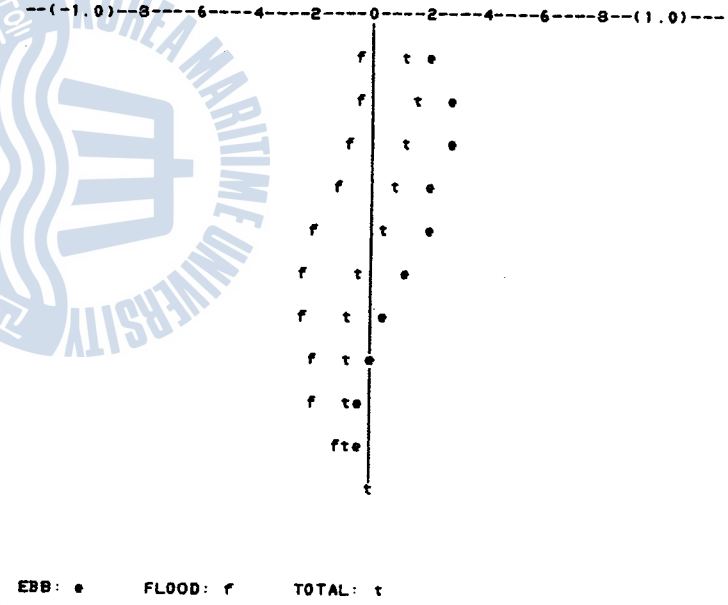


Figure 5 Depth Profile of Velocity (Nov. 21-22, 1985)

STATION NUMBER C DATE 29- 3-1984 ALPHA 201.0DEGREES

*** TIME - UVECTOR CURVE ***

FLOOD TIME: 1600 - 2100

SCALE= 1 150 UNIT=CM/SEC

	TIME	AVR	SUR	MID	BOT
1	1200	48.24	60.60	34.59	18.54
2	1300	47.41	53.75	51.67	18.36
3	1400	51.73	61.24	41.32	11.18
4	1500	32.47	20.94	28.99	-1.24
5	1600	-3.92	- .01	2.91	-11.27
6	1700	.49	-22.96	23.77	-14.17
7	1800	-43.12	-44.45	-48.40	-23.28
8	1900	-37.74	-38.26	-42.51	-22.52
9	2000	-35.48	-32.06	-29.64	-19.60
10	2100	-12.76	-.37	-20.67	-9.30
11	2200	10.61	34.05	5.83	.12
12	2300	60.63	74.74	38.80	10.95
13	2400	44.64	92.99	43.26	10.73
AVERAGE:					
EBB:		33.56	51.09	35.41	9.00
FLOOD:		-21.37	-23.02	-19.09	-16.69
TOTAL:		6.14	14.03	8.16	-3.84

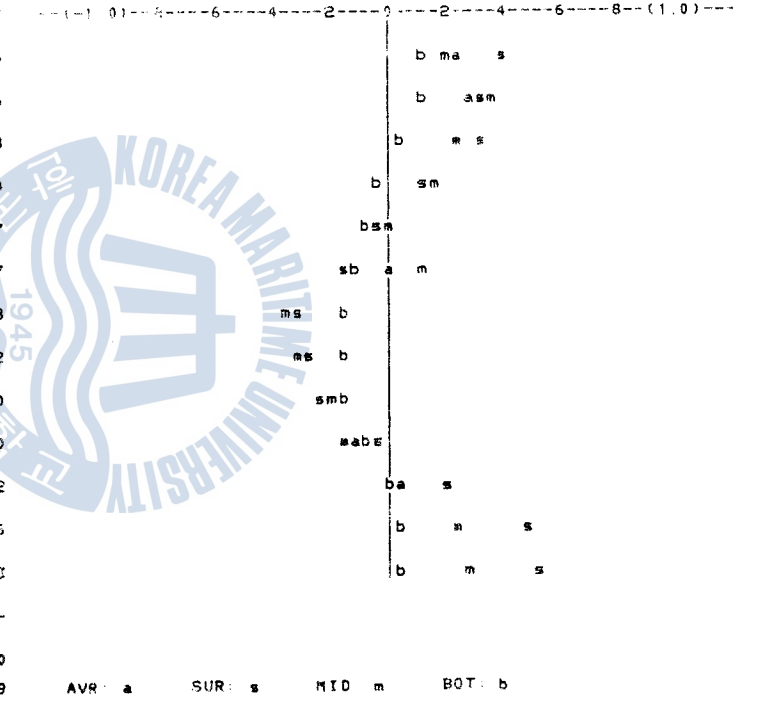


Figure 6 Time Variation of Velocity (Mar. 29, 1984)

STATION NUMBER: C DATE: 29- 3-1984 ALPHA: 201.0DEGREES

*** DEPTH-UVECTOR CURVE ***

CIRCULATION PARAMETER: 2.28

SCALE= 1 :150 UNIT=CM/SEC

	Z/H	EBB	FLOOD	TOTAL
1	.0	51.05	-21.97	14.54
2	.1	50.84	-20.87	14.98
3	.2	49.06	-19.34	14.86
4	.3	44.71	-24.39	10.16
5	.4	32.38	-25.50	6.89
6	.5	35.41	-19.09	8.16
7	.6	32.54	-18.07	7.23
8	.7	26.69	-21.25	2.72
9	.8	18.29	-29.25	-5.48
10	.9	13.27	-23.97	-5.35
11	1.0	.00	.00	.00
AVERAGE:		33.56	-21.27	6.14

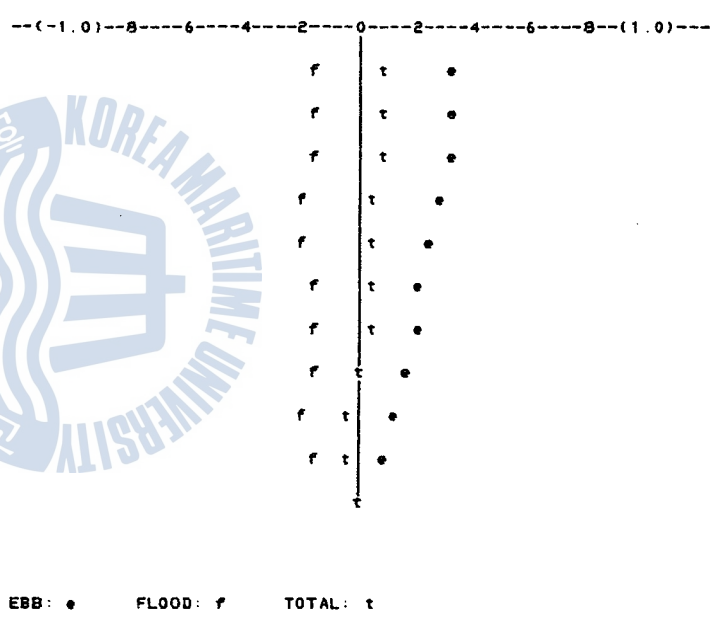


Figure 7 Depth Profile of Velocity (Mar. 29, 1984)

STATION NUMBER: C DATE: 4-11-1983 ALPHA: 201.0DEGREES

*** TIME - UVECTOR CURVE ***

EBB TIME: 1100 - 1600

SCALE= 1 :150 UNIT=CM/SEC

	TIME	AVR	SUR	MID	BOT
1	500	-25.39	-16.40	-36.54	-14.24
2	600	-34.94	-23.52	-40.18	-18.32
3	700	-47.79	-32.33	-56.90	-24.99
4	800	-14.71	-1.42	-30.54	-21.69
5	900	-21.96	-1.26	-32.75	-19.12
6	1100	31.43	45.00	32.71	14.38
7	1200	48.52	80.85	53.95	6.39
8	1300	52.32	89.22	57.52	5.12
9	1400	44.52	77.29	47.14	-1.53
10	1500	34.76	64.97	41.84	-2.29
11	1600	8.46	79.02	1.85	.27
12	1700	-11.66	-1.16	-15.75	-7.74
13	1800	-40.54	-46.74	-56.30	-2.36
AVERAGE:					
	EBB:	36.67	65.39	39.17	3.72
	FLOOD:	-27.34	-15.04	-37.09	-16.68
	TOTAL:	4.66	25.17	1.04	-6.43

AVR: a SUR: s MID: m BOT: b

Figure 8 Time Variation of Velocity (Nov. 4, 1983)

STATION NUMBER: C DATE: 4-11-1983 ALPHA: 201.0DEGREES

*** DEPTH-UVECTOR CURVE ***

CIRCULATION PARAMETER: 5.40

SCALE= 1 :150 UNIT=CM/SEC

	Z/H	EBB	FLOOD	TOTAL
1	.0	66.29	-11.16	27.57
2	.1	63.86	-17.97	22.95
3	.2	58.80	-22.70	18.05
4	.3	52.17	-30.12	11.02
5	.4	44.16	-37.33	3.41
6	.5	39.17	-37.09	1.04
7	.6	34.31	-33.89	.21
8	.7	23.07	-33.76	-5.34
9	.8	12.06	-30.71	-9.33
10	.9	5.94	-24.25	-9.15
11	1.0	.00	.00	.00
AVERAGE:		36.67	-27.34	4.66

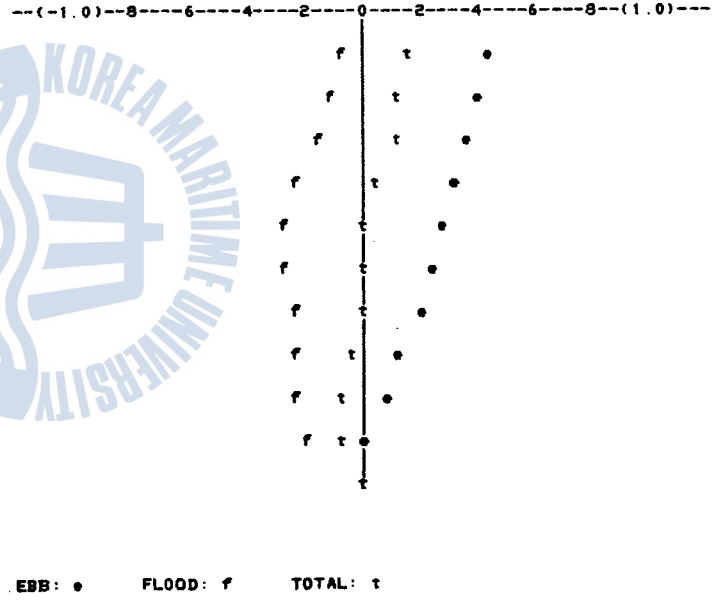


Figure 9 Depth Profile of Velocity (Nov. 4, 1983)

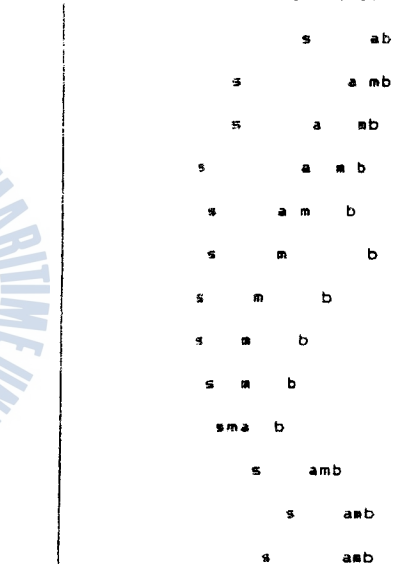
STATION NUMBER: (DATE 7- 6-1986 ALPHA 201 0DEGREES

*** TIME - SALINITY CURVE ***

EBB TIME: 2200 - 400

SCALE= 1 : 70 UNIT=PPT

	TIME	AVR	SUR	MID	BOT
1	2200	30.63	26.10	33.61	33.90
2	2300	33.54	18.97	33.43	33.65
3	2400	2 [illegible]	15.70	31.42	32.49
4	100	25.74	15.27	26.37	31.24
5	200	24.03	16.31	25.88	30.23
6	300	23.23	15.98	23.01	32.70
7	400	21.30	14.92	21.09	28.00
8	500	[illegible]	14.75	19.64	25.42
9	600	20.05	16.76	19.23	24.02
10	700	20.22	17.58	19.00	22.80
11	800	26.70	21.38	28.06	29.98
12	900	30.49	24.39	31.57	32.80
13	1000	30.10	21.88	32.03	32.98
AVERAGE:					
	EBB:	24.61	16.07	25.80	29.32
	FLOOD:	26.44	21.16	26.71	30.30
	TOTAL:	25.02	18.19	26.18	29.73



AVR: a SUR: s MID: m BOT: b

Figure 10 Time Variation of Salinity (Jun. 6-7, 1986)

STATION NUMBER: 6 DATE: 7- 6-1986 ALPHA 201 0DEGREES

*** TIME - SALINITY CURVE ***

EBB TIME: 2200 - 400

SCALE= 1 : 20 UNIT=PPT

	TIME	SUR	MID	BOT
1	2200	26.10	33.61	33.90
2	2300	18.57	33.43	33.65
3	2400	15.70	31.42	32.49
4	100	15.27	26.97	31.24
5	200	16.31	25.88	30.23
6	300	15.98	23.01	32.70
7	400	14.92	21.09	28.00
8	500	14.75	19.64	25.42
9	600	16.76	19.23	24.02
10	700	17.58	19.00	22.00
11	800	21.38	28.06	29.98
12	900	24.39	31.57	32.80
13	1000	21.88	32.03	32.98
AVERAGE:				
	EBB:	16.07	25.80	29.32
	FLOOD:	21.16	26.71	30.30
	TOTAL:	19.19	26.16	29.73

AVR: a SUR: s MID: m BOT: b

Figure 10 Time Variation of Salinity (Jun. 6-7, 1986)

STATION NUMBER:C DATE: 7- 6-1986 ALPHA:201.0DEGREES

*** DEPTH-SALINITY CURVE ***

SCALE= 1 : 30 UNIT=PPT

	Z/H	EBB	FLOOD	TOTAL
1	.0	15.40	20.40	17.48
2	.1	16.74	21.91	18.90
3	.2	18.71	23.22	20.59
4	.3	21.46	24.52	22.73
5	.4	24.88	25.82	24.69
6	.5	25.80	26.71	26.18
7	.6	26.70	28.00	27.25
8	.7	27.27	28.92	27.96
9	.8	28.20	29.68	28.81
10	.9	28.79	30.23	29.39
11	1.0	29.62	30.35	29.92
AVERAGE:		24.01	26.44	25.02

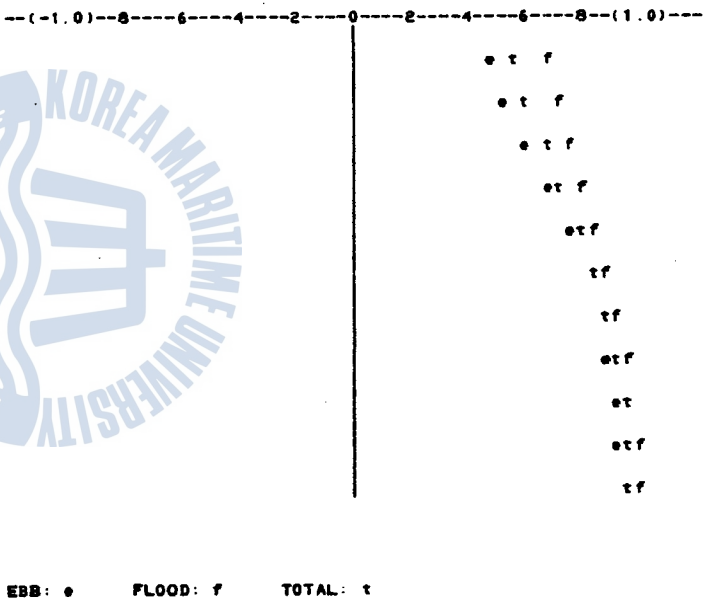


Figure 11 Depth Profile of Salinity (Jun. 6-7, 1986)

STATION NUMBER C DATE 22-11-1985 ALPHA:201.0DEGREES

*** TIME - SALINITY CURVE ***

EBB TIME: 1800 - 2400

SCALE= 1 : 30 UNIT=PPT

	TIME	AVR	SUR	MID	BOT
1	1700	22.40	9.91	26.26	27.00
2	1800	25.24	10.12	28.16	29.91
3	1900	25.79	9.31	28.80	30.23
4	2000	24.73	8.12	28.22	30.28
5	2100	22.39	6.69	26.62	30.84
6	2200	21.67	6.32	25.76	30.97
7	2300	21.13	6.07	23.90	30.48
8	2400	20.49	6.71	24.19	28.28
9	100	19.22	6.34	21.47	27.13
10	200	19.08	7.19	19.50	26.08
11	300	16.78	6.99	15.40	24.51
12	400	16.90	8.83	18.37	22.26
13	500	19.28	9.03	21.74	23.51
AVERAGE:					
EBB:		23.06	7.62	26.52	30.14
FLOOD:		18.56	7.65	19.75	25.05
TOTAL:		21.19	7.63	23.70	28.02

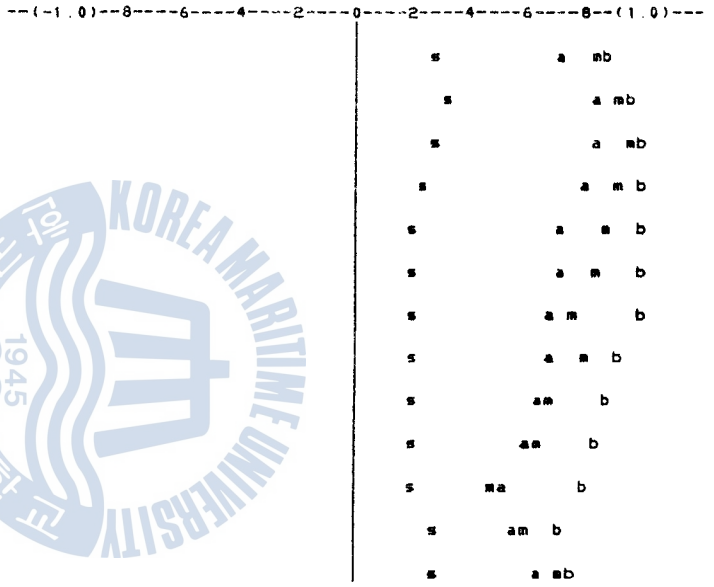


Figure 12 Time Variation of Salinity (Nov. 21-22, 1985)

STATION NUMBER: C　　DATE: 22-11-1985　　ALPHA: 201.0DEGREES

*** TIME - SALINITY CURVE ***

EBB TIME: 1800 - 2400

SCALE= 1 : 30　　UNIT=PPT

	TIME	AVR	SUR	MID	BOT
1	1700	22.40	9.81	26.26	27.00
2	1800	25.24	10.12	28.16	29.91
3	1900	25.79	9.31	29.80	30.23
4	2000	24.72	8.12	28.22	30.28
5	2100	22.39	6.69	26.62	30.84
6	2200	21.67	6.32	25.76	30.97
7	2300	21.13	4.07	23.90	30.48
8	2400	20.49	6.71	24.19	28.28
9	100	19.22	6.34	21.47	27.13
10	200	19.08	7.19	19.50	26.08
11	300	16.78	6.99	15.40	24.51
12	400	16.90	8.83	18.37	22.28
13	500	19.28	9.03	21.74	23.51
AVERAGE:					
	EBB:	23.06	7.62	26.52	30.14
	FLOOD:	18.56	7.65	19.75	25.05
	TOTAL:	21.19	7.63	23.70	28.02

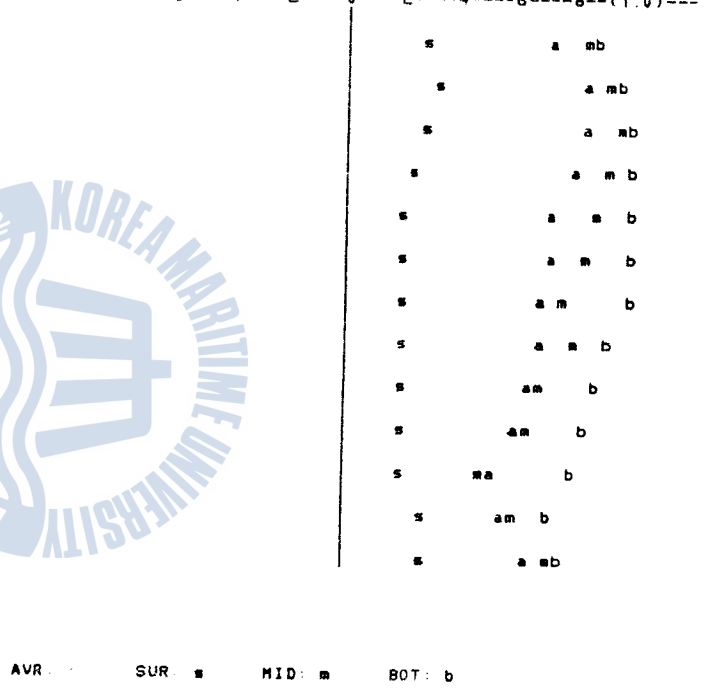


Figure 12　Time Variation of Salinity (Nov. 21-22, 1985)

STATION NUMBER:C DATE:22-11-1985 ALPHA:201.0DEGREES

*** DEPTH-SALINITY CURVE ***

SCALE= 1 : 30 UNIT=PPT

	Z/H	EBB	FLOOD	TOTAL
1	.0	5.58	7.20	6.26
2	.1	9.69	8.16	9.05
3	.2	15.40	11.61	13.82
4	.3	21.15	16.15	19.06
5	.4	24.74	18.47	22.13
6	.5	26.52	19.75	23.70
7	.6	27.32	21.81	25.03
8	.7	28.34	24.00	26.53
9	.8	29.52	24.59	27.46
10	.9	29.98	24.88	27.86
11	1.0	30.32	25.20	28.19
AVERAGE:		23.06	18.56	21.19

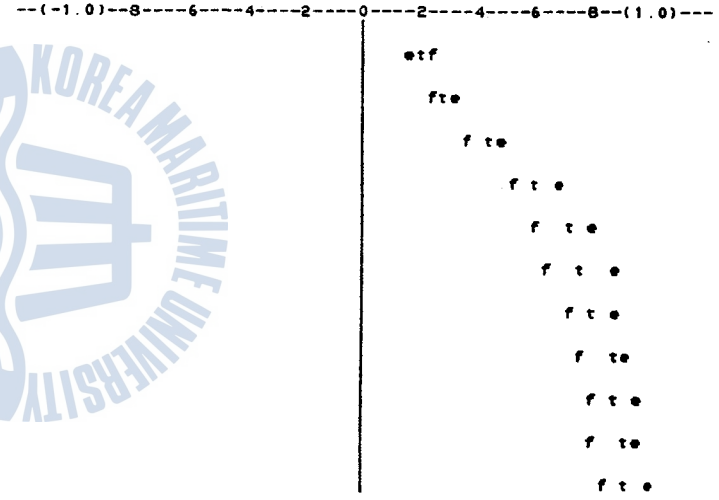


Figure 13 Depth Profile of Salinity (Nov. 21-22, 1985)

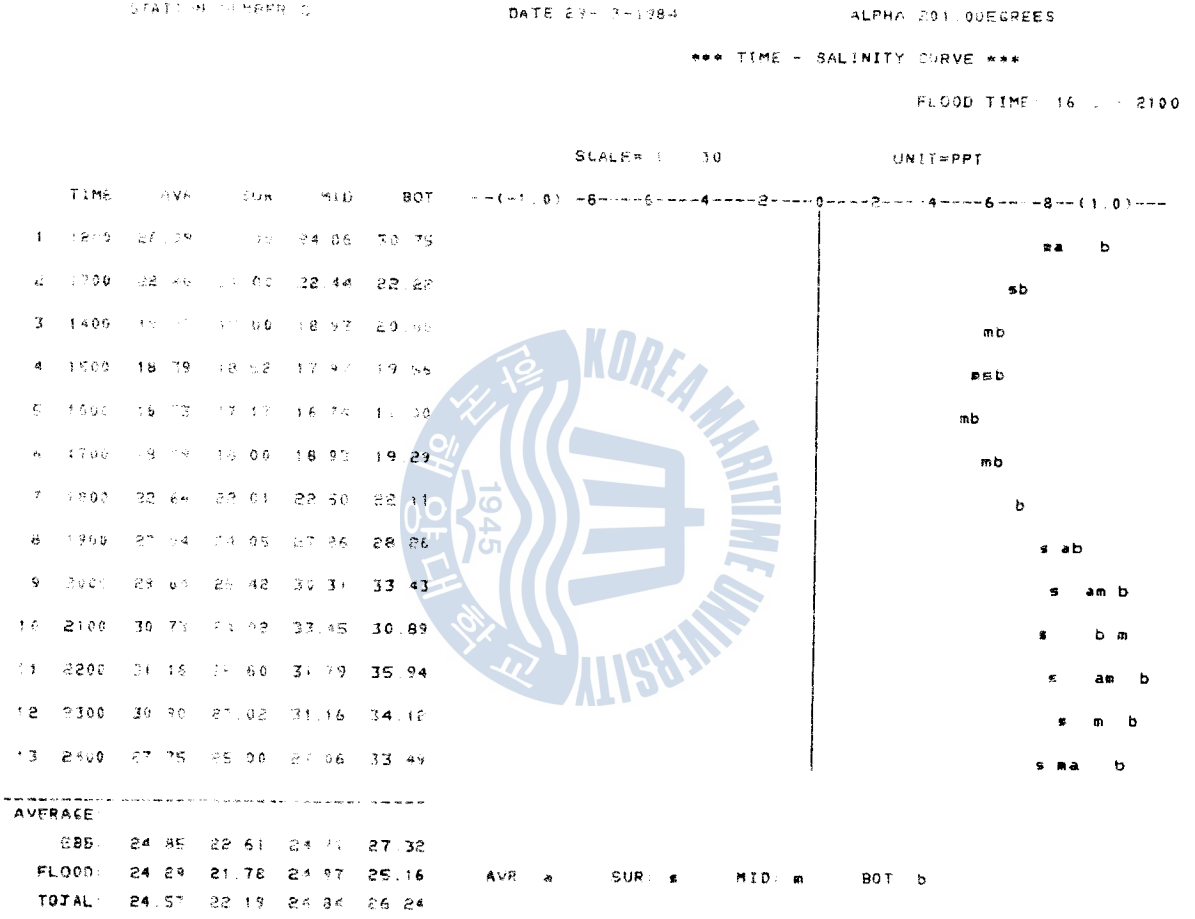


Figure 14 Time Variation of Salinity (Mar. 29, 1984)

STATION NUMBER: C DATE: 29- 3-1984 ALPHA: 201.0DEGREES

*** DEPTH-SALINITY CURVE ***

SCALE= 1 : 30 UNIT=PPT

	Z/H	EBB	FLOOD	TOTAL
1	.0	22.42	21.73	22.08
2	.1	22.80	21.83	22.31
3	.2	23.04	22.68	22.86
4	.3	23.41	23.92	23.67
5	.4	.11	24.41	24.26
6	.5	24.71	24.97	24.84
7	.6	25.38	25.50	25.44
8	.7	26.20	25.64	25.92
9	.8	26.75	25.40	26.08
10	.9	27.13	25.11	26.12
11	1.0	27.53	25.24	26.38
AVERAGE:		24.85	24.29	24.57

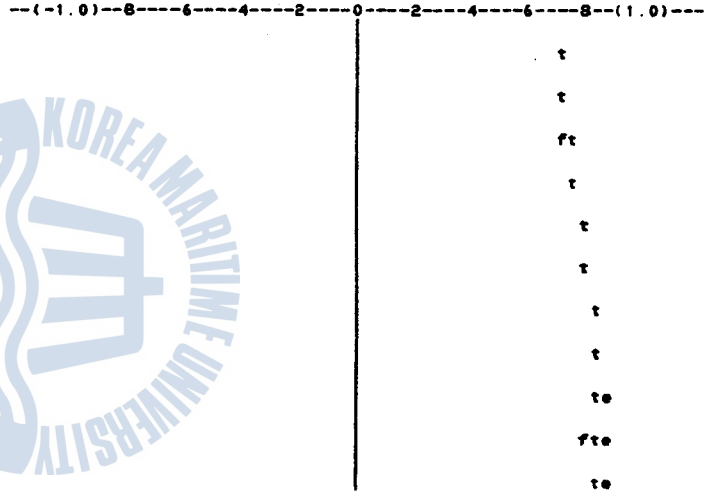


Figure 15 Depth Profile of Salinity (Mar. 29, 1984)

STATION NUMBER C DATE 4-11-1983 ALPHA:201.0DEGREES

*** TIME - SALINITY CURVE ***

EBB TIME 1100 - 1600

SCALE= 1 : 30 UNIT=PPT

	TIME	AVR	SUR	MID	BOT
1	500	6.51	5.00	6.00	7.50
2	600	11.63	10.00	11.48	14.66
3	700	22.08	12.98	27.44	24.83
4	800	23.19	16.11	23.81	27.69
5	900	24.96	17.24	27.47	29.67
6	1000	26.30	22.06	25.66	31.07
7	1100	26.47	20.08	31.34	27.35
8	1200	21.06	19.64	19.62	27.36
9	1300	13.82	10.00	11.55	26.75
10	1400	10.07	9.00	9.11	11.03
11	1500	7.21	6.00	6.52	10.60
12	1600	6.21	5.00	6.15	7.02
13	1700	6.46	5.50	6.31	8.34
AVERAGE:					
	EBB:	14.14	11.62	14.05	18.35
	FLOOD:	19.10	13.94	20.34	22.64
	TOTAL:	16.62	12.78	17.19	20.49

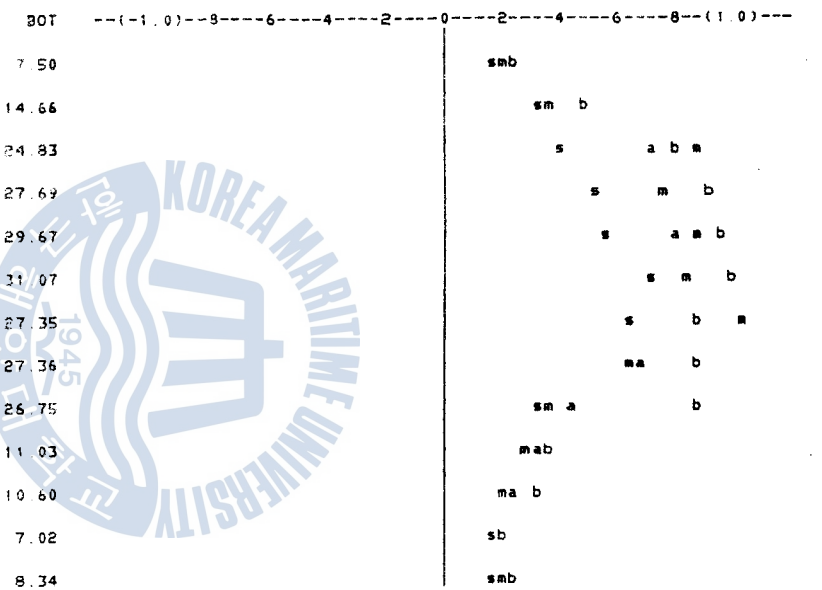
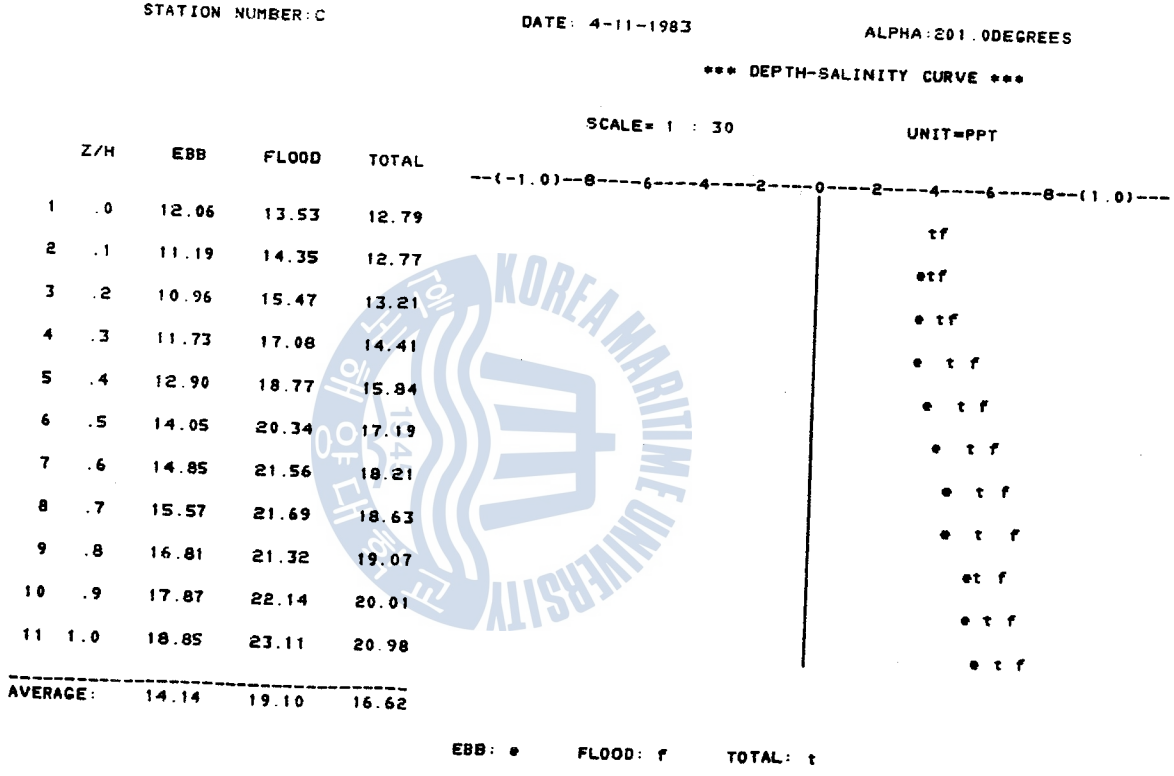


Figure 16 Time Variation of Salinity (Nov. 4, 1983)



	Z/H	EBB	FLOOD	TOTAL
1	.0	12.06	13.53	12.79
2	.1	11.19	14.35	12.77
3	.2	10.96	15.47	13.21
4	.3	11.73	17.08	14.41
5	.4	12.90	18.77	15.84
6	.5	14.05	20.34	17.19
7	.6	14.85	21.56	18.21
8	.7	15.57	21.69	18.63
9	.8	16.81	21.32	19.07
10	.9	17.87	22.14	20.01
11	1.0	18.85	23.11	20.98
AVERAGE:		14.14	19.10	16.62

Figure 17 Depth Profile of Salinity (Nov. 4, 1983)

STATION NUMBER C DATE 7- 6-1986 ALPHA 201 0DEGREES

*** TIME-STRATIFICATION PARAMETER ***

EBB TIME: 2200 - 400

	TIME	STRATI
1	2200	.24
2	2300	.49
3	2400	.51
4	100	.63
5	200	.59
6	300	.72
7	400	.61
8	500	.54
9	600	.36
10	700	.26
11	800	.32
12	900	.28
13	1000	.37
AVERAGE:		.47

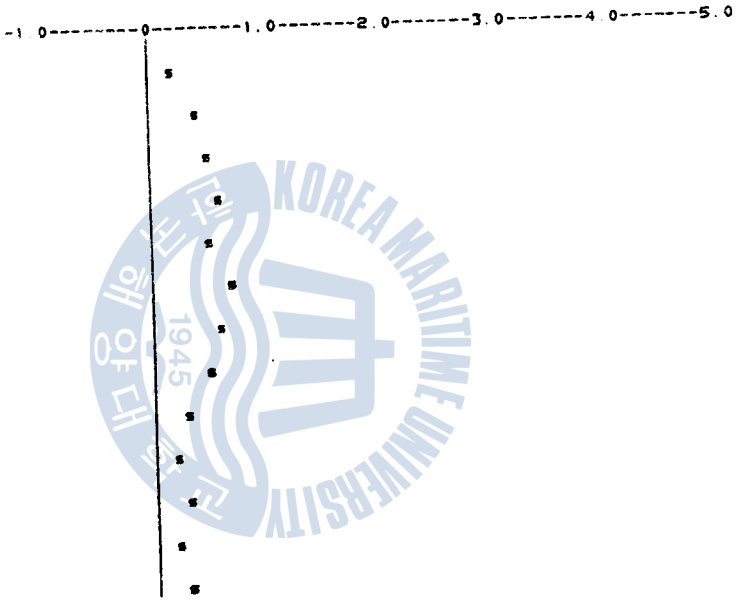


Figure 18 Time Variation of Stratification Parameter

(Jun. 6-7, 1986)

STATION NUMBER:C DATE:22-11-1985 ALPHA:201.0DEGREES

*** TIME-STRATIFICATION PARAMETER ***

EBB TIME: 1800 - 2400

	TIME	STRATI
1	1700	.81
2	1800	.78
3	1900	.81
4	2000	.90
5	2100	1.08
6	2200	1.14
7	2300	1.16
8	2400	1.05
9	100	1.08
10	200	.99
11	300	1.04
12	400	.80
13	500	.75
AVERAGE:		.97

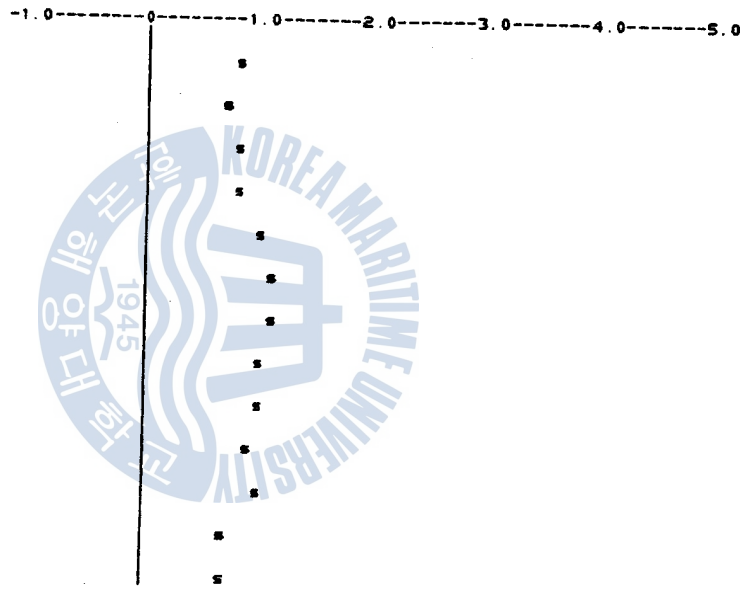


Figure 19 Time Variation of Stratification Parameter (Nov. 21-22, 1985)

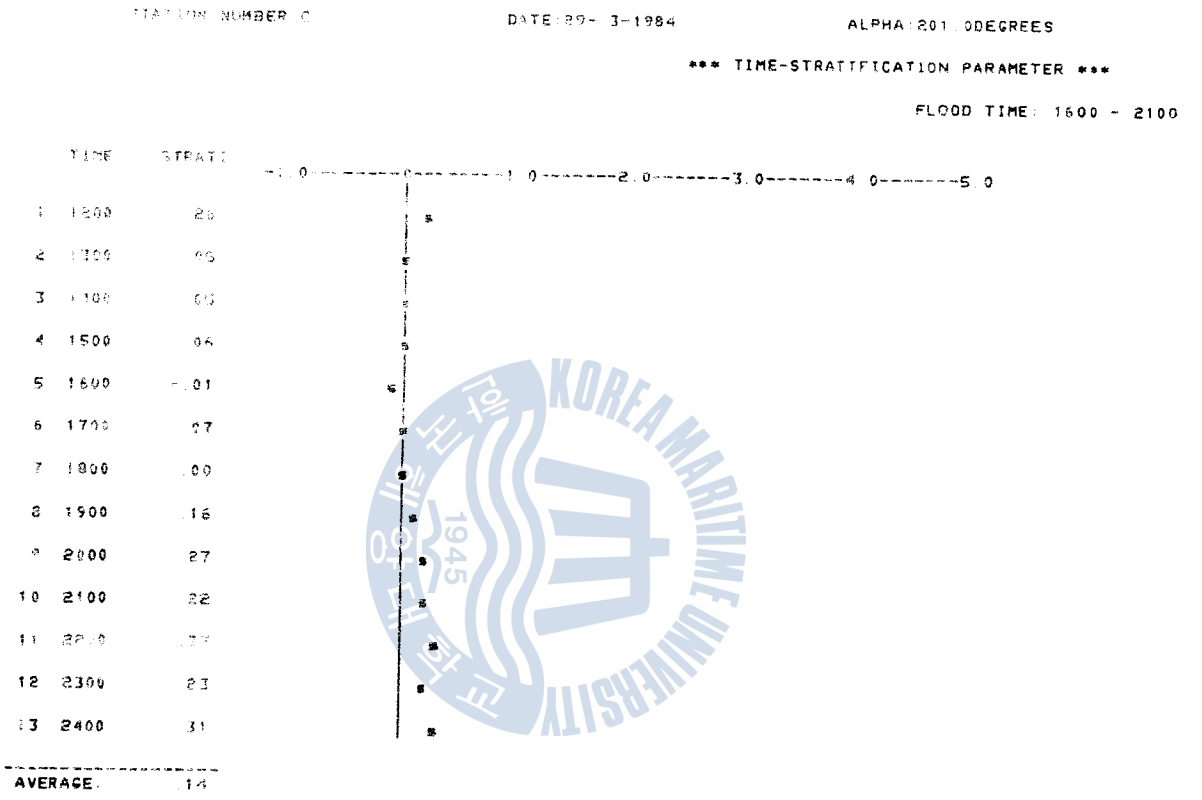


Figure 20 Time Variation of Stratification Parameter

(Mar. 29, 1984)

자이로콤파스 追從系統 偏角檢出器에 관한 硏究

The Sensitivity Enhancement for the Deflection Sensor of the Marine Gyrocompass Follow-up System

李 殷 邦

En-Bang Lee

〈 目 次 〉

Abstract
記號說明
1. 序 論
2. 追從部의 系統構成과 理論
 2 - 1. 追從部의 系統構成
 2 - 2. 偏角檢出器의 理論
 2 - 3. 偏角檢出器의 모델
3. 모델의 檢證
 3 - 1. 實驗裝置 構成
 3 - 2. 實驗結果 및 數値計算
4. 모델의 Simulation
 4 - 1. 內球의 移動距離와 感度
 4 - 2. 基準偏角 變動에 대한 感度
 4 - 3. 內球와 外球의 크기에 대한 感度
 4 - 4. 內球와 外球의 크기差에 대한 感度
5. 結 論
參考文獻
附 錄

dCollection