

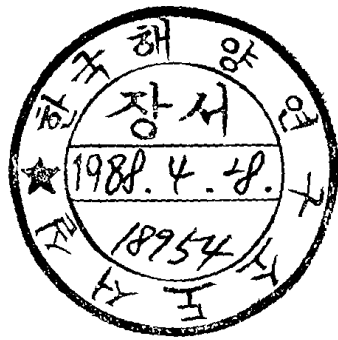
BSPE 00083 - 147 - 1

韓國東海南部海域에서의 海洋循環의 力學的 過程에 대하여

On the dynamical processes of the ocean circulation
in the South-East Sea of Korea (Southern Japan Sea).

1987. 2.

韓國科學技術院
海洋研究所



提 出 文

海洋研究所長 貴下

本 報告書를 “ 韓國東海南部海域에서의 海洋循環의 力學的 過程에 대하여 ” 事業의 最終 報告書로 提出합니다.

1987 年 2 月 28 日

韓國科學技術院 附設 海洋研究所

研究責任者：石文植（海洋物理研究室）

要 約 文

水産振興院의 累年資料를 利用하여 水溫의 垂直構造를 檢討하고 各 層別 異常水溫을 中心으로 季節變動性 以上の 長期變動性을 考察하였다. 海洋에서 水溫의 垂直構造는 時·空間에 따라 많은 폭으로 變化하고 있지만, 어느 程度의 誤差를 許容할때, 단지 몇 개의 函數로써 表示된다. 水産振興院의 累年資料 中에서 東海의 51개 定點에 대한 22年間の 月別 平均값을 가지고 實驗的直交函數를 구하여 垂直構造函數로 使用하였다. 固有값이 큰 순서로부터 4개의 實驗的直交函數를 使用하여 計算된 水溫은 入力된 水溫의 總分散의 99%가 說明되어지며 이 때의 平均不一致程度는 0.21°C 이다.

各 層別로 計算된 異常水溫指數는 隣接한 層과 비교적 높은 相關關係를 갖고 있는데 100 m層의 경우 가장 낮은 相關關係를 보인다. 東海南部海域에서의 力學的 過程은 水深이 얇은 大陸棚 海域의 경우와 外海의 경우가 다르게 이루어지고 있는데, 즉, 海底地形이 重要な 役割을 하고 있으며 北韓寒流係水의 勢力 擴張範圍와 對馬暖流의 세기에 의하여 變動性이 決定된다. 對馬暖流의 特性은 北太平洋 循環의 一部로 說明되어지고 北韓寒流係水는 東海 자체의 mechanism으로 理解되어질 수 있을 것으로 보인다.

ABSTRACT

From historical hydrographic data of FRDA (Fisheries Research & Development Agency of Korea) the vertical structure of temperature is determined and the long-term variability is considered in terms of temperature anomaly. The vertical structure of temperature in the ocean varies in time and in space, however, it could be expressed by only several functions tolerating an appropriate misfited range. Using bi-monthly means of 51 FRDA's stations for 22 years in the South-East Sea of Korea the Empirical Orthogonal Functions are obtained and used as functions of vertical structure. The first 4 EOFs explain almost 99% of the total variance and these 4 EOFs permit to reconstruct the temperature data field with a mean misfit 0.21°C . The temperature anomalies computed at some selected layers have strong correlation with adjacent layers and that of 100 m layer has the weakest. The dynamical process in the continental shelf region is different from that in the open sea; the bathymetry acts as important role, the variabilities could be determined by the intensity of the Tsushima Current and also by the expansion of North Korea Cold Water-mass. It seems that the characteristics of the Tsushima Current could be explained as a part of the circulation generated

by the Subtropical gyre in the North Pacific and the North Korea
Cold Water by the proper mechanism of the East Sea of Korea
(Japan Sea).

目 次

要 約 文	3
英文要約文	5
그림目次	11
表目次	13
第 1 章 緒 論	15
第 2 章 水溫의 垂直構造	17
第 1 節 資料 및 方法	17
第 2 節 實驗的 決定	20
第 3 節 垂直構造函數의 特性	23
第 3 章 長週期變動性	25
第 1 節 資料 및 方法	25
第 2 節 季節에 따른 資料의 分布 特徵	28
1. 水溫과 鹽分	28
2. 異常水溫과 異常鹽分	35
第 3 節 長週期 變動性에 관한 考察	40
1. 代表水溫과 代表鹽分	40
2. 代表異常水溫과 代表異常鹽分	49
第 4 章 討議 및 結論	63
參考文獻	65

CONTENTS

ABSTRACT	5
LIST OF FIGURES	11
LIST OF TABLES	13
Chapter 1. Introduction	15
Chapter 2. Vertical Structure of Temperature	17
Section 1. Data and Method	17
Section 2. Empirical Determination	20
Section 3. Characteristics of Vertical Structure Functions	23
Chapter 3. Long-term Variability	25
Section 1. Data and Method	25
Section 2. Characteristics of Data Distribution in Season	28
1. Temperature and Salinity	28
2. Temperature Anomaly and Salinity Anomaly	35
Section 3. Some Aspects on Long-term Variability	40
1. Representative Temperature and Salinity	40

2. Representative Temperature Anomaly and Salinity Anomaly	49
Chapter 4. Discussion and Conclusion	63
REFERENCES	65

List of Figures

Fig. 1.	Data stations used for determining the vertical structure functions.	18
Fig. 2.	Vertical profiles of temperature(the upper) and mean profile with the standard deviation (the lower) in each month.	19
Fig. 3.	Vertical modes of Empirical Orthogonal Functions (the upper), and original mean & standard deviation with the fitted ones using corresponding number of the functions(the lower).	21
Fig. 4.	Fitted vertical profiles of temperature in each month by 6 degrees of polynomial(the upper) and by 4 Empirical Orthogonal Functions(the lower). ...	22
Fig. 5.	Data stations used for the seasonal and year-to-year variability studies.	26
Fig. 6.	Temperature histogram(the axes are fixed by the mean and standard deviation for the total period at the layer).	29
Fig. 7.	Salinity histogram(the axes are fixed by the mean and standard deviation for the total period at the layer).	33
Fig. 8.	Temperature anomaly histogram(the axes are fixed by the mean and standard deviation for the total period at the layer).	36
Fig. 9.	Salinity anomaly histogram(the axes are fixed by the mean and standard deviation for the total period at the layer).	38
Fig. 10.	Time series of temperature averaged in the all stations.	46
Fig. 11.	Filtered time series of Fig. 10 using one-year running mean.	46

Fig. 12.	Time series of temperature anomaly index averaged in the all stations.	52
Fig. 13.	Filtered time series of Fig. 12 using one-year running mean.	53
Fig. 14.	Power spectra for the temperature anomaly index at the surface layer(top left), at 100 m layer(top right), at 200 m layer (bottom left), and at 300 m layer(bottom right).	55
Fig. 15.	Time series of salinity anomaly index averaged in the all stations.	59
Fig. 16.	Filtered time series of Fig. 15 using one-year running mean.	60
Fig. 17.	Power spectra for the salinity anomaly index at the surface layer(top left), at 100 m layer(top right), at 200 m layer (bottom left), and at 300m layer(bottom right).	62

List of Tables

Table 1.	Comparison of mean misfits of temperature fitted by the polynomial and by the Empirical Orthogonal Functions (the number of mode is corresponding to the degree of polynomial and to the number of the used Empirical Orthogonal Functions).	23
Table 2.	Statistical characteristics for temperature histogram.	30
Table 3.	Statistical characteristics for salinity histogram.	34
Table 4.	Statistical characteristics for temperature anomaly histogram.	37
Table 5.	Statistical characteristics for salinity anomaly histogram.	39
Table 6.	Statistics for the time series of temperature averaged in the all stations.	41
Table 7.	Statistics for the uniformity of temperature in space.	42
Table 8.	Statistics for the time series of salinity averaged in the all stations.	44
Table 9.	Statistics for the uniformity of salinity in space.	45
Table 10.	Correlation between temperatures and temperatures.	47
Table 11.	Correlation between salinities and salinities.	47
Table 12.	Correlation between temperatures and salinities.	48

Table 13.	Statistics for the time series of temperature anomaly index averaged in the all stations.	50
Table 14.	Statistics for the uniformity of temperature anomaly index in space.	51
Table 15.	Correlation between temperature anomaly indices and temperature anomaly indices.	54
Table 16.	Correlation between temperatures and temperature anomaly indices.	54
Table 17.	Statistics for the time series of salinity anomaly index averaged in the all stations.	57
Table 18.	Statistics for the uniformity of temperature anomaly index in space.	58
Table 19.	Correlation between salinity anomaly indices and salinity anomaly indices.	61
Table 20.	Correlation between salinities and salinity anomaly indices.	61

第1章 緒 論

中緯도에 위치한 東海南部海域은 대체로 3가지의 水塊, 즉, 對馬暖流水, 北韓寒流 係水, 東海固有冷水가 서로 勢力을 擴張하고 混合되면서, 아시아 季節風으로 特徵지워지는 大氣와 相互作用하므로 複雜한 時·空間 變動性を 갖는다. 더군다나 韓半島 가까운 海域은 對馬暖流가 流入되는 곳이며 海底地形도 大陸棚에서 大陸斜面을 거쳐 深海平原 등이 골고루 存在하는 까닭에 이 海域의 3次元 海水循環의 力學的 過程을 밝히는 데에는 많은 어려움이 있다. 局地的으로, 가령, 沿岸湧昇과 같은 문제는 그동안 많은 研究가 이루어져 그 mechanism이 어느정도 理解되고 있는 편이다 (卞1987, Lee & Na 1985, Seung 1984). 그러나 漁業活動에 영향을 미치는 水塊나 前線에 관한 研究는 對象海域의 時·空間 變動성이 매우 커서 龐大한 資料와 오랜 時間을 요구 하므로 아직까지는 觀測結果의 報告나 Atlas作業의 範圍를 크게 벗어나지 못하고 있는 實情이다.

東海全體의 海水循環의 力學的 過程을 理解하기 위하여서는 金(1983)이 指摘한 것처럼 東海의 特有性を 考慮하고 大洋으로부터 起原되는 對馬暖流의 mechanism을 理解할 必要가 있다. 東海의 特有的 地形構造는 餘他 沿海와 根本적으로 달라 東海의 海水循環과 水塊形成은 그 特有성을 가질 것이다(金1983, Ichiye 1983). Minato & Kimura(1980)는 對馬暖流의 原動力을 北太平洋 循環의 일부분으로 說明하였으며, Toba et al(1982)는 大洋과 연결되는 海峽 바깥에서 海水面의 差異에 의한 것으로 提示하였다. 特히 最近에는 海洋의 長週期 變動性を 大氣와 連繫하여 考察하는 것이 世界的인 趨勢이다. Wyrcki (1975)가 北赤道海流의 數年變動性を 赤道貿易風界 變動性과 깊은 關係가 있음을 立證한 후, 이와 비슷한 研究가 亞熱帶循環界에서

도 試圖되었다(White & Hasunuma 1980, Yamagata et al 1985). Yamagata et al (1985)는 스펙트럼 分析을 통하여, 쿠로시오 擴張과 北赤道海流는 1.5年의 時間遲延을 가지고 깊이 連繫되어 있다고 報告하였으며, 對馬暖流와 北赤道海流사이에서도 비슷한 結果를 얻었다.

本 研究에서는 東海 全體의 3次元 海水循環모델에 適用할 力學過程을 理解하기 위하여 既存資料를 細密하게 여러 각도에서 分析하였다. 실제로, 海洋의 累年 觀測資料는 그 海域에서 일어났던 諸現象을 斷片的으로 記錄하고 있는 것이므로 分析하는 方向에 따라 現象의 裏面을 볼 수가 있다. 第2章에서는 對象海域을 代表할 수 있는 水溫의 垂直構造函數를 實驗적으로 決定하며, 第3章에서는 對象海域을 代表하는 水溫과 鹽分을 中心으로 長週期變動性을 討議한다.

第2章 水温의 垂直構造

第1節 資料 및 方法

海洋에서 水温의 垂直構造는 대체로 安定되어 있다. 비록 冬季에 海表面이 급속히 冷却되면서 水温逆轉現象을 보이나(Kim & Cho, 1982) 이는 매우 不安定하여 곧 沈降하면서 빠른 垂直混合이 일어나 水温變化幅이 좁은 混合層의 두께를 增加시킨다. 특히 長週期 特性을 관심있게 論議할 경우 水温의 垂直構造는 단지 몇 개의 函數로 나타낼 수 있는데, 즉 다음과 같은 式으로 表示된다.

$$T(z) = \sum_i a_i f_i(z) \quad (1)$$

$f_i(z)$ 는 選擇된 i 번째의 函數이고, a_i 는 그 函數가 차지하는 加重值이다. 水温의 垂直構造를 分析하기 위하여 여기서 자연스럽게 두가지 方法으로 接近하였다. 구하고자 하는 垂直構造의 特性을 알지 못할 때 간단히 冪級數를 垂直構造函數로 使用할 수 있을 것이며, 또는 累年 觀測資料에 內在하는 特性을 어떤 函數로 表現하여 使用할 수 있을 것이다.

간단히 冪級數를 使用한 경우에는 觀測點에 대하여 最小自乘法으로 回歸係數를 구한 다음 이 回歸曲線으로 垂直構造를 나타내었다. 이는 각 觀測點에 대하여 冪級數로 表示된 回歸函數를 決定한 것인데 嚴密한 의미에서 垂直構造函數를 말하는 것은 아니다. 그러나 적은 數의 未知常數만을 決定하여 觀測값과 計算값 사이의 誤差를 最小化시키는 過程을 밟고 있으며, 垂直構造를 連續函數로 表示한다.

全體資料에 內在하는 特性을 나타내는 函數를 決定하기 위하여 實驗的

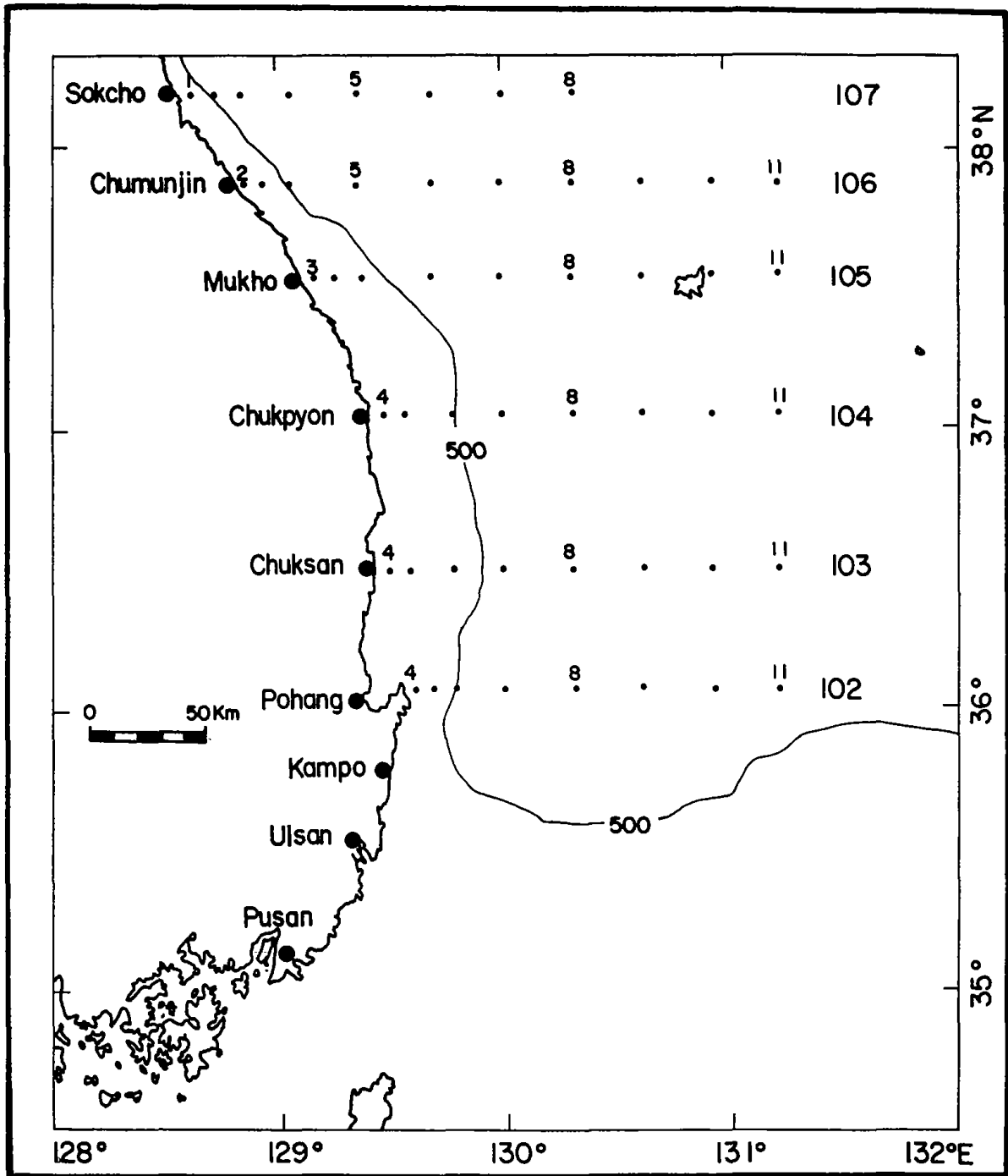


Fig. 1. Data stations used for determining the vertical structure functions.

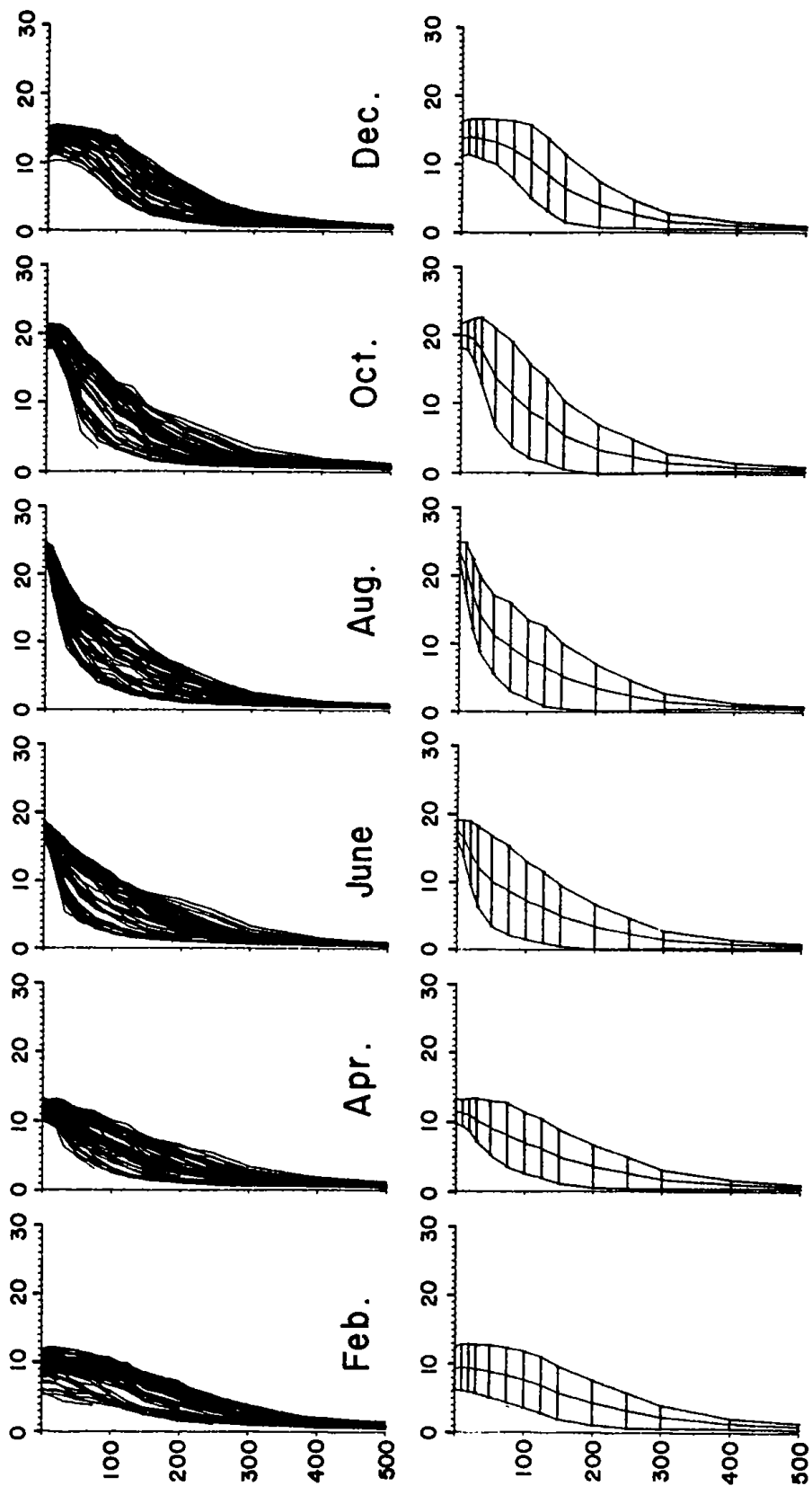


Fig. 2. Vertical profiles of temperature (the upper) and mean profile with the standard deviation (the lower) in each month.

直交函數(Empirical Orthogonal Functions: EOF)를 利用하였다(石, 1986). 그 計算方法은 石(1986)에서 상세히 論議되고 있으므로 단지 實驗的直交函數가 갖는 의미만을 言及하면, 固有값이 큰 순서로부터 시작하여 단지 몇 쌍의 固有벡터를 垂直構造函數로 使用하며 該當하는 各 固有벡터에 대한 加重値는 地域的으로 그 函數의 크기를 나타낸다.

그림 2는 水産振興院의 累年資料 中에서 그림 1에 表示된 東海의 51개 定點에 대한 1961년부터 1982년까지 22年間の 隔月別 定點平均水溫값을 圖式化한 것이다. 그림 2의 윗칸은 該當月에 따라 모든 定點의 垂直曲線을 그린 것이며 아랫칸은 平均값과 標準偏差를 表示하고 있다.

第 2 節 實驗的 決定

固有값이 큰 순서로부터 5개의 實驗的直交函數를 그림 3의 윗칸에 圖式化 하였으며, 그림 3의 아랫칸은 該當하는 갯수의 實驗的直交函數로 計算된 水溫값의 標準偏差가 원래의 標準偏差와 함께 表示되어 있다. 첫번째 函數만을 使用하여 計算된 水溫은 入力된 水溫의 總分散의 67%가 說明되어지며, 첫번째와 두번째 函數를 사용한 경우에는 94%, 세번째까지의 函數를 사용한 경우에는 98%, 네번째까지의 경우에는 99%, 다섯번째까지의 경우에는 99.5%가 說明되어진다. 네번째까지의 函數를 사용할때 總分散의 99%가 說明되어지므로 그 以下는 切捨하여도 充分하다. 이때에 該當하는 平均不一致程度는 0.21°C 인데 이 값은 冪級數의 경우 6次의 冪級數 까지 를 사용한 때의 平均不一致程度(0.20°C)와 비슷하다(表 1). 平均不一致程度가 各各 0.21°C , 0.20°C 인 경우의 計算된 水溫曲線을 隔月別로 나누어 그림 4에 圖式化하였는데(그림 4에서 윗칸은 冪級數의 경우, 아랫칸은 實驗的直交函數의 경우임) 이를 그림 2의 入力된 水溫曲

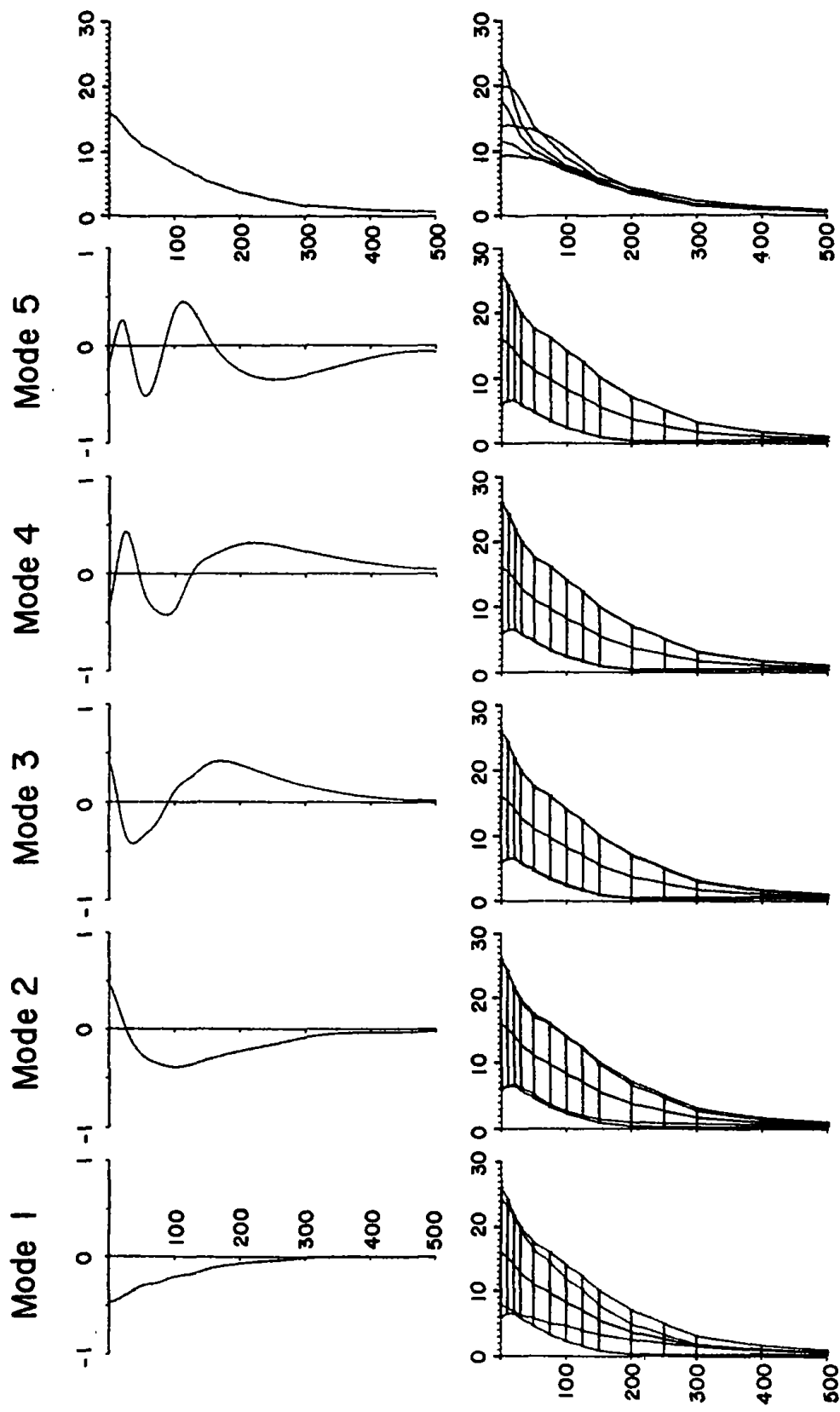


Fig. 3. Vertical modes of Empirical Orthogonal Functions (the upper), and original mean & standard deviation with the fitted ones using corresponding number of the functions (the lower).



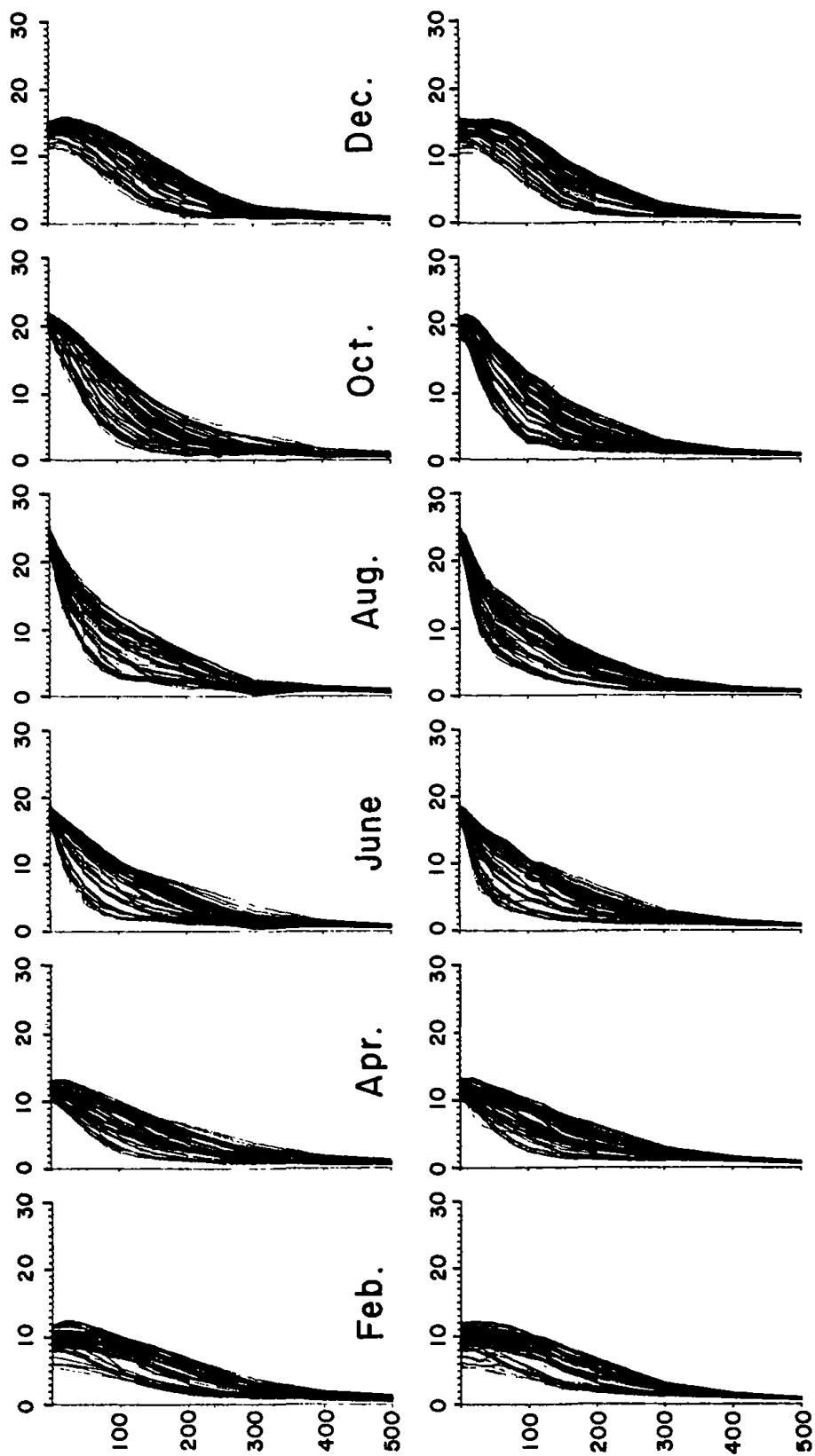


Fig. 4. Fitted vertical profiles of temperature in each month by 6 degrees of polynomial (the upper) and by 4 Empirical Orthogonal Functions (the lower).

Table 1. Comparison of mean misfits of temperature fitted by the polynomial and by the Empirical Orthogonal Functions (the number of mode is corresponding to the degree of polynomial and to the number of the used Empirical Orthogonal Functions).

Mode	Mean Misfit in °C							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Polynomial	1.91	0.85	0.52	0.35	0.25	0.20	0.17	0.13
E.O.F.	1.27	0.54	0.30	0.21	0.17	0.14	0.12	0.09

線과 대체적으로 比較해 보면 두가지 方法 모두가 적절한 것으로 보인다. 그러나 冪級數를 사용하여 回歸分析된 水溫曲線은 어떤 경우에는 變曲點이 이상하게 나타나 水溫逆轉을 갖는 것으로 보이기도 하며 (300 m 層의 6 月과 8 月, 10 月의 250 m 層과 400 m 層), 특히 表層의 水溫變化幅이 적은 混合層이 잘 表示되지 못하고 있다 (6 月, 8 月, 10 月).

이와같은 水溫의 垂直構造가 단지 몇 개의 函數로 表示되어지면, 3 次元 모델을 確立할때 未知數의 갯수를 대폭 줄일 수 있는 利點이 있다. 그러므로 函數를 選擇함에 있어 微分, 積分 등 演算의 自由로움을 考慮해야 한다. 이 點에서 보면 冪級數를 사용했을때 演算이 아주 간편하고, 實驗的 直交函數를 사용하면 많은 計算을 要求한다.

第 3 節 垂直構造函數의 特性

첫번째 垂直構造函數 (그림 3 의 Mode 1) 는 表層에서 極값을 갖고 水深이 깊어짐에 따라 점차 振幅이 작아지나 表層에서 底層에 이르기까지 同一한 符號를 갖는다. 이 函數를 物理的 現象으로 說明하면, 海面에서의 太

陽에너지의 吸收나 大氣와의 熱交換 等과 같이 表層水溫을 上昇 또는 下降시키는 效果가 全 水深에 걸쳐 같은 方向으로 作用하는데 水深이 깊어짐에 따라 그 作用力이 弱化되어 (100 m에 이르러 表層의 ½) 300 m 以深에서는 거의 나타나지 않는다.

두번째 垂直構造函數 (그림 3의 Mode 2)는 表層과 100 m層에서 極값을 갖고 水深 20 m를 基準으로 上·下層의 符號가 반대이다. 이것은 上層水溫이 上昇 (下降)됨에 따라 下層水溫은 역으로 下降 (上昇)되는 現象이다. 水深 300 m에서도 상당한 變化量을 나타내고 있는데, 이 現象은 表層에서 水深 300 m까지 폭넓게 存在한다. 低水溫 혹은 高水溫을 띄는 다른 水塊가 어느 水深層으로 浸入할 경우 이와같은 現象이 생긴다.

세번째와 네번째 垂直構造函數 (그림 3의 Mode 3, Mode 4)는 앞의 두개의 垂直構造函數로 計算된 水溫曲線의 기울기의 緩急을 調節하는 機能을 갖는다.

第3章 長週期變動性

第1節 資料 및 方法

오랜 期間동안에 蓄積된 觀測資料를 바탕으로 接近하는 研究는 제일 먼저, 時·空間에 따라 이 資料를 分類하고 目的에 맞게 時間이나 空間에 따라 平均하게 된다. 그러나 이 平均이 갖는 의미는 資料가 어떻게 分布하고 있는지에 따라 크게 달라질 수도 있다. 특히 東海南部海域에 存在하는 諸現象은 顯著한 季節變動性 뿐만 아니라 數年變動性도 나타내고 있다. 季節變動性 以上の 長週期特性을 把握하고자 할때 사용가능한 資料는 隔月로 觀測된 水產振興院의 累年資料가 有一하다. 그래서 이 水產振興院 資料는 많은 研究의 基本資料로 活用되어 왔으며 앞으로도 有用하게 사용될 것이므로 면밀히 檢討할 必要가 있다.

An & Chung(1982)은 水產振興院의 1971年부터 1979年까지의 資料를 사용하여 東海南部海域에서의 前線의 特性을 分析하고 세가지의 前線形態를 提示하면서, 前線의 季節特性은 거의 分別할 수 없었음을 報告하였다. 또한 數值實驗(Yoon 1982, Kawabe 1982)을 포함한 여러 研究에서 前線의 形態를 決定짓는 主要因이 對馬暖流係水와 北韓寒流係水 相互間의 勢力分布의 變動으로 指摘되었다. An & Chung (1982)이 提示한 첫번째 前線은 韓半島 東岸 가까이 南北으로 놓인 것인데, 이들은 이 前線이 對馬暖流가 強하거나 또는 北韓寒流係水가 韓半島 東岸을 따라 南으로 強하게 勢力을 擴張하는 때에 形成되는 것으로 分類하였다. 두가지 要因 中에 어느 한 要因이 強하거나 또는 두 要因이 다 強하지는 못하더라도 相勝作用을 일으킬 수도 있다. 이와같이 複合的인 過程을 거치는 現象을 研究함에 있어 地域적으로 固定

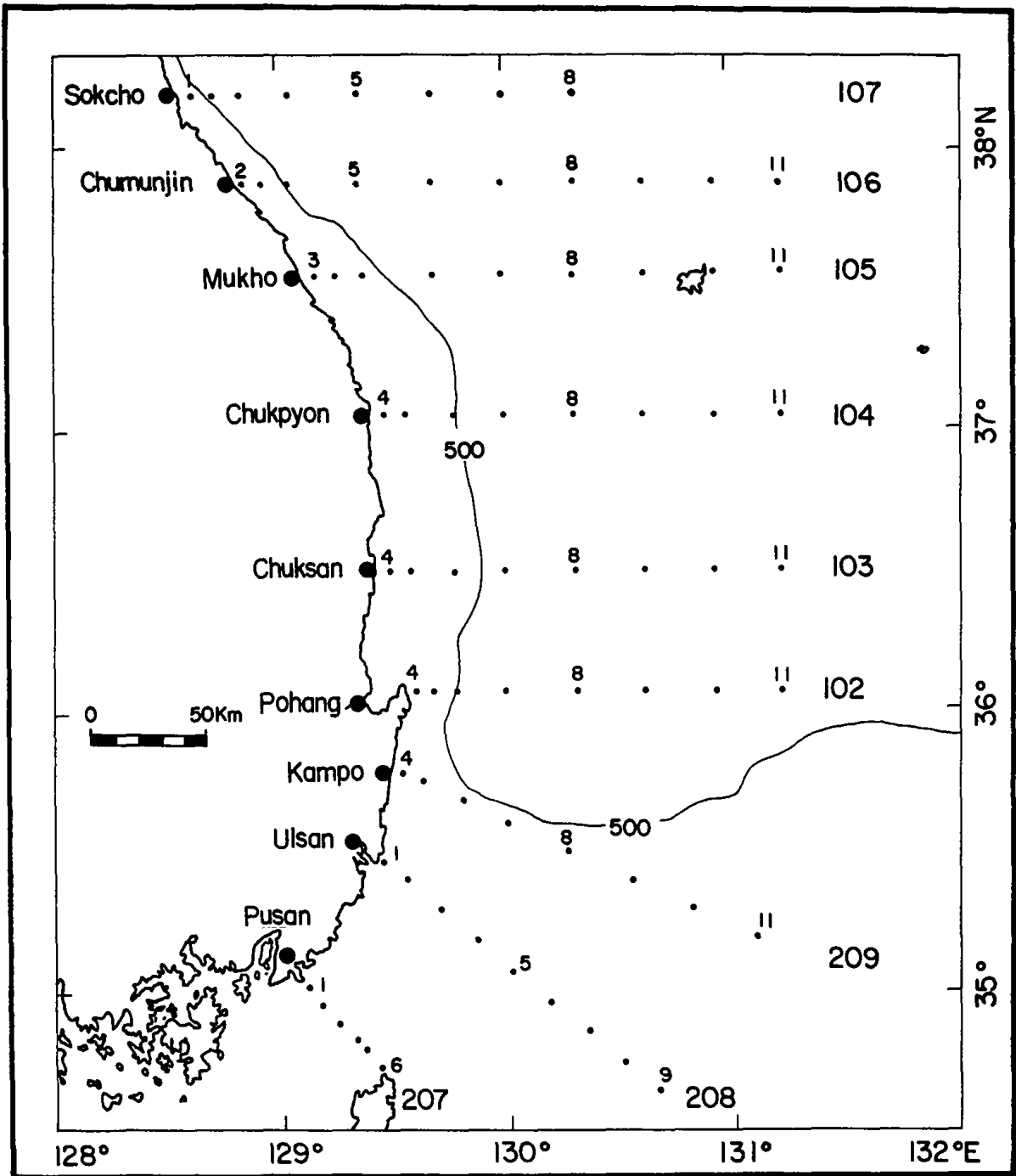


Fig. 5. Data stations used for the seasonal and year-to-year variability studies.

된 定點 또는 定線 基準으로 把握하고자 할 때는 局地的이라는 制限으로 말미암아 現象을 糾明하지 못할 수도 있을 것이다. 또한 定性的으로는 理解可能하더라도 定量的으로 把握하기에는 定點 또는 定線 選擇의 任意性이 強하게 介入되어 混雜을 일으킬 여지가 있다. 특히, 地域적으로 固定된 定點을 基準으로 長週期特性을 把握하는 것은 局地的이라는 限界가 크다. 水産振興院의 定點은 對象海域 全體에 골고루 分布하고 있으므로 局地的인 限界를 벗어나기 위하여 各 定點別로 長週期特性을 考慮하기보다 對象海域 全體를 또는 制限된 어떤 海域을 代表하는 指數를 計算하여 接近하고자 한다. 그림 5 에는 長週期特性 把握을 위해 사용한 水産振興院의 73 개 定點이 表示되었으며, 이 定點에 대한 1967 年부터 1984 年까지 18 年間の 資料를 使用하였다.

먼저, 원래의 資料(X)에서 各 定點別, 隔月別 平均과 標準偏差를 구하고, 원래의 資料에서 該當하는 定點別, 隔月別 平均을 뺀 후 標準偏差로 나누어 正規化시켜 anomaly 資料(X')를 만들었다.

$$X'(i, j) = \frac{X(i, j) - \bar{X}(i, k)}{\sigma(i, j)} \quad (2)$$

여기서 i 는 定點, j 는 隔月別 時間을 나타내는 添字이고 k 는 2月, 4月, 6月, 8月, 10月, 12月을 나타내는 添字인데 k 는 j 에 따라 決定된다. \bar{X} 와 σ 는 添字 i, k 에 該當하는 平均과 標準偏差이다. 對象海域을 代表하는 指數는 모든 定點에 대하여 平均하여 얻는다.

$$X'_M(j) = \frac{\sum X'(i, j)}{N_M} \quad (3)$$

여기서 添字 M 은 모든 定點에 대하여 平均이 이루어졌음을 나타낸다. 그리하여 X'_M 은 對象海域을 代表하는 anomaly 時系列이 되며, 마찬가지로 X_M

으로 表示되는 것은 對象海域을 代表하는 物理量의 時系列이 된다.

$$X_M(j) = \frac{\sum X(i, j)}{N_M} \quad (4)$$

아울러, 주어진 어떤 時間 j 에 $X'(i, j)$ 나 $X(i, j)$ 의 空間分散 範圍가 있을 것인데 이것은 各各 該當하는 標準偏差의 時系列(σ'_M 과 σ_M)로 나타낼 수 있다. 즉, 주어진 어떤 時間에 空間分散 範圍가 좁으면 對象海域 全體가 거의 均質의 特性을 갖고 있다고 볼 수 있다.

위에서 定義된 여러가지 變量을 다시 整理하면, 時·空間에 따른 원래의 資料 $X(i, j)$ 와 anomaly 資料 $X'(i, j)$ 가 있고, 對象海域을 代表하는 物理量 時系列 $X_M(j)$ 와 anomaly 時系列 $X'_M(j)$ 가 있으며, 對象海域의 空間 均質性을 나타내는 $\sigma_M(j)$ 와 $\sigma'_M(j)$ 가 있다.

第2節 季節에 따른 資料의 分布 特徵

本 研究에서는 水溫과 鹽分資料를 使用하였는데 長週期 特性 研究를 위한 統計處理하기에 앞서 이 資料들의 季節에 따른 分布特徵을 살펴볼 必要가 있다. 이 節에서는 앞의 節에서 定義한 變量 X 와 X' 에 관한 討議에 局限한다.

1. 水溫과 鹽分

그림 6은 觀測月과 水深에 따라 分類한 水溫의 出現頻度 分布圖인데, 위에서 아래로 水深 $0\ m, 10\ m, 20\ m, 30\ m, 50\ m, 100\ m, 150\ m, 200\ m, 250\ m, 300\ m$ 에 該當하며, 제일 왼쪽은 全期間, 다음 왼쪽에서 오른쪽으로 各 各 2月, 4月, 6月, 8月, 10月, 12월에 該當하고, 各 分布圖의 座標系는 該當 水深層의 全期間에 대한 平均과 標準偏差(가로축의 한눈금)로 統一

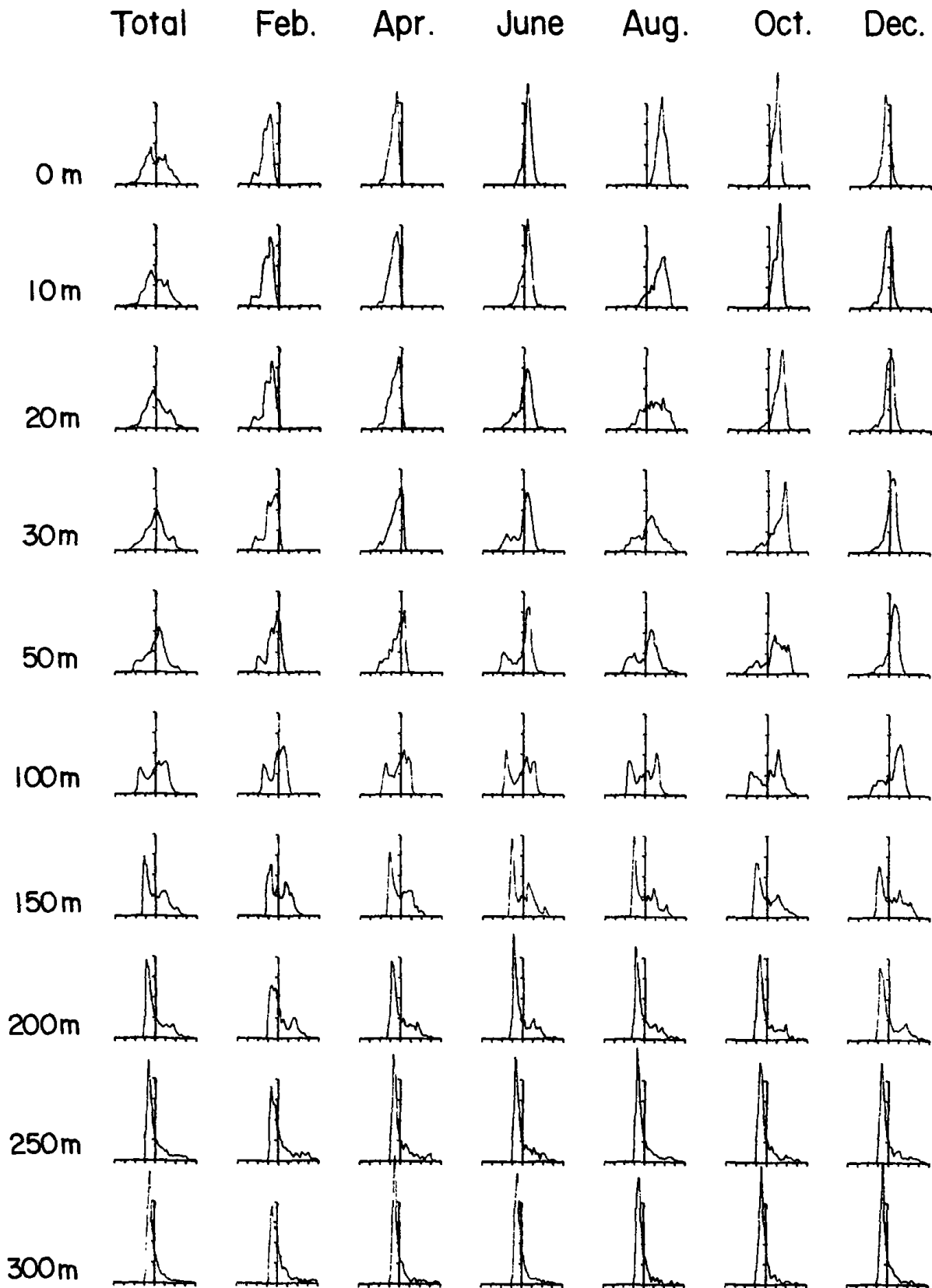


Fig. 6. Temperature histogram (the axes are fixed by the mean and standard deviation for the total period at the layer).

Table 2. Statistical characteristics for temperature histogram.

Depth	Total	Feb.	Apr.	June	Aug.	Oct.	Dec.
0 : Mean	16.78	10.44	12.52	18.32	24.20	20.41	14.46
: Stn. Dv.	5.17	2.63	2.14	2.01	2.09	1.87	2.21
: Skewness	0.02	-0.80	-0.63	-0.25	-0.27	-0.64	-0.82
: Kurtosis	2.33	3.35	3.38	3.91	2.95	3.60	4.23
10 : Mean	16.21	10.58	12.24	17.08	21.94	20.43	14.66
: Stn. Dv.	4.84	2.71	2.20	2.50	3.66	1.99	2.17
: Skewness	0.06	-0.84	-0.75	-0.71	-0.70	-0.79	-0.89
: Kurtosis	2.51	3.43	3.37	3.97	2.89	4.33	4.36
20 : Mean	15.18	10.53	11.87	15.21	18.59	19.94	14.65
: Stn. Dv.	4.59	2.79	2.39	3.35	4.80	2.61	2.21
: Skewness	0.12	-0.88	-0.80	-0.83	-0.20	-1.08	-1.03
: Kurtosis	2.71	3.36	3.34	3.38	2.28	4.12	4.92
30 : Mean	14.04	10.39	11.34	13.48	15.77	18.60	14.47
: Stn. Dv.	4.50	2.86	2.79	3.93	4.95	3.83	2.32
: Skewness	0.04	-0.83	-0.85	-0.79	-0.09	-1.12	-1.04
: Kurtosis	2.81	3.15	3.39	2.75	2.54	3.90	4.71
50 : Mean	12.54	10.14	10.52	11.71	13.06	15.60	14.09
: Stn. Dv.	4.48	3.02	3.22	4.39	5.06	5.07	2.63
: Skewness	-0.18	-0.79	-0.78	-0.75	-0.18	-0.68	-1.10
: Kurtosis	2.81	2.89	2.75	2.29	2.49	2.65	4.26
100 : Mean	9.76	9.03	8.61	8.87	9.49	10.77	11.77
: Stn. Dv.	4.64	3.51	3.87	4.65	5.03	5.37	4.23
: Skewness	-0.19	-0.48	-0.33	-0.22	-0.08	-0.21	-0.70
: Kurtosis	2.02	2.10	1.90	1.72	1.71	1.90	2.38
150 : Mean	5.99	6.22	5.62	5.53	5.74	5.98	6.90
: Stn. Dv.	4.05	3.52	3.67	3.91	4.16	4.32	4.43
: Skewness	0.58	0.31	0.45	0.61	0.66	0.73	0.44
: Kurtosis	2.33	1.87	2.06	2.45	2.35	2.58	1.95
200 : Mean	3.96	4.55	3.88	3.66	3.74	3.67	4.32
: Stn. Dv.	3.26	3.18	3.13	3.12	3.19	3.20	3.60
: Skewness	1.16	0.82	1.06	1.21	1.25	1.42	1.14
: Kurtosis	3.54	2.55	3.13	3.83	3.80	4.46	3.38
250 : Mean	2.57	3.13	2.51	2.45	2.38	2.39	2.61
: Stn. Dv.	2.32	2.60	2.28	2.12	2.26	2.17	2.40
: Skewness	1.79	1.53	1.79	1.53	2.01	2.00	1.82
: Kurtosis	5.92	4.72	5.73	4.70	6.99	6.89	6.09
300 : Mean	1.68	2.13	1.73	1.61	1.53	1.51	1.62
: Stn. Dv.	1.62	1.98	1.78	1.51	1.52	1.35	1.47
: Skewness	2.80	2.28	2.61	2.63	3.14	3.30	2.86
: Kurtosis	12.16	8.37	10.29	10.80	15.06	17.60	13.04

하였다. 이 分布圖에 대한 統計的 特性값(平均, 標準偏差, 歪度, 尖度)은 表2에 要約되었다.

表層에서 100 m層까지는 分布圖의 形態에서도 季節에 따른 特徵이 뚜렷하게 나타나 있는 반면에 150 m層에서 300 m層까지는 分布圖의 形態가 季節에 따른 特徵은 적고 水深層間에 서로 닮았다. 水溫의 垂直變化範圍가 좁은 混合層의 두께는 強하게 季節變化하므로(Shim & Kim, 1981) 表層의 分布圖 形態가 季節에 따라 傳達되는 깊이가 다름을 보이고 있다. 두개의 꼭지점을 갖는 分布圖 形態는 水溫差가 있는 두개의 水塊가 잘 混合되지 않고 共存하거나, 數年變動性으로 因하여 어느 해에는 冷水塊가, 어느 해에는 暖水塊가 나타난 것으로 說明할 수 있다(이 分布圖는 累年資料를 隔月에 따라 分類하여 作成된 것임). 특히, 高溫쪽의 꼭지점 높이는 水深이 깊어짐에 따라 점차 낮아지며 低溫쪽의 꼭지점 높이는 水深이 깊어짐에 따라 점차 높아지고 있는데 이 特徵은 2월에 顯著하다.

隔月 平均값을 통하여 水溫의 年變化 特徵을 概觀적으로 살펴보면, 水深이 깊어짐에 따라 最高·最低값이 나타나는 시기가 늦어지고 있음을 보인다(表2). 層別 年中 最高값의 경우, 水深 0~10 m에서는 8월에, 水深 20~50 m에서는 10월, 水深 100~150 m에서는 12월, 水深 200~300 m에서는 2월에 나타난다. 最低값의 경우, 水深 0~50 m에서는 2월, 水深 100 m에서는 4월, 水深 150~200 m에서는 6월, 水深 250 m에서는 8월, 水深 300 m에서는 10월에 나타난다. 특히, 2월에 水深 0~50 m에서는 그 水深層의 年中 最低값이 나타나며 水深 250 m에서는 年中 最高값이 나타난다. 8월에 반대로, 水深 0~10 m에서는 年中 最高값이 나타나고 水深 250 m에서는 年中 最低값이 나타난다. 이와같이 2월과 8월에는 表層과 250 m層에서 各層의 年中 極값이 對立的으로 存在한다. 이 現象을, 즉, 表層에서 暖流水塊가 強勢를 나타낼때 底層으로 冷水塊의 侵入이 손쉽게 이루어지고, 表層에서

暖流水塊가 弱化되고 冷水塊가 表層으로 勢力을 擴張하면서 底層에서 물러나는 樣相인 것으로 解釋하고 單純한 模型을 提示할 수 있을 것이다. 表2에서 注目되는 또다른 점은 標準偏差가 水深 100 m에서 全水深을 통하여 대체로 큰 값을 갖는데, 2月에는 水深 150 m에서, 8月에는 水深 50 m에서 最大값을 갖고 그 外의 月에는 水深 100 m에서 最大값을 갖는다. 이는 水深 100 m層에서 空間變動性이 가장 큼을 의미한다. 뿐만아니라 깊은 水深에서의 變動係數(標準偏差/平均)는 상당히 큰 값을 갖는다. 이런 觀點에서 보건데 깊은 水深에서의 時·空間 變動性을 소홀히 취급할 수 없을 것이다.

그림 7은 그림 6에서와 마찬가지로 配置 構成된 鹽分의 出現頻度 分布圖이다. 水溫의 경우에는 高溫과 低溫을 中心으로 나타난 뚜렷한 樣相을 檢討하였는데 鹽分의 경우는 이보다 더욱 복잡하다. 力學的으로 物理的 特性을 나타내는 密度는 水溫, 鹽分 및 水深의 函數로 密度計算式에서 볼때 水溫 20 °C, 鹽分 34 % 近處에서 鹽分 $\pm 1\%$ 의 變化는 水溫 $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 의 變化로 補正할 수 있으므로 水溫의 變動幅이 큰 경우 실제로 密度의 대체적인 變動性은 단지 水溫變動性만으로 說明되어질 수 있다. 夏季를 除外하고는 대체적으로 高溫·高鹽인 特性을 갖는 對馬暖流係水와 低溫·低鹽인 北韓寒流係水가 東海南部海域의 主要 水塊이므로 水溫의 경우에 高溫·低溫을 따라 檢討한 特徵이 鹽分에서 高鹽·低鹽으로 역시 存在하는가를 살펴보고 또 다른 特徵을 檢討한다. 鹽分의 出現頻度 分布圖(그림7)에 대한 統計的 特性값은 表3에 要約되었다.

分布圖 形態로 볼때, 水溫에서 言及한 特徵이 鹽分의 경우에도 역시 存在하고 있으나 水溫에서보다 덜 뚜렷하다. 깊은 水深에서 水溫이 낮은쪽에 높은 峰지점이 나타나는 반면에 鹽分의 경우 거의 對稱形態를 갖는데 이러한 相異點은 低溫·低鹽인 水塊보다 상대적으로 高溫·低鹽인 水塊의 存

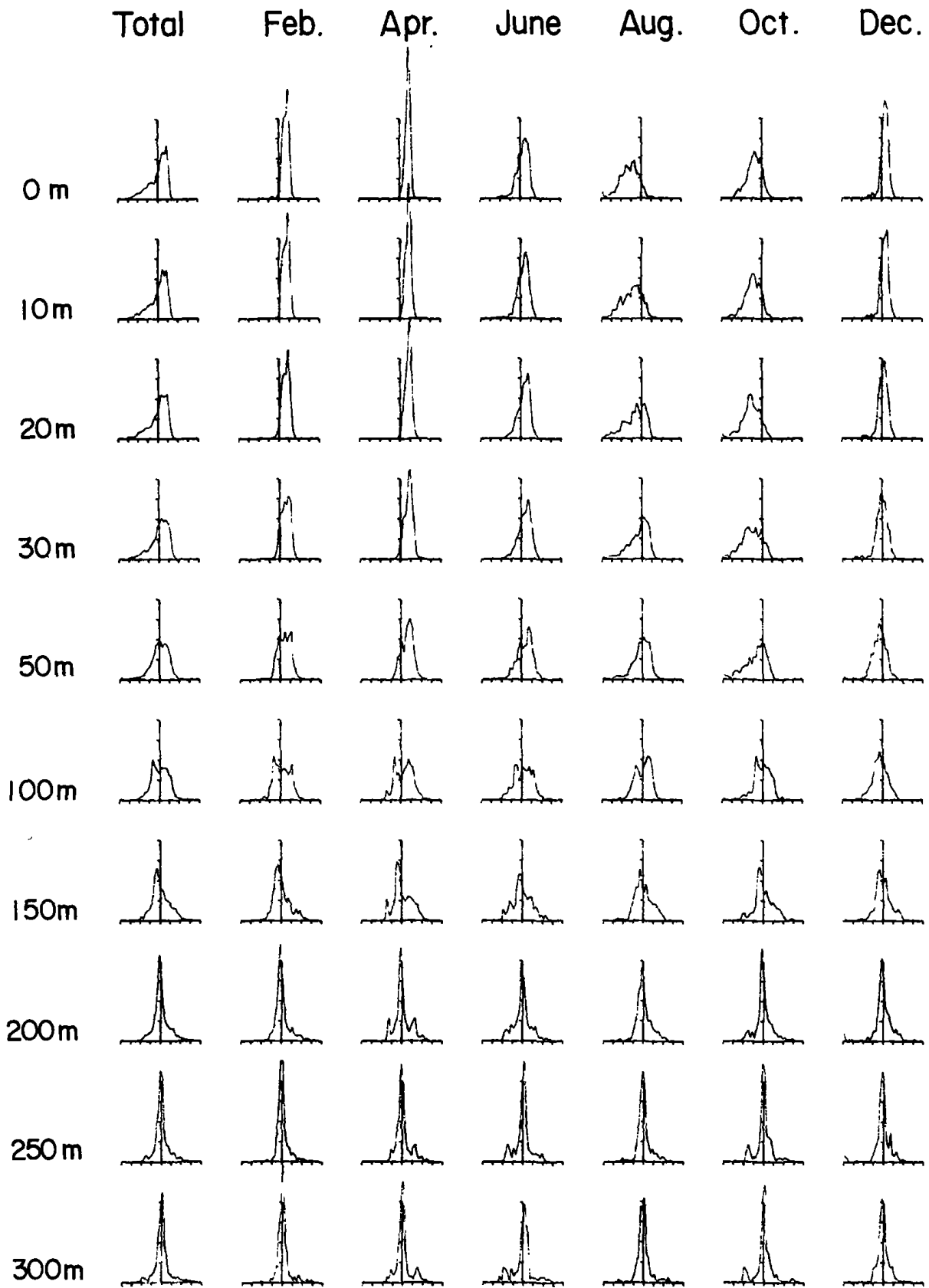


Fig. 7. Salinity histogram (the axes are fixed by the mean and standard deviation for the total period at the layer).

Table 3. Statistical characteristics for salinity histogram.

Depth	Total	Feb.	Apr.	June	Aug.	Oct.	Dec.
0 : Mean	33.79	34.31	34.40	33.96	32.83	33.23	34.01
: Stn. Dv.	0.74	0.25	0.23	0.44	0.81	0.55	0.28
: Skewness	-1.45	-1.72	-4.73	-1.05	-1.09	-0.43	-1.15
: Kurtosis	5.89	13.52	56.25	4.94	5.46	3.12	7.00
10 : Mean	33.85	34.32	34.41	34.02	33.11	33.23	34.00
: Stn. Dv.	0.67	0.23	0.18	0.39	0.78	0.53	0.29
: Skewness	-1.44	-1.69	-1.09	-0.98	-1.09	-0.54	-1.33
: Kurtosis	6.16	13.63	7.54	4.95	6.02	3.68	7.45
20 : Mean	33.94	34.31	34.41	34.11	33.52	33.33	34.01
: Stn. Dv.	0.57	0.23	0.20	0.34	0.66	0.51	0.28
: Skewness	-1.34	-1.61	2.75	-0.87	-1.14	-0.55	-1.18
: Kurtosis	5.76	13.42	50.49	4.54	5.14	3.80	6.56
30 : Mean	34.04	34.30	34.39	34.19	33.84	33.53	34.01
: Stn. Dv.	0.46	0.23	0.19	0.29	0.50	0.47	0.28
: Skewness	-1.30	-1.51	-0.78	-0.55	-1.32	-0.44	-1.21
: Kurtosis	5.32	13.04	5.45	3.77	5.64	3.20	6.54
50 : Mean	34.15	34.29	34.36	34.25	34.08	33.87	34.03
: Stn. Dv.	0.35	0.24	0.20	0.27	0.37	0.41	0.27
: Skewness	-1.40	-1.91	-0.31	-0.56	-1.89	-0.98	-1.20
: Kurtosis	7.08	16.83	2.76	3.58	10.04	3.81	7.55
100 : Mean	34.21	34.24	34.28	34.24	34.20	34.18	34.11
: Stn. Dv.	0.26	0.22	0.22	0.26	0.23	0.29	0.28
: Skewness	-0.74	-0.72	0.04	-1.63	-1.67	2.39	-3.29
: Kurtosis	27.18	9.15	2.53	22.00	13.03	42.51	36.65
150 : Mean	34.13	34.14	34.15	34.13	34.13	34.13	34.10
: Stn. Dv.	0.21	0.20	0.18	0.21	0.19	0.21	0.24
: Skewness	-0.05	3.29	0.26	0.25	-0.25	-0.39	-1.47
: Kurtosis	10.29	38.77	2.53	3.98	4.39	5.12	8.53
200 : Mean	34.08	34.10	34.09	34.07	34.08	34.07	34.07
: Stn. Dv.	0.21	0.16	0.17	0.19	0.20	0.28	0.21
: Skewness	-4.37	1.04	0.53	0.22	-3.06	-8.63	-1.33
: Kurtosis	90.40	8.48	5.47	6.14	34.38	136.31	9.38
250 : Mean	34.06	34.08	34.07	34.06	34.05	34.06	34.03
: Stn. Dv.	0.22	0.15	0.15	0.17	0.32	0.24	0.20
: Skewness	-7.37	2.94	0.87	0.08	-16.54	7.52	-2.33
: Kurtosis	327.62	28.81	5.20	3.91	349.84	131.89	11.88
300 : Mean	34.05	34.07	34.06	34.04	34.05	34.05	34.02
: Stn. Dv.	0.18	0.12	0.14	0.18	0.16	0.18	0.24
: Skewness	0.39	3.26	-0.47	-0.20	-0.92	-1.67	1.89
: Kurtosis	39.24	32.48	10.93	5.14	20.85	17.53	50.28

在를 認識시켜주는 것이다. 水深 0 ~ 50 m에서 상대적 高溫쪽에 높은 꼭지점과 상대적 高鹽쪽에 높은 꼭지점이 存在하는 것이 夏季를 除外하고 거의 一致한다. 얇은 水深에서는 季節變動性이 심하며, 특히, 低鹽이 넓게 퍼져있다.

隔月 平均값을 통하여 鹽分의 年變化 特徵을 개괄적으로 살펴보면 水深이 깊어짐에 따라 나타나는 最高·最低값의 時期가 水溫의 경우와 比較할 때 差異를 나타낸다(表3). 層別 年中 鹽分 最高값을 보면, 水深 0~150 m까지는 4월에, 200~300 m에서는 2월에 나타난다. 最低값의 경우, 水深 0~10 m에서는 8월에, 20~50 m에서는 10월에, 100~300 m에서는 12월에 나타난다. 夏季에 많은 降水量과 韓國海峽의 表層으로 流入되는 高溫·低鹽水가 넓게 分布하므로 高鹽·低鹽에 따라 檢討되는 特徵은 高溫·低溫에 따른 特徵과 差異를 갖게 된다.

2. 異常水溫과 異常鹽分

여기서 檢討하고자 하는 異常水溫과 異常鹽分은 第3章 第1節에서 定義한 X' 變量인데 異常水溫과 異常鹽分의 出現頻度 分布는 各各 그림 8과 그림 9에 그림 6에서와 마찬가지로 配置 構成되었으며 各各의 統計的 特性은 表4와 表5에 要約되었다. 各 水深에 대한 이 變量의 平均과 標準偏差는 이 變量이 正規化되었으므로 당연히 各各 0과 1을 갖는다(表4와 表5).

異常水溫의 歪度(skewness)를 보면 6月の 0 m를 除外하고는 陰의 값을 갖고 150~300 m에서는 陽의 값을 갖는데, 이것을 水溫의 歪度和 比較할 때(表2) 6月の 0 m를 除外하고는 같은 符號를 보이며 그 크기는 대체로 水溫의 $\frac{1}{2}$ 정도이다. 특히 陽의 歪度を 갖는 水深 150~300 m에서는 異常水溫의 分布圖 形態가 水溫의 경우와 매우 닮았다. 水深 0~100 m에서

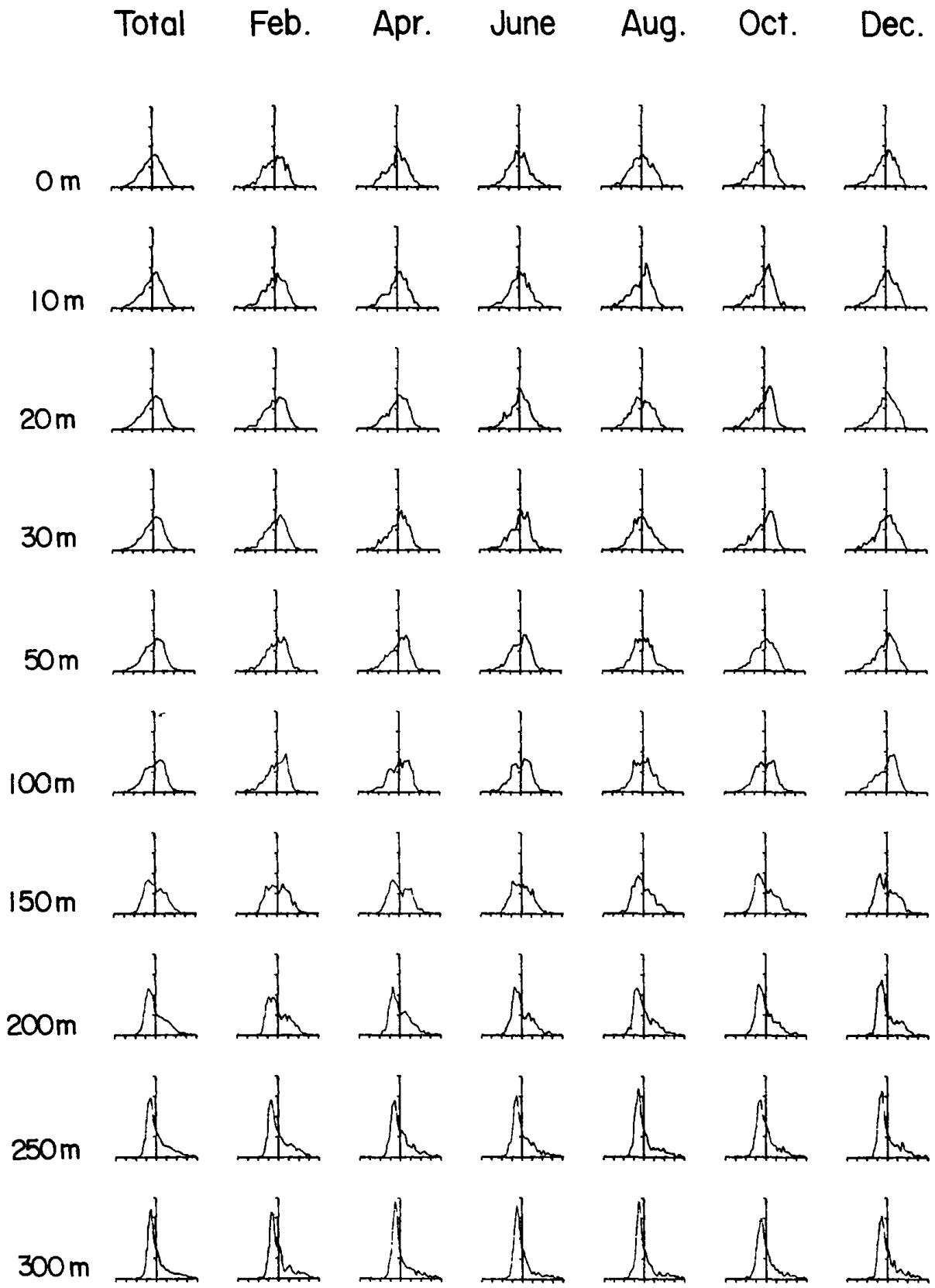


Fig. 8. Temperature anomaly histogram (the axes are fixed by the mean and standard deviation for the total period at the layer).

Table 4. Statistical characteristics for temperature anomaly histogram:

Depth	Total	Feb.	Apr.	June	Aug.	Oct.	Dec.
0 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
: Skewness	-0.26	-0.32	-0.27	0.13	-0.12	-0.41	-0.60
: Kurtosis	2.89	2.59	2.80	3.07	2.51	3.09	3.24
10 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
: Skewness	-0.41	-0.36	-0.40	-0.11	-0.59	-0.45	-0.59
: Kurtosis	3.04	2.81	2.82	3.24	2.91	3.21	3.20
20 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
: Skewness	-0.39	-0.42	-0.43	-0.24	-0.12	-0.61	-0.52
: Kurtosis	2.90	2.83	2.80	3.15	2.51	3.06	3.02
30 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
: Skewness	-0.42	-0.48	-0.49	-0.28	-0.08	-0.66	-0.51
: Kurtosis	3.10	3.02	3.01	3.53	2.97	3.04	3.03
50 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
: Skewness	-0.31	-0.45	-0.44	-0.27	0.02	-0.21	-0.54
: Kurtosis	3.07	3.02	2.83	3.47	3.28	2.73	3.08
100 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
: Skewness	-0.26	-0.47	-0.35	-0.19	-0.03	-0.04	-0.50
: Kurtosis	3.06	3.24	3.00	3.21	3.13	2.91	2.91
150 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
: Skewness	0.39	0.16	0.30	0.27	0.54	0.60	0.44
: Kurtosis	2.96	2.38	2.75	3.15	3.33	3.20	2.91
200 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
: Skewness	0.89	0.59	0.87	0.85	0.95	1.09	0.97
: Kurtosis	3.49	0.49	3.64	3.58	3.58	4.16	3.39
250 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
: Skewness	1.24	0.97	1.26	1.27	1.39	1.32	1.21
: Kurtosis	4.24	3.14	4.43	4.53	4.42	4.77	4.04
300 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
: Skewness	1.48	1.34	1.57	1.70	1.62	1.35	1.32
: Kurtosis	5.04	4.30	5.27	5.76	5.50	4.88	4.51

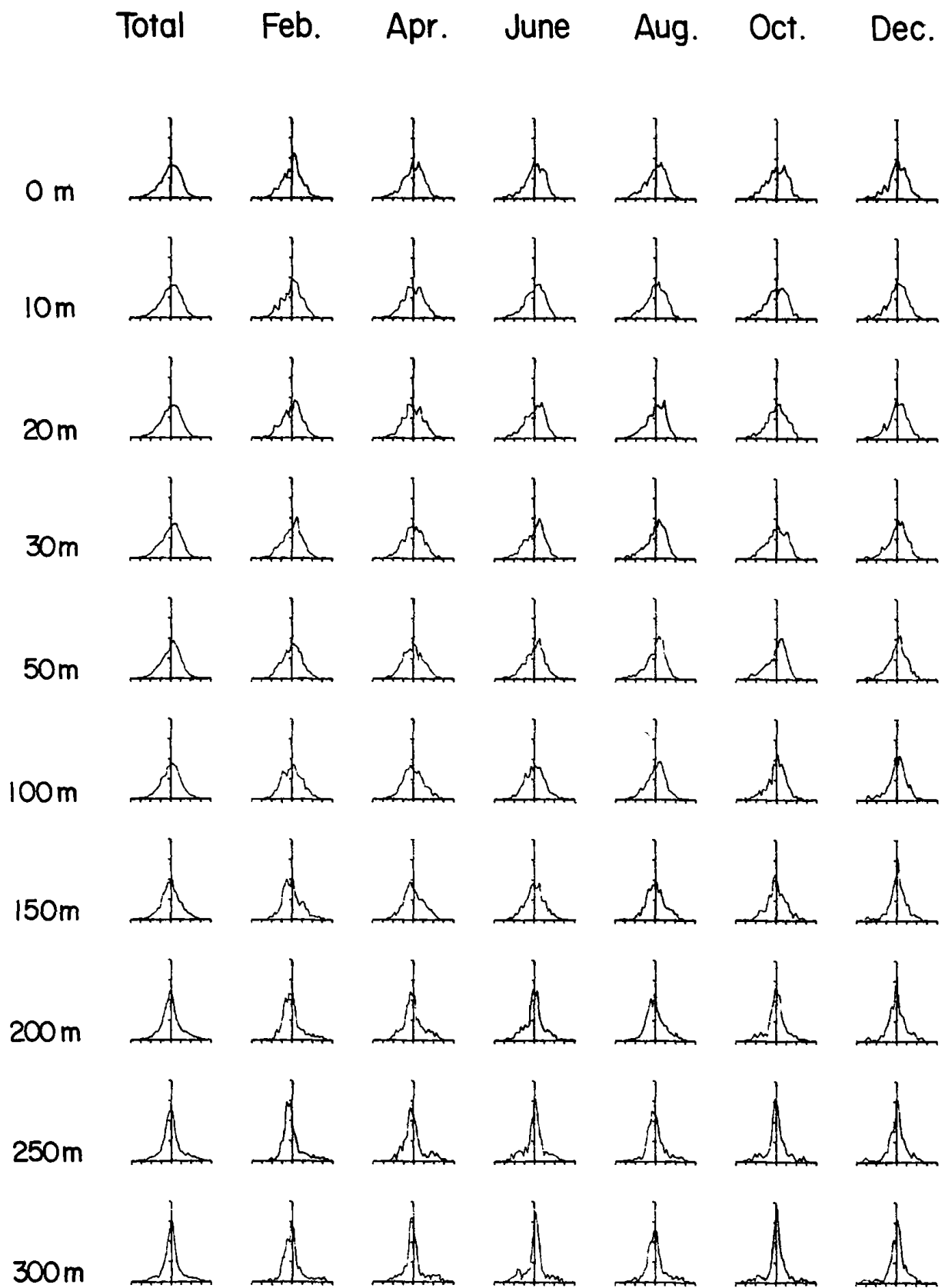


Fig. 9. Salinity anomaly histogram (the axes are fixed by the mean and standard deviation for the total period at the layer).

Table 5. Statistical characteristics for salinity anomaly histogram.

Depth	Total	Feb.	Apr.	June	Aug.	Oct.	Dec.
0 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
: Skewness	-0.45	-0.35	-0.37	-0.65	-0.46	-0.31	-0.56
: Kurtosis	3.23	3.74	3.17	3.44	2.98	2.58	3.54
10 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
: Skewness	-0.44	-0.38	-0.19	-0.54	-0.55	-0.37	-0.65
: Kurtosis	3.14	3.26	2.83	3.12	3.20	2.78	3.65
20 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
: Skewness	-0.39	-0.33	0.00	-0.47	-0.59	-0.36	-0.60
: Kurtosis	3.14	3.27	2.94	2.92	3.11	3.05	3.60
30 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
: Skewness	-0.41	-0.34	-0.09	-0.43	-0.69	-0.28	-0.61
: Kurtosis	3.13	3.32	2.96	3.07	3.31	2.57	3.59
50 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
: Skewness	-0.45	-0.27	0.06	-0.39	-0.76	-0.73	-0.58
: Kurtosis	3.36	3.50	2.72	3.17	3.74	3.34	3.70
100 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
: Skewness	-0.28	0.02	0.14	-0.13	-0.55	-0.50	-0.65
: Kurtosis	3.51	3.09	2.83	3.24	3.71	4.11	4.08
150 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
: Skewness	-0.03	0.58	0.12	-0.07	-0.02	-0.03	-0.69
: Kurtosis	3.55	3.51	2.76	3.18	3.51	3.54	4.79
200 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
: Skewness	0.18	0.96	0.42	0.03	0.24	-0.25	-0.23
: Kurtosis	4.05	4.32	3.37	3.98	3.87	4.42	4.34
250 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
: Skewness	0.23	1.23	0.76	-0.08	0.36	-0.04	-0.75
: Kurtosis	4.52	5.31	3.72	3.55	4.91	4.50	5.20
300 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
: Skewness	0.13	0.99	0.58	-0.10	0.50	-0.36	-0.68
: Kurtosis	4.84	5.26	4.54	3.82	4.58	5.09	5.74

는 異常水溫의 分布度 形態에서 季節特徵이나 水深特徵을 크게 보이지 않는다. 異常鹽分の 歪度에서는 水深 50 ~ 300 m에서 鹽分の 歪도와 比較할때 그 符號가 바뀌는 수도 있으나 그 크기는 水溫의 경우보다 더 많이 줄어든다. 또한, 水深 100 ~ 300 m에서는 異常鹽分の 分布度 形態가 서로 닮았다. 水深 0 ~ 50 m에서는 異常鹽分の 分布圖 形態에서 季節特徵이나 水深特徵을 크게 보이지 않는다. 異常水溫과 異常鹽分에서 공통된 特徵을 要約하면, 얇은 水深에서는 異常水溫이나 異常鹽分の 分布度 形態가 모두 正規的 anomaly 임을 보여주며, 깊은 水深에서는 總變化量의 거의 모두가 anomaly 에서 起因됨을 보여준다고 할 수 있다.

第3節 長週期變動性에 關한 考察

本節에서는 長週期變動性을 考慮하기 위하여 第3章 第1節에서 定義한 變量 X_M 과 X'_M (對象海域을 代表하는 變量)에 대하여 論議한다. X_M 과 X'_M 은 時系列이지만 어떤 海域을 代表하는 값이므로 그 海域에서의 分散程度 또는 均質程度 또한 觀心있는 變量(σ_M 과 σ'_M)이다. 즉, 어느 주어진 時間에 모든 定點에 대하여 平均과 標準偏差를 구하여 各各 代表값과 均質程度 즉 空間變動性으로 定義되었다.

1. 代表水溫과 代表鹽分

表6는 對象海域을 代表하는 水溫값(모든 定點에 대한 平均값)에 대한 18年間の 統計資料이다. 이 表에서의 平均값은 원칙적으로 表2의 平均값과 一致해야하나 어느 주어진 時間에 모든 定點이 觀測되지 못하여 差異가 생긴 것인데 대체로 ± 0.02 °C정도로 이는 誤差範圍이다. 그러나 標準偏差가 갖은 의미는 다르다. 表2에서는 모든 定點, 모든 時間이 한꺼번에 計算되어 時·空間의 變動性을 다 包含하고 있지만, 表6에서의 標準偏差는 時

Table 6. Statistics for the time series of temperature averaged in the all stations.

Depth	Total	Feb.	Apr.	June	Aug.	Oct.	Dec.
0 : Mean	16.75	10.52	12.53	18.33	24.23	20.42	14.45
: Stn. Dv.	4.83	1.18	0.98	1.16	1.10	0.84	0.94
: Skewness	0.21	0.25	-1.06	-0.04	-0.13	-0.12	0.05
: Kurtosis	1.87	2.30	3.35	3.74	2.28	2.97	2.27
10 : Mean	16.17	10.65	12.25	17.08	21.98	20.43	14.64
: Stn. Dv.	4.23	1.19	1.02	1.14	1.01	0.87	0.89
: Skewness	0.07	0.08	-1.14	-0.87	-0.39	-0.04	0.12
: Kurtosis	1.73	2.25	3.48	3.50	1.98	3.35	2.42
20 : Mean	15.14	10.59	11.89	15.20	18.62	19.93	14.63
: Stn. Dv.	3.51	1.21	1.06	1.06	1.55	0.85	0.84
: Skewness	0.08	0.06	-1.08	-1.08	-0.91	-0.35	0.17
: Kurtosis	1.89	2.30	3.36	3.14	2.69	2.38	2.39
30 : Mean	14.02	10.46	11.36	13.47	15.79	18.59	14.44
: Stn. Dv.	2.98	1.26	1.07	1.12	1.71	1.15	0.84
: Skewness	0.22	-0.05	-1.02	-0.93	-1.06	-0.31	0.21
: Kurtosis	2.26	2.49	3.29	3.06	3.14	1.94	2.18
50 : Mean	12.52	10.19	10.55	11.68	13.06	15.59	14.05
: Stn. Dv.	2.32	1.28	1.06	1.16	1.64	1.64	0.88
: Skewness	0.23	-0.02	-0.57	-0.71	-0.88	-0.01	0.19
: Kurtosis	2.57	2.66	2.68	2.97	2.96	2.06	2.14
100 : Mean	9.75	9.08	8.65	8.85	9.46	10.76	11.71
: Stn. Dv.	1.77	1.32	1.08	1.31	1.56	1.66	1.26
: Skewness	0.28	0.13	-0.17	0.09	-0.19	0.23	-0.54
: Kurtosis	2.52	2.87	2.03	2.06	2.81	2.33	2.66
150 : Mean	5.97	6.25	5.66	5.51	5.63	5.96	6.79
: Stn. Dv.	1.67	1.58	1.33	1.48	1.63	1.86	1.76
: Skewness	0.41	0.35	-0.12	0.43	0.16	0.47	0.46
: Kurtosis	2.59	2.10	2.07	2.11	2.28	2.18	2.54
200 : Mean	3.93	4.49	3.91	3.62	3.64	3.67	4.23
: Stn. Dv.	1.39	1.62	1.09	1.19	1.16	1.35	1.58
: Skewness	0.72	0.45	0.46	0.44	0.31	0.82	0.72
: Kurtosis	2.93	1.89	2.59	2.69	2.18	2.34	2.98
250 : Mean	2.56	3.02	2.56	2.48	2.29	2.41	2.58
: Stn. Dv.	1.11	1.57	0.99	0.81	0.85	0.94	1.19
: Skewness	1.04	0.56	1.17	0.90	0.22	0.92	0.86
: Kurtosis	3.47	1.85	4.23	3.08	1.79	2.82	2.58
300 : Mean	1.68	2.08	1.76	1.63	1.47	1.52	1.61
: Stn. Dv.	0.77	1.14	0.82	0.58	0.50	0.52	0.69
: Skewness	1.47	0.61	1.88	1.48	0.26	0.74	0.93
: Kurtosis	4.96	1.84	6.43	5.14	1.77	2.43	2.48

Table 7. Statistics for the uniformity of temperature in space.

Depth	Total	Feb.	Apr.	June	Aug.	Oct.	Dec.
0 : Mean	1.82	2.20	1.84	1.63	1.71	1.60	1.92
: Stn. Dv.	0.57	0.77	0.43	0.31	0.52	0.51	0.53
: Skewness	0.62	0.23	-0.36	0.13	-0.41	0.30	0.80
: Kurtosis	4.10	2.91	1.88	2.57	2.47	3.00	2.52
10 : Mean	2.22	2.26	1.87	2.21	3.37	1.72	1.89
: Stn. Dv.	0.87	0.81	0.46	0.40	1.03	0.57	0.59
: Skewness	0.89	0.10	-0.15	0.24	-0.79	1.00	0.81
: Kurtosis	3.38	2.40	1.95	2.43	2.86	4.38	2.42
20 : Mean	2.71	2.33	2.06	3.14	4.42	2.35	1.94
: Stn. Dv.	1.13	0.82	0.49	0.52	1.03	0.82	0.63
: Skewness	0.78	0.06	-0.12	-0.17	-1.03	0.93	0.63
: Kurtosis	2.96	2.36	2.19	2.28	3.37	3.30	2.15
30 : Mean	3.12	2.39	2.49	3.74	4.51	3.52	2.07
: Stn. Dv.	1.17	0.83	0.55	0.54	0.97	1.06	0.62
: Skewness	0.44	-0.01	-0.54	0.21	-0.15	0.52	0.58
: Kurtosis	2.64	2.25	2.68	2.64	2.44	1.80	1.99
50 : Mean	3.59	2.59	2.96	4.20	4.66	4.75	2.40
: Stn. Dv.	1.23	0.81	0.54	0.54	0.96	0.84	0.71
: Skewness	0.18	-0.19	-0.61	-1.01	0.24	0.42	0.63
: Kurtosis	2.54	2.31	3.12	3.83	2.11	2.50	2.47
100 : Mean	4.18	3.19	3.66	4.44	4.73	5.08	3.99
: Stn. Dv.	0.93	0.78	0.49	0.51	0.64	0.71	0.84
: Skewness	-0.27	-0.61	-0.85	-0.54	0.10	0.63	-0.79
: Kurtosis	3.60	2.06	3.10	3.99	2.24	3.98	3.76
150 : Mean	3.60	3.12	3.35	3.59	3.73	3.82	4.00
: Stn. Dv.	0.68	0.50	0.56	0.44	0.75	0.73	0.63
: Skewness	-0.09	0.29	-0.20	0.01	-0.22	-0.73	-0.69
: Kurtosis	2.16	2.42	1.72	2.81	2.09	2.43	2.79
200 : Mean	2.84	2.67	2.87	2.77	2.83	2.79	3.10
: Stn. Dv.	0.75	0.69	0.56	0.77	0.79	0.83	0.78
: Skewness	-0.41	-0.10	-0.04	-0.85	-0.39	0.27	-1.31
: Kurtosis	2.64	1.76	1.83	3.45	1.89	2.50	4.35
250 : Mean	1.87	1.78	1.94	1.90	1.86	1.82	1.91
: Stn. Dv.	0.82	1.03	0.75	0.59	0.84	0.79	0.83
: Skewness	0.20	0.30	0.34	0.40	-0.01	0.40	0.09
: Kurtosis	2.26	1.77	2.55	2.54	1.85	2.35	2.36
300 : Mean	1.24	1.38	1.40	1.26	1.23	1.09	1.11
: Stn. Dv.	0.74	0.91	0.82	0.68	0.64	0.62	0.69
: Skewness	0.75	0.34	1.03	0.93	0.05	0.83	0.73
: Kurtosis	2.86	1.72	3.50	3.47	1.75	2.80	2.18

間에 다른 變動性만을 나타내며, 表 7에 따로 整理된 變量이 空間變動性을 나타낸다. 즉 2月の 0 m인 경우를 예로 살펴보면 代表水溫은 10.52 °C 이고, 時間變動性은 1.18 °C (表 6의 平均과 標準偏差), 空間變動性 2.20 °C이다. (表 7의 平均). 100 m層의 空間變動性이 모든 水深層을 통하여 제일 높으며, 250 m層에서도 0 m層과 비슷한 程度의 空間變動性을 갖고 있다 (表 7). 時間變動性은 水深 150 m에서 제일 높으며 그 크기는 대체로 空間變動性의 $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ 程度이다.

代表鹽分の 空間變動性은 6月の 0~10 m, 8月과 10月の 0~50 m 에서 0.3 %以上이고, 특히 8月の 0~20 m에서는 0.5 %以上이다 (表 9). 그 外의 季節에는 대체로 0.2 %以下인데 水深이 깊어짐에 따라 空間變動性이 줄어진다. 時間變動性은 8月の 0 m, 10月の 0~20 m에서 0.3 %以上이고 그 外의 季節에는 대체로 0.15 %以下인데 水深이 깊어짐에 따라 時間變動性도 줄어진다 (表 8). 代表水溫, 代表鹽分 모두 空間變動性은 季節特徵이 높은 반면에 時間變動性은 季節特徵은 적고 水深特徵만 약간 있다.

그림 10은 水深 0 m에서 50 m간격으로 300 m까지의 代表水溫의 時系列이다. 특히 表層에서 큰 年交差를 나타내며, 冬季에는 0 m를 나타내는 線과 50 m를 나타내는 線이 거의 붙어있는데 이는 冬季에 깊어지는 表面混合層에서 起因된다. 이 時系列을 1年 移動平均하여 圖式化한 그림 11에서 長週期特性을 볼 수 있다.

代表水溫의 各 水深間의 相關關係를 보면 (表 10), 該當層 바로 上·下層과는 比較的 큰 陽의 相關關係를 갖는데 100 m層의 경우 가장 적다. 0~100 m에서는 上層과 조금 더 큰 相關關係를 갖는 반면에 150~300 m에서는 下層과 조금 더 큰 相關關係를 갖는다. 0~50 m에서와 150~300 m에서의 水溫은 弱한 陰의 相關關係를 띄고 있는데 이는 앞의節의 分布圖 形態에서도 言及한 바와 같이 表層에서 高溫이 나타날때 底層에서 低溫이 나타

Table 8. Statistics for the time series of salinity averaged in the all stations.

Depth	Total	Feb.	Apr.	June	Aug.	Oct.	Dec.
0 : Mean	33.80	34.33	34.40	33.96	32.83	33.25	34.01
: Stn. Dv.	0.62	0.13	0.08	0.24	0.30	0.38	0.18
: Skewness	-0.82	0.00	0.20	-0.30	-1.16	-0.64	-0.48
: Kurtosis	2.62	2.40	2.12	3.16	4.52	2.70	3.79
10 : Mean	33.86	34.34	34.41	34.02	33.11	33.25	34.00
: Stn. Dv.	0.55	0.13	0.08	0.21	0.26	0.37	0.19
: Skewness	-0.72	0.05	0.31	-0.02	-0.72	-0.67	-0.61
: Kurtosis	2.45	2.36	3.22	2.52	2.79	2.93	4.01
20 : Mean	33.96	34.33	34.41	34.11	33.52	33.35	34.01
: Stn. Dv.	0.44	0.13	0.08	0.17	0.18	0.33	0.19
: Skewness	-0.75	0.02	0.34	-0.07	-0.32	-0.86	-0.66
: Kurtosis	2.98	2.25	2.52	2.27	2.25	3.56	4.07
30 : Mean	34.05	34.32	34.39	34.19	33.84	33.55	34.01
: Stn. Dv.	0.34	0.13	0.08	0.15	0.13	0.26	0.19
: Skewness	-0.79	0.11	0.37	-0.21	0.20	-0.82	-0.67
: Kurtosis	3.40	2.45	2.22	2.04	2.52	2.96	4.19
50 : Mean	34.15	34.31	34.36	34.26	34.08	33.89	34.03
: Stn. Dv.	0.22	0.12	0.08	0.13	0.11	0.20	0.17
: Skewness	-0.77	0.07	0.39	-0.28	-0.28	-0.84	-0.84
: Kurtosis	3.77	2.29	1.76	1.94	2.36	3.04	4.47
100 : Mean	34.22	34.26	34.28	34.24	34.21	34.19	34.11
: Stn. Dv.	0.13	0.11	0.09	0.12	0.09	0.12	0.13
: Skewness	-0.71	0.38	0.65	-0.45	0.35	-1.39	-1.32
: Kurtosis	5.35	2.28	2.53	2.52	2.72	4.54	6.96
150 : Mean	34.13	34.15	34.15	34.13	34.13	34.13	34.10
: Stn. Dv.	0.11	0.09	0.11	0.11	0.09	0.11	0.15
: Skewness	-0.74	0.52	0.19	-0.60	0.95	-0.46	-1.55
: Kurtosis	6.22	2.15	3.51	2.57	3.06	2.71	7.05
200 : Mean	34.09	34.11	34.10	34.08	34.09	34.07	34.08
: Stn. Dv.	0.11	0.07	0.11	0.11	0.09	0.11	0.13
: Skewness	-0.69	0.61	0.40	-0.87	1.16	-0.46	-1.59
: Kurtosis	5.57	2.47	3.65	2.96	3.31	3.10	7.06
250 : Mean	34.07	34.09	34.08	34.07	34.06	34.07	34.04
: Stn. Dv.	0.11	0.07	0.10	0.11	0.11	0.11	0.15
: Skewness	-0.91	0.68	1.11	-0.76	0.98	-0.81	-2.26
: Kurtosis	7.60	3.15	3.85	3.58	3.78	3.88	9.24
300 : Mean	34.05	34.07	34.07	34.06	34.06	34.05	34.03
: Stn. Dv.	0.11	0.06	0.10	0.12	0.09	0.11	0.13
: Skewness	-1.15	0.90	1.06	-0.89	1.14	-1.24	-2.48
: Kurtosis	8.24	3.61	3.78	3.60	4.39	5.26	9.79

Table 9. Statistics for the uniformity of salinity in space.

Depth	Total	Feb.	Apr.	June	Aug.	Oct.	Dec.
0 : Mean	0.34	0.19	0.19	0.34	0.71	0.38	0.21
: Stn. Dv.	0.22	0.07	0.11	0.11	0.22	0.09	0.07
: Skewness	1.62	0.42	1.32	1.31	0.87	0.35	1.30
: Kurtosis	6.12	2.35	4.30	5.68	3.52	2.41	4.85
10 : Mean	0.32	0.18	0.15	0.31	0.69	0.37	0.19
: Stn. Dv.	0.22	0.06	0.06	0.10	0.22	0.10	0.08
: Skewness	1.68	0.47	0.30	0.92	0.71	0.48	1.94
: Kurtosis	6.08	2.86	2.65	4.16	3.38	2.62	7.30
20 : Mean	0.30	0.18	0.16	0.27	0.61	0.36	0.19
: Stn. Dv.	0.18	0.06	0.07	0.08	0.15	0.10	0.07
: Skewness	1.30	0.48	1.49	0.19	0.52	0.93	2.24
: Kurtosis	4.31	3.02	5.86	2.91	2.53	3.57	8.62
30 : Mean	0.27	0.18	0.16	0.24	0.47	0.38	0.19
: Stn. Dv.	0.14	0.06	0.05	0.07	0.10	0.09	0.07
: Skewness	0.86	0.59	0.17	0.33	-0.29	0.52	2.43
: Kurtosis	2.72	3.44	2.29	1.99	2.23	2.71	9.34
50 : Mean	0.24	0.19	0.17	0.23	0.33	0.33	0.19
: Stn. Dv.	0.10	0.06	0.04	0.07	0.10	0.10	0.07
: Skewness	1.01	0.83	0.69	0.84	0.06	0.24	2.57
: Kurtosis	3.18	3.43	3.66	3.10	2.23	2.12	9.70
100 : Mean	0.21	0.19	0.19	0.22	0.21	0.24	0.21
: Stn. Dv.	0.08	0.04	0.05	0.08	0.05	0.10	0.12
: Skewness	1.98	0.13	1.34	1.89	1.04	1.23	1.69
: Kurtosis	7.43	2.12	5.99	5.39	4.10	4.19	4.70
150 : Mean	0.16	0.16	0.15	0.17	0.16	0.17	0.17
: Stn. Dv.	0.06	0.06	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07
: Skewness	1.58	2.42	0.01	1.56	1.06	0.90	1.70
: Kurtosis	6.59	10.20	2.67	6.08	3.30	3.75	6.10
200 : Mean	0.15	0.13	0.13	0.14	0.15	0.18	0.14
: Stn. Dv.	0.09	0.05	0.04	0.05	0.08	0.16	0.07
: Skewness	3.29	0.42	-0.17	0.62	2.11	2.10	1.99
: Kurtosis	18.69	3.57	1.79	3.12	7.07	6.91	7.70
250 : Mean	0.12	0.11	0.10	0.11	0.15	0.14	0.11
: Stn. Dv.	0.12	0.06	0.05	0.05	0.23	0.14	0.07
: Skewness	5.25	0.67	0.26	0.34	3.59	2.48	2.56
: Kurtosis	38.21	2.64	1.85	1.99	14.64	9.19	9.41
300 : Mean	0.10	0.08	0.09	0.11	0.09	0.10	0.13
: Stn. Dv.	0.08	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08	0.13
: Skewness	1.89	1.34	0.31	0.28	0.98	0.86	1.69
: Kurtosis	8.24	4.07	1.64	1.78	2.70	2.44	4.83

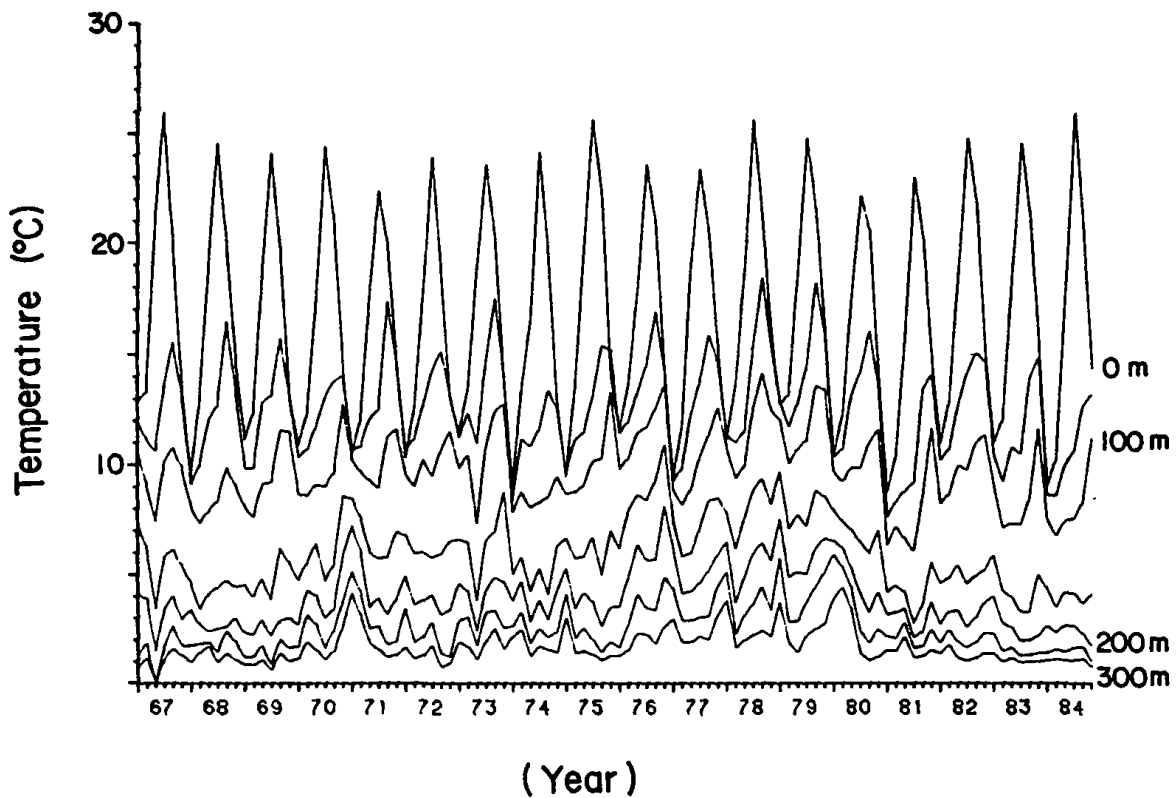


Fig. 10. Time series of temperature averaged in the all stations.

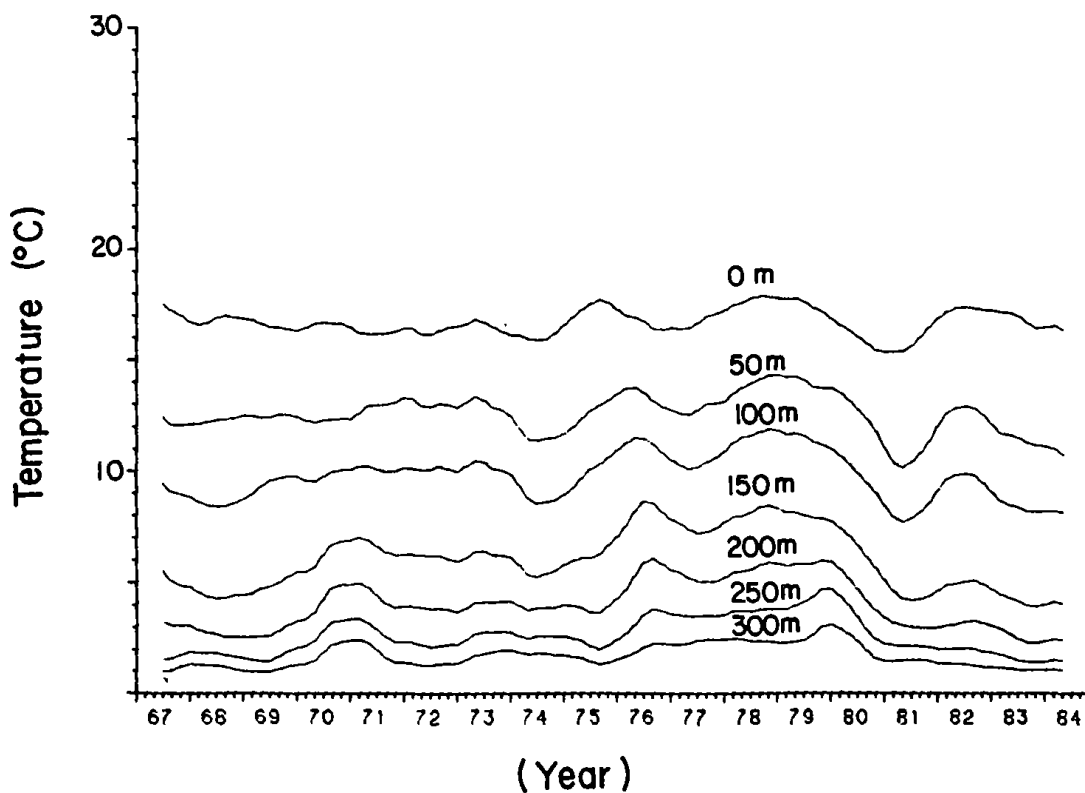


Fig. 11. Filtered time series of Fig. 10 using one-year running mean.

Table 10. Correlation between temperatures and temperatures.

		Temperature									
		0 m	10 m	20 m	30 m	50 m	100m	150m	200 m	250m	300 m
Temperature	0 m	1.00	0.98	0.89	0.76	0.55	0.14	-0.08	-0.17	-0.17	-0.23
	10 m	0.98	1.00	0.96	0.85	0.66	0.25	-0.02	-0.14	-0.14	-0.21
	20 m	0.89	0.96	1.00	0.96	0.82	0.42	0.09	-0.06	-0.07	-0.16
	30 m	0.76	0.85	0.96	1.00	0.93	0.58	0.22	0.04	0.01	-0.09
	50 m	0.55	0.66	0.82	0.93	1.00	0.81	0.44	0.23	0.16	0.04
	100 m	0.14	0.25	0.42	0.58	0.81	1.00	0.79	0.60	0.46	0.32
	150 m	-0.08	-0.02	0.09	0.22	0.44	0.79	1.00	0.92	0.78	0.66
	200 m	-0.17	-0.14	-0.06	0.04	0.23	0.60	0.92	1.00	0.93	0.85
	250 m	-0.17	-0.14	-0.07	0.01	0.16	0.46	0.78	0.93	1.00	0.95
	300 m	-0.23	-0.21	-0.16	-0.09	0.04	0.32	0.66	0.85	0.95	0.00

Table 11. Correlation between salinities and salinities.

		Salinity									
		0 m	10 m	20 m	30 m	50 m	100m	150 m	200 m	250m	300 m
Salinity	0 m	1.00	0.99	0.93	0.83	0.68	0.36	0.25	0.25	-0.03	-0.03
	10 m	0.99	1.00	0.97	0.90	0.76	0.40	0.27	0.28	-0.04	-0.04
	20 m	0.93	0.97	1.00	0.97	0.85	0.47	0.31	0.32	-0.05	-0.05
	30 m	0.83	0.90	0.97	1.00	0.94	0.58	0.38	0.36	-0.05	-0.05
	50 m	0.68	0.76	0.85	0.94	1.00	0.77	0.50	0.47	-0.04	-0.04
	100 m	0.36	0.40	0.47	0.58	0.77	1.00	0.81	0.73	0.20	0.01
	150 m	0.25	0.27	0.31	0.38	0.50	0.81	1.00	0.94	0.14	0.14
	200 m	0.25	0.28	0.32	0.36	0.47	0.73	0.94	1.00	0.14	0.23
	250 m	-0.03	-0.04	-0.05	-0.05	-0.04	0.02	0.14	0.24	1.00	0.99
	300 m	-0.03	-0.04	-0.05	-0.05	-0.04	0.01	0.14	0.23	0.99	0.00

나며, 表層에서 低溫, 底層에서 高溫을 나타내는 樣狀이다.

代表鹽分の 各 水深間의 相關關係는(表 11) 水深에 따라 3 個層으로 特徵지워진다. 水深 0 ~ 50 m, 水深 150 ~ 200 m, 水深 250 ~ 300 m로 떨어져 各 各 높은 相關關係를 나타낸다. 代表水溫과 代表鹽分の 相關關係를(表 12) 보면 水深 0 ~ 100 m에서는 相互間에 대체로 陰의 相關關係를 띄고 150 ~ 300 m에서는 相關關係가 弱하다. 특히 注目할 點은 水深 0 ~ 100 m에서 代表鹽分은 바로 上層의 水溫과 가장 높은 相關關係를 갖고 있음이다.

대체로 높은 陰의 相關關係를 갖는 點은 東海南部海域에서 넓게 分布한다고 믿어지는 高溫·高鹽인 水塊와 低溫·低鹽인 水塊를 隣두해 들때 相反되는 것으로 보이지만 表層代表鹽分과 表層代表水溫의 넓은 年交差幅, 그리고 夏季의 表層低鹽水塊 出現과 太陽輻射에너지 吸收로 因한 高溫水塊가 있으므로 絶對값의 比較에서는 陰의 相關關係를 갖게 된다.

Table 12. - Correlation between temperatures and salinities.

		Temperature									
		0 m	10 m	20 m	30 m	50 m	100m	150m	200 m	250m	300m
Salinity	0 m	-0.85	-0.85	-0.79	-0.68	-0.49	-0.14	0.06	0.15	0.15	0.17
	10 m	-0.82	-0.84	-0.82	-0.73	-0.55	-0.19	0.03	0.13	0.13	0.16
	20 m	-0.74	-0.79	-0.82	-0.77	-0.63	-0.27	-0.01	0.11	0.11	0.14
	30 m	-0.61	-0.69	-0.76	-0.76	-0.67	-0.35	-0.05	0.07	0.08	0.11
	50 m	-0.42	-0.50	-0.58	-0.63	-0.62	-0.43	0.16	0.02	0.02	0.06
	100 m	-0.08	-0.10	-0.12	-0.15	-0.19	-0.17	-0.03	0.05	0.10	0.08
	150 m	-0.01	0.00	0.02	0.05	0.07	0.15	0.28	0.31	0.32	0.25
	200 m	-0.08	-0.07	-0.04	-0.01	0.01	0.11	0.24	0.28	0.32	0.25
	250 m	-0.09	-0.06	-0.02	0.02	0.08	0.13	0.15	0.18	0.22	0.21
	300 m	-0.09	-0.06	-0.02	0.02	0.08	0.12	0.15	0.17	0.22	0.21

2. 代表異常水溫과 代表異常鹽分

代表異常水溫의 空間變動性은 全水深, 全季節에서 대체로 0.7 ~ 0.9 의 範圍이고 分散係數도 낮아, 安定된 값이다(表 14). 時間變動性도 역시 季節特徵이 弱하며 水深에 따라 약간 減少할 뿐이다. 代表異常水溫의 時系列이 그림 12 에 圖式化되어 있으며 1年 移動平均한 것이 그림 13 에 주어졌다. 여기서 長週期特性이 잘 나타나 있으며, 특히 洪 等(1984)이 言及한 1981年 夏季의 異常低溫은 1980年 夏季부터 시작되어 거의 1981年 冬季까지 持續된 異常低溫의 一部分이다. 代表異常水溫의 各層 相互間的 相關關係를 보면 該當層의 上·下層과 0.9 以上の 높은 陽의 相關關係를 가지고 있으며 水深 100 m에서 제일 弱하다(表 15). 代表異常水溫과 代表水溫의 各 水深層間的 相關關係에서(表 16) 特異한 點은 100 m層의 水溫이 모든 層의 異常水溫과 높은 陽의 相關關係를 갖고 있다는 것이다. 이처럼 水深 100 m에서의 水溫이 특히 上層의 異常水溫과 相關關係를 띄는 것으로부터 異常水溫 變動性的 軸이 100 m層에 存在하는 水塊와 密接한 關係가 있음을 짐작할 수 있다. 또한 水深 150 ~ 300 m에서는 該當層 및 上·下層과 높은 陽의 相關關係를 갖고 있는데, 깊은 水深에서의 水溫값은 크기가 작고 變動性的 大部分이 anomaly에서 起因하므로 이와같은 樣狀을 보인다. 몇 個 層을 選擇하여 代表異常水溫의 스펙트럼을 구하였는데(그림 14) 모든 層에서 0.3~0.4 cpy (3.3 ~ 2.5 年の 週期)에 peak를 나타내고 있다. 이는 Yamagata et al (1985)가 쿠로시오 擴張에 대하여 스펙트럼 分析으로 0.1 ~ 0.2 cpy, 0.3 ~ 0.4 cpy, 0.5 ~ 0.6 cpy에서 peak를 얻은것과 比較할 수 있는데, 0.3~0.4 cpy에서만 一致할뿐 代表異常水溫의 스펙트럼에서는 0.1 ~ 0.2 cpy나 0.5 ~ 0.6 cpy의 peak를 얻지 못했다.

Table 13. Statistics for the time series of temperature anomaly index averaged in the all stations.

Depth	Total	Feb.	Apr.	June	Aug.	Oct.	Dec.
0 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	0.63	0.67	0.64	0.68	0.64	0.56	0.57
: Skewness	-0.18	0.06	-1.00	-0.02	-0.10	-0.07	0.09
: Kurtosis	2.90	2.07	3.43	3.92	2.41	2.67	2.09
10 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	0.59	0.68	0.67	0.64	0.38	0.56	0.57
: Skewness	-0.48	-0.03	-1.15	-0.83	-0.33	-0.09	0.08
: Kurtosis	3.34	2.18	3.66	4.01	1.77	3.27	2.26
20 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	0.56	0.69	0.66	0.52	0.46	0.44	0.55
: Skewness	-0.60	-0.03	-1.13	-1.20	-0.93	-0.49	0.07
: Kurtosis	3.20	2.20	3.63	4.06	2.91	2.59	2.26
30 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	0.55	0.70	0.61	0.49	0.51	0.39	0.53
: Skewness	-0.69	-0.18	-1.20	-1.42	-1.16	-0.41	0.08
: Kurtosis	3.50	2.58	3.85	4.97	3.66	1.70	2.05
50 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	0.52	0.68	0.56	0.46	0.48	0.43	0.48
: Skewness	-0.53	-0.14	-0.90	-1.46	-1.06	-0.03	0.15
: Kurtosis	3.39	2.84	3.12	5.39	3.67	1.99	1.95
100 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	0.47	0.56	0.47	0.42	0.47	0.47	0.39
: Skewness	-0.18	-0.03	-0.47	0.00	-0.36	0.11	-0.37
: Kurtosis	3.05	3.56	2.28	3.00	2.75	2.15	2.92
150 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	0.51	0.54	0.48	0.45	0.49	0.55	0.52
: Skewness	0.24	0.36	-0.27	0.32	-0.11	0.40	0.60
: Kurtosis	2.43	2.01	2.14	2.04	2.40	2.36	3.29
200 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	0.49	0.59	0.43	0.42	0.43	0.51	0.51
: Skewness	0.54	0.39	0.18	0.74	0.22	0.64	0.97
: Kurtosis	2.53	1.64	2.43	3.03	2.04	2.05	3.83
250 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	0.50	0.63	0.46	0.41	0.44	0.50	0.52
: Skewness	0.58	0.36	0.69	0.95	0.35	0.62	0.87
: Kurtosis	2.30	1.51	2.84	3.30	1.76	1.99	2.79
300 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	0.48	0.59	0.44	0.39	0.42	0.50	0.51
: Skewness	0.55	0.31	0.88	0.96	0.42	0.42	0.76
: Kurtosis	2.27	1.39	3.38	3.43	1.77	2.00	2.40

Table 14. Statistics for the uniformity of temperature anomaly index in space.

Depth	Total	Feb.	Apr.	June	Aug.	Oct.	Dec.
0 : Mean	0.75	0.71	0.74	0.73	0.76	0.80	0.79
: Stn. Dv.	0.17	0.17	0.14	0.18	0.13	0.22	0.18
: Skewness	0.48	0.81	-0.95	0.88	0.42	0.14	0.58
: Kurtosis	3.08	3.52	4.51	2.58	2.58	2.63	2.18
10 : Mean	0.78	0.69	0.73	0.77	0.91	0.80	0.80
: Stn. Dv.	0.19	0.17	0.12	0.16	0.18	0.23	0.18
: Skewness	0.51	0.70	-0.54	0.58	-0.03	0.60	0.54
: Kurtosis	3.05	2.65	3.88	2.89	2.75	3.22	2.06
20 : Mean	0.80	0.68	0.74	0.85	0.88	0.87	0.81
: Stn. Dv.	0.18	0.17	0.12	0.15	0.13	0.22	0.17
: Skewness	0.55	0.60	-0.01	1.29	0.40	0.52	0.72
: Kurtosis	3.42	2.59	2.78	4.91	2.48	2.49	2.76
30 : Mean	0.81	0.67	0.78	0.87	0.84	0.90	0.83
: Stn. Dv.	0.18	0.16	0.14	0.15	0.14	0.21	0.15
: Skewness	0.40	0.59	0.03	1.28	0.55	0.26	0.40
: Kurtosis	3.22	2.39	2.50	5.44	2.81	2.47	1.92
50 : Mean	0.83	0.69	0.81	0.88	0.85	0.88	0.86
: Stn. Dv.	0.17	0.17	0.13	0.12	0.16	0.18	0.16
: Skewness	0.18	0.38	-0.61	0.38	-0.06	0.86	0.70
: Kurtosis	3.48	2.17	3.03	2.92	2.54	4.42	3.08
100 : Mean	0.87	0.80	0.87	0.89	0.87	0.86	0.90
: Stn. Dv.	0.15	0.16	0.10	0.17	0.12	0.17	0.15
: Skewness	-0.04	-0.49	-0.37	-0.34	-0.06	0.67	0.15
: Kurtosis	2.94	2.29	2.04	2.11	1.79	3.36	2.17
150 : Mean	0.84	0.82	0.86	0.87	0.84	0.80	0.84
: Stn. Dv.	0.16	0.13	0.12	0.17	0.19	0.20	0.11
: Skewness	0.30	-0.34	-0.39	0.50	0.08	0.86	0.22
: Kurtosis	3.81	2.32	2.26	2.24	2.84	4.64	1.86
200 : Mean	0.84	0.77	0.89	0.87	0.85	0.82	0.82
: Stn. Dv.	0.21	0.20	0.17	0.23	0.24	0.24	0.18
: Skewness	-0.03	0.20	0.14	0.61	-0.09	-0.26	-1.02
: Kurtosis	2.52	1.74	3.19	2.37	1.77	2.27	3.64
250 : Mean	0.81	0.71	0.86	0.87	0.80	0.83	0.81
: Stn. Dv.	0.28	0.29	0.24	0.28	0.32	0.26	0.25
: Skewness	0.21	0.39	0.53	0.91	-0.01	-0.01	0.03
: Kurtosis	2.36	2.25	2.66	2.81	1.60	1.99	2.24
300 : Mean	0.81	0.73	0.85	0.87	0.81	0.82	0.81
: Stn. Dv.	0.32	0.34	0.31	0.35	0.33	0.28	0.27
: Skewness	0.27	0.08	0.68	0.72	-0.14	0.10	0.16
: Kurtosis	2.53	1.93	3.24	2.74	1.60	1.85	2.26

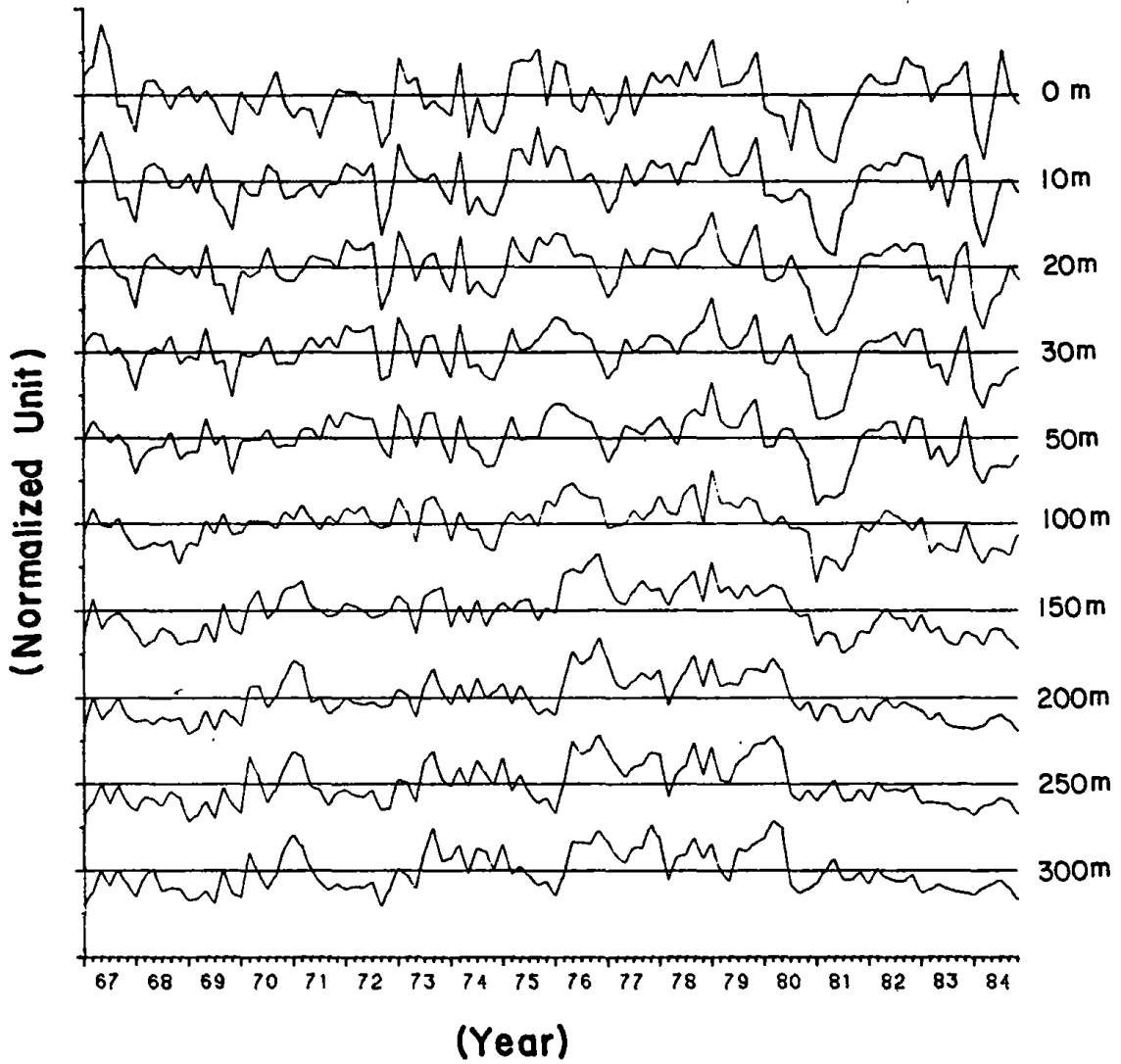


Fig. 12. Time series of temperature anomaly index averaged in the all stations.

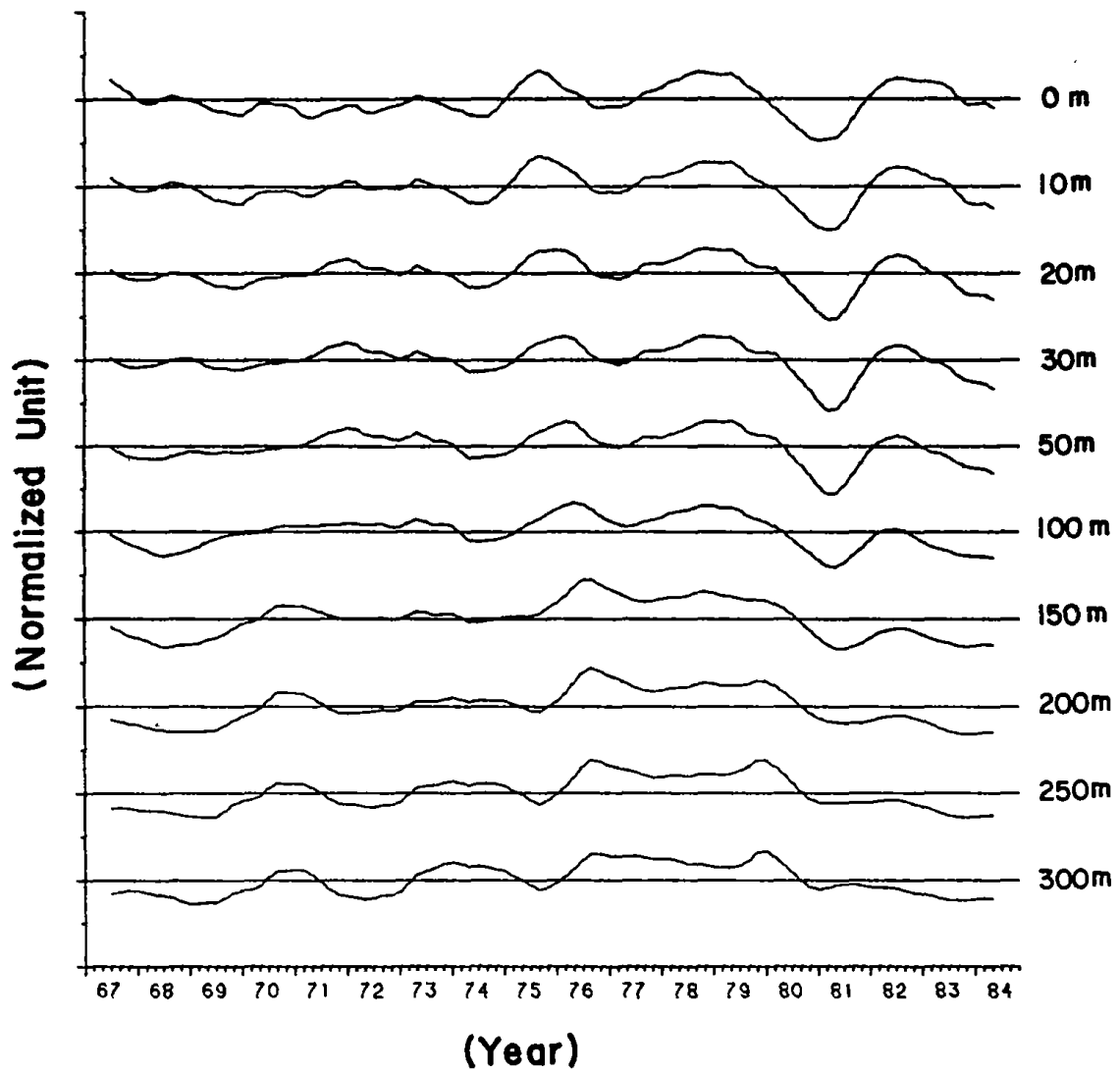


Fig. 13. Filtered time series of Fig. 12 using one-year running mean.

Table 15. Correlation between temperature anomaly indices and temperature anomaly indices.

		Temperature Anomaly									
		0 m	10 m	20 m	30 m	50 m	100m	150m	200 m	250 m	300m
Temperature Anomaly	0 m	1.00	0.91	0.76	0.66	0.58	0.40	0.15	0.05	0.03	0.01
	10 m	0.91	1.00	0.94	0.86	0.77	0.56	0.27	0.15	0.10	0.06
	20 m	0.76	0.94	1.00	0.97	0.90	0.68	0.39	0.25	0.19	0.12
	30 m	0.66	0.86	0.97	1.00	0.96	0.76	0.47	0.32	0.25	0.17
	50 m	0.58	0.77	0.90	0.96	1.00	0.87	0.59	0.43	0.34	0.25
	100 m	0.40	0.56	0.68	0.76	0.87	1.00	0.84	0.70	0.57	0.48
	150 m	0.15	0.27	0.39	0.47	0.59	0.84	1.00	0.93	0.81	0.72
	200 m	0.05	0.15	0.25	0.32	0.43	0.70	0.93	1.00	0.94	0.87
	250 m	0.03	0.10	0.19	0.25	0.34	0.57	0.81	0.94	1.00	0.96
	300 m	0.01	0.06	0.12	0.17	0.25	0.48	0.72	0.87	0.96	1.00

Table 16. Correlation between temperatures and temperature anomaly indices.

		Temperature									
		0 m	10 m	20 m	30 m	50 m	100m	150m	200m	250m	300m
Temperature Anomaly	0 m	0.22	0.22	0.20	0.20	0.23	0.23	0.13	0.07	0.01	-0.04
	10 m	0.20	0.24	0.27	0.29	0.34	0.35	0.25	0.17	0.10	0.04
	20 m	0.17	0.23	0.30	0.35	0.42	0.45	0.37	0.28	0.21	0.13
	30 m	0.14	0.21	0.30	0.38	0.47	0.51	0.45	0.35	0.27	0.19
	50 m	0.12	0.19	0.28	0.37	0.51	0.60	0.56	0.45	0.37	0.26
	100 m	0.09	0.14	0.22	0.31	0.47	0.73	0.80	0.68	0.56	0.45
	150 m	0.03	0.07	0.13	0.21	0.35	0.63	0.92	0.88	0.77	0.66
	200 m	0.01	0.04	0.10	0.16	0.28	0.54	0.85	0.93	0.88	0.80
	250 m	0.00	0.02	0.07	0.12	0.22	0.44	0.73	0.86	0.90	0.85
	300 m	-0.01	0.01	0.04	0.08	0.16	0.36	0.65	0.79	0.85	0.87

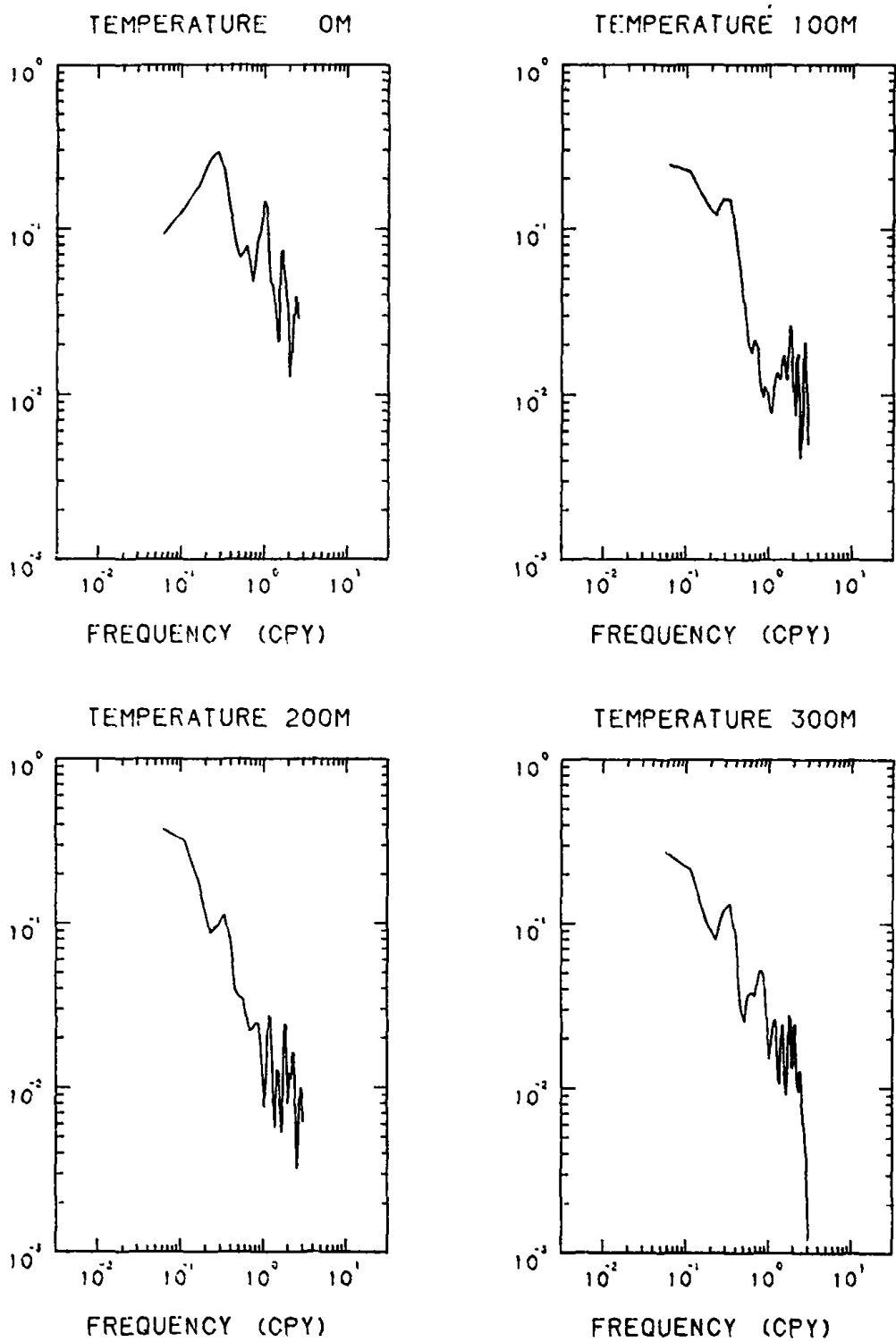


Fig. 14. Power spectra for the temperature anomaly index at the surface layer (top left), at 100 m layer (top right), at 200 m layer (bottom left), and at 300 m layer (bottom right).

代表異常鹽分の 경우, 空間變動性에서 약간의 季節特徵이 表層에 나타나고 있으나(表 18) 대체로 그 幅이 一定하며, 그 時間變動性도 季節特徵이 弱하다(表 17). 代表異常鹽分の 時系列은(그림 15) 代表異常水溫보다 짧은 週期성이 많이 나타나며, 1年 移動平均한 結果를(그림 16) 代表異常水溫의 경우와 比較하면 長週期性的의 振幅이 좁음을 볼 수 있다. 代表異常鹽分の 各層 相互間의 相關關係를(表 19) 보면 代表異常水溫의 경우에서와 비슷하다. 代表異常鹽分과 代表鹽分 各層 相互間의 相關關係에(表 20) 나타난 特徵은 水深 100 m層의 代表鹽分이 모든層의 代表異常鹽分과 높은 陽의 相關關係를 보이고 있으며 250 ~ 300 m에서는 該當層과는 물론 다른 層과도 相關關係가 弱하다. 代表異常鹽分에서 나타난 樣狀은 水溫에서 얻은 結果를 잘 補充해주고 있다. 특히 100 m層의 代表水溫과 代表鹽分이 各各 代表異常水溫, 代表異常鹽分과 높은 相關關係를 띄는 것은 100 m層에 存在하는 異常水塊가 全水深層의 異常變動性을 이끌고 있음을 의미하며, 100 m層의 長週期特性이 全體를 代表할 수 있다. 代表異常水溫의 경우에서와 마찬가지로 몇 個 層에서 代表異常鹽分の 스펙트럼을 구하였는데(그림 17) 代表異常水溫의 경우보다 長週期特性이 덜 뚜렷하다.

Table 17. Statistics for the time series of salinity anomaly index averaged in the all stations.

Depth	Total	Feb.	Apr.	June	Aug.	Oct.	Dec.
0 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	0.62	0.65	0.50	0.62	0.47	0.74	0.72
: Skewness	-0.33	-0.19	0.13	-0.15	-0.69	-0.61	-0.30
: Kurtosis	3.11	1.89	2.39	2.77	4.31	2.76	3.47
10 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	0.63	0.66	0.55	0.60	0.42	0.72	0.74
: Skewness	-0.28	-0.24	0.30	-0.02	-0.75	-0.58	-0.35
: Kurtosis	3.02	1.92	2.40	2.39	2.93	2.81	3.50
20 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	0.60	0.67	0.54	0.57	0.34	0.67	0.74
: Skewness	-0.31	-0.26	0.47	-0.08	-0.72	-0.78	-0.36
: Kurtosis	3.21	1.95	2.48	2.25	2.58	3.38	3.45
30 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	0.58	0.66	0.53	0.57	0.33	0.58	0.73
: Skewness	-0.25	-0.17	0.50	-0.21	-0.19	-0.75	-0.36
: Kurtosis	3.02	1.82	2.53	2.01	2.38	2.70	3.52
50 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	0.55	0.62	0.54	0.53	0.40	0.52	0.68
: Skewness	-0.27	-0.17	0.57	-0.29	-0.33	-0.87	-0.42
: Kurtosis	2.95	1.87	2.59	1.85	2.16	2.99	3.63
100 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	0.55	0.59	0.55	0.55	0.53	0.51	0.55
: Skewness	-0.23	-0.18	0.91	-0.54	-0.11	-1.48	-0.68
: Kurtosis	3.31	1.83	3.36	2.45	2.28	4.95	5.72
150 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	0.60	0.58	0.65	0.61	0.59	0.55	0.64
: Skewness	-0.19	-0.50	0.11	-0.60	0.65	-0.47	-1.13
: Kurtosis	3.54	2.14	3.62	2.26	3.06	2.78	5.96
200 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	0.61	0.52	0.67	0.60	0.60	0.61	0.65
: Skewness	-0.11	-0.64	0.47	-0.89	1.10	-0.89	-0.82
: Kurtosis	3.74	2.39	3.84	2.82	3.35	3.66	4.86
250 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	0.68	0.59	0.71	0.67	0.67	0.67	0.74
: Skewness	-0.15	-0.67	1.10	-1.01	1.19	-0.97	-1.45
: Kurtosis	4.44	2.80	3.79	3.69	3.81	4.43	6.52
300 : Mean	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
: Stn. Dv.	0.68	0.55	0.75	0.69	0.72	0.68	0.69
: Skewness	-0.22	-0.45	0.95	-0.98	1.01	-1.24	-1.79
: Kurtosis	4.70	2.95	3.94	3.63	3.24	5.25	7.82

Table 18. Statistics for the uniformity of temperature anomaly index in space.

Depth	Total	Feb.	Apr.	June	Aug.	Oct.	Dec.
0 : Mean	0.75	0.74	0.82	0.73	0.86	0.64	0.67
: Stn. Dv.	0.20	0.16	0.23	0.25	0.18	0.12	0.16
: Skewness	0.67	0.06	-0.14	1.00	0.82	0.52	0.49
: Kurtosis	3.52	3.04	2.61	3.86	3.14	2.14	2.33
10 : Mean	0.74	0.72	0.79	0.74	0.87	0.66	0.63
: Stn. Dv.	0.21	0.18	0.23	0.25	0.20	0.15	0.18
: Skewness	0.56	0.87	0.21	0.46	0.60	0.45	0.38
: Kurtosis	2.82	3.99	1.98	2.44	2.57	1.97	2.09
20 : Mean	0.75	0.71	0.80	0.76	0.91	0.71	0.64
: Stn. Dv.	0.21	0.16	0.22	0.25	0.18	0.15	0.18
: Skewness	0.32	-0.12	0.20	0.19	0.46	0.52	0.56
: Kurtosis	2.68	3.48	2.14	2.07	2.68	2.71	2.72
30 : Mean	0.77	0.72	0.80	0.76	0.92	0.79	0.65
: Stn. Dv.	0.21	0.19	0.22	0.26	0.17	0.14	0.18
: Skewness	0.26	0.42	0.46	0.22	-0.13	0.26	0.76
: Kurtosis	2.30	2.55	2.27	1.86	2.61	2.39	2.92
50 : Mean	0.79	0.75	0.80	0.81	0.88	0.81	0.69
: Stn. Dv.	0.22	0.17	0.20	0.25	0.24	0.22	0.20
: Skewness	0.56	0.32	0.89	0.26	0.43	0.37	0.99
: Kurtosis	2.59	2.07	2.87	2.23	2.18	2.51	2.99
100 : Mean	0.80	0.79	0.79	0.80	0.85	0.81	0.78
: Stn. Dv.	0.22	0.15	0.19	0.27	0.17	0.24	0.28
: Skewness	1.29	-0.20	1.96	1.47	0.00	1.29	1.34
: Kurtosis	5.15	2.76	6.53	4.83	2.40	5.41	3.90
150 : Mean	0.76	0.76	0.73	0.77	0.79	0.77	0.74
: Stn. Dv.	0.24	0.18	0.21	0.22	0.31	0.30	0.15
: Skewness	1.28	1.38	0.45	0.40	1.07	1.66	0.71
: Kurtosis	5.71	5.84	2.01	1.73	3.55	6.62	2.65
200 : Mean	0.74	0.77	0.72	0.74	0.76	0.72	0.73
: Stn. Dv.	0.25	0.25	0.23	0.26	0.24	0.31	0.20
: Skewness	0.58	1.13	-0.01	0.49	0.34	0.79	0.40
: Kurtosis	3.55	4.95	1.90	2.24	2.28	4.00	2.98
250 : Mean	0.67	0.75	0.66	0.67	0.68	0.63	0.64
: Stn. Dv.	0.28	0.29	0.31	0.28	0.26	0.34	0.16
: Skewness	0.87	0.82	0.62	0.81	0.36	1.28	0.51
: Kurtosis	3.69	3.67	2.30	2.78	2.21	4.62	2.81
300 : Mean	0.63	0.66	0.62	0.63	0.62	0.60	0.63
: Stn. Dv.	0.32	0.36	0.33	0.32	0.29	0.35	0.25
: Skewness	0.84	1.17	0.64	0.62	0.57	1.10	0.12
: Kurtosis	3.47	4.82	2.22	2.21	2.38	3.74	1.83

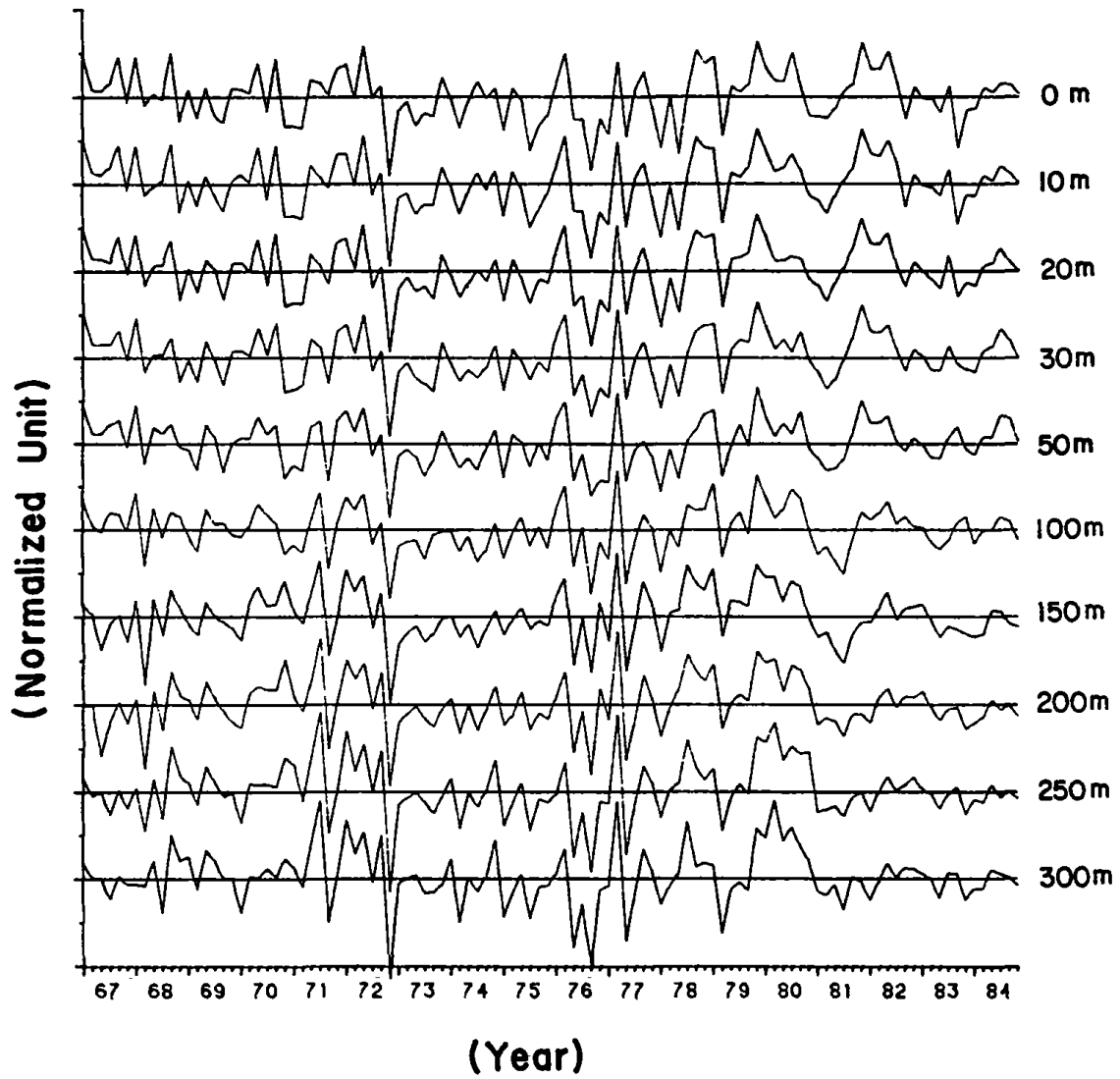


Fig. 15. Time series of salinity anomaly index averaged in the all stations.

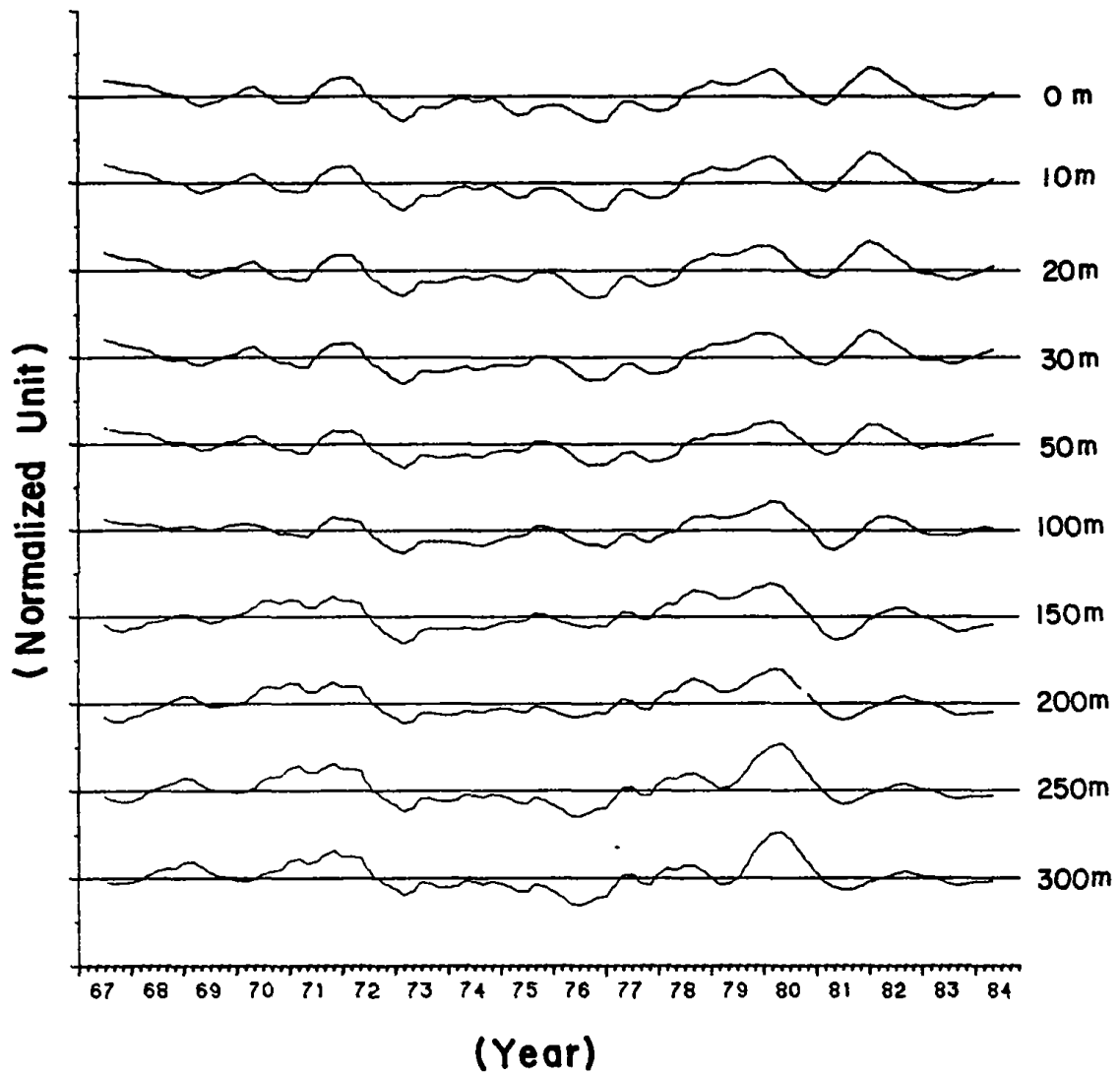


Fig. 16. Filtered time series of Fig. 15 using one-year running mean.

Table 19. Correlation between salinity anomaly indices and salinity anomaly indices.

		Salinity Anomaly									
		0 m	10 m	20 m	30 m	50 m	100m	150m	200m	250m	300m
Salinity Anomaly	0 m	1.00	0.99	0.96	0.91	0.84	0.74	0.61	0.56	0.58	0.58
	10 m	0.99	1.00	0.98	0.95	0.88	0.76	0.62	0.57	0.59	0.58
	20 m	0.96	0.98	1.00	0.98	0.91	0.79	0.65	0.59	0.60	0.60
	30 m	0.91	0.95	0.98	1.00	0.96	0.83	0.66	0.60	0.62	0.61
	50 m	0.84	0.88	0.91	0.96	1.00	0.89	0.70	0.64	0.66	0.65
	100 m	0.74	0.76	0.79	0.83	0.89	1.00	0.87	0.81	0.78	0.76
	150 m	0.61	0.62	0.65	0.66	0.70	0.87	1.00	0.96	0.89	0.83
	200 m	0.56	0.57	0.59	0.60	0.64	0.81	0.96	1.00	0.94	0.89
	250 m	0.58	0.59	0.60	0.62	0.66	0.78	0.89	0.94	1.00	0.97
	300 m	0.58	0.58	0.60	0.61	0.65	0.76	0.83	0.89	0.97	1.00

Table 20. Correlation between salinities and salinity anomaly indices.

		Salinity									
		0 m	10 m	20 m	30 m	50 m	100m	150m	200m	250m	300m
Salinity Anomaly	0 m	0.34	0.36	0.38	0.41	0.50	0.65	0.63	0.57	0.00	0.00
	10 m	0.33	0.35	0.39	0.42	0.52	0.67	0.64	0.58	-0.01	-0.01
	20 m	0.30	0.34	0.39	0.43	0.54	0.70	0.67	0.60	-0.02	-0.02
	30 m	0.28	0.31	0.37	0.44	0.57	0.73	0.68	0.61	-0.03	-0.03
	50 m	0.24	0.28	0.33	0.42	0.60	0.78	0.71	0.64	-0.02	-0.02
	100 m	0.22	0.24	0.29	0.36	0.52	0.85	0.85	0.78	0.04	0.04
	150 m	0.20	0.22	0.26	0.31	0.41	0.74	0.99	0.94	0.15	0.15
	200 m	0.18	0.20	0.23	0.28	0.38	0.69	0.96	0.98	0.22	0.21
	250 m	0.21	0.22	0.25	0.30	0.41	0.71	0.91	0.93	0.04	0.04
	300 m	0.21	0.23	0.26	0.30	0.42	0.70	0.86	0.89	0.04	0.04

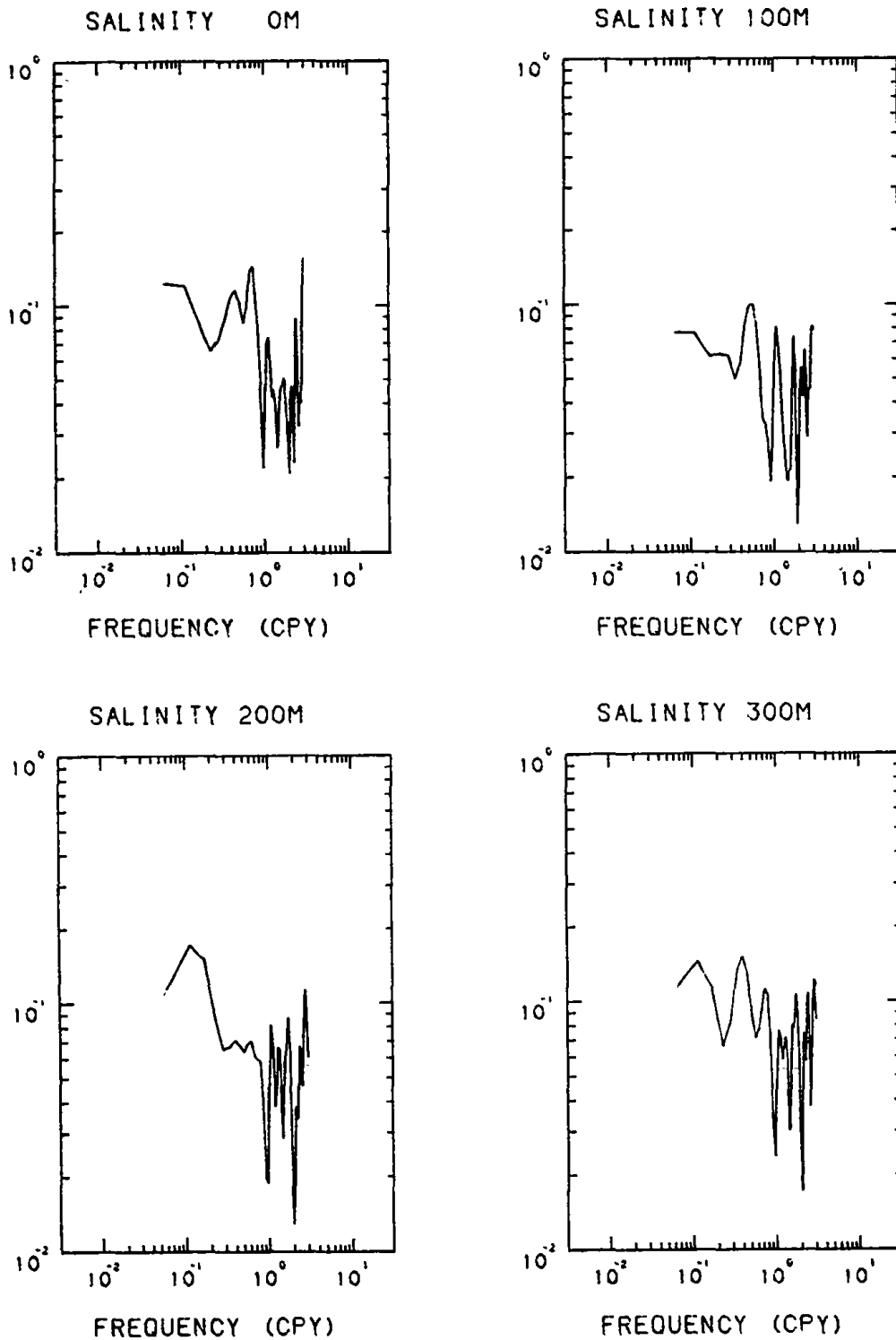


Fig. 17. Power spectra for the salinity anomaly index at the surface layer (top left), at 100 m layer (top right), at 200 m layer (bottom left), and at 300m layer (bottom right).

第4章 討議 및 結論

本 研究에서는 3次元 海水循環모델 確立를 위한 觀點에서 既存 資料에 內在하고 있는 垂直的 特性和 長週期變動性を 檢討하였다.

먼저, 垂直的 特성을 把握함으로써 3次元 모델에서의 未知數 個數를 大幅 줄일 수 있으며, 垂直構造가 連續函數로 表現되므로 垂直적으로 連續된 結果를 얻을 수 있고, 微分·積分 等の 演算이 必要할때 容易하게 遂行할 수 있다. 水産振興院의 累年資料를 使用해서 4個의 實驗的直交函數를 抽出하여 垂直構造函數를 구하였다. 첫번째 函數는 表面水溫의 上昇 또는 下降效果가 水深이 깊어짐에 따라 점차 減少하는 現象을 說明할 수 있으며, 두번째 函數는 低水溫 혹은 高水溫을 띄는 다른 水塊가 어느 層으로 浸入하는 現象을 說明할 수 있고, 세번째와 네번째 函數는 앞의 두개의 函數로 推定되는 水溫曲線의 기울기의 緩急을 調節하여 細密한 特성을 表現할 수 있다.

對象海域의 複雜한 空間變動性を 迂回하기 위해서 對象海域 全體를 代表하는 指數를 定義하여 長週期特성을 살펴보았다. 지금까지의 많은 研究에서는 時間에 대하여 平均한 값으로 空間別 分布樣相을 檢討하는데 主力하여 왔으나, 本 研究에서는 空間에 대하여 平均된 값으로 時間別 變動樣相을 살펴보았다. 地域적으로 固定된 定點을 中心으로 長週期特성을 把握하는 것은 定點選擇의 任意性이 強하게 介入되어 局地的이라는 制限이 있다. 물론 空間에 대하여 平均하는 過程도 어떤 現象이 地域적으로 遲延되어 일어날때 어느 週期の 特성을 消滅시켜버릴 危險이 있다. 그러나 對象海域의 空間크기가 작으므로(~ 500 km)이 危險성은 특히 짧은 週期에서 높고 長週期에서는 크게 問題되지 않을 것이다.

定點과 季節에 대한 平均과 標準偏差로 定規化시킨 資料로 異常指數를 定義하고 이 異常指數를 使用하여 長週期特性을 把握하고자 試圖하였다. 원래의 物理量에서 强하게 나타나던 季節特徵은 異常指數를 구하는 過程에서 많이 사라졌다. 스펙트럼 分析을 통하여 代表異常水溫의 경우에는 모든 水深層에 0.3 ~ 0.4 cpy (2.5 ~ 3.3 年週期)에서 peak가 나타났는데 이는 peak가 나타나는 週期가 다르고 그렇게 顯著하지 않은 代表異常鹽分の 경우와 比較할 때 對照的이다. 異常水溫을 일으키는 要因은 쿠로시오의 影響이 크나, 異常鹽分은 특히 低鹽쪽으로 넓게 分布하므로 쿠로시오의 影響보다는 夏季에 韓國海峽 表層으로 流入되는 高溫·低鹽水의 範圍에 따라 影響을 받기 때문으로 解釋된다. Yamagata et al(1985)는 쿠로시오 擴張을 北赤道海流와 連結시켜 보았는데, 이 양쪽에 모두 存在하는 0.1 ~ 0.2 cpy (5 年~10 年週期)에서 peak는 本 研究의 경우에는 나타나지 않았다. 먼저, 사용한 資料의 處理時間의 差異에서 一次的인 理由를 찾을 수 있겠으나, 그보다도 오히려 東海自體의 特有性에 의하여 變質될 수도 있을 것으로 推測된다.

원래의 物理量과 異常指數의 各層 및 隔月別 分布圖 形態를 면밀히 檢討하여 對象海域에서 存在한다고 믿어지는 現象과 結付시켜 찾아내도록 努力하였는데 이는 模型確立을 위한 參考資料가 된다.

參 考 文 獻

- 金 坵(1983) : 東海의 海水循環. '83 國內·外 韓國科學技術者 學術會議 論文集. 夏季심포지움編(別쇄). 1~10.
- 卞相慶(1987) : 蔚山附近 海表面 冷水出現 : 湧昇의 理論모델. 海洋研究所 報告書 BSPE 00082-142-1, 59 pp.
- 石文植(1986) : 變分모델을 利用한 東海南部海域에서의 海洋循環에 대하여. 海洋研究所 報告書 BSPE 00080-111-1, 56 pp.
- 洪鐵勳, 曹圭大, 楊城基(1984) : 1981年 夏季 東海沿岸域의 異常低水溫現象. 韓國海洋學會誌, 19卷. No.1, 11-17.
- An, H.S. and J. Y. Chung (1982) : The Fluctuation of the Thermal front in the southeastern area off Korea. J. of Oceanolog. Soc. Korea, Vol. 17, No 2, 33-40.
- Ichiye, T. (1983) : Some problems of circulation and Hydrography of the Japan Sea and the Tsushima Current. Ocean Hydrodynamics of the Japan and East China Sea. Ed. T. Ichiye, 15-54. Elsevier Sci. Publ. Amsterdam.
- Kawabe, M. (1982) : Branching of the Tsushima Current in the Japan Sea. Part II. Numerical Experiment. J. Oceanogr. Soc. Japan, Vol.38, 183-192.
- Kim, H. J. and K. D. Cho (1982) : Inversion phenomena of density in the Japan Sea. J. of Oceanolog. Soc. Korea, Vol. 17, No 2, 51-58.

- Lee, J. C. and J. Y. Na (1985) : Structure of Upwelling off the Southeast Coast of Korea. J. of Oceanolog. Soc. Korea, Vol. 20, No 3, 6-19.
- Minato, S. and R. Kimura (1980) : Volume transport of the western boundary current penetrating into a marginal sea. J. Oceanogr. Soc. Japan, Vol. 36, 185-195.
- Seung, Y. H. (1984) : A Numerical Experiment of the Effect of Coastline Geometry on the Upwelling along the East Coast of Korea. J. of Oceanolog. Soc. Korea, Vol. 19, No1, 24-30.
- Shim, T. and K. Kim (1981) : On the variation of the Mixed Layer Depth and the Heat Flux in the Sea of Japan. J. of Oceanolog. Soc. Korea, Vol. 16, No 2, 49-56.
- Toba, Y., K. Tomizawa, Y. Kurasawa, and K. Hanawa (1982) : Seasonal and year-to-year variability of Tsushima-Tsugaru warm current system with its possible cause. La mer, 20, 41-51.
- White, W. B. and K. Hasunuma (1980) : Interannual variability in the baroclinic gyre structure of the western North Pacific from 1954- 1974. J. Mar. Res., 38, 651-672.
- Wyrtki, K. (1975) : El Niño-The dynamic response of the equatorial Pacific Ocean to atmospheric forcing. J. Phys. Oceanogr., 5, 572-584.

Yamagata, T., Y. Shibao, and S.-I. Umatani (1985) : Internannual
Variability of the Kuroshio Extension and its Relation to
the Southern Oscillation/Ei Niño. J. of Oceanogr. Soc.
Japan, Vol. 41, 274-281.

Yoon, J. H. (1982) : Numerical Experiment on the Circulation in
the Japan Sea. Part I. Formation of the East Korean Warm
Current. J. of Oceanogr. Soc. Japan, Vol. 38, 43-51.

