

東海 北西海域의 表層海況 特性
On the Characteristics of the Oceanic Condition in the Surface
Layer of the Northwestern East Sea (Japan Sea)

金 哲 鎬*
Cheol Ho Kim*

要 旨 : 東韓灣을 中心으로 한 東海 北西海域의 季節別 및 年別 表層海況 特性을 考察하였다. 東韓灣의 季節別 海況은 春季에 東韓暖流水의 勢力이 優勢하다가 夏季에 北韓寒流의 強化와 더불어 冷水域이 發達하는 型과, 봄부터 冷水의 勢力이 卓越하다가 여름이 되면서 東韓暖流水의 影響을 받는 型의 두가지 類型을 보인다. 經年變動 特性도 東韓暖流와 北韓寒流간의 흐름의 相對的 세기와 流路에 따라 4가지 類型으로 分類된다. 各各의 境遇, 東韓灣 附近에는 大·小規模의 低氣壓性 冷水渦 혹은 高氣壓性 暖水渦가 發達하는 것이 한 特徵이다.

Abstract □ Seasonal and interannual variations of the oceanic condition in the surface layer of the northwestern East Sea are described. The seasonal variation shows two types in the water circulation. In the first type the East Korean Warm Current (EKWC) Water are dominant in the East Korean Bay in spring, while in summer the cold water region develops as the North Korean Cold Current (NKCC) becomes strong. In the second type the cold water appears in the East Korean Bay from spring, but in summer the EKWC comes close to the coast, thus influencing the coastal cold water region. The characteristics of the interannual variation can be classified into 4 types according to the relative strength between the EKWC and the NKCC, and the paths of these currents. In each case various sizes of cyclonic cold eddies and/or anti-cyclonic warm eddies are formed frequently in the East Korean Bay.

1. 序 論

東海는 38°-40° N 海域에 걸쳐 北東-南西方向으로 形成된 極前線과 이 極前線을 境界로 對馬暖流에 의해 支配되는 남쪽의 暖水域 및 寒流水에 의한 북쪽의 冷水域으로 特徵지워진다. 지금까지 海洋觀測이나 力學的 記述이 거의 對馬暖流域에 關해 이루어진데 反하여, 東海의 亞寒帶循環系에 該當하는 極前線 以北의 冷水域에 對해서는 1950年代 以後 아직까지 별로 밝혀진 바가 없다. 最近에 들어와서 東西 冷戰體制가 崩壞됨과 더불어 韓國, 日本, 러시아 3國간에 國際共同觀測이 可能하게 되었는데 그 가운데 東아시아沿邊海循環研究(Circulation Research of the East Asian Marginal Seas; CREAMS) 그룹에서 러시아 近海까지도 包含하는 東海 廣

域의 海洋觀測을 意慾적으로 施行해 오고있다 (CREAMS, 1994). 今후 이 CREAMS를 통하여 東海循環의 時空間的인 特性과 構造가 더욱 명확히 밝혀지리라고 기대되는 바 크다. 그러나 東海 北西海域, 특히 北韓沿岸에 대해서는 海洋觀測 資料는 물론 一般的인 海況조차도 밝혀져 있지 않은 것이 現實情이다. 이러한 狀況에서 筆者 등은 東海 北西海域의 海況을 엿보게 해주는 文獻을 접하게 되었는데, 이는 現在의 東海 循環研究의 空白海域을 補充해줄 수 있는 貴重한 資料라고 判斷된다. 특히 이 海域의 海況變動은 追後 北韓의 原電建設 候補地로도 알려진 新浦 沿岸海域의 海水流動 狀況에도 直·間接적으로 影響을 미치리라고 思料되기 때문에 原電 立候補地 選定 및 沿岸防災 樹立의 側面에서도 海洋觀測이 必히 先行되어야 할 海域이다.

*九州大學 應用九學研究所 (Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, Kasuga, Fukuoka 816, Japan)

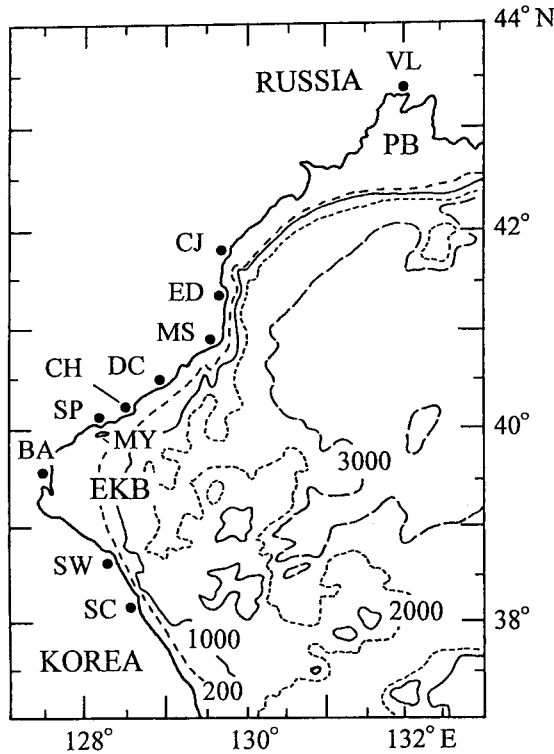


Fig. 1. Bottom topography of the northwestern East Sea. (EKB: East Korean Bay, PB: Peter the Great Bay, VL: Vladivostok, CJ: Cheongjin, ED: Eodaejin, MS: Musudan, DC: Dancheon, CH: Chaho, SP: Shinpo, MY: Mayangdo, BA: Baegandan, SW: Suwondan, SC: Sokcho).

原著의 제목은 '水産科學技術 論文集(1986)'으로서 주로 水産學 분야에 관한 內容이다. 本稿에서는 原 論文들의 內容에서 東海 北西海域의 海況을 논한 部分만을 拔萃하여 筆者의 觀點에서 再整理하였다. 對象海域의 海底地形은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 水深 200 m 以下の 淺海域이 東韓灣과 페테루스부르크灣내에 發達하여 있고, 그외의 海域은 대단히 急激하게 傾斜진 陸棚斜面을 通해 1000~3000 m의 水深에까지 達하고 있다.

2. 資 料

海況分析에 使用된 資料의 觀測期間과 觀測項目은 다음과 같다.

- 1960年~1983年의 期間동안 9개 橫斷線에서 觀測한 每月의 水溫, 鹽分資料
- 1965年~1983年의 期間동안 非定期的으로 行해진 漁場 海洋調査에 의한 水溫, 鹽分資料

1932年~1940年의 期間동안 2개 橫斷線에서 觀測한 每月의 水溫, 鹽分資料 (朝鮮總督府 水産試驗場의 資料를 言及한 것이라 보여짐)

觀測은 採水器를 利用하여 各 水深(0, 10, 25, 50, 75, 100, 200 m) 別로 行했다.

3. 春夏季의 海況

3.1 海水流動

東海 北西海域의 海水流動은 주로 시베리아 沿岸을 따라 南下하는 寒流(리만寒流와 北韓寒流)와 韓國 東岸을 따라 北上하는 東韓暖流에 의해 支配된다. 그중에서도 특히 東韓暖流의 流路와 상당히 密接한 關係를 가지는 것으로 보여진다. 東韓暖流의 流路는 季節과 年에 따라 複雜한 變動을 하지만 季節別 類型에 對해서는 春·夏季에 걸쳐 大體로 2가지 形態를 취하는 것으로 나누어 볼 수 있다.

第 1型(Fig. 2a) - 봄에 東韓暖流가 東韓灣內에까지 接近하였다가 40°N 附近 (馬養島-遮灣 沿岸)에서 外海로 向하여 흐르며, 여름에는 39°N 以南에서 바로 離岸하여 外海에서 沿岸에 平行하게 北上하는 패턴이다. 이때 東韓暖流의 北上緯度는 41°N 以北海域에까지 達한다. 第 1形의 境遇, 봄에는 麗島-백안단 沿岸에 小規模의 低氣壓性 渦動이 形成되며, 端川 以北에는 北韓 寒流水로 占有되고 東韓灣 中央部에는 暖水의 強한 高氣壓性 渦動이 形成된다. 그러나 여름이 되면 東韓暖流의 沿岸側 水域(元山, 無水端, 淸津 近海)에 全般的으로 低氣壓性의 冷水渦가 形成된다. 1976年~1980年의 海況은 第1形에 該當된다.

第 2型(Fig. 2b) - 봄에 東韓暖流가 東韓灣의 外海를 지나 41°N 附近까지 北上한 後이 緯度에서 다시 外海로 轉向해 나아간다. 여름이 되면서 東韓暖流는 봄보다 더 가까이 東韓灣內에까지 接近한 후 蛇行하며 北上하는 形態를 보인다. 第2型의 경우, 봄부터 大規模의 低氣壓性 渦動이 東韓灣內에 形成되며 夏季에도 沿岸을 따라 여러 곳에 低氣壓性 冷水渦가 形成된다. 1972年~1974年의 海況이 이에 屬한다.

3.2 水溫分布

水溫分布의 地域의 特性은 크게 東韓暖流에 支配받 는 暖水域과 北韓寒流의 影響下에 놓이는 冷水域 및 이 兩者의 混合水域으로 나눌 수 있다. 混合水域은 大

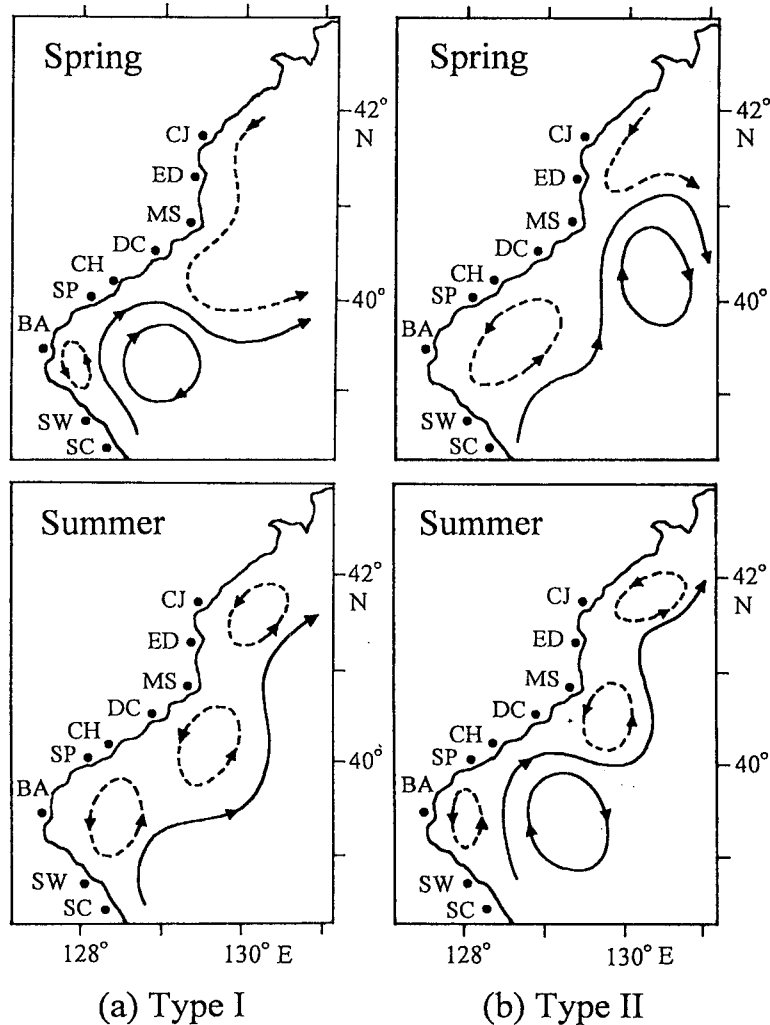


Fig. 2. Seasonal variation of the oceanic condition in the northwestern East Sea. (The full line shows the path of the EKWC and the warm eddy, and the dotted line the NKCC and the cold eddy). (a) Type I and (b) Type II.

體的으로 韓半島 東岸의 38° 30' N 近方에 形成되는데, 暖水와 冷水가 接觸하여 垂直, 水平的으로 매우 複雑한 水溫分布 狀態를 나타낸다. 이와같이 水溫分布가 寒·暖流의 流路와 직접 關聯되어있기 때문에 春·夏季에 있어서 水溫分布 特性도 海水流動과 마찬가지로 2가지 形態로 大別해 볼 수 있다. 즉 第1型은 沿岸水域이 봄에 暖流水의 影響을 받다가 여름에 冷水가 나타나는 型이며, 第2型은 그와 反對의 位相으로 沿岸水域이 봄에 冷水의 影響下에 놓였다가 여름에 暖流水의 影響을 받는 型이다.

第 1型의 해에는 東韓暖流가 北上함에 따라 4月 初에 暖水가 38° 30' N 附近海域에 나타나며, 4月 中旬~

下旬頃에는 40° N 附近海域(新浦-端川 近海)에, 5月 末~6月 初에는 41° 30' N 附近海域(魚大津-清津 近海)에 까지 影響을 미친다. 그러나 東韓暖流水의 北上勢力이 平年보다 더 강한 해도 있는데, 이때 東韓灣에는 2月 末~3月 初에 벌써 暖水의 勢力이 나타난다.

한편 第 1型의 여름에는 東韓灣內에 冷水域이 發達하는데 1977年의 水溫分布에서 이 東韓灣 冷水域의 水平構造를 살펴 보도록 한다(Fig. 3). 6月 下旬~7月 上旬에 韓半島 東岸에는 5~6℃의 冷水가 39° N부터 42° N에 걸쳐서 沿岸에 平行한 形態로 發達하였다(Fig. 3a). 東韓暖流水는 이 冷水域의 外海側에 分布하고 있다. 東韓灣 附近의 冷水는 水平規模는 多少 줄어들었

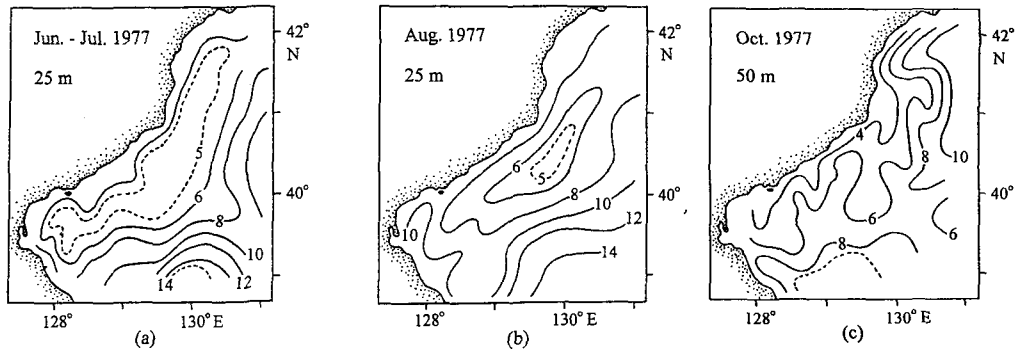


Fig. 3. Horizontal distributions of Temperature in the northwestern East Sea on 25 m layer in (a) late June-early July, (b) August and (c) on 50 m layer in October, 1977.

으나 8월에도 계속 存在하였는데, 130° E, 40~41° N 海域에 中心을 둔 閉曲線 形態의 6°C 等溫線은 同海域에서 低氣壓性 渦動이 夏季 數個月간 存續하였음을 推測케 한다(Fig. 3b). 10月 頃에는 4°C 以下の 最低水溫이 沿岸에 隣接해 나타남으로써 이 低氣壓性 渦動構造는 消滅되어 버렸다(Fig. 3c).

4. 冬季의 海況

Fig. 4는 200 m層을 基準으로 하여 力學의 高度로부터 作成한 1982年 12月 下旬의 海水 循環圖이다. 東韓灣의 內側에는 直徑 60 km 程度의 低氣壓性 循環이 形成되어 있고 東韓暖流가 38° 30' N 附近의 沿岸側으로부터 이 低氣壓性 渦動의 外側을 北上하여 40° 10' N 近方까지 到達한 後 다시 南東向하는 흐름을 보이고 있다. 1979年과 1980年의 12月 50 m層에서 水溫分布(Fig. 5)를 보면 3~4°C 等溫線이 東韓灣 內側에서 닫혀진 形態로 分布하는 모양을 보이는데 역시 東韓灣 附近에 低氣壓性 渦動이 形成되어 있음을 强하게 示唆하고 있다.

5. 經年變動

東韓暖流의 流路와 沿岸側에 形成되는 冷水域의 空間的인 分布範圍와 形態는 海에 따라서도 심한 變動性을 나타낸다. Fig. 6은 東韓灣에서 每年 봄의 東韓暖流水 暖水層의 平均두께의 年變化를 나타낸 것이다. 暖水層 두께의 增減으로부터 1961~1971年의 各年의 봄에는 東韓暖流의 北上이 平年보다 比較的 弱했으나, 1960, 1976, 1978~1980년에는 平年보다 顯著히 强했

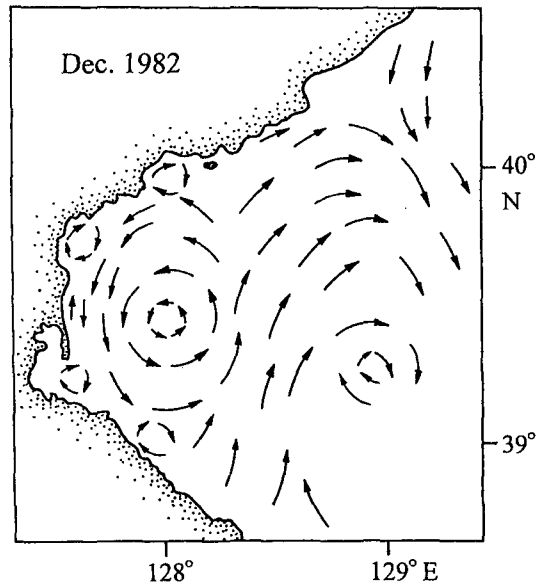


Fig. 4. Circulation pattern in the surface layer of the East Korean Bay in December, 1982.

음을 알 수 있다. 1981, 1982년에는 暖流水의 北上이 다시 弱해졌다.

Fig. 7은 各年의 春季에 있어 海水流動의 空間的인 變動을 4개의 型으로 나누어 模式的으로 나타낸 것이다. 그림에서 화살표는 各各 東韓暖流와 北韓寒流의 流路를 나타내며, 閉曲線은 冷水渦를, 點線은 水溫前線의 位置를 나타낸다. Fig. 6에서 본 바와 같이 1976, 1978~1980年의 各年의 春季는 東韓暖流의 北上勢力이 强한 海로서 東韓暖流가 沿岸을 따라 東韓灣內에까지 流入하였고, 暖流水는 42° N 近方海域까지 勢力을 미쳤다(Type A). 1974年 春季에는 東韓灣內에 低氣壓

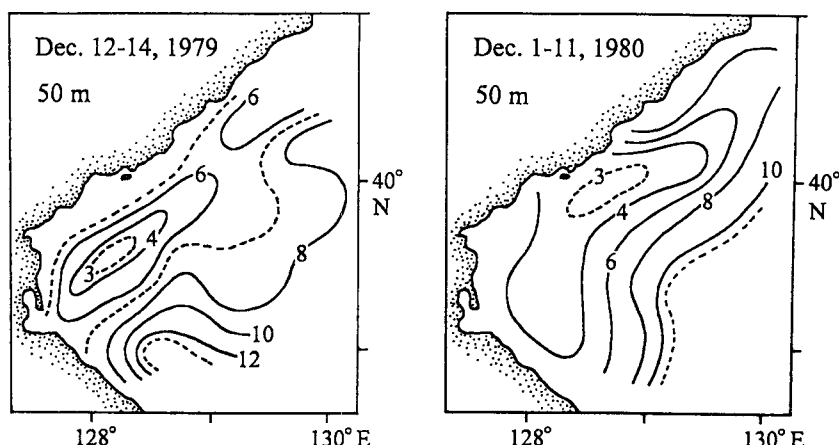


Fig. 5. Horizontal distributions of temperature on 50 m layer near the East Korean Bay. (a) December 12~14, 1979 and (b) December 1~11, 1980.

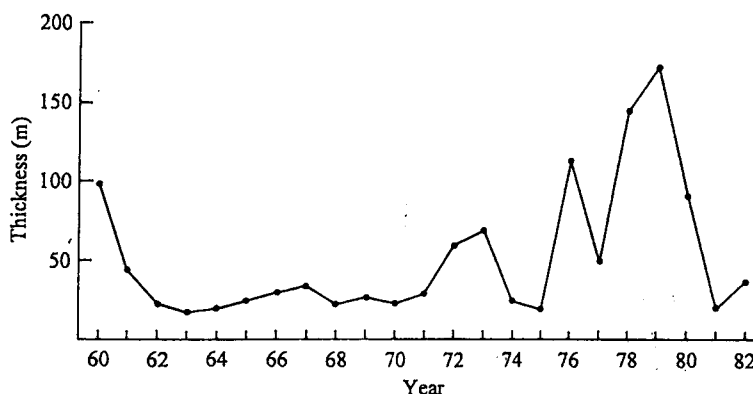


Fig. 6. Interannual variation of the thickness of the EKWC water in the East Korean Bay in spring.

性的 큰 冷水渦가 形成되었고, 東韓暖流은 이 冷水渦의 外廓을 따라 北上하였다 (Type B). 1973, 1977, 1981年の 봄에는 41°N以北의 冷水域과 거의 孤立된 形態로 低氣壓性 渦動이 形成되었다. 東韓暖流은 1974年の 봄보다 더 低緯度에서 離岸하여 冷水渦의 外廓을 따라 北上한 후 40°30'N 附近에서 다시 沿岸으로 接近하였다 (Type C). 1971, 1972, 1984年の 春季에는 東韓暖流가 比較的 沿岸에 近接하여, 蛇行하며 北上하는 形態를 나타냈다. 이때 沿岸側에는 比較的 小規模의 低氣壓性 冷水渦가 形成되었다 (Type D).

Fig. 8은 各 年의 8月의 25 m層에서 7°C 等溫線의 水平分佈를 나타낸 것이다. Fig. 8의 4個年中 1977年의 夏季가 다른 해에 비해 冷水域이 가장 低緯度까지 擴張되어 있는데 이 現象은 Fig. 6과 Fig. 7에서 보이는 바와 같이 1977年 봄철 東韓暖流의 北上이 低調했

던 것과도 關係되는 듯하다 (Fig. 6, Fig. 7).

6. 結 論

東韓灣을 中心으로 한 東海 北西海域에서 海況의 季節變動 과 年變動 特性을 살펴 보았다. 이 海域에서 海況을 決定짓는 主要 因子로서 韓半島 東岸을 따라 北上하는 東韓暖流와 大陸 沿岸을 따라 南下하는 寒流를 들수 있는데, 이 두 海流間의 相對的인 세기(輸送量)와 流路 및 그 海水特性에 따라 海況은 多樣하게 變動하는 듯하다. 本考에서는 季節別 및 年別 海況 特性에 대해 各各 몇가지 海水流動 패턴을 提示하였다. 各 패턴에 따라 東韓灣 附近海域에는 低氣壓性의 冷水渦 혹은 高氣壓性의 暖水渦가 卓越하게 發達하고 있다. 이러한 渦動의 形成과 構造에 對해서는 此後 現

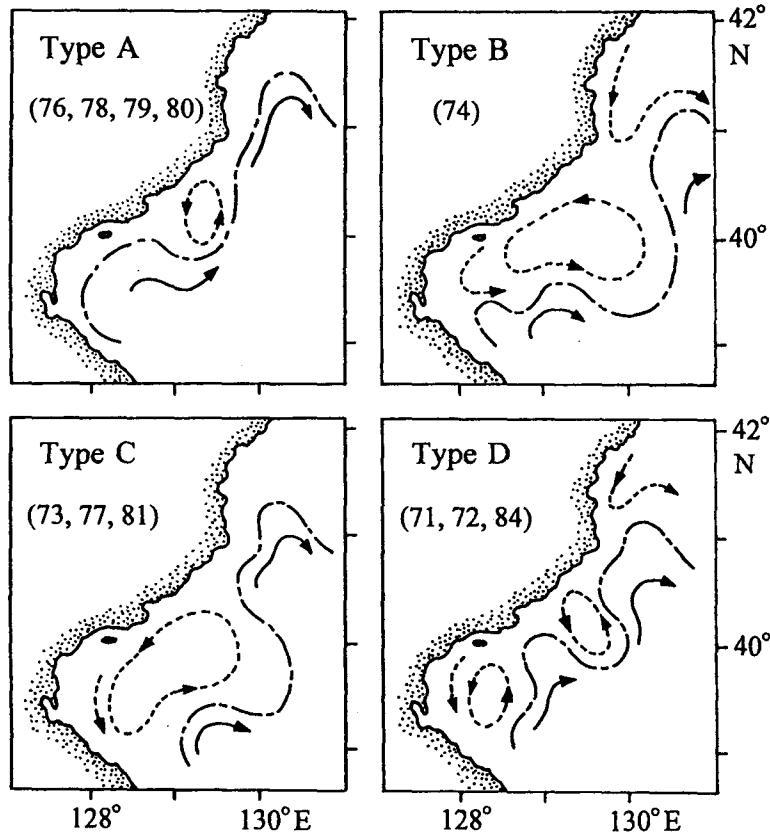


Fig. 7. Interannual variation of the oceanic condition in the northwestern East Sea in spring. (The full line shows the path of the EKWC, the dotted line the NKCC, and the dot and dashed line position of the thermal front).

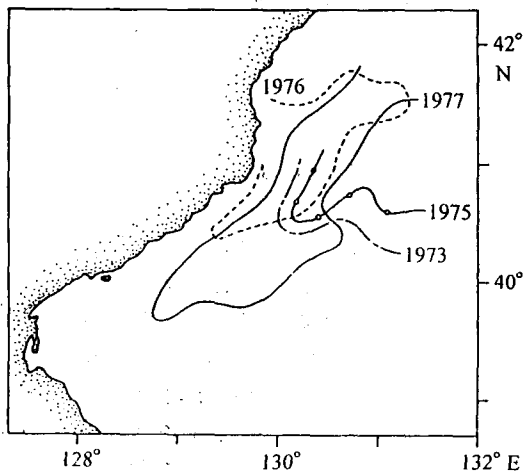


Fig. 8. Horizontal distributions of 7°C isotherm on 25 m layer in the northwestern East Sea in August, 1973, 1975, 1976 and 1977.

場資料를 통해綿密히檢討되어야 할 것이다. 특히寒

流(北韓寒流와 리만寒流)의實體에 關해서는 Kim and Yoon (1996)이 考察한 바와 같이 아직도 具體的인 觀測 調査結果가 대단히 貧弱한 實情인데, 寒流의 特性把握을 위해서 러시아 沿岸海域과 韓國 東海岸 沿岸海域을 對象으로 組織的이고 精密한 海洋觀測 實驗이 遂行되어질 것이 切實히 要望된다. 또한 寒·暖流의 力學 糾明을 위해서는 東海의 바람應力과 熱收支의 時·空間的 變化에 對해서도 同時に 研究가 이루어져야 할 것이다.

參考文獻

工業出版社, 1986. 水産科學技術 論文集 I, 228 pp.
 CREAMS, 1994. Cruise report of CREAMS '94. Res. Ins. App. Mech. Kyushu Univ., 47 pp.
 Kim, C.-H. and Yoon, J.-H., 1996. Modeling of the wind-driven circulation in the Japan Sea using a reduced gravity model, Journal of Oceanography, 52, 359-373.