

韓國 近海 水温의 週期的 變化(I)

南海의 巨文島海域 表面水温 年週變化 및 永年變化

韓 相 復
서울대학교 文理大 海洋學科

PERIODIC VARIATIONS OF WATER TEMPERATURE IN THE SEAS AROUND KOREA (I)

ANNUAL AND SECULAR VARIATIONS OF SURFACE WATER TEMPERATURE, KUMUN-DO REGION, SOUTHERN SEA OF KOREA

Sangbok D. Hahn

Department of Oceanography, College of Liberal Arts & Sciences,
Seoul National University, Seoul, Korea

ABSTRACT

Ten days and monthly mean temperatures were analysed daily data observed during July, 1916 to March, 1970 statistically. Periodic characters were calculated by $\Delta\pi$, new method of approximate solution of Schuster Method. According to ten days mean temperatures, annual variation function is

$F(\theta_d) = 16.29 - 5.27 \cos \theta_d + 0.75 \cos 2\theta_d - 3.14 \sin \theta_d + 1.16 \sin 2\theta_d - 0.63 \sin 3\theta_d$, where $\theta_d = \frac{\pi}{18}(d-3)$, d is the order of ten days period, 1 to 36.

Annual mean water temperature is 16.3°C, minimum in the last ten days of February 10.9°C, maximum in the last ten days of August 24.5°C.

Periodic character of secular variation shows 11 year and its curve is

$F(\theta_y) = 16.29 + 0.53 \cos \theta_y - 0.16 \cos 2\theta_y + 0.10 \cos 3\theta_y - 0.10 \sin \theta_y$, where $\theta_y = \frac{2\pi}{11}(y-1920)$, y is calendar year.

And the relation between air temperature x and water temperature y is following.

$$y = 9.67 \times 1.035^x$$

머 리 말

水温 變化의 週期性을 밝히는 것은 海況의 變動을 豫測하는데 가장 중요한 要素일뿐만 아니라 바다물의 물리적인 特性을 究明하고 地球物理學的인 기후변동을 연구하는 데도 꼭 필요하다.

우리나라의 沿岸水温에 관한 조사로는 西田敬三(1926), 李錫佑(1967), 孔泳(1968) 등이 있으며 東지나海(East China Sea)의 수온 연구로는 Koizumi(1962), Moriyasu(1967, 1968) 등이 季

節的인 變化를 조사한 것이 있을 뿐이므로 筆者는 우리나라 近海 水温의 週期的 變化를 조사하는 첫 단계로 南海의 巨文島 등대에서 매일 정기적으로 관측된 表面水温을 統計分析하여 正確한 年週變化를 밝히고 永年變化의 週期性을 살펴 보았다.

資料 및 分析方法

南海의 여러 沿岸水温 觀測所중에서 陸地와 가

장 멀리 떨어져 있고 資料가 풍부한 巨文島(34° 0.2'N, 127° 19.5'E) 海域을 代表로 분석했으며 地理的 位置는 (그림 1)과 같다.

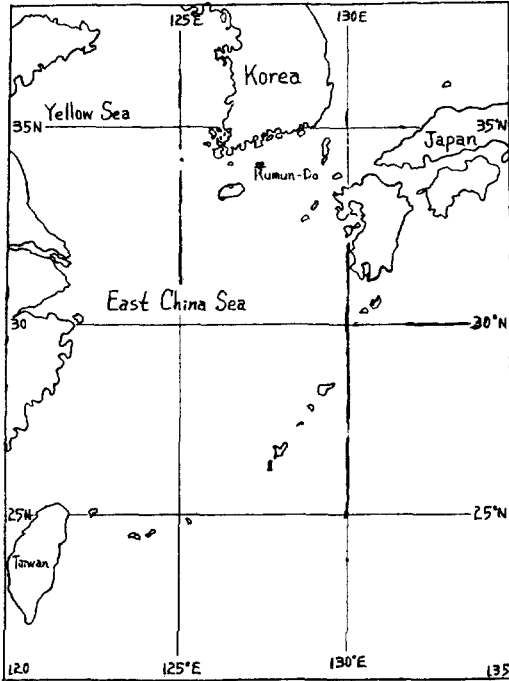


Fig. 1. Location of Kumun-Do (Port Hamilton).

巨文島 등대에서의 表面 水温 관측은 1916년 7월 부터 매일 午前 9時~10時에 연속적으로 측정되고 있으며 本稿에서는 1916년 7월부터 1945년 6월까지의 29年間과 1955년 4월부터 1970년 3월까지의 15年間으로 모두 55年間に 44個年의 觀測值를 가지고 분석했다.

1916年 7月~1925年 12月間의 자료는 海洋調査報告 第一號에서 조사했고 1926年 1月~1934年 12月間의 것은 海洋調査要報 第1號~9號에서, 1926年 1月~1941年 12月間은 朝鮮近海 海洋圖 1號~16號에서, 1930年 1月에서 1970年 3月까지는 국립 수산 진흥원 所藏의 관측 원부를 조사했으며 海洋調査年報 1號~18卷을 참조하였다. 중복된 기간의 자료는 旬 平均値가 서로 一致함을 확인했으며 觀測值 平均은 有効值인 0.1°C 單位까지만 취했다.

週期性的 分析은 Schuster 法 (鄭英鎭, 1968)의

近似解로 다음과 같은 方法을 써서 통계분석했다.

$$m \text{ 個의 平均水温을 時系列로 늘어 놓으면 } T_1, T_2, T_3, \dots, T_m \quad (1)$$

試行週期 (Trial period)를 n 이라고 하면(但 n 은 整數值) (1)式의 時系列을 n 個씩 다음과같이 배열한다.

$$\left. \begin{array}{l} T_1, T_2, \dots, T_i, \dots, T_n \\ T_{n+1}, T_{n+2}, \dots, T_{n+i}, \dots, T_{2n} \\ \dots \\ T_{(j-1)n+1}, T_{(j-1)n+2}, \dots, T_{(j-1)n+i}, \dots, T_{jn} \end{array} \right\} \quad (2)$$

i : 行의 數 1, 2, 3, ..., n
 j : 列의 數 1, 2, 3, ...

이때 $m = (j-1)n + i \quad (3)$

(2)式에서 各列의 平均 M_j 는

$$M_j = \frac{1}{j} \sum_{i=1}^n T_{(j-1)n+i} \quad (4)$$

全體 時系列의 平均을 M_n 이라면

$$M_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M_i \quad (5)$$

(4)式과 (5)式에서 平均편차 Δ_n 은

$$\Delta_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |M_i - M_n| \quad (6)$$

Δ_n 의 極大值 Δ_{max} 은 週期的인 特性을 나타내고 이때의 試行週期 n 이 週期가 된다.

Δ_{max} 이 $n, 2n, 3n$ 등으로 試行週期 n 의 정수 배로 나타나면 n 은 實週期 (Real Period)가 된다. 즉 Δ_{max} 때의 시행주기 n_i 의 GCM이 實週期가 된다.

위와 같은 方法으로 週期를 求하여 調和分析 方法으로 週期函數式을 求했다.

結 果

1. 年週變化

1916년 7월부터 1970년 3월까지 55년동안의 44 個月 平均 表面水温 변화는 (表-1)과 같으며 年平均은 16.3°C, 2月이 11.2°C로 가장 낮고 8月이 24.1°C로 제일 높으며 年平均 편차는 3.8°C이다. 各 月別 편차는 1月, 7月, 8月이 1°C로 크고 5月이 0.5°C로 제일 작다.

季節的인 變化를 좀더 세밀히 旬別 平均值를

Table 1. Mean surface water temperature at Kumun-Do.

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean	Mean Deviation
1916	—	—	—	—	—	—	21.1	25.6	23.0	18.7	15.6	11.6	—	—
17	9.6	8.9	10.2	11.7	13.2	16.5	22.3	24.0	23.1	18.9	14.1	11.7	15.4	4.7
18	9.3	9.5	10.7	12.3	14.0	16.0	20.6	23.6	22.4	18.4	15.0	12.9	15.4	4.0
19	11.1	11.5	11.5	12.6	14.2	17.8	21.8	25.0	21.8	19.2	16.1	13.2	16.3	4.0
1920	12.0	10.8	11.0	12.0	14.2	17.3	22.0	24.9	24.2	20.7	16.0	12.7	16.5	4.5
21	11.5	10.9	11.4	13.4	14.8	17.6	22.0	25.4	23.2	18.6	14.7	13.2	16.4	4.1
22	10.6	11.0	11.9	13.2	15.2	18.1	21.1	24.7	24.0	19.0	14.9	12.7	16.4	4.2
23	11.6	11.5	11.2	12.4	14.8	17.3	20.7	23.9	23.1	18.8	14.9	13.0	16.1	3.9
24	12.1	10.8	10.8	11.9	12.9	15.5	19.9	23.1	22.8	19.1	14.4	12.8	15.5	3.8
25	11.0	10.1	10.4	11.7	13.7	16.7	20.2	24.6	22.9	18.4	15.2	13.9	15.7	4.0
26	12.2	10.9	10.7	11.6	13.7	15.8	19.6	23.1	22.3	18.4	15.6	13.5	15.6	3.6
27	13.1	11.5	10.9	13.0	13.8	17.0	21.7	23.3	22.7	18.4	16.0	14.8	16.4	3.6
28	12.6	11.1	11.7	12.2	14.3	16.9	21.3	24.6	24.3	18.0	14.2	13.2	16.2	4.0
29	11.4	10.7	11.0	12.3	13.9	17.0	21.1	24.1	23.0	18.9	15.0	13.2	16.0	4.1
1930	11.0	10.5	12.6	13.6	15.4	17.8	23.1	26.2	23.2	18.2	15.1	13.9	16.7	4.2
31	11.6	11.5	11.5	11.6	13.2	16.4	20.3	22.9	22.1	17.9	15.0	13.6	15.6	3.6
32	13.3	11.3	11.4	12.2	13.9	16.3	21.3	22.4	22.1	17.9	15.6	13.7	16.0	3.4
33	11.2	11.1	10.3	11.7	13.4	17.2	21.9	23.0	22.0	18.9	14.7	12.8	15.7	4.1
34	10.4	10.2	10.7	12.5	12.9	16.0	21.1	22.7	21.6	18.9	14.7	14.0	15.5	3.8
35	12.0	11.7	12.2	12.5	13.8	17.1	21.5	25.3	22.5	19.5	16.9	12.7	16.5	4.0
36	10.8	9.6	10.1	11.7	13.0	15.8	19.3	21.9	21.7	18.8	14.3	13.3	15.0	3.7
37	12.4	11.4	12.2	13.0	14.0	17.1	21.1	24.5	22.7	19.0	16.8	14.2	16.5	3.7
38	11.6	10.7	11.3	12.4	14.5	17.0	22.4	25.5	21.3	20.3	17.4	14.6	16.6	4.1
39	12.9	11.3	11.4	12.7	14.5	18.3	21.1	25.0	23.7	20.4	16.6	14.6	16.9	4.0
1940	12.3	10.0	11.5	12.0	13.8	15.8	21.1	23.0	23.4	20.1	15.9	14.6	16.1	3.8
41	14.1	12.9	12.8	13.2	14.4	17.7	20.7	23.7	21.4	19.2	16.1	15.1	16.8	3.1
42	11.8	11.4	11.9	12.8	13.3	15.9	22.5	23.2	24.6	20.7	16.3	14.4	16.6	4.1
43	12.6	11.4	11.7	12.3	14.3	18.0	22.6	25.2	23.3	18.4	16.8	15.0	16.8	3.8
44	12.7	12.0	12.0	12.3	14.2	18.8	19.8	23.5	23.8	20.2	16.1	14.0	16.6	3.9
45	12.3	8.9	10.4	12.4	13.7	16.3	—	—	—	—	—	—	—	—
46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1950	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55	—	—	—	14.7	15.7	18.4	22.4	25.7	18.8	19.7	17.0	15.2	—	—
56	11.9	8.9	10.2	13.7	—	17.3	23.4	25.6	24.0	19.8	14.7	—	—	—
57	13.0	13.3	12.5	12.8	14.0	15.7	—	24.3	23.4	18.2	15.7	13.8	—	—
58	8.2	9.7	10.1	14.0	13.9	15.8	18.4	21.2	22.6	20.2	15.2	14.8	15.3	3.6
59	13.5	13.4	13.0	13.7	—	17.7	20.1	25.2	24.0	19.9	16.8	14.5	—	—
1960	13.4	13.4	13.3	13.6	14.9	17.8	22.7	26.0	23.9	21.1	17.3	15.2	17.7	3.8
61	13.3	12.6	12.6	13.4	13.8	15.0	21.6	25.5	24.2	22.1	16.6	14.4	17.1	4.2
62	11.8	12.7	13.1	12.3	13.5	15.3	17.2	21.7	21.5	20.2	16.2	15.1	15.9	2.9
63	11.1	11.2	11.9	11.9	12.5	14.2	18.5	23.5	22.6	19.0	16.8	15.5	15.7	3.6
64	14.6	12.5	12.3	13.5	14.6	14.7	19.3	25.0	24.8	21.6	16.1	14.7	17.0	3.6
65	14.7	13.4	12.8	13.1	14.6	16.7	21.5	24.7	22.3	20.7	17.3	14.6	17.2	3.4
66	13.4	13.2	13.1	14.0	14.4	17.3	21.0	25.0	23.2	20.3	17.0	14.7	17.2	3.4
67	12.5	12.2	11.8	12.1	14.4	17.5	21.4	23.5	24.5	20.9	16.3	14.2	16.8	4.0
68	13.4	10.9	10.6	11.9	12.6	15.6	18.5	23.2	23.8	20.5	16.1	15.6	16.1	3.7
69	13.3	12.0	11.7	12.8	14.8	16.6	20.3	25.4	22.1	20.7	16.5	12.3	16.5	3.7
70	11.8	11.2	10.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mean	12.1	11.2	11.5	12.6	14.0	16.7	21.0	24.1	22.9	19.5	15.8	13.9	16.3	3.8
Monthly Deviation	1.0	0.9	0.8	0.6	0.5	0.8	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	—

Table 2. Ten days surface water temperature for July, 1916~March, 1970 at Kumun-Do.

Month	Ten Day	W.T. (°C)	Month	Ten Day	W.T. (°C)
Jan.	1 st	12.3	July	1 st	19.5
	2 nd	12.2		2 nd	21.0
	3 rd	11.6		3 rd	22.5
Feb.	1 st	11.4	Aug.	1 st	23.6
	2 nd	11.3		2 nd	24.0
	3 rd	10.9		3 rd	24.5
Mar.	1 st	11.5	Sep.	1 st	23.9
	2 nd	11.5		2 nd	22.9
	3 rd	11.7		3 rd	21.9
Apr.	1 st	12.3	Oct.	1 st	20.7
	2 nd	12.6		2 nd	19.5
	3 rd	13.0		3 rd	18.4
May	1 st	13.4	Nov.	1 st	16.6
	2 nd	13.8		2 nd	15.7
	3 rd	14.8		3 rd	14.8
June	1 st	15.6	Dec.	1 st	14.4
	2 nd	16.6		2 nd	14.0
	3 rd	17.9		3 rd	13.5

가지고 분석해보면 2月 下旬에 10.9°C로 가장 낮고 8月 下旬에는 24.5°C로 最大値를 보이며 6月 中旬과 11月 中旬에 年平均値와 비슷한 값을 나타낸다. 조사기간 동안의 各 旬別 平均水温은 (表-2)와 같다.

週期分析 결과 年週變化는 12個月을 週기로 나타나며 1年을 주기로한 每日의 水温變化度는 平均 0.07°C이며 6月 下旬~7月 上旬과 10月 下旬~11月 上旬에 0.16°/day로 日較差가 가장 크고 3月 初旬에서 中旬사이는 變化가 없다.

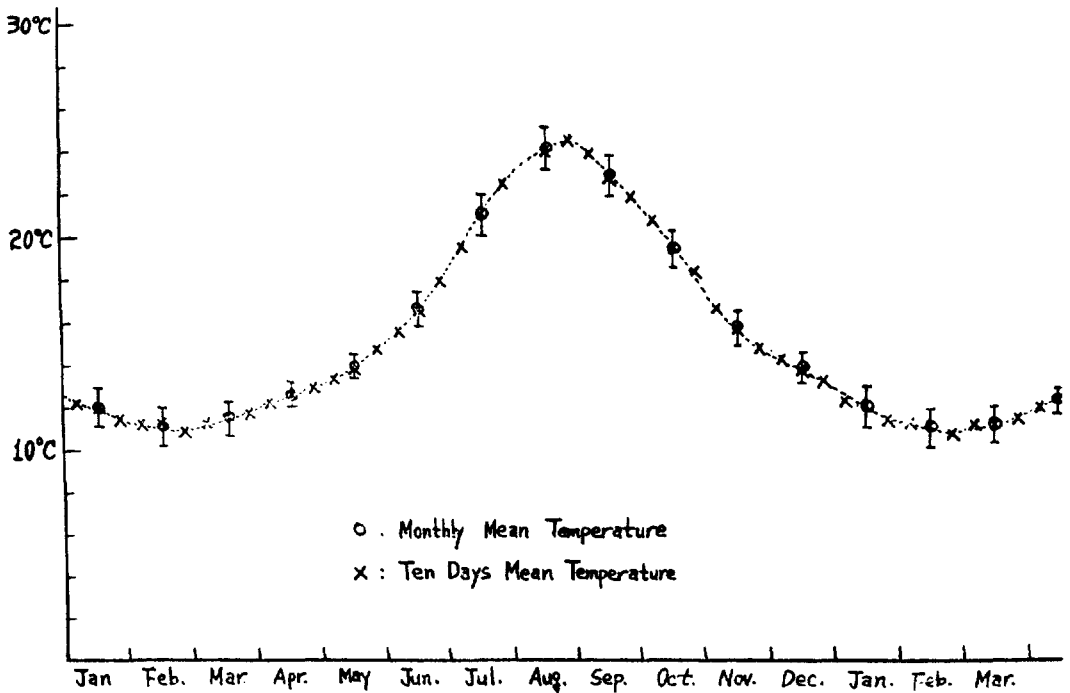


Fig. 2. Annual variation of surface water temperature at Kumun-Do.

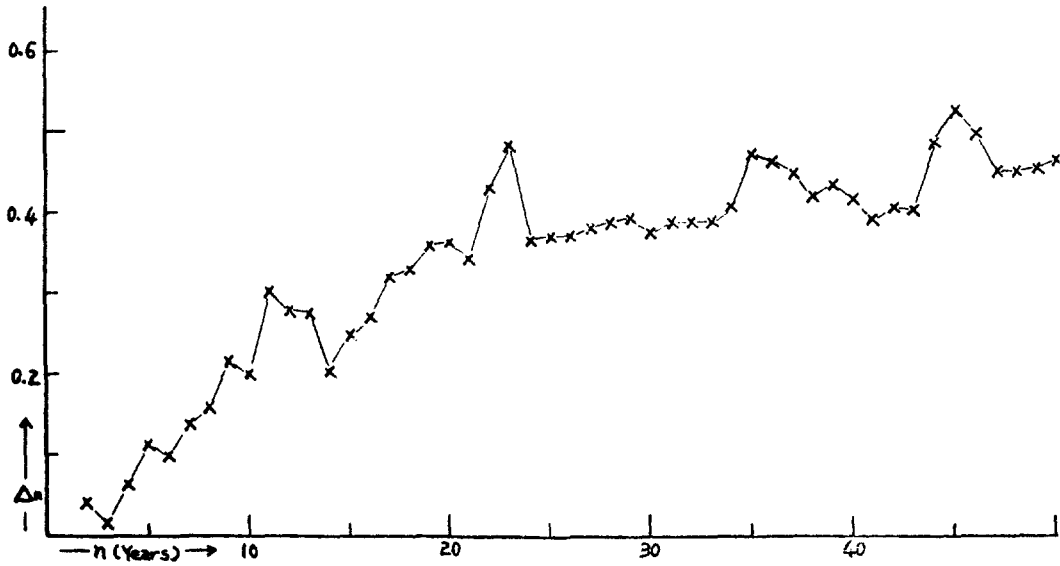


Fig. 3. Δ_n values for long period analysis of water temperature at Kumun-Do.

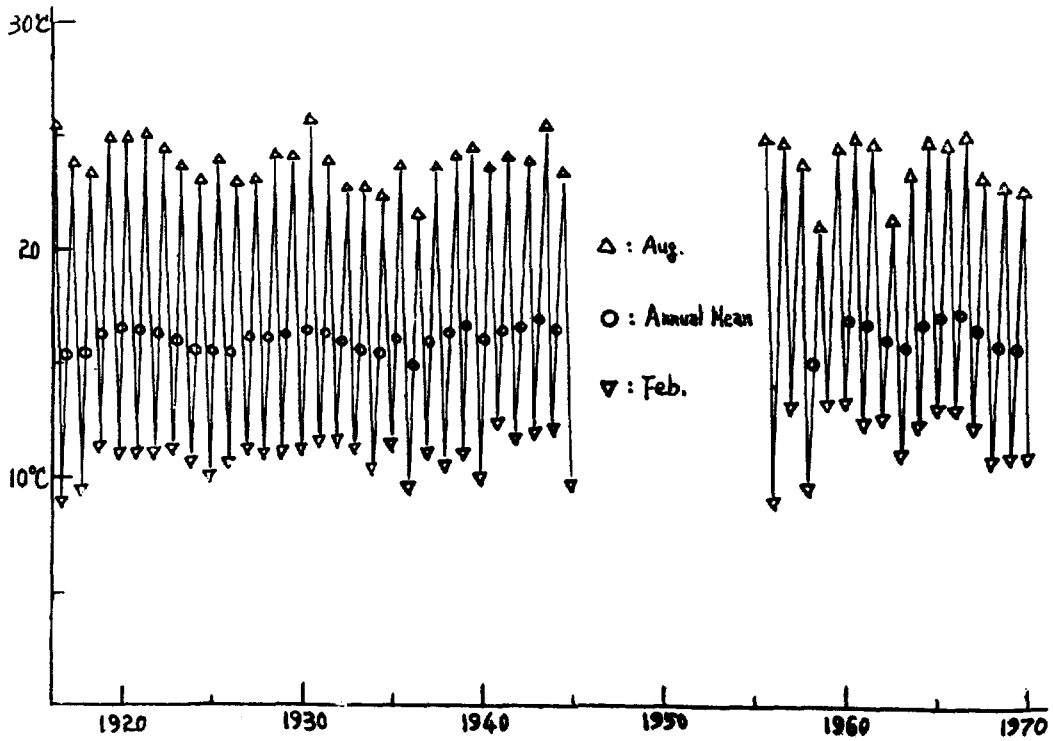


Fig. 4. Secular variation of surface water temperature at Kumun-Do.

(表-2)에서의 旬平均値를 가지고 年週期 曲線式을 求하면

$$F(\theta_d) = 16.29 - 5.27 \cos \theta_d + 0.75 \cos 2\theta_d - 3.14 \sin \theta_d + 1.16 \sin 2\theta_d - 0.63 \sin 3\theta_d \quad (7)$$

$$\theta_d = \frac{\pi}{18} (d-3)$$

d : 1月 上旬부터의 順位

로 나타내며 (그림 2)는 年週變化를 나타낸다.

2. 永年變化

(表-1)의 年平均値를 가지고 Δ_n 을 구한 결과는 (그림 3)과 같으며 Δ_{max} 은 $n=11, n=23, n=35, n=45$ 로 實週期는 약 11년이 된다.

1920年, 1931年, 1943년에 極大에 이르렀고 1926年, 1936년에 極小値를 보이며 1955년 이후의 관측결과에서는 5년 또는 6년의 週期性이 나타난다.

年平均 편차는 1917年の 4.7°C가 가장 크고 1962년의 2.9°C가 제일 작으며 평균치는 3.8°C이다.

永年週期를 11年으로 볼 때 주기곡선은

$$F(\theta_y) = 16.29 + 0.53 \cos \theta_y - 0.16 \cos 2\theta_y + 0.10 \cos 3\theta_y - 0.10 \sin \theta_y \quad (8)$$

$$\theta_y = \frac{2\pi}{11} (y-1920)$$

y : 西歷年數

가 되며 永年變化는 (그림 4)와 같다.

論 議

巨文島는 麗水市에서 南南西 方向으로 90 km 떨어진 곳에 位置하고 있으며 濟州市에서도 東北東쪽 90 km의 곳에 있어 陸地의 영향을 크게 받지 않으며 韓國海峽으로 흘러 들어오는 Kuroshio의 支流인 Tushima 난류의 주변 海域에 속한다. 潮差는 사리때 2.6 m, 조금때 1.0 m로 平均 1.8 m이며 관측지의 水深은 5m 이상이 된다.

海水溫度의 長週期分析을 하기 위해서는 陸地의 영향을 받지않는 海域에서 연속적으로 數十年 동안 관측된 資料를 가지고 統計처리해야 되기 때문에 이러한 조건을 비교적 갖추고있는 巨文島 海域을 南海의 代表値로 선정했다.

濟州道 남쪽에 있는 馬羅島의 年平均 水溫이 18.6°C, 北方의 濟州에 있는 山地 燈台에서 17.8°C의 高溫이며 麗水가 14.4°C이고 巨文島와 거의 같은 緯度에 있는 者只島에서 14.5°C, 竹島가 14.3°C, 小黒山島가 15.2°C임을 볼때 巨文島의 水溫은 Tsushima 난류와 大韓半島 沿岸水溫의 中間値를 나타내고 있어 Kuroshio 勢力의 消長에 민감한 반응을 나타내고, Plankton의 分布狀態로 朴周錫(1968)은 이 海역을 暖流가 미치는 南海 沿岸 水域이라 하였다.

週期分析에서 Schuster法의 近似解로 Whittaker法을 쓰지 않고 새로이 Δ_n 으로 週期性을 찾은 것은 계산이 편리하면서도 同一한 結果를 얻을 수 있으며, 試行週期 n 이 커질수록 Δ_n 의 값이 커지는 것은 (3)式에서 n 이 증가할수록 列 j 가 작아짐에 따라 일어나는 것으로 이를 없애기 위해서는 j 를 一定하게 하면 되고 Δ_{max} 以外的 Δ_n 을 最小가되게 할려면 n 과 j 의 LCM인 觀測値 m 個로 分析을 行한다.

海水의 表面은 海洋과 大氣의 境界面으로 Energy의 相互交換이 일어나고 있으며 (Defant, 1961; Saunders, 1967) 水溫의 時間的 變化要素로 太陽輻射熱이 가장 큰 비중을 차지하고 海流, 季節風等의 영향을 받는다. 氣溫역시 이들의 영향으로 變動되며 巨文島의 平均氣溫은 14.1°C로 麗水의 13.6°C와 濟州의 14.7°C (中央觀象臺, 1956)를 비교하면 中位値를 나타내며 1월에 3.2°C로 가장 낮고 8월에 25.5°C로 제일 높다.

조사기간 동안의 月平均値를 가지고 氣溫과 水溫의 關係式을 最少自乘法으로 求하면

$$y = 9.67 \times 1.035^x \quad (9)$$

y : 表面水溫 x : 氣溫

의 關係가 成立한다.

氣溫의 年週期 曲線은 振幅이 11.2°C인데 水溫은 6.5°C로 변동이 작고 位相도 20日정도 늦은 變化를 하고 있다.

南海에서 水溫에 關係되는 조사를 數回만 行할 때는 (表-2)에서 보는 바와 같이 年最低値로 2月下旬, 最高値로 8月下旬에 觀測을 하고 年平均値로는 6月 10日頃과 11月 10日頃을 택하는 것이

좋은 것으로 생각된다.

水温의 永年 週期性은 11년이 강하며 12년에 나타나고 있어 11년 또는 12년의 複合週期성을 보이고 振幅은 0.6°C 이다. 2月, 5月, 8月, 11月の 各 月平均値에 대한 長年週期性도 年平均値의 週期성과 비슷하며 太陽活動 極盛期後 3年頃に 極大値가 出現하고 黑點 極小期後 2年頃に 極小値가 나타나 보이는 경향이 있으며 氣温의 長年變化도 이와 비슷한 양상을 이루고 있음이 주목된다.

또한 巨文島 海域이 Kuroshio 勢力에 민감한 반응을 보이는 곳이므로 水温의 永年週期로 해석해 볼때 11년을 주기로 Kuroshio의 消長이 있는 듯 하다.

1955년 이후의 관측치에서는 5年 또는 6年の 週期성을 보이고 있어 앞으로 좀더 많은 資料를 가지고 永年變化를 分析하고 그 原因을 究明하고자 한다.

맺 는 말

우리나라 近海 水温의 週期的 變化를 조사하는 첫 단계로 南海의 巨文島 燈台에서 1916年 7月부터 1970年 3月까지 관측된 資料로 年週變化와 永年變化를 살피기 위해 Schuster 法の 近似解로 새로운 方法을 써서 週期성을 찾았다.

年週變化는 旬平均値로 분석해서

$$F(\theta_d) = 16.29 - 5.27 \cos \theta_d + 0.75 \cos 2\theta_d - 3.14 \sin \theta_d + 1.16 \sin 2\theta_d - 0.63 \sin 3\theta_d$$

의 週期函數式을 얻었고 2月 下旬이 10.9°C , 8月 下旬이 24.5°C , 6月 中旬과 11月 中旬이 16.6°C 로 年平均 16.3°C 이며 日較差는 6月 下旬~7月 上旬과 10月 下旬~11月 上旬에 $0.16^{\circ}/\text{day}$ 로 가장 크고 年平均은 $0.07^{\circ}/\text{day}$ 이다.

永年變化는 週期성이 11년으로 나타나며

$$F(\theta_y) = 16.29 + 0.53 \cos \theta_y - 0.16 \cos 2\theta_y + 0.10 \cos 3\theta_y - 0.10 \sin \theta_y$$

의 週期函數式이 成立된다.

1920年, 1931年, 1943년에 極大에 達했고 1926年, 1936년에 極小値를 보였으며 1955년 이후의 관측결과에서는 5년 또는 6년의 週期성이 나타

난다.

年平均 편차는 1917年の 4.7°C 가 가장 크고 1962년의 2.6°C 가 제일 작으며 平均値는 3.8°C 이다.

水温과 氣温의 관계는

$$y = 9.67 \times 1.035^x$$

로 나타난다.

以上으로 南海의 巨文島 海域을 中心으로 水温의 長週期分析을 行했으며 충분한 觀測値가 모이면 좀더 正確한 永年週期성을 찾아보고 外洋과의 관계도 研究하고자 한다.

끝으로 資料의 열람에 편의를 제공해 주신 국립 수산 진흥원 海洋調査課 여러분께 깊이 감사드리며 특별히 韓熙綉 先生님, 孔泳 先生님, 嚴美羅씨, 宋相鎬씨에게 謝意를 表한다.

參 考 文 獻

- 孔泳. 1968. 沿岸水温의 季節變動에 關하여. 國立 水產振興院 研究報告, 第3號: 59-79.
- 朴周錫. 1968. 韓國近海의 毛類類에 關한 研究. 國立 水產振興院 研究報告, 第3號: 83-102.
- 水產試驗場. 1962. 沿岸定地 海洋 觀測成績(1916-1925). 海洋調査報告, 第1號.
- " 1927~1942. 朝鮮 近海 海洋圖. Vol. 1-Vol. 16.
- " 1928~1942. 海洋 調査 要報. Vol.1-Vol. 9.
- 水產振興院. 1955~1970. 海洋調査 年報. Vol.1-Vol. 18.
- 李錫佑. 1967. 韓國沿岸의 水温과 氣温의 季節的變化. 水路年報 1966:141-149.
- 鄭英鎮. 1968. 近代統計學의 理論과 實際: 255-256.
- 中央觀象臺. 1956. 氣象 五十年報.
- 西田敬三. 1926. 沿岸定地 海洋觀測成績にあらはれる 朝鮮近海の氣象に就て. 海洋調査報告, 第1號: 33-54.
- Defant, A. 1961. *Physical Oceanography* Vol. 1.
- Koizumi, M. 1962. Seasonal variation of surface temperature of the East China Sea. *Jour. Oceanog. Soc. Japan*, 20th Anni. Volume: 321-327.
- Moriyasu, S. 1967. On the anomaly of the sea surface

- temperature in the East China Sea (I). *Oceanog. Mag.*, Vol. 19, No. 2:201-220.
- Moriyasu, S. 1968. On the anomaly of the sea surface temperature in the East China Sea (II). *Oceanog. Mag.*, Vol. 20, No. 2: 121--132.
- Saunders, P. M. 1967. The temperature at the ocean-air interface. *Jour. Atmos. Sci.*, Vol. 24, No. 3:269--273.