

한국 근해 수온의 주기적 변화(Ⅱ).  
三島와 沖之島 해역 표면수온의 년주변화 및 장주기 변화

韓 相 復

서울대학교 문리과대학 해양학과

PERIODIC VARIATIONS OF WATER TEMPERATURE  
IN THE SEAS AROUND KOREA (Ⅱ).  
ANNUAL AND LONG TERM VARIATIONS OF SURFACE  
WATER TEMPERATURE IN THE REGIONS OF  
MISHIMA AND OKINOSHIMA

*Sangbok D. Hahn*

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

ABSTRACT

Periodic characters of water temperature in the regions of the Mishima and the Okinoshima were derived through the analysis of the five days interval data during 1914 to 1970 mainly.

In terms of ten days mean temperatures, annual variation function of the Mishima region, Korea Strait, is

$F(\theta_d) = 17.45 - 5.34 \cos \theta_d - 3.77 \sin \theta_d + 0.62 \sin 2\theta_d - 0.52 \sin 3\theta_d$ , where  $\theta_d = \frac{\pi}{18}(d-2)$ ,  $d$  is the order of ten days period, 1 to 36. And in the region of Okinoshima, Tsushima Strait, we find  $F(\theta_d) = 18.88 - 5.39 \cos \theta_d - 3.60 \sin \theta_d + 0.52 \sin 2\theta_d$ .

The annual mean temperature is 17.4°C in the Mishima region, 18.9°C in the Okinoshima region, and the amplitudes of annual variation functions are 7°C in both regions with minimum temperature in the middle ten days of February, maximum in the middle ten days of August.

The long term variations of surface water temperature with  $12 \pm 5$  years period were observed in the annual mean temperatures, monthly mean temperatures and the fixed day temperatures of every year. In addition to these, relatively short term variations were also found significant periods of 3 years, 4 years and 2 years, respectively.

머 리 말

수권(Hydrosphere)은 기권(Atmosphere)과 암권(Lithosphere)의 중간에 있으며 이에 대한 연구는 지구 물리학 분야에서 가장 중요하게 다루어지는 것 중의 하나이다. 특히 수권의 70% 이상

을 차지하고 있는 해양에서의 환경 변화를 조사하는 것은 해양의 변동을 예측하여 수산업이나 기타의 해중 시설물을 설치하는 데 중요한 자료를 제공해 주는 기초적인 분야이다. 수온과 염분도에 대한 연구는 바닷물의 특성을 규명하는 가장 중요한 요소이며 바다 표면에서 수온의 장기

변동 문제를 살피는 것은 해양 환경의 변동만이 아니고 해면상에서의 안개 발생 문제나 급격한 저기압의 발생문제등을 연구 하거나 기후 변동을 다루는 데도 꼭 필요하다.

수온의 주기 변동에는 일주기, 년주기, 영년주기등이 대표적이며 년주기는 직접 흡수하는 열 Energy 의 변화나 열 전도 효과, 수괴의 변환과 관계된 해류의 변동 및 해수의 수직 운동 효과등에 기인하고 있다(Sverdrup, et al., 1966).

우리나라의 연안 수온에 관한 조사로는 西田(1926), 李(1967), 孔(1968) 등이 월 평균치를 가지고 분석한 것이 있고 Koizumi(1962, 1964)와 Moriyasu (1967, 1968)가 동지나해의 수온 연구를 하면서 그 북방 해역의 한 부분으로 논한 것이 있을 뿐이다. 필자는 우리나라 근해 수온의 주기적인 변화를 정확히 조사하기 위한 첫 단계

로 육지의 영향을 크게 받지 않는 작고 외딴 섬인 거문도의 수온 관측 결과를 가지고 년주변화와 영년변화를 살피려 하였으며(韓, 1970) 이번에는 대마도 북쪽 한국해협쪽에 위치한 三島와 대마해협 중간에 있는 沖之島에서 정기적으로 관측된 표면 수온 자료를 가지고 통계 분석하여 남해 동부 해역의 표면 수온 장주기 변동에 대해 살펴 보았다.

#### 자료 및 분석방법

남해 동부 해역의 수온 관측소 중에서 육지와 가장 멀리 떨어져 있고 자료가 풍부한 三島(34° 43'N, 129° 27'E)와 沖之島(34° 14'N, 130° 07'E)의 등대에서 매달 5일 간격으로 6회씩 연속적으로 관측된 수온 자료를 사용 하였고 이들의 지리적 위치는 그림 1과 같다.

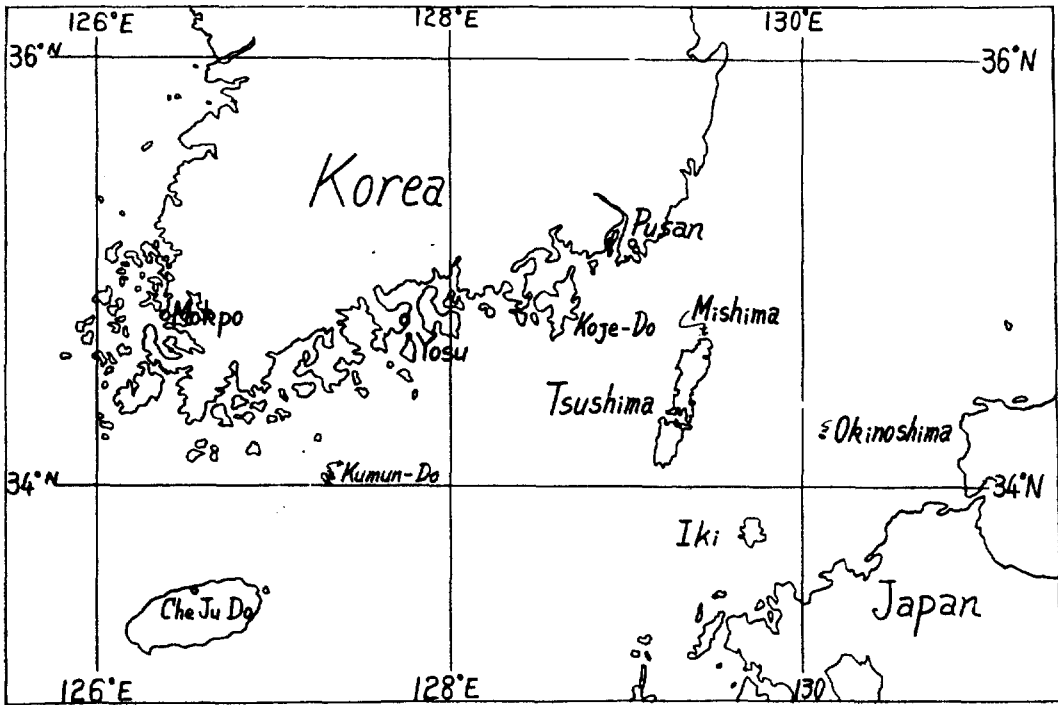


Fig. 1. Locations of Mishima and Okinoshima.

三島에서는 1913년 9월부터 관측이 시작되어 현재도 계속되고 있으며 본고에서 사용된 자료는 1970년 8월까지의 57년간 연속 관측치이고 沖之島 자료는 1914년 1월에 시작되어 1966년 4월에 중단되었기때문에 이 기간동안 전부를 분석하였다. 이들 자료는 일본 동경에 있는 동해구 수산 연구소에서 관측 원부를 조사하여 얻었다.

년주변화는 순평균 수온을 가지고 분석했으며 영년변화는 년평균 수온 및 월평균치를 가지고 주로 검토했고 1921년 부터 1963년 까지 매년 같은 날짜의 수온 결과도 살펴 보았다.

주기성의 분석은 도시법과 평균편차법 (韓, 1970)을 동시에 썼으며 주기 곡선식은 다음과 같은 조화분석법을 사용하였다. 즉 주기가  $n$  이고 이때의 관측치 평균이  $M_0, M_1, M_2, \dots, M_r, \dots, M_{n-1}$  일때

$$F(\theta) = A_0 + \sum_{i=1}^m A_i \cos i\theta + \sum_{i=1}^m B_i \sin i\theta$$

$$A_0 = \frac{1}{n} \sum_{r=0}^{n-1} M_r$$

$$A_s = \frac{2}{n} \sum_{r=0}^{n-1} A_r \cos \frac{2\pi r s}{n}$$

$$B_s = \frac{2}{n} \sum_{r=0}^{n-1} B_r \sin \frac{2\pi r s}{n}$$

여기서  $s=1, 2, 3, \dots, m$  이며,  $n=2m+1$  이 된다. 상수  $A_s$  와  $B_s$  는 0.5 이상만을 취했다.

### 결 과

1913년 9월 부터 1970년 8월 까지 57년동안 三島에서의 월 평균 표면 수온 변화는 표 1—1과 같고 1914년 1월 부터 1966년 4월 까지의 沖之島 표면 수온은 표 1—2와 같다.

三島에서의 년 평균 수온은 17.4°C 이며 2월이 11.2°C로 가장 낮고 8월이 25.2°C로 제일 높다. 월별 평균 편차는 2월에 1.1°C로 가장 크고

5월과 9월에는 0.6°C로 가장 작은 값을 나타내며 겨울철에 특히 편차가 크다. 2월과 8월의 수온 변화를 좀더 세밀히 보면, 2월 5일이 11.4°C, 10일이 11.1°C, 15일이 11.3°C, 20일이 11.0°C, 25일이 11.1°C, 28일 또는 29일이 11.3°C로 2월 20일경이 1년중 제일 낮다. 8월에는 5일부터 매 5일마다의 수온이 25.0°C, 25.2°C, 25.4°C, 25.4°C, 25.4°C, 24.7°C로 8월 20일경에 가장 높은 수온을 나타낸다. 년 평균치와 같은 수온은 5월 하순과 11월 하순에 나타나고 있다.

沖之島에서는 년 평균 수온이 18.9°C로 三島보다 1.5°C 높고 2월에 12.9°C로 제일 낮으며 2월 5일부터 5일 간격의 평균 수온은 13.1°C, 12.7°C, 12.7°C, 12.7°C, 12.9°C, 13.1°C이며 2월 15일경에 가장 낮다. 제일 높은 수온은 8월에 나타나며 8월 5일부터 5일 간격의 수온은 26.2°C, 26.4°C, 26.9°C, 26.7°C, 26.8°C, 26.6°C로 8월 15일경이 가장 높다. 년 평균치는 5월 30일경과 11월 25일경에 나타나 보이며 三島와 沖之島에서의 각 순별 수온 평균치는 표 2와 같다.

주기 분석 결과 계절 변화는 12개월을 주기로 나타나며 1년을 주기로한 매일의 수온 변화도는 三島가 평균 0.075°C/day이고 沖之島에서는 0.076°C/day이며 일교차가 가장 심할때는 11월 하순에서 12월 상순으로 三島에서는 0.15°C/day, 沖之島에서는 0.16°C/day 이며 다음이 6월 하순에서 7월 상순 사이로 三島에서 0.12°C/day, 沖之島에서 0.15°C/day이고 제일 작을때는 양쪽 모두 2월 중순경이다.

표 2에서의 순평균치를 가지고 년주기 곡선식을 구하면 三島에서는 진폭 7.1°C로

$$F(\theta_d) = 17.45 - 5.34 \cos \theta_d - 3.77 \sin \theta_d + 0.62 \sin 2\theta_d - 0.52 \sin 3\theta_d$$

$$\theta_d = \frac{\pi}{18}(d-2)$$

로 나타낸다.

沖之島에서는 진폭이 7°C 이며

Table 1—1. Monthly mean surface water temperature (°C) at Mishima.

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean
1913	—	—	—	—	—	—	—	—	23.3	20.7	17.5	14.6	—
14	13.1	12.4	12.4	13.8	17.0	20.2	24.3	25.2	24.0	21.4	19.4	15.2	18.2
15	13.9	13.4	13.1	13.4	15.3	18.6	22.9	25.5	23.5	22.7	20.1	16.1	18.2
16	13.3	14.6	13.4	14.8	16.9	20.5	22.7	26.1	24.4	21.6	19.1	17.4	18.7
17	13.4	12.1	12.6	13.9	14.4	16.9	23.3	25.5	24.6	21.6	16.3	13.7	17.3
18	11.0	12.5	13.9	14.3	15.9	18.5	22.5	23.6	23.2	19.5	17.7	16.0	17.4
19	14.2	13.5	14.0	15.4	17.3	20.2	22.9	23.8	22.6	20.0	18.0	15.9	18.2
1920	11.7	11.6	12.0	13.3	15.4	19.3	22.7	25.1	23.1	21.4	18.5	15.1	17.4
21	13.6	12.0	12.6	14.0	16.9	18.7	22.7	25.4	23.7	19.9	16.7	14.0	17.5
22	12.9	12.4	12.7	14.7	16.9	21.0	23.4	25.6	24.3	21.1	18.0	15.5	18.2
23	13.0	12.1	11.5	14.9	18.2	20.1	22.3	26.5	24.3	21.9	18.1	14.0	18.1
24	13.1	12.2	12.8	14.5	16.3	18.5	23.5	23.1	23.3	22.1	17.0	15.3	17.6
25	13.2	10.4	12.0	13.5	16.4	19.8	22.1	26.2	22.3	21.2	18.8	15.4	17.6
26	12.0	11.8	11.7	13.8	16.2	19.1	22.9	26.2	25.7	21.1	18.2	16.4	18.0
27	13.8	12.5	12.5	13.9	15.3	19.0	23.5	25.4	23.8	20.4	18.4	15.7	17.9
28	12.0	11.2	12.8	13.6	16.3	19.3	22.3	24.0	24.5	20.3	17.7	16.0	17.5
29	13.5	11.5	12.0	14.9	17.2	20.6	23.6	26.5	23.1	20.6	16.4	15.7	18.0
1930	14.3	14.1	13.5	15.1	17.1	20.2	24.8	27.1	23.4	21.0	17.5	14.7	18.6
31	13.4	12.3	13.1	14.4	15.9	18.6	21.0	25.5	22.7	19.3	18.1	16.5	17.6
32	14.4	13.2	11.6	13.5	16.2	17.9	23.5	24.0	21.3	19.7	17.8	15.0	17.3
33	12.3	11.9	12.0	13.9	16.9	20.3	23.1	24.0	24.2	20.0	17.3	15.7	17.6
34	12.0	11.4	11.1	13.4	15.9	18.6	22.4	25.0	22.2	19.3	17.3	15.0	17.0
35	13.1	11.5	12.7	13.6	16.8	17.4	23.0	25.6	22.1	20.9	18.2	13.8	17.6
36	11.0	9.8	10.6	13.2	15.8	20.2	23.6	25.1	23.0	19.1	17.5	14.9	17.0
37	13.3	12.3	12.9	13.7	16.9	19.3	23.7	27.0	23.9	20.4	17.2	13.1	18.6
38	12.0	10.7	13.3	13.9	17.2	18.7	23.3	26.2	23.1	20.9	18.0	14.9	17.7
39	13.1	11.9	12.2	14.3	16.6	19.5	23.7	24.1	24.4	21.5	18.8	15.6	18.0
1940	13.2	11.8	11.7	13.2	15.7	19.5	23.5	25.6	23.4	21.5	18.2	15.1	17.7
41	11.5	11.2	11.3	13.4	17.5	19.5	21.0	24.5	21.7	19.6	17.2	14.5	16.9
42	10.4	8.8	12.1	14.9	15.8	19.2	24.7	26.5	23.9	20.3	16.8	13.9	17.3
43	11.0	9.4	10.6	12.5	16.1	19.2	20.9	24.9	22.7	17.7	15.9	14.3	16.5
44	11.7	10.6	10.6	12.9	16.1	19.6	24.1	25.3	24.1	20.3	17.1	11.4	17.0
45	9.0	8.3	10.6	13.4	15.3	18.6	23.2	25.0	23.6	19.9	16.8	13.7	16.5
46	11.1	11.2	11.0	13.7	16.4	20.8	23.6	25.6	23.6	20.0	—	14.1	17.4
47	12.8	10.5	10.7	13.3	15.6	17.9	22.9	24.1	23.4	18.7	15.9	12.6	16.5
48	10.7	10.2	11.8	15.0	16.5	19.9	22.3	23.3	23.5	21.3	17.0	15.0	17.2
49	12.6	11.2	11.7	13.4	15.4	17.3	20.7	25.3	23.5	20.4	16.7	13.8	16.8
1950	13.0	12.3	12.1	14.4	16.5	18.5	22.5	24.5	23.1	21.4	17.5	13.5	17.4
51	12.0	12.4	13.2	14.2	17.7	19.0	22.0	24.0	22.3	21.4	17.6	13.7	17.2
52	9.8	8.1	12.4	14.5	17.4	19.8	22.7	25.6	22.6	21.1	17.0	14.7	17.1
53	13.2	9.0	11.2	14.2	16.0	19.0	23.5	25.4	23.4	20.2	15.5	14.7	17.1
54	13.0	11.6	11.9	15.3	17.7	18.9	20.2	26.0	23.5	18.1	17.5	12.5	17.2
55	9.9	11.6	11.8	15.0	17.4	19.9	23.0	24.8	23.0	18.0	14.3	13.0	16.8
56	10.5	8.5	11.0	13.3	16.0	18.6	22.7	25.1	22.8	19.7	16.0	11.4	16.3
57	10.9	11.2	10.7	13.9	16.8	19.2	21.1	24.2	22.2	19.0	16.8	14.0	16.7
58	10.8	11.0	11.5	14.0	16.2	19.6	22.4	24.0	23.9	19.9	17.1	13.4	17.0
59	12.4	12.6	13.2	14.1	15.8	19.5	23.1	24.8	23.5	19.9	18.5	16.1	17.8
1960	12.7	11.1	13.8	14.8	17.1	19.1	23.5	26.5	23.5	21.5	18.6	14.3	18.0
61	12.7	10.4	11.8	13.1	16.0	17.7	23.1	26.8	25.0	22.4	17.7	14.8	17.6
62	11.4	11.0	11.7	12.4	15.6	17.7	21.8	24.6	22.2	20.4	17.9	14.2	16.7
63	10.8	9.6	10.7	11.3	14.7	16.2	21.7	23.8	23.3	20.3	18.1	14.2	16.2
64	12.7	11.5	11.0	14.6	17.0	19.2	23.0	26.3	23.2	20.4	17.1	14.0	17.5
65	11.3	11.6	11.6	12.7	16.6	19.1	22.9	25.6	22.6	19.4	18.3	12.8	17.0
66	11.1	10.8	11.8	13.6	16.4	18.7	22.6	25.7	23.4	20.8	16.4	13.3	17.1
67	10.2	9.2	11.8	13.9	16.2	20.4	23.4	26.4	24.0	20.2	15.6	10.2	16.8
68	10.0	6.6	12.5	12.6	16.0	19.0	22.2	24.7	22.9	19.5	16.5	14.5	16.4
69	10.8	10.3	11.0	15.5	17.1	19.6	22.3	25.7	24.1	19.2	15.7	12.6	17.0
1970	9.7	10.3	9.6	12.6	16.2	18.8	21.2	25.1	—	—	—	—	—
Mean	12.1	11.2	12.0	13.9	16.4	19.1	23.0	25.2	23.4	20.5	17.7	14.4	17.4
Monthly Deviation	1.0	1.1	0.8	0.7	0.6	0.7	0.7	0.8	0.6	0.8	0.8	1.0	—

Table 1-2. Monthly mean surface water temperature (°C) at Okinoshima.

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean
1914	12.5	12.5	13.1	14.6	17.4	20.3	25.8	26.7	25.8	22.9	20.3	17.1	19.1
15	14.8	13.0	12.9	14.1	17.1	20.3	24.0	24.9	23.4	21.7	23.4	17.6	18.9
16	15.1	14.1	12.2	15.3	19.2	22.0	24.5	25.4	26.5	22.1	19.3	14.6	19.2
17	13.5	11.3	14.3	14.0	15.7	19.2	24.5	25.8	25.9	22.4	18.9	—	(18.5)
18	11.7	9.8	10.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	14.2	13.2	15.1	16.6	18.3	21.5	24.1	25.1	23.9	20.0	—	16.7	(19.1)
1920	12.6	12.3	12.8	14.2	16.3	21.1	25.3	26.9	24.4	21.1	19.0	16.0	18.5
21	14.5	12.4	12.7	14.6	17.2	19.2	24.2	26.3	24.5	21.1	18.0	16.0	17.4
22	13.3	13.5	13.2	17.3	18.3	15.6	23.9	27.0	24.7	21.5	18.2	14.2	18.4
23	12.1	12.8	14.0	16.8	20.0	21.7	23.9	26.8	25.4	21.2	18.7	15.9	19.1
24	13.9	14.1	13.4	15.7	18.6	20.2	27.5	26.9	24.8	22.6	20.7	16.9	19.6
25	14.2	12.7	14.2	16.4	19.1	21.5	24.7	26.0	24.6	21.8	18.7	16.1	19.2
26	15.9	14.8	14.8	17.8	20.6	22.4	22.9	28.0	27.2	24.8	21.9	16.3	20.6
27	14.8	13.8	14.4	16.2	17.0	21.7	24.8	26.1	23.3	20.4	18.0	15.4	18.8
28	12.7	11.7	13.1	14.6	17.4	22.3	23.9	25.2	23.1	22.0	18.2	13.7	18.2
29	12.4	11.4	12.6	14.7	17.7	21.6	25.1	27.7	23.4	20.4	16.7	14.0	18.1
1930	11.9	12.9	13.0	14.8	18.8	21.0	25.8	26.5	24.1	22.0	17.6	14.4	18.6
31	12.3	11.9	13.5	14.7	17.2	18.1	20.3	25.2	23.4	21.1	21.2	16.3	17.9
32	15.9	13.0	11.7	16.1	18.9	23.6	23.3	24.7	24.5	20.6	19.4	16.0	19.0
33	13.3	13.9	14.8	14.5	19.3	21.2	23.5	25.7	23.7	22.0	17.9	16.9	18.9
34	14.0	12.1	12.3	13.4	17.2	19.3	24.4	26.3	23.0	20.1	18.5	16.7	18.1
35	14.7	14.1	13.4	14.0	17.6	19.9	24.2	26.6	23.4	21.6	19.1	15.3	18.7
36	14.2	13.2	12.4	13.3	16.2	19.7	22.7	26.4	24.9	22.2	18.9	16.6	18.4
37	15.3	15.0	13.9	16.0	20.7	23.3	25.4	27.3	25.7	24.0	18.5	15.1	20.0
38	14.7	13.1	13.7	16.1	17.9	19.7	25.7	27.0	25.2	22.3	19.9	16.4	19.3
39	13.4	13.2	13.3	14.7	17.9	21.0	25.6	26.0	25.4	22.6	20.0	16.8	19.1
1940	14.0	12.8	12.8	14.4	17.1	20.9	25.8	26.4	24.4	21.2	19.3	16.0	18.8
41	14.0	13.2	14.0	15.1	18.7	21.5	22.5	25.3	23.8	21.1	19.5	16.5	18.8
42	14.0	12.4	14.3	15.9	17.6	20.7	25.7	28.0	25.4	22.2	18.2	15.6	18.3
43	13.8	12.0	13.2	14.5	17.2	20.1	23.9	26.5	24.7	20.7	19.0	16.2	19.5
44	14.0	12.5	12.4	13.7	16.3	20.3	25.0	27.0	25.4	21.6	18.9	14.2	18.4
45	11.1	11.4	11.9	14.8	16.3	19.5	23.8	26.1	25.3	20.2	17.9	15.2	17.8
46	13.2	12.7	11.8	14.8	17.8	22.5	25.8	26.9	25.4	22.2	19.3	14.8	18.9
47	15.3	12.7	12.2	14.1	16.4	19.6	24.6	27.8	25.4	20.7	18.5	15.8	18.5
48	14.0	12.8	14.3	16.7	18.1	21.2	24.6	26.4	24.1	22.9	19.6	17.7	19.4
49	14.8	12.0	14.8	16.2	18.2	19.8	22.0	26.4	24.7	20.0	17.5	13.7	18.3
1950	13.7	13.9	15.8	16.0	19.4	22.2	25.8	27.1	24.4	—	—	—	(19.6)
51	—	11.0	—	15.4	19.0	22.1	24.7	27.5	24.8	22.7	19.3	15.2	(19.1)
52	12.7	13.3	13.7	16.7	18.6	22.2	23.6	26.8	22.8	21.7	19.7	15.0	18.9
53	14.1	13.3	14.7	16.5	18.4	21.5	24.4	27.8	26.0	23.8	19.5	17.9	19.8
54	15.9	14.5	14.6	16.8	19.9	20.8	21.8	27.5	26.3	22.8	21.4	17.4	20.0
55	15.0	14.8	14.8	16.2	20.4	21.6	26.4	28.1	25.7	21.9	19.4	17.6	20.2
56	15.0	13.7	13.5	15.7	18.1	21.3	26.6	27.9	24.7	22.4	18.6	15.3	19.4
57	15.0	13.4	14.0	15.4	18.3	21.4	24.5	26.1	23.8	22.1	19.5	16.9	19.2
58	14.3	14.6	14.6	16.1	19.6	23.1	25.5	27.3	26.4	22.5	19.0	17.1	20.0
59	13.6	14.1	15.3	16.1	16.9	21.4	25.4	27.2	25.7	21.3	19.2	16.2	19.4
1960	14.7	12.5	13.5	15.7	18.1	20.1	26.2	28.6	25.5	22.5	18.7	14.5	19.2
61	13.2	15.2	14.5	—	19.4	20.4	24.6	27.7	25.7	21.3	17.5	13.8	(19.1)
62	11.1	12.2	13.0	15.6	16.8	20.0	26.2	24.5	24.9	19.8	17.0	13.8	17.9
63	8.7	10.0	11.8	12.7	16.0	17.7	23.5	24.6	24.3	20.7	17.4	14.8	16.9
64	13.5	10.1	13.6	15.5	17.6	22.7	24.2	—	25.4	22.0	17.8	14.2	(17.8)
65	11.7	—	12.3	14.0	17.5	18.6	24.0	26.5	22.1	—	16.1	10.6	(17.3)
66	10.9	13.7	11.6	13.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mean	13.7	12.9	13.5	15.3	18.0	20.8	24.5	26.6	24.7	21.7	19.0	15.9	18.9
Monthly Deviation	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	1.1	1.0	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	—

Table 2. Ten days mean surface water temperatures (°C) at Mishima and Okinoshima.

Month	Ten Day	d	Mishima	Okinoshima	Month	Ten Day	d	Mishima	Okinoshima
Jan.	1st	1	12.4	14.3	July	1st	19	21.4	23.3
	2nd	2	12.2	13.6		2nd	20	23.2	24.7
	3rd	3	11.7	13.3		3rd	21	24.5	25.6
Feb.	1st	4	11.3	12.9	Aug.	1st	22	25.1	26.3
	2nd	5	11.2	12.7		2nd	23	25.4	26.8
	3rd	6	11.2	13.0		3rd	24	25.1	26.7
Mar.	1st	7	11.5	13.2	Sep.	1st	25	24.2	25.8
	2nd	8	12.1	13.5		2nd	26	23.4	24.4
	3rd	9	12.3	13.9		3rd	27	22.5	23.8
Apr.	1st	10	13.1	14.6	Oct.	1st	28	21.4	22.6
	2nd	11	13.7	15.3		2nd	29	20.4	21.7
	3rd	12	14.9	16.0		3rd	30	19.7	20.9
May	1st	13	15.6	17.3	Nov.	1st	31	18.7	19.8
	2nd	14	16.4	17.9		2nd	32	17.8	19.2
	3rd	15	17.3	18.7		3rd	33	16.5	18.0
June	1st	16	18.2	19.9	Dec.	1st	34	15.0	16.4
	2nd	17	19.0	20.8		2nd	35	14.6	15.9
	3rd	18	20.2	21.8		3rd	36	13.7	15.4

$$F(\theta_d) = 18.88 - 5.39 \cos \theta_d - 3.60 \sin \theta_d + 0.52 \sin 2\theta_d$$

$$\theta_d = \frac{\pi}{18}(d-2)$$

의 식으로 표시되며 그림 2-1과 2-2는 수온 및 기온의 년주 변화를 보인다.

표 1-1에 있는 三島에서의 월평균 수온 및 년평균 수온을 가지고 장주기 변화를 찾아보면 3년, 4년 또는 2년의 주기성이 강한 복합주기로 나타나고 있어 영년 변화의 주기는 이들의 LCM인 12년을 중심으로  $12 \pm 5$ 년이 된다. 그림 3-1은 2월, 8월 및 년평균 수온의 영년 변화를 나타내고 있다. 또한 매년 같은 날자에 대한 장주기 분석도 이와 비슷하며 진폭이 훨씬 크게 나타나고 있다. 매년 2월 15일과 5월 30일, 8월 15일의 수온 변동은 그림 4-1과 같다. 월평균 수온에 의한 분석에서 수온이 극대에 이르는 해에는 년 변화의 편차가 크고 극소에 이르는 해에는 편차가 작아지는 경향을 나타내고 있어 8월과 2월의 장주기 변화 곡선 위상 차이는  $180^\circ$ 에 이르고 있으며 이러한 현상은 매년 같은 날자의 수온에 대한 장주기 분석에서도 약간 나타나고 있다.

표 1-2를 가지고 분석한 沖之島에서의 장주기 변화도 三島에서와 마찬가지로 3년, 4년 또는 2년의 주기성이 강한  $12 \pm 5$ 년의 영년 주

기성을 가지며 (그림 3-2), 그림 4-2는 1921년부터 1963년까지의 2월 15일과 5월 30일, 8월 15일의 장주기 변동을 나타낸다. 沖之島에서는 2월과 8월의 장주기 변화 위상이 거의 같지만 그림 4-2에서 처럼 매년 같은 날자의 수온에 대한 장주기 변화에서는 위상차가 크게 나타나서 약  $180^\circ$  정도나 된다.

#### 논 의

三島는 대마도 북쪽 2해리에 위치하며 부산에서는 남동쪽으로 약 30해리의 거리에 있다. 沖之島는 대마도에서 동남쪽으로 37해리 떨어진 곳이며 일본九州 북쪽 30해리 거리에 있는 작은 섬으로 부산에서는 73해리나 떨어져 있다. 沖之島는 일본과 대마도 사이의 대마해협을 대표할 수 있는 좋은 지리적 조건을 갖추고 있으며 三島는 너무 대마도쪽으로 치우쳐 있지만 대마도 자체가 남북으로 길게 뻗어 있어서 한국해협을 대표한다고 할 수 있다. 두 해역의 수온을 비교 검토 하기 위해서는 관측 기간을 똑같이 택해야 되지만 沖之島에서는 1966년 5월부터는 관측이 중단되었기 때문에 52년간의 자료만으로 분석했다. 三島에서는 1970년 8월까지의 57년간 자료를 전부 사용했는데 1966년까지의 누년 수온 월 평균 및 순 평균치와 1970년까지의 누년 평균치 사이에 거의 변동이 없고, 있다고 해



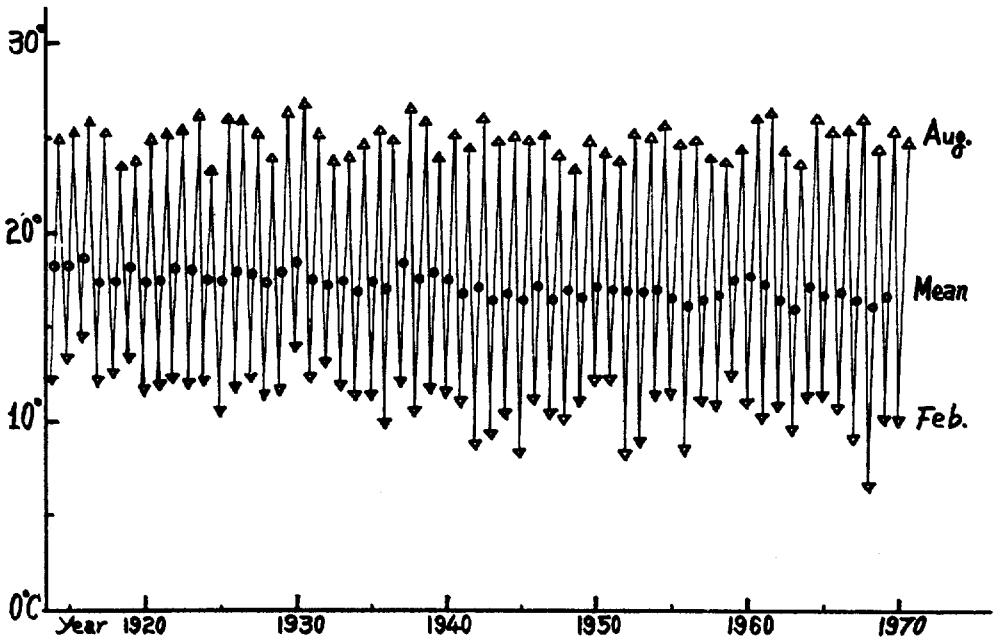


Fig. 3—1. Long term variations of surface water temperature at Mishima with monthly mean and annual mean values.

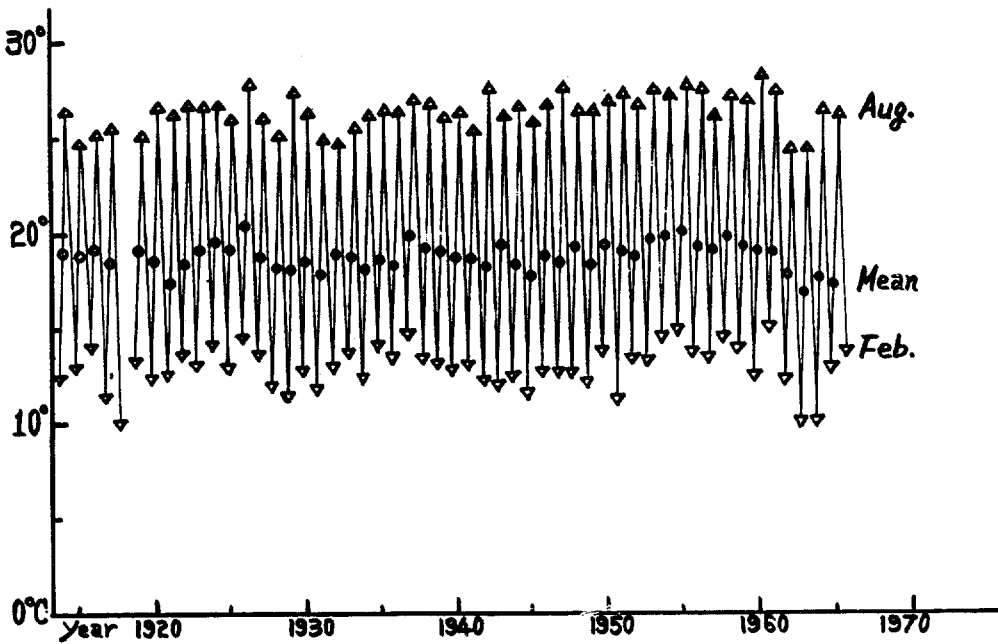


Fig. 3—2. Long term variations of surface water temperature at Okinoshima with monthly mean and annual mean values.



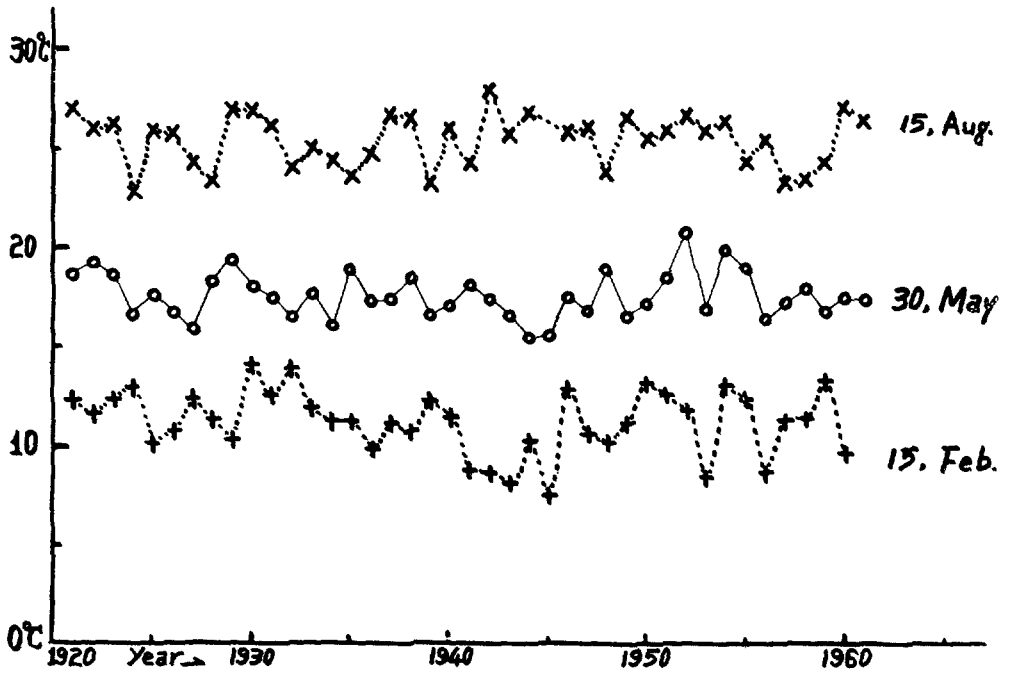


Fig. 4-1. Long term variations of surface water temperature at Mishima with daily data of 15, Feb., 30, May, and 15, Aug., every year.

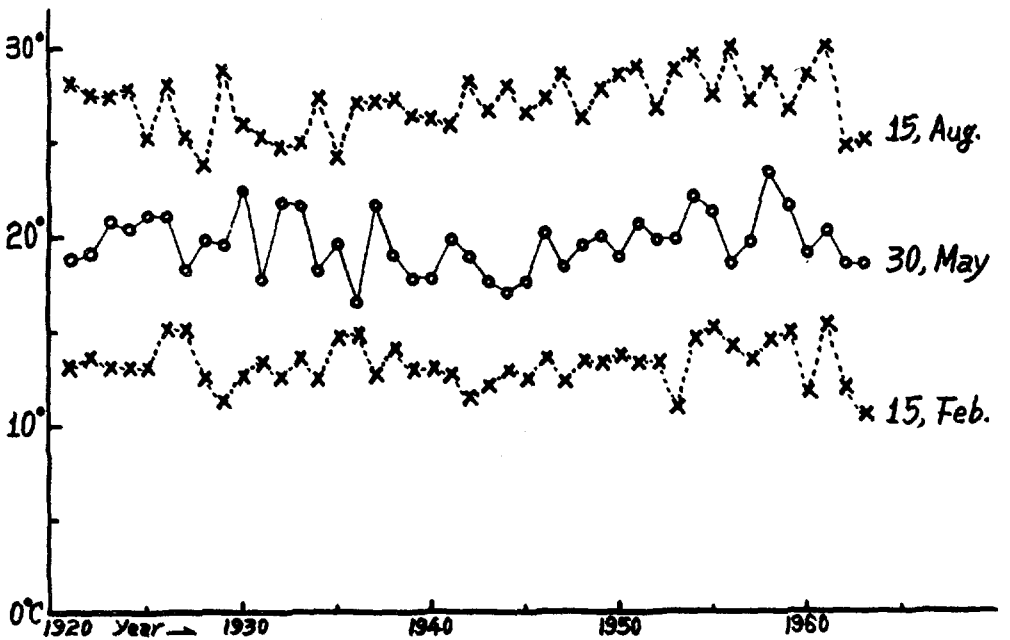


Fig. 4-2. Long term variations of surface water temperature at Okinoshima with daily data of 15, Feb., 30, May, and 15, Aug., every year.

도  $0.1^{\circ}\text{C}$  이하이므로 년주 변화를 찾는데 두개의 관측치 사이에 통계적인 보정을 하지 않아도 되며 장주기 분석에 있어서는 관측기간이 길면 길 수록 더 좋은 결과를 찾을 수 있기 때문이다.

沖之島の 년평균 수온이  $18.9^{\circ}\text{C}$ 로 남쪽에 있는 거문도보다  $2.6^{\circ}\text{C}$ 나 높은 것은 이 해역이 Kuroshio의 지류인 대마난류의 주축을 이루고 있기 때문이며 三島에서는 沖之島보다  $1.5^{\circ}\text{C}$  낮다. 三島の 년평균 기온은  $15.0^{\circ}\text{C}$ 로 沖之島の 기온보다  $0.2^{\circ}\text{C}$ 밖에 낮지 않은데 수온 차이가 큰것은 한국해협쪽이 연안수의 영향을 많이 받기 때문이며 이런 현상은 한국 연안에 가까워 질 수록 더욱 현저하게 나타나고 있다. 三島와 沖之島 해역 수온의 일 평균 변화율은 비슷하지만 거문도 해역보다는  $0.005^{\circ}\text{C}/\text{day}$  높이가 나타나고 수온의 년주 변화 진폭도 비슷하게  $7^{\circ}\text{C}$ 로 나타나며 위상도 거의 같고 거문도 해역보다는  $10^{\circ}$  정도 틀려 최고 최저 수온이 약 10일 빨리 나타난다. 기온의 계절 변화 진폭은 三島가  $10.7^{\circ}\text{C}$ , 沖之島가  $10.2^{\circ}\text{C}$ 로 거문도의  $11.2^{\circ}\text{C}$ 보다 작다. 三島の 기온은 5월에 수온과 비슷하여 거문도의 4월에 비해 한달이 늦으며 6월~8월에만 수온보다 높고 그외에는 낮으며 1월에는 온도 차이가  $7.5^{\circ}\text{C}$ 에 이른다. 그러나 沖之島에서는 7월에 거의 비슷할 뿐이며 월평균 기온은 항상 수온보다 낮고 1월에는  $8^{\circ}\text{C}$ 이상의 차이를 가져온다. 수온과 기온의 상호관계는  $dT_a/dt > 0$ , 즉 기온이 상승 할 때는 2차함수식을 나타내고,  $dT_a/dt < 0$ , 즉 기온이 하강 할 때는 1차 함수식을 가진다.

수온의 장주기 변화는 주기가  $12 \pm 5$ 년으로 변화의 범위가 크게 나타나고 3년과 4년 또는 2년의 주기성이 불규칙적으로 강하게 나타나는 것이 특징이다. 해류에 의한 수송량의 변화로 李(1966)는 11년간의 자료 분석으로 한국해협의 영년 변화를 4년으로 보았고 日高·鈴木(1950)는 대마해협의 영년변화를 7년으로 밝힌바 있으며 또한 7~10년, 11년, 15년등의 여러 주기 현상이 이 근해에서 나타나고 있음이 지적되었다(宇田, 1961). 이러한 것들로 볼때 이들 해역에서의 장주기 변동은 그 주기가 규칙적으로

나타나지 않고 있음을 알 수 있으나 앞으로 좀 더 많은 관측 자료를 가지고 해양학적인 여러가지 요소를 종합적으로 분석해 볼 필요가 있다.

### 맺 는 말

한국해협쪽에 있는 三島와 대마해협의 중간에 위치한 沖之島 등대에서 50년 이상 연속 관측된 표면수온 자료를 가지고 순별 평균치로 년주변화를 살폈으며 최저 수온은 2월 중순에, 최고 수온은 8월 중순에 나타나고 진폭은  $7^{\circ}\text{C}$ 로 三島에서는

$$F(\theta_d) = 17.45 - 5.34 \cos \theta_d - 3.77 \sin \theta_d + 0.62 \sin 2\theta_d - 0.52 \sin 3\theta_d$$

$$\theta_d = \frac{\pi}{18}(d-2)$$

의 삼각함수식을 가지며, 沖之島에서는

$$F(\theta_d) = 18.88 - 5.39 \cos \theta_d - 3.60 \sin \theta_d + 0.52 \sin 2\theta_d$$

가 된다.

장주기 변화는 년평균 수온 및 월평균 수온, 그리고 매년 같은 날짜의 수온을 가지고 분석한 결과  $12 \pm 5$ 년의 주기성이 보이며 3년과 4년 또는 2년의 주기성이 불규칙적으로 강하게 나타나고 있다.

끝으로 자료의 열람에 편의를 제공해 주신 일본 동해구 수산 연구소의 藤本實氏와 松川康夫氏에게 깊이 감사 드리며 서울대학교 문리대 해양학과 교수 金完洙 박사님과 물리학과 崔哲圭 學兄께도 사의를 표한다.

### 참고 문헌

- 孔泳. 1968. 연안 수온의 계절변동에 관하여. 국립 수산 진흥원 연구 보고, 3, 59-79.
- 李錫祐. 1967. 한국 연안의 수온과 기온의 계절적 변화. 수로년보 1966, 141-149.
- 韓相復. 1970. 한국 근해 수온의 주기적 변화(I). 남해의 거문도해역 표면수온 년주변화 및 영년변화. 한국 해양학회지, 5 (1), 6-13.
- 日高孝次·鈴木皇. 1950. 對馬海流の永年變化について. 日本海洋學會誌, 6 (1), 28-31.
- 西田敬三. 1926. 沿岸定地 觀測成績にあらはれたる朝鮮近海の海象に就て. 海洋調査報告, 1, 33-54.

- 宇田道隆. 1961. 海洋漁場學 改訂版 恒星社 厚生閣. 東京, 132—136.
- Koizumi, M. 1962. Seasonal variation of surface temperature of the East China Sea. *Jour. Oceanogr. Soc. Japan*, 20th Anni. Vol., 321—329.
- . 1964. On the standard deviation of the surface temperature of the East China Sea. *Studies on Oceanography*, 140—144.
- Moriyasu, S. 1967. On the anomaly of the sea surface temperature in the East China Sea (I). *Oceanog. Mag.*, 19 (2), 201—220.
- Moriyasu, S. 1968. On the anomaly of the sea surface temperature in the East China Sea (II). *Ocea. Mag.*, 20(2), 121—132.
- Sverdrup, H.U., M.W. Johnson, and R.H.Fleming. 1966. *The Oceans, their Physics, Chemistry and General Biology*. Modern Asian Ed. 5th Printing, Charles E. Tuttle Co., Tokyo, 131.
- Yi, Sok-U. 1966. Seasonal and secular variations of the water volume transport across the Korea Strait. *Jour. Oceanol. Soc. Koera*, 1, 7—13.