

영일만 海域 表面水溫의 累年變化

梁 三 勝*

Secular Variations of Surface Water Temperature in Youngil Bay

Sam Seung YANG*

The periodic variations of the surface water temperature and the relationships between the surface water and air temperature are found in Youngil bay as follows:

It is considered that the average surface water temperature is the lowest in February and the highest in August in the Youngil bay (Pohang bay and Janggi cape) from January, 1962 to December, 1981. It is only in October and November that the average surface water temperature was higher in Pohang bay than in the Janggi cape from January, 1962 to December, 1981. Since the periodic secular variation in the vicinity of Youngil bay and the variation of the Tsushima Current seem to have similar tendencies, we may conclude that the changes of the surface water temperature in Youngil bay are primarily influenced by the Tsushima Current. The average temperature of surface water is 14.5°C in Pohang bay and 15.0°C in Janggi cape in the secular variation.

緒 論

海水面은 海洋과 大氣의 境界域으로 Energy의 相互交換이 일어나고 있으며 水溫의 變化 要素로 太陽 輻射熱이 가장 큰 비중을 차지하나, 海流, 季節風 등의 영향도 받는다. 水溫 變動에는 日週期, 年週期 및 累年週期 등이 있다. 本 研究에서는 영일만에서 매일 午前 10時에 관측된 表面水溫을 統計 처리하여 變動의 週期성을 살펴보았다.

우리나라의 沿岸 水溫에 관한 조사로는 西田(1924), 李(1967), 孔(1968) 등이 있고, 韓(1970)이 南海의 巨文島 海域에 대한 表面水溫의 年變化 및 累年變化를 研究했다. 동지나해의 水溫의 계절적 變化에 대한 것으로는 Koizumi(1962), Moriyasu(1967, 1968) 등이 研究가 있다.

東海岸은 최근 몇 년간 냉수대가 펼쳐 漁況이 좋지 않는데 水溫 變化의 週期성을 안다는 것은 이 海域의 漁況 판단 및 계획생산에 큰 도움이 될 것으로 생각하여 累年 表面 水溫 變化의 週期성에 대하여 分析 考察하였다.

資料 및 方法

本 研究에 사용된 資料는 국립 수산진흥원의 韓國 海洋便覽(1979)과 국립 수산진흥원 海洋調査年報(1952~1981) 및 연안정지 月別 表面水溫을 使用하였다. 그 位置는 장기갑(Lat. 36° 04'N, Long. 129° 34'E)과 浦項港(Lat. 36° 02'N, Long. 129° 26'E)로서 Fig. 1과 같다. 1960년대 이후로는 관측이 안된 年度가 없었기에 국립수산진흥원 관측 원부에서 조사했고 海洋調査年報 29권을 使用했다.

表面水溫에 관한 累年週期 曲線式은

$$F(i) = A_0 + \sum_{m=1}^{m_0} \left(A_m \cos \frac{2\pi mi}{P} + B_m \sin \frac{2\pi mi}{P} \right)$$

로 나타낼 수 있다. 여기서 $A_0 = \frac{1}{P} \sum_{m=0}^{m_0} F(i\Delta)$, $A_m =$

$$\frac{2}{P} \sum_{m=1}^{m_0} F(i\Delta) \cos \frac{2\pi mi}{P}, B_m = \frac{2}{P} \sum_{m=1}^{m_0} F(i\Delta) \sin \frac{2\pi mi}{P}$$

가 된다. Δ 는 한 주기 기간을 일정 간격으로 나눈 하나의 區間이고, P 는 陽의 整數를 나타내는 週期이다. m 의

* 浦項實業專門大學 : Pohang Junior College

영일만 海域 表面水温의 累年變化

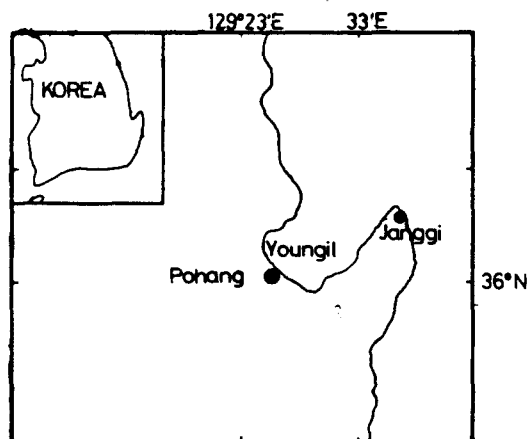


Fig. 1. Location of the studied area.

상한 m_0 는 P 가 偶數인 경우에는 $\frac{P}{2}$ 이고 奇數인 경우에는 $\frac{P-1}{2}$ 이다. 年週期 曲線式에서 주기는 1年임으로 水温을 Table 1, Table 2와 같이 每月 上旬, 中旬, 下旬으로 나누어 測定하였을 때 P 는 36이 된다. 그러나 累年 週期 曲線式에서 週期 P 는 알 수 없으므로 Schuster法은 鄭(1970)에 의해서 구했다. 試行 週期를 P 라고 했을 때 觀測值를 時系列로 P 개씩 다음과

같이 配列하여 各行마다 그 平均值를 구했다.

$$\begin{array}{ccccccc} F(\Delta), & F(2\Delta), & \dots\dots\dots F(i\Delta), & \dots\dots\dots F(P\Delta), \\ F_{P+1}(\Delta), & F_{P+2}(\Delta), & \dots\dots\dots F_{P+i}(\Delta), & \dots\dots\dots F_{2P}(\Delta) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ F_{KP+1}, & F_{KP+2}(\Delta), & \dots\dots\dots F_{KP+i}(\Delta), & \dots\dots\dots F_{KP+P}(\Delta) \end{array}$$

(1)式에서 各 平均 $F(i\Delta)$ ($i=1, 2, 3\dots P$)가

$$F(i\Delta) = A_0 + A_1 \cos \frac{2\pi i}{P} + B_1 \sin \frac{2\pi i}{P} \quad (2)$$

를 만족한다고 가정하고, A_0, A_1, B_1 을 最小自乘法으로 구하면

$$\left. \begin{array}{l} A_0 = \frac{1}{P} \left(\sum_{i=1}^P F(i\Delta) \right), \quad A_1 = \frac{2}{P} \sum_{i=1}^P F(i\Delta) \cos \frac{2\pi i}{P}, \\ B_1 = \frac{2}{P} \sum_{i=1}^P F(i\Delta) \sin \frac{2\pi i}{P} \end{array} \right\} \quad (3)$$

이 된다.

(2)式의 진폭을 R_P 라고 하면,

$$R_P^2 = A_1^2 + B_1^2 \quad (4)$$

여기에서 P 의 前後의 값 $\dots P-2, P-1, P, P+1, P+2\dots$ 에 대하여 진폭의 값을 구했을 때 진폭의 최대치에 해당하는 P 의 값이 주기 P 가 된다. 表面水温과 氣溫의 關係式을 $F(x) = ab^x$ 라고 가정했으며 最小自乘法을 利用하여 다음과 같이 구했다.

$F(x)$ 를 表面水温, x 을 氣溫이라 하면 $F(x) = ab^x$ 이

Tabel 1. Ten days surface water temperature from January, 1962 to December, 1981 in yungil bay (at pohang bay)

Month	Ten Day	W. T(°C)	Month	Ten Day	W. T(°C)
Jan.	1st	8.8	Jul.	1st	19.1
	2nd	8.0		2nd	19.9
	3rd	7.7		3rd	21.7
Feb.	1st	7.1	Aug.	1st	22.0
	2nd	8.0		2nd	22.2
	3rd	8.6		3rd	23.1
Mar.	1st	9.0	Sep.	1st	22.9
	2nd	9.1		2nd	22.2
	3rd	9.8		3rd	21.5
Apr.	1st	12.1	Oct.	1st	20.2
	2nd	12.0		2nd	18.7
	3rd	12.8		3rd	17.1
May.	1st	13.6	Nov.	1st	15.6
	2nd	14.6		2nd	13.7
	3rd	15.6		3rd	12.0
Jun.	1st	16.9	Dec.	1st	10.5
	2nd	17.9		2nd	10.0
	3rd	18.7		3rd	9.4

Table 2. Ten days surface water temperature from January, 1962 to December, 1981 in jungil bay (at Janggi cape).

Month	Ten Dag	W. T. (°C)	Month	Ten Day	W. T. (°C)
Jan.	1st	8.7	Jul.	1st	19.7
	2nd	7.4		2nd	21.0
	3rd	8.2		3rd	23.1
Feb.	1st	8.1	Aug.	1st	23.0
	2nd	8.6		2nd	23.5
	3rd	8.7		3rd	23.2
Mar.	1st	9.1	Sep.	1st	23.0
	2nd	9.2		2nd	22.0
	3rd	10.1		3rd	21.5
Apr.	1st	11.1	Oct.	1st	20.1
	2nd	12.3		2nd	18.9
	3rd	13.3		3rd	16.8
May.	1st	14.2	Nov.	1st	14.6
	2nd	15.1		2nd	13.2
	3rd	16.5		3rd	11.7
Jun.	1st	17.2	Dec.	1st	10.4
	2nd	18.4		2nd	10.0
	3rd	19.0		3rd	9.5

된다.

$\log F(x) = \log a + x \log b$, $y = A + Bx$ (단, $y = \log F(x)$, $F = \log a$, $B = \log b$)와 같이 됨으로 이것의 正規方程式은

$$\sum_{i=1}^n y = nA + B \sum_{i=1}^n x \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n xy = A \sum_{i=1}^n x + B \sum_{i=1}^n x^2 \quad (6)$$

과 같다.

結果 및 考察

Fig. 2는 장기갑과 浦項港 海域에 있어서 1962~1981년의 月平均 表面 水溫의 분포도이다. 여기에서 浦項港의 平均 表面 水溫의 年교차가 14.6°C로서 2월의 7.6°C가 최저이고 8월의 22.2°C가 最大值였고, 장기갑 海域에 있어서 平均 表面 水溫의 年較差가 14.8°C로서 2월의 8.4°C가 최저이고 8월의 23.2°C가 최대치였다. 두 지역의 累年 平均 水溫差는 0.4°C로 장기갑이 浦項港보다 높았으나 10월과 11월이 浦項港이 각각 0.3°C, 0.6°C 더 높았다. 그것은 10월과 11월이 다른 月보다 수온 약층이 더 강한 까닭으로 外海인 장기갑에서는 저층의 냉수와 표면의 暖水가 對流로 인하여 혼합하면 表面은 水溫이 내려가고 저층

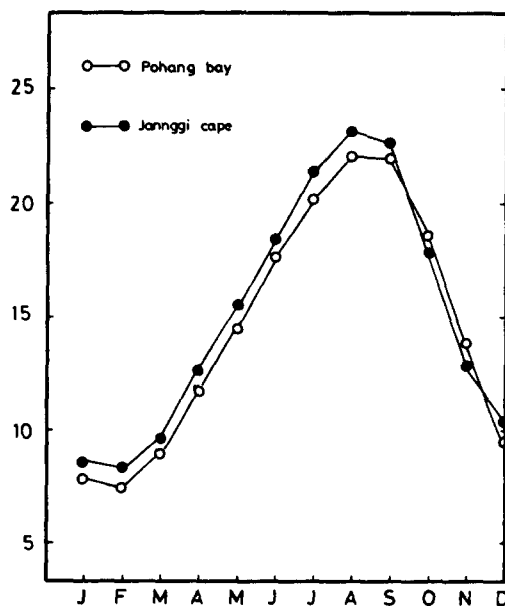


Fig. 2. Annual variations of sea surface temperature (SST) at Pohang bay and Janggi bay in Youngil bay.

은 水溫이 상승하게 된다. 그러나 수온 약층이 약한 內海의 浦項港에서는 장기갑과 反對의 水溫 變化를 보인 것으로 思料된다.

영일만 海域 表面水溫의 累年變化

Fig. 3는 장기갑과 포항항의 1962~1981년의 平均 表面 水溫의 累年變化 本포도이다. 여기에서는 장기 갑 海域의 累年 平均 表面水溫이 20년 동안에 6년만 제외하고 浦項港보다 모두 높게 나타났다. 그것은 영일내에서도 外海인 장기갑이 內海인 浦項港보다 더 쓰시마난류의 영향을 많이 받기 때문이다. 그리고 연안수와 쓰시마난류 사이에 형성되리라고 생각 되는 연안 전선으로 인하여 내만수는 쓰시마난류의 유입을 차단하는 결과라고 생각된다.

Fig. 4는 表面水溫의 최저치의 累年 月變化和 最高 値의 累年 月變化的 本포를 나타낸 것이다. 여기에서 도 4, 5개년을 제외하고 거의 장기갑이 浦項港보다 높은 水溫 變化를 보였다.

이상에서 Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4를 보면 역시 장기 갑이 포항항보다 쓰시마난류의 영향을 많이 받는 것으로 思料된다.

Table 1, Table 2에서 旬別 表面 水溫 平均値로 년 주기 曲線式을 구하고 (4)式에 의하면 累年 變化 주기는 약 8년으로 나타났다. 이 때 累年 週期 曲線式은 浦項港에서

$$F(i) = 15.01 - 0.21 \cos \frac{2\pi i}{P} - 0.81 \sin \frac{2\pi i}{2} + 0.39 \cos \frac{2\pi i}{P} + \dots \quad (7)$$

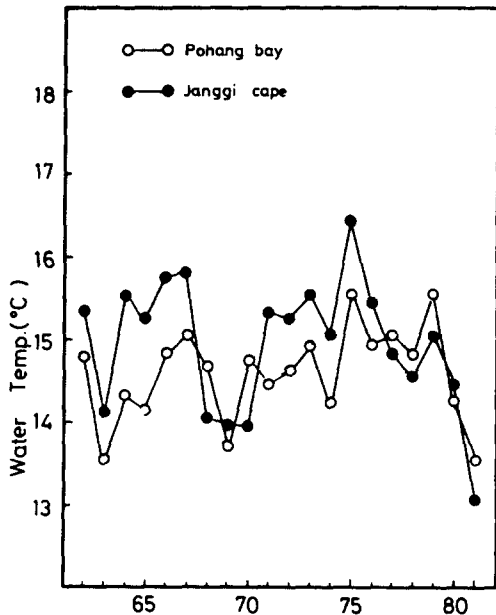


Fig. 3. Secular variation of the average surface water temperature from 1962 to 1981 at Pohang bay and Janggi cape in Youngil bay.

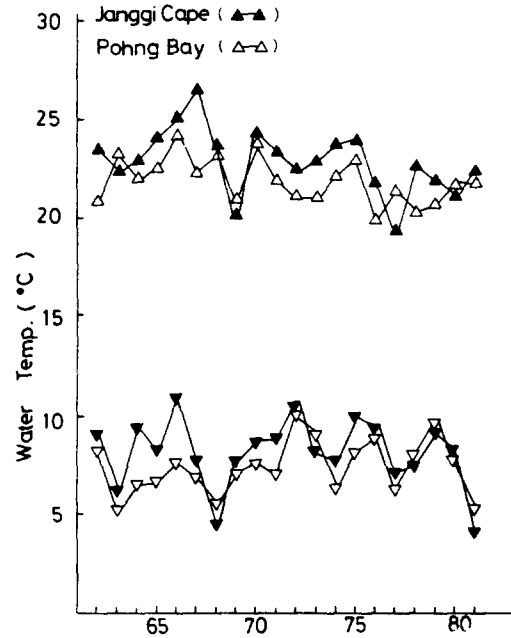


Fig. 4. Secular variations of the maximum and minimum temperature of surface water from 1962 to 1981 in Youngil bay

이고, 장기갑에서는

$$F(i) = 154.03 - 0.20 \cos \frac{2\pi i}{P} - 0.80 \sin \frac{2\pi i}{P} + 0.0 \cos \frac{2\pi i}{P} + \dots \quad (8)$$

로 나타났다.

1년을 주기로한 每日의 水溫 變化는 平均이 0.1°C 였고, 日較差는 7月 中旬에서 下旬과 10月 中旬에서 下旬에 0.2°C/day 로서 가장 크다는것을 알 수 있었다. 영일만의 年平均 氣溫은 13.2°C (중앙관상대 1981년)이며, 최저기온은 1月로 0.7°C 이고 最高氣溫은 8月로 25.2°C 였다. 韓(1970)의 巨文島 海域에 대한 研究 結果와 本 研究 結果를 비교해 보면 영일만의 日較差(0.2°C/day)와 年較差(1.8°C/year)가 陸地에서 멀리 떨어진 巨文島 海域의 日較差(0.1°C/day)와 年較差(1.5°C/year) 보다 크게 나타났다. 이것은 영일만이 거문도 海域보다 氣溫의 영향을 많이 받는 大陸性 氣候를 나타내고 있는 때문인것으로 생각된다. 三井田(1967)에 의하면 쓰시마난류의 累年 週期는 6~8년으로 報告된 것이 있다. 영일만海域인 장기갑과 浦項에서의 表面水溫累年變化 週期가 쓰시마 暖流의 累年 變化 주기와 비슷한 것으로 보아 쓰시마

暖流의 영향을 많이 받는 것으로 생각된다.

要 約

영일만 海域에서 表面水溫의 週期的 變化와 表面水溫과 氣溫의 關係에서 얻은 結果는 다음과 같다.

영일만 海域(浦項과 장기갑)에서 1962년 1월부터 1981년 12월까지 平均表面 水溫이 높은 달은 10月과 11月 뿐이다. 영일만 海域의 表面水溫 週期的 變化는 쓰시마暖流의 變化와 密接한 關係를 갖는다고 思料된다. 영일만에 장기갑의 累年 平均表面水溫은 15°C 이고, 浦項港에서는 14.6°C 였다.

文 獻

- 孔泳(1968): 沿岸水溫의 季節的 變動에 관하여. 國立水產振興院研究報告 3, 59~79.
 李錫佑(1967): 韓國沿岸의 水溫과 氣溫의 季節的 變化. 水路年報 1966, 141~149.
 鄭英鎭(1970): 近代統計學의 理論과 實際. 174~179.
 韓相復(1970): 南海의 巨文島 海域 表面水溫 年週變化 및 永年變化. 韓國海洋學會誌, 5, 6~13.

- 國立水產振興院(1952~1981): 海洋調査年報. 1~29.
 國立水產振興院(1979): 韓國海洋便覽. 第三報.
 國立水產振興院(1961~1979): 海洋調査報告(1961~1979).
 中央觀象臺(1981): 韓國中央觀象臺 氣象年報.
 西田敬三(1924): 朝鮮近海의 海況 狀態에 대하여, 朝鮮之水產 1(5, 6).
 三井田恒博(1967): 對馬東水島中央部における水溫の週年變化と長期變動について. 福岡縣水試調査研究報告 13, 1~8.
 Koizum, M. (1962): Seasonal variation of surface temperature of the East China Sea. Jour. Oceanog. Soc. Japan, 20th Anni. 321~327.
 Moriyasu, S. (1967): On the anomaly of the sea surface temperature in the East China Sea (1). Oceanog. Mag. 19(2), 201~220.
 Saunders, P. M. (1967): The temperature at the ocean air interface. Jour. Atmos. sci, 24(3), 269~273.
 Moriyas, S. (1968): On the anomaly of the sea surface temperature in the East China Sea(II). Oceanog. Mag., 20(2), 121~132.