

伊東海洋気象観測塔の水温と伊東港 沿岸水温との比較

渡 辺 明・西 山 勝 暢

A Comparison of Sea Surface Temperature Observed at a Coastal Station and an Offshore Observation Tower

by

Akira Watanabe and Katsunobu Nishiyama

Meteorological Research Institute, Tokyo

(Received January 14, 1978)

Abstract

Every day at nine o'clock, the sea surface temperature is observed at the head of the breakwater of the Port of Ito by the Fisheries Experimental Station of Shizuoka Prefecture. Besides, the water temperature at and below the surface are recorded continuously at the Ito Marine Observation Tower, which was erected by the Meteorological Research Institute 400 m off the shore and 20 m under water. The former observation station is situated in the same environments are other coastal stations in general, but the latter station is located in more oceanic environmental conditions. Accordingly, it is reasonable to suppose that the two stations respond to variations of sea conditions differently from each other. We attempted, therefore, a comparison of variations of sea surface temperature as between the two stations, and found that, though the temperature of the Tower frequently lags by one or two days behind that of the port station, there is a good correlation between them as far as we are dealing with variations of sea conditions whose time scale is longer than several days.

Furthermore, from the water temperature data of the Tower, it was found that the sea surface temperature which is obtained at nine or ten o'clock is nearly equal to the diurnal mean temperature of the same day, and besides, that a marked water temperature difference occurs between the sea surface and 2 m depth on account of difference in the factors generating the water temperature variation of the respective layer.

1. はじめに

各県水産試験場の定置観測や気象庁の沿岸観測などは、1日1回9時ないし10時に海水の温度や比重などを観測していて、これらの資料を基にして海況変動の調査が行なわれている(西山:1975, 岩田:1976)。特に小金井(1976)は房総半島から

紀伊水道に至る長い区間のこれらの水温を長期にわたって解析し、相模湾沿岸の水温が2日にわたり1°C以上の昇温があれば、それは黒潮の勢力が沿岸域へ突入したものであることや、30年間にわたる波浮港外にあるトウシキの水温の変動と黒潮の蛇行との関係を調べた。また前田ら(1973, 1974)は1年以下の周期をとりのぞいた日本全国の沿岸

水温の相互相関を求め、海況の長期変動を論じ、変動グループ分けを行なった。このような解析をみるとかなり有意な情報が得られているが、沿岸観測は気象や河川水の影響をあまりにも強く受けるために海況の解析には使用出来ないとする意見もあり、事実沿岸観測は今までかなり縮小されている。ここでは静岡県伊東市の距岸 400 m、水深 20 m の所に設置されている気象研究所の伊東海洋気象観測塔で観測された水温を 2 時間毎に読みとって、沿岸域での水温日変化について述べるとともに、静岡県水産試験場伊東分場が伊東港で測定している沿岸水温と比較して、1 日 1 回測定されている沿岸水温がどの程度のタイムスケールの海況変動に対して有意性があるか論議してみた。Fig. 1 は両観測点の位置を示すが、観測塔の

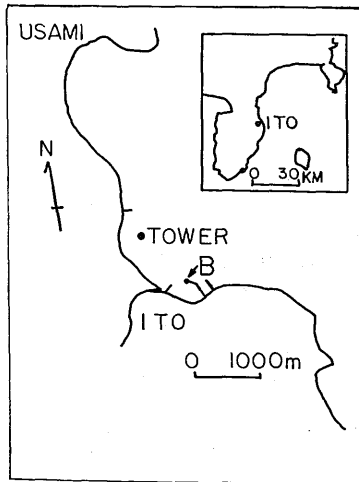


Fig. 1. Locations of the Ito Marine Observation Tower and the coastal station in Port of Ito (B).

水温はニッケル抵抗のセンサーを用いた自記水温計で測定し、2 時間に 1 回の割合で記録されており、特に表面のセンサーは常に海面に追従するように浮子に取り付けてある。一方伊東港の沿岸水温は伊東港防波堤の突端で表面採水により測定されたものであるが、これら両者の海洋環境には大きな差がある。すなわち伊東港の写真観測によると Fig. 1 の B 点は河川水の影響を直接に受けることが多く、観測塔ではこのようなことはない(朝岡私信)。したがって一般の沿岸観測点と同じ条件をそなえている伊東港の沿岸水温と、より海況の代

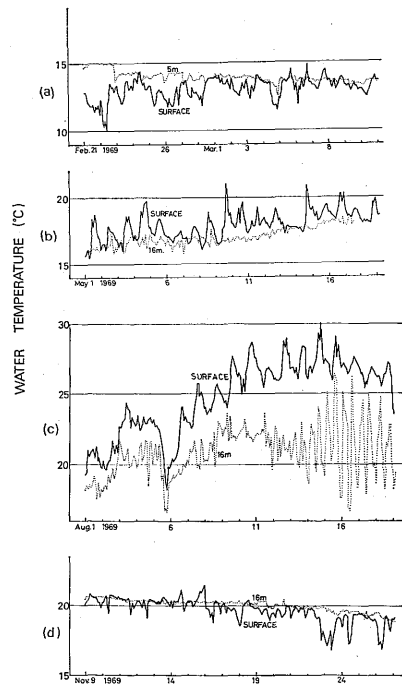


Fig. 2. Seasonal change of the patterns of daily water temperature variations in the surface and lower depths of the observation tower in 1969.

表性が高いと考えられる観測塔の水温とを比較し評価してみる。

2. 観測塔の水温変化

Fig. 2 は観測塔における表面と 16 m 層の水温を 2 時間ごとにプロットしたもので (a) は低温期にあたり、16 m 層が欠測したため 5 m 層の水温を用いた。この季節は上下層がよく混合しているので 5 m と 16 m の間には通常有意な差は生じていない。表面は深い所に比べて概して低温で激しく変動していて、風や降水の影響が大きいと思われる。(b) は昇温期にあたり表面で 1 日周期の変動が卓越し、(a) とは逆に表面が高い。(c) は高温期で成層が強くなるとともに、16 m 層では表面の 1 日周期の変動よりも大きい 10°C 近い振幅をもった半日周期の振動がみられる。(d) の降温期は、(a) ほど顕著ではないが表面が大きく変動する。これらの表面の大きな変動は海面の熱収支や河川水の影響が顕著なためで、また 16 m 層の変動は内部波による効果が大きいためと考えられ

る。

Fig. 3 は2月, 5月, 8月, 11月の各月の月平均的な日変化を0時から22時までの2時間ごとの値を用いて表わしたものである。細い横線は表面の月平均値を示す。2月は表面で 0.7°C , 2m 層で 0.3°C の日較差がみられ, 5m 層では殆んどみられない。表面では14時に, また2m 層では6時と14時に極大がある。2m 層は表面より $0.5\sim 1.2^{\circ}\text{C}$ 高く, 更に5m 層では2m 層より $0.1\sim 0.4^{\circ}\text{C}$ 高い。5月には表面で 1.3°C の2月同様14時に極大があるが, 2~5m 層では 0.2°C と日較差が小さい。2時から6時まででは表面が2m 層よ

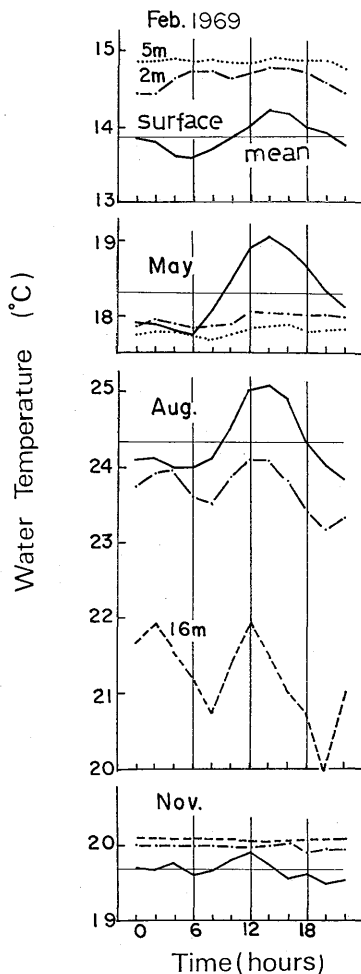


Fig. 3. Seasonal change of the patterns of diurnal water temperature variations in the surface and some lower depths of the observation tower in 1969.

り低い, その他の時間では安定した成層をなしている。8月は表面の日較差は 1.3°C で極大は前2者同様14時に, 2m 層では4時と12時に, 16m 層では2時と12時に極大があり, それぞれ, 0.9°C , 2.0°C と日較差が大きい。この月は成層が顕著で日較差は年間で最大となる。11月の表面の日較差は 0.4°C で4時と12時に極大となっているが, この月は2m と16m 層では日較差はみられない。2m 層は表面より $0.1\sim 0.4^{\circ}\text{C}$ 高くなっていて16m 層は2m 層よりわずかに高い。

Fig. 2・3 よりみて表面では各月とも日変化と思われる変動がみられる。また2月の2m, 5月の2m と5m, 8月の2m と16m, 11月の表面の各層では半日周期の変動がみられる。Fig. 3 の表面の変動をみると, 11月を除いた2月, 5月, 8月は各月とも6時に極小, 14時に極大があって, 日射に関係がある変動をしている(菱田・西山: 1973)。このような日較差の大きさは, 昇温期や降温期の1ヶ月間の変動量に匹敵するので無視することは出来ないが, Fig. 3 の表面の月平均値は日変化する水温の8時から10時までの値とほぼ一致していることが判る。

次に Table 1 は, Fig. 3 に示した月の観測塔に

Table 1. Monthly mean and monthly mean of root mean square of the sea surface temperature differences between the values of every nine and ten o'clock and daily mean values of the observation tower in 1969.

Month	9 h		10 h	
	mean	r.m.s.	mean	r.m.s.
Feb.	-0.20	0.57	-0.01	0.50
May	-0.10	0.37	0.01	0.44
Aug.	-0.26	0.54	0.01	0.46
Nov.	0.05	0.33	0.01	0.36

おける表面の毎日9時と10時の値と, その日の日平均値との差を求め, その月平均値と root mean square (r.m.s.) を計算したものである。これで見ると1日1回の観測と, 日平均値とでは 0.5°C 近くの差が考えられるが, 1°C 単位で読みとっている沿岸水温もあることを考えれば, Fig. 3 の細かい横線が8~10時に交差していることから1日9時頃1回の観測でその日を代表し得るものとい

Table 2. Monthly mean of the sea surface temperature of both stations and the numbers of observations day, monthly mean and maximum of diurnal ranges of the temperature of the observation tower. The numbers in brackets denote the 2 m depth water temperature of the tower.

Month	The Marine Observation Tower					Mean water temp. at Port of Ito
	Number of observation days	The days of no observation	Mean water temp.	Mean diurnal range	Max. diurnal range	
Jan.	31		14.9(°C)	0.9(0.5)(°C)	2.4(1.6)(°C)	14.7(°C)
Feb.	28		13.9	1.4(0.9)	3.4(2.0)	13.8
Mar.	24	12-18	13.7	1.2(0.4)	3.5(1.1)	13.7
Apr.	17	15-25	14.7	1.7(0.6)	4.9(1.7)	15.1
May	31		18.3	1.8(0.7)	4.5(1.6)	18.5
June	20	3-12	20.3	1.8(—)	3.8(—)	20.4
July	29	20,25	21.5	1.7(—)	4.1(—)	21.8
Aug.	24	25-31	24.3	2.7(2.6)	6.5(6.4)	24.3
Sep.	18	1-12	23.8	2.1(—)	4.1(—)	24.1
Oct.	31		21.3	1.4(0.6)	3.5(1.8)	21.1
Nov.	29	6	19.7	1.5(0.4)	2.5(1.1)	19.3
Dec.	18	5, 6, 9-12, 19-21, 28-31.	17.0	0.9(0.3)	1.9(0.7)	16.1

える。

Table 2 は観測塔の各月の表面の水温と、その日較差、それに伊東港の沿岸水温などの月平均値を示したものである。この表中のカッコ内の数字は観測塔の2 m 層の値である。平均日較差（毎日の日較差を平均したもので Fig. 3 の日較差とは異なる）が、低温期（1~3月）と降温期（10~12月）では0.9~1.5°C、昇温期（4~6月）と高温期（7~9月）は1.7~2.7°Cである。2 m 層の平均日較差は、内部振動の卓越する8月の2.6°C以外は0.3~0.9°Cと小さく、はっきりした季節による区別は出来ない。このことは日射による日変化が表層近くに限られていることを示している。

3. 観測塔の水温と伊東港の沿岸水温との比較

Fig. 4 は観測塔における表面の毎日0時から22時までの2時間ごとの値による日平均水温と、静岡県水産試験場伊東分場が観測した毎日9時1回の伊東港の水温を示したものである。図を見る限りでは塔の表面と伊東港とは同じ形の変動をしているが、この両者の毎日の水温差の r.m.s. は0.64°Cとかなり大きな温度差がある。また両者の

日々の変動傾向の関係をみるために、水温の1日の変動値として、それぞれ翌日との温度差をとり両者の相関係数を求めると0.59である。この値はそれほど大きくはない。Fig. 4 を見る限りでは両者の変動の形はよく似ているが、相関係数がそれ程大きくないことや、先の r.m.s. が0.64°Cもあることなどは、しばしば昇降温の位相が塔と港との間で1~2日ずれることなどによるものと考えられる。

この位相差は水深が浅いほど湧昇や熱交換に対する応答が早いから、ここでは水深の浅い伊東港の水温の変動が先行すると考えられる。次に気象統計でよく用いられている半旬値を用いた両者の差の r.m.s. は0.11°Cと小さくなり、またその変動値（その半旬と翌半旬との差）による相関係数は0.90で大きな値となる。前述の Table 2 に示した観測塔の表面と伊東港の月平均値の差は、欠測の多い12月を除けば0.4°C以下で、両者の相関係数は0.99となる。このことは観測塔の表面と、伊東港とについて5日以上平均値を求めて比べてみると、極めて相関が高くなることを示している。

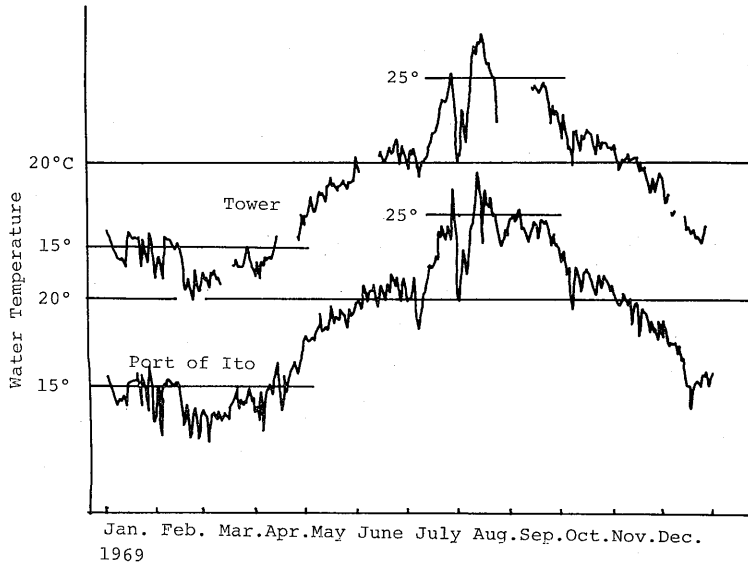


Fig. 4. Annual variations of the daily mean sea surface temperature of the observation tower and the coastal station in Port of Ito in 1969.

4. 結 論

以上に示したことから次のことが指摘できる。(1) 伊東海洋気象観測塔の表面での水温と伊東港の沿岸水温との間で、昇降温が1~2日ずれるような問題があるようだが、数日以上の変動を論じる限り、表面採水による沿岸水温を用いてもその有意性はあると思われる。(2) 観測塔における表面の水温は、はっきりした日変化がみられるのは当然であるが、その日の平均値とその日の9時または10時の値を比較してみると、いずれもその日の代表値として十分使用出来る。(3) 海洋観測指針によれば、沿岸観測の採水測温に際しては「採水は表面から30~40 cm のよくかき回された水を採取すべきである」となっている。観測塔の表面の水温と2 m 層とでは変動状況が異なるために、採水の際に表面採水器を深くおろすすぎたり、また最近のように水温計のセンサーが海面付近に固定され、潮汐によりセンサーの深さが変化するような場合もあるので、沿岸水温測定にはこの種

のことに對する注意が必要である。

最後に伊東港の沿岸水温の資料を提供してくださった静岡県水産試験場伊東分場のみなさまと、御校閲をいただいた気象研究所海洋研究部長南日俊夫博士に心から感謝いたします。

参 考 文 献

- 菱田耕造・西山勝暢, 1973: 大気海洋系における熱交換. 海洋科学, 5(5), 18-23.
- 岩田静夫, 1976: 相模湾をモデルとした海洋調査の考え方. 水産海洋研究会報, 29号, 86-90.
- 気象庁, 1970: 海洋観測指針, 気象庁, 東京, 321-329.
- 小金井正一, 1976: 海の見方・考え方, 公費原論第9学期, 1-55.
- 前田明夫・高田充明・松山優治・桜井仁人・寺本俊彦, 1973: 北太平洋北西部の海況の長期変動 (I). 昭和48年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集, 125.
- 前田明夫・寺本俊彦・桜井仁人・松山優治, 1974: 日本の太平洋岸水温の長期変動. 昭和49年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集, 126.
- 西山勝暢, 1975: 伊東海洋気象観測塔における水温について. 水産海洋研究会報, 27号, 39-48.

伊東海洋気象観測塔の水温と伊東港沿岸水温との比較

渡 辺 明・西 山 勝 暢

毎日9時の伊東港の水温が、静岡県水産試験場伊東分場で測定されている。また気象研究所の伊東海洋気象観測塔では水温の鉛直分布の観測が連続的に行なわれている。これらの観測資料を比べた結果、(1)伊東港と観測塔では1~2日の変動のずれがあるが、数日以上の間の変動を論じる限り有意な差はみられない。(2)1日1回9時または10時の水温は、日平均値にはほぼ等しい。ただし、(3)観測塔での表面と2m層とでは温度差がみられるので採水测温の場合は採水バケツの深さが深すぎたり、水温計のセンサーが固定されている場合は、潮汐によって深さが変ることなどによって前項のような代表性をもたないことがあるので注意を要する。