

## 有明海奥部干潟域における底泥中の温度分布特性

瀬口 昌洋・渡辺 潔

(浅海干潟総合実験施設)

平成4年11月4日 受理

### Characteristics of the Temperature Distribution in the Cohesive Bottom Sediments of Tidal Land Area of the Interior Parts of the Ariake Sea

Masahiro SEGUCHI and Kiyoshi WATANABE  
(Research insitute on shallow sea and tideland)

*Received November 4, 1992*

#### Summary

The temperature in the cohesive bottom sediments of tidal land area is one of the most important factors which influences the life and the resolution processes of organic matters there. It is very important to clarify the temperature distribution in the cohesive bottom sediments in order to use effectively the tidal land area and conserve its environment.

This paper discusses on the temporal and spatial temperature distribution in the cohesive bottom sediments and its temperature conductivity on the basis of the data of temperature, water depth, rainfall and irradiance collected at the observation point which is installed in the tidal land area of the interior parts of the Ariake Sea in the summer season.

The results indicate that the temperature variation with time on the surface and in the shallow layer of the cohesive bottom sediments is very large, but that in its lower layer very small. Especially the temperature near the 30 cm depth of the cohesive bottom sediments is almost constant. The temperature on the surface and in the shallow layer of the cohesive bottom sediments is strongly influenced by the irradiance and the water depth on the tidal land area, and when the peak time of irradiance almost coincides with the time of flood on the tidal land, the temperature variation with time on the surface and in the shallow layer of the cohesive bottom sediments is suppressed. The temporal and spacial variations of temperature conductivity of the cohesive bottom sediments is very large, but its mean value is about  $4 \times 10^{-3}$  cm<sup>2</sup>/sec.

Key words : temperature distribution, cohesive bottom sediments, tidal land, Ariake Sea, irradiance, temperature conductivity

#### ま え が き

陸域と海域との接点に位置する干潟域には、これら両方から多くの栄養物質が集積する。また、ここは定期的に訪れる干出により、多量の太陽エネルギーと酸素の供給を受ける。このような環境下にある干潟域にはバクテリア、藻類などの微生物や多くのベントスが生息し<sup>1)</sup>、また

これらを補食する大小の魚類、さらにはシギ、チドリなどの鳥類が集まる。したがって、ここは人間にとって漁業生産の場であると同時に、心の安らぎを与えてくれる憩いの場でもある。

このような干潟域の自然環境は非常に繊細かつ複雑であり<sup>2)</sup>、現在のところ、その特性や干潟域の有する生産、環境浄化といった種々の機能などの科学的な解明は、まだ十分に進んでいない。したがって、干潟域の有効利用と保全を計るためには、干潟域のより詳細な環境調査や研究が不可欠である。

本研究は、種々の干潟環境要因のうち、特に干潟生物の生息や潟土中の有機物質の分解過程などにも大きな影響を及ぼしている<sup>3)</sup>と考えられている潟土中の温度特性について明らかにしようとするものである。ここでは、特に研究対象域として広大な干潟域の広がる有明海奥部を選定し、ここで計測された温度、水深などのデータを基に潟土中の温度の分布及び伝導特性について検討した。

### 計測の概要

計測地点は、Fig. 1 に示されるように佐賀県佐賀郡東与賀町の干拓地海岸から約40m沖合いの干潟域に設置された。この地点は、六角川の河口域の東岸側に位置し、干潟の成長率が有明海奥部で大きいところでもある<sup>4)</sup>。

今回の計測においては、特に潟土中の種々の深さにおける温度の時間的変化を長期間にわたって計測することを目的とした。したがって、ここでは厳しい環境下でも精度の高い温度データが安定して収集出来るように特別に制作した白金測温抵抗体センサーを用いて計測した。Fig. 2 は潟土中のセンサーの位置を示したものである。なお、今回の計測では、潟土中の温度のほかに計測地点での水深と佐賀大学構内での日射量及び雨量の測定も併せて行った。

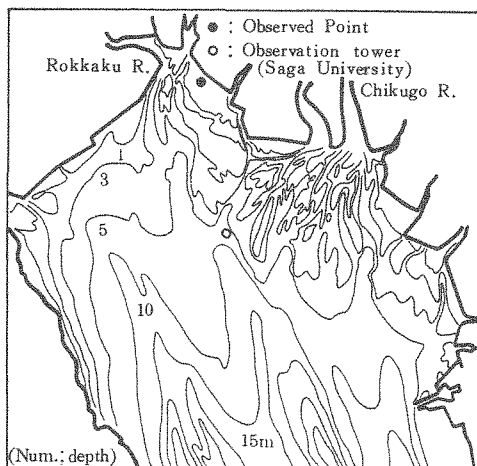


Fig. 1 Topography of sea bottom of the interior parts of the Ariake Sea, and location of the observed point.

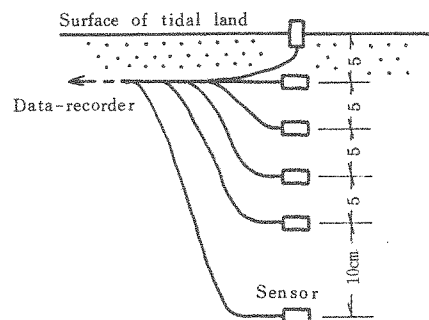


Fig. 2 Location of temperature sensors installed in the cohesive bottom sediments of tidal land.

## 計測結果及び検討

## 1. 温度分布

Fig. 3は、潟土中の温度分布に大きな影響を及ぼしていると考えられる計測地点の水深と佐賀大学構内で測定された日射量及び雨量の時間的変化を示したものである。図示されるように観測期間中の天気は、雨天の8月25日と曇天の8月18日、19日、24日を除いて概ね晴天日であった。したがって、この期間中の日射量は曇天日と雨天日を除いて比較的高く、正午前後の最大日射量は $0.9\text{KW}/\text{m}^2$ 前後の高い値を示した。また、計測地点の水深は、有明海奥部の潮位変動に応じて周期的な変化を呈した。すなわち、小潮時の8月21日～24日にかけては一日中海底が干出した。しかし、大潮時に向かって潮位が増加し、また逆に大潮時から小潮時に向かって潮位が減少する8月26日～9月2日にかけては一日2回の浸水に見舞われた。

Fig. 4は、上述した環境下で計測された潟面及び潟面から深さ5cm, 10cm, 15cm, 20cm及び

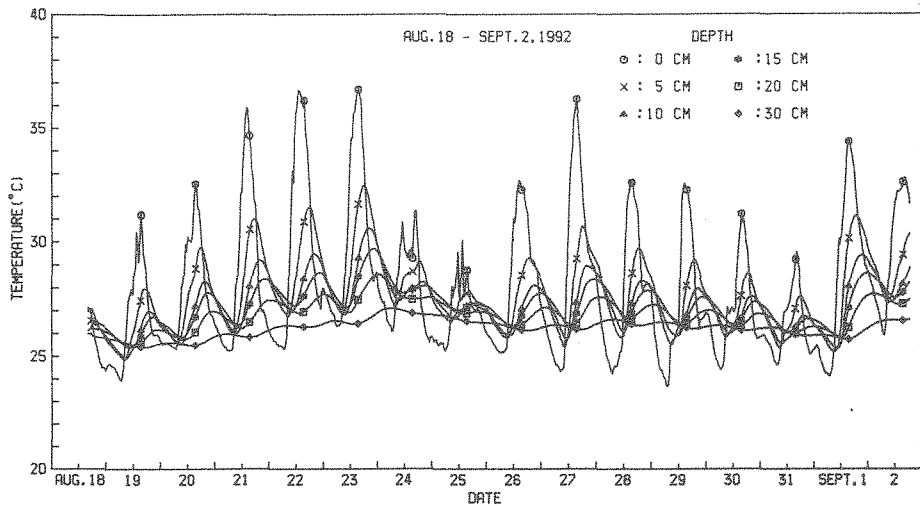


Fig. 3 Variations of irradiance, water depth on the tidal land and rainfall with time during the observation period.

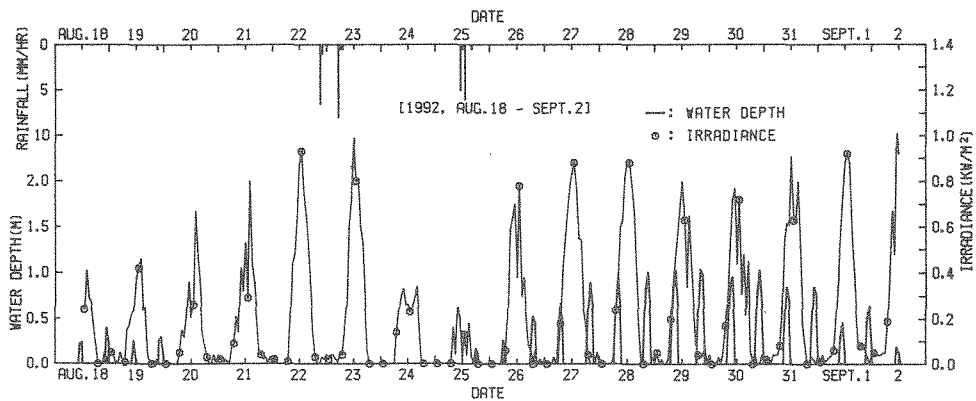


Fig. 4 Variations of temperature in each depth of the cohesive bottom sediments of tidal land with time during the observation period.

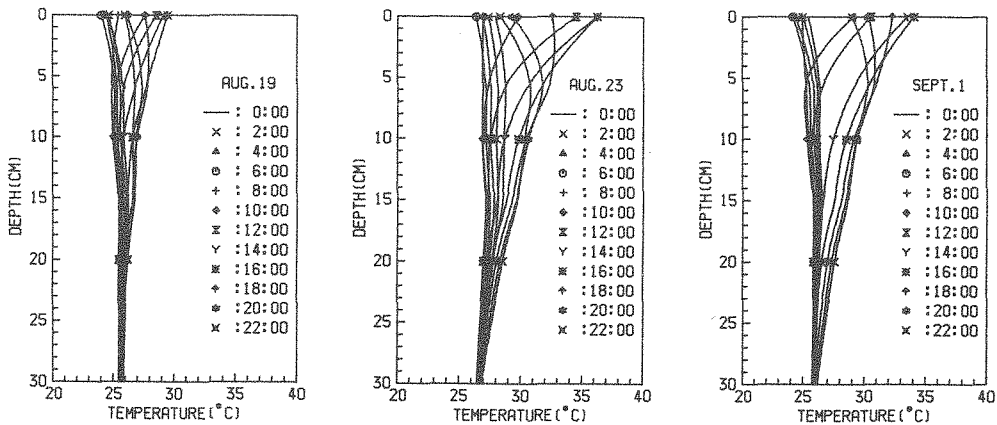


Fig. 5 Temperature profiles in the cohesive bottom sediments of tidal land at each time.

30cmの位置における温度の時間的変化を示したものである。図示されるように渦面及び渦土中の温度は、時間的かつ位置的にかなり大きな変化を示した。すなわち、渦面に近いほど温度の時間的変化は大きく、逆に渦面から深くなるほどその変化は小さく、なだらかになった。例えば、晴天日の8月27日～28日にかけて渦面の温度は、15時に36.26°C、また翌日の6時30分には24.26°Cとなり、その較差は12°Cと非常に大きかった。しかし、深さ30cmの位置における温度は、16時30分に26.17°C、また翌日の6時には26.62°Cとなり、その較差は0.45°Cと非常に小さかった。さらに、渦面及びそれに近い深さ5cmの位置における温度の時間的変化は、全般的には日射量とその変化に追従するものとなった。しかし、8月27日から31日にかけての最大日射量は比較的安定していたにもかかわらず、渦面及び深さ5cmにおける一日の最高温度は大きく減少した。これには、計測地点における浸水時刻と日射量のピーク時刻との間の位相関係が大きく影響していると考えられる。すなわち、8月27日以降、時間の経過に伴い、渦面の浸水時刻と日射量のピーク時刻とが次第に接近し、丁度8月31日に両者の時刻がほぼ一致した。その結果、渦面への直接的な日射エネルギーの供給量が減少したために、渦面及びその近辺の温度上昇が抑制されたためと推測される。

Fig. 5は、特徴的な温度変化を示した8月19日、8月23日及び9月1日の渦土中の温度プロフィールを2時間毎に示したものである。これらの図より一日の温度プロフィールの時間的及び空間的变化は、その日の天候と渦面の浸水状況によってかなり大きく変化していることが理解される。例えば、雨天の8月19日においては、目まぐるしく変化する日射量の変化に応じて渦面及びその近辺の温度は激しく変化している。また、晴天の9月1日においては、日射量の急増し始める10時頃から渦面及びその近辺の温度は増大し、さらに下層へと伝導する温度の変化が観察される。しかし、日射量の減少する18時頃から再び日射量の増大し始める翌日の8時頃までは、渦面から深さ20cm付近までの温度は減少の一途をたどっている。したがって、このことから一日の中で大気と干潟域との間のかかなり激しいエネルギー交換が行われていることが理解される。

## 2. 温度伝導率

渦土中の温度分布は、渦土の温度伝導率（温度拡散率）によって大きく左右される。温度伝導率の実用的な算定方法として、一般に次式で示される算定式が用いられる<sup>5)</sup>。

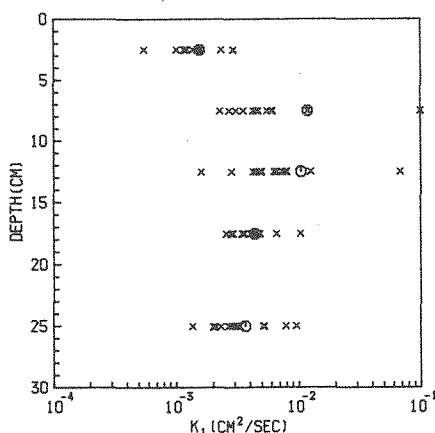


Fig. 6 Relationship between temperature conductivity ( $K_1$ ) of the cohesive bottom sediments of tidal land and depth.

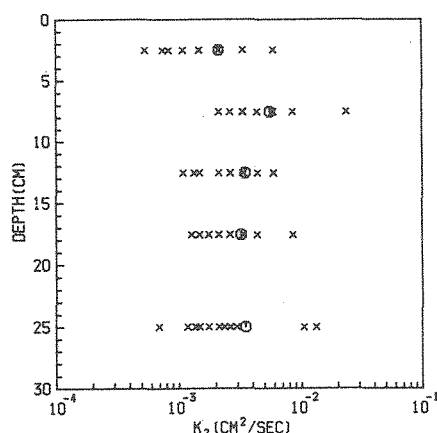


Fig. 7 Relationship between temperature conductivity ( $K_2$ ) of the cohesive bottom sediments of tidal land and depth.

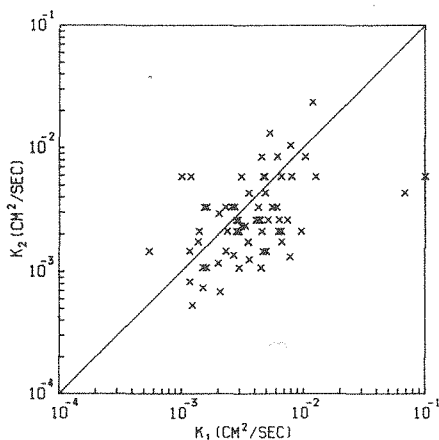


Fig. 8 Relationship between  $K_1$  and  $K_2$ .

$$K_1 = \frac{\pi/T \cdot (z_2 - z_1)^2}{(\log \Delta D_1 - \log \Delta D_2)^2} \quad (1)$$

$$K_2 = \frac{T(z_1 - z_2)^2}{2\pi(t_1 - t_2)^2} \quad (2)$$

ここに、 $\Delta D_1$ ,  $\Delta D_2$  : 深さ  $z_1$  及び  $z_2$  における  $T$  ( $=24$ hrs) 時間の間の温度較差,  $t_1$ ,  $t_2$  : 深さ  $z_1$  及び  $z_2$  における温度のピーク時刻である。

(1), (2)式はいずれも潟土中での温度の拡散方程式に対する同一の解<sup>6)</sup>から求められたものである。しかし、(1)式は、24時間の間に周期的に変動する2地点の温度の振幅差に注目したものであり、また一方、(2)式は、24時間の間の温度変動の位相差に注目したものである。

Fig. 6, 7は、それぞれ(1)式及び(2)式より算出した温度伝導率  $K_1$  及び  $K_2$  とそれらの平均値 (○) を各深さ毎にプロットしたものである。また、Fig. 8は  $K_1$  と  $K_2$  とを対比したものである。図示されるように各深さにおける  $K_1$  及び  $K_2$  の値には、日によってかなり大きなバラツキが見られる。この原因は定かではないが、その主なものとして(1)式及び(2)式の誘導の際に設定された条件が必ずしも実際のものとは一致していないことに起因する誤差、あるいは浸水と干出による潟土中の含水量の変化の影響などが想定される。しかし、各深さにおける  $K_1$  及び  $K_2$  の平均値は、互いに比較的類似した分布となっている。すなわち、温度伝導率は表層付近で低く、逆に5cm~10cmの深さで高くなり、さらにその下層ではそれらの平均的な値となっている。したがって、潟土中の平均的な温度伝導率は  $4 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{sec}$  程度と推測される。また、 $K_1$  と  $K_2$  とは1 : 1の直線の回りに散在しており、(1)式、(2)式いずれの式を用いてもほぼ同様な値が推算されると考えられる。

## 摘 要

この研究は、干潟域における潟土中の温度の分布及び伝導特性を明かにするために、有明海奥部の干潟域で収集された夏季の温度や水深などの現地計測データを基に、それらの特性について検討したものである。ここで得られた主な知見を要約すると、次のようにまとめられる。

- 1) 潟面及びその近辺の潟土中の温度の時間的変動は非常に大きい、深さ30cm付近のそれは非常に小さく、ほぼ一定である。
- 2) 夏季の晴天日における潟面及びその近辺の潟土中の温度は、日射量の高い10時ごろから18時頃までは急増するが、日射量の急減する夜間から翌朝にかけては減少傾向にある。
- 3) 潟土中の温度は、日射量と水深の状態によって大きく影響される。特に日射量のピーク時刻と潟面の浸水時刻がほぼ一致する場合、潟面及びその近辺の潟土中の温度の時間的変動は大きく抑制される。
- 4) 潟面付近の温度伝導率は他の深さのそれに比べて低く、逆に深さ5cm~10cm付近のそれは高い。さらに、それより深いところでは、それらの中間的な値となっている。しかし、潟土中の平均的な温度伝導率は、 $4 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{sec}$  のオーダーである。

## 参 考 論 文

- 1) 栗原 康 (1986). 海・陸境界面の生態学的諸問題. 沿岸海洋研究ノート, 24(1), 21-32
- 2) 佐々木克之 (1989). 干潟域の物質循環. 沿岸海洋研究ノート, 26(2), 172-188
- 3) 合 章 (1981). 水域底泥からのアンモニア態窒素などの溶出. 18(2), 106-111
- 4) 渡辺 潔 (1989). 佐賀平野と干拓について. 浅海干潟総合実験施設研究紀要, 3, 7-16
- 5) 土壤物理測定法委員会 (1972). 土壤物理測定法. 養賢堂, 287-289
- 6) 小平吉男 (1971). 物理数学, 2. 文献社, 266-276