

海洋温度差発電設置のための 沖永良部海域の海象調査

乾 栄一^{*}, 長友 洪太^{*}
中岡 勉^{*}, 西田 哲也^{*}
上原 春男^{**}, 宮良 明男^{**}

Investigation of Marine Meteorology off the coast of the
Oki-no-Erabu Island for Ocean Thermal Energy Conversion

Eiichi INUI, Kohta NAGATOMO, Tsutomu NAKAOKA,
Tetsuya NISHIDA, Haruo UEHARA and Akio MIYARA

In order to determine suitable OTEC power plant sited in the Oki-no-Erabu island, The investigation of marine meteorology carried out off the coast of the Oki-no-Erabu island in the Eastern China Sea, using a training ship of the Shimomoseki University of Fisheries on 8, June, 1990. Sea water temperature was measured from surface to bottom of the sea. The temperature of the surface sea water is about 23°C, and that of the region 700 m to 1005 m in depth is about 7°C. The mean salinity is about 3.45 g/kg. The mean tide velocity is 0.05 m/s at the 10 m in depth.

Key words : OTEC, Ocean, Marine Meteorology, Hybrid cycle

1. 緒 言

海洋温度差発電 (OTEC) は、海洋の表層海水 (15~30°C) と深層海水 (1~7°C) の温度差による熱エネルギーを、電気エネルギーに変換する発電方式である⁽¹⁾。OTECの原理は、1881年のD'Arsonvalの提案以来、数多くの研究がなされている。OTECの場合、利用できる温度差が16~29°Cと小さいために、システム全体を考えた、いわゆるトータルシステムについて考える必要がある。上原・中岡は、トータルシステムについて、報告を行っている⁽²⁾⁽³⁾。

トータルシステムを考えるうえで、大前提は、設置場所の選定である。設置場所の選定項目は、海水温度、海水流速、海底地形、設置地域での電力消費量、飲料水使用量など各種にわたっている。OTECの設置場所の

選定は、現在日本および世界各地で行われている⁽⁴⁾。

上原らは、これまでOTECの設置場所については、色々検討を行い、候補地の一つである島根沖では、OTECの発電実験を行った⁽⁵⁾。また、フィリピンの海域を調査し、この海域での概念設計を行った⁽⁶⁾。

本報では、OTECの複合利用 (発電、海水淡水化、魚の養殖、レジャーランド利用など) を目的としたシステムを考え、第一段階として、沖永良部海域での海象調査を行ったのでその結果を示す。

2. 調査方法

2.1 調査場所と調査船

図1に、調査場所を示す。調査場所は、図中に A、B で示した沖永良部島の和泊町国頭岬約 5kmの沖合いの海域である。位置は、北緯 27°26.5'~27°28.5'、東経 128°41.2'~128°42.2'の範囲である。

図2に、調査に使用した練習船天鷹丸の写真を、表1に、天鷹丸の仕様を示す。船の長さは57.1m、幅10.4mである。主エンジンは、2200PSを装備している。この

原稿受付 平成 2年 9月30日

^{*}水産大学校

^{**}佐賀大学理工学部附属海洋熱エネルギー変換実験施設

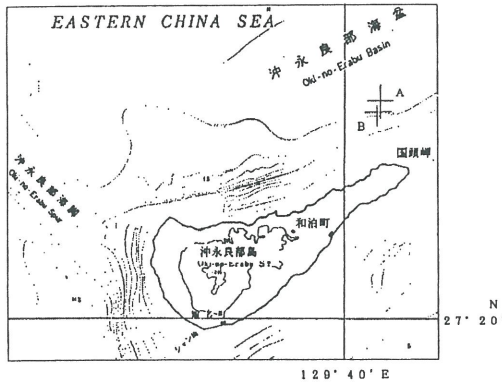


図 1 調査場所

練習船の大きさは、総トン数603トンである。

図3は、調査状況の写真を示す。調査は、午前9:00より11:00まで約2時間行った。気象状況は、天候は雨、気温は23.2℃、風速は5.5m/sであった。

2.2 塩分濃度、海水温度および水深の測定

測定方法は、図1に示したA点およびB点で船を漂流させ、電気伝導度水温水深計(CTD)のセンサー部を海中に投入し水深0mから海底までの各層ごとに行った。計器の測定範囲および精度は、電気伝導度が測定範囲0.1~6.5 s/m、精度 0.0005 s/m、水温が測定範囲-3~32℃、精度 0.005℃、水深が測定範囲0~6000db、精度 0.1%である。

図4は、CTDセンサーの写真およびCTD測定装置を示す。

2.3 海底地形の測定

海底地形の測定は、図1に示すA点およびB点付近を2往復し、音響測深器を使用し行った。図5は、音響測深器の外観写真を示す。

2.4 潮流および流向の測定

潮流および流向の測定は、図に示すA点およびB点付近で超音波式潮流計を使用し、水深5m、10m、200mの3箇所で行った。潮流計の測定精度は、潮流が±船速の2%+0.2kn、流向が±3.5度である。図6は、超音波式潮流計を示す。

3. 調査結果

3.1 海水温度測定

表2は、図1に示したA点およびB点での表層より海底までの海水温度を測定した結果を示す。

図7(a)(b)は、図1に示すA点、B点での表層より海底

表 1 調査船(天鷹丸)の仕様

長さ	57.1	m
幅	10.4	m
総トン数	603	t
航海速力	13	kn
主機関	2200	PS



図 2 調査船(天鷹丸)



図 3 調査状況

までの海水温度分布を示す。図7(a)は、6月上旬の図1のA点の海水温度分布を示す。図からわかるように、表層海水温度は、約23℃となっている。深層海水温度は、水深が約700mで、約8℃である。それより海底まではほぼ一定温度となっていることがわかる。

図7(b)は、図1に示したB点の海水温度分布を示す。表層海水温度は、約22.9℃となっている。深層海水温度は、水深が約700mで、約7.80℃で、それより海底まではほぼ一定温度となっていることがわかる。A点の海水温度と比較してみると、ほとんど同じ温度分布を示していることがわかる。

6月上旬での測定結果、表層海水温度と深層海水温度の温度差が約15℃であることがわかった。これは、OTECの設置場所としては、発電可能な最低温度差である。7~9月にかけては、表層海水温度の上昇があるのでそれ以上の温度差が得られると予測される。

3.2 塩分濃度測定

表3は、図1に示すA点およびB点での表層より海底までの塩分濃度を測定した結果を示す。

図8(a)(b)は、海水温度と同時に測定を行った塩分濃度測定の結果である。図8(a)は、6月上旬での塩分濃度分布を示す。図より明らかなように、表層では、塩分濃度が3.45g/kgで、水深200mまでは増加し、塩分濃度は、3.48g/kgとなっている。その後、約500mまで

減少し、塩分濃度は、3.44g/kgとなり、海底まで一定の濃度分布となっている。図8(b)は、B点での塩分濃度分布を示す。図よりわかるように、図8(a)と比較してみると、ほぼ同様な結果となっている。

塩分濃度は、この測定結果より、3.43~3.48g/kgの範囲にあり、これは日本海域の平均的な値である。

3.3 海底地形測定

図9は、沖永良部の和泊町国頭岬の海底地形の測定を行った船の航跡を示す。測定は、北緯27°26.5'~27°28.5'、東経128°41.2'~128°42.2'の範囲を2往復して行った。図中の1はA点からD点、1'はD点からA点、2はB点からC点、2'はC点からB点に船が進んだ航跡を示す。測定範囲には、漁網の仕掛けや漁船の操業のために、直線的に調査が出来なかった。

図10(a)~(d)は、2往復測定を行った時の海底断面形状を示す。図10(a)よりわかるように、海岸線より約1000mまでは遠浅が続き、深い所で約100mである。

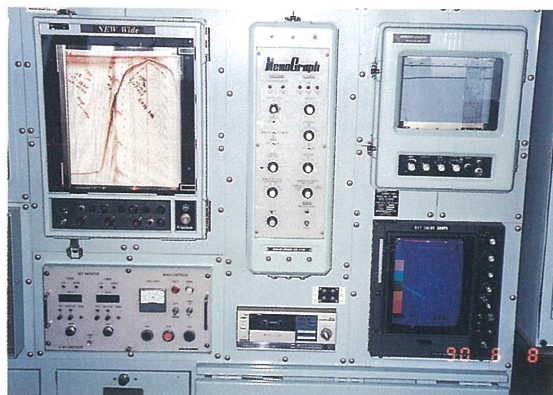
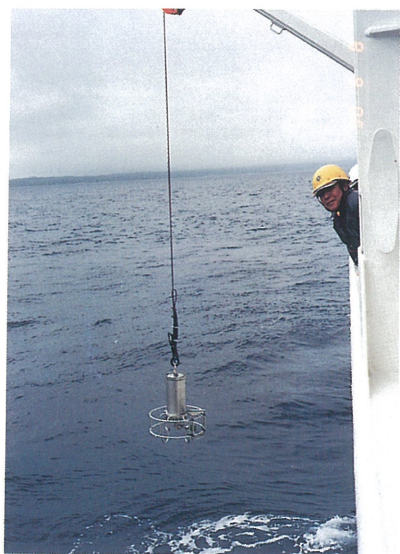


図5 音響測深器



図4 CTD センサーおよびCTD 測定装置

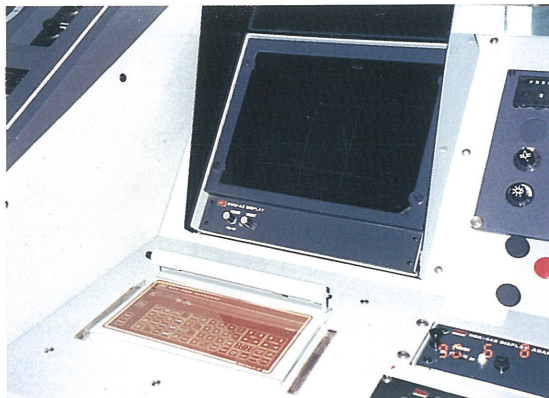


図6 超音波式潮流計

表 2 海水温度測定

測定位置	A点 27°29'N 128°42'E	B点 27°28'N 128°42'E
0.0 (m)	23.0 (°C)	22.9 (°C)
1.0	23.0	22.9
2.0	23.0	22.9
3.0	23.0	22.9
4.0	23.0	22.9
5.0	23.0	22.9
10.0	22.8	22.9
15.0	22.7	22.7
20.0	22.6	22.3
25.0	22.3	22.3
30.0	22.2	22.0
40.0	22.2	21.8
50.0	22.1	21.6
75.0	21.7	21.0
100.0	21.0	20.4
125.0	20.8	20.0
150.0	20.4	19.7
200.0	19.4	18.4
250.0	17.5	17.6
300.0	16.5	16.6
400.0	13.5	14.9
500.0	10.6	12.3
600.0	8.9	9.1
700.0	8.0	7.8
800.0	7.2	7.2
900.0	6.9	6.8
1000.0	6.7	6.7
1003.9	—	6.7
1005.0	6.7	—

表 3 塩分濃度測定

測定位置	A点 27°29'N 128°42'E	B点 27°28'N 128°42'E
0.0 (m)	34.5 (g/kg)	34.5 (g/kg)
1.0	34.5	34.5
2.0	34.5	34.5
3.0	34.5	34.5
4.0	34.5	34.5
5.0	34.5	34.5
10.0	34.5	34.5
15.0	34.6	34.6
20.0	34.6	34.6
25.0	34.6	34.6
30.0	34.6	34.7
40.0	34.6	34.7
50.0	34.7	34.7
75.0	34.7	34.8
100.0	34.8	34.8
125.0	34.8	34.8
150.0	34.8	34.8
200.0	34.8	34.8
250.0	34.8	34.8
300.0	34.7	34.7
400.0	34.5	34.6
500.0	34.4	34.5
600.0	34.4	34.4
700.0	34.4	34.4
800.0	34.4	34.4
900.0	34.3	34.3
1000.0	34.3	34.3
1003.9	—	34.4
1005.0	34.3	—

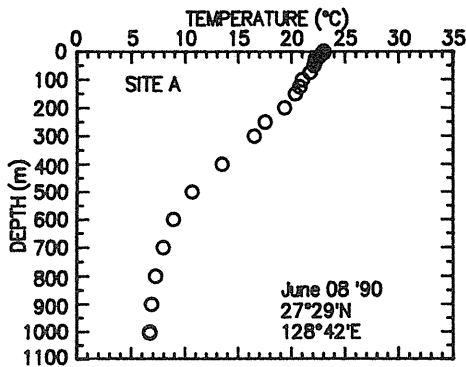


図 7(a) 海水温度分布(A点)

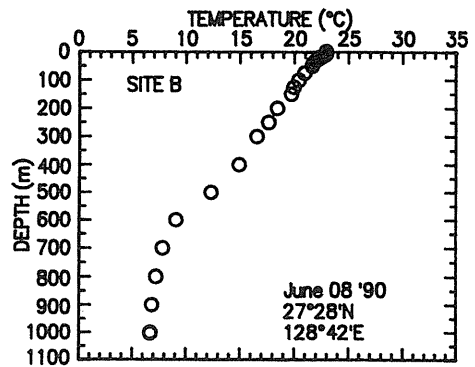


図 7(b) 海水温度分布(B点)

それ以後は、約45度の傾斜をもって急激に変化していることがわかる。

図10(a)~(d)は、幅約200mの範囲で行っているが、この範囲での海底の変化はみられない。海底の地形からもわかるように、海洋温度差発電の冷海水取水管長は、深層海水の7°Cを得るためには、約2800mとなることがわかる。また、この場所の海底地形は、冷海水取水管を設置するには、最適な形状となっていることがわかる。

3.4 潮流および流向測定

図11(a),(b),(c)は、潮流、流向の測定時間内の代表的な1例を示す。測定点は、水深5m, 10m, 200mの3箇所である。図11(a)は、水深5mの位置の流速ベクトルを示す。図よりわかるように、表層付近での潮流は、約0.05m/sで、流向は、西南の流れになっている。図11(b)は、水深10mの位置の流速ベクトルを示す。図よりわかるように、潮流は、約0.06m/sで、流向は、西の流れになっている。図11(c)は、水深200mの位置の

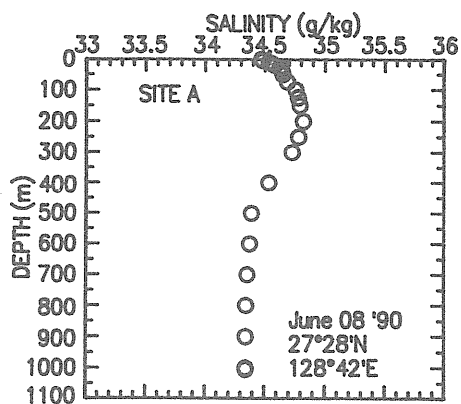


図 8(a) 塩分濃度分布(A点)

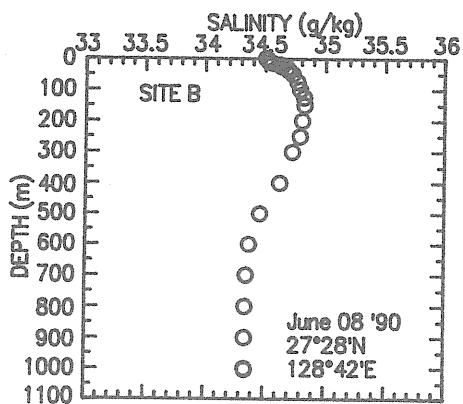


図 8(b) 塩分濃度分布(B点)

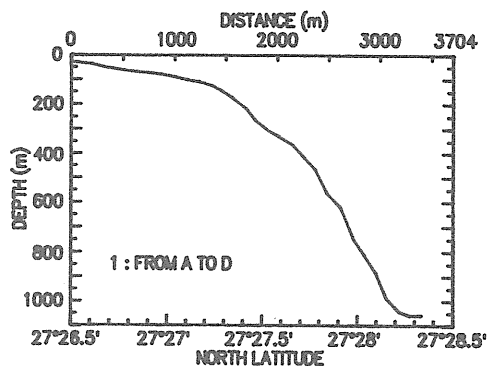


図 10(a) 海底断面形状(1)

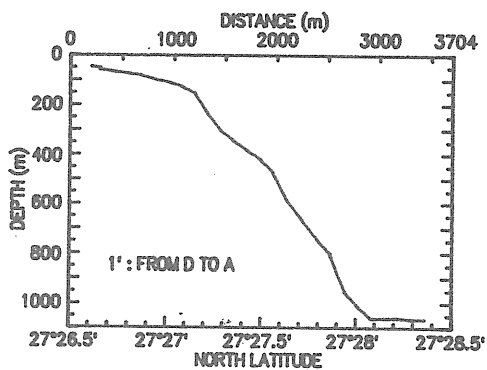


図 10(b) 海底断面形状(1')

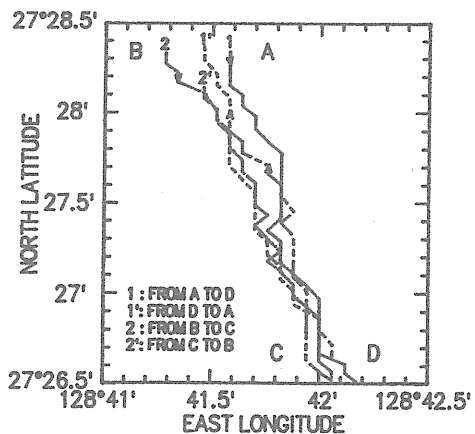


図 9 調査船の航跡

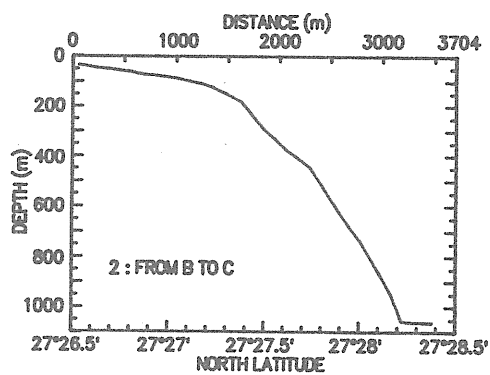


図 10(c) 海底断面形状(2)

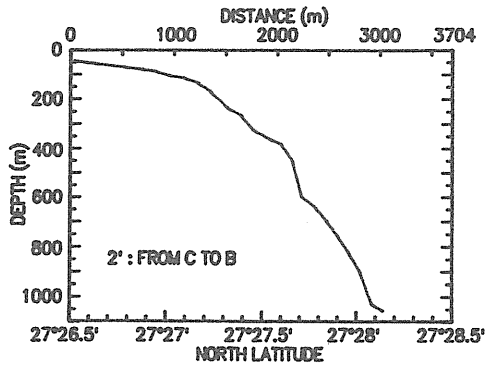


図 10(d) 海底断面形状(2')

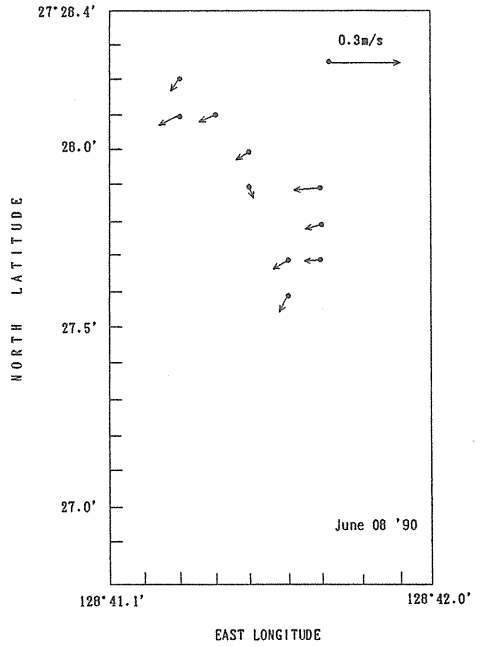


図 11(b) 潮流、流向(水深 10m)

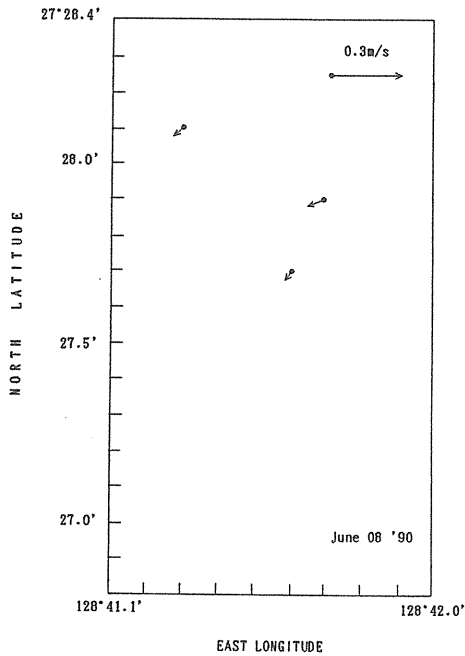


図 11(a) 潮流、流向(水深 5m)

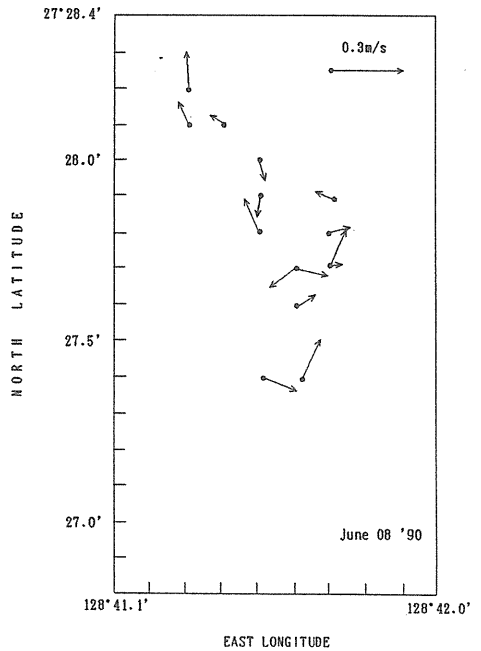


図 11(c) 潮流、流向(水深 200m)

流速ベクトルを示す。図よりわかるように、潮流は、約 0.11m/s で、流向は、東向きから北向きの流れになっている。図 11(a), (b), (c) からわかるように、水深 5m , 10m での潮流、流向は、同様な結果となっている。潮流は、ほとんどないことがわかる。水深 200m の場合、水深 5m , 10m と比較すると、潮流は約 2 倍速くなっている。

4. 結 論

沖永良部島に複合的利用を目的としたOTECシステムを検討するため、第一段階として、沖永良部海域での海象調査を行った。

- (1) 表層海水温度は、約23℃となっている。深層海水温度は、水深が約700mで、約8℃である。それより海底まではほぼ一定温度となっていることがわかった。
- (2) 表層では、塩分濃度が3.45g/kgで、水深200mまでは増加し、塩分濃度は、3.48g/kgとなっている。その後、約500mまで減少し、塩分濃度は、3.44g/kgとなり、海底まで一定の濃度分布となっている。
- (3) 海底地形は、海岸線より約1000 mまでは遠浅が続き、深い所で約100 mである。それ以後は、約45度の傾斜をもって急激に変化していることがわかった。
- (4) 水深200mの潮流は、約0.11m/sで、流向は、東向きから北向きの流れになっている。

文 献

- (1) 上原, 海洋温度差発電読本, オーム社, 東京 (昭57), 1
- (2) 上原・中岡, 日機論, 50-453, (1984), 1325~1333
- (3) 上原・中岡, 日機論, 50-456, (1984), 1955~1962
- (4) Wolff, W.A., Hubert, W.E., and Wolff, P.M., OTEC World Thermal Resource, Proc. Ocean Conf., (1979), 13.5.1~13.5.7
- (5) Uehara, H., Nakaoka, T., Nagasaki, S., and Yokoyama, H., Proc., 7th Ocean Energy Conf., (1980), 14.4-1~14.4-7
- (6) Uehara, H., Dilao, C.O., and Nakaoka, T., Solar Energy, 41-5(1988), 431~441