

日本海、島根沖における海洋温度差発電

(第1報：温度差海域の調査)

山口 猛* ・田中 清裕**
中根 重勝*** ・栗須 正登**

An Electric Power Experiment
by Ocean Thermal Energy Conversion on Japan Sea
(The Investigation for Temperature Difference Resource)

by

Takeshi YAMAGUCHI*, Kiyohiro TANAKA**
Shigekatsu NAKANE*** and Masato KURISU**

In 1982, authors made the experiment on Ocean Thermal Energy Conversion Power on the sea off the coast of Hinomisaki in Japan Sea.

Before the experiment, authors measured the water temperature of East China Sea and Japan Sea to find the most suitable place for the experiment.

In this paper, as the first report of the experiment, the vertical water temperature distribution is reported. After the examination, it is concluded that the sea area off the coast of Hinomisaki in Japan Sea is one of the most suitable place for the experiment.

1. 緒言

海の表層と深層の温度差によるエネルギーを有効に利用するためには、まず海中の温度分布を調査し、エネルギー利用に適した海域を見出すことから始めなければならない。我々は、洋上での発電実験に先がけて、東シナ海及び対馬海域において水温の実測調査を行ない、更には、昭和55年度の日本海・島根沖の海水淡水化洋上実験の際に得られた日御崎沖における水温分布の実測データをもとに、実験海域の比較検討を行なった。本報では、海洋温度差エネルギー発電実験の第1

報として、海洋調査全体を振り返り、以前報告した調査結果も交えながら、東シナ海及び日本海の水温分布について報告する。

2. 測定装置

水温の測定には、米軍により開発された略称XBT水温記録装置を使用した。これは、海中の温度分布を自動的に測定し記録するものであり、その原理は、水中に投入した物体の水中落下速度が一定であることに着目し、水中での落下時間が、水深と1:1に対応す

昭和58年4月30日受理

*長崎市役所 (Nagasaki City office)

**機械工学科 (Department of Mechanical Engineering)

***水産学部 (Fisheries)

ることを利用したものである。投入物体（プローブ）の先端には、温度センサーがつけられており、センサーの水温による抵抗変化を細い銅線で有線で船上の記録紙に送る。図. 1に水温測定プローブを示し、その外観を図. 2に示す。装置の基本回路は、図. 3のように水温測定プローブ先端の温度センサーの抵抗 R_s を一辺とするホイートストンブリッジ回路を用いたものであり、その変化により、記録ペンがサーボアンプAとサーボモータBを格用したサーボ回路で自動的に水温に追従するようにしている。図. 4に水温測定プローブの投入状況を示す。このように航行中の船からプローブを投入すると、プローブは水中を $6.31\text{m/s} \pm 0.7\%$ の速度で落下し、それに伴う水温変化が、 $-2 \sim 35^\circ\text{C}$ の範囲で、 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ の高い測定精度をもって記録される。

3. 測定結果

3. 1 東シナ海

まず我々は、昭和54年6月29日から7月4日の間、実習船「長崎丸」に便乗し、東シナ海における水温分布を、図. 5に示す10ヶ所について測定した。ここでは、この研究に関係の深い2ヶ所を抜粋し、その温度分布を図. 6に示す。海面と水深500mの点における温度差を見た場合、No.1の海域においては、 17.5°C 、No.8の海域におちては 15.1°C がそれぞれ得られた。

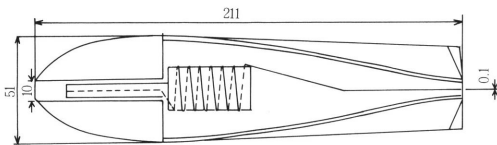


Fig. 1 Probe (XBT)



Fig. 2 The appearance of the Probe

3. 2 対馬海峽

次に我々が測定したのは、黒潮が東シナ海から日本海へ流入する入口であり、シベリア地方の冷海水が到達していると思われる下関と韓国の釜山とを結ぶ直線上の海域であった。図. 7に●印で示したのは、昭和54年9月5日に18ヶ所に分けて測定した地点であり、○印は、昭和54年9月8日に14ヶ所に分けて測定した地点である。その測定結果の中から、9月5日に測定したものについて、海底の深度が200mを越える付近の海域を選んで温度分布を示したのが図. 8である。それによると、この海域では、水深100mからの温度減少の様子が東シナ海のものとは大きく異なり、急激に温度が減少し、水温は水深200mで 4°C まで下がっている。表層との温度差を見ると、約 20°C が得られることが分った。図. 9に、対馬海峡の等温分布図を示す。これは、9月15日に測定した温度分布を等温線で結ん

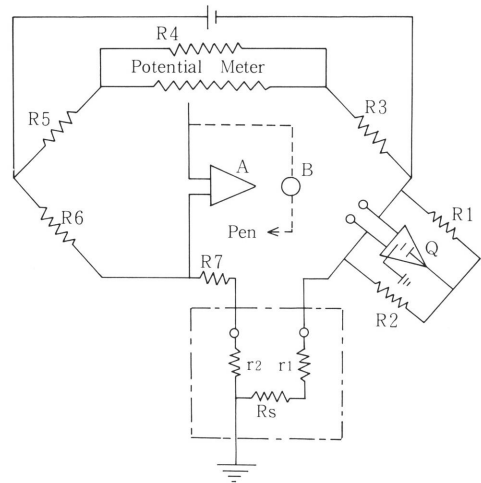


Fig. 3 Circuit of XBT



Fig. 4 The condition of throwing down the Probe

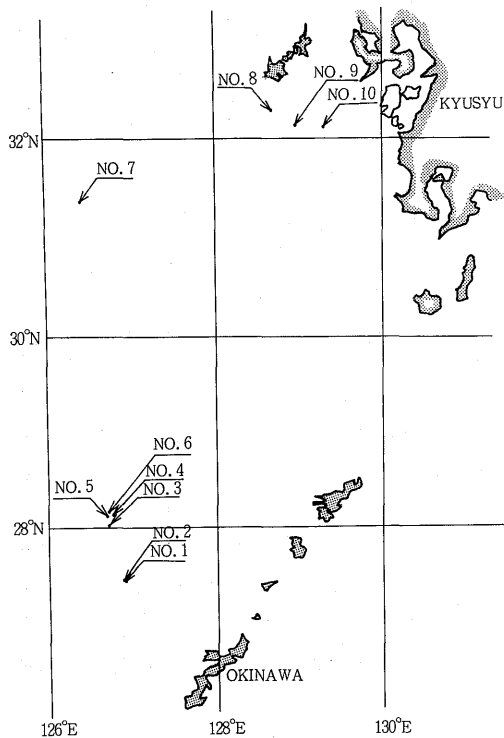


Fig. 5 The observational position in the East China Sea

で得られたものである。

3. 3 日御崎沖

当, 研究室では, 昭和55年7月, 島根県日御崎沖で, 海水淡水化実験を行なった。その際に水温分布を実測した測定点は, 図. 10に示す2地点である。その2ヶ所の測定点は, いずれも海底の深度が急激に増加を始めている地点に位置している。図. 11にその温度分布

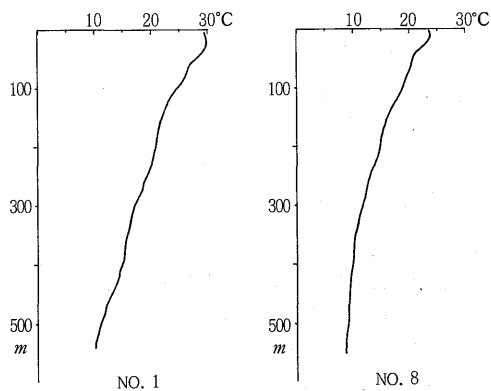


Fig. 6 The temperature distribution in the East China Sea

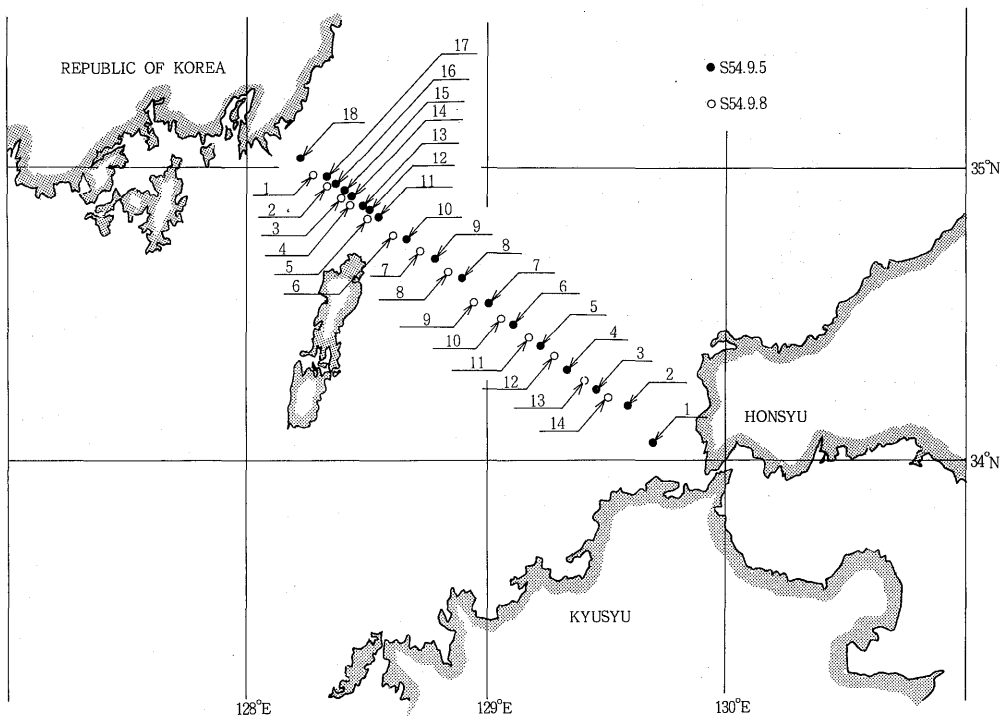


Fig. 7 The observational position in the Tsushima Straits

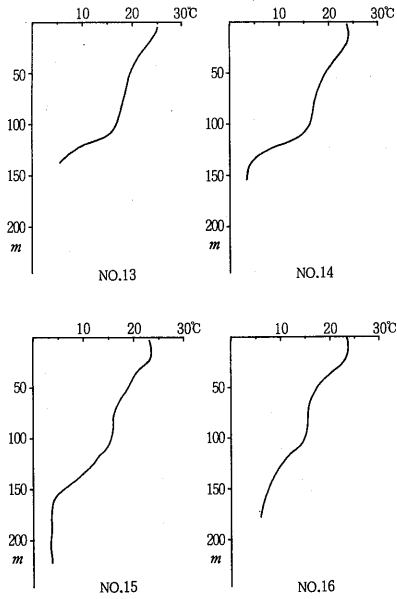


Fig. 8 The temperature distribution in the Tsushima Straits

を示す。温度低下の様子は、対馬海峡と同様に、水深100m付近から水温が急激に減少しており、7月24日に水深210mで得られた 2.09°C という値は、我々が実測したデータの中で最も低い値であった。

4. 日本海の水温分布

次に、日本海の夏期における水温分布について述べる。図. 12*に示したのが、その分布図であるが、これは、人工衛星から得られる海面の水温分布を統計的に処理して、日本海を3つの海域に分類したものである。同図より明らかなように、日本海はリマン海流の影響の強いAの海域と対馬暖流のCと、両者の混合海域Bの3つの海域に分類されることが知れる。また、それぞれの海域における水温分布を図. 13*に示す。それによると、大陸に近い海域ほど表層の温度が低く、また、海の深度に伴う水温低下が急であるという傾向にあることが分る。日本海の水温が上述のような傾向を示す理由は、つぎのFig. 14に示すように、対馬暖流の主流は対馬海域を出た後、間宮、宗谷および津軽

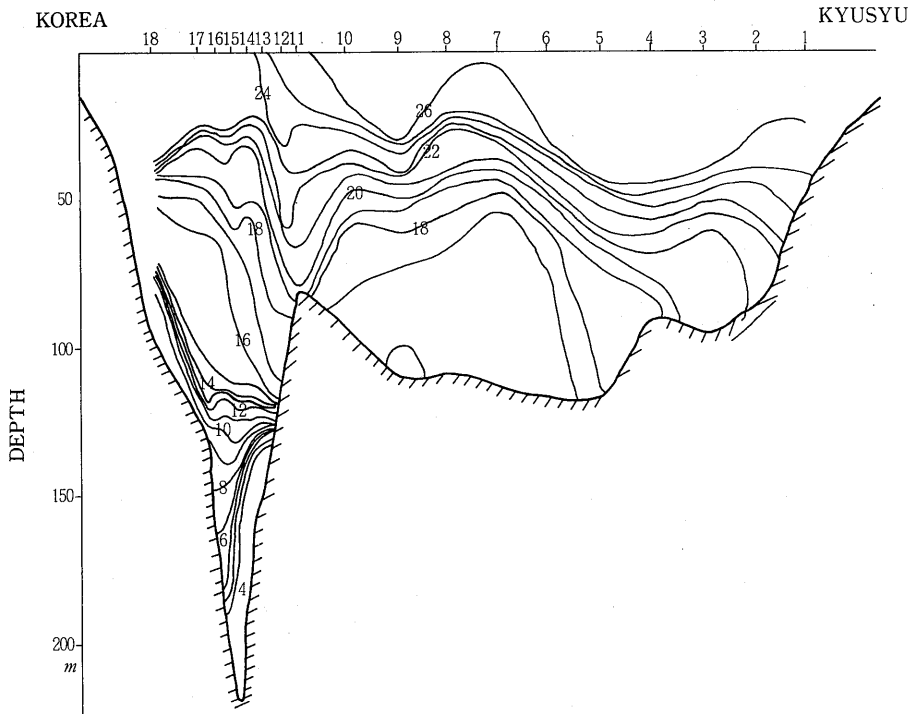


Fig. 9 The temperature distribution in the Tsushima Straits

* 海上自衛隊の御好意により提出の資料

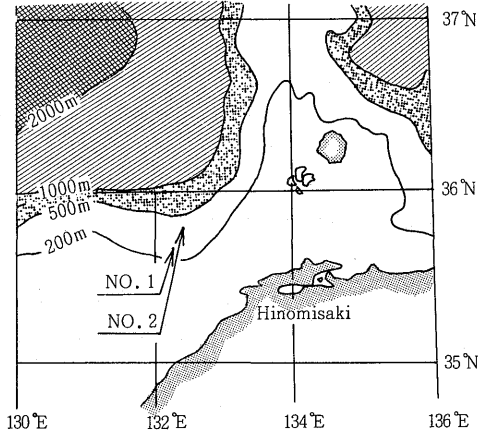


Fig. 10 The observational position off the coast of Hinomisaki

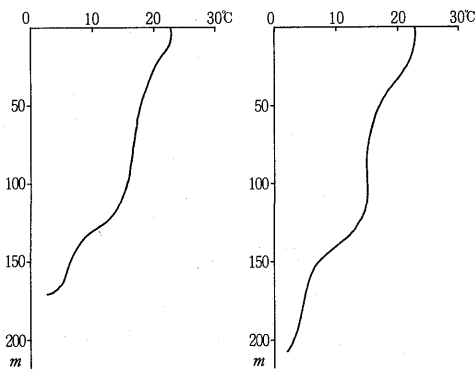


Fig. 11 The temperature distribution off the coast of Hinomisaki

海峡へ向けて北東するが、これに地球の自転に起因する反時計方向の環流が加算されるためである。日本列島に対馬海流が近づくこと温度差エネルギーを利用する観点からは日本に好都合である。反時計式の回流のために北朝鮮海岸には冷海水が浮上ることが報告されている。冷海水も海洋温度差利用の観点からは有効な資源であるので注目すべきことである。日本海は場所により、水温低下の様子は各海域で異なるが、水深350m以下では、どの海域でも水温がほぼ等しくなり、その値が1°C以下まで下がっていることが分る。このことはまさに、日本海深部に蓄えられた莫大な冷海水の存在を物語るものである。深度200mと表層との温度差は、どの海域でも約20°Cとなっている。

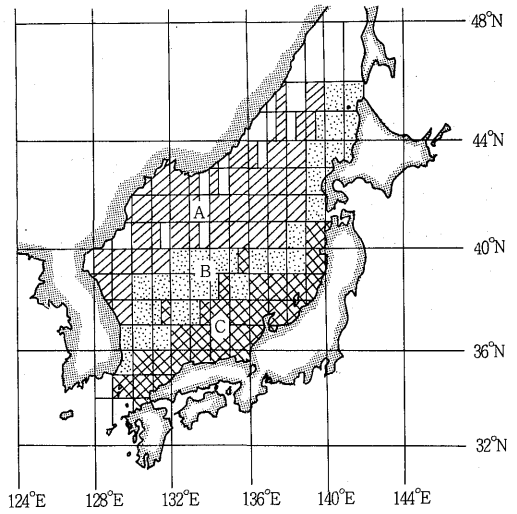


Fig. 12 The classification of Japan Sea into three areas

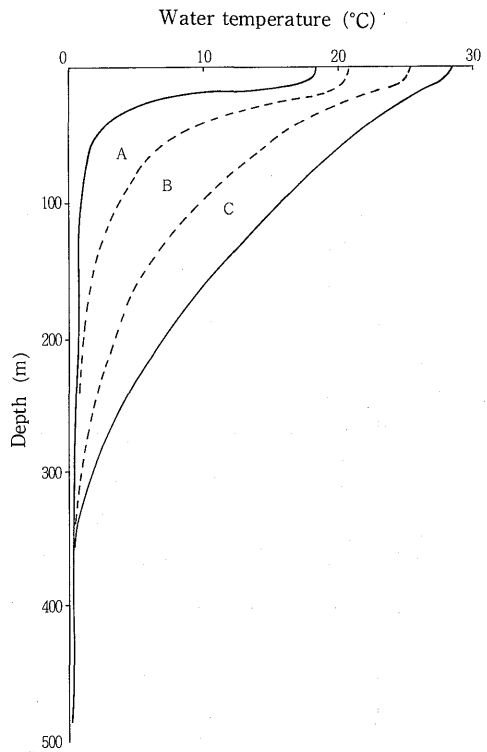


Fig. 13 The temperature distribution of Japan Sea

5. 日御崎海域水温の季節変化

深海の冷海水温度は、季節を通じてほとんど変わらないものと考えられる。そこで、次に我々は、季節によって深層と表層との温度差がどのように変わるものかを見るために、表層水温の季節変化を調べることにした。図. 15**に示したのが、日御崎海域における表層水温の月別変化である。これによると、日御崎海域の表層水温は9月がいちばん高く、その値は約27°Cまで上がっている。従って、この時期における温度差は、水深200mと表層との間で約25°C得られることが分る。

6. 結 論

我々が水温調査を行なった海域は、図. 16に示した黒潮の流れからも明らかのように、どれも暖流の影響を受ける海域であった。対馬海峡及び、日御崎沖における表層付近は、その影響で、広範囲に温度一定であり、深度に伴う温度減少が小さい。しかし両海域とも水深100m付近から水温が急激に減少し始め、水深200mで対馬海峡は4°C、日御崎では約2°Cという値がそれぞれ得られた。この急激な温度減少は、日本海の深海に蓄えられた冷海水の流れ込みによるものと考え

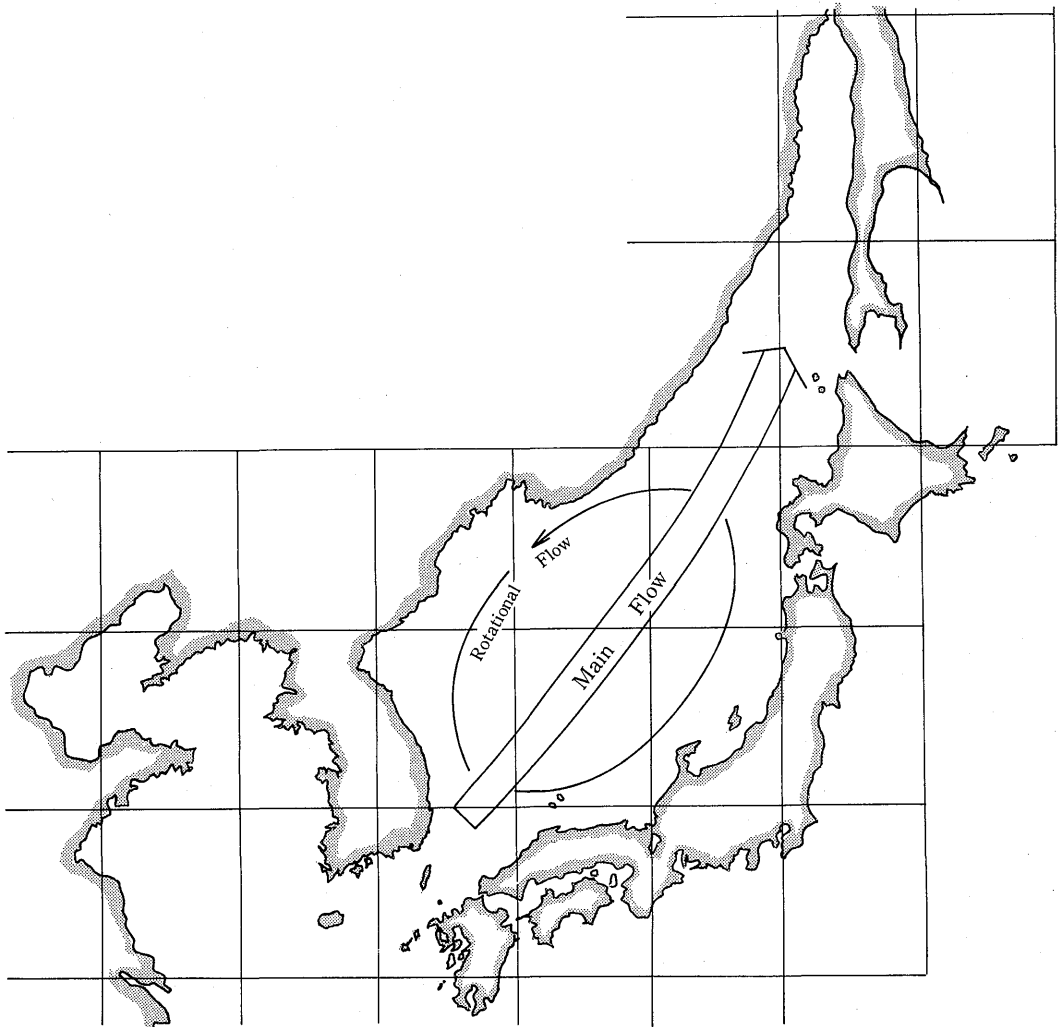


Fig. 14 Current path of Kuroshio in Japan Sea

** 浜田海上保安庁測定資料

られるが、日御崎沖の海域は、海底の深度が日本海深海へ向って急激に増加しているという地形的条件から、日本近海において、その深海に蓄えられた冷海水に浅い深度で効率よく汲み上げることのできる数少ない好条件の海域となっており、海洋の温度差エネルギーを

利用するにあたっての最適な海域の一つであると言える。

終りにのぞみ、この研究には多数の方々の御協力を頂いたが、東シナ海での実験には、長崎大学水産学部・長崎丸の矢田船長以下乗組員各位の御協力があったので実施出来たことをここに記して謝辞に代える。また、日本海入口の海水温度分布の測定には関釜フェリーを利用した。船位の実測等にはフェリー乗組員の御手を煩わせた。日本海表面の水温分布の統計処理は、海上自衛隊の御指導を受けたものである。実験海域の月別温度変化のデータは浜田海上保安庁より提出頂いたものであり、ここに記して厚く感謝の意を表する。

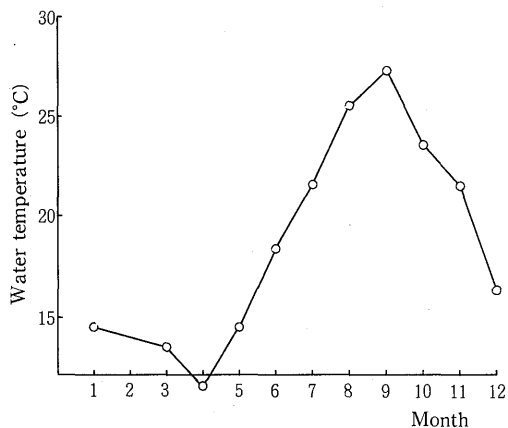


Fig. 15 The seasonal change in surface water temperature of the experiment area

参考文献

- 1) 栗須, 工業材料 12巻, P28~37, 昭57-7.
- 2) 栗須, 高橋, 山田, 小関; 機械学会講演, No.813-4, 昭56-7, P123.
- 3) 東, 田中, 栗須; 長大工報, 17号, (昭和56-7), P29.
- 4) 栗須; 日本機械学会誌, Vol. 85, No.764(昭57-7), P740.

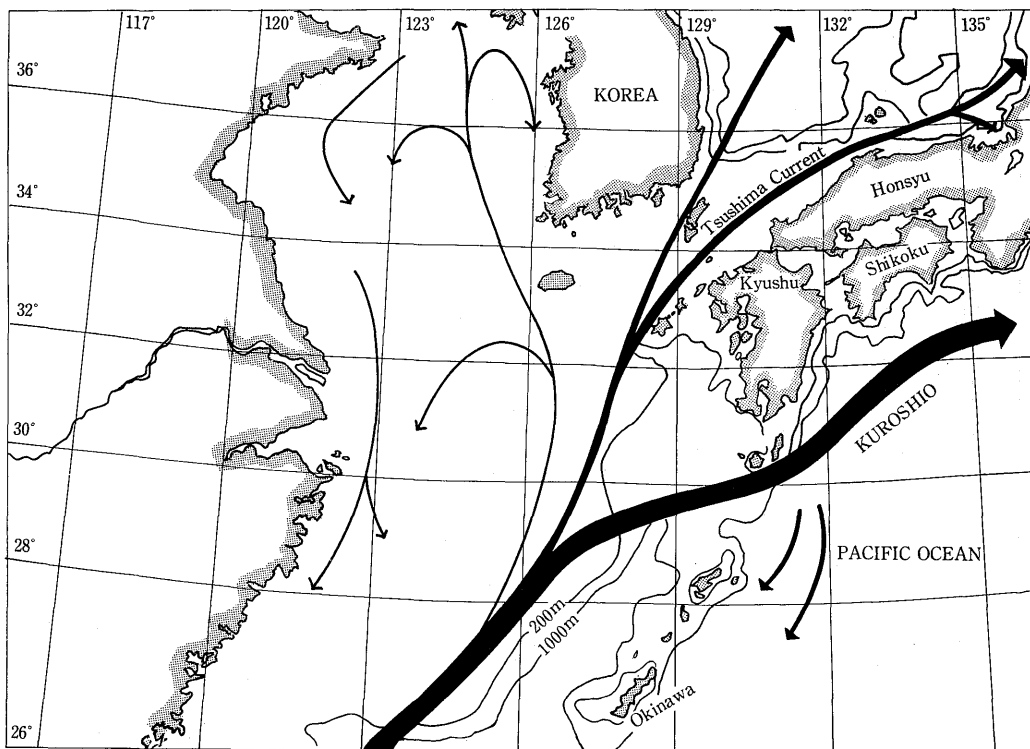


Fig. 16 The warm current (KUROSHIO and Tsushima Current)

5) Kurisu, Hsieh, Uto ; 長大工報, 19号, (昭和57-8), P 7.

6) 栗須, 青山, 中根, 東 ; sociéte' franco-japonaise d'océanographi, (1983-3) , P37