

(財)電力中央研究所 正会員 角湯正剛
同上 正会員 和田 明

1. はじめに

沿岸海域に面した火力、原子力発電所等より放出される温排水は、海域の生態系に影響を与える可能性があると考えられる。この影響を考えるためには、生物学的観測よりの研究が重要であるのは論をまたないが、それとともに、温排水等の人工的な熱負荷のない自然海域における水温変動の特性と把握しておくことは、その環境条件において生息している生態系が自然界より受ける変動の把握であり、人工的な熱負荷の評価される一つの指標と考えられ、重要な要素である。

本文は、これらの観測より、瀬戸内海の東部海域を対象に、海域における自然水温の変動特性を検討したものである。用いたデータは、図-1に示す比較的長期間観測されている発電所取水口における水温記録であり、観測期間は、昭和46年4月より昭和51年3月までの約5年間の期間である。

2. 水温変動幅について

一般に、海域における水温変動は、一年の周期で振動する周年性も有する。この周年成分に重畳した中、高周波成分の乱れも存在し、これらの合成されたものとしての水温変動が観測されたものである。そのため、水温変動を1ヶ月周期以上の周期を有する低周波成分(T_L)、週以上月以下の周期を有する中間周波数成分(T_M)、週以下日以上の周期を有する高周波成分(T_H)に分割し、これら各成分の変動幅について検討した。発電所の取水口で得られた水温記録の測定間隔は1時間であったが、取水口水温は附近海域の平均的な水温であり、かなり大きな空間スケールの平均であることから考え、日以上の時間スケールのみを考えた。また観測された水温変動記録の T_L 、 T_M 、 T_H の各周波成分への分割は、移動平均法を用いた。

図-2に一例として、紀伊水道に面し海南地実の原データおよび上記三成分の周曲線を示す。原データの曲線中で直線で結んである箇所は尺測期間である。 T_L 成分は、ほぼ正弦波の形状を示す。春季の水温上昇期に急激な水温上昇の認められる場合もある。これは、外海域の海水の影響を受けたものと考えられる。大阪湾、播磨灘

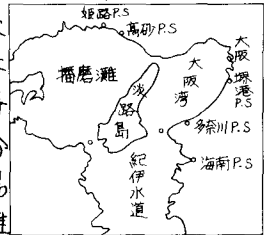


図-1 観測点位置

の観測点では、この現象は認められなかった。 T_M 、 T_H 成分については雑信号の様な様相することの認められ、その変動も±1℃を超えることは稀である。

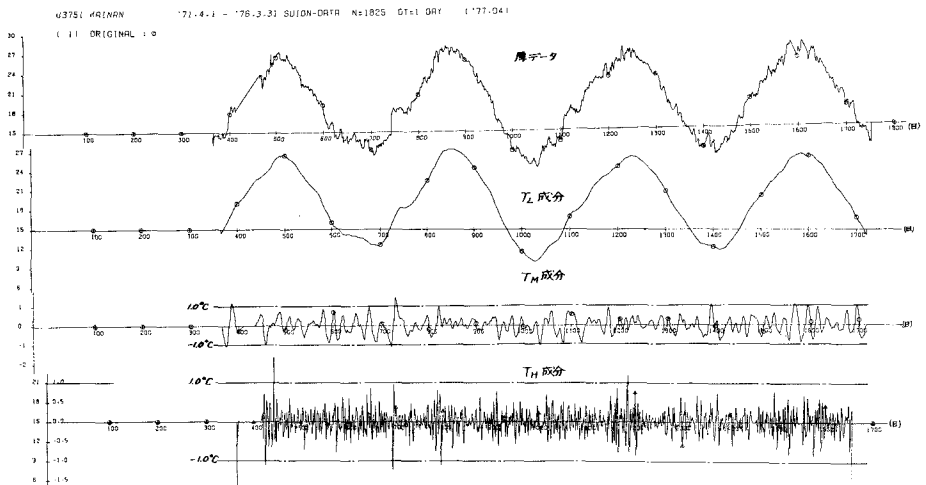


図-2 海南地実における原データおよび各周波数成分の時間曲線

これらの変動を定量的に把握するために、各月の原データ、 T_H , T_H 成分の標準偏差(σ_0 , σ_H , σ_H)を求めた。図-1に各測定の各月の約5年間平均の標準偏差を示す。 σ_0 , σ_H については、紀伊水道に面する海南地突を除いて、地突西の変位は小さく、水温安定期の冬季、夏季では $\sigma_0=0.7^\circ\text{C}$, $\sigma_H=0.3^\circ\text{C}$ 程度と小さく、水温上昇期の春季では $\sigma_0=1.2^\circ\text{C}$, $\sigma_H=0.5^\circ\text{C}$ 程度で、水温下降期の秋季に $\sigma_0=1\sim2^\circ\text{C}$, $\sigma_H=0.3\sim0.5^\circ\text{C}$ と大きい傾向を示す。海南地突では、1~4月で内海と様相が異なり、 σ_0 , σ_H とも内海より大きい値となる。この時期では内海・戸内海と外海に大きな水温差の生じる時期であり、そのため水温変動も大きくなったものと考えられる。 σ_H 成分については、全測定点ほぼ同様の傾向で、年間を通じてほぼ一定の値で $0.2\sim0.4^\circ\text{C}$ 程度であるが、 σ_0 , σ_H とは逆に冬夏季に大きく、春秋季に小さくなる傾向を有している。

σ_H , σ_H は、図-2より雑音信号的であるので、変動幅を3 σ で定義すると、 σ_H は冬夏季で約 1°C 、春秋季で約 0.5°C であり、 σ_H については、年間を通じて約 0.2°C である。

3. 水温変動の相互相関

紀伊水道に面した海南地突、大波湾の多奈川地突、播磨灘の姫路地突を対象に、各周波数成分の相互相関関数を求めた。全観測期間のデータを用いた相互相関関数図-4に示す。

原データについては、三地点間の遅れはなくほぼ1に近い相関を呈する。 T_H 成分については、距離の比較的近い海南、多奈川間には遅れはないが、姫路と海南、多奈川間には約1日の遅れが生じている。各地点間の最大の相関係数は0.4~0.5とかなり大きい値を示している。 T_H 成分については、海南と多奈川、姫路間には遅れが0のところでも相関も認められるが、相関係数は0.3程度と小さく、相互に無相関に生じている。これらの地点間の相互相関係数をより詳細に検討するために、3月~7月の水温上昇期と9月~1月の水温下降期を取り出し、これらの期間の相互相関を求めた。図-5にその一例を示す。原データについては、図は省略し、全観測期間内を採用したものと同様の傾向を有する。 T_H 成分については、水温下降期では比較的高い相関を有するのに対し、水温上昇期には相関の程度は小さい。各地点間の遅れをみると、水温下降期には海南、多奈川、姫路の順に遅れるのに対し、上昇期にはその逆となり、内海の方が早く上昇する。 T_H 成分についても、水温上昇期には遅れが0よりかなり大きな相関を有するのに対し、上昇期では無相関である。すなわち、当該海域では、水温が下降する場合には、気象要素のような大きな空間スケールのものが支配的であるのに対し、水温が上昇する場合には、それ以外の要素、たとえば外海と内海水との海水交換等の要素も関連しているのではないかと考えられる。

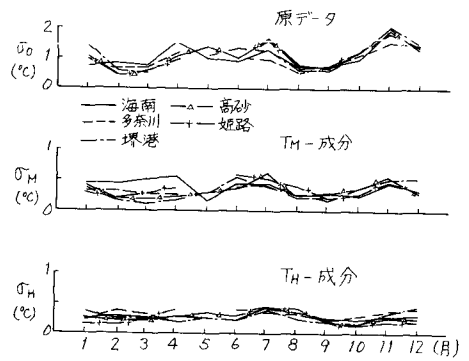


図-3 各周波数成分の標準偏差

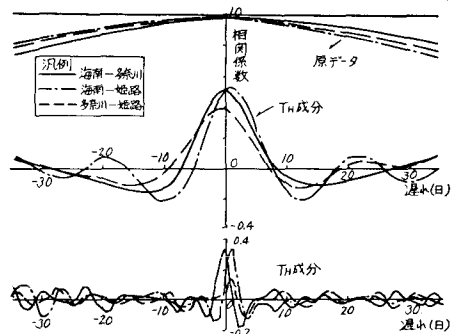


図-4 各周波数成分間の相互相関関数

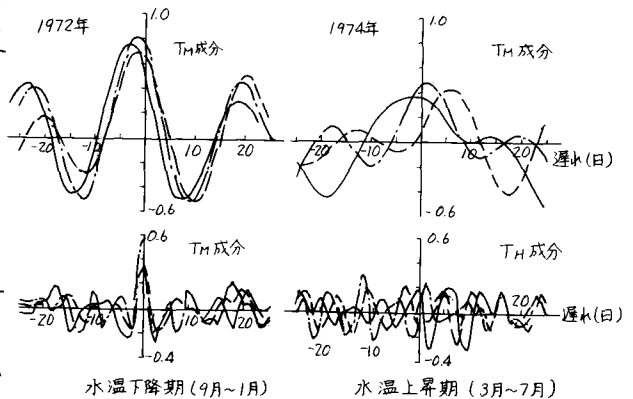


図-5 水温下降期、上昇期の T_H , T_H 成分の相互相関

図-5にその一例を示す。原データについては、図は省略し、全観測期間内を採用したものと同様の傾向を有する。 T_H 成分については、水温下降期では比較的高い相関を有するのに対し、水温上昇期には相関の程度は小さい。各地点間の遅れをみると、水温下降期には海南、多奈川、姫路の順に遅れるのに対し、上昇期にはその逆となり、内海の方が早く上昇する。 T_H 成分についても、水温上昇期には遅れが0よりかなり大きな相関を有するのに対し、上昇期では無相関である。すなわち、当該海域では、水温が下降する場合には、気象要素のような大きな空間スケールのものが支配的であるのに対し、水温が上昇する場合には、それ以外の要素、たとえば外海と内海水との海水交換等の要素も関連しているのではないかと考えられる。