函館におけるオメガ測定値の統計的考察—III.

— A-C pair, C-D pair の周年傾向 —

坂本 有隣*・平岩 節*・米田 国三郎*

Statistical Studies on Omega Measurement at Hakodate—III.

— The annual peculiarity of the A-C, C-D pair —

Yurin SAKAMOTO Takashi HIRAIWA and Kunisaburo YONETA

Abstract

It is necessary to know the peculiarity of Omega phase difference all year round. The authors conducted a measurement on the subject of the phase difference of the A-C pair and C-D pair at the Faculty of Fisheries of Hokkaido University from January 1, 1975, till December 31, 1975.

Fourier's analysis of these data was carried out and we determined the amplitudes a_n and phases β_n from the equation :

$$PPC = a_0 + \sum_{n=1}^{12} a_n \sin(n\theta + \beta_n) \quad (\theta : \text{U.T.})$$

The difference between the measured propagation correction (the measured PPC) and the published predicted propagation correction is large on the whole.

In connection with the C-D pair, the coefficient a_1 is small compared with other pairs and the measured PPC was largely affected by the other coefficients.

1. 緒 言

オメガシステムによって得られた船位は、非常に精度が良いといわれており、これからますます利用され発展していくシステムであると考えられる。しかし利用者の立場からは、現在どのような精度で利用できるかが最大の関心事である。その精度を知るには、長期間の連続観測を行ない、その周年傾向をみるのが、まず必要なことと考えられる。

筆者らは A-C pair と C-D pair (10.2kHz) を評価対象として、PPC 表値 (1972年度版) と測得 PPC との関連および測得 PPC の月別変動、周年傾向等を検討するために、北海道大学水産学部 (41°48.4'N, 140°43.3'E) において、1975年1月1日より12月31日までの1年間を通じて、オメガ電波の位相差を観測してきたので、その結果より統計的考察を試みた。

2. 測定方法および結果

オメガ受信装置は光電製作所製 OR-160 型受信機を用い、10.2kHz の A-C pair と C-D pair のオメガ電波の位相差を記録紙より世界時0時から1時間置きに読み取り観測値とした。D 局が9月に停波したため C-D pair はその間観測できなかった。読み取り時刻に非常に激しい変動があった時、またレインスリップ時の観測値は棄却し、記録器等の故障のため欠測したこともあって、A-C pair の資料数は7814個、C-D pair のそれは7198個であった。C-D pair の8月、10月上旬、12月は受信機の都合で A-C pair と A-D pair の観測値より算出したものを使用した。前回の報告⁽¹⁾⁽²⁾と同様に PPC 表と対応させるため、半月ごと時刻別の観測値の平均値を算出

* 正会員：北海道大学水産学部 (函館市港町3-1-1)

Fig. 1. Mean values of the measured propagation correction (solid line) and the predicted propagation correction (dotted line) concerning A-C pair.

Fig. 2. Mean values of the measured propagation correction (solid line) and the predicted propagation correction (dotted line) concerning C-D pair.

し観測地のレイン値より減じたものを測得 PPC とした。Fig. 1 に A-C pair の測得 PPC を実線で、PPC 表値を点線で（以下注がない限り測得 PPC に関するものを実線で、PPC 表値に関するものを点線で示す）、Fig. 2 に C-D pair の測得 PPC と PPC 表値を接続図示した。

3. 測得 PPC と PPC 表値の検討と比較

前回の報告⁽²⁾と同様に PPC を世界時 (θ) をパラメーターとする周期関数として、

$$\text{PPC} = a_0 + \sum_{n=1}^{12} a_n \sin(n\theta + \beta_n) \quad (\text{ただし } \beta_{12} = 90^\circ \text{ とする})$$

によって調和解析を試み、各係数を算出した。 $n=6$ 以上の係数 a の値は小さいので省略した。A-C pair の半月ごとの係数 $a_0 \sim a_2$ を Fig. 3(a) に、係数 $a_3 \sim a_5$ を Fig. 3(b) に、係数 $\beta_1 \sim \beta_5$ を Fig. 4 に、また C-D pair の半月ごとの係数 a_0 と a_1 を Fig. 5(a) に、係数 $a_2 \sim a_5$ を Fig. 5(b) に、係数 $\beta_1 \sim \beta_5$ を Fig. 6 に接続図示した。

3.1 A-C pair について

Fig. 3(a). Coefficients a_0 , a_1 and a_2 of harmonic function concerning A-C pair every half-month.

Fig. 3(b). Coefficients a_3 , a_4 and a_5 of harmonic function concerning A-C pair every half-month.

Fig. 1 より測得 PPC と PPC 表値は、全般的に曲線の形はよく類似しているが、4月下旬と5月を除いて、ある間隔を置いて並行して変化している。係数 a_0 についてみると Fig. 3(a) から測得 PPC は -14.5 cecs から $+3.7$ cecs の間にあり、PPC 表値は -33.6 cecs から -6.7 cecs の間をスムーズに変化していて、両者の差の大きいものは 30 cecs をこえる。

係数 a_1 は測得 PPC と PPC 表値は大体類似しており、9月下旬と12月でわずかに異なっている。係数 β_1 は年間を通じて変化が少なく、測得 PPC と PPC 表値ともにほとんど同じ値である。

係数 a_2 は4月上旬より9月下旬までは測得 PPC と PPC 表値は近似しているが、他の月は明らかに異なっている。係数 β_2 はほぼ -80° の線を軸として対称形をなしている。

係数 a_3 も4月上旬より9月上旬までは両 PPC と同じような値であり、他の月には大きな差がある。係数 β_3 は11月、12月を除いては近似している。

係数 a_4 は両者にあまり関係がなく、係数 β_4 はほぼ同一の傾向を示している。

Fig. 4. Coefficients $\beta_1 \sim \beta_5$ of harmonic function concerning A-C pair every half-month.

Fig. 5(a). Coefficients a_0 and a_1 of harmonic function concerning C-D pair every half-month.

Fig. 5(b). Coefficients a_2 , a_3 , a_4 and a_5 of harmonic function concerning C-D pair every half-month.

係数 a_5 は全体に同じようなカーブを描き、係数値も 5 cecs 以下と小さい。係数 β_5 は 4 月上旬より 10 月下旬まではともに同一の傾向をみせるが、他の月は全く異なった値を示している。

3.2 C-D pair について

Fig. 2 に示されたように、測得 PPC と PPC 表値を半月別に比較すると、種々の型があり、波の形が似ており、ある間隔を置いて並行している 1 月上旬、波形も似ており接近している 5 月上旬、波形が異なり両者が離れている 11 月下旬、波形が異なり両者が交わっている 10 月下旬、あるいはそれらの中間形等そのパターンは 1 年を通じて一定していない。

係数 a_0 は測得 PPC では -25.7 cecs より 0.8 cecs の間で規則性もなく並んでいるが、PPC 表値は 6 月下旬を軸に対称形に並んでいる。

係数 a_1 は 5 月上旬より 8 月上旬まで測得 PPC と PPC 表値が逆の曲線を描き、係数 β_1 も測得 PPC は約

Fig. 6. Coefficients $\beta_1 \sim \beta_5$ of harmonic function concerning C-D pair every half-month.

90° の振幅で変化し、PPC 表値は約 20° と小さな振幅で変化している。

係数 a_2 には類似性がないが、係数 β_2 では 1 年の変化が同一の傾向を示している。

係数 a_3 と β_3 はその傾向はほぼ同じである。

係数 a_4 は値は異なるが形は似ており、係数 β_4 は 5 月上旬より 8 月上旬までは良く合っているが、他の月ではその変化の方向が逆になっている。

係数 a_5 は両者ともにその値が 4 cecs 以下で、関連性もみられず、係数 β_5 は 3 月下旬から 8 月上旬までの値が近似しているが、他の月はばらばらである。

4. A-C pair と C-D pair の比較

係数 a_0 について A-C pair と C-D pair を比較すると A-C pair の測得 PPC の値は PPC 表値より大きく、C-D pair のそれは逆となっている。このことは Fig. 1 と Fig. 2 に見られるように、A-C pair では測得 PPC の方が全体的に大きく、C-D pair ではその逆となっていることに現われている。

係数 a_1 は A-C pair の値が C-D pair の値の約 2 倍であり、Fig. 1 および Fig. 2 からわかるように、1 日の変化の振れ幅は A-C pair の方が C-D pair の約 2 倍である。

測得 PPC の A-C pair の係数 a_2 は 2.4~21.1 cecs の範囲であり、C-D pair のそれは 4.8~13.2 cecs と範囲は小さい。係数 a_3 は両 pair とも山と谷が同じような時期に現われている。測得 PPC の係数 a_4 は二者とも 5 cecs をこえるものはわずかで、係数 a_5 では測得 PPC と PPC 表値とも 5 cecs 以下である。

係数 β_2 は A-C pair の測得 PPC と PPC 表値が対称形をなしているのに、C-D pair はほぼ同一の傾向を示している。係数 β_3 はどちらも大きな特徴がなく、係数 β_4 は A-C pair の測得 PPC と PPC 表値がほぼ同一の傾向を示すのに、C-D pair では特異な曲線を描いている。係数 β_5 ではともに測得 PPC と PPC 表値の増減が逆の時期がある。

5. 測定値の分布

半月ごとの同一時刻における測定値の平均を 0 とし、その回りの半月の標準偏差を求めその値を接続図示したものが Fig. 7 で実線は A-C pair のものを、点線は C-D pair のものを表わす。この図から A-C pair, C-D pair とも同じような傾向を示していることがわかる。5 月下旬から 7 月下旬までは 7 cecs 以下の値を示し、ともに安定度が他の月と比べ高く、それより 11 月下旬に向け安定度は低下し、1 月にやや安定度をとりもどすが A-C pair では 4 月上旬に、C-D pair では 3 月上旬にかけ安定度は落ちている。このことは A-D pair にもほぼ同様の傾向が見られ、夏分の安定度の良い時の値は三組とも 7 cecs 以下の同じような値を示している。C-D pair が全体的には一番安定度が悪かった。

Fig. 7. Standard deviations around mean values every half-month concerning A-C pair and C-D pair.

6. 考 察

A-C pair についてみると、測得 PPC の係数 a_0 が 0 に近い値を示していることは、レイン値を中心に測得 PPC が変動していることを示している。係数 a_1 と a_2 を比べると 1 月、2 月上旬、11 月、12 月では係数 a_2 の値が係数 a_1 の値の半分以上と大きな値を示すが、これは測得 PPC が 1 日周期の影響ばかりでなく、半日周期の影響も大きくうけていることを意味するものと思われる。

係数 β_2 の測得 PPC と PPC 表値の違いは原因不明である。9 月の係数 a_3 は他の月に比べて大きな値をとり、この時期の係数 a_2 の値は小さく、これは半日周期による変動より 1/3 日周期の変動が大きくなることを意味し、A-D pair にはみられない傾向である。

C-D pair については A-C pair と同じく、1月、2月上旬、11月、12月の測得 PPC の係数 a_1 と a_2 を比べたとき、係数 a_1 の値は係数 a_2 の値の平均して2倍以下で、半日周期の影響を測得 PPC は強く受けている。そして全体的に係数 a_1 の値が他の pair に比べて小さく、係数 a_2 以上の影響を受けやすい。各半月ごとの係数 a_1 に対する係数 $a_2 \sim a_5$ のパーセントを計算し、その各係数のパーセントの1年の平均値を A-C pair, C-D pair について Fig. 8 に接続図示した。(A-C pair は下方の線、C-D pair は上方の線)

この図から A-C pair に比べ C-D pair の1日周期成分以外の成分が、その全体の測得 PPC に大きく影響していることが明らかである。 n の数が多い項は短周期を表わす項であり、短周期の成分は、電波伝播上短期の変化で影響されやすいはずである。C-D pair では、1日周期の項の係数 a_1 が小さいため、短周期の項が大きく影響することになり、結局伝播上の短期の変動が測得 PPC を左右し、PPC 表値との差を大きくするものと思える。

係数 β_4, β_5 は測得 PPC と PPC 表値がともにある時期にまったく傾向を異にしているが、その原因は不明である。

係数 a_0 は精度に直接ひびくものであるが、今回の1年間のみの観測結果からは PPC 表値と測得 PPC では値が異なっているとしかいえず、より長期間の観測を必要とする。

平均値の回りの分布については、両 pair とも夏分に小さいので、夏分の精度は他の季節より良い結果が得られると思われる。

7. 結 言

A-C pair の周年傾向として、測得 PPC は PPC 表値より全般的に大きく、その差は両者の係数 a_0 の差に比例している。

1日周期成分は測得 PPC と PPC 表値ともにあまり差がなく、半日周期成分は1月、2月上旬、11月、12月に測得 PPC の方が PPC 表値より大きくなり、測得 PPC に大きな影響を与えている。

C-D pair の周年傾向としては、1日周期成分が他の短周期成分に比べて小さいため、他の周期成分が、測得 PPC 全体に大きく影響して他の pair にみられない複雑な波形を作りだしている。

1年間の観測からは、その年の傾向はつかみ得るが、次の年も同一傾向であるとはいえず、位置の線の精度はその再現性にかかってくるから、少なくとも2年以上にわたる連続観測を必要とするもので、ことに係数 a_0 についてはその感が深い。

参 考 文 献

- 1) 平岩 節・坂本有隣、函館におけるオメガ測定値の統計的考察—I，日航海論集，53，33～40，1975。
- 2) 坂本有隣・平岩 節・米田国三郎、函館におけるオメガ測定値の統計的考察—II，日航海論集，55，93～98，1976。

質 疑 応 答

三好雄一 調和解析による係数を用いて、原データと比較された結果はどうか。

坂本有隣 よく一致しておりました。

田口一夫 伝播のデータを入れて考察したか。

坂本有隣 本文中にも記したように、観測時に非常に激しい変動のあった時は観測値を棄却した。観測値の分布は連続的であり、異常であるか、ないかの判別はつきかねるので、得られた全データを使用して解析を行ない、遡及しなかった。

Fig. 8. Percent of coefficients $a_2 \sim a_5$ per a_1 concerning A-C and C-D pair.