北海道デッカ波の位相速度

鈴木 裕一*・原田 幸夫*

Phase Velocity of the Ground Wave Signal from Decca Transmitters in Hokkaido

H. Suzuki and Y. Harada

Abstract

Phase velocity of C. W. transmitted from the four Decca stations the Hokkaido Chain were investigated, by using the decometer readings at 59 points, 40 of which were on board, while the others in land.

Although phase velocity are different in various transmitted paths, the seasonal variation in an individual path is comparatively small. In order to obtain the most appropriate hyperbolic lattices for practical use, more precise investigations on propagation of waves are desirable.

北海道周辺の海上を含む59測点でのデッカ観測値（おもに1967年7月～9月）および、陸上固定9測点（1967年4月～1968年2月）の毎月の観測値を使つて、電波の位相速度算出方法および北海道における特性について調べた。

1. 観測値の特性

レーン数は主従2局からの電波の位相差であり、しかも基線の主局側延長上で0レーンとなるように従局電波の位相は設定される。図1に示すように横軸に「基線長内の陸部距離+主局から測点までの陸部距離-従局から測点までの陸部距離」をとり、縦軸に「観測レーン数-計算レーン数」 $\times k$ をとり、観測値に基づいてplotして作られる直線の勾配は仮定陸上位相速度に対する違いの度合を示す。ただし k は各組局の比較周波数が異なるための係数で、赤緑紫の順に1.5, 2.0, 1.2とし、また「計算レーン数」に用いた海上位相速度は実測値と変わらないものとする。

図1の観測値は陸上9測点および基線延長上2点の1967年7月25日～8月25日における平均値をplotしたものである。この図において点線は、主局（美瑛）、赤従局（厚岸）、緑従局（稚内）、紫従局（長万部）の4局の発射電波の陸上位相速度をすべて同じにした解であり、実線は各組局別（厳密には主局とその組従局との平均位相速度）の解で、組局別に顕著な位相速度の差が見られ、しかもこの観測の直前に主局側基線延長上の0レーン設定が行なわれているにもかかわらず、0km上のレーン数が0とならない。

* 水路部（東京都中央区築地5）

図1 北海道デッカ局の位相速度

2. 整約方法の検討

観測点個々の伝はん経路における位相速度はデコメータによるレーン数のみでは分離不可能であるから、主局および赤、緑、紫従局の4局のあらゆる方向の陸上位相速度の平均値をそれぞれ v_M, v_R, v_G, v_P であるとし、主従局間は固有の経路であるから、前記 $v_i, i=R, G, P$ と異なるためのレーン数の変化および、従局における同期の誤差を含めて $\Delta N_{i\beta}$ とすると、一つの組局についてレーン数 N に関して次の関係がある。

$$N = \Delta N_{i\beta} + f \left\{ \frac{\beta_l}{v_l} + \frac{\beta_w}{v_w} + \frac{D_{Ml}}{v_M} - \frac{D_{Sl}}{v_l} + \frac{D_{Mw} - D_{Sw}}{v_w} \right\}$$

ここに

f : 比較周波数

β_l, β_w : 基線長の陸部および海上部分

D_{Ml}, D_{Mw} : 主局から測点までの距離の陸部および海上部分

D_{Sl}, D_{Sw} : 従局から測点までの距離の陸部および海上部分

v_w : 海上における位相速度で4局とも近似的に等しいとした。

3. 観測結果 1.

59測点における観測値175個を使つて最小自乗法により求めた $\Delta N_i, j=R, G, P$ および位相速度 $v_i, i=w, M, R, G, P$ は次の通りである。

$\Delta N_i, i=R, G, P$

$$\Delta N_R = 0.37 \text{ lane} \quad \pm 0.04 \text{ (p. c.)}$$

$$\Delta N_G = 0.07 \quad \pm 0.04$$

$$\Delta N_P = 0.31 \quad \pm 0.05$$

$$v_w = 299.73 \text{ km/ms} \quad \pm 0.05$$

$$v_M = 298.66 \quad \pm 0.06$$

$$v_R = 298.23 \quad \pm 0.08$$

$$v_G = 299.30 \quad \pm 0.07$$

$$v_P = 298.92 \quad \pm 0.04$$

$$\text{単一観測の p. e. } \begin{cases} \varepsilon_R = 0.16 \text{ lane} \\ \varepsilon_G = 0.14 \\ \varepsilon_P = 0.26 \end{cases}$$

4. 観測結果 2.

毎月ほぼ10日間の観測値（陸上9測点）の平均により観測結果1と同様8個の未知数を最小自乗法により解いた結果を図2に示した。図において●または⊙印は9測点全部によるものであり、△印は1測点または2測点の欠測を含むものである。図から明かなように●または⊙印の値は年間きわめてわずかの変動であるにもかかわらず△印即ち測得測点の組合せが異なると大幅に変動している。このことは電波の伝ぱん経路の違いにより、大幅に位相速度が異なるにもかかわらず、その経路自身の年間の変動が少ないことによるものと思われる。

図2の下欄は基線長間の伝ぱんの変動によるレーン数の変化を示し、8月の観測前に0レーンの設定が行なわれたので、 ΔN_R , ΔN_G , ΔN_P は8月の観測から得られたそれぞれの値0.32, -0.03, 0.28レーンを基準として示してある。赤組局の ΔN_R は11月から急に0.3レーンとなり2月まで続いているが緑および紫組局のそれはほぼ ± 0.1 レーンの範囲にあると思われる。その後5月における主局側基線延長上の測定値はいずれのパターンも ± 0.01 レーンとなっており、2月以降徐々に0に近づいたものと思われる。

図2 北海道デッカ局の位相速度

5. む す び

使用した資料は測点の配置、およびその位置について検討すべき点があり、発信局別の位相速度の相異は、発射周波数の相異による理論値よりかなり大きいように思われる。この点に関して

は再選定された測点において、観測が実施されており、この結果により逐次検討を加えたい。

この小論をまとめるにあたり、外国文献の提供および、絶えず御指導をいただいた編暦課長進士博士、観測資料を提供された電波標識課只野補佐官に謝意を表します。

質 疑 応 答

1) デッカ局の同期は完全にとれているか。

2) 8月の海上のデータだけをもとに1年分の修正に頼るのは無理ではないか。(田口一夫)

〔答〕

1) 冬季における氷結などの変化がかなり大きく(0.4 レーン)同期誤差はこれより1ケタ低いオーダーのものと考えられる。

2) 陸上観測における周年の変化から8月頃の観測を中心とすることが妥当であり、海上での精度がデッカ海図の信頼度であるので7～9月に実施された海上測定(位置測定は陸上に比べて落ちるが)を考慮して陸上、海上の測定を総合して最小自乗法により位相速度を決めた。

3) 陸上伝搬の場合に、雪のある場合とない場合、海上伝搬の場合は、氷のある場合とない場合など季節、環境状況の違いによる伝搬速度の変動はどうか。(飯島幸人)

〔答〕

a) 筆者の計算方法による北海道海域における観測値の整約結果によれば

地域的異常の最大なものをあげると

赤パターンでは 積丹で 0.30 レーンの遅れ

緑パターンでは 紋別で 0.23 レーンの遅れ

紫パターンでは 焼尻で 0.47 レーンの進み

があり地域誤差は混合経路では0.5 レーンに及ぶことがデッカメモプランにも指摘されている。

b) 冬季氷結による変化はドイツデッカチェーンでは -10°C では0.2～0.35レーン増加することが発表されており、北海道デッカ組局では冬季設定された従局のパターンゴニオが7月には0設定のため赤従局では0.4変動させたことから、この程度の変動があると思われるが、緑紫組局では0.1レーン程度で、赤組局ほど顕著ではない。

c) 氷結のある場合、北海道海域では大いに問題とすべきことと思うが、十分な観測値がなく、観測値の集しゅうをまつて、早急に検討したい。