

ロランC9970チェーン地表波使用限界付近における船位について 南西諸島，ルソン島近海

山中 有一・松野 保久

On the Ship's Position Obtained by Loran-C 9970 Chain in the Boundary Area of Ground Wave Propagation In the Region of the Nansei Islands and the Luzon Island

Yuichi YAMANAKA^{*1} and Yasuhisa MATSUNO^{*1}

Abstract

In the boundary area of ground wave propagation, position accuracy in Loran-C system is influenced by the factors which are hard to generalize such as the antenna condition or the ability of the receiver unit. Therefore, to utilize Loran-C effectively it is necessary for each ship to know the characteristics of the ship's positions which are obtained by Loran-C system.

In this study, comparing ship's positions by Loran-C with the regression line of fixed positions by NNSS, we tried to evaluate the accuracy of Loran-C in the region of the Nansei islands and the Luzon island. We wish to report on several findings resulting the observation.

ロランCは安価で完全自動化された受信機の普及により，広く民間で利用されている航法システムである。そしてGPSの本格的な運用開始後も当分存続することが予想されている¹⁾。しかし一般の船舶でロランC航法を利用する場合次に示すいくつかの問題点がある。

① 空間波の補正，ASF (Additional secondary Factor) の補正²⁾，ECD (Envelope-to-Cycle Discrepancy) の補正³⁾など，より広範囲，高精度の測定のための研究がなされているにも関わらず，一般ユーザーの多くは地表波による無補正の緯度経度表示の情報しか利用していない。

② 普及型ロランC受信機はマイクロプロセッサによる自動化がなされ，一定の水準 (U. S. Coast Guard の技術基準等) を満たすよう設計されてはいるが，機種によりデバイスやシステムクロックが異なり，計測処理のソフトウェア，特にトラッキングポイントの設定やアラーム表示基準などに違いがあるため，機種による較差を生じる可能性がある。

③ 同一機種であっても，アンテナの設置状態や装備船固有のノイズの状態など一般化できない要素が多い。

これらの問題点は地表波の使用限界付近において顕著に影響を及ぼし，個々の装備船ごと

^{*1} 鹿児島大学水産学部漁船航海学講座 (Laboratory of Fishing Vessel Navigation, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 50-20 Shimoarata 4, Kagoshima, 890 Japan)

にバラツキを生じさせ測位結果に対する信頼度を低下させる原因となっている。

以上の理由からロランCシステムの理論的な解析とは別に、各装備船が独自に実用精度内で船位評価を簡単に行えれば、地表波使用限界付近の信頼性の向上、航行の安全に資するものと考えられる。そこで基準となる位置としてこれも普及度の高い一周波方式 NNSS の Fix データを用いて二機種のロランC受信機の簡単な評価試験を行ったので報告する。なお NNSS、ロランCともに測地系として WGS72 (World Geodetic System 1972) を使用している。

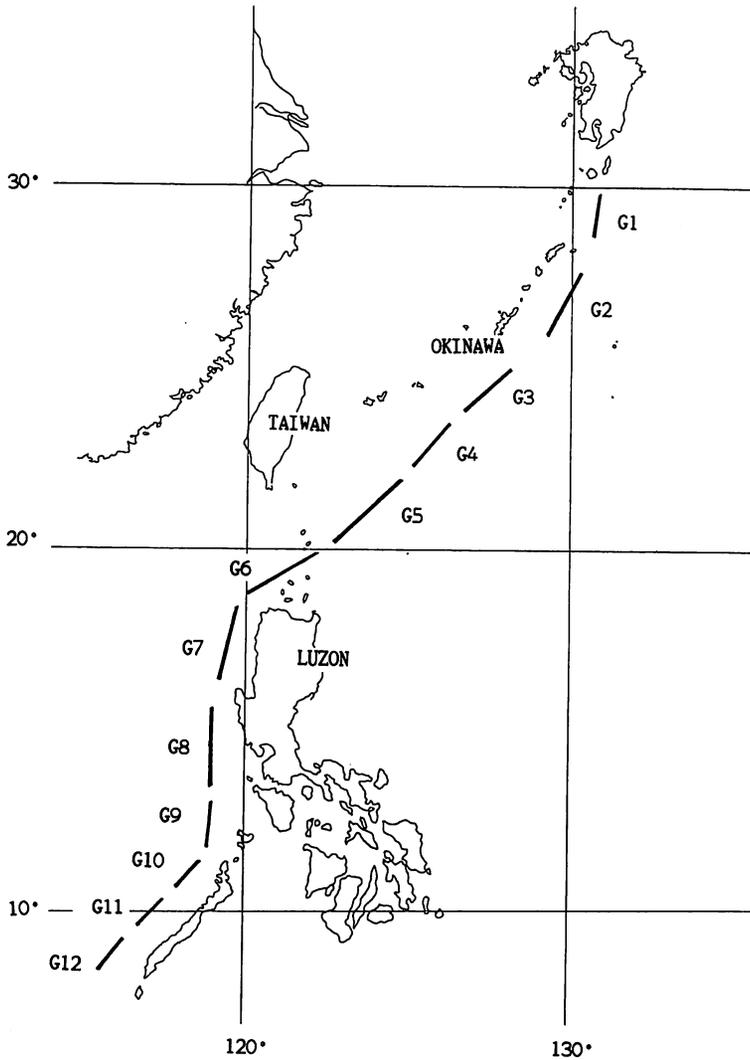


Fig. 1. Map showing the location of experimental sections.

測定方法

南西諸島近海から南支那海にかけての海域は商船の航路として、また漁場として重要な位置をしめ、9970チェーンの地表波使用限界にもあたる。そこで昭和61年5月、鹿児島大学練習船かごしま丸が Fig. 1. に示した海域を航行中、JRC JRE-3200 NNSS 受信機、JRC NDC-710 および RAYTHEON RAYNAV 6000 ロランC受信機を使用してデータを得た。

ロランC測位には9970チェーンの Y 局 (沖縄) Z 局 (ヤップ) を用い、RAITHEON RAYNAV 6000で1時間ごとの位置、SN 比を記録し、また機種による相違を確認するため JRC NDC-710 による位置も同時に記録した。また両機種とも SNR, cycle 等のアラーム機能を有し、アラーム点灯時のデータは削除したが、点灯の状況には機種による差があった。

これらの各測位データの処理は次の方法によった。Fig. 1. に示す12の直進区間 (G 1 ~ G 12) で JRC JRE-3200 NNSS 航法装置の Fix 点から最小自乗法による回帰直線をひき、ロランCの測定時刻に対応する点を求め、これを最確船位として評価の基準とし比較を行なった。NNSS の測位精度は定点観測では数多く報告されているが、いずれも0.5海里前後であり、他の航法の航海中における評価基準となりうる、との報告もある⁴⁾⁵⁾。今回の測定における回帰直線まわりの標準偏差は1.28海里であったが、当海域でのロランC船位の評価基準としては使用し得ると判断した。

各区間のデータ個数を Table 1. に示す。G 10については NNSS データが二つしかないが他区間の NNSS Fix 点の直線性がよいことと区間の連続性を考慮してあえて採用した。一例として NNSS データの最も多かった G 5 のプロット図を Fig. 2. に示す。この図は区間の中分緯度で漸長された経緯度座標上にプロットしたものであるが、実際の誤差量の計算プログラムでは各点ごとの漸長緯度航法によった。しかしその差は微小なもので、実用上は区間単位の漸長緯度航法による略算でもさしつかえない。

結果および考察

NNSS Fix 点から求めた回帰直線の傾きは、設定された針路とは1~2度の差が見られたが、直線性が高く実航針路に近いものと推定される。

得られた測位誤差を区間ごとに平均値で示したのが Fig. 3. である。G 1 から G 6 までは一般に地表波使用範囲内とされている海域であるが、1区間内の誤差平均が5海里を越える場合もあり、また機種による較差も見られた。G 7 以降は地表波での測位は明らかに困難であり、機種差も大きく空間波補正による位置決定も実用的ではないと推定される。

Table 1. Numbers of data in each section.

Data group	G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6	G 7	G 8	G 9	G 10	G 11	G 12
NNSS Fix	3	3	9	6	10	7	5	7	4	2	4	3
RAYNAV 6000	6	7	13	10	14	9	12	12	5	5	6	5
NDC-610	6	9	18	5	11	9	10	7	5	5	6	5

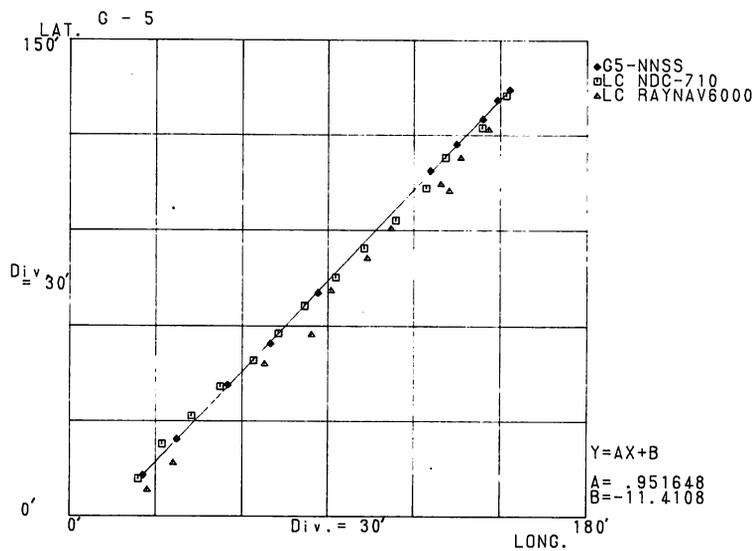


Fig. 2. An example of observations (G5).
The origine of coordinates is Lat. 20 00' North, Long. 121 30' East.

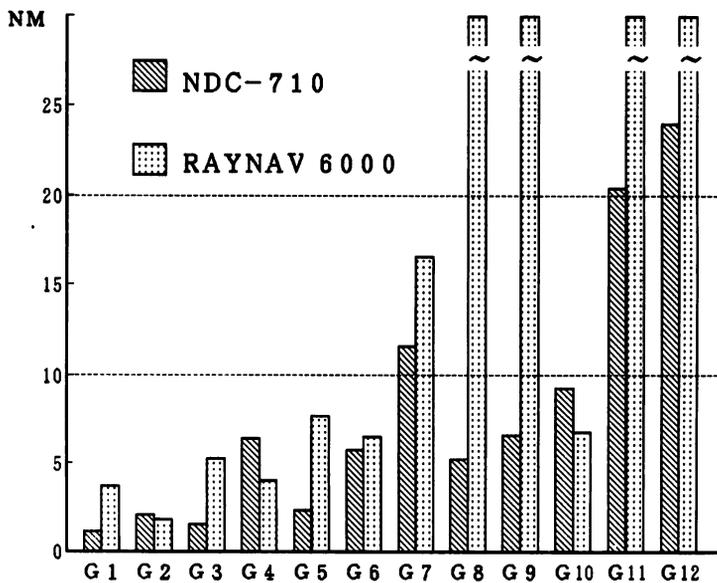


Fig. 3. The Mean error in each section.

区間ごとの SN 比の変化を Fig. 4. に示す。Fig. 3. との比較から SN 比の大小が直接測位信頼性の指標とはならないことがわかる。G10では主局の SN 比が前後の区間に比較して極端に低下しているにもかかわらず、逆に誤差量が減少している。これは空間波を追尾したときには SNR 値 (SN 比と一定の関係をもつ指標で、メーカーにより換算曲線が提供されている) も空間波によって計算されるためと推定されるが、SNR 値計算のアルゴリズムが公開されていないため明らかではない。

ここで当海域の電波伝搬の状況を概括してみる。まず伝搬経路は M, Y, Z 局ともに海上であり ASF の影響はない。伝搬距離は M 局, Z 局がともに1,000から1,300海里であり、地表波使用限界に近い。Y 局は十分地表波到達圏内である。双曲線交角は G7 付近までは沖縄局近海の G2, G3 を除き20°前後の浅い場合が多く、時間差誤差による誤差界は東西方向に扁平な形状となる。

Fig. 5. は誤差を東西, 南北成分に分けて表わしたものである。両機種とも G6 区間までは南北方向の誤差は安定して小さい。データのバラツキも NDC-710 が標準偏差0.83海里, RAYNAV 6000が2.26海里であった。したがってこの海域では機種による差はあるものの、緯度表示については信頼性が高いといえる。

また各区間のデータ数が少なく不均一なため統計的な処理はあまり意味をなさないが、参考のために区間ごとの標準偏差を求めた結果、G7 までは平均誤差の大きな G5, G6 の場合でもその値は数海里以内であった。

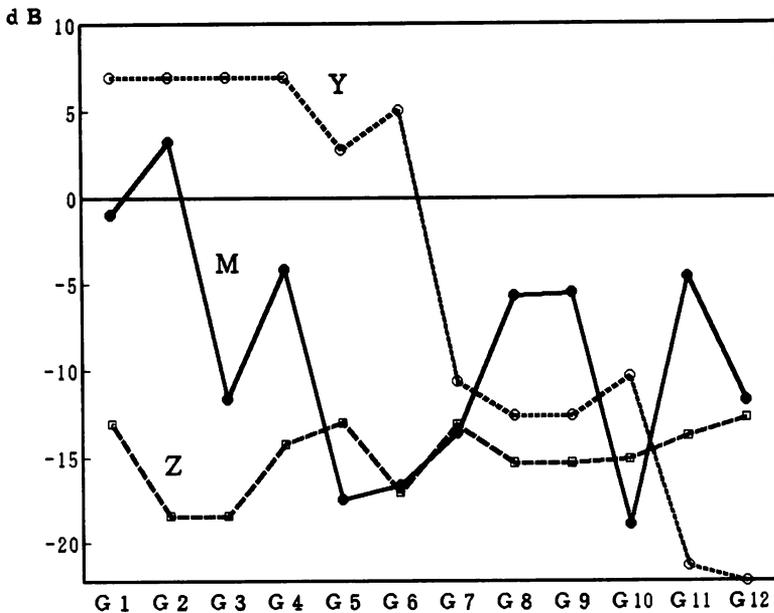


Fig. 4. Changes of SNR in each section.

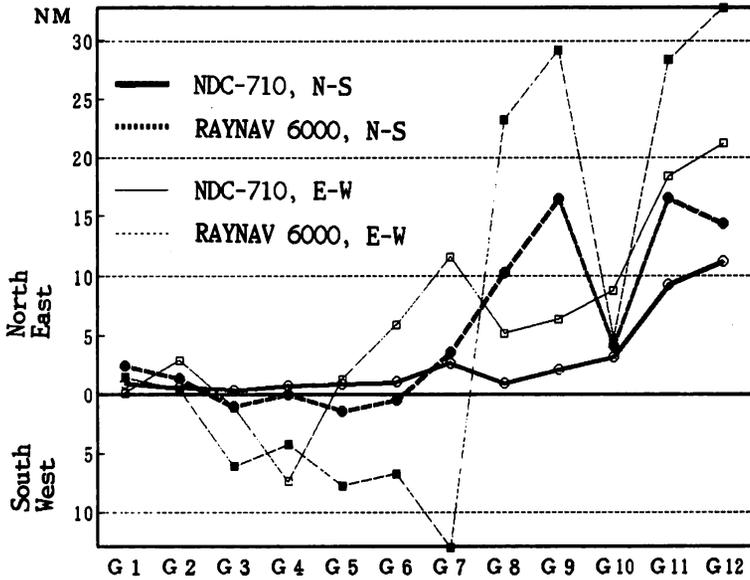


Fig. 5. N-S and E-W Components of mean error in every section.

ま と め

NNSS Fix 点から求めた回帰直線を利用する評価法により、南西諸島からルソン島近海にかけての9970チェーン地表波使用限界付近で二機種のロランC測位の評価を行い、次のような結果を得た。

1. 地表波有効範囲内とされている海域でも機種により数海里の較差があり、アラームの表示状態にも差があった。しかし同一機種での誤差のバラツキは小さく位置の再現性については期待できる。

2. ルソン島近海までの緯度表示は信頼性が高く、他の航法と組み合わせて利用することができる。これは主に双曲線の交角に起因すると推定される。

3. 上記二点は地表波使用限界付近においては各装備船が独自に海域ごとの特性を把握することが重要であることを示唆している。

4. SNR 表示の大小は、直接、測位結果の信頼性の指標とはならない。

最後にデータの取得に御協力いただいたかごしま丸船長はじめ航海士の方々、並びに実習生の諸君に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 木村小一 (1987) : 海上電波航法システムの将来の一展望, 一連邦電波航法プランを中心として一. 航海90, 9-19
- 2) 濱田悦之・斎藤清隆・鈴木裕 (1980) : ロラン C の陸上伝搬速度による補正とその効果について. 日本航海学会論文集, 63, 71-75
- 3) 河口信義・澄川修一・新井康夫・中澤弓雄・栗原和栄・新井勉 (1984) : ロラン C 時間差測定地の修正に関する考察. 日本航海学会論文集, 70, 79-84
- 4) 松野保久・嶋田起宣・源河朝之 (1977) : 鹿児島における敬天丸による NNSS の測位結果について. 日本航海学会論文集, 54, 37-42
- 5) 樽美幸雄・和気博司・笠原健夫 (1976) : NNSS と従来の船位測定方法による船位の相対誤差について. 鹿児島大学水産学部紀要, 26, 183-189