

和歌山県沿岸におけるロランCシステムの精度 — I *

串本港定点での位置誤差

中西 一

目 的

最近、漁船のエレクトロニクス化には目ざましいものがあり、県下の小型漁船でも無線、魚探（従来の記録式に加えてカラー魚探も含む。）、レーダー、ロラン等を装備して効率のよい漁獲を目指している。特に、紀北海域の小型底曳漁船や紀南海域のカツオ・マグロ曳縄漁船等を中心に、ロランC全自動受信機の普及は著しいものがあり、ロランCシステムによる位置測定で操業場所の位置を見出すことが多くなっている。

また、漁業公害監視の面でも、沖合での赤潮発生域や油濁域の位置を把握するには、ロランCシステムによる測位が簡単であるためよく用いられている。

最近の自動ロランC受信機では、受信精度が非常によくなり、時間差表示で $0.1 \mu S$ まで測位分解できるようになっている。¹⁾この $0.1 \mu S$ の測位分解能は、ロランC局相互間の基線上では $15m$ に相当する。このように、ロランCシステムの精度は理論的には非常に良いものであるが、最近、県下沿岸でロランC受信機の時間差表示数字がよく変動するという現象が起っている。そこで、県下沿岸でのロランCシステムの測位精度がどれくらいのものなのかを目的に調査を行ない、若干の知見を得たので、ここに報告する。

方 法

今回、ロランCシステムの精度を測定するのに用いた機器は、和歌山県水産試験場の漁業公害調査指導船「しお風」（7.95トン、D.85 ps）に搭載されている古野電機株式会社製の全自動式のロランC航法装置LC-70型である。このロランC航法装置LC-70型の仕様は、表1に示すとおりである。

表 1 ロランC航法装置LC-70型の仕様

項 目	仕 様
受信周波数	100 KHz
受信感度	$1 \mu V/m$
干渉波除去	ノッチフィルタ方式（デッカ波干渉波除去は内部組込）
表示分解能	$0.1 \mu S$ （時間差） 0.01 分（緯度・経度）
追尾局数	主局と5従局
追尾速度	最大 40 ノット
受信状態表示	信号良否，サイクル良否を表示

* 漁場生産基盤活性化に関する調査研究事業費による。

日本近海でのロランCチェーンには、GRI-9970 (SS3)とGRI-5970 (SH3)があるが、今回使用したロランCチェーンは、GRI-9970 (SS3)のX局とY局である。表2には、ロランCチェーンリストを、図1には、今回使用したGRI-9970 (SS3)の送信局配置と測定場所の位置関係を示した。

表2 ロランCチェーンリスト

チェーン名	GRI	局名				
		M	W	X	Y	Z
NORTHWEST PACIFIC	9970 (SS3)	—	11	30	55	75
		硫黄島	マーカス島	北海道十勝太	沖縄慶佐次	ヤップ島
COMMAND LION (FAR EAST)	5970 (SH3)	—	11	31	42	—
		韓国浦項	北海道十勝太	韓国光州	沖縄慶佐次	—

局名の上段はコーディングディレー (X 1000 μS) を示し、下段は局所在地を示す。

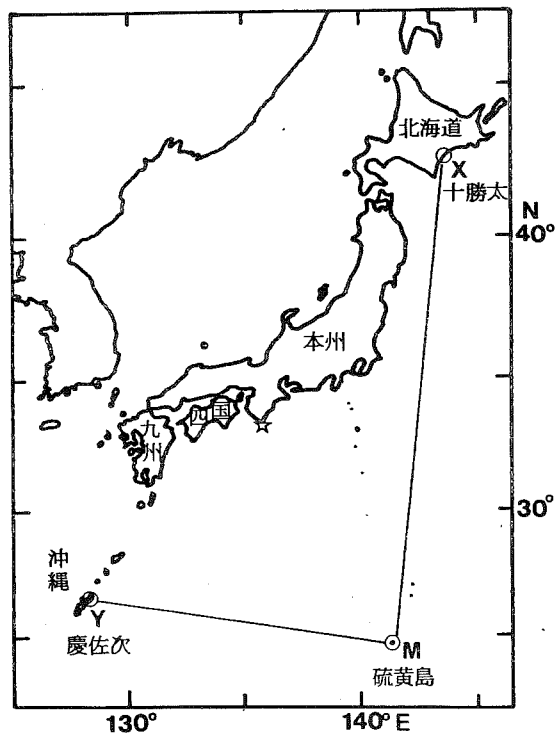


図1. ロランC 9970 局位置
星印が測定場所

ロランCシステムの測位精度測定は、1982年10月20日から1984年3月29日までの間に、毎月2～5回延46回、昼間に、図2に示す和歌山県西牟婁郡串本町の串本港に停泊中の「しお風」で実施した。また、同時にそのときの受信状態をも測定した。測定は、LC-70の受信状態が十分安定してから行なった。「しお風」の停泊位置は、航海用セクスタントMS-1L型を用いて三点両角法により、海図No. 99

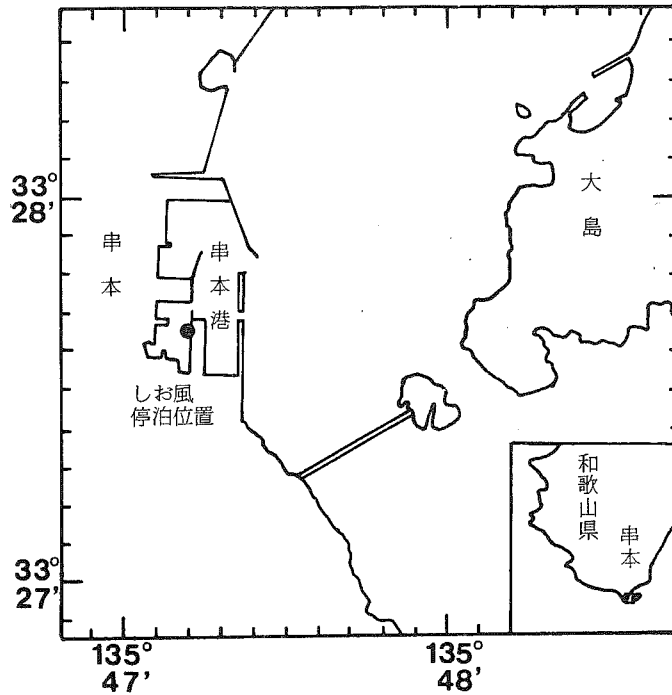


図2 しお風停泊位置

より求めた。セクスタントは機差を修正して用いた。

結果及び考察

46回の測定により得られた船位を図3に示した。なお、LC-70で得られた位置は世界測地系WGS-72で計算されたものである。しかし、日本の海図は日本測地系である Bessel で描かれており、LC-70での測位結果を補正する必要がある²⁾ここでは、その補正值、緯度方向-0.20'、経度方向+0.18'(南緯方向に0.20分、東経方向に0.18分)をいれて計算した結果を図3に示した。

図3で、N 33°27'67, E 135°47'18と示しているのは、セクスタントを用いて三点両角法により海図No. 99より求めた「しお風」の停泊位置である。

測得された船位の精度を調べる場合、同一地点での船位が常に同じ位置を示すかどうかそのバラツキを見る方法と、他の手段により測定された海上の確定位置と比較検討する方法³⁾がある。ここでは、その両方について検討した。

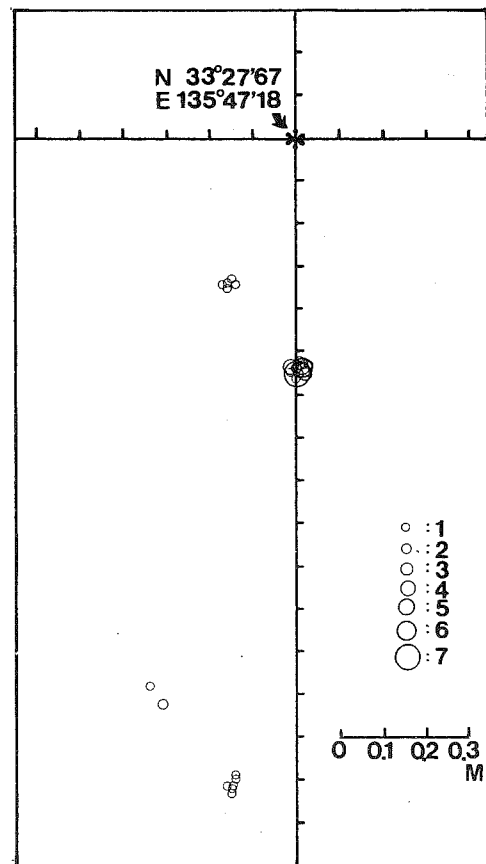


図3 ロランC測位結果

丸の大きさを測位位置の累積回数を示す

1. 測位位置のバラツキ

46回の測定データは、図3に示したように、その測定位置より3つの群にわけられる。32回(全データの70%)は、N 32°27'12, E 135°47'19を中心とする半径0.04マイルの円内にはいる1つの群(以下A群とする。)とすることができる。また、5回(11%)がA群より北西方向へ0.27マイル離れたN 33°27'33, E 135°47'02を中心とした半径0.02マイルの円内にはいる1つの群(以下B群とする。)とすることができる。さらに、6回(13%)がA群より南南西方向へ1マイル離れたN 33°26'16, E 135°47'03を中心とした半径0.03マイルの円内にはいる1群(以下C群とする。)とすることができる。

A, B, Cの各群をみた場合、各群内でのバラツキは非常に小さく、ロランCチェーンの1つの評価方法としてのバラツキでは、精度が非常によいものと思われ、嶋田^{4,5)} Saburo YANAGAWA⁶⁾、合田^{7,9)}吉村⁸⁾のロランCシステムの測位精度の評価とほぼ一致する。

2. 測位位置の偏位

図3に示したように、セクスタントで三点両角法により求めた「しお風」の停泊位置とLC-70で測った位置とでは、A群で経度方向ではほとんど差がないが、緯度方向では南へ0.55マイル、B群で経度方向で西へ0.15マイル、緯度方向で南へ0.35マイル、C群で経度方向で西へ0.15マイル、緯度方向で南へ1.5マイル差があった。A群とB群では約0.3マイル、A群とC群では約1マイル、B群とC群では約1.2マイル離れている。これは、ロランC各局のスリップによるものと思われる、C群はA群より時間差でX局の10 μ sec以上のスリップがみられ、結果から除外して考えた方がいいと思われる^{5,7,9)}

1983年2月に、串本港より北東方向へ約15マイル離れた勝浦沖の海上で測定したLC-70とセクスタントによる位置の関係(LC-70の位置は日本測地系に補正済)を図4に示した。LC-70での測位は、セクスタントでの測位に比べ経度方向ではほとんど差がないが、緯度方向で南へ0.45~0.5マイル差があり、串本港での測位結果のA群とほぼ同様の結果となった。

串本港での46回の測定は、1982年10月から1984年3月まで約1年半にわたり実施したので、短期的な変動のためにこの差が生じたとは考えにくい。

LC-70には、ロランC信号の信号対雑

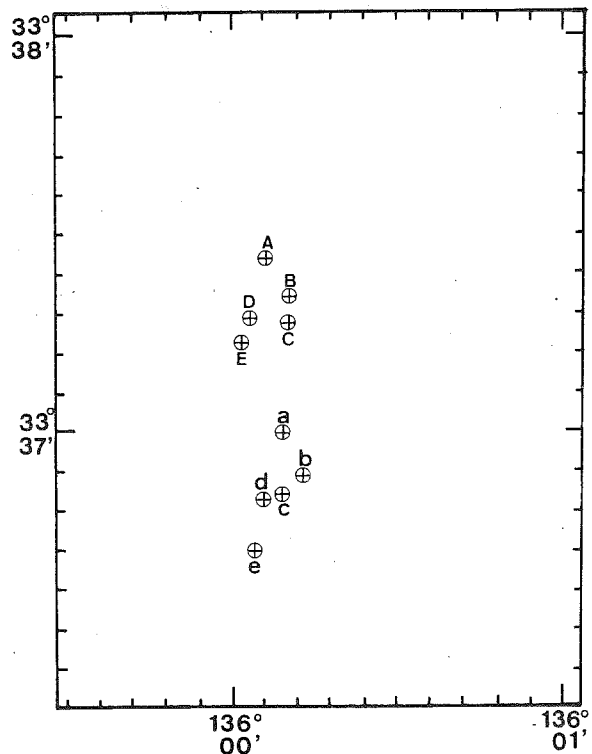


図4 勝浦沖でのロランC測位結果

大文字 セクスタント位置, 小文字 ロランC位置

音比 (S/N比, S:signal, N:noise) を自己診断して表示する機構があり, 今回の調査中もこれを測定したが, 1983年5月26日1回のみ不良表示されたが, 他は良好であった。しかし, 従局 X (北海道十勝太) は主局 M (硫黄島), 従局 Y (沖縄慶佐次) に比べ, S/N比がやや高い。

また, LC-70には, ロランCの受信信号の波形が伝播経路によってどの程度歪んでいるかと, 受信機内部の基準発振器の周波数ずれとを自己診断して表示する機構がある。これによると, M局とY局では波形は正常であるが, X局では46回の測定のうち26回(56%)が, 信号不良のため波形歪の判定ができなかった。しかし, 波形歪の判定ができないような信号不良のときでもA群にあたる位置を示しており, C群でも波形の歪が正常なこともあり, 波形歪は測位誤差に直接かかわっていないようである。周波数ずれは, 46回の測定中観測できなかった。

合田ら⁷⁾は, 雷雨のためS/N比低下により信号捕捉不能になることを報告しているが, 今回の観測は, 表3に示したように, 46回全てがほぼ晴天の日に行なったので, 雷・雨等天候要因との関係は不明である。また前日の夜の天候との関係もみたが, 一定の関係は見い出せなかった。

M局, X局, Y局と測定地の串本との直線距離をみると, それぞれ約600マイル, 約700マイル, 約600マイルである。ロランCの地表波は, 昼間は海上で約1,400マイル, 良質土の陸地上では約770マイル, 山岳地帯で550マイル位まで, 夜間でも海上では約1,000マイルまで到達する⁸⁾。X局の電波が, 約700マイルと到達可能な距離以内にもかかわらず, 前述のようにS/N比が高く, 信号不良

表3 測定中の天候

No.	年月日	前の晩の天気	その日の天気	No.	年月日	前の晩の天気	その日の天気
1	'82. 10. 20	雨 後 晴	晴	24	'83. 5. 10	晴	晴
2	26	快 晴	快 晴	25	18	快 晴	快 晴
3	28	晴	快 晴 後 曇	26	20	曇 時々 小雨	晴
4	11. 22	晴	曇 後 雨	27	26	晴	晴
5	26	快 晴	晴	28	6. 2	晴	晴
6	12. 21	快 晴	晴 後 曇	29	3	晴	曇
7	23	雨 後 晴	晴	30	22	曇 一時 雨 後 晴	晴
8	'83. 1. 17	快 晴	雨 時々 晴	31	28	雨 後 曇	曇 後 晴
9	24	快 晴	快 晴	32	29	晴 時々 曇	晴 一時 曇
10	25	快 晴	晴	33	8. 1	晴	晴 時々 曇
11	27	快 晴	晴	34	22	曇 後 晴	晴
12	2. 14	快 晴	晴	35	23	晴	晴 後 曇 一時 雨
13	22	快 晴	晴	36	29	晴 一時 雨	晴 時々 雨
14	23	晴	晴 後 曇 一時 雨	37	9. 21	曇 時々 雨	曇 時々 雨
15	25	曇 後 雨	晴	38	10. 3	晴	曇 時々 雨
16	3. 7	晴	晴 後 一時 雨	39	13	薄 曇 一時 晴	薄 曇 後 曇
17	11	曇 後 晴	晴	40	29	晴	晴
18	14	晴 一時 雨	晴	41	12. 21	快 晴	晴
19	15	晴	晴	42	'84. 1. 9	晴	晴
20	4. 5	曇 時々 晴	晴	43	13	晴	晴 後 一時 曇
21	6	晴	晴	44	2. 21	快 晴	晴
22	22	曇 時々 雨	雨 後 晴	45	3. 17	曇 時々 晴	快 晴
23	5. 9	晴	晴	46	29	快 晴	晴

のため波形の歪も測定できないのは、Saburo YANAGAWA⁶⁾、合田ら⁹⁾が報告しているように、陸上を伝播するための影響と思われる。

串本より北東約11マイルのところに、1982年1月、四国デッカチェーンの従局である太地デッカ局が完成し、1982年4月より運用を開始し、デッカ波を発射しだした。LC-70は、デッカ波干渉除去装置を内臓しているが、ごく近くから強力な電波が発射されるので、その影響も考えられる。

串本港でのロランCによる測位置がセクスタント測位置より南へ0.55マイル偏位しているのは、これらの要因による複合作用によるものと思われる。

ロランCシステムによる測位は、調査結果のとおり、位置のバラツキでみると十分実用にかなう精度であるが、偏位置を示し天候による障害等も考えられるので、他の航海計器を補足的に利用すればより精度が高められる。

要 約

1. 串本港で、ロランCシステムの測位精度を調査した。
2. 測位置のバラツキは少なく、精度が良かった。
3. 測位置の偏位は、串本港では経度方向には差がなく、緯度方向には南へ0.55マイル誤差があった。
4. この誤差は、X局の電波の陸上伝播やその他の影響による複合作用によるものと思われる。

文 献

- 1) 岡本幸雄，1983：電波航法機器，22-26，無線従事者協会，東京。
- 2) 古野電気株式会社，1981：ロランC航法装置LC-70型取扱説明書。
- 3) 木村小一，1977：衛星航法，海文堂，東京。
- 4) 嶋田起宜，1980：ロランCナビゲーターによる測得船位についての-考察-I，鹿児島大学水産学部紀要，29，193-201。
- 5) _____，1981：ロランCナビゲーターによる測得船位についての-考察-II，同誌，30，165-171。
- 6) Saburo YANAGAWA et al.，1981：Accuracy and repeatability of ship position in fishing grounds，Transactions of the Tokyo University of Fisheries，4，21-30。
- 7) 合田政次・中根重勝・日高 昇，1982：ロランCシステムの評価-I 日本海南西部の海上定点における測位結果について，長崎大学水産学部研究報告，52，55-61。
- 8) 吉村 浩・中根重勝・合田政次，1982：ロランCシステムの評価-II 南西太平洋における漂泊中の相対精度について，同誌，53，19-25。
- 9) 合田政次・中根重勝・吉村 浩，1982：ロランCシステムの評価-III 日本海沿岸海域における9970チェーンの航走中の精度，同誌，53，27-32。
- 10) 西谷芳雄，1980：電波計器，159-160，成山堂，東京。