

測距・測角一体型セオドライトによる海上測位法について

漁業科 浜田 英之

距岸 5 Km 以内程度の沿岸域の海底地形調査の際の測位法については、高知水試では永らく六分儀による三点両角法を用いてきた。また近年では、民間のコンサルに電波測位儀による海上測位作業のみを委託したことも数回ある。今回、高知水試で保有する測距・測角一体型セオドライトによる海上測位試験を実施したので、その結果を報告する。

1. 三点両角法および電波測位法の特徴と問題点

(1) 三点両角法

高知水試が昭和20年代から40年代の中頃にかけて実施した大型定置の漁場を中心とした県下沿岸の漁場調査では、この方法ですべての海上測位を行っている。

六分儀という簡易な測器で実施できるのが本法の利点であるが、測位実施前の海岸線への多数の測標の設置等の準備に多大の労力を要する。

(2) 電波測位法

精度は非常に良くサービスエリアも距岸 100 Km 程度あり、広範囲な海上測位が効率良く実施できるが、システムが高価なこと（約 1,300 万円）、岬のように突出した地形の周辺の測位が難しいという欠点もある。

2. 測距・測角一体型セオドライトによる海上測位について

(1) 試験の動機

従来、測距・測角一体型セオドライト（以後、セオドライトと呼ぶ）は海岸地形測量にのみ使用してきたが、反射鏡を調査船に搭載した場合、どの程度測距・測角が可能だろうかというのが最初の着想であった。

(2) 使用したセオドライト等

東京光学機械 (株) 製 GUPPY GTS-2B10

（昭和63年度に一式約 160 万円で購入）

反射鏡

専用ホルダーにプリズム 9 個装着

(3) 予備試験

予備試験を平成 3 年 3 月、浦ノ内湾灰方崎周辺で実施した。セオドライトは灰方崎に設置し、反射鏡は 3 プリズムのものを船外機船上で人が胸の位置で保持し、常にセオドライトの方向に

向けるようにした。

この場合、船を停止した状態では、3,000 m位の距離までは何ら問題なく、測距測角が可能であった。

つぎに、セオドライトの前方を直角に横切るように3～5ノットの速力で船を走らせ、1分間隔での測距測角を試みたところ、500 m以内の距離では、単位時間内の角度変化が大きくて反射鏡を視準するのが非常に困難であったが、1,000 m以上の距離ではほとんど失敗なく測距測角することができた。予備試験を通じ、以下の点が明らかとなった。

ア．測距測角作業には2名の人員を要する。1名はセオドライトで反射鏡を視準し、測角する。

他の1名はトランシーバーを持って本船との交信を行うと共に、セオドライトに表示された距離（1 m未満四捨五入）およびセオドライトの担当者が読みあげる角度（1分未満四捨五入）を記帳する。

イ．セオドライトで反射鏡を視準する際、測定約15秒前に粗動ネジを緩め、あらかじめ予想される視準位置（現在位置の少し前方）にずらしてから粗動ネジを締めて待機する。測定約5秒前になれば微動ネジで反射鏡の追跡を開始し、合図の瞬間の角度を読む。

ウ．セオドライトはトラッキングモードで使用する。トラッキングモードでは0.5秒毎に測距が繰り返されるので、反射鏡が移動する場合の測距に適している。

エ．反射鏡はプリズム数の多いもの程有効と考えられる。

（平成3年4月、プリズム9個用ホルダーを購入）

オ．調査測線の計画にあたってはセオドライトで測角するのに、出来るだけ角度変化の少ない方向に設定すると視準作業が楽になる。

カ．セオドライトを設置する基点は、調査範囲から1,000～3,000 mの距離にあることが望ましい。調査範囲が広い場合は複数の基点の使用を検討する。

キ．連続測距すると内部電源では不足するので、外部電源を使用する（平成3年4月外部電源アダプター購入）。

(4) 実際の海底地形調査への応用について

平成元年度に実施した須崎市上甲崎～久通沿岸の海底地形調査では、調査船土佐海洋丸（48トン）を使用し、電波測位機を借り上げて実施したが、その際、未測のごく沿岸部を中心として本方法により、平成3年4月23日海底地形調査を行った。その概要は以下のとおりである。

ア．調査方法

調査範囲は下甲崎を中心として東側は上甲崎、西側は久通港にかけての沿岸部で、東側の海域では清水落上に、西側の海域においてはクイ落（当初は丘観音落の予定であったが荒天のため変更）にセオドライトを設置し、2名が測距測角を担当した。測角の基準点としては

平成元年の調査時に使用したのと同じ物標を使用した。反射鏡（9プリズム使用）および測深儀は地元で借り上げた3.6トンの磯渡し船に搭載し、3名が乗り組んだ。土佐海洋丸は調査海域の沖合で待機し、乗組員がトランシーバーを用いて1分毎の測位の合図を担当した。また、磯渡し船は3～5ノットで走らせた。距離の読み取りは1m未満四捨五入、角度の読み取りは1分未満四捨五入とした。

イ. 結果

下甲崎東側の海域では77点中視準（すなわち測距測角）失敗したのが6点、合図から2・3秒遅れて視準できたのが3点で、88%の確率で測距測角に成功している。下甲崎西側の海域では42点中視準に失敗したのが6点で、86%の確率であった。下甲崎西側海域で視準できなかった点はセオドライトの設置点であるクイ落を中心とする前後約500mの範囲に限られており、その理由は距離が近い船速は一定でも角度変化が速く、視準が追いつかなかったためである。

測量結果にもとづき、下甲崎東側および西側の12,000分の1の海域図において、三桿分度器および直線定規を用いて航跡を描いたのが図1、2である。

3. 考 察

セオドライトによる測距および測角の精度は、沿岸漁場図作製目的からすれば十分以上と言えよう。セオドライトも近年反射鏡の視準作業を自動化した自動追尾式のものが実用化されているが、やはり1,500万円以上と電波測位機以上に高価格である。広範囲の海域における多数点の測位には電波測位機の借り上げ使用等が効率的であろうが、比較的せまい範囲の海域の測位には本法は適しており、精度、作業能率等においても従来の三点両角法より優れていると言えよう。

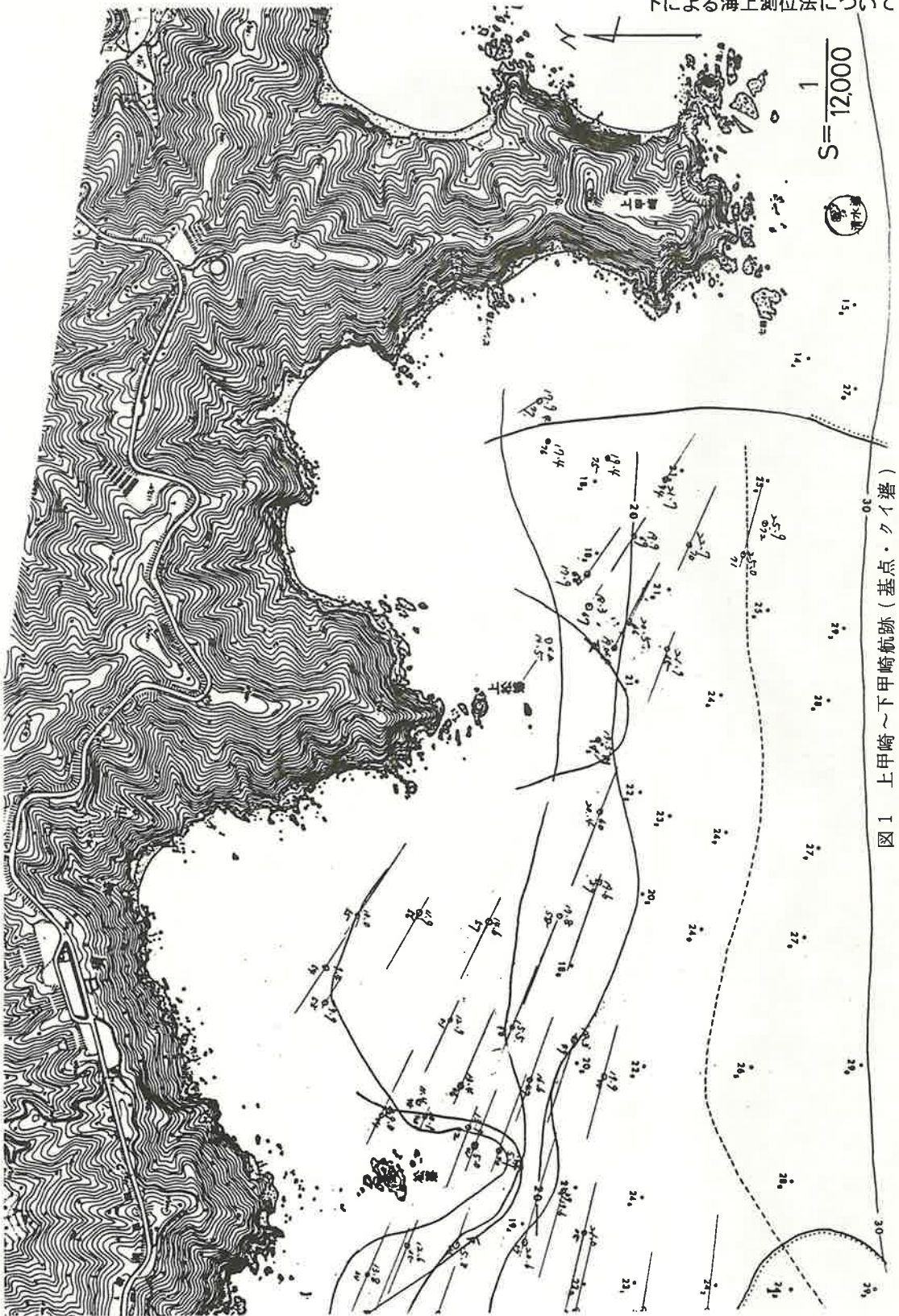


図1 上甲崎～下甲崎航跡(基点・クイダ)

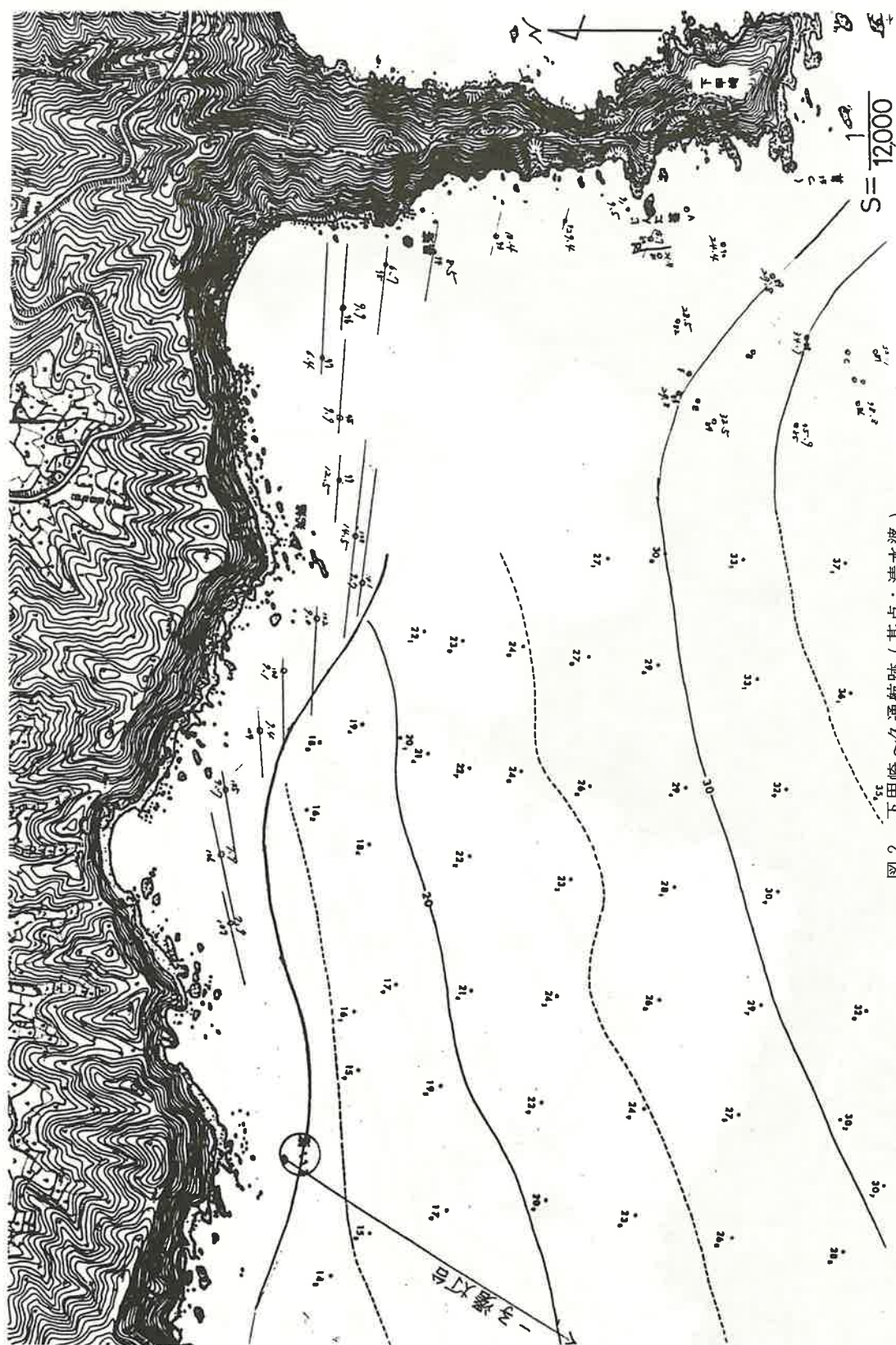


图 2 下甲崎~久通航跡 (基点: 清水港)

参考：使用セオドライト測距部性能

●測 距 部

測距範囲：

		気象条件通常時*1	気象条件良好時*2
GTS-2B10	1 プリズム	2,000 m (6,600 ft)	2,200 m (7,200 ft)
	3 プリズム	2,700 m (8,900 ft)	3,000 m (9,800 ft)
	9 プリズム	3,500 m (11,500 ft)	4,300 m (14,100 ft)
GTS-2B20	1 プリズム	900 m (3,000 ft)	1,000 m (3,300 ft)
	3 プリズム	1,500 m (4,900 ft)	1,700 m (5,600 ft)
	9 プリズム	2,300 m (7,500 ft)	2,500 m (8,200 ft)

*1. 視程が約15 Kmで、陽炎がわずかに出ていて風が適度にある時。

*2. 視程が約30 Kmで、雨あがりの曇った状態で陽炎がなく風が適度にある時。

精 度：GTS-2B10 $\pm(5\text{ mm}+5\text{ ppm})\text{ m.s.e}$ $-20\sim+50^{\circ}\text{C}$

GTS-2B20 $\pm(5\text{ mm}+5\text{ ppm})\text{ m.s.e}$ $-10\sim+40^{\circ}\text{C}$

$\pm(5\text{ mm}+10\text{ ppm})\text{ m.s.e}$ $-20\sim-10^{\circ}\text{C}$

$+40\sim+50^{\circ}\text{C}$

表示単位：1 mm (0.005 ft) 連続，単回，平均値測定

10 mm (0.02 ft) トラッキング測定

測距表示：最大19999.999

測定間隔：N回，連続測定4秒

トラッキング測定0.5秒

気象補正： $-30\sim+60^{\circ}\text{C}$

420～800 mm Hg または $\pm 99\text{ ppm}$ (1 ppm ステップ)

プリズム定数補正： $\pm 99\text{ mm}$ (1 mm ステップ)

メートル・フィート換算値： $1\text{ m}=3.2808333\text{ ft}$

使用温度範囲： $-20\sim+50^{\circ}\text{C}$ ($-4\sim+122^{\circ}\text{F}$)

キ ー 入 力：温度・気圧，気象補正定数，プリズム定数，測定回数

計 算 機 能：平均値，標準偏差値

オプション機能：機械定数の設定

測定モードの設定 (フィート/メートル単位，

オートカットオフの時間選定，ブザー停止)

そ の 他：照明ON/OFF，オートホールド

