

拓洋の技術レベルの現状等

湯山典重：測量船「拓洋」船長

The Present Technical Situation of S/V "TAKUYO"

Norishige Yuyama : Captain of Survey Vessel "TAKUYO"

1. はじめに

本船は多くの調査目的を遂行できるように建造されている。その主務は大陸棚調査である。(第1図参照)

平成10, 11年度の拓洋は、行動の約80%を大陸棚調査にあて、不思議と天候の味方を得たこともあり、常に100%プラスアルファの成果を上げることができ、調査全体の進捗に相当に寄与することができたと思う。

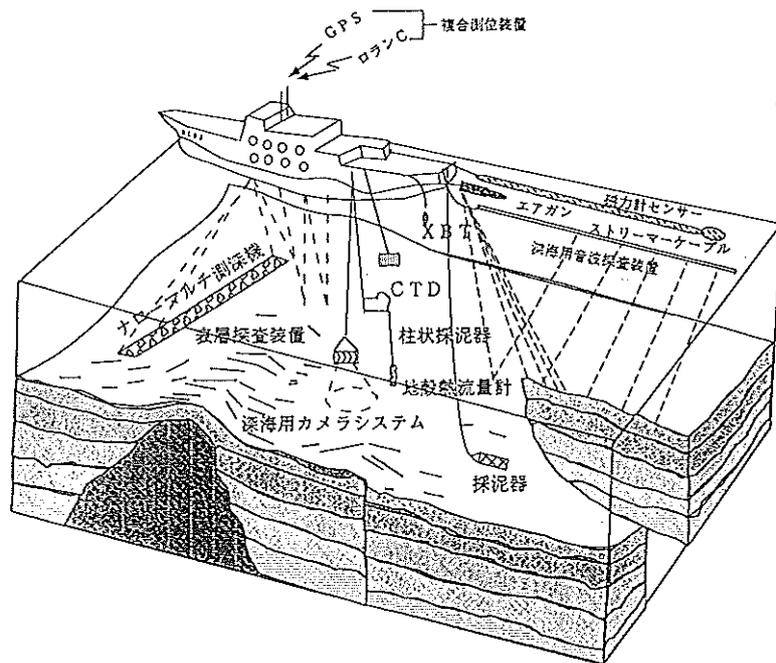
技術は時とともに進歩していく。本船の技術レベルも就役の頃に比較して相当に進歩しており、これらが総合して平成10, 11年度の実績に連結したので

あるが、現在が最高ではなく、前述のように日々進歩していくものである。そのため、これからの参考にあつため、「拓洋」が担当する観測作業の遂行にとって必要不可欠と考えられる事項について、現在の技術レベルを明記しておく。

2. 技術レベルの現状等

2-1. 船尾部における作業 (採泥等)

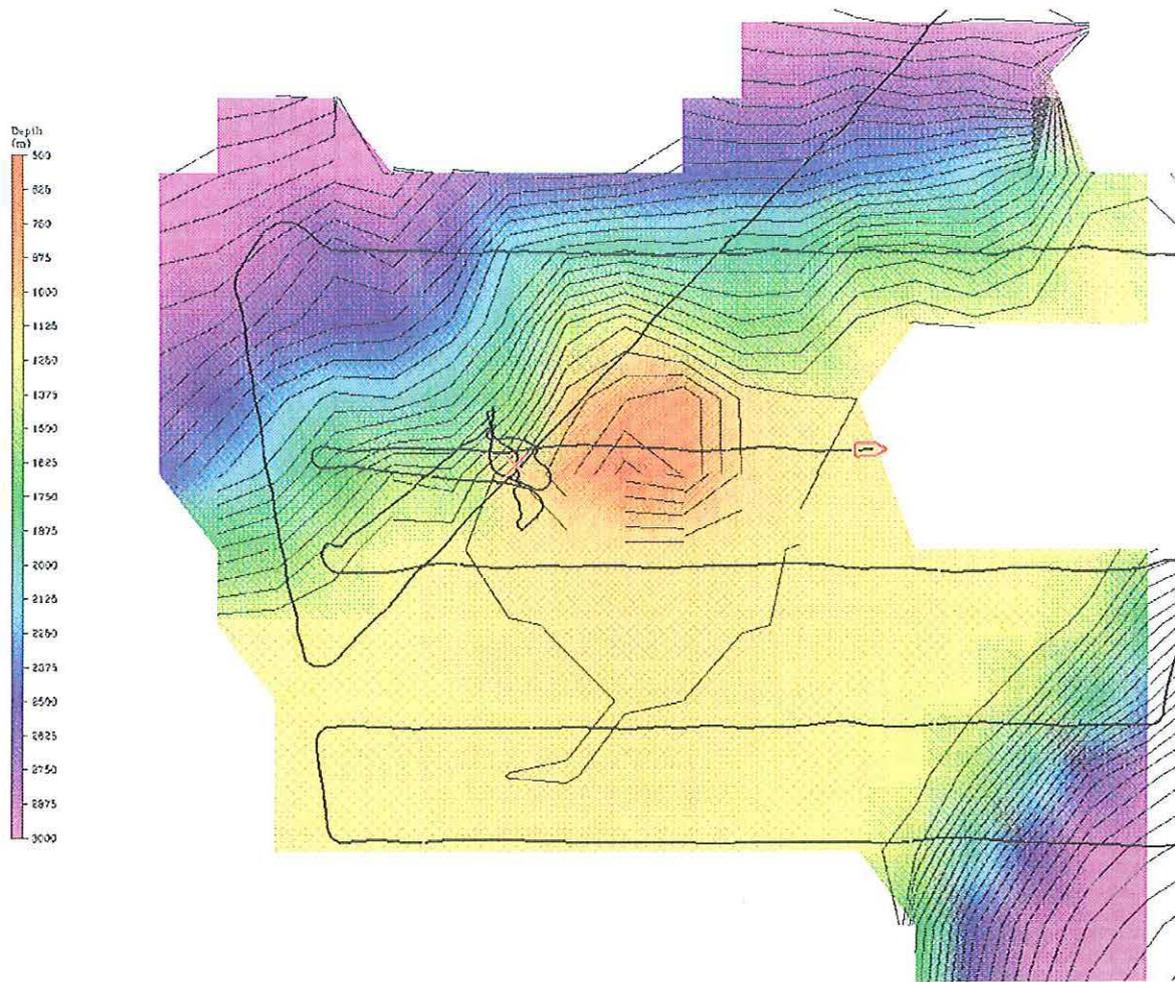
曳航を伴う機器の取扱いは船尾付近・2号ギャロス等で、大陸棚調査では岩盤の性質を決定することが重要でチェーンバック型採泥器(第2図参照)を主用し、指定の海山の斜面のいわばピンポイントの岩盤を限られた時間内に智力を尽くして剥ぎ採って



使用する観測機器

1. 複合測位装置
2. ナローマルチ測深機
3. 浅層用測深機
4. 深層用音波探査
5. 浅層探査装置
6. 海上磁力計
7. 海上重力計
8. 地殻熱流量計 (柱状採泥機)
9. 深層用カメラシステム
10. 鉛直電導度塩分水温深度採水連続測定装置
11. 表面塩分連続装置
12. 鉛直水温連続測定装置
13. 傾位流速自動測定装置
14. オートアナライザー
15. 測量観測データ収録装置
16. 海象データ処理装置
17. 情報伝送監視装置

第1図 大陸棚調査の概念図



第4図 等深線航跡図 (H.10.5.1)

きているのが実状である。CPP・舵・バウスラスタを使用し、風潮流の中対地速度0.5~1.5ノットで曳航の要があるため、ワイヤー長/水深は1.3~1.6程度である(2-2-1で詳述)。現在及び後継者の参考となるため記録{スワスプロット(フットプリント；等深線航跡図)採泥作業記録}を残している。

- ・第3図は平坦面で比較的容易な所、
- ・第4図は横風9メートル/秒及び右斜め前からの0.9ノットの潮流の中、ワイヤー長/水深1.62で、漸く岩片(最大25センチメートル)を採取したもので、改良すべき点はすぐ対応、
- ・第5図は調査中に予定採泥地点以上の候補地を見つけたため、急遽地点変更した例である。

いずれも採泥の前は海底地形測量を実施し、最適の採泥点を決定することが重要である。

2-1-1. 船の速力と線長比

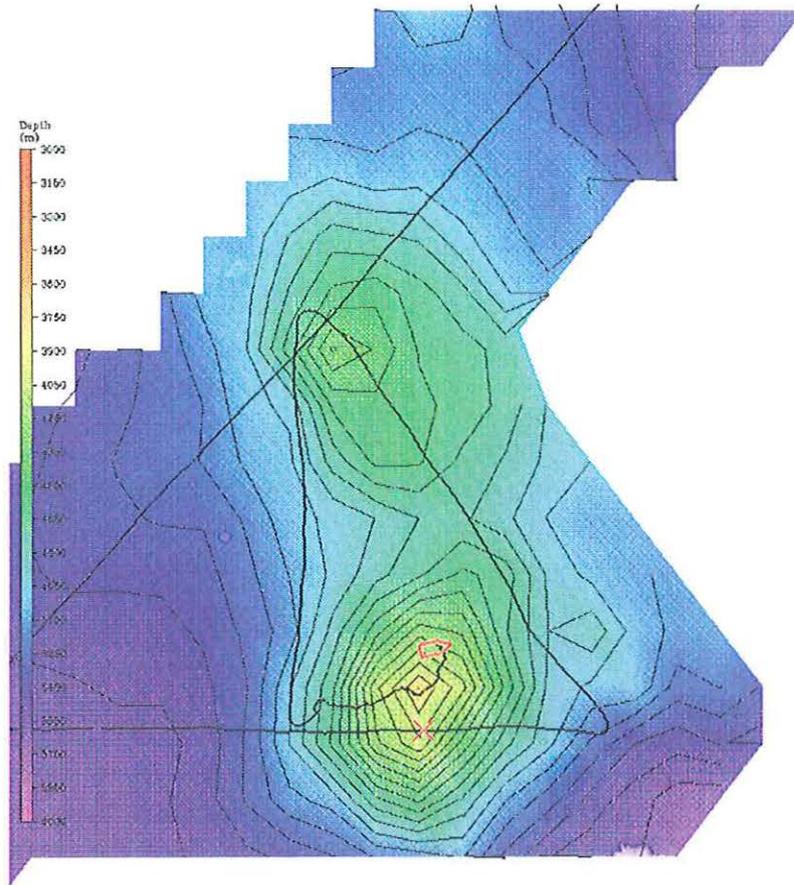
ここでいう線長比とは、

$$\text{線長比} = \text{繰出しワイヤー長} / \text{水深}$$

である。

理論上、船及び水の移動が無い場合は線長比1で、採泥器は着底する。スミス・マッキンタイア型採泥器や柱状採泥器では、これで採泥可であるが、チェーンバック式では採泥できない。チェーンバック式は海底を掘り進むことにより採泥可となる。これには海水の移動の他は船速が必要となり、対水速力により採泥器が浮き上がるのを防ぐためにはワイヤーの繰り出しが必要である。

有効に、安全に採泥できる線長比が適正な線長比である。海流の弱い平坦地の容易な採泥の場合は線長比1.1~1.3程度で充分であるが、大陸棚調査のために岩盤の岩片を剥ぎ採ってくる事が要求される場合はこの値では不足で、本船で使用しているウエ



第5図 等深線航跡図 (H.10. 5. 2)

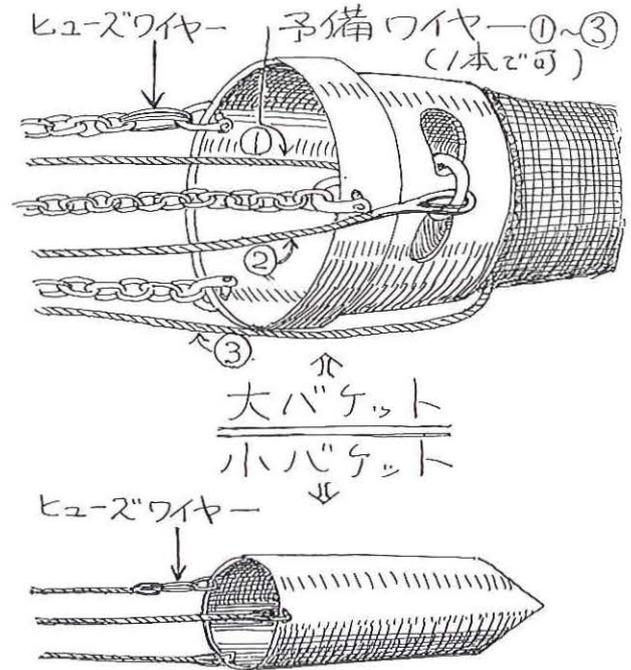
イトが軽いこともあり、線長比1.3~1.6程度で実施している。しかし、線長比が長くなりすぎると、ワイヤーキック等のトラブルが発生率が高くなることも考慮すべき点である。

(採泥器の根掛かりが激しい場合は、急いで直上又は反対方向へ巻上げると大概の場合クリアー可である。)

2-1-2. ヒューズワイヤーと予備ワイヤー(第6図参照)

採泥器が根掛かりした等のため、ワイヤーに大きな張力がかかった場合に、バケットの取付け部の3本のチェーンのうち1本が切れ他の2本で引き上げる目的で付設してあるのが「ヒューズワイヤー」であるが、実状では早く切れすぎるきらいもある。

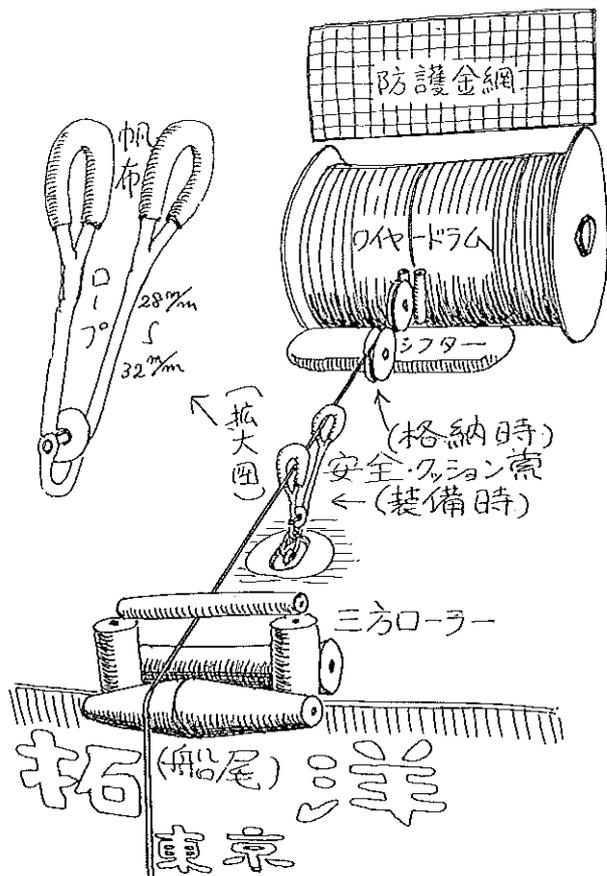
ヒューズワイヤーが切れ、他の2本のチェーンも切れた場合、何とか成果物をバケット(バック)に入れたまま回収することを目的としたのが「予備ワイヤー」である。



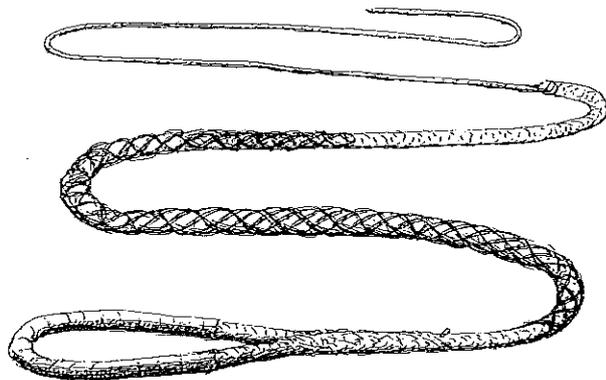
第6図 ヒューズワイヤーと予備ワイヤー

これらの強度は、
ワイヤー>シーブル及び結合部>予備ワイヤー>
チェーン3本>チェーン2本>ヒューズワイヤー
でなければならない。

岩片等を捨てる覚悟で回収するのであれば、予備ワイヤーをバケット後部に取り付ける方法もある。



第7図 安全クッション索



第8図 係留索チェーン・ストッパー

2-1-3. 「安全クッション索(仮称)」(第7図参照)
及び「係留索チェーンストッパー(仮称)」
(第8図参照)

大陸棚調査での岩石採取は、割れ目の多い急傾斜地の岩棚の岩石の採取が要求されることが多く、このため、採泥は、「岩を剥ぎ採り、採泥器に取めたうえで採泥器を解放する」ことが必要となる。この場合、チェーンバックを外す方法はいくつかあるが、万一、岩盤の割れ目に深く入り、強く食い込んでしまった場合等はワイヤーの切断も考えられる。

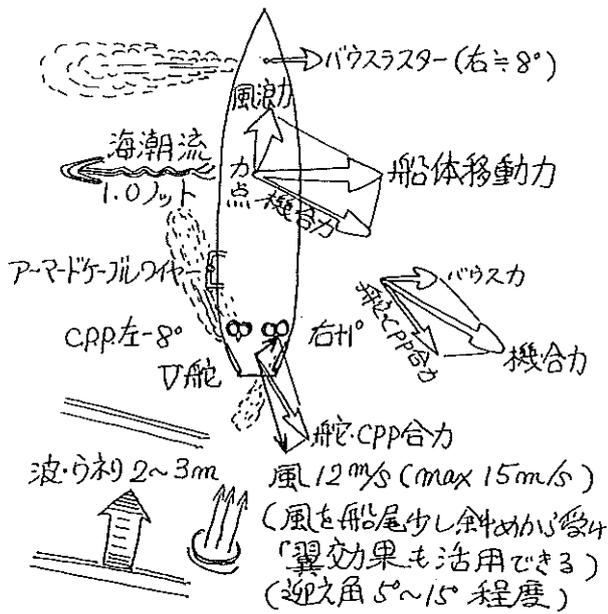
ワイヤーの切断は、最も弱い所で起こるのは当然で、

- ① 採泥器の取付け部等採泥器の付近
- ② キング部
- ③ 屈曲部(三方ローラー付近)

の順で考えられるが、安全上最も脅威となるのは③の場合である。

数トン(10トン近く)の張力を一挙に解放することのエネルギーでワイヤーは船首方向へ急速に飛び、シフター及び捲揚機の方向を直撃する。このワイヤーの飛昇エネルギーをシフターの手前で穏衝し、巻揚ローラーのワイヤーも正常に保つ等の目的で付設するのが「安全クッション索(仮称)」である。

この索は、通常は作業の支障にならないようにシフター部に納めているが、地球を強く釣り、諸々の手法によっても採泥器を外すことができない場合に、ワイヤーの切断前に、ワイヤーを一時緩め、安全クッション索を甲板上のリング(三方ローラーとシフターの間)まで移設し、ギャロス付近のビットから特製の「係留索チェーンストッパー(仮称)」を付設のうえ、捲揚機より船尾側及びシフター・ドラムの周辺を人払いし、巻き取れるだけのワイヤーを巻き取った後に切断に入る。(「係留索チェーンストッパー(仮称)」は、ワイヤーがシフター付近で切断するのを防止する目的で三方ローラーの内側に付設するもので、ワイヤーの強大な破断力を上回る係留索の上にチェーンを巻きつけて係留索を保護すると同時に、ワイヤーの摩擦を生むためのもので、作業員がこれを保持しなくてよいよう長目に作製し、エンド索をつけたものである。)



第9図 風潮流の活用方式

2-2. 左舷後部における作業 (採水・採泥等)

鉛直に揚降する機器の取扱いは後部左舷・1号ギヤロス等で、採水器・CTD・スミスマッキンタイア型採泥器・柱状採泥器・係留計等が対象機器となる。露天作業の場合、作業現場が構造物の風下側になることが望ましく、本船の場合前方から風を受けると良いが、現装のバウスラスタ-・舵・CPPでは、この態勢では風速10メートル/秒程度が限度である。現装で最良の成果を得るために発想を転換した「風潮流を活用する方式」(第9図参照)の採用により、15メートル/秒の強風にも対応可能となった。ただし、この方式は風浪を船尾方向から受ける機会が多くなり、打ち込んでくる波(青波もあり得る)への警戒が必要となり、荒天時は万一に備えライフラインを二重に張るようにしている。

同一測点で採水と採泥が混在する場合は、

- ① 表面採水
- ② 浅い所から深い所へ
- ③ 採水が完了した後に採泥

の順序で行う。

理由は、船が移動するので真の同一点になることはまず無いが、万一、試水を乱される場合もゼロとは言えず、後日の陸上の分析で疑問が生じても再採取は不可能となるからである。

2-3. CTD・採水器用アーマードケーブルの仮止め (ロープストッパー方式)

本船のアーマードケーブルは、外径6.4m/m、外側に二重のステンレス線、その内側に水密シールド、中心に銅線となっており、電路は銅線とステンレス線(海水)により形成される。断線又は短絡が起こった場合、水密シールドの補修設備のない本船(現地)としては、より長い部分を残して観測を続ける方法しか残されていない。その際アーマードケーブルの切り接ぎには、

- ・張力のかかった状態で
- ・水密シールドに損傷を与えることなく
- ・確実に系止する

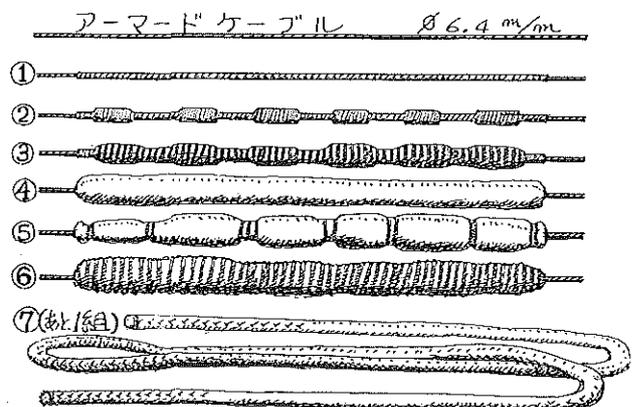
必要があり、専用のケーブルストッパーを保有していない本船は、

「ロープストッパー方式」(第10図参照)

によりこれを完了させた。(張力は5800m約1トンではなく、船体動揺によりMAX 2~3トンに達し、通常のチェーンストッパー方式では心許なく、無理な屈曲となり、危険・不十分なものとなる。)

「ロープストッパー方式」は、アーマードケーブル2mほどの部分を

- ① まず、帆縫い糸をロープに巻き(保護・摩擦作り)
- ② 二重帆縫い糸で要所々々にコブを作り(摩擦)
- ③ 細索(センニット、マーレーン等)で巻き径を太くし(保護・摩擦)
- ④ ウェス(できればシート、包布のようなもの)で巻き、更に径を太くし(保護・摩擦)



第10図 ロープ・ストッパー方式

- ⑤ ウエスの要所を細索で止め（保持）
- ⑥ 芯がアーマードケーブルの直径数センチメートル太索状のものとし
- ⑦ この部分を径20m/m程度のエイトロープ2本のロープストッパー2組で止める方法であり、現地でのあり合わせの知恵だが、安全・確実に成功させることができる。

2-4. 最良の調査測線

2-4-1. 最良の調査測線

船はいかに優秀な乗員が乗り組んでいても、瞬間移動は不可能で、水面をその速力に応じて移動することしかできない。言わば「地球の表面の一筆書き」で、この調査測線をいかに効率の良さに連結するかが良い成果への道である。大陸棚調査での各測量区は海図上の緯度3°経度2.5°の長方形に分割され、海底地形の関係で主測線は東西方向になり、1本の測線長は130海里程である。

大陸棚調査の一環として、主測線・マルチ測線・補測線・交差線・採泥点を結ぶより良い調査測線を

- ・前後の調査進捗状況
- ・気象海象（予測）
- ・日程
- ・乗員の健康

等を勘案して決定する。

2-4-2. 行動日数

行動日数は長いほど調査効率が良い。

$$\text{調査効率} = \frac{\text{調査日数}}{\text{行動日数}} = \frac{\text{行動日数} - \text{往復日数}}{\text{行動日数}}$$

例えば、調査海域まで6日を要する場合で行動日数20日であれば

調査日数：20日 - 6日 × 2 = 8日

効 率：8 / 20 = 0.4 (40%)

行動日数26日であれば

調査日数：26日 - 6日 × 2 = 14日

効 率：14 / 26 ≒ 0.538 (53.8%)

行動日数32日であれば

調査日数：32日 - 6日 × 2 = 20日

効 率：20 / 32 ≒ 0.625 (62.5%)

となり、行動日数が増えるほど有利であり、筆者が26日行動を何とか1ヶ月行動まで拡大したいと考え

る所以である。

2-4-3. 曳航速力

曳航中の故障で最も多いのがエアガンのエア漏れで、改良の余地がある米国製品だが、現状ではこれを使用するしかない。

エア漏れに最も関係するのが締め付けボルトの回転力と曳航速力である。曳航速力は、マルチチャンネル反射法測線での対地速力4ノットでは支障はないが、シングルチャンネル反射法測線の場合は、効率性を考えて、少しでも速い速力で曳航したく、最初8ノット基準でも各直8.5~9ノットで曳いてしまいがちで、結果としてエア漏れを引き起こすことになる場合が多い（締め付けの不具合が原因と見られ、修理の度に締め付け人を替え、人もその都度力具合を変え）。そこで、対水速力8.0ノット（最大でも8.5ノットを超えないように）と指示したところエア漏れは嘘のように消えた。

対水8.5~9.0ノット（平均8.8ノット）対水8.0~8.5ノット（平均8.3ノット）2400海里の測線長を例とすると、海潮流を0として、

平均8.8ノットの場合

$$2400 / 8.8 \approx 272.73 \text{時間}$$

$$\approx 11 \text{日 } 8 \text{時間}$$

エア漏れ2回 / 3日、復測線まで2.5時間を要するとして所要時間は

$$272.73 \text{時間} + 2.5 \times 9 \approx 295 \text{時間}$$

$$\approx 12 \text{日 } 7 \text{時間}$$

平均8.3ノットの場合

$$2400 / 8.3 \approx 289.2 \text{時間}$$

$$\approx 12 \text{日 } 1 \text{時間}$$

僅か0.5ノットの差でエアガン故障を0とした方が記録もより精密となり、乗員の苦労も少なく且つ、効率も上がることが判り、速力の過大を防止する方向で進めている。

なお、2、3日後のエア漏れを覚悟のうえ時間との勝負をすることも選択肢の一つとして残してある。

現場ではこのような諸々の試行錯誤を重ねて休むことなく徐々に成果を上げていくことの連続と言える。

3. その他の技術レベル等

3-1. 参考事項

平成2年度、筆者は測量船「天洋」の船長として大島～伊豆半島の海底火山の頂上付近の岩片の採取にあたった。

3日間で28個所の山頂付近のバケツ採泥であり、文字どおり夜明けから日暮れまでの連続の仕事となった。

水深図と船位を目安に一度岩盤に採泥器を食い込ませ、揚収できる時はそのまま揚収し、無理な時は反転して逆の方向に引き全て揚収できた。これも天洋の「フラップ付き複合舵」の抜群の舵効きがあったのであった。

また、初島南方の昭和初期の海底火山の固い岩片を採取するとの要請に応え、線長比約5と大きくとり、乗員を退避させたうえ、数トン以上の力をかけたところ、船体とギャロスの振動とともに、揚収可となり、バケツの中に削面の新しい岩片2ヶが入っていて歓声が上がった。夕方には、半長靴の中の足の裏がほてり、後にも先にも最も多忙の採泥(岩)であった。(水路部研究報告第27号に関連レポートが掲載されている。)本船には先人の苦勞をまとめた表等が引き継がれており、参考ともなり得るが、自分に適した表を自分で作ることを勧めたい。

3-2. 改良への提言

現用の各測量船の予備浮力、殊に後部の予備浮力が過小である。

後方からの青波の打込み等に備え、作業の安全と効率の確保のため、更に一層の予備浮力の向上が必要である。

機会ある度に述べていることであるが、早い時期での改良を願望してやまない。

4. おわりに

組織の成果は運と心情も含め最上位者の能力如何によるところが大である。船においても然りである。

昭和36年、練習船「こじま」は山口敏秀船長の技術と責任感に基づいた威厳と積極さで船内が統一され輝いており、生意気な学生も「山口船長のように

なりたい」と思わざるを得ないものがあった。

昭和40～42年、初任の航海士として測量船「明洋」に乗船した筆者は、佐藤孫七船長の優しさと勤勉さに目を見張り、気がついたら水路部親派となっていた。

両船長から、心のあり方や、技術面での無言の教えがあり、それを基礎に筆者なりの足元の努力を続けてきたつもりである。

筆者の船長在任中の拓洋の成果が上がれば、それは両船長の薫陶が時を超えて生きていることの一つの証明であると思う。

筆者の保有する作業技術について、個人的な問い合わせがあれば、いつでも喜んでお答えさせていただくつもりである。