

流水観光砕氷船に乗って

永田敏夫

平成4年2月4日、紋別市の流水着岸初日に流水観光砕氷船「ガリンコ号」に乗った。ここ3年ほどオホーツク沿岸で流水の着岸日数が特に少ない⁽¹⁾。漁船の通年操業ができてよさそうだが、観光資源として利用できなくて困るにとどまらず、掃海・プランクトンの繁殖⁽²⁾などにも影響を与えるため、その原因を探る研究が多角的に進められている。リモートセンシングによる宇宙からの観測、流水レーダー、気象観測などをもとに、大気や海洋の循環などと関連付けた研究⁽³⁾も進められており地学的なアプローチも興味深い。ここでは、観光砕氷船のユニークな仕組みにかかわる素材の物理的な教材化の例を紹介する。

1 流水観光砕氷船「ガリンコ号」

ガリンコ号は、総トン数39重量トン、全長24.9mの航海速力6ノット、乗客定員70名、2階建の船舶である。一般的な船の船体左右に付加船体をつけ、後部に備えた推進用スクリュー以外に船首に4本のアルキメディアン・スクリュー(ら旋状ブレードを外周に巻き付けた円筒形のフロート)を備えた砕氷船で、船舶としては、ASV(Archimedean Screw Vessel)に分類される。アラスカ油田開発のために三井造船(株)により開発されたもので、昭和56年に進水し、以後3回改造され現在の船体となった⁽⁴⁾(図1)。

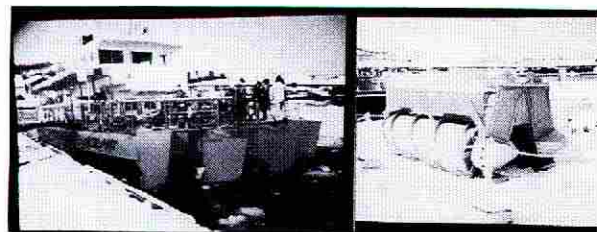


図1 流水観光砕氷船「ガリンコ号」

2 アルキメディアン・スクリュー

流体中の推進力はスクリューの前後の流れの速度差によって生じる。アルキメデスの理想ねじでは、液体がねじのねじれの間を一定速度で移動する。従って推進力は最初と最後のねじれによって生じる。このため流体中の推進力を生み出すためには、回転に大きい動力を必要とする⁽⁵⁾。しかし砕氷能力は氷を破壊することにある。ASVは、木ねじを回すと板の中に食い込む原理で船首水面付近にあるアルキメディアン・スクリューが回転し氷板に食い込むことを利用して砕氷して進む。衝突と船体重量によって砕氷する同型の在来型砕氷船に比べると、大きな砕氷能力を有し、砕氷に必要な馬力や船体強度を小さくでき、結氷浅海域でも航行できる特徴を持つ⁽⁴⁾。

3 スクリューの製作

アルキメディアン・スクリューを作るために、まずは旋形のねじを作るところから始める。同じ円板を利用してスクリューを作るのと同様に旋形のねじを作るのでは、軸に取り付ける部分が違う。スクリューは同じ中心位置に羽根の付け根をつけられる。ねじは外周が連続したら旋形になっており、中心は軸に沿って動き一致させられない(図2)。

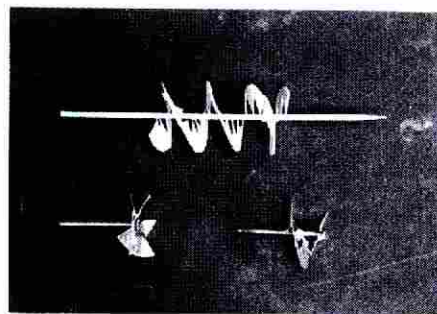


図2 アルキメデスのねじとスクリュー

子供たちにスクリューを作らせながら仕組みの違いに気付かせるのも、そこから何を課題として引き出してくるのか期待するのも興味深い。

自然界の未知の法則を発見する過程を、単純化された自然現象の形で子供たちに体験させながら科学の方法を修得させていくのもよいが、工学的、技術的製品は不思議だらけである。おもちゃを壊して中を探る手法も決して捨て去ってしまってよいものではない。その原理や仕組みを解き明かしたりアイデアを絞るのも科学的手法や創造性の育成につながる。以下に実習方法を示す。

A ら旋形のスクリューを作ってみよう

準備

アルミニウム板(厚さ0.3mm)、コンパス、物差し、金切りはさみ、鉄棒(2mmφ×25cm)、瞬間接着剤、メスシリンダー(250ml)、糸

方法

- (1) アルミニウム板で半径1.6cmの円板を2枚作る。1枚は外周から中心に向かって切り込みを入れて4枚羽根のスクリューとし、他の1枚は、中心から外周に向かって切り込みを入れ、ら旋形スクリューとする(図2)。
- (2) スクリューに鉄の心棒を接着剤で付ける。スクリューに糸を付け、水を入れたメスシリンダー内で落下させ、その様子を観察し落下時間と回転回数を測る。

表1 水中でのスクリューの落下実験例

	落下時間	回転回数
一般形スクリュー	0.85 [s]	4.6[回]
ら旋形スクリュー	0.90 [s]	7.2[回]

考察

一般的な形のスクリューとら旋形のスクリューでは、構造や性能にどのような違いがあるか考える。

B アルキメディアン・空き缶スクリューで、いかだを走らせよう

準備

空き缶、プラスチック板(アルミニウム板)、接着剤、物差し、コンパス、はさみ、ゴムひも、おもり、釘、割ばし、板、発泡スチロール板

方法

- (1) 空き缶に合わせ、必要な枚数だけプラスチック板をドーナツ型に切り抜く。
- (2) プラスチック板の内側に切込みを入れ、作った枚数つなぐ。これを空き缶にら旋形に接着剤で取り付ける。
- (3) 空き缶の小口の中央に釘で孔を開け、おもりを付けたゴムひもを通す。
- (4) 空き缶を数回回転させて水面に浮かべる。
- (5) 一部長方形にくり抜いたベニヤ板に、発泡スチロール板を付け、いかだを作る。
- (6) いかだに空き缶を取り付け雪を入れた水槽で走らせる。

考察

- (1) ゴムひもを付けた空き缶が、なぜ回るのか考える。
- (2) アルキメディアンスクリューの、長所・短所をあげる。

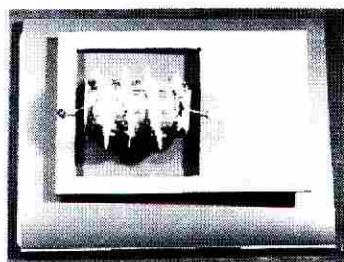


図3 アルキメディアン・空き缶スクリューいかだ

参考文献

- (1) 北大低温研展示覧会 1991
 - (2) 針生勤 氷がないと魚が困る? 雪氷学会地方懇談会発表要旨 1992
 - (3) ホク-ツ海・海水研究グループ 第7回ホク-ツ海と流氷に関する国際シンポジウム講演要旨集 1992
 - (4) 紋別市商工観光課 『ガリコ号』ガイト
 - (5) メル-ロウ 流体力学のはなし P117 東京図書 1983
- (ながた としお 物理研究室 研究員)