南極洋航海で得られた航海上の 2, 3 の知見について

小沢敬次郎* 松生 治* 中村善彦*

Some Informations on Navigational Aid, obtained
during the Antarctic Cruise

K. Ozawa, K. Matsuike and Y. Nakamura

Abstract

During the third Antarctic cruise of the "Umitaka Maru" of the Tokyo University of Fisheries between December 1964 and February 1965, on the waters southward from Australia and New Zealand (Fig. 1), we obtained some informations which are available to navigation in the Antarctic.

The one is a consideration on opportunity of the observation on the heavenly bodies, particularly the sun, for fixing the ship's position and another is a knowledge concerns to the movement of ice bergs.

As shown in Tab. 1, in this waters, observations of the sun were carried out in a portion of 66 % under cloudy sky, the opportunities on the area I (southward of the parallel of 60°S) and II (between the parallels of 60°S and 50°S) showed about an half of that on the area III (northward of 50°S), approximately 17 % and 36% (Tab. 2). However, observations of the sun on the meridian indicated greater degree in frequency, that is, 51%, 67% and 80% in the areas I, II and III respectively (Tab. 3).

Regarding to estimating the chance of the observation of the sun, we made use of the thermo-piled radiation meter, the horizontal radiation obtained by which and converted in mV, the correlation is 14 mV-1 gram cal/cm²/min. The extreme limit of observation of the sun shows in Fig. 2 and Tab. 5, Fig. 6 shows diurnal curves of mean horizontal radiation and the limit of observation in relating to areas I, II and III.

Fig. 4 represents the mean values of visibility in the respective areas. At the time when visibility is more than 6 in the scale the horizon is generally seen.

According to those materials, it can be said that observation of the sun is comparatively easy between 0800 and 1600.

The movements of ice bergs and bergy bit were measured on January 31 and February 1, 1965. Fig. 5 shows the observed movements of various ice bergs. Consequently, we got a knowledge on selecting the ice berg which is available for reckoning of the ship's position among

* 東京水産大学 (東京都港区港南町4の5の7)

scattered ice bergs, particularly, among pack-ice. The large tabular ice berg is the most useful for the porpoise because of depending his steadily movement chiefly upon only the oceanic current.

東京水産大学海鷹丸は1964年12月から、1965年2月にかけて、Australiaおよび New Zealand 南方の南極洋を航海した。

この航海中に天体観測をなしうるチャンス、および推測位置を求めるために冰山から冰山への冰山を利用する方法をおこなったが、冰山の漂移速度について説明する。

1965年11月には日本の南極観測が再開されるので、観測船“ふじ”の南極海の航海の参考となり、また、さらに詳細な観測が得られれば幸いである。

1. 天体観測の可能な時機について

海鷹丸は今回の航海を含めて3回、流氷帯北縁まで航海した。これらの航海において、太陽を対象とする観測はおおむね正午時を中心として可能なことが経験によつてわかつていた。

今回の航海には熱電堆方式のエプリ水平日射計を装備し、連続測定をおこなったので、水平日射量から太陽の観測可能な時機について考察を試みた。

1・1 航海中の天候と天候別の太陽観測の度数

1964年12月1日から1965年2月13日の期間の天候、雲量、天体観測度数、天候別 Percentage、航海日誌から求められた天候別時間数を第1表に示めた。

Table 1. Frequency of observations on the sun in relating to weather conditions, December 1, 1964–February 13, 1965.

Weather	Cloud area	Frequency of observation	%	Total hours	%
o	10-8	79	42	747	47
c		46	24	188	12
bc		40	21	180	11
b		16	8	139	9
s	—	3	2	116	7
r	—	2	1	124	8
d	—	2	1		
f	—	1	1	80	5
		189	100	1574

Fig. 1 Map showing track chart of "Umitaka maru" in the Antarctic.

全期間を通じ, overcast(o) および cloudy(c) が 59% におよび, partly cloudy(bc), blue sky(b) が 20%, その他おおむね狭視界の snow(s), rain(r), drizzle(d) および fog(f) が 20% をしめている。

実際に太陽観測を実施(おおむね3連測)した度数を見ると, o および c の場合 66%, bc, b において 29%, その他 5% であった。

1・2 海区別の太陽観測実施

海区を 50°S 以北, 50°~60°S および 60°S から流氷帯北縁の3つの海域に分けて, それぞれの海域において天体観測可能な割合を求めると第2表を得る。

Table 2 Percentages of the sun's observations in relation to areas, I, II and III.

Area	Lat.	Possible hours of observations	Total hours	%
I	60°~	145	862	16.8
II	50°~60°S	62	372	16.7
III	40°~50°S	121	340	35.6
		328	1574	20.8

第2表の観測可能時間数は航海日誌記載の毎時の天候にそれぞれの雲量に応じて, o(0.1), c(0.2), bc(0.5), b(0.9) の各係数を乗じて総和を求めた時間数である。r, s, d, f は不可能としている。

これによると, I, II 区はほとんど変りなく, これらの区域では 50°S 以北に比べて, やく47%に機会が減っている。

正午における太陽の子午線通過時の観測の海区別機会について第3表に, また観測可能時の天候の % を第4表に示めした。

Table 3 Observed frequency of the observations on the sun's meridional altitude.

Area	Frequency	Total occasions	%
I	18	35	51
II	12	18	67
III	12	15	80
Total	42	68	Average 62

Table 4. Percentage of observations on the sun's meridian passage in relating to weather conditions in areas, I, II and III.

Area	Weather condition					
	o	c	bc	b	r	s
I	50	28	16	6	—	—
II	58	8	25	1	—	8
III	18	27	36	9	10	—

第3表から 50°S 以北では 80% 可能であるのに比べて, 60°S 以南の海区 I ではやく 50% の機会しかない。また海区 I では o または c において78%, 海区 II で 66%, 海区 III で 45% の観測がおこなわれたことを示めている。

1.3 水平日射量 (I_h) から見た太陽観測可能の限界

天体観測においては、対象天体の見えること、および普通の場合、水平線が見られることが条件である。これらの条件について、実測値から太陽観測の可能時機について考察を試みる。

水平日射量は全航海を通じて、EKO 差温熱電堆日射計を使用し、ジンバルを用い常に水平に保持され、本器に EPR-2T 高感度記録計を接続し、連続測定を行つた。

EKO 差温熱電堆日射計の検定係数は $1 \text{ g. cal/cm}^2/\text{min} \rightarrow 14\text{mV}$ である。

第2図に太陽観測を実施した場合の水平日射量 (I_h) と当時の高度を図示した。

端の限界線は一次式として推定した。

$I_h \text{ g. cal/cm}^2/\text{min} \doteq 0.012 \text{ alt}^\circ$ なる略算式を得る。

すなわち、この限界線より下方では太陽は雲からその輪廓を見せず、観測は不可能である。

Fig. 2 Correlation between sun's altitude and the horizontal radiation, I_h (g. cal/cm²/min). The line shows the extreme limit of the observation of the sun.

またその値は第5表に示めす。

Table 5. Extreme limit of horizontal radiation (gram cal/cm²/min) in relating to altitude of the sun.

Altitude °	10	20	30	40	50	60	70
$I_h \text{ g. cal/cm}^2/\text{min.}$	0.5	1.6	2.8	3.9	5.1	6.2	7.4

Fig. 3 Diurnal curves of mean horizontal radiation, I_h and the extreme limit of observation in areas I, II and III respectively.

子午線高度を測定し得る機会は 50% であることからしてもわかる。

1.4 視界の日変化

通常の六分儀による天体観測では水平線が見えることが一つの条件である。

航海日誌記載の視程 (Visibility) 階級をそのまま用い海区域にその平均値をもつて示めたものが第4図である。階級数は視程距離に対して一次式で表わされる相関が成り立っていないことと、月齢などの影響を無視しているので、ここでは一日のうち何時頃が視界が良いかを検討するだけにとどめる。

規約によれば階級 6 の視程は 4~10 km であるので、眼高 5 m に下げても視地平距離は 2.9 mile であるので、少なくとも 6 以上でなければ、水平線は見られない。

第4図から水平線の見え易い海域は海区域 III であり、海区域 I および II は大差なさそうであ

次に 12 月中の各海区域における一日の平均 I_h の値を图表とすると第3図のようになる。

正午において I_h の値は最大を示めし、しかも海区域 III において最も大きいことは当然である。 I_h の値と限界線との間が大であるほど太陽がはつきり見られることはいうまでもない。

図から、一日の太陽観測をなし易い時間としては海区域 III を除くと、すなわち海区域 I および II において午前8時~午後6時の正午を中心として前後4時間位が太陽が見え易いといえる。これは第2表および第3表に示めされているように、例えば海区域 I でも太陽の

Fig. 4 Diurnal mean visibility in areas I, II and III.

る。時間的に見ると、海区 I では午前 6 時から午後 6 時、海区 II では午前 7 時から午後 9 時、海区 III では午前 9 時から午後 9 時頃までが、おおむね階級 6 以上を示めている。

水平日射量から見た場合と同様、正午を中心とした前後の時間が観測が実施しやすいことを推察し得る。

1.5 天体観測を行う時機の考察

南極洋においては、曇が 60% (第 1 表) を占めていて、晴は 20% しかない。

特に高緯度海域においては、78% は曇である (第 4 表)。

太陽が雲を通して、その輪廓がのぞかれるような機会をとらえるには、正午から前後 4 時間のすなわち 8 時間くらいの間が観測を行い得るチャンスであつて、(第 3 図) これは水平線が見え易い時機でもある (第 4 図)。

2. 氷山の移動

氷海航海中は氷山の回避、流水帯内にあつては、航走し易い所、例えば lead や open water をたどるために、course, speed が頻々として変る。狭視界時や夜間は漂泊して視界の回復を待つことが多い。

Radar によつて、大型氷山から氷山へ次々と相対位置を移して推測位置を求める手段は氷海航海中、われわれが良く用いる方法である。Course Recorder の使用は Dynamic Tube が船底に突き出しているため、pack-ice tongue や streamed pack-ice に入ると tube は曲つて、Log が使用不可能になる。

(氷山—氷山) を目標とした推測位置を求めて行くにあたつて、問題は氷山の動きと、またこのような航法をなす場合にどのような氷山を選んだら良いかということになる。

2.1 氷山の移動の測定例

1965年1月31日から2月1日にわたつて、1昼夜停船観測を実施した。この際、大型卓状氷山 (A)、氷山 (B)、風化氷山 (C) および氷岩 (D) を対象としてその位置の変化を追つた。

船もおおむね漂泊中であり、1時間置きにこれらの物標の相対位置を Radar によつて求め、天体観測位置を基として、作図してこれらの毎時の位置を求めた。この際、4つの物標の漂移跡が break がなく、smooth な動きを示めすようにして作図した。

第 5 図は氷山および氷岩、A、B、C、D の漂移の様子を示めし、第 6 図はそれらの大きさを表わす。

氷山は風圧によつてよりも、海流によつて移動すると普通いわれている。

しかし、氷山はそのもの自身の大きさ、比重、水面上または水面下の形状に

Fig. 5 Map showing movements of ice bergs and a bergy bit. Wind map is indicated in the left side.

よつて異つた運動をなすことは考えられる。

海流、潮汐流は別として皮流を小型の、特に氷岩などは受け易い。

測定の対象となつた冰山と氷岩の動きの大様を見ると、それぞれの動きが一定していない。Aは風勢にかかわらずその速度は変らない。AもBも0900~1200の間、すなわち風位が転換している間は立ちどまる様子を示めし、その後共に風下に対して、左 60° ~ 90° の方向へ動き出す。1200~1800の間に、Aは 240° へ0.8mile, Bは 225° へ2.5mile移動した。

冰山でも風化が進んでちょうど帆を立てた形のCは風が強くなるとS状の運動を始める。それ自身冰山が回転し、向を変えているのが観察されている。氷岩Cは水面上の露出部が小さく、風浪の中ではその発見も困難であつたが、その移動は最も定常性が見られた。

一昼夜の移動量はAは4.2mile, Bは2倍の8.2mileであつた。

2.2 (冰山—氷山) 航法における対象氷山の選定と考察

ある冰山とともに漂泊していると船位が変わらないと錯覚し勝ちである。冰山も動いていることを考慮すべきである。

(冰山—氷山) 航法において対象とする冰山は結局、大型にして高さの割に低い冰山を選ぶ事が望ましい。氷面上の大きさが大きく、特に空洞のあるような冰山は風圧による影響も大きいから選ぶべきではない。

流水帯に近い海域は、おおむね偏東風域で偏西海流が卓越している。大型氷山の移動速度は海流の60%と推定し得るので、水路誌記載の海流流速を基として、氷山の移動速度を推定し得る。またこの航法による位置と実測位置から、その間の海流も推定し得る。

Fig. 6 Sketch of icebergs, A, B and C and bergy bit, D.