

## 漁業練習船南星丸の船体磁気の安定について

源 河 朝 之・松 野 保 久\*

### On the Ship-Magnetism Stabilization in the Fishing-training- ship of Faculty of Fishery, the Nansei-maru

Tomoyuki GENKA and Yasuhisa MATSUNO\*

#### Abstract

The measured magnetic-compass deviation enstalled on board the Nansei-maru, afis hing-training-ship, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, was analyzed over eight times from the time of completion to the present and examined the yearly fluctuation, with the following items ascertained.

- 1) It seems the permanent magnetism of the Nansei-maru was stabilized in about six months.
- 2) The values of them agnetic-compass-deviation of the Nansei-maru shown a great value as compared with the Kagoshima-maru and the Keiten-maru, Faculty of Fisheries, Kagoshima University. But it seems the Nansei-maru took a short time until the stabilization of the permanent magnetism. This may be due to the power of impact for the amount used of iron and construction materials.
- 3) When set a radar in motion, the measured maximums of the magnetic-compass-deviation was  $2.7^\circ$  in case of the steering-compass as compared with when a radar stopped.
- 4) In case of such a small sized ship as the Nansei-maru should pay attention because creation or remodeling of various kinds of equipments at the bridge of the ship and its vicinity have a great influence on the change of the magnetic-compass-deviation.

#### 緒 言

昭和42年3月に竣工した漁業練習船南星丸（総噸数44.56噸，デイゼル機関220馬力1基）の磁気コンパスに生ずる自差の実態とその修正<sup>1)</sup>についてはすでに述べたが，その後引続き磁気コンパス自差の経年変化を調査して船体磁気の安定期を確かめるとともに，磁気コンパスの信頼性も確かめたいと考えて本研究を行なった。

従って，既発表論文<sup>1)</sup>に記述したことはできるだけ割愛した。近時の船体建造工作技術に起因する船体磁気の不安定によって，磁気コンパス自差が修正後も安定せず，そのために竣工時に修正した自差が経年変化し，航海者は磁気コンパスに対して不安感を持つという困った現象が起っている。そこで，このような問題を解決するため，種々の角度からの研究発表<sup>1)~9)</sup>もなされている。南星丸の場合は，完全な鉄船ではなく，船体は木造で船橋等の甲板室は鉄材の4ブロックによって組立て建造されている，所謂，木鉄交造船であるが，（既発表論文<sup>1)</sup>参照）磁気コンパスに影響する船体磁気の要素としては鋼船のそれと同じものであると考えられ，実際には発生自差量もかなりの値を示している。そして，筆者等は当然，従来

\* 鹿児島大学水産学部航海学教室 (Laboratory of Navigation, Faculty of Fisheries, Kagoshima University)

建造されてきた鋼船と同様に自差の経年変化があるものと考え、竣工時より今日までの約2年半その実態を調査検討した結果、建造後約6カ月経過した頃に船体磁気は一応安定したと見られ、その後の或る期間は変化がなかったことを確かめたので、その結果について報告する。

### 測定方法と結果

船体磁気の測定方法には種々あるが、筆者等は、航海者の立場から、船体磁気測定の主目的である磁気コンパス自差を完全修正するために行なう遠標方位法によって自差測定を行ない、自差係数を算出して船体磁気の実態を解析した。即ち、南星丸に装備された磁気コンパス(基準コンパス、操舵コンパス共に佐浦式卓上型 T-150、修正装置付き)によって、同一物標(薩摩半島の魚貝岳山頂、観測点より約18哩)を同一場所(鹿大、水産学部より南東1~1.5哩沖)で、まず、基準コンパス(一応修正済みのもの)の自差測定を行ない、次に

Table 1. Yearly comparison of the magnetic-compass-deviation observed under the state of noncompensation in the Nansei-maru.

Table 1-1. Yearly comparison of the standard-compass-deviation.

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	
	Date	2 <sup>nd</sup> May	19 <sup>th</sup> Jan.	26 <sup>th</sup> Aug.	4 <sup>th</sup> Sept.	14 <sup>th</sup> Oct.	11 <sup>th</sup> Jan.	17 <sup>th</sup> Dec.	3 <sup>rd</sup> June
Ship's head	1967	1967	1967	1967	1967	1967	1967	1968	1969
	Deviation (degree)								
N	3.2°W	1.5°W	2.2°W	1.8°W	1.5°W	1.9°W	0.8°W	1.6°E	
NE	13.8 E	9.5 E	11.3 E	11.5 E	12.5 E	12.2 E	11.0 E	13.6 E	
E	22.3 E	20.5 E	21.3 E	22.2 E	22.5 E	23.4 E	20.8 E	23.6 E	
SE	21.8 E	25.0 E	20.3 E	22.5 E	22.0 E	22.2 E	18.5 E	19.1 E	
S	6.3 E	4.5 E	6.3 E	3.7 E	3.0 E	2.8 E	1.3 E	2.4 W	
SW	19.4 W	23.5 W	13.7 W	19.3 W	19.0 W	19.1 W	17.8 W	20.7 W	
W	24.7 W	22.5 W	23.7 W	23.3 W	24.2 W	24.1 W	20.8 W	22.7 W	
NW	16.8 W	12.0 W	14.7 W	15.3 W	15.3 W	14.6 W	12.5 W	12.2 W	

Table 1-2. Yearly comparison of the steering-compass-deviation.

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
	Date	2 <sup>nd</sup> May	19 <sup>th</sup> Jan.	26 <sup>th</sup> Aug.	4 <sup>th</sup> Sept.	14 <sup>th</sup> Oct.	11 <sup>th</sup> Jan.	17 <sup>th</sup> Dec.
Ship's head	1967	1967	1967	1967	1967	1967	1968	1969
	Deviation (degree)							
N	7.9°E	—	—	4.3°E	5.4°E	4.7°E	—	6.0°E
NE	17.4 E	—	—	20.5 E	21.8 E	1.3 E	—	18.0 E
E	17.4 E	—	—	29.3 E	31.6 E	31.8 E	—	18.5 E
SE	9.4 E	—	—	22.5 E	20.1 E	22.3 E	—	7.0 E
S	12.1 W	—	—	8.5 W	10.6 W	10.8 W	—	8.0 W
SW	21.0 W	—	—	27.0 W	26.1 W	28.3 W	—	15.0 W
W	17.6 W	—	—	25.2 W	25.1 W	25.8 W	—	15.0 W
NW	9.1 W	—	—	12.0 W	12.1 W	13.8 W	—	8.0 W

修正装置を撤去して同様に自差測定を行ない、その後自差修正をなるべく完全に行なって、再び自差測定を行ない自差の有無を確かめた。操舵コンパスについても同様な手順で自差測定および修正作業を行なった。（自差測定は左右両舷施回で行ないその平均値をとった）資料収集のための実験の間隔は、なるべく同一間隔の予定であったが、都合により計画通りには実施できなかった。

以上の方法によって自差測定の結果をまとめた結果、自差測定経年比較表を、修正装置を撤去した場合については Table 1-1、修正を行なった場合については Table 1-2、に掲げた。また、自差表から自差の性質を解析するため自差係数を算出し、その経年変化比較表を、基準コンパスについては Table 3-1、操舵コンパスについては Table 3-2、に掲げた。そして、無修正状態の自差係数経年変化図を、係数 B, C については Fig. 1-1、係数 D, E については Fig. 1-2、に示して考察の資料とした。自差測定後の自差修正は、修正装置が不完全なためかなり困難であったが、Table 2-1、Table 2-2、に掲げた程度には修正できた。この表は自

Table 2. Yearly comparison of the magnetic-compass-deviation observed under the state of compensation in the Nansei-maru.

Table 2-1. Deviation table of the standard-compass observed under the state of compensation.

No.	1	2	3	4	5	6	7	(7)
	Date 2 <sup>nd</sup> May	10 <sup>th</sup> June	19 <sup>th</sup> June	26 <sup>th</sup> Aug.	4 <sup>th</sup> Sept.	14 <sup>th</sup> Oct.	3 <sup>rd</sup> June	3 <sup>rd</sup> June
Ship's head	1967	1967	1967	1967	1967	1967	1969	1969
	Deviation (degree)							
N	0.4° E	0.5° W	0.5° W	1.0° W	0.7° W	0.6° E	1.8° E	0.5° E
NE	0.4 E	0.7 W	0.5 W	1.5 W	1.5 W	0.3 E	1.8 E	0
E	0.4 E	1.0 E	0.2 E	0.5 E	0.3 E	1.6 E	4.1 E	0
SE	0.4 E	0.4 W	0	0.8 E	0.5 E	0.6 E	0.6 E	2.0 E
S	0.4 E	0.5 W	0.3 E	0.7 W	0.5 E	0.6 W	1.9 W	0
SW	1.5 W	0.7 W	0	0.5 E	0	1.1 W	4.4 W	0
W	0.6 W	0	0	0.2 E	0.2 W	1.1 W	3.4 W	0
NW	0.4 W	1.7 E	0.5 E	1.2 E	1.0 E	0.9 E	1.1 W	0

Table 2-2. Deviation table of the steering-compass observed the state of compensation.

No.	1	2	3	4	5	6	7	(7)
	Date 2 <sup>nd</sup> May	10 <sup>th</sup> June	19 <sup>th</sup> June	26 <sup>th</sup> Aug.	4 <sup>th</sup> Sept.	14 <sup>th</sup> Oct.	3 <sup>rd</sup> June	3 <sup>rd</sup> June
Ship's head	1967	1967	1967	1967	1967	1967	1969	1969
	Deviation (degree)							
N	0.5° E	1.0° E	0.2° E	1.0° W	1.2° W	1.4° W	1.5° W	0.5° E
NE	0.5 E	0.8 E	0.8 W	2.0 W	4.0 W	4.7 W	4.5 W	0
E	0.5 E	2.5 E	0.4 E	0.5 E	2.7 W	1.4 W	3.0 W	0
SE	0.5 E	2.1 W	0.2 E	0.8 E	1.0 E	1.6 E	2.0 E	2.0 E
S	0.5 E	0	0	1.0 W	2.6 E	2.4 E	4.0 E	0
SW	1.0 W	1.7 W	0.8 W	0.5 E	3.2 E	3.9 E	3.8 E	0
W	0.5 W	1.0 W	1.2 E	0.2 E	1.8 E	2.9 E	2.0 E	0
NW	0.5 W	0.7 E	0.3 E	1.5 E	1.5 E	1.4 E	1.0 E	0

Table 3. Yearly comparison of the co-efficient of deviation observed under the state of noncompensation in the Nansei-maru.

Table 3-1. Yearly comparison of the co-efficient of deviation of the standard-compass.

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
Date	2 <sup>nd</sup> May	19 <sup>th</sup> Jan.	26 <sup>th</sup> Aug.	4 <sup>th</sup> Sept.	14 <sup>th</sup> Oct.	11 <sup>th</sup> Jan.	17 <sup>th</sup> Dec.	3 <sup>rd</sup> June
Co-efficient of deviation	1967	1967	1967	1967	1967	1967	1968	1969
	(degree)							
<b>A</b>	+ 0.02°	0°	+ 0.42°	+ 0.03°	0°	- 0.18°	+ 0.50°	0°
<b>B</b>	+24.00	+21.50	+22.50	+22.75	+23.40	+23.75	+20.70	+23.20
<b>C</b>	- 4.75	- 3.00	- 4.25	- 2.75	- 2.25	- 2.32	- 1.00	+ 2.00
<b>D</b>	- 2.67	- 1.65	- 2.00	- 3.75	- 3.30	- 3.62	- 3.20	- 3.50
<b>E</b>	+ 1.37	+ 1.25	+ 1.62	+ 0.75	+ 0.82	+ 0.16	+ 0.10	- 0.40

Table 3-2. Yearly comparison of the co-efficient of deviation of the steering-compass.

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
Date	2 <sup>nd</sup> May	19 <sup>th</sup> Jan.	26 <sup>th</sup> Aug.	4 <sup>th</sup> Sept.	14 <sup>th</sup> Oct.	11 <sup>th</sup> Jan.	17 <sup>th</sup> Dec.	3 <sup>rd</sup> June
Co-efficient of deviation	1967	1967	1967	1967	1967	1967	1968	1969
	(degree)							
<b>A</b>	- 1.10°	—	—	+ 0.49°	+ 0.35°	- 0.01°	—	+ 0.40°
<b>B</b>	+17.50	—	—	+27.25	+28.25	+28.75	—	+16.80
<b>C</b>	+10.00	—	—	+ 6.40	+ 7.45	+ 7.72	—	+ 7.00
<b>D</b>	- 1.00	—	—	- 4.25	- 3.15	- 3.86	—	+ 1.00
<b>E</b>	- 1.10	—	—	- 2.05	- 3.25	- 3.01	—	- 1.40

Table 4. Changes of the magnetic-compass-deviation in the Nansei-maru observed when set a radar in motion or not.

Standard compass				Steering compass			
Condition	Stopping condition	Operating condition	Difference	Condition	Stopping condition	Operating condition	Difference
Ship's head	Deviation			Ship's head	Deviation		
<b>N</b>	0.7°W	1.0°W	0.3°W	<b>N</b>	1.2°W	1.0°W	0.2°W
<b>NE</b>	1.5 W	1.0 W	0.5 E	<b>NE</b>	4.0 W	3.0 W	1.0 E
<b>E</b>	0.3 E	1.0 E	0.7 E	<b>E</b>	2.7 W	0	2.7 E
<b>SE</b>	0.5 E	1.0 E	0.5 E	<b>SE</b>	1.0 E	3.0 E	2.0 E
<b>S</b>	0.5 E	0.2 E	0.3 W	<b>S</b>	2.6 E	2.2 E	0.4 W
<b>SW</b>	0	0.5 W	0.5 W	<b>SW</b>	3.2 E	1.5 E	1.7 W
<b>W</b>	0.2 W	0.5 W	0.3 W	<b>W</b>	1.8 E	0.5 E	1.3 W
<b>NW</b>	1.0 E	0.5 E	0.5 W	<b>NW</b>	1.5 E	1.5 E	0

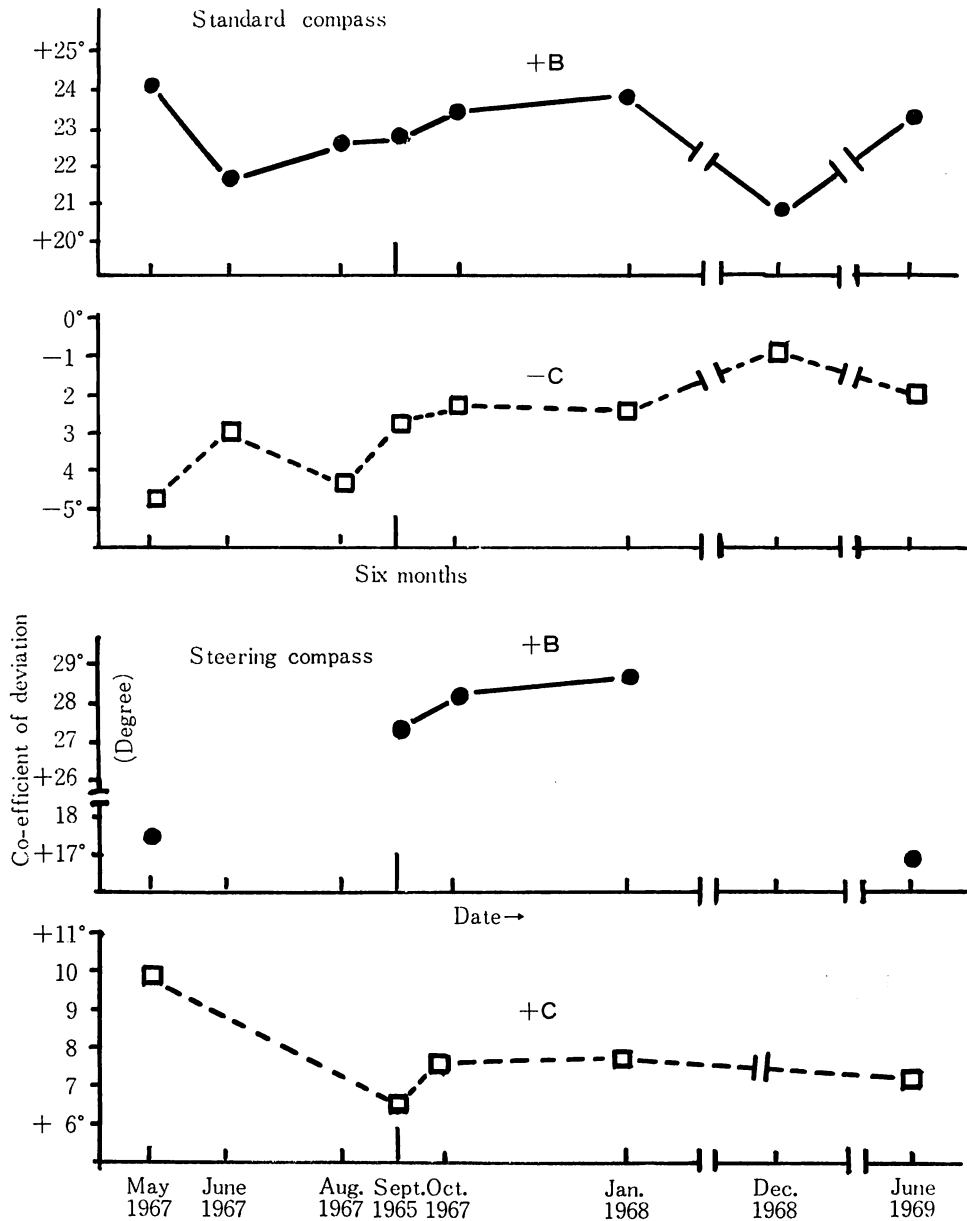


Fig. 1. Yearly comparison of the co-efficient of deviation observed under the state of noncompensation in the Nansai-maru.

Fig. 1-1. Yearly comparison of the co-efficient of deviation (B) and (C) of the standard-compass and steering-compass.

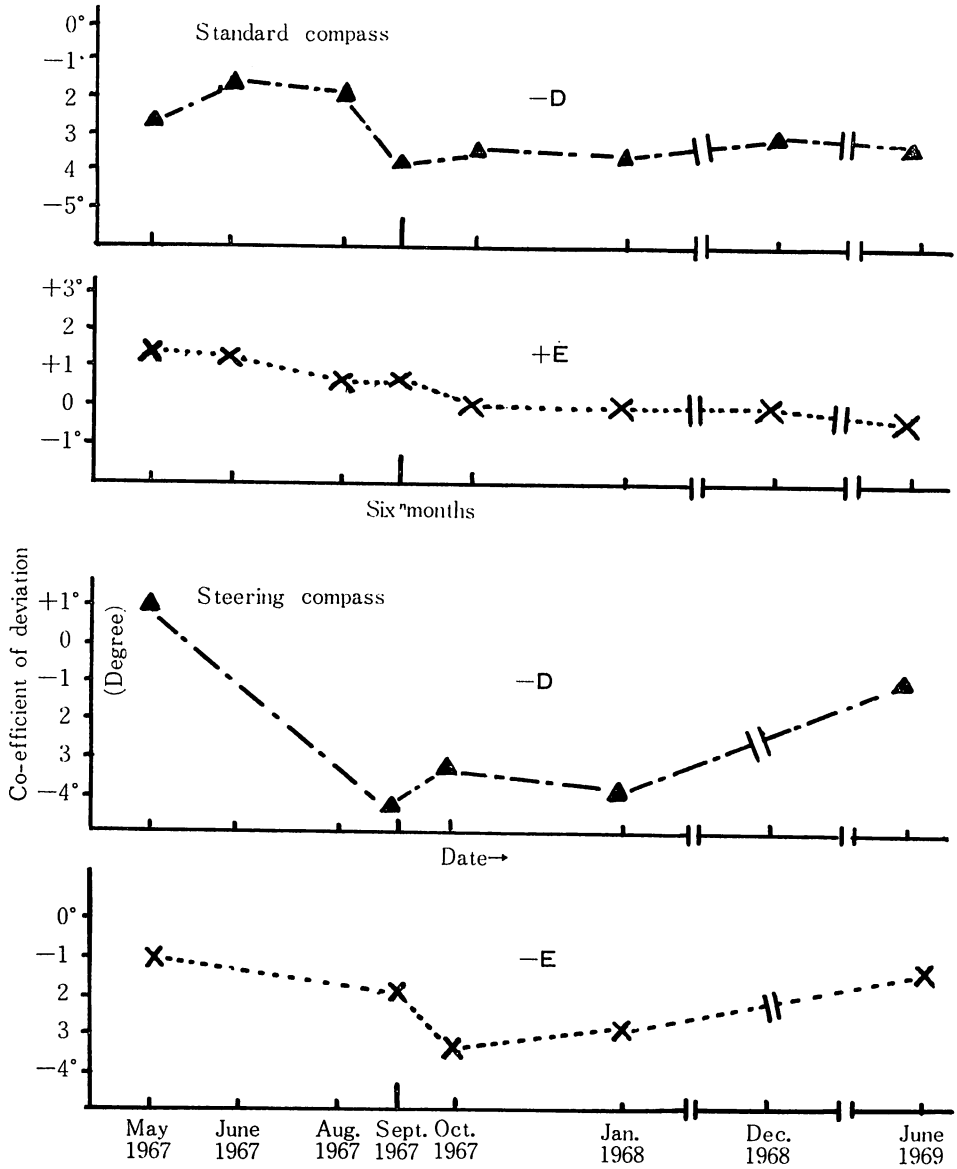


Fig. 1-2. Yearly comparison of the co-efficient of deviation (D) and (E) of the standard compass and the steering-compass.

差修正を行なって後、次回の実験の際最初に測定した自差表であるので、この表値の変化でも自差の経年変化を或る程度まで知ることができる。修正に際しては、係数 B, C の分解が完全でないため、完全修正ではないので、南星丸の通常の行動範囲内の航海においては支障のないことは確認した。次に、電子機器であるレーダを作動させた場合と、作動させない場合に磁気コンパスに対する影響を実験した。レーダを作動させた場合の自差表と、停止状態とを比較して、レーダ使用のために生じた自差の変化を Table 4, に掲げた。

## 考 察

磁気コンパスに生ずる自差について近年問題となっていることは、従来、船体永久磁気は変化しないと言われていたのが、半永久磁気が存在が大きいことと、その複雑な変化のために、（特に建造当初において急速に変動する傾向にある）竣工時に修正された磁気コンパス自差が変化し、その為に航海者に大きな不安を与えているということである。木造船と言えども鉄材を使用しているので当然この問題を無視することはできない。南星丸の場合 Table 1-1, Table 1-2, に見られるように、竣工時より 8 回にわたる自差測定においてかなりの自差が生じている。そこで、このような自差の原因を検討考察するため、Table 3-1, Table 3-2, および Fig. 1-1, Fig. 1-2, の自差係数の経年変化を解析すると次のようである。即ち、此の図、および表を見ると、係数 A はほとんど  $1^\circ$  未満であることから、方位測定は正しかったと言える。係数 B, C は船体永久磁気と垂直軟鉄の感応磁気から生じた自差であるが、その変化は建造後 6 カ月経過の 2 回目測定までと、3 回目以下とでは若干の変化が認められる。即ち、基準コンパスにおいては、係数 B は 3 カ月後の 2 回目測定以後は  $+23^\circ$  前後であり、約  $-2^\circ$  の変化があってもほぼ安定しているが、係数 C は建造後 6 カ月経過の 3 回目測定には約  $+2.0^\circ$  変化して、それ以後はほぼ  $-2.5^\circ$  前後の変化で安定している。

また、操舵コンパスにあっては、建造当初より約 6 カ月経過の 3 回目測定以後は、係数 B については約  $+10^\circ$  変化して  $+28^\circ$  前後で安定しており、係数 C については建造時より約  $-3^\circ$  の変化が 6 カ月経過の 3 回目測定より見られ、以後はほぼ安定している。

以上のような解析の結果、永久磁気的要素は大体 6 カ月経過して（半永久磁気的要素は消滅して）一応安定したものと思われる。係数 D, E については、理論上は変化しないので、実際の測定結果も変化していない。

ここで一言ふれておきたいことは、過去の研究では船体磁気の解析にあたって、永久磁気、或は感応磁気と表現してきたが、今回は特に永久磁気的要素、或は感応磁気的要素と表現したことについて、南星丸の場合は船橋が狭いため、船橋構成材料のみでなく、船橋内に設置された諸機器、装置等が磁気コンパスに対して距離的にかなり接近しているため、それらの影響力もあると考えられ、従って、船橋構成鉄材の影響のみによって生じた自差ではないと思われるので、特に要素という表現にしたのである。

さて、Table 3-1, Table 3-2 の 8 回目の測定結果を見ると、基準コンパスの場合、係数 B, C 共にほとんど変化していないのに対して、（しかし、7 回目の測定値は 6 回目以前と同値にもどっていることから、7 回目だけ特別に変化したとは考えられないので、その原因は明らかでない。そこで、7 回目の資料は一応棚上げにして考察を行なうことにした）操舵コンパスでは、係数 B で約  $-10^\circ$  の変化が見られるが、係数 C は変化していない。この原因を

検討した結果、南星丸は昭和44年3月に風向風力計（コーシンベン）を取付けた以外は、何等の工事も施設も行っていないので、操舵室に指示器を取付けた影響ではないかとも思われるが、理論的に考察するとその影響とは考えられない。従って、現在のところ、その原因を明らかにすることはできないので、今後の研究に俟ちたいと考えている。

係数 D, E については、一応理論と一致して変化していないが、8回目の操舵コンパスの測定値で若干の変化が見られるが、このことも前述の係数 B, C の考察と同様にその原因は明らかでないので今後の研究に俟ちたいと考えている。

以上の考察結果から、南星丸のように、船橋が狭く原因不明の自差が突発的に発生する場合もあるので十分な注意が必要である。

さて、前述のように、木鉄交造船である南星丸は永久磁気の安定に約6カ月を要したと言えるが、鋼船である練習船かごしま丸（総噸数, 1,038噸）および敬天丸（総噸数 308 噸）は、2~3年を要しているし<sup>2)</sup>、北海道大学練習船おしよ丸（総噸数, 1,181 噸）は2年経過してもまだ安定しなかった<sup>7)</sup>、との報告もある。これらのことから、当然予想はされていたが、一般的には、鋼船の方が永久磁気の安定にはより長期間を要するものと言える。この原因は、船体構成鉄材の使用量と、それらに対する衝撃の度合によるものと考えられる。

次に、南星丸で特に懸念されることは、船橋に設置されている（既発表論文<sup>1)</sup>）の Fig. 2, Fig. 4 参照）レーダ（古野式 F R-151A 型）を作動させた場合にコンパスにどのような影響をおよぼすかについてである。そこで、昭和42年9月における5回目の測定の際に、実験を試みた。その結果は Table 4 に見られるように、基準コンパスではその影響はあまり見られない。これはスキャナーがコンパスよりかなり遠ざかった上方にあるためと思われるが、操舵コンパスの場合は、針路の東西寄りに、最大値 2.7° の変化を生じた。このようなことは南星丸にとっては特に重要なことであるが、一般船舶の場合も勿論のこと、行船者としてレーダ使用の際は、コンパス自差の変化を事前に十分考慮して確かめておかねばならないと思う。次に、自差修正について若干の問題点にふれておきたい。それは修正用具に磁気能率の経年変化があることである。特に南星丸装備のコンパスのような小型のものは、修正装置が不完全だけでなく、修正用具の磁気能率も期間が経つにつれて変化し易いものであるから（このことについて、実験の結果、無修正状態では自差量は変化していないのに、無自差に修正してあった同じコンパスに自差が生じていたことから判明した）その点も考慮しておく必要がある。要は、結論的に言って、自差修正を絶えず行なって、自差の存在とその変動を確認することが必要である。尚、前述のように、南星丸の自差修正は完全とは言えないので、磁気赤道に行く機会があればよいが、その機会を持ってないと思うので（一般の小型船の場合も同様に、その機会はないと見てよい）自船の行動範囲内であらゆる機会をとらえて、自差の確認を行なって修正したコンパスに信頼が持てるようにすべきである。

## 結 び

鋼船の船体磁気の安定に関する研究発表は前述のようにならあるが、木鉄交造小型船の場合には、未だ、あまり発表を見ないので、その一報として本論文を発表するものである。今日、数多く建造されている小型船は、ほとんどが南星丸のような木鉄交造船であり、しかも、磁気コンパスを装備して航海しているので、本論文が航海者にいくらかでも役立てば、



誠に幸いである。

本研究の結果を要約すると次のようである。

- 1) 南星丸の永久磁気はほぼ6カ月で安定したと見られる。
- 2) かごしま丸、および敬天丸と南星丸を比較すると、自差発生量は南星丸が大きい。しかし、永久磁気の安定までの時間は、南星丸が短いと見られるが、その原因は鉄材の使用量と、船橋等の構成材料に対する衝撃の度合いによるものと考えられる。
- 3) レーダを作動させた場合は、停止状態に比べて操舵コンパスで最大値2.7°の変化が見られた。
- 4) 南星丸のような小型船は、船橋附近の諸装置の新設、或は改装等が自差の変動に大きく影響するので注意が必要である。

尚、今後更に定期的に南星丸の自差測定を行なって、帯磁の実態を追究したいと考えている。特に、装備の追加や船橋附近の工事等が行なわれる場合には、それらの影響の実態を究明するつもりである。

最後に、本研究を行なうにあたり、多忙な中を終始御協力いただいた、南星丸の高橋船長外乗組員の諸氏に対し深く感謝の意を表します。

#### 文 献

- 1) 源河朝之 (1967)：木造小型漁業練習船南星丸の自差とその修正について，鹿大水紀要，**16**，146-154.
- 2) 源河・狩俣 (1967)：漁業練習船かごしま丸および敬天丸の船体磁気の安定についての考察，鹿大水紀要，**16**，139-145.
- 3) 大北利雄 (1958)：ブロック式船体建造による磁気羅針儀の乱調，日本航海学会誌，**18**，63-66.
- 4) 西谷芳雄 (1959)：半永久磁気による自差とその修正について，日本航海学会誌，**20**，1-6.
- 5) 福井大郎 (1961)：ブロック建造船の自差について，ドックマスター，**2**，22-23.
- 6) 源河朝之 (1962)：ブロック式建造漁船の船体磁気についての一考察，日本航海学会誌，**18**，99-109.
- 7) 齊藤・増田・中根・藤井 (1965)：ブロック式建造漁船の自差の変動について-I，日本航海学会誌，**33**，67-71.
- 8) 神鳥・広瀬・中田 (1965)：ブロック式建造漁船における船内磁場の分析，日本航海学会誌，**34**，119-128.
- 9) 神鳥昭 (1967)：ブロック式建造漁船における船体磁場の経年変化-I，日本航海学会誌，**38**，51-57.