

韓國南西海岸의 地磁氣偏差에 關하여

李 相 鎬

On the Geomagnetic Variations (Declinations) of the South and West Coast of Korea

Lee Sang-Jib

〈目 次〉

- | | |
|--------------|--------------|
| I. 序 論 | 2. 測定方法 및 實測 |
| II. 地磁氣偏差 測定 | III. 結 論 |
| 1. 測定機具의 調整 | 參考文獻 |

Abstract.

The geomagnetic secular change and the local attraction make it necessary that the isogonic lines are to be determined by the consecutive observations from many different magnetic points throughout the relevant area, in order to keep the magnetic chart to be up-date and to minimize the discrepancy in magnetic variations on the nautical charts. But the geomagnetic variations of Korea have been deduced from those of Japan.

This paper, therefore, attempts to obtain the geomagnetic variations of sample places by the sun's azimuth method using the magnetic compasses on land, and by the ship's course comparison method using the gyrocompass and the magnetic compass at sea. It also examines the accuracy of magnetic variations on the prevailing chart for the south and west coast of Korea.

The investigation shows that in the magnetically stable area there is a slight discrepancy less than 0.3 degrees between the observed values and those of the chart, whereas in the local attraction area, the values of magnetic disturbances have a tendency to be attenuated in proportion to the distance from the nearby land.

Partly because both of the time restriction and of the poor measuring instruments, only several places are observed. It is, therefore, suggested that a trailing type of self-recording magnetometers for marine applications can be more efficient to observe the geomagnetism of all the Korean Coasts and to determine the local disturbances more in detail, and the consecutive observations at land should be kept by establishing many different magnetic points throughout the country.

I. 序 論

海上船舶에서 磁針方位情報를 利用하는 데는 地磁氣偏差(geomagnetic variation, declination)의 正確한 把握이 要求된다. 地磁氣 偏差는 羅針圖(compass rose)나 等偏差線(isogonic lines)으로 海圖上에 表示되며 이것이 그 地域의 正常偏差(normal variation, 標準偏差)가 된다. 한 地點의 正常偏差는 隣接地域의 것과 圓滿한 曲線으로 連結되도록 決定된다. 즉 磁氣圖에 表示되는 標準磁場은 各 地方에서 觀測된 實測值의 平均의인 分布가 表示되거나 實測值의 球函數分析(spherical harmonic analysis) 結果에 依하여 表示된다. 註¹⁾ 만약 固定觀測所가 없거나 實測한 것이 없는 境遇에는 實際의 磁場이 磁氣圖에 反映되지 않으며 航空機나 人工衛星에 依한 測定과 같이 地表로부터 相當한 距離로 떨어진 高空에서 觀測된 것 뿐일 境遇에는 地磁氣의 地域的 特性이 無視되기 쉽다.⁵⁾ 그 結果 正常偏差와 實際偏差가 比較的 넓은 領域에 걸쳐서 相異한 地方的異常(regional anomaly)이 있는 곳이 있고 좁은 區域에 限하여 相異한 局地的異常(local anomaly)이 있는 境遇도 있다.⁸⁾ 世界에서 局地的 異常이 가장 큰 곳은 Moscow의 Kursk海域이며 그 크기는 약 180°로 알려져 있다.⁶⁾ 우리나라의 南海岸 靑山島附近에서 西海岸 羅州群島에 이르는 海域에는 局地的 異常이 있으며 그 크기는 2°~10°정도인 것으로 記載되어 있다.¹⁰⁾

또 地球磁場은 時間에 따라 變動하며 이것은 다시 暫定的인 變動과 長期的인 變動으로 나누어 생각할 수 있다. 暫定的인 것은 磁針方位에 미치는 影響이 微小하지만 長期的인 永年變化(secular change)는 끊임없이 世界到處에서 일어나며 그 變動率은 地域과 時間에 따라 다르다. 한 地域의 地磁氣偏差의 年變化率(annual change; 年差)은 長期間 實測된 永年變化로부터 決定되며 그 값은 거의 一定한 것이 보통이지만 地震以後에 異常永年變化가 일어나는 수가 있고 또 時間에 따라 年變化率이 變動되는 境遇가 있으므로 長期間의 推定은 避하여야 한다.^{8,9)} 世界的으로 年變化率이 가장 큰 곳은 Madagascar地域으로 그 크기는 약 15'인 것으로 알려져 있으며 우리나라의 年變化率은 1'~2'으로 推算되고 있다.

위에서 指摘한 바와 같이 地磁氣偏差에는 測定資料가 貧弱한 地域과 年變化率을 長期間 推定으로 決定한 境遇에 誤差가 包含될 수 있다. 그러므로 오늘날 大多數의 先進國에서는 수많은 地上觀測所에서 繼續的인 測定으로 구한 것과 高空測定으로 구한 것을 糾合하고 地磁氣의 地域的인 特性과 時間的인 變動을 考慮하여 正常偏差를 決定하며 每 5年마다 磁氣偏差圖를 發行하고 있다. 특히 太陽黑點이 적게 나타난 1965年을 기하여 世界磁氣測量(World Magnetic Survey, WMS)事業에 약 40個國이 參與하여 보다 正確한 世界磁氣圖를 作成하고자 國家間의 協力이 이루어지고 있다.⁸⁾

한편 國內의 地磁氣測定에 關한 狀況을 살펴보면 1930年頃에 南西海岸 몇개 地點에 對한 地磁氣偏差를 確認한 것과 1963~1964年에 南韓의 地磁氣伏角의 分布를 調査한 것이 있을 뿐이며 磁氣圖作成에 充分할 程度로 實測된 적이 없다.^{10,12)} 오늘날 우리나라에서 海圖를 發行할 때에는 隣接한

註 1) 地磁氣 potential(W)은 外部要因에 依한 것을 無視하면

$$W = a \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n (a/r)^{n+1} g_n^m (\cos m\phi + h_n^m \sin m\phi) P_n^m (\cos\theta)$$

但, a : 地球半徑, r : 地球中心으로부터의 距離 $n \geq m$ (n, m 는 各各 整數)

g_n^m 및 h_n^m : 觀測值의 球函數 分析結果로부터 決定된 Gauss係數

P_n^m : Schmidt 球函數

로 表示된다. 1968年 以後의 國際標準磁場(International Geomagnetic Reference Field)에는 Gauss係數가 $n=8$ 이다.⁸⁾

일본의 等偏差線을 延長하여 우리나라의 等偏差線으로 하고 이것을 基準으로 決定한 羅針圖로서 韓半島全域 海圖上에 地磁氣偏差를 表示하고 있다. 일본의 等偏差線은 自國領上內의 地上觀測所와 海上에서 測定한 것으로부터 決定된 것이므로 韓半島에 맞는 것이라고 할 수 없다.²⁾ 그러므로 우리나라의 海圖上에 表示된 地磁氣偏差는 地域에 따라서 實際偏差와 多小差異가 있을 것으로 생각된다.

이와같이 우리나라의 地磁氣偏差는 그 測定實積이 極히 貧弱하며 推算으로 決定되어 海圖에 記載되고 있는 實情이므로 實測으로 既存海圖上의 偏差를 確認하고 나아가서 많은 實測資料로부터 韓半島海域에 關한 磁氣圖를 作成함이 要望된다.

위의 要望에 따른 事項의 一環으로 本稿에서는 地磁氣의 暫定的인 效果(transient effect) 磁氣暴風(magnetic storm) 및 離島效果(island effect)에 依한 偏差의 微小한 變化는 無視하기로 하고³⁾ 磁氣 compass와 gyrocompass를 利用하여 地磁異常이 比較的 큰 것으로 알려져 있는 南西海岸의 一部와 釜山地域을 對象으로 地磁氣偏差를 測定하였으며 實測值로 海圖나 水路誌에 記載된 것과 比較 確認하기로 하였다.

II. 地磁氣偏差 測定

1. 測定機具의 調整

地磁氣偏差는 海上과 陸上에서 測定되었는데 海上測定에는 韓國海洋大學 練習船 한바다호와 同船에 備置되어 있는 反映式 磁氣 compass 및 gyrocompass와 이에 따른 方位環, 方位鏡을 이용하였고 陸上測定에는 携帶用 磁氣compass 및 그 附屬器具를 사용하였다.

各境遇의 實測을 實施하기 前에 다음과 같이 機具의 性能試驗을 통하여 誤差를 最小가 되게 調整하였다.

① 磁氣子午線을 包含하는 鉛直面을 決定하고 이것과 直交하는 東西面이 具備된 回轉臺로 方位誤差(directional error)를 檢査하여 그 誤差가 없음을 確認하였다.

② 本船의 jack staff을 이용하거나 두 物標의 重視線을 따라 航海하는 機會를 利用하여 compass의 基線誤差(lubber line)가 없도록 調整하였다.

③ 작은 磁針으로 磁氣compass card를 어느 한 方向으로 20° 偏角을 10秒間 주었다가 磁針을 除

2) 오늘날 大部分의 나라에서는 自國에 關한 磁氣圖를 따로 作成하여 使用하고 있다. 일본에서는 8개의 地上 磁氣觀測所 97個의 一級磁氣點 약 800個의 二級磁氣點이 全國에 걸쳐서 分布되어 있고 各 磁氣點은 標指石으로 表示되어 있다. 陸上測定에는 Helmholtz coil을 이용한 磁力計를 쓰고 있다. 一級磁氣點에서는 每日 20회로 觀測하여 그 平均值를 그 點의 測定值로 하며 永年變化의 一般的인 變動傾向을 觀測하는 것이 그 主된 目標이고 二級磁氣點에서는 每日 午後 늦게 4회로 測定하여 局地的 異常을 把握하는 것이 그 主된 目標로 하고 있다.

또 海上測定에는 船體磁氣의 影響이 磁力計에 미치지 않도록 船尾로부터 약 100m~200m로 떨어져 曳引되는 proton磁力計로 測定한다. 이와 같이 陸上의 繼續測定과 海上의 反復測定에 依한 것을 糾合하여 磁氣圖를 作成한다. 實際等偏差線의 分布는

$$D=6^{\circ}56'.64+22'.41\Delta\varphi-6'.79\Delta\lambda-0'.094\Delta\varphi^2-0'.034\Delta\varphi\Delta\lambda-0'.358\Delta\lambda^2$$

$$(但 \Delta\varphi=\varphi-37^{\circ}, \Delta\lambda=\lambda-138^{\circ})$$

와 같이 緯度經度の 二次式으로 表示된다.⁶⁾

3) 地磁氣의 暫定的인 變動形態는 太陽日과 太陰日을 週期로 하여 일어나는데 이 중 主軸이 되는 것은 太陽日週期로 일어나는 부분이다. 그러나 可航地域에서는 이들에 依한 偏差의 變動은 5'미만이며 緯度 20° 以下에서는 거의 變動이 없다. 磁氣暴風도 可航地域에서는 偏差에 미치는 影響은 微小하다.⁷⁾ 離島效果는 섬 圍周로 흐르는 海流에 依한 電流가 原因이 되어 생기는 것으로 主로 地磁氣의 垂直力에 影響을 미치지만 偏差에 주는 影響은 微小하다.⁸⁾

去하였을 때와 다른 한 方向으로 같은 試驗을 하였을 때 다 같이 card가 原位置로 復歸함을 確認하였다.

④ 回轉台的 回轉速度를 360°/分로하여 磁氣compass bowl을 回轉시켰을 때 旋回誤差가 1.5°以下임이 確認되었다.

⑤ 偏角을 40°로 하여 compass card의 振動週期를 試驗하였을 때 그 週期가 25秒임이 確認되었다.

⑥ 磁氣compass bowl을 10°로 傾斜시켰을 때 card가 水平을 維持하고 있음이 確認되었다.

⑦ 高高度天体の 方位測定에 쓰이는 反射鏡에 依한 誤差는 垂直線사의 實象과 映象을 一致시켜서 修正하였고 prism mirror appliance로 測定한 太陽方位와 sighting vane으로 測定한 것을 比較하고 또 高度가 各各 다른 天体の 方位를 測定하고 計算高度와 比較하여 方位環의 誤差를 除去하였다.

⑧ 方位鏡의 誤差는 arrow up하여 測定한 方位와 arrow down하여 測定한 方位를 比較하여 點檢하였다.

⑨ 二物標의 重視線을 이용한 方法과 太陽의 磁針方位를 이용한 方法으로 gyrocompass誤差를 檢査한 結果 船체가 旋回되거나 傾斜角 5°以下로 動搖될 때에는 誤差가 일어나지 않았다.¹⁹⁾

2. 測定方法 및 實測

1) 陸上測定法

物標의 眞方位와 羅針方位의 關係로부터

$$V = T_B - C_B \dots\dots\dots ①$$

但, V : 測定地点의 地磁氣偏差

T_B : 測定地点의 天体の 眞方位

C_B : 測定地点의 天体の 磁針方位

이 成立되므로 天體를 이용한 時辰方位角法으로 天體의 眞方位를 구하고 이것과 實測한 磁針方位를 比較하여 測定地点의 地磁氣偏差를 決定하였다. 이 때 磁氣compass bowl은 地表로부터 높이 1.5m로 支持하였으며 測定地点의 圍周가 平等磁界임을 確認하기 爲하여 compass bowl을 設置하기 前에 測定点에서 四隅点方向으로 약 2m 떨어진 4地点과 四方点方向으로 약 30m 떨어진 4地点에서²⁾ compass card의 週期檢査를 하여 各地点의 週期를 比較하였다. 또 決定된 한 測定点에서 두개의 다른 compass로 測定하여 觀測上의 誤差를 피하였다. 實測過程에서 card를 쉽게 判讀할 수 있게 磁針方位가 整數度로 되는 瞬間을 測定時刻으로 하였으며 3개의 各各 다른 場所에서 測定한 것의 平均值를 그 地点의 實測偏差로 하였다.

2) 海上測定法

眞針路 羅針路 및 自差의 關係로부터

$$V + \delta i = T_i - C_i \dots\dots\dots ②$$

但, δi : 八方点船首方位에 對한 自差

T_i : 八方点眞船首方位

C_i : 八方点羅針船首方位

가 成立된다.

船體旋回時에 船體磁氣가 不安定狀態로 되어 暫定的으로 생기는 gaussian error의 影響을 받지 않도록 漸漸히 旋回시켜 八主要點船首方位마다 定針시키고 T_i와 C_i를 各各 구하여 平均하면

$$[V + \frac{1}{8} \sum \delta i = \frac{1}{8} \sum (T_i - C_i) \dots\dots\dots ③$$

이 된다. 여기서 $\frac{1}{8} \sum \delta i$ 는 compass가 設置된 船體磁氣에 따라 決定되는 不變差인 自差係數 A 이므로 地磁氣偏差와 自差係數 A 는 各各

$$V = \frac{1}{8} \sum (Ti - Ci) - A \dots\dots\dots 4)$$

$$A = \frac{1}{8} \sum (Ti - Ci) - V \dots\dots\dots 5)$$

로 表示된다.

3) 本船의 殘存自差

本船의 自差係數 A 가 把握되면 式 4에서와 같이 다른 自差係數의 크기에 關係없이 地磁氣偏差를 두 針路의 比較로 決定된다. 그러나 自差가 크면 旋回時에 羅針路의 精度가 떨어지므로 한마나호의 自差를 修正할 다음 그 殘存自差로부터 係數 A 를 決定하기로 하였다. 7) 또 自差의 測定 및 修正作業은 地磁氣偏差가 確認된 곳에서 實施하는 것이 能率的이므로 釜山近郊에 6개의 地點을 擇하여 地磁氣偏差를 測定하였다.

表 1. 釜山近郊의 地磁氣偏差測定值 (1975~1976)

	測定 地点	實 測 值	1 測定偏差	2 海圖上偏差	①~②
1	L 35°03.7'N λ 129°05.2'E	A 6°31.0' B 6°33.0' C 6°35.0'	6°33.0'W	6°29' W	+4'
2	L 35°05.0'N λ 129°04.5'E	A 6°30.0' B 6°29.6' C 6°29.8'	6°29.8'W	〃	+0.8'
3	L 35°04.0'N λ 129°04.8'E	A 6°37.2' B 6°36.0' C 6°38.4'	6°37.2'W	〃	+8.2'
4	L 35°04.0'N λ 129°03.6'E	A 6°16.5' B 6°16.0' C 6°17.0'	6°16.5'W	〃	-12.5'
5	L 35°04.4 N λ 129°01.3E	A 6°31.2' B 6°30.0' C 6°32.4'	6°31.2'W	〃	+2.2'
6	L 35°02.2 N λ 128°58.3 E	A 6°14.0' B 6°15.0' C 6°13.0'	6°14.0'W	〃	-15.0'

$$\text{標準偏差} : \sigma = \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{6}} = 8.85'$$

表 1에 의하면 釜山港의 海圖上의 偏差에 對한 實測偏差의 標準偏差(standard deviation)는 8.85' 이었다. 따라서 그 誤差는 17'으로 볼 수 있다. 또 釜山港內 L35°02'N, λ129°10'E에서 天體方位를 利用하여 한마나호의 自差를 修正하고 殘存自差를 測定한 結果는 表2와 같다.

表 2. 한바다호의 殘存自差 및 自差係數 1976. 2. 4.

船首方位	自 差	自 差 係 數	修 正 具
N	-0.25°	A = -0.25°	B磁石 4個(5φ×25mm)
NE	-1.25°	B = 0°	C磁石 4個(5φ×25mm)
E	-0.25°	C = 0°	傾船差修正磁石 1個(5φ×25mm)
SE	-0.25°	D = -0.5°	四分圓差修正具 6個 : permalloy plate
S	-0.25°	E = 0°	(100mm×300mm)
SW	+0.75		Flinders bar : permalloy bar
W	-0.25°		1個 (502mm)
NW	-0.25°		2個 (107mm)

4) 自差係數 A와 地磁氣偏差 異常

自差係數 A가 確認된 한바다호로 釜山港 內에서 아래와 같이 針路比較法으로 地磁氣偏差를 測定하고 測定值의 精度를 確認하였다.

測定過程에 船體旋回에 依한 加速度誤差 및 Gaussin error가 各各 gyrocompass와 磁氣compass에 나타나지 않도록 一旋回에 50分 以上 所要되게 船體를 천천히 旋回시켰다. 表 3에 나타난 것은 左旋回時에 測定한 것과 右旋回時에 測定한 것의 平均値이다. 그 結果 海圖上의 偏差에 對하여 13'의 差가 있었다. 이것은 陸上測定時에 있었던 誤差(17')와 거의 비슷한 값이며 針路比較法으로 海上에서 測定한 것도 精度가 높다는 것을 나타내고 있다.

表 3. 針路比較法으로 구한 釜山港地磁氣偏差

船首方位	$T_i - C_i$	
N	-6.6°	$V = \frac{1}{8} \sum (T_i - C_i) - A = -6°18'$
NE	-7.4°	
E	-6.6°	釜山港內의 A = -15'
SE	-6.6°	
S	-6.6°	海圖上의 偏差 V' = -6°31'
SW	-5.4°	V ~ V' = -13'
W	-6.6°	
NW	-6.6°	

위에서와 같이 測定值의 精度가 確認된 針路比較法으로 海上測定을 하여 다음과 같이 地磁氣偏差를 決定하였다.

式 ⑤는 두 針路差異의 平均값과 그 地點에 對한 海圖上의 偏差로부터 係數 A가 決定되며 地域에 따라 V가 變하면 A의 값이 變更될 수 있음을 意味한다. 그러므로 地域에 따라 나타나는 A로

부터 그 地域의 偏差異常量을 決定할 수 있다.

表 4는 局地的 異常이 큰 것으로 알려져 있는 每物島 앞 海上(L34°30'N, λ124°45'E)에서 구한 實測值로부터 係數 A를 決定한 것을 例示한 것이다.

表 4. 每物島 앞 海上의 局地的 異常 1976. 2. 6

船首方位	$T_i - C_i$	
N	-10.0°	$\frac{1}{8} \sum (T_i - C_i) = A + V = -10.°39'$ 海圖上의 $V' = -6°00'$ $A = -4°39'$
NE	-11.5°	
E	-11.7°	
SE	-10.5°	
S	-11.0°	
SW	-9.5°	
W	-10.5°	
NW	-10.5°	

表 4에 나타난 것과 같이 係數 A의 값은 釜山港의 것을 基準으로 보면 이地域에서는 약 -4.25°로 變動되었다.

한편 係數 A로 나타나는 값 중에서 船體磁氣로 인한 A (true constant A)는 地磁氣가 變動하

表 5. 海上測定에 依한 地磁氣偏差異常 (1976. 2)

번호	地域	位置	測定偏差	海圖上偏差	偏差異常
1.	青山島東南等	L 34°01'N λ127°05'E	5°00'	6°03'	1°03'
2.	青山島西南等	L 34°03'N λ126°45'E	4°19'	6°03'	1°44'
3.	所安島西南等	L 34°02'N λ126°30'E	5°10'	5°58'	48'
4.	甬吉島西等	L 34°02'N λ120°30'E	5°05'	5°53'	48'
5.	獨巨群島東南等	L 34°10'N λ126°15'E	4°00'	5°53'	1°53'
6.	獨巨群島西南等	L 34°10'N λ126°10'E	4°20'	5°53'	1°33'
7.	屏風島南等	L 34°05'N λ126°01'E	3°10'	5°53'	2°43'
8.	竹島西南等	L 34°10'N λ125°43'E	5°02'	5°58'	56'
9.	每物島東等	L 34°30'N λ125°45'E	10°39'	6°00'	4°39'
10.	牛耳島北西等	L 34°40'N λ124°42'N	9°03'	6°03'	3°00'

라도 A에 의한 指北妨害力은 指北力과 같은 比率로 變하므로 變하지 않는다.⁴⁾ 그러므로 A의 變動量은 非磁氣的인 原因에 의한 것(apparent constant A)이다. 非磁氣的인 A의 原因으로는 ① 磁氣 compass와 測定器具의 構造上 缺陷 ② 不正確한 觀測 ③ 地磁氣偏差異常 등을 들 수 있지만 機具를 綿密히 檢査하였고 한 地點의 測定을 重復하여 實施하였으므로 여기서는 ①과 ②에 의한 것은 數十分未滿으로 볼 수 있다. 따라서 위와 같은 A의 큰 變化量은 偏差異常量으로 看做할 수 있다.

表 5는 各 地點에 關하여 위의 方法으로 決定한 地磁氣偏差異常을 보인 것이다.

表 6은 海上測定이 實施된 곳으로부터 가까운 陸地에서 觀測한 測定值이다.

表 6. 陸上測定에 의한 地磁氣偏差異常 (1978. 6~8)

번 호	地 域	位 置	測 定 偏 差		海圖上偏差	偏差異常	測定偏差 (1930)
			實 測 值	平 均 值			
1.	項 島 (靑山島東쪽)	L 34°11'N λ126°55'E	A 4°30' B 4°50' C 4°40'	4°40'	6°05'	1°25'	4°46'
2.	皇 帝 島 (靑山島東쪽)	L 34°11'N λ127°05'E	A 4°10' B 4°20' C 4°00'	4°10'	6°05'	1°55'	4°09'
3.	者 只 島 (甬吉島南쪽)	L 34°05'N λ126°33'E	A 4°45' B 5°10' C 5°00'	4°58'	5°55'	57'	—
4.	竹 島	L 34°13'N λ125°51'E	A 4°30' B 4°38' C 4°53'	4°40'	6°00'	1°20'	4°49'
5.	午 耳 島	L 34°36'N λ125°30'E	A 9°25' B 9°40' C 9°35'	9°33'	6°05'	3°28'	9°46'

表 5와 6을 對比하여 보면 海上에서 測定된 偏差異常量은 陸上에서 구한 것 보다 작다. 이는 陸地로부터 距離가 멀어짐에 따라 偏差異常量이 減少됨을 나타내고 있다. 또 1930年頃에 測定된 것으로 水路誌에 報告된 것과 比較하면 偏差異常量이 큰 곳의 偏差의 年變化는 거의 일어나지 않았음을 알 수 있다.

Ⅲ. 結 論

隣接國의 標準磁場으로부터 推算으로 決定되어 海圖에 記載되고 있는 海圖上의 地磁氣偏差의 精度를 確認하고자 釜山港과 地磁氣偏差異常量이 比較的 큰 것으로 알려져 있는 南西海岸 一部地域을 對象으로 주어진 裝備로 偏差實測을 試圖하였다. 그 結果 다음과 같은 事實을 알게 되었다.

① 釜山港 海圖上의 地磁氣偏差는 陸上에서 天體方位測定에 의한 方法으로 確認한 結果 17' 程度의 誤차가 있었고 海上에서 針路比較法으로 구한 것에 對하여 13' 程度의 差가 있었다. 이것으로 부터 釜山港의 地磁氣偏差는 海上船舶의 方位情報에 足한 精度로 表示되어 있으며 針路比較法에 의한 地磁氣偏差測定值의 精度도 船舶의 方位情報에 足한 程度로 높다는 것을 알았다.

$$4) A = \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{d-b}{2} (\lambda = 1 + \frac{a+e}{2}) : \text{指力係數}$$

a, b, d, e : 各 船體一時磁氣의 水平力을 표시하는 rods)

② 지난 數十年間 韓半島全域에 關한 海圖上 地磁氣偏差는 年差 1'~2'으로 增加된 셈이지만 地磁氣異常量이 큰 곳에서는 1930年頃에 測定된 것을 基準으로 보면 年變化가 거의 일어나지 않았다.

3 局地的 異常이 있는 곳에서는 陸地로부터 距離가 먼 곳에 따라 異常量이 줄어가는 것을 알았다.

다음 計劃으로는 韓國全沿岸海域에 걸쳐서 보다 많은 標本地域을 擇하여 陸上과 海上에서 測定하려고 하였으나 時間的인 制約과 裝備의 貧弱으로 數個의 限定된 곳에서 實測하게 되었다. 앞으로 航行中인 船舶後尾에 設置하여 測定할 수 있는 曳引式 自動記錄磁場測定計와 같은 精密한 機具를 使用하여 全 韓國海域을 連續的인 測定方法으로 實測하는 한편 陸上에서는 韓半島全域에 걸쳐서 필요한 곳에 地磁氣의 觀測所와 磁氣點을 設定하고 이를 固定된 地點에서 繼續的인 測定을 實施하여 磁氣圖作成에 充分한 資料를 確保하여야 하며 世界磁氣測量에 協力한다 要請된다.

參考文獻

1. Nathaniel Bowditch, American Practical Navigator, H.O. Pub. No. 9, 1962. pp.164, 861.
2. Dietrich Voppel und Karl Wienert, Die Geomagnetische Vermessung der Bundesrepublik Deutschland, Deutche Hydrographische Zeitschrift 1974, pp. 52, 53.
3. R. T. Haworth, Gravity and Magnetic Natural Resource Maps(1972), Offshore Eastern Canada, International Hydrographic Bureau Monaco, 1974 pp. 149, 150.
4. 鈴木裕, 船舶用磁氣compass의 性能改善에 關한 研究, 東京水産大學 特別研究報告 1962, pp. 130~132.
5. A. A. Logochev, the Development and Applications of Airborne Magnetometers in the U. S. R., Geophysics, 1946
6. Elliot B. Roberts, What Magnetism means to Navigation, International Hydrographic Review, 1953, pp. 66, 69.
7. 李相鍊, 磁氣compass와 自差, 亞成出版社, 1977, pp. 144~147.
8. 力武常次, 地球電磁氣學, 岩波書店 1972, pp. 54~74. 431.
9. J. A. Jacobs, Physics and Geology, McGraw-hill book Co., 1962, pp. 226, 252~270
10. 大韓民國水路局, 韓國岸水路誌 1, 2권, 1976
11. 大韓民國水路局, 海圖 No. 214, 1975
12. 정봉일, 南韓의 地磁氣伏角의 分布, 서울대학교 논문집 14호, 1964
13. I. S. O., Magnetic Compasses and Accessories-Rules for Testing and Certification, 1973
14. The Hydrographic Office, U. S. A. The Isogonic Magnetic Chart for the North Pacific Ocean Western Part (No. 529), 1945
15. 大韓民國 水路局, 太陽方位角表, 1975
16. 大韓民國 水路局, 天測歷, 1977, 1978.

