

旧天測海図の改正法

塚本裕四郎

METHODS OF THE AMENDMENT OF THE FORMER CHARTS COMPILED FROM THE ASTRONOMICAL DATA

Y. Tsukamoto

Abstract

With the completion of triangulation nets in Japan by the Land Survey Department in 1922, geodetic latitude and longitude were decided to be adopted for the compilation of chart instead of astronomical coordinates. Immediately after this decision, most of the astronomical survey data were damaged by fire of the great earthquake in 1923. Therefore, the actual reductions from astronomical to geodetic coordinates were carried out on the assumption that the triangulation points of the Hydrographic Office were coincident with those of the Land Survey Department, causing inevitably the following errors of some amount:

(1) Error of astronomical observation spots amounts to $20''-30''$ (1^s-2^s , 0.5 km—1 km) in some cases. (Observational errors, deviation of plumb line)

(2) Since the triangulation data were adjusted to astronomical base line, over-estimating the accuracies of astronomical observations, the resulting charts may contain some distortion in figure.

(3) After the World War II, on some assumption, Kobayasi reamended the charts which had been prepared from the astronomical data. But these reamended charts may still have error of some 100 m.

Methods of reamendment to these charts are:

(i) The errors due to the error of astronomical base line:

The corrections to longitude and latitude shall be obtained by the method of least squares so as to minimize the differences between values of longitude and latitude of controll points on charts and those of the same points on the topographical maps of the Land Survey Department (present Geographical Survey Institute), on each chart. Then the meridians and parallels shall be shifted for these corrections without changing the figure, and magnification shall be corrected by photograph.

(ii) The distortion of figure:

The distortion can only be rectified by optical method using the topographical map and aerophotograph, at a temporary measure.

〔I〕 概要

大正11年陸地測量部三角網の完成にともない、海図は天文経緯度を廃し、測地経緯度を採用することとなったが、直後震災のため資料はほとんど焼失した。しかし幸いにも経緯度成果表は焼失を免れた。しかし天

測点標石不明のため、結局水路部三角点と、測量部三角点との経緯度の近いものを同一点と仮定し机上で改算し、海図の改正を行ったため相当の誤差を生じている。戦後小林氏は三角点の距離、角度を一応の吟味のち、一致を仮定する方法に改良されたが、なお不合

理なことは免れなかった。この問題は数年前研究部で“海図 173 号、対馬の改算について”と題して論じたが、今回海図原点問題のため水路部の資料を調査中、旧海図の調製法にはかなり問題の点があり、相当の歪が起っており、改算だけでは除去困難であることに気づいたので、陸図、航空写真を利用してこれを除去する方法を考えた。

〔II〕 天測海図調製法

海図の調製法は測量方法の如何により、つぎの 4 期に分けて考える。

(1) 天測点時代 (明治 5 年～25 年)

港湾測量の時代であって、海図の基準点として天測点 (1 個) を定め、その周辺を基線尺を使って平板測量図的なものを作った時代である。この方法は天測点はまだ 1 点であるから理論上は何も問題は起きないが、当時の天測法には $1^s \sim 2^s$ ($10'' \sim 30''$) の誤差があり、相当のズレを起している。

(2) 天測基線時代 (明治 25 年～40 年)

一応主要港湾の測量を終り、全国測量に移り、沿岸図を作った時代であって、30～100 キロメートルごとに天測点を定め、その間の三角測量 (水路部) を天測精度を過信して天測基線へ修正したため相当のズレ、歪が起った疑がある。なお海図は中分緯度、漸長図となる。

(3) 混用時代 (明治 40 年～大正 11 年)

陸地測量部の三角網の進捗にともない天測点と三角点を混用した時代であって、正確な測点を不正確な天測点へ修正した疑がある。

(4) 測地時代 (大正 11 年～)

三角点を基準として測量を行う。
つぎに天測点の誤差の例を示す

(a) 長崎身投崎 (この点を基準として、旧日本原点は定められた)

	経度 (改正済)	緯度
明治 19 年	129° 51' 28"	
〃 38 年	129 51 23	32° 44' 14"
昭和 5 年	129 51 37	32 44 04

(差 300 メートル)

(b) 青森天測点 (水路部年報大正 3 年)

	経度	緯度
既刊海図	140° 46' 7."519	40° 50' 0."277
大正 3 年測	140 46 6.92	40 50 3.86
地図 (陸) から算定	140 46 30.272	40 49 3.731

経度の $14''$ ($10''$ は 1 次改正) はとにかく緯度の $1'$

はなんらかの誤りと考えられる。

〔III〕 海図の改算実績

天測海図はつぎのように 3 回改算されている。

(1) 第 1 次改算 (大正 7 年)

原点改測にともない、経度に $10."6?$ を改正。

(2) 第 2 次改算 (大正 11 年～15 年?)

測地経緯度への改算であるが原点標石不明のため、水路三角点と陸測三角点と経緯度の似たものを同一として基線を取り、改算を簡単に行い、精度はほとんど考慮されていないようである。

(3) 第 3 次改算 (昭和 20 年～30 年) (小林)

経緯度の似た数点を選び、相互の方位、距離の差を吟味した点では前者に勝るが、原点の一致を仮定した点では同じである。

(4) 改算例 佐渡島 (資料整理記録、小林)

1. 測量	明治 21 年	緯度基線、経度は新潟燈台より決定
	〃 25 年	本州側と連絡
	〃 27 年	小木付近

2. 天測基点 (陸図との差)

	経度	緯度
米山	21 年	-12" - 9"
	25 年	-19 + 20
角田山	21 年	-16" + 5"
	25 年	-31 + 15

3. 基線 (陸図との差)

基線比	21 年	+460 メートル	+0.0068
	25 年	-140 メートル	

誤差 { 1/150
1/500

4. 改算

第 2 次 基点 2	米山	角田山より
	三光塚	金北山より

第3次 基点3 東境山、三光塚、仏崎
 平均経緯度改正値 5" 150メートル
 最大 10" 300メートル
 基線改正比 1/300

SF_{ss} 1397 -210 + 76
 AF_g 1904 -203 + 91
 荷重平均 -212 +0.00091
 (-0.0103)

(5) 天測海図の精度

以上の吟味で明らかなように現用の天測海図の誤差は10" (300メートル)をこえることは少ないと思われるが保証されていない。

[IV] 海図改算案

第2, 3次改算法は基線あるいは数個の基点の一致を仮定して、その周辺の図形を修正する方法を採用しているが、この方法は極端にいうと任意の図を作ることになるから、仮定を最小限度に止める方法を考えた。

(1) 第4次改算案 (基線改正)

i. 原理。天測海図は天測基線を基準として三角測量によって作られているから、測量に誤りがなければ測地基線による測地海図と相似形でなければならない。すなわち天測海図には経緯度、方位、縮尺の4誤差がありこれはその海図に関する限り一定であるから、これを定めて海図を修正するのが合理的である。

ii. 方法。陸測三角点と海図三角点 (経緯度成果表) で経緯度の似たものをなるべく多数選び、経緯度の差を最小にするように、経緯度、方位、縮尺の改正数を最小自乗法で定める。つぎにこの値によって海図の経緯度線だけ (図形はそのまま) を改め写真によって縮尺をかえれば測地海図を得る。この方法では確率的に三角点の一致を仮定しているから、比較的誤差が小でしかも製図は不要であるから簡便である。

iii. 例。{資料整理記録および“対馬の改算について” 研究部 参照}
 対馬の第3次改算結果に対しさらに本論により同一の基準点に対し、方位、縮尺の改正数を求めた。

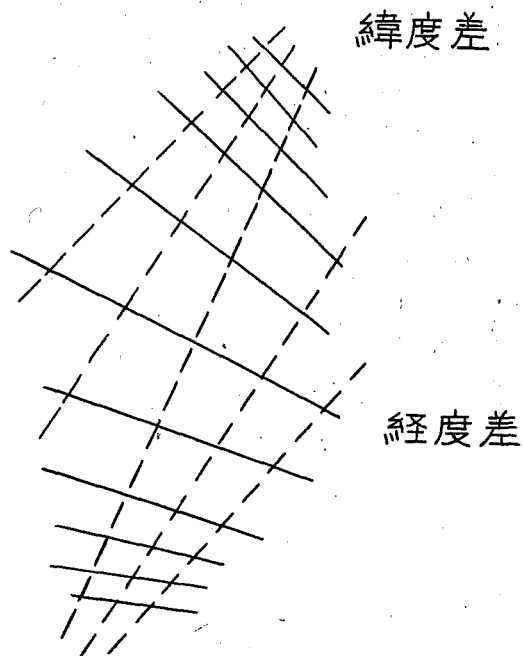
基準点	距離(H _g より)	方位	縮尺
H ₁₂	127"	-270"	+0.00031
H ₁	491	-280	+ 89
KT	949	-181	+ 121

この結果は同一基準点を使ったにかかわらず第3次改算が不完全であって、改正された海図の方位を3.5、縮尺を1/1000変更すべきことを示している。

(2) 第5次改算案 (歪改正)

i. 海図の歪

天測海図の変形が天測基線の誤差だけならば、前法で改正されるが、天測海図は数回の改測、改算が行われており、ことに正確な三角点を不正確な天測点で修正したり、局所的に基点を合せて改算した疑があるから当然歪があるものと考えなければならない。このために対馬の図で第3次改算で両者がだいたい一致するものと考えられた基点約40点につき両者の経緯度の差を図示すると、下図のように明らかになり明らかに基線誤差以外に歪が存在することを示している。



ii. 第5次改算案

海図の歪を計算で修正するのはまず不可能であるから、陸図、航空写真を利用しこれを光学的すなわち偏歪修正機の理によって修正するのが簡単であ

る。

	立体	参考	判定
陸部	陸図	海図	} 航空写真
海岸	海図	陸図	
水深	海図		

この場合、比較する点は、山頂、三角点よりも露岩、がけなどを使用の方が正確である。なお海図と陸図とは射影法が違うが、光学的にはただ面を傾けるだけであるから問題にならない。

〔V〕 結 論

結論のおもなものを記す。

(1) 天測点の誤差は $20'' \sim 30''$ ($1^s \sim 2^s$, 0.5~1 キロメートル) に達するものがある。(観測誤差、鉛直線)

(2) 天測精度を過信したため三角測量結果を天測基線へ修正したため、海図に歪が生じたようである。

(3) 現存の天測海図は改修後なお 100 メートル程度の誤差が残っている疑がある。したがって船舶からの海図の狂いに関する報告中、旧天測海図に関するものは一応検討の必要がある。

(4) 天測基線の誤差の修正は簡単にできるが、歪は陸図、航空写真を利用し光学的に修正するほかはない。