連測値の整理に就て（I）

平岩　節　（航海運用學教室）

ON THE TREATMENT OF SUCCESSIVE OBSERVED ALTITUDES (I)

Takashi HIRAIWA

(Faculty of Fisheries Hokkaido University.)

In the case of the observation of the altitude of a heavenly body at sea, the exact value for altitude is seldom attained by one observation, and needs successive ones, it being affected by various causes.

The altitude of a heavenly body varies according to circumstances, —— namely, time and place.

The determination of a ship's position is necessary and important for deducing most reliable altitude from a series of several altitudes observed successively.

For the above purpose, the altitudes at different instants and positions must be reduced fore or back to the altitudes at the same instant and position.

The nomograph under —— illustrated will do good for the simplification of the above operation.

And thus, the arithmetic mean of a series of those reduced altitudes is generally considered to be the most reliable altitude at any instant and position.

船上に於て天體觀測をなすに際し、船體動搖其の他の事由のために唯1回の觀測によつて正確な値が得られるとは限らない。そのために連測による平均高度採用を可と考へる者である。それではその平均値は如何にして求めむるかゞ問題であるが、私は此等異れる觀測時刻に於ける觀測値を同一時刻に於けるものに修正しその相加平均値を採らんとする者である。

又船位決定には最少限二本の位置の線を必要とするのであるが一人の觀測者によつて同時に二以上の觀測をなすことは不可能であつて從つて三本以上の位置の線は如何に微小量なりと雖も轉位せざる限り一點に會さない。この場合に於ても同一時刻に於ける觀測値に修正するならばよりよき精度が得らるゝことは自明の理である。

高度は緯度、赤緯、時角の値によつて左右されるのであつて、Latitude, Declination, Hour angle が微小なる變化 dl, dd, dh, をなすときはそれと函數關係にある altitude も亦微小なる變化 da をなす譯である。夫等の間には $da = \cos A. \, dl + \cos \times dd - \cos l. \, \sin A. \, dh$ なる關係式が存立する。こゝに dd は極く小なるため之を省略するも差支えない。$\cos A. \, dl$ の値は $\cos A$ と dl によること論を俟たない處であり dl 亦針路速力によること明白にして、之が計算は dl の limit が一般に $0' \sim 3'$ と考へらるゝを以て nomograph により十分なる精度が得られ且つ最も簡易であると思惟する者である。次に dh による da であるが dh は dt, dL, dE により影響されるので夫等個々に就て見るに一般

にその影響最大なるは dt によるものである。例へば Z が 55°, l が 10° なる場合 10 秒間の高度變化は 2′にも達するのである。従つて観測間隙が如何に僅小なりと雖も等閑に附することなく必ず考慮しなければならないと思ふ。dL は針路速力により dE は dt によるのであつて特に高速船観測間隙の大なる場合に考慮の要大なるものであるが dE による da は月以外の天體に於ては省略するも何等差支ないと思ふ。

以上述べた各要素を求め各観測高度に修正することにより完全に同一時刻によるものが得らるゝ譯である。同一天體の連測に於てその修正値は完全に一致する筈であるが、各観測時の狀況により多少の差あるは免れ得ないところであつて各値を同等に確らしいとの假定の許にその相加平均値を以て所要高度とするのである。この比較により自己の観測技術の程度が數量的に明らかにされ、又斯くすることにより時刻或は六分儀讀取の誤謬も直に檢出され好便なりと考へる。

又二以上の天體観測の場合、この修正により同一時刻に同一場所に於ける観測値が得られ、従つて精度の高き位置の線が得られる故決定船位も亦良好なる精度を保有するものと考へられる。

以上修正値の計算を悉く圖表に依りたるは観測間隙が小なる爲畫くべき範圍が非常に小である故修正に必要にして且つ十分なる程度の精度は十分保持出來るものと考へ又他の一つは煩雜の勞を可及的輕減するためである。

次に一例をあげ他の整理法と比較して見たいと思ふ。

5 月 14 日 Capella を連測し次の結果を得たり。

但し $10^h\ 15^m 30^s$ に於ける推測位置は $\begin{cases} 34^\circ\ 20'N \\ 134^\circ\ 00'E \end{cases}$

天體方位は S52°W、本船の針路 N80°E、速力18節とす。

Table 1.

C. T.	obs. alt.
$10^h\ 15^m\ 30^s$	29° 21′
$10^h\ 16^m\ 00^s$	29° 16′
$10^h\ 16^m\ 30^s$	29° 12′
$10^h\ 17^m\ 00^s$	29° 06′
$10^h\ 17^m\ 30^s$	29° 00′

(1) 本法による法

隔時観測による値を $10^h\ 15^m 30^s$ なる時刻に引直せば第 2 表の如くである。

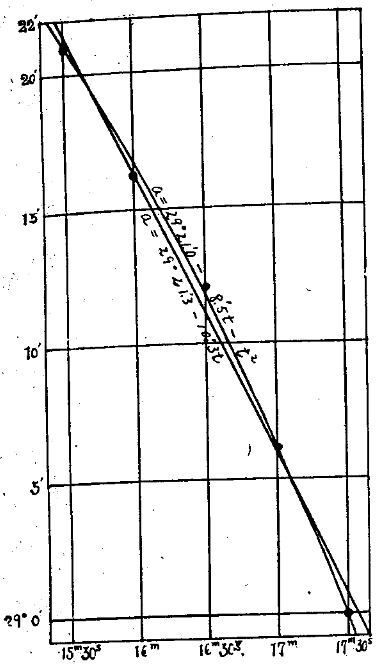
Table 2.

	cosl. sin A. dh による △a		cos. A. dl による△a	修正値
	△tによる	△Lによる		
29° 21′	0	0	0	29° 21′
29° 16′	4.′9	0.′1	0	29° 21′
29° 12′	9.′8	0.′2	0	29° 22′
29° 6′	14.′7	0.′3	0	29° 21′
29° 0′	19.′6	0.′5	0	29° 20′1
	—	—	—	mean 29° 21′0

(2) 實驗式 graph による法

獨立變數と從屬變數との間の關係を観測の結果から求め、それを x, y の座標を以て圖示すれば観測回數と同じ數の點が得られ、それ等の點を滑らかな曲線で接續すればよいのであるが観測誤差のために、これ等の點は概して種々に分散するものであるからたゞ漫然とは滑らかな曲線を得ることは望み得ない。観測の誤差を消すためにそれ等の點の間を縫つて平均曲線なるものを引くのであるがそれも無數の形に引き得るので何れが正しい曲線であるかゞ明確でなく殊に観測回數の少い場合には不明確さが甚しい。そこで平均曲線なるものゝ大體の形を推定して適當な方程式を假定す。本題の場合、時間の經過による高度の變化の方程式は代數函數型なること容易に考へられ、而も略々直線狀の排列若しくは二次の抛物線排列をなすことの見當はたやすくつくのでその實驗式並びに graph を畫いて見る。先づ假定された代數式を $a=a_0+nt$ とし夫々の a, t を代入した 5 個の方程式より a_0, n を求むることにより $a=29°21.'3-10.3't$ (tの單位は分) なる實驗式を得、 t=o 即ち C. T. が $10^h\ 15^m 30^s$ なるときの alt. は 29°21.′3 となる。又 $a=a_0+nt+mt^2$ なる代數式を假定し、a_0, n, m を求むることにより $a=29°21.'0-8.'5t-t^2$ なる實驗式を得、之等を graph に畫いて見ると第1圖の様になる。斯く方程式を假定することにより實驗

Fig.1



●: Observed altitude

式が得られ從つて graph が書かれる譯である。依つてこの實驗式或は graph により一天體の連測値は整理され二以上の天體の隔時觀測は同時觀測に引直される。この方法に於て容易に平均曲線が引き得れば極めて簡單な整理法と言ひ得るも何しろ無數に引きうるものゝ中正しき一を擇ぶことは困難にして、それではと一々實驗式を作成して居つたのでは正に過重と言はざるを得ない。

(3) 最小自乘法に依る處理

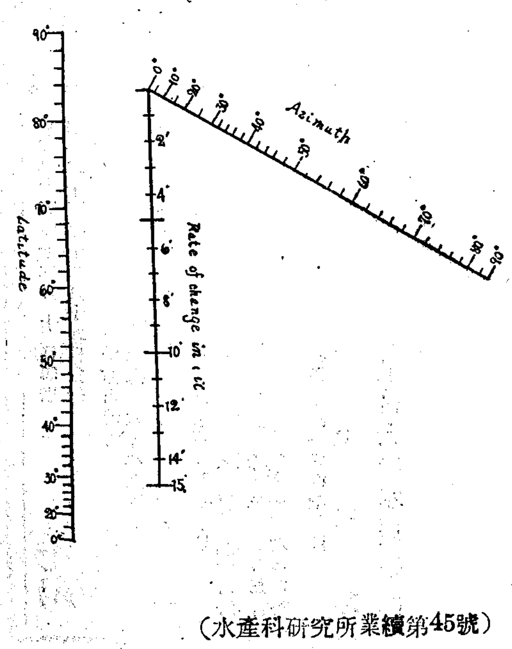
先づ時間の經過と高度の變化を直線式と假定し $a=a_0+At$ に觀測によつて得られたる夫々の値を代入し、その5個の觀測方程式を處理して見ると $a=29°21.'4-10.'4t$ を得る。次に二次拋物線式を假定して處理すると $a=29°20.'8-8.'1t-1.'1t^2$ を得る。こゝに各觀測値は同等に確らしい即ち荷重を 1 として取扱つた。而して此の方法も亦處理手續煩雜にして海上觀測の整理法としては實用に遠い感がある。

以上一般の場合の連測値の整理法及び二以上の天體の僅小なる間隙を有する隔時觀測の同時觀測への引直法を比較し、その內最も簡便、良好なるは(1)法であるということが云ひ得る。又(1)法に於て dl, dL; cosAdl; cosl. sinA. dh の算出は計算圖表を利用するのが簡單にして實用的であると考へる。

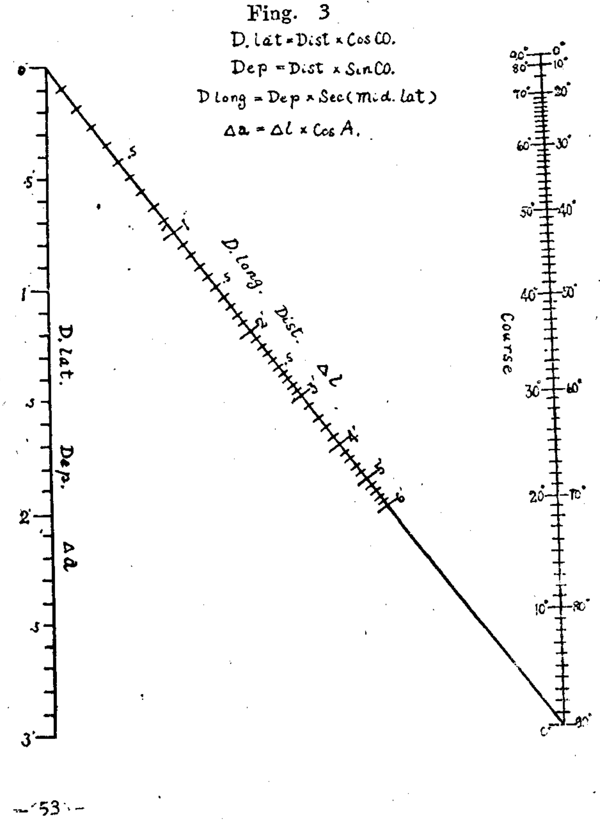
次にその圖表を揭げて置く。

Fig. 2

Rate of change in altitude per minute of time



Fing. 3



(水產科研究所業績第45號)