

太陽觀測時의 高度差의 誤差에 關하여

朴 清 正

A Study on the Error of Altitude Difference at the Sun Sight

Park Chung Jung

目 次	
Abstract	4·1 方位角에 따른 高度變化
1. 序 論	4·2 觀測值의 處理
2. 觀測方法	4·3 太陽과 他天體와의 中央誤差 比較
3. 計算高度의 誤差	5. 結 論
4. 觀測高度의 誤差	參考 文獻

Abstract

The altitude difference method, which is the basic of modern celestial navigation, makes the line of position in the difference between observed altitude and computed altitude.

Therefore, if we make errors in observed or computed altitude, we do the same in the line of position, too.

The errors in celestial observed altitude are caused by systematic and accidental errors.

It is difficult to distinguish systematic errors from accidental ones, and these errors seldom occur independently, but they do simultaneously.

To decide the reliable range of errors in the line of position by investigating the errors of observed altitude is useful to setting up the boundary of ship's error.

The sea and land observation on the range of errors were already carried out and probable error of the sun or star sight in generally recognized as 0'.5.

The errors of altitude difference depend on the accuracy level of computed altitude, the change

of altitude, the sight condition, and the skill of observer in both theory and practice.

Considering above mentioned facts, the author selected 20 students of Korea Merchant Marine College by means of random sampling, and make them do the sight of land under the same conditions.

As a result of the observation, the probable error of the altitude at the sun sight proved to be $0'36$ and that of the computed error proved to be $0'07$.

The probable error of the altitude difference proved to be $0'37$.

1. 序 論

現代 天文航法の 根幹인 高度差法 (altitude difference method)은 觀測高度와 計算高度의 差로써 位置線을 決定하므로 이 둘 중 어느 쪽에라도 誤差가 包含되면 位置線에도 그 만큼 誤差가 생긴다.

天體觀測高度의 誤差에도 系統誤差(Systematic error)와 偶然誤差(accidental error)가 있다.¹⁾²⁾ 이 두 誤差는 實際에 있어서는 뚜렷이 區別되지 않고 獨立的으로 일어나는 경우는 거의 없이 一般的으로 同時に 일어난다.

觀測高度에 包含되는 誤差의 크기를 究明하므로써 位置線에 對하여 信賴할 수 있는 限界를 定하는 일은 船位誤差界 設定에 도움이 된다.

이에 關하여는 이미 海上 및 陸上觀測이 行하여져 太陽 또는 月 觀測의 中央誤差는 $0'5$ 으로 알려져 있다.³⁾

그런데 高度差의 誤差는 天測計算表의 計算高度의 精度, 高度變化의 大小關係, 觀測條件의 良好與否 및 測定者의 技能의 程度 等에 따라 左右된다.

여기에 着眼하여 우선 天測計算表의 精度를 考察하였고 다음에 技能이 中級 程度라고 認定되는 測定者(以下 이들을 中等級 測定者라고 함) 中에서 無作為抽出法⁴⁾으로 20名의 人員을 뽑아 高度變化가 작은 경우와 큰 경우로 區分하여 같은 條件 아래 陸上에서 太陽의 高度觀測을 行하였다.

그리하여 計算高度와 觀測高度의 誤差를 各各 求하고 이들의 誤差가 結合된 高度差의 誤差를 決定하였다.

2. 觀測方法

10月中 比較的 良好한 氣象條件을 가진 10日間 (표 1)에 걸쳐 中等級의 測定者고 볼 수 있는 韓國海洋大學 航海學科 四學年 學生 20名으로 하여금 陸上觀測을 實施케 하였다.

그리고 位置線의 精度를 높인다는 點에서 波高의 影響과 眼高의 不等으로 인한 影響을 줄일

수 있도록 眼高가 充分히 높은 63.4m인 位置를 選定하였고 計算高度 및 觀測高度의 誤差를 작게하기 爲해서 太陽의 高度가 20°以上 60°以下인 時를 擇하였으며 單位時間에 있어서 高度變化가 急激한 東西圈附近이나 日出沒頃에 가까운 時를 避하였다.

<표 1> 氣象 및 海象(1200 現在) 釜山海上警備艦觀測報告

觀測日	10月 1日	10月 4日	10月 6日	10月 8日	10月 9日	10月10日	10月20日	10月21日	10月23日	10月24日
氣 壓(MB)	1015.0	1003.7	1001.3	1002.0	1002.8	1002.8	1001.6	1015.0	1015.0	1000.1
波 高(m)	3.0	0.5	1.0	0.5	0.8	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
氣 溫(℃)	21	24	18	18	20	20	22	22	20	19
海水溫度(℃)	22.5	21.2	20.4	19.2	20.3	20.3	20.5	20.3	20.3	20.1

2·1 測定日 및 場所

- 1) 測定日 : 1975年 10月, 1日, 4日, 6日, 8日, 9日, 10日, 20日, 21日, 23日, 24日.
- 2) 場所 : 緯度 35° 03'.4N, 經度 129° 05'.0E(太宗臺 유원지 管理事務所屋上)
- 3) 眼高 : 63.4m(觀測場所의 높이 61.8m+測定者 平均 눈 높이 1.6m)

2·2 使用計器 및 其他

- 1) SEXTANT : TAMAYA MICRO式
- 2) CHRONOMETER
- 3) STOP WATCH
- 4) NAUTICAL ALMANAC (1975年度)
- 5) SIGHT REDUCTION TABLE(H. O. 214, H. O 229)

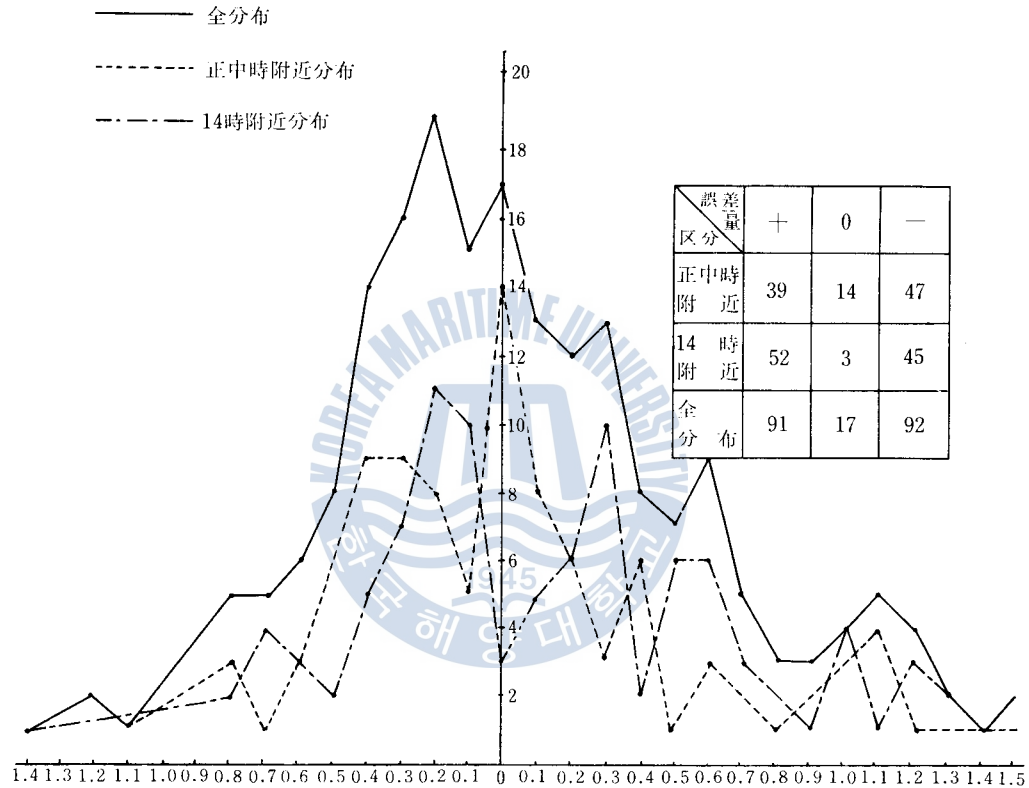
2·3 觀測要領

觀測者 20名으로 하여금 같은 場所에서 每 1分마다 15초 前에 "Look out"라는 豫令을 發하고 "Time"이라는 動令과 함께 觀測토록 하였다. 이밖에 補助要員으로 記錄者 5名.

Time Checker 1名이 參加하였다.

以上과 같이 觀測者 20名이 10日間 高度變化가 작은 때에는 大略 1分 間隔으로 每日 10回씩 高度變化가 큰 때에는 每1分間隔으로 每日 10回씩 各各 2000回(총 4000回) 觀測하였다. 이들 20名이 每回 測定한 觀測值의 平均値를 算出한 다음 每觀測時에 있어서의 眞高度와 平均値와 의 差를 觀測誤差로 하여 各各 100個(總 200個)의 誤差를 얻었으며 그 內容은 표 2, 3과 같다. 이때 眞高度 즉 計算高度는 H. O. 214 table을 使用하였는데 더욱 精密히 하기 爲하여 每回마다 일일이 比例配分法에 依한 補間을 行하였다.

표 2.3을 가지고 誤差分布曲線을 그린 結果 그림 1과 같으며 誤差量의 分布는 大體로 正規分布가 되는 것을 알 수 있다. 그리하여 Gauss $f(x) = \frac{h}{\sqrt{2}} e^{-h^2 x^2}$ (단, $h = \frac{1}{\sqrt{2}\delta}$)에 따라 觀測值를 處理하였다.



3. 計算高度의 誤差

現在 使用되고 있는 天測計算表로는 H. O. 214 table과 H. O. 229 table이 代表的이라 할 수 있다. 그런데 아직은 H. O. 214table이 實用上 많이 使用되므로 本稿에서는 이 表를 使用하는 경우의 計算高度 誤差만을 살펴보기로 한다.

이 誤差에 關係서는 尹汝政教授의 論文이 있으므로 그 要點⁵⁾을 아래와 같이 소개하기로 한다.

1) 이 表의 計算高度는 小數點以下 1자리까지 반올림하여 記載된 것이므로 이 最大誤差는 $\pm 0'.05$ 이며 中央誤差는 $\pm 0'.025$ 이다.

2) 곱셈표로 $4d \times d$ diff를 計算하게 되어 있는데 表值는 小數點 以下 1자리까지 반올림하여 記載되어 있으며 d diff를 整數部分과 小數部分으로 나누어 各各 計算하게 되므로 最大誤差는

±0'.1이며 中央誤差는 ±0'.05이다.

3) 比例配分法에 依하여 Δd 改正을 行하게 되면 計算高度에는 “-” 誤差가 包含되게 된다.

그런데 實際로는 赤緯와 함께 高度도 增加하는 경우에는 Δd 를 實際보다 약간 크게 定하고 反對로 赤緯가 增加할 때 高度가 減小하는 경우에는 Δd 를 實際보다 작게 定하고 있어서 計算高度의 誤差는 特別한 경우를 除外하고는 “+” 誤差로 된다. 이 計算表의 誤差가 不規則하게 나타나는 것은 이 때문이라 할 수 있다.

H. O. 214 table을 使用하여 計算高度를 求하는 경우에는 以上 3가지 誤差들이 結合되어 計算高度의 誤差로 된다. 위의 3가지 原因으로 生기는 誤差를 赤緯 29° 以下인 경우에 對하여 檢討해 보면 Δd 의 誤差로 因한 計算高度의 誤差는 높을 수록 크며 Δd 때문에 生기는 誤差는 不定 誤差로서 大端히 不規則하나 高度가 60° 以下이면 이 誤差는 大略 0'.15 以下로 볼 수 있다.

以上の 尹教授의 論한 바에 依하면 H. O. 214 table의 誤差는 3)의 경우에 “+” 誤差의 個數가 많으므로 一見 正規分布가 아닌 것 처럼 보이나 高度가 60° 以下인 경우는 最大誤差가 0'.15이고 一般의 誤差는 이 보다 작게 나타날 것이므로 1), 2), 3)을 綜合한 경우에는 3)의 誤差는 影響이 작아 結局正規分布를 이룬다고 보아도 大過없을 것으로 生覺하여 計算高度가 正規分布한다고 斷定하고 다음과 같이 그 中央誤差 r 를 求하였다.¹⁾

$$r = \sqrt{0.025^2 + (0.05)^2 \times \frac{2}{3} + (0.15 \times \frac{1}{4})^2} = 0'.07$$

4. 觀測高度의 誤差

4.1 方位角에 따른 高度의 變化

天體 M 의 時角, 高度, 方位角, 赤緯를 各各 t, h, Z, d , 또 觀測位置의 緯度를 L 이라고 하면 天文三角形에서

$$\sin h = \pm \sin L \sin d + \cos L \cos d \cos t$$

(L, d , 同名이면 +, 異名이면 -)

이므로 高度變化量 Δh , 時角 Δt 사이의 關係式

$$\Delta h = \pm \sin Z \cos L \Delta t \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

1) Z 가 0° 또는 180°이면 $\sin Z = 0$ 이 되어서 $\Delta h = 0$ 이 된다. 즉 天體가 正中할 때는 高度變化는 없다.

2) Z 가 90° 또는 270° 즉 天體가 東西圈上을 통과할 때는 $\sin 90^\circ = 1$ 이므로

$$\Delta h = \pm \cos L \Delta t$$

가 된다. 이때 高度의 變化는 最大가 된다. 따라서 觀測高度의 誤差는 $Z = 0$ 또는 180° 되는 正中時 附近에 있어서 最小이고 $Z = 90^\circ$ 또는 270°인 東西圈 附近에서 最大로 될 것이 豫想된다.

그러므로 觀測時期의 選定에 있어서는 正中時 前後와 高度가 너무 낮은 時期를 避하기 爲하여 14時頃을 擇하였다. 그리하여 2.3에서와 같은 觀測要領으로 觀測하여 各各의 誤差를 求한 바 觀測高度의 誤差는 표2 및 표3과 같이 되었다.

〈표 2〉 正中時 附近的 觀測誤差

관측일	回數 區分	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	總計
10月 1日	h	51°54'5	51°58'0	52°00'7	52°01'0	52°01'5	52°01'6	52°02'1	52°01'8	52°01'7	52°01'4	2'9
	hm	51°54'9	51°58'0	52°00'7	52°01'4	52°01'2	52°01'6	52°02'2	51°01'3	52°01'1	52°00'8	
	ε	+0'4	0	0	+0'4	-0'3	0	+0'1	-0'5	-0'6	-0'6	
10月 4日	h	50°45'6	50°49'2	50°51'4	50°51'7	50°51'8	50°52'0	50°52'3	50°51'9	50°51'6	50°51'1	3'3
	hm	50°46'3	50°49'4	50°51'5	50°52'4	50°52'2	50°52'3	00°52'7	50°52'0	50°51'6	50°50'7	
	ε	+0'7	+0'2	+0'1	+0'7	+0'4	+0'3	+0'4	+0'1	0	-0'4	
10月 6日	h	50°00'2	50°05'4	50°05'6	50°05'7	50°05'9	50°06'1	50°05'8	50°05'5	50°05'3	50°05'1	6'1
	hm	50°00'5	50°05'5	50°06'2	50°06'6	50°06'8	50°07'2	50°06'4	50°05'9	50°06'1	50°05'5	
	ε	+0'3	+0'1	+0'6	+0'9	+0'9	+1'1	+0'6	+0'4	+0'8	+0'4	
10月 8日	h	49°14'7	49°19'5	49°19'6	49°19'8	49°20'0	49°19'8	49°19'7	49°19'6	49°19'3	49°18'9	4'2
	hm	49°14'3	49°19'0	49°19'2	49°19'8	49°19'7	49°19'5	49°19'1	49°18'8	49°18'8	49°18'5	
	ε	-0'4	-0'5	-0'4	0	-0'3	-0'3	-0'6	-0'8	-0'5	-0'4	
10月 9日	h	48°52'1	48°56'6	48°56'7	48°56'9	48°57'1	48°56'8	48°56'6	48°56'5	48°56'3	48°55'6	1'3
	hm	48°52'2	48°56'4	48°56'5	48°56'6	48°56'9	48°56'8	48°56'6	48°56'4	48°56'1	48°55'6	
	ε	+0'1	-0'2	-0'2	-0'3	-0'2	0	0	-0'1	0'2	0	
10月 10日	h	48°29'3	48°33'9	48°34'1	48°34'2	48°34'3	48°34'1	48°34'0	48°33'8	48°33'7	48°33'2	6'4
	hm	48°29'1	48°33'5	48°33'6	48°34'0	48°33'6	48°33'6	48°33'2	48°33'0	48°32'5	48°32'1	
	ε	-0'2	-0'4	-0'5	-0'2	-0'7	-0'5	-0'8	-0'8	-1'2	-1'1	
10月 20日	h	44°49'0	44°51'2	44°51'4	44°51'7	44°51'8	44°51'5	44°51'3	44°51'2	44°50'5	44°48'4	2'3
	hm	44°48'7	44°51'4	44°51'7	44°51'7	44°51'9	44°51'7	44°51'3	44°51'0	44°50'1	44°49'0	
	ε	-0'3	+0'2	+0'3	0	+0'1	+0'2	0	-0'2	-0'4	+0'6	
10月 21日	h	44°27'0	44°29'1	44°29'8	44°29'9	44°30'0	44°30'2	44°29'9	44°29'8	44°29'6	44°28'8	2'3
	hm	44°27'0	44°28'7	44°29'8	44°29'9	44°30'2	44°30'4	44°29'7	47°29'4	33°29'2	44°28'3	
	ε	0	-0'4	0	0	+0'2	+0'2	-0'2	-0'4	-0'4	-0'5	

太陽觀測時の 高度差の 誤差에 關하여

(7)

10月 23日	<i>h</i>	43°45'3	43°46'7	43°47'0	43°47'3	43°47'6	43°47'2	43°47'1	43°46'9	43°46'6	43°45'3	9'5
	<i>hm</i>	43°44'1	43°46'6	43°47'5	43°47'6	43°49'0	43°48'7	42°48'2	43°48'0	43°47'7	43°46'5	
	ϵ	-1'2	-0'1	+0'5	+0'3	+1'4	+1'5	+1'1	+1'1	+1'1	+1'2	
10月 24日	<i>h</i>	43°24'3	43°25'9	43°26'0	43°26'2	43°26'5	43°26'1	43°26'0	43°25'8	43°25'0	43°24'1	1'7
	<i>hm</i>	43°24'0	43°25'8	43°26'1	43°26'3	43°26'5	43°25'8	43°25'7	43°25'5	43°24'9	43°24'0	
	ϵ	-0'3	-0'1	+0'1	+0'1	0	-0'3	-0'3	-0'3	-0'1	-0'1	
總平均		3'9	2'2	2'7	2'9	4'5	4'4	4'1	4'7	5'3	5.3	40'0

h : 眞高度, *hm* : 毎回觀測値의 平均, ϵ : *hm*-*h*

< 表 4 >

14時 附近의 觀測誤差

관측일	區分	回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	總計
10月 1日	<i>h</i>		44°33'5	44°25'5	41°17'6	44°09'5	44°02'0	43°53'9	43°55'8	43°37'7	43°29'9	43°21'7	3'6
	<i>hm</i>		44°34'1	44°25'3	44°17'0	44°09'2	44°01'3	43°53'5	43°55'7	43°37'6	43°29'6	43°22'0	
	ϵ		+0'6	-0'2	-0'6	-0'3	-0'7	-0'4	-0'1	-0'1	-0'3	+0'3	
10月 4日	<i>h</i>		43°26'0	43°18'1	43°10'2	43°02'9	42°55'0	42°46'9	42°39'0	42°31'5	42°23'4	42°15'2	4'8
	<i>hm</i>		43°26'6	43°17'9	43°09'9	43°02'2	42°55'3	42°47'1	42°39'8	42°31'2	42°22'7	42°14'5	
	ϵ		+0'6	-0'2	-0'3	-0'7	+0'3	+0'2	+0'8	-0'3	-0'7	-0'7	
10月 6日	<i>h</i>		42°41'3	42°33'7	42°25'9	42°18'9	42°10'7	42°02'6	41°55'1	41°47'0	41°39'2	41°31'5	2'1
	<i>hm</i>		42°41'5	42°33'6	42°26'2	42°18'6	42°11'0	42°02'7	41°55'6	41°47'2	41°39'1	41°31'7	
	ϵ		+0'2	-0'1	+0'3	+0'1	+0'3	+0'1	+0'5	+0'5	-0'1	+0'2	
10月 8日	<i>h</i>		41°56'8	41°49'4	41°42'4	41°34'6	42°26'7	42°18'9	41°11'5	41°03'6	41°55'6	40°47'6	6'7
	<i>hm</i>		41°57'8	41°49'3	41°41'8	41°33'8	42°25'0	42°18'3	41°11'1	41°03'9	41°56'1	40°48'3	
	ϵ		+1'0	-0'1	-0'6	-0'8	-1'7	-0'6	-0'4	+0'3	+0'5	+0'7	
10月 9日	<i>h</i>		41°35'7	41°28'2	41°20'9	41°13'1	41°05'4	40°58'6	40°50'3	40°42'3	40°34'3	40°26'5	2'6
	<i>hm</i>		41°35'4	41°28'2	41°20'4	41°13'4	41°05'2	41°58'5	40°50'2	40°43'0	40°34'4	40°26'8	
	ϵ		-0'3	0	-0'5	+0'3	-0'2	-0'1	-0'1	+0'7	+0'1	+0'3	
10月 10日	<i>h</i>		41°13'4	41°06'4	40°59'7	40°56'9	40°43'2	40°35'8	40°28'1	40°20'3	40°12'5	40°05'0	8'6
	<i>hm</i>		41°14'9	41°06'9	41°00'0	40°51'9	40°44'4	40°37'1	40°28'7	40°21'2	40°13'3	40°05'5	
	ϵ		+1'5	+0'5	+0'3	+1'0	+1'2	+1'3	+0'6	+0'9	+0'8	+0'5	

10月 20日	<i>h</i>	37°43'3	37°35'1	37°29'0	37°21'7	37°14'5	37°07'0	36°59'5	36°52'1	36°44'7	36°37'0	3/3
	<i>hm</i>	3743.1	37°35'6	37°28'8	37°21'7	37°14'3	37°06'5	36°59'3	36°51'7	36°44'4	37°36'2	
	ϵ	-0°2	+0°5	-0°2	0	-0°2	-0°5	-0°2	-0°4	-0°3	-0°8	
10月 21日	<i>h</i>	37°22'9	37°15'7	37°08'5	37°02'5	36°54'6	36°46'8	36°39'4	36°32'2	36°24'6	36°16'9	2/2
	<i>hm</i>	37°23'2	37°15'5	37°08'9	37°02'1	36°54'5	36°46'8	36°39'5	36°32'4	36°24'2	36°16'8	
	ϵ	+0°3	-0°2	+0°4	-0°4	-0°1	0	+0°1	+0°2	-0°4	-0°1	
10月 23日	<i>h</i>	36°43'3	36°36'2	36°29'0	36°21'5	36°14'7	36°07'4	36°00'1	35°53'0	35°45'5	35°37'6	9/2
	<i>hm</i>	36°43'8	36°36'8	36°29'7	36°22'7	36°15'8	36°08'4	36°00'7	35°54'0	35°46'7	35°39'2	
	ϵ	+0°5	+0°6	+0°7	+1°2	+1°1	+1°0	+0°6	+1°0	+1°2	+1°3	
10月 24日	<i>h</i>	36°23'8	36°16'7	36°10'0	36°02'6	35°55'3	35°47'9	35°41'2	35°33'7	35°26'2	35°18'7	2/6
	<i>hm</i>	36°23'6	36°17'3	36°09'8	36°02'5	35°55'1	35°48'1	35°41'3	35°33'4	35°26'5	35°19'1	
	ϵ	-0°2	+0°6	-0°2	-0°1	-0°2	+0°2	+0°1	-0°3	+0°3	+0°4	
總計		5'4	3'0	4'1	4'9	6'0	4'4	3'5	4'4	4'7	5'3	45'7

h : 眞高度 *hm* : 每回觀測值의 平均 ϵ : *hm-h*

4·2 觀測值의 處理

觀測值를 處理함에 있어서 使用된 公式은 다음과 같다⁶⁾

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n |xi|}{N} = \frac{1}{\sqrt{\pi} h}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum xi^2}{N}} = \frac{1}{\sqrt{2} h}$$

$$r = \frac{0.4769}{h}$$

$$r = 0.845\eta \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

η : 平均誤差

σ : 標準誤差

xi : 觀測誤差

N : 觀測回數

②式에 依하여 *r*을 算出하면 표 4와 같이 된다.

<표 4>

中央 誤 差

	正中時附近觀測	14時頃觀測	全 觀 測
回 數	100	100	200

r	0'34	0'39	0'36
---	------	------	------

①式 $\Delta h = \pm \sin Z \cos L \Delta t$ 및 표4에서 中央誤差는 正中時보다 비교적 14時頃이 크다는 것을 알 수 있다.

뿐만 아니라 표 2, 3에서 觀測誤差 0이 되는 경우는 正中時 附近에서 14回, 14時頃에 3回인 것만으로도 太陽의 高度變化가 완만할 때 觀測誤差가 작고 高度變化가 큰 때 觀測誤差가 크게 되는 것이 確認된다.

또 1日 觀測誤差의 絶對值를 볼 때 첫 날의 最大誤差가 正中時附近과 14時頃에 있어서 各各 0'.6, 0'.7이 되었고 마지막 날의 最大誤差는 各各 0'.3, 0'.6인 것으로 보아 熟練의 程度를 높이면 觀測誤差가 작아지는 傾向을 보였다.

4.3 太陽과 他 天體와의 中央誤差 比較

太陽高度의 中央誤差는 표 4에서 보는 바와 같이 正中時附近에서 0'.34, 14時頃에는 0'.39이 라는 것이 밝혀졌다.

한편 恒星, 惑星 高度의 中央誤差는 日下治夫, 橋木 進氏¹⁾에 따르면 各各 0'38, 0'69임이 究明되어 있다. 따라서 太陽과 恒星, 惑星의 中央誤差를 比較컨데 正中時 附近의 太陽觀測誤差가 가장 작으며 一般의으로 太陽, 恒星의 誤差는 惑星보다 작음을 알 수 있다.

또한 달이 運行速度가 빠르기 때문에 더욱 큰 觀測誤差가 豫想된다.

따라서 初歩者가 天體를 觀測할 경우 또는 船位決定의 精度를 높이기 爲하여는 太陽이나 恒星觀測에 重點을 두어야 할 것이며 부득이한 경우 이외는 되도록이면 달, 惑星觀測을 避하는 것이 바람직하다.

5. 結 論

以上の 結果에서 正中時附近에는 中央誤差 0'.34, 그리고 14時 頃에는 0'.39으로 나타난 것으로 보아 太陽의 高度變化가 큰 때일수록 觀測高度의 誤差가 크다는 것을 알 수 있었으며 觀測條件이 良好하고 技能이 中等級의 觀測者의 太陽觀測高度의 中央誤差는 0'.36으로 나타났다.

이 값은 普遍的으로 알려지고 있는 中央誤差 0'.5과는 相當한 差異가 있으나 本橋에서의 測定方法은 觀測條件이 極히 良好한 狀態下에서 行해진 것이므로 納得할 수 있는 結果라고 아니 할 수 없고 만일 海上에서 觀測條件을 달리하고 行해졌을 때는 그 差異는 더욱 줄어들 것이라 生覺된다.

한편 計算高度의 中央誤差는 0'.07이므로 高度 $20^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 되는 太陽을 觀測하여 高度差를 求하

는 경우 高度差의 誤差는 이들 두 誤差가 結合되는 卞답에 誤差의 結合法則에 따라 計算하면 中央誤差는 0'.37으로 된다.

參 考 文 獻

- 1) 尹汝政; 地文航海學, 海事圖書出版部, 釜山, pp. 214~219 (1969)
- 2) Bowditch; American Practical Navigation U. S. N. H. O pp. 678~688 (1958)
- 3) 尹汝政; 天文航海學, 海事圖書出版部, 釜山, pp. 299~300 (1969)
- 4) 鄭英鎭; 近代統計學의 理論과 實際, 寶晉齋, 서울, pp. 201 (1963)
- 5) 尹汝政; 天測計算表의 精度에 關하여, 韓國海洋大學論文集, 釜山. (1976)
- 6) 並川能正; 船位誤差論, 海文堂, 日本, pp. 41~43 (1960)
- 7) 日下治夫; 星測高度의 誤差에 關하여, 日本航海學會誌 (41號), pp. 61~65 (1970)
橋本 進

