

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 Chungjung

目	次
Abstract	4·1 方位角의 變化 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의 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 이들 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에 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 等に 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

3) 眼高의 眼高이 充分히 높은 63.4m인 位置를 測定하므로 計算高度差(觀測高度의 誤差)가 極히 작아 總計 高度가 30'以上 60'以下인 時를 採다웠으며 單位時間에 있어서 高度變化의 急激한 西向差는 測定時刻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

구분	10月 11日	19日	31日	10月 6日	10日	8日	10日	9日	10日	10日	20日	10日	21日	10日	23日	10日	24日
氣 壓 (MB)	1015.0	1003.7	1001.3	1002.0	1002.8	1002.8	1002.8	1001.6	1015.0	1015.0	1015.0	1015.0	1015.0	1015.0	1015.0	1000.1	
風 速 (m)	3.0	0.5	1.0	0.5	0.8	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
氣 溫 (°C)	21	24	18	18	20	20	22	22	22	22	22	22	20	20	20	19	
海水溫度 (°C)	22.5	21.2	20.4	19.2	20.3	20.3	20.3	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.1	

2·1 測定日 및 場所

- 1) 測定日 : 1975年 10月 11日, 19日, 31日, 10月 6日, 10日, 8日, 10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 守備隊 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 身長 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(總 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.

이 觀測의 觀測高 充分히 充足한 63.4m인 位置에 測定하였고, 計算高度(真 觀測高度의 誤差)가 2.5m의 誤差(真 高度의 10%以下)인 程度에 測定하였으므로 單位時間에 있어서 高度變化가 急激한 北西風에 因하여 計算高度에 比較적 差가 少한 點에 測定하였다.

표 1 氣象 및 海象(1200 現在) 釜山海上警備艦觀測報告

日次	1975.10.16日	1975.10.17日	1975.10.18日	1975.10.19日	1975.10.20日	1975.10.21日	1975.10.23日	1975.10.24日
氣 高(MB)	1005.0	1003.7	1001.3	1002.0	1002.8	1002.8	1001.6	1015.0
氣 高(m)	0.0	0.5	1.0	0.5	0.8	2.5	2.5	2.5
氣 溫(°C)	23	24	18	18	20	20	22	20
海水溫度(°C)	23.5	24.2	20.4	19.2	20.7	20.5	20.5	20.3

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(大東營 警備艦 管理事務所 앞)
- 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

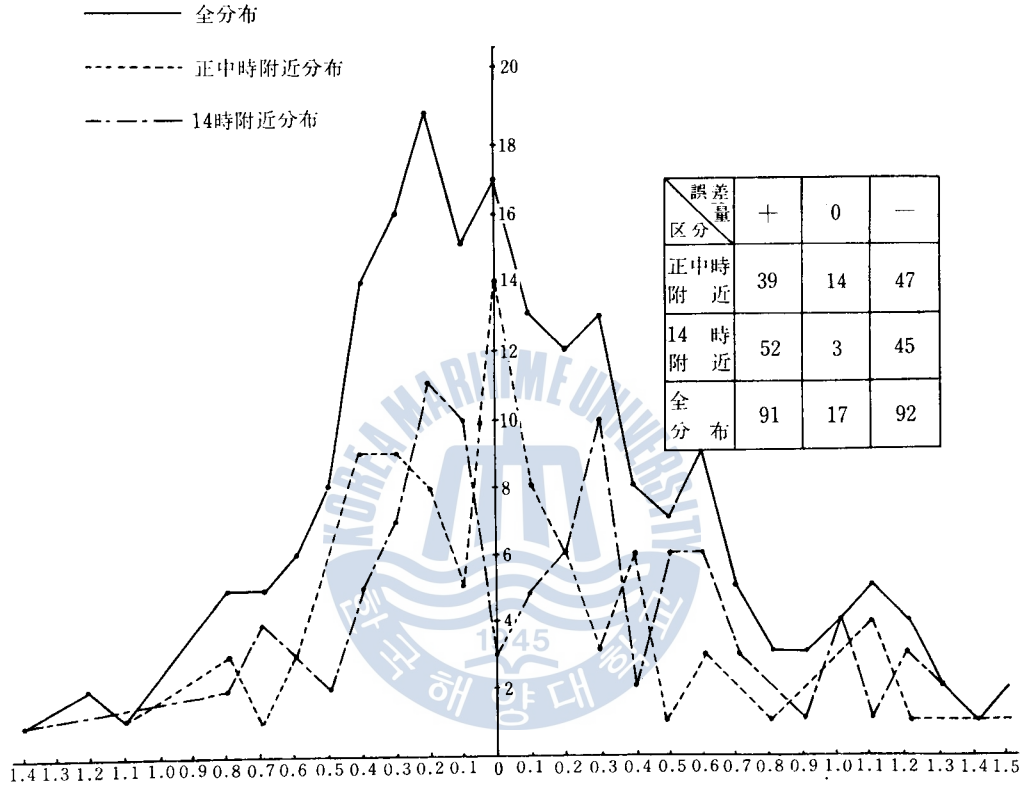
- 1) SEXTANT : TAMAYA MICRO式
- 2) CHRONOMETER
- 3) STOP WATCH
- 4) NAUTICAL ALMANAC (1975年度)
- 5) SIGHT REDUCTION TABLE(H. O. 214, H. O. 229)

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. 이 밖에 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 10회의 高度變化가 큰 때에는 每1分間隔으로 每日 10회씩 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의 하위 各各 100個(總 200個)의 誤差를 얻었으며 그 內容은 표 2, 3과 같다. 이 觀測의 計算高度는 H. O. 214 table을 使用하였는데 더욱 精密히 하기 爲하여 每回마다 일일이 分配分法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) 公式로 $d \times d$ 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

그리므로 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 表2 및 表3과 같이 되었다.

〈표 2〉 正中時 附近의 觀測誤差

관측일	區分	回數	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	

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°46'1	
	<i>hm</i>	43°44'1	43°46'6	43°47'5	43°47'6	43°49'0	43°48'7	43°48'2	43°48'0	43°47'7	43°46'5	9'5
	ϵ	-1'2	-0'1	-0'5	+0'3	-1'4	+1'5	+1'1	-1'1	-1'1	+1'3	
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°25'6	43°24'1	
	<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°25'7	43°24'9	43°24'0	1'7
	ϵ	-0'3	-0'1	+0'1	-0'1	0	+0'3	-0'3	-0'1	-0'1	0'1	
總平均	0'9	0'2	0'7	0'3	1'5	1'1	1'1	0'7	0'3	5'3	10'0	

h: 眞高度, *hm*: 檢測觀測值¹⁾ 平均, ϵ : *hm-h*

表 4. 14時 附近の 觀測誤差

測 定 日	回 數	14時 附近の 觀測誤差										總計
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10月 1日	<i>h</i>	44°33'5	44°25'5	44°17'6	44°09'5	44°02'0	43°53'9	43°55'8	43°37'7	43°29'9	43°21'7	
	<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°37'4	43°29'6	43°22'0	3'6
	ϵ	+0'6	-0'2	-0'6	-0'3	-0'7	-0'4	-0'1	-0'1	-0'1	-0'5	-0'7
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°23'1	42°15'3	
	<i>hm</i>	43°26'6	43°17'9	43°09'9	43°02'3	42°55'3	42°47'3	42°39'8	42°31'3	42°22'7	42°14'5	1'8
	ϵ	+0'6	-0'2	-0'3	-0'7	-0'3	+0'3	-0'3	-0'3	-0'3	-0'7	
10月 6日	<i>h</i>	42°41'3	42°33'7	42°25'9	42°18'9	42°10'7	41°02'6	41°55'1	41°47'0	41°39'3	41°31'5	
	<i>hm</i>	42°41'5	42°33'6	42°26'2	42°18'6	42°11'9	42°03'7	41°55'9	41°47'1	41°39'7	41°31'6	3'1
	ϵ	+0'2	-0'1	+0'3	-0'1	-0'2	+0'1	-0'3	+0'1	-0'1	-0'3	
10月 8日	<i>h</i>	41°56'8	41°49'1	41°41'4	41°34'6	42°26'7	42°18'9	41°11'5	41°03'5	41°05'6	40°47'6	
	<i>hm</i>	41°57'8	41°49'3	41°41'8	41°33'8	42°25'9	42°18'7	41°11'3	41°03'1	41°06'1	40°38'7	6'7
	ϵ	+1'0	-0'1	-0'6	-0'8	-1'7	-0'3	-0'4	-0'1	-0'3	-0'7	
10月 9日	<i>h</i>	41°35'7	41°28'2	41°20'9	41°13'1	41°05'3	40°58'6	40°50'3	40°42'9	40°34'3	40°26'5	
	<i>hm</i>	41°35'1	41°28'2	41°20'4	41°13'4	41°05'2	41°58'3	40°50'9	40°43'0	40°34'1	40°26'3	3'0
	ϵ	-0'6	0	-0'5	+0'3	-0'2	+0'1	-0'3	-0'3	-0'1	-0'3	
10月 10日	<i>h</i>	41°13'4	41°06'9	40°59'7	40°56'9	40°43'2	40°35'8	40°28'1	40°20'3	40°12'5	40°05'0	
	<i>hm</i>	41°14'9	41°06'9	41°06'0	40°51'9	40°41'9	40°35'1	40°28'7	40°21'7	40°13'1	40°05'1	3'6
	ϵ	+1'5	+0'5	+0'3	-1'9	-1'7	-1'3	-0'6	-0'3	-0'8	-0'3	

(b)

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°37.5	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 같다.

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

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

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

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

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 $dh = \pm \sin Z \cos L \Delta t$ 및 표 4에서 中央誤差는 正中時刻와 正中時 14時 11分 30秒에 가장 높았다.

뿐만 아니라 표 2, 3에서 觀測誤差 0이 되는 경우는 正中時 附近에서 14時, 14時 11分, 50秒인 것임으로 太陽의 高度變化가 작을수록 觀測誤差가 작고 高度變化가 클수록 觀測誤差가 크게 되는 것이 確認된다.

또 11日 觀測誤差의 絕對值을 볼 때 첫 날의 最大誤差가 正中時附近과 14時 11分에 있어서 各各 0.6, 0.7이 되었고 마지막 날의 最大誤差는 各各 0.3, 0.6인 것으로 보아 太陽의 高度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 11分에는 0.39인 라는 것이 밝혀졌다.

다른 恒星, 惑星 高度의 中央誤差는 日下治夫, 橋本 兼氏에 따르면 各各 0.38, 0.69같이 說明되어 있다. 따라서 太陽과 恒星, 惑星의 中央誤差를 比較하면 正中時 附近의 太陽觀測誤差가 가장 작으며 一般적으로 太陽, 恒星의 誤差는 惑星의와 상응을 보았다.

또한 太陽 運行速度가 빠를수록 誤差에 영향을 觀測誤差가 豫想된다.

따라서 初學者가 天體를 觀測할 場合 또는 地位決定의 精度를 높이기 위하여는 太陽이나 恒星觀測에 重點을 두어야 할 것이며 木星, 金星의 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, 14時 11分 30秒에는 0.39으로 나타났으며, 또 보아 太陽의 高度變化가 작을수록 觀測高度의 誤差가 작아진다는 것을 알 수 있다. 觀測條件이 良好하다. 被測天體 等級의 觀測高度와 被測天體의 高度의 中央誤差는 0.38, 0.69이 되며,

이 값은 普遍的으로 생각할 수 있는 中央誤差 0.5와는 相當한 程度로 小하다. 本報에서 用いた 方法은 觀測條件이 良好하다. 被測天體에서 觀測高度가 작을수록 誤差가 작아진다는 것을 알 수 있다. 따라서 觀測條件을 잘 파악하고 선택할수록 誤差가 작아진다는 것을 알 수 있다.

다른 計算高度의 中央誤差는 0.07이므로 高度 20° ~ 60° 之間의 天體를 觀測하여 高度의 中央

(10)

韓國海洋大學 大學院 論文集 第1輯

는 경우 高度差의 誤差는 이들 두 誤差가 結合되는 까닭에 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) 鄭英鎮 ; 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

