

## 鹿兒島における Loran による時間差

## 測定の結果について

源 河 朝 之 ・ 田 口 一 夫

Study on the Effects of Time-Difference measured by Loran  
at the Fixed Spot in Kagoshima

Tomoyuki GENKA and Kazuo TAGUCHI

## Abstract

The results of minute examinations taken at Kagoshima (Lat.  $31^{\circ} - 32' - 52''$  N, Long.  $130^{\circ} - 33' - 35''$  E) on the variations of sky-wave corection, using the Loran-wave carried out by the several Loran rates during the period from July 31st 1961 to August 5th 1961 are presented.

(1) The fluctuation of errors in the sky-wave corection may be sometimes Serious, though the differnce between the one obtained from Loran Table and that from the present observations does not seem to be serious. This may be attributed to the variations in ionosphere, meteorological and geographical conditions on way of transmission.

(2) Differences in the variation of the sky-wave corection between overland-wave and oversea-wave, are clearly found as far as we concern.

(3) Attention should be paid to the fact that the Fading and much fluctuated amplitude in Loran-wave image can be found in advance befor the image vanishes.

(4) Good ovservations on the ground wave are occassionaly got even at night, which may be considered to have unknown relationships with weather conditions.

(5) Under the passing typhoon, advanced Fading and additional errors of time-difference take place. The causes of these facts can be supposed to be irregular changes of temperature, pressure, and humidity of the air.

## I. 緒 言

電波航法計器が航海術の重要な役割を占めるに至った今日、航海者にとってその信頼度を確める事は極めて必要な事である。その計器の1つである Loran が総ての船舶に利用される様になり、優秀な Loran が次々に現われてその利用度は増々高まりつつあるが、主なる原因は(1)天測の様に天候および昼夜に左右されないで何時でも簡易に船位が求められる点、(2)軽量、小型でしかも比較的安価で装備できる点、(3)その精度が良好で、利用範囲が広域である点、等にある。しかしながら、ただ漫然とその時間差測定値のみで船位を決定し得るものではなく、測定値についてその精度を十分に検討した上でなければ、信頼出来る船位を得る事はできない。一般に Loran の精度については次の事項が検討されなければならない<sup>1)</sup>。

- (1) 受信指示器の精度。
- (2) 送信局の同期精度。
- (3) 信号の判別とこれを重ね合わす精度。

- (4) 送信局と船位との相対位置による精度.
- (5) Loran chart, および Loran table の精度.
- (6) Sky wave corection の精度.

以上の内で(6)以外のものは已に十分な検討がなされ、実験研究も積まれており、現在では大きな支障はないが、(6)についてはまだ検討されねばならない点が残されている。

Sky wave の伝播について考慮しなければならない点は、電離層の高さとその傾斜状態、電離層そのものの特性、その季節的变化、電波伝播の経路の気象要素(気圧、気温、湿度等)および陸地の中間存在と観測地から Loran station までの距離、太陽黒点変動の影響等<sup>(2)(3)</sup>、甚だ複雑である。これらの事に関しては多くの研究発表があり、現在ではかなり解明されている。実用 Sky wave correction は Loran table, および Loran chart に掲載されているが、幾分不安定な面もあると云われているので、筆者は Sky wave correction の変化の実体、およびそれに関連する事柄について、以下に述べる実験を行い、断片的ではあるが、その精度を確かめたので、それについて述べ、且つ 1 昼夜の映像の写真を撮影したので掲載し参考に供する。

この実験は東京商船大学、北海道大学水産学部との共同観測によって行われたもので、その総合研究の成果は別の機会に発表される予定である。

## II. 観測の方法および実施

昭和36年7月31日正午より8月5日正午に至る5昼夜間、1時間毎に\*鹿兒島における、各 Loran station からの Ground wave および Sky wave の到達時間差を測定した。使用 Loran は K.S.-335 (光電製作所) と J.N.A.-102 (日本無線株式会社, Transistor 式) で、完全調整して用いた。両者による測定値には、問題にされるほどの相違はなかったので、今回の資料は K.S.-335 によることにした。観測場所は鉄筋三階の研究室で実施し、Antenna は Fig. 1. に示した様に、高さ約 10m (地上から Antenna 頂点までは約 22m) で若干傾斜させ、絶縁、および接地は十分に施した。選定した Loran station は、2H0より2H6までの7局と2S1, 2S2の2局、計9局である。各局に対する参考要目を Table 1. に示した。観測方法は、J.S.T. の定時から2H0より順次観測し、所要時間は約15分を要した。特に不安定な Sky wave については、その安定時を慎重に見定めて測定した。尚、2H3, 2H4について、8月4日午前9時より1昼夜の間、1時間毎に Sweep 別に映像を撮影した。Film は Sakura X-ray を使用し、観測に最適の状態にするため Receiver gain control, および Amplitude balance control を適当に調定し、主にその状態で撮影した。



Fig. 1. Stretching-out of Loran antenna.

\* 鹿兒島大学水産学部 (Lat. 31°-33'-52'' N  
Long. 130°-33'-35'' E)

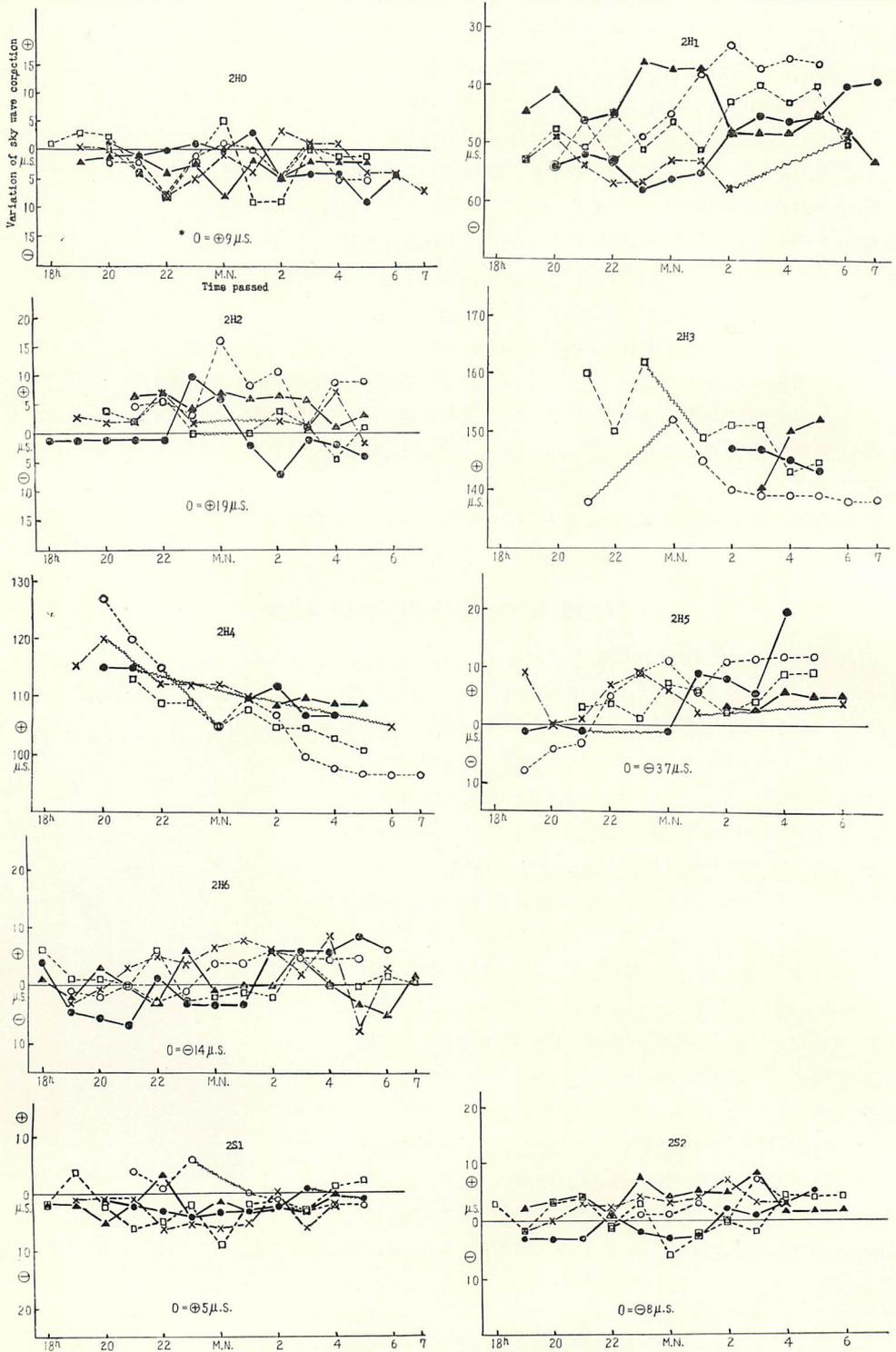


Fig. 2. Variation of Sky wave correction to the respective Loran station.  
 ---○--- On the 1st day    —●— On the 2nd day    ---×--- On the 3rd day    ---□--- On the 4th day  
 —▲— On the 5th day    ~~~~~ Supposed line

Table 1. Epitomize to Loran ground stations.

Loran rates	Distinction between the two stations and its approximate distance (mile)		Time difference of ground wave by Loran Table ( $\mu$ s.)	Sky-wave correction by Loran Table ( $\mu$ s.)	A difference of position line by 1 $\mu$ s. measured by Loran Table	Remark	
	Master station	Slave station					
2H0	Niigata	560 Matsumae	737	3472	+ 9	0. 9	Overland wave
2H1	Niigata	560 Yonago	274	1110	*	0. 6	//
2H2	Fusan	224 Yonago	274	2551	-19	0. 19	//
2H3	Nomaike	22 Fusan	224	3657	*	0. 12	Oversea wave
2H4	Nomaike	22 Okinawa	338	4915	*	0. 18	//
2H5	Iōjima	706 Okinawa	338	2772	-38	0. 12	//
2H6	Iōjima	706 Ōshima	480	2877	-14	0. 17	//
2S1	Ōkamasaki	720 Ochiishi	980	4334	- 5	1. 7	Overland -wve
2S2	Ōkamasaki	720 Namisaki	570	1393	- 8	0. 52	//

\* The use of sky waves is prohibited.

観測中 7月31日より8月2日にかけて、颱風 (No. 10) の通過があり、その前後にも、かなりの Fading があって、1時観測不能の状態に陥った。

### III. 観測結果並びにその考察

観測は概ね順調に終了し、測定時間差の資料を Table 2. に示した。Fig. 2. は鹿児島における、各局の Ground-waveの到達時間差を Loran table から求めた値 (Table 1. 参照) と観測によって求めた Sky-wave の時間差との差、即ち、実測の Sky-wave correction を求め、

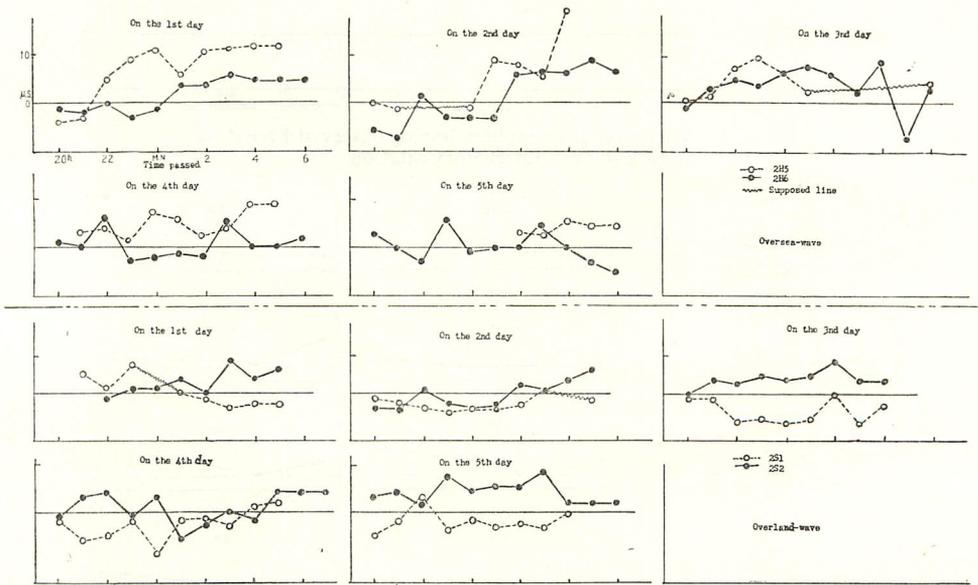


Fig. 3. Variation of Loran wave propagation in accordance with its two courses by land and by sea.

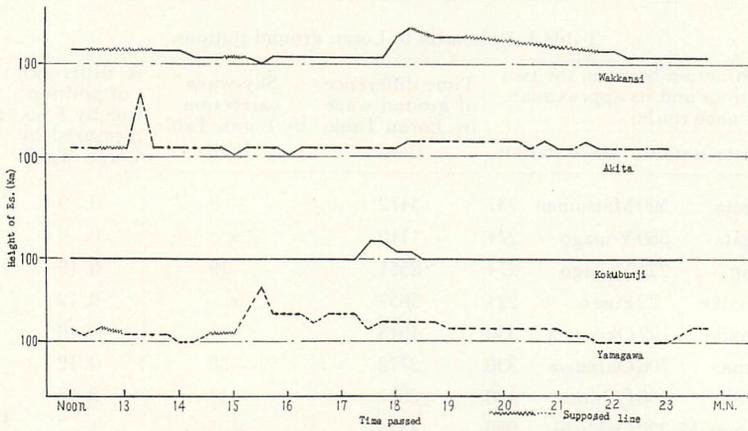


Fig. 4-1. Variation of Ionosphere height at the respective electric-wave observatory station on the 31st of July.

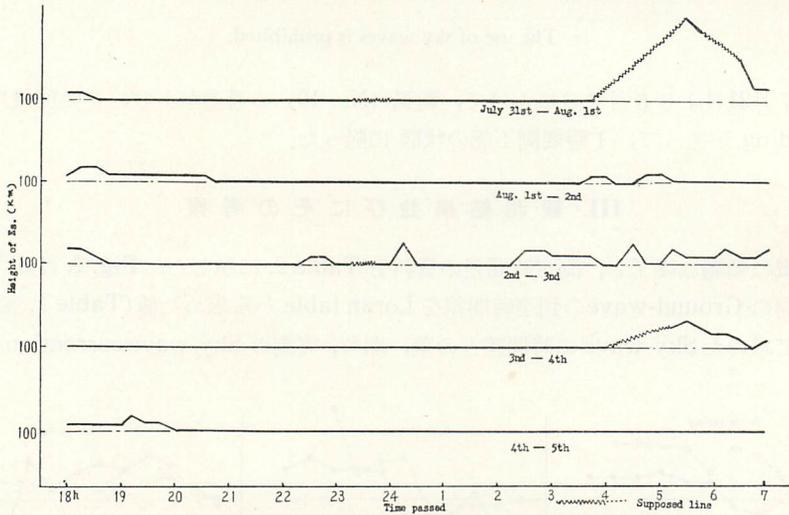
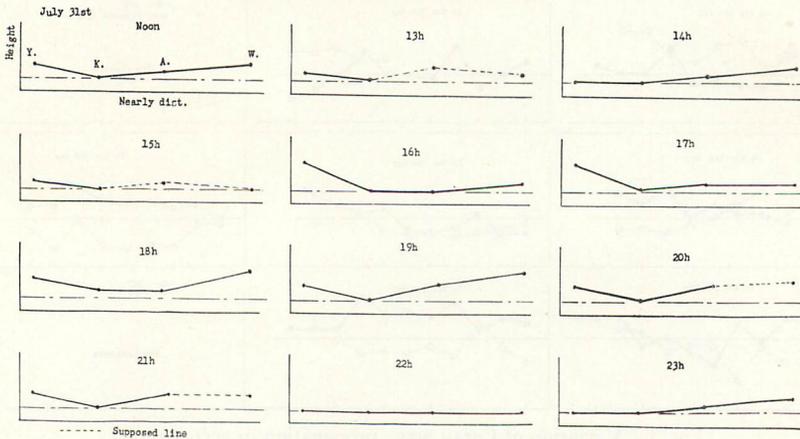


Fig. 4-2. Variation of Ionosphere during observed Five days at Kokubunji Observatory station.



Y...yamagawa K...Kokubunji A...akita W...wakkanai

Fig. 4-3. Outline of the slanting-degree of Ionosphere (Es)

Loran table 掲載の, \* 実用 Sky-wave correction (Table 1. 参照) と比較して, その変化状態を示したものである. 亦, 電波伝播の経路別(陸上経由と海上経由)の変化を, 日別毎に Fig. 3. に示した. 電波伝播に最も関係が深いと云われている, 電離層 (Es 層) の高さの変化状況を, 観測した Sky-wave correction の変化と比較するため Fig. 4-1. Fig. 4-2.

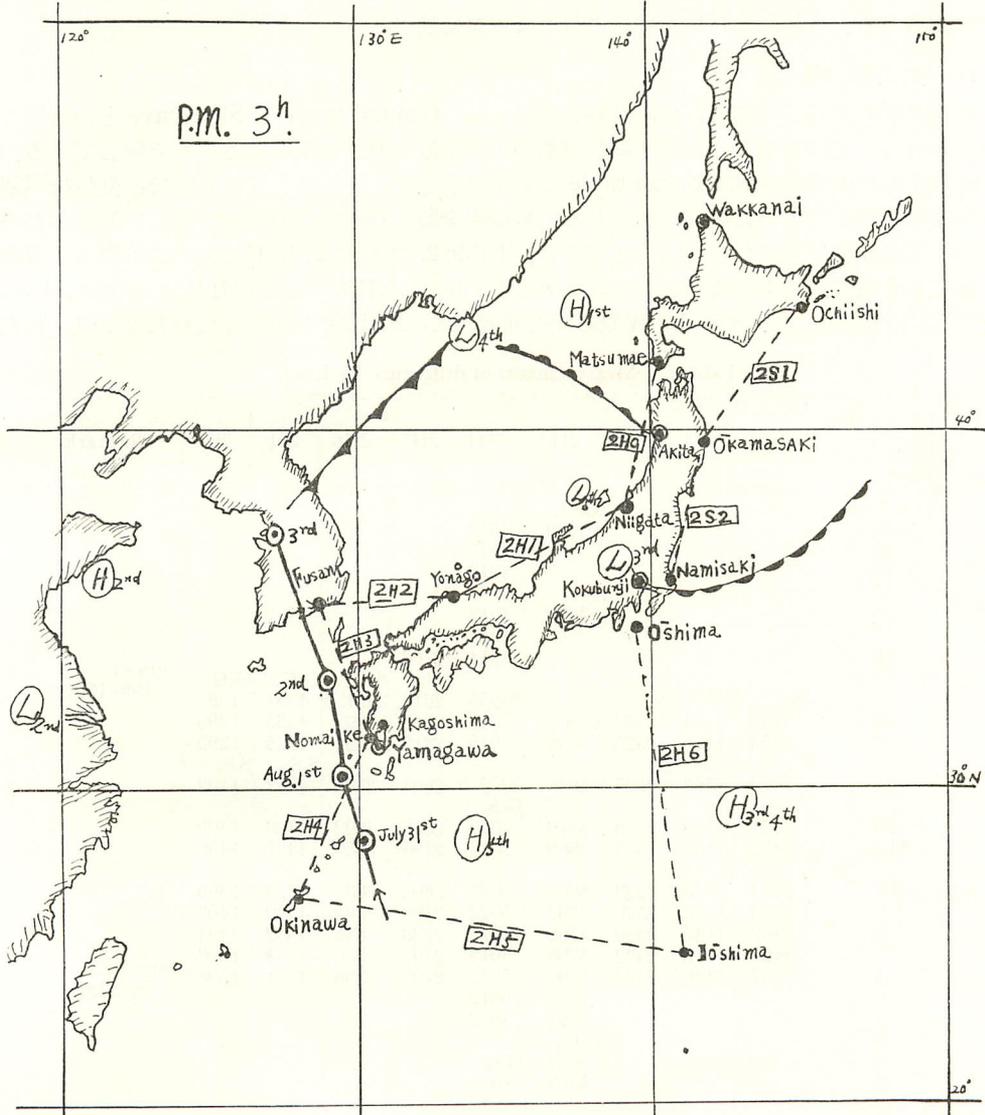


Fig. 5. Passage figure of typhon, the spots where low and high pressures were observed, position of the respective Loran station and electric-wave observatory station.

\*Sky-wave cor. ( $\mu s$ ) =  $D + 0.3 \left( \frac{7000-t}{1000} \right)^3 + 0.18 \times 10^6 \left( \frac{7000-t}{1000} \right)^{11}$   
 上式は J. A. Pirce<sup>(1)</sup> の実験式で Loran table の Sky-wave cor. は此の式で求められた値である.  
 t: Ground wave の到達時間( $\mu s$ )……7000 $\mu s$ まで適用  
 D: 重要常数で, 冬65 $\mu s$ 夏75 $\mu s$ の間を変化する最小 Skywave 遅延時間適用範囲1130Mile までである.

Fig. 4-3. に示した. 此の図は伝播経路上の電離層の変化でなければ正しい比較にはならないと思うが, 資料が十分がないので, 参考程度にしかならないと思う. 亦, 気象現象との関係性について検討するため, 颱風の移動した針路, および低気圧, 高気圧等の存在した地点の概略図を, Fig. 5. に示した. 1 昼夜の Loran 映像の変化状態, Fading, 雑音信号, および観測する際の要点等を説明し参考にと供するため, 2H3, 2H4について写真撮影したので編末に掲載する. (plate 1.) 以下項目に分けて考察を述べる.

(1) 観測資料

観測資料を検討した結果, 日没時を境として, Ground-wave と Sky-wave との区切りがはっきりしているが, これは太陽の電離層におよぼす影響が大きいことを意味している. Ground-wave の測定値は Loran table から得た値と殆んど一致しているので, 受信指示器は完全な作動をしていた事が認められる. 観測中全般に亘って, 耐えず注意して観測したので指示器の誤差は含まれなかったと云える. Table 2. で\*印は,\*G.G.或は\*\*S.S.以外の電波を測定した値で, 考察の資料としては除外した. 但し, 2H3, および2H4については, G.G. と\*\*\*G.S.を測定した. 観測中, 颱風の接近通過時に, Fading が激しく現われた事は, 頻繁

Table 2. Measurements of difference by Loran.

Loran rates Date and Time	2H0	2H1	2H2	2H3	2H4	2H5	2H6	2S1	2S2	Remark
July 31st				G.G.	G.G.					
Noon				3659	4913					
13					4913					
14					4913					
15										
16				3659	4913					
17					4913					
18					4914	*2703				
19						S.S.	S.S.	G.G.	G.G.	Sunset 19h-16m
20	S.S. 3465	S.S. 1164	S.S. *2503	G.S.	*4955 5042	2818 2813	2893 2891	4334 4325	1394 1395	
21	3465	1156	2526	3795	5035	2812	2891	4325	1395	
22	3470	1163	2525	*3835	5029.5 G.S.	2804	2895	4328	1402	
23	3464	1159	2528	3819	5020	2800	2892	4323	1400	
M.N.	3462	1155	2515	3809	5020	2798	2887	4337	1400	
Aug. 1st										
1	3463	1148	2523	3802	5025	2803	2887	4329	1398	
2	3468	1143	2520	3797	5022	2798	2885	4330	1403	
3	3462	1147	2530	3796	5015	2798	2886	4332	1394	
4	3467	1145	2522	3796	5013	2797	2886	4331	1398	
5	3467	1146	2522	3795	5012	2797	2886	4331	1396	Sunrise 5h-33m
6				3795	5012					
7				3795	5012					
8				G.G.						
9				3662	G.G.					
10				3663	4917					
11					4917					
Noon					4917					
13					4915					
14					4916					
15										
16										

\* Master station の Ground-wave に対して Slave station の Ground-wave を重ね合わせる測定法  
 \*\* Master station の Sky-wave に対して Slave station の Sky-wave を重ね合わせる測定法  
 \*\*\* Master station の Ground-wave に対して Slave station の Sky-wave を重ね合わせる測定法

Loran rates Date and Time	2H0	2H1	2H2	2H3	2H4	2H5	2H6	2S1	2S2	Remark
17										
18			2532	3656	4913		2887			
19					4913	*2784				Sunset
					*5042	2810	2895.5		1404	19h-15m
20	3462	1163.5	2523	*3829	5030	2809	2899	4330	1404	
			2532							
21	3464	1162	2532	*3830	5030	2810	2898	4331	1404	
22	3463.5	1163	2532	*3823	*5063	*2841	2889	4331.5	1400	
23	3462.5	1167	2521	*3828.5	*5055	*2830	2894	4332	1403	
M.N.	3463	1166	2525	*3831	*5050	2810	2895	4334	1404	
Aug. 2nd 1	3458	1165	2533	*3824	5025	2800	2895	4334	1404	
2	3467	1157	2537	3804	5027	2801	2884	4332	1398	
3	3468	1155	2532	3804	5022	2799	2884	4328	1390	
4	3468	1156	2533	3802	5023	2804	2884	4328	1398	
5	3471	1155	2534	3800	4913	2790	2880	4330	1395	Sunrise
6	3464	1150	*2664	3662	4919	2695	2882			5h-33m
7		1149	*2665	3659	4919					
8			*2664	3662	4914					
9			*2664	3662	4915					
10				3664	4917					
11				3662	4915					
Noon				3662	4916					
13				3662	4916					
14				3660	4916					
15				3663	4914					
16				3663	4916					
17					4910					
18				3660	4915	*2700	2878			
19	3462.5	1162	2528	3665	5030	2800	2894	4329	1403	Sunset
20	3463.5	1159	2530	*3822	5035	2809	2891	4330	1400.5	19h-14m
21	3467	1164	2530	*3823	5030	2808	2888	4330	1398	
22	3470	1166	2523	*3850	5027	2802	2886	4335	1399	
23	3467	1167	2539	*3844	5026.5	2800	2898.5	4334	1397	
M.N.	3464	1163	2500	*3840.5	5026	2803	2884.5	4336	1398	
Aug. 3rd 1	3466	1163	2500	*3841	5026	2807	2882.5	4334	1397	
2	3460	1168	2529	*3837	4914	2696	2886	4328	1394	
						*2822				
3	3462	*1185	2530	*3835	*5049	*2831	2889	4335	1397	
4	3462	*1179	2524	*3841	*5056	*2831	2881	4331	1397	
5	3466	*1174	2532	*3844	*5083	*2844	2899			Sunrise
6	3466			*3824	5020	2805	2887			5h-34m
7	3469	1158	*2665	3660	4917					
8			2664	3658	4915					
9				3660	4916					
10				3660	4915					
11				3662	4915					
Noon				3663	4914					
13				3660	4913					
14				3660	4915					
15				3660.5	4915					
16				3660	4913					
17				3663	4914	*2700				
18	3462	*1185	*2695	3662	4916	*2698	2885	4332	1398	
19	3460	1162	*2690	3660	4915	*2690	2890	4325	1403	Sunset
20	3462	1158	2527	3660	4916	*2686	2890	4331	1398	19h-13m
21	3467	1161	2530	3817	5028	2806	2892	4335	1397	
22	3470	1154	2524	3806	4912	2805	2885	4334	1402	
					5024					
23	3464	1161	2531	3819	5025	2808	2894	4331	1397	
						*2694				
M.N.	3459	1156	*2505	*3837	5020	2802	2894	*4340	1407	
	G.G.									
Aug. 4th 1	3471	1161	2531	3806	5024	2803	2892	4332	1404	

Loran rates Date and Time	2H0	2H1	2H2	2H3	2H4	2H5	2H6	2S1	2S2	Remark
2	3471	1153	2527	3808	5020	2807	2893	4331	1401	
3	3464	1150	2530	3808	5020	2805	2886	4332	1403	
4	3465	1153	2535	3800	5018.5	2800	2892	4328	1396	
5	3464	1150	2530	3801	5016	2800	2891	4327	1396	Sunrise
6		1169		3660	4912	*2700	2888		1400	5h-34m
7			*2661	3660	4913		2890			
8			*2667	3661	4916					
9				3660	4914					
10				3661	4915					
11				3659	*3788					
Noon				3662	4915					
13				3662	4915					
14				3660	4915					
15				3661	4915					
16				3660	4913					
17				3661	4916					
18				3664	4915	*2699	2890			
19	3465	1155		3661	4917	*2697	2893	4331	1399	Sunset
20	3464	1151	2672	3665	4915	*2701	2889	4330	1398	19h-13m
21	3464	1156	2665	3660	4918	*2705	2891	4331	1396	
22	3466	1155	2673	3662	4915	*2694	2894	4331	1400	
23	3465	1146	2525	3661	4917	*2698	2885	4325	1392	
M.N.	3470	1147	2528	3665	4915	*2704	2892	4334	1397	
Aug. 5th										
1	3465	1157	2524	3664	4916	2707	2891	4332	1397	
2	3466	1158	2525	3665	4920	2705	2891	4332	1397	
3	3465	1158	2526	3668	5025	2806	2887	4331	1393	
4	3465	1158	2525	3807	4920	2704	2891	4332	1400	
5	3465	1155	2530	3663	4923	2702	2894	4334	1400	Sunrise
6	3465	1163	2525	3662	4914	2704	2896		1400	5h-35m
7		1157	2671	3661	4917	2700	2890			
8		1157	2662	3661	4916					
9				3662	4918					
10			2667	3663	4916					
11					4915					
Noon					4918					

G. G. Result got by measuring the slave station ground wave to the master station ground wave.

S. S. Result got by measuring the slave station sky wave to the master station sky wave.

G. S. Result got by measuring the slave station sky wave to the master station ground wave.

\* Unured data

な落雷に起因すると推定される。

晴天で、平穏だった8月4日より5日にかけては Sky - wave は割合に安定して受信されたので、高気圧帯内の観測は容易であり、測定値は比較的好精度であると思われる。

## (2) Sky-wave correction の変化

Fig. 2. は Loran table より求めた Sky-wave correction を基準線 ( $0\mu s$ ) として、観測によって得た、Sky - wave correction の5日間の変化を示した図である。2H1, 2H3, および2H4の3局については、Loran tableには Sky-wave correction 欄に“Do not use sky wave”と記して、空欄になっているが、観測値がどの様に変化するかを見るために、各局

と同様に変化図を示した。以下局別に検討する。

2H0：測定値は基準線より上下に変動しているが、最大 $8\mu\text{s}$ 位の範囲内で、大部分は一側に偏して見られるので、一の誤差があると考えられる。しかし年間の資料によらなければ、的確なことは云えないし、また海上の定点で観測して比較検討してみなければ、陸地の影響とも思われるので、考慮の余地がある。

2H1：測定値の変化の特徴として、日没より時間の経過につれて、次第に少なくなっていく傾向が見られるが、その原因は明らかでない。或いは気象現象に関係があるのではなからうか。

2H2：傾向が+側に偏して最大 $10\mu\text{s}$ の範囲内に散在している。Table 1. に示した様に、この局の Position line の精度は $1\mu\text{s}$ につき $0.19\text{Mile}$ の誤差となるので、最大誤差として考えても、 $2\text{Mile}$ 位の誤差になるので、実用上は重大視する程の誤差ではないと思う。(Sky-wave としては)

2H3：颱風通過の Fading の影響等で資料が足りないので、考察はできないが、かなりの変動がある様に思われる。

2H4：日没から時間の経過と共に、測定値は降下しているが、その原因は明らかでない。しかしながら、この様な傾向にある事は甚だ興味ある問題であるので、資料の充実と共に、今後の研究にまちたい。此の局は颱風の通過に関係があったので、気象条件の項で更に考察を加える事にする。

2H5, 2H4：共に 約 $15\mu\text{s}$  の中で日没後時間の経過と共に、僅かずつ変動しながら+側に増加していく傾向の様であるが、海上経由の電波伝播の特徴ではなからうか。2S1, 2S2：共に時間経過に対する傾向は見られないが、2S1は+側、2S2は+側に偏在している。当観測点は此の局の基線延長線附近にあり、その精度は落ちると考えていたが、測定値からは比較的好精度を示す様に思われる。Sky-wave は遠距離の方が精度がよいと云われている事の1例とも云える。

### (3) 経路別の比較

観測した各局の内、電波伝播の経路が概ね一致すると考えられる。2H5と2H6(海上経由)および2S1と2S2(陸上経由)の2組について考察する。日別に各組共その観測した Sky-wave correction の変化を示したのが Fig. 3. である。図については、概ね各組局とも日別にはほぼ同じ様な変化が見られ、並行の変化傾向を示している。海上伝播の局については特に資料はないので、その原因は検討できないが、陸上経由のものは、運輸省電波研究所の電離層の資料を得たので、それと対照して、電離層(\*\* Es 層)との関係について考察を試みた。尚、東京国分寺観測所以外の観測所については、7月31日の資料しか得られなかった。十分な考察は出来ないが、後日資料を得て更に検討したい。Fig. 4-1. は国分寺における5日間の Es 層の変化を示したもので、Fig. 4-2. は(7月31日の資料のみ)稚内、秋田、山川の各観測所を含む各地の電離層の変化を示したものであり、また Fig. 4-3. は7月31日の電離層の南北傾斜を概略あらわしたものであるが、Fig. 4-2. と関係局とを較べると、Es 層は18時頃より変化がなく日出前頃高くなっているのに対し、2S2の測定値の変化も増している。2S1は関係すると思われる地域の Es 層の高さが判らないので、関連性を考察する事は出来

\*\*Sporadic E層

ない。2日目は1日目と同様に Es 層が日出前頃に高くなっているのに対し、測定値も増加して居るので、電離層の高さの変化と概ね一致して居る。3日目は夜半前と、日出前に同様の变化を示して、両者の関係が一致して居る事が、概ね判る。4日目は3日目と似た現象で同じ傾向を示しているが、午前2時頃に測定値は減少しているのに対し Es 層には変化は見られない。而し、Fig.5. に示した様に、当日は局附近を低気圧が通過した頃に相当するので何か影響があったのではなからうかと考える。5日目は夜半より夜明けにかけては、概ね並行状態の変化であり、日出頃に若干の相違が見られるが、Es 層の資料が十分でないので、その原因を明らかにする事は出来ないが、少くとも、電離層が関係を持つと云える。

海上経由についても同様の事が考えられるが資料がないので、何とも云えないが、2つの経由局が、図の様に並行変化が見られる事から察知出来る。

#### (4) 気象現象との関係

Fig.5. は観測した5日間の気象現象を1図にまとめたものである。図に示した様に颱風の通過に伴い、電波伝播経路を遮断されたと見られる2H2, 2H3, 2H5および2H6について検討すると (Fig.2. の関係局参照) 4局とも、1日目の測定値の変動が大きく、2日目、3日目も同様に見られるが、4日目および5日目は、前3日間と較べて測定値の変動が小さくなり比較的安定になっている。察するに颱風の影響がなくなった事が原因と見られる。特に5日目は更に安定している事から前述の事が認められる。即ち颱風は電波の伝播に影響すると考えられる。此の事は前項の低気圧通過の現象にも見られたが、果して低気圧の気圧変化か或いは湿度か、或いはまた気温の変化か、ともかく将来の研究に挨ちたい。颱風は Fading を伴うので観測誤差が含まれると思うが、観測誤差のみでない事は断言出来る。

#### (5) 映像写真について

8月4日午前9時より5日の午前9時まで2H3, 2H4両局の1時間毎の映像を示したのが編末の plate 1. である。映像は両局とも鹿児島に近い野間池が主局であるので、指示器の Upper-trace に強く、Lower-trace に弱く現われるので、理想的な観測像を得るには、Amplitude ballance control および Reciever gain control を調整した。撮した写真には Lower-trace に雑音信号が現われている。(Slow sweep と Medium sweep の写真を参照) 夜間 Sky-wave の像は Fading があり、時に強く現われる場合もあるが、Fast-sweep の夜間の映像写真には大部分此の現象が見られる。撮影は像の安定時機を選んで行なったので、前述の Fading は見られない写真もある。夜間においては、Medium sweep で見られる様に、両局の Upper-trace, Lower-trace に1-H P-E, 1-H P-2, 1-H P-F等が現われ、その勢力の変化状況が見られるが、昼間においては、極めて単調で主として Ground-wave のみが見られている。

2H3 の 23h の Fast sweep 像は、Slave station 像を  $20\mu\text{s}$  ずらせた状態であり、2H4の M.N.の Fast-sweep, 2H4の 9hの Medium sweep も同様に  $20\mu\text{s}$  ずらせた像であるので、 $20\mu\text{s}$ の間隔がどの位であるかが判ると思う。此の事は像の選択を誤まらせないための時間差間隔の検討に、特に初心者には参考になると思う。Medium sweep で嚴重に重ね合わせて Fast sweep に切替えた場合の像のずれ具合を、2H4, 22h Fast sweep に示したが、Sweep を切替えた時の Fast sweep に起るずれが判ると思う。Amplitude balance control を調整しなかった時の状態を両局の10h, 11hおよび2H4の23hに示した。これは Slow sweep の時

から注意して調整しておかないと同じ操作を繰り返す事になるので測定時間の無駄になる。なるべく1操作で測定した方が、船位決定にも誤差を少なくする事が出来るので熟練を要する点である。理想的な映像は2H4のNoon, 2H3の21h, 2H3の2h等である。2H4, 13hのFast sweep, 及び, 2H4, 21hのFast sweepの像はReceiver gain controlの上げ過ぎであるがこの様な像は一見よい様に思われるが、誤差を含んでいるのでGain control cを下げなければ、正しい時間差は測定出来ないのである。その反対が、2H3 NoonのFast-sweep, 2H4 23hのFast sweepであって、もう少しGain controlを上げる必要がある。日出没時、或いは夜半頃には、Fadingが現われ映像を重ね合わせるのがやや困難になるので、安定する時機を十分に見定める必要がある。日出没時のG.G.とS.S.の切替時になると、Fadingが急激に現われ、又映像振巾の変動が急になり、間もなく消滅するので、航海者は此の様な現象を念頭に置かねばならない。以上映像変化の状況、並びに観測についての要点にふれた。

## VI. む す び

以上考察の結果、資料が十分でないのでの確な結論は下し得なかったが、概ね次の事が云える。

- (1) 鹿兒島における各局のSky-wave correctionは(Loran tableから求めたもの)、実測値と若干の相違があるが、実用上大きな支障はないと云える。而しながら、時により誤差の変動が現われるので注意しなければならない。
- (2) Sky-wave correctionは、海上経由と、陸上経由のLoran waveでは、その変化状況が異ると云えるが、同じ経路で到達したものは、概ね同じ変化を示すと考えられる。
- (3) 颱風はLoranの測定時間差に影響するものと思われるが、その気圧、気温、湿度等の急変に起因するのではなからうか。此の事は航海者に特に関係が深いので、慎重に研究されなければならないと思う。
- (4) 間もなく消えんとする電波の映像はFadingおよび映像振巾が急激に大きく変動するので、航海者は特に念頭に入れて置き、観測時機を失わない様に注意すべきである。
- (5) 或る場合においては、Ground-waveが夜間に入っても異常に遅くまで観測できる場合があるが、好天候の時に見られたので、気象条件に係る様に思われる。
- (6) 写真の観察結果から、観測者は熟練しないと測定誤差が含まれるので、観測技術を高めて置く必要がある。

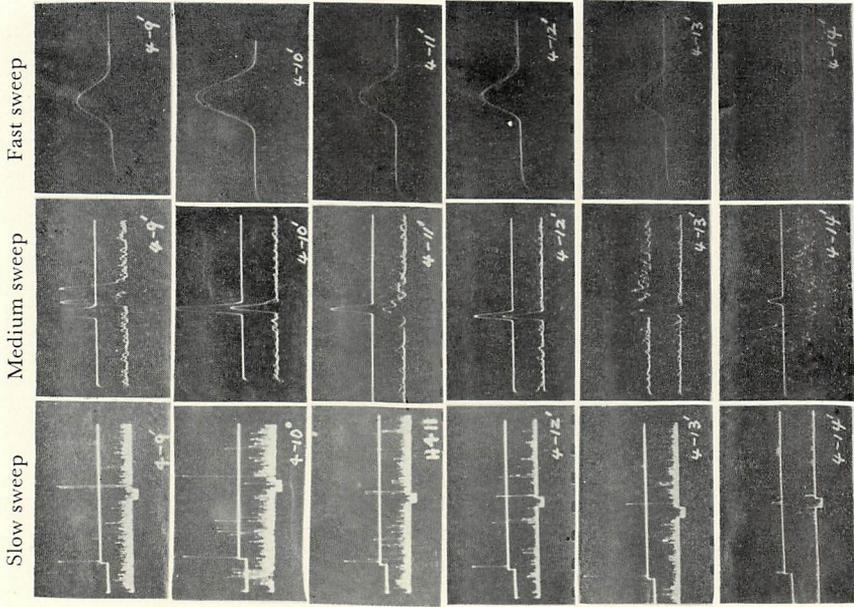
尚、考察は短期間特定な場所で観測された資料によって行ったので、断定的な事は云えなかったが、今後、更に研究を進めて行きたいと思うので、諸賢の御指導と御叱正を願う次第である。

終りに、実験に協力を載いた光電製作所、並びに日本無線株式会社鹿兒島出張所、の関係諸氏、本学部学生園田君、電離層関係の資料を提供して載いた運輸省電波研究所の越智氏、研究について終始激励を給わった本学部高橋教授、皆元教授に深く感謝の意を表する。

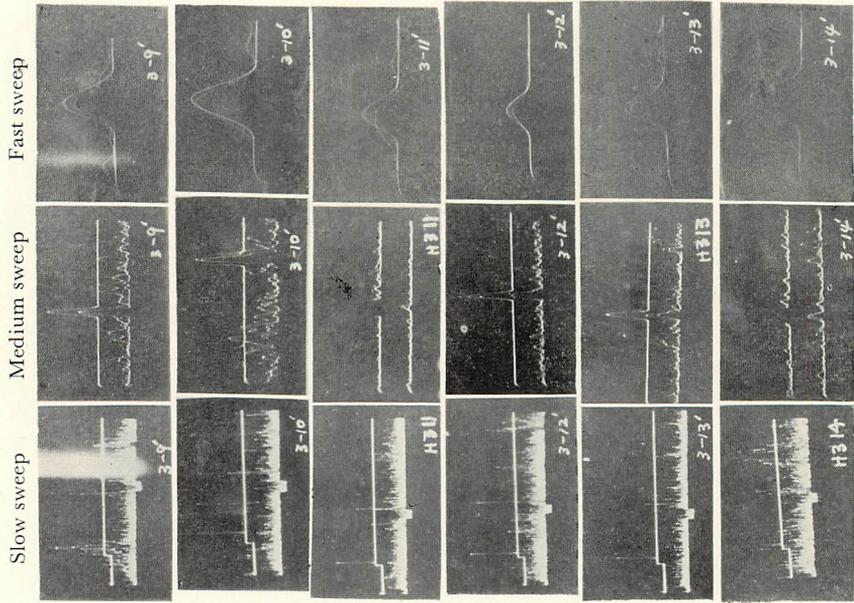
## 文 献

- (1) 青山嶺次：1958, 船舶用ロラン, オーム社.
- (2) 上田, 河野：1954, 電波伝播, オーム社.
- (3) AONO, KOBAYASHI, OUCHI, NEMOTO: 1954, Measurement of Loran waves. Journal of the Radio research laboratories, vol. 1, No. 6.
- (4) Pierce, MCKENZIE and Wood WARD: 1948, Loran Radiation laboratory series, No. 4.

2 H 4



2 H 3



Aug. 4th  
9h

10h

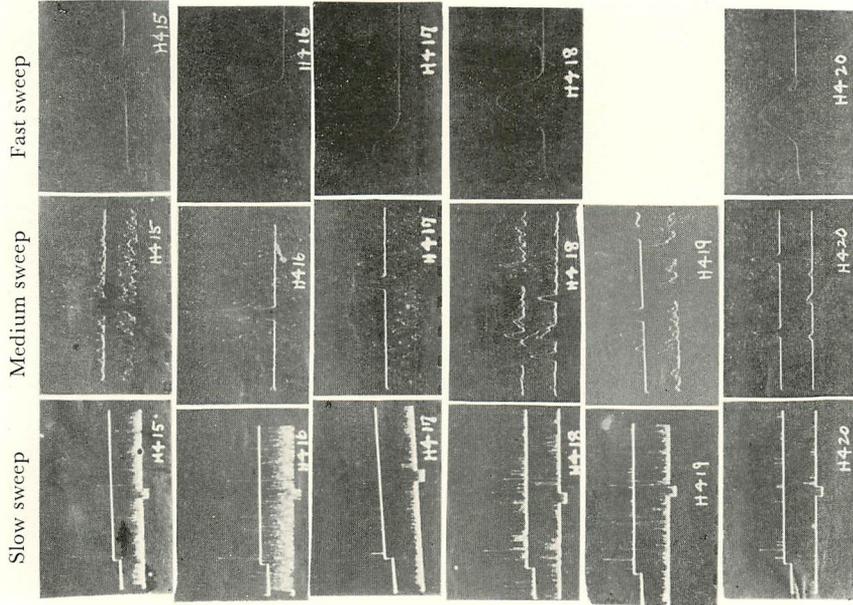
11h

Noon

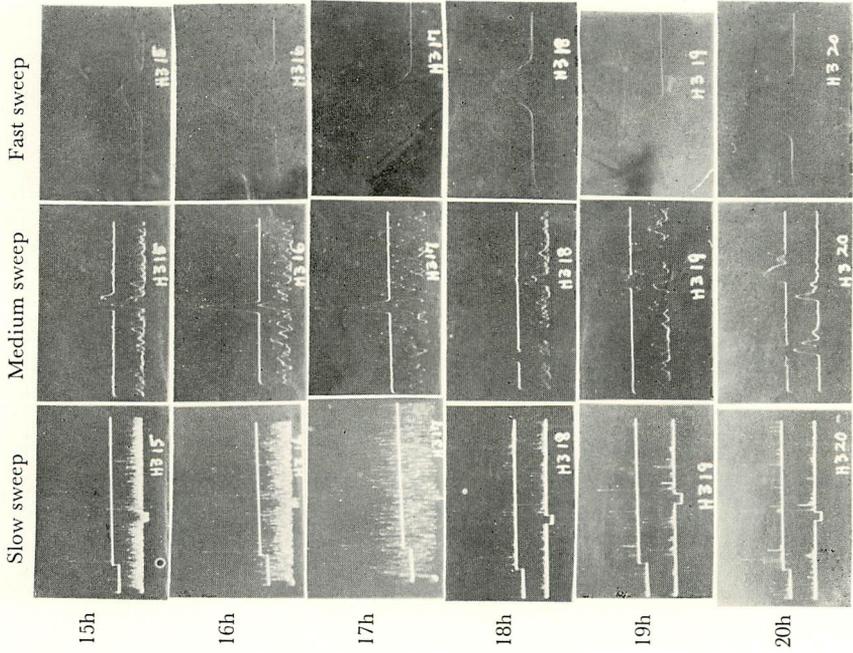
13h

14h

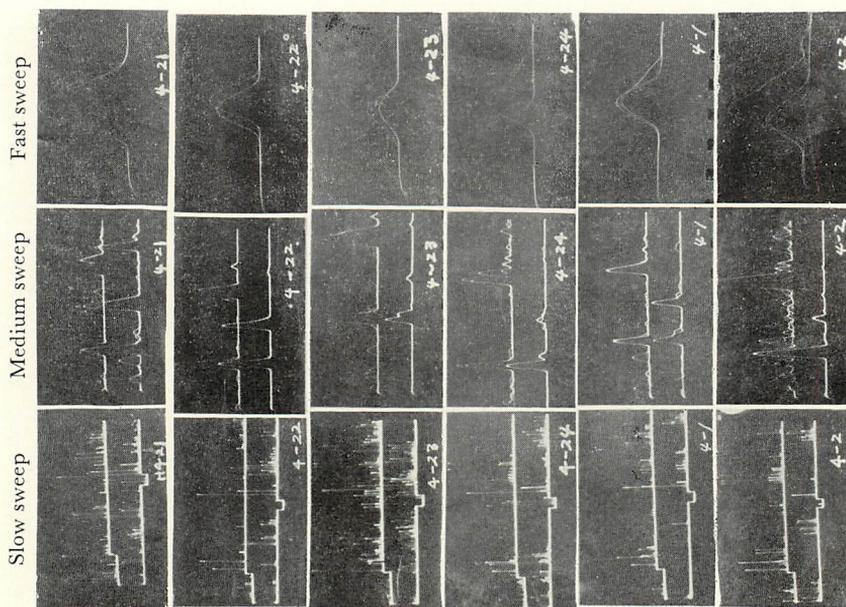
2 H 4



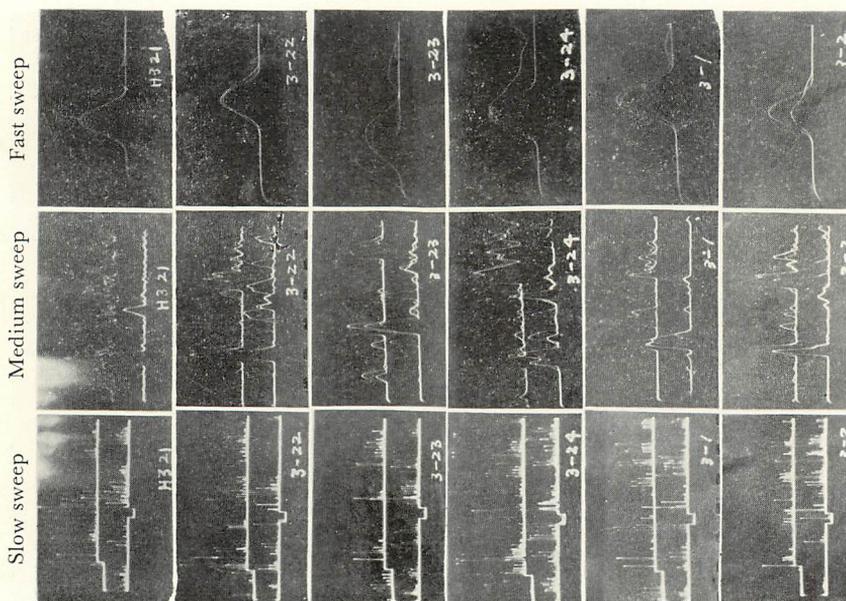
2 H 3



2 H 4



2 H 3



21h

22h

23h

M.M.

Aug. 5th  
1h

2h

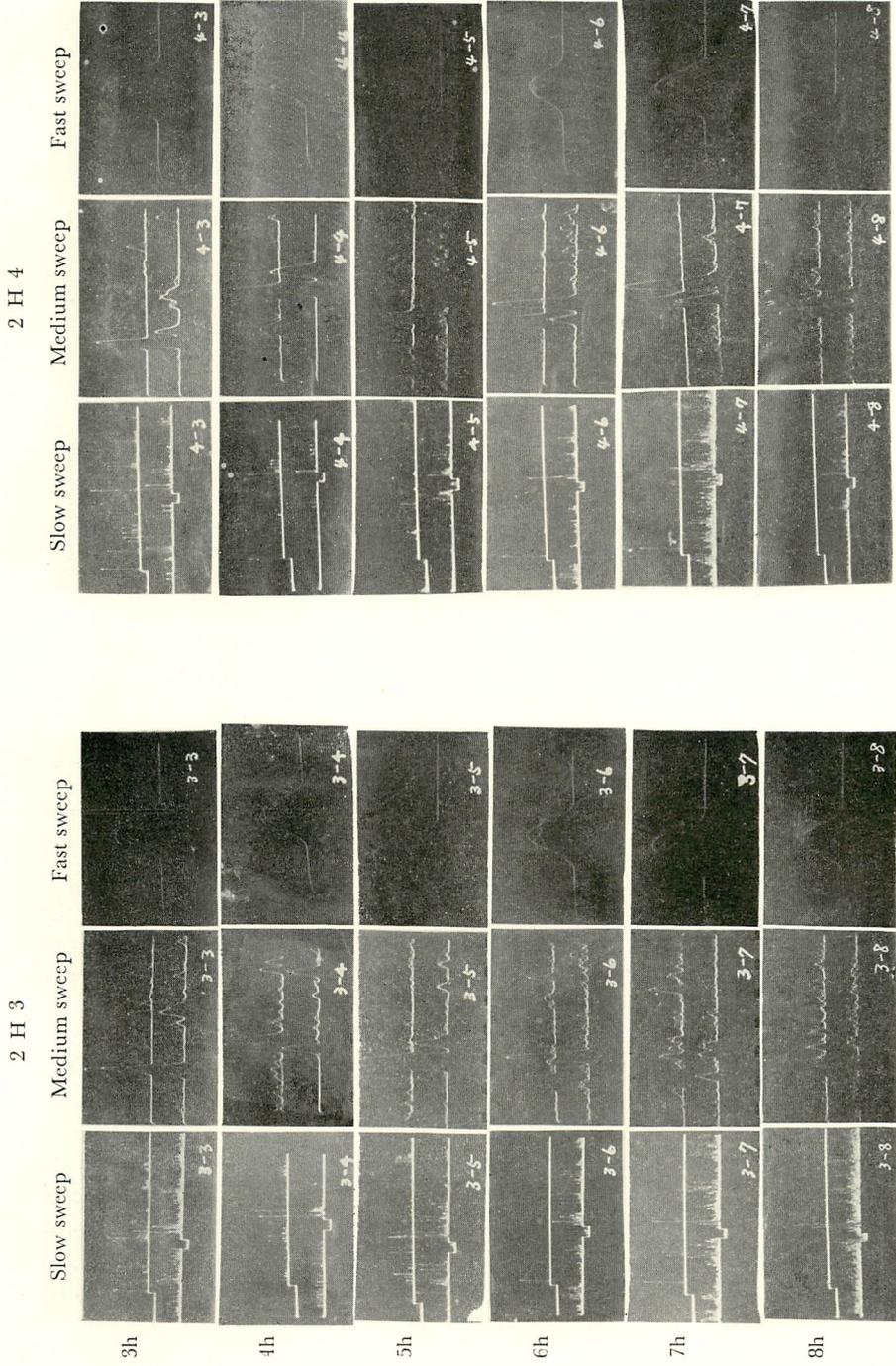


Plate 1, Variation Image of 24 hours observed each one hour at the two Loran stations ; 2H3 and 2H 4.