

第19次南極地域観測隊潮汐観測報告 (1978年1月~12月)

鈴木元之*・蔵野隆夫*

Report on Tidal Observation of the 19th Japanese Antarctic
Research Expedition (from January to December 1978)

Motoyuki SUZUKI* and Takao KURANO*

Abstract: This report presents the results of tidal observation and its analysis. The data were observed at Syowa Station, Antarctica, (69°00'S, 39°35'E) from January to December 1978.

要旨: 昭和基地で実施されている潮汐観測のうち、1978年1月から12月までの観測成果およびその解析結果について報告する。

1956年より実施されている昭和基地における潮汐観測のうち、1978年1月から12月までの観測成果と、それらの解析結果について報告する。なお、これまでの観測結果については、若干の報告がなされている (HORI and INBE, 1968; SHIBAYAMA and OHNIWA, 1977)。

観測位置: 驗潮器の測定部は、東オングル島の西岸・西の浦の水深約5mの海底に設置され、記録部は、気象棟内に設置されている。

驗潮器の設置図を図1に、検出部の位置 (69°00'28''S, 39°35'13''E) を図2にそれぞれ示す。

観測機器: 現在、昭和基地で使用されている驗潮器は、協和商工製・SWL-7型である。海底に設置された検出部 (ストレインゲージ) によって、水圧変化を電圧変化に変換し、増幅部を介したのち、室内の記録計に潮位を連続記録する。この驗潮器の主な性能を次に示す。

- | | |
|----------|---------|
| (1) 測定範囲 | ±1.8 m |
| (2) 記録感度 | 50 mm/m |

* 海上保安庁水路部。Hydrographic Department, Maritime Safety Agency, 3-1, Tsukiji 5-chome, Chuo-ku, Tokyo 104.

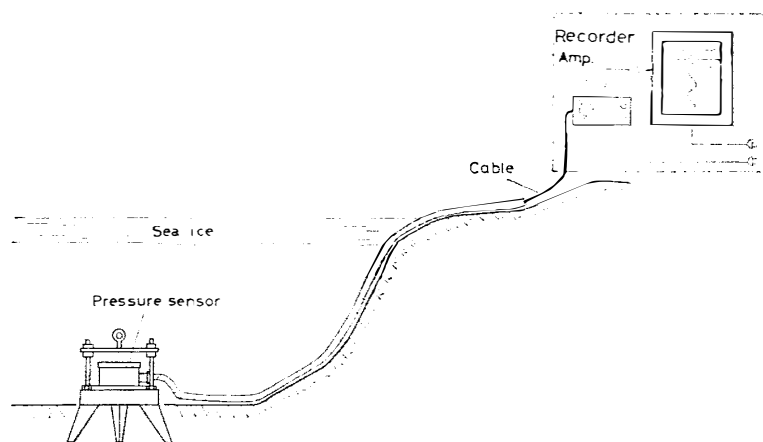


図 1 昭和基地験潮所模式図

Fig. 1. Schematic representation of tide station at Syowa Station.

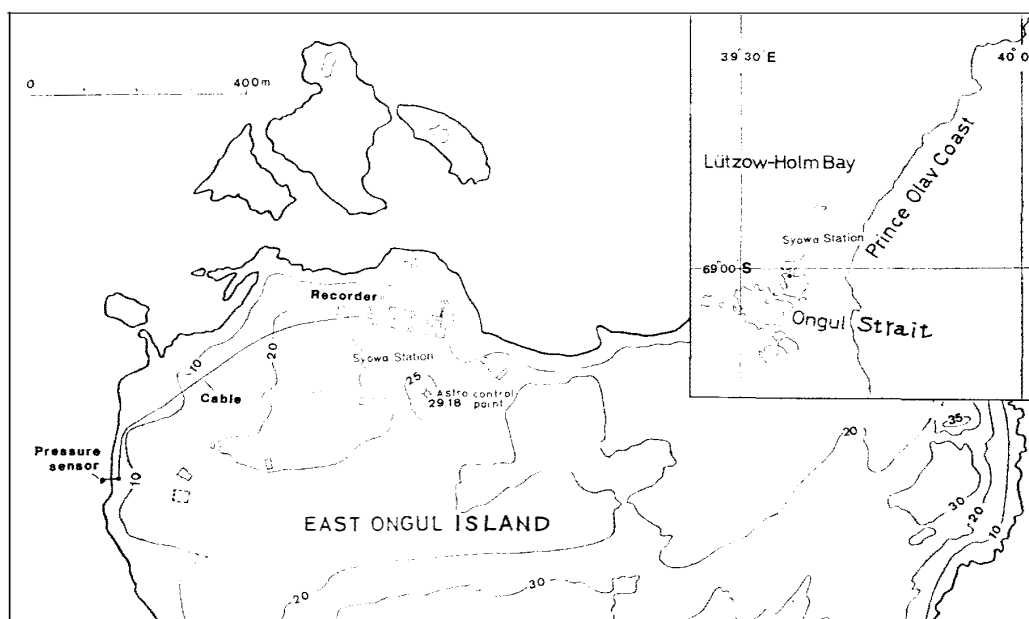


図 2 昭和基地験潮所の位置

Fig. 2. Location of tide station at Syowa Station.

(3) 精 度 1.0% (フルスケール時)

(4) 記録紙送り速度 30 mm/h

資料の整理と調和分解: 潮位の連続記録から毎時の潮高を読取った。この読取値から、最小自乗法を用いた調和分解法 (日本水路協会, 1977) により 60 分潮の潮汐調和常数と日平均水面を求めた。60 分潮の潮汐調和常数と日平均水面をそれぞれ表 1, 表 2 に示す。この

表 1 潮汐調和常数

Table 1. Tidal harmonic constants.

Latitude : 69°00'28'' S Duration : Jan. 1–Dec. 31, 1978
 Longitude : 39°35'13'' E Mean sea level* : 1.877 m
 Time zone: -03 h 00 m Standard deviation** : 8.52 cm

Symbols	H (cm)	κ^{***} (deg.)	g^{****} (deg.)	Symbols	H (cm)	κ (deg.)	g (deg.)
S_a	15.93	98.2	98.4	KJ_2	0.63	29.2	42.0
S_{sa}	5.39	51.4	51.7	M_2	22.44	164.5	172.3
M_m	1.75	148.5	150.1	$2SM_2$	0.27	183.9	197.8
MSf	0.33	185.5	188.6	OP_2	0.95	247.6	255.2
Mf	1.45	194.7	198.0	N_2	3.89	163.5	169.6
				ν_2	0.48	197.4	203.8
S_1	1.55	221.4	226.8	MKS_2	1.03	190.2	198.3
K_1	21.37	2.9	8.4	μ_2	0.67	130.0	134.8
P_1	8.43	5.0	10.3	$2N_2$	0.44	160.1	164.6
π_1	0.61	358.8	4.0	MNS_2	0.19	188.7	191.8
φ_1	0.50	75.5	81.2	OQ_2	0.13	106.5	109.4
M_1	0.22	327.7	331.6				
θ_1	0.15	263.3	270.2	SK_3	0.56	347.3	3.7
J_1	0.74	348.8	356.0	MK_3	0.27	350.3	3.6
χ_1	0.46	123.4	127.5	SO_3	0.36	330.2	343.3
O_1	23.21	353.1	355.4	MO_3	0.15	341.6	351.7
MP_1	0.36	311.1	313.6				
SO_1	0.61	6.1	14.7	S_4	0.06	216.7	238.4
OO_1	0.34	299.2	308.1	SK_4	0.13	195.6	217.5
ρ_1	0.80	9.1	9.9	MS_4	0.15	188.0	206.7
Q_1	5.56	343.1	343.7	MK_4	0.07	128.3	147.2
σ_1	1.20	328.6	327.8	SN_4	0.07	167.5	184.5
$2Q_1$	1.20	315.8	314.8	M_4	0.38	109.9	125.5
ϕ_1	0.63	46.1	51.9	MN_4	0.19	55.7	69.7
S_2	18.41	180.5	191.3	$2SM_6$	0.13	265.7	295.2
T_2	1.22	159.3	170.1	MSK_6	0.07	281.6	311.4
R_2	0.52	145.3	156.3	$2MS_6$	0.24	203.1	229.5
K_2	5.66	185.6	196.7	$2MK_6$	0.10	211.4	238.1
L_2	0.90	129.5	138.9	MSN_6	0.05	160.2	185.0
λ_2	0.41	182.2	191.4	M_6	0.09	85.6	109.0
MSN_2	0.17	346.4	358.9	$2MN_6$	0.06	20.8	42.6

* Upward from 0 of gauge. See Fig. 4.

** Standard deviation is calculated from the residuals of the observed minus predicted values.

*** κ (kappa); phase lag referred to the local transit time of tidal potentials of each component.

**** g ; modified phase lag, which is referred to 0 h and hour angle of each tidal potential at Greenwich.

表 2 日平均水面 (昭和基地, 1978 年)

Table 2. Daily mean sea levels at Syowa Station in 1978.

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1	182.0	166.2	180.4	182.3	192.5	202.9	187.5	201.8	194.1	188.8	174.7	187.8
2	179.5	165.8	180.0	188.4	195.0	202.7	191.2	203.8	190.7	189.4	175.5	187.1
3	176.3	158.5	182.9	195.6	200.0	208.8	196.6	211.3	187.5	188.0	178.0	185.5
4	174.7	154.4	185.5	201.9	201.6	208.4	200.1	212.0	188.0	185.1	176.9	183.3
5	175.2	158.3	192.8	207.3	203.1	208.5	194.8	206.1	191.7	184.5	176.8	183.3
6	175.8	159.8	192.0	204.4	203.6	216.8	192.9	207.1	190.4	188.4	181.8	181.0
7	177.4	161.8	187.4	203.2	201.0	215.7	196.3	211.1	186.4	191.0	182.0	178.3
8	174.5	165.3	183.2	198.8	199.5	204.0	194.4	210.1	189.8	189.5	180.0	177.6
9	170.1	165.8	179.8	195.9	202.5	191.2	188.5	207.0	190.7	190.3	182.9	175.0
10	170.5	166.9	185.9	199.9	201.9	190.8	185.0	202.3	188.6	189.0	183.9	172.6
11	176.0	167.3	186.8	204.3	202.8	191.4	186.3	201.0	195.4	188.0	175.1	171.7
12	176.3	166.1	184.9	213.5	211.3	191.0	187.5	199.3	197.3	182.5	174.8	175.6
13	175.3	167.5	188.0	210.4	211.0	189.7	192.7	198.8	189.7	181.7	177.4	175.8
14	177.0	165.6	185.0	209.0	205.0	188.2	192.7	197.6	188.9	183.4	175.0	174.9
15	174.2	169.0	182.1	206.8	198.8	190.0	193.4	198.8	199.1	185.5	177.6	175.8
16	172.8	168.0	184.8	203.7	201.4	193.1	196.5	196.6	200.0	183.9	179.8	177.7
17	172.3	168.2	180.6	203.8	198.5	196.1	198.5	198.3	197.8	185.5	181.3	178.3
18	176.4	172.0	177.5	207.0	198.0	192.3	196.0	206.3	195.7	187.0	178.4	177.1
19	173.3	179.2	180.0	203.2	196.3	195.0	201.8	203.7	193.4	188.2	172.8	175.6
20	174.6	188.3	183.2	199.5	201.4	205.0	204.9	203.9	197.3	189.1	172.2	177.6
21	177.4	187.4	177.0	202.4	199.9	210.8	198.9	196.9	199.8	182.4	174.3	178.2
22	175.7	179.7	173.3	206.9	200.9	207.5	195.6	191.3	201.1	178.8	175.8	174.2
23	174.5	178.8	170.0	207.8	202.3	197.8	196.6	192.6	195.1	177.9	181.6	170.8
24	174.6	180.3	171.3	209.6	196.5	198.3	198.6	196.7	194.7	183.5	185.3	169.9
25	169.3	182.8	172.3	211.4	197.6	194.8	195.0	198.6	199.7	188.5	183.3	171.0
26	167.0	182.0	178.5	209.2	198.9	192.7	192.7	200.8	191.5	191.9	178.7	(158.0)
27	171.9	184.5	184.8	202.8	197.9	194.3	191.5	202.9	180.7	189.0	178.3	(148.4)
28	168.1	182.3	184.5	204.1	200.8	193.8	196.6	203.0	181.7	181.2	193.5	(141.5)
29	167.5		181.8	207.7	201.9	192.4	194.1	202.0	193.7	177.0	186.6	(140.6)
30	170.7		180.6	202.0	207.1	191.9	199.5	200.9	190.8	176.8	186.3	(137.7)
31	167.3		183.1		207.9		206.6	197.8		176.8		(136.5)
Mean	173.8	171.1	181.9	203.4	201.2	198.5	194.9	201.9	192.7	185.2	178.9	(170.9)

(): Doubtful value: Reference level may be drifting.

潮汐調和常数により, 任意の時刻の潮位を推算することができる。ただし, 12 月 26 日頃から観測基準面が急激にずれてしまっているようだ (原因は不明)。

潮汐調和常数による推算精度: この調和常数による推算精度を見るために, 観測値と推算

値の差を求め、図 3 に示す。差の年間平均値は -0.01 cm であり、標準偏差 (Standard Deviation) は 8.52 cm であった (図 3; Overall period)。ただし、12 月には、観測基準面が移動してしまったためと思われる系統的な差が出現している (図 3; Dec. 1978)。観測基準面が顕著に変化した期間は全期間の 2% 程度であり、調和常数そのものにあまり影響はないと思われる。

各種観測基準面: ベンチマーク (B. M.) は、験潮器の零位から 4.438 m 上にあり、また、年間平均水面 (M. S. L.) は、零位上 1.877 m にある。それらを観測された最高潮位 (H. H. W.) および最低潮位 (L. L. W.) とともに、図 4 に示す。なお、図 4 において、略最低低潮面 (N. L. L. W.) とは、平均水面から半日周潮 (M_2+S_2 ; 表 1) と日周潮 (K_1+O_1 ; 表 1) の振幅の和だけ下にとった面で、日本では、海図の水深の基準面としている。さらに平均大潮高 (低) 潮面 (M. H. W. S., M. L. W. S.) は、その年の大潮のころの平均的な満 (干) 潮位の水位を示す。

潮汐の特性: 大潮期の半日周潮の潮差は 81.7 cm ($2H_m+2H_s$) であり、高潮間隔 (月が観測地点の子午線上を通過した後、高潮となるまでの時間) は、 5 h 40 m ($K_m/29^\circ$) である。また月が南北の回帰線上にある時は、日周潮の潮差は大きく、 44.6 cm ($2H_m+2H_s$) であり、高潮間隔は、 23 h 26 m ($K'+K_0/30$) である。日周潮と半日周潮の振幅比は、 1.09 ($H'+H_0'/H_m+H_s$) で高潮間隔の差は、 17 h 46 m である。したがって、回帰潮のころの潮位は、日潮不等が著しく、1 日 2 回の高低潮のうち、相次ぐ高潮時の潮位はほとんど変わらず、相次ぐ低潮時の潮位のうち、片方の潮位が著しく下がることを示している。

潮位の長周期変動: 前記表 2 に示した日平均水面の値を図に示したのが図 5 であり、月平均水面の変化と気象要素の月平均値の変化の比較を図 6 に示す。潮位の長周期変動のうち、1 年周期と半年周期のものは、調和分解によって調和定数 ($S_a \cdot S_{sa}$; 表 1) が得られているので、この周期成分を差し引くと約 $1/3$ 年周期のものが存在することがわかる。また、図 6 において、月平均気温と月平均気圧を用いて、水位の変化との相関を見ると、気温とは逆相関 (相関係数: -0.83) を示し、気圧との相関はあまりよくなかった (相関係数: -0.39)。

おわりに: この報告をするにあたり、1 年間欠測なく潮汐記録をとって頂いた第 19 次越冬隊小池捷春隊員に深く感謝します。また、資料の解析に際して、適切な指導を頂いた水路部海象課新田清氏および小田巻実氏に感謝します。

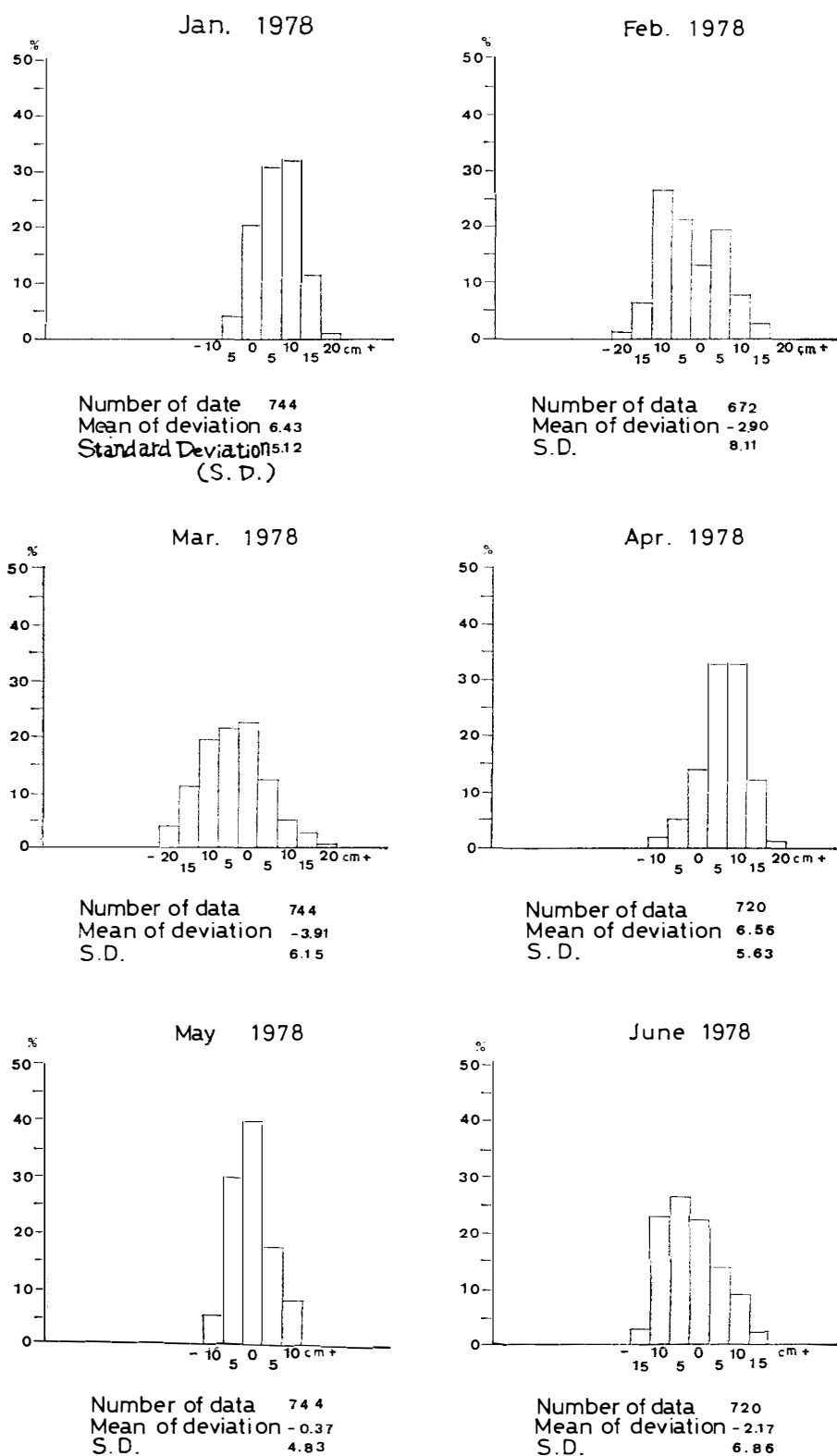
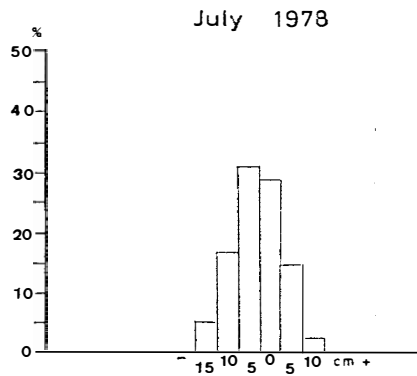
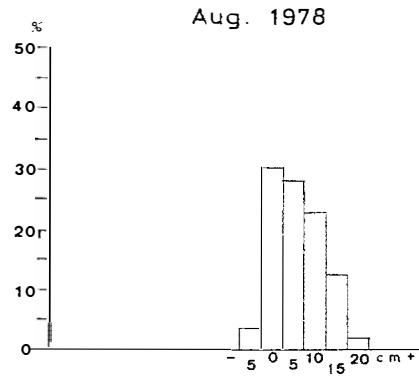


図 3 観測値と推算値の差 (月別頻度分布)

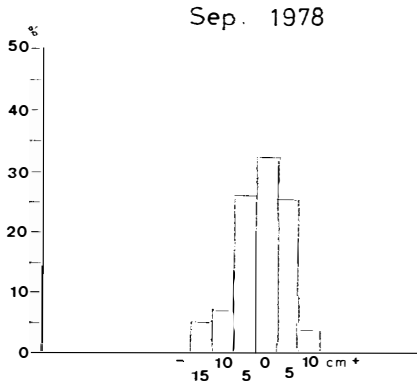
Fig. 3. Monthly histogram of difference between observed and predicted values.



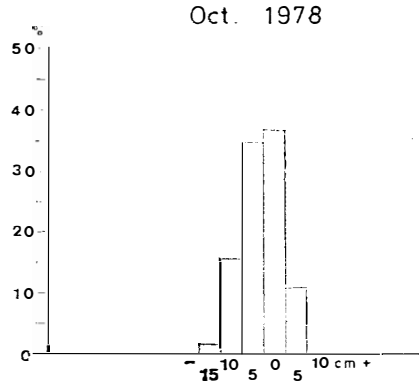
Number of data 744
 Mean of deviation -3.09
 S.D. 5.63



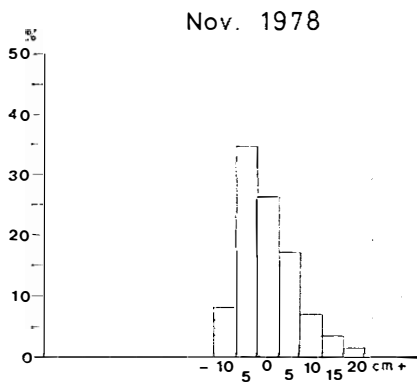
Number of data 744
 Mean of deviation 5.81
 S.D. 5.61



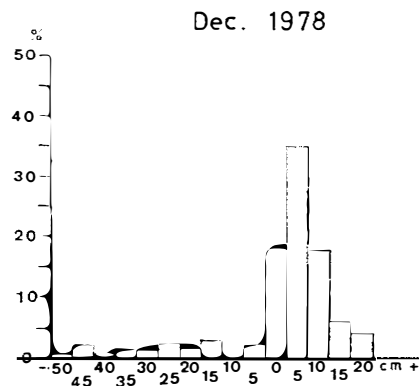
Number of data 720
 Mean of deviation -1.14
 S.D. 5.67



Number of data 744
 Mean of deviation -3.01
 S.D. 4.54



Number of data 720
 Mean of deviation 0.04
 S.D. 6.47



Number of data 744
 Mean of deviation 1.11
 S.D. 13.90

Fig. 3 (continued).

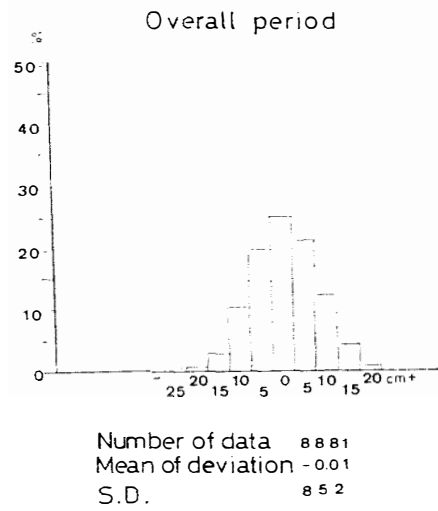


Fig. 3 (continued).

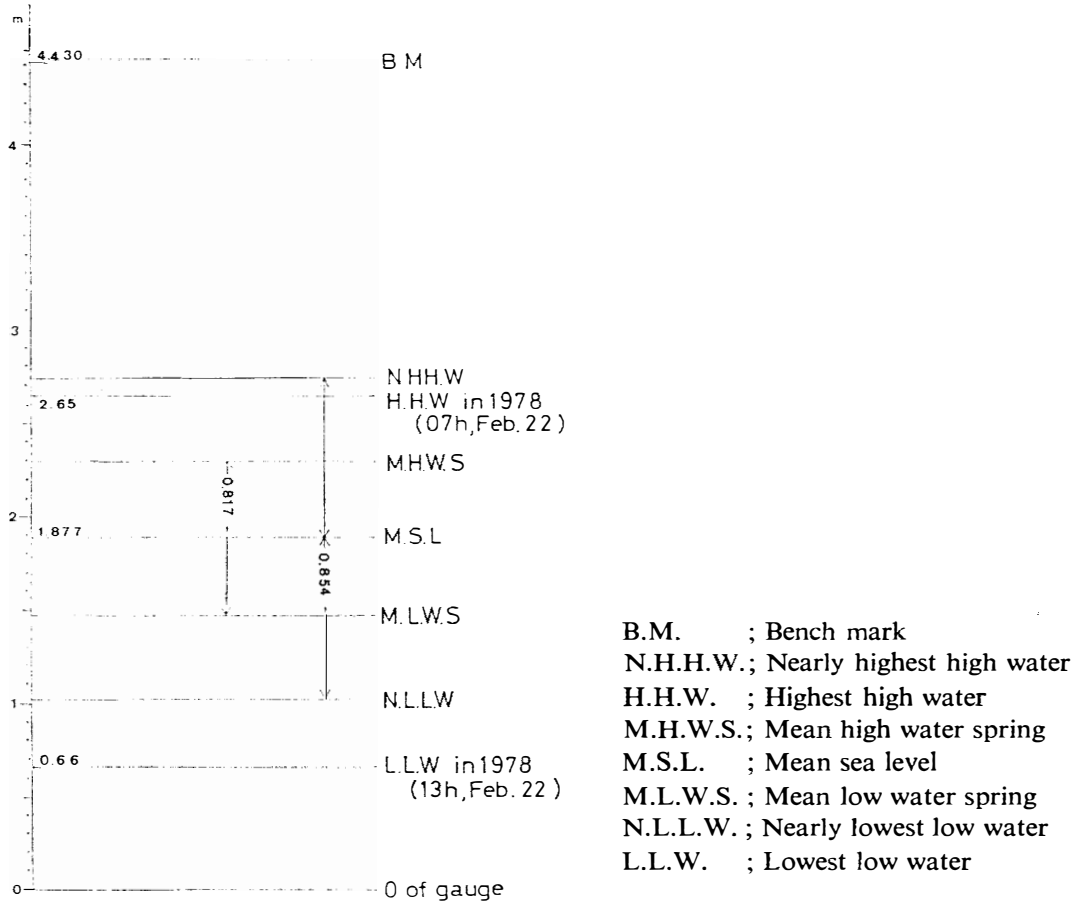


图 4 各種觀測基準面
Fig. 4. Datum levels.

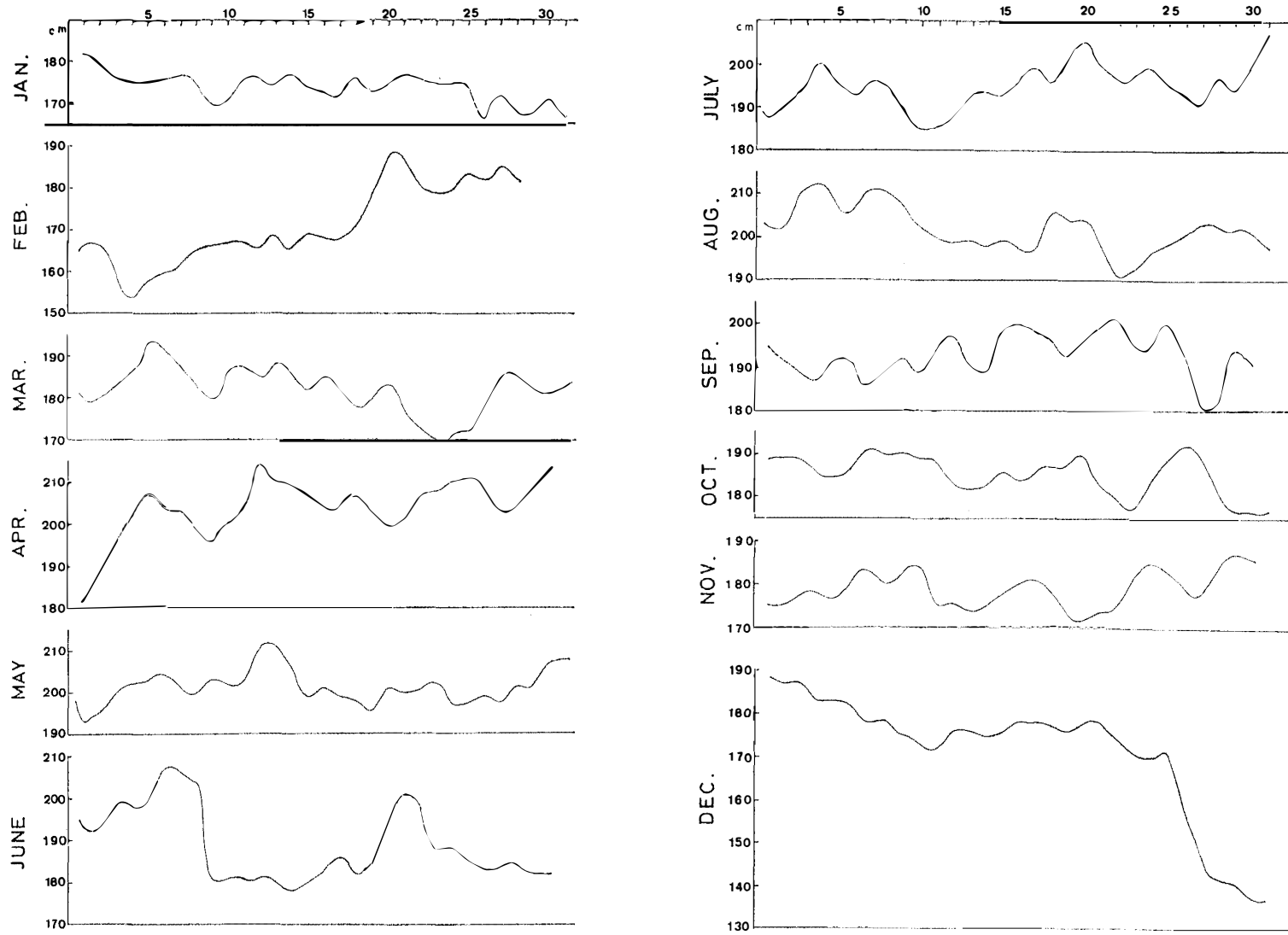


図 5 昭和基地の日平均水面の変化 (1978 年)
 Fig. 5. Fluctuation of daily mean sea levels at Syowa Station in 1978.

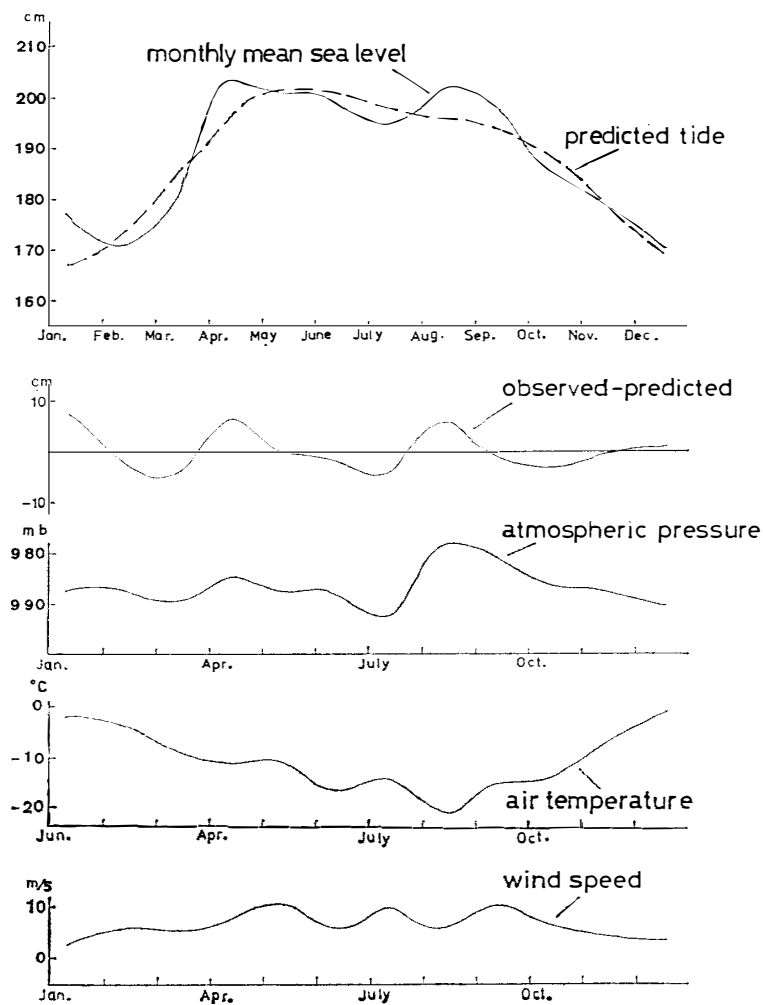


図 6 気象要素の月平均値と月平均水面との比較

Fig. 6. Comparison of monthly mean values (mean sea level, atmospheric pressure, air temperature and wind speed).

文 献

- HORI, S. and INBE, E. (1968): Tides at Syowa Station. *Nankyoku Shiryô*(Antarct. Rec.), **32**, 48-54.
 日本水路協会編 (1977): 潮汐. 水路測量技術テキスト・水路測量. 東京, 226-250.
 SHIBAYAMA, N. and OHNIWA, Y. (1977): Oceanographic data of the 17th Japanese Antarctic Research Expedition 1975-1976. *Nankyoku Shiryô* (Antarct. Rec.), **60**, 100-131.

(1981年8月6日受理, 1981年9月16日改訂稿受理)