



Title	えりもにおける地殻変動連続観測 1973
Author(s)	笠原, 稔; KASAHARA, Minoru; 田中, 安守 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 32, 43-61
Issue Date	1974-12-14
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.32.43
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/14045
Type	departmental bulletin paper
File Information	32_p43-61.pdf



えりもにおける地殻変動連続観測 — 1973 —

笠原 稔・田中安守・横山 泉

北海道大学理学部附属えりも地殻変動観測所

大川 史郎

北海道大学理学部地球物理学教室

(昭和49年6月11日受理)

Observation of Crustal Deformation at Erimo in Hokkaido — 1973 —

By Minoru KASAHARA, Yasumori TANAKA, Izumi YOKOYAMA
Erimo Geophysical Observatory, Faculty of Science, Hokkaido University
and Shiro OHKAWA
Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University, Sapporo
(Received June 11, 1974)

This report is the third report on the continuous observation of crustal deformation at Erimo.

According to the observational data of the water-tube tiltmeters and the silica-tube extensometers during about 30 months since the beginning of the observation, the following results are obtained: the secular variation in the tilt of the ground showed the northward direction with a constant rate of about 2×10^{-7} rad./yr. since the beginning of 1973. The variations of linear strains in E-CD and E-EF components show the contractive strain accumulation with a constant rate of about $1 \sim 3 \times 10^{-7}$ /yr. since the middle of 1972. On the other hand, as for E-AB component, the rate of the strain accumulation has got up to 1.2×10^{-6} /yr. This rate is too large compared with the other components. So, this component is even now suffering from artificial disturbances.

The remarkable strain steps associated with the Earthquake off the Nemuro Peninsula ($M=7.4$), June 17, 1973 were recorded by the silica-tube extensometers. The tilt steps were also recognized by the observations of the water-tube tiltmeters. The magnitude and the direction of these steps are consistent with the theoretical ones based on the fault model of this event.

All components in linear strain show the clear correlations with atmospheric pressure. In the case of high atmospheric pressure all components in linear strain are contractions and the amplitudes are 9.3×10^{-10} /mb in E-AB component, 1.43×10^{-9} /mb in E-CD component and 6.4×10^{-10} /mb in E-EF component.

From the repeated surveys of the base-line network by electro-optical means (Geodi-

meter 6A-type) it was found that any strain accumulation larger than $2 \times 10^{-6}/\text{yr.}$ was not progressing in this area during the last one year.

The first precise gravity survey was carried out in October 1973 along the precise levelling route in the vicinity of the observatory, for the purpose of studying the relation between crustal deformation and gravity changes.

1. はじめに

この報告は、先の報告〔笠原・田中・横山 (1972), 笠原・田中・横山 (1973)……以下それぞれ第1報, 第2報と称する〕に引き続き, 1973年にえりも地殻変動観測所で得られた観測記録についての解析結果である。

水管傾斜計による傾斜変化についてみると, 1973年に入ってから T-AB (NW-SE) 成分の変化速度が, 以前のそれに較べてかなり小さくなり, T-CD (NE-SW) 成分のそれと同じ程度 (約 $2 \times 10^{-7} \text{ rad./yr.}$) になった。これは永年変動とみなしうる大きさであり, ほぼ北下りの傾動をとっている。水平振子型傾斜計は, 設置後1年以上を経ているが, HT-NS, HT-EW 両成分共に, 約 $9 \times 10^{-6} \text{ rad./month}$ という大きなドリフトがある。伸縮変化についてみると, E-CD (NE-SW) 成分, E-EF (E-W) 成分は, 1972年の中頃より約 $1 \sim 3 \times 10^{-7}/\text{yr.}$ 程度で縮んでいる。しかし, E-AB (NW-SE) 成分は, 1973年でも $1.2 \times 10^{-6}/\text{yr.}$ の縮みを示している。これは, 時間と共に減少してきている点から考えて, まだ人為的な影響を受けているものと思われる。1年間の間をおいた, 光波測距儀による辺長測量の2回の測定の結果では, 測定精度 (2×10^{-6}) を越える変動は見い出されなかった。1973年6月17日に根室半島沖地震 ($M=7.4$, JMA) が発生したが, それに伴う Strain Step が明瞭に記録された。Tilt Step も認められた。地殻変動に伴う重力変化を見出すために, えりも岬を含む水準路線での第1回目の重力測定が1973年10月に行なわれた。以上の諸結果, ならびに気圧変動に伴う伸縮変化, 湧水量低減時の伸縮変化と坑内温度の変化について報告する。

なお, 各観測器械の観測坑内での配置については第1報を, 諸定数については第2報を参照されたい。

2. 観測結果

a) 永年変動について

1973年12月で, 水管傾斜計による観測が31カ月, 石英管伸縮計による観測が29カ月になる。そこで, 各成分の永年変動の様子をみるために, それぞれの日平均値 (第1報参照) の月平均値を求め, それの12カ月の移動平均値を求めてみた。Table 1 にそれぞれの月平均値を示してある。Fig. 1 上部に伸縮, 下部に傾斜の結果を図示してある。細い線で月平均値を結び, 太い線で12カ月の移動平均をほどこした結果を示してある。観測の最後の6カ月は, 2年間の同じ月の値より年変化率を求めて推定した値を用いて移動平均を行なっている。いずれも観測開始後

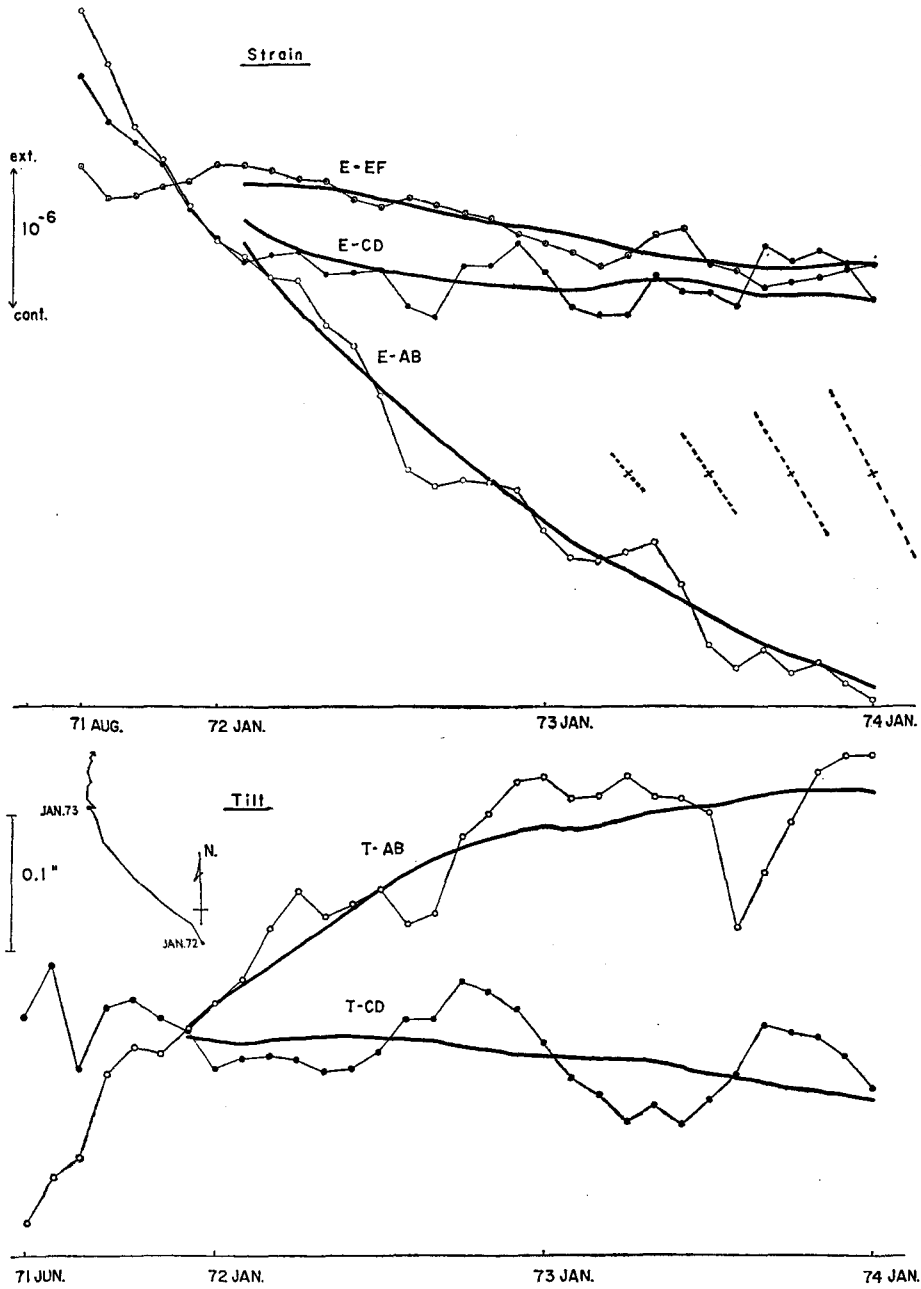


Fig. 1. Upper part; monthly mean values and secular variations (bold lines) in the three components of the strain observed by the silica-tube extensometers and the results of the two-dimensional strain analysis referred to January 1973. Lower part; monthly mean values and secular variations of the ground tilt observed by T-AB and T-CD components of water-tube tiltmeters and the vector diagram of the secular ground tilt from January 1972 to January 1974. Secular variation is obtained by the running average for successive 12 months.

Table 1. Monthly mean values observed by the water-tube tiltmeters referred to the value of June 1971 and the silica-tube extensometers referred to the value of August 1971.

	T-AB	T-CD	E-AB	E-CD	E-EF
1971 June	0	0			
July	+ 162	+181			
Aug.	+ 229	-187	0	0	0
Sept.	+ 526	+ 33	- 404	- 330	-240
Oct.	+ 621	+ 63	- 854	- 487	-216
Nov.	+ 596	- 3	-1090	- 647	-160
Dec.	+ 682	- 46	-1434	- 983	-113
1972 Jan.	+ 780	-185	-1684	-1192	+ 9
Feb.	+ 862	-149	-1796	-1363	0
Mar.	+1039	-139	-1956	-1316	- 38
Apr.	+1177	-153	-1972	-1290	-107
May	+1082	-192	-2296	-1453	-116
June	+1124	-179	-2452	-1438	-249
July	+1186	-121	-2819	-1421	-299
Aug.	+1058	- 5	-3363	-1684	-234
Sept.	+1091	- 5	-3479	-1762	-284
Oct.	+1365	+128	-3434	-1389	-356
Nov.	+1448	+ 95	-3449	-1384	-391
Dec.	+1560	+ 30	-3507	-1214	-498
1973 Jan.	+1576	- 89	-3799	-1433	-570
Feb.	+1501	-211	-3996	-1685	-624
Mar.	+1516	-269	-4019	-1748	-734
Apr.	+1583	-373	-3957	-1740	-649
May	+1505	-311	-3891	-1459	-505
June	+1507	-375	-4202	-1571	-456
July	+1356	-294	-4645	-1581	-719
Aug.	+1039	-204	-4806	-1681	-763
Sept.	+1241	- 30	-4672	-1240	-887
Oct.	+1417	- 52	-4848	-1357	-846
Nov.	+1594	- 72	-4778	-1277	-819
Dec.	+1652	-137	-4921	-1373	-762

+; NW down in T-AB, SW down in T-CD and extension in strain

-; NE down in T-CD and contraction in strain

unit; 1×10^{-9} rad. in tilt and 1×10^{-9} in strain

の半年余りは変化が複雑であるが、その後落ち着いてきている。しかし、T-AB成分とE-AB成分の変化は他に比べて大きいのが顕著である。T-AB成分は、1973年になると、初期の一方向的でかなり大きな変化は止まったように見える。E-AB成分では、変化速度がにぶってきているけれど、まだ人為的影響を受けているようである。両者について毎月の変化率の時間変化を

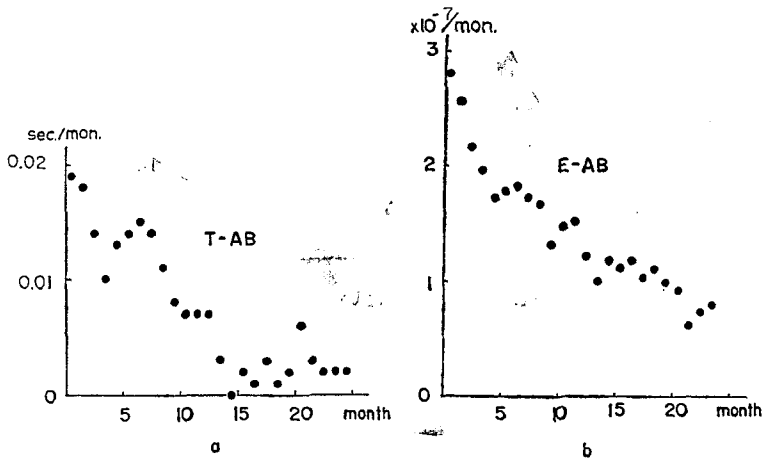


Fig. 2. Time variations of the monthly rates of the strain accumulation and the tilting in NW-SE component.

みたものが、Fig. 2 である。これでも、T-AB 成分は最近の 12 カ月はほぼ同程度で変化しているのがわかる。E-AB は、今なお時間と共に減少しているようで、さらに今後の観測を待たねばこの変動が本物かどうかは判断しかねる。傾斜変化についてラジアンを単位として、伸縮変化と同一スケールで、永年変動のみを比較してみたものが Fig. 3 である。T-AB 成分との比較のために、E-AB 成分についてはセンスを他の成分とは逆にしている。これからも、E-AB 成分の変化が他に比べてかなり大きいことがわかる。E-AB 成分以外はどれも、1973 年には 1 年当り $1 \sim 3 \times 10^{-7}$ 程度の変動速度を示している。中根 (1974) によると、60~80 年にわたる日本全国の三角測量の結果の

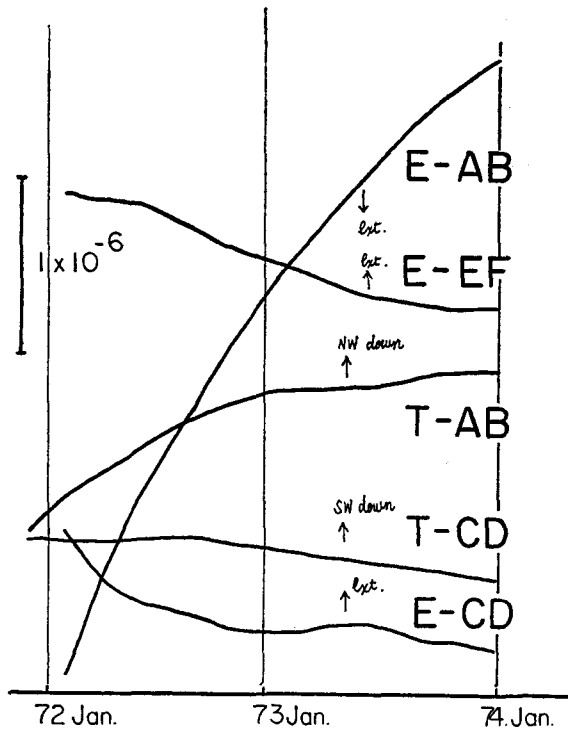


Fig. 3. Secular variations in strain and tilt.

解析から、日本の水平歪の平均的集積速度は $1 \sim 3 \times 10^{-7}/\text{yr.}$ と求められている。このことから、E-AB 成分を除けば、1973 年以降は、真の永年変動を記録しはじめていると判断される。E-AB 成分については、この変動の全てが人為的なものというわけでもないかも知れないが、上述のことから考えると、もう少し将来の結果を待って判定すべきもののようなのである。この AB

成分の方向は、観測坑を地山にむかって掘り進んだ一番長いものであることが、人為的な影響を長期間受けている一因であるのかも知れない。

Fig. 1 には、1973 年 1 月を基準として、3 カ月毎の主歪の大きさと方向の変化をも図示してある。また、永年変動の傾動ベクトルも示してある。1973 年 1 年間の傾動は $0.04''$, 1.9×10^{-7} rad. の北下りである。これに対して伸縮の方は、縮みの主歪軸は $N 30^\circ W$ の方向で大きさは 1.4×10^{-6} になり、dilatation は -1.3×10^{-6} , maximum shear が 1.4×10^{-6} と一桁大きい変動であるが、これは、E-AB 成分の $-1.2 \times 10^{-6}/\text{yr.}$ という変動がそのほとんどを受け持っていることになる。やはり、伸縮の永年変動の議論は、この E-AB 成分の動きの真偽が判定できてからの問題と言える。

b) 1973 年の伸縮および傾斜変化

永年変動としては前述のような状態であるが、1973 年の伸縮および傾斜変化の細部についてみてみよう。Fig. 4 は伸縮変化について日平均値を 1972 年より続けて示したものである。図中の太線が前述した 12 カ月の移動平均値である。1973 年 6 月中旬の不連続は、後述する根室半島沖地震に伴う strain step である。下部に湧水量の変化も示したが、第 1 報、第 2 報同様伸縮の短周期変化はかなり良く対応しているのがわかる。これをさらに見やすくするために、

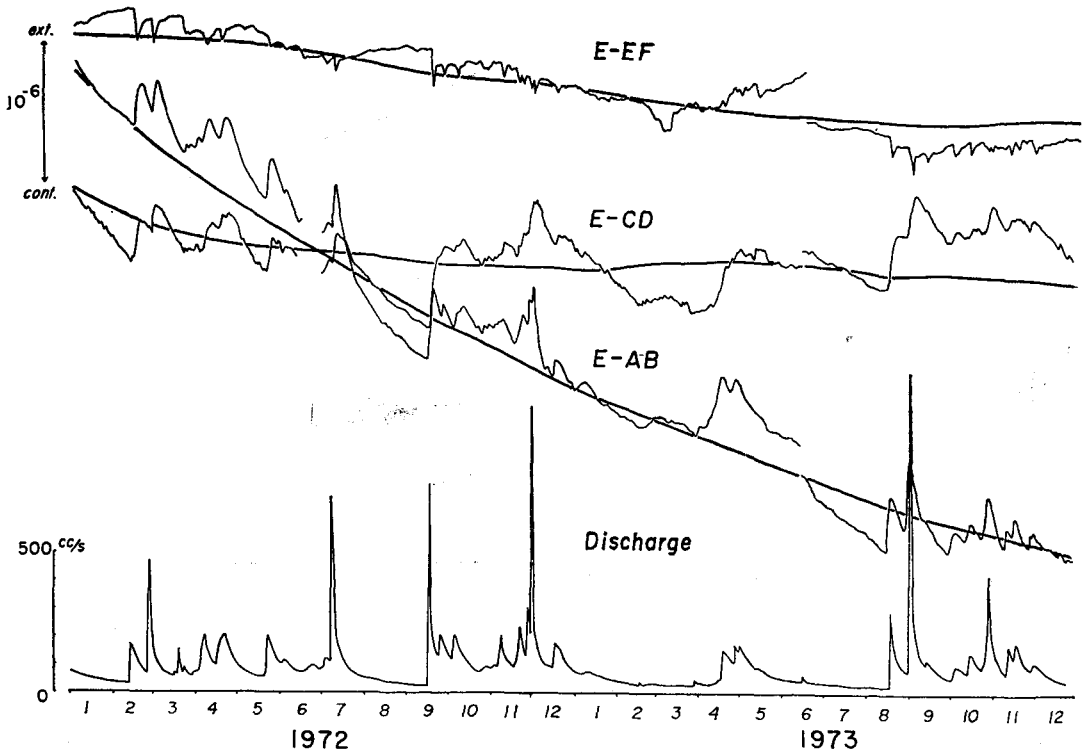


Fig. 4. Secular variations in the three components of the strain observed by the silica-tube extensometers and in water-discharge from the observation vault.

日平均値の変化より永年変動分を差し引いた伸縮変化と湧水量との対応を図示したものが、Fig. 5である。伸縮と湧水の振幅、増加時の時間共かなり良く一致しているのがよくわかる。しかし、冬期間の対応は、特に E-AB について夏とは違っているのがわかる。それと、3月頃の動きも、湧水量の変化と単純に一致しないようである。これらは、凍結、融解と関連のあるものと考えられるが、それぞれの年の気象条件の差も反映しているようでもあり、夏期間程単純ではない。夏期に限ってみれば、どの成分も湧水の増加、減少の状態によく対応して変化している。現在、湧水量として坑内から出る全ての量を測っているため、急激な降雨に伴う表層流も含まれており、増加時の両者の間の簡単な関係は見出されないが、減少時には、特に 100 cc/s 以下では、ほとんどの場合同じように単調に比例して変化している。減少時の湧水と歪の変化を Fig. 6(a), (b), (c) に各成分について示してある。細い線は湧水減少時のそれぞれについての変化のようすである。太い線で、100 cc/s 以下の減少時の比例関係を示した。これによると 1 cc/s の量の変化で E-AB は、 6.1×10^{-9} 、E-CD は 50 cc/s あたりを境にして比例定数が変わり、 5.4×10^{-9} 、 22.0×10^{-9} が得られる。E-EF は 1.4×10^{-9} の変化をすと言える。 Fig. 5

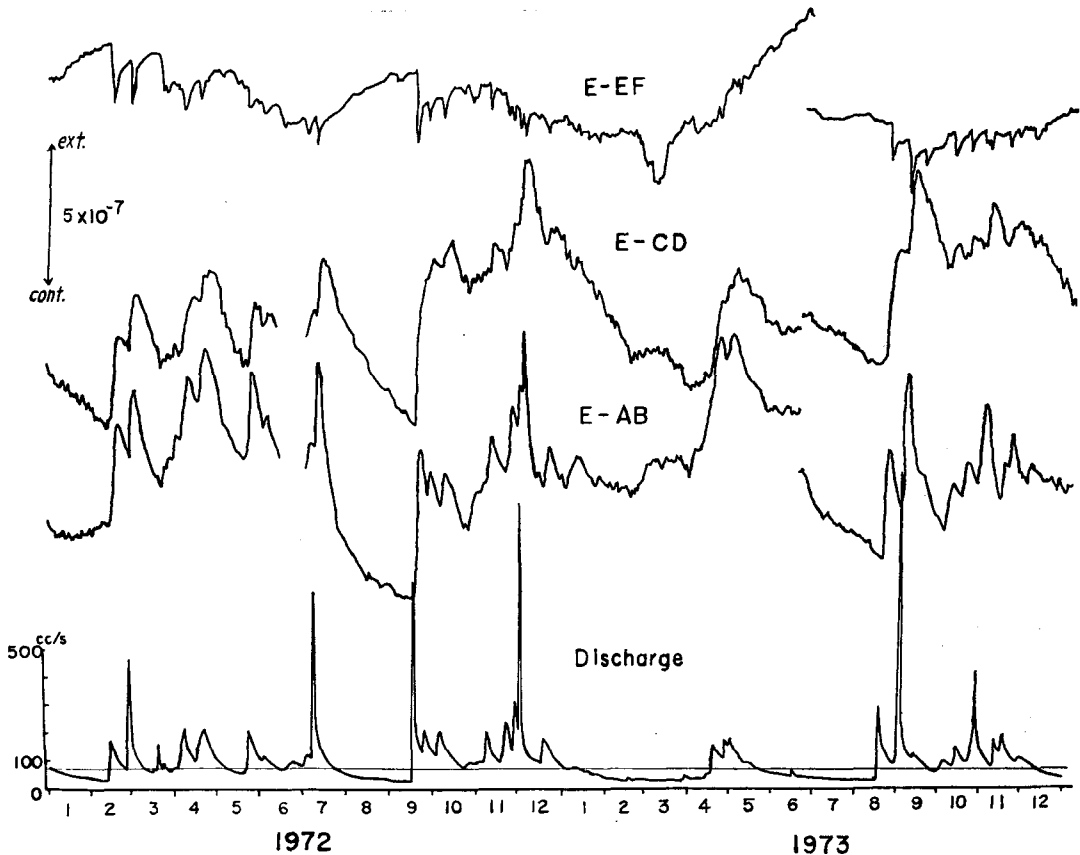


Fig. 5. Variations in the residual strain corrected for the secular change and in the water-discharge from the observation vault.

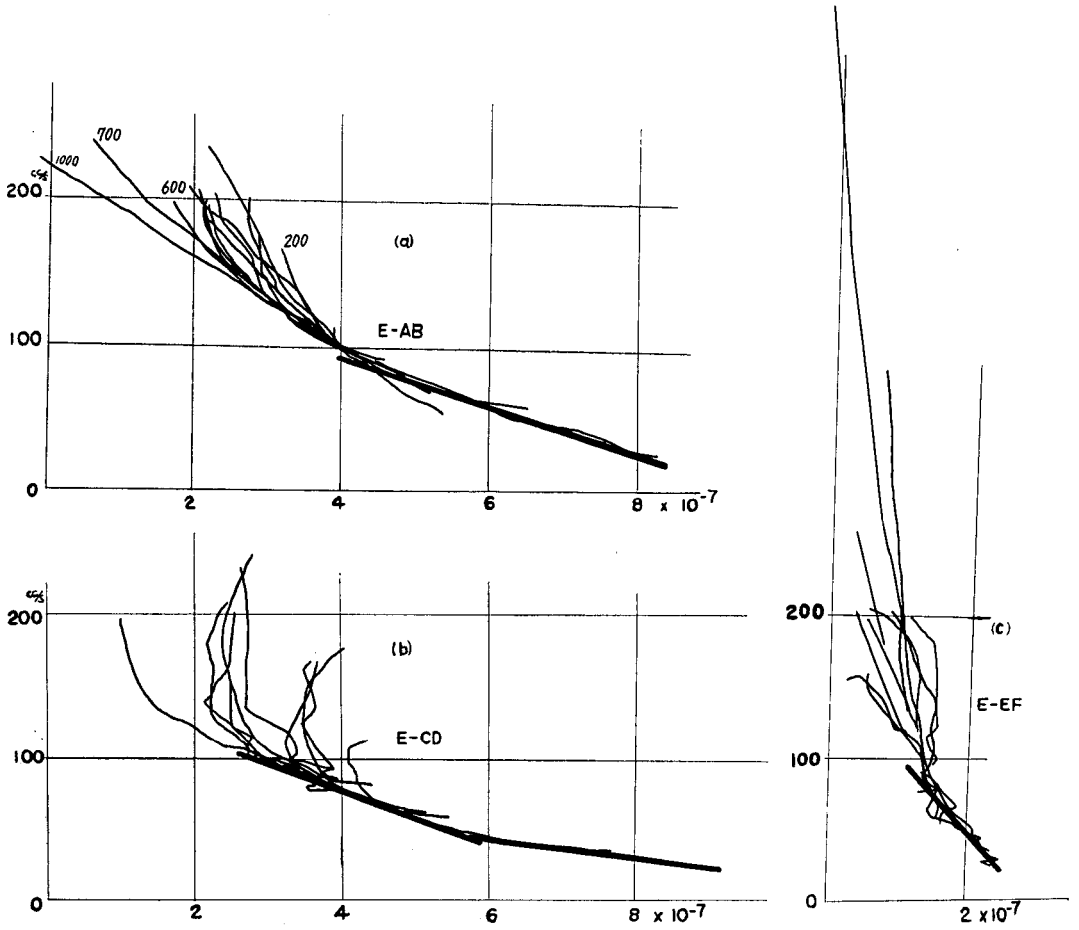


Fig. 6. Relationship between the strain changes in each component and the amount of water-discharge in case of the decreasing water-discharge.

においてこうした湧水量と歪変化のパターンの異なる時として、冬期間の他に、6月17日の地震前の1カ月程が認められる。この時は、湧水量は単調に減少しており、それに伴い E-AB, E-CD は縮むのが普通であるが、それに逆らう変化をしている。E-EF 成分は伸びているが、その量は普通の時の数倍である。この地震前の変動は、湧水量との関係からみる限り、地震後のそれが、普通の形で対応しているのと較べて顕著なものと言えよう。この一例だけでは、地震直前の前兆かどうか判定しがたいが、こうした変動を見いだす上で、湧水に伴う歪変化の効果の除去が重要であることがわかる。歪変化に直接対応する湧水の分離測定を行ないさらに検討する予定である。

次に傾斜変化についてみる。Fig. 7 に日平均値の15日間移動平均を細い線で示し、太い線で前述の12カ月移動平均値を示した。第2報で述べたように、海洋潮汐の影響をさけるためには、15日程度の移動平均が適当である。永年変動を差し引いたものを Fig. 8 に示した。湧水量の

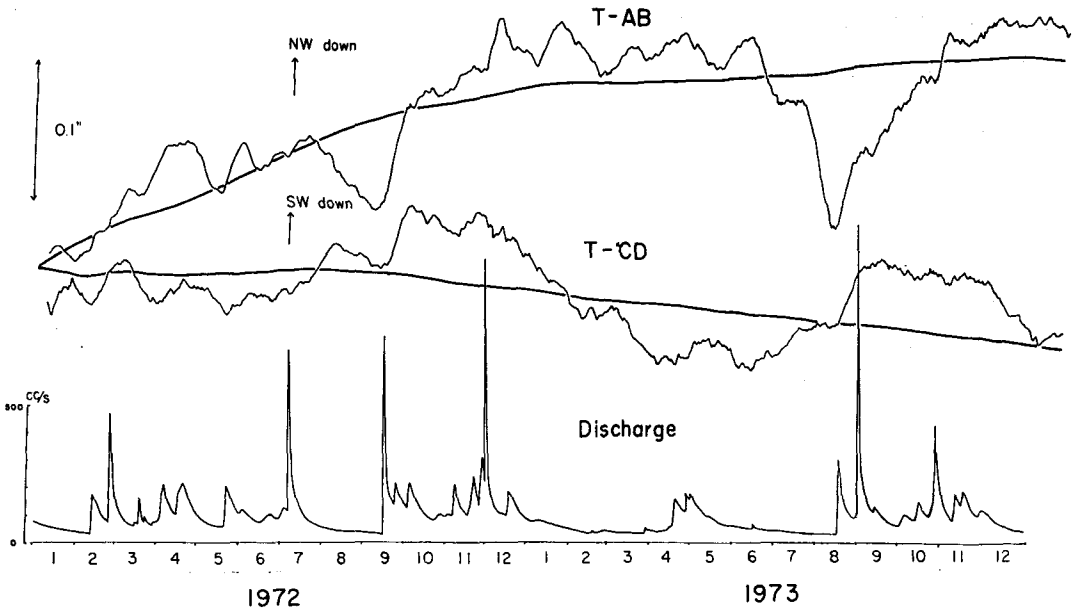


Fig. 7. Time variations of the tilt observed by the water-tube tiltmeters and water-discharge from the vault.

Thin line; running average for successive 15 days

Bold line; secular change

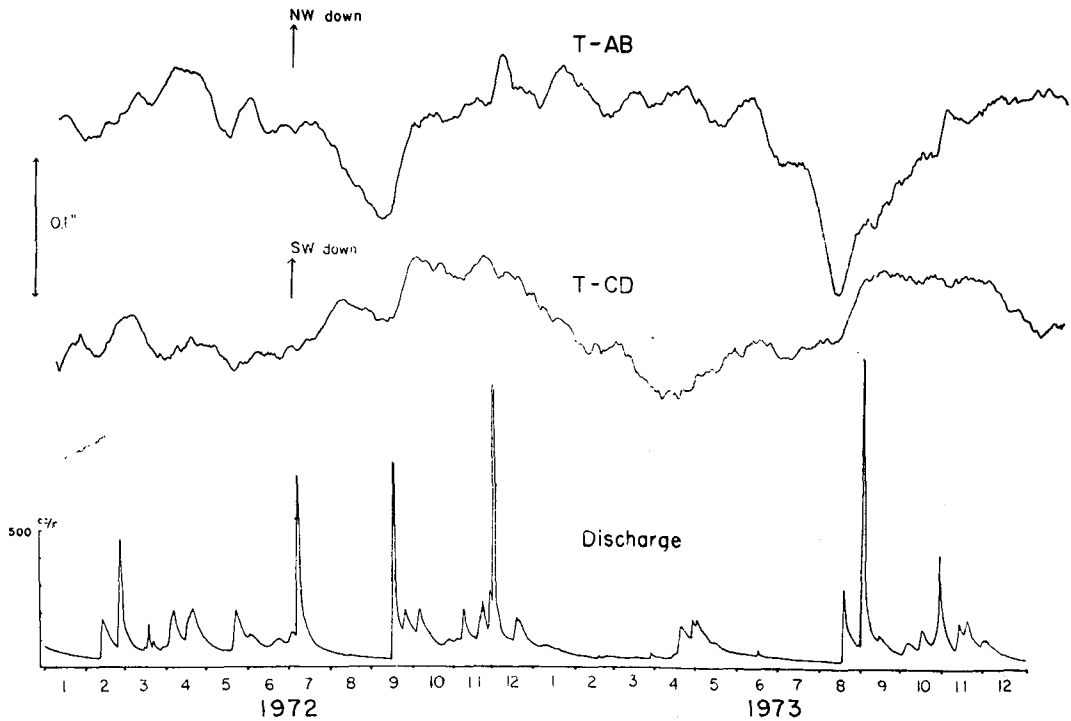


Fig. 8. Annual change of the ground tilt observed by water-tube tiltmeters and variation of the water-discharge.

変化に伴い伸縮同様傾斜変化があらわれているが、伸縮程顕著ではない。十分に減少して急に増加する時の、T-ABのNW下り、T-CDのSW下り、つまりWに急に傾くのが特徴的な点である。全体としてみれば両成分共に年周変動の方が卓越している。Fig. 9に月平均値から永年変動を差し引いた残りの傾斜変化についての傾動ベクトルを示した。約0.1"の大きさで、主として南北方向に傾動している。

水平振り型傾斜計による観測が、1972年末から始まったが、1973年の変化をFig. 10に示した。2時間毎の読み取り値を用いて日平均値を求め、それを示したものである。HT-NS、HT-EW共にかなりのドリフトを示している。ドリフトの毎月の量と時間との関係をFig. 10左下部に示してある。HT-NSについてみると、その量が時間と共に減少しているがHT-EWについてはあまり変化がない。今のところ水管傾斜計による結果との比較などできない状態であり、ドリフトの今後の動きがどうなるかさらに観測を待ちたい。両成分共に1973年末で、約2.0"/month (9×10^{-6} rad./month)というかなりの大きさである。

c) 根室半島沖地震に伴う Strain Step および Tilt Step について

1973年6月17日、根室半島沖地震(M=7.4, JMA)が発生した。これに伴う Strain Step と Tilt Step が明瞭に観測された。Fig. 11が、伸縮計の高感

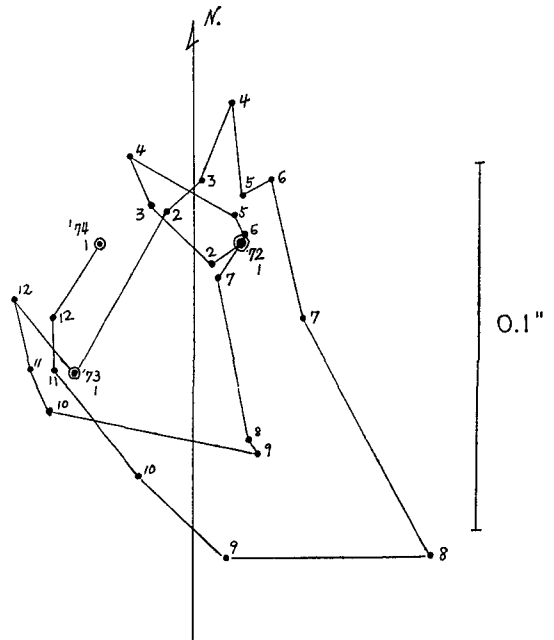


Fig. 9. Vector diagram of monthly changes of the ground tilt observed by water-tube tiltmeters.

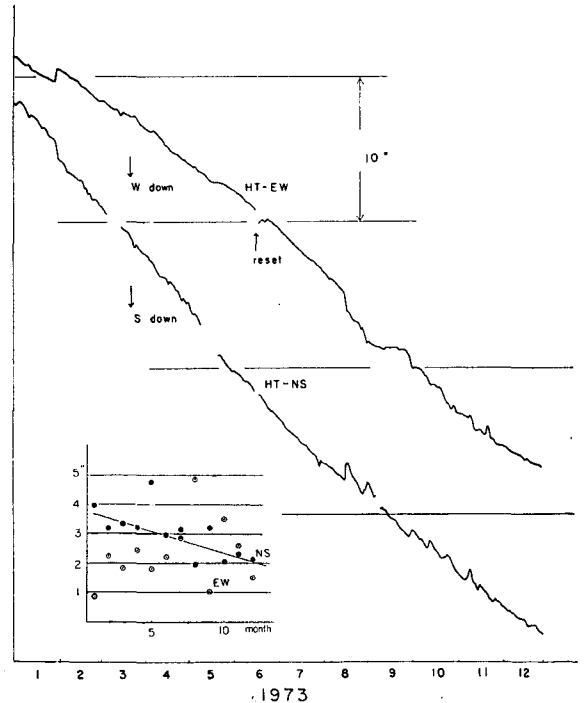


Fig. 10. Variation of the tilt observed by the N-S and E-W components of horizontal pendulum tiltmeters.

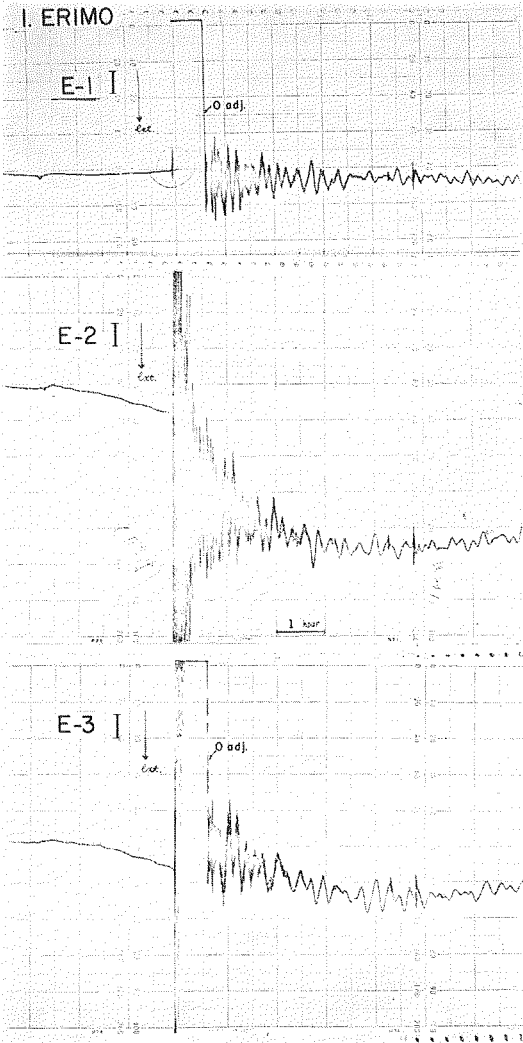


Fig. 11. Records of the strain steps accompanying the Earthquake off the Nemuro Peninsula, June 17, 1973.

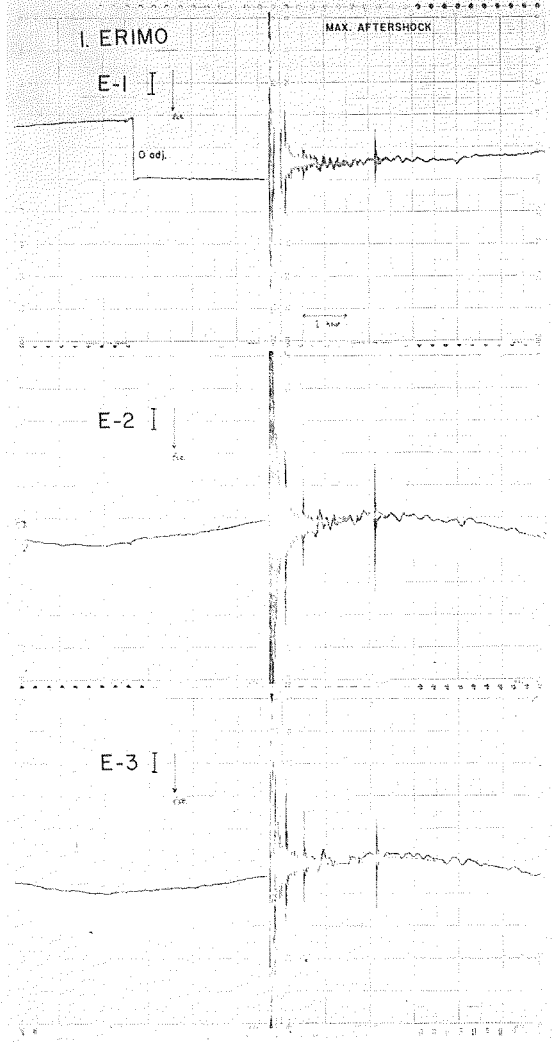


Fig. 13. Records of the strain steps accompanying the largest aftershock.

度記録である。第1報で述べたように、差動トランスの出力を高感度と低感度で記録しているが、この時低感度の記録計の方が不調であったため、高感度記録しかなく、E-AB成分、E-EF成分についてはスケールアウトしている。しかし、差動トランスのダイナミックレンジは $\pm 20 \mu$ あり、そのうちの $\pm 5 \mu$ を高感度記録計に記録させているにすぎない。差動トランスの変位—電気変換部には直読式の変位指示メーターがあり、これにより変位を知ることが可能である。地震直後の大振幅の振動がしずまった30分後に、各成分の変位を読みとり、その後に位置の修正を行なったものである。各成分についての読みとり結果はTable 2のようになっている。それを高感度記録計の紙幅が広がった場合を想定して作ったものが、Fig. 12(a), (b), (c)である。

Table 2. Readings of the displacement indicator after the event.

	E-AB		E-CD		E-EF	
	max.	min.	max.	min.	max.	min.
Reading value	-10.0 μ	-8.5 μ	+2.1 μ	+0.7 μ	-10.2 μ	-8.5 μ
	-10.3	-8.1	+2.2	-0.6	-9.8	-8.6
	-11.1	-7.8	+3.2	-0.2	-9.8	-8.8
	-11.3	-7.3	+2.0	-0.3	-9.3	-8.0
	-11.5	-7.2	+2.2	+0.3	-9.6	-8.9
Center of oscillation	-9.3 μ		+1.2 μ		-9.3 μ	
Position before shock	-1.0		-1.1		+0.6	
Step amplitude	-8.3		+2.3		-9.9	

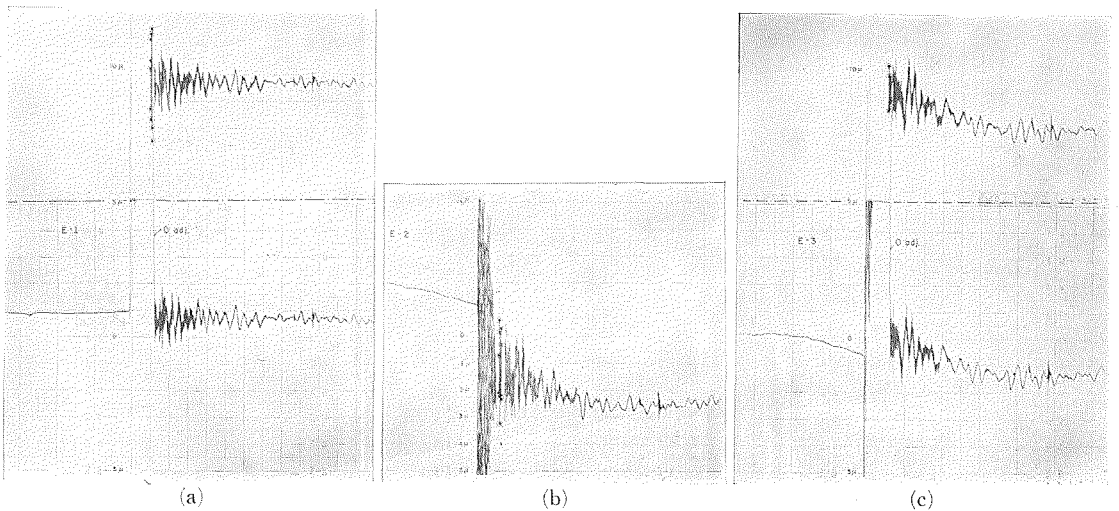


Fig. 12. Reproduction of strainmeter records. Double circles indicate the values read by the displacement indicator.

E-CD 成分の読みとりと実際の記録との比較から、読み取り結果の信頼性が確かめられると思う。さらに6月24日に最大余震 (M=7.1, JMA) が発生したが、この時にも明瞭な Strain Step が記録された (Fig. 13)。Table 3 にこの両者の Strain Step の大きさを示した。又、本震に伴う Tilt Step が、認められた。現在のところ、水管傾斜計は読み取り式であって、伸縮計のように明瞭な形で記録されないが、地震前後の読み取り値に対して海洋潮汐の補正を行なって図示したものが Fig. 14 である。これによると T-AB 成分には地震前後で明瞭な段違いが認められる。T-CD 成分についてみると、読み取り誤差内ではっきりはしない。図中の実線および点線は、地震前後10回の読み取り値の平均値である。この差を Tilt Step とした時の大きさが、Table 4 に示したものである。Strain Step, Tilt Step 共に、この地震の断層モデルに基づき理論的に期待されるそれらと調和的であることは、笠原 (1974) により確かめられている。

Table 3. Observed strain steps associated with the main shock and the largest aftershock of the Earthquake off the Nemuro Peninsula, June 17, 1973.

Component	Event	
	Main shock	Aftershock
E-AB	-2.77×10^{-7}	-1.67×10^{-8}
E-CD	$+0.77 \times 10^{-7}$	$+1.07 \times 10^{-8}$
E-EF	-3.30×10^{-7}	-0.83×10^{-8}

(+; extension, -; contraction)

Table 4. Tilt steps associated with the main shock, observed by water-tube tiltmeters.

T-AB	1.28×10^{-7} rad.	SE down
T-CD	0.37×10^{-7} rad.	NE down

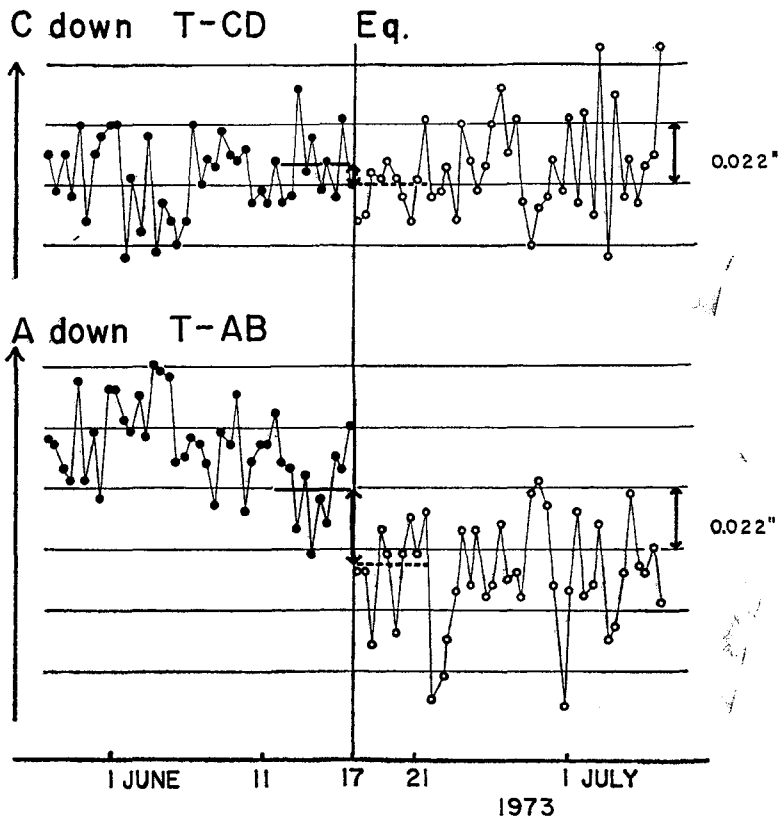


Fig. 14. Tilt variations before and after the main shock observed by water-tube tiltmeters. A solid line and a dashed line indicate the mean value of ten readings before and after the event, respectively.

d) 気圧変化に伴う土地の伸縮変化

Fig. 4 の伸縮の日変化図を見ると、湧水量に対応する変化に重なって数日周期の細かな変動がみられる。これは、気圧の変動に伴うものである。それをはっきりさせるために、伸縮計の毎時値を用いて、潮汐の影響を除去するために、30 個の Selected mean をとった。1973 年 1 月の場合の結果を Fig. 15 に示す。非常に明瞭な気圧変化との対応が見られる。どの成分も高気圧に対して縮みを示している。気圧変化量に対する伸縮変化量をこのようなグラフから読み取ってプロットしたのが Fig. 16 である。点のばらつきは、気圧変化速度の違いにより、伸縮の反応の仕方に違いがあるためと思われる。ゆっくりした変化には十分に反応するが早い場合には、気圧変化の割には伸縮量が少なめになる。平均的には、図の直線があてはめられ、大気圧 10 mb の上昇に対して、E-AB 9.3×10^{-9} 、E-CD 1.4×10^{-8} 、E-EF 6.4×10^{-9} の縮みを示す。

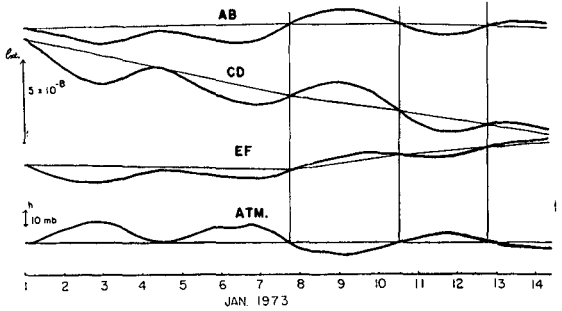


Fig. 15. Examples of the variations of the linear strain and atmospheric pressure.

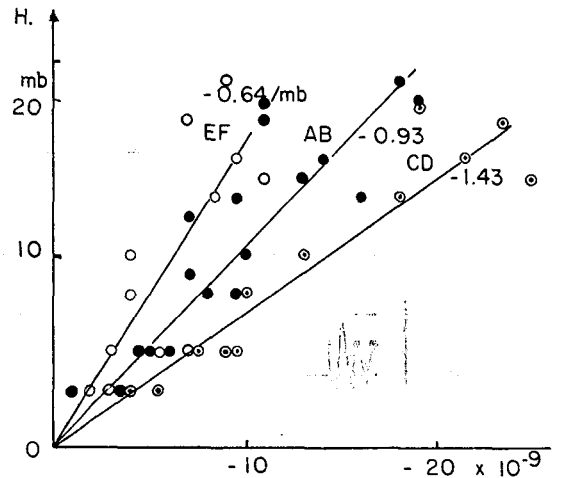


Fig. 16. Relation between change in linear strain and that in atmospheric pressure.

e) 坑内温度変化

1972 年の 9 月末から、サーミスター高感度温度計 8 素子を設置して、坑内温度の測定を行っている。約 1 年間同一場所に置いたが、1973 年 10 月坑内の 5 カ所に配置しなおした。毎日 0 時の読み取り結果を Fig. 17 に示した。安定した記録のとれた 5 素子についてみると、どれもかなりのドリフトが認められる。(1~2 x 10⁻¹ °C/yr.) この図から直ちには年周変化として明瞭なものは見出し難いが、少なくとも 0.05 °C を越える変化はないと言えよう。矢印で示したところでは、坑内で長時間作業したための影響である。その他でもかなりの短周期変化がみられるが、これは各素子間で対応のつくものは、実際の温度変化であろうと思われる。その他にも同じ場所にありながら各素子でかなり違ったふるまいをしているが、この原因はよくわからない。1973 年 4 月末の中断は記録計の故障によるもので、温度計には何ら手加えられていない。

f) 光波測距儀による辺長測量

Fig. 18 に我々の設置した辺長測量網を示す。1972 年 10 月に第 1 回目の測量を行なった。この時は、最長距離約 11.3 km を有する NE 間は測定しなかったが、1973 年 10 月 2 回目の測量

の際試みた結果、反射鏡9素子で十分に測定可能であった。今後はこの測線も反復測量する予定である。用いた光波測距儀はジオジメーター6A型(No. 61308)である。通常1測線6回の測定を行ない、その都度両端で気象要素の観測を行ない、その平均値を用いて気象補正を行なっている。そうして得られた値の平均値を辺長距離としている。Table 5 に2回の測定結果を示した。それを歪になおして、各測線の北からの方位を横軸にとって図に示したものが、Fig. 19 である。測定精度($1\sim 2\times 10^{-6}$)を上回る変化の見られるのは、NSとRE測線であるが、これが真の歪変化かどうかについては、今後の観測を待って検討したい。全体としてみれば1972年10月から1973年10月までの1年間に、少なくとも 2×10^{-6} を越えるような歪の蓄積はなかつ

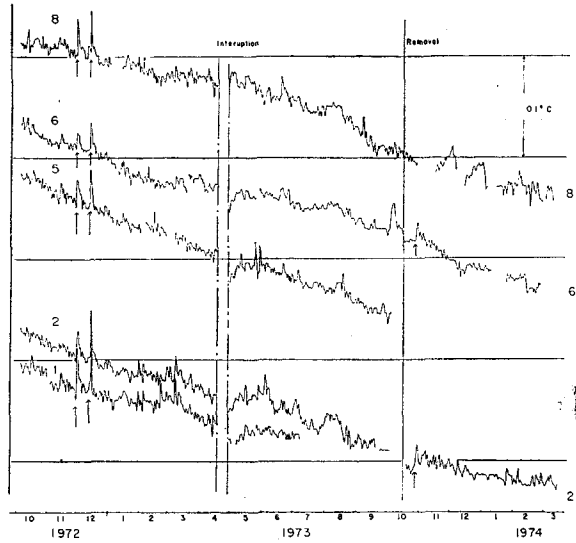


Fig. 17. Time variation of the air-temperature in the observation vault. Arrows indicate artificial disturbances.

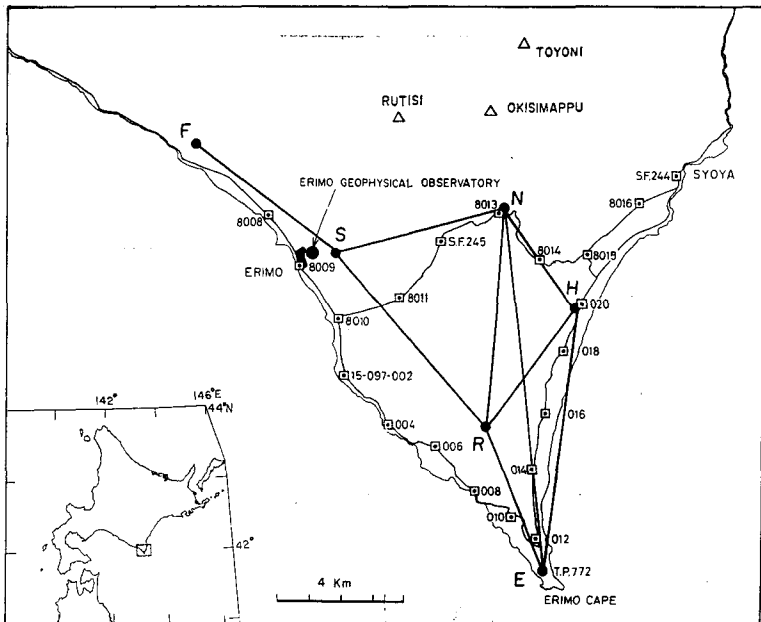


Fig. 18. Arrangement of base-lines (solid line) set in the vicinity of the Erimo Geophysical Observatory and the gravity points for precise measurement along the levelling route.

Table 5. Base-line lengths, differences and accumulated linear strains observed by repeated surveys.

Base line	Distance	Standard deviation	Difference	Strain
F-S	1) 5464.709 m	0.001 m	+0.005 m	$+0.92 \times 10^{-6}$
	2) .714	0.003		
N-S	1) 5325.103	0.002	+0.044	+8.26
	2) .147	0.004		
R-S	1) 7180.738	0.004	+0.004	+0.56
	2) .742	0.005		
N-H	1) 3895.494	0.003	-0.006	-1.54
	2) .488	0.006		
R-N	1) 6739.726	0.003	+0.006	+0.89
	2) .732	0.009		
R-H	1) 4589.232	0.004	+0.001	+0.22
	2) .233	0.003		
R-E	1) 4798.163	0.004	+0.029	+6.05
	2) .192	0.005		
H-E	1) 8189.258	0.006	-0.010	-1.22
	2) .248	0.004		
N-E	1) —			
	2) 11280.868	0.003		

1) Oct. 16 and 17, 1972 2) Oct. 15 and 16, 1973 (+: extension, -; contraction)

たと推定される。伸縮計の E-AB 成分は、この間 1.5×10^{-6} の縮みを示しているが、光波測量の結果から、すぐにはこれが人為的なものとするはその精度上できないが、あと一年後にははっきりするものと期待される。

g) えりも岬周辺における重力

精密測定 — 1973 —

重力の精密測定を繰返し、地殻変動などに伴う重力の経年変化を検出して地震や火山噴火の予知に役立てる目的で近年各地で重力の精密測定が実施されてきて

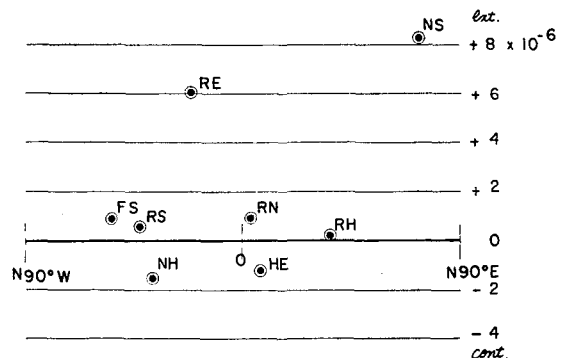


Fig. 19. Results of the repeated geodimetric surveys.

Abscissa; direction angle of the base-line from the north

Ordinate; observed strain

Table 6. Results of precise gravity measurements near the Erimo Geophysical Observatory.

No. of B. M.	ϕ N	λ E	H (m)	Gravity difference	Observed value	Normal value	Bouguer anomaly
E. G. O.	42°01'0	143°09'7	40	0.000	980,340.929	980,360.54	-11.75
8008	01'5	08'4	19.1574	7.207	348.136	360.63	- 8.73
8009	00'6	09'2	15.1561	6.488	347.417	360.02	- 9.62
8010	41°59'8	10'0	18.1442	5.246	346.175	358.81	- 9.07
8011	42°00'1	11'4	42.0642	1.906	342.835	359.33	- 8.22
S. F. 245	01'1	12'3	81.0662	-0.912	340.017	360.74	- 4.78
8016	01'8	16'8	26.7598	18.436	359.365	361.80	2.83
15-097-004	41°58'2	11'0	14.908	3.561	344.490	356.46	- 9.04
-006	57'6	12'3	53.260	-4.168	336.761	355.59	- 8.36
-008	56'9	13'2	14.842	3.016	343.945	354.52	- 7.65
-010	56'6	14'0	55.773	-5.099	335.830	353.98	- 7.18
-012	56'2	14'6	22.268	1.692	342.621	353.46	- 6.45
-014	57'4	14'5	24.757	2.809	343.738	355.29	- 6.69
-016	58'3	14'7	14.665	6.906	347.835	356.61	- 5.89
-018	59'3	15'1	7.805	9.373	350.302	358.11	- 6.27
-020	42°00'0	15'4	6.418	12.531	353.460	359.12	- 4.40
II Triang. Pt. No. 772	41°55'6	14'7	70.03	-9.481	331.448	352.57	- 7.36

いる。

えりも地方における重力精密測定
 の第1回目として、1973年10月、えりも
 岬周辺の水準点・三角点など計17地点
 で LaCoste & Romberg 重力計 (G 型
 No. 31) を用いて測定を行ない、えり
 も地殻変動観測所に対する重力差およ
 び Bouguer 異常値を算出した。

Fig. 18 に測定点の分布を示す。測
 定は観測所観測坑内の重力点(仮設)を
 基点とし、10月16日および18日の2
 日間実施した。第1日目は観測所から
 西海岸に沿って三角点 No. 772 に至る
 ルート、また第2日目は観測所から
 B. M. 8016 を経由して東海岸に沿い

B. M. 15-097-012 に至るルートで、1測定点3~5回の読定よりなる往復測定を行なった。なお
 測定はすべて標石上で行なわれ、測定時の気温、電源電圧および光像の揺れの大きさなども記

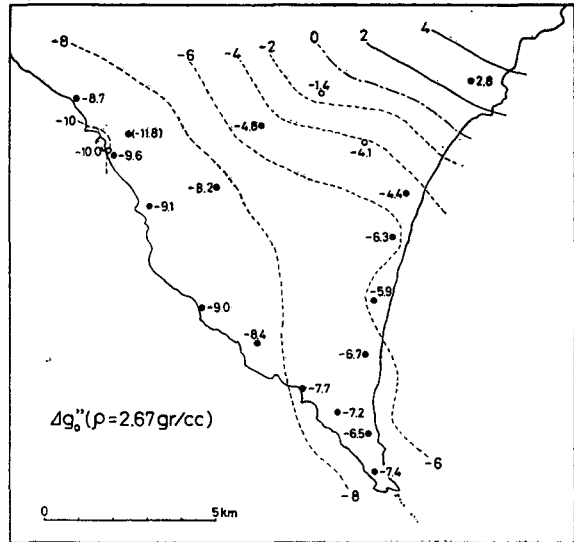


Fig. 20. Bouguer anomalies (mgal) near Cape Erimo. Double circles are the observation points of the present survey and open circles those of G. S. I. (1952).

録した。重力計の器械高の補正は、重力の鉛直勾配を $0.3086 \text{ mgal/meter}$ とし、また潮汐の補正は、重力の潮汐定数を 1.20 と仮定してそれぞれ補正した。重力計のドリフトは、時間に対し直線的であると仮定し、最小自乗法で求められたドリフト率を用いて補正した。これらの補正後に得られた往および復の測定値のばらつきから求められた標準偏差は、第1日目、第2日目につきそれぞれ 0.026 および 0.019 mgal であった。

各測定点での、えりも地殻変動観測所に対する重力差、重力絶対値、標準重力値および地殻の密度を 2.67 gr/cc としたときの Bouguer 異常値 (地形補正はなされていない) を Table 6 に示す。重力絶対値は、北大理学部3号館3-105号室内の重力点 (仮設) の絶対値を $980,491.250 \text{ mgal}$ としたときの値である。また測定点の高度は1972年度平均成果の値である。地理調査所による1952年の測定結果 [Geographical Survey Institute (1955)] も含めて Bouguer 異常分布を描くと Fig. 20 のようになる。

今後は測定路線をさらに延長し、より広域の重力精密測定を定期的に繰返しながら、重力の変化に注意を払ってゆきたい。

3. ま と め

観測開始から1973年12月までの約30カ月の観測結果によると次のようなことが結論される。傾斜変化は、1973年には、人為的な影響はほぼ無くなり、T-AB, T-CD成分共に約 $2 \times 10^{-7} \text{ rad./yr.}$ で北下りの傾動を行なっている。伸縮変化では、E-AB成分にまだ人為的影響が残っていると考えられる。E-CD成分, E-EF成分は、約 $1 \sim 3 \times 10^{-7} \text{ /yr.}$ の縮みセンスの歪蓄積を行なっているが、これは真の永年変動と見なせる。

湧水量の変化に伴う伸縮変化は、冬期間にはその他の期間と異なる様相を示すようである。冬期を除けば、湧水量が 100 cc/s 以下での減少時には、各成分共湧水量変化と伸縮変化の間にはほぼ比例関係が見られる。湧水量 1 cc/s の変化に伴い、E-AB成分では 6.1×10^{-9} 、E-CD成分ではさらに 50 cc/s 付近で折れまがり認められ、 50 cc/s 以上の時には 5.4×10^{-9} 、 50 cc/s 以下では 22.0×10^{-9} 、E-EF成分では 1.4×10^{-9} の変化になる。

1973年6月17日の根室半島沖地震に伴う明瞭な Strain Step および Tilt Step が観測された。これらの値は、この地震の断層モデルに基づき理論的に期待されるものと調和的であった。

光波測量の再測により、この地域の大部分の測線では最近1年間に少なくとも 2×10^{-6} を越える歪の蓄積が無い事が確かめられた。大気圧の変化に伴う土地の伸縮が明瞭に観測される。各成分共、高気圧の際に縮みであり、その大きさは、E-AB成分で $9.3 \times 10^{-10} \text{ /mb}$ 、E-CD成分で $1.4 \times 10^{-9} \text{ /mb}$ 、E-EF成分で $6.4 \times 10^{-10} \text{ /mb}$ である。

文 献

- Geographical Survey Institute, 1955. Gravity survey in Japan (1). Gravity survey in Hokkaido district. Bull. Geograph. Sur. Inst., IV, 23-99.
- 笠原 稔・田中安守・横山 泉, 1972. えりもにおける地殻変動連続観測 — 1971 —. 北海道大学地球物理学研究報告, 28, 83-96.
- 笠原 稔・田中安守・横山 泉, 1973. えりもにおける地殻変動連続観測 — 1972 —. 北海道大学地球物理学研究報告, 30, 89-102.
- 笠原 稔, 1974. 根室半島沖地震 — 1973年6月17日 — に伴う Strain Step について. 1973年6月17日根室半島沖地震調査報告.
- 中根勝見, 1973. 日本における定常的な水平地殻歪 (I). 測地学会誌, 19, 190-199.