

間瀬・弥彦地殻変動観測所とその周辺における観測 (1952~1983 年)

——観測データ種目と永年傾斜変化——

地震研究所 {若 杉 忠 雄
柳 沢 道 夫

(昭和 60 年 3 月 8 日受理)

要 旨

間瀬地殻変動観測所における観測は 1952 年 10 月より開始され 1971 年 3 月まで行なわれた。弥彦地殻変動観測所においては 1967 年 5 月より観測が開始され現在も続けられている。これらの期間にわたって、両観測所とも多くの観測データが蓄積されている。それらの全容をなるべく詳細に明らかにするとともに、必要ならばこれらのデータを将来多くの研究者に提供できるように、この際データの調査と整理を行なった。これらのデータのうち、特に水管傾斜計による永年傾斜変動について、その詳細を報告する。

間瀬観測所における定常観測は水管傾斜計（長さ、10 m、2 成分）、水晶管伸縮計（長さ 11 m、3 成分）および石本式水平振子傾斜計によって行なわれた。一方、弥彦観測所における定常観測は水管傾斜計（長さ、30 m、2 成分）、水晶管伸縮計（長さ、30 m、3 成分）およびフロート型水管傾斜計（1979 年までは石本式水平振子傾斜計）により行なわれている。このほかに、両観測所およびその周辺においては、上記以外に多岐にわたる観測が行なわれている。

永年傾斜変動については水準測量データとの比較を行なった。

1. はじめに

信濃川流域および佐渡ヶ島周辺は地震活動の顕著な地域として知られている。これらの地域の地殻変動観測を目的として 1952 年に間瀬地殻変動観測所が設置された。この観測所の観測坑は弥彦山塊に位置していて、間瀬石の採石場跡の廃坑を利用したものであつた。はじめは間瀬村役場の職員により、後には間瀬中学校関係者により委託観測で維持された。1964 年 6 月 16 日の新潟地震 ($M 7.5$) 前後にわたって、貴重な観測データを得ることができた。この意味で、間瀬観測所はよい時期に、しかもよい場所に設置されたといつてよからう。

その後、1964 年度に発足した地震予知計画の一環として、地殻変動観測の強化がはかられた。1965 年には弥彦地殻変動観測所が間瀬観測所の南東方向約 300 m のところに新設された。この新観測所の主設備は水管傾斜計と水晶管伸縮計であり、その記録装置にも幾多の新方式が採用された。そのみならず専任の職員も配置され、文字通り充実した地殻変動観測所としての歩みをはじめることとなつた。

このように間瀬・弥彦両観測所は開設以来併せて 30 年余の歳月にわたって観測が維持されてきた。このため観測データの蓄積は極めて多量であり、観測は現在も続行されてい

る。主たる観測は各種の傾斜計・伸縮計によつて行なわれ、坑内温度・気圧などの関連データもある。さらに、観測所に近い間瀬港における潮位観測、続いて観測所から南方約 10 km にある寺泊港における潮位観測も行なわれてきた。このほかに、水準・光波測量などの臨時観測、佐渡ヶ島の小木半島における傾動観測なども行なわれてきた。

間瀬・弥彦両観測所の観測データはしばしば発表されてきたが、両観測所の長期間にわたる全データの包括的な発表は行なわれていない。そこで今回は、第一に未公開のものを含めて全データの種類と内容をできるだけ詳細に調査すること、第二に両観測所の読取水管傾斜計の観測を整理すると共に、その観測成果を周辺地域における地震研究所や国土地理院による水準測量成果と比較検討を行なうこととした。

2. 観測所の位置と地震

間瀬・弥彦両観測所は新潟市より西南 35 km 程の場所にあり、新潟県西蒲原郡岩室村

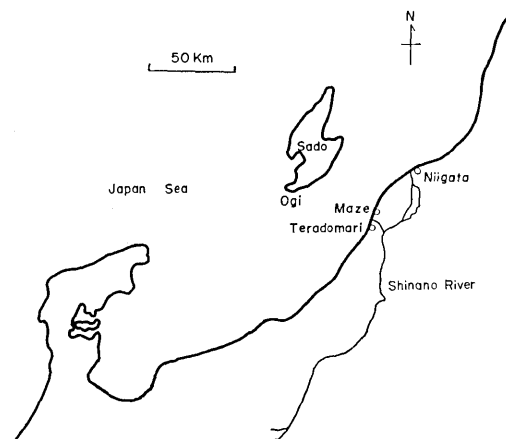


Fig. 1. Location map of the Maze and Yahiko Crustal Movement Observatories at Maze, the Teradomari tide station and the ground tilt measurement at Ogi, Sado Island.

間瀬 (東経 $138^{\circ}48'$, 北緯 $37^{\circ}44'$, 高さ 5 m と 30 m) に位置している (Fig. 1 参照). 日本海に面した海岸より前者は約 100 m, 後者は約 300 m の場所にある (Fig. 2 参照).

観測所周辺の地質は、弥彦山塊西麓一帯の新第三紀中新世に属する凝灰岩類地層と間瀬玄武岩とよばれる粗粒玄武岩類からなつている (新潟県, 1977). この地区の詳細な地質に関する記述としては白井ほか (1976) がある. この地域の弥彦層群は新第三紀の碎屑岩・火砕岩・流紋岩・粗粒玄武岩などから構成され、岩質の上下および水平方向への変化が著しいこ

とが特徴である。そして地質構造全体はほぼ南北の方向性をもっている。

萩原 (1979) によれば、160 km 以下の短波長ブーゲ異常図において、弥彦山塊は正のブーゲ異常域になり、そのすぐ東側に負のブーゲ異常域が新潟平野から長野県北部に連なっている。この負の異常域には顕著な地震活動が見られ、間瀬・弥彦両観測所の周辺における $M5.0$ 以上の地震活動は Fig. 3 のように分布する。この図をみると、現在の弥彦観測所は周辺部に地震活動域をひかえており、将来この地域一帯の地震活動に先行する、あるいはそれに伴う広域な地殻変動をとらえるために極めて有望な存在といつてよからう。

3. 観測所の設置と経過

間瀬・弥彦両観測所に関する覚え書きや観測帳およびいくつかの論文をもとに、設置当

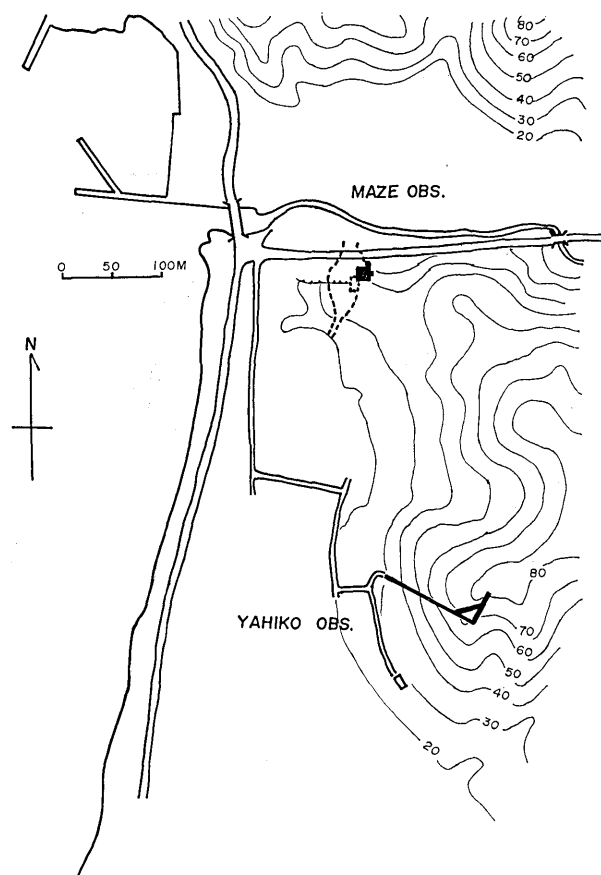


Fig. 2. Location map of the Maze and Yahiko Crustal Movement Observatories.

初以来の歩みについて簡単にまとめてみたい。人事に関しては地震研究所 (1975) を参照した。

1) 間瀬観測所

1952 年 5 月 萩原尊禮・力武常次らは新潟県土木部砂防課・同県新潟土木出張所の協力により間瀬村 (当時) の採石場廃坑跡に観測所を設置することを決めた。

1952 年 6 月 力武常次および山田重平は測量と基礎工事を行なった。8 月に工事完了。

1952 年 9 月 山田重平・斉藤貞夫・菱山よね子が観測機械設置にあたった。

1952 年 10 月 1 日 水管傾斜計・伸縮計の観測を開始。間瀬村役場職員に観測を委託。

1952 年 11 月 岡田 惇ほかによつて間瀬一岩室間の水準測量を開始した。

1955 年 7 月 観測を村立間瀬中学校に委託し、実際の観測には中学生が当った。

1964 年 6 月 16 日 新潟地震 ($M7.5$) が発生した。

1966 年 7 月 村立間瀬中学校に委託した観測を中止した。この間、1966 年 4 月 5 日より約 2 週間は若杉忠雄が観測を担当した。

1969 年 4 月 水管傾斜計の眼視観測を 1 日 1 回から週 1 回に減らした。

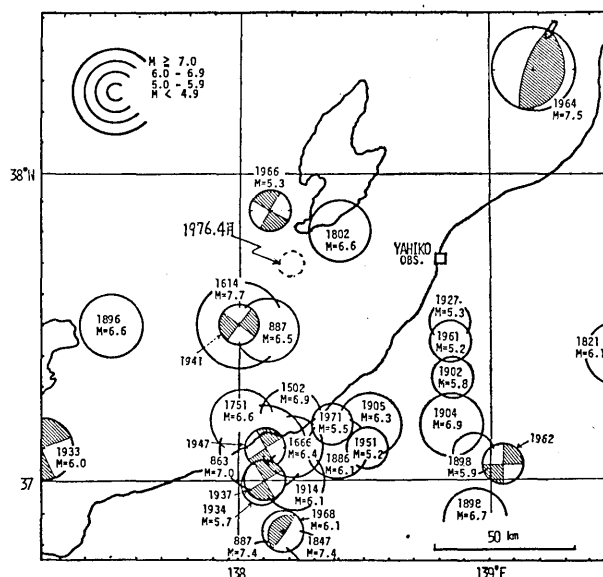


Fig. 3. Large earthquakes that occurred in and adjacent to the Sado-Yahiko area (from Yahiko Crustal Movement Observatory, Earthquake Research Institute, 1973).

1969 年 8 月 4 日 伸縮計・石本式水平振子傾斜計の観測を中止した。

1971 年 3 月 29 日 水管傾斜計の観測も中止。県道拡張工事のため間瀬観測所は廃止となった。

2) 弥彦観測所

1965 年 12 月 弥彦観測所の工事計画が出来上った。この前後に木村敏雄・恒石幸正らによつて地質調査が行なわれた。

1966 年 1 月 笠原慶一・山田重平・柴野睦郎らが観測坑試掘のため現地打合せをした。

1966 年 3 月 若杉忠雄入所、弥彦観測所勤務となる。また現観測所用地を齊藤久平および田中一雄より借入した。

1966 年 4 月 笠原慶一が初代施設長となつた。

1966 年 5 月 岡田 惇ほかによつて地籍測量が行なわれた。

1967 年 2 月 恒石幸正によつて観測坑内の地質調査が実施された。

1967 年 5 月 31 日 水管傾斜計の読み取り、伸縮計のデジタル記録およびアナログ記録が開始された。

1967 年 6 月 6 日 石本式水平振子傾斜計・伸縮計の光学記録が開始された。

1967 年 7 月 15 日 弥彦地殻変動観測所開所式が村立間瀬小学校において挙行された。

1967 年 8 月 2 日 電磁型傾斜計の観測が開始された。翌年 3 月 20 日に停止。

1968 年 2 月 25 日 ペン書き記録方式より打点記録方式に切替えた。

1968 年 4 月 7 日 ボアホール型傾斜計の観測開始。

1971 年 10 月 23 日 ボアホール型傾斜計を廃止してフロート型水管傾斜計に変えた。

- 1972 年 4 月 岩室一間瀬間の水準点標石を整備して水準測量を再開した。
- 1972 年 6 月 佐渡ヶ島小木半島において簡易傾動測定を始めた。
- 1973 年 3 月 6 日 傾斜計・伸縮計のセンサを差動トランスから磁気センサに切替えた。また伸縮計の光学記録方式を廃止した。
- 1973 年 6 月 7 日 間瀬漁港内で潮位観測を開始した。1974 年 10 月 28 日に中止。
- 1974 年 8 月 16 日 フロート傾斜計の実用化によつて、水管傾斜計の読み取り観測を 1 日 1 回から週 1 回にした。
- 1975 年 3 月 30 日 観測坑内の温度分布測定を開始した。1977 年 3 月 24 日で中止。
- 1976 年 2 月 8 日 鑽孔紙テープによるデジタル記録装置を廃止した。
- 1976 年 3 月 24 日 カセット磁気テープを用いたデータ集録装置による記録を開始した。
- 1976 年 11 月 17 日 フロート型水管傾斜計の磁気センサの形式を変更。同日より寺泊検潮所において潮位観測を開始した。
- 1977 年 10 月 フロート型水管傾斜計のデータ形式を他の地殻変動観測所と統一する標準観測方式を採用した。
- 1977 年 12 月 伸縮計のデータについても標準観測方式を採用した。
- 1979 年 1 月 1 日 石本式水平振子傾斜計の観測を中止した。
- 1979 年 10 月 25 日 雨量センサ設置。
- 1981 年 4 月 萩原幸男が第二代施設長となった。
- 1981 年 5 月 8 日 気圧センサ設置。
- 1982 年 9 月 17 日 寺泊町において地下水位の観測を開始。1983 年 7 月 22 日まで。
- 1982 年 9 月 29 日 間瀬において地下水位の観測を開始した。
- 1984 年 5 月 14 日 寺泊検潮所の潮位データが弥彦地殻変動観測所にテレメータ伝送されるようになった。また、カセット磁気テープを用いたデータ集録装置に代つてフロッピーディスクを用いたデータ集録装置による記録を開始した。

4. 間瀬観測所の主観測設備とその観測成果

間瀬地殻変動観測所 (1952~1971) の主な観測設備は次のようであつた。

水管傾斜計 (N-S*, E-W* の 2 成分それぞれ 10 m, 1 日 2 回読取), 水晶管伸縮計 (N-S, E-W, S-W**, の 3 成分それぞれ 11 m, 写真記録方式)。このほかに、水管傾斜計の補助的役割をするために石本式水平振子傾斜計が用いられた。これらの設備の配置を Fig. 4 に示す。このほかに、この観測所は地磁気観測所として地磁気成分の観測にも使用された (RIKITAKE *et al.*, 1953)。当時の間瀬村々長石塚惣吉の 1952 年 12 月 10 日付山田重平宛の書簡によると、この観測所となつた洞窟の歴史について、石黒松二の報告を示している。この洞窟は 1804 年頃から、通称間瀬石と称される耐火用材の石切場であつた。1945 年 3 月からは (株)新潟鉄工所の精密機械試作研究所の疎開工場となり、同年 8 月戦争終了後は間瀬漁業協同組合の製氷冷凍庫として使用されていた。この観測所の入口およ

* 読取順を表わしている。

** 南東-北西方向成分であるがこのように略記する。

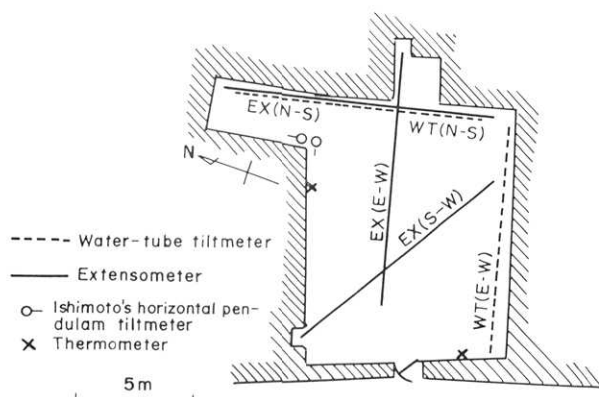


Fig. 4. Plan of the Maze Crustal Movement Observatory.

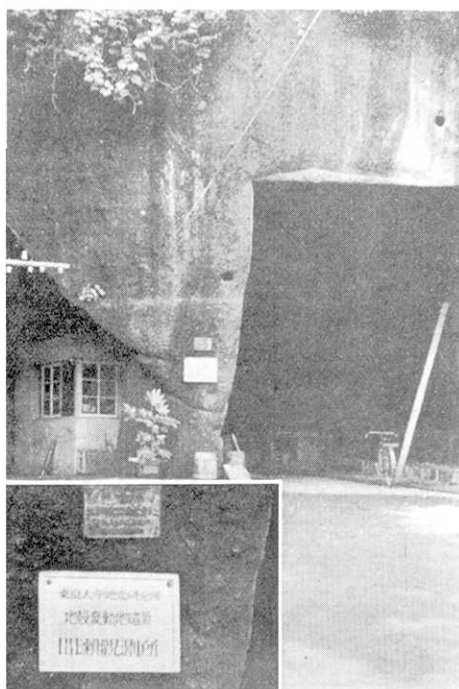


Fig. 5. Approach (top) and the signboard (bottom) of the Maze Crustal Movement Observatory.

る。マイクロメータの読取誤差は $2\sim 3\ \mu\text{m}$ であるが、測定時に観測者が計器台に近づくことによる体重と熱的輻射などの影響に加えて、観測者が交代することによる個人差などの問題があつた。このようなことから総合測定誤差は $\pm 5\ \mu\text{m}$ を超すものと思われる。これを傾斜角にすると $\pm 0.1''$ に達する。

び看板、観測坑内設備および付近におかれた水準点標石の写真をそれぞれ Fig 5～Fig. 7 に示す。

長期的定常観測の継続状況をグラフ化して示したものが Fig. 8 である。学会誌等に報告が出された部分をとくに陰影を施して示してある。

1) 読取型水管傾斜計

水管傾斜計は筑波観測所においてテストされて以来、何回かの改良を経て間瀬観測所に設置された頃はほぼ完成された装置となつていた。この間の経過と水管傾斜計の構造については山田 (1973) が詳細に報告している。

水管傾斜計はそれぞれ長さ 10 m の E-W 成分 ($N 75^\circ E$) と N-S 成分 ($N 15^\circ W$) から成つている。観測台からの水面高はマイクロメータによつて眼視読取され



Fig. 6. Interior of the Vault of the Maze Crustal Movement Observatory.



Fig. 7. A leveling bench mark near Maze Crustal Movement Observatory.

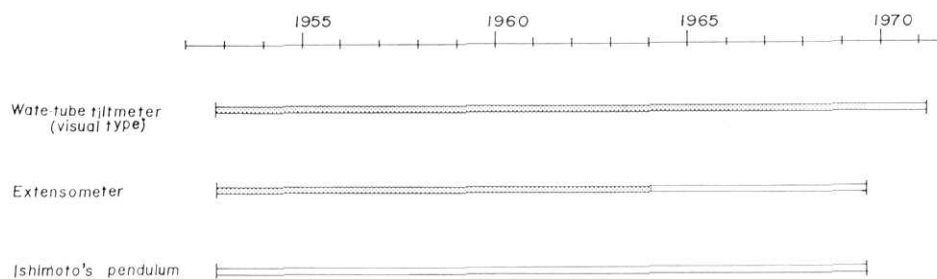


Fig. 8. Routine data observed at the Maze Crustal Movement Observatory. Stippled parts indicate publication of the data.

水管傾斜計の観測は 1952 年 10 月 1 日から開始された。この時期の読取時刻は毎日 7 時と 17 時 (J. S. T.) に行なうように定められていた。その後 1955 年 7 月 24 日より観測者が間瀬村役場職員より村立間瀬中学校生徒に変更されたことによつて、観測は 1 日 1 回で 16 時だけになった。さらに、1969 年 4 月よりは週 1 回の観測となった。そして、1971 年 3 月 29 日をもつて観測は終了した。

これらの観測結果は観測値の月平均値にまとめられ、地震研究所・弥彦地殻変動観測所 (1971, 1973a, 1975), 笠原 (1973) によつて発表されている。

2) 石本式水平振子傾斜計

水管傾斜計の 1 日 2 回の読取観測値の補間を行なう目的で、石本式水平振子傾斜計が用いられた。この傾斜計は ISHIMOTO (1927, 1928) によつて考案されたものと同一形式である。この傾斜計は 1952 年 10 月 1 日から 1969 年 8 月 4 日まで観測に用いられた。この傾斜計は東西および南北方向に設置され、その感度は $0.10 \sim 0.025''/\text{mm}$ (記録印画紙上) 程度である。このデータについては極く一部が発表されたのみである。(地震研究所・弥彦地殻変動観測所, 1973a)。

3) 水晶管伸縮計

熔融水晶または石英管によつて作られた標準尺を用いて、土地の伸縮を測定しようとの最初の試みは TAKAHASI (1934) によつて行なわれた。次いで、これを改良したものが HAGIWARA *et al.* (1948, 1949a, 1949b), 萩原ほか (1949) によつて油壺観測所に設置され、同じ装置が松山観測所 (柳沢, 1983) に、さらにこの間瀬観測所に設置された。

間瀬観測所の水晶管伸縮計は長さが各々 11 m の E-W 成分 (N 75° E), N-S 成分 (N 15° W) および S-W 成分 (N 60° W) から成つていた。これらの感度はおよそ $4.6 \times 10^{-8}/\text{mm}$ (いずれも記録印画紙上) であつた。観測は 1952 年 10 月 1 日より開始され、1969 年 8 月 4 日まで行なわれた。この伸縮計の観測データは地震研究所・弥彦地殻変動観測所 (1973a) によつてかなりの部分が発表された。

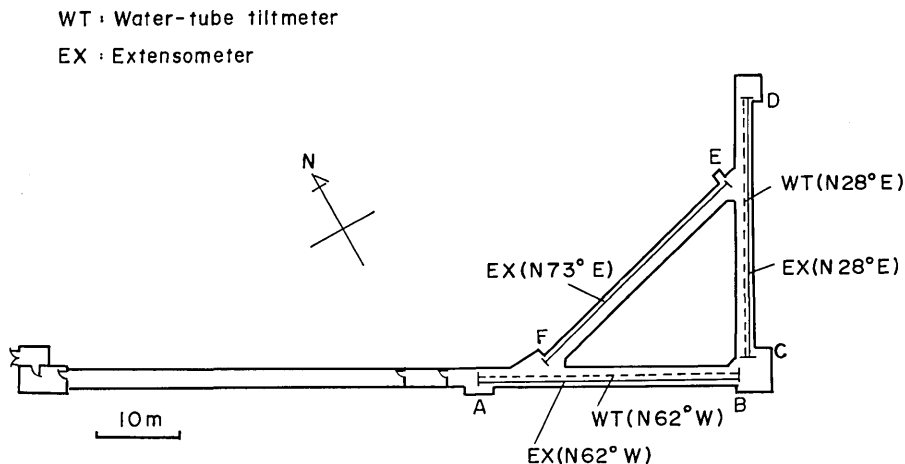


Fig. 9. Plan of the Yahiko Crustal Movement Observatory.

5. 弥彦観測所の主観測設備とその観測成果

弥彦地殻変動観測所の主な観測設備は次のようである。

水管傾斜計 (A-B*, C-D* の2成分それぞれ 30 m, 1日1回, 後に週1回読取となる), 水晶管伸縮計 (A-B, C-D, E-F** の3成分それぞれ 30 m, はじめ写真記録方式と差動トランス-打点記録方式が用いられたが後に磁気センサによる打点記録方式に変更)。このほかに, 水管傾斜計の補助的役割をするために石本式水平振子傾斜計が用いられた。そのうち電磁型傾斜計, ボアホール型傾斜計, そして最後にはフロート型水管傾斜計が順次にテストされ, 最終的にこのフロート型水管傾斜計が実用化されると共に, 石本式水平振子傾斜計はその使命を終った。

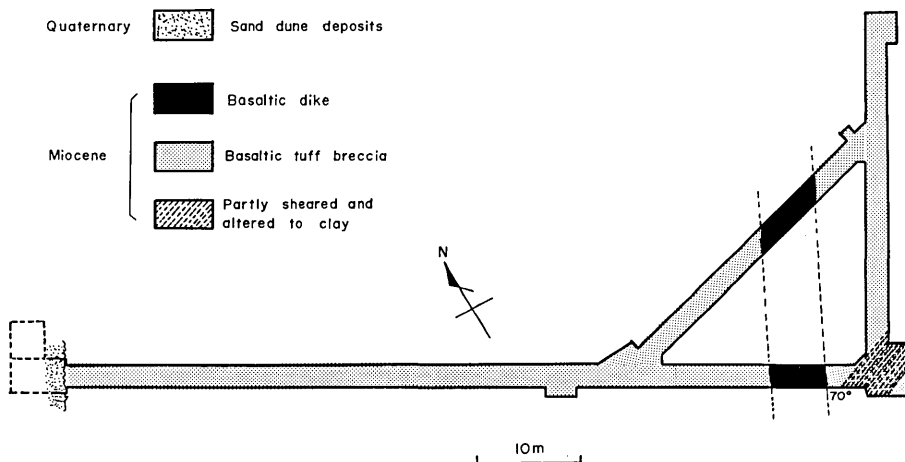


Fig. 10. Geological map of the vault of the Yahiko Crustal Movement Observatory.

これらの設備の配置を Fig. 9 に示す。この観測坑道は新設されたもので, その断面は $2\text{ m} \times 2\text{ m}$, 総延長約 160 m に達している。この坑道内における地質調査を恒石 (1967) が行なつた。これを Fig. 10 に示す。弥彦観測所の庁舎, 観測室内および観測坑内の写真を Fig. 11~13 に示す。

長期的定常観測の継続状況をグラフ化して示したものが Fig. 14 である。学会誌等に報告が出された部分をとくに陰影を施して示してある。

1) 読取型水管傾斜計

この観測所の読取型水管傾斜計は間瀬観測所のものと同形式であるが外型を大きくしたものであつた。この水管傾斜計はそれぞれ 30 m の長さの A-B 成分 ($N 62^\circ W$) と C-D 成分 ($N 28^\circ E$) から成っている。水管傾斜計の読取り誤差は, 坑内で観測者の移動による気圧変化による擾乱や, 測定時に観測者が計器台に近づくことによる体重と熱的輻射などの影響によつて \pm 数 μm にも達するものと思われる。これを傾斜角にすると $\pm 0.03''$

* 読取順を表している。

** 過去に D-A と表したときもある。

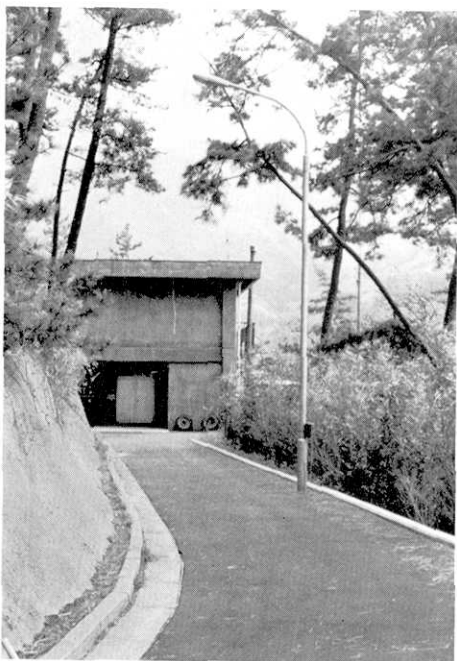


Fig. 11. Building of the Yahiko Crustal Movement Observatory.

3) 水晶管伸縮計

弥彦観測所の水晶管伸縮計は間瀬観測所のものとはかなり異なっている。この伸縮計は岡田ほか (1975) が報告している富士川観測所のものと同形式で、熔融水晶管の直径が 25 mm とかなり太く、支持方法も二重倒立振子となつている。さらに検出側におかれた感度検定と零位置調整を行なうためのテコ式微動装置が取付られている点が異なっている。

弥彦観測所の水晶管伸縮計は長さが各々 30 m の A-B 成分 ($N 62^{\circ} W$), C-D 成分

程度である。観測は 1967 年 5 月 31 日より開始された。フロート型水管傾斜計の完成後、若杉・笠原 (1974) によつて週 1 回の読取り観測で充分精度を保持できるという結果が示され、これに伴つて観測は 1974 年 8 月 16 日より週 1 回になった。

これらの観測結果は月平均値にまとめられて地震研究所・弥彦地殻変動観測所 (1972, 1973b, 1975, 1978, 1981) によつて発表されている。

2) 石本式水平振子傾斜計

水管傾斜計の 1 日 1 回の読取値を補間する目的で、開設当初の 1967 年 6 月より 1979 年 1 月まで、石本式水平振子傾斜計が用いられた。データはとくに発表されていない。

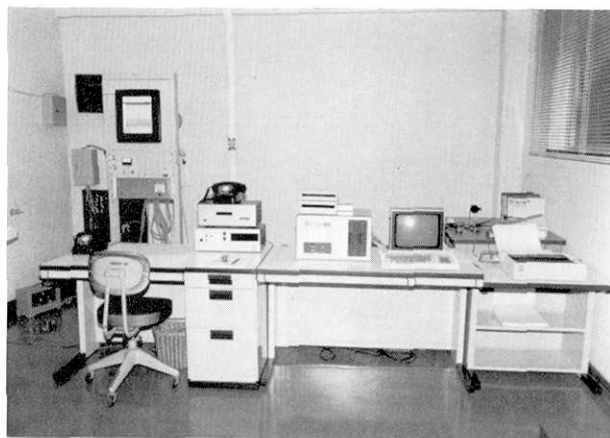


Fig. 12. Recording room of the Yahiko Crustal Movement Observatory.

(N 28° E) および E-F 成分 (N 73° E) からなっている。これらの感度はおよそ $1.7 \times 10^{-8}/\text{mm}$ (記録印画紙上)であつた。伸縮記録は上記の写真記録方式のほかに差動トランスを用いたペン書きのレコードを用いていたが、間もなく打点方式のレコードに変更された。1973 年 3 月からは差動トランスに代つて磁気センサが用いられるようになった。このように記録はアナログ方式だけでなく、開所以来デジタル信号化して鑽孔紙テープ (1967 年 6 月~1976 年 2

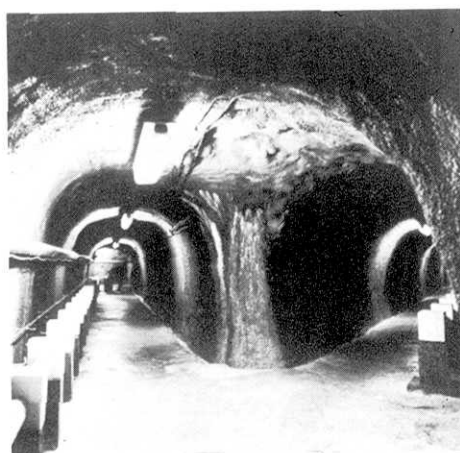


Fig. 13. Interior of the vault of the Yahiko Crustal Movement Observatory.

月), その後にカセット磁気テープ (1976 年 3 月~1984 年 5 月) が使用されている。

伸縮計の観測結果はその一部分が発表されている。SMITH and KASAHARA (1969) によ

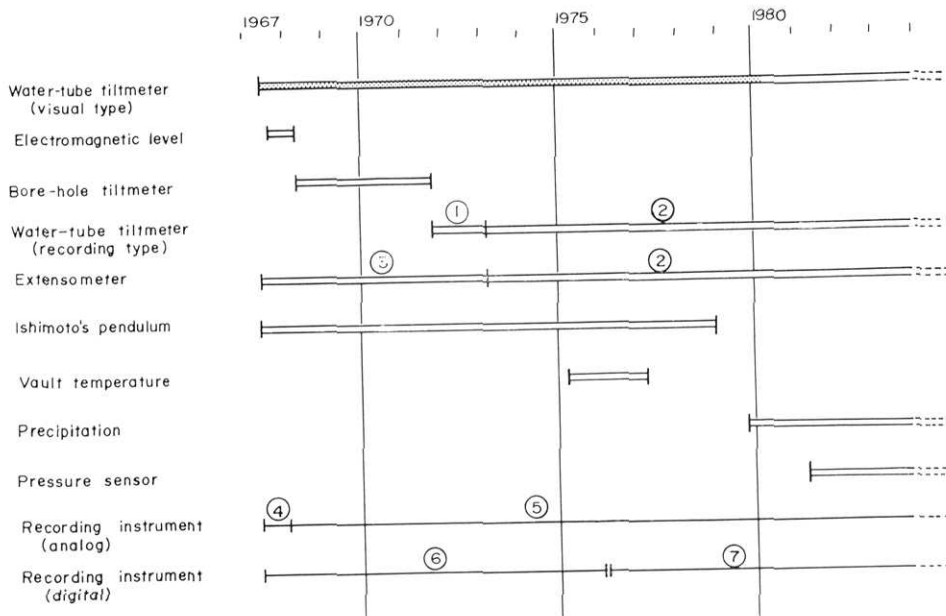


Fig. 14. Data of routine and temporal observations at the Yahiko Crustal Movement Observatory (Remarks: ① Differential transformer used, ② Magnetic sensor used, ③ Photographic type and differential transformer used, ④ Pen writing type, ⑤ Point painting type ⑥ Punch tape type and ⑦ Magnetic cassette tape type). Stippled parts indicate publication of the data.

り 1969 年の日本海と日向灘の地震の際の記録が解析され、地球振動の論議が行なわれた。また、笠原ほか (1974) は油壺・鋸山・弥彦・富士川観測所の結果を併せて地殻歪からみた 1974 年伊豆半島沖地震について、柳沢・若杉 (1984) は 1983 年日本海中部地震のデータを報告した。

4) 自記方式の水管傾斜計

弥彦観測所においては、石本式水平振子傾斜計に代つて、連続自記方式の傾斜計の開発努力が試みられてきた。最初に導入されたものは電磁型傾斜計 (測機舎製) であり、それは高感度水準器および傾斜計として開発されたものであつた。20 cm の長さの単振子にトランスデューサとして差動トランスを用いていた。はじめ松代において約半年間試験観測が行なわれ、その後 1967 年 8 月に移転されたのである。これは 1968 年 3 月まで稼動したが、記録は良好なものではなかつた。

次いで、1968 年 4 月～1971 年 10 月までは、ボアホール型傾斜計が用いられた。この傾斜計については岡田ほか (1975) が説明している。これは地震研究所技術部製のものであつた。これに続いて水管傾斜計にフロートを用いる試みが地震研究所技術部 (1973) によつて実用化された。弥彦観測所におけるフロート型自記水管傾斜計の設置は、他の地殻変動観測所に先駆けて 1971 年 10 月であつた。フロートの変位を電気信号に変えるため差動トランスが用いられたが、1973 年 3 月からは磁気センサに変更された。差動トランスの弱点は湿気対策にあつたが、磁気センサにかわつてからは、この種の問題はかなり解決された。しかし当初の磁気センサは特に湿気対策が充分でなく、平均使用期間が 6 ヶ月に過ぎなかつた。これも 1976 年 11 月から新製品の磁気センサに切替えてからこの問題は解決した。

1977 年 10 月より傾斜計・伸縮計を含めて、データの形式・感度・極性などを他の地殻変動観測所と統一した標準観測方式にした。

5) 上記以外の長期観測

弥彦観測所におけるその他の観測データとしては、下記のような気象関係のものが主である。

a) 雨量センサ

地殻変動と降雨との関係を調べる目的で、1979 年 10 月より観測所庁舎屋上に転倒マス式の雨量計が設置された。記録は打点式記録とデジタル方式の記録を行なっている。

b) 気圧センサ

1981 年 5 月より気圧センサを設置して、大気圧の観測を開始した。記録は打点式記録およびデジタル方式で行なっている。

c) 坑内温度分布の測定

鋸山観測所における坑内温度分布測定 (山田ほか, 1974) に続いて、鋸山観測所に比較して土被りが深い弥彦観測所でも同様の測定が行なわれた。これは 1975 年 3 月～1977 年 3 月までの期間であつた。

このほかに短周期の上下動地震計が観測所開設以来稼動している。

6. 間瀬・弥彦両観測所周辺地域での各種観測

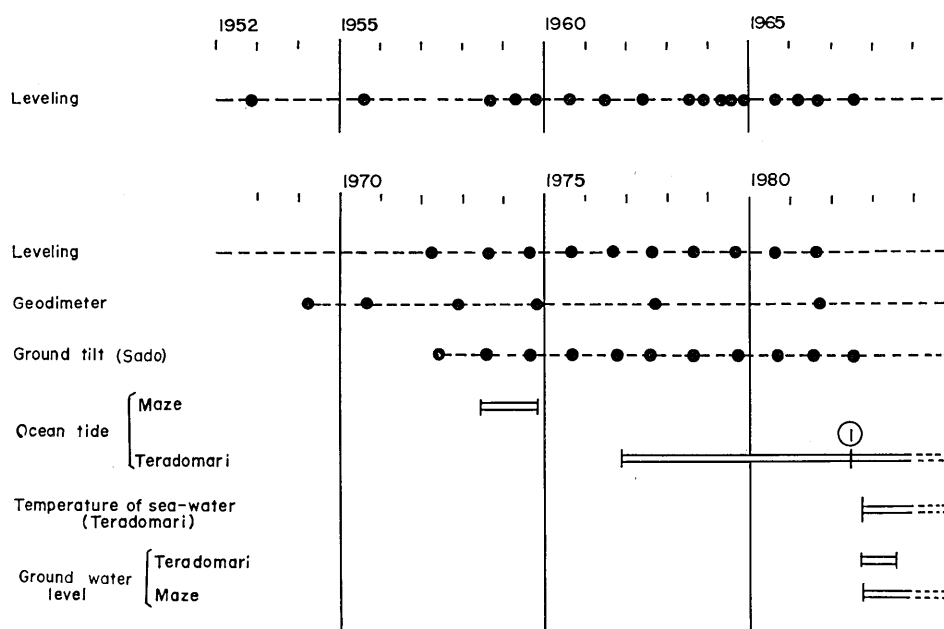


Fig. 15. Various observations at regions surrounding the Maze and Yahiko Crustal Movement Observatories (Remark: ① Exchange of Instrument).

間瀬・弥彦両観測所周辺における各種の観測状況をグラフ化したものが Fig. 15 である。これについて以下に説明する。

1) 水準測量

間瀬観測所の開設から間もなく、1952年11月、国土地理院の一等水準点 No. 4438 (岩室村) より分岐して間瀬村 (当時) に至る約 10 km 間に 7 点の標石 (YHK 1~7) が埋設

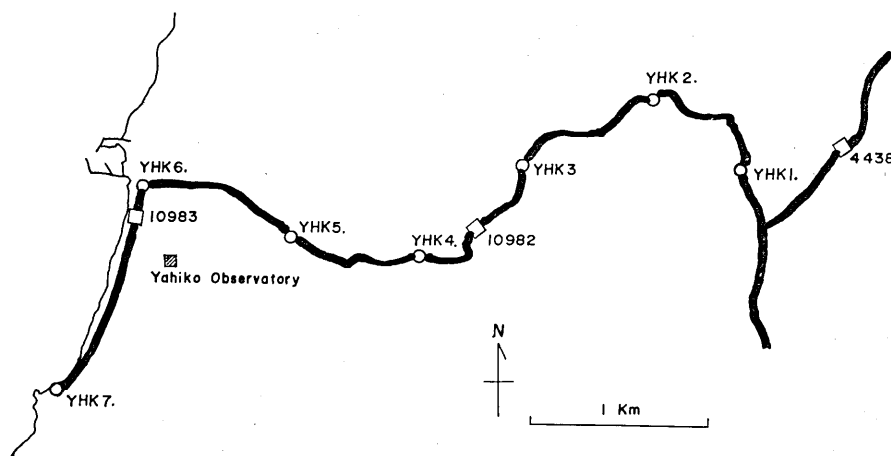


Fig. 16. Leveling survey routes around the Maze and Yahiko Crustal Movement Observatories.

された (Fig. 16). そして最初の水準測量が行なわれ、次で 1955 年 7 月に第 2 回の水準測量が行なわれた。この時以後、国土地理院は No. 10982 と No. 10983 の一等水準点を増設して、水準測量が反復された。当時の新潟地方は新潟市一帯の地盤沈下のために、水準測量が短期間に繰り返されていた。新潟地震 (1964 年, $M7.5$) 前後におけるこの地域の上下変動については Tsubokawa *et al.* (1964) が報告している。

しかし、1967 年以後は県道の拡幅工事が行なわれ、標石の喪失も 6 点に達した。そしてこれらの標石を復旧の後、1972 年 4 月に地震研究所の手によつて改測が行なわれた。1974 年以後は再び国土地理院の手によつて水準測量が行なわれるようになった。これらについては地震研究所・弥彦地殻変動観測所 (1972, 1975), および国土地理院 (1966, 1967, 1968, 1975, 1977a, 1977b, 1978, 1979, 1980, 1981) によつて発表されている。

2) 光波測量

光波測量のための弥彦基線網の設置については、弥彦観測所の開設当初よりその計画が行なわれていた。また弥彦地域に近接する小千谷地域は活褶曲運動の進行がみられ、ここに小千谷基線網も併置された (笠原ほか, 1968, 1969)。測定結果は地震研究所・地殻変動移動班 (1978, 1982) によつて発表されている。

3) 佐渡・小木半島の傾動観測

佐渡ヶ島小木半島南岸には、1802 年の小木地震により隆起した波蝕台が発達している (太田ほか, 1976)。この波蝕台上の小木町宿根木海岸において、直交する 2 本の測線を設けて ($N 40^\circ W$ 90 m, $N 60^\circ E$ 41 m), これにステンレス製の金属標を埋設し、1972 年 6 月よりほぼ年 1 回比高測定をしてきた。この報告は地震研究所・弥彦地殻変動観測所 (1972, 1975, 1978, 1981) および若杉・高橋 (1982) によつて発表されている。

4) 間瀬・寺泊港における潮位観測

傾斜計および伸縮計の連続打点記録を見ると、数分から 30 分周期の脈動が多く見出される。この原因が潮位にあるのではないかと疑いから、潮位と地殻変動の関係について調べる目的で、1973 年 6 月から間瀬港岸壁に地震研究所技術部製の小型検潮儀を設置して観測を行なつた。しかし、しばしば電気信号ケーブルの切断事故や海水取り入れ口の詰まり等が生じたために良好なデータが得られず、1974 年 10 月で観測を中止した。

その後、1976 年 11 月になつて、間瀬から海岸沿いに南に 11 km の地点に新潟県所有の寺泊検潮所があり、同県与板土木事務所の好意によりフース型検潮儀に歯車とポテンシヨメータを取付けて潮位データが得られるようになった。当初から打点式記録計を用いていたが、1984 年 5 月より検潮所と弥彦観測所間を結んだテレメータ伝送ができるようになった。

5) 間瀬と寺泊における地下水位の観測

地震研究所の 1982 年度プロジェクト研究によつて、地下水位の臨時観測を実施した。観測井は弥彦観測所の西方約 100 m と、寺泊検潮所より内陸に約 50 m 寄つた場所であつた。観測は 1982 年 9 月～1983 年 7 月まで行なわれたが、両方の観測井が浅いため良好なデータが得られなかつた。

間瀬・弥彦両観測所に関する観測報告を Table 1 にリストアップする。

Table 1. Lists of the reports about observations at the Maze and Yahiko Crustal Movement Observatories.

Maze Crustal Movement Observatory		
Instruments	Authors	Remarks
Water-tube tiltmeter	E. R. I. Yahiko Observatory (1971, 1973a, 1975)	in Japanese
"	KASAHARA (1973)	"
Ishimoto's Horizontal Pendulum tiltmeter	E. R. I. Yahiko Observatory (1973a)	"
Extensometer	E. R. I. Yahiko Observatory (1973a)	"
Yahiko Crustal Movement Observatory		
Instruments	Authors	Remarks
Water-tube tiltmeter	E. R. I. Yahiko Observatory (1972, 1973b, 1975, 1978, 1981)	in Japanese
Extensometer	SMITH & KASAHARA (1969)	in English
"	KASAHARA <i>et al.</i> (1974)	in Japanese
"	YANAGISAWA & WAKASUGI (1984)	"
Leveling	E. R. I. Yahiko Observatory (1972, 1975)	"
Geodimeter	E. R. I. Crustal Movement Survey Party (1978, 1982)	"
"	KASAHARA <i>et al.</i> (1969, 1969)	"
Ground tilt Observation at Ogi, Sado	E. R. I. Yahiko Observatory (1972, 1975, 1978, 1981)	"
"	WAKASUGI & TAKAHASHI (1982)	"

7. 水管傾斜計による永年地殻変動データ

1) 間瀬観測所

間瀬観測所の永年地殻変動データは、地震研究所・弥彦地殻変動観測所 (1973a, 1975) によつて水管傾斜計と伸縮計について大部分のデータが発表されている。

水管傾斜計のデータは下記のように処理されている。初期のデータは E-W 成分および N-S 成分の毎日 2 回あるいは 1 回の傾斜計観測により得られ、コンクリート製計器台の E と W および N と S 端のそれぞれの高さの差に対して温度補正が加えられた。しかし水管傾斜計のポット内の水の温度差に対する補正は行なわれなかつた。1 日 2 回の観測の場合は、毎日 7 時と 17 時の観測値の 1 ヶ月ごとの算術平均をとつてその月の平均値としていた。さらに、次式によつて座標の回転を行なつて、E-W と N-S 成分を算出した。いま月平均値をそれぞれ R_{EW} と R_{NS} とし水管傾斜計の E-W 成分の設置方位と E-W 方向とのなす角を θ とすると、

$$\text{E-W 成分: } R_{EW} \cos \theta - R_{NS} \sin \theta$$

$$\text{N-S 成分: } R_{EW} \sin \theta + R_{NS} \cos \theta$$

となる。ここで $\theta=15.0^\circ$ である。この計算の後に 12 ヶ月の移動平均がとられた。

読取水管傾斜計の永年地殻変動データ (1956~1971 年) の月平均値を Table 2 にまと

める。観測の初期には温度補正が行なわれているが、今回の計算には算入していない。傾斜計の読取値 (μm) から傾斜角 ($''$) に換算する係数 (感度) を Table 3 に示す。

上記の Table 2 の結果のうち N-S と E-W 成分と、移動平均値を Fig. 17 に示した。この図中で注目すべきこととして、1966 年と 1967 年に N-S 成分が夏季に極めて大きな変動をすることである。この原因としては間瀬観測所の北側に隣接して漁業協同組合の大冷蔵庫があり、この時期大活躍をしたためと考えられる。次に、新潟地震 (1964 年) の前兆現象は N-S 成分に特に顕著で、1958 年頃から変化がはじまり、その直前まで続いたと考えられる。しかし、E-W 成分にはあまりはつきりした変化が見当たらない理由は何故であろうか。間瀬観測所は新潟地震の震央から南東方向に約 70 km (Fig. 3 参照) にあることから N-S と E-W の両成分に変化が発生してもよいのではないかと考えられる。し

Table 2. Secular variations observed at the Maze Crustal Movement Observatory.

MAZE CRUSTAL MOVEMENT OBSERVATORY : WATER-TUBE TILTMETERS(1952—1971)														
YEAR MONTH	OBSERVATION		OBS.	AYS	OBSERVATION		COMPONENT		12 MONTH RUNNING MEANS		OBSERVATION		COMPONENT	
	N-S (μ)	E-W (μ)			N-S ($''$)	E-W ($''$)	N-S ($''$)	E-W ($''$)	N-S ($''$)	E-W ($''$)	N-S ($''$)	E-W ($''$)		
1955 JUL	377.2	131.5	12	12	7.770	2.709	8.207	-0.605						
1955 AUG	373.2	146.4	24	23	7.688	3.016	8.207	-0.923						
1955 SEP	357.6	152.5	27	27	7.367	3.141	7.929	-1.128						
1955 OCT	357.8	137.8	24	24	7.371	2.839	7.854	-0.834						
1955 NOV	365.3	116.5	26	26	7.525	2.400	7.890	-0.370						
1955 DEC	362.2	100.4	26	26	7.461	2.068	7.742	-0.067	7.876	2.329	8.210	-0.211		
1956 JAN	374.5	88.6	23	23	7.715	1.825	7.924	0.234	7.872	2.284	8.195	-0.169		
1956 FEB	403.0	89.9	25	25	8.302	1.852	8.498	0.360	7.876	2.259	8.192	-0.144		
1956 MAR	418.6	94.9	26	28	8.623	1.555	8.835	0.344	7.922	2.243	8.233	-0.116		
1956 APR	413.2	101.6	26	26	8.512	2.093	8.764	0.181	7.973	2.241	8.282	-0.101		
1956 MAY	401.0	98.9	28	27	8.261	2.037	8.506	0.170	8.026	2.250	8.335	-0.056		
1956 JUN	384.1	97.7	29	29	7.912	2.013	8.164	0.104	8.062	2.237	8.366	-0.074		
1956 JUL	375.0	105.3	28	28	7.725	2.169	8.023	-0.096	8.095	2.226	8.356	-0.055		
1956 AUG	375.6	131.8	28	26	7.737	2.715	8.176	-0.620	8.147	2.233	8.448	-0.048		
1956 SEP	384.4	143.3	26	26	7.919	2.952	8.413	-0.802	8.179	2.234	8.478	-0.041		
1956 OCT	387.6	136.8	30	30	7.985	2.818	8.442	-0.655	8.182	2.236	8.482	-0.042		
1956 NOV	396.2	121.3	29	28	8.162	2.499	8.530	-0.301	8.190	2.226	8.487	-0.031		
1956 DEC	383.1	92.8	28	26	7.892	1.912	8.118	0.196	8.215	2.234	8.514	-0.031		
1957 JAN	394.0	82.4	25	25	8.116	1.697	8.279	0.461	8.252	2.231	8.549	-0.020		
1957 FEB	433.3	93.9	23	23	8.926	1.934	9.122	0.442	8.317	2.241	8.614	-0.012		
1957 MAR	436.8	95.3	28	28	8.998	1.563	9.200	0.433	8.379	2.250	8.676	-0.005		
1957 APR	415.3	102.9	30	30	8.555	2.120	8.812	0.167	8.439	2.241	8.731	0.020		
1957 MAY	405.6	93.3	31	31	8.355	1.922	8.568	0.306	8.493	2.241	8.783	0.033		
1957 JUN	398.8	102.2	30	30	8.215	2.105	8.480	0.093	8.614	2.264	8.807	0.043		
1957 JUL	396.5	103.9	31	31	8.168	2.140	8.444	0.047	8.741	2.261	9.028	0.079		
1957 AUG	413.4	137.2	31	30	8.516	2.826	8.957	-0.526	8.821	2.231	9.098	0.128		
1957 SEP	420.4	148.9	23	12	8.660	3.067	9.159	-0.721	8.919	2.193	9.183	0.190		
1957 OCT	422.4	131.1	31	31	8.701	2.701	9.104	-0.357	9.046	2.145	9.294	0.269		
1957 NOV	427.6	121.5	30	29	8.809	2.503	9.156	-0.138	9.175	2.104	9.407	0.342		
1957 DEC	453.8	106.3	30	30	9.348	2.190	9.597	0.304	9.307	2.081	9.528	0.358		
1958 JAN	467.9	80.4	30	31	9.639	1.656	9.739	0.895	9.406	2.088	9.626	0.417		
1958 FEB	480.0	76.8	29	28	9.888	1.582	9.961	1.031	9.505	2.081	9.720	0.450		
1958 MAR	494.1	72.9	31	31	10.178	1.502	10.220	1.184	9.616	2.073	9.824	0.487		
1958 APR	489.3	75.3	30	30	10.080	1.551	10.138	1.110	9.705	2.078	9.912	0.505		
1958 MAY	480.5	69.3	31	31	9.898	1.428	9.931	1.183	9.785	2.060	9.985	0.543		
1958 JUN	475.6	88.9	30	30	9.797	1.831	9.938	0.767	9.814	2.031	10.006	0.578		
1958 JUL	454.1	108.0	30	31	9.354	2.225	9.612	0.272	9.816	2.028	10.007	0.581		
1958 AUG	471.4	132.8	30	30	9.711	2.736	10.088	-0.129	9.803	2.030	9.994	0.576		
1958 SEP	484.7	144.0	30	30	9.985	2.966	10.412	-0.281	9.786	2.025	9.976	0.577		
1958 OCT	474.5	134.2	24	24	9.775	2.765	10.157	-0.140	9.820	2.013	10.006	0.597		
1958 NOV	474.2	111.1	30	30	9.769	2.289	10.028	0.318	9.847	1.982	10.024	0.634		
1958 DEC	470.8	89.7	31	31	9.698	1.848	9.846	0.725	9.854	1.927	10.017	0.689		
1959 JAN	469.0	78.6	31	31	9.661	1.619	9.751	0.937	9.893	1.842	10.033	0.782		
1959 FEB	472.3	77.7	28	28	9.729	1.601	9.812	0.972	9.907	1.743	10.020	0.880		
1959 MAR	484.0	69.9	29	31	9.970	1.440	10.003	1.190	9.907	1.645	9.995	0.975		
1959 APR	509.1	68.2	29	29	10.487	1.405	10.494	1.357	9.924	1.542	9.985	1.079		
1959 MAY	496.2	51.4	31	31	10.222	1.059	10.147	1.623	9.950	1.453	9.987	1.171		
1959 JUN	479.9	56.8	29	29	9.886	1.170	9.852	1.428	9.985	1.379	10.002	1.252		
1959 JUL	477.1	58.5	30	29	9.828	1.205	9.805	1.380	10.036	1.308	10.033	1.335		
1959 AUG	479.0	75.3	29	29	9.867	1.551	9.933	1.056	10.091	1.226	10.064	1.428		
1959 SEP	484.7	86.6	24	24	9.985	1.784	10.106	0.661	10.148	1.161	10.102	1.505		
1959 OCT	484.6	74.7	29	29	9.983	1.539	10.041	1.097	10.178	1.101	10.116	1.570		
1959 NOV	489.4	59.2	29	30	10.082	1.220	10.054	1.431	10.220	1.075	10.150	1.607		
1959 DEC	491.3	46.5	23	31	10.121	0.958	10.024	1.694	10.270	1.051	10.192	1.643		

Table 2. (Continued)

YEAR	MONTH	OBSERVATION		OBS.	AYS	OBSERVATION		COMPONENT		12 MONTH RUNNING MEANS			
		N-S (μ)	E-W (μ)			N-S (μ)	E-W (μ)	N-S (μ)	E-W (μ)	OBSERVATION N-S (μ)	E-W (μ)	COMPONENT N-S (μ)	E-W (μ)
1960	JAN	498.7	36.9	28	31	10.273	0.760	10.120	1.925	10.306	1.033	10.222	1.669
1960	FEB	504.3	30.0	29	29	10.389	0.618	10.195	2.092	10.331	1.023	10.244	1.686
1960	MAR	516.9	32.2	31	31	10.648	0.663	10.457	2.115	10.347	1.007	10.255	1.706
1960	APR	526.7	33.5	23	23	10.850	0.690	10.659	2.142	10.352	0.994	10.256	1.719
1960	MAY	520.9	35.8	31	31	10.731	0.737	10.556	2.065	10.315	0.980	10.217	1.723
1960	JUN	508.8	43.0	30	30	10.481	0.886	10.353	1.857	10.258	0.959	10.157	1.728
1960	JUL	498.2	48.1	31	31	10.263	0.991	10.170	1.699	10.187	0.934	10.082	1.735
1960	AUG	493.7	69.2	31	29	10.170	1.426	10.193	1.255	10.125	0.915	10.017	1.737
1960	SEP	493.8	77.3	29	29	10.172	1.592	10.238	1.095	10.067	0.895	9.955	1.741
1960	OCT	487.5	67.1	31	31	10.042	1.382	10.058	1.264	9.993	0.884	9.881	1.733
1960	NOV	467.7	51.1	30	30	9.635	1.053	9.579	1.477	9.910	0.869	9.798	1.725
1960	DEC	458.4	34.6	30	31	9.443	0.713	9.306	1.756	9.816	0.845	9.700	1.724
1961	JAN	457.5	21.9	30	31	9.424	0.451	9.220	2.003	9.686	0.826	9.570	1.709
1961	FEB	468.0	19.0	28	28	9.641	0.391	9.414	2.117	9.550	0.805	9.433	1.694
1961	MAR	482.8	21.0	31	31	9.946	0.433	9.719	2.156	9.410	0.788	9.294	1.674
1961	APR	483.8	26.7	29	30	9.966	0.550	9.769	2.048	9.276	0.775	9.160	1.653
1961	MAY	472.8	27.4	31	31	9.740	0.564	9.554	1.976	9.162	0.751	9.044	1.646
1961	JUN	453.6	29.1	29	29	9.344	0.599	9.181	1.839	9.068	0.736	8.950	1.636
1961	JUL	422.7	36.7	31	31	8.708	0.756	8.607	1.523	9.003	0.726	8.885	1.629
1961	AUG	414.8	57.2	31	31	8.545	1.178	8.559	1.073	8.926	0.731	8.811	1.604
1961	SEP	412.2	67.4	29	28	8.491	1.388	8.561	0.857	8.855	0.738	8.745	1.579
1961	OCT	409.1	59.1	16	21	8.427	1.217	8.455	1.005	8.800	0.743	8.693	1.560
1961	NOV	401.4	37.6	22	22	8.269	0.775	8.188	1.392	8.753	0.751	8.650	1.540
1961	DEC	403.8	25.5	24	24	8.318	0.525	8.171	1.646	8.722	0.753	8.620	1.530
1962	JAN	419.7	16.5	31	31	8.646	0.340	8.439	1.909	8.723	0.760	8.622	1.524
1962	FEB	422.9	21.7	27	28	8.712	0.447	8.531	1.823	8.708	0.768	8.610	1.512
1962	MAR	441.7	25.0	31	31	9.099	0.515	8.922	1.858	8.669	0.752	8.568	1.518
1962	APR	451.7	29.7	30	30	9.305	0.612	9.146	1.817	8.600	0.723	8.494	1.528
1962	MAY	445.5	32.1	31	31	9.177	0.661	9.036	1.737	8.496	0.700	8.388	1.523
1962	JUN	435.5	30.0	30	30	8.971	0.618	8.826	1.725	8.355	0.669	8.244	1.516
1962	JUL	423.0	40.8	31	31	8.714	0.840	8.634	1.443	8.193	0.658	8.084	1.485
1962	AUG	406.2	61.7	31	31	8.368	1.271	8.412	0.938	8.046	0.650	7.940	1.455
1962	SEP	389.5	58.2	30	30	8.024	1.199	8.061	0.919	7.892	0.629	7.786	1.435
1962	OCT	368.7	42.1	31	31	7.595	0.867	7.561	1.128	7.738	0.610	7.632	1.414
1962	NOV	340.9	24.3	13	29	7.023	0.501	6.913	1.334	7.587	0.583	7.479	1.401
1962	DEC	321.8	7.8	31	31	6.629	0.161	6.445	1.561	7.444	0.588	7.342	1.358
1963	JAN	325.5	9.7	28	12	6.705	0.200	6.529	1.542	7.294	0.591	7.195	1.317
1963	FEB	336.8	17.0	28	23	6.938	0.350	6.792	1.457	7.143	0.583	7.050	1.286
1963	MAR	352.4	13.0	31	31	7.259	0.268	7.081	1.620	6.995	0.584	6.907	1.247
1963	APR	361.9	18.4	30	27	7.455	0.379	7.299	1.563	6.844	0.594	6.764	1.198
1963	MAY	357.5	16.4	31	31	7.364	0.338	7.201	1.580	6.698	0.609	6.628	1.145
1963	JUN	351.9	33.3	30	30	7.249	0.686	7.180	1.214	6.553	0.634	6.494	1.083
1963	JUL	336.1	42.6	31	31	6.924	0.878	6.915	0.944	6.405	0.647	6.354	1.033
1963	AUG	317.9	56.7	31	31	6.549	1.168	6.628	0.567	6.276	0.661	6.233	0.985
1963	SEP	303.2	58.7	30	29	6.246	1.209	6.346	0.449	6.148	0.706	6.121	0.909
1963	OCT	280.8	48.0	31	31	5.784	0.989	5.843	0.542	5.993	0.737	5.980	0.839
1963	NOV	256.2	33.4	30	30	5.278	0.688	5.276	0.701	5.824	0.759	5.822	0.774
1963	DEC	236.9	22.3	15	30	4.880	0.459	4.833	0.819	5.644	0.742	5.643	0.744
1964	JAN	239.2	17.1	31	31	4.928	0.352	4.851	0.935	5.470	0.703	5.466	0.737
1964	FEB	261.9	25.4	29	29	5.395	0.523	5.347	0.891	5.335	0.683	5.330	0.721
1964	MAR	277.7	39.0	31	31	5.721	0.803	5.734	0.705	5.227	0.669	5.222	0.707
1964	APR	272.0	36.6	30	30	5.603	0.754	5.607	0.722	5.181	0.649	5.172	0.714
1964	MAY	258.9	29.0	31	31	5.333	0.597	5.306	0.803	5.222	0.628	5.206	0.745
1964	JUN	246.7	23.2	28	28	5.082	0.478	5.033	0.854	5.322	0.610	5.259	0.788
1964	JUL	235.1	19.9	31	31	4.843	0.410	4.784	0.858	5.421	0.613	5.355	0.811
1964	AUG	239.2	45.1	27	31	4.928	0.929	5.000	0.378	5.535	0.607	5.503	0.846
1964	SEP	240.0	50.7	21	21	4.944	1.044	5.046	0.271	5.647	0.597	5.609	0.884
1964	OCT	254.1	36.4	31	31	5.234	0.750	5.250	0.630	5.764	0.593	5.721	0.819
1964	NOV	280.1	20.9	30	20	5.770	0.431	5.685	1.078	5.877	0.592	5.830	0.949
1964	DEC	295.5	12.3	29	31	6.087	0.253	5.945	1.331	5.998	0.595	5.948	0.978
1965	JAN	296.5	18.8	30	30	6.108	0.387	6.000	1.207	6.150	0.608	6.097	1.005
1965	FEB	328.3	21.9	28	28	6.763	0.451	6.649	1.315	6.198	0.603	6.143	1.022
1965	MAR	343.1	33.2	30	30	7.068	0.684	7.004	1.169	6.254	0.597	6.196	1.042
1965	APR	340.4	33.9	30	30	7.012	0.698	6.954	1.140	6.341	0.600	6.280	1.061
1965	MAY	324.3	29.8	31	31	6.681	0.593	6.606	1.156	6.388	0.606	6.327	1.068
1965	JUN	317.6	24.6	30	30	6.543	0.507	6.451	1.204	6.416	0.595	6.351	1.086
1965	JUL	323.3	27.3	26	31	6.660	0.562	6.579	1.181	6.452	0.570	6.379	1.120
1965	AUG	267.3	42.5	30	30	5.506	0.875	5.545	0.579	6.472	0.545	6.394	1.145
1965	SEP	272.9	47.0	30	30	5.622	0.968	5.681	0.520	6.488	0.514	6.400	1.183
1965	OCT	304.4	39.4	30	30	6.271	0.791	6.262	0.859	6.511	0.488	6.415	1.214
1965	NOV	307.5	24.1	30	30	6.334	0.496	6.247	1.160	6.344	0.465	6.441	1.245
1965	DEC	311.8	6.1	31	31	6.423	0.126	6.237	1.541	6.602	0.443	6.452	1.281

Table 2. (Continued)

YEAR	MONTH	OBSERVATION		OBS.	AYS	OBSERVATION		COMPONENT		12 MONTH RUNNING MEANS			
		N-S (μ)	E-W (μ)			N-S (μ)	E-W (μ)	N-S (μ)	E-W (μ)	OBSERVATION N-S (μ)	E-W (μ)	COMPONENT N-S (μ)	E-W (μ)
1966	JAN	317.4	4.0	31	31	6.538	0.082	6.337	1.613	6.591	0.422	6.475	1.298
1966	FEB	340.2	10.1	28	28	7.008	0.208	6.823	1.613	6.674	0.410	6.552	1.331
1966	MAR	352.1	12.6	31	27	7.253	0.260	7.073	1.627	6.807	0.412	6.682	1.364
1966	APR	354.0	18.9	30	30	7.292	0.389	7.145	1.511	6.648	0.413	6.529	1.322
1966	MAY	343.3	15.2	31	31	7.072	0.313	6.912	1.528	6.593	0.409	6.475	1.312
1966	JUN	351.5	12.0	30	0	7.241	0.247	7.058	1.635	6.615	0.423	6.495	1.304
1966	JUL	316.8	14.8	29	29	6.526	0.305	6.383	1.395	6.645	0.415	6.526	1.319
1966	AUG	315.6	35.7	31	31	6.501	0.735	6.470	0.972	6.674	0.416	6.555	1.325
1966	SEP	350.9	48.1	30	30	7.229	0.991	7.239	0.914	6.708	0.424	6.585	1.326
1966	OCT	211.6	39.0	31	31	4.359	0.803	4.418	0.352	6.729	0.422	6.605	1.333
1966	NOV	275.6	21.7	30	30	5.677	0.447	5.600	1.038	6.746	0.427	6.626	1.333
1966	DEC	324.2	14.2	31	31	6.679	0.293	6.527	1.446	6.723	0.440	6.606	1.315
1967	JAN	334.9	-0.4	28	28	6.899	-0.008	6.662	1.794	6.669	0.457	6.560	1.285
1967	FEB	357.5	10.8	28	28	7.364	0.222	7.171	1.691	6.668	0.477	6.564	1.265
1967	MAR	371.5	17.2	31	31	7.653	0.354	7.484	1.638	6.661	0.493	6.368	1.196
1967	APR	366.2	17.8	30	30	7.544	0.367	7.382	1.598	6.545	0.511	6.454	1.200
1967	MAY	353.2	17.9	31	31	7.276	0.369	7.123	1.527	6.607	0.527	6.518	1.201
1967	JUN	338.5	19.4	30	30	6.973	0.400	6.839	1.419	6.579	0.521	6.490	1.200
1967	JUL	285.3	24.7	30	30	5.677	0.509	5.809	1.030	6.553	0.529	6.467	1.185
1967	AUG	314.9	47.3	31	31	6.487	0.974	6.518	0.738	6.525	0.535	6.441	1.172
1967	SEP	230.2	57.6	30	30	4.742	1.187	4.888	0.081	6.542	0.543	6.459	1.169
1967	OCT	260.7	49.7	31	31	5.370	1.024	5.452	0.401	6.510	0.556	6.432	1.148
1967	NOV	311.6	30.7	30	30	6.419	0.632	6.364	1.050	6.475	0.570	6.402	1.126
1967	DEC	308.2	10.7	31	31	6.349	0.220	6.190	1.430	6.444	0.574	6.373	1.113
1968	JAN	319.6	4.6	31	31	6.584	0.095	6.384	1.612	6.481	0.586	6.411	1.111
1968	FEB	341.1	14.0	22	22	7.027	0.288	6.862	1.540	6.469	0.585	6.401	1.106
1968	MAR	381.1	21.7	31	31	7.851	0.447	7.699	1.600	6.636	0.581	6.560	1.157
1968	APR	347.6	25.4	30	30	7.161	0.523	7.052	1.348	6.772	0.574	6.690	1.198
1968	MAY	333.3	26.1	31	31	6.866	0.538	6.771	1.258	6.824	0.564	6.737	1.221
1968	JUN	320.2	22.1	30	30	6.596	0.455	6.489	1.267	6.877	0.557	6.787	1.242
1968	JUL	306.6	31.5	31	31	6.316	0.649	6.269	1.008	6.921	0.544	6.826	1.266
1968	AUG	308.1	48.9	31	31	6.347	1.007	6.391	0.670	6.960	0.522	6.857	1.297
1968	SEP	327.4	52.9	30	30	6.744	1.090	6.797	0.693	6.969	0.499	6.860	1.322
1968	OCT	340.2	46.0	31	31	7.008	0.948	7.015	0.899	7.033	0.483	6.918	1.354
1968	NOV	341.6	24.6	30	30	7.037	0.507	6.928	1.332	7.093	0.468	6.972	1.383
1968	DEC	339.4	6.7	30	30	6.992	0.138	6.789	1.676	7.152	0.455	7.027	1.412
1969	JAN	345.3	-2.9	31	31	7.113	-0.060	6.855	1.899	7.180	0.431	7.047	1.442
1969	FEB	363.3	0.9	28	28	7.484	0.019	7.234	1.919	7.232	0.407	7.091	1.475
1969	MAR	386.5	8.4	31	31	7.962	0.173	7.735	1.894	7.259	0.399	7.115	1.493
1969	APR	385.1	16.0	5	5	7.933	0.330	7.748	1.735	7.268	0.381	7.119	1.513
1969	MAY	368.0	17.7	4	4	7.581	0.365	7.417	1.610	7.270	0.375	7.120	1.519
1969	JUN	355.0	14.4	5	5	7.313	0.297	7.141	1.606	7.270	0.365	7.116	1.529
1969	JUL	322.7	17.7	4	4	6.648	0.365	6.515	1.368	7.285	0.363	7.131	1.535
1969	AUG	338.5	34.5	4	4	6.973	0.711	6.919	1.118	7.309	0.374	7.157	1.530
1969	SEP	343.0	48.4	5	5	7.066	0.997	7.083	0.866	7.319	0.386	7.169	1.521
1969	OCT	345.5	35.7	4	4	7.117	0.735	7.065	1.132	7.312	0.398	7.166	1.508
1969	NOV	342.7	21.2	4	4	7.060	0.437	6.932	1.405	7.315	0.402	7.170	1.505
1969	DEC	339.2	0.6	5	5	6.988	0.012	6.753	1.797	7.318	0.414	7.176	1.494
1970	JAN	354.2	-4.2	4	4	7.297	-0.087	7.026	1.972	7.359	0.431	7.219	1.489
1970	FEB	377.2	7.5	4	4	7.770	0.154	7.546	1.862	7.367	0.445	7.232	1.473
1970	MAR	392.2	15.6	5	5	8.070	0.321	7.887	1.781	7.348	0.460	7.216	1.458
1970	APR	381.2	22.5	4	4	7.853	0.463	7.705	1.585	7.308	0.477	7.182	1.431
1970	MAY	369.7	20.2	4	4	7.616	0.416	7.464	1.569	7.260	0.472	7.134	1.423
1970	JUN	357.0	21.6	5	5	7.354	0.445	7.219	1.474	7.219	0.477	7.096	1.408
1970	JUL	346.2	27.2	4	4	7.132	0.560	7.034	1.305	7.167	0.482	7.048	1.389
1970	AUG	343.2	45.0	5	5	7.070	0.927	7.069	0.934	7.106	0.480	6.988	1.376
1970	SEP	332.0	55.0	3	3	6.839	1.133	6.899	0.676	7.049	0.476	6.932	1.365
1970	OCT	322.2	45.5	4	4	6.637	0.937	6.654	0.813				
1970	NOV	314.6	18.2	5	5	6.481	0.375	6.357	1.315				
1970	DEC	315.5	3.5	4	4	6.499	0.072	6.297	1.612				
1971	JAN	324.2	-1.0	4	4	6.679	-0.021	6.446	1.748				
1971	FEB	341.5	6.2	4	4	7.035	0.128	6.828	1.697				
1971	MAR	358.8	13.4	5	5	7.391	0.276	7.211	1.646				

かし、この地区の地質構造について第2章で南北の方向性があることを述べたが、これと関係が深いのではないかと思う。N-SとE-W成分の12ヶ月移動平均値を使用して傾動ベクトルとして示したのがFig. 18である。この図によると、1956~58年まではN160°E方向に移動していた傾動があつた。これは設置初期のドリフトと考えられる。そして1959年初頭からまずN100°E方向の変動が顕著となり、1960年になると一転してN10°W方向の変動が極めて顕著となつた。この傾向は新潟地震発生の直前の1964年5月まで続いていた。そして地震後傾動方向を逆転して、余効変動が1年余続いて、その後はかなりゆつくりしたN160°Eの変動に変わつた。

Table 3. Sensitivity and step corrections made for observed data.

Maze Crustal Movement Observatory					
Date	Sensitivity		Step correction		Remarks
	N-S (μ /mm)	E-W (μ /mm)	N-S (μ)	E-W (μ)	
Oct. 1, 1952	0.026	0.026	0.0	0.0	Observation start
Mar. 29, 1971	"	"	"	"	Observation stop

Yahiko Crustal Movement Observatory					
Date	Sensitivity		Step correction		Remarks
	A-B (μ /mm)	C-D (μ /mm)	A-B (μ)	C-D (μ)	
May 31, 1967	0.00688	0.00688	0.0	0.0	Observation start
Aug. 1, 1981	"	"	-2.071	1.720	Adjustment of instrument

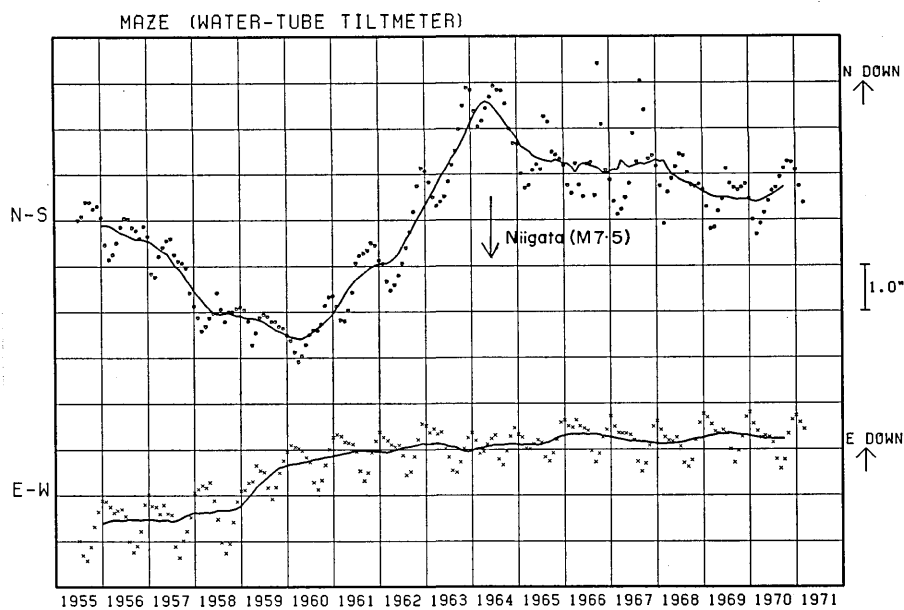


Fig. 17. Secular tilting variations observed at the Maze Crustal Movement Observatory.

2) 弥彦観測所

弥彦観測所の永年地殻変動データについては、地震研究所・弥彦地殻変動観測所 (1972, 1975, 1978, 1971) によつて水管傾斜計のデータが発表されている。この水管傾斜計の観測データは下記のように処理されている。観測開始から1974年8月15日までは1日1回の観測が9時30分に行なわれていた。その後は若杉・笠原 (1974) の方式に変わった。それは週1回の読取観測を基準として、フロート型水管傾斜計による補間値により毎日9時30

MAZE (WATER-TUBE TILTMETER)

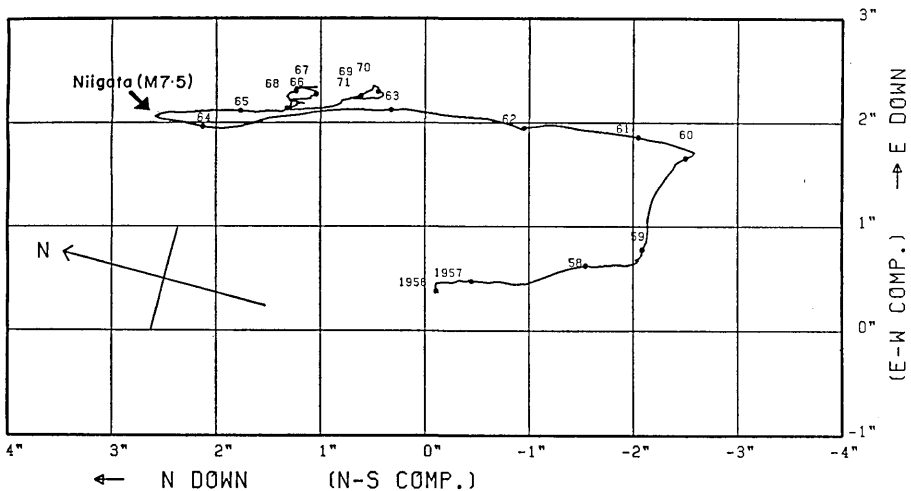


Fig. 18. Temporal variations in ground tilting vectors at the Maze Crustal Movement Observatory.

分の値を決める。そしてこの毎日の観測を算術平均してその月の平均値を決める。さらに次式によつて座標の回転を行ない、E-W と N-S 成分を算出する。いま A-B および C-D 成分の月平均された観測値をそれぞれ R_{AB} と R_{CD} とし、水管傾斜計の A-B 成分の設置方位を E-W 方向とのなす角を θ とする。このとき

$$\text{E-W 成分: } -R_{AB} \cos \theta + R_{CD} \sin \theta$$

$$\text{N-S 成分: } R_{AB} \sin \theta + R_{CD} \cos \theta$$

となる。ここに $\theta = 28.0^\circ$ である。この計算後に 12 ケ月の移動平均をする。

読取水管傾斜計の永年地殻変動データ (1967~1983 年) の月平均値を Table 4 にまとめる。ここに示すデータには温度補正は行なわれていない。傾斜計の読取值 (μm) から傾斜角 (") に換算する係数 (感度) と観測期間中に算入したステップ量については Table 3 にまとめている。

上記の Table 4 の結果から、A-B と C-D 成分とこれの移動平均を求めて Fig. 19 に示す。この図の中で注目すべきことは A-B 成分が C-D 成分に比較して極めて大きな変動を示すことである。そしてこの変動の方向は間瀬観測所の $N 160^\circ E$ 方向の傾動に対して、ほぼ正反対の $N 55^\circ W$ 方向となつている。この原因については不明であるが、TANAKA (1981) は観測坑の新期掘削による時定数ではないかと推定している。

次に間瀬観測所と同様に、弥彦観測所の傾斜 A-B と C-D 成分の 12 ケ月移動平均をとつて、傾動ベクトルを示したものが Fig. 20 である。この図によつても A-B 成分のドリフトが極めて大きいことがよくわかる。

8. 間瀬・弥彦観測所周辺における水準測量データと水管傾斜計データの比較

前述のように、県道工事のため水準測量には 1968~1973 年の休止期間が存在し、この間にほとんどの水準標石は喪失してしまい、1973 年になつて復旧が行なわれた。従つて、水準データとしては前期 (1958~1967 年) と後期 (1974~以降) の 2 つの時期に分けることにする。前期のデータが間瀬観測所に、後期のデータが弥彦観測所における傾斜観測と比較するために便利である。水準測量成果は国土地理院 (1966, 1967, 1968, 1975, 1977a, 1977b, 1978, 1979, 1980, 1981) によつて地震研究所の測量分も併せて発表されている。

上記の成果のなかから、間瀬にある水準点 YHK-6 (Fig. 16 参照) を基準にして、YHK-1 (YHK-6 より N 90° E, 3.4 km), YHK-4 (YHK-6 より N 115° E, 1.7 km)

Table 4. Secular tilting variations observed at the Yahiko Crustal Movement Observatory.

YAHIKO CRUSTAL MOVEMENT OBSERVATORY : WATER-TUBE IMETERS (1967--1983)													
YEAR	MONTH	OBSERVATION		OBS.	AYS	OBSERVATION		COMPONENT		12 MONTH RUNNING MEANS			
		A-B	C-D			A-B	C-D	E-W	N-S	OBSERVATION	OBSERVATION	COMPONENT	COMPONENT
		(μ)	(μ)			(μ)	(μ)	(μ)	(μ)	A-B	C-D	E-W	N-S
1967	JUN	1077.4	-2514.0	30	30	7.413	-17.296	-11.665	-5.792				
1967	JUL	1035.2	-2510.4	31	31	7.122	-17.272	-11.397	-5.906				
1967	AUG	1012.9	-2509.7	31	31	6.969	-17.267	-11.259	-5.974				
1967	SEP	977.0	-2495.9	30	30	6.722	-17.172	-10.997	-6.006				
1967	OCT	957.0	-2495.1	31	31	6.584	-17.166	-10.873	-6.066				
1967	NOV	933.7	-2489.9	30	30	6.424	-17.131	-10.714	-6.110	6.242	-17.131	-10.554	-6.195
1967	DEC	891.2	-2483.4	31	31	6.131	-17.086	-10.435	-6.207	6.054	-17.107	-10.377	-6.262
1968	JAN	850.1	-2477.4	31	31	5.849	-17.045	-10.166	-6.304	5.891	-17.086	-10.223	-6.320
1968	FEB	825.0	-2478.7	29	29	5.676	-17.053	-10.018	-6.393	5.742	-17.067	-10.082	-6.373
1968	MAR	796.7	-2473.7	31	31	5.481	-17.019	-9.830	-6.454	5.609	-17.054	-9.959	-6.425
1968	APR	774.0	-2475.6	30	30	5.325	-17.032	-9.698	-6.538	5.488	-17.043	-9.847	-6.472
1968	MAY	756.9	-2475.5	31	31	5.207	-17.031	-9.594	-6.593	5.371	-17.031	-9.738	-6.516
1968	JUN	750.0	-2472.8	30	30	5.160	-17.013	-9.543	-6.599	5.260	-17.021	-9.635	-6.560
1968	JUL	750.3	-2473.6	31	31	5.162	-17.018	-9.547	-6.603	5.162	-17.010	-9.543	-6.595
1968	AUG	752.8	-2476.1	31	31	5.179	-17.036	-9.571	-6.610	5.062	-16.995	-9.448	-6.630
1968	SEP	745.0	-2474.2	30	30	5.126	-17.022	-9.517	-6.624	4.968	-16.983	-9.359	-6.663
1968	OCT	747.2	-2475.7	31	31	5.141	-17.033	-9.535	-6.626	4.877	-16.970	-9.273	-6.654
1968	NOV	728.2	-2469.1	30	30	5.010	-16.987	-9.399	-6.647	4.787	-16.955	-9.186	-6.723
1968	DEC	697.4	-2465.6	31	31	4.798	-16.963	-9.200	-6.725	4.701	-16.945	-9.106	-6.755
1969	JAN	679.5	-2457.6	31	31	4.675	-16.908	-9.066	-6.734	4.615	-16.934	-9.025	-6.785
1969	FEB	650.8	-2453.6	28	28	4.478	-16.881	-8.878	-6.803	4.520	-16.917	-8.933	-6.815
1969	MAR	632.5	-2452.2	31	31	4.352	-16.871	-8.763	-6.853	4.428	-16.900	-8.844	-6.843
1969	APR	615.4	-2452.7	30	30	4.234	-16.875	-8.660	-6.912	4.335	-16.881	-8.753	-6.870
1969	MAY	599.6	-2449.8	31	31	4.125	-16.855	-8.555	-6.945	4.250	-16.866	-8.671	-6.897
1969	JUN	600.9	-2455.2	30	30	4.134	-16.892	-8.580	-6.974	4.173	-16.853	-8.597	-6.922
1969	JUL	600.6	-2454.8	31	31	4.132	-16.889	-8.577	-6.972	4.096	-16.844	-8.524	-6.950
1969	AUG	587.5	-2445.9	31	31	4.042	-16.828	-8.469	-6.960	4.026	-16.839	-8.461	-6.978
1969	SEP	584.2	-2443.9	30	30	4.019	-16.814	-8.443	-6.959	3.964	-16.838	-8.405	-7.006
1969	OCT	584.4	-2442.8	31	31	4.021	-16.806	-8.440	-6.952	3.908	-16.837	-8.355	-7.031
1969	NOV	579.8	-2443.6	30	30	3.989	-16.812	-8.415	-6.971	3.857	-16.840	-8.311	-7.058
1969	DEC	562.9	-2443.3	31	31	3.873	-16.810	-8.311	-7.024	3.804	-16.842	-8.265	-7.084
1970	JAN	545.3	-2441.4	31	31	3.752	-16.797	-8.198	-7.069	3.749	-16.842	-8.217	-7.110
1970	FEB	529.3	-2445.6	27	28	3.642	-16.826	-8.115	-7.147	3.701	-16.845	-8.176	-7.135
1970	MAR	523.7	-2450.1	31	31	3.603	-16.857	-8.095	-7.192	3.658	-16.849	-8.140	-7.160
1970	APR	518.3	-2450.6	28	30	3.566	-16.860	-8.064	-7.213	3.613	-16.853	-8.102	-7.184
1970	MAY	509.7	-2454.5	31	31	3.507	-16.887	-8.024	-7.264	3.566	-16.852	-8.060	-7.205
1970	JUN	508.9	-2458.4	30	30	3.501	-16.914	-8.032	-7.290	3.522	-16.849	-8.019	-7.223
1970	JUL	505.5	-2454.9	30	31	3.478	-16.890	-8.000	-7.280	3.484	-16.844	-7.984	-7.237
1970	AUG	503.3	-2450.9	31	31	3.463	-16.862	-7.974	-7.263	3.448	-16.837	-7.946	-7.247
1970	SEP	508.9	-2452.3	30	30	3.501	-16.872	-8.012	-7.253	3.408	-16.828	-7.909	-7.258
1970	OCT	506.5	-2448.9	31	31	3.485	-16.848	-7.987	-7.240	3.364	-16.819	-7.867	-7.271
1970	NOV	497.4	-2442.3	30	30	3.422	-16.803	-7.910	-7.230	3.320	-16.811	-7.824	-7.285
1970	DEC	485.3	-2437.2	31	31	3.342	-16.768	-7.823	-7.236	3.274	-16.803	-7.780	-7.299
1971	JAN	479.0	-2434.0	31	31	3.296	-16.746	-7.771	-7.239	3.222	-16.794	-7.725	-7.316
1971	FEB	466.4	-2432.0	28	28	3.209	-16.732	-7.688	-7.267	3.168	-16.788	-7.679	-7.336
1971	MAR	456.1	-2434.4	31	31	3.124	-16.749	-7.622	-7.321	3.114	-16.782	-7.628	-7.356
1971	APR	442.7	-2436.5	24	30	3.046	-16.763	-7.559	-7.371	3.065	-16.776	-7.582	-7.374
1971	MAY	433.0	-2440.3	31	31	2.979	-16.789	-7.512	-7.425	3.023	-16.775	-7.545	-7.392
1971	JUN	428.4	-2444.7	30	30	2.947	-16.820	-7.499	-7.467	2.980	-16.774	-7.506	-7.411
1971	JUL	414.5	-2439.1	31	31	2.852	-16.781	-7.396	-7.478	2.936	-16.772	-7.466	-7.431
1971	AUG	409.3	-2440.1	31	31	2.816	-16.788	-7.368	-7.501	2.892	-16.771	-7.427	-7.450
1971	SEP	413.6	-2441.6	30	30	2.846	-16.798	-7.399	-7.496	2.848	-16.766	-7.365	-7.467
1971	OCT	421.1	-2438.6	31	31	2.897	-16.778	-7.435	-7.454	2.798	-16.758	-7.338	-7.482
1971	NOV	425.5	-2439.9	30	30	2.927	-16.786	-7.466	-7.447	2.746	-16.747	-7.287	-7.498
1971	DEC	410.2	-2435.4	31	31	2.822	-16.756	-7.358	-7.469	2.695	-16.737	-7.237	-7.513

Table 4. (Continued)

YEAR MONTH	OBSERVATION		OBS.	AYS	OBSERVATION		COMPONENT		12 MONTH RUNNING MEANS			
	A-B (μ)	C-D (μ)			A-B (μ)	C-D (μ)	E-W (μ)	N-S (μ)	A-B (μ)	C-D (μ)	E-W (μ)	N-S (μ)
1972 JAN	401.6	-2431.1	31	31	2.763	-16.726	-7.292	-7.471	2.652	-16.732	-7.197	-7.528
1972 FEB	389.9	-2430.0	29	29	2.683	-16.718	-7.217	-7.502	2.615	-16.724	-7.160	-7.539
1972 MAR	376.9	-2426.0	31	31	2.593	-16.691	-7.125	-7.520	2.576	-16.715	-7.122	-7.549
1972 APR	357.1	-2421.7	30	30	2.457	-16.661	-6.991	-7.558	2.538	-16.707	-7.084	-7.560
1972 MAY	342.0	-2422.3	31	31	2.353	-16.665	-6.901	-7.610	2.495	-16.700	-7.043	-7.574
1972 JUN	339.1	-2427.3	30	30	2.333	-16.700	-6.900	-7.650	2.456	-16.696	-7.007	-7.589
1972 JUL	340.1	-2429.0	31	31	2.340	-16.712	-6.912	-7.657	2.419	-16.690	-6.972	-7.601
1972 AUG	343.8	-2427.3	31	31	2.365	-16.700	-6.929	-7.635	2.384	-16.688	-6.940	-7.615
1972 SEP	346.3	-2424.7	29	30	2.383	-16.682	-6.935	-7.611	2.351	-16.690	-6.911	-7.632
1972 OCT	354.1	-2425.5	29	31	2.436	-16.687	-6.985	-7.590	2.323	-16.693	-6.888	-7.648
1972 NOV	351.0	-2428.1	30	30	2.415	-16.705	-6.975	-7.616	2.298	-16.696	-6.868	-7.663
1972 DEC	342.6	-2428.1	31	31	2.357	-16.705	-6.924	-7.643	2.273	-16.700	-6.847	-7.678
1973 JAN	336.5	-2421.2	30	30	2.315	-16.658	-6.865	-7.621	2.250	-16.704	-6.829	-7.653
1973 FEB	329.0	-2426.0	28	28	2.264	-16.691	-6.834	-7.675	2.228	-16.710	-6.812	-7.708
1973 MAR	319.2	-2428.7	31	31	2.196	-16.709	-6.784	-7.723	2.209	-16.717	-6.795	-7.723
1973 APR	308.0	-2427.5	30	30	2.119	-16.701	-6.712	-7.751	2.184	-16.721	-6.779	-7.738
1973 MAY	298.6	-2428.0	31	31	2.054	-16.705	-6.656	-7.785	2.159	-16.721	-6.757	-7.750
1973 JUN	295.9	-2433.8	30	30	2.036	-16.745	-6.659	-7.829	2.135	-16.718	-6.733	-7.759
1973 JUL	298.8	-2436.6	31	31	2.056	-16.764	-6.685	-7.836	2.100	-16.715	-6.701	-7.773
1973 AUG	306.2	-2436.5	31	31	2.107	-16.763	-6.730	-7.812	2.064	-16.712	-6.668	-7.787
1973 SEP	313.1	-2437.5	30	30	2.154	-16.770	-6.775	-7.796	2.026	-16.707	-6.632	-7.800
1973 OCT	311.0	-2432.8	31	31	2.140	-16.738	-6.747	-7.774	1.992	-16.705	-6.601	-7.815
1973 NOV	307.5	-2428.2	30	30	2.116	-16.706	-6.711	-7.757	1.962	-16.707	-6.576	-7.831
1973 DEC	299.3	-2421.7	31	31	2.059	-16.661	-6.640	-7.744	1.932	-16.708	-6.550	-7.846
1974 JAN	276.2	-2416.9	31	31	1.900	-16.628	-6.484	-7.790	1.900	-16.706	-6.521	-7.859
1974 FEB	265.8	-2420.3	28	28	1.829	-16.652	-6.432	-7.844	1.867	-16.702	-6.490	-7.871
1974 MAR	253.5	-2419.7	31	31	1.744	-16.648	-6.355	-7.880	1.831	-16.696	-6.455	-7.882
1974 APR	248.2	-2425.5	30	30	1.708	-16.687	-6.342	-7.932	1.794	-16.693	-6.421	-7.897
1974 MAY	246.9	-2431.2	31	31	1.699	-16.727	-6.353	-7.971	1.761	-16.692	-6.392	-7.911
1974 JUN	242.5	-2435.8	30	30	1.669	-16.758	-6.341	-8.013	1.732	-16.695	-6.367	-7.928
1974 JUL	243.5	-2432.4	31	31	1.675	-16.735	-6.336	-7.990	1.712	-16.704	-6.354	-7.945
1974 AUG	248.7	-2429.9	31	31	1.711	-16.718	-6.359	-7.958	1.694	-16.708	-6.339	-7.957
1974 SEP	249.9	-2426.1	30	30	1.719	-16.692	-6.354	-7.931	1.676	-16.708	-6.324	-7.966
1974 OCT	247.7	-2427.8	31	31	1.704	-16.703	-6.346	-7.948	1.656	-16.705	-6.305	-7.973
1974 NOV	250.0	-2426.1	30	30	1.720	-16.692	-6.355	-7.930	1.634	-16.704	-6.285	-7.982
1974 DEC	247.7	-2427.8	31	31	1.704	-16.703	-6.346	-7.948	1.613	-16.701	-6.265	-7.989
1975 JAN	241.3	-2432.1	31	31	1.664	-16.733	-6.324	-7.993	1.590	-16.702	-6.245	-8.000
1975 FEB	234.0	-2427.0	28	27	1.610	-16.698	-6.261	-7.987	1.546	-16.703	-6.224	-8.013
1975 MAR	222.9	-2420.7	31	26	1.534	-16.654	-6.173	-7.985	1.544	-16.706	-6.206	-8.026
1975 APR	212.3	-2420.3	30	30	1.461	-16.652	-6.107	-8.017	1.526	-16.708	-6.191	-8.036
1975 MAY	209.0	-2429.1	31	31	1.438	-16.712	-6.116	-8.081	1.508	-16.708	-6.176	-8.045
1975 JUN	206.6	-2430.5	30	30	1.421	-16.722	-6.105	-8.097	1.490	-16.708	-6.159	-8.053
1975 JUL	203.1	-2433.2	28	31	1.397	-16.740	-6.093	-8.125	1.471	-16.705	-6.142	-8.059
1975 AUG	205.1	-2432.7	31	31	1.411	-16.737	-6.103	-8.115	1.454	-16.701	-6.124	-8.064
1975 SEP	212.6	-2430.9	30	30	1.463	-16.725	-6.143	-8.080	1.432	-16.696	-6.103	-8.070
1975 OCT	216.9	-2431.1	31	31	1.492	-16.726	-6.170	-8.068	1.413	-16.695	-6.085	-8.077
1975 NOV	218.4	-2427.0	30	30	1.503	-16.698	-6.166	-8.038	1.389	-16.691	-6.062	-8.085
1975 DEC	215.6	-2428.1	31	31	1.483	-16.705	-6.152	-8.054	1.366	-16.687	-6.040	-8.053
1976 JAN	210.0	-2426.6	31	31	1.445	-16.695	-6.114	-8.063	1.345	-16.680	-6.018	-8.097
1976 FEB	203.0	-2423.1	29	29	1.397	-16.650	-6.050	-8.046	1.320	-16.673	-5.993	-8.102
1976 MAR	195.9	-2412.2	30	31	1.279	-16.596	-5.921	-8.053	1.284	-16.666	-5.958	-8.112
1976 APR	178.2	-2417.6	30	30	1.226	-16.633	-5.891	-8.111	1.250	-16.658	-5.924	-8.122
1976 MAY	166.7	-2422.4	31	31	1.147	-16.666	-5.837	-8.177	1.217	-16.656	-5.894	-8.135
1976 JUN	166.8	-2423.6	30	30	1.148	-16.674	-5.841	-8.184	1.183	-16.651	-5.862	-8.147
1976 JUL	166.2	-2421.6	31	31	1.143	-16.661	-5.831	-8.174	1.167	-16.643	-5.826	-8.157
1976 AUG	162.3	-2419.7	31	31	1.117	-16.648	-5.801	-8.175	1.109	-16.641	-5.792	-8.172
1976 SEP	150.0	-2418.3	30	30	1.032	-16.638	-5.722	-8.206	1.073	-16.642	-5.761	-8.190
1976 OCT	156.8	-2417.9	31	31	1.079	-16.635	-5.762	-8.182	1.039	-16.640	-5.729	-8.205
1976 NOV	161.9	-2422.8	30	30	1.114	-16.669	-5.809	-8.195	1.010	-16.635	-5.702	-8.214
1976 DEC	156.3	-2420.0	31	31	1.075	-16.650	-5.766	-8.196	0.983	-16.631	-5.676	-8.223
1977 JAN	146.1	-2412.8	31	31	1.005	-16.600	-5.681	-8.185	0.959	-16.629	-5.653	-8.233
1977 FEB	137.4	-2415.5	28	19	0.945	-16.619	-5.637	-8.230	0.940	-16.630	-5.637	-8.242
1977 MAR	123.5	-2414.9	31	31	0.850	-16.615	-5.550	-8.271	0.933	-16.630	-5.631	-8.245
1977 APR	117.9	-2414.0	30	30	0.811	-16.608	-5.513	-8.283	0.927	-16.630	-5.626	-8.248
1977 MAY	117.1	-2414.3	31	31	0.806	-16.610	-5.509	-8.288	0.925	-16.630	-5.624	-8.249
1977 JUN	119.0	-2415.6	30	30	0.819	-16.626	-5.528	-8.296	0.922	-16.625	-5.619	-8.246
1977 JUL	123.8	-2417.6	31	31	0.852	-16.633	-5.561	-8.286	0.920	-16.613	-5.612	-8.237
1977 AUG	130.2	-2420.5	31	31	0.896	-16.653	-5.609	-8.283	0.923	-16.601	-5.606	-8.225
1977 SEP	136.5	-2418.3	29	29	0.939	-16.638	-5.640	-8.249	0.923	-16.601	-5.595	-8.209
1977 OCT	147.0	-2418.8	31	31	1.011	-16.641	-5.706	-8.219	0.923	-16.590	-5.603	-8.205
1977 NOV	158.1	-2421.7	30	19	1.088	-16.661	-5.782	-8.200	0.918	-16.581	-5.595	-8.209
1977 DEC	151.4	-2411.6	30	23	1.042	-16.592	-5.709	-8.161	0.911	-16.573	-5.585	-8.205

Table 4. (Continued)

YEAR MONTH	OBSERVATION		OBS.	AYS	OBSERVATION		COMPONENT		12 MONTH RUNNING MEANS			
	A-B (μ)	C-D (μ)			A-B (μ)	C-D (μ)	E-W (μ)	N-S (μ)	OBSERVATION A-B (μ)	C-D (μ)	COMPONENT E-W (μ)	N-S (μ)
1978 JAN	141.9	-2407.6	31	31	0.976	-16.564	-5.638	-8.167	0.898	-16.561	-5.568	-8.201
1978 FEB	138.5	-2400.7	28	28	0.953	-16.517	-5.596	-8.136	0.885	-16.549	-5.551	-8.197
1978 MAR	127.8	-2393.4	31	31	0.879	-16.467	-5.507	-8.126	0.876	-16.539	-5.538	-8.192
1978 APR	118.2	-2395.1	30	30	0.813	-16.478	-5.454	-8.168	0.866	-16.529	-5.525	-8.187
1978 MAY	109.3	-2398.6	31	31	0.752	-16.502	-5.411	-8.218	0.854	-16.518	-5.509	-8.184
1978 JUN	106.7	-2402.4	30	30	0.734	-16.529	-5.408	-8.249	0.847	-16.512	-5.500	-8.182
1978 JUL	100.3	-2396.6	31	31	0.690	-16.489	-5.350	-8.235	0.841	-16.508	-5.453	-8.181
1978 AUG	108.2	-2400.3	31	31	0.744	-16.514	-5.410	-8.232	0.828	-16.508	-5.481	-8.187
1978 SEP	120.1	-2400.7	30	30	0.826	-16.517	-5.484	-8.196	0.817	-16.511	-5.472	-8.195
1978 OCT	130.7	-2400.9	31	31	0.899	-16.518	-5.549	-8.163	0.811	-16.511	-5.468	-8.198
1978 NOV	136.8	-2403.4	30	30	0.941	-16.535	-5.594	-8.158	0.802	-16.514	-5.461	-8.204
1978 DEC	139.3	-2400.9	31	31	0.958	-16.518	-5.601	-8.135	0.795	-16.510	-5.453	-8.204
1979 JAN	130.9	-2400.7	31	31	0.901	-16.517	-5.549	-8.161	0.792	-16.509	-5.449	-8.205
1979 FEB	115.1	-2400.6	28	28	0.792	-16.516	-5.453	-8.211	0.783	-16.497	-5.436	-8.198
1979 MAR	108.9	-2397.6	31	31	0.749	-16.495	-5.406	-8.213	0.765	-16.483	-5.414	-8.194
1979 APR	108.4	-2395.6	30	30	0.746	-16.482	-5.396	-8.202	0.741	-16.465	-5.384	-8.191
1979 MAY	93.6	-2403.3	30	30	0.644	-16.535	-5.331	-8.297	0.713	-16.449	-5.352	-8.188
1979 JUN	94.4	-2395.1	31	31	0.649	-16.478	-5.310	-8.245	0.682	-16.437	-5.318	-8.193
1979 JUL	94.4	-2395.1	31	31	0.649	-16.478	-5.310	-8.245	0.650	-16.423	-5.284	-8.195
1979 AUG	93.7	-2379.5	31	31	0.645	-16.371	-5.255	-8.152	0.620	-16.408	-5.251	-8.196
1979 SEP	88.4	-2376.7	30	30	0.608	-16.352	-5.214	-8.152	0.592	-16.398	-5.221	-8.201
1979 OCT	87.7	-2370.4	31	31	0.603	-16.308	-5.189	-8.116	0.559	-16.390	-5.188	-8.209
1979 NOV	89.4	-2373.9	29	29	0.615	-16.332	-5.211	-8.132	0.532	-16.378	-5.159	-8.211
1979 DEC	84.2	-2380.1	31	31	0.579	-16.375	-5.199	-8.186	0.506	-16.374	-5.134	-8.220
1980 JAN	75.9	-2377.1	31	31	0.522	-16.354	-5.139	-8.195	0.484	-16.366	-5.111	-8.224
1980 FEB	62.9	-2374.5	29	29	0.433	-16.337	-5.052	-8.221	0.455	-16.367	-5.086	-8.238
1980 MAR	59.4	-2380.1	31	31	0.409	-16.375	-5.048	-8.266	0.431	-16.370	-5.065	-8.251
1980 APR	50.6	-2381.0	30	30	0.348	-16.381	-4.998	-8.300	0.412	-16.376	-5.052	-8.266
1980 MAY	47.2	-2383.3	31	31	0.325	-16.397	-4.985	-8.325	0.394	-16.381	-5.039	-8.279
1980 JUN	48.7	-2387.4	30	30	0.335	-16.425	-5.007	-8.345	0.377	-16.383	-5.024	-8.289
1980 JUL	55.9	-2382.2	31	31	0.385	-16.390	-5.034	-8.291	0.359	-16.384	-5.009	-8.298
1980 AUG	43.2	-2380.6	31	31	0.297	-16.379	-4.952	-8.322	0.343	-16.386	-4.956	-8.307
1980 SEP	46.0	-2381.1	30	30	0.316	-16.382	-4.970	-8.316	0.326	-16.385	-4.980	-8.314
1980 OCT	55.9	-2382.2	31	31	0.385	-16.390	-5.034	-8.291	0.311	-16.386	-4.968	-8.322
1980 NOV	58.0	-2382.2	30	30	0.399	-16.390	-5.047	-8.284	0.294	-16.387	-4.953	-8.330
1980 DEC	53.3	-2383.7	31	31	0.367	-16.400	-5.023	-8.308	0.277	-16.385	-4.937	-8.337
1981 JAN	44.5	-2378.8	30	30	0.306	-16.366	-4.954	-8.307	0.255	-16.384	-4.917	-8.346
1981 FEB	35.6	-2378.3	28	28	0.245	-16.363	-4.898	-8.332	0.244	-16.385	-4.927	-8.353
1981 MAR	30.1	-2378.2	31	31	0.207	-16.382	-4.864	-8.350	0.234	-16.384	-4.899	-8.356
1981 APR	24.6	-2382.5	30	30	0.169	-16.392	-4.845	-8.393	0.221	-16.383	-4.887	-8.361
1981 MAY	17.8	-2384.0	31	31	0.122	-16.402	-4.808	-8.425	0.204	-16.381	-4.871	-8.368
1981 JUN	17.7	-2385.1	30	30	0.122	-16.409	-4.811	-8.432	0.191	-16.380	-4.858	-8.373
1981 JUL	18.4	-2380.0	29	29	0.127	-16.374	-4.799	-8.398	0.180	-16.382	-4.850	-8.380
1981 AUG	323.9	-2632.8	31	31	0.158	-16.394	-4.835	-8.401	0.175	-16.381	-4.845	-8.381
1981 SEP	330.7	-2629.4	30	30	0.204	-16.370	-4.866	-8.358	0.170	-16.381	-4.841	-8.383
1981 OCT	334.4	-2629.2	31	31	0.230	-16.369	-4.888	-8.345	0.160	-16.378	-4.831	-8.386
1981 NOV	328.8	-2629.9	30	30	0.191	-16.374	-4.856	-8.367	0.150	-16.376	-4.820	-8.389
1981 DEC	331.2	-2631.9	31	31	0.208	-16.387	-4.877	-8.372	0.142	-16.375	-4.813	-8.391
1982 JAN	327.5	-2632.0	31	31	0.182	-16.388	-4.855	-8.384	0.137	-16.379	-4.811	-8.398
1982 FEB	328.0	-2626.4	27	27	0.186	-16.350	-4.840	-8.349	0.132	-16.382	-4.808	-8.403
1982 MAR	322.0	-2627.6	31	31	0.144	-16.358	-4.807	-8.375	0.127	-16.387	-4.805	-8.409
1982 APR	308.5	-2628.8	30	30	0.052	-16.366	-4.729	-8.426	0.125	-16.391	-4.805	-8.414
1982 MAY	300.3	-2629.3	31	31	-0.005	-16.370	-4.681	-8.456	0.131	-16.395	-4.813	-8.414
1982 JUN	305.7	-2633.5	30	30	0.032	-16.398	-4.727	-8.464	0.133	-16.397	-4.816	-8.415
1982 JUL	310.3	-2637.7	31	31	0.064	-16.427	-4.769	-8.474	0.130	-16.399	-4.814	-8.419
1982 AUG	315.5	-2638.1	31	31	0.100	-16.430	-4.802	-8.460	0.124	-16.399	-4.808	-8.421
1982 SEP	321.4	-2636.9	30	30	0.140	-16.422	-4.834	-8.434	0.111	-16.394	-4.794	-8.423
1982 OCT	330.4	-2637.6	31	31	0.202	-16.427	-4.890	-8.409	0.099	-16.391	-4.782	-8.425
1982 NOV	339.9	-2636.3	30	30	0.268	-16.418	-4.944	-8.370	0.091	-16.389	-4.774	-8.428
1982 DEC	334.8	-2635.9	31	31	0.233	-16.415	-4.912	-8.384	0.081	-16.384	-4.763	-8.428
1983 JAN	322.1	-2635.1	31	31	0.145	-16.409	-4.832	-8.421	0.070	-16.375	-4.750	-8.426
1983 FEB	317.2	-2626.1	28	28	0.111	-16.348	-4.773	-8.382	0.058	-16.362	-4.732	-8.420
1983 MAR	299.5	-2613.6	30	30	-0.010	-16.296	-4.641	-8.393	0.046	-16.349	-4.716	-8.414
1983 APR	288.0	-2623.0	30	30	-0.089	-16.326	-4.586	-8.457	0.033	-16.334	-4.697	-8.407
1983 MAY	285.2	-2626.6	31	31	-0.109	-16.351	-4.580	-8.488	0.013	-16.321	-4.674	-8.405
1983 JUN	288.7	-2625.0	30	30	-0.085	-16.340	-4.596	-8.467	-0.006	-16.310	-4.652	-8.403
1983 JUL	291.5	-2622.7	31	31	-0.065	-16.324	-4.606	-8.444				
1983 AUG	293.8	-2614.3	31	31	-0.050	-16.266	-4.593	-8.386				
1983 SEP	301.7	-2614.7	30	30	0.005	-16.269	-4.642	-8.363				
1983 OCT	306.6	-2612.1	31	31	0.039	-16.251	-4.664	-8.331				
1983 NOV	305.3	-2613.4	30	30	0.030	-16.260	-4.660	-8.343				
1983 DEC	302.7	-2615.5	28	28	0.012	-16.275	-4.651	-8.364				

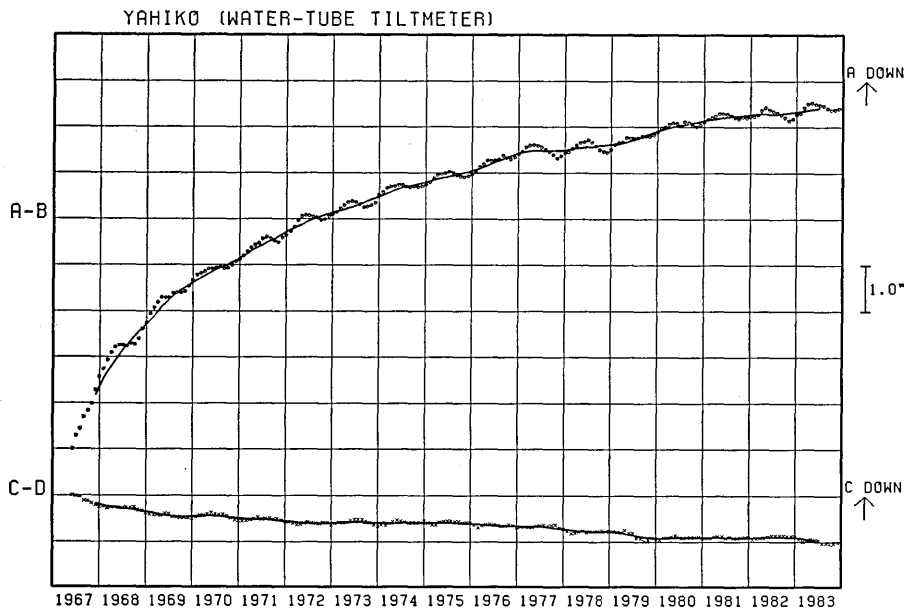


Fig. 19. Secular tilting variations observed at the Yahiko Crustal Movement Observatory.

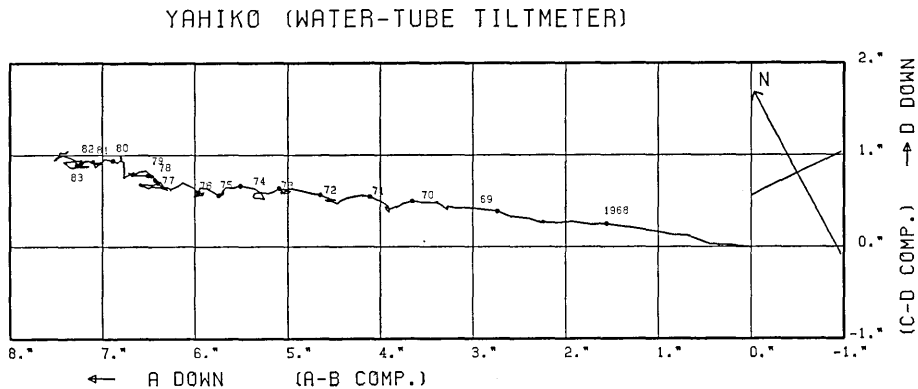


Fig. 20. Temporal variations in ground tilting vectors at the Yahiko Crustal Movement Observatory.

と YHK-7 (YHK-6 より $N155^{\circ}W$, 1.3 km) の 3 点の変動量について、前期分を Fig. 21 に、後期分を Fig. 22 に示す。Fig 21 によると、YHK-6 を基準としたとき、水準点 YHK-1 と YHK-4 は全体として時間の経過とともに沈下の傾向にある。このことは YHK-1 と YHK-4 がそれぞれ弥彦山塊の東側と西側に位置していることから、この付近一帯の東西方向の傾向とみてよいのではないと思われる。それから、YHK-1 と YHK-4 の変化の中で 1959 年と 1965 年に極めて大きな変化がみられるが、この原因についてはあまり思いあたることがないようである。また YHK-6 を基準にしたとき、

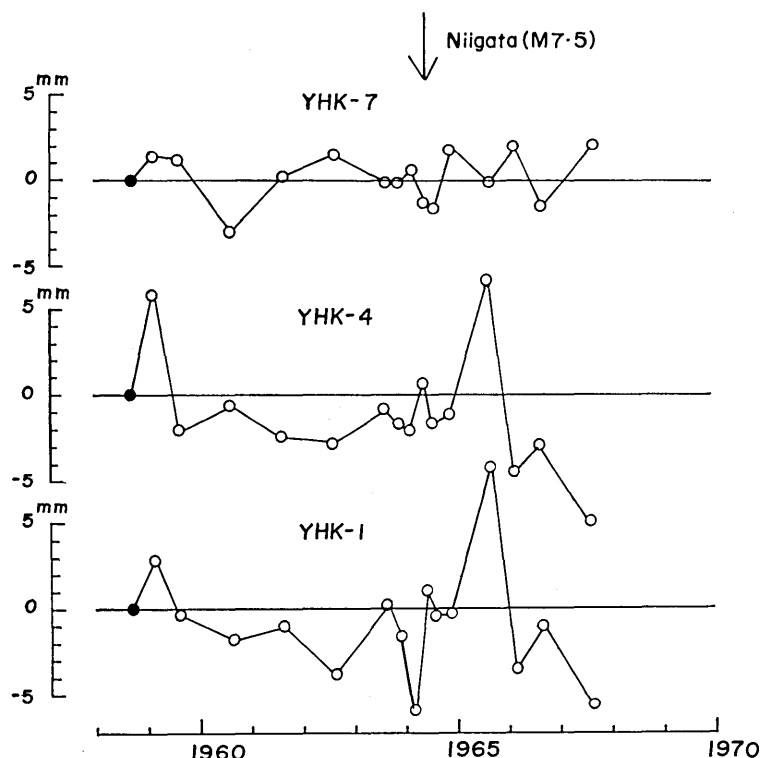


Fig. 21. Leveling results obtained from surveys around the Maze Crustal Movement Observatory for period from 1958 to 1967.

YHK-7 の高さにあまり変化がないことから、南北方向の傾動はないものと考えられる。この地域の構造が南北に発達していること (第 2 章参照) も併せて考慮すると、この付近一帯の南北方向の傾動が小さいことは妥当であろう。Fig. 22 については、YHK-6 を基準にしたときの YHK-1 と YHK-4 の水準点の沈降の様子が互いに少し異なつて見える。YHK-4 の方が YHK-1 に比較して沈降速度が小さい。しかし、YHK-1 と YHK-4 の変化の時間的過程は互いにかなりよく似ているようである。

これらの水準測量の成果と間瀬・弥彦観測所の水管傾斜計による観測結果を比較するために、Fig. 23 および Fig. 24 を示す。この両図のなかで、水管傾斜計のデータには Table 2 および Table 4 の 12 ケ月移動平均 (N-S と E-W 成分) を用いた。また水準測量のデータは Fig. 21 と Fig. 22 に用いた値から傾動量に換算した。

Fig. 23 の中の N-S 成分についていえば、傾斜計の観測値と水準測量による結果に対応性がみられない、この理由として YHK-6 を基準としたことが必ずしも適切でないことが考えられる。また傾斜計の観測値には新潟地震 (M7.5) の前兆がよくみられるが、水準測量による結果からはよくわからない。これと同様な試みを笠原 (1973) が行なっている。笠原は上記の水管傾斜計の観測結果と、柏崎を不動点としたときの岩室 (Fig. 16 の No. 4438 の水準点) の変動量を比較した。これによると、傾斜観測と水準測量との間に

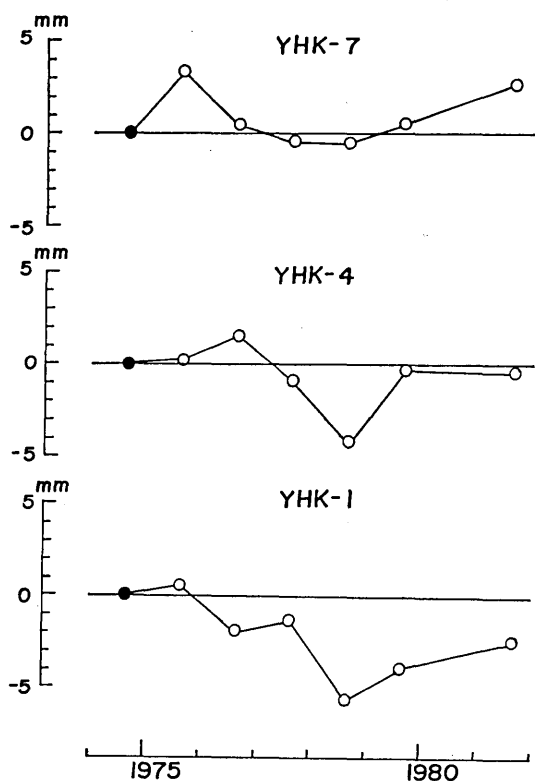


Fig. 22. Leveling results obtained from surveys around the Yahiko Crustal Movement Observatory for the period from 1974 to 1981.

良好な相関がある。また Fig. 23 の E-W 成分についても一応同様な対応性があるようである。

弥彦観測所の水管傾斜計による観測と水準測量の比較をした Fig. 24 をみると、初期の水管傾斜計のドリフト部分を除いて、N-S と E-W 成分はともに比較的良好に一致した動きを示している。

このように弥彦地殻変動観測所における傾斜変動と水準測量成果との対応は、松山地殻変動観測所（柳沢，1983）の場合に比較してあまり良好とはいえない。

9. 結 び

間瀬観測所の主設備は長さ 10 m の水管傾斜計（2 成分）と長さ 11 m の水晶管伸縮計（3 成分）である。これらの観測は 1952 年 10 月 1 日から 1971 年 3 月 29 日まで行なわれた。この約 20 年にわたる長期間の観測の多くは委託観測によつて行なわれた。

弥彦観測所の主設備は長さ 30 m の水管傾斜計（2 成分）と長さ 30 m の水晶管伸縮計（3 成分）である。これらの観測は 1967 年 5 月 31 日から開始され、現在も続行されている。この約 15 年間に、読取型水管傾斜計と水晶管伸縮計を除いて計測器にいくつかの重

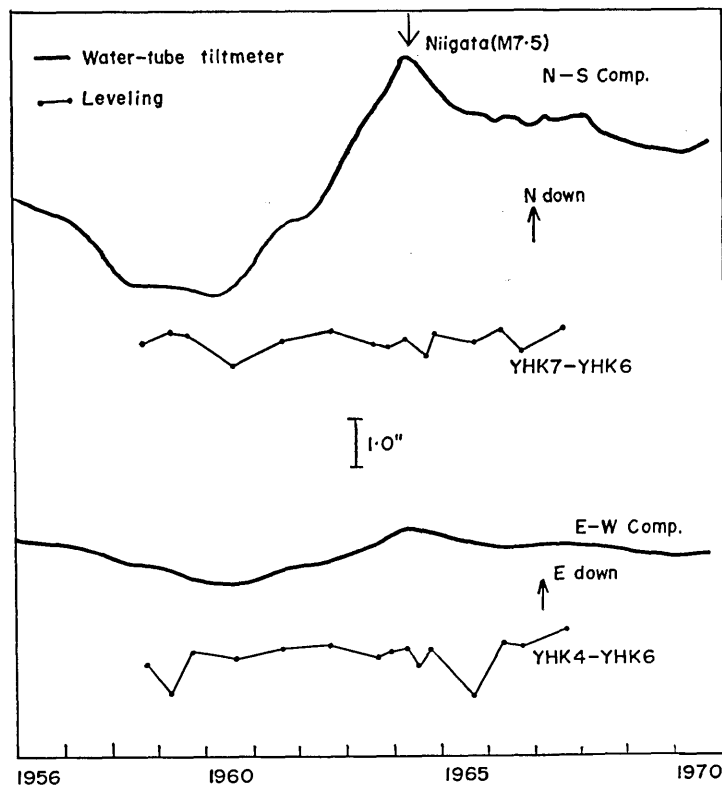


Fig. 23. Comparison between leveling results and the N-S and E-W components of tilt observed at the Maze Crustal Movement Observatory.

要な改善や変更が行なわれた。とくに 1971 年には石本式水平振子傾斜計に代つてフロート型水管傾斜計が採用された。

地殻変動観測は上記の主計器によるもののほかに、臨時観測や試験観測が多い。このほか観測所周辺における観測や、寺泊町および寺泊港における観測も実施された。

観測データは 1952 年の観測開始以来今日までの 30 年余にわたつて蓄積され、極めて大量である。地殻変動のルーチンの連続観測は長期間にわたつて計器の安定性が重要である。間瀬・弥彦両観測所はかなり安定な状態でデータを供給し続けてきた。この意味において間瀬・弥彦両観測所は一応の成果をあげたと思われる。

観測データは弥彦観測所内に保管されており、なるべく早い機会にその重要なデータを統一的な方法で整理したいと考えている。これに伴つて、今後の問題点としてデータ整理の迅速化と整理方法の改善も必要であると考えられる。

傾斜観測による永年観測データについてのみ今回発表することができた。このデータと水準測量のデータの大局的な整合性は一応良好と思われる。この事実は間瀬・弥彦両観測所の水管傾斜計の永年観測データが弥彦山系の地殻変動を充分反映していることを示唆している。

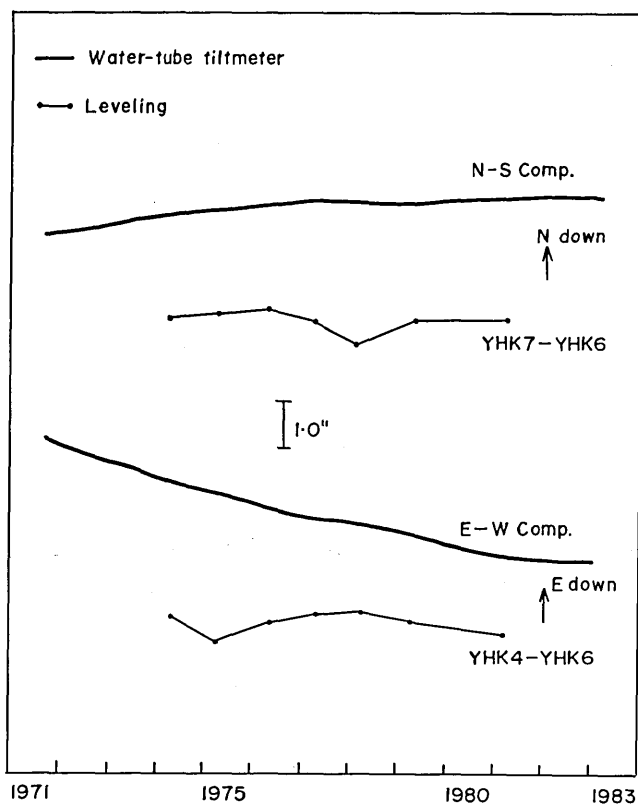


Fig. 24. Comparison between leveling results and the N-S and E-W components of tilt observed at the Yahiko Crustal Movement Observatory.

謝 辞

本報告をまとめるにあたって、1970 年より 5 年間の長期にわたり間瀬観測所のデータ整理のために前岩室村教育長の木村 要氏の協力をいただいた。また間瀬・弥彦両観測所の大量のデータ収集については笠原慶一教授、山田重平元講師と平井正代助手の協力をいただいた。これらの方々に心より感謝の意を表したい。なお本報告は弥彦観測所現施設長萩原幸男教授の示唆によつて着手した。

文 献

- HAGIWARA, T., T. RIKITAKE, and J. YAMADA, 1948, Observation of the deformation of the Earth's surface at Aburatsubo, Miura Peninsula, Part I, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, **26**, 23-26.
- HAGIWARA, T., T. RIKITAKE, K. KASAHARA, and J. YAMADA, 1949a, Observations of the deformation of the Earth's surface at Aburatsubo, Miura Peninsula, Part II, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, **27**, 35-38.
- , 1949b, Observations of the deformation of the Earth's surface at Aburatsubo, Miura Peninsula, Part III, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, **27**, 39-44.

- 萩原尊礼・力武常次・山田重平・笠原慶一, 1949, 油壺における地殻変動の研究, 地震研究所速報, 6, 1-61.
- 萩原幸男, 1979, 東北日本の短波長ブーゲ異常と地震活動の関係, 測地学会誌, 25, 209-210.
- ISHIMOTO, M., 1927, Observations sur les variations de l'inclinaison de la surface terrestre, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, 2, 1-12.
- , 1928, Constructions d'un pendule horizontal de quartz et observations sur les variations de l'inclinaison de la surface terrestre, *Japan J. Astor. Geophys.*, 6, 83-118.
- 地震研究所, 1975, 地震研究所創立 50 年の歩み, 地震研究所.
- 地震研究所・地殻変動移動班, 1978, 新潟県小千谷・弥彦における光波測量, 地震予知連絡会々報, 19, 109-19, 109-113.
- , 1982, 新潟県小千谷・弥彦における光波測量 (その 2) 地震予知連絡会々報, 28, 123-127.
- 地震研究所・技術部, 1973, フロート型自記水管傾斜計の試作, 地震研究所速報, 10, No. 9, 1-8.
- 地震研究所・弥彦地殻変動観測所, 1972, 佐渡・弥彦地方の地殻変動 (概報), 地震予知連絡会々報, 8, 67-74.
- , 1973a, 佐渡・弥彦地方の地殻変動 (その 2), 地震予知連絡会々報, 9, 79-85.
- , 1973b, 佐渡・弥彦地方の地殻変動 (その 3), 地震予知連絡会々報, 9, 86-88.
- , 1975, 佐渡・弥彦地方の地殻変動 (4), 地震予知連絡会々報, 14, 76-82.
- , 1976, 佐渡・弥彦地方の地殻変動 (5), 地震予知連絡会々報, 16, 108-109.
- , 1978, 佐渡・弥彦地方の地殻変動 (6), 地震予知連絡会々報, 20, 144-146.
- , 1981, 佐渡・弥彦地方の地殻変動 (7), 地震予知連絡会々報, 24, 139-141.
- 笠原慶一, 1973, 水準測量と傾斜観測の相補性, 測地学会誌, 19, 93-99.
- 笠原慶一・岡田 惇・柴野陸郎・佐々木幸一・松本滋夫・平井正代, 1968, 光波測量による地殻変動の観測, 第 2 報, 関東・中部地方における基線網の増設と観測結果 (昭和 41・42 年度), 地震研究所集報, 46, 741-758.
- , 1969, 光波測量による地殻変動の観測, 第 3 報, 既設基線網の再測ならびに中型基線網の設定 (昭和 43 年度), 地震研究所集報, 47, 803-818.
- 笠原慶一・高橋辰利・島津 孝・若杉忠雄・岡田義光・渡辺 茂, 1974, 地殻歪からみた 1974 年伊豆半島沖地震, 地震研究所速報, 14, 109-114.
- 国土地理院, 1966, 新潟地方地盤変動調査測量に関する報告, 国土地理院, 18.
- , 1967, 新潟地方地盤変動調査測量に関する報告, 国土地理院, 19.
- , 1968, 新潟地方地盤変動調査測量に関する報告, 国土地理院, 20.
- , 1975, 新潟地方地盤変動調査測量に関する報告, 国土地理院, 27.
- , 1977a, 新潟地方地盤変動調査測量に関する報告, 国土地理院, 28.
- , 1977b, 新潟地方地盤変動調査測量に関する報告, 国土地理院, 29.
- , 1978, 新潟地方地盤変動調査測量に関する報告, 国土地理院, 30.
- , 1979, 新潟地方地盤変動調査測量に関する報告, 国土地理院, 31.
- , 1980, 新潟地方地盤変動調査測量に関する報告, 国土地理院, 32.
- , 1981, 新潟地方地盤変動調査測量に関する報告, 国土地理院, 34.
- 新潟県, 1977, 新潟県 20 万分の 1 地質図および説明書.
- 太田陽子・松田時彦・長沼和雄, 1976, 佐渡・小木地震, (1802 年) による土地隆起量の分布とその意義, 地震, II, 29, 55-70.
- 岡田義光・渡辺 茂・笠原慶一, 1975, 富士川観測所における地殻変動連続観測, (1), 測地学会誌, 21, 179-190.
- RIKITAKE, T., I. YOKOYAMA, and Y. HISHIYAMA, 1953, The anomalous behavior of geomagnetic variations of short period in Japan and its relation to the subterranean structure. The 3rd report, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, 31, 89-100.
- 白井健裕・津田禾粒・茅原一也・長谷川美行, 1976, 新潟県弥彦山・角田山周辺の地質, 新潟大学地質研究報告, 4, 119-126.
- SMITH, S. W. and K. KASAHARA, 1969, Wave and mode separation with strain seismographs, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, 47, 831-848.
- TAKAHASHI, R., A new extensometer for measuring crustal deformation, *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, 12, 760-775.

- TANAKA, T., 1981, On viscoelastic change appearing on tiltmetric and extensometric records of the ground, *Jour. Geod. Soc. Japan*, **27**, 225-238.
- TSUBOKAWA, I., Y. OGAWA, and T. HAYASHI, 1964, Crustal movements before and after the Niigata Earthquake, *Jour. Geod. Soc. Japan*, **10**, 165-171.
- 恒石幸正, 1967, 未発表.
- 若杉忠雄・笠原慶一, 1974, 自記水管傾斜計と標準型傾斜計の併用方式, 測地学会誌, **20**, 221-224.
- 若杉忠雄・高橋辰利, 1982, 佐渡・小木半島の傾動観測, 測地学会誌, **28**, 179-180.
- 山田重平, 1973, 水管傾斜計によって観測された地殻変動, 地震研究所速報, **10**, 1-147.
- 山田重平・柳沢道夫・島津 孝, 1974, 地殻変動観測坑の温度分布, 地震研究所速報, **13**, 33-42.
- 柳沢道夫, 1983, 松山地殻変動観測所における観測 (1949~1982 年) —観測データ目録と永年傾斜変化—, 地震研究所彙報, **58**, 439-464.
- 柳沢道夫・若杉忠雄, 1984, 弥彦において観測された日本海中部地震津波による地殻の傾斜・伸縮, 測地学会誌, **30**, 204-212.

*Crustal Movement Observation Data Items of the Maze and
Yahiko Observatories for the Period from 1952 to 1983*

Tadao WAKASUGI and Michio YANAGISAWA

Earthquake Research Institute

The purpose of the present study is to clarify the contents of the data which has been obtained at the Maze Crustal Movement Observatory from October 1, 1952 till March 29, 1971 and at the Yahiko Crustal Movement Observatory since May 31, 1967. Routine observations at the Maze Crustal Movement Observatory have been carried out by using water-tube tiltmeters (10-meter long, two components), fused-silica extensometers (11-meter long, three components) and Ishimoto's horizontal pendulums. Routine observations at the Yahiko Crustal Movement Observatory have been carried out by using water-tube tiltmeters (30-meter long, two components), fused-silica extensometers (30-meter long, three components), Ishimoto's horizontal pendulums, atmospheric pressure measurements, etc.

In addition to these various observations, leveling and geodimetric surveys, ocean-tide observations, ground water level observations around both observatories have been condensed. Vertical displacement measurements have been repeated at Cape Ogi, Sado Island.

Almost all the data of these observations still remain unpublished. In this paper, investigation and arrangement of the data are considered for contributing to the future scientific usages of the this data.

Furthermore, the secular variation in ground tilt is extracted from the observation results of water-tube tiltmeters, and a comparison is made between the secular variation and leveling survey results. As a result, the secular variation so obtained is well consistent with the general tilting obtained by the leveling surveys.