

日向灘地殻活動総合観測線による地殻変動連続観測

大谷 文夫・寺石 眞弘・園田 保美・古澤 保

CONTINUOUS OBSERVATIONS OF THE CRUSTAL MOVEMENT AT OBSERVATION NETWORK OF CRUSTAL ACTIVITIES AROUND THE HYUGANADA REGION OF KYUSHU

By *Fumio OHYA, Masahiro TERAISHI, Yasumi SONODA and Tamotsu FURUZAWA*

Synopsis

Results of continuous observations of crustal movements at 6 observatories in observation network of crustal activities around the Hyuganada region of Kyushu, Southwest Japan, are described.

Secular variations free from seasonal variation and shorter period disturbances of observed strains and tilts at each observatories are revealed with 365 days running mean procedure. At newly constructed stations, the initial drift in the continuous records of ground-strain and -tilt have decreased gradually. At Miyazaki Observatory, where the precipitation exceeds 3000 mm/year, the effects of rainfall cannot be removed completely, and averaged strain changes (365 days running mean) depend on annual precipitation. Strain rates and principal strains are calculated from this secular variations.

Principal strains at 2 observatories, Miyazaki and Isa, are coincident in direction with each other, which are extension in N-S and contraction in E-W direction.

1. はじめに

地震予知研究センター宮崎観測所は、1974年地震予知計画により地殻変動観測所として発足し、衛星観測点の槇峰観測室と共に、日向灘における地震発生と地殻変動との関連をあきらかにするため地殻変動連続観測を主体とした観測を続けてきた^{1),2)}。その後、1984年度より3年計画で衛星観測点を5点新設し、既設点も含めて有線テレメータ方式で宮崎と結び、日向灘地殻活動総合観測線として全点のデータを宮崎観測所で集中記録を行っている^{3),4)}。各点の観測計器やデータ伝送、収録についてはすでに報告したので、本稿では各観測点における1991年末までの連続観測データについて、経年変化を中心に解析した結果を報告する。宮崎・槇峰の2点については前報²⁾で1982年末までを報告しているため、その後の期間に重点をおいて解析した。

Fig. 1 に各観測点の位置と坑道内の計器配置を示す。全観測点とも横坑で、宮崎 (MYZ)・槇峰 (MKM)・宿毛 (SKM)・伊佐 (ISA) では地震予知計画の標準の3方向の坑道またはそれに準じた計器配置が可能な坑道を持ち、スーパーインヴァール棒伸縮計および水管傾斜計を基準計器として変位センサーは差動トランスを使用し、一部の観測点では水平振子、気泡式の傾斜計も併用している。残りの点は1方向のみの坑道である。

以下各観測点のグラフは毎日0時の値をプロットしたもので、雨量は毎日の24時間値の棒グラフである。

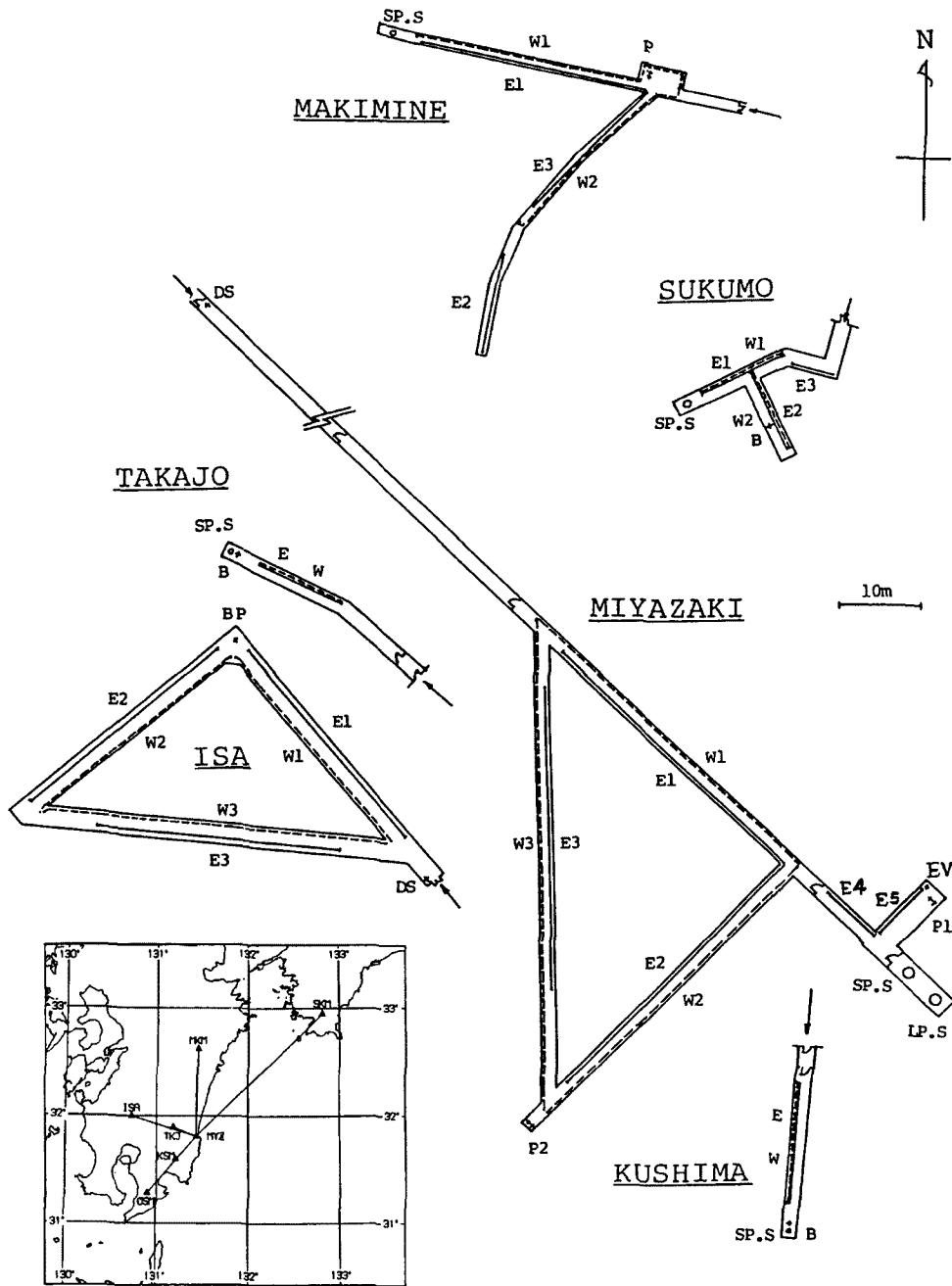


Fig. 1. Location of the stations within the Hyuganada Network and the arrangement of instruments in the observation vaults.

各成分に対する平滑化したグラフは、365日移動平均で、降雨、気温、気圧の影響による年周変化を取り去り経年変動を表すためのプロットである。雨量については365日間の移動積算値のプロットも併せて示した。また、伸縮計で一本の基準尺に末端と中間の2カ所にセンサーを付けている場合、いずれも固定端までの区間における歪量で表している。

2. 宮崎観測所における地殻変動連続観測結果

本観測所は直角二等辺三角形の平面をもつ観測坑で、最奥部にも本坑に直交する横坑と堅坑を持つ。総合観測線の設置までは伸縮計・傾斜計での変位検出は光てこ拡大方式のみであったため、光点の位置をプロマイド印画紙へ焼付け記録するとともに、光電変換装置⁵⁾の開発後はデジタル化してカセット磁気テープへも集録していた。総合観測線の設置で、衛星観測点各点のテレメータ化と同時に、宮崎でも差動トランスを採用し、テレメータ・データ集録装置に直接データを取り込んでいる。

2.1 伸縮変化

伸縮計は延長 38.45 m の長スパン伸縮計 3 成分、直交する E1, E2 と、両者と 45° の角をなす E3 のほか、水平直交 2 方向と鉛直方向との組み合わせによる延長 9 m 弱の短スパン伸縮計 E4, E5, EV を坑道最奥部に設置している。観測開始以来の結果を雨量とともに、Fig. 2 に示す。当観測所では降雨の影響が大きく、Fig. 2 に見られる小刻みな短周期の変化は降雨によるものである。移動平均をとって年周変化を取り除いても歪率が時間的に変動しているが、降雨の365日間移動積算値のグラフと比較すると、両者の凹凸がかなり良く対応している。例えば多くの成分に共通に見られる1987年後半～1988年前半の伸びは、雨量積算グラフの同時期の多雨期間に対応する。また1990年始めに雨量積算グラフに激しい落込みが見られるが、これに対応すると見られる短期間で回復する縮みがE2, E5以外に認められる。これらのことから、すでに指摘していることではあるが⁶⁾、毎回の降雨により直接伸縮変化に出る影響だけではなく、雨がやんだ後も回復できずに長期的に積算していく歪量がそれ以前の降雨量の多寡とよく対応しているといえる。6成分中で、降雨の影響を最も大きく受けているのはEVで、次がE5、最も少ないのがすぐ近くのE4成分である。EVとE5の変動が大きい原因の一つは、両成分は検出端を堅坑下の共通の基礎におき、降雨時に多くの湧水が溜る場所であるためと考えられる。

各成分について経年変化率が大きく変化していると思われる時期で区切り、区切られた各区分について年間の平均ひずみ量を求めた。最も長い坑道に設置されたE1は1983年6月頃まで 5.65×10^{-10} /年という非常に小さい値の縮みでほぼ一定だったのに対して、その後は、降雨による一時的なゆらぎが見られ、平均すると 1.04×10^{-7} /年の伸びに転じている。E2は、観測当初は 6.55×10^{-8} /年の縮みを示していたが、1981年から 2.97×10^{-7} /年の伸びに転じ、1984年頃からは伸び率は1桁小さくなり 3.34×10^{-8} /年に変化している。またE3は、1981年から1984年にかけて一時的に急に縮み、またもとのレベルまで伸びる時期があるが、その前後の時期は、先に述べた降雨の影響と思われる一時的なゆらぎが見られるものの、いずれも約 3.1×10^{-7} /年の一様な伸びを記録している。

次いで、坑道の奥部に設置されている短スパン3成分について経年変化を見る。E4は前報では、1982年迄の結果を、1979年春で分けて、2本の直線で近似するとともに、指数関数的な変化も指摘していたが、その後9年間のデータを追加してみると、極めて一様な経年変化に指数関数的な初期歪解放過程が重なっていることが明らかとなった。1983年以後のデータから求めた経年変動率は 4.67×10^{-7} /年の伸びである。E5も1979年頃までの変動は初期ドリフトが卓越しているとみられ、1980年以降は 4.0×10^{-7} /年の伸びを示す。鉛直成分EVは観測開始以来縮みであったが、1981年の半ばごろからひずみ速度が1/10に減り、1987年はじめにいたって逆に伸びに転じ、その後の平均伸び率は 1.04×10^{-6} /年である。

水平面内の直交する2成分による面積歪はFig. 2において長スパン伸縮計によるものをA(1+2)、短スパン伸縮計によるものをA(4+5)、また鉛直成分を含めた体積歪をV(4+5+V)で示す。経年変化率を見ると、A(1+2)は1981年初めまでは若干の収縮、その後拡大に転じ最近の3年程は 3.8×10^{-8} /年の拡大に、A(4+5)は1桁以上大きい 7.87×10^{-7} /年の拡大となっている。また短スパン3成分による体積歪V(4+5+V)はほぼ5年区切りで、 1.4×10^{-6} /年の収縮、 4.2×10^{-7} /年の膨張、 1.87×10^{-6} /年の膨張と変動している。

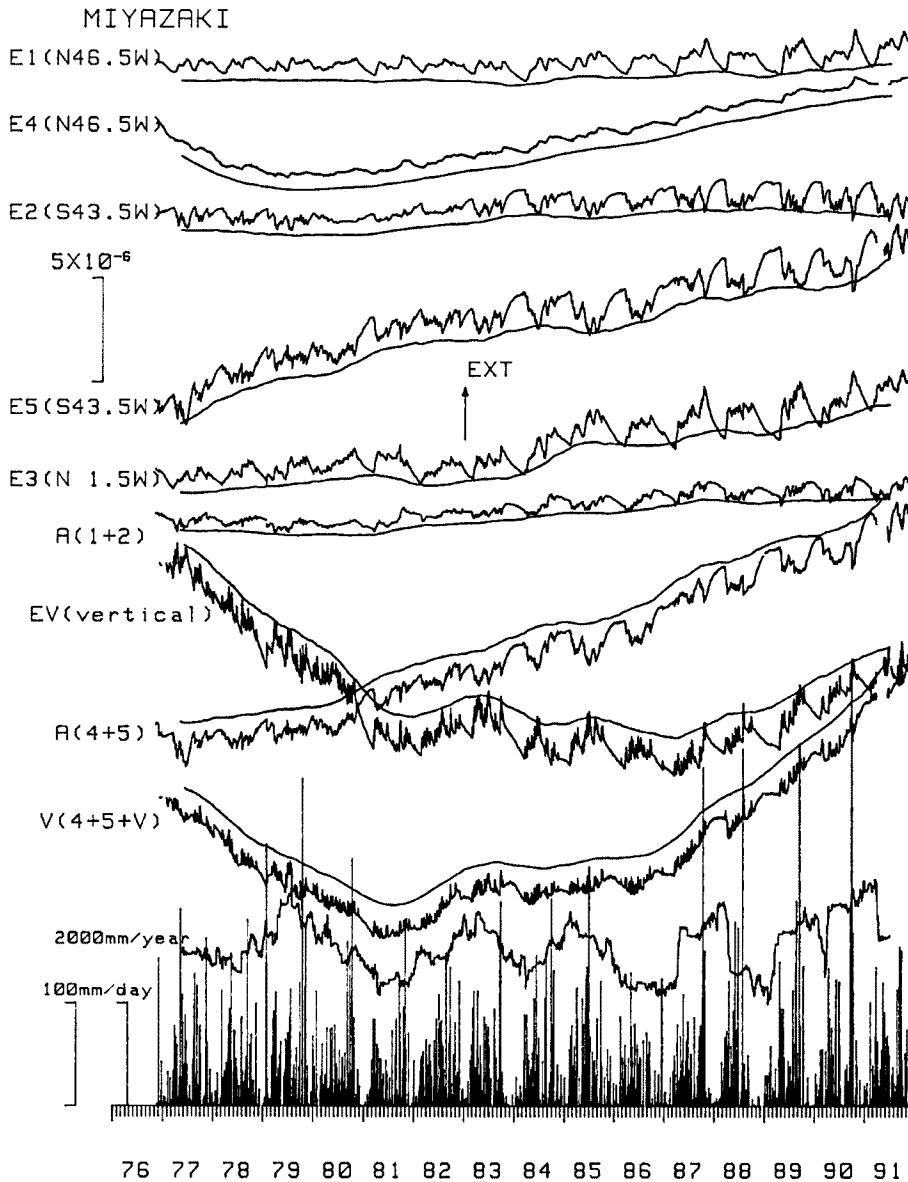


Fig. 2. Secular variations of ground-strains observed with extensometers (E1~E5, EV), daily precipitation, and their 365 days running mean plottings (365 days running sum about precipitation) at the Miyazaki Observatory. "A" and "V" mean areal and volume strain respectively, calculated from the strains observed with the same suffix numbered instruments as in parentheses.

長スパン伸縮計3成分の移動平均値による主歪解を Fig. 3 に示す。3成分全体として傾向の変化する区間に分けて、1977年7月~1980年12月を第1期、1981年1月~1983年9月を第2期、1983年10月~1991年7月を第3期とする。各期間毎に解をもとめると、第1期と第3期とでは主軸方向はほぼ同じであるが、南北方向の伸びの量が、第3期が第1期の約2倍となっている。期間の長さを考慮すると、歪速度としては南北主軸の伸びの速度に変化はなく、東西方向の縮み速度が第3期には第1期の半分になったことになる。この両者には含まれた第2期は主軸方向が異なっている。

2.2 傾斜変化

水管傾斜計は観測坑道に沿って、長さ 45 m の直交する 2 成分 W1, W2 及びこれらと 45° の角度を成す W3 の 3 成分が設置されている。また 2 地点に水平振子型傾斜計 2 組 P1, P2 が各々 A (南北成分) と B (東西成分) の 2 台ずつ、計 4 台を設置している。これらの観測結果を Fig. 4 に示す。

傾斜変化では、経年変動量に対する雨の影響や季節変動の量の比率は伸縮変化の場合よりも少なく、移動平均のグラフも伸縮歪に対するものよりは滑らかである。PIA における 1983 年 1 月の急激な南下がりの変化は水平振子の吊り線が切れたため、再セット後の大きなドリフトは、観測開始後見られたドリフトとは逆方向で 1 ヶ月程続いた。ベクトル図は Fig. 9 に他観測点のものと合わせて示し、移動平均によるものと並べてプロットしてある。観測開始以来 P1, P2 ともに南西下がりの一様な傾斜を示していたが、P1 は 1985 年半ばごろから方向は西下がりになり、速度は以前の約 4 割に変わり始め、P2 は 1986 年半ばごろから南下がりの傾向が強くなっている。一方、水管傾斜計は初期ドリフトのおさまった後北下がりを示していたが 1984 年ごろからその速度を増し、その後 1988 年に東下がりに変化している。傾向が変わった 1988 年には差動トランス取り付けのためフロント部を改良したため、欠測している期間がある。

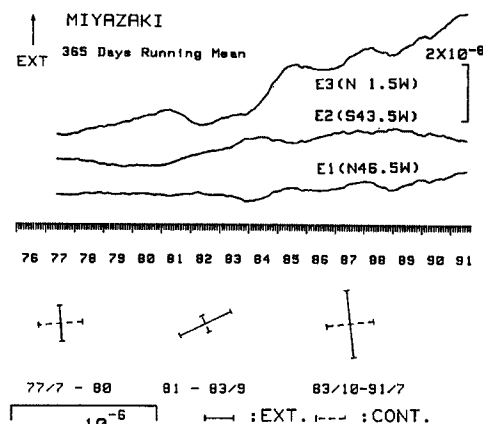


Fig. 3. Principal strains in three periods calculated from 365 days running mean data of ground-strain observed by three components of extensometers (E1, E2, E3) at the Miyazaki Observatory.

3. 楨峰観測室における地殻変動連続観測結果

本観測坑は鉾山廃坑の一部を利用したものであるが、前報以降、2 回の改修工事が行われている。まず 1982 年度末には坑道内部をライナープレートで巻き立て、観測に使用する部分を一部延長する工事を実施した。工事期間中は観測計器を一時撤去し、計器基礎も新たに構築しなおした。再設置時、伸縮計 1 成分を新設し直交 2 成分の組み合わせがとれるようになった。この新設に伴って、成分名を、直交 2 成分に対して、添字 1, 2 を付けるように統一するため、前報の E2 を E3 と改称し、新設成分を E2 とした。次に 1985 年 3 月にテレメーター導入にともない坑道入口に仕切り壁を増設し計器室を設けた。同時に伸縮計 E1 は 11.8 m から 27.3 m に、E3 は 11.8 m から 19.4 m にその長さを延長し、それまでのプロマイド記録に加えて、差動トランスを取り付けた。後れて 1986 年からは水管傾斜計の調整が完了し、安定した記録が得られるようになった。

Fig. 5 に 1974 年以来的観測結果と移動平均の結果を示す。坑道の奥はかなりの規模で採掘されており、観測坑道部近くでも坑道内に気流があるので、通常の横坑内のように外気の影響をほとんど受けないという状態ではなく、観測坑の各改修工事を境に観測結果は違った傾向の変動を記録している。

3.1 伸縮変化

伸縮変化には 3 成分とも共通の特徴がみられ、1983~1984 年は温度の影響と思われる同じパターンの季節変化を示し、1985 年の入口における増設及び E1, E3 の基準尺の延長以後は一様な伸びを記録している。表現を変えると、1983 年の秋から 1984 年の春にかけてみられた縮みの部分が 1985 年はわずかにみられるがそれ以降はほとんど見られなくなっている。特に、E1, E3 においては、1983~1984 年の季節変化のうち伸びの期間の変化率が、1985 年以降の経年変化率とほぼ等しく、縮みの期間の有無が平均的な変化率を支配してい

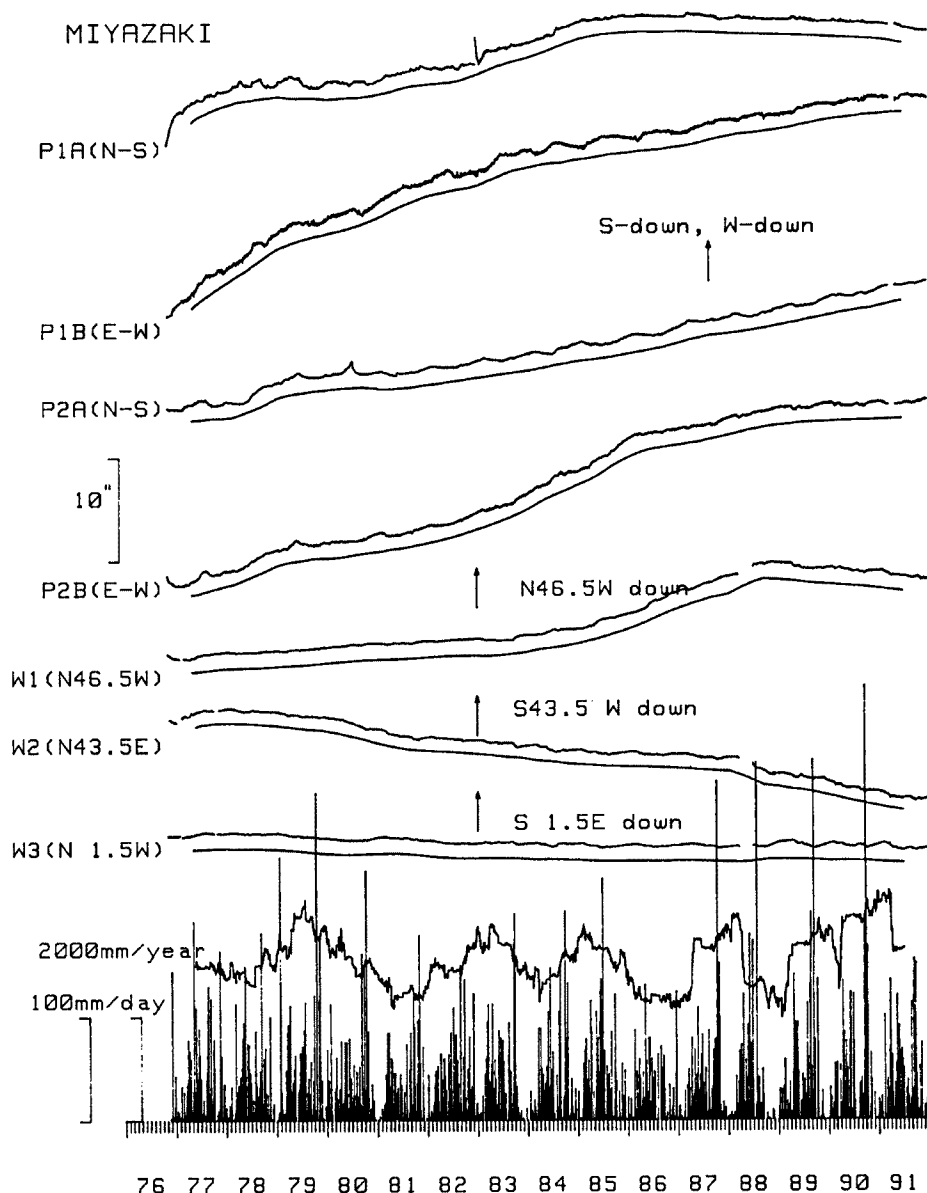


Fig. 4. Secular variations of ground-tilts observed with horizontal pendulum tiltmeter pairs (P1, P2) and watertube tiltmeters (W1~W3), daily precipitation at the Miyazaki Observatory, and their 365 days running mean plottings.

ることになる。1985年以降の経年変化率は、E1 は 3.2×10^{-6} /年で一様に伸び、E2 は1985~1987年では 8.6×10^{-6} /年の伸びで1988~1991年は少し変化率が小さくなり 2.7×10^{-6} /年の伸び、E3 成分は 10^{-5} /年の異常な伸びが続いている。

以前の記録との連続性という点からみれば、E1 では、1982年までは季節変化はみられず、変化率も 4.4×10^{-6} /年で上記期間とほぼ同じ値になっており、経年変化についてみれば1985年以後の記録にもつながる。しかし、E3 の異常な伸びの変化は以前のデータにもつながらず、そのままを弾性歪とは考えにくい。地球潮汐の振幅は1983年以前と1985年以後とでは目に見えるような差は出ていない。急激な伸びは1985年の改修工事以後であり、このときには伸縮計の基準尺の長さを延長したため固定端の場所を変えている。カー

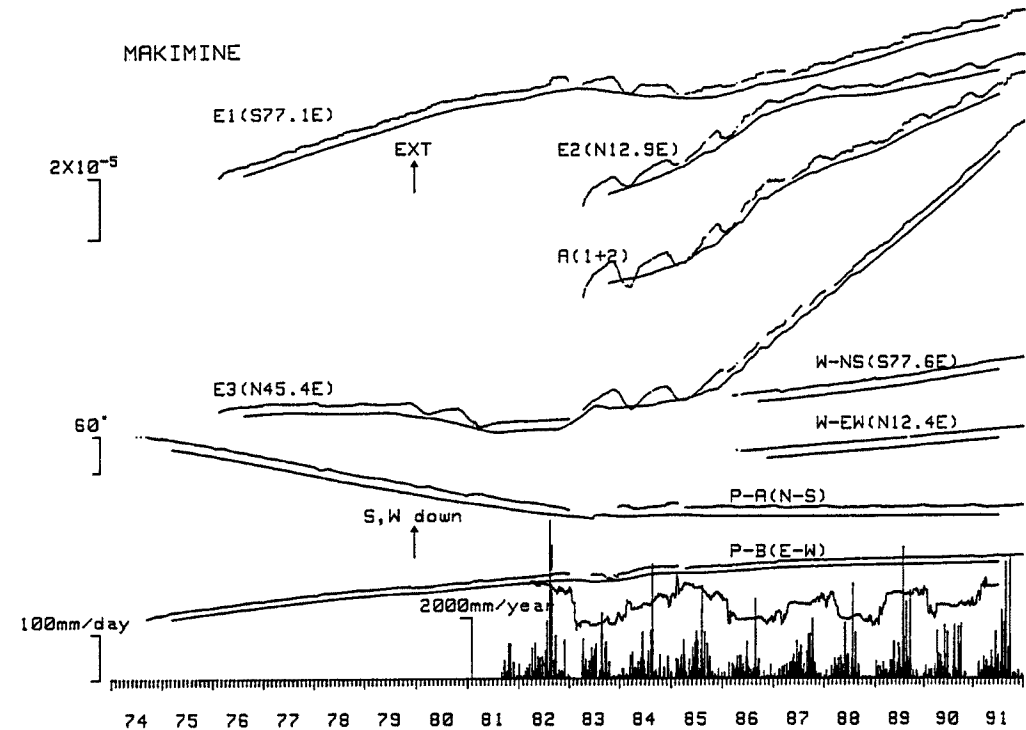


Fig. 5. Secular variations of ground-strains and ground-tilts observed at the Makimine Observatory, daily precipitation, and their 365 days running mean plottings.

ブした観測坑に斜めに伸縮計を設置して、できるだけ延長を長くするため坑道の壁面に近い応力集中の発生する場所に固定端用基礎を埋めていることが異常に大きい変動率の原因の一つとも考え得る。

3.2 傾斜変化

1983年度末の改修工事では水平振子型傾斜計の基礎台も構築しなおしている。再設置後しばらくは記録も安定せず、計器の一部に錆が発生したり欠測が多くなっている。しかし、改修後の2年間の大きな擾乱は伸縮変化でみられたように、季節変化を記録しているのかも知れない。また伸縮変化と同様に1985年4月以降は一様な傾斜変化を示している。短周期的な変動は改修前とあまり変わらないが、冬季の温度が原因と考えられる擾乱は南北成分に大きく表れ東西成分は以前ほど大きな振幅ではない。経年変化率を見ると、東西成分では改修前後であまり違いが無いが、南北成分では改修後 $0.12''$ と改修前の $1/100$ 以下に減少している。

水管傾斜計は、短周期的には降雨の影響もかなりあるが、それ以上に経年変化率は大きく、観測開始以来ほぼ一様に北北西下がりの変動を示している。Fig. 9 に示したベクトル図にみられるように、改修以前の振子型傾斜計と同じ方向の傾斜を示し、4年間の平均変化率は $13.4''/年$ になる。

4. 宿毛観測室における地殻変動連続観測

本観測室では坑口から5m程ですぐに観測室が始まり、抗道長も短く伸縮計、水管傾斜計のスパンはT字型に直交する2成分、E1・E2及びW1・W2が10.5mであり、両者と 45° の角度をなす伸縮計E3では5.4mである。なおE1, E2には、各々に中間センサーE4, E5をつけている。Fig. 6に観測結果を365日移動平均の結果と併せて示す。雨量は気象庁宿毛候所の観測値を使っている。

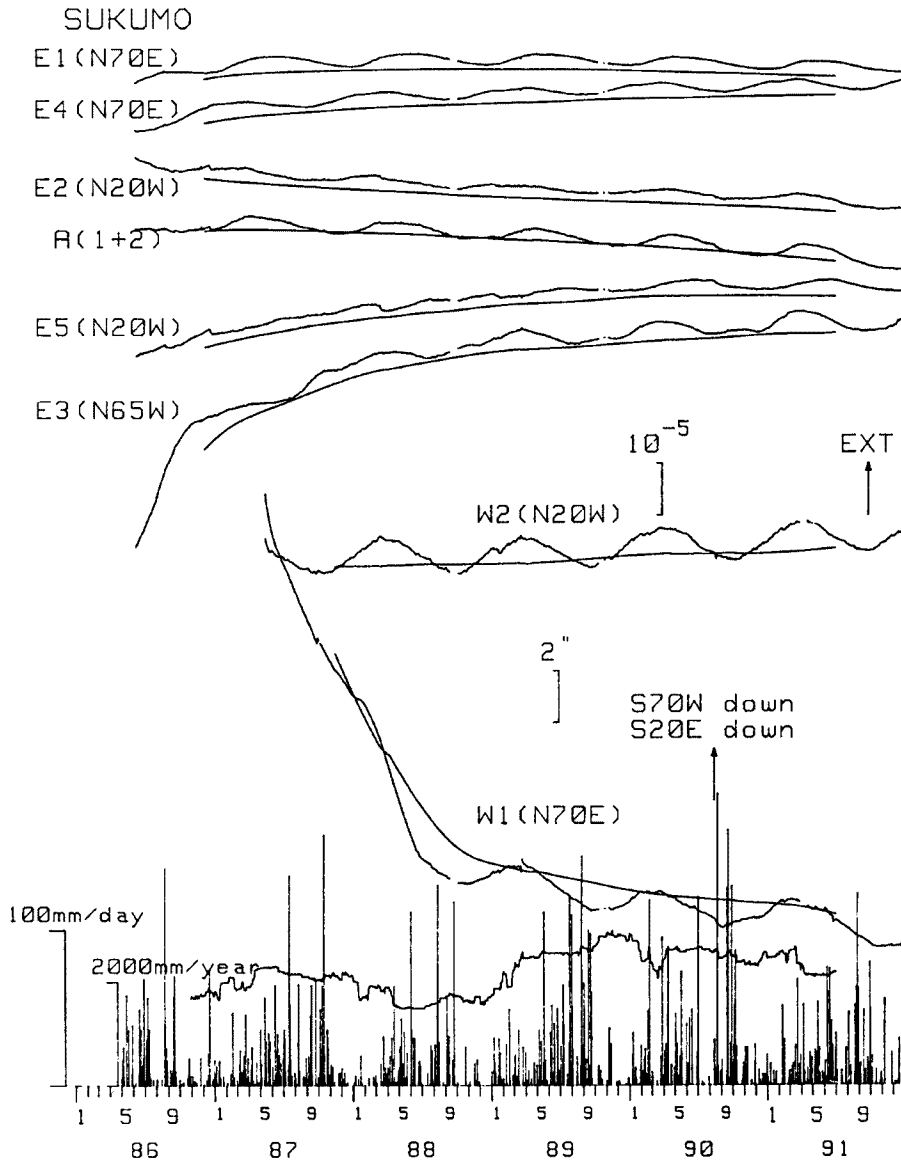


Fig. 6. Secular variations of ground-strains and ground-tilts observed at the Sukumo Observatory, daily precipitation, and their 365 days running mean plotting.

4.1 伸縮変化

伸縮計の全成分とも、気温が主因と思われる明瞭な季節変化を記録しているが各々位相はかなりずれている。経年変化についてこの観測点の特徴は中間センサーを持つ直交2方向の伸縮計において、いずれも末端と中間のセンサーとにおいて潮汐や、降雨等の影響による短周期的な変動は同じ向きであるが、経年変化は逆向きになっている、つまり全長でみれば縮みであるが、中間センサーに対しては伸びとなる。したがって中間センサーと検出端間では見掛け以上の縮みとなっている。平均経年変化率でいえば年間 10^{-7} を単位として、E1 固定端—E4 センサー点間で8.55の伸び、E4 センサー点—E1 センサー点間で13.9の縮み、E2 固定端—E5 センサー点間で16.6の伸び、E5 センサー点—E2 センサー点間で40.2の縮みとなる。破碎の進んだ場所をはさんで計器が設置されているためその影響がでているものと思われる。なお、移動平均グラフによれば計器設置当初のドリフトは順調におさまりつつあるが、まだ変化率は単調に変わっており完全に初期

ドリフトがおさまったとは言えないかも知れず、その場合中間センサーの伸びはもっと小さくなるので中間点の両側での歪の差はもう少し小さくなる可能性がある。E3 は坑口に近いためか、初期のクリープはかなり大きく季節変化の振幅も一番大きくなっている。

4.2 傾斜変化

水管傾斜計の設置は1986年に行ったがフロート部の調整が不備なため、正常な記録がとれるようになったのは1987年5月からで、W1 に1年間程大きなドリフトが続いた。その後は W1, W2 共に同じパターンの子

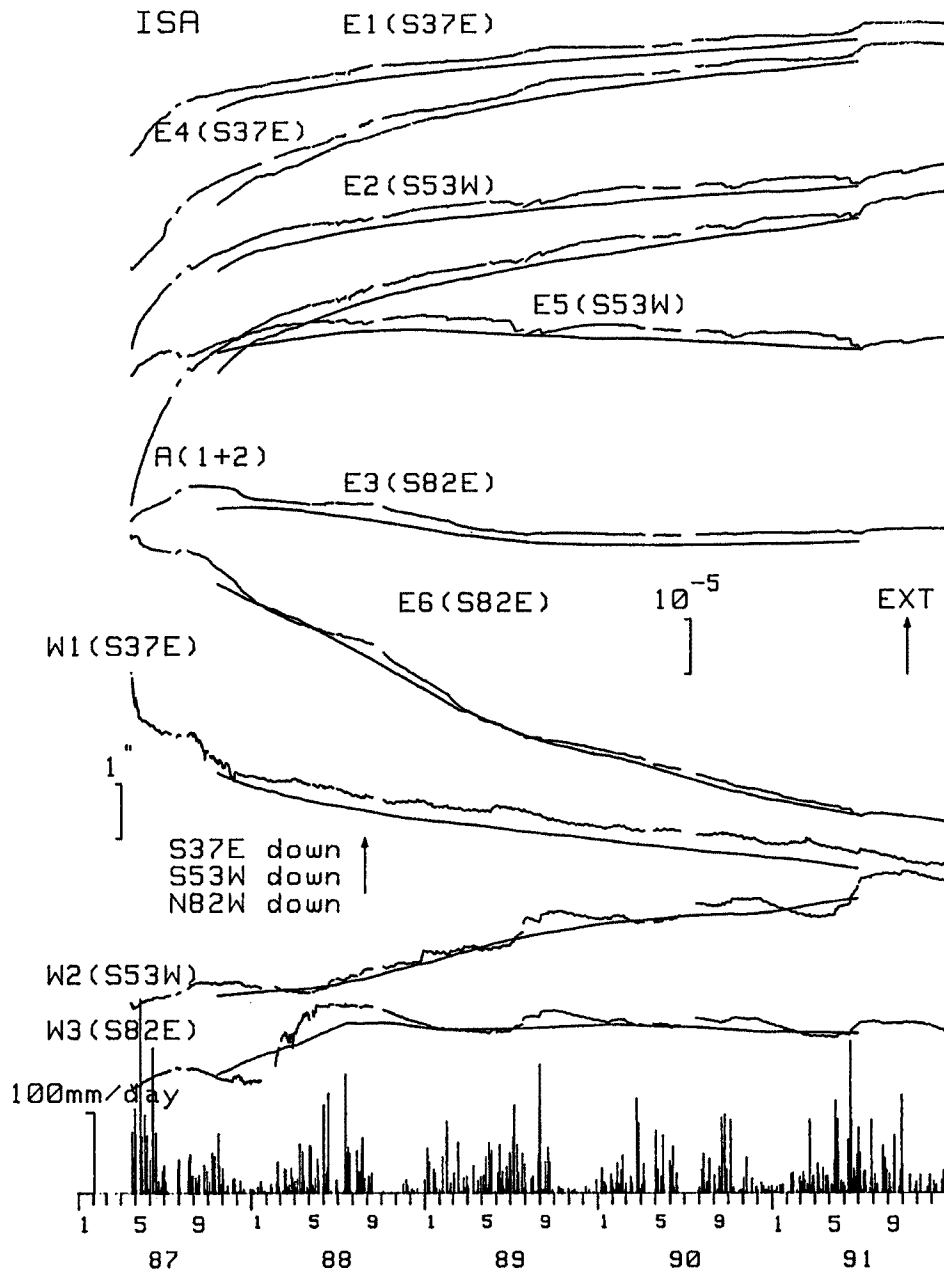


Fig. 7. Secular variations of ground-strains and ground-tilts observed at the Isa Observatory, daily precipitation, and their 365 days running mean plotting.

節変化を示し、移動平均をとれば一様な傾斜を記録している。Fig. 9 に示すベクトル図では、生の記録によるものは季節変化のため複雑な動きに見えるが、移動平均による経年変化は単調な東北東下がりを示し最近の1~2年では $0.5''$ /年になる。

5. 伊佐観測室における地殻変動連続観測

本観測室は宮崎観測所と同じく直角二等辺三角形をなす坑道を持ち、各辺に伸縮計 E1~E3 と水管傾斜計 W1~W3 を設置している。斜辺に設置した水管傾斜計 W3 のみスパン 43 m で他は 30 m である。各伸縮計には中間センサー E4~E6 を取り付けている。また、坑道の直角の部分にボアホール傾斜計を 1 m 程の深さに埋設している。Fig. 7 に観測結果を365日移動平均の結果と併せて示す。

伸縮変化は各成分とも設置当初のドリフトはほぼおさまり、一様な経年変化が見えはじめた。各成分の末端と中間での記録は潮汐や降雨の影響など短周期的には非常によく対応している。E1 とその中間センサー E4 とは経年変化の面からも非常によく似た変動を記録している。いまのところ経年変動率は E4 の方が少し大きい初期ドリフトの指数関数的変化の振幅が E4 の方が大きいと見られ、経年変動率の減少程度も E4 の方が大きいので両者の経年変化はもっと近い値をとるものと考えられる。E2 は初期ドリフトの大きな伸びから一様な伸びに安定してきているが、その中間センサー E5 では伸びから縮みに転じている。しかしこの E5 の変化は歪の定性的な変化というよりは伸びの方向の初期ドリフトが減り、縮みの経年変化に近づきつつあるためだと考えられる。E3 と中間センサー E6 では観測当初の数カ月を除き共に縮みを示していたが、1989年夏以降、両成分とも経年変動率が小さくなり、最近の1年ほどは E3 ではセンスも変わって僅かに伸びを示している。

水管傾斜計では、W1 に初期ドリフトが見られるが短期間でおさまっている。降雨の影響は全成分に出ているがその出方は単純ではなく、W1, W2 のみに出る場合と、W2, W3 のみに出る場合とがある。各降雨毎の応答をみると、W1 と W2 との対応の方が良いことが多いが、長期的には Fig. 7 にみるように、W2 と W3 との方が良く対応している。したがって、今後成分毎に応答の時定数を考慮した解析をすすめる必要がある。ボアホール式傾斜計では原因のはっきりしないステップ状の変動が、特に観測開始当初に頻発し、次第に回数は減ってはいるものの、まだ埋設初期の不安定性やドリフトが完全にはおさまっていないと考えられる。Fig. 9 に W1, W2 及びボアホール式傾斜計によるベクトル図を示す。水管傾斜では西下りの単調な変動、ボアホールではほぼ北下りの急激な変動を示している。

6. 高城及び串間観測室における地殻変動連続観測

両観測室の観測坑は、一方向のみの坑道で長さも 25 ~ 30 m と短い。両観測室とも、1986年テレメーター導入と同時に気泡式傾斜計が設置され、さらに高城観測室では1989年9月に他の観測点のスーパーインヴァー棒より膨張率の小さなニューパーインヴァー棒が設置された⁷⁾。気泡式傾斜計の感度は低く、辛うじて潮汐変化が

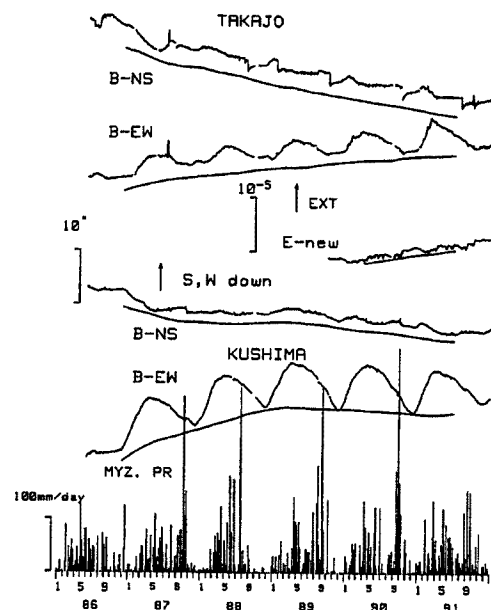


Fig. 8. Secular variations of ground-tilts observed at the Takajo and Kushima Observatory, daily precipitation at the Miyazaki Observatory, and their 365 days running mean plotting.

認められる程度であるが，どちらの観測室にも東西成分に明瞭な季節変化がでている。観測結果を Fig. 8 に示す。降雨の影響は短期間しか持続しない。高城の南北成分には，降雨時に急激な非常に大きい傾斜変化がときどき発生するが，原因は不明である。経年変動は一様な動きがみられ，高城はほぼ北西，串間は西北西下がりであるが串間は1989年はじめに北東下がりになってきている。

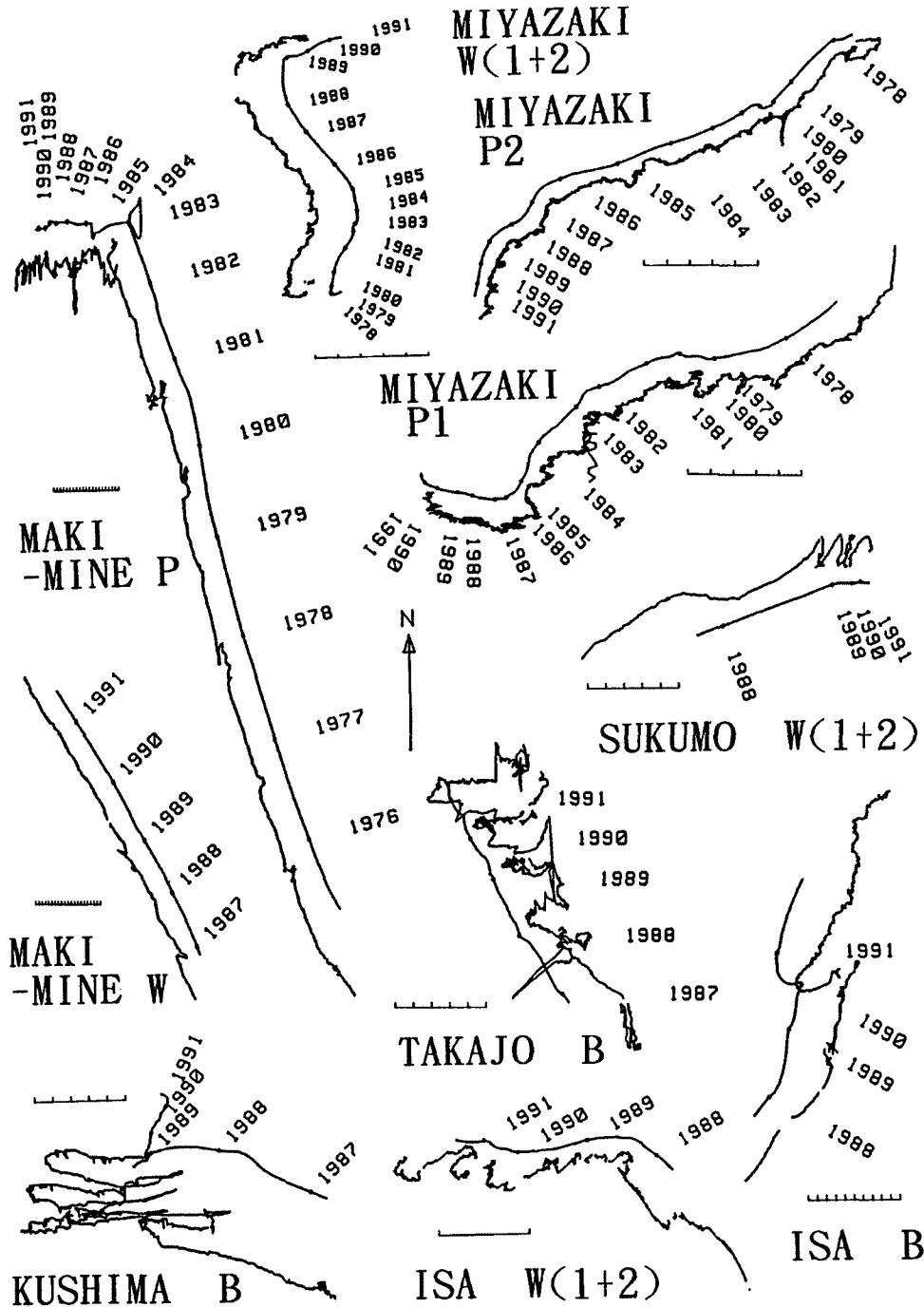


Fig. 9. Vector diagrams of secular variations of ground-tilts observed at the stations within the Hyuganada Network, and vector diagrams of 365 days running mean data of secular variations. W(1+2) is drawn from W1 and W2 data. (B) is drawn from borehole or bubble tiltmeter data.

7. 主な地震と地殻変動

この期間に日向灘では2つの比較的大きい地震が発生している。気象庁による震源要素はつぎの通りである。

1984年8月4日 M=7.1 132°09'E 32°23'N d=33 km (宮崎までの震央距離 90 km)

1987年3月18日 M=6.6 132°04'E 31°58'N d=48 km (宮崎までの震央距離 62 km)

これらの地震に伴う地殻変動としては1984年の地震時は、稼働中の観測点は宮崎、槇峰の2点のみであったが、宮崎については直前19カ月のデータを検討した結果、異常変動は見つかっていない⁸⁾。本稿で求めた経年変化においても、この地震と関連づけられる現象は認められなかった。また、槇峰では観測再会後日が浅くて、特別な現象は認められなかった。ストレイン・ステップと余効変動は観測されている。1987年の場合は、宮崎観測所の伸縮計の1成分に降雨の影響を考慮しても説明のつかない変動が地震直前5~6時間に認められ^{3),4)}、ストレイン・ステップや余効変動も複数の観測所のデータを使用して解析した⁹⁾。しかし、関連すると考えられる経年変化率は変化は認められなかった。

8. ま と め

現在地殻変動連続観測を行っている6観測点の最近の経年変化について調べた。以上の移動平均のグラフの回帰係数を年間の経年変動率として **Table 1** にまとめた。総合観測線の観測点として新設した各点では初期歪が順調に減少しており、一部の成分を除き、経年変化率に比べて十分小さくなっている。各点毎にそれぞれ降雨の影響などを受けて、複雑な変動をしているが、年周変化を移動平均操作で取り除いて、経年変化をみると、時間的に一樣な変化をしているところが多い。但し年間 3000 mm の降雨量を記録する宮崎では、経年変化にも年間総雨量の多寡に応じてその影響があらわれている。また、個別に見ていくと、その変化率が途中で変わる「節目」が認められる成分も少なくない。しかしながら、それが複数成分において同時に表れ、その点が代表していると考えられるある地域のテクトニックな歪(応力)の変化を検出したと断定できるケースは見つかっていない。宮崎では **Fig. 3** で一応3期に分けたが、各成分の「節目」は、完全に一致しているとはいえず、降雨の影響もあって成分によっては単独に見たときに「節目」とはいえない箇所でも区切った場合もある。

いくつかの観測点で同時に観測をおこなっていると、空間的な歪分布の変化の状況がつかめる。槇峰の E3 成分の極端に大きい変動、宿毛の伸縮計の各センサー間の記録の不整合については、納得のいく説明できておらず、これらの結果を直ちに広域的な歪場へ敷衍していくときには注意を要するが3方向の伸縮計で観測を行っている4観測点について、それぞれ E1~E3 の経年変化率から計算された主歪をプロットした図を **Fig. 10** に示す。観測点毎に3成分のデータがある期間全体を対象として年間歪に直した値による。九州南部の宮崎、伊佐ではいずれも南北伸び東西圧縮である。九州中部の槇峰で

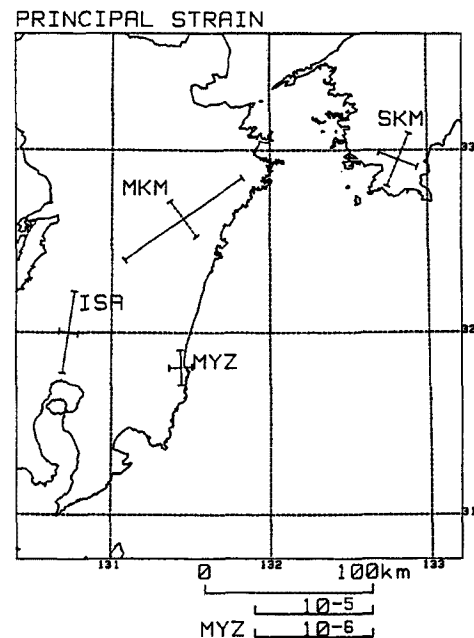


Fig. 10. Principal strains calculated from 365 days running mean data of ground-strain observed by three component extensometers (E1, E2, E3) at 4 observatories.

Table 1. Strain rates and tilt rates calculated from recurrence line of 365 days running mean data.

Observatory & period	copmonent	rate $\times 10^{-7}/y$ $\times 10^{-2}"/y$	Observatory & period	copmonent	rate $\times 10^{-7}/y$ $\times 10^{-2}"/y$
MIYAZAKI			MAKIMINE		
85/7~91	E1	0.95	85/7~91	E1	41.4
77/7~91	"	0.51	"	E2	39.8
85/7~91	E2	0.18	"	E3	134
77/7~91	"	1.07	"	A(1+2)	81.8
85/7~91	E3	3.12	"	PA	16.5
77/7~91	"	3.08	"	PB	271
85/7~91	A(1+2)	1.14	86/7~91	Wns	1092
77/7~91	"	1.58	"	Wew	697
85/7~91	E4	4.78	SUKUMO		
80/1~91	"	4.37	87/7~91	E1	-2.67
85/7~91	E5	4.81	"	E2	-11.8
77/7~91	"	4.42	"	E3	28.3
85/7~91	EV	7.0	"	A(1+2)	-14.5
77/7~81/6	"	-19	"	E4	8.55
77/7~86	"	-2.3	"	E5	16.6
77/7~91	"	10.4	86/7~91	W1	-96.0
85/7~91	A(4+5)	9.6	"	W2	21.6
77/7~91	"	7.91	ISA		
85/7~91	V(4+5+V)	16.6	88/7~91	E1	25.2
77/7~81	"	-13	"	E2	27.2
82/1~91	"	10.6	"	E3	-14.6
85/7~91	P1A	-15.4	"	A(1+2)	52.4
80/1~91	"	58.0	"	E4	48.2
85/7~91	P1B	75.7	"	E5	-13.3
80/1~91	"	96.9	"	E6	-101
85/7~91	P2A	90.6	"	W1	-36.1
80/1~91	"	79.0	"	W2	48.2
85/7~91	P2B	77.3	"	W3	-4.5
80/1~91	"	143	"	B1	-418
85/7~91	W1	79.8	"	B2	-286
80/1~91	"	85.4	TAKAJO		
85/7~91	W2	-80.7	87/7~91	BN	-244
80/1~91	"	-56.6	"	BE	128
85/7~91	W3	-0.3	KUSHIMA		
80/1~91	"	-7.01	87/7~91	BN	-84
			"	BE	97

は主歪軸の方向が南部の結果から時計廻りに傾いているが、この伸びの軸は E3 の方向と 9° 異なるだけであり、E3 成分の大きい伸びに強い影響を受けたパターンになっている。しかし、九州3点の傾向は、国土地理院による三角測量の明治以来の結果と調和的である。ただ、最近10年程度の間隔で繰り返し行われている三角測量の最新の成果とは一致しない¹⁰⁾。四国の宿毛観測点についてはこの伸縮計の観測結果をテクト

ニックな歪場に結びつけることは難しいので、計算結果として提示するに留める。傾斜変化は同じ観測坑道内でも異なった結果が出るなど、地域的な特徴は見いだせない。

最後に槇峰観測所の記録を交換していただいている菱金不動産(株)槇峰事務所の中村和雄氏には深く感謝致します。また伊佐観測室での観測、データ転送に当りお世話になっております加茂幸介教授をはじめ桜島火山観測所の皆様には日頃のご協力を深く感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 高田理夫・古澤 保・竹本修三・尾上謙介・寺石眞弘・園田保美：宮崎地殻変動観測所における地殻変動観測(第1報)，京大防災研究所年報，第22号 B1, 1979, pp. 61-77.
- 2) 高田理夫・古澤 保・大谷文夫・寺石眞弘・園田保美：宮崎地殻変動観測所における地殻変動観測(第2報)，京大防災研究所年報，第26号 B1, 1983, pp. 63-76.
- 3) 高田理夫・古澤 保・大谷文夫・寺石眞弘・園田保美：日向灘地殻活動総合観測線，京大防災研究所年報，第30号 B1, 1987, pp. 29-40.
- 4) 古澤 保・大谷文夫・寺石眞弘：地殻変動連続観測データ処理システム，測地学会誌，第33巻，1987, pp. 299-306.
- 5) 古澤 保・尾上謙介・高田理夫：屯鶴峯における光電変換装置による伸縮計のデジタル観測，測地学会誌，第19巻第2号，1973, pp. 76-84.
- 6) 古澤 保・大谷文夫・寺石眞弘：地殻伸縮ひずみと降雨の関係について —宮崎地殻変動観測所の場合—，測地学会誌，第32巻第1号，1986, pp. 56-63.
- 7) 古澤 保・大谷文夫・寺石眞弘・園田保美：熱膨張率の異なる2種のスーパー・インヴァール棒伸縮計の比較観測，日本測地学会第74回講演会要旨，1990, pp. 148-149.
- 8) 古澤 保・大谷文夫・寺石眞弘・高田理夫：1984年8月7日日向灘地震に関連した宮崎地殻変動観測所における地殻変動と地震活動，京大防災研究所年報，第28号 B-1, 1985, pp. 31-39.
- 9) Ohya, F.: Crustal movements related to the earthquake on March 18, 1987 in Hyuganada, Bull. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ. Vol. 38, 1988, pp. 99-114.
- 10) 国土地理院：九州地方の水平歪，地震予知連絡会会報，第31巻，1984, pp. 440-445.