

6-8 愛知県東部の低周波地震に関連した産総研豊橋・豊橋東観測点の歪変化 Crustal strain changes at TYH and TYE station of AIST associated with low-frequency earthquakes in eastern Aichi Prefecture

産業技術総合研究所

Geological Survey of Japan, AIST

1. はじめに

2005年7月20日から23日にかけて、愛知県で低周波地震活動が活発化した。それと同じ時期に、愛知県東部から静岡県西部の気象庁・防災科研・産総研の観測点（第1図）で、歪・傾斜に変化が観測された。気象庁の解析によれば、プレート境界（深さ約30km）において、第1図の赤丸で示した地点のいずれかで、M5.8相当のゆっくりとしたすべりが発生したとすれば、歪計などに見られる変化をほぼ説明できるとのことである。

愛知県豊橋市にある産総研豊橋観測点（1998年4月観測開始）と豊橋東観測点（2004年9月観測開始）では、ボアホール型多成分歪計による地殻歪に変化が認められた（第2図）。その歪変化の特徴をまとめたので報告する。また、過去にも同様の歪変化が発生していたかどうかの調査を行ったので、その結果を報告する。

2. 2005年7月の事例の特徴

豊橋観測点では、2005年7月20日から23日にかけて、歪3（N342E）成分に約 5×10^{-8} の縮みの変化が観測された（第2図）。

豊橋東観測点では、2005年7月20日から23日にかけて、N356E成分の水平歪で約 $4 \sim 7 \times 10^{-8}$ の縮み、N131E成分の水平歪で約 2×10^{-8} の縮み、N221E成分の水平歪で約 1×10^{-8} の伸びが認められた（第2図）。この地殻歪変化は南北に縮み、東西に伸びの主歪場であった（第3図）。

気象庁のゆっくりすべりの断層モデル¹⁾に基づいて計算したところ、豊橋付近では南北に縮みの主歪場が推定された（第4図）。この結果は、観測結果とほぼ一致する。

3. 過去の歪変化の調査

2005年7月と同様の歪変化が過去に発生していたかどうかの調査を行った。調査は、1999年9月以降に愛知県の低周波地震と同期して気象庁蒲郡・佐久間・浜北観測点で歪変化が見られた18例についてである。対象は愛知県豊橋市の産総研豊橋・豊橋東観測点の歪計の記録である。

2005年7月の事例では、豊橋市付近では南北に縮みの歪場が観測されたので、18例について、豊橋観測点の歪3（N342E方向の成分）に縮みの変化が見られたかどうかを調べた（第1表）。また、最近の3例については、豊橋東観測点の歪（N356E方向の成分）に縮み変化が見られたかどうか調べた（第2表）。

4. 調査結果

（1）低周波地震が2005年7月と同じ領域で発生した時には、豊橋観測点の歪の南北方向に縮みが観測された。また、縮みに先行して南北方向に伸びが認められる例もある。

(2) 低周波地震が2005年7月の時よりも北東側の領域で発生した時には、豊橋観測点の歪に変化は(基本的には)観測されなかった。

5. まとめ

2005年7月の愛知県での低周波地震活動の活発化と同時期に、産総研豊橋観測点と豊橋東観測点での地殻歪に変化が見られることが分かった。この地殻歪変化はプレート境界(深さ約30km)におけるゆっくりとしたすべりの断層モデルで説明することができる。豊橋観測点と豊橋東観測点での地殻歪変化は、低周波地震活動と同期してプレート境界でゆっくりすべりが発生したことを支持する。また、1999年9月以降にも10回以上、低周波地震の活発化と同期した地殻歪変化が発生(つまりプレート境界でゆっくりすべりが発生)したと推測される。

(北川有一・松本則夫・小泉尚嗣)

参 考 文 献

- 1) 小林昭夫・山本剛靖・中村浩二・吉川澄夫・橋本徹夫・竹中潤・木村一洋・青木玲子・露木貴裕・菅沼一成・高野淳, 東海地域で歪計により観測された短期的スロースリップ, 2005年測地学会秋季大会予稿集, 2005

第1表 1999年9月以降の豊橋観測点での歪変化

タイプA: 2005/7/20-7/22の時の領域に低周波地震が発生

気象庁蒲郡観測点の歪に変化あり(第4図の断層モデル)

タイプB: タイプAより北東側の領域で低周波地震が発生

気象庁蒲郡観測点の歪に変化なし(第5図の断層モデル)

Table.1 Crustal strain changes at TYH station since September 1999.

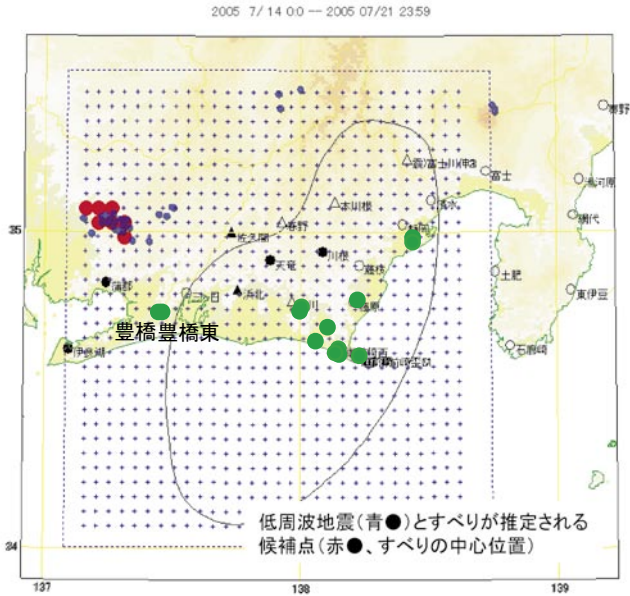
Type A: low-frequency earthquakes occurred in the area where low-frequency earthquakes occurred on July 20-22, 2005. There were strain changes at Gamagouri station of JMA. The fault model of slow slip is shown in Fig.4.

Type B: low-frequency earthquakes occurred in a northeast area of Type A. There were no strain changes at Gamagouri station of JMA. The fault model of slow slip is shown in Fig.5.

気象庁の歪変化の期間	タイプ	豊橋歪3の縮み変化の有無	豊橋歪3の縮み変化に先行する南北伸びの有無	
1999/ 9/ 3- 9/ 9	A	1999/ 9/ 2- 9/10	あり(1999/ 8/29- 9/ 1)	第6図
2000/ 2/26- 2/27	A	2000/ 2/27- 2/28	あり(2000/ 2/23- 2/26)	第7図
2001/ 4/10- 4/13	A	2001/ 4/ 6- 4/13	なし	第8図
2001/ 9/ 6- 9/ 9	B	2001/ 9/10(大雨の影響?)	なし	第9図
2002/ 9/22- 9/24	B	2001/ 9/22- 9/24	あり(2001/ 9/19- 9/21)	第10図
2002/11/26-11/27	A	2002/11/26-11/27	あり(2002/11/18-11/25)	第11図
2003/ 2/14- 2/16	B	2003/ 2/13(ステップ状変化)	なし	第12図
2003/ 5/30- 6/ 3	A	2003/ 5/31- 6/ 2	なし	第13図
2003/ 9/16- 9/17	B	なし		第14図
2003/10/ 9-10/11	B	なし		第15図
2003/11/ 6-11/ 8	A	2003/11/ 5-11/ 7	あり(2003/10/30-11/ 4)	第16図
2004/ 1/ 1- 1/ 3	B	なし		第17図
2004/ 2/13- 2/17	A	2004/ 2/15- 2/17	なし	第18図
2004/ 4/ 3- 4/ 7	B	なし		第19図
2004/ 6/26- 7/ 2	A	2004/ 6/20- 6/29	なし	第20図
2004/11/21-11/26	B	なし		第21図
2004/12/17-12/19	A	2004/12/18-12/22	なし	第22図
2005/ 7/20- 7/22	A	2005/ 7/20- 7/23	なし	第2図

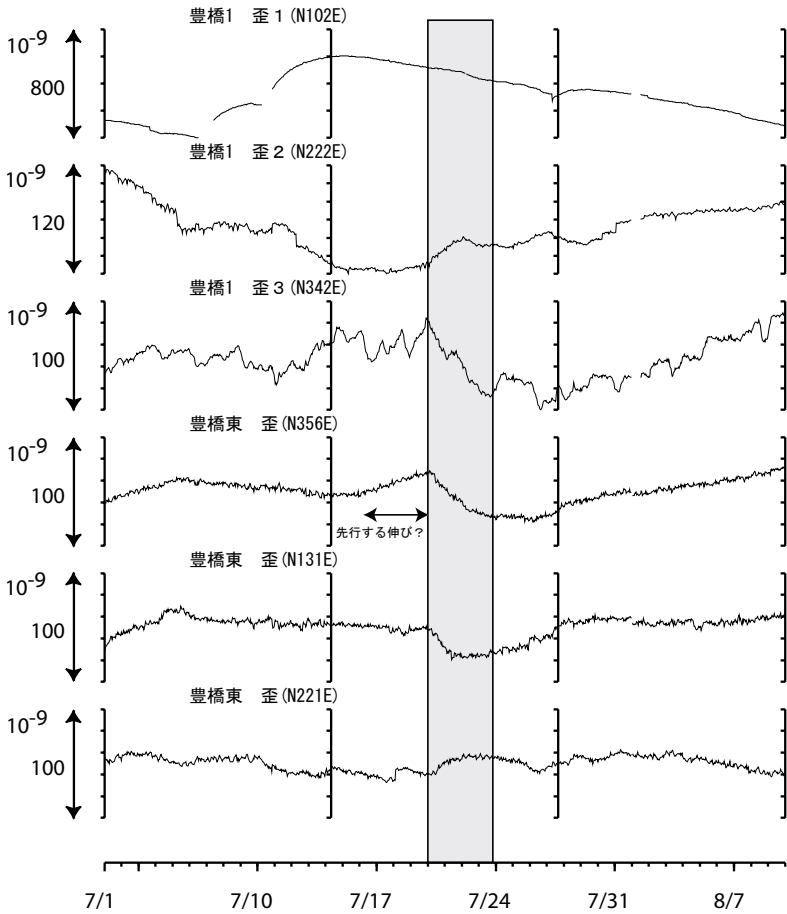
第2表 2004年11月以降の豊橋東観測点での歪変化
 Table.2 Crustal strain changes at TYE station since November 2004.

気象庁の歪変化の 期間	タイプ	豊橋東歪 N356E 成分 の縮み変化の有無	豊橋東歪 N356E 成分の縮 み変化に先行する南北伸 びの有無	
2004/11/21-11/26	B	なし		第 21 図
2004/12/17-12/19	A	2004/12/14-12/19	なし	第 22 図
2005/ 7/20- 7/22	A	2005/ 7/20- 7/23	あり (2005/ 7/16- 7/19)	第 2 図



第2図 豊橋・豊橋東観測点の位置及び2005年7月の低周波地震の震央と推定されたすべりの位置（気象庁資料に加筆した）．緑色の丸は産総研の観測点，それ以外は気象庁の観測点．
 Fig.1 Location of TYH and TYE stations, epicenter of low-frequency earthquakes in July 2005, and estimated area of slow slip. The figure is added with figure by JMA. Green circles show stations of AIST and the others show stations of JMA.

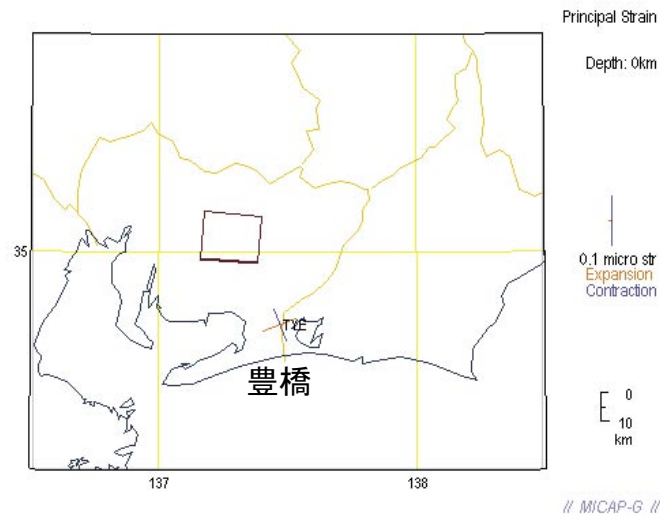
豊橋・豊橋東 歪（時間値）
 （2005/07/01 00:00 - 2005/08/10 00:00）



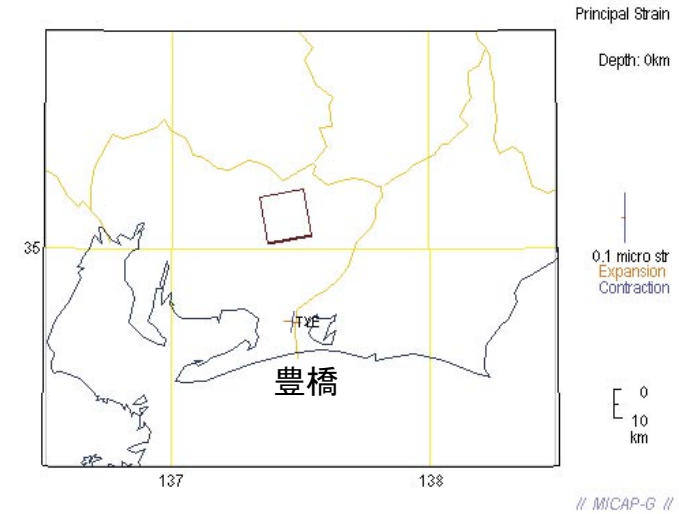
第2図 産総研豊橋・豊橋東観測点での歪の結果．BAYTAP-Gにより潮汐応答・気圧応答を除去し，さらに直線トレンドを除去している．
 Fig.2 The results of strain at TYH and TYE. These results are derived from the raw data by the removal of tidal and barometric responses estimated by BAYTAP-G and the linear trends.



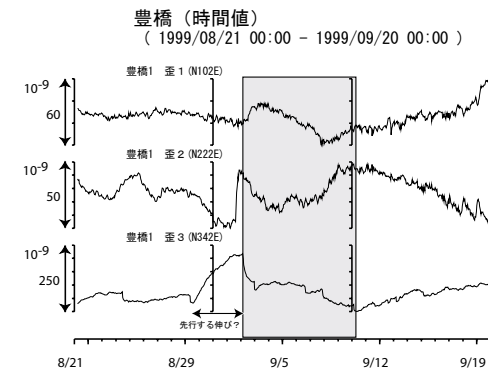
第3図 豊橋東観測点で観測された歪変化から求めた主歪
Fig.3 Principal strain estimated from observed strain changes at TYE.



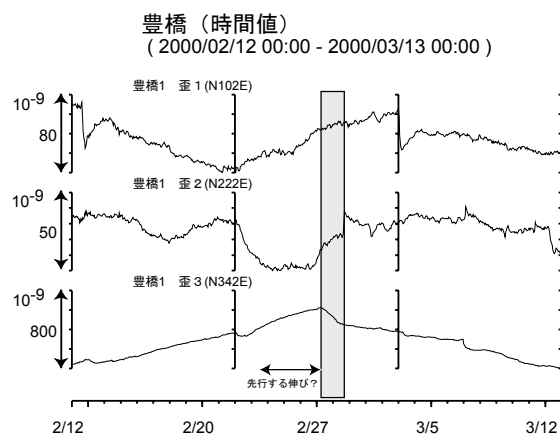
第4図 2005年7月のゆっくりすべりの断層モデル¹⁾と断層モデルにより推定される豊橋東観測点での主歪
Fig.4 The fault model of slow slip in July 2005¹⁾ and principal strain at TYE estimated from the fault model.



第5図 第4図とは別タイプのゆっくりすべりの断層モデル¹⁾と断層モデルにより推定される豊橋東観測点での主歪
Fig.5 The fault model of slow slip different from Fig.4¹⁾ and principal strain at TYE estimated from the fault model.

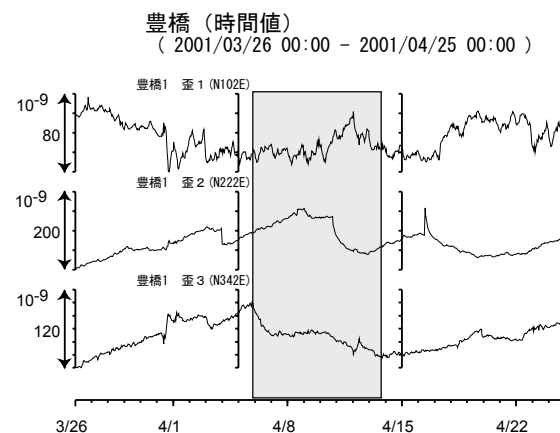


第6図 豊橋観測点の歪の結果. BAYTAP-Gにより潮汐応答・気圧応答を除去した後、直線トレンドを除去している。
Fig.6 The results of strain at TYH. These results are derived from the raw data by the removal of tidal and barometric responses estimated by BAYTAP-G and the linear trends.



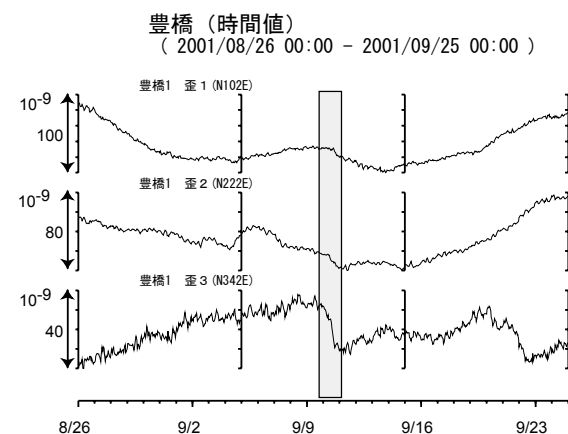
第7図 豊橋観測点の歪の結果. BAYTAP-Gにより潮汐応答・気圧応答を除去した後、直線トレンドを除去している。

Fig.7 The results of strain at TYH. These results are derived from the raw data by the removal of tidal and barometric responses estimated by BAYTAP-G and the linear trends.



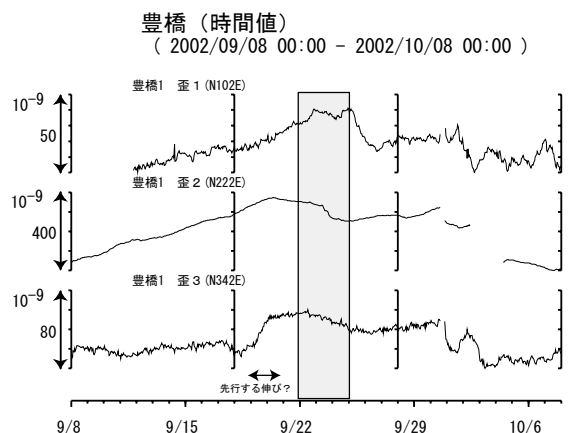
第8図 豊橋観測点の歪の結果. BAYTAP-Gにより潮汐応答・気圧応答を除去した後、直線トレンドを除去している。

Fig.8 The results of strain at TYH. These results are derived from the raw data by the removal of tidal and barometric responses estimated by BAYTAP-G and the linear trends.



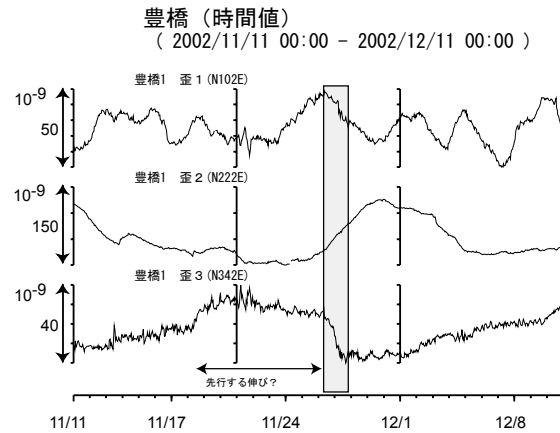
第9図 豊橋観測点の歪の結果. BAYTAP-Gにより潮汐応答・気圧応答を除去した後、直線トレンドを除去している。

Fig.9 The results of strain at TYH. These results are derived from the raw data by the removal of tidal and barometric responses estimated by BAYTAP-G and the linear trends.



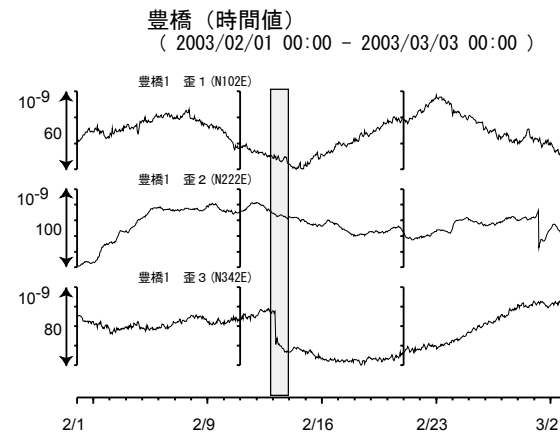
第10図 豊橋観測点の歪の結果. BAYTAP-Gにより潮汐応答・気圧応答を除去した後、直線トレンドを除去している。

Fig.10 The results of strain at TYH. These results are derived from the raw data by the removal of tidal and barometric responses estimated by BAYTAP-G and the linear trends.



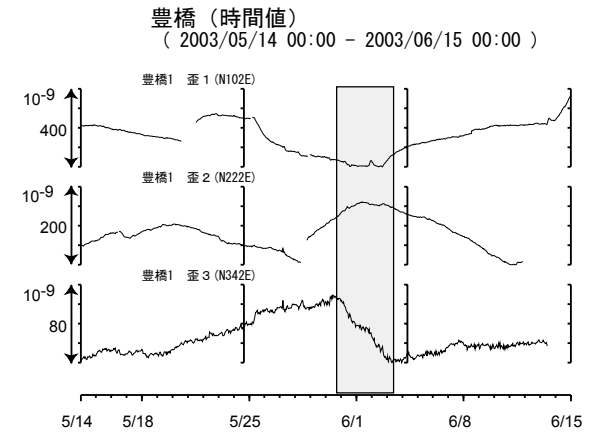
第 11 図 豊橋観測点の歪の結果. BAYTAP-G により潮汐応答・気圧応答を除去した後, 直線トレンドを除去している.

Fig.11 The results of strain at TYH. These results are derived from the raw data by the removal of tidal and barometric responses estimated by BAYTAP-G and the linear trends.



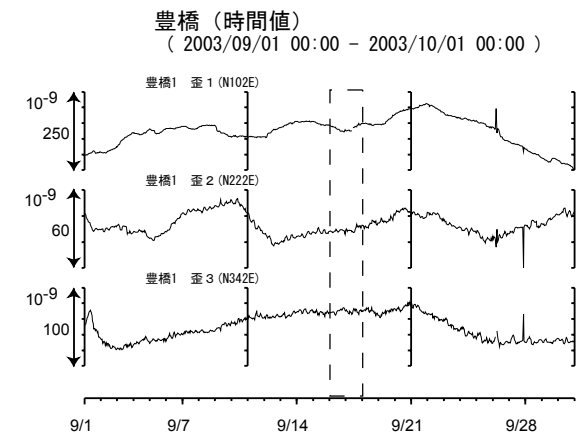
第 12 図 豊橋観測点の歪の結果. BAYTAP-G により潮汐応答・気圧応答を除去した後, 直線トレンドを除去している.

Fig.12 The results of strain at TYH. These results are derived from the raw data by the removal of tidal and barometric responses estimated by BAYTAP-G and the linear trends.



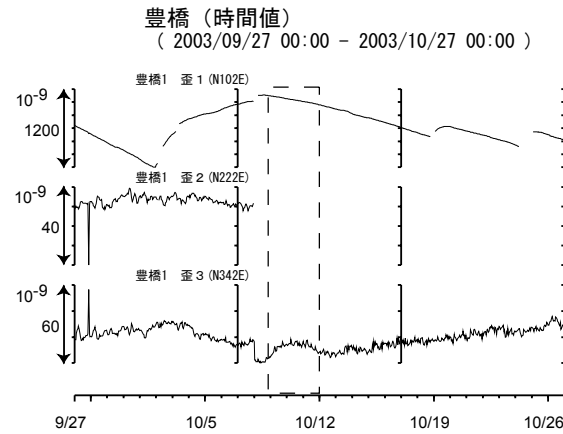
第 13 図 豊橋観測点の歪の結果. BAYTAP-G により潮汐応答・気圧応答を除去した後, 直線トレンドを除去している.

Fig.13 The results of strain at TYH. These results are derived from the raw data by the removal of tidal and barometric responses estimated by BAYTAP-G and the linear trends.



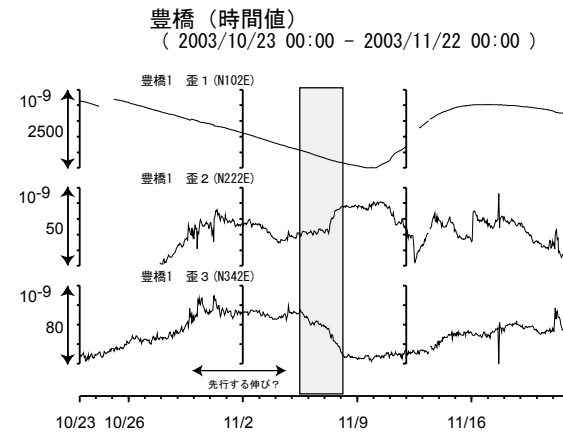
第 14 図 豊橋観測点の歪の結果. BAYTAP-G により潮汐応答・気圧応答を除去した後, 直線トレンドを除去している.

Fig.14 The results of strain at TYH. These results are derived from the raw data by the removal of tidal and barometric responses estimated by BAYTAP-G and the linear trends.



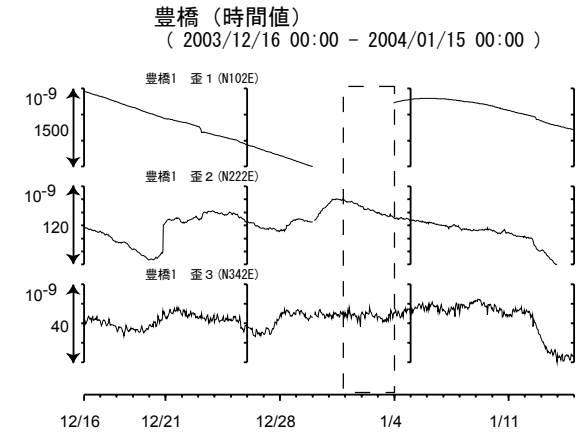
第 15 図 豊橋観測点の歪の結果. BAYTAP-G により潮汐応答・気圧応答を除去した後、直線トレンドを除去している。

Fig.15 The results of strain at TYH. These results are derived from the raw data by the removal of tidal and barometric responses estimated by BAYTAP-G and the linear trends.



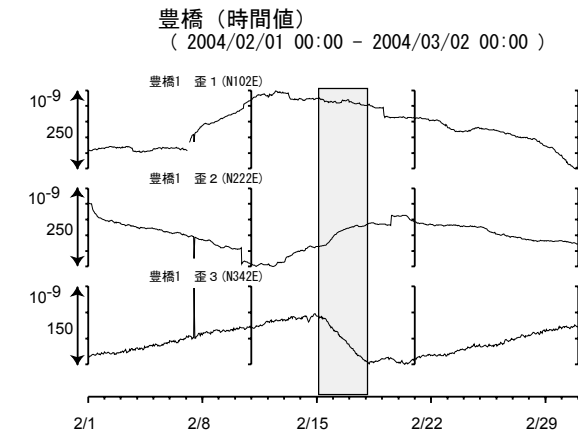
第 16 図 豊橋観測点の歪の結果. BAYTAP-G により潮汐応答・気圧応答を除去した後、直線トレンドを除去している。

Fig.16 The results of strain at TYH. These results are derived from the raw data by the removal of tidal and barometric responses estimated by BAYTAP-G and the linear trends.



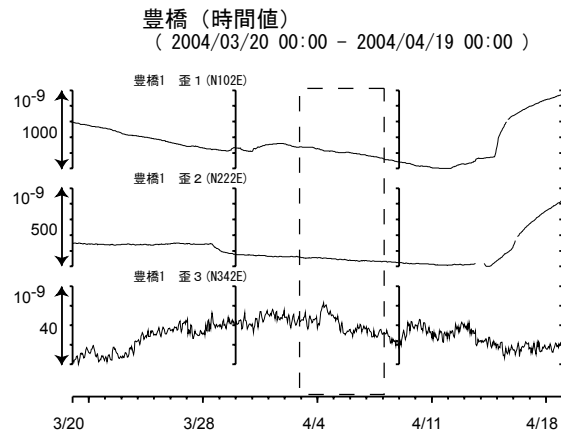
第 17 図 豊橋観測点の歪の結果. BAYTAP-G により潮汐応答・気圧応答を除去した後、直線トレンドを除去している。

Fig.17 The results of strain at TYH. These results are derived from the raw data by the removal of tidal and barometric responses estimated by BAYTAP-G and the linear trends.



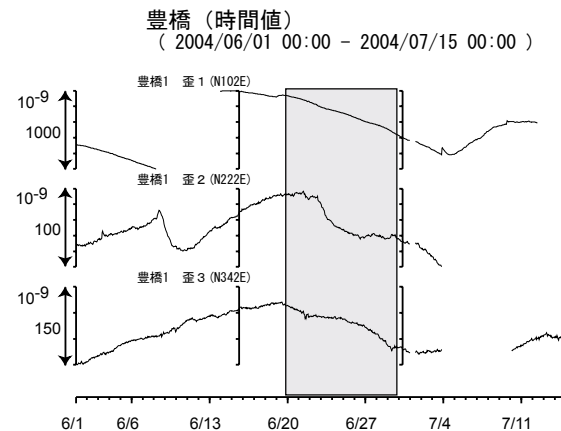
第 18 図 豊橋観測点の歪の結果. BAYTAP-G により潮汐応答・気圧応答を除去した後、直線トレンドを除去している。

Fig.18 The results of strain at TYH. These results are derived from the raw data by the removal of tidal and barometric responses estimated by BAYTAP-G and the linear trends.



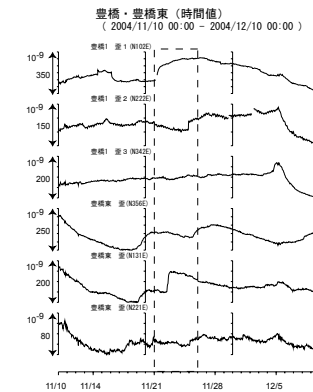
第 19 図 豊橋観測点の歪の結果. BAYTAP-G により潮汐応答・気圧応答を除去した後, 直線トレンドを除去している.

Fig.19 The results of strain at TYH. These results are derived from the raw data by the removal of tidal and barometric responses estimated by BAYTAP-G and the linear trends.



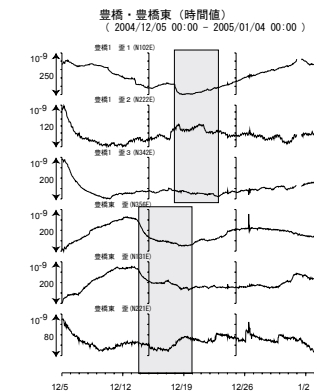
第 20 図 豊橋観測点の歪の結果. BAYTAP-G により潮汐応答・気圧応答を除去した後, 直線トレンドを除去している.

Fig.20 The results of strain at TYH. These results are derived from the raw data by the removal of tidal and barometric responses estimated by BAYTAP-G and the linear trends.



第 21 図 豊橋・豊橋東観測点の歪の結果. BAYTAP-G により潮汐応答・気圧応答を除去した. 加えて, 豊橋観測点については直線トレンドを除去している. 豊橋東観測点については二次関数トレンドを除去している.

Fig.21 The results of strain at TYH. These results are derived from the raw data by the removal of tidal and barometric responses estimated by BAYTAP-G. In addition, these results are derived by the removal of the linear trends at TYH and the quadratic curve trends at TYE.



第 22 図 豊橋・豊橋東観測点の歪の結果. BAYTAP-G により潮汐応答・気圧応答を除去した. 加えて, 豊橋観測点については直線トレンドを除去している. 豊橋東観測点については二次関数トレンドを除去している.

Fig.22 The results of strain at TYH. These results are derived from the raw data by the removal of tidal and barometric responses estimated by BAYTAP-G. In addition, these results are derived by the removal of the linear trends at TYH and the quadratic curve trends at TYE.