

8-3 紀伊半島における SSE に伴う歪変化(2008年6月および11月)

Strain Changes associated with the SSE in Kii Peninsula (June and November, 2008)

産業技術総合研究所

Geological Survey of Japan, AIST

産業技術総合研究所では、2007年中頃より紀伊半島南部の2観測点において、2008年中頃より四国・紀伊半島・東海の9観測点で地下水・歪等の観測を開始した。観測井配置図を第1図に示す。

広島大学の低周波微動自動モニタリングシステム(ATMOS)¹⁾によると、平成20年岩手・宮城内陸地震が発生した翌日の2008年6月15日より三重県中部、20日より奈良県南部周辺において活発な低周波微動が観測された(第2図)。同期間の2観測点(HGM, ICU)の観測結果を第3~4図に示す。第3図以降において、気圧・潮汐の影響を補正する場合は、潮汐解析プログラムBAYTAP-G²⁾を用いて、補正值を必要に応じて示している。図が載っているHGMでは一部成分でステップが多発しており、微動に伴う変化は一部認められるにとどまった。ICUでは、6月15日以降、微動活動域の移動に伴い3段階の変化が認められた。

3段階それぞれの低周波微動域に計3枚の断層モデルを仮定し、Okada(1992)³⁾と内藤・吉川(1999)⁴⁾によってHGMおよびICUで期待される主歪変化を計算した他、水平歪の観測結果から該当期間の主歪を計算した(第5図)。断層の位置・幅・長さは微動域に固定し、深さ、Dip, Rakeは低周波微動発生地域のプレート形状(Satake, 1993)⁵⁾により決定した。すべり量のみICUでの歪変化量をもとに決定した。断層面のICUでは、それぞれの期間において観測値と仮定した断層面のすべりによる計算値が概ね一致している。3つの断層のMwはそれぞれ5.6, 6.1, 6.3, 合計で6.4と推定される。

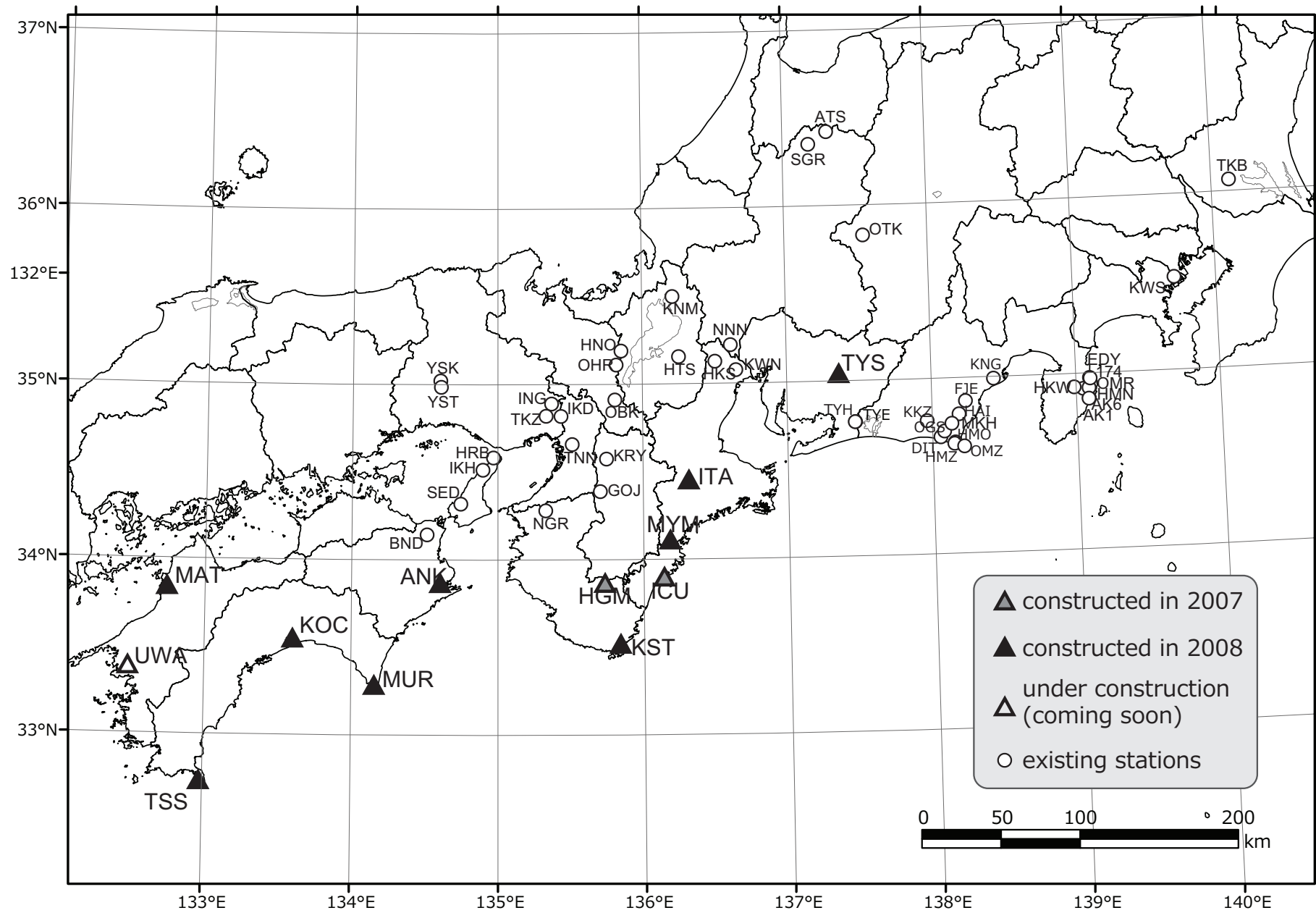
また、2008年11月3日頃~5日に奈良県南部、10日~18日に三重県中部~奈良県南東部にかけて活発な低周波微動が観測された(第6図)。同期間の東海・紀伊半島および四国東部における観測結果を第7~14図に示す。これら8点のうち、ANKとITAはGTSM社製の歪計が200m孔(標準)に、これら以外の6点は石井式歪計が600m孔(標準)に埋設されている。新規6点の歪は、埋設後間もなく初期ドリフトが非常に大きいため2次関数トレンドを取り除いている(昨年2点は1次直線トレンド)。これによると、ICUおよびMYMで微動域の移動に対応した変化が認められる。それ以外の点は初期ドリフトなどの影響が大きいもののTYSやITAの一部で変化が認められる。

微動域の移動に伴い4つの期間それぞれに計4枚の断層モデルを仮定し、各観測点で期待される主歪変化を計算した他、水平歪の観測結果から該当期間の主歪を計算した(第15~18図)。すべり量はICUおよびMYMの観測結果に合うよう設定した。水平歪は4成分観測しているため、主歪観測結果は3組ずつの組み合わせで4通り計算される。ICUおよびMYMでは4通りの計算結果が概ね一致しており、信頼性が高いと考えられる。これら2観測点では、観測値と、仮定した断層面のすべりによる計算値が概ね一致している。4期間のMwはそれぞれ5.9, 6.3, 5.7, 6.1で、合計で6.5と推定される(板場智史・北川有一・小泉尚嗣・高橋誠・松本則夫・佐藤努・大谷竜)。

参考文献

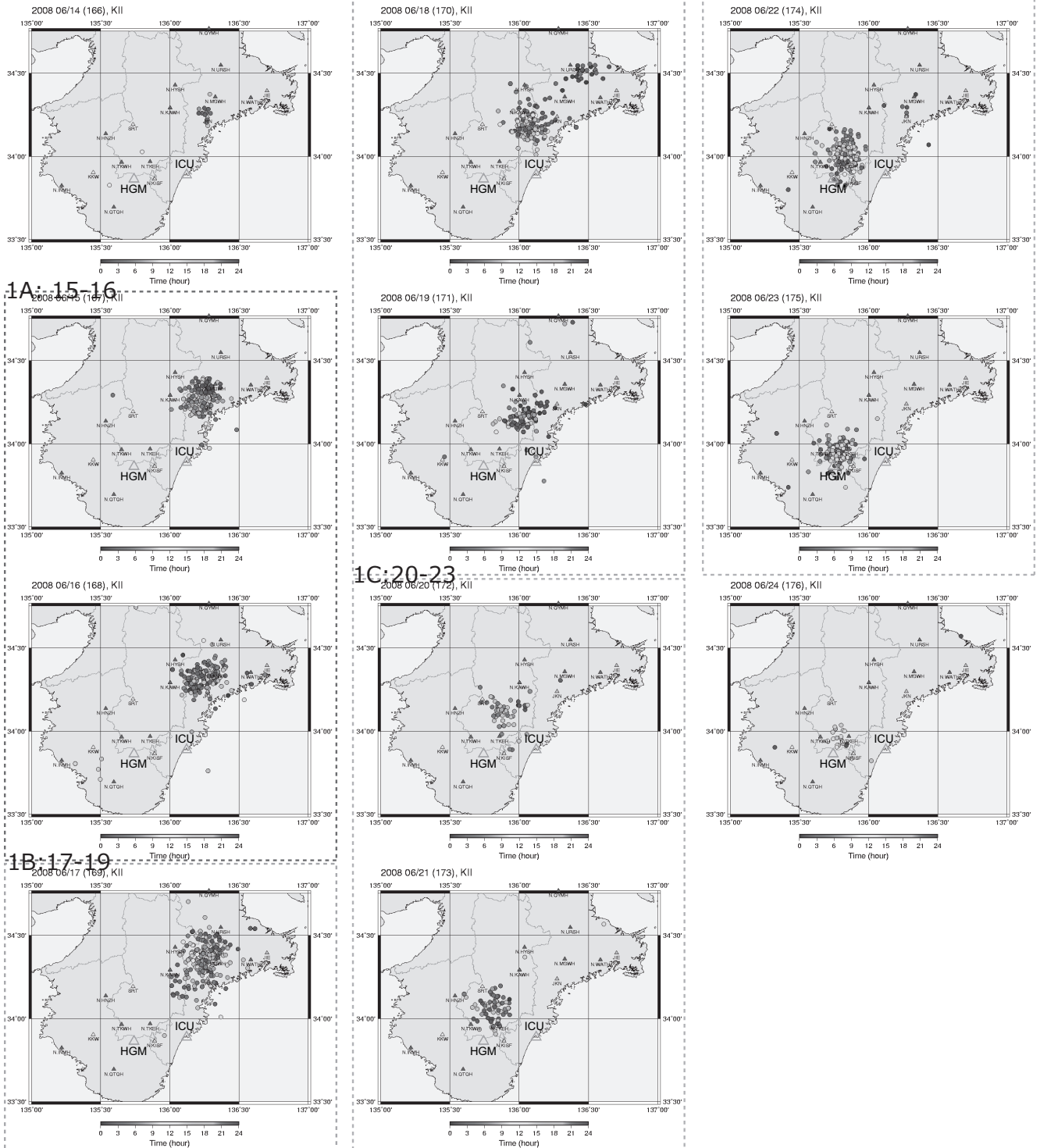
- 1) 広島大学, 低周波微動自動モニタリングシステム(ATMOS), <http://tremor.geol.sci.hiroshima-u.ac.jp/>
- 2) Tamura, Y., T. Sato, M. Ooe and M. Ishiguro, 1991, A procedure for tidal analysis with a Bayesian information criterion, *Geophys. J. Int.*, **104**, 507-516.
- 3) Okada, Y., 1992, Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **82**, 1018-1040.

- 4) 内藤宏人, 吉川澄夫, 1999, 地殻変動解析支援プログラム MICAP-G の開発, *地震*, **52**, 101-103.
- 5) Satake, K. , 1993, Depth distribution of coseismic slip along the Nankai Trough, Japan, from joint inversion of geodetic and tsunami data, *J. Geophys. Res.* , **98**, 4553-4565.



第1図 四国・近畿・東海地方の産業技術総合研究所地下水等観測井の配置図

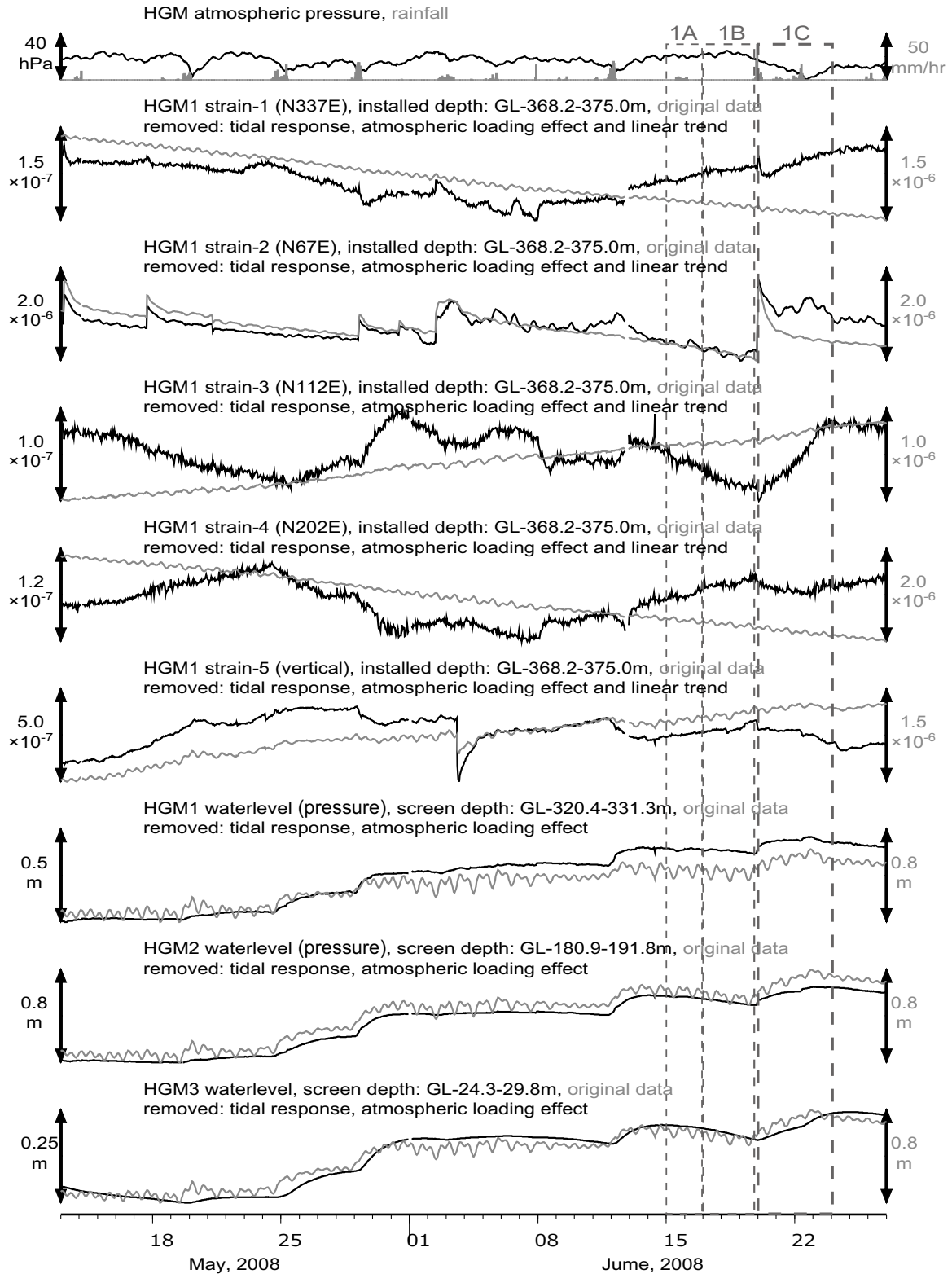
Fig.1 Location of the groundwater (and crustal movement) observation wells in and around the Shikoku, Kinki and Tokai district.



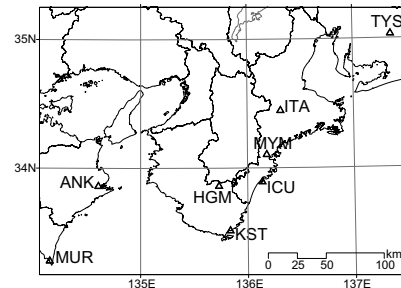
第2図 広島大学の低周波微動自動モニタリングシステム(ATMOS)による2008年6月14日～24日の紀伊半島におけるモニタリング結果。

Fig.2 Distribution of tremor activities in June, 2008 in Kii Peninsula by Automatic Tremor Monitoring System (ATMOS) of Hiroshima University.

HGM: May 13 - June 26, 2008



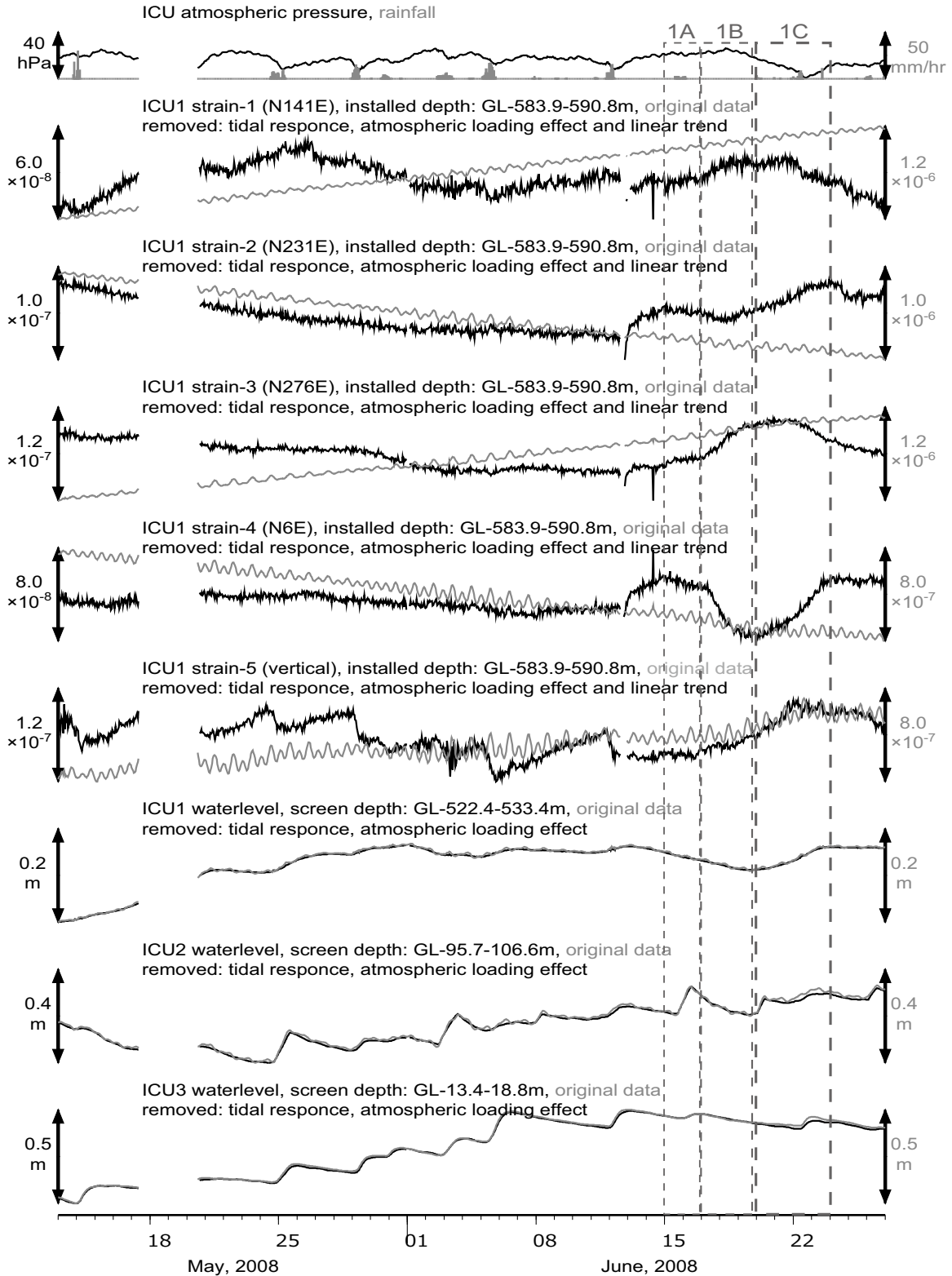
歪各成分で頻発するステップはセンサーの近傍の間隙水圧の変化が原因と考えられる。
歪(黒色)は潮汐・大気圧応答成分に加えて直線トレンドを取り除いている。



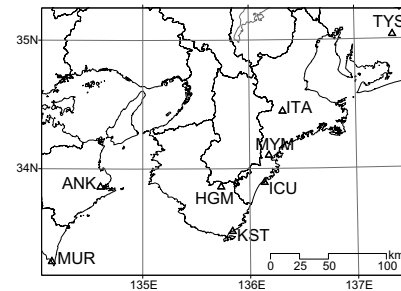
第3図 HGMにおける歪・地下水観測結果(2008年5月13日~6月26日)

Fig.3 Observed strain and groundwater levels (pressure) at the HGM from May 13 to June 26, 2008.

ICU: May 13 - June 26, 2008



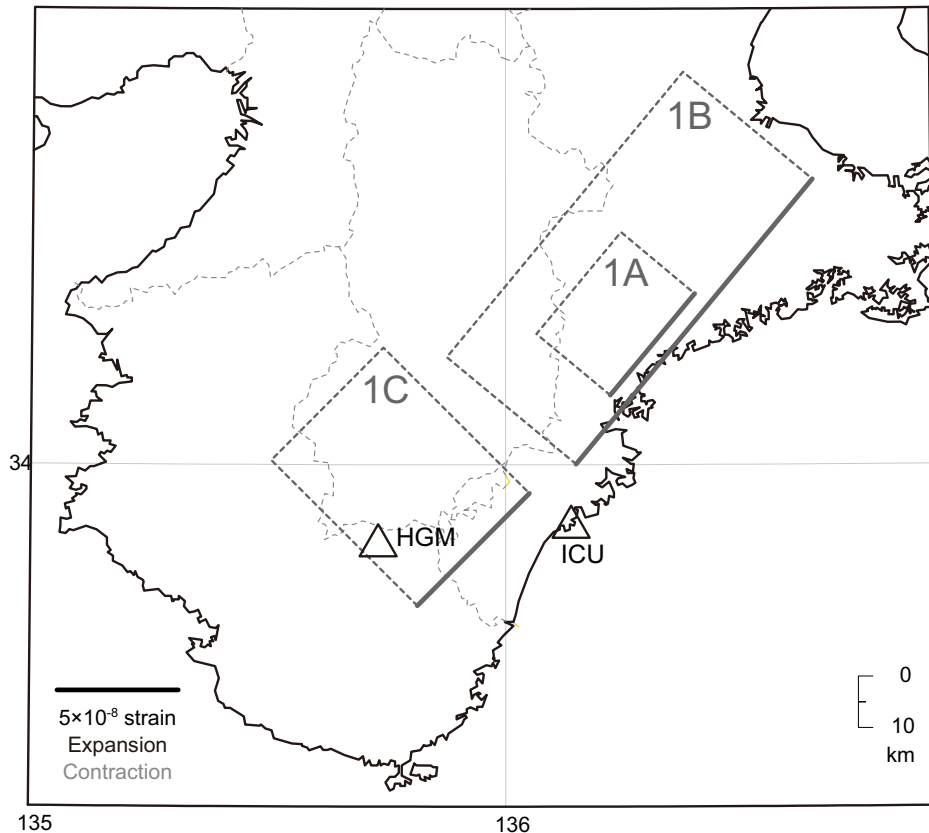
歪は潮汐・大気圧応答成分に加えて直線トレンドを取り除いている(黒色)。



第4図 ICUにおける歪・地下水観測結果(2008年5月13日~6月26日)

Fig.4 Observed strain and groundwater levels (pressure) at the ICU from May 13 to June 26, 2008.

	Lat	Lon	Depth [km]	Strike [deg]	Length [km]	Width	Dip [deg]	Rake [deg]	Slip [mm]	Mw
1A: Jun 15-16	34.30	136.40	30	220	25	20	25	85	20	5.6
1B: Jun 17-19	34.50	136.65	30	220	70	35	25	85	40	6.3
1C: Jun 20-23	33.95	136.05	35	235	30	45	30	90	40	6.1



	HGM Calc.	HGM Obs. Ch 1,3,4	ICU Calc.	ICU Obs. (using sensor)			
				2, 3, 4	1, 3, 4	1, 2, 4	1, 2, 3
1A June 15-16							
1B June 17-19							
1C June 20-23							

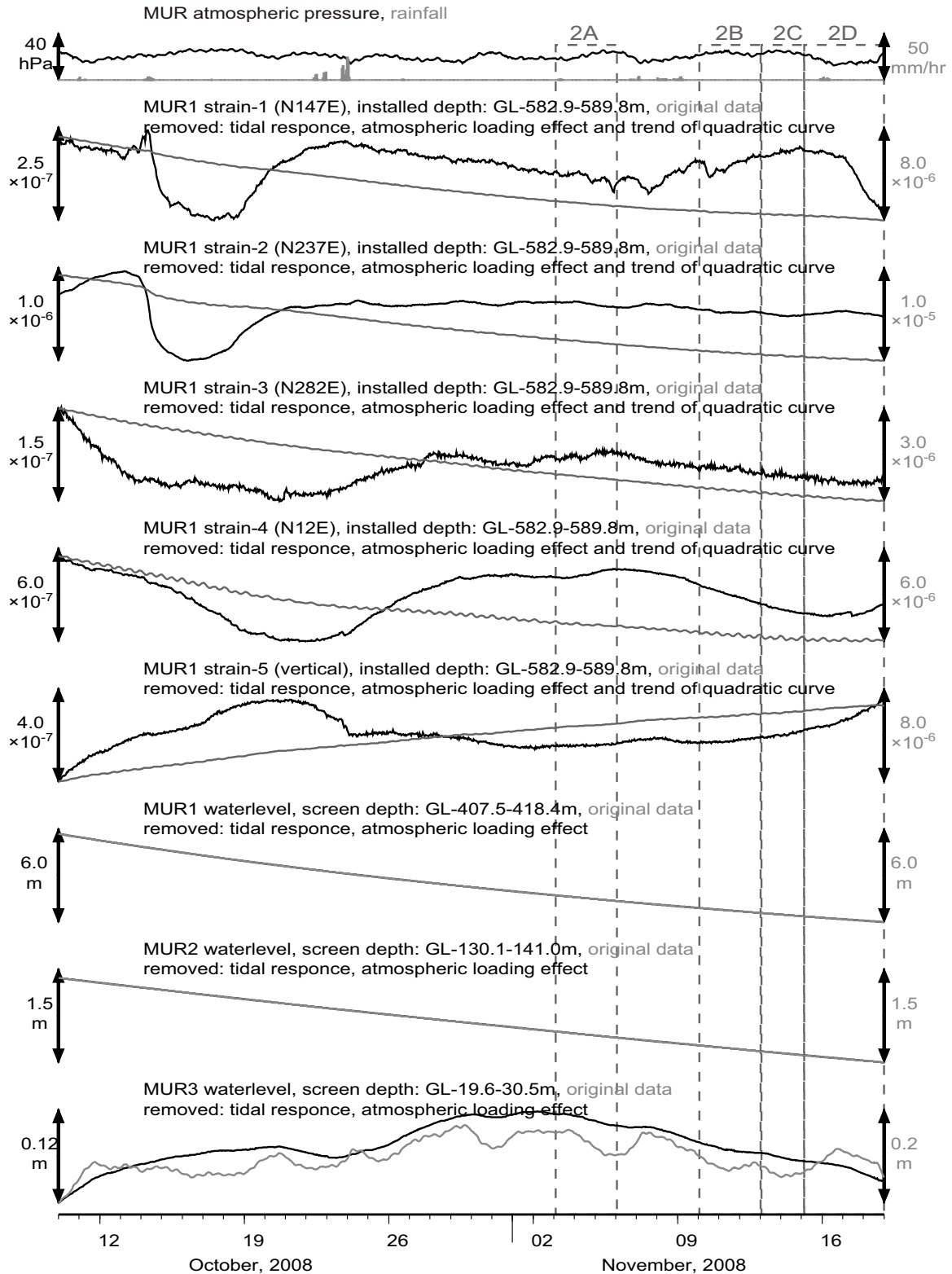
第5図 期間1A~1Cの推定断層モデル，断層モデルからの主歪計算値，および観測された主歪変化
 Fig.5 Presumed dislocation models and comparison of the principal strain changes.



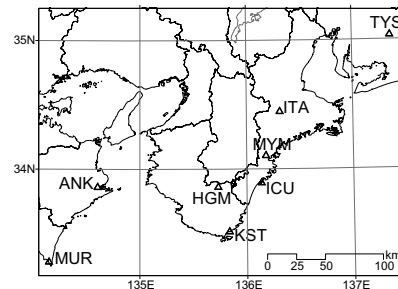
第6図 広島大学の低周波微動自動モニタリングシステム(ATMOS)による2008年11月2日～19日の紀伊半島におけるモニタリング結果。

Fig.6 Distribution of tremor activities in November, 2008 in Kii Peninsula by Automatic Tremor Monitoring System (ATMOS) of Hiroshima University.

MUR: October 10 - November 18



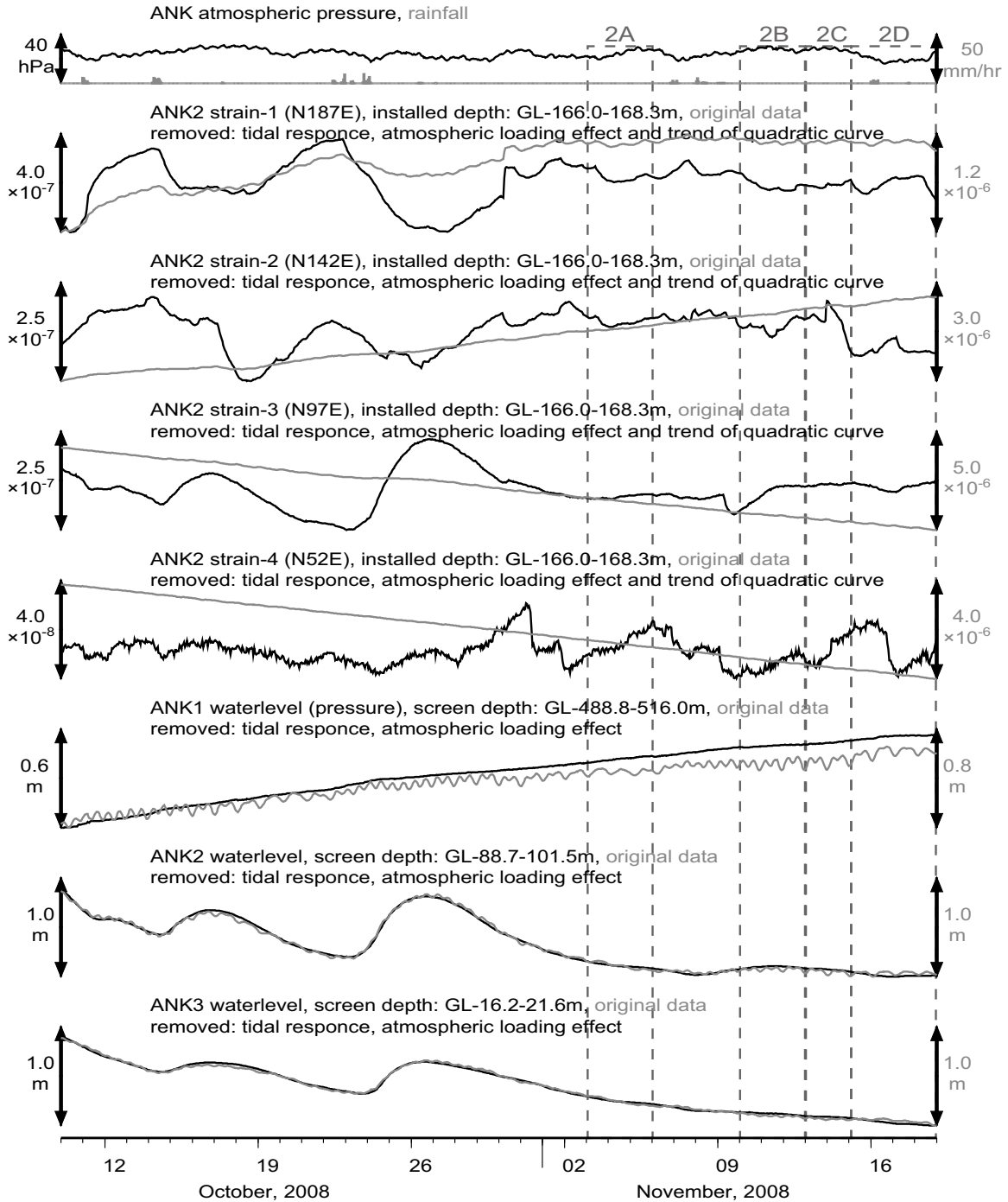
歪は潮汐・大気圧応答成分に加えて2次曲線トレンドを取り除いている(黒色)。



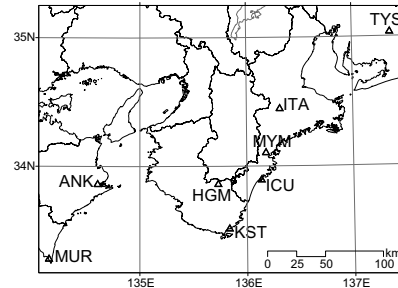
第7図 MURにおける歪・地下水観測結果(2008年10月10日～11月18日)

Fig.7 Observed strain and groundwater levels (pressure) at the MUR from October 10 to November 18, 2008.

ANK: October 10 - November 18



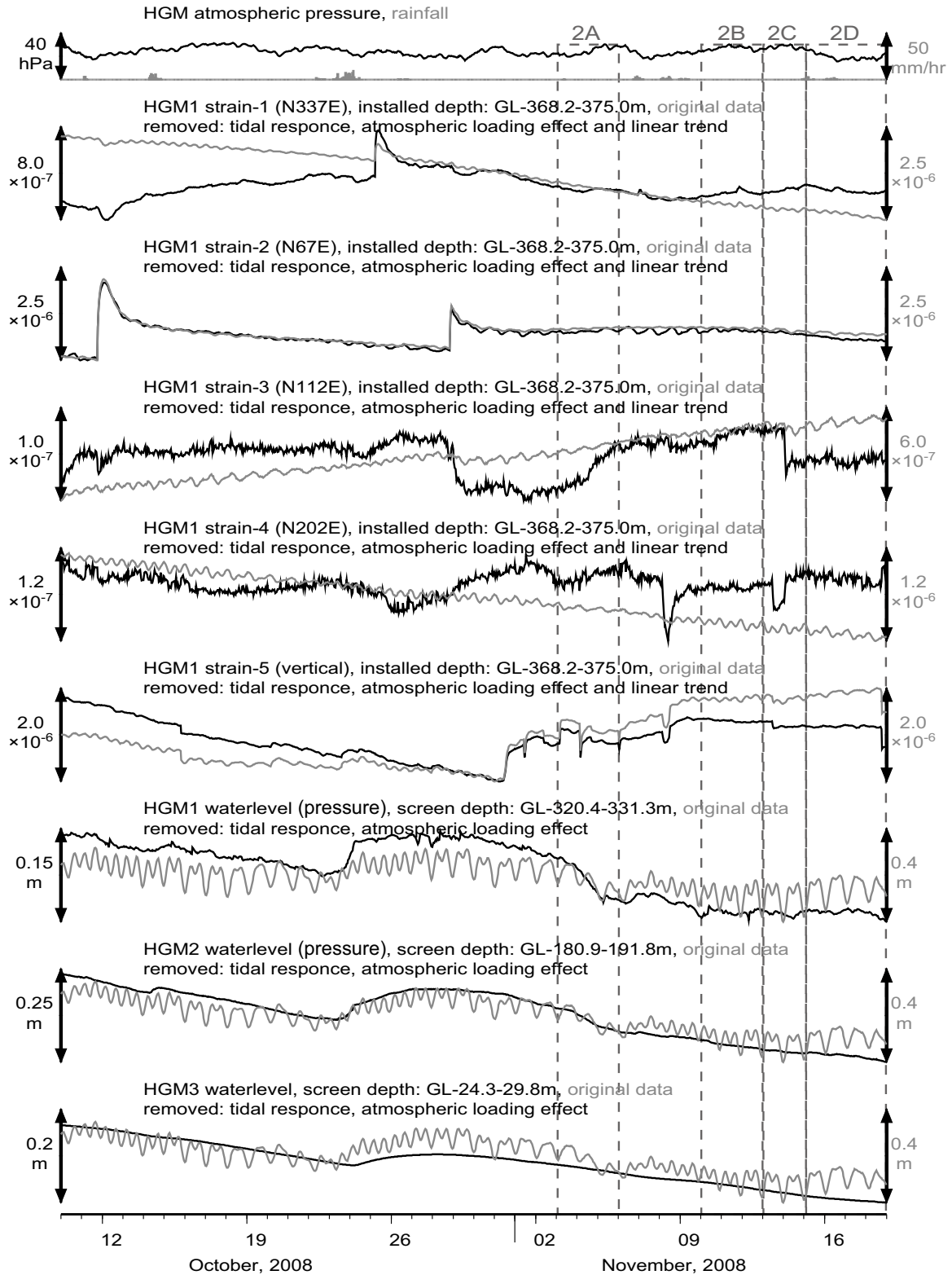
歪は潮汐・大気圧応答成分に加えて2次曲線トレンドを取り除いている(黒色)。



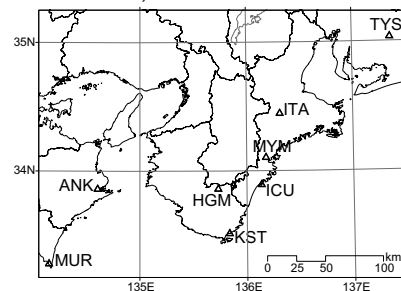
第8図 ANKにおける歪・地下水観測結果(2008年10月10日~11月18日)

Fig.8 Observed strain and groundwater levels (pressure) at the ANK from October 10 to November 18, 2008.

HGM: October 10 - November 18



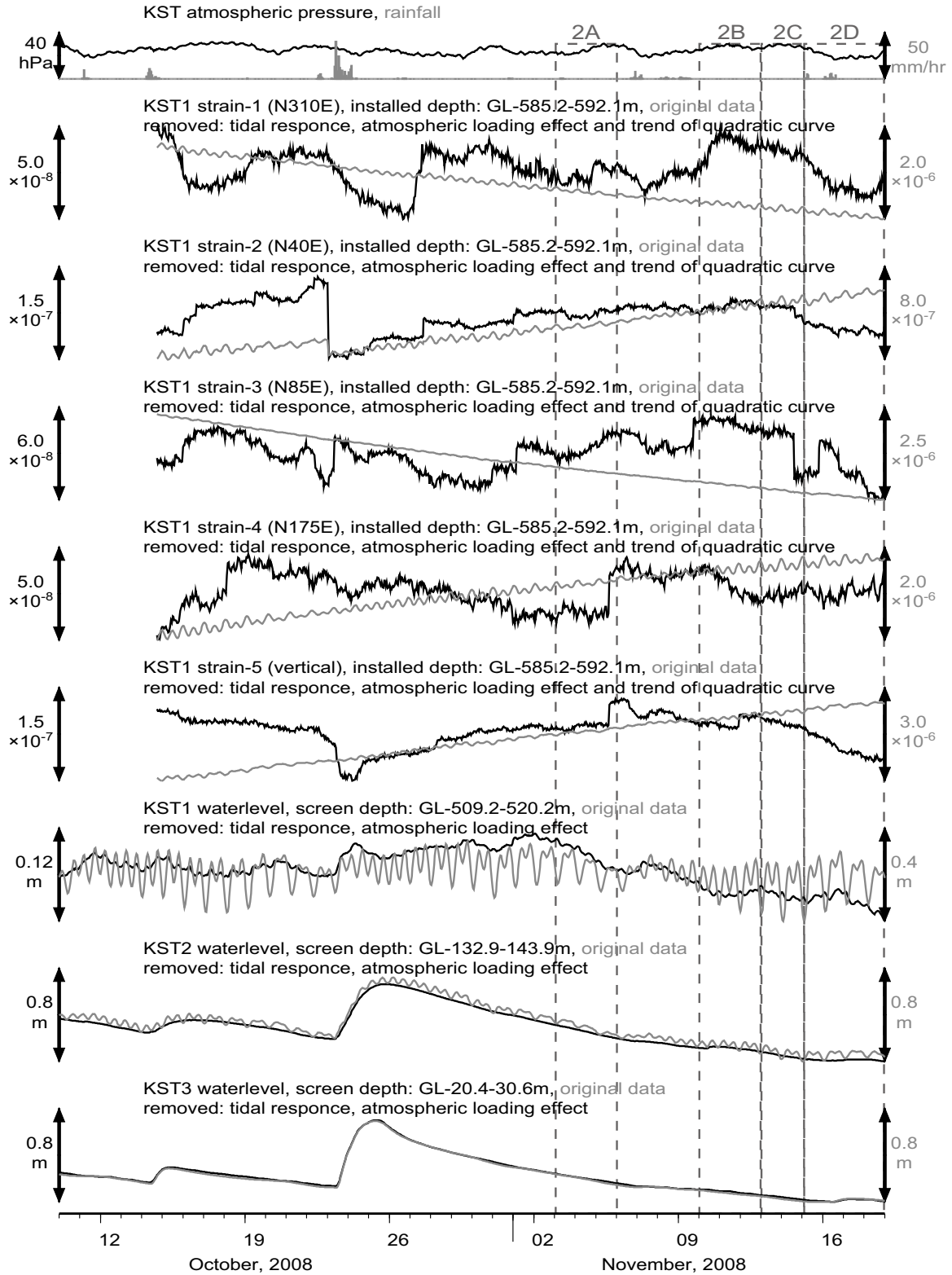
歪各成分で頻発するステップはセンサーの近傍の間隙水圧の変化が原因と考えられる。
歪(黒色)は潮汐・大気圧応答成分に加えて直線トレンドを取り除いている。



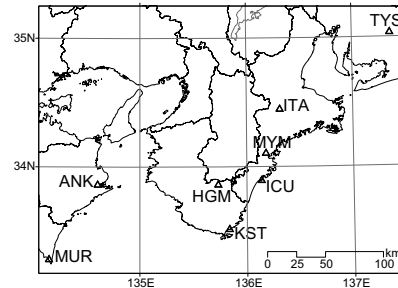
第9図 HGMにおける歪・地下水観測結果(2008年10月10日～11月18日)

Fig.9 Observed strain and groundwater levels (pressure) at the HGM from October 10 to November 18, 2008.

KST: October 10 - November 18



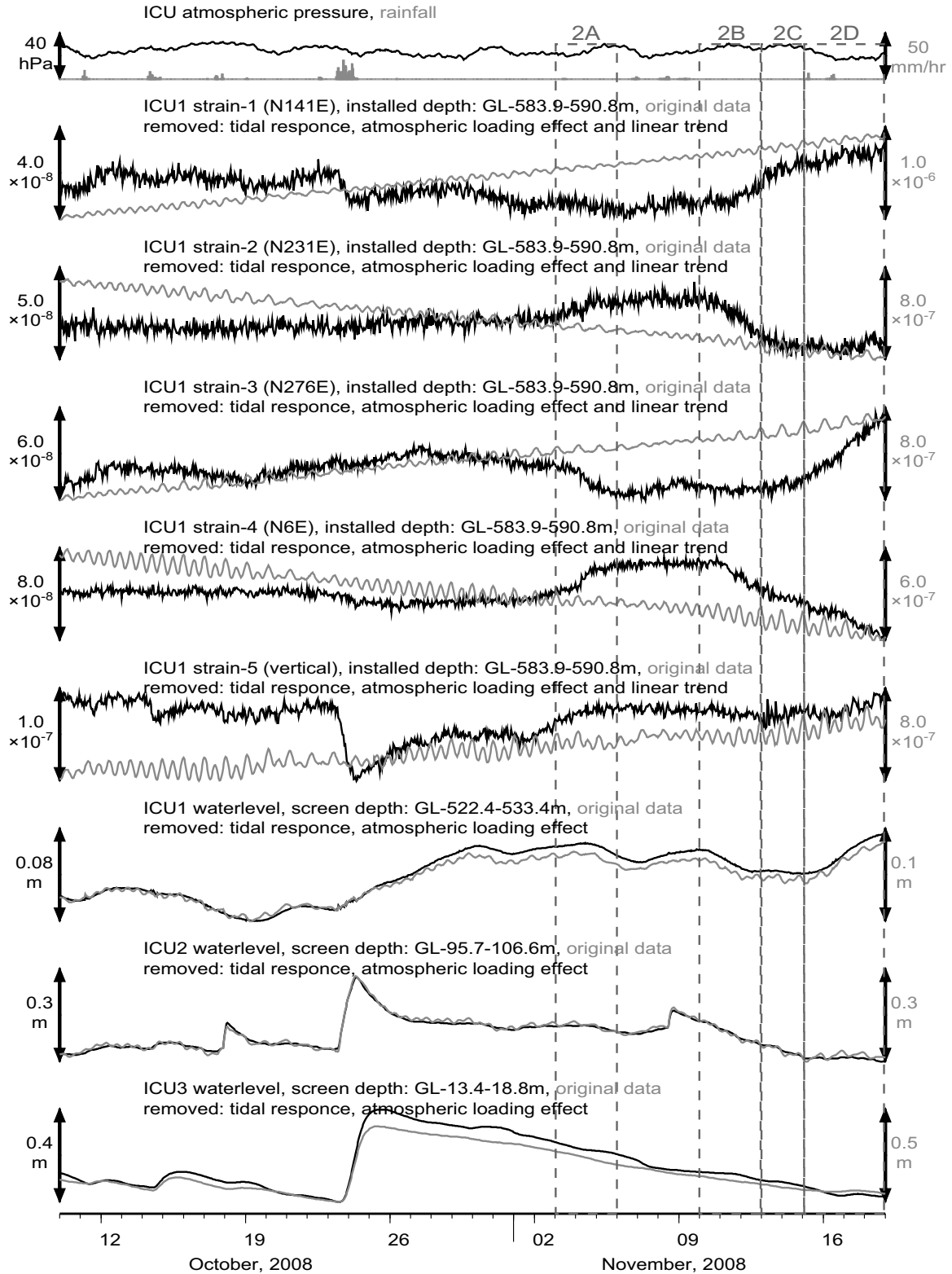
歪は潮汐・大気圧応答成分に加えて2次曲線トレンドを取り除いている(黒色)。



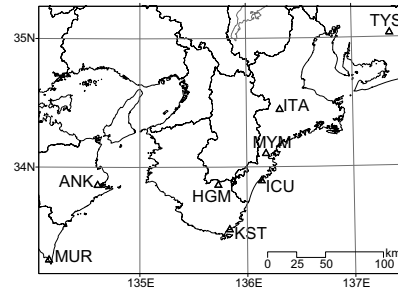
第10図 KSTにおける歪・地下水観測結果(2008年10月10日～11月18日)

Fig.10 Observed strain and groundwater levels (pressure) at the KST from October 10 to November 18, 2008.

ICU: October 10 - November 18



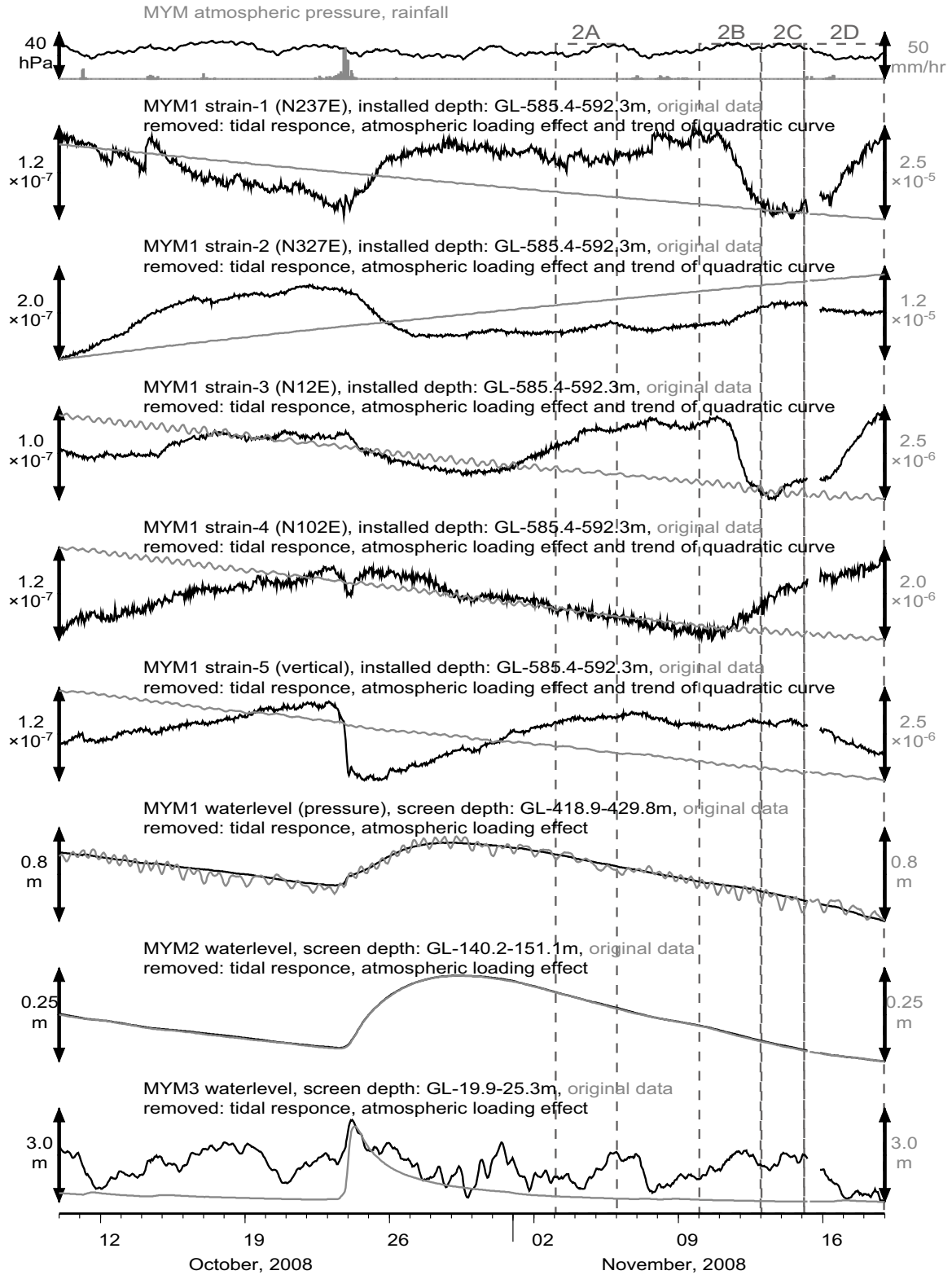
歪は潮汐・大気圧応答成分に加えて直線トレンドを取り除いている(黒色)。



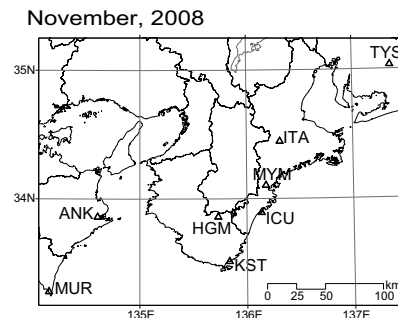
第11図 ICUにおける歪・地下水観測結果(2008年10月10日～11月18日)

Fig.11 Observed strain and groundwater levels (pressure) at the ICU from October 10 to November 18, 2008.

MYM: October 10 - November 18

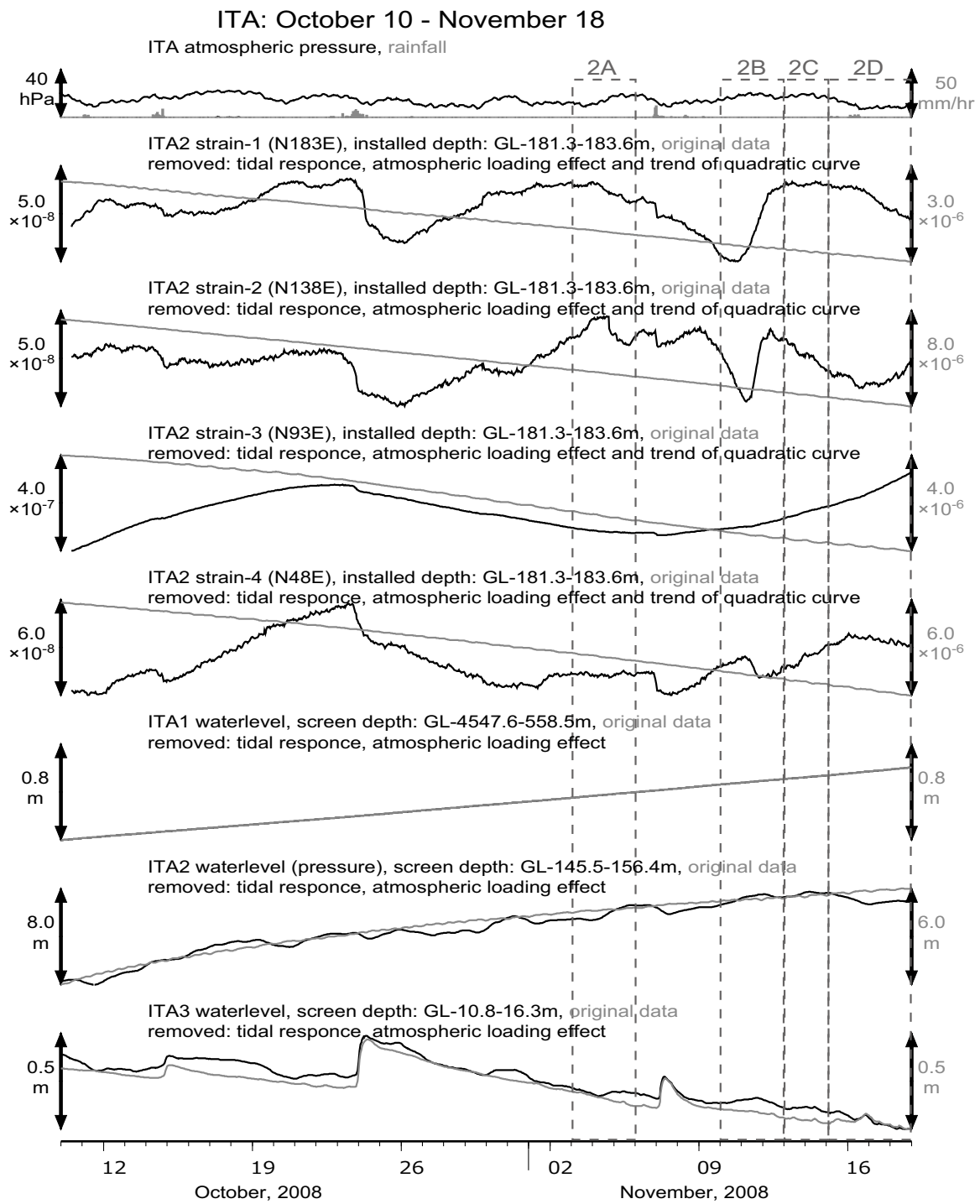


歪は潮汐・大気圧応答成分に加えて2次曲線トレンドを取り除いている(黒色)。

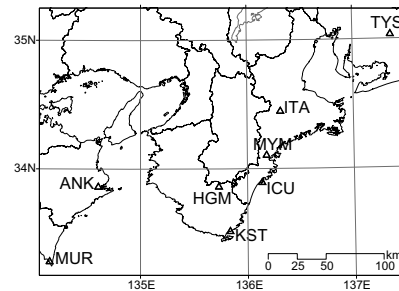


第12図 MYMにおける歪・地下水観測結果(2008年10月10日～11月18日)

Fig.12 Observed strain and groundwater levels (pressure) at the MYM from October 10 to November 18, 2008.



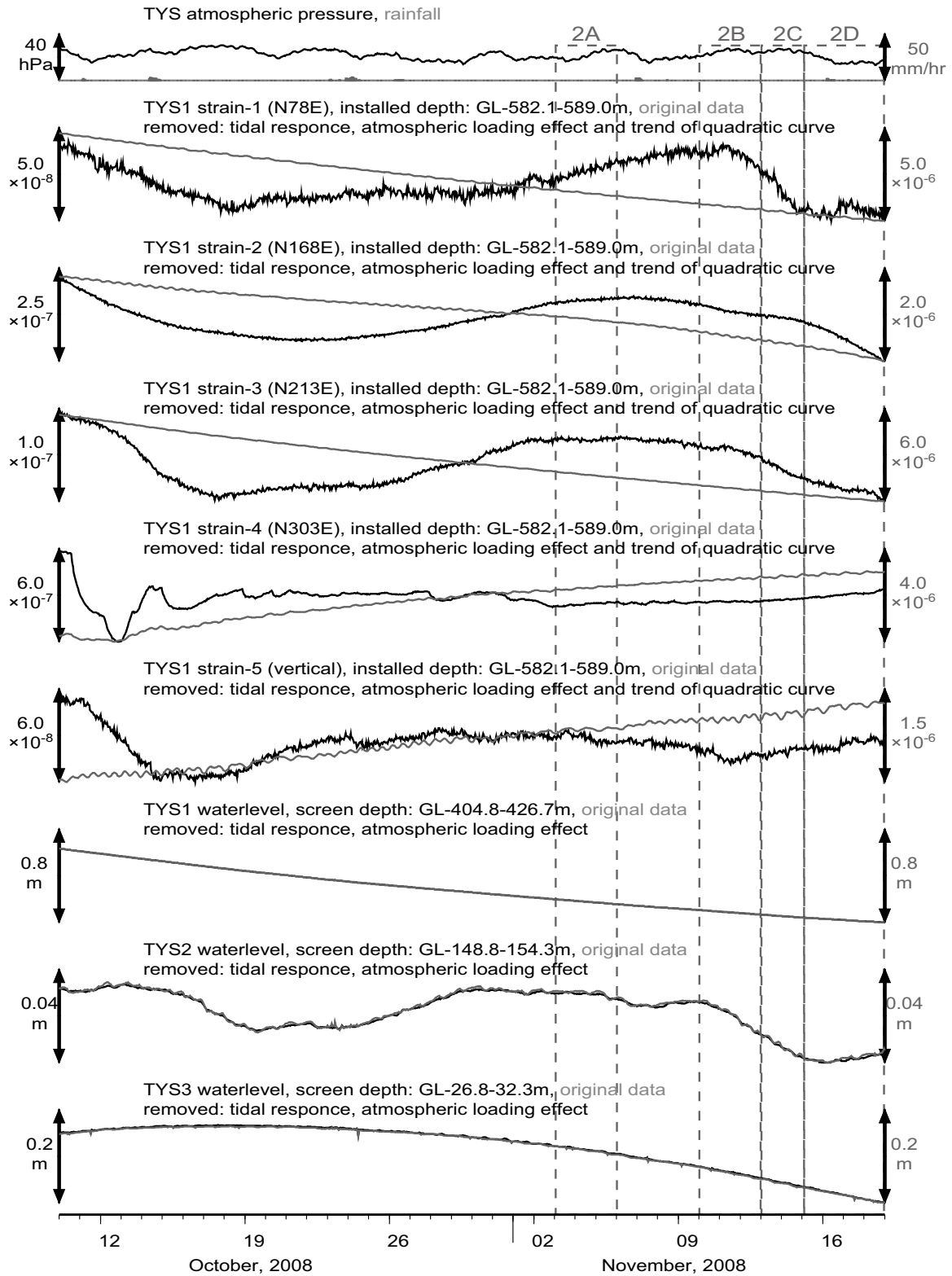
歪は潮汐・大気圧応答成分に加えて2次曲線トレンドを取り除いている(黒色)。ITA2の水位は10月初旬に計器保守のため密閉を開放・再密閉したため水圧回復過程である。



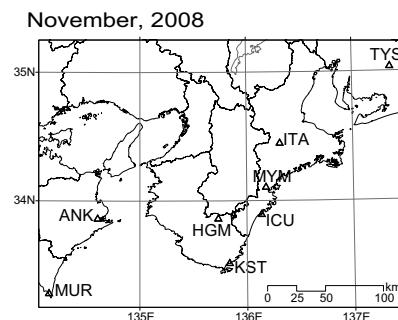
第13図 ITAにおける歪・地下水観測結果(2008年10月10日～11月18日)

Fig.13 Observed strain and groundwater levels (pressure) at the ITA from October 10 to November 18, 2008.

TYS: October 10 - November 18



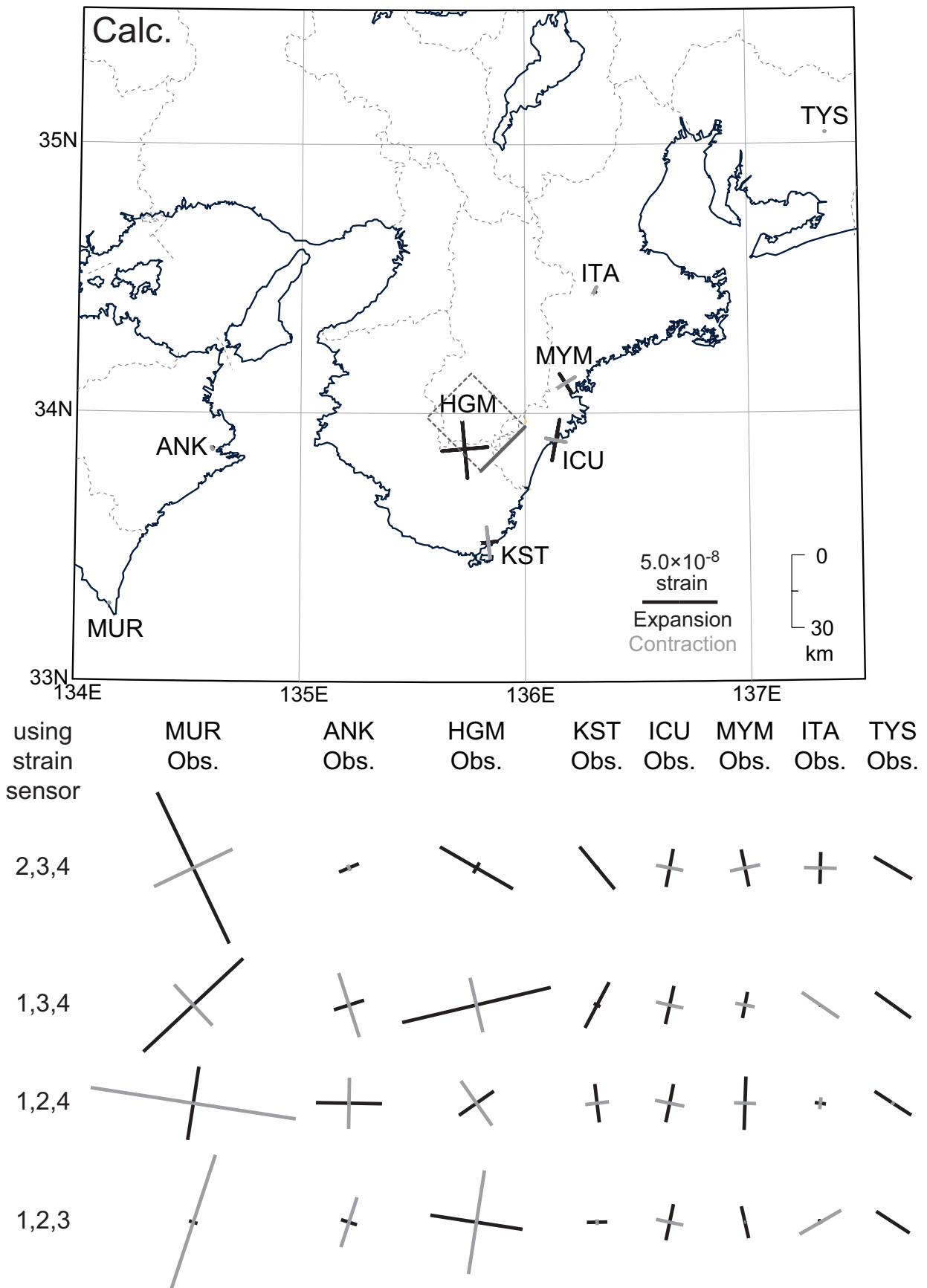
歪は潮汐・大気圧応答成分に加えて2次曲線トレンドを取り除いている(黒色)。



第 14 図 TYS における歪・地下水観測結果(2008 年 10 月 10 日～11 月 18 日)

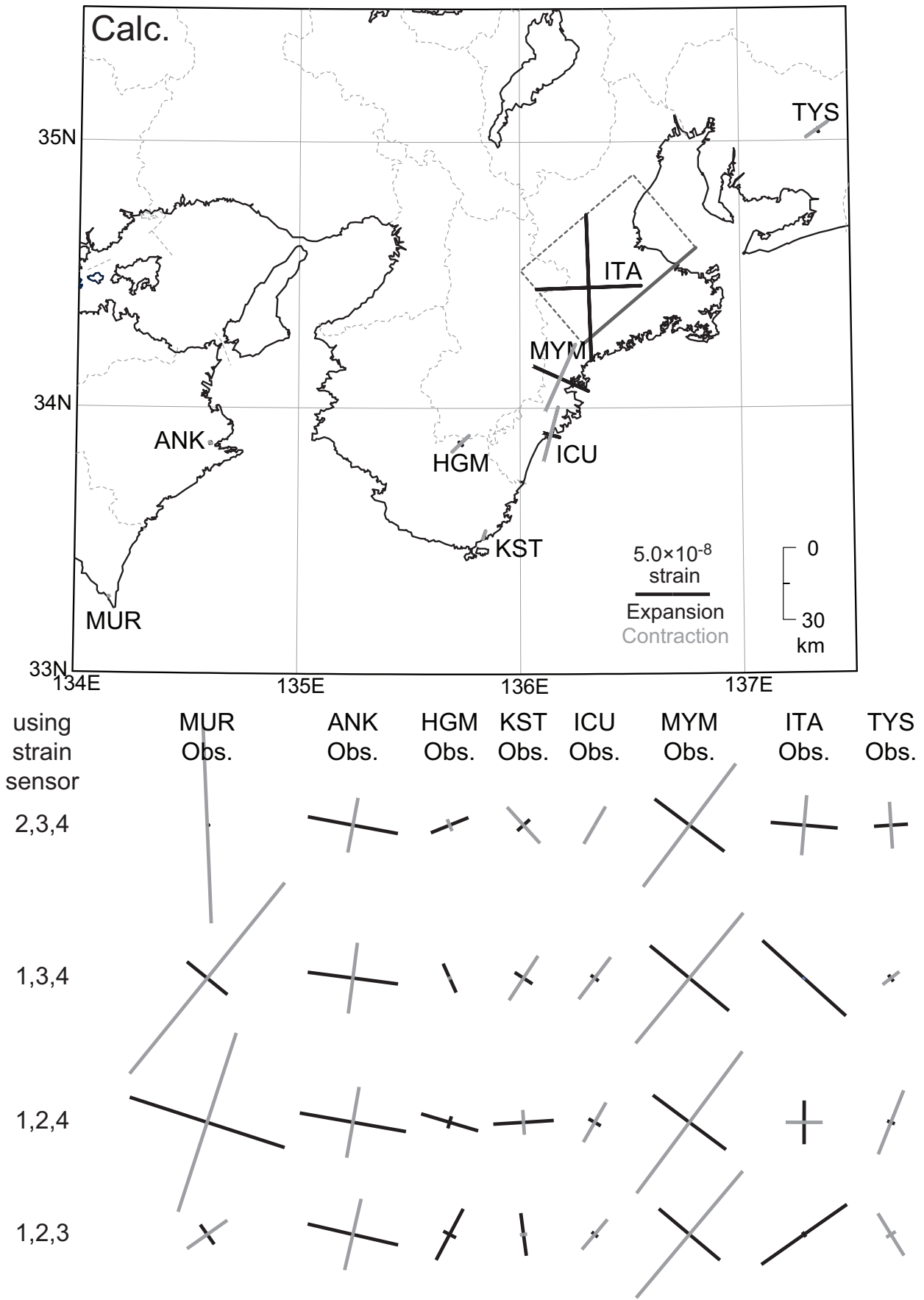
Fig.14 Observed strain and groundwater levels (pressure) at the TYS from October 10 to November 18, 2008.

	Lat	Lon	Depth [km]	Strike [deg]	Length [km]	Width	Dip [deg]	Rake [deg]	Slip [mm]	Mw
A: Nov. 3-5	33.95	136.00	35	225	25	35	30	90	25	5.9



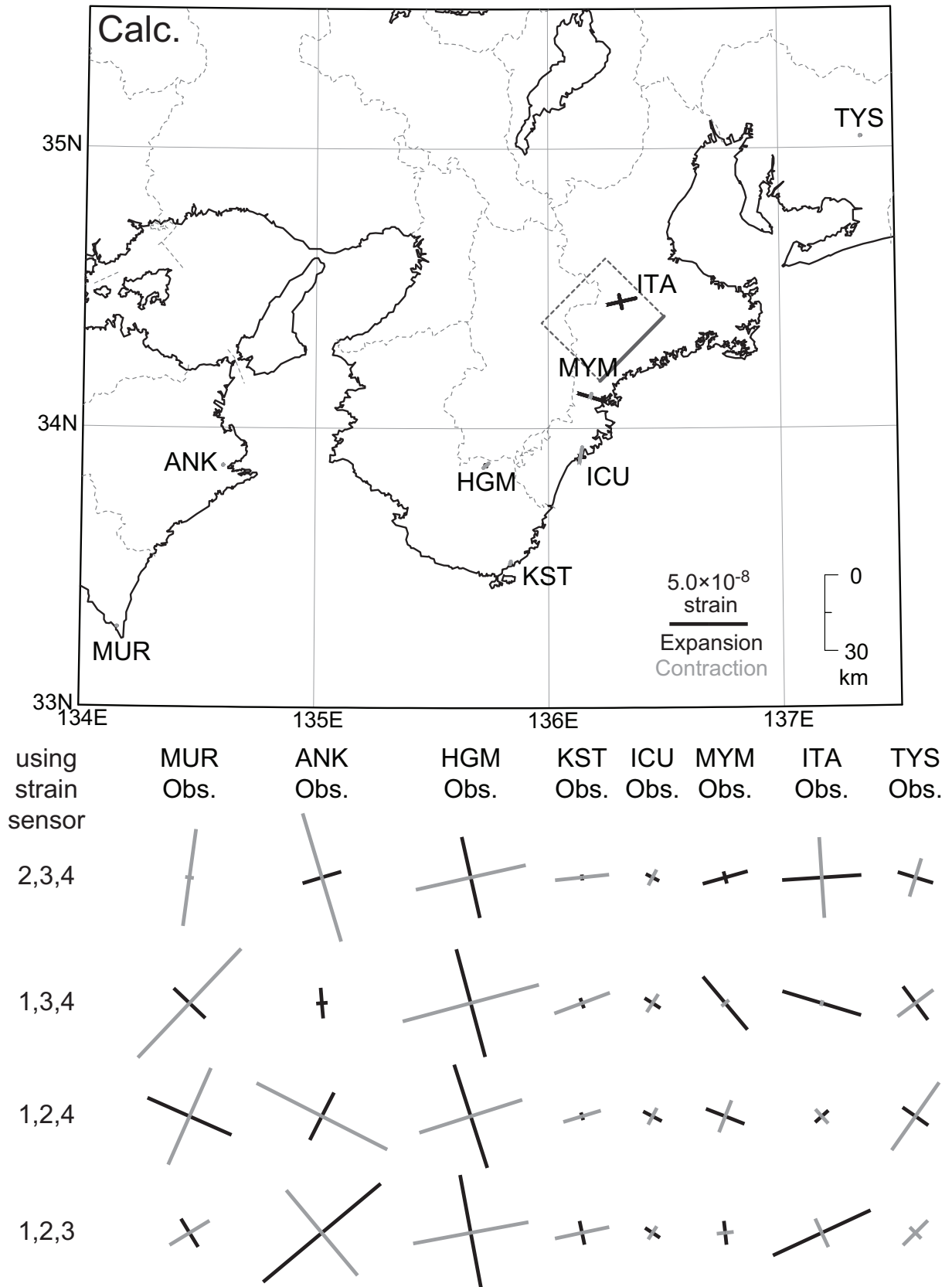
第 15 図 期間 2A の推定断層モデル，断層モデルからの主歪計算値，および観測された主歪変化
 Fig.15 Presumed dislocation models and comparison of the principal strain changes in period 2A.

	Lat	Lon	Depth [km]	Strike [deg]	Length [km]	Width	Dip [deg]	Rake [deg]	Slip [mm]	Mw
B:Nov. 10-12	34.60	136.80	35	230	60	45	30	95	40	6.3



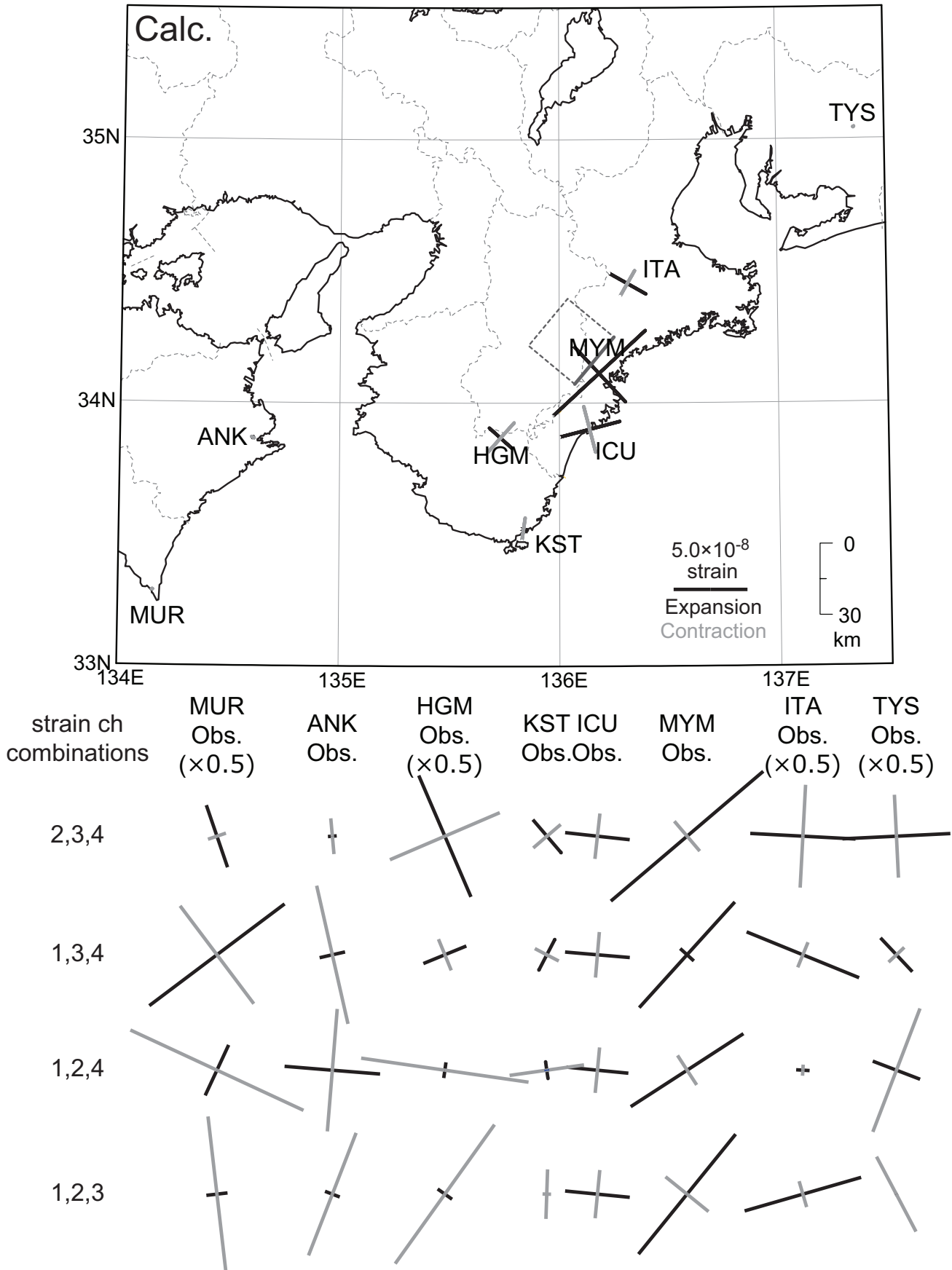
第 16 図 期間 2B の推定断層モデル，断層モデルからの主歪計算値，および観測された主歪変化
 Fig.16 Presumed dislocation models and comparison of the principal strain changes in period 2B.

	Lat	Lon	Depth [km]	Strike [deg]	Length [km]	Width	Dip [deg]	Rake [deg]	Slip [mm]	Mw
C: Nov. 13-14	34.40	136.50	30	225	35	35	25	85	10	5.7



第 17 図 期間 2C の推定断層モデル，断層モデルからの主歪計算値，および観測された主歪変化
 Fig.17 Presumed dislocation models and comparison of the principal strain changes in period 2C

	Lat	Lon	Depth [km]	Strike [deg]	Length [km]	Width	Dip [deg]	Rake [deg]	Slip [mm]	Mw
D: Nov. 15-18	34.25	136.25	40	220	25	30	35	80	65	6.1



第 18 図 期間 2D の推定断層モデル，断層モデルからの主歪計算値，および観測された主歪変化
 Fig.18 Presumed dislocation models and comparison of the principal strain changes in period 2D.