

6-19 東海・南関東地域における歪観測結果（2009年5月～10月）

Observation of Crustal Strain by Borehole Strainmeters in the Tokai and Southern Kanto Districts (May – October 2009)

気象庁 地震予知情報課
Earthquake Prediction Information Division, JMA

第1図は、気象庁が東海・南関東地域において観測している埋込式体積歪計¹⁾と多成分歪計²⁾の配置と区域分けである。第2図に2002年以来の体積歪変化を、第3図に2009年5月から10月までの体積歪変化を示す。第4図は多成分歪計の経年変化である。第5図に2009年5月から10月までの多成分歪計の変化を示す。主歪の方向と大きさ、最大せん断歪及び面積歪は、潮汐応答及び長周期地震波形に基づいて較正されている³⁾。

東海地域では、2009年5月9日頃から5月16日頃にかけて、三重県で発生したと考えられる短期的スロースリップ（短期的ゆっくり滑り）に伴うものと見られる変化が、伊良湖及び蒲郡で観測された（第3図(a)の*1）

東海地域では、2009年5月18日頃から5月22日頃にかけて、愛知県で発生したと考えられる短期的スロースリップに伴う変化が、蒲郡で観測された（第3図(a)の*2）。

東海地域では、2009年5月26日頃から6月2日頃にかけて、長野県で発生したと考えられる短期的スロースリップに伴う変化が、掛川、春野、佐久間、本川根及び浜北で観測された（第5図(a), (b), (c), (d), (e)の*3）（本巻※1参照）。

東海地域では、2009年9月1日頃から9月2日頃にかけて、愛知県で発生したと考えられる短期的スロースリップに伴う変化が、蒲郡、佐久間及び浜北で観測された（第3図(a), 第5図(c), (e)の*4）（本巻※1参照）。

東海地域では、2009年9月30日頃から10月3日頃にかけて、愛知県で発生したと考えられる短期的スロースリップに伴う変化が、佐久間及び浜北で観測された（第3図(a), 第5図(e)の*5）（本巻※1参照）。

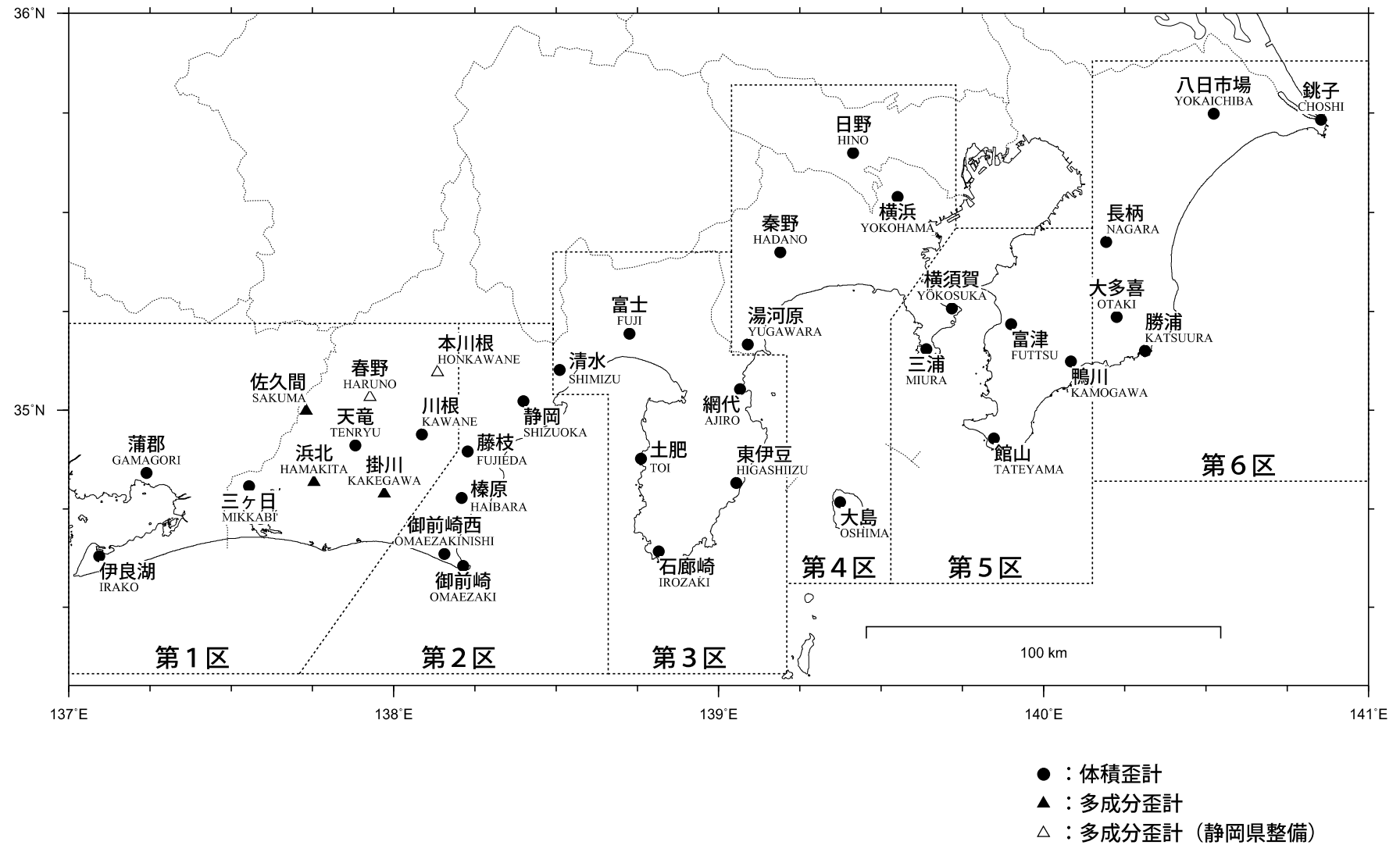
また、東伊豆と大島では、地中温度の上昇を主因とする見かけ上の縮みトレンドが続いている（第2図(b), (c)）⁴⁾⁵⁾。この他の変化として、各図に記述したように降水による影響と見られるもの、季節要因によるもの、地点特有の局所的変化、何らかの人為的要因による変化などが見られた。

※1：東海地域とその周辺地域の地震活動（2009年5月～2009年10月）（気象庁）

参 考 文 献

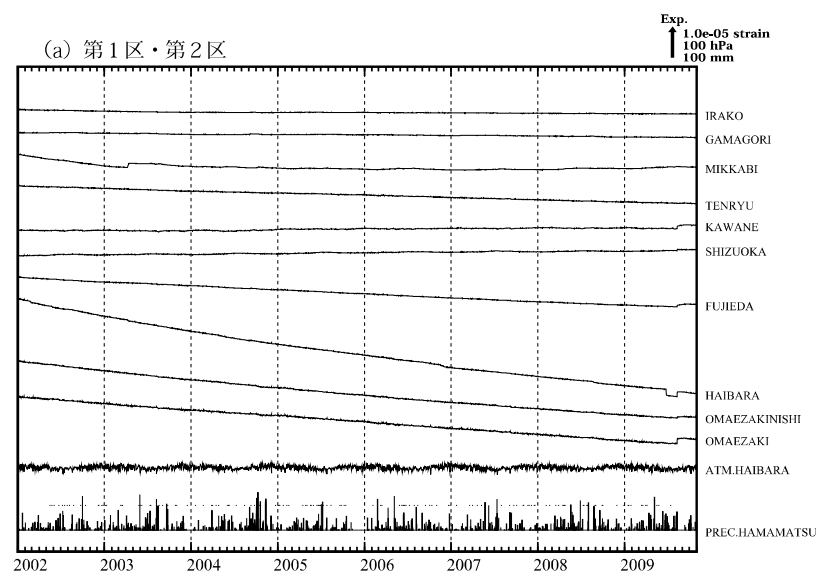
- 1) 二瓶信一・上垣内修・佐藤 馨：埋込式体積歪計による観測，1976年～1986年の観測経過，*験震時報*，50，65-88（1987）。
- 2) 石井紘ほか：新しい小型多成分ボアホール歪計の開発と観測，*地球惑星科学関連学会1992年合同大会予稿集*，C22-03（1992）。
- 3) 上垣内修ほか：気象庁石井式歪計の応答特性解析，1999年度日本地震学会秋季大会予稿集，B72（1999）。
- 4) 気象庁：東海・南関東地域における歪観測結果（2006年5月～2006年10月），*連絡会報*，77（2006）。
- 5) 気象庁：東海・南関東地域における歪観測結果（2006年11月～2007年4月），*連絡会報*，78（2007）。

埋込式歪計の配置図



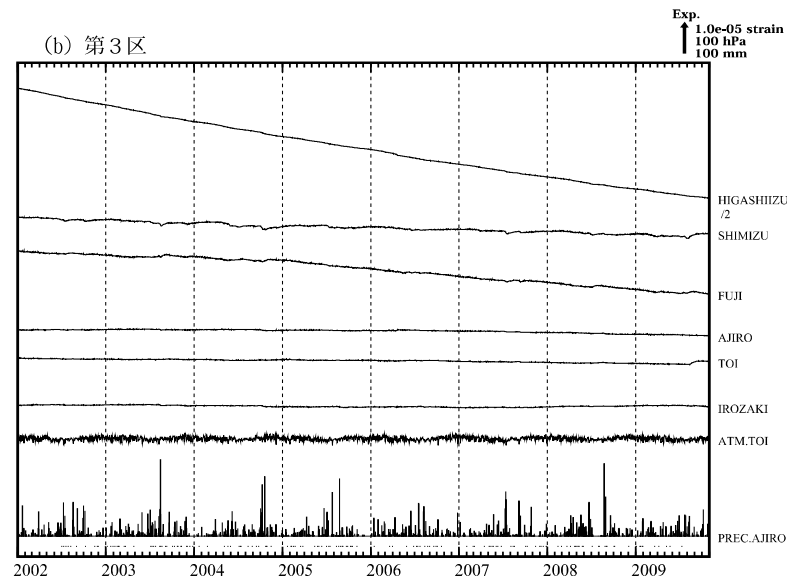
第1図 埋込式歪計の配置図 ● : 体積歪計, ▲ : 多成分歪計 (気象庁), △ : 同 (静岡県)

Fig. 1 Network for the observation of crustal strain by borehole strainmeters.



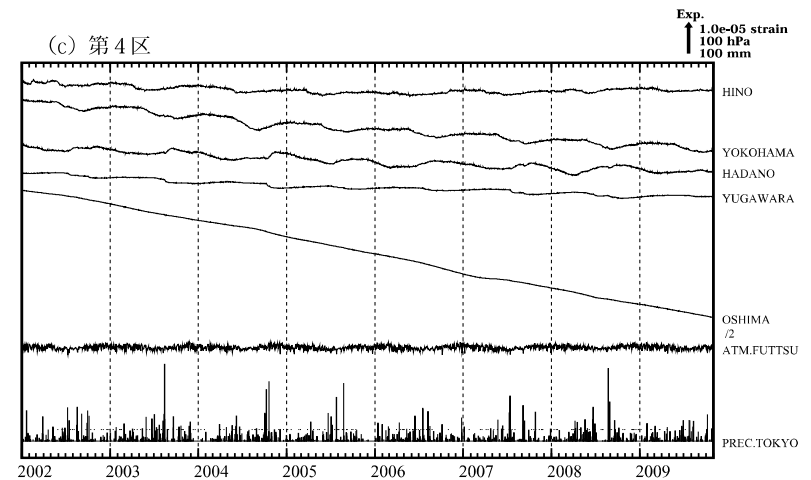
第2図(a) 2002年1月以後の東海・南関東地域における区域別体積歪変化（日平均値）．各図下部に区域を代表する気圧変化と降水量を示す．

Fig. 2(a) Changes in crustal volume strain for regions 1 – 6 shown in Fig.1 since January 2002 (daily mean values).



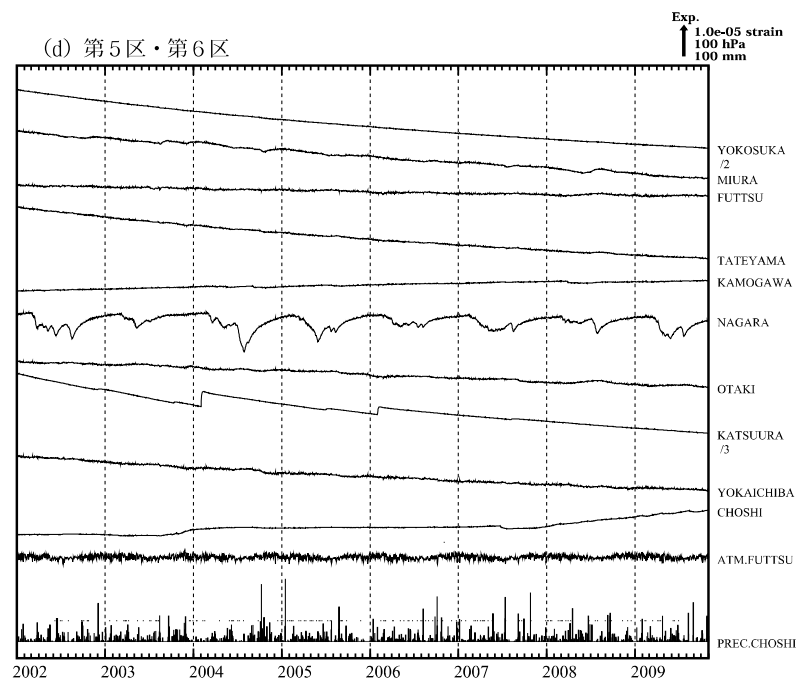
第2図(b) 2002年1月以後の東海・南関東地域における区域別体積歪変化（日平均値）．各図下部に区域を代表する気圧変化と降水量を示す．

Fig. 2(b) Changes in crustal volume strain for regions 1 – 6 shown in Fig.1 since January 2002 (daily mean values).



第2図(c) 2002年1月以後の東海・南関東地域における区域別体積歪変化（日平均値）．各図下部に区域を代表する気圧変化と降水量を示す．

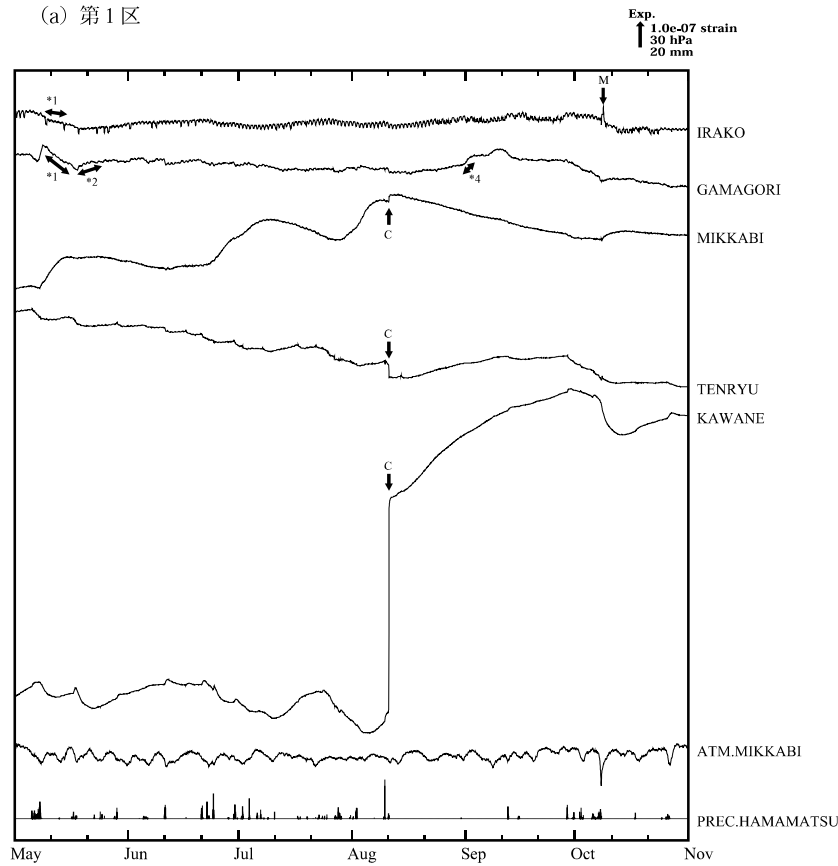
Fig. 2(c) Changes in crustal volume strain for regions 1 – 6 shown in Fig.1 since January 2002 (daily mean values).



第2図(d) 2002年1月以後の東海・南関東地域における区域別体積歪変化（日平均値）．各図下部に区域を代表する気圧変化と降水量を示す．

Fig. 2(d) Changes in crustal volume strain for regions 1 – 6 shown in Fig.1 since January 2002 (daily mean values).

(a) 第1区



C: Coseismic step-like change
L: Local origins
S: Seasonal changes
M: Maintenance

第3図(a) 2009年5月～10月の東海・南関東地域における区域別体積歪変化（毎時値：気圧・潮汐・降水補正した値）。各図下部に区域を代表する気圧変化と降水量を示す。地点名の下にD/day及び /Mはそれぞれ1日あたりのトレンド変化量をDとして補正していること及び1/M倍にして表示していることを示している。

(a)伊良湖及び蒲郡で2009年5月9日頃から16日頃にかけて短期的スロースリップ（短期的ゆっくり滑り）に伴うものと見られる歪変化が観測された。蒲郡で2009年5月18日頃から5月22日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された。蒲郡で2009年9月1日頃から9月2日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された。

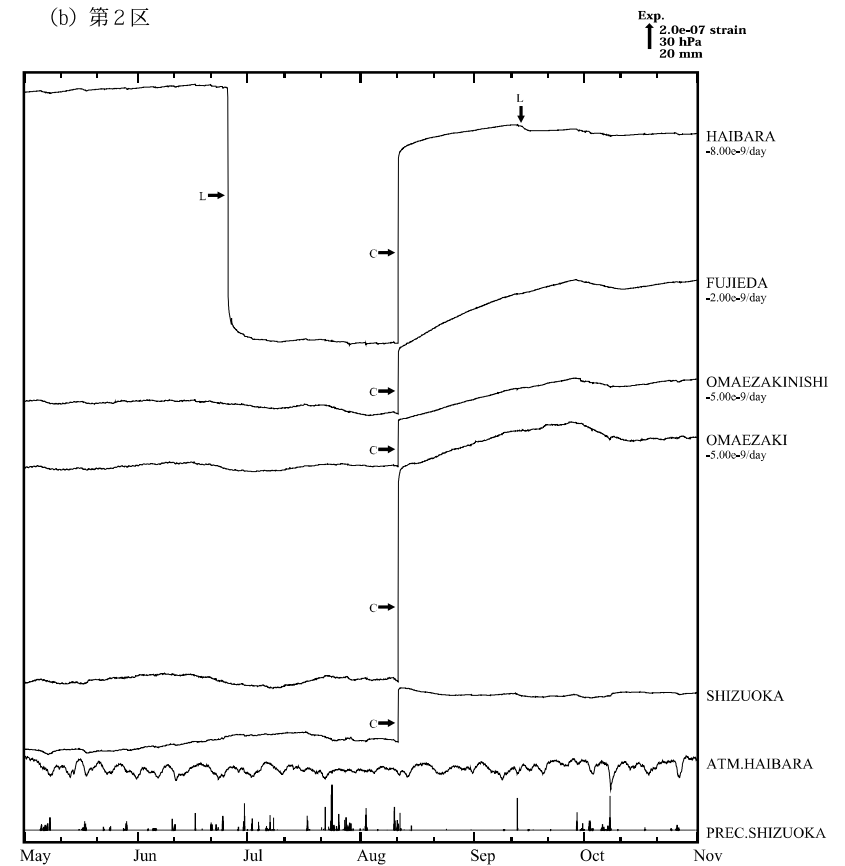
Fig. 3(a) Changes in crustal volume strain for regions 1 – 6 shown in Fig.1 from May – October 2009 (hourly values where changes due to barometric pressure, tidal effects and rain effects are corrected). D/day and /M shown below station names mean that the linear trend D/(day) is subtracted and that data are shown after being multiplied by 1/M.

(a) At Irako and Gamagori, rapid contraction was observed on May 11 to 16, 2009; which was probably associated with short term slow slip event (*1).

At Gamagori, rapid expansion was observed on May 18 to 22, which was associated with short-term slow slip event (*2).

At Gamagori, rapid expansion was observed on September 1 to 2, which was associated with short-term slow slip event (*4).

(b) 第2区



C: Coseismic step-like change
L: Local origins
S: Seasonal changes
M: Maintenance

第3図(b) 2009年5月～10月の東海・南関東地域における区域別体積歪変化（毎時値：気圧・潮汐・降水補正した値）。各図下部に区域を代表する気圧変化と降水量を示す。地点名の下にD/day及び /Mはそれぞれ1日あたりのトレンド変化量をDとして補正していること及び1/M倍にして表示していることを示している。

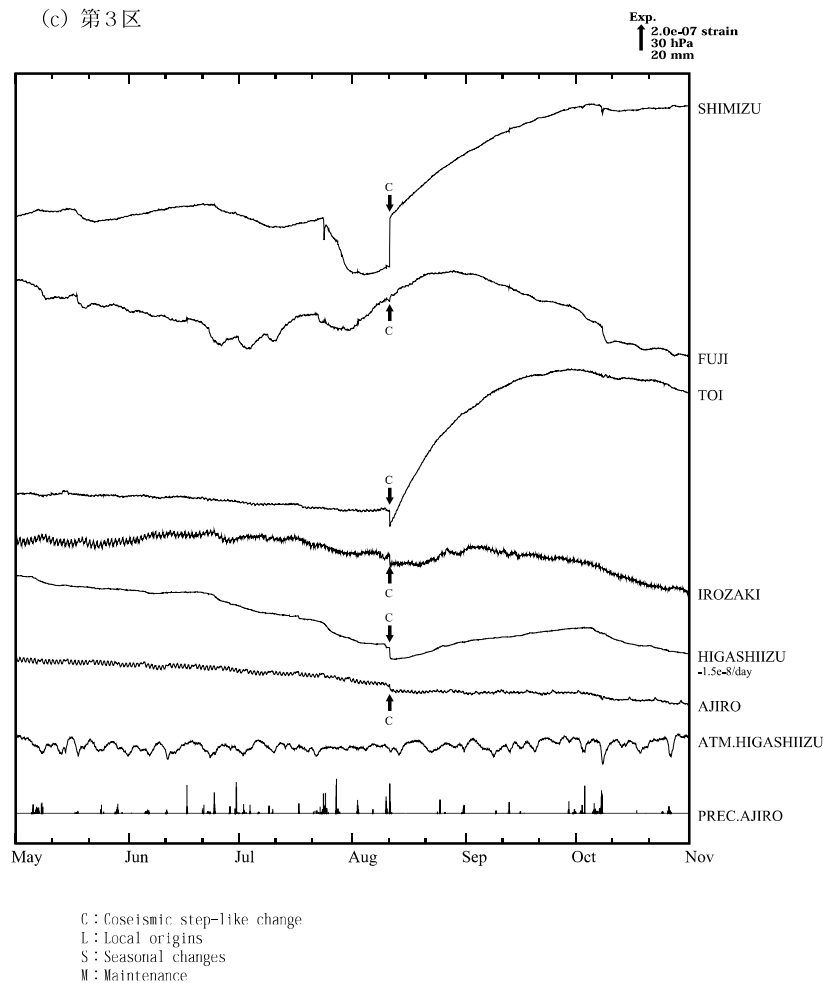
(a)伊良湖及び蒲郡で2009年5月9日頃から16日頃にかけて短期的スロースリップ（短期的ゆっくり滑り）に伴うものと見られる歪変化が観測された。蒲郡で2009年5月18日頃から5月22日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された。蒲郡で2009年9月1日頃から9月2日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された。

Fig. 3(b) Changes in crustal volume strain for regions 1 – 6 shown in Fig.1 from May – October 2009 (hourly values where changes due to barometric pressure, tidal effects and rain effects are corrected). D/day and /M shown below station names mean that the linear trend D/(day) is subtracted and that data are shown after being multiplied by 1/M.

(a) At Irako and Gamagori, rapid contraction was observed on May 11 to 16, 2009; which was probably associated with short term slow slip event (*1).

At Gamagori, rapid expansion was observed on May 18 to 22, which was associated with short-term slow slip event (*2).

At Gamagori, rapid expansion was observed on September 1 to 2, which was associated with short-term slow slip event (*4).



第3図(c) 2009年5月～10月の東海・南関東地域における区域別体積歪変化（毎時値：気圧・潮汐・降水補正した値）。各図下部に区域を代表する気圧変化と降水量を示す。地点名の下にD/day及び/Mはそれぞれ1日あたりのトレンド変化量をDとして補正していること及び1/M倍にして表示していることを示している。

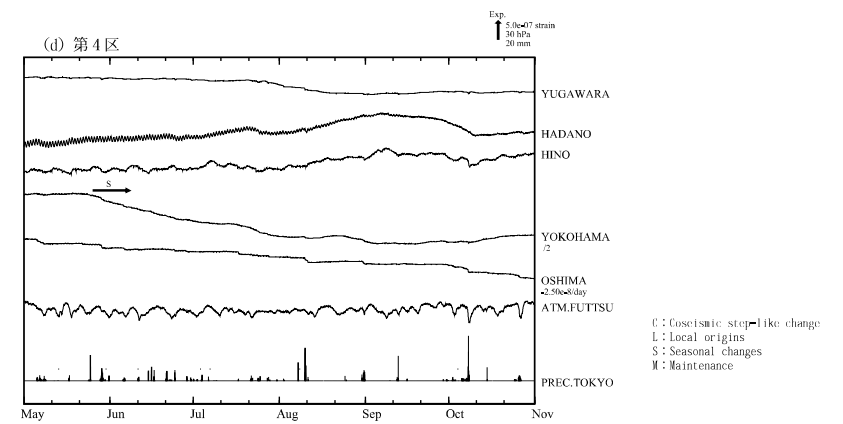
(a)伊良湖及び蒲郡で2009年5月9日頃から16日頃にかけて短期的スロースリップ（短期的ゆっくり滑り）に伴うものと見られる歪変化が観測された。蒲郡で2009年5月18日頃から5月22日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された。蒲郡で2009年9月1日頃から9月2日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された。

Fig. 3(c) Changes in crustal volume strain for regions 1 – 6 shown in Fig.1 from May – October 2009 (hourly values where changes due to barometric pressure, tidal effects and rain effects are corrected). D/day and /M shown below station names mean that the linear trend D/(day) is subtracted and that data are shown after being multiplied by 1/M.

(a) At Irako and Gamagori, rapid contraction was observed on May 11 to 16, 2009; which was probably associated with short-term slow slip event (*1).

At Gamagori, rapid expansion was observed on May 18 to 22, which was associated with short-term slow slip event (*2).

At Gamagori, rapid expansion was observed on September 1 to 2, which was associated with short-term slow slip event (*4).



第3図(d) 2009年5月～10月の東海・南関東地域における区域別体積歪変化（毎時値：気圧・潮汐・降水補正した値）。各図下部に区域を代表する気圧変化と降水量を示す。地点名の下にD/day及び/Mはそれぞれ1日あたりのトレンド変化量をDとして補正していること及び1/M倍にして表示していることを示している。

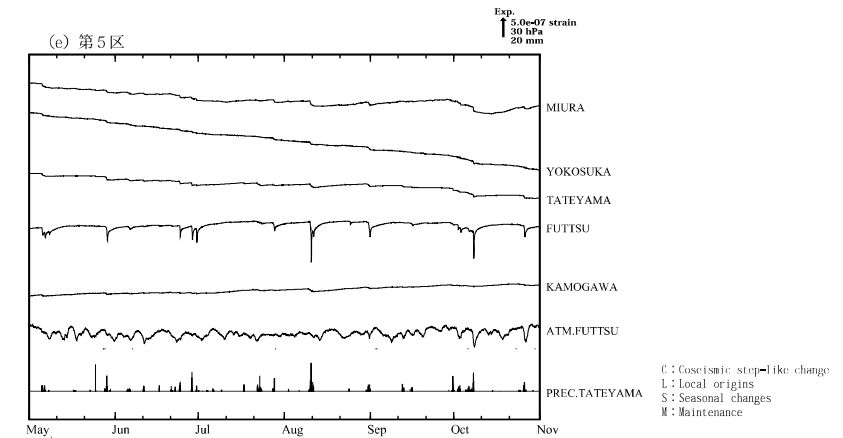
(a)伊良湖及び蒲郡で2009年5月9日頃から16日頃にかけて短期的スロースリップ（短期的ゆっくり滑り）に伴うものと見られる歪変化が観測された。蒲郡で2009年5月18日頃から5月22日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された。蒲郡で2009年9月1日頃から9月2日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された。

Fig. 3(d) Changes in crustal volume strain for regions 1 – 6 shown in Fig.1 from May – October 2009 (hourly values where changes due to barometric pressure, tidal effects and rain effects are corrected). D/day and /M shown below station names mean that the linear trend D/(day) is subtracted and that data are shown after being multiplied by 1/M.

(a) At Irako and Gamagori, rapid contraction was observed on May 11 to 16, 2009; which was probably associated with short-term slow slip event (*1).

At Gamagori, rapid expansion was observed on May 18 to 22, which was associated with short-term slow slip event (*2).

At Gamagori, rapid expansion was observed on September 1 to 2, which was associated with short-term slow slip event (*4).



第3図(e) 2009年5月～10月の東海・南関東地域における区域別体積歪変化（毎時値：気圧・潮汐・降水補正した値）。各図下部に区域を代表する気圧変化と降水量を示す。地点名の下にD/day及び/Mはそれぞれ1日あたりのトレンド変化量をDとして補正していること及び1/M倍にして表示していることを示している。

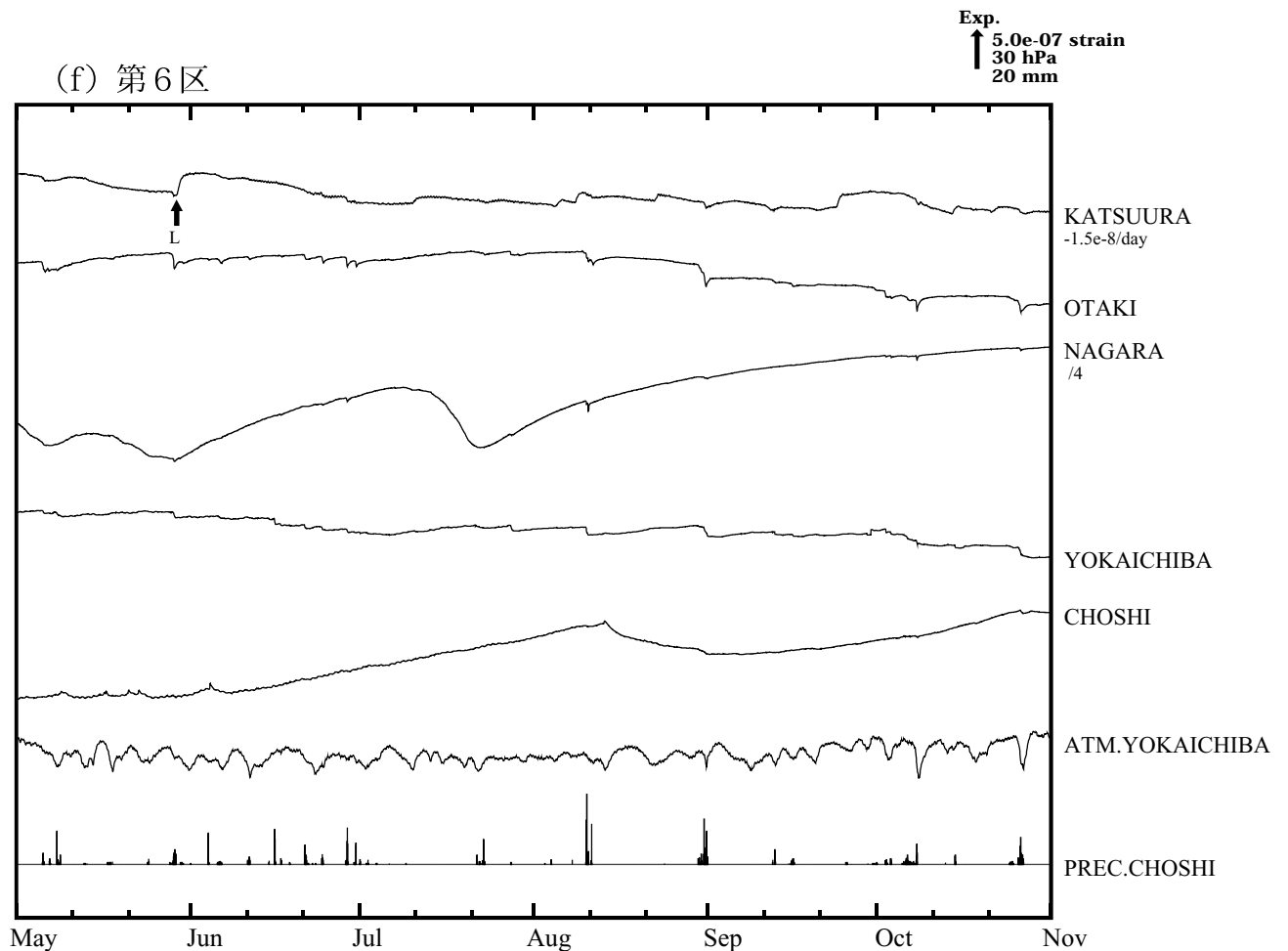
(a)伊良湖及び蒲郡で2009年5月9日頃から16日頃にかけて短期的スロースリップ（短期的ゆっくり滑り）に伴うものと見られる歪変化が観測された。蒲郡で2009年5月18日頃から5月22日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された。蒲郡で2009年9月1日頃から9月2日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された。

Fig. 3(e) Changes in crustal volume strain for regions 1 – 6 shown in Fig.1 from May – October 2009 (hourly values where changes due to barometric pressure, tidal effects and rain effects are corrected). D/day and /M shown below station names mean that the linear trend D/(day) is subtracted and that data are shown after being multiplied by 1/M.

(a) At Irako and Gamagori, rapid contraction was observed on May 11 to 16, 2009; which was probably associated with short-term slow slip event (*1).

At Gamagori, rapid expansion was observed on May 18 to 22, which was associated with short-term slow slip event (*2).

At Gamagori, rapid expansion was observed on September 1 to 2, which was associated with short-term slow slip event (*4).



第3図(f) 2009年5月～10月の東海・南関東地域における区域別体積歪変化（毎時値：気圧・潮汐・降水補正した値）。各図下部に区域を代表する気圧変化と降水量を示す。地点名の下にD/day及び /Mはそれぞれ1日あたりのトレンド変化量をDとして補正していること及び1/M倍にして表示していることを示している。

(a)伊良湖及び蒲郡で2009年5月9日頃から16日頃にかけて短期的スロースリップ（短期的ゆっくり滑り）に伴うものと見られる歪変化が観測された。蒲郡で2009年5月18日頃から5月22日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された。蒲郡で2009年9月1日頃から9月2日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された。

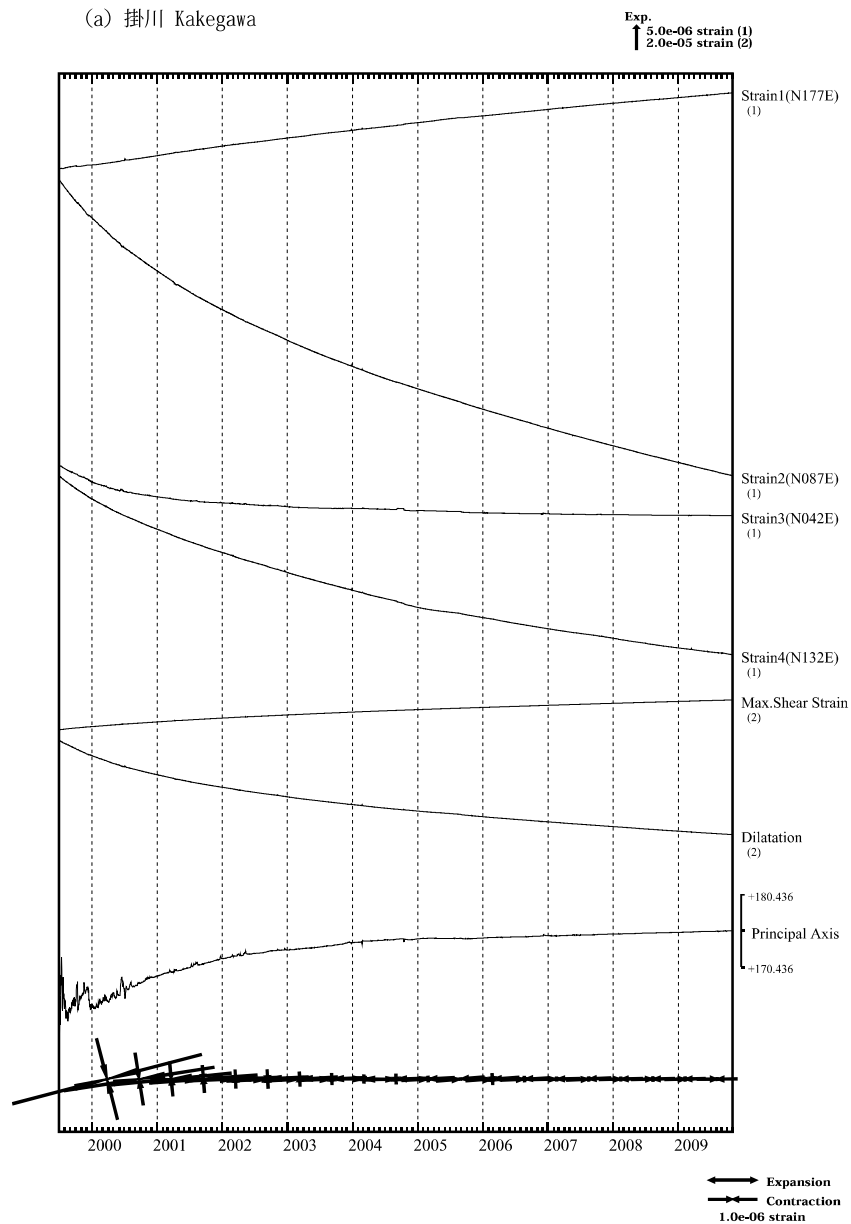
Fig. 3(f) Changes in crustal volume strain for regions 1 – 6 shown in Fig.1 from May – October 2009 (hourly values where changes due to barometric pressure, tidal effects and rain effects are corrected). D/day and /M shown below station names mean that the linear trend D(day) is subtracted and that data are shown after being multiplied by 1/M.

(a) At Irako and Gamagori, rapid contraction was observed on May 11 to 16, 2009; which was probably associated with short-term slow slip event (*1).

At Gamagori, rapid expansion was observed on May 18 to 22, which was associated with short-term slow slip event (*2).

At Gamagori, rapid expansion was observed on September 1 to 2, which was associated with short-term slow slip event (*4).

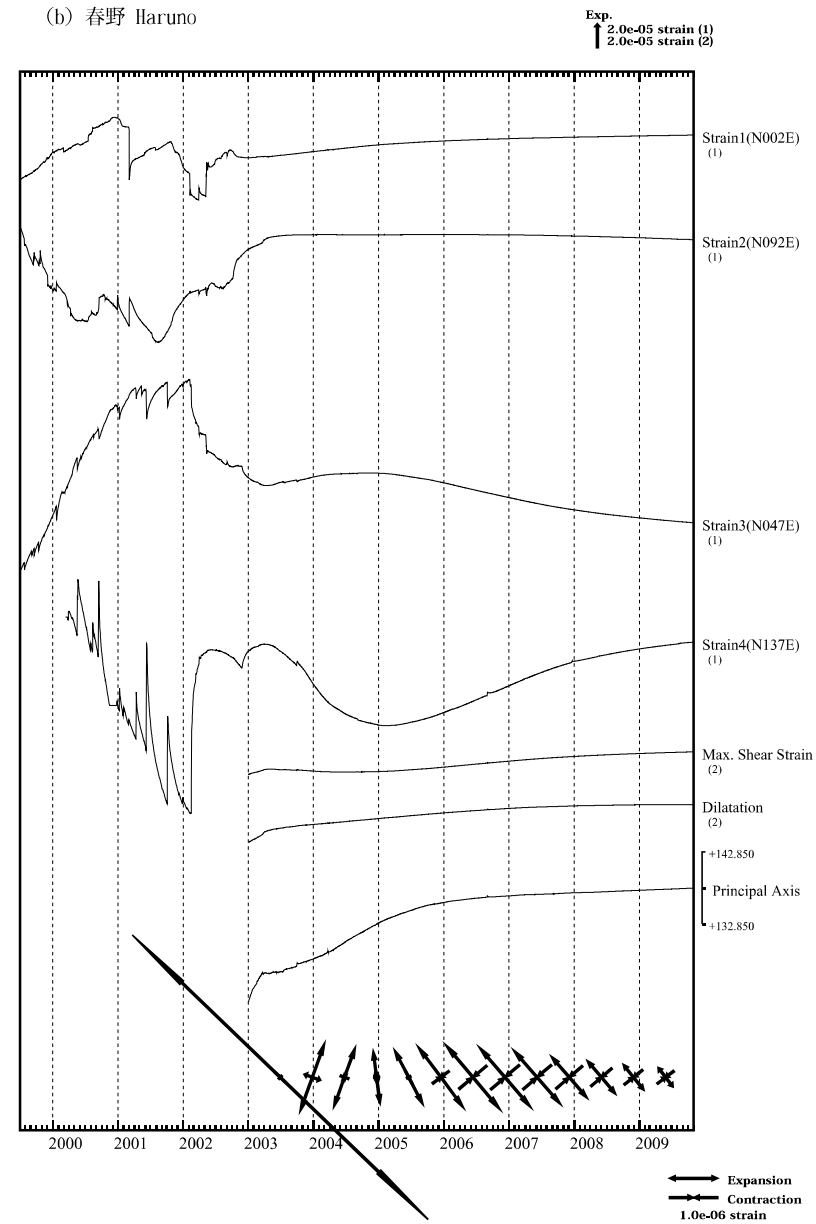
(a) 掛川 Kakegawa



第4図(a) 多成分歪計変化（日平均値）。主歪・最大せん断歪・面積歪は各方向成分から計算されている。

Fig. 4(a) Strain changes (daily mean values) observed by multi-component borehole strainmeters. Principal strain, maximum shear strain and dilatation are calculated with strain values obtained from each component.

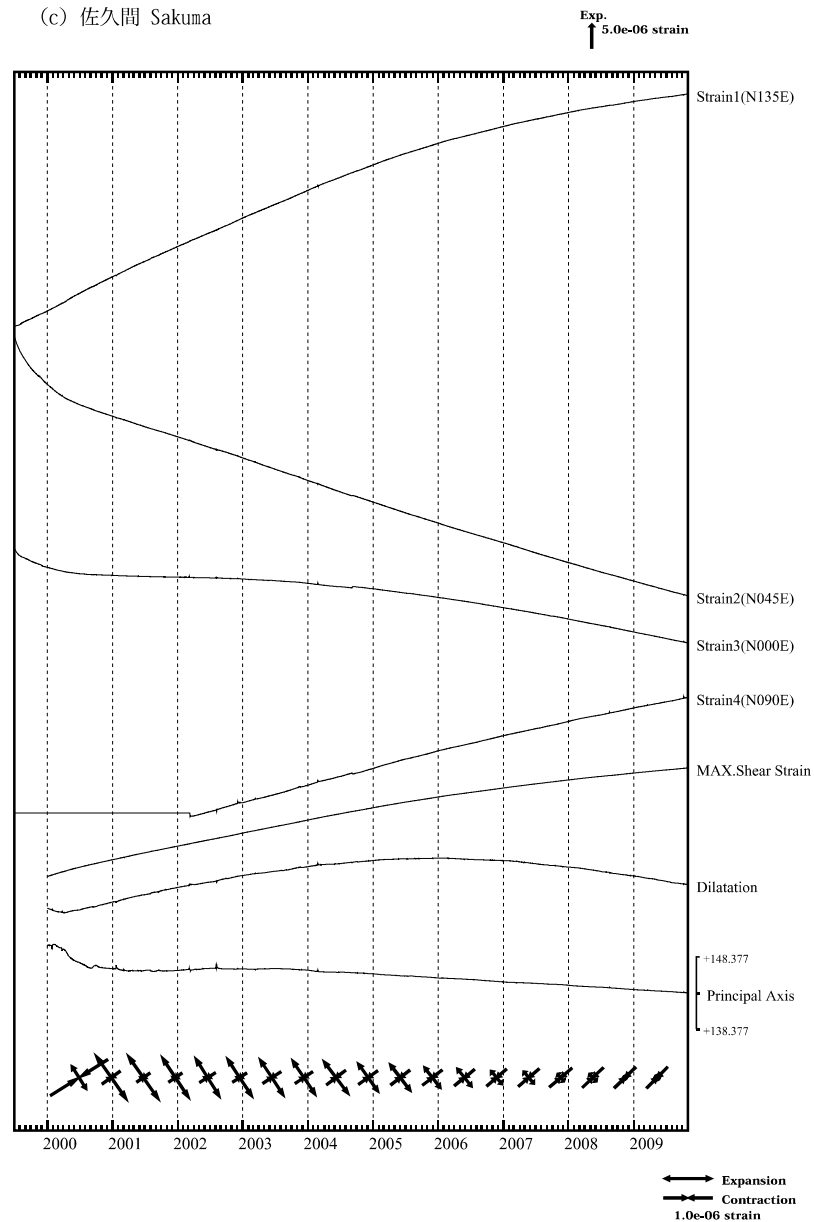
(b) 春野 Haruno



第4図(b) 多成分歪計変化（日平均値）。主歪・最大せん断歪・面積歪は各方向成分から計算されている。

Fig. 4(b) Strain changes (daily mean values) observed by multi-component borehole strainmeters. Principal strain, maximum shear strain and dilatation are calculated with strain values obtained from each component.

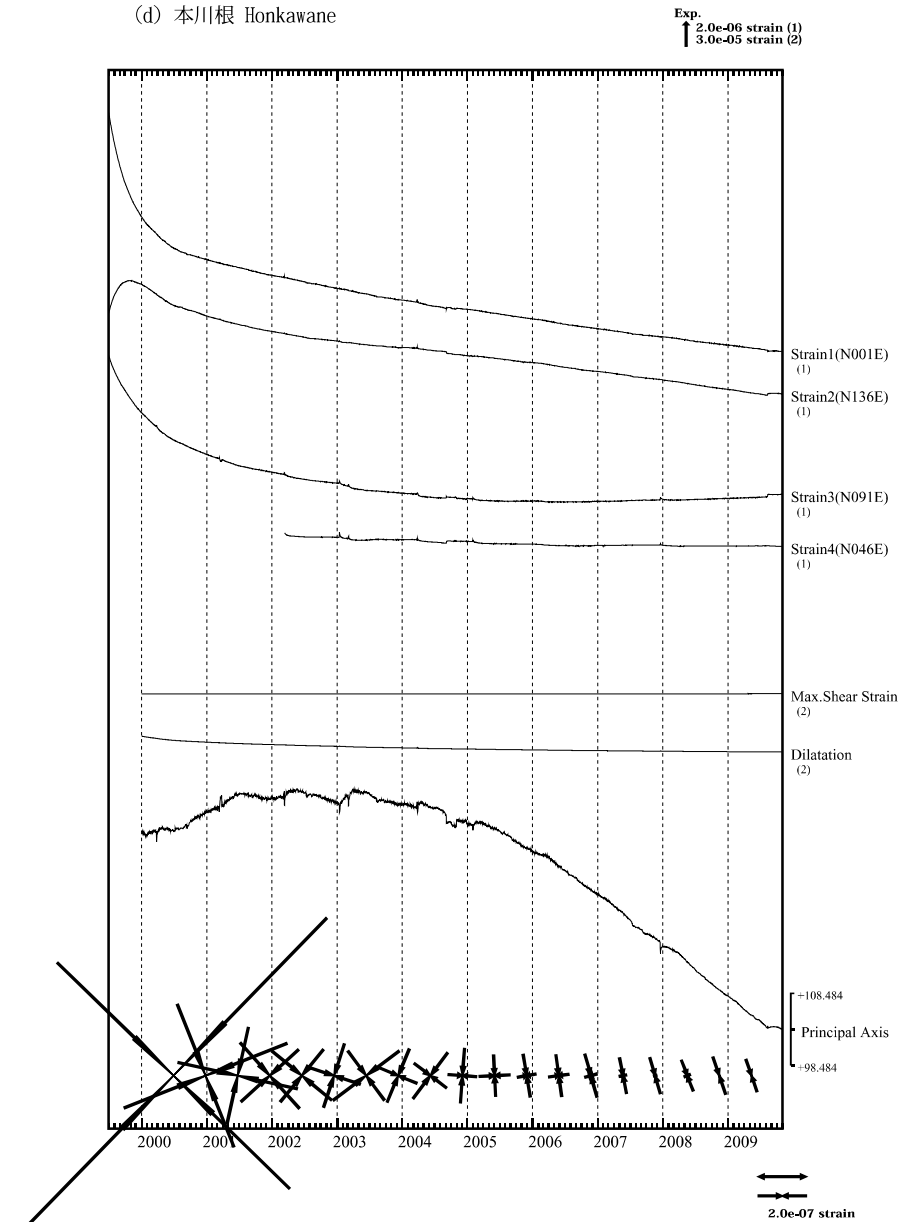
(c) 佐久間 Sakuma



第4図(c) 多成分歪計変化（日平均値）。主歪・最大せん断歪・面積歪は各方向成分から計算されている。

Fig. 4(c) Strain changes (daily mean values) observed by multi-component borehole strainmeters. Principal strain, maximum shear strain and dilatation are calculated with strain values obtained from each component.

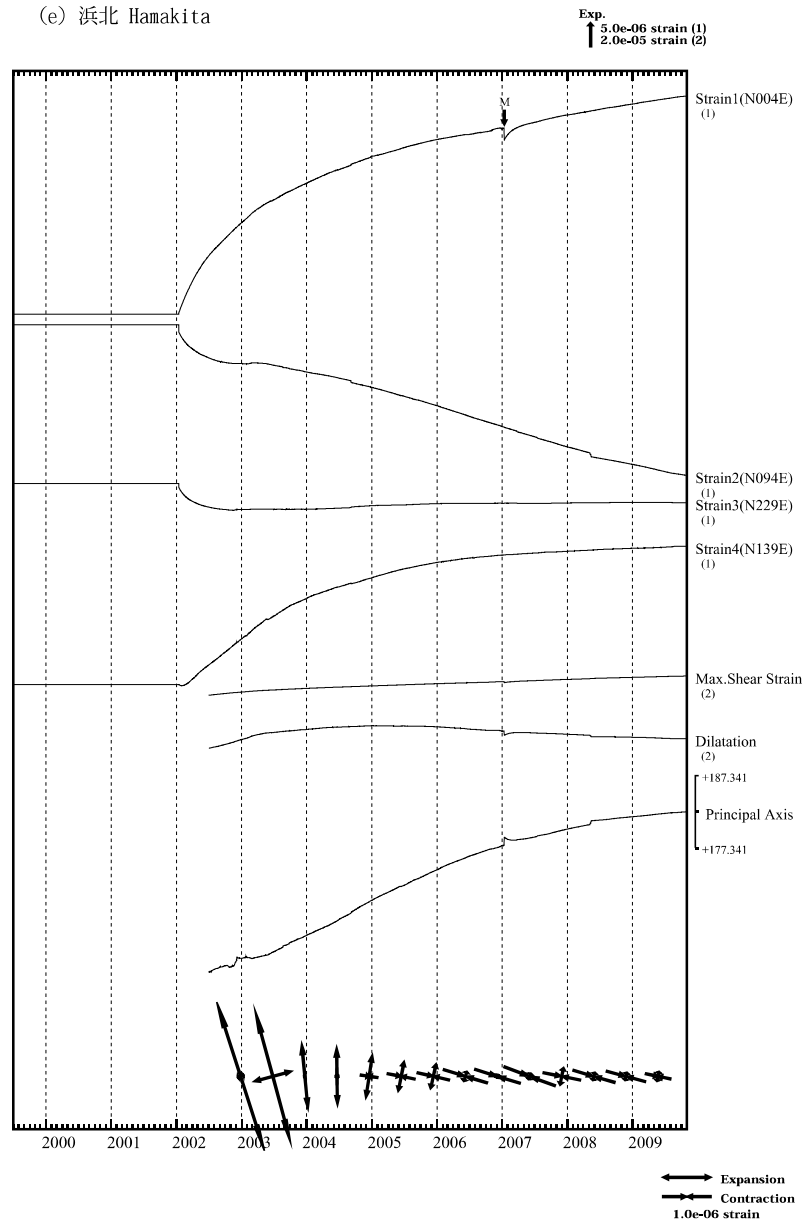
(d) 本川根 Honkawane



第4図(d) 多成分歪計変化（日平均値）。主歪・最大せん断歪・面積歪は各方向成分から計算されている。

Fig. 4(d) Strain changes (daily mean values) observed by multi-component borehole strainmeters. Principal strain, maximum shear strain and dilatation are calculated with strain values obtained from each component.

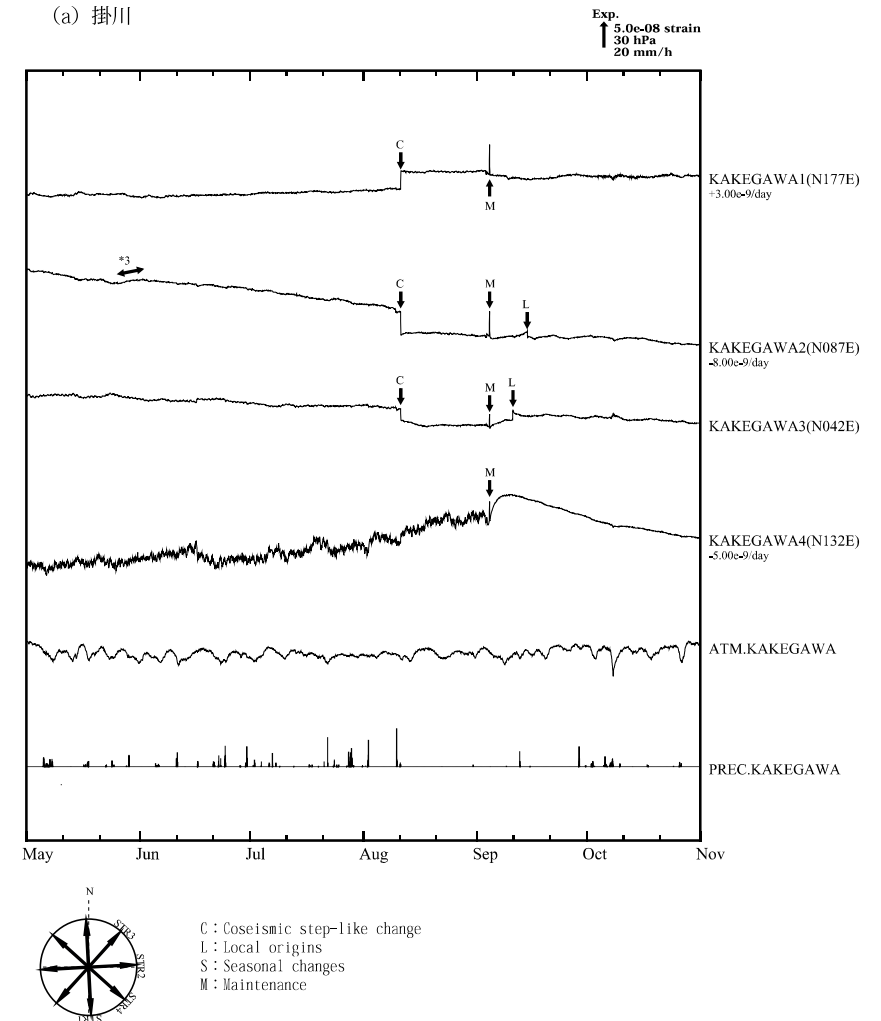
(e) 浜北 Hamakita



第4図(e) 多成分歪計変化 (日平均値). 主歪・最大せん断歪・面積歪は各方向成分から計算されている.

Fig. 4(e) Strain changes (daily mean values) observed by multi-component borehole strainmeters. Principal strain, maximum shear strain and dilatation are calculated with strain values obtained from each component.

(a) 掛川



第5図(a) 2009年5月～10月の多成分歪計変化 (時間値: 気圧・潮汐補正した値). 各図下部に気圧変化と降水量を示す.

掛川, 春野, 佐久間, 本川根及び浜北において2009年5月26日頃から6月2日頃にかけて短期的スロースリップ (短期的ゆっくり滑り) に伴う歪変化が観測された. 佐久間及び浜北において2009年9月6日頃から9月2日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された. 佐久間及び浜北において2009年9月30日頃から10月3日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された.

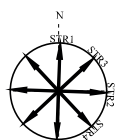
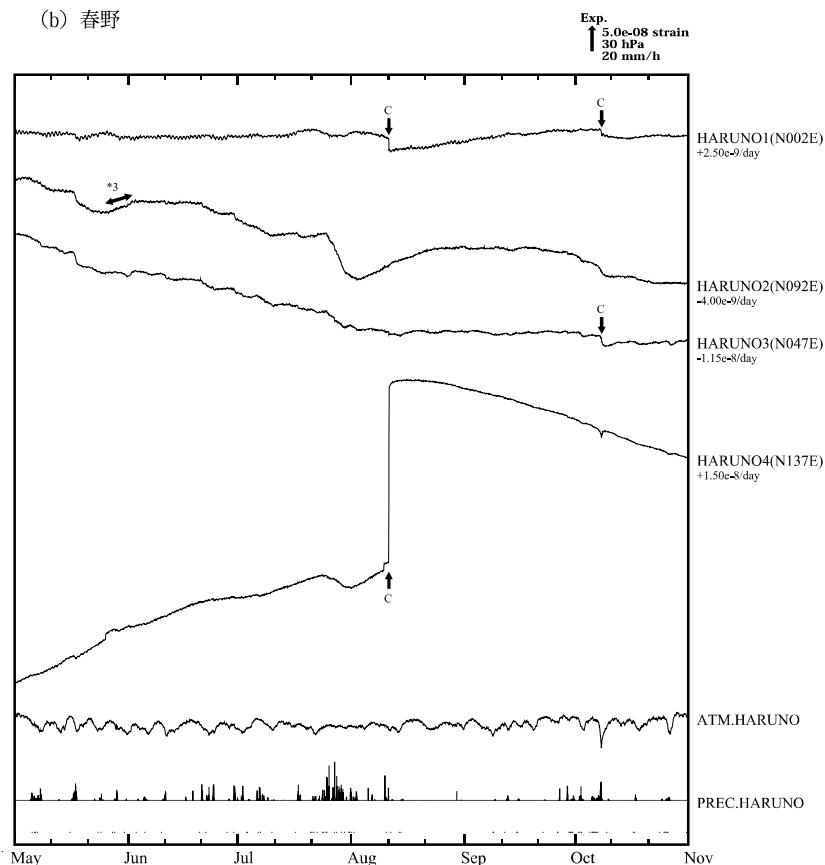
Fig. 5(a) Strain changes from May – October 2009 (hourly values corrected with barometric pressure and tidal data) observed by multi-component borehole strainmeters.

Rapid expansion and/or contraction was observed on May 26 to June 2, 2009 in (a) the 2nd component at Kakegawa, (b) the 2nd component at Haruno, (c) the 2nd, 3rd and 4th component at Sakuma, (d) the 2nd and 4th component of Honkawane and (e) the 1st component of Hamakita, which was associated with short-term slow slip event (*3).

Rapid expansion and/or contraction was observed on September 1 to 2, 2009 in (c) the 2nd, 3rd and 4th component at Sakuma and (e) the 4th component at Hamakita, which was associated with short-term slow slip event (*4).

Rapid expansion and/or contraction was observed on September 30 to October 3, 2009 in (c) the 3rd and 4th component at Sakuma and (e) the 1st and 4th component at Hamakita, which was associated with short-term slow slip event (*5).

(b) 春野



C: Coseismic step-like change
L: Local origins
S: Seasonal changes
M: Maintenance

第5図(b) 2009年5月～10月の多成分歪計変化（時間値：気圧・潮汐補正した値）。各図下部に気圧変化と降水量を示す。

掛川、春野、佐久間、本川根及び浜北において2009年5月26日頃から6月2日頃にかけて短期的スロースリップ（短期的ゆっくり滑り）に伴う歪変化が観測された。佐久間及び浜北において2009年9月6日頃から9月2日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された。佐久間及び浜北において2009年9月30日頃から10月3日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された。

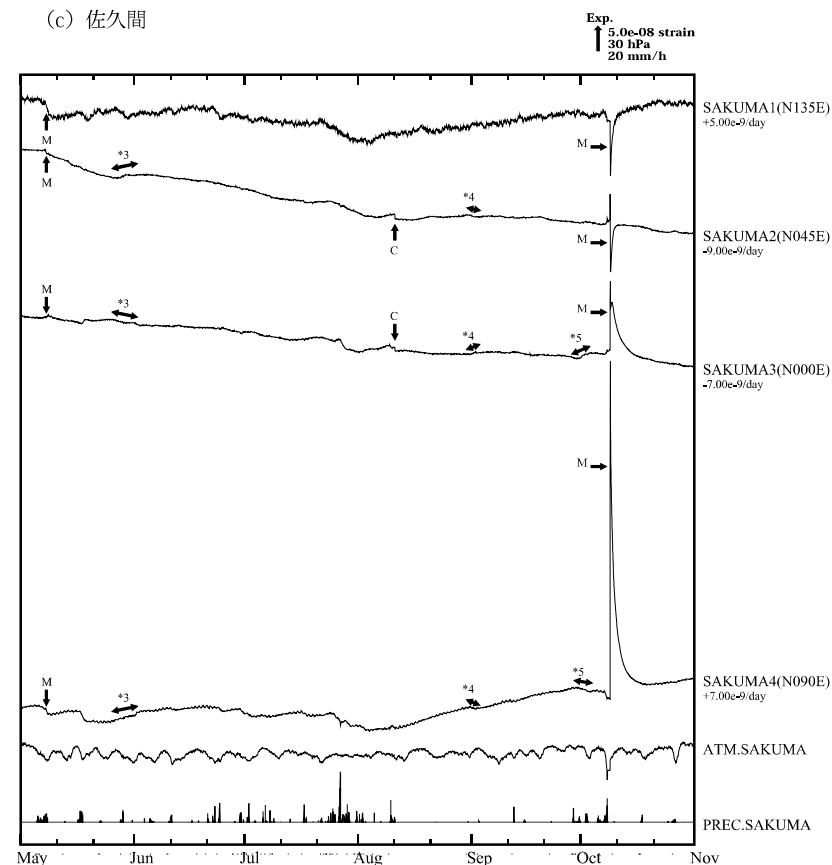
Fig. 5(b) Strain changes from May – October 2009 (hourly values corrected with barometric pressure and tidal data) observed by multi-component borehole strainmeters.

Rapid expansion and/or contraction was observed on May 26 to June 2, 2009 in (a) the 2nd component at Kakegawa, (b) the 2nd component at Haruno, (c) the 2nd, 3rd and 4th component at Sakuma, (d) the 2nd and 4th component of Honkawane and (e) the 1st component of Hamakita, which was associated with short-term slow slip event (*3).

Rapid expansion and/or contraction was observed on September 1 to 2, 2009 in (c) the 2nd, 3rd and 4th component at Sakuma and (e) the 4th component at Hamakita, which was associated with short-term slow slip event (*4).

Rapid expansion and/or contraction was observed on September 30 to October 3, 2009 in (c) the 3rd and 4th component at Sakuma and (e) the 1st and 4th component at Hamakita, which was associated with short-term slow slip event (*5).

(c) 佐久間



C: Coseismic step-like change
L: Local origins
S: Seasonal changes
M: Maintenance

第5図(c) 2009年5月～10月の多成分歪計変化（時間値：気圧・潮汐補正した値）。各図下部に気圧変化と降水量を示す。

掛川、春野、佐久間、本川根及び浜北において2009年5月26日頃から6月2日頃にかけて短期的スロースリップ（短期的ゆっくり滑り）に伴う歪変化が観測された。佐久間及び浜北において2009年9月6日頃から9月2日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された。佐久間及び浜北において2009年9月30日頃から10月3日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された。

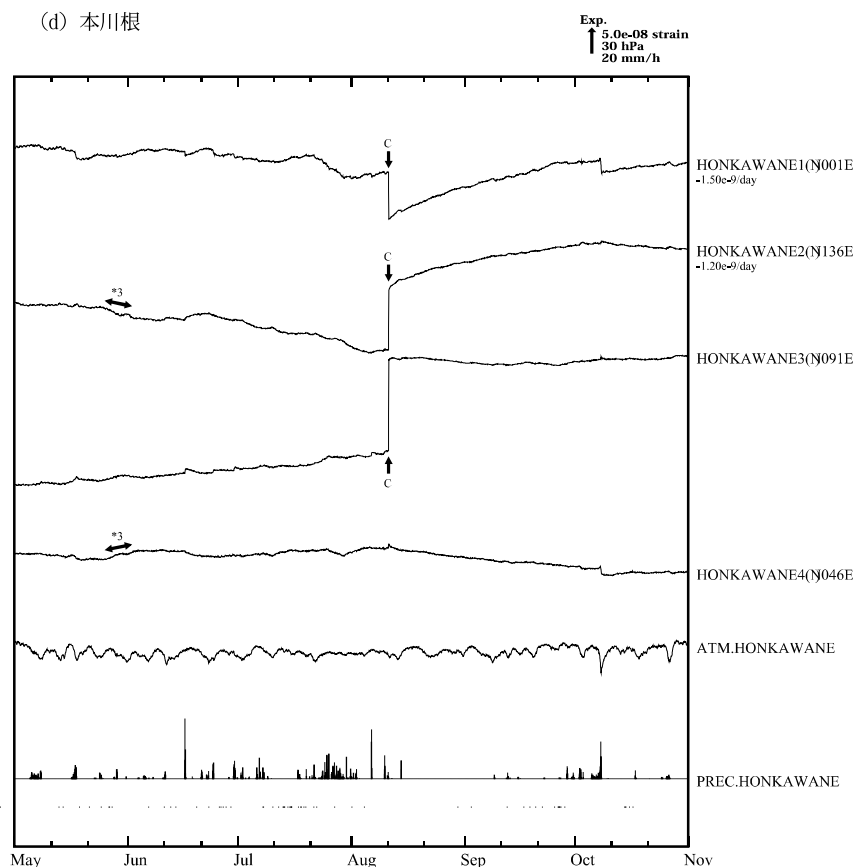
Fig. 5(c) Strain changes from May – October 2009 (hourly values corrected with barometric pressure and tidal data) observed by multi-component borehole strainmeters.

Rapid expansion and/or contraction was observed on May 26 to June 2, 2009 in (a) the 2nd component at Kakegawa, (b) the 2nd component at Haruno, (c) the 2nd, 3rd and 4th component at Sakuma, (d) the 2nd and 4th component of Honkawane and (e) the 1st component of Hamakita, which was associated with short-term slow slip event (*3).

Rapid expansion and/or contraction was observed on September 1 to 2, 2009 in (c) the 2nd, 3rd and 4th component at Sakuma and (e) the 4th component at Hamakita, which was associated with short-term slow slip event (*4).

Rapid expansion and/or contraction was observed on September 30 to October 3, 2009 in (c) the 3rd and 4th component at Sakuma and (e) the 1st and 4th component at Hamakita, which was associated with short-term slow slip event (*5).

(d) 本川根



C: Coseismic step-like change
L: Local origins
S: Seasonal changes
M: Maintenance

第5図(d) 2009年5月～10月の多成分歪計変化（時間値：気圧・潮汐補正した値）。各図下部に気圧変化と降水量を示す。

掛川、春野、佐久間、本川根及び浜北において2009年5月26日頃から6月2日頃にかけて短期的スロースリップ（短期的ゆっくり滑り）に伴う歪変化が観測された。佐久間及び浜北において2009年9月6日頃から9月2日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された。佐久間及び浜北において2009年9月30日頃から10月3日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された。

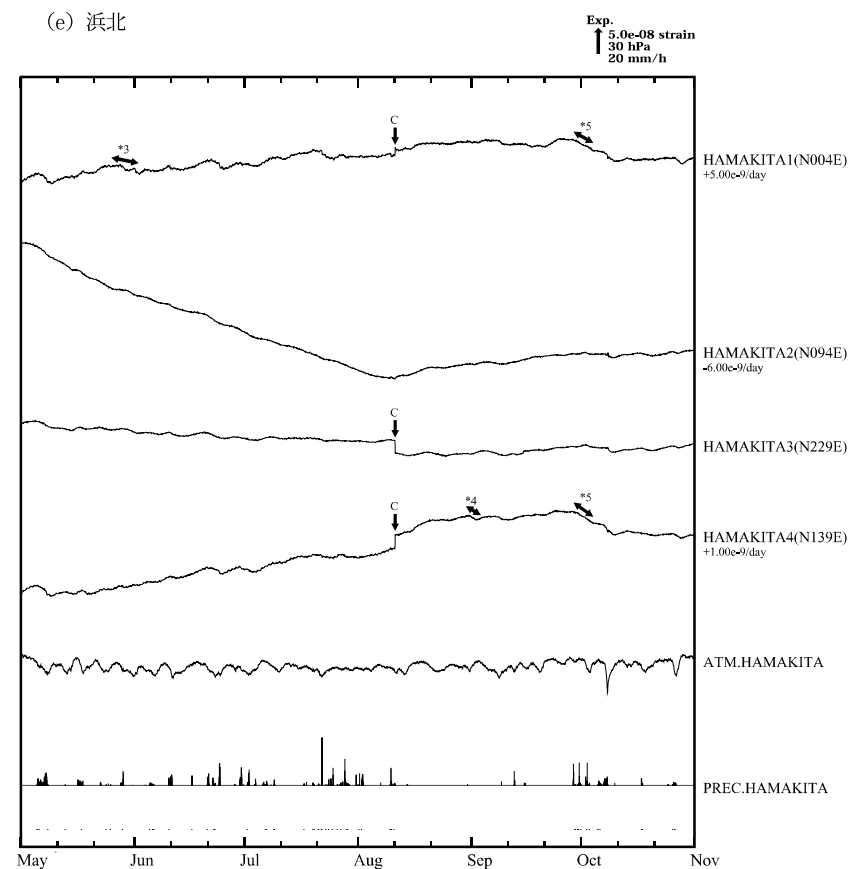
Fig. 5(d) Strain changes from May – October 2009 (hourly values corrected with barometric pressure and tidal data) observed by multi-component borehole strainmeters.

Rapid expansion and/or contraction was observed on May 26 to June 2, 2009 in (a) the 2nd component at Kakegawa, (b) the 2nd component at Haruno, (c) the 2nd, 3rd and 4th component at Sakuma, (d) the 2nd and 4th component of Honkawane and (e) the 1st component of Hamakita, which was associated with short-term slow slip event (*3).

Rapid expansion and/or contraction was observed on September 1 to 2, 2009 in (c) the 2nd, 3rd and 4th component at Sakuma and (e) the 4th component at Hamakita, which was associated with short-term slow slip event (*4).

Rapid expansion and/or contraction was observed on September 30 to October 3, 2009 in (c) the 3rd and 4th component at Sakuma and (e) the 1st and 4th component at Hamakita, which was associated with short-term slow slip event (*5).

(e) 浜北



C: Coseismic step-like change
L: Local origins
S: Seasonal changes
M: Maintenance

第5図(e) 2009年5月～10月の多成分歪計変化（時間値：気圧・潮汐補正した値）。各図下部に気圧変化と降水量を示す。

掛川、春野、佐久間、本川根及び浜北において2009年5月26日頃から6月2日頃にかけて短期的スロースリップ（短期的ゆっくり滑り）に伴う歪変化が観測された。佐久間及び浜北において2009年9月6日頃から9月2日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された。佐久間及び浜北において2009年9月30日頃から10月3日頃にかけて短期的スロースリップに伴う歪変化が観測された。

Fig. 5(e) Strain changes from May – October 2009 (hourly values corrected with barometric pressure and tidal data) observed by multi-component borehole strainmeters.

Rapid expansion and/or contraction was observed on May 26 to June 2, 2009 in (a) the 2nd component at Kakegawa, (b) the 2nd component at Haruno, (c) the 2nd, 3rd and 4th component at Sakuma, (d) the 2nd and 4th component of Honkawane and (e) the 1st component of Hamakita, which was associated with short-term slow slip event (*3).

Rapid expansion and/or contraction was observed on September 1 to 2, 2009 in (c) the 2nd, 3rd and 4th component at Sakuma and (e) the 4th component at Hamakita, which was associated with short-term slow slip event (*4).

Rapid expansion and/or contraction was observed on September 30 to October 3, 2009 in (c) the 3rd and 4th component at Sakuma and (e) the 1st and 4th component at Hamakita, which was associated with short-term slow slip event (*5).