

8 - 16 深いボアホールに設置された地殻活動総合観測装置で観測された紀伊半島沖地震

2004 Off Kii-Peninsula Earthquake Observed by Multi-component Borehole Instrument Installed in Deep Boreholes

地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所、名古屋大学環境学研究科
Tono Research Institute of Earthquake Science (TRIES), Association for Development of Earthquake Prediction
(ADEP) and Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

概要

東濃地震科学研究所では名古屋大学と協力して複数の深度の異なる深部ボアホールに地殻活動総合観測装置を設置し横坑の観測とともに地殻活動の総合観測を実施している（第1図）。昨年8月からは和歌山県の新宮市にある名大の500m深度のボアホール（第2図）においても総合観測を開始した。電源関係の故障により本震前後の記録は得られなかったが現在良好に記録を蓄積している。第3図は紀伊半島沖地震においてBYBとTGR350のボアホール観測点のボアホール地殻活動総合観測装置の歪計により観測されたストレインステップである。第4図は紀伊半島沖地震においてTGR165ボアホール観測点のボアホール地殻活動総合観測装置の歪計と名古屋大学のNAMZ観測点の伸縮計により観測されたストレインステップである。第5図に各観測点で観測された前震と本震のストレインステップを主歪表示で示した図である。第6図は前震と本震の観測された主歪をそれぞれ前述の観測点すべてをあわせて表示している。ボアホールの深度などの違いはあるがかなりよく一致している。TGR350とTGR165のボアホール観測点においてはボアホール地殻活動総合観測装置による観測とともに水位の観測も実施している。第7図は観測された水位変化を示している。これらのボアホールにおいては多くの場合、地震後に水位の上昇を記録する。矢印は前震と本震の時刻を示す。

第8図はBYBとTGR350ボアホール観測点においてボアホール地殻活動総合観測装置の歪計により観測された前震の歪地震波形である。サンプリングは1secで各トレースは反時計回り方向が伸び、矢印は地震波の到来方向を示している。第9図はTGR165ボアホール観測点のボアホール地殻活動総合観測装置の歪計と名古屋大学のNAMZ観測点の伸縮計により観測された前震の歪地震波形である。第10図にはBYBとTGR350ボアホール観測点においてボアホール地殻活動総合観測装置の歪計により観測された本震の歪地震波形を示している。サンプリングは1secで各トレースは反時計回り方向が伸び、矢印は地震波の到来方向を示している。第11図はTGR165ボアホール観測点のボアホール地殻活動総合観測装置の歪計と名古屋大学のNAMZ観測点の伸縮計により観測された本震の歪地震波形である。鉛直歪波形の変化途中の直線は欠測を示している。

第12図は前震の4観測点の歪地震波形の初動部分を示し、サンプリングは1secである。初動部分に震源の時間変化波形が見られる。このような波形データは直流成分まで完全に応答できる歪計にしか観測できない。第13図は本震の4観測点の歪地震波形の初動部分でサンプリングは1secである。前震の場合と同様に初動部分に震源の時間変化波形が見られる。このような波形データは直流成分まで完全に応答できる歪計にしか観測できない。第14図は新宮500mボアホールに設置された地殻活動総合観測装置により得られた記録例である。左は最近の歪記録で右は2004/9/8 23:58の余震の歪地震記録である。

まとめ

- 数ヶ所の深度の異なる深部ボアホールに設置された地殻活動総合観測装置により地殻活動の観測を実施している。
- 歪計により記録されたストレインステップの方向は異なる観測点ともほぼ一致している。北北東方向に伸び、西北西方向に縮みである。大きさの違いは深度の違いによる岩質などローカルな影響と考えられるが深度 1000m の深いボアホールにおける変化は特に安定していると考えられる。
- ボアホール歪計は長周期の地震波を良好に記録することが出来た。
- ボアホール歪計による歪地震動は明瞭な P 波の震源時間変化を記録した。ボアホール歪計は長周期成分の特性が特に良好で震源の研究に有用である。
- 総合観測装置の設置されている深部ボアホールにおける水位変化は本震の方は従来と同様な水位上昇を示しているが従来と異なりはじめに小さな水位低下が記録された。
- 昨年 8 月から和歌山県新宮市にボアホール地殻活動総合観測装置を深度 500 m のボアホールに設置し観測を継続している。電源関係の故障により本震前後の記録は得られなかったが現在良好に記録を蓄積している。

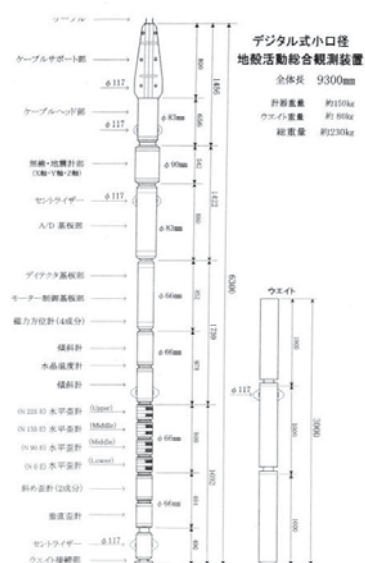
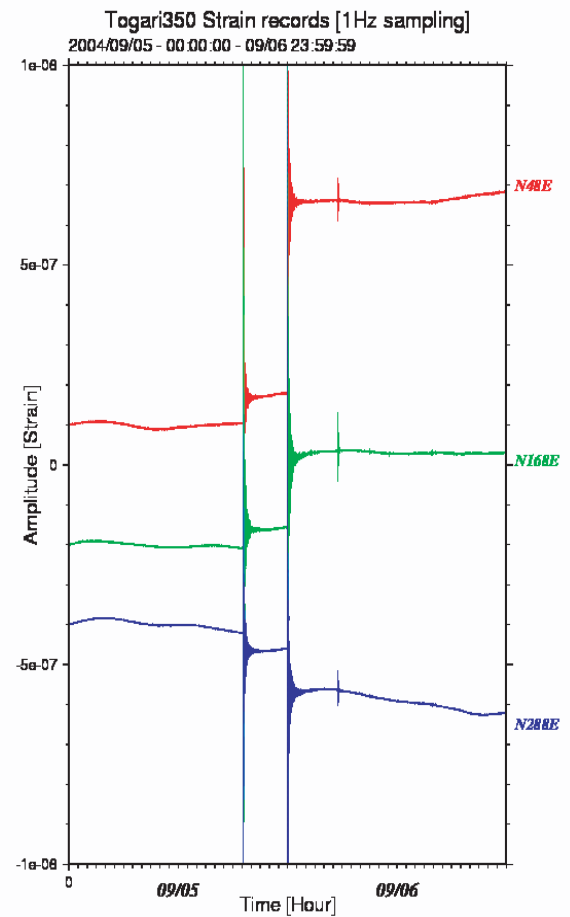
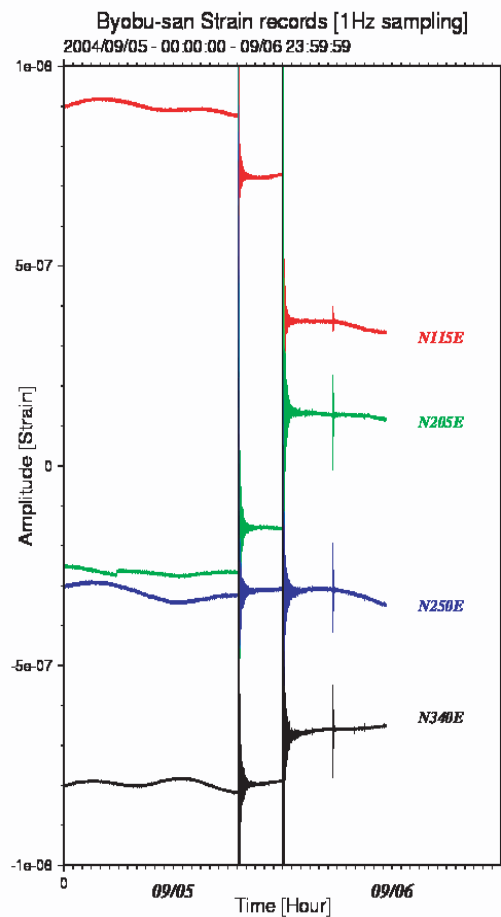


Fig.1 Distribution of borehole station being operated by TRIES. Borehole depths are also shown with red numerals.

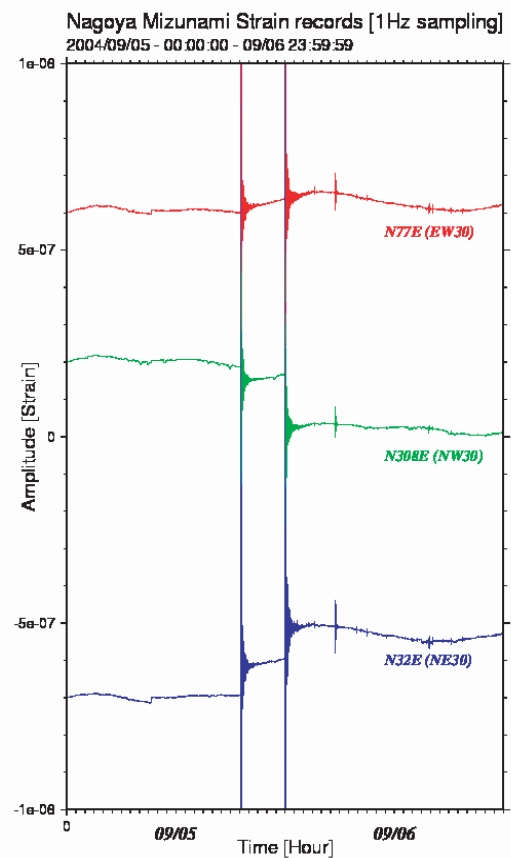
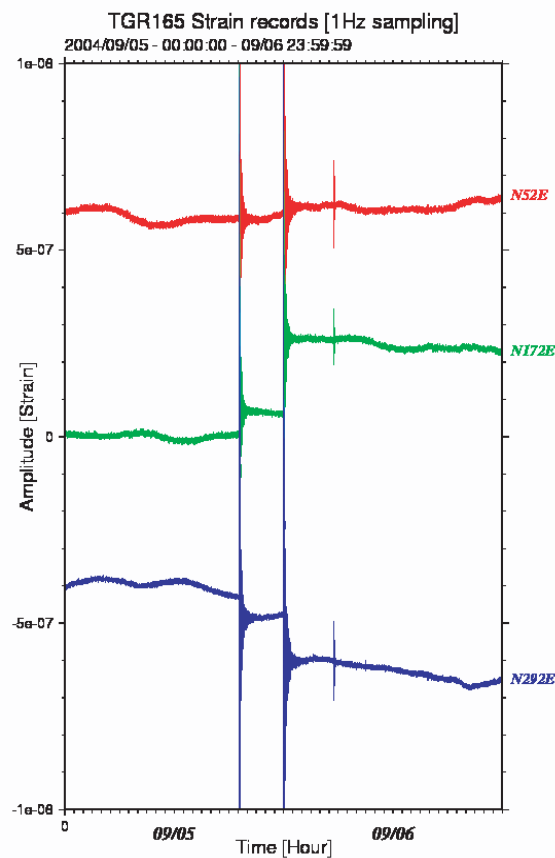


Fig.2 Location of Shingu borehole station with 500 m depth



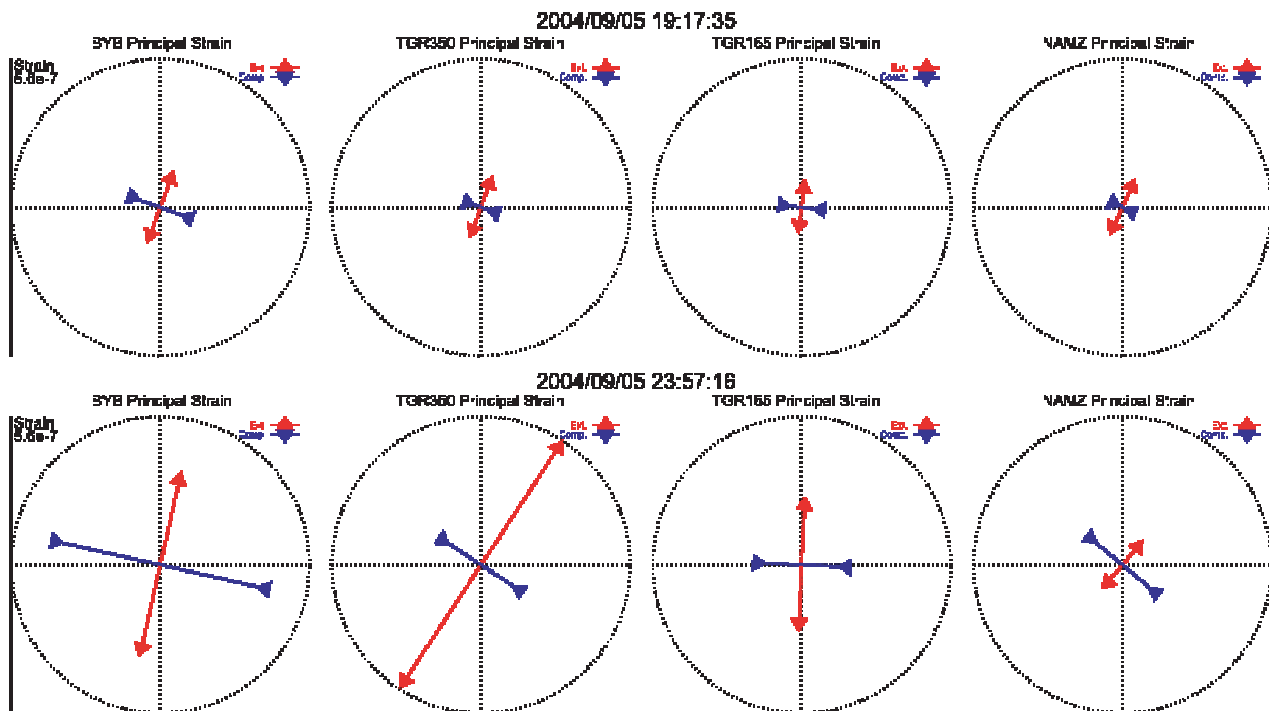
第3図 観測されたストレインステップ (BYB と TGR350 観測点)

Fig.3 Observed strain step at both BYB and TGR350 stations

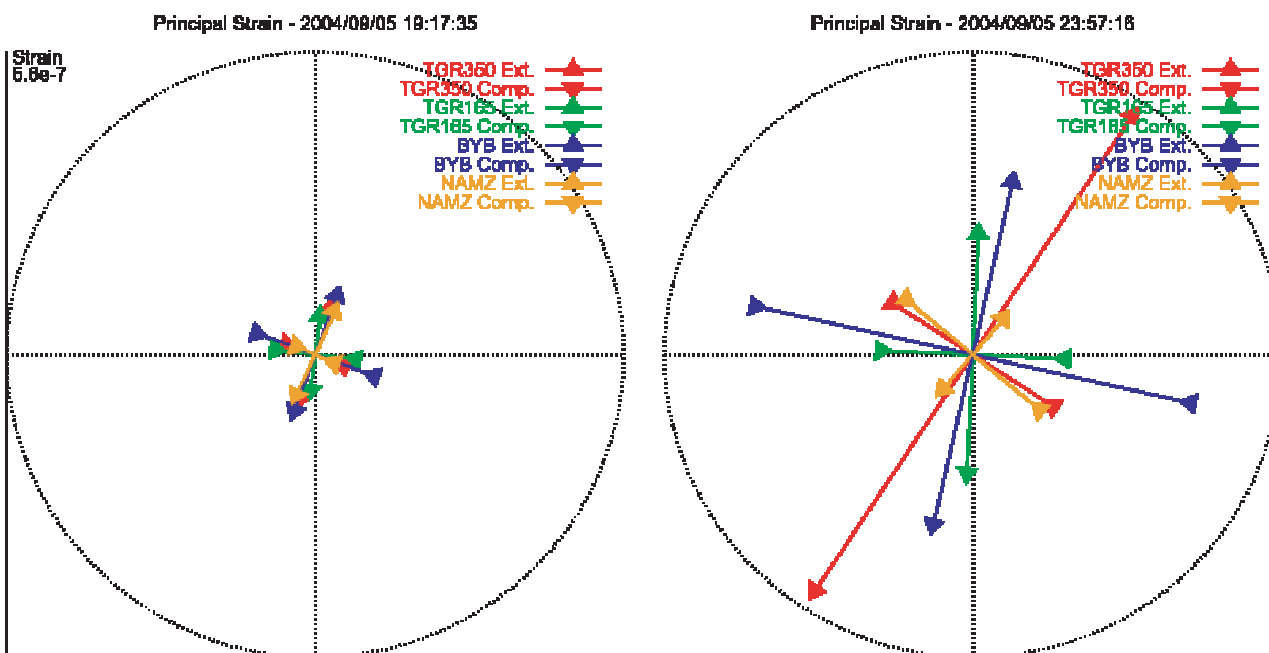


第4図 観測されたストレインステップ (TGR165 と NAMZ 観測点)

Fig.4 Observed strain step at both TGR165 and NAMZ

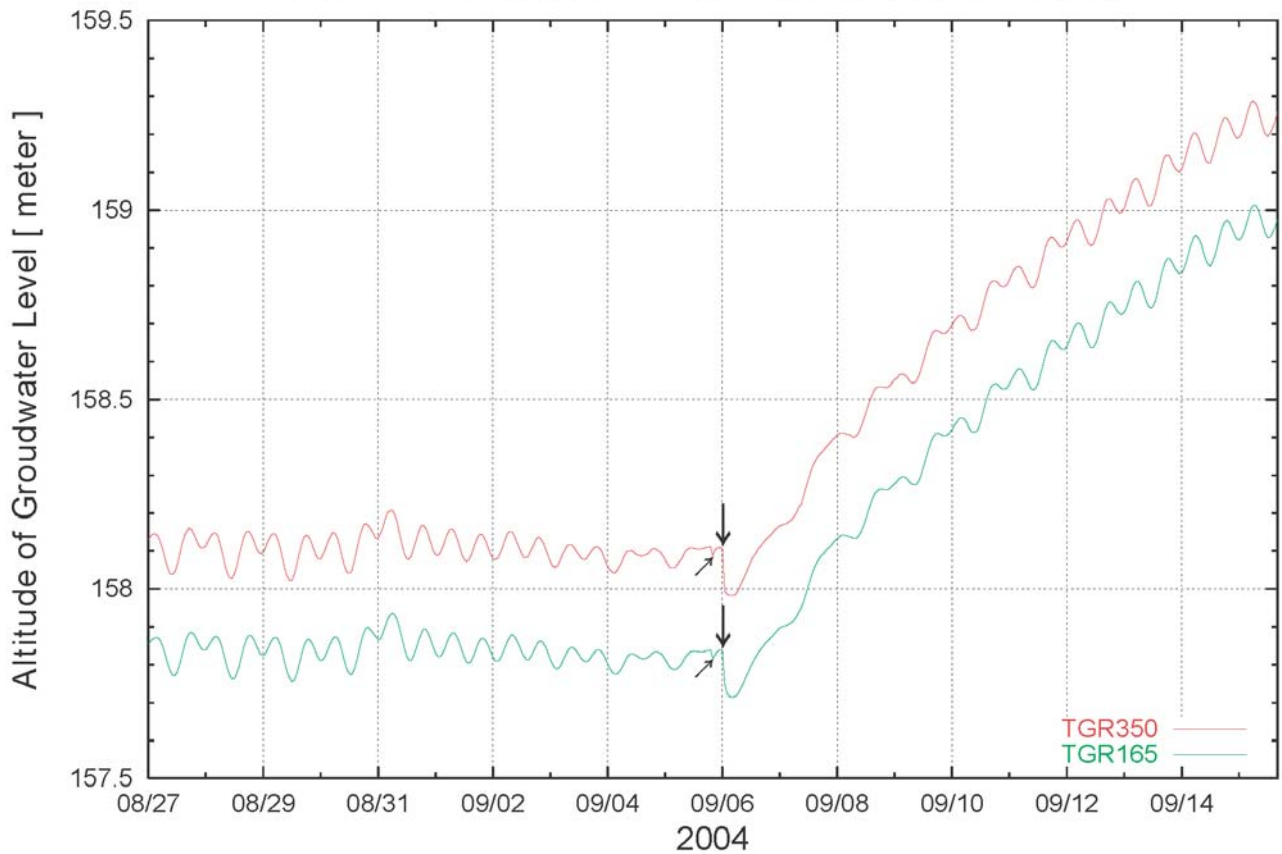


第 5 図 各観測点で観測された前震と本震のストレインステップの主歪表示
 Fig.5 Principal strain expression of both the foreshock and the main shock for the strain steps observed at the stations

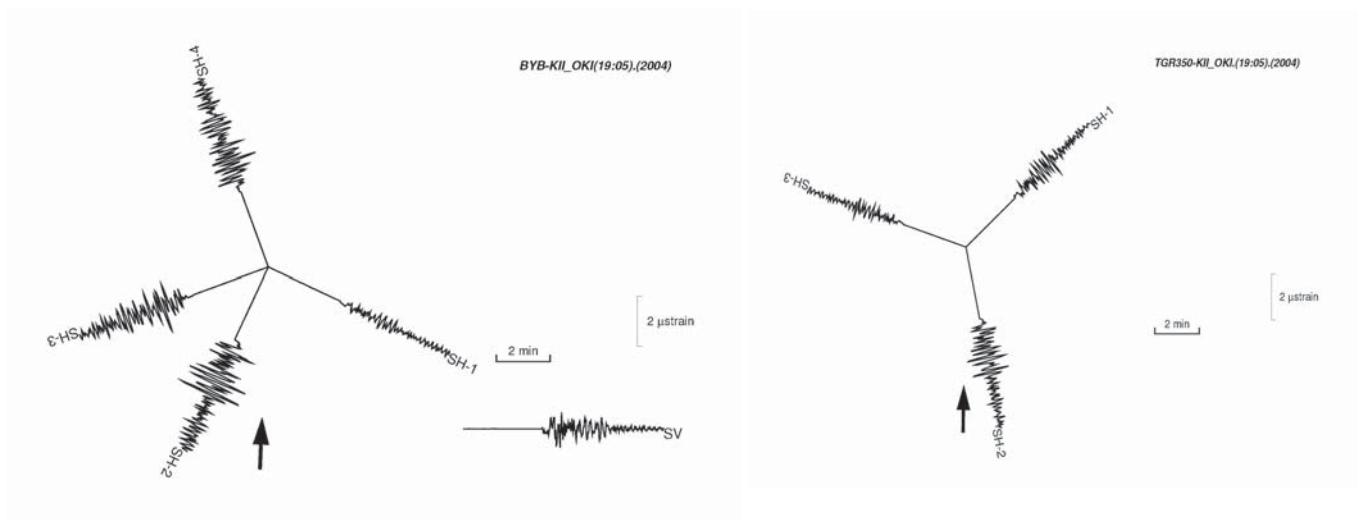


第 6 図 前震と本震の観測された主歪の統合
 Fig.6 Combined principal strain expression for both the foreshock and the main shock

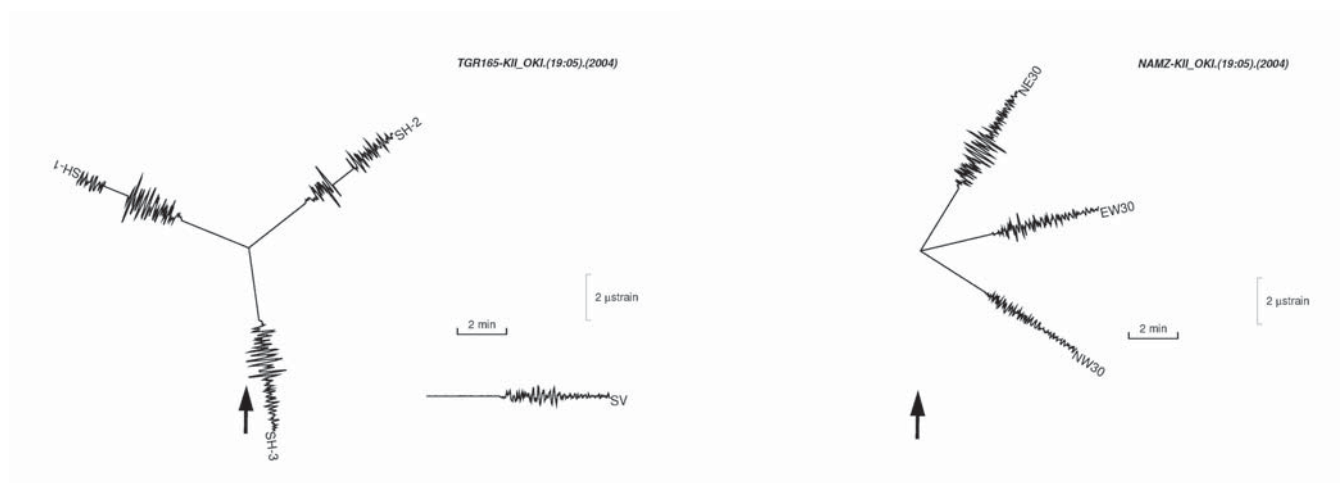
TOGARI350,165 Groundwater Level



第 7 図 TGR350 と TGR165 ボアホールで観測された水位変化：矢印が前震と本震の時刻を示す
Fig.7 Ground water level variation of TGR350 and TGR165 borehole stations for the earthquakes. The arrows indicate onset times of the earthquakes.

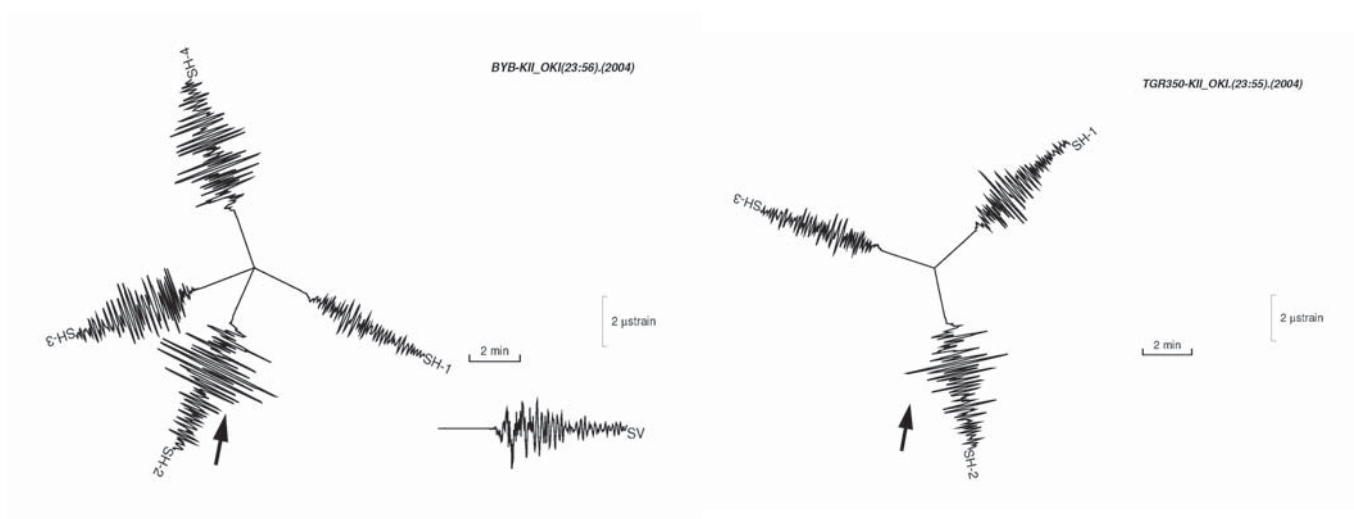


第 8 図 BYB と TGR350 のボアホール観測点で地殻活動総合観測装置により観測された前震の歪地震波形：サンプリング 1sec、各トレースは反時計回り方向が伸び、矢印は地震波の到来方向
Fig.8 Strain seismograms of the foreshock observed by multi-component borehole instrument installed at BYB and TGR350 borehole stations. Sampling interval is 1 second. The arrow indicates arrival direction of seismic waves. Polarity of strain seismogram is extension for anti-clock wise and compression for clock wise.



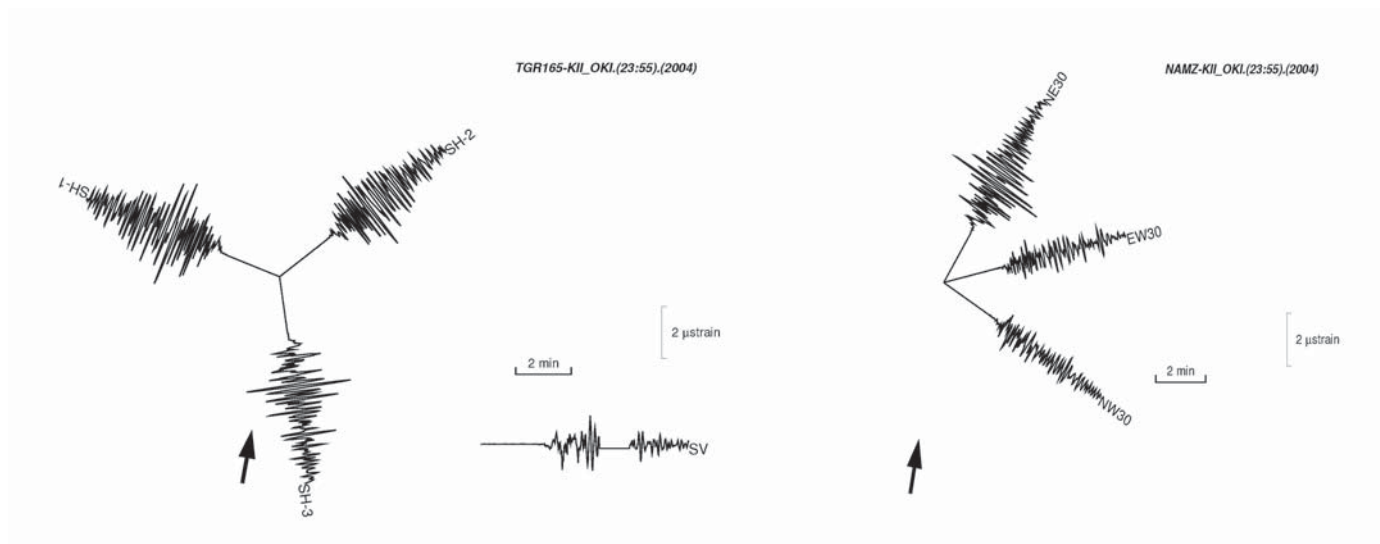
第 9 図 TGR165 と NAMZ のボアホール観測点で地殻活動総合観測装置により観測された前震の歪地震波形：サンプリング 1sec、各トレースは反時計回り方向が伸び、矢印は地震波の到来方向。波形変化途中の直線は欠測

Fig.9 Strain seismograms of the foreshock observed by multi-component borehole instrument installed at TGR165 and NAMZ borehole stations. Sampling interval is 1 second. The arrow indicates arrival direction of seismic waves. Polarity of strain seismogram is extension for anti-clock wise and compression for clock wise. Straight line in the seismograms indicates data missing.



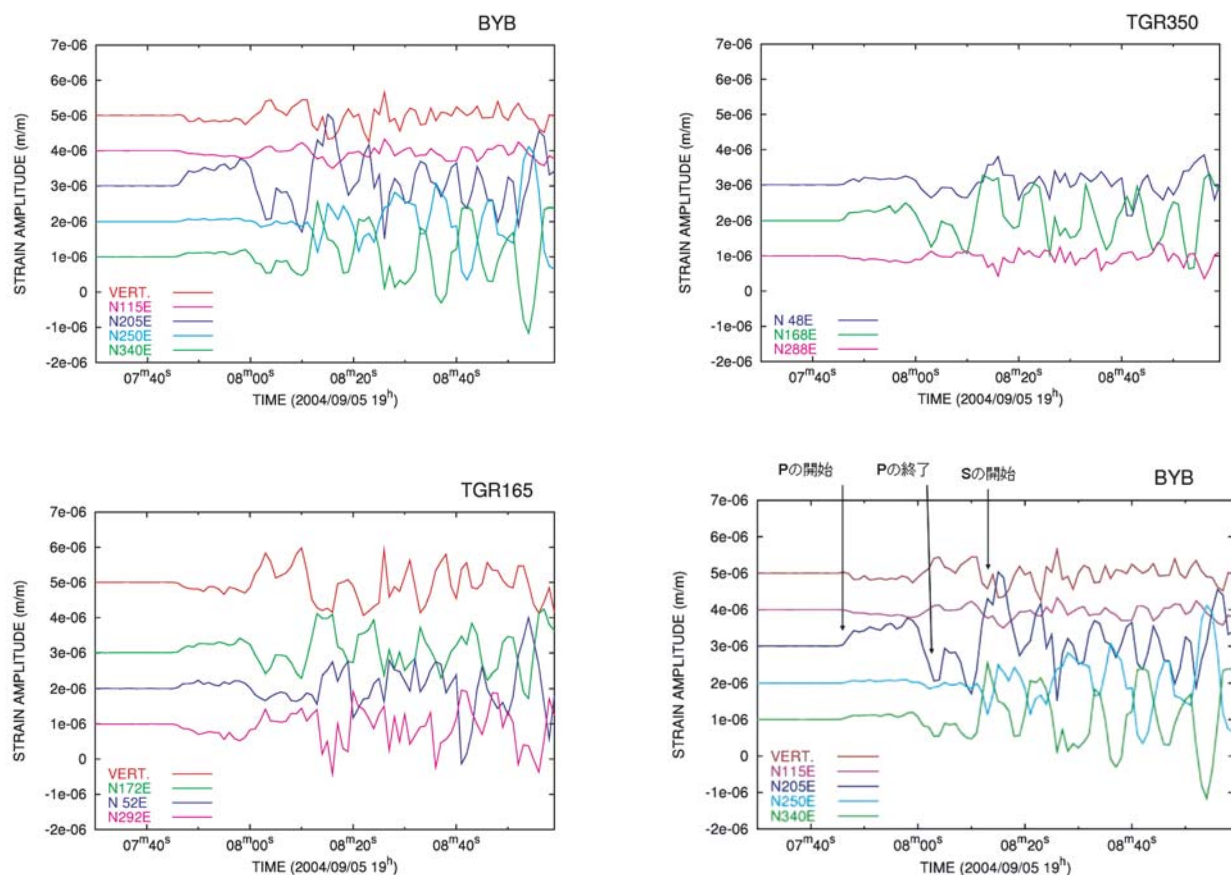
第 10 図 BYB と TGR350 のボアホール観測点で地殻活動総合観測装置により観測された本震の歪地震波形：サンプリング 1sec、各トレースは反時計回り方向が伸び、矢印は地震波の到来方向

Fig.10 Strain seismograms of the main shock observed by multi-component borehole instrument installed at BYB and TGR350 borehole stations. Sampling interval is 1 second. The arrow indicates arrival direction of seismic waves. Polarity of strain seismogram is extension for anti-clock wise and compression for clock wise.



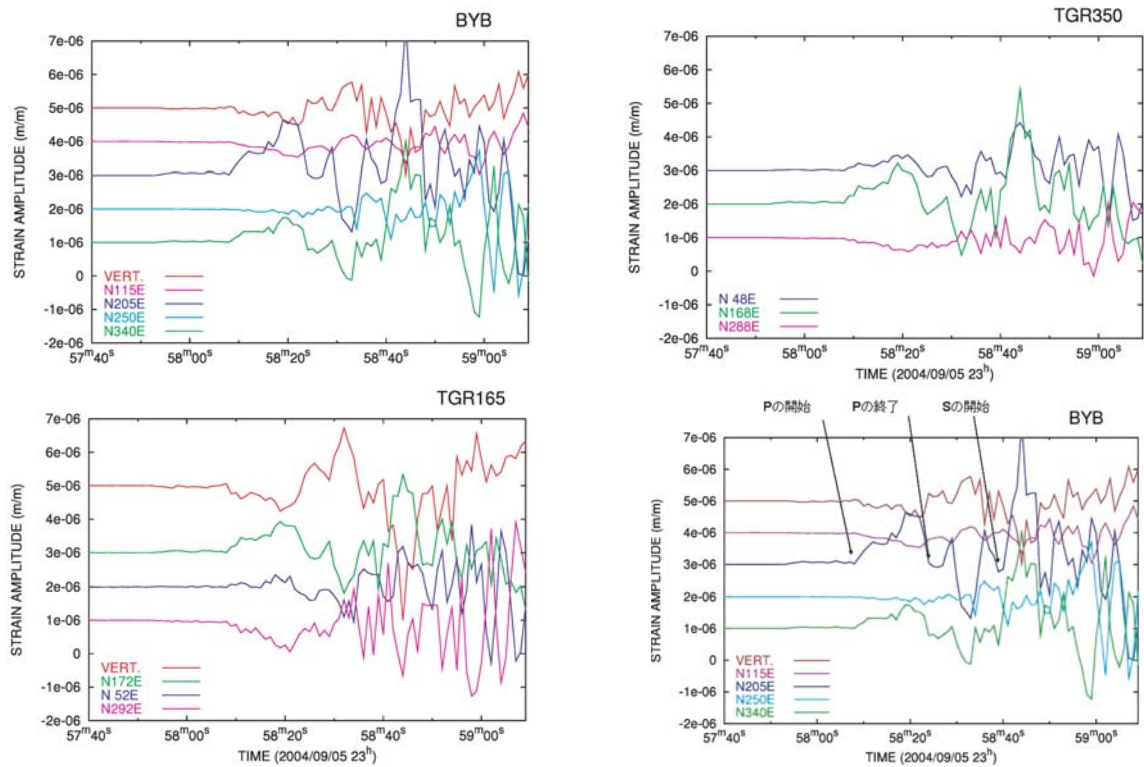
第 11 図 TGR165 と NAMZ のボアホール観測点で地殻活動総合観測装置により観測された本震の歪地震波形：サンプリング 1sec、各トレースは反時計回り方向が伸び、矢印は地震波の到来方向。波形変化途中の直線は欠測

Fig.11 Strain seismograms of the main shock observed by multi-component borehole instrument installed at TGR165 and NAMZ stations. Sampling interval is 1 second. The arrow indicates arrival direction of seismic waves. Polarity of strain seismogram is extension for anti-clock wise and compression for clock wise. Straight line in the seismograms indicates data missing.



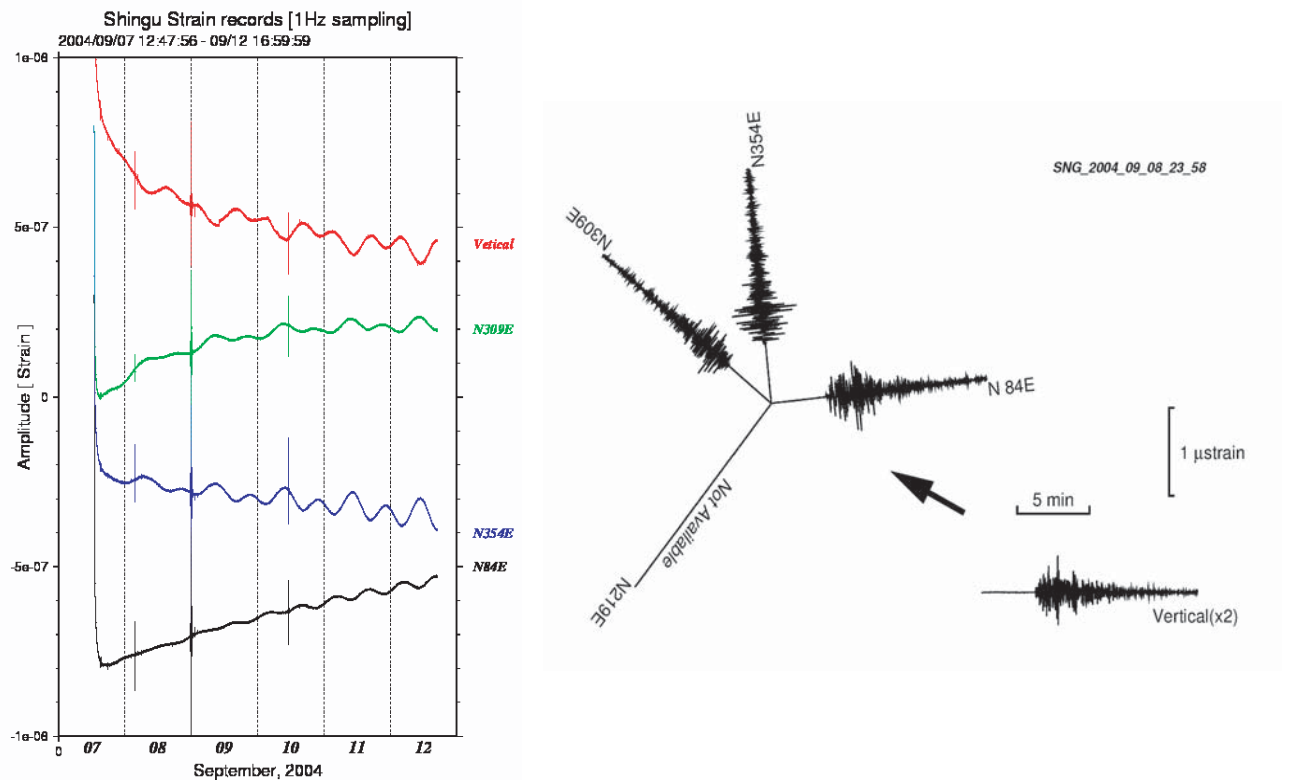
第 12 図 前震の歪地震波形の初動部分：サンプリングは 1sec で震源の時間変化波形が見られる

Fig.12 Initial part of strain seismograms of the foreshock observed by multi-component borehole instrument. Sampling interval is 1 second. Source time variation is recognized and the duration is about 15 second.



第 13 図 本震の歪地震波形の初動部分：サンプリングは 1sec で震源の時間変化波形が見られる。

Fig.13 Initial part of strain seismograms of the main shock observed by multi-component borehole instrument. Sampling interval is 1 second. Source time variation is recognized and the duration is about 15 second.



第 14 図 新宮 500m ボアホールに設置された地殻活動総合観測装置により得られた記録例：左：最近の歪記録、右：2004/9/8 23:58 の余震の歪地震記録、サンプリングは 1sec で各トレースは反時計回り方向が伸び、矢印は地震波の到来方向

Fig.14 An example of record observed by multi-component borehole instrument installed at Shingu borehole station. Left: an example of strain record. Right: strain seismogram of an aftershock occurring at 2004/9/8 23:58.