

10-3 GPS 連続観測の最近の成果

Recent Results of the Continuous GPS observations over Japan

国土地理院

Geographical Survey Institute

この資料は、トピックスとして紹介した国土地理院 GPS 連続観測の最近の成果の事例である。

第 1 図～第 3 図は、1997 年初頭からほぼ 1 年の間で豊後水道付近で発生したサイレントアースクエークに関するデータである。第 1 図左側の図は一連の地震等のイベントが収まって比較的安定状態にある九州・四国の水平変動ベクトルである。第 1 図右側の図は、1996 年から 1998 年中頃にかけて、四国南部および九州中部地域の GPS 点の動きが通常と異なっていることを示している。

第 2 図は、通常の変動からの差異が大きかった四国南部および九州東部の点の時系列（トレンド除去済）であり、ゆっくりした変化が 1997 年のほぼ一年間に発生していることがわかる。この変動が豊後水道南部のプレート境界状のゆっくりしたすべりによって生じたと考えてインバージョンを行った結果が第 3 図である。

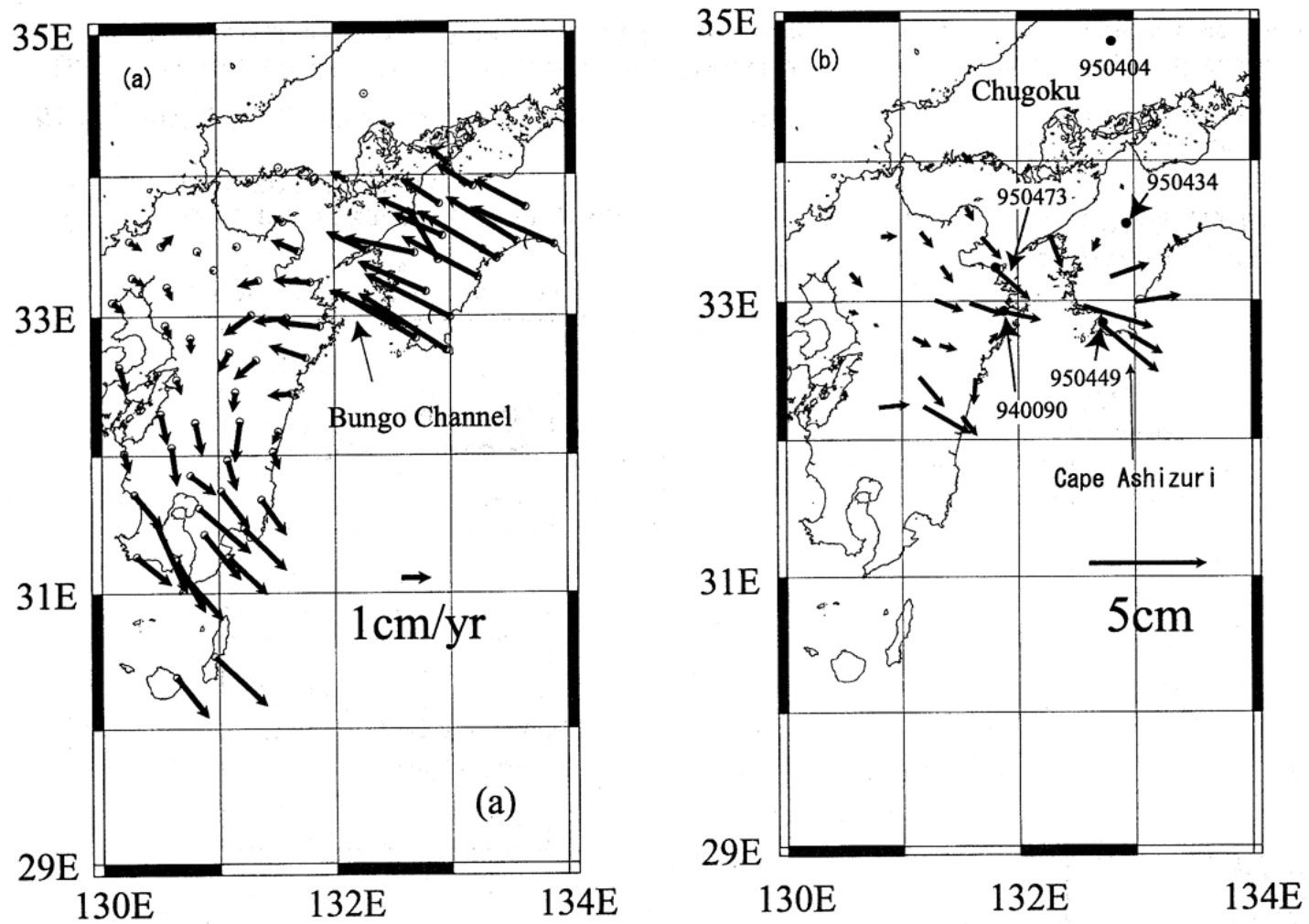
GPS 連続観測の上下成分のトレンドから全国の上下変動を推定し、験潮および水準測量結果と比較したものが第 4 図および第 5 図である。第 5 図に示すように、GPS、験潮、水準測量の結果は東北日本において良く一致している。西南日本では、余り良く一致していない。

第 6 図～第 10 図は、GPS 水平成分に含まれる周期成分の変動パターンや振幅の空間分布を調査した資料である。周期成分のパターンおよび振幅はかなり規則的な空間分布を示す。全ての解析は、日本海側の小松を固定している。第 6 図のように、北海道(A)、東北(B)、西南日本(C)の地域に注目すると、北海道および東北地方では、周期成分の変動の方向は東西であり南北成分はほとんどない。一方、西南日本では、変動の方向は北西－南東方向である。これらの変動の軸はプレート境界と直交している。また、周期は年周と半年周が卓越しているが振幅は年によって異なっている。これらのパターンは全地域に共通して起きている。

第 8 図は、東北地方の約 50 点を対象にして、各点のプレート運動による年平均移動速度と周期成分振幅 (pp) の相関を調べたものである。両者はかなり強く相関しており（相関係数 0.72）年平均速度の約 30%が周期成分の振幅 (pp) である。太平洋側で年平均速度および周期成分振幅が大きく日本海側で小さい。第 10 図は、周期成分及び年平均速度成分を南北方向、東西方向について図示したものである。東北日本および西南日本で、両者に相関が見られる。これらの周期成分は、東北日本、西南日本を通じて、陸側の歪み蓄積が春から夏にかけて停滞し、秋から春にかけて進行するという共通のパターンを示す。これが真の地殻変動および歪み蓄積の季節性のゆらぎを表しているとする、地震の発生にも周期性が現れる可能性がある。太平洋側で発生する海溝型の巨大地震 (M7.5 以上) の発生は顕著な季節性（秋にピークをもち夏は発生しない）を持つことが、従来から知られているが（例えば茂木 1969）、第 9 図は GPS の周期変動から予想される地震の月別発生率（最大を 1 に規格化）と実際の発生数を比較したものである。両者は相関しているように見える。

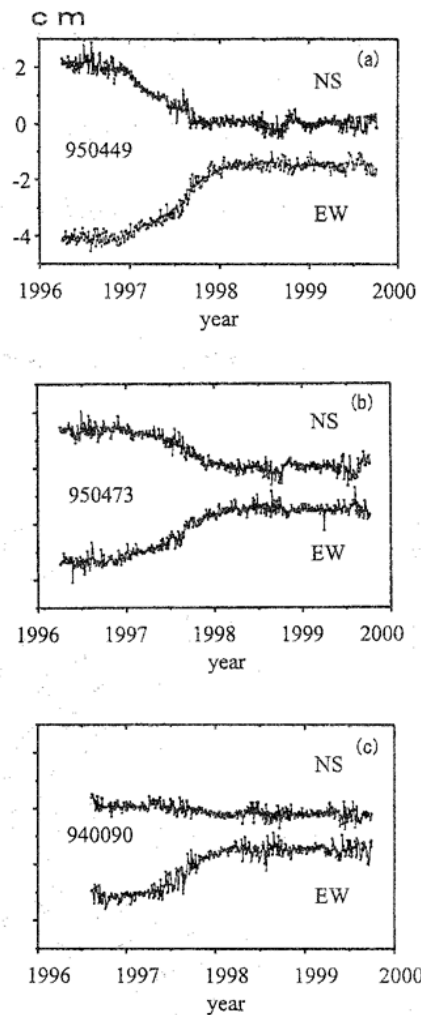
参 考 文 献

Kiyoo Mogi, Monthly Distribution of Large Earthquakes in Japan, Bulletin of the Earthquake Research Institute, Vol. 47, pp. 419-427, 1969.



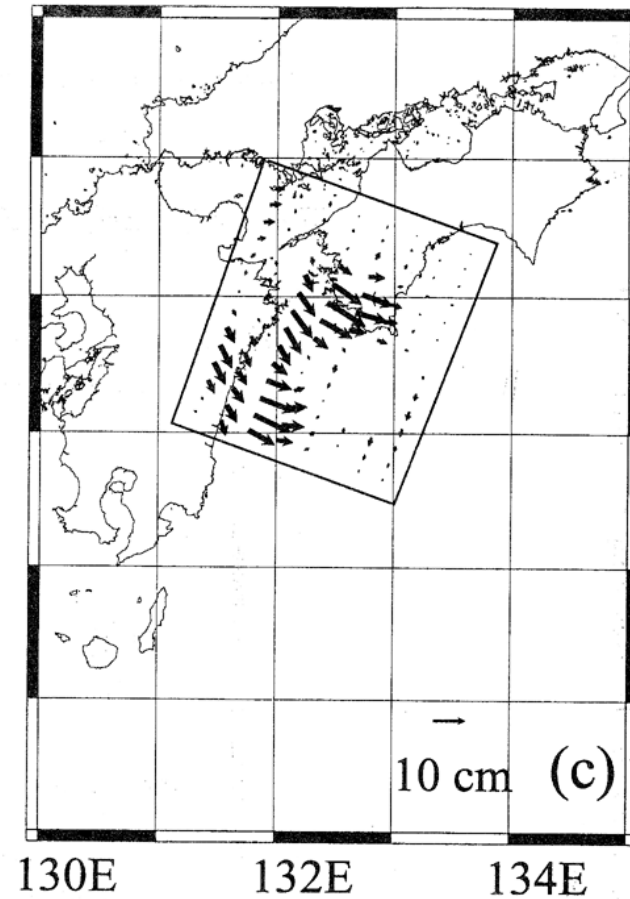
第 1 図 九州・四国地方の GPS による水平変動：定常状態と 1997 年のサイレントアースクエーク

Fig.1 Horizontal displacement derived from GPS continuous measurements: Steady state (left) and deformation associated with silent event in 1997 (right).



GPS3点における時系列データ。第1図で推定したトレンド成分を取り除いてある。

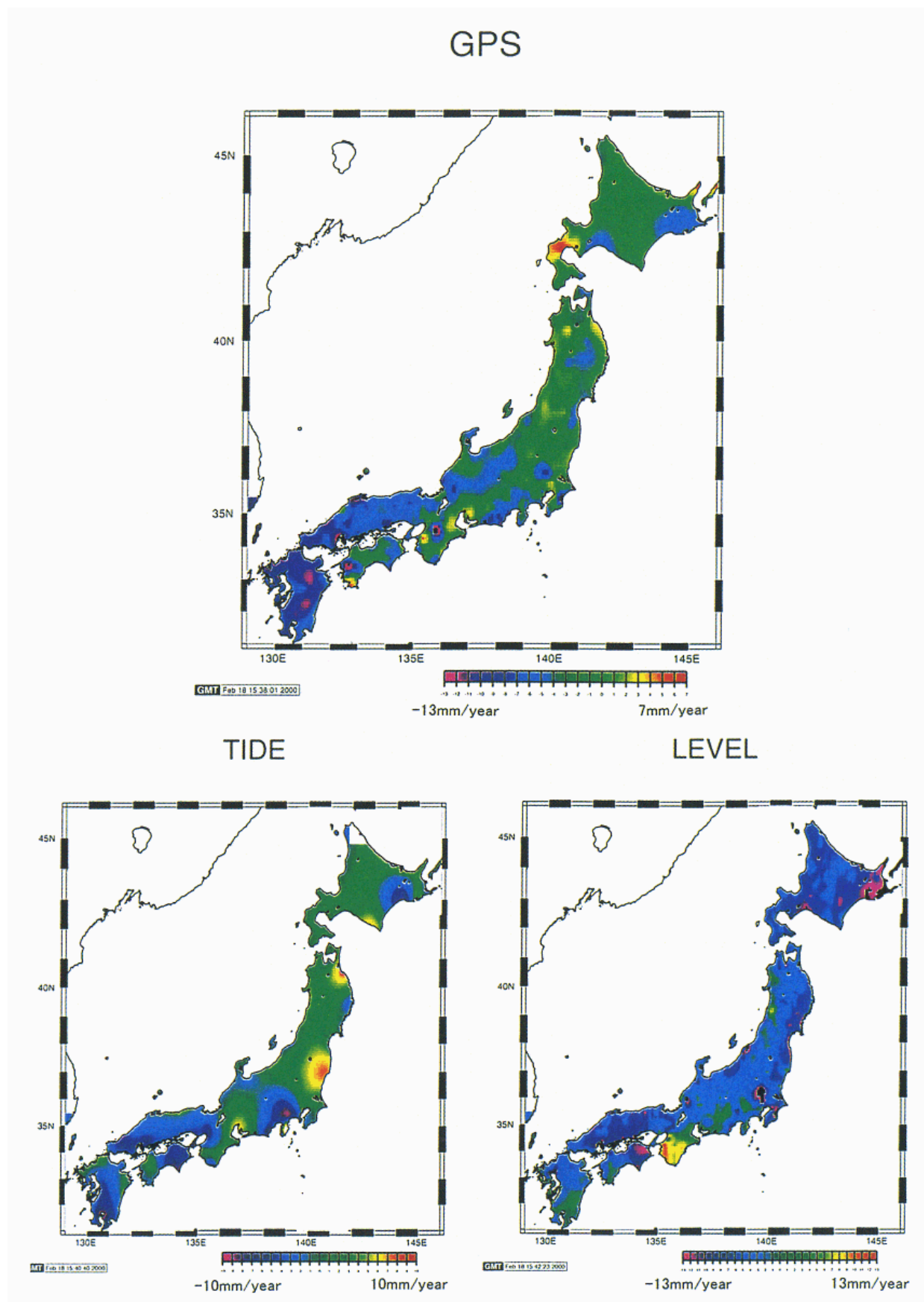
第2図 1997年豊後水道サイレントアースクエークによる変動
Fig.2 Time series of GPS horizontal displacements associated with 1997 Bungo cannal silent event at 3 stations in Shikoku and Kyushu.



第1図のデータより推定したフィリピン海プレート上面のスリップ分布(暫定的モデル)

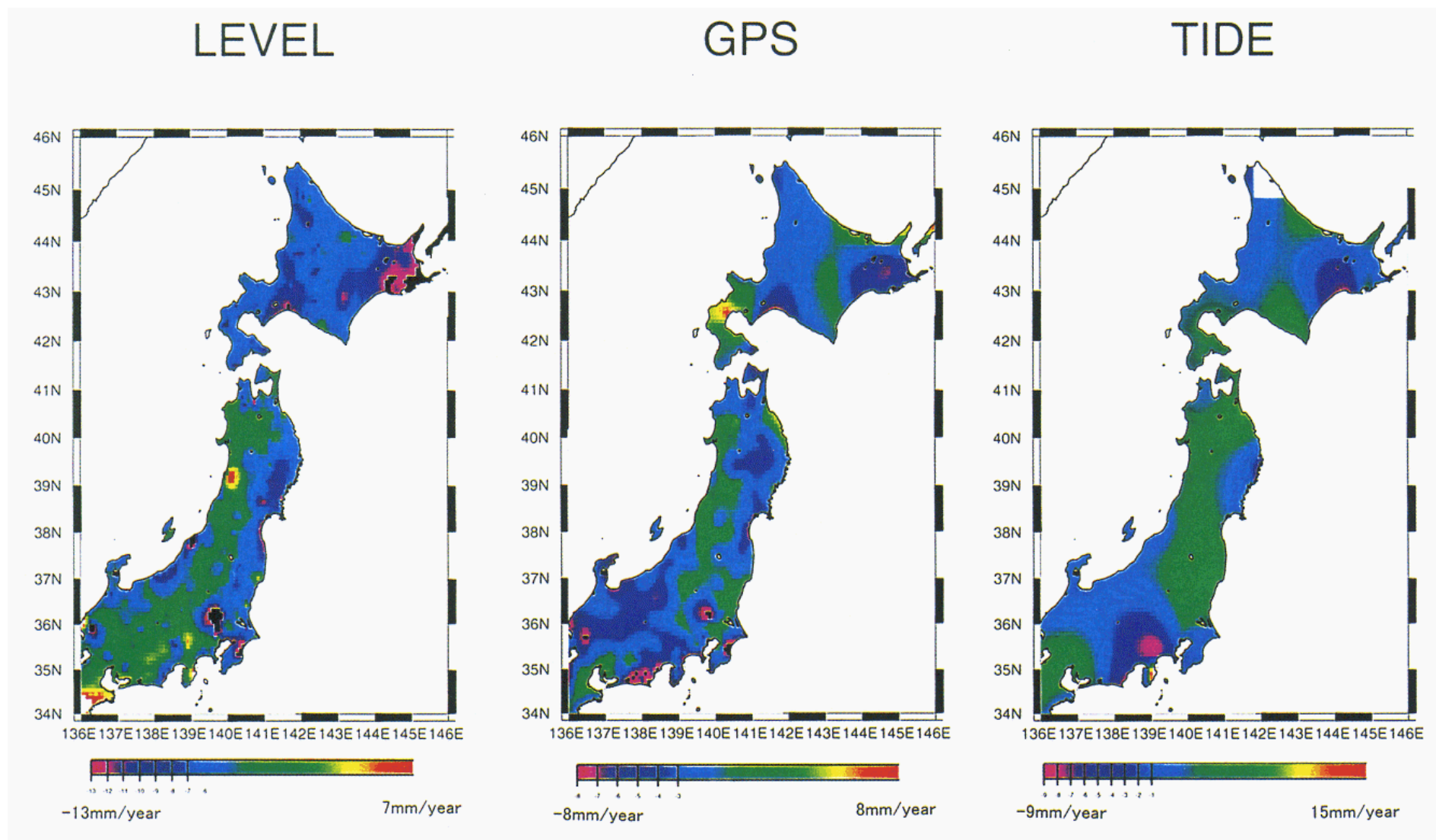
第3図 1997年豊後水道サイレントアースクエークのすべり量(インバージョンによる推定値)

Fig.3 Slip distribution of 1997 Bungo cannal silent event inferred from inversion using GPS data.



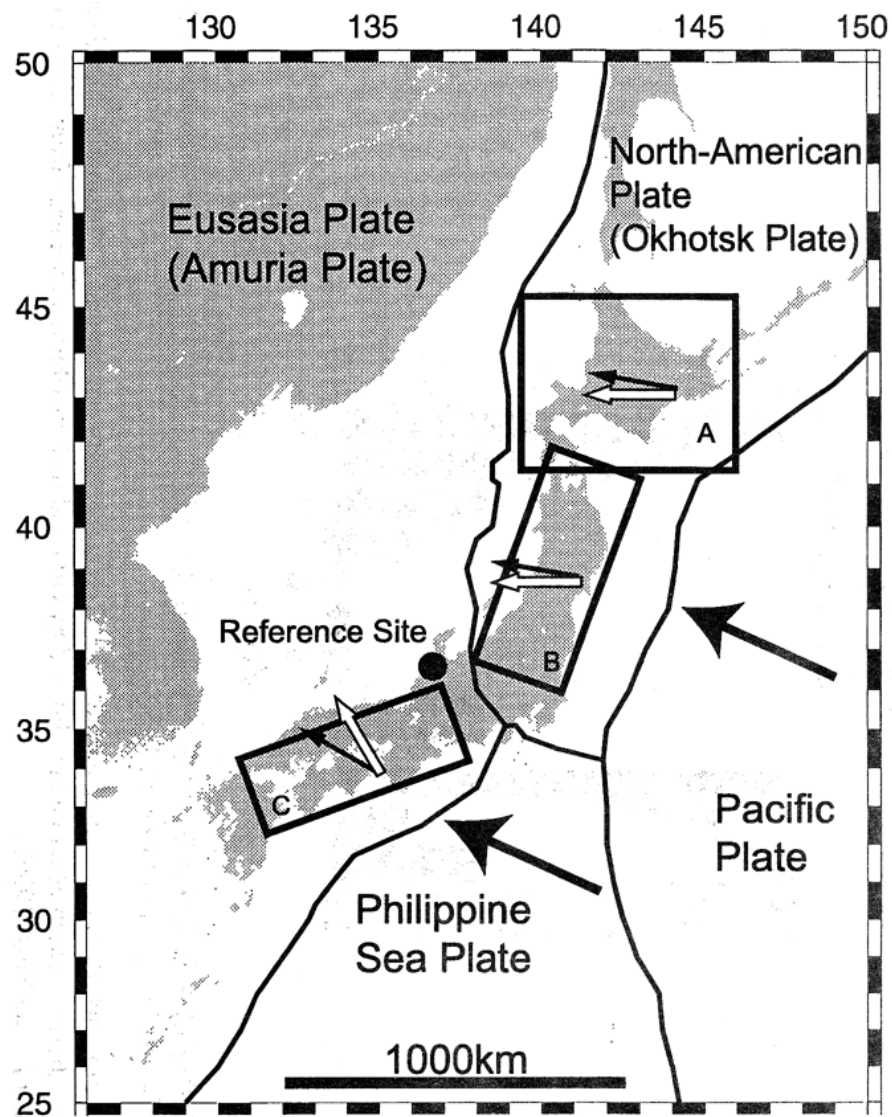
第 4 図 GPS 連続観測、験潮、および水準測量による上下変動の比較(全国)

Fig.4 Comparison of vertical displacements derived from continuous GPS, tidal observation and leveling (entire Japan).



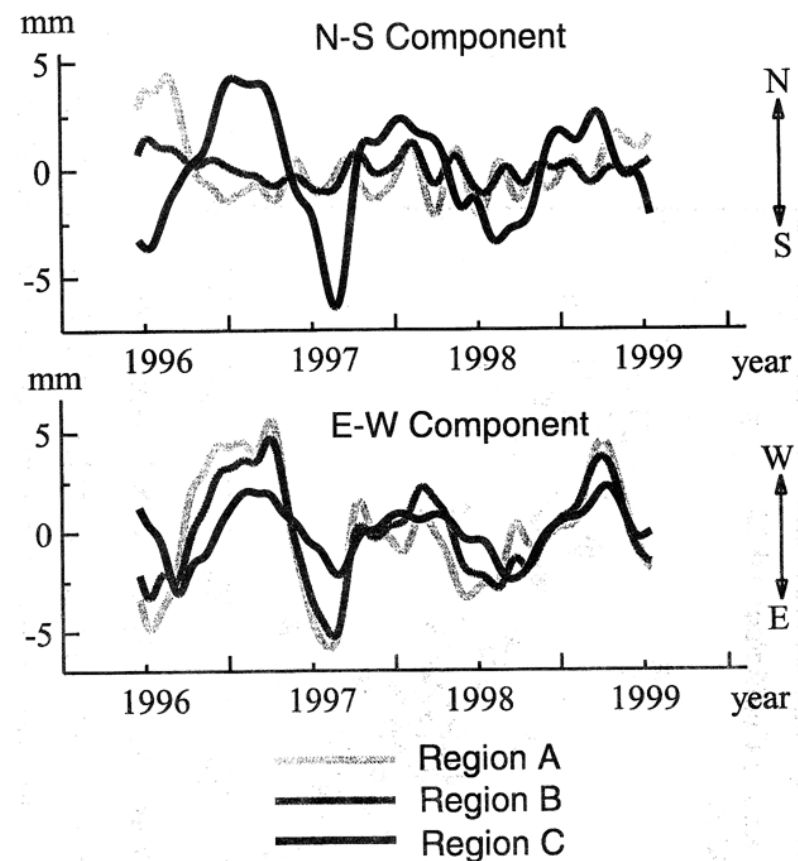
第 5 図 GPS 連続観測、験潮、および水準測量による上下変動の比較(東北日本)

Fig.5 Comparison of vertical displacements derived from continuous GPS, tidal observation and leveling (north eastern Japan).



第 6 図 GPS 周期成分解析位置図

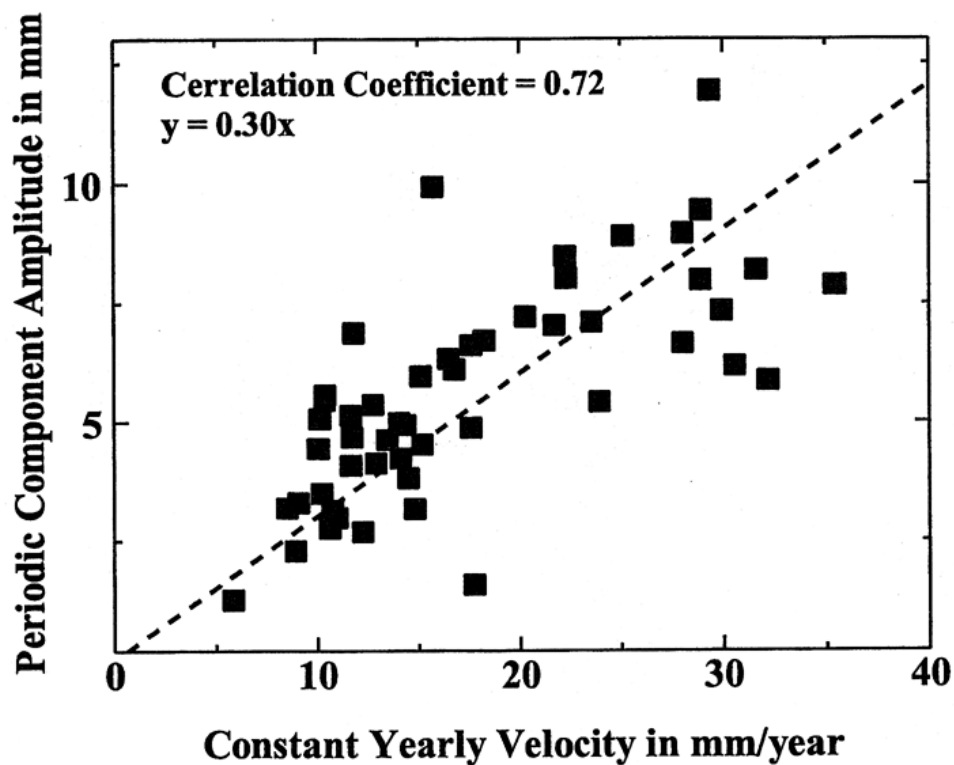
Fig.6 Direction of secular horizontal crustal movement (solid arrow) and periodic component (open arrow).



Time Series Plots of First Principal Modes

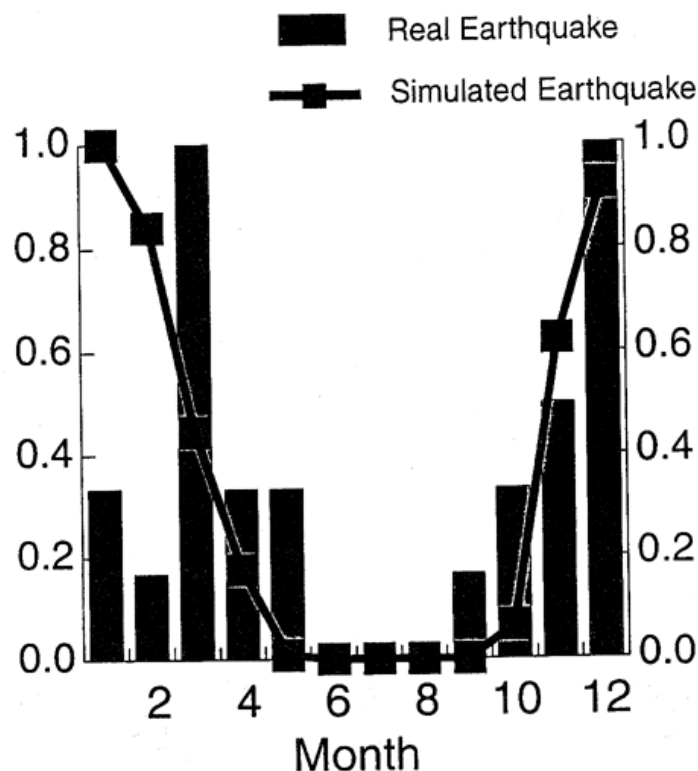
第 7 図 北海道、東北、西南日本の GPS 周期性成分（南北、東西）の時間変化パターン

Fig.7 Temporal pattern of periodic component of GPS horizontal displacements (EW and NS) in region A(Hokkaido), B(Tohoku), and C(south-western Japan). (See Fig. 6 for locations)



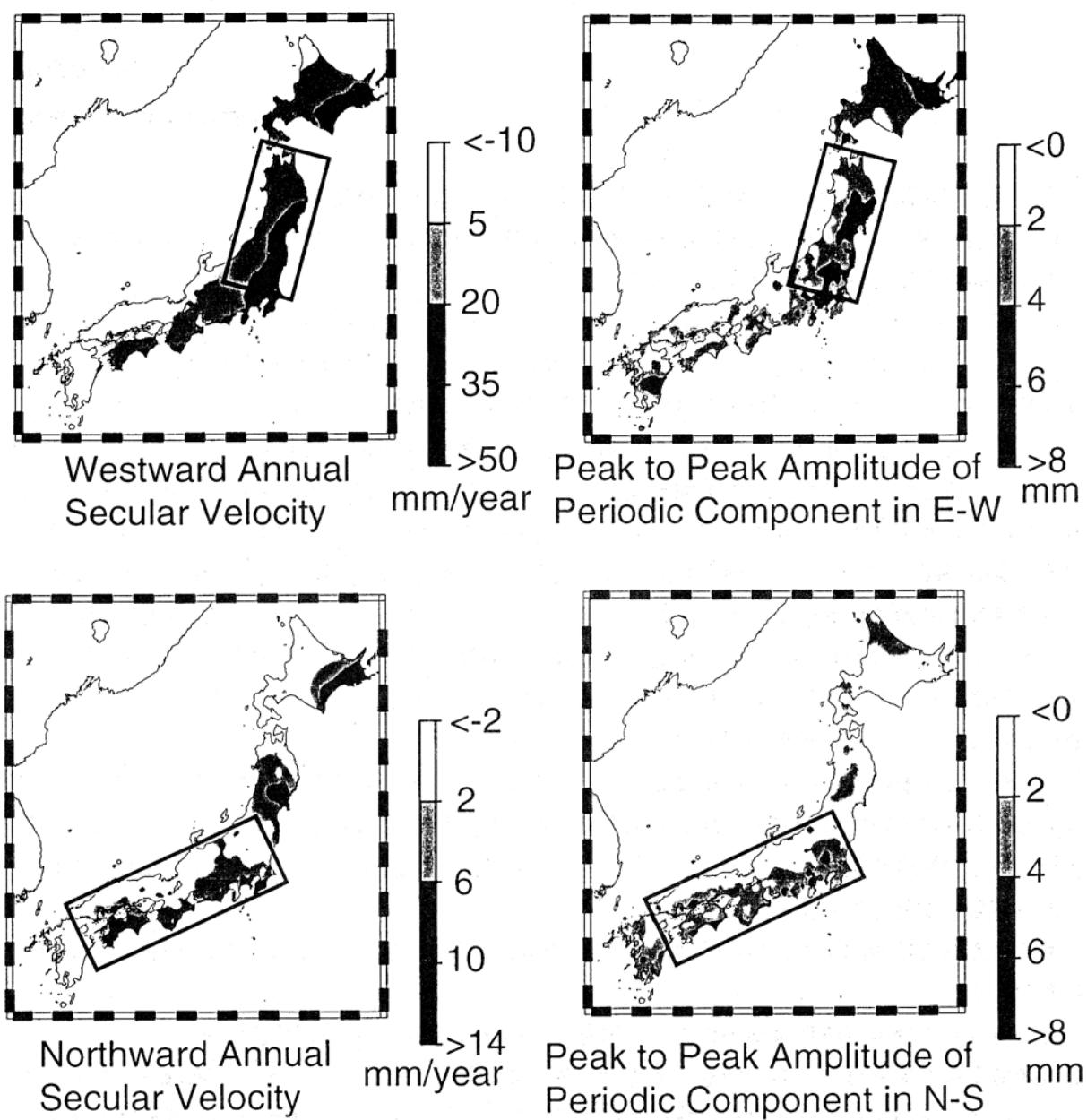
第 8 図 東北地方の GPS 点の年平均水平変動速度と周期成分の振幅（p-p）の相関

Fig.8 Correlation between annual mean velocity of horizontal displacement and p-p amplitude of periodic component.



第 9 図 GPS 変動から推定される大地震発生月別頻度と実際の月別地震発生数（太平洋海溝型巨大地震 $M > 7.5$ 茂木 1969 による）

Fig. 9 Monthly distributions of large earthquake: Comparison between simulated distribution based on periodicity of strain accumulation inferred by GPS and real distribution compared from historical record (after Mogi 1969).



第 10 図 年平均速度と周期性分振幅の空間分布

Fig. 10 Spatial distribution of annual velocity and periodic component in NS and EW direction.