

1 - 4 1994 年北海道東方沖地震に先行した地震活動および地殻変動の同時変化 Synchronized Changes in Seismicity and Crustal Deformation Rates Prior to the Hokkaido-Toho-Oki Earthquake (Mw8.3) on October 4, 1994

北海道大学理学部

Faculty of Science, Hokkaido University

はじめに

1994 年 10 月 4 日、北海道東方沖を震源とする Mw8.3 の巨大地震が発生した。我々は地震活動および地殻変動データに、この地震に先行した変化が見られるかどうか調査した。その結果、震源域とその周辺での地震活動と地殻変動（上下変動）が、ほぼ同時期（1990～1992 年）に顕著な変化を示していたことが明らかとなった。

地震活動度の変化

1994 年北海道東方沖地震に先行して地震活動パターンが変化したという報告がある（Takanami et al.,1995）。今回我々は Wiemer & Wyss（1994）が開発した地震活動度視覚化プログラム ZMAP を用いて、地震活動の時間的・空間的变化を詳しく検討した。彼らは地震発生回数の積算値をプロットしたグラフの傾きが、変化した時刻およびその変化の度合いを評価するために Z 値というパラメータを用いた。時刻 t における Z 値は以下の式で定義される。

$$Z(t) = \frac{R_1 - R_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

ただし、 R_1 、 R_2 は各々時刻 t_0 から時刻 t までの間（期間 1）と時刻 t から時刻 t_c までの間（期間 2）の平均的な地震発生レートである。すなわち $R_1 - R_2$ は時刻 t の前後でのグラフの傾きの変化を表す。また σ_1 と σ_2 は各期間での標準偏差、 n_1 と n_2 はサンプル数である。したがってサンプル数が多いほど、すなわち期間が長いほど、また標準偏差が小さいほど、すなわち各期間内でグラフが直線に近いほど、Z 値の絶対値は大きくなる。Z 値が +3.5 以上ならば有意水準 99%で「地震活動が低下した」と統計的に判断される。ただしこの値はサンプル数などによって多少変化する。

用いた地震は、1985 年 3 月から 1994 年 9 月までに北海道大学理学部附属地震予知観測地域センターによって震源決定されたものである。北緯 42.5～44.5 度、東経 144.5～148.5 度の範囲で発生した M3.0 以上、深さ 0～100km の地震 1535 個である。この範囲内に緯度、経度方向共に 0.05 度間隔の格子点を設定した。格子点を中心にして震央に近い地震 100 個を選び、14 日毎の積算回数をプロットした。時刻 t を 1986 年 1 月から 1994 年 4 月まで約 18 日間隔で増やしながらか Z 値を計算した。この操作を全部の格子点で行った。そして各時刻でのスナップショットを作成し、地震活動度の変化を注意深く評価した。半年毎のスナップショットを第 1 図に示す。

注目される点を以下に述べる。

(1) 色丹島から歯舞諸島、根室半島、根室半島南方海上にかけての領域、すなわち震源域を取り囲む周辺部では、約 6 個 / 年の割合で地震が発生していたが、1991～1992 年頃から活動が約 70% 活発

化し、約 16 個 / 年となった (第 2 図 a)。

(2) 震源域の西端付近、すなわち本震の破壊が停止した場所では、約 13 個 / 年の割合で地震が発生していたが、1992 年 1 月頃から活動が約 60% 低下し、約 5 個 / 年になった (第 2 図 b)。

(3) 震源域の東端付近、すなわち本震の破壊が開始した場所では、1992 年 12 月頃から活動が活発化した。そして本震発生の約 1 年前の 1994 年 1 月頃になると顕著な活動低下が見られた (第 2 図 c)。

上下変動速度の変化

建設省国土地理院海岸昇降検知センターによる 1976 年以降の月平均潮位を用いた。十勝港に対する花咲港、釧路港および浦河港の上下変動を第 3 図に示す。注目される点を以下に述べる。

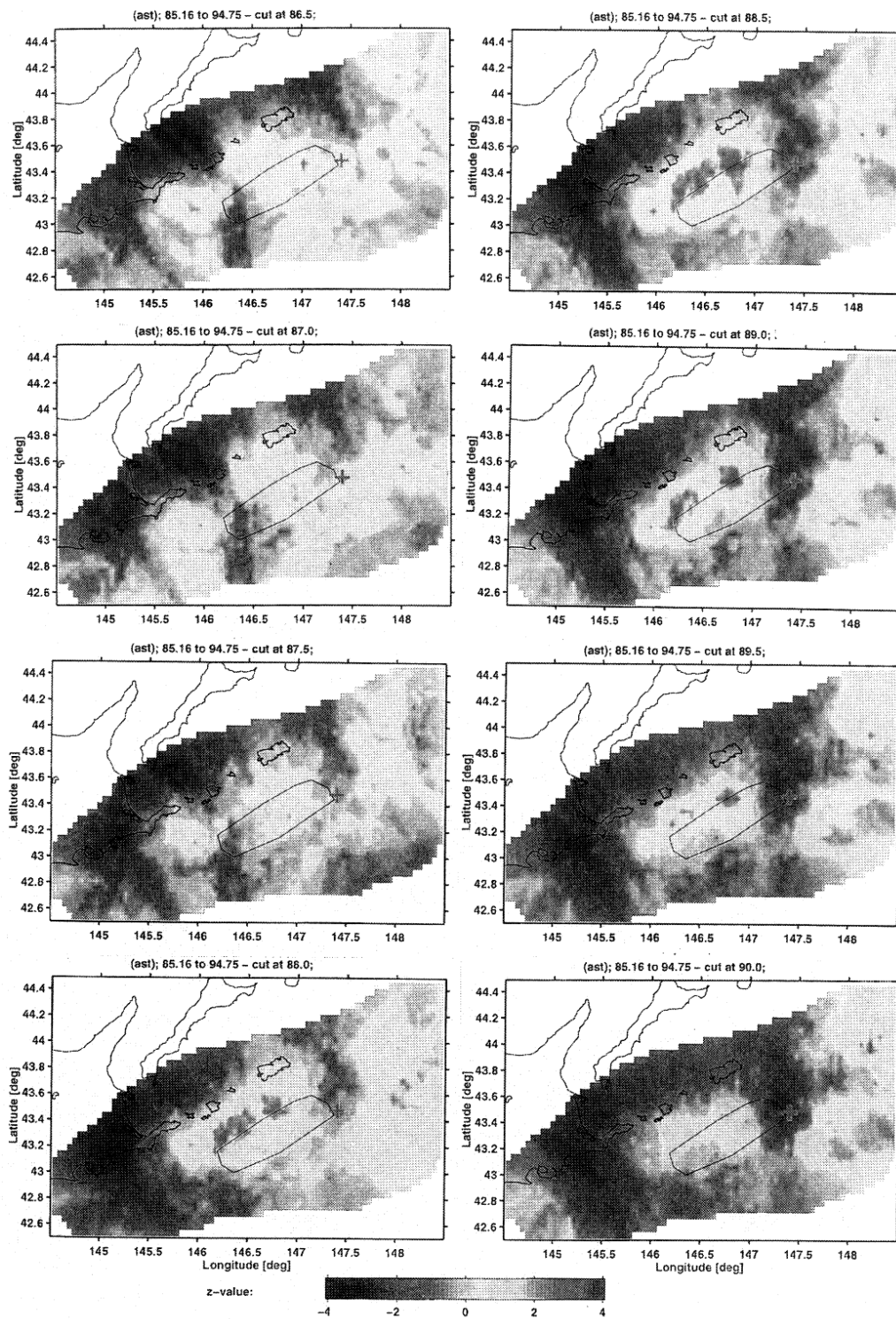
(1) 花咲港では、1990 年以前は約 2mm/y で隆起していたが、1990 年以降本震発生までは約 20mm/y で急速に沈降した。

(2) 釧路港では、1992 年以前は約 3.5mm/y で沈降していたが、1992 年以降本震発生までは沈降速度が加速され、約 26mm/y となった。

(3) 浦河港では、1990 年あるいは 1992 年前後で変動速度にほとんど変化はない。

参 考 文 献

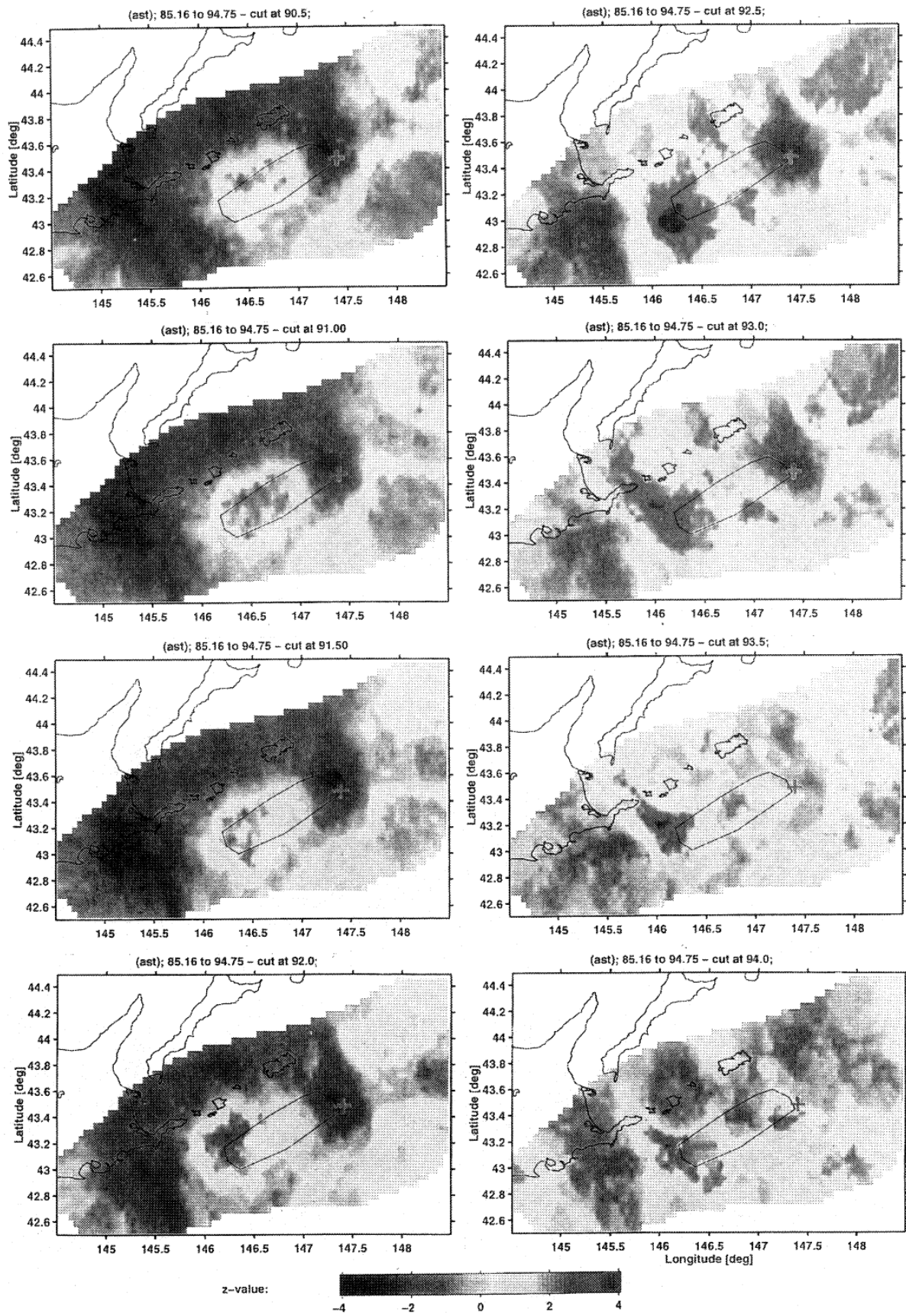
Wiemer, S. and Wyss, M., Seismic Quiescence before the Landers (M=7.5) and Big Bear (M=6.5) 1992 Earthquake, BSSA, 84, 900-916, 1994.



第 1 図 1994 年北海道東方沖地震前の地震活動の変化

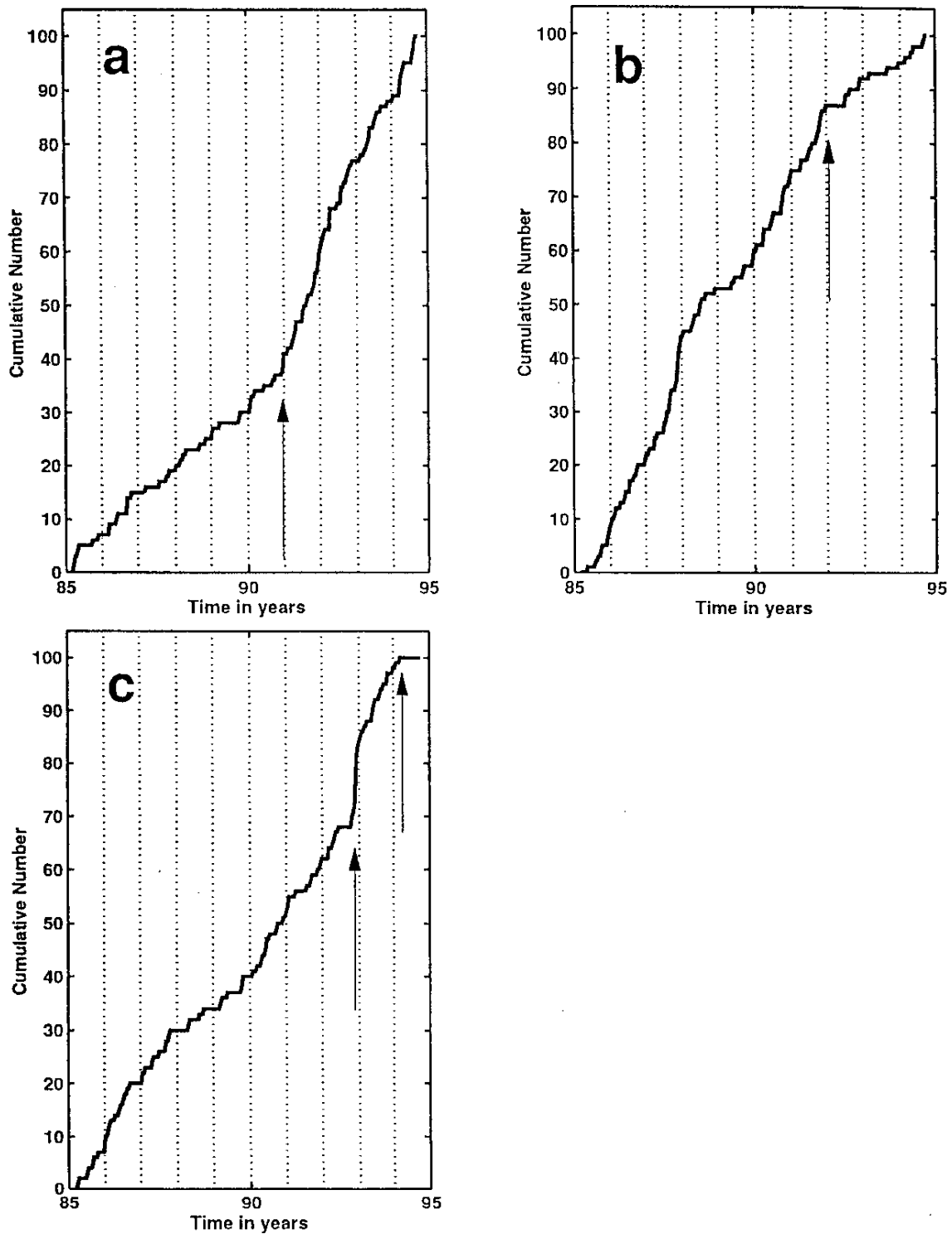
z 値の符号が正の場合は「静穏化」を示す。期間は 1986 年 6 月(86.5)から 1994 年 1 月(94.0)までで、半年毎のスナップショットである。実線で囲んだ領域は震源域を、赤い+印は本震の震央を示す。

Fig.1 Changes in seismicity prior to the Hokkaido Toho-Oki earthquake (Mw=8.3) on 4 October 1994. Positive and negative z values indicate seismic quiescence and activation, respectively . Time slices every half year are shown from 1 June 1986 to 1 January 1994 . The source area is surrounded by a solid line and a red cross points the epicenter of the mainshock. .



第1図 つづき

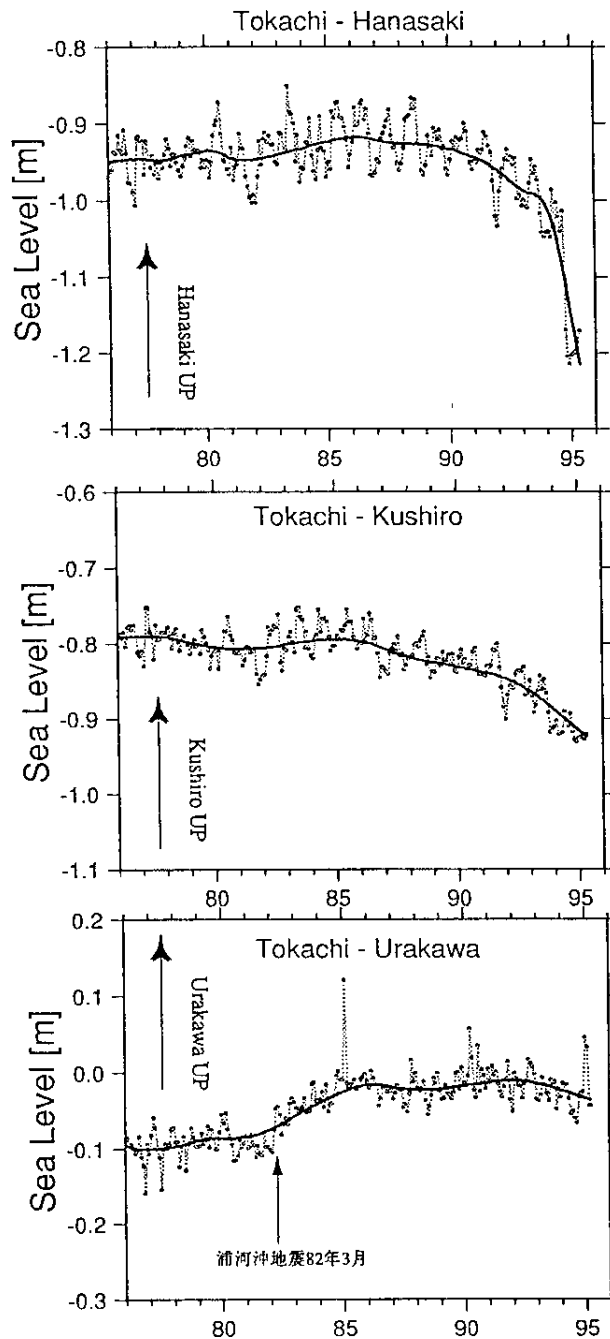
Fig.1 (Continued)



第 2 図 1994 年北海道東方沖地震前の地震活動度の変化

a . 色丹島から歯舞諸島，根室半島，根室半島南方海上にかけての領域， b . 震源域西端付近， c . 震源域東端付近。矢印の時点で地震活動度が変化している。

Fig.2 Cumulative number of earthquakes in and around the source area of the Hokkaido Toho-Oki earthquake ($M_w=8.3$) on 4 October 1994 . a : the region around the source area (Shikotan island, Habomai islands, Nemuro peninsula and the south off its coast, b : the western end of the source area, and c : the eastern end of the source area . Arrows in the figures indicate the time when the seismicity changed .



第3図 十勝港に対する花咲港，釧路港，浦河港の上下変動

建設省国土地理院海岸岸昇降検知センターによる月平均潮位データを使用した。細い折れ線は、十勝港と花咲港，十勝港と釧路港，十勝港と浦河港の水位の差をとったものである。太い線は、十勝港，花咲港，釧路港，浦河港各々のデータから Akaike & Ishiguro (1980) が開発した季節変動調整プログラム BAYSEA を用いてトレンド成分のみを抽出し，その後十勝港と花咲港，十勝港と釧路港，十勝港と浦河港との差をとったものである。釧路港では，1993 年釧路沖地震発生時の 6cm 沈降分を補正してある。

Fig.3 Differences in monthly mean sea levels between tide stations on the Pacific coast of Hokkaido . Bold lines indicate trends estimated by a bayesian seasonal adjustment procedure (Akaike & Ishiguro, 1980) . A coseismic subsidence on the Kushiro-Oki earthquake in 1993 was reduced by 6cm at Kushiro.