

(155) 北海道南西沖地震・後志利別川流域における 液状化と地盤変状

○東京電力(株) 悦永賢司
早稲田大学 濱田政則
早稲田大学 澁谷武弘

1 まえがき

1993年北海道南西沖地震により、渡島半島南部の沿岸地域では広範囲にわたって液状化が発生した。特に、日本海側に面し震源に近い後志利別(しりべしとしべつ)川流域では、大規模な液状化が発生し、地割れ、噴砂等の地盤変状が随所で見られた。

著者らは、後志利別川流域における液状化に伴う地盤変状を航空写真により判読すると共に、地震前後の航空写真を用いて地盤の永久変位の測定を行った¹⁾。本文は、その結果の概要を報告するものである。

2 地震動および地形と地質

表-1に北海道南西沖地震の諸元を、図-1に後志利別川の位置と最大加速度の分布を示す。

後志利別川流域には強震計による記録はないが、周辺の記録および推定震源域からの距離が比較的近いことを考慮すれば、同地域の最大加速度は、およそ200~400gal程度であったものと考えられる。

後志利別川は渡島半島の日本海と太平洋の分水嶺に端を発し、約80kmの流程を経て今金町・北檜山町を通り日本海へ注いでいる(図-2(a)参照)。中流の今金町からは直線的な形状となっているが、これは明治期からの河川改修の結果である。また、図-3からもわかるように、この流域は沖積低地の氾濫原で、後志利別川の度重なる氾濫により大きく蛇行を繰り返し、その痕跡が三ヶ月湖や小河川として残っている。後述するが、これらの旧地形が今回の液状化と地盤変状に大きく関与した。なお、この地域の基盤は地表面下-70mと深く、この上に堆積する沖積層は、N値30以下の非常にゆるい粘土・砂等で構成されている(図-2(b))。

3 液状化および永久変位の発生状況

図-3に後志利別川流域で噴砂・クラック等の液状化に伴う地盤変状が見られた地域を示す。ただし、これは地震後の堤防の被害状況を把握するために北海道開発局により地震の翌日に撮影された航空写真より判読したものであるため、周辺低地全域をカバーしているわけではない。これらの航空写真(1/4000、1/2000)に基づき地割れ、噴砂、水没地域等の地盤変状を判読した。また、地震前後の航空写

表-1 北海道南西沖地震の諸元
(気象庁による)

震央位置:北緯43°47'
東経139°12'
震源深さ:34km
マグニチュード:7.8

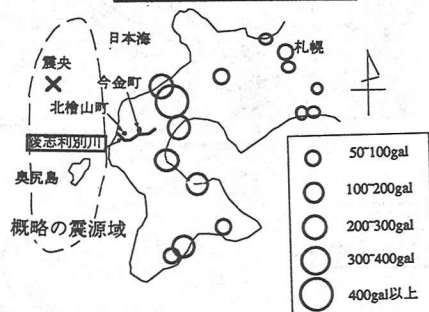


図-1 後志利別川の位置と各地の最大加速度

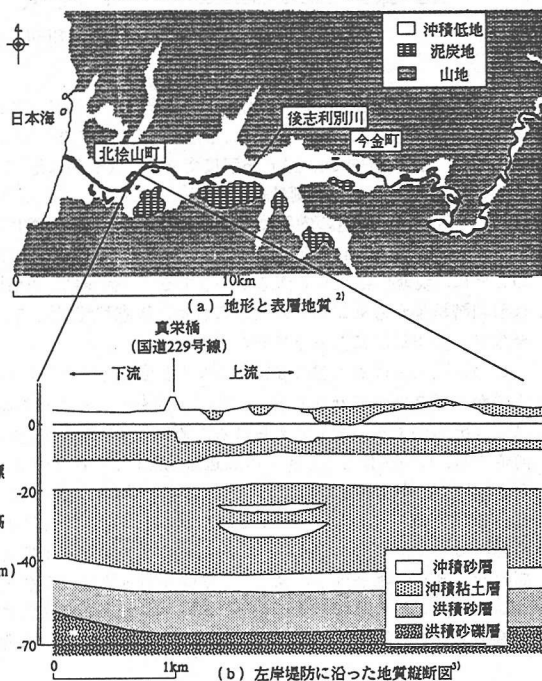
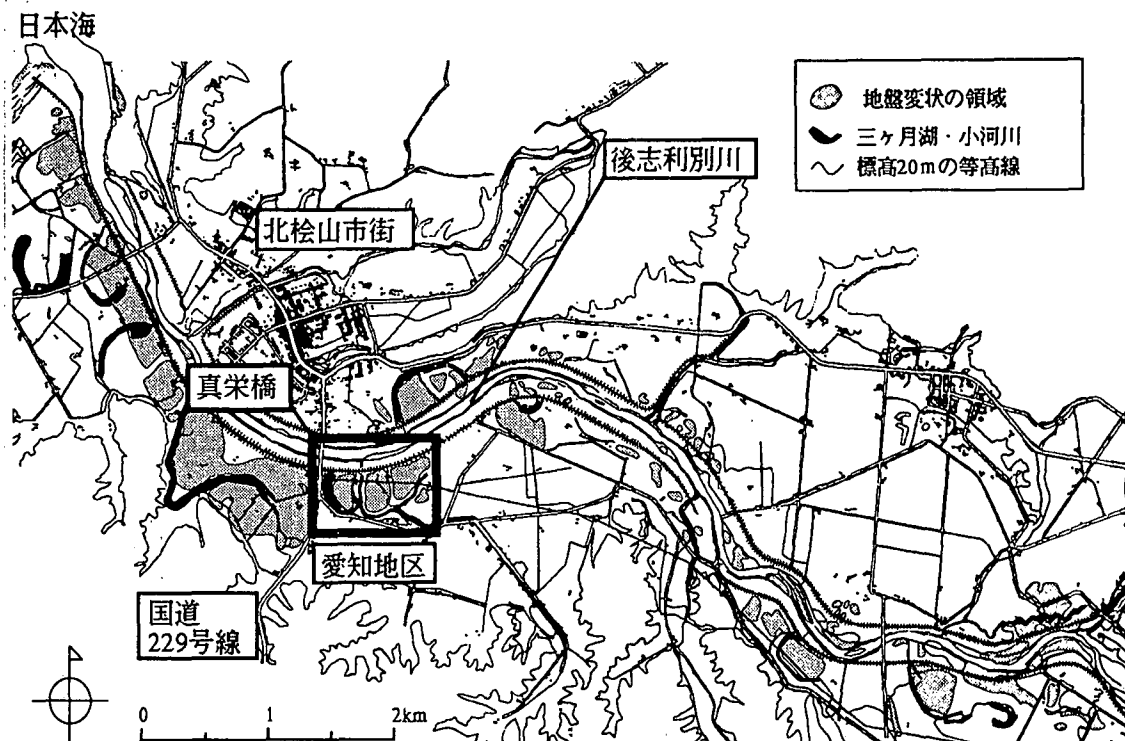


図-2 後志利別川に沿った地盤の状況



図一3 後志利別川流域と地盤変位発生地区

真（地震前の写真は1984年に北海道開発局により撮影されたもの）を用いた航空写真測量により、地盤の永久変位を測定した。測定の方法は、浜田らによる方法と同様である⁴⁾。なお、この測量の精度は、水平方向で±22 cm、鉛直方向で±20 cm程度である。代表的な地域として、河口上流約4 km左岸の愛知地区における地盤変位の様子および測量結果を図一4に示す。これより、地割れ、噴砂等の液状化現象は、主に、三ヶ月湖・小河川等の旧河道の内側において発生しており、地盤は旧河道の円弧の中心から、旧河道方向へ2～3 m 水平移動し、0.5～1 m 沈下していた。さらに、地盤の移動方向と地割れが直交していることも読み取れる。このことは、現地形に残る旧河道ばかりでなく、大正期、明治期の地形図さらに、戦後すぐの航空写真による微地形判読結果からも確認された。これは、後志利別川流域全体に見られる傾向であり、河口上流約12 kmの今金町・豊田地区に至るまで確認された。

この地区における地盤の変位は、永久変位（図中のベクトル）の向きと地割れの傾向から、図一5に示すいくつかのブロックに分れてすべりが生じたものと考えられる。ただし、堤防沿いの地区については堤防自体のはらみ出しによる影響も考えられるため、除外してある。またこの地区を、樋門を通過した後志利別川に注ぐ旧河道でD、E地区に分け、各々の周辺微地形と、これらの地区で行われた地盤調査結果²⁾から推定される断面を、図一6に模式的に示した。D地区においては、地盤の水平変位は、標高のやや高い円弧の中心部から始まり、標高の低い旧河道へ向かっており、特に旧河道付近では最大水平変位量が3 mにも達している。一方、E地区においては2つの微高地（堤防に隣接する標高6 mの地区と、やや南（下）側の標高5 mの地区）から標高の低いほうへ水平移動が発生し、やはり旧河道付近で水平変位量は最大となっている。しかし、この2つの微高地に挟まれた領域では、両方の影響を受け水平変位量は小さく、変位方向もやや複雑である。なお、この領域においても鉛直方向の変位は沈下为主であり、顕著な隆起は発生していなかった。

4 まとめ

後志利別川流域における、噴砂・クラック等の液状化による地盤変位が顕著な領域は、後志利別川の旧河道の内側であった。この原因としては、旧河川の蛇行の外側は川の流れによって削られてゆくものの、内側は上流から運ばれてきた砂などが徐々に堆積してゆくため、新しくかつ非常に緩かったためと考えられる。さらに、

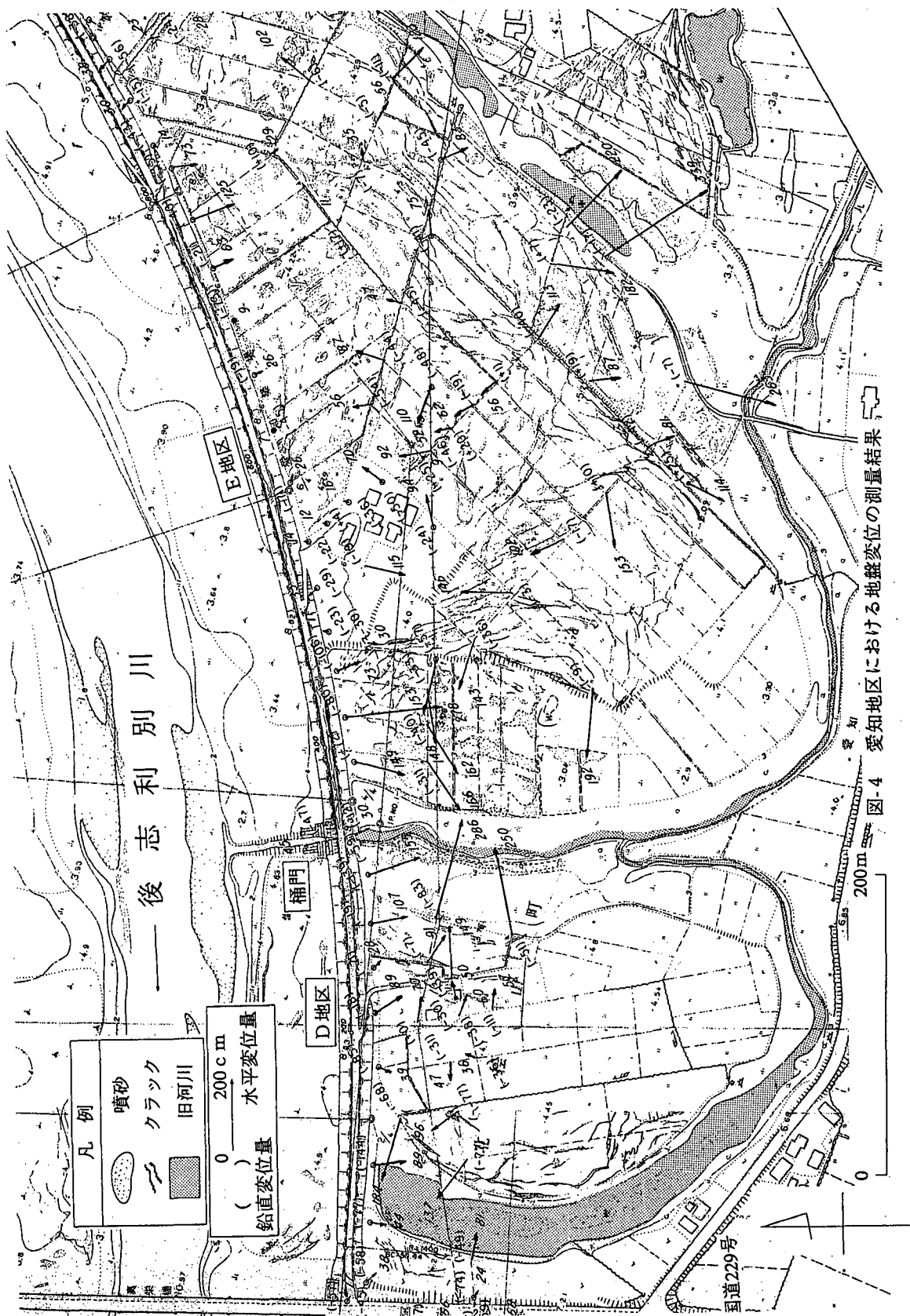


図-4 愛知地区における地盤変位の測量結果

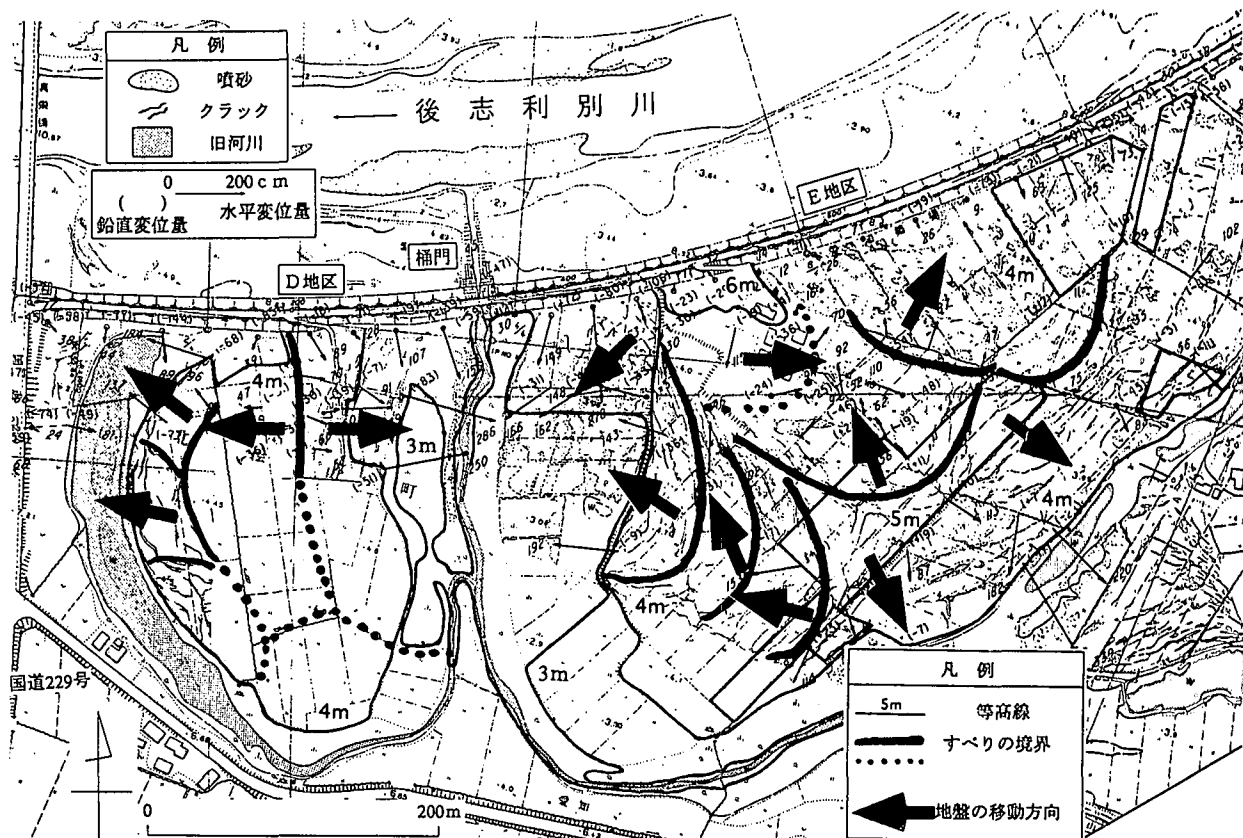


図-5 愛知地区におけるすべりのパターン
(平面図)

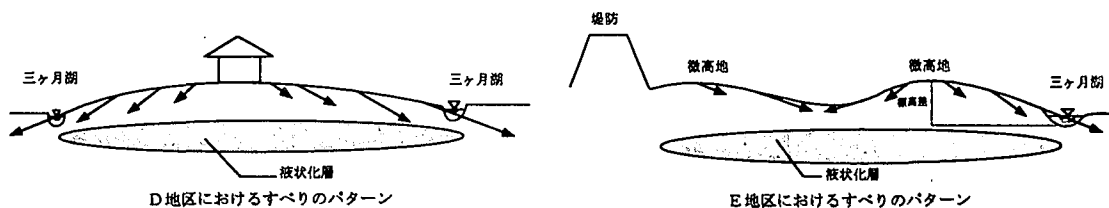


図-6 愛知地区におけるすべりのパターン
(断面図)

同じ蛇行の内部においても、特にE地区に見られるよ (参考文献)

うに、地盤の変位の方向・大きさは、比高約1m程度の微高地の存在によって大きな影響を受けたものと考えられる。

本調査は、(財)地震予知総合研究振興会の調査・研究の一環として行われた。航空写真の提供、地盤データの提供等に関して、北海道開発局の協力を得た。ここに記して謝辞を表す。

- 1) (財)地震予知総合研究振興会：1993年北海道南西沖地震における後志利別川地区の液状化と地盤変状、軟弱地盤の地震時挙動とライフライン施設の耐震性に関する研究、平成6年6月。
- 2) 国土庁土地局国土調査課・(財)日本地図センター：土地分類図(北海道V、渡島・檜山支庁)、1978年。
- 3) 北海道開発局内部資料による。
- 4) 浜田政則・安田進・磯山龍二・恵本克利：液状化による地盤の永久変位の測定と考察、土木学会論文集、第376号/Ⅲ-6、1986年12月。
- 5) 基礎地盤コンサルタンツ(株)資料による。