

日本技術開発㈱ 正員 磯山龍二

東海大学海洋学部 正員 浜田政則

基礎地盤コンサルタンツ㈱ 正員 安田 進

1. はじめに 地震による地盤の液状化の現象そのものの認識は、ここ 10 年ほどの研究により飛躍的に深まってきた。一方、液状化に伴う二次的な地盤の挙動、すなわち、沈下、側方移動、すべり等については、現在の所、我々はそれほど多くも知ってはいない。これには、上記のような地盤の永久変形に関するデータがほとんどないことに起因しているものと思われる。そこで、新潟地震（新潟市）⁽²⁾、日本海中部地震（能代市街地、能代市南部、若美町）⁽¹⁾を対象として、航空写真測量の技術を用いて地盤の永久変位量を実測した。ここでは、この内、能代市南部（河戸川周辺）の測定結果のみについて簡単に報告する。

2. 実測の方法 地盤の永久変位量を地形、液状化層の分布、あるいは被害（たとえば、線状地中構造物の被害）と関連付けようとするれば、実測は、広域・高密度なものであるとともに、均質な精度が保障されるシステムティックな方法で行わねばならない。このようなことを考え、航空写真測量による方法を採用した。

航空写真測量により地盤の永久変位量を測定するためには、地震前後の航空写真が必要である。能代市では、昭和 56 年度に、道路整備事業のために航空測量を実施しており、この結果を使用することができた。地震後については、昭和 58 年 6 月 3 日（地震発生 1 週間後）に地震前と同一の縮尺（ $1/8000$ ）で同一地域の航空写真が撮影されており（㈱ 八洲撮影）、これと地震前のものとを比較した。

地盤の永久変位量は、絶対座標系において、 $\{(\text{地震後の座標}) - (\text{地震前の座標})\}$ として求まるが、地震後の航空測量では、地震前後で不動な基準点を設定する必要がある。このため、対象地域から東（山側）に約 2.5 km 離れた丘陵地上の三角点を基準点として選び、航空測量を実施した。この基準点を一致させて、地震前後の測量結果を重ねることにより、地震による変形（方向および変位量）が求まる。

上述の方法による永久変形量の測定の精度は、対象とする測点（比較測定点）の選定に大きく依存する。比較測定点は、マンホールや道路側溝などなるべく地表面に固定されている点（もちろん、地震前後の 2 年間で地震以外の理由による変動があってはならない）を優先的に選定した。さらに、測量実施後、周辺の測点と比較して変動状況が明らかに異常な点を対象構造物を確認の上除外していった。この結果、最終的に約 1,040 の比較測定点が得られた。本測量の誤差は、平面的な変動については、おおよそ 30 cm、上下のそれは 50 cm 程度である。

3. 実測結果 2 で述べた方法により実測された能代市南部地域の地盤永久変形を右図に示す。最大の変位は、前山の北側で発生しており、約 5 m に達している。図には、1 m ほどの等高線も示しているが、標高 20 m の前山を中心に変形が放射状に広がっている。地形と変形をくらべてみると、高い所から低い所へ、あたかも岩が流れるごとく地盤が移動しており、前山北側へのゆるやかな斜面に沿った流れは、図の中心付近で南下してきた流れと合流し、より低い東側へと流れるという傾向が読みとれる。

参考文献

- (1) 久保・浜田・磯山、日本海中部地震における地盤の永久変位の測定、第 18 回地震工学研究発表会に発表予定
- (2) 浜田・安田、新潟地震における地盤の変位量の測定、第 18 回地震工学研究発表会に発表予定。

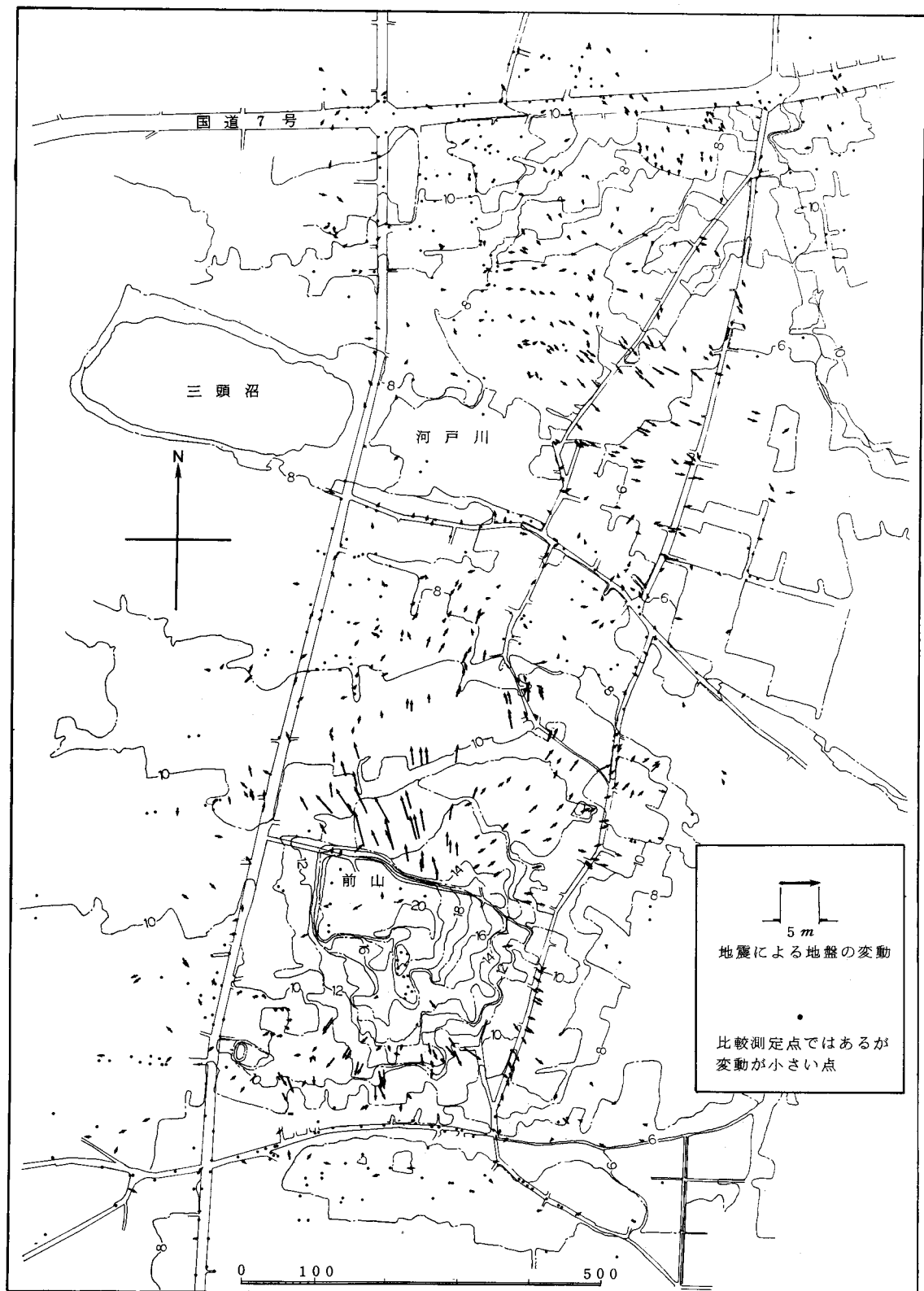


図 日本海中部地震による能代市南部地域（河戸川周辺）の地盤変形測定結果（航空写真測量による測定）