

## 新潟地震調査報告—村上—加茂沿岸の地変

地震研究所 茂木清夫

(昭和39年7月14日発表—昭和39年8月10日受理)

1964年6月16日13時1分40秒に新潟県粟島の南西沖に震央をもつ大規模な地震が起こつたが、この地震によつて新潟、山形、秋田の各地で著しい地変が起こつた。筆者は新潟県村上から山形県加茂に至る海岸線に沿つて地変の調査を行なつた。この沿岸は本州で最も震源に近い地域であり、また岩盤の露出している地域でもあるので、地球物理学的に興味のある変動が観察されやすいと思われた。然しながら、震央が海にあつたために地震の発生に直接関係したと思われる断層は、この沿岸地域には認められず、地震動による崩壊などの地変が見られるに止まつた。しかし、地下の大規模な変動のあらわれとして、地盤の著しい昇降がこの地域にも及んでいることは注目すべきことである。以下に調査結果の概要を述べる。

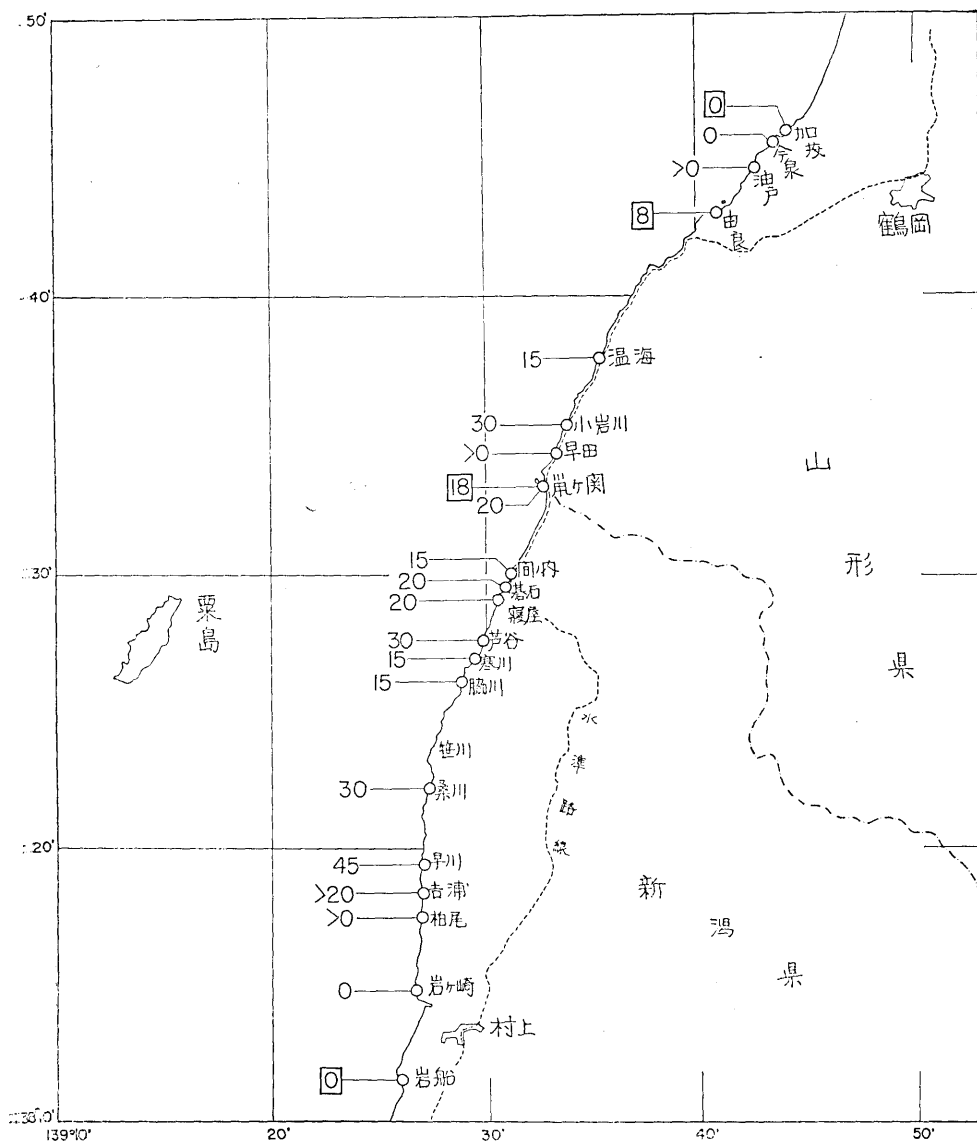
### (1) 地震前の異常

大きい地震の発生の前にしばしば異常が報ぜられることがある。今回の地震でも、この沿岸地域で最も震源に近接し、また崖崩れなどの多かつた桑川、笹川、脇川の三地区で、地震の約4時間前の午前9時頃から、地鳴りを聞いた。桑川では、山にいた人が強く感じたが、海岸の部落でも感じた人がある(本間直治、渡辺英太郎両氏談)。しかし、脇川では遥かに微弱で、山で比較的静かにしていた人が聞いている(渡辺重郎氏談)。現在の所、人為的乃至気象的原因によると考えられないので、地下の深部に発生した小さい地震、つまり前震であつたと推定される。若しも、この地域の近くで十分高感度の地震観測が行なわれて居れば、もつと客観的資料が得られたに相異なる。この点について、末広重二氏は松代と筑波の観測を用いて、前震の有無を検討している。なお、これまでも裏日本地域ではしばしば前震を伴う傾向が認められている。

### (2) 地盤の沈降

大地震に際しては著しい地盤の昇降があらわれるが、今回も粟島およびその周辺の海底が著しく隆起し、これに反して本州の海岸地域では沈降が認められた。陸地の地盤昇降は、精密水準測量および験潮記録による高精度の測定によつて知られるのは言うまでもない。しかし、広範囲の水準測量を地震後直ちに実施することは必ずしも容易ではないし、また完了するのに多くの時日を要する。更に、水準路線が必ずしもその地域を適当に掩つていない場合もある。また、験潮儀も比較的限られた所にしか設置されていないのが現状である。従つて、海岸に沿う地盤の昇降を新水面の昇降を観察することから知られば、広い

範囲の昇降の概略を容易に、且つ直ちに知ることが出来て有益である。この方法は、水準路線や驗潮儀のない地域では唯一の方法でもある。このような観点から、村上一加茂沿岸地域の海水面の昇降を調査した。この地域の水準路線は、勝木から三瀬まで海岸を通り、



第1図 新潟地震に伴う地盤沈降(単位 cm)。四角で囲った値は驗潮記録または潮位の目視測定によるもの。(鼠ヶ関の驗潮記録による値は国土地理院による値で柏崎との差, 吉浦は松田時彦氏, 岩船は堤浦欣二郎氏による。)

そのほかは内陸を通っている(第1図)。また験潮所は、この区間では鼠ヶ関と岩船にあるだけである。

地盤の隆起が1 mにも及ぶ場合は、調査員の観察によつてかなりの精度で隆起量を推定することが出来る。しかし、今回の海岸地域の沈降はせいぜい30 cm程度であり、この程度の変動を観察から推定することは一般に困難であると考えられるかも知れない。幸いにもこの沿岸地域では、(i) 干満の差が30 cm程度で小さいこと、(ii) 海面すれすれに露出する岩盤が広範囲に分布していること、(iii) 沿岸漁業が盛んな地区であることなど、好条件にめぐまれているので、熟達した漁師からの情報から、5 cm以上の変動は識別することができるとの結果を得た。漁師は潮の干満や風による水面の昇降の具合を長い経験から熟知して居り、特に沿岸漁業に従事するものは、海水面に出没する岩頭を目じるしとして毎日仕事をしているので、5 cm以上の突然の変動は識別可能である。このような漁師からの情報によつて推定された海水面の上昇、つまり地盤の沈降の値を第1図に示した。これらの調査後、鼠ヶ関の験潮記録および由良と加茂における港湾工事事務所の潮位目視観測結果(1日3回測定)を入手して、上述の調査の信頼度を検定することが出来た。これらの3ヶ所の計測から得られた変動量は第1図中四角で囲つて示したが、上述の調査結果が概略の値として信頼し得るものであることが知られる。ここで鼠ヶ関の値は柏崎を不動として、柏崎との差をとつて求めた地理院の結果である。これらの結果から、凡そ誤差は数cm程度と考えられる。

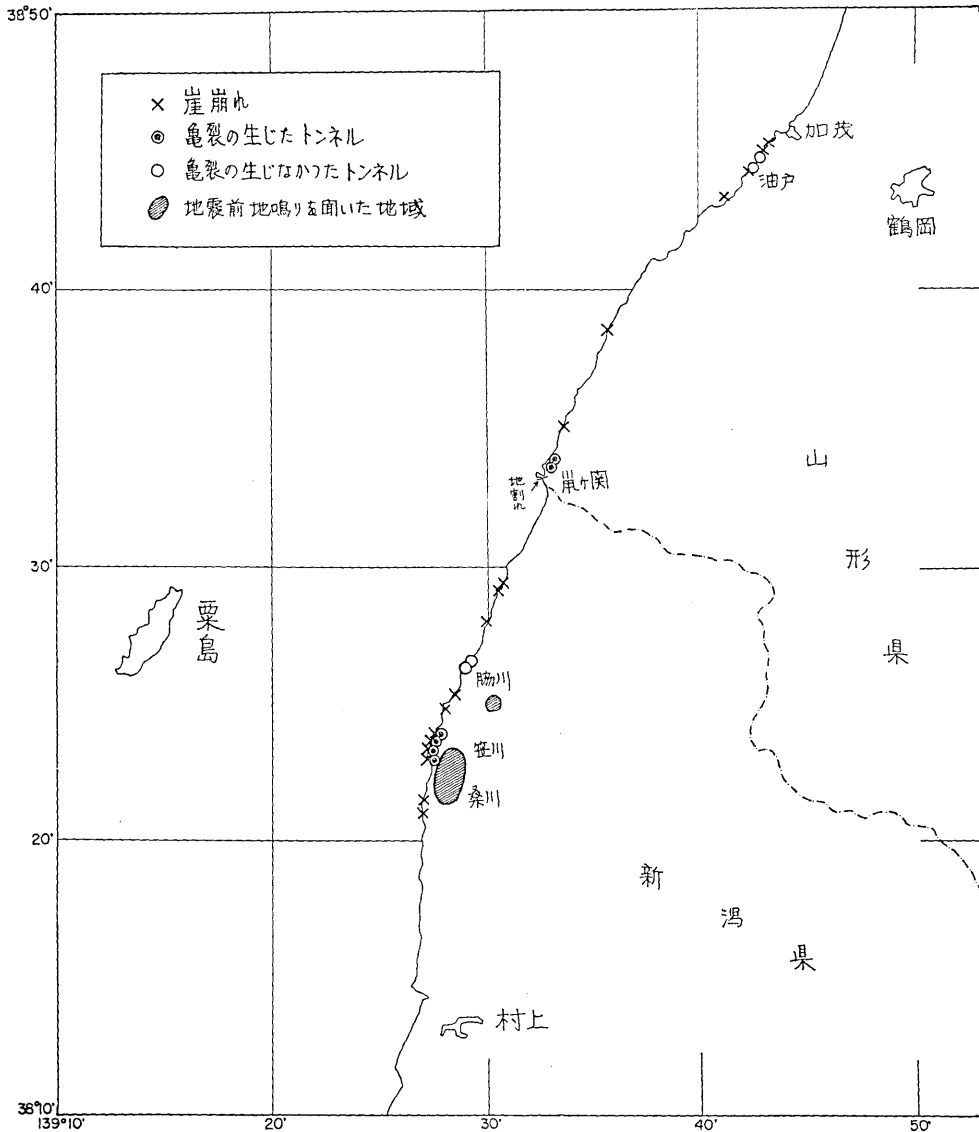
以上の結果によると、沈降の範囲は北は由良附近から、南は柏尾までの地域で、所により30-40 cmに達すると推定される。北は加茂、南は岩ヶ崎ですでに変動が認められない(5 cm以下である)。この沿岸地域の沈下量は、粟島やその附近の海底の隆起量(1~数m)に比較して小さいが、その全貌は海底の沈降区域についての今後の調査にまたなければならぬ。

### (3) 亀裂や崖崩れ

前に述べたように、地球物理学的に興味のある大規模な断層の発生は認められなかつたが、崖崩れや亀裂などの著しい地変が処々で観察された。第2図にこれらの地変のあつた場所を示したが、主として桑川から勝木までの地区に集中している。加茂に近い油戸でも著しい崖崩れがあつた。これらの崖の崩壊は、地震動の強さにもよるが、崖の不安定さの程度に著しく左右されている。著しい地割れもあるが、表土層の不均一構造による局所的なものがほとんどであると見られる。このように、地変の大部分は、地表特有の弱い部分や不安定な部分の地震動による破壊現象にすぎない。

ただし、トンネル内の亀裂の起こり方からは岩盤内部の挙動を伺うことができるはずで、不均一な構造をもつ地殻の破壊の特徴をあらわすと考えられるので、この地域にあるトンネル、特に岩盤の露出しているトンネル内の亀裂の起こり方をやや詳しく観察した。第2図中の2重の黒丸はこのようなトンネルのうち、少なくとも今回の地震で動いたと思われる亀裂のあるもので、白丸は安定であつたものである。動いたトンネルの大部分は笹川流

にあるが、この地区は崖崩れの最も著しい所である。この地域の岩盤には種々の方向の joint が多数存在し、極めて構造的に複雑で、崩壊しやすい状態にある。これらの joint のうち、今回の地震で明らかに動いたものを容易に区別することができるので、その方位を測定して示したものが第3図である。特に明瞭な規則性は認めにくい、大体東西方向のものが多いように見える。この方向は地震波の伝播方向と略々一致することから、この

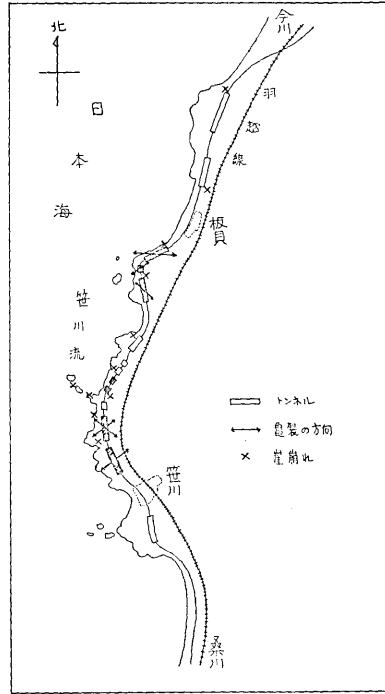


第2図 村上-加茂沿岸地域の崖崩れおよびトンネルの亀裂の分布

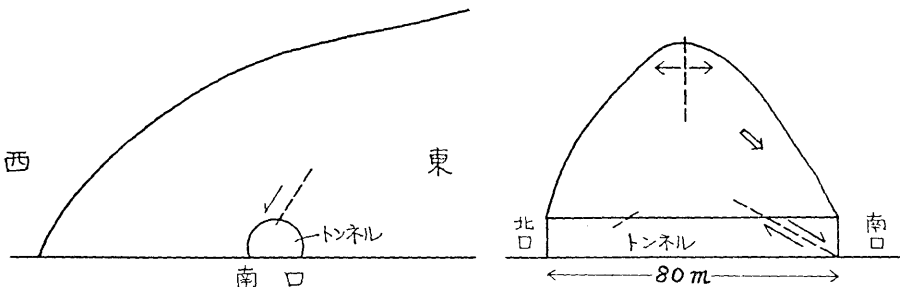
方向からの力の作用によるものと推定される。無数に分布する joint のうちで、動いた joint はその方向の力に対して最も動き易いものであつて、外観からも最も著しいものが多い。これらの joint の変位が地震前後の静的応力の変化によるものであるか、地震動による応力変化によるものであるかは、にわかに決められないが、恐らく地震動によるものと思われる。

鼠ヶ関一小岩川間の赤坂トンネルは、坑道をセメントやレンガで掩つてあるが、著しい亀裂が生じて羽越線不通の一因となつたものである。このトンネルの周囲の岩石は甚だしく風化のすすんだぐさぐさの状態にある。地震によつて、トンネルに直角に走る峯沿いに大規模な割れ目 (Tension crack) が生じ、トンネル内には明瞭なすべり破壊を示す亀裂が認められた。これらの観察から、峯沿いの割れ目の南側の部分が南方にずり落ちるような変位をしたことがわかる。北側も北方にずり落ちたと思われる徴候も観取された。このほかに、坑道の天井に沿つて大きいクラックが走っているが、これは山体が斜面に沿つてすべり落ちる変位をしたためと考えられる。要するに比較的強度の低い山塊が重力の作用のもとで南北方向および東西方向の激しい地震動をうけたための崩壊として説明することができる。

以上、村上一加茂沿岸地域の地変を調査した結果について述べたが、今回の地震はかなり大規模なものであつたにも拘らず、震源がやや深く、これらの沿岸地域がやや震央から



第3図 笹川流附近のトンネル内の亀裂方向と崖崩れの分布



第4図 鼠ヶ関一赤坂トンネルの亀裂状態模式図

はずれていたために、震央地域にしばしば見られるような地震発生に直接関係したと思われる破壊現象は認められず、主として、地震動によつて地表の不安定部分や弱い部分が選択的に崩壊乃至破壊したと認められるにすぎない。従つて、この地域では岩盤上の家屋の倒壊なども全く認められなかつたのである。

今回の調査にあたり御協力いただいた各地区の漁業協同組合および港湾工事事務所の各位に感謝申し上げます。