

## 2007 年 3 月 25 日能登半島地震津波の波源と規模

羽鳥 徳太郎\*

## 1. はじめに

2007 年 3 月 25 日 09 時 41 分ごろ、能登半島北西部で強い地震が発生し、輪島市、七尾市、穴水町で震度 6 強が観測され、死者 1 名、負傷者 327 名、全壊 540 棟などの被害が生じた。気象庁 (2007) の観測によれば、震央は  $37^{\circ}13.2'N$ ,  $136^{\circ}41.1'E$ 、深さ 11km、地震のマグニチュードは M6.9 であった。地震は弱い津波を伴い、各地の検潮所で観測された。能登半島沿岸では、日本海東縁で起きた 1833 年山形県沖、1983 年日本海中部地震津波などにより、屈折効果で波高が増幅して大きな被害を受けてきた (羽鳥, 1990, 1999)。一方、各能登地震は発生域に被害をもたらしたが、伴う津波の規模は小さい。今回の津波は、1993 年 2 月 7 日能登北東沖地震以来である。震源海域の音波探査で、活断層が確認された (井上・他, 2007)。行谷・佐竹 (2007) は、断層モデルの地殻変動量から、能登半島周辺の津波の計算波形を示した。

本稿では、各地で観測された検潮記録をもとに、津波波源と規模を解析する。能登地方の被害地震は、1729 年 (享保 14 年) 以降から地震カタログ (宇佐美, 1996) に収録されている。現在まで約 280 年間の被害地震のなかには異常な潮位記録もあり、震源域や津波の状況を検討してみる。

## 2. 津波の波源と規模

図 1 には、輪島 (国土地理院) と金沢 (国土交通省北陸地方整備局) で観測された検潮記録例を示す。波形は、デジタル振幅値を図形にしたものである。津波初動は、両記録とも押し波であった。最大波の全振幅値は輪島で 14cm、周期 23 分、金沢では 35cm、周期 35 分である。そのほか、珠洲市長橋 (気象庁) では、全振幅 38cm、周期 12 分であった。気象庁 (2007) の観測によれば、余震域は図 2 に示すように、北東-南西方向に細長い形 ( $40 \times 10 \text{ km}$ ) になる。大学の合同余震観測 (酒

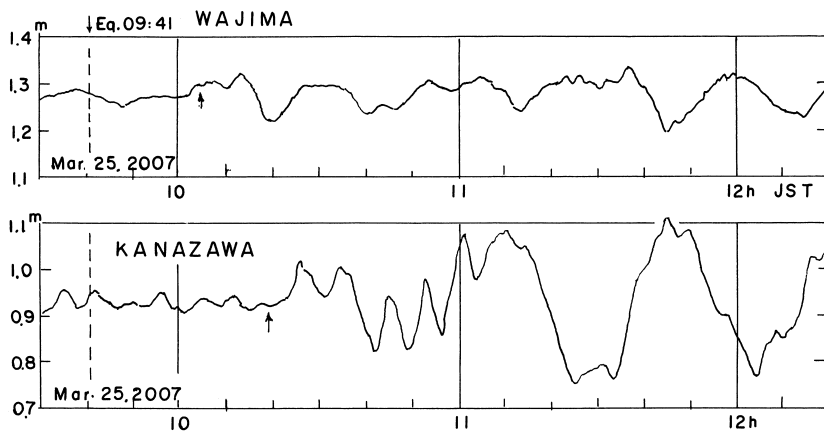


図 1 検潮記録例。輪島 (国土地理院)、金沢 (国土交通省北陸地方整備局)

\*元東京大学地震研究所

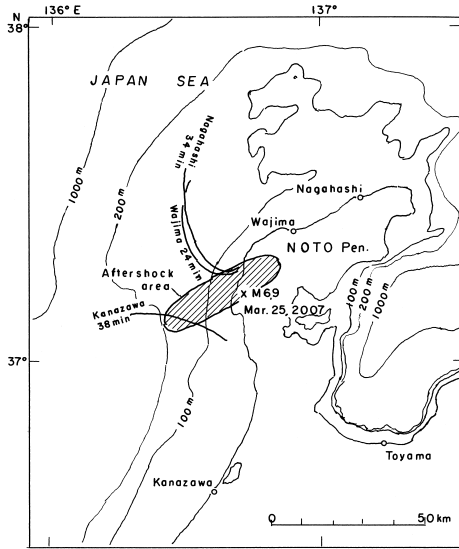


図2 津波の推定波源域。波面の数字は観測点の伝播時間(分)

井・加藤, 2007)でも, ほぼ同じ結果を得ている。両機関による本震の機構は, 北西-南東方向に圧縮軸を持ち, 横ずれ成分を含む傾斜角約  $60^\circ$  の高角逆断層型であった。

発震時からの津波伝播時間は, 輪島 24 分, 珠洲市長橋 34 分, 金沢 38 分である。各観測点から逆伝播図を描くと, 最終波面は海域の余震域に接している。津波波源の中心は, 水深 100m の浅海域であった。

### 津波の規模

図3には, 筆者の方法(羽鳥, 1986)による津波マグニチュードの判定図を示す。横軸に震央から観測点の距離, 縦軸には検潮記録上の最大波の全振幅値をとる。前記の観測点のほかに, 全振幅値は舞鶴 39cm, 富山 10cm, 佐渡鷺崎 6cm であった。津波マグニチュード  $m$  値は, 振幅が距離  $\Delta^{-1}$  で減衰するとみなし, 2.24 倍の刻みで区分してある。舞鶴の振幅値が突出しているが,  $m=-1$  と推定される。地震の規模と比べ, 標準的な値である。高角断層の場合では, 津波マグニチュードが大きくなる傾向があるが, 震源域の半分が陸域であったからであろう。

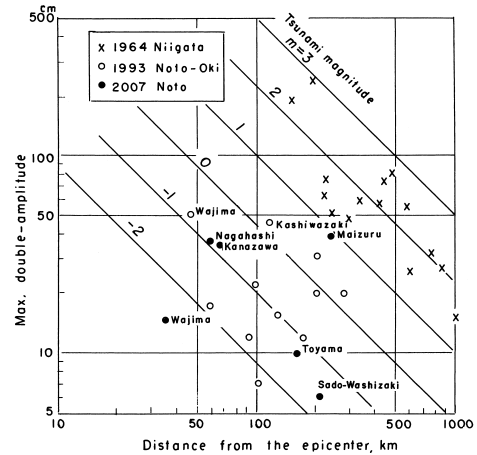


図3 津波の最大全振幅値と震央距離の関係。津波マグニチュードで区分

比較のため図3に, 1964年6月新潟地震津波 ( $M7.5, m=2$ ) と1993年2月能登沖地震津波 ( $M6.6, m=-0.5$ ) を示した(羽鳥, 1994)。両津波のマグニチュードは地震の規模と比べ, 高角断層を反映して1階級(波高にして約2倍)はど大きくなっている。

### 3. 能登の被害地震と津波波源

図4には, 過去279年間(1729-2007)における被害地震の震源分布を示す。発生年に地震と津波のマグニチュード  $M/m$  を付記した。各地震の震央とマグニチュード値は宇佐美(1996)の地震カタログから引用した。震源域は, 地震の規模と被害域の範囲から推定された(羽鳥, 1999), 地震の規模は  $M5.7 \sim 7.0$  である。この中には潮位が異常であった記録もあり, 以下に概況を示す。

1729年(享和14年)8月1日の地震 ( $M6.6 \sim 7$ ) は, 町野川流域で潰家率大きい。震源が海域に伸びていた可能性があり, 弱い津波 ( $m=-1$ ) を伴ったであろう。1799年(寛政11年)6月29日の加賀地震 ( $M6.0$ ) は, 金沢で被害が最大であった。河口の金石(現金沢港)に津波が遡上して溺死者もあり, 津波マグニチュードは  $m=0 \sim 1$  と推定された。津波を考慮すると, 地震規模は  $M7.0$  に近い

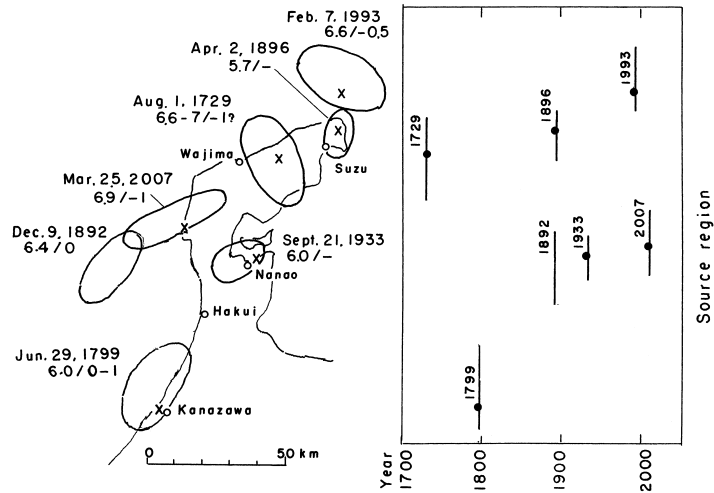


図4 被害地震の震源と時間分布。発生年に地震と津波のマグニチュード  $M/m$  を示す

であろう。

1892年(明治25年)12月9日羽咋(はくい)地震( $M6.4$ )は、羽咋郡で地割れを生じ、家屋の全半壊が多数あった。同月11日にも、地震( $M6.3$ )が続発した。加賀・富山海岸で潮位の異常が記録されており、 $m=0$ 程度の津波が伴ったようだ。震源域は被害分布から、羽咋近海と考えられていた。一方、穴倉・他(2007)は海岸の隆起痕跡と海底活断層調査から、今回の震源域の南西側に1892年地震の震源があった可能性を示した。これを根拠に、推定津波波源を図4に示す。

1896年4月2日珠洲地震( $M5.7$ )と1933年9月21日七尾地震( $M6.0$ )には、津波の報告はない。1993年2月7日能登北東沖地震津波( $M6.6$ ,  $m=-0.5$ )では、全振幅：輪島50cm、柏崎46cmなど検潮記録が多数得られている。波源域は逆伝播図から推定された(羽鳥, 1994)。図4の右図には、震源の時間・空間分布を示す。地震の発生間隔は長く、能登北部で50-100年、中部では約50年になり、輪島付近と羽咋～金沢間が空白域になっている。

#### 4. むすび

検潮記録をもとに、2007年能登半島地震

津波の波源と規模を解析した。余震域を参照すると、津波波源は陸域の延長上長さ約25kmの浅海域であった。津波マグニチュードは $m=-1$ と推定され、地震の規模( $M6.9$ )と比べて標準的である。

過去279年間(1729-2007)に、能登半島では主要な被害地震( $M5.7 \sim 7.0$ )が7回あった。このうち検潮儀で観測された津波が、今回のものを含めて2回。異常な潮位記録や津波の可能性のある歴史地震(1729, 1799, 1892年)が3回。津波の高さは1m以下であったが、1799年加賀地震には津波の遡上記録があり、注目したい。

**謝辞** 解析にあたり、日本歯科大学新潟短期大学の阿部邦昭教授が収集した検潮記録の一部を利用して頂いた。記して、深く感謝します。

#### 参考文献

- 羽鳥徳太郎, 1986, 津波の規模階級の区分, 地震研究所彙報, Vol. 61, pp. 503-515.
- 羽鳥徳太郎, 1990, 天保4年(1833)山形沖地震とその津波の規模, 地震2, Vol. 43, pp. 227-232.
- 羽鳥徳太郎, 1994, 1993年2月能登半島

- 沖地震による津波, 津波工学研究報告, No. 11, pp. 41-46.
- 羽鳥徳太郎, 1999, 能登半島における津波の屈折効果, 地震 2, Vol. 52, pp. 43-50.
- 井上卓彦・村上文敏・岡村行信, 2007, 能登半島西方海域における海底活断層の分布と活動度 - 2007 年能登半島地震に関連して, 日本地震学会講演予稿集 (仙台), P1-027.
- 気象庁, 2007, 平成 19 年 (2007 年) 能登半島地震について, 平成 19 年 3 月, 地震・火山月報 (防災編)
- 行谷佑一・佐竹健治, 2007, 平成 19 年 (2007 年) 能登半島地震の津波解析, 日本地震学会講演予稿集 (仙台), P1-036.
- 酒井慎一・加藤愛太郎, 2007, 平成 19 年 (2007 年) 能登半島地震合同余震観測による震源分布, 日本地震学会ニューズレター, Vol. 19, No. 1, pp. 20-23.
- 宍倉正展・越後智雄・行谷佑一・村上文敏・井上卓彦・岡村行信, 2007, 過去にも生じていた能登半島沖地震 - 2007 年震源断層の南西延長が 1892 年に活動した? 日本地震学会講演予稿集 (仙台), P1-028.
- 宇佐美龍夫, 1996, 新編日本被害地震総覧, 東京大学出版会, 493p.