

資料

地震津波の波源と地震断層との関連について

中村重久*

On a relation between tsunami source and seismic fault

Shigehisa NAKAMURA*

Abstract : This work concerns on a relation between tsunami source and seismic fault at a tsunamigenic earthquake. At present, it is yet to be studied what process is actually seen when a tsunamigenic earthquake. For this purpose, many studies have been presented to reveal what is happen at a fault formation when a tsunamigenic earthquake. Now, it is necessary to remind what is the background at defining the seismic parameters which specify an interested earthquake referring the statistics of the earthquakes observed on land. There is only a little information on the tsunamigenic earthquakes occurring under the sea. The author considers on relation between epicenter, fault formation and tsunamigenic earthquake. For convenience, the case of the 1995 Hyogo South Earthquake is taken as a reference.

Keywords : *Tsunami, Earthquake, Fault*

1. 緒言

地震によって生じる津波については、これまでに、多くの研究がすすめられてきているが、現在なお十分とは言えないように考えられる。ここでは、なにが今後の津波の研究のために必要であるかを、自然にみられる現象に立ち返って検討する。ちなみに、地震発生と断層との関係があるとみることができそうだといわれるようになってから、その後の地震学的な研究に顕著な進展が見られたが、陸上で確かめられた実例をもとにしていて、海底地震についてはそれほどのデータがあるわけではない。したがって、津波についても不明な点が多く残されている。ここでは、地震津波の波源と地震断層との関連について測地測量の成果を参考にして検討した結果の要点を述べる。とくに、1995年1月の兵庫県南部地震の例によって、今後の問題点をさぐる。

2. 地震と津波

地震発生と断層形成との関連については、たとえば、力武(1975)は陸上の例にもとづいて記述している。その後、多くの研究が進められているが、ここでは、そのすべてを紹介することはしない。また、この地震断層と

プレートテクトニクスとの関連を述べた例もある(たとえば、BEBOUT *et al.*, 1996)。地震学の分野では、観測された個々の地震の特徴を記述する簡便法として、地震パラメータを導入している。そのパラメータを利用して、津波の数値実験(たとえば、相田, 1981)をした。その後、日本では相田の手法を基本として津波数値モデルの構築が進められ、津波の数値シミュレーションが津波対策のために利用されるようになってきた。しかし、災害を起こすような津波をともなった地震は、海底で発生するために、実測データがほとんど無いために、地震の震源を調べるために津波データを利用した研究も認められる(たとえば、ANDO, 1982)。日本列島周辺では、陸上の地震の震源域にくらべて、推定された海底地震の震源域は、100倍以上の面積となるとされているが、その根拠が、観測によって確認されているわけではないようである。ただし、限られたデータと現在利用可能な資料とによって、当面の必要な災害防止の問題に対処しなくてはならないのが、当面の実情であるともなくてはならない。

このような背景で津波の発生のシミュレーションのために導入された津波波源モデルには、地震パラメータがそのまま利用される。相田(1981)の例では、ひとつの震源を考えていたが、津波の数値モデルで再現するために、複数の震源を想定し、それに対応した地震パラメータの導入が図られてきた。これで、日本列島周辺の地震

* 646-0031 和歌山県田辺市湊674-2-A104
Minato 674-2-A104, Tanabe, Wakayama, 646-0031
Japan

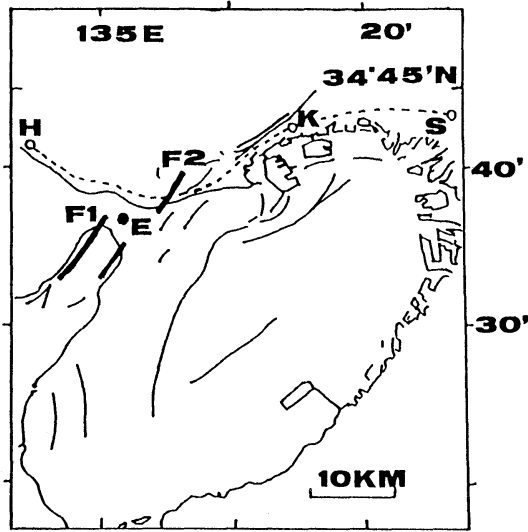


Fig. 1. Seismic faults and epicenter of the 1995 Hyogo South Earthquake.

- (a) : The seismic fault F1 for Nojima leg.
- (b) : The seismic fault F2 for Iwaya leg.
- (c) : The location of the epicenter E
- (d) : Geodetic survey line (H-K-S).
- (e) : Notations H, K and S for Himeji, Kobe and Osaka.

津波の問題には対処できるとされてきたようである。その後現在までに、国際的にも津波研究が進められ、いろいろの津波モデルが考案されるようになってきている。

3. 地震断層

このような地震断層は、一般に震源域を起点として、両側に、あるいは片側に線状にのびるものと考えられてきたが、どこまでのびるかはまだ分かっていない。ところで、このような考え方では理解できない現象があることが分かってきた。すなわち、1995年1月の兵庫県南部地震の例である。この地震発生の前後の周辺海域の水温変動過程の海洋学的一側面の要点は、NAKAMURA (1996 a, b; 1997) が述べている。

ここで、この地震のとき形成された地震断層や、それまでに地質学的に存在が認められている断層の地理的分布の概略をFig. 1に示した。とくに、ここで注目すべきことは、明石海峡付近にみられる断層 F₁ (野島断層) と断層 F₂ (岩屋断層) とである。このうち、断層 F₁ は地震によって新たに形成されたもので、地震断層といえる。これに対して、断層 F₂ は古くから認められていた地質学的断層に属するが、その延長線上には、神戸市南部の大震災地域がある。このことから、このふたつの断層が地震によって、ほとんど同時に動いたものと見られる。陸上にはさらに多数の細かい断層の分布があるが、その詳細を述べることは、本文の目的ではない。また地震発生後、海上保安庁は巡視船などによって、救援作業に当たるとともに、震源周辺、とくに大阪湾内の海底の断層の観測調査を実施したが、いずれの断層も地震に直接関連しているものとは判断されなかった。

4. 津波の波源

ところで、気象庁によれば、震央の位置は明石海峡にあって、Fig. 1の記号Eの位置になっている。このこと

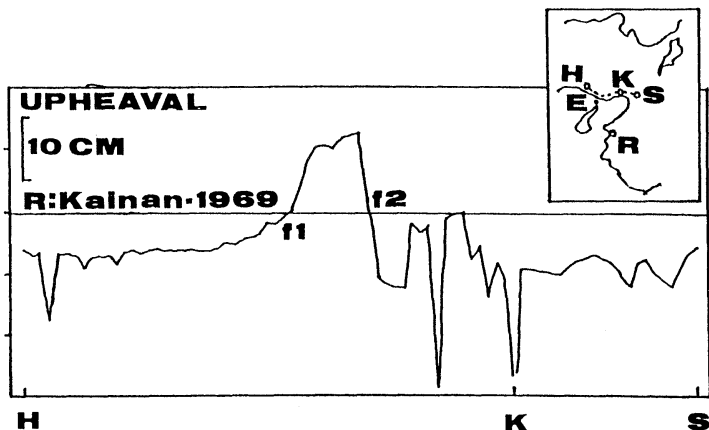


Fig. 2. Geodetic remanent upheaval.

- (a) : Notations H, K and S for Himeji, Kobe and Osaka.
- (b) : Geodetic survey line (H-K-S)
- (c) : Notation E for the epicenter.
- (d) : Notation R for Kainan as the reference point.
- (e) : The seismic fault f₁ for Nojima leg.
- (f) : The seismic fault f₂ for Iwaya leg.

から、震央は断層 F_1 と断層 F_2 の中間にあつて、地震断層形成と地震発生との関係について、これまでの地震学的理解では満足できないことになる。

さらに、この断層を横断して、地震の前後に沿岸沿いに、国土地理院によって実施された測地測量の成果をみると、姫路（記号H）から神戸（記号K）を経て大阪（記号S）までの区間（cf. Fig. 1）について、地盤の隆起および沈下のパターンがわかる。すなはち、1969年の陸地測量の結果を基準とし、海南（記号R）を基準点に選ぶと、Fig. 2 に示すようなことになる。この図をみると、断層 F_1 と断層 F_2 との間では、地震の後で顕著な隆起があったことがわかる。この区間で、ふたつの断層に挟まれない範囲では、沈下が認められる。このことは、ふたつの断層が、地震のときに動いた地盤の境界を示しているものと解釈できる。地震によって、姫路や大阪湾内のいくつかの検潮所では、津波が記録されている。この津波は振幅も小さく、被害をおよぼすほどではなかった。

ただ、ここでとくに留意すべきことは、この津波の数値シミュレーションのために、地震パラメータをそのまま利用することは望ましくないということである。地震パラメータは地震の特徴を概括的に示すものであって、その力学的な内容を十分に理解しておくことが必要である。地震パラメータが地震のエネルギーにかかわるものであれば、1995年1月の例の場合、津波にかかわるエネルギーは、地震のエネルギーのごく一部分にすぎないわけであるから、津波の数値モデルにおける津波パラメータの選択にあたっては、この点を十分に注意しなければならない。

5. 結 言

地震津波の波源と地震断層との関連について、簡単な検討をした。これまでの地震断層の考え方では、1995年1月の兵庫県南部地震の震央の位置と地震によってあらわれた断層との関係が理解できない。とくに、この地震によって、ふたつの平行する断層の間が隆起し、その外

側が沈下しているということは、震源の位置を考えるにあたって、地震学的にみてどのような力学的な意味があるのか、今後の詳細な検討が必要と考えられる。さらに、津波の数値モデルやシミュレーションにおいて、地震パラメータをどのようにして利用するのが力学的に適切かということも、今後はっきりさせる必要のある問題である。

なお本文は著者が京都大学における研究課題を継続して得られた成果の一部であることを明記して、関係各位のご理解とご協力に、心から感謝の意をあらわす。

文 献

- 相田 勇 (1981) : 南海道の津波の数値実験, 東京大学地震研究所彙報, **56**, 713-730.
- ANDO, M. (1982) : A fault model of the 1946 Nankaido earthquake derived from tsunami data, *Phys. Earth and Planet. Interiors*, **28**, 3250-336.
- BEBOUT, G. E., D. W. SCOLL, S. H. KIRBY and P. PLATT (1996) : Subduction-top to bottom, *Geophysical Monograph* 96, American Geophysical Union, Washington, 384p.
- NAKAMURA, S. (1996a) : Possible environmental variations during an earthquake, *Oceanology International*, **3**, 333-340.
- NAKAMURA, S. (1996b) : An extent of sea surface layer affected by an earthquake, *Marine Geodesy*, **19**, 281-289.
- NAKAMURA, S. (1997) : A linear problem on subsurface variations at a tsunamigenic earthquake, *Recent Advances in Marine Science and Technology* **96**, 45-75.
- NAKAMURA, S. (1998) : Elevation changes associated with a tsunamigenic earthquake, *Science of Tsunami Hazards (Int'l. J. of Tsunami Soc.)*, **16**(1), 52-54.
- 力武常次 (1975) : 地震を追って, 玉川大学出版部, 東京, 213p.

1999年5月2日受付