寄 書

津波のパラドックス (II)

三 好 寿*

(昭和 40 年 7 月 2 日受理)

A Paradox of the Tsunami (II)

Hisashi MIYOSHI

(Received July 2, 1965)

もう少し立ち入った考察を加える。その骨子が (I) であることはいうまでもない。

Fig. 1 のように、 H の深さの海底の、 S という

Fig. 1

領域に高さ η (S 全域にわたって一様である必要はない) という隆起または陥没が生じた場合、海面にそれと生きうつしの凸凹が発生し、津波となって四方にひろがる。

この津波の工学的な破壊エネルギーは、海水の密度を ρ (通常、 $> 1.02 \text{ gr/cm}^3$)、重力の加速度を g とすれば

$$\rho g \int_S \int_0^\eta z dz dS = \frac{\rho g}{2} \int_S \eta^2 dS \quad (1)$$

であり、これに対して、海面、海底のカプルで目に見えない形で生じている、体系変化のためのエネルギーは、地形変動の体積を V (隆起をプラス) とすれば

$$(-\rho V) g (-H) = \rho g H \int_S \eta dS \quad (2)$$

であり、したがって津波の効率は

$$e = \frac{\int_S \eta^2 dS}{2H \int_S \eta dS + \int_S \eta^2 dS} \div \frac{\int_S \eta^2 dS}{2H \int_S \eta dS} \quad (3)$$

となり、 $|\eta| \ll H$ から

$$|e| \ll 1 \quad (4)$$

がわかる。

同じことを、もう少し即物的に表現して見れば次の通りである。

津波の工学的な破壊エネルギーを、ポテンシャル・エネルギー E_p 、海水の運動エネルギー E_k (実は E_p と E_k とは等しく、津波の工学的エネルギーの半分ずつを受持つのであるが) に分け、体系変化のエネルギーを E_b として見る。

今、ある海底変動と全く同じ形、同じ広さの変動が準静的過程で生じたとしよう。そして、この現実過程と準静的過程の、それぞれにおける刻々の海底の静水圧を P および P_q とする。そうすると

$$\int_V P dv = E_k + E_p + E_b \quad (5)$$

となり、

$$\int_V P_q dv = E_b \quad (6)$$

となる。準静的過程で海底変動が生じた場合、 $E_k + E_p$ がゼロになることは簡単に証明されるからである*。

$$\therefore \int_V (P - P_q) dv = E_k + E_p \quad (7)$$

$$\therefore e = \frac{\int_V (P - P_q) dv}{\int_V P dv} \quad (8)$$

であり、 $|e| \ll 1$ であることは (4) と同じであるが、この (8) 式を用いれば、海底あるいは実験装置の海底における地かく変動が手にとるようにわかれば、津波の効率は計算できるものである。

これもわかりやすく表現すれば、今、準静的過程で海底が持ち上がれば、上端がわずかずつけずれて

* たとえば、準静的過程の 1 つの様式として $1/N$ ずつの変動が N 回起こって変動が完結したとすると、 $1/N^2$ の工学的エネルギーの津波が N 回ひろがるわけである。 $\therefore E_k + E_p \propto 1/N^2 \times N = 1/N \rightarrow 0$ ($N \rightarrow \infty$) である。

* 連絡先: 東京都文京区本郷 6-25-8
Hongo 6-25-8, Bunkyo-ku, Tokyo.

短くなる海水柱が持ち上がるわけで、それに比べて現実過程では生まのままの海水柱が持ち上がる。そのわずかの差がいわゆる津波のエネルギーとなるのであつて 10^{23} エルグ程度である。

逆に準静的過程で陥没が生じれば、海水柱がわずかずつ上端が長くなりながら地かくにのしかかる。現実過程では生まのままの海水柱が地かくにのしかかる。こののしかかり切れなかつたわずかな差が津波の工学的エネルギーとなつて海岸に伝ばしてくるのである。標準的な大津波の工学的なエネルギーを 10^{23} エルグとすれば、このように、地かくと海水の間に、海底を通して交換されるエネルギーは $10^{25} \sim 10^{27}$ エルグにのぼるものと推定される。

また (8) 式からいえることは、突然変動と準静的過程との中間の過程で海底が変動するときは、突然変動よりも効率の絶対値は低くなる。変動完結に要する時間を横軸にとれば、この、いわば相対効率の絶対値は 100% から 0% に単調に減少する。その単調減少函数はまた海の深さ、海底変動の横のひろがりをもパラメーターとして減少することはいうまでもない。

さらに (8) 式から読み取れるように、

$$\int_V P dv = 0 \quad (9)$$

が、近似的にでも成立する場合には、(たとえば水深が一樣で、隆起体積と陥没体積が等しい場合など) (8) の分母は 0 となり、津波の効率は無限大となり、工学で用いられる効率ということばよりも、少し異なるイミ合いも持っている。

最後に付言すると、以上の考察が、津波警報機関ともつとも結びつきの深いはずの学会である、地震学会で活字になるのに 10 年の歳月を要するような障害——というよりもそれをめぐる事情が、後のチリ津波の警報の大失敗へと直結して行くのである。これは 1 つの汚点として、科学史上にとどめられるべきことのように判断するが、巷間で評されるように、この警報失敗はほとんど気象庁の責任ではないことをここに明記しておく。

地 震 第 2 冊
第 18 卷 (1965) 170-171 頁

南海道大地震の前の 井戸水の異常*

東京都立 雪谷高校

宮 本 貞 夫

(昭和 40 年 9 月 6 日受理)

The Anomaly of wells before the
Nankaidō-Earthquake

Sadao MIYAMOTO

Yukigaya High-School in Tokyo

(Received Sept. 6, 1965)

§ 1. 序

南海道大地震前後の井戸水の著しい変化は多数地点にあつたが、震後のものではなくて、震前の井戸水の変化の実例を示し、地震予知の中でも数日前の直前の予知として有効ではないかと考え検討していただきたいのである。もちろん他の各種の方法での予知を基盤とし、この現象はあくまで補助手段として考えて良いと思う。しかし数日前の予報として重要性ありと筆者は主張するのである。

1946 年 12 月 21 日に $M = 8.1$ の南海道大地震が、Fig. 1 に示す震央に起こり、Fig. 1 の 1……16 までの 16 地点では、震前数日より井戸水の著しい異常が認められた。以下詳細に記すが、これは海上保安庁水路要報の「昭和 21 年南海大地震調査報告地変および被害編」よりその資料の一部を利用させていただいたものである。

A. 紀伊半島東岸

1. 尾鷲 地震の前の日に水位低下並びに泥濁が生じた。この異常は震後 3 日間続つづいた。
2. 賀田湾 震前に井戸水がどろ水になつた。
3. 泊 古泊で 震前震後 2 日間井戸水がにごつた。
4. 勝浦 金波湯が地震の 6 時間前に湧出量が著るしく減少した。

B. 紀伊半島西岸

5. 印南 町役場の井戸水が地震前になくなつ

* 昭和 40 年 5 月 8 日地震学会で発表