



Title	1872年浜田地震前兆現象の津波によるモデル化
Author(s)	谷岡, 勇市郎; TANIOKA, Yuichiro; 神定, 健二 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 67, 337-345
Issue Date	2004-03-15
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.67.337
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/14353
Type	departmental bulletin paper
File Information	67_p337-345.pdf



1872年浜田地震前兆現象の津波によるモデル化

谷岡勇市郎

北海道大学地震火山研究観測センター

神定 健二

気象庁地震火山部精密地震観測室

(2004年1月7日受理)

Modeling the precursor of the 1872 Hamada earthquake

Yuichiro TANIOKA

Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University

and

Kenji KANJO

Seismological Observatory, Japan Meteorological Agency

(Received January 7, 2004)

The precursor of the 1872 Hamada earthquake is reported by Imamura (1913). The sea bottom between Hamada-ura and Tsuru-shima was appeared above the sea surface before the mainshock of the 1872 Hamada earthquake. Then, the large tsunami arrived just after the mainshock, and the sea bottom returned to the original position below the sea surface. The tsunami generated by a pre-shock of the 1872 Hamada earthquake is numerically computed. The result of the computation shows that the above precursor of the Hamada earthquake can be explained by the tsunami generated by the pre-shock occurred off Hamada.

I. はじめに

1872年3月14日島根県浜田で500人を超える死者をだす大地震が発生した。地震後40年を経て、今村(1913)と島根県浜田測候所(1912)はこの地震を詳しく調査し、地震の前兆現象を報告している。そこには「大地震の数分から10分ぐらい前に浜田浦(Fig.1)で海水が引き、約300m先の鶴島まで海底が露出し、漁師が鮑を手づかみにできた。その後すぐ大地震が発生し、大波が押し寄せた。」と記されている。この地震の前兆現象はどの様にして発生したのであろう。

藤井(1976)は上記の前兆現象を大地震の前のプレスリップとして理解した(Fig.2)。彼はこ

の地震が逆断層であったと仮定し、地震直前に震源域より深い場所 (Fig. 2) で非地震性すべり (プレスリップ) が発生したため、浜田浦で海底が隆起したと考えた。また地震時の震源域は非地震性すべりが発生した場所よりも浅い場所 (Fig. 2) であったため、浜田浦は沈降し、海水が押し寄せる結果となったと解釈した。

しかしその後、藤森・他 (1990) は地形学的検討から 1872 年浜田地震は右横ずれ断層による地震であった可能性が高いとした。横ずれ断層だとするとその藤井 (1976) が指摘したプレスリッ

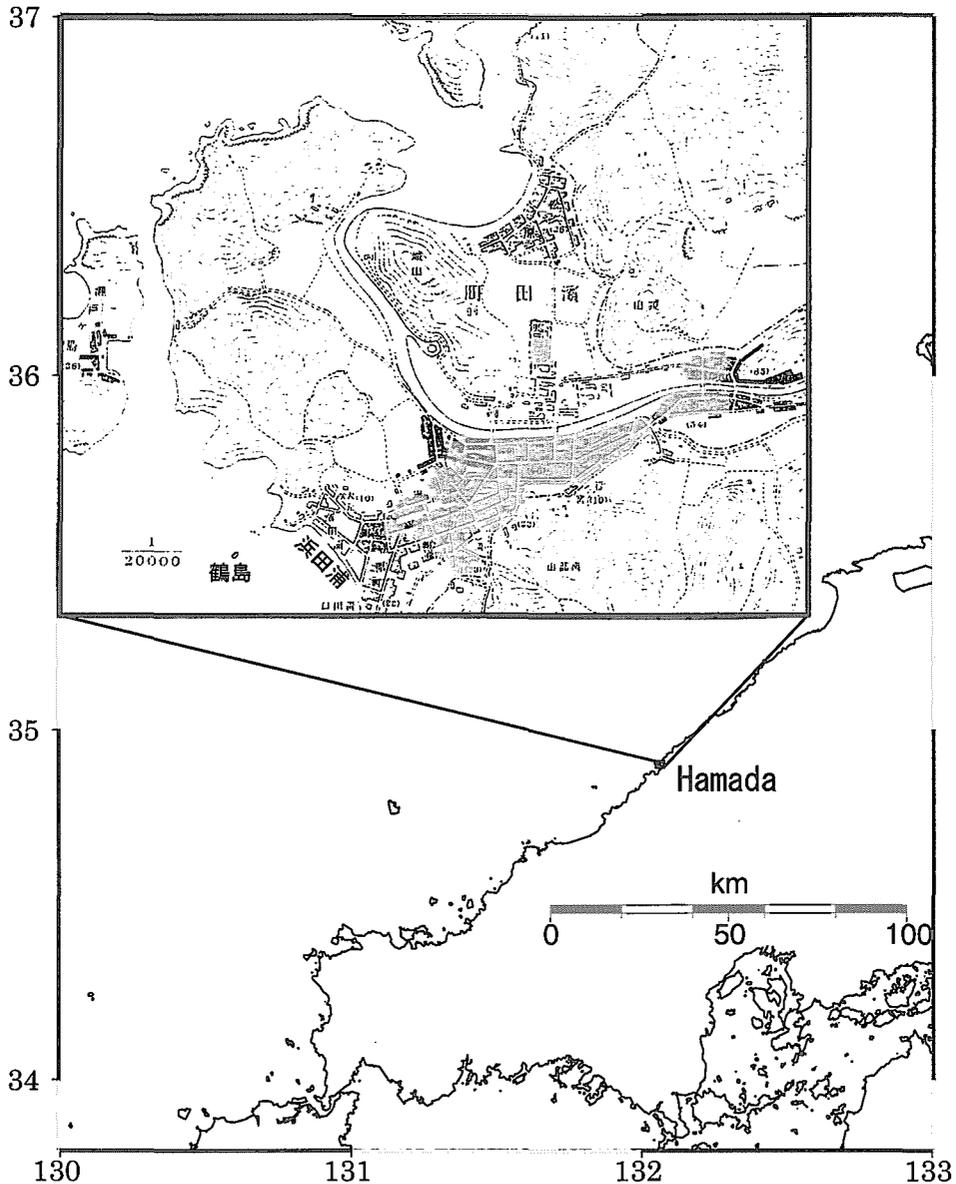


Fig. 1. A map near the source area of the 1872 Hamada earthquake. Inset map shows the location of Tsuru-shima and Hamada-ura.

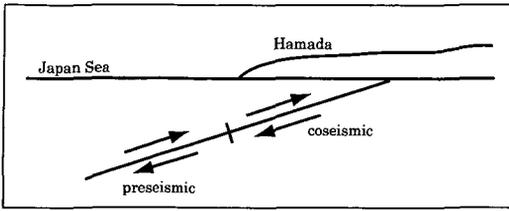


Fig. 2. A schematic cross-section of the pre-seismic and coseismic fault model suggested by Fujii (1976) in order to explain the precursor of the Hamada earthquake.

プで前兆現象を説明する事は難しくなる。そこで本研究では、浜田地震（本震）は右横ずれ断層による地震であったと考え、その前震により発生した津波と地殻変動の影響で鶴島まで海水が引いたとし、津波数値計算を行いその可能性を議論する。浜田地震（本震）の前に多くの前震が発生していた事は今村(1913)により報告されている。

II. 津波の数値計算

津波の伝播は非線形の浅水理論を用いて解く事ができる。運動方程式は次の様に書く事ができる。

$$\frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} + (\mathbf{V} \cdot \nabla) \mathbf{V} = -g \nabla h - C_f \frac{|\mathbf{V}| |\mathbf{V}|}{d+h} \quad (1)$$

ここで、 \mathbf{V} は深さ方向に平均した横方向の速度ベクトル、 h は津波の高さ、 d は海の深さ、 g は重力加速度、 C_f は摩擦係数で次の様に表される。

$$C_f = \frac{gn^2}{(d+h)^{1/3}} \quad (2)$$

ここで n はManning's roughness 係数と呼ばれ、本研究では $0.03 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ とする。さらに連続の式は次に様に書く事ができる。

$$\frac{\partial(d+h)}{\partial t} = -\nabla \cdot \{(d+h) \mathbf{V}\} \quad (3)$$

式(1)及び(3)をスタッガードグリッド上の差分法で数値計算により解く。詳しくはSatake(1995)を参照。さらに、津波の遡上を計算するため、陸と海との境界は移動境界を用いる。境界移動の条件はAida(1977)を改良したもので、Tanioka and Satake(1995)を参照。格子間隔は25 mとした。時間ステップは数値計算の安定条件を満たすように0.5秒とした。

III. 前兆現象を引き起こした前震の断層モデル

前兆現象を引き起こした浜田地震前震の断層は本震と同じ断層面で発生したと考える。前震の断層位置及び方向は藤森・他(1990)で示された浜田地震本震の陸上での推定断層の位置にできるだけ沿うように決めた (Fig. 3)。また本震が横ずれ断層であった事から断層の傾斜角は垂直に近いと考える。ここで、海水が引き鶴島までの海底を露出させるような津波を浜田浦に発生させるため、断層の北西側で沈降、南西側で隆起の縦ずれ断層を考える。以上を考慮し Fig. 3 に示す

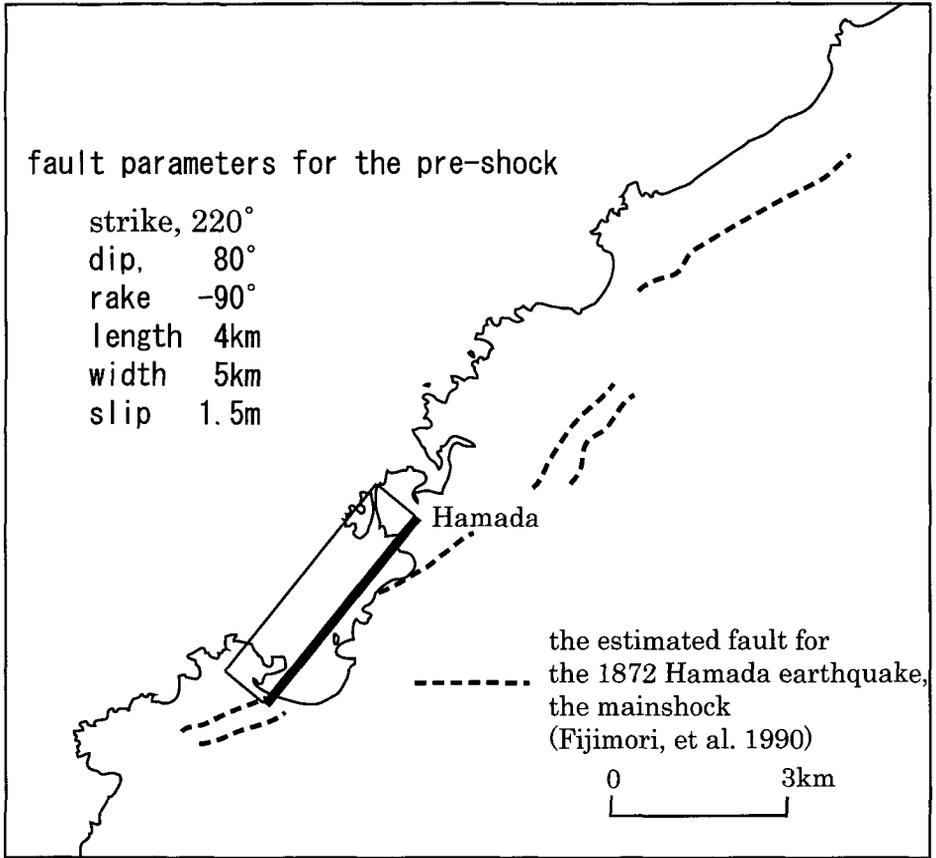


Fig. 3. The fault model of the pre-shock in order to explain the precursor of the Hamada earthquake. The dashed lines are the fault lines for the 1872 Hamada earthquake, the mainshock, suggested by Fujimori et al.(1990).

断層モデル(断層の長さ4 km, 幅5 km, 断層最浅部の深さ5 km, すべり量1.5 m, 走向220°, 傾斜角80°, すべり角-90°)による前震が浜田地震本震の前兆現象を引き起こしたとした。この前震の地震モーメントは剛性率を $4 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ とすると $1.2 \times 10^{18} \text{Nm}$ (M_w 6.0)となる。浜田地震本震のマグニチュードは被害分布等から 7.1 ± 0.2 とされており(宇佐美, 1996), M 6クラスの前震が発生していても不思議ではない。

IV. 津波数値計算結果

Fig. 4 a,4 b,4 c,4 d に津波数値計算による津波伝播のスナップショット(地震発生後10秒, 50秒, 100秒, 130秒, 160秒, 190秒, 220秒, 250秒)を示す。右図は津波波高, 左図は流速分布を示す。右図の白抜きは海水が引いて海底が表れた場所を示す。地震発生後50秒後の波高分布・流速分布を見ると, 浜田浦付近特に鶴島付近で急速に海水が引いている様子が分かる。100秒後にもどんどん海水が引いていく様子が分かる。130秒後には浜田浦から鶴島にかけて海底が現れて

きている。160秒後から190秒後にかけてどんどん海底が現れ、ほぼ鶴島あたりまで海底が現れている。そして220秒後には押し波が鶴島から浜田浦に押し寄せ初め、250秒後には大きな押し波が押し寄せてきているのが分かる。これで、鶴島まで海水が引き、その後津波が押し寄せた目撃証言を説明する事ができる。

V. 考察・結論

上記の結果では、鶴島まで海底が現れるのは数十秒でその間に漁師が鮑を採る事ができるのか疑問が残る。しかし、M6クラスの前震が浜田地震本震の200秒程度前に発生したとすると、その前震により発生した津波で浜田浦から鶴島までの海底が現れる事が分かった。またその後大きな押し波がその場所に押し寄せる事も目撃証言と一致している。1872年浜田地震の前兆現象はその前震の津波が原因であった可能性がある。

文 献

- Aida, I., 1977. Numerical experiments for inundation of tsunamis, Susaki and Usa, in Kochi Prefecture, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **52**, 441-460.
- 今村明恒, 1913. 明治五年ノ浜田地震, 震災予防調査会報告, **77**, 43-77.
- 宇佐美龍夫, 1996. 新編日本被害地震総覧, 東京大学出版会, 493 pp.
- 藤井陽一郎, 1976. 地震とプレスリップ, 地震予知シンポジウム, 127-137.
- 藤森孝俊・蒔苗耕司・山口勝・川口隆・太田陽子, 1990. 島根県浜田地震(1872年)の地学的検討, 地学雑誌, **99**, 44-59.
- Satake, K., 1995. Linear and nonlinear computations of the 1992 Nicaragua earthquake tsunami, *Pure Appl. Geophys.*, **144**, 455-470.
- 島根県浜田測候所, 1912. 明治五年旧二月六日浜田地震, 島根県立浜田測候所, 41 pp.
- Tanioka, Y. and K. Satake, 1995. Tsunami runup on Okushiri Island, Long-Wave Models, published by World Scientific, 249-257.

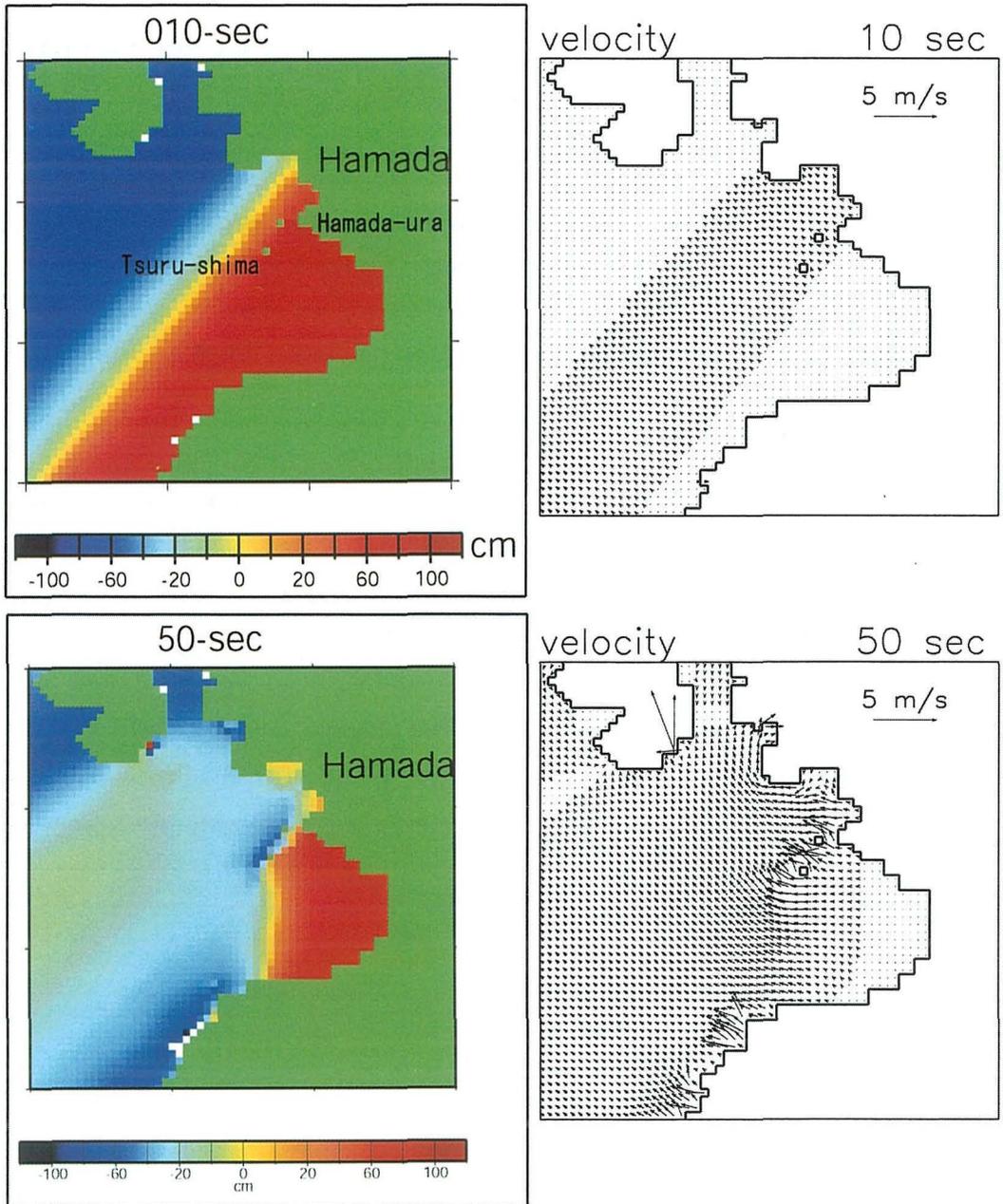


Fig. 4a. The snapshots of the tsunami heights (left) and velocity (right) at 10 and 50 seconds after the origin time of the pre-shock.

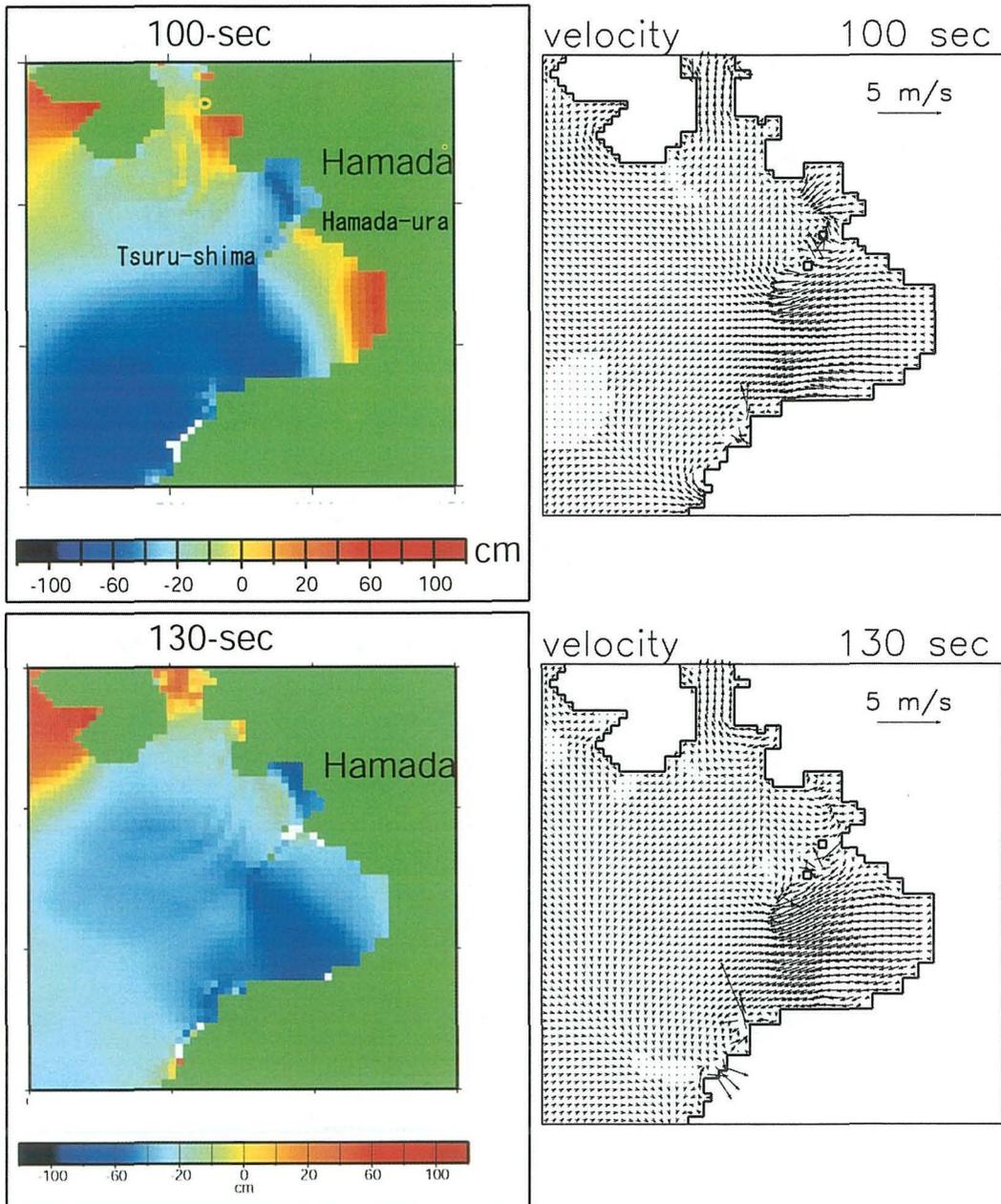


Fig. 4b. The snapshots of the tsunami heights (left) and velocity (right) at 100 and 130 seconds after the origin time of the pre-shock.

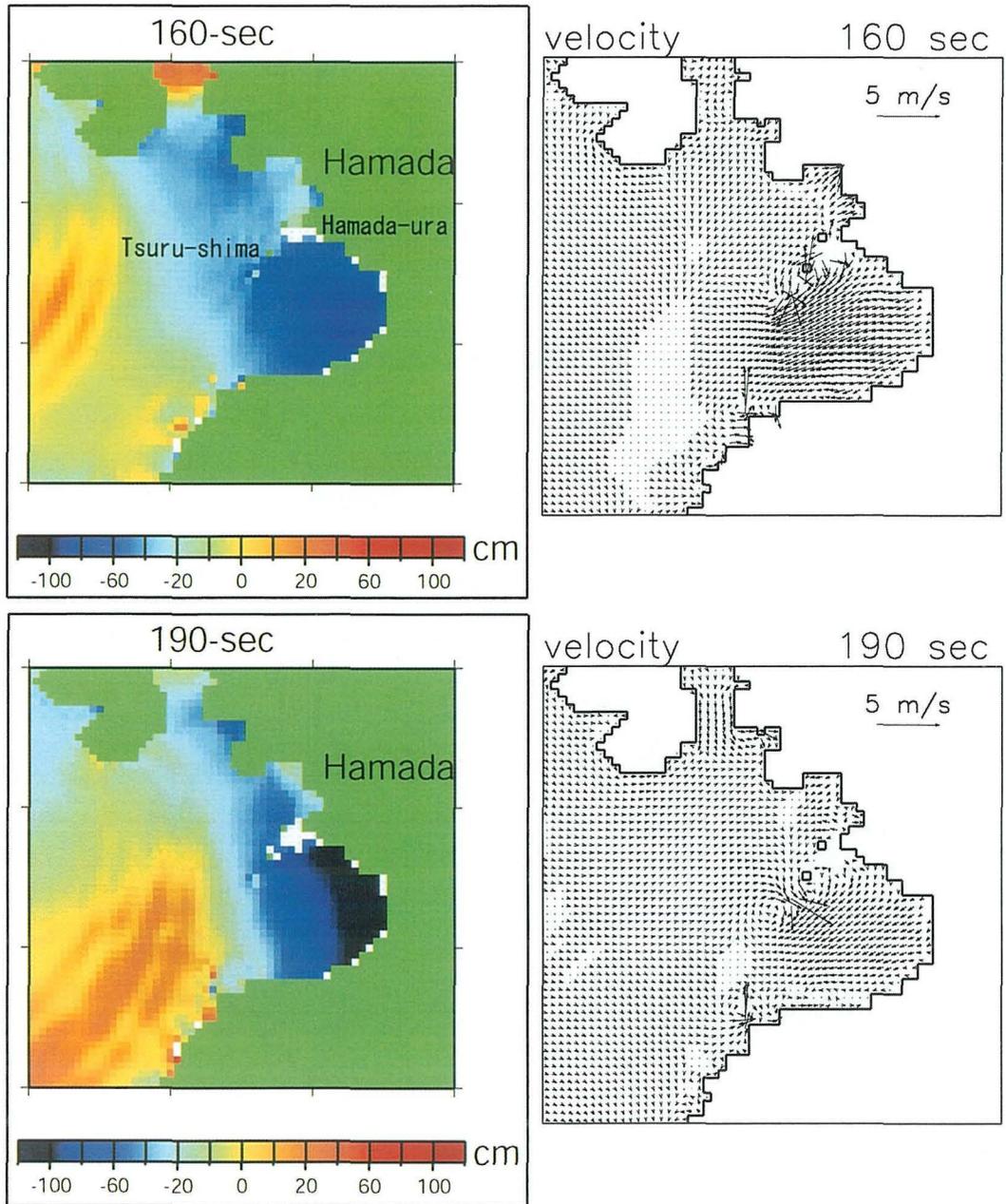


Fig. 4c. The snapshots of the tsunami heights (left) and velocity (right) at 160 and 190 seconds after the origin time of the pre-shock.

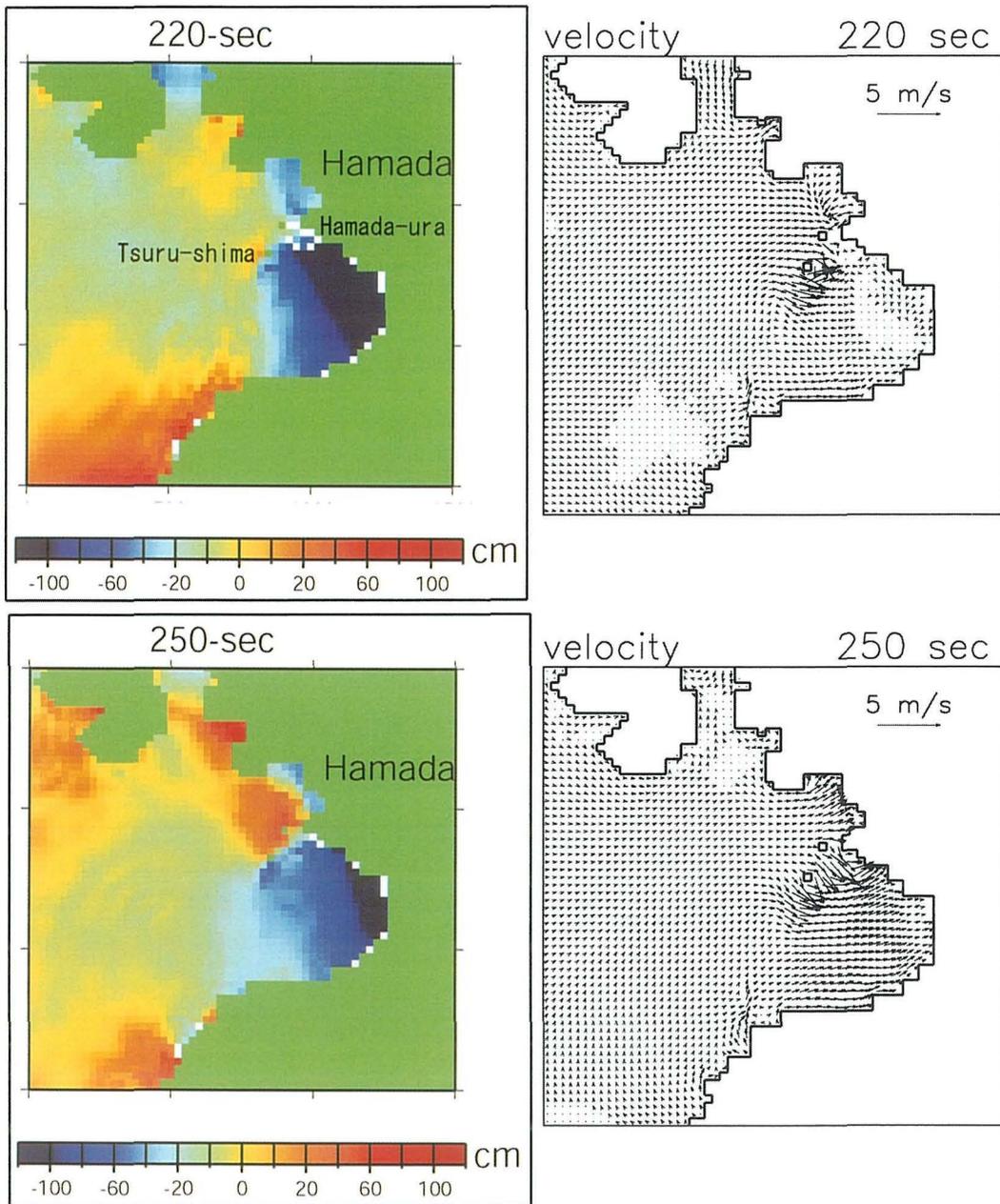


Fig. 4d. The snapshots of the tsunami heights (left) and velocity (right) at 220 and 250 seconds after the origin time of the pre-shock.