

仙台平野の堆積物に記録された歴史時代の巨大津波 -1611年慶長津波と869年貞観津波の浸水域-

澤井 祐紀¹⁾・岡村 行信¹⁾・宍倉 正展¹⁾・松浦 旅人¹⁾
Than Tin Aung¹⁾・小松原純子¹⁾・藤井雄士郎²⁾

1. 近年における仙台平野の津波被害

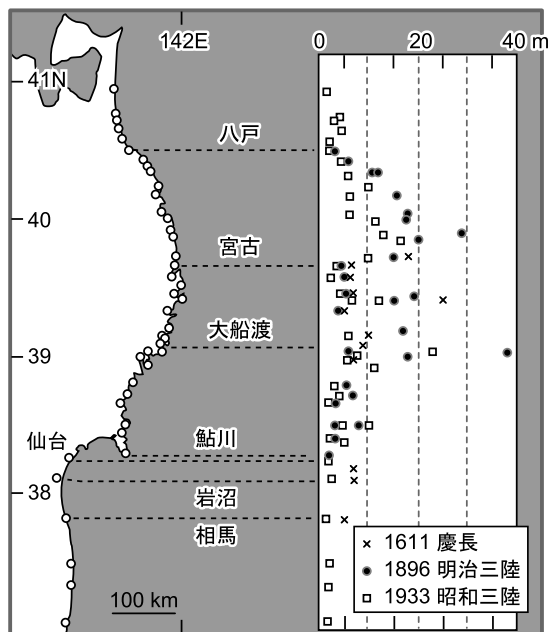
宮城県の仙台平野では、三陸海岸に比べて津波による被害が少ないと考えられている。例えば1933年3月3日の昭和三陸津波の際には、岩手県大船渡市で28m超の津波が観測されたのに対して、仙台平野では山元町磯地域での3.9mが最大だった。1896年明治三陸津波の際も同様に、大船渡市で38.2m(一説には50m以上)の津波が観測されたのに対し、仙台平野では5m以下であった(羽鳥, 1995; 第1図)。また、2005年8月16日に発生した宮城県沖地震の際には、宮城県で最大震度6弱を観測したが、津波は石

巻市鮎川で0.1mなど微弱なものであった。これらの近年における「仙台平野は津波被害が少ない」という認識に反して、歴史記録には巨大な津波が仙台平野を襲ったという記述がある。

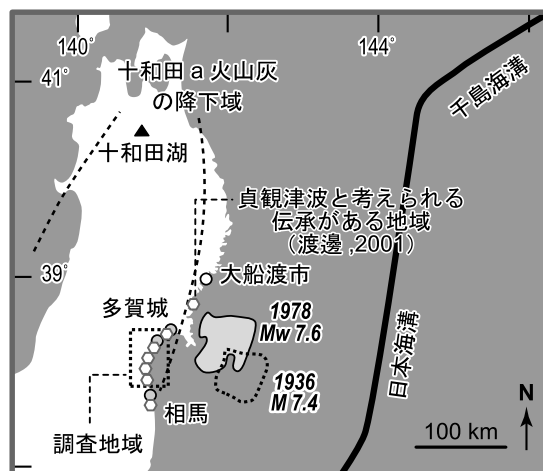
2. 歴史記録に残っている巨大津波

2.1 仙台平野を襲った貞観津波の歴史記録

平安時代に編纂された日本三代実録には、貞観十一年五月二十六日(西暦(ユリウス暦)869年7月9日)に関して以下のような記録がある。「陸奥国大地震動。流光如晝隱映。(中略)去海数千百里。浩々不辨其涯。俟矣。原野道路。惣為滄溟。乗船不漚。登山難及。溺死者千許。資産苗稼。殆無子遺焉」これは、陸奥の国において大地震が発生し、その後の津波によ



第1図. 1611年慶長津波, 1896年明治三陸津波, 1933年昭和三陸津波の津波波高. 羽鳥(1995)を改変.



第2図. 東北地方の地図. 貞観津波に関係する伝承が残されている地域, 十和田a火山灰の降下範囲を示した.

1) 産総研 活断層研究センター
2) 独立行政法人 建築研究所 国際地震工学センター

キーワード: 仙台平野, 津波, 津波堆積物, テフラ

第1表 江戸時代以降、三陸海岸に被害をもたらした近地津波¹.

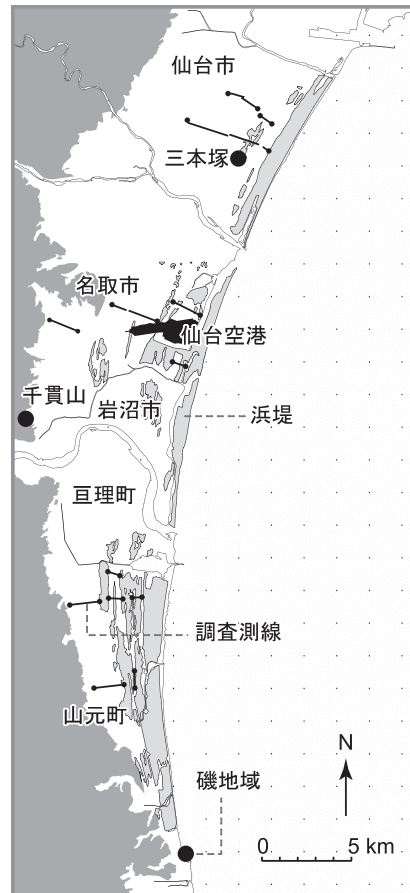
日本暦	西暦(ユリウス暦)	地震規模(M)	津波規模(m)	備考
慶長16年10月28日	1611年12月2日	8.1	3	巨大津波
延宝5年3月12日	1677年4月13日	8	2	三陸北部沖
享保2年4月3日	1717年5月13日	7.5	(1)	階上(気仙沼)小津波
宝暦12年12月16日	1763年1月29日	8	(1)	八戸・函館小津波
宝暦13年1月27日	1763年3月11日	7・3/4	(0)	八戸流船, 久慈大波
寛政5年1月7日	1793年2月17日	8・1/4	2	三陸南部沖
天保6年6月25日	1835年6月25日	7.4	2	宮城県沖
天保14年3月26日	1843年4月25日	8.4	2	根室沖, 八戸網屋流出
安政3年7月23日	1856年8月23日	8	2	三陸北部沖
文久元年9月18日	1861年10月21日	7.4	1	宮城県沖
明治27年	1896年3月22日	7.9	2	根室沖
明治29年	1896年6月15日	6.9	4	明治三陸
明治30年	1897年8月5日	7.7	1	三陸南部浸水被害56戸
昭和8年	1933年3月3日	8.1	3	昭和三陸
昭和27年	1952年3月4日	8.2	2	1952年十勝沖
昭和43年	1968年5月16日	7.9	2	1968年十勝沖

1. この表は、都司・上田(1995)をもとに作成したものである。地震規模・津波規模は、渡邊(1985)にしたがっているが、()の値は都司・上田(1995)による推定値。

て1,000名以上の溺死者がでたことを示している。この津波の浸水の様子は「原野道路、惣為滄溟(原野と道路が全て海ようになってしまった)。乗船不潔、登山難及(船に乗ることも、山に登ることもできなかった)。』という記述から、如何に大きなものであったか推察することができる。この被災した陸奥国の国府は、現在の多賀城市にあったとされているが、仙台平野中部の岩沼市にあったという説もあり、仙台平野が地震動および津波による浸水被害を受けたことは間違いないものの、その詳細は歴史記録だけで読み取ることができない。この地震に関係していると思われる伝承の記録は、茨城県、福島県、宮城県の沿岸部に広く残されている(渡邊, 2000, 2001など第2図)。

2.2 江戸時代に三陸海岸・仙台平野を襲った津波

江戸時代になると、地震・津波に関する歴史記録が豊富になる。江戸時代に三陸海岸を襲った5回の津波(慶長十六年(1611年), 延宝五年(1677年), 宝暦十二年(1763年), 寛政五年(1793年), 安政三年(1856年))を歴史記録から検討した都司・上田(1995)によれば、慶長津波はそれ以外の4回と比較して非常に大きく、明治三陸を上回るような規模であった(第1表)。記録によれば、宮城県岩沼市の阿武隈川沿いにある千貫山の麓に、慶長津波によって船が運ばれたらしい(第3図)。この千貫山の麓は当時の海岸



第3図 調査を行った測線の位置。空中写真で判読された浜堤列を横断するように測線を設けた。

から1里(約4km)であった。また、仙台市・三本塚の旧集落は慶長津波によって荒廃し、長く放置されたという記録もある。

我々は、以上のような歴史記録に残された津波・地震の正体を地質記録から明らかにするため、文部科学省「宮城県沖地震重点調査観測」の一環として、仙台平野において地形・地質調査を行ってきた。

3. 調査地域の地形

仙台平野は浜堤列が発達するタイプの沖積低地である。浜堤とは、波によって打ち上げられた砂礫が堤状に堆積した地形であり、高さは10cmから数メートル程度までである。複数の浜堤が発達したものを「浜堤列」と呼び、浜堤列の間には「堤間湿地」と呼ばれる湿地帯が形成される。津波などの地質学的イベントは、この堤間湿地の堆積物から見つかることが多い。なぜなら、閉鎖され安定した泥質物の堆積場である堤間湿地に、津波などによって砂浜から急激な異地性砂質堆積物の供給が起きた場合、その堆積物は堤間湿地の外に流出することなく「異常な堆積層(イベント堆積物)」として地層中に残されるからである。このような浜堤列と堤間湿地が発達するタイプの低地の例としては、北海道の霧多布湿原があり(写真1)、実際に多くの津波堆積物が発見されている(Nanayama *et al.*, 2003)。

現在の仙台平野は、地形的には浜堤列に相当する場所に集落が形成され、堤間湿地の多くが耕作され水田として利用されている。このことは、空中写真判読によって容易に確認することができるし、現在の地名も、今の水田地帯にはかつて大きな堤間湿地が広がっていたことを示している。例えば、山元町の「泥沼」「北泥沼」は堤間湿地に形成される湖沼からきた地名と考えられるし、亘理町の「長瀨」も湿地帯を連想させる。我々は、この浜堤列と堤間湿地を横切るような測線を設け、測線沿いに堆積物の採取を行った(第3図)。

4. 先行研究による古津波痕跡の発見とその問題点

我々の研究に先行する報告として、仙台市内において貞観津波の堆積物をはじめて発見したMinoura



写真1 北海道東部浜中町の霧多布湿原において見られる浜堤と堤間湿地。

and Nakaya (1990) や阿部ほか(1990)がある。また、貞観津波の堆積物を福島県相馬市で報告した菅原ほか(2001)がある。これらの報告は、歴史記録にある津波を地質学的アプローチから検討したという点で画期的であったが、貞観津波の浸水域を平面的に復元するに至らなかった。本研究はこの点を考慮し、仙台平野全域をカバーするように測線を設け、貞観津波の浸水域を精度よく復元することを目指した。

5. 津波堆積物の認定—貞観津波の堆積物—

堆積物の採取は、主にピートサンプラーとハンドオーガーを用いて行った。特に堆積相を観察したい場合は長さ2~3mの小型ジオスライサーを用いて連続堆積物試料を採取した。その結果、堤間湿地に相当する場所では、泥炭層の中に明瞭な火山灰層とその直下の石英質の粗粒~細粒砂層のセットを連続的に観察することができた(写真2)。

既存の津波堆積物研究をレビューした七山・重野(2004)によれば、津波堆積物の認定において以下の3点が重要とされている。それらは、第一に、洪水堆積物・ストーム堆積物との区別がされること、第二に、地殻変動や噴砂などの古地震学的証拠の随伴すること、第三に、古文書や伝承との整合性があること、である。また、津波堆積物の堆積学的・古生物学的特徴を論じた藤原(2004)によれば、津波堆積物は一般に上方細粒化の級化構造が見られるとしている。また、ストームでは運搬できないような深い場所からの堆積物の供給を示す化石が見つかった場合は、スト



写真2 仙台市内より得られた津波堆積物と十和田a火山灰。

ーム堆積物と津波堆積物の区別に化石が有効であることを指摘している。さらに、津波による長周期の波動を示す化石の集積構造がストーム堆積物との区別に重要であるとしている。

七山・重野(2004)、藤原(2004)の報告を参考に、仙台平野から得られた砂層の起源を考えると、火山灰層直下の砂層は貞観津波によって形成された津波堆積物であると考えられた。

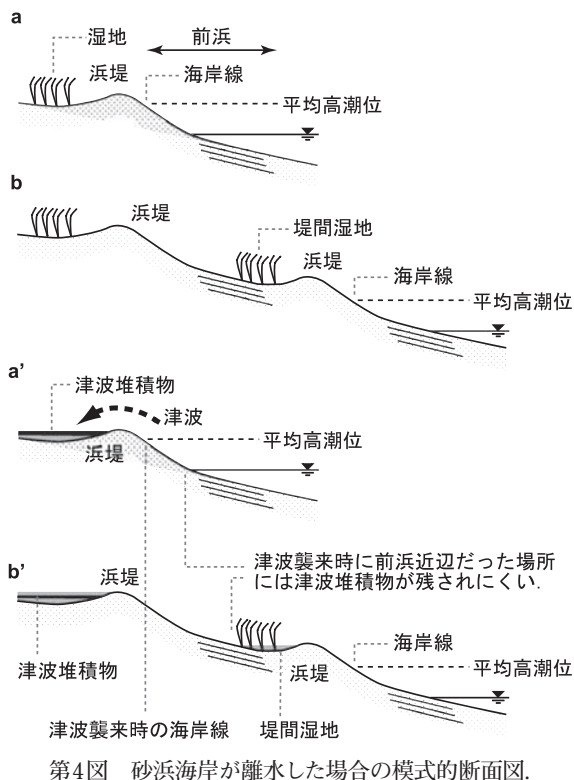
第一の理由として、この砂層は洪水堆積物やストーム堆積物とは考えにくいからである。火山灰層直下の砂層には海生生物の化石が豊富に含まれており、例えば沿岸域に生育する珪藻種である *Paralia sulcata* や *Thalassionema nitzschioides* などが優占する。また、前述のように砂層の鉱物組成は石英に富み、これは現在の海岸の砂と酷似している。以上の2点は、火山灰層直下の砂層が海の作用により運搬されたことを示しており、洪水堆積物の可能性は低いと考えられるのである。また、ストームは低地帯に広く砂を運

搬するとは考えにくく、この点も火山灰層直下の砂層が津波堆積物であることを支持している。さらに、海岸に近い地点から得られた砂層は顕著な級化構造をもっており、藤原(2004)の指摘する津波堆積物の特徴と調和的である。

第二の理由として、火山灰層との層序関係が挙げられる。本地域で得られた火山灰層は、広く灰白色火山灰(KHK)として仙台平野周辺の遺跡で報告されているものに相当する(後述)。この火山灰層は十和田a火山灰(西暦915年)に対比されていることから、問題の砂層は西暦915年より少し前に堆積したと推定される。この推定年代は、砂層の起源が西暦869年の貞観津波だとすると矛盾がない。調査測線において広く観察されるこの砂層の分布状態は、日本三代実録に記されている津波浸水の様子(原野と道路が全て海のようにってしまった)と整合的であり、この点においても、火山灰層直下の砂層は貞観津波によって形成された津波堆積物と考えられるのである。

6. 津波堆積物直上の火山灰層について

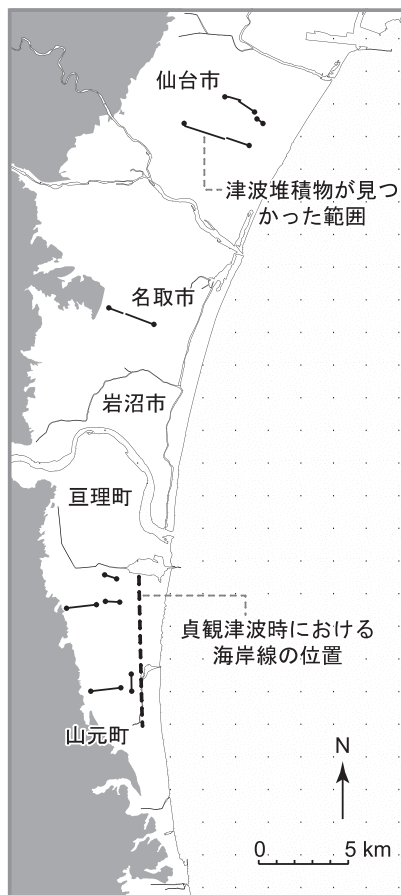
前述のように、貞観津波の津波堆積物を認定する際の重要事項として、火山灰層との層序関係がある。結論から言うと、この火山灰層は本研究の過程において十和田a火山灰に対比された。十和田a火山灰は10世紀頃の東北地方に広域テフラとして降下し、東北地域における後期完新世の時間面として用いられている(町田・新井, 2003; 第2図, 写真2)。この火山灰の降下年代に関して、以前は西暦869年という説もあった。例えば、多賀城跡、多賀城廃寺跡、陸奥国分寺跡で検出される火山灰土は灰白色火山灰(KHK)として記載され(白鳥, 1980)、西暦869年陸奥国大地震の翌年の整地事業(「日本三代実録」の貞観十二年九月十五日に関する記述より)に使われた盛り土とされてきた。しかしながら、この解釈は遺物の編年と矛盾があり、その後の土壌学的な検討によりKHKは盛り土ではなく降下火山灰層とされた(山田・庄子, 1981)。また、「日本三代実録」の文献的解釈の違いから、十和田a火山灰の降下年代を西暦869年とする説もある(伊藤, 1996)。これら「西暦869年説」に対して、平安時代末期に成立した歴史書「扶桑略記」の解釈や、年輪年代学的な検討(奈良国文化財研究所, 1990)が行われており、十和田a火山灰



は西暦915年に降下したとする説が今のところ有力である。

7. 津波襲来時における海岸線の位置

我々は、津波襲来時における海岸線の位置を推定することで、より正確な古津波・古地震の復元を目指した。過去の海岸線は、浜堤列の発達史から推定することができる。砂浜海岸の断面を考えた場合、寄せ波が遡上したり引き返したりするところが平均低潮位～高潮位にあたり、「前浜」と呼ばれる環境を形成している。そして、平均高潮位より上部には、砂礫が打ち上げられた堤状の地形(浜堤)ができる。さらにこの浜堤の背面には、若干の低まりがあることが普通である(第4図-a)。仮に、この砂浜海岸が隆起して基準面が下がったとすると、直ちに新しい浜堤が海側に形成され、過去の浜堤との間に堤間湿地ができる(第4図-b)。このような地形発達が巨大津波の前後で起きていたとすると、堤間湿地に記録されたある津波堆積物を詳細に追うことで、その津波時におけるおおよその海岸線の位置を推定することができる。例



第5図 貞観津波の堆積物が発見された場所と、推定された貞観津波襲来時の海岸線の位置。

えば、津波発生時に浜堤の後背地には津波堆積物が残され得るが、津波時に前浜近辺だった場所にはそのような堆積物は残されにくい(第4図-a')。先ほどと同様に、この砂浜海岸が隆起した場合、津波堆積物を記録していない前浜付近の環境が堤間湿地になり、「津波堆積物を記録している堤間湿地」と「津波堆積物を記録していない堤間湿地」が形成される(第4図-b')。これらの堤間湿地と浜堤列の位置をボーリング調査と空中写真判読で特定することにより、過去の海岸線を推定することができるのである。

8. 地質記録から推定された古津波の浸水範囲

8.1 貞観津波襲来時の海岸線と津波浸水域

前述の方法で貞観津波時の海岸線位置を推定したところ、山元町と巨理町において、貞観津波襲来時

の海岸線は現在より約1km内陸にあったと推定された(第5図)。一方、十和田a火山灰直下に認められる貞観津波の津波堆積物は、山元町と亘理町の調査測線沿いで、現在の海岸線からそれぞれ3km、4km内陸まで追うことができた。従って、貞観津波は仙台平野南部(山元町・亘理町)において、少なくとも2-3kmの遡上距離を持っていたということになる。

名取市、岩沼市、仙台市における調査測線では、当時の海岸線の位置を推定することができなかったが、現在の海岸線より4kmほど内陸まで津波堆積物を追うことができた。本地域における貞観津波は、名取・岩沼市では東北本線に沿って形成されている浜堤列を超えて砂質堆積物を残すことはなかった。仙台市における調査測線では、少なくとも仙台東部道路の仙台東IC付近にまで貞観津波の津波堆積物を追うことができた。

8.2 江戸時代に発生した津波の浸水域

山元町、亘理町における調査測線からは、十和田a火山灰より上位に津波堆積物と考えられる砂層が検出された。歴史記録から判断すると、この砂層は西暦1611年慶長津波によるものと推定される。この砂層は、現在の海岸線から500m程度内陸側に分布していることから、慶長津波は仙台平野南部においては昭和三陸津波や宮城沖地震より大きな浸水域を持っていたと考えられる。仙台平野北部から中部では、近年の土地改良の影響で最近数百年間の地層は欠損していることが多く、この津波堆積物を見つけることができなかった。

本研究は、堆積物の採取・観察を広域に行うことによって、貞観津波および慶長津波の浸水域を推定した。今後は、採取した試料の放射性炭素年代測定などを行うことによって、津波堆積物の対比、海岸線の位置のより詳しい復元などを目指していく予定である。さらに、復元した津波浸水域をシミュレーションで再現し、津波波高や津波の到達時間を推定することによって、津波防災に貢献したいと考えている。

謝辞：本研究は、文部科学省「宮城県沖地震重点調査観測」の一環として行われたものである。本研究を行う際、山元町役場、亘理町役場、名取市役所、宮城県庁、仙台市消防局のスタッフの方々、調査地に

おける地権者の方々には、本研究の趣旨を理解して全面的に協力していただいた。活断層研究センターの佐竹健治副センター長、株式会社シーマスの山木滋氏には、歴史津波の浸水域などについて助言をいただいた。復建調査設計株式会社の高田圭太博士には現地調査の際にお世話になった。記して感謝の意を表します。

引用文献

- 阿部 壽・菅野喜貞・千釜 章(1990)：仙台平野における貞観11年(869年)三陸津波の痕跡高の推定。地震, 43, 513-525。
藤原 治(2004)：津波堆積物の堆積学的・古生物学的特徴。地質学論集, 58, 35-44。
羽鳥徳太郎(1995)：岩手県沿岸における慶長(1611)三陸津波の調査。歴史地震, 11, 55-66。
伊藤一允(1995)：貞観十一年「陸奥国地大振動」と十和田火山についてのノート。弘前大学国史研究, 10, 89-104。
町田 洋・新井房夫(2003)：新編火山灰アトラス-日本列島とその周辺。東京大学出版会, 336pp。
Minoura, K. and Nakaya, S. (1990) : Trances of tsunami preserved in inter-tidal lacustrine and marsh deposits: some examples from northeast Japan. Journal of Geology, 99, 265-287。
七山 太・重野聖之(2004)：遡上津波堆積物概論-沿岸低地の津波堆積物に関する研究レビューから得られた堆積学的認定基準-。地質学論集, 58, 19-33。
Nanayama, F., Satake, K. and Furukawa, R., Shimokawa, K., Atwater, B.F., Shigeno, K. and Yamaki, S. (2003) : Unusually large earthquakes inferred from tsunami deposits along the Kuril Trench. Nature 424, 660-663。
奈良国立文化財研究所(1990)：年輪に歴史を読む-日本における古年輪学の成立。同朋社出版, 195pp。
白鳥良一(1980)：多賀城跡出土土器の変遷。宮城県多賀城遺跡調査研究所研究紀要VII, 1-35。
菅原大介・箕浦幸治・今村文彦(2001)：西暦869年貞観津波による堆積作用とその数値復元。津波工学研究報告, 18, 1-10。
都司嘉宣・上田和枝(1995)：慶長16年(1611), 延宝5年(1677), 宝暦12年(1763), 寛政5年(1793), および安政3年(1856)の各三陸地震津波の検証。歴史地震, 11, 75-106。
渡邊偉夫(1985)：日本被害津波総覧。東京大学出版会, 206pp。
渡邊偉夫(2000)：869(貞観11)年の地震・津波と推定される津波の波源域。津波工学研究報告, 17, 27-37。
渡邊偉夫(2001)：伝承から地震・津波の実態をどこまで解明できるか-貞観十一年(869年)の地震・津波を例として-。歴史地震, 17, 130-146。
山田一郎・庄子貞雄(1981)：宮城県に分布する新期の灰白色火山灰層について。日本土壌科学雑誌, 52, 155-158。

SAWAI Yuki, OKAMURA Yukinobu, SHISHIKURA Masanobu, MATSUURA Tabito, Than Tin Aung, KOMATSUBARA Junko and FUJII Yushiro (2006) : Historical tsunamis recorded in deposits beneath Sendai Plain -inundation areas of the A.D. 1611 Keicho and the A.D. 869 Jogan tsunamis-

<受付：2006年7月3日>