

1992年7月三陸沖津波と地震活動の推移

羽 鳥 徳太郎*

1. はじめに

1992年7月16日ごろから三陸はるか沖（岩手県宮古の約140km沖）に群発地震が発生し、月末ころまで継続した。この間、7月18日の最大地震 ($M=6.9$) で津波を伴い、北海道・東日本沿岸各地の検潮所で観測された。地震波のメカニズム解（石原・他, 1992）によれば、低角逆断層タイプの地震であった。また、今村ら（1992）から各地の津波記録が速報され、阿部・岡田（1992）が断層モデルを提示した。本稿では、同氏らが収集した検潮記録を用い、津波の規模・波源域などを解析し、過去周辺域で発生した津波と比較して特性の検討を加えたい。

三陸～福島県沖では、群発地震で津波を伴うことが多く（羽鳥, 1989）、今回の群発地震は、3年前の1989年10月～11月の地震に引き続いての活動である。前回の群発地震では、津波マグニチュードが $m=-1$ と $m=1$ の規模をもつ津波が2回発生した（羽鳥, 1991）。最近、三陸はるか沖では著しく地震活動が活発になり、津波が多発している。そこで地震活動の経過と波源域の位置との関連から、今後津波発生の可能性が予想される地域を考察してみる。

2. 1992年三陸はるか沖津波

三陸はるか沖群発地震のなかで、最大地震が7月18日17時36分ごろ発生した。気象庁の観測によれば、震央は $39^{\circ}23'N$, $143^{\circ}39'E$,

深さ0 km, 地震のマグニチュードは $M=6.9$ である。各地の震度は、震度3が石巻・酒田・八戸・大船渡・盛岡・青森・宮古・仙台であり、震度4に達した地点はない。地震直後、札幌・仙台両管区気象台から北海道太平洋沿岸から東北地方沿岸にかけて、津波注意報が発令された。

津波は北海道・東北地方沿岸の各検潮所で観測され、各管理機関のご好意で提供された検潮記録は31個所にのぼった。図-1 a, b は、主な記録例を示す。なお、最大波が観測された田老の記録は、最近東大地震研究所（つじ・他, 1992）が港内に設置した空気圧センサーを用いた津波計によるものである。表-1は、各地で得られた検潮記録の読取り値と管理機関を示す。三陸沿岸各地では、8分前後の周期で第1～2波目に最大波のところが多く、田老は全振幅105cmに達した。北海道沿岸では8～30cmの振幅で、襟裳岬周辺が大きい。なお、ロシアから提供された検潮記録によれば、Malo-Kurilsk（色丹島）で10 cm, クナシリ・エトロフ島ではノイズと重なり津波不明。

図-2は、最大全振幅値の分布を示したもので、1968年十勝沖地震の余震（6月12日）による津波と1989年11月2日岩手県沖津波のものと比べてある。いずれの津波も、田老～久慈間50kmの範囲で振幅がピークを示すパターンが共通する。これは、津波の指向性に加えて、この沖合で水深線が陸側に折れ曲がっており、波向線の屈折効果でエネルギーが集中するのであろう。

*元東京大学地震研究所

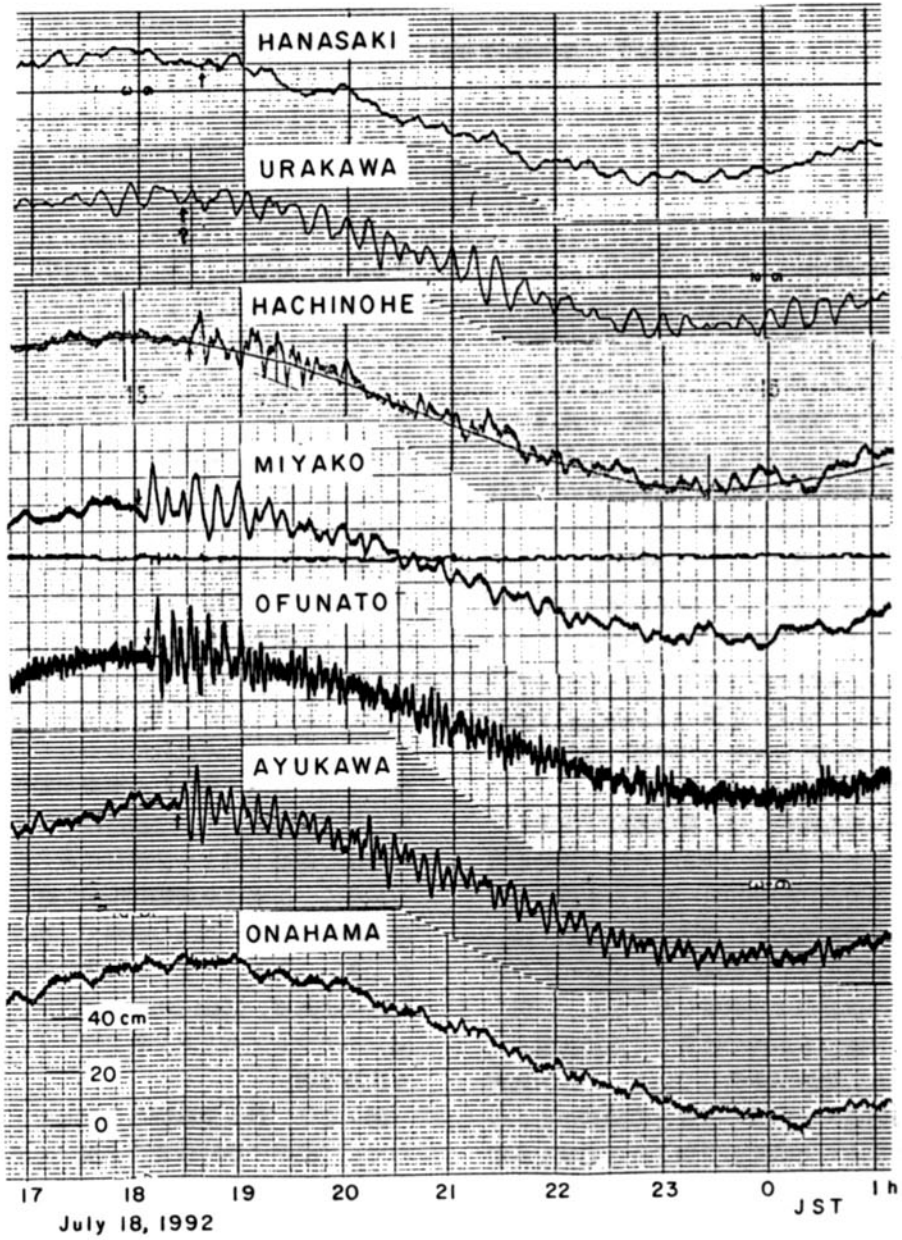


図-1 a 1992年7月18日三陸はるか沖地震津波の検潮記録

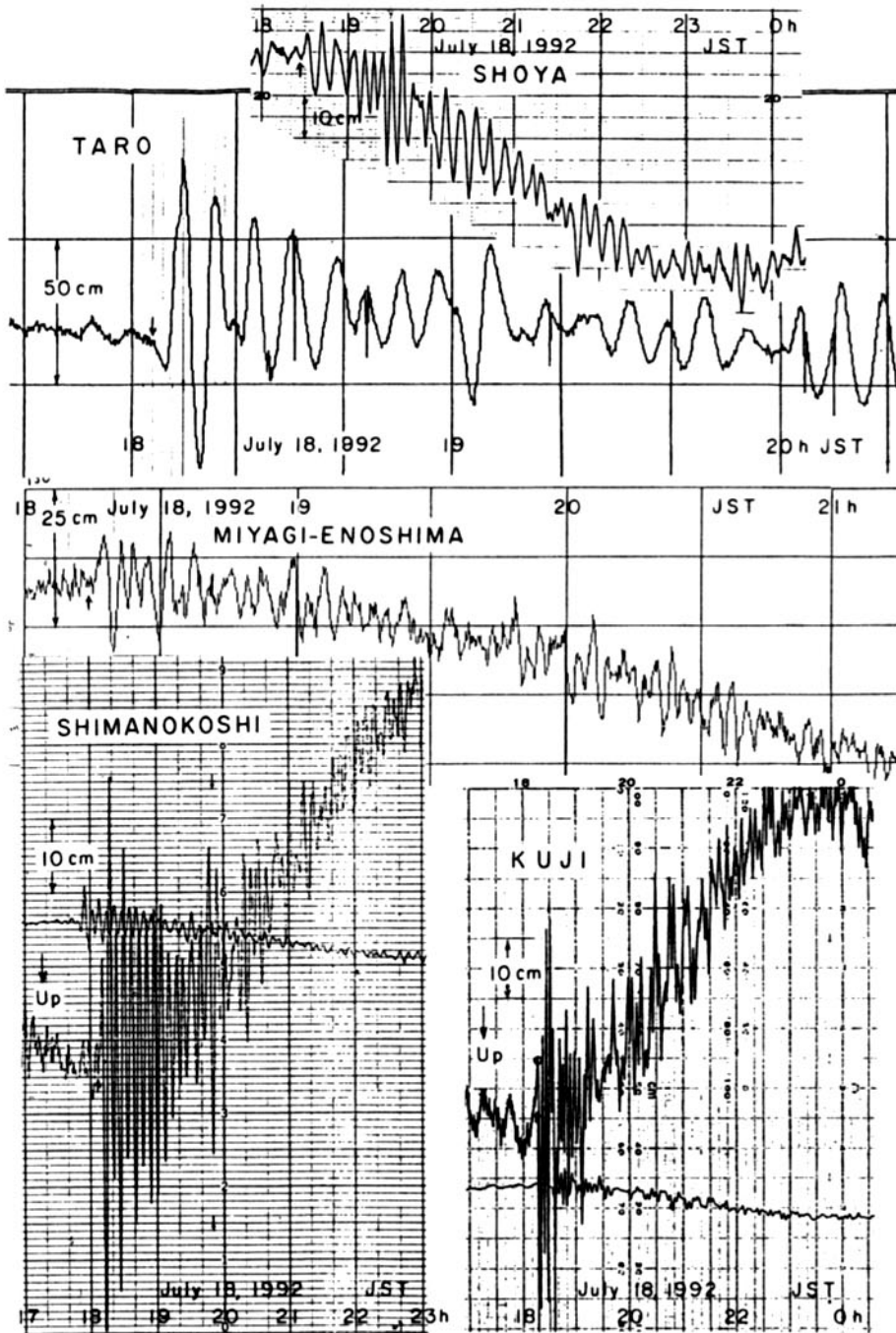


図-1 b 1992年7月18日三陸はるか沖地震津波の検潮記録

表-1 1992年7月18日三陸はるか沖地震の津波観測表

検潮所	第1波(初動)			最大波			所 属
	伝播時間	振 幅	周 期	τ	全振幅	片振幅	
	h m	cm	min	h m	cm	cm	
花 咲	59	3	13	18	8	4	気象庁
厚 岸	?				4	2	北海道開発局
釧 路	1 09?	4	25	3 37	5	3	気象庁
広 尾	54?	3	28	1 00	9	4	北海道開発局
庶 野	50	5	10	1 04	32	18	"
浦 河	49?	4	18	3 00	20	10	海上保安庁
森	1 26?	3	10	16	9	4	北海道開発局
函 館	?				11	5	気象庁
浅 虫	?						国土地理院
八 戸	54	12	11	6	18	11	気象庁
久 慈	38	-10	6	6	63	33	岩手県
島 ノ 越	28	-16	8	8	92	48	"
田 老	26	-10	6	6	105	63	東大地震研
宮 古	25	-4	9	9	22	16	気象庁
大 船 渡	32	-5	5	7	38	22	"
宮城江ノ島	38	8	4	3	20	8	東大地震研
鮎 川	47	8	8	10	29	14	気象庁
仙 台 港	1 22?	5	27	35	13	6	第二港湾建設局
相 馬	1 14	18	12	2 12	34	10	福島県
小 名 浜	?				7	4	気象庁
鹿 島	1 27?	3	38	2 45	9	4	第二港湾建設局
銚 子	?				4	2	気象庁
勝 浦	?				4	2	国土地理院

τ : 津波初動から最大波発現時間までの間隔

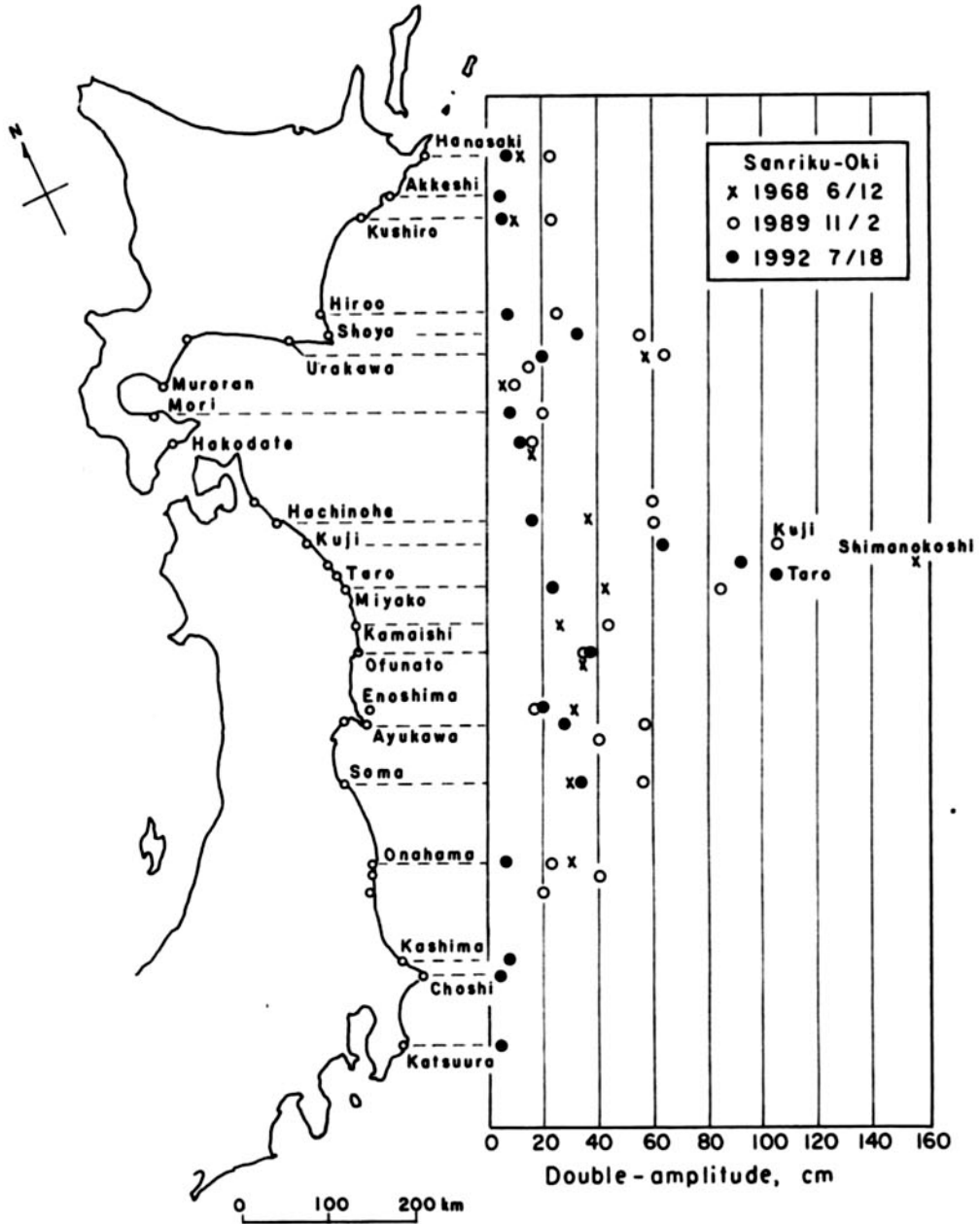


図-2 各津波の全振幅値の分布 (1968年十勝沖地震の余震による津波, 1989年岩手県沖津波, 1992年三陸はるか沖津波)

a) 津波マグニチュード

以上の観測データをもとに、筆者の方法(羽鳥, 1986)で図-3から津波マグニチュードを判定してみよう。ここで横軸に震央から観測点までの海洋上の最短距離 Δ 、縦軸には検潮記録上の最大全振幅をとる。振幅が Δ^{-1} で減衰するとして、2.24倍の刻みで津波マグニチュード(今村・飯田スケール, m)を区分してある。今回の津波は(黒丸)、田老・島ノ越・久慈の振幅が突出して大きい、 $m=0$ と格付けられる。この規模は、 $M=6.9$ の地震に伴う津波としてはほぼ平均的な値といえよう。

1989年群発地震における2回の津波データ(羽鳥, 1991)と比べると、10月29日の津波は $m=-1$ 、11月2日の津波は $m=1$ と格付けられ、今回の津波規模はその中間であった。

言いかえると、津波エネルギーにして5倍ほどの差があったことになる。

b) 波源域

11個所での検潮記録の伝播時間をもとに、逆伝播図の方法で解析した推定波源域は図-4のようになる。各観測点から作図した最終波面に、それぞれの伝播時間(分)を付記した。この結果によれば、波源域は南北に40 km、東西30 kmとなる。津波波形から求められた断層モデル(阿部・岡田, 1992)と比べ、やや小型であるが、津波マグニチュード($m=0$)から予想される大きさとしては、ほぼ標準的なサイズである。

今回の津波で特徴的なことは、大船渡～久慈間の5観測点で明瞭な引き波初動が記録されたことである(図-1 a, b)。図-4の各波面で、押し波初動を実線、引き波初動は破

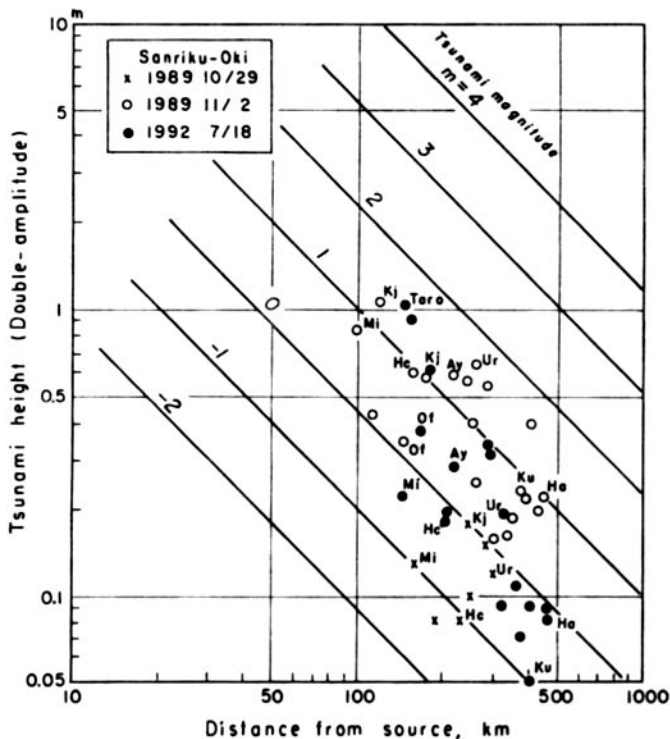


図-3 津波の最大全振幅値と震央距離の関係。津波マグニチュードで区分。Ay鮎川, Ha花咲, Hc八戸, Kj久慈, Ku釧路, Mi宮古, Of大船渡, Ur浦河

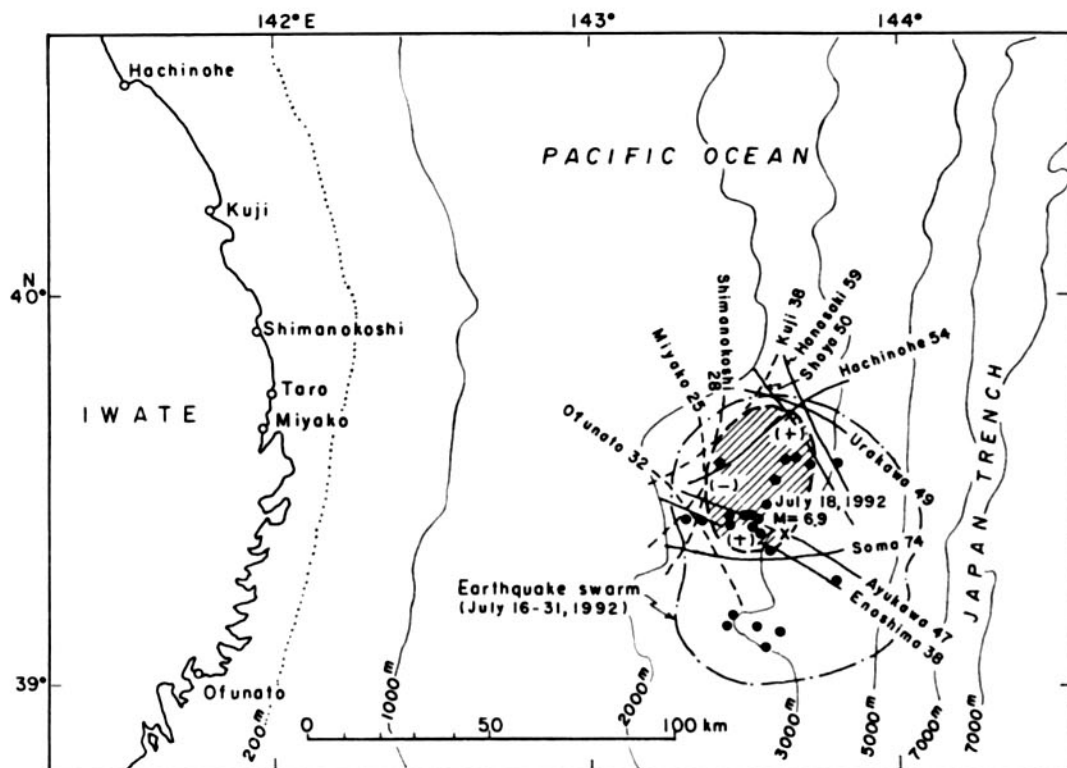


図-4 1992年7月18日三陸はるか沖津波の推定波源域
波面の数字は観測点の伝播時間(分)、鎖線は群発地震域を示す。

線で示した。津波初動の押し引き分布は、波源域の西側の海底が沈降、東側が隆起したことを示唆する。これは、地震波のメカニズム解(石原・他, 1992)で、典型的な低角逆断層タイプであった結果と調和する。

気象庁(1992)の観測によれば、7月16日から始まった群発地震は月末まで続き、有感地震回数は28回、総回数は1,881回であった。この間、活動のピークが3回あり、月末に震央分布が南部に移った。群発地震(7月16日~31日までの期間)は、図-4に鎖線で示す広い範囲に分布し、黒丸は比較的規模が大きい地震($M=5.0\sim 6.3$)の震央を示す。津波の波源域は、地震活動が最も稠密な北側の一部分を占めたことになる。

3. 地震活動の推移

今回の群発地震域は、図-5に示すように1989年の群発地震域の南部に重なり合う。そして津波の波形域が、1989年の2つの波源域に挟まれた中間に位置した。その結果、1989年群発地震域の北西と南東両端に、地殻の歪エネルギーが残存しているように思われる。さらに注目すべきことは、3つの波源域が1960年3月の地震($M=7.2$)の津波波源域(Hatori, 1969)と重なり、30年後に $M7$ 程度の地震が同じ地域に再発したことである。

図-6左は、1928年以降に岩手県沖で発生した津波の波源域分布を示し、斜線のものは1961年後の津波を表す。1989年群発地震域の北西側(A地区)には、1960年7月に小津波

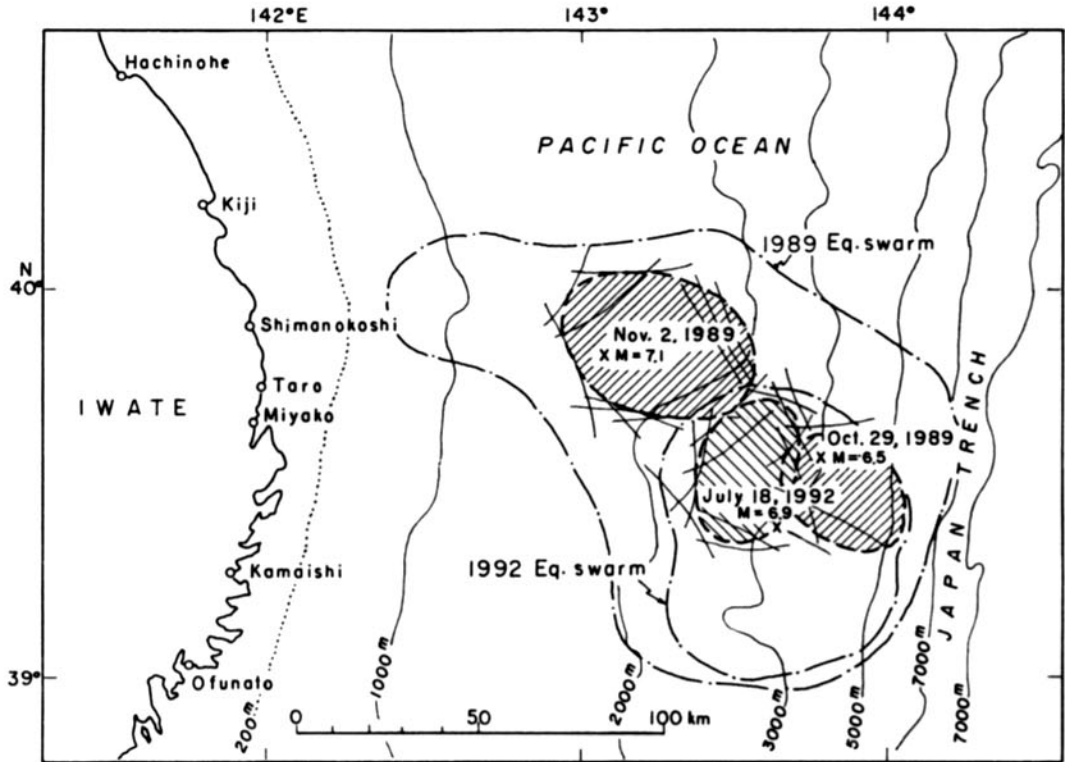


図-5 1989年と1992年の群発地震に伴う津波の波源域分布。
鎖線は各群発地震域を示す。

($m=-1.5$)が発生したことから、地殻の破壊がA地区へ伸びる可能性がある。さらに、破壊が下北半島沖(B地区)へすすむ懸念がある。この地区には、1901年と1945年に $M7.2$ 程度の地震があり、津波は小規模($m \leq 0$)であったが、地震動で八戸に甚大な被害をもたらした。B地区の範囲は、1901年と1945年津波の波源域(羽鳥, 1974)から想定してある。

一方、破壊が南東側にすすめば、C地区(1960年3月地震の余震による津波の波源域)から、南下がりD地区へ伸びることも考えられる。D地区は地震の観測データから空白域として注目されており、1897(明治30)年と1793(寛政5)年にそれぞれ $m=2$ と $m=2.5$ の被害津波が、100年の間隔で発生し

た波源域(羽鳥, 1987)であった。

図-6右は、1928年以降に岩手県沖で発生した津波のエネルギー累積経過を示す。津波はほぼ10年間隔で発生し、現在までの累積値は約 2×10^{20} エルグになり、宮城県近海の津波のものより2倍ほど大きい(羽鳥, 1991)。

4. むすび

検潮記録をもとに、1992年7月18日三陸はるか沖に発生した津波を解析した。久慈～田老間の振幅が局地的に大きく、田老で最大全振幅105cmに達したが、 $\Delta-H$ 図から津波マグニチュードは $m=0$ と判定される。波源域は南北方向40kmの長さに推定され、地震($M=6.9$)と比べ、津波の規模および波源域

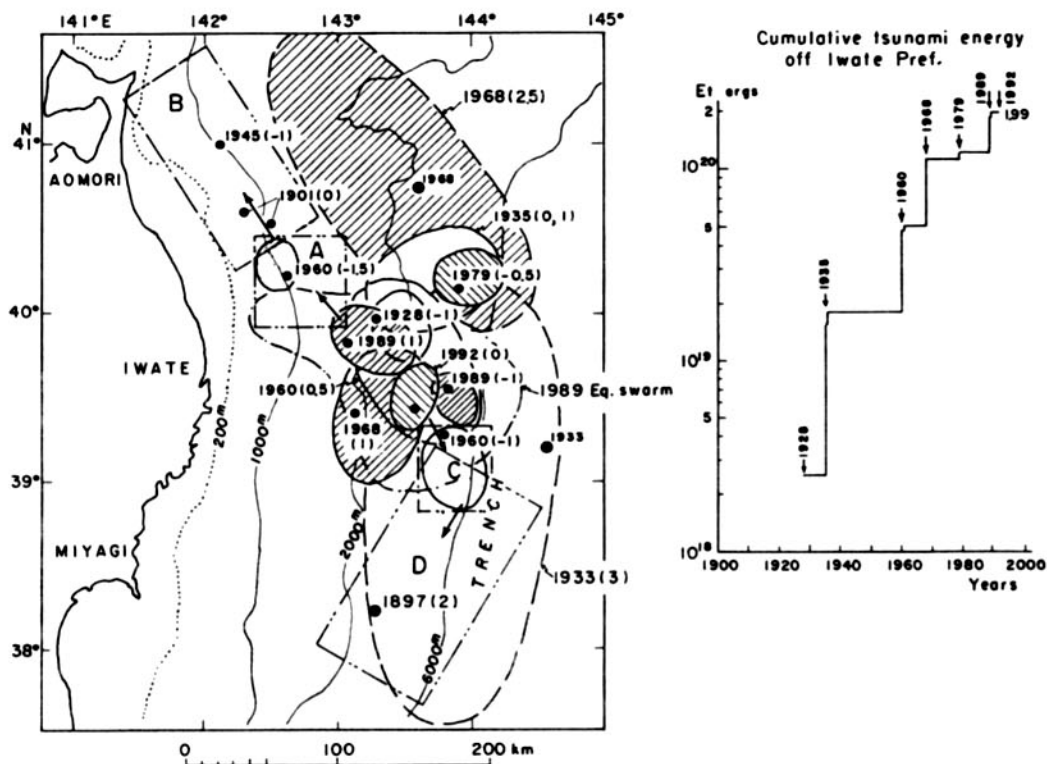


図-6 左図：岩手県沖における津波の波源域分布（1928～1992）と津波の予想発生域。カッコ内の数字は津波マグニチュード。右図：岩手県沖での放出津波エネルギーの累積推移。

のサイズは標準的である。また、三陸沿岸各地で明瞭な引き波初動が観測されたことから、波源域の西側の海底が沈降し、東側が隆起したことを示唆する。これは、地震波のメカニズム解による逆断層タイプのセンスと調和的である。

特筆すべきことは、今回の波源域が1989年群発地震に伴った二つの津波波源域の中間に位置し、しかも1960年地震 ($M=7.2$) による津波の波源域と重なり合うことである。さらに、1989年群発地震域の北西と南東の両端に1960年地震の余震で発生した津波の波源域が未破壊として残存している。このような地震活動のパターンが繰り返すとすれば、北西方向には久しく地震の静穏期が続く下北半島沖に、破壊が進行する可能性があろう。また

南側には、地震の空白域である宮城県沖の海溝沿いに中規模 ($m=2\sim 2.5$) の津波が発生する懸念がある。今後の地震活動の推移に注目したい。

謝辞：今回の三陸はるか沖群発地震に伴う津波の解析には、多くの検潮所管理機関から提供された記録を利用させて頂き、関係各位に深く感謝の意を表す。また検潮記録の収集にあたっては、東大地震研究所所司嘉宣助教授、日本歯科大学短期大学阿部邦昭教授ならびに東北大学工学部今村文彦講師の諸氏にたいへんお世話になった。併せて厚く御礼を申し述べる。

参 考 文 献

- 阿部邦昭・岡田正実, 1992: 津波波形から推定した三陸はるか沖地震 (1992. 7. 18) の断層モデル, 地震学会講演予稿集, No. 2, p.200.
- 羽鳥徳太郎, 1974: 東北日本太平洋側における津波の波源, 地震2, Vol.27, pp.321~337.
- Hatori, T., 1969: Dimension and geographic distribution of tsunami sources near Japan, Bull. Earthq. Res. Inst., Vol. 47, pp. 185~214.
- 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, 1987: 寛政5年(1793年)宮城沖地震における震度・津波分布, 地震研究所彙報, Vol.62, pp.297~309.
- 羽鳥徳太郎, 1989: 日本近海における余震・群発地震に伴う津波の特性, 地震2, Vol.42, pp.183~188.
- 羽鳥徳太郎, 1991: 1989年岩手県沖群発地震による津波—三陸沖の放出津波エネルギー, 津波工学研究報告, 東北大学, 第8号, pp.119~135.
- 気象庁地震火山部, 1992: 1992年7月地震火山概況, No.340, pp.2~9.
- 今村文彦・千田健一・長尾正之・首藤伸夫, 1992: 1992年7月18日三陸はるか沖地震津波の各地での記録, 地震学会講演予稿集, No.2, p.199.
- 石原 靖・菊地正幸・深尾良夫・山田功夫, 1992: 1992年三陸沖地震の震源時間関数, 地震学会講演予稿集, No.2, p.291.
- つじよしのぶ・加藤健二・市原美恵・大内和良, 1992: 空気圧式津波計および速度型地震計を用いた津波観測監視システムの構築, 地震学会講演予稿集, No.2, p.197.