

三陸沖歴史津波の規模の再検討

羽 鳥 徳太郎*

1. はじめに

日本近海で発生した津波について、規模を表すマグニチュードは、波源域に面した沿岸での波高と被害域の範囲を目安に、今村-飯田スケールで6階級に区分される。現在、各津波のマグニチュードの m 値は、津波カタログや理科年表に表示されている。この規模階級の区分を基準に、筆者(羽鳥, 1975)は三陸沖歴史津波のマグニチュードを検討した。その後、古文書類の新史料が見出されたり、現地調査で確度ある波高値が得られた地点がある(例えば、羽鳥, 1987; 都司・上田, 1995)。また、1611年の慶長三陸津波は、地震の規模と比べて津波が異常に大きい、「津

波地震」で起こされた可能性が指摘されている(都司, 1994; 渡辺, 1995a)。

一方、最近100年間の日本近海の津波データをもとに、筆者(羽鳥, 1986)は震央距離と津波波高との関係図から、津波マグニチュードを定量的に判定する経験式を示した。本稿では、1600年以降江戸時代における三陸沖の歴史津波を対象に、同方法を適用して津波マグニチュードを再検討してみた。そして地震の規模との関連で、歴史津波の規模を近年の津波と比べて考察した。

2. 波高データ

表-1には、三陸沖歴史津波(1611~1861

表-1 三陸沖歴史津波の表(1611~1861年)

発 生 年	震 源 沖	震 央		マグニチュード		文 献
		N	E	地 震 M	津 波 m	
1611 Ⅱ 2 慶長 16 X 28	三陸沖	39.0°	144.4°	8.1	3.5 (4)	1), 2), 3), 4), 15)
1677 Ⅳ 13 延宝 5 Ⅲ 12	三陸北部沖	41.0°	142 1/4°	7.4 (7.8)	2.5 (2.5)	2), 3)
1678 X 2 延宝 6 Ⅳ 17	岩手県沖	39.0°	142.5°	7.5	- (0?)	
1717 V 13 享保 2 Ⅳ 3	宮城県沖	38 1/2°	142 1/2°	7.5	1	5)
1763 I 29 宝暦 12 Ⅱ 16	三陸北部沖	41.0°	142 1/4°	7.4 (7.8)	2.5 (2)	2), 3)
1763 Ⅲ 11 宝暦 13 I 27	余震	41.0°	142.0°	7.3	0 (1)	3)
1772 VI 3 安永 1 V 3	岩手県沖	39.5°	143.5°	7.5	1	6), 7), 8)
1793 Ⅱ 17 寛政 5 I 7	宮城県東方沖	(38.5°	143.5°)	8.2 (7.8)	2.5 (3)	1), 2), 3), 9), 10), 11)
1835 Ⅶ 20 天保 6 VI 25	宮城県沖	(38.0°	142.0°)	7.0 (7.5)	1.5	2), 12)
1855 IX 13 安政 2 Ⅴ 3	宮城県沖	38.1°	142.0°	7.3	- (1?)	
1856 Ⅷ 23 安政 3 Ⅶ 23	三陸北部沖	41.0°	142 1/4°	7.5 (7.9)	2.5 (2.5)	1), 2), 3), 13)
1861 X 21 文久 1 IX 18	宮城県沖	(38.2°	142.0°)	6.4 (7.4)	1	2), 14)

m : 津波マグニチュード、カッコ内の値は本研究による。

文献 : 1) 相田(1977), 2) 羽鳥(1975), 3) 都司・上田(1995), 4) 渡辺(1995b) 5) 都司(1987), 6) 宇佐美・佐藤(1987), 7) 中村・他(1987), 8) 羽鳥(1999), 9) 羽鳥(1987), 10) 今村・他(1989), 11) 渡辺(1994), 12) 渡辺(1991), 13) 羽鳥(1973), 14) 渡辺(1993) 15) 羽鳥(1995)

年)のリストを示す。ここで震央と地震のマグニチュード M は、宇佐美(1996)の被害地震総覧から引用したが、津波データから推定される震央と M 値をカッコ内に示す。津波マグニチュードについては、後述する方法で得た値をカッコ内に示した。なお、1717年宮城県沖地震は、近年津波記録が見出された(都司, 1987)。1678年岩手県沖地震と1855年宮城県沖地震には津波記録がないが、地震の規模($M7.3 \sim 7.5$)から判断して津波を伴った可能性があるため、表に追加した。また1772年岩手県沖地震は、震央が岩泉付近の内陸に訂正されたが(宇佐美・佐藤, 1987; 中村・他, 1987)、津波記録を重視して(羽鳥, 1999)に付記してある。

表2~6には、前調査(羽鳥, 1975)に新史料を加えた波高値(平均海面上の高さ)と都司・上田(1995)による痕跡値を併記して

表-2 1611年慶長三陸沖津波の波高

地名	羽鳥 (1975, 95)	都司・上田 (1995)
	m	m
浦河	2-3	
田老	15-20	21
宮古	6-8	7-8
宮古千徳		5.1
藤原		7
磯鷄	6-7	7
津軽石	7-8	
山田関谷	6-7	7.9
山田霊堂		8.1
織笠	5-6	
小谷鳥	20-25	
船越	10-12	>7
大槌	5-6	10?
根白	8-10	
越喜来	8-10	
高田今泉	5-6	
仙台霞の目	6-7	
岩沼	6-8	13
相馬中村	4-5	

表-3 1677年延宝三陸沖津波の波高

地名	羽鳥 (1975, 95)	都司・上田 (1995)
	m	m
久喜	2	
野田	4-5	
攝待	2-3	
田老	2-3	
宮古	2-3	2
鍛ヶ崎	3-4	3
磯鷄	2-3	
高浜	4-5	4
金浜	4-5	5
津軽石	4-5	3
赤前	5-6	4
山田	2-3	4.1
大槌	3-4	2.8
小名浜		1

表-4 1763年宝暦三陸沖津波の波高

地名	羽鳥 (1975, 95)	都司・上田 (1995)
	m	m
函館	1-2	1
八戸	2-3	1-2
大蛇(階上)	1-2	
久慈	2-3	1
宮古	2	1
赤前	3	
釜石	1	
余震による津波(1763年3月11日)		
八戸	1-2	
久慈	1-2	

示す。各地の津波記録には、浸水面を示す具体的な記述は少なく、波高値は現地調査で地形や被害状況をふまえて推定されたものである(詳細については、表-1に付記した文献を参考されたい)。1793年の寛政宮城県東方沖津波と1856年の安政三陸北部沖津波の記録は、近年の史料調査から「新政日本地震史料4巻(1984)と5巻(1985)、東大地震研

表-5 1793年寛政宮城県沖津波の波高

地名	羽鳥 (1987)	都司・上田 (1995)	地名	羽鳥 (1987)	都司・上田 (1995)
	m	m		m	m
青森県			宮城県		
八戸	1-2		気仙沼	3-4	
			雄勝	3	
岩手県			出島	2	
宮古	2		鮫ノ浦	5	
藤原	2		小湊	4	
磯鶏	2		東宮・代ヶ崎	2	
大沢	2		松ヶ浜	2	
飯岡	2				
山田	3-4	2.6	福島県		
織笠	3		原釜	4	
大浦	2		松川浦	1-1.5	
田ノ浜	3-4		相馬磯部	3	
船越	3		蒲庭	3	
吉里吉里	3		請戸	3	
大槌	3	2.4-2.7	小名浜	2	
片岸	3				
箱崎	3				
両石	4-5	9			
水海	4				
釜石	3				
平田	3				
綾里	5				
大船渡	3				
長部	3	4.6			

究所編, (社)日本電気協会刊行」に多数収録されている。

3. 波高分布

主な歴史津波について、発生域別に近年の津波の波高分布と比較してみよう。図-1には、慶長(1611)・明治(1896)・昭和(1933)の三大三陸津波の波高分布を示す。慶長津波の波先は、河川流域や谷沿いで明治三陸津波より内陸深く遡上した史料や伝承がある。浸水域が広域であり、田老・山田町小谷島では遡上高が20mを超えたとみなされている。

もう一つ慶長津波の特徴的なことは、宮城県南部沿岸で遡上高が高いことである。岩沼では阿武隈川に遡上して千貫松(河口から約12km上流)に達した伝承があり、波高は10mを超えている。また、仙台市若林区霞目(仙台新港付近)まで平野深く遡上し、波高は6~7mと推定される。昭和三陸津波の場合は、宮城・福島沿岸で波高は2~3mにとどまった。

1977(延宝5年)1763(宝歴12年)・1856年(安政3年)の各三陸北部沖津波の波高分布(図-2)は、1968年十勝沖津波と類似している。岩手県南部沿岸の波高が大きいが、

表-6 1856年安政三陸沖津波の波高

地名	羽鳥 (1975,98)	都司・上田 (1995)	地名	羽鳥 (1975,98)	都司・上田 (1995)	地名	羽鳥 (1975,98)	都司・上田 (1995)
北海道	m	m	山田	2.2	2.3	宮城県	m	m
厚岸	1-2		織笠		2.3-2.6	只越	4	
浦河	2		田ノ浜		5.1-5.6	唐桑	2	
伊達	2		大浦	2		大島	2	
室蘭	2		小谷島	3		気仙沼	2.5	
八雲	2		船越	5	4	松岩	1-2	
白尻	3		吉里吉里	4.5		階上	2	
般法華	3		大槌	3	3.5	歌津	3	
函館	3		安渡		3.5-3.9	志津川	3	
上磯	1.5		室ノ浜	4		大指	3	
青森県			大槌片岸	4		十三浜	1-2	
大畑	4		桑ノ浜	4		雄勝	3.3	
青森安方	1-2		岡石	5		寄磯	1-2	
百石	4		釜石	3	3.0-3.7	谷川	4	
八戸	3-4		平田	3		新山浜	1-2	
岩手県			箱崎	3		鮎川	3	
種市	4		箱崎白浜	3		十八成	2	
久慈待浜	3		吉浜	4		小淵	3	
野田	6		越喜来	3		給分浜	3	
久喜	3		綾里	4.5		大原	3	
田老	4	3.8	大船渡	2-3				
宮古		2	赤碓	3				
鍛ヶ崎	4	3	小友	3				
高浜		4	勝木田	3				
金浜		5	浜田	3				
津軽石		3	沼田	3				
赤前		4	高田今泉	2-3				
大沢		3.0	長部	4-5	4.4			

細かく比べると相違点がある。1856年津波は函館・白尻など渡島半島東岸で床上浸水(約3mの波高)が記録されているが1968年津波の波高は2m以下で陸上での被害は生じなかった。1763年津波では八戸で田畑に浸水したが、白銀・湊・大蛇(階上)・久慈では漁船の被害のみが記録されている。波高は2~3m程度と推定され、他の津波より下回ったようだ。

1793年(寛政5年)・1897年(8月5日)・

1978年(6月12日)の各宮城県沖津波の波高分布(図-3)は、1793年津波の調査(羽鳥, 1987)から再録して示す。1793年・1897年津波の波源域は、宮城県東方沖の海溝付近と推定されている(図-7)。1793年津波の波高は綾里・牡鹿半島の鮫ノ浦で5m, 両国では6mを超えたが、1897年津波では3m程度であった。それに対して、宮城県近海に発生した1978年津波では、気仙沼・女川で最大全振幅値は1.2m, 陸上での影響はなかった。

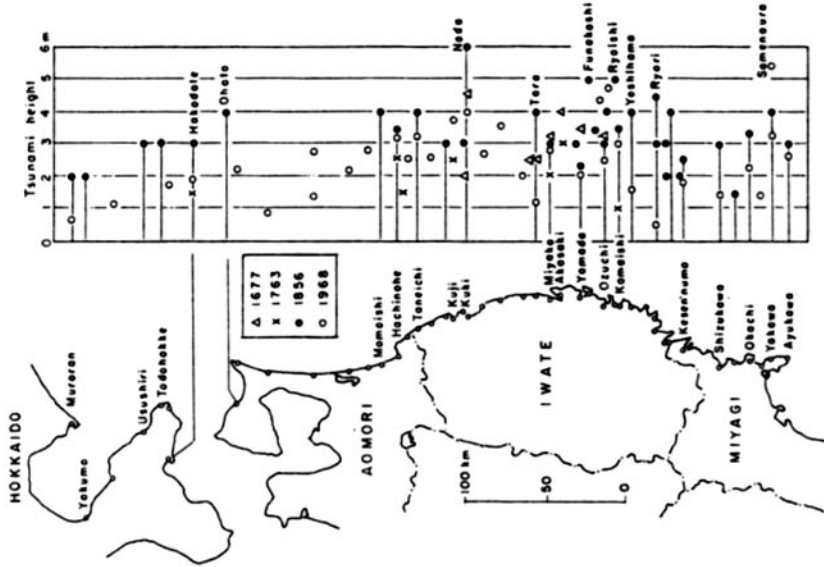


図-2 延宝(1677)・宝暦(1763)・安政(1856)三陸北部沖津波および1968年十勝沖津波の波高分布。

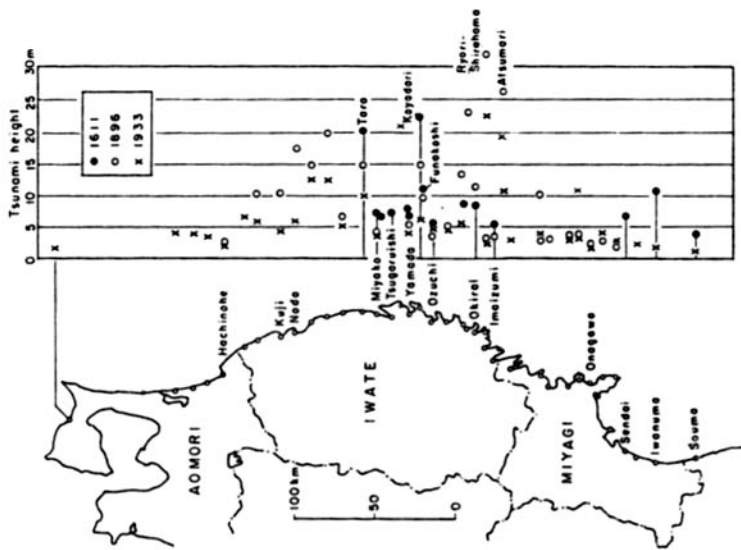


図-1 慶長(1611)・明治(1896)・昭和(1933)三陸津波の波高分布。

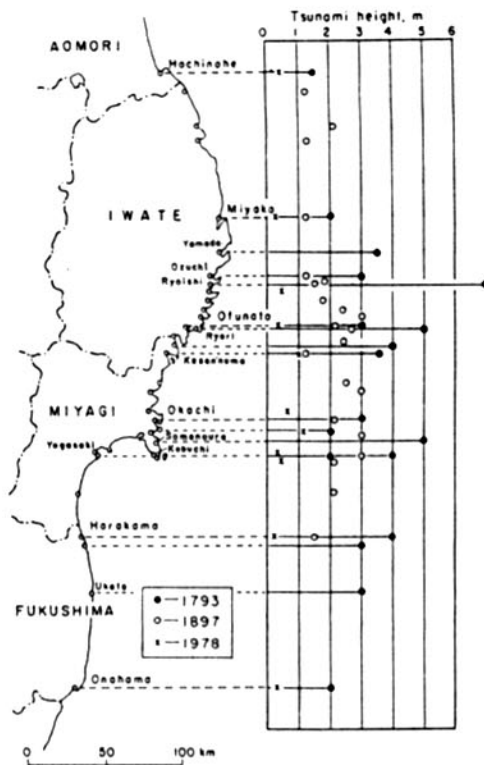


図-3 寛政(1793)・明治(1897年8月5日)宮城県東方津波および1978年宮城県近海津波の波高分布。

4. 津波マグニチュードの判定

筆者(羽鳥, 1986)による津波マグニチュードの判定方法は、両対数グラフ上で横軸に震央から観測点までの海洋上の最短距離 Δ をとり、縦軸には遡上高(平均海面上)または検潮記録の最大全振幅値をとる。津波の規模スケールは、波高 H が距離 Δ^{-1} に比例して減衰するとみなし2.24倍の刻みで区分される。そして最近100年間の津波データから、津波マグニチュード m 値を判定する次の経験式が得られた。

$$m = 2.7 \log H + 2.7 \log \Delta - 4.3$$

(単位 H : m, Δ : km)

図4~5は、歴史津波の規模の判定例を示したもので、以下に解説を加えよう。

1611年慶長三陸津波の場合では(図-4上図)、小谷島・田老・岩沼の波高が突出する

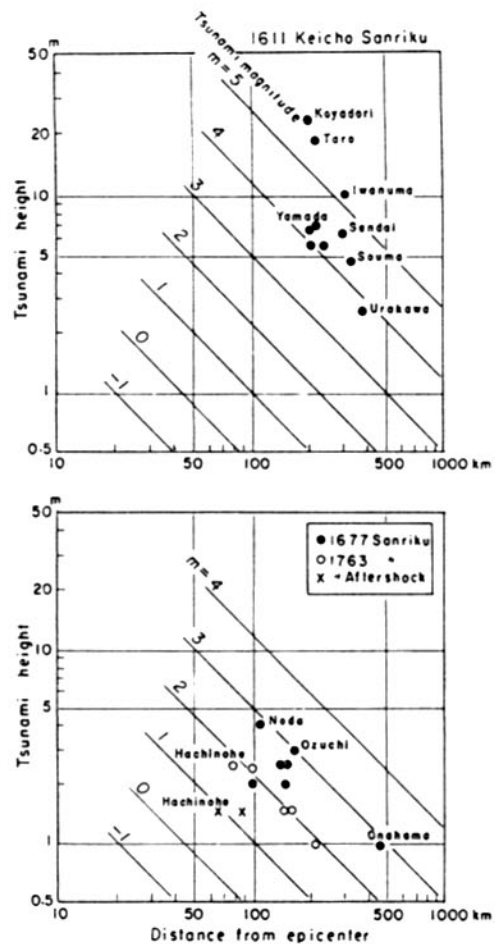


図-4 津波波高と震央距離の関係・津波マグニチュードで区分。上図: 1611年慶長津波, 下図: 延宝(1677)宝暦(1763)津波と余震による津波。

が、津波マグニチュードは前報の値(羽鳥, 1995)よりやや大きく $m=4$ と推定され、三陸沖の最大級の津波といえる。

図-4下図には、1677年(延宝5年)・1763年(宝暦12年)の三陸北部沖地震による津波のマグニチュード判定図を示す。両地震とも震央は下北半島東方80km沖(41.0° N, $142.1/4^\circ$ E)とされており、図の横軸にはこの震央から観測点までの距離を示した。その結果、1677年津波のマグニチュードは従来通り $m=2.5$ と推定される。しかし、1763年津波のマグニチュードは下回り、 $m=2$ となる。なお1763年地震の余震には津波を伴い、

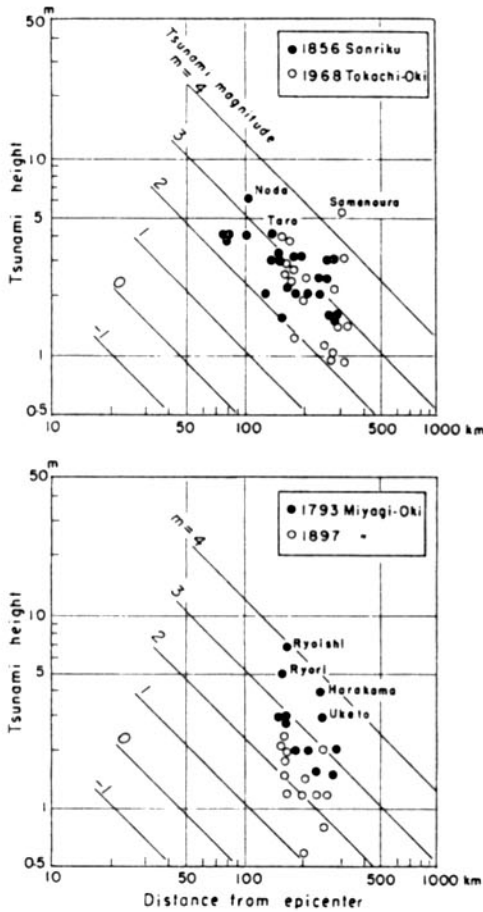


図-5 津波波高と震央距離の関係・上図：安政(1856)・1968年十勝沖津波，下図：寛政(1793)・1897年宮城県東方沖津波。

八戸と久慈で流破線が記録されている。波高を1~2mとみなすと、マグニチュードは $m=1$ と推定できよう。

図-5上図には、1856年安政三陸北部沖津波と1968年十勝沖地震の観測地を示す。なお、1856年地震の震央は 41.0°N 、 $1421/4^{\circ} \text{E}$ にとった。両津波のマグニチュードにほとんど差がなく、従来通り $m=2.5$ と推定される。

図-5下図には、1793年宮城県東方沖津波と1897年8月5日の宮城県沖地震($M=7.7$)による津波の観測地を示す。1793年津波では両石の波高が突出するが、マグニチュードは $m=3$ と推定され、1897年津波は従来通

り $m=2$ となる。

なお、震央距離によらない波高分布から m 値を求める判定方法によれば、1611年慶長津波は $m=3.5$ 、1793年津波は $m=2.5$ と得られており(羽鳥, 1987, 1995)、判定方法でマグニチュード値に0.5の差がでている。

その他の歴史津波のデータ(表-1)を加え、津波マグニチュード m と地震の規模 M との関係は図-6に示すようになる。ここで、1677年・1763年・1856年地震の規模は、震度分布から $M7.4 \sim 7.9$ とした。地震のマグニチュード値に不確定さがあるが、歴史津波の規模は近年100年間の津波データから得た次の経験式(羽鳥, 1996)で表される。

$$m = 3.03M - 21.73$$

1611年慶長津波のマグニチュードは、地震の規模と比べて1階級(波高にして約2倍)ほど大きいのが、1896年明治三陸津波ほど突出していない。

5. むすび

1611年の慶長三陸津波以降、江戸時代の三陸沖歴史津波を対象に波高値を収集し、震央距離との関係図から津波マグニチュードを検討した。その結果、各津波のマグニチュード値は、従来の値とあまり変更はない。地震の規模と津波のマグニチュードとの関係は、近年100年間の津波データから得られた経験式で表され、1896年三陸津波のような特異な津波は見当たらなかった。

ここで、さきに筆者(羽鳥, 1975)が示した歴史津波の推定波源域(斜線)の分布に、近年の津波のものを重ねて図-7に示す。それぞれの震央に、発生年と地震のマグニチュード M 値を付記した。分布パターンは前報とほとんど変わらないが、1677年・1763年1856年の三陸北部沖津波の波源域は、震央の位置を重視して1968年十勝沖津波より約30km西方にずらしてある。

また、1763年地震の全震に伴う津波と、1772年岩手県沖津波の波源域を追加して示した。歴史津波の波源域は近年の津波と折り

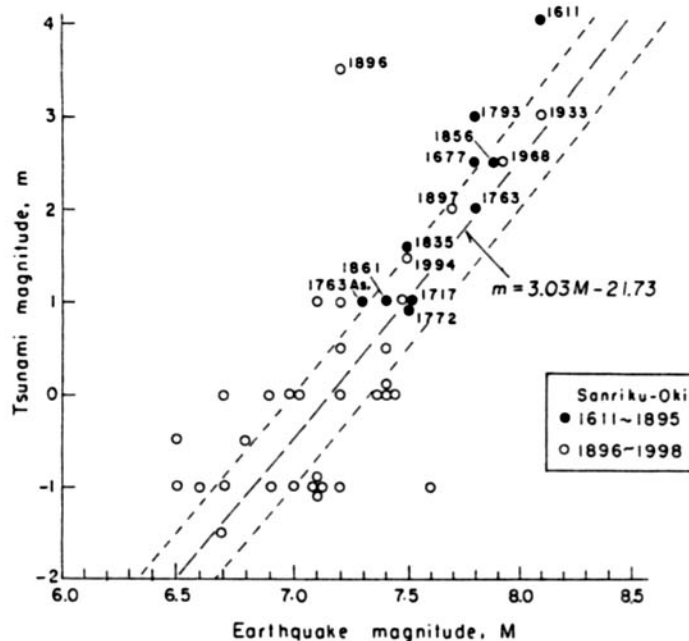


図-6 三陸沖における地震緒規模 M と津波マグニチュード m の関係。

重なる形になり、発生のインターバルを考えると、今後下北半島近海と宮城県東方沖に注目したい。

参 考 文 献

- 相田 勇, 1977: 三陸沖の古い津波のシュミレーション, 地震研究所彙報, vol.52, pp.71 - 101.
- 羽鳥徳太郎, 1973: 安政3年(1856年8月23日)八戸沖津波の規模と波源域の推定, 地震2, vol.26, pp.204 - 205.
- 羽鳥徳太郎, 1975: 三陸沖歴史津波の規模と推定波源域, 地震研究所彙報, vol.50, pp.397 - 414.
- 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)宮城県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, 1995, 岩手県沿岸における慶長(1611)三陸津波の調査, 歴史地震, NO.11, pp.55 - 56.
- 羽鳥徳太郎, 1996, 日本近海における津波マグニチュードの特性, 津波工学研究報告, 東北大学工学部, No.13, pp.17 - 26.
- 羽鳥徳太郎, 1999, 安永元年(1772年)岩手県沖地震の規模と津波の可能性, 歴史地震, No.15 (印刷中).
- 今村文彦・永野修美・富澤大, 1989: 岩手県山田町田ノ浜における寛政津波の調査, 津波防災実験所研究報告, 東北大学工学部, No.6, pp.220 - 238.
- 中村操・斎藤徳美・野越三雄, 1987: 1987年1月9日岩手県中部の地震の震度分布, 歴史地震, No.3, pp.54 - 66.
- 都司嘉宣, 1987: 小津波の史料, 歴史地震, No.3, pp.220 - 238.
- 都司嘉宣, 1994: 歴史上に発生した津波地震, 月刊地球, Vol.16, No.2, pp.73 - 85.
- 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, No.11, pp.75 - 106.
- 宇佐美龍夫・佐藤悦郎, 1987: 安永元年5月3日(1772年6月3日)の岩手県の地震について, 歴史地震, No.3, pp.39 - 53.

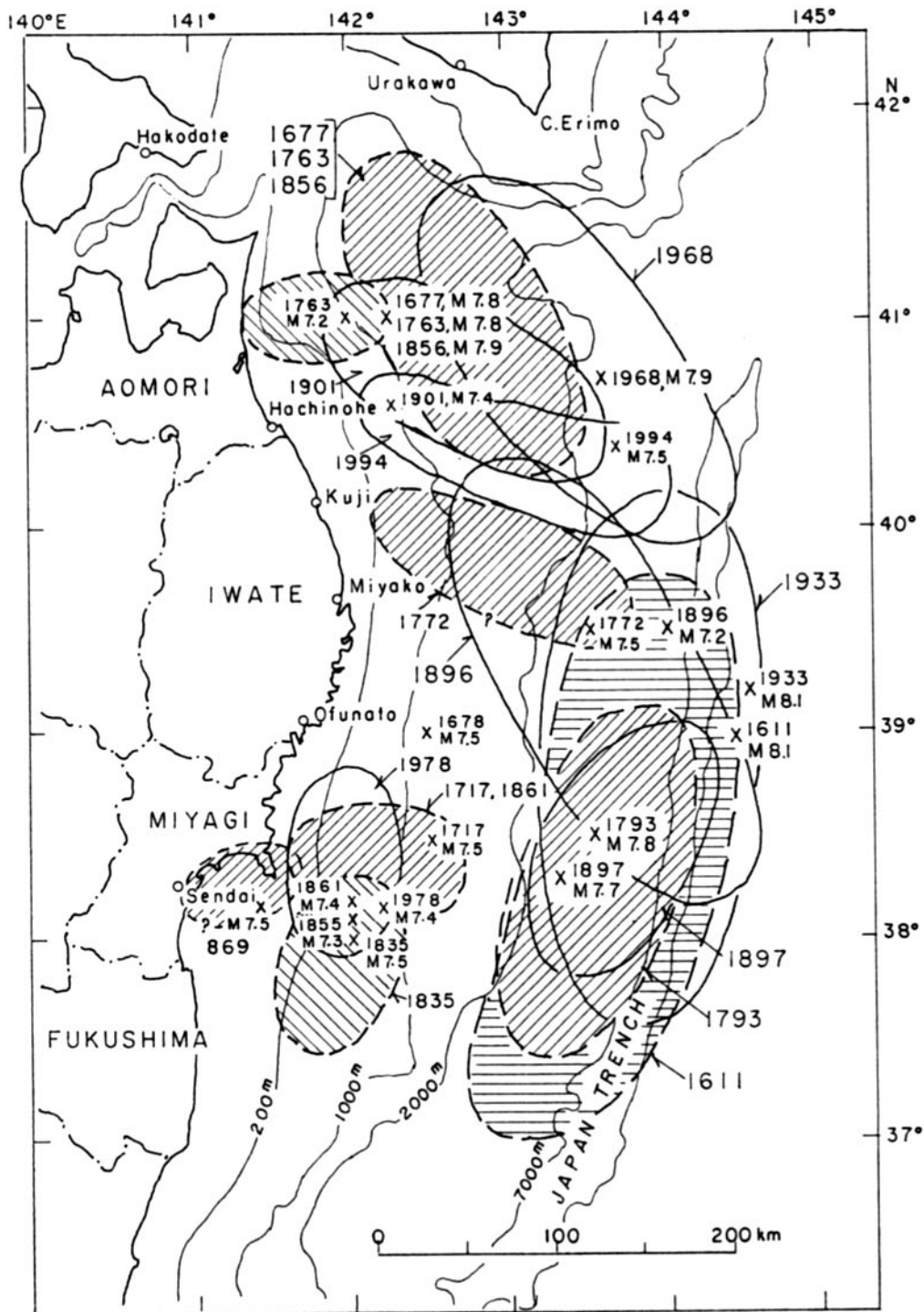


図-7 三陸沖における津波の波源域分布(斜線は歴史津波)。震央に発生年と地震マグニチュード M を示す。

- 宇佐美龍夫, 1996: 新編日本被害地震総覧, 東京大学出版会, 493P.
- 渡辺偉夫, 1991: 花井日記と同日記に記載されている2つの宮城県沖地震, 地震2, Vol.44, pp.123 - 129.
- 渡辺偉夫, 1993: 1861(文久元)年の被害地震の震央および1900(明治33)年宮城県穂奥部地震の震度分布, 地震2, Vol.46, pp.59 - 65.
- 渡辺偉夫, 1994: 1793年(寛政5)の宮城県沖(三陸沖)地震は津波地震か? - 歴史地震から津波地震を判別する試み, 歴史地震, No.10, pp.83 - 93.
- 渡辺偉夫, 1995a: 地震の震度と震央距離から津波地震を判別する方法 - 歴史地震への適応, 歴史地震, No.11, pp. 37 - 53
- 渡辺偉夫, 1995b: ビスカイノが見た1611年慶長三陸津波の実態, 歴史地震, No.11, pp.67 - 73.