

2011 年東日本巨大地震前後の三陸沖津波

羽 鳥 徳太郎*

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日東日本大震災の 2 日前、3 月 9 日に三陸沖で M7.3 の地震があり、鮎川で 90cm の津波が観測された。翌 10 日の地震 (M6.8) も小津波を伴った。巨大地震後に余震が広域に頻発し、三陸沖に M7.1-7.3 の地震で津波が 3 回観測された (2011 年 4 月 7 日, 7 月 10 日, 2012 年 12 月 7 日)。12 月の津波では、「東北・関東で 2 万 6 千人が避難して道路が渋滞」と、大きく新聞報道された。

本稿では 5 例の三陸沖津波について、検潮記録をもとに津波の規模や波源域を解析して、地震活動の推移をみる。

2. 津波の規模

図 1 には、岩手県大船渡における 4 例の津波 (2011 年 3 月, 4 月, 7 月, 2012 年 12 月) の検潮記録例を示す (気象庁, NOAA)。波形は、それぞれ短周期波が卓越している (各記録の振幅スケールは同じだが、タイムスケールは異なる)。前震的な 3 月 9 日地震の津波では、初動は顕著な引き波であった。図 2 には検潮記録から、5 例の三陸沖津波の全振幅値分布を示す。3 月 9 日の津波は久慈 100cm, 鮎川 90cm が大きい。2012 年 12 月の津波では、鮎川で 180cm が突出している。そのほか多くの地点では、30cm 前後である。2011 年 3 月 10 日, 4 月 7 日, 7 月 10 日の津波は 15cm であった。なお, Suppasri・他 (2013) は 2012 年 12 月の津波について、4 ケースの波源モデルから、三陸沿岸での津波高の観測値と各地の計算波高を比較した。

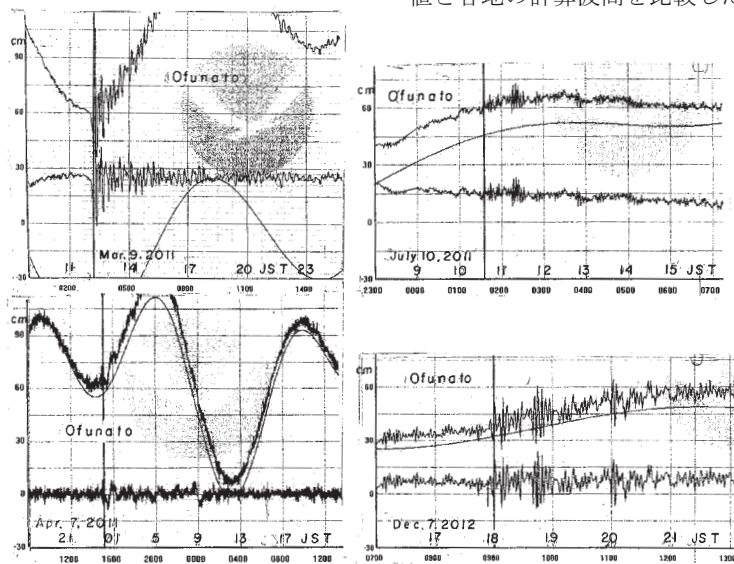


図 1 大船渡における各三陸沖津波の検潮記録 (気象庁, NOAA)

* 元東京大学地震研究所

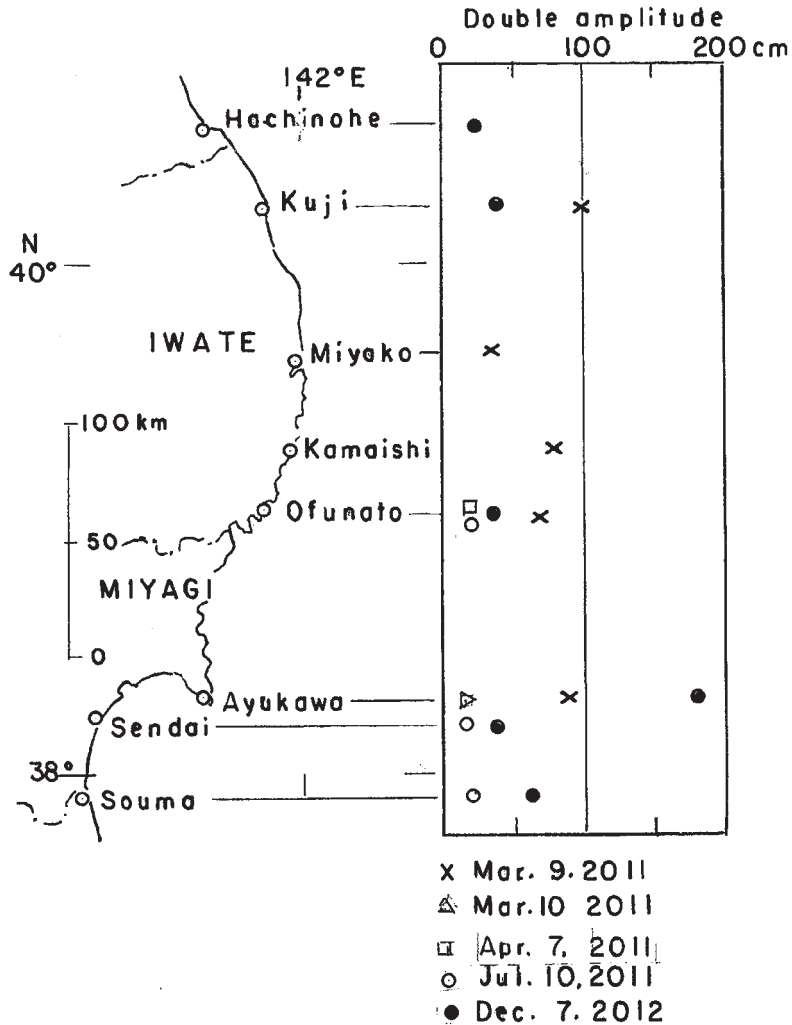


図 2 各三陸沖津波の全振幅値分布

図 3 には、筆者の方法で(羽鳥, 1986)津波マグニチュードの判定図を示す。横軸に震央から観測点までの距離、縦軸には最大波の全振幅値をとる。津波マグニチュードは、振幅値が距離 Δ^{-1} で減衰するとみなし、2.24 倍の刻みで区分してある。その結果、3 月 9 日の津波は $m=1$ と判定され、久慈・鮎川の振幅が突出している。3 月 10 日の津波は鮎川 15cm, 4 月 7 日の津波では大船渡 15cm, それぞれ 1 地点の振幅値であるが、 $m=1$ と推

定される。7 月 10 日の津波は大船渡・仙台港・相馬で 15cm, $m=0$ と判定。2012 年 12 月の津波は $m=1$ と判定され、鮎川で 180cm が突出している。以上、各 m 値は地震の規模と比べ標準的である。

なお、2011 年 3 月 11 日東日本津波は、各地の遡上高から $m=4$ と、最大級に格付けられた(羽鳥, 2012)。ここでは、検潮記録による最大の高さ(平常潮汐上)の分布を参考に示す。

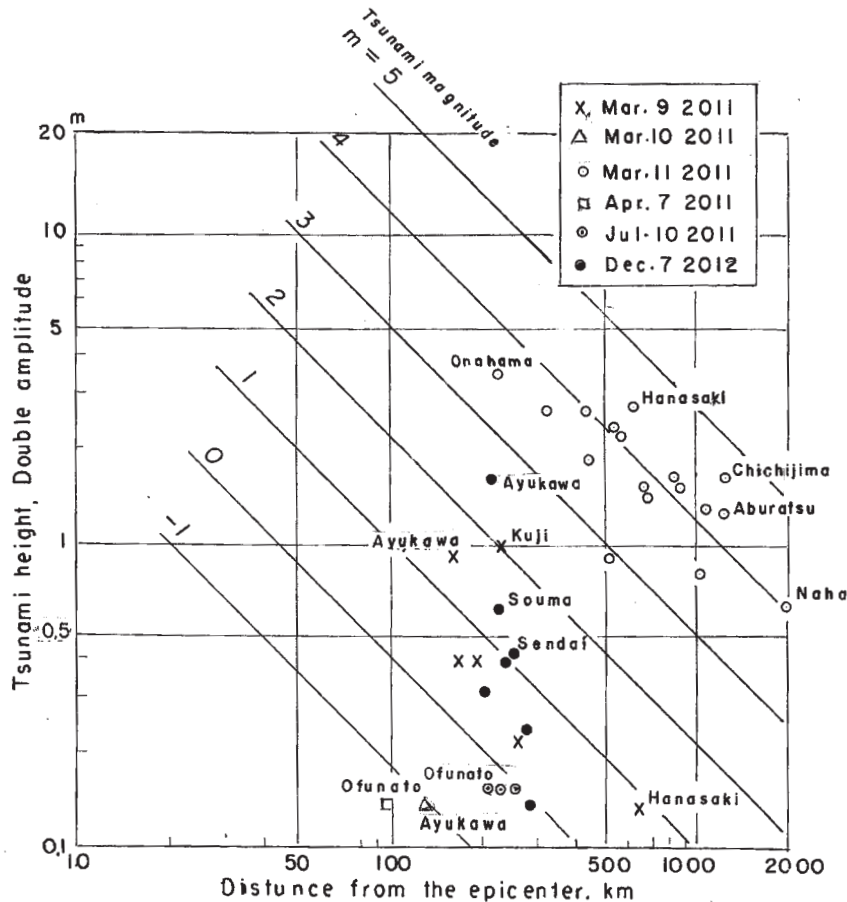


図3 震央距離と全振幅値の関係、津波の規模スケールで区分

3. 波源域

図4には、1978年6月12日宮城県近海津波以降、宮城県沖で発生した津波の波源域分布図（羽鳥，2010）に、今回解析した4例の津波（斜線の波源）を追加して示す（2011年3月10日の地震の余震域は不明）。それぞれ発生年に、地震と津波のマグニチュード、 M/m 値を付記した。

波源域は余震分布から推定し、数箇所の観測点から逆伝播図を作図して、伝播時間に対応する波面を示す。2011年3月9日の波源域は、NW方向に長さ50kmと推定され、1981年1月19日の波源域東部と重なる（東北大地震・噴火予知研究観測センター、

2011）。4月7日の牡鹿半島沖地震は余震分布によると、波源域はNS方向に長さ30kmである。

2012年12月7日の波源域は海溝付近に位置し、EW方向に長さ50kmと推定される（気象庁によると、正断層型の地震）。2011年7月10日の地震は横ずれ断層型であった。波源域は2012年12月津波の北西隣にあり、EW方向に長さ40kmと推定される。両波源域は1897年8月5日津波（ $M7.7$, $m=2$ ）の波源域南部と重なる。なお2011年東日本巨大地震では、観測波形の解析から（佐竹・他，2011），最大の海底変動域は北部の海溝軸沿いであった。

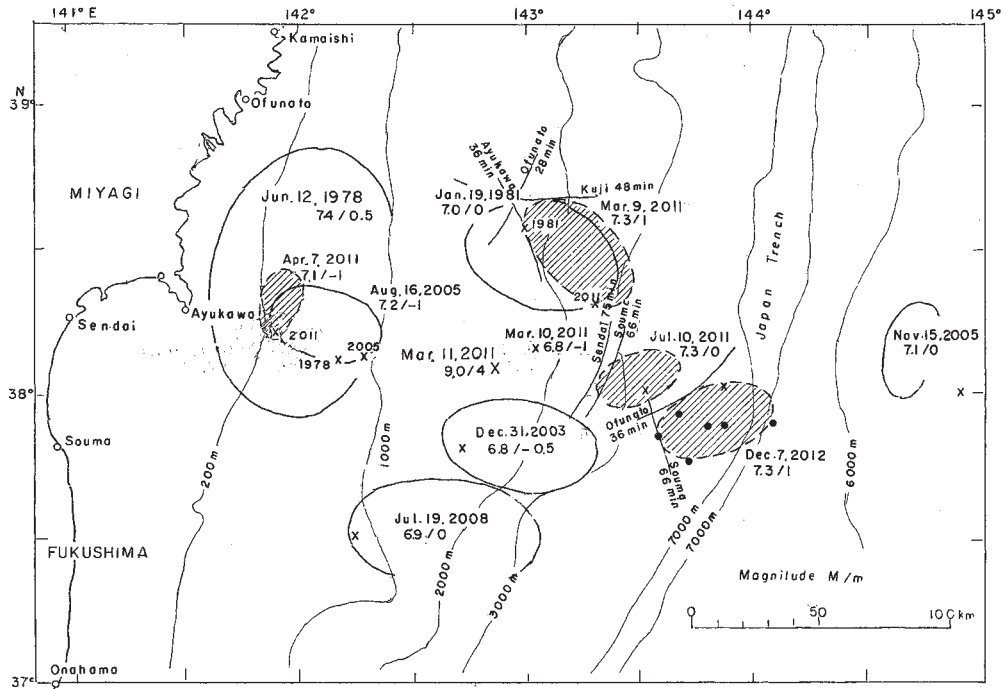


図4 宮城県沖の津波の波源域分布 (1978-2012)

4. むすび

2011年3月11日東日本巨大地震前後に、三陸沖で発生したM6.8-7.3の地震に伴う津波について、検潮記録をもとに規模と波源域を解析した。Δ-H図によれば、各津波マグニチュードは、つぎのように判定される。2011年3月9日津波 $m=1$ 、3月10日津波 $m=-1$ 、4月7日津波 $m=-1$ 、7月10日津波 $m=0$ 、2012年12月7日津波 $m=1$ 。地震の規模と比べ、各津波の規模はおおむね標準的である。推定波源域は巨大地震の震央周辺に分布し、サイズは30-50kmである。2011年7月と2012年12月の波源域は海溝付近にあり、1933年昭和三陸津波以降、空白域であった。

参考文献

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, 2010, 2005年三陸沖, 2008年

福島県沖地震津波一波源域と規模 (1897-2008), 津波工学研究報告, Vol.27, pp.1-4.
 羽鳥徳太郎, 2012, 2011年東北地方太平洋沖地震津波の規模, 津波工学研究報告, Vol.29, pp.1-6.

気象庁, 2011, 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震, 平成23年3月, 地震・火山月報(防災編)

気象庁, 2012, 特集 2012年12月7日の三陸沖の地震, 平成24年12月, 地震・火山月報(防災編)

佐竹健治・酒井慎一・藤井雄士郎, 篠原雅尚・金沢敏彦, 2011, 東北地方太平洋沖地震の津波波源, 科学, Vol.81, No.5.

Suppasri, A., A.Muhari, M.Affan and F.Imamura, 2013, A summary of the rapid response and analysis in 2012 (from April 2012 to March 2013), Rep.Tsunami Engin., Tohoku Univ. Vol.30, pp.3-17.

東北大学地震・噴火予知研究観測センター, 2011, 2011年3月9日三陸沖の地震(M7.3)の特集(電子版)