

## 2004 年紀伊半島南東沖地震津波の規模および波源域

羽鳥 徳太郎\*

## 1. はじめに

2004 年 9 月 5 日の夜、紀伊半島南東 110km 沖に双子型の強い地震が発生し、沿岸域で震度 5 弱が記録された。前震と本震に津波が伴い、尾鷲市・鳥羽市で漁船が転覆するなどの被害が新聞報道された。発生域が 1944 年東南海地震 (M 7.9) の震源域に近接しており、その関連に議論が分かれた。

気象庁の発表によれば、前震は 19 時 07 分に発生し、震央  $33^{\circ} 1.7' N$ ,  $136^{\circ} 48.0' E$ , 深さ 38km, M 6.9 であった。本震は 5 時間後の 23 時 57 分、前震の東北東 30km に発生し、震央  $33^{\circ} 8.6' N$ ,  $137^{\circ} 8.5' E$ , 深さ 44km, M 7.4 であった。両地震のメカニズム解は、南北圧縮、傾斜角  $60^{\circ}$  前後の逆断層とみなされた。その後、GPS による測地データを加えた再計算によると (山中, 2004), 本震は傾斜角  $40^{\circ}$  の南西傾斜で最大食い違い 6.5m, M 7.4 と求められた。

一方、津波は紀伊半島沿岸をはじめ、伊豆諸島・小笠原父島・四国各地の検潮所で観測され、津波波形が気象庁地震・火山月報 (2004) に発表された。本稿では、これらの検潮記録を用い、津波の波源域や規模などを解析し、1944 年東南海津波と比較検討してみる。

## 2. 検潮記録

図-1 には、気象庁発表の前震と本震による津波波形を再録して示す。なお同記録は、日本地震学会ニュースレター (2004) とハワイの国際津波情報センター ITIC (2004) にも示された。津波波形は 8 分前後の短周期波が目立っており、津波の継続時間が 4 - 5 時間

と短いことも特徴的である。

Table.1 と Table.2 には、それぞれ前震と本震による津波について、気象庁の速報値を見直し、津波の周期と最大波の全振幅値を追加して示した。津波の伝播時間は、震源に近い浦神と串本で短く、前震によるもの 18 分、本震のものは 20 分であった。最大全振幅値は串本と神津島で前震のもの 80cm, 本震のものは約 140cm であった。津波初動は、前震のものはノイズと重なって不明瞭な地点もあるが、本震のものは押し波で観測されている。

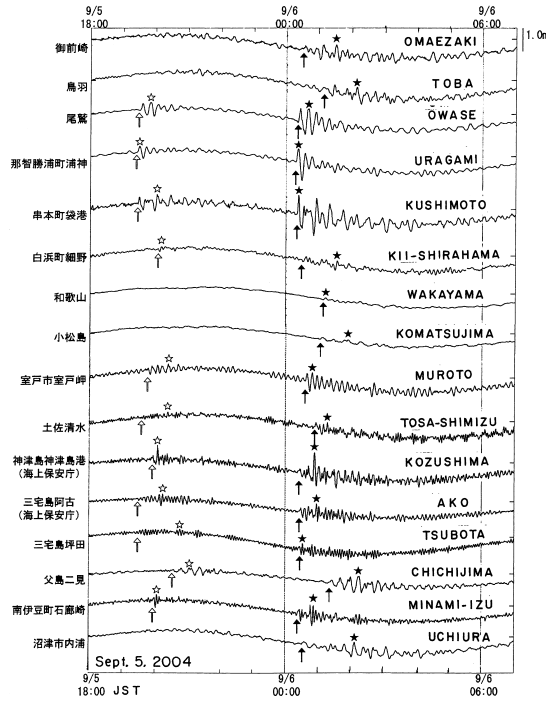
## 3. 波源域

図-2 には、前震 (9 月 5 日 19 時 07 分) による津波の推定波源域を示す。7 個所の観測点から逆伝播図で、各伝播時間 (分) の波面を示した。波源は水深 4000m の等深線に沿い、長さ 30km, 幅 20km と推定され、気象庁観測による余震域内の西部に位置する。なお、津波初動が不明瞭な地点では、走時を考慮して押し波とみなして取り扱った。

一方、本震 (9 月 5 日 23 時 57 分) による津波については、同じ方法で波源域を解析した。8 個所の観測点から伝播時間に相当する波面を描くと、図-3 のようになる。波源域は前震の津波の東隣り、水深 4000m の等深線に沿い、長さ 55km, 幅 35km と推定される。これは、気象庁が解析したものと大きな差はない。波源域の大きさは、地震の規模と比べて小型である。各検潮記録とも、津波初動は押し波であったことから、推定波源域は海底の隆起域とみなされる。

図-3 に示すように、1944 年東南海津波 (津波マグニチュード,  $m = 2.5$ ) の波源域は、熊野灘に沿い長さ 190km に達した (羽鳥, 1974)。今回の津波と比べ、いかに大規模な

\*元東京大学地震研究所



図一 1 2004年9月5日記伊半島南東沖津波の検潮記録 (気象庁地震・火山月報による)

Table 1. The SE Kii Peninsula -Oki tsunami of 19:07 (JST, Foreshock) September 5, 2 004, as recorded by tide gauges. The wave originated near the earthquake epicenter (33° 1.7'N, 136° 48.0' E, d=38km, M6.9, JMA).

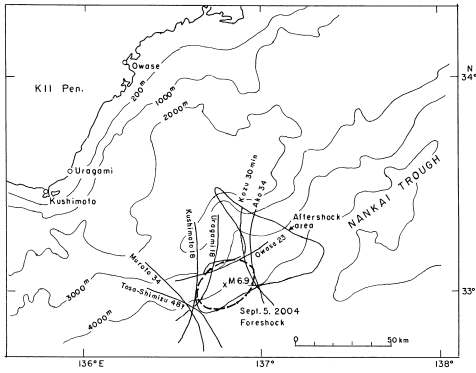
Tide station	Initial wave			Maximum wave			
	Travel time	Rise	Period	Occurrence time (JST)	Double ampl.	H	Period
	min	cm	min	h m	cm	cm	min
Kozushima	30	20	10	20 06	80	63	8
Miyakejima, Ako	34	15	7	20 15	50	27	7
" Tsubota	?			20 47	30	21	5
Minami-Izu	27?	20	10	20 04	58	30	5
Chichijima	87	10	15	21 20	40	19	15
Owase	23	30	15	19 50	60	29	15
Uragami	18	22	13	19 29	55	28	13
Kushimoto	18	27	10	20 02	80	34	10
Kii-Shirahama	?			20 10	20	14	5
Muroto	34	10	8	20 24	40	29	10
Tosa-Shimizu	48?	10	5	20 23	20	17	6

H, Semi-amplitude above the ordinary tides.

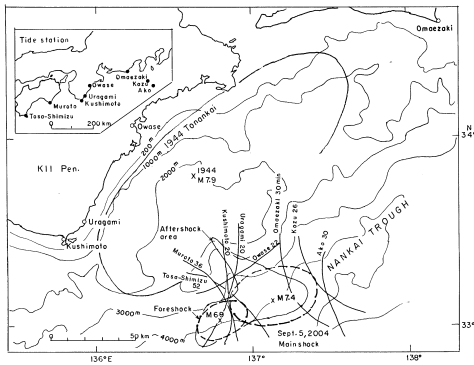
Table 2. The SE Kii Peninsula -Oki tsunami of 23:57 (JST, Mainshock) September 5, 2004, as recorded by tide gauges. The wave originated near the earthquake epicenter (33° 8.6'N, 137° 8.5' E, d=44km, M7.4, JMA).

Tide station	Initial wave			Maximum wave			
	Travel time	Rise	Period	Occurrence time (JST)	Double ampl.	H	Period
	min	cm	min	h m	cm	cm	min
Kozushima	26	11	8	0 53	145	93	8
Miyakejima, Ako	30	17	6	0 58	80	49	4
" Tsubota	25	20	5	0 31	50	37	5
Chichijima	81	11	15	2 16	70	39	15
Minami-Izu	26	19	6	0 53	85	58	6
Uchiura	35	9	18	2 08	60	33	16
Omaezaki	30	17	8	1 30	70	40	10
Toba	46?	20	15	2 09	70	33	16
Owase	22	54	14	0 40	115	58	15
Kushimoto	20	86	8	0 23	142	86	8
Uragami	20	61	10	0 21	142	61	10
Kii-Shirahama	33	18	6	1 33	40	19	8
Wakayama	72	8	10	1 12	20	8	10
Komatsujima	65	9	20	1 54	20	13	25
Muroto	36	32	8	0 49	80	35	8
Tosa-Shimizu	52	21	6	1 17	50	31	8

津波であったことが、あらためて浮き彫りになる。



図一 2 2004 年紀伊半島南東沖地震の前震に伴う津波の推定波源域観測点と波面に伝播時間(分)を示す



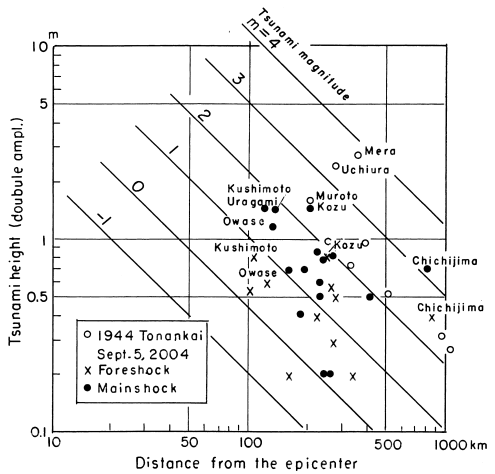
図一 3 2004 年紀伊半島南東沖地震の本震に伴う津波の推定波源域と 1944 年東南海津波の波源域

#### 4. 津波の規模

図一 4 には、筆者の方法(羽鳥, 1986)による津波マグニチュード(今村・飯田スケール, m)の判定図を示す。横軸に震央から観測点までの海洋上の距離, 縦軸には検潮記録による最大波の全振幅値をとる。津波マグニチュードは, 振幅が距離  $\Delta^{-1}$  で減衰するとして, 2.24 倍の刻みで区分される。その結果, 観測値はばらつくが前震の津波は  $m = 0.5$ , 本震のものは  $m = 1.5$  と判定され, 地震の規模

と比べてやや大きい。

両津波とも, 神津島と父島での全振幅値が突出している。これは, 津波の指向性に加えて, 屈折効果を示唆する。神津島沖には, 銭洲の浅海域が南西方向に伸びており, 波線が集まるであろう。また父島奥村では, 1854 年安政東海津波で家屋が 15 軒流失した記録がある。伝播図によると, 波線が伊豆諸島・父島付近に集まる(羽鳥, 1985)。なお, 図一 4 に 1944 年東南海津波の全振幅値データを示したが, 痕跡高データを加えても津波マグニチュードは  $m = 2.5$  と判定された(羽鳥, 1986)。今回の本震による津波のエネルギーは, 東南海津波の 1/5 とみなされる。



図一 4 震央距離と最大全振幅値との関係津波マグニチュードで区分

#### 5. 津波の周期

前に述べたように, 今回の両津波は短周期波が顕著であった。図一 5 には, 最大波の周期と全振幅値の関係を東南海津波と比較して示す。今回の津波は, 水深 4000m の南海トラフ付近に発生し, 波源域が小型であることを反映し, 8 分前後の短周期波が卓越した。それに対して, 三重県・和歌山県沿岸で目視観測された東南海津波では(羽鳥, 2005), 10 分あたりの周期がピークになり, 35 分の長周期波も顕著であった。

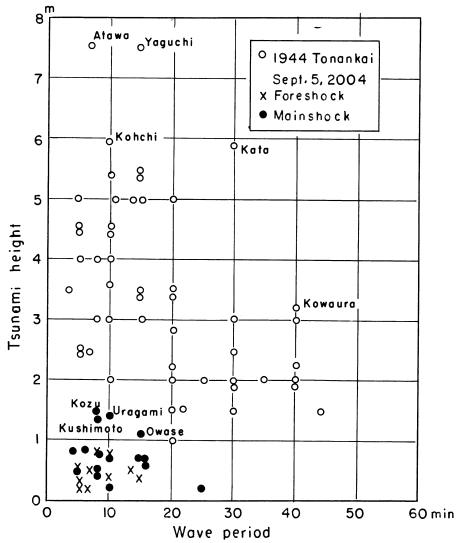


図-5 津波の周期と波高との関係。1944年東南海津波との比較

## 6. むすび

2004年9月5日紀伊半島南東沖で二つ地震に伴う津波について、検潮記録から規模と波源域などを解析した。津波マグニチュードは前震によるもの  $m=0.5$ 、本震のものは  $m=1.5$  と推定され、地震の規模と比べてやや大きい。両津波は8分前後の短周期波が卓越し、水位変動の継続時間は短い。

逆伝播図によると、両波源域は1944年東南海津波のものより海溝側に位置し、水深

4000mの南海トラフ沿い並ぶ。波源域の大きさは、前震のもの  $30 \times 20 \text{ km}$ 、本震のものは  $55 \times 35 \text{ km}$  と推定される。余震域と重なり、地震の規模の割に小さい。今回の津波は異例な場所を起こされており、今後の地震活動に注目していきたい。

## 参考文献

- 羽鳥徳太郎,1974:東海・南海道沖における津波の波源,地震2,Vol.27,pp.10-24.
- 羽鳥徳太郎,1985:小笠原父島における津波の挙動,地震研究所彙報,Vol.60,pp.97-104.
- 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,2005:1944年東南海津波の目視観測記録—東大地震研究所の通信調査報告から,津波工学研究報告, No.14.
- ITIC,2004:Off Honshu Japan, 5 September 2004, ITIC Tsunami News-letter, Vol.36, No.3.
- 気象庁,2004:平成16年9月地震・火山月報(防災編)。
- 日本地震学会ニュースレター,2004年9月, Vol.16, No.4.
- 山中佳子,2004:9月5日の紀伊半島南東沖地震(本震:  $M_j 7.4$ )の解析,EIC地震学ノート, No.153.