

6-5 大阪平野及び周縁部における広帯域強震観測と1946年南海地震時の強震動の再現

Simulation of ground motions from the 1946 Nankai Earthquake using OSSAN data

京都大学防災研究所

地震動研究部門

Earthquake Ground Motion, Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto University

京都大学防災研究所地震動研究部門では、京阪神地域における地震動災害軽減のために強震動予測の研究を進めるために、1988年より大阪堆積盆地内及びその周縁部の岩盤上で3成分広帯域強震観測を開始した。1993年2月現在、盆地内に5点、盆地周縁部に4点が設置されている（第1図及び第1表）（松波・他，1989）。このOSSAN（Osaka Strong motion SeismogrAph Network）では現在までに延約30の地震が観測されている。第2図に観測記録例をあげる。この地震は1989年2月19日、三重県の地震で $M_{JMA}=5.3$ 、OSA（大阪管区气象台）から震央距離約90 km、震源深さ45 km、Back Azimuth $N95^{\circ}E$ であり、表示されているトレースは南北地動速度記録である。3観測点迄の震央距離はほぼ等しいにもかかわらず、岩盤上の観測点であるABUの記録が単純な波形であるのに対して、硬質地盤上のOSA観測点や軟弱地盤上のWOS観測点では複雑なS波主要動部の波形やS波到着後20~30秒に直達S波と同程度の振幅を持つ後続波群が観測されており、これらは堆積盆地構造により生成された波であると考えられる（畑山・他，1993；松波・他，1992）。このような地震波形を収集していくことにより大阪堆積盆地の震動特性が定量的に解明されていくと期待される。

大阪において強震動を引き起こす可能性のある地震には、南海トラフ沿いでの海溝型地震があげられる。1946年12月21日の南海地震（ $M_w=8.1$ ）時、大阪周辺域では震度4~5であったが、大阪での震動記録は残されていない。今回、OSSANにより1946年南海地震震源域で発生した1991年10月20日の和歌山県白浜沖地震（ $M_{JMA}=5.1$ 、深さ37 km、第1図参照）の記録が得られたので、この記録を用いて経験的グリーン関数法により1946年南海地震時の大阪での震動の推定を試みる。第3図に今回の解析に用いた観測点と1946年南海地震の断層モデルを示す。断層モデルとしては、遠地地震記録と余震分布より求めたKanamoriモデル（1972）と測地、津波データを用いたAndoモデル（1982）を用いた。再現された地震動の有効性検証のため、1946年南海地震の時に洲本（SMT）で得られた気象庁変位型強震計記録を離散化し、地動変位に変換したもの（Inoue and Matsumoto, 1988）との比較検討を行う。第4図にOSSANのOSA, WOS, 及びWKYで得られた速度記録を示す。WKYでの観測記録の水平2成分のS波部分のフーリエ振幅スペクトルをとり、ベクトル和を求めて（第5図）そこから地震モーメントとコーナー周波数を決定した。第2表に南海地震に対するKanamoriモデル、Andoモデルの震源パラメータ、第3表に1991白浜沖地震の震源パラメータ（Brune, 1970, 71の式による）を示す。震源パラメータの決定精度が高いとはいえないが、小地震のストレスパラメータ（ストレスドロップ）が南海地震のその数十倍になっているこ

ω^{-2} スペクトルモデルに基づいて、ストレスパラメータの異なる地震の場合についての合成式を用いた（横井・入倉（1992））。WKY についての合成結果が第 6 図に示される。SMT の実記録から得た実地動変位と比較するために 0.05~0.5Hz の Band pass filter を通した記録が示されている。震源からみて WKY と SMT がほぼ同程度の距離にあることを考えると最大地動や震動継続時間が Ando モデルによってよく説明されていることがわかる。すなわち周期 10 秒程度の地震動に対しては長周期データから得られた断層モデルでよく説明されるということがいえる。この断層モデルを用いて大阪平野内での南海地震時の震動の推定をおこなってみる。第 7 図に OSA での推定地震動（変位）が白浜沖地震記録とともに示される。最大振幅はそれほど大きくないものの、Ando モデルに基づくシミュレーションでは周期 5 秒程度の波動が 5 分も継続する可能性があることがわかる。

本研究では南海トラフ沿いに生じる巨大地震（ここでは南海地震）の京阪神地域での地震動予測手法を提案したが、広い周波数帯域での妥当な震源モデルを提案し、精度よい強震動の推定を行うには南海地震震源域での地震の相似則や伝播経路特性の不均質性、特に大阪堆積盆地構造に由来した特徴的な震動特性の解明が必要とされ、データの蓄積が待たれる。

謝辞：強震計設置に便宜を計って頂いている東京大学地震研究所和歌山地震観測所，京都大学防災研究所阿武山地震観測所，気象庁大阪管区气象台等の関係諸氏に感謝いたします。

参 考 文 献

- Ando, M.(1982): A fault model of the 1946 Nankaido earthquake derived from tsunami data, *Phys. Earth Planet. Int.*, 28, 320-336.
- Brune, J.N.(1970): Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquake, *J. Geophys. Res.*, 75, 4997-5009.
- Brune, J.N.(1971): Correction, *J. Geophys. Res.*, 76, 5002.
- 畑山 健，松波孝治，岩田知孝，入倉孝次郎（1993）：大阪平野で観測される S 波後続波群（3），地球惑星科学関連学会 1993 年合同大会予稿集 D 42-13.
- Inoue, R. and Matsumoto(1988): Historical seismograms and earthquakes of the world, Academic Press Inc., 390-400.
- Kanamori, H.(1972): Tectonic implications of the 1944 Tonankai and the 1946 Nankaido earthquakes, *Phys. Earth Planet. Int.*, 5, 129-139.
- 松波孝治，入倉孝次郎，岩田知孝，藤原広行，松井一郎（1989）：大阪平野及びその周辺地域における広周波数帯域・広動帯域地震波観測，京都大学防災研究所年報，32B-1，53-60.
- 松波孝治，岩田知孝，入倉孝次郎（1992）：近畿における広帯域強震動アレイ観測，京都大学防災研究所年報，35B-1，1-11.
- 横井俊明，入倉孝次郎（1991）：震源スペクトルの Scaling 則と経験的 Green 関数法，地震第 2 輯，44，109-122.

第1表：OSSAN観測点諸元
Table 1 List of OSSAN stations.

STATION	LAT. in Deg.	LONG. in Deg.	SEISMO- METER	Frequency Band in Hz	Sampling Rate in Hz	Pre- memory in s	Sensitivity in V/(cm/s)	Recording system	Recording Media	Observation period
ABU	34.856N	135.571E	VS-3	0.0017-30	100	5	0.25 2.50	HP9000 14bitADC	3.5FD	Jun.,1988 ~
WKY	34.188	135.167	VS-2	0.025 -30	100	6	0.125 12.5	HP9000 14bitADC	HD+FD	May.,1991 ~
OSA	34.678	135.537	VS-3	0.0017-30	100	10	0.25 2.50	SAMTAC 16bitADC	CT	Aug.,1990 ~
WOS	34.648	135.482	VS-1	0.025 -30	100	10	0.50 5.00	SAMTAC 16bit ADC	CT	Nov.,1988 ~
ISK	34.682	135.659	VS-1	0.025 -30	100	20	0.50	DRF1+ 14bitADC	3.5FD	Jan.,1993 ~
SEN	34.377	135.363	VS-1	0.025 -30	100	10	0.50 5.00	DRF1+ 14bitADC	3.5FD	Jan.,1991 ~
OSK	34.678	135.531	VSE	0.015 -30	100	5	10.0	CV601 12bit ADC	IC card	Dec.,1992 ~
OSY	34.674	135.522	VSE	0.015 -30	100	5	10.0	CV601 12bit ADC	IC card	Sep.,1992 ~
OSR	34.674	135.525	VSE	0.015 -30	100	5	10.0	CV601 12bit ADC	IC card	Oct.,1992 ~

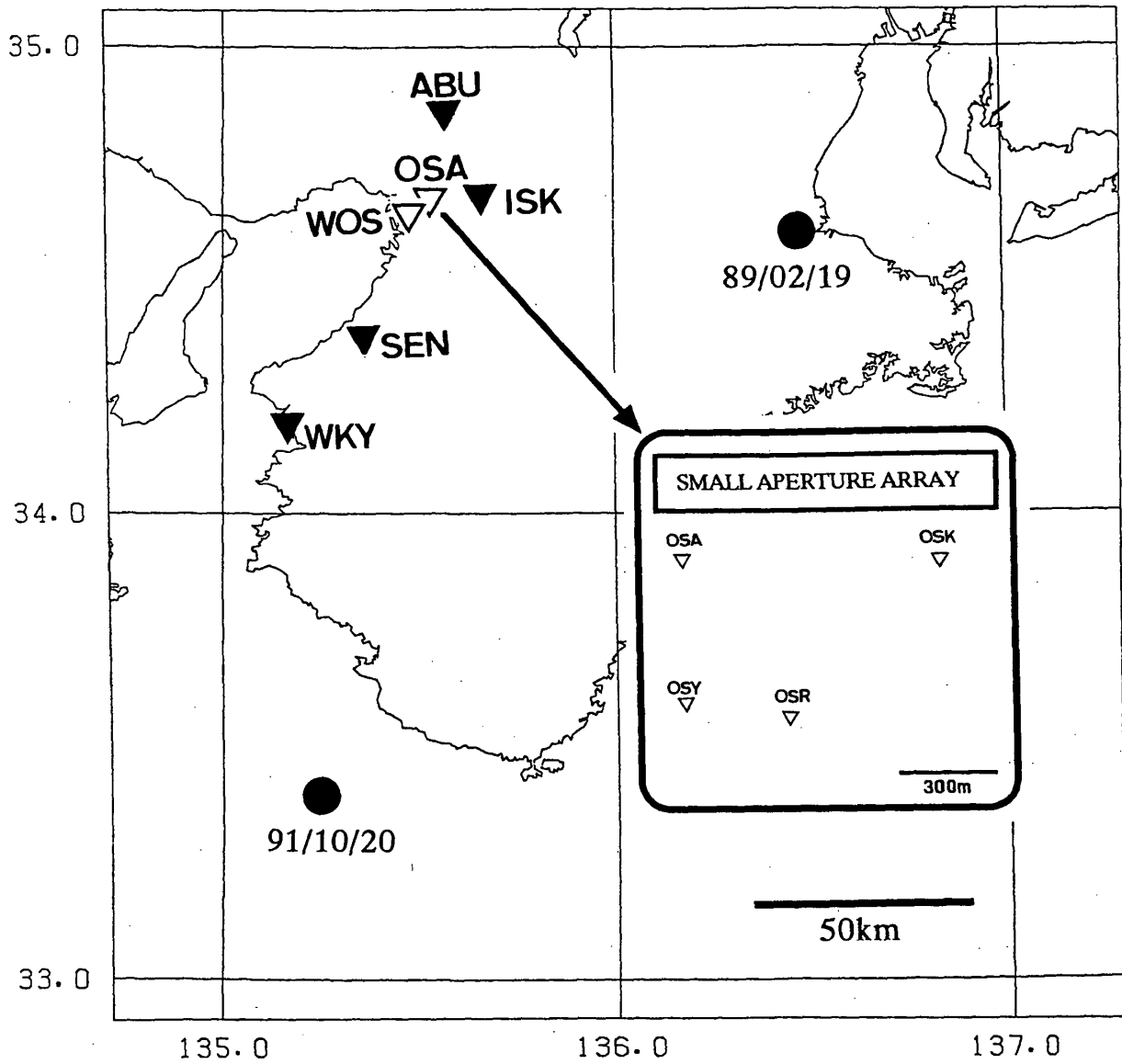
第2表：KanamoriとAndoによる1946年南海地震の震源パラメーター
Table 2 Source parameters of the 1946 Nankai earthquake for the Kanamori (1972) and the Ando (1982) models.

	Kanamori	Ando
L (km)	120	① 150 ② 150
W (km)	80	① 70 ② 70
M_0 (dyne*cm)	1.5×10^{28}	4.7×10^{28}
θ (degree)	220	① 250 ② 250
δ (degree)	10	① 25 ② 20
λ (degree)	90	① 117 ② 117
$\Delta\sigma$ (bar)	39	① 29 ② 55

第3表：1991年白浜沖地震 (M5.1) の震源パラメーター
Table 3 Source parameters of the 1991 Shirahama-oki(M5.1)earthquake obtained from WKY data.

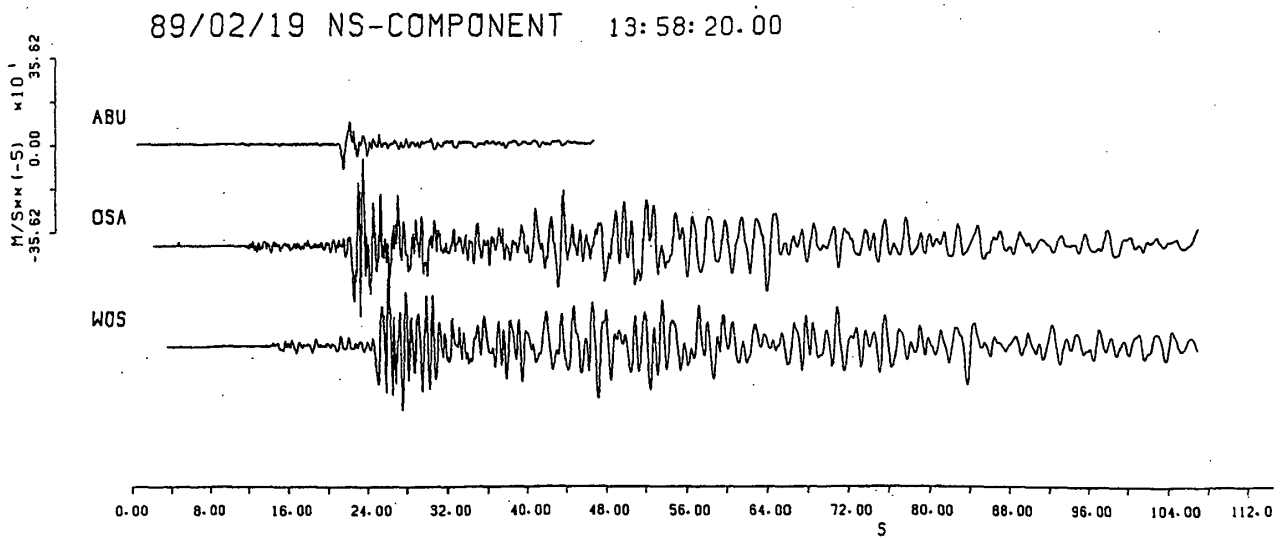
M_0 (dyne*cm)	f_c (Hz)	S^* (km ²)	$\Delta\sigma^*$ (bar)
6×10^{23}	1.88	1.5	800

* Brune (1971)



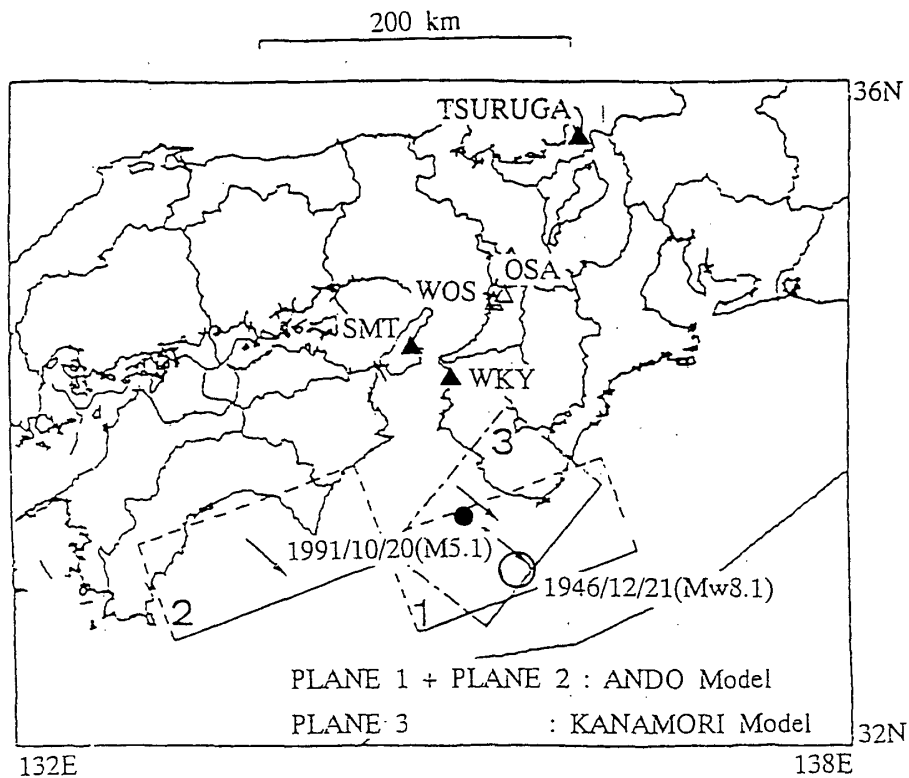
第1図：OSSAN観測点と本研究で用いた地震の震央位置。

Fig.1 Map of OSSAN stations and epicenters of earthquakes analyzed in this study. Open triangles show sediment sites and closed ones rock sites. Closed circles show epicenters.



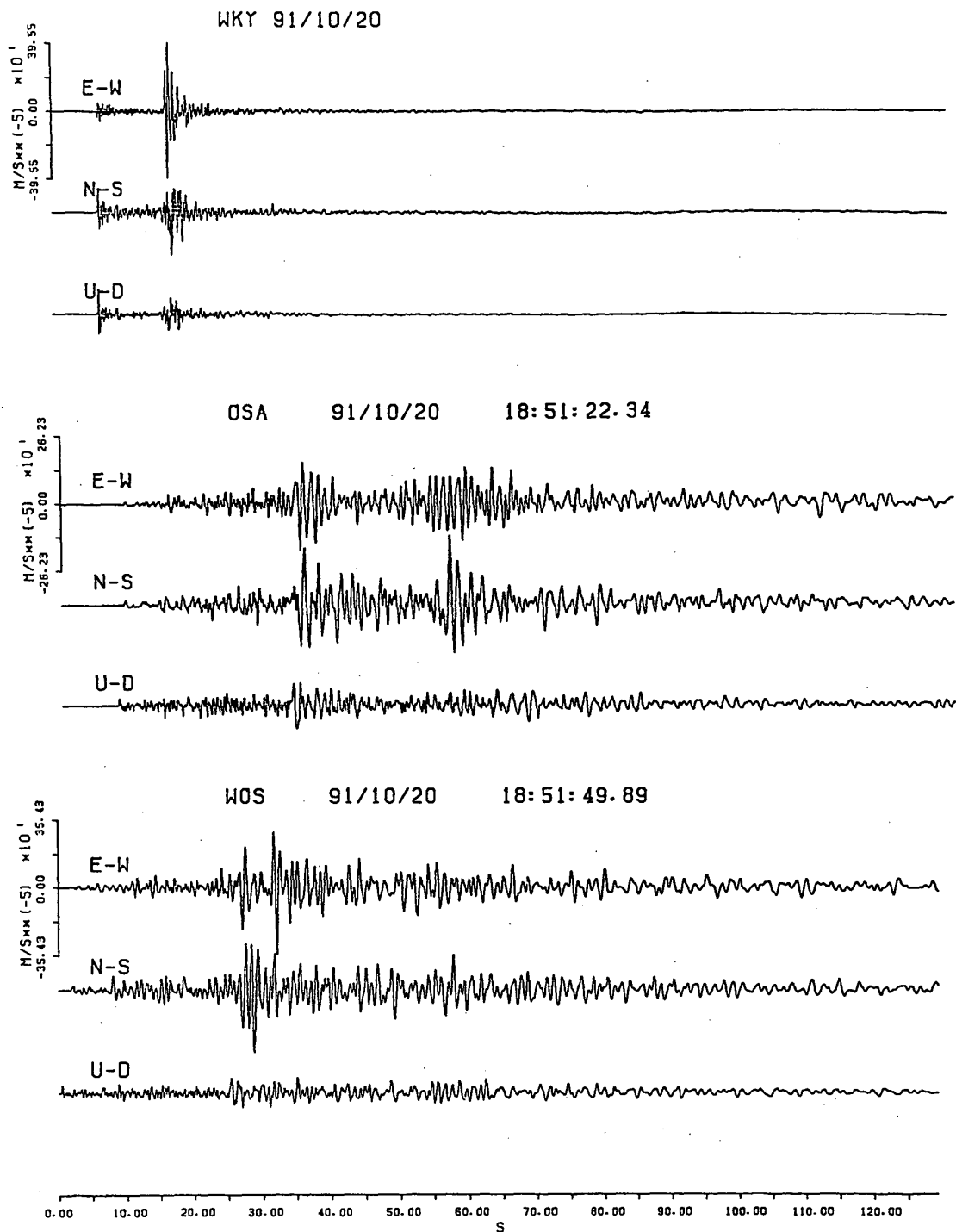
第2図：1989年2月三重県の地震（M5.1）の阿武山（ABU），大阪（OSA），西大阪（WOS）での南北動速度記録。

Fig.2 Examples of NS-component velocity seismograms observed at the ABU, OSA, and WOS stations.



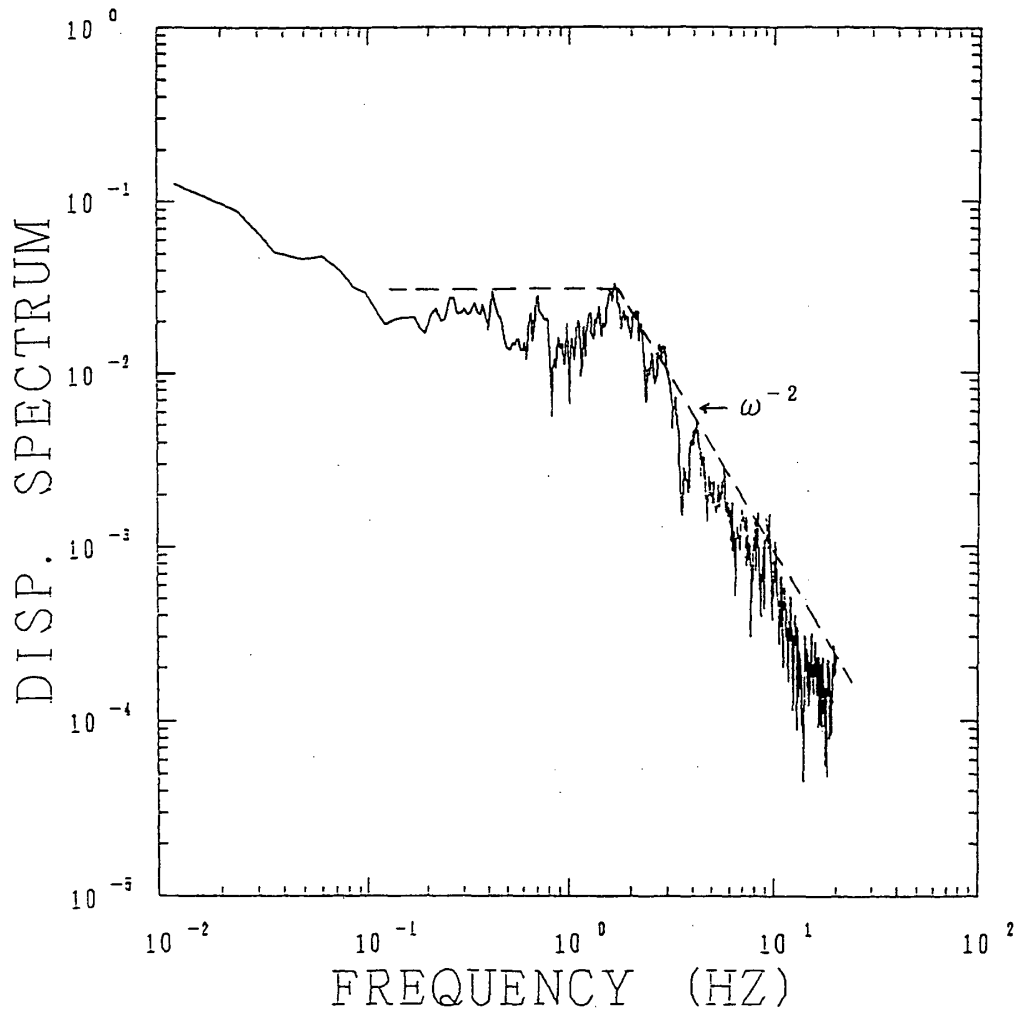
第3図：1946年南海地震の断層モデルと観測点配置。

Fig.3 Fault models for the 1946 great Nankai earthquake by Kanamori (1975) and Ando (1982) and stations analyzed in this study.



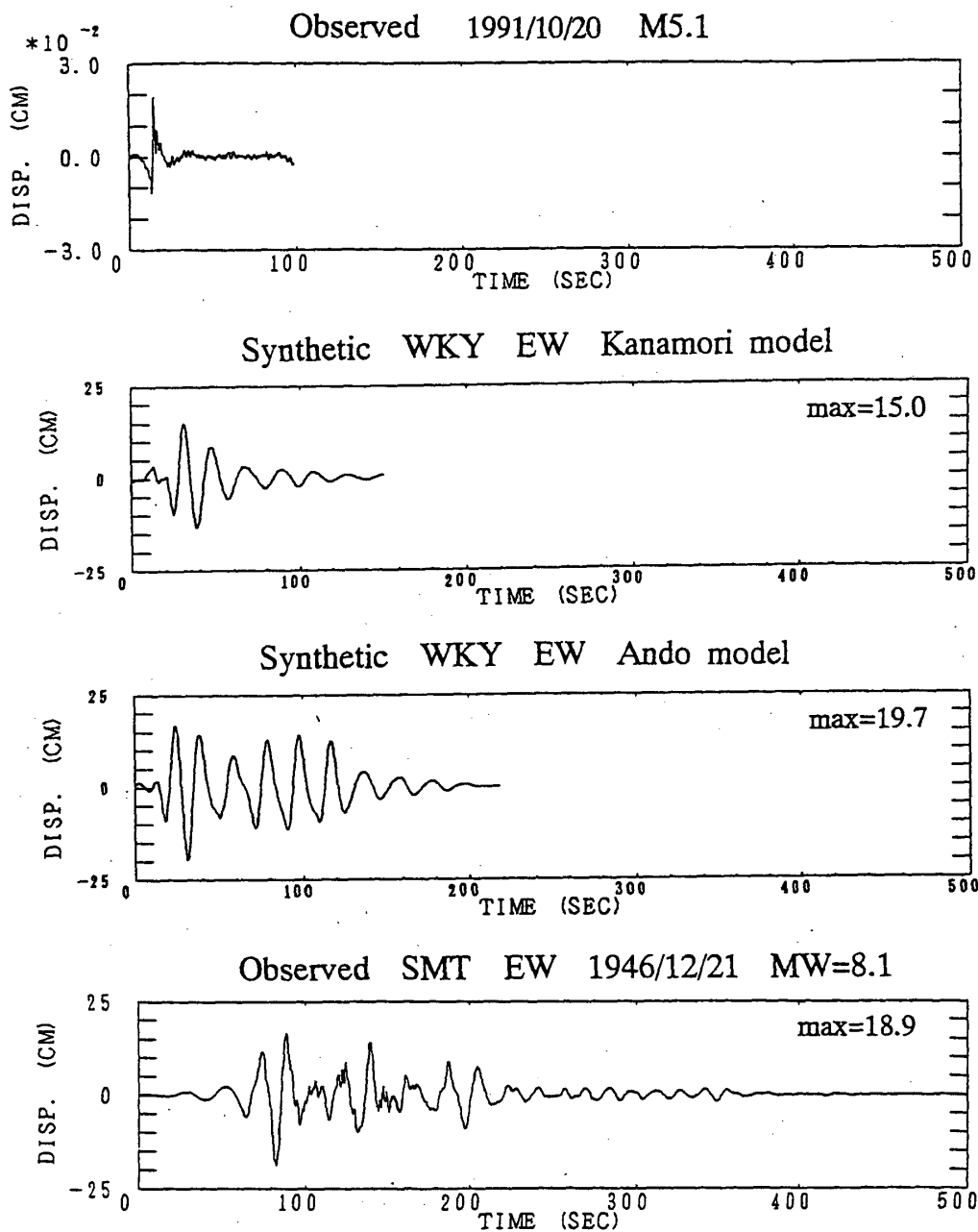
第4図：1991年白浜沖地震（M5.1）の和歌山（WKY），大阪（OSA），西大阪（WOS）での観測速度記録。

Fig.4 Velocity seismograms observed at the WKY, OSA, and WOS stations for the 1991 Shirahama-oki earthquake (M5.1).



第 5 図：WKYでの1991年白浜沖地震の震源スペクトル。

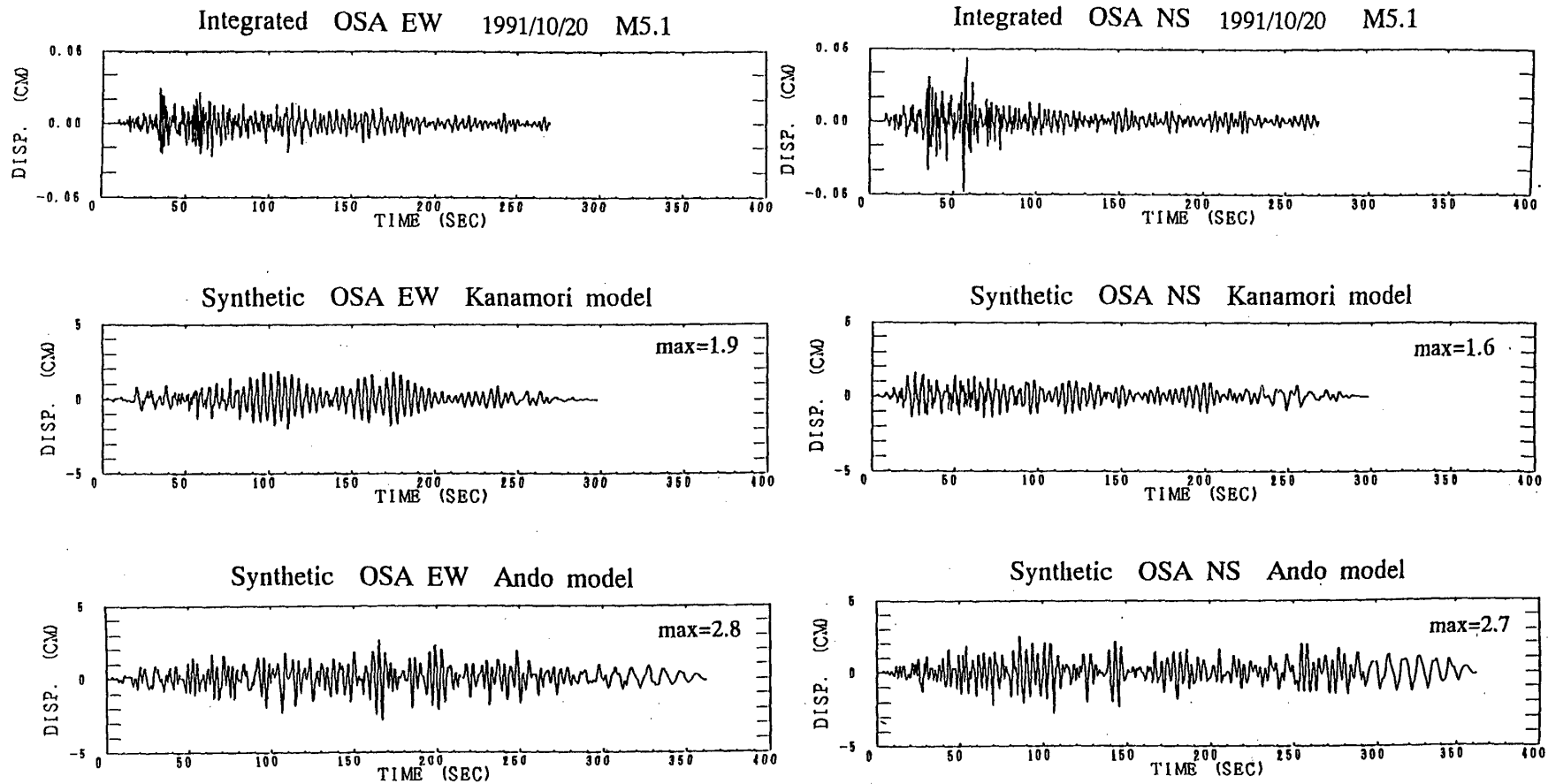
Fig.5 Vector-summed observed amplitude spectrum observed at the WKY station for the 1991 Shirahama-oki earthquake (M5.1).



合成波形と観測波形の比較 (0.05~0.5 Hz B. P. F.)

第6図：合成波形と観測波形の比較。上からWKYでの1991年白浜沖地震の東西動変位記録。KanamoriモデルによるWKYでの合成波形，Andoモデルによる合成波形，SMTで観測された1946年南海地震の記録。各変位波形は0.05~0.5Hzのバンドパスフィルターを通してている。

Fig.6 Comparison between simulated EW-component displacements and observed one. From top to bottom, observed seismograms at WKY for the 1991 M5.1 event, simulated seismogram at WKY based on the Kanamori model, simulated seismogram at WKY based on the Ando model, and observed seismogram at SMT for the 1946 Nankai earthquake, respectively. Whole displacements are band-pass-filtered in the range of 0.05-0.5Hz.



経験的グリーン関数と変位合成波形 (0.1~10 Hz B. P. F.)

第7図：OSAでの合成波形。上からOSAでの1991年白浜沖地震の東西及び南北動変位記録。KanamoriモデルによるOSAでの合成波形、Andoモデルによる合成波形。各変位波形は0.1~10.0Hzのバンドパスフィルターを通してている。

Fig.7 Simulated EW-and NS-component displacements at OSA for the Kanamori and Ando models. From top to bottom, observed displacements for the 1991 Shirahama-oki earthquake, simulated displacements for the Kanamori model, and those for the Ando models, respectively. Whole displacements are band-pass-filtered in the range of 0.1-10.0Hz.