

和歌山地震観測所観測システムの変遷

田上 貴代子*

History of Wakayama Seismological Observatory

Kiyoko TAGAMI*

はじめに

和歌山地震観測所は、1928 年（昭和 3 年）に今村明恒博士が紀伊半島および四国地方の地殻活動調査を目的として設立された「南海地動研究所」を前身とする。戦争のため観測は一時中断されたが、1956 年頃より東京大学地震研究所が紀伊半島各地で実験観測、委託観測を開始した。昭和 37 年度文部省予算「本邦地震活動度の地理的分布調査のための観測事業費」により地震計等を整備、和歌浦、有田、伊勢、榛原、御在所に地震計室を設立、1964 年正式に和歌山微小地震観測所として発足した。その後、紀伊半島全域・淡路島・四国に観測網を広げ、観測機器の向上に伴い記録の精度を高めてきた。1978 年新庁舎が建設され、観測機器を移設、1980 年代に順次テレメータリングシステム化された。1996 年からは衛星テレメータリングシステムが導入された。隣接大学・気象庁などとデータ交換がおこなわれ、より広域の観測網を有するようになった。図 1 は和歌

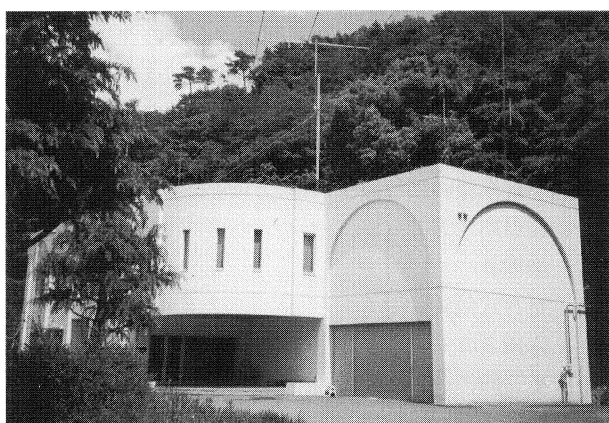


図 1. 和歌山地震観測所庁舎

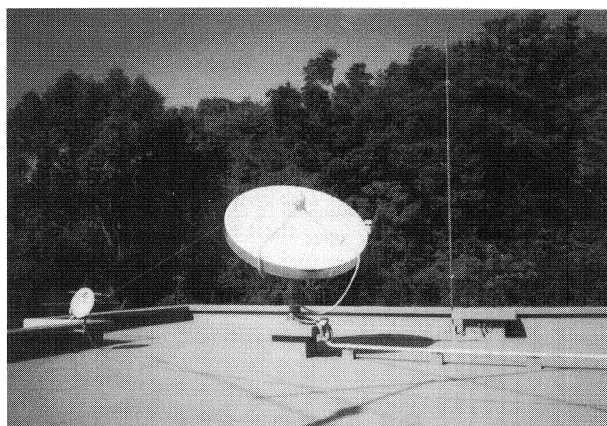


図 2. 和歌山観測所屋上の衛星送受信アンテナ

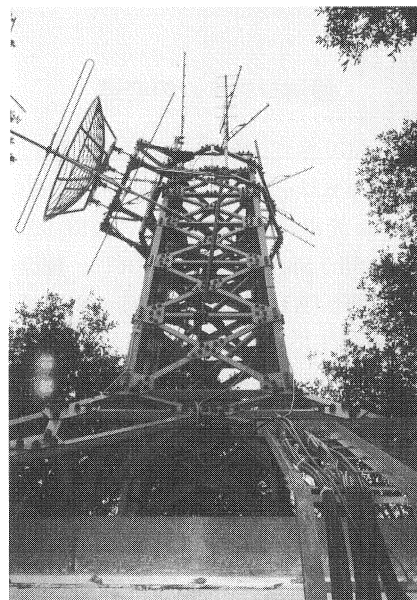


図 3. 地上無線回線および臨時無線テレメータのための受信塔

2000 年 10 月 11 日受付, 2000 年 10 月 27 日受理.
* 東京大学地震研究所地震地殻変動観測センター和歌山地震観測所.
* Wakayama Seismological Observatory, Earthquake Observation Center, Earthquake Research Institute, University of Tokyo.

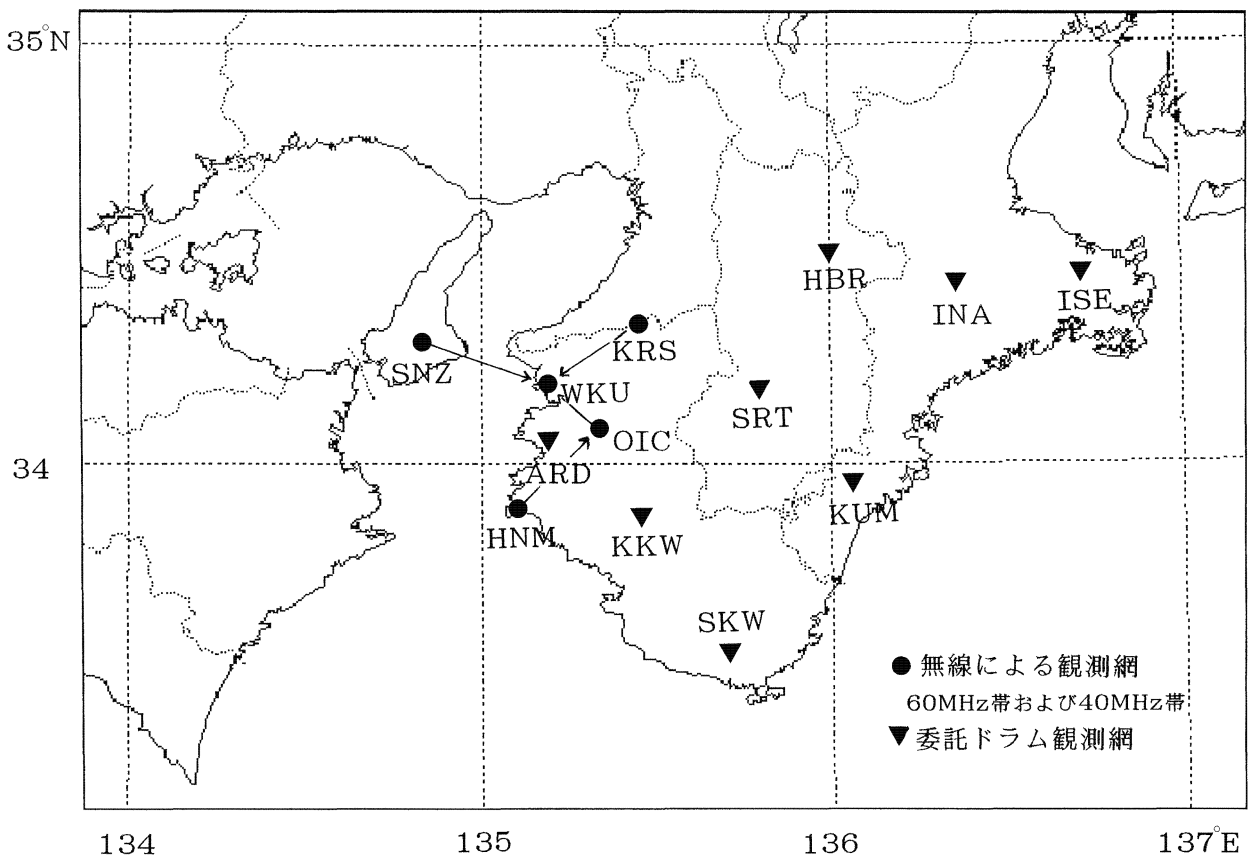


図 4. 1974 年頃の観測網

●は和歌山北西部の無線（60 MHz 帯および 400 MHz 帯）による観測点，▼は委託ドラム観測点。

山地震観測所庁舎，図 2 は観測所屋上の衛星送受信アンテナ，図 3 は地上無線回線および臨時無線テレメータのための受信塔を示す。

観測システムの変遷

1964 年から 1970 年代は観測点の拡充を図った。当時，付設の和歌浦（WKU），無線テレメータの生石山（OIS），葛城山（KRS），先山（SNZ）に加え，有田（ARD），甲斐川（KKW），七川（SKW），猿谷（SRT），榛原（HBR），飯南（INA），熊野（KUM），及び伊勢（ISE）を設置した。これらの観測点は主に委託観測によるインク書きドラム方式であった。1974 年に日の岬（HNM）を設置し，年によって多少の変動はあるが，計 12～13 観測点あった。1974 年頃の観測網を図 4 に示す。

1980 年代には，無線および有線テレメータリング化により NTT 回線を利用してリアルタイムで記録が送られてくるようになった。付設の和歌山（WKM），そこに生石山（OIS），岸宮（KIS），葛城山（KRS），日の岬（HNM），白浜（SRH），生石崎（OZK），及び明神山（MJY）の無線観測点 7 点と有田（ARD），甲斐川（KKW），古座川（KZG），本宮（HGU），猿谷（SRT），熊野（KUM），及び伊勢（ISE）の有線観測点 8 点の合計 16 点を持った。80 年代後半，隣

接の京都大学（徳島観測所を含む），高知大学，名古屋大学と地震研究所広島観測所からのデータが 18 点収録され，和歌山地震観測所は南海観測網のセンター的機能を有した。

1996 年からは衛星テレメータリングシステムにより隣接データ交換および 6 点の衛星観測点がこのシステムに移行した。観測点も更に拡充され，臨時観測点を含めると計 42～43 点を有するようになった。固定観測点に使用されている地震計は 3 成分，固有周期 1 秒である。また和歌山地震観測所観測壕内には以下の機器が稼働中である。

長周期地震計（STS-2）

強震計

石井式傾斜計

体積歪計

水管傾斜計

地電伝計

現在の和歌山地震観測所の観測点網を図 5 に，そのうちの和歌山市周辺の観測網を図 6 に，観測点の座標を表 1 に示す。

図 7 は生石山観測点の対日の岬向固定局アンテナ，複数の移動局用アンテナ，60 MHz 帯の連絡用アンテナ。図 8 は同じく生石山観測点の無線制御地震システムのための

表 1. 観測点座標

観測点名		コード	緯度 (N)	経度 (E)	海拔 (m)
和歌山	WAKAYAMA	WKM	34.19092	135.16730	5
生石山	OISHIYAMA	OIC	34.09891	135.31668	770
有田	ARIDA	ARD	34.08588	135.16171	41
葛城山	KATSURAGISAN	KRS	34.34450	135.44315	830
岸宮	KISHIMIYA	KIS1	34.22313	135.29924	96
日の岬	HINOMISAKI	HNM	33.88216	135.06657	189
生石崎	OISHIZAKI	OZK	34.26450	134.95250	112
明神山	MYOJINYAMA	MJY	33.80138	134.64659	380
甲斐川	KAINOKAWA	KKW	33.90085	135.44892	235
白浜	SHIRAHAMA	SHR	33.62973	135.41096	170
古座川	KOZAGAWA	KZG	33.53691	135.76169	20
猿谷	SARUTANI	SRT	34.19004	135.73650	447
本宮	HONGU	HGU	33.82274	135.76485	185
熊野	KUMANO	KUM	33.95419	136.10838	327
榛原	HAIBARA	HBR	34.50578	135.99335	390
伊勢	ISE	ISE	34.45850	136.77396	440
飯南	IINAN	INN	34.48735	136.34090	440
中辺路	NAKAHEJI	NHJ	33.78193	135.51028	160
江住	ESUMI	ESM	33.51166	135.60479	10
松根	MATSUNE	MTN	33.66322	135.71758	220
紀和	KIWA	KWA	33.86900	135.90320	70
勝浦	KATSUURA	KTU	33.65203	135.95589	50
西脇	NISHIWAKI	NWK1	34.25360	135.43781	140
貴志	KISHI	KSH	34.25788	135.15735	10
紀伊	KII	KII	34.26881	135.23791	10
沼島	NUSHIMA	NSM	34.16189	134.83142	119
以下 臨時観測点					
大崎	OHSAKI	OSK	34.13378	135.13271	50
塩津	SHIOZU	SOZ	34.12815	135.16735	70
毛見	KEMI	KMI	34.16531	135.20449	25
岡崎	OKAZAKI	OKZ	34.21013	135.21106	10
和歌山城	WAKAYAMAZYO	CWK	34.22428	135.17576	45
大野	OHNO	ONO	34.14503	135.23055	50
先山	SENZAN	SNZ	34.35363	134.84249	400
広原	HIROHARA	HRH	34.18554	135.21040	30
岩出	IWADE	IWD	34.27792	135.33292	80
野上	NOKAMI	NKM	34.17189	135.30948	100
美里	MISATO	MST	34.14136	135.41033	430
加太	KADA	KAD2	34.26535	135.07158	28
飯高0	IIDAKA 0	IDK0	34.37461	136.19850	315
飯高1	IIDAKA 1	IDK1	34.35859	136.17675	350
飯高2	IIDAKA 2	IDK2	34.37119	136.22997	350
飯高3	IIDAKA 3	IDK3	34.40986	136.21989	270
中津	NAKATSU	NKT	33.94450	135.31450	522
広川	HIROKAWA	HRK	34.01671	135.16672	14

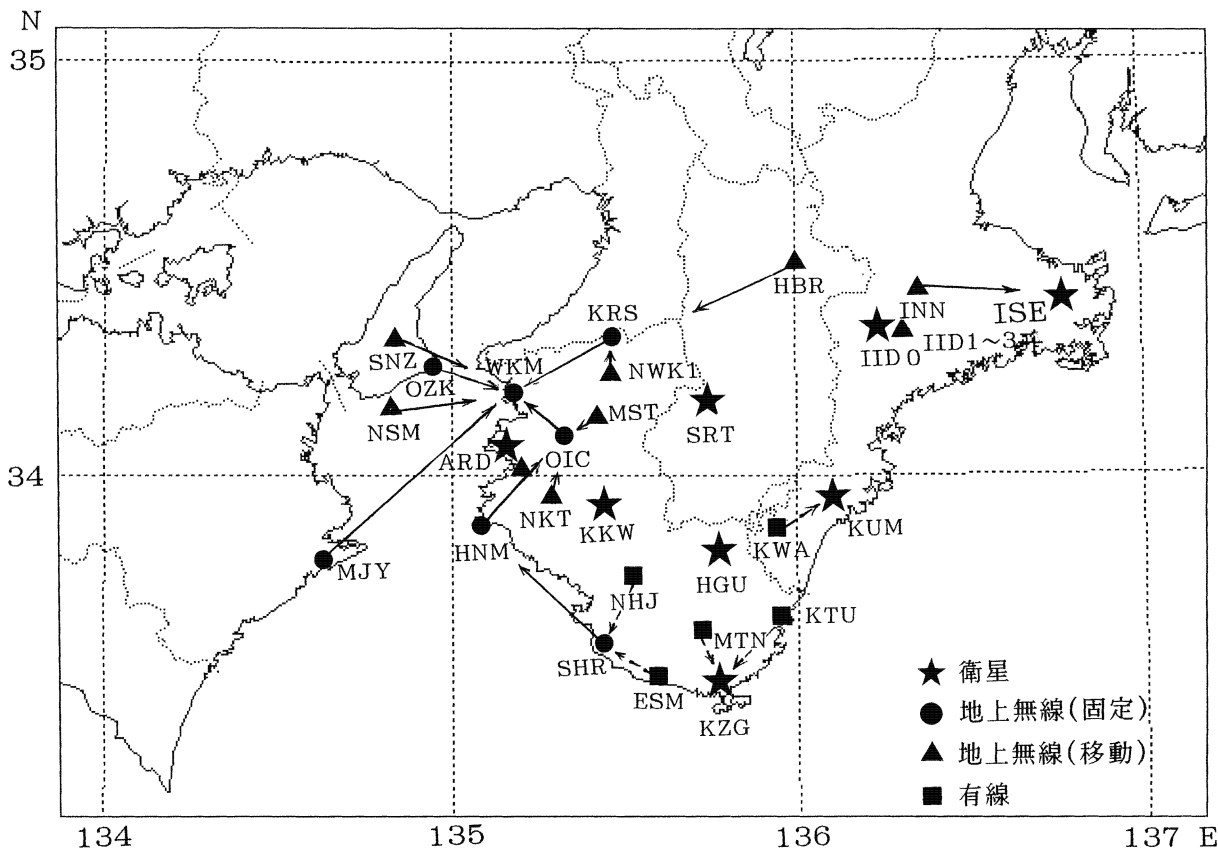


図 5. 2000年9月現在の観測網

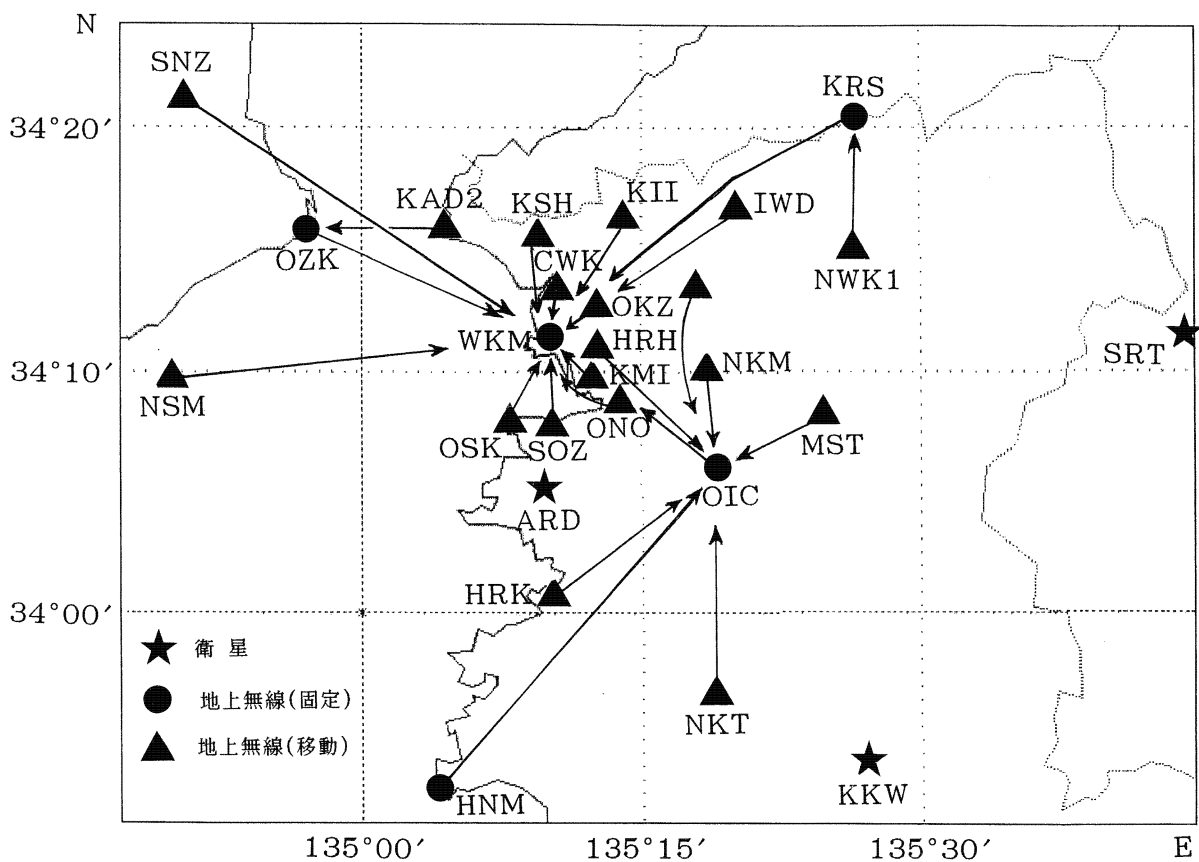


図 6. 2000年9月現在の和歌山市周辺の観測網

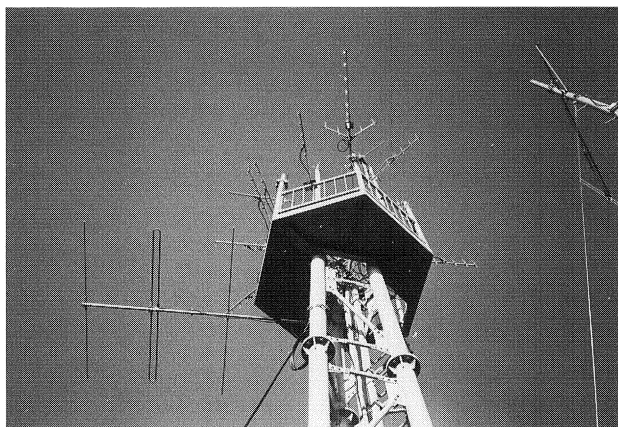


図 7. 生石山観測点の対日の岬向固定局アンテナ, 複数の移動局用アンテナ, 60 MHz 帯の連絡用アンテナ.

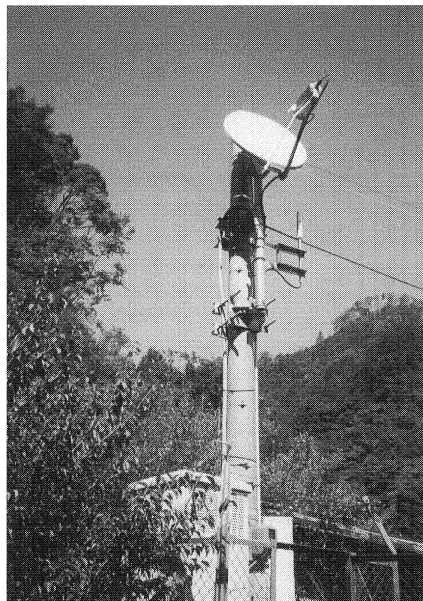


図 9. 甲斐川観測点の衛星送信局

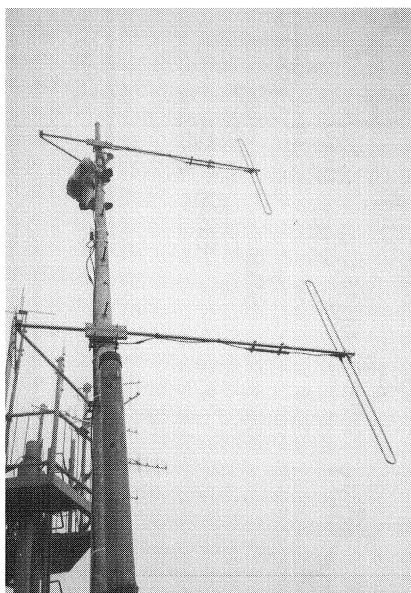


図 8. 生石山観測点の無線制御地震システムのための 60 MHz 帯アンテナ

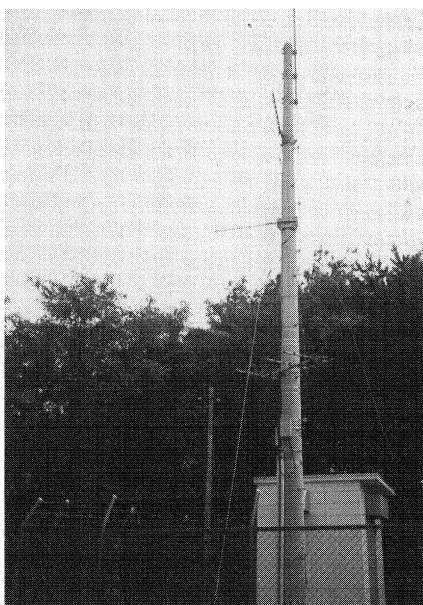


図 10. 日の岬観測点（地上無線による中継観測点）対白浜観測点向受信アンテナ, 対生石山送信アンテナ.

60 MHz 帯アンテナ（瀬戸，1998）。図 9 は甲斐川観測点の衛星送信局。図 10 は日の岬観測点（地上無線による中継観測点）対白浜観測点向受信アンテナ，対生石山送信アンテナである。

データ処理

観測システムの変更により得られるデータ収録媒体及び処理形態が変わっていった。インク書きドラム記録はルーペとスケールを用いた手作業による読取を行い、それをデータシートに書き込んでいった。これは 1 日 24 時間を一枚とする記録紙を現地で取替え、一週間分郵送してもらうもので、記録を目にするまでに時間がかかった。さらに時計のずれによる時刻補正が必要であった。読取値は、本

所でパンチカード化され震源計算処理がなされた。テレメータ化以降は半自動処理でディジタイザによる読取を行い、ミニコンで震源計算処理も行った。現在は win システム（ト部ほか，1992）によってパソコンでの読取を行っている。これは LAN 接続によりデータを共有しているため、同時に作業ができる利点がある。

30 年間読取に携わってきたが、観測システムもデータ処理作業も時代と共に進歩してきた。観測機器が整備されたことにより記録の質が向上し、観測網の拡充、隣接大学や

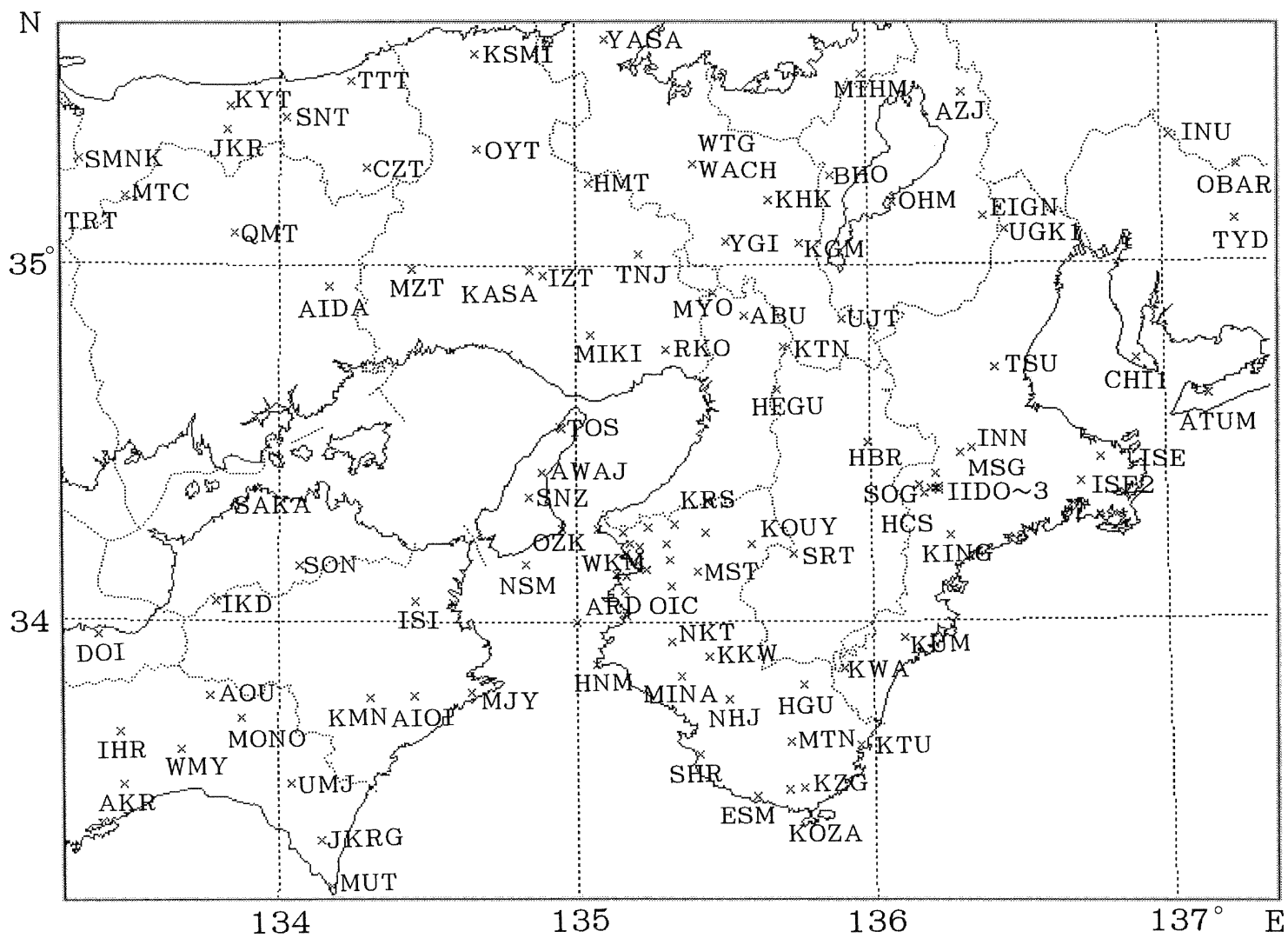


図 11. 2000年9月の隣接点を含めた和歌山地震観測所で利用されている観測点（和歌山市周辺部は図6を参照）

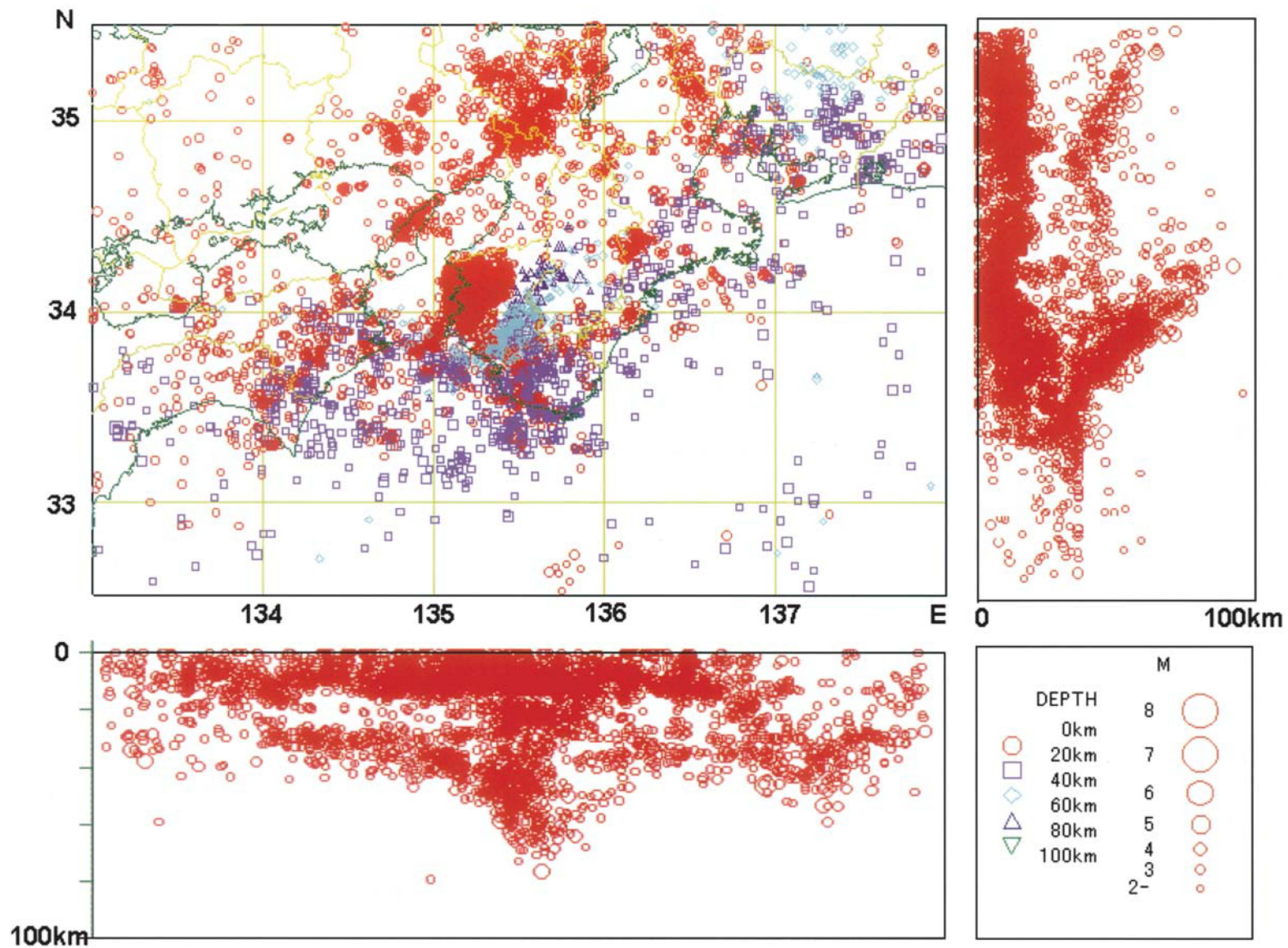


図 12. 和歌山地震観測所で震源決定された震源分布図 (1999/1/1~12/31)

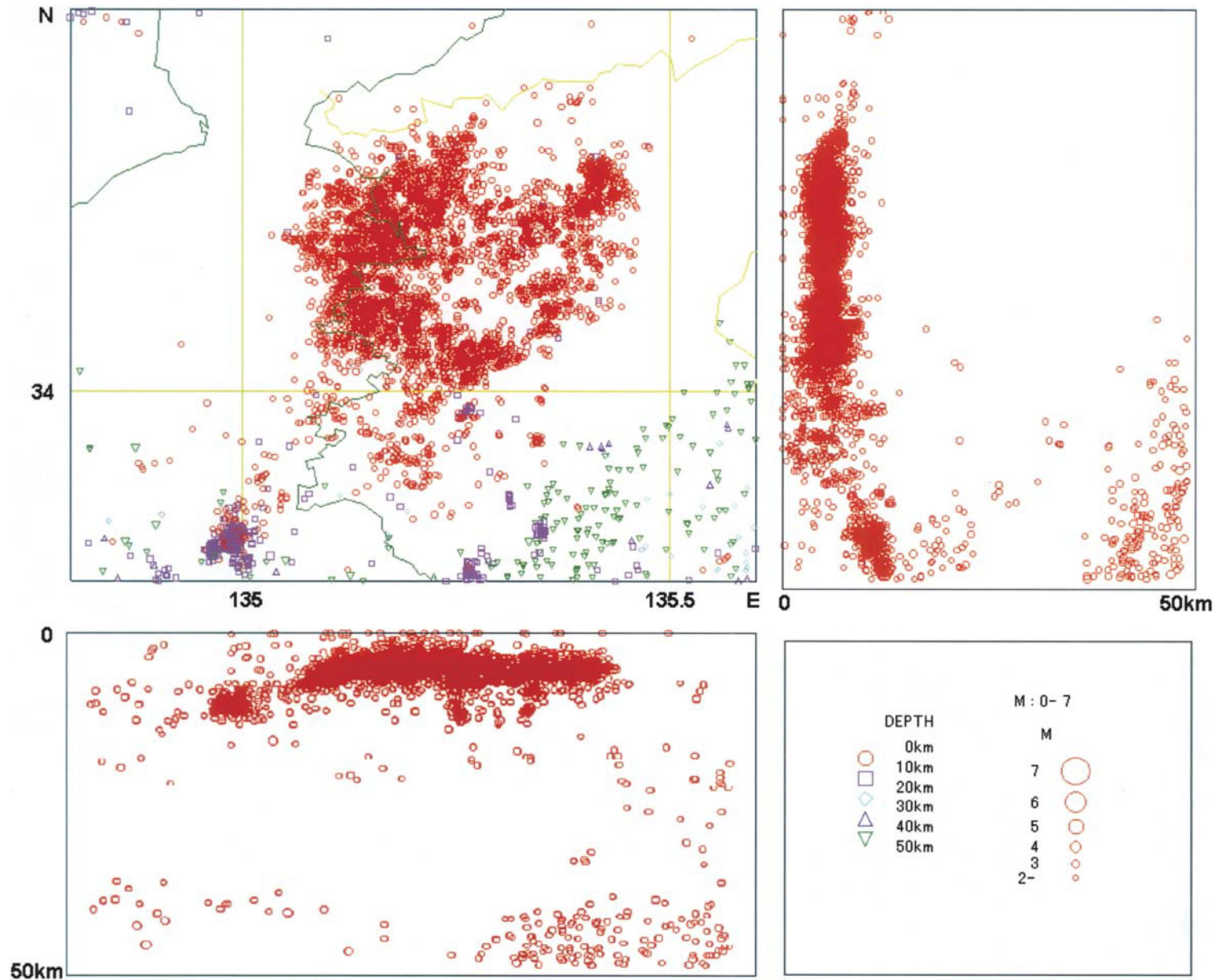


図 13. 和歌山地震観測所で震源決定された和歌山市周辺の震源分布図 (1998/1/1~12/31)

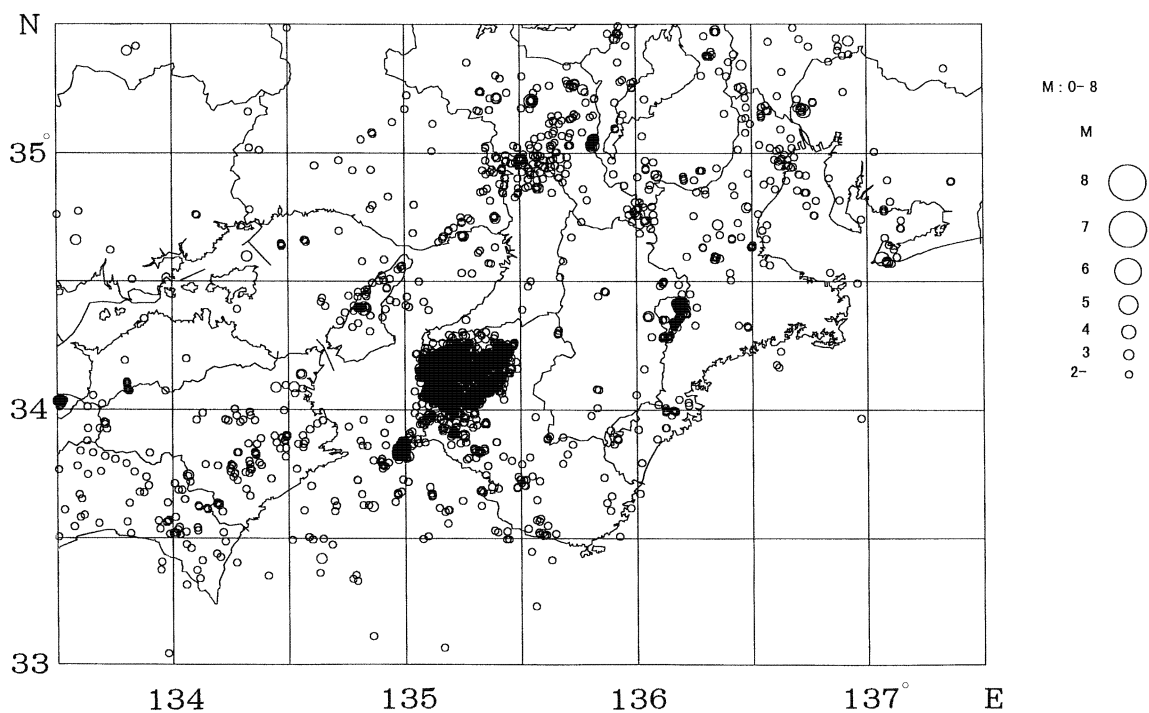


図 14. 深さ別震源図 0~15 km (1999/1/1~2000/5/31)

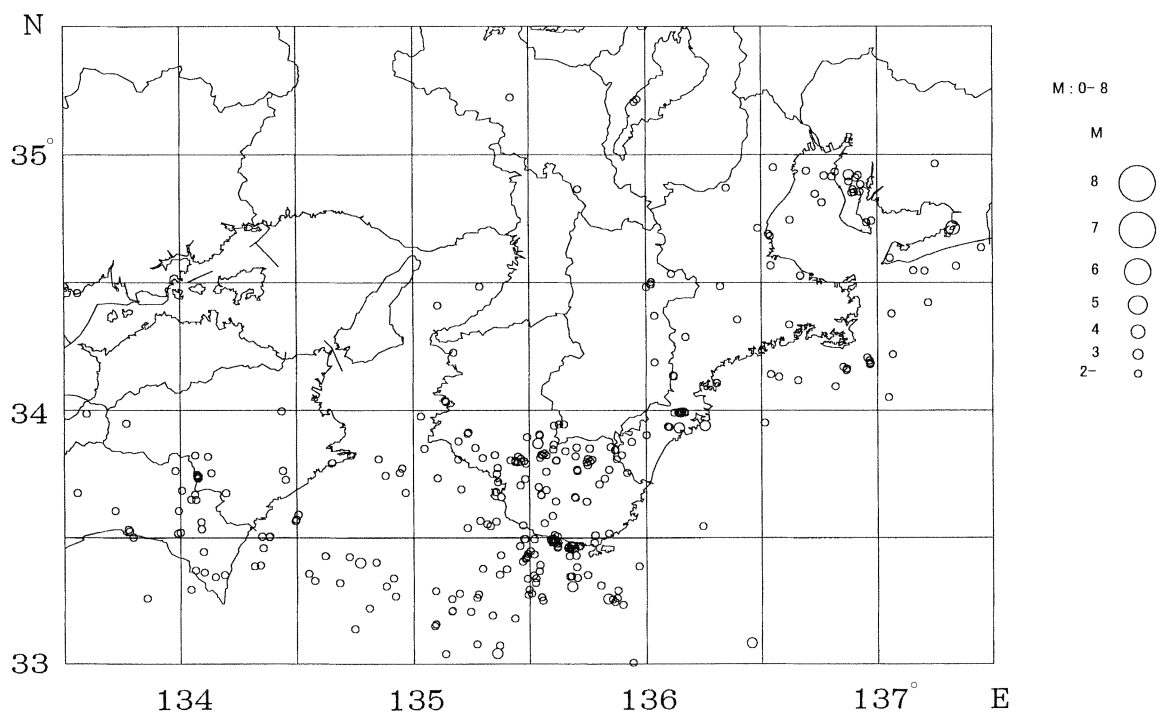


図 15. 深さ別震源図 15~30 km (1999/1/1~2000/5/31)

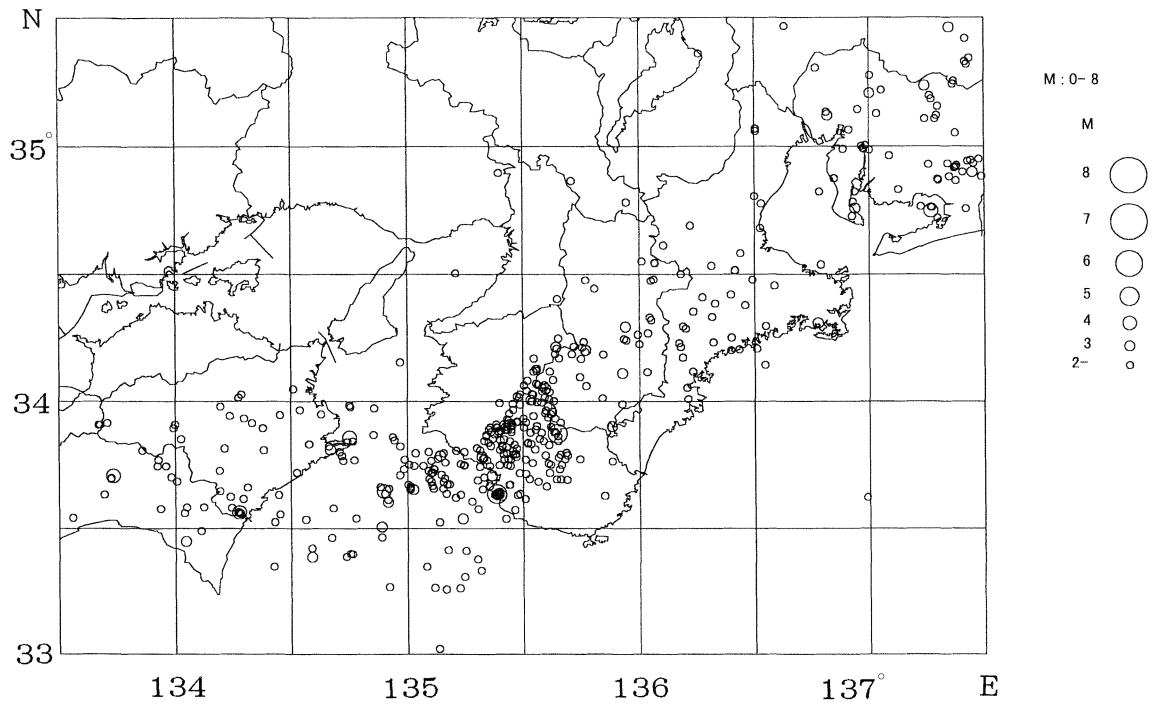


図 16. 深さ別震源図 30 km 以上 (1999/1/1~2000/5/31)

表 2. 年代別観測システムの変遷

年代	観測システム	データ収録	データ処理 読取・震源計算
1964 年以前 (観測所設立以前)	委託観測 (東京からメンテナンスを行う)	煤書記録 真空管アンプによる インク書ドラム記録 方式	ルーペを使った読取 手作業でデータシートに 書き込む 地震研での震源決定
1964~ 1982 年頃	委託観測 郵送方式 一部地上無線	トランジスタ・IC ア ンプによるインク書 ドラム記録方式	ルーペを使った読取 手作業でデータシートに 書き込む 低機能パソコンによる震 源決定
1982~ 1996 年頃	無線および有線テレメ ータリングシステム (全点集中観測方式)	インク書長時間流し 記録 24ch 感熱計による 記録	デジタルタイザによる読 取, 震源決定 自動処理
1996 年頃 以降	衛星テレメータリング システムおよび 地上無線、有線回線を利用したテレメータリ ングシステム	Win フォーマットに よるデータ収録 CD-R, MT など	Win システムによるパソ コンでの読取, 震源決定

気象庁とのデータ交換などで、トリガーイベントや読み取る観測点数が飛躍的に増加している。図 11 は隣接点を含めた和歌山地震観測所において利用されている観測点、図 12 は和歌山地震観測所で震源決定された震源分布図(1999/1~12)、図 13 は和歌山市周辺の震源分布図を示す。深さ別震源分布図(1999/1/1~2000/5/31)を図 14~16 に示す。

記録の保存

観測で得られたデータは、設立以前のもの(南海地動研究所時代)として 1928 年からの煤書きドラム記録が残っている。1964 年から 1982 年頃まではインク書きドラム記録で、約 12~15 観測点の 20 年間分が観測点別、年別にマップケースに保管されている。有線テレメータ化後は、感熱記録紙の 24 ch 流し記録とインク書き流し記録が約 10 数年分、年別に保管されている。1982 年 3 月~1995 年 5 月の 13 年分のテレメータ記録は磁気テープに収録されていたが、磁気テープの劣化が著しいので CD-R に書き換えて保存している。製本した「地震波形モニター集」は 304 冊あり、イベント毎の波形が見られるようになっている。Win システム移行後はトリガー波形データと連続波形データをそれぞれ CD-R、8mm テープに収録している。これら一連の観測システムの変遷を表 2 に示す。

臨時観測

和歌山地震観測所では定常観測に加えて、適宜臨時観測を行ってきた。1970 年和歌山市近傍での多点観測(中村ほか、1973)、1971~1972 年和歌山県委託の地盤調査(これは「和歌山県における地震の調査研究報告書 I、II」1972、1973 として刊行されている)、1973 年紀伊水道近傍の地震調査のため、徳島県の蒲生田(KMD)、和歌山県の白浜(SHR)、日高川沿いに高津尾(TAK)、川原河(KWG)の 4 臨時観測点を加えて観測が行われた(中村ほか、1974)。1974 年中央構造線付近での観測は、既設の観測点を含めて一直線に並ぶように、奈良県川上村迫(SAK)、三重県飯高町森(MOR)、三重県勢和村浄貞寺(JTJ)の 3 臨時観測点を設置した。このうち飯高町森はダム湖になっているが、1999 年 1 月末からこの付近で群発地震が続いているため 4 臨時観測点を設置し、名古屋大学の 3 臨時観測点も含めて観測中である。和歌山県北西部の精査のため複数の移動無

線による観測(瀬戸ほか、1999b)、60 MHz 帯を使用した無線制御による地震観測システム(瀬戸、1998;瀬戸ほか、1999a)による臨時観測が行われている。

今後の課題

今最も注目されているのが南海道地震である。近畿各府県が地震防災の想定地震にしているのも南海道地震であり、和歌山地震観測所の前身である「南海地動研究所」の目的も南海道地震であった。そのため室戸沖にケーブル式海底地震観測点が設置されたが、潮の岬沖の観測点も必要である。現在の観測網に加え、海側の観測強化が望まれる。さらに、多年にわたる膨大な量の記録や資料がある。これらを整理、データベース化し、ホームページで検索できるようにすること。このフィールドに興味のある研究者に伝えられる環境を作っていくためにも和歌山地震観測所のホームページの更なる充実を旨とすることである。

おわりに

和歌山地震観測所で刊行された出版物を紹介する。
和歌山微小地震観測所 Bulletin, 1965
和歌山微小地震観測所月報 1~99 号(1966, 1~1974, 3)
和歌山微小地震観測所季報 1~20 号(1974, 4~1979, 3)
和歌山地震観測所雑報 1~15 号(1997, 9~2000, 6)
和歌山県における地震の調査研究報告書 I, 1972(和歌山県より委託)
和歌山県における地震の調査研究報告書 II, 1973(和歌山県より委託)

文献

中村正夫・石桁征夫・瀬戸憲彦・黒磯章夫・塩野清治, 1973, 和歌山市近傍における稠密多点観測(序報), 地震研究所研究速報, 10, 50-51.
中村正夫・石桁征夫・瀬戸憲彦・小谷啓子・沢 泰子・堀本貴代子・溝上 恵, 1974, 1973 年紀伊水道近傍での臨時観測(序報), 地震研究所研究速報, 12, 149-158.
瀬戸憲彦, 1998, チルト角付き放射パターンを有する 60 MHz 帯アンテナの構築, 震研技報, 4, 66-71.
瀬戸憲彦・中村正夫・北浦泰子・田上貴代子, 1999a, 無線制御による地震観測システム, 震研技報, 5, 1-15.
瀬戸憲彦・中村正夫・北浦泰子・田上貴代子, 1999b, 有線・無線回線のための簡易テレメータシステム, 震研技報, 5, 16-22.
卜部 卓・東田進也, 1992, WIN-微小地震観測網波形検束支援のためのワークステーション・プログラム(強化版), 地震学会講演予稿集, No. 2, 331.