

徳島観測所の36年余を顧みて

観測班 近藤 和男

はじめに



写真 1 徳島観測所

昭和47年10月16日付で京都大学理学部付属徳島観測所の技官として採用されて以来、36年余になります。時がたつのは早いもので実感としては地震観測に携わり、結果を振り返る時期が来た？何を？という感じです。まず、当初徳島には観測所は建設されておらず、1年半程は阿武山観測所で地震観測の基本を研修し、並行して徳島の観測点を捜しに行っていました。当時、明石大橋等は、まだ無く、淡路島経由か和歌山

からのフェリーを利用していました。徳島観測所が建設された時は国道からの道すら整備されていなかった（約1km）のですが、日頃の行いが善い？為、1年後に“秩父の宮”様による植樹祭、及び野鳥の森の完成と周辺の環境が一変した。観測所前はアヒルの泳ぐ池（最近はブラックバスの釣り場）、椿園に囲まれた東屋、花見の出来る芝生、約1時間の野鳥を觀賞しながらの遊歩道と、ゆっくり過ごすには最適な環境となり現在に至っている次第です。

1. 観測所沿革

徳島観測所（写真1）は1972年の第2次地震予知計画で微小地震観測網整備の一環として助手1名と技官1名を持つ施設として設置された。1974年12月より徳島県内4ヶ所（石井・上那賀・鷲敷・穴吹）の観測点で煤書き記録による微小地震の観測を開始した。1985年5月にはテレメータシステムによる自動処理が始まり、観測点も東京大学和歌山微小地震観測所及び高知大学地震観測所との共同事業で、南海観測網の一部として機能するように変更された（石井・上那賀・池田・塩江）。1997年4月には、京都大学防災研究所地震予知センターの各観測所管轄の観測網を統合して運営するサターンシステムが導入され、高感度地震観測を基盤観測網の一部として維持して来た。2006年12月に通信衛星の切り替えに伴って、10月に石井、上那賀、塩江を、また、2007年1月には池田（一旦新衛星に切り替えた後）のデータ伝送を、インターネット回線を利用した地上線に移行し現在に至っている。

2. 観測方式

2.1 委託観測(煤書記録)

観測方法は、アンプにより増幅した波形及びタイムマークを、煤をかけた記録紙に記録し、毎日ほぼ定時に取り替えニスにより定着させ保存する(写真2)。地震計は、本所(石井)は60m、他の3点は5mの横穴式のトンネルの奥の岩盤上に置いてある。固有周期：1秒で、観測点は上下動一成分、本所は東西動・南北動を加えた三成分である。レコーダーの送りは毎秒4mmで、水晶時計の発振信号を増幅してモーターを駆動させて送り速度の安定化をはかった(写真3)。刻時信号は、時分秒信号とNHKの時報が地震波形に重ねて記録される。故障が発生した場合は電話連絡により状態を確認した後、こちらから出向くという方法をとっていた。



写真 2 煤書室(稼働中)



写真 3 記録ドラム(稼働中)

この頃の観測点は民家の敷地内(上那賀は分校の片隅)にあり、故障修理等に出向いた時にはお茶を出していただいたり、世間話をしたりと、つながりという意味では委託者と濃厚な関係が保たれ、ゆったりとした時間が過ぎていたかと思われます。

写真4は、2008年12月に扉の鍵を修理しようと訪れた鷲敷観測点の、観測坑周辺の写真ですが、観測を中止して24年、見回りに行かなくなつて15年余、約50cmの土砂に埋もれていたため入口周辺の整地等に1時間かかり、業者の方が鍵をこわし(金ノコで切断)新しく取り付けた後、開閉出来るまでに土砂を取り除きました。トンネル内は思ったよりきれいな環境でしたが今後、使用して下さる教官はいるのかな?。無駄にならない様にと思いつつ作業をしました。また、同様に中止した池田観測点は5年前に鍵を修理し使用出来る状態になっています。



写真 4 鷲敷観測坑入口

* 震源の決定

各観測点の煤書き記録にタイムを書きこんだ後、同一の地震で3ヶ所以上読み取る事が出来て、P波の立ち上がりのシャープな物を1点以上有し、更に(P-S)6秒以内(徳島観測網内)の、震源地を決めていた。震源決定は(P-S)~P図の勾配を0.73として、各点の平均値から発震時刻を求め、P波速度を5.8km/sの様な値として、コンパス等を使い作図により求めた。マグニチュードはF-P時間より求めた。

2.2 テレメータ観測

第4次地震予知計画により、微小地震の全国観測網の整備が進められ、徳島観測所は和歌山・高知・白木の各観測所と協力して、中央構造線から南海トラフを覆う地域を対象とした観測網を構築することになった。1982年度に上那賀観測点のテレメータ化と石井の集中記録装置の導入が図られ、次年度には新設点として塩江・池田観測点がテレメータ化された。更に1983年度には、和歌山微小地震観測所及び高知地震観測所間の、一次データ交換回線が設けられると同時に、コンピューターが導入されて、地震の判別から読み取り、震源要素の決定までをリアルタイムで行う自動処理のシステムが稼動した(写真5)。

なお、従来の委託点の驚敷は1985年6月、穴吹は1986年3月に廃止した。

* データ収集

記録は自局4点の上下動を煤書きドラムに、また各三成分12chを14chのアナログデータレコーダー(ADR)1に収録し、データ交換の成分はADR2に収めている。2巻のテープになったこれらの主な記録は1巻のテープに編集し保存している。地震の判別は、自局の4点と交換データ6点の計10点からなされ、ADRとPIOに起動信号が出力される。PIOから取り込まれた15点・33chの波形データは主に、集中記録装置からの判別情報により地震と判断されるとDISKに収録され、一定の条件を備えた地震に対しては直ちに自動読み取り・震源決定がなされる。この波形データは、グラフィックディスプレイ装置に自動読み取りの位置に印の付いた形で表示されるので、確認しながら手動験震する事になる。しかし、自動読み取りの位置が最大17msec程ずれるという問題があったので、1988年に処理システムが一旦破壊されて復旧した際に、すべての要素にカーソルを当てて読み取る方法に変更した。



写真 5 テレメータ装置(廃棄予定)

* テレメータ化後記

煤書き記録のデータの整理及び観測点毎の読み取りという手間は省力化された。一つの地震の読み取りは端末のCRT上で他の観測点のデータも同時に読み取る事が出来るようになり能率は向上し観測点毎の欠測も瞬時に分かるようになった。しかしながら、故障時に私に出来る事が少なくなり(業者依頼)それに従って各観測点に行く機会も減少し、時がたつにつれ、なじみが薄らいできた思いがします。

テレメータ記録での思い出はやはり“阪神淡路大地震”になります。大きい揺れ（徳島で震度Ⅳ）で飛び起きましたが、意外と冷静にP～S時間を勘定して約9秒となり、自分なりに紀伊水道沖かな？と思いテレビの地震速報をみると震源地に近い神戸付近の被害が大きく情報も遅れがちでした。時間がたつにつれ建物の被害及び死者が増え、テレビには火災の現状が映されているのに震源地の特定がなかなか決まらなかったと記憶しています。淡路に近い鳴門市内では被害がでましたが徳島市内はたいしたことが無く、観測所には8時前に着き、テレメータ室に入ると”トリガ“によりスタートするデータレコーダーが空回りしていました。一卷のテープで約130個収録可能(4.8cm/s送り、一つの地震で80秒記録)のはずが、本震だけでデータレコーダーは終了していました(約41分継続)。テープ交換をしようとしますと余震が続いていて”トリガ“がかかったままの為、常に空回りしている状態なので電源を落としセットした後立ち上げました。当時の煤書き記録を久しぶりに見ても地震データの多さにはいまさらながら圧倒されます(図1)。余談になりますが、徳島防災センターという施設に見学に行った際に阪神淡路大地震と関東大地震の揺れを体感しました。揺れの体感自体は阪神淡路大地震の方が大きいのですが、関東大地震は時間が長く船酔いに似た状態になりました。いずれにしてもとっさには動ける状況では無かったです。

2.3 サターンシステム

京都大学防災研究所地震予知研究センターの各観測所が維持する微小地震観測網のうち、隣接部分を有する上宝・北陸・阿武山・鳥取・徳島の各観測所管轄の観測網を統合して運営するシステムをサターンシステムと称した。このシステムはインターネット技術を利用して構築されており、1997年度に現在の形態での運用が始まった。この前1996年8月から1997年4月までの間は平野システムによりデジタルデータを作成し、サターンシステムに伝送していた。

* 平野システム(連続地震波形データ収録システム)

パソコン2台を用いたもので、多成分(32チャンネル)の地震波形データをA/D変換しながら地震のトリガ判定を行うものである。このシステムには地震と判定されたものをMOに収録する機能の他、画面上に監視のために地震波形をリアルタイムで描画する機能が備わっていた。

2.4 衛星通信テレメタリングシステム及び現在の観測

このシステムは、静止軌道の商用通信衛星の中継器を帯域使用するシステムであり、常時伝送の形態を採用している。当観測所においては本所に送受信局が設置され、他の3点においては白山工業株式会社製のデータ変換装置LT8500をVSATと共に各観測点に設置し、直接通信衛星にデータを送信する方式を採っている。

2006年12月に通信衛星の切り替りに伴って、10月に石井、上那賀、塩江を、又2007年1月には池田(一旦新衛星に切り替えた後)のデータ伝送をインターネット回線を利用した地上線に移行した。その結果、管轄の観測点以外のデータはKUINS-IIの回線を利用して宇治より配信されるようになったので、常時取得出来る連続波形データは大幅に減ったが、必要な地震の波形データは多少の遅れはあるがFTP機能を用いて得ている。この他、上那賀、塩江での速度型強震観測、本所石井での防災科学技術研究所のFreesia計画への協力(STS1による長周期地震観測及び速度型地震計による強震観測)は継続されている。



図 1 阪神大地震余震（煤書き記録一部分）

3. MT 観測（地殻比抵抗構造探査）及び水位観測

3.1 MT 観測

阪神大地震後、気象庁による地震データ及び独立行政法人防災科学技術研究所の高感度微小地震観測網（Hi-net）のデータが充実され、データ処理も迅速になされるようになり、観測所によるデータ読み取りは西南日本合同観測（2004年3月終了）を最後に予知センターとしては取りやめになった。徳島観測所は許斐助教の意向により約30点のデータを取り込み、読み取り及び処理を継続して現在に至っている。又、梅田元センター長の時代から予知センターの技官研修が増え、2000年の鳥取西部地震後、主に矢部元技術職員、中尾・藤田技術職員と共に鳥取大学の塩崎准教授の技術支援（京大担当教官は大志万教授）として、大山周辺のMT観測に参加しました。通算4年延べ8回にわたる観測は兵庫県・岡山県・島根県・鳥取県と移動し、ふと気がつけば大山を一周していました。実をいえば、この観測に参加する以前はほとんど徳島に張り付いた状態でしたので、当初は地震観測に比べ機器設置状況が悪いにもかかわらず、興味を持っていましたが回数が増えるに従い（車の運転・設置のための穴堀・バッテリーの交換・データの回収の繰り返し）何のための観測か、観測データをどのように処理し結果はどうか？等、知らされないまま（もちろん本人の学習意欲不足もありますが）時が過ぎ、今思い出しても設置手順以外記憶に残っていません。

3.2 水位観測

1946年12月21日に発生した昭和南海地震（M8.0）では、地震の前に紀伊半島から四国の太平洋側の広い範囲で地下水、特に井戸水の水位が減った、あるいは涸れたという報告がある。地下水観測が次の南海地震発生の予測のための情報が得られる手がかりになると考え地下水調査及び観測を行う、という趣旨で2003年7月に細元技術職員（当時）と2人で洲本市由良町及び徳島県海部郡周辺の井戸の調査を行った。この観測は2008年3月に担当教官が退職（梅田教授、重富助教、尾上助教）するまで続けられた。短期間のため当然ながら結果は出ていないがデータは残っているので、将来必要になるだろうとひそかに思っています。



写真 6 データ収集風景



写真 7 聞き取り調査

先記 MT 観測は鳥取大学が主であり、所詮応援という気分が最後までぬけないまま終了しましたが、地下水観測は宇治において機器の取り扱い（写真 6）及び打ち合わせを充分にし、観測井戸の調査、自治体及び観測井戸の所有者との交渉、更に南海地震体験者の聞き取り調査（写真 7）や石碑・古文書に残る津波跡の確認等多様に活動したためか、観測開始から地元の徳島新聞が興味を持ち、数回掲載されました。（当然、海部郡は津波の被害が甚大で関心が高いという側面はありますが）当初は観測（2004 年 1 月開始）の紹介であったが新聞記者が訪ねて来て話をしている内に、新聞社の方向は“宏观現象”として地震予知を考えたいという意図が見えて来た。2004 年に“地震予知は今・徳島から探る”“隠れた南海地震”、2005 年に“危機に生きる・南海地震”とシリーズで連載され、徳島観測所が開所以来注目され、大地震に対する啓蒙となったのは間違いないと思われます。余談になりますが、2004 年 12 月 23 日に朝日放送で放映された“井戸水で地震予知”という番組のエピソードを書いておきます。放送のおよそ 2 ヶ月程前に梅田教授より電話で、『朝日放送の人を海部郡の調査井戸に案内してほしい、ちょっとした説明でいいからコメントも欲しいと、詳細は宇治でやっておく』と連絡がありました。自分としてはテレビ撮影に興味も有るし簡単に考えて了承しました。撮影当日、片道 2 時間強かかりますが約束の 9 時 30 分に海部郡奥浦で待ち合わせをし（朝日放送はカメラマンを含め 3 人）まず観測井戸数カ所を案内した後、撮影場所を決めました。一番大きい井戸となったのは井戸の内部まで撮影するためですが、通りに面しているため人が結構多く面映い気持ちでいました。観測機器の設置方法及びデータ収集方法を説明しテレビ収録に入ったのですが、コメントに何回もやり直しが入りました（自分では気がついていないがカメラを観ている（カメラ目線）らしい）その後朝日放送の人が付近の人にインタビューしたり、観測井戸所有者に質問したりするのも付き合い、昼食も食わずに夕方 5 時までかかりました。往復の時間を入れると 12 時間の撮影で放映時間は 15 分、その内私の出演場面は時間にして約 2 分程でした。

以上は数年にわたっての観測ですが、短期間の観測としては香川県綾歌郡周辺の衛星テレメータ観測（合同観測）、鳥取市郡家町周辺の人工地震による地下構造調査、徳島県池田町周辺の GPS 観測等に関わり、現在は琵琶湖西岸地震観測を継続中です。

4. 研修

平成になってから研修履歴の残る“京都大学技術職員研修”が始まり、延べ 5 回参加しました。京都大学全体の研修のため総花的になり、何をしたという記憶は特に残っていませんが前後に出来るだけ休暇を取り京都市内の神社仏閣巡りが出来たというのが収穫になりました。又並行するように“防災研究所技術室”の研修も始まり、当初は宇治での研修でしたが防災研究所の各観測所での研修に変わり、スライド（当時）で説明を受けるより濃厚に他分野の観測の実態が理解できたと思われます。さらに往復のバスの中・宿泊先・研修後の慰労会？と一緒に居たためより親密な関係が生まれたとも思っています。最近“群”としての研修になり少し淡白に感じます。さらに“予知センター”としての研修もありますが、こちらは顔見知りばかりで楽しく？（創立記念日の焼き肉パーティ準備有）参加しました。私は学会を含め外部の研修会にはでたことはなかったので、平野室長（当時）にお願いして 2005 年 3 月の東京大学技術研修会に出席させていただきました。

おわりに

あらためて技術報告という形で自分の36年余を振り返り、文章にまとめてみると何をしていたかという疑問が（悔い？）が残ります。観測所開設期よりの煤書記録・M0に収集されているデータ等観測の継続という面では満足しています。最後に2000年～2008年の震源分布図（図2）を掲載して長年の成果の一端として終わります。

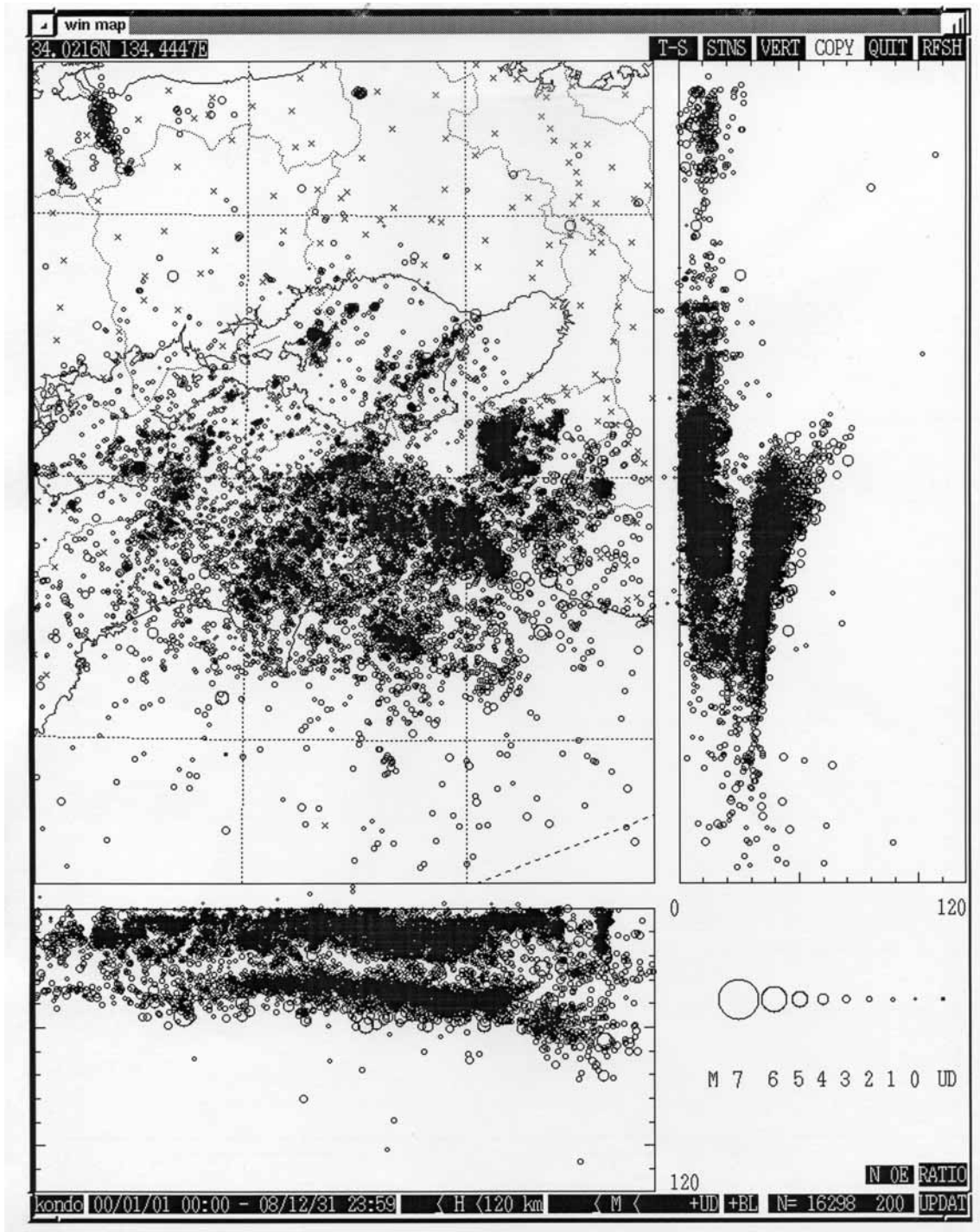


図2 震源分布図（2000 - 2008年）