

検測必要点数の調査

大阪管区气象台 地震火山課

目的

大阪管内において、十分な精度で震源を決定するのに必要な検測点数の調査を行う。

作業方法

1. 調査領域の決定と対象イベントの拾い出し
2. 本庁配布ツールを使用し、各領域の検測点数による震源精度の変化図を出力
3. 震源精度の変化図より必要検測点数を調査
4. 本庁配布ツールで作成されたテキスト形式のデータをもとに、福岡管区方式による必要検測点数を調査
5. 震源精度の変化図内の Max Azm. Gap による観測点の分布状況の確認

結果

1. 調査領域の決定と対象イベントの拾い出し

調査に用いたイベントの震央地名は以下のとおり。

岐阜県美濃中西部、福井県嶺南地方、福井県沖、滋賀県北部、京都府南部、大阪府北部、和歌山県北部、和歌山県南部、紀伊水道、兵庫県北部、兵庫県南東部、淡路島付近、徳島県南部、室戸岬沖、鳥取県西部、瀬戸内海中部、土佐湾、島根県東部、安芸灘、伊予灘、日向灘、豊後水道の 22 領域。

対象イベントの詳細（時刻、緯経度、マグニチュード、深さ、観測点数）について M2、M4 クラスに分けて表 1 にまとめた。表中の各値は本庁配布ツールを使用する前の値を示す。

2. 本庁配布ツールを使用し、各領域の検測点数による震源精度の変化図を出力

各イベントについて本庁配布ツールを使用して震源精度の変化図を出力。各変化図に各イベントの震央地名とツール使用前のマグニチュード、深さを記入。

3. 震源精度の変化図より必要検測点数を調査

各イベント毎の震源精度の変化図をもとに、震源の移動が落ち着く観測点数を震源分布図からもとめた。また、その結果を表 2 の A 列と変化図の震源分布図に記入した。注 1)

4. 福岡管区方式による必要検測点数を調査

各イベントに対して本庁配布ツールで作成されたテキスト形式のデータをもとに、時間、緯度、経度、深さについて福岡方式（誤差と最終値との差の比較）を使用して、差－誤差＜0となる検測点数をもとめた。注2）

求めた時間、緯度、経度、深さの検測点数のうち最大の点数を必要検測点数とした。もとの必要検測点数を表2のB列に示す。

5. 震源精度の変化図内の Max Azm. Gap による観測点の分布状況の確認

変化図内の Max Azm. Gap から、安定した観測点配置が得られる観測点数を求めてみた。この観測点数を表2のC列に示す。

注1） 表2を作成するにあたっては、震央から5番目に近い観測点までの距離の小さい順にイベントを並べた表を作成した。観測点までの距離は本庁配布ツールにより出力されたファイルの値を使用している。

注2） 福岡方式により必要検測点数を求めるにあたって、
最終値と各検測点数での値との差の絶対値－最終値の誤差 ≤ 0
となる点数を必要検測点数とした。

考察

M2 クラスの浅い地震

変化図から読み取った検測点数と福岡方式による検測点数とでその差に多少のばらつきはあるものの、必要検測点数は概ね10数点～20点弱の値を示している。

M4 クラスの浅い地震

変化図から読み取った検測点数と福岡方式による検測点数で、福岡方式による徳島県南部と島根県東部の検測点数が大きめの値となっているものの必要検測点数は概ね10数点～20点弱の値を示している。

福岡方式による徳島県南部と島根県東部の検測点数が25点を超えているのは調査に使用したイベントが収録系による検測を行う以前のもの（収録系による検測は8月以降）で、波形の振り切れによりS相の検測数が少なかったため、深さについて誤差範囲内に落ち着く検測点数が大きくなったものと思われる。

M2 クラスの深い地震

今回の調査では20km以浅の地震を対象としているが、比較的深めの地震について調査を行ってみた。変化図からの読み取った値と福岡方式による値のどちらも、浅い地震に比べて約5点ぐらい多めとなっている。唯一海域の地震と思われる室戸岬沖については変化

図からの読みとり、福岡方式共に他のイベントと比べて少ない検測点数で震源が落ち着いている。また、検測点数が 10 点までは Max Azm.Gap が約 $150\sim 155^\circ$ とほとんど変わっていない。このことから海域の地震に対しては検測点数よりも観測点の配置の影響が大きいと思われる。

追加

参考として、震源位置が比較的是っきりしている発破イベントについて、震源精度が落ち着く検測点数を調査してみた。調査にあたっては検測点数が 10 点以上あり、発破場所に採石場等が 1 箇所だけのイベントを選んだ。

調査に使用したイベントを以下に示す。

兵庫県南東部	2001/06/05 11:48	$34^\circ \text{N}51.456'$, $135^\circ \text{E}15.817'$	M:1.0	観測点数 11 点
島根県東部	2001/04/13 14:48	$35^\circ \text{N}25.189'$, $132^\circ \text{E}43.916'$	M:1.8	観測点数 20 点
岡山県南部	2001/09/11 08:57	$34^\circ \text{N}36.940'$, $133^\circ \text{E}44.162'$	M:1.4	観測点数 28 点
兵庫県南西部	2001/09/11 12:03	$34^\circ \text{N}48.178'$, $134^\circ \text{E}22.364'$	M:0.8	観測点数 20 点

以上の 4 点について本庁配布ツールを使用して震源精度の変化図を出力し、変化図上段の震源分布図に発破場所を○印で示した。

震源分布図から震源の移動が落ち着く検測数を調べた。

各イベントにおける震源の移動が落ち着く検測点数は以下のとおり。

兵庫県南東部	検測点数・・	11 点以上？
島根県東部	検測点数・・	14 点
岡山県南部	検測点数・・	14 点
兵庫県南西部	検測点数・・	10 点

各イベントの変化図の震源分布を見ると、岡山県南部では震源が発破場所からやや離れて落ち着いているが、他の 3 イベントでは震源は発破場所付近に近づき、移動が落ち着いている。

兵庫県南東部については検測点数が少なかったため、震源の移動が落ち着く検測数としては十分な値とはいえない。また、調査したイベント数も 4 点と少ないので参考にならないかも知れないが、概ね 10 数点以上検測してあれば十分な精度が得られると思われる。

まとめ

今回の調査から、M2,M4 クラスの浅い地震については 10 数点から 20 点弱の検測点数で十分な精度が得られることから、現在行っている観測点数 20 点による検測で十分な精度の震源が得られると思われる。

表1

M2 クラスのイベント

震央地名	発震時分	緯度	経度	M	深さ	観測点数
岐阜県美濃中西部	7/22 00:27	35 ° N38.4'	136 ° E29.2'	2.5	13.4	39
福井県嶺南地方	3/20 02:38	35 ° N27.4'	135 ° E52.6'	2.2	13.2	34
福井県沖	8/09 06:44	35 ° N45.2'	136 ° E 1.6'	1.9	11.5	39
滋賀県北部	7/22 23:37	35 ° N29.8'	136 ° E20.6'	2.9	13.0	39
京都府南部	8/15 14:43	35 ° N 9.4'	135 ° E35.2'	1.8	11.2	39
大阪府北部	7/23 21:50	34 ° N54.9'	135 ° E33.6'	1.9	11.7	35
和歌山県北部 1	7/31 20:17	34 ° N11.7'	135 ° E11.4'	2.0	7.4	40
紀伊水道	8/05 21:10	33 ° N50.9'	134 ° E59.1'	2.0	13.9	38
兵庫県北部	8/04 00:41	35 ° N28.8'	134 ° E30.1'	2.0	9.8	39
兵庫県南東部	8/15 18:30	34 ° N54.7'	134 ° E47.3'	2.4	13.7	38
淡路島付近	3/06 05:49	34 ° N26.7'	134 ° E55.1'	2.0	15.5	39
徳島県南部	3/02 23:56	33 ° N46.1'	134 ° E16.1'	2.1	11.4	34
鳥取県西部	7/25 12:21	35 ° N17.1'	133 ° E21.2'	2.2	11.4	36
瀬戸内海中部	7/31 23:31	34 ° N 2.3'	133 ° E31.0'	2.2	12.4	39
土佐湾	8/08 11:15	33 ° N 6.5'	133 ° E46.6'	2.7	17.4	36
島根県東部	7/29 23:12	35 ° N19.8'	133 ° E20.1'	1.9	11.1	38
日向灘	8/15 07:35	32 ° N54.2'	132 ° E 7.4'	2.8	13.3	38

M4 クラスのイベント

福井県嶺南地方	4/16 19:05	35 ° N28.4'	135 ° E55.3'	4.0	14.3	63
紀伊水道	8/10 15:42	34 ° N 8.8'	135 ° E 7.1'	4.3	8.8	40
兵庫県北部	1/20 05:27	35 ° N29.6'	134 ° E29.2'	4.1	11.8	44
徳島県南部	2/08 14:11	33 ° N54.3'	134 ° E30.0'	4.2	14	64
島根県東部	2/11 09:17	35 ° N25.1'	133 ° E17.9	4.3	12.7	63

M2 クラスで震源の深いイベント

和歌山県北部 2	7/31 04:07	33 ° N55.6'	135 ° E21.2'	2.4	59.8	39
和歌山県南部	7/30 03:10	33 ° N40.7'	135 ° E21.0'	2.4	49.6	38
室戸岬沖	8/15 01:03	32 ° N51.6'	134 ° E38.6'	2.2	42.2	34
安芸灘	7/26 02:48	34 ° N 6.3'	132 ° E43.7'	2.0	41.7	37
伊予灘	8/08 04:54	33 ° N33.1'	131 ° E53.8'	2.6	72.2	39
豊後水道	7/31 23:58	32 ° N55.8'	132 ° E13.2'	2.7	32.8	39
豊後水道	7/22 00:55	33 ° N12.4'	132 ° E15.0'	3.8	42.7	37

表 2

M2 クラスのイベント

震央地名	距離(km)	M	深さ(km)	A	B	C
和歌山県北部 1	15.38	2.2	4.8	20	21	8
兵庫県北部 1	20.64	2.0	8.92	12	16	8
京都府南部	21.44	2.1	8.53	12	13	18
淡路島付近	21.85	2.1	14.7	23	24	9
大阪府北部	22.29	2.1	10.67	13	13	7
兵庫県南東部	22.91	2.5	12.28	17	24	8
福井県沖	25.47	2.0	10.1	10	9	21
鳥取県西部	25.5	2.4	9.53	16	20	10
島根県東部 1	25.5	2.1	8.81	17	22	10
岐阜県美濃中西部	25.63	2.6	12.7	7	6	9
徳島県南部 1	28.37	2.3	9.71	15	8	15
紀伊水道 1	31.32	2.3	12.46	17	14	13
滋賀県北部	32.21	3.0	11.96	14	21	21
瀬戸内海中部	34.21	2.4	10.55	17	20	10
福井県嶺南地方 1	35.98	2.3	11.94	11	10	21
日向灘	47.08	2.8	11.17	14	14	8
土佐湾	55.53	2.8	15.84	20	16	20

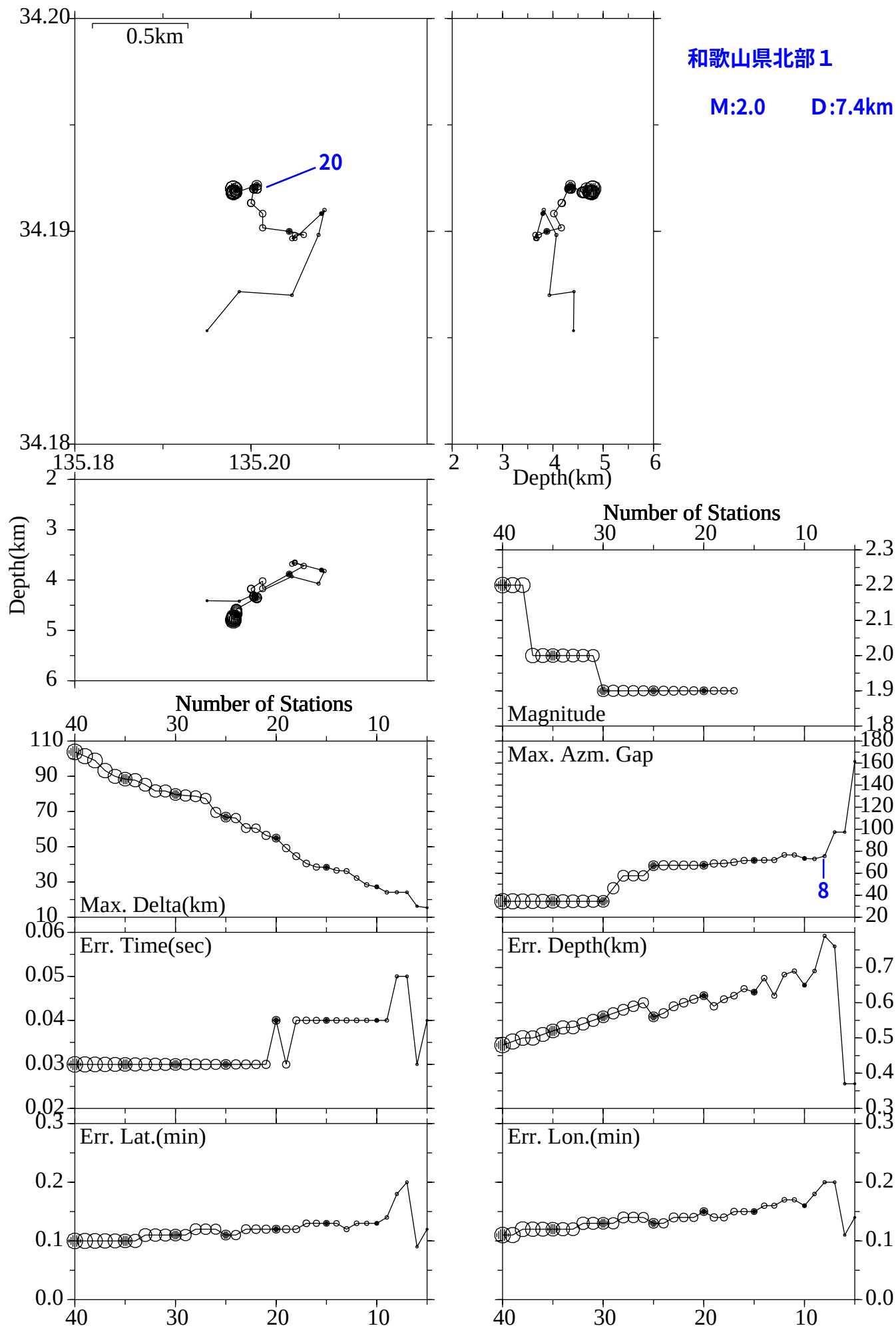
M4 クラスのイベント

紀伊水道 2	19.42	4.4	7	21	22	11
徳島県南部 2	21.51	4.2	12.75	18	27	13
島根県東部 2	26.48	4.2	11.44	12	26	7
兵庫県北部 2	31.41	3.9	10.17	8	13	17
福井県嶺南地方 2	36.29	4.0	13.4	12	12	22

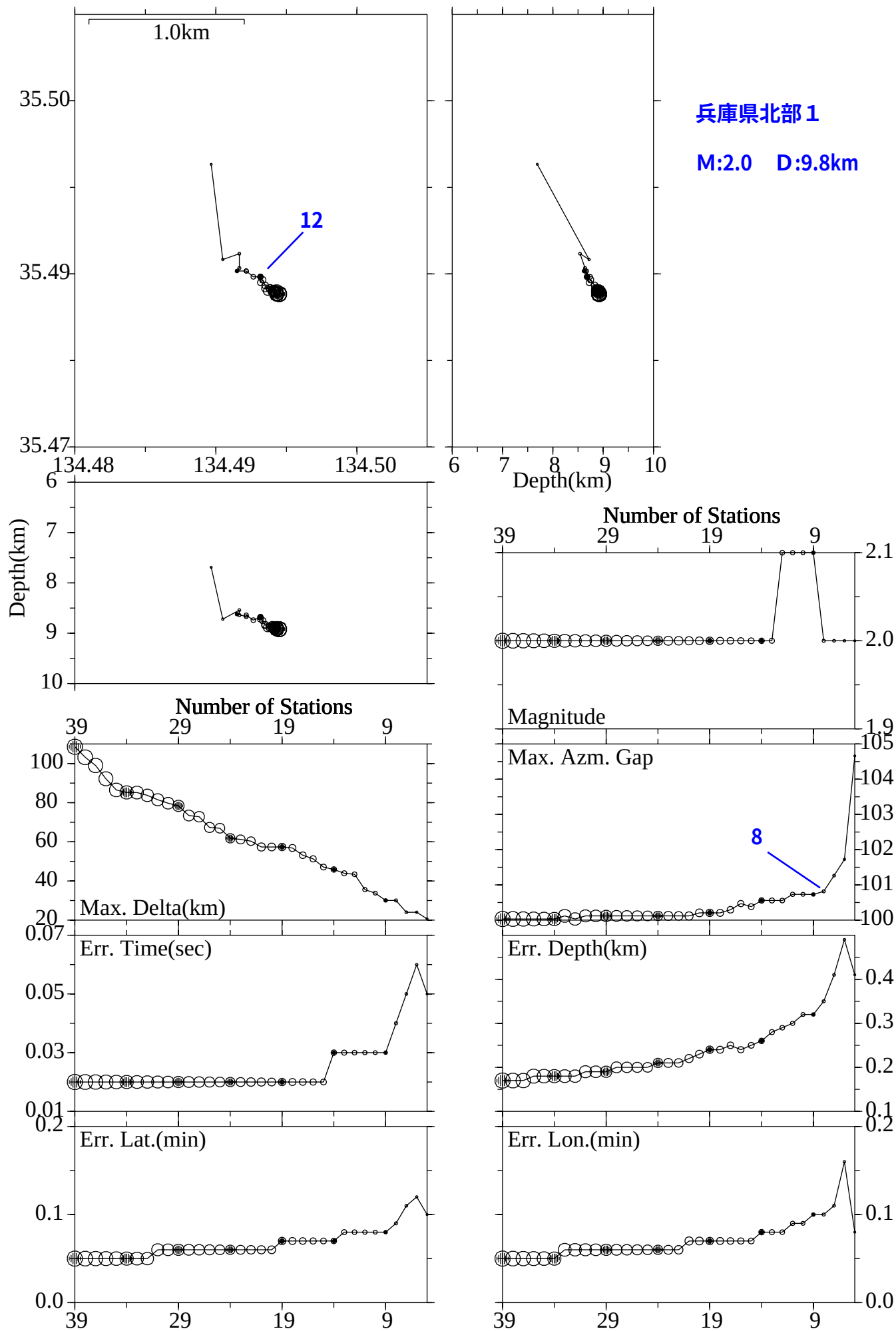
M2 クラスで震源の深いイベント

豊後水道 1	21.05	2.8	32.88	25	25	26
和歌山県南部	22.36	2.8	46.98	18	29	22
豊後水道 2	36.17	3.9	41.72	27	15	20
伊予灘	39.04	2.6	73.46	30	20	14
安芸灘	45.18	2.2	42.76	19	25	18
和歌山県北部 2	50.29	2.8	55.38	26	35	11
室戸岬沖	100.23	2.4	43.48	11	13	10

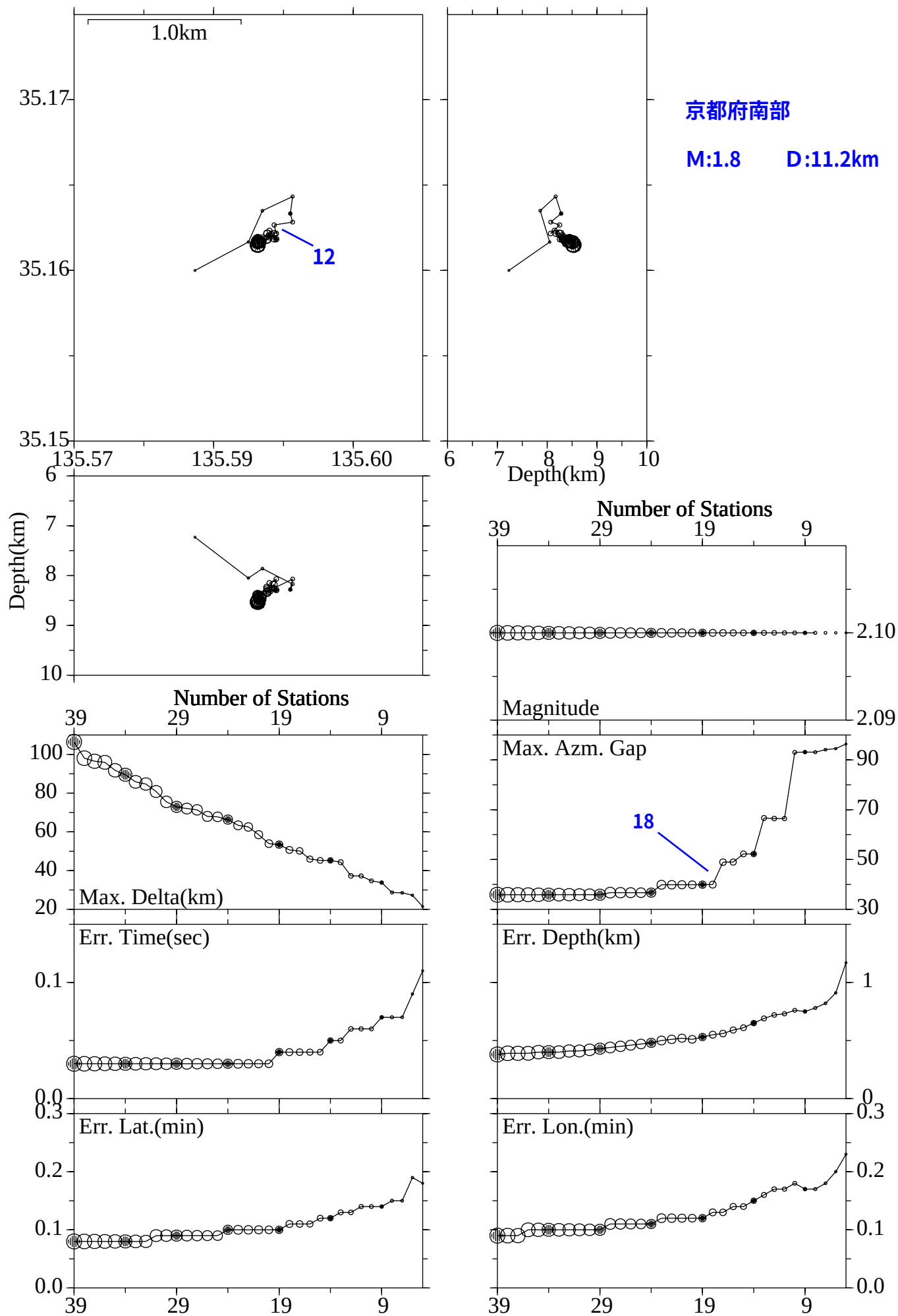
2001/07/31 20:17 NW WAKAYAMA PREF



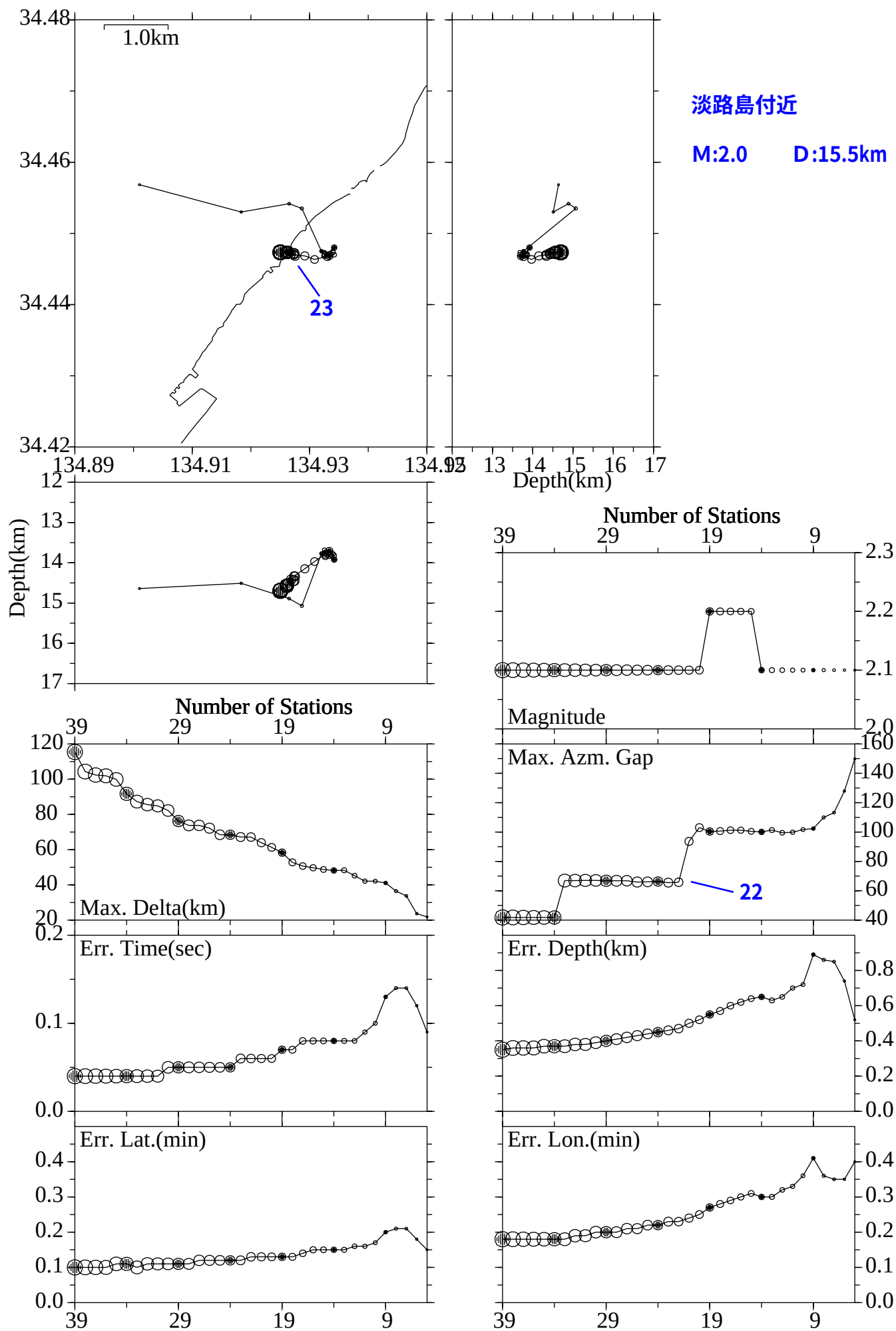
2001/08/04 00:41 NORTHERN HYOGO PREF



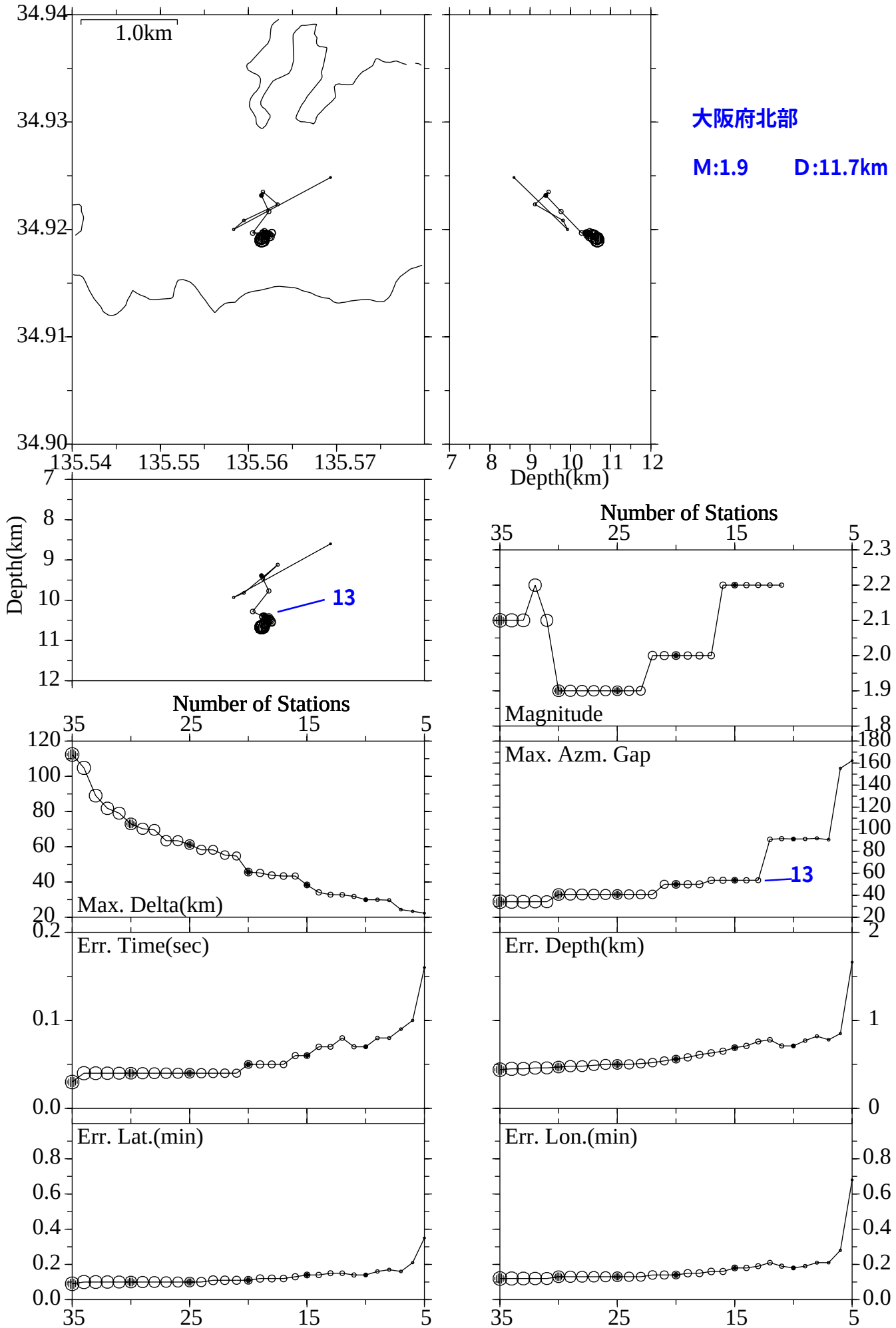
2001/08/15 14:43 MID KYOTO PREF



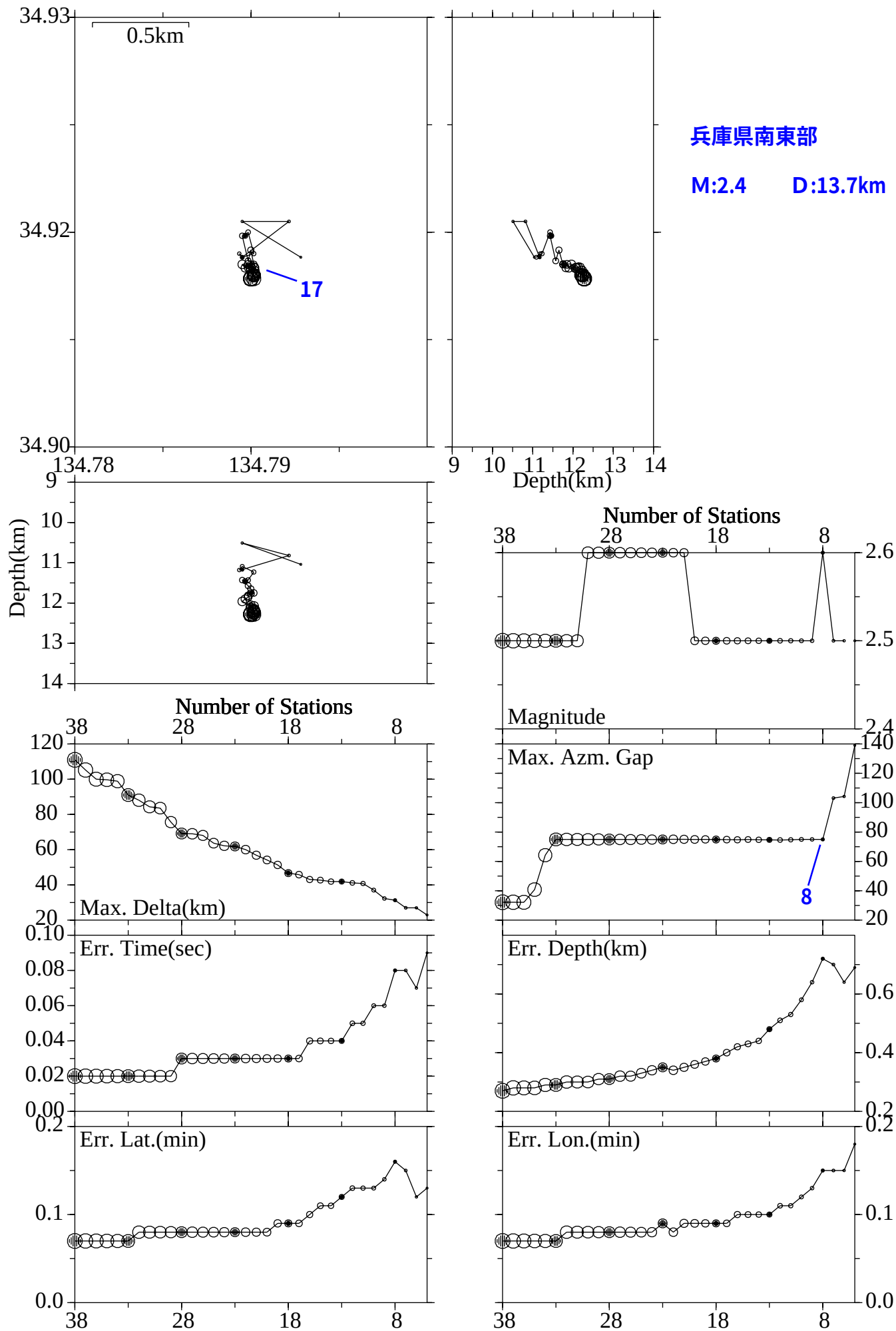
2001/03/06 05:49 AWAJISHIMA ISLAND REGION



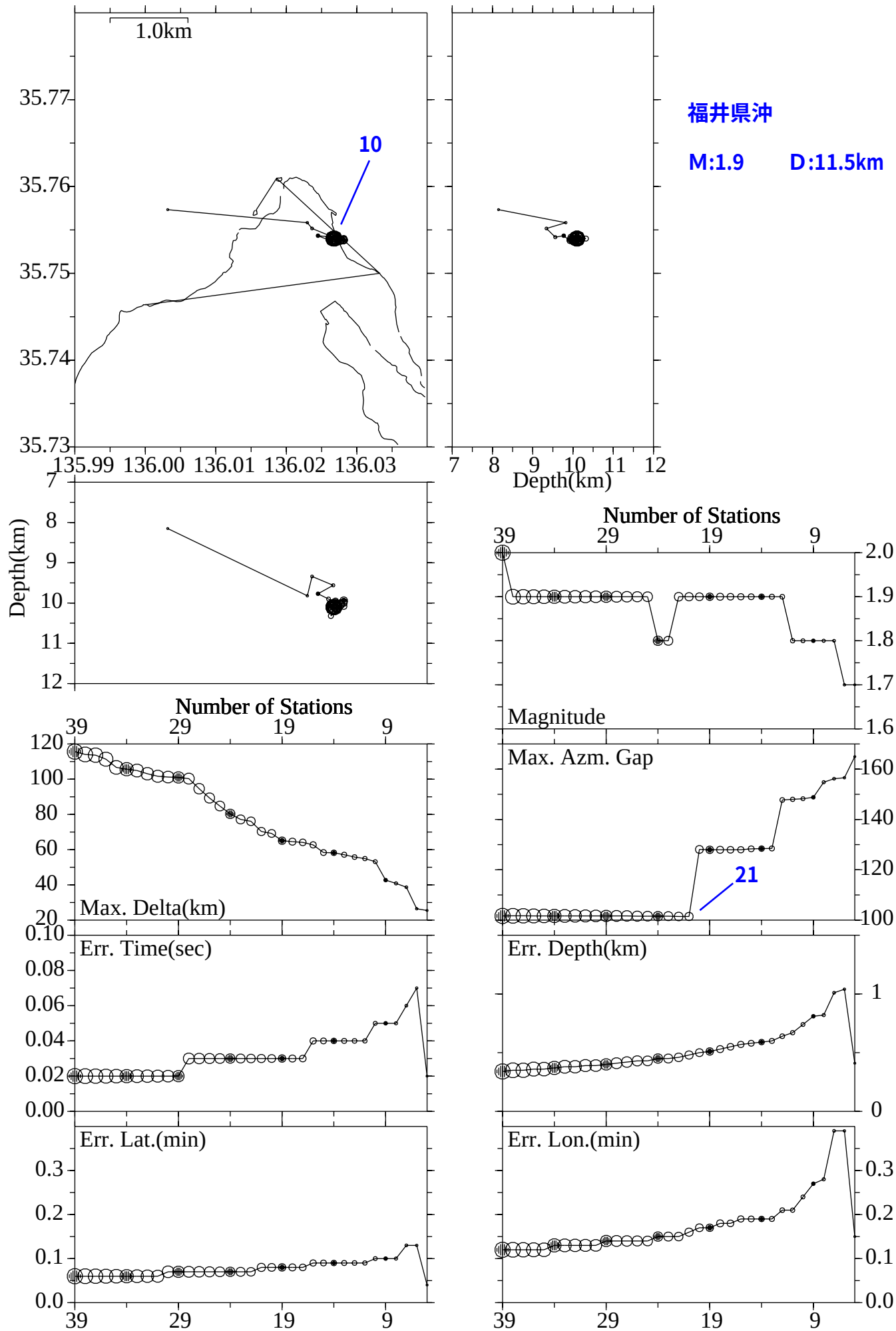
2001/07/23 21:50 KYOTO OSAKA BORDER REG



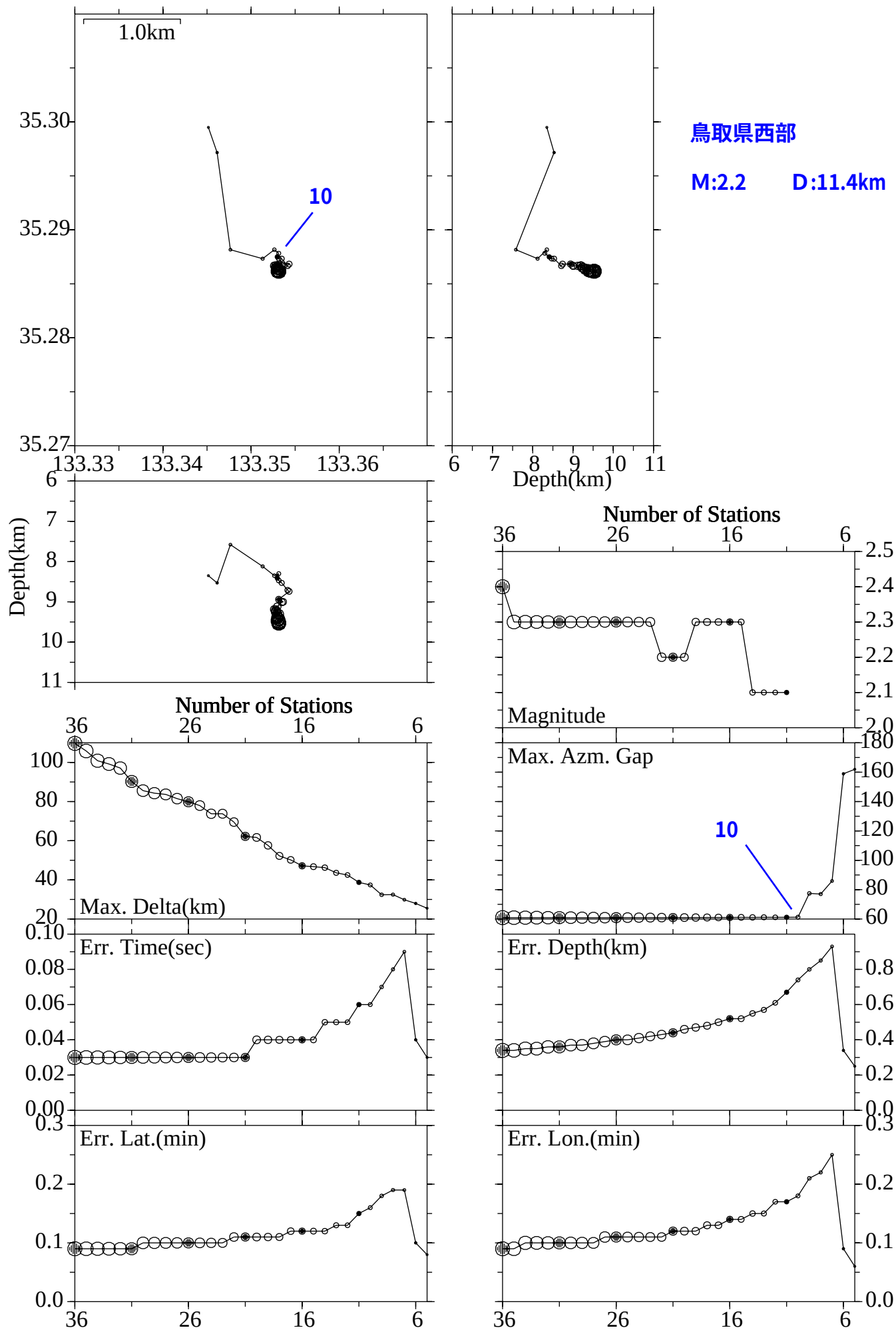
2001/08/15 18:30 SW HYOGO PREF



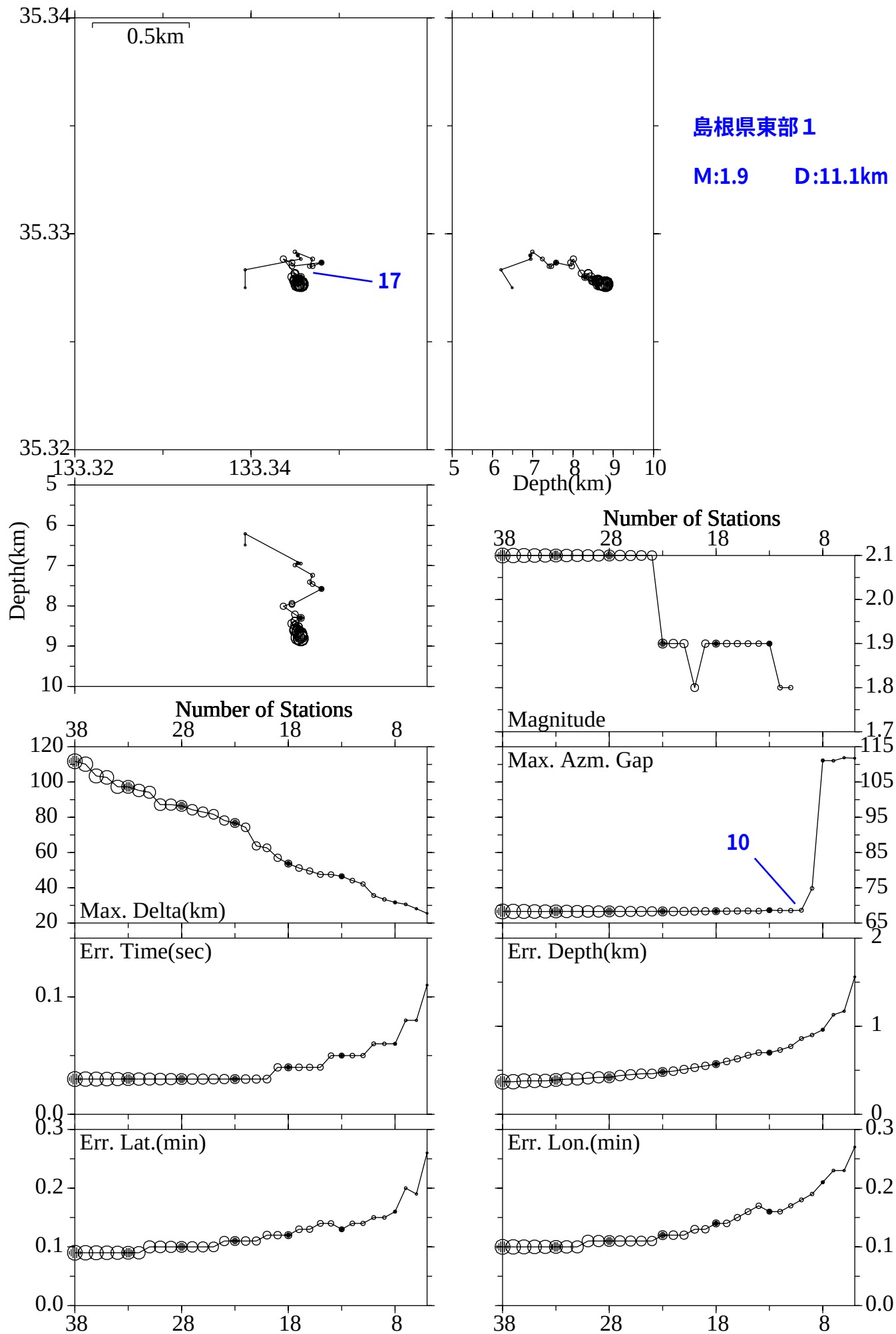
2001/08/09 06:44 E PART OF WAKASA BAY



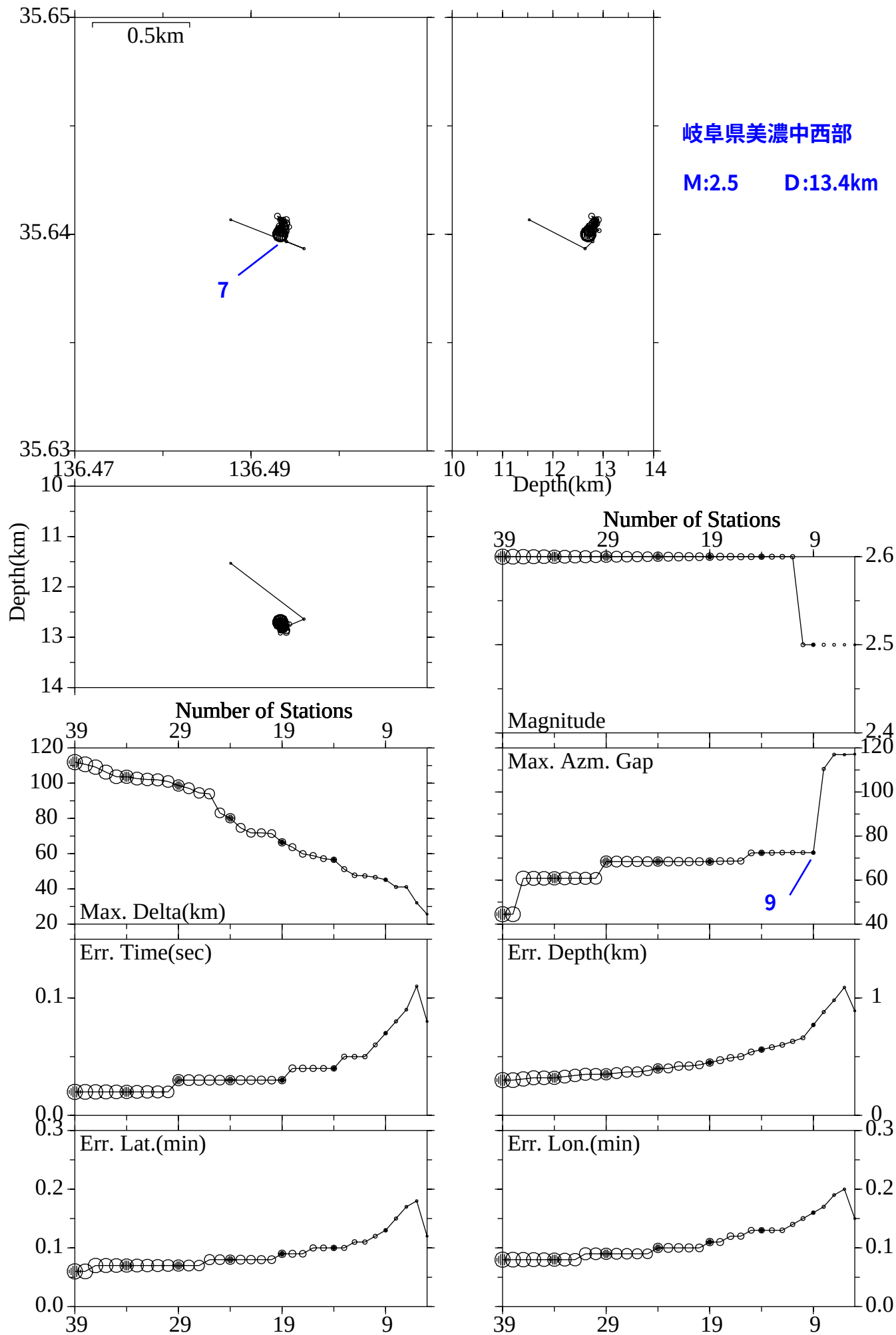
2001/07/25 12:21 WESTERN TOTTORI PREF



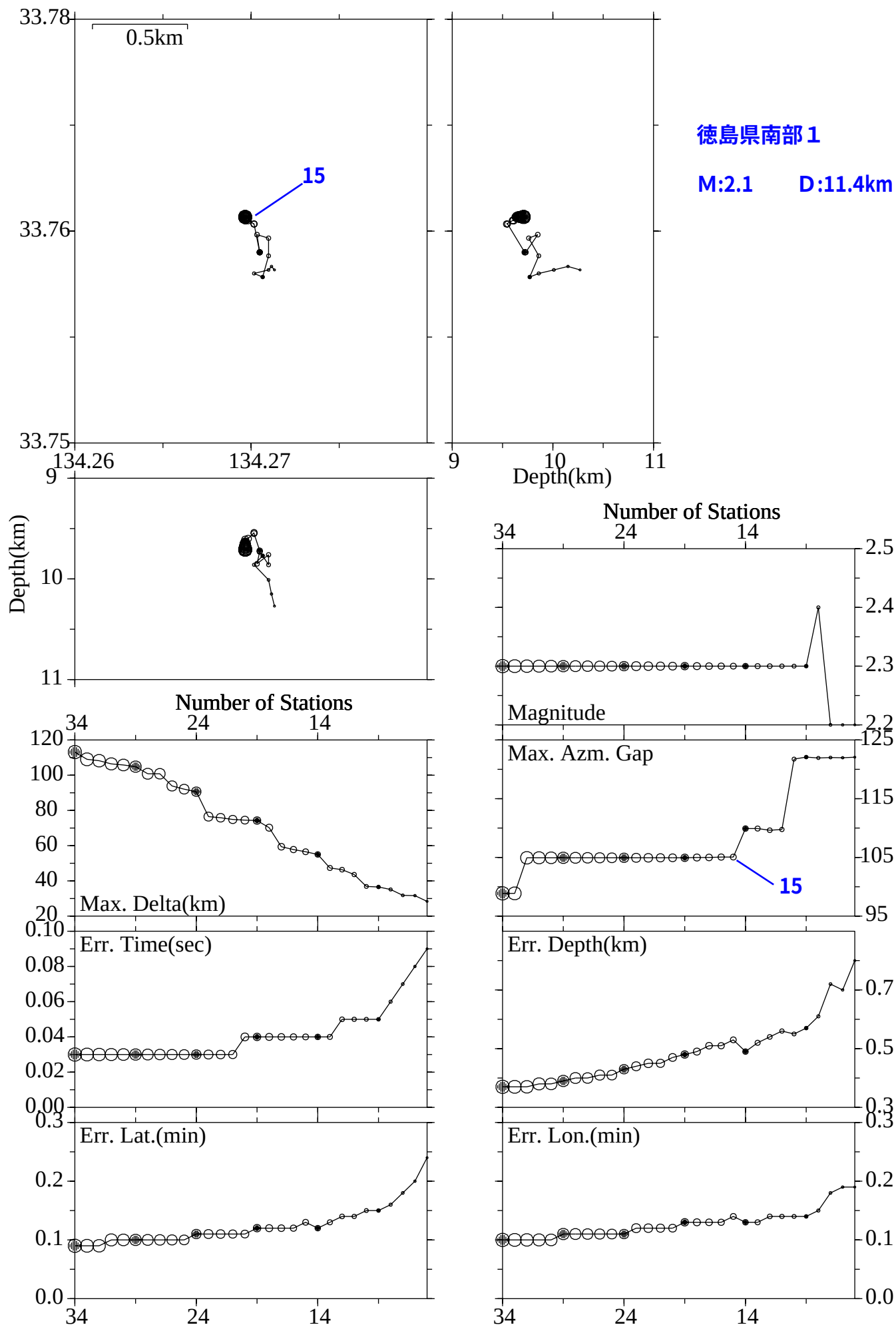
2001/07/29 23:12 WESTERN TOTTORI PREF



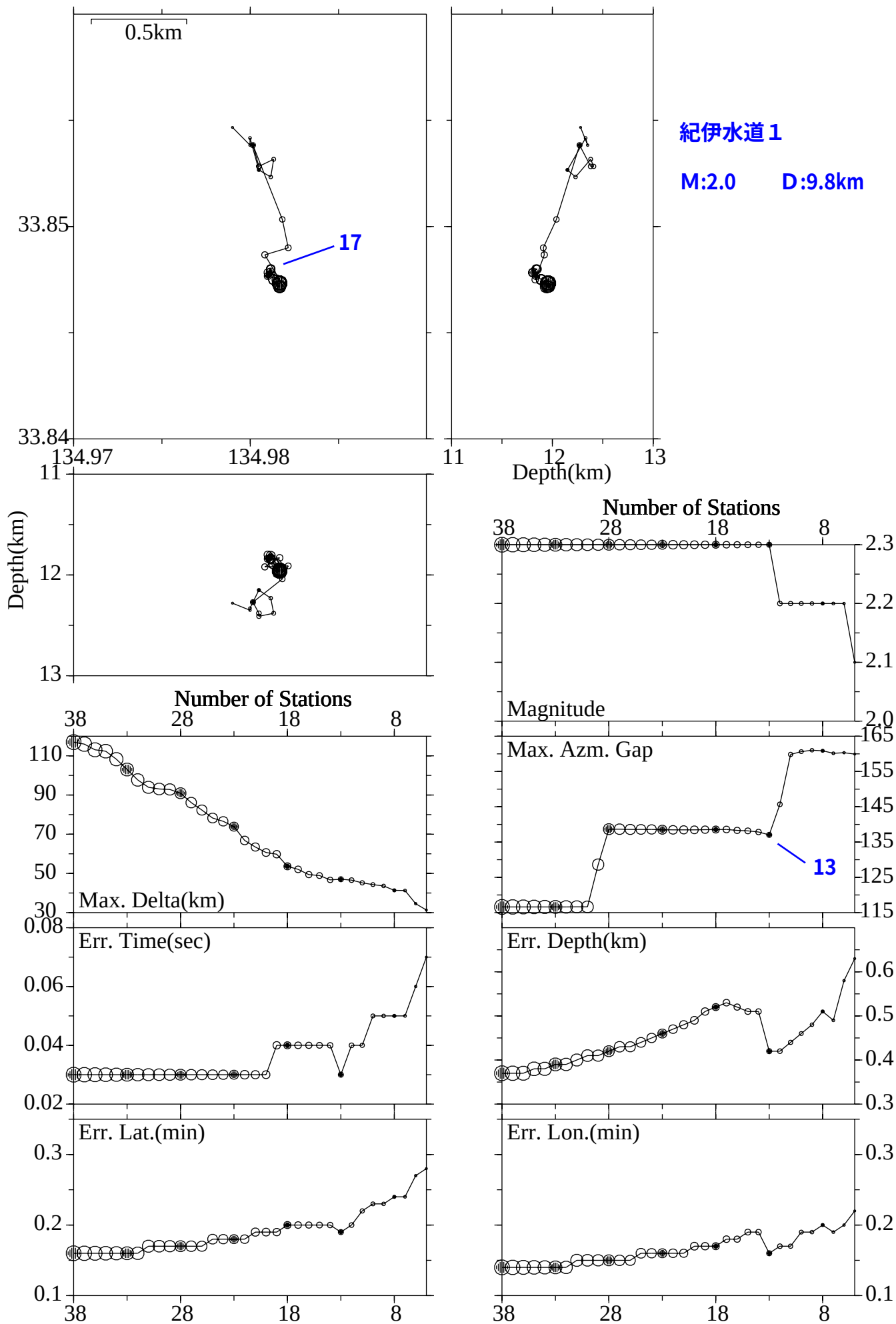
2001/07/22 00:27 SW GIFU PREF



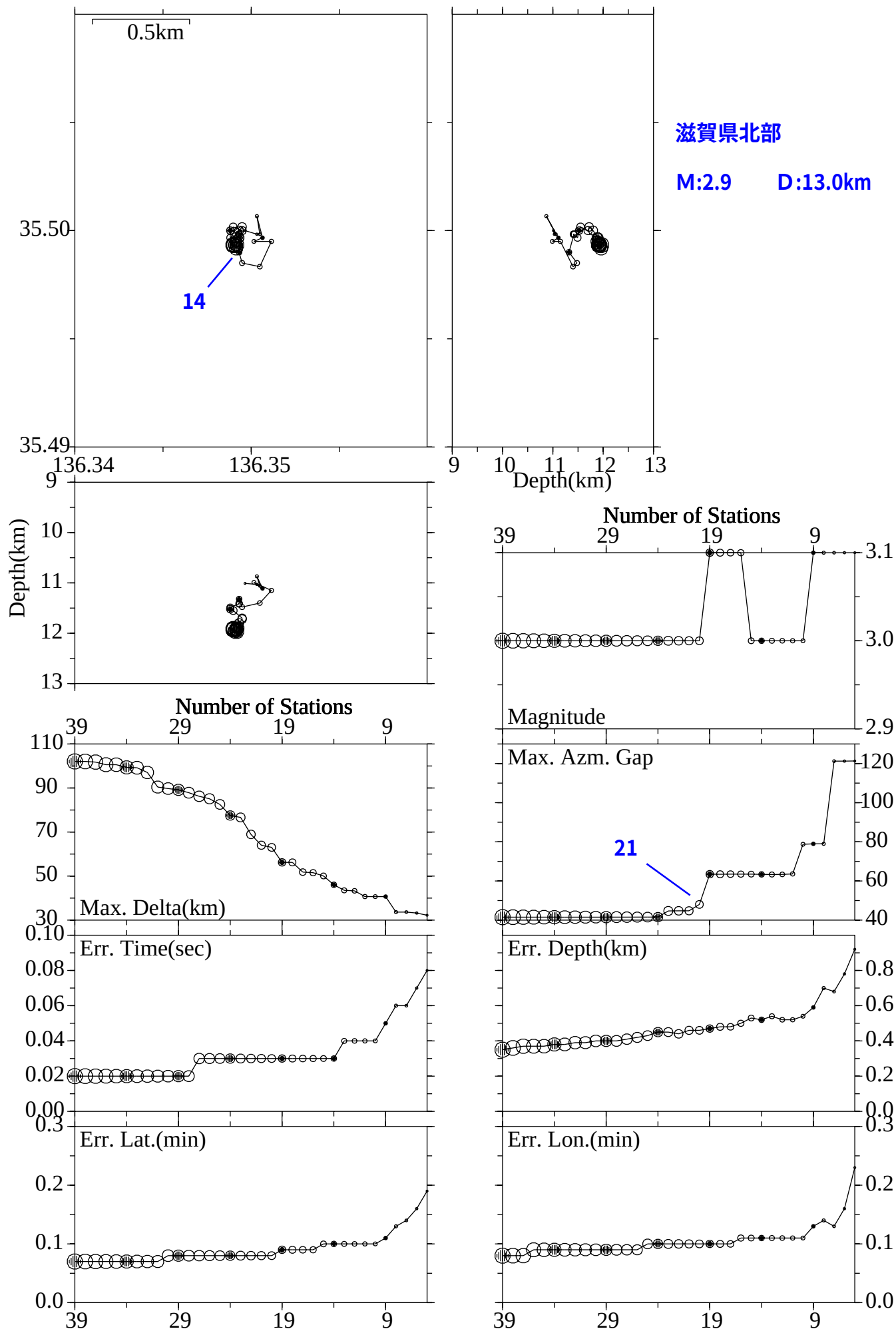
2001/03/02 23:56 TOKUSHIMA PREF



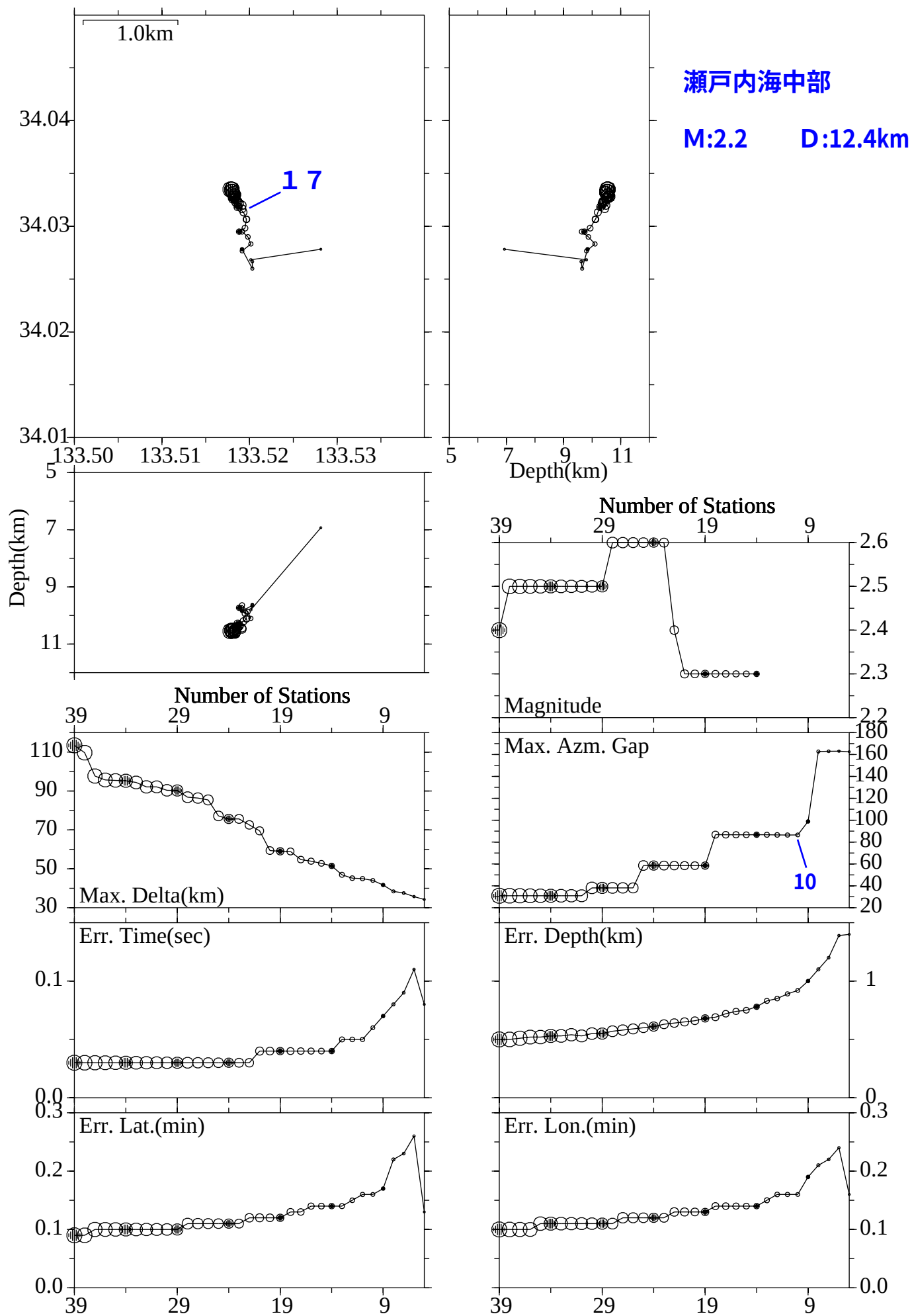
2001/08/05 21:10 S PART OF KII CHANNEL



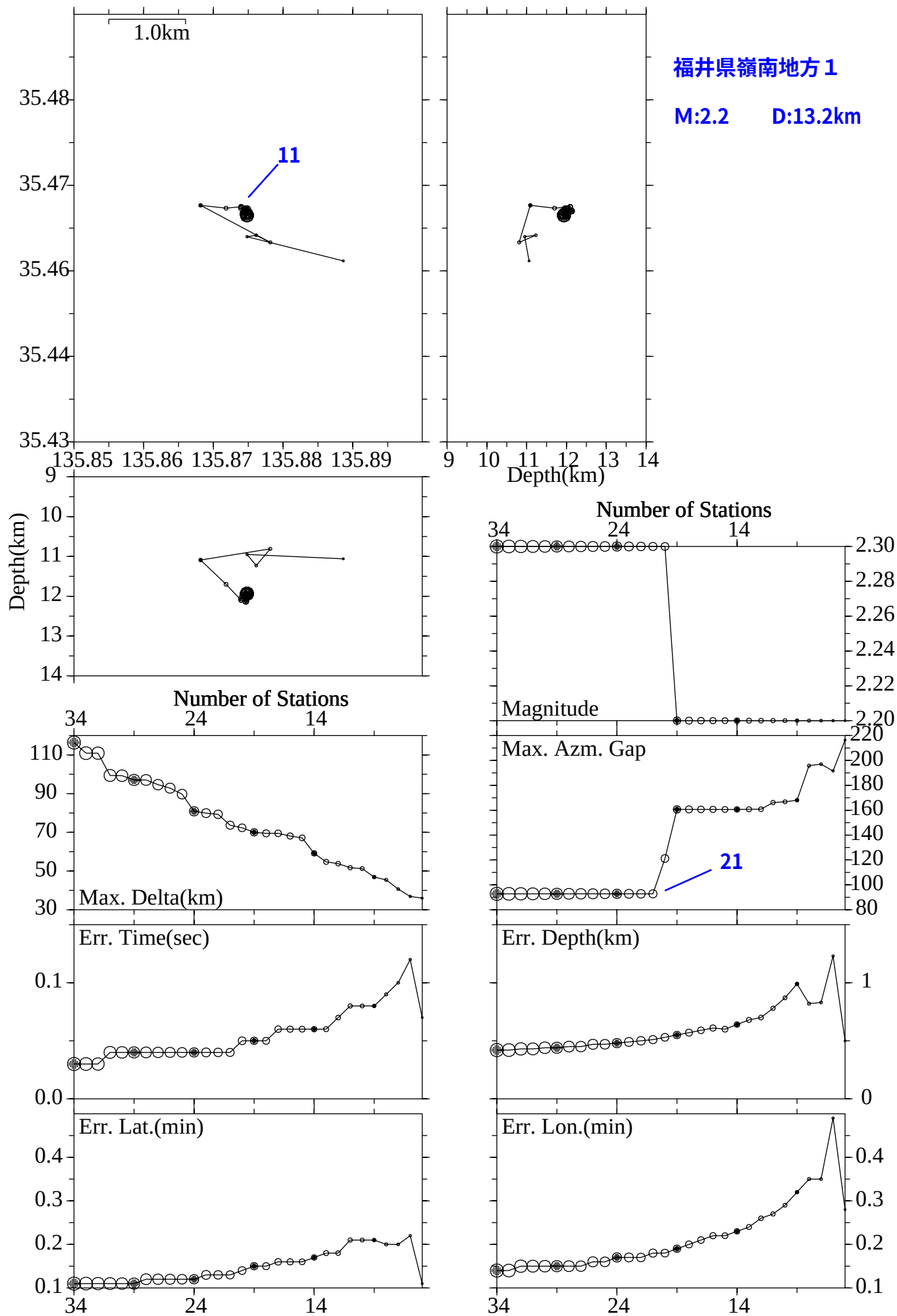
2001/07/22 23:37 SHIGA GIFU BORDER REGION



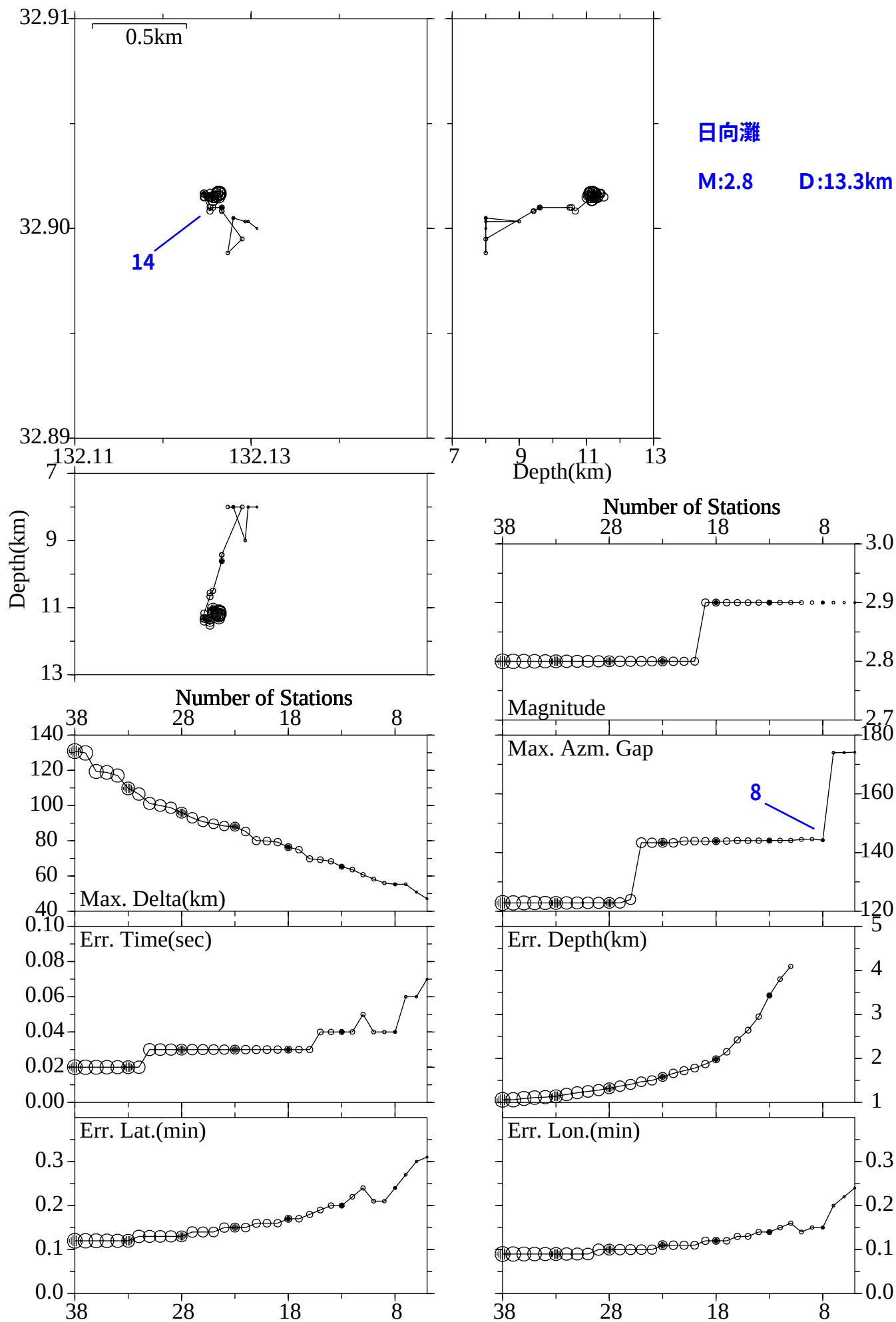
2001/07/31 23:31 HIUCHINADA SETONAIKAI



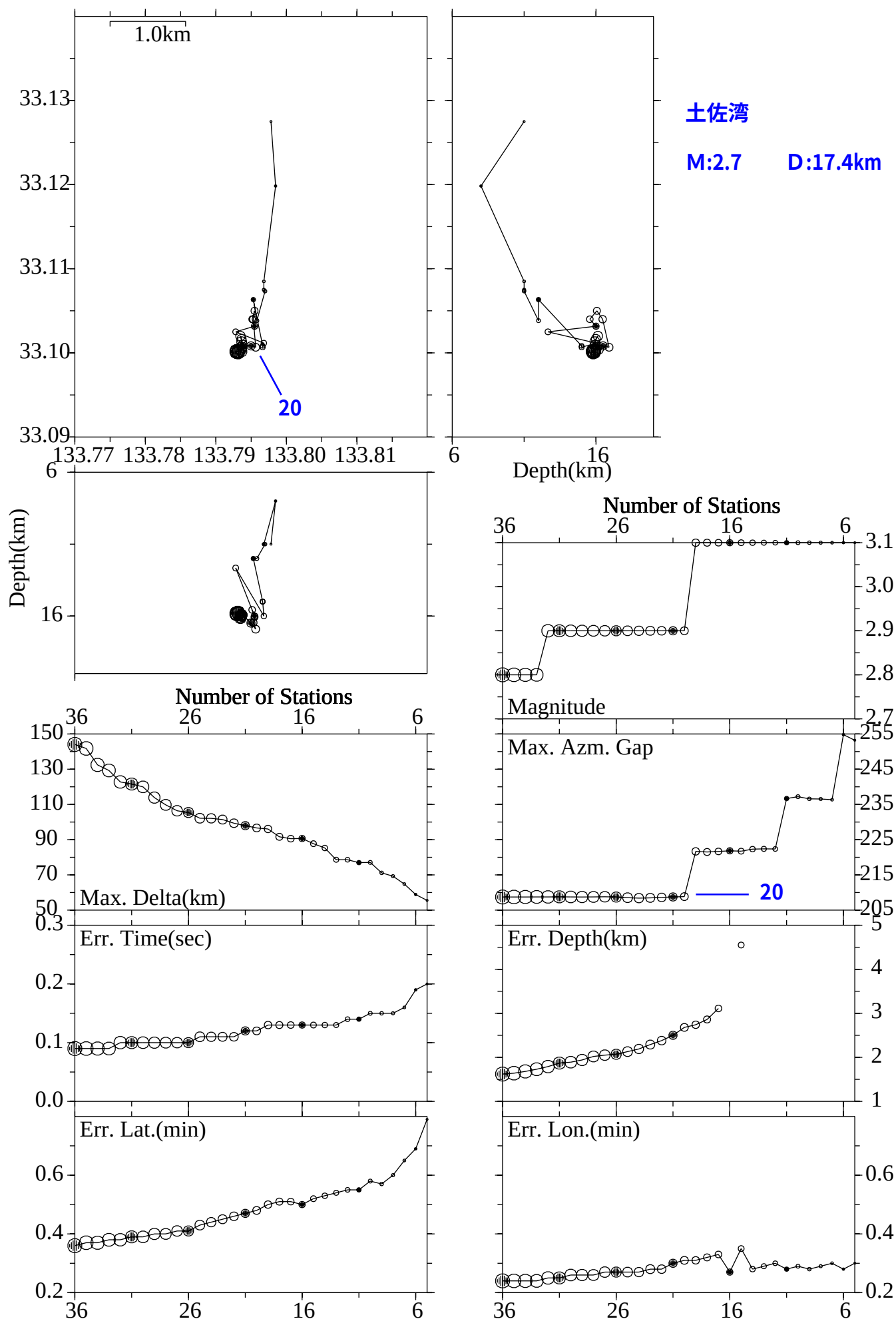
2001/03/20 02:38 WESTERN FUKUI PREF



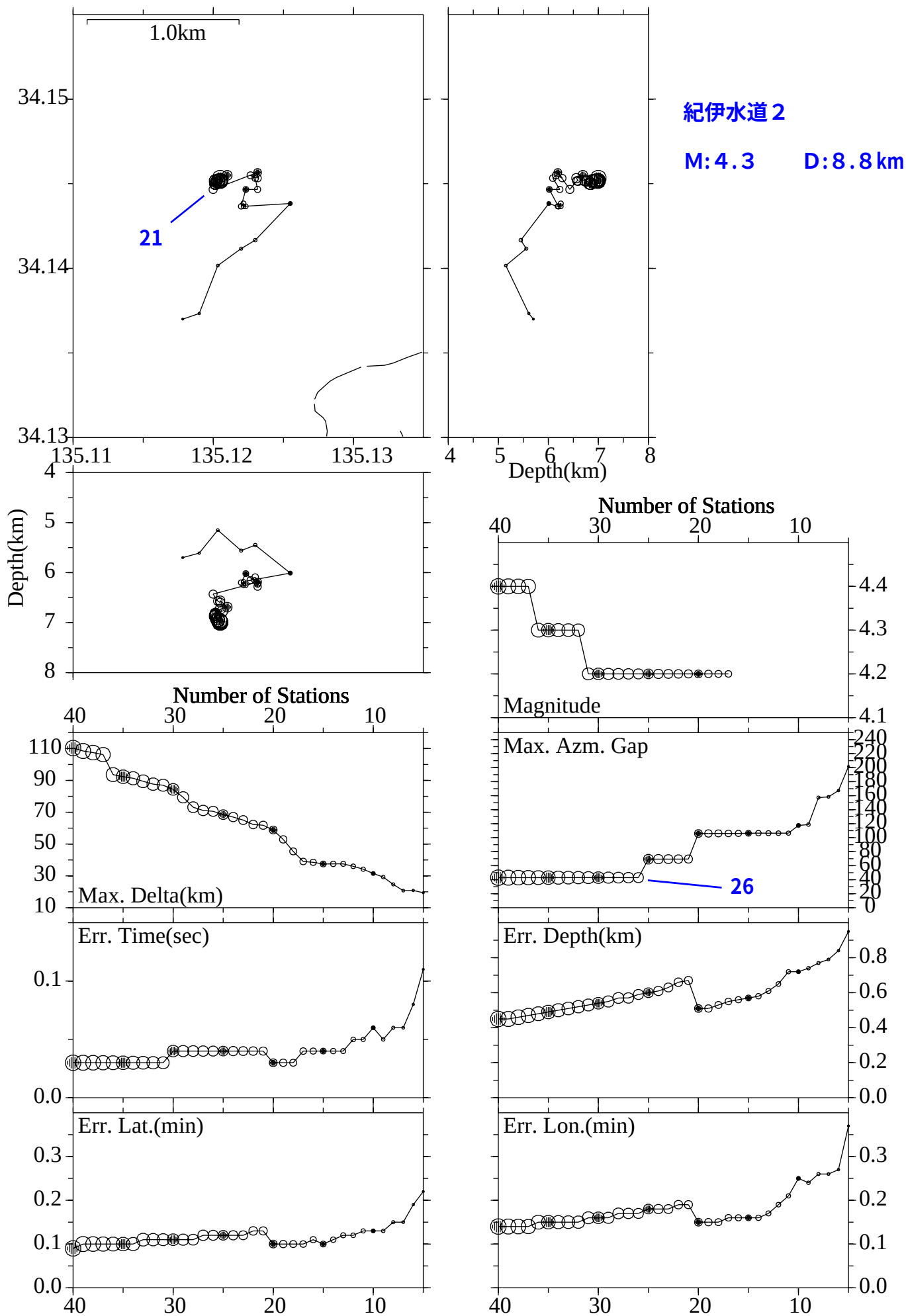
2001/08/15 07:35 BUNGO CHANNEL



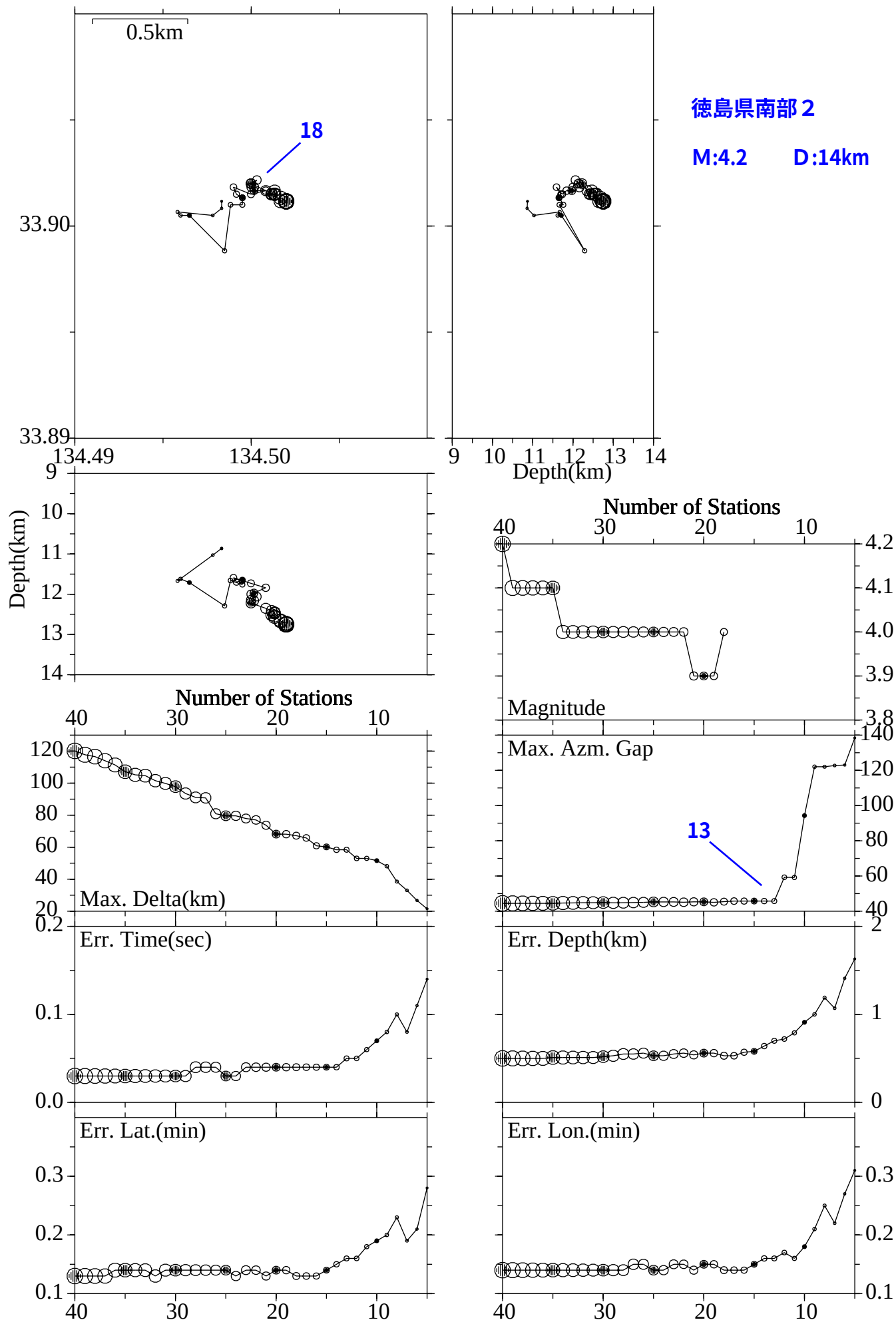
2001/08/08 11:15 TOSA BAY REGION



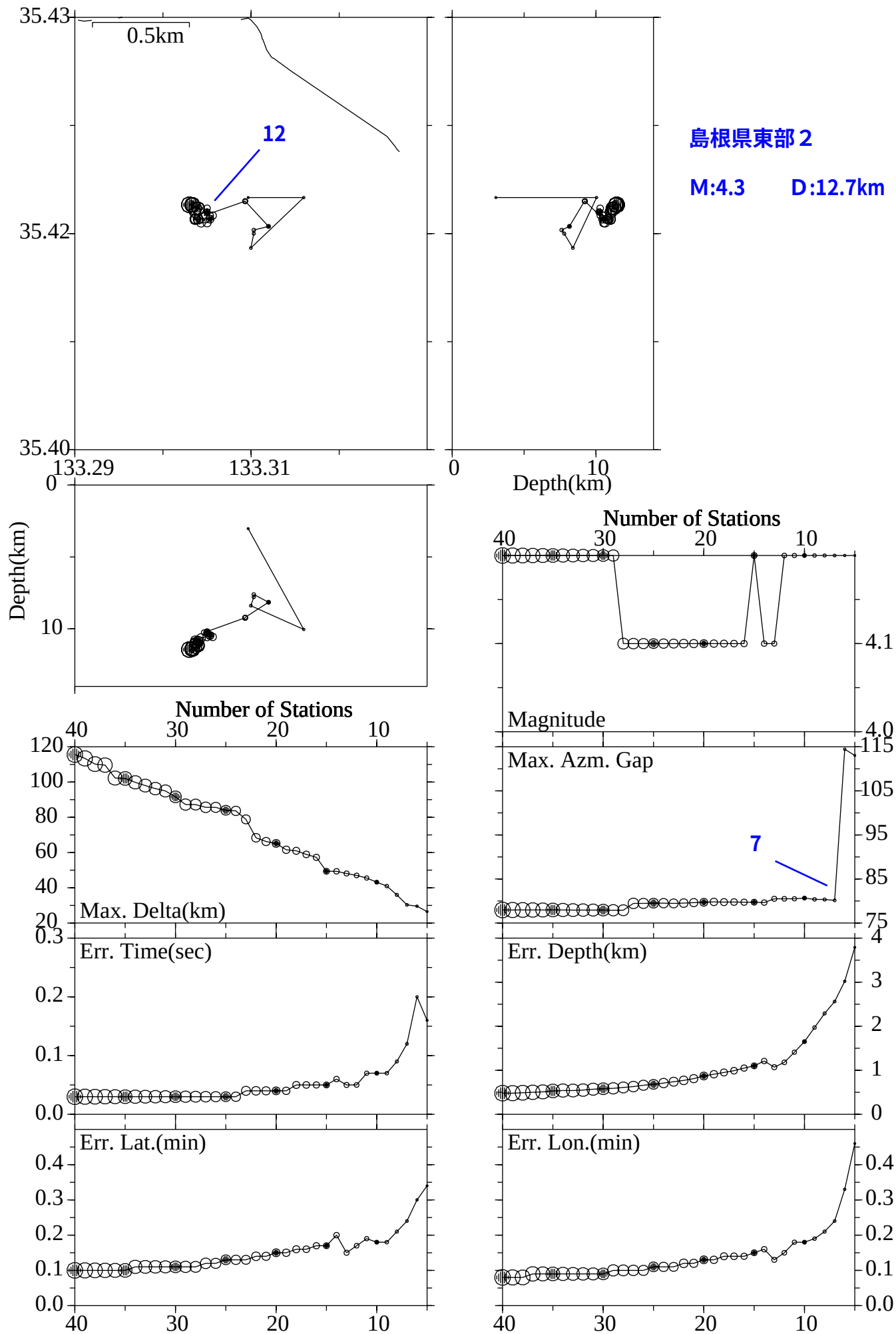
2001/08/10 15:42 NW WAKAYAMA PREF



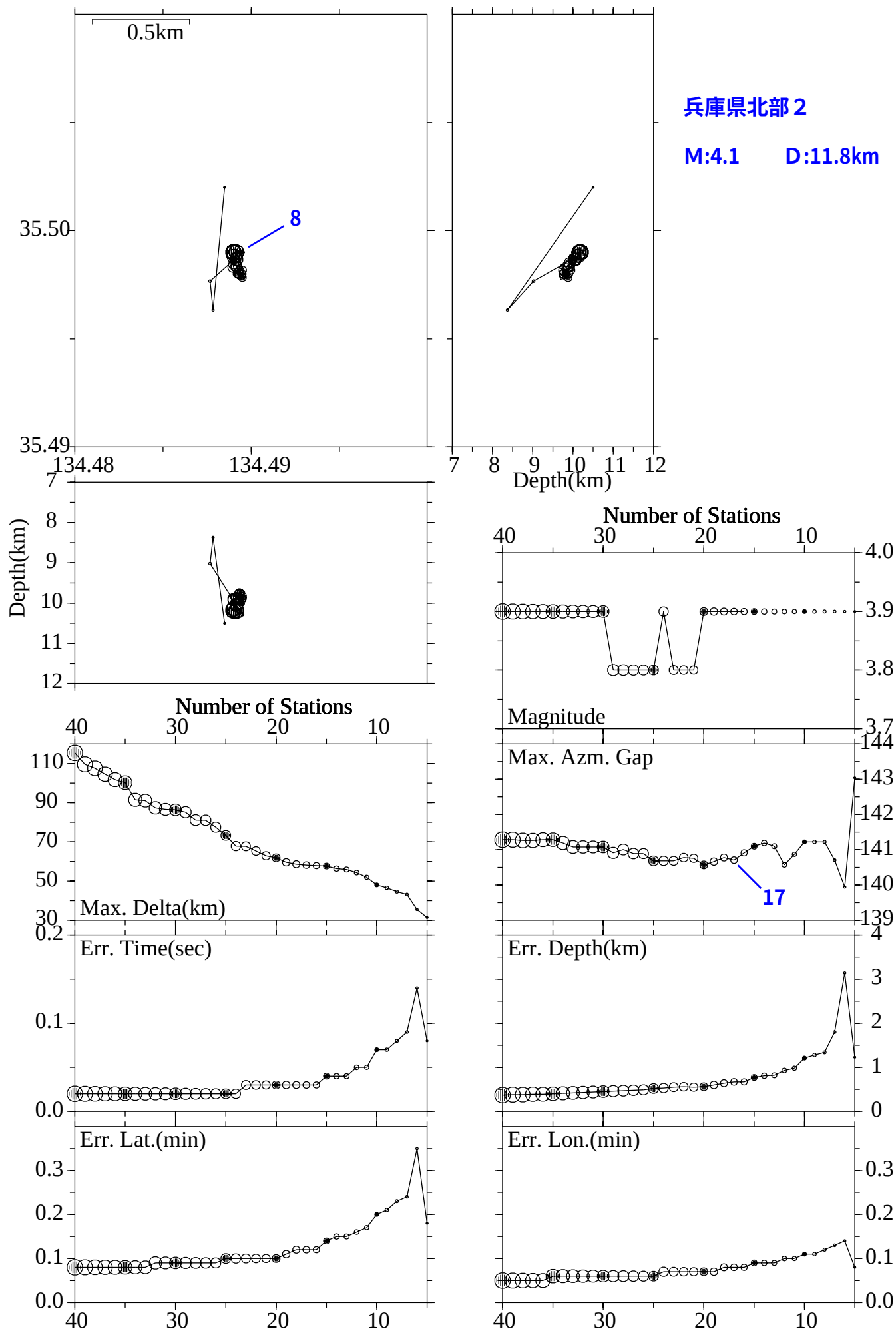
2001/02/08 14:11 TOKUSHIMA PREF



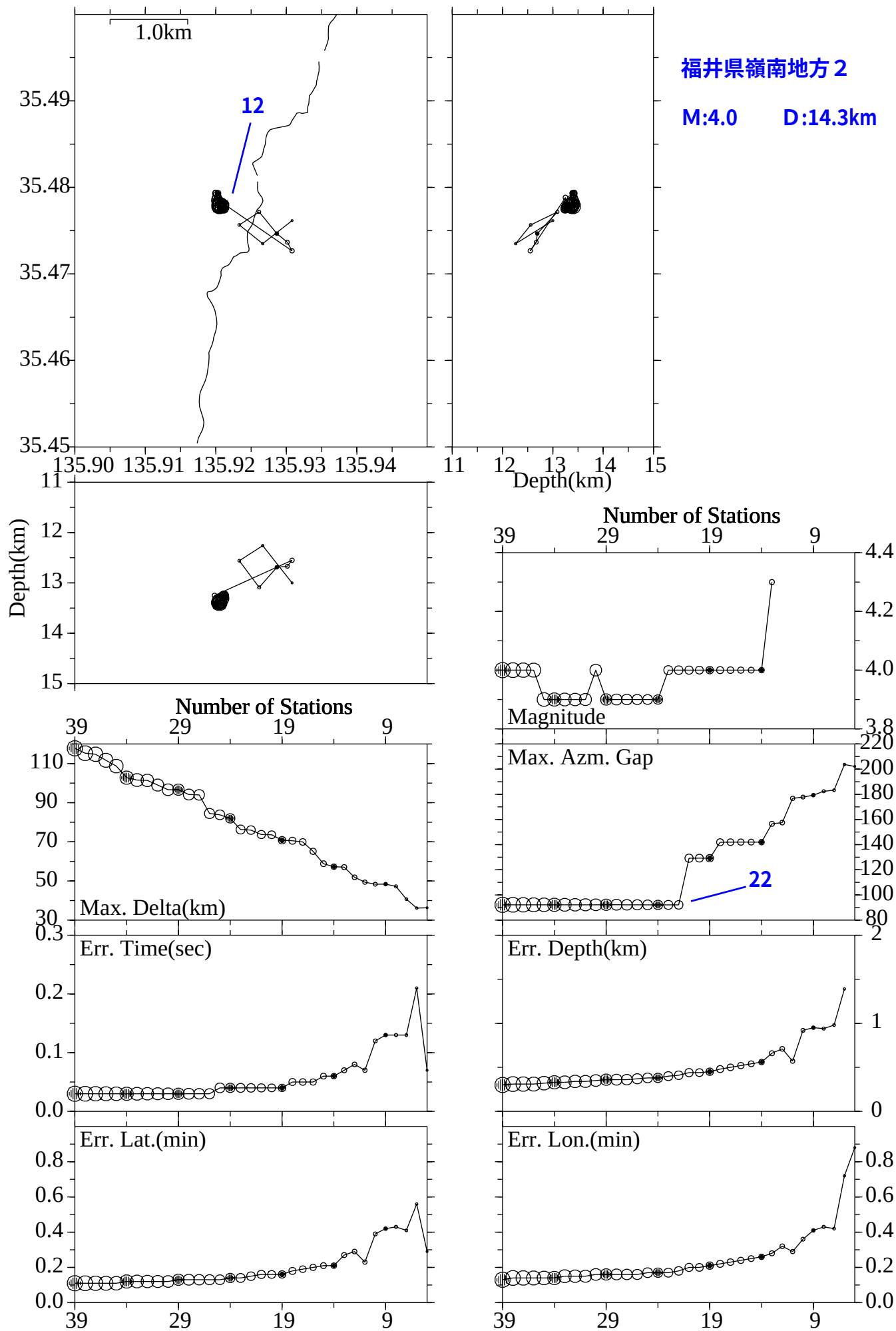
2001/02/11 09:17 WESTERN TOTTORI PREF



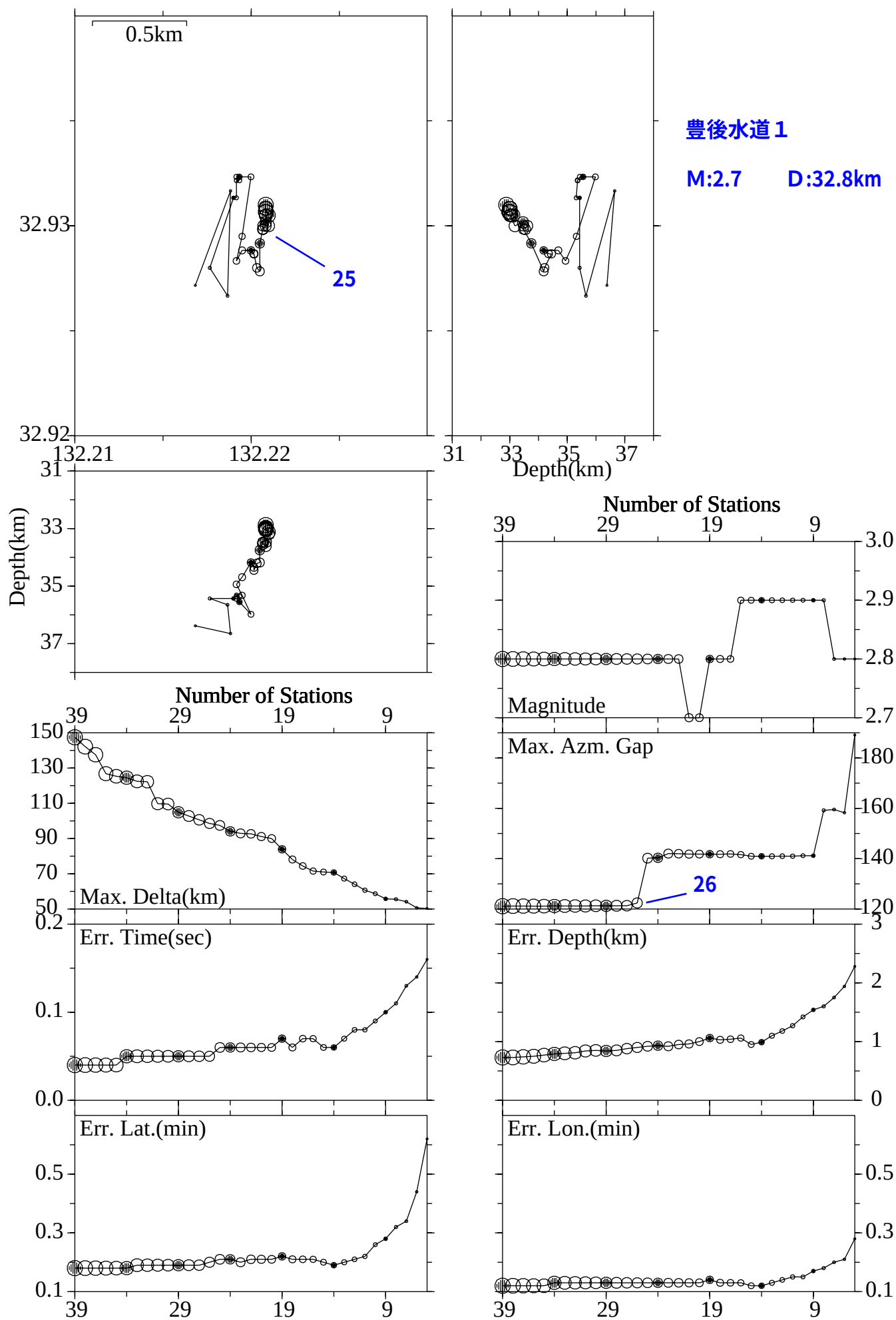
2001/01/20 05:27 NORTHERN HYOGO PREF



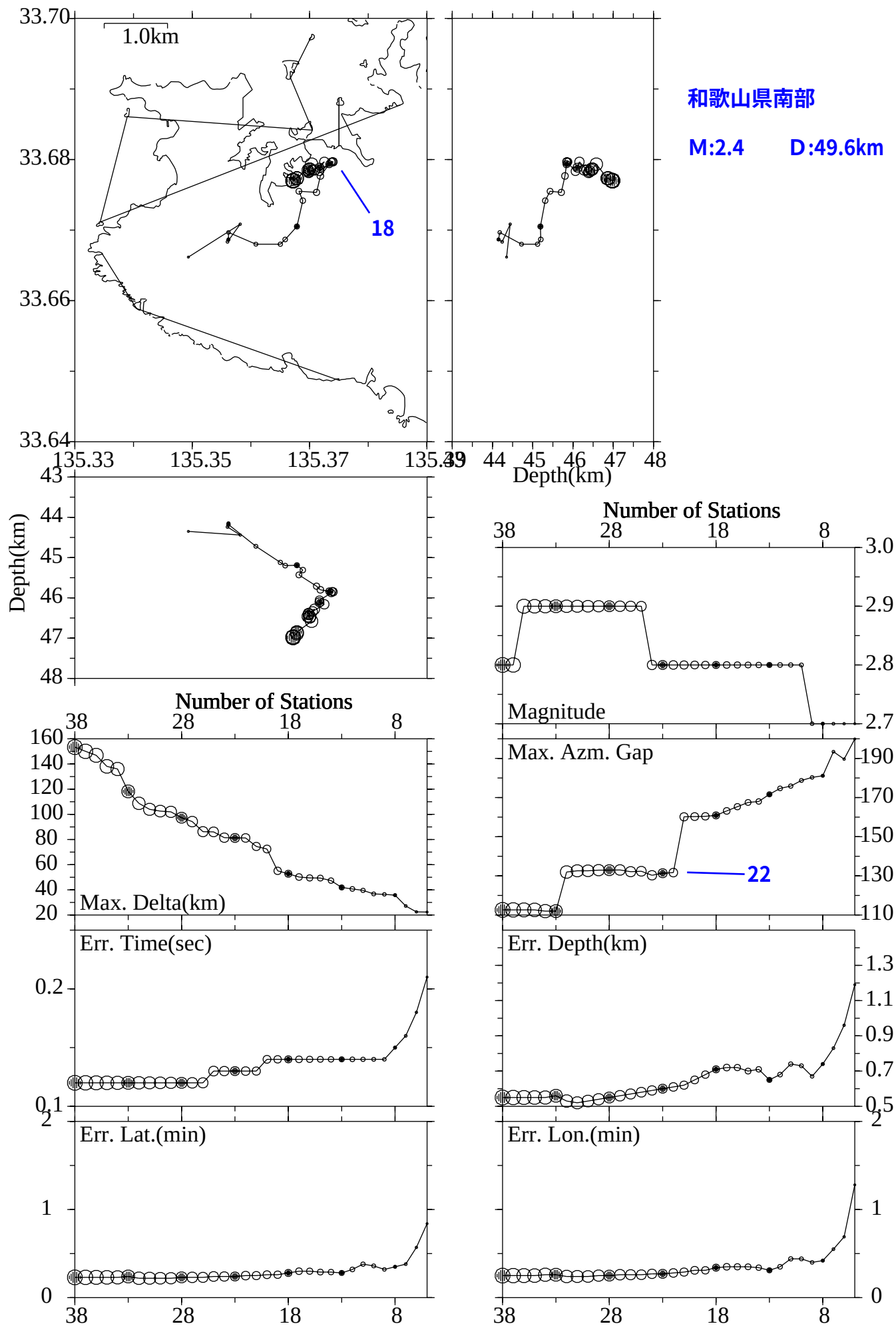
2001/04/16 19:05 WESTERN FUKUI PREF



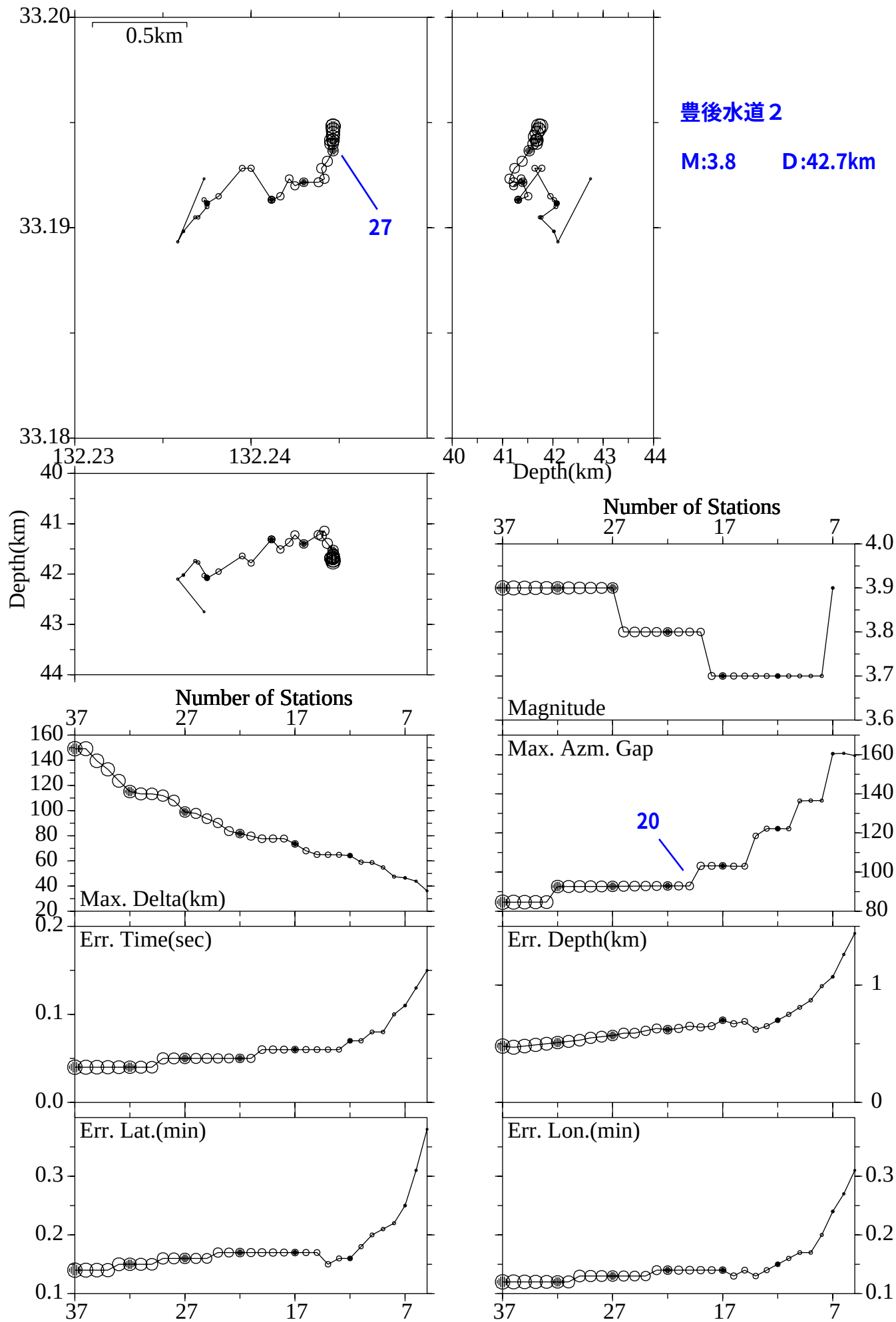
2001/07/31 23:58 BUNGO CHANNEL



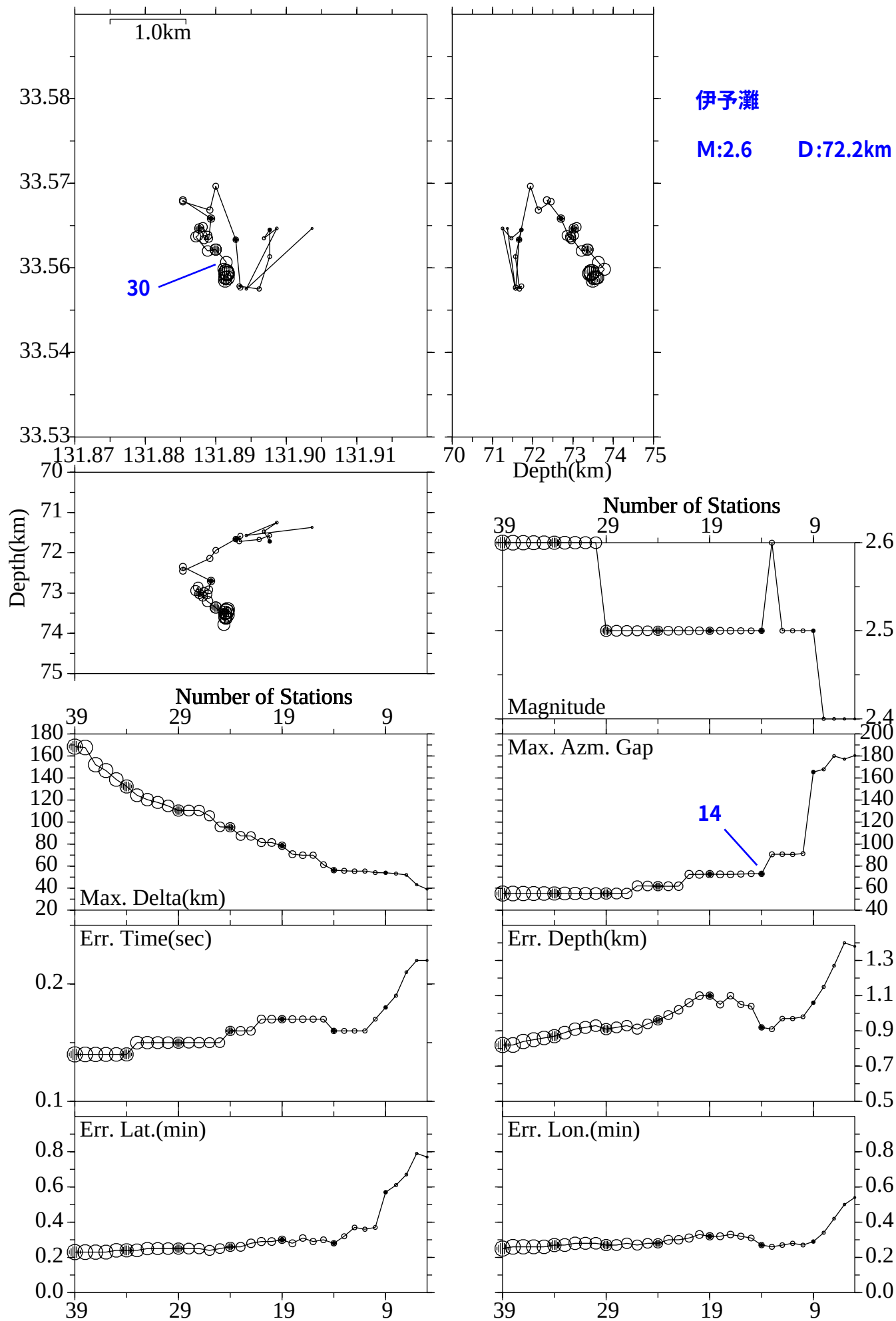
2001/07/30 03:10 SOUTHERN WAKAYAMA PREF



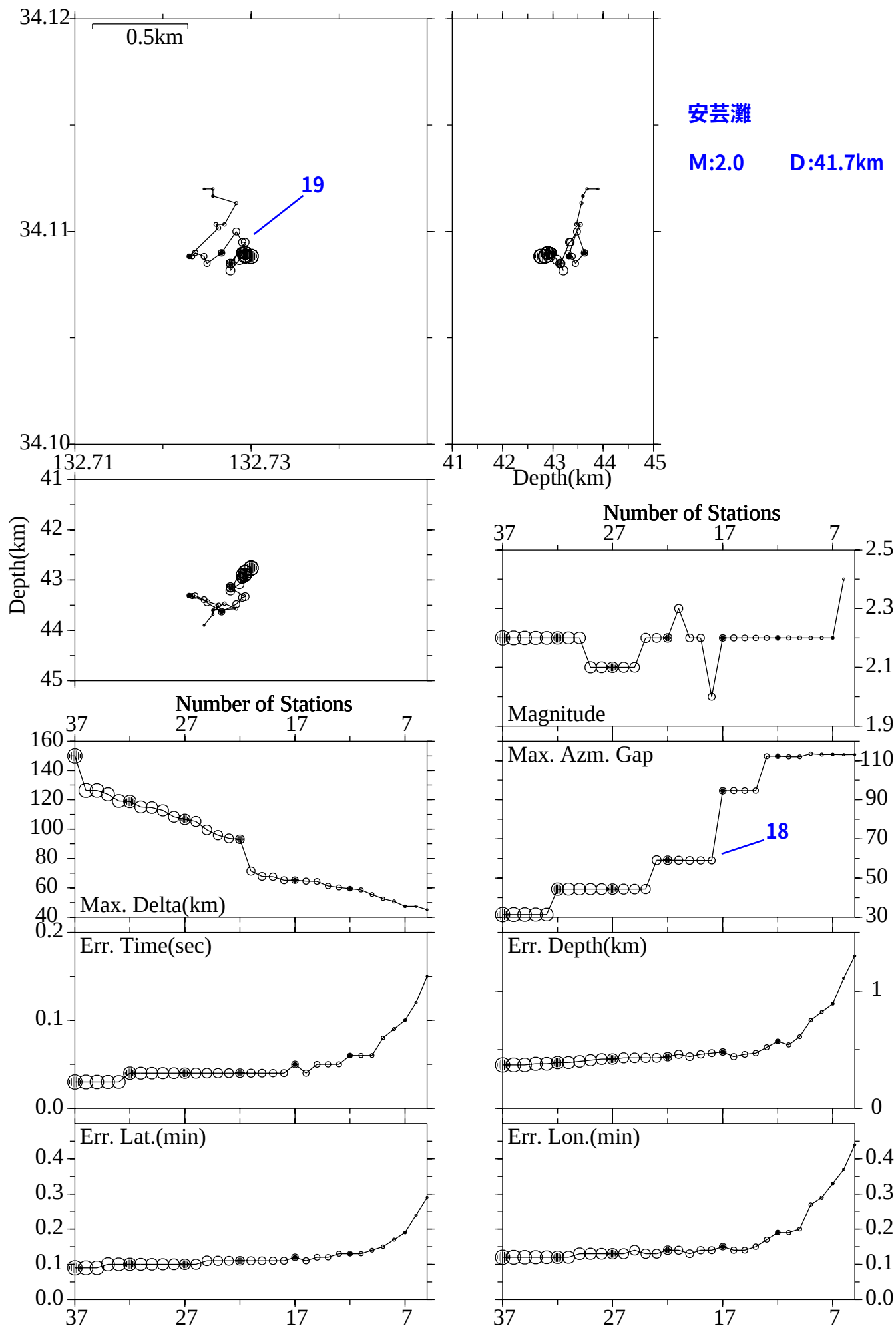
2001/07/22 00:55 BUNGO CHANNEL



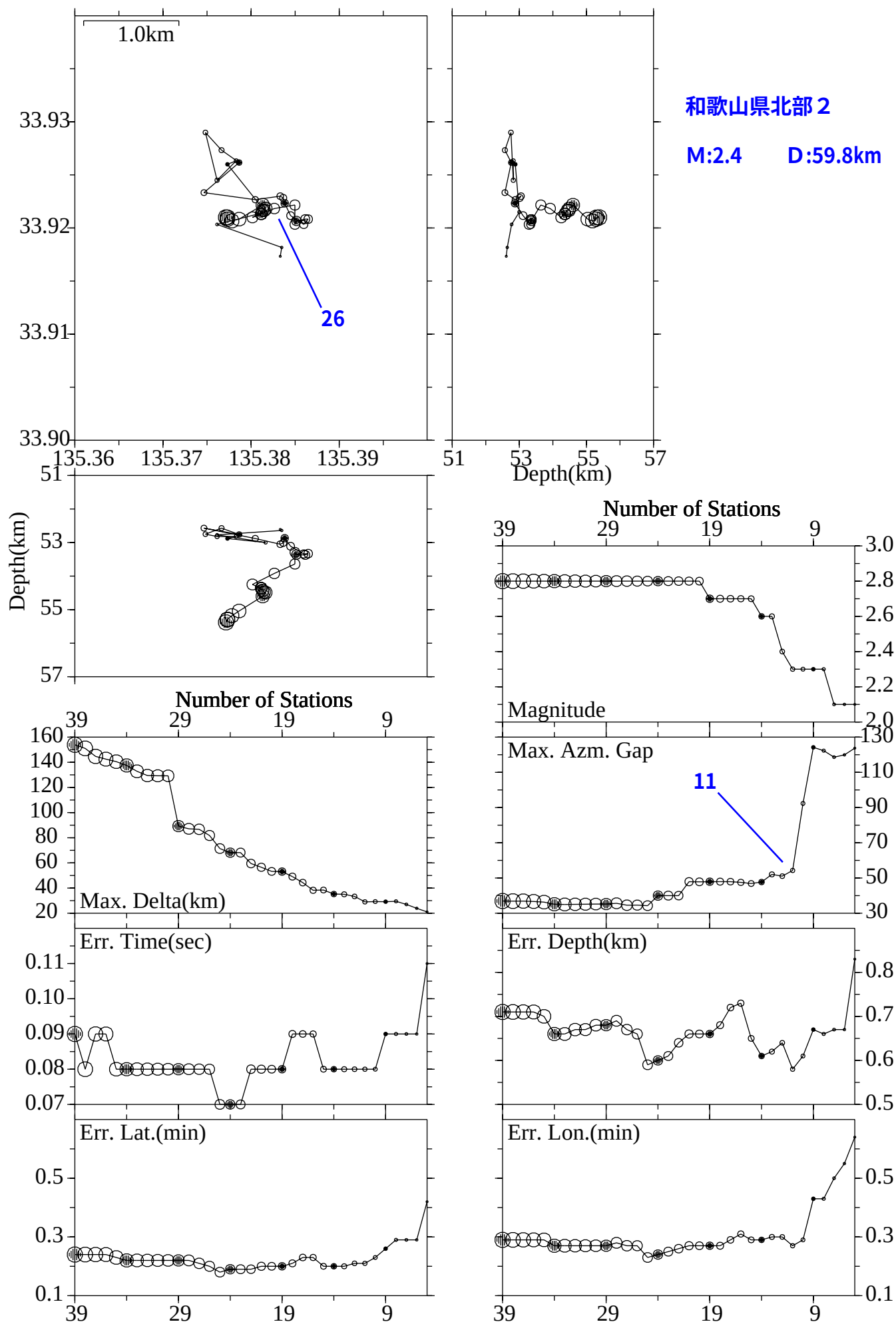
2001/08/08 04:54 IYONADA SETONAIKAI



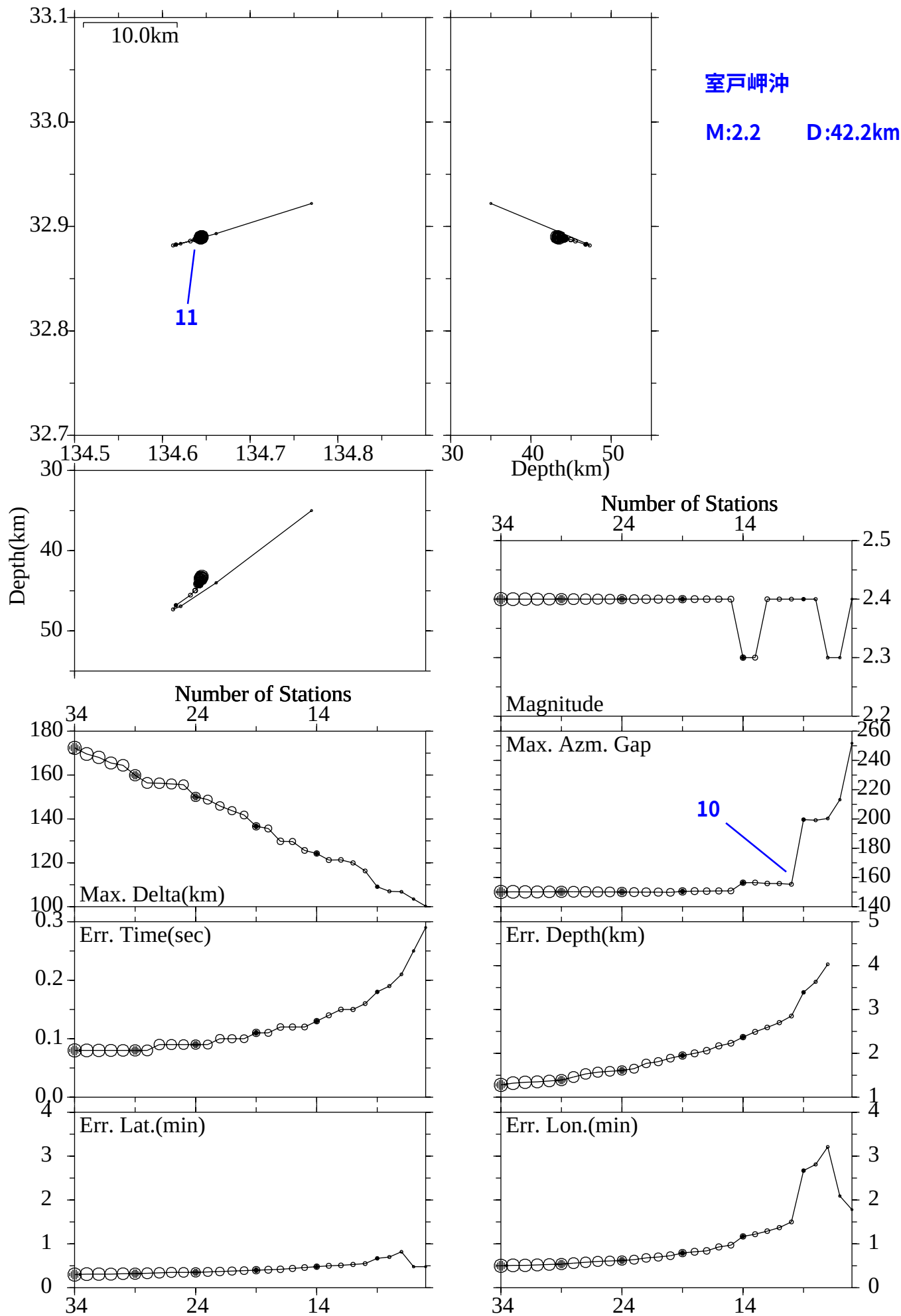
2001/07/26 02:48 AKINADA SETONAIKAI



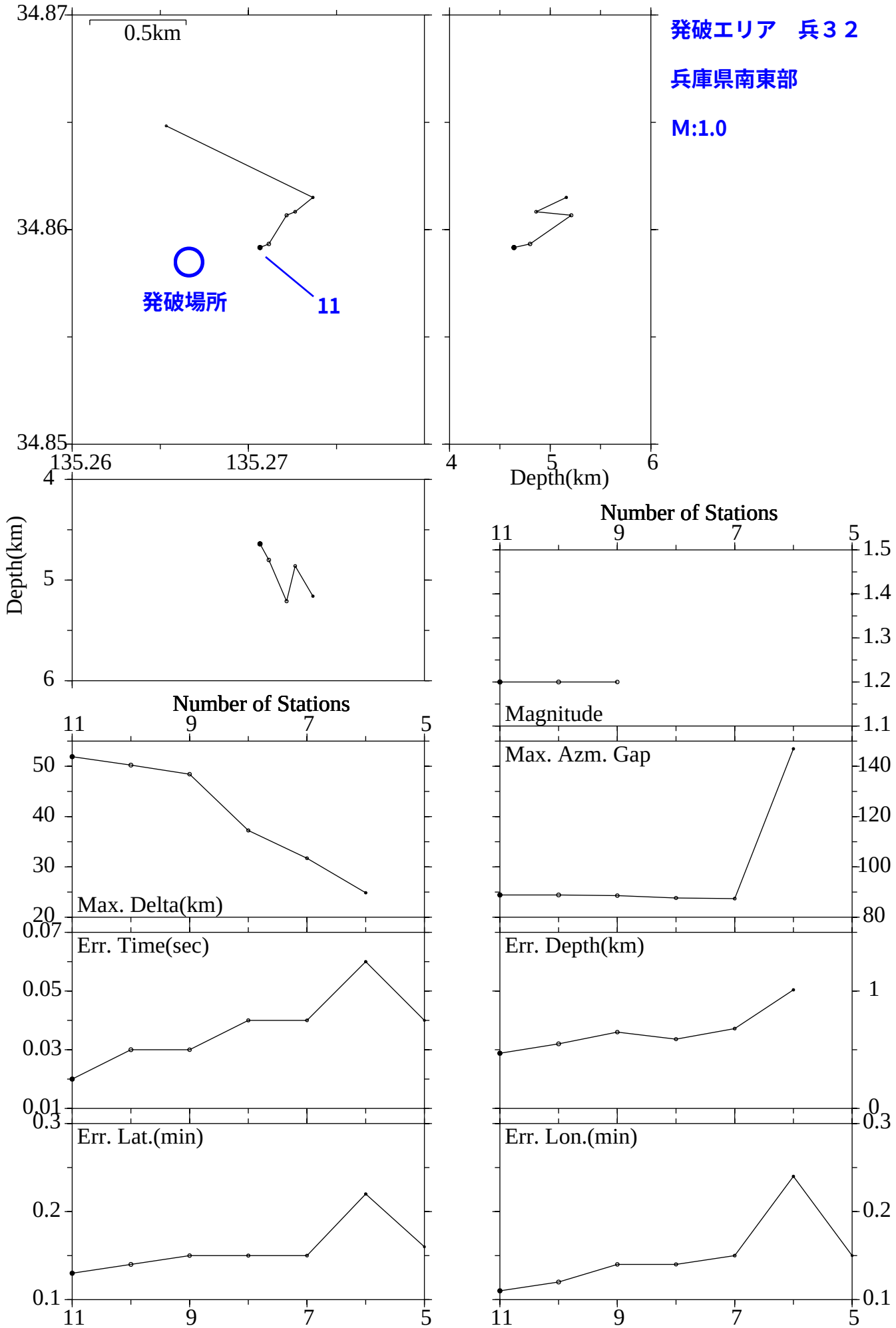
2001/07/31 04:07 CENTRAL WAKAYAMA PREF



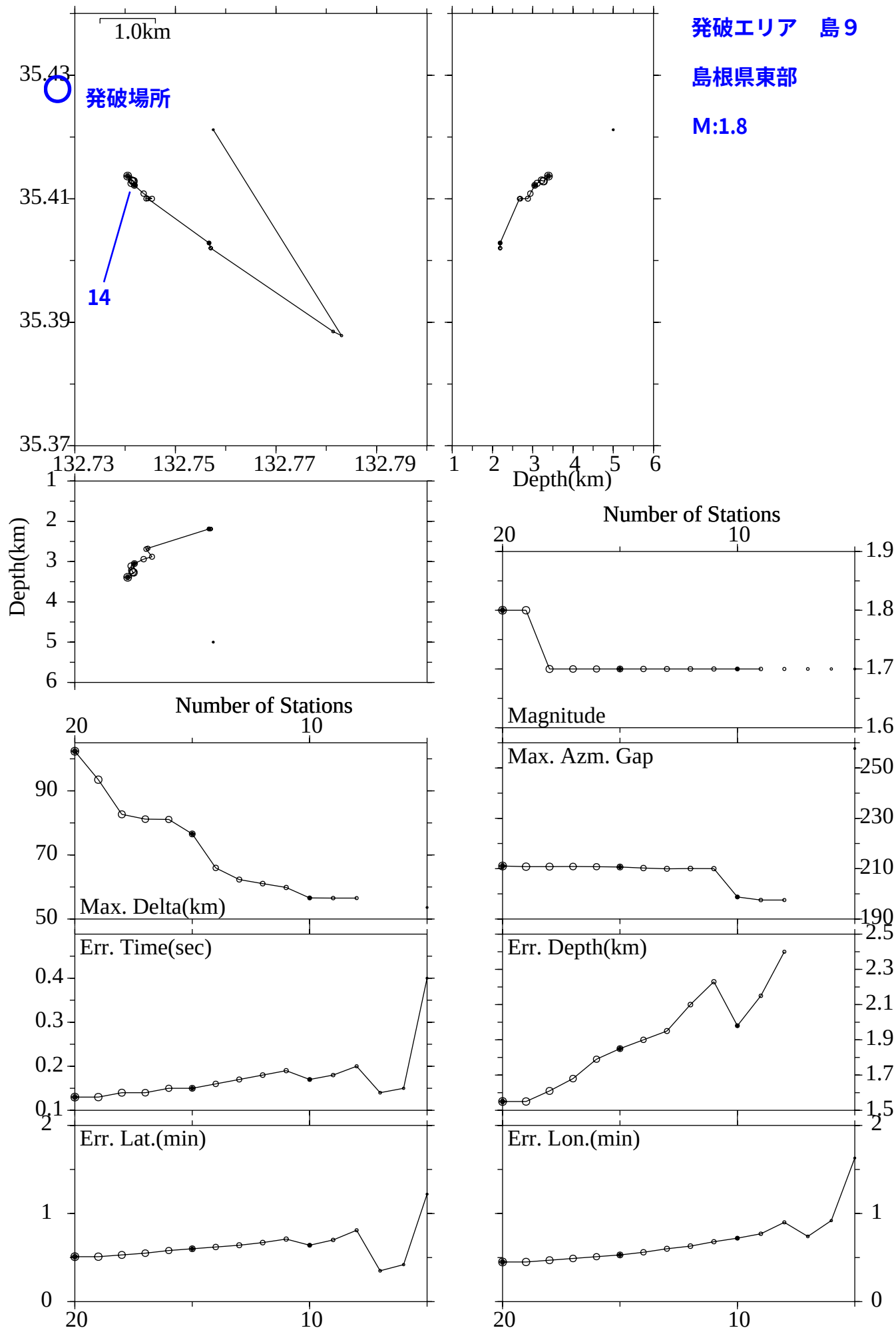
2001/08/15 01:03 SE OFF SHIKOKU



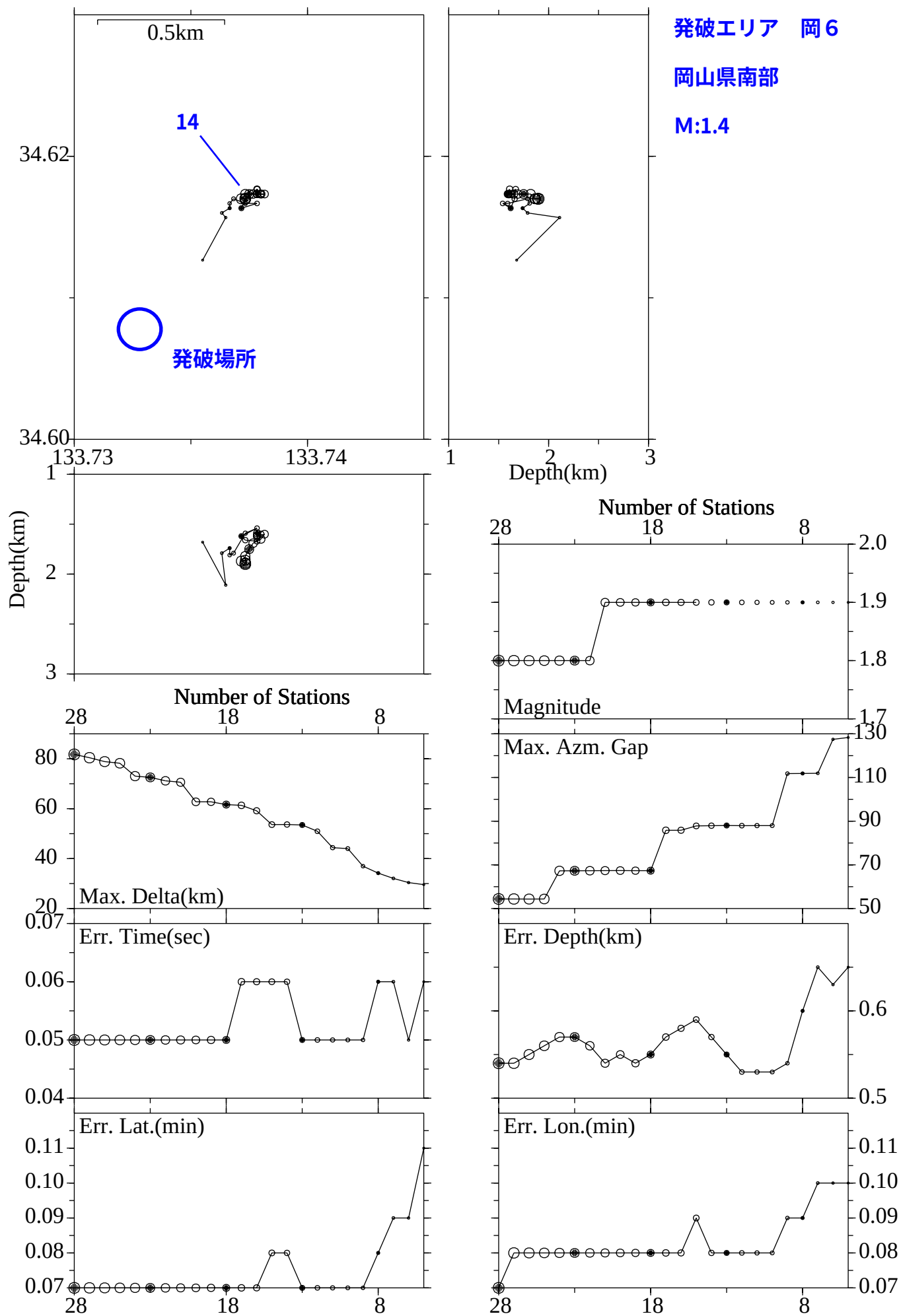
2001/06/05 11:48 SE HYOGO PREF



2001/04/13 14:48 NE SHIMANE PREF



2001/09/11 08:57 OKAYAMA PREF



2001/09/11 12:03 SW HYOGO PREF

