# 2007年6月の大分県中部(別府市付近)の地震調査報告

Report on Seismic Activity

that Occurred in the Central Part of Oita Prefecture (near Beppu City) in June 2007

福岡管区気象台<sup>1</sup>·大分地方気象台<sup>2</sup>

Fukuoka District Meteorological Observatory<sup>1</sup> and Oita Local Meteorological Observatory<sup>2</sup>

(Received September 27, 2007: Accepted October 31, 2008)

**ABSTRACT:** Successive earthquake activity commenced at around 21:00, June 6, 2007 near Beppu city in central Oita prefecture. The magnitude of the largest earthquake was 4.9, which caused shaking of seismic intensity 4 in JMA scale. The activity was at a high level for three days, weakening gradually thereafter. The source area is located in the Beppu-Haneyama fault belt and active volcanoes of the northeastern part of the Beppu-Shimabara graben.

This seismic activity caused some slight damage to water pipes and a few houses.

The first motion polarity analysis showed the focal mechanism of normal fault type or strike-slip ingredients with its tension axis in an N-S direction. Based on the focal mechanism and the distribution of the epicenters, we presumed that there is a high dip angle fault plane striking NE-SW.

According to the hypocenters calculated with the double-difference method, this seismic activity commenced at a depth of around 10 km at first, thereafter the active portion migrated to an 8 km depth where the b-value is highest. The main activity remained at around 8 km depth. The b-value is highest at the commencement of the activity decay. It is supposed that the accumulated liquid around the 10 km depth would have been pushed up to the 8 km depth by the local stress change, passing through the existing cracks in the media. The migration of liquid could be supposed to stop in a more finely crushed area, and the strain caused by the liquid migration would have relaxed there.

The actions of the Fukuoka District Meteorological Observatory and Oita Local Meteorological Observatory for this seismic activity are arranged in this report.

# 1 はじめに

2007 年 6 月 6 日から大分県中部(別府市付近)で マグニチュード(以下, M) 4.9 を最大とするまと まった地震活動が発生した.

西南日本では、フィリピン海プレートが南海トラ フからほぼ北西方向に陸のプレート(ユーラシアプ レート)の下に沈み込んでいる.この影響で、西南 日本には顕著な地質構造境界である中央構造線が形 成されている.中央構造線の西延長に位置する九州 の中央部には、別府湾から九重・阿蘇を経て島原半 島に至る延長約 200km,幅 20~30kmの地溝状の構 造が見られ、「別府-島原地溝帯」と呼ばれている(松 本、1979). 別府-島原地溝帯周辺の応力場は、南北の伸張で あることが知られており、九州はこの地溝帯を境に 分断・拡大しているとされている.また、別府-島 原地溝帯内には、多数の細かい断層群から成る別府 -芳年山断層帯や雲仙断層群が分布するとともに、 阿蘇山、九重山などの活火山が存在し、それらと密 接に関係する活発な地熱温泉活動が見られる(図1, 本田ほか、1981).

今回,地震活動があった別府市付近は,この別府 -島原地溝帯の北東部分に位置し,別府-万年山断 層帯や鶴見岳等の活火山が分布する場所で,これま でもまとまった地震活動が繰返し発生している.今 回の地震活動は,気象庁及び他機関データの一元化

1 瀉山弘明, 上之薗正利, 山内博, 池田敦, 緒方誠, 下川雅章, 手島大地, 細野耕司

<sup>2</sup> 一瀬邦昭

による検知能力が向上した 1997 年 10 月以降では, ひとまわり規模が大きく,軽微ながら被害も生じ社 会的影響も大きかった.

そこで、本報告では、今回の地震活動についての 調査結果を取りまとめるとともに、今後の業務の参 考に資する目的で福岡管区気象台・大分地方気象台 の業務実施状況等もあわせて記述した.

## 2 地震活動

#### 2.1 概要

2007年6月6日21時ころから大分県別府市付近 で地震活動が始まり,6月10日までに震度1以上の 地震を63回観測した.この付近には由布岳,鶴見 岳・伽藍岳の活火山があり,それらの火山周辺でま とまった地震活動(短期間に規模の小さな地震が多 発する傾向)が時折見られる地域であり,今回は鶴 見岳・伽藍岳の東側で発生した.今回の地震活動は, 3日間ほどの活発な時期を経過した後,除々に減衰 していった.最大は6日23時42分に発生した M4.9 の地震であった.

この一連の地震活動に伴って発生した被害は、転 倒による重傷者1名をはじめとして,住家一部損壊, 護岸の一部崩壊,水道管からの漏水など軽微であっ たが、震源が別府市街地の直下であり、体に感じる 地震がたびたび発生したことから最大615名の住民 が自主避難するなど社会的影響があった.

#### 2.2 地震活動の経過

#### 2.2.1 活動状況

地震活動は、2007年6月6日21時17分のM2.9 の地震(最大震度1)から始まり22時までに11回 の地震を観測した.その後、1時間以上地震が発生 しなかったが、23時05分にM4.1の地震(最大震度 3)が発生し、活動が活発化した.同日23時42分 には今回の地震活動で最大のM4.9の地震(最大震 度4)が、また、7日17時22分、同日20時50分 にはいずれもM4.7の地震(最大震度4)が発生す るなど3日間ほど活発な活動をした.活動開始から 8日までに震度3以上の地震が9回観測された.そ の後は地震の規模の低下と地震回数の減少が見られ、 活動は徐々に減衰していった.

今回の地震活動は,別府-島原地溝帯の北東端に あたり,別府-万年山断層帯が位置する場所で,活 火山の由布岳,鶴見岳・伽藍岳周辺の地震活動領域内で発生した(図2の領域ア).今回の地震のほとんどのものは,鶴見岳・伽藍岳の東側で別府市付近から別府湾にかけての東西方向約7km,南北方向約5km内で発生した(図2の領域イ).活動は震央分布図からみると北東-南西走向の主に二つのクラスタから成り立っている(図3の①).活動の始まりは北側のクラスタ(領域 a)からで,震源が除々に浅くなりながら活動の中心が南西に移動し、7日の午後には南側のクラスタ(領域 b)でも活動が活発化した.南側のクラスタも北側と同様に時間とともに活動の中心が南西に移動した.



図1 大分県周辺の活断層,活火山の位置図.



図2 震央分布図. 1997年10月1日~2007年8月31日, 深さ0~20km, Mすべて,最大震度4の地震を 白抜,2007年6月6日からの活動を濃く表示.



① 震央分布図(2007年6月6日~8月31日,最大震度4の地震を白抜き).

- ② 断面図(A-B投影,2007年6月6日~8月31日,最大震度4の地震を白抜き).
- ③ 断面図(B-C投影,2007年6月6日~8月31日,最大震度4の地震を白抜き).
- ④ 時空間分布図(A-B投影,2007年6月6日~6月10日,最大震度4の地震を白抜き).
- ⑤ 時空間分布図(B-C投影,2007年6月6日~6月10日,最大震度4の地震を白抜き).
- ⑥ 深さの時系列図(A-B投影,2007年6月6日~6月10日,最大震度4の地震を白抜き).
- ⑦ M-T図及び回数積算図(上段:2007年6月6日~8月31日,下段:2007年6月6日~6月10日).
- ⑧ M別度数分布図及びb値(2007年6月6日~8月31日,深さ0~20km).

北側のクラスタは活動の始まりから7日までは M3.0 を超える地震が発生するなど活発であったが、 8日に入るとM3.0を超える地震は発生しなくなり、 間歇的に活動しながら除々に活動が減衰していった. また、南側のクラスタはM3.0を超える地震が3個 と少ないが、9日朝まではM2程度の地震が多発す るなど活動的で、その後は急速に活動が減衰した. 今回の地震活動についてグーテンベルク・リヒター の式でb値を求めると0.74となり、陸域の余震のb 値の平均0.83(細野,2006)よりもやや低い.

## 2.2.2 発震機構

大分県中部付近は別府-島原地溝帯に位置してお り,南北張力の場で活断層の走向もほぼ東西方向に



図4 発震機構分布図(P波初動解).
 (1997年10月1日~2007年5月31日,
 M3.0以上,深さ0~20km,解から伸びる破線は張力軸の方向を示す)



図5 今回の地震で求まった発震機構解.

走向をもち,過去地震の発震機構も南北方向に張力 軸をもつ横ずれ断層型ないし正断層型の地震が多く 発生している(図4).今回の地震活動では,4つの 地震についてP波初動解が求まり(図5),いずれの 地震も南北方向に張力軸をもつ横ずれ断層型ないし 正断層型の地震で,この付近の応力場と整合的であ る(Ichikawa,1971,山科・村井,1975,山科・三 浪,1977).

#### 2.2.3 周辺の地震活動

今回の地震活動周辺では,規模の小さな地震が定 常的に見られ,時折M3~4を最大とする地震活動 が発生している(図6).1997年10月以降で一定規 模以上(最大M3.0以上,M1.0以上の地震が20回 以上発生)の活動がみられた6つの地震活動(今回 を含む)について調べてみると,いずれの活動も数





日間で活動が減衰している.2003 年6月の活動は, 時間をおいて2ヵ所で活動している.6つの活動の うち,今回の活動(地震の規模,領域の広さ,期間) が最も活発であった.

#### 2.3 詳細解析

#### 2.3.1 Double-Difference 法による震源再決定

図2領域アの活動域について,Double-Difference 法(Waldhauser,F.and W.L.Ellsworth, 2000:以下DD 法)による震源決定プログラム(hypoDD: Waldhauser, F., 2001)を用いて,震源の再決定を行った.再決定 を行う対象地震は,別府湾から由布岳の西側まで含 む東西25km,南北15kmの範囲,深さが0kmから 15kmの領域に含まれ,M0.2以上,2000年10月1 日から2007年6月20日までに発生した計2483個で ある.観測点は震源に近い32点を用いた.

通常の震源計算結果と再決定後の震央分布を図8 に示す.再決定後の震央分布からは,地震活動が小 さなクラスタに別れて発生していることが分かる.

2007年6月6日からの活動を図9に示す.北東-南西走向の2つのクラスタが存在することが明瞭と なる. この走向は、今回の一連の地震活動で求めら れたメカニズム解の節面(2.2.2節の図5)と整合的 であり、断層が北東-南西高角断層面をとることを 示唆している. 震源の深さ方向の分布は、北側のク ラスタでは8kmから11km付近、南側のクラスタで は、北側よりやや浅く6kmから9km付近となる.

主な地震活動は、北側のクラスタの深さ9kmから11km付近で始まり、7日正午頃には南西側のより浅い部分の8kmから9km付近で活発になっている.この後、北側のクラスタの活動は低調になり、活動の中心が南側のクラスタに移る.南側のクラスタでは、7日の15時頃から活動が活発になり、8日にかけて活動範囲が徐々に南西側に延びていく.南側のクラスタの震源分布は浅いため、活動領域全体でみると震源が浅い方に広がることとなる.8日に入ると一時的に活動が低調となるが、8日9時から9日9時頃にかけて再び活発になる.アさ方向に注目すると、8日9時以降は、浅い部分の活動がやや低調になる.9日以降については、活動領域の全体をみても、目立って活発になる領域はなく活動は低調になっていく.



図 9 6月6日以降の活動についての詳細図(2007年6月6日~6月20日, M≥0.2, 深さ0~15km).
 ① 震央分布図.

- ② 北西-南東方向(C-D 投影) 北東-南西方向(A-B 投影)の断面図.
- ③ 領域N(北側クラスタ)の北東-南西方向(A-B投影)断面の時空間分布図と深さの時系列図.
  (2007年6月6日~6月10日, M≧0.2, 深さ3~12km)
- ④ 領域S(南側クラスタ)の北東-南西方向(A-B投影)断面の時空間分布図と深さの時系列図.
  (2007年6月6日~6月10日, M≧0.2, 深さ3~12km)

## 2.3.2 b 値の変化

図 10 に DD 法によって求めた震源を用いて,今回の活動の主な部分の断面図を作り,そのb値分布を示した.作図には Zmap (Wiemer, 2001)を用いた. 断面図の領域は震央分布図において青い枠で示してあり,枠内の震央シンボルは赤紫色で示してある. 震央の色分けは青・緑・赤の順で深くなることを表している. A-B 断面(図9のクラスタN)では,南西側の深さが9km付近に高b値領域があり,C-D 断面(図9のクラスタS)では南西側の深さ7~8km付近に高b値領域がみられる.

図 11 では6月6日から6月 20 日までの震源の深 さ変化とb値の時間変化を重ねて表示している.震 源は深い方から赤,緑,青の点で,b値変化は縦線 のエラーバーと横線の計算期間の交点を結んだ黒の 太線で示す.ここで特徴的なことは震源の深さが 10km 付近から8 km 付近に浅くなるに伴って,b値



図 10 活動的クラスタの b 値断面.

- 左下:震央分布図(図9内領域N)に対応する b値断面(A-B方向投影).
- 右下:震央分布図(図9内領域S)に対応する b値断面(C-D方向投影).

も高くなっていることである.図9の深さの時間変 化図からもわかるように,今回の活動は,北側のク ラスタにおいて深さ10km付近前後の活動から始ま っている.7日になってから深さ8km付近に移り, 同時に南側のクラスタでも活動が始まっている.7 日と8日の日界付近でb値が一番高くなり,その後 にb値の低下と地震活動の衰退していることが図 11から見て取れる.



 図 11 震源の深さ変化とb値の時間的変化.
 地震の深さは深い方から赤,緑,青の点で, b値はデータ期間を横線,エラーバーは縦線で示してある.
 時間軸は年単位で表示しているのでその下におおまかな日付に換算して示した.

#### 2.4 周辺における過去の地震活動

今回地震活動があった別府市付近を含む別府-万 年山断層帯周辺について, 1923 年 8 月以降の活動を 見ると、M4~5程度の地震が発生している.この図 で見ると 1940 年半ばすぎまでは M4~5 クラスの地 震が多いが,その後 1975 年 M6.4 の地震(最大震度 4) 前までは静穏である様子が見える. その地震以 後は 10 年くらいの間隔で活動が続いているように も見える.この静穏化の時期は日向灘でも1940年代 当初から1960年初めまで M6.5 以上の地震が発生し ていないことから, 広域的に地震活動が低下してい た可能性がある. 日向灘の地震と九州内陸の地震に は相関があることが山岡ら(2002)によって指摘さ れている. この 1975 年の地震では, 震源近傍を中心 に重傷3,軽傷19,住家全壊58,同半壊93,同一 部破損 2,089, 非住家全壊 36, 同半壊 68, 河川被害 6ヵ所,道路被害182ヵ所,橋の被害3ヵ所などの 被害を生じている (宇佐美, 2003).

なお,今回の地震活動の南東側の別府湾では,1596 年(慶長1年)9月1日に別府湾南東部でM7.0の



地震が発生している.この地震により,高崎山,日 出(ひじ),由布院,佐賀関などで山崩れや崖崩れが 発生し,民家が埋没した.また,津波が発生し,府 内(現大分市)から約4kmの所にあった沖ノ浜とい う港町には高さ4mの波が襲ったとされる.この津 波で府内では5,000戸あった家屋が200戸になるな ど壊滅的な被害が生じた.さらに,大分市の沖約400 ~500mにあったとされる周囲約12kmの瓜生島は, その8割が陥没し708名の死者を出したといわれて いるが,島そのものの存在には疑問が持たれている (宇佐美,2003).この地震は,「慶長豊後地震」と も呼ばれ,別府一万年山断層帯の構成断層帯の1つ である「別府湾一日出生断層帯」の東部の最新活動 と推定される,と評価されている(地震調査研究推 進本部地震調査委員会,2005).

#### 2.5 今回の地震活動に関する考察

2.2節から2.4節で示した今回の地震活動の調査結 果について,テクトニクス的な観点も含めて考察す る.

今回の地震活動は、別府一万年山断層帯の北東部 分に位置する「別府湾-日出生断層帯」が分布する 領域で発生したが、最大の地震が M4.9 であり、個々 の断層トレースとの直接の関連を議論することは出 来ない. ただし, 断層帯が多くの細かい断層の集合 体であり,地下浅部も無数の弱線が存在すると推察 できることから, 個々の地震はこの弱線のいずれか が破壊したものと考えられる.また、今回の地震活 動の主な地震の発震機構は,南北方向に張力軸を持 ち、横ずれ成分を含む正断層型であり(2.2.2項図5) 参照),この地域に広域的に作用していると考えられ る応力と整合的である(Ichikawa, 1971, 山科・村 井, 1975, 山科・三浪, 1977). さらに, 震央分布が 主に北東-南西走向の2つのクラスタからなること, 及び発震機構解の節面も考慮すれば,北東-南西走 向の高角断層面を考えることができる.

1965 年から活動を開始した松代群発地震では大 量の地下水が流出し,地震活動と地下水の関係が論 議されている(大竹,1976,月刊地球,2006).また シミュレーションでも地下流体が関与することによ って本震-余震型の地震活動になったり,群発型の 活動をすることが示されており,流体の存在が地震 活動を考える上で重要であることが述べられている

(山下, 2003). 今回の地震活動でも流体の関与を考 えることによって震源の移動やb値の変化を説明す ることができる。今回の地震活動の西側には、由布 岳,鶴見岳・伽藍岳と活火山が分布し,別府市付近 は日本有数の温泉地であることから、地下での熱水 活動も活発であると考えられる.一方,別府市周辺 では、深さ 20~30km のところで低周波地震が観測 されることがあるが、今回の地震活動の際には観測 されなかったことから,マグマの直接的な関与の可 能性は低いと考えられる. したがって、このような 活動域のテクトニックな状況と地震活動の経過との 関連を考えると,広域な応力場変動により,流体が 深さ 10km 付近から 8km 付近まで移動し、局所的な 応力場の変動が生じたことで今回の地震活動が発生 したのではないかと推測できる. この流体の移動に 伴い,媒質内に存在する空隙が高圧流体で満たされ, 媒質全体の実効応力が低下し破壊し易くなる. 流体 の移動を伴う破壊が、破砕の進んだ空隙密度の高い 領域に達し, 流体圧が低下し実効応力が低下するこ とで破壊しにくくなり活動が終息したと考えられる.

次に、今回の活動を含めて、やや広域的な観点で 別府-島原地溝帯以北の九州北部内陸(内帯)の地 震活動を考えてみる.1章で九州北部内陸(内帯) のおおまかな地質構造的な位置づけを示したが、地 震活動が活発な場所は、別府-島原地溝帯に沿う地 震帯であり、火山の並びである.一方、鹿児島から 沖縄にいたる島弧には東側に南西諸島海溝があり、 背弧側には現在拡大しつつあるといわれている沖縄 トラフがある(多田 1985, 1986).沖縄トラフの北 東端は、共に拡大地形であるということから別府-島原地溝帯にいたるといわれている.

図13に今回の活動域を含めて、別府-島原地溝帯 と九州内帯の地震活動を示している.期間は1985 年1月から2007年6月6日までで、M4.0以上、深 さ0~20kmの地震を選び出し、7日間及び7kmの 時空間でデクラスタ処理(明田川ほか、2007)を施 した結果である.図13の震央分布図には雲仙岳(v1)、 阿蘇山(v2)、九重山(v3)、由布岳、鶴見岳・伽藍 岳(v4-6)の火山を黒三角で示してある.この分布 図中、中図、下図中の黒丸で示した地震に対応する ように e1 から e6 の記号を用いて各地震の震央を示 している.各地震の震源要素は以下のとおりである. e1:1991年6月27日 深さ9km M4.9

e2:2000年6月8日	深さ 10km	M5.0
e3:1999年3月9日	深さ 10km	M4.9
e4:1989年11月16日	深さ 12km	M4.8
e5:2000年4月29日	深さ 11km	M4.2
e6:2007年6月6日	深さ 11km	M4.9

震央分布図を見ると,空間的にいくつかの活動域 を認めることができる.それらは雲仙岳周辺の活動, 熊本市周辺の活動,阿蘇山周辺の活動,九重山周辺 の活動、別府周辺の活動、大牟田市周辺の活動であ る. 中図をみると時間的には 1985 年から 1988 年ま での活動期(I), 1989年から 1992年までの活動期 (Ⅱ), 1996 年から 2002 年までの活動期(Ⅲ), 2004 年から 2007 年までの活動期(IV) に分けられそうで ある. 下図でも各活動期の様子が見えるが, 震央分 布図で見える活動区域に対応した活動も活動期に対 応して認めることができる.別府周辺の活動では, Ⅱ,Ⅲ,Ⅳの活動期に e4, e5, e6 という地震が発生 している. ここで, 1990 年から 1995 年には雲仙岳 の噴火があり、2005年3月には福岡県北西沖(福岡 県西方沖)の地震(M7.0)が発生しており、それぞ れ活動期ⅡとⅣに対応している.活動期Ⅲでは,Ⅰ 以外の他の活動期では活発でない阿蘇山周辺と九重 山周辺の活動が顕著であり、布田川・日奈久断層の ある熊本市周辺の活動域でも e2 で示した M5.0 の地 震が発生している. このように九州内帯と呼ばれる 領域では、活動区域と活動期が火山活動も含めて広 域応力場の影響を受けているように見える.以上の ことから,今回の別府市付近の地震活動も単独で発 生したというより,何らかの応力の高まりに反応し て生じた可能性が考えられる.



- 図 13 別府-島原地溝帯周辺の地震活動. (1985 年 1 月~2007 年 6 月 6 日, M≧4.0, 深さ0~20km)
- 上図 震央分布図.
- 中図 上図領域 a 内の規模別地震活動経過(左軸)と 地震回数積算図(右軸).
- 下図 上図領域 a 内の時空間分布図(A-B断面).
  - ・地震は7日間,7kmの時空間でデクラスタ処
    理して描画.
  - el~e6 が本文中の主な地震を、vl~v6 は活火
    山を、I~IVは活動期の区分を示す。

## 3 地震業務等の実施状況

# 3.1 概要

気象庁及び福岡管区気象台は,平成19年6月6 日21時ころから大分県中部(別府市付近)で発生 した地震に対し,近接した地震については大きな 地震を優先するなど的確な地震情報の発表に努め た.

福岡管区気象台をはじめとする各関係地方官署 では,地震情報の関係機関への伝達,地震解説資 料の作成・発表等の業務を実施した.

また,これらの地震について最大震度別地震回 数表を福岡管区気象台ホームページに掲載し,毎 時間更新するなど情報提供体制の強化に努めた.

本章では,一連の地震活動に際して福岡管区気 象台が発表した地震情報の発表状況や官署で講じ た処置について,その実施状況等を官署毎に報告 する.

# 3.2 福岡管区気象台

咼
ί

6月6日	
21時17分	地震発生 (M2.9).
21時23分	各地の震度に関する情報発表.
23時05分	地震発生 (M4.1).
23時07分	震度速報発信.
23時13分	震源・震度に関する情報第1号,
	各地の震度に関する情報発表.
23時07分	地震発生(M2.8,情報発表なし).
23時29分	地震発生 (M2.9).
23時35分	各地の震度に関する情報発表.
23時36分	地震発生 (M2.9).
23時41分	各地の震度に関する情報発表.
23時39分	地震発生 (M3.0).
23時43分	各地の震度に関する情報発表.
23時39分	地震発生(M3.0,情報発表なし).
23時42分	地震発生 (M4.9).
23 時 44 分	震度速報発信.
23時46分	地震発生(M3.1,情報発表なし).
23時46分	地震発生(M3.3,情報発表なし).
23時48分	震源・震度に関する情報第1号,
	各地の震度に関する情報発表.
23時48分	地震発生 (M3.0).
23時51分	震源・震度に関する情報第2号,

	各地の震度に関する情報発表.
23 時 52 分	地震発生(M2.4, 情報発表なし).
23 時 57 分	各地の震度に関する情報発表.
23 時 57 分	地震発生 (M3.7).
6月7日	
00時04分	震源・震度に関する情報第1号,
	各地の震度に関する情報発表.
00時18分	地震発生 (M4.2).
00時20分	震度速報発信.
00時23分	震源・震度に関する情報第1号,
	各地の震度に関する情報発表.
02時31分	地震発生 (M2.3).
02時37分	各地の震度に関する情報発表.
03時20分	地震発生 (M2.7).
03時25分	各地の震度に関する情報発表.
08時04分	地震発生 (M2.9).
08時07分	地震発生(M2.2,情報発表なし).
08時10分	各地の震度に関する情報発表.
09時36分	地震発生 (M2.4).
09時42分	各地の震度に関する情報発表.
10時25分	地震発生 (M2.7).
10時31分	各地の震度に関する情報発表.
11時19分	地震発生 (M4.2).
11時21分	震度速報発信.
11 時 25 分	震源・震度に関する情報第1号,
	各地の震度に関する情報発表.
11時32分	地震発生 (M2.8).
11時37分	各地の震度に関する情報発表.
11時37分	地震発生 (M1.9).
11時40分	地震発生 (M2.3).
11時42分	各地の震度に関する情報発表.
11時44分	各地の震度に関する情報発表.
14時58分	地震発生 (M3.8).
15時00分	震度速報発信.
15 時 03 分	震源・震度に関する情報第1号,
	各地の震度に関する情報発表.
15時02分	地震発生(M2.7).
15時08分	各地の震度に関する情報発表.
15時57分	地震発生 (M2.2).
16 時 02 分	合地の農皮に関する情報発表.
17 時 22 分	地晨発生 (M4./).
17時24分	晨度速報発信, 震速,震速);明上,2,1,2,1,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,2,
17 時 27 分	<b>震</b> 源・震度に関する情報第1号,

	各地の震度に関する情報発表.
17時31分	地震発生 (M2.4).
17時33分	地震発生(M2.4, 情報発表なし).
17時38分	各地の震度に関する情報発表.
17時46分	地震発生 (M2.5).
17時50分	各地の震度に関する情報発表.
19時45分	地震発生 (M2.3).
19時50分	各地の震度に関する情報発表.
20時03分	地震発生 (M2.1).
20時08分	各地の震度に関する情報発表.
20時49分	地震発生(M3.4, 情報発表なし).
20時50分	地震発生 (M4.7).
20時53分	震度速報発信.
20時56分	震源・震度に関する情報第1号,
	各地の震度に関する情報発表.
21 時 24 分	地震発生 (M2.7).
21時29分	各地の震度に関する情報発表.
6月8日	
01時46分	地震発生 (M2.9).
01時51分	各地の震度に関する情報発表.
05時22分	地震発生 (M2.1).
05時27分	各地の震度に関する情報発表.
05時31分	地震発生 (M2.2).
05時35分	各地の震度に関する情報発表.
09時37分	地震発生 (M1.8).
09時45分	各地の震度に関する情報発表.
11時21分	地震発生 (M2.7).
11時25分	各地の震度に関する情報発表.
11時47分	地震発生(M2.3).
11時53分	各地の震度に関する情報発表.
11時56分	地震発生 (M2.0).
12時02分	各地の震度に関する情報発表.
12時22分	地震発生(M2.1).
12時28分	各地の震度に関する情報発表.
12時37分	地震発生(M2.9).
12時37分	地震発生(M2.4).
12時48分	谷地の震度に関する情報発表.
12時47分	地震発生 (M2.7).
12時53分	谷地の震度に関する情報発表.
13 時 04 分	地震発生 (M2.6).
13 時 07 分	地震発生(M2.3).
13 時 10 分	谷地の晨度に関する情報発表.
13 時 13 分	谷地の震度に関する情報発表.

- 13 時 24 分 地震発生 (M2.2). 13 時 28 分 地震発生 (M2.3). 13時29分 各地の震度に関する情報発表. 13時31分 地震発生 (M2.6). 13時34分 各地の震度に関する情報発表. 13時37分 各地の震度に関する情報発表. 14 時 41 分 地震発生 (M2.4). 14時46分 各地の震度に関する情報発表. 15時33分 地震発生(M1.7). 15時39分 各地の震度に関する情報発表. 17時00分 地震発生 (M2.8). 17時06分 各地の震度に関する情報発表. 19時38分 地震発生 (M2.8). **19時43**分 各地の震度に関する情報発表。 20時21分 地震発生(M3.3). 20時23分 震度速報発信. 20時23分 地震発生 (M2.2, 情報発表なし). 20時25分 震源・震度に関する情報第1号. 20時26分 各地の震度に関する情報発表. 6月9日 04 時 04 分 地震発生 (M2.3). 04時10分 各地の震度に関する情報発表. 05時36分 地震発生 (M2.4). 05時37分 地震発生(M2.2,情報発表なし). 05時41分 各地の震度に関する情報発表. 06時55分 地震発生 (M2.6). 07時00分 各地の震度に関する情報発表. 6月10日 00時02分 地震発生 (M2.3). 00時07分 各地の震度に関する情報発表。 00時49分 地震発生 (M2.2). **00時55分**各地の震度に関する情報発表. 6月24日 17時08分 地震発生 (M2.6). 17時13分 各地の震度に関する情報発表. 3.2.2 地震関連業務実施状況(3.2.1項以外) 6月6日 23 時 42 分 災害対策準備体制発令. 6月7日
  - 01時20分 地震解説資料第1号発表.
  - 02時20分 地震解説資料第2号発表.
  - (16時00分) 本庁記者レク:「2007年5月の地

震火山活動」に関する記者レク(定 例)の中で、今回の地震活動を説 明、質疑応答→記者レク資料及び 質疑応答メモを管内官署に情報共 有.

- 18時20分 地震解説資料第3号発表.
- 21時45分 地震解説資料第4号発表.
- 6月8日
- 10時00分 最大震度別地震回数表をホーム
  ページに掲載開始.
  報道機関2社取材対応.
- 6月11日
- 10時00分 災害対策準備体制解除.
- 19時00分 最大震度別地震回数表の毎時間更 新終了.

#### 3.2.3 地域に密着した情報提供

今回の地震活動は都市部の直下で体に感じる地震 が多発したため、ピーク時に約615名近い住民が自 主避難するなど、社会的に関心が高い活動となった ことから、最大震度別地震回数表を福岡管区気象台 ホームページに掲載することとし、6月8日10時か ら6月11日19時まで毎時間更新提供した.

# 3.3 大分地方気象台

# 3.3.1 業務の実施状況

6月6日 23時42分 注意体制に入る. 6月7日 00時30分 第1回調整会議. 00時55分 地震解説資料第1号発表. 01時55分 第2回調整会議. 03 時 40 分 地震解説資料第 2 号発表. 08時20分 第3回調整会議. 08時30分 注意体制解除. 09時00分~10時00分 大分朝日放送取材対応. 10 時 00 分~10 時 40 分 大分放送取材対応. 10時40分~11時30分 テレビ大分取材対応. 11時20分 再び注意体制に入る. 13 時 10 分 第 4 回調整会議. 13時30分~14時30分 別府ケーブルテレビ 取材対応. その他新聞2社取材対応.

- 17時00分 第5回調整会議.
- 18 時 40 分 地震解説資料第 3 号発表.
- 18時45分 第6回調整会議.
- 21 時 30 分 地震解説資料第 4 号発表.
- 22 時 10 分 第 7 回調整会議.
- 6月8日
  - 08時50分 第8回調整会議.
  - 13時30分~13時35分 大分放送ラジオ電話取 材対応.
  - 14時30分~15時30分 フジテレビ取材対応.
  - 16時40分 第9回調整会議.
- 6月11日
  - 08時45分 第10回調整会議.
  - 09時00分 注意体制解除.
- 11時30分~12時00分 テレビ大分取材対応.

13 時 30 分~14 時 30 分 大分朝日放送取材对応.

- 6月15日
  - 11時00分 大分県防災会議にて解説(台長).

## 4 資料集

#### 4.1 地震資料

2007 年 6 月 30 日現在,大分県中部付近の地震活動で震度1以上を観測した地震は合計 64 回であった(表1).また,表2に今回の地震活動で最大震度3以上を観測した地震(計9回)の震源要素を掲載した.

表1 上:最大震度別地震回数表.

下:震度1以上を観測した時別回数.

 (時別回数は6月6日~10日)											
曲 問			스키	⊞⇒l.							
朔间	1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7		ポロ
6月6日	5	5	2	1	0	0	0	0	0	13	13
6月7日	13	5	3	2	0	0	0	0	0	23	36
6月8日	14	6	1	0	0	0	0	0	0	21	57
6月9日	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	61
6月10日	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	63
6月24日	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	64
総計	39	16	6	3	0	0	0	0	0	64	



表2 最大震度3以上を観測した地震の震源要素.

	雪酒時刻					震源位置								ーガーエ ドツコ			
№				辰	<b></b> 你时	淡リ		北緯			東経				深さ	~/ _/ <u>_</u> ~ ~ ~ ~ 1	
	年	月	日	時	分	秒	誤差 (秒)	度	分	誤差 (分)	度	分	誤差 (分)	km	誤差 (km)	第1	第 2
1	2007	06	06	23	05	02.0	±0.0	33	20.1	±0.1	131	30.0	±0.2	10.5	±0.8	4.1D	3.9V
2	2007	06	06	23	42	50.5	±0.0	33	20.0	±0.1	131	29.7	±0.2	11.2	±0.8	4.9D	4.6V
3	2007	06	06	23	57	09.3	±0.0	33	20.1	±0.1	131	29.1	±0.2	10.9	±0.8	3.7V	
4	2007	06	07	00	18	34.9	±0.0	33	19.8	±0.1	131	29.8	±0.2	12.0	±0.8	4.2D	4.2V
5	2007	06	07	11	19	09.5	±0.0	33	19.5	±0.1	131	28.6	±0.2	7.6	±1.5	4.2D	4.1V
6	2007	06	07	14	58	49.9	±0.0	33	18.9	±0.1	131	29.2	±0.2	8.5	±0.8	3.8V	3.8d
7	2007	06	07	17	22	16.4	±0.0	33	19.0	±0.1	131	29.5	±0.2	9.0	±0.8	4.7D	4.4V
8	2007	06	07	20	50	40.8	±0.0	33	20.1	±0.1	131	30.7	±0.2	7.8	±0.9	4.7D	4.5V
9	2007	06	08	20	21	10.7	±0.0	33	18.8	±0.1	131	28.6	±0.2	9.6	±0.7	3.3V	

※1 D:変位波形(水平成分)の最大振幅から算出したマグニチュードで、計算に使用した観測点が3点以上. d:変位波形(水平成分)の最大振幅から算出したマグニチュードで、計算に使用した観測点が2点以下. V:速度波形(鉛直成分)の最大振幅から算出したマグニチュードで、計算に使用した観測点が4点以上. 第2マグニチュードが空白なのは、その地震についてマグニチュードが1種類しか求められなかったため.

## 4.2 主な地震の震度分布

震度4を観測した6日23時42分(M4.9,深さ 11km),7日17時22分(M4.7,深さ9km),7日 20時50分(M4.7,深さ8km)の震度分布図を図15 ~図17に示す.



図16 2007年6月7日17時22分の地震(M4.7).

#### 4.3 被害及びその対応

# 4.3.1 被害

#### (1) 被害の状況

大分県中部の地震による被害は,6月6日の地震 により大分市岩田町で重傷者1名,別府市で住宅の 水道管からの漏水3戸の被害が生じた.また,7日 の地震で住家一部損壊1棟の被害が生じた(総務省 消防庁調べ:6月11日11時現在).

大分県の資料によると上記被害のほか,6日の地 震で護岸一部崩壊の被害があった.被害状況及び被 害発生場所を表3,図18に示した.写真1は表3の №3に該当する.

表3 6月6,7日の地震被害状況表.

No	被害種別	発生場所	被害概要
1	重傷	大分市岩田町	71歳女性が地震発生時、玄関を出る際に 転倒し、右足の甲を骨折
2	非住家	別府市鉄輪上	2階建て公民館の一階の天井一部剥落
3	砂防河川	別府市南荘園	板地川の護岸一部崩壊(幅:4メート ル、高さ:3メートル)
4	水道	別府市みどりヶ丘	水道管漏水
5	水道	別府市石垣西	水道管漏水
6	水道	別府市御幸	水道管漏水
7	住家一部損壊	別府市新別府	敷地境界の白壁にのっていた瓦が散乱



図15 2007年6月6日23時42分の地震(M4.9).



図 17 2007 年 6 月 7 日 20 時 50 分の地震(M4.7).



図18 6月6,7日の地震被害発生場所(図中の数字は表3の番号に対応).



写真1 板地川の護岸一部崩壊(別府市南荘園).

# (2) 避難の状況

地震発生後,別府市や日出町で自主避難する住民 があり,避難者数の最大は8日00時に23箇所で約 615名に達した.その後,10日の午前中に避難者が 全員帰宅したため,同日17時に避難所を閉鎖した.

# 4.3.2 被害に対する主な対応

大分県中部の地震により大分県,別府市などの関係自治体は,地震発生直後に災害対策連絡室設置や 準備体制を執り,被害状況の把握や避難状況等,住 民の安全の確認・安全確保のための措置を執った.

以下,各自治体の対応を簡単にまとめた.

# (1) 大分県の対応

6日23時42分	災害対策連絡室設置.
7日02時30分	現在体制継続.
7日03時00分	災害対策連絡室解散.
7日17時22分	災害対策連絡室設置.
10日17時00分	災害対策連絡室解散.
(2)別府市の対応	
7日00時00分	準備体制.
7日00時30分	警戒体制.
7日02時00分	準備体制.
7日03時00分	準備体制解除.
7日17時25分	準備体制.
7日18時00分	警戒体制,避難所開設.
10日12時00分	事前準備体制.
10日17時00分	避難所閉鎖.
(3) 日出町の対応	
県と同じ体制とし	た.

7日~8日 自主避難(2名).

# (4) 大分市の対応

6日23時42分 災害対策連絡室.

10日00時頃 災害対策連絡室解除.

#### (5)由布市

7日00時00分~01時30分 自主出勤. 7日20時00分~24時00分 自主出勤.

## 4.4 緊急地震速報の発表状況

大分県中部の地震活動では、7個の地震について 緊急地震速報が先行的に提供している機関等に対し て発表された.発信状況は震度4を観測した地震に ついてみると、発震から6.0~6.5秒で最初の観測点 でP波を検知し、その約3.1秒後に緊急地震速報の 第1報を発信している.また、緊急地震速報で推定 した最大震度と観測された震度との関係は、発表し た7つの地震のうち同一震度が6個、+1階級が1 個と概ね一致していた.表4、図19は6月6日23 時42分の地震(今回の地震活動で最大、表1のNo.2 の地震)発生時の緊急地震速報の発表状況と猶予時 間図である.



図 19 6月6日23時42分の地震の緊急地震速報の 猶予時間図.

★は震央

図中の数字は第1報発表から主要動(S波) 到達までの時間(秒)

## 表4 6月6日23時42分の地震の緊急地震速報発表状況.

発生した地震の概要

地震発生日時	震央地名	北緯	東経	深さ	Μ	最大震度
平成19年6月6日23時42分50.8秒	大分県中部	33.3	131.5	10km	4.8	4

地震波の最先着検知時刻(観測点:大分国見) 23時42分57.0秒

緊急地震速報の詳細

		震源要素等								
÷	出出中却学		震源要素							
DI.	6 厌时 刘守	地震波検知から の経過時間(秒)	震央地名	北緯	東経	深さ	М	予測震度		
第1報	23時43分00.1秒	3. 1	大分県中部	33.3	131.5	10km	3.8	最大震度3程度以上と推定		
第2報	23時43分01.1秒	4.1	大分県中部	33. 3	131.5	10km	5.1	最大震度4程度以上と推定		
第3報	23時43分03.1秒	6.1	大分県中部	33. 3	131.5	10km	4.6	最大震度4程度以上と推定		
第4報	23時43分07.1秒	10.1	大分県中部	33. 3	131.5	10km	4.9	最大震度4程度以上と推定		
第5報	23時43分08.1秒	11.1	大分県中部	33. 3	131.5	10km	4.9	最大震度4程度以上と推定		
第6報	23時43分16.6秒	19.6	大分県中部	33. 3	131.5	10km	4.8	最大震度4程度以上と推定		
第7報	23時43分27.1秒	30.1	大分県中部	33.3	131.5	10km	4.8	最大震度4程度以上と推定		
第8報	23時43分27.3秒	30. 3	大分県中部	33. 3	131.5	20km	4.8	最大震度4程度以上と推定		
第9報	23時43分44.7秒	47.7	大分県中部	33. 3	131.5	10km	4.9	最大震度4程度以上と推定		
第10報	23時43分45.3秒	48.3	大分県中部	33.3	131.5	10km	4.9	最大震度4程度以上と推定		

#### 謝辞

本報告をまとめるにあたり,大分県,別府市,大 分市には被害や防災体制に関する資料をご提供いた だきました.また,今回の地震活動に関しては,気 象庁地震火山部地震予知情報課の鎌谷紀子氏に大変 有益なご助言をいただきました.さらに,気象庁地 震火山部地震予知情報課の石垣祐三氏をはじめ査読 者方々には,丁寧に原稿を読んでいただき,本報告 の改善に大変有益なご助言をいただきました.記し て深く感謝いたします.

#### 文献

- 明田川保・伊藤秀美・弘瀬冬樹 (2007): X window system を用いた地震検索・地震活動解析プログラム (REASA)の開発, 験震時報, 70, 51-66.
- 宇佐美龍夫(2003):『最新版 日本被害地震総覧[416] -2001』,東京大学出版会,605pp.
- 大竹政和(1976):松代地震から10年,科学,46,306-313.
- 月刊地球 (2006): 松代地震の 40 年-I, II, 月刊地球, vol.28, No.11, No.12.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2005):別府-万年山の長期評価,地震調査研究推進本部ホームペー ジ,

http://www.jishin.go.jp/main/chousa/05mar\_beppu/index. htm.

- 総理府地震調査研究推進本部地震調査委員会編 (1999):日本の地震活動<追補版>,総理府地震調査研 究推進本部地震調査委員会, 395pp.
- 多田尭(1984): 沖縄トラフの拡大と九州地方の地 殻変動, 地震2, 37, 407-415.
- 多田尭(1985):沖縄トラフの拡大と九州地方の地殻変 動(2),地震2,38,1-12.
- 日本の地質「九州地方」編集委員会(1992):日本の地 質9「九州地方」,共立出版, 371 pp.
- 細野耕司(2006):マグニチュード改定に伴う余震パラ メタ標準値, 験震時報, 69, 171-176.
- 本田彰義・青木理恵・小川頼之・井上正康(1981):豊 肥,霧島地熱地帯の調査,その1,噴気,熱泉につい て,30,101-107.
- 松本征夫(1979):九州における火山活動と陥没構造に 関する諸問題,地質学論集,No.22, 129-137.
- 山岡耕春・中禮正明・安藤雅孝(2002):日向灘の地震 に先立つ九州,地学雑誌,111(2),185-191.

- 山下輝夫(2003):流体と地震破壊の間の力学的相互作 用,地学雑誌,112(6),869-884.
- 山科健一郎・村井勇(1975):1975年大分県中部地震・ 阿蘇北部地震のメカニズムについて、とくに活断層と の関係、震研彙報、50、295-302.
- 山科健一郎・三浪俊夫 (1977): 雲仙火山地域の応力場, 火山2, 22, 13-25.
- Ichikawa, M. (1971) : Reanalyses of Mechanism of Earthquakes Which Occurred in and near. Japan, and Statistical Studies on the Nodal Plane Solutions Obtained, 1926-1968, Geophys. Mag. 35, 207-274.
- Waldhauser, F. and W.L. Ellsworth (2000) :
- A double-difference earthquake location algorithm: Method and application to the Northern Hayward Fault, California, Bull. Seism. Soc. Am, 90, 1353-1368.
- Waldhauser, F. (2001) : HypoDD-A program to compute double-difference hypocenter locations, U.S.G.S.Open File Report, 01-113, 25pp.
- Wiemer, S (2001): A software package to analyze seismicity: ZMAP, Seis. Res.Lett., 72(2), 374–383.