

NEWS センター長ご挨拶

Contents

センター長ご挨拶

活断層・地震研究センターの
紹介

研究チームの紹介

Topic

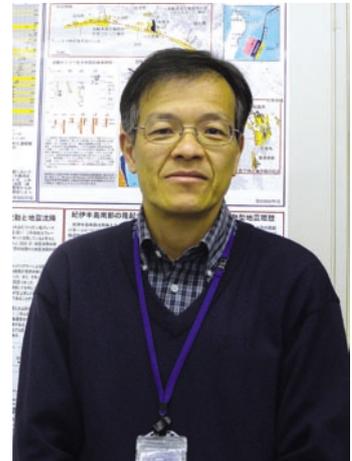
2009年4月6日イタリア中
部の地震の調査報告

2001年に設立されました活断層研究センターはその設置期間を終えましたが、替わって2009年4月に活断層・地震研究センターが新たに設立されました。新センターでは、従来の活断層研究センターと地質情報研究部門に属していた地震関連グループが一体となり、従来より幅広く地震に関連した研究を進める予定です。

この数年間に、能登半島地震、新潟県中越沖地震、岩手・宮城内陸地震などの内陸地震が多発しています。また、東海・東南海・南海地震の今後30年間の発生確率は50%以上と予測されており、その発生前に内陸地震が多発するという過去の東海・東南海・南海地震前の状況も、現在とよく似ています。そのようなことから、今世紀前半の日本列島は、複数の大きな地震に襲われる可能性が高いと考えられており、地震による被害をできる限り小さくする研究成果が期待されています。一方で、地震の発生メカニズムについては未知の部分が多く、具体的な予測が困難である状況は変わりません。さらに、今までの活断層調査が、最近発生した地震に対する防災には十分に役立っていないという指摘もあります。このような指摘に 대응するために、活断層及び地震に関する正確な情報提供と地震防災・減災に結びつく調査研究が求められています。

本研究センターでは、地形・地質学的手法に基づいた過去の地震発生履歴や発生様式の解明を着実に進めると同時に、そのような手法で明らかになった過去の地震活動と、現在の地殻変動や地震活動などの観測データの両方を説明できる物理モデルの構築を進めることによって、将来の地震を予測するための研究も同時に進めます。さらに、地表の活断層から地下深部の震源断層までを一体的にとらえることによって、今後発生する地震による被害をより精度よく予測するための研究を実施します。

地形学・地質学から地震学・地球物理学そして地震工学までの多様な専門家が集まる本研究センターの特徴を活かし、分野融合的な「地震を総合的にとらえる研究」を推し進める予定です。



2009年4月1日

活断層・地震研究センター長 岡村 行信

独立行政法人 産業技術総合研究所
活断層・地震研究センター

〒305-8567 茨城県つくば市東
1-1-1 中央第7

TEL : 029-861-3691 (代表)
FAX : 029-861-3803



活断層・地震研究センターの紹介

本研究センターは、一つの研究ユニットに地形・地質から地球物理・地震工学までの多様な専門分野の研究者が集結する特長を活かし、分野融合的な研究展開を推し進め、内陸地震、海溝型地震及び地震災害の予測を目指した研究を進めます。

内陸地震の評価手法の高度化

陸域だけでなく沿岸海域を含めた主要な活断層の調査の充実とその調査結果のデータベース化と情報公開、地表に明瞭な痕跡を残さない活断層を震源とする内陸地震の発生場所と規模、発生履歴など、過去数千年オーダーの断層挙動の解明を着実に進めます。一方で、最近の地震活動や地殻変動などの観測データに基づいた活断層の物理モデルの開発を行います。それらの、地表から地下深部までを見通した活断層の実態解明と、数千年オーダーから数ヶ月オーダーの活断層の挙動を総合的に考察することにより、物理モデルによる数千年オーダーの断層挙動の再現と、将来の地震活動の予測を目指します。

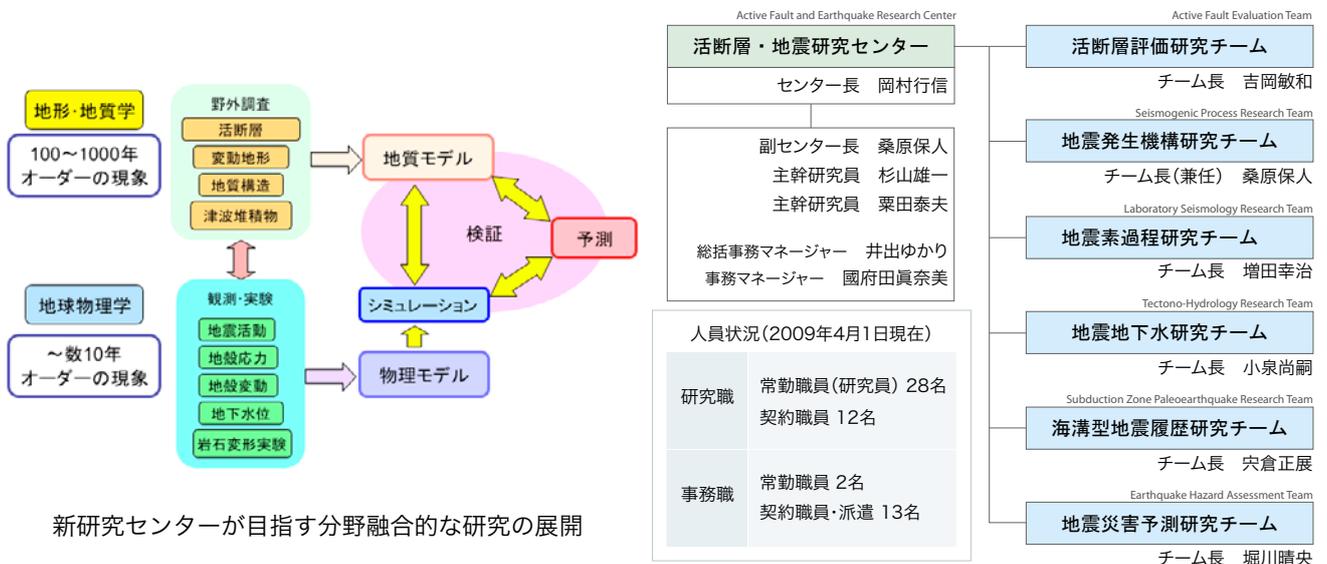
海溝型地震の評価手法の高度化

東南海・南海地震を対象とした地下水等総合観測施設の新規整備を行い、既存の観測データと統合して解析し、駿河トラフ・南海トラフで発生する東海・東南海・南海地震の短期予測を目指します。また、沈み込み帯に面した沿岸域での地形・地質調査に基づいて、数千年オーダーでの地殻変動と津波発生履歴を復元し、連動型巨大地震の履歴と発生メカニズムの解明を進め、その発生時期の予測精度の向上を目指します。

地震被害予測モデルの高度化

活断層周辺の地形・地質調査・物理探査に基づいて、数千年オーダーの地表変形を復元し、数値シミュレーションを加えて、活断層変位に伴う地表付近の変形予測モデルの構築を目指します。特に堆積物の厚い平野域に分布する活断層が与える広域的な変形について予測モデルの構築を進めます。また、地震動予測についても、地形・地質情報も考慮した震源断層モデルや地盤構造モデルの高度化を取り入れた予測を行います。

AFERC NEWS No.1



平成21年度活断層・地震研究センター新体制



研究チームの紹介

活断層評価研究チーム

Active Fault Evaluation Team

活断層は、一般的に千年から数万年という長い活動間隔で大地震を発生させます。活断層評価研究チームでは、内陸および沿岸海域の活断層について、主として地形・地質学的な手法を用いて過去の活動の歴史を解明し、それをもとに将来の大地震の発生を予測する研究を行います。また、隣接する活断層の連動や、通常の調査では認定しにくい活断層についても、新たな評価手法の開発を行います。さらに、活断層に関するさまざまな情報をデータベース化し、インターネットを通じて社会に発信・提供しています。

地震発生機構研究チーム

Seismogenic Process Research Team

現実の地下深部の構造や断層にかかる力の状態、断層上での破壊の様子をコンピュータ上に再現し、将来起こる地震の発生時期や規模の予測を精度よく行うことを目指しています。そのため、活断層や海溝で地殻にはたらいている力を推定するための技術、地下構造をモデル化する技術、それらを総合してコンピュータ上で地震を再現するための技術開発に取り組んでいます。当面は、新潟県中越地域や糸魚川-静岡構造線、南海トラフの地震の予測研究を行っていく予定です。

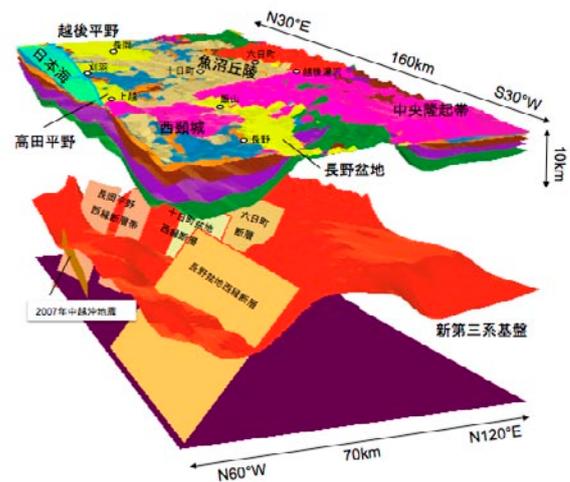
地震素過程研究チーム

Laboratory Seismology Research Team

大地震の震源は数 km 以深の地下深部にあります。そこは地表とは異なる高温高圧環境で岩石の変形様式も地表とは違ってきます。地震素過程研究チームでは、このような地下深部における断層や岩石の挙動を明らかにし、地震発生機構の解明を目指しています。そのために、過去に地下深部において現在地表に露出している岩石の地質調査をします。また、実験室内で高温高圧の地下深部環境を再現して岩石や断層の変形様式を解明します。これらを通じて、シミュレーションによる地震発生予測精度の向上に貢献します。



高山・大原断層帯、牧ヶ洞断層のトレンチ調査（岐阜県高山市）。



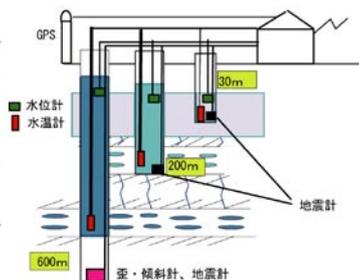
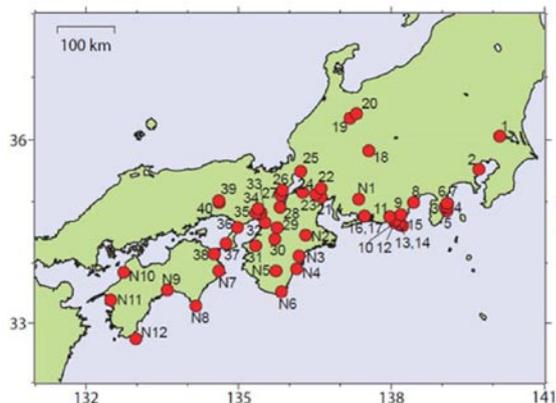
新潟県中越地域の地下構造モデル。



実験室内に活断層深部の高温高圧環境を実現する設備。

地震地下水研究チーム Tectono-Hydrology Research Team

地震前後の地下水変化を研究し、地震の予知・予測を行なうことを主に目指しています。東海～四国地方を中心に50以上の観測点を持ち、地下水だけでなく地殻変動・地震の観測も行ない、地震前後の地下水変化の検出とそのメカニズム解明を行なっています。東海地域の地下水データは気象庁にリアルタイムで送付され、東海地震予知のための監視データとなっています。最近、四国・紀伊半島を中心に多機能の観測点を整備し、東海地震に加えて、東南海・南海地震の予測精度向上に重点を置いた研究を行なっています。

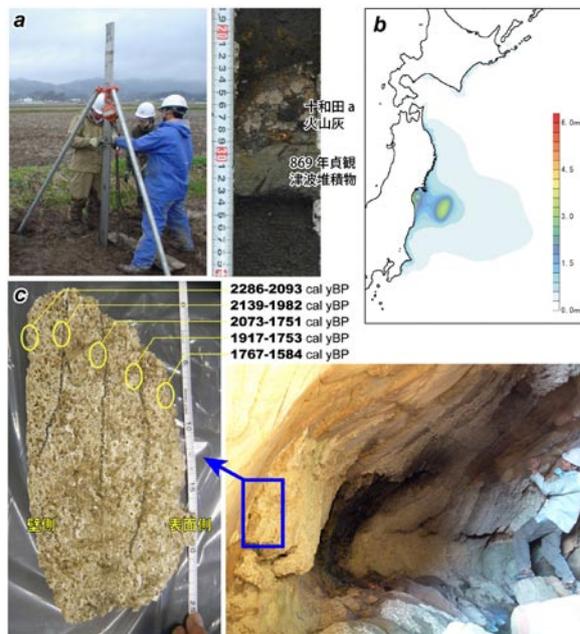


地震の予知・予測のための地下水観測網(左)と四国～紀伊半島周辺に整備している多機能観測点(N1-N12)の概念図(右)。

海溝型地震履歴研究チーム Subduction Zone Paleoseismicity Research Team

海溝型地震は、隣り合う震源がまれに連動して巨大化することが近年わかってきました。このようなタイプの地震を予測するには、過去の地震履歴を数千年オーダーで解明する必要があります。当チームでは、沿岸の地形や地層に記録された過去の海溝型地震に伴う地殻変動や津波の痕跡を調査し、長期間での発生間隔や津波規模の違いを明らかにします。そしてその特徴を地球物理学的に解釈し、モデル化することで、被害予測に貢献する成果を社会に提供いたします。

a: ハンディジオスライサーを用いた津波堆積物調査の様子と得られたコアで観察される869年貞観津波堆積物。b: 津波シミュレーションによる貞観津波の最大水位モデル。c: 南海トラフ沿いの連動型と非連動型の地震に伴う隆起を記録した紀伊半島南部の化石ヤッコカンザシ(隆起海食洞内に分布する様子と採取した試料の断面、年代)。



地震災害予測研究チーム Earthquake Hazard Assessment Team

地震災害の原因となる強震動(揺れ)と断層変位の予測研究および効果的な社会還元に取り組みます。地表変形の研究では、断層や撓曲の位置、変形の幅、媒質の変形特性などの地形・地質学的、地球物理学的情報の整理および数値計算を援用したズレの評価手法の研究を、都市部を通過する活断層を対象に進めます。強震動の研究では、震源特性(断層の形状やアスペリティなどの不均質)予測、地下構造モデルの高度化研究を進めます。さらに、評価に伴う不確定性を明示するなど利用されやすい形での結果の提示を目指します。



2009年4月6日イタリア中部の地震の調査報告

(独) 産業技術総合研究所 活断層・地震研究センター,
BRGM (フランス地質調査所) 吉見雅行

1. はじめに

2009年4月6日にイタリア中部 Abruzzo 州 L' Aquila 市周辺にて Mw6.3 の地震が発生した。フランス地質調査所 (BRGM) 滞在中の筆者は、余震観測点の設置業務に同行し被害調査を実施した。本稿では、地震の概要、地形・地質と被害との関連、および調査の感想を述べる。

立っていない地域が多いほか、調査範囲にしても車窓からの観察であるので、さらに多くの知見を得たい諸氏は稿末に記載したウェブサイト等をご覧いただきたい。なお、筆者の調査経路や現地写真等の詳細は <http://staff.aist.go.jp/yoshimi.m/> の報告書に記してある。参考にしていただければ幸いである。

なお、調査行程を以下に示す。地震計搬送のため BRGM があるオルレアンから震源地までの 1500km を陸路で移動した。到底 1 日では到達できず片道 2 日間の行程であった。

- 2009年4月8日 Orleans 発, Aosta 泊。
- 9日 (地震後4日) : Giulianova (アドリア海沿い) 着 (12日まで Giulianova 泊)。
- 10日 (地震後5日) : 現地入り。観測点設置。
- 11日 (地震後6日) : 観測点設置, L' Aquila の被害調査。
- 12日 (地震後7日) : 観測点チェック, 帰路へ, Chamonix 泊。
- 13日 : 夕方, Orleans 着。

2. 地震の概略

イタリア Abruzzo 地震はローマの 80km 北東, アペニン山脈最高峰の南側に広がる盆地直下を震源とする地震である (図 1)。発生日時は 2009 年 4 月 6 日 03:32 (現地時間), 地震の規模は Mw6.3 (ローカルマグニチュード MI5.8) である。盆地北端に北西-南東走向の南西傾斜の活断層が知られており地震発生危険度が高いと指摘されていた (Peco et al, 2006; Akinci et al., 2009)。本震のメカニズムは北西-南東走向の正断層地震であり, 地質学的な知見と整合的である。

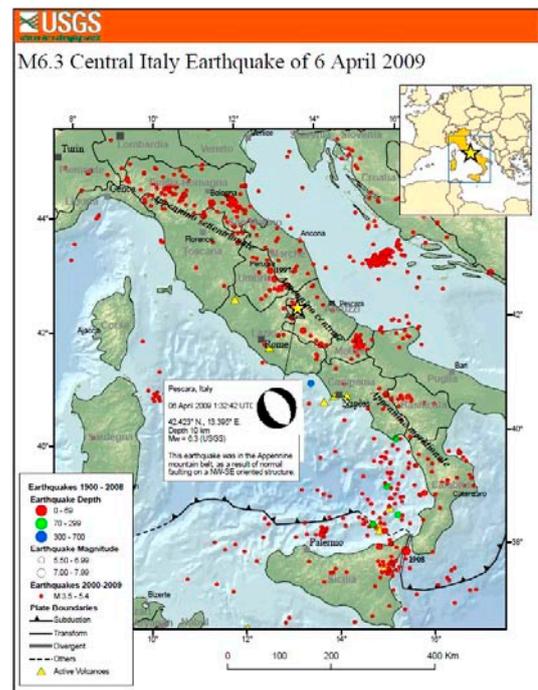


図 1 イタリア Abruzzo 地震の震央とメカニズム (USGS サイトより)。

もともと地震活動の高い地域ではあったが 2009 年に入ってから頻りに有感地震があり, 不安を感じていた住民も多数いたようである。本震前より INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) は震源域にてある程度の臨時観測網を展開していた模様。そうしたなかで 4 月 6 日の本震を迎えた。なお, 臨時観測網は徐々に補強され, 4 月 22 日時点で 75 点の地震計 (定常観測点を含む) が展開されている。

余震活動は主に 2 つのクラスターに分けられる (図 2)。一つは L' Aquila 直下から北西-南東向に分布する Middle Aterno 断層帯に対応するもので本震の破壊開始点はこのクラスターに含まれる。もう一つは L' Aquila の北西, Campotosto 付近を中心に北西-南東走向に配列するもので, Middle Aterno 断層帯の北西に並走する Laga 断層帯に対応する。震源地付近では, 過去に地震の連鎖的な発生があり (1703 年 : M6.8, M6.7 (←歴史地震),

1997-1998 年 Umbria-Marche : Mw5.7, Mw6.0, Mw5.6) (Galli et al., 2005), 今回の地震でも Laga 断層帯での地震活動が大きな活動に発展しないかに注意が向けられていた。

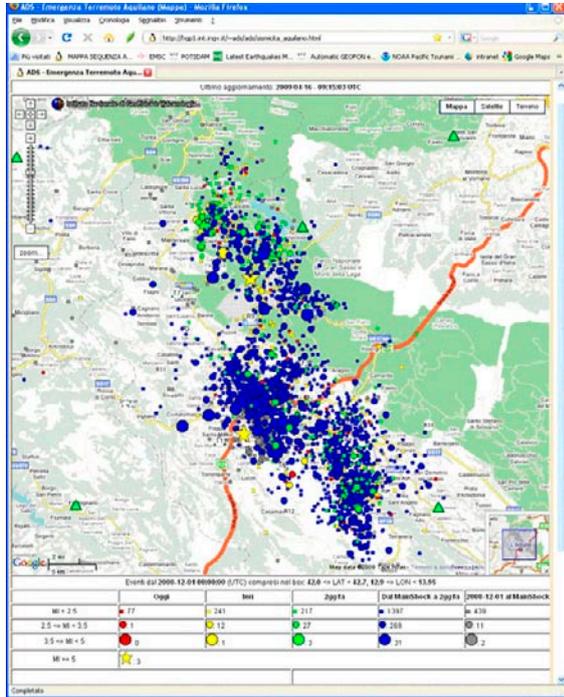


図2 緊急観測網による余震分布 (画面中央下の星印が本震震央, 20090406-0415, INGV サイトより)。

断層の傾斜は、余震分布からはさほど明瞭ではないが、InSAR の解析結果や地表地震断層の位置からすると南西傾斜である。なお、地表地震断層調査は余震域の既知の断層を対象に実施され、余震域北東の Paganica 断層 (図3) にのみ 10-20cm 程度の正断層様の地表変形が 5km 連続して確認されたとのことである。InSAR については既に多くの報告があるのでウェブ等を参照いただきたい。

前駆的な地震活動のうち 3 月 30 日以降の余震は、本震の破壊開始点付近に集中していた。この地震の予知可能性が今後検討されることは間違いない。2009 年 4 月 23 日に開催された European Geophysical Union General Assembly の特別セッションでは、W. Marzocchi 氏が、前駆的活動は統計的地震発生モデルに基づく地震発生確率をわずかに高める (M15.5 以上の 1 週間以内発生確率を 0.07% 引き上げる) だけであり直前予知は困難であると説明していた。

3. 地形・地質と集落の分布状況 (図3)

今回の地震の震源域は北西-南東方向に配列する山脈に挟まれた盆地にある。周囲の山脈は標高 1500-2500m ほど、盆地は標高 600-700m ほどである。盆地の北東縁および南西縁は正断層により境されている。盆地の北西部より Aterno 川が南東

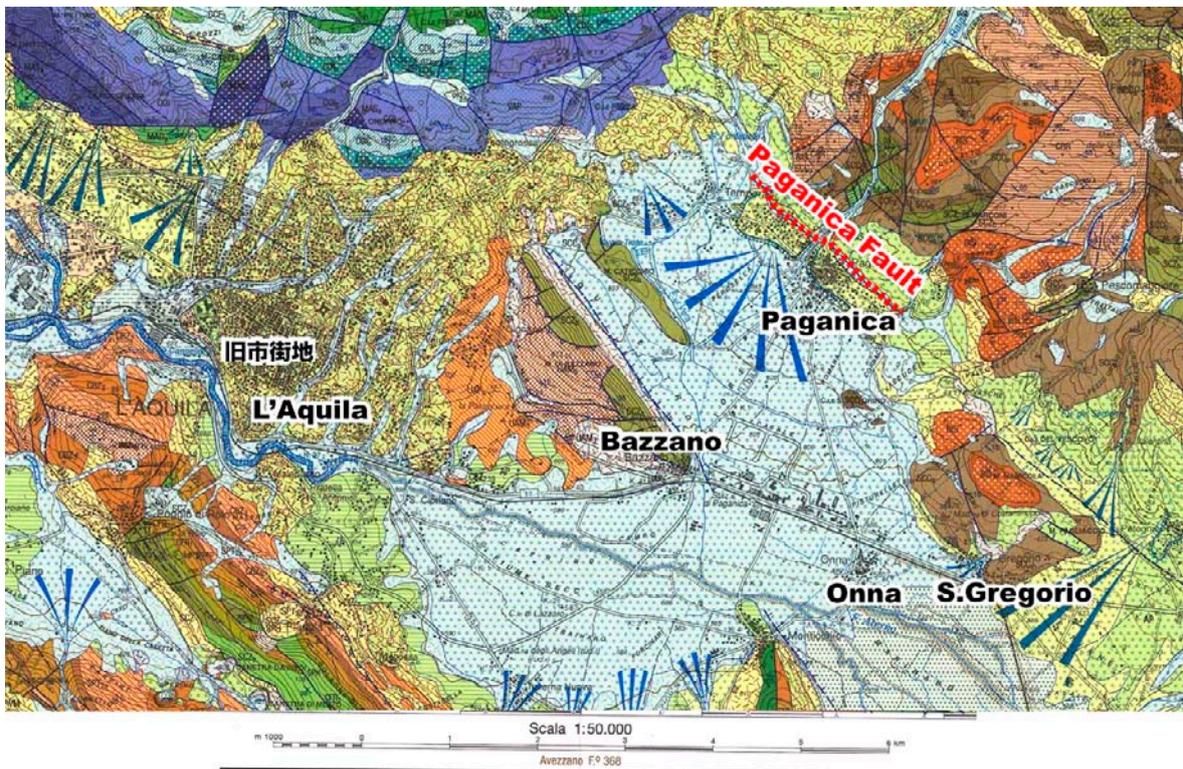


図3 震源地の地質図と Paganica 断層位置 (上が北, 基図はイタリア地質調査所発行 5 万分の 1 地質図 Gran Sasso d' Italia)。

に流れており所々に沖積低地が形成されている。

震源域の人口集積地は L' Aquila のみである。それ以外は、高々数百戸の集落である。

L' Aquila の旧市街地は北方の山地から連続する丘（後期更新世の扇状地性段丘）にあり、旧市街南部を流れる Aterno 川周辺の低地との比高は 30-100m 程度である。周囲は河刻され、南縁は急崖、北縁および東縁は急坂となっている。旧市街地周辺の丘には新しい住宅地が広がっている。

L' Aquila 東方にて平野が開ける。平野部のほとんどは畑や草地で、街道沿いに小規模な集落が疎に点在する（Onna 集落は平野のほぼ中心に位置する）。一方、丘陵と平野の境界部には集落が多く見られる。Paganica, Bazzano, S.Gregorio などがそうであり、ほとんどの建物は小高い場所あるいは斜面に立っている。また、L' Aquila の南東部では Aterno 川の右岸側は高度差 300m 以上の急崖もしくは斜面となっているが、こうした急崖の中腹や斜面にも集落が点在している。

4. 被害と地形・地質の関係

筆者は盆地北東より L' Aquila に入り、主に L' Aquila 南東の低地および丘陵上の集落を調査した（報告書参照）。建物の大クラック等、人的被害に直結するような地震被害はほぼ盆地内に限られる印象を持った。盆地内では、教会など歴史的建造物の一部崩壊、単なる石積みの組積造建物の壁のクラックはよく見られた。しかし、組積造建物の完全崩壊など重度の被害は一部の地域に集中しているように思えた。なお、高速道路や一般道等の高架橋、トンネル、鉄道など土木構造物の被害、および土砂崩れはほとんど見かけなかった。したがって、以下に述べる「被害」は住居の被害程度のみに基づいている。

被害が顕著に思えたのは、L' Aquila 旧市街の北西部と Onna 集落であった。さらに Onna 集落南東の低地一帯では家屋の分布は疎らなものの崩壊が目立つように思えた。L' Aquila 旧市街の北西部では、住宅が新しいためか崩壊建物はほとんど目にしなかったが、鉄筋コンクリートフレーム造 5-6 層建物の非構造壁の崩落被害が目についた。とはいえ、実際に被害が集中していたかどうかは他の報告を待ちたい。一方、Onna 集落は周辺の集落（Bazzano, S.Gregorio）に比べて被害が集中しており、組積造構造物の半分以上が大破あるいは崩壊している印象を受けた（写真 2）。実際、350 名程度の住民のうち 40 名以上が犠牲になっている。

L' Aquila 旧市街北西部と Onna 集落に共通するのは、断層直上の沖積低地上であることである。したがって、基盤レベルの地震動入力大きい地域のうち地表付近に地震動を増幅する軟弱層があった地域に被害集中域が形成されたと考えてよいだろう。なお、Onna 集落については近地波形および GPS のインバージョン結果をもとにアスペリティの直上であったとの指摘もある（M. Cocco 氏）。点在した集落の被害状況のみからは詳細な検討は難しいが、今後、建物特性や地盤特性と共に被害の集中要因として震源の不均質特性を考慮する価値はあると思われる。

なお、多数の歴史的建造物の被害が報告されている L' Aquila の旧市街地の大半は封鎖されていた。そのため、著者は旧市街地の北東端に立入ったのみである。壁に大クラックがある組積造建物も多く見られたが、Onna 集落ほどの被害の集中はないという印象を持った。



写真1 組積造建物の崩壊が多数みられる Onna 集落(10 April 2009 撮影)。



写真2 組積造建物の被害。壁に大クラック。L' Aquila 旧市街 (11 April 2009 撮影)。

5. 調査の感想など

実際に現地に足を踏み入れた者の責務として、現地の雰囲気を変えたい。

L' Aquila 西方 Coppito の警察本部（学校？）内に対策本部が設置されていた。消防、レスキュー部隊のほか、地震観測をしている INGV のブースも設けられ、各自の最新情報が逐次ブース外の掲示板や壁に貼られていた。閲覧は自由で、INGV のブースにも多くのレスキュー関係者が訪れ、余震分布や頻度グラフを眺めていた（写真3）。時折 INGV の関係者が説明することもあり、地震の緊急観測チームとレスキュー部隊の連携が筆者にはとても新鮮であった。

イタリアは日本と同様な地震国ではあるが、今回のような大規模な被害地震は実に12年ぶりであった。それに関わらず、緊急事態への対応や意思決定が迅速であったのには正直驚きを禁じ得なかった。



写真3 対策本部にて余震の発生時系列グラフを見つめるレスキュー部隊。

筆者らは震源地から70km離れたアドリア海側の街に宿泊したが、ホテルにも震源地からの避難者が来ていた。70km離れたホテルでさえも余震を恐れ屋外に停めた車で寝たとのことであった。そこで、我々は地震研究者であり屋内で寝ていること、L' Aquila で今後大きな地震が起きてもここでは被害を生じるほどの揺れにはならないことなどを伝えたとこ、屋内で寝るのを選択してくれた。これらの情報のうち、「我々（地震研究者）が安全だと思ってここに来ている」というのが最も説得力があったとのこと、翌日、家族共々ぐっすり眠れたと感謝された。

震源域では、ほぼ無被害の住宅の住民も含め、ほとんどすべての住民が避難しているか屋外のテント等で過ごしているようであった（写真4）。これは我が国でも被災地で見られる光景であるが、今回の地震は、我が国よりも深刻な事態であるように思えた。それは、本震レベルの地震が最大数ヶ月の間隔を置いて複数回発生した経歴を持つ断層域であること、および、建物のほとんどが組積造であるため、たとえ表面上は小さなクラックでも建物強度が大幅に低下している可能性があることによる。したがって、生活の再建や街の復興には長い時間が必要と思われる。



写真4 戸外に張られたテント。こうした光景は震源地のL' Aquila からほとんど被害のない北東部の街(Teramo 近郊) まで、一般的にみられた。



写真5 余震観測点を提供してくれた一家と、親戚一同が集まりイースターのお祝いをしていた。被害は全く見受けられないが夜はテントで寝ているとのこと。

5. おわりに

地震被害の常であるのだが、揺れやすい地域の弱い建物が被災している。それに加え、今回の地震は、地震危険度が高いと指摘されていた断層で発生した。建物の耐震化は現在の技術で対処できる問題であるだけに、被災地ではいたたまれない気持ちになった。

この数年間、国内の被害地震を受け現地に赴くことたびたびであったが、まさかヨーロッパに来てすぐに被害調査に赴くことになるとは予想もしていなかった。同行者である DOMINIQUE Pascal 氏と AUCLAIR Samuel 氏に感謝します。最後に、犠牲者のご冥福を祈ると共に、被災者の生活の一日も早い再建を望みます。

付録：有用なページ（参考文献も兼ねる）

INGV のサイト

<http://portale.ingv.it/> もしくは
http://portale.ingv.it/primo-piano/archivio-primo-piano/notizie-2009/terremoto-6-aprile/copy_of_la-sequenza-sismica-dell-aquilano-aprile-2009/view

EMSC の特集ページ

http://www.emsc-csem.org/index.php?page=current&sub=recent&evt=20090406_ITALY

EERI の特集ページ

<http://www.eqclearinghouse.org/italy-090406/>

地震前後の衛星写真の比較

<http://virtualdisasterviewer.com/vdv/index.php?selectedEventId=2>

参考文献

Akinci, A., F. Galadini, D. Pantosti, M. Petersen, L. Malagnini, and D. Perkins (2009) Effect of time dependence on probabilistic seismic-hazard maps and deaggregation for the Central Apennines, Italy, BSSA, Vol. 99, pp. 585–610.

Galli, P., F. Galadini, F. Calzoni (2005) Surface faulting in Norcia (central Italy): a "paleoseismological perspective", Tectonophysics, 403, pp. 117–130.

Pace, B., L. Peruzza, G. Lavecchia, and P. Boncio (2006) Layered seismogenic source model and probabilistic seismic-hazard analyses in Central Italy, BSSA, Vol. 96, pp. 107–132.

外部委員会等 活動報告 (2009年4月)

2009年4月2日

原子力安全・保安院 地震・津波、地質・地盤合同
WG (杉山・岡村出席 / 原子力安全・保安院)

2009年4月6日

原子力安全委員会 耐震安全性評価特別委員会 地
震・地震動評価委員会及び施設健全性評価委員会
WG1 第6回会合 (加瀬出席 / 東京)東京電力株式会社 福島第一、第二原子力発電所周
辺の地質、地質構造、および、東北電力株式会社
女川原子力発電所の基準地震動について、説明およ
び質疑応答が行われた。

2009年4月6日

原子力安全委員会 耐震安全性評価特別委員会 地
震・地震動評価委員会及び施設健全性評価委員会
WG2 第18回会合 (加瀬出席 / 東京)北海道電力株式会社 泊原子力発電所周辺の地質、
地質構造についての説明および質疑応答が行われ
た。

2009年4月10日

第181回地震予知連絡会 (桑原出席 / 東京)

1. 第21期予知連会長選出で、島崎氏が選出された。
2. 予知連会報等の著作権について議論し、継続審
議となった。

2009年4月15日

地震調査研究推進本部地震調査委員会第146回長
期評価部会 (吉岡出席 / 東京)

2009年4月21日

地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部
会第46回活断層評価分科会 (吉岡出席 / 東京)

2009年4月24日

原子力安全委員会 耐震安全性評価特別委員会 地
震・地震動評価委員会及び施設健全性評価委員会
WG1 第8回会合 (加瀬出席 / 東京)東京電力株式会社 福島第一、第二原子力発電所周
辺の地質、地質構造、および、建物・機器の評価結
果について、説明および質疑応答が行われた。

2009年4月24日

原子力安全委員会 耐震安全性評価特別委員会 第
19回会合 (加瀬出席 / 東京)WGでの検討のポイント改正案、および、原子力
施設の耐震安全評価手法に関する調査結果報告に
ついて、説明および質疑応答が行われた。

2009年4月28日

原子力安全委員会 耐震安全性評価特別委員会 地
震・地震動評価委員会及び施設健全性評価委員会
WG3 第17回会合 (加瀬出席 / 東京)中国電力株式会社 島根原子力発電所周辺の活断層
評価についての説明および質疑応答が行われた。

2009年4月28日

原子力安全委員会 耐震安全性評価特別委員会 地
震・地震動評価委員会及び施設健全性評価委員会
WG2 第19回会合 (加瀬出席 / 東京)北海道電力株式会社 泊原子力発電所周辺の活断層
と基準地震動についての説明および質疑応答が行
われた

AFERC NEWS

No.1 April 2009

発行日 2009年4月28日

発行・編集 独立行政法人 産業技術総合研究所 活断層・地震研究センター
編集担当 黒坂朗子問い合わせ 〒305-8567 茨城県つくば市東1-1-1 中央第7事業所
Tel: 029-861-3691 Fax: 029-861-3803ホームページ <http://unit.aist.go.jp/actfault-eq/index.html>