

AFRC



NEWS

URL:<http://unit.aist.go.jp/actfault/activef.html>

Active Fault Research Center

CONTENTS

トピックス 2008年中国四川省大地震震源域の
活断層の概要

- ・新人紹介 (5月)
- ・日本地球惑星科学連合 2008年大会
講演タイトル掲載
- ・フィールド、トレンチ情報
- ・新聞、テレビ報道
- ・学会、研究会参加報告
- ・招待講演、セミナー
- ・対外活動報告 (2008年5月)



2008年中国四川省大地震震源域の活断層の概要

丸山 正 (活断層調査研究チーム)

2008年5月12日14時28分(現地時間)中国四川省成都の北西約80kmを震央とする大地震(四川省)大地震または汶川大地震が発生しました(図)。本震の地震の規模を示すマグニチュードは7.9と推定されています(USGS, 2008)。マグニチュード6級の余震とみられる地震も多数発生しています。この地震による死者・行方不明者、負傷者は、5月28日現在でそれぞれ87,892人(うち死者67,183人)、361,822人と報道されており(中国通信社, 2008)、中国では過去30年間で最大の被害地震となりました。

余震は、標高500m前後の四川盆地西縁とその西に広がる標高5,000m以上に達するチベット高原の東縁との明瞭な地形境界をなす北東-南西走向の龍門山断層帯(Longmenshan fault zone)沿いに約300kmにわたって分布しています(USGS, <http://neic.usgs.gov/neis/qed/>)。地震直後から現地調査を行った静岡大学の林愛明教授によると、龍門山断層帯に沿って最大5mの上下ずれを伴う北西に傾斜する逆断層タイプ(北東区間では右横ずれ成分を伴う)の地震断層が長さ250km近くにわたって出現したと報告されています(例えば、朝日新聞, 2008)。

ところで、龍門山断層帯が今回のような大地震を引き起こす活断層であることが地震の前に認定されていたのでしょうか? 龍門山断層帯とその周辺の活断層や地質構造を研究している東京大学の池田安隆教授やマサチューセッツ工科大学のB. Clark Burchfiel教授は、そろって龍門山断層帯(のうち今回破壊した区間)がこれほど大きな規模の地震を引き起こすことは予想していなかった、と告白されています(池田, 2008; The New York Times, 2008)。一方、今回の地震の前年に変動地形学的研究や古地震研究に基づいて、龍門山断層帯は長大な活断層であり、その活動が大規模な地震被害をもたらす可能性が指摘されており(Densmore et al., 2007)、注目されました(British Geological Survey, 2008)。

ここでは、既存資料をもとに、龍門山断層の活動史と最近の活動に関する研究について簡単に紹介します。

龍門山断層帯はその北西側の松潘-甘孜帯(Songpan-Garzê帯)と南東側揚子地塊(Yangtze massif)との地質構造境界をなす全長500km、幅30~50kmの逆断層や褶曲からなる変形帯で、その活動は三畳紀後期まで遡るとされています(例えば、

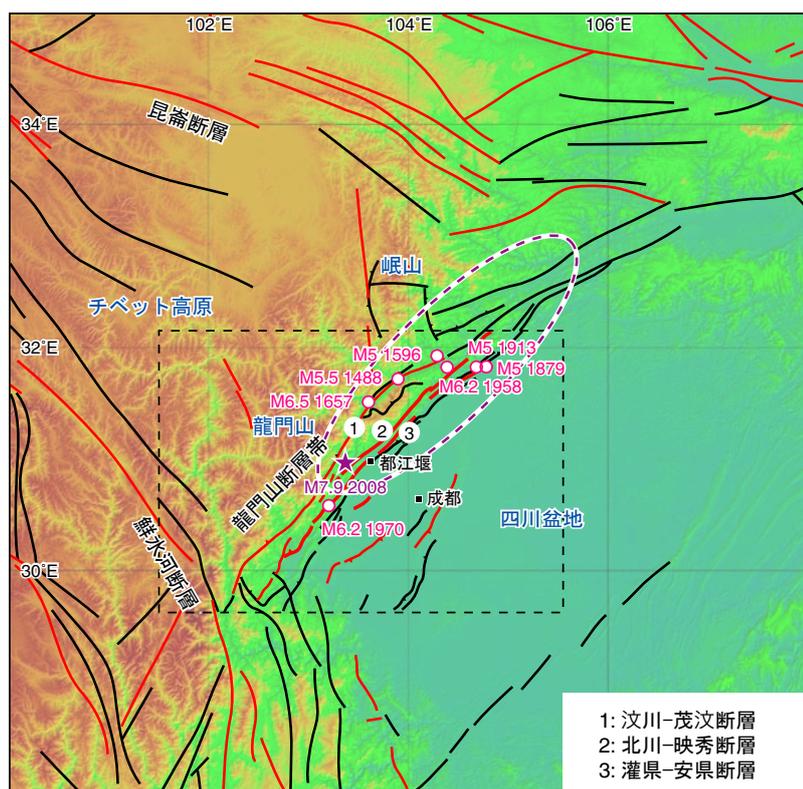


図. 四川省大地震の震源域周辺の地形(NASAスペースシャトル地形データSRTM-3を用いて杉本智彦氏作成カシミール3Dで作成)。本震の震央位置(紫の☆)はUSGS(<http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqinthenews/2008/us2008ryan/>)に基づく。5月15日までに発生したマグニチュード5以上の余震の範囲を紫の円(データはUSGSに基づく:http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/recenteqsww/Quakes/quakes_big.php)で示す。龍門山断層帯沿いで発生した歴史地震の震央(ピンク色の○)はChen et al. (1994)による。断層線は、枠内がDensmore et al. (2005, 2007)、枠外は邓(2007)に基づく。赤線は活断層、黒線は現在の活動状況が不明な第四紀断層。龍門山断層帯沿い以外で発生した地震は表示していないことに注意。

Burchfiel et al., 1995 ; Chen and Wilson, 1996; Jia et al., 2006; Li et al., 2003 など). 四川盆地とその周辺には、三疊紀後期～ジュラ紀前期の堆積岩が厚く分布していることが知られています。これは、揚子地塊の北西縁をなす西傾斜の逆断層帯である龍門山断層帯の活動によって、西側の松潘－甘孜帯から供給された碎屑物が断層下盤側に広がる foreland basin (前縁盆地) に堆積したものと考えられています。断層帯の南西区間では、白亜紀後期～古第三紀にも顕著な活動があったと考えられています (例えば, Jia et al., 2006)。

その後、始新世に開始したインド大陸とユーラシア大陸との衝突に伴うチベット高原の形成とその東部の東方への押し出しを解消する断層帯として再活動したとされており、その一部で現在まで引き続き活動していることが知られています。Chen et al. (1994) は、龍門山断層帯の主要な 3 断層 (北西側から汶川－茂汶断層 (Wenchuan-Maowen fault), 北川－映秀断層 (Beichuan-Yingxiu fault) 断層および灌県 (灌口)－安県断層 (Guan Xian-An Xian fault)) に沿って中部～上部更新統を変位させる断層露頭や変位地形を確認するとともに、歴史地震を整理してこれらの断層に沿って過去 520 年間にマグニチュード 6 級の地震が 3 回発生していることを報告しています (図)。断層帯全体での活動度については、上下方向の平均変位速度がおよそ 1-2m / 千年とされています (He and Tsukuda, 2003)。最近の地震活動に関しては、龍門山断層帯のほぼ全長にあたる長さ 470km, 幅 100km の区間でマグニチュード 5 以下の地震が帯状に発生していることが示されています (Yang et al., 2005)。これに対して、地質学的研究から活断層区間は断層帯全域に沿って認められるのではなく、断層帯の北西に分布する岷山隆起帯 (Minshan Uplift Zone) を境に大きく異なっていることが指摘されています (図)。すなわち、岷山隆起よりも南西の区間では新生代後期の地層が foreland basin に堆積しているのに対して、北東区間では新生代の foreland basin 堆積物が殆ど分布しないことから、もはや活動を停止しているあるいは南西区間に比べて活動が低いとされています (Chen et al. 1994 ; 邓ほか, 1994 ; Burchfiel et al., 1995)。こうした活断層としての特徴と歴史記録にマグニチュード 7 以上の地震が発生していないことから、龍門山断層帯が今回のような大地震を引き起こすことが予想されていなかったということでしょうか。今回の地震では南西区間だけでなく活動を停止しているあるいは活動が低いとされていた北東区間も破壊したようです。

最近, Densmore et al. (2005, 2007) は龍門山断層帯南西区間の汶川－茂汶断層, 北川断層, 彭灌断層

(Pengguan fault, Chen et al. 1994 の灌県(灌口)－安県断層と同じ断層?) および大邑断層 (Dayi fault) を対象として、数地点で変位地形の解析を行うとともに、一部の断層ではトレンチ掘削調査を行い、最近の活動性に関する検討を行っています。その結果、1) 活断層として認定される区間は全長 200km に達すること、2) 右横ずれ成分が卓越する逆断層であること、3) 後期更新世 (一部の断層では完新世) に地表に地震断層が出現したこと、4) 各断層の更新世後期以降の上下方向のずれ速度は 1m / 千年であることを報告するとともに、5) 人口が集中する四川盆地に近接する長大な活断層の活動により大規模な被害が生じる可能性があることを指摘しました。今回の地震とその被害は、まさにここで指摘された通りの結果となってしまいました。

ところで、余震分布や破壊の解析などに基づくと、邓 (2007) などで図示されている龍門山断層帯の活断層区間 (断層帯南西半分) のうちの西半分は今回の地震では破壊していないようです (図)。近い将来のこの区間の活動の可能性を見定めるためにも、古地震研究が望まれます。

また、前述のように今回の破壊域は、最近活動を停止しているあるいは活動度の低いとされていた北東区間まで及んでいます。もし、最近活動を停止した断層が今回突然再活動したとなると、活断層から地震発生や規模を予測する上で大きな課題を突きつけたこととなります。今後この区間での地震断層と既存活構造との関係に関する詳しい調査が待たれます。

龍門山断層帯の主要な 3 本の活断層は並走するように分布しています (例えば, Chen et al., 1994 ; Densmore et al., 2005, 2007 など)。現地調査によると、今回地表で確認された地震断層のうち南西半分は最も南東側 (平野側) の灌口－安県断層に沿って現れたのに対して、北東半分では 3 本のうちの中央の北川－映秀断層に沿って出現したとされています (例えば, 朝日新聞, 2008)。地震断層に乗り換え (不連続) がみられた原因は何でしょうか? 今回の地震断層の出現パターンは過去にも生じたのでしょうか? 多くの逆断層では、龍門山断層帯と同様に地表で複数の並走する断層が分布しています。地表に現れた地震断層だけでなく、地震断層が出現しなかったとされる区間についても詳しく検討することで、並走する複数の断層での地震断層の現れ方についての理解が深まることが期待されます。

龍門山断層帯は低角逆断層 (衝上断層) やそれに関連する褶曲から構成されています。Densmore et al. (2007) は、更新世後期～完新世における龍門山断層帯の運動センスは主に右横ずれ成分からなると報告しています。さらに、野外での観察から、新时期に

活動している断層面の傾斜が高角で、既存の中～低角度で傾斜する断層面を切断している可能性を示唆しています。これらは、今回の地震の破壊メカニズムから推定される断層形状と異なっています。一方、測地データから描かれる最近の四川盆地に対するチベット高原北東部の移動方向は断層の走向と斜交しているようにみえます（例えば、Li, 2008）。上で紹介したように、龍門山断層帯は、中生代の活動開始以降、大陸衝突の影響を受けて複雑な造構環境下で再活動していることから、褶曲・逆断層と平行して形成された（あるいは過去に形成されていた）横ずれ断層が活動することで、歪みを分配・解消しているのかもしれませんが。今回の地震では逆断層型だけでなく横ずれ（卓越）型の地震断層も出現している可能性はないのでしょうか？

この他にも、今回の地震はチベット高原東縁部の起伏形成における龍門山断層の役割（従来、龍門山断層沿いのチベット高原と四川盆地との境界で活動的な逆断層が認定されないことなどから、この起伏をもたらした要因として下部地殻の流動など断層運動以外の機構が考えられています）など、より広域のテクトニクスについての議論が深まる可能性があります。

以上、既存資料に基づいて、2008年四川大地震を引き起こしたとされる龍門山断層について簡単に紹介しました。なお、ここでとりあげた資料には中国国内の文献は殆ど含まれていません。そのため、中国国内で公表されている龍門山断層帯の研究成果が十分に取り入れられていない可能性があります。ご容赦ください。最後に今回の地震で亡くなられた方々のご冥福をお祈りするとともに被災された方々に心からお見舞い申し上げます。

なお、活断層研究センターでは、この地震についての断層モデル (<http://staff.aist.go.jp/h.horikawa/2008China/200805China.html>) や高解像度衛星画像を用いた地震断層のマッピングに関する研究を行っています。

引用文献

- 朝日新聞, 2008, 断層2本が連動, 計300キロずれ四川大地震. 2008年5月26日, <http://www.asahi.com/science/update/0526/TKY200805260332.html>
- British Geological Survey, 2008, Scientists identified earthquake fault in Sichuan, China. Press Release 16 May 2008, http://www.bgs.ac.uk/news/NEWS/Densmore_et_al_chinese_earthquake_follow_up.pdf
- Burchfiel, B.C., Chen, Z., Liu, Y., Royden, L.H., 1995, Tectonics of the Longmen Shan and adjacent regions, central China. *International Geology Review*, 37, 661-735.
- Chen, S.F., Wilson, C.J.L., Deng, Q.D., Zhao, X.L. and Luo, Z.L., 1994, Active faulting and block movement associated with large earthquakes in the Min Shan and Longmen Mountains, northeastern Tibetan Plateau. *Journal of Geophysical Research*, 99, 24,025-24,038.
- 邓起東, 2007, 中国活動構造図 (1:400万). 地震出版社.
- 邓起東・陳社发・赵小麟, 1994, 龍門山及其邻区的構造和地震活動及動力学. *地震地質*, 16, 389-406.
- Densmore, A.L., Ellis, M.A., Li, Y., Zhou, R., Hancock, G.S. and Richardson, N., 2007, Active tectonics of the Beichuan and Pengguan fault at the eastern margin of the Tibetan Plateau. *Tectonics*, 26, TC4005, doi:10.1029/2006TC001987.
- Densmore, A.L., Li, Y., Ellis, M.A. and Zhou, R., 2005, Active tectonics and erosional unloading at the eastern margin of the Tibetan Plateau. *Journal of Mountain Science*, 2, 146-154.
- He, H., Tsukuda, E., 2003, Recent progresses of active fault research in China. *地学雑誌*, 112, 489-520.
- 池田安隆, 2008, 2008年5月12日中国四川省の地震について. *日本地質学会メールマガジン*, No.030, <http://www.geosociety.jp/hazard/content0025.html>
- Jia, D., Wei, G., Chen, Z., Li, B., Zeng, Q and Yang, G., 2006, Longmen Shan fold-thrust belt and its relation to the western Sichuan Basin in central China: New insights from hydrocarbon exploration. *AAPG Bulletin*, 90, 1,425-1,447.
- Li, J., 2008, Earthquake near Wenchuan, West Sichuan, China 2008 May 12 06:28:01 UTC; Magnitude 7.9. <http://quake.mit.edu/~changli/wenchuan.html>
- The New York Times, 2008, Disaster Set Off by Colliding Land Masses. By Kenneth Chang, Published: May 13, 2008, http://www.nytimes.com/2008/05/13/world/asia/13plate.html?_r=1&partner=rssnyt&emc=rss&oref=slogin
- Yang, Z.X., Waldhauser, F., Chen Y.T. and Richard, P.G., 2005, Double-difference relocation of earthquakes in central-western China. *Journal of Seismology*, 9, 241-264.
- USGS, 2008, Magnitude 7.9 - EASTERN SICHUAN, CHINA. <http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqinthenews/2008/us2008ryan/>

5月1日付で活断層研究センター・活断層調査研究チームに産総研特別研究員として勤務しております林舟と申します。これまでGISを用いた地形学の理論的研究とデータ解析、それに関連した数値標高モデル分析手法の開発についての研究を行ってきました。地形特徴の抽出(図1)と統計分析に基づき、日本の高起伏の山地では、流域構造と水系の特徴が単純化し、地形計測値が一定に近づくことを示し、これが地形の動的平衡状態を示唆することを指摘しました。また、日本より



起伏が更に大きい台湾では山地内の流域のみならず、山麓の扇状地も形態の均一性が高く、堆積域を含めて流域が動的平衡に達している可能性が見いだされつつあります。

センターでは、GISを用いて、活断層の地形に関する定量研究を行います。主に、高精度の航空レーザーDEMに基づき、空中写真判読では認識できない微小地形の存在が知られている活断層を対象とし、活断層の定量的な検知および評価手法を検討したいと考えています。どうぞよろしくお願い致します。

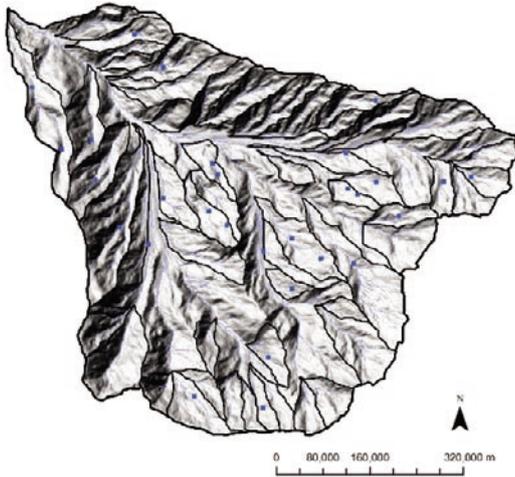
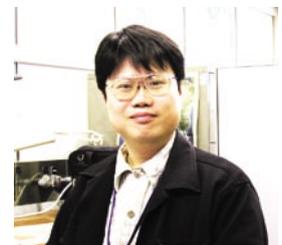


図1. 南アルプス・大井川上流の赤崩の支流域における横断面形遷急点の抽出。

5月1日より活断層研究センター海溝型地震履歴研究チームに産総研特別研究員として勤務しております木村治夫と申します。よろしくお願いいたします。

私のこれまでの研究は、主に変動地形学・構造地質学に加えて反射法地震探査や古地磁気測定を手法として用い、アクティブテクトニクスの解明を目的としてきました。具体的には、研究対象地域としましては大阪平野・飛騨高山地域・伊豆衝突帯・



関東平野などです。これらの地域で、主に、地形地質学的調査や、1km以浅を対象とした浅層反射法地震探査(図1)、横ずれ変形検出のための古地磁気方位測定などを行いました。それらにより得られた地形・地質・地球物理学的データを統合的に取り扱い、3次元的な変動について研究してきました。

活断層センターでは断層関連褶曲の研究・沿岸域の活断層の研究を行う予定です。反射法地震探査データや地形地質データを利用し、3次元バランス断面法により、断層関連褶曲について解析します。これにより、地球科学・防災科学の諸分野、そして社会からの要請に貢献できるような断層モデルを構築することを目指します。



図1. 国府津-松田断層帯松田北断層での浅層反射法地震探査発震作業。写真の震源車は地球科学総合研究所所有中型インパクト震源 JMI-200。

日本地球惑星科学連合 2008 年大会

2008年5月25日(日)~30日(金)

会場：幕張メッセ国際会議場

2008年5月25日から30日の6日間にわたり、地球惑星科学連合2008年大会が幕張メッセで開催されました。

活断層研究センターは以下の研究発表を行いました。詳細はホームページ (<http://unit.aist.go.jp/actfault/seika/meeting/jpgu2008/index.html>) をご覧下さい。

プレート収束帯の変形運動

[口頭発表]

ミャンマー西部 Mumaung 島の海岸段丘と化石に記録された2つのタイプの地震履歴
 穴倉正展・岡村行信・藤野滋弘ほか

海洋底地球科学

[ポスター発表]

YK07-14, KR05-04 航海で得られたデータに基づく千島海溝陸側斜面域の詳細な海底地形と地質構造
 佐々木智之ほか

テクトニクス

[ポスター発表]

反射法地震探査データの再処理による関東平野の浅部(1km以浅)地盤構造の解明〜とくに東京都中部・東部について
 木村治夫ほか

活断層と古地震

[口頭発表]

2007年中越地震に関連する活褶曲と活断層
 岡村行信ほか

[ポスター発表]

静岡県中部浮島ケ原の地層に記録された過去1500年間の環境変動と地震沈降
 藤原 治・澤井祐紀ほか

隆起生物遺骸群集に記録された過去の能登半島地震
 穴倉正展ほか

山崎断層帯、琵琶甲断層および三木断層の活動履歴
 吉岡敏和ほか

活断層の受動的変位と固有変位 ―東カリフォルニア剪断帯、キャンブロック断層を例として―
 金田平太郎ほか

強震動・地震災害

[ポスター発表]

自然現象を判断基準とした震度階区分ー ESI 2007 ー
 吾妻 崇ほか

柏崎刈羽原発での鉛直アレーの速度構造の検証と2007年新潟県中越沖地震の余震の記録の位相分解析
 吉田邦一

長周期地震動

[口頭発表]

1968年十勝沖地震による石狩・勇払平野のやや長周期地震動のシミュレーション
 吉田邦一・関口春子・吉見雅行・堀川晴央

[ポスター発表]

中京圏の3次元地盤構造モデル
 堀川晴央ほか

連動型巨大地震

[ポスター発表]

「非活動的な」領域を挟む2つの断層の連動性
 加瀬祐子

紀伊半島南部の隆起生物遺骸群集に記録された南海トラフの連動型?地震履歴
 穴倉正展ほか

地震発生の物理・震源過程

[ポスター発表]

The 2007 Chuetsu-oki, Japan, Earthquake: Rupture over a Complicated Fault System
 堀川晴央

地震発生の物理・震源過程

[口頭発表]

津波波形からみた2007年新潟県中越沖地震の海底隆起沈降分布
 行谷佑一ほか

Geometrical evolution of wavy fault and earthquake cycle: effect of kink-generated normal stress heterogeneity
 安藤亮輔

関東アスペリティ・プロジェクト

[口頭発表]

海岸の隆起沈降および津波高さ分布とフィリピン海プレート形状から推定した1703年元禄地震の断層モデル
 行谷佑一ほか

フィールド、トレンチ情報



2008年5月13日-14日

糸魚川-静岡構造線活断層系南部区間古地震調査地点選定

丸山 正

糸魚川-静岡構造線活断層系南部区間を構成する下田井断層、市之瀬断層群沿いを中心に、地質調査所や電力中央研究所で実施された古地震調査地点の確認、調査地点選定のための概査を行った。調査に適していそうな数地点を選び出した。

2008年5月19日-21日

富士川河口断層帯沿いの地質構造調査

丸山 正

富士川河口断層帯と既存地質構造との関係を明らかにするための調査を昨年度から継続して行っている。今回は芝川断層と安居山断層の間に分布する羽鮒丘陵南端を対象として、丘陵を構成する更新統の地質構造調査を行った。ここでは、下位から別所礫層、岩淵安山岩類、鷺の田礫層が分布しているが、各地層の関係や地質構造については異なる見解がある。主要な沢沿いの調査を行った結果、別所礫層と岩淵安山岩類が整合、岩淵安山岩類と鷺の田礫層が不整合で接する露頭が確認できた。また、柴ほか(1990)が指摘するように、羽鮒丘陵の南端付近を境に北部では各地層が一様に西傾斜するのに対し、南部では東に傾斜する地質構造の不連続が認められた。今後、この不連続の実体を解明するために、不連続部周辺の調査を行う予定である。

2008年5月20日-23日

揖斐川・武儀川断層の予察調査

金田平太郎

文科省委託補完調査の今年度担当予定断層である揖斐川断層・武儀川断層について、トレンチ調査地選定のための予察現地調査及び一部用地交渉を行った。

新聞、テレビ報道



2008年5月30日 毎日新聞 朝刊 29面

「南海・東南海地震」同時発生 境界の海辺隆起

宗倉正展

紀伊半島南部の海岸で、過去に南海・東南海地震が同時発生した連動型地震によって隆起したと考えられる化石ヤッコカンザシ群集をいくつかのレベルで発見した。それらの炭素同位体年代に基づけば、400-600年間隔で連動型地震が生じていた可能性が高いことが明らかになった。この結果は29日に地球惑星科学連合大会にて発表された。

学会、研究会参加報告



2008年5月13日-5月15日

第118回物理探査学会学術講演会

吉田邦一

第118回物理探査学会の学術講演会が東京都新宿区の早稲田大学国際会議場で開催された。活断層センターからは吉田が参加し、発表を行った。私の参加した防災のセッションでは、地震波干渉法を応用した地盤構造探査について多くの報告があり、地震波干渉法が物理探査手法として認知されつつある様子が伺えた。

2008年5月18日

日本活断層学会主催 能登半島地震1周年シンポジウム「活断層・地震と共生する未来に向けて」

杉山雄一

昨秋設立された日本活断層学会が初めて主催する標記シンポジウムが5月18日の日曜日に七尾市内で開催された。シンポジウムでは七尾市長の挨拶に続き、能登半島地震に関係する講演4件、地元七尾市に分布する邑知潟断層帯に関する講演1件、活断層との共生を目指す市民活動に関する講演1件が行われた。杉山は、邑知潟断層帯に関する講演を担当し、産総研が2001年から2003年にかけて実施した調査の内容、主にこの調査結果に基づく地震調査委員会による邑知潟断層帯の評価について解説を行った。会場には150人を超える聴衆が訪れ、シンポジウムの様子は地元のテレビや新聞でも報道されていた。

招待講演、セミナー



2008年3月23日

かがわ自主ぼう春季研修会

寒川 旭

「かがわ自主ぼう」による春季研修会において、「地震考古学から見た南海地震」のタイトルで講演を行った。文字記録や地震痕跡から、南海地震発生の歴史を説明し、四国の被害を詳しく説明した。また、京阪神淡路地域に大被害を与えた伏見地震について話し、四国の中央構造線断層帯や長尾断層帯にも言及した。

活断層研究センター活動報告（2008年5月）

2008年5月1日

地震動予測地図高度化WG（杉山出席 / 東京）

2008年5月12日

5月定例地震調査委員会（杉山出席 / 東京）

5月8日に発生した茨城県沖の地震（M7.0）等について評価を行った。

2008年5月13日

保安院地震・津波、地質・地盤合同WG（杉山・岡村出席 / 東京）

2008年5月22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 / 東京）

2008年5月23日

第9回新しい総合基本施策専門委員会（杉山出席 / 東京）

お問い合わせ

AFRC



独立行政法人

産業技術総合研究所 活断層研究センター

〒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

URL: <http://unit.aist.go.jp/actfault/activef.html>

2008年6月20日発行

AFRC NEWS No.79 / 2008年5月号

編集・発行 独立行政法人 産業技術総合研究所
活断層研究センター

編集担当 黒坂朗子