

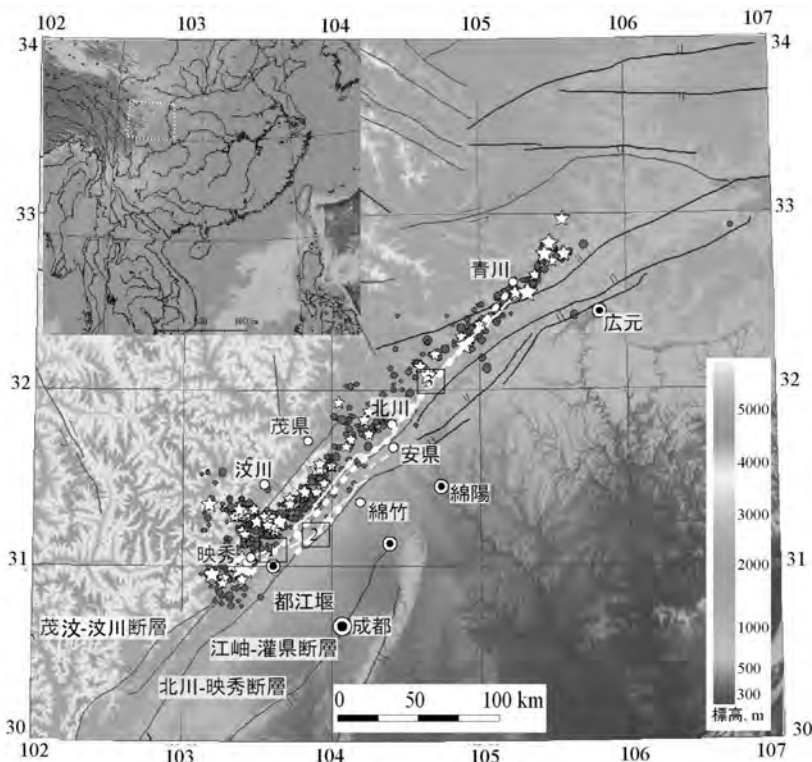
2008年5月12日中国四川大地震

雷 興 林¹⁾

2008年5月12日現地時間(CST)午後2時28分, 中国四川省でMs8の巨大地震が発生した. 1,500km以上も離れている中国首都北京でも数多くの人が地震の揺れを体感した. この「四川大地震」は中国国内では「汶川地震」及び「512大地震」とも呼ばれている. 中国民政部の報告によると, 四川大地震により6万9千以上の方が亡くなり, 1万7千の方が行方不明となっている. 負傷者は37万人以上に上り, 約100万人が家を失った.

この地震は, 四川盆地の北西縁に延びる龍門山脈の北東方向に走る龍門山断層と呼ばれる北西傾斜の逆断層帯の一部が動いた結果として起こったと見

られる. インド亜大陸が乗ったインドプレートは年間に約5cmのスピードで北に動いていて, その影響でチベット高原の東北部は東方向に動き, 力学的に強い揚子江プレートと押し合い, その圧縮の力が龍門山断層帯に集中していると考えられている. 龍門山断層帯は江油-灌県(Jiyou-Guanxian)断層, 北川-映秀(Beichuan-Yingxiu)断層と茂汶-汶川(Maowen-Wenchuan)断層という3本の並走する断層からなる(第1図). これらの断層はその地理的位置により前山断層, 中央断層及び後山断層とも呼ばれている. 中国地震局及び他の研究機関の調査によれば, 前山断層沿いに約72km, 中央断層沿いに約240



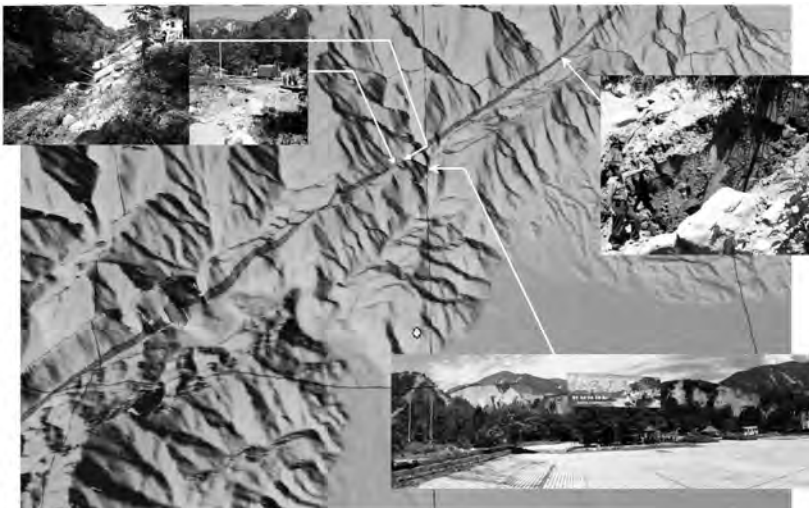
第1図
四川大地震及びM4以上(星はM5以上)の余震の震央分布, 周辺の地形, 及び活断層分布を示す. 地形はSRT3のDEMデータをもとに作成したもので, 活断層は鄧起東主編の1:400,000中国活構造図(鄧・ほか, 2007)による. 震央データは四川省地震局地震観測所のカタログによる. 白い点線は地震断層を示す. 四角1-3は写真索引図(図2-4)の場所を示す.

1) 産総研 地図資源環境研究部門

キーワード: 四川大地震, 地震断層, 活断層, 斜面崩壊, 土石流



第2図
写真1-5の撮影場所(矢印はレンズの向きを示す).



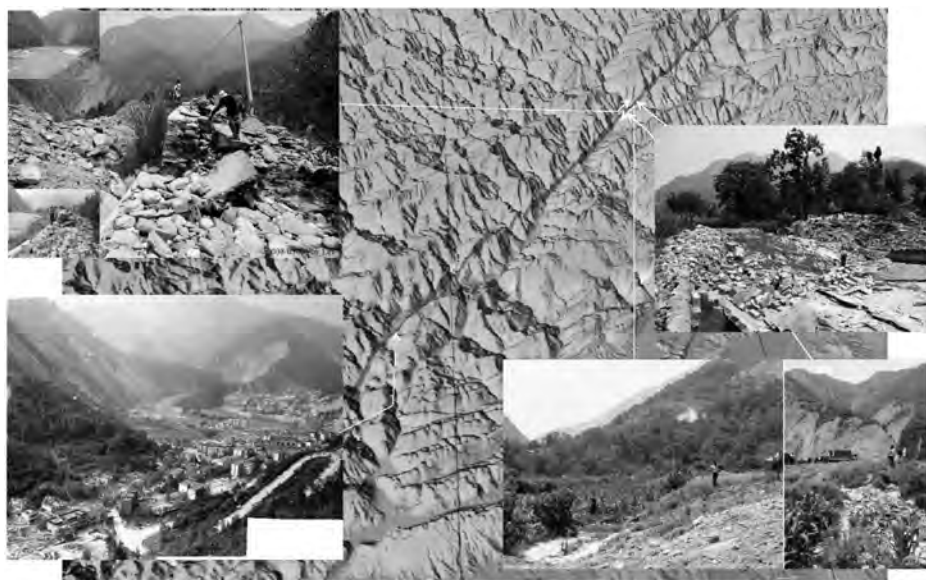
第3図
虹口周辺前山断層沿いに確認された地震断層と写真6-9の撮影場所(矢印はレンズの向きを示す).

kmにわたり地震断層が確認されている(第1図)。本震及び余震の震源分布からも、四川大地震の主要な震源断層は中央断層と前山断層であると推定されている(Zhu *et al.*, 2008)。後山断層においても調査されたが、地震断層や地形変位は発見されなかった(Xu *et al.*, 2008)。地震波逆解析(Wang *et al.*, 2008)によれば、地震は汶川県の映秀鎮の辺りの地下深さ約14km(最近は19kmという説も出ている)の中央断層面上に断層滑りが始まり、その後約2分間にわたって北東方向に破壊が進んで、240km以上断層が滑ったと見られている。前山断層の破壊は中央断層の最初の破壊より約50秒遅れて滑り始め、約20秒間にわ

たって北東方向に破壊が進んだという。

中国地震局の緊急調査結果を踏まえ、中国地震局地質研究所及び四川地震局の協力のもとで2008年7月上旬より数回にわたって典型的なサイトにおいて調査を行った。調査の報告として、代表的な見聞をここに紹介する。紹介する場所は第1図に示す。各場所での写真撮影ポイントとレンズの向きなどを第2-4図に示す。

前山断層：虹口区を中心に地震断層や地表変形が確認されており、主に逆断層運動を示している(第3図)。地表の最大垂直変位は3.5m程度、数十cm程度以内の右横ずれ変位も観察されている。写真1-4は白鹿



第4図
写真10-14の撮影場所 (矢印はレンズの向きを示す)。



写真1 地震後の白鹿中心学校(9年制小中学校)校庭(2008年7月5日, レンズ向き北東)。地震断層が校舎間の広場の真中を走る。左側(西)の校舎が相対的に2mほど持ち上がり, 広場が2m以上短縮している。断層沿い後方に手洗い, 広場の前方に教師宿舎があったが, 地震時に倒壊した。校長先生の妻を含む数人の教職員関係者が亡くなった。幸いにも1,046名の生徒は全員無事であった。白鹿中心学校の生徒たちが断層の出現過程を目撃した。数人の生徒の話によると, 左側の校舎は小学生の教室で, 地震発生後1階と2階の教室にいた低学年生徒たちが広場に着いた時は断層はまだ現れていなかった, その後コンクリートの破壊音を伴いながら段差が徐々に現れたという。

中心学校及びその周辺の地震断層を示す。

中央断層：四川地震の主要震源断層とされている中央断層沿いでは, 震央より北東方向に断層に沿って240km以上の範囲内に地震断層が確認されている。震央付近では垂直変位が支配的で, 北東方向に行くと右横ずれを伴う。一番大きい変位は震央より北東

方向30kmのところにある虹口後深溪溝に見られている(第3図, 写真7-8)。切断された道路及び住民の証言に基づくと垂直変位は5m以上(北西上昇)で, 右横ずれ変位は約5mである。このサイトよりさらに10km程北東の河流階状地には, 滑り痕が奇麗に残っている断層面が露出しているところがあった。断層面



写真2-4 白鹿中心学校より北東方向に見られる景観。断崖が遠方の山尾根まで延びている。川の兩岸に断層を中心に集落が密集している。断層の真上の家はすべて倒壊した。しかし、断層のすぐ近くにもかかわらず立派に残っている家も数多くある。このような現象は全地震断層沿いに見られる。



写真5

全壊した国家級文化遺産-白鹿上書院。100年前フランスの宣教師により作られたもので、中国の伝統的な建築風格と西洋建築風格がうまく融合した建物であった。結婚記念写真撮影中の嫁さんが怪我をしただけで犠牲者はなかったという。

の産状はほぼ垂直で2m弱の垂直変位を示している。深部の逆断層が産状の異なる数本の断層に分列して地表に出てくる場合や、明白な断層ではなく幅広い撓曲帯で現れる場合もある。震央から150km離れている場所でも最大2~3mの垂直変位と1~3mの右横ずれ変位が観察されている(写真10-12)。

既存の活構造図によれば、中央断層が結構曲がっているところがある。特にその北のセグメントはNE方向からNEE方向に変わっている(第1図)。しかし、今回の地震で現れた地表滑り及び余震の分布は全体的により直線的な地震断層を示している。北東部では既存断層から大きく外れている。



写真6 虹口溪谷西側の斜面の大規模斜面崩壊.



写真7-8 虹口後深溪溝に現れている地震断層(中央断層), 道路が切断され5m以上の垂直変位と約4.7mの右横ずれ変位を示している.



写真9
虹口八角寺付近に露出している垂直な断層面. 断層面には明瞭擦痕が見え, 垂直の滑りから始まり, その後緩やかに曲がっていることが示されている.



写真10-11 黒木耳養殖場のある河川階状地に現れている断崖。河川側(NW)が持ち上がりながら右横ずれし、一続きに平らだった畑が食い違って2mの垂直変位を示している。右の写真の手前中央に見える道が地震前は真っ直ぐであったが、現在は約3mの右横ずれ変位を示している(写真右側の人物が道に立っている)。



写真12
平武県平通鎮のNWでは魚養殖池が切断された。断層のNW側が相対的に約1.5m持ち上がって約1.0mの右横ずれが読み取れる。

被害地域では、多数の文化遺産及び観光・レジャー名所が存在しており、大変なダメージを受けた。写真5に写しているのは100年前フランスの宣教師により作られた国家級文化遺産-白鹿上書院の倒壊後の様子である。本誌2006年11月号で紹介した世界文化遺産に登録されている世界最古の水利施設-都江堰

にも被害が出ている。都江堰は成都の北西60km、岷江上流にある水利施設で、四川大地震の震央は都江堰の北西方向30kmしか離れていない。分水堰堤に亀裂が生じたが、離堆取水口など水利施設として最も重要な部分は被害がほとんどなかった。しかし、都江堰の記念公園では、『二王廟』を中心とした遺跡



写真13

写真11より南西約200m. 堤防が切断された. 写真11と調和的に魚養殖池と同様, 断層のNW側が相対的に約1.5m持ち上がっている. しかし, 右横ずれの量は0.5m程しかなく, コンクリートの堤防の底部で滑りが生じ水平移がある程度解消されたと思う. 左側上下に貼りこんでいる写真は地震直後に撮ったもので, 河床にも段差があった. 7月8日現在は侵食及び復旧工事により消えてしまった.



写真14 四川大地震で最も悲惨な被害に遭遇した北川县城(2008年7月8日). 生存者は住民の4分の1しかなく, 7割を超える人が犠牲者あるいは行方不明となっている. 建物の7割が全壊した. 特に断層沿いの建物はほとんど崩壊した. また, 大きな地滑りが4周に発生し, 多くの建物と人々が一瞬で地下深部に埋もれた. 地震後疫病予防のため北川县城に進入することが厳しく規制されている. 新しい北川県は別の場所に再建することが決められ, ここには四川地震の死者を弔問する地震博物館を建設することが決まったという.



写真15

2008年10月8日に撮影した北川县城の一部(写真13の中央部)。2008年9月の大雨で大規模な土石流が発生し、町に大量の土砂堆積した。人類千年以上生活してきた町がこうやって消えていくだろうか。

群で悲惨な状況になっている。写真6に虹口溪谷沿いの大規模斜面崩壊の様子が示されている。写真からは見えないが、虹口溪谷は漂流(カヌー下り)・避暑・休養として有名な場所で一年中多くの人々が訪ねてくる。今回の震災では深刻なダメージを受けた。虹口溪谷のほか、前山断層、中央断層沿いの広い範囲で大小の地滑り、斜面崩壊、表層崩壊が数多く発生した。その多くは不安定になっており、さらなる地質災害の怖れが今後長い間続くと思われる。

映秀、汶川、茂県、北川などの重災地は山岳地帯で、道路・電力・水道・通信などライフラインが地震の瞬間に寸断された。なお、地震当日の夜から2日間以上大雨が降り続いたため、空から救援物資と人力の投下もできず、被害状況の確認すら数日間かかった。生命線と言われる道路をいち早く開通させるため、多くの軍人、警察、ボランティアが命を懸けて作業し続けたが、余震や雨の影響で何度も土砂滑りと落石が繰り返し発生したため、道路の開通と重災地における救助は難航した。写真14は最も悲惨な被害に遭遇した北川県である。地震後の5月下旬より続々と出てくる遺体と崩壊した建物の下に残ったままの遺体が腐敗し始め、疫病を防ぐため特別管理区域として入城が規制されていった。2008年7月現地に調査した時点でも毎日防化部隊による消毒作業が行われていた。

北川県を含む幾つかの城鎮をより安全な場所に移して再建することが決まった。断層の真上に建てられた建物のほとんどが倒壊したが、断層から僅か数メートルしか離れていない建物が立派に残っている現象が数多く見られた(写真1, 2, 3, 14)。断層を避けて新しい都市を造りたいところではあるが、このような山岳地帯では都市ができる場所は大体が川沿いで断層が分布しているところしかない。震災からの復旧には、長い時間と膨大な資金がかかる。現在数多くの人は仮住宅で生活しているが、中国政府は2009年末までに全員が新しい住宅に移住できよう力を入れている。

参考文献

- 鄧 起東・ほか編集(2007): 1:400,000中国活動構造図。地震出版社。
 Xu, X., Wen, X., *et al.* (2008): The Ms8.0 Wenchuan earthquake surface ruptures and its seismogenic structure. *Geology and seismology* (in Chinese with English abstract), 30(3), 597-629.
 Wang, W., Zhao, L., *et al.* (2008): Rupture process of the Ms8.0 Wenchuan earthquake of Sichuan, China. *Chinese J. Geophys.* (in Chinese with English abstract), 51 (5), 1403-1410.
 Zhu, A., Xu X., *et al.* (2008): Relocation of the Ms8.0 Wenchuan earthquake sequence in part: preliminary seismotectonic analysis. *Seismology and Geology* (in Chinese with English abstract), 30(3), 759-767.

LEI Xinglin (2009): The great Sichuan earthquake, Wenchuan-county, Sichuan Province, China.

<受付: 2008年7月24日>