

《報告》

中国・四川地震 2008 による被災状況と復興作業について

馬場 研介*

要約

強地震による都市・建築の被災状況を現地調査する場合、通常は生のデータを確保するために震災直後に実施することが多い。今回の報告内容は震災後1年を経過した時点の現地調査であるが、被災状況をそのまま保存するため、あるいは復興作業の実施が困難視されているために、震災直後の被災内容が鮮明に残されている地域が少なくなかった。一方、わが国と較べて国策の相違も認められるが、インフラストラクチャについては短時日の間に相当な復興ぶりを示している事例も視察できた。本調査結果をまとめると、周辺の地形をも一変するような今世紀に発生した最大級の地震被害を現地調査できたこと、ならびに復興作業について国毎の比較研究を可能にする資料が得られた点で意義深いと考えられる。

はじめに

中国の四川省において、2008年5月12日にマグニチュードM=7.9の巨大地震が発生した。地震断層の総延長が約300kmであり、近年の内陸地震としては最大級と言える。比較のために1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震を取り上げると、地震規模M=7.2、断層長さ80kmであり、四川地震ではこれらの指標をはるかに上回る。巨視的には双方ともアジア東縁部で発生したが、四川地震がインド・ヒマラヤ造山運動と関連するのに対して、わが国の地震は太平洋プレートあるいはフィリピン海プレートの沈降が引き金になり、それぞれが異なるカテゴリーに分類される。インド・オーストラリア系プレートがユー

ラシア・プレートへ潜り込む運動に焦点を当てると、アフガン・パキスタンあるいはインドネシアで発生した地震が四川の現象と関係づけられる。

四川省はかつて三国志の時代（紀元200年頃）に蜀の国と呼ばれ、劉備玄德や諸葛孔明の英雄たちが活躍したことで馴染み深い。現状では四川盆地だけでわが国の人口と匹敵する1億人が居住し、重工業とともに農業の盛んな穀倉地帯である。

四川地震の発生から約1年を経過した2009年7月から8月にかけて現地の調査を実施したので、残されていた被災事象とともに進展途上にある復興事業の資料を収集する機会となった。

* 関西学院大学総合政策学部教授・関西学院大学災害復興制度研究所学内研究員

1 現地調査のあらまし

調査期間は2009年7月31日から8月4日までの5日間であり、同行者は関西学院大学・総合政策学部の教員と学生ならびに「人と防災未来センター」のスタッフなどを合わせて総勢8名である。地震被害のほとんど見られない四川盆地内の成都市に宿泊基地を置き、盆地縁辺部の丘陵地帯あるいは山岳地帯に点在する被災地域や復興地域まで、現地の事情に詳しいガイドと通訳の同乗する車両で往復する行程をとった。

地震断層の長さと同比例して被災地域は広大であり、かつ震災後に発生した度重なる土砂災害に妨げられて、山岳部のみならず平坦部においても今なお道路網の寸断された箇所が少なくない。広域に点在する被災地、通行不能な道路網ならびに短期間の調査日程であったために、汶川県の山岳地帯に広がる被災地などは視察対象から除外せざるを得なかった。地形が変貌するほど山肌が大きくえぐられて、汶川県の山岳地帯では大規模なせき止め湖が出現した。四川地震の正式な呼称として「汶川地震」が採用された所以である。

2 四川地震の概要

四川地震の発生した時期は2008年5月12日15時28分（日本時間）であり、地震の規模を示すマグニチュードは $M_w=7.9$ または $M_s=8.0$ と報告されている。震源の位置は東経31.0度、北緯103.3度、深さ10kmの浅発型である。すなわち四川盆地の西縁に接する映秀市の南西5km足らずの山間地を震源として、龍門山逆断層帯に沿って北東の方向へ300kmほど進展し、最後尾は盆地北縁の青川市を通過する。地震の全継続時間は約120sec.と長い、得られた地震情報から次の2ステージに分けられる。

〈第1ステージ〉 約50秒続いた最初の強い揺れを指し、震源から北東の方向に位置する北川鎮へ向けて130kmほど断層が走った。南西—北東の走向をもつ断層線をはさんで、山地を背にした

北西側が平坦部の広がる南東側へ乗り上げた逆断層が主体である。龍門山断層帯のなかでも、特に並走する映秀—北川断層と灌県—安県断層の2本が活動したと考えられ、地震被害の地理的な分布とも整合する。断層面の傾斜角は緩く、地表付近では約30度傾いて西側へ下っている。一般に緩い傾斜の逆断層では、断層線から離れた地点まで被害の広がることが多い。

〈第2ステージ〉 発生後60秒から始まった地震の後続部を指す。震源から北東へ100km離れた地点つまり北川市を超えた辺りを開始点として、第1ステージの映秀—北川断層に対してやや雁行しつつ盆地北部の青川市まで北東の方向へ進展し、続いて西南西—東北東の走向をもつ青川断層が最終時まで活動した。第1ステージの主体が逆断層であったことと比べて、第2ステージでは横ずれの滑りが卓越している。既刊の調査資料を併せて検討すると、第2ステージでも断層線の近傍では被害が著しいが、全体として第1ステージより被害レベルの低い傾向が見受けられる。

3 四川盆地の地形・地質構造

三畳紀中期（2億2千万年前）まで揚子江プレートは浅い海であり、周辺から注いだ土砂が海底に堆積岩を形成した。三畳紀後期（2億年前）に発生したインドシナ造山活動に伴って、揚子ブロックがユーラシア・プレートの一部になった。中生代のジュラ紀・白亜紀（6千万年前まで）にかけて、現在の四川盆地は大きな内陸湖であった。北西縁の山脈から搬送された土砂が堆積し、厚さ3000mを超える赤紫色の砂岩および頁岩が形成された。これらの堆積岩が地表に露出しているため、四川盆地の別名を「紅色盆地」と呼ぶ。赤色の土が露頭していると火成岩に見誤りやすいが、ここでは赤色の水成岩が現われているのであり、土砂災害を引き起こした一因と考えられる。新生代（6千万年以降）になってインド・プレートがユーラシア・プレートと衝突し、西北西—東南東の走向をもつヒマラヤ山脈が隆起した。一般に衝突域の外側では、力学上の均衡を保つために

衝突したプレート間の境界線と交差する山脈や断層が形成される。ヒマラヤの東端から外れた四川では、西部が急峻な山脈として持ち上がり、高い山岳が周りを取り囲む盆地構造が完成した。インド・プレートの衝突運動が今なお継続しているために、盆地の西縁部ならびに北部の山地には多くの断層帯が刻まれている。地球の歴史と比べてごく短い人類の有史以降においても、多くの大地震が発生した形跡があり、今回の四川地震も例外ではない。

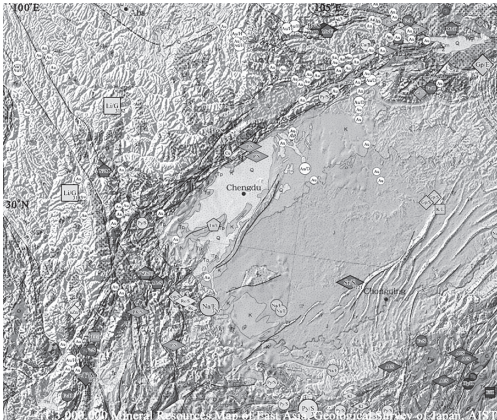


図1 四川盆地の地質構造

4 地震被害の点描

震災直後の報道では、山岳地形の様相が一変するような大規模な地滑りやせき止め湖の形成が大々的に取り上げられた。龍門山逆断層を挟んで上盤側に乗る奥まった山地の出来事であり、調査時点では道路網の寸断によって車両による通行が困難であった。現地調査による視察内容および調査時点までに得られた知見を総合すると、地震による家屋の崩壊や土砂災害による埋没、道路網の寸断や橋脚の流出、被覆土の剥奪による山地形の崩壊や変貌、河川の氾濫と土石流の併発によるせき止めダムの出現など多彩な様相を呈している。しかし巨視的な観点に立てば、龍門山断層帯を構成する映秀—北川断層、灌県—安県断層および青川断層の3本と被害分布がほぼ平行している。特に逆断層地震による被害の特徴として、乗り上げ

た上盤側すなわち断層線より北西側の山地部に被害が集中し、下盤側の盆地内部では被害の程度が低弱である。またドプラー効果によって地震断層の進行した北東方向の被害が著しく、逆方向の南西側では被害レベルが低廉である。さらに逆断層地震にしばしば見られる現象として、終端部において横ずれ断層が卓越したうえ被害分布が分岐あるいは曲折し、かつ断層線のごく近傍のみに被害が集中する傾向が現われている。次に、現地調査した被害例を震源から遠い順に紹介する。

被災事例 1 北川県城： 震源から北東へ150kmほど隔てた人口3万人余の都市であったが、現状は立ち入りを禁止した廃墟のまま放置されている。映秀—北川断層が近くを通り、周囲を取り囲む急峻な山肌には至るところで崩壊した痕跡が認められる。四川地震による直接的な被害のみならず、4カ月後の9月24日に発生した大規模な洪水と土石流によって被災建物群が2階部分まで埋没し、震災後に建設された仮設住宅群も押し流された。今なお5,000体以上の避難民が救出されず、埋もれたままになっている。廃墟化した現地を再建することが難しいために、被災都市の全域を震災の記念碑として保存する予定とのことである。復興作業の項目で後述するが、南東方向へ約100km隔てた四川盆地内の平坦な隣接県の一部を更改して、新たに「新北川県城」を復興する計画が進められている。

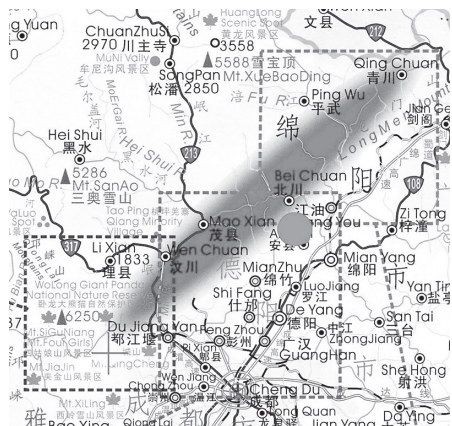


図2 北川県城の位置



図3 北川县城の被災状況

被災事例2 綿竹市・漢汪： 震源から北東へ80kmほど隔てた緩やかな丘陵地にあり、綿竹市街の中でも山側に位置した漢汪地区が著しい被害を受けた。北西部の山側を走る映秀—北川断層と平坦地側の灌県—安県断層は約10km隔ててほぼ並行しているが、当地区には後者の断層が通過している。象徴的な出来事として、漢汪地区の入り口に設けられた時計台が四川地震の発生時刻で停止したことが取り上げられている。当該地に多く見られる10階建て未満のRC建物群が著しく被災し、廃墟化した全域が立ち入り禁止区域に指定されて閉鎖されている。漢汪の全域をそのまま保存して、周囲から見学できる記念施設とする計画が持ち上がっている。

被災事例3 汶川县・映秀鎮： 震源の北東5km位の地点であり、映秀—北川断層が通過している。急流の蛇行部に開けた人口2万人程度の市街部では、全崩壊した建物群の痕跡を示す瓦礫の原にわずかの被災建物が屹立するのみである。取り囲む周辺の山肌は深くえぐられて、大規模な山地の崩落をうかがわせる。当地で震災1周年の記念事業が催されたらしく、崩壊した中学校の正門に事業を示す横断額が掲げられ、被災地域を見下ろす高台には門型の慰霊碑が建てられていた。現状は立ち入りできない廃墟のままであるが、再建の目途が立っているのか判然としない。

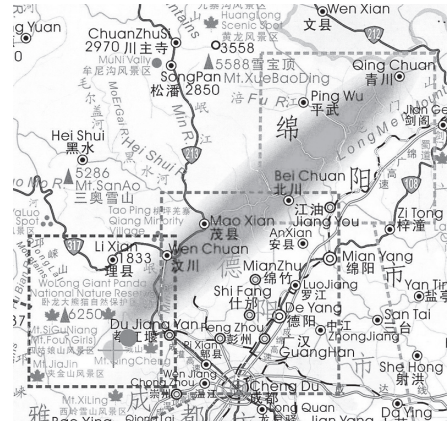


図4 映秀鎮の位置



図5 震源に近い映秀鎮



図6 映秀鎮の慰霊碑



図7 映秀鎮の町跡

被災事例4 都江堰の水利施設： 震源に近い映秀鎮の東10km、四川盆地内の成都市からは北西50kmの地点である。灌県—安県断層の走向線よ

りも南東の下盤側に位置するため、周辺地域に目立った震災の跡は少ない。都江堰は古代（紀元前 256 年、秦代）に建設されて今なお活用されている巨大な水利施設であり、世界遺産として登録されている。成都平原の洪水対策と農業用水の確保を目指して、上流部で外江と内江を分岐する魚嘴、下流部で内江から外江へ還流させる飛沙堰および灌漑用水を導く宝瓶口の 3 部から構成されている。震災後になって魚嘴の鋭角になった先端部に亀裂が見つかったが、2 千年以上を経過した巨大施設ゆえに修復作業が困難視されている。

補足事項として、透明度の高い湖の連なることで著名な世界自然遺産の九寨溝も四川省に属しているが、被災地からはるか北方にあって隣接した甘粛省との境界に近い。調査時点では成都の方面と結ぶ道路網が未修復であったため、空路が唯一の交通手段になっていた。復興事業の一環として、成都市から都江堰を経由して九寨溝に至る鉄道網の新設を目指した大規模な計画が浮上していると聞く。

5 復興作業の進展状況

四川地震の発生から 1 年以上が経過した現時点でも、ほとんど手付かずのまま放置されている被災地も多い。復興計画が進められている地域では、再建する場所の選定によって次の 2 ケース (A), (B) に大別できる。

(A) 被災地域を保存または放置して、新たに他所で復興するケース

被災レベルが高く、かつ人口 2, 3 万人を擁する中小都市の全域が被災した場合に採用されている。多くは周囲を山地で取り囲まれた地域に見られ、山肌が崩落して土砂災害が引き続き発生する可能性が指摘され、被災現地における復興が困難と判断されたと推定できる。この場合には、被災地とは別に山岳地域から外れた平滑な低地において復興都市を新設するケースが見られる。国土の狭い日本の復興計画と比較して、被災地から離れた地域で再建する手法は広大な国土をもつ中国に特有な手法とも考えられるが、基本的には両国間

で土地所有の形態が異なることに関係しているとも考えられる。

復興作業 1 北川県の復興計画：元の北川県を復興することが困難であるとの判断にたつて、南東へ約 100km 隔てた四川盆地内の平滑地に新たな都市計画を進め、新市街の青写真を仮設建物内で展示するとともに区画作業の最中であった。計画地は本来の行政区分から外れた隣接地域であるため、新たに行政区域の更改を実施している。

(B) 被災した現地で復興するケース

被災レベルの低い地域や建物、あるいは小規模な村落における復興計画に多く見られる。再建資金の一部に国家の補助が与えられているものの、大半の資金が個人負担になるために多大な金融ローンを抱えることになる。また徒歩圏の範囲内ではあるが、現住地から離れて地方組織が整備した住宅地で再建することがある。ただし 2 カ所以上にわたって住居用の建物を所有することは許されていない。

復興作業 2 北川県・香泉郷・光明村の復興住宅：震源の北東 140km ほど隔てた丘陵に点在する農村の一例であり、数十戸の農家は大半が全壊または半壊の状態であった。多くは現地で補修または再建され、一部は地方政府が村内に開発した小規模の区画地に移って再建の途上である。主として RC 補強した 2 階建てのレンガ造であるが、日本から派遣されたボランティア・グループの助言にしたがって、2 棟が木造 2 階建ての住宅を建設中である。農村地域でも建設用の木材を入手することが困難であるため、レンガ造と比べて木造の建設価格が 2 倍以上になるとのことである。村内にあった RC 造とレンガ造の混在する 4 階建ての病院を兼用した住宅の上層が大破したため、上部 2 層を取り除いて下部のみの 2 階建て建物に更改したケースが見られた。

復興作業 3 北川県・吉娜羌寨の復興住宅群：

震源の北東 120km ほど隔てた山岳の入り口に位置し、少数民族のチャン族を保護する国家方針に沿って、斜面上に古来の石積み住宅群を新築している。村内に点在する見張り塔を含めて全て本来の石積み造ではなく、すべて RC 補強したレンガ造の壁面を石張りとしたものである。真新しい

チャン族の旗が数多く立てられていたので、さながらテーマパークの雰囲気があった。古代の遊牧民族を祖先にもつチャン族の伝統的な刺繍製品を土産物として、農業から観光産業へ切り替えた地域振興を目指しているが、現状では周辺の道路網が寸断されて未整備であるために乗客は少ない。建設費用の全額をあらかじめ政府が立て替えた後、一部の補助金を除いて住民がローン返済する予定になっている。

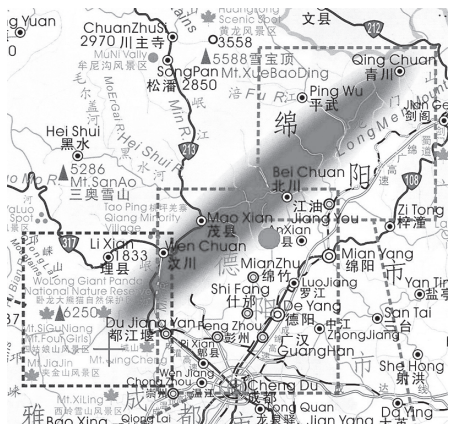


図8 北川県・吉娜羌寨の位置



図9 吉娜羌寨の復興建物

復興作業4 綿竹市・尊道鎮・棚花村： 震源の北東100kmほどの緩い丘陵地にあり、蜀の時代から伝わる刺繍をほどこした製品を作っていた。復興事業として整然とした区画整理を行ったうえ、江蘇省常州市の対口支援（国内版ODA）によって刺繍製品と年画と呼ばれる絵模様を製作・展示する博物館「伝習所」を完成し、真新しい白

壁に年画をあしらった平屋の住戸群を再建していた。村中の農耕地で得られる梨とともに、刺繍の里として観光資源に活用する方針と聞く。

復興作業5 汶川県・水磨鎮・禅寿老街の復興市街：

震源の北東50km隔てた丘陵地にあり、広東省佛山市の対口支援による全額出資のもとに、北京大学の設計指導に沿って、清代の古い建築様式を踏襲した木造住宅街を復興している最中である。各戸は典型的な奥長の2階建て町屋形式であり、中庭を挟んで道路に面した表側の木造部について政府が出資している。2階部の屋根を二重の瓦葺として、建物内部の瓦を装飾用に採用しているので化粧天井はない。階上への昇降は主として、取り外しの効く梯子を採用している。地域住民の話では、美しい町並みが蘇ることに喜びつつ、防火性能に劣る木造建物の弱点について気遣う声も聞かれた。

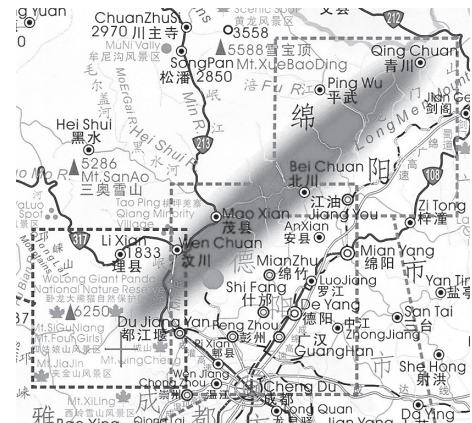


図10 汶川県・水磨鎮・禅寿老街の位置



図11 禅寿老街の復興

6 建築構造について

短期間の調査行程であったために、個別建物の構造要素や耐震性能について見聞する機会は少なかった。四川地震を記念して北川県に建設中の「未来復興研究所」では、時間をかけて工事現場を見学したので、当地で得た典型的な建築工法や構造要素に関する情報を紹介する。当研究所の建設に当たって北京市の精華大学が技術指導ならびに建設資金を提供しているため、現地の技術レベルに依存するとはいえ標準以上の施工内容と推定される。主家屋は瓦葺の木造2階建て、副家屋がRC補強したレンガ造である。

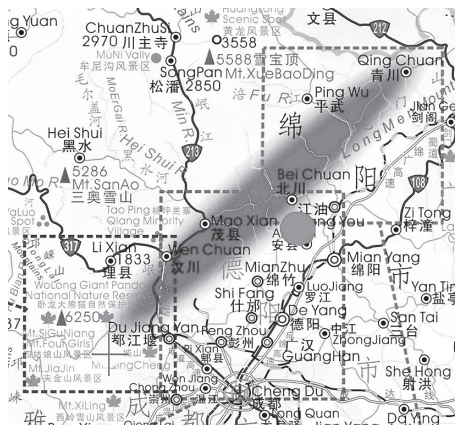


図 12 北川県の未来復興研究所の位置



図 13 未来復興研究所の建物

木造： 四川近郊の伝統工法を意識して口径の異なる丸太の軸組で柱・梁を構成し、可及的に釘を

使用しない方針が採られていた。建物の基礎部には高さ 20cm 程度の RC 補強したコンクリート基礎が施されている。建屋の主な壁面を板張りとして、欄間や間仕切り面に細かい彫刻を施したレリーフを準備している段階であった。他所の建築現場で視察したことであるが、コンクリート基礎梁と木造柱の仕口部が低劣であったために、震災後に施工されたにもかかわらず建物全体が柱脚から傾斜している事例があった。

RC 補強のレンガ造： 基礎梁や柱部を RC 造として、建屋の壁面にレンガを積み上げる工法であった。扉や窓の開口部を補強するために、RC 梁を部分的に採用していた。すなわち RC 造の柱・梁において仕口部を緊結していないので構面が連続せず、ラーメン構造のようなフレームを構成していない。

現地ですべての建築資材が限定されているものの、わが国で採用している建築の構造技術あるいは耐震技術を援助する余地があると想定される。

7 まとめ

本現地調査を実施した時期が四川地震の発生から 1 年余りを経過し、また調査期間がごく限られていたので、残存する被災の痕跡をたどるとともに、復興状況を確認する作業に終始した。それでもなお、次に掲載した特筆すべき事項を指摘できる。

- ① これまでに幾多の活動実績が認められる龍門山断層帯のような地震断層であっても、大規模な地震活動を再開する可能性が残されていること。
- ② 近年に発生した逆断層による地震被害はある程度まで類型化できるが、地震断層の規模に比例して被災規模が拡大するとともに、併発した土砂災害などに起因して複合的な被害の付随する可能性が高いこと。
- ③ 震災後に導入する仮設住宅の建設など採用期間を限定した復興計画であっても、上屋の耐震性能のみならず広域地形の震動特性を把握したうえで実施する必要があること。
- ④ 本格的な震災復興計画を立案する際、被災

地域そのものの耐震性能を確保しがたい場合には、復興地域の全体を安全性の高い箇所へ移転したうえ、改めて再興をはかる方針も除外しがたいこと。ただし我が国のように住宅地の民間所有が進展した国々では、当該の被災地から遠く離れて震災復興を進めることが必ずしも容易ではない。震災からの復興作業を進めるに当たり、物理的な課題と民事上の課題が相容れない場合には、政策上の例外的な措置を検討することも有効と考えられる。

謝辞

本現地調査を実施するに当たり、次の方々から支援していただきました。まず関西学院大学・総合政策学部の室崎益輝教授には、調査団の結成に尽力いただきました。人と未来防災センターの越山健治研究主幹、石川永子研究員ならびに同センターOBの菅磨志保特任教員には、現地調査を行ううえで物心両面から援助していただきました。現地に常駐されている海外災害援助市民センターの吉椿雅道スタッフと通訳の方々には、調査行程中のガイド役と詳細な資料の提供をお世話いただきました。宿泊した成都老沈青年旅舎には、現地の生情報や震災の資料を提供いただきました。さらに同行された関西学院大学・総合政策学部の学生諸君には、長距離にわたる調査行程を常に活気づけていただきました。厚くお礼申し上げます。

文献

- 林愛明・任治坤『四川大地震』近未来社、2009年。
気象庁地震火山部・報道発表資料、2008年。
産総研・地質調査総合センター、ホームページ掲載図表、2009年。
成都老沈青年旅舎「四川大地震被災地マップ」2008年。
吉椿雅道「復興事業の基礎データ」2009年。