

## 雅安地震における伝統的集落の被害調査 —雅安望魚古鎮を事例として—

The Damage Investigation of Historic Settlement Post Yaan Earthquake  
A Case Study in Wangyu historic village in Sichuan Province in China

劉 弘濤<sup>1</sup>・沈 中偉<sup>2</sup>・谷口 仁士<sup>3</sup>・崔 明姫<sup>4</sup>

Hongtao Liu and Zhongwei Shen and Taniguchi Hitoshi and Mingji Cui

<sup>1</sup>西南交通大学准教授 建築學院都市計画系 (〒611756 中国四川省成都市)  
Associate Professor, School of Architecture, Department of Urban planning,  
Southwest Jiaotong University, P.R. China

<sup>2</sup>西南交通大学教授 建築學院建築計画系 (〒611756 中国四川省成都市)  
Professor, School of Architecture, Department of Urban planning,  
Southwest Jiaotong University, P.R. China

<sup>3</sup>元立命館大学教授 立命館グローバル・イノベーション研究機構 (〒603-8341 京都市北区小松原北町58)  
Ex-Professor, Ritsumeikan Global Innovation Research Organization, Ritsumeikan University

<sup>4</sup>立命館大学専門研究員 衣笠総合研究機構 (〒603-8341 京都市北区小松原北町58番地)  
Senior Researcher, Kinugasa Research Organization, Ritsumeikan University

Wangyu is a traditional historic village of Sichuan province in China. On April 20th, 2013, a devastating earthquake measuring 7 on Richter scale struck Yaan, Sichuan province. Now there are 44 historic wooden buildings in Wangyu. The purpose of this report is to study the damaged situation of these historic buildings in the earthquake, and then attempt to find the weak points in these buildings. Also this report will be beneficial to the mitigation and prevention of historic buildings in Yanan.

**Keywords :** yaan earthquake, traditional settlement, through type timber frame

### 1. 概要

#### 1.1 地震の概要

北京時間で2013年4月20日8時2分、中国四川省雅安市（北緯30.3、東経103.0）にマグニチュード7.0の大地震が発生した（図1）。震源の深さは13キロである。2013年4月24日10時まで、余震は4045回発生し、被害を受けた人口は152万人、被災面積は12500平方メートルである。中国地震局によると、24日14時30分まで、死者196人、行方不明21人、被害者11470人であった。また、この地震により2013年4月24日12時まで、四川省には195ヶ所の文物保護単位が被害を受けた。そのうち、国の文物保護単位が32ヶ所で、省の文物保護単位が120ヶ所である。さらに、雅安地震により影響を受けた歴史的建造物群は2ヶ所である。

#### 1.2 調査の目的

本調査は、雅安地震によって被害を受けた歴史的建造物群の一つである望魚を事例として、実測、写真撮影を中心に目視による被害状況を把握し、震災後における木造歴史的建造物の保存と防災方法をを行う重要性を明らかにすることを目的とする。

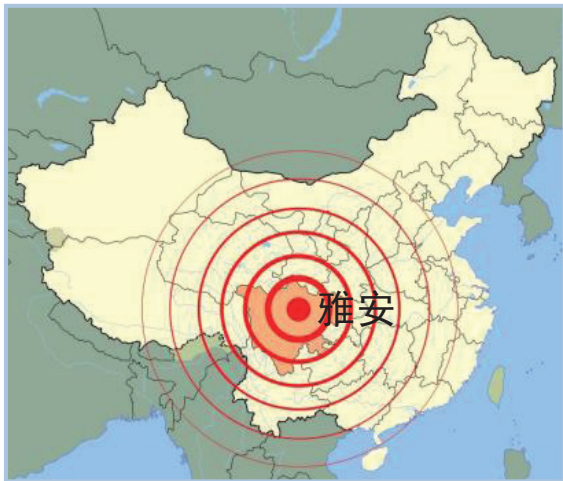


図1 雅安（震源）の位置



図2 望魚の位置

### 1.3 調査地の概要

調査地の「望魚古鎮」は、四川省雅安市の南部に位置し、「茶馬古道」<sup>注1</sup>の駅舎として建設された集落で、今も生活の場となっている（図2）。明清時代（1600年代）に建設された木造建造物が多数残っている地域である。2013年に望魚は中国の建設部により「伝統集落」として指定された。保存地区には伝統的な風貌を維持している歴史的建造物は44件である。

旧市街地の川岸には、大きな猫のような石があり、じっと川の中の魚を凝らしている様子をしており、「望魚石」（魚を見ている石）と呼ばれ、旧市街は望魚鎮と名付けられている。中国の行政区画で「鎮」に区分されているが、面積4.2ヘクタールで、「鎮」より小さい「村」或いは「集落」に相当する。

旧市街の街路には、大きい青石板が敷かれている。街路の両側には全て穿闘木（穿斗）〔チェアンドウ〕という構造の伝統的木造建造物であり、地域の建造物の特徴を表している。現在、旧市街の全長は245メートルである。しかし、周辺の大都市で働いている若者が多いため、空き家が多く、居住者は約100人である。



図3 望魚における伝統的建造物の分布

## 2. 伝統的建造物の特徴

望魚の歴史的木造建造物の穿闘木構造を図4に示す。中国南西部の地域の民家によくみられる伝統的な構造形式である。

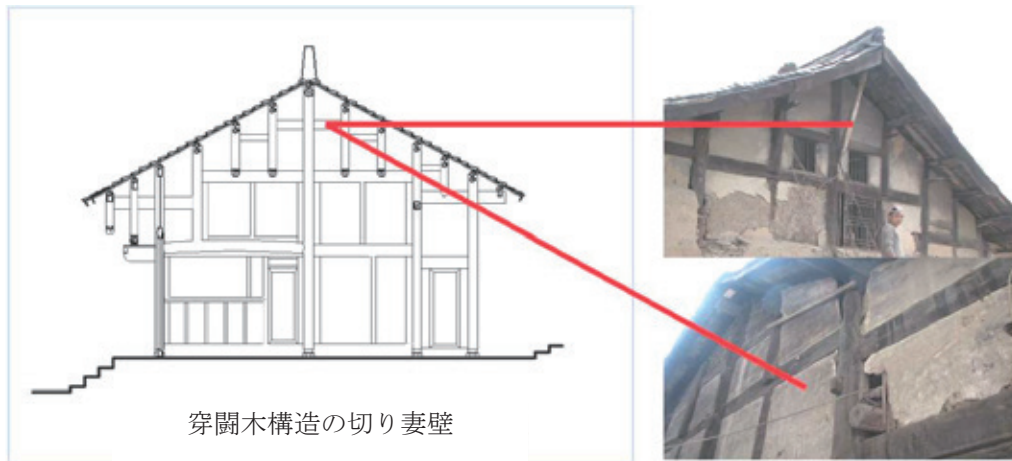


図4 穿闌木構造の特徴

穿闌木の構造は、各母屋桁ごとに一本ずつの柱を立て、横梁を用いない簡易な構造の特徴を持っている。中国の北部の民居は北京の四合院住居などにみられるように厚い壁で建物を囲み、屋根を四方から支える構造形式を持つ。しかし中国西南部は気候が温暖、湿潤であるために、この地方に発展されてきた伝統的民居は厚い壁を用いず、日本の木造建造物のように柱と梁によって構成される木造構造を主体とする。

穿闌木は柱と柱をつなぐ材料に、梁ではなく「穿枋」（穿）と称する貫を通し、柱を母屋桁まで立ち上げる。穿は梁に比べ細く軽い材料を使用するため、小屋の架構は簡素なものとなる。そして屋根は切妻とし、妻面には柱と穿が組まれた構造になっている。柱と穿の構造の間は竹網代を入れ、「加泥墙」と呼ばれる土壁で仕上げられている。

穿闌木妻壁上部は竹網代壁になっている。地震によって穿闌木構造が揺れる場合は、垂直方向の柱と水平方向の穿が変形するが、貫でとめられているために外れることはない。その時に間の竹網代も変形し、それによって土壁は落ちるが竹網代自体は破損しない。日本の木造軸組の土壁と同じような仕組みになっていると考えられる。

### 3. 被害状況

望魚は震源から約100キロメートル離れており、想定震度は5程度に想定されている。付近に地震計は設置されておらず、地震の詳細な記録は残されていない。震源地の方向をみると地震動は北から南方向に振動していると思われる。

鎮には被害を受けた人がいない。鎮周辺では地滑り、土石流の自然災害が発生し、道路の5割が損傷した。また古鎮内のインフラ被害や街路路面の沈下がみられた。建造物の壁は壁の沈下、崩壊、ひび割れの被害が報告されている。本研究では、望魚の保存地区に残る歴史的建造物に着目し、その被災状況を現地調査により把握した。

#### 3.1 地盤の被害

望魚は山と河の間の傾斜地に位置しているため、地力的に劣る土壌である。地震の影響による地盤の沈下の大きな被害要因であると言われている。

地盤の被害を図5に示すように、地盤滑り、川側の土地が川に傾斜が見られた。土地崩れで崩壊した斜面の上に、竹が残っている。図6に示す擁壁のコーナー部に上部建造物の土圧増加や沈下などによる壁体の石造擁壁の崩壊・傾斜、コーナー部のひび割れが生じている。コーナー部は構造上弱点となるため、補強しなければならない。

図7に示すように、同じ路面でも沈下に差が出て傾いている不同沈下の被害が見られた。地震の以前に老朽化や施工不良及び建造物荷重により既に亀裂が生じモルタルによる補修した跡が確認できる。このような地盤の地面に多くの亀裂が見られた。そして、図8に示す建造物の構造は傾斜し、一部崩落、或いは全体倒壊する可能性が高いと推測される。



図5 斜面の被害



図6 擁壁の崩壊



図7 路面の不同沈下



図8 建造物傾斜

### 3.2 建造物の被害

建造物の軸組構造には、柱や貫で囲まれる部分には、しばしば草混じり土壁「加泥牆」、竹網代壁などが使われる。伝統的な壁材は、木材や粘土、竹等の軽い材料を用いて作られた。特に、妻壁の上部には、竹網代壁を用いて作られたことが見られた。地震が起こる場合は、竹網代壁の部分でひびや剥落などの軽微損傷が見られたが、人間の生命の安全に危険はない。

望魚では倒壊した建造物が見られなかった。建造物の被害状況で最も多く見られたのは屋根瓦の崩落である。屋根瓦の落下が顕著であった。屋根瓦の現工法は、垂木の上に置いてあり、粘土などの結合材を使わない。そのため、強い振動で屋根瓦はほとんど崩落した。

軽微損傷を比べ、大きな被害は老朽化やほぞ抜けなどによる建造物には一部の被害が見られた。

#### (1) 部材の腐朽

大きな損傷の建造物全ては所有者が居住放棄した空き家であった。従って災害時に建造物内部は無人と見られ、人的被害は抑えられたと思われる。しかしながら建造物の被害状況は大きく、修理・復旧は困難を極めると推測される。図9は地震動によって壁が崩落し、木材が露出したようすである。特に揺れが激しい妻壁上部の壁の崩落が起こっていることがわかる。空き家であったために地震前から修理・補修が行われておらず、部材が老朽化し建造物の軸組が傷んでいたものと思われる。このように空き家になって放置された歴史的建造物は、地震などの災害に極めて弱くなっていることが判明した。

#### (2) ほぞ抜け

小屋組の桁が抜けることによって屋根が崩落したとみられる。部材仕口の結合が不完全なため、部材が総持ちの状態にならず、局所に過大な荷重が集中して損壊が生じた。なお、一部の老朽化した部材には被害が生じた。軸組の仕口に分離や折損などが見られる(図10)。これらにより、上部は崩落、もしくは解体され、落下が生じるという中程度以上の被害を生じた。



図9 被害の建造物



図10 ほぞ抜けの仕口

#### 4. 耐震診断の要素

主要な耐震要素として、地盤の安全性及び、構造を構成する柱、梁、壁などの部材の劣化箇所が調査のポイントによる、部材の老朽化、仕口抜け、改造された部分等、耐久性に係る部分の低下は、歴史的建造物の安全性に大きく影響する。

今回の調査では、歴史的建造物の安全性を確認するためには、地盤調査が重要であることが明らかになった。地盤調査はボーリングによる、土壌サンプリングや常時微動調査があり、強度や固有振動数など土壌の特徴を把握する。調査内容によって、建造物の地盤補強などが行われる必要がある。地盤調査では、地層の配列や広がり地盤の密度や固さ、地下水の水位、圧密による沈下の可能性に関する調査を行う。

既存の歴史的建造物の補修が実施される前に行なわれる保存調査は、建造物の実情を調べるうえで重要である。調査は次の手順にしたがって行い、以下の判断調査表を使用する。

表1 望魚の歴史的建造物の耐震ポイント

判断要素	判断内容
地盤 構造	状態、傾斜等の確認 改造された構造があるか
その他	構造材の劣化、虫害、仕口のほぞ抜け等があるか。柱屋、梁、垂木、棟木等の主な構造材の腐朽、虫害、ほぞ抜けの状況を確認する。構造材に、顕著な劣化、虫害の状況が見られる場合はとりかえ、または修理が必要である

## 5. まとめ

本報告は、2013年起こった雅安地震により被災した伝統的集落・望魚の歴史的建造物について調査を行い、歴史的建造物の被害状況を分析した。

本調査は、雅安地震により被災した歴史的建造物を被害を記録してものであり、被災状況の詳細を把握し、今後のさらなる分析につなげることができる。また、本調査では、「地盤」、「構造」、「部材」に基づいて、被害状況を明らかにし、これらの要素は、歴史建造物の調査における重要なポイントであり、今後の予防措置の基礎データにもなる。

地震によって、建造物の被害は、屋根瓦崩落、壁ひび、ほぞ抜けなどの軽微な損傷であった。このような軽微な被害は容易に直すことが可能である。しかし、文化財建造物の軸組等材料の劣化が進んでいた場合は、大きな被害が生じやすいことがわかった。望魚の歴史的建造物の柱や貫間の壁材には、草混じり土壁、竹網代壁などの軽い材料が使われている。特に、妻壁上部には、竹網代壁が用いられている。地震により、竹網代壁にはひびや剥落などの被害が生じたが、建造物の構造に深刻な被害をもたらすことはなかった。木造軸組造の歴史建造物の多くは構造まで深刻な被害を受けていなく、基本的に安全な状態であった。これは、穿闘木の木造軸組が比較的優れた耐震性能をもっている考えられる。

また、地震後の歴史的建造物の被害調査においては、建築、地質学、都市計画、防災学や文化遺産などの分野の専門家との協力が必要となる。詳細的な現地の被害状況を把握し、今後全面的復興計画に反映していきたい。

**謝辞：**本研究は中国自然科学基金委員会により出資援助を頂いた研究の成果である。西南科技大学、雅安市政府、雅安市雨城区建設局、望魚郷政府などの部門の協力を謝意を記す。

## 注

1) 茶馬古道（ちゃばこどう）とは四川省、雲南省で取れた茶（磚茶）をチベットの馬と交換したことから名付けられた交易路である。現在、「茶馬古道」は世界遺産暫定リストである。

## 参考文献

- 1) 劉弘濤：中国歴史名鎮における歴史的建造物の地震被害の調査, 日本建築学会学術論文集, pp.959-960, 2013.
- 2) Hongtao Liu.: Lessons from the Damaged Historic Building in Sichuan earthquake, ICOMOS Thailand International Conference, CD-ROM, 2011.
- 3) Hongtao Liu.: Investigation of Damaged Old Buildings of Historic Town in Sichuan Earthquake, 立命館大学歴史防災論文集, Vol.6, pp.305-312, 2012.
- 4) Hongtao Liu.: Comparison of Damaged Heritages in 512 Earthquake and 420 Earthquake, Testing, 立命館大学歴史防災論文集, Vol.7, pp.239-242, 2013.
- 5) [http://baike.baidu.com/link?url=8H7dUxU\\_O1TfAzW5NrNatsQKCfp3VOqj9IVEx\\_SHspESFpp5uZ3](http://baike.baidu.com/link?url=8H7dUxU_O1TfAzW5NrNatsQKCfp3VOqj9IVEx_SHspESFpp5uZ3) (雅安地震)