

## 集集鎮における 1999 年台湾集集地震の建物復興曲線

### Recovery Curves for Buildings in Chi-Chi Township due to the 1999 Chi-Chi Earthquake

村尾修\*・満田弥生\*

Osamu MURAO \*・Yayoi MITSUDA\*\*

The authors had conducted field surveys in Chi-Chi Township since the 1999 Chi-Chi Earthquake to understand the post-disaster recovery process. This paper presents recovery curves for buildings in the area after the Earthquake. The recovery curves in terms of building type (temporary housings, public facilities, rebuilt buildings, and new buildings) were constructed using the building certification data of Nanto County. It was also clarified the differences of recovery process among them. The proposed methodology to construct recovery curves in damaged area will be essential for research into post-disaster recovery because it enables comparative studies related urban planning among different types of post-disaster recovery processes throughout the world.

**Keywords:** 1999 年台湾集集地震, 復興曲線, 建物再建, 復興過程, 南投県, 建築確認  
the 1999 Chi-Chi Earthquake, recovery curve, building reconstruction, recovery process, Nanto County, building certification

#### 1. はじめに

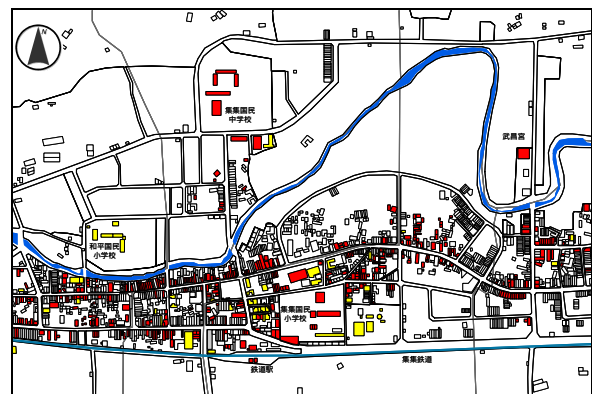
巨大災害が発生した後、被災地では復旧・復興という段階に入る。災害は世界中いたるところで発生する可能性があり、どの地域においても復興という過程を経験することがあり得る。各被災地の復興過程を定量的比較し、そこで実施された施策との関連性を評価することができれば、それらの経験を教訓とし、未来の施策に活かすことができる。しかしながら、被災地での復興過程はその国の経済的状況や歴史的・社会的・宗教的背景、またそこから派生する人々の生活に対する考え方など、地域性に因るところも多く、一概にそれらを比較するのは難しい。

筆者らは、1999 年の台湾地震により被災した集集鎮において復興過程の調査を行っている。そして、これまでの一連の調査の中で、定点観測を行い、復興過程の定量化を試みてきた(図1)<sup>1)3)</sup>。復興を評価する指標にもいくつか考えられるが、その中のひとつに地域内に建築された住宅の再建状況がある。住宅は被災者にとって基本的な生活の場であり、物的な環境として明瞭に地域の復興の程度を示してくれる。本稿では台湾で建築物竣工後に必要な建築物使用許可のデータを用い、集集鎮の復興過程を示すためのひとつの指標として、復興曲線の構築を試みる。また仮設住宅、公共住宅、そして再建以外の新築住宅についても復興曲線を作成し、それらを比較することにする。

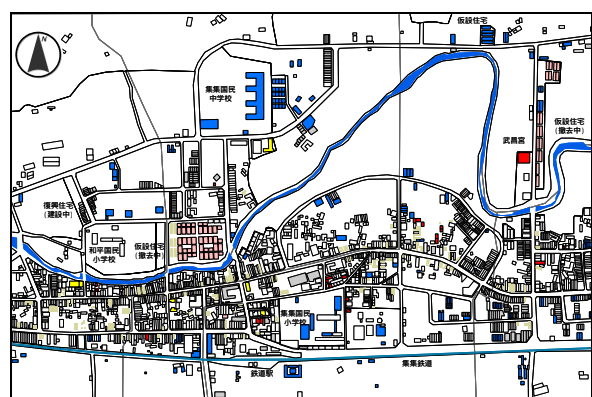
#### 2. 使用データ

##### 2-1. 建築物使用許可データ

台湾の都市計画区域では、建築物が竣工された後、建物の使用許可願(使用執照根根)を申請する必要がある。筆者らは、集集鎮の建物の再建状況を分析するため、それらを管理する南投県政府にデータ閲覧の許可をいただき、2006 年 8 月にデータを手にした。



全壊 半壊 その他 建設中  
a. 1999 年 9 月被災直後



全壊 半壊 撤去中 被害なし・再建・修繕済 建設中 更地 新築  
b. 2006 年 8 月

図-1 集集鎮の被災と復興状況<sup>2)</sup>

使用許可書に記載されている主なデータは、地番、住所、構造種別、用途、階数、棟数、利用世帯戸数、敷地面積、建蔽率、容

\*正会員・筑波大学大学院システム情報工学研究科 (Faculty of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba)

\*\*非会員・清華大学 人類学研究所 (Institute of Anthropology, National Tsing Hua University)

積率,各階の床面積と用途,建物高さ,建築費,着工日,竣工日,そして申請日などである。今回の分析をするうえで使用したのは,地震の発生した1999年9月以降に竣工したデータであり,申請数は579,申請された全建物棟数は690棟であった。ちなみに地震による集集鎮の全壊建物数は1,736棟<sup>4)</sup>である。これらのデータを,地震の発生した1999年9月21日以前に着工されていた建築物,集集鎮の住宅再建助成申請期限である2001年12月までに着工された建築物,そしてそれ以降の建築物に分類した。またこ

表-1 建築物使用許可データの建物棟数

	建物棟数
地震以前着工数(1999年9月21日以前)	23
住宅再建助成申請期限までの着工数(2001年12月31日以前)	460
2002年以降の着工数(2006年6月までの竣工)	207
総計	690

表-2 仮設住宅の建設工事データ

仮設住宅地	建築戸数	着工日	竣工日
仮設住宅地(1)慈済功德会大愛一村 Nike VillageVII	138 20	1999/10/20	2000/1/28
仮設住宅地(2)Nike Villagel	72	1999/9/26	1999/10/13
仮設住宅地(3)Nike VillageVI	23	1999/9/26	1999/10/13

表3 公共施設の建設工事データ

公共施設名称	面積(m <sup>2</sup> )	着工日	竣工日
集集鎮代表会会館	182	2000/12/5	2002/4/3
集集衛生所	162	2003/4/4	2004/7/1
八帳里活動センター	110	土地問題が未解決のため,再建出来ず	
集集里集会所	144	2000/8/10	2000/12/12
地区活動センター	93	2001/11/17	2001/12/18
集集第一市場	1,019	2002/10/30	2004/7/1
集集鉄道駅	133	2000/4/21	2000/7/24
鉄道展示館	148	2002/1/2	2002/3/8
集集リゾートセンター	2,205	2000/12/27	2001/12/31
集集公営プール	2,468	2000/4/9	2002/11/22
集集地下停車場	7,744	1997/7/9	2001/1/17
集集警察	1,455	2002/8/10	2004/7/1
集集国民中学校	42,032	2000/6/1	2000/12/1
集集国民小学校	17,322	2000/6/1	2001/3/1
長安寺	361	不明	2002/8/1
廣盛宮	225	2000/7/1	2003/8/1

こでは2001年12月までに着工された建築物を地震により被災した世帯の再建であると仮定し,「建物再建」と定義する。さらに2002年1月以降に着工されたものを被災からの直接的影響が少ない「建物新築」と定義する<sup>1)</sup>。その集計結果を表-1に示す。全体の3分の2が「建物再建」,3分の1弱が「建物新築」,そして全体の約3%の23棟が地震以前から着工していたデータである。この23棟については,本研究の分析対象から除外する。

2-2. 公共施設の建設工事データ

建築物使用許可データの他に,2002年8月に集集鎮公所で入手した公共施設の建設工事データ<sup>1)</sup>も利用した。ここで用いたのは,仮設住宅および全壊した鎮の公共施設の着工・竣工に関するデータである。入手した時点で未完成の施設もあったが,その後の現地調査により完成時期も把握していたため,補完してある。その概要を表-2,表-3に示す。仮設住宅は被災した直後の1999年9月および約1ヶ月後の1999年10月に工事が開始され,2000年1月にはすべて完成した。それらは集集鎮の計4箇所に配置され,総計253の住宅が被災者用に提供された。

3. 集集鎮の建築竣工状況

建築物使用データを用いて,1999年10月以降の竣工状況を示したものが図-2である。再建住宅の建築は2000年1月頃から竣工している。九二一震災重建暫行条例の中で震災後3ヶ月間の建築制限がかけられており<sup>2)</sup>,この条例の影響と思われる。全体的にみると,地震発生から2年が経過した2001年春,2001年末,そして2003年秋に竣工数の高い時期が見られる。通常建築をする際には確認申請が必要であるが,地震後には簡便な手続きで済む特例再建が認められ,その期限が2001年3月24日であった。また集集鎮の住宅再建助成申請期限が2001年末であった。さらに段階的に仮設住宅が撤去されたのは,2001年11月,2002年8月,そして2003年7月である。これらのことが竣工状況に影響を与えていると思われる。

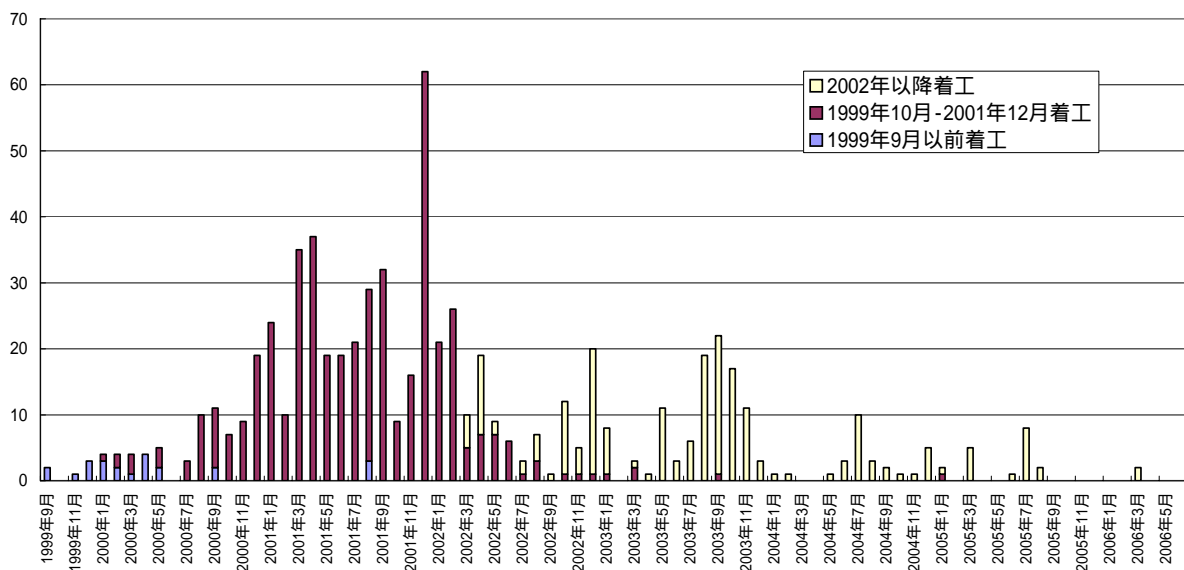


図-2 集集鎮における1999年10月以降の建築竣工状況

#### 4. 建物復興曲線の構築

ここではこれらのデータを用いて、集集鎮における被災後の建物復興関数を求める。そのために用いる被災後の月数は地震により被災した1999年9月を0月目、その翌月の10月を1月目とし、提供されたデータの最終月2006年6月(81月目)までを対象期間とした。また基本的に建物竣工率は、対象期間までの全建築棟数を母数とした際のある時点での竣工した棟数の比率を示すが、公共施設は、表3に示したとおり建物ごとの面積のばらつきが大きいいため、その面積比により全壊建物再建率を求めている。

##### 4-1. 建物復興関数構築の方法と回帰係数

ここで求めた被災後の月数と建物竣工率の関係から、建物復興推定式を求める。被災の影響が著しく低減し、復興後の建設状況がある程度安定するようになったある時点  $T$  (ここでは  $T=81$ ) において、被災後経過月数  $x$  のときに建物が再建されている確率  $P_{RT}(x)$  は、標準正規分布の累積確率分布関数  $\Phi(x)$  を用いて、正規分布で表せると仮定した。すなわち、

$$P_{RT}(x) = \Phi((x-\lambda)/\zeta)$$

となる。ここで係数  $\lambda$ ,  $\zeta$  は、 $x$  の平均値および標準偏差であり、図3に示すような確率紙を用いた最小二乗法により求めた。その結果得られた回帰係数を表4に示す。相関係数をみると、「建物再建」と「建物新築」は0.95程度あり、いずれも高い相関を示している。「全壊公共建物再建」は0.63とやや低い。仮設住宅については被災後に集中して建設されているため月単位のデータとしてはばらつきが極端に少なくなったため、1となっている。

##### 4-2. 建物復興関数

図4に4-1から求めた集集鎮の建物復興曲線を、また図5にその確率密度関数を示す。図4から復興率の立ち上がりは、「建物再建」が半年後、「建物新築」は2年後となっている。そして建設がほぼ終了するのは、「建物再建」が3年半後、「建物新築」はおよそ6年後である。表4および図5から、竣工時期の平均は「全壊公共建物再建」が17ヶ月後(2001年2月)、「建物再建」はそれよりも5ヶ月遅れた22ヶ月後(2001年7月)、さらに「建物新築」はおよそ2年が経過した47ヶ月後(2003年8月)となっている。これらの復興状況の違いは、3で示したように施策の影響であると考えられる。

#### 5. まとめ

本稿では、2006年6月までの南投県建築物使用許可データと集集鎮の公共施設建設データを用いて、集集鎮における被災後の1999年台湾集集地震の建物復興曲線(被災した建物の再建、被災していない建物の新築、全壊した公共建物の再建、そして仮設住宅の建設)を構築した。そのために、被災後の経過月数と建物竣工率は、標準正規分布の累積確率分布関数を用いて、正規分布で表せると仮定した結

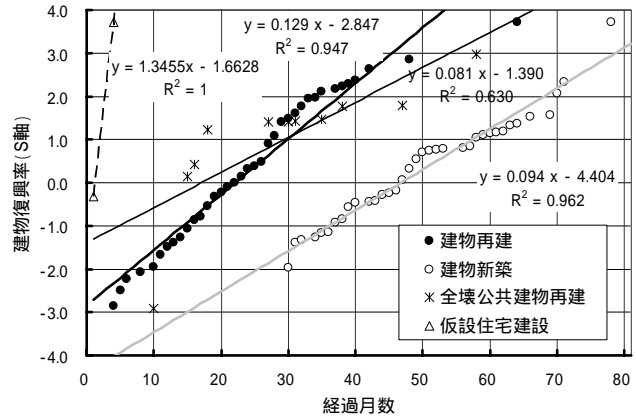


図3 被災後経過月数と建物復興率の関係の確率紙表示

表4 建物復興関数の回帰係数

	$\lambda$	$\zeta$	$R^2$
建物再建	22.070	7.752	0.947
建物新築	46.851	10.638	0.962
全壊公共建物再建	17.160	12.346	0.630
仮設住宅建設	1.236	0.743	1.000

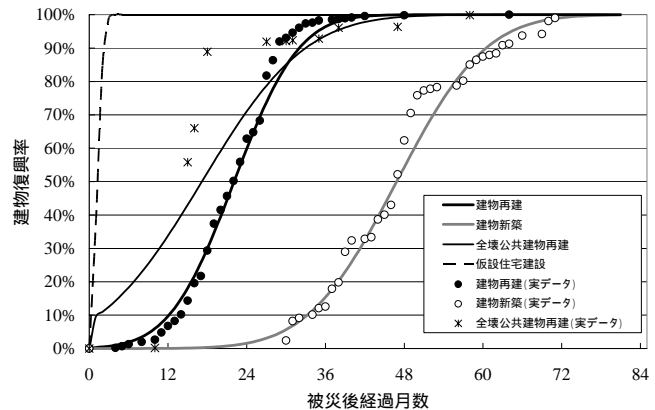


図4 集集鎮の建物復興曲線

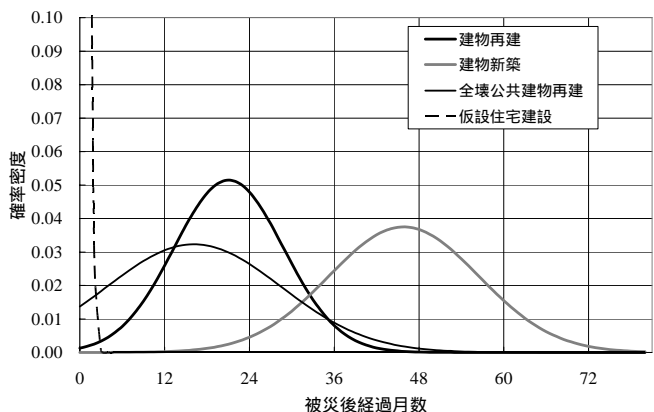


図5 建物復興の確率密度関数

果,高い相関で近似させることができた。そして,それぞれの建設状況の時間的違いを明らかにすることができた。ここで提案した手法は,建物という被災者にとって重要な物的環境を用いて都市の復興過程を客観的・普遍的に記述するものであり,今後地域,時代,施策の異なる被災地の復興過程を比較するための客観的尺度となり得るものである。今後は,ここで得られた手法を南投県内の他の郷鎮市にも適用し,復興過程と施策との関係について検討していきたい。

#### 補注

- (1) 1999年の地震の後,比較的景気の良い集集鎮で多くの不動産開発が行われている。そして,観光産業への投資を目的として,あるいは周辺地域で多発している崖崩れなどの災害を避けるために移住する人が増加している。
- (2) 中華民国(2000),九二一震災重建暫行条例(改訂版)第6条

#### 参考文献

- 1) 村尾修(2004),1999年台湾集集地震後の集集鎮における災後重建綱要計画と空間復興モデルを用いた公共空間の復興過

- 程,日本建築学会計画系論文集,日本建築学会, No.586,97-104
- 2) 村尾修(2006),1999年台湾集集地震後の集集鎮における空間的変容と復興再建過程,日本建築学会計画系論文集,日本建築学会, No.607,95-102
- 3) 村尾修,市古太郎,中林一樹,王雪文,満田弥生(2003):集集鎮における1999台湾集集地震の復興調査報告,日本建築学会技術報告集,日本建築学会, No.17,541-546
- 4) 南投県集集鎮公所(2000),九二一震災集集大地震回憶録

#### 謝辞

本稿は,文部科学省科学研究費補助金・基盤研究B(2)「台湾集集鎮における復興過程の構造化と世界の都市復興アーカイブに関する研究(No.16401022)」の中で実施された研究報告である。研究の方向性を示唆して下さった愛知淑徳大学の太田裕教授,調査およびデータ処理に協力して下さった筑波大学の仲里英晃君,林友美さん,川田美香さん,そして顔貴億氏をはじめとする南投県政府関係者に対し,記して謝意を表する次第である。