

## 921 台湾集集地震災害の特徴と震災対策の課題

1. はじめに
2. 台湾とトルコの比較による断層地震と被害の特徴
3. 断層地震における震災対策の課題
4. 東京の地震対策への教訓と課題
5. おわりに

中 林 一 樹\*

### 要 約

1999年9月21日深夜に発生した台湾集集地震は、被害の規模とともに、地表に現れた変位に見る断層活動の激しさにおいて、20世紀のアジアを代表する地震災害のひとつである。この地震で変位した車籠埔断層は、台湾中部の主要都市の中心市街地の東側を南北方向に位置したため、中心市街地の直撃は避けられ、変位した断層近傍及び隆起した断層東部の農山村地域に被害が集中している。その他、地震動による高層集合住宅の被害も特徴的で、震度4程度の台北でも被害が出た。この地震での死者・不明者2,500人弱、全壊建物は52,000戸、半壊建物は54,000戸を超えた。また、震源域直上の山間部では、大規模な斜面崩壊が多発したのも特徴的であった。この地域に電力送電の重要施設が集中していたことから、全島的に電力支障が長期化した。

この報告では、発災から45日後に行った現地調査を基礎に、被害の特徴とこの地震から東京をはじめとするわが国の震災対策への教訓と課題として、以下の7点を整理した。

- ①断層の変位被害とその対策としての土地利用規制方策の検討
- ②直下の地震による山間地の被害とその対応策の検討
- ③既存不適格建築物の耐震改修の促進方策
- ④被災者への緊急住宅対策の複線的あり方
- ⑤緊急対応時の体制づくりと対応計画のあり方
- ⑥地変した地域の復興計画の考え方
- ⑦地域のつながり・家族の絆と防災まちづくりの重要性

### 1. はじめに

この報告は、地域安全学会の調査団の一員とし

て、1999年11月上旬に台湾を訪問して主要な被災地を視察し、その間における台湾の防災関係研究者・行政担当者との意見交換での討議をもとに整理したもので、東京都立大学都市研究会で報告

したものを基礎としている。その後、各方面からの調査報告がなされ、様々な調査結果が明らかにされているので、それらを参照させていただきながら取りまとめたものである。全てが一次データに基づく実証的な研究論文というよりも報告であることを断っておく。

921台湾集集地震は、1999年9月21日午前1時47分という、夏の深夜に発生した内陸の活断層地震であるが、地震の規模はマグニチュード7.7とされ兵庫県南部地震の約8倍のエネルギー規模の巨大地震であった。観測された地表面最大加速度は、震源とされた集集鎮の東に位置する南投縣魚池鎮にある日月潭気象台で記録された、地球の重力加速度を超える999gal (EW)であった。1995年兵庫県南部地震での最大加速度が802gal (大阪ガス葺合供給所)であるから、それをしのぐ激しい揺れであった。しかも、地表に大きな断層面が80km以上にわたって出現した。また、断層の東側が西側の地盤の上に持ち上がるように隆起する逆断層で、全般的に2~3mの上下変位が出現し、同時に左ズレの水平変位も観測されている。阪神・淡路大震災でも、淡路島で野島断層が地表に変位を現しているが、主たる被災地となった神戸や芦屋、西宮の市街地では地表での断層変位は観察されなかった。その意味で、市街地に断層の変位が出現するという特徴的な地震であった。

本報告は、この断層変位の出現にともなう被害の発生に注目し、災害対応および復旧復興上の対策課題を考察することを主たる目的とする。

## 2. 台湾とトルコの比較による断層地震と被害の特徴

1999年には、歴史的な地震が相次いだ。8月17日にはトルコ・コジャエリ地震 (M.7.4) が、そして9月21日に台湾・集集地震 (M.7.7) である。それらにはいくつかの共通性がある。両地震の類似性と被害の特徴を整理したのが、表1である。なお、参考までに、兵庫県南部地震・ノースリッジ地震との比較も踏まえて分析する。

①発災時間が、夏の深夜で、最も活動していない

時間帯であり、家族が自宅にそろっていた時間帯で、(暑さのせいもあり)起きていた人も少ない。

なお、兵庫県南部地震及びノースリッジ地震は、同じ1月17日の早朝 (5時45分及び4時45分) に発生した地震で、冬で寒く、一般家庭ではほとんど起きている人はいなかった。いずれも、地震発生時は日出前で、被災地では停電によって暗闇が生じた。地震発生直後から数時間の暗闇の中で、被災地域での緊急対応活動が開始されたのであるが、各家庭には家族がそろっていたので家族単位の行動が可能であったのは、共通している。

②大規模な断層の変位が地表に現れ、断層に沿って被害が集中的に発生した。

トルコの地震を引き起こした北アナトリア断層はユーラシアプレートとアフリカプレートの間の断層帯の一部であり、台湾のそれはユーラシアプレートとフィリピン海プレートとの間の断層帯の一部であり、ともに内陸の地震ではあるがプレート境界型の活断層による巨大地震であった。断層の変位はともに広範に地上に現れ、集集地震のそれは少なくとも今世紀最大級と考えられるもので、逆断層の上下方向の変位は、台中縣石岡郷のダムサイトでは上下9.8m、左ズレ2.1mに達した。川を横切った断層は、川の中に大きな滝を出現させた。また、市街地やその近傍に出現した上下に変位した断層は、東西方向の主要な幹線道路に大きな段差をもたらした。発災直後の緊急対応においても、断層を挟んだ東西の移動を阻害した。とくに、図1に見るように断層線に沿う鎮 (自治体) の主要市街地の多くは、車籠埔断層の西部にあり、被害が大きかった断層の東部の地域への移動を阻害したのである。

また、わが国の地震対策ではほとんど想定していなかった、変位によって発生した崖地をどのように復旧・復興し、土地利用していくのかという課題を提起している。

③人的被害の大部分は、非木造の建物崩壊による圧死である。

複数の都市の中心市街地を直撃するように被害をもたらしたトルコ・コジャエリ地震の方が、死

表1 集集地震とコジャエリ地震の類似性と被害の特徴

	台湾・集集地震	トルコ・コジャエリ地震
マグニチュード	M. 7.7	M. 7.4
発生日時	1999年9月21日午前1時47分	1999年8月17日午前3時02分
断層規模	逆断層(南北80km) 最大変位(上下9.8m、左ズレ2.1m)	右ズレ断層(東西200km:推定) 最大変位(上下0m、右ズレ4.5m)
死者	2,405人 <sup>1)</sup> (2,488 <sup>5)</sup> )	17,262人 <sup>2)</sup>
負傷者	11,306人 <sup>1)</sup>	43,953人 <sup>4)</sup>
建物全壊	47,920戸 <sup>3)</sup> (52,220 <sup>5)</sup> )	77,342戸 <sup>2)</sup>
半壊	41,025戸 <sup>3)</sup> (54,000 <sup>5)</sup> )	77,169戸 <sup>2)</sup>
被災地域の被害の特徴	<p>&lt;建物被害&gt; 煉瓦造の伝統建物：農家等 鉄筋コンクリート造の都市型建物 ：店舗併用建物(騎楼)と集合住宅</p> <p>&lt;被災地域&gt; 地表断層に沿った都市近郊や農村部 断層東(震源域上)の都市と山間部 &lt;被災地と被害の特徴&gt; 地表断層直上での被害集中 断層近傍の揺れによる崩壊</p> <p>&lt;地変&gt; 山地斜面の巨大滑落 &lt;インフラの被災と断層&gt; 高速道路は南北方向、断層と並行で断層による直接的な破断はない。 送電線も南北方向だが、断層東側の山間部で山塊崩落等による送電線が被災。また主要な電力消費地は断層の西側にあり、断層による被害も。</p> <p>&lt;通電火災の発生&gt; 夏季の深夜の地震であるが、火気器具等からの出火もあったが、通電火災が多発したようである。</p> <p>&lt;道路交通施設&gt; 逆断層による上下の変位地点で被害が集中し、直後の交通では断層を超えるの移動は極めて困難であった。</p>	<p>&lt;建物被害&gt; 鉄筋コンクリート造の都市型建物 ：店舗等併用集合住宅(下駄履き住宅)</p> <p>&lt;被災地域&gt; 地表断層に沿った都市の新市街地 低湿地・埋立地の新市街地 &lt;被災地と被害の特徴&gt; 地表断層直上での被害集中 断層近傍の揺れによる崩壊 低湿地の市街地の液状化被害</p> <p>&lt;地変&gt; 埋め立て市街地の海中への滑落 &lt;インフラの被災と断層&gt; 高速道路は東西方向、断層と並行で断層による直接的な破断はない。 送電線も東西方向にあり、致命的な被害は少なかった。</p> <p>&lt;通電火災の発生&gt; 夏季の深夜の地震であるが、火気器具等からの出火もあったが、通電火災が多発したようである。</p> <p>&lt;道路交通施設&gt; 断層の左右の変位による、断層をまたいでいた橋梁等の被害に限定され、緊急対応行動は可能であった。</p>

1) 10月18日現在(地震から4週間)      2) 11月16日現在(地震から3ヵ月後)  
3) 11月25日現在(地震から9週間)      4) 2000年1月16日現在      5) 時期不明(参照:照本)

者の発生については大規模である。建物被害において、いわゆる「パンケーキ・クラッシュ」といわれる各階層間が完全に崩壊してしまう形となったトルコでは、崩壊建物による死者の発生が膨大で、阪神・淡路大震災の3倍、集集地震の6倍にも及んだ。

郷鎮市別に全壊戸数と死者数との関係を見ると、図2のように、建物の被害と人的被害の発生が強く関連していることは明らかである。しかし、台湾での死者も、高層集合住宅等の倒壊・転倒による発生がその多くを占めているものと思われる。いずれも、阪神・淡路大震災での木造建物の全壊によって多発した死者に対して、非木造(鉄筋コンクリート造)建物の全壊によって発生していると

ころが特徴的であるといえよう。

④建物被害では、集合住宅の被害が多いことが共通しているが、それぞれの国の建物の特徴が反映されている。

台湾では、農村地域の伝統的建物として無筋の日干煉瓦造建物(土角屋)があり、農村部ではその崩壊が特徴的で、棟数では過半を占めているともいわれている。また都市部、とくに商業系の中心市街地では、歩道と車道との境に柱を立てて、歩道の上に2階以上の建物をせり出した「騎楼」を持つ建物の地上階レベルの崩壊(騎楼側への倒れ込み)が特徴的である。

さらに、断層直上での被害というよりもその近傍での(震動による)高層集合住宅の被害も特徴

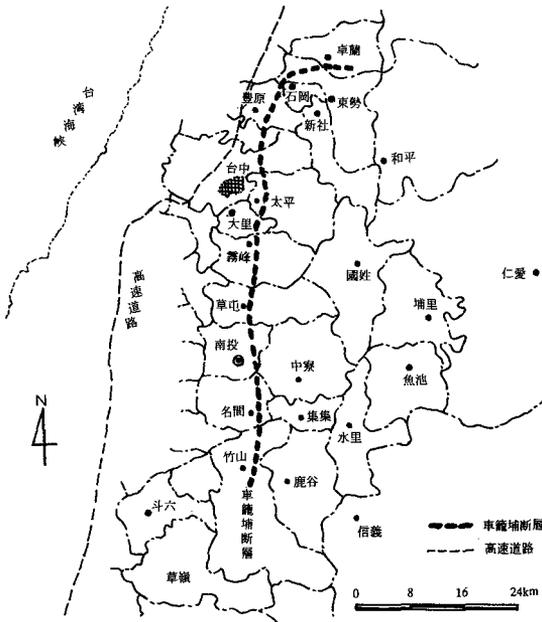


図1 車籠埔断層と被災地域の位置

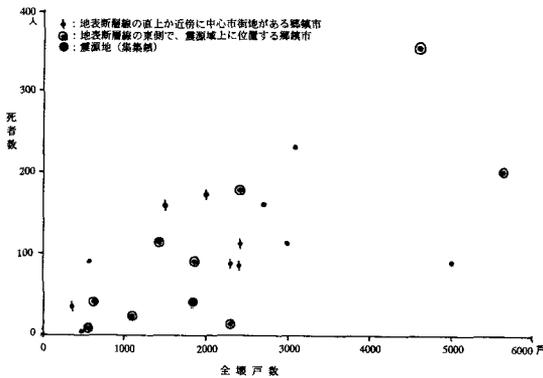


図2 郷鎮市別にみた全壊戸数と死者数の関係

的である。棟数ではそれほど多いわけではないが、大規模集合住宅も多く、被害戸数では80%にも及ぶという話も聞かれるほどで、戸数としては少なくないと思われる。

トルコでは、圧倒的に被害は下駄履き型店舗併用集合住宅のパンケーキ・クラッシュである。市街地では、5階から8階建てで、1階あるいは2階までを店舗や事務所などに利用し、その上階を集合住宅として利用するものである。

いずれの地震でも、これらの非木造の建物の崩壊が人的被害の大きな原因となっている。同時に、集合住宅の復興をどのように進めるかが、大きな住宅復興の課題となっている。

⑤台湾もトルコも最近に耐震基準が改定強化されたが、被害建物は、ほぼ全て旧基準による建物、いわゆる「既存不適格建物」である。しかも、断層変位による被害以外の震動被害では、脱法的な工事や設計通りに建てられていないなど、施工過程に問題のある建物が被害が集中しているのではないかと懸念されている。

⑥海岸市街地の水没や山地の崩落など、特徴的な地変が被害をもたらしている。

液状化による被害は、トルコ・コジャエリ地震ではアダパザル市を潰滅させるほどの大きな被害をもたらしたが、台湾集集地震では、余り顕著ではない。また、埋め立て地が沈下したりして、市街地が水没するなどの被害がトルコ・コジャエリ地震では発生している。しかし、山岳地域を震源域とする台湾集集地震では、山地の斜面崩壊（表土の崩落）が大規模に発生し、山間地域での被害を大きくしている。谷を埋め尽くした土石、山腹の緩斜面上の集落が完全に潰滅する（九分二山）などの被害が発生した。

⑦コジャエリ地震でも台湾集集地震でも、火気器具の使用が最も少ない夏の地震で、しかもいずれも深夜であるから、火災は多くはなかった。

集集地震では、地震発生時刻からの12時間に、62件の火災が発生しているが、いずれも大規模火災には至っていない。地震直後の1時間15分以内（午前3時以前）に発生した火災は、そのうち38件である。全火災では、住宅からの出火が39件（63%）、ガス会社も含む工場での火災が11件（18%）、学校などの公的建物での出火が6件（10%）、店舗・飲食店・旅館が4件（7%）、その他車両火災1件、芝生火災1件である。当局によると、通電後に電気器具や配線から出火する、いわゆる「通電火災」が少なくないとのことである。つまり、夏の深夜で火気器具の使用は一般家庭では極めてまれであるにもかかわらず、住宅からの出火が最も多いのも、このためであろう。

出火原因としては、「電線の短絡（ショートなど）」22件（35%）、停電にともなう「ロウソク」11件（18%）であり、調査中6件（10%）、その他23件（37%）であった。

⑧いずれの国も、国土インフラとして重要なのは高速道路で、鉄道はわが国のように発達していない。しかも、トルコにおいても台湾においても、主要都市間をつなぐ国土軸ともいべき幹線的高速道路は、変位した断層の走行方向と並行しており、長い断層の変位が地上に現れたにもかかわらず、高速道路本体が致命的な被害を受けていない。他方、我が国では、東名高速道路や東海道新幹線などの最も重要な国土インフラが、多くの断層を横切って設置せざるを得ない配置構造となっていることとは対照的である。

その結果、阪神・淡路大震災では、断層の変位が直接被害をもたらしたわけではないが、阪神高速道路や山陽新幹線が大きな被害を生じて、長期間、広域スケールでの交通不能の事態に至った。対照的に、台湾も、トルコも、直後から被災地域と首都など主要都市との最低限の交通が確保され、広域的な緊急対応や復旧、復興の活動が確保できたことは大きな意味を持っていたと推察される。

⑨送電線は、台湾では南から北への送電で、大きな方向は断層に平行であるが、巨大な斜面崩壊を引き起こした震源域直上の山地を通過して、西部北部低地の都市部に配電するという配置であったため、大きな被害となった。とくに、震源近傍の中寮超高圧開閉所が送電ルートの多重化を図っていたものの南北送電2ルートの拠点であったため、被災して機能停止すると、その影響は最大の消費都市である台北、世界の半導体市場にも影響をもたらす新竹の先端工業地域を含めて、全国に電力不足が波及した。送電線インフラの被害は、トルコでは軽微で、比較的早く回復できたが、台湾では、震源域直上になる山地の送電線の被災や台湾の地理的中心である震源近傍地域に集中していた変電施設が被災したため、多大な影響が、長期的にわたって、全国に及んだのである。

⑩市街地の橋梁や道路等の施設被害は、いずれも断層変位による被害が顕著で、それ以外には被害

が少ない。しかし、被災直後の対応活動にとっては、水平変位のトルコに比べて、上下の変位が顕著だった台湾では、自動車通行に大きな支障となった。主要都市の中心市街地がほとんど車籠埔断層の西側にあり、被害が集中的に発生した断層線の東側地域へのアプローチは困難を極めた。

### 3. 断層地震における震災対策の課題

震災から1ヵ月半後の台湾集集地震の被災地の状況と日本の震災対策の現状とを踏まえて、断層地震に対する震災対策の特徴と課題を以下のように整理した。

#### ①断層の変位による被害対策

この集集地震災害の最も大きな特徴は、地震動による被害に加えて、トルコ・コジャエリ地震と同様に、地表に表れた断層の変位による被害が集中的に発生していることである。しかも、断層の変位による被害の特徴は、その変位にはいかなる構造物も抗しきれないといわざるをえない強烈な被災状況を呈していたことである。

台湾でも、この断層の変位による被害は、震災対策の課題としては想像していたわけではないようである。最大の上下の変位は、石岡ダムの破断箇所、上下9.8m、左右（左ズレ）2.1mともいわれる。断層近傍の被災者の話では、「3回に分かれて、ズズッ、ズズッ、ズズッと持ち上げられた」という。その結果、そこでは、断層をまたぐあらゆる埋設物や構築物が破壊されたうえに、それまで平面であった土地に高低差4m～6mの「断層崖」ができたのである。

後述するように、耐震設計基準が改訂強化されていても、それは、断層の変位による被害を対象とするものではないので、断層地震における変位対策としては、都市計画的手法が不可欠なろう。

#### ②震源域の直上地域では、激しい揺れによる震動被害が発生

台湾でも、表2、表3及び図2に見るように、地域的に見ると必ずしも断層直上のみ被害が発生

表2 台湾集集地震における地域別被害

郷・鎮・市	死者(人)	全壊・崩壊建物(戸)	半壊建物(戸)
台中	113	2,926	3,230
卓蘭	3	484	298
石岡*	174	2,017	1,100
東勢@	357	4,607	3,751
新社@	116	1,421	848
和平@	41	607	599
豊原*	160	1,508	544
太平*	85	2,204	1,157
大里	161	2,743	4,479
國姓@	90	1,850	1,600
埔里@	200	5,651	5,052
草屯*	87	2,293	3,084
南投	92	5,007	5,614
魚池@	14	2,287	1,214
中寮@	179	2,426	1,233
水里@	8	557	858
集集●	40	1,809	735
名間*	35	342	376
鹿谷@	23	1,094	876
竹山*	114	2,426	1,405
草嶺・斗六	90	573	553
小計	2,182	44,832	38,606
その他 <sup>1)</sup>	233	3,088	2,419
合計 <sup>1)</sup>	2,405	47,920	41,025

\* 中心市街地が地表に現れた車籠埔断層の直上/近傍に位置する郷鎮市

@ 地表の断層線の東側で、震源域上に位置する郷鎮市

● 震源地(位置的には、@と同様に、断層線の東側に位置する)

1) 合計のうち死者数は1999年10月18日、建物被害は同11月25日現在の全数で、その他とは、合計から小計を引いた差である。

2) 地区別データは、社区营造学会編「新故郷」1999年冬季号(12月15日)による。

したわけではないことは明らかで、車籠埔断層の東部で震源域の直上にあたる地域での地震動に起因する被害も厳しいものである。

阪神・淡路大震災でも、淡路島では野島断層の変位が地表に出現したが、阪神間諸都市・神戸市の市街地、あるいは淡路島においても富島地区などの被災集落での被害は、すべて震動被害で、断層の変位による被害ではなかったのである。

阪神・淡路大震災と921集集地震の被害の差は、震源域の直上に、神戸をはじめとする大都市地域が存在していたか、山間部に中小都市が点在する地域であったかによる。表3によると、全壊率が30%を超えているのは、最も大きな変位を示した断層直上に中心市街地があった石岡郷の他は、東勢鎮、集集镇、中寮郷、魚池郷で、いずれも断層線からは離れているが震源域直上の地域である。

揺れとしては、地表加速度では、断層から遠く離れた台北で59gal(EW)、断層直近の中寮や魚

池では999gal(EW)、南投では983gal(EW)が記録されている。阪神・淡路大震災の記録では617gal(EW)、830gal(NS)が最大であったから、揺れでも阪神・淡路大震災を超える強いものがあつたといえよう。

### ③台湾の耐震設計の変遷と既存不適格建築物

台湾の耐震設計法は、現代の耐震設計理論を導入して1974年にベースシア係数法に変更されていた。そこでは、10階建て以下の建物とそれ以上の建物では異なる係数を設定していた。1982年に一部改定し、さらに1986年の花蓮地震を契機に1989年にはさらに部分改定されていた。そのうえ、最重要都市でもあり盆地で地盤条件が悪い台北地域に関しては、設計基準が強化されているようである。また、建物高さ50m(15階建て)を超える建物は動態解析が義務付けられるということから、(設計費用が高騰するため)14階建てまでの高層建物が

表3 台湾・集集地震の郷鎮市別にみた被害状況

行政区		人口・戸数・世帯規模			死者・行方不明者・負傷者				被害建物(戸数・棟数)				被害率	
地名	位置	人口(A)	戸数(B)	世帯規模(A/B)	死者・不明人数(C) <sup>1)</sup>	不明者人数 <sup>1)</sup>	重傷者人数 <sup>1)</sup>	死者率(C/A)	全壊戸数(D) <sup>1)</sup>	全壊棟数 <sup>2)</sup>	半壊戸数(E) <sup>1)</sup>	半壊棟数	全壊率(D/B)	全半壊率((D+E)/B)
台中県一		1,467,579	379,359	3.87	1,177	9	387	0.08%	18,608	11,725	18,451	4,062	4.9%	9.8%
豊原市*		160,256	41,124	3.90	158	0	55	0.10	1,444	1,420	573	442	3.5	4.9
大里市		169,239	46,793	3.62	163	0	54	0.10	2,917	389	4,519	371	6.2	15.9
太平市*		162,615	45,788	3.55	86	1	24	0.05	2,208	1,809	1,784	487	4.8	9.4
東勢鎮@		59,647	16,056	3.71	357	1	103	0.60	5,139	3,290	5,441	320	32.0	65.9
新社郷@		27,089	6,745	4.02	117	0	40	0.43	1,476	1,458	1,095	983	21.9	38.1
石岡郷*		15,573	4,002	3.89	174	0	45	1.12	1,848	1,250	1,170	978	46.2	75.4
霧峰郷*		68,307	17,091	4.00	86	0	13	0.13	2,874	1,664	2,486	30	16.8	31.4
和平郷@		11,018	4,194	2.63	36	6	8	0.33	634	378	741	358	15.1	32.8
その他		793,835	197,566	4.02	8	1	45	0.00	68	67	642	93	0.0	0.4
南投県一		545,874	144,576	3.78	916	24	262	0.17	28,312	22,295	29,254	16,325	19.6%	39.8%
南投市		104,777	28,413	3.69	93	0	25	0.09	5,213	4,563	6,318	2,915	18.3	40.6
埔里鎮@		88,271	24,195	3.65	204	0	62	0.23	6,220	4,712	6,610	3,913	25.7	53.6
草屯鎮@		96,833	25,016	3.87	88	0	21	0.09	2,557	1,357	4,003	2,504	10.2	26.2
竹山鎮*		62,269	15,976	3.90	115	0	33	0.18	2,828	2,275	3,229	1,397	17.7	37.9
集集鎮●		12,250	3,536	3.46	42	0	18	0.34	1,819	1,679	845	344	51.4	75.3
名間郷*		42,754	10,369	4.12	35	0	9	0.08	359	335	443	339	3.5	7.7
鹿谷郷@		21,279	5,499	3.87	23	0	35	0.11	1,140	1,070	1,016	650	20.7	39.2
中寮郷@		18,252	4,775	3.82	179	0	22	0.98	2,542	1,877	1,424	1,036	53.2	83.1
魚池郷@		17,894	4,953	3.61	14	0	10	0.08	2,375	1,967	1,476	1,023	48.0	77.8
國姓郷@		24,643	6,634	3.71	112	22	12	0.45	1,913	1,195	1,871	851	28.8	57.0
水里郷@		23,425	6,731	3.48	8	0	9	0.03	599	605	1,263	786	8.9	27.7
信義郷@		17,869	4,553	3.92	0	0	2	0.00	438	415	357	295	9.6	17.5
仁愛郡@		15,358	3,926	3.91	3	2	4	0.02	309	245	399	272	7.9	18.0
他 県市		-	-	-	378	-	89	-	4,984	983	6,338	1,152	-	-
合 計		-	-	-	2,488	32	729	-	52,220	29,806	54,372	21,539	-	-

資料：①人口・世帯数は、「統計要覧」(1998年現在)である。②台中縣の被害データのうち半壊棟数を除いて、台中縣921災後重建推動委員會秘書処編「台中縣921震災重建89年5月分工作進度報告」(2000.6.15)によるが、死者・不明人数(c)<sup>1)</sup>は「罹難人数」である。また全壊戸・棟数・半壊戸数<sup>1)</sup>のうち、全壊棟数<sup>2)</sup>とは「応排除棟数(解体を要する建物棟数)」の値である。半壊棟数は、南投縣行政資料(1999.10.22)、「921集集震災都市防災調査研究初步報告」内務部建築研究所(1999.11:資料は1999.10.14)による。③南投縣の被害データ(死傷者及び被害建物・被害戸数)は、南投縣行政資料(2000.3.27)による。④その他の統計数値は、「921災後重建Q&A」全国民間災後重建同盟(2000:データは1月末時点)を参照した。

出典：照本清峰(2000)激甚被災自治体の復興に向けての対応『台湾大地震(921集集大地震)現地調査報告書(暫定版):第6章』(都市計画学会)を一部修正。

注：\*:地表断層線の直上/近傍の郷鎮市。@:地表断層線の東側で、震源域上に位置する郷鎮。●:震源地(@と同様に、断層線の東側に位置する)。

多くなっていたといわれる。

しかし、地震防災の対策強化に向けて、1998年に耐震設計法を全面改定し、ほぼ日本の現耐震設計基準と同等のものに改定されたものの、新基準による建物建設はこれからという矢先の集集地震であった。新基準に照らせば、被災建物は全て旧基準での建築物いわゆる「既存不適格建築物」であったということである。

#### ④集合住宅の建築事情と施工管理問題

この地震で多くの被害を受けた集合住宅は、断層直上ではないにも関わらず、高層集合住宅が目立った。地表加速度59galの台北市でも、被害が発生したし、台中市や近郊地域での新築マンションの被害も顕著であった。この高層マンション住宅の規模は、30～60坪／戸ということで、我が国に比べると規模は格段に大きいものである。そして、このマンション購入者は、その占有する広い住戸空間を自由に間取りし、煉瓦などを用いて個別に改築していく例が多く、その結果、設計加重を上回っていた建物も少なくないという事情も見聞された。

工事施工に関しては、下請けとして、それぞれの工程を専門業者が請け負うという分業システムが一般的で、品質管理上の問題があるのではないかとされている。設計と施工管理者は別にするという「施工分離発注」が制度化されているものの、現実的に施工管理が十分に行われていない事例も少なくないのではないかとということである。

それらの事情が重なり、鉄筋のつなぎの部分の施工が規定通りに行われていなかったり、粘りの少ない再生鉄筋が多用されたような事例もみられるということである。

建築工事の施工管理の問題は、我が国でも課題となっているところであるが、トルコ・コジャエリ地震でも、また集集地震でも、基準の強化とともに第三者による中間検査の義務化など、設計通りに建物が造られるためのシステムづくりが重要課題となっている。

#### ⑤台湾に特有の課題「騎楼建築」

台湾の市街地を特徴付けている「騎楼」建築は、

台湾の日本統治時代に確立された仕組みである。我が国の雪国で、上越高田市が有名であるが、積雪期に都市内の移動空間を確保する目的の伝統工法であった「雁木」を組み込んだ建築形式とでもいうべきものである。「建物の1階部分を解放して歩道空間を確保している」ものともいえるし、「歩道空間の上部への建物拡張を認めた」ものともいえる。結果的に、暑い夏季に、「歩道に日陰を提供して歩きやすくする」空間形成手法であり、商業的市街地ではわが国のアーケード代わりに騎楼設置が「義務」付けられているということである。

この騎楼方式を普及するための税制措置というべきか、この騎楼上の建物に関しては課税免除措置がとられているという。これは、トルコにおける建築税が地上階部分の面積が対象になるため、地上階をセットバックし、2階以上に片持ち構造で床を張り出すケースが多いのと、結果的には同様の影響を建築形態にもたらしている。騎楼は片持ち構造ではなく、歩道と車道との境に柱を立てて、まさに「馬にまたがるように」建物を舗道上に築造するのである。

この騎楼を持つ建物の被害が少なくなかった。いわば、全ての建物が1階の一部をピロティ構造にしている訳で、確かに被災地では、この騎楼部分に倒れ込むように崩壊している被災建物が少なくなかった。中寮では、騎楼建物の80%が、騎楼部分が崩壊、全壊し、利用不能となったということである。騎楼建築が、各都市の都心地域に立地していること、すなわち、旧来の商業建物で騎楼方式となっているものが少なくないわけで、被災地のみならずその他の都市でも、騎楼建築の耐震改修は重要な震災対策の課題であろう。

また、騎楼建築は、既存建物の改修のみならず、新築建物についても課題を提起した。騎楼部分の梁高をそろえるために、飾り梁の部分に“ペンキの缶”等を埋め込んだ工法がとられた新築建物も多く、これが一部「手抜き工事」として日本国を含めて外国報道機関が報じたのであるが、デザイン上の工夫でいわゆる手抜きではないとの意見もある。3～5階建ての伝統的な建物の騎楼と14階建てあるいはそれ以上の高層建物で地上階を商業空

間とする場合の騎楼とでは、地上階の階高が違ってくる。その状況の中で、騎楼を活かした台湾らしい街並みとして、どのように調和させ、台湾の特徴的な都市空間である騎楼という歩道を確保しつつ、その安全性をどのように確保するかという課題が示されたともいえる。

### ⑥山間部の被害と対応活動

集集地震の特徴的な被害に、巨大規模の山地崩壊がある。震源地となった集集から石岡までの、車籠埔断層の東側に南北に連なる山地では、各地で山地崩壊が発生した。國姓・九分二山では、深い谷の上部緩斜面に位置していた伝統的な山村集落を、その山地の表土とともに飲み込みながら、山塊が大崩壊し、谷を埋め、自然のダムができてしまっていた。わが国では長野県西部地震での木曾御嶽山の斜面崩壊が記憶されているが、その土石量は、木曾のそれを上回っているという。現地では、雨期までに谷を埋めた土砂にどのように対応し、その谷の水をどのように流すのかが緊急の課題であるということであった。名山としてその景観が紹介されていた九十九峰も、斜面の松と表土が滑り落ち、禿げ山になってしまったのである。

こうした山間地の斜面崩壊は、谷筋の幹線道路をも寸断する結果となり、山間地への緊急対応活動の最大の障害となったようである。例えば、台中県では、中横青山上下線（東西横断道）が通行不能となったために、山間部の救出救助や緊急対応を困難にし、被災地に本格的に応援部隊が入ったのは、数日後であったという。また、雨期の土石流など二次災害も大きな課題となっている。

山間地の直下の地震では、断層変位によらず、表層土壌の大崩壊をおこしうののだということは、わが国にとっても長野県西部地震で経験しているのではあるが、山国でもある日本では、忘れてはならない重要課題である。

### ⑦政府の迅速な対応

台湾政府の対応は素早く、効果的であったと評価されている。その最も特徴的な対応が、「15の救済重点項目」の提示、憲法に基づく非常時の「総統

令」の公布という政府閣議の対応と、軍隊の救援活動であろう。

9月21日午前1時47分の地震発生に対し、震度4程度の揺れを感じた台北では、午前3時には閣議を召集し、軍隊の派遣などの当面の対応を決めるとともに、明るくなってからの現地情報及び現地視察を踏まえて、午後4時半には関係閣僚会議を召集し、犠牲者への弔慰金、被災者への見舞金の支給などの緊急措置を含む「15の救済重点項目」が提示されている。9月23日には、震源に近い中興新村（元々、省政府機関施設として整備されていたが、省政府制度の廃止によって政府施設が空いていたといわれる）に、「921地震救済指導センター」を開設して、副総統が被災地で指揮を執る体制が構築されている。

さらに、9月25日には、憲法に基づく非常時の「総統令」を、災害救助や都市復興のための12項目の緊急命令として公布している。「総統令」の項目は以下である。

1. 政府の復興資金の調達
2. 中央銀行による緊急融資
3. 公有財産の借用
4. 被災地復興のための行政手続の簡素化
5. 復興活動のための行政手続の簡素化
6. 災害に関連する各種手続費用の納付免除と作業マニュアルの簡素化
7. 復興活動のための水利権の徴用、民間に対する空地・空家・車両などの徴用
8. 政府による国軍の配置
9. 特定区域の指定と住民の強制退去
10. 被災者の兵役該当者の国民兵役への服務（在宅のままの兵役）
11. 救済妨害、買い占めなどの罰則、詐欺、窃盗などの罰則強化（経済治安対策）
12. 本命令の施行期間（2000年3月24日までの半年間）

この総統令によって、仮設住宅の建設用地などの対応、断層の変位地区での建築禁止措置など、緊急対応・復旧対策の制度体制が、迅速に整えられたといえる。

### ⑨ 応急仮設住宅と被災者への住宅支援

全体では52,000戸もの住宅等の全壊被害を数えているが、当面の応急住宅対策としては、①応急仮設住宅、②家賃補助による民間賃貸住宅等の活用、③国民住宅（公的供給の分譲住宅）の購入への補助である（表4参照）。

第一に、①応急仮設住宅は、持ち家の被災者に対する支援で、当初は合計5,000戸の計画であった。その内訳は、政府による公的供給が1,000戸、阪神・淡路大震災における応急仮設住宅を寄贈した日本からの支援が1,000戸、民間の企業や住民らのボランティア団体等による支援が3,000戸であった。その後、日本からの支援が1,500戸に増え、合計5,500戸となった。当初は、日本からの2Kタイ

プと同様に、戸あたり8坪のものもあったが、その後、平均12坪の応急仮設住宅が標準規格となった。その戸あたり建設費は坪当たり1.25万円で、後述する国民住宅の被災者への特別価格の1/3以下であり、戸あたり15万円（日本円にして60万円）であった。わが国の応急仮設住宅の1/4程度の建設費用にすぎなかった。

応急仮設住宅の供給戸数は、阪神・淡路大震災では全壊建物約11万棟に対して48,000戸の応急仮設住宅が供給された。それは、全壊棟数11万棟に対しては43%の、全壊戸数を18万戸と推定すると全壊戸数に対しては27%の応急仮設住宅が建設されたのであるが、台湾の応急仮設住宅戸数は全壊住宅戸数の11%にすぎない。なお、当初1年間とされた入居期間は3年間に延長されている。

表4 被災者の応急住宅支援の選択状況

行政区	被害建物戸数			被災世帯の住宅支援の選択内容			
	全壊 (戸数)	半壊 (戸数)	全半壊 (戸数)	国民住宅 (戸数)	仮設住宅 (戸数)	家賃補助 (人数)	家賃補助 (人数)
台中県	18,924	18,780	37,704	—	1,515	4,771	117,496
豊原市	1,748	573	2,321	—	56	199	—
大里市	2,917	4,518	7,435	—	433	1,464	—
太平市	2,208	2,098	4,306	—	159	455	—
東勢鎮	5,139	5,441	10,580	—	463	1,454	—
新社郷	1,490	1,170	2,660	—	120	257	—
石岡郷	1,848	1,170	3,018	—	50	128	—
霧峰郷	2,872	2,486	5,358	—	171	581	—
和平郷	634	745	1,379	—	63	233	—
その他	68	648	716	—	—	—	—
南投県	28,312	29,254	57,566	421	3,095	8,545	175,751
南投市	5,213	6,318	11,531	124	473	1,878	31,421
埔里鎮	6,220	6,610	12,830	67	896	3,689	35,339
草屯鎮	2,557	4,003	6,560	44	250	—	19,966
竹山鎮	2,828	3,229	6,057	28	128	—	20,857
集集鎮	1,819	845	2,664	15	290	—	6,301
名間郷	359	443	802	9	—	—	2,497
鹿谷郷	1,140	1,016	2,156	14	71	350	6,910
中寮郷	2,542	1,424	3,966	47	460	1,500	12,543
魚池郷	2,375	1,476	3,851	24	109	—	12,707
國姓郷	1,913	1,871	3,784	24	246	846	13,000
水里郷	599	1,263	1,862	22	102	—	8,089
信義郷	438	357	795	3	70	282	3,701
仁愛郡	309	399	708	0	—	—	3,050
2県合計	47,236	48,034	95,270	421	4,610	13,316	293,247

註)被災世帯の住宅支援選択内容は、「台中県行政資料(3月21日)」、「南投縣行政資料(3月27日)」を本に作成。(出典:照本清峰(2000))

応急仮設住宅がこのような戸数で対応できているのは、②賃貸住宅居住者等に対する家賃補助による支援策、を打ち出したことによるという。一人あたりの単価が家族数によって補助額には差があるようであるが、平均的に一人あたり1ヵ月3,000元（約12万円：生活感覚的には実勢価格で20万円位であろう）の補助を多数の被災者が選択した結果、応急仮設住宅が少なくとも対応できたと考えられるのである。補助金は1年間（12ヵ月分）で現金前渡しである。

この家賃補助とともに、仮設住宅の狭さが、家賃補助に多くの被災者が向かったもうひとつの理由ともいわれる。被災地のマンションでは、30～60坪、つまり100～200㎡の住戸（480～1,000万円：2,000～4,000万円）に住んでいた被災者にとっては、「仮設住宅の規模は狭すぎる」という声も現実的に聞こえる。被災地の多くがまだ農村社会的地域でもあり、伝統的にも大家族での居住が多い台湾では、30㎡あるいはそれ未満の仮設住宅は「狭い」のである。

なお、③国民住宅の購入への補助は、緊急対策というよりも恒久住宅への転居であるから、復興対策の一部と見なすべきかもしれない。国民住宅とは台湾の公営住宅で、被災者への国民住宅における対応策は、以下である。

「従来の価格の7割で購入できる」とし、「頭金10万円を準備」「従来の国民住宅ローン以外に、150万円までは無利子、150～350万円までは年率3%の20年ローンが可能」「一戸のみ申し込み。複数申し込みは無効」「公開抽選で決定」というものであった。国民住宅は、1955～98年の間に310,744戸建設されたという。今回の被災地でも、台中縣で21,733戸、南投縣で7,865戸、台中市では25,063戸で、合わせて54,661戸もあったが、全戸数の17.6%に過ぎない。

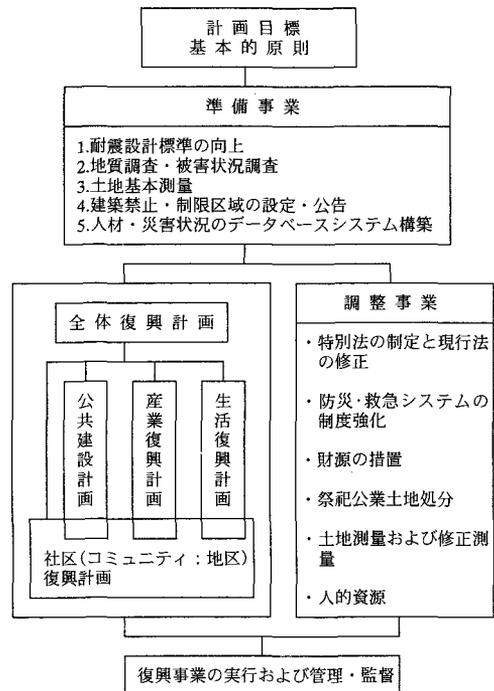
被災者に対する第一次の国民住宅の募集に提供された国民住宅を地域別に見ると被災地に対応する台湾中部で2,338戸（うち台中市で1,752戸）、台北など台湾北部で2,016戸、台南市や高雄市などの台湾南部で1,551戸、台湾東部で83戸の、5,988戸であった。今後の建設計画にも関わるが、被災

者が被災地域での居住継続を志向した場合には、その供給は不足しているといわざるを得ない。

なお、国民住宅の分譲価格は、建物構造によっても差があるが、坪単価で3.4万円～8.8万円といわれ、40坪として136万円～352万円（550～1400万円）である。

⑨復興計画への取り組み

復興への取り組みは、震災から一週間目の9月27日に設置された「災害復興推進委員会」を中心に検討され、「災後重建計画工作綱領」（いわゆる、復興計画策定要綱に相当するもの）が公表された。それによると、総合的な復興計画の体系は、図3のように示されている。復興計画の目標と基本原則を定めた後、準備事業を進めながら被災地の状況を把握し、四つの柱「生活再建・復興計画」「産業再建・復興計画」「公共施設建設計画」「社区再建・復興計画」からなる全体復興計画を策定し、政府一縣（直轄市）一郷鎮市の間での事業実施のための調整等を行い、事業実施を目指すというものである。



資料：「災後重建計画工作綱領」

図3 台湾（国）における総合的な復興計画の体系

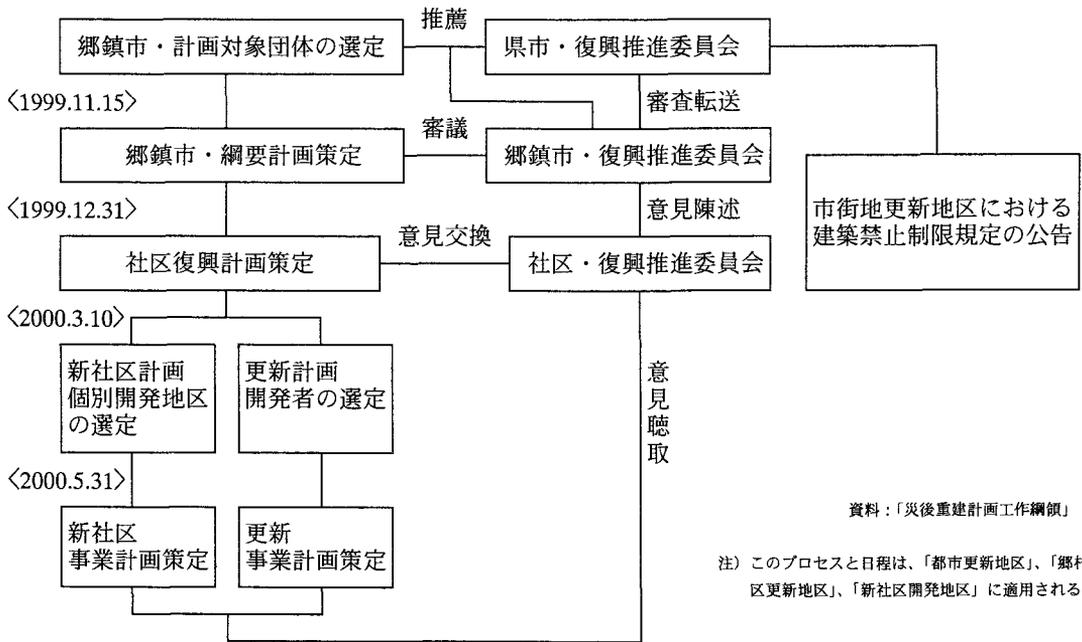


図4 地区復興計画の策定プロセスと指示されたスケジュール

復興計画のうち、社区再建・復興計画の策定に関しては、図4のような策定プロセスとスケジュールが示された。このスケジュールでは、1999年内に、社区再建・復興計画の計画決定がなされることになっていたが、2000年3月末時点でも、計画策定されたものはなく、策定スケジュールは遅れているということである。なお、社区重建計画は、断層の変位などでもとの地域での復興が不可能な地区に対しては、新たな開発が必要であるため、「新社区開発地区」が計画されることと、旧来の被災地での復興を都市部と農村部に区分して「都市更新地区」「郷村区更新地区」に区分されて検討されているが、さらに、「農村聚落重建地区」および「原住民聚落重建地区」を加えた、五地区に区分されて計画策定及び事業化への検討が進められることになっている。そして、この社区重建計画の区域に関して、必要に応じて「建築禁止制限規定」が告示できることになっている。それ以外の地域では、「個別再建・重建」地区として、個別復興となる。

わが国の「地区街づくり」に対応する概念が「社区营造」である。台湾には「復興」という言葉は

ない。「再建」と「重建」である。これは、わが国の「復旧」と「復興」の概念に近似できるものといえよう。しかし、竹山郷の計画案では「短期計画」として「重建計画」を位置づけ、中長期計画として「発展計画」を位置づけている。

これらの計画案の理念や構成から、わが国における「災害復興」も、「再建的復旧」、「重建的復興」、「発展的開発整備」という三段階で検討することが必要ではないかと考えさせられる。

#### 4. 東京の震災対策への教訓と課題

以下は、十分な調査に基づく検討結果ではないが、東京都の課題となっている「直下の地震」対策を念頭に、台湾集集地震から示された教訓と課題を記述しておく。

##### ①断層の変位被害とその対策としての土地利用規制

東京の被害想定の前提としている「直下の地震」は、トルコや台湾の地震のような、地表それも市街地や集落内に断層変位が出現するというような地震ではない。北米プレートの下に滑り込んでく

るフィリピン海プレートとの境界面を震源とする地震であり、イメージ的には、集集地震の車籠埔断層よりも東側の地域、都市でいえば埔里のイメージではなかろうか。

しかし、立川断層による地震災害は断層変位を伴う地震と想定され、その被害の様相はこの集集地震から連想されよう。しかも、多摩地域は、もっと都市化が進んだ地域であり、断層変位による被害はさらに多発し、大規模化する可能性があるということであろう。

断層変位に対する被害回避の策は、地域を指定して建築の制限を行うというような都市計画的手法が不可欠であろう。わが国では、地区計画制度を活用した事例がある。横須賀市郊外で「北武断層」をまたぐ住宅開発地では、阪神・淡路大震災の直後に、地区計画の手法によって断層線の両側に建築線を設定し、各25m以内の地域での建築を規制し、緑地としての活用を図っている例がある。しかし、これは、住宅開発区域（地区計画区域）内に限定された制限で、断層に沿って全ての地域に指定されているわけではない。

アメリカ・カルフォルニア州の「活断層法」では、地震発生の切迫性が指摘されている特定の断層に対して、断層を含む約400mほどの区域を「断層地域：フォルト・ゾーン」として指定し、その中で開発する場合には地盤調査を義務づけ、断層面が確定された場合には15m以内は建築禁止とするという仕組みである。

台湾の場合は、当面（2年間）の措置として都市部で各15m、農村部で各50mの範囲での建築制限が検討されている。

## ②直下の地震による山間地の被害とその対応策の検討

集集地震では、直接的な断層変位ではないが震源域直上での震動による山間地での大崩壊が発生した。その結果、山村の壊滅的な被災とともに、それによる交通の寸断、救出救助の遅れ、河川の埋没、雨期の土石流などによる二次災害の危険性など、都市災害とは異なる事態を引き起こしている。

東京で切迫性が指摘されている直下の地震も、奥

多摩の山地の直下で発生する可能性を否定はできない。そうした山地直下の地震によってどのような被害が想定され、一般に迂回路が少ない山間地域での災害対策の進め方について、情報の収集方法も含めて検討すべき課題がある。

集集地震では、山間部の被害は、情報連絡不通のため当初は全く不明であった。情報収集は主に警察の役割で、警官一人に無線機一台が配置されていた。しかし、警官の駐在する集落よりも奥地での被害を、警官も把握できなかった。台中県では、幹線道路が断層や山崩れの影響もあって不通となり、山間の主要都市への救援物資の給付を、地震当日の日中に軍のヘリコプターに要請した。その飛行時に、ビデオによる山間地の被害が撮影され、大崩壊の発生を確認したようである。一方、被災した山間地の集落から青年が、土石やガレキを乗り越え、徒歩で麓の集落の警察署・消防署まで駆けつけ、救援の要請がなされたということである。しかし、幹線道路が断層や斜面崩壊で寸断されており、余震もあり、さらに重機の搬入もできず、救援活動は大幅に遅れざるを得なかったようである。

## ③既存建物の耐震改修の促進

台湾での建物被害は、断層の変位による不可抗力以外は全て手抜き工事によってもたらされているかのような印象を与えた報道であったが、実際には手抜きというよりも「既存不適格建築物」の耐震性能の問題であることを受け止める必要がある。しかも、集合住宅の被害が被災世帯数を飛躍的に増やし、その再建は阪神・淡路大震災と同様に関係権利者の合意形成の問題など、再建にあたって困難な問題に直面している。このことは、東京への教訓として、区分所有の集合住宅こそ事前の耐震改修を促進する必要性が高いことを示しているのである。なお、集合住宅の被災は、人的被害の大きな引き金になりうることに留意して、その耐震改修の重要性を広報していくべきであろう。

## ④被災者への緊急住宅対策

台湾の社会特性として、わが国のとくに大都市で

は失われてしまっていることではあるが、大家族という血縁的關係者からの個別支援を背景に仮設住宅以外の緊急住宅対策が選択されていったことは、東京にとっても大きな教訓であり、検討課題でもある。

また、借家層に対する家賃補助の仕組みは、その詳細の究明が必要ではあるが、40万棟にも及ぶ膨大な住宅被害が想定される東京の住宅復旧対策にとっても、重要な研究課題である。

何よりも、これらの多様な住宅対策が同時に講じられ、被災者が各自の状況と条件に合わせて選択していくという対応のあり方（いわゆる包括的なパッケージ方式）が、対策の実施システムとして重要な観点であることを指摘しておきたい。

なお、応急仮設住宅が、慈齋功德会といったような慈善団体などNPO、NGO組織によって供給されていること、政府の供給する仮設住宅を、非被災都市が主体となってその建設を支援していること（例えば高雄市政府興建組合が東勢鎮の応急仮設住宅の建設を受け持っている）など、応急仮設住宅の供給システムの解明も、東京にとって、さらにわが国にとって、学ぶべき研究課題である。

さらに、こうしたNPOなどの支援のもとに自力仮設住宅が建設されていることも、見逃せない課題であろう。こうした仮設住宅が被災地域の近傍で建設されていることも、東京都の復興マニュアルの「仮設市街地づくり」への教訓として、今後学ぶべき点は少なくない。

### ⑤緊急対応時の体制

台湾では、緊急時の対応のための体制が、消防署を中心に整備されているのは、わが国の都道府県及び市町村の防災会議を基軸に「災害対策本部」が設置されると大きな違いがある。しかも、南投県では台風災害と地震災害それぞれに対応させて、それぞれ別個の「対策本部室」が準備されていた。いずれにせよ、緊急対応という意味では、常時人員配備体制にある消防署に災害対策本部を設置する方式は、非常に有効であったように思われた。また、非被災者への行政サービスと災害対策を同時並行で実施しなければいけない状況が発生する

のであるから、この仕組みは合理的ともいえよう。将来の地方分権化での災害対応体制を検討する上で、教訓とすべきではなからうか。

### ⑥地変した地域の復興計画の考え方

断層による変位を受けた地域の復興をどのように進めるかは、大きな課題となっていた。トルコでは、コジャエリ地震の被災都市においても、一部の地盤条件の劣悪な市街地では、現地での都市再建を避けて、郊外に新市街地を開発・再建するという都市復興方策がとられているようである。（1939年のエルジンジャン地震では、全市街地を隣接する地盤の良好な微高地に再建しているのである。）

台湾でも、断層崖となってしまった敷地を含む地区の復興は、現地再建にこだわらない方向で検討せざるを得まい。断層崖の周辺の土地を緑地化することも復興のひとつの方向であろうが、こうした建築用地としての不適格土地の買い取り制度など、検討すべき課題も多いものと思われる。

また、大崩壊し、村落がなくなってしまった山間の被害地域に対しては、わが国では被災集落移転事業によって復興することになり、その事例も少なくないが、台湾でもそうした集落単位での移転が行われることになる。東京でも、山間部での被災状況によっては、この被災集落移転事業による災害復興を考えざるを得ない場合も起こり得る。土地の手当てとともに生業の補助や復興など、都市復興とは異なる山村復興は東京でも起こりうることを視野に入れておく必要がある。

### ⑦地域のつながり・家族の絆と防災まちづくりの重要性

トルコでも、台湾でも、緊急対応時のみならず、重要な被災者の復興への力に、「地域での人のつながり」と「家族の絆」が重要な要素となっているということである。それは、先端的な都市化が進んでいる東京においても、事前の防災まちづくりを通して、地域での防災力の向上と家族の意味を見直すことが重要な課題であることを、改めて認識させるものであった。台湾では、まちづくりを

「社区营造」と表記する。「社区」とは、人のつながりがある地区で、「营」とはソフトなまちの仕組みを、「造」とは地区の空間整備や施設整備を示している。復興に向けて、台湾の被災地でも、従前のまちのコミュニティを大切に、住民の主体的参加による「重建社区营造：復興まちづくり」が進められようとしている。

## 5. おわりに

トルコ・コジャエリ地震及び台湾・集集地震とも、東京で想定している直下地震とは異なった地震である。しかし、災害としては、東京にも多くの教訓を示唆してくれる。

## 参 考 文 献

市古太郎「市街地復興にかかる被災調査の実施と計画策定の課題（第4章）」、『台湾大地震（921集集大地震）

現地調査報告書（暫定版）』都市計画学会・防災復興研究委員会調査団（編），2000. 6.

王 雪雯「郷（鎮市）における復興計画の実際（第5章）」、『台湾大地震（921集集大地震）現地調査報告書（暫定版）』2000. 6.

越沢 明「台湾地震の被災と復興計画要綱」、『新都市』第54巻，第1号，p.78-89. 2000.

全国民間災後重建連盟『921災後重建Q & A』1999.

台湾行政院災後重建推進委員会『災後重建計画工作綱領』1999.

照本清峰「激甚被災自治体の復興に向けての対応と課題（第6章）」、『台湾大地震（921集集大地震）現地調査報告書（暫定版）』2000. 6.

東京都総務局災害対策部（編）『1999年台湾大地震・東京都調査団報告書』2000.

内務省建築研究所『921集集震災都市防災調査研究報告初歩報告』1999.

成戸寿彦「台湾大地震の被災・復興状況報告」、『都市計画』第223号，p.76-79. 2000.

福留邦洋「応急住宅対策（第7章）」、『台湾大地震（921集集大地震）現地調査報告書（暫定版）』2000. 6.

## Key Words (キー・ワード)

The 921 Chi-Chi Earthquake (921集集大地震), Taiwan (台湾), Fault (断層), Rupture (変位), Landslide (地すべり), Reconstruction Plan (重建計画／復興計画), Community Reconstruction (重建社区营造：復興まちづくり)

## Lessons from the 1999 Chi-Chi Earthquake in Taiwan and Issues for Reconstruction

Itsuki Nakabayashi\*

\*Center for Urban Studies / Graduate School of Urban Science  
Tokyo Metropolitan University  
*Comprehensive Urban Studies*, No.72, 2000, pp.117- 133

The 1999 Chi-Chi Earthquake is one of the biggest earthquake disaster in Asia of 20th Century. The 2,488 persons were killed and the 52,220 units of dwelling houses were collapsed. Moreover, people are surprised by finding the displacement gaps of fault on the ground surface of about 80km along the Cher-Lung-Pu Fault. In Shin-Kang Dam, the biggest fault rupture is observed. The south-east side of fault raised the dam about 9.6 meters and slipped 2.1 meters to left. On these Fault ruptures which are 3 meters high on an average, not only all of the buildings and constructions were collapsed, but also the most of roads were obstructed by them. In the west side of fault, there are many urban centers. In the east side of it, the suburban and rural regions are damaged heavily. The raptures made it difficult to reach the damaged areas from urban centers for relief and rescue(Fig.1). Near the fault scarps and upon the earthquake fault area, many buildings are also collapsed and damaged by shaking.

The author visited the damaged areas in six weeks after the earthquake and learned various lessons for Tokyo's earthquake measures as follows;

- 1)Development of land use regulation system against the fault zone and of countermeasures for restoration of the rapture zone. One of the land use regulation systems is a Earthquake Fault Zoning Act in California. In Yokosuka-city, Japan, a previsionsal example is found in the case of suburban development. In this case, houses are constructed with the set-back of 25 meters from the fault line by the regulation of a district plan.
- 2)Countermeasures for relief and rescue in the damaged area of mountain side, to where the roads are obstructed. In Tokyo, there is Tachikawa Fault in suburban regions. If this fault is motioned, the same situation shall happen as in Taiwan. There are many active fault in Japan. We have to prepare the response action plan beyond a fault.
- 3)Retro-fitting of existing buildings of the previous standard have to be promoted. Many people were killed by the collapse of houses, which are existing in spite of the structure under the previous standard. It is the most important but difficult issue to promote the retro-fitting measures.
- 4)Combinded countermeasures for temporary houses supply and other housing supports are noteworthy issues. In Tiwan, the only 5,500 units of temporary houses are planned for 13,300 persons though over 54,000 units of houses were collapsed. On the other hand, economic supports for house rent are accepted by over 293,000 persons. It is better to review at a time various measures of temporary houses, suppot of house rent and support of public house loans

to be closed.

5)Emergency response system of National Government must be learned. Taiwan National Government was responded more quick than Japanese National Government in the 1995 Hanshin-Awaji Earthquake. They announced and were doing quick and steadily many measures not only for emergency response but also recovery and reconstruction measures. We have to learn many things.

6)Planning for reconstruction on both the fault ruptures hazard zones and the land slided areas of large scale is an important lesson for us. The reconstruction plans are being made in a period from a half year until one year after the Earthquake. It seems that there are many problems to be resolved and the plan making must be delayed. However, we have to study and to be learning the reconstruction ideas and planning issues, in comparison with Taiwan, Turkey, California and Japan.