

神戸大学工学部 フェロー 高田 至郎
 神戸大学大学院 学生員 ○ 楢田 泰子

1. 目的: 地震時の人的被災の軽減対策を確立する上で, 人的被災の要因を家屋倒壊のみならず, 地震発生から閉じこめ, 救助, 搬送, 治療などのさまざまな局面における要因について総合的に検討する必要がある, 実際の死傷者の被災プロセスを十分に把握した上で分析することが重要である. 本稿は, 1999年9月21日午前1時47分に発生した台湾集集地震での震源近傍域の南投縣集集鎮を対象に現地調査を行い, 死傷者の被災プロセスを分析し, 被災要因を抽出することを試みた.

2. 死者と住宅構造: 本地震によって集集鎮では42人(2000年3月時点)の死者が発生した²⁾. 死者の居住家屋を調査したところ, 図-1に示すような居住家屋構造別の年齢・性別の分布が得られた. 図-1で示したアドベ造(日干レンガ)は全て平屋, レンガ造も一部2階建てであるが大部分が平屋である. 一方, RC造では2~3階建ての家屋である. 3つの分布図を相対的に検討すると, アドベ造やレンガ造の平屋では, 死者がある年齢層や性別に集中することなく老若男女に様に発生している. 組積造の壁のレンガが崩れ落ちる崩壊パターンを考慮すると, 地震によってレンガが体の上に落下した場合, 人間の年齢や性別による潜在的な体力に関わらず死亡することが考えられる. 一方RC造では, 組積造と異なり, 死者が高年齢層に集中している. そこで, 家屋構造による死者の分布傾向を明らかにするために次項3.の調査を行った.

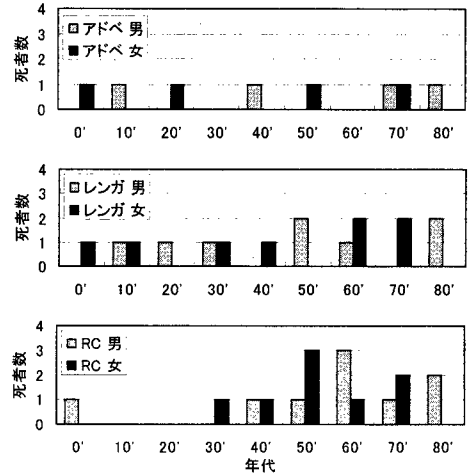


図-1 住宅構造別の死者の分布

3. 死者の被災プロセスと要因: 集集鎮の死者の被災プロセスについて遺族らにヒアリング調査をした. ヒアリング調査時期は2000年6月末で, 調査した死者数を表-1に示す. 死亡経緯が明確であった死者19人の被災プロセスを整理したものが図-2である.

表-1 ヒアリング調査数

構造	総数	調査数	分析数
	死者数 (件数)	死者数 (件数)	死者数 (件数)
アドベ	8 (6)	2 (2)	2 (2)
レンガ	16 (12)	4 (1)	4 (1)
RC	17 (14)	14 (11)	13 (10)
	41 (32)	20 (14)	19 (13)

本調査の結果, 組積造の家屋で死亡した人は, 本震の地震で家屋が倒壊し閉じ込めになり, すぐに救出された場合でもほぼ即死状態であった. 一方, RC造家屋に居住していた人の中には, 本震でレンガ壁の倒壊や家具の落下により亡くなった人もいた. しかし, 多くの人は本震では死亡に至らず, 地震後に発生した余震の際に屋外に避難できず, 家屋の倒壊により生き埋めになり, その後遺体搬出されている. 遺族らの実証言によると, この余震は本震発生の約10分後に発生したものであった. 集集鎮での特徴的な被災要因として, 次の3つが挙げられる.

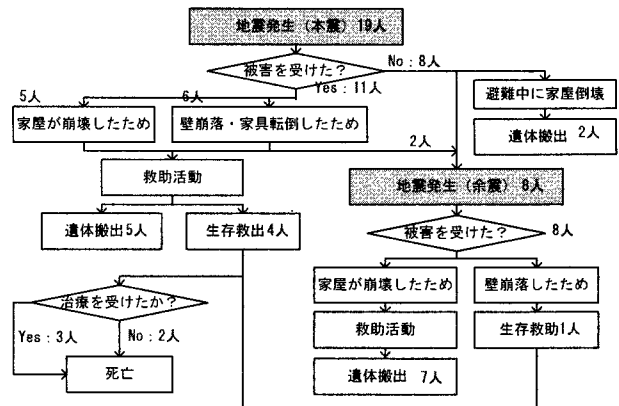


図-2 死者の被災プロセス

(1) 余震の発生：集集鎮に近い水里の本震・余震の地震動観測記録³⁾から検討したところ、午前2時03分に発生した余震が地震動強さの大きいものであることを確認した。表・2に示すように、本震・余震ともに震度5.6の地震であったことが知られ、本震で部分的に被害を受けた建物が、余震で崩壊にまで至ったケースもあると考えられる。家屋の脆弱性だけでなく、地震の連鎖が人的被災に影響を与えていることが明らかになった。

表-2 水里(TCU078)における強震記録

	最大加速度(gal)			SI値	計測震度
	EW	NS	V		
本震	440	302	171	46.0	5.6
余震	444	257	220	53.5	5.6

本震発生時刻：1999/9/21 1:47(local time)
余震発生時刻：1999/9/21 2:03(local time)

(2) 台湾の家屋形式による避難口の閉鎖：台湾の家屋には治安上、少なくとも1～2階の窓には必ず柵が設置されており、玄関、裏戸口には頑丈なドアやシャッターがある。普段からの異常な警戒心の現れと考えられるが、そのために非常時に避難口を閉ざしてしまった。家が傾いて玄関から逃げられず、裏口のドアから避難した時に隣の家が倒れてきたケースや玄関の前で遺体として発見されたケースなどから、避難口に問題があったと考えられる。地震後に家屋が崩壊しなかったが、1階の玄関で救助を待つ人は多くいたようである。

(3) 救助・搬送における輸送経路の通行止め：集集鎮は台湾中部の山間地にあるため、都市部への交通手段は限られている。地震直後、これら都市部への主要道路が通行止めとなったため、救助隊が集集鎮に到着し、救助活動を行ったのは地震発生から3日目であった。倒壊家屋から救出後搬送されたが、治療を受ける前に死亡しているケースもある。搬送については、負傷者に関して次項4.で詳細に検討する。

RC造家屋で中高年齢層に死者が多かったのは、本震後の屋外への逃げ遅れによるものであると考えられ、地震時の避難能力について今後検討されるべき課題である。とくに、地震前の脆弱な家屋だけでなく、地震後の部分破壊した家屋は非常に危険である。

4. 負傷者の搬送ケース：集集鎮では、重傷者が22人、軽傷者が26人いた。重傷と軽傷の区別は医療機関における1ヶ月以上の入院の有無である。集集鎮には診療所しかないため、日常時に規模の大きな医療施設に行く場合は同県内にある南投市の医療施設が利用される。地震の際に搬送された医療機関のある各都市と集集鎮との地図上での直線距離と負傷者搬送先の分布を示したものが図・3である。軽傷者の半数以上は一番近い南投県内に搬送されているが、重傷者は南投縣からさらに離れた地域に搬送されていることが知られた。治療の緊急性が高い重傷者は、震災当時に南投市までの主要な搬送ルートがトンネルや橋梁、道路の被害によって全て通行止めであったため、隣の縣の医療施設に搬送されたと考えられる。一方、軽傷者は道路が通行できるようになってから、医療施設に行ったと考えられる。輸送ルートの少ない山間部で地震が発生し、搬送ルート上に被害が出ると、救助隊が被災地に到着できないだけでなく、搬送時の医療機関先においてもその影響があらわれていることが示された。

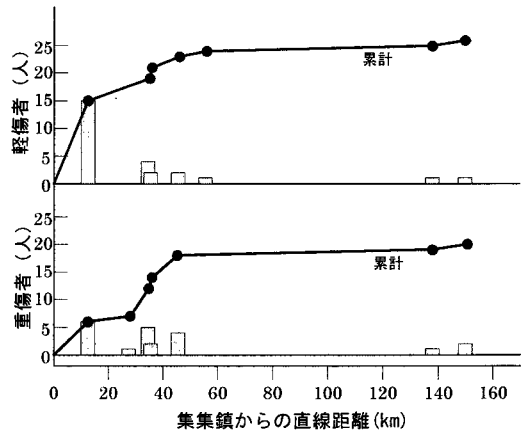


図-3 負傷者の搬送医療機関の距離分布

5. まとめ：台湾地震における集集鎮の死傷者の被災プロセスから被災要因を抽出したところ、家屋の被害のみならず、地震の連鎖や輸送ルート上の道路などの物理的被害が人的被災に影響していることが知られた。これらの要因は台湾に限らず、今後の防災対策上検討すべき課題であると考えられる。

参考文献：

- 1) 鍛田泰子，高田至郎：台湾地震における集集鎮での死傷者発生要因と事後対応に関する分析，建設工学研究所論文報告集，第42-B号，pp.197-216，2000.11
- 2) 南投縣集集鎮鎮公所：九二一集集大地震救災報告書，内部資料，2000
- 3) 台湾集集地震記録：台湾中央気象局，2000.6