

# 台湾の921集集大地震について

大山正雄<sup>\*</sup>、黄金旺<sup>\*2</sup>、呂進榮<sup>\*3</sup>

## 1. はじめに

1999年9月21日時47分頃(現地時間)、台湾中部の南投県集集(チーチー)を震央とするマグニチュード7.3の大地震が発生し、地震断層(車籠埔断層)が南北80km以上にわたって現れた。地震エネルギーは5年前の阪神・淡路大震災の約10倍であり(入倉、2000)、死傷者13,000人を越える被災をもたらした。921集集大地震と名づけられた今回の大地震はフィリピン海プレートの運動と関連しており、日本の地震と深い関係にある。従って、921集集大地震は日本と台湾の両国の地震学とその関連分野、および国民の安全と幸福にとって大変関心のあることである。私たちは921集集大地震の発生から3月後の12月24~25日に震央の集集とその付近を訪れ、地震被害と地震断層の状況などを見ることができた。

本報告は、駆け足の2日間ではあるが、訪問地の見聞とその後得られた資料などを参考にして記したものである。1日目は台中盆地平野と東部の豊原丘陵との境を走る車籠埔(ソーロンブ)断層に沿って、台中盆地平野の北東部の豊原市東部から南の霧峰郷の光復小中学校までの間である。2日目は中央山脈の支脈をなす玉山山脈の東埔温泉地から北上して震央の南投県集集、および日月潭と埔里盆地である(図1)。

## 2. 豊原市

台中盆地は台湾中央部に位置している。東を中央山脈の西部山麓帯の豊原丘陵、霧霧台地が南北に並び、西を八卦台地と大肚丘陵が八の字のように分布している。西の台地と丘陵はあたかも蟹の両手のように台中盆地を抱いている(図2)。盆地は、南北の長さが東端で約40km、東西が16km、総面積約370km<sup>2</sup>である。

豊原市は台中盆地の北東部に位置し、台中盆地の北を西流する大甲溪の扇状地に発達した街である。街の中心部での建物被害は多くはないが、市場の建物(豊原市豊東路)がいわゆるパンケーキ状に上から下まで崩れ落ちる崩壊をしていた(写真1)。この市場は建設したばかりであったという。周囲には、新旧、大小の建物が建っているが、外見上ほとんど被害を受けていない。こうしたことから、崩壊した市場の建物は手抜き工事と指摘されて、裁判中のため崩壊した現状を残しているとのことである。

## 3. 豊原市中正公園付近

中正公園は市街地中心部の東に位置している。中正公園(標高250m)の前を流れる幅10mほどの早溪は、車籠埔断層によって上流(東)側の河床が5mほど上昇して遷急点を形成している(写真2)。この場所には公園一号橋が架かっていたが崩壊したのですでに撤去した

\* 神奈川県温泉地学研究所 小田原市入生田 586 〒250-0031

\*2 中原大学 台湾桃園縣中歴市

\*3 衛宇科技股分有限公司 台湾台北縣中和市中正路 766 號五樓

報告, 神奈川県温泉地学研究所観測だより 通巻第50号, 85-104, 2000.

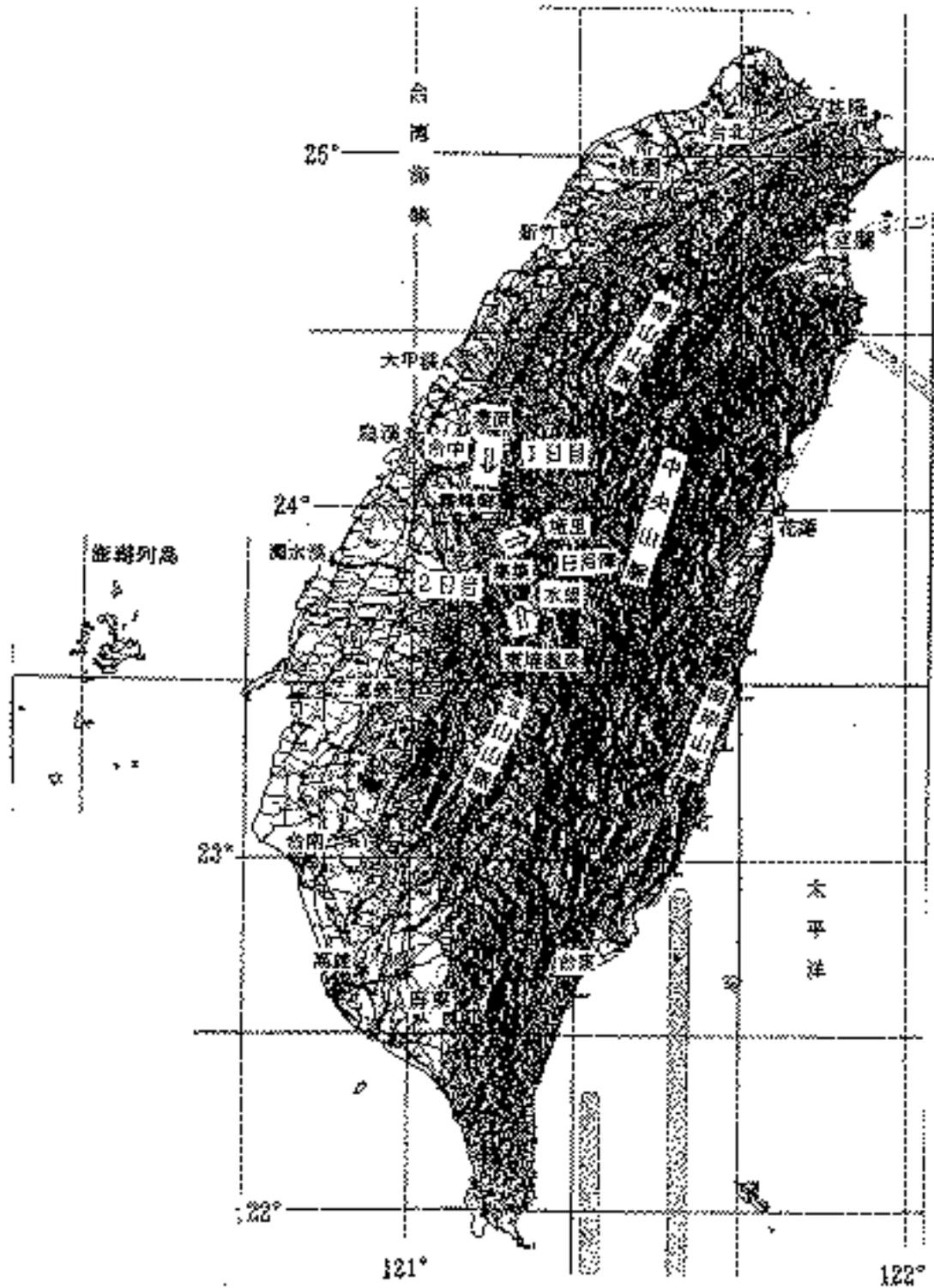


図1 台湾と高岡地

とのことである(写真 3)。河床は断層発生時に段差をなしたであろうが、次第にならされているものと考えられる。車籠埔断層は旱溪を直角に横断し、ほぼ南北に走っていて、その直上の幅 10 数mの部分の建造物は壊滅的な損傷を受けている。なお、旱溪から車籠埔断層に沿って北約 5km のところが長庚大橋や石岡水壩(ダム)のある大甲溪である。断層は大甲溪を横切り、上流(東)側を約 8m上昇させたので滝を出現させた。

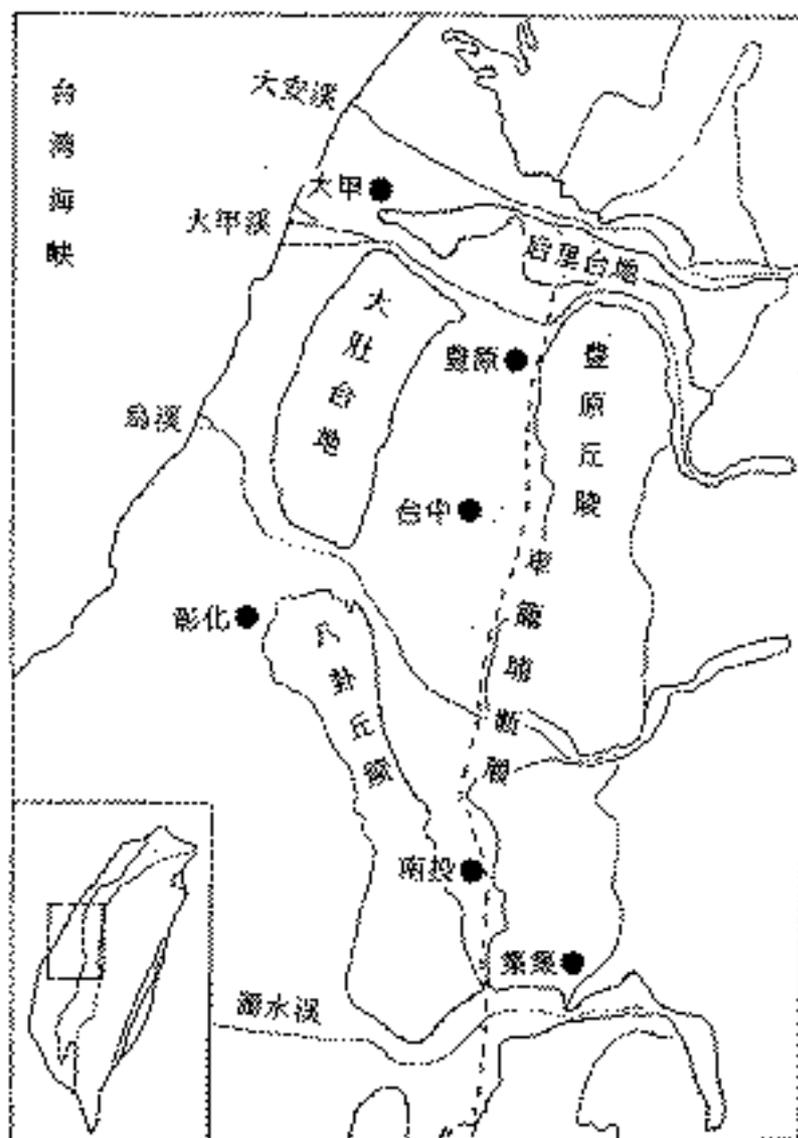


図2 台中盆地と車籠埔断層

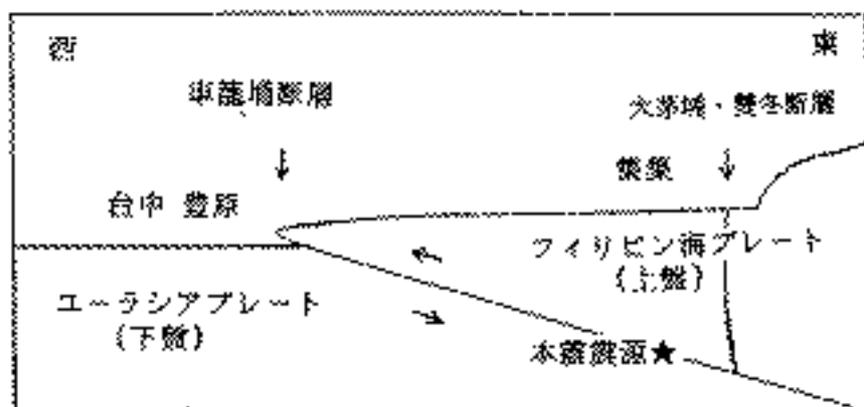


図3 車籠埔断層東西断層模式図

この図は台湾集集大地震に学ぶ(1996)を一部修正した。

旱溪は豊原丘陵に源を発して西流し、豊原市公園のところで丘陵を脱して豊原市街の平野部に出る。旱溪は公園一号橋を過ぎると流路を南に曲げて丘陵の麓に沿って南流し、烏溪に注いでいる。

公園一号橋の上流および旱溪が南に曲がる左側の丘陵上は名人山荘と称される新興住宅地である。その新しいマンションや家屋は大きな被害を受け、無人状態になっている建物も多い。建物には台中県政府の「危険建築物」あるいは「安全建築物」の紙が張ってある(写真 4)。旱溪と豊原丘陵との間にも新しい建物が建設中である。建物の被害は丘陵に沿う道路を挟んで川側で小さいが、丘陵側で大きかった。建物は丘陵側の上昇で西に約 15 度傾いていた(写真 5)。車籠埔断層は断層の東側の地盤が約 30 度の傾斜角で西側の地盤の上にずり上がる低角逆断層である(図 3)。低角逆断層での被害は断層を挟んで、断層の上盤で激しく広範囲にわたり、下盤の西側で小さい。中正公園付近の状況は、逆断層による被害の特徴や、また断層線から離れば安全であるとは一概にいえないことをよく示していた。

旱溪沿いの丘陵は約 30m 程の崖を成し、頂上付近に旱溪と同様の礫を露出している(写真 6)。丘陵は断層運動によって上昇しているものと考えられる。要するに、丘陵は成長しているといえる。豊原丘陵と旱溪との比高差は 30m である。段差 5m を生じた今回と同規模の地震が過去に起きたとすると、変位 30m になるには 6 回ほど必要となる。地震の周期は今のところ不明であるが、周期が 1000 年程度(Robert et al., 1997)ならば、豊原丘陵は約 6000 年で形成されたことになる。今後の調査結果を待ちたい。

中正公園一号橋付近には、先生に引率された小学生の集団や観光バスの団体が大勢見学に来ていた。

#### 4．豊原市南部

旱溪は下流の南で西に流路を変え、烏溪に注いでいる。写真7は旱溪が西に変わる右岸のマンション(台中市五權南路691巷22-1)である。中央部は崩壊し、マンション全体が無人となっており、県政府の「危険建築物」の紙が張ってあった。このマンションの前の道路を挟んで向かいの建物は被害は小さいようで住んでいた。

旱溪を南に渡ると大里市である。さらに南下して霧峰郷に向かった。途中でゴミの山が道の両側に高さ10m、幅30m、長さ100mほど城壁のように築かれていた。このゴミは地震被害地から運ばれた建物などの残骸である。

#### 5．霧峰郷

霧峰の街並みは外乾溪の川の右岸(東)側を南北に走る幹線道路(省道 3 号)とさらに東の丘陵との間に形成されている。外乾溪は西流すると烏溪に注ぐ手前で旱溪と合流する。霧峰の街は大きく、商店街はにぎやかであった。しかし、街中の建物は至る所で地震被害を残している。建物は傾いたりすでに整理されたものもあった。被害は丘陵側で激しかった。

光復小・中学校は町の南端にある。校門を入ると幅 5m 程の路を挟んで旱溪側に光復国民小学校(台中県霧峰郷光復興村信義路 50 号)、丘陵側に中学校が並んでいる。その路の突き当たりが霧峰郷総合運動場である。この運動場のトラックに車籠埔断層が分断して走り、西側に乗り上がるようにして隆起している(写真 8)。断層による標高差は約 1m である。

このトラックの地震断層の現場は保存して地震教育保存館にすることになったそうである。

断層の北側は中学校の敷地を横断している。中学校の建物は大きな損傷を受け(写真9)、閉鎖されていた。一方、小学校はほぼ無事であり、各教室で授業を行っていた。断層の南側は外乾溪の堤防を破壊し、河床を横断している。外乾溪はほとんど水流がなく、河床を露出していた。断層の東の峰々は地肌を全山露出し、大規模な斜面崩壊の状況を示している(写真10)。

ここでも、観光バスがきて、観光地で見かけたような団体が地震の状況を見学していた。ところで、光復(クワソフ - ペイ)とは日本の植民地から解放され再び光が戻ったことを意味している。

## 6．東埔温泉

東埔温泉場(南投県556信義郷東埔温泉)は集集から約40km南に位置し、玉山山脈の谷を深く刻む陳有蘭溪支流の右岸急斜面に分布している(写真11)。標高は1,120mである。温泉は無色透明無臭のほぼ中性の炭酸カルシウム泉である。温泉場の地震被災は小さかったようであるが、周辺の山に斜面崩壊を見せている(写真12)。

観光客は地震直後、少なかったが、今は戻ってきたという。温泉街は150mほどの長さの道路の両側にホテルや土産物店が並んでいて、観光客でにぎやかであった。温泉源は温泉場から2~3km離れ、そこへの道が途中で崩れて通行不能になっていた。正確なことは確認できないが、温泉利用者のお話によると、地震後に温泉の温度が上昇したそうである。

陳有蘭溪は台湾最高峰玉山(3952m)の北斜面に発して北流し、水里(シュイリ-)の上流で中央山脈の合勤山(3416m)から西流する台湾最大河川の濁水溪に合流している。陳有蘭溪の右岸(東)沿いの山地は著しい斜面崩壊をしていた(写真13)。

## 7．集集

水里は濁水溪右岸の河岸段丘上の古い町である(写真14)。周辺の山は地肌を露出していた。被害は死亡8人、全壊557戸、半壊858戸となっている(表1)。水里の被害は震源地から8km程度と近いわりには被害が少なかったようである。

集集への路は濁水溪の右岸沿いの斜面に造られている。一台のトラックが追い抜いていたがナンバ - プレ - トがない。聞くと、台湾では農作業用の車は免許がなくても運転でき、ナンバ - プレ - トを必要としないとのことである。

集集は今回の地震の名称「921 集集大地震」となった震源地である。街並みは濁水溪の右岸(北側)の自然堤防上に位置している。

ところで、集集とは山岳民と平地民が集まって市場を開いていたことに由来する。日本統治時代には木材や農物産を運送するために集集鉄道が1921(大正10)年に敷かれ発展した。しかし、農林業を主としているため、町は次第に衰退し、過疎化も進んでいるとのことである。

街並みはかつて繁栄しただけあって大きく、一見しただけでは寂れている様子が見えなかった。しかし、今回の震源地でもあるので、被災状況は深刻のようである。メイン通り沿いに次々に現れる空間は倒壊した建物の撤去された場所である(写真15)。その場所にプレハブ住宅やテント生活の姿があった(写真16)。通りの中央部にある集集警察署の建物は

表1 台湾中央部の921集集大地震被害状況(新故郷, 1999)  
(1999年11月25日, 台中・南投・雲林・苗栗縣市政府提供)

地域	全壊/戸	半壊/戸	死亡/人
台中市	2,926	3,230	113
卓蘭	484	298	3
石岡	2,017	1,100	174
東勢	4,607	3,751	357
新社	1,421	848	116
和平	607	599	41
豊原	1,508	544	160
太平	2,204	1,157	85
大里	2,743	4,479	161
國姓	1,850	1,600	90
埔里	5,651	5,052	200
草屯	2,293	3,084	87
南投	5,007	5,614	92
魚池	2,287	1,214	14
中寮	2,426	1,233	179
水里	557	858	8
集集	1,809	735	40
名間	342	376	35
鹿谷	1,094	876	23
竹山	2,426	1,405	114
草嶺・斗六	573	553	90
合計	44,832	38,606	2,182

外形を保っているが、外壁の崩壊や亀裂などの損傷を受けており人影がなかった(写真17)。

集集駅の木造の駅舎と隣の駅の博物館は傾き、立ち入り禁止となっていた(写真18)。駅舎は集集鉄道開通の1921年に建てられたもので町のシンボルともなっている。修復が可能なので、町や国は修理して記念建造物とするそうである。訪れた日は土曜とあって、駅前広場は出店と人で賑わっていた。ホームには親子連れや若いカップルが遊んでいた。集集線の線路は地震により破壊され、不通となっている。集集線は赤字路線となって、一度は廃止が決定された。しかし、地元民の必死の努力で廃止案は撤回されたが、今回の地震による打撃からはたして立直るのか気がかりである。

## 8. 日月潭

集集から再び水里を通過して日月潭に向かった。道は急崖に造られていて、至る所で山側の斜面や谷側の路肩が崩壊し、所々で片側通行であった。峠を越すと眼前に湖が現れた。日月潭である(写真19)。湖は山に囲まれていて、標高748m、周囲24km、湖面積11.7km<sup>2</sup>からなる台湾最大の天然湖である。約200年前に先住民が偶然発見したといわれているが、今日では台湾中部の最大の景勝地として知られ、年間80万人の観光客を迎えている。

日月潭は震源地から12.5kmと近いこともあり、震度は6以上(表2)、地表最大加速度は重力加速度980galを上回る989galを記録した。なお、台湾の震度階級は、基本的には日本の1949年版気象庁震度階で「7」を除いたものである(表3)。湖畔のホテルや土産物店の多くは傾いたり崩壊していた。いくつかの建物はすでに解体、撤去して整地されてい

表 2 1999 年 9 月 21 日最大震度(中央気象局, 1999)

階級	地 域
6	日月潭・台中市・南投縣名間
5	宜蘭市・新竹縣竹北市・嘉義市・台南縣永康市
4	台北市・高雄市、屏東縣九如鄉・台東縣成功鎮・台東市・澎湖縣馬公市
3	苗栗縣三義鄉・花蓮市

表 3 台湾の震度階級

階級		地動加速度 (gal)	地震動による現象
6	烈震	250 以上	家屋が倒壊し、山崩れが起き、地割れが生じる。
5	強震	80 ~ 250	壁に亀裂が入り、碑や煙突が倒れる。
4	中震	25 ~ 80	家屋の動揺が激しく、座りの悪い物が倒れ、容器の 8 分目に満たされた水が溢れる。
3	弱震	8 ~ 25	家屋が揺れ、戸障子がガタガタと鳴動し、吊り下げた物が揺れ、容器の水面の動きがわかる。
2	軽震	2.5 ~ 8.0	大勢の人が感じ、戸障子が動く。
1	微震	0.8 ~ 2.5	静止している人や、特に地震に敏感な人だけに感じる。
0	無感	0.8 以下	人体に感じないで地震計に記録される。
出典：交通部中央気象局編「地震百問」の世界各国地震震度分類比較表より (説明文翻訳：石川有三氏)			

たり、取壊し作業中であつたりした(写真 20)。また、道路沿いにはテント生活者をみかけた。観光地としての回復にはかなりの時間がかかりそうである。

日月潭とは湖面の北側が日輪に、南側が三日月の月輪に似ていることに由来している。この日潭と月潭の境の光華島は半分が湖中に沈んでしまい、そこに建っていた塔がなくなったとのことである。

湖の北側の高台には豪華な宮殿式の文武廟が建てられている。この廟は、文神として孔子と歴代の賢人、武神として関羽と岳飛を祭っている。大門は外壁がすっかり崩れ落ちていて、H鋼とジャッキアップで支えられていた(写真 21)。また、高さ 8m の赤獅子像も傾いていた(写真 22)が、内大殿の被害は小さく、無事のようなのである。この文武廟は日本と関係が深く、孔子、孟子、子思子の青銅像は 1978 年に日本から献納されたものである。廟内のお神籤場の老人は第二次大戦が終わったとき 16 歳であつたので日本語が通じた。日本人の先生は厳格で怖かつたそうであるが当時を懐かしく話していた。この老人に地震が起きたときの湖の状態についてたずねたが夜中のことなのでわからないとの答えであつた。愚問であつた。

文武廟前の土産物店やホテルは損傷を受けて閉じていたが、さすが景勝地だけあつて観

光客が来ていた。南の湖畔には日月潭を発見したツォウ族の集落の徳化社がある。船の発着所となっていて土産物店が軒を並べている。近くの広場は地震被災者のテント村となっていた(写真 23)。ちょうどクリスマスの時期であったので信者の慰問団が来ていて、にぎやかであった。

## 9 . 埔里

埔里(プ・リ)は台湾中央部の盆地で、眉溪の中流部に位置している。街に着いた時はすっかり暮れていた。暗闇の中に崩壊した建物が至る所に見られた。震度は 6以上であった。被害は、全壊が5,651戸、半壊が5,052戸、死亡者200人に達した。町としての倒壊件数は最も多く、被害の激しさを物語っている。埔里は震央の集集の北東約22km 車籠埔断層の東約30km、いわゆる車籠埔断層の上盤側にある。

埔里は台湾の地理的中心としてとともに紹興酒工場のあることで知られている。盆地は砂礫でおおわれていて水質が良く、酒の醸造に適しているからである。紹興酒工場は観光客に製造過程の映画上映、試飲や工場見学を提供していた。無論、紹興酒の販売も行っている。今回の地震によって造酒場や酒蔵は深刻な被害に遭遇し、当分の間は芳醇な酒を味わうことはできないそうである。

## 10 . おわりに

今回は主に地震被害の大きい車籠埔断層の東側地域と震央周辺を訪れた。921 集集大地震は低角逆断層の特徴の一つとして被害が上盤側(東側)に大きく発生し、断層から離れていても必ずしも安全でないことをよく示していた。

台湾は中央部の嘉義がハワイと同じ緯度の北回帰線に位置しているが、冬は意外に寒く、誰もが厚いセーターやコートを着ていて東京と変わらない。台湾は大陸に近く、シベリアからの寒気団に見舞われるからである。12月22日はこの冬一番の寒さとなり、嘉義で5.2 、山地で氷点下となった。翌日の新聞は台北市動物園のコアラや震源地の南投地区でテント生活をしている地震被災者10数人の凍死を報じていた。

地震から 3 ヶ月経っていることにもよるが、人々は明るく、活発に動き回っていた。建物の倒壊や道路の破損をまだ多く見るが、確実に復興へ向かっての作業が進められていた。今回の地震に多くの国からの支援とともに兵庫県から無償提供された応急仮設住宅も役立っていた。国際化が一層進む今日、相互理解と共に協力し合うことの大切さを知る 2 日間の調査旅行であった。

## 参考文献

中央気象局(1999) 中央気象局地震報告、第 88043 号

入倉孝次郎(2000) 阪神・淡路大震災をおこしたものは何であったか、科学、  
Vo1.70, No.1, 42-50.

Robert S.Yeats, Kerry Sieh and Clarence R.Allen(1997) Western Taiwan, The geology of  
earthquakes, 417-419, Oxford University Press .

新故郷(1999) 新故郷雑誌社, 1999 冬季号, 175 p .

台湾集集大地震に学ぶ(1999) 文部省突発自然災害調査班報告, 防災新聞(1999年11月15日) .



写真1 豊原市のパンケ - キ状に崩壊した市場(1999年12月24日, 大山撮影)



写真2 車籠埔断層で早溪の河床が約5m上昇。矢印は断層(1999年12月24日, 大山撮影)



写真3 豊岡市街と中正公園一号橋の崩壊地点。矢印は断層  
断層直上の建造物は壊滅的となり撤去されていた(1999年12月24日, 大山撮影)



写真5 断層の東(丘陵)側の上昇で建物が西落ち約15度傾斜(1999年12月24日, 大山撮影)



写真4 「危険建築物」と「安全建築物」の張紙(1999年12月24日,大山撮影)



写真6 頂上付近に礫の露頭を見せる断層崖(1999年12月24日,大山撮影)



写真7 豊原市南部のマンションの損傷(1999年12月24日,大山撮影)



写真8 霧峰郷総合運動場と地震断層。矢印は断層(1999年12月24日,大山撮影)

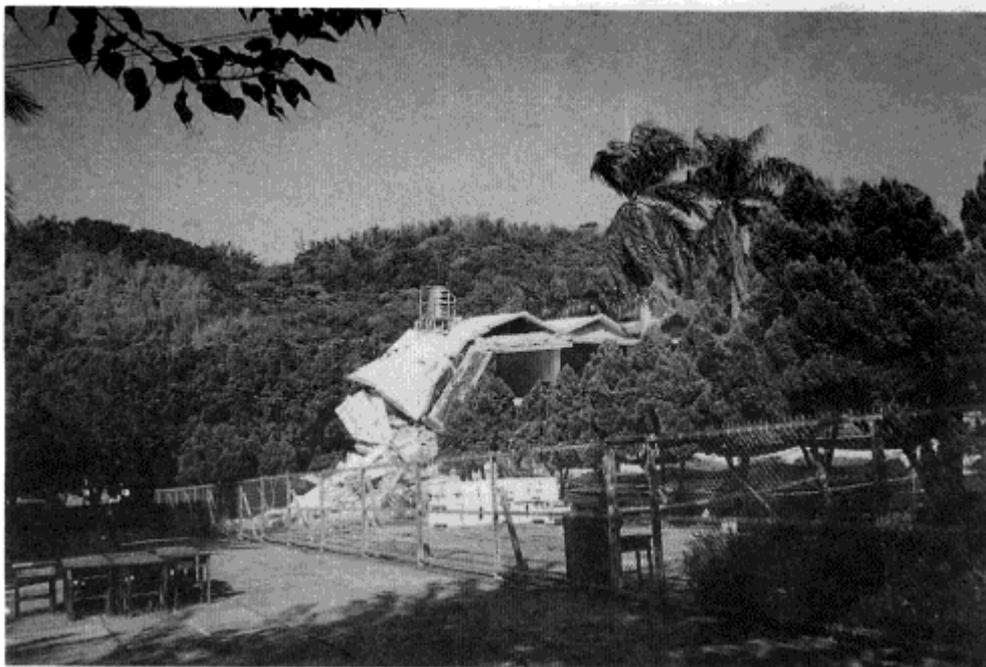


写真9 霧峰郷光復中学校舎(1999年12月24日,大山撮影)

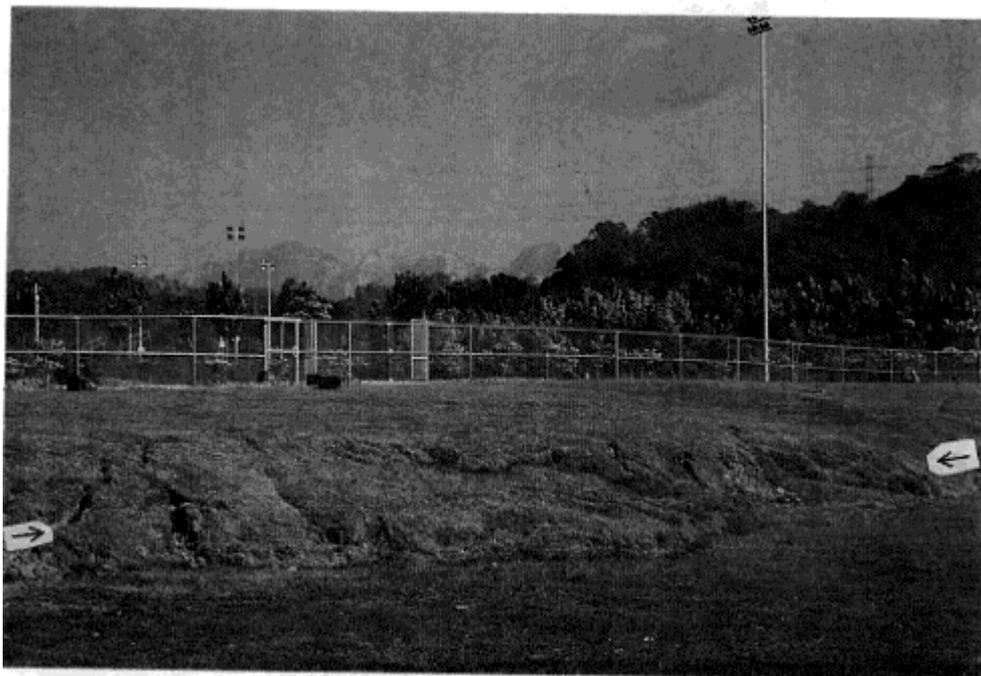


写真10 霧峰郷総合運動場の地震断層と東の全山斜面崩壊した峰々  
(1999年12月24日, 大山撮影)

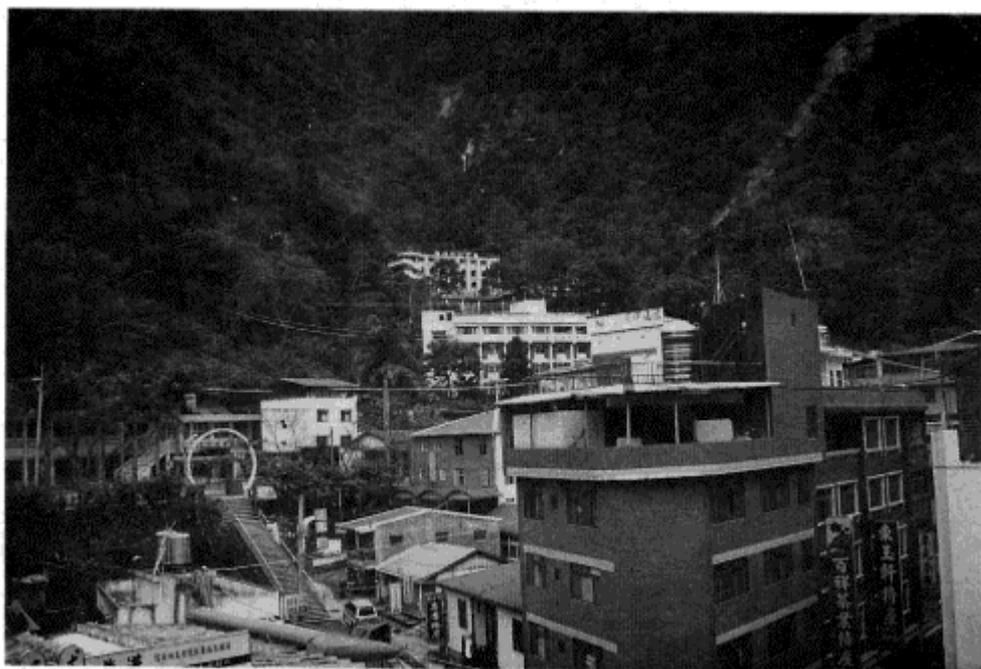


写真11 東埔温泉場(1999年12月25日, 大山撮影)

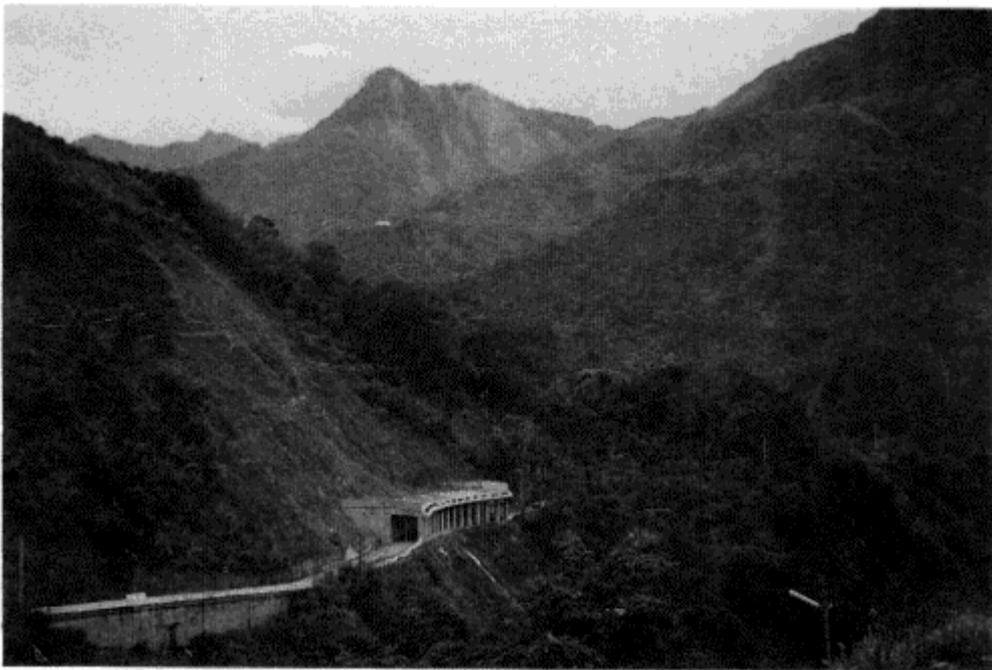


写真12 東埔温泉場周辺の斜面崩壊(1999年12月25日,大山撮影)

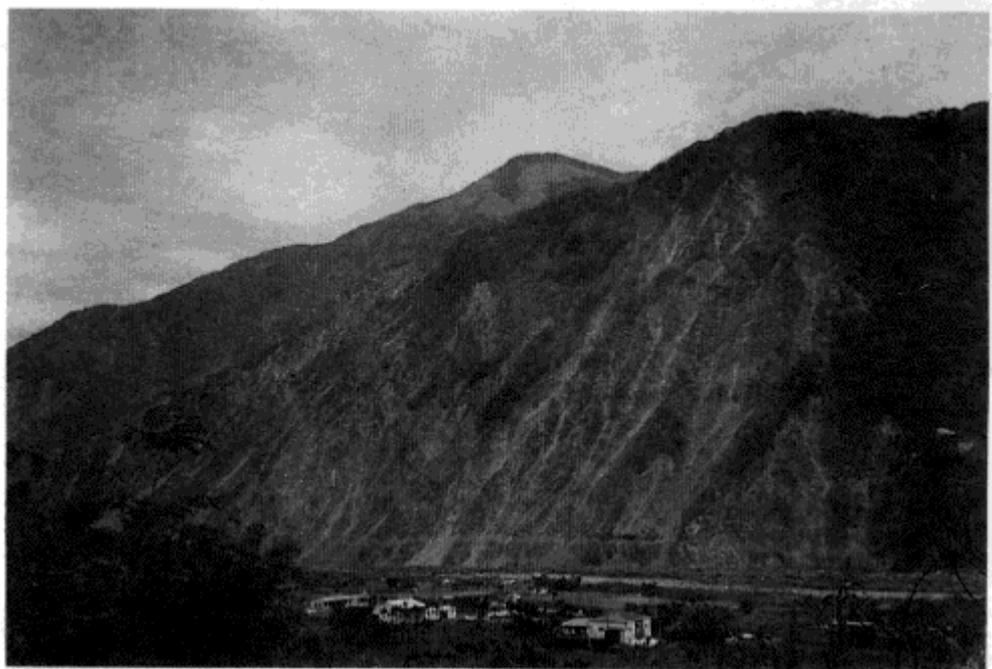


写真13 陳有蘭溪右岸(東)沿いの斜面崩壊(筆石付近)(1999年12月25日,大山撮影)



写真14 水里と濁水溪(1999年12月25日,大山撮影)



写真15 集集の倒壊建物の撤去場所(1999年12月25日,大山撮影)



写真16 檳榔の木とテント(1999年12月25日,大山撮影)



写真17 集集警察署(1999年12月25日,大山撮影)

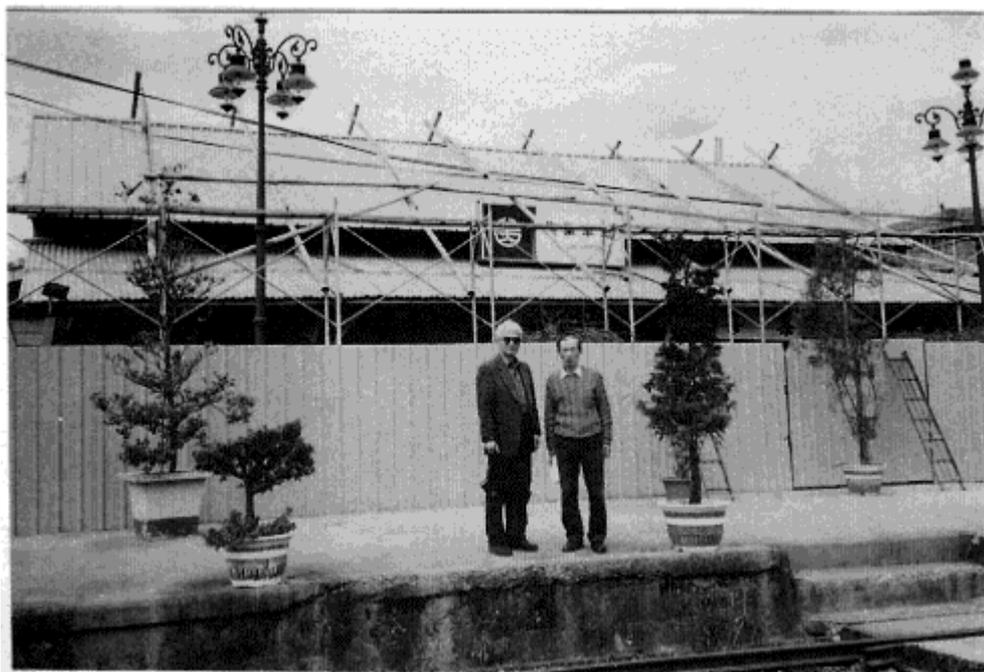


写真18 集集駅舎とホーム(1999年12月25日,大山撮影)



写真19 台湾最大の湖日月潭(1999年12月25日,大山撮影)  
中央に浮かぶ光華島の手前が日潭、後ろが月潭。



写真 20 最高級ホテル中信大飯店は被災で取壊中(1999年12月25日,大山撮影)



写真 21 文武廟の門はH鋼で保持(1999年12月25日,大山撮影)



写真22 文武廟と赤獅子像(1999年12月25日,大山撮影)

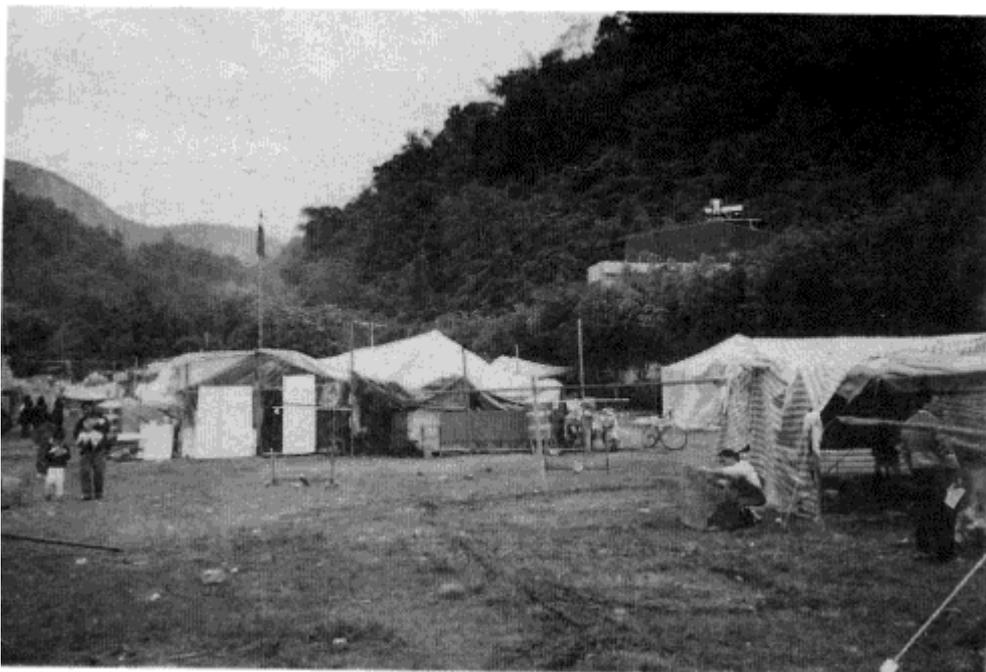


写真23 徳化社の地震被災者のテント村(1999年12月25日,大山撮影)