

# 1999年台湾地震土砂災害現地調査に参加して

黒川興及\*

## 1. はじめに

中華民国台湾中部で9月21日未明に発生した大地震は、現地では「921集集大地震」と名称されています。この地震による土砂災害に関する第一次調査として、社団法人全国治水砂防協会が、社団法人砂防学会、社団法人地すべり学会と合同で「台湾921集集大地震土砂災害現地調査団」を10月11日から17日に派遣しました。調査団は台湾行政院農業委員会の全面的な協力の下に現地調査および意見交換を行いました。

私は調査団の一員として参加しましたので、その内容を以下にまとめて報告いたします。なお、本調査は災害直後で、なおかつ短期間であったため、詳細なデータの入手および計測等はありません。

本調査の技術的な検討については、砂防学会誌等において発表されていると思われますので、そちらを参照するようお願いします。以下の内容は私個人の所感にとどまり、調査団としての公式見解ではないことも蛇足ながらお断りしておきます。

## 2. 調査団メンバー

私以外の調査団のメンバーは次のとおりです。

団長	藤田壽雄	(社)日本地すべり学会
	水山高久	(社)砂防学会、 京都大学大学院農学研究科
	土屋 智	(社)砂防学会、静岡大学農学部
	山田 孝	建設省土木研究所砂防部 砂防研究室
	仲野公章	兵庫県土木部砂防課
	鳶根厚夫	砂防情報通信技術研究会
	小林英昭	(社)全国治水砂防協会

\* (財)砂防・地すべり技術センター企画部企画課長

## 3. 調査の概要

行程に従って、土砂災害に関する調査箇所を中心に説明します(図-1参照)。あわせて地震災害の概要も説明していきます。

10月11日(月)

### ①卓蘭〔チョラン〕

図-2に示されるように、今回の地震は集集〔チーチー〕付近を震源として南北方向に走る車籠埔断層が大きくずれ、断層の東側の地盤が西側に乗り上げる逆断層であり、西側の大茅埔雙冬断層に挟まれる地域で、南北約100kmの長さで、北端で約7m、南端で10cmの段差、および北端部で東方向の回転運動的な水平移動が発生した(国立成功大学調べ)。

卓蘭は、この最も変位の大きかった北端に位置

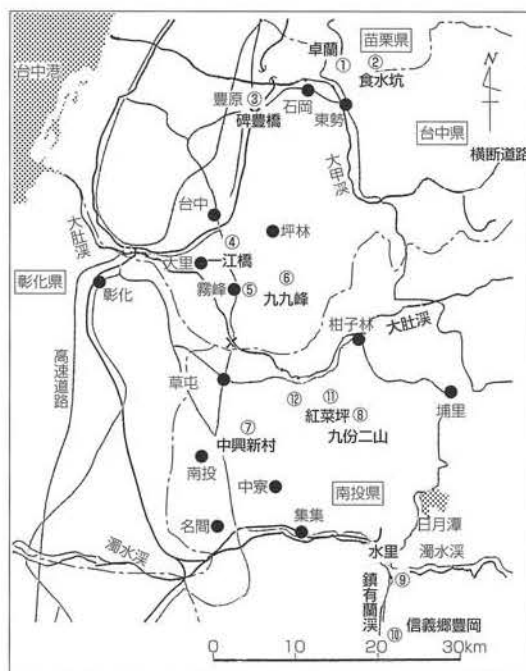


図-1 現地調査箇所

注：○数字は本文中の記述と一致している

している。

②大安渓流域、食水坑茂盛、平和橋地点(写真-1)

川の下流側が断層変位により持ち上がり、河道を閉塞して湛水している。上流側は果樹園として利用されており、被害が懸念されている。右岸側を通る道路は左岸護岸天端と同等の標高であったが、地震後相当な坂道となっている。

③大甲溪〔タートゥンシー〕石岡〔シーカン〕ダム下流1 km地点、埤豊橋

道路橋が落ちている。上流側地盤が約5 m(目視)河川横断方向に上昇したため、滝になっている

る(写真-2)。上流の石岡ダムは左岸側地盤が隆起したため、右岸側提体(ゲート)が破壊を受けている。

10月12日(火)

・交通部民用航空局航空隊ヘリコプターに搭乗して以下の箇所を視察した(図-1)。

9:30発



霧峰〔ウーフォン〕、九九峰(写真-3)



9:50 九份二山〔チュウフェンアル〕(写真-4)、

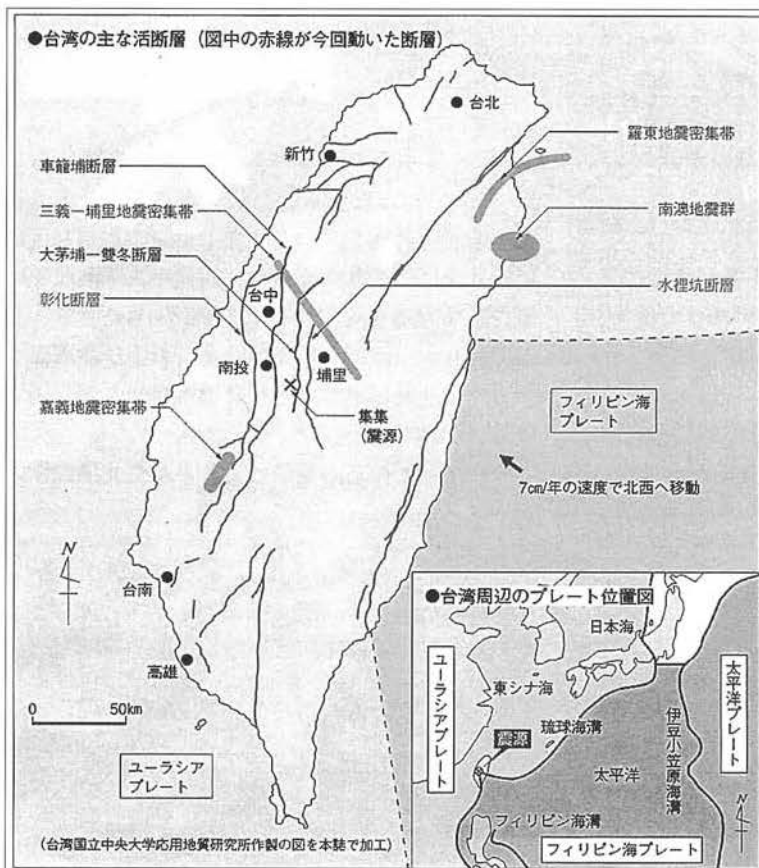


写真-1



写真-2



写真-3

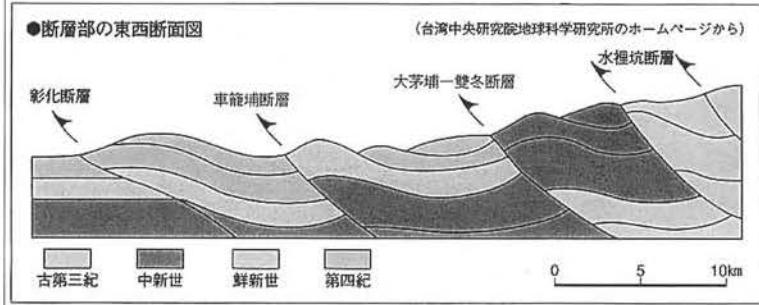


図-2 台湾の主な活断層と921地震 出典：日経コンストラクション、1999.10.22

國姓〔ウォホン〕  
 ↓  
 10:00 埔里〔プーリー〕  
 ↓  
 10:07 日月潭〔リユエタン〕  
 ↓  
 10:15 水里〔シュイリー〕  
 ↓  
 濁水溪〔チョスイシー〕沿い  
 ↓  
 集集〔チーチー〕  
 ↓  
 10:30 草嶺〔シャオリン〕  
 ↓  
 10:48 九份二山  
 ↓  
 11:00 大甲溪上流域、青山  
 ↓  
 横断道路沿い  
 ↓  
 10:07 達見〔ターチェン〕、德基〔トーチ〕  
 ↓  
 水庫：台中県水源ダム  
 ↓  
 大甲溪沿い下流に向かう  
 ↓  
 東勢  
 ↓  
 大坑〔ターロン〕  
 ↓  
 11:30 台中到着

④大肚溪〔タートゥシー〕頭津坑、一江橋下流地点 (写真-5)

左岸斜面の地すべりにより河道が閉塞した。台風に備えて、応急的に右岸側が開削されている。今後の恒久対策としても、河積の確保が大事であるが、左岸からの地すべりの脚部を掘削することになり、この地すべりの安定化（あるいは除去）が求められる。

⑤霧峰、霧峰郷総合運動公園 (写真-6)

トラックの途中に2m（目視）程度の段差が発



写真-5

生し、運動場を横切っている。その段差の線上以外にはまったく変状が見られない。

⑥九九峰

ヘリコプターからも確認できたが（写真-3）、全山崩壊という状態である。山体は第四期礫岩で構成されているとの説明であった。地震前には全部緑で覆われていたということが信じられないが、植生は山地を覆う程度のものであるようだ。今回の災害区域付近ではマグニチュード7以上の大地震は1736年以降今回を含めて8回発生している。単純に平均すると約33年に1度の頻度になる。従って、九九峰も過去にもこのような崩壊が発生していたことが考えられる。台湾は熱帯で降雨も多いため、比較的長大な急斜面が少ない九九峰では、放置されていても短期間で植生に覆われるのではないかと思われる。

しかしながら今回は、地元民から植栽をしても、植生を復旧させるよう強い要望が出されているとのことである。やはり世界中で浸透してきている、環境重視の姿勢がここでも民意となっているようである。ただし、全山への山腹工等による植栽を実施することは、現実的な対応ではないと思われる。

山腹斜面を遠目に見ただけなので、その表面浸食等による土砂の流出が下流にどのような影響を及ぼすか、今回の調査では判明しない。流域全体の土砂の生産流出や河床変動等定量的な土砂計画をたて、土地利用等を勘案した砂防計画の



写真-4



写真-6

立案が今後必要であろう。

#### ⑦中興新村、農業委員会水土保持局

水土保持局は以前は台湾省政府の機関という位置付けであったが、1999年から行政院（政府）農業委員会直属の組織となった。役目は以前と変わらず、農業委員会の所管する事業（工事）の総括を行う。水土保持局には6つの工程所（直轄工事事務所）があり、実際の工事の計画・実施はここで行われる。今回の災害は第二工程所、第三工程所管内で主に発生しており、それらの協力により現地調査を行った。

局内の会議室で陳志清局長から、現状報告を受け、調査団の藤田壽雄団長（当財団前理事）から被害のお見舞いと調査の所見が述べられた。陳局長の報告では、今回の地震による崩壊は約1,800箇所、その内10ha以上が18箇所になり、特に大規模な崩壊として、九九峰（5,900ha）、草嶺（698ha）、九份二山（180ha）をあげた。また、これらの災害調査については大学の協力を得て進められ（後述）、これまでは順調に災害調査・応急対策等が実施されているとのことであった。次期雨期が始まる2000年3月までに恒久対策計画および警戒避難体制をたてる予定とのことで、日本側にも今後の技術的協力が求められた。

その後意見交換を行った。特にヘリコプターからも確認された、河川をせき止めている2箇所の大規模崩壊地（九份二山、草嶺）について、その天然ダムの決壊の危険性について議論が交わされた。なお、草嶺は河川を管理する部局の担当で、次に述べるが九份二山が水土保持局の担当とのことであった。

10月13日（水）

#### ⑧九份二山（写真-4）

台湾南投縣草屯鎮、南港溪支流韭菜湖溪で発生した大規模崩壊現場である。ここでは15人が遺体で見つかったが、まだ24人が依然として行方不明である。崩壊土砂は、標高約925m付近を頭部とし、斜面長にして約1,000mを落下し、山脚を横切る



写真-7

韭菜湖溪を約100mの厚さで埋めている。崩壊土砂量は約3,000万 $\text{m}^3$ と見込まれ、移動土塊はすべて落ちきっている。ただし支溪の合流点部分が閉塞しているため、2つのせき止め池が形成されていて、その水位が日々上昇している。すでに第三工程所により、余水吐けのための仮排水路の計画が作成され、重機による掘削が盛んに行われていた。

10月14日（木）

#### ⑨濁水溪本川と鎮有蘭溪との合流地点

道路脇の斜面が地震により、不安定化しており（写真-7）、法面の処理が必要である。

#### ⑩信義郷豊丘

鎮有蘭溪沿いの溪流で、このあたりは1996年の賀伯〔ハーブ〕台風で土石流災害に見舞われた所である。今回視察した箇所の中では地震の影響はあまり受けていないようであった。しかしながら、2年前に訪れたときと比較して、流域内の表層崩壊の箇所・面積が増加しているのは間違いなかった。右支川の溪流に建設中の砂防ダム（写真-8）はオーストリアでよく見られるタイプである。

#### ⑪紅葉坪〔コウサイホウ〕地すべり（写真-9）

幅800m、長さ900mにわたる大規模地すべりであり、数10メートルの移動距離かと思われる。9月21日の本震後22日の朝までなんと動かなかったと



写真-8



写真-9

のことで、22日午前8時に最大規模の余震（M6.8）が発生し、それに伴いみるみるうちに土塊が移動し始め、2、3日続く余震の間移動が続いたとのことである。

このように活動性大で、なおかつ長大な斜面途中であり、その下部への影響が懸念されるが、その確認は今回できなかった。

#### ⑫樟平渓流域下水堀

渓岸沿いの斜面で地すべりが発生し、非常に不安定な状態となっている。その溪流はその直下が露岩しており、土塊が崩落すると土石流の危険が高い。地すべりを押さえることは効率的でないので、斜面監視と下流溪流での土石流対策となろう。

10月15日（金）

・台北、行政院農業委員会906会議室

農業委員会・調査団合同記者会見があり、調査期間中常に問題視されていた、九份二山の天然ダムの決壊の危険性について質問が出された。日本側の見解は、詳細な調査解析が必要ではあるが、崩落土砂が相当な長さで堆積しているため、パイピング等で決壊する恐れは少ない。越流により、急傾斜で堆積している下流法面の洗掘が心配である。従って、十分な通水断面を持つ余水吐け水路と、下流法面の急勾配水路の設置と、法尻の処理を提案した。

その他に、意見交換の中では台湾側から次のような質問が出て、各調査団員がその説明を行った。

- ・スリットダムの効果
- ・大規模地すべり対策方法
- ・私有地崩壊地の対策方法

会議の途中、彰作奎主任委員（大臣）との会見があり、調査団への感謝の言葉が述べられた（写真-11）。これに対して藤田団長から災害のお見舞いと復旧の対応への敬意を述べ、治水砂防協会からのお見舞い金を彰主任委員にお渡した。



写真-10



写真-11

## 4. 私の所感

### (1) 災害調査について

このような災害が発生すれば、行政は当然各セクションごとに調査に入り、応急対策を検討します。日本の砂防関係で言えば、直轄災害でなければ、都道府県が各土木事務所等から職員を集めて、あるいは砂防調査関係コンサルの協力を得て、直後から調査を開始するのが一般です。

これに対して今回の台湾では、農業委員会から台湾大学、中興大学、成功大学に調査の委託をして、大学が実際の調査を行っていました。水土保持局の陳局長の説明でも、3大学と協力して、これまでに42の村が危険であることが判明して、これから警戒避難体制をとることでした。

我々の調査団にも協力していただいた成功大学防災研究センターの謝正倫教授は、土石流危険溪流の判定や、土石流災害に対する警戒避難体制の検討の役割を分担されています。この謝先生は京都大学の防災研究所に留学をされており、日本語が堪能です。

謝先生のお話では、地震発生が夜中の1時48分で、すぐに関係者に連絡して3時には台南市内の大学に学生等を集合させて、4時に出発して、朝の7時には災害現場に入ったそうです。余談になりますが、謝先生が写真-2の地点に到着した時には、段差のできた川（大甲溪）の上流側の河原では、水が引いたところにエビや魚が残され、まだ生きていたとのことでした。

大学が企業なみにすばやい行動をとることに驚くとともに、日本とは異なる大学の立場があり、企業等から資金を得て研究を進めるアメリカの大学と似ていると感じました。

### (2) 災害復旧状況について

我々調査団が台湾の災害現場に入ったのは、地震発生からちょうど20日目にあたり、それから正味4日間で各箇所をざっと見て回ったこととなります。

まず、全体を見て感じたことは、2,000名以上の死者を出し、なおかつ家屋・橋梁・道路等の被害が甚大であったにも関わら

ず、大地震直後の割には町が落ち着いてきていて、整然と復旧・復興が進められている印象を持ちました。この原因を私なりに以下のように考えてみました。

- ・交通渋滞がほとんどない。
- ・火災現場がほとんど見られない。

台湾は九州程度の広さに約2,200万人が住んでいます。日本と同様な人口密度で山地が多く占めています。その島を北の台北から南の高雄まで、台中、台南を通して最低、片道3車線（台北近辺では5車線！）の高速道路が通じています。

また、今回の災害現場でも、本当に山の中の集落に入ってしまうと片道1車線ですが、主な町の間はすべて片道3車線の道路で通じています。従って、廃屋のがれき等を運搬するダンプトラックや、物資輸送の車が多分常時より多く走っていると思われるのに、ほとんど交通渋滞はありませんでした。被害が大きかった山奥の集落に向かう道路では、関係者以外立ち入り禁止および片道規制で渋滞が発生していましたが、それでもしばらく待機させられただけでほどなくして整然と通過できました。

もちろん地方の大きな町では、生活が復旧していないために、普段の通勤ラッシュ等が発生していないことも原因だとは思いますが。しかしながら阪神淡路大震災の神戸市近辺では、地震発生後の交通渋滞はもっとひどく、長引いたように記憶しています。私が神戸の災害現場を実際に見たのは地震発生から約3ヶ月後ですから、テレビ・新聞等の記憶による比較で、間違っているかもしれませんが。

現場に向かう途中でも、道路法面が崩落していたり、亀裂が入って危険になっている箇所がありました。1車線は確保され、通行が可能となっていました。あれが片道1車線なら完全に通行止めになっているだろうと思いました。道路に落石がある所も同様です。片側は通行止めにしても、もう片側が3車線あるので、そこを対面にして、渋滞なく通行させていました。

台湾と日本の歴史の違いがあり、用地取得の困難性がまったく違うのかもしれませんが、“とりあえず通す”という立場と、幹線道路（高速道路ではない）は、必ず片道3車線という思想の違いがあるような気がします。

一方、火事については、阪神淡路大震災の悲惨な印象は、いつまでも燃え続ける神戸の市街地でした。聞くところによると、埔里市内の紹興酒の工場が火災が発生したそうです。ところが、その他の災害を受けた町を見ても、広く火災が延焼した様子はありませんでした。

その原因は簡単です。木造建築がほとんど（あるいは全然）ないということです。今回建物の被害、とりわけ高層マンションの倒壊等が、日本にも映像で報道され、皆さんもその印象は強いと思います。中にはコンクリートを節約するため、空き缶を入れているビルもありました。これらの問題はありますが、民家を含めてコンクリート構造物がほとんどのため、火災の延焼がなかったと言えるでしょう。それが、町の復興が進んでいる印象につながっていると思われます。

なお余談ですが、紹興酒の工場の火災は埔里市民には思わぬ効果をあげました。地震が真夜中で、当然すぐに停電になり、人々はがれきの散乱する中、暗闇を避難しなければなりません。ところが工場からの火事で、町中が明るく照らされ、避難が容易に行われたということです。

### (3) その他について

九份二山の崩壊地現場で、100m近くも堆積している所で、遺体の捜索のために、異様に深い穴を掘っていました。そこで、同行した台湾の技師から、「日本ではどうしますか?」と聞かれました。そのとき、私は1996年12月の蒲原沢の土石流災害の現場を思い出しながら、「遺体が見つかるまでひたすら捜します。でも、どうしようもないときは、遺族に了解を得てあきらめます」と答えたところ、その人は「そうですね。台湾も同じですよ」と我が意を得たりという顔をしていました。

蒲原沢ではあきらめた最後の1遺体も、その後発見されましたが、どこであきらめるかというのは悩ましい問題だと思います。大至急、応急対策を進めないと、次なる大きな災害を引き起こし、生き残った人々の生命に危険を及ぼすことになります。同じ仏教国である、日本と台湾は同様な対応となりますが、アメリカではそのあたりの考え方が異なるようです。これについて興味のある方は、山崎豊子作「沈まぬ太陽」(三)―御巢鷹山編―に述べられていますのでご覧下さい。

## 5. おわりに

今回の921大地震による土砂災害は、日本でも我々の世代では経験したことがない大規模なものであります。これを、他山の石として、日本における地震土砂災害対応を一層充実させる必要を痛感しました。

順調な復興をとげているようですが、コンクリート建物だけに中途半端な破壊を受けており、その補修も費用がかかり、また立て直すにはもっと費用がかかります。行政院（政府）は都市計画とあわせて再建を考えていますが、人々の判断は極めて難しい状況です（平成11年10月放送、NHKスペシャルより）。

その上に、被災した人々には心の傷やローンの

負担という阪神淡路大震災とまったく同じ問題が残されています。これらの問題が、震後土砂災害対策とあわせて一刻も早く解決されることを望みます。

最後に、調査にご協力いただいた行政院農業委員会李三畏林業所副所長、陳禮仁技正、詹連昌第二工程所長、張義雄第三工程所長、成功大学謝正倫教授、台湾省水土保持技師公會廖大午專業顧問、工業技術研究院能源興資源研究所王文能主任ならびにその他お世話になった台湾関係者に心から感謝いたします。

また、この調査団に参加させていただいた社団法人全国治水砂防協会の大久保駿理事長をはじめ関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。