

速報

2001 年 台 風 0108 号 「桃芝」による台湾 での土砂災害

中川 一*・戸田 圭一*・牛山 素行*

Sediment Disasters Caused by the Typhoon 0108 “TORAJI”, 2001 in Taiwan

Hajime NAKAGAWA*, Kei-ichi TODA* and Motoyuki USHIYAMA*

Abstract

The Typhoon 0108 (Typhoon Toraji) attacked the eastern and central Taiwan on 30 July, 2001. This typhoon brought about the heavy rainfall distributions. In the central area of Hualien-ken and the southern area of Nanto-ken, the hourly rainfall more than 100 mm lasted 3 hours, and the total rainfall amounted to more than 400 mm. As the results, the heavy debris flows occurred in many places in both Hualien-ken and Nanto-ken, and the severe inundation flow occurred due to both overtopping flow and bank breach in Nanto-ken. By these flood and sediment disasters, more than 210 persons were killed or missing and huge damages spread out all over the country. This report summarizes the findings of these disasters obtained through the field survey.

キーワード：台風 0108 号，土砂災害，土石流，南投県，花蓮県，台湾

Key words：Typhoon 0108, sediment disaster, debris flow, Nanto-ken, Hualien-ken, Taiwan

1. はじめに

2001 年 7 月 30 日，台風 0108 号（桃芝台風）
がもたらした降雨により，台湾の花蓮県および南

投県を中心とした各地で土砂災害が発生し，多数
の死者・行方不明者が出るとともに，家屋や公共
土木施設等に多大の被害が生じた。著者らは 8 月

* 京都大学防災研究所
Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

本報告に対する討論は平成 14 年 2 月末日まで受け付ける。

13日～17日にかけて花蓮県と南投県で土砂災害調査を実施し、若干の資料を入手したので、これをもとに今回の災害を簡単に紹介する。

2. 気象状況

2.1 概況

今回の豪雨は、台風0108号によってもたらされた。日本では台風名を号数、あるいは「年+号数」で呼ぶことが一般的であるが、ESCAP/WMO 台風委員会によって制定され、日本の気象庁によって命名されている国際的な呼称は、本台風の場合「Toraji」である。また、この呼称の台湾における漢字表記は「桃芝」となっている。本報告では、日本式に台風0108号と呼ぶこととする。

台風0108号は、2001年7月27日09時頃、フィリピン東方海上で発生した。その後ほぼ北西方向に進み、7月30日00時頃に台湾へ上陸し、台湾中部を横断して中国大陆に進み、7月31日09時頃熱帯低気圧に変わった(図1)。台湾上陸時の中心気圧は965 hPa、中心付近の最大風速は35 m/s、風速15 m/s以上の強風半径は300 kmであり、日本風の階級で表現すると、「中型で強い台風」であった。

2.2 降水状況

台風の通過により、台湾各地では7月29日から降雨が始まり、30日をピークとして31日まで降り続いた。31日の降水量は各地ともわずかであり、ほぼ29～30日の2日間に発生した降雨イベントであると考えてよい。台湾交通部中央気象局ホームページ記載¹⁾の降水量および国立成功大学防災研究中心提供による資料を元に積算降水量分布図を作成すると図2のようになり、阿里山(Alishan, 標高2406 m)の758 mmを最大とし、台湾中部の山岳地帯を中心に豪雨が発生したことがわかる。

台湾国立成功大学防災研究中心の資料によると、台湾中部の花蓮県中部や、南投県南部では、1時間降水量100 mm以上の強い降雨が3時間程度継続し、一部では1時間149 mmもの降水量を記録したところもあった。また、東部の花蓮県中部

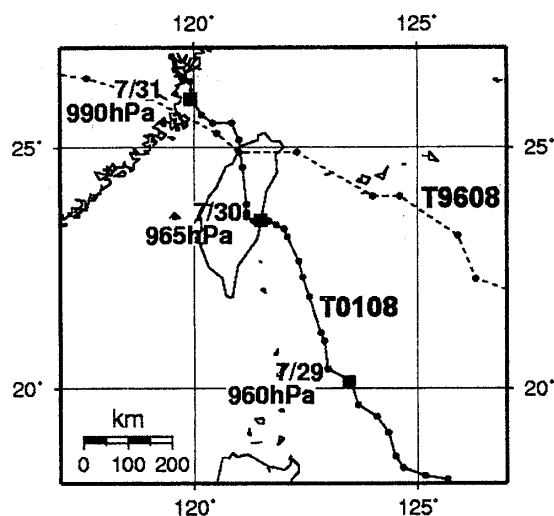


図1 台風0108号の経路(日付表記位置(■)は各日0時の中心位置。気圧は0時の中心気圧)

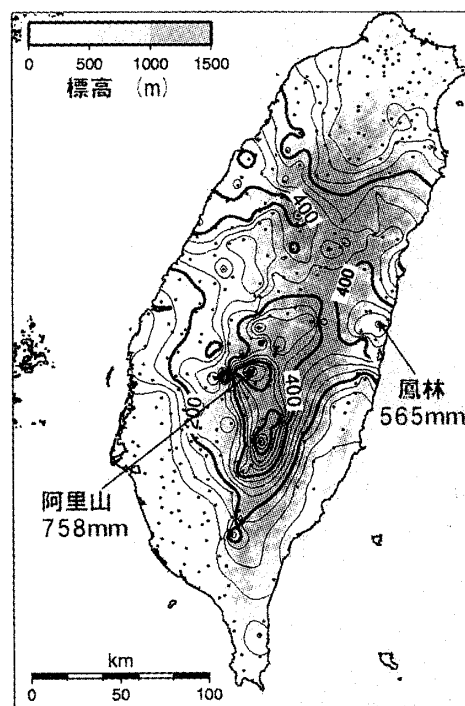


図2 2001年7月29日から31日の積算降水量分布(・点は雨量観測所の位置)

の大興村付近では、3時間に390 mmの降水量を記録した²⁾。

台風接近前の数日間は、台湾付近に低気圧や前線の接近などはなかった。ところによって熱帯的な短時間の降雨が見られたものの、雨が長期間に

渡って降り続けているような状況ではなかった。阿里山における 2001 年の降水量は 5 月頃までは平年並みであったが、6 月以降少雨傾向であり、7 月は今回の豪雨前までの降水量は平年の 54 % 程度であった。すなわち、先行降雨が多かったということはない。

2.3 降水量平年値との比較

交通部中央気象局ホームページの資料によると、台湾各地の年降水量平年値は、西部の平野部で少なく、中部山岳部および北部で多くなっている(図 3)。このうち、北部の降水量は、寒候期に多く記録されるもので、暖候期には少なく、7、8 月頃が最少となっている。北部以外の地域の降水量は、暖候期に多く寒候期に少ない。おおむね 5～9 月が多雨期であり、少雨期との降水量の差は大きい(図 4)。今回豪雨が発生した阿里山の最多雨月の降水量平年値は 820 mm (9 月)、日月潭(Jihyuehtan, 標高 1015 m)では 525 mm (6 月)などとなっている。これは日本の気象官署(ほぼ平地部にある)ではほとんど見られず、九州などの山地部にある AMeDAS 観測所の一部で見られる程度の大きな値である。

今回の豪雨による積算降水量は、阿里山 758 mm、日月潭 339 mm であり、両観測所における最多雨月の降水量平年値をいずれも下回っている。すなわち、台湾中部山間部に関して言えば、今回の事例は、日頃あまり豪雨に見舞われない地域に、極端に強い豪雨が発生したという状況ではない。ただし、西部の梧棲(Wuchi, 積算降水量 463 mm)のように、最多雨月の降水量平年値(235 mm)の 2 倍程度の値を記録した場所も存在している。2.2 で触れた、花蓮県大興村(積算降水量 455 mm)も、近傍の花蓮、成功の最多雨月の降水量平年値(それぞれ 385 mm, 366 mm)と比べると、この地域としてはかなり大きな記録であったと言えそうである。

2.4 近年の豪雨との比較

阿里山における 1997 年以降の日降水量データを元に、月別の 2 日間降水量最大値を集計すると、

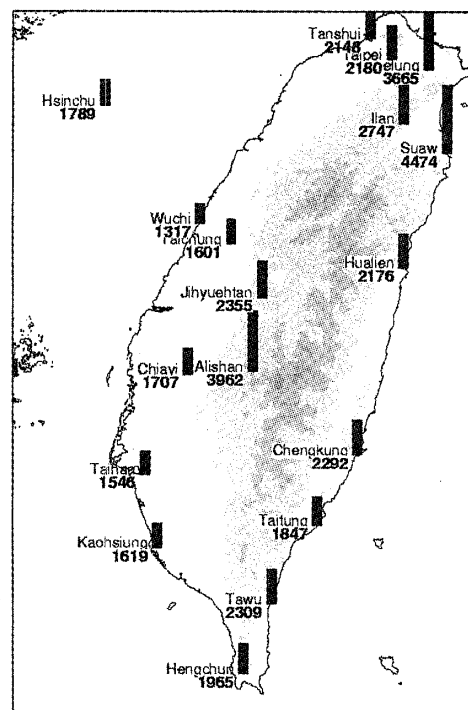


図 3 台湾の年降水量平年値 (1961～1990 年)

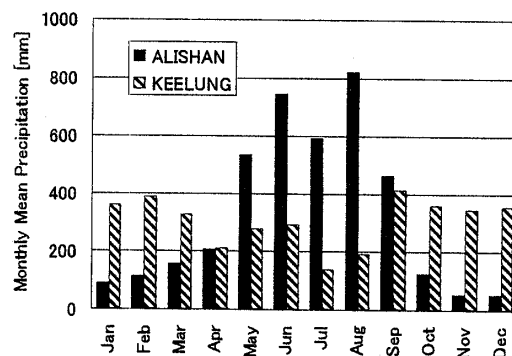


図 4 阿里山 (Alishan) と基隆 (Keelung) の月別降水量平年値 (1961～1990 年)

図 5 のようになる。阿里山においては、2 日降水量 300 mm 前後の降雨イベントは毎年発生しているが、今回のような豪雨は少なくとも最近 5 年間は発生していない。

台湾中部における最近の顕著な豪雨イベントとしては、1996 年 7 月 30 日～8 月 1 日の台風 9608 号による豪雨が知られている³⁾。この豪雨時の最多雨域も今回と同様の阿里山付近であった。阿里山における積算降水量は 1994 mm、最大 24 時間降水量 1748 mm、最大 1 時間降水量 112 mm

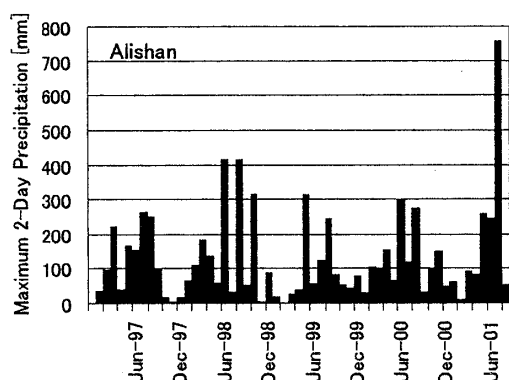


図5 阿里山の2日降水量月別最大値（1997年1月～2001年8月）

mで、1時間降水量80 mm以上の降雨が12時間以上連続した。阿里山以外にも豪雨を記録した地点は多く、たとえば今回の豪雨において、積算降水量600 mm以上の雨域は阿里山付近の30～40 km程度の範囲でしか確認できないが、台風9608号の際には、阿里山付近の東西30～40 km、南北100 km程度の範囲に見られるほか、北部にもやや面積は少ないものが確認できる。台風9608号の豪雨時の阿里山における24時間降水量1748 mmは、世界最大記録に近い記録であり、台湾においても突出した記録と思われるが、今回の豪雨が発生した地域において比較的近年に、今回を大きく上回る豪雨イベントがあったことは確かである。

3. 被害の概要

3.1 全体の被害概要

台湾行政院内政部消防署（日本の総務省消防庁に相当する行政機関）のホームページに掲載されている資料⁴⁾によると、2001年8月8日現在で、本台風による人的被害は、台湾全土で死者103名、行方不明者111名である（図6）。地域別に見ると、台湾中部の内陸・山間部である南投県の被害が特に多く、標高3000 m級の山岳が続く中央山脈をはさんで東側に位置する花蓮県の被害がこれに次ぐ。台中市で7名の被害があるが、その他の大都市での人的被害はなく、平地部の県の人的被害も少ない。また、死者・行方不明者のうち少なくとも121名以上が土砂災害による犠牲者であり、

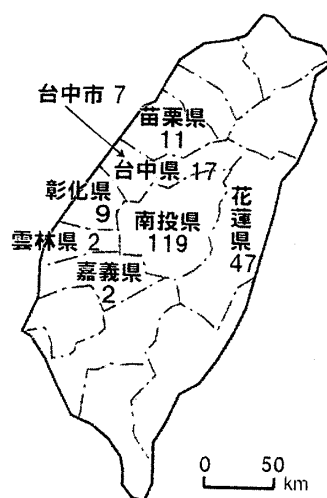


図6 地域別死者・行方不明者数

今回の事例は洪水による被害よりも、土砂災害による被害が中心であったと思われる。

前述の1996年台風9608号による死者・行方不明者は73人³⁾であり、今回の被害は、すくなくとも人的被害に関しては、1996年の事例を大きく上回ったものといえる。

台湾全域での被害の概要をまとめると以下のとおりである^{4), 5)}。土石流発生地点および土砂崩壊地点は全国で93箇所到达了。約34万世帯で停電し、約52万世帯で断水が生じた。また南投県、台中県を中心に109箇所道路に損壊が生じた（111カ所で通行止め）。農業および畜産業に対する損失は12.8億台湾ドル（2001年8月現在、1台湾ドル＝3.64円）と推定されている。台湾でこのような大きな台風被害が生じたのは、1963年に死者312名を記録したグロリア台風以来約40年ぶりである。

台風9608号と台風0108号による被害の比較を気象データと比較してまとめたものが表1である。これより、台風9608号による降雨規模が圧倒的に大きいにもかかわらず、台風0108号の方が被害が大きいことがわかる。これは1999年の集集地震による多量の不安定土砂の生産、強震動による斜面土層の安定性の低下が原因しているのではないかと推察される。

表1 台風9608号と0108号の比較

	台風9608号(賀伯)	台風0108号(桃芝)
上陸時中心気圧	930hPa	965hPa
上陸時中心付近の風速	53m/s	35m/s
降雨が記録された期間	1996/07/30～08/02	2001/07/29～07/31
上記期間の最大積算降水量	1994mm(阿里山)	757mm(阿里山)
最大24時間降水量	1746mm(阿里山)	715mm(阿里山 *1)
最大1時間降水量	113mm(阿里山)	147mm(光復)
死者・行方不明者	73人	214人(*2)
家屋の全半壊	1383戸	1611戸(南投県, 花蓮県*3)
道路損壊による通行止め箇所	101ヶ所	111ヶ所
電話の不通	205,000戸	71,000戸(7/31)

*1 2001年7月30日の日降水量

*2 内, 121人以上が土砂災害による犠牲者

*3 南投県は8月16日現在, 花蓮県は9月19日現在, 他地域は不詳

3.2 各地の被害概況

花蓮県では7月30日未明より激しい雨に襲われ, 山沿いの多くの地域で土石流が発生した。この中で大規模なものが8箇所が発生したが, そのうち光復郷大興村と鳳林鎮鳳義里水源地で大きな被害が発生した(図7)。大興村では村を流れる大興溪で30日未明に土石流が発生し, 家屋16戸が全壊, 5戸が半壊し, 死者は26名, 行方不明者は15名に上った(写真1)。流出土砂量は150万 m^3 程度と推定されている。また鳳義里水源地では土石流で住宅1戸が全壊し, 死者5名, 行方不明者1名が生じた(写真2)。花蓮県は大理石の産地として有名であるが, 今回の土石流災害は安山岩地帯で発生している。

南投県の中央山脈, 玉山山脈西側の濁水溪支川の陳有蘭溪沿いでも7月30日未明から朝にかけて激しい豪雨にあい, その結果, 多数の土石流, 土砂流が発生した。代表的な箇所は水里郷上安村, 信義郷豊丘村, 信義郷新郷村であり(図8), いずれも死者・行方不明者が10名以上に上っている。また, 陳有蘭溪に沿って道路や橋梁の損害が顕著であった。写真3は水里郷上安村郡坑で発生した土石流による家屋被害の様子であり, 背後の山で多数の斜面崩壊が発生していることが分かる。流下してきた巨礫は礫岩が主体である。写真4は信義郷新郷村で発生した土石流によって流下してきた巨礫であり, 左手前にあった家屋は完全に流失



図7 花蓮県での主要な土石流被害箇所

し, 基礎だけが残っていた。

濁水溪支川の東埔蚋溪では, 竹山鎮の延平橋上流で越流が, 下流で破堤がそれぞれ発生し, 氾濫水が竹山鎮の木屐寮の集落を襲い, 死者・行方不明者が9名に上る洪水災害も発生している。これについては比較的詳細な聞き込み調査等を行ったので, 次節で紹介する。

花蓮県光復観測所, 同県鳳林観測所および南投県望郷観測所における1時間降水量及び積算降水量を図9に示しておく。



写真1 花蓮県光復郷大興村で発生した土石流によって埋没した白雲山荘の発掘状況

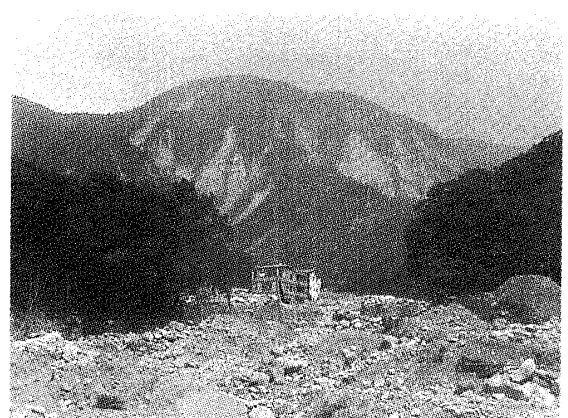


写真3 南投県水里郷上安村郡坑で発生した土石流によって被害を受けた家屋（背後の山には多数の斜面崩壊が見られる）

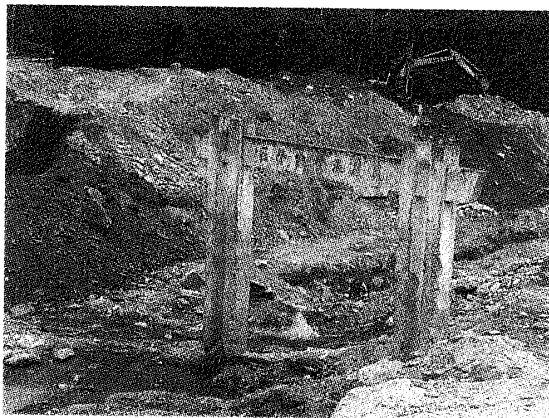


写真2 花蓮県鳳林鎮鳳義里水源地で発生した土石流によって埋没した水源地入り口の石門の発掘状況



写真4 南投県信義郷新郷で発生した土石流によって氾濫堆積した巨礫（写真左下には家屋が存在していたが完全に流失し、コンクリート製床板だけが残っていた）

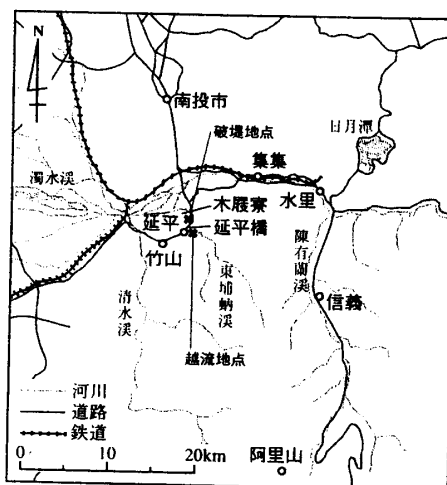


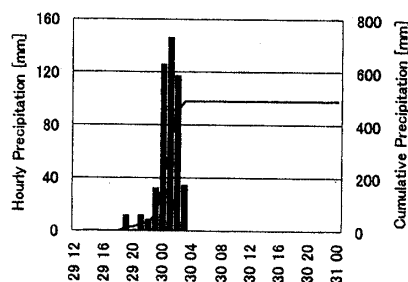
図8 南投県での主要な災害発生箇所

3.3 濁水溪支川の東埔納溪における洪水災害

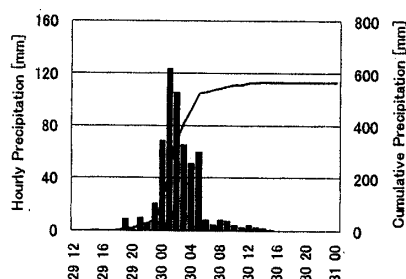
(1) 災害地点

濁水溪は、台湾中部の中央山脈、阿里山山脈に源を発し、西流して台湾海峡に注ぐ台湾第一の河川である。計画高水流量は河口で $27,000 \text{ m}^3/\text{s}$ に上る⁶⁾。この濁水溪には清水溪などいくつかの支川が流入しているが、清水溪の一筋上流の左支川である東埔納溪が、南投県竹山鎮郊外の延平橋付近で越流および破堤により氾濫した。そして下流の集落「木屐寮」が氾濫流に襲われ、死者・行方不明者が9名に上る惨事となった。この辺りは1999年の集集地震の震源地に近いところである。

花蓮県光復観測所



花蓮県鳳林観測所



南投県望郷観測所

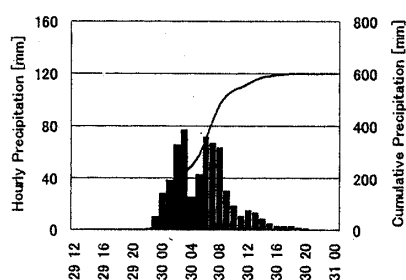


図9 主要観測所の1時間降水量及び積算降水量（光復観測所の7月30日04時以降は欠測の模様）

延平橋付近の東埔蚋溪の川幅は約100 m、また河床材料の平均粒径は目視から50 mmは超えていると判断された。延平橋から濁水溪本川合流点までの区間の平均河床勾配は約0.01である⁶⁾。

(2) 災害状況

東埔蚋溪は延平橋の直上流の左岸側で越流し、氾濫流は道路を越えて地盤高の低い木屐寮方面に流下した。またその後、延平橋下流の左岸側で破堤が生じ、氾濫水が木屐寮を直撃する事態となった（図10）このように、越流と破堤という異なった原因により生じた氾濫流が、時間差をおいて木屐寮を襲ったこととなる。東埔蚋溪の50年確率の流量は $1,630 \text{ m}^3/\text{s}$ と算出されている⁶⁾が、調

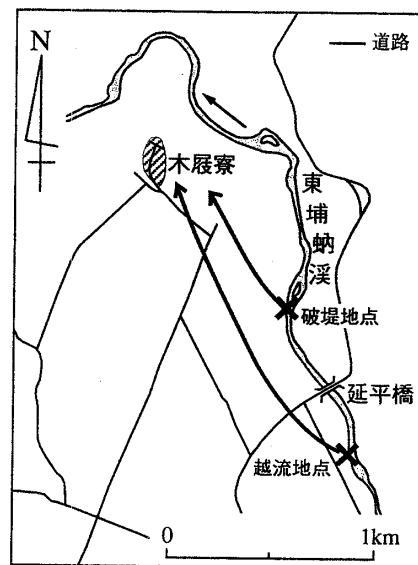


図10 東埔蚋溪での越水・破堤氾濫

査に同行してくれた国立成功大学防災研究中心の研究員によれば、50年確率以上の流量が流下したとのことであった。越流や破堤の原因は、現在のところは不明であるが、1996年洪水時の土砂流出による河床の上昇が越流を助長した可能性は高い。また破堤箇所の下流、木屐寮の北に位置する地点で東埔蚋溪は左に大きく湾曲している。越流した氾濫水がこの湾曲部で再度、河道に流入し、その上流の水位が高く保たれたならば、それが破堤に何らかの影響を及ぼしたのかもしれない。

東埔蚋溪の上流域では7月30日の未明から雨足が強くなっており、30日08:30に最高水位を記録している。木屐寮の住民の証言によれば、30日07:30頃に、河川の水位が高いという友人、知人の知らせで一部の住民は自主的に避難を開始した。なお役所からの避難勧告や避難命令はなかったとのことである。08:30頃に氾濫流により家屋が破壊されており、直前の避難により難を逃れた住民もいたようである。前述したように死者・行方不明9名、そして崩壊家屋は36戸に上った。氾濫流の流下箇所では多くの巨石が堆積しており、最大級のものは粒径が1 m以上に達している（写真5）。氾濫流は多量の土砂を伴うものであった。また氾濫流が通過した箇所はかなり幅が狭い範囲に限られている。このことは、氾濫流は越流および



写真5 東埔蚋溪の破堤によって木屐寮地区に氾濫堆積した石礫

破堤した後、堤内地内で滞留したり拡散したりせず、高流速で勢いよく流下したことを示している。被災地で完全に崩壊した家屋とほとんど損傷のない家屋がわずかな距離しか離れていないことがこの事実を物語っている。

調査に訪れたのは8月14日で、災害から約2週間経過した時であった。堤防の復旧や土砂の採取といった応急措置的な工事が進められていた。また住民のなかには近隣の竹山鎮の中学校に一時的に避難している人達もいるという話も耳にした。

4. おわりに

南投県では1999年に集集地震が発生して多数の山腹斜面が崩壊し、多量の土砂が流出することなく不安定土砂として存在していたものと推定され、今回の豪雨でこれらの土砂が一気に流出して災害規模を大きくした可能性がある。また、山腹斜面の堆積層中の空隙が地震によって変化し、降雨の地下浸透で斜面の安定性が低下したために崩壊が発生しやすくなったことも考えられる。1996年に来襲した台風9608号（賀伯台風）で24時間降雨量が1746 mm（阿里山）という記録的な降雨を経験したが、このときよりも今回の方が被害が大きいことから、地震の影響が少なからずあったものと推定される。斜面崩壊の発生個数や流出土砂量の比較は現時点ではできていないので、地震の影響を定量的には評価できないが、学際的な取り組みによって明らかにされることが望まれる。

謝 辞

今回の調査を行うに当たり、京都大学防災研究所から調査旅費を支給していただいた。また、台湾国立成功大学防災研究中心の謝正倫教授にはあらゆる面で調査の便宜を図っていただくとともに、同センター工程組副組長の頼文基先生には終始調査に加わっていただき、資料の収集にご尽力いただいた。ここに記して関係各位に深謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) 台湾交通部中央気象局ホームページ：<http://www.cwb.gov.tw/>
- 2) 花蓮県政府：花蓮県桃芝台風災情簡報（中国語），2001. 愛知県：愛知県水防計画書 平成12年度，愛知県，2000.
- 3) 国立台湾大学水工試験所：1996 賀伯台風侵台災害分析及検討（中国語），1997.
- 4) <http://www.nfa.gov.tw/nfaasp/upload/桃芝台風900801第二十一報.htm>
- 5) <http://www.taipeitimes.com/news/2001/8/01/story>
- 6) 台湾省水利局：濁水溪水系治理規劃報告（濁水溪本流及支流 東埔蚋溪），12月，1996.

（投稿受理：平成13年10月31日）