

2001年7月台湾豪雨災害調査報告

牛山素行(東北大学大学院工学研究科災害制御研究センター)

中川一(京都大学防災研究所)

戸田圭一(京都大学防災研究所)

1. はじめに

2001年7月29日～30日、台風0108号がもたらした降雨により、台湾中部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に見られる特徴に関して報告する。

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。以下本報告では、台風0108号と呼ぶ。

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965hPa、中心付近の最大風速は35m/s、風速15m/s以上の強風半径は300km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。

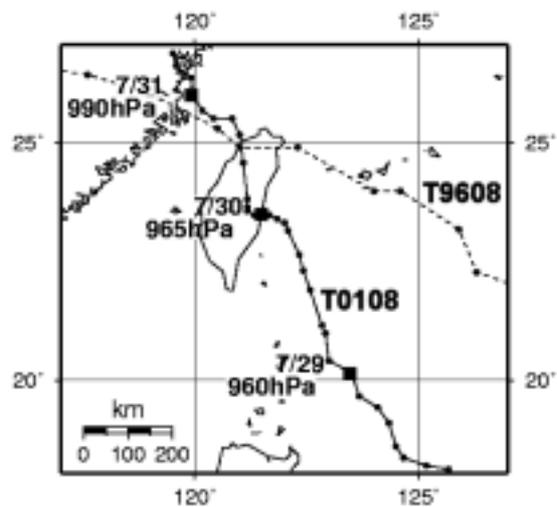


図1 台風0108号の経路
は各日00時の位置、気圧は00時の中心気圧

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2406m)の758mm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100mm以上の強い降雨が3時間程度継続し、花蓮県の光復では1時間降水量149mm、3時間390mmを記録した。

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。ところによって熱雷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。

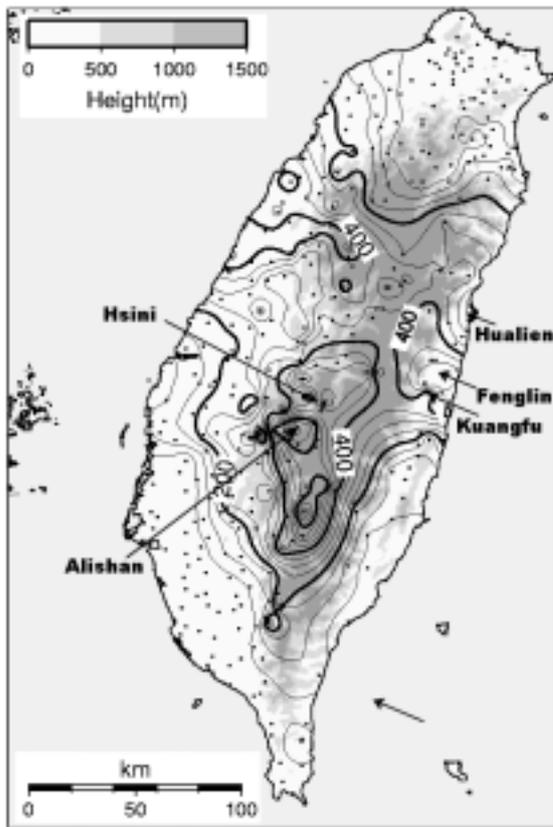


図2 7/29～31の積算降水量分布(mm)

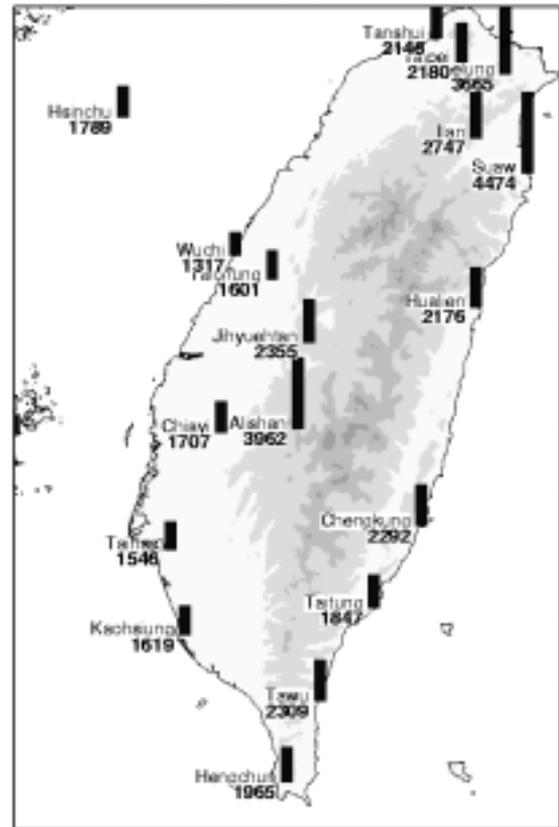


図3 年降水量平年値(1961-1990)

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南投県の最多雨月の降水量平年値は阿里山 820mm(9月)、日月潭(Jihyuehtan, 標高 1015m)525mm(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。

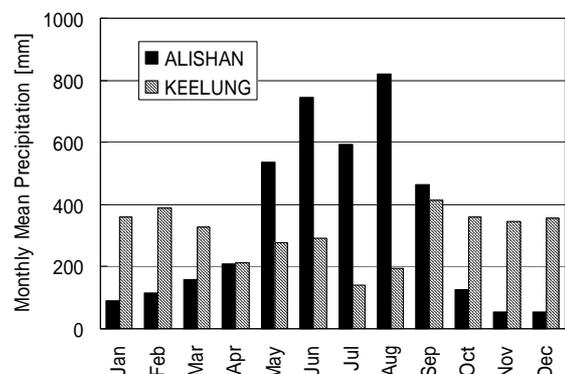


図4 台湾北部(Keelung)と中部(Alishan)の月降水

今回の豪雨による南投県の積算降水量は、阿里山 758mm、望郷 599mm、信義(Hsini)473mm などであり、阿里山や日月潭の最多雨月降水量平年値と比べても多くない。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、花蓮県に関しては事情が異なる。同県鳳林(Fenglin)で記録された2日降水量 565mmなどは、近傍の花蓮(Hualien)、成功(Chengkung)の最多雨月の降水量平年値(それぞれ 385mm、366mm)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 5 のようになる。阿里山においては、2 日降水量 300mm 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(国立台湾大学水工試験所、1996)。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

1994mm、最大 24 時間降水量 1748mm、最大 1 時間降水量 112mm で、1 時間降水量 80mm 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 600mm 以上の雨域は阿里山付近の 30～40km 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 30～40km、南北 100km 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 1748mm 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は思われるが、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。

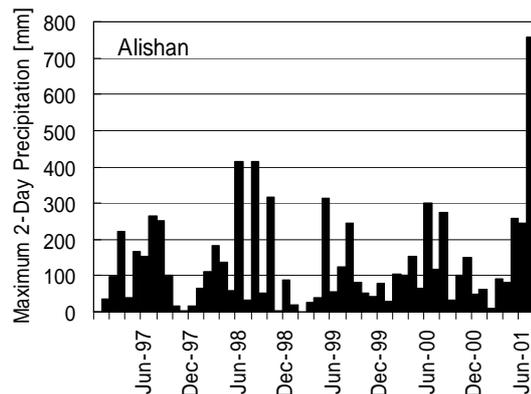


図 5 阿里山の月最大 2 日降水量(1997-2001)

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(行政院内政部消防署、2001)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。地域別に見ると、台湾中部の内陸・山間部である南投縣の被害が特に多く、標高 3000m 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縣の被害がこれに次ぐ(図 6)。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、内政部消防署の資料を総合すると、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、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。



図 6 地域別死者・不明者数

前述の 1996 年台風 9608 号による死者・行方不明者は 73 人であり、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。

内政部消防署(2001)、台北時報(2001)などを総合すると、台湾全域の被害概要は以下のとおりである。まず、土石流発生地点および土砂崩壊地点は全国で 93 箇所到達した。約 34 万世帯で停電し、約 52 万世帯で断水が生じた。また南投縣、台中縣を中心に 109 箇所道路に損壊が生じた(111 箇所通行止め)。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(特に人的被害)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 年ぶりと言っていい。

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。2.4 でも述べたように、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 花蓮県の被害状況

花蓮県では 7 月 30 日未明より激しい雨に襲われ(図 8)、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、一部集落が土砂に埋没した。この結果、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 m³ 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。



図 7 花蓮県での主要土石流被害箇所図

における 1 時間降水量及び積算降水量を図に示しておく。

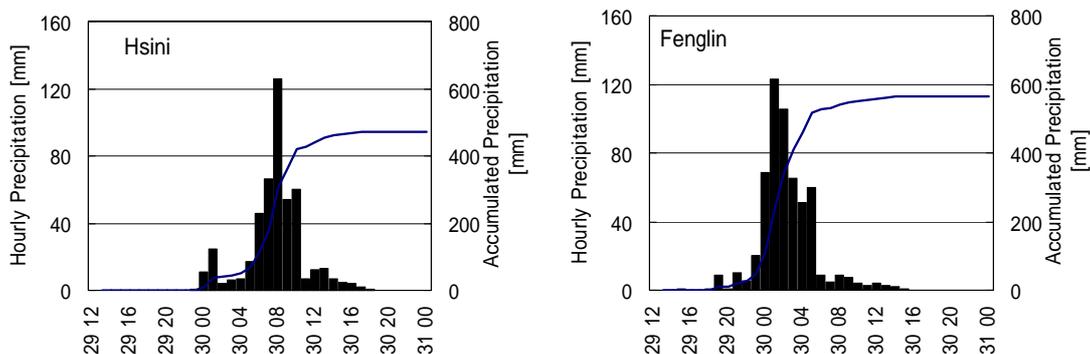


図 8 南投県信義(Hsini)観測所および花蓮県鳳林(Fenglin)観測所の降水量推移



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 2 花蓮県鳳林鎮鳳義里水源地で発生した土石流により埋没した水源地入口の石門の発掘状況

3.3 南投県の被害状況

(1) 土砂災害

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（図 8），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 9），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し，基礎だけが残っていた。

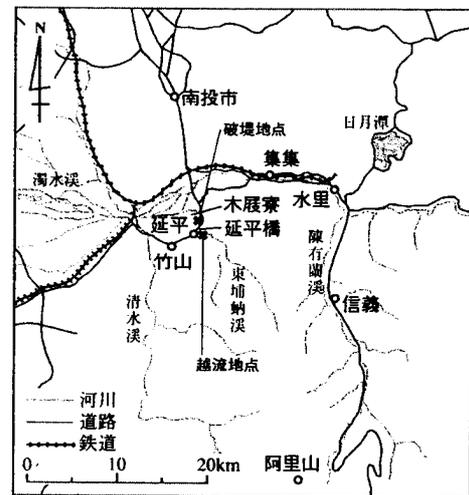


図 9 南投県の主要災害発生箇所



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。ただし地震起源か今回のものかは不明）



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（人物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）

(2)洪水災害

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、以下に紹介する。

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(台湾省水理局, 1996)。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蚋溪が、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。延平橋付近の東埔蚋溪の川幅は約100m、また河床材料の平均粒径は目視から50mmはを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(台湾省水理局, 1996)。

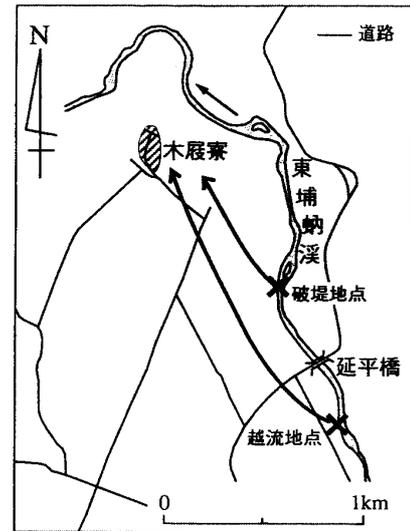


図10 東埔蚋溪の越流・破堤状況



写真5 破堤箇所付近の東埔蚋溪



写真6 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

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 $1,630\text{m}^3/\text{s}$ と算出されているが(台湾省水理局, 1996)、調査に同行してくれた国立成功大学防災研究中心の研究者によれば、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(写真5)。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(図8)、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、最大級のもは粒径が 1m 以上に達している(写真 6)。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. 災害情報の状況

コンピューター関連機器の世界的生産地である台湾において、インターネットの普及が進んでいることはいうまでもなく、今回の災害に関する情報も、インターネット上において数多く確認することができた。ここでは日本における事情と対比しつつ、その概要を挙げてみたい。

4.1 気象・豪雨情報

日本の気象庁に相当する機関は(台湾)交通部中央気象局である(<http://www.cwb.gov.tw/>)。英語版、中国語(繁体)版があり、内容は後者の方が充実している(図 11)。日本の気象庁のホームページと大きく異なるのは、気象局自身がそのホームページを用いて、リアルタイム気象情報等の発信を行っている点である。提供されている情報は非常に豊富であるが、豪雨災害に関連するものとしては以下のようなものがある。

【リアルタイムデータ】

天気予報や警報など。観測所ごとのページでは同一ページに現在の観測値や平年値を併記。

気象衛星、レーダー画像。毎時画像を 48 時間分参照可能。動画表示可能。

地上・高層天気図。実況および 24 時間予想天気図。

地上観測所雨量分布図。実況および当日 0 時からの積算降水量(3 日分)。

最新台風の現在位置、勢力等。

【資料】

1997 年以降の主要観測所の日降水量表。月降水量平年値表。

1958 年以降の台湾接近台風の経路、勢力、被害等概要。

気象全般、気象観測、台風などに関する Q&A

全観測所の全観測要素の全データ[有料]

日本には多数の気象情報ホームページがあるが、これほど充実した内容のページはほとんどない。特に挙げた積算降水量という情報は、豪雨災害を警戒する際の指標としては極めて重要なものであるが、日本ではなぜかほとんど見ることができない情報である。日本で一般的に見られる豪雨関連気象情報で上記に含まれていないものは、短時間降水量予報くらいではなかろうか。日本の同種ページに比べて(台湾)気象局のページが優れている点を要約すれば、

(a)基本的情報(天気予報など)から専門的情報(高層天気図など)まで取り揃えていること

(b)多くの観測情報が過去数日までさかのぼって参照できること

(c)過去の長期観測データに容易にアクセスできること

の3点が挙げられる。(c)は、災害の危険が迫っている際にはあまり有効ではないかもしれないが、日頃の備えのための基礎情報としては極めて有用であり、このような情報をだれもが容易かつ無料で入手できる状況は、うらやましく感じられた。日本には多くの民間気象会社があり、インターネットにおける気象情報は主としてこれらの会社から発信されている。台湾ではそういった企業は発達していないようであり、たとえば台湾版 Yahoo の気象情報も、気象局が直接提供という形態のようである。

インターネット以外のメディアにおける気象情報の扱いは、調査滞在中の5日間に見た限りでは、まず、テレビに関しては、放送時間、放送のスタイルいずれから見ても、日本と大きな違いは無かった。一方、新聞に関しては、複数の全国紙を参照したが、気象情報の扱いは日本よりかなり小さめであった。たとえば、「聯合報」では、各地域別の天気予報が6cm×10cmほどの表で載っているのみで、天気図や衛星画像はなく、日本でおなじみの「天気概況」的な記事も見当たらなかった。

天気予報のページ



積算降水量のページ



図 11 (台湾)気象局ホームページの一例

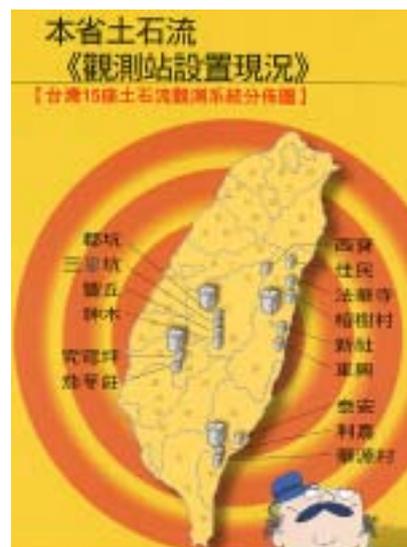


図 12 行政院農業委員会による土石流観測システムのパンフレット

4.2 地域的な豪雨防災情報システム

日本ではここ数年、豪雨防災情報の一つとして、自治体の管理する雨量観測所の観測値をホームページ等でリアルタイム公開する例が急増しているが、今回の被災地を中心として、インターネット上で検索した範

圏内では、そういった情報提供が行われている例は確認できなかった。日本ではこのような情報を、iモード等の携帯電話を介して伝達しようという試みがあるが、台湾ではiモードのような単体でインターネットにアクセスするための携帯電話システムが普及していないこともあり、確認できなかった。

インターネットとは別のシステムとしては、行政院農業委員会、国立成功大学防災研究中心などによって、土石流発生の危険がある溪流に観測、警報システムの導入が進められている(図12)。今回の調査では、これらのシステムが機能したかどうかに関して十分な情報が得られなかったが、行政院農業委員会発行のパンフレットによれば、観測システムが導入されているのは台湾全域で15箇所とのことで、まだ整備は始まったばかりであるとの印象が強かった。

4.3 被害・救援情報

日本では、災害時の被害状況や行政機関による対応状況などの資料が、1998年以降は総務省(旧自治省)消防庁ホームページに集積されている。台湾においても同種の情報が、日本の総務省消防庁に相当する機関と思われる「行政院内政部消防署」のホームページ(<http://www.nfa.gov.tw/>)に集積されている。

情報の内容は、日本のそれと大きく変わらないが、決定的に異なるのは、情報が修正される都度ファイルを分けて保管していることである(図13)。日本では、総務省消防庁をはじめ、ほとんどの場合、被害状況に関する資料をホームページに掲載はするが、情報内容が更新される都度古いファイルに上書きして保存するスタイルをとっている。人的被害など、時間の経過とともに正確になっていくような情報の場合はよいかもしれないが、避難者数や電力被害など、時間とともに減少(復旧)していく被害の場合、最終的な情報だけが保管されていても、資料として役立てにくいこともある。電子情報は量が増えても保管に困るものではない。日本においても、せっかく作った災害情報はむやみに消去せず、保管をするよう心がけたいものである。すでに、高知県では、台湾内政部消防署と同様のスタイルで災害対応情報を保管し始めている。

内政部消防署の他、縣政府(県庁)をはじめ、関係行政機関のホームページには早くから、被害状況や行政機関の対応に関する情報が掲示されていた。報道機関のホームページには、それぞれ特集ページが作成されていた。このあたりは、日本の現状とほぼ同様であると思われた。

資料リスト(第一報~二十九報)

資料の内容



図13 内政部消防署ホームページの桃芝台風関連情報

4.4 防災情報の利用状況

これらのインターネット等で提供されている情報が、今回の災害に際して具体的にどのように役立ったかについては、残念ながら明確な情報は得られなかった。台湾では、ホテルのロビーに自由に利用できるインターネット端末(パソコン)が設置されていたり、空港など人が集まる場所に、プリペイドカード(あるいはIC

カード)タイプの公衆インターネット端末が整備されているなど、インターネット利用環境に関しては日本より進んでいるとも言え、災害情報提供メディアとしてのインターネットの潜在能力は大いにあると思われる。

4.まとめ

今回の調査結果を整理すると以下のようになる。

- (1)2001年7月29～30日にかけて、台風0108号(Toraji,桃芝)によって台湾中部に豪雨が発生した。積算降水量の最大値は758mm(阿里山)、最大1時間降水量149mm、最大3時間降水量390mm(いずれも花蓮県光復)で、南投県、花蓮県の一部では1時間降水量100mm以上が3時間以上継続した。
- (2)南投県はもともと降水量の多い地域であり、たとえば阿里山の今回の積算降水量は最多雨月降水量平年値(820mm)以下である。しかし花蓮県はそれほど降水量は多くなく、花蓮県の今回の積算降水量は、最多雨月降水量の1.5倍であった。今回の豪雨は、特に花蓮県において記録的な事例であったと思われる。
- (3)この豪雨により南投県、花蓮県などで土砂災害を中心として多くの災害が発生し、死者・行方不明者は台湾全域で211名に達した。これは、最近約40年間で最大の人的被害であった。
- (4)今回豪雨にみまわれた台湾中部では1996年に強力な台風(T9608, Herb)が通過している。この時の積算(3日)降水量は阿里山で1994mmに達するなど、今回を明らかに上回る豪雨であったにもかかわらず、その被害は今回より小規模であった。
- (5)インターネット等における災害関連情報提供体制は、気象情報や被害・救援情報に関しては、日本より行き届いているが、日本に見られるような地域的な情報提供体制はまだ不十分であると思われた。

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号の方が降雨の規模が大きかったにもかかわらず、このときよりも今回の被害の方が大きいことから、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

(台湾)交通部中央气象局: <http://www.cwb.gov.tw/>

花蓮県政府, 2001:花蓮県桃芝台風災情簡報(中国語)

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.

(台湾)行政院内政部消防署, 2001:桃芝台風第二十一報, http://www.nfa.gov.tw/query/query2/90_06/disaster.htm

台北時報, 2001:<http://www.taipeitimes.com/news/2001/8/01/story>

台湾省水利局, 1996: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.

行政院農業委員会, (発行年不明):防範土石流宣導手冊(中国語)