

## 北部タイ集中豪雨による地滑り災害調査報告

### Investigation on the Damage by the Landslide Disaster in Northern Thailand

佐々木 寧\*, サマン・ホモチュエン\*\*

Yasushi Sasaki and Samang Homchuen

From 22 th to 23th May 2006, a landslide occurred the mountain area of Uttaradit in northern Thailand, where is popular fruit growing and slight rain commonly. In that time, the rainfall in 48 hours was over 400 mm, many landslide occurred, especially with a lot of drift wood and left more than 100 persons dead or missing. It was observed many case of surface landslide, large trees and secondary forest of bamboo collapsed easily.

**Keywords: Uttaradit, Northern Thailand, Landslide,**

#### はじめに

2006年5月22日から23日未明にかけて、タイの北部ウタラチッド Uttaradit 市周辺で集中豪雨による土石流災害が発生した。市のまとめで死傷者数は100人を数え、9月末現在でも政府が準備した救援施設に76所帯の家族が避難生活を続けている。

土石流災害は、ピサノルーク Phitsanulok の北部の Uttaradit からナン Nan にかけて山岳山麓部が中心で、集落の洪水の発生、山麓部では過去に例のない多数の土砂崩れ災害を引き起こしている。また山麓部の一部都市部 Uttaradit でも洪水が発生している。

\*埼玉大学理工学研究科 大学院

Graduate School of Science and Engineering, Saitama University, 255 Shimo-Okubo, Sakura-ku, Saitama, Saitama, 338-8570, Japan

\*\*コンケン大学理学部環境科学学科

Faculty of Science, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand

受付年月日：平成19年4月16日

土石流災害が発生した5月22日から23日は、乾期から雨期に移り変わる雨期初期であり、本格的雨期を迎え、雨期が終る10月までは警戒態勢が必要となっている。

最近、日本でも多発している局所的な集中豪雨による災害と類似し、過去に例のない地域での突発的災害の一例と考えられるが、日本ではほとんど報道されていない。現地調査は2006年9月18日から22日まで行った。調査はバンコク Bangkok から空路 Phitsanulok に入り、ここを基点として車で現地調査を行ったものでその報告である。19日夜にはタイ軍部によるクーデターが発生した中での調査であった。



Fig.1 Observed area  
☆ Uttaradit

## 位置と自然環境



Fig.2 Observed area around Uttaradit

Tab. 1 GPS point of observation

地点番号	北緯	東経	地名
1:	N17.43, 955	E100,00 791	Lap Lae
2:	N17.44, 331	E100,00 768	Maharat
3:	N17.44, 365	E100,00 762	Maharat
4:	N17.44, 713	E100,00 400	Maharat Dum
5:	N17.45, 247	E100,00 255	Maharat Brige
6:	N17.42, 778	E100,01 111	Refuje camp
7:	N17.41, 018	E100,01 774	Nam Tuam
8:	N17.42, 136	E099,59 950	Mon Kee Leg
9:	N17.42, 746	E099,59 377	Mae Phun
10:	N17.43, 547	E099,58 926	Mae Phun
11:	N17.43, 684	E099,58 867	Mae Phun Waterfall
12:	N17.53, 466	E100,21 432	Khew Kean
13:	N17.50, 805	E100,16 786	Nam Lee
14:	N17.50, 809	E100,16 574	Nam Tah
15:	N17.51, 008	E100,16 386	Nam Tah
16:	N17.52, 019	E100,16 397	Nam Tah
17:	N17.36, 517	E100,06 140	Meteorological Stat.
18:	N17.41, 975	E100,01 214	Lap Lae Market
19:	N17.42, 801	E099,59 520	Lap Lae
20:	N17.38, 923	E100,03 307	Lap Lae Met.Stat.
21:	N17.49, 402	E100,23 764	Chong Khao Kat Dam
22:	N17.36, 877	E100,05 912	Hui Klong Po
23 :	N16.46, 600	E101,05 080	Kan Kho
24:	N16.45, 545	E101,29 361	Nam Nao Nat.Park

災害の中心は、タイ北部のウトラチッド Uttaradit で、Phitsanulok から約 120 km、北部チェンマイ Chiang Mai からは南東約 200 km に位置する (Fig. 1 参照)。

周辺山地は主に砂岩で形成され、熱帯モンスーン気候下の落葉フタバガキ林 *Dipterocarpa forest* とチーク (*Tectoonia grandis*)の植林地が主体を占めている。

Uttaradit は、古来、生い茂る多くの樹木に覆われ、外部からは村落が見えにくい Hiding City として知られている。スコタイ王朝時代、刀剣などの武器製造を行っていた秘密の集落があったことに由来する。

現在、ここ Uttaradit の山岳地一帯は、果物の一大生産地として知られ、とりわけランサット *Lansium domesticum*, ロンコン *Aglaia dookkoo*, ドリアン *Durio zibethinus* などが有名である。



Fig.3 Fruit farm on the mountain slope

この地帯がより粒子の細かい砂岩や泥岩・シルト岩で構成され、しかも地表面の基岩の風化が進み、粘土質の土壌となり、周辺の乾燥した砂礫地帯に比較して保水性が高くなっている。こうした土壌条件、地形条件が山地斜面上部まで果樹栽培や畑地耕作利用の要因となっている。

## 植生と土地利用

斜面上部の尾根付近は、森林伐採後に発達する二次林としての竹林 *Bamboo* で占められ、斜面中・下部

がランサントなどの果樹栽培地となっている。山間部の傾斜は比較的きつく、深い谷が形成され、一部には滝（例 Mae Phun 滝）も形成されている。一帯の土地利用は斜面上部まで果樹園として利用されている。

山間部では平地がほとんどないことから、水田、畑地はほとんどなく、谷間に農家、そして果樹園が配置されている。ここでの主要果樹は、以下のような種である。

*Lansium domesticum* (Lanson)

*Aglaia dookkoo*

*Nephelium lappaceum* (Rambutan)

*Musa sapientum* (Banana)

*Psidium guajava* (Jambu)

*Baccaurea sapida* (Lantern tree)

*Citrus grandis* (Pomelo)

*Durio zibethinus* (Durian)

*Artocarpus heterophyllus* (Jackfruit)

*Garcinia mangostana* (Mangosteen)

*Mangifera indica* (Mango)

*Psidium guajava* (Guava)

この地区は基盤が緻密な泥岩で、根の進入が難しく、その結果、果樹類も表面根となり、今回の表層崩壊でも簡単に倒伏・流出したものと考えられる。

災害時の気象状況

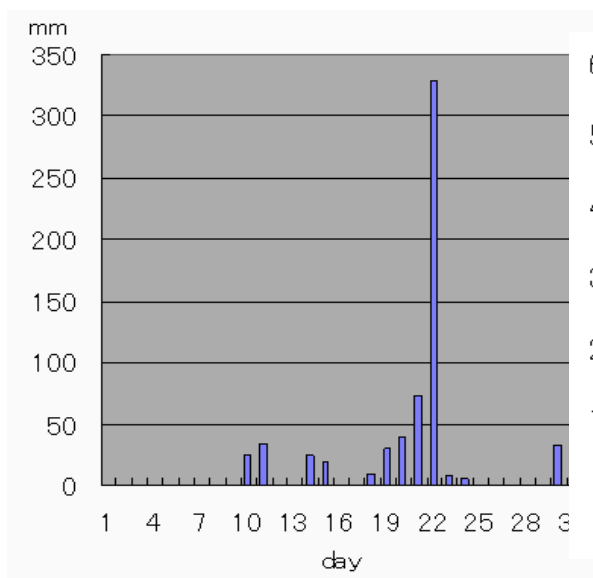


Fig.4 Rainfall in May 2006

雨量は 2100 mm (1970 年)、月平均雨量の最大が 554 mm、日最大雨量は 206 mm である。とくに近年は 1000 mm に Uttaradit 気象観測所の記録によると、当地方の平均年間雨量は約 1900 mm である。これまでの最大年間満たない少雨傾向で推移していた (Fig. 5)。

2006 年 5 月 22 日から 23 日にかけて発生した土石流災害時には、日最大雨量 330 mm (22 日)、22 日までの 48 時間総雨量は 402.1 mm に達している。この雨量記録はこれまでの最大雨量を更新しており、年間雨量も 9 月現在ですでに 1970 mm を超え、記録更新となることが確実視される。Lap Lae の測候所では 5 月の雨量合計が 631.2 mm で、これまでの最大雨量を更新している (Fig. 4)。

出水は Tha Pla 地区で 22 日の 21 時頃、Mac Phun, Lap Lae 地区で 23 日の午前 2 時頃に発生している。いずれも 23 日の明け方までに集中豪雨は収まっている。

災害状況

山間部の斜面崩壊は、屋根直下から発生し、高い頻度で起こっている。しかし、基盤が比較的硬度のあるシルトから砂岩であることから、深度の浅い表層崩壊がほとんどであった (Fig. 6)。

土壤崩壊の各斜面を見ると、表層崩壊であることから、土壤が流出した痕跡が目立たなく、大量の雨水が

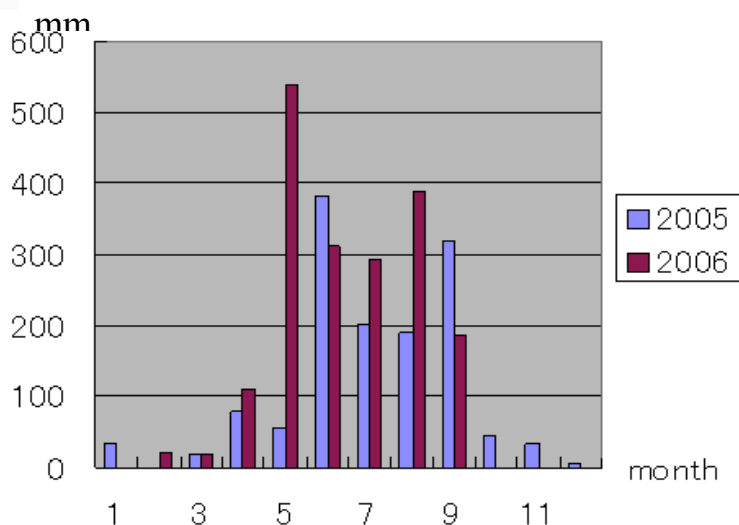


Fig.5 Rainfall in years 2005 and 2006



Fig.6 Observed many case of surface landslide

流れた痕跡と、大木の倒壊と流出が目立っている。一見山津波の様相を呈している。

土砂崩壊の沢が集まる河川域では、流出土砂が集中、大きな土石流状態となっている。被害は、Uttaradit 県内の 9 行政区の内、Lap Lae, Muang, Tha Pla の三地区に集中した。この地区では、最近山地の斜面上部までロンコン、ロンサーン、ドリアンの果樹栽培が盛んに行われている。周辺地域も近年、果樹やバナナ園、トウモロコシなどの畑地開発が盛んに進められていた。

大きな災害地の一つである Maharat 村では、広い谷の周辺斜面の多くが崩壊、その崩壊土砂は斜面下部から河川まで約 220m 流下し、住宅、果樹を押し流している (Fig. 7)。

山間域の住居は、斜面下部に位置していることから、多くの住宅が崩壊・流出している。平地部に位置する Nam Tuam の村では平常水位より数m上昇、洪水状態になっている。しかし、この場合も Uttaradit の主要市街地、さらに下流の Phitsanulok 市街地でも洪水になっていない。きわめて局所的な集中豪雨であったことを示している。



Fig.7 A case of landslide, Maharat

### Na Nam Lee 川洪水

北部タイ Na Nam 地区の災害は、主に河川増水によるもので、周辺は Na Nam 国立公園を中心に山岳地帯まで広がっている。山間斜面ではチークの植林地が多く、その他フタバガキ *Dipterocarpus* の二次林と竹林である。砂岩からシルト質で粘性のある赤色土となっている。

この一帯で Uttaradit と同様、5月22日から23日にかけて集中豪雨となり、夜2時に大出水を起こしている。しかし、この地区では山地斜面の土砂崩れはほとんど発生しておらず、道路の法面などに小規模の崩壊が見られるのみである。雨水は谷と河川に集中し、Na Nam Lee 国立公園の入口付近では、水位が 20mほど上昇し、橋を流出させ、谷沿いの狭い土地をのみこんでいる。Nam Ta 川が合流する Nam Lee も山間を流れる河川で、今回の出水で谷底全体に冠水、Na nam 国立公園入口付近での観察では、20m以上の水位上昇があったと思われる (Fig. 9)。この地区ではほとんどの橋が流下している。橋の構造、及び特に都市部小河川の流量、河積容量の確保・見直しが急務である。

この地区での死者・行方不明者は数十人にのぼる。しかし、この地区では集落が比較的少なく、幸い被害が最小限となったともいえる。

夜明けには洪水が治まっており、わずか2-3時間内の



Fig. 8 Nam Lee river

大出水であったと思われる。曲がりくねりながら谷を流下する河川では、狭い谷間で水位が以上に高くなり、とくに水衝部では岩肌を激しく洗掘していた (Fig. 9)。



Fig. 9 Nam Lee river at front of Nam Lee National Park

### Nam Ta 村

山間の村 Nam Ta では、山津波によって 34 人の死者・行方不明者を出している。村の全家屋数 158 軒に対し、47 軒が全壊、9 軒が部分壊している。ここでは 4 日間雨模様であったが、災害発生の 22 日は一日中雨であったという。

Lap Lae など他の地区の出水が 23 日午前 2 時頃であるのに対し、ここでは 22 日午後 9 時出水している。出水は 2 回あり、最初は土砂と流水を伴い、2 回目はほ



Fig. 10 Expanded river at Nam Ta

とんど出水だけであったという。

Nam Ta 村の集落は谷向いの川沿いに位置、住宅が川沿いの低地に建っており、その多くが流出、周辺の山地斜面でも、多数の表層崩壊が発生し、土石流の他に、大量の流木が被害を大きくしている。

村を流れる Nam Ta 川は、川幅わずか 2m 程のものであったが、災害時には谷底いっぱい流下、まわりの水田畑地をのみ込み、現在は流水部分だけで数m以上の川巾があり、広い河原を形成している。4 ヶ月経過した現在も、水の濁りもおさまっていない (Fig. 10)。

この一帯では 1990 年代から急速に森林伐採が進み、現在斜面上部でチークの直林とキャッサバ栽培地、斜面中・低部はバナナ栽培地とトウモロコシの畑地となっている。村人の話では、30 数年前にも出水があったという。雨量の違いも問題となるが、こうした急速な森林伐採と土地利用の変化が大きな災害誘引の原因とも考えられる (Fig. 11)。



Fig. 11 Fruit farm, occurred many landslide

## Mae Phun 地区

Mae Phun 地区では斜面表面にいつ筋もの亀裂が入り、植生礫ごとずり落ちる例や、基岩に亀裂が入り、滑り落ちるといった小規模な地滑りが多数発生している。

### 1) Mae Phun 滝

この地区には観光地ともなっている Mae Phun 滝があるが、この滝を囲む斜面に多数の土砂崩れが発生、滝の側面斜面も大きく崩壊している。土砂崩れを伴う濁流は滝を超えて流下している。Mae Phun 滝の基岩も硬いスレート岩・砂岩が露出、滝の基本形状は変化していないが 3 ヶ月経過した今日なお濁流が流下している (Fig. 12 参照)。



Fig. 12 Mae Phun waterfall and collapsed big tree

ここ一帯でも小さな斜面の沢で、大量の雨水が流下

した痕跡があるが、侵食や土砂の流出は少なく、むしろ多くの流木が目立っている。滝の南側の沢では、巨大木の倒木が発生しているが土壌の侵食量は少ない。斜面崩壊で土砂の流出はあるものの、むしろ大量の雨水が流下したことを示している。

### 2) 住宅地

滝の下流部にある、河川沿いの多くの住宅が崩壊しているが、ここでも大量の流水と流木が影響している。しかし、被災した建物の中に全壊をまぬがれたものも見られ、その構造が高床型の構造物(Ban Yok Radab)である (Fig. 13 参照)。



Fig. 13 Remainder houses, Ban Yok Radab

住宅地の裏山が崩壊した例では、竹林(*Dendrocaryum* sp.)のある斜面上部から数 10mにわたって土砂崩壊、住宅地内に流下、崩壊下部地点から数 300m下の河川にまで至っている。

## Uttaradit の市内

山麓部に位置する Uttaradit の市内は、2 日間にわたり 50—100cm の洪水状態にあった。

この場合も市内を流れる河川が、曲がりくねった小河川で、しかも Hui Klong Po では、河川は暗渠となっていた。この暗渠部分が水流を障害、大量の流木とと

もに人工ダム状態となり、長期間滞留し、市内の洪水被害を大きくしている。下流にある大型河川 Nan 川への排水を阻害したのである (Fig.15)。この時 Nan 川沿



Fig. 14 Aspect of flood by news photograph

いの Uttaradit の主要市街地、さらに下流のピサノルーク市街地でも洪水になっていない。都市部小河川の流量、河積容量の確保・見直しが必要な一例である。



Fig. 15 Culvert, bring of flood and Nan river

### 災害対策

タイ政府は被災した住民に対し、緊急の対策を講じている。住宅の崩壊に対しては、仮設住宅が設けられた。現在、新たな住宅地の建設が進められており、完成後移住を予定している (Fig.16)。

農地の被害に対しては果樹栽培地となっている斜面を含め、その被災面積に応じて、以下の基準で被害保障を行っている。

Table 2 The standard for security money of disaster

斜面崩壊地*	3833	Baht/rai
緩傾斜地**	769	
低地水辺・畑地	369	
その他	243	
	1 Rai ≙ 1600 m <sup>2</sup>	

\* 斜面崩壊地とは主にロンケン、ランサン、ドリ안의生産地  
 \*\* 緩傾斜地とは主にトウモロコシ、バナナの栽培地およびその他の果樹

具体的には、より詳細なランクで判定される



Fig. 16 Refugee camp

### 警報システムの設置

被災後、タイ政府は今後の防災対策として、この地区に自動雨量計測器を設置、警戒量以上の雨量で赤色灯とサイレンが鳴るシステムを構築している。また各村の主要農家に、簡易な雨量マス計を設置し、村民自らの非難システムとしている (Fig.17)。

この簡易な雨量マス計による警戒雨量の目安は以下の通りである。

レベル	雨量	色サイン
平常	50mm >	グリーン
警戒	100mm — 50mm	イエロー
避難	100mm <	レッド

一方森林局では、崩壊斜面にイネ科植物の根茎植栽を行い、侵食防止に努めている。



Fig. 17 Warning systems

### 雨期降雨災害

我々が災害調査に入った9月21日、タイ北部 Nam Nao 国立公園や Khao Ko の山岳地帯でも豪雨が発生した。これは雨期入りを示す降雨と考えられるが、路肩やノリ面での土砂崩壊が多数発生した (Fig. 18)。これらの地域は比較的緩い傾斜の山地で、硬質の砂岩の堆積岩地帯であり、土砂崩壊は小規模にとどまっている。しかし、これら山岳地帯も近年急速に森林伐採が進行した地区であり、今後こうした通常の雨期の降雨でも、土砂災害が増加する可能性が高い。さらにその後、ピサノルーク Phitsanulok 市街地でも雨期の降雨で洪水が発生する事態に至っている。

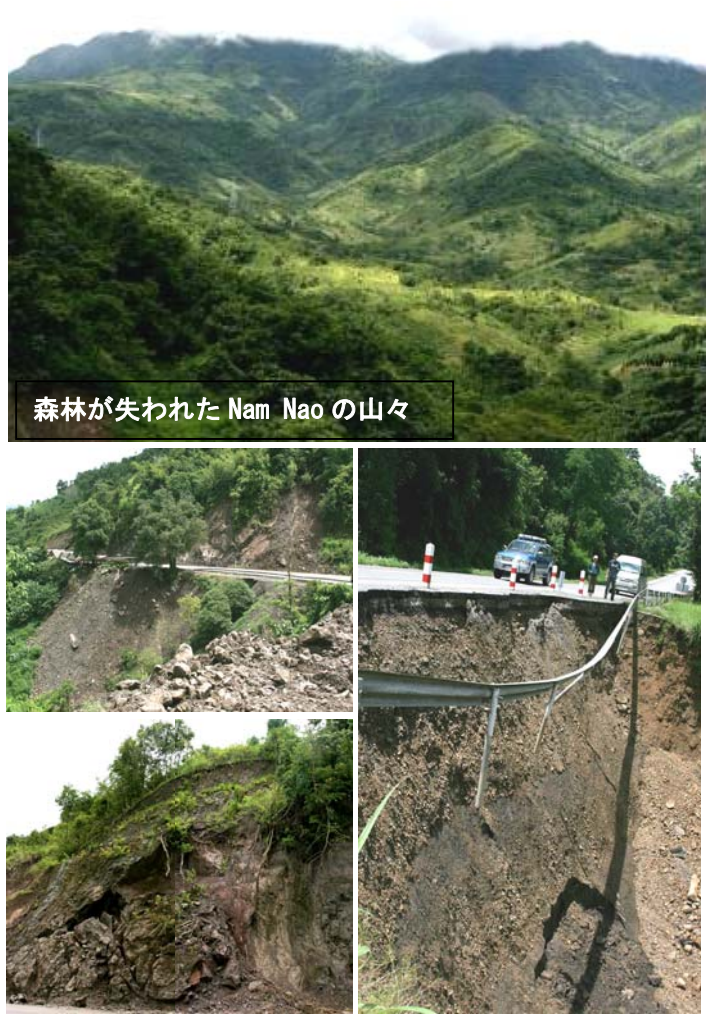


Fig. 18 Landslide at Nam Nao

### 謝辞

現地調査には、タイ King Mongkuts University の Phetprakai Wongsorn および埼玉大学理工学研究科大学院生の鎌田幸平の協力を得た。ここに記して謝意を表します。