

佐々原秀史*

1 はじめに

マレーシア（以下、マ国）は年間平均降雨量が約3,000mmあること、また熱帯性の土壌は表土も薄く保水能力も小さいことから、急峻な山岳地域周辺では従来から土砂・洪水災害が発生していた。しかし、インドネシアやフィリピンなどに比べると小規模であるため、日本にはあまり知られていない。

マ国では、近年の経済発展や急激な人口増加により、森林の伐採及び土地の改変が進められるにしたがって、河川への土砂流出、新規開発地区での地すべり性崩壊が発生しており、マ国内メディアでは深刻な問題として大きく扱われるようになってきている。ここでは、当地に約3年滞在したことにより知りえた、これら土砂災害関係の情報的一端について半島部（西マレーシア）を中心に紹介する。

2 マレーシアの概要

2.1 人口と国土の概要

マレーシアはマレー半島とボルネオ（カリマンタン）島に分かれており、国土面積比は、半島側4割、ボルネオ側6割であるが、人口では半島側8割、ボルネオ側2割となっている。

人口増加率は高く、約30年で倍となるペースであり、1970年頃、約1,000万人だった人口が、現在は約2,500万人となっている。それに伴って、傾斜地、高原地への開発が進んでおり、様々な土砂関連の問題が発生するようになってきている。さらに首都圏（クアラルンプール：KLとセランゴール州）を中心に人口の急増が見込まれるため、郊外の丘陵地、高原への開発が今後も続けられることが十分予想される。

* 元JICA長期専門家 マレーシア灌漑排水局（DID）所属 在マレーシア：2001年5月～2004年5月
現在：独立行政法人水資源機構経営企画部国際課長補佐

2.2 半島部（西マレーシア）の地形・地質概要

半島部の地質は、主に三畳紀に形成された花崗岩が約半分を占める。堆積岩の多くは、石炭紀から三畳紀にかけて形成され、頁岩の互層に石灰岩および火山岩が含有されている。河川・海岸沿いの平野は第四期堆積物の未固結の砂、シルト、泥に覆われている。

地形的には、半島の西寄り中央に脊梁山脈を形成し、南シナ海とマラッカ海峡との分水嶺となっている。脊梁山脈は、南に行くにしたがい標高が低くなり、ジョホール州（シンガポールに面した半島最南端の州）南部に至って準平原化し緩やかな丘陵地帯となる。また、半島北中部あたりで、脊梁山脈は東側に分岐しており、トレンガヌ高地など断続的に山地群を形成している。

山地は、半島最高峰のGg. Tahan (2187m)のほか、北中部には2000m級の急峻な山地が連なり、こうした山脈の中にはキャメロンハイランドやフレーザーズヒルといった高原開発が植民地時代から行われている。

南シナ海に面する半島東海岸は強い北東モンスーンの波浪による砂の運搬堆積が見られるが、西海岸はマングローブが茂った湿地帯の海岸線が発達している。首都クアラルンプール近郊、ペラ州の州都イ

表1 マレーシアの基礎データ（2002年時点）

面積	約33万Km ²
人口	約2,450万人
首都	クアラルンプール（KL）
首都人口	約140万人
実質GDP成長率	4.5%
名目GDP	951億5710万5263米\$
1人当たりGDP（名目）	3,879米\$
主産業	工業製品、石油、農産物
対外債務	約488億米\$
国家予算	約3兆円程度
主要構成民族	マレー、中国、インド系

ポー市周辺では、石灰岩層が卓越し、切り立った形状のライムストーン独特の山塊が見られる。

2.3 半島部の土地利用概要

半島部における平地、丘陵地、すなわち人間が盛んに利用している土地の割合は約50%程度であり、山地部が約50%であるといわれている。

半島中央部の山地に囲まれた構造的な盆地、準平

原化したジョホール州、海岸付近の沖積平野、山地周辺の丘陵地などは、大規模プランテーション（オイルパーム、ゴム）として開発されており、一方で河川の下流域を中心に大規模な水田灌漑プロジェクトが実施されてきている。半島部ではかなりの面積にわたって山地の森林が保護区域として指定されており、ケランタン（州都コタバル）、パハン（州都クアンタン）、トレンガヌ（州都クアラトレンガヌ）

の半島東海岸諸州にまたがるタマンネガラ（国立公園の意味）など、広域の保護地域がある。近年、こうした森林保護区域や高原地では、違法伐採や農地の違法拡大が行われ、土砂流出の一因となるなどの問題が発生している。



図1 マレーシア位置図

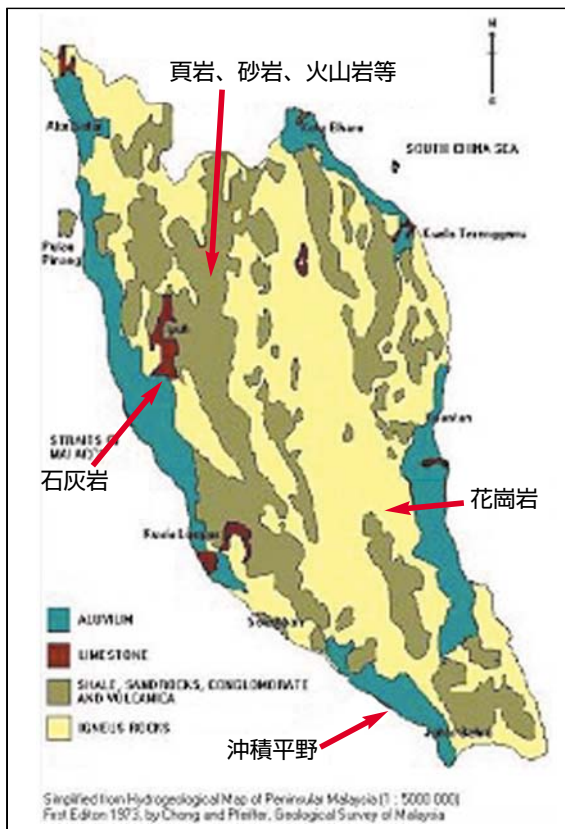


図2 マレー半島の地質概要

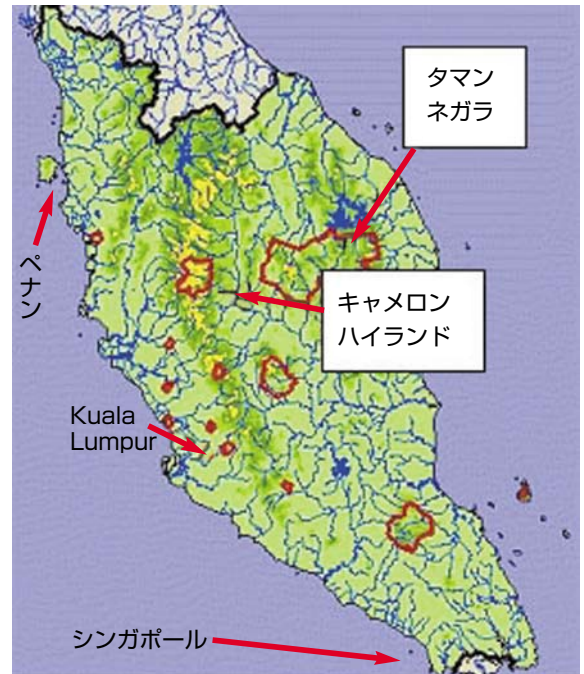


図3 マレー半島の国立公園分布図
(太線の囲みは国立公園)

2.4 防災関係の行政組織

マレーシアには、現首相（アブドラ首相）が副首相時代から議長を務める National Disaster Committee（国家災害委員会）がある。90年代初頭の首都KL郊外のアパート倒壊事故以来、この会議において、土砂災害もテーマとして取り上げられてきたようであるが、この会議自体、数年に1度のペースで開かれてきたに過ぎず、防災についての国家的視点での取り組みは、実際に発生している災害の状況を鑑みると、まだまだこれからというのが正直な感想である。

この国家災害委員会の事務局は、JKR（公共事業省公共事業総局（2002年時点））であり、関連官庁がメンバーとなっている。なお余談だが、この委員会では、スマトラやボルネオからの森林火災の煙（ヘイズ*注）被害なども対象テーマとしている。

最近（在任中）では、この国家災害委員会が2003年9月に開催され、近年の土砂関連災害がやはり話題となり、今後は従来よりも本格的に対応することとなったと聞き及んでいる。

現在までにこの国家災害委員会で、灌漑排水局（DID：Department of Irrigation and Drainage）などのインフラ官庁が参画しての道路、河川、住宅関係の防災をテーマに協議が行われ、災害管理研究機関の設立や、組織的・協同的な防災対応の必要性が主張されているものの、一方で防災関係の専門知識不足、人材不足、投入予算の少なさなど将来に向けての課題が多いとされている。

灌漑排水局（DID）では将来に向け、こうした防災関係の機能を拡充し、河川管理官庁としてのメンテナンスの一つにしたいとの希望を持っており、日本において土砂災害を学んだ人物を中心として能力拡充を図っている。彼は省庁横断の土砂災害検討会議を立ち上げ、マ国民間企業の当該分野についての能力向上を期して、日本企業とのカップリングを企画するなど積極的に活動している。

なお、筆者が所属していた灌漑排水局（DID）は、農業省に所属していたが、2004年3月末の省庁再編により、天然資源環境省に移管された。

*注）HAZE：年間6ヶ月以上、半島中南部を覆う。視界不良、気管支障害をおこしている。原因は森林開発に伴う火災。

3 マレーシアにおける土砂災害の概要

3.1 土砂災害の概要

マレーシアで発生している土砂関係の災害の特徴は、日本と類似しているものが多い。主に、

- 傾斜地の崩壊、山地斜面のすべり：住宅の崩壊と死傷者
- 道路法面、斜面の被災：車両埋没、人的被害
- 土砂の流入と採取：農地や流域開発に伴う土砂（特にシルト、泥）の河川への流入による河川の汚濁、ダム貯水池の堆積、河床の上昇と低下
- 流木の河川への流入：天然性もしくは合法、違法伐採によるもの
- 急峻な山地での土石流：原住民（オランアスリ）などの被害
- 海岸浸食：半島東海岸で顕著。人口増加、農地拡大による河川水量の変化（と想定）、波浪を原因とする浸食。集落の消失などである。

当国では、道路や農地、都市開発といった人間の活動を原因とする土砂関連の被害が目立つようになってきているものの、山地部では天然性の土石流被害も報告されている。ただし人口の増加による奥地への開発や人間の居住拡大がこれらに影響している。

なお、山地、高原地での災害地域としては、DIDとの話では、主に以下の地域の情報が目立つ。

- ① KL周辺の丘陵開発地、
- ② キャメロンハイランドおよびその周辺の急傾斜山地部（パハン州、ペラ州）、
- ③ その他高原開発地（ゲンティンハイランド、フレージャーズヒル：パハン州、セランゴール州）、
- ④ ペナン島（道路災害、泥流）、
- ⑤ グヌンプライ（ジョホール州）、
- ⑥ サラワク、サバ州（ボルネオ）の山間地。

3.2 個別の事例

【事例1】

● 土石流災害 ペラ州東側 Pos Dipang地区

イポー市南東、Gopeng町の近くのPos Dipang地区の脊梁山脈側には、オランアスリが暮らす集落が点在している。視察した集落は7年前に土石流災害が発生した場所であり、当時460人余の住民に対し、44人が死亡している。

同所での土石流発生は、集落近くを流れる溪流の最上部での土砂崩壊から始まる。その後、流木が途中で河川を堰き止め流木ダムとなったところにさらに土石流、洪水が流入し、これが崩壊したため、大量の土石流となって集落を押し流したものである。被災した集落では、その後、集落の全戸移転が行われたが、集落の主産業である森林伐採は同じ流域で続けられている。このときの発生に絡む現地の状況は以下である。

発生：1996年 8月29日

現地視察時に入手した災害発生後のレポートに

は、発生日前2週間程度は連続降雨状態とあるが、マ国では一般に1日中降雨があることはあまりなく、これは1日に数時間の降雨がほぼ毎日続いたとの意味に取るべきであろう。ちなみに、過去4年間における8月の降雨量を対比すると表2のとおりであり、災害発生年が突出している。降雨が一定時期に集中する日本の事例と比較すると、この降雨量が特に多いとは感じにくい。前述のように熱帯地方は表土が薄く、保水能力が低い。そのため、こうした連続性降雨には弱く、災害が発生しやすい条件にあることを証明しているとも言える。

表2 各年8月の降水量記録（ペラ州）

1993年	1994年	1995年	1996年
37mm	197mm	281mm	461mm

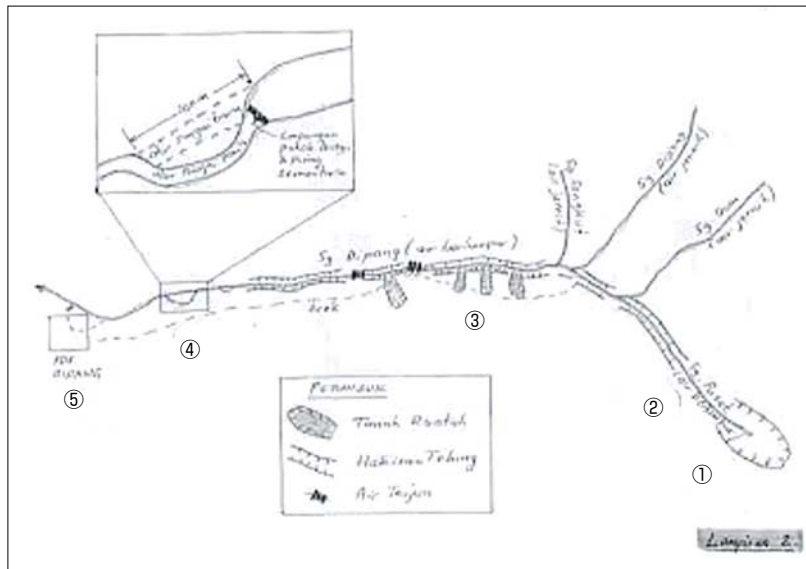


図4 災害概要図（災害後の調査レポートにあったポンチ絵に番号加筆）

①が上流。②③での山脚の浸食・すべり。④での流木ダムによる川筋変化と集落流出



図5 新聞記事（Pos Dipangでの災害発生時の航空写真）



写真1 災害発生時の写真：HP情報写真
図4中の④



写真2 災害発生時の写真：HP情報写真
図4中の⑤

●災害レポートとその後の概要（参考として）

災害レポートによると、流木ダム決壊による洪水により、図4の④地点では推定3-5mの水位上昇（土石流）を起こしている。また、河床勾配は①付近では30度程度、人的被害発生④付近では5度程度である。なお、最上流部の山地斜面角度は60度とのことであり非常に急峻である（図5、写真1-2参照）。

【事例2】

●首都クアラルンプール（KL）周辺

クアラルンプール首都圏は、当国で最も開発が進んだ地域である。中心はクラン川流域であるが、近年、近隣流域に都市域が拡大している。現在、KL市は140万程度、周辺を入れると300~400万程度の人口規模である。首都KLの成り立ちが、かつてのスズ鉱石搬出のための集積地であり、クラン川をさかのぼった運搬船が到達しえた最上流部（クラン川とゴンバック川の合流点）から始まっているため、KL市は河口から30km離れ、丘陵が周辺に多いのが特徴である。町の東側には脊梁山脈の連なりがあり、郊外への住宅開発などの進展により、丘陵地での高層ビル開発が多くなっている。

1990年代中ごろ、こうした丘陵地開発の一つであり、KL市の東端付近のブキットアンタラバングサ地区でアパートが倒壊し多数の死傷者がでた。これは急傾斜地形の上部にあったアパートの基礎地盤そのものが崩壊したことが原因である。その後、事故発生地区周辺の類似条件のアパートからは人が移転し廃墟となり、施工中のものも中止された。



写真3 地すべりにのまれた家屋
(Photo: Dr. Nasir, DID)

このブキットアンタラバングサ地区で、2002年11月に地すべりが発生し、8名の死者を出した。この被災家屋の主が政府高官であったため、新聞には連日、この報道がなされ、マハティール首相（当時）も現地に駆けつける騒ぎとなった。この地区については後に日本の学識者にも視察を頂いたが、周辺では過去、頻繁に地すべりが発生していた痕跡が認められている。

原因調査の公式なレポートが入手できないため、データを説明することはできないが、現地を何度か訪れた結果について若干記しておく、当地域では災害発生前、降雨が連続しており、地盤は緩んでいたであろうこと、さらにすべりの上端には里道があり、石積み擁壁が設置されているが、この下流側の埋め戻し処理が（周辺の石積みを見る限り）なされていないため、水が入りやすい状態であったことが事故発生の要因ではないかと個人的に考えている。

【事例3】

●ジョホール州 グヌンプライ

2001年12月27日、ジョホール州の州都ジョホールバルから西北に40kmほど離れたグヌンプライ地区（プライ山）で泥流が発生し、山ろくの集落を襲い4名が死亡した。現地視察時に得た情報は、以下の通りである。

当プライ山は、ジョホール南部の準平原化した中にある単独の山地である。災害の発生原因そのものは、堆積した流木が河川を堰き止め河道閉塞を発生させ、それが崩壊したものであると分析されている。マレーシア工科大（UTM：本部ジョホール）が災害発生後行った調査結果の分析等について、2003年12月13日に聞いた状況について以下に記す。

災害の状況（現地での聞き取りと視察）

2001年12月27日、トロピカルストームによる風雨のため泥流が発生し、死者4人、被災家屋2棟、被災車両2台、被災総額RM800万（約2億5000万円）。ただし購買力からみると8億円相当の甚大な災害となった。泥流の発生形態としては、河道閉塞崩壊型とみられる。ストームがジョホール州南部を横切るように東から西に移動したのは12月27日14時頃から翌日2時頃までの約12時間である。その後、このストームはスマトラを横断しインド洋で消滅した。

降雨量は災害前2日間雨量が15mm、当日日雨量が90mmと記録されている。同地域においてはさほどの雨ではないが、強い風のため倒木が多く発生し、河道閉塞形成の要因となった。災害が発生した溪流の流域面積は3.68km²、地質は花崗岩で、表土は薄く、溪流のあちこちに岩が露出している。

当該溪流にはえん堤が数基設置されているが（調査地点3箇所にあるダムのうち、下流側のダムは1985年に建設されたとのこと）、既に破損している。

災害発生後の2002年1月、前首相の指示によりジョホール州災害委員会が設置された。委員会の活動は3つのフェイズ（調査、計画、対策）で行われ、現在は第1段階の調査フェイズである。調査の結果、溪流の左岸側上流部の斜面が崩壊しやすい地形・地質であることが判明した。委員会では地質によって6つのカテゴリーに区分している。山頂部にmobile

phoneの中継アンテナ基地があり、溪流沿いの道はそこへのアクセス道路として整備されたが、整備の際に伐採した木を放置しており、これらの放置された木が天然ダム形成の一因とも考えられる。溪流下流の橋梁付近（左岸側）の家屋が被災した。これは橋脚のスペンが短く、河川幅が狭くなっているところに流木や礫が堆積し、越水し泥流が左岸側の集落を襲ったためである。2003年にも小規模の泥流（土石流？）が発生している。

同地域は行楽地として有名で、観光が被災村落の主たる産業であったが、災害以降当地は閉鎖されたため、ここを訪れる観光客はなく、地域の産業に大きな影響をもたらしている。

道路法面の崩壊

砂防関係ではないが、最近の2003年11月末、道路

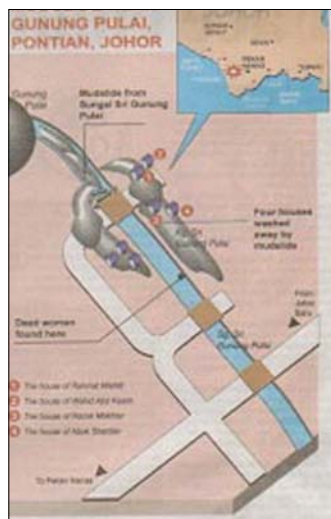


図6 現地の新聞による報道
災害発生状況。橋梁で堰き止められた泥流が家屋を襲った



図7 現地の新聞による報道
図6に対応する写真。流木が貯まっているところが橋梁で、手前の泥流に家屋があった



写真4 土石流発生場所の状況（2003年12月の現況写真）



写真5 土石流発生場所の状況（2003年12月の現況写真）

斜面で法面崩壊が発生したので、当国の土工事情の実情についての理解のため簡単に紹介しておきたい。

本件は、その発生場所が当国最重要の高速道路であることから、メディアで大きく取り上げられた。場所はKLから10kmほど西側にあるブキットランジャン地区であり、シンガポールからクアラルンプールを経てタイ国境まで延びる南北高速道路の一部が使用できなくなった。

マ国では、道路施工に伴うトンネル工事は基本的に敬遠され、オープンカット方式とされる場合がほとんどである。当地区も本来トンネルで施工すべき地区であるが、オープンカットとした結果、長大法面を作ってしまったことが今回の災害の要因であろう。また急傾斜（3分ぐらいか）でのカットの上、小段がないに等しいこと、さらに明確な法面保護対策の思想に則り、万全とはいかないまでも何らかの技術的対策が取られているとは思わず、道路供用のための安全確保、施工基準についても疑問を持ってしまう。

南北高速道路を北に向かうと、こうした急斜面をたまに見かける。この周辺だけでも、同じような条

件で施工されている箇所がもう1箇所ある。なおその後、上記地区の対策では完全通行止めが7ヶ月間実施され（1.5割程度の緩斜面として切り直されたと聞いた）ることとなった。この区間に並行する一般道路はなく、片側開放といった措置も取らず長距離の迂回路設定で済ませる姿勢は、日本の道路行政のそれと大きく異なる点であり、ある意味、この国の気質というものであろうか（写真6参照）。

4 さいごに

現在、日本にあまり知られていないものの、マレーシアにも土砂関係の問題が広範囲に多数あり、ここではその一部を紹介した。現状、何とか河川堤防や河口対策といった対策はできるようになったが、上流域の発生源対策から流下土砂の対策、さらには海岸までを含めた総合的な検討は、耳学問としてあるだけであり、実際に施策化していくには相当の困難が予想される。

こうした対策の視点としては、

- ①長期：国土規模、流域規模の視点での全体計画



写真6 崩壊現場

の作成、

②中期：発生源対策のための施工技術の向上、すなわちトンネル技術や沈殿池といった技術の一般化等、

③短期：緊急対策を要する箇所での早急な検討と対策の実施、

が必要であろう。現在、マレーシアでは、国家災害委員会を設けているほか、政府内の関係技術者が海外の事例を検分しており、今後、防災をテーマとしていくことについて関心ももたれている。

しかし災害のデータベースはもちろん、災害対策検討のための生データが圧倒的に少ない（といっても途上国としては非常に整備されているはずである）こと、さらに、当国の特徴である民間企業によるプロポーザルと費用、効果を比較する入札、受注方式にしても、マ国のコンサルタントに入り込んでいる欧州系のアドバイザーの影響が強く、土砂対策については経験も能力もないというのが日本で砂防を見てきたDID某氏の言である。実験、観測、対策工の実施といった土砂災害対策を人口増加、工業化、農地の急速な拡大の中で行ってきた日本の、そして何より日本企業の進出と活躍を期待したい。

現在、マレーシアは人口密度が全国平均としては大きくなく、日本人の感覚からすると、地方では土

地が余っていると感じるのが正直なところである。いい意味で「ゆったりしている」。だが、裏返すと「その気になれば村を棄てても何とかなっている」のが今までの状況であった。

しかし、当該分野の重要性は今後ますます上昇していくと見られ、防災の意識、技術、制度について充実させていくことが必要である。

DIDでは、将来の砂防技術向上、防災部門の設置に向けて、2002年4月に日本の大学で砂防、土砂管理について学んできた人物が合流するなど、少しずつではあるが対応を取りつつある。日本の防災技術を見聞したことのある人々の悩みは、予算を含めた制度はもちろん、技術の底上げ、経験の絶対的不足、住民対策など多岐にわたっている。

2002年11月、KLで発生した土砂災害の後、被災者が「これは神の試練であり、我々は耐えなければならない」との発言が（宗教上の言い方であろうが）非常に印象的であった。自ら立ち向かおうとするマレーシア国の努力に期待したい。

最後に、DIDでの連絡先（コンタクトパーソン、但し2004年5月時点）について記録しておく。

River Engineering Division: Dr. Nasir

Hydrology and Water Resources Division: Mr.

Low Koon Sing

DIDのHP <http://www.water.gov.my/>