

2005 年台風 14 号下での土砂・流木による 耳川の河道閉塞とその対策

RIVER STOPPAGES IN THE MIMI RIVER BY EARTH AND SAND, DRIFTWOOD AT THE
TYPHOON 0514 AND PREVENTIVE MEASURES

小松利光¹・押川英夫²・塚原健一³

Toshimitsu KOMATSU, Hideo OSHIKAWA and Kennichi TSUKAHARA

¹フェロー 工博 九州大学大学院教授 工学研究院環境都市部門 (〒819-0395 福岡市西区元岡744)

²正会員 博(工) 九州大学大学院助教 工学研究院環境都市部門(同上)

³正会員 Ph. D. 九州大学大学院助教 工学研究院環境都市部門(同上)

The typhoon 0514 hit the Kyushu area on Sep., 2005 and brought quantities of rainfall to the Miyazaki prefecture, in particular, the Mimi River Basin, where the most cumulative rainfall during 3 days was more than 1900mm. Consequently the serious damage resulted from floods and landslides. In addition, much driftwood increased the flood damage. The mountainside collapse built the natural dam which stopped the flood and impounded water upstream. In this paper, we suggest to promote the research on driftwood and propose to build dams with holes, which can control floods to avoid the serious flood damage occurred by the collapse of natural dam.

Key Words : River flood, landslide, dam with holes, safety measure, driftwood

1. はじめに

全国的に大雨, 強風, 高潮等を引き起こした 2005 年の台風 14 号は, 宮崎・鹿児島・大分・山口の 4 県に甚大な被害をもたらした (2005 年 10 月 31 日付の消防庁の資料¹⁾によると, 死者および行方不明者計 29 名のうち 4 県で 25 名). 特に宮崎県の耳川流域では被害が著しく, 多くの家屋とともに流木に起因して複数の橋梁が流出し, また貴重な人命が失われている. 本論文では現地調査および関係機関から提供された資料・情報をもとに, 耳川流域で発生した洪水や土砂や流木・塵芥による河道閉塞状況を概観すると共に, 将来の大規模水災害の予兆ともいべき今回の洪水の特徴から現状と将来の問題点を明らかにして, 今後とるべき対策等について述べる.

2. 台風 14 号による耳川流域の災害の特徴

宮崎県耳川の上流域では九州電力(株)による水力発電が盛んで, 本川だけでも 6 つの発電用のダム (上流側から, 上椎葉ダム, 岩屋戸ダム, 塚原ダム, 山須原ダム, 西郷ダム, 大内原ダム) を有する. 台風 14 号災害時には流木を主とした大量の塵芥がこれらのダムには捕捉されていた (写真-1, 2 参照). これらの発電ダムは洪水時には流木・塵芥を捕捉せずに速やかに流そうとするため,

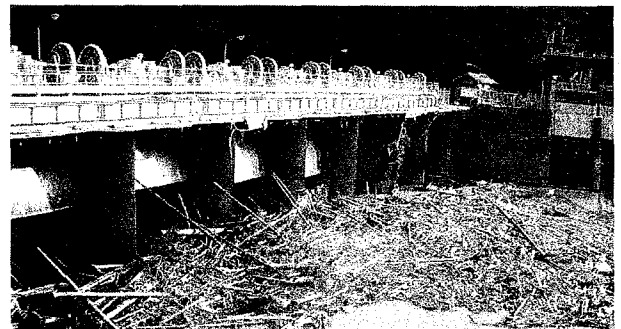


写真-1 山須原ダムの洪水吐き前面に集積した大量の流木 (九州電力(株)提供)

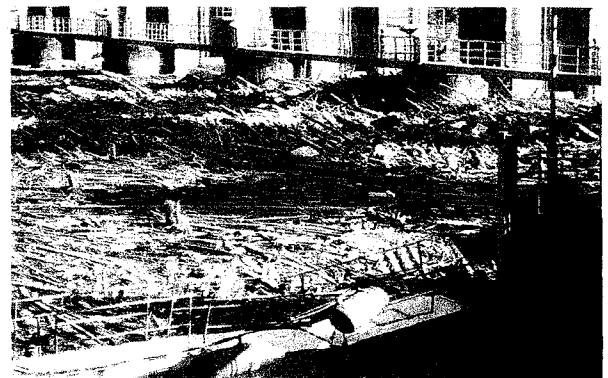


写真-2 大内原ダムの洪水吐き前面に集積した大量の流木 (右岸側から堤体側を撮影)

洪水吐きからは極めて大量の流木・塵芥が流下して行ったものと思われる。また今回の台風による大量の降雨に起因して耳川流域でも各地で斜面崩壊が発生している。河道に沿った比較的大きな崩壊箇所としては、塚原ダムの上流約5km右岸側、塚原ダム下流約0.5km右岸側（3箇所）、山須原ダム上流約1km右岸側、山須原ダム下流約1.5km右岸側（2箇所）等が挙げられる。中でも塚原ダムの僅かに下流で起きた崩壊は大規模かつ特徴的であり、今後の対策に向けて多くの喫緊の課題を投げかけている。

3. 塚原ダムの下流側で発生した斜面崩壊

塚原ダム下流500mの地点では、ほぼ連続した3箇所ですべて約1kmに渡って斜面が崩壊し（写真-3参照）、大量の樹木を含む土砂が河道に流出した（推定崩壊土量²⁾は325万 m^3 ）。この崩壊土砂により天然ダムが形成された。この地点の上下流にある塚原ダム（写真-4参照）と山須原ダムの流入量の時間的変化から、この天然ダムは9月6日の22時過ぎに形成され、背後の水位は62m程上昇して約350万 m^3 を湛水し、23時過ぎに決壊したと推定されている³⁾。

今回の天然ダムの形成地点は塚原ダムの直下流であったため、塚原ダムの堤体に遮られて湛水量がそれ程大きくはならず、極めて幸運であったといえる。しかしダム堤体下流側も62m程水位が上昇したため、ダム堤体には想定外の浮力が働くことになった。この場合の安全性については再検討が必要である。天然ダムの形成・崩壊に関する事例のデータは多くはないようであるが、過去の資料等から推定された同規模と思われる1892年の四国那賀川水系の斜面崩壊（300～430万 m^3 ）では、7250万 m^3 もの湛水量となり、その決壊時には段波が下流域を襲い、60名以上の人命が失われたことが報告されている⁴⁾。因みに今回の台風14号では、宮崎県の小丸川流域の渡場瀬においても崩壊土砂による天然ダムが一時形成されたことが報告されている⁵⁾。ここで今回の事例について幾つかのシナリオに基づき、被害の発生・拡大について考えることとする。

(1) もしも、現在の場所に塚原ダムが無かったら？

この場合、天然ダムから上流へ向かう貯水区間が今回の僅か500mから大幅に伸びるため、その貯水量が非常に大きくなる。更に、天然ダムの決壊が急激に起きたとすれば、高さ数十メートルに及ぶ洪水波（段波）により下流に壊滅的な大被害が生じた可能性がある（図-1参照）。なおこのケースについては、里深ら⁶⁾がシミュレーションにより評価を行っている。

(2) もしも、斜面崩壊箇所が塚原ダムの上流側だったら？



写真-3 塚原ダム下流側の山腹崩壊箇所（宮崎県日向土木事務所提供）

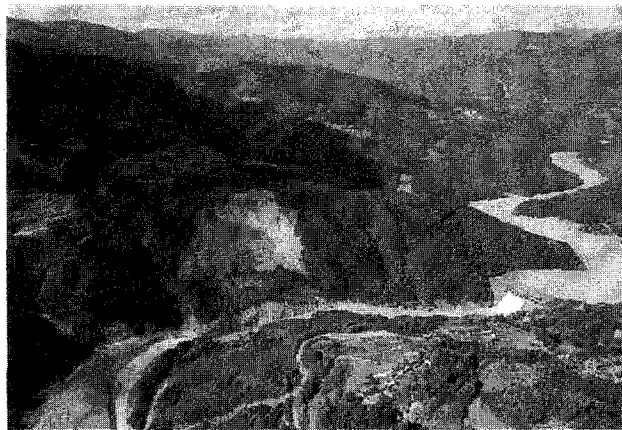


写真-4 塚原ダムと山腹崩壊箇所（宮崎県土木部提供）

① もしも、現在の場所に塚原ダムが無かったら・・・!?

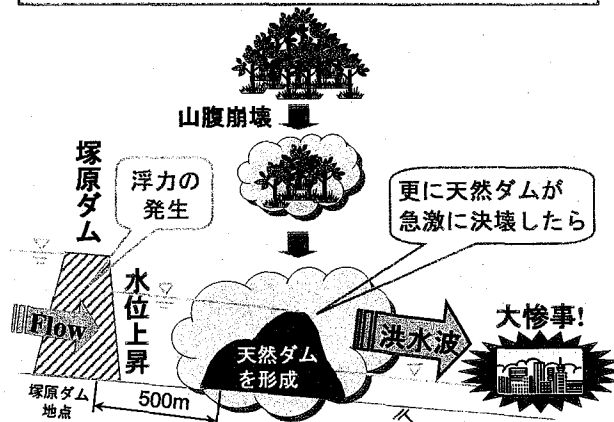


図-1 被害が甚大となった可能性が高いシナリオ1

これも崩壊箇所が僅かに500m程度、上流にずれていればの話である。斜面崩壊が起きるときダムの上流側で起こるか下流側で起こるかは降雨次第であることから、それ程飛躍した稀な話ではない。この場合、大量の崩壊土砂と樹木がダム貯水池内に突如降り注ぐことになるので、今回のように危険水位を超えた満水位状態のダムの状況ではダムの堤体を越水するようになり、越流水による洪水波が下流を襲うことになる（図-2参照）。最悪の

② もしも、崩壊箇所が塚原ダムの上流側だったら・・・!?

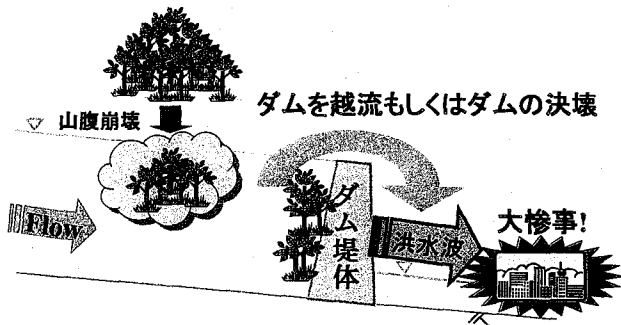


図-2 被害が甚大となった可能性が高いシナリオ2

③ もしも、もう少し水位が上昇していれば・・・!?

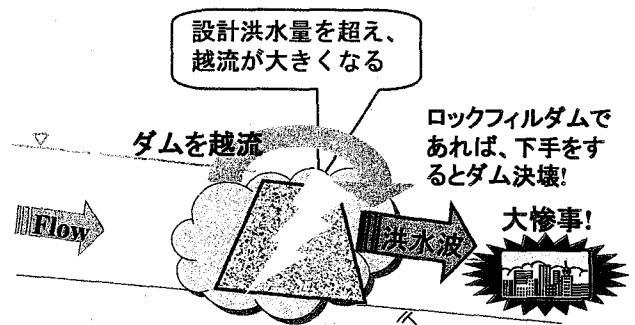


図-3 被害が甚大となった可能性が高いシナリオ3



写真-5 海岸に打ち上げられた大量の流木・塵芥 (宮崎県日向土木事務所提供)

場合にはイタリアのバイオントダム事故(1963年, 約2600名死亡)のような大事故につながる可能性も否定できない。その際の下流の被害は想像を絶するものとなる。今回も小規模ではあるが, ダム上流部での山腹崩壊もいくつか起こっている。また洪水時でなくても大型地震による山腹崩壊で土砂がダム湖に突入した場合にも同じような状況となる。

(3) もしも、(斜面崩壊がなくても) 更にもう少しダムの水位が上昇していれば?

降水量が仮にもう少し多ければ, もしくは今回も見られたがダムの洪水吐きにおける流木や塵芥による閉塞がもっと顕著であったならば, というシナリオである。この場合ダム堤体からの顕著な越水が生じるが, 越流水によりダムの堤体が被災するため, 最悪の場合, ダムの決壊が生じて貯水量分の大規模洪水波が下流を襲う大災害となる(図-3参照)。実際, 塚原ダムを含めて耳川流域の発電ダムでは, 設計洪水量を大きく上回るダムへの流入が生じていた。例えば, 塚原ダムでは設計洪水量 $2650\text{m}^3/\text{s}$ に対し, 実測最大流入量は $3040\text{m}^3/\text{s}$, 山須原ダムでは設計洪水量 $3387\text{m}^3/\text{s}$ に対し, 実測最大流入量は $4110\text{m}^3/\text{s}$ であった⁷⁾。それによりいくつかのダムでは実際に堤体を超えて越流が生じていた。

4. 発電ダム群が果たした役割と問題点

九州電力の耳川本川の6つのダムの流木の捕捉により, 人々の生活圏である中・下流域の被害は少なからず軽減されたものと考えられる。しかしながら, 流木等に

起因した洪水吐きの部分閉塞により, ダム水位も危険水位を越えて上昇していた(写真-1, 2参照)。今後更に強い降雨があると, 前述のように, ダム本体を越流し最悪の場合にはダムの決壊などという不測の大惨事につながる可能性も否定できない。

上記6つのダムは発電に特化されたものであり, 基本的に洪水調節の機能はない。これらのダムでは, 今回も含めて洪水時にはゲートを全開にする。また, 発電用のダムの洪水吐きにはアバは設置されていないのが一般的である。発電ダムでは, 流木・塵芥等は下流にそのまま流すことが前提となっている。これは, ダムに捕捉された流木等の処理が全て設置管理者である電力会社の負担となることに関係している。一般に発電ダムは上流域に造られるため, 最優先されるべき下流の人々の生命・財産を守る上では, むしろダムの流木・塵芥の捕捉機能を積極的かつ最大限に活用すべきものと考えられる。即ち, 少なくともダム洪水吐きには流木によって壊れない程度の丈夫なアバの設置が必要である。そのために, 洪水後ダムに溜った流木の撤去・処理は行政が負担するなど, ダムにおける流木の捕捉機能を最大限に活用するための法整備や行政の指導等が喫緊の要事と言える。

また, 河川を流下した流木は海まで流出し, 近隣の海岸に大量に打ち上げられる(写真-5, 6参照)。また最近では高速船などとの衝突も懸念されている。これらの流木の処理も沿岸の漁業者や行政の大きな負担となっており, 海岸の砂浜などでの流木の埋設処理を可能とするなどの流木処理のための法的整備を含む抜本的対策が早急に必要となっている。

5. 耳川流域の橋梁被害と流木対策の必要性

耳川本川の上流域において3本の道路橋（上流側から尾佐渡橋、小布所橋、小原橋）が流出しているが、これらは流木の引っかかり易いトラス橋または桁橋であった。トラス構造には流木が引っかかり易いため、流木が橋桁・欄干等に集積したことで流体抵抗が増加して支えきれなくなり流出したものと推察される。

このように流水断面積の表層部分だけが流木により閉塞される場合は橋梁の被害だけに留まることが多いが（写真-7参照）、一方中小の河川では橋梁下に流木が集積して全面閉塞に至る場合が多い（写真-8参照）。このように橋梁部で流木が捕捉されて河道が全面閉塞されると大被害につながる。というのも、その場合には川の両サイドで破堤して溢れるか（外水氾濫）、橋梁が壊れて流失するか、橋台の背後がえぐられて水が抜ける（写真-9参照）かしかないからである。因みに橋梁の流失は経済的な損失ばかりでなく、人的被害を招く場合も多い。2003年の北海道豪雨災害時には、夜間に橋梁の流失もしくは橋台背後の侵食が頻発し、それを知らずに橋に進入した車両が落下して死者が出るケースが発生している。また平成16年の東予地方の水害では急流河川の橋梁部が流木により全面閉塞したため、跳水が生じて水が跳ね上がり、その水が両サイドの民家を襲ったため人命が失われた。

流木の発生ならびにその挙動の多くが未だ不明であることから、現状での河川計画は、流木を一切考慮せずに立てられている。このことは、近年の雨の降り方の激化による流木の大量発生により、従来の河川計画そのものが成り立たない状況に陥っていることを意味している。すなわち、本来十分流せる程度の洪水でも流木による橋梁部の閉塞により氾濫して橋台背後部や堤防が破壊され、これが大災害につながる危険を常に孕んでいることとなる。従って、防災上流木に関する研究の推進と対策が喫緊の重要課題となっている。

6. 天然ダム崩壊等のダム災害への対策

天然ダムや既存のダムの崩壊等による大災害は絶対に避けねばならないことであるが、2005年の台風14号の大量降雨に引き続き、2006年の梅雨前線の活動により鹿児島県川内川流域では6日間で1200mm以上の降雨を記録するなど、近年の災害外力の増大は顕著であると言わざるを得ない。それに伴って今後発生が危惧されるこれらの大災害に対して、我々はどういう対策を取り得るであろうか？

(1) 天然ダムの崩壊対策

想定外の異常降雨時に山腹崩壊等による河道閉塞で天然ダムが作られる可能性が考えられる峡谷部に、一定間

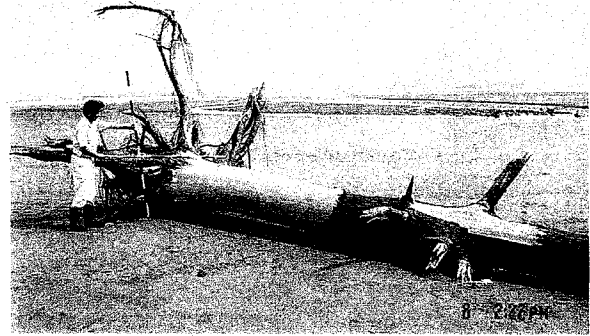


写真-6 海岸に打ち上げられた流木（宮崎県日向土木事務所提供）

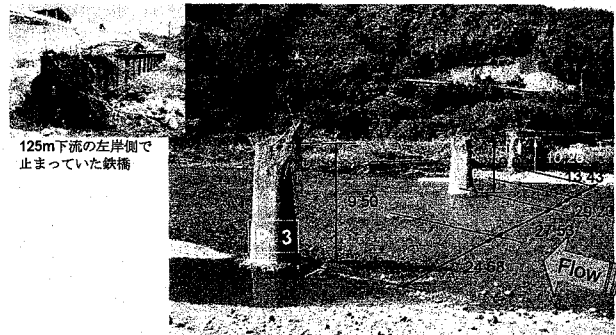


写真-7 流出した高千穂鉄道第一鉄橋（五ヶ瀬川・桁下約10m、大成建設(株)石野和男氏提供）



写真-8 大量の流木・塵芥で閉塞した橋梁（宮崎県日向土木事務所提供）



写真-9 流木による河道閉塞のため橋台背後が侵食された例（北海道居辺川居辺橋、2003年の北海道水害時）

隔で（大水深まで測定可能な）大容量水位計を設置し、そのデータを電波で飛ばして河川事務所等でリアルタイムで取得・管理する。通常洪水時はほぼ一様に水位が上昇するが、崩壊土砂により河道閉塞が起こると、天然ダムの上流側では水位が急上昇し、下流では急降下するので、夜間などで目撃者がいなくても異常が発見できる（図-4参照）。天然ダムの崩壊までは少なくとも2～3時間の余裕があると思われるので、緊急避難警報を発し、とまかく下流住民を緊急避難させる。

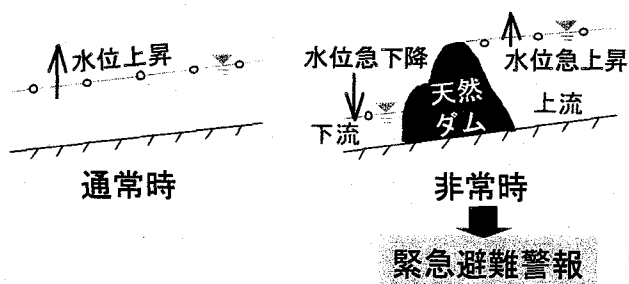


図-4 天然ダムの崩壊対策（水位計の設置）

(2) 治水専用穴あきダムの提案

近年、治水専用穴あきダムの機能が見直され、各地で計画されて、既にいくつか施工されるようになってきた。従来より農地防災ダムとしては例があったが、本格的な治水専用ダムとして注目されてきたのは最近になってからである。治水専用穴あきダムは以下の特徴（図-5参照）を有する。

- a) 河床とほぼ同じ高さに設置された穴を通して水は常時流れるため、通常は水は貯まらない。従って土砂や魚類も通過する。通常はダムがないのと同じ状態なので環境への負荷が少ない。
- b) 安全のための治水専用ダムなので住民の合意が得られ易い。

著者らは更に以下の理由から比較的下流部に治水専用穴あきダムの積極的建設を提案する。

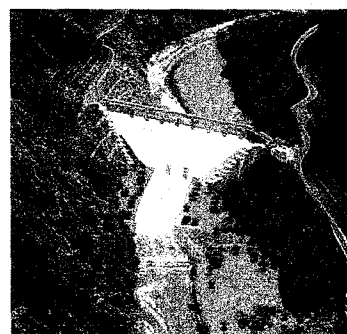
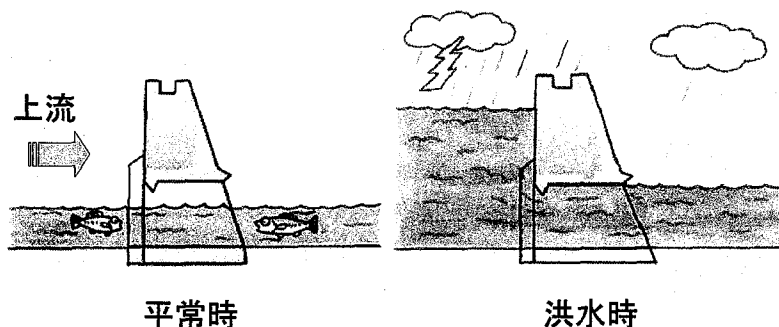
- c) 洪水自然調節方式のダムなので管理の必要がなく、人為的なダム操作が入らない。人為的なダム操作が「ダムが洪水の原因」という誤解を下流住民に与える原因となっており、この誤解を回避できる。
- d) 天然ダムや上流の既存ダムが崩壊した場合、また大量の降雨や地震などで大量の土砂がダム湖内に崩落してダムサイトを越水した場合などに生じる段波を、下流にある穴あきダムが一旦受け止めて、下流側の被害を軽減してくれる。
- e) 人口減少・高齢化による将来の国力の低下、ならびに地球温暖化の進行による農業用水・飲料水の不足など将来水資源問題が深刻化したとき、住民の合意のもとで、治水専用穴あきダムを低コスト・短期間で

容易に貯水ダムに転換できる。⇒水資源の問題解決に大きく貢献

7. おわりに

今回の台風14号災害は場所によっては3日間で1900mmを超える累加雨量の地点が見られるなど、基本的には想定外の大量の降雨がもたらしたものである。また近年の降雨の特徴としては、小流域に集中して大きな降水を記録（時間雨量80mm以上の発生頻度は昭和50年代の2倍に増加）することが挙げられる。即ち、近年は従来よりも災害外力が増加してきている。これまでは従来の（今よりやや少ない）災害外力に応じて、永い年月をかけて山などの自然物も防災構造物もそれなりのレベルに出来上がっていたので、いわば平衡状態に近い状況にあったと言えよう（勿論、時には防災力や平衡状態をある程度越える災害外力により被害も生じていた）。しかしながら、近年は災害外力が更に大きくなっているため、自然物も構造物もその災害外力に全く追従しておらず、言わば免疫のない非平衡状態になっている。このような状況下では、どんな想定外の災害が生じるか皆目分からない（図-6参照）。従って、災害を完全に無くすことは最終的には不可能と認識し、想定外力を超えた場合にもある程度は通用するソフト対策も含めた減災策を講じていくこと、ならびに地球温暖化に伴うと思われる異常気象そのものの進行の防止に向けて最大限の努力をしていくことが我々に残された唯一の道であると思われる。

台風14号被害から得られた貴重な知見と教訓から以



益田川ダム

図-5 天然ダム・既存ダムの崩壊対策（穴あきダムの建設⁹⁾）

下の提言を行いたい。

- 1) ダムは流木および塵芥の捕捉に極めて有効であり (2003年北海道水害での二風谷ダムの例・・・), 市民が数多く生活する下流域での橋梁閉塞による洪水被害を防止もしくは軽減できる。したがって, ダムの流木捕捉機能を最大限に活用すべきである。
- 2) 古い利水ダム等の中には設計洪水量の小さなものも見受けられる。近年の強い降雨に耐えられないので, ダム決壊などの大災害を避けるためにも早急な対応策が必要である。
- 3) 今回の耳川流域では大規模な斜面崩壊により天然ダムが形成されるという事態が発生した。このような斜面崩壊, 崖崩れは一歩間違えば天然ダムの崩壊や既存のダムの決壊等にもつながりかねない為, 洪水対策は流域全体の森林等の保全も念頭において計画されなければならない。すなわち, 治山治水が一体となった総合的な防災事業を推進していくことが不可欠となっている。なお, ダム崩壊等の大災害に備えるため, また地球温暖化の進行後の水資源問題に備えるためにも, 山地下流部に治水専用穴あきダムの積極的な建設を推奨したい。
- 4) 河道閉塞 (天然ダム) 対策として, リスクが高いと思われる峡谷部に一定間隔で大容量水位計を設置し, リアルタイムでデータを取得して崩壊に備える。
- 5) 流木が橋梁に引っかかって河道を閉塞すると, 本来十分流せる程度の洪水でも氾濫することになる。すなわちこれまでの河川計画そのものが成り立たなくなる。近年の災害外力の増加により流木も急増しており, 早急な流木研究の進展と流木対策の具体化が望まれる。

今回の台風14号による宮崎県耳川流域における災害は, 異常気象等により災害外力が増加しつつある現代に住む我々に, 将来の災害の様相を予告しているように思えてならない。また我々は将来の予測を議論するとき, 例えば海面上昇は100年後には〇~〇m, 気温の上昇は〇~〇度というように平均値で議論することが多い。しかしながら図-7に示すように将来の平均値の周りに変動が重なっている。災害は一瞬の外力によって引き起こされるため, 想定以上の災害外力に襲われることも十分考慮しておく必要がある。将来に起こるであろう悲惨な災害を予測・予知して, それに対して的確な手を打つことにより, 未然に防ぐことが人間の叡智であると信じる。今回の被災を大きな犠牲を払って得た貴重な教訓として, 将来に生かすことが必要である。

謝辞: 本研究は土木学会台風14号災害緊急調査団 (団長杉尾哲宮崎大学教授) の調査活動の一環として実施されたものである。ここに記して関係各位に深甚なる

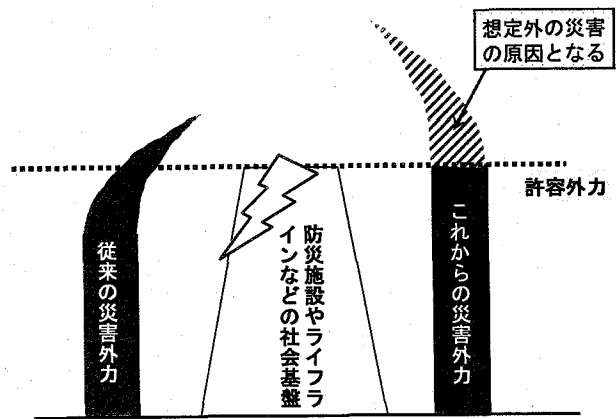


図-6 災害外力の増加により想定外の甚大な災害の可能性

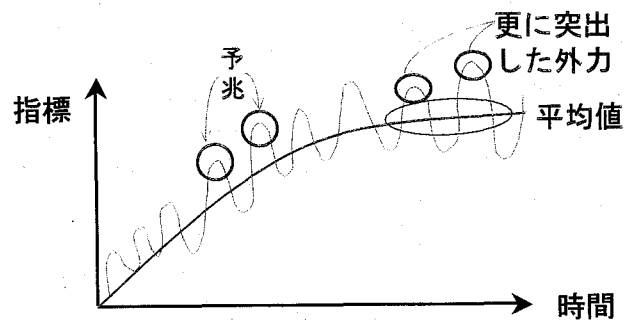


図-7 災害外力指標の将来予測

謝意を表します。また, 九州電力提供の実測値は, 速報値に基づいていることを付記します。

参考文献

- 1) 消防庁:平成17年台風第14号と豪雨による被害状況(第27報), 2005年10月31日。
- 2) 九州電力(株):耳川水系現地調査資料(9月20日~9月24日現地調査) 斜面関係, 写真集, 2005年10月6日。
- 3) NPO法人 砂防広報センター:平成17年9月 台風14号豪雨により各地で発生した土砂災害, 2005年10月17日。
- 4) 井上公夫, 森俊勇, 伊藤達平, 我部山佳:1892年に四国東部で発生した高磯山と保勢の天然ダムの決壊と災害, 砂防学会誌, Vol.58, No.4, pp.3-12, 2005。
- 5) 谷口義信, 内田太郎, 大村寛, 落合博貴, 海堀正博, 久保田哲也, 笹原克夫, 地頭蘭隆, 清水収, 下川悦郎, 寺田秀樹, 寺本行芳, 日浦啓全, 吉田真也:2005年9月台風14号による土砂災害, 砂防学会誌, Vol.58, No.4, pp.46-53, 2005。
- 6) 里深好文, 吉野弘祐, 水山高久, 小川紀一郎, 内川龍男, 森俊勇:天然ダムの決壊に伴う洪水流出の予測手法に関する研究, 水工学論文集, 第51巻, pp.901-906, 2007。
- 7) 九州電力(株):耳川水系ダム最大流入量及び最大放流量一覧, 2006, 私信。
- 8) <http://www.pref.shimane.jp/section/mizube/dam/masudagawadam.htm>

(2007.4.5受付)