

世界遺産・厳島の土砂災害と庭園砂防

海堀正博（広島大学大学院総合科学研究科）

1. はじめに

『藝州厳島圖會』¹⁾によると、厳島(宮島)はかつて伊都岐島とよばれ、古くから神の島として歴史的にも重要な位置づけであったことがわかる。同書にはまた、「みちのくの松島、たにはの道の後なる天の橋立、このいつきしまの三つを世にひでたる名くはしきところなりと、人ごとに言継ぎかたりつぐめり(p.28)」「たえぬ眺望はおよそ三景の冠たるべし(p.8)」などとも表されているように、景観に優れていることでも早くから知られており、大正 12 年 3 月 7 日には日本三景のひとつとして、『史跡名勝“厳島”』の指定を受けている。その後、『特別史跡および特別名勝“厳島”』の指定(昭和 27 年 11 月 22 日)²⁾、国連の『世界文化遺産』の指定(平成 8 年 12 月)³⁾を経て現在に至っている。

しかし、宮島(厳島)においては、約 400 年前、約 200 年前、および、昭和 20 年に大きな被害をともなう土砂災害が発生したといわれている⁴⁾。このうち、約 400 年前といわれる災害が正確にはいつどのような状況の災害であったかについては必ずしも明瞭な記録が残っているわけではないが、たとえば、『厳島誌』⁵⁾によると、「・・・本地堂ともいふ、『房顯記』に、天文十年五月洪水にて山河崩れ、社頭砂利に埋もれたることありて、この堂は天正九年八月に至りて造營成りたりとあり、今は無し、(p.66)」との記述が見られることから、おそらくこの天文十年五月、すなわち、西暦 1541 年の出来事であったと思われる。佃も昭和 20 年の土石流に匹敵するかも知れないと記している⁶⁾。一方、約 200 年前の災害については、これも『厳島誌』によると、「・・・神社の後方を流るる御手洗川の河口を『藝藩通志』に、「今その川すそは長き松原なり、これは元文元年、新たに沙地を高くして植る所なり、俗これを築出といひ、又新松原と呼ぶ、・・・」(p.2)」という記述があり、このときの盛土材料が水害によってもたらされたものであったという。元文元年は西暦で 1736 年にあたる。また、第二次世界大戦終結後まもなくの昭和 20 年(1945 年)9 月 17 日、枕崎台風の襲来により厳島神社を含めて壊滅的な被害が発生している。このように、宮島においてはおよそ 200 年間隔で記録に残るような土砂災害が起きていたのだが、近年も平成 17 年(2005 年)9 月 6 日に台風の豪雨によって白糸川で土石流が発生し、被害を出している。

なお、昭和 20 年の被害はきわめて甚大であったが、町民や県民有志の献身的な努力により復旧のための国の特別予算を獲得することができ、昭和 23 年から 25 年にかけての 3 ケ年で「史跡名勝厳島災害復旧事業」が展開された。俗に「庭園砂防」工事とよばれるこの事業については『日本三景宮島紅葉谷川の庭園砂防抄』⁷⁾に詳しく紹介されている。また、平成 17 年の白糸川下流河道の土石流災害の復旧工事においても紅葉谷川庭園砂防にならった工法がとられている。

本報では厳島におけるこのような土砂災害の発生状況と復旧工事に盛り込まれた庭園砂防についてもう少し詳しく述べていきたい。

2. 巖島の地質・地形・植生の概略

巖島は地質的には全島が中生代白亜紀後期の黒雲母花崗岩からなる^{たとえば、8)、9)など}。現在までに隆起とともに地表層が侵食・削剥され、約 8,000 万年前に形成されたとされる花崗岩類が地表に露出する形態となっている。島の形は北東から南西にかけて長さが約 10km、幅が約 4km のほぼ長方形を呈している。最高標高 529.8m の地点は弥山山頂にあり、南東側海岸線からのもっとも近いところでは水平距離で約 1,500m であるから、その平均勾配が 19.5° という急傾斜であることがわかる。実際には、各所に滝や断崖絶壁が見られ、一様な勾配ではなく階段状に標高が変化する。これらの地形は、広島を中心とする中国地方の花崗岩類分布地域に共通して見られる形態であって、巖島の空間的な形と同様の地形が中国地方の各地に見いだせるとする研究もある¹⁰⁾。

このようなほぼ長方形の外形やほぼ南北に発達している谷地形などは広く中国地方に分布している東西の圧縮力に起因する断層地形と共通のものである。すなわち、宮島の花崗岩は断層の影響も受けて物理的に風化の進んだ状態にあり、また、断層によって破碎された部分あるいは割れや節理などを通る地中水の作用によって化学的にも風化の進んだ状態にあるといえる。このようなことから、土砂災害の原因となるような山腹崩壊や土石流あるいは落石等が比較的発生しやすい素因を有しているといえる。

また、植生に関しては、『藝州巖島圖會』に「梁塵秘抄口傳集曰く、・・・木々みなあをみわたりてみどりなり。やまにたためるがんせきの石、水際にしろくしてそばだてたり(p.13)」¹¹⁾とあって、景観の良さをひきたてるひとつの要素としての青々とした植生の存在がうかがえる。山頂付近には昭和 4 年に天然記念物「弥山原始林」の指定を受けた樹林帯(モミヤツガなどの針葉樹も高木とカシヤツバキなどの照葉樹林)があり、全島にわたってマツ林やマツ混じりの広葉樹林が分布しているが、最近 30 年来のマツ枯れや平成 3 年 9 月 27 日の台風 19 号、平成 11 年 9 月 24 日の台風 18 号、平成 16 年 9 月 7 日の台風 18 号などがもたらした強風による枯損等による特に高木植生の状況変化は著しい。傾斜地の林内には立ち枯れ木や倒木が多数見られ、不安定な状態になっている(たとえば、写真 1)。

また、瀬戸内周辺でしばしば発生する山火事は巖島においても例外ではなく、その跡地はウラジロやコシダを主とするシダ類や貧弱な植生に覆われているだけであったり、地表面が露出した状態であったりと、雨滴による衝撃や雨水による侵食などの影響を受けやす



写真 1 2004 年 9 月 7 日台風 18 号通過後に形成された風倒木の一例(2005 年 9 月 8 日撮影)

い状況にある。

3. 厳島における枕崎台風による土砂災害と復旧工事としての庭園砂防

昭和 20 年の枕崎台風によってもたらされた災害の最も大きな原因は大量の雨と強風である。『広島県砂防災害史』によると、9 月 17 日の日雨量は広島で 160mm 以上、厳島でも 170mm を超えており、また、広島での最大 1 時間雨量(17 日 21 時 7 分～22 時 7 分)も 57.1mm とかなり大きな値であったことから、厳島にも短時間に集中的な豪雨があったものと思われる(参考: 呉市の 17 日 18 時～22 時の 4 時間雨量の記録は 113.3mm)。また、風の方も、広島での最大風速 30.2m/s(18 日 2 時 10 分)、最大瞬間風速 45.3m/s(18 日 2 時 5 分)を記録している¹²⁾。現在の知見からでも、先行降雨の高い状態のところに短時間強雨の加わる形の豪雨がもたらされていたと見ることができ、土石流の起きやすい条件が成立していたといえる。現在のようなもっと密な観測網で細かな観測値があれば、さらに大きな数値の局地的豪雨をもとらえていたかも知れない。

この暴風雨によって厳島の最高峰弥山を水源とする紅葉谷川や白糸川などでは崩壊や崩壊土砂が土石流となって流下することにもなう災害が発生した。『日本三景宮島紅葉谷川の庭園砂防抄』によると、紅葉谷川の上流部では約 3,000m³の崩壊土砂が流動化して土石流となり、流路にあった不安定な土砂を巻きこんだり、溪床や溪岸を侵食してその土砂を巻き込むことによって土砂量を増大させ、河口にあった厳島神社の境内に約 18,000m³の土砂を流入させた¹³⁾。これによって、厳島神社は壊滅的な被害を受け、紅葉谷川の流路周辺の景観も台無しとなった(図 1)。

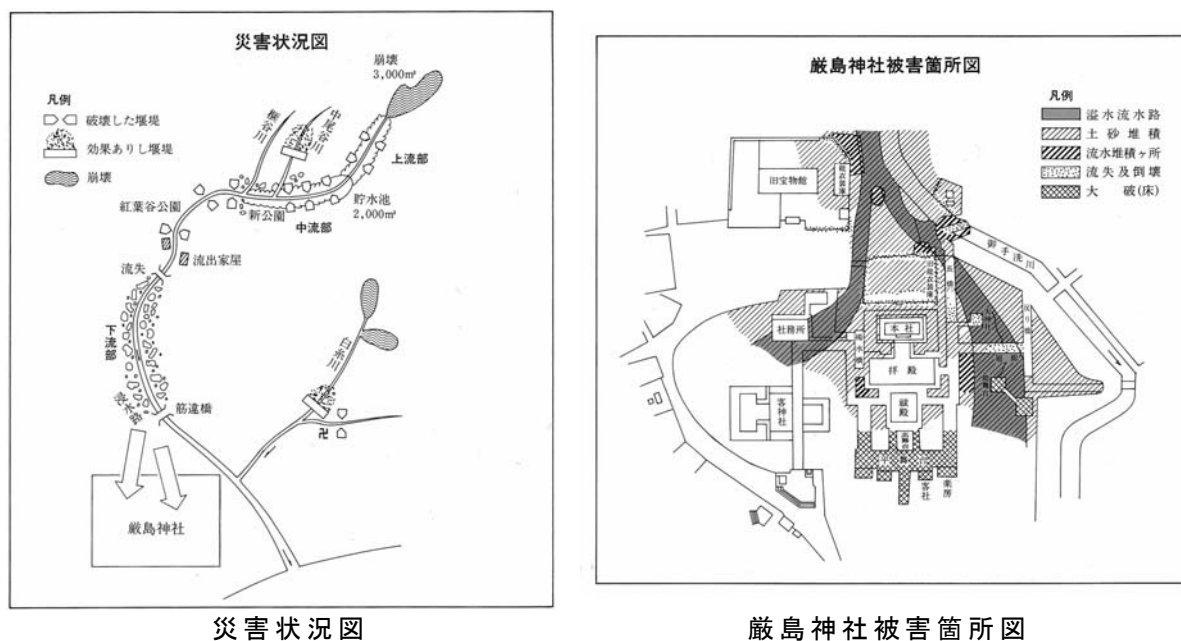


図 1 1945 年 9 月 17 日枕崎台風豪雨により紅葉谷川で発生した土石流災害 (文献 7)より引用)

このように甚大な被害を受けていたわけだが、宮島の町民はもとより、広島県土木部砂防課など防災行政を担当する人たちも、景観に優れた歴史的にも重要な

宮島の史跡名勝としての復旧を強く望み、結果的には日本庭園の趣を兼ね備えた砂防工事がなされることになった。昭和 23 年から 25 年にかけての 3 ヶ年計画で行われたこの砂防工事は庭園砂防工事として世界的に知られている。最大の特徴は、当時の築造趣意書(ただし、原本が残っていないので記憶にもとづいて復元されたもの)に見られるように(図 2)、土石流によって運ばれてきた巨石をのみやつちで割ったり、面をそろえたりせず、野面石(のづらいし)のまま利用し、自然景観に近い低い段差の落差工を創り出していることと、設計から施工に至る一連の作業を土木技術者だけではなく庭師と協働で行っていることだろう。川沿いの植生にも配慮がみられ、多くの観光客が砂防工事の産物と気がつかないほどである(写真 2)。随所に遊び心も導入されている。たとえば、庭園砂防最下流部の紅葉橋付近では、落差工のたまり水(写真 3)をせき板の開閉による調節で滝を形成させたり、溪床に張り出した岩盤面上に水流による扇を形成させることができるようになっていて、景観の変化を楽しむことができる(写真 4)。しかし、これらの石の組合せ構造が落差工や床固工などの防災上の役割をも担っているのである。ただし、この庭園砂防の部分だけで砂防が成り立っているのではない、ということには注意をはらう必要がある。庭園砂防の部分はいわば流下してきた土石流が氾濫堆

岩石公園築造趣意書

1. 巨石, 大小の石材は絶対に傷つけず, 又, 割らない。野面のまま使用する。
2. 樹木は切らない。
3. コンクリートの面は眼にふれないように野面石で包む。
4. 石材は他地方より運び入れない。現地にあるものを使用する。
5. 庭園師に仕事をしてもらおう。いわゆる石屋さんも, のみや金槌は使用しない。

図 2 紅葉谷川庭園砂防工事における考え方 (文献 7)より引用)



写真 2 自然に近づけた庭園砂防下流部の光景



写真 3 紅葉橋下側に見られる落差工のたまり水



せき板をはずすと形成される滝

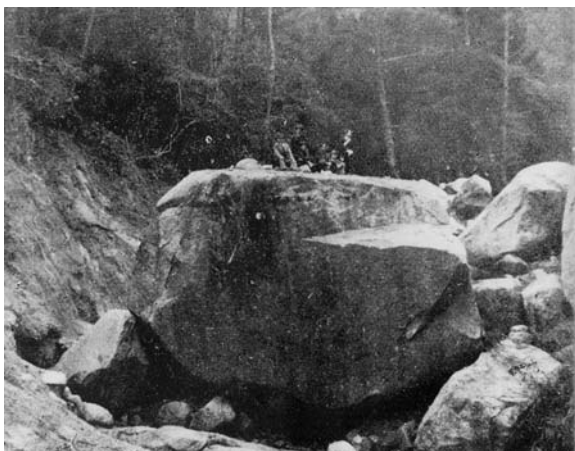


せき板をはずすと形成される水流の扇

写真 4 紅葉谷川庭園砂防に見られる景観の例

積をした場所であり、溪床勾配は 5° 未満でその上流域に比べてはるかに緩い。庭園砂防の領域は土石流の土砂も堆積し始める場ではあるのだが、上流におけるより激しい土石の流れがそのまま庭園砂防の領域に及ぶと、庭園砂防だけでは安全性が保てない。そこで、上流域には 16 基もの通常砂防えん堤が設置されている。現在見られるこれらのえん堤は昭和 30 年代に設置されたものであるが、本体がコンクリート製であるが、登山客の視線を考え、周囲の景観にとけ込むように、堤体の下流面と天端には石がはり付けられている。しかし、えん堤の上流側はすでに水通し天端やその近くまで堆砂しているものも多く、しばしば土砂のたまっている状態が危険であると思われたり、砂防えん堤が役目を果たさなくなった状態にあるという見方がなされてしまう場合がある。

砂防えん堤の役割は、不安定な土砂・石礫等がかたんに土石流となって下流に動き出さないようにしたり、えん堤にたまった土砂の土圧により兩岸からの崩壊のポテンシャルを押さえ込んだり、土石流土砂の一部または全部をえん堤の上流側に堆積させたり、といくつかあげることができるのだが、共通していえることは、そのままの流れでは災害発生につながってしまう「有害な土砂を無害な形



1945 年枕崎台風豪雨災害のときの巨石
(広島県提供写真)



巨石の直下にえん堤を設けている

写真 5 砂防えん堤の役割がわかる例

態に変えて下流に供給すること」とまとめられる。たとえば、通常砂防の第 9 号えん堤のすぐ上流には驚くような巨石が居座っているが、これなどが動き始めたら岩盤の露出した急流を一気に流れ下り、そうとう大きなダメージを与えてしまうことだろう。しかし、そのすぐ下流側にこのようにえん堤を設置したことで、現在ではその巨石が動き始めないようにえん堤への自然な堆砂の中で固定されている（写真 5）。この効果はえん堤に土砂がたまっているのはじめて発揮されるものである。さらに、第 10 号えん堤、第 11 号えん堤、第 15 号えん堤の直上流側にも同様に巨石が存在していた。紅葉谷川の砂防えん堤群は土石流そのものを止めてしまおうとするものではなく、むしろ、土石流の土砂量の増大を抑えたり、土石流の勢いを弱めたりして下流に導いてやろうという目的を持っているといえる。

このような通常砂防、また、周辺植生の生育が進むことにより、下流の庭園砂防領域の防災機能もあいまって、この紅葉谷川流域が大きな土砂災害に至らないように守られている。

4. 平成 17 年 9 月の台風 14 号豪雨による白糸川での土石流災害と復旧工事としての庭園砂防

平成 17 年の台風 14 号は 9 月 6 日～7 日にかけて九州・四国・中国地方に豪雨をもたらし、各地に大きな土砂災害を発生させた。台風の移動速度が遅く、長時間にわたり大量の雨を降らせたこともこのときの特徴のひとつである。宮島では 9 月 6 日 22 時過ぎに土石流が発生した（写真 6）。広島県防災情報システム（当時）の宮島町観測点のデータを使うと、21 時時点での 72 時間半減実効雨量値が 173.8 mm、1.5 時間半減実効雨量値は 54.9 mm であり、そこに 22 時までの 1 時間雨量 33 mm が加わり土石流が発生したことになる。当時、広島県防災情報システムにおいて採用していた宮島町の土砂災害発生基準線 CL との関係で示すと図 3 のようになり、ちょうど土石流の発生時刻付近に CL を越えていたことがわかる¹⁴⁾。

なお、気象レーダーによる解析雨量を見ると、平成 17 年の台風 14 号豪雨の方が平成 11 年の 6.29 災害時の豪雨に比べて雨量も短時間雨量強度も大きかったことがわかっており¹⁵⁾、宮島における土石流の発生が平成 11 年ではなく平成 17 年であったことが理解できる（図 4）。

土石流の源頭部崩壊は、国の天然記念物『弥山原始林』の一角である駒ヶ林（標高 509 m）の東向き斜面の標高 400 m 付近で発生していた（写真 7）。崩壊より上部



写真 6 宮島白糸川に発生した土石流
（広島県砂防課提供、2005 年 9 月 7 日撮影）

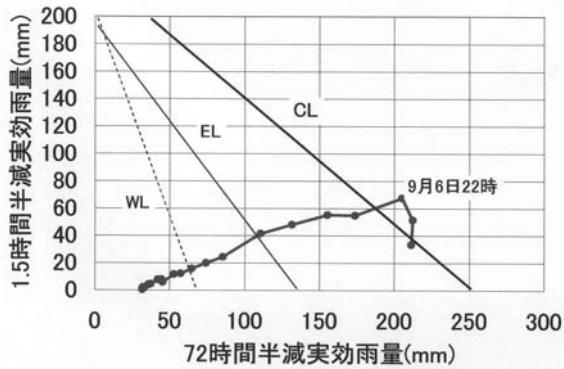


図 3 宮島町観測点(広島県管轄)における 2005 年 9 月 6 日の雨量の推移

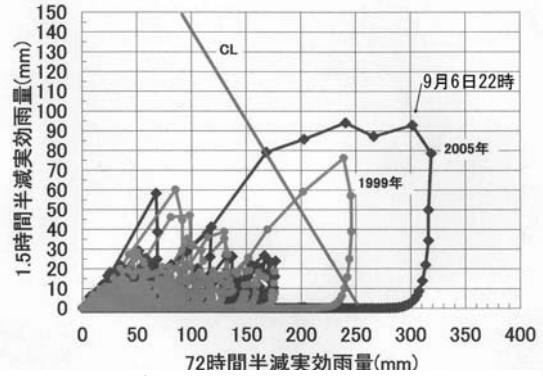


図 4 レーダ解析雨量(宮島東部エリア)での比較(広島県砂防室提供のレーダ解析雨量により描画)

はしばらく凹部が見られるが、それより上はすぐに岩盤の露出が目立つ急崖となり、コア・ストーンが岩塔を形成している。崩壊の発生場はむしろ傾斜が 23° 程度の比較的緩いところであり、崖下の凹部にたまっていた石礫を含む風化土層(一部は盛土層と思われる)が崩れたものと考えられ、崩壊斜面の下方には巨石が散在していた(写真 8)。

崩壊の規模は頭部の幅が約 30 m、長さが約 90 m のやや裾広がり の形をしており、深さが平均 4~5 m(最大で 8 m)程度、崩れた土砂量は 1~2 万 m^3 のオーダーである。しかし、その 5 割程度は崩壊斜面の途中や崩壊地直下の河道に不安定土砂として堆積しており、最初に調査に入った 2005 年 9 月 8 日の時点ではまだ足が沈んでしまう状況で、大雨が降れば容易に下流に流出し、再度災害の発生が懸念される状況にあった。崩壊地の周辺は国の天然記念物『弥山原始林』の範囲に入り植物学的には貴重な位置づけであるが、マツ枯れが進んだアカマツ混じりの広葉樹が主で常緑樹も多いがむしろ貧弱な様相を呈している。また、白糸川の谷すじには前年(2004 年)の台風 18 号がもたらした南からの暴風によって根返りや幹折れなど風倒木が以前から目立っていた。

なお、源頭部崩壊地には暗渠(設置時期不明)が敷設されていたが破損していたことから、少なくとも一部分は盛土がなされていたことがわかる。また、崩壊上縁部の断面には水の噴き出したと思われる穴や隙間も見られた。この噴き出した

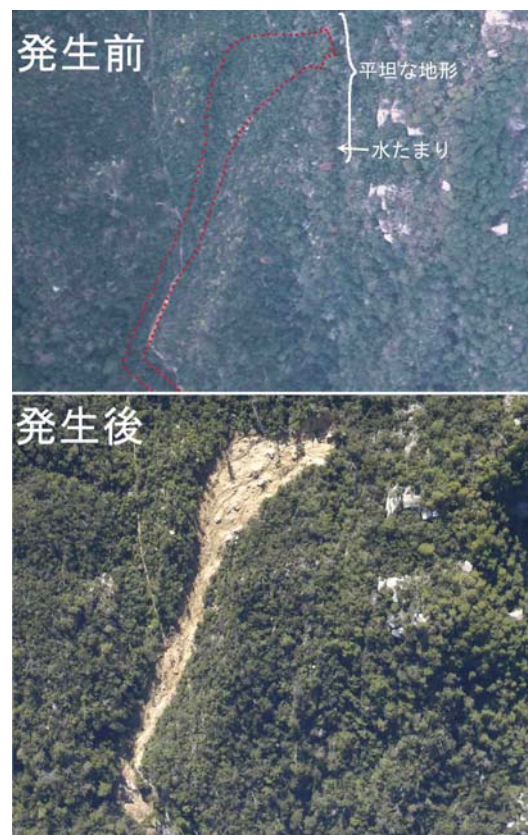


写真 7 白糸川土石流の源頭部崩壊地の発生前後の比較

(広島大学作野裕司氏提供写真に加筆)
上: 発生前、2005 年 3 月 27 日撮影
下: 発生後、2005 年 10 月 19 日撮影



写真 8 白糸川土石流源頭部の崩壊
(2005年9月8日撮影)



写真 9 源頭部崩壊地背後の凹地形部
崩壊地の断面には層状の構造が見え、何らかの堆積構造であることがわかる。
(2006年4月13日撮影)



写真 10 源頭部崩壊地横の平坦地
崩壊地の横には不自然な平坦地が見られ、樹林密度もやや小さめであった。
(2006年4月13日撮影)



写真 11 平坦地奥の水たまりの拡大写真
2006年4月13日撮影時は水深約70cm程度。2007年7月7日調査時にはすでに水は溜まっていなかった。

と思われる水は今回の台風豪雨によってもたらされたものであるが、源頭部付近の水の溜まりやすい構造にも原因があったと思われる。すなわち、源頭部崩壊地の背後には明らかに凹地形部があったのである(写真 9)。しかも、そのあたりにはやや人工的かと思われる平坦地が見られ(写真 10)、さらにその奥には実際に水の溜まっている状況も確認できた(写真 11)。なお、その後行われたレーザー測量によると、斜面の途中に明らかにやや平坦な部分が今回の崩壊地を含むエリアに存在している状況が認められることから、過去に何らかの人工的な土地改変が加えられ、その結果、水の溜まりやすい構造が形成されていたと思われる。これまでは大雨があっても排水が適切に行われ、今回のような事態にはなっていなかったが、前年までの暴風を伴う台風の影響等により地盤の強度低下や排水構造の弱化につながっていたのではないと思われる。これらのことから、風倒木などによりあらかじめ強度低下状態にあった斜面や谷すじにかなりの量の雨がもたらされ、十分に水を含んだ状態で崩壊・土石流化したものと思われる。

白糸川の流路については源頭部崩壊直下では緩急の段々はあるものの溪床勾配の緩やかなところが続く形態(写真 12)で、その後は急勾配となり(写真 13)、ふも



写真 12 源頭部崩壊下から続く白糸川上流部

写真の奥が上流側。写真の範囲では最初 16° 程度の溪床勾配から次第に 4° 程度まで小さくなり、標高 350 m 付近の遷急線まで緩勾配流路が続く。(2005 年 9 月 8 日撮影)



写真 13 遷急線付近から下流の河床

岩滝状になって左右に折れ曲がりながら流下している。標高 350 m 付近。(2005 年 9 月 8 日撮影)



写真 14 白糸の滝

このあたりから堆積が始まった。標高 80 m 付近。これより下流は写真 15 のような状況。(2005 年 9 月 8 日撮影)



写真 15 白糸の滝の下流に位置する砂防えん堤の堆砂地に見られた巨石や流木

たくさんの巨石や流木がえん堤の堆砂地に停められていた。(2005 年 9 月 8 日撮影)

とにある大聖院のすぐ上にある「白糸の滝」とよばれているところまでは、花崗岩岩盤の露出した滝状の景観となる(写真 14)。

「白糸の滝」より下流側は勾配が小さくなり、大聖院横に設けられた砂防えん堤堆砂地に巨石や流木を含む大量の土砂・石レキを堆積させ(写真 15)、一部はさらに下流にあふれた。その巨石や流木も一種の砂防えん堤のような効果が発揮された大聖院入口付近の 2 本の橋梁にひっかかり、その背後に多くの土石を堆積させた(写真 16)。しかし、細粒の土砂を含む流れの部分はそ



写真 16 土砂や石礫や流木を停止させた大聖院入口の橋梁のひとつ

えん堤を越流した土石流の石礫や流木が橋梁にひっかかり閉塞させ、一種の砂防えん堤のような効果を発揮していた。(2005 年 9 月 8 日撮影)

の下にあった居住エリアまで流れ込み、人命の損失や全壊家屋などは発生させずに済んだものの、多くの家が床上・床下浸水する被害を受けた(写真 17)。

この白糸川の土石流災害の復旧にあたっては、安全確保の上で緊急の要素はあるものの、天然記念物「弥山原始林」を源流に持つなど優れた自然環境の保護の観点から多くの規制のかけられた地域であること、また、国連の世界文化遺産に指定された地域にも関わっていることなどのために、特に、下流部分においてはすぐ隣の紅葉谷川で行われた庭園砂防工事の考え方にならうことになった。ただし、白糸川源流部や流路途中にはなお多くの不安定土砂が堆積しており、降雨による土砂移動が災害にならないようにするため、緊急の砂防えん堤工が施されている。1基は上流の溪床勾配が急になり岩滝に移り変わる部分の直上部に、もう1基は大聖院横の既設砂防えん堤位置の直上流点に施工された。これらにより、下流部に施工する庭園砂防領域に大量の土石流土砂の直接的な流入はないものと考えられている。

白糸川下流部の復旧工事については、各分野の学識経験者に加えて地元の文化財保護審議会の委員も務める住民や観光協会の会長、廿日市市長などが委員となって「白糸川

下流河道整備技術検討会」という委員会を設立し、さらに、(財)砂防・地すべり技術センター、広島県の砂防部局などが事務局として入り、現地視察や討論の結果、「白糸川河道整備趣意書」

を作成した(図 5)。平成 20 年 9 月 25 日現在、河道整備工事は一部の植栽を残してはいるもののほぼ完成し、同時に復旧された登山道の安全点検のためになお立入禁止が続いているが、いよいよ 10 月 1 日よりオープンとなる予定である。



写真 17 橋梁より下の居住エリアの被災状況

巨石や大きな流木の直撃による被害はなかったものの、細粒の土砂混じりの水流は居住エリアに入り込み、多くの家屋に被害を発生させた。(2005 年 9 月 8 日撮影)

白糸川河道整備趣意書

<<基本コンセプト>>

“滝”と”清水”を表現した、平成の文化としての清らかな溪流空間の創造を目指す。

<<整備の工夫・留意点>>

- (1) 白糸川の自然環境を活かす。
- (2) 滝や淵，緩勾配区間を設け，“動と静”の流れを創出する。
- (3) 現地の石を最大限活用する。
- (4) 水辺の安らぎ空間を確保する。
- (5) 岩と植物を活用し”緑陰”を創出する。

図 5 白糸川河道整備趣意書¹⁶⁾

5. おわりに

全島が花崗岩からなる巖島においては災害につながりうる土砂移動現象の発生は宿命といえる。一方で、風化しやすい花崗岩の特性からできた岩塔や岩石の積み重なり構造あるいは岩滝などは、青や緑の豊かな植生や海とともにすぐれた景観をつくり出し、これが歴史的にも重要な位置づけを与えてきた。巖島における土砂移動現象は今後もなくならないとなると、これを深刻な土砂災害に拡大させないためにもしっかりとした防災対策が望まれる。一方で、ちまたにみられるような人工的な構造物、特に、コンクリート構造物に頼った対策は巖島には似合わない。「防災のため」ということが免罪符となって巖島の文化や歴史の重要な一端を担ってきた溪流の景観を損ねることは許されない。昭和の紅葉谷川の庭園砂防はそのような考えで工夫され創り出された芸術的な防災工事である。このたびの白糸川における下流河道整備においても紅葉谷川でのこの精神にならい慎重に工事を進めたことも特筆に値する。これらに関わった住民や工事関係者の熱意に敬意を表しながら、この庭園砂防そのものと計画実施にあたっての精神が今後とも防災に活かされるよう、維持管理とさらなる工夫につとめるべきことを再確認したしだいである。

本小文をまとめるにあたり、筆者が過去に記した拙文¹⁷⁾、¹⁸⁾などをいくつか編み直した。それらは広島県砂防課から見せていただいた資料などを参考にした部分も多く、心から感謝するものである。また、本小文中では引用しなかったが、『世界遺産・巖島 先人に学ぶ防災の知恵』(中電技術コンサルタント(株)世界遺産・巖島の防災を考える会編、2007)も非常に詳しくまとめられており参考になるろう。

引用文献

- 1) 宮島町(1973): 藝州巖島圖會上卷(復刻版)、445p.
- 2) 天然記念物彌山原始林・特別名勝巖島緊急調査委員会(1975): 巖島の自然、総合学術調査研究報告、まえがき.
- 3) 社団法人宮島観光協会(2000): ホームページ宮島、世界文化遺産 巖島神社、<http://www.miyajima.or.jp/topix/sekaiisan/sekaiisan.htm> より(2008年9月24日現在版).
- 4) 坂田静雄(1973): 紅葉谷川の今昔を語る、広島県文化財ニュース、昭和48年2月、56号(文献6)のpp.45-55に掲載されているものによった).
- 5) 重田定一(1910): 巖島誌、本文170p. および年表他.
- 6) 佃 雅文(1997): 自然災害と巖島神社、広島県文化財ニュース、広島県文化財協会、No.154、pp.9-14.
- 7) 広島県土木建築部砂防課(1988): 日本三景宮島紅葉谷川の庭園砂防抄、pp.14-75.
- 8) 今村外治(1975): 巖島(宮島)の地形・地質研究史.『巖島の自然』総合学術調査研究報告、天然記念物彌山原始林・特別名勝巖島緊急調査委員会編、p.1-10.
- 9) 楠見 久・岡本和夫(1975): 巖島(宮島)の地形.『巖島の自然』総合学術調査研究報告、天然記念物彌山原始林・特別名勝巖島緊急調査委員会編、p.11-33.

- 10) 小澤秀次(1996): 中国地方に見られる地形特性と岩石の風化－侵食形態の特徴 ～宮島形単位地形を用いた解釈～、広島大学大学院生物圏科学研究科修士論文、47p. + 巻末資料.
- 11) 1)に同じ、p. 13.
- 12) 広島県(1997): 広島県砂防災害史、pp. 30-32.
- 13) 7)に同じ、pp. 14-25.
- 14) 海堀正博・浦 真・吉村正徳・藤本英治(2006): 2005年9月6日広島県宮島で発生した土石流災害. 砂防学会誌、Vol.58, No.5、p.18-21.
- 15) 海堀正博・中井真司・大本直樹・森田耕司・作野裕司(2006): 2005年台風14号による広島での土砂災害とその原因、第3回土砂災害に関するシンポジウム論文集、土木学会西部支部、pp.187-192.
- 16) 第2回白糸川下流河道整備技術検討会議事資料より.
- 17) 海堀正博(2001): 宮島の土砂災害と砂防、日本研究「厳島」特集号、日本研究研究会、pp.13-20.
- 18) 海堀正博(2007): 13. 宮島における庭園砂防、地学実験テキスト(広島大学大学院総合科学研究科地学系グループ編)、pp.54-62.