

雲仙復興
これまでのあゆみ
～雲仙復興事務所の事業記録～

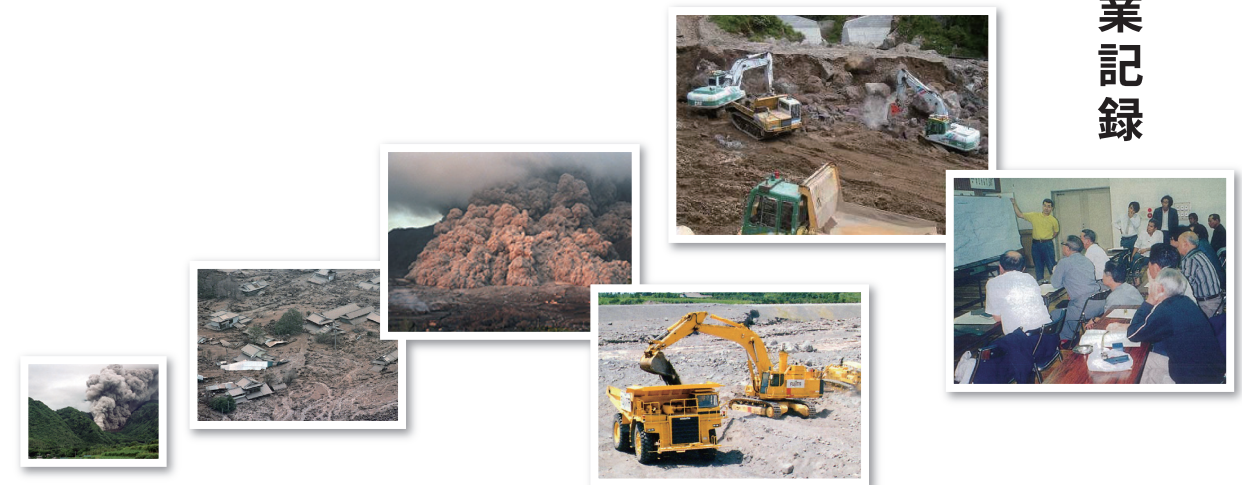


国土交通省九州地方整備局
雲仙復興事務所



雲仙復興
これまでのあゆみ

雲仙復興事務所の事業記録



国土交通省九州地方整備局 雲仙復興事務所

地域とともに歩んだ28年

平成2年11月、198年ぶりに噴火をはじめた雲仙・普賢岳は、平成8年6月に噴火活動の終息宣言が出されるまでの6年もの間に、風光明媚で知られた島原・深江地区の景観を一変させると同時に、地域住民に多くの苦難を強いました。そうした中、平成5年、国は噴火災害に対応すべく、現地活動拠点として「建設省雲仙復興工事事務所（現国土交通省雲仙復興事務所）」を開設しました。

以後、大規模な砂防設備を整備する直轄火山砂防事業や島原深江道路等を整備する道路事業を強力に推進してきましたが、令和2年度末をもって全ての事業が完成し、雲仙復興事務所はその役目を終えることになります。

このパンフレットは、雲仙・普賢岳噴火災害を振り返るとともに、噴火災害からの復興という目標に向かって、島原半島地域の皆様や関係機関の皆様と一緒に取り組んできた、雲仙復興事務所の28年間の事業記録をまとめたものです。

■雲仙復興事務所の事業に関する主な出来事

日 付	内 容
平成 2年 11月 17日	普賢岳198年ぶりに噴火
平成 3年 6月 3日	水無川に大火砕流発生(死者行方不明者43名)
平成 3年 9月 15日	深江町立大野木場小学校が火砕流により焼失
平成 5年 4月 6日	建設省雲仙復興工事事務所開設
平成 5年 11月 11日	国道57号島原深江道路着手
平成 5年 6月 23日	中尾川方向に大火砕流発生(死者 1名)
平成 6年 10月 25日	無人化施工による除石工事着手
平成 7年 9月 30日	水無川の水無川1号砂防堰堤工事(基幹施設)に着手
平成 8年 6月 3日	噴火活動の終息を宣言
平成 9年 11月 11日	中尾川の千本木1号砂防堰堤工事(基幹施設)に着手
平成 11年 2月 20日	国道57号島原深江道路全線開通
平成 13年 4月 1日	国道251号島原中央道路事業化
平成 13年 10月 12日	湯江川の湯江川川砂防堰堤工事に着手
平成 14年 9月 16日	大野木場砂防みらい館開所
平成 24年 10月 8日	島原中央道路 供用開始
平成 27年 1月 23日	溶岩ドーム崩壊対策(水無川1号・2号砂防堰堤嵩上げ)に着手
令和 2年 3月 31日	中尾川・湯江川直轄砂防事業終了(長崎県へ移管)
令和 2年 6月 1日	水無川の一部で直轄砂防管理に着手

も く じ

■雲仙・普賢岳噴火……………	P2	■直轄砂防事業で整備された砂防設備……………	P12
■噴火災害の概要……………	P3	■道路整備による復興……………	P15
■応急対策……………	P4	■防災・復興情報の発信……………	P16
■本格的な砂防工事着手……………	P5	■安中三角地帯嵩上げ事業……………	P17
■無人化施工①(誕生の背景)……………	P6	■砂防指定地利活用構想……………	P18
■無人化施工②(施工技術の進化)……………	P7	■住民意見の砂防計画への反映……………	P19
■無人化施工③(雲仙で生まれた技術の全国への普及)…	P8	■災害伝承や防災教育の支援……………	P20
■無人化施工④(将来に向けての取り組み)……………	P9	■ジオパークとの関わり……………	P21
■土石流・火砕流の発生監視……………	P10	■砂防設備の管理体制の構築……………	P22
■溶岩ドームの監視・崩壊対策……………	P11		

雲仙・普賢岳噴火

198年ぶりに、雲仙・普賢岳が噴火。 活動は、6年間の長きにわたった。

平成2年11月、198年ぶりに噴火した雲仙・普賢岳は、その後、火砕流を発生させながら活動を続け、降雨の際には土石流が頻発しました。平成8年6月に、活動の終息宣言が出される迄に発生した火砕流は9,432回を数えました。

噴火のはじまりは、 橘湾の群発地震

198年ぶりに雲仙・普賢岳が噴火する約1年前、島原半島の西側に位置する橘湾では、噴火の兆候と考えられる群発地震が発生していました。その後、この大地の異変は東側に移動。平成2年7月には、雲仙・普賢岳一体で有感地震が頻発するようになり、約2ヶ月後の11月17日、ついに雲仙・普賢岳が噴火。これ以降、噴火が原因となる火砕流や土石流が繰り返し発生し、約6年間も続くことになります。



噴火前の雲仙・普賢岳(平成2年11月以前)



4つに割れた火口の溶岩ドーム(平成3年5月)



流れ下る火砕流(平成3年5月)



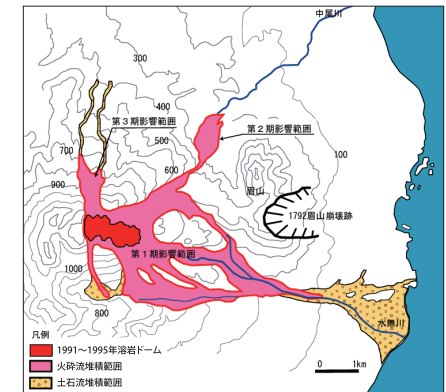
水無川を流下する土石流(平成3年6月)

火砕流、土石流の流下エリアが、 徐々に拡大していく

噴火活動開始後の雲仙・普賢岳では、マグマの活発な上昇により、屏風岩、地獄跡、九十九島の火口からも噴火するとともに、山自体が膨張し始めます。その後、山頂に出現した溶岩ドームの一部が崩落して、平成3年5月には、初めて火砕流が発生。また、噴火による降灰は、斜面や火砕流堆積物を覆い、降雨時には土石流となって島原・深江地区へと流れ下りました。当初は、雲仙・普賢岳の南東側、水無川流域を中心に発生していた火砕流・土石流は、その後、眉山を挟んで北東

側にも流下エリアを拡大。湯江川、中尾川などでもたびたび発生しました。

■火砕流・土石流による被災区域図

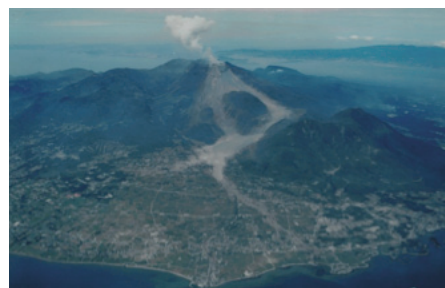


平成8年5月1日に、最後の火砕流、噴火活動は終息へ

噴火から4年近くなると火砕流の発生回数は激減し、住民が、火砕流の発生に不安を覚えることも次第に少なくなり、平成7年5月25日には火山噴火予知連絡会が「マグマの供給と噴火活動はほぼ停止状態にある」との統一見解を発表し、平成8年6月3日には、九州大学太田一也教授は、噴火活動の終息を宣言しました。

■噴火活動の経過

発 生 時 期	活 動 内 容
寛文3年(1663年)	古焼溶岩流が山腹から流出
寛政4年(1792年)	山腹から新焼溶岩流が流下し、眉山が山体崩壊を起こし「島原大変肥後迷惑」が発生
平成2年11月17日	198年ぶりに普賢岳の地獄跡及び九十九島火口より噴火
平成3年3月29日	九十九島火口、地獄跡、屏風岩の3火口から同時噴火
平成3年5月15日	水無川で、初めて土石流が発生
平成3年5月20日	地獄跡火口の中に溶岩ドーム出現
平成3年5月24日	溶岩ドームの一部が崩落し、初めて火砕流が発生
平成3年6月～	火山灰と土石流堆積物が広く山腹を覆い、水無川流域の荒廃加速
平成3年6月3日	水無川方向に大火砕流発生。死者・行方不明者 4 3 名
平成3年6月8日	水無川方向に大火砕流発生。
平成3年6月30日	湯江川、土黒川でも土石流発生し、土石流流下の範囲拡大
平成3年9月15日	水無川方向に大火砕流発生。大野木場小学校焼失。
平成5年5月～	溶岩ドームの成長方向が北東へ転じる
平成5年6月23～24日	中尾川方向に火砕流発生(死者 1 名)
平成6年2月6日	初めて湯江川方向に火砕流発生
平成6年9月～	火砕流の発生回数が激減
平成7年5月25日	火山噴火予知連絡会より「マグマの供給と噴火活動はほぼ停止状態にある」との統一見解を発表
平成8年5月1日	最後の火砕流発生
平成8年6月3日	九州大学太田一也教授、「噴火活動の終息」を宣言



噴煙を上げる普賢岳(平成3年9月)



噴火活動終息宣言後の雲仙・普賢岳(平成9年12月)



噴火災害の概要

平和な暮らしを奪う自然の脅威。 土石流・火砕流の流下で地元には甚大な被害。

6年間に及んだ噴火活動は、水と緑が美しいふるさと・島原の風景を一変させるとともに、人々の暮らしを破壊し、人命を奪う大惨事を引き起こしました。



応急対策

高まる土石流による危険に対して、国・長崎県、 島原市、深江町(現南島原市)が、応急の災害対応に着手。

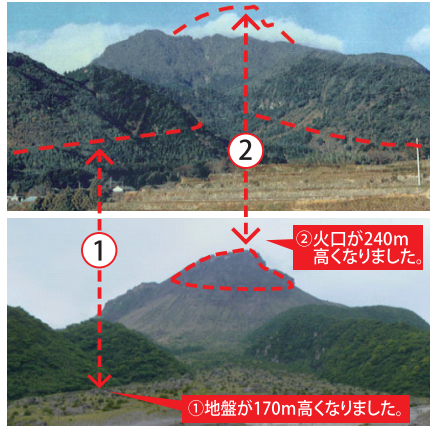
雲仙・普賢岳の山腹では火砕流や火山灰の堆積が進み、火砕流災害だけでなく降雨による土石流災害も大きな社会問題となっていた。土石流による災害に備えるために、国や長崎県、島原市、深江町(現南島原市)は、水無川流域を中心にさまざまな応急対応に取組みました。

平成3年6月3日の大火砕流で、 43人の死者・行方不明者が

火砕流による人的被害(火傷)が初めて発生したのは平成3年5月26日で、現場で働いていた除石工事関係者でした。そして同年6月3日、水無川流域を襲った大規模火砕流により消防団員、住民、県警機動隊員、火山学者やマスコミ関係者を含む40人が死亡、3人が行方不明となる大惨事が発生。その後、平成5年6月23日には、中尾川流域の千本木地区で1名が火砕流の犠牲になりました。

火砕流の頻発により、 上流の景観は一変

山麓には、大量の火山噴出物が堆積し、最大で約170mも地盤が高くなりました。今もそのほとんどが残っています。



■噴火災害による被害状況

人的被害	死 者	行方不明者	負傷者	合 計				
	41人	3人	12人	56人				
建物被害(全壊、半壊、一部被害、浸水)	住 家	非住家	合 計					
	1,399棟	1,112棟	2,511棟					
被害額(平成8年3月31日までの判明分)	直接被害	間接被害	被害額合計		島原半島経済総生産(H1)			
	74,752,373千円	155,189,601千円	229,941,974千円		326,098,000千円			
	22.9%	47.6%	70.5%		←島原半島総生産に対する割合(%)			
警戒区域、避難勧告の最大時(H3.9.10～9.15)の状況	警戒区域		避難勧告		島原市・深江町総人口			
	世帯	人数	世帯	人数	世帯	人数		
	2,896世帯	10,735人	94世帯	277人	16,017世帯	53,250人		
	18.1%	20.2%	0.6%	0.5%	←両市町総人口に対する割合(%)			
	総避難人数 680万人・日(約5年9カ月間に1日平均約3,200人が避難)							
土石流・火砕流	土石流の発生回数			63回	H3.5.15～H9.12			
	土石流による総流出土砂量			約760万㎡				
	火砕流発生回数			9,432回	H3.5.24～H8.5.1			
国道・鉄道の不通	国道57号(累計日数)	1,175日	H3.6.3～H7.4.28	国道57号(連続日数)	504日	H3.6.3～H4.10.19	671日	H5.6.26～H7.4.28
	国道251号(累計日数)	224日	H3.6.7～H5.7.11	国道251号(連続日数)	196日	H3.6.7～H3.12.20	28日	H5.6.13～H5.7.11
	島原鉄道	1,698日	H3.6.4～H9.4.1					

参照:「10年のあゆみ」(雲仙復興事務所)

住み慣れた我が家が、そして学校も。 建物被害は、約2500棟にも

繰り返し発生する火砕流と土石流により、島原・深江地区では住み慣れた住居や学校にも被害が及びます。平成3年9月15日には、噴火活動開始以降で最大規模の火砕流が発生し、大野木場小学校を含む218棟が焼失等の被害を受けることに。さらに平成5年4月28日には大雨により発生した大規模な土石流が水無川や中尾川の流域等で氾濫して、579棟(水無川:493棟、中尾川:86棟)の建物に被害を与えました。



火砕流で焼失した大野木場小学校

被害は、道路や鉄道などの 交通インフラにも

流下範囲を徐々に拡大した土石流は、地域住民から交通の足も奪うことに。平成5年4月28日には、水無川・中尾川で土石流が発生し国道251号と島原鉄道が大きな被害を受けます。また、同年7月4日には、土石流と火砕流により、国道57号・251号が通行止めとなり、島原市中心部は孤立状態となりました。

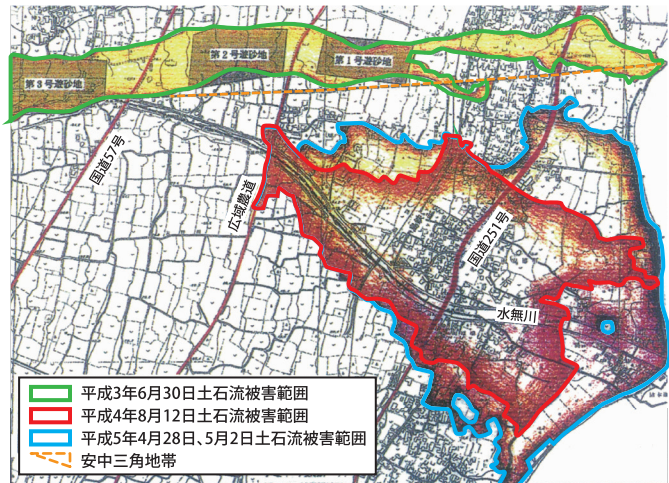


国道57号を埋めた土石流

■主な噴火災害の概要

発生日	被 害 内 容
平成3年5月19日	土石流が2つの橋梁を押し流す
平成3年5月26日	火砕流が除石中の工事関係者を襲い、初めての人的被害発生
平成3年6月 3日	最大規模の火砕流が発生し、死者40人、行方不明者4人、負傷者9人、建物被害179棟の大規模惨事が発生
平成3年6月 8日	火砕流が水無川を国道57号付近まで流下し、207棟が被災
平成3年6月30日	土石流が国道251号を越えて流下し、202棟が被災
平成3年9月15日	火砕流が大野木場小学校を襲い、218棟が被災
平成5年4月28日	最大規模の土石流発生により、水無川下流域で493棟が被災
平成5年6月23日	火砕流が千本木地区を襲い、1名が死亡
平成5年7月 4日	土石流のため、島原市街地が一時的に孤立

■土石流被害拡大の推移図



土石流を監視しながら、 災害に備える

危険性が高まる土石流災害に備えるため、長崎県は、平成3年3月に水無川と赤松谷川にワイヤーセンサーを、同年6月には監視カメラを仁田峠に設置して、土石流の流下状況の監視を始めました。同年の6月には火砕流の危険範囲に加えて土石流流下による災害範囲を想定した警戒区域の設定が行われ、危険エリアに暮らす住民を避難させるなどのソフト対策が講じられました。また、自衛隊の協力を得て自衛策として、島原市や深江町(現南島原市)による緊急措置として土壌堤防や防災土留め工事などが行われました。

土石流をくい止めながら、 災害に備える

雲仙・普賢岳の噴火活動により、繰り返し発生する土石流による被害の軽減を図るため、平成4年3月に長崎県は水無川流域での遊砂地建設工事に着工しました。県では、これと前後して湯江川と中尾川でも砂防堰堤建設に着手しています。これは雲仙・普賢岳から流下してくる大量の土砂の流出を抑制し、下流域への被害の拡大を防ぐための設備です。また、既存の遊砂地など砂防設備に堆積した土砂の取り除き(除石)にも並行して取組み、島原・深江・有明地区一体の安全度の向上に努めました。

長崎県知事などの要望を踏まえ 火山砂防事業は、国のプロジェクトに

土石流や火砕流による火山災害は日を追うごとに規模を拡大し、災害は長期化の様相を見せ始めていました。地方自治体の防災対応能力を上回る災害規模であるため、長崎県知事などの要請を踏まえ、建設省(現国土交通省)は、平成4年12月、雲仙・普賢岳の火山砂防事業を国のプロジェクトにすることを決定。平成5年度より、建設省(現国土交通省)が、事業推進の拠点施設となる現地事務所を島原市に開設し、砂防設備の整備、災害被災地の復旧・復興に本格的に着手することになりました。

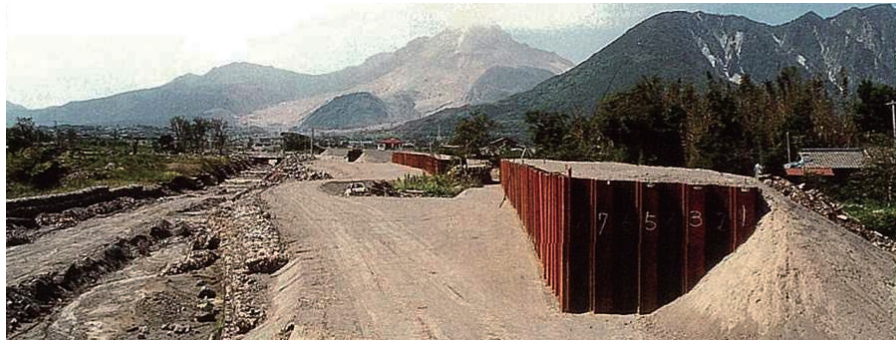
水無川導流堤を見据えた 緊急導流堤の整備

長崎県により建設済みの緊急遊砂地では土石流発生で流下してくる流出土砂をすべて捕捉することは困難でした。しかし、土石流災害の軽減に大きな役割が期待される水無川上流部の砂防堰堤群の完成には時間を要することから、事務所は平成5年8月、遊砂地容量を超えた土砂も導流堤内に収めて、被害の軽減を図る緊急の方策として緊急導流堤の建設に着手し、翌6年7月には完成させました。



水無川に整備された1号遊砂地(下流側)・2号遊砂地(上流側):長崎県施工

平成5年2月に概成した水無川3号遊砂地(国道57号上流側):長崎県施工



水無川に建設された緊急導流堤:国施工

本格的な 砂防工事着手

警戒区域設定の中で、 国による砂防設備整備が始まる。

地域の復興を支える社会基盤整備として大きな役割を担うことになる砂防設備の整備は、平成5年度、建設省(現国土交通省)の現地事務所開設を契機に、応急対策を経て恒久対策へと大きく動き出すことになりました。

当初の直轄火山砂防事業は、 噴火災害の危険と隣り合わせ

噴火活動に伴う火砕流発生が依然として続く中、砂防堰堤や導流堤などの砂防設備の整備が急がれるエリアのほとんどは、人の立入が制限される警戒区域でした。水無川流域では、平成5年6月、鋼矢板による緊急導流堤工事や遊砂地内の土砂の除石工事、有明海岸に沿って島原深江道路の整備などが始まりますが、工事関係者の安全性を考慮して工事は限定された範囲で実施するしかありません。また、突発的に発生する火砕流に備えて、工事現場周辺にコンクリート製シェルターを建設するなど施工安全システムを構築しましたが、地域の復旧をめざして行われる工事は、まさに危険と隣り合わせのものでした。



平成5年4月、湊町に開所した
雲仙復興工事事務所



安全性確保を第一に、全国に 先駆けて無人化施工技術を導入

いつ噴火活動が終息するか見通しの立たない状況の中、火砕流の危険がある地域では、安全かつ効率的に砂防事業を進めるには、多くの制約がありました。例えば、緊急性が高いとして計画された水無川4号遊砂地などは、警戒区域内にあるため、着工すら難しく、頻発する土石流による流出土砂を処理できませんでした。また、頻発する土石流により堆積が進む遊砂地内での有人施工による計画的除石工事には限界がありました。このような問題を解決するため、建設省(現国土交通省)は、工事関係者の安全確保と作業の大幅効率アップのため、無人化施工技術の導入に踏み切ることを決定しました。平成6年3月に実施した、民間の技術力を活用した無人化施工技術の現地試験施工を踏まえ、平成6年10月より遊砂地での本格的な除石工事に世界で初めての無人化施工技術を導入し、砂防事業を大きく進展させることになりました。

噴火活動の沈静化にともない、 砂防設備の本格的な工事が開始

平成6年9月以降、火砕流の発生回数は激減し、さらに翌年2月に入ってから、噴火活動はほぼ停止状態となります。このような状況の変化を踏まえ下流域中

雲仙の無人化施工技術は、 宇宙開発技術がヒント

のちに、“雲仙方式”として全国の災害現場等に広まっていく無人化施工技術の導入のきっかけは、宇宙開発で使用されていたロボットアームをリモートコントロールで操作する技術でした。

当時の建設省(現国土交通省)職員が、この技術をヒントに雲仙・普賢岳での使用を検討したのはじまりです。



無人化施工による除石工事

心に行われていた砂防工事は、徐々に水無川上流域へ移動。いよいよ、土石流対策で基幹的役割を担う水無川1号砂防堰堤の建設工事を、無人化施工により平成7年9月から開始しました。その後も、水無川導流堤や中尾川導流工が、上流域では砂防堰堤の工事が次々と着工となるなど、待望の砂防設備の本格的な工事が進められることになりました。



水無川1号砂防堰堤と工事(写真左)の様子

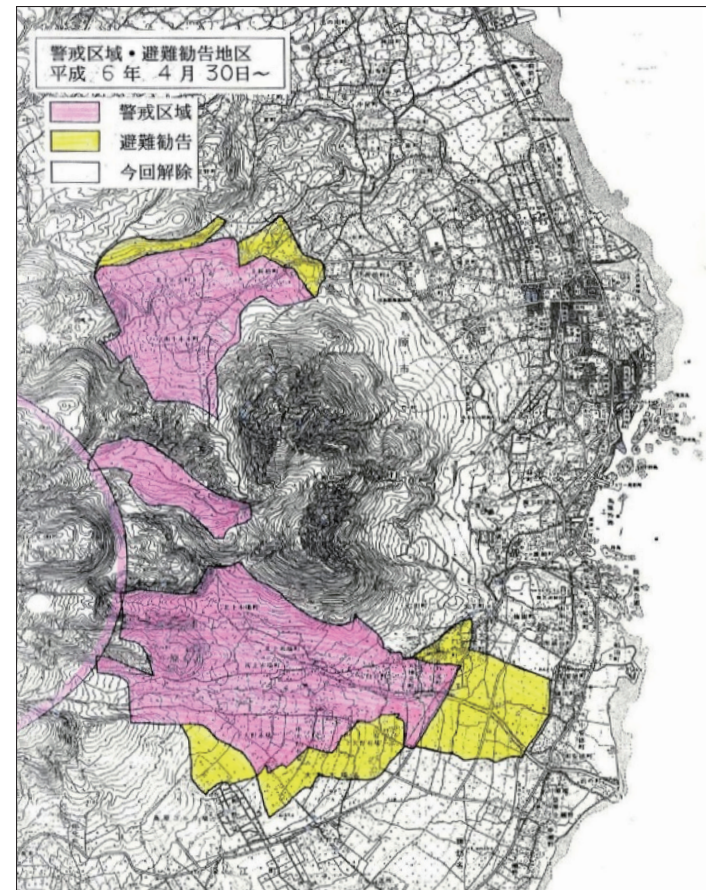
無人化施工① (誕生の背景)



噴火災害の危険から地域の安全を守るため、 英知を結集した無人化施工技術の開発。

噴火活動が続く中、砂防設備群の整備が急がれた。しかし、土石流、火砕流の危険と隣り合わせで行われる工事は遅々として進まず、地域の安全と安心が脅かされる日々が続く。こうした状況打開の決め手になったのが、無人化施工技術の開発でした。

■平成6年4月時点の警戒区域



世界的にも例を見ない施工技術が 被災地域の安全度を 高めていく

そして、平成6年10月から警戒区域内の遊砂地などで始められた除石工事に、無人化施工技術が適用されることになりました。除石工事は、バックホウによる土砂の掘削・積み込み、ブルドーザによる押土・集土、ダンプトラックによる搬出を組み合わせた工事でしたが、こうした工事の無人化施工技術は、国内はもとより世界でも、実施された例がほとんど無い未知の施工技術でした。無人化施工技術の導入により砂防設備の整備が加速することは、まさに、被災地域の安全度の確保により地域復興への夢を実現できるものであり、被災住民の心の支えになったと言っても過言ではありません。

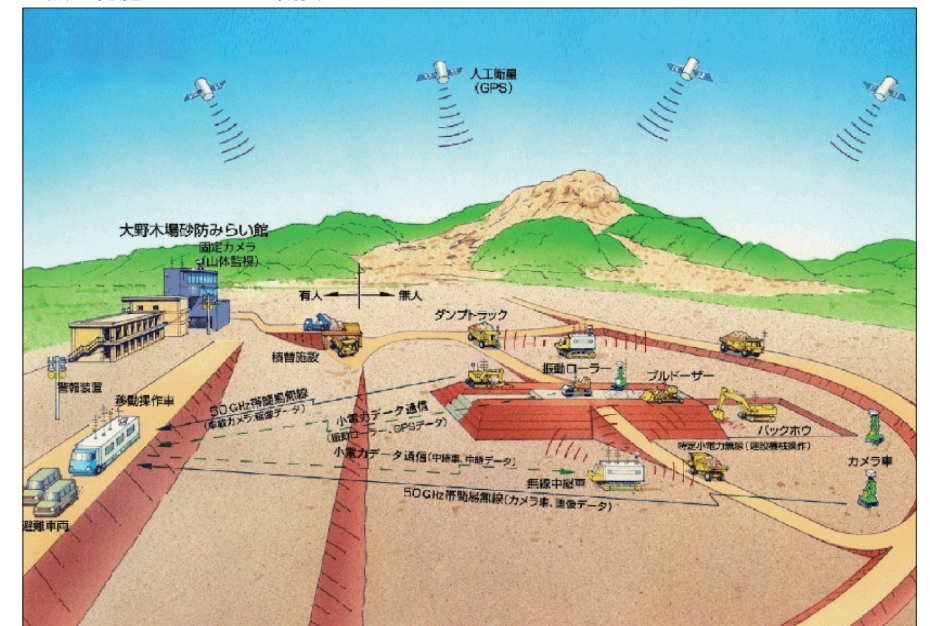
噴火災害の施工環境の中で成果を上げるため、 無人化施工には高度な技術を求めました

火砕流が流下してくる警戒区域内であっても、水無川流域に堆積する土石流堆積物を安全に掘削して搬出するための無人化施工には、表に示す3つの高度な技術を求めました。民間を対象に公募した結果、最終的に6社の技術の採用を決定。平成6年3月には、警戒区域内での実際の現場で技術の適用性を確認するために現地試験施工が行われ、6社の技術が、求める水準に達していることが実証されました。

■無人化施工の公募技術条件

	技術の内容	技術水準
1	不均一な土砂の状態でかつ、岩の破碎を伴う掘削と運搬	直径2～3m程度の礫の破碎が可能であること
2	現地の温度、湿度条件に対応可能	外圍条件として一時的には温度100℃、湿度100%程度の状況下でも運転可能であること
3	施工機械を遠隔操作する事が可能	100m以上の遠隔操作が可能なこと

■無人化施工システムの概要



「雲仙方式」の無人化施工技術は、遠隔操作式建設機械を、カメラで捉えた映像をモニター画面で見ながら、離れた所から操縦して土木工事を行う技術です。



無人化施工②
(施工技術の進化)

除石工事から、複雑な構造物の建設へと、 様々なニーズに対応するために進化した施工技術

堆積土砂の除去からスタートした無人化施工技術は、その後、抜本的な土石流対策となる砂防堰堤の建設に、さらには鋼製スリット砂防堰堤の建設にも導入されていきます。急速に進化する情報通信技術等を取り入れながら、無人化施工技術は飛躍的な発展を遂げていきました。



無人化施工③
雲仙で生まれた技術の
全国への普及

日本各地の災害現場で、 無人化施工技術が導入。

カメラ車からのモニター映像を見ながら遠隔操作する、いわゆる“雲仙方式”は、全国各地で発生した自然災害現場等で活用されています。

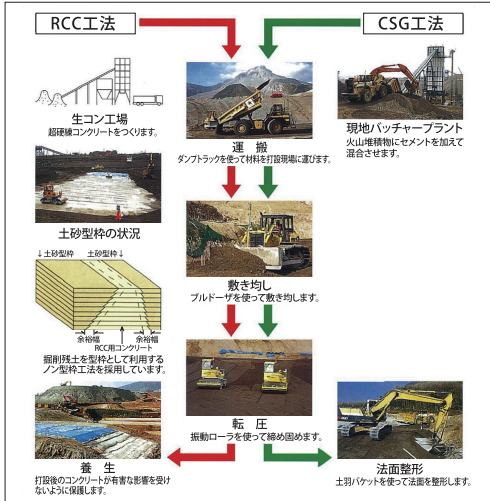
抜本的な土石流対策として、 水無川1号砂防堰堤工事に着手

既存の遊砂地からの堆積土砂の除石工事が無人化されたとはいえ、土石流災害を防ぐ効果が限定的であることから、抜本的な解決には、警戒区域内で砂防設備の建設を進めることができる、より複雑で高度な技術の開発が必要でした。こうした中で、除石工事で実績のある無人化施工技術をベースとして無人化施工によって砂防堰堤を建設する新たな施工法を開発し、平成7年9月に水無川1号砂防堰堤工事に着手しました。この水無川1号砂防堰堤は平成10年2月に完成し、おそらく日本で初めての無人化施工で建設された砂防設備となりました。

GPSを応用した品質管理など、 情報化施工の先駆的な取り組みも

水無川1号砂防堰堤建設のために開発された施工法は、超硬練コンクリートで堤体を築造するRCC工法と、現地で調達した土砂にセメントを混合した材料で堤体を築造するCSG工法で、どちらも堤体材料を層状に敷きならして締め固めていく工法であり、現地の土砂を型枠として活用する「土砂型枠」を堤体材料と一緒に盛り立てていく(右記写真を参照)ことにより、ダンプトラック、ブルドーザー、バックホウ、振動ローラ等の除石工事で実績のある無人化施工機械と同様に建設機械の組み合わせで施工することが特徴です。ブルドーザによるコンクリートの敷き均しや振動ローラによる転圧などでは、GPSによる測位技術を導入して、品質管理が行われるなど、情報化施工の先駆的な取り組みが進められました。特に、RCC工法を用いた無人化施工技術は、平成9年度には、土木技術の進展に顕著な貢献をした画期的な業績に授与される「土木学会賞」を受賞し、土木学界でも高い評価を受けました。

■RCC工法とCSG工法の概念図



鋼製スリット砂防堰堤の 無人化施工を可能にした 据え付けシステムの開発

平成14年の水無川3号砂防堰堤鋼製スリット工事では、据え付け精度の向上を図るために無人化施工に新しい技術を導入しました。その特徴は、①鋼製スリットの台車による運搬及び把持装置による据え付け、②高流動コンクリートの運搬車・ポンプ車による打設、③無人測量システムによる鋼製スリットの位置決めなどのシステムです。

無線LAN通信システムの導入で より高度な無人化施工が可能に

施工内容の複雑化・高度化に合わせ、現場に投入される建設機械の数が増えることで、従来の無線通信技術による無人化施工には、無線の混線などの電波障害による問題発生が懸念されました。このような問題を解決する手段として考えられたのが「ネットワーク型遠隔操作方式の導入」です。平成16年には、無線LAN通信システムを活用した施工が、赤松谷川1号砂防堰堤のスリット工事で試験的に行われて実用化を検証。平成19年以降の砂防堰堤工事では、無線LANによる遠隔操作方式が主流になっていきます。情報通信技術の進化にともない、その後も、GPSやセ

■R C C工法とは

R C C(Roller Compacted Concrete)は、セメントの量を少なくした超硬練りのコンクリートをブルドーザーで敷き均し、振動ローラで締め固めるダム堤体などを構築する工法です。

■C S G工法とは

C S G工法とは、C S Gを敷き均し転圧することによってダム堤体などを構築する工法です。C S G(Cemented Sand and Gravel)とは、河床砂礫や掘削材などの現地発生材にセメントを添加・混合した材料のことです。

ンサーを設置した建設機械を、3次元情報を使って操作する高度な情報化施工技術が開発されるなど、常に最新の技術投入への努力が続けられました。



無人化施工による鋼製スリットの据付工事

■三次元バックホウ誘導システムの概要



RCCコンクリート
土砂型枠生成作業中

操作室
使用状況



雲仙での継続的な工事が、 無人化施工の進化を後押し

流出土砂を排出するだけの工事をスタートラインに、砂防設備整備の中で発生した多種多様な工事にも着実に対応して、雲仙・普賢岳直轄砂防事業の進捗に大きな役割を果たした「無人化施工技術」。この技術が、土木・機械・通信・情報の各分野の技術を取り込みながら総合的な建設技術として確立される大きな要因となったのが、雲仙・普賢岳直轄砂防事業の工事現場の存在です。受注した工事の施工を通して無人化施工技術の実用性を確認することができるフィールドが継続的に確保されたことで、次々に民間による技術開発が行われました。雲仙方式として確立された技術は、工事関係者の安全性を確保できる有効な施工方法であるため、その後、全国の災害現場を中心に普及し、大きな成果を残しています。

雲仙方式を改良した、 有珠山方式で着実な成果を

平成12年3月、23年ぶりに噴火した北海道の有珠山では、現場の地形が複雑な上に、住宅地に近接していて家屋や街路樹が点在し、そのため無人化施工で利用する無線通信に障害が発生することが予想されました。雲仙方式で蓄積された無人化施工技術を応用しながら、新たに“有珠山方式”が導入されました。無線通信を中継する設備を設けず建設機械をダイレクトに操作するのが大きな特徴で、これにより、困難とされた市街地部での無人化施工が実施されました。



洞爺湖温泉街の被害状況

災害現場等の状況に応じて、 多様な無人化施工が実施

平成12年8月の大規模噴火により全島避難を余儀なくされた東京都の三宅島では、各地区で発生した泥流被害対策として、無線式でダンプやバックホウを操作しながら大型のコンクリートブロックを設置していく床固工工事が実施されました。記録的な大雨で深層崩壊が繰り返し発生した、平成22年7月の鹿児島県南大隅町船石川土石流災害及び平成27年6月～7月の鹿児島県垂水市深港川土石流災害の現場でも、状況に応じて臨機に対応可能な機動的なシステムによる無人化施工が実施されました。

また、平成23年9月に台風により奈良県から和歌山県にかけて広域的に発生した深層崩壊の現場や、平成28年4月の熊本地震により阿蘇大橋地区で発生した大規模斜面崩壊の現場では、崩壊した山全体の安定化のための頭部排土や、斜面上部に残る不安定土砂の崩壊による二次災害を防止するための土留盛土の築造等、大規模な緊急対策工事で無人化施工が活躍。復旧工事の早期着手を可能にして地域の安全度向上に貢献しています。

平成23年3月の東日本大震災後には、福島第一原子力発電所における瓦礫撤去作業等にも、雲仙・普賢岳で開発された無人化施工技術が活用されています。



無人化施工(阿蘇大橋地区)



床固めブロックの無人化施工状況(三宅島)



船石川土石流災害の復旧工事で活躍する
無人化施工と操作室内状況



【出典:東京電力(株)】
無人化施工(福島第一原子力発電所)



無人化施工(阿蘇大橋地区)



砂防設備管理に活用しながら、新しい無人化施工技術の開発にも寄与していく

水無川の砂防設備を管理するためには、無人化施工技術が必要であるうえ、水無川の砂防設備数は、新たな無人化施工技術開発の実証実験フィールドとして活用される可能性も高いと考えられます。

砂防設備管理のために、無人化施工の担い手を地元企業に拡大。

直轄砂防事業における無人化施工は、構造物の築造を含む規模の大きい工事であることなどから大手建設会社による施工が一般的でした。しかし、直轄砂防事業の終了後のことを考えると、警戒区域内における比較的規模の小さい除石工事を、上流からの土砂流出状況等に応じて適切なタイミングで実施する必要があり、機動性のある地元企業が無人化施工を実施できる体制を作っておくことが課題として浮かび上がってきました。そのため、平成29年度、令和元年度と試験施工を行いながら、地元企業による無人化施工除石の基本的な施工体制を検討し、令和2年度より本施工として、地元企業による無人化施工除石を始めました。



地元企業による無人化施工除石の試験施工の様子



地元企業を対象とした無人化施工講習会

新たな無人化施工技術開発の実証実験フィールドを提供していく。

雲仙・普賢岳（水無川）の砂防設備数は、広大な面積を有し、土砂移動が継続している等の災害現場に類似の環境もあることなどから、新しい無人化施工技術開発のための実証実験フィールドとして活用される可能性が高いと考えられ、実際に近年においても、様々な機関の実証実験に使われています。

今後も、そのような実証実験フィールドの需要に答えられるように現場環境を維持し、新しい無人化施工技術の開発に寄与していくこととしています。

また、平成28年11月に関係者と地元地域の有志によって大野木場砂防みらい館に建てられた「無人化施工発祥の地」記念碑にも込められているように、「無人化施工発祥の地」としてこの地に多くの人を呼び込むことは、地元地域の願いでもあります。

次世代無人化施工技術組合（UC-Tec）による新たな無人化施工技術の実証実験（平成29年8～9月）

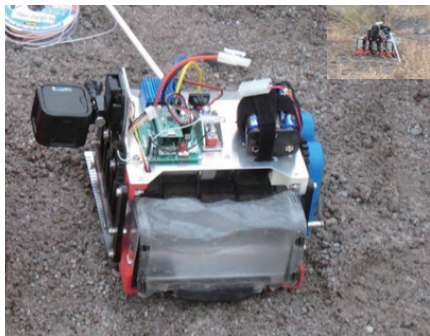


半水中型クローラダンプ

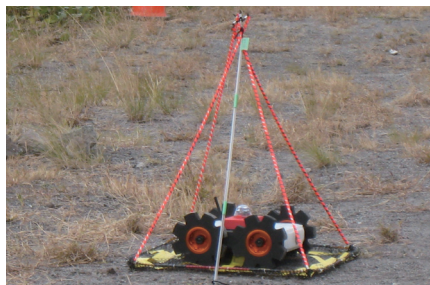


実証実験の状況

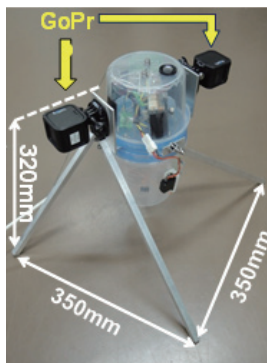
新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）による次世代社会インフラ用ロボットの開発に関する実証実験（平成29年11月）



火山灰採取ロボット



雨量計測移動ロボット



表面流確認用ロボット

大野木場砂防みらい館敷地内にある「無人化施工発祥の地」記念碑



土石流・火砕流の発生監視



防災監視システムの構築で、確かで、より多くの防災情報を発信

噴火災害発生当初、長崎県では土石流流下等の情報を収集するためにワイヤーセンサーを水無川流域に設置しましたが、ワイヤーセンサーは誤作動のリスクがあり、収集情報の信頼性に課題がありました。建設省（現国土交通省）では、この問題を克服するためにワイヤーセンサーに加えて監視カメラ、レーダー雨量計などの監視観測機器を一括配備して防災監視システムの整備を行いました。

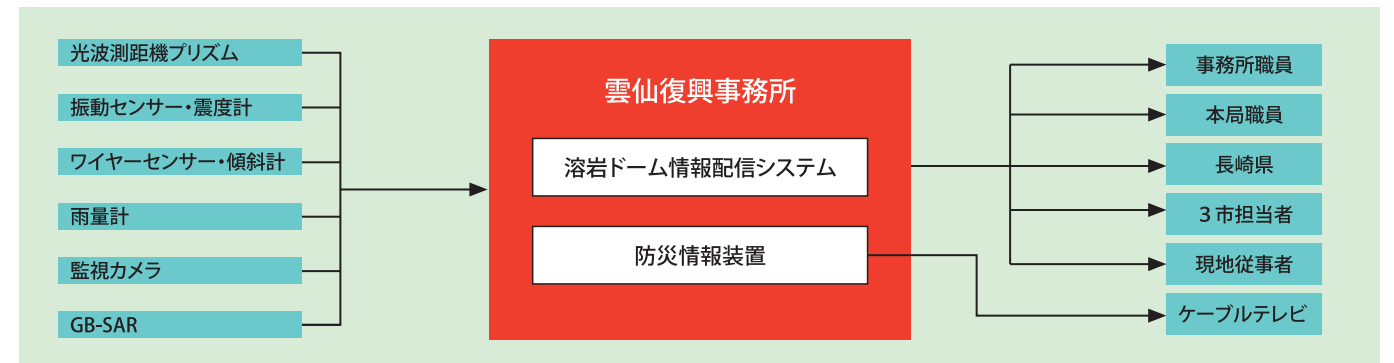
ワイヤーセンサーの限界を克服するために監視カメラ等を整備

土石流の流下や土砂の堆積状況などを知るために設置されたワイヤーセンサーは、設置コストが安価なことから、噴火災害発生後、いち早く水無川流域に整備されました。しかし、警戒区域内にあるためワイヤーセンサーの張り替えが困難であり、またワイヤーセンサーの機器自体が火砕流で壊される場合も想定されるほか、センサーそのものが誤作動を起こすリスクもあるため、情報の継続性と信頼性には限界がありました。より信頼性の高い情報を入手するためには、ワイヤーセンサーに加え、画像をとって視覚的に現場の状況を確認できる監視カメラなど複数の監視観測機器を一体的に整備することにしました。監視カメラは直轄砂防事業区域の全域にわたって整備され、令和3年1月時点の設置基数は29基です。

豊富な監視情報を一元管理するとともに、地元地域にも発信

土石流・火砕流が頻発する状況下で直轄砂防事業を進めるためには、土石流・火砕流が流下した範囲や流下した土砂量、家屋や農地等への被害状況などの多くのデータ収集が不可欠でした。そこで、建設省（現国土交通省）は、国道57号や周辺の主要路線に光ケーブル網を巡らし、監視カメラや雨量計、振動センサー、地震計などの監視観測機器を一つのネットワークに接

情報管理室を中心とした監視情報の流れ



令和3年現在

器の拡充整備や監視基準の設定等が実施されました（次章に詳述）。この時に、防災監視システムにおいても溶岩ドーム監視に必要な改修が加えられ、現在は土石流監視と溶岩ドーム監視を一体的に行うシステムとなっています。

直轄砂防事業終了に伴う防災監視システムの改修予定

直轄砂防事業が終了する際には、水無川の直轄砂防管理に必要な溶岩ドーム監視観測機器等を残して、その他の監視観測機器は撤去するとともに、地上雨量計については全て長崎県に移管することになっています。



監視カメラが捉えた赤松谷川最上流の土石流



情報管理室



平成新山の山頂付近に溶岩ドームが不安定に存在、万一の崩壊に備える

噴火活動により新たに出現した平成新山の山頂部には、巨大な溶岩ドームが不安定な状態で存在し、地震等による崩壊が懸念されています。万一、ドームが崩壊した場合に備え、砂防設備によるハード対策を実施した上で、ハード対策の限界を超える現象も想定し、地方自治体と一体となって、ソフト対策にも取り組んでいます。



水無川、中尾川、湯江川における土石流対策の砂防設備が完成。

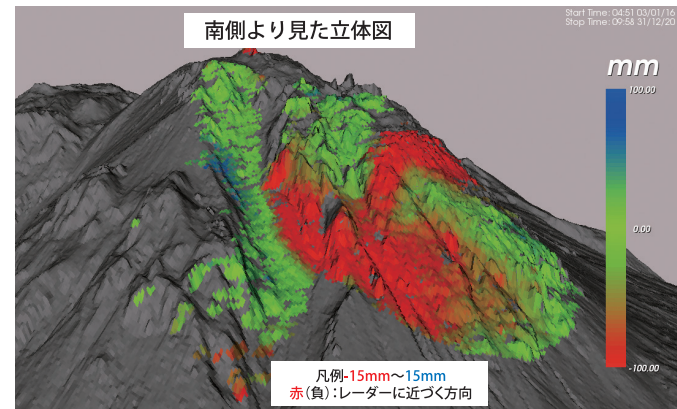
平成5年頃に水無川で発生していたものと同規模の土石流を想定し、そのような土石流が発生しても氾濫が生じないような砂防設備（水無川の砂防設備は溶岩ドームの崩壊に伴う岩屑なだれに対して、も一定の効果を持つ）の整備を進め、令和2年度末までに全て完成します。

今でも動き続けている不安定な溶岩ドーム

溶岩ドームは未固結の火砕流堆積物の上に載っている部分もあり、今でも溶岩ドームは少しずつ移動し続けています。平成9年5月から調査を開始した「光波プリズム」によるドームの動態観測データでは、令和2年3月までの23年間で溶岩ドームの一部に南東方向に約1.33mの移動が確認され、時には落石や小崩落も発生しており、依然として不安定な状態にあることがわかります。

工事従事者の安全管理のため、ドームの動きを絶えず監視・観測

不安定な溶岩ドームを仰ぐ水無川の上流域で砂防堰堤等の整備や管理を行うためには、万一の溶岩ドーム崩壊に対する工事従事者の安全管理体制が大変重要です。九州大学や国土地理院との連携で開発した「光波プリズム」を使って、平成9年5月よりドームの動きを観測しています。平成22年度からは、動きの変化を広く面でキャッチできる合成開口レーダーによる観測を開始し、ドームの動きを点と面の両方からより正確に把握できるようにしています。さらに、平成26年度からの「溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会」の検討結果等を踏まえ、溶岩ドーム頭部の変状を捉えるセンサーなど観測機器の拡充も行っています。



地上型合成開口レーダーによる溶岩ドームの変位分布（平成31年12月20日～令和3年1月16日）



平成新山山頂付近の巨岩（最大50mに達する）



頂上付近に分布する溶岩ドーム

地元自治体の要請を受け、ドーム崩壊時の防災対策を検討

溶岩ドーム崩壊が引き起こす大規模土砂災害に対する地元の懸念は大きく、平成23年にはドーム崩壊を想定したハイレベルの検討を行って欲しいとの要請が国土交通省に出されました。これを受け、まず学識者で構成する「雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊に関する危険度評価検討委員会」で崩壊による影響範囲を検討し、試算結果を提示。続いて関係機関が連携して防災対策に取り組むことが重要との観点から、学識者に地方自治体等も加えた「雲

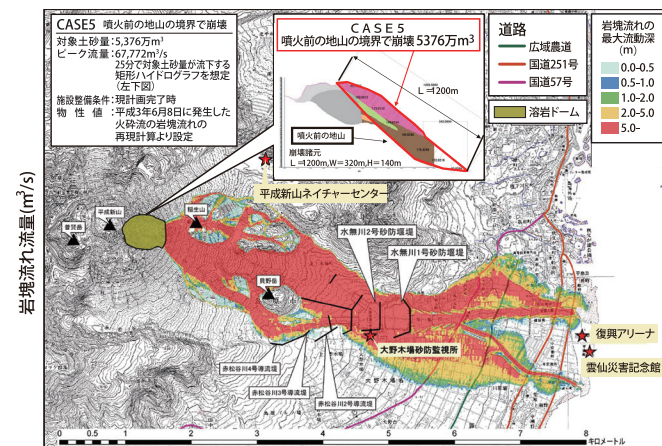
仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊に関する調査・観測及び対策検討委員会」において、崩壊への防災対策の検討をハード・ソフト両面より行いました。さらに、「雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊対策構造検討会」や「雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会」において、より具体的なハード・ソフト対策を検討しました。

ハード対策として砂防堰堤の嵩上げを実施

ハード対策としては、比較的可能性の高い崩壊規模を想定して、その規模までであれば崩壊に伴う土砂流出が砂防設備内でコントロールされるように、水無川1号砂防堰堤と水無川2号砂防堰堤の袖部を4.5m嵩上げする工事を行いました。この嵩上げ工事は平成30年3月に完成しました。

地方自治体と一体となってソフト対策を実施

ソフト対策としては、ハード対策の限界を超える最大規模の溶岩ドーム崩壊による氾濫範囲を想定し、溶岩ドームの監視・観測、崩壊の危険性が高まった場合の情報共有体制の整備、関係機関合同の防災訓練の実施、地域住民による避難計画づくりへの支援などを、県、市、国交省、関係機関が一体となり、雲仙岳火山防災協議会とも連携しながら取り組んでいます。



最大規模の岩屑なだれ発生時の氾濫範囲シミュレーション結果（平成23年度作成）

直轄砂防事業で整備された砂防設備

想定している土石流の規模

流域内における平成噴火による火砕流堆積物の堆積状況を評価した上で、水無川と中尾川については、梅雨や台風に伴う豪雨により連続して発生する土石流（※1）を想定し、湯江川については100年超過確率規模の24時間雨量で発生する土石流を想定しています。なお、水無川については、溶岩ドーム崩壊によって現在よりも流域が荒廃した状態を想定しています。

想定した土石流の流出土砂量は、水無川を例にとると、平成5年頃に連続的にして発生していた土石流の規模（※2）と同程度になっています。

また、水無川の砂防設備は、溶岩ドームの崩壊に伴う岩屑なだれに対しても、一定の崩壊規模（約1,792万m³）までであれば氾濫被害を防ぎます。

整備した砂防設備の概要

各流域において、想定した土石流の流出土砂量を、計画基準点より上流域で対処するように砂防設備を整備しました。すなわち、想定した土石流の流出土砂量から整備した砂防設備の効果量を差し引くと、計画基準点において下流への流出土砂がゼロになるようになっています。

具体的には、土石流を捕捉する砂防堰堤、土石流の流向制御や発生抑制をする砂防堰堤や床固工、土石流を氾濫させずに施設内を流下させる導流堤などの各種の施設を、流域内の土砂生産、土砂移動特性など踏まえて設置しました。

また、計画基準点より上流の砂防設備が完成するまでの間に発生する土石流や、想定を上回る土石流による下流域の氾濫被害の軽減を図るため、計画基準点より下流側にも、導流堤（水無川）や導流工（中尾川）を整備しました。

これらの施設設備は、中尾川と湯江川については令和2年3月までに完成。水無川については、おしが谷を除く砂防設備が令和2年6月までに完成し、残りの砂防設備も令和3年3月までに完成します。

■各流域で想定した土石流の流出土砂量

流域名	流出土砂量	流木量	合計	計画値
水無川	278.8万m³	2.5万m³	282万m³	290万m³
中尾川	148.8万m³	0.41万m³	150万m³	150万m³
湯江川	34万m³	0.36万m³	35万m³	35万m³

（※1）雲仙岳測候所で観測された出水期間（4～10月）において雨量の多い5箇年を対象に、土石流発生限界時間雨量を30mm/hr以上とした場合に流出する土砂量。
（※2）平成5年に水無川で発生した代表的な3回の土石流の流出土砂量の合計は約246.5万m³（H5.4.28土石流：約95.0万m³、H5.6.13土石流：約55.0万m³、H5.6.18土石流：約96.5万m³）

■各流域に整備された砂防設備数

流域名	整備された砂防設備数
水無川	65施設（砂防堰堤6基、床固工25基、背割堤1基、導流堤（赤松谷川右岸）3基、導流堤（水無川1号砂防堰堤下流）30基）
中尾川	25施設（砂防堰堤9基、背割堤2基、導流工2km、床固工11基、帯工2基）
湯江川	5施設（砂防堰堤1基、床固工4基）

※中尾川の床固工11基及び帯工2基は、導流工2kmの区間内に設置されている。
※整備した砂防設備の位置は、P13～P14を参照。



水無川1号砂防堰堤



水無川3号砂防堰堤



中尾川全景（平成新山山頂より望む）



南千本木川1号砂防堰堤





道路整備による復興

地域の安全確保と人と人を結び、地域と地域つなぐ道路づくり

雲仙・普賢岳の噴火災害では、国道57号・国道251号といった幹線道路が長期にわたって寸断されたことから、土石流等の災害に強い道路を早期に確保するとともに、島原半島の復興と発展に寄与する島原深江道路と島原中央道路の整備を行いました。

噴火災害による道路の寸断

雲仙・普賢岳の噴火災害では、頻発した火砕流や土石流によって、地域の幹線道路である国道57号及び国道251号が、通行者の被災防止や受けた被害の復旧のために通行止めの繰り返しを余儀なくされ、島原市と深江町（現南島原市）の間の交通は長期にわたって寸断されました。



水無川の土石流氾濫状況

安心・安全を確保する島原深江道路

島原深江地区の幹線交通を担う国道57号及び国道251号は、噴火災害が継続している中で土石流に対して常時安全な通行を確保できていなかったこと、更に、この地域の復興の基盤となる新たな道路整備が早急に求められていたことから、本格的な幹線道路を、砂防計画とも整合を図りながら、緊急的に建設省（現国土交通省）の直轄事業で整備することとなりました。計画段階からの特徴として、土石流などの災害に強い道路を目指し、取付部の土工部を除き全区間を高架方式とすると

ともに、安中地区住民の避難を想定してICを計画しました。平成5年11月に着工し、平成11年2月に完成しました。なお、この島原深江道路は、平成7年8月に地域高規格道路「島原道路」の整備区間に指定されています。



海岸線より望む島原深江道路の状況

人と人を結び、地域と地域をつなぐ島原中央道路

国道251号は、島原半島地域と長崎市・諫早市などの県央地域を結ぶ唯一の幹線道路ですが、島原市中心部の慢性的な交通渋滞によって幹線道路としての機能を十分に果たしていない状況があり、平成噴火災害の際には土石流によって寸断されて島原市街地に一時的な孤立状態をもたらしました。このような状況のもと、全国で高速道路と地域相互の交流促進等の役割を担う高規格幹線道路の整備が提案され、平成6年12月に諫早市から深江町（現南島原市）に至る延長約50kmの地域高規格道路「島原道路」が計画路線に指定されました。島原中央道路はこの島原道路の一部であり、眉山の裾野を通過するために施工の技術的困難性が高く、整備済みの島原深江道路及び整備中の

主要地方道愛野島原線（がまだすロード）と接続することによる災害緊急時の代替道路の確保を急ぐ必要があったことから、国道251号の権限代行として直轄事業で整備を行いました。平成19年3月に着工し、平成24年10月に供用開始しました。

土被りが薄く困難を極めた眉山トンネル

眉山トンネルは、島原中央道路のほぼ中央に位置する全長約905mのトンネルです。寛政4年に大崩壊を起こした眉山の裾野に位置し、土被りの薄く土石流危険渓流が多く分布する区域内を通過する計画でした。また、雲仙天草国立公園区域に位置しており、環境や島原湧水群へ配慮する必要がありました。計画においては、学識者で構成する技術検討会を設置し、地下水の影響調査や環境へ配慮した計画としました。工事では、施工監理委員会を設置し、工法選定や工事による地下水への影響などに対して技術的助言・指導を仰ぎながら進め平成22年11月25日に無事貫通しました。



眉山トンネル貫通式典の様子



島原中央道路開通式典の様子

■噴火災害による国道57号・国道251号の主な寸断状況

年月日	内 容
平成3年 6月 3日	大火砕流発生（死者・行方不明者43人）、国道57号通行止
平成3年 6月 6日	島原市が最初の警戒区域設定（6月7日正午から）
平成3年 6月 7日	国道251号初の通行止
平成3年12月20日	国道251号全面通行再開（平成3年6月7日以来196日ぶり）
平成4年10月19日	国道57号全面通行再開（平成3年6月3日以来504日ぶり）
平成5年 4月28日	この日発生した水無川の土石流の流出土砂量は約95万m ³
平成5年 6月13日	国道251号全面通行止
平成5年 6月26日	水無川方向の火砕流国道57号まで到達、国道57号全面通行止
平成5年 7月 4日	中尾川と水無川の土石流により、島原市街地が孤立状態となる
平成5年 7月11日	国道251号終日通行可能（平成5年6月13日以来28日ぶり）
平成7年 4月28日	国道57号山側ルート通行再開（平成5年6月26日以来671日ぶり）



防災・復興情報の発信

ケーブルテレビやホームページで監視情報を住民へ提供

防災監視システムで収集した情報を、地元の自治体や住民のみなさんに積極的に提供することが防災におけるソフト対策の第1歩だとの考えから、平成11年11月に地元の「ケーブルテレビジョン島原」と連携して防災情報番組「はっと・ほっとチャンネル24」を開局しました。番組では、島原市、南島原市周辺の住民向けに、監視カメラの映像、レーダー雨量情報、降雨に関する文字情報などを発信。住民のみなさんが自宅にいて、普賢岳や水無川・中尾川・湯江川などの河川の状況がわかるようにしていました。「はっと・ほっとチャンネル24」では、雨による土石流の発生が心配な時な



雲仙復興事務所ホームページ

インターネットや新聞折込で復興情報を住民へ発信

一日も早い復旧・復興を待ち望む噴火災害被災地にとって、復興事業の進捗状況は大きな関心事の一つです。そこで、平成7年6月から砂防設備整備の進み具合などを紹介する「雲仙復興だより」を発刊。年に3～4回発刊される情報誌は、新聞の折込として島原市を中心に約1万9千世帯に配布され、住民へ事業や復興に関する情報を発信しました。誌面の作成にあたっては、できるだけ写真や図を多く使用したり、漢字にはルビを振るなどして、子供でもわかるような工夫も行いました。「雲仙復

住民への防災・復興情報の発信で、防災意識の高揚と砂防事業への理解促進

住民のみなさんの防災意識の高揚を図ることで自身の生命を守ることができるように、また、砂防事業への理解促進を図るために、土石流災害などの防災対策への関心を持っていただくことをめざして、防災・復興情報などの情報発信に努めてきました。

どに、24時間いつでも現地の状況が確認できるので、地域の自主防災活動や警戒・避難などへの活用が期待されていました。また、「はっと・ほっとチャンネル24」で提供している防災情報は、雲仙復興事務所のホームページでも発信することで、地元以外の人でも雲仙・普賢岳及び周辺の状況が確認できるようにしていました。



「はっと・ほっとチャンネル24」の表示画面

砂防事業の理解促進のためにシンポジウムなども開催

復旧・復興事業において、地元住民の理解と共感を得ながら事業を進めることが肝要であり、土石流災害や火山砂防について住民の皆様に関心を持っていただき、理解してもらうことが重要でした。そのため、専門家を招いてのシンポジウムやフォーラムなどを地元島原で積極的に開催してきました。平成5年には「雲仙復興シンポジウム」を、翌年には「'94火山砂防フォーラム」を実施し、雲仙・普賢岳の火山活動の状況や火砕流・土石流への対策などについて、専門家から講演・説明をしてもらいました。

さらに平成13年に開催した「雲仙・普賢岳火山砂防シンポジウム」では、当時、火山砂防計画の見直しが必要だったことから、イベントに参加した住民に意見を聞く場を設けるなどの取り組みも行いました。また、こうしたイベントの開催内容は、地元テレビ局を通して、地元だけでなく全国へも情報発信されました。



雲仙復興シンポジウムの様子



21世紀につなぐふるさとの再生フォーラムの様子



安中三角地帯嵩上げ事業

住民が明日を描いた夢、 ふるさとの再生を支える。

被災地域の復興事業の先駆けとなった「安中三角地帯嵩上げ事業」、そして昔ながらの地域遺産の再生を願って発案・整備された「われん川整備事業」。住民のみなさんがふるさとの明日を描いた夢は、国など行政と一体となって成し遂げられました。

地区全体を嵩上げすることで、 安中三角地帯の再興を

水無川と導流堤に挟まれた、いわゆる“安中三角地帯”は、雲仙・普賢岳の噴火以降、たびたび土石流による被害を受けてきました。中でも平成5年4月に発生した大土石流による被害は、一度に174棟が全・半壊となる大規模なものでした。それまでは流下してきた土砂を個人で除石していた住民も、強大な自然の猛威を前に、除石によるふるさとの再興を諦め、嵩上げによる新たなふるさとづくりをめざすことにしました。しかし、嵩上げ対象エリアは93haと広いだけに、従来の公共事業とは異なるプロジェクトの実現には、さまざまな困難がありました。



嵩上げ事業の理念図

前例のない復興事業に 国も積極的に参加

嵩上げ事業の推進にとって大きな課題になったのは、嵩上げへの対象地区住民の同意と嵩上げの方法、そして嵩上げるための事業費の捻出でした。住み慣れた土地への愛着から一日も早いふるさとの復興を願う地域住民の思いが託されたプロジェクトには、島原市や地元の県・市議会議員なども参加し、国や長崎県に事業への協力を求めています。降雨のたびに大量に発生する土砂や砂防堰堤工事などの残土の捨て場確保に困っていたことから、平成6年4月には、建設省（現国土交通省）と長崎県が、安中三角地帯を砂防事業に関わる土砂の捨て場所とすることを決定。土捨て場を利用する場合に国

等が支払う経費が、嵩上げのための事業費に充てられることになりました。同時に、土石流による堆積土砂の除石や砂防設備工事の際に発生する土砂を、安中三角地帯の安全度を向上させるための嵩上げ事業に有効活用してもらうことで、国は被災地の復興にとって大きな役割を果たすことになりました。

住民と行政が一体となった われん川整備計画づくり

安中地区では誰もが知っている湧水が水源である「われん川」も、平成4年に発生した大規模土石流により被害を受けました。酒造りの水や地域の生活用水として、古くから利用されてきただけに、被害から約1年後には、地元住民から保存に向けた要望書が事務所にも提出されました。「われん川」の保存において、特徴的なことは、地域住民自らが、保存のための整備について住民の意見を聞き、それを反映させていったことです。住民によって作成された整備計画案を踏まえて、住民参加による先進事例の視察や数回にわたって行われたワークショップ形式の意見交換などを通して具体的な計画案を作成しました。



被災前のわれん川



嵩上げ後最初の住宅の棟上げの様子

工事には多くの住民が参加 われん川整備は、連携の産物

整備に向けた工事の第1弾として、平成12年6月には、第一工区“ふるさとの泉”の工事がスタートします。当初、工事は事務所が行い、維持管理を地元が行うことにしていましたが、住民から「維持管理だけでは魂は入らない。川づくりから参加して、初めて魂が入る」として、工事には住民も参加。地元の中学生や高校生など約200人が参加した“住民による川づくり”は、まさに雲仙・普賢岳災害からの復興事業において“雲仙方式”として、その後、全国での自然災害の現場において取り入れられることになる住民と行政が連携しながらプロジェクトを進めていく象徴的な取り組みとなりました。



住民約200人参加の川づくりの様子



砂防指定地利活用構想

地域のニーズに応える 砂防指定地の利活用プランづくり。

砂防設備整備の進捗に応じて、水無川や中尾川の流域には利用可能な土地が増えていきました。この砂防指定地の利活用計画を取りまとめるために重要となったのは、指定地が被災地区の復興に大きな役割を果たすことを期待する地元住民のニーズを汲み取り、計画に活かすための仕組み作りでした。

“がまだす計画”との連携

「島原地域再生行動計画」、通称“がまだす計画”と呼ばれる、被災地域と島原半島全体を視野に入れた壮大な地域再生スケジュールが、策定されたのは平成9年3月のことです。長崎県を主体に、建設省（現国土交通省）や島原市などの地元自治体が一体となってまとめたこのプランには、まちづくりへの貢献策として建設省の事業も盛り込まれています。特に地域再生にとって影響が大きいとされた「地域高規格道路の整備事業」「砂防指定地利活用推進事業」「水無川・中尾川・湯江川流域の防災対策事業」の3事業を国が責任をもって担当することになりました。

いろいろな仕組みで、 地元住民の意見を聞く

国が担当する3つの事業の中で、住民と連携しながら内容を詰めていくことが最も求められたのが「砂防指定地利活用推進事業」です。砂防事業が進むに従い、砂防指定地は徐々に拡大し、平成8年頃には、水無川流域で約290ha、中尾川流域では約180haになっていました。砂防指定地の利活用については、県や市町が先行する形で、住民の意見を反映した利用計画はありましたが、その内容は、ごく限定的なものでした。しかし、利活用のための整備ゾーンの拡大は、そのまま将来的に利活用に対する住民のニーズの高まりを意味するだけに、事前に整備に関する住民のさまざまな要望・意見を把握することに努めました。平成7年には、町内会長、自治会長、一般市民等を対象に整備施設に関する意見を把握するためにアンケート調査を実施。また、翌8年には、利活用構想に住民の意見を取り入れるため発表者8名、傍聴人63名の参加のもと公聴会を開催し、観光・レクリエーション・学習の場としての利用、緑化や植栽等、多くの貴重な意見が述べられました。

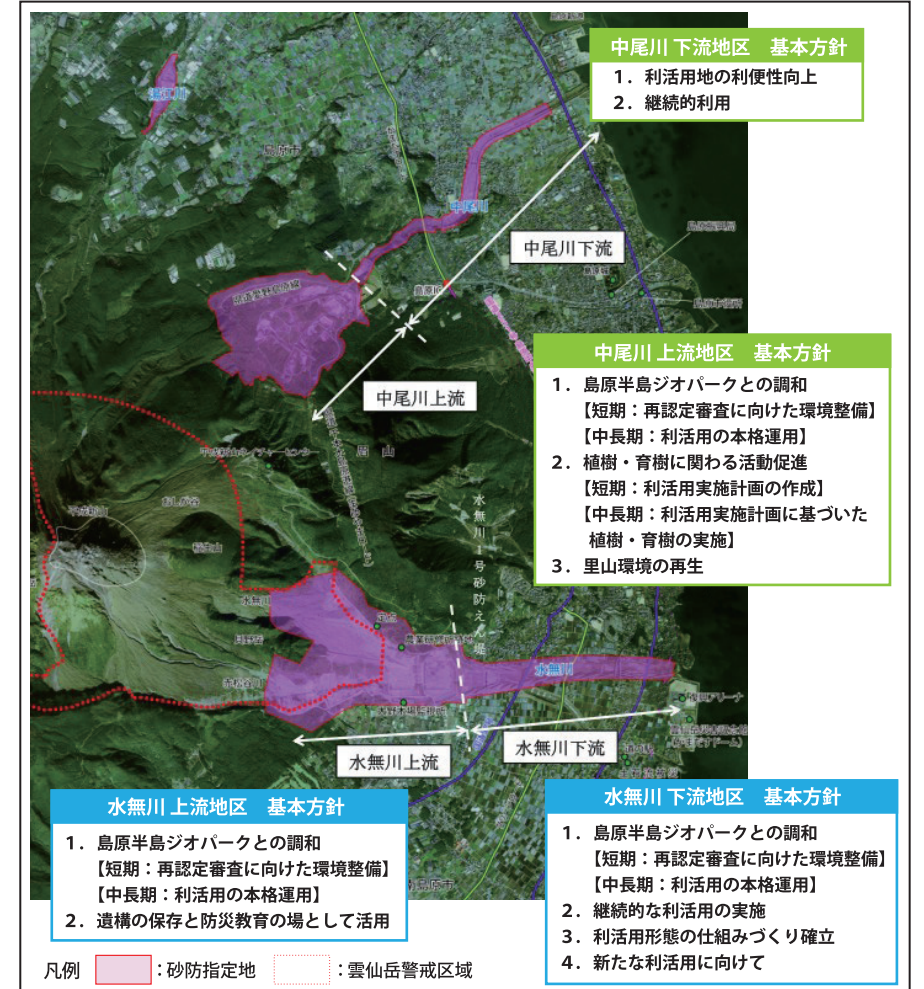
地域の声を反映して砂防指定地 利活用の整備計画がまとまる

公聴会などで出された住民の意見は、「砂防指定地利活用方策検討委員会」へ報告され、平成9年には正式に「砂防指定地利活用構想」がまとめられました。基本構想を受けて、次のステップとして学識者だけでなく地域住民の代表者にも委員として参画される「砂防指定地利活用整備計画検討委員会」を設置して、具体的な計画づくりに着手。同委員会は平成9年度から平成16年度まで毎年1～2回開催され、そこでの検討結果も踏まえて「われん川の整備」や「北上木場農業研修所跡等の災害遺構の整備」などが進められました。

ニーズ把握の継続と 利活用ルール等の取りまとめ

砂防事業及び利活用整備がさらに進んだ平成21年度から平成25年度にかけて、「砂防指定地利活用懇談会」及びそれに付随する各種ワーキンググループが開催されました。そこでは、住民を対象にした利活用に関する要望調査や意見交換が行われ、4つのゾーン(地区)別の「利活用計画まとめ図」と、利活用ルールである「雲仙岳砂防指定地の利活用に関する基本的な考え方」が取りまとめられ、公表されました。

■「利活用計画まとめ図」(平成25年度作成)に記載されているゾーン(地区)別の基本方針





住民とのひざを交えた意見交換が 住民との合意形成に不可欠

公共事業を円滑に進めるために大切なことは、住民との合意形成です。この原則は、そのまま雲仙・普賢岳噴火災害における砂防計画づくりでも貫かれました。情報を提供し、積極的に住民の意見や声を聞き、しっかり計画に反映させていく。住民と行政の連携こそが、多くの困難を克服して砂防事業を前に進める原動力でした。

水無川基本構想の公表

噴火災害の拡大をできるだけ抑え、被災地住民の生活再建を図るための砂防計画づくりは、雲仙・普賢岳噴火による大災害が発生した後、長崎県が中心になって進められました。県は水無川流域における砂防事業に関する地区説明会を開き、事業の必要性はもちろん、事業の規模・スケジュールや土地買収方法などについて情報提供を行い、合意形成をめざしました。約1年4カ月をかけた地区ごとの住民への説明を経て、平成5年6月、砂防計画は、全面的に住民に受け入れられることとなります。こうした事業の進め方は、火山砂防事業が、国の事業となった後も受け継がれていきました。



県による水無川基本構想説明会

まずは、住民に理解してもらう 情報公開が合意形成の第一歩

事業の直轄化により平成5年に開設した雲仙復興工事事務所（現雲仙復興事務所）でも、中尾川流域の砂防計画の基本構想をまとめるにあたり、重視したことは「住民との合意形成」です。同意を得るには、何よりも計画を理解してもらうことが必要だ、として同年9月以降「土石流に関する勉強会」や「中尾川火山砂防事業計画懇談会」を6回に

わたって開催し、関連情報の提示を行いました。席上、寄せられた住民の意見を計画に反映させることを、主催の事務所長は明言し、住民の同意を得ながら計画をまとめ、事業化を図る国の姿勢を明確に打ち出します。その根底には、砂防事業の必要性に対する住民の理解と共感を得て、一日も早く砂防設備の整備に着手し、地域復興に貢献しなければならぬとの考えにもとづくものでした。

火山砂防計画の見直しにも 募集した住民の声を反映

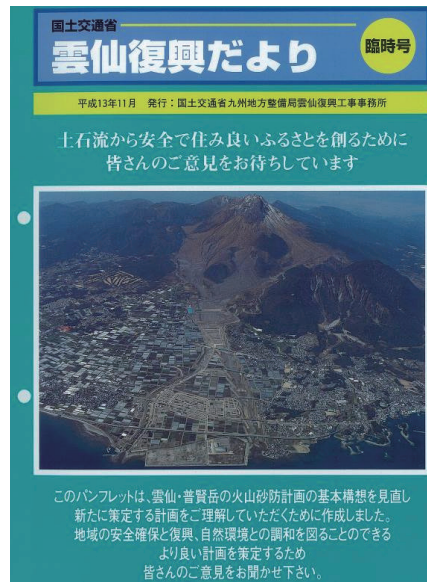
平成8年の噴火活動の終息宣言以降は、計画策定当時と比べると、土石流の発生回数は少なくなるなど、流域の状況が変化していきました。文字通り噴火活動は沈静化します。この状況を踏まえ、平成13年には火山砂防計画の見直しが検討され、新たな砂防計画が策定されることになりました。この時も、住民との合意形成の原則に沿って、住民から意見を募集するとともに、寄せられた意見を計画に反映させるために、さまざまな手法で情報発信を行いました。住民の声を直接聞くために、水無川・中尾川・湯江川流域の住民対象に説明会やシンポジウムを開催。また、一人でも多くの声を寄せていただくために、島原市や有明町（現島原市）などの役所に意見箱を設置するとともに、意見記入用紙を兼ねた事務所の広報誌「雲仙復興だより」も配布しました。こうした継続的な取り組みにより、平成13年末には、住民合意のもと新しい砂防計画は策定されることとなります。



勉強会の様子

事前の情報発信で 住民との合意形成

平成5年12月開催の「中尾川砂防計画基本構想の説明会」の目的は、基本構想に対する住民の合意を得るものでした。構想の内容には、中尾川の大幅拡幅、小学校や約200世帯の移転などが含まれていましたが、事前の勉強会などで、住民との意見交換を図っていたことから、住民との合意が形成されました。



意見募集のため発刊された臨時号



噴火災害の恐ろしさを語り継ぎ、 地域防災力を高める

“普賢さん”という火山と共生していくために欠かせない知恵は、災害の記憶を風化させずに後世に語り継ぐことであり、人命が奪われたりすることを防ぐための防災力を身につけること。災害の伝承と防災教育への支援も、大切な地域復興策でした。

噴火災害の後世への伝承は 我々に課せられた使命

雲仙・普賢岳の噴火災害により失われた尊い人命や財産を決して忘れることのないよう、島原地区では特別の日ができました。6月3日の「いのりの日」と9月15日の「大野木場小学校メモリアルデー」です。このうち、メモリアルデーは平成3年のこの日、深江町（現南島原市）の大野木場小学校は大火砕流に襲われて校舎が焼失、周辺にあった住宅218棟も大きな被害を受けました。こうした噴火災害の脅威を後世に伝えるために、深江町（現南島原市）と連携して、この日をメモリアルデーに定め、平成10年から大野木場小学



メモリアルデー火山砂防学習教室の様子

校の5・6年生や地元住民を対象に、火山・砂防学習教室や被災体験講話などを行ってきました。また、災害伝承のための教材として被災施設の保存・整備にも協力してきました。大野木場小学校の被災校舎や消防団員



火砕流で焼けた消防車

など43名が命を落とし、火砕流に埋もれた消防車が展示されている北上木場農業研修所跡などの災害遺構の保存はその一例です。

土砂災害防止にかかる 防災教育支援資料



安中防災塾での学習風景

噴火災害の生の体験を地域住民から子供達へ伝える 「島原防災塾」などを支援

地域で行われる、災害の伝承も含めた防災教育も支援してきました。火砕流で壊滅的な被害を受けた島原市安中地区、杉谷地区の住民が主体となって行っている「島原防災塾」の取組はその一つです。地元の小学生を対象に開催されているもので、内容は噴火災害や土砂災害への備えや模型を使った土石流のしくみの学習、被災現場見学など多彩です。「地域のことは地域で教える」の基本方針のもと、大野木場砂防みらい館や現地などの施設見学へ

の協力等を行い、活動を支援してきました。噴火災害により誕生した無人化施工体験も行っていました。いつもは立入制限区域である施工現場を教室に、無人化施工機械の操作などを子供たちに体験させることで、災害に備えることの大切さを学んでもらいました。地域の防災力アップのためには、次代を担う子どもたちの防災に備える力の向上が大切なことから、防災教育用の教材の充実も支援。教材の作成にあたっては、「土地の作りと変化」「自然災



島原防災塾

害の防止」など、噴火災害が繰り返し発生している島原半島の特性を反映した内容になるように工夫しました。また、学校における防災教育を支援する目的で、島原半島内の小中学校教諭等と意見交換を行いながら、「防災学習の手引き（案）」の作成なども行いました。



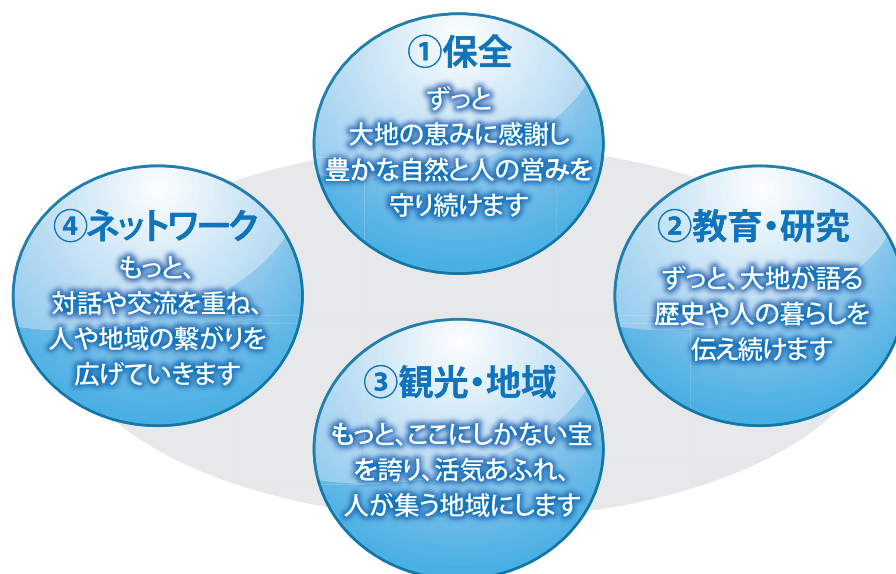
砂防事業を通して 島原半島ユネスコ世界ジオパークを応援

世界ジオパークとしては九州で最初となる「島原半島ユネスコ世界ジオパーク」が、ジオパークの認定を受けたのは平成21年8月です。認定を受けるにあたっては、国、長崎県、地元市町がそれまでに進めてきた復興への取組みが大きな役割を果たすことになりました。

島原半島世界ジオパーク認定の 大きな要因となった砂防事業

雲仙・普賢岳は、古くから“普賢さん”の名で、地元の人々に親しまれてきました。噴火を繰り返してきた火山と共存し、火山地帯が形成する自然の恵みを暮らしの中に活かしてきたからです。このような固有の歴史と風土を有する島原半島をジオパークとして位置づけ、火山と共生する持続可能な地域社会の実現をめざすのが「島原半島世界ジオパーク」です。「島原半島のなりたち」「人々と火山の噴火」「災害の予防と復興」「自然の恵み」「歴史と民話」の5つのテーマが設定されています。中でも「災害の予防と復興」は、島原半島独特なテーマで、その設定根拠となり、ジオパーク認定の大きな要因となったのは、“普賢さん”の噴火以降、国が火山砂防事業を進める中で導流堤やスリット砂防堰堤などの砂防設備を整備し、その設備建設にあたっては世界初となる無人化施工技术を駆使したことでした。いずれもジオサイトとして位置づけられています。

基本理念 島原半島の「笑顔」「誇り」「幸せ」をもっと、そしてずっと



砂防事業者としての ジオパーク活動への協力

島原半島ジオパーク協議会との勉強会等による最新情報の交換、砂防指定地内にあるジオサイトへの説明看板の設置、砂防工事のために一般者の立ち入りを制限している区域への入域ルール整備など、砂防事業者としてできるジオパーク活動への協力を行ってきました。

島原半島世界ジオパークは 持続的な災害伝承・防災教育の 場としても重要

行政や住民その他地域の多様な主体が参加し、島原半島の価値ある大地の遺産や、それに関するふるさとの歴史・文化を未来に引き継ぐための取り組みを持続していく島原半島世界ジオパークは、砂防事業が終了した後も将来にわたって、災害伝承・防災教育の場となることが期待され、地域防災上も重要な存在です。

砂防指定地内にある島原半島 世界ジオパークのジオの見どころ



大野木場小学校被災校舎



北上木場農業研修所跡



水無川導流堤



水無川2号砂防堰堤



整備された「われん川」

砂防設備の 管理体制の構築

水無川において 国による直轄砂防管理を開始。

直轄砂防事業終了後も、整備された砂防設備の機能は適切に維持される必要があります。不安定な溶岩ドームや大量の火砕流堆積物が存在するという他地域には無い条件を踏まえて、砂防設備の機能維持に必要な管理内容や技術的要件を精査した結果、水無川において国による直轄砂防管理を実施することになりました。

中尾川と湯江川の砂防設備は 長崎県に引き継ぎ

中尾川と湯江川における砂防設備整備は令和2年3月をもって完成。整備された砂防設備は、溶岩ドームの崩壊・崩落や継続的な土砂流出の影響が少なく、一般的な方法での管理が可能であったことから、その管理を長崎県に引き継ぎました。

水無川の砂防設備の管理には 高度な技術が必要なため、 国による直轄砂防管理を 実施することに。

水無川における砂防設備整備は、おしが谷を除く設備が令和2年6月に完成し、残りの設備も令和3年3月までに完成しました。

水無川では、火砕流堆積物からなる山腹斜面に侵食谷(ガリー)が発達を続けて

おり、そこから流出する土石流により砂防設備内に堆積する土砂を、継続的に取り除く(除石する)ことが必要です。また、火砕流堆積物の上に設置されている砂防設備もあるので、河床低下等の状況に応じた補修・修繕を適切に実施する必要があります。一方で、水無川には、溶岩ドームの崩壊・崩落の危険性があるために人の立ち入りが制限されている警戒区域があり、その中で管理を実施するには無人化施工が必要となることや、溶岩ドーム崩壊等に対する管理従事者の安全対策を実施する必要があること、流域変化に応じた維持管理計画の見直しが必要となることなど、水無川での砂防設備管理には高度な技術が必要となります。そのため、平成2年6月より、水無川において国による直轄砂防管理が実施されています。

水無川の砂防設備管理を 適切に実施するために、 各種管理計画や砂防CIMを作成

直轄砂防管理を開始するにあたり、水無川の砂防設備を対象とした「土砂管理計画」、「砂防設備点検計画」、「監視観測機器運用計画」、「砂防設備長寿命化計画」の4つの計画を策定しました。これらの計画に基づいて管理を実施するとともに、流域の変化に応じてこれらの計画を見直していくこととしています。

また、広範囲の砂防設備を効率的に管理していくために、砂防設備や周辺地形を3次元データ化した「砂防CIM」を構築しました。この砂防CIMも管理に活用しながら改善を重ねていくこととしています。

■水無川の砂防管理内容



■砂防CIMを用いた除石検討イメージ



砂防CIMにおいて土砂堆積量を算出している場面。除石が必要な箇所の迅速な抽出や工事量などの算出に使用

■無人化施工による赤松谷川上流域の除石の状況

