

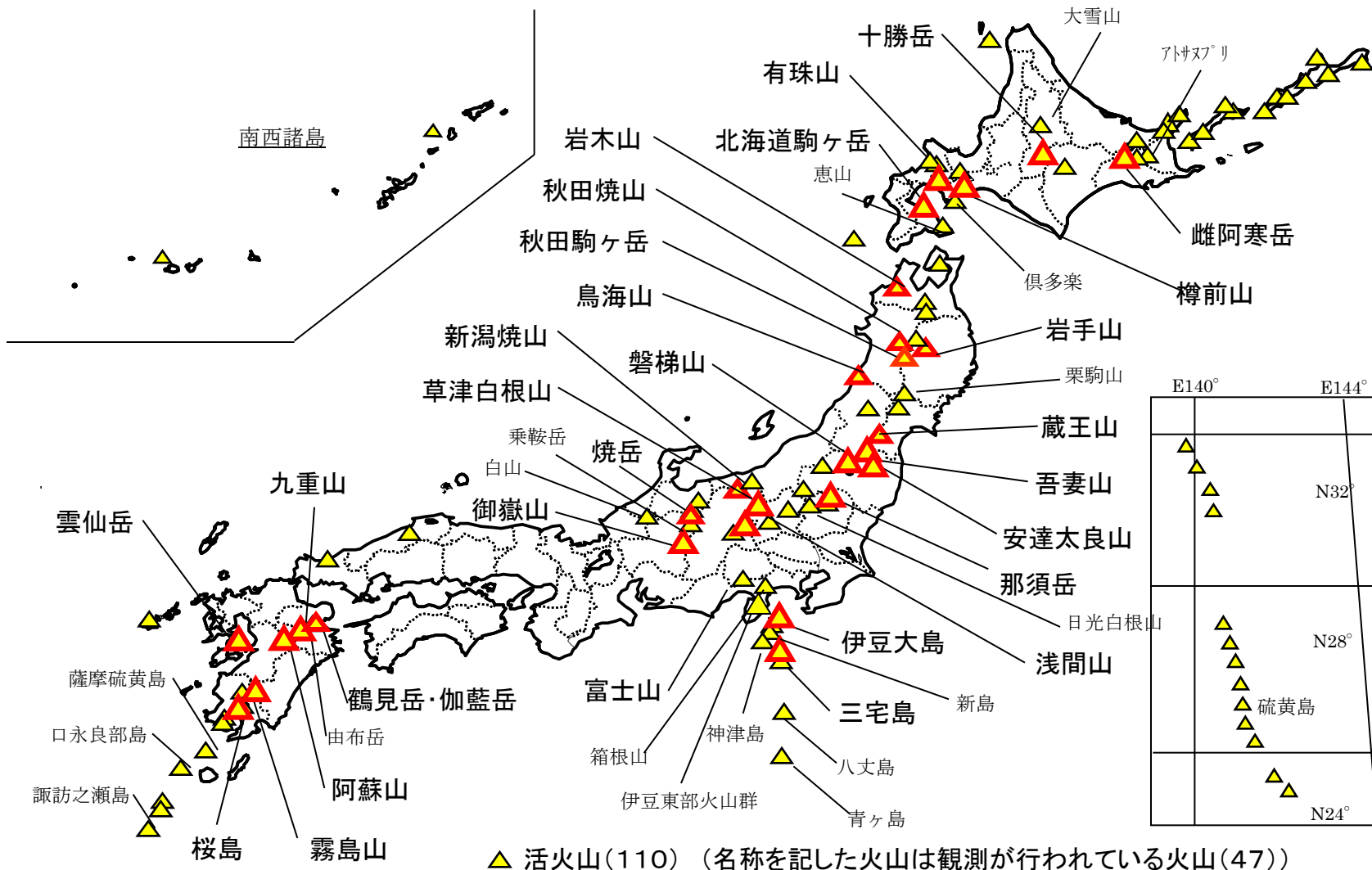
地熱発電の可能性と環境影響評価に関するシンポジウム

地熱発電施設の地盤変動リスク ～土砂災害を事例に～

国土交通省水管理・国土保全局砂防部
中谷洋明

日本を取り巻く多くの活火山

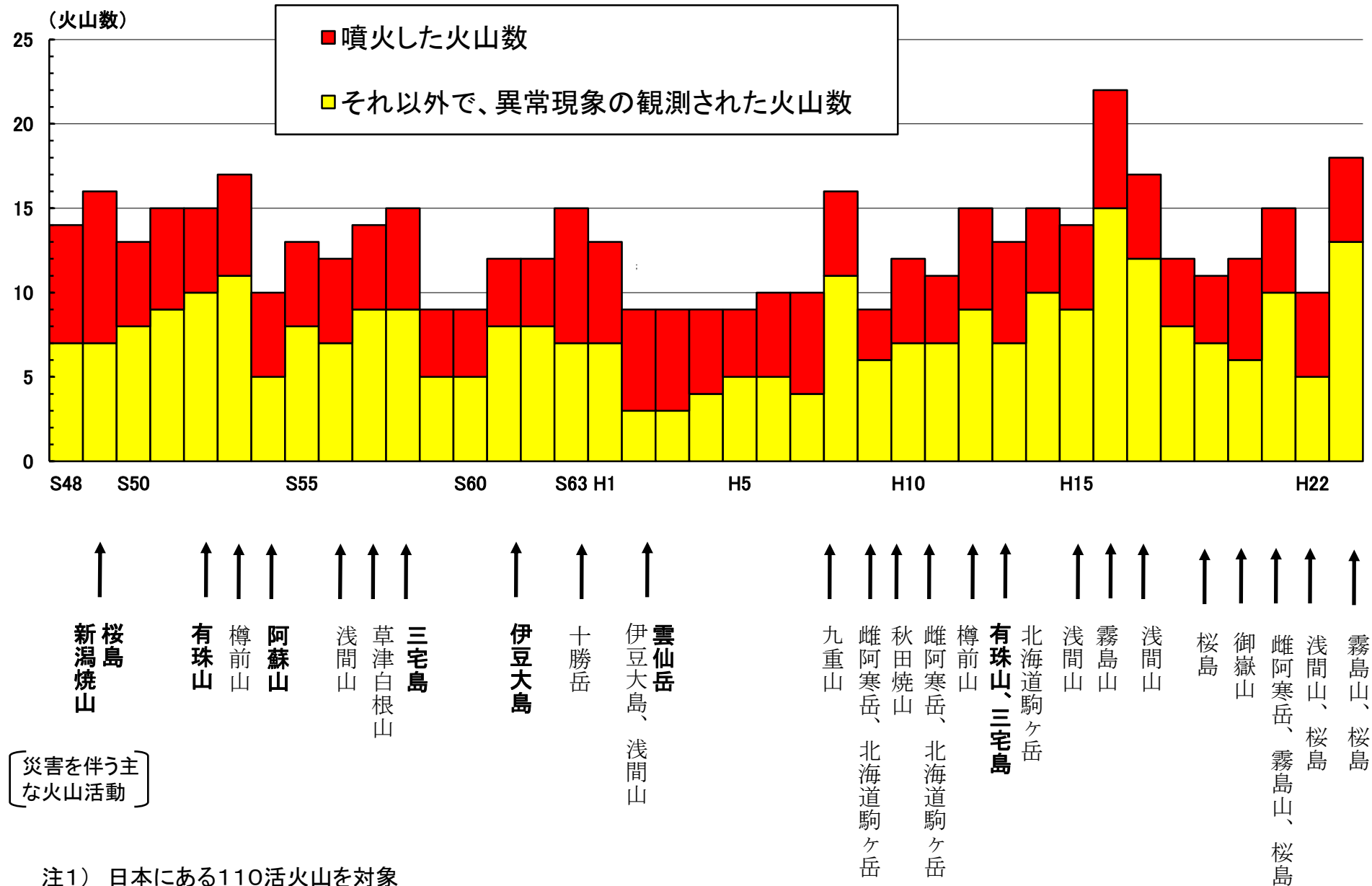
日本列島には110の活火山があり、全世界の約1割が集中している火山大国です。



活火山とは

火山噴火予知連絡会では「概ね過去1万年前以内に噴火した火山」及び「現在活発な噴気活動のある火山」を活火山と定義しています。

近年の火山活動



〔災害を伴う主な火山活動〕

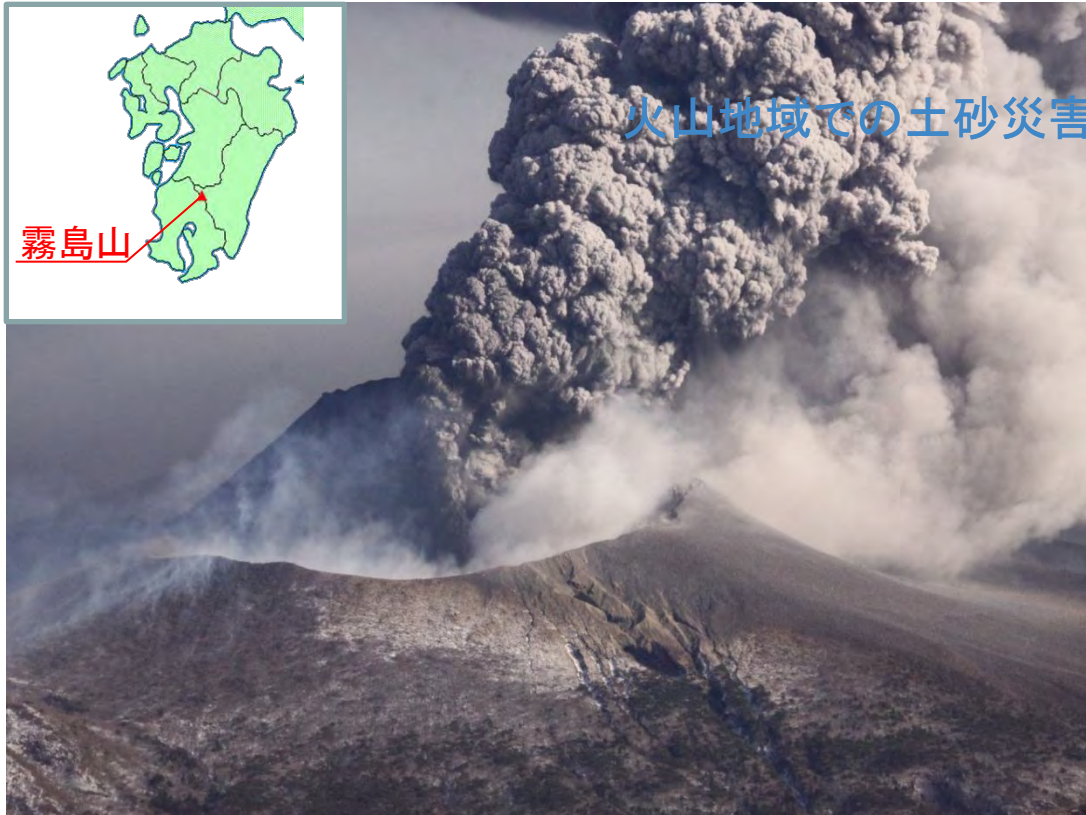
注1) 日本にある110活火山を対象
 注2) 「異常現象」とは火山性地震や火山性微動等火山観測データに異常があったもの

噴火の概要

- 2011年1月19日に噴火開始
- 1月26日より噴火警戒レベル3に移行するなど活発な活動が継続
- 噴火は、2月中旬以降、最盛期に比べ規模や頻度は低下しながらも4月18日まで続き、それ以降は発生していない。
- これまで、噴火に伴う降灰が、宮崎県都城市、鹿児島県霧島市など山の南東側を中心に広い範囲で観測
- 本格的なマグマ噴火は約300年前以来で、当時は2年程度噴火活動が継続

➡ 降灰により少量の雨で土石流が発生する危険性が高まる

噴火の状況



噴火後の溪流の状況



火山地域での土砂災害(H2とH24九州北部豪雨での熊本県の事例)

熊本県における被害

		H2	H24
人的被害	死者・行方不明者	17	22
	負傷者	28	5
人家被害	全壊	106	29
	半壊	111	10
	一部損壊	324	1

H24はH24.7.31時点

死者2名



いちのみやまち おこん
阿蘇市 一の宮町 尾篭



3箇所で死者5名

いちのみやまち ての
阿蘇市 一の宮町 手野

死者2名、負傷者3名



南阿蘇村 新所

H2、H24共に図示した範囲の外、熊本市、八代市、菊池市、上天草市、天草市、小国町、高森町、益城町、相良村、五木村、球磨村でも土砂災害が発生している。

3箇所で死者4名、
行方不明者1名

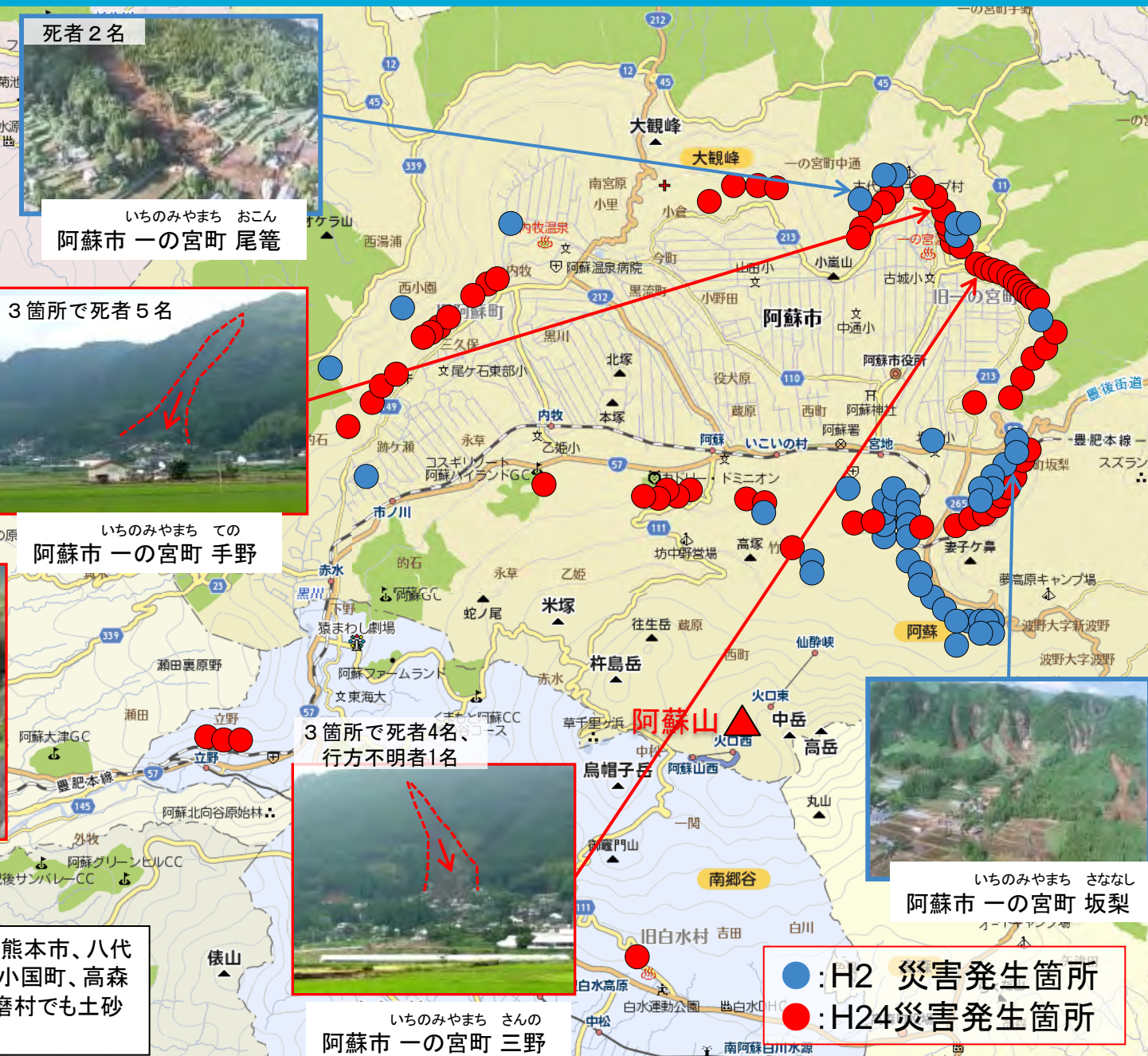


いちのみやまち さんの
阿蘇市 一の宮町 三野



いちのみやまち さなし
阿蘇市 一の宮町 坂梨

- : H2 災害発生箇所
- : H24 災害発生箇所



ハード対策

- 砂防堰堤等の除石
- 大型土嚢、布団籠、コンクリートブロック設置
- 砂防堰堤の嵩上げ
- 遊砂地の整備
- 仮設導流堤の整備
- 流路工の整備
- 流木止め工の整備



コンクリートブロックにより嵩上げされた流路工を流れる泥流（三宅島）



大型土嚢で施工された仮導流堤を流れる泥流（三宅島）



仮設導流堤の施工（雲仙・普賢岳）



遊砂地の施工（雲仙・普賢岳）

無人化施工

➤ 立ち入り禁止区域内では有人の施工が困難なため、平成2年雲仙・普賢岳の災害を契機に無線による遠隔操作が可能な重機が開発・実用化された。



操作室



無線による遠隔操作



ブロック積み作業（三宅島）



埋塞土掘削状況（有珠山）

火山地域での土砂災害に対するハード対策の実施事例(桜島)

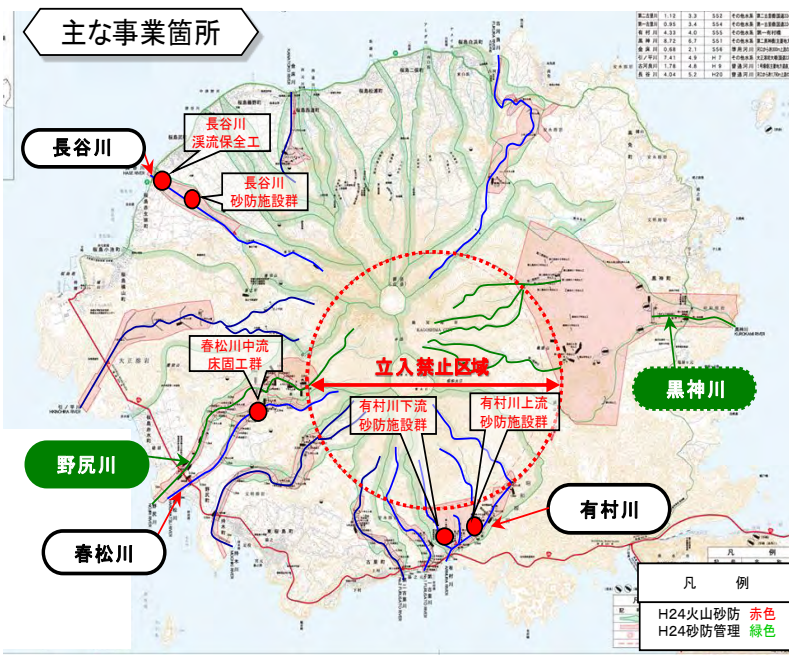
桜島

- 桜島は幾度となく大規模な噴火を繰り返している。過去には大規模土石流により甚大な自害が発生。このため、砂防堰堤等砂防施設を整備することで、下流域の民家及び災害時の緊急輸送路である一般国道224号を保全している。
- 平成23年度は観測史上最多の爆発的噴火回数を記録し、平成24年度もそれを上回るペースで爆発的噴火を記録するなど火山活動が活発な桜島において、鹿児島県等の関係機関と連携し火山対策を推進する。

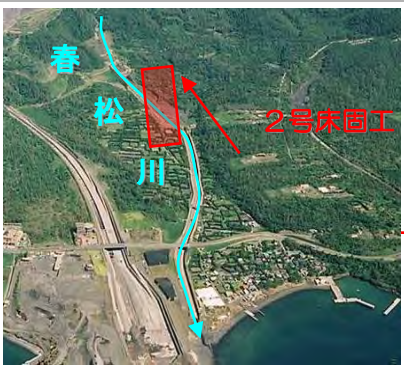
砂防施設整備と砂防施設管理

- 砂防堰堤群等の整備により土石流を捕捉して流下する土砂量を調節し、土石流による被害を防止する。
- 桜島の噴火に伴う、継続的かつ大量の土砂流出等により、適正に機能を確保することが困難な砂防設備について、国直轄で管理を行い土砂流出による災害から人命財産を保全する。

砂防堰堤群等の整備により土石流を捕捉して流下する土砂量を調節し、土石流による被害を防止する。



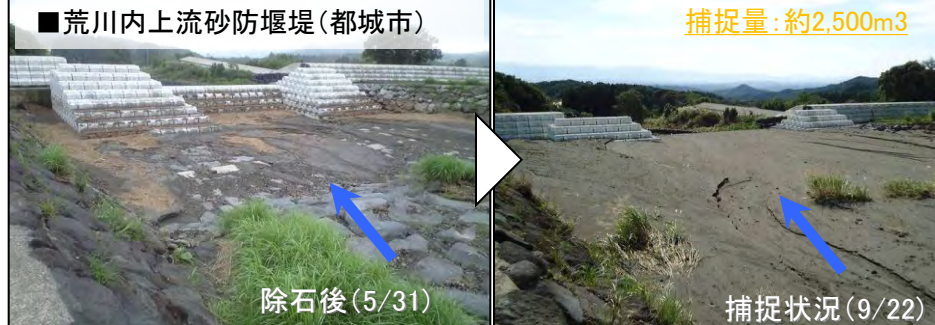
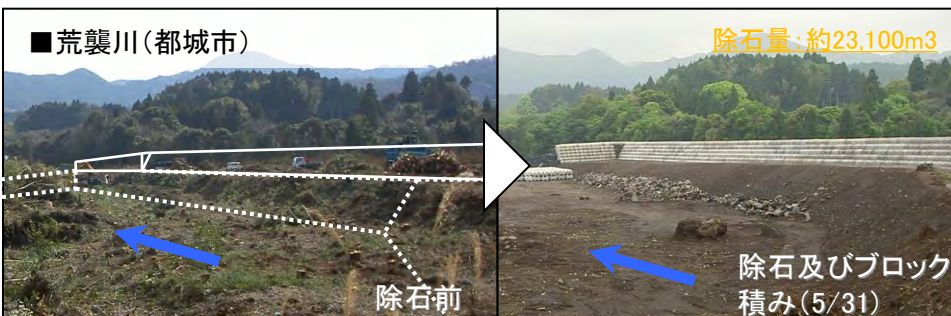
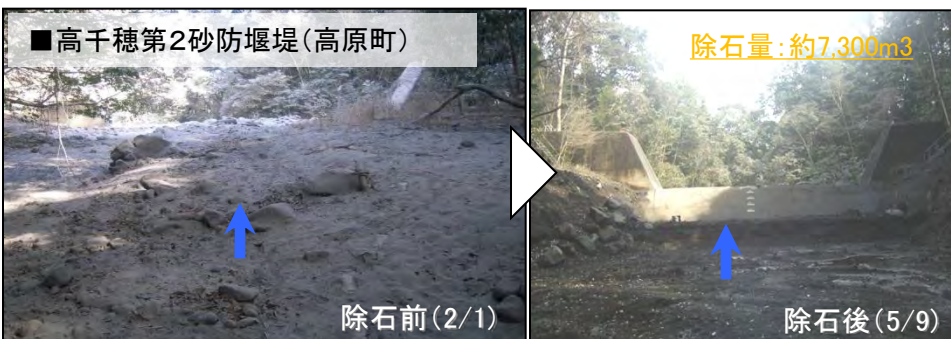
○頻発する土石流の堆砂により、機能回復のため、除石を実施。



- 平成23年1月26日以降の新燃岳の噴火による降灰等により、土石流災害が発生する恐れがあることから、除石を中心とした緊急的土石流対策工事を実施。(～5/31)
- その後、台風15号等の降雨により、高崎川流域等において土砂流出があり、土砂を砂防設備により捕捉。保全対象への被害及び緊急対策箇所より下流への土砂流出は認められなかった。
- 地域の安全確保のため、出水により満砂状態となった堰堤については、次期出水に備えた土砂の除去工事を実施している。

緊急的土石流対策(～5/31)

土砂流出の捕捉状況



台風15号(平成23年9月19～20日の降雨(時間雨量40mm、累加雨量431mm)による土砂流出の捕捉(捕捉総量:約29,000m³)

ソフト対策

- 火山ハザードマップの作成・配布
- 土砂災害に関する緊急調査
- 土砂の到達時間・到達範囲の情報提供
(前兆現象把握のための計器設置)
- 警戒避難基準の設定、警戒避難方法の周知
(監視機器の設置)



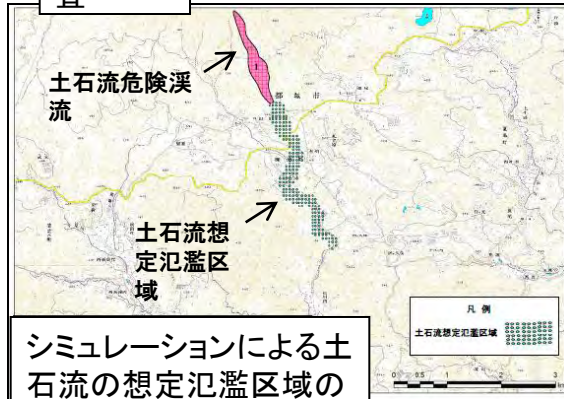
- 避難勧告・指示
- 災害対策基本法に基づく警戒区域設定



船により避難する島民（三宅島）



降灰調査

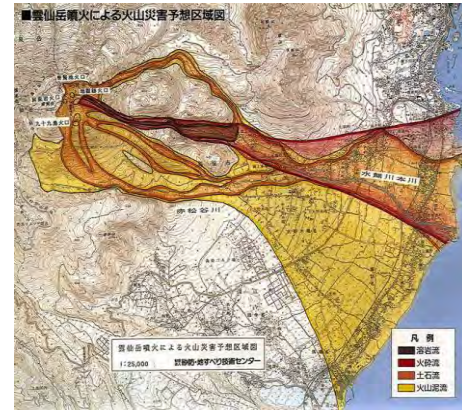


シミュレーションによる土石流の想定氾濫区域の把握

改正土砂法施行(平成23年5月)を前に、実質的な緊急調査を実施

土石流の想定氾濫区域や避難のための参考となる基準雨量を自治体に情報提供
⇒ 警戒避難対応を支援

緊急調査の実施（新燃岳）



水無川流域ハザードマップ
(平成3年雲仙・普賢岳)

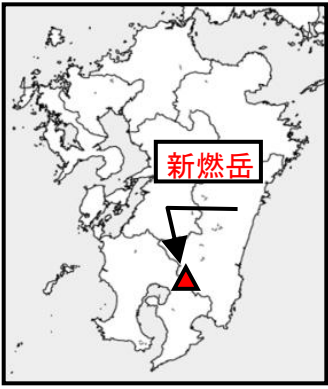


衛星通信車による火山監視（有珠山）



ヘリによる噴火状況調査（有珠山）

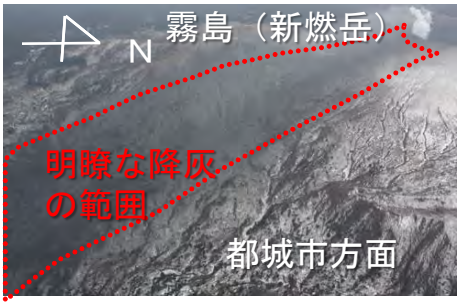
火山地域での土砂災害に対するソフト対策の実施事例(新燃岳緊急調査)



- 降灰等の堆積状況を調査するため、ヘリコプターによる上空からの調査及び地上からの調査を実施
- 調査に基づき、降灰等により土石流による被害のおそれが高まっている土石流危険渓流を35渓流抽出
- 抽出した渓流の土石流による被害が想定される区域をシミュレーションにより解析
- 避難のための参考となる被害が想定される区域及び被害が想定される時期に関する情報を県、関係市町に提供し、警戒避難対応を支援

緊急調査の実施

ヘリ等による降灰等の堆積状況調査



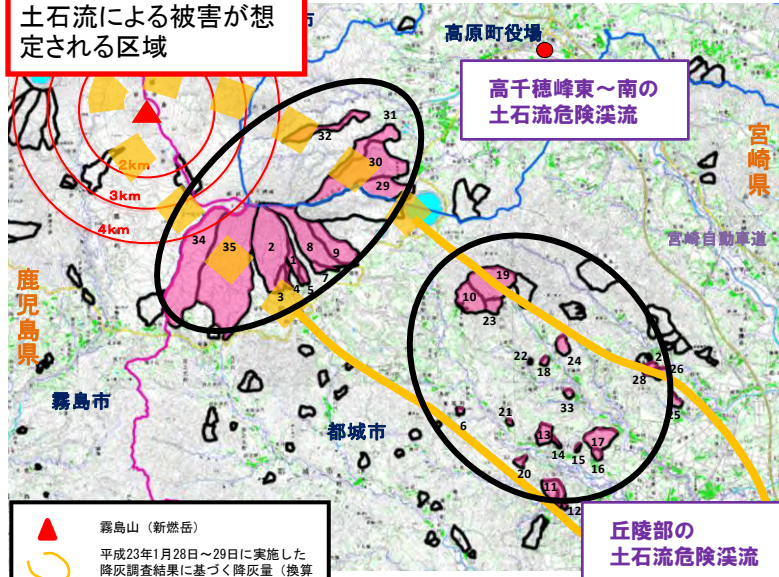
土砂災害緊急情報の作成



国土交通省職員による被害が想定される区域のシミュレーションの実施状況

土砂災害緊急情報の発表

土石流による被害が想定される区域



- ▲ 霧島山(新燃岳)
- 平成23年1月28日～29日に実施した降灰調査結果に基づく降灰量(換算した層厚)1cmの範囲
- へリ調査等から1cm以上の降灰の範囲と推計される範囲
- 土石流危険渓流
- 降灰により土石流による被害のおそれが高まっている土石流危険渓流
- 県境
- 市町村界

土石流による被害が想定される時期

避難の為に参考となる雨量基準

2/4時点	時間雨量4mm
3/1時点	時間雨量10mm
5/2時点	高千穂峰東～南の土石流危険渓流 時間雨量15mm 丘陵部の土石流危険渓流 時間雨量20mm
6/6時点	高千穂峰東～南の土石流危険渓流 時間雨量15mm 丘陵部の土石流危険渓流 時間雨量20mm
6/29時点	高千穂峰東～南の土石流危険渓流 時間雨量35mm 丘陵部の土石流危険渓流 時間雨量20mm
11/2時点	土石流災害警戒区域等 土石流災害警戒情報が発表されたとき



降雨実績や現地調査により見直し

火山噴火緊急減災対策砂防計画の概要

火山噴火緊急減災対策砂防計画

火山噴火に伴う土砂災害による被害を軽減するため、国及び都道府県の砂防部局において、火山毎にハード・ソフト対策からなる火山噴火緊急減災対策砂防計画の策定を推進。

火山噴火の特性と対策

- ▶ 火山噴火の発生時期や被害範囲の長期的な予測は困難
- ▶ 火山噴火の規模は大小様々で、噴火の頻度も小さい
- ▶ 火山砂防計画に基づく基本対策として施設整備を完了するまでに多くの時間と費用を要する

⇒ 噴火災害の全てを対策施設で保全することは難しく、また、必ずしも合理的ではない

火山噴火緊急減災対策砂防計画

- 被害をできる限り軽減（減災）するために
- ▶ 噴火活動に応じた機動的な対策を行うため、「平常時」と「緊急時」に分けた施設整備を実施
 - ・ 平常時：最低限の基幹的な施設の整備、用地取得等を行う
 - ・ 緊急時：噴火活動に応じて機動的な工事を緊急的に行う

緊急減災対策のイメージ

平常時

前兆時

噴火発生

火山活動の活発化

従来の緊急対策

除石工事等

緊急対策工

緊急減災対策

緊急対策に先立って行う資機材等の備蓄・整備

資機材備蓄

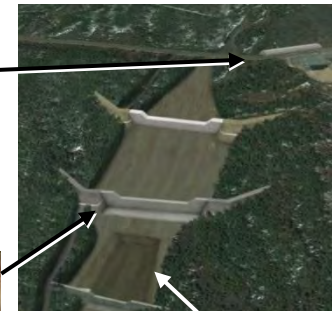
基幹施設等

緊急対策工

※【ソフト対策】 監視施設整備及び監視、緊急調査、リアルタイムハザードマップなど



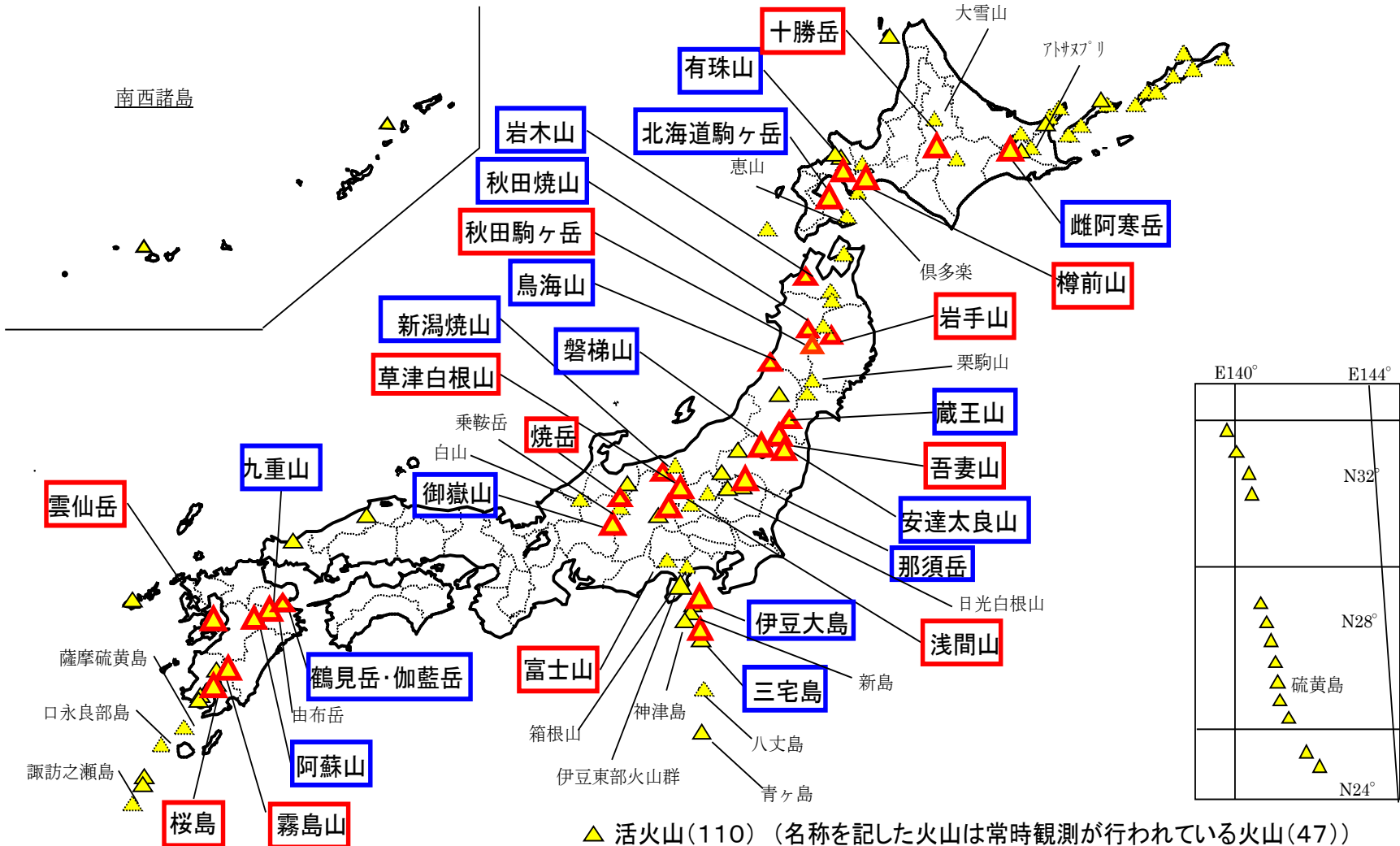
平常時に実施する噴火対策 噴火時に実施する緊急対策
火山噴火緊急減災対策砂防（イメージ）



緊急対策工（イメージ）

火山噴火緊急減災対策砂防計画の策定対象火山(29火山)

- 火山砂防事業(直轄)実施火山(12) : 十勝岳、樽前山、岩手山、秋田駒ヶ岳、吾妻山、草津白根山、浅間山、富士山、焼岳、雲仙普賢岳、霧島山、桜島
- 火山砂防事業(補助)実施火山(17) : 雌阿寒岳、有珠山、北海道駒ヶ岳、岩木山、秋田焼山、鳥海山、蔵王山、安達太良山、磐梯山、那須岳、伊豆大島、三宅島、新潟焼山、御嶽山、九重山、鶴見岳・伽藍岳、阿蘇山



平成24年2月15日(水)朝日新聞 朝刊

毎日新聞 2012年3月6日

5 14版 2012年(平成24年)2月15日 水曜日 享月

国立公園 地熱開発OK

環境省方針 発電所増へ条件付き

環境省は、国立公園内の地熱発電所の設置を限定してきた規制を見直し、一定の条件を満たせば開発を認める方針を固めた。14日、あった専門家による検討会で方針案が了承された。脱原発依存を支える柱の一つと期待される地熱開発を後押しする。

掘削が環境に影響を及ぼしたりする恐れがある。1974年に出来た国の通知では、国内6カ所以外の開発を原則として規制してきた。その後一定の緩和があったが、国内の地熱発電はなお18カ所にとどまる。

そのため稼働中の地熱発電は原発半基分の計約54万キロワットにすぎず、開発業者などから規制緩和を求め、環境省は自然保護団体などから意見を聴いた上、3月末までに新通知を出し、地熱発電の規制を見直す。(小林哲)

方針案によると、国立・国定公園のなかでも、環境保全が特に必要な第一種特別地域などでの開発は引き続き認めない。ただしそれ以外の区域では、地域外から地下に掘り進む「斜め掘り」など、景観や生態系保護に配慮した技術を使うことを条件に、地熱資源利用を認める。地元での電力消費に充てる小規模地熱についても、公園内での開発を進めていく。

日本は火山が多く、世界8位の地熱資源があるとされる。だが候補地の約8割が国立公園内に集中する。発電施設が景観を損ねた

41

地域名	県名	主な開発事業者
鶴巻・吾妻	福島県	地熱開発企業のグループ
小安	秋田県	出光興産
木下	山形県	東北電力のグループ企業
葎ノ森	山形県	三菱マテリアル
白水沢	北海道	北海道上川町
阿寒	北海道	石油資源開発
安比	岩手県	三菱マテリアル
松尾八幡平	岩手県	岩手地熱
白水越	鹿児島県	日鉄鉱業

国立・国定公園での地熱発電計画

公園内の地域を含む計画の可否

注)このほか2件は非公表

地熱発電計画

国立・国定公園で11件

規制緩和開発が活発化

全国の国立・国定公園内やその周辺で、民間事業者などが地熱発電の開発を計11件計画していることが5日、経済産業省の調べで分かった。政府が公園内での地熱発電を厳しく制限した規制の緩和策を月内にまとめるたい。11件のうち、秋田

県・小安地域など6件は計画地に国立・国定公園の敷地を含み、岩手県・安比地域など3件は、今後の調査次第では公園にかかると可能性があるという。経産省は残り2件は地元と未調整として、計画場所を明らかにし

環境省は、景観・動物保護のため1974年に国立・国定公園内の地熱開発を6カ所に限定したが、福島第1原発事故後の電力不足を受けて方針転換。原則として公園の外などから斜めに井戸を掘ること、公園内の熱水の利用を認める方針を2月に打ち出した。

一方、経産省は「斜め掘り」では井戸が長くなって採算が取れないとして、公園内でも一部の地区では地上からの掘削や発電所の設置を認めるよう要請。規制改革を扱う行政刷新会議などが両省の調整を進めており、近く結論を出す見通しだ。

温泉資源の保護に関するガイドラインの発出

地熱資源への注目の高まりを受け、環境省において温泉資源の保護に関するガイドライン(地熱発電関係)を策定。
温泉法における掘削許可の判断基準の考え方が定められた。

温泉法第3、4条(抄)

(土地の掘削の許可)

第3条 温泉をゆう出させる目的で土地を掘削しようとする者は、環境省令で定めるところにより、都道府県知事に申請してその許可を受けなければならない。

(許可の基準)

第4条 都道府県知事は、前条第1項の許可の申請があつたときは、当該申請が次の各号のいずれかに該当する場合を除き、同項の許可をしなければならない。

1. 当該申請に係る掘削が温泉のゆう出量、温度又は成分に影響を及ぼすと認めるとき。
2. 当該申請に係る掘削のための施設の位置、構造及び設備並びに当該掘削の方法が掘削に伴い発生する可燃性天然ガスによる災害の防止に関する環境省令で定める技術上の基準に適合しないものであると認めるとき。
3. 前2号に掲げるもののほか、当該申請に係る掘削が公益を害するおそれがあると認めるとき。

温泉資源の保護に関するガイドライン(地熱発電関係)平成24年3月 環境省自然環境局

【第三 地熱開発のための掘削許可に係る判断基準の考え方】

1. 掘削許可に係る判断基準の考え方

～～

なお、既存温泉への影響としては湧出量の減少、温度の低下もしくは成分の変化等が考えられるが、これらは公益を害するおそれがある場合の例示であり、公益を害するおそれがある場合とは、温泉源を保護し、その利用の適正化を図るという見地から特に掘削を制限する必要があると認められる場合を指すとの考え方は従来と同じである。したがって、地熱開発の掘削許可申請であっても、当該掘削が公益を害するか否かについて判断を行うこととなる。

また、公益には温泉源に対する影響以外のその他の公益も含まれることから掘削工事に伴う土砂崩れや地盤沈下についても、必要に応じ関係機関と連携を図り公益を害するおそれがあるか否かを判断する必要がある。

～～

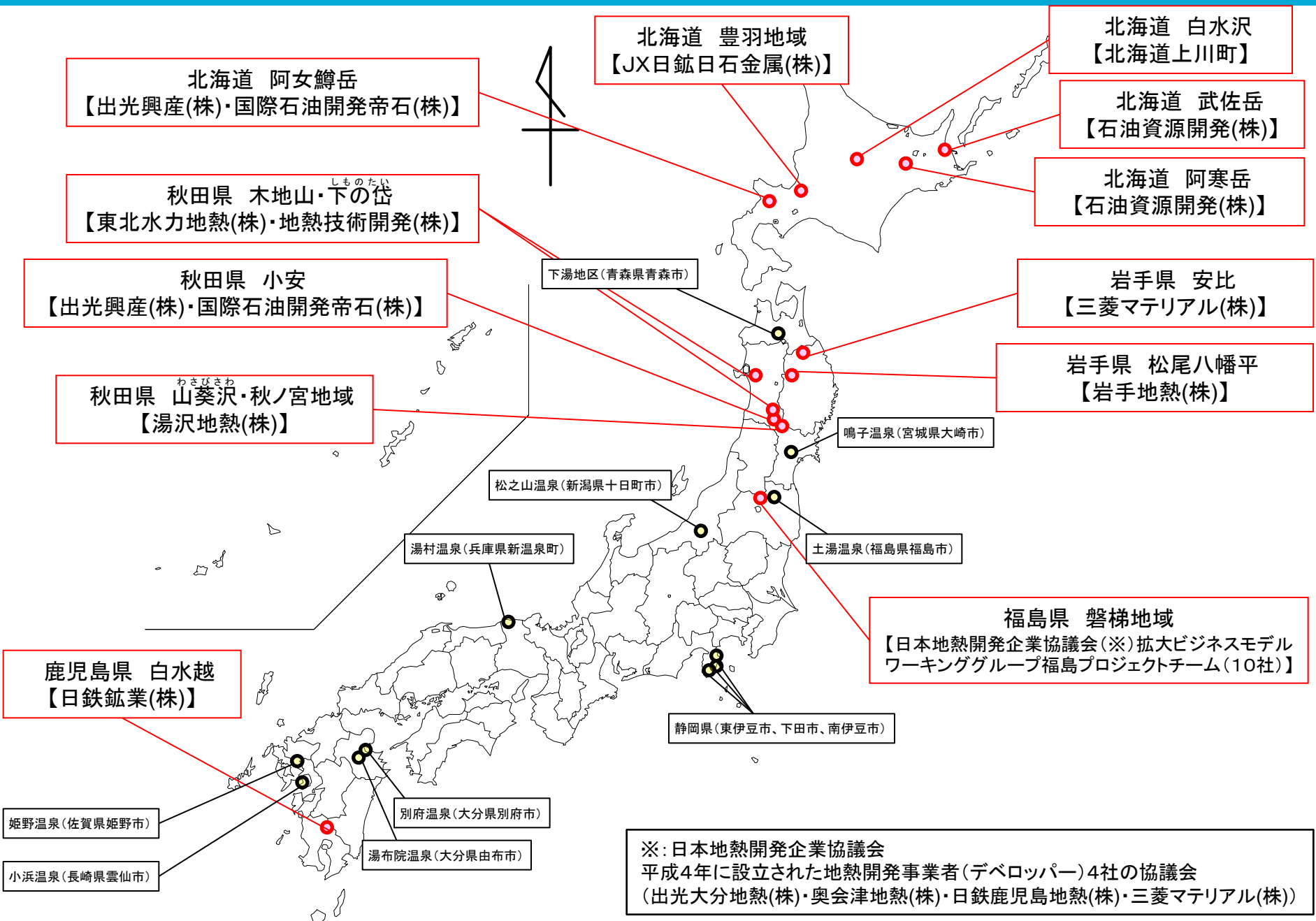
温泉資源の保護に関するガイドライン(地熱発電関係)

平成24年3月

環境省自然環境局

地熱資源開発の実施エリアは砂防事業実施区域と重複することが多く、適切な助言等が必要

地熱資源開発調査と温泉発電候補



※: 日本地熱開発企業協議会
平成4年に設立された地熱開発事業者(デベロッパー)4社の協議会
(出光大分地熱(株)・奥会津地熱(株)・日鉄鹿児島地熱(株)・三菱マテリアル(株))

火山地域における土砂災害（噴火のないものも含む）

- 地熱発電を実施する火山地域においては、その地質の脆弱さなどから、幾度となく土砂災害が発生。
- 火山地域における地熱発電所等の設置に際しては、地質調査や過去の知見等に基づいた、土砂災害への十分な配慮が必要。

○葛根田発電所の地すべり災害

- 日時：平成20年4月20日頃
- 場所：岩手県雫石町 葛根田地熱発電所
- 概要：地熱発電所裏斜面が地すべりを起こし、施設を損壊
- 主な被害：葛根田地熱発電所（総出力8万kw）の施設の一部破損（一時操業停止）、県道西山生保内線埋塞

被災した施設



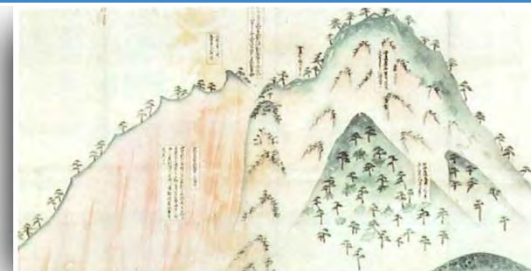
○十勝岳 融雪型火山泥流による災害

- 日時：大正15年5月24日
- 場所：北海道美瑛村、上富良野村、中富良野村
- 概要：噴火に伴う高温の岩がん屑せつなだれが残雪を溶かして泥流化
- 主な被害：死者144名、損壊建物372棟



○島原大変における眉山の山体崩壊

- 日時：寛政4年5月21日～
- 場所：長崎県 眉山
- 概要：雲仙岳の火山性地震およびその後の眉山の山体崩壊
- 主な被害：死者 約15,000人（山体崩壊に伴う津波被害含む）



火山地域における開発に伴う災害・事故

- 火山地域においては、その地質の脆弱さや地下環境の特性などから、工事中の事故も多発している。
- 砂防事業で蓄積してきた火山活動に関する各種観測データや、過去の知見に基づいた検討を行うことで、地熱開発調査や工事の際の事故発生リスクを低減することが可能。

○鬼首地熱発電所の熱水等噴出

- 日時：平成22年10月27日
- 場所：宮城県大崎市鳴子温泉鬼首 鬼首地熱発電所
- 概要：熱水が流出する穴を石で埋める作業をしていたところ、熱水を含んだ土砂が約30メートルにわたり噴き上がった
- 主な被害：死者1名、重傷1名

○安房トンネル工事での水蒸気爆発

- 日時：平成7年2月11日
- 場所：長野県松本市安曇中ノ湯
- 概要：トンネル掘削中に火山性ガスを含む水蒸気爆発が発生
- 主な被害：死者4名

土砂噴出状況



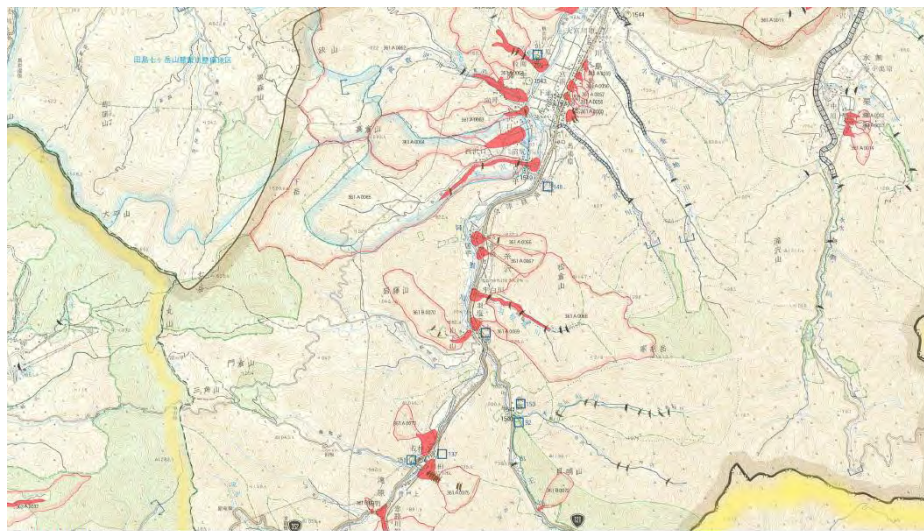
平成7年2月12日 中日新聞

地熱発電に関する砂防部局の取り組み (調査面)

○土砂災害危険箇所図及び各種規制行為の一元的な提供

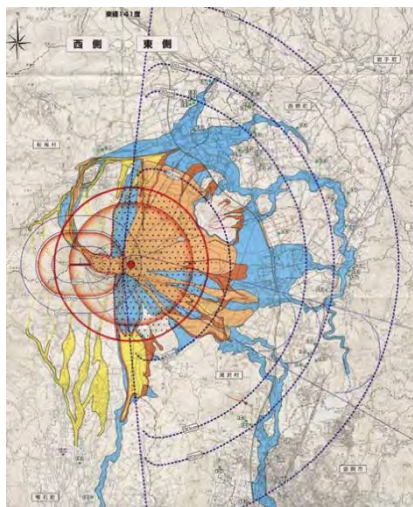
地下水供給等により土砂災害が誘発される恐れのある区域及び、地熱開発に際し許認可が必要となる法指定区域等の情報の一元的な提供が可能

凡 例		凡 例	
	一級河川上流端		土砂災害危険箇所
	準用河川上流端		法指定区域
	かんがい用ダム		都道府県
	発電用ダム		指定河川
	多目的ダム		急傾斜
	国有林界		急崖
	保安林界(国有・民有)		
	国立・県立公園		
	一般荒廃地域		
	火山砂防区域		
	農林水産省所管施設 境		
	都市計画区域		
	用途地域		
	国 道		



○ハザードマップやシュミレーション結果の提供

豪雨や火山噴火に伴う土砂災害の恐れのある区域の情報を提供



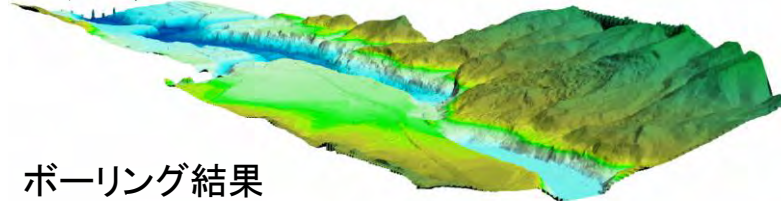
火山ハザードマップ



被害想定シミュレーション

○各種調査結果の提供

火山砂防事業等で実施した調査結果の提供
LPデータ



ボーリング結果



**今後とも火山地域での土砂災害防止のため、
必要な技術的支援に努めて参ります。**

ご静聴ありがとうございました。

連絡先

国土交通省水管理・国土保全局砂防部砂防計画課
〒100-8918 東京都千代田区霞ヶ関2-1-3
nakaya-h24z@mlit.go.jp

以下参考資料です。

インドネシアでの火山砂防協力



図 2.1.7 砂防施設の効果 (Apu 川 AP-RD1a)
(2011 年 1 月撮影)



図 3.2.1 Merapi 火山の噴火による警戒避難範囲



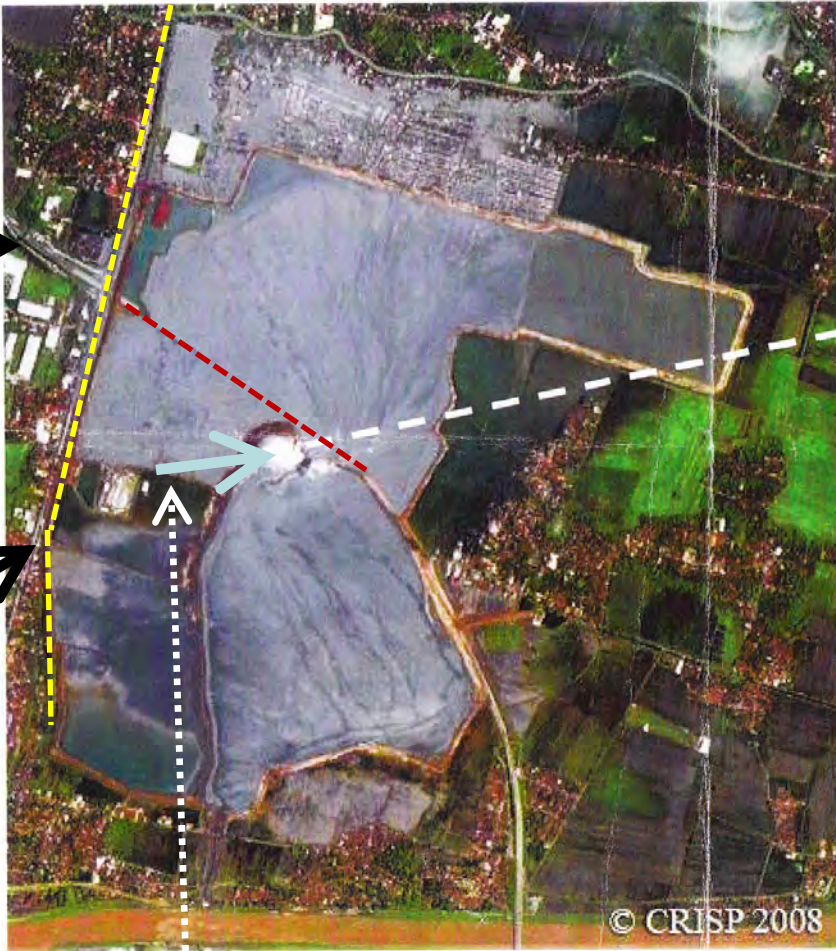
図 3.2.4 国道における土石流氾濫 (Putih 川)
出典: BNPB HP April 29, 2011

砂防分野では、日本と並ぶ火山大国のインドネシアでブラントス川、クルー火山から最近のメラピ火山まで、四十年にわたる技術協力を通じて知見を蓄積。

火山地域における土砂災害 (インドネシアの特殊な事例)

インドネシア・東ジャワ州シドアルジョ県(スラバヤ空港近傍)における泥火山災害 (2006.5.29から火山性熱泥噴出)

寸断されている
スラバヤ〜マラン高速道路
主要都市間鉄道線路



2009.1.13視察時の撮影地点
(水色矢印の方向に撮影)



2006年5月29日より噴出始まり現在まで継続



2009.1.13視察時の状況