

世界各地で激甚化する水災害への取り組み

平成30年度土木研究所講演会

平成30年10月11日

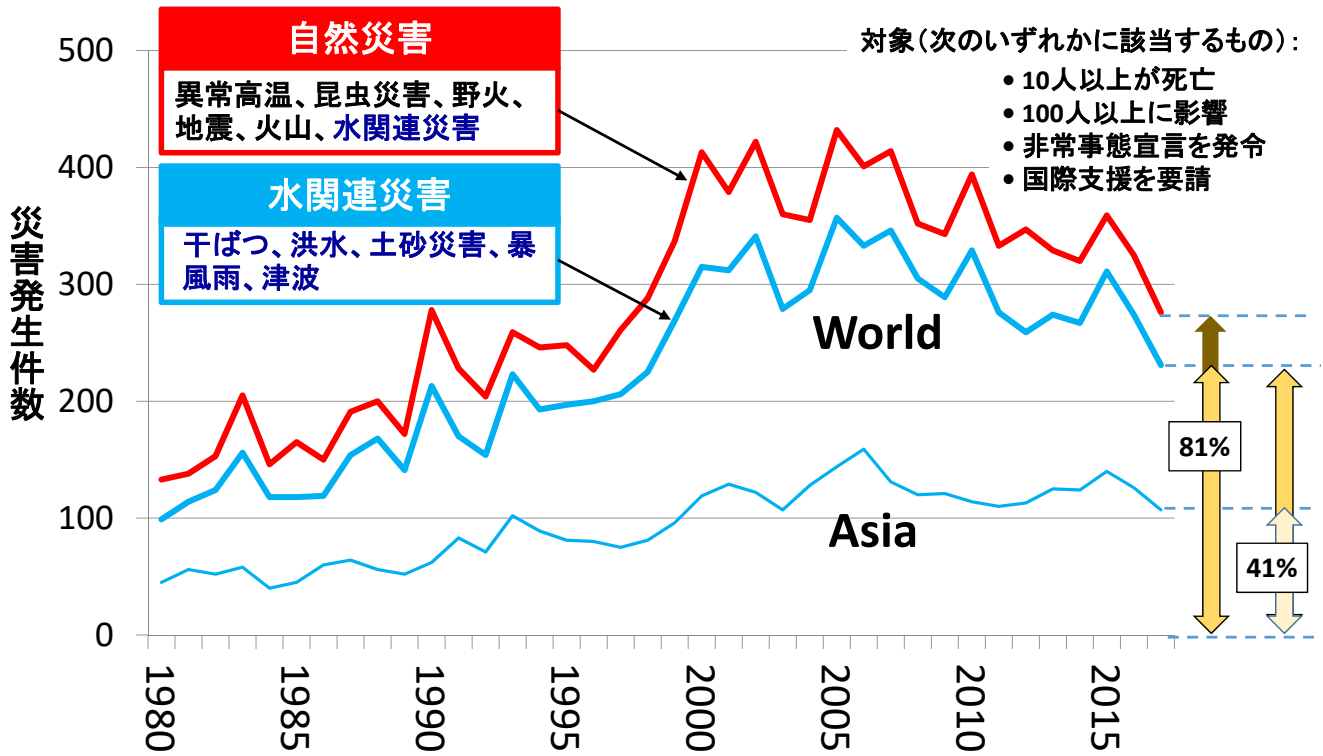
国立研究開発法人土木研究所
水災害リスク研究グループ(ICHARM) 澤野 久弥

(内容)

- 世界の自然災害
- 近年の日本の豪雨災害の特徴
- リスクコミュニケーションの課題
- 災害対応の課題と今後の方針
- 防災・減災に向けた国際的な取り組み
—ICHARMの貢献—
- 中山間地での取り組み
- 情報伝達・共有に関する取り組み
- 気候変動に関する取り組み
- 国際洪水イニシアティブ(IFII)の活動
- 研修活動—技術者の育成—

世界の自然災害

自然災害発生件数の推移 (1980 - 2017)



- 世界の自然災害のうち、8割は水関連災害
- そのうち、4割がアジアで発生している

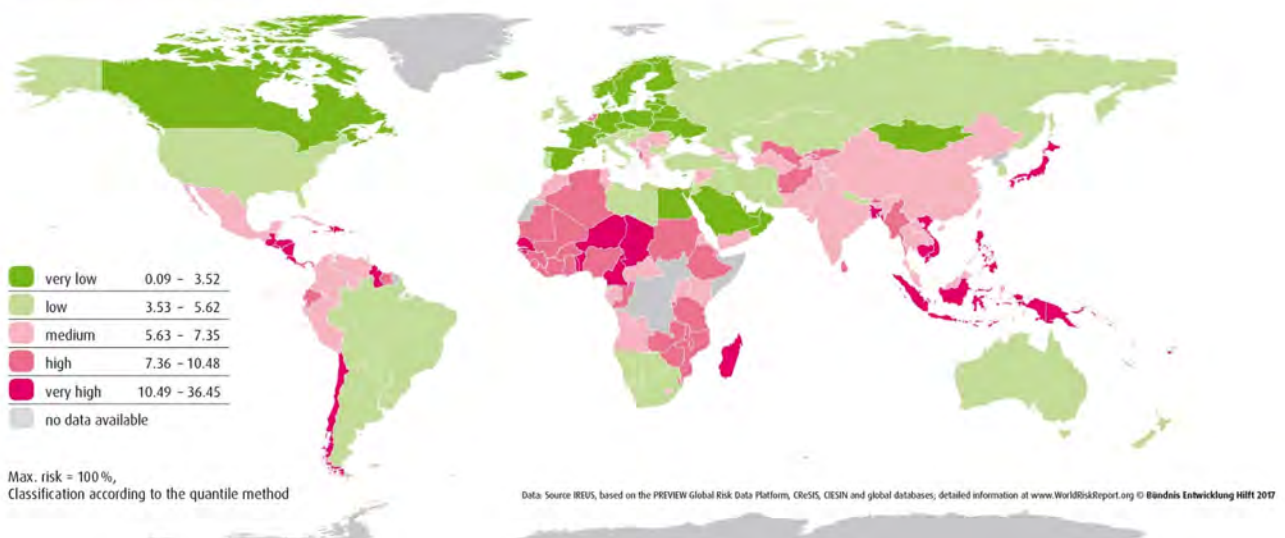
Data Source : EM-DAT
Edited by ICHARM, 2018

3

世界の自然災害

2017年版「ワールドリスクレポート」の自然災害に関する世界リスク指数

WorldRiskIndex (mean values 2012 - 2016)
WorldRiskIndex as the result of exposure and vulnerability

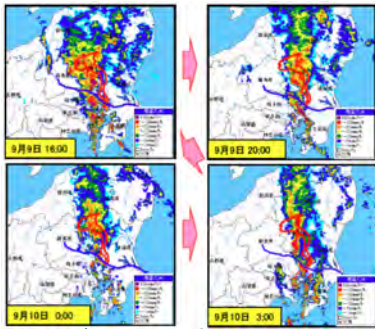


リスクの高い地域は、アジア・アフリカ・中南米に集中

4

近年の日本の豪雨災害の特徴

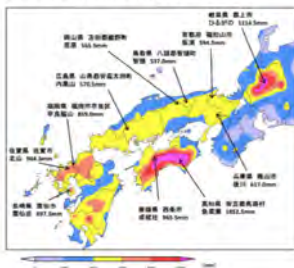
① 台風と前線の作用による豪雨の大規模化・観測史上最大規模の大雨の発生



台風18号及び台風から変わった低気圧に向かって南から湿った空気が流入し、鬼怒川流域で記録的な大雨となった。(H27.9)

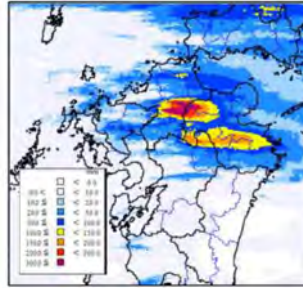
(国土交通省 社会資本整備審議会 河川分科会 大規模氾濫に対する減災のための治水対策検討小委員会資料)

期間降水量分布図(8月29日9時~7月6日24時)



西日本豪雨(気象庁:平成30年7月豪雨)

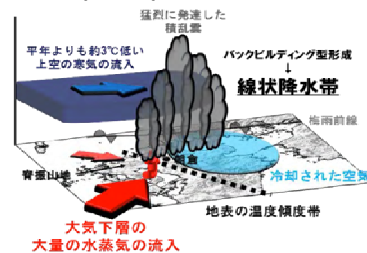
前線や台風第7号の影響により、暖かく非常に湿った空気が供給され続け、西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨となった。(H30.7)



2017年九州北部豪雨の発生要因(気象庁:平成29年7月九州北部豪雨の気象概況、九州地方整備局・福岡県:筑後川右岸流域河川・砂防復旧技術検討委員会資料)

○梅雨前線に向かって大気下層に大量の暖かく湿った空気が流入するとともに、上空に寒気が流入したため、大気の状態が非常に不安定となり、積乱雲が発達。

○雨量観測所の最大12時間雨量をもとに作成した等雨量線図。特に、筑後川支川の赤谷川上流部や佐田川上流部で非常に強い雨を記録している。(H29.7)



バックビルディング現象による線状降水帯の形成(気象庁:平成29年7月九州北部豪雨の気象概況)

近年の日本の豪雨災害の特徴

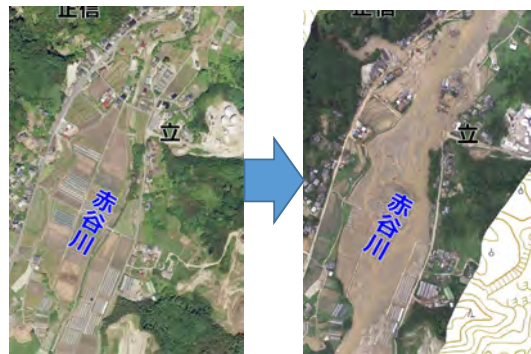
② 豪雨の履歴の少ない中山間地における土砂流出と洪水氾濫の一体的発生



十勝川水系ペケレベツ川、河岸侵食等による家屋流出状況(北海道開発局:平成28年8月台風災害における北海道及び東北地方での緊急的な治水対策等について)



石狩川水系辺別川、橋台裏側の侵食による落橋(寒地土木研究所井上卓也研究員)



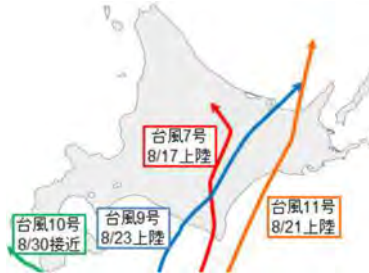
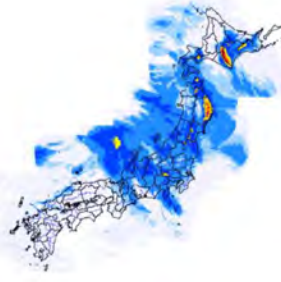
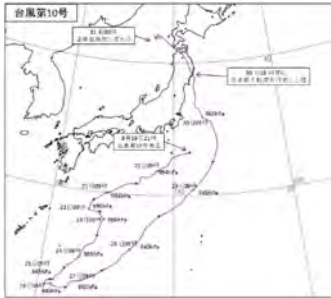
九州北部豪雨による(筑後川支川)中山間地河川赤谷川の氾濫(大量の土砂・流木による流路の変動)(国土地理院HP)



九州北部豪雨による甚大な人的被害の発生(筑後川右岸流域河川・砂防復旧技術検討委員会:報告書)

近年の日本の豪雨災害の特徴

③東北・北海道における過去の洪水災害が少ない地域での災害の発生



4つの台風が北海道に上陸

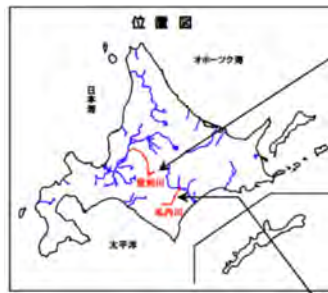
(北海道開発局:平成28年8月台風災害における北海道及び東北地方での緊急的な治水対策等について) ●空知川上流(南富良野町幾賀地区) 堤防決壊状況

H28年8月に4つの台風が相次いで発生し日本に上陸、第10号は太平洋を迷走した後発達して、東北太平洋岸に上陸(統計開始以来初)岩手県小本川、北海道ペケレベツ川等で氾濫や落橋等被害多発(気象庁:台風第7号、第11号、第9号、第10号及び前線による大雨・暴風)



中山間地河川(小本川)の氾濫と高齢者グループホーム「楽ん楽ん(らんらん)」における人的被害(9名死亡)

(左:国土地理院)



●札内川(帯広市 大正橋下流付近) 堤防決壊状況



北海道で堤防決壊等による氾濫が発生(北海道開発局:平成28年8月台風災害における北海道及び東北地方での緊急的な治水対策等について)

7

リスクコミュニケーションの課題

問題意識

これまで経験したことのない豪雨により大きな被害

避難情報の不足による「逃げ遅れ」で命を失うケースが大きな課題

- これから何が起こるのかを想像し、予兆に対して適切に対応できるようになっておく必要性
- 個人や地域コミュニティによる「共助」により地域の防災力を高める必要性

「リスクコミュニケーション」の重要性

- 平時から住民の興味を引く形で災害に関する情報を提供し、緊急時の情報提供にシームレスにつながる環境を整えるとともに、普段から洪水シミュレーションなどによる再現情報を実感できる形で提供し、今後想定される災害への対応能力向上につなげる
- 災害対応は個人の対応(自助)だけでなく集団での対応(共助)も重要であるため、集団での対応能力を向上させる

必要な技術開発

- 平常時から慣れ親しむことで、緊急時にもストレスなく利用できる情報利用ツール(スマートフォンでの利用が容易なアプリ等)の開発
- 災害時を想定した仮想空間上で、住民や行政が取るべき行動手順を自ら検証する、集団体験が可能な疑似体験ツールの開発

災害対応の課題の整理と今後の方針

平成27年1月:国土交通省「新たなステージに対応した防災・減災のあり方」

- ・ 最大クラスの大雨等に対しては「少なくとも命を守り、社会経済に対して壊滅的な被害が発生しない」ようにすることを目指す
- ・ 住民一人一人が自然災害に対する「心構え」と「知識」を備え、いざというときには、自ら考え適切に行動できるようにするための施策を推進するとともに、住民が自分の住んでいる場所の災害リスクを認識し、災害リスクと共存できる住まい方への転換が必要

平成27年8月:社会資本整備審議会「水災害分野における気候変動適応策のあり方について～災害リスク情報と危機感を共有し、減災に取り組む社会へ～」

- ・ 施設の能力を上回る外力に対し施策を総動員して被害を軽減するための考え方

平成27年9月 関東・東北豪雨災害(常総市鬼怒川など)

平成27年12月:社会資本整備審議会「大規模氾濫に対する減災のための治水対策のあり方について～社会意識の变革による『水防災意識社会』の再構築に向けて～」

- ・ 「施設の能力には限界があり、施設では防ぎきれない大洪水は必ず発生するもの」へと意識を变革し、社会全体でこれに備える「水防災意識社会」の再構築を訴える
- ・ これを受け、国土交通省では、水防法の改正や大規模氾濫減災協議会制度の創設など、関連法の改正や多様な関係者の連携体制の整備を進めた

平成28年8・9月 台風10号による災害(岩手県小本川、北海道空知川など)

平成29年1月:社会資本整備審議会:「中小河川等における水防災意識社会の再構築のあり方について」

- ・ 水害リスク情報等の地域との共有、治水対策の重点化・集中化による効率的・効果的な事業の推進、関係機関の連携、地方公共団体への支援について提言

9

防災・減災に向けた国際的な取り組み

第3回国連防災世界会議(仙台)

- ・ 国連加盟国(193か国)のほとんど(187か国)が参加。6千5百人が本体会議に参加し、パブリックフォーラム等の関連イベントを含め全体で14万人以上が参加。
- ・ 新たな国際防災指針の「仙台防災枠組み」を採択
- ・ 仙台防災枠組みでは減災に向けた「7つの世界目標」と「4つの優先行動」を明記
(7つの世界目標)
 - ①災害による死亡者数を減少(2020～2030年の人口10万人あたりの災害による死亡者数の平均値を、2005～2015年の平均値と比べて削減する)
 - ②災害による被災者数を減少(目標設定方法は死亡者数と同じ)
 - ③GDPに対する経済的な損失の割合を減少(2030年目標)
 - ④重要なインフラの損害を減少(特に健康・教育施設)(2030年目標)
 - ⑤防災戦略を採択する国の数を増加(2020年目標)
 - ⑥途上国に対し、国際協力による各国での活動への適切で持続的な支援を高める(2030年目標)
 - ⑦住民に対し早期警報システム及び災害リスク情報とリスク評価へのアクセスを増加(2030年目標)

10

防災・減災に向けた国際的な取り組み

第3回国連防災世界会議(仙台)

(4つの優先行動)

優先事項1: 災害リスクの理解

- ☆ 関連データの収集・分析・管理・活用 ☆ 災害が複合的に発生する可能性を含めた災害リスク評価
- ☆ 地理空間情報の活用, 防災教育, 普及啓発, サプライチェーン

優先事項2: 災害リスク管理のため災害リスクガバナンス

- ☆ 全てのセクターにわたる防災の主流化, 防災戦略計画の採択
- ☆ 関係ステークホルダとの政府調整場 関係ステークホルダとの政府調整場, ステークホルダへの責任と権限ステークホルダへの責任と権限付

優先事項3: 強靱化に向けた防災への投資

- ☆ ハード・ソフト 対策を通じた防災への官民投資
- ☆ 土地利用, 建築基準

優先事項4: 効果的な応急対応に向けた準備の強化と「より良い復興より良い(Build Back Better)」

- ☆ 災害予警報, 事業継続, 避難場所・食糧資機材の確保, 避難訓練
- ☆ 復旧・興段階における基準類, 土地利用計画の改善を含めた災害予防策
- ☆ 国際復興プラットフォーム(IRP)

(外務省仮訳)

11

中山間地での取り組み

①安価・簡便な流出モデル・水位変換技術の開発

観測データに依存しない、安価・簡便・高精度の汎用型洪水予測モデルを開発、中小河川の(急勾配・小流域等)特性を踏まえた流量～水位変換式の開発。

②多地点水位観測値を活用した予測精度の向上

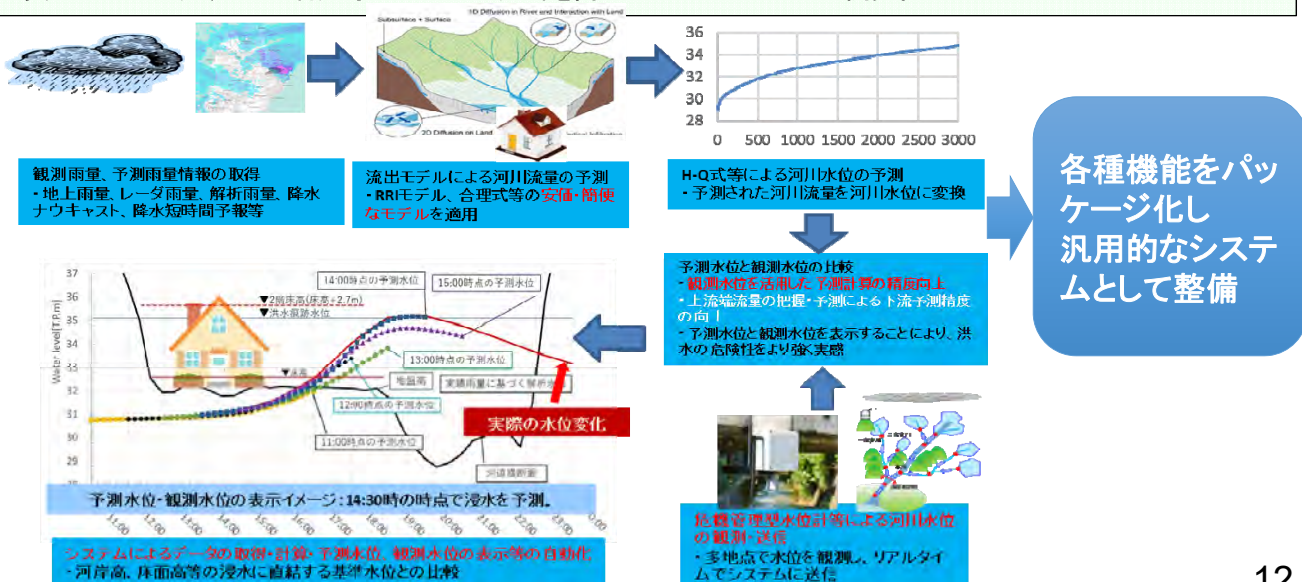
洪水予測計算にリアルタイムで送られる多地点水位観測データを同化することによる予測精度の向上と計算安定性の確保。

③洪水予測の自動計算・表示システムの作成

データの入・出力、演算等を自動処理する機能の開発と、洪水予測モデル及び各機能のパッケージ化。

④インターフェイスの整備

実河川への適用、データ利用等のユーザビリティを高めるインターフェイスの開発。



12

情報伝達・共有に関する取り組み

RRIモデルによる氾濫シミュレーション結果を用いた新たな洪水リスク指標「洪水カルテ」や特に洪水に弱い地区（「洪水ホットスポット」）の特定手法の提案

洪水外力パターン(5タイプ)

	降雨	H23年実績降雨	想定最大外力相当降雨※	ゲリラ豪雨※※
豊実ダム放流量 (モデル最上流)				
H23年実績放流量 (約7,500m ³ /s)		パターン1	パターン2	
河川整備基本方針引き延ばし 流量(約9,800m ³ /s)		パターン3	パターン4	
平常時流量 (約360m ³ /s)				パターン5

RRIモデルによる氾濫解析
(浸水深、浸水期間)

「洪水カルテ」作成に用いる8つの評価軸と閾値

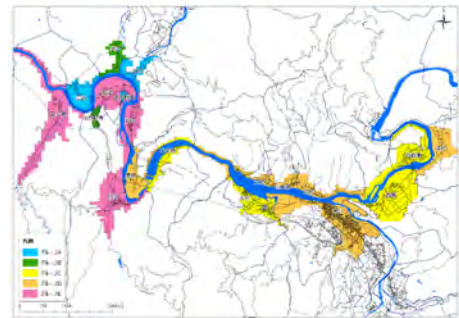
評価軸	評価地点	指標	評価(ランク)	閾値	閾値の設定根拠	指標の算出方法
① 避難開始までの余裕時間	地区内代表点	浸水深が0.1mから0.5mに達するまでの時間	a: 0.0分 b: 0.1分 c: 0.2分 d: 0.3分	0.5mに達しない場合 避難開始から避難完了までの時間差 避難完了	災害発生想定時刻にアップ RRIモデルによる計算結果	RRIモデルによる計算結果
		避難に必要な期間	a: 0.0分 b: 0.1分 c: 0.2分 d: 0.3分	0.1分以上0.2分未満 0.2分以上0.3分未満 0.3分以上0.4分未満 0.4分以上	RRIモデルでの計算結果を参考に、避難所要時間に基づき可能なように設定	RRIモデルによる計算結果
③ 地区の浸水深さ	地区内代表点	最大浸水深	a: 0.0m b: 0.1m c: 0.2m d: 0.3m	0.1m未満 0.1m以上0.2分未満 0.2m以上0.3分未満 0.3m以上	国土交通省マニュアル	RRIモデルによる計算結果
		避難所の最大浸水深	a: 0.0m b: 0.1m c: 0.2m d: 0.3m	0.1m未満 0.1m以上0.2分未満 0.2m以上0.3分未満 0.3m以上	国土交通省マニュアル	RRIモデルによる計算結果
④ 避難所の危険度	地区内代表点	地区と避難所との交通途絶	a: 0.0分 b: 0.1分 c: 0.2分 d: 0.3分	0.1分未満 0.1分以上0.2分未満 0.2分以上0.3分未満 0.3分以上	国土交通省マニュアル	RRIモデルによる計算結果
		地区と避難所との交通途絶	a: 0.0分 b: 0.1分 c: 0.2分 d: 0.3分	0.1分未満 0.1分以上0.2分未満 0.2分以上0.3分未満 0.3分以上	国土交通省マニュアル	RRIモデルによる計算結果
⑤ 地区と避難所との交通途絶	地区内代表点	地区と避難所との交通途絶	a: 0.0分 b: 0.1分 c: 0.2分 d: 0.3分	0.1分未満 0.1分以上0.2分未満 0.2分以上0.3分未満 0.3分以上	国土交通省マニュアル	RRIモデルによる計算結果
		地区と避難所との交通途絶	a: 0.0分 b: 0.1分 c: 0.2分 d: 0.3分	0.1分未満 0.1分以上0.2分未満 0.2分以上0.3分未満 0.3分以上	国土交通省マニュアル	RRIモデルによる計算結果
⑥ 浸水最大孤立者数	地区全体	50m以上の浸水域に居住し、かつ避難所がない人数	a: 0人 b: 10人 c: 20人 d: 30人	0人 10人以上 20人以上 30人以上	避難所相対比較が可能 人口・孤立 RRIモデルによる計算結果	RRIモデルによる計算結果
		30m以上の浸水域に居住する要配慮者の人数	a: 0人 b: 10人 c: 20人 d: 30人	0人 10人以上 20人以上 30人以上	避難所相対比較が可能 人口・孤立 RRIモデルによる計算結果	RRIモデルによる計算結果
⑦ 浸水の影響を受ける要配慮者	地区全体	50m以上の浸水域に居住する要配慮者の人数	a: 0人 b: 10人 c: 20人 d: 30人	0人 10人以上 20人以上 30人以上	避難所相対比較が可能 人口・孤立 RRIモデルによる計算結果	RRIモデルによる計算結果
		50m以上の浸水域に居住する要配慮者の人数	a: 0人 b: 10人 c: 20人 d: 30人	0人 10人以上 20人以上 30人以上	避難所相対比較が可能 人口・孤立 RRIモデルによる計算結果	RRIモデルによる計算結果
⑧ 洪水後の廃棄物	地区全体	50m以上の浸水域に存在する家数	a: 0人 b: 10人 c: 20人 d: 30人	0人 10人以上 20人以上 30人以上	避難所相対比較が可能 人口・孤立 RRIモデルによる計算結果	RRIモデルによる計算結果
		50m以上の浸水域に存在する家数	a: 0人 b: 10人 c: 20人 d: 30人	0人 10人以上 20人以上 30人以上	避難所相対比較が可能 人口・孤立 RRIモデルによる計算結果	RRIモデルによる計算結果

「洪水カルテ」の例: aランク(赤色)ほど危険度が高い

評価軸	外力パターン				
	1	2	3	4	5
① 避難開始までの余裕時間	a	c	a	b	d
② 避難に必要な期間	b	b	a	a	d
③ 地区の浸水深さ	a	aa	aa	aa	c
④ 避難所の危険度	d	d	d	d	d
⑤ 地区と避難所との交通途絶	a	a	a	a	b
⑥ 浸水最大孤立者数	b	a	b	a	b
⑦ 浸水の影響を受ける要配慮者	b	a	a	a	b
⑧ 洪水後の廃棄物	b	a	a	a	b
リスク小計値 (aa:4点, a:3点, b:2点, c:1点, d:0点)	17	19	21	21	9

閾値を用いた各指標のランク評価

クラスター分析による地区の類型化



新潟県阿賀町20地区を洪水特性に応じて類型化、特に洪水に弱い地区を「洪水ホットスポット」

洪水に弱い地区への対策強化

情報伝達・共有に関する取り組み

阿賀町災害情報共有システム: ARISM
(Aga town Risk Information System)

ユーザログイン: アゲ町からのお知らせ

カレンダー:

災害アーカイブ: 災害の写真等

地域の情報: 避難所情報など地区に特化した情報

リアルタイム雨量レーダー情報

リアルタイムダム情報

リアルタイム河川水位情報

災害リスク情報 (eコマップを活用)

リアルタイム雨量レーダー情報

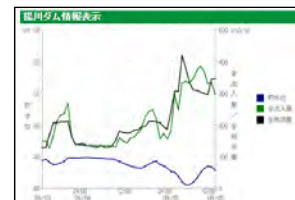
リアルタイムダム情報

リアルタイム河川水位情報

災害リスク情報 (eコマップを活用)

平常時から緊急時までシームレスに活用できる防災情報ポータルサイト「ICHARM災害情報共有システム (ICHARM Disaster Risk Information System: IDRIS)」の開発

コミュニティ・プラットフォーム



過去48時間のグラフ表示



浸水想定区域図・土砂災害警戒区域図・災害時要援護者施設を重ね合わせた「リスクマップ」(スマートフォンやパソコンで表示可能)

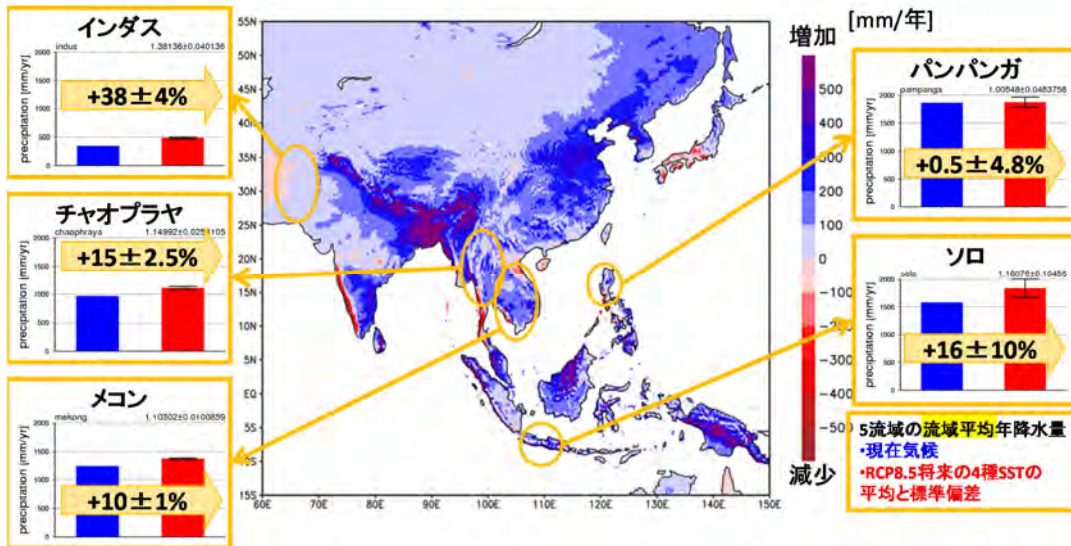
- 様々な主体から公開されている災害情報を、一元的に閲覧可能
- 現地情報の登録も可能 → 災害時の迅速な現地把握
- スマートフォンでも利用可
- 他自治体への適用汎用性が高い → 防災に対する予算が限られている市町村でも事業展開可能

気候変動に関する取り組み

(創生プログラム 2012.07 - 2017.03)

- アジア地域の代表的な5流域(パンパンガ河(フィリピン)、ソロ河(インドネシア)、メコン河下流(カンボジア)、チャオプラヤ河(タイ)、インダス河(パキスタン)で気候変動の影響評価を実施(降雨・流出・被害)
- 現在、引き続き統合プログラム(2017.04 - 2022.04)において、ダヴァオ河(フィリピン)とソロ河(インドネシア)での気候変動適応策調査を実施中

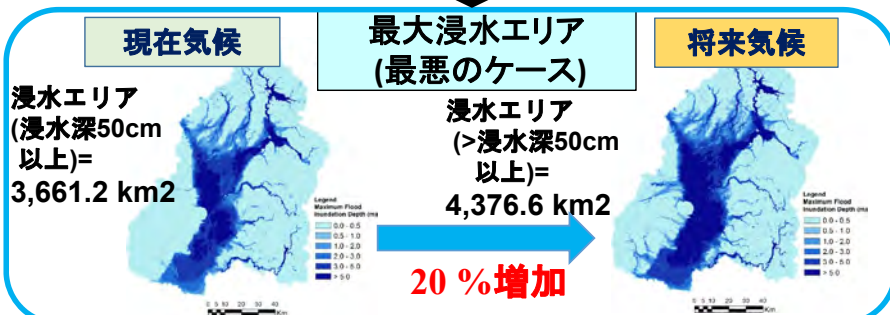
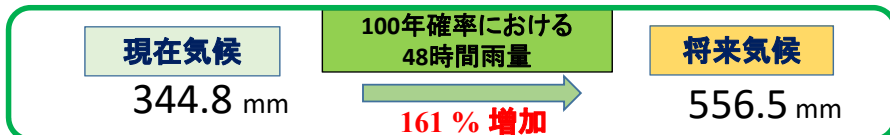
現在(1979-2003)と将来(2075-2099)の年平均降水量の変化



気候変動に関する取り組み

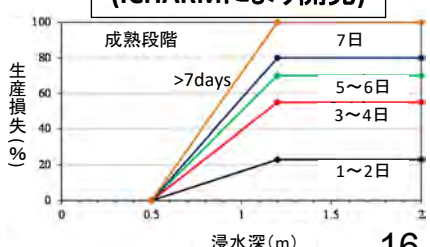
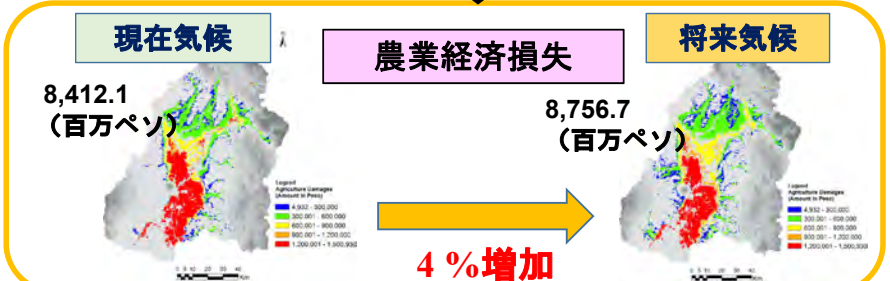
農業経済(稲作)損失にかかる洪水リスクアセスメント

パンパンガ河(フィリピン)



農家庭先価格 (17 ペソ/Peso/kg)
 米穀生産 (4360 kg/ha)

米穀生産にかかる被害関数 (ICHARMにより開発)



国際洪水イニシアティブ (IFI) の活動



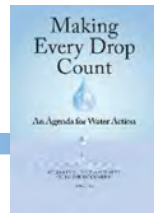
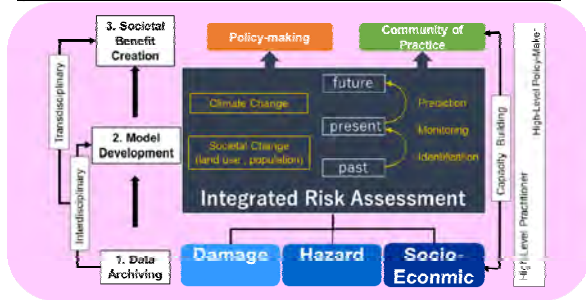
国際洪水イニシアティブ (International Flood Initiative; IFI)

ユネスコ国際水文学計画や世界気象機関(WMO)をはじめとする国連機関等が協働して水災害リスクの軽減に取り組む枠組み。ICHARMが事務局を担当

IFI 参画機関



IFIによる「水のレジリエンスと災害に関するプラットフォーム」支援 (Platform on Water Resilience and Disasters)



HLPWの最終成果文書
(2018年3月公開)
各国で「プラットフォーム」
を設立すべき」と明記

IFIが貢献する世界的議題



仙台防災枠組
(2015-2030)

PARIS 2015
COP21-CMP11
パリ協定



持続可能な開発目標 (2016-2030)



国連国際行動の10年(2018-2028)
「持続可能な開発のための水」

水に関するハイレベルパネル
(HLPW)(国連/世銀)
Sendai Framework) in an integrated
manner. Platforms on Water Resilience
and Disasters among all stakeholders
should be formulated in countries to
facilitate dialogue and scale up com-
munity-based practices.

対象トピック

データ統合、洪水予測、気候変動、
土砂災害、経済評価、危機管理計画

- 11か国の元首で構成する水に関するハイレベルパネル(HLPW)が、最終成果文書を国連事務総長、世界銀行総裁に手交(平成30年3月14日)。プラットフォームを明記

国際洪水イニシアティブ (IFI) の活動

IFIが支援する各国での「水のレジリエンスと災害に関するプラットフォーム」構築のための取り組み

フィリピン

プラットフォーム体制図

対象:
・パンパンガ川
・ダバオ川

主なプラットフォーム参加機関
・公共事業道路省
・科学技術省
・大気地球物理天文局
・市民防衛局
・国家経済開発庁
・国土地理・資源情報庁
・統計局
・フィリピン大学
・ICHARM

(2017年3月10日、マニラ)

スリランカ

対象:
・カル川
・ケラニ川
・マルヴァス川

主なプラットフォーム参加機関
・灌漑局
・気象局
・国家建築研究所
・災害管理センター
・メガポリス西部開発省
・JICA
・ICHARM

スリランカに導入された降雨および洪水予測情報の提供

ミャンマー

プラットフォーム体制図

対象:
・バゴー川
・シタン川

主なプラットフォーム参加機関
・気象水文局
・水資源・河川系開発局
・災害管理局
・灌漑水利用管理局
・ヤンゴン工科大学
・東京大学
・ICHARM

(2017年5月9日、ネピドー)

パキスタン

対象:
インダス川

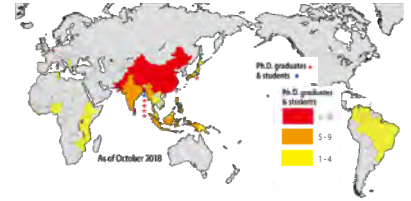
主なプラットフォーム参加機関
・国立農業研究センター
・水資源調査評議会
・地球変動影響研究センター
・気象局
・国家災害管理庁
・UNESCO
・ICHARM

パキスタン気象局に導入された洪水予測システム (Indus-IFAS)

(2017年3月3日、イスラマバード)

研修活動 —技術者の育成—

1. **修士課程(1年間)**: JICA・政策研究大学院大学(GRIPS)と連携し、主に途上国における洪水対策の行政官を対象とした1年間の修士課程「防災政策プログラム水災害リスクマネジメントコース」を2007年から実施。2018年8月時点で計124名が「防災修士」の学位を取得。現在14名が就学中。
2. **博士課程(3年間)**: 2010年からGRIPSと連携し、3年間の博士課程「防災学プログラム」を実施。2018年からJICAが博士課程学生のため、新たな奨学金制度を創設。2018年8月時点で計7名が博士の学位を取得。現在5名が就学中。
3. **短期研修**: 国際協力機構(JICA)、アジア開発銀行(ADB)、世界銀行(WB)と連携し、水関連災害リスクマネジメントに関する技術や知見の習得を目的として実施。
4. **フォローアップ活動**: 帰国後、研修生が取り組む活動の支援を目的に、ICARM職員が各国に出向き、セミナーなどを実施。



修士コースでの論文作成を通じて、世界の政府職員に対し、水災害研究グループが実施してきた研究及び開発技術の活用・普及を行い、各国での実践につなげている。

例) ガマ・サミュエルジョセフ氏、マラウイ共和国災害管理事務局(修士第10期生)

- 修士コースにおいて、洪水における社会・経済影響分析について学ぶとともに、将来の気候変動下での洪水の影響評価について理解を深めた。
- コースが修了し、帰国した数カ月後、同氏がUNDPIに対し、マラウイの新たな気候情報及び早期警報の行動計画を発表、1600万ドルの支援を受けることとなった。

