

領域テーマD「課題対応型の精密な影響評価」
領域課題: i. 自然災害に関する気候変動リスク情報の創出

サブ課題: e. アジアにおける水災害リスク評価と適応策情報の創生
Development of risk assessment and adaptation strategies for
water-related disaster in Asia

課題代表者: 鈴木 篤

(独)土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター
(ICHARM)

平成27年1月28日



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

International Centre for Water Hazard and Risk
Management under the auspices of UNESCO



本研究の必要性と期待される成果

- アジアでは急速な経済発展が起きているが、水災害が多発する地域であることから、その影響も大きい。
- 将来の影響の予測は、気候変化、社会要因も含め複合的であり、また、地域によって特徴が異なる。
- インフラ整備による対策には長期間を要するが、その間に起こる変化を先取りした防災・水資源管理の計画が重要である。



2011年 タイ洪水
(バンコク北部)

アジアの特徴的な5つの脆弱地域に関し

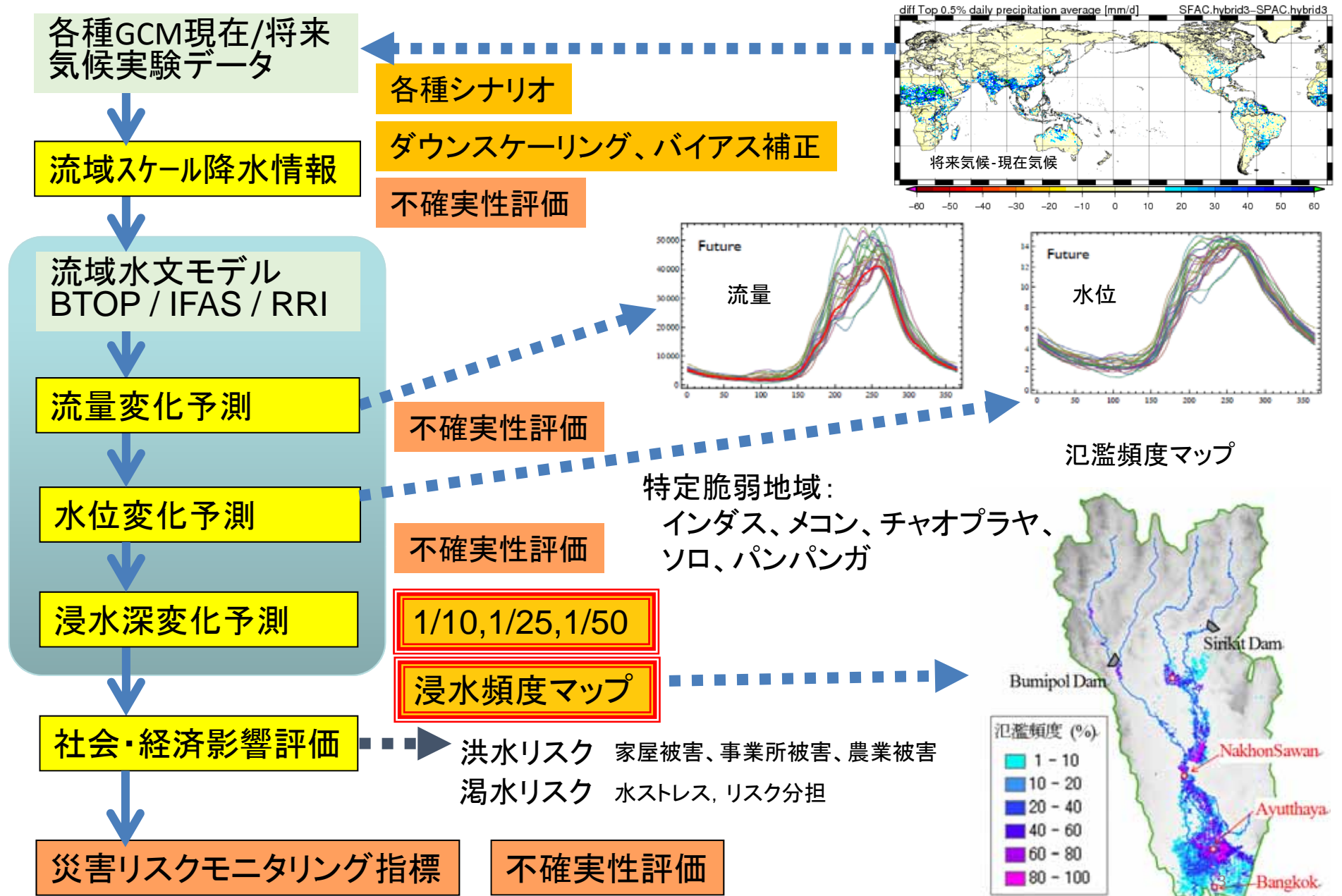
水災害リスク, 影響範囲, 頻度の変化を提示

その総合から

気候変化適応のために必要な情報の創出

ICHARMは、これまでに培ってきたユネスコ, ADB, JICA, MRC, PMD, RID, PAGASA, BBWS等との連携プロジェクトやネットワークを活かして、現地実践を支援しているが、この中で、将来の水災害リスクの評価が喫緊の課題となっている。

GCM降雨情報から水災害リスクの評価の基本技術



対象とする特定脆弱地域

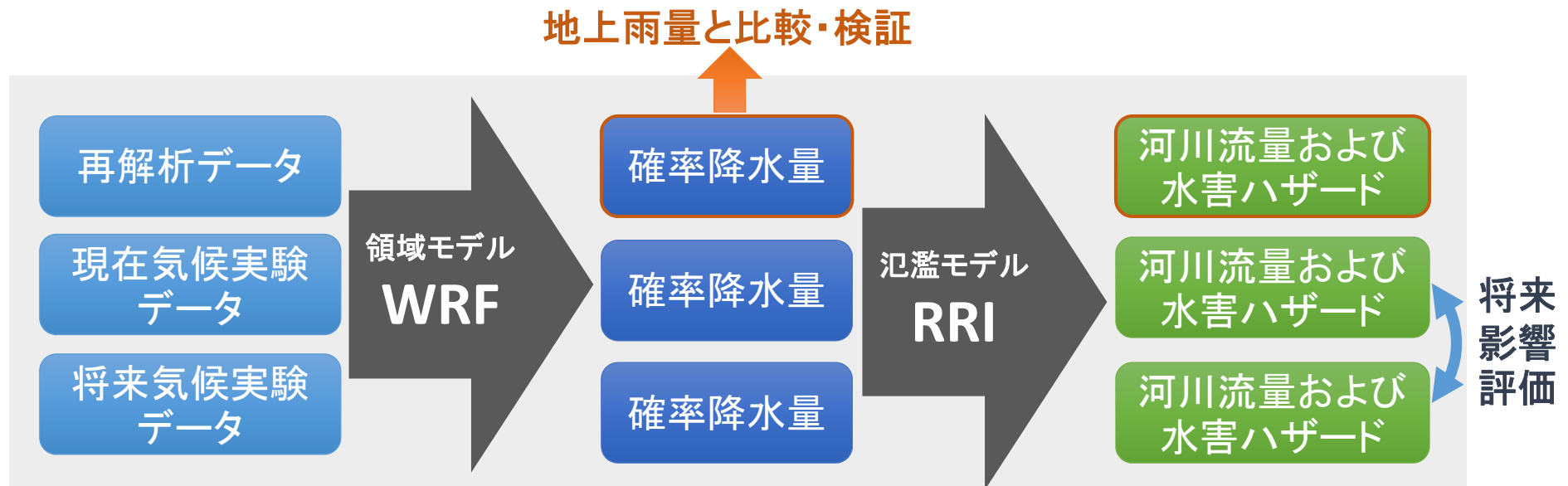
特徴の異なる特定脆弱地域での影響評価

河川名	属性	流域面積	流域内人口
<u>インダス</u>	大陸, 半乾燥, 雪氷	117 万km ²	23700万
<u>メコン</u>	大陸, モンスーン, ダム計画	80 万km ²	6000万
<u>チャオプラヤ</u>	大陸, モンスーン, 既存ダム	16 万km ²	2800万
<u>ソロ</u>	島嶼, 火山, 台風なし	1.6 万km ²	1700万
<u>パンパンガ</u>	島嶼, 火山, 台風あり	1.1 万km ²	580万



パンパンガ川流域の力学的ダウンスケーリング

- 島嶼の小流域(約10,500km²)であるPampanga川流域では、高解像度の時間雨量データが必要であるため、力学的ダウンスケーリングにより降雨予測を行う。
- 領域モデルWRFにより、GCM・再解析データ20~80kmを5km/2kmにダウンスケーリング。



用いる気候実験データ

- ERA-interim 約80km(再解析雨量)
- MRI-AGCM 3.2S 20km間隔(現在気候、RCP8.5)
- MRI-AGCM 3.2H 60km間隔(現在気候、RCP8.5)

〈モデル特性の把握〉

- 最近発生した4洪水を対象
- 台風性の降水イベントで再現性を確認

〈再解析データ、現在気候実験、将来気候実験による検討〉

- それぞれ各25年間を対象に力学的ダウンスケーリング、年最大24時間降水量の頻度分布を求める。
- 現在バイアス補正を考案中。

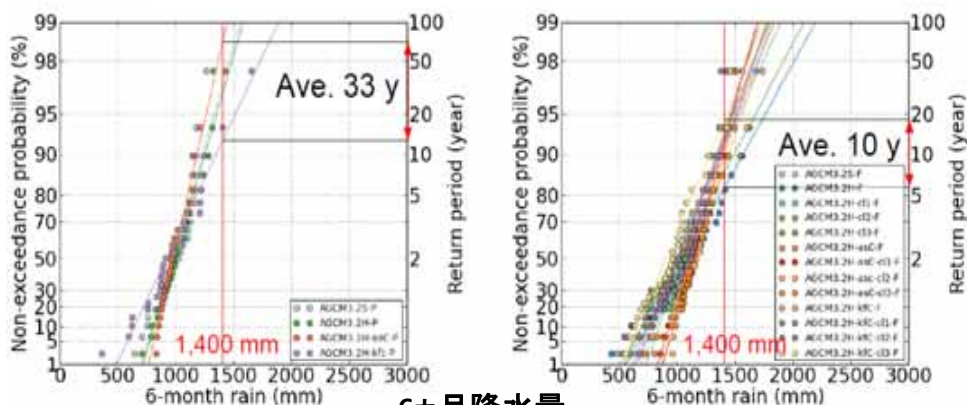
チャオプラヤ川流域における将来の降水量、氾濫高の変化

検討内容

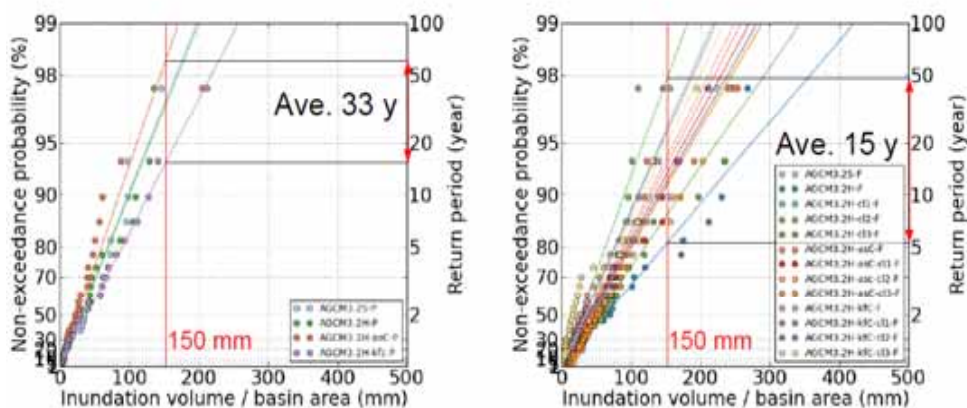
- ・将来の気候変動の影響を評価するため、降雨流出氾濫モデル(RRI)により現在及び将来の氾濫量を計算し、2011年洪水相当の生起確率の氾濫について分析。
- ・革新GCMでのアンサンブル解析結果を使用。

現在

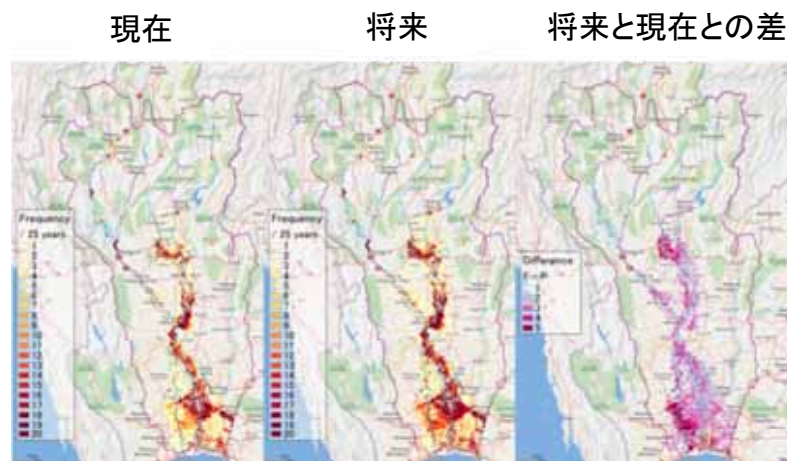
将来



6か月降水量



流域平均の氾濫高(氾濫量/集水面積)



氾濫頻度

- ・2011年洪水(6か月降水量)の生起確率は、現在1/33 → 将来1/10
- ・2011年洪水(氾濫量/集水面積)の生起確率は、現在1/33 → 将来1/15
- ・2011年洪水(氾濫域)は、現在と将来で大きな変化はないが、氾濫頻度は大きくなる。

ソロ川流域における将来の流量・最大氾濫量の変化

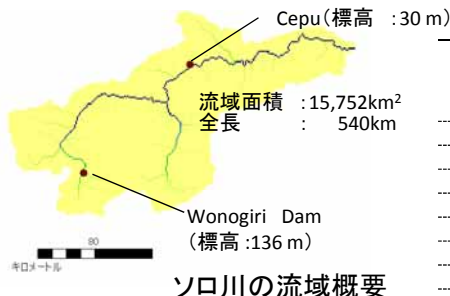
検討内容

- ・ソロ川流域の流出特性の把握 : Cepu観測所の年最大流量と積算雨量(2003年~2009年)の相関関係を検討.
- ・現在気候と将来気候におけるピーク流量と最大氾濫高の把握 : RRIモデルを用いて, MRI-AGCM3.2S現在気候(1979-2003), MRI-AGCM3.2S将来気候(2075-2099)を用いてピーク流量・最大氾濫高の頻度解析を実施.
- ・革新プログラムで整備されたMRI-AGCM3.2S(排出シナリオ:SRES A1B)の出力結果を使用.

(1) 流出特性

- ・4日積算雨量が年最大流量との相関係数が最も高い.

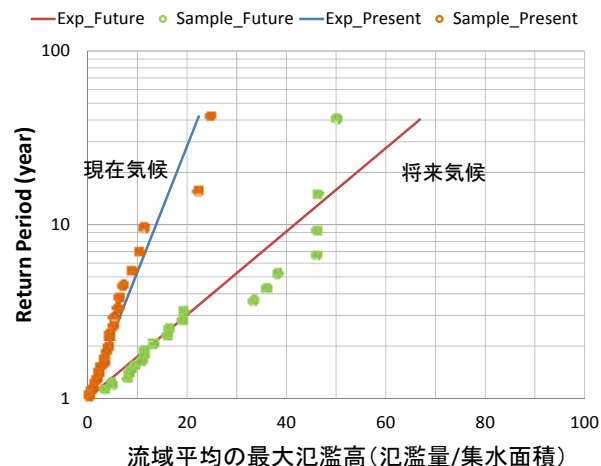
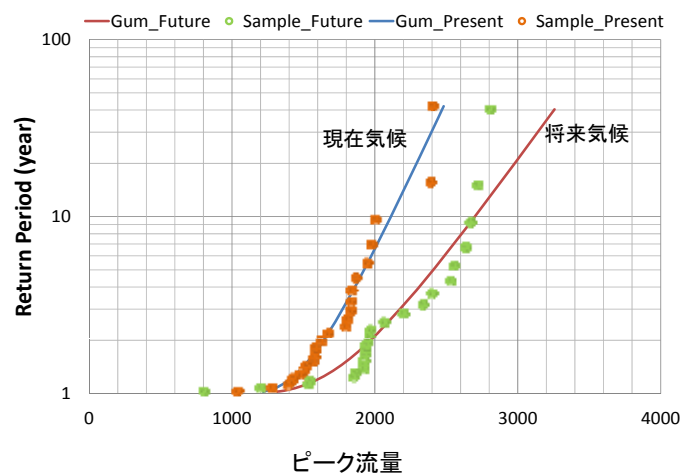
(流域面積は小さいが、勾配がゆるく、ピーク流量の出現まで数日かかる)



年最大流量と積算雨量の関係

年	年最大流量 (m ³ /s)	積算雨量(mm)							
		1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日
2003	1649.30	23	39	49	57	73	86	95	105
2004	1522.29	20	47	75	90	99	105	125	131
2005	2297.45	9	36	48	61	75	85	90	101
2006	2322.11	16	27	51	53	55	56	56	58
2007	2947.44	19	47	57	167	173	177	180	197
2008	2633.32	14	42	56	60	65	88	109	112
2009	2537.69	7	48	83	111	132	154	163	174
Correlation		-0.463	0.093	-0.050	0.503	0.449	0.478	0.418	0.416

(2) 現在気候と将来気候のピーク流量・流域平均の最大氾濫高の頻度



ピーク流量・最大氾濫高とリターンピリオドの関係

左:ピーク流量(Gumbel分布),
右:流域平均の最大氾濫高(指数分布)

(将来気候について, 極端現象は除外した)

- ・年最大4日積算雨量に前後4日ずつ加えた合計12日間の雨量をRRIモデルに入力し, 出力結果の頻度解析を実施した.
- ・10年確率のピーク流量は、現在気候では約2,100 m³/sであるのに対し, 将来気候では約2,700 m³/sである.
- ・10年確率の流域平均の最大氾濫高は、現在気候では約15 mmであるのに対し, 将来気候では約40 mmである.

洪水リスク評価の例（パンパンガ川流域の農業被害計算）

下記パンパンガ川流域で実施した方法を、他河川流域で適用可能性を検討中

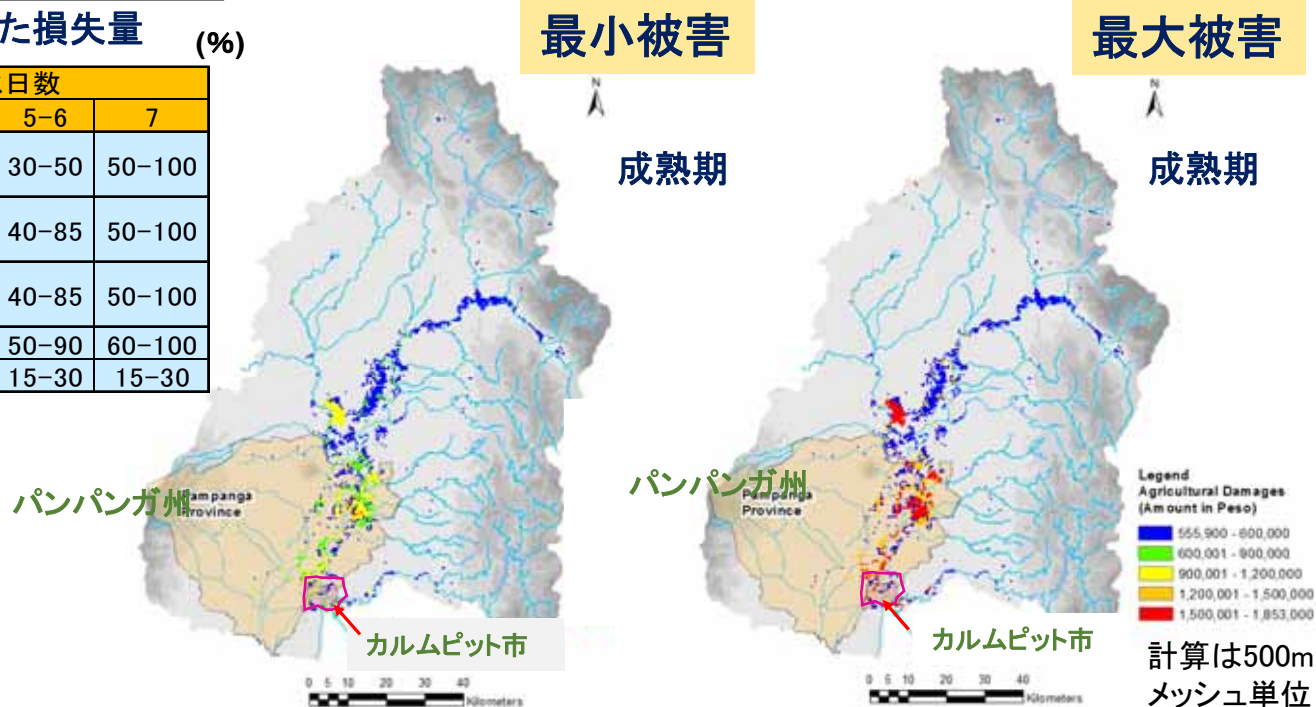
米の成長段階と洪水日数を用いて
推計した農業被害額

米の成長段階と洪水日数に応じた損失量 (%)

米の成長段階	浸水日数			
	1-2	3-4	5-6	7
成長段階 (田植え後21-45日)	10-20	20-30	30-50	50-100
穂ばらみ段階(46-75日) (部分的浸水の場合)	10-20	30-50	40-85	50-100
穂ばらみ段階(46-75日) (完全浸水の場合)	15-30	40-70	40-85	50-100
成熟段階(76-115日)	15-30	40-70	50-90	60-100
熟成段階(116-130日)	5	10-20	15-30	15-30

出典: 被害評価と報告システムマニュアル
(フィリピン農業省農業統計局)

RRIモデルを使って再現
した洪水(2011年9月26日
~10月4日)による計算



被害曲線の最小値を適用

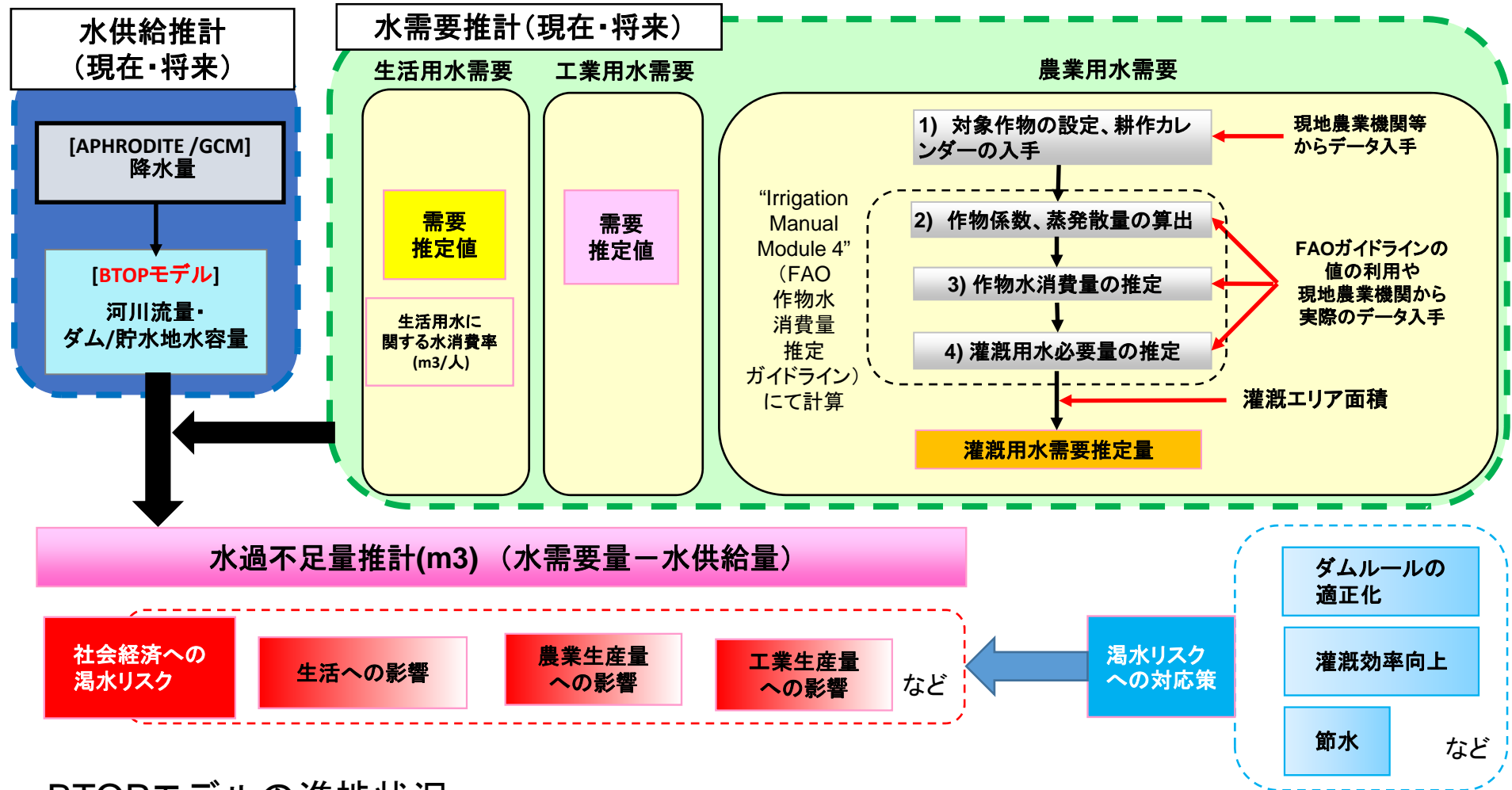
被害曲線の最大値を適用

推計結果と
被害データ
の比較

	パンパンガ流域(45,900ha)		パンパンガ州(15,900ha)		カルムピット市(1,250ha)	
	推計値	統計値	推計値	統計値	推計値	統計値
最大被害	1,754		777	1,376	54	37
最少被害	966		443		30	

被害額(単位:百万ペソ)

渇水リスク評価の考え方



BTOPモデルの進捗状況

項目	パンパンガ川	チャオプラヤ川	ソロ川
モデルの構築・キャリブレーション		構築中	
モデルによる過去の渇水状況の評価		着手	
気候変動による将来の渇水影響評価		検討中	

連携、普及

(1) 最近の活動事例



PAGASA(フィリピン大気・地球・宇宙庁)との意見交換の様子(2014.7)



インドネシア公共事業省水資源総局長との意見交換の様子(2014.5)

(2) 今後の予定

- ・今後、関係政府機関と協力して引き続きデータ収集並びに意見交換を実施する予定である。
- ・最終年度には、成果普及のためのワークショップ等を実施する予定である。

今後の展開

流域スケールでの影響評価基本技術として、ダウンスケーリング手法の精度向上、流出氾濫モデルの構築、リスク評価手法の検討を行う。対象5流域については、パンパンガ川とソロ川の2流域について検討を先行し、手法の構築を目指す。今後は、入手したAGCMを活用した分析とともに、他の3流域においても順次検討を進める。

具体的な河川流域における事例研究に関する展開例

流域名	今後1年程度の実施予定
パンパンガ川	<ul style="list-style-type: none"> 【ダウンスケーリング】 ・GCMの気候実験データを用いたダウンスケーリングの実施 【渇水関係】 ・需要計算式の精度向上(農業及び生活用水) ・アンガットダム渇水検討(下流農業用水、マニラ首都圏流域外導水) ・農業の渇水による影響コストの算定方法検討 【リスク評価】 ・ダメージ計算手法の検討 ・不確実性の評価 ・家屋被害に関するリスク評価手法の整理
メコン川	<ul style="list-style-type: none"> ・洪水、渇水被害に関するデータ収集 ・家屋洪水被害モデルの検討
ソロ川	<ul style="list-style-type: none"> ・MRI-AGCM3.2Hのアンサンブル予測の検討 ・渇水検討のための水文モデルの精度向上(IFAS3タンクモデル、BTOPモデル) ・農業用水、生活用水、工業用水の需要量の整理 ・洪水・渇水被害状況の整理(収集データの解析、被害特性の整理)・リスク評価の検討
チャオプラヤ川	<ul style="list-style-type: none"> ・洪水・渇水被害状況の整理(収集データの解析、被害特性の整理) ・リスク評価の検討
インダス川	<ul style="list-style-type: none"> ・流出氾濫解析モデルの再現性の向上(融雪モジュールの開発、ダム・堰運用の入力等) ・気候変動影響予測(GCMデータを用いた解析。ただし将来融雪量予測が課題) <p>(現在の社会情勢等からこの地域のリスク評価研究に係るデータ収集には困難な面もある。)</p>