

河川技術シンポジウム

(平成24年6月21-22日、東大・弥生講堂)

豪雨・洪水の 可能最大事象と頻度解析

京都大学防災研究所

寶 馨

2012/06/22

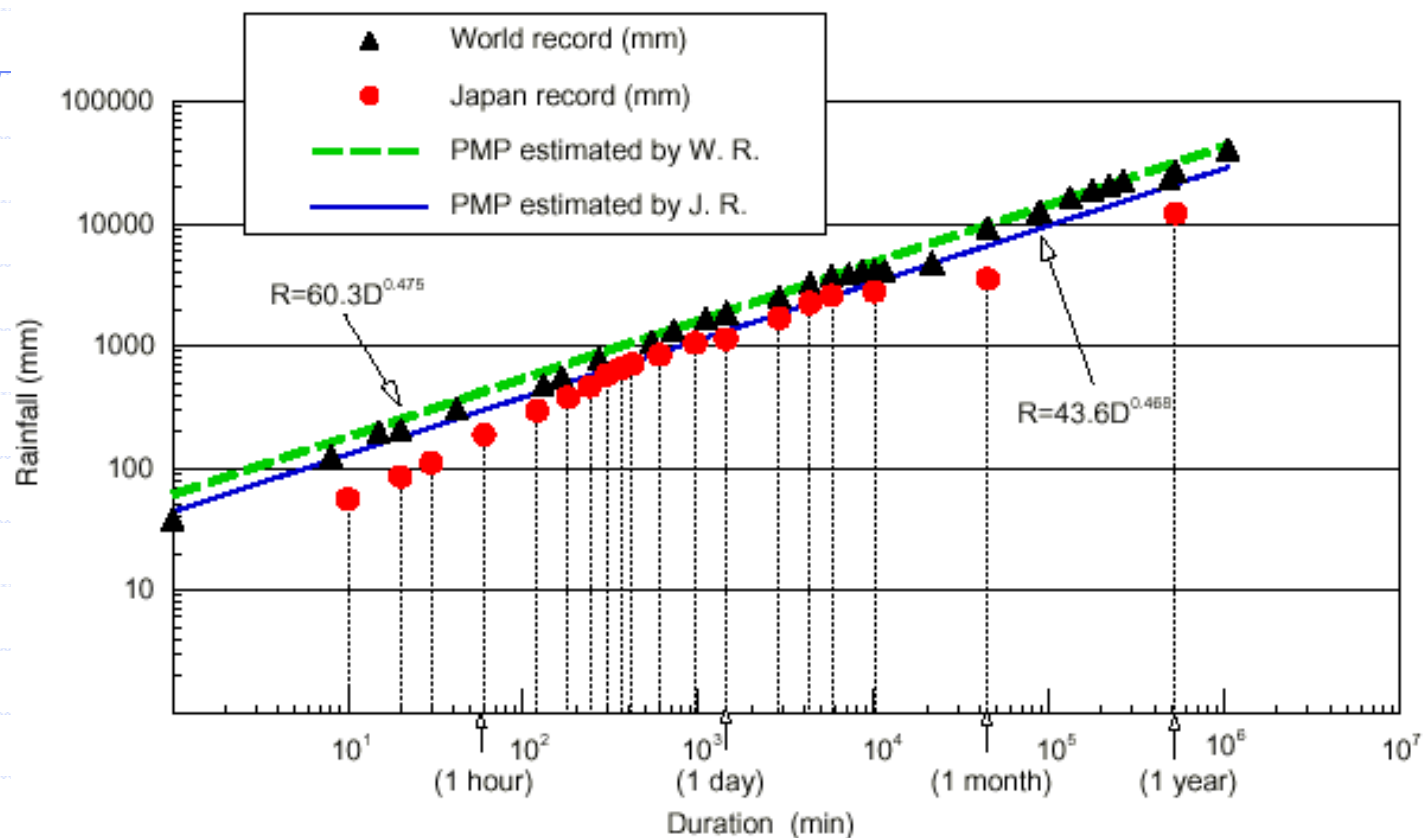
はじめに

- ◆ 可能最大降水量（PMP）や可能最大洪水（PMF）は水文学では古くから考えられてきている。
（一方、可能最大津波（PMT）は、何年か前に米国の原子力関係者の間では議論に上がったことがあるが、日本ではこれまでほとんど議論されてこなかった。）
- ◆ 水災害のリスクを考慮して、治水計画、都市計画、地域防災計画が立案されねばならない。
- ◆ そのための基本として実施される豪雨や洪水の極端事象（極値）の頻度解析手法の概要を述べ、今後の課題と方向性を示す。
- ◆ 決定論的手法と確率論的手法の考え方を述べ、可能最大事象（物理学）と頻度解析（統計学）を結びつけたアプローチの重要性を示す。

河川の計画・設計、危機管理・リスク管理

	伝統的な治水対策	リスク・マネジメントの概念導入
計画・設計規模	基準点での再現確率統計量 (T年確率降雨・洪水) 既往最大洪水	再現確率統計量の不確定性を考慮する 多地点での危機管理も必要
河川整備の進め方	固定的長期目標(基本方針)に向かって、中期計画(河川整備計画)を実施し、さらに見直す段階的(アダプティブとも言える)整備	アダプティブ・マネジメント(PDCAサイクルの適用?) タイムスパンをどうするか?) まだ確立されていない 非定常性?
実務	人為的なミスは起こらない (ノーマス仮説)、無謬主義	人為的なミスは一定の確率で起こる
設備	壊れない、完璧に作動する、 老朽化・劣化を考えない (メンテが十分か?)	故障・不良がありうる、 老朽化・劣化する リスクは時变的
超過外力	別途対策を考慮 (超過洪水対策) 特に決まりはない	超過する事象も考慮する? 可能最大を考慮する? 温暖化影響?

世界と日本の豪雨記録(可能最大降水)



世界および日本の豪雨記録とそれに基づく可能最大降水量(PMP)の推定線 [Takara et al. (1996)
または水文・水資源ハンドブック(1997, p. 230)に記載の図をデータ更新により修正]

2004年8月1日に徳島県上那賀町海川で24時間雨量1317 mm を観測。日本記録を更新。これは上の推定線を越える。それまでの日本記録は、同じ地域的那賀郡木頭村日早(ひそう)の1138 mm (1976年9月10-11日)。

2004年8月 台風10号による地すべり（徳島県）

24時間に1317 mm !!

日本新記録(海川、2004年8月1日)



木沢村(現・那賀町)



木沢村(現・那賀町)



193 橋が流失。トンネルの入り口が埋まった。

日本及び世界の豪雨記録とPMP

(2004年8月の海川1317mm/24hr を入れて修正)

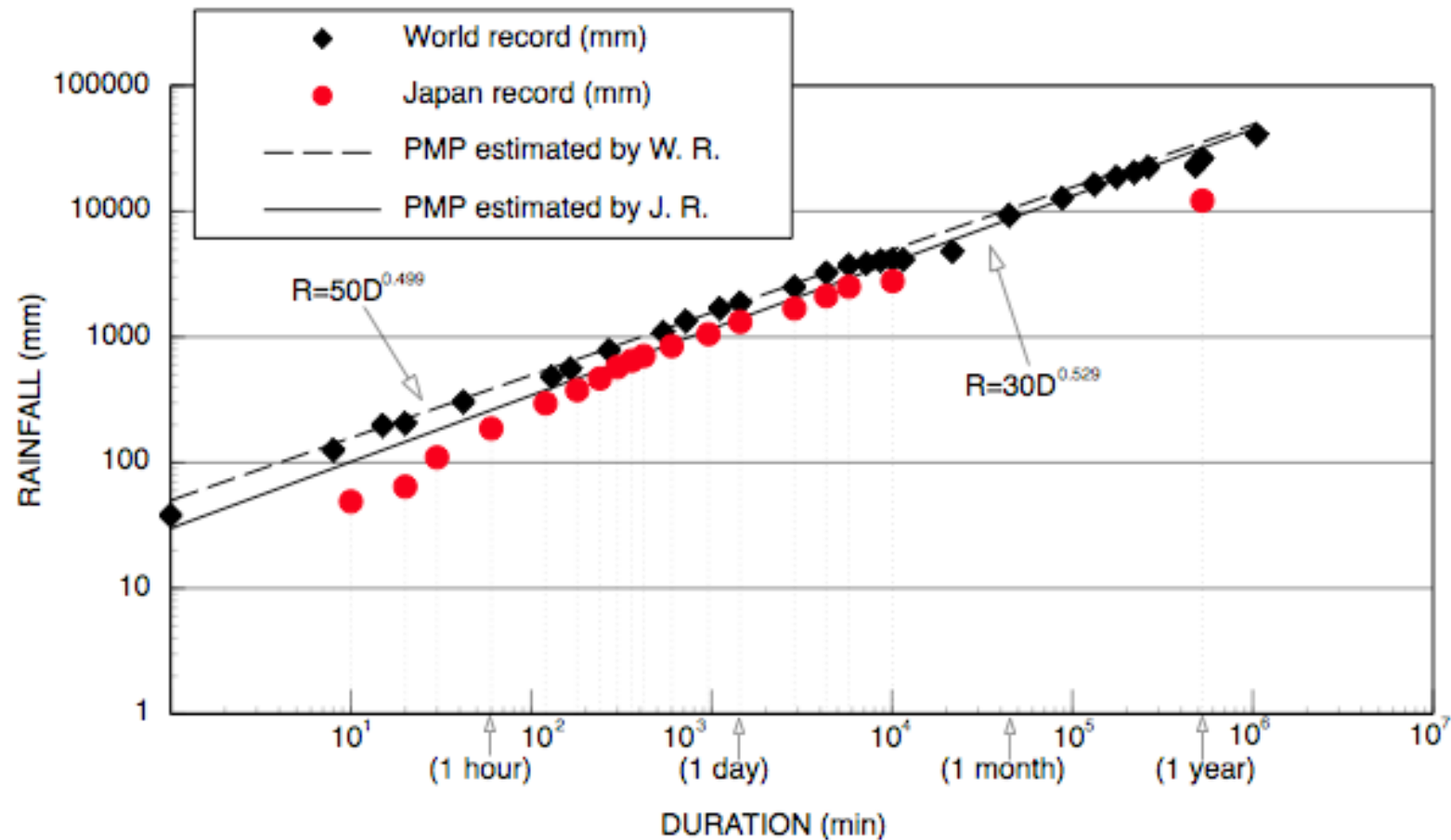


図1： 世界および日本のPMPの推定線

PMP の推定法

- ◆ 統計的手法 (統計学、極値統計論)
- ◆ 気象力学的手法 (物理学、地球物理)
可降水量 (precipitable water)
- ◆ 水文気象学的手法 (物理学、河川水文学)
PMP 流域面積を考慮
- ◆ DAD 解析

水文頻度解析

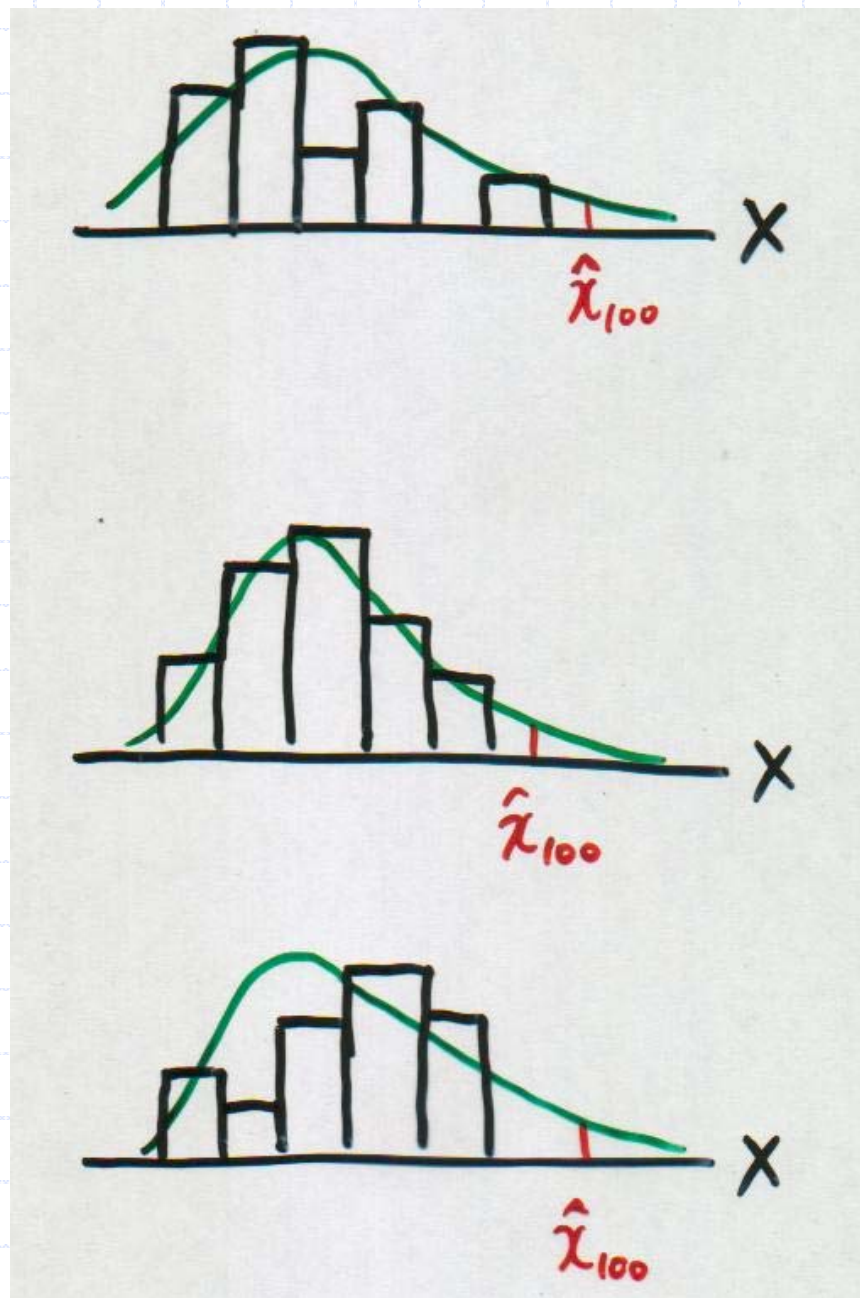
- ◆ 水工計画・設計の基本量(確率水文量、再現確率統計量)を求める。
- ◆ 標本(独立性・等質性を仮定)に複数の確率分布をあてはめ、良く適合する分布を選択する。
- ◆ 確率水文量の変動性を jackknife法でチェックし、バイアス補正、変動幅を考慮して最終モデル(確率分布)を選ぶ。

水文頻度解析の実際的な手順

- ① 水文極値データの収集・吟味
(独立性・均質性などをチェック)
- ② 候補となる確率分布を複数選ぶ
(極値分布、対数正規分布、ガンマ分布など)
- ③ データに確率分布を当てはめる
(確率紙や解析的方法を用いる)
- ④ 当てはまり具合 (適合度) を評価する
(目視、客観的適合度評価規準による)
- ⑤ 適合度の良い確率分布を選び、それによって再現確率統計量を求める

データの
組み合わせ
によって
確率水文量
が異なる

標本サイズ
(データ数)
によって
確率水文量
が異なる



用いる
確率分布
によって
確率水文量
が異なる

結果ファイル名

水系名-河川名-地点名

淀川 - 姉川 - 流域平均

結果ファイル
読込

表示項目

確率水流量

Jackknife推定値

確率分布モデル

Exp

LExp

Gumbel

Gp

SQRTEt

GPExp

GEV

LP3Rs

LogP3

Iwai

IshiTaka

LN3Q

LN3PM

LN2LM

LN2PM

LN4PM

すべて設定

すべて解除

グラフタイプ

対数正規確率紙

正規確率紙

ガンベル確率紙

指数確率紙

再描画

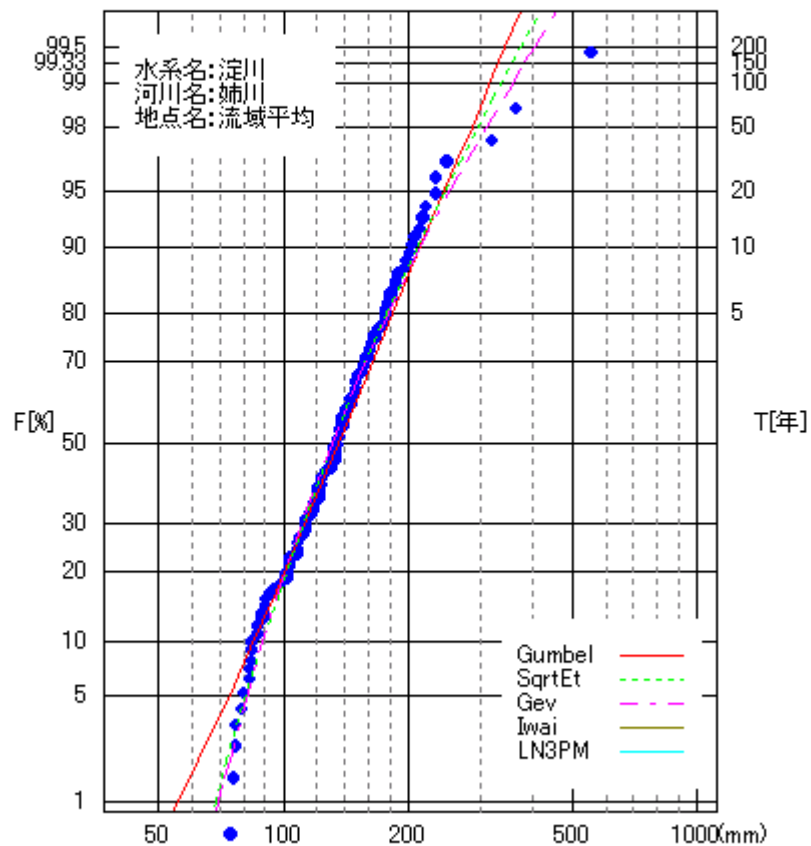
ヒストグラム表示

数値画面表示

印刷

加ース

【対数正規確率紙】



結果ファイル名
 水系名-河川名-地点名 淀川 - 姉川 - 流域平均

結果ファイル
 読込

表示項目

確率水流量 Jackknife推定値

確率分布モデル

- Exp
 - Gumbel
 - SQRTET
 - GEV
 - LP3Rs
 - LogP3
 - Iwai
 - IshiTaka
 - LN3Q
 - LN3PM
 - LN2LM
 - LN2PM
 - LN4PM
 - LExp
 - Gp
 - GPExp
-

グラフタイプ

- 対数正規確率紙
- 正規確率紙
- ガンベル確率紙
- 指数確率紙

再描画

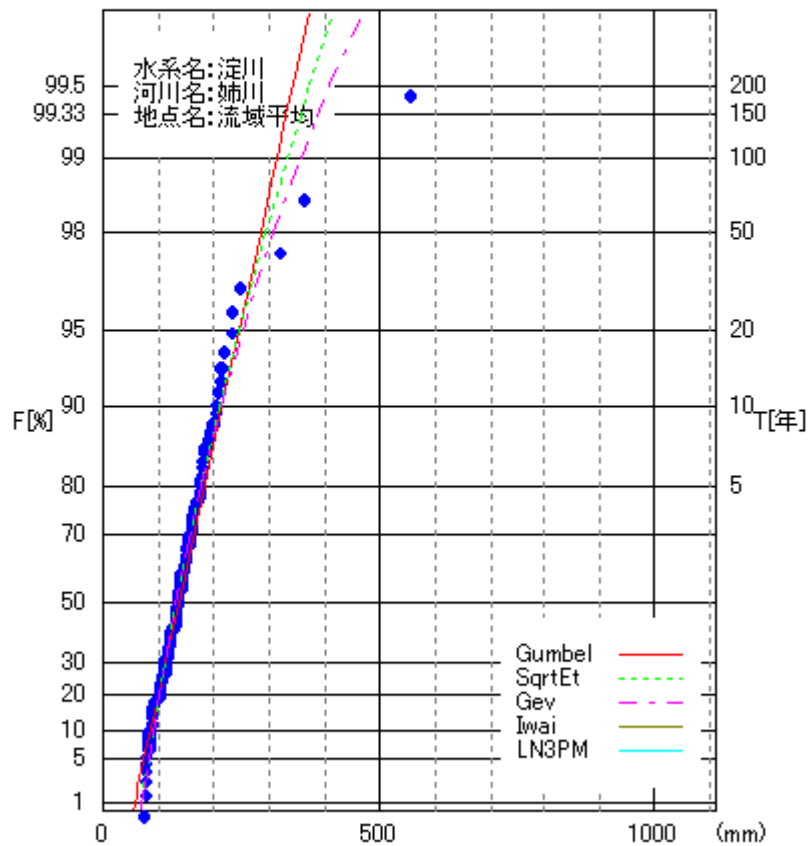
ヒストグラム表示

数値画面表示

印刷

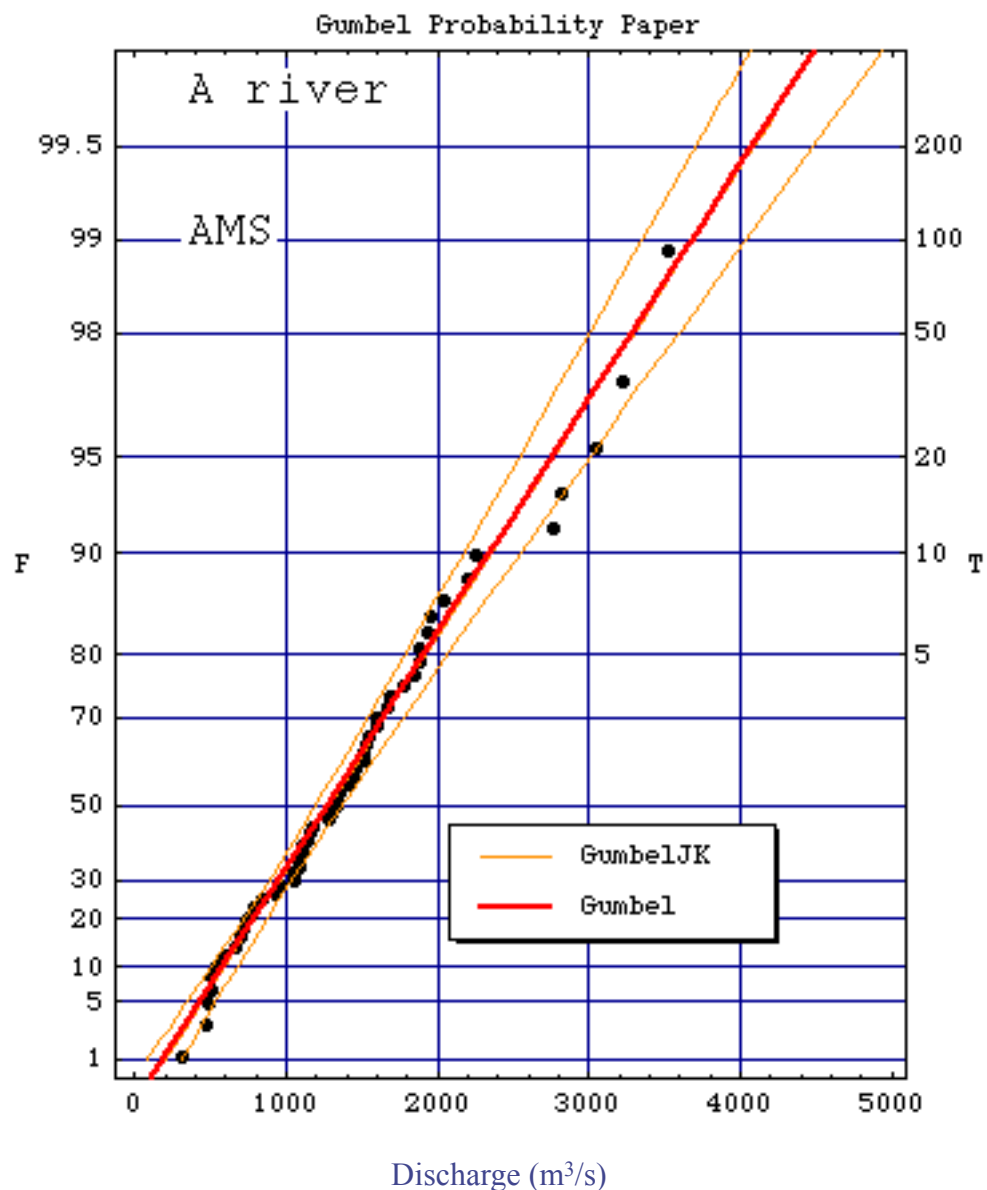
加-ズ

【ガンベル確率紙】



ジャックナイフ法 で偏り補正と誤 差推定ができる。

Gumbel 分布をA川の年最大流量の極値データに当てはめた場合(太い赤線)とジャックナイフ法で補正した場合(細い赤線、太い赤線に重なっている)。両側の細い赤線はジャックナイフ推定誤差。



新しい課題

- ◆ 標本サイズが大きくなってきた
100年を越えるデータ
- ◆ 気候変動(地球温暖化)を想定できるか？
もう「確率年」は不要、無用？
非定常時系列の解析法は？

提案:

標本サイズNに応じた水文頻度解析

- ◆ $N < 30$ (小標本): 安全側簡易推定で十分。
極値確率紙に Weibull プロットを施し、
図式推定法でT年確率水文量を推定する。
- ◆ $30 \leq N < T$ (中標本): 外挿推定なので確率分布
(極値分布を推奨)を用いる。
従来の方法を踏襲する。
- ◆ $T \leq N$ (大標本): 内挿推定なので経験分布を用
いる (distribution free)。
ここで提案する手法。

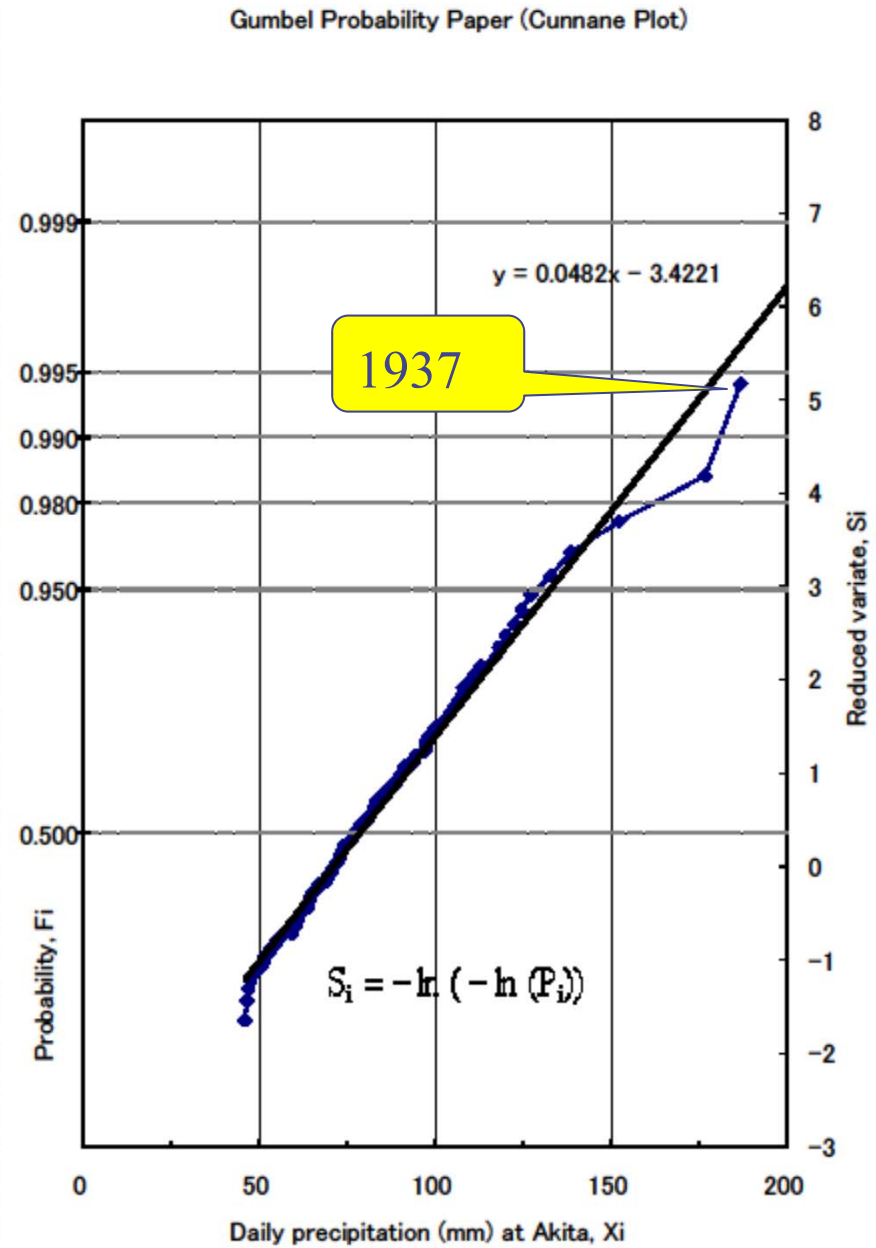
秋田 Akita

Gumbel

X100= 168 mm

Non-Parametric (one time)

X100= 182 mm



名古屋 Nagoya

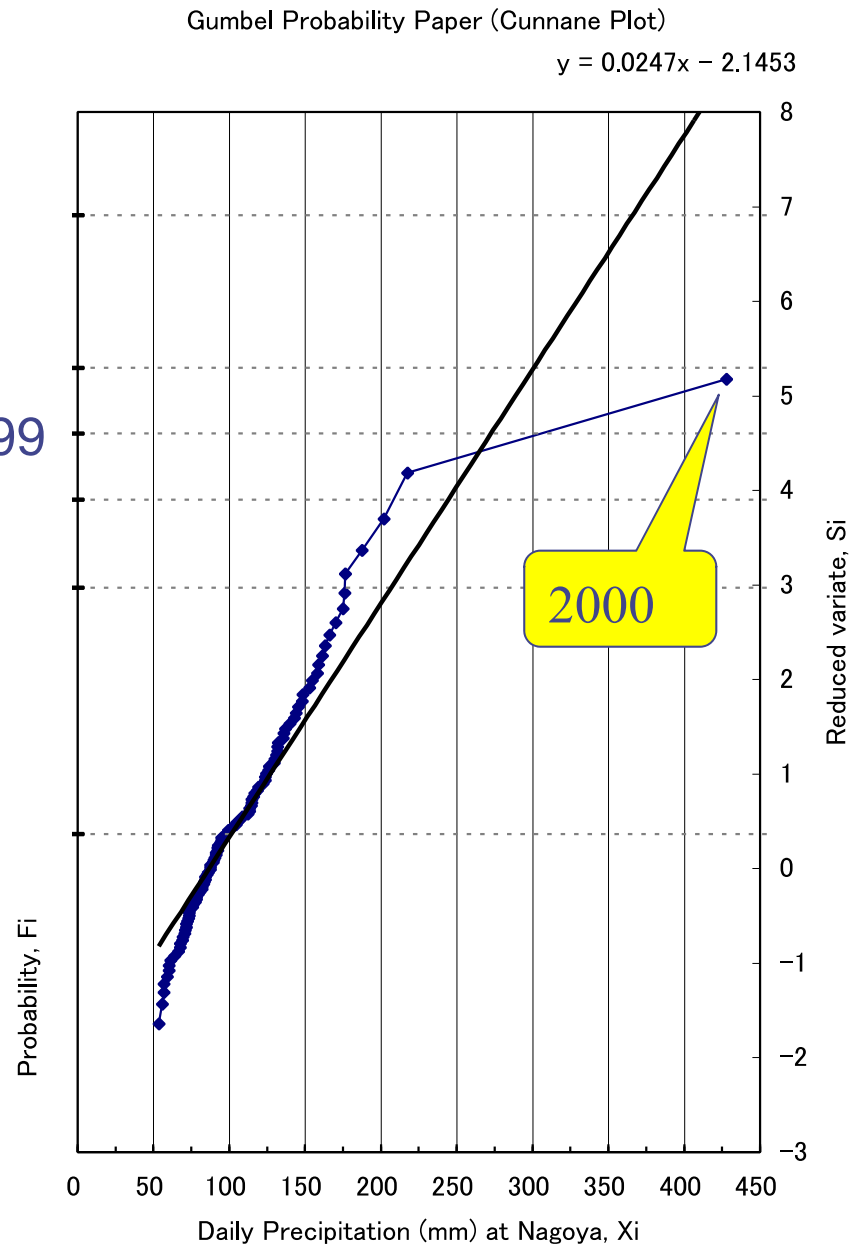
Gumbel

X100= 280 mm

Non-Parametric (one time)

X100= 330.7 mm

0.99



高知 Kochi

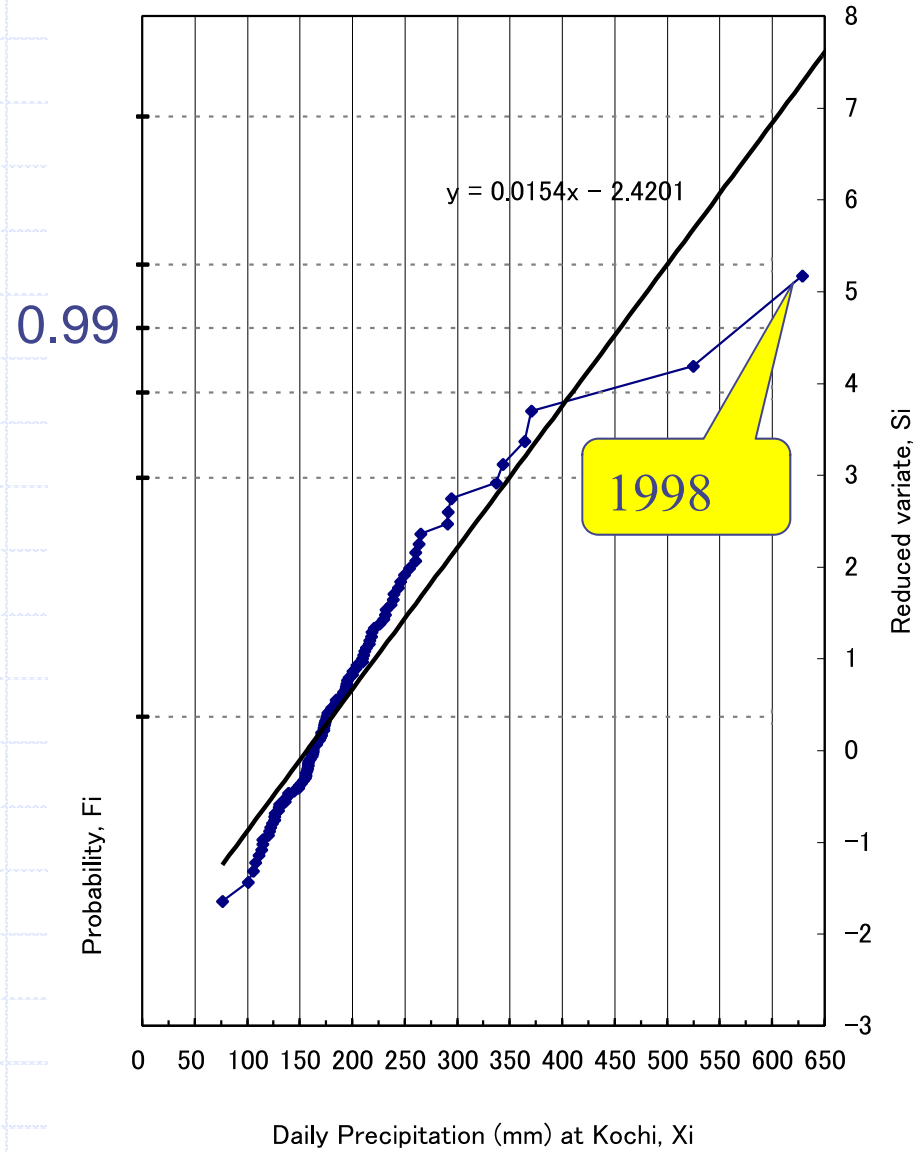
Gumbel:

X100= 445 mm

Non-Parametric (one time):

X100= 580 mm

Gumbel Probability Paper (Cunnane Plot)



日本及び世界の豪雨記録とPMP

(2004年8月の海川1317mm/24hr を入れて修正)

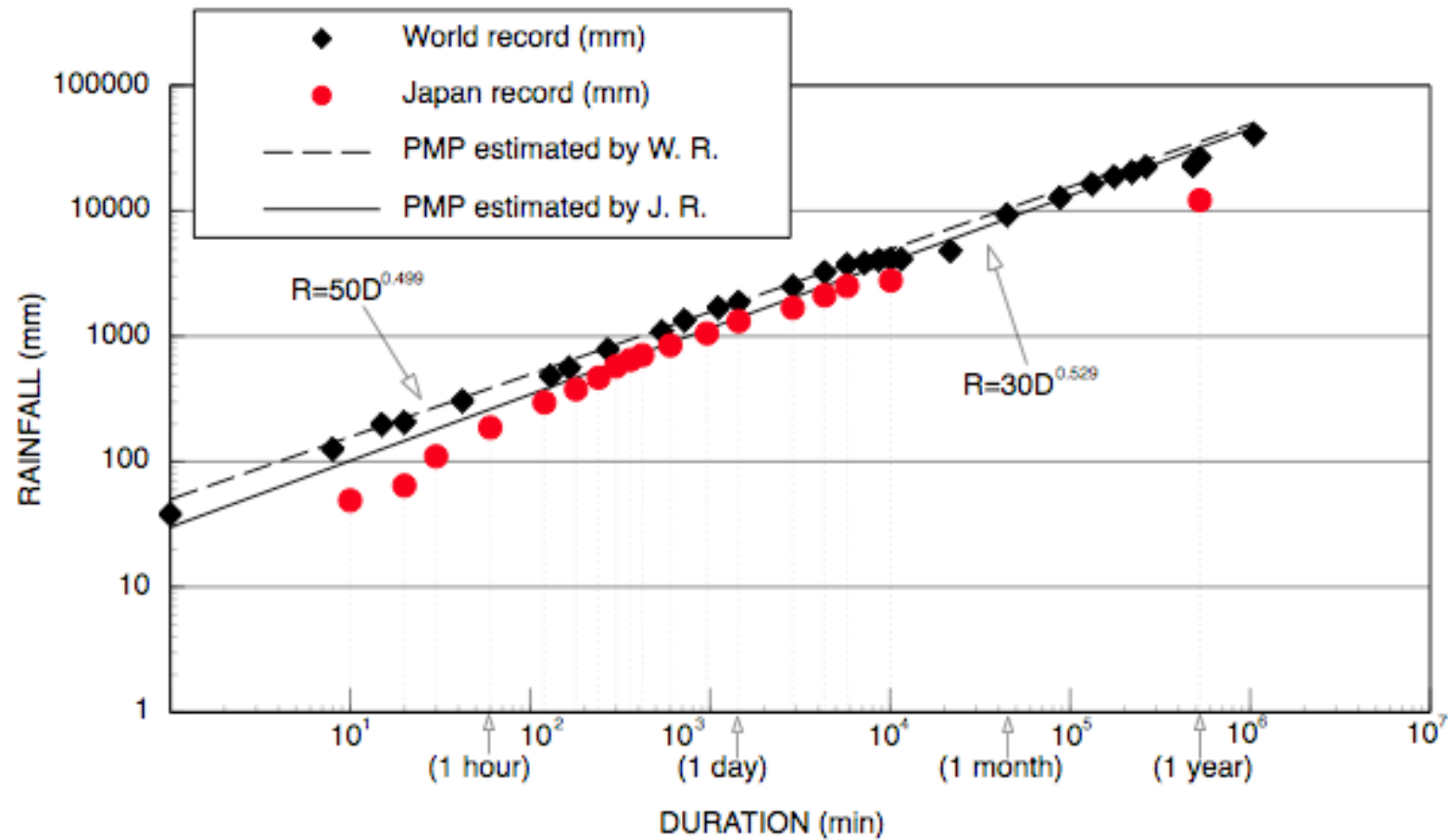
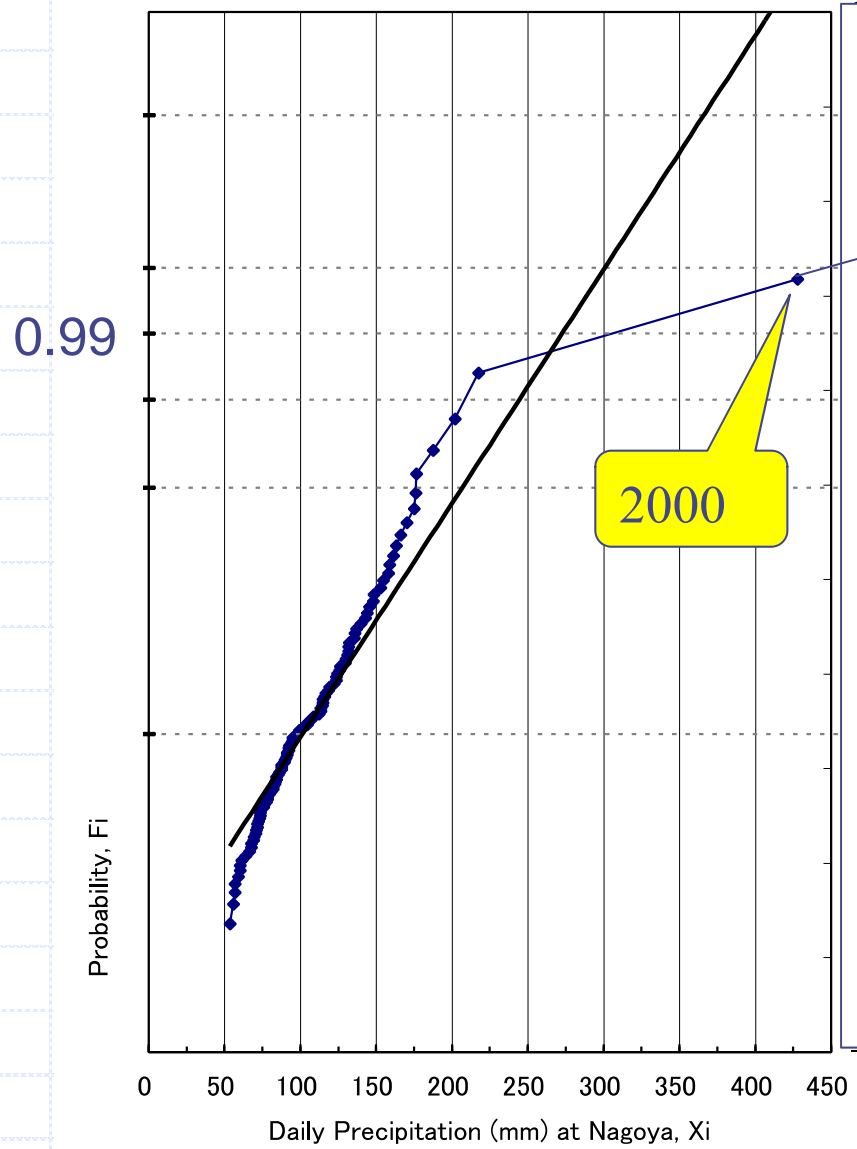


図1： 世界および日本のPMPの推定線

Gumbel Probability Paper (Cunnane Plot)

$$y = 0.0247x - 2.1453$$



PMPを導入した
ノンパラメトリック頻度解析
(確率分布を使わない方法)

PMP
1400 ?

PMPを導入したパラメトリック頻度解析(確率分布を使う方法)

両側有界分布を考慮した水文頻度解析

Hydrologic frequency analysis model

We apply the following two distributions to hydrologic physical datasets.

a) The EV4 distribution:

$$F(x) = \exp\left[-\left\{\frac{g-x}{v(x-a)}\right\}^\kappa\right]$$

極値分布IV型
(神田分布)

v : the lower limit (fixed), g : the upper limit (fixed),

v κ : parameters which characterize the form of distribution

b) The Slade-type four-parameter LN distribution:

$$f(x) = \frac{g-a}{(x-a)(g-x)\sigma_Y\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left\{\frac{\ln\{(x-a)/(g-x)\} - \mu_Y}{\sigma_Y}\right\}^2\right]$$

v : the lower limit (fixed), g : the upper limit (fixed),

σ_Y μ_Y : parameters which characterize the form of distribution

スレード分布(4母数対数正規分布)

GOODNESS-OF-FIT CRITERIA

Subjective Evaluation (the visual consistency)

We show the visual consistency between histograms for some datasets of extreme-value precipitation and river discharge and the fitted probability density functions of EV4, Slade and LN3.

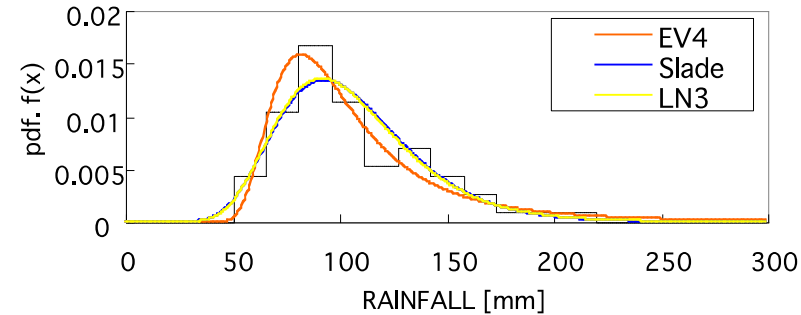


Figure 2 Annual maximum daily precipitation at Ohtsu

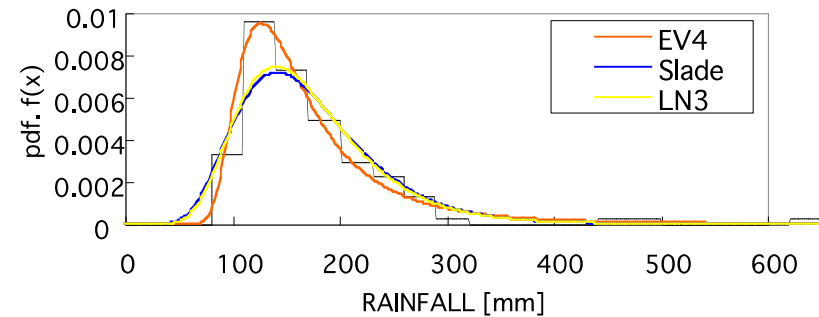


Figure 3 Annual maximum 3-day precipitation at Gifu

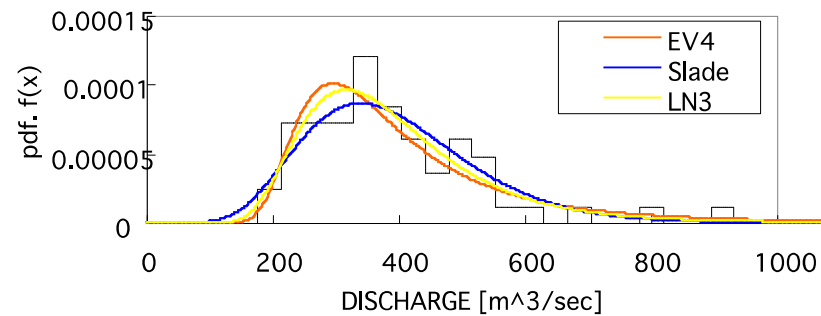


Figure 4 Annual maximum daily discharge in the St. Marys River

Objective Evaluation

We use four goodness-of-fit criteria: SLSC (standard least-square criterion), COR (correlation coefficient), MLL (maximum log-likelihood), and AIC (Akaike's information criterion).

We pay attention to SLSC especially. It is known that if $SLSC \leq$ about 0.02 then the fitting is very good.

$$SLSC = \frac{\sqrt{\delta_{\min}^2}}{|s_{1-q}^* - s_q^*|}$$

Table 1 Goodness-of-fit by SLSC for various datasets

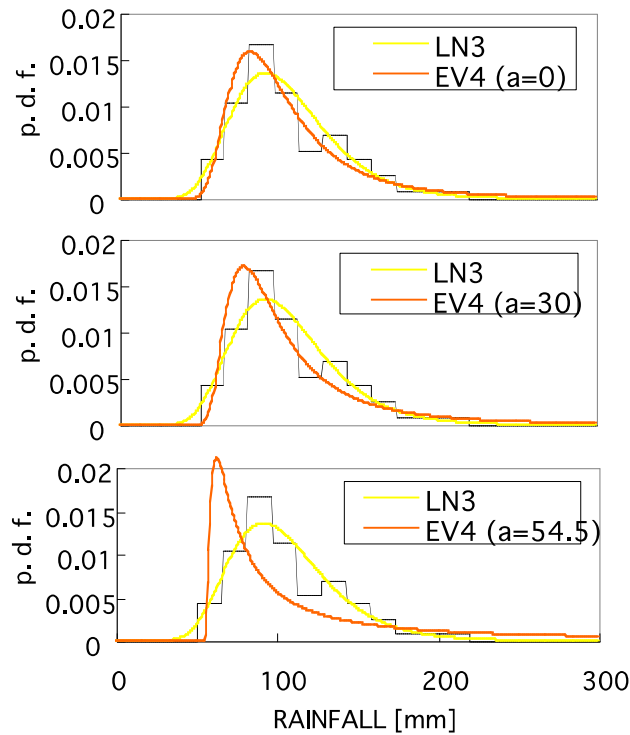
(a) for precipitation datasets

	Ohtsu			Hikone			Imazu			Tsuruga			Gifu		
	1-day	2-day	3-day	1-day	2-day	3-day	1-day	2-day	3-day	1-day	2-day	3-day	1-day	2-day	3-day
EV4	○	×	×	△	×	×	△	△	△	△	×	△	○	○	○
Slade	○	○	◎	◎	○	○	△	○	○	△	○	○	△	×	×
LN3	○	○	◎	◎	○	○	△	○	○	△	○	○	△	×	×

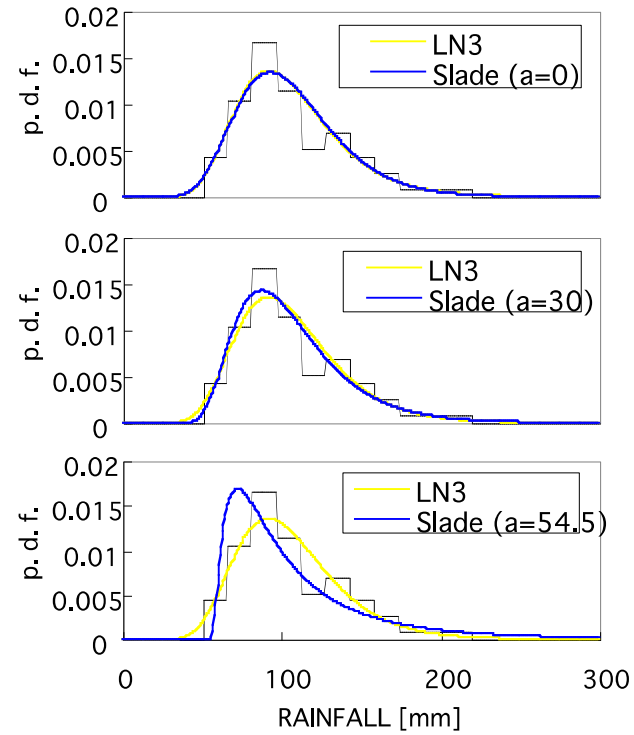
(b) for discharge datasets

	Naka River		M River		S River		St. Marys		B. Ussury	
	(Oguchi)	×1.5 ×2	×1.5 ×2	×1.5 ×2	×1.5 ×2	×1.5 ×2	×1.5 ×2	×1.5 ×2		
EV4	×	×	×	×	×	△	△	△	△	
Slade	◎	△	△	○	○	△	×	×	×	
LN3	○	×	×	○	○	○	○	△	△	

※ ◎ : $SLSC \leq 0.02$, ○ : $0.02 < SLSC \leq 0.03$, × : $SLSC >$

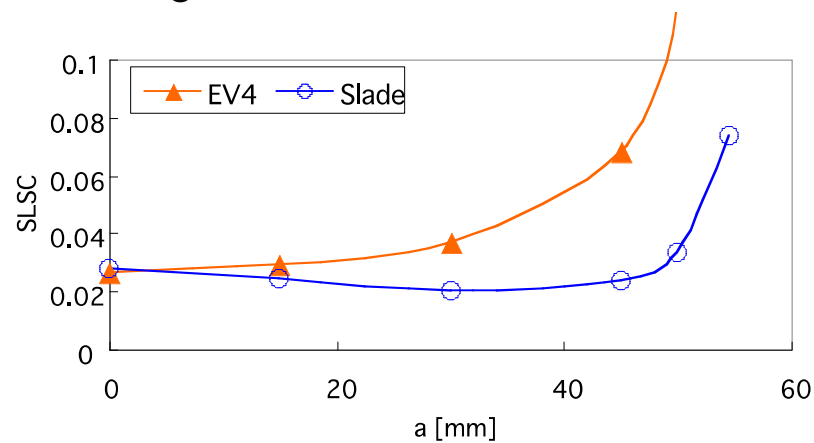


The EV4 distribution



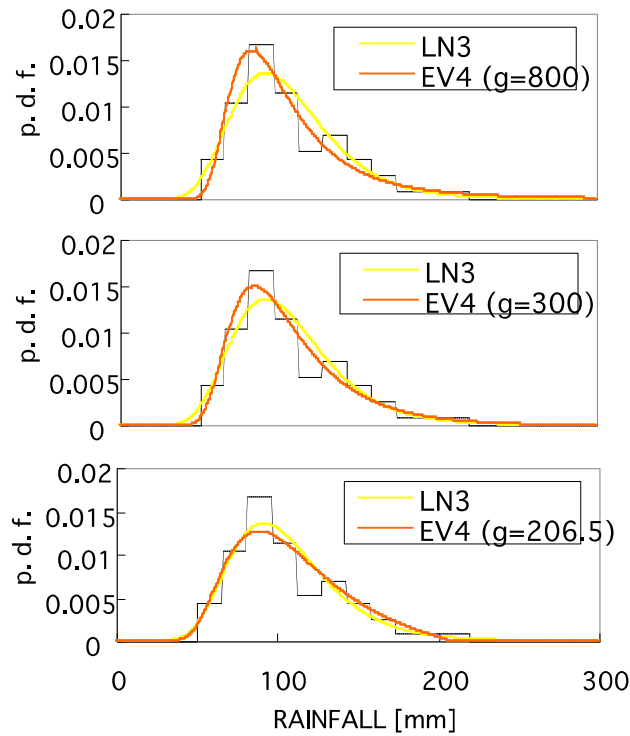
The Slade-type distribution

Figure 5 The effect of the lower bound

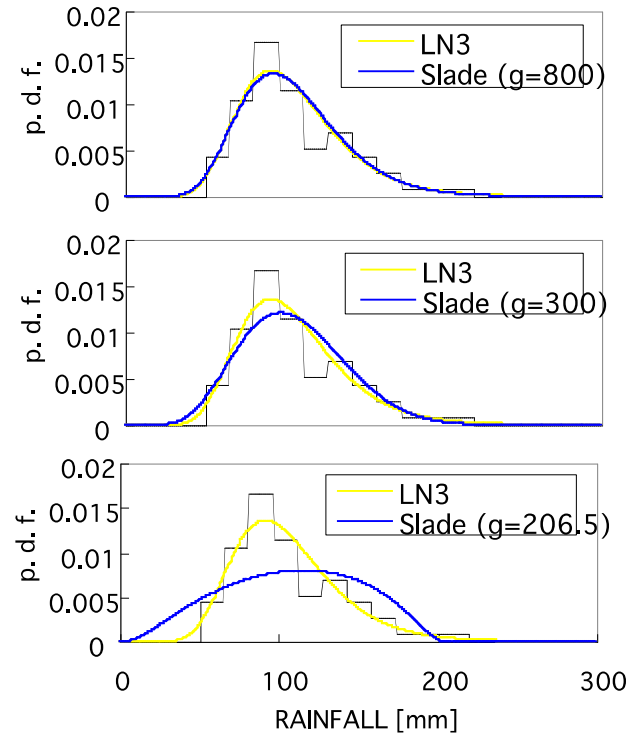


下限値を上げていくと
EV4 の適合度が悪く
なっていく

Figure 6 The change of SLSC with increasing lower bound

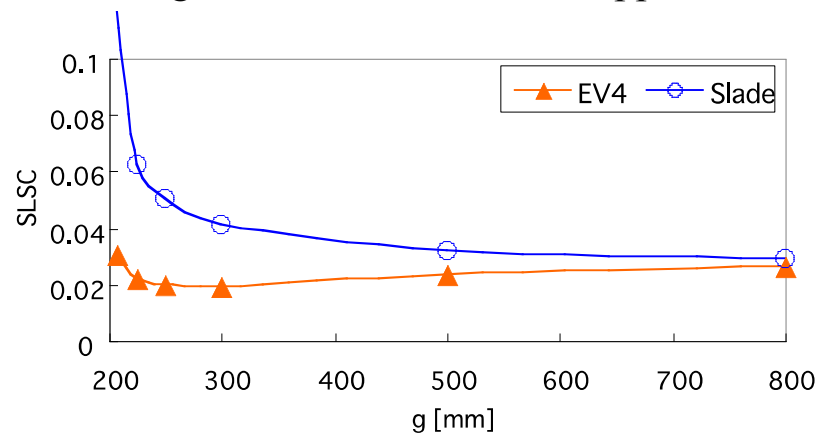


The EV4 distribution



The Slade-type distribution

Figure 7 The effect of the upper bound



上限値を下げていくと
Slade 分布の適合度が
悪くなる

Figure 8 The change of SLSC with decreasing upper bound

THE RELATION BETWEEN THE SKEWNESS AND THE GOODNESS-OF-FIT

The sample skewness coefficient :
$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3 / \hat{s}^3$$

x_i : an observation of hydrological variate x , \bar{x} : the mean of x_i ,
 \hat{s} : the estimate of the standard deviation

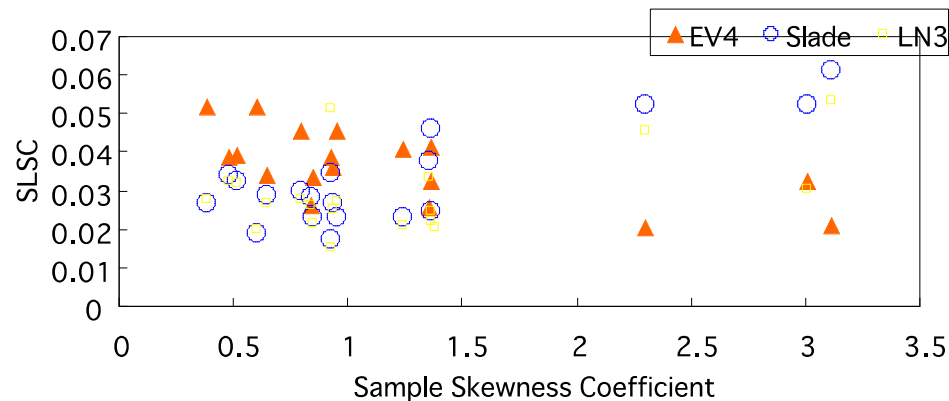


Figure 9 The relation between the skewness and SLSC

- * If the skewness is smaller than about 1.5, the Slade-type distribution gives better SLSC values than the EV4 distribution.
- * If the skewness is larger than about 2, the goodness of fit of the EV4 distribution tends to be better than that of the Slade-type distribution.

名古屋 Nagoya

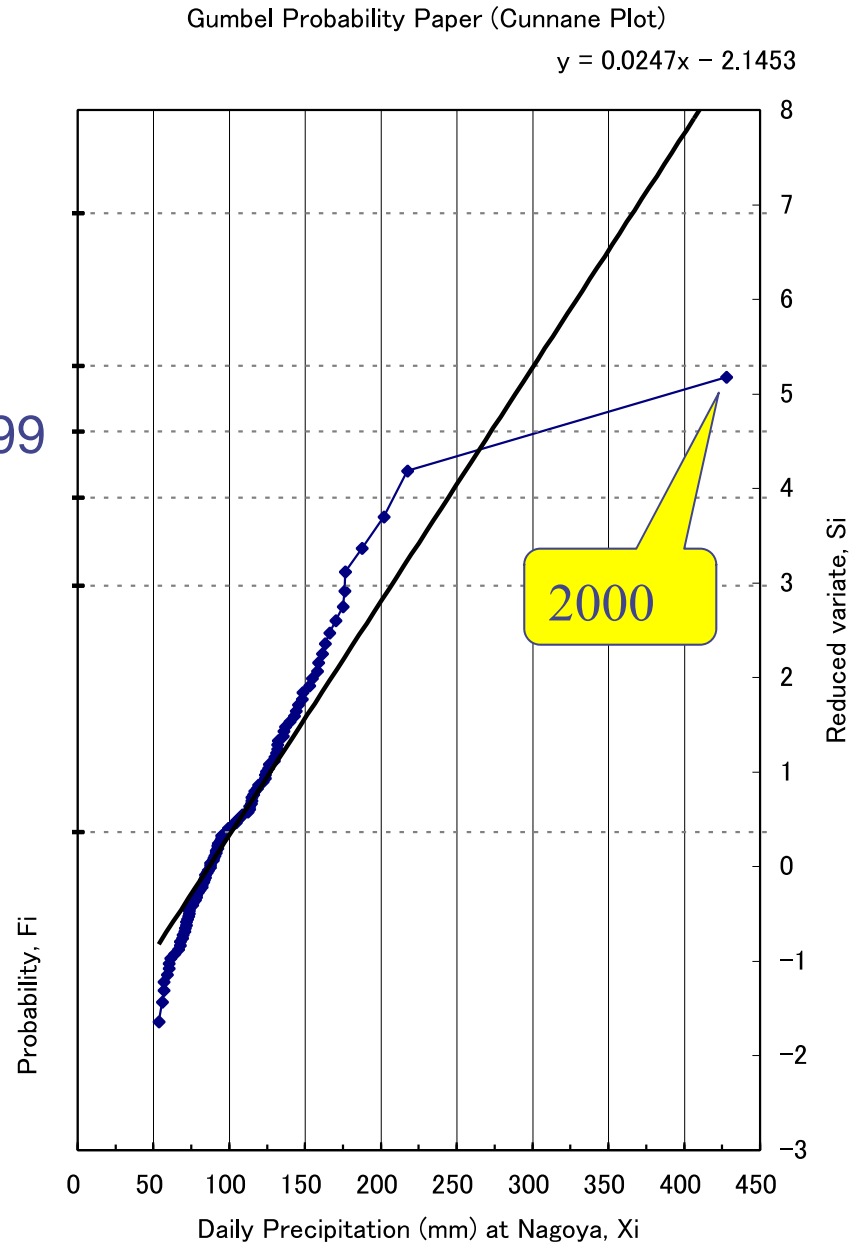
Gumbel

X100= 280 mm

Non-Parametric (one time)

X100= 330.7 mm

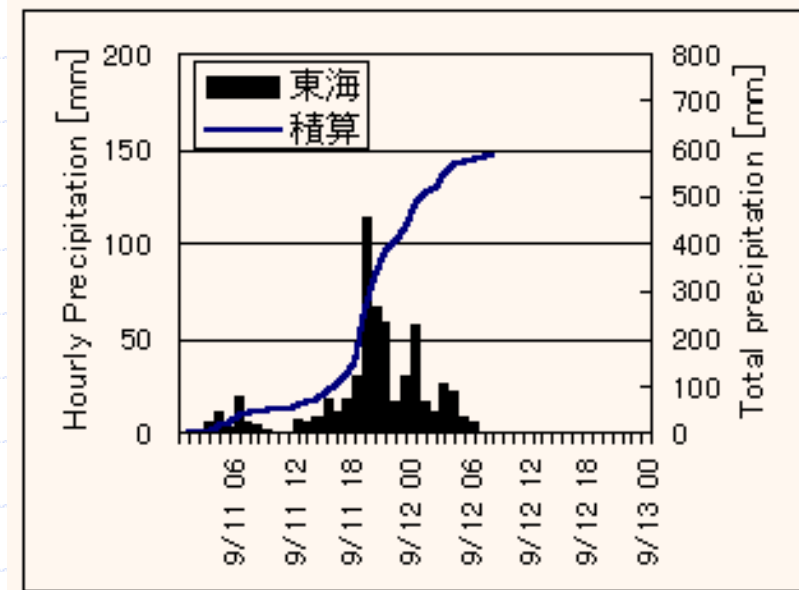
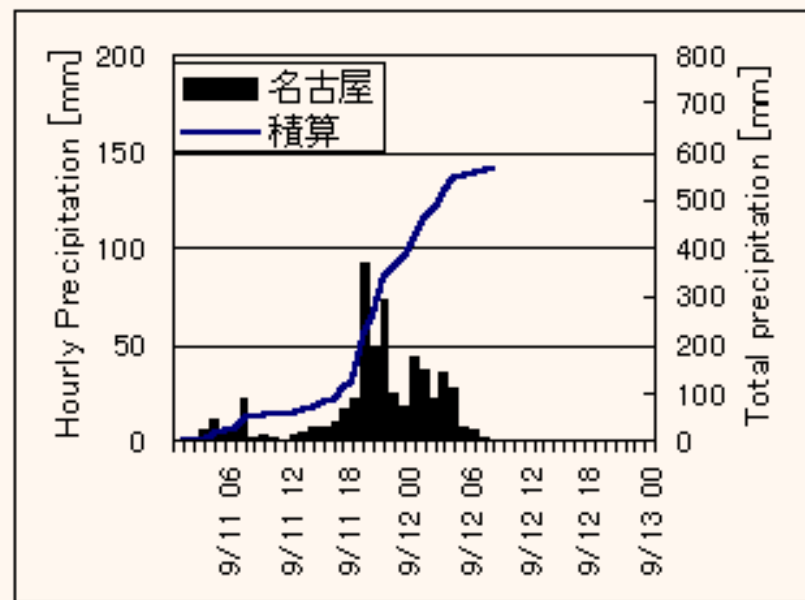
0.99



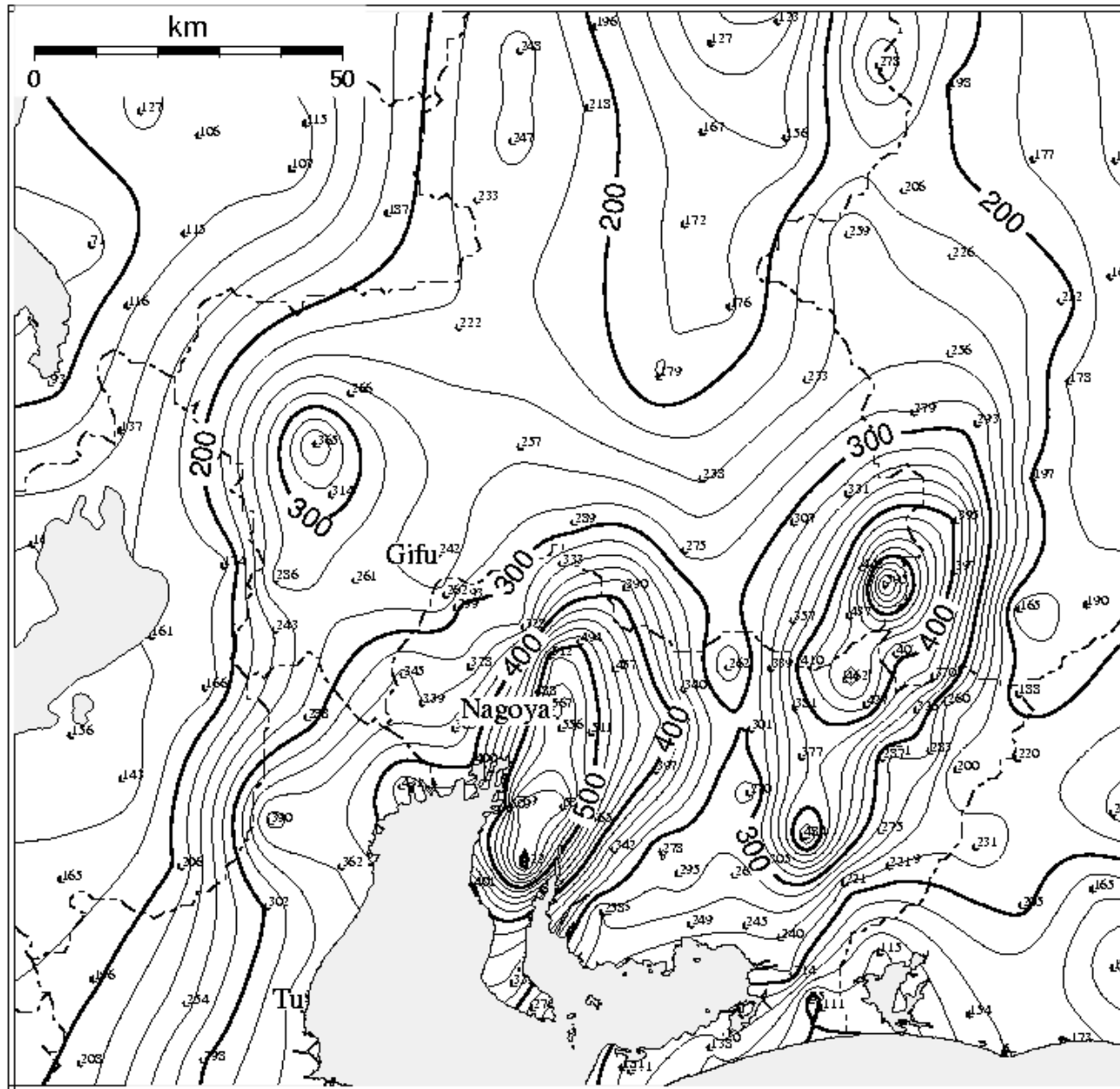


600 mm 近い大雨(東海豪雨2000.9)

一時間に100mmを越えるような非常に強い雨が各地でしばしば発生



2000/9/11-12

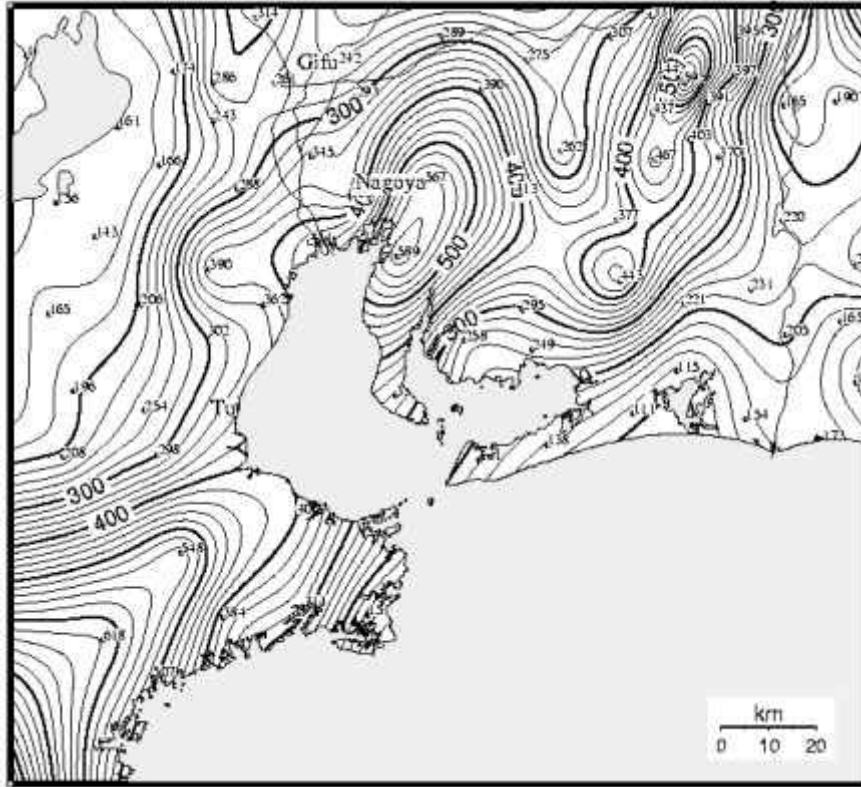



多地点雨量情報からのDAD解析 手順の客観化

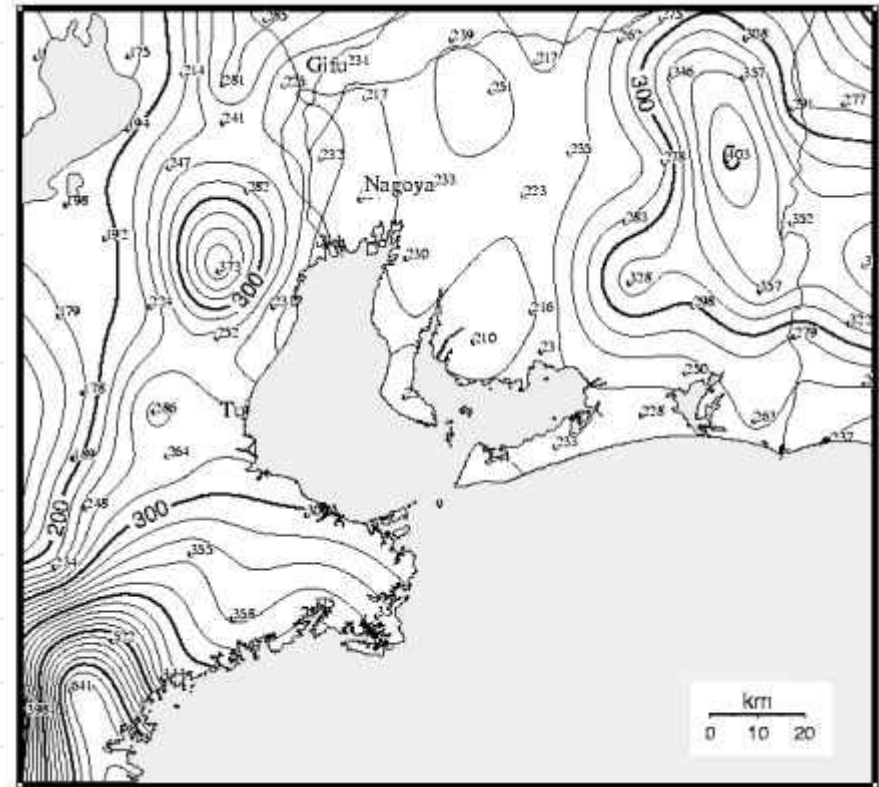
- ◆ 地点降水量情報からの等高線への変換（客観的解析法）。牛山・寶はGMTのsurface アルゴリズムを利用。パラメータを変えると異なる等高線図が得られる。研究の余地あり。
- ◆ それをラスタ情報に変換（最近隣法などいくつか手法あり。）
- ◆ 面積の違うウィンドウをラスタ情報上で移動させてその面積に対する最大雨量を求める（DA解析）。このウィンドウの形状を正方形、円形、任意形状ポリゴンとする方法がある。
- ◆ 異なる継続時間に対して同じ作業を繰り返す（DAD解析）。


GMT: surface コマンド

- ◆ Generic Mapping Tools
- ◆ このコマンドの「テンションレベル」を変えると、等値線の補間具合が変わる.
- ◆ t を変えるとどのように等値線が変わるかについては、渡邊(参考文献)参照.
- ◆ 東海豪雨の時の等値線は $t=0.2$ で描いている.



 2000年9月11日から12日
の2日間の雨量



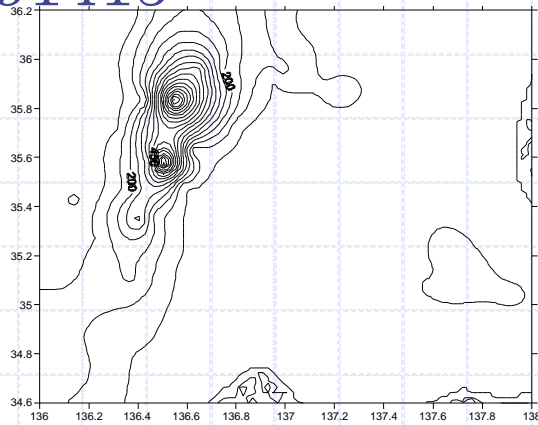
 東海地方の9月の平均的
な降水量

多地点雨量情報からのDAD解析 手順の客観化

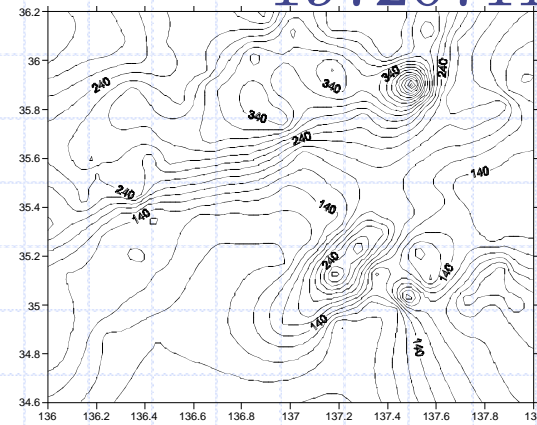
- ◆ 東海地域の地点雨量データ（2日雨量と5日雨量）に基づく等高線情報（図2、図3）をもとに、DA解析した結果（図4）を示す。

東海地域の主要な2日雨量分布

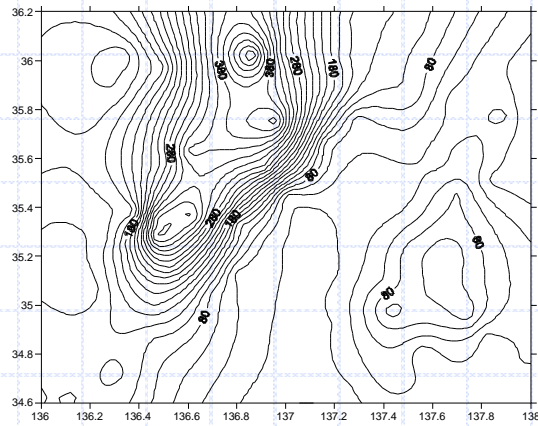
1965091415



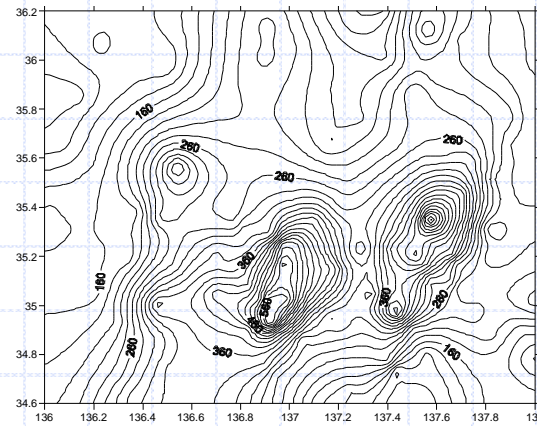
1972071112



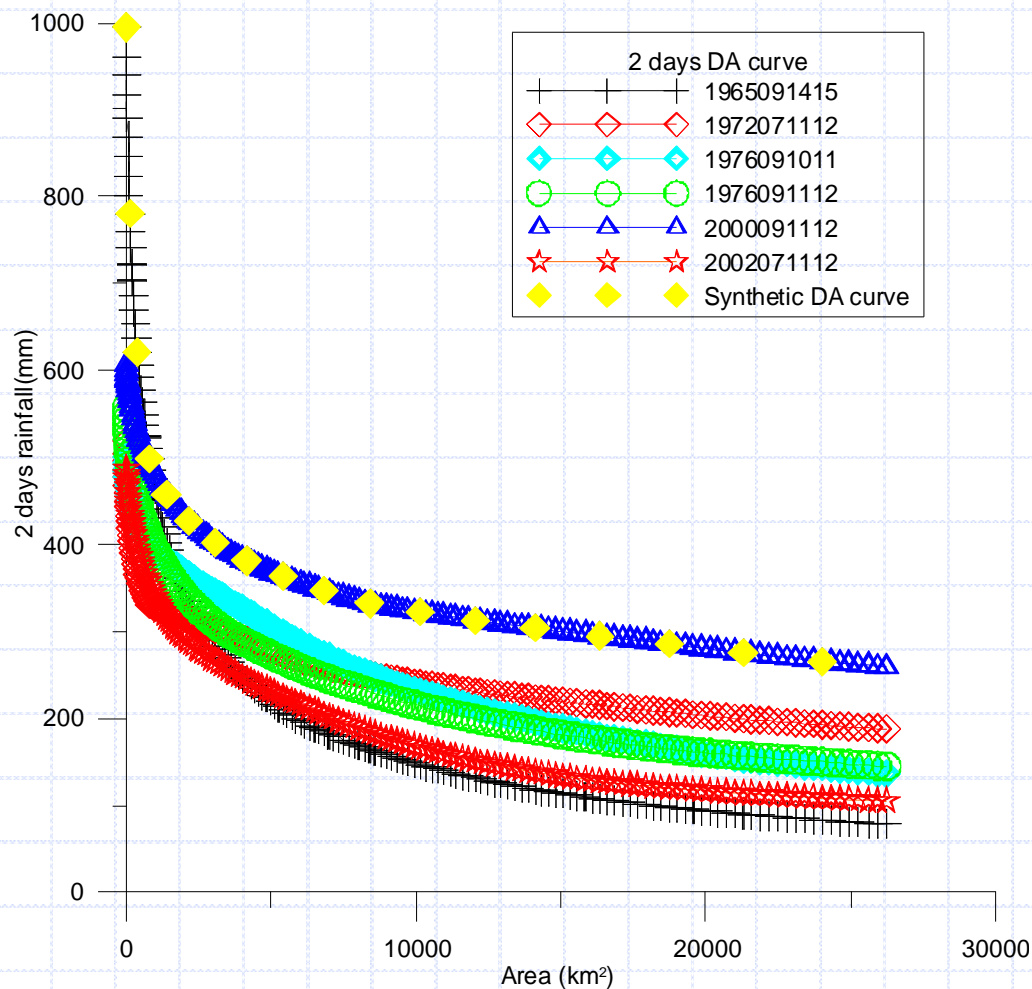
1976091011



2000091112



東海地域の幾つかの豪雨事例 から見た2日雨量のDA関係



東海豪雨は
断然大きな
豪雨であつ
た

レーダ雨量を用いた場合のDAD 解析手法

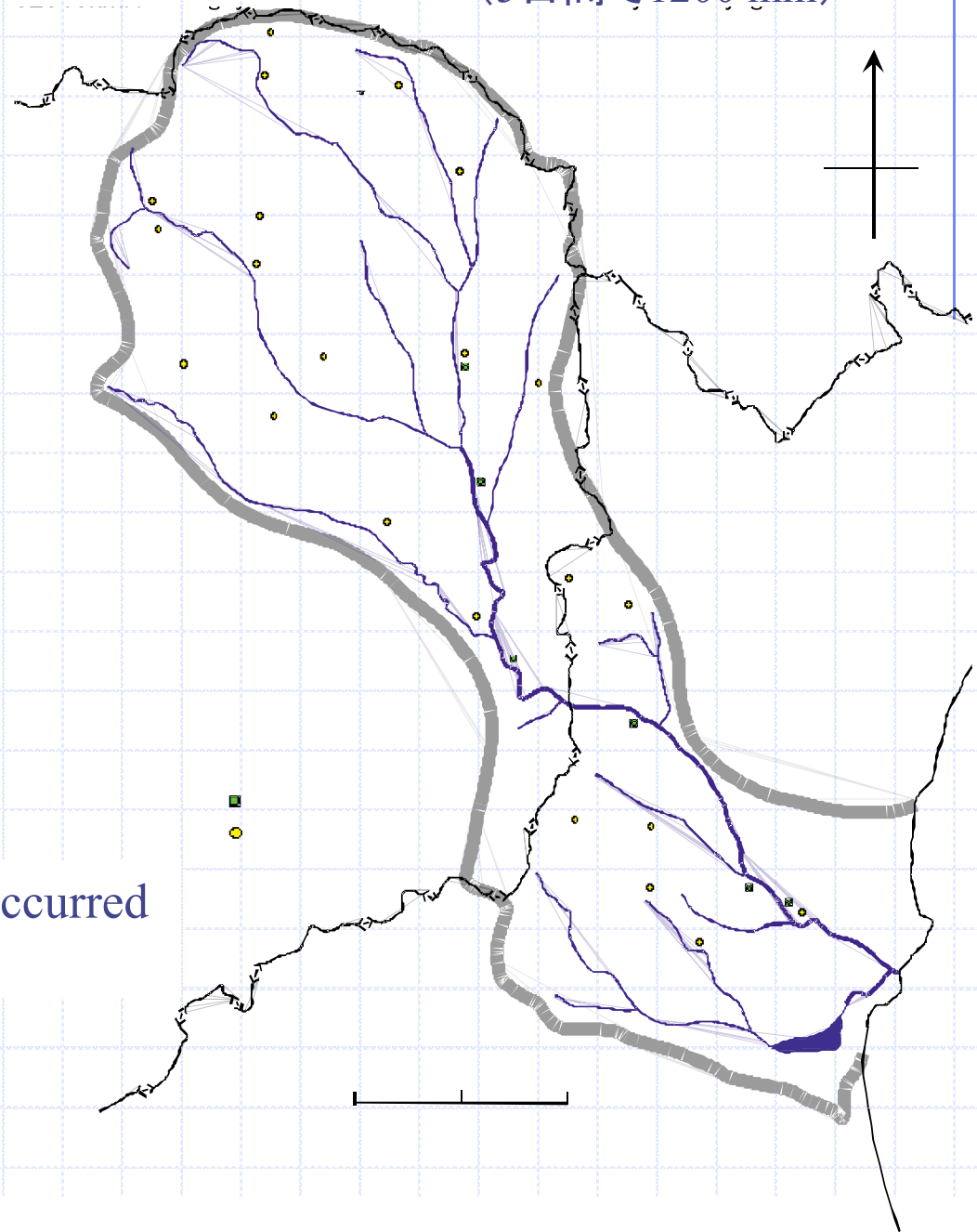
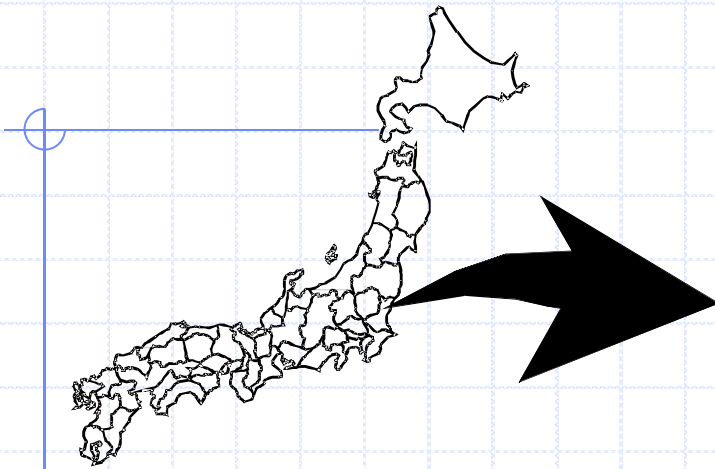
- ◆ レーダ雨量の情報が得られ、その事象が既往最大級である場合、レーダ雨量と地上雨量を用いてDAD解析ができる。

レーダ雨量を用いた場合のDAD 解析手法

- ◆ レーダ雨量（ラスタ情報）を多数の地上雨量計で補正（精度確保のため）。
- ◆ 面積の違うウィンドウをラスタ情報上で移動させてその面積に対する最大雨量を求める（DA解析）。このウィンドウの形状を正方形、円形、任意形状ポリゴンとする方法がある。
- ◆ 異なる継続時間に対して同じ作業を繰り返す（DAD解析）。

The Naka river basin

那珂川の1998年8月豪雨
(5日間で1200 mm)

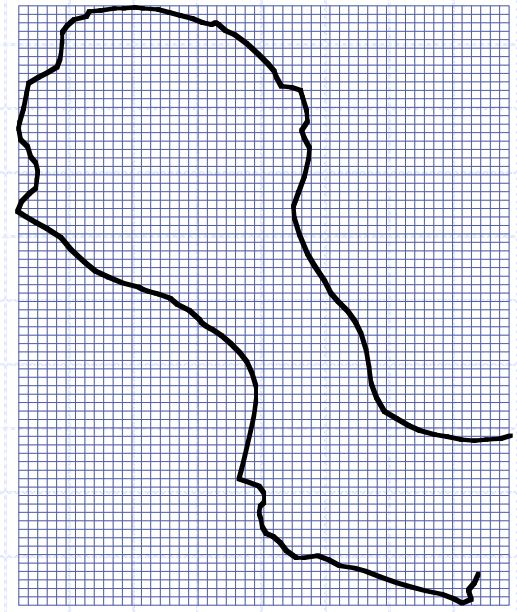
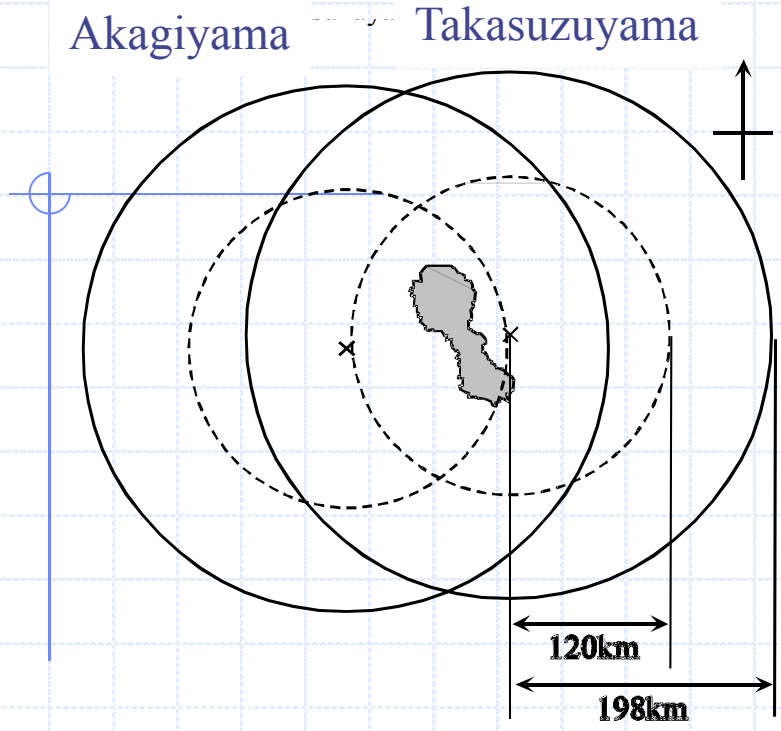


The length of the main stream : 150 km

The catchment area : 3,270 km²

Record-breaking severe storm occurred from August 26th to 31st, 1998

Two radars



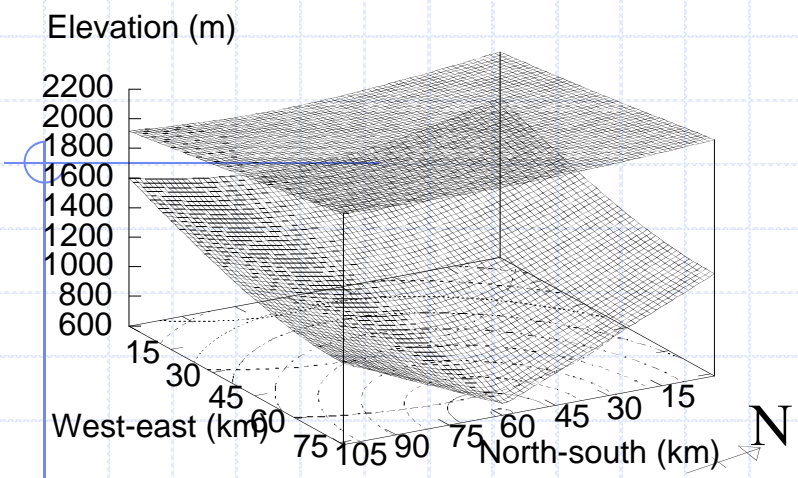
Each grid cell
1.5 km
1.5 km

- Akagi-yama radar
- Takasuzuyama radar
- 45 ground raingages (hourly rainfall)

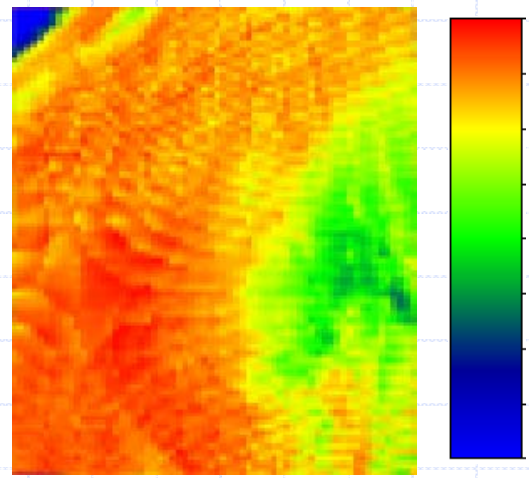


Accurate Spatio-Temporal Distribution of 1998 Storm

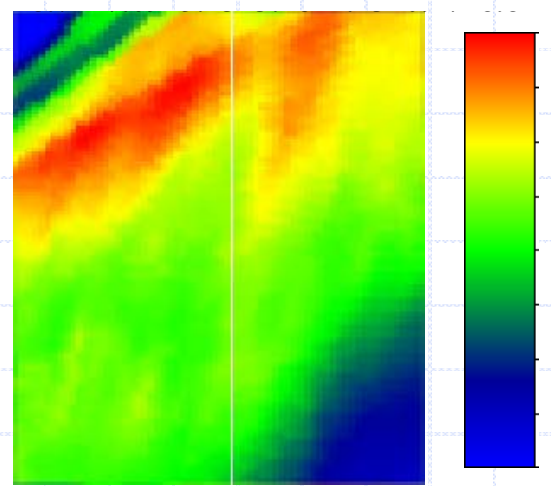
Reflective factors averaged every 5 minutes



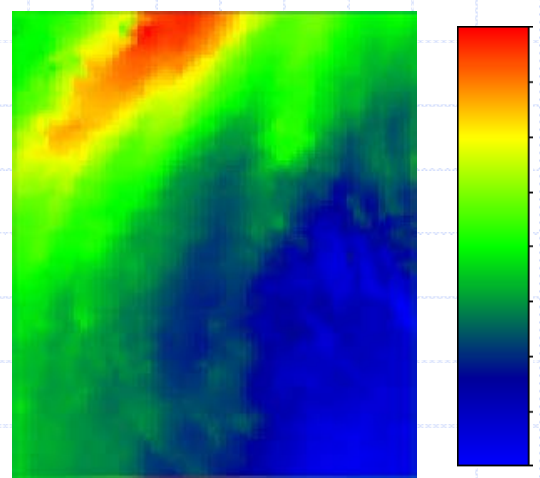
Elevation of scanning lines



Correlation coefficient of reflective factors in dBZ between Akagi-yama and Takasuzu-yama.

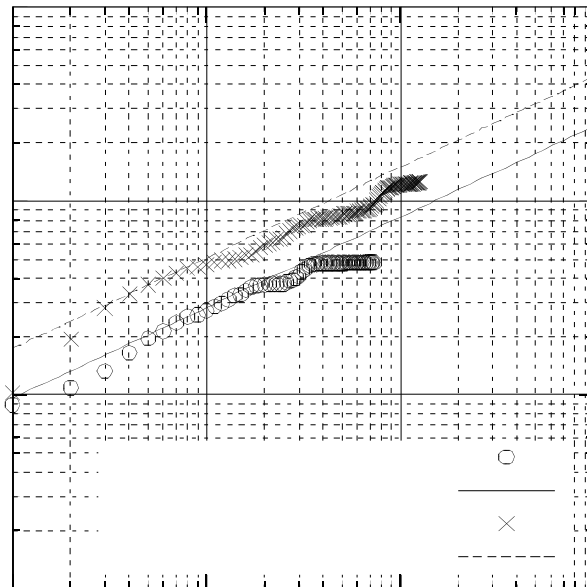


Mean reflective factors in dBZ at Akagi-yama.

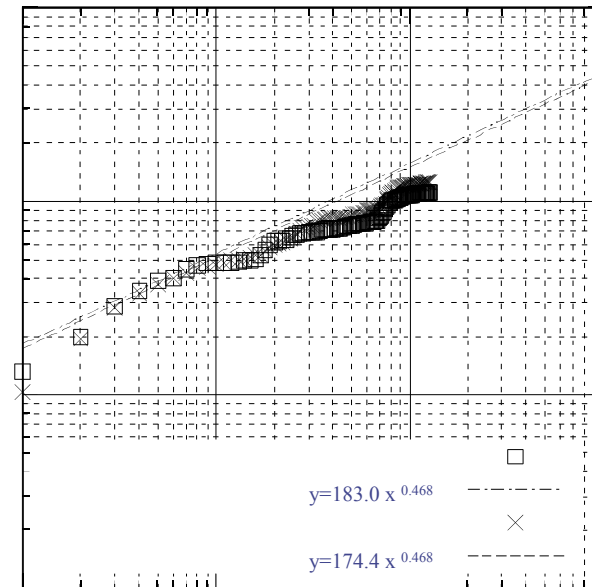


Mean reflective factors in dBZ at Takasuzu-yama.

Results of DD analysis

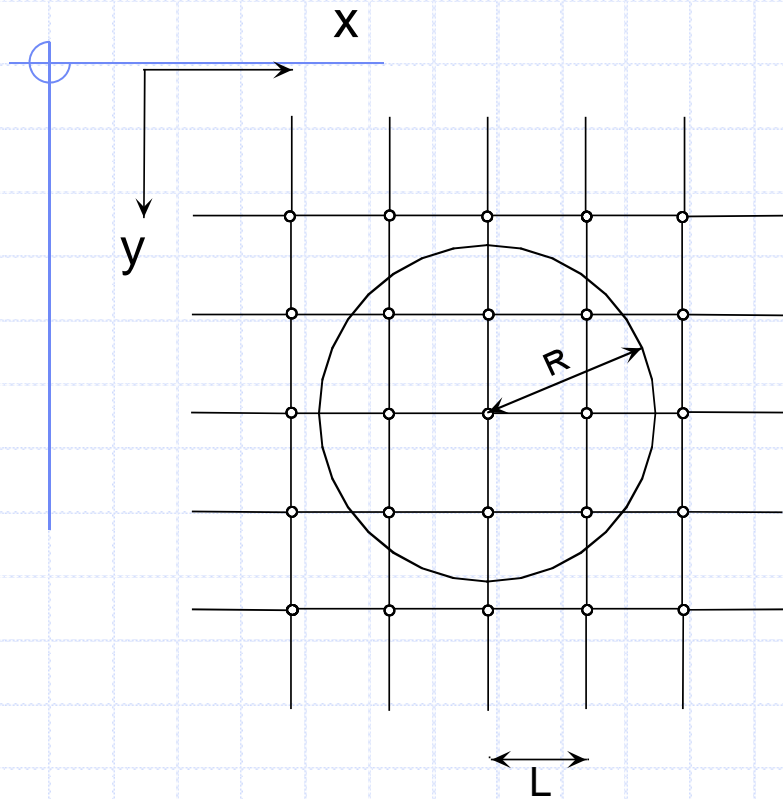


Comparison of DD relationships obtained with raingages in 1978 to 1996 and in 1998

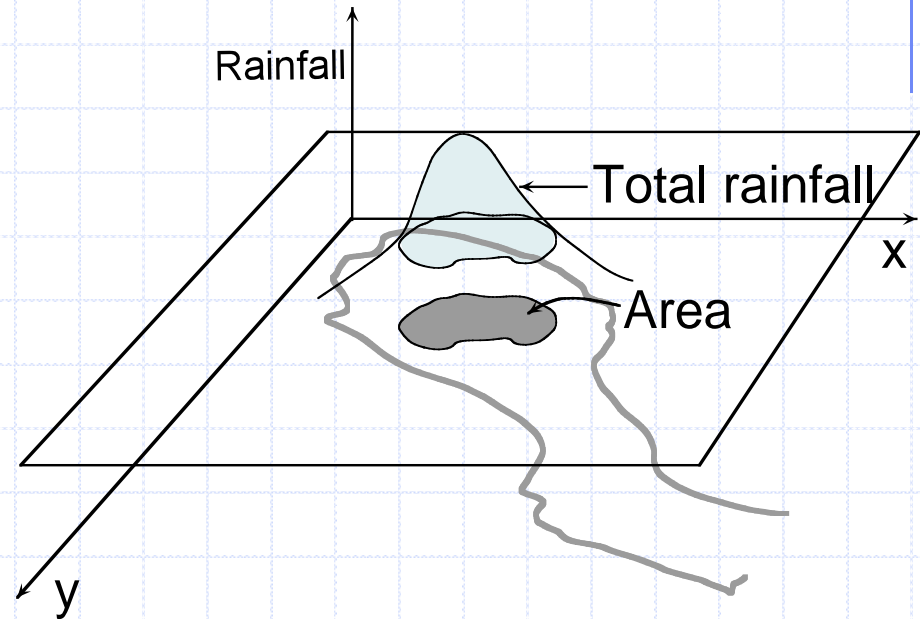


Comparison of DD relationships with raingages and weather radar in 1998

Methods for estimating DA (Depth–Area) relationship



Constant Area Method (CAM)



Fixed Rainfall Method (FRM)

DAD式(修正ホートン式)

2 radars

45 raingages

Rainfall Distribution in Time & Space

R_{mra} best estimate

DD

DA

$$\hat{P}_a(A_i, t) = a \cdot t^{1-c} \exp \left\{ -u \cdot t^{-v} (A_i - A_0)^n \right\}$$

Sherman equation

Modified Horton equation

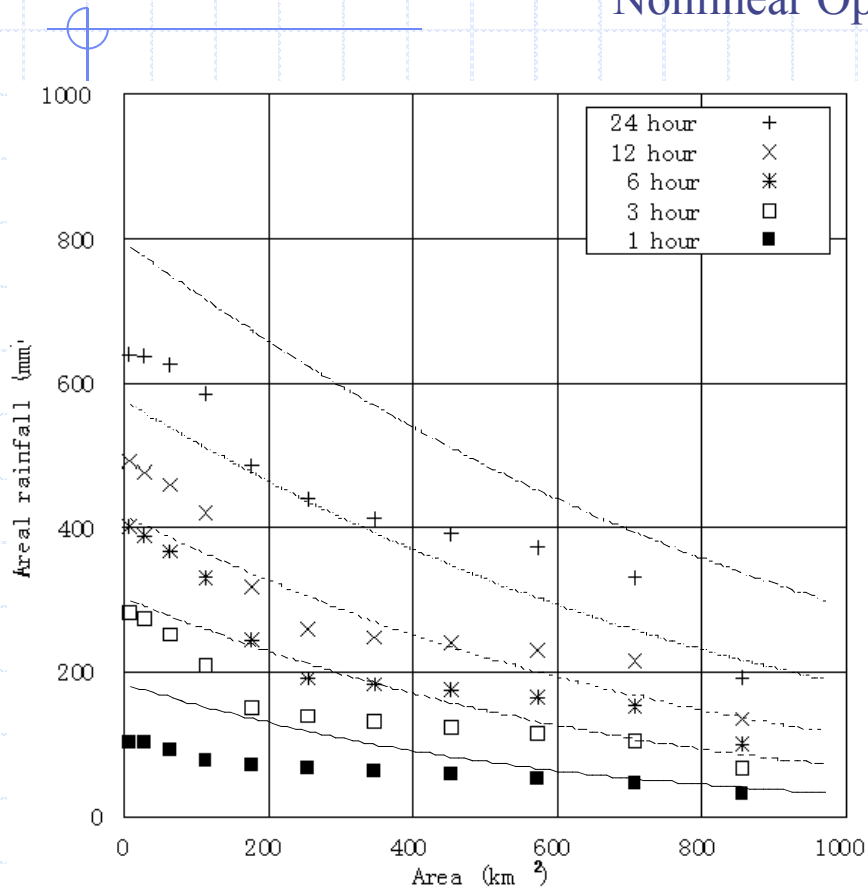
- CAM and FRM for DA relationships
- Nonlinear Optimization Technique

DAD analysis

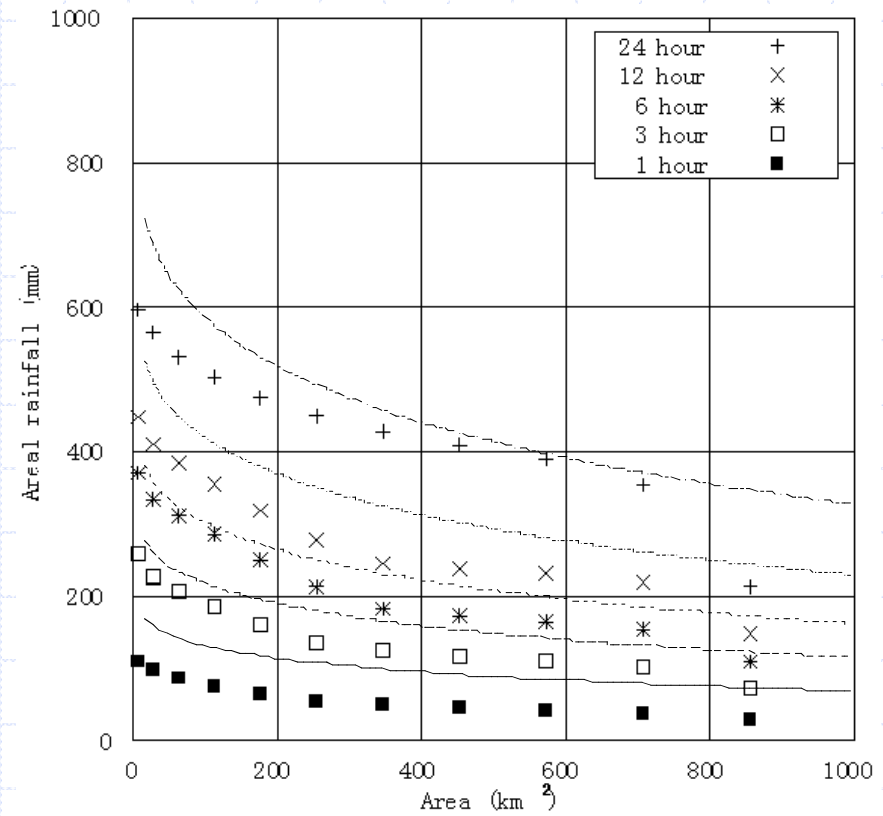
PMP

Results of DAD analysis (1)

Nonlinear Optimization Technique



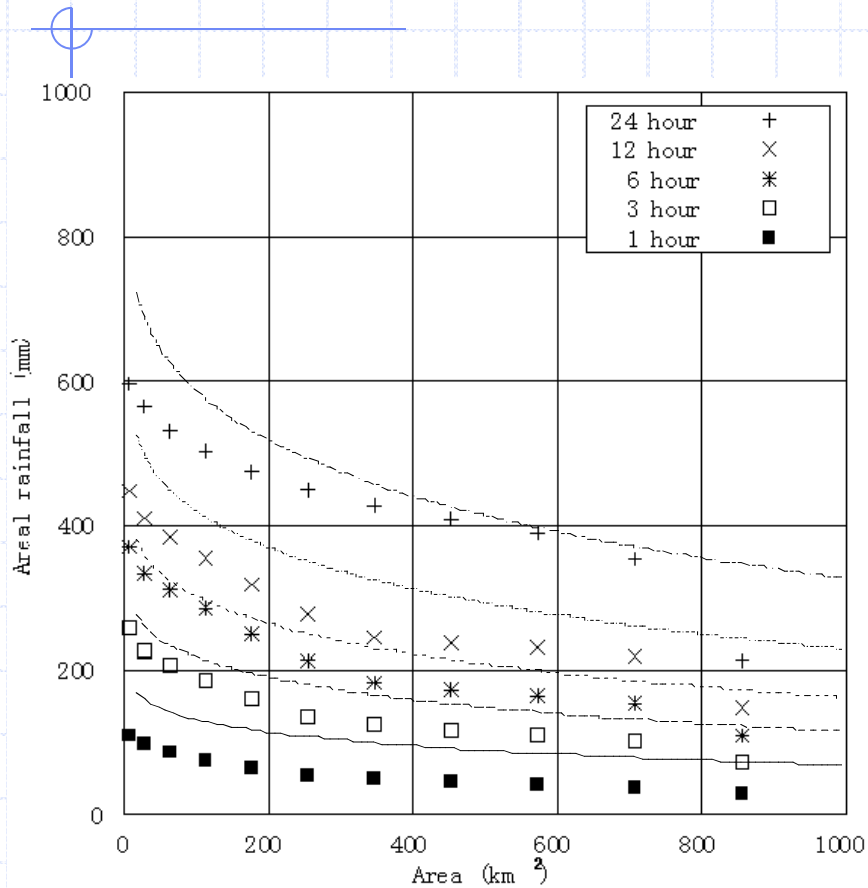
DAD analysis using CAM with ground raingages (Thiessen Method)



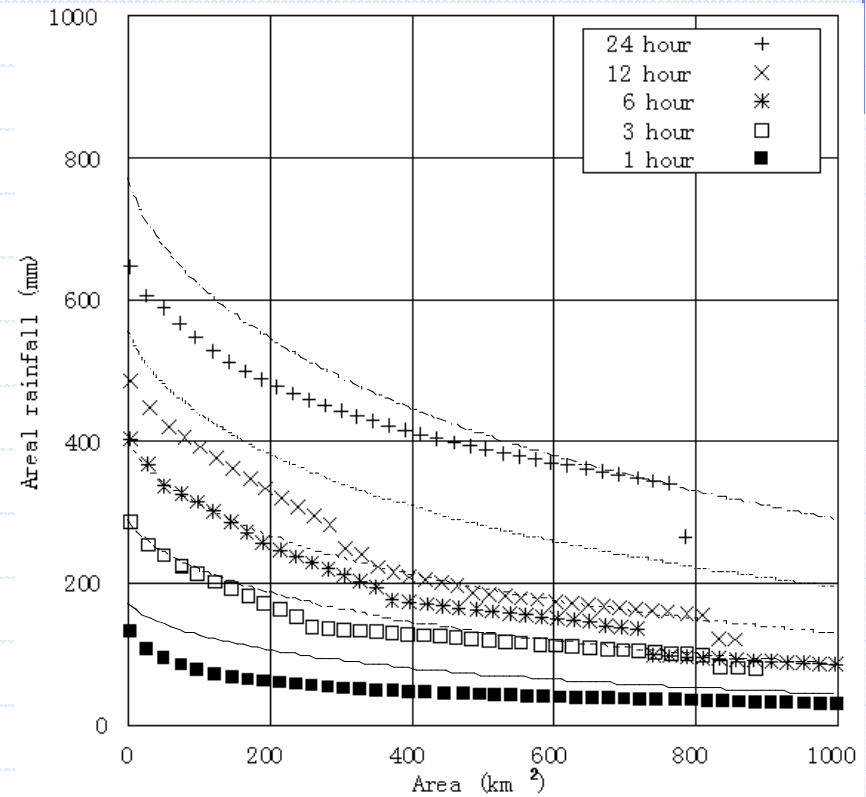
DAD analysis using CAM with weather radar (MRA)

Results of DAD analysis (2)

$$\hat{P}_a(A_i, t) = 183.0 \cdot t^{0.468} \exp \left\{ -0.0239 \cdot t^{-0.108} (A_i - 2.25)^{0.595} \right\}$$

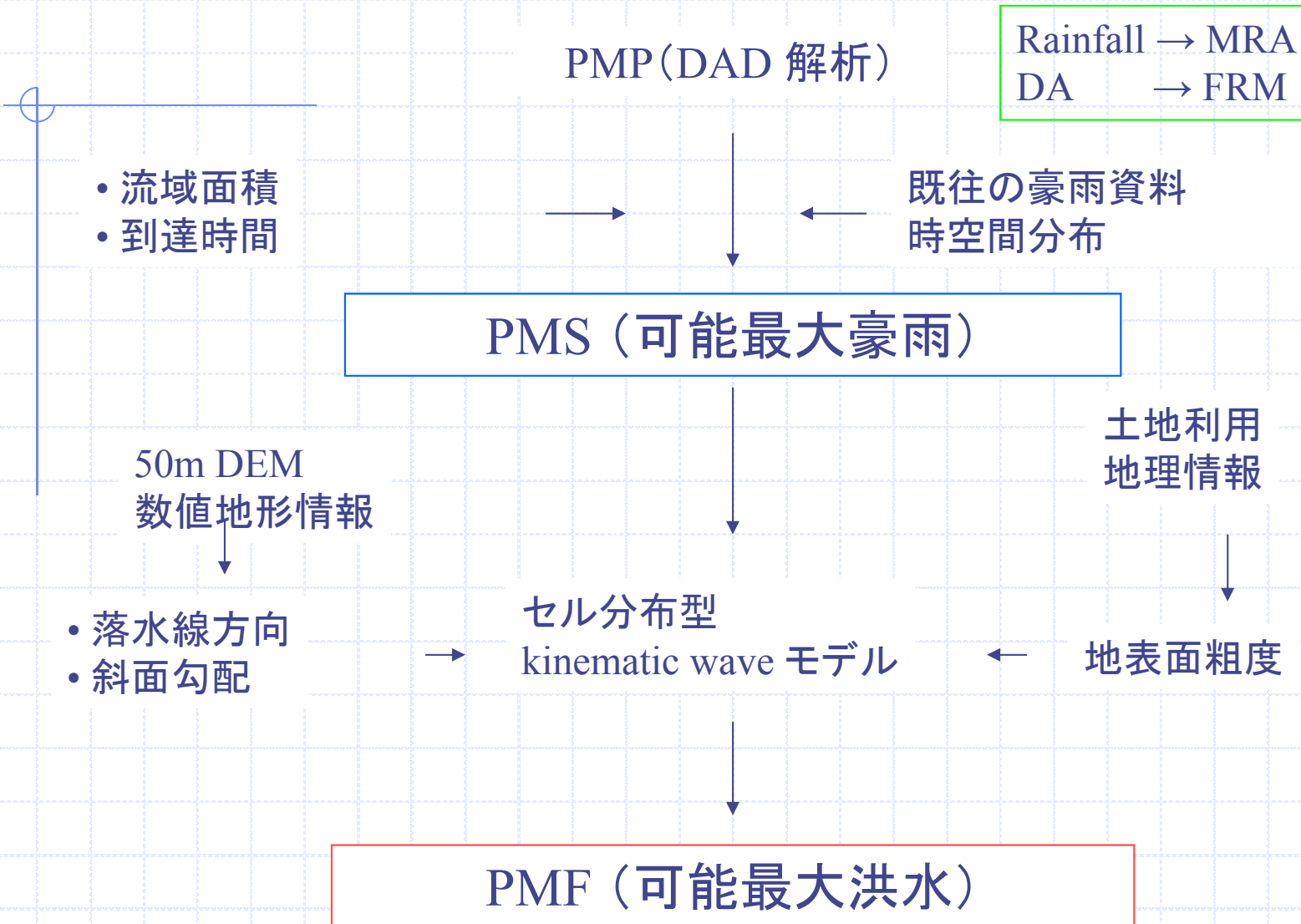


DAD analysis using CAM with weather radar (MRA)



DAD analysis using FRM with weather radar (MRA)

DAD解析から可能最大洪水推定までの手順

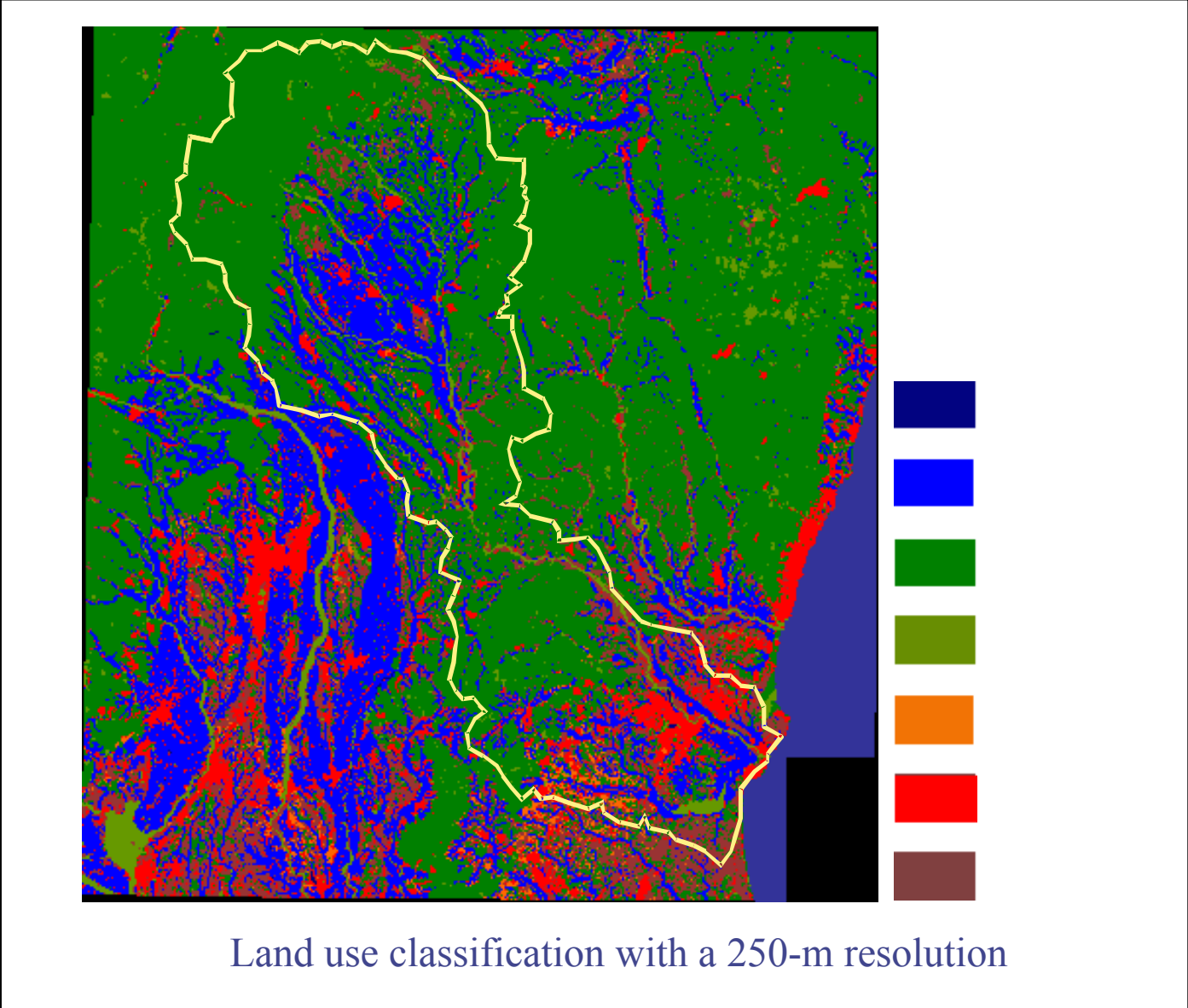


Flow direction map

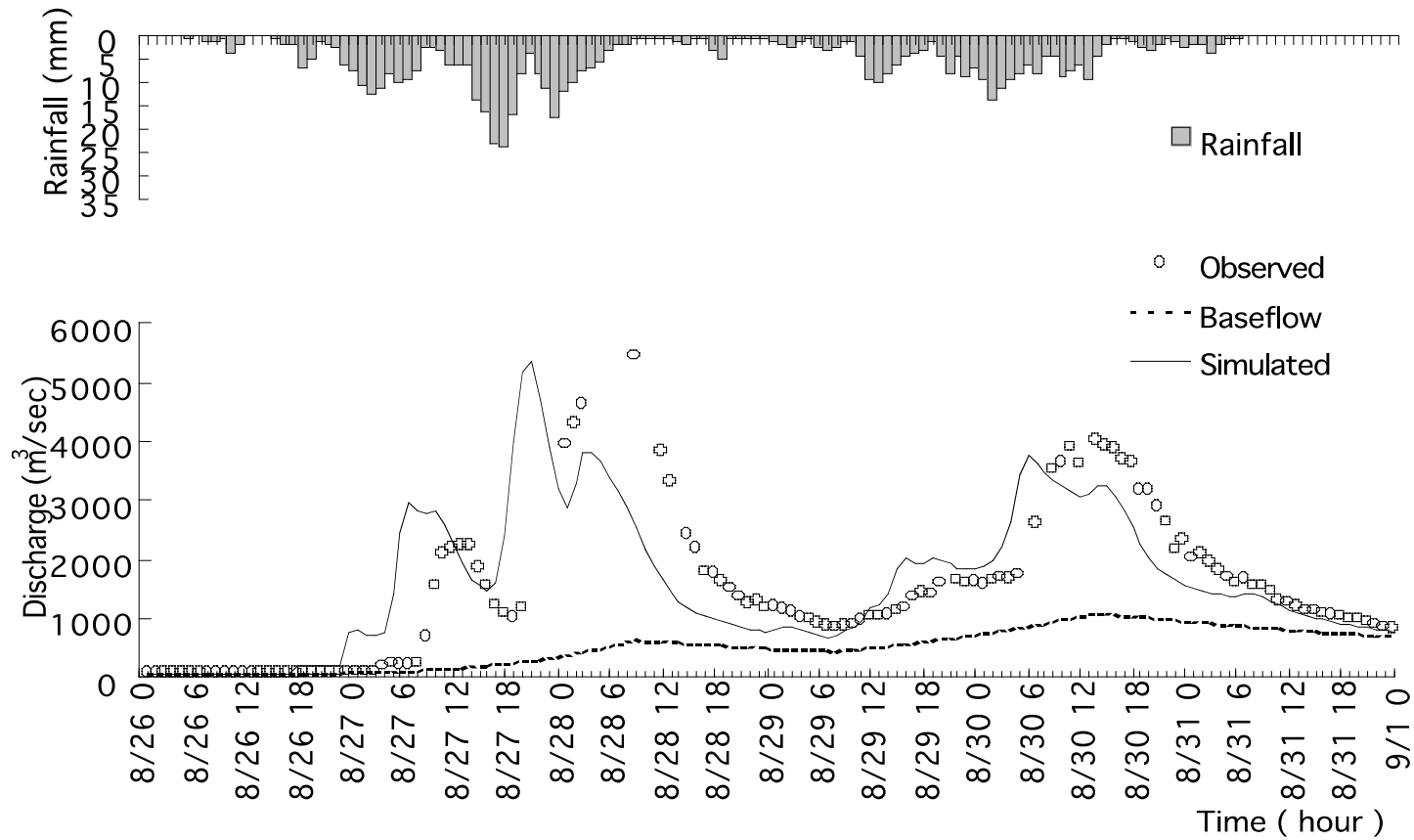


Flow direction map with a 250-m resolution

Land use map



Result of runoff simulation



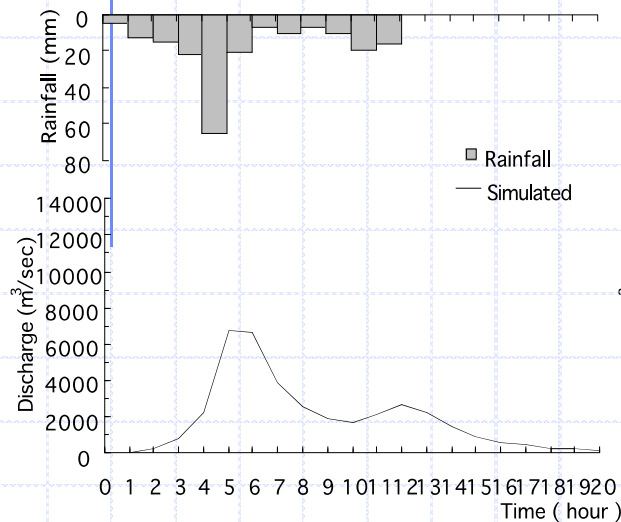
Observed and simulated hydrograph at Kawahori (1998 flood)

Conditions and Results of estimating PMF

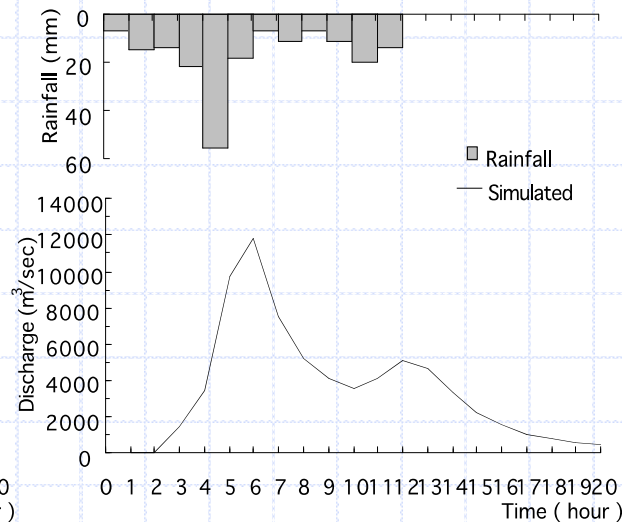
Input PMS into the grid-cell based distributed runoff model.

The parameters of the model is adjusted to reproduce the peak discharge of 1998 flood at Kawahori.

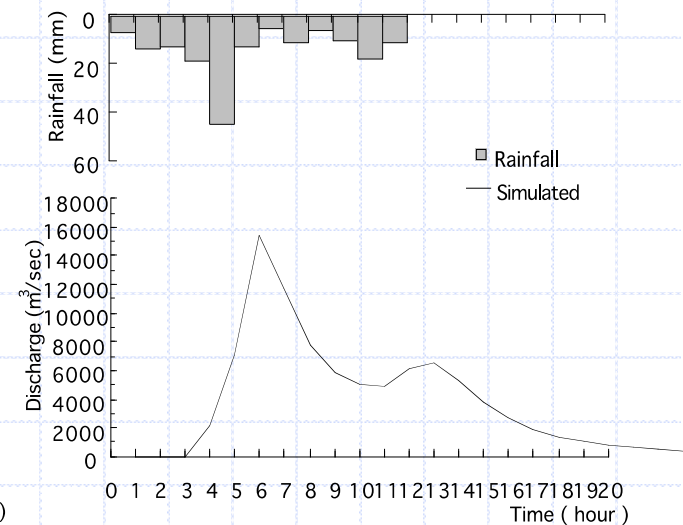
Assume that runoff ratio is 1.0 (no rainfall loss).



Kurobane → 6,730



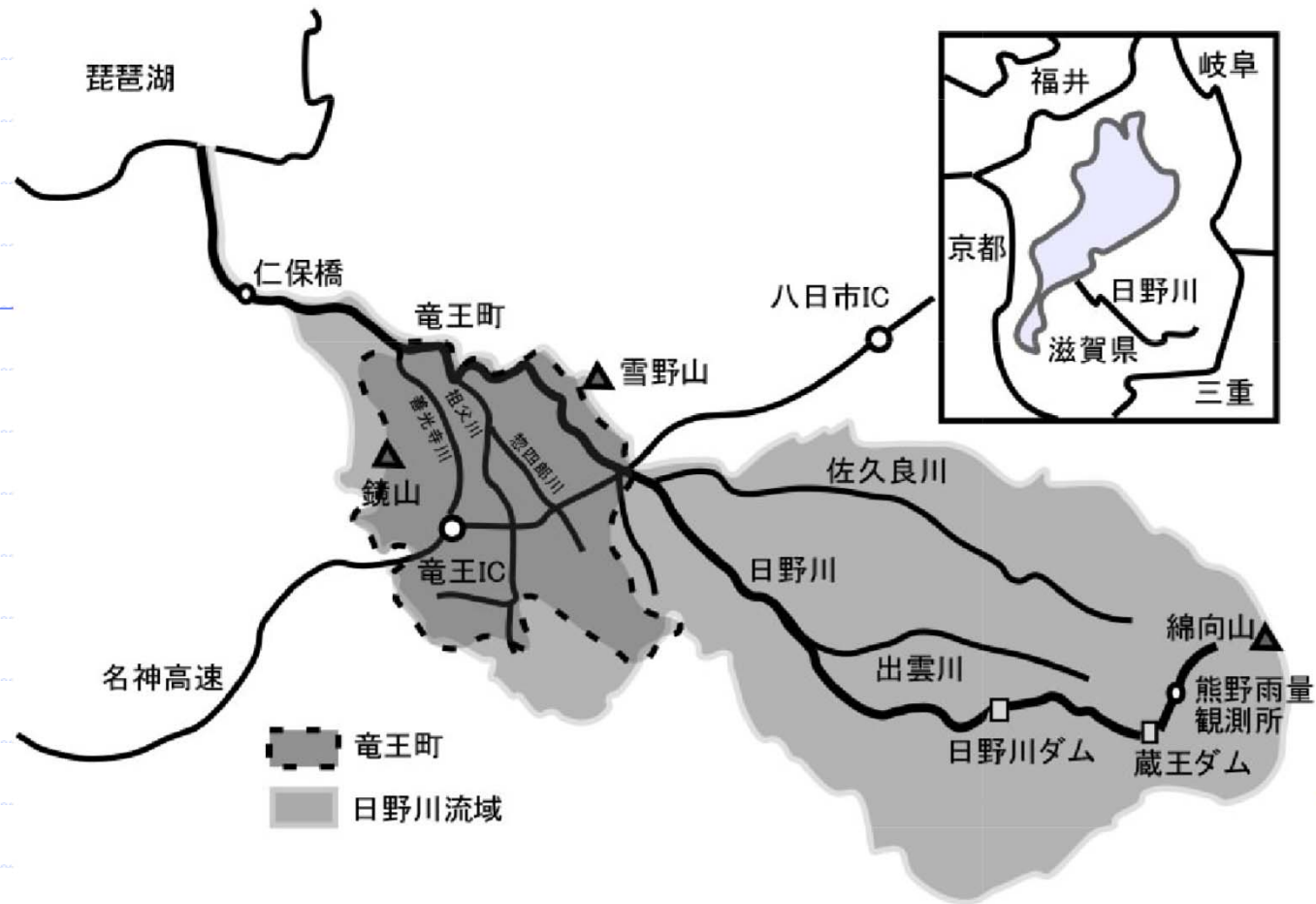
Oguchi → 11,790
(1836-year discharge)



Kawahori → 15,370
(m³/sec)

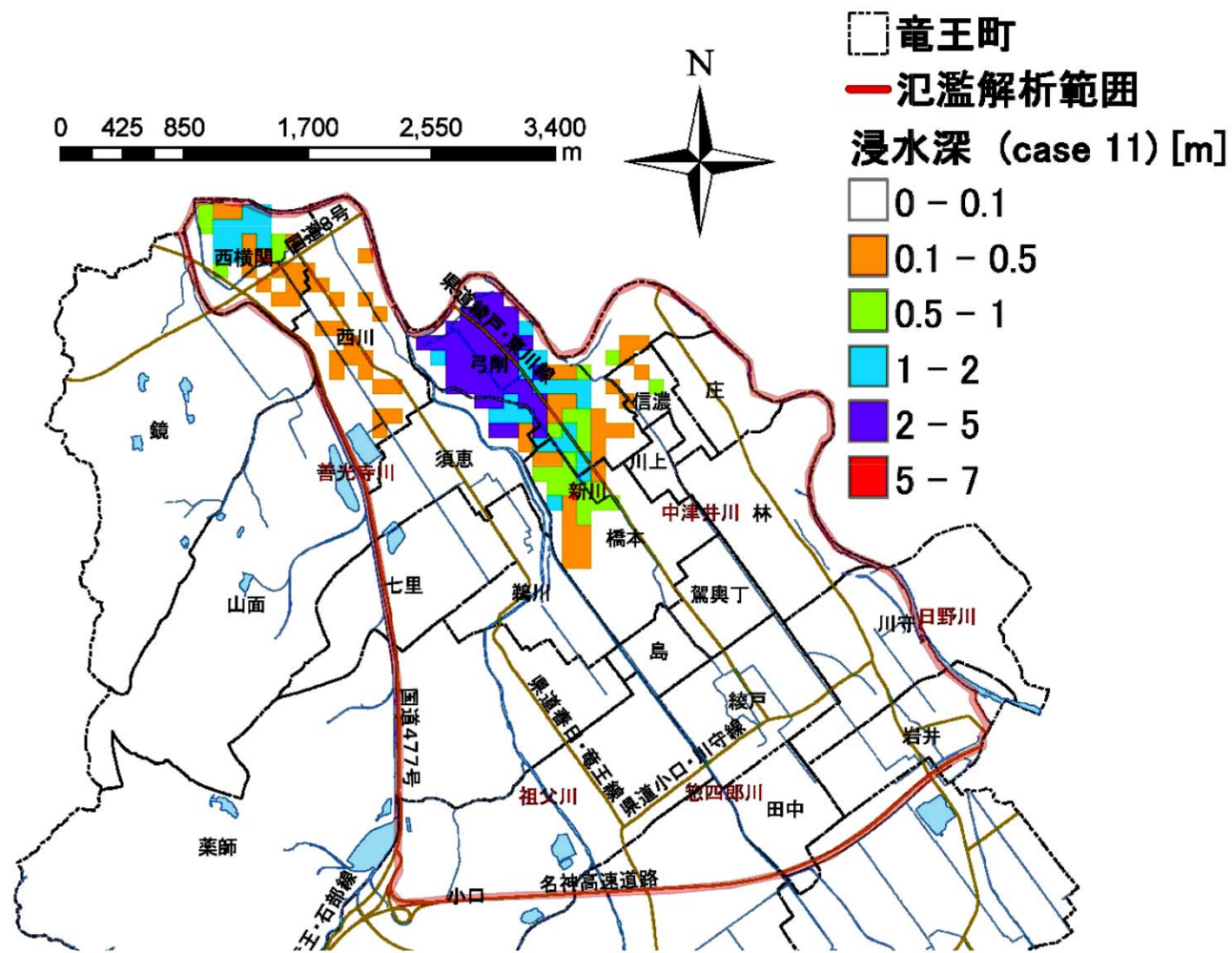
The PMF at Oguchi (11,790 m³/s) is about two times larger than the 100-year discharge at Oguchi (5,412.1 m³/s).

日野川流域・竜王町

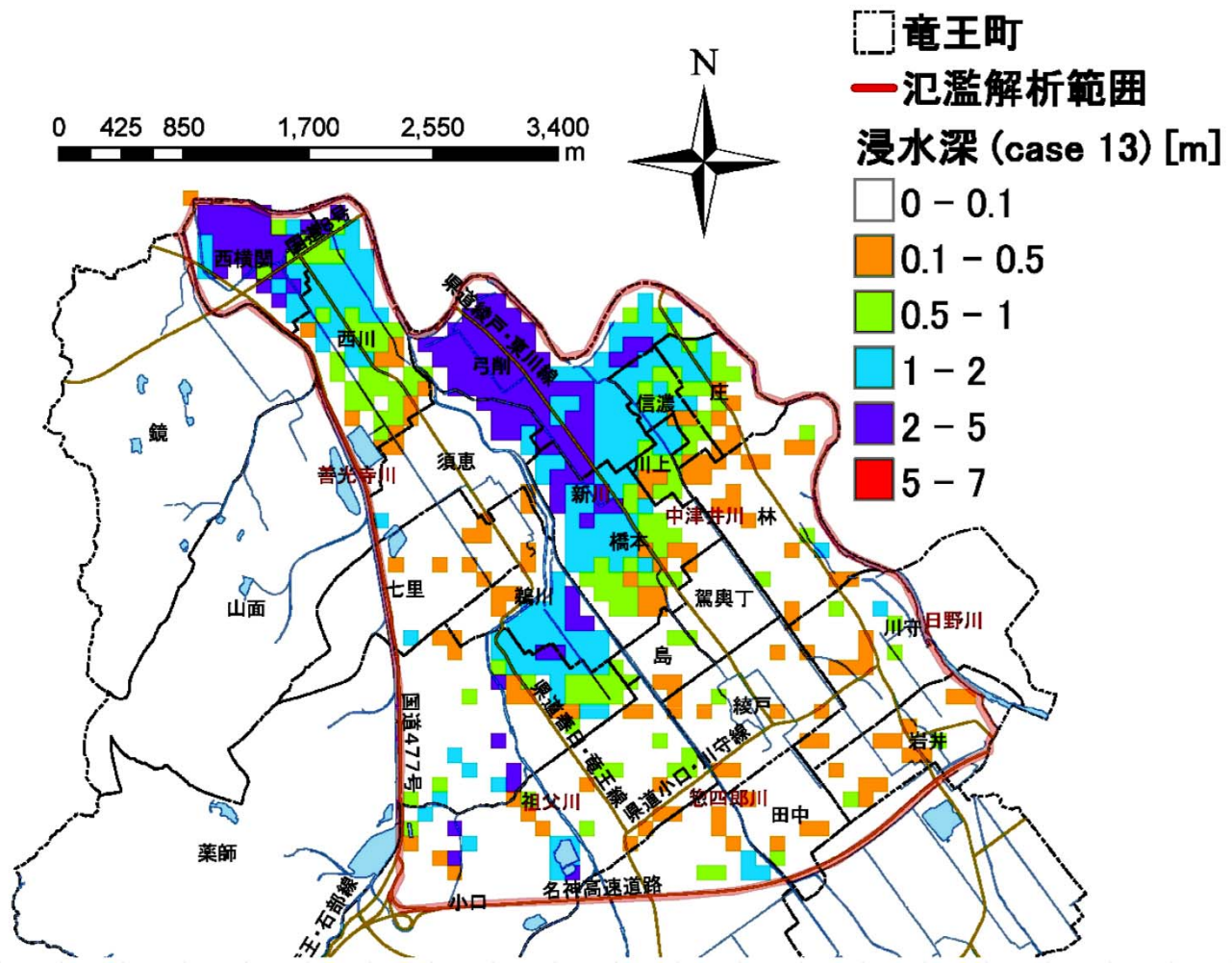


衛星画像(竜王町)





溢水・ダムあり・内水なし(21.4時間後)



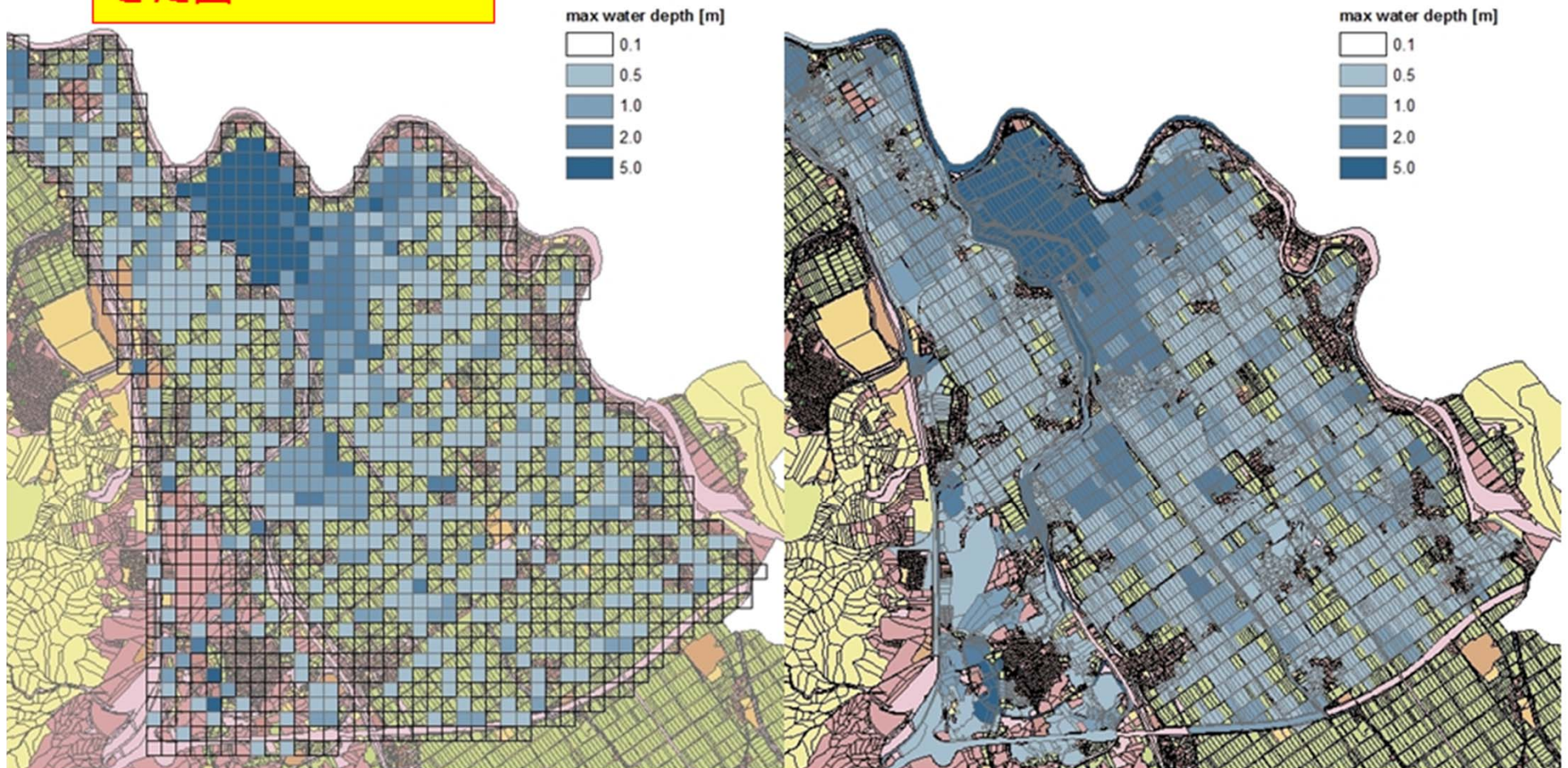
溢水・ダムあり・内水あり(24時間後)

洪水による経済被害推定の一例(小林、2010)

ラスター型浸水深情報をベクター型地物データに重ね合わせた図

ベクター型地物データをラスター型浸水深情報を属性として与えた図

淀川流域内
滋賀県竜王町



浸水深と構造物被害の関係

表-4.2 浸水深別被害率

浸水深 地盤勾配	床下 1/5	床上					土砂堆積 (床上)	
		50cm 未満	50~ 99	100~ 199	200~ 299	300cm 以上	50cm 未満	50cm 以上
Aグループ	0.032	0.092	0.119	0.266	0.580	0.834	0.43	0.785
Bグループ	0.044	0.126	0.176	0.343	0.647	0.870		
Cグループ	0.050	0.144	0.205	0.382	0.681	0.888		

A : 1/1000 未満、B : 1/1000~1/500、C : 1/500 以上

注：1. 平成5年~平成8年の「水害被害実態調査」により求められた被害率。(ただし、土砂堆積は従来の被害率)

2. 家屋の全半壊についても考慮した数値である。

浸水時間＋浸水深と農作物の関係

第2節 治水経済調査

表 20-2

(%)

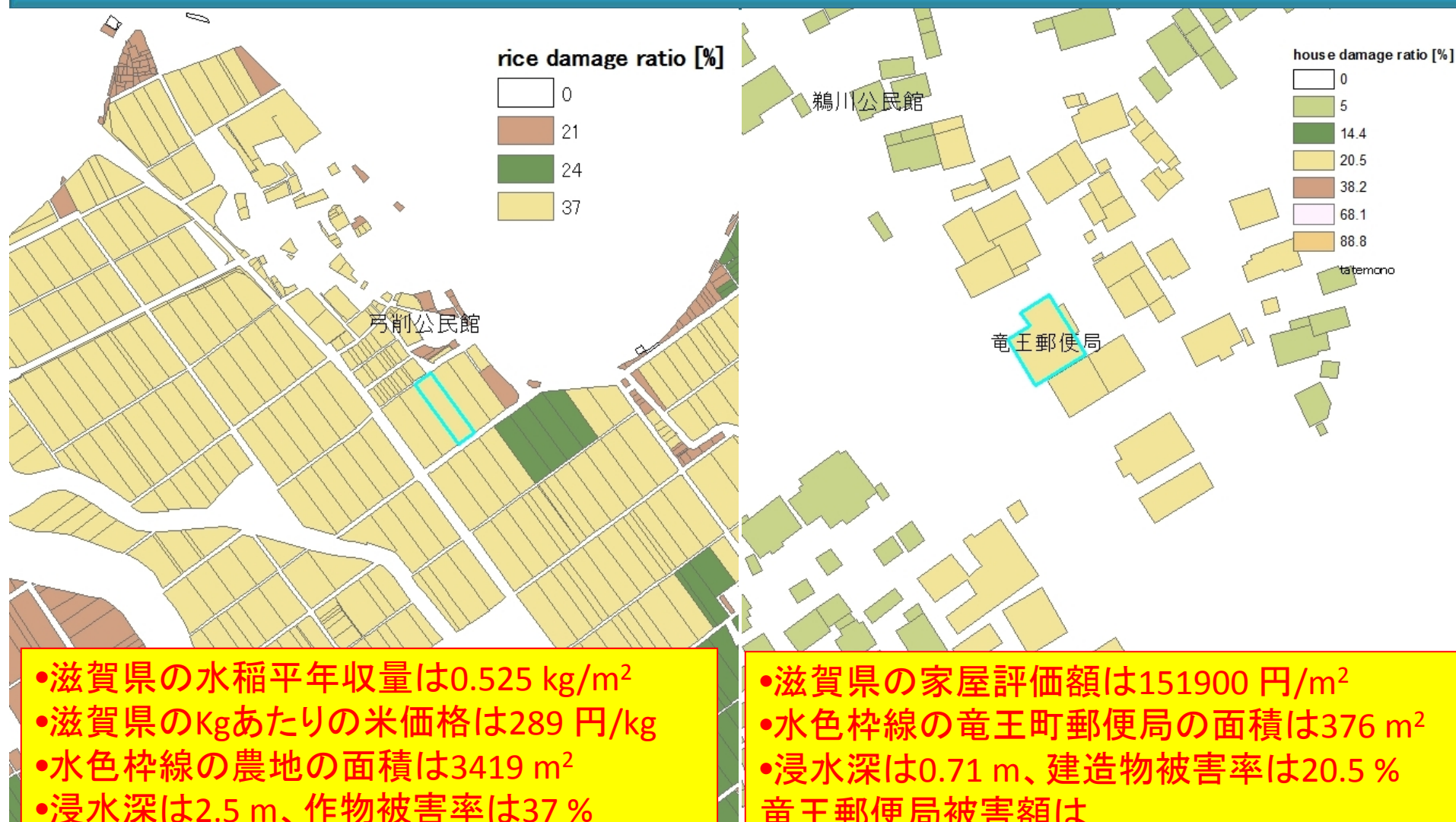
事項 冠浸水深 浸水日数 作物種類		冠 浸 水												土砂埋没		
		0.5m 未満				0.5~0.99m				1.0m 以上				地表からの土砂堆積深		
		1 ＼ 2	3 ＼ 4	5 ＼ 6	7 以上	1 ＼ 2	3 ＼ 4	5 ＼ 6	7 以上	1 ＼ 2	3 ＼ 4	5 ＼ 6	7 以上	0.5 日 未満	0.5 ～ 0.99 日	1.0 日 以上
田	水 稲	21	30	36	50	24	44	50	71	37	54	64	74	68	81	100
畑	陸 稲	20	34	47	60	31	40	50	60	44	60	72	81			
	甘 しょ	11	30	50	50	27	40	75	88	38	63	95	100			
	白 菜	42	50	70	83	58	70	83	97	47	75	100	100			
	蔬 菜	19	33	46	59	20	44	48	95	44	58	71	84			
	根 類	32	46	59	62	43	57	100	100	73	87	100	100			
	瓜 類	22	30	42	56	31	38	51	100	40	50	63	100			
	豆 類	23	41	54	67	30	44	60	73	40	50	68	81			
	畑 平均	27	42	54	67	35	48	67	74	51	67	81	91	68	81	100

注) 1. 「蔬菜」は、ねぎ、ほうれん草、その他、「根菜」は、大根、里芋、ごぼう、人参、「瓜類」はきゅうり、瓜、西瓜、「豆類」は小豆、大豆、落花生、たまねぎ等である。

2. 土砂埋没の被害率は、河川の氾濫土砂によるものであるため、「土石流」の場合は実情に応じて修正すること。

治水経済調査マニュアル(案):平成17年4月版

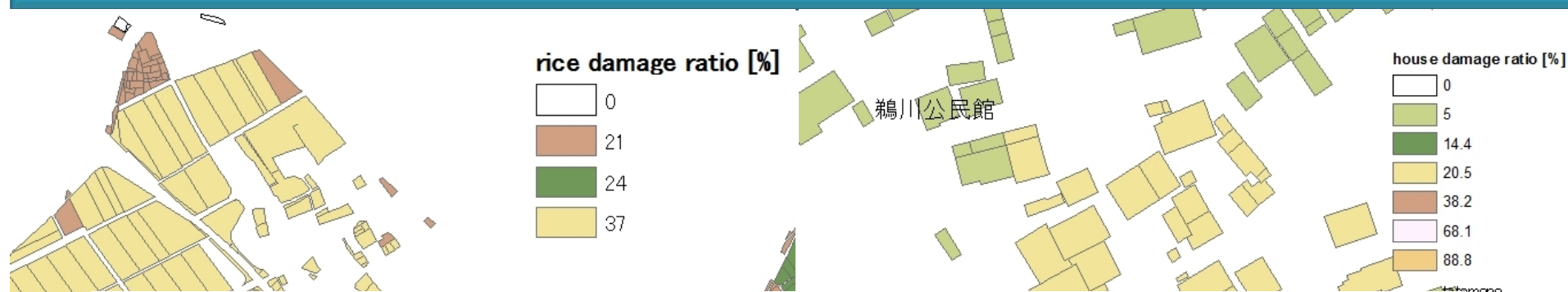
被害額推定手順



- 滋賀県の水稲平年収量は 0.525 kg/m^2
 - 滋賀県のKgあたりの米価格は289 円/kg
 - 水色枠線の農地の面積は 3419 m^2
 - 浸水深は2.5 m、作物被害率は37 %
- 作物被害額は
 $3419 \times 0.525 \times 289 \times 0.37 = 192000 \text{ 円}$
注: 値は2004年のもの、マニュアルによる

- 滋賀県の家屋評価額は 151900 円/m^2
 - 水色枠線の竜王町郵便局の面積は 376 m^2
 - 浸水深は0.71 m、建造物被害率は20.5 %
- 竜王郵便局被害額は
 $376 \times 151900 \times 0.205 = 1170 \text{ 万円}$
注: 値は2004年のもの、マニュアルによる

被害額推定手順



したがって、淀川全体で浸水深を計算できれば、全域で経済被害推定ができる。

保険額の設定は、被害額を推定することにより可能となる。

• 滋賀県の水稲平均収量は0.525 kg/m²
• 滋賀県のKgあたりの米価格は289 円/kg
• 水色枠線の農地の面積は3419 m²
• 浸水深は2.5 m、作物被害率は37 %
作物被害額は
 $3419 \times 0.525 \times 289 \times 0.37 = 192000$ 円
注: 値は2004年のもの、マニュアルによる

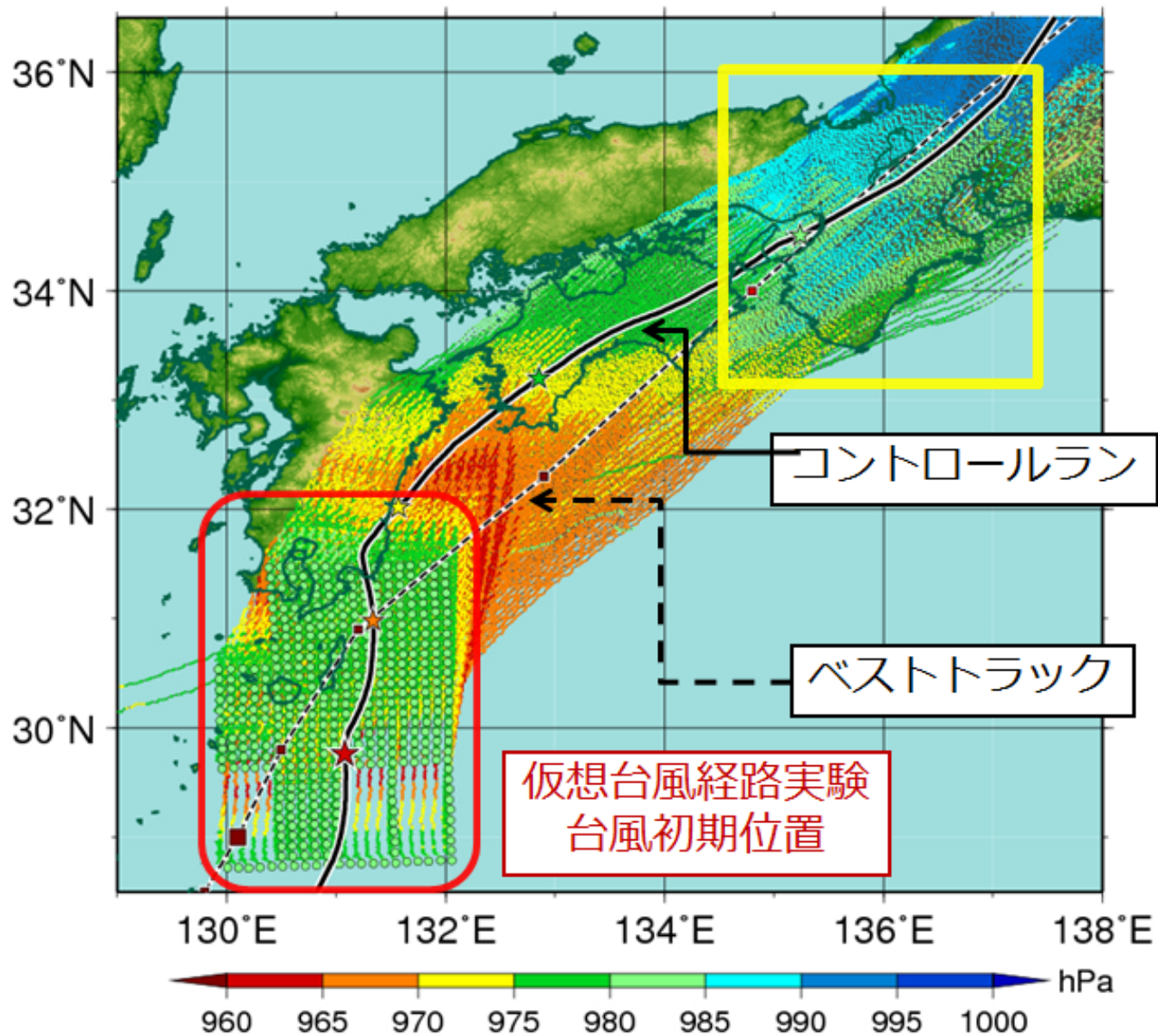
• 滋賀県の家屋評価額は151900 円/m²
• 水色枠線の竜王町郵便局の面積は376 m²
• 浸水深は0.71 m、建造物被害率は20.5 %
竜王郵便局被害額は
 $376 \times 151900 \times 0.205 = 1170$ 万円
注: 値は2004年のもの、マニュアルによる

経済被害推定モデルによるワークショップの風景

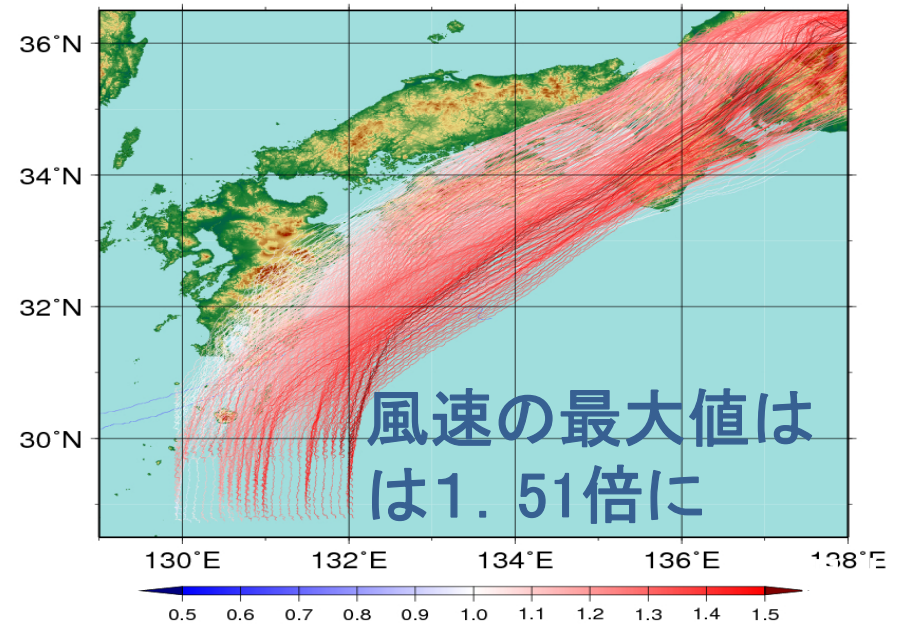
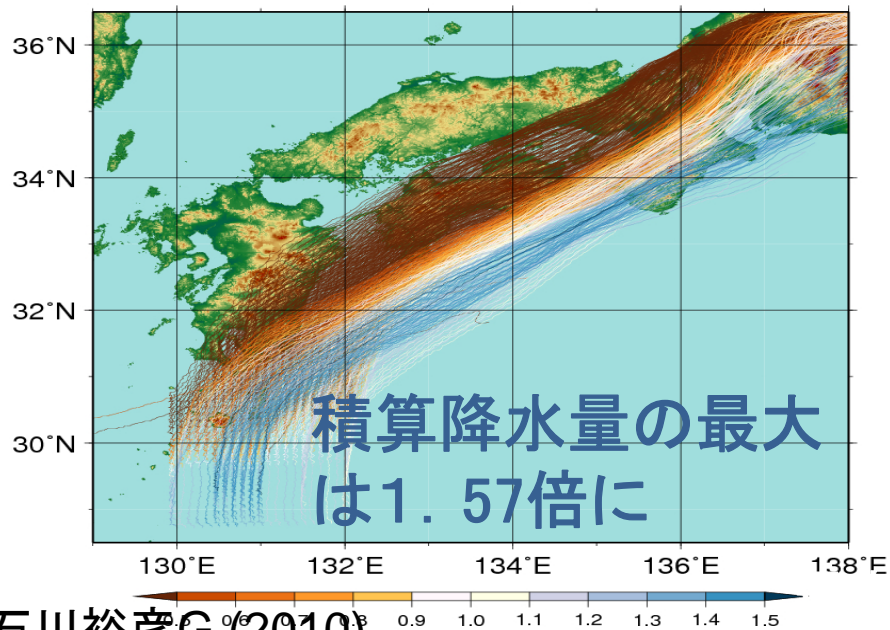
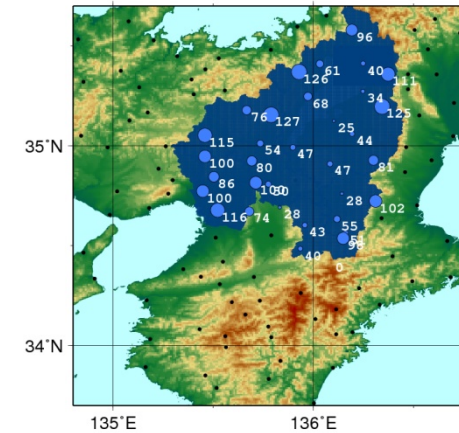
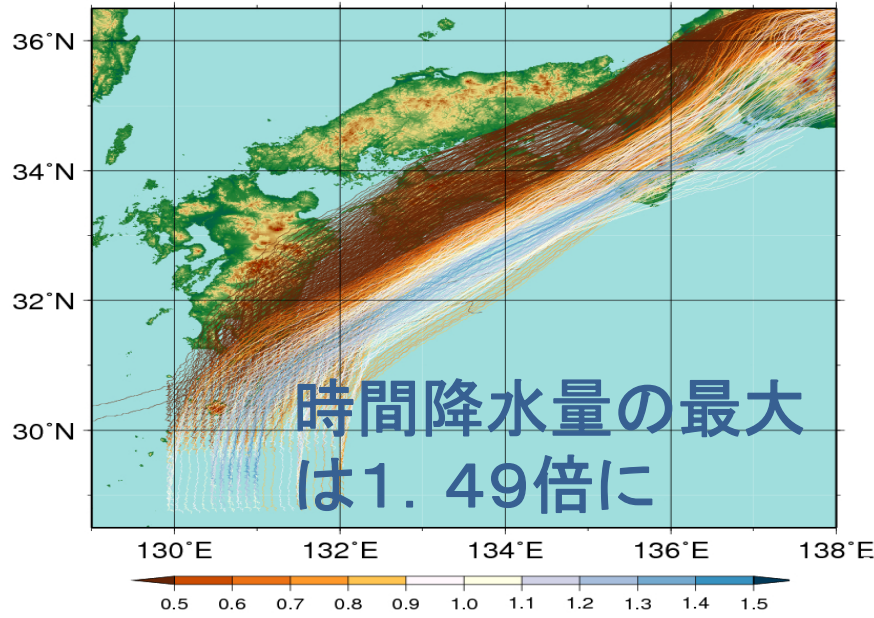


(3) 気候変動による洪水リスクの変動に関する研究(気候変動革新予測/後継の創生プロジェクト)

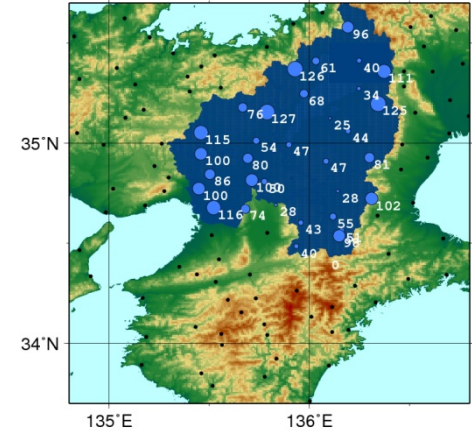
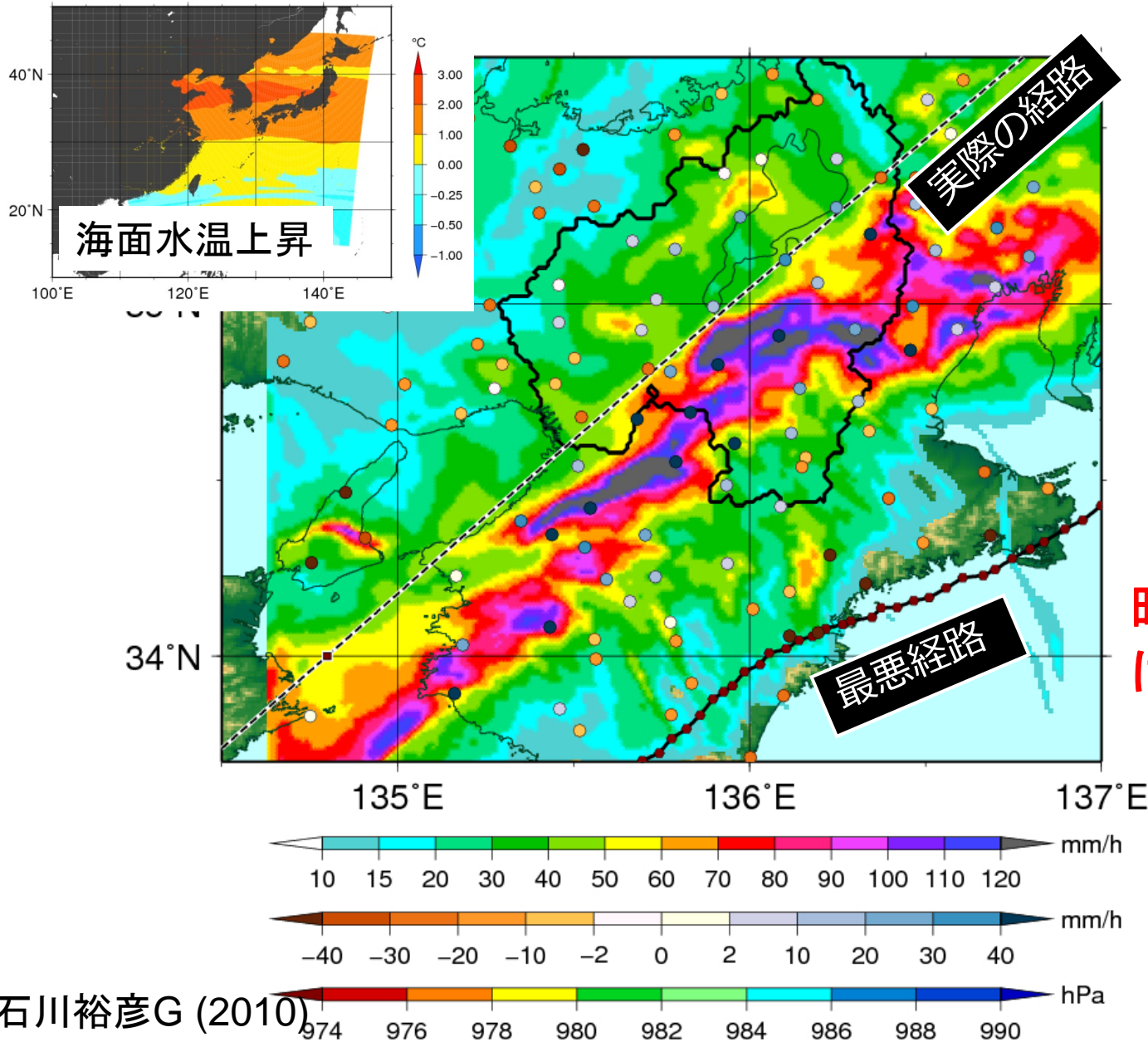
最悪台風(石川防災研教授らによる)



実際の台風をベースにした 最悪ルート(淀川流域)

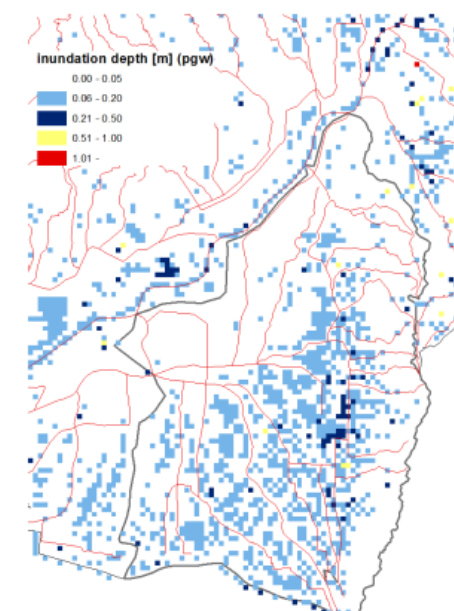
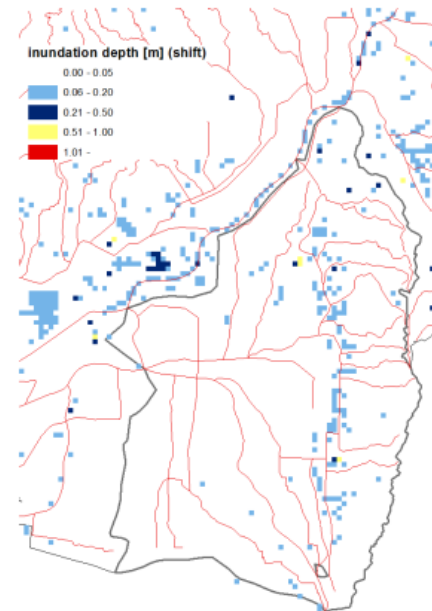
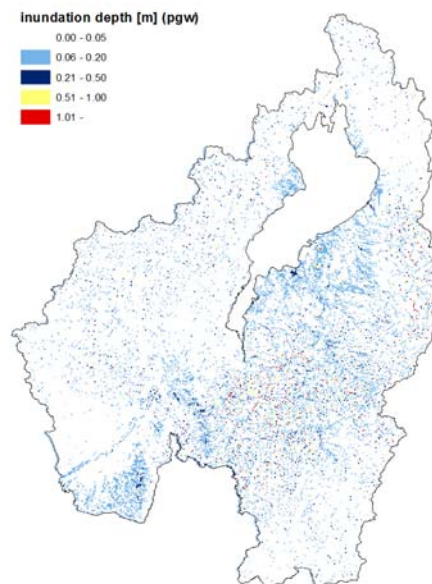
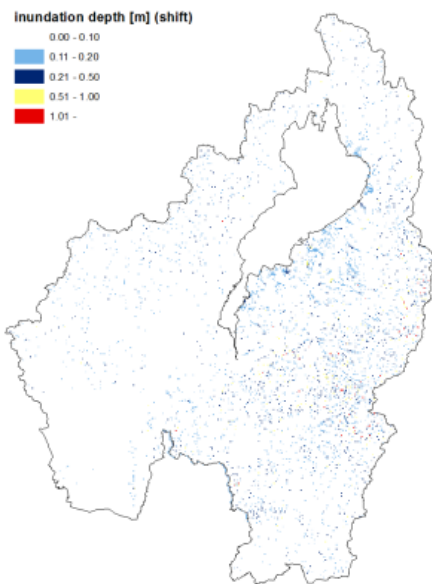
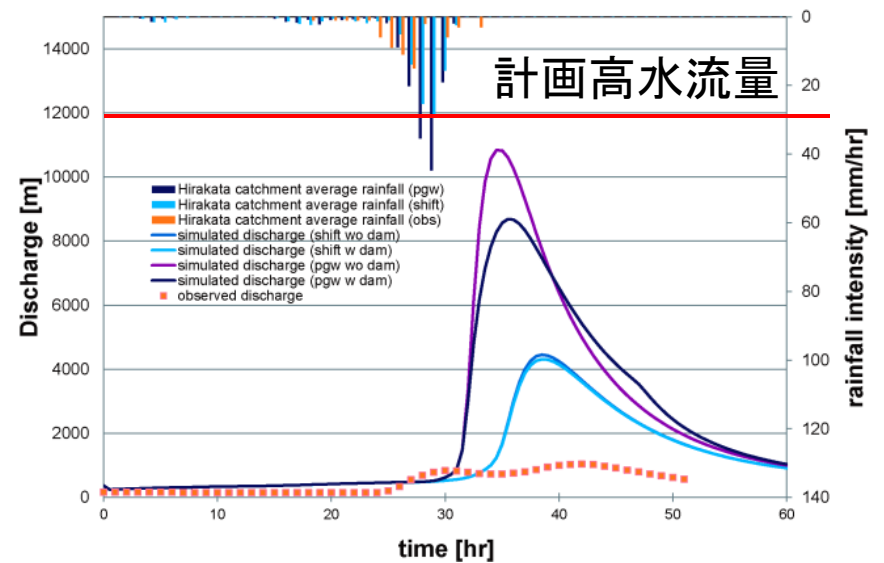
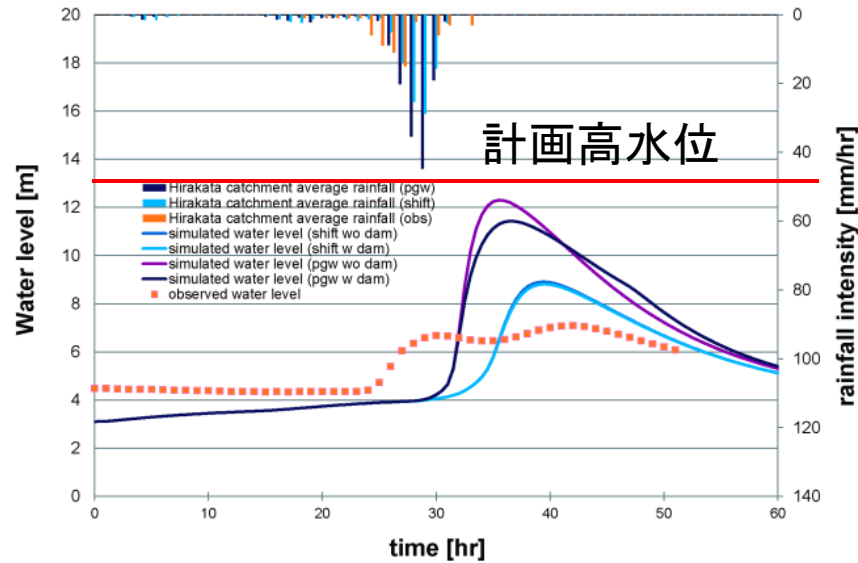


海面水温上昇を仮定した「最悪経路」時間降水量

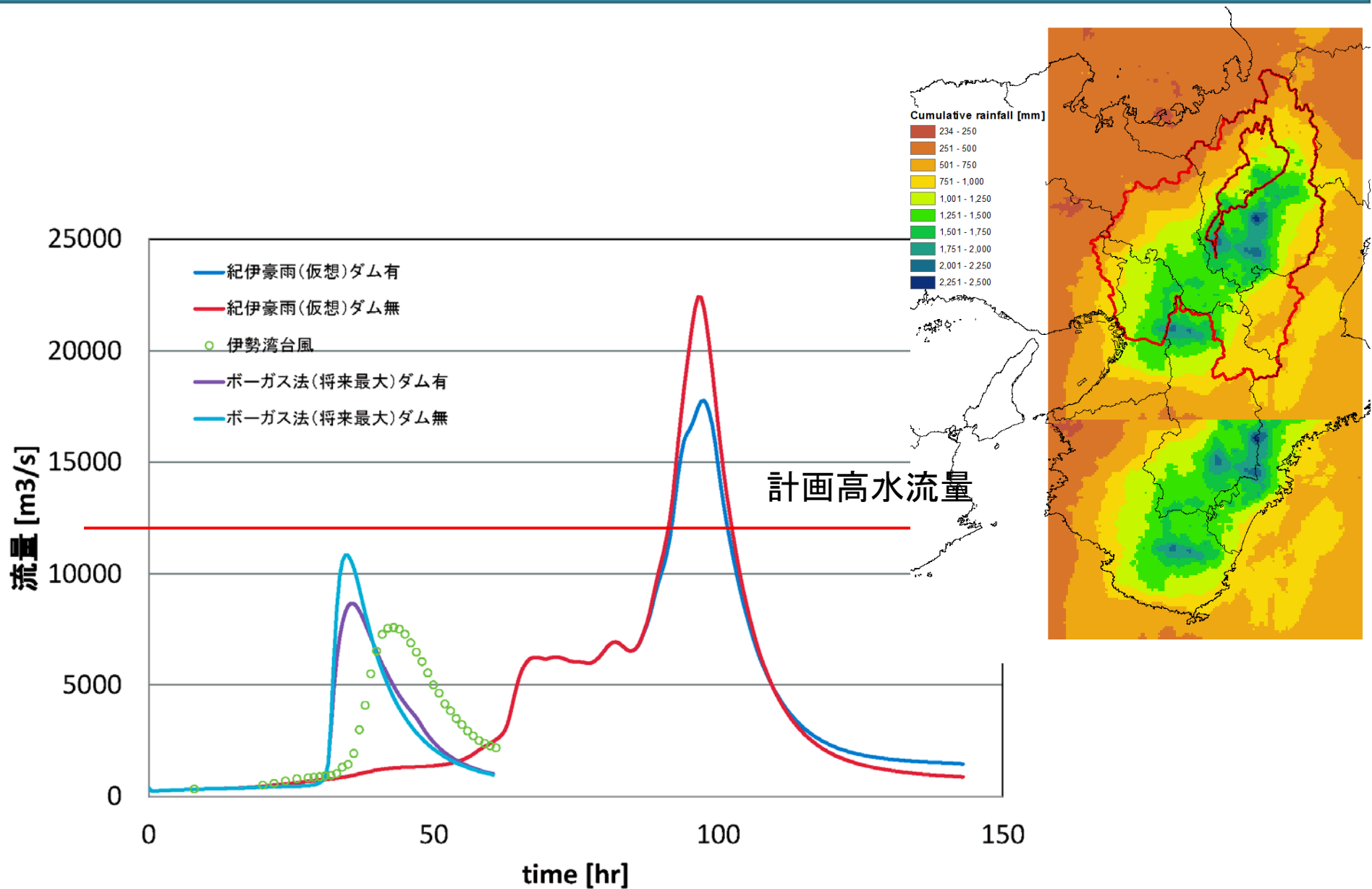


石川裕彦G (2010)

最悪台風を入力した計算結果



ちなみに仮想紀伊豪雨を考えると



Deterministic, Stochastic, Random (Probabilistic)

決定論的 (deterministic)

$$y_t = f(x_t, \theta)$$

$$\dot{x} = g(x, r, \theta)$$

確率過程的 (stochastic)

$$y_t = f(x_t, \theta) + v_t$$

$$\dot{x} = g(x, r, \theta) + w$$

加算の確率成分

酔歩 (pure random)

$$y_t = v_t$$

y : 観測出力、 x : 状態変数
 r : 入力、 θ : システム定数 (場の条件)

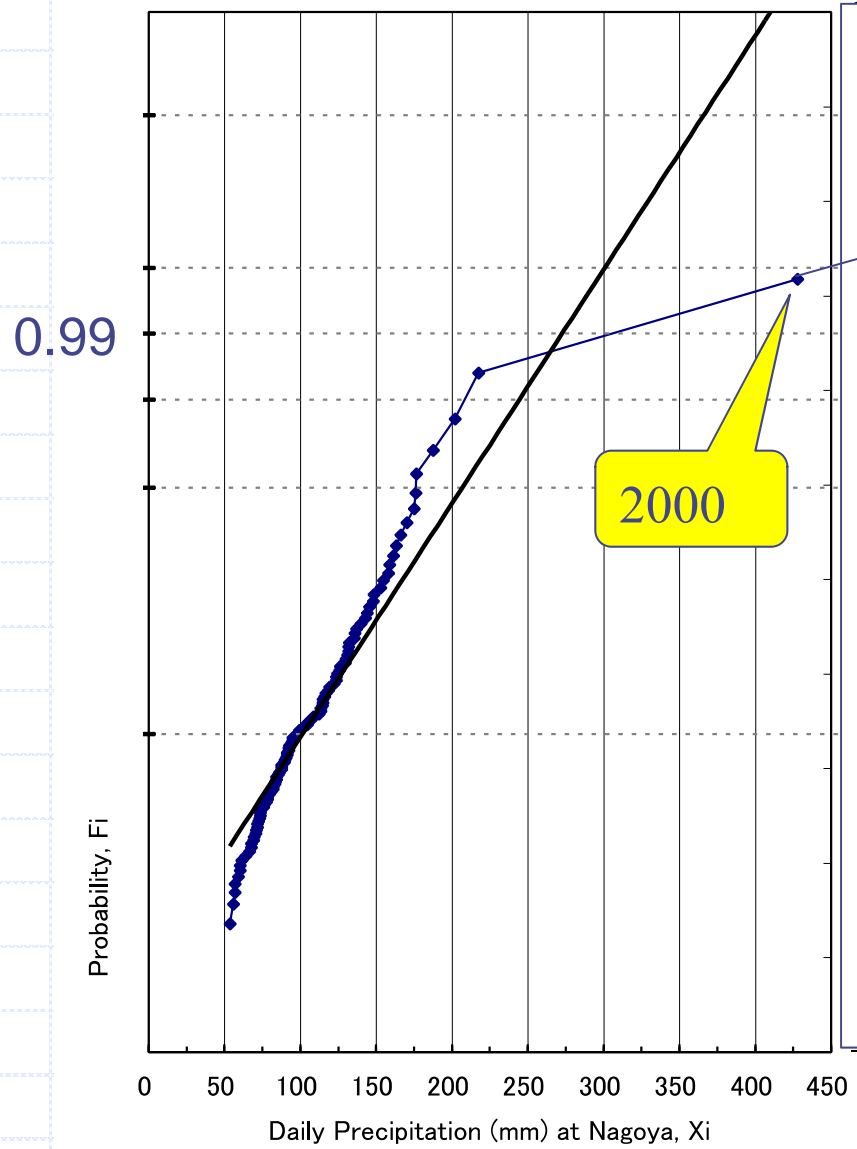
$$y_t = f(x_t, \theta)(1 + v_t)$$

$$\dot{x} = g(x, r, \theta)(1 + w)$$

乗算の確率成分

Gumbel Probability Paper (Cunnane Plot)

$$y = 0.0247x - 2.1453$$



PMPを導入した
ノンパラメトリック頻度解析
(確率分布を使わない方法)

PMP
1400 ?

統計学と物理学の結合

- ◆ PMP を水文統計に取り入れること
- ◆ PMP → PMS → PMF
- ◆ 確率統計、水文気象、水文モデル
- ◆ 洪水追跡・氾濫モデル(水理学的モデル)

現象合理性、目的合理性

- ◆ 物理合理的、確率合理的なリスク解析
- ◆ 防災合理的、経済合理的な施策

超過洪水シンポジウム

～豪雨災害等調査活動から得られたレベルに応じた洪水の概念を考える～

土木学会 水工学委員会

2012年5月25日

於：土木学会、東京・四谷

(A)これまでの治水対策の経緯

- * 既往最大主義：実績主義
- * 確率洪水主義(既往最大も考慮)：
系統的データ解析・極値理論による外挿
- * 総合治水対策
都市流域を中心に河道＋流域対策
- * 超過洪水対策(スーパー堤防)
- * 都市水害対策
- * 水防法改正

総合治水対策に関する経緯

- * 1977.6 「総合的な治水対策について」中間答申
- * 1977.10 「総合治水対策協議会」を設置
- * 1980.5 総合治水対策の具体的対策とりまとめ
- * 1980-2000 17河川流域を「総合治水特定河川」に指定
- * 2003.6 「特定都市河川浸水被害対策法」制定
(鶴見川、新川、寝屋川の3河川を指定)
- * 2004.11 豪雨災害対策総合政策委員会を設置
- * 2004.12 総合的な豪雨災害対策についての緊急提言
- * 2005.4 「総合的な豪雨災害対策の推進について(提言)」とりまとめ
- * 水防法の改正
- * 2008.8 中小河川における局地的豪雨対策WGを設置
- * 2009.1 中小河川における局地的豪雨対策WG報告書策定

河川整備基本方針における 超過洪水対策の扱いについて

- * 河川整備基本方針においては、河川の整備の基本となるべき事項として、計画規模に相当する基本高水及びその河道（計画高水流量）及び洪水調節施設への配分を定めている。
[これが「レベル1」に相当する]
- * 一方、洪水は自然現象である降雨に起因して発生するため、計画規模を超える洪水（超過洪水）の発生は否定できないことから、超過洪水に対しても、できるだけ被害を軽減できるよう考慮しておく必要があり、河川整備基本方針では次のとおり記載している。
[計画規模を超える洪水が「レベル2」に相当する]

河川整備基本方針における 超過洪水対策の扱いについて

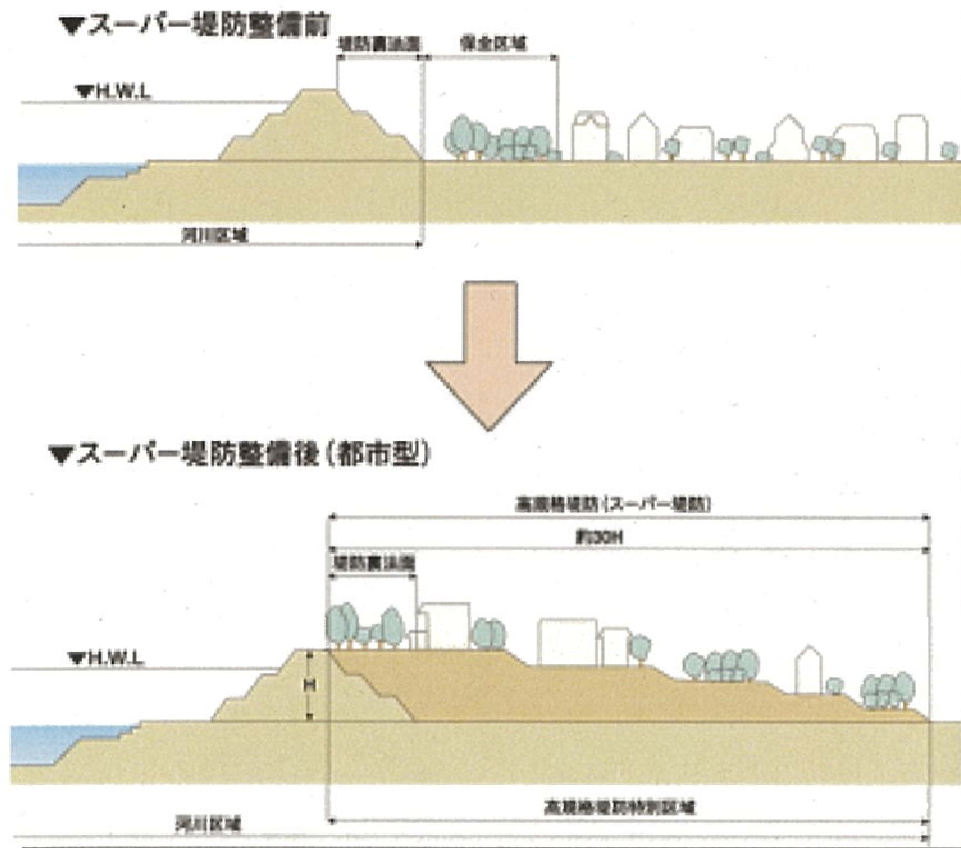
本文記述

- * 「・・・計画規模を上回る洪水が発生し氾濫した場合においても、被害をできるだけ軽減できるよう、必要に応じた対策を実施する」
- * 必要に応じた具体的な例：氾濫流の制御、土地利用等の調整、警戒避難体制の強化

なお、大都市地域の河川(利根川、荒川、多摩川、淀川、大和川)においては、上記に加え、破堤による壊滅的な被害を回避するため、**高規格堤防(スーパー堤防)**を整備することとしている。

超過洪水対策の代表例

高規格堤防（スーパー堤防）



破堤による壊滅的な被害の回避

- ・高規格堤防（スーパー堤防）

(B) 河川計画と超過洪水

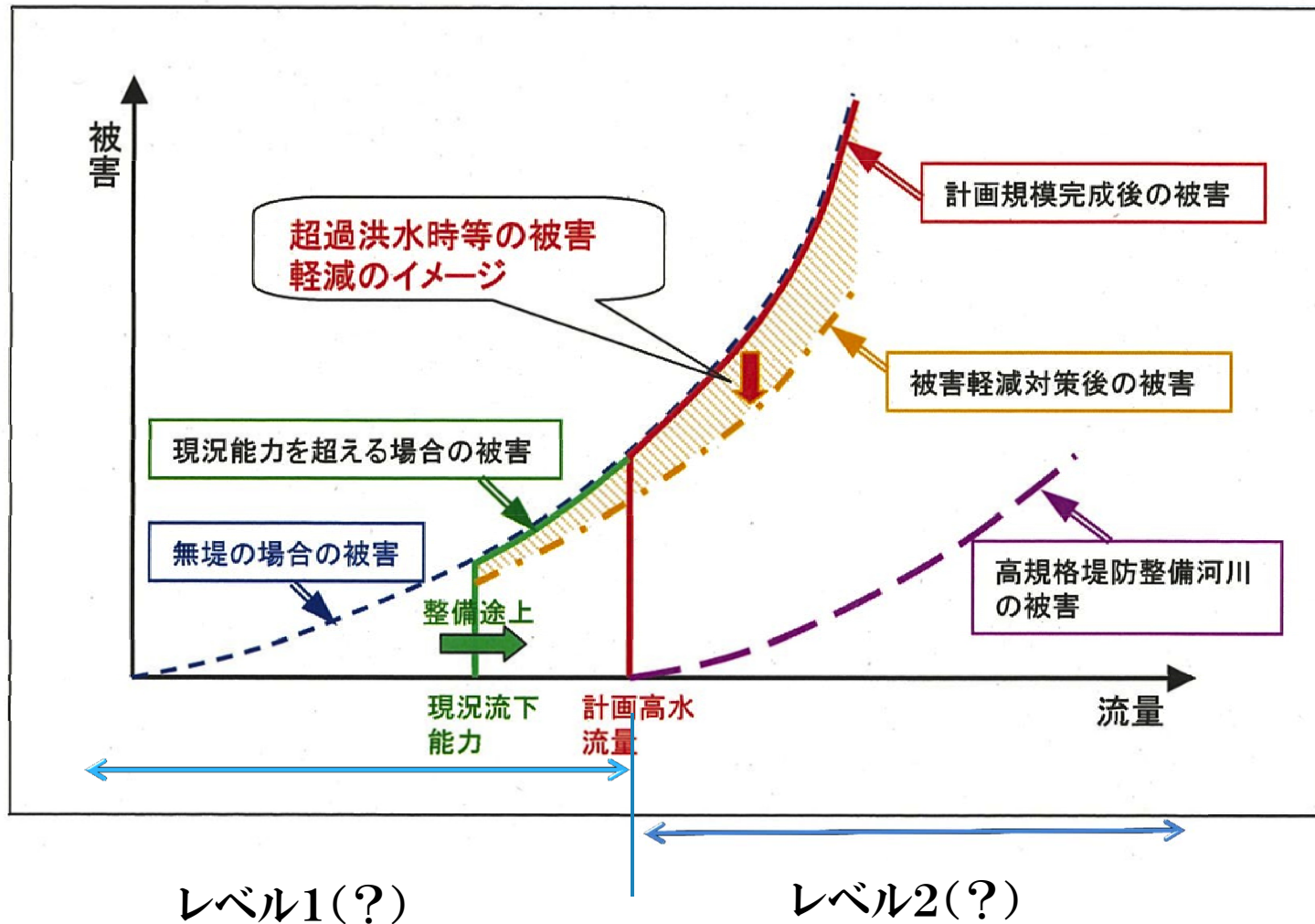
- (1) 河川整備基本方針 (これが「レベル1」相当)
- (2) 河川整備計画 「レベル0.5」?
(戦後最大級洪水対応、当面20~30年の河川整備)
- (3) 現状の河川改修状況 「レベル0.2」?

(現状の流下能力が10年確率から数十年確率レベルしかない所も
少なくない)

- * 「超過洪水」というとき、(1)を超えるもの、(2)、(3)を超えるものがある。
- * 都市化などによって洪水の形態が変わることがある。
確率降雨対応? 確率洪水対応?
同じ規模の雨でも都市化により洪水は変わる。

「レベル1」と「レベル2」

超過洪水対策について



「レベル1」、「レベル2」という言い方が必要か？

- * 河川整備基本方針で対応すべき洪水（計画規模以下の洪水）が「レベル1」であることは明確。
ただし、その計画規模は水系によって異なる。
- * 「レベル1」でも結構大きな洪水である。それをさらに上回る洪水が「レベル2」である。
- * 「レベル1」、「レベル2」という言い方が一般住民に誤解を与えないか？特に、リアルタイムで。
- * 「レベル1」整備を促進するためには有効か？