

確率雨量によるレーダ雨量の 河川計画への適用可能性評価

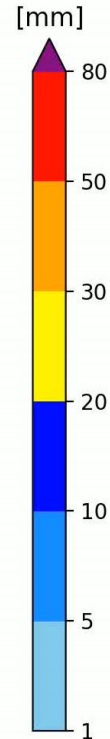
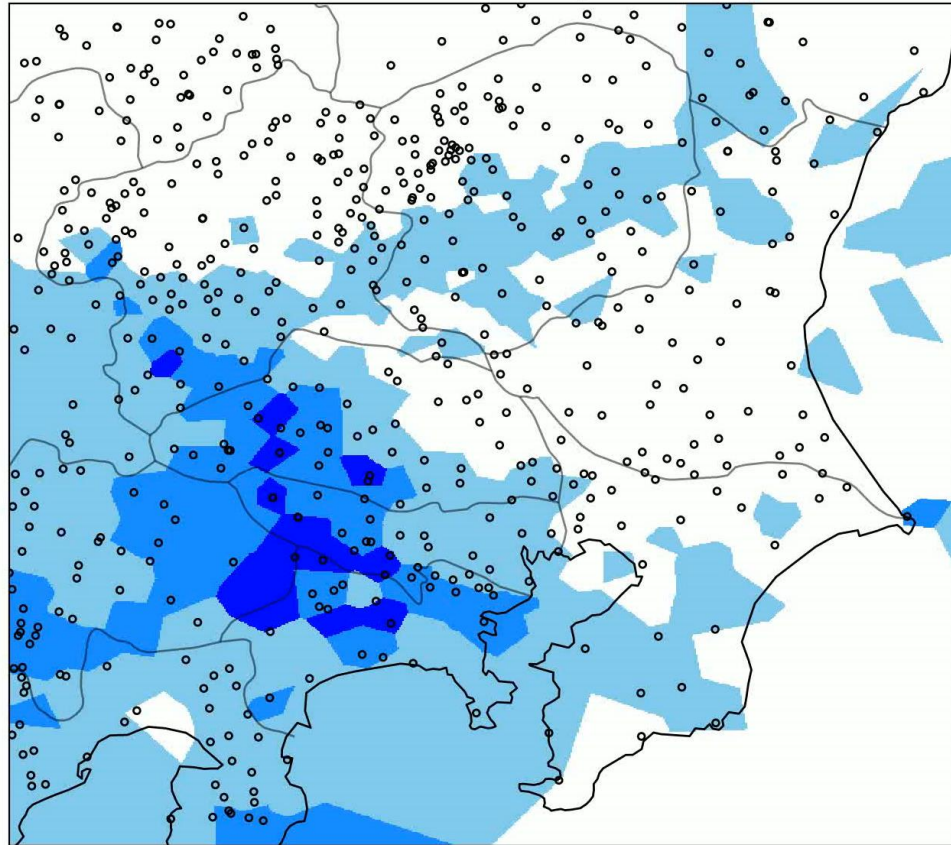
EVALUATION OF APPLICABILITY OF RADAR RAINFALL WITH
STOCHASTIC RAINFALL TO WATERSHED MANAGEMENT

中央大学大学院 ○大橋史帆里
中央大学 手計太一

研究背景 ～地上雨量とレーダ雨量の特徴の比較～

地上雨量

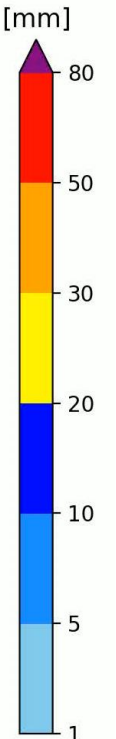
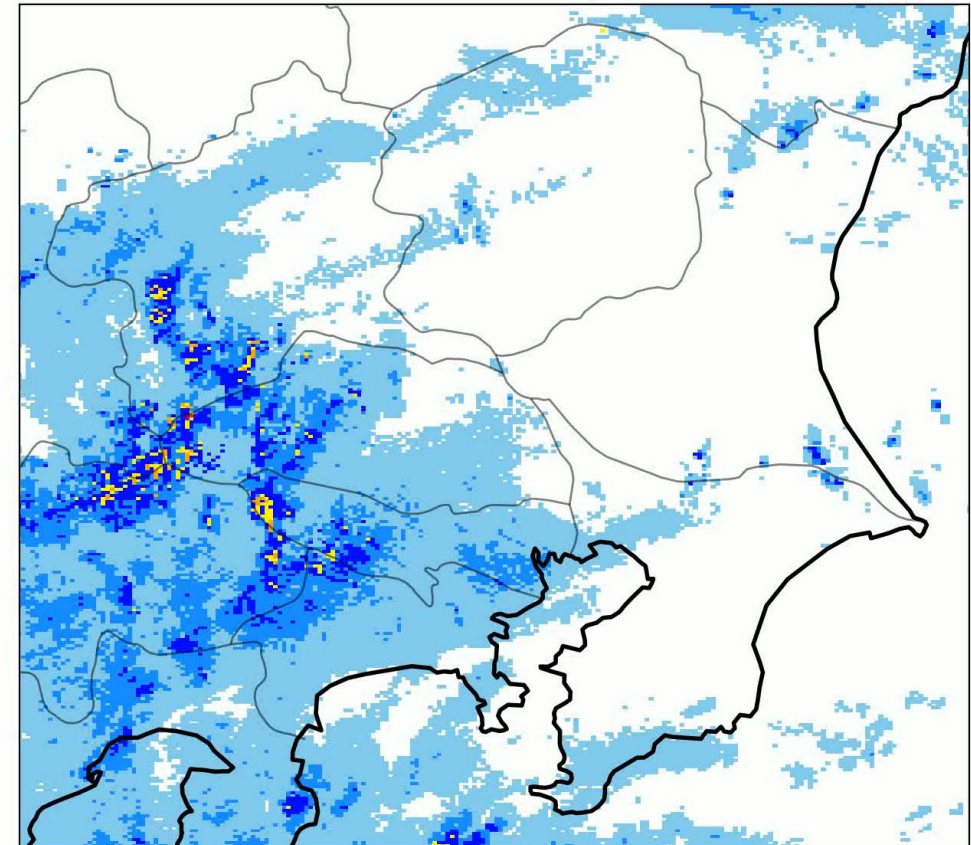
2019/10/12 00:00 (JST)



VS

レーダ雨量

2019/10/12 00:00 (JST)

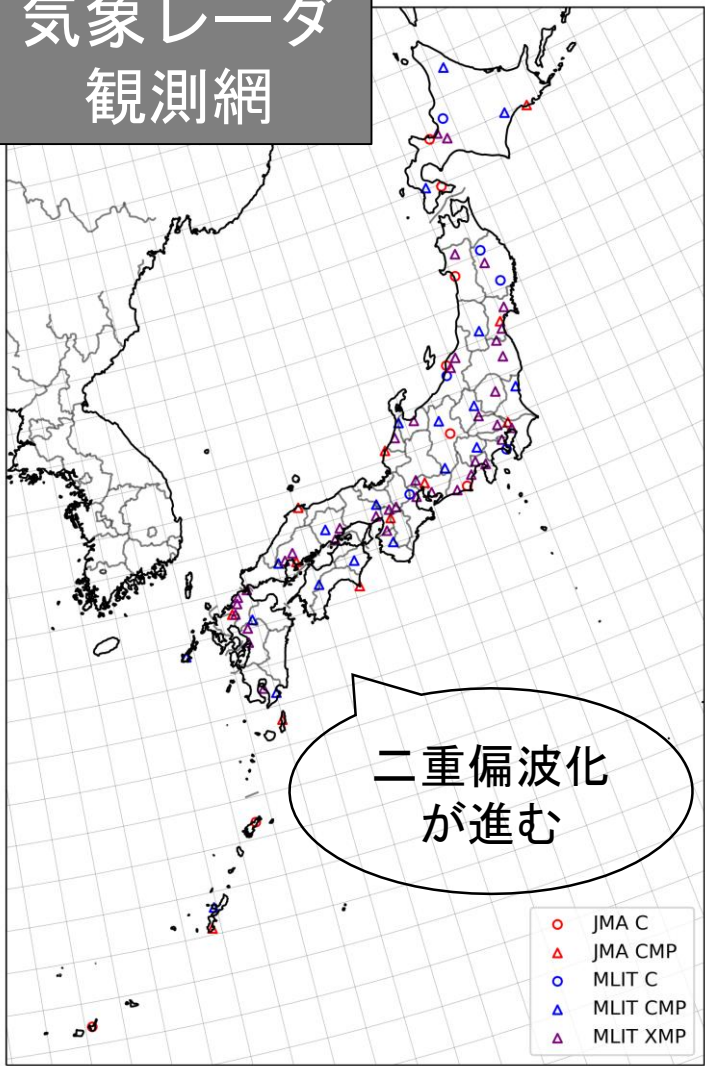


- 雨量を地点ごとにしか観測できない
- 定量的観測ができる唯一の方法，水防災情報としての利用価値が高い

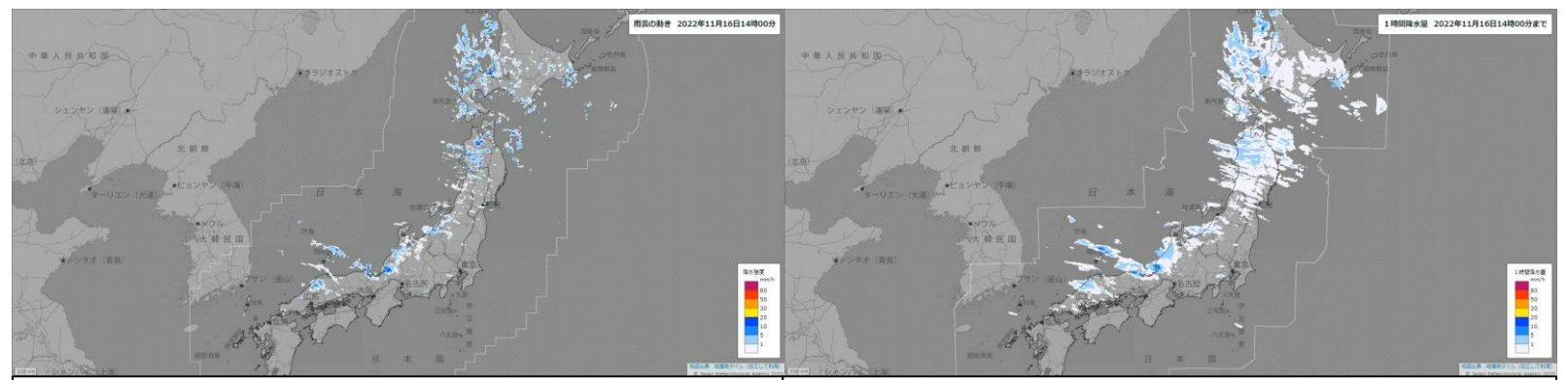
- 時空間解像度が高く，降雨予測や流出解析を行う研究や実務への利用
- 山岳遮蔽や降雨減衰のように一部正確な降雨を観測できない領域があり

研究背景 ~レーダ雨量観測技術の向上~

気象レーダ観測網

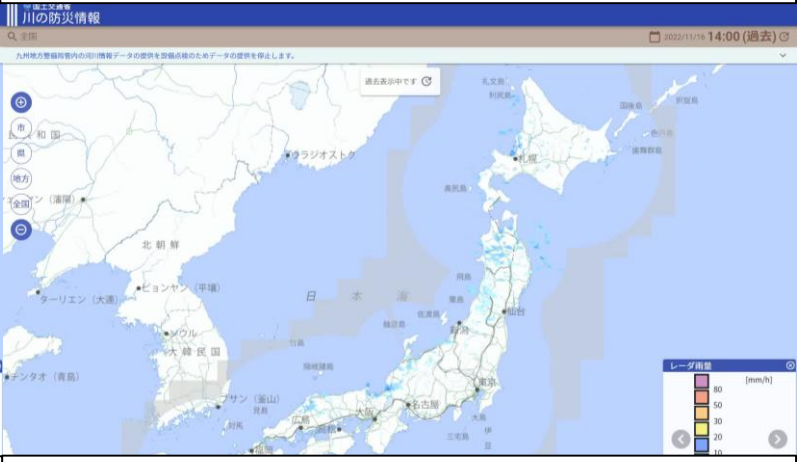
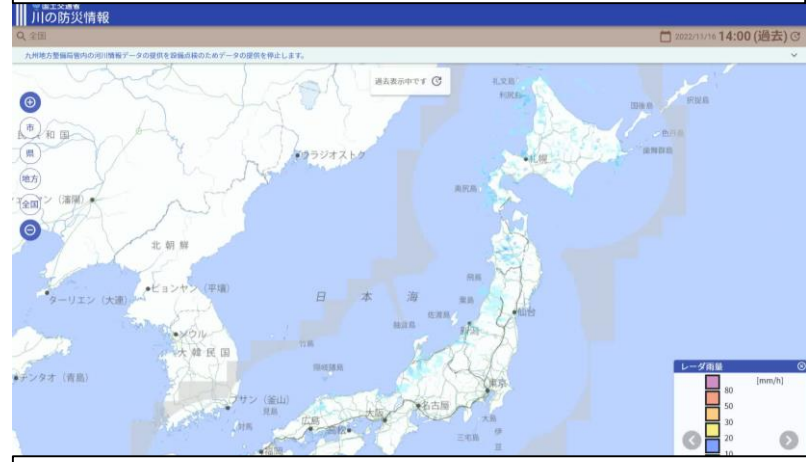


レーダ雨量プロダクト



全国合成レーダGPV (気象庁)

解析雨量 (気象庁)



XRAIN (国土交通省)

Cバンドレーダ (国土交通省)

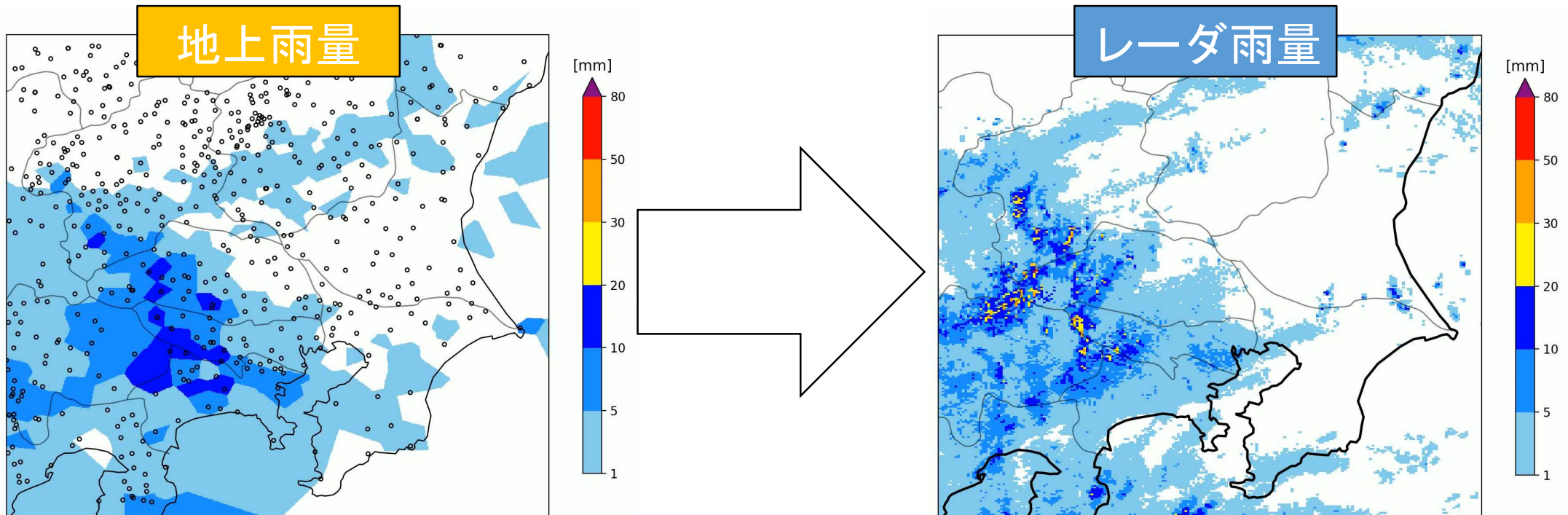
しかし、長期間に蓄積されたレーダ雨量を用いた解析が十分に行われていないのが実情

⇒ 本研究では河川計画において **レーダ雨量を用いた超過確率雨量の算定・評価** に着目

研究目的

研究背景

- ◆ 長期間に蓄積されたレーダ雨量を用いた解析が十分に行われていない
- ⇒ 将来的にレーダ雨量が地上雨量に替わる可能性を考える必要
- ◆ 現在河川計画で超過確率雨量を算定する際、過去の雨量データとして地上雨量のみが用いられている



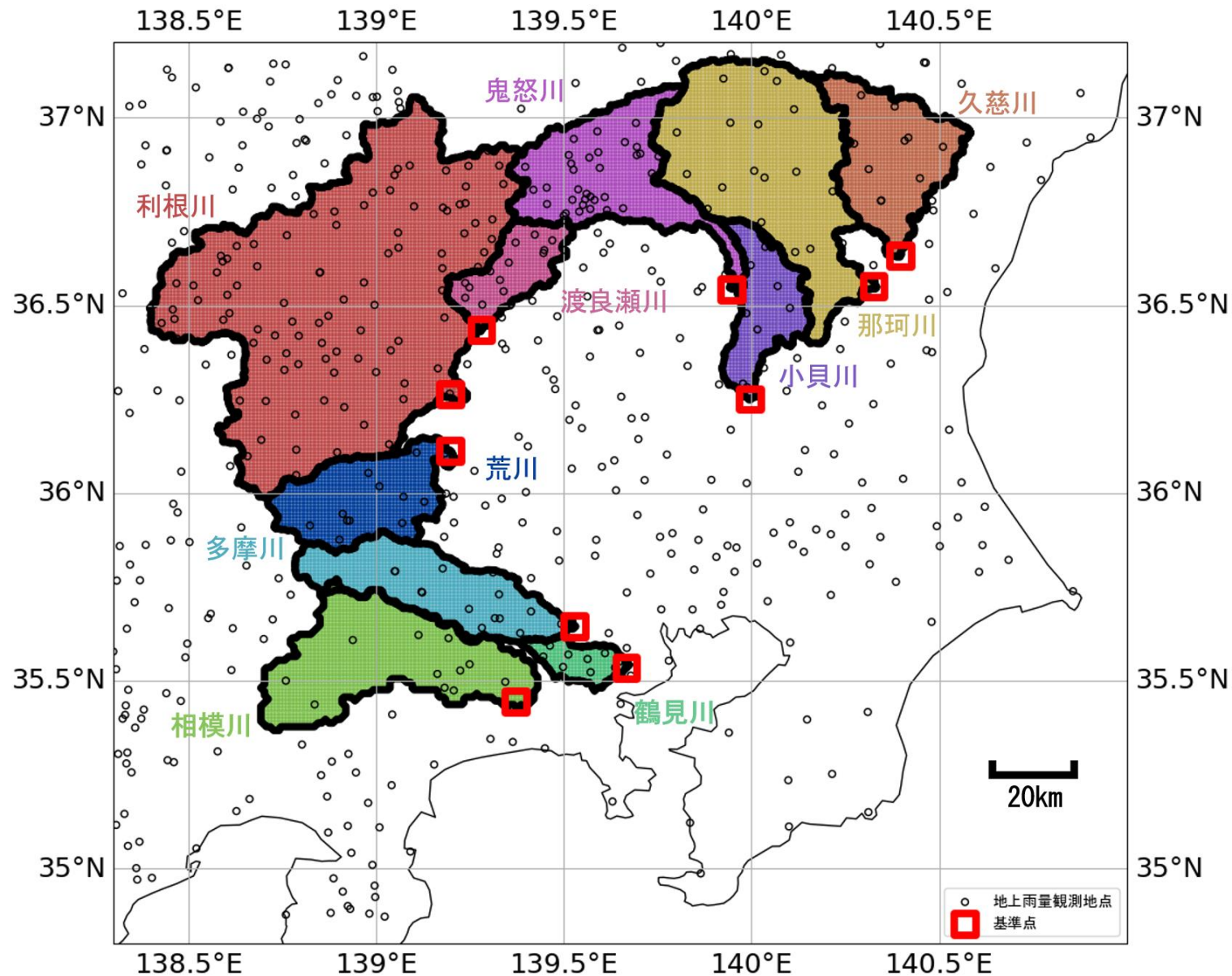
研究目的

河川計画におけるレーダー雨量の超過確率雨量算定への適用可能性を検討する

対象流域と使用データ

対象流域

関東地方整備局管内の一級水系の基準点より上流域



使用データ

レーダ雨量 (2006-2022年)

◆ 全国合成レーダGPV (気象庁)

空間解像度: 1km

時間解像度: 10分

20台のCバンドレーダで日本全国を観測

地上雨量計 (1976-2022年)

◆ アメダス (気象庁)

◆ 水文・水質データベース (国土交通省)

解析方法

1. レーダ雨量、地上雨量それぞれ計画降雨時間あたりの年最大流域平均雨量を算出

流域名	計画降雨量 [mm]	計画降雨時間 [h]	確率年 [年]
利根川	336	72	200
渡良瀬川	419	72	100
鬼怒川	362	72	100
小貝川	301	72	100
荒川	548	72	200
多摩川	457	48	200
鶴見川	405	48	150
相模川	460	48	150
那珂川	300	48	100
久慈川	235	48	100

レーダ
雨量

Datetime	Basin average rainfall [mm]
...	...
2019/10/11 14:00~2019/10/14 14:00	292.3
2019/10/11 15:00~2019/10/14 15:00	293.0
2019/10/11 16:00~2019/10/14 16:00	292.5
2019/10/11 17:00~2019/10/14 17:00	291.1
2019/10/11 18:00~2019/10/14 18:00	291.8
2019/10/11 19:00~2019/10/14 19:00	293.8
2019/10/11 20:00~2019/10/14 20:00	293.2
2019/10/11 21:00~2019/10/14 21:00	291.4
2019/10/11 22:00~2019/10/14 22:00	290.6
2019/10/11 23:00~2019/10/14 23:00	289.5
2019/10/12 00:00~2019/10/15 00:00	287.7
2019/10/12 01:00~2019/10/15 01:00	285.7
...	...

地上
雨量

Datetime	Basin average rainfall [mm]
...	...
2019/10/10 18:00~2019/10/13 18:00	303.2
2019/10/10 19:00~2019/10/13 19:00	303.2
2019/10/10 20:00~2019/10/13 20:00	303.2
2019/10/10 21:00~2019/10/13 21:00	303.2
2019/10/10 22:00~2019/10/13 22:00	303.2
2019/10/10 23:00~2019/10/13 23:00	303.2
2019/10/11 00:00~2019/10/14 00:00	303.2
2019/10/11 01:00~2019/10/14 01:00	303.2
2019/10/11 02:00~2019/10/14 02:00	303.1
2019/10/11 03:00~2019/10/14 03:00	302.7
2019/10/11 04:00~2019/10/14 04:00	302.2
2019/10/11 05:00~2019/10/14 05:00	301.8
...	...

年最大
流域平均雨量

2. GEV分布とGumbel分布を用い、求めた年最大流域平均雨量から超過確率雨量を算定

◆ 標本について

レーダ
雨量

2006-2022年(N=17)

1サンプル

VS

地上
雨量

2006-2022年(N=17)

2005-2022年(N=18)

2004-2022年(N=19)

⋮

1976-2022年(N=47)

31サンプル

◆ 確率分布モデルについて

ξ 位置母数

α 尺度母数

k 形状母数

GEV

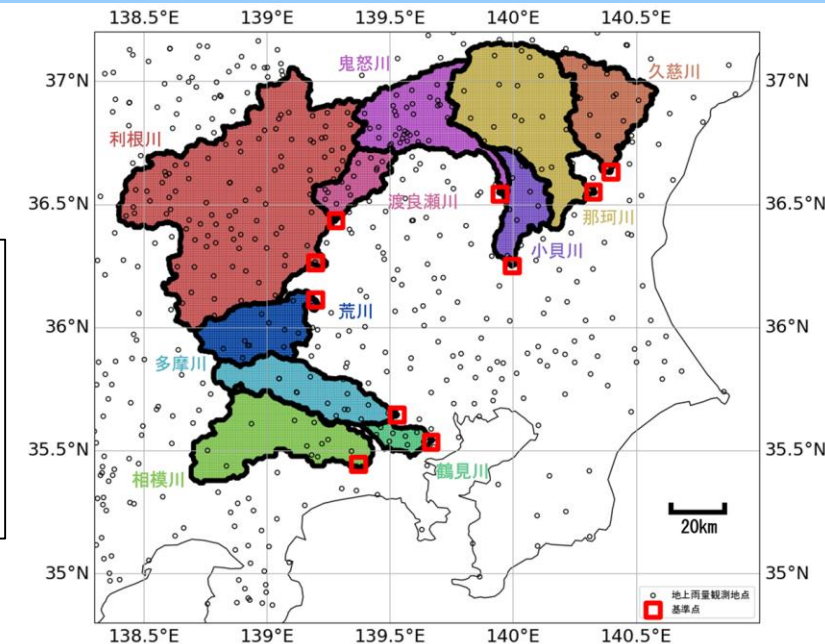
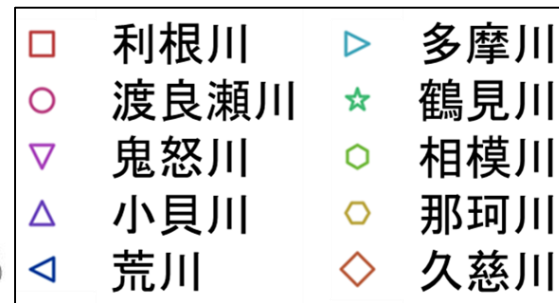
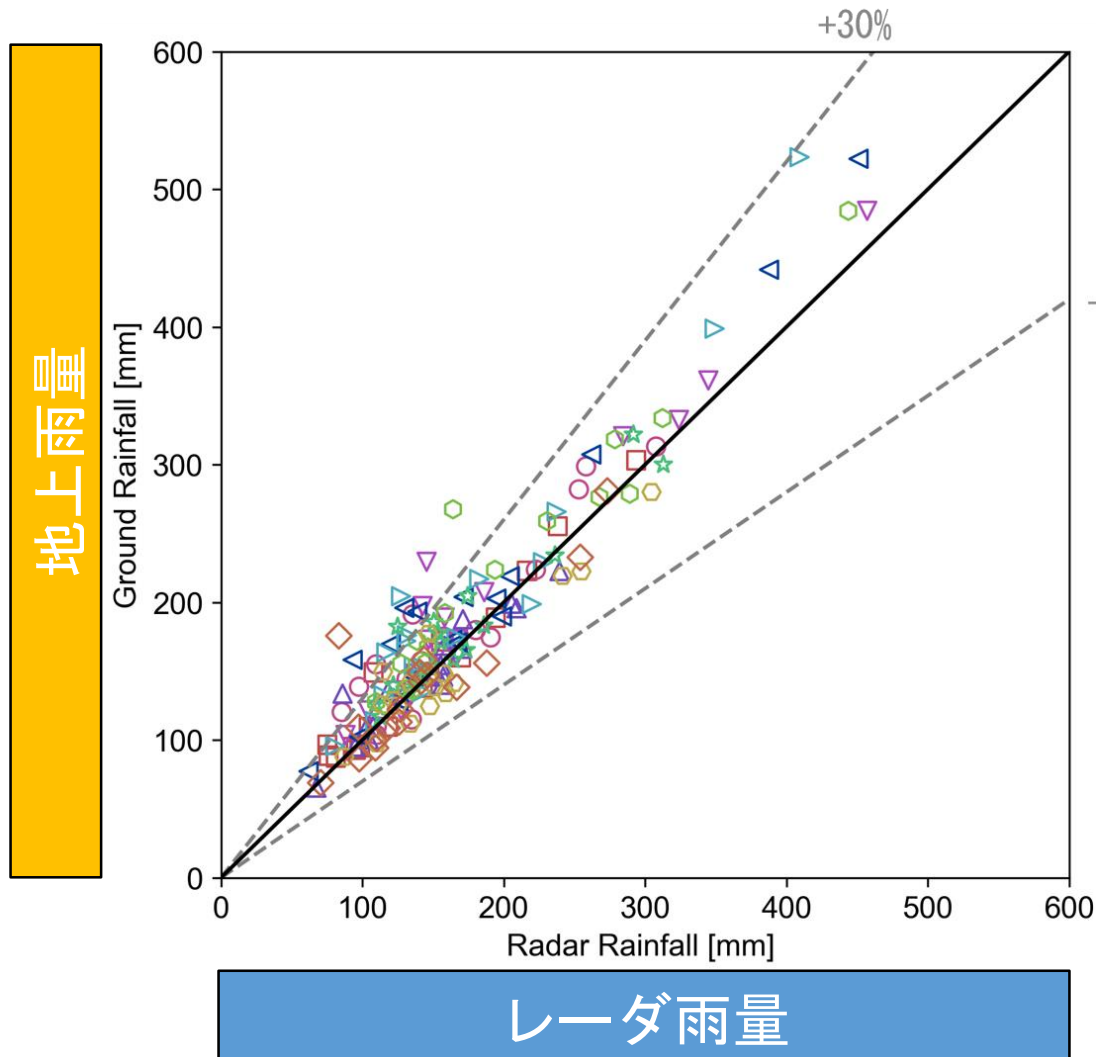
$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \left\{ 1 - \frac{k(x - \xi)}{\alpha} \right\}^{\frac{1}{k} - 1} \exp \left[- \left\{ 1 - \frac{k(x - \xi)}{\alpha} \right\}^{\frac{1}{k}} \right] \quad F(x) = \exp \left[- \left\{ 1 - \frac{k(x - \xi)}{\alpha} \right\}^{\frac{1}{k}} \right]$$

Gumbel

$$f(x) = \frac{\exp \left\{ - \frac{x - \xi}{\alpha} \right\}}{\alpha} \exp \left[- \exp \left\{ - \frac{x - \xi}{\alpha} \right\} \right] \quad F(x) = \exp \left[- \exp \left\{ - \frac{x - \xi}{\alpha} \right\} \right]$$

解析結果 ～2006-2022年における年最大流域平均雨量の比較～

◆ 2006-2022年におけるレーダ雨量と地上雨量の年最大流域平均雨量の比較



- レーダ雨量と地上雨量の差は概ね**30%**の幅に収まっている
- 荒川，多摩川，相模川を除く7流域ではレーダ雨量と地上雨量の差が**10%以内**

⇒ レーダ雨量と地上雨量には大きく差がない

- **300mm以上**では，鬼怒川，荒川，多摩川，相模川においてレーダ雨量より**地上雨量が過大傾向**

⇒ 降雨減衰による影響を受けていると考える

解析結果 ～確率分布モデルの適合度について～

◆ 用いた適合度指標について

SLSC

$$SLSC = \frac{\sqrt{\xi_{min}^2}}{|S_{0.99} - S_{0.01}|}$$

$S_{0.99}$ $S_{0.01}$: それぞれ非超過確率0.99, 0.01
に対応する当該分布の標準変量

$$\xi^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (S_i - r_i)^2$$

ξ^2 : 順序統計量データ y_i に対応する
標準変量 r_i との差の二乗平均

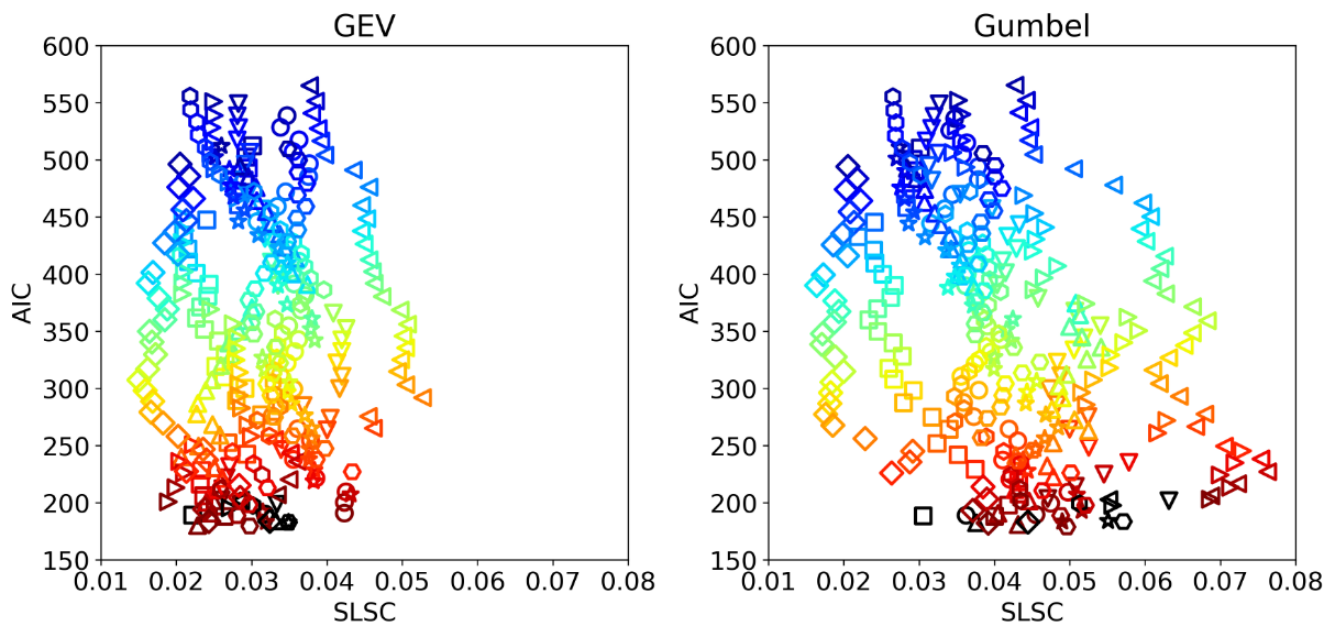
AIC

$$AIC = -2MLL + 2p$$

$$MLL = \sum_{i=1}^N \log f(x_i; \theta)^2$$

MLL : 最大対数尤度
 AIC : 赤池の情報量基準
 p : 母数の個数

◆ サンプルサイズと流域の違いによるSLSCとAICの関係



□ 利根川	▷ 多摩川
○ 渡良瀬川	☆ 鶴見川
▽ 鬼怒川	◇ 相模川
△ 小貝川	◇ 那珂川
◁ 荒川	◇ 久慈川

◆ 地上雨量 対象年 (サンプルサイズ)

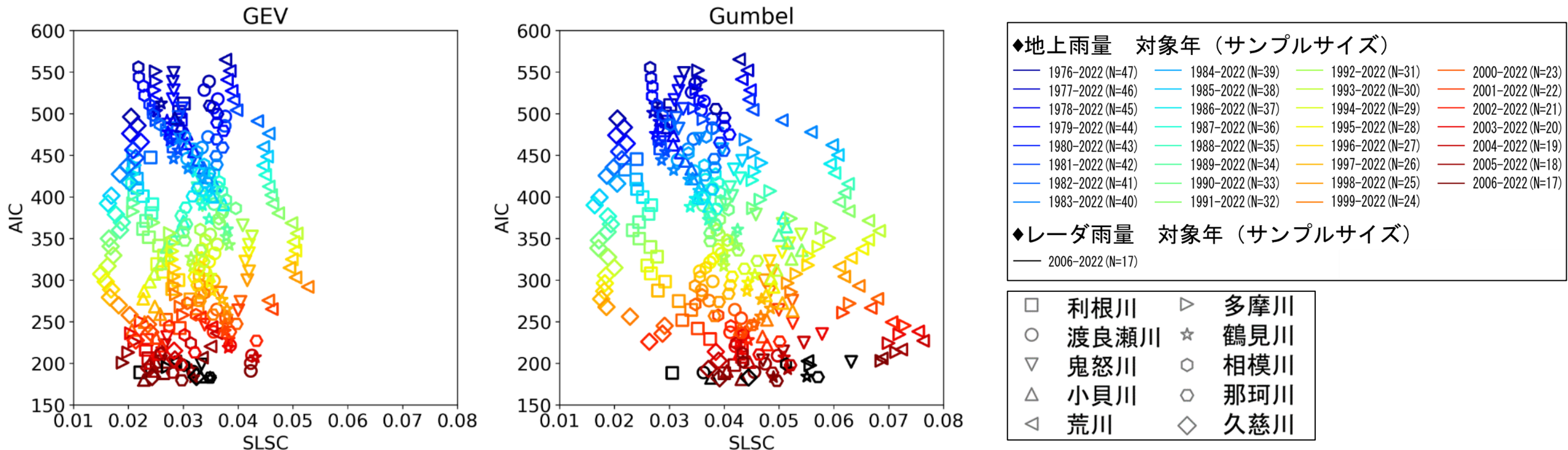
— 1976-2022 (N=47)	— 1984-2022 (N=39)	— 1992-2022 (N=31)	— 2000-2022 (N=23)
— 1977-2022 (N=46)	— 1985-2022 (N=38)	— 1993-2022 (N=30)	— 2001-2022 (N=22)
— 1978-2022 (N=45)	— 1986-2022 (N=37)	— 1994-2022 (N=29)	— 2002-2022 (N=21)
— 1979-2022 (N=44)	— 1987-2022 (N=36)	— 1995-2022 (N=28)	— 2003-2022 (N=20)
— 1980-2022 (N=43)	— 1988-2022 (N=35)	— 1996-2022 (N=27)	— 2004-2022 (N=19)
— 1981-2022 (N=42)	— 1989-2022 (N=34)	— 1997-2022 (N=26)	— 2005-2022 (N=18)
— 1982-2022 (N=41)	— 1990-2022 (N=33)	— 1998-2022 (N=25)	— 2006-2022 (N=17)
— 1983-2022 (N=40)	— 1991-2022 (N=32)	— 1999-2022 (N=24)	

◆ レーダ雨量 対象年 (サンプルサイズ)

— 2006-2022 (N=17)

解析結果 ～確率分布モデルの適合度について～

◆ サンプルサイズと流域の違いによるSLSCとAICの関係



● AICはサンプルサイズが大きいほど高い

● SLSCはGEV分布の方がGumbel分布より値が低く適合度の高いサンプルが多い

● 流域ごとのSLSCの変動係数は、GEV分布は0.073～0.171、Gumbel分布は0.103～0.300であり、**GEV分布の方がGumbel分布より確率分布モデルの適合度の安定性が高い**

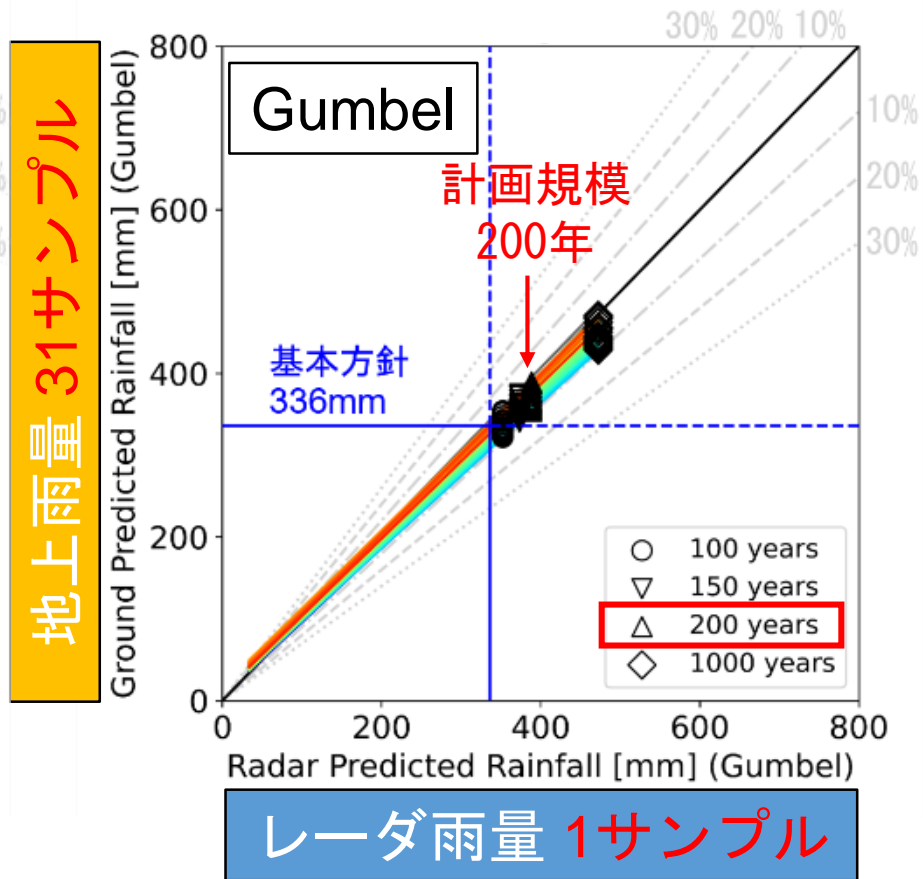
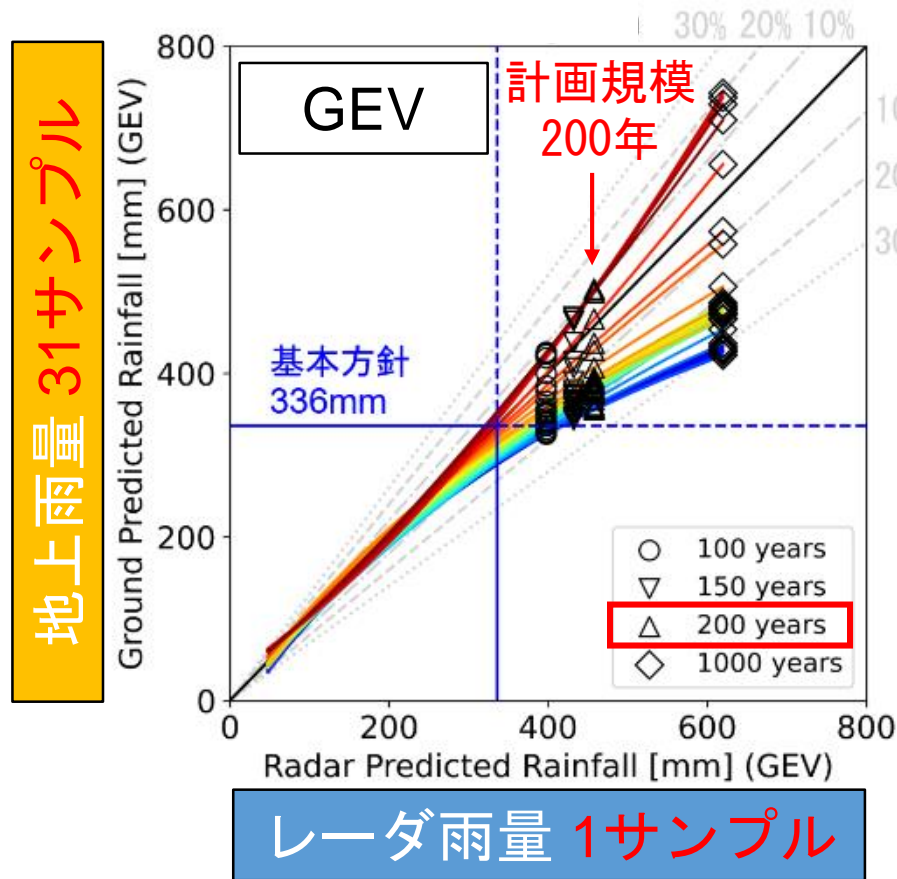
● Gumbel分布ではサンプルサイズが少ないほどSLSCが高いがGEV分布ではその傾向がない

⇒ GEV分布の母数がGumbel分布より多いことに依る

解析結果 ~レーダ雨量と地上雨量による超過確率雨量の比較~

◆ レーダ雨量と地上雨量による確率雨量算定結果の比較 (利根川)

レーダ雨量と地上雨量からそれぞれ求めた確率雨量を比較した結果を示している。マークは100, 150, 200, 1000年確率に対応した値を、基本方針は現在河川整備基本方針で定められている計画雨量を示している。各流域でレーダ雨量と地上雨量の計画規模における値を比較した結果と、両雨量データとも基本方針の計画雨量と比較した結果を後に示す。



◆地上雨量 対象年 (サンプルサイズ)

1976-2022 (N=47)	1987-2022 (N=36)	1998-2022 (N=25)
1977-2022 (N=46)	1988-2022 (N=35)	1999-2022 (N=24)
1978-2022 (N=45)	1989-2022 (N=34)	2000-2022 (N=23)
1979-2022 (N=44)	1990-2022 (N=33)	2001-2022 (N=22)
1980-2022 (N=43)	1991-2022 (N=32)	2002-2022 (N=21)
1981-2022 (N=42)	1992-2022 (N=31)	2003-2022 (N=20)
1982-2022 (N=41)	1993-2022 (N=30)	2004-2022 (N=19)
1983-2022 (N=40)	1994-2022 (N=29)	2005-2022 (N=18)
1984-2022 (N=39)	1995-2022 (N=28)	2006-2022 (N=17)
1985-2022 (N=38)	1996-2022 (N=27)	low match
1986-2022 (N=37)	1997-2022 (N=26)	

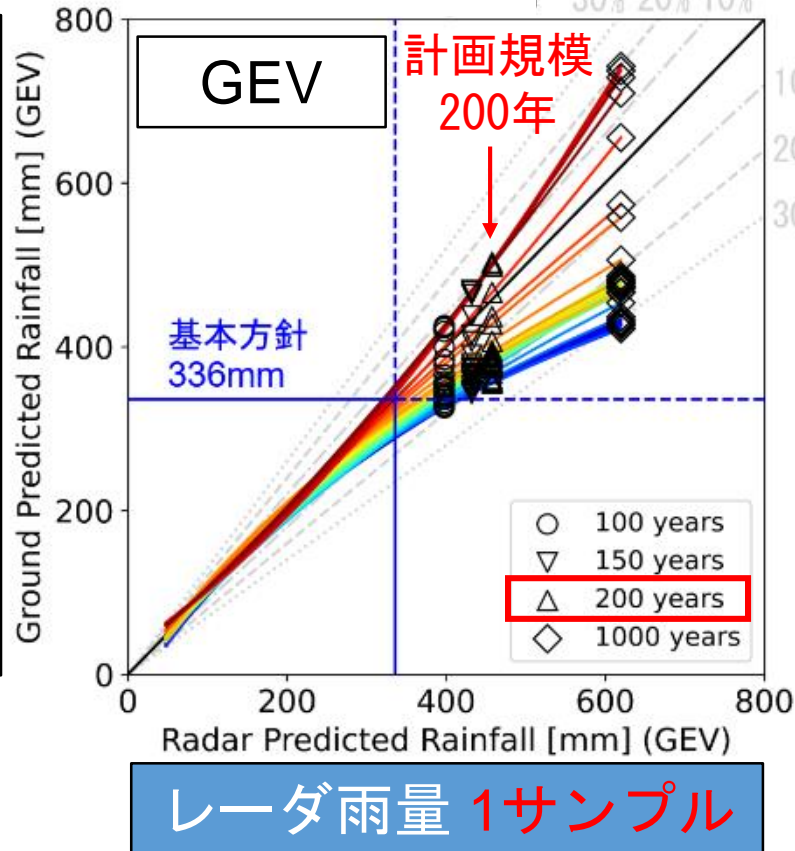
SLSC ≥ 0.04

流域名	計画降雨量 [mm]	計画降雨時間 [h]	確率年 [年]
利根川	336	72	200
渡良瀬川	419	72	100
鬼怒川	362	72	100
小貝川	301	72	100
荒川	548	72	200
多摩川	457	48	200
鶴見川	405	48	150
相模川	460	48	150
那珂川	300	48	100
久慈川	235	48	100

解析結果 ~レーダ雨量と地上雨量による超過確率雨量の比較~

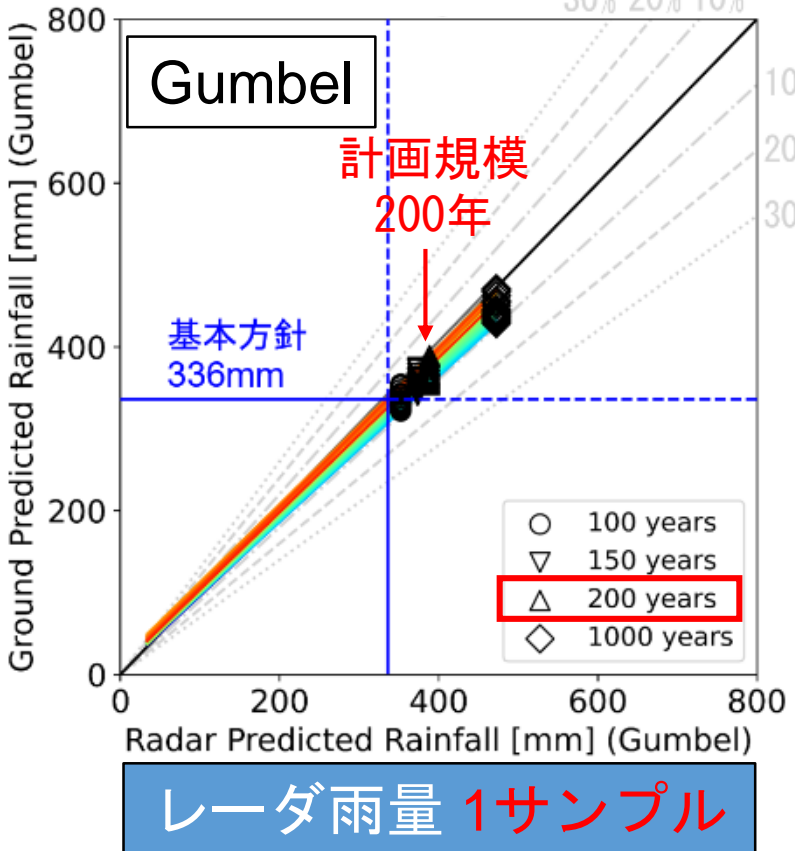
◆ レーダ雨量と地上雨量による確率雨量算定結果の比較 (利根川)

地上雨量 31サンプル



レーダ雨量 1サンプル

地上雨量 31サンプル



レーダ雨量 1サンプル

- ◆地上雨量 対象年 (サンプルサイズ)
- 1976-2022 (N=47)
 - 1977-2022 (N=46)
 - 1978-2022 (N=45)
 - 1979-2022 (N=44)
 - 1980-2022 (N=43)
 - 1981-2022 (N=42)
 - 1982-2022 (N=41)
 - 1983-2022 (N=40)
 - 1984-2022 (N=39)
 - 1985-2022 (N=38)
 - 1986-2022 (N=37)
 - 1987-2022 (N=36)
 - 1988-2022 (N=35)
 - 1989-2022 (N=34)
 - 1990-2022 (N=33)
 - 1991-2022 (N=32)
 - 1992-2022 (N=31)
 - 1993-2022 (N=30)
 - 1994-2022 (N=29)
 - 1995-2022 (N=28)
 - 1996-2022 (N=27)
 - 1997-2022 (N=26)
 - 1998-2022 (N=25)
 - 1999-2022 (N=24)
 - 2000-2022 (N=23)
 - 2001-2022 (N=22)
 - 2002-2022 (N=21)
 - 2003-2022 (N=20)
 - 2004-2022 (N=19)
 - 2005-2022 (N=18)
 - 2006-2022 (N=17)
 - low match

SLSC ≥ 0.04

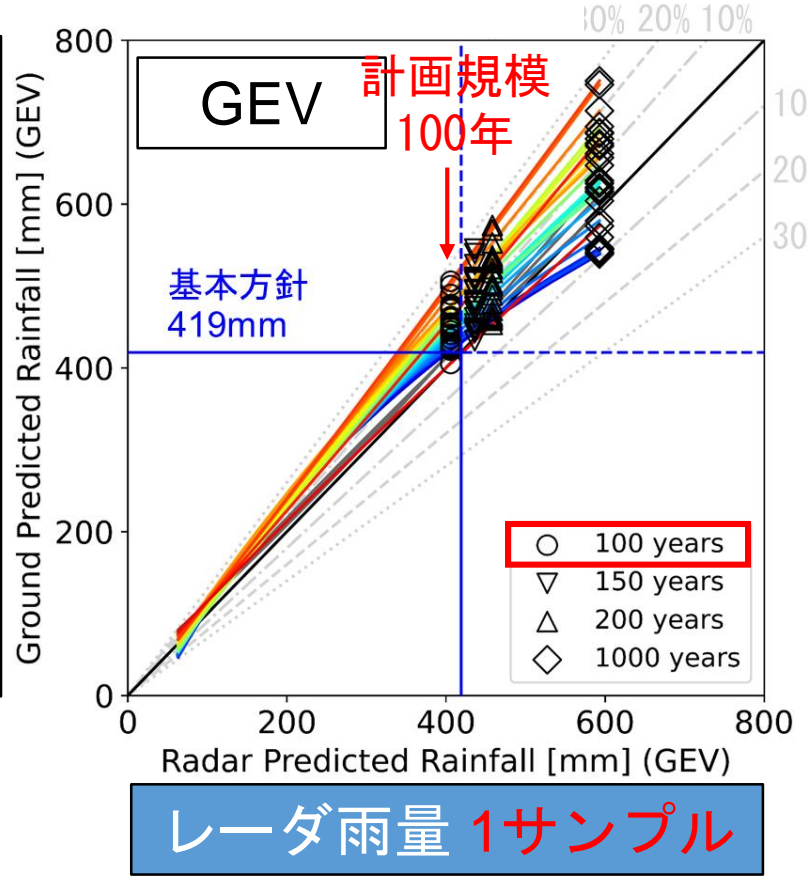
流域名	計画降雨量 [mm]	計画降雨時間 [h]	確率年 [年]
利根川	336	72	200
渡良瀬川	419	72	100
鬼怒川	362	72	100
小貝川	301	72	100
荒川	548	72	200
多摩川	457	48	200
鶴見川	405	48	150
相模川	460	48	150
那珂川	300	48	100
久慈川	235	48	100

計画規模の200年確率では、レーダ雨量に対し地上雨量がGEV分布で0.8~1.1倍、Gumbel分布で0.9~1.0倍であった。これを基本方針の336mmと比べると、分布に依らずレーダ雨量、地上雨量ともに**過大**傾向となった。

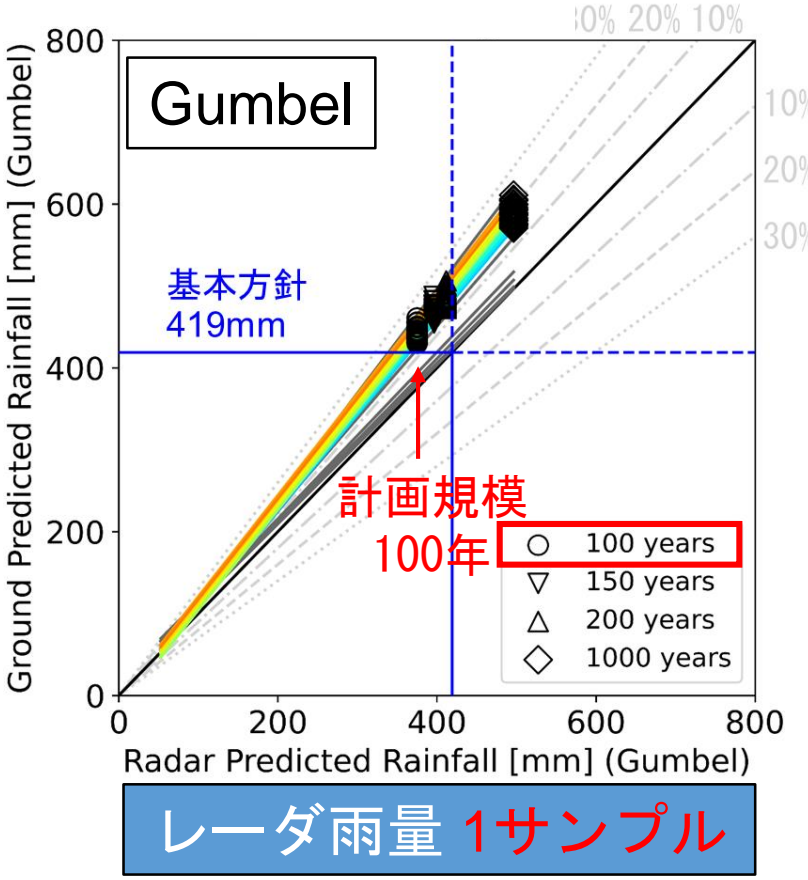
解析結果 ~レーダ雨量と地上雨量による超過確率雨量の比較~

◆ レーダ雨量と地上雨量による確率雨量算定結果の比較 (渡良瀬川)

地上雨量 31サンプル



地上雨量 31サンプル



- ◆地上雨量 対象年 (サンプルサイズ)
- 1976-2022 (N=47) — 1987-2022 (N=36) — 1998-2022 (N=25)
 - 1977-2022 (N=46) — 1988-2022 (N=35) — 1999-2022 (N=24)
 - 1978-2022 (N=45) — 1989-2022 (N=34) — 2000-2022 (N=23)
 - 1979-2022 (N=44) — 1990-2022 (N=33) — 2001-2022 (N=22)
 - 1980-2022 (N=43) — 1991-2022 (N=32) — 2002-2022 (N=21)
 - 1981-2022 (N=42) — 1992-2022 (N=31) — 2003-2022 (N=20)
 - 1982-2022 (N=41) — 1993-2022 (N=30) — 2004-2022 (N=19)
 - 1983-2022 (N=40) — 1994-2022 (N=29) — 2005-2022 (N=18)
 - 1984-2022 (N=39) — 1995-2022 (N=28) — 2006-2022 (N=17)
 - 1985-2022 (N=38) — 1996-2022 (N=27) —
 - 1986-2022 (N=37) — 1997-2022 (N=26) — low match

SLSC ≥ 0.04

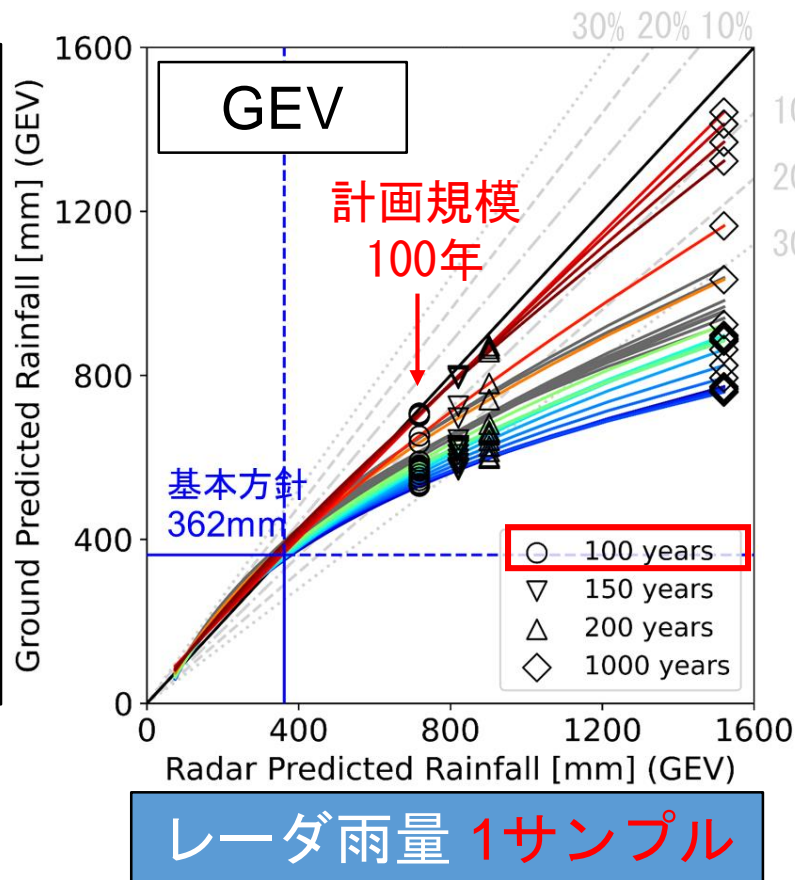
流域名	計画降雨量 [mm]	計画降雨時間 [h]	確率年 [年]
利根川	336	72	200
渡良瀬川	419	72	100
鬼怒川	362	72	100
小貝川	301	72	100
荒川	548	72	200
多摩川	457	48	200
鶴見川	405	48	150
相模川	460	48	150
那珂川	300	48	100
久慈川	235	48	100

計画規模の100年確率では、レーダ雨量に対し地上雨量がGEV分布で1.0~1.3倍、Gumbel分布で1.1~1.3倍となった。これを基本方針の419mmと比べると、分布に依らずレーダ雨量が過小傾向、地上雨量が過大傾向となった。

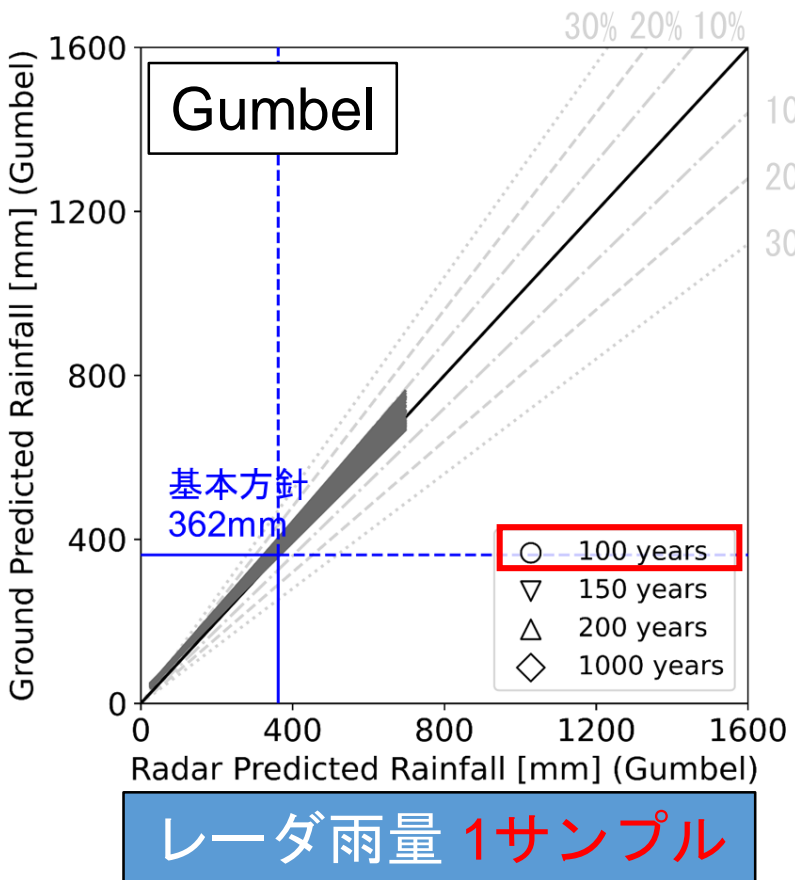
解析結果 ~レーダ雨量と地上雨量による超過確率雨量の比較~

◆ レーダ雨量と地上雨量による確率雨量算定結果の比較 (鬼怒川)

地上雨量 31サンプル



地上雨量 31サンプル



- ◆地上雨量 対象年 (サンプルサイズ)
- 1976-2022 (N=47)
 - 1977-2022 (N=46)
 - 1978-2022 (N=45)
 - 1979-2022 (N=44)
 - 1980-2022 (N=43)
 - 1981-2022 (N=42)
 - 1982-2022 (N=41)
 - 1983-2022 (N=40)
 - 1984-2022 (N=39)
 - 1985-2022 (N=38)
 - 1986-2022 (N=37)
 - 1987-2022 (N=36)
 - 1988-2022 (N=35)
 - 1989-2022 (N=34)
 - 1990-2022 (N=33)
 - 1991-2022 (N=32)
 - 1992-2022 (N=31)
 - 1993-2022 (N=30)
 - 1994-2022 (N=29)
 - 1995-2022 (N=28)
 - 1996-2022 (N=27)
 - 1997-2022 (N=26)
 - 1998-2022 (N=25)
 - 1999-2022 (N=24)
 - 2000-2022 (N=23)
 - 2001-2022 (N=22)
 - 2002-2022 (N=21)
 - 2003-2022 (N=20)
 - 2004-2022 (N=19)
 - 2005-2022 (N=18)
 - 2006-2022 (N=17)
 - low match

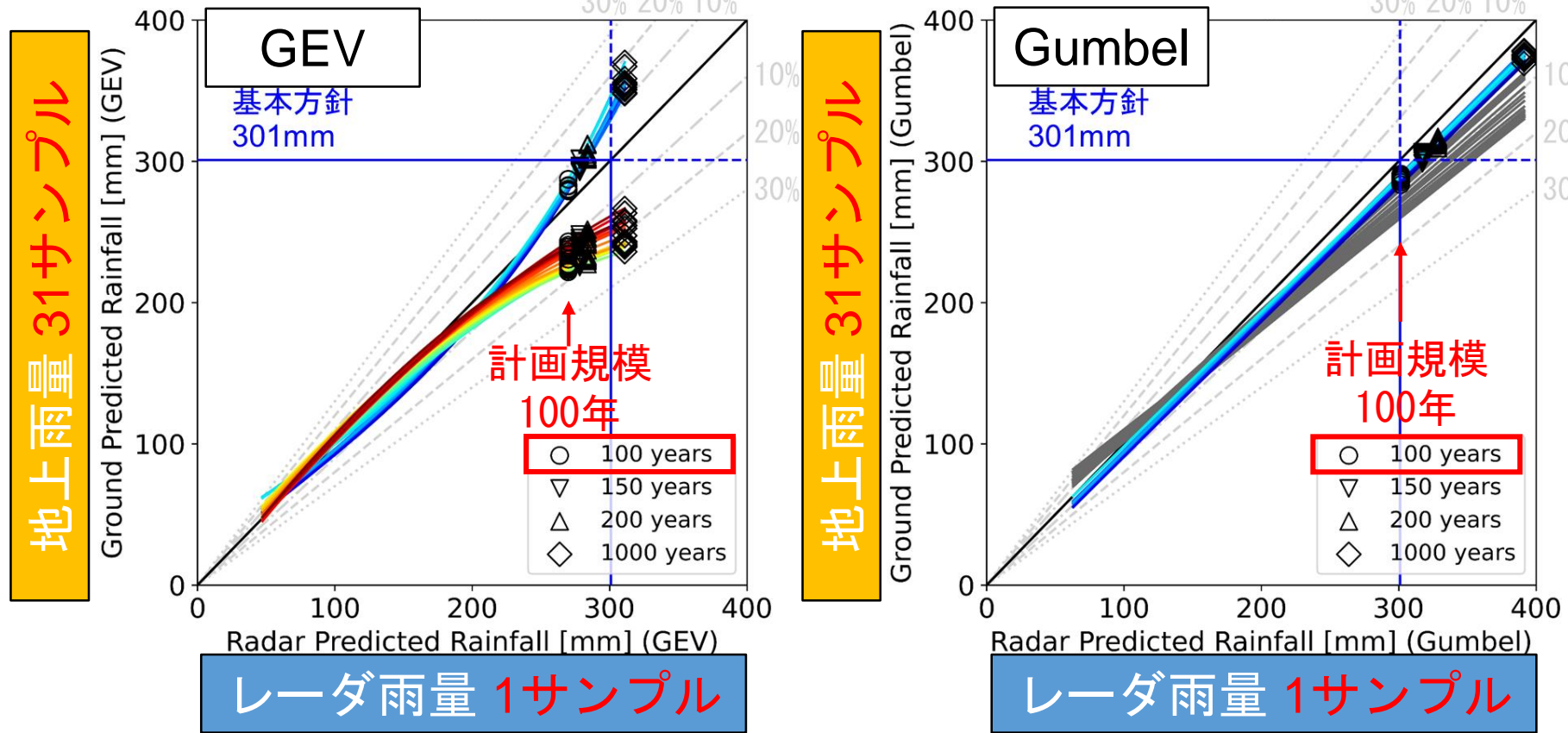
SLSC ≥ 0.04

流域名	計画降雨量 [mm]	計画降雨時間 [h]	確率年 [年]
利根川	336	72	200
渡良瀬川	419	72	100
鬼怒川	362	72	100
小貝川	301	72	100
荒川	548	72	200
多摩川	457	48	200
鶴見川	405	48	150
相模川	460	48	150
那珂川	300	48	100
久慈川	235	48	100

計画規模の100年確率では、レーダ雨量に対し地上雨量がGEV分布で0.7~1.0倍となった。これを基本方針の362mmと比べると、GEV分布でレーダ雨量，地上雨量ともに**過大**傾向となった。一方、Gumbel分布ではレーダ雨量の標本で適合度を満たさなかった。

解析結果 ~レーダ雨量と地上雨量による超過確率雨量の比較~

◆ レーダ雨量と地上雨量による確率雨量算定結果の比較 (小貝川)



- ◆地上雨量 対象年 (サンプルサイズ)
- 1976-2022 (N=47)
 - 1987-2022 (N=36)
 - 1998-2022 (N=25)
 - 1977-2022 (N=46)
 - 1988-2022 (N=35)
 - 1999-2022 (N=24)
 - 1978-2022 (N=45)
 - 1989-2022 (N=34)
 - 2000-2022 (N=23)
 - 1979-2022 (N=44)
 - 1990-2022 (N=33)
 - 2001-2022 (N=22)
 - 1980-2022 (N=43)
 - 1991-2022 (N=32)
 - 2002-2022 (N=21)
 - 1981-2022 (N=42)
 - 1992-2022 (N=31)
 - 2003-2022 (N=20)
 - 1982-2022 (N=41)
 - 1993-2022 (N=30)
 - 2004-2022 (N=19)
 - 1983-2022 (N=40)
 - 1994-2022 (N=29)
 - 2005-2022 (N=18)
 - 1984-2022 (N=39)
 - 1995-2022 (N=28)
 - 2006-2022 (N=17)
 - 1985-2022 (N=38)
 - 1996-2022 (N=27)
 - 1997-2022 (N=26)
 - low match

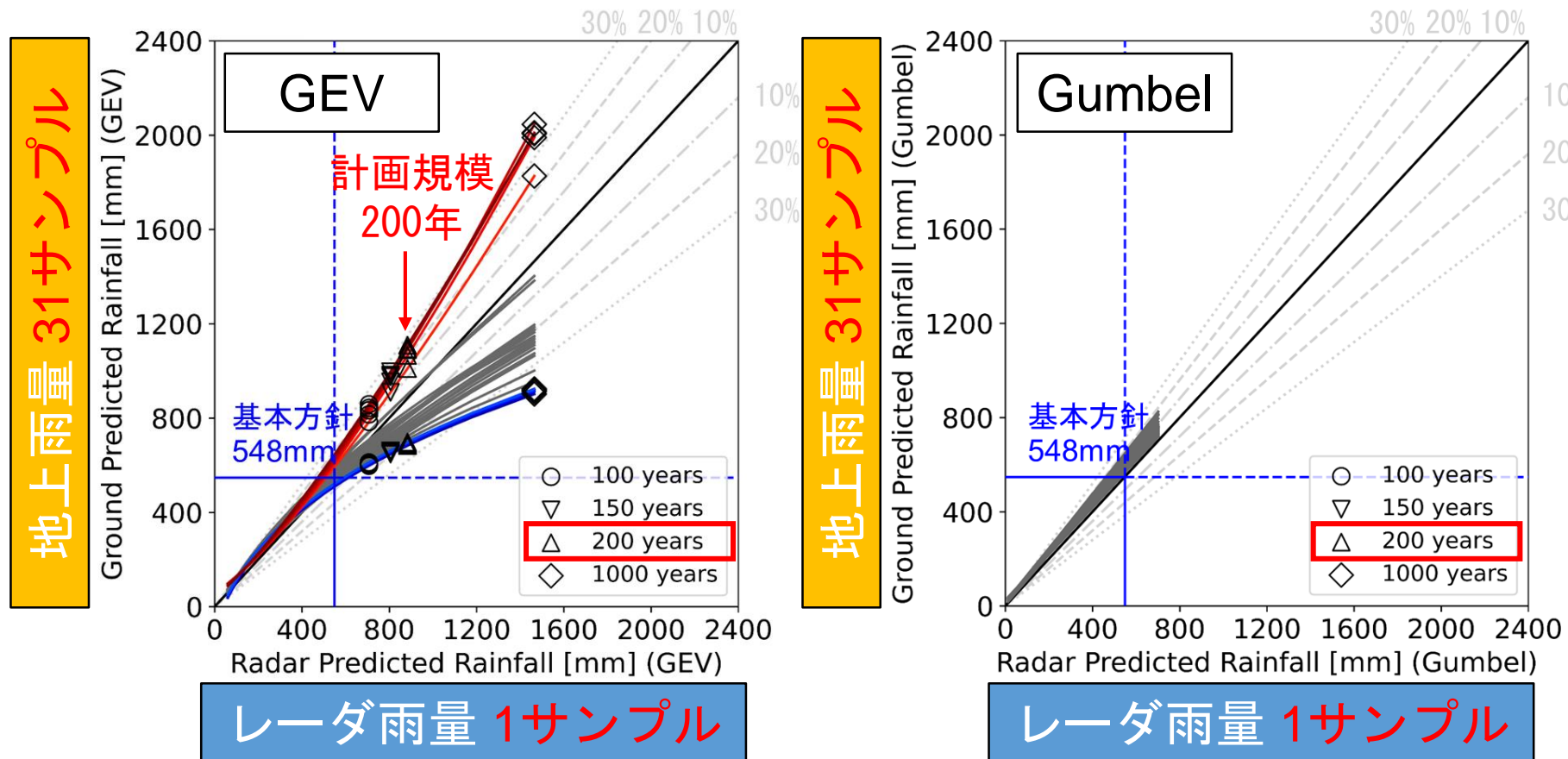
SLSC ≥ 0.04

流域名	計画降雨量 [mm]	計画降雨時間 [h]	確率年 [年]
利根川	336	72	200
渡良瀬川	419	72	100
鬼怒川	362	72	100
小貝川	301	72	100
荒川	548	72	200
多摩川	457	48	200
鶴見川	405	48	150
相模川	460	48	150
那珂川	300	48	100
久慈川	235	48	100

計画規模の100年確率では、レーダ雨量に対し地上雨量がGEV分布において0.8~0.9倍および1.0~1.1倍と1986年が含まるか否かで二極化しており、極端イベントの影響が大きく表れた。一方、Gumbel分布では両者の差が5%以内となった。これらの結果を基本方針の301mmと比べると、GEV分布ではレーダ雨量、地上雨量共に過小傾向、Gumbel分布ではレーダ雨量が同程度、地上雨量が過小傾向となった。

解析結果 ~レーダ雨量と地上雨量による超過確率雨量の比較~

◆ レーダ雨量と地上雨量による確率雨量算定結果の比較 (荒川)



- ◆地上雨量 対象年 (サンプルサイズ)
- 1976-2022 (N=47)
 - 1977-2022 (N=46)
 - 1978-2022 (N=45)
 - 1979-2022 (N=44)
 - 1980-2022 (N=43)
 - 1981-2022 (N=42)
 - 1982-2022 (N=41)
 - 1983-2022 (N=40)
 - 1984-2022 (N=39)
 - 1985-2022 (N=38)
 - 1986-2022 (N=37)
 - 1987-2022 (N=36)
 - 1988-2022 (N=35)
 - 1989-2022 (N=34)
 - 1990-2022 (N=33)
 - 1991-2022 (N=32)
 - 1992-2022 (N=31)
 - 1993-2022 (N=30)
 - 1994-2022 (N=29)
 - 1995-2022 (N=28)
 - 1996-2022 (N=27)
 - 1997-2022 (N=26)
 - 1998-2022 (N=25)
 - 1999-2022 (N=24)
 - 2000-2022 (N=23)
 - 2001-2022 (N=22)
 - 2002-2022 (N=21)
 - 2003-2022 (N=20)
 - 2004-2022 (N=19)
 - 2005-2022 (N=18)
 - 2006-2022 (N=17)
 - low match

SLSC ≥ 0.04

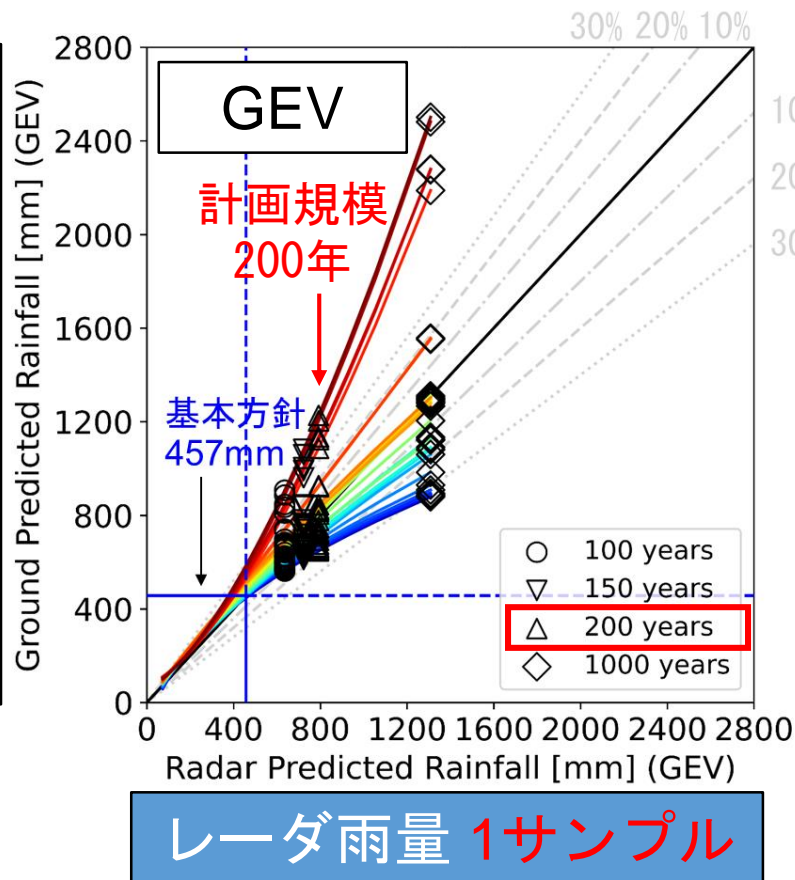
流域名	計画降雨量 [mm]	計画降雨時間 [h]	確率年 [年]
利根川	336	72	200
渡良瀬川	419	72	100
鬼怒川	362	72	100
小貝川	301	72	100
荒川	548	72	200
多摩川	457	48	200
鶴見川	405	48	150
相模川	460	48	150
那珂川	300	48	100
久慈川	235	48	100

計画規模の200年確率では、レーダ雨量に対し地上雨量がGEV分布で0.8倍および1.2~1.3倍となった。これを基本方針の548mmと比べると、GEV分布でレーダ雨量と地上雨量共に**過大**傾向となった。一方、Gumbel分布では適合度の満たした標本が存在しなかった。

解析結果 ~レーダ雨量と地上雨量による超過確率雨量の比較~

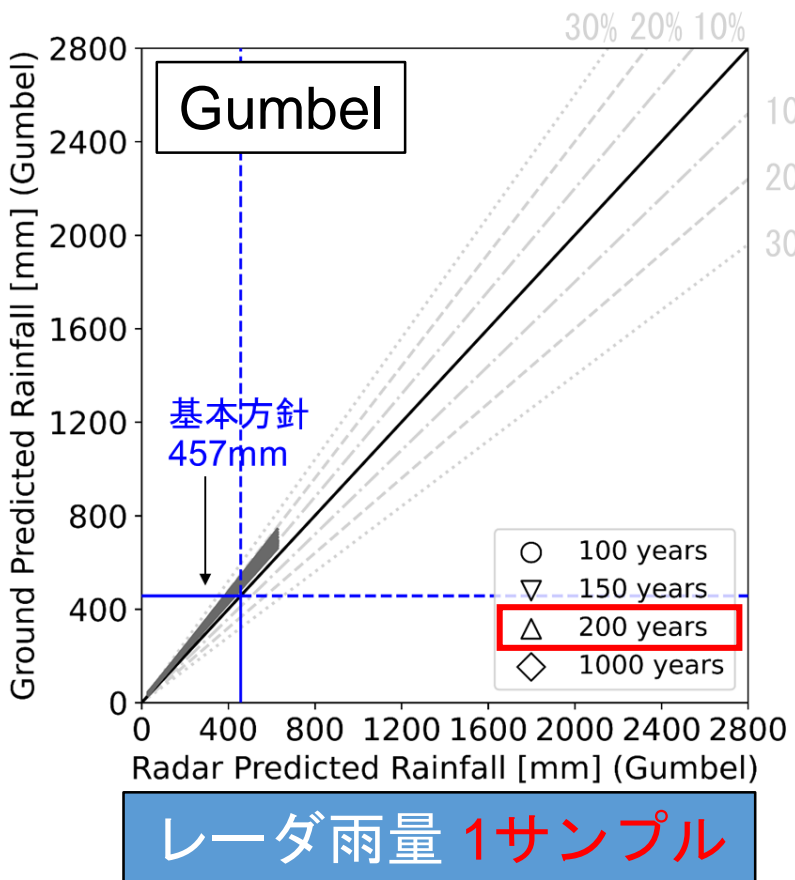
◆ レーダ雨量と地上雨量による確率雨量算定結果の比較 (多摩川)

地上雨量 31サンプル



レーダ雨量 1サンプル

地上雨量 31サンプル



レーダ雨量 1サンプル

- ◆地上雨量 対象年 (サンプルサイズ)
- 1976-2022 (N=47)
 - 1977-2022 (N=46)
 - 1978-2022 (N=45)
 - 1979-2022 (N=44)
 - 1980-2022 (N=43)
 - 1981-2022 (N=42)
 - 1982-2022 (N=41)
 - 1983-2022 (N=40)
 - 1984-2022 (N=39)
 - 1985-2022 (N=38)
 - 1986-2022 (N=37)
 - 1987-2022 (N=36)
 - 1988-2022 (N=35)
 - 1989-2022 (N=34)
 - 1990-2022 (N=33)
 - 1991-2022 (N=32)
 - 1992-2022 (N=31)
 - 1993-2022 (N=30)
 - 1994-2022 (N=29)
 - 1995-2022 (N=28)
 - 1996-2022 (N=27)
 - 1997-2022 (N=26)
 - 1998-2022 (N=25)
 - 1999-2022 (N=24)
 - 2000-2022 (N=23)
 - 2001-2022 (N=22)
 - 2002-2022 (N=21)
 - 2003-2022 (N=20)
 - 2004-2022 (N=19)
 - 2005-2022 (N=18)
 - 2006-2022 (N=17)
 - low match

SLSC ≥ 0.04

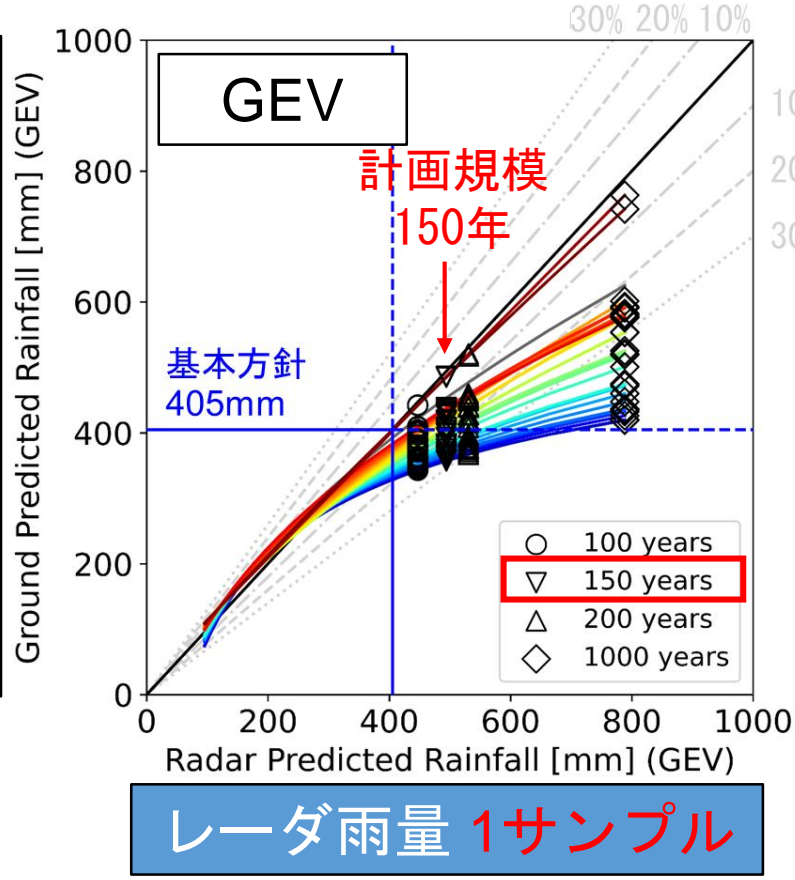
流域名	計画降雨量 [mm]	計画降雨時間 [h]	確率年 [年]
利根川	336	72	200
渡良瀬川	419	72	100
鬼怒川	362	72	100
小貝川	301	72	100
荒川	548	72	200
多摩川	457	48	200
鶴見川	405	48	150
相模川	460	48	150
那珂川	300	48	100
久慈川	235	48	100

計画規模の200年確率では、レーダ雨量に対し地上雨量がGEV分布では0.8~1.4倍となった。これを基本方針の457mmと比べると、GEV分布でレーダ雨量、地上雨量共に**過大**傾向となった。一方、Gumbel分布ではレーダ雨量の標本が適合度を満たさなかった。

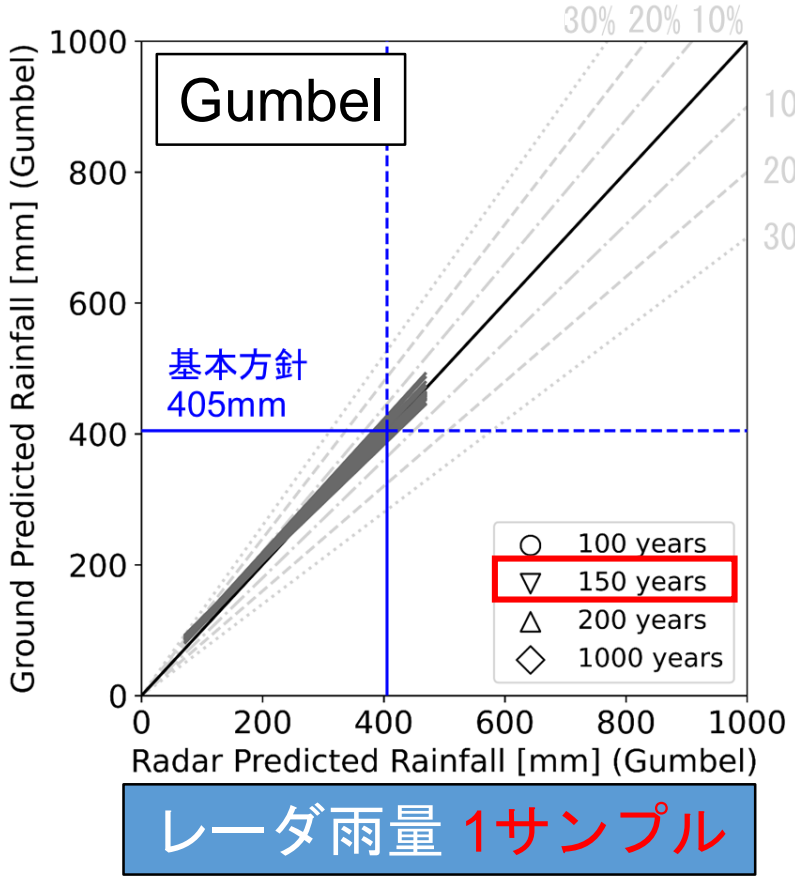
解析結果 ~レーダ雨量と地上雨量による超過確率雨量の比較~

◆ レーダ雨量と地上雨量による確率雨量算定結果の比較 (鶴見川)

地上雨量 31サンプル



地上雨量 31サンプル



- ◆地上雨量 対象年 (サンプルサイズ)
- 1976-2022 (N=47)
 - 1987-2022 (N=36)
 - 1998-2022 (N=25)
 - 1977-2022 (N=46)
 - 1988-2022 (N=35)
 - 1999-2022 (N=24)
 - 1978-2022 (N=45)
 - 1989-2022 (N=34)
 - 2000-2022 (N=23)
 - 1979-2022 (N=44)
 - 1990-2022 (N=33)
 - 2001-2022 (N=22)
 - 1980-2022 (N=43)
 - 1991-2022 (N=32)
 - 2002-2022 (N=21)
 - 1981-2022 (N=42)
 - 1992-2022 (N=31)
 - 2003-2022 (N=20)
 - 1982-2022 (N=41)
 - 1993-2022 (N=30)
 - 2004-2022 (N=19)
 - 1983-2022 (N=40)
 - 1994-2022 (N=29)
 - 2005-2022 (N=18)
 - 1984-2022 (N=39)
 - 1995-2022 (N=28)
 - 2006-2022 (N=17)
 - 1985-2022 (N=38)
 - 1996-2022 (N=27)
 - low match
 - 1986-2022 (N=37)
 - 1997-2022 (N=26)

SLSC ≥ 0.04

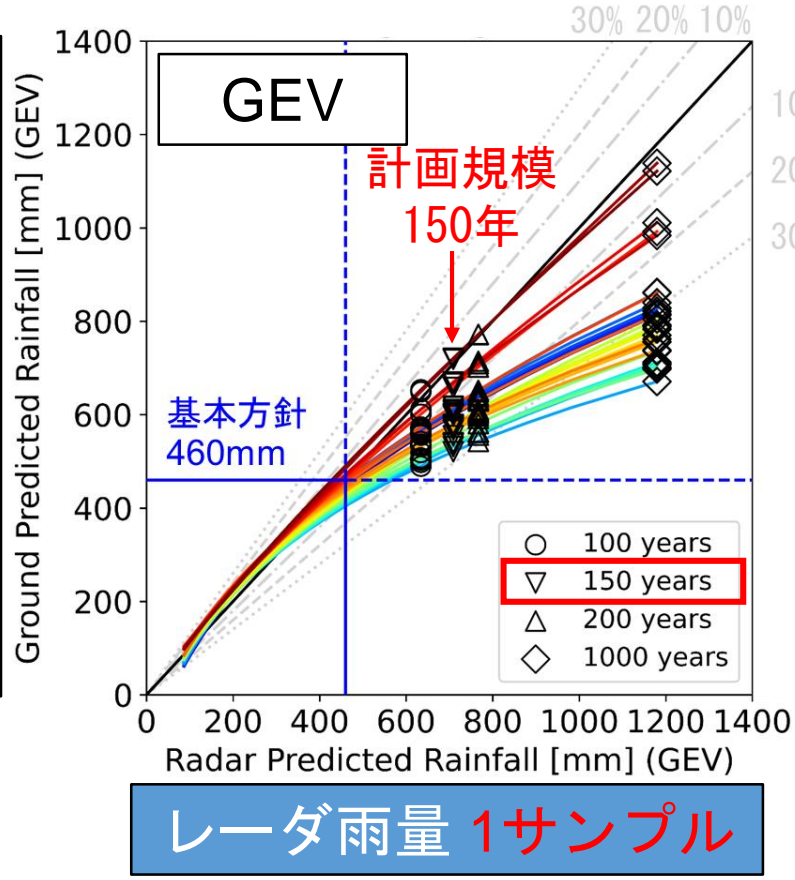
流域名	計画降雨量 [mm]	計画降雨時間 [h]	確率年 [年]
利根川	336	72	200
渡良瀬川	419	72	100
鬼怒川	362	72	100
小貝川	301	72	100
荒川	548	72	200
多摩川	457	48	200
鶴見川	405	48	150
相模川	460	48	150
那珂川	300	48	100
久慈川	235	48	100

計画規模の150年確率では、レーダ雨量に対し地上雨量がGEV分布では0.7~1.0倍となった。これを基本方針の405mmと比べると、GEV分布でレーダ雨量は**過大**傾向、地上雨量は標本により異なる傾向となった。一方、Gumbel分布ではレーダ雨量の標本が適合度を満たさなかった。

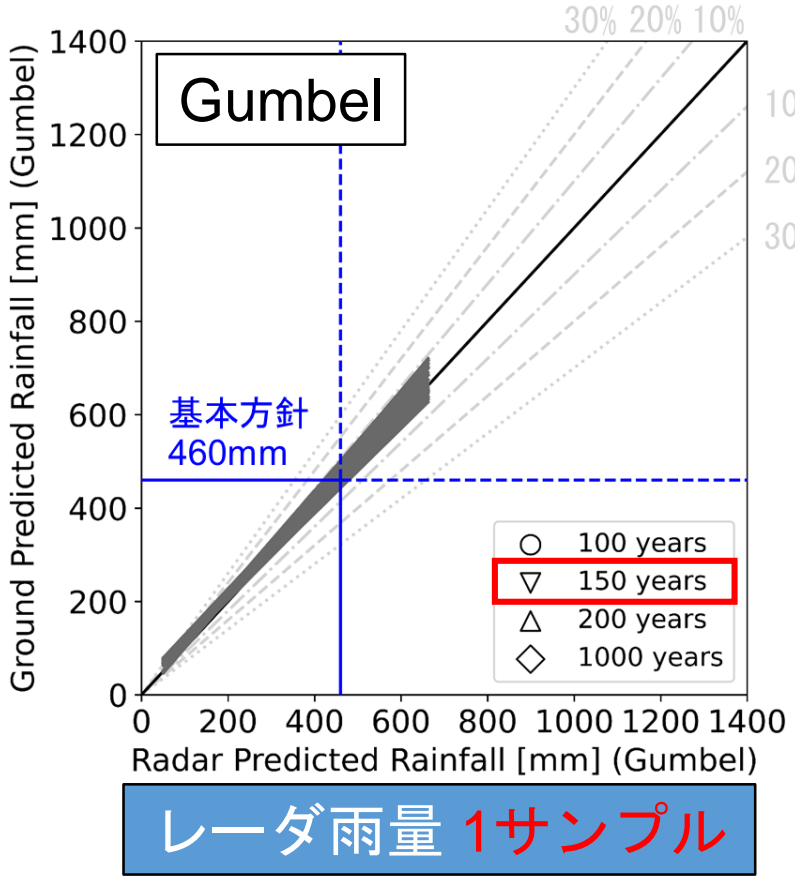
解析結果 ~レーダ雨量と地上雨量による超過確率雨量の比較~

◆ レーダ雨量と地上雨量による確率雨量算定結果の比較 (相模川)

地上雨量 31サンプル



地上雨量 31サンプル



- ◆地上雨量 対象年 (サンプルサイズ)
- 1976-2022 (N=47)
 - 1977-2022 (N=46)
 - 1978-2022 (N=45)
 - 1979-2022 (N=44)
 - 1980-2022 (N=43)
 - 1981-2022 (N=42)
 - 1982-2022 (N=41)
 - 1983-2022 (N=40)
 - 1984-2022 (N=39)
 - 1985-2022 (N=38)
 - 1986-2022 (N=37)
 - 1987-2022 (N=36)
 - 1988-2022 (N=35)
 - 1989-2022 (N=34)
 - 1990-2022 (N=33)
 - 1991-2022 (N=32)
 - 1992-2022 (N=31)
 - 1993-2022 (N=30)
 - 1994-2022 (N=29)
 - 1995-2022 (N=28)
 - 1996-2022 (N=27)
 - 1997-2022 (N=26)
 - 1998-2022 (N=25)
 - 1999-2022 (N=24)
 - 2000-2022 (N=23)
 - 2001-2022 (N=22)
 - 2002-2022 (N=21)
 - 2003-2022 (N=20)
 - 2004-2022 (N=19)
 - 2005-2022 (N=18)
 - 2006-2022 (N=17)
 - low match

SLSC ≥ 0.04

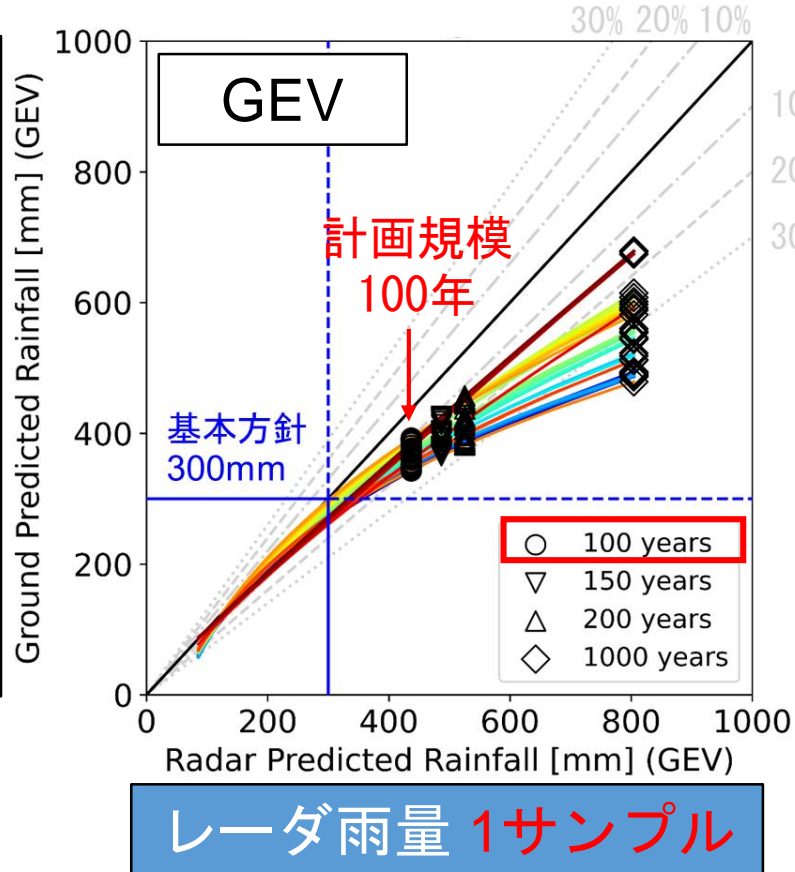
流域名	計画降雨量 [mm]	計画降雨時間 [h]	確率年 [年]
利根川	336	72	200
渡良瀬川	419	72	100
鬼怒川	362	72	100
小貝川	301	72	100
荒川	548	72	200
多摩川	457	48	200
鶴見川	405	48	150
相模川	460	48	150
那珂川	300	48	100
久慈川	235	48	100

計画規模の150年確率では、レーダ雨量に対し地上雨量がGEV分布では0.7~1.0倍となった。これを基本方針の460mmと比べると、GEV分布ではレーダ雨量と地上雨量共に**過大**傾向となった。一方、Gumbel分布ではレーダ雨量の標本が適合度を満たさなかった

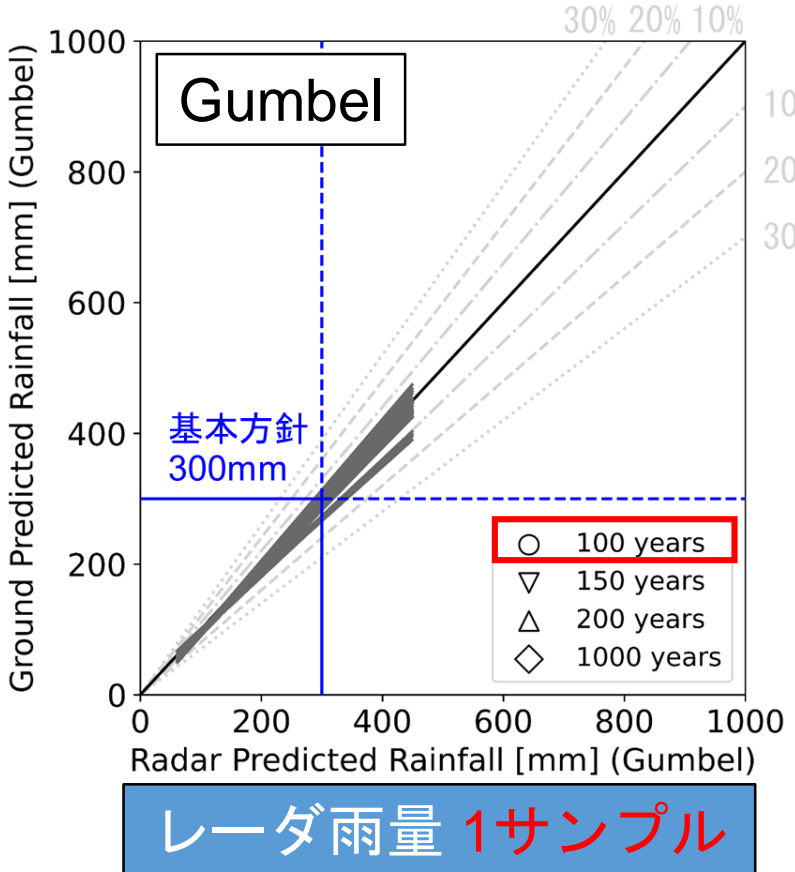
解析結果 ~レーダ雨量と地上雨量による超過確率雨量の比較~

◆ レーダ雨量と地上雨量による確率雨量算定結果の比較 (那珂川)

地上雨量 31サンプル



地上雨量 31サンプル



- ◆地上雨量 対象年 (サンプルサイズ)
- 1976-2022 (N=47)
 - 1987-2022 (N=36)
 - 1998-2022 (N=25)
 - 1977-2022 (N=46)
 - 1988-2022 (N=35)
 - 1999-2022 (N=24)
 - 1978-2022 (N=45)
 - 1989-2022 (N=34)
 - 2000-2022 (N=23)
 - 1979-2022 (N=44)
 - 1990-2022 (N=33)
 - 2001-2022 (N=22)
 - 1980-2022 (N=43)
 - 1991-2022 (N=32)
 - 2002-2022 (N=21)
 - 1981-2022 (N=42)
 - 1992-2022 (N=31)
 - 2003-2022 (N=20)
 - 1982-2022 (N=41)
 - 1993-2022 (N=30)
 - 2004-2022 (N=19)
 - 1983-2022 (N=40)
 - 1994-2022 (N=29)
 - 2005-2022 (N=18)
 - 1984-2022 (N=39)
 - 1995-2022 (N=28)
 - 2006-2022 (N=17)
 - 1985-2022 (N=38)
 - 1996-2022 (N=27)
 - 1997-2022 (N=26)
 - 1986-2022 (N=37)
 - low match

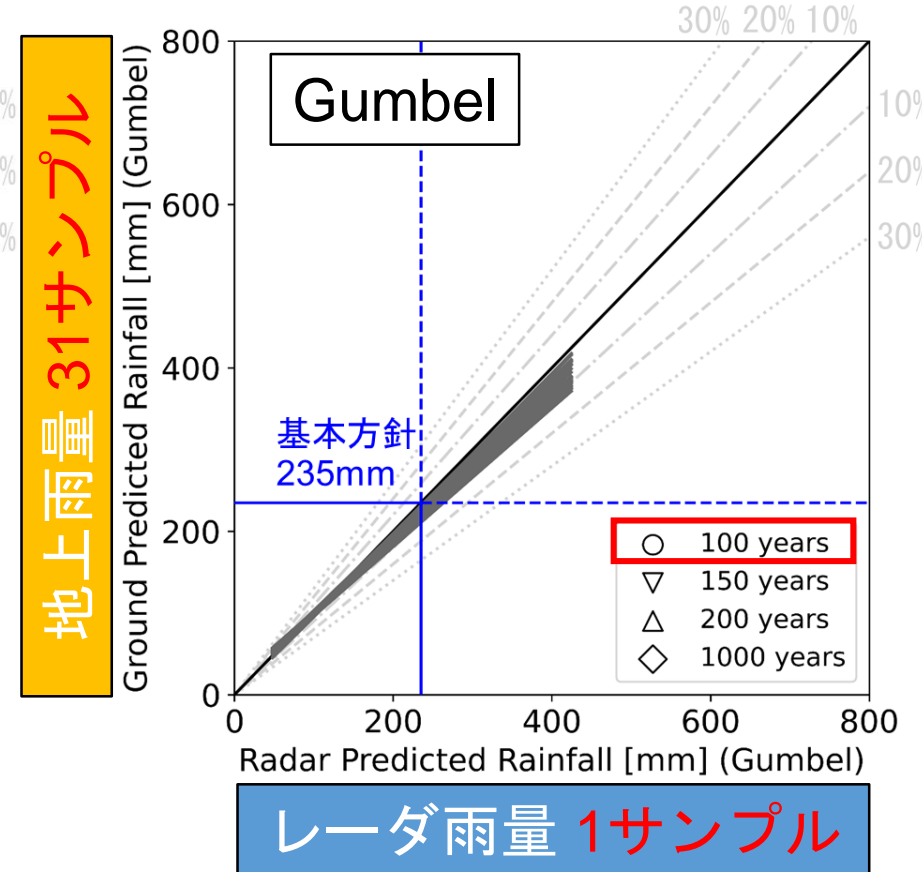
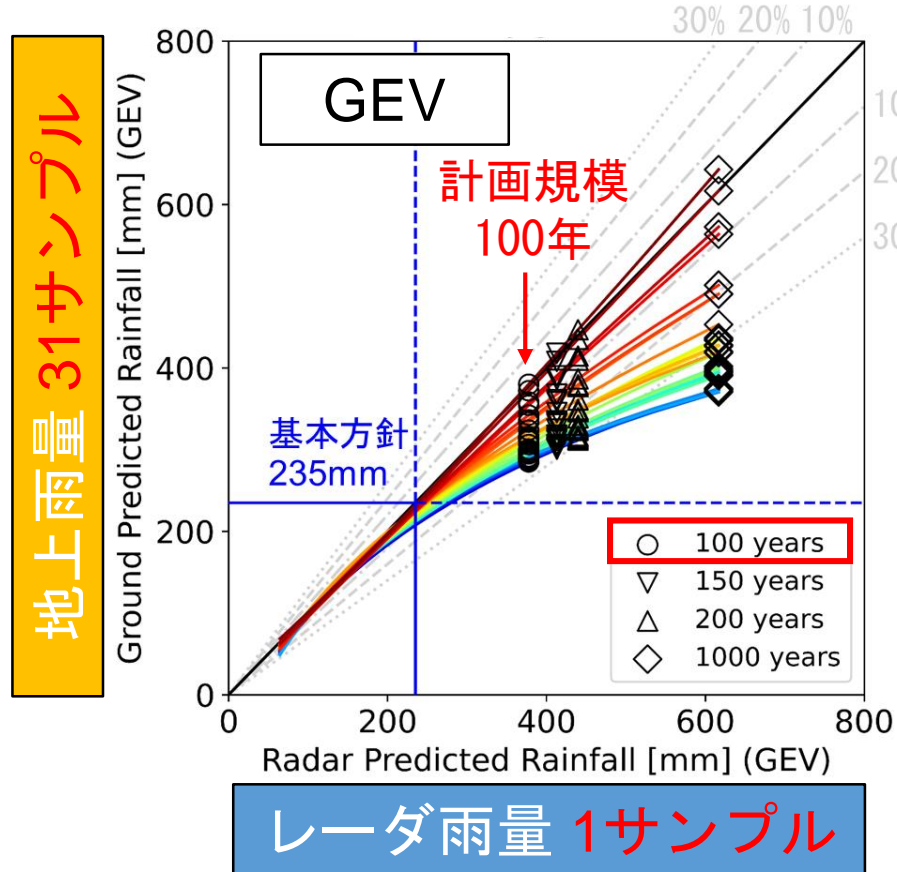
SLSC ≥ 0.04

流域名	計画降雨量 [mm]	計画降雨時間 [h]	確率年 [年]
利根川	336	72	200
渡良瀬川	419	72	100
鬼怒川	362	72	100
小貝川	301	72	100
荒川	548	72	200
多摩川	457	48	200
鶴見川	405	48	150
相模川	460	48	150
那珂川	300	48	100
久慈川	235	48	100

計画規模の100年確率では、レーダ雨量に対し地上雨量がGEV分布では0.8~0.9倍となった。これを基本方針の300mmと比べると、GEV分布でレーダ雨量と地上雨量共に**過大**傾向となった。一方、Gumbel分布ではレーダ雨量の標本が適合度を満たさなかった。

解析結果 ~レーダ雨量と地上雨量による超過確率雨量の比較~

◆ レーダ雨量と地上雨量による確率雨量算定結果の比較 (久慈川)



- ◆地上雨量 対象年 (サンプルサイズ)
- 1976-2022 (N=47)
 - 1977-2022 (N=46)
 - 1978-2022 (N=45)
 - 1979-2022 (N=44)
 - 1980-2022 (N=43)
 - 1981-2022 (N=42)
 - 1982-2022 (N=41)
 - 1983-2022 (N=40)
 - 1984-2022 (N=39)
 - 1985-2022 (N=38)
 - 1986-2022 (N=37)
 - 1987-2022 (N=36)
 - 1988-2022 (N=35)
 - 1989-2022 (N=34)
 - 1990-2022 (N=33)
 - 1991-2022 (N=32)
 - 1992-2022 (N=31)
 - 1993-2022 (N=30)
 - 1994-2022 (N=29)
 - 1995-2022 (N=28)
 - 1996-2022 (N=27)
 - 1997-2022 (N=26)
 - 1998-2022 (N=25)
 - 1999-2022 (N=24)
 - 2000-2022 (N=23)
 - 2001-2022 (N=22)
 - 2002-2022 (N=21)
 - 2003-2022 (N=20)
 - 2004-2022 (N=19)
 - 2005-2022 (N=18)
 - 2006-2022 (N=17)
 - low match

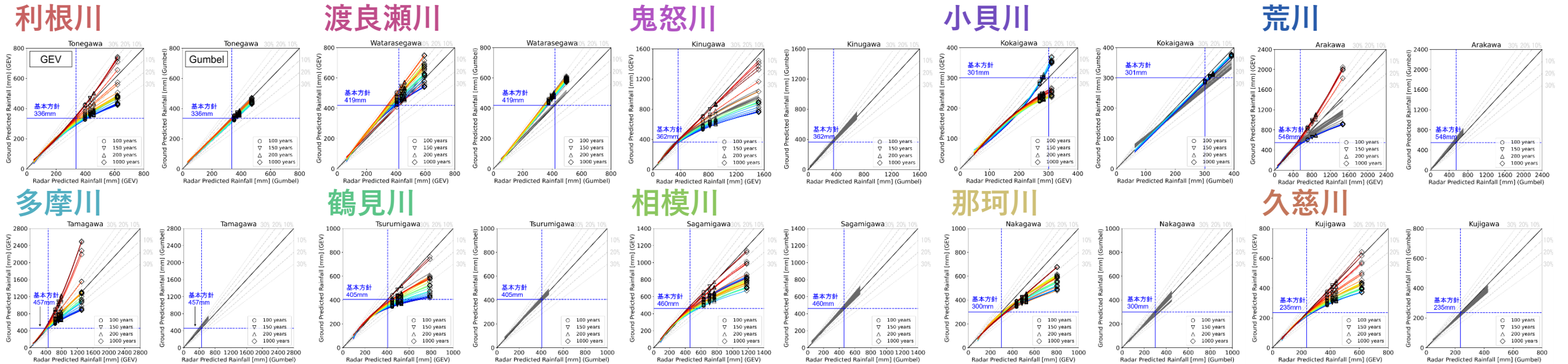
SLSC ≥ 0.04

流域名	計画降雨量 [mm]	計画降雨時間 [h]	確率年 [年]
利根川	336	72	200
渡良瀬川	419	72	100
鬼怒川	362	72	100
小貝川	301	72	100
荒川	548	72	200
多摩川	457	48	200
鶴見川	405	48	150
相模川	460	48	150
那珂川	300	48	100
久慈川	235	48	100

計画規模の100年確率では、レーダ雨量に対し地上雨量がGEV分布で0.8~1.0倍となった。これを基本方針の235mmと比べると、GEV分布でレーダ雨量と地上雨量共に**過大**傾向となった。一方、Gumbel分布ではレーダ雨量の標本が適合度を満たさなかった。

解析結果 ~レーダ雨量と地上雨量による超過確率雨量の比較~

◆レーダ雨量と地上雨量による確率雨量算定結果の比較（流域間比較）



●計画規模における地上雨量とレーダ雨量の差が，GEV分布では20~40%であるが，Gumbel分布では渡良瀬川を除き10%程度である

⇒GEV分布の方がGumbel分布より確率分布モデルの母数が多いことに依る

◆地上雨量 対象年（サンプルサイズ）

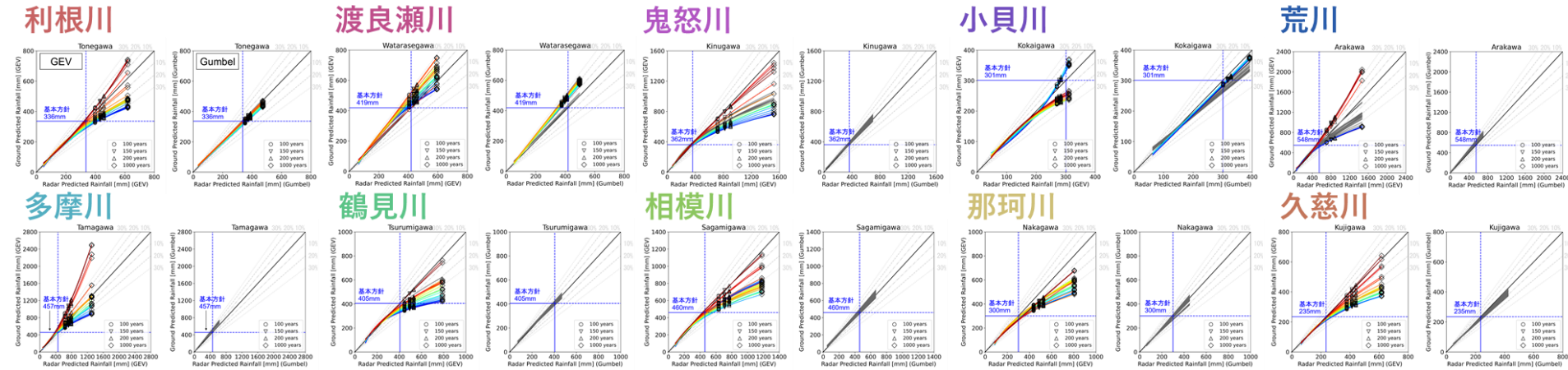
1976-2022 (N=47)	1987-2022 (N=36)	1998-2022 (N=25)
1977-2022 (N=46)	1988-2022 (N=35)	1999-2022 (N=24)
1978-2022 (N=45)	1989-2022 (N=34)	2000-2022 (N=23)
1979-2022 (N=44)	1990-2022 (N=33)	2001-2022 (N=22)
1980-2022 (N=43)	1991-2022 (N=32)	2002-2022 (N=21)
1981-2022 (N=42)	1992-2022 (N=31)	2003-2022 (N=20)
1982-2022 (N=41)	1993-2022 (N=30)	2004-2022 (N=19)
1983-2022 (N=40)	1994-2022 (N=29)	2005-2022 (N=18)
1984-2022 (N=39)	1995-2022 (N=28)	2006-2022 (N=17)
1985-2022 (N=38)	1996-2022 (N=27)	— low match
1986-2022 (N=37)	1997-2022 (N=26)	

●基本方針の計画雨量との比較では，小貝川と鶴見川を除き，地上雨量，レーダ雨量共に**過大**傾向である

⇒基本方針策定時のサンプル期間と比べ，年最大流域平均雨量が増加したと考えられる

解析結果 ~レーダ雨量と地上雨量による超過確率雨量の比較~

◆レーダ雨量と地上雨量による確率雨量算定結果の比較（流域間比較）



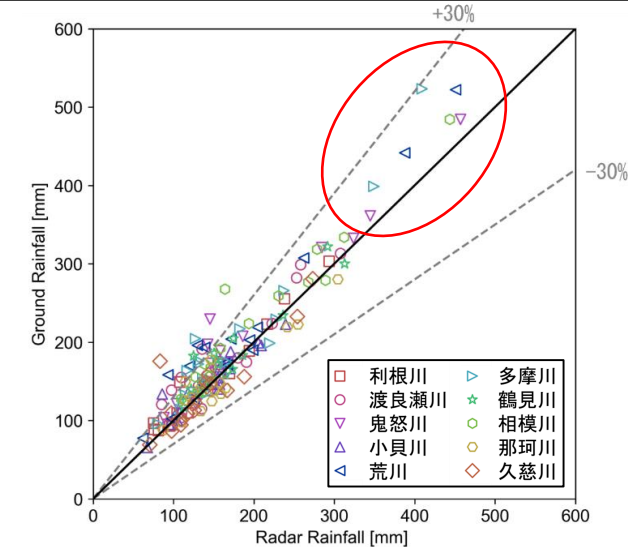
◆地上雨量 対象年（サンプルサイズ）

1976-2022 (N=47)	1987-2022 (N=36)	1998-2022 (N=25)
1977-2022 (N=46)	1988-2022 (N=35)	1999-2022 (N=24)
1978-2022 (N=45)	1989-2022 (N=34)	2000-2022 (N=23)
1979-2022 (N=44)	1990-2022 (N=33)	2001-2022 (N=22)
1980-2022 (N=43)	1991-2022 (N=32)	2002-2022 (N=21)
1981-2022 (N=42)	1992-2022 (N=31)	2003-2022 (N=20)
1982-2022 (N=41)	1993-2022 (N=30)	2004-2022 (N=19)
1983-2022 (N=40)	1994-2022 (N=29)	2005-2022 (N=18)
1984-2022 (N=39)	1995-2022 (N=28)	2006-2022 (N=17)
1985-2022 (N=38)	1996-2022 (N=27)	low match
1986-2022 (N=37)	1997-2022 (N=26)	

●2006-2022年のサンプルの計画規模における地上雨量とレーダ雨量の差に着目すると、GEV分布では荒川，多摩川を除き地上雨量とレーダ雨量の差が10%程度となった。Gumbel分布ではレーダ雨量，地上雨量の適合度が満たなかった流域があり流域間比較が行えなかった。

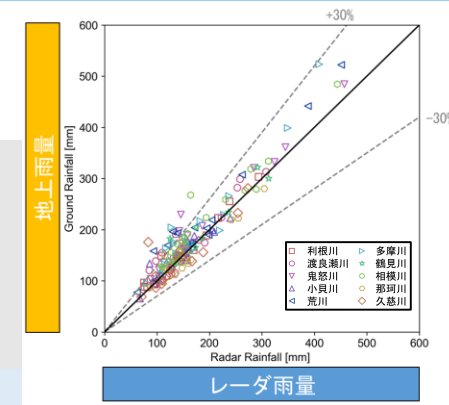
⇒ 標本期間を揃えると計画規模において地上雨量とレーダ雨量の差は10%程度である。

⇒ 荒川と多摩川の超過確率雨量の差が大きい原因として、年最大流域平均雨量の比較において300mm以上でレーダ雨量に対し地上雨量が過大傾向であったことが関係していると考えられる。荒川と多摩川のサンプルには極端現象が存在しておりその際のレーダ雨量と地上雨量の差が大きいことに依る。



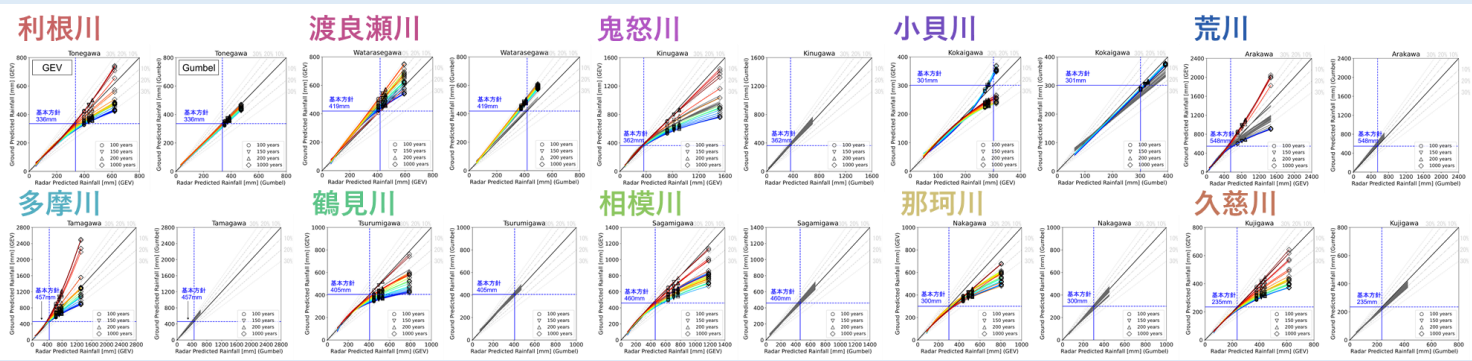
まとめと今後の展望

研究目的 河川計画におけるレーダー雨量の超過確率雨量算定への適用可能性を検討



◆ 2006-2022年におけるレーダ雨量と地上雨量の年最大流域平均雨量の比較
 レーダ雨量と地上雨量の差は荒川，多摩川，相模川を除く7流域で**10%以内**となっており，**レーダ雨量と地上雨量の値に大きく差はないことが分かった**

◆ レーダ雨量と地上雨量による確率雨量算定結果の比較



● **標本期間を揃えると計画規模において地上雨量とレーダ雨量の差は10%程度であることから，計画規模の超過確率雨量を算定する上では，地上雨量と10%程度の差が生じる可能性を考慮したうえで，レーダ雨量を河川計画へ適用できると考えた**

● 一方で計画規模における地上雨量とレーダ雨量の差はサンプルサイズによって異なり，サンプルサイズが変わった場合に**流域によっては地上雨量とレーダ雨量の差が大きく生じる可能性がある**

⇒ 荒川や多摩川のように算定された超過確率雨量の安定性が低い流域では，レーダ雨量を河川計画へ適用することは難しいと考える。このような流域には，共通してサンプルの中に極端現象が存在している。

今後の展望 算定された超過確率雨量の安定性に違いが生じた原因を探るため，サンプルや雨量観測特性，流域の特徴を明らかにすることで，レーダ雨量を河川計画へ適用する具体的な方法を考える