

日時：令和2年12月24日（木）

# 社会資本整備審議会・交通政策審議会技術部会 国土交通技術行政の基本政策懇談会（第17回）

テーマ：「カーボンニュートラル、地球温暖化対策、グリーンイノベーション」

土木学会 豪雨災害対策総合検討会

土木学会 台風第19号災害総合調査団

2015年関東・東北豪雨災害 土木学会・地盤工学会 合同調査団長

中央大学理工学部

教授 山田 正

# 亜臨界水技術による流木の資源化・ 利用システムの開発

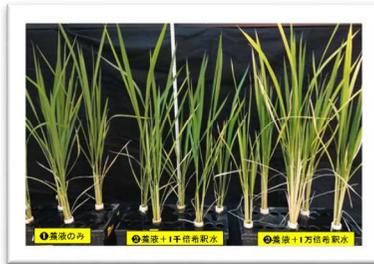
国土交通省  
河川砂防技術開発研究  
(2018-20): 地域課題

1. 研究全体計画  
(流木資源化・利用システム開発)

ダムにおける流木捕捉・分別



- ダムにおける流木対策(北上川直轄6ダム)
- ・年間流出量平均4,100m<sup>3</sup>, ピーク流出量12,000m<sup>3</sup>
  - ・ストックヤードに仮置き／良質材・不良質材に分別



イネの生理活性化  
成長促進・成熟効果



スギ苗木水生理活性化  
活着率アップ効果

○農林業分野における  
フルボ酸液の有効利用の可能性  
(森は海の恋人: 光合成促進効果)

流木臨界水解織・資源化利用

直接利用

- ①良質材の有効利用策
- バイオマス発電原料
  - 製紙パルプ原料
  - キノコ菌床培地原料

【コア技術】  
亜臨界水反応装置  
(高速加水分解機能)



- ②良質材・亜臨界水解織材
- 肥育牛向け木質飼料
  - ・牛の嗜好性が高い
  - ・ルーメンの環境を良化
  - ・肉質向上(枝肉成績良)



- ③不良質材亜臨界水解織材
- 腐植質＋フルボ酸液



## (2) 亜臨界水反応装置（バッチ式）の特長

### 《有機物を低分子化，有価物に高速質転換》

○多様なバイオマス(廃棄物)に適用可能

生ごみや畜糞，下水汚泥，魚残滓，木質材／都市混合ごみ，農業混合ごみ等

○亜臨界水領域中の飽和水蒸気(実用的に100-200°C・10-20気圧)を活用

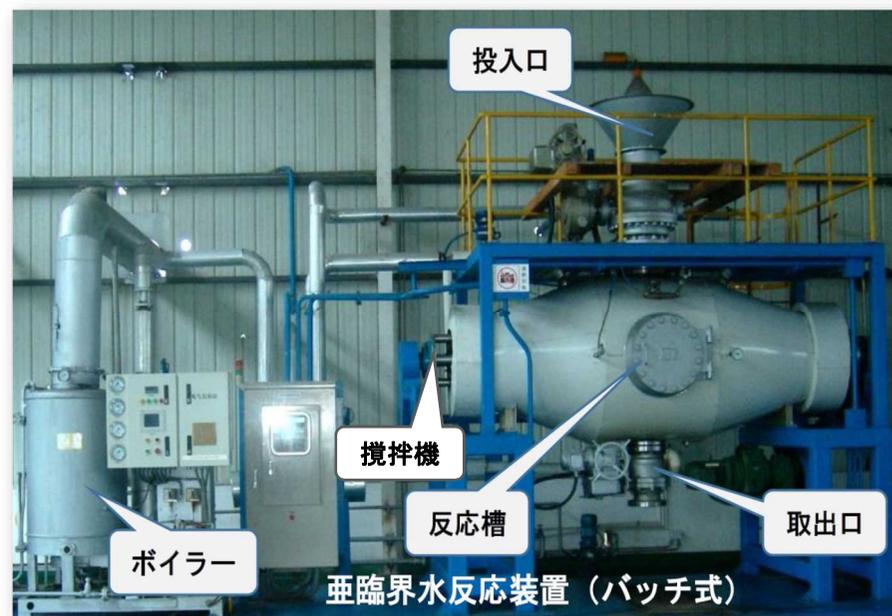
処理時間：1バッチ10-60分，均一攪拌\_\_\_\_高速加水分解し、有用資源に転換

安心・安全性\_\_\_\_殺菌，ウイルスや抗生物質等を無害化，

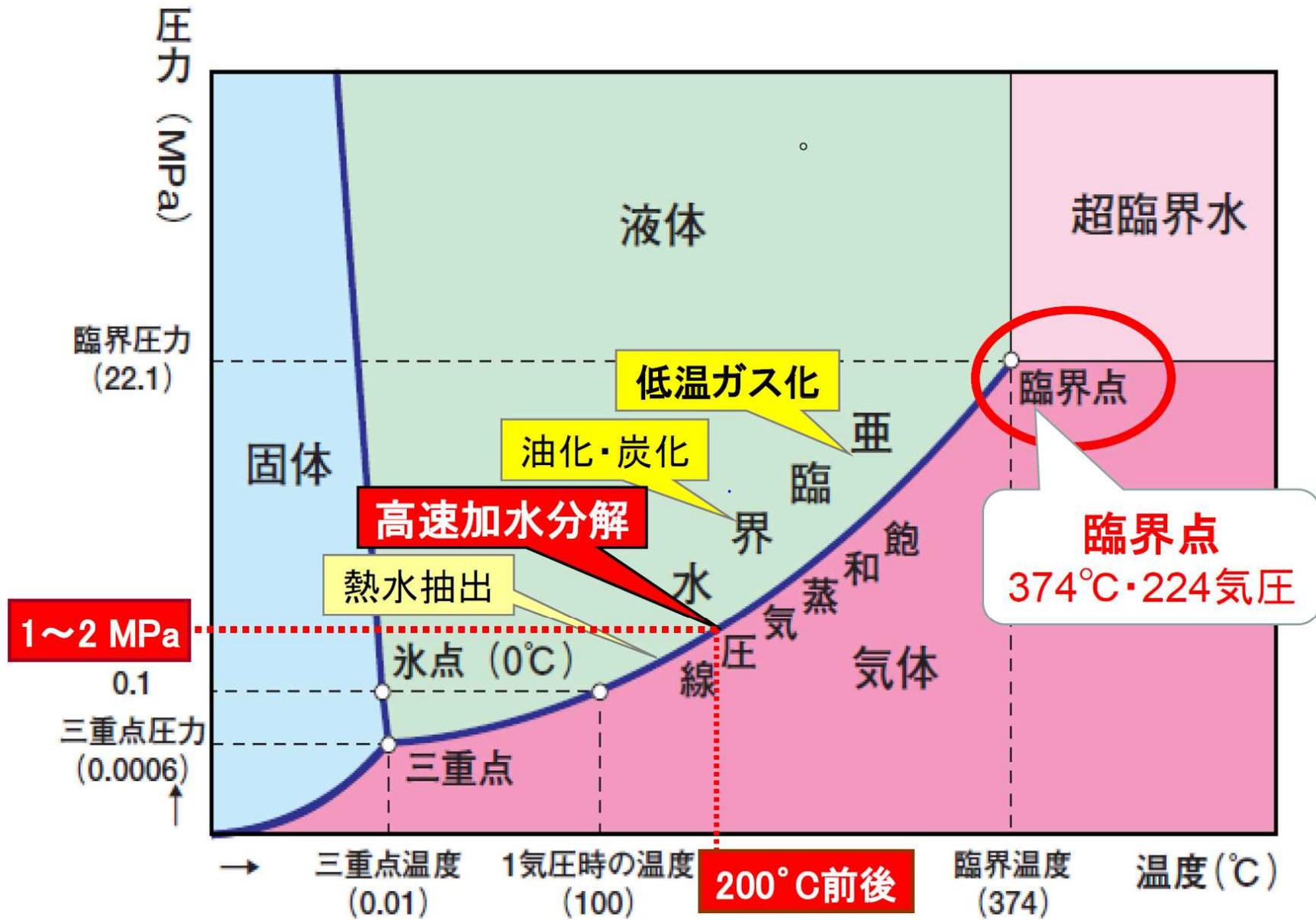
### 《反応槽の諸元》

○法的位置づけ：第一種圧力容器

反応槽容量	1日当たりの標準処理量 (10バッチ/日運転のケース)
MRM-2 2m <sup>3</sup>	20m <sup>3</sup> /日 ○生ごみ:6トン/日(1万人相当) (幅:7.6, 奥行:2.0, 高さ:3.7)
MRM-6 6m <sup>3</sup>	60m <sup>3</sup> /日 ○生ごみ:18トン/日(3万人相当) (幅:9.4, 奥行:3.0, 高さ:4.3)



# 亜臨界水反応装置の技術的原理と特徴



# 研究の枠組み及び実証試験フロー（2018-20年度）

## ① 流木捕捉量

### ア 良質材

（洪水年のみ）

- ・ 基準量：900m<sup>3</sup>/年  
（約500トン/年）  
現行は自由使用



### イ 不良質材（通年）

- ・ 基準量：4,100m<sup>3</sup>/年  
（約2,200トン/年）



## 【研究課題】



① 亜臨界水解織材  
試料の製造

## ② 試料製造工程

模擬流木採取  
（河道のヤナギ材）  
チップ化  
亜臨界水解織材製造



## ③ 解織材・フルボ酸液の利用用途開発

- (1) 肥育牛飼養実証試験（山形県畜産試験場協力）  
（キノコ菌床栽培実証試験（有）越戸きのこ園協力）
- (2) 水耕栽培実証試験（ハイトカルチャー(株)協力）

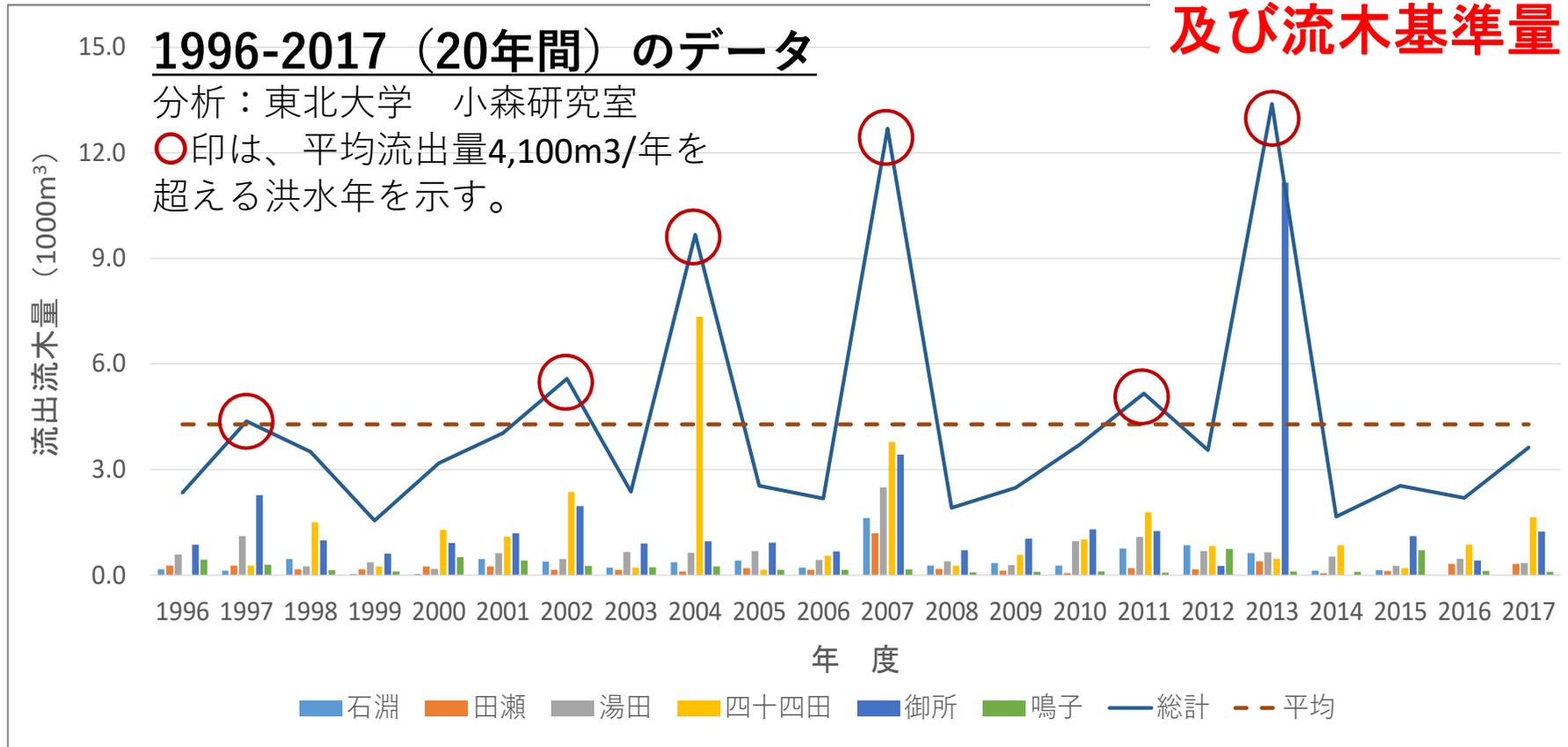
◎ 総合評価（地域ニーズ・価格競争性・需給バランス）

# バイオマス廃棄物の資源循環ビジネス先行モデル（台湾・中国）



### 3. 北上川水系(直轄6ダム)における流木流入量の経年変化分析

#### 及び流木基準量



○20年間の流出流木量：平均約4,100m<sup>3</sup>/年（2,200トン，比流出量1.3m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/年）

○平均値を超える洪水年発生回数：6回発生、凡そ3年に1回程度の生起頻度。

○流木基準量：良質材＝900m<sup>3</sup>（洪水年のみ），不良質材＝4,100m<sup>3</sup>（通年常時）

※東北地方整備局提供資料より推定

○南日本との北日本との比較：

比発生回数は同程度。北日本の方が1回のイベントでより大きな流出流木量が発生。

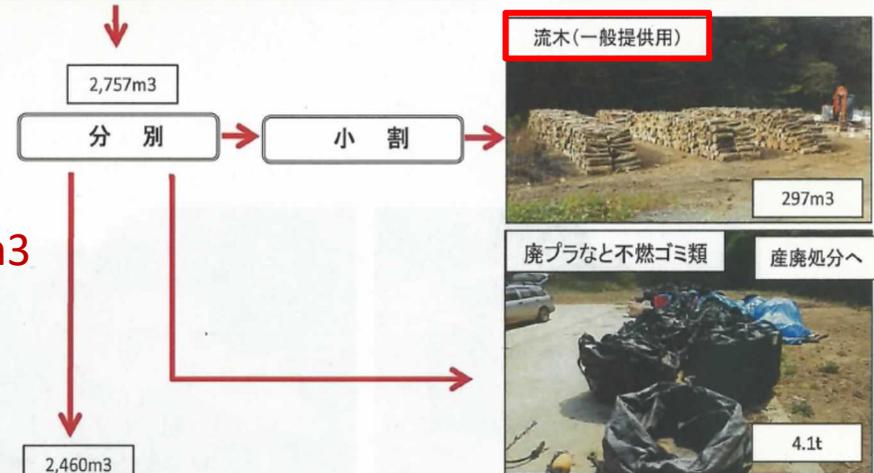
（流域における林地残材の蓄積量が相対的に多いことが原因）

# (参考1) 北上川水系(直轄6ダム)における流木処理・処分システム (御所ダム) 通常年のケース:平成29年(2017年)7-8月



## 流木分別

- ①良質材 : 297m<sup>3</sup>  
一般利用(無料)
- ②不良質材 : 2,460m<sup>3</sup>  
(林地残材・葦萱類)  
有料で廃棄処分



資料提供:  
北上川ダム統合  
管理事務所

# (参考2) 林地内での流木発生・堆積状況調査結果

## ① 林地残材(倒木)堆積状況

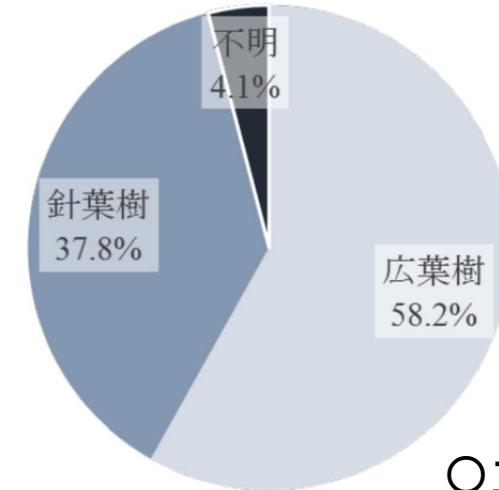


**タイプA:**  
側岸の斜面崩壊  
から供給された  
倒木堆積状況

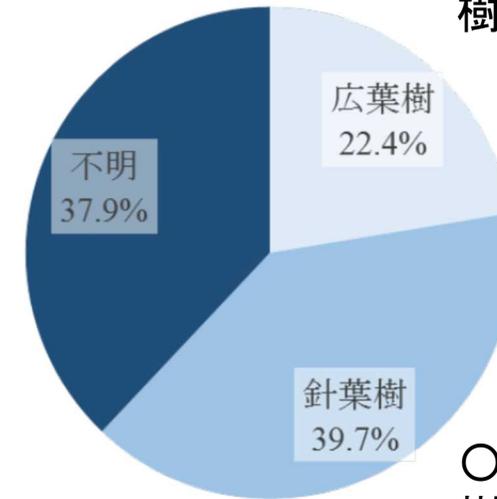


**タイプB:**  
流路を移動した  
流木が途中で  
集積、流路閉塞  
状況

## ② 樹種分類(樹種割合)



○立木の  
樹種構成



○倒木の  
樹種構成

# 4. 流木の亜臨界水解繊維木質飼料・フルボ酸液施用試験成果

## (1) 肥育牛飼養実証試験\_\_\_\_月齢13-30か月(18ヶ月間飼養)



7/9 飼料着

7/10~ 飼料給与

※写真は8月1日

### (1) 材料及び方法

○供試牛：黒毛和牛去勢肥育牛4頭

○供試飼料：ヤナギ解繊材

(180°C・15気圧@20分処理)

○試験区 (4頭)

稲わら2.2Kg+解繊飼料0.8kg/頭・日

○対照区 (3頭) 慣行給与

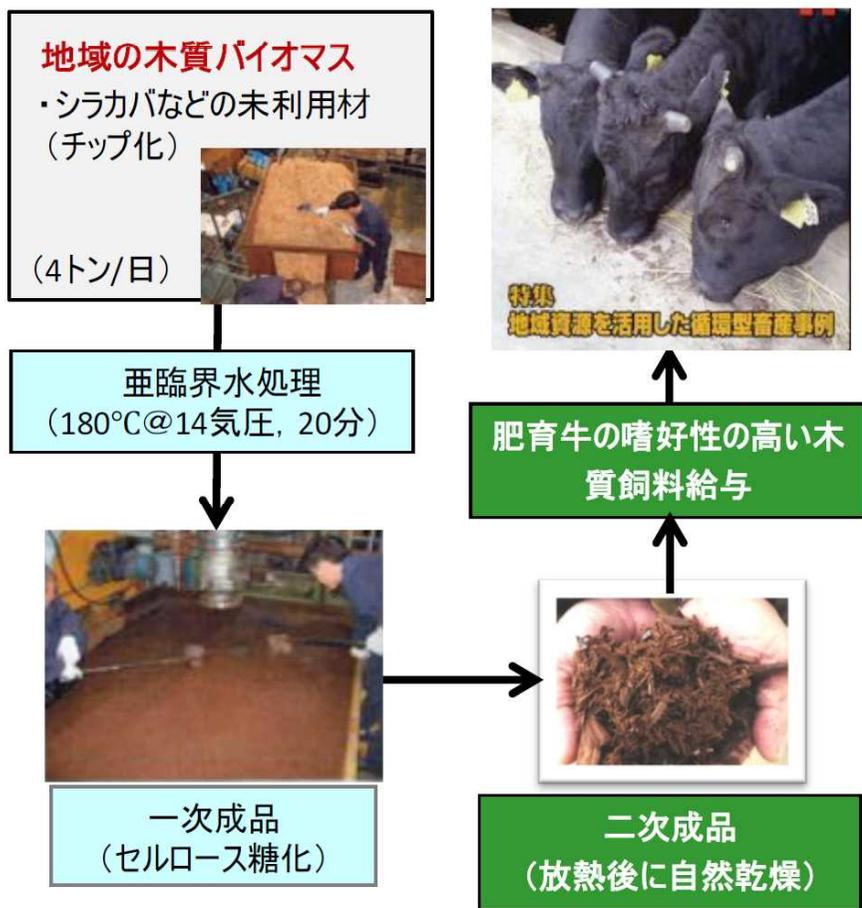
稲わらと乾燥バガス 2.3kg/頭・日

### (2) 研究成果及び検討課題

評価項目	評価項目(慣行の稲わら飼養法との比較)	
○飼料消化特性	・可消化成分	<b>○中間成果</b> ・増体量や飼料要求率に差なし ・熱暑期間に乾物摂取量低下せず ・血液症状に差なし ・胃液性状良好(内蔵疾患減少) ・課題 飼料の市場性分析・評価 <b>成牛の枝肉格付成績による最終評価</b>
○発育性	・増体量比較	
○飼料利用効率	・乾物摂取量(DMI)・飼料要求率(FC)比較	
○健康項目	・血液・胃液・糞性状比較, ・肝機能(VA)等比較	
○特記事項	・熱暑時の食欲維持効果など	

## (参考-2) 木質バイオマスを用いた木質飼料生産モデル(北海道・北見市)

- 亜臨界水処理により、従来生成しにくかった木質バイオマスからの肥育牛向けの良質な飼料製造に成功。
- 自然の木材由来ゆえ、病原菌や有害物を含まないため、高い安全性を確保。
- 木質繊維の軟化，セルロースの糖化により、牛の嗜好性にあった栄養価の高い飼料が生産できる。
- 繊維質が多いため、牛のルーメン（第一胃のこと）の機能増強，それによる健康の向上が期待できる。

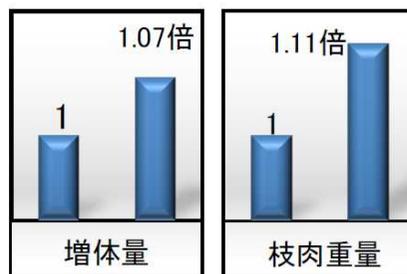


### 亜臨界水の機能性・安全性

- ・従来の蒸煮技術には攪拌装置がなく、加水分解が不十分。
- ・亜臨界水技術は、攪拌機を備え、蒸煮技術の欠点を改善。
- ・短時間で木質繊維を軟化，セルロースを糖化  
栄養価 (TDN) が高く、繊維質の多い良質木質飼料を製造
- ・pHが3.5と低く、変質しにくいため、長期保存も可能。

### 木質飼料の肥育牛への給与効果

- ・肥育牛の飼養試験結果 (18月齢～30月齢)  
消化器系の疾患の発生なし，治療歴なし。  
飼養期間の増体量7%増，成牛の枝肉重量増果11%を確認



亜臨界水木質飼料給与効果  
イメージ図  
(北見市・中野牧場飼養試験)

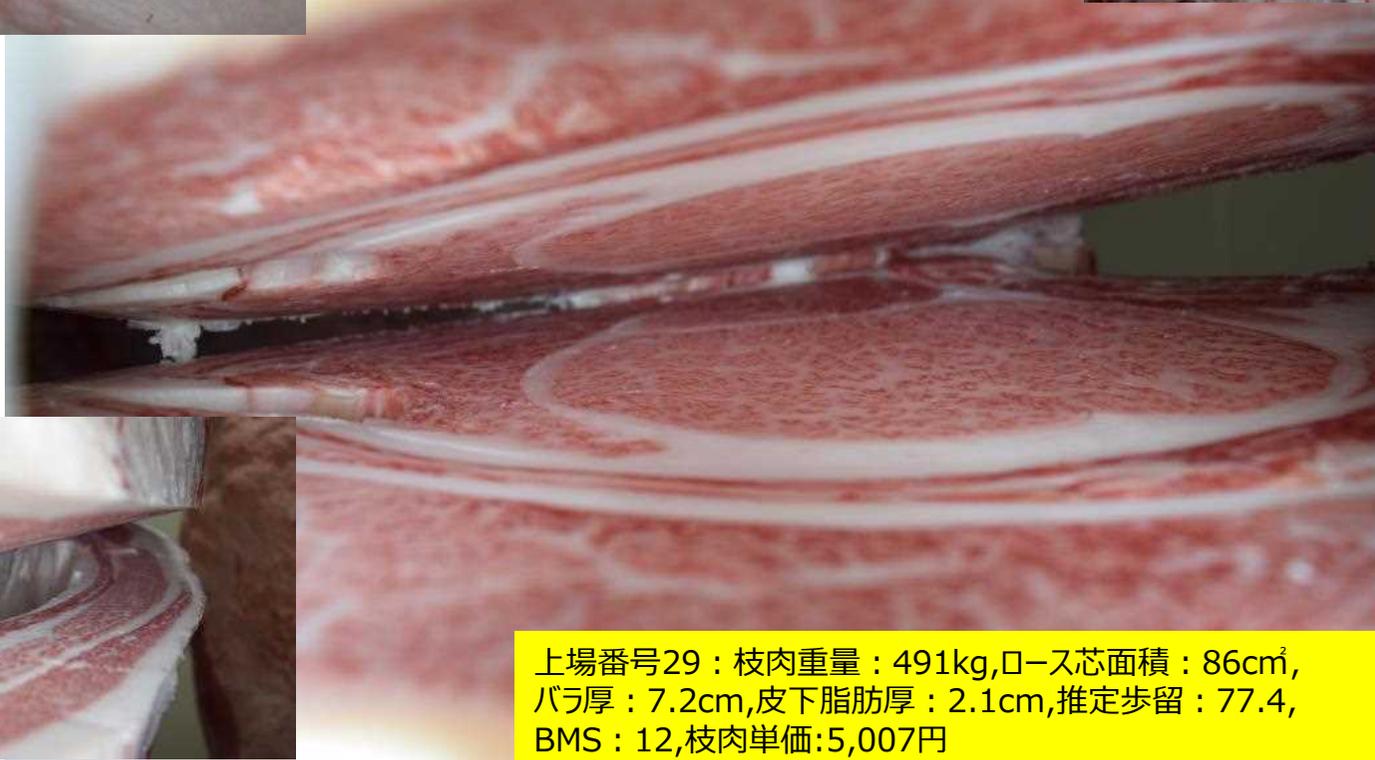
### 国産飼料への転換の可能性

- ・病原菌侵入の怖れのある海外からの輸入稲わらの代替ニーズの充足，高価な海外輸入乾草代替ニーズへの対応も可能
- ・これによる国産飼料への転換，自給率向上への貢献

資料提供：(株)エースクリーン

# 木質飼料区 No.1 R2.9.14

祝 県内産枝肉共進会 チャンピオン賞受賞



上場番号29：枝肉重量：491kg,ロース芯面積：86cm<sup>2</sup>,  
バラ厚：7.2cm,皮下脂肪厚：2.1cm,推定歩留：77.4,  
BMS：12,枝肉単価:5,007円

# 水力発電の可能性検討

## 水力発電における規制緩和と水源地域への貢献

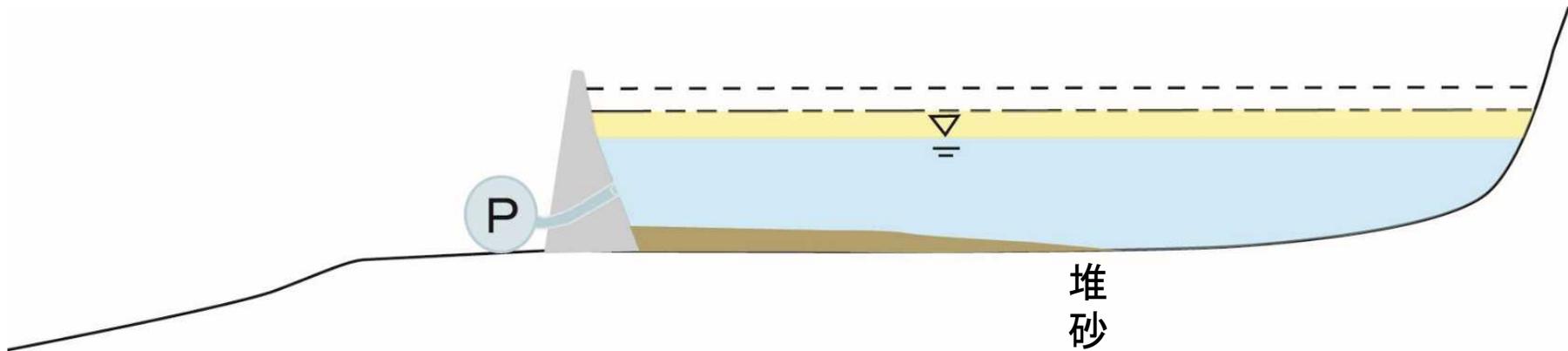
- ① **多目的ダムの運用変更**  
「特定目的ダム法」「河川法」の運用拡大に向け制度検討
- ② **既存ダムの嵩上げ**  
既存ダムに嵩上げ工事を実施する
- ③ **治水用ダムでの発電**  
発電設備のない治水ダムに発電設備を増設
- ④ **建設中止・休止中のダム開発**  
建設中止・休止となったダムの復活
- ⑤ **小水力発電**
- ⑥ **日本列島クリーンエネルギーパイプラインを道路と連携**

# ① 多目的ダム の 運用変更

## 治水容量の利用(ダム運用変更) (予備放流)

夏期制限水位 6/15~9/15  
(ダムによる異なる)

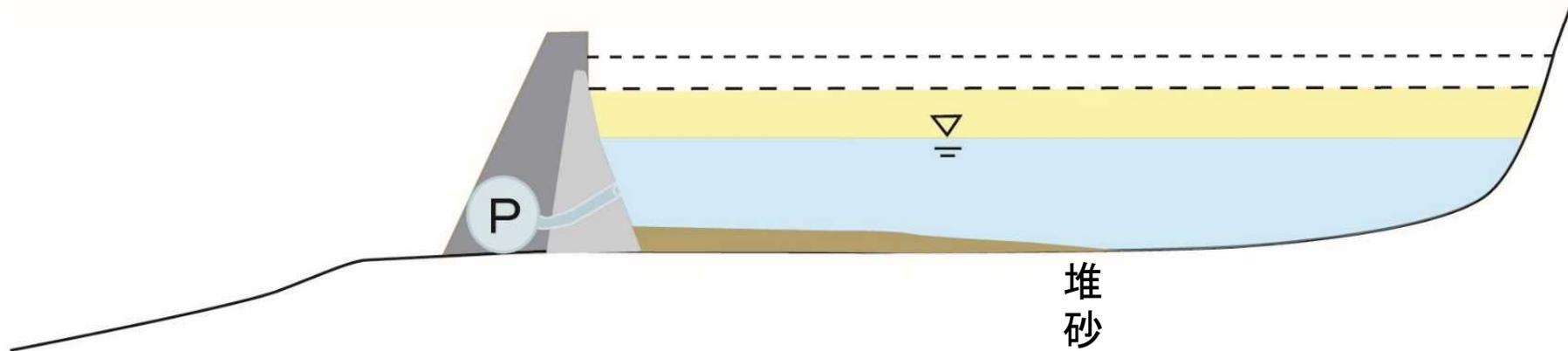
点線: 治水容量  
実線: 利水容量



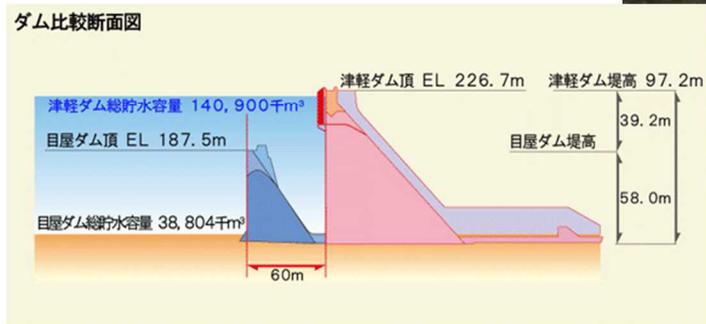
## ② 既存ダムの嵩上げ

夏期制限水位 6/15～9/15  
(ダムによる異なる)

点線: 治水容量  
実線: 利水容量

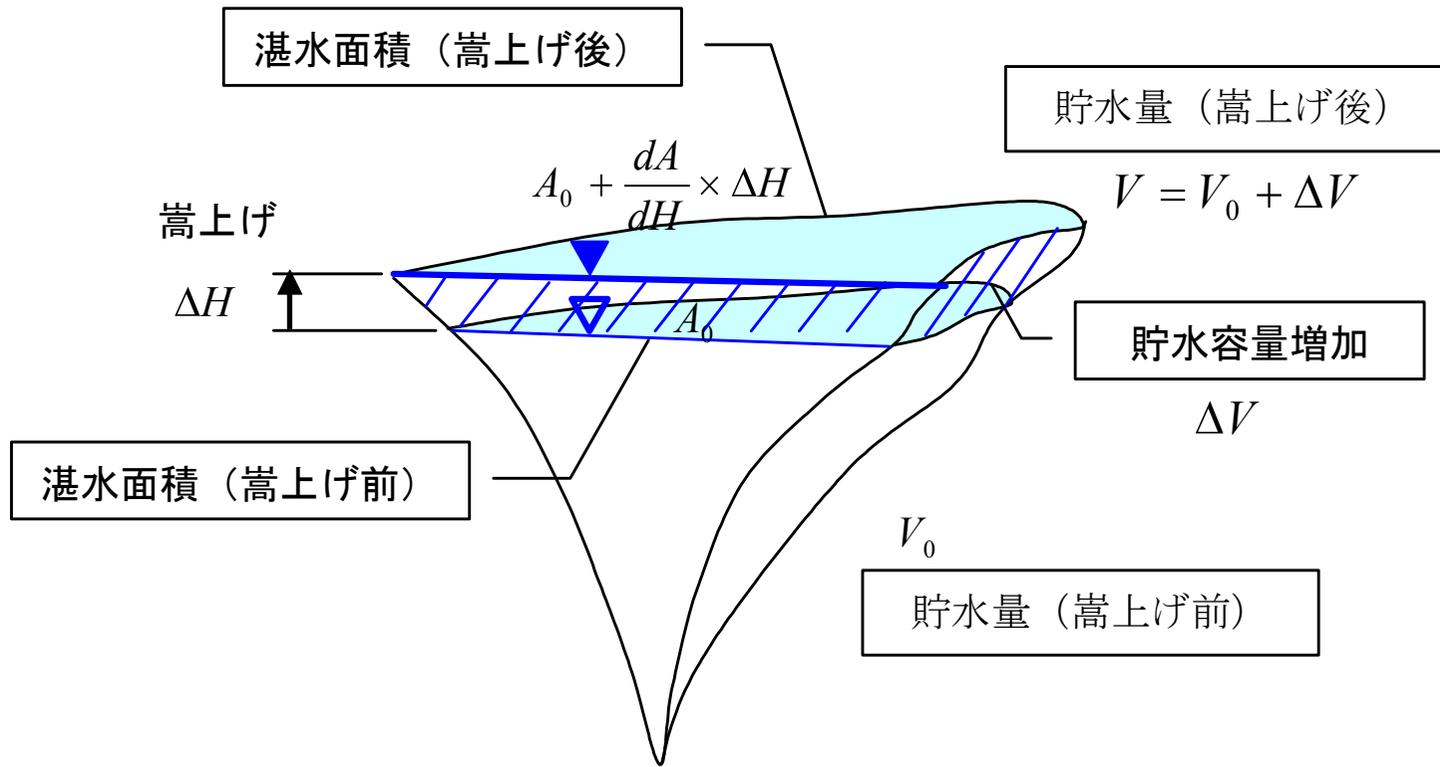


## ②-1 既存ダムの嵩上げの例（津軽ダム）



H = 58 m → 97 m    V = 38百万 → 1億41百万 m<sup>3</sup>  
 (+ 39 m)                    (+ 1億m<sup>3</sup>)

## ②-2 既存ダムの高上げの例（夕張スーパーパロダム）



夕張スーパーパロダム 67.5m → 110.6m (37m)

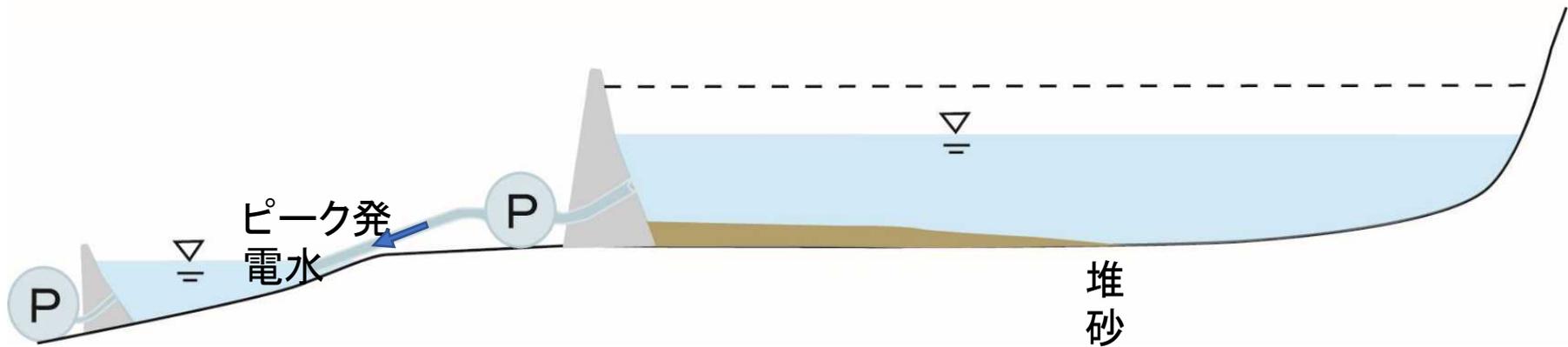
87百万 $m^3$  → 427百万 $m^3$

### ③ 治水用ダムでの発電

夏期制限水位 6/15~9/15  
(ダムによる異なる)

#### 流量調整池ダム (ピーク発電)

点線: 治水容量  
実線: 利水容量



# 信頼区間・予測区間を導入した 大規模豪雨の生起リスク評価

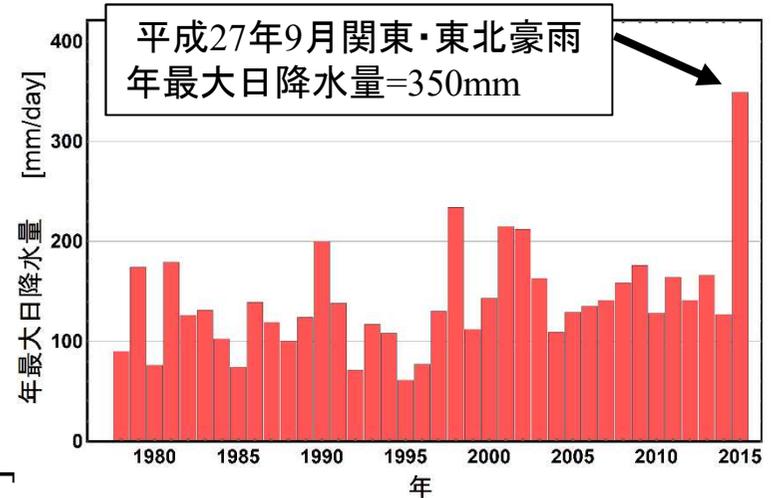
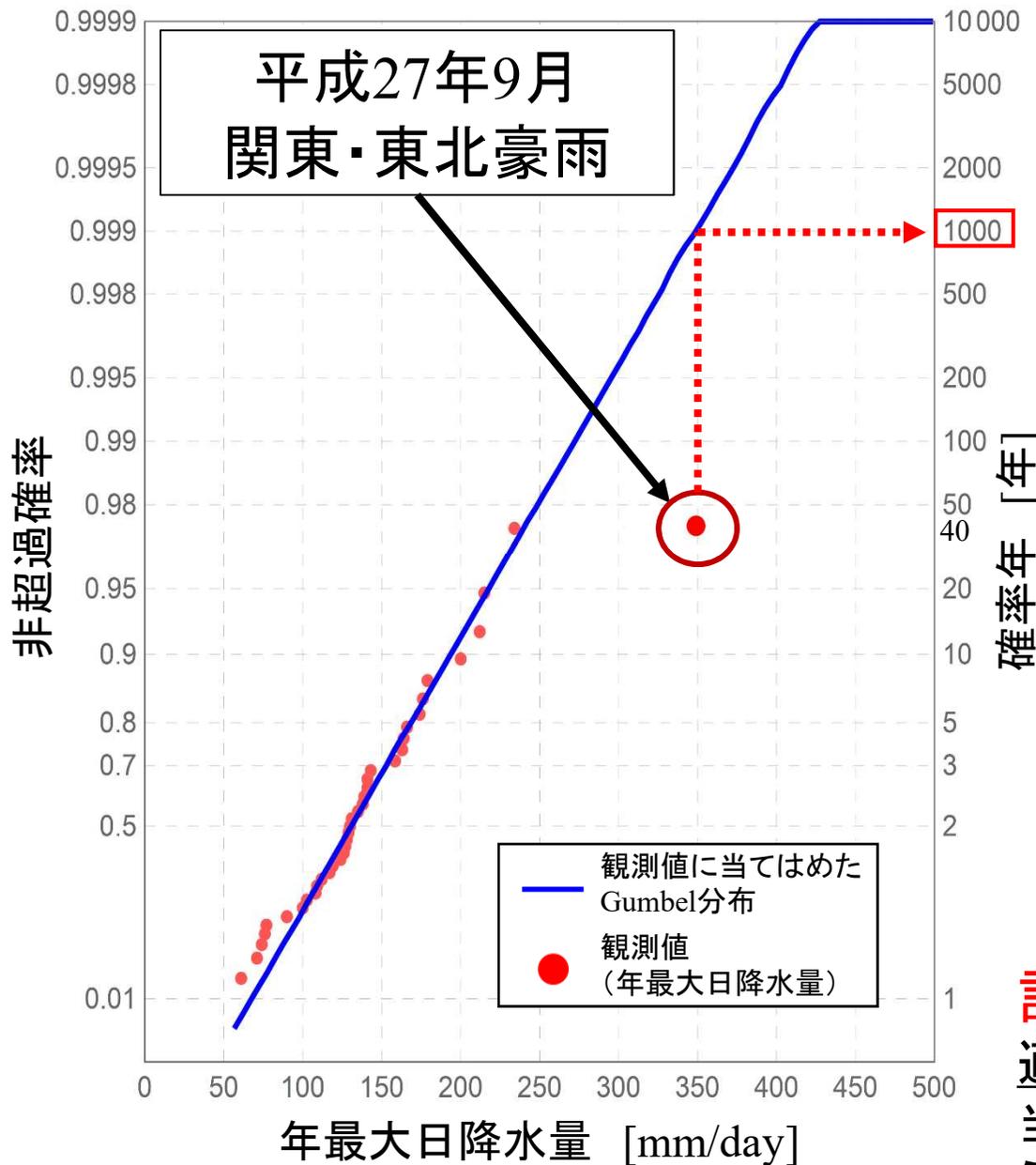


図 利根川水系五十里観測所における1957年から2015年に渡る38年間分の年最大日降水量の観測値時系列

従来の水文頻度解析では、  
**記録的豪雨の確率年は、  
 数千年～数万年となる  
 場合が多い。**



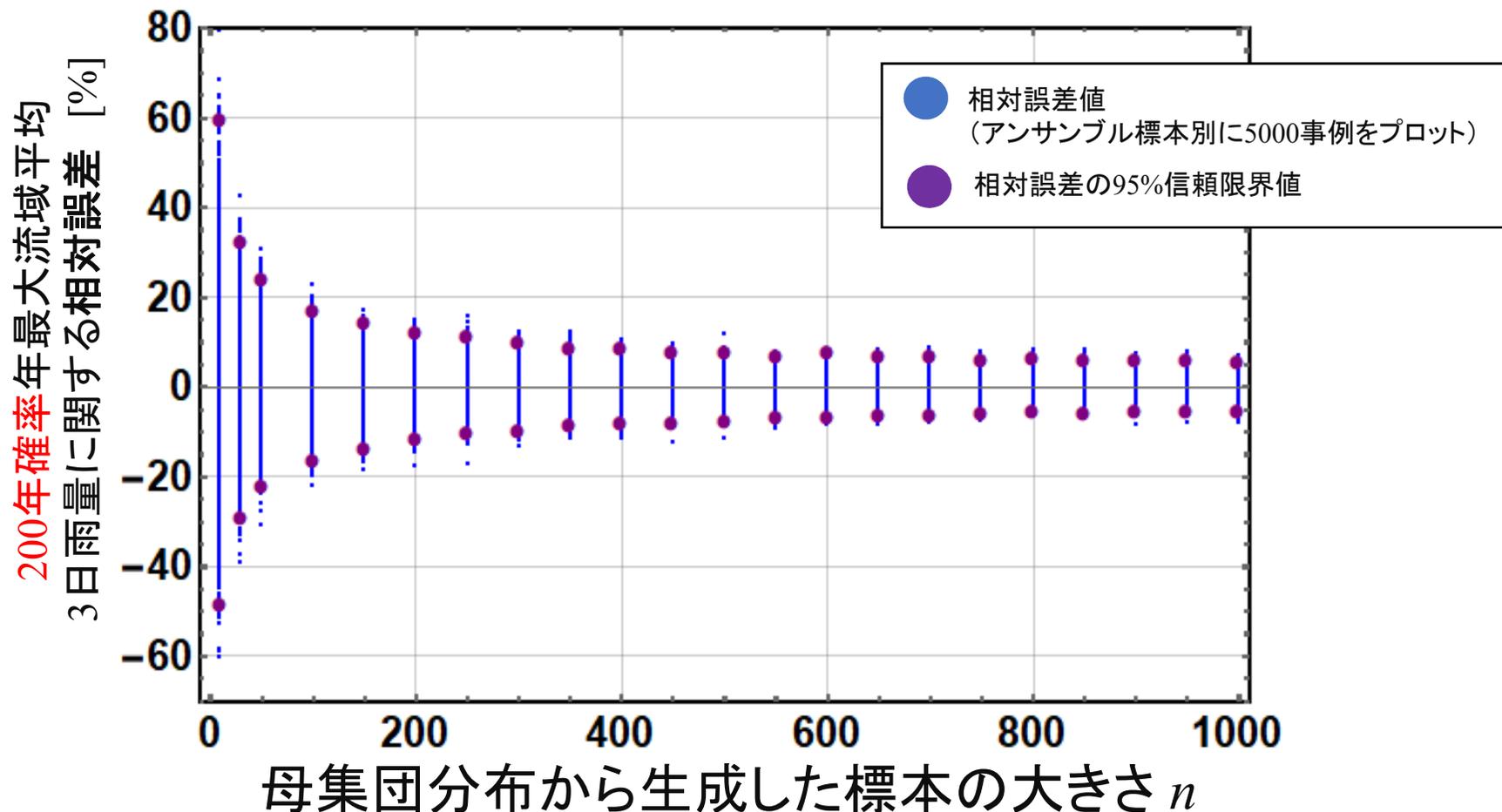
**計画確率年による評価が困難**  
 適合度重視の従来手法の下では、  
 当該豪雨は、“想定外”として扱われ  
 うる。

観測値に当てはめたGumbel分布による200年確率年最大流域平均3日雨量(322.0 mm)を真値として扱う。そのGumbel分布から大きさ $n$ の標本を5000個生成。標本の大きさ別に、アンサンブル標本にGumbel分布を当てはめ、200年確率年最大流域平均3日雨量群を算出。下図は、各アンサンブル標本から算定した200年確率年最大流域平均3日雨量による相対誤差と標本の大きさの関係である。

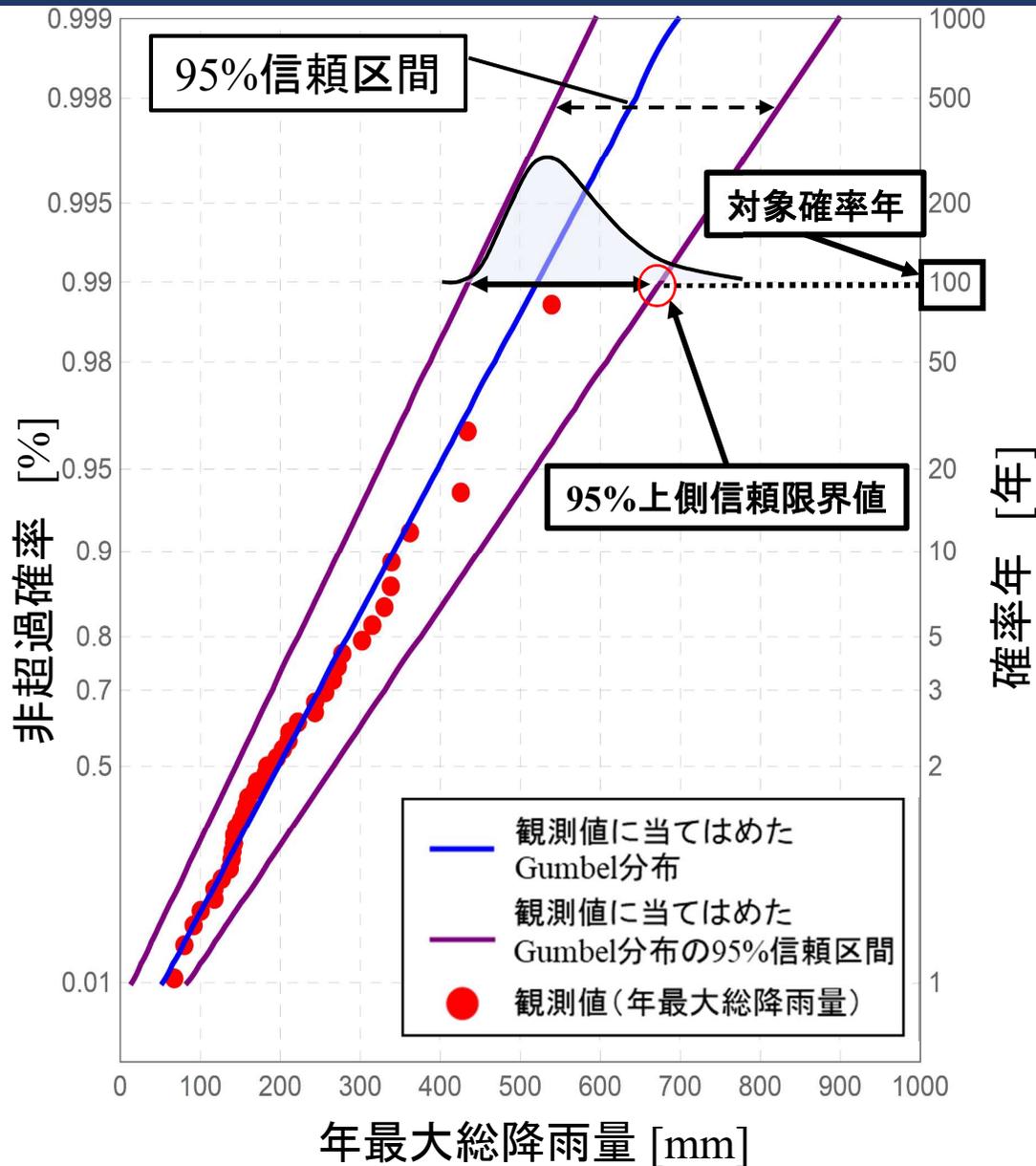
$$\text{相対誤差} = (\text{真値} - \text{計算値}) / \text{真値} \times 100 [\%]$$

真値 = 観測値に当てはめたGumbel分布による200年確率年最大流域平均3日雨量

計算値 = モンテカルロ法で作成した標本に当てはめたGumbel分布による200年確率年最大流域平均3日雨量



# 確率限界法検定に基づく信頼区間の水文頻度解析への導入 24



確率紙には、草木ダム流域における41年間分の年最大総降雨量の観測値およびこれら41個の観測値を当てはめたGumbel分布、確率限界法検定により導出した当該Gumbel分布の95%信頼区間を記入した。

$T$ 年確率規模相当の上側信頼限界値がもつ超過確率は、「対象確率年」と「信頼区間の超過確率」との積により求まる。

100年確率水文量の95%上側信頼限界値の超過確率

$$\frac{1}{100} \times 2.5\%$$

対象確率年

片側確率(95%信頼区間)

$$= 2.5 \times 10^{-4} \text{ (1/4千)}$$

信頼区間の導入により、従来では考慮されなかった規模の豪雨が生起するリスクを算出することができる。



他のリスクとの相対評価が可能となる

[ref.]交通事故で死亡: 1/2万 [年/人]

飛行機死亡事故: 1/50万 [年/人]

薬剤死亡リスク: 1/200万 [年/人]

# 確率限界法検定に基づく予測区間の水文頻度解析への導入 25

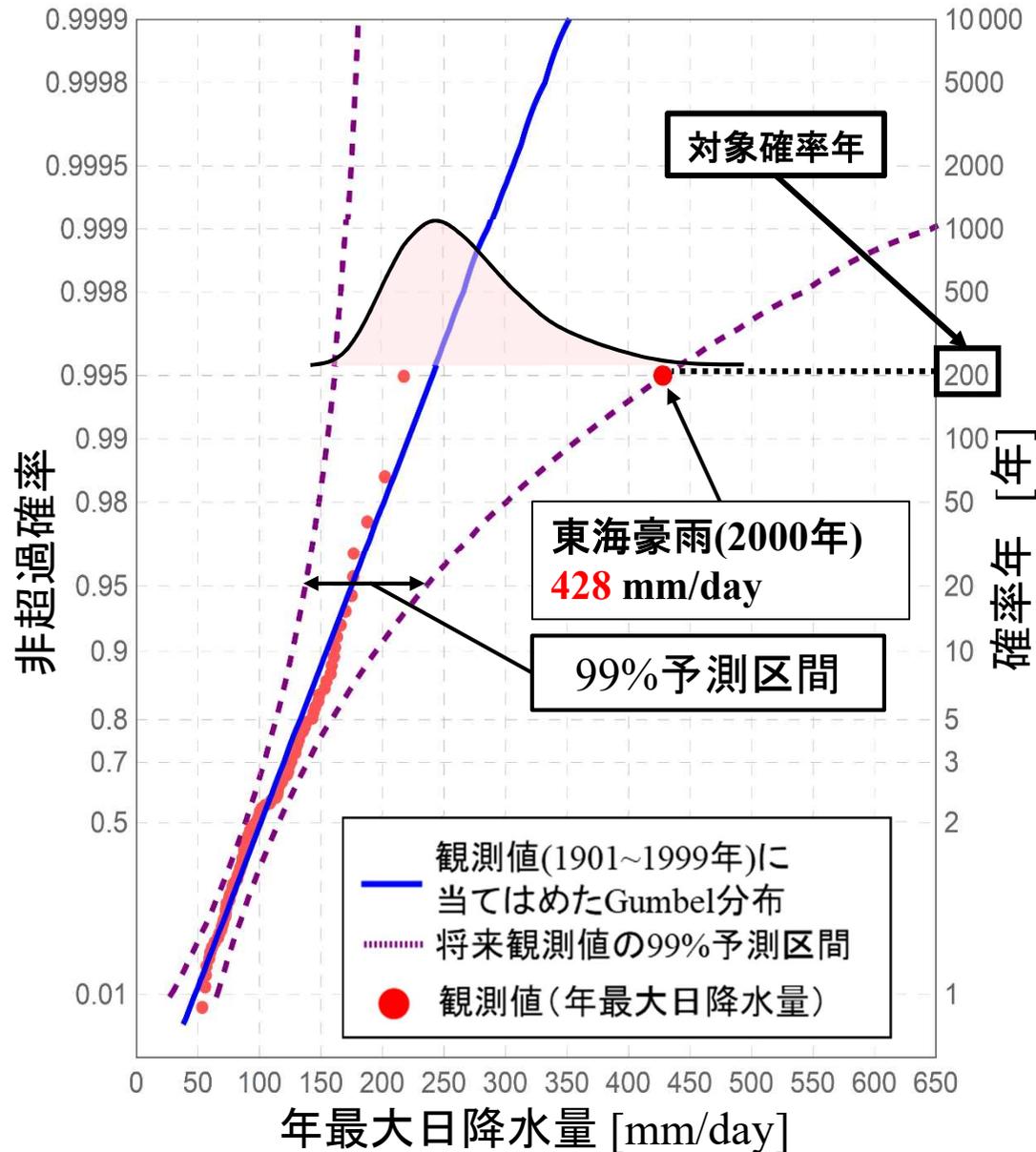


図 名古屋地方気象台における99年間分の年最大日降水量の観測値(1901年~1999年), これら99個の値に当てはめたGumbel分布および確率限界法検定による99%予測区間

$T$ 年確率規模相当の上側予測限界値がもつ超過確率は、「対象確率年」と「予測区間の片側確率」との積により求まる。

200年確率水文量の99%上側予測限界値の超過確率

$$\frac{1}{200} \times 0.5\%$$

対象確率年

片側確率(99%予測区間)

$$= 2.5 \times 10^{-5} \text{ (1/4万)}$$

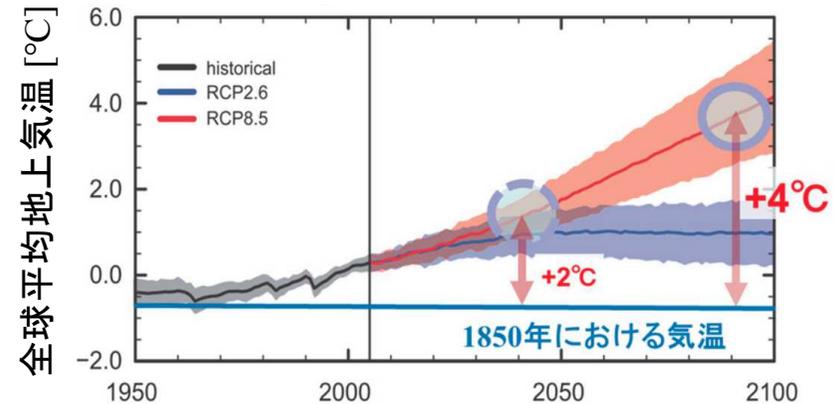


予測区間の導入により, 将来期間における激甚豪雨の規模およびその生起リスクが算出可能となる。

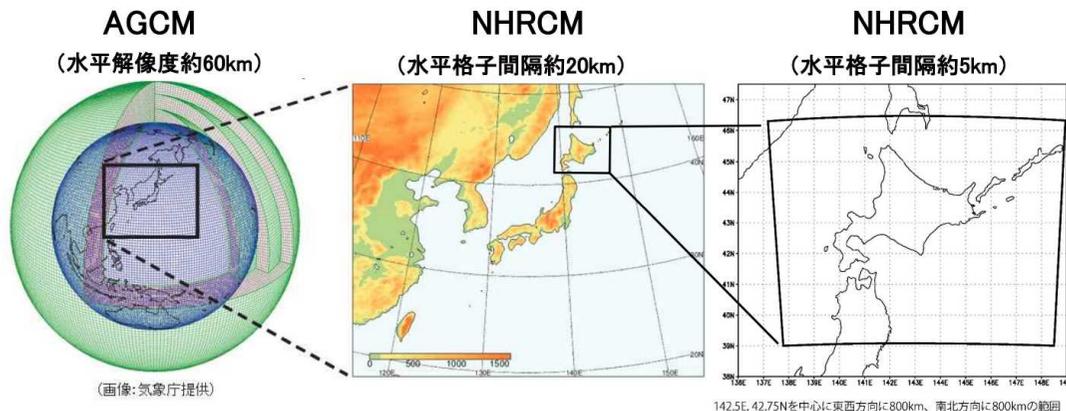
## 力学的ダウンスケーリング情報を用いる利点

- 気候システムの自由度がもたらす極端現象の生起確率を推定可能となる。
- (極端現象の生起リスクを確率分布として定量化可能)
- 数十年間に渡る降雨観測で(たまたま)経験しなかった大雨を評価可能となる。

## 対象とする気候変動シナリオ



## 力学的ダウンスケーリングの実験デザイン



山田ら(e.g. 2018)は、d4PDF(20km)への力学的ダウンスケーリングを行い、北海道地方における気候変動解析を実施した。

【図面出典】北海道地方における気候変動予測(水分野)技術検討委員会、資料

【論文出典】山田朋人, 星野剛ら: 北海道における気候変動に伴う洪水外力の変化, 河川技術論文集, 第24巻, pp.391-396, 2018.

## d4PDFが格納するデータの概要

### 過去実験(3,000年間分)

60年間分の計算期間

過去実験: 1951年~2010年



計算条件に与える50個の摂動パターン

50メンバー: 過去実験

### 将来実験: 2°C上昇実験(3,240年間分)・4°C上昇実験(5,400年間分)

60年間分の計算期間

4°C上昇実験: 2051年~2110年  
2°C上昇実験: 2031年~2090年



6種類の海面水温の将来変化パターン

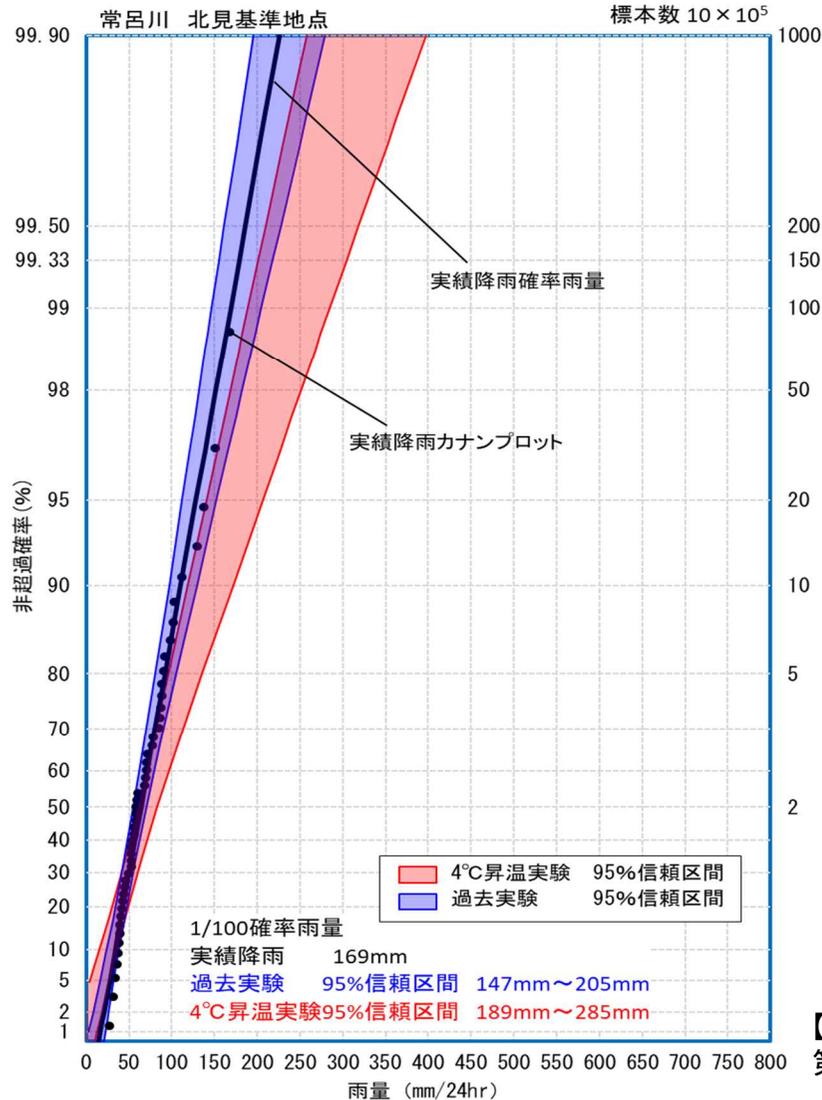


計算条件に与える摂動パターン

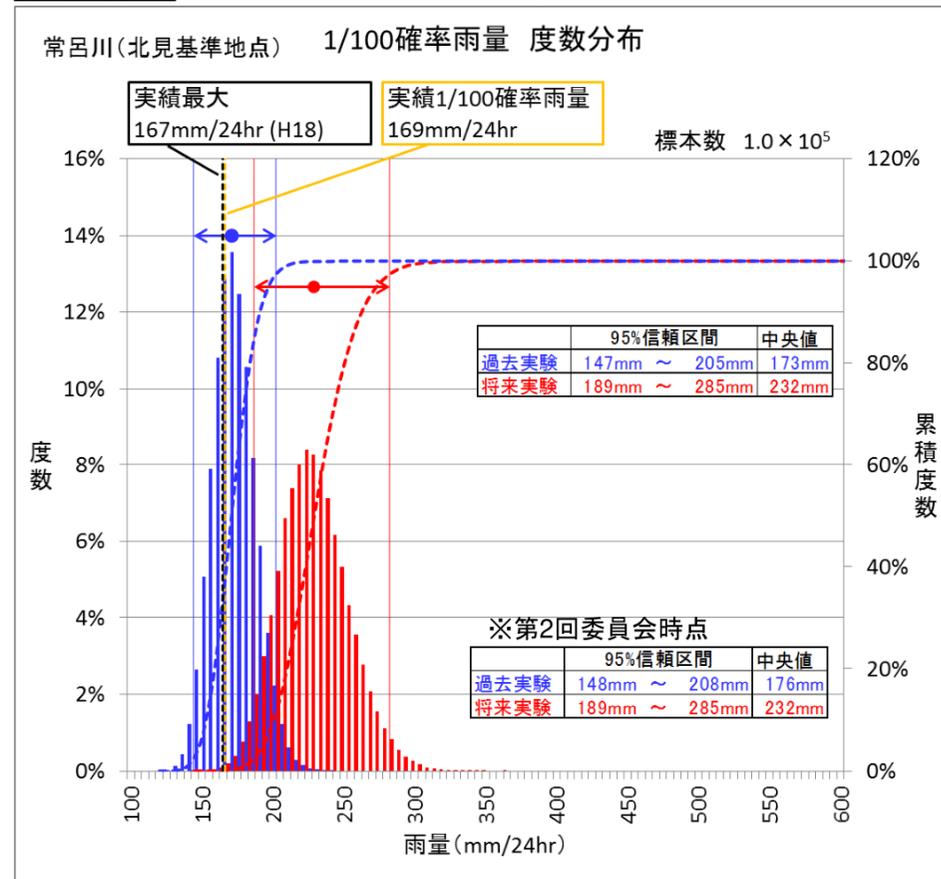
4°C上昇実験: 15個  
2°C上昇実験: 9個

大量アンサンブルデータの導入により、計画規模相当の豪雨の生起確率を評価するとともに、確率降雨量の振れ幅を推定できる。

## 常呂川 北見基準地点 Gumbel分布を採用



### Gumbel分布

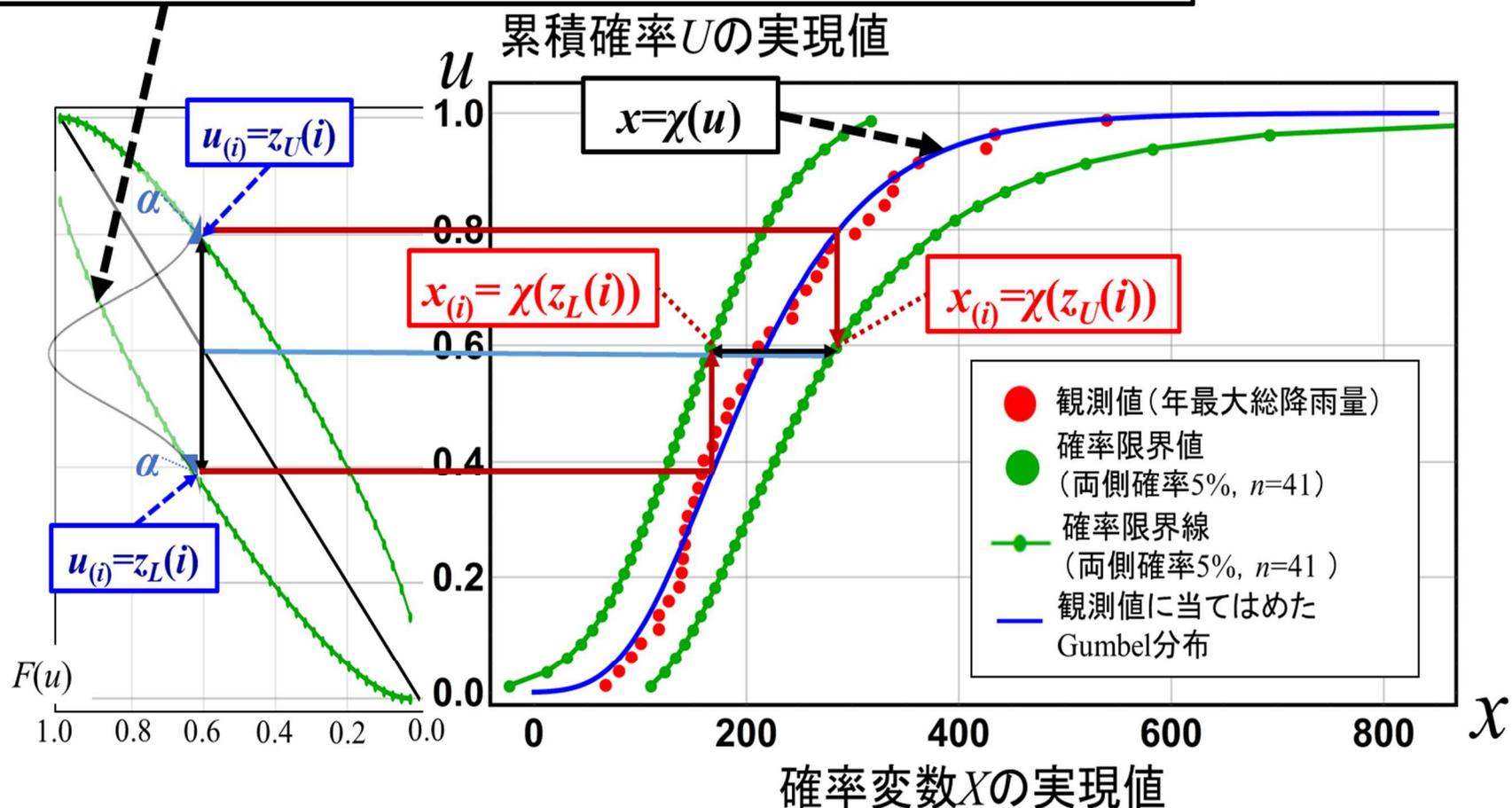


【引用】北海道地方における気候変動予測(水分野)技術検討委員会、第3回資料

$$f_{U(i)}(u) = \frac{n!}{(i-1)!(n-i)!} u^{i-1} (1-u)^{n-i} f_U(u)$$

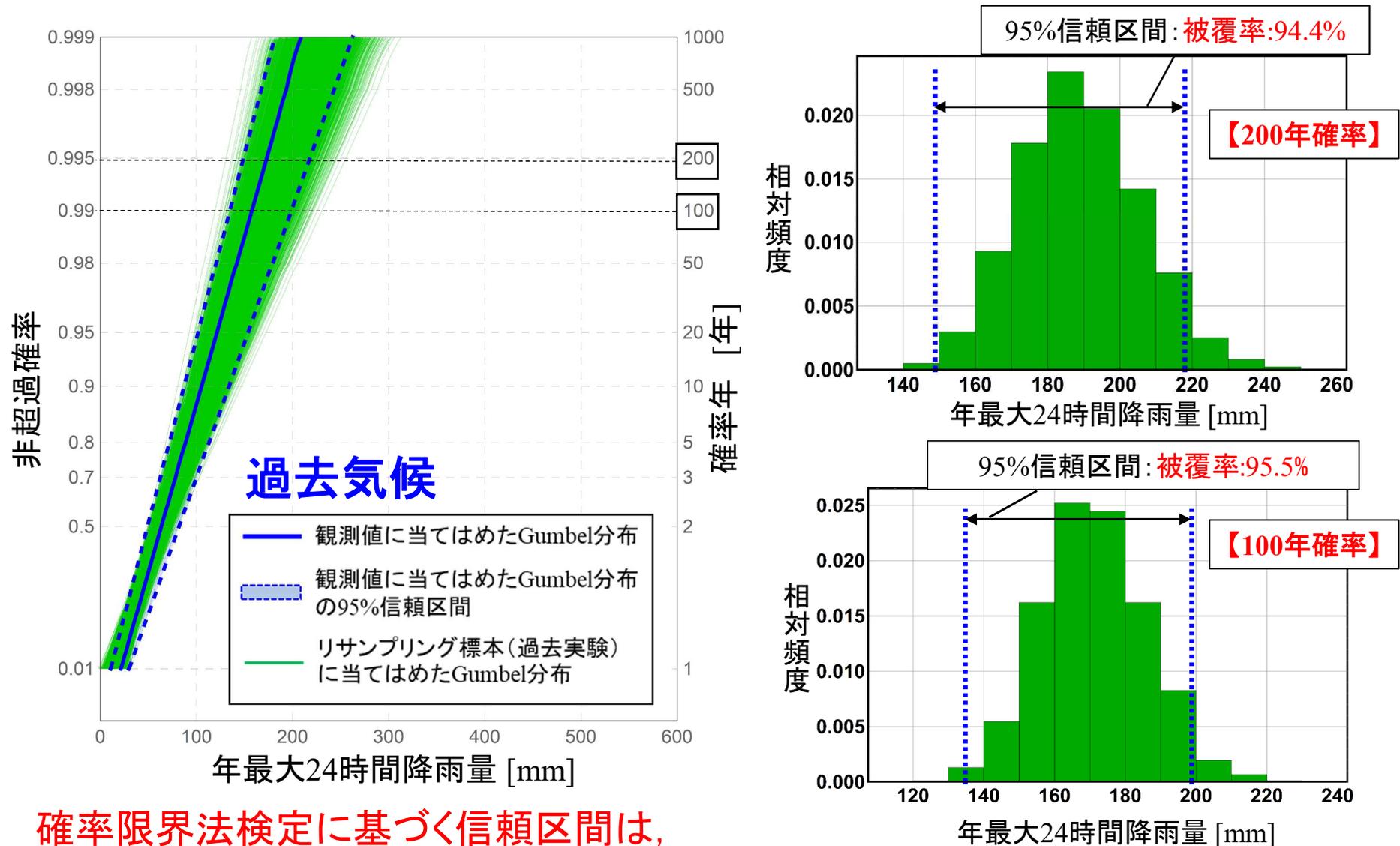
$f_{U(i)}(u)$ : 母数 $(i, n-i+1)$ のベータ分布,  $U$ : 標準一様分布に従う確率変数,  $n$ : 観測値の総数,  $i$ : 順位,  $f_U(u)$ : 標準一様分布の確率密度関数

第*i*順序統計量 $U(i)$ の確率分布 = 母数 $(i, n-i+1)$ のベータ分布



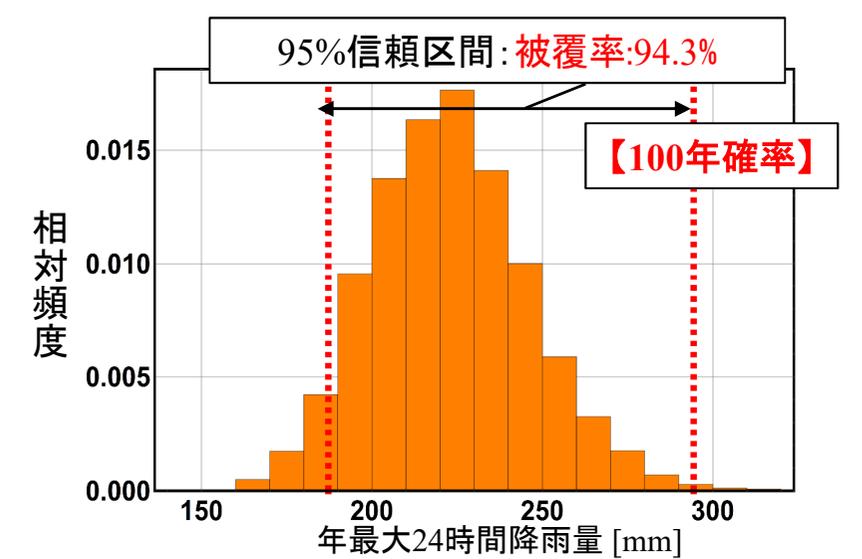
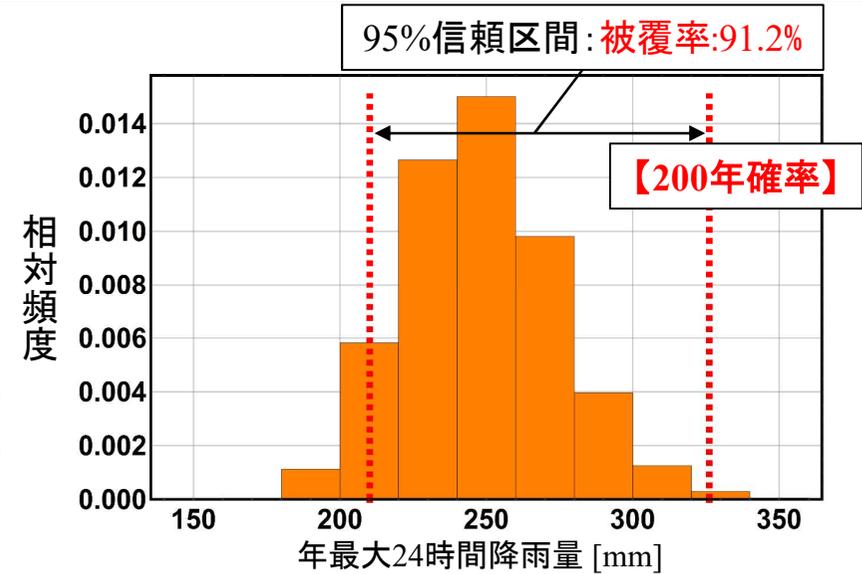
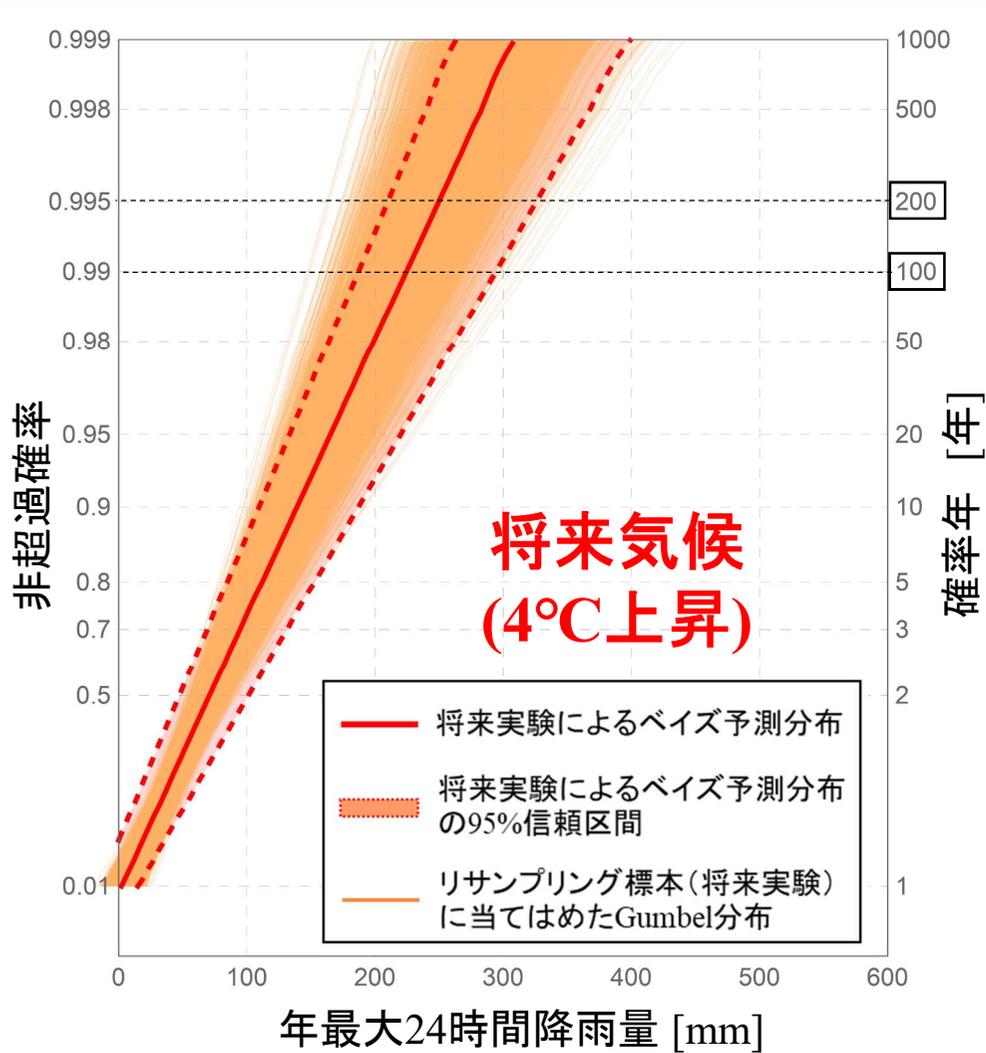
標準一様分布における確率限界値を仮定した確率分布に代入することで, 仮定した確率分布の下で生じる極端現象を推定することができる。

確率限界法検定に基づく信頼区間の精度を評価するために、過去実験結果へのリサンプリングの実施により得られる確率雨量の度数分布が信頼区間に含まれる割合(=被覆率)を算出する。



確率限界法検定に基づく信頼区間は、物理的モンテカルロ法による確率雨量の頻度分布に高い精度で適合している。

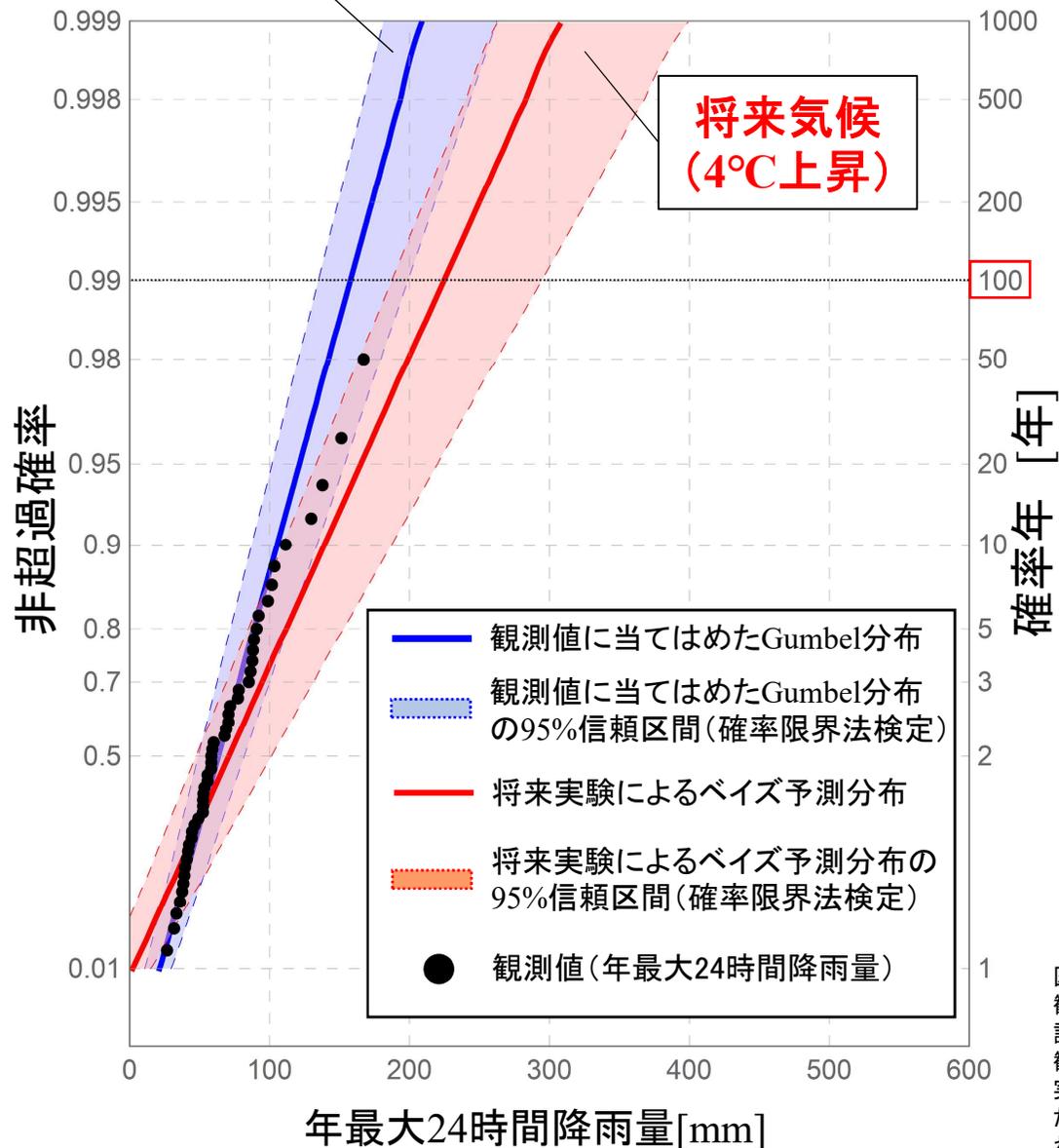
確率限界法検定に基づく信頼区間の精度を評価するために、将来実験結果へのリサンプリングの実施により得られる確率雨量の度数分布が信頼区間に含まれる割合(=被覆率)を算出する。



確率限界法検定に基づく信頼区間は、物理的モンテカルロ法による確率雨量の頻度分布に高い精度で適合している。

過去気候(観測実績)

## 常呂川北見基準地点



将来気候  
(4°C上昇)

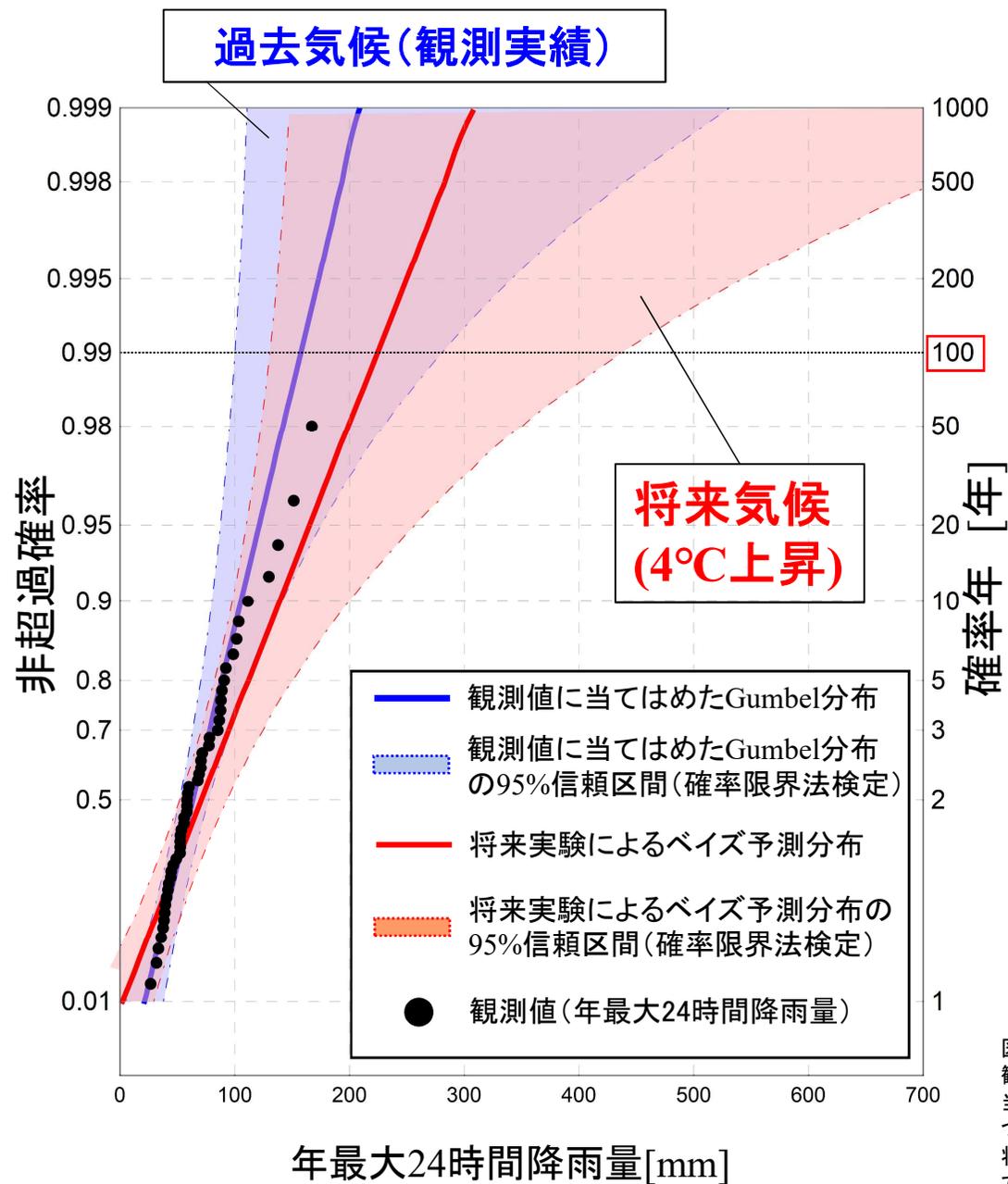
有限なデータに基づき推定された計画降雨量値の不確実性が信頼区間という形で定量化され、その将来変化の推定が可能となった。

### 100年確率年最大24時間降雨量の95%信頼区間の将来変化

観測実績: 157.7mm  
将来気候: 224.6mm

95%上側信頼限界値(観測実績): 198.8mm  
95%上側信頼限界値(将来気候): 294.4mm

図 常呂川北見地点流域における24時間降雨量の観測値(黒点), これらの観測値に当てはめたGumbel分布(青実線)および確率限界法検定に基づく当該Gumbel分布の95%信頼区間(青色で表示された範囲)とMCMC法に基づき観測値に当てはめたGumbel分布に力学的ダウンスケーリング適用後の将来実験結果を取り入れベイズ更新されたGumbel分布(解析用データに当てはめたGumbel分布の予測分布, 赤実線), 確率限界法検定に基づくベイズ更新された当該Gumbel分布の95%信頼区間(赤色で表示された範囲)



## 常呂川北見基準地点

予測区間の更新により, 地球温暖化進行時における極値降雨量の規模ならびにその生起リスクが評価可能となる.

### 100年確率年最大24時間降雨量の95%予測区間の将来変化

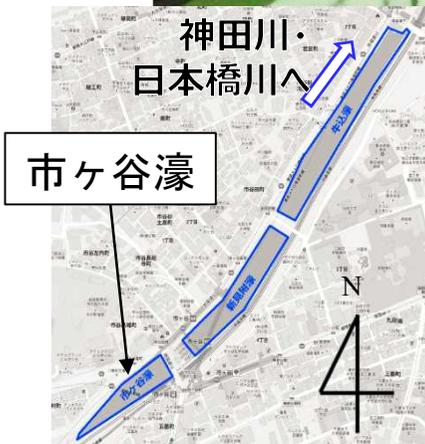
観測実績: 157.7mm  
 将来気候: 224.6mm

95%上側予測限界値(観測実績): 280.7mm  
 95%上側予測限界値(将来気候): 437.9mm

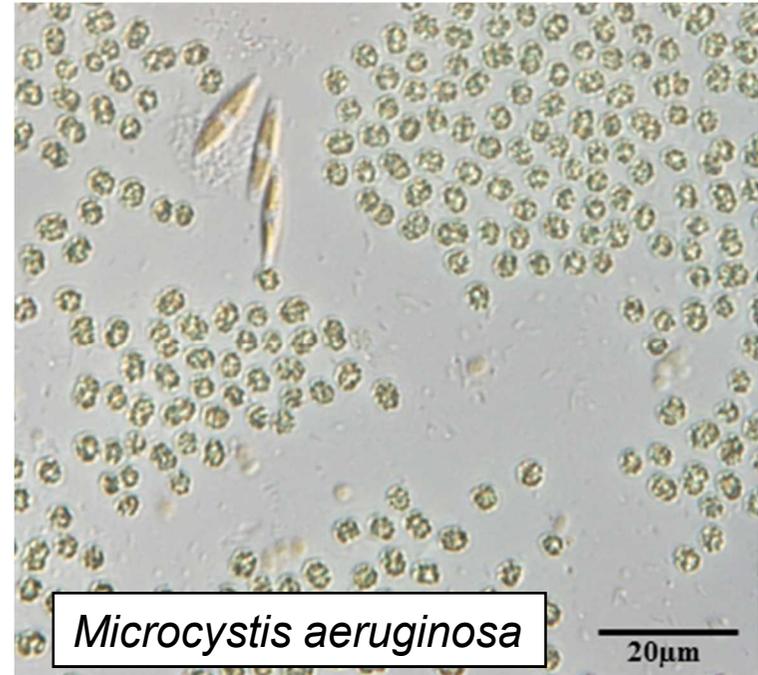
図 常呂川北見地点流域における24時間降雨量の観測値(黒点), これらの観測値に当てはめたGumbel分布(青実線)および確率限界法検定に基づく当該Gumbel分布の95%予測区間(青色で表示された範囲)とMCMC法に基づき観測値に当てはめたGumbel分布に力学的ダウンスケーリング適用後の将来実験結果を取り入れベイズ更新されたGumbel分布(解析用データに当てはめたGumbel分布の予測分布, 赤実線), 確率限界法検定に基づくベイズ更新された当該Gumbel分布の95%予測区間(赤色で表示された範囲)

# 多摩から江戸・東京をつなぐ 水循環の保全と再生

# 江戸城外濠でアオコが発生している様子



この水を顕微鏡で見ると...



*Microcystis aeruginosa*

藍藻類は毒素(肝臓毒・神経毒)の生成や腐敗時に悪臭(カビ臭)を放つ

2017年8月  
山田研究室学生撮影

# 江戸城外濠のアオコの改善対策

比増殖速度と回転速度の関係から、アオコ浄化に必要な導水量を求めることができる

$$\frac{dC(t)}{dt} = (r_{\max} - d) \cdot C(t) \left( 1 - \frac{C(t)}{k'} \right) \quad \left( \frac{Q}{V} = \frac{1}{T} = d: \text{回転速度 (回/day)} \right)$$

◆計算条件

✓最大比増殖速度( $r_{\max}$ ): 0.2, 1.0, 1.8 [回/day]

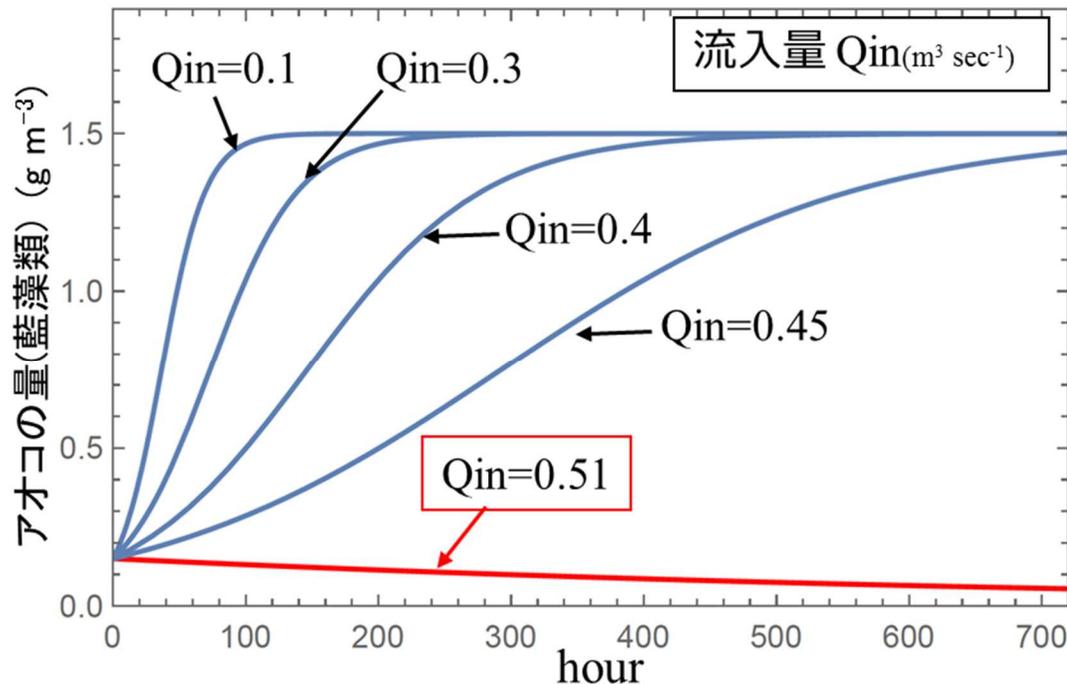
※面積は国土地理院地図, 平均水深は観測により決定

(藍藻類: *Microcystis*属の最大比増殖速度は0.2~1.8 [day])

✓濠面積 → 最上流の市ヶ谷濠: 16,450m<sup>2</sup>, 新見附濠: 26,940m<sup>2</sup>, 牛込濠: 36,400m<sup>2</sup>

✓平均水深 → 市ヶ谷濠: 1.23m, 新見附濠: 1.39m, 牛込濠: 1.82m

• ✓容積: 濠面積 × 平均水深として計算する



**約0.5 (m<sup>3</sup>/s) の導水量で  
アオコの増殖を抑制可能\***

\* 柿沼太貴: 閉鎖性水域における藻類増殖能力に内在する不確実性を考慮した押し出し効果によるアオコ浄化手法に関する研究, 中央大学大学院博士論文, 2019.

# 台風第19号通過前後の江戸城外濠の様子(市ヶ谷濠)

台風第19号通過前日 (10月10日)

藍藻類が大量に増殖してアオコが発生し、  
ペンキを垂らしたような汚い水面をしている...



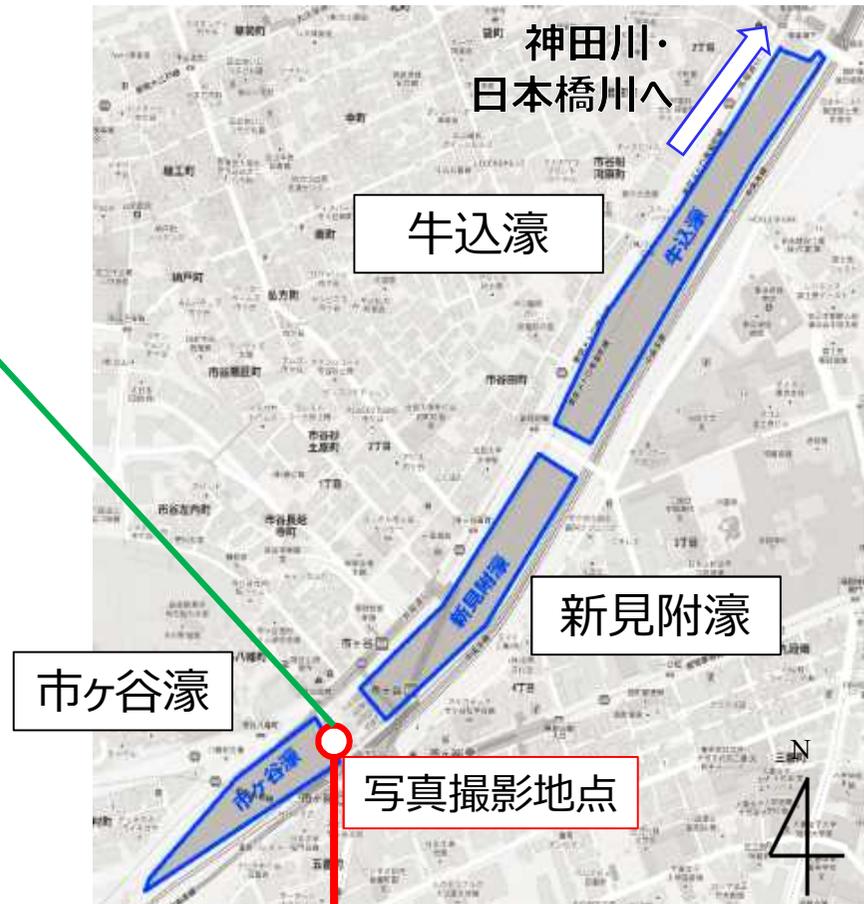
※中央大学河川・水文研究室撮影

台風第19号通過翌日 (10月13日)

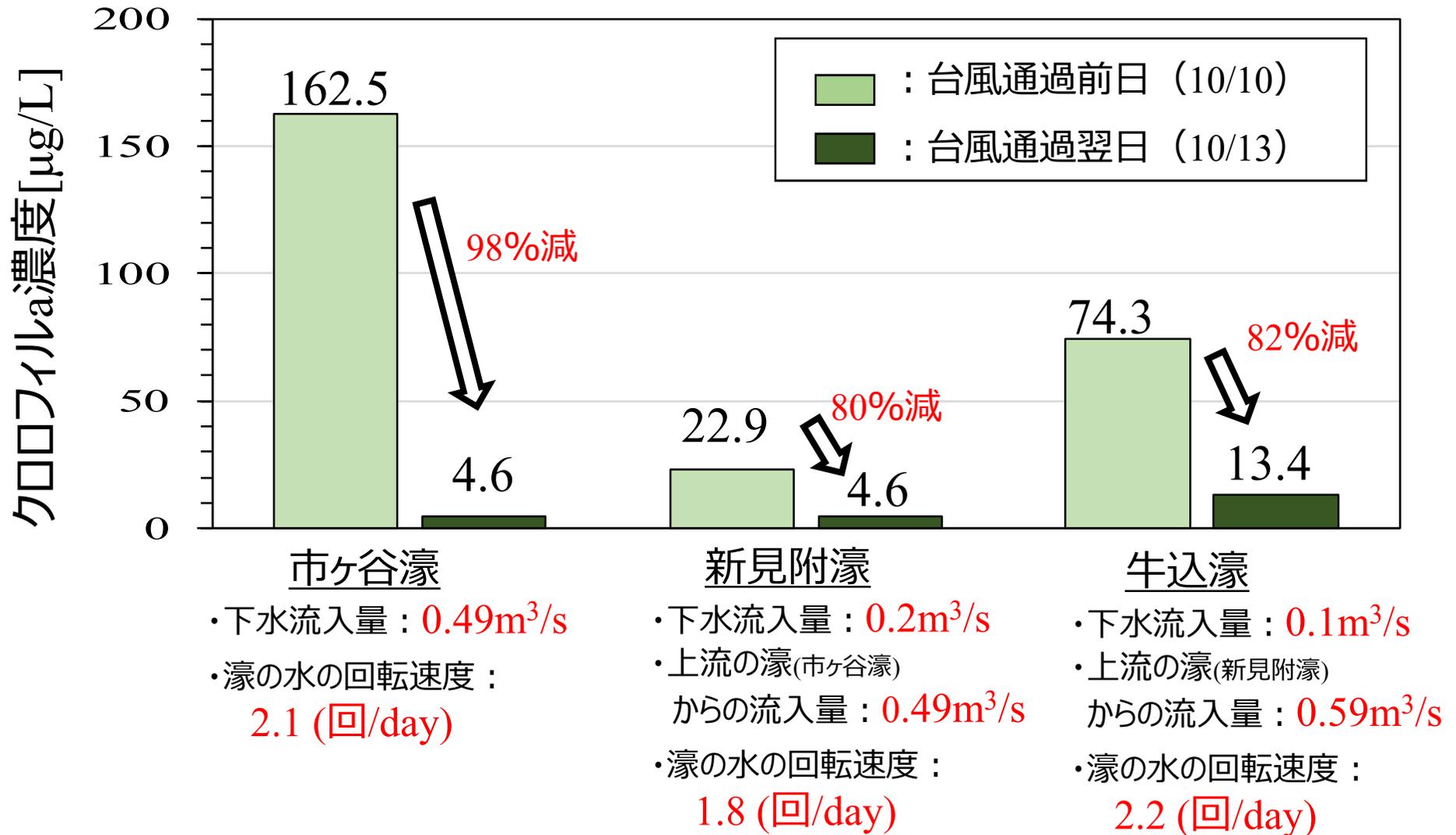


アオコはすっかり消え、  
澄んだ水面になっている！！

※中央大学河川・水文研究室撮影



## 台風第19号通過前後の植物プランクトン濃度(クロロフィルa濃度)の比較



いずれの濠においても、植物プランクトン濃度が低下しており、江戸城外濠においても、**押し効果でアオコがなくなる**ことがわかった。

# 江戸城外濠のアオコの改善対策

2019年に、都政の基本方針『「未来の東京」戦略ビジョン』に「玉川上水」を活用した皇居の外濠浄化事業が盛り込まれた



## 「未来の東京」戦略ビジョン16 水と緑 美しい東京

ビジョン16 水と緑  
水と緑を一層豊かにし、ゆとりと潤いのある東京

目指す2040年代の東京の姿

- ✓ 玉川上水や、河川等の清流が復活し、浄化や自然環境の改善が進んだ外濠では虫が舞い、江戸の昔ながらに再生された美しい水と緑が東京を代表するシーンとなっている
- ✓ 日本橋付近では、首都高速道路の地下化により水辺に顔を向けた街並みとなり、豊かな水と緑を楽しむ人々が集い、活発な舟運と相まって、賑わいと憩いの場となっている
- ✓ 多摩・島しょ地域では、豊かで美しい水と緑に囲まれた快適な居住環境が保たれている。固有の生態系を有する自然が東京の財産として後世まで引き継がれるよう、手を入れて大切に守られており、親しみ深い地域となっている



2019年(令和元年)12月26日(木曜日) 言 宣 業 斥 隆

**小池都政の主な実績**

- ・就任以降、待機児童が5000人減
- ・高齢運転者の事故防止装置に補助制度
- ・国の基準を上回る受動喫煙防止条例
- ・虐待防止条例に保護者の体罰禁止を明記
- ・情報公開時の閲覧手数料を廃止
- ・無電柱化の推進を条例化

中 玉川上水は多摩川から江戸市中に水を供給するため、幕府が約43坪・柱にわたって造成。かつては外濠や内濠にも流れ込み、「水の都」の景観づくりに一役買っていた。その後、上水道の整備などによって水の流れが絶え、外濠などでは水質悪化による藻の発生や悪臭が問題となった。

都は新たな水源の確保や玉川上水の改修、導水管の整備を通じて清流の復活を長期計画の中核に位置づける考えで、小池知

**小池知事インタビュー**

都が2040年までの都政の基本方針として策定を進めている長期計画に、江戸期に造られた水道「玉川上水」を活用した皇居(千代田区)の外濠浄化事業が盛り込まれることがわかった。読売新聞は「玉川上水を復活させ、東京に江戸の情緒を取り戻したい」と語り、事業の意義を強調した。

**水の都へ玉川上水復活**

小池知事はインタビューで、3年半に及ぶ任期を振り返った上で、「子育て支援施策の推進で四半世紀ぶりの低水準となった待機児童数②都民や大学研究者からの施策提案制度導入③情報公開制度の改善などを通じて都政の「見える化」——などを成果として掲げた。

その上で、小池知事は任期最終盤を迎える来夏の東京五輪・パラリンピックの成功に全力を挙げる考えを示した。特にパラリンピックについて「客席を埋め尽くし、東京の社会の成熟度を示したい」として、より重視する姿勢を明確にした。

五輪の開幕直前に行われる都知事選への対応については、東京にとって大事な時期なので、知事として日々まい進したい」とし、明言を避けた。

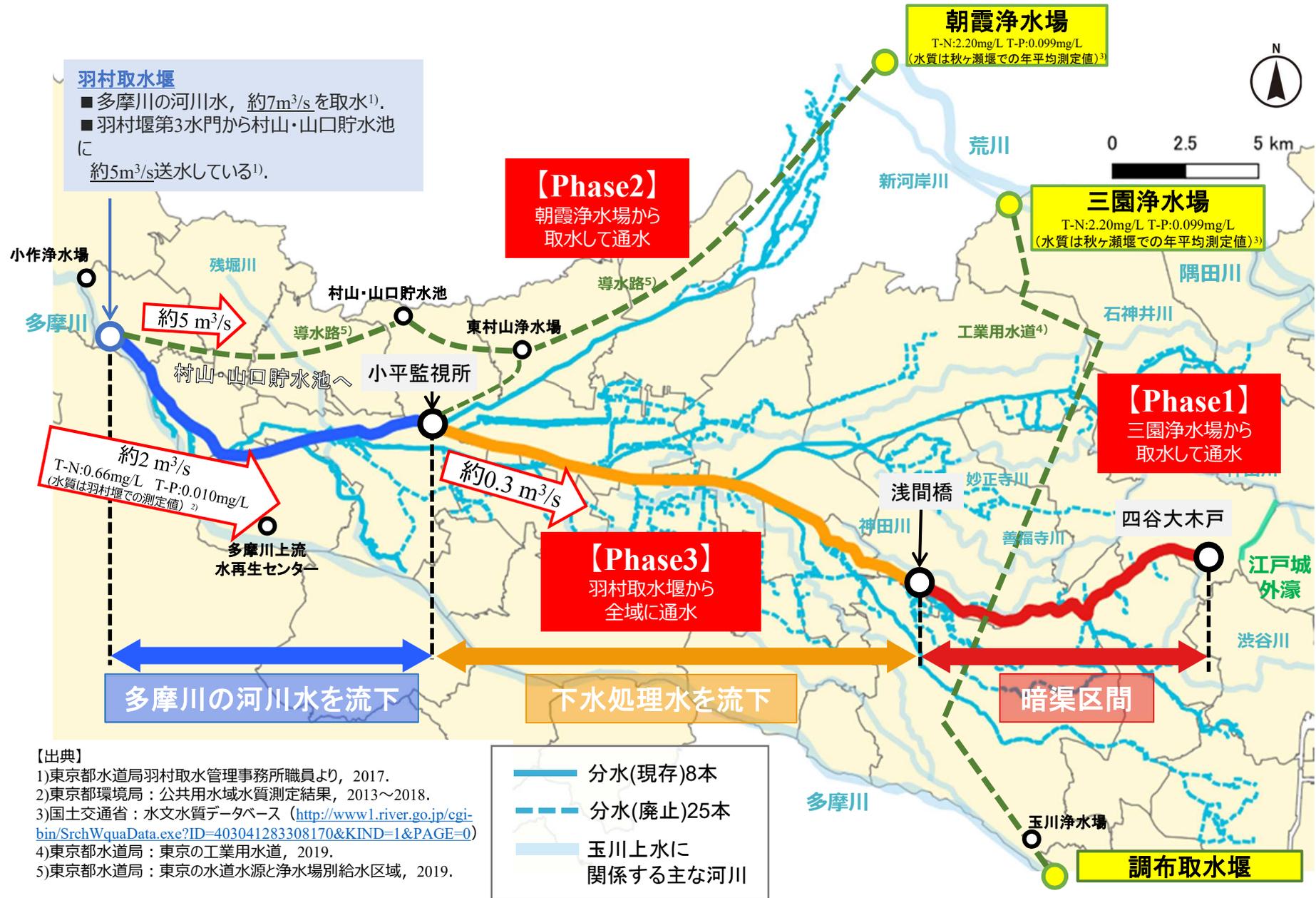
**皇居外濠浄化「江戸情緒取り戻す」**

事は「長い事業となるが、よみがえった玉川上水によって外濠がきれいになっていく。夢のあるものだと語った。

◇ 小池知事はインタビューで、

読売新聞：「水の都へ玉川上水復活」2019年12月26日。

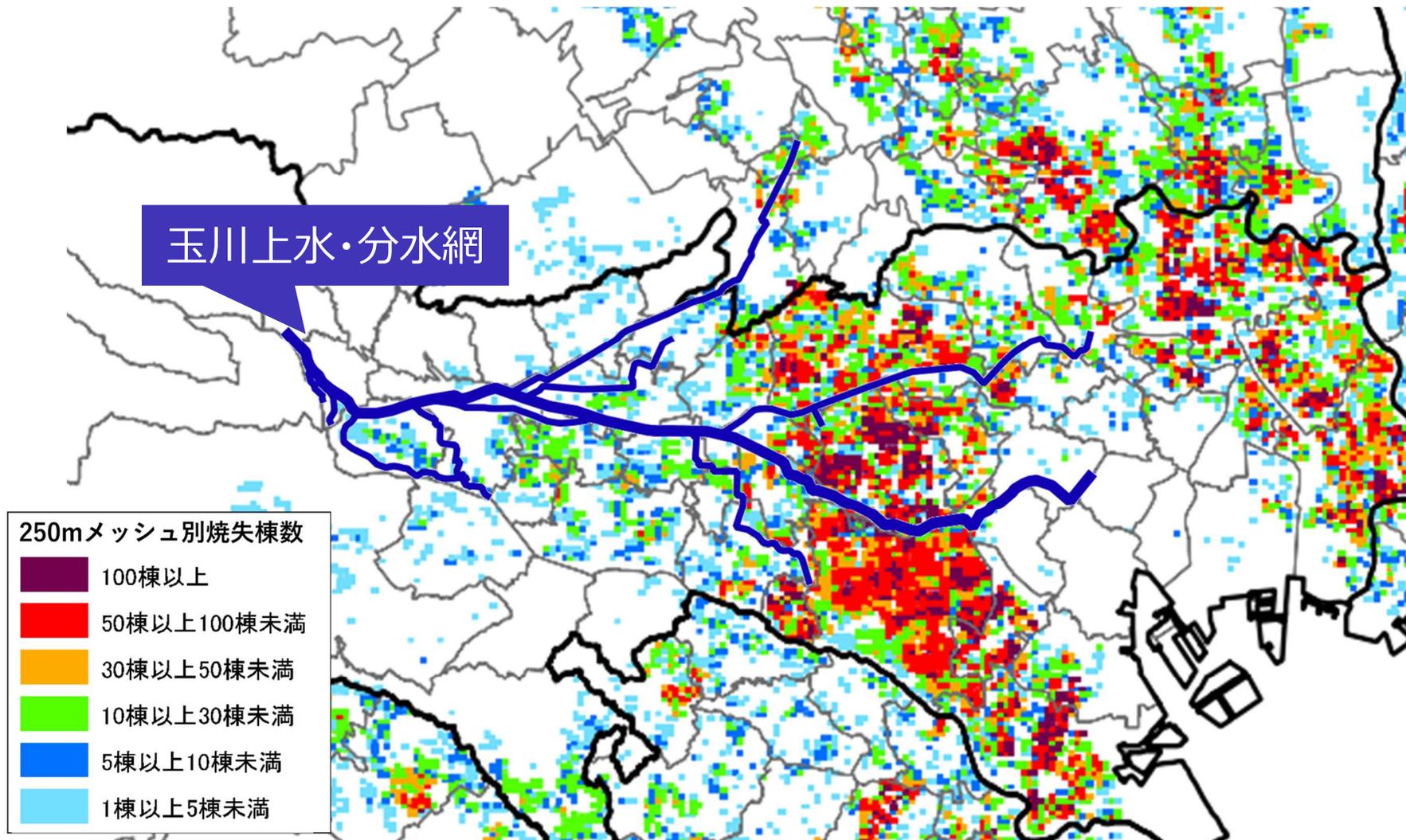
# 玉川上水全体図 -玉川上水と工業用水転用の可能性-



【出典】

- 1)東京都水道局羽村取水管理事務所職員より, 2017.
- 2)東京都環境局: 公共用水域水質測定結果, 2013~2018.
- 3)国土交通省: 水文水質データベース (<http://www1.river.go.jp/cgi-bin/SrchWquaData.exe?ID=403041283308170&KIND=1&PAGE=0>)
- 4)東京都水道局: 東京の工業用水道, 2019.
- 5)東京都水道局: 東京の水道水源と浄水場別給水区域, 2019.

# 大規模地震時、緊急水利に役立つ玉川上水・分水網・外濠他



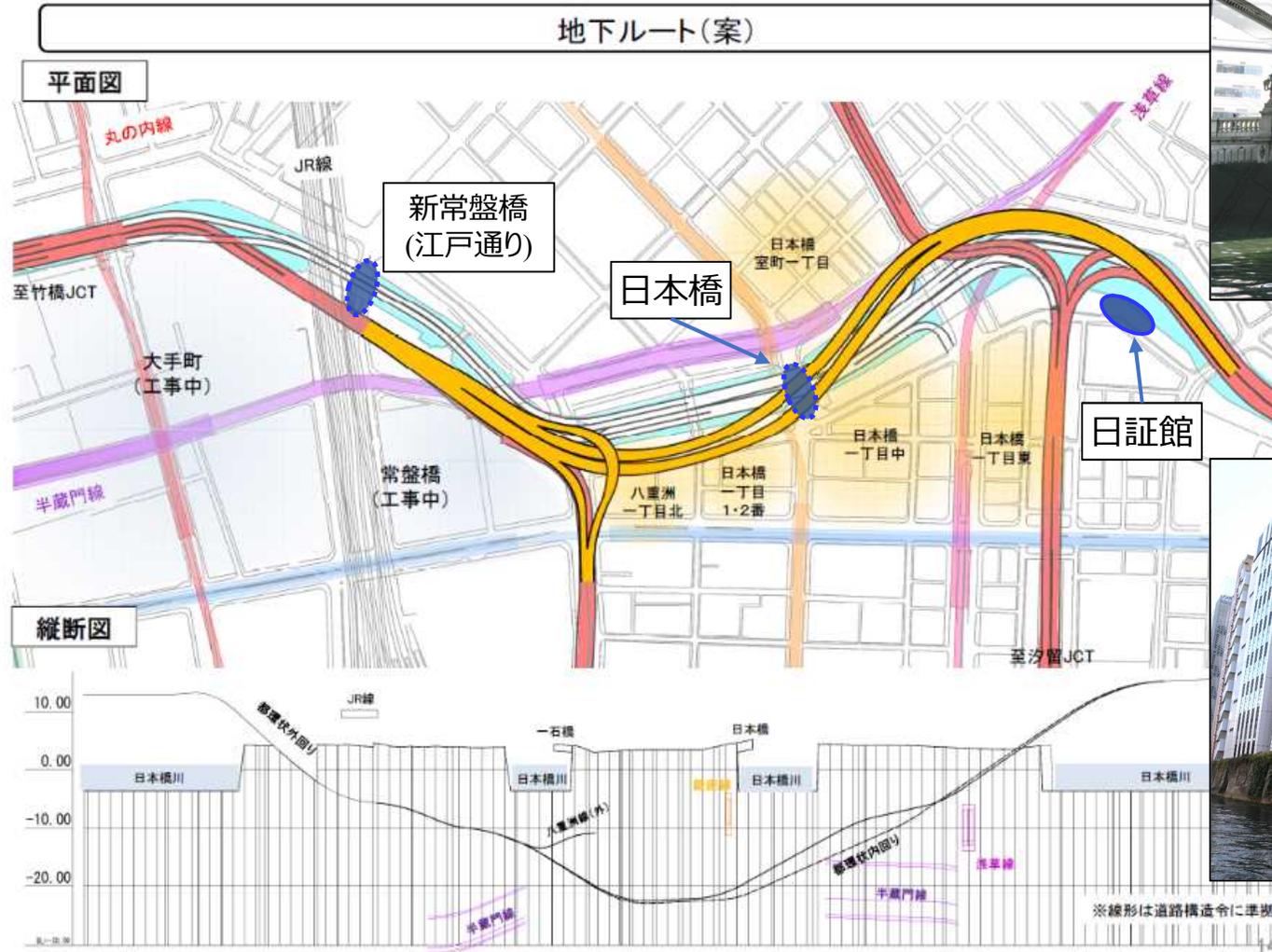
## 都心南部直下地震における都内の被害想定（冬・夕・風速8m/sの場合）

【図面出典】

内閣府：中央防災会議首都直下地震対策検討ワーキンググループ「首都直下地震の被害想定と対策について(最終報告)」，平成25年12月

# 東京都市河川(日本橋川)への 可動式堤防の導入検討

# 首都高速道路の地下化について



現在の日本橋の様子



川から見た日証館

※ 国土交通省：第2回首都高日本橋地下化検討会 資料2 対象区間及び地下ルート（案）の検討について,p.15,2018.の地図に地名を加筆

# 日本橋川(兜町周辺)の現状と整備方針案

## ◆ 日証館について

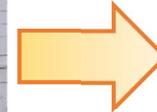
日証館は、昭和初期から現在まで、日本橋川に面する建物として日本橋の歴史・文化を伝える重要な近代建築物である

- ・竣工：1928年（昭和3年）
- ・規模：地上7階 地下1階 塔屋1階
- ・構造：鉄骨鉄筋コンクリート（一部鉄骨造）

現在、日証館と日本橋川は  
堤防によって隔てられている状態である



日本橋川から見た日証館  
(中央大学 河川・水文研究室撮影：2019/04/03)



①不足している  
船着場の整備

③カミソリ堤防に代わる  
可動式堤防の導入



②水辺空間の有効活用

# 日本橋川への可動式堤防の導入

## ◆ 水辺空間の活用

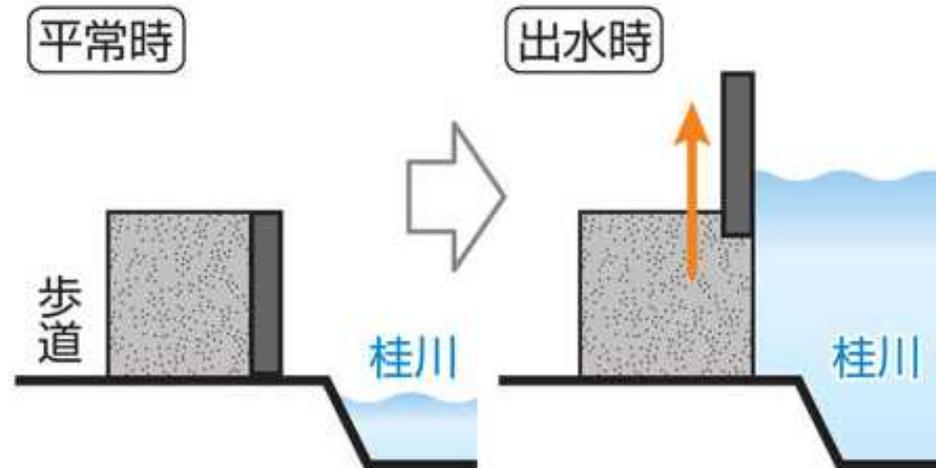
- ・船着場の整備
- ・遊歩道の整備

問題

現在のカミソリ堤防は、将来の日本橋エリアのまちづくりに適さない

## ◆ 可動式堤防

- ✓ 増水時に限って収納している可動部分がせり上がる仕組みの堤防
- ✓ 景観と治水の両立が可能



出典：京都新聞「京都・桂川に可動式止水壁 嵐山で全国初設置、景観と治水両立（2018/12/10）」

<https://www.kyoto-np.co.jp/top/article/20181210000157>

# 可動式堤防の技術について

## ◆ 垂直起立式可動ゲート (フジワラ産業株式会社)

水位上昇で河川の氾濫が予想される際に、堤防躯体の中に垂直方向に収納されている堰体を上昇させる

動作時(波圧対応型)



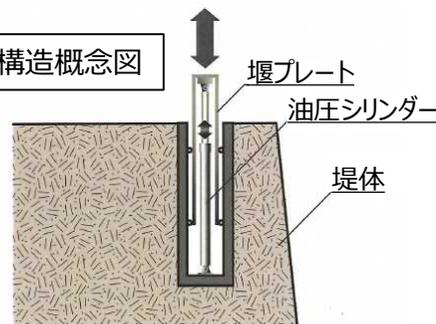
平常時



### 【特徴】

- ✓ 景観への影響が少ない
- ✓ 平常時は河川へのアクセスが容易
- ✓ 堤体上面がフラットであるため、通行が容易であり多様なスペース活用が可能

構造概念図



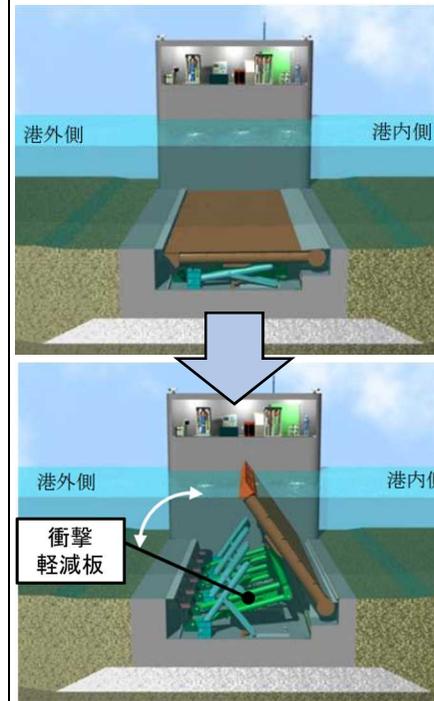
引用：フジワラ産業株式会社 製品紹介

## ◆ フラップゲート式防波堤 (日立造船株式会社)

海底に一系列に扉体を設置し、浮力を利用して扉体を旋回起立させることで連続した防波堤を形成する可動式の構造物

### 【特徴】

- ✓ 景観への影響が少ない
- ✓ 自然の力を有効利用した構造・機構により、安価な防御施設を実現
- ✓ 扉体浮力等の常時監視により施設状態を見える化し、安心な防御施設を実現



引用：日立造船株式会社 フラップゲート式水災害対策設備

# 参考：海外での可動式堤防の整備例

## イギリス ロンドン「テムズ・バリア」



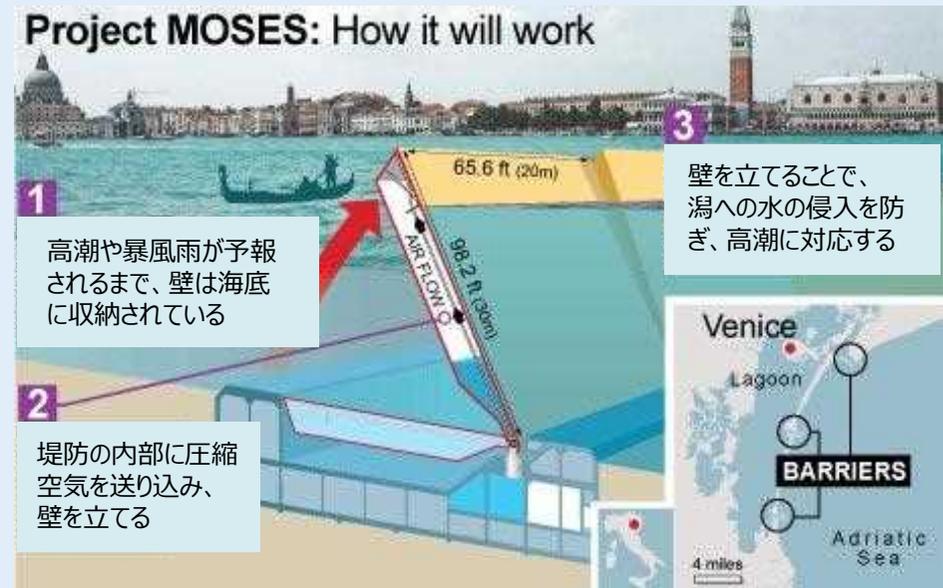
- 1982年から運用開始
- 全長：520m ゲート幅(最大)：61m
- ドルフィンゲートと呼ばれる回転式の門扉を採用

引用：気候変動適応情報プラットフォーム  
イギリスの防潮堤「テムズ・バリア」

## イタリア ベネチア「モーゼ・プロジェクト」

- 2003年に建設開始
- 2022年までの完成を目指している

### Project MOSES: How it will work



引用：The Telegraph Moses project to secure future of Venice

### 高潮によって浸水している様子(2018/10/29)



引用：National Geographic  
水の都ベネチアが洪水で水没  
悪天で高潮が発生