

# C\_04不確実性を考慮に入れた近未来 予測に基づく水災害リスク変化の推定

沖 大幹、簗島 大悟  
東京大学 生産技術研究所

「21世紀気候変動予測革新プログラム」研究調整委員会  
「高解像度気候モデルによる近未来気候変動予測に関する研究」  
2010年1月13日

(Photo by Y. Arai, Danang, Vietnam, Sept. 30, 2009)

# H21年度の概要

● 陸面モデルの流出機構や河道流下モデルの見直しによる、日単位の水循環変動再現精度の向上

❄ 格子内流出過程(斜面流下・河道流下)の見直し

❄ CO<sub>2</sub>濃度増加時の気孔開度のVPD・気温依存性

● H20年度までの成果に基づき、大気海洋結合モデルの陸面過程モデルに地下水モデルを結合し、日単位の水循環変動再現精度を向上

❄ 水循環変動の強弱と水災害の生起との関係について



# どういう時にどの程度の洪水被害？

💧 どのくらい珍しい(極端に大きな)洪水だとどの程度の割合で水害が生じているのだろうか？

❄️ 100年に1度の洪水に対して治水整備されている河川では年超過確率1%の流量で被害は生じないのか？

💧 それぞれの河川で実際に洪水被害が生じるのは極めて稀→有意な統計データの収集は困難

❄️ → 流量超過確率で規格化することにより、全国の洪水被害事例を集計可能なのではないか。

❄️ ⇔ しかし各河川で治水進捗率・安全度は異なる...

## データ

- 日本全域河川流量時系列  
GPVをMATSIROに外力として与え、河川流路網モデルJ-TRIPにより計算された時間流量から流量確率指数を算定。前後3日で最大値を探索。  
(1976~2004年、シミュレーション結果)
- 水害統計 (国土交通省)

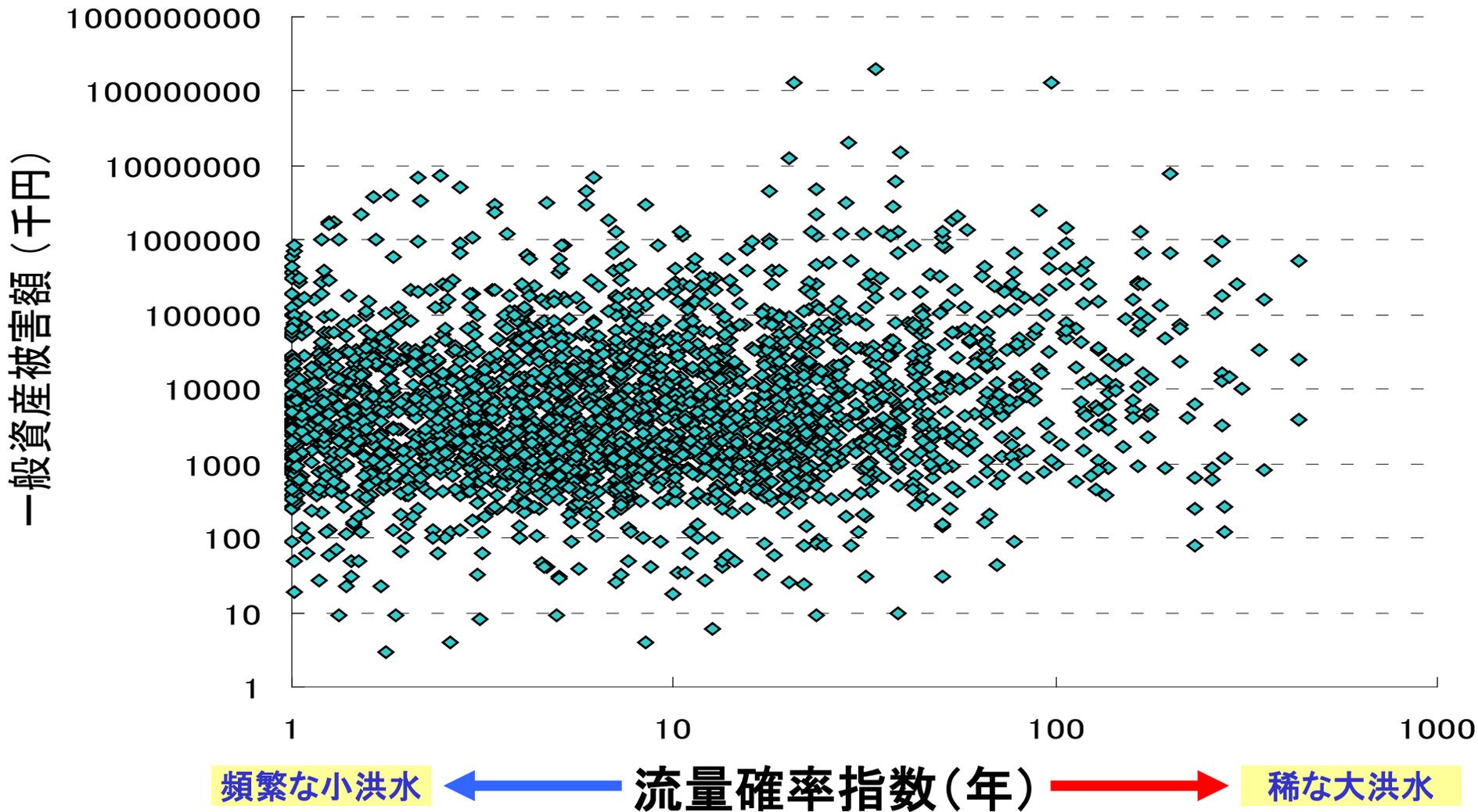
## 対象領域

- 日本全域0.1度格子 (約10km)
- 水害発生日時、市町村名 (→緯度・経度情報に変換) の情報、と流量確率指数を対応させ、日本全域において災害発生確率を算出する。

| 発生日        | 終了日        | 異常気象名                 | 住所      | fX       | fY       | 水害原因  |
|------------|------------|-----------------------|---------|----------|----------|-------|
| 1976/9/7   | 1976/9/14  | 台風第17号と豪雨(9.7-9.14)   | 愛知県半田市  | 136.873  | 34.9002  | 破堤    |
| 1976/9/7   | 1976/9/14  | 台風第17号と豪雨(9.7-9.14)   | 愛知県阿久比  | 136.9088 | 34.91356 | 破堤    |
| 1976/9/7   | 1976/9/14  | 台風第17号と豪雨(9.7-9.14)   | 愛知県一色町  | 136.7862 | 35.30711 | 内水    |
| 1976/9/7   | 1976/9/14  | 台風第17号と豪雨(9.7-9.14)   | 愛知県常滑市  | 136.8474 | 34.92369 | 有堤部溢水 |
| 1976/9/7   | 1976/9/14  | 台風第17号と豪雨(9.7-9.14)   | 愛知県美浜町  | 136.8593 | 34.74747 | 有堤部溢水 |
| 1976/10/18 | 1976/10/21 | 豪雨、風浪と突風(10.18-10.21) | 北海道登別市  | 140.9902 | 42.50156 | 有堤部溢水 |
| 1976/10/18 | 1976/10/21 | 豪雨、風浪と突風(10.18-10.21) | 北海道門別町  | 141.9914 | 42.52833 | 無堤部浸水 |
| 1976/5/19  | 1976/7/21  | 豪雨と台風第9号(5.19-7.21)   | 三重県/阿児町 | 136.8355 | 34.337   | 内水    |
| 1976/8/1   | 1976/8/16  | 豪雨(8.1-8.16)          | 山形県/市営  | 140.1315 | 37.93583 | 無堤部浸水 |

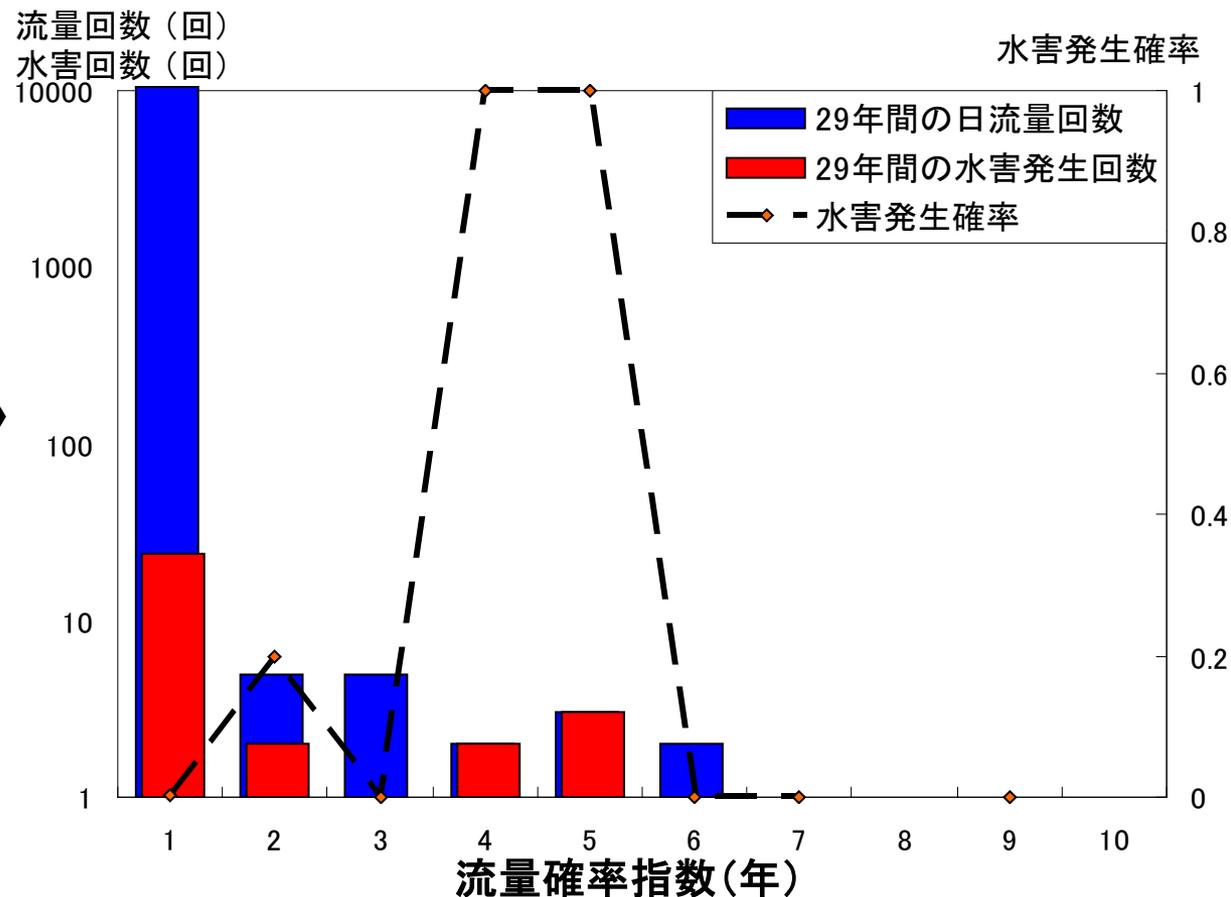
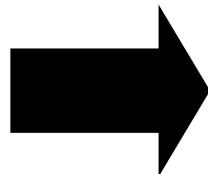
# 被害額と流量との関係

## 外水氾濫による一般資産被害額と流量確率指数との関係

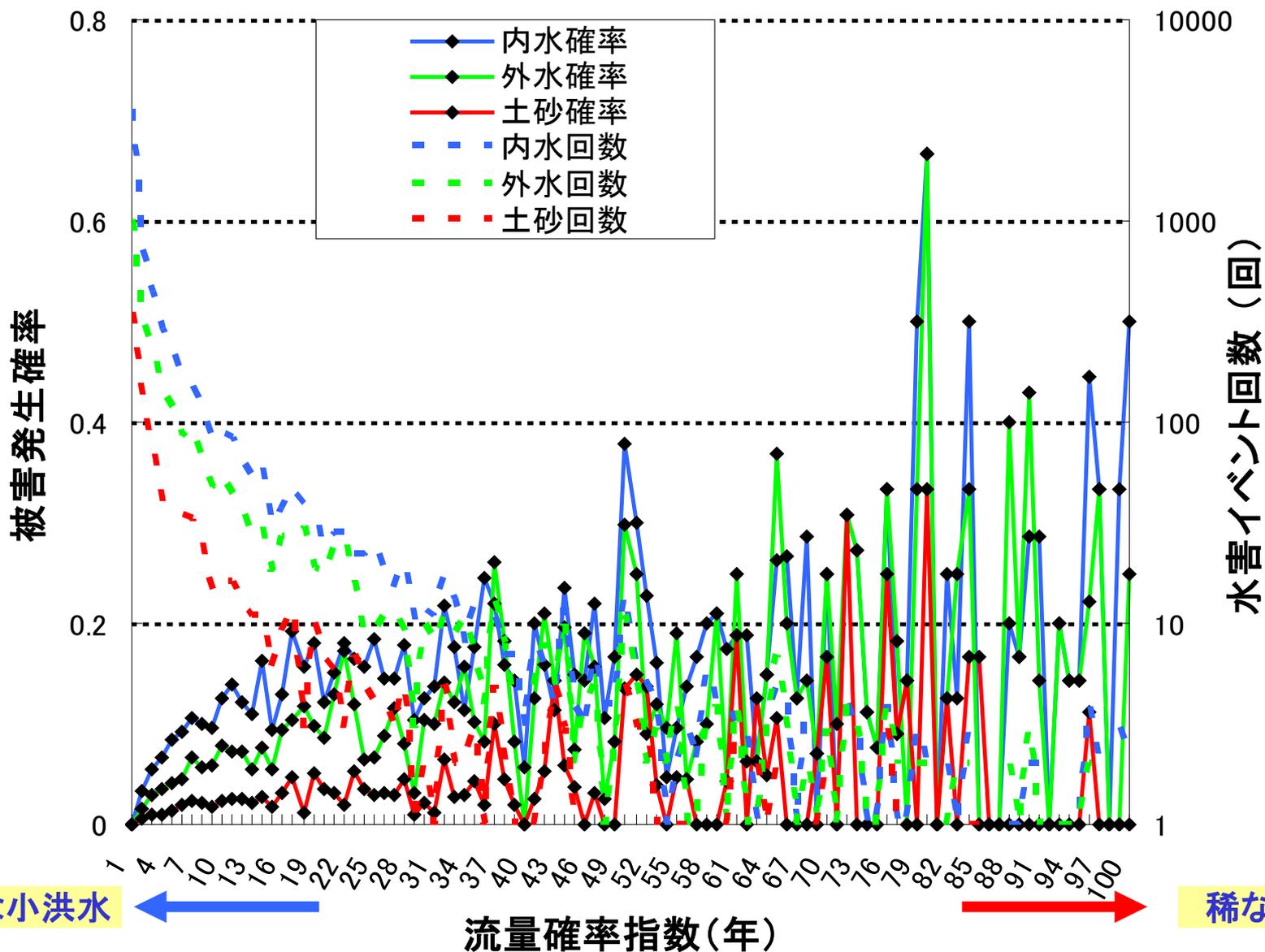


# 被害発生確率の計算方法

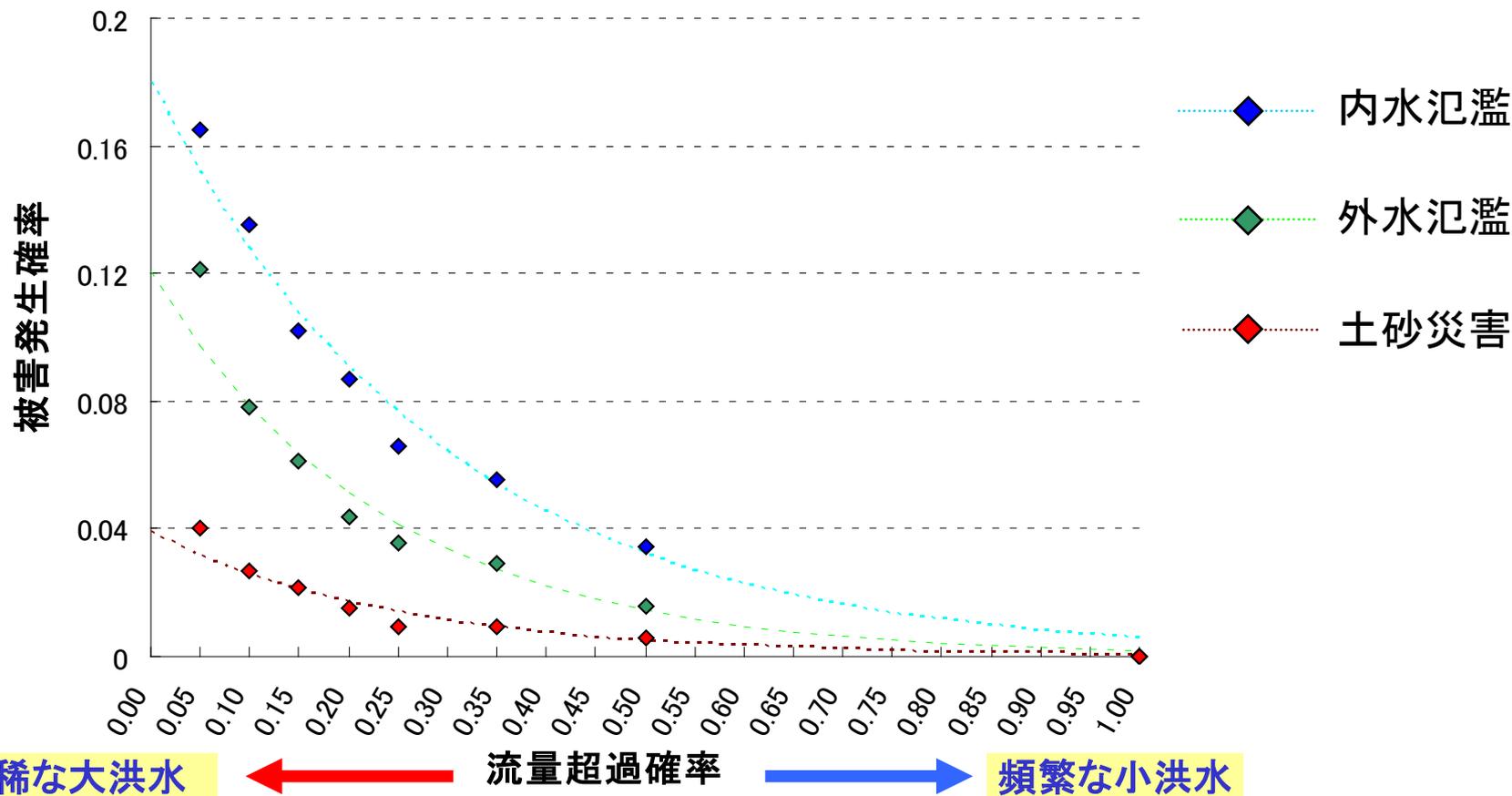
ある流量確率指数(再現期間)を持つ日流量回数  
のうち、何回、実際に水害が発生したか？



# 全日本域平均の洪水被害発生確率



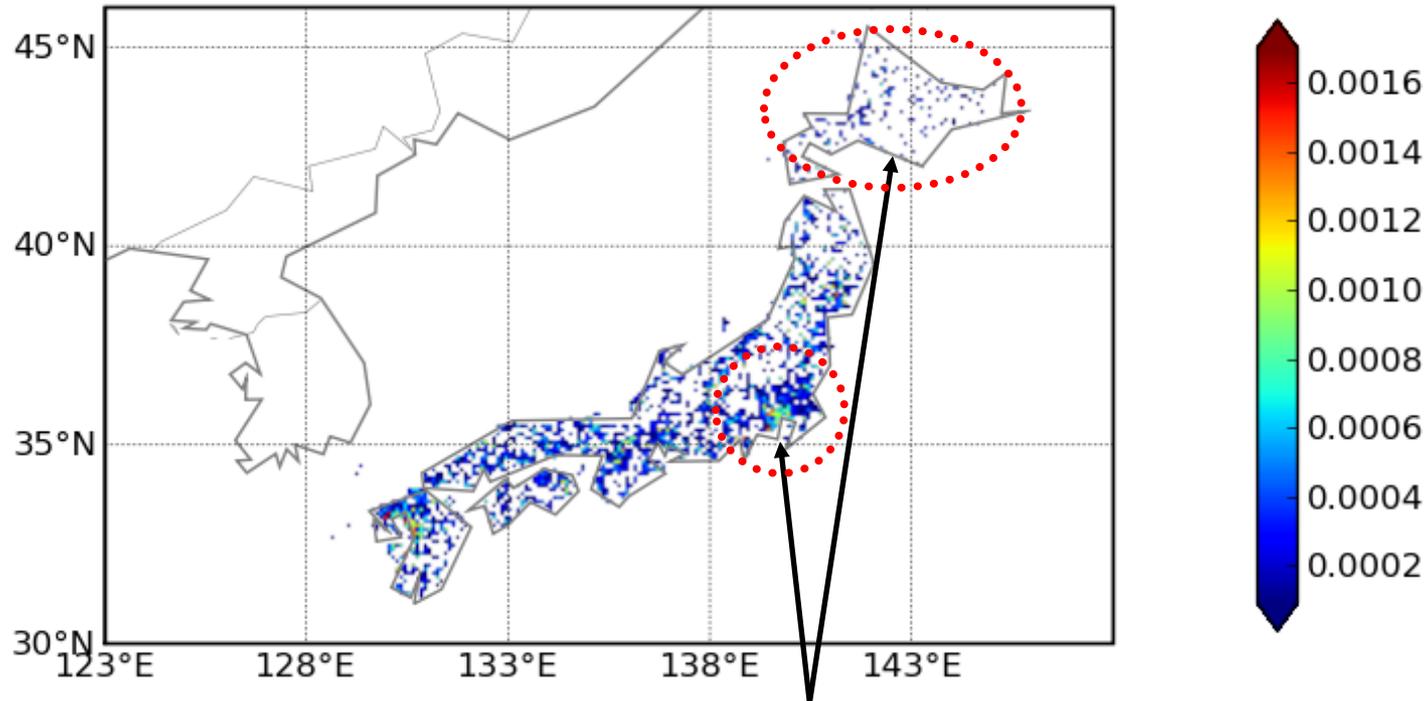
# 全日本域平均の洪水被害発生確率



小さな超過確率の(その地域にとって稀な)流量であるほど、被害発生確率は指数関数的に大きくなる傾向があり、その確率は大きい方から順に、内水氾濫・外水氾濫・土砂災害である。

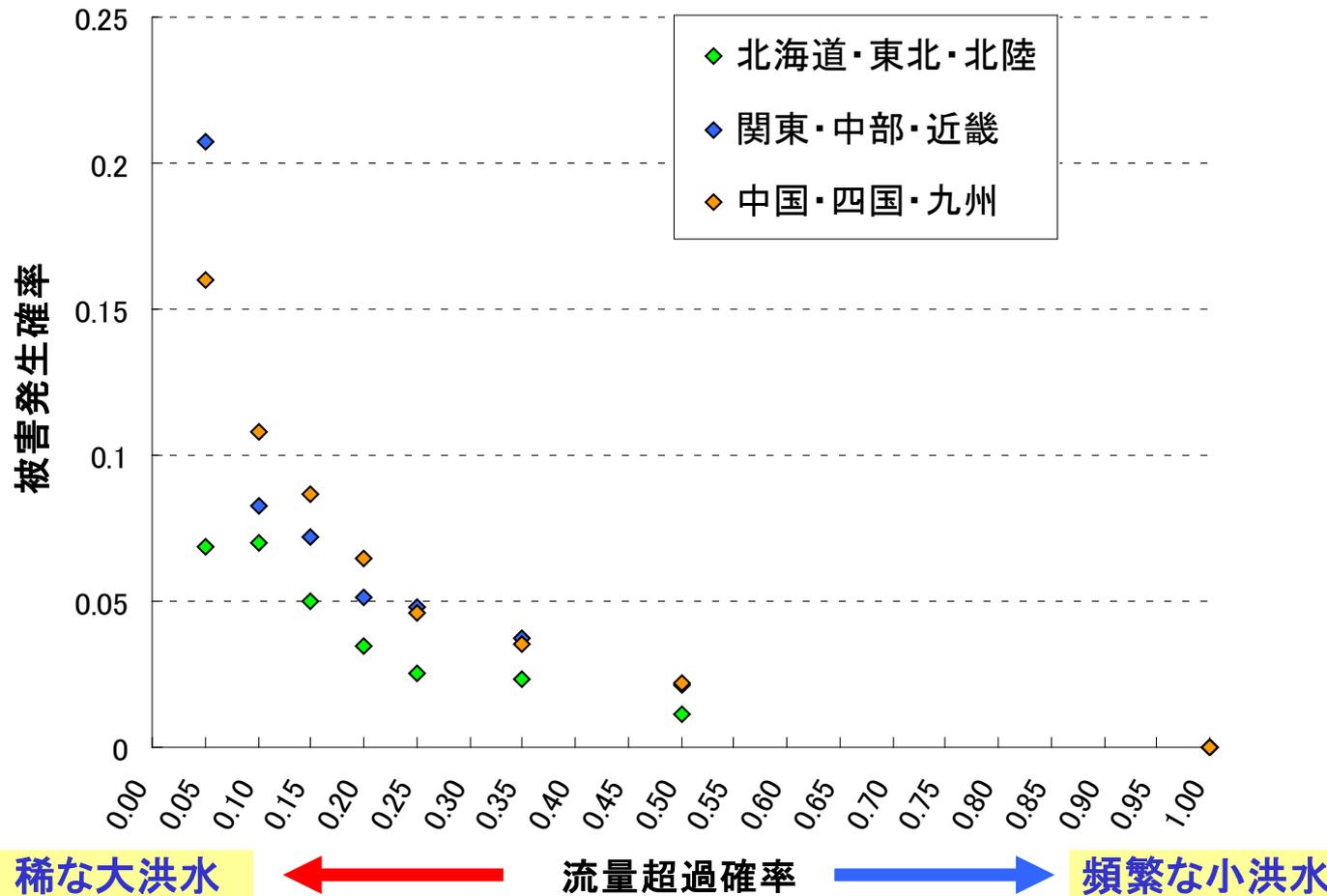
# 地域による差

流量確率指数1~2年の流量時の外水氾濫による被害発生確率



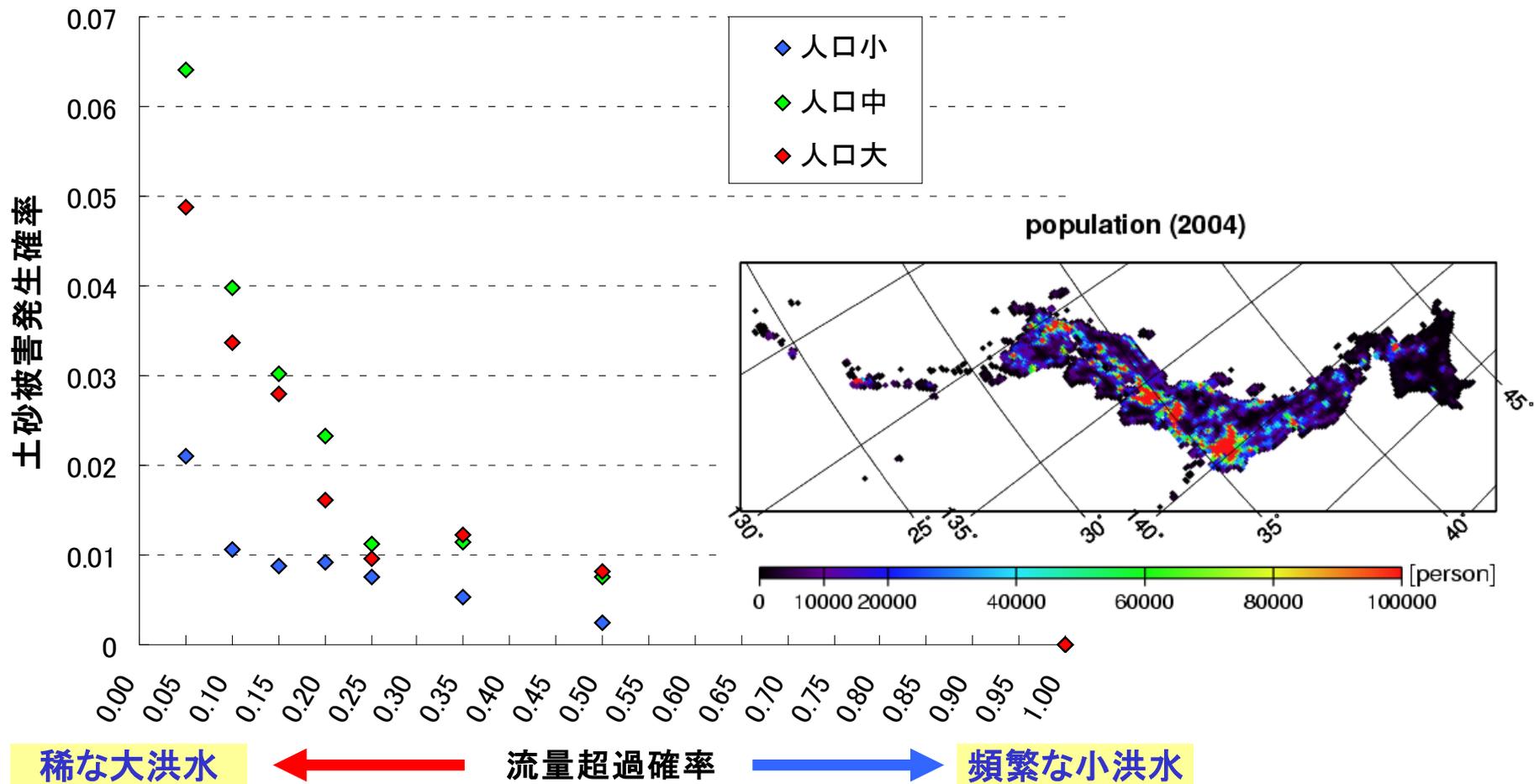
同じ流量確率指数に対しても水害被害発生確率は地域により違う  
⇒北海道・東北・北陸、関東・中部・近畿、中国・四国・九州の3  
エリアに分類

# 地域別の被害発生確率



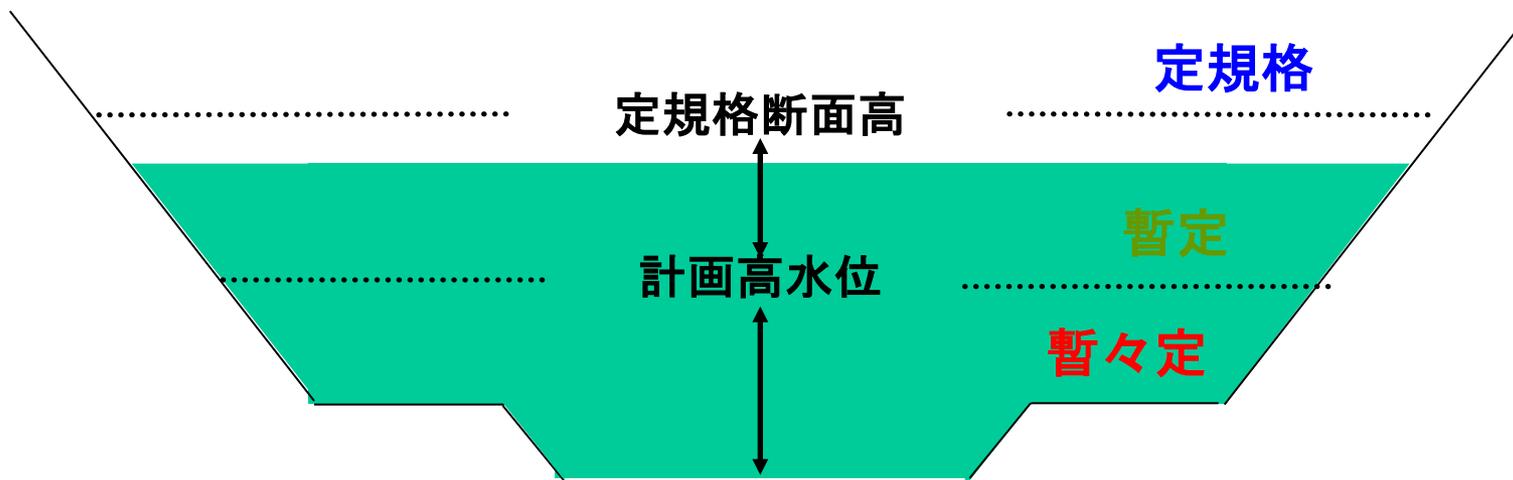
同じ珍しさの流量発生時には、北海道・東北・近畿のエリアにおいて相対的に被害発生確率は小さい。関東・中部・近畿地方では、20年に1度を超える流量発生時に、被害発生確率が急上昇する。

# 人口密度による差



人口密度の大きいグリッドにおいては、同じ流量の再現期間における内水氾濫の確率が高くなる。外水氾濫・土砂災害に関しては傾向は内水氾濫ほどにははっきりしない。

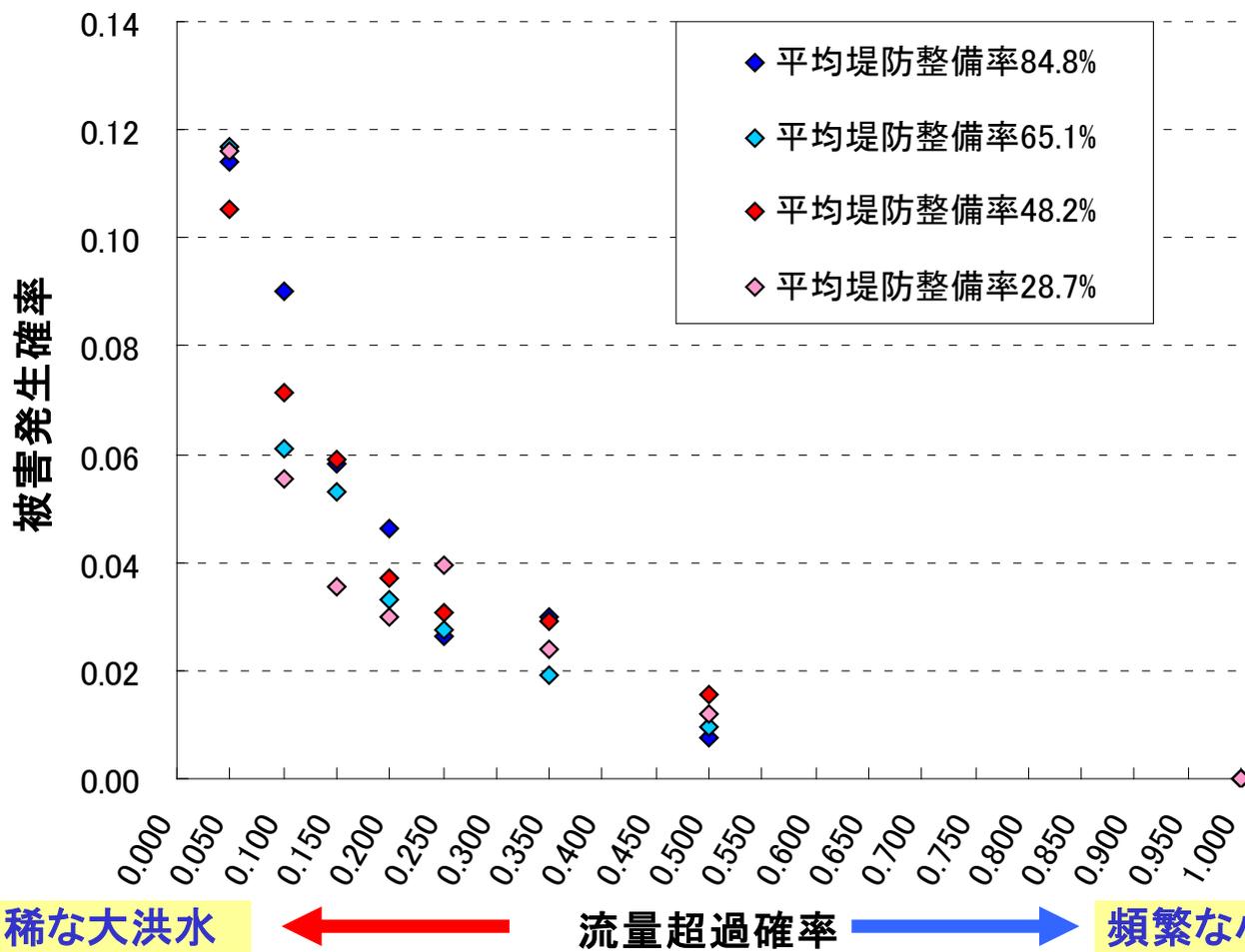
# 堤防整備率による差



$$\text{堤防整備率 (\%)} = \frac{\text{定規格断面堤防(Km)} \times 100}{\text{必要総長 (Km)}}$$

| 水系名        | 水系番号 | 堤防延長(Km) |       |       | 堤防整備率(%)      |
|------------|------|----------|-------|-------|---------------|
|            |      | 完成       | 暫定    | 暫々定   |               |
| <b>北海道</b> |      |          |       |       |               |
| 石狩川        | 93   | 715.5    | 230.7 | 144.7 | <b>65.59</b>  |
| 尻別川        | 120  | 28       | 3.9   | 0     | <b>87.77</b>  |
| 後志利別川      | 148  | 56.9     | 0.2   | 3.4   | <b>94.05</b>  |
| 鷓川         | 144  | 31.8     | 2.4   | 6.7   | <b>77.75</b>  |
| 沙流川        | 145  | 14.6     | 7.4   | 2     | <b>60.83</b>  |
| 十勝川        | 137  | 207.3    | 175.4 | 17.4  | 51.81         |
| 釧路川        | 117  | 56.8     | 22.9  | 37.7  | 48.38         |
| 網走川        | 55   | 49.1     | 9.2   | 6.2   | <b>76.12</b>  |
| 常呂川        | 53   | 120.4    | 8.6   | 6.2   | <b>89.05</b>  |
| 湧別川        | 38   | 34.6     | 7.7   | 0.4   | <b>81.03</b>  |
| 渚滑川        | 29   | 24       | 0     | 0     | <b>100.00</b> |
| 天塩川        | 13   | 141.5    | 144.8 | 33.7  | 44.22         |
| 留萌川        | 60   | 12.3     | 0     | 12.4  | 49.80         |

# 堤防整備率による差



堤防整備率に基づいて、109水系を4分類

## 堤防整備率

1. 74%~100%

28 水系

2. 57%~74%

27 水系

3. 40%~57%

27 水系

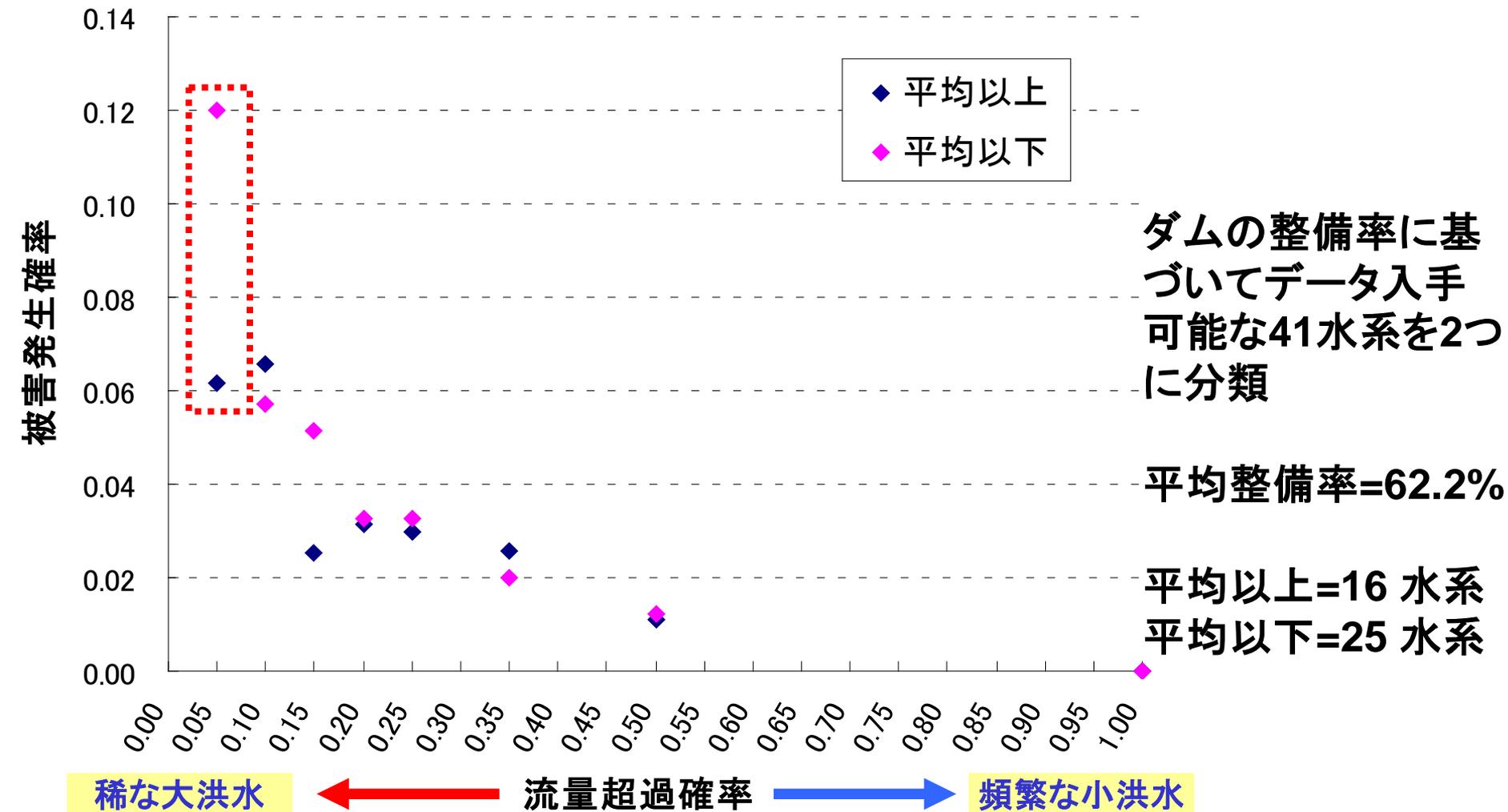
4. 0%~40%

27 水系

堤防整備率による明確な差は見られず

$$\text{堤防整備率 (\%)} = \text{定規格断面堤防 (Km)} \times 100 / \text{必要総長 (Km)}$$

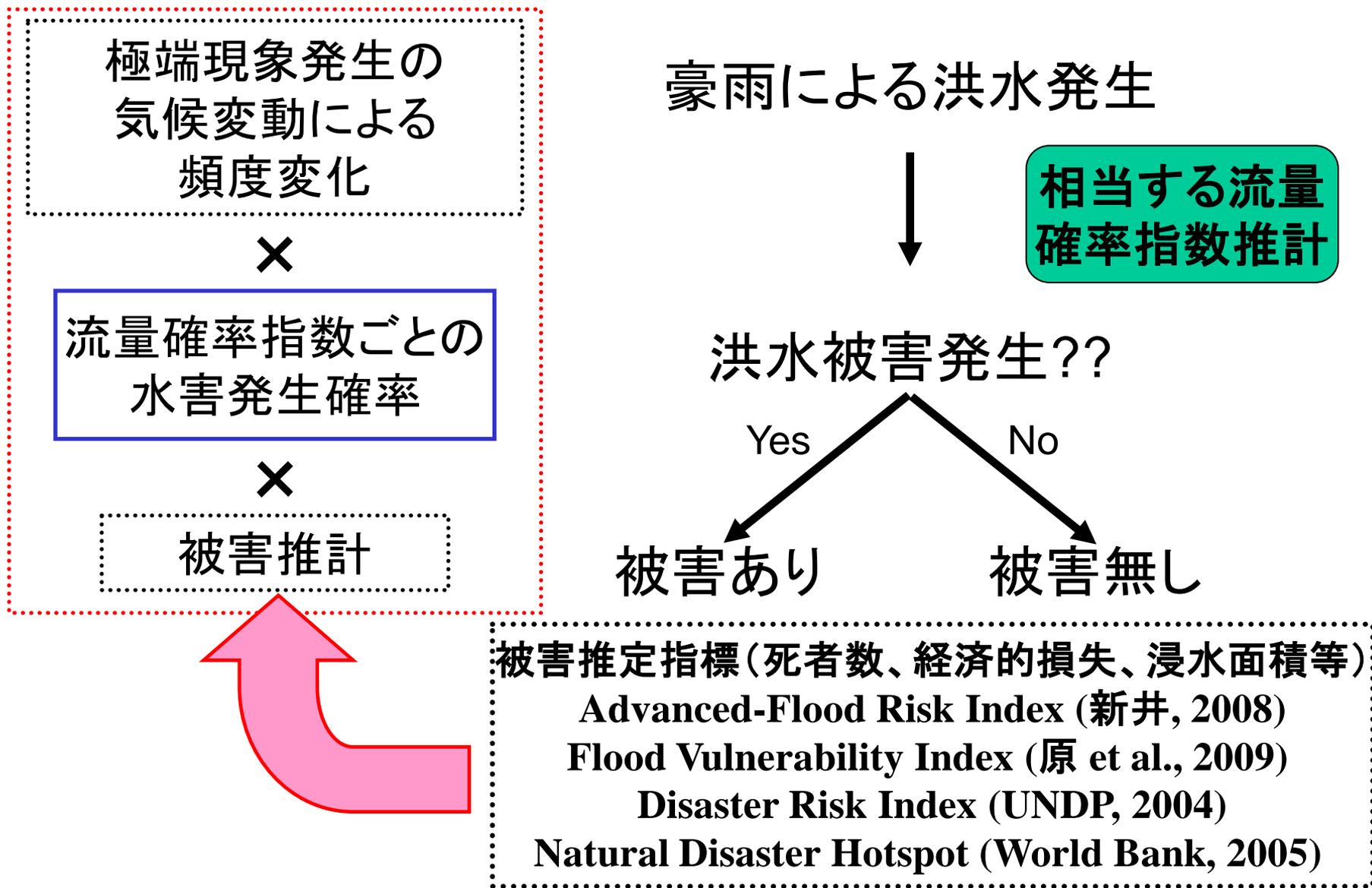
# ダム整備率による差



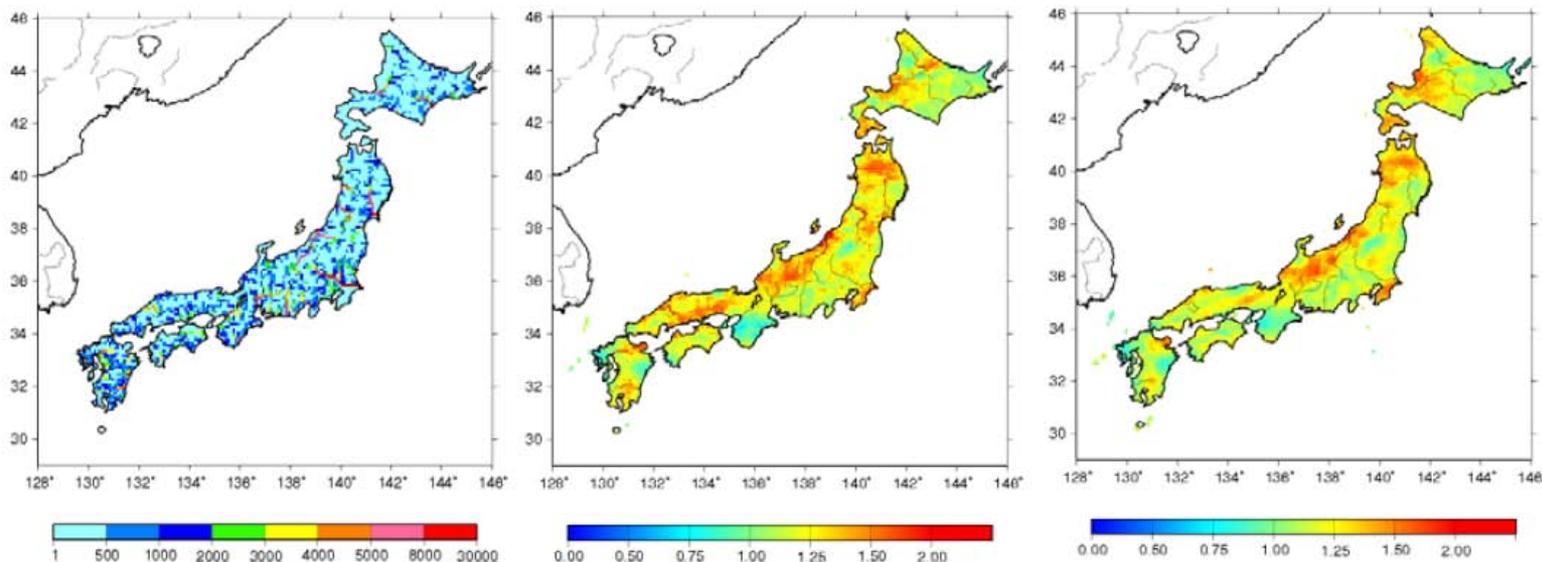
超過確率0.05以下(流量確率指数20年以上)の際に大きな差

$$\text{ダム整備率(\%)} = 100 * (\text{完成洪水調整施設容量} / \text{必要洪水調整施設容量})$$

# 気候変動による水害被害変化推計



# 被害発生確率の将来変化推定



- 左: 1981-2000年における流量確率指数100年に対応する流量 (新田等、2010)
- 中: 2081-2100年における流量確率指数100年に対応する流量の左図に対する変化率
- 右: 1981-2000年に対する2081-2100年の再現期間100年に対応する降水量の変化率

気象データ

最終的にはマルチモデル結果利用

流量

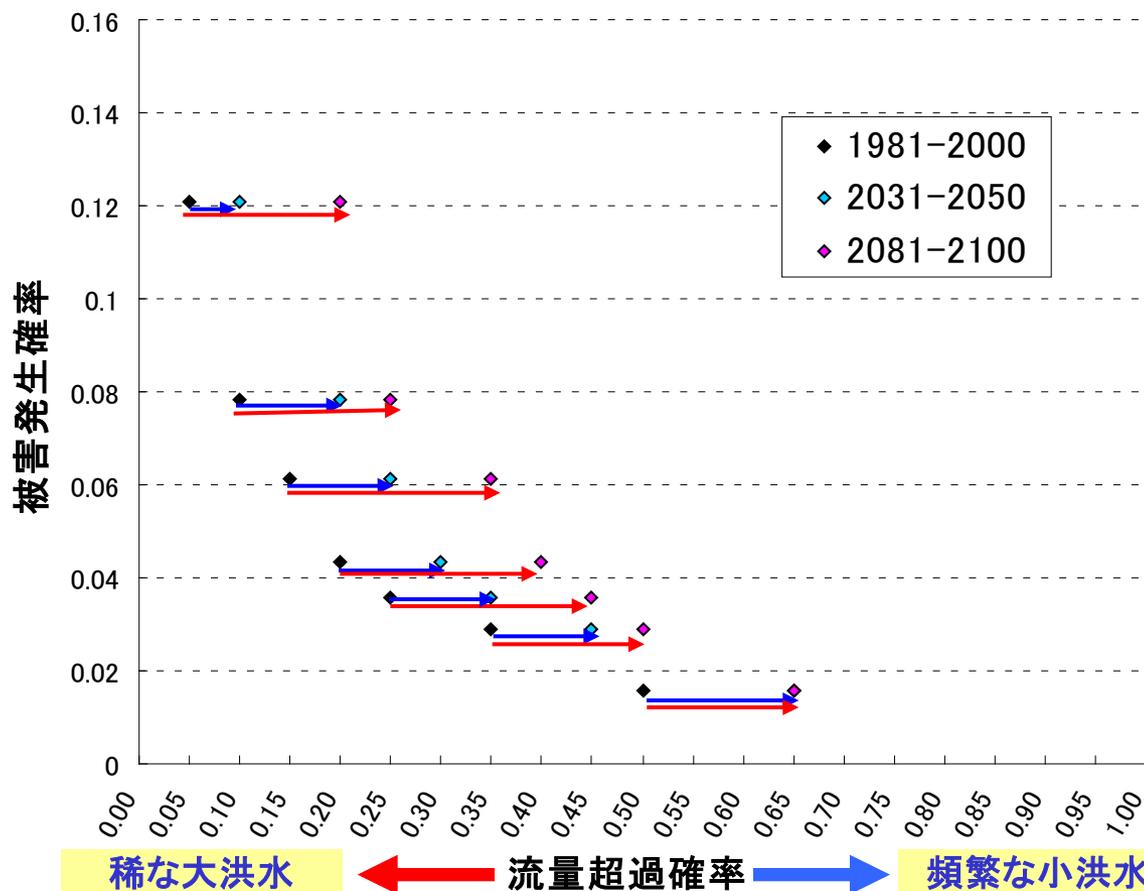


# 被害発生確率の将来変化推定

適応策を講じない限り、同じ河川流量に対しては被害発生確率は将来も等しいことを想定。「現在」ある超過確率を持つ河川流量が、「将来」どの程度の頻度になるか、から、被害発生頻度変化を推計。

(例えば、現在10年に1度発生する流量は、将来は5年に1度の頻度になる、等)

### 流量超過確率と外水氾濫による被害発生確率



稀な大洪水



流量超過確率



頻繁な小洪水

# 今後の展望

- ◆ **洪水被害発生確率曲線の精度（+信頼性）向上**
  - ❄ 流出モデルの精度向上：斜面流、地下水、貯水池...
  - ❄ 超過確率の分布の適合性（流量、雨量、土壌水分量）
- ◆ **洪水被害発生確率曲線の適用可能性**
  - ❄ 地域、治水/ダム整備率、人口密度をどの程度加味？
  - ❄ 日本以外の国でも同様に曲線を同定できるのか？
- ◆ **手法の検証**
  - ❄ 被害額、浸水面積の推計が過去を再現できるか？
  - ❄ 観測流量（の内挿）でも同様の結果が得られるか？
- ◆ **水循環への影響評価から水災害への影響評価へ**



水干 多摩川の源頭  
東京都 所沢市 1-0000 km

箕島大悟

ご清聴ありがとうございました