

下水道事業で用いる降雨資料の定常性に関する調査

松浦達郎・吉田敏章

1. はじめに

1.1 背景

近年、全国で浸水被害が頻発しているのに加え、気候変動の影響による被害の拡大が懸念される状況を踏まえ、国土交通省は、流域内のあらゆる関係者が協働して対策を行う「流域治水」を推進しており、2021年5月に「特定都市河川浸水被害対策法等の一部を改正する法律」（以下「流域治水関連法」という。）が公布された。

下水道においては、下水道法の改正により、事前防災の考え方に基づく計画的な下水道整備を加速するため、「浸水被害の発生を防ぐべき目標となる降雨」である計画降雨を事業計画に位置づけることが新たに規定された。

事前防災を進めるためには、過去の浸水被害だけでなく、気候変動の影響を踏まえた計画とする必要があることから、「気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策の推進について」¹⁾（以下「提言」という。）（気候変動を踏まえた都市浸水対策に関する検討会：2020年6月公表、2021年4月一部改訂）を踏まえ、気候変動の影響を反映した計画降雨を設定することが重要となる。

1.2 計画降雨の設定に用いる降雨資料の定常性を確認する必要性

提言では、気候変動による影響を踏まえた計画降雨は、気候変動予測モデルによる予測データを用いて地域毎に算出された、現在気候（気候変動前）に対する将来気候（気候変動後）の降雨量の比である降雨量変化倍率（以下「倍率」という。）を現在の計画降雨に乗じて設定することとなっている。

一方、令和2年度に実施した全国の下水道事業者を対象に実施した計画降雨強度式の実態調査²⁾（以下「実態調査」という。）によると、計画降雨を設定している914団体が作成した1,161

の計画降雨強度式のうち、2割以上の計画降雨強度式が近年10年以内に作成されていた。気候変動による影響は既に現れている可能性が報告³⁾されており、現在の計画降雨が気候変動の影響を受けた近年の降雨資料を用いて作成されていた場合、提言で示された倍率をそのまま乗じることは、過大評価となる恐れがある。

また、気候変動による影響を受けた降雨資料は、トレンドを持つ（長期的な傾向が変化する）非定常な降雨資料であることが考えられる。

そこで、現在の計画降雨の作成に使用されることが多い気象庁所管の降雨観測地点を対象に、下水道事業で計画降雨を設定する場合に使用する年最大10分降雨量及び年最大60分降雨量の定常性について調査した。本稿では、その調査結果について報告する。

2. 調査方法

今回の調査において対象とする降雨観測地点、降雨資料の種別及び資料期間並びにトレンドを確認する期間及び方法は、以下のとおり設定した。

2.1 対象とする降雨観測地点

実態調査によると、調査対象である1,161の計画降雨強度式のうち約8割が、気象庁所管の降雨観測地点の降雨資料を用いていた。さらに、気象庁は所管している降雨観測地点のデータをウェブページ上で公開しており、降雨資料が入手しやすい。以上を踏まえ、気象庁所管の降雨観測地点を対象とした。

2.2 対象とする降雨資料の種別及び資料期間

「下水道施設計画・設計指針と解説 前編」⁴⁾によると、下水道事業で用いる計画降雨強度式は、計画規模として5～10の確率年を用いる場合、少なくとも降雨継続時間10分、60分の各年最大値について、20年以上の期間の資料を使用して作成することとなっている。以上を踏まえ、降雨資

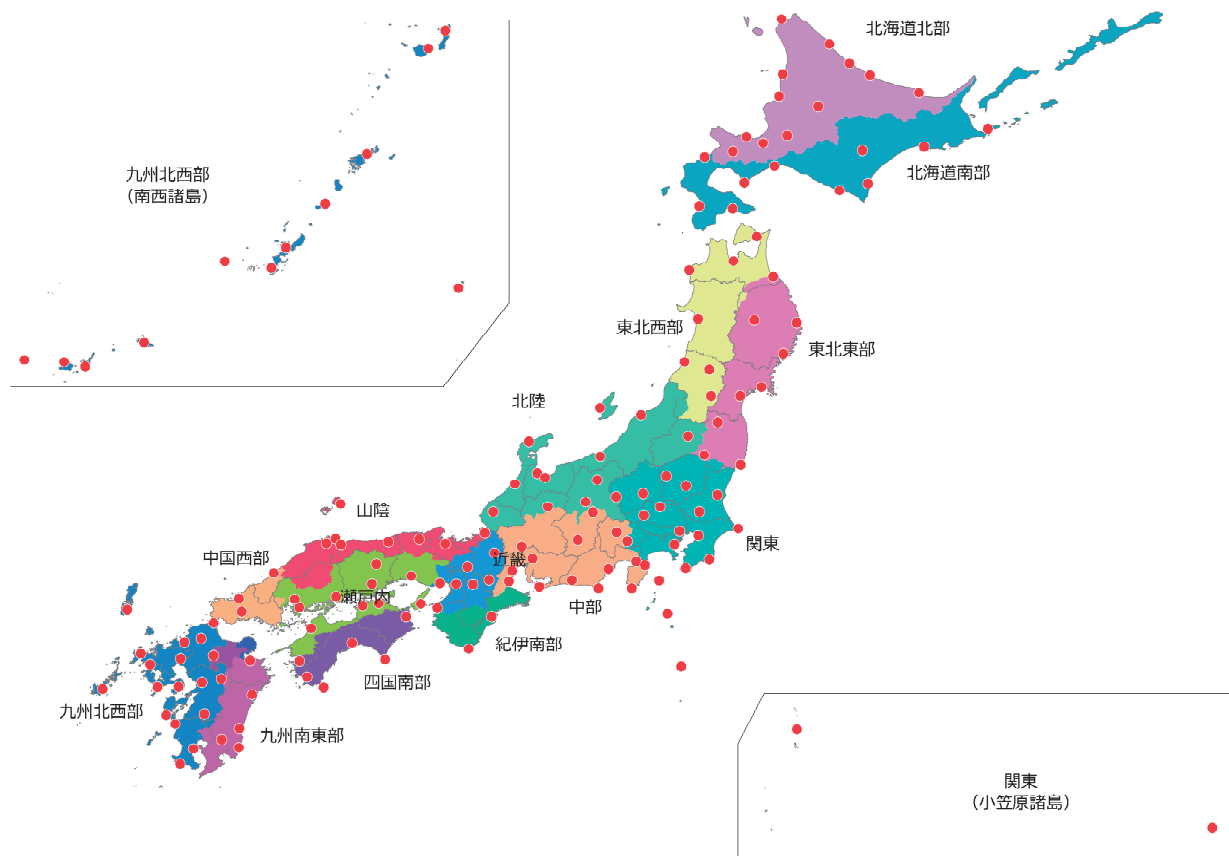


図-1 対象とした降雨観測地点位置図

料の種別は、年最大10分降雨量及び年最大60分降雨量を対象とした。また、資料期間は20年以上を対象とし、それが確保できる降雨観測地点（表-1及び図-1の155地点）を対象とした。なお対象とした降雨観測地点における2010年時点の資料期間は、平均66年、最大81年、最小37年であった。

2.3 トレンドを確認する期間

倍率の算出に用いた主な気候変動予測モデルにおいて、現在気候として設定された期間が1951年～2010年であることを踏まえ、トレンドを確認する期間は、各降雨観測地点における観測開始年(1930～1974年)より2010年～2020年の各年までとした。

2.4 トレンドの確認方法

降雨資料のトレンドの有無を確認する手法として、「河川砂防技術基準調査編」⁵⁾に掲載されているMann-Kendall検定を用い、有意水準5%で検定を実施した。

表-1 検討対象とした観測地点

稚内	北見枝幸	旭川	羽幌	留萌	札幌	岩見沢
小樽	寿都	倶知安	雄武	網走	紋別	根室
釧路	帯広	広尾	室蘭	苫小牧	浦河	函館
江差	深浦	青森	むつ	八戸	秋田	大船渡
盛岡	宮古	仙台	石巻	新庄	酒田	山形
若松	福島	白河	小名浜	水戸	つくば(館野)	宇都宮
奥日光(日光)	前橋	熊谷	秩父	東京	大島	三宅島
八丈島	父島	南鳥島	銚子	館山	勝浦	千葉
横浜	長野	松本	諏訪	軽井沢	飯田	甲府
河口湖	浜松	御前崎	静岡	三島	石廊崎	網代
名古屋	伊良湖	高山	岐阜	上野	津	尾鷲
四日市	相川	新潟	高田	伏木	富山	輪島
金沢	福井	敦賀	彦根	舞鶴	京都	大阪
豊岡	姫路	神戸	洲本	奈良	和歌山	潮岬
津山	岡山	広島	呉	福山	西郷	松江
浜田	境	米子	鳥取	徳島	多度津	高松
松山	宇和島	高知	宿毛	清水	室戸岬	萩
下関	山口	福岡	飯塚	日田	大分	厳原
平戸	佐世保	長崎	雲仙岳	福江	佐賀	熊本
人吉	牛深	阿蘇山	延岡	都城	宮崎	油津
阿久根	鹿児島	枕崎	屋久島	種子島	名瀬	沖永良部
与那国島	西表島	石垣島	宮古島	久米島	那覇	名護
南大東(南大東島)						

3. 調査結果

3.1 各降雨観測地点における定常性

Mann-Kendall検定による各降雨観測地点の定常性の確認結果を表-2及び図-2に示す。これらの結果より、2010年時点で年最大10分降雨量、年最大60分降雨量の両方又はどちらかで非定常を示した（トレンドが有る）降雨観測地点は19（約12%）であった（以下、年最大10分降雨量、年最大60分降雨量の両方又はどちらかで非定常が表示される場合は「非定常」という。）。

また、2011年以降は概ね増加傾向を示しており、2020年時点で非定常となった降雨観測地点は40（約26%）とほぼ倍増していた。このことから、直近10年のデータを加えることで非定常

表-2 非定常である降雨観測地点

対象期間	降雨観測 地点数	非定常となった地点	
		地点数	割合
～2010年	155	19	12.3%
～2011年	155	21	13.5%
～2012年	155	26	16.8%
～2013年	155	26	16.8%
～2014年	155	29	18.7%
～2015年	155	30	19.4%
～2016年	155	35	22.6%
～2017年	155	33	21.3%
～2018年	155	37	23.9%
～2019年	155	39	25.2%
～2020年	155	40	25.8%

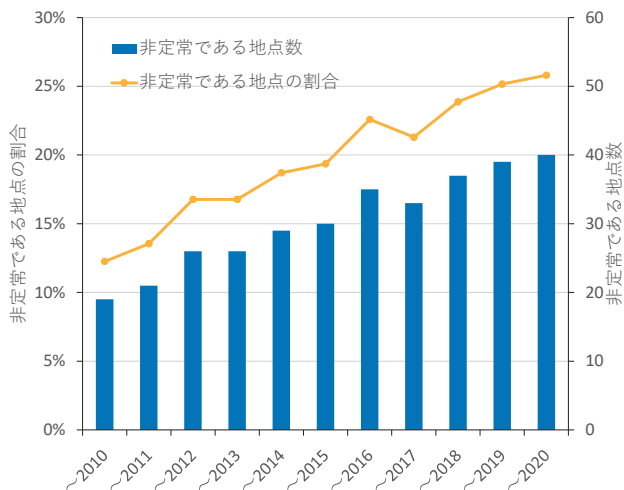


図-2 非定常である降雨観測地点の推移

を示す降雨観測地点が大きく増加していることがわかった。

これは、降雨資料に対して気候変動の影響が既に現れている可能性を示唆している。したがって、倍率を乗じる現在の計画降雨を作成する際に2011年以降の降雨資料を使用する場合は、その定常性について個別に確認するなど取扱いに留意する必要がある。

3.2 地域毎の定常性

3.1で整理した各降雨観測地点における定常性の検定結果について、図-1に示す降雨特性の類似性から分類した15の地域⁶⁾毎に2010年時点、

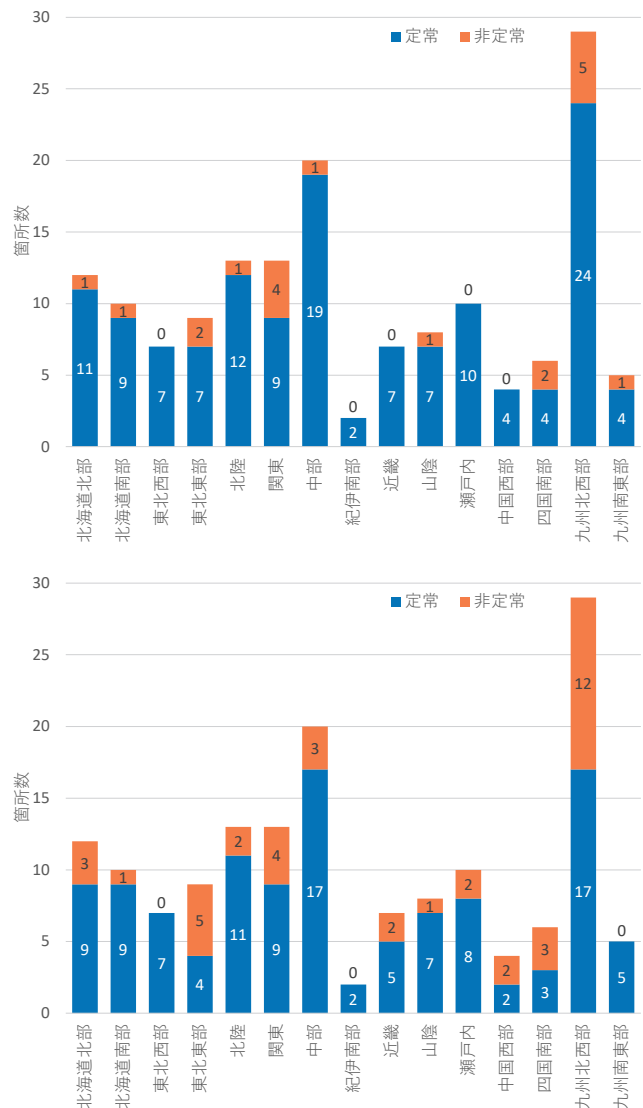


図-3 地域毎の定常及び非定常である降雨観測地点数
(上段：2010年時点、下段：2020年時点)

2020年時点で、定常及び非定常である降雨観測地点数を整理したものを図-3に示す。

2010年時点より2020年時点で非定常である地点が多いのは、北海道北部、東北東部、北陸、中部、近畿、瀬戸内、中国西部、四国南部、九州北西部の9地域であった。地域毎の降雨観測地点数が異なるため、一律に比較することは難しいが、非定常性を示す地点は、全国15地域のうち半数以上の地域で増加していることがわかった。これは、気候変動の影響が特定の地域だけではなく、全国に及んでいる可能性を示唆している。

4. まとめ

気象庁所管の155の降雨観測地点を対象に、年最大10分降雨量、年最大60分降雨量について、Mann-Kendall検定により観測開始年から2010年～2020年の各年までのトレンドの検定を実施し、全国の降雨観測地点における降雨資料の定常性について整理した。調査から得られた成果をとりまとめると以下のとおりである。

- ① 2010年時点で年最大10分降雨量及び年最大60分降雨量の両方又はどちらかで非定常を示した降雨観測地点は19(約12%)であった。また、2020時点で非定常を示した降雨観測地点は40(約25%)とほぼ倍増していた。
- ② 2010年～2020年の各年時点で非定常である降雨観測地点数の推移を整理した結果、2011年以降概ね増加傾向を示しており、直近10年のデータを加えることで非定常を示す降雨観測地点が大きく増加していることがわかった。
- ③ 降雨特性の類似性から分類した15の地域毎に非定常となる降雨観測地点を整理した結果、半数以上となる9地域において、非定常性を示す地点数は2010年時点より2020年時点の方が多くなっていた。
- ④ ②及び③の結果を踏まえると、気候変動の影響は近年の降雨資料に対して既に現れているとともに、全国に及んでいる可能性が示唆された。

- ⑤ 倍率を乗じる現在の計画降雨を作成する際に2011年以降の降雨資料を使用する場合は、その定常性について個別に確認し定常であることを確認した上で使用する、又は非定常としない期間の降雨資料を用いるなど取扱いに留意する必要がある。

今回の調査で得られた成果は、下水道事業者が気候変動の影響を踏まえた計画降雨を設定する際の参考資料として使用できるよう整理を進める。また今後は、都市化や土地利用といった周辺環境の変化等気候変動以外の要因による影響の確認及び非定常な降雨資料を用いた解析手法の開発等、気候変動の影響を踏まえた計画降雨の設定手法について検討を進める予定である。

参考文献

- 1) 気候変動を踏まえた都市浸水対策に関する検討会：気候変動を踏まえた下水道による都市浸水対策の推進について 提言、2020年6月（2021年4月一部改訂）
- 2) 松浦達郎、岡安祐司：下水道事業で用いる計画降雨強度式の現状に関する調査、土木技術資料、第64巻、第8号、pp8～11、2022
- 3) 気象庁：気候変動監視レポート2020、2021年4月
- 4) (公社) 日本下水道協会：下水道施設計画・設計指針と解説 前編2019年版、2019年
- 5) 国土交通省水管理・国土保全局：国土交通省河川砂防技術基準 調査編、2014年4月
- 6) 気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会：気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言 別紙1、2021年4月改訂

松浦達郎



国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室 主任研究官
MATSUURA Tatsuro

吉田敏章



国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部 下水道研究室長
YOSHIDA Toshiaki