

近年の道東・道西における降雨・流出および降雨災害の特性変化

Recent Characteristic Changes of Rainfall, Runoff and Flood Disasters
in East and West Reach of Hokkaido

(株)北開水工コンサルタント 札幌支店

(株)北開水工コンサルタント 先端技術開発センター

一般財団法人 北海道河川財団

一般財団法人 北海道河川財団

○正 員 長岡 宏樹 (Hiroki Nagaoka)

フェロー 長谷川和義 (Kazuyoshi Hasegawa)

正 員 山本 太郎 (Taro Yamamoto)

正 員 東海林 勉 (Tsutomu Toukairin)

1. はじめに

近年、雨や雪の降り方が変わったと感じる北海道の住民は多い。関連して災害の程度や頻度も変化していることが実感されている。大雑把に見て、道東で雨の量や強度が増加しており、道西で減少している印象である。これらを明確に根拠づけるためには、なるべく多くの場所の長期間にわたる降水データや河川流量データ、および災害データを収集し、何らかの統計解析法を適用して信頼度のもとで判断を下すべきである。

しかし、あらためてこれらのデータを収集処理するには多大な労力や時間が必要であり、実際的ではない。北海道における降雨特性の変化に関しては後述のような優れた既往研究があり、それらの結果を俯瞰して全体を見ることも重要であろう。本研究では、以下の方法で特性を明らかにするものである。

(1) 道内降水特性の変化に関しては、既往の研究成果をとりあげ利用する。

(2) 河道流量に関しては、道内主要河川の年最大流量の経年変化にしばって新たに調べる。

(3) 地域ごと降雨災害件数などのデータは、優れたデータを提供しているウェブサイト「デジタル台風」¹⁾における各年各地域の・災害気象要因・降雨量・強度・被災内容・被災地名などの情報を利用する。

(4) これらから認められる特徴的な傾向に関し、可能な考察をおこなう。

2. 北海道内の降水特性の変化傾向

北海道の降水特性の経年変化については、佐渡・杉山²⁾の既往研究成果である「北海道内 22 気象官署降水量データを用いた T 年確率降水量の経年変化解析」より引用する。

同研究では、北海道内 22 気象官署の各気象官署の統計開始年～2005 年までの降水量データを用いて、最適確率分布モデルによる 100 年確率日雨量 X_{100} の経年変化を解析し、この経年変化の 1 次回帰直線の傾きから治水安全率を求めている。解析は以下に示す手法で行われている。

(1) 雨量データの異常値検定

年降水量、年最大日雨量及び年最大無降雨連続日数の上位第 1 位に対して 3 母数対数正規分布を用いた異常値検定を行ない、異常値と判定されるデータについて当時の気象状況を調べる。

(2) 降水量データのトレンドとジャンプ検定

降水量の非定常性を見るため、降水量データのトレンド及び平均値のジャンプについて、それぞれ 4 手法の検定³⁾を用いて行ない、母集団の変質の有無を明らかにする。

(3) 100 年確率降水量の経年変化

全 22 気象官署に対して、10 種 17 通りの確率分布モデルの中から、毎年最適確率分布モデルを選択し、降水量の非定常性に起因する 100 年確率日雨量 X_{100} 及びそのリターンピリオド(再現期間)の経年変化を解析する。

(4) 治水安全率の分類

(3) で求めた 100 年確率日雨量 X_{100} の 1 次回帰直線の傾きによって治水安全率の変化とし、道内 22 気象官署について調べていく。 X_{100} の経年変化に対する 1 次回帰直線を最小二乗法により求め、その傾き $a_{X_{100}}$ (mm/day/year) から、治水安全率を次のように分類する。

- ・ $0.2 \leq a_{X_{100}}$ … 治水安全率低下型
- ・ $-0.2 < a_{X_{100}} < 0.2$ … 治水安全率一定型
- ・ $a_{X_{100}} \leq -0.2$ … 治水安全率上昇型

上記の手法によって 1990 年～2005 年までの期間の $a_{X_{100}}$ より分類された道内 22 気象官署における治水安全率上昇型・一定型・下降型の分布図を図-1 に示す。さらに、年最大日雨量データ原系列 X についても同様に、回帰直線の傾き a を求めて分類したものを図-2 に示す。なお、地域間の比較が出来るように、統計年数が最も少ない広尾に統一して 1958 年～2005 年までの a で求めている。また、解析手法 (1) で異常値と判定された値はその前後年の平均値で補間している。

図-1 及び図-2 から治水安全率の道内分布を見ると、稚内、留萌、小樽等の日本海方面を中心とした道西側は上昇型が多く、紋別、北見枝幸等のオホーツク海グループをはじめ、江差、室蘭等を含めた道東・道南側は、低下型であることがわかる。つまり、冒頭で触れたように一雨で降る量が道西側では低下、道東・道南側では増加していることを裏付ける結果となっており、北海道の降雨の傾向が、概ね図中の破線位置で東西に分かれていることが見て取れる。

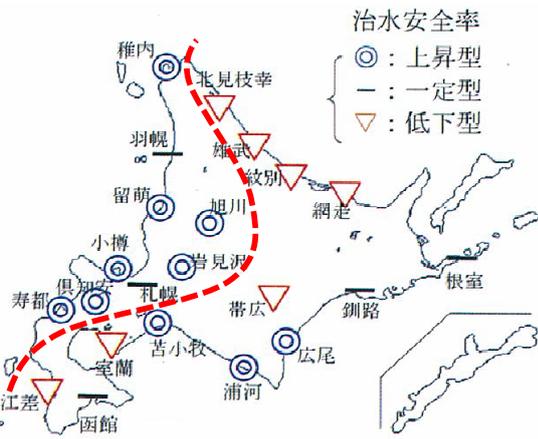


図-1 1900年～2005年の X_{100} の回帰直線の傾きによる治水安全率3分類の分布図
(佐渡・杉山²⁾の図に区分線記入)

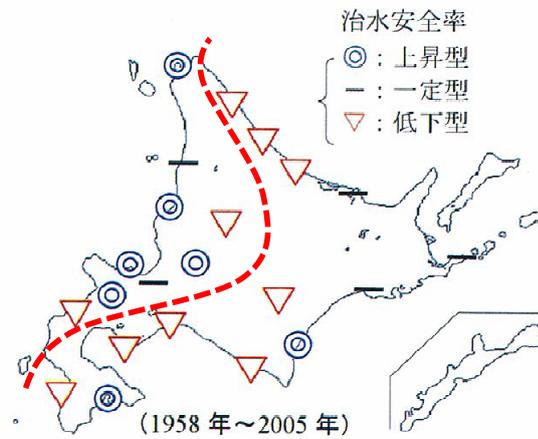


図-2 年最大日雨量原系列 X の回帰直線の傾きによる治水安全率3分類の分布図
(佐渡・杉山²⁾の図に区分線記入)

3. 北海道内の一級河川の洪水流量傾向

近年の降雨量の地域分布の偏りに伴って河川の洪水流量も変化しているか、観測流量を整理して確認した。

国土交通省水文水質データベース⁴⁾から、北海道内の一級河川の基準地点の観測流量データを取得し、年最大流量について、観測期間を通した平均年最大流量と最近10年の平均年最大流量を算出した。

河川的位置図を図-3に、各河川の平均年最大流量の経年図を図-4に示す。また観測流量にはダムによる洪水調節の効果も含まれることから、各河川の主要ダムの竣工年も図中に示した。

観測期間を通した平均年最大流量に対して最近10年の平均年最大流量が上回っている地域と下回っている地域とが大まかに分かれ、地域傾向としてオホーツク、釧路、十勝、日高方面の主として道東側地域に位置する河川では近年の年最大流量が増加傾向にあり、石狩や上川方面の主として道西側地域の河川では減少傾向にあることがわかる。観測流量はダムによる洪水調節を含んだデータであるものの、図-1、2で示した降雨の区分線を河川位置に重ねた図-3をみると、洪水流量の傾向が降雨の傾向と概ね合致していることがわかる。



図-3 北海道内一級河川の平均年最大流量の増減区分

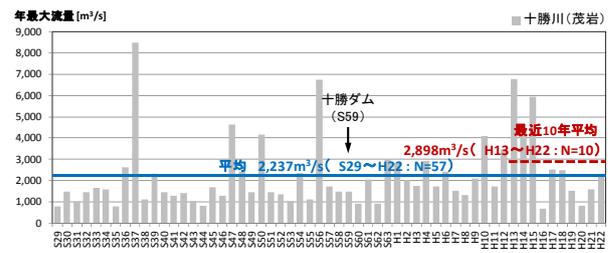
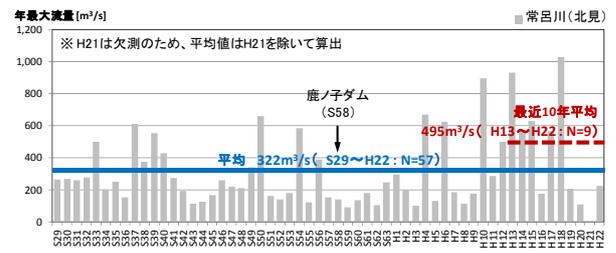
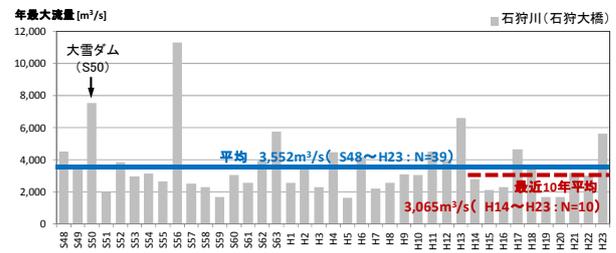


図-4 平均年最大流量の経年変化図の代表例

4. 北海道内の降雨災害発生傾向

前章までに整理したように、降雨量・洪水流量共に道東・道南方面では増加傾向、道西方面では減少傾向にあるという気象特性の変化が明らかとなった。これに関連して、北海道で発生した降雨災害についても、その特性が変化しているか降雨災害発生件数を整理することで確認を行った。

降雨災害の発生件数は「デジタル台風」¹⁾の気象災害報告リストより、1995年～2009年までのデータを対象に行った。道内で発生した全気象災害のうち降雨の影響による被害を生じた災害を抽出し、床上・床下浸水や土砂災害、交通障害など被害規模・内容に関わらず、何らかの被害が発生していれば、災害件数1件として、道内の振興局ごとに集計した。また、図-1～3に示した降雨量・洪水流量の特性が分かる図中赤破線の境界線に沿って各振興局を表-1のように道東・道南地方と道西地方とに2分割し、それぞれ集計を行った。

さらに、以下に示す4つの基準のいずれかに該当する災害を大規模降雨災害として抽出し、振興局別及び道東・道南、道西ごとに集計した。

- ・期間降水量 > 200mm
- ・最大24時間降水量 > 100mm/24hr
- ・最大1時間降水量 > 50mm/hr
- ・床上・床下浸水戸数 > 30戸

なお、振興局間及び東西間で比較を行うために面積の違いによる不均衡（土地面積が広大な方が台風等の災害気象要因の影響を受ける可能性が高く、災害発生件数が大きくなる）を是正するため、表-1に示すように北海道全体を1とした場合の各振興局または東西の面積率でそれぞれの災害件数を除した面積基準化件数での比較を行った。

表-1 各振興局道東・道西区分及び各面積率

道東・道南			道西		
振興局名	面積(km ²)	面積率	振興局名	面積(km ²)	面積率
宗谷	4,625.15	0.06	石狩	3,539.86	0.05
オホーツク	10,690.62	0.14	空知	5,791.19	0.07
根室	3,498.18	0.04	後志	4,305.84	0.05
釧路	5,997.40	0.08	上川	10,619.20	0.14
十勝	10,831.24	0.14	留萌	3,445.79	0.04
日高	4,811.97	0.06			
胆振	3,698.01	0.05	道東・道南	50,719.04	0.65
渡島	3,936.50	0.05	道西	27,701.88	0.35
檜山	2,629.97	0.03	総計	78,420.92	1.00

集計の結果、道東・道南地方と道西地方の降雨災害発生件数の面的分布と経年変化について、いくつかの特徴が見られる事が判明した。

まず、降雨災害発生件数の面的分布における特徴について、1995年～2009年までの近15ヶ年分の降雨災害発生件数の合計を振興局別に示したグラフを図-5に示す。

1995年～2009年までの降雨災害の合計発生件数では、檜山地方が突出して多くなっており、次いで渡島、胆振、日高地方と続き、道南地方で多くの降雨災害が起きていることがわかる。一方、オホーツクをはじめとした根室、釧路、十勝の道東地方は、その面積を考慮にいたした場合、降雨災害の発生件数は少なめである。しかしながら、こ

れら道東に位置する振興局では全降雨災害のうち、半数以上が一定の条件を超える大規模降雨災害となっていることがわかる。また、檜山を除く道南地方でも、大規模降雨災害の割合が半数以上と高い値を示している。一方、石狩や上川などの道西地方に位置する振興局では、降雨災害の発生件数は平均的で、大規模降雨災害の発生率も道東・道南地方に比べ低めである。

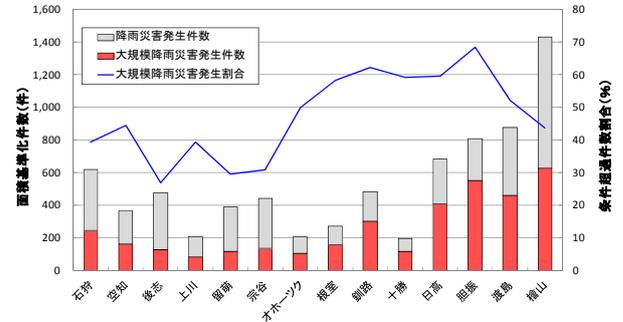


図-5 振興局別 近15ヶ年合計降雨災害発生件数

次に、降雨災害発生件数の経年変化における特徴について、1995年～2009年までの道南・道東地方と道西地方における全降雨災害発生件数の経年変化を図-6に、大規模降雨災害に該当する災害発生件数の経年変化を図-7に示す。

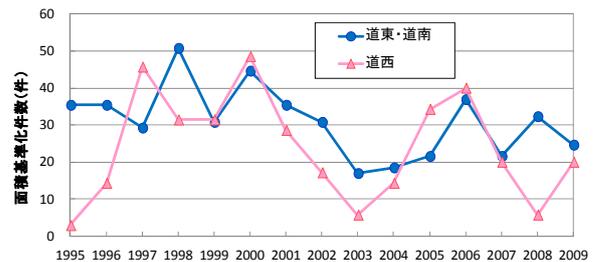


図-6 全降雨災害発生件数（面積基準化件数）

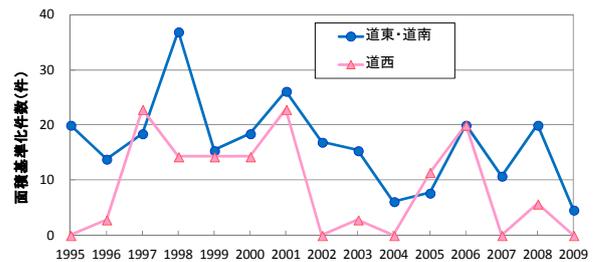


図-7 大規模降雨災害発生件数（面積基準化件数）

図-6のグラフより、北海道の降雨災害の発生件数は、概ね低下傾向にあるといえる。しかし、道東・道南地方においては、2004年頃より若干の増加傾向に転じてきている。また、2000年頃までは道東・道南地方と道西地方の降雨災害発生件数は概ね同程度であったが、その後、道東・道南地方の降雨災害発生件数が道西の件数を上回るように推移してきている。

大規模降雨災害の発生件数についても、全降雨災害の発生件数とほぼ同様の経年変化を示しており、北海道全体の件数としては低下傾向にあるが、道東・道南地方においては、近年微増傾向が見られる。

また、大規模降雨災害の発生件数は、経年的に道東・道南地方で概ね一貫して道西地方より多く発生しており、2002年頃からその差がより顕著になりつつあることがわかる。

5. 北海道の気候特性の変化と地形特性の関連性

前述したように、北海道の降雨量、流出量および降雨災害発生件数の特性が、道西地方では比較的安全側に推移しているのに対し、道東・道南地方では危険側に推移してきていることが判明したが、この北海道を道東・道南地方と道西地方とに区分する図-1~3に示す境界線に非常によく似た境界線が存在する。それが図-8に示す北海道中央分水嶺であり、日本山岳会創立百周年記念事業の一環として、2006年に完全踏査され発表されたもの⁵⁾である。



図-8 北海道中央分水嶺⁵⁾

(背景：The CGIAR Consortium for Spatial Information：
<http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>)

日本列島における中央分水嶺とは、主に太平洋側と日本海側に分ける大分水嶺の連続線のことであり、北海道では日本最北端の宗谷岬を起点として、日本海とオホーツク海との分水嶺をたどり、オホーツク、十勝、上川の3振興局が接する三国山からは日本海と太平洋の分水嶺となっており、北海道最南端の白神岬に至る。

つまり、近年における北海道の降雨量、流出量および降雨災害などの気候特性の変化が、1,000~2,000m級の山々で主に構成される北海道中央分水嶺に沿って道東・道南地方および道西地方に特徴が分かれることを示している。山地は雨の降らせ方や気候区分などに大きく関わってくる重要なファクターであることから、北海道の気候特性の変化には地形性の要因が大きく関連しているものと考えられる。このような傾向は、菊池・村上・石谷⁶⁾による研究結果とも一致している。

6. まとめ

本研究で得られた結果を以下にまとめる。

(1) 佐渡・杉山²⁾の研究成果である100年確率日雨量 X_{100} および年最大日雨量データ原系列 X の経年変化に対する1次回帰直線の傾きより、北海道の治水安全率が道西地方では上昇(降水量：減)、道東・道南地方では低下(降水量：増)傾向にシフトしてきていることが判明した。

(2) 北海道内の一級河川の観測期間を通した平均年最

大流量と最近10年の平均年最大流量の比較を行った結果、道東地方の河川では近年の年最大流量が増加傾向にあり、道西地方の河川では減少傾向にあることが判明し、降雨の傾向と概ね合致していることがわかった。

(3) 近15ヶ年の北海道内で起きた降雨災害の発生件数の面的分布を見ると、道南地方で多くの降雨災害が発生していたほか、全降雨災害のうち、一定の基準を超える大規模降雨災害の発生割合が道東・道南地方で半数を超える高い割合を示した。また、経年変化では、道西地方における全降雨災害および大規模降雨災害の発生件数が減少傾向にあるのに対し、道東・道南地方では2004年頃より微増傾向が見られ、道東・道南地方の災害発生件数が道西を大きく上回るように推移してきている。

(4) 北海道の降雨量、流出量、降雨災害発生件数を整理すると、北海道中央分水嶺を境界として道東・道南地方と道西地方とに分類することができ、北海道の気候特性の変化には地形性の要因が深く関連していることが予測される。

今後の課題

(1) 雨量データの解析に用いられたデータは2005年までのデータであり、近年はゲリラ豪雨に代表されるような局地的大雨が各地で頻発するなど、降水特性に更なる変化が生じてきている可能性がある。このため、最新年を含める雨量データを用いた解析が必要である。

(2) 降雨災害発生件数の整理においては、災害という異常な事象が発生したという事実に重点を置き、細かな被害規模や被害内容については、考慮に含めなかったが、これらの内容を考慮に入れ集計した場合、傾向が変化してくる可能性がある。また、河川の整備状況も災害発生の有無や低減に大きく関わってくるため、これらを踏まえた検討が必要である。

(3) 雨量データから降雨の地域分布に偏りがあることがわかったが、このような降雨分布が生じる原因について、地形による影響のほか北海道を取り巻く様々な気象要因からの考察が必要である。

参考文献

- 1) 北本朝展，国立情報学研究所(NII)，デジタル台風：
<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>
- 2) 佐渡公明，杉山一郎：北海道内22気象官署降水量データをを用いたT年確率降水量の経年変化解析，北海道河川財団研究所紀要(XVIII)，2007年10月
- 3) 中尾隆志，佐渡公明，杉山一郎：年最大日雨量時系列の非正常性を示すトレンドとジャンプの検出について，水工学論文集 第51巻，2007年3月
- 4) 国土交通省水文水質データベース：
<http://www1.river.go.jp/>
- 5) (社)日本山岳会北海道支部：北海道中央分水嶺踏査記録-宗谷岬から白神岬まで-，2006年10月
- 6) 菊池渉，村上泰啓，石谷隆始：北海道内の豪雨傾向の地域・経年特性について，国土交通省北海道開発局第52回(平成20年度)北海道開発技術研究発表会，2009年2月