

# 北海道における降雨災害の気象要因と地域発生頻度

Meteorological factors and local frequencies of rainfall disasters in Hokkaido

(株)北開水工コンサルタント 札幌支店 ○正員 長岡 宏樹 (Hiroki Nagaoka)  
 (株)北開水工コンサルタント 先端技術開発センター フェロー 長谷川和義 (Kazuyoshi Hasegawa)

## 1. はじめに

近年、北海道では、降雨量や洪水流量、災害の程度や頻度が東部側で増加してきているように感じられる。

そこで筆者ら<sup>1)~3)</sup>は、既往研究成果や河川流量等の観測データを用い、近年の北海道の気象特性の変化について解析を試みてきた。その結果、次のような事が明らかとなった。

- ① 北海道の近年の年最大日雨量・年最大流量が、西部地域では低下、東部地域では増加傾向にシフトしてきており、図-1に示す赤の区分線で概ね東西に分かれる事が判明した。
- ② ①の区分線が図-1に青実線で示す北海道中央分水嶺<sup>4)</sup>と一致することから、北海道の気候特性の変化には地形的な影響が大きい事が示された。
- ③ 近年、東部地域で洪水流量が増加傾向にあるのは、台風の勢力が衰えずに北海道東部まで到達する事が多くなってきたためと推察される。

本研究は、いかなる気象要因が、どの地域で、いかなる災害を発生させる傾向にあるのか、その経年変化の特徴はどのようなものかを明らかにするものである。

## 2. 降雨災害データ

降雨災害の発生状況の解析には、「デジタル台風」<sup>5)</sup>の気象災害データベースを用いた。

同データベースは、気象庁が提供する異常気象・気象災害データの全事例(報告)を基に、1971年~2009年までの全国で発生した気象災害について記録している。

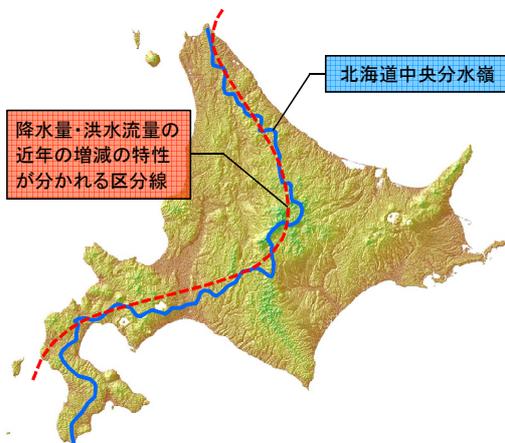


図-1 近年の降雨量・洪水流量の増減傾向の区分線(赤破線)および北海道中央分水嶺(青実線)<sup>5)</sup>  
 (背景: The CGIAR Consortium for Spatial Information: <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>)

データベースには、災害発生期間や地域(北海道の場合は、表-2に示す振興局ごと)、被害状況等のほか、期間降水量や最大瞬間風速等の気象観測値についても記録されている。また、気象災害の発生要因となった総観気象的状況についても表-1に示す35項目に分類・整理されている。

本研究では、このデータベースの中で、1971年~2009年までの北海道内で発生した降雨災害を対象として、以下の条件により災害件数の整理を行った。

- ・北海道を図-1の区分線に沿って、表-2のように東西に分割した上で、振興局ごとの災害発生件数を合計してカウントする。
- ・被害規模・内容に関わらず、何らかの降雨による被害が発生していれば、災害件数1件としてカウントする。
- ・1つの災害に対して、複数の気象要因が関連している場合には、それぞれの気象要因で重複して1件ずつカウントする。

表-1 気象災害発生時の総観気象的状況

台風	閉塞前線	その他(高気圧)
熱帯低気圧(台風以外)	停滞前線	季節風
南岸低気圧	前線帯	大循環異常
日本海低気圧	不安定線	雷雨(熱雷)
二つ玉低気圧	梅雨前線	雷雨(熱雷を除く)
気圧の谷	その他(前線)	地形効果
局地性じょう乱	移動性高気圧	寒気の移流
東シナ海低気圧	中緯度高気圧	暖気の移流
オホーツク海低気圧	太平洋高気圧	湿舌
その他(低気圧)	大陸高気圧	その他
温暖前線	オホーツク海高気圧	不明
寒冷前線	高圧帯	
		計 35 項目

※ 赤字は1971年~2009年までの間に北海道に降雨災害をもたらした気象要因(計 28 項目)

表-2 各振興局の東西区分および面積率

北海道東部			北海道西部		
振興局名	面積(km <sup>2</sup> )	面積率 <sup>※</sup>	振興局名	面積(km <sup>2</sup> )	面積率 <sup>※</sup>
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			
渡島	3,936.50	0.05			
檜山	2,629.97	0.03			
東部計	50,719.04	0.65	西部計	27,701.88	0.35

※ 面積率とは、各地域の面積が北海道全体に占める割合

### 3. 主な気象要因

まず、これまでに北海道に降雨災害をもたらしてきた気象要因について整理した。

1971年から2009年にかけて、北海道に降雨災害をもたらした気象要因は、表-1に赤字で示す28項目であった。図-2は、北海道で発生した降雨災害の発生件数をこれらの気象要因別に集計し、年平均災害件数を度数順に並べたものである。これによると、北海道に降雨災害をもたらしてきた最も大きな気象要因は台風であり、日本海低気圧がほぼ同数で続き、この2要因が全体の約4割を占め、突出して多い事がわかる。台風は、北海道に到達しないか勢力が衰えて温帯低気圧または熱帯低気圧に変わって通過することが多く、北海道では、その影響は少ないように思われるが、災害を生じさせるほどの気象要因となると、やはり台風が多い事がわかる。

また、降雨災害を引き起こした上位4項目の気象要因について、気象要因ごとに災害発生件数の経年変化を示したものが、図-3、図-4である。

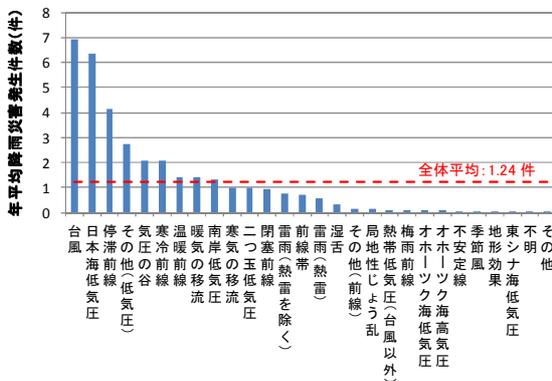


図-2 気象要因別 年平均降雨災害発生件数

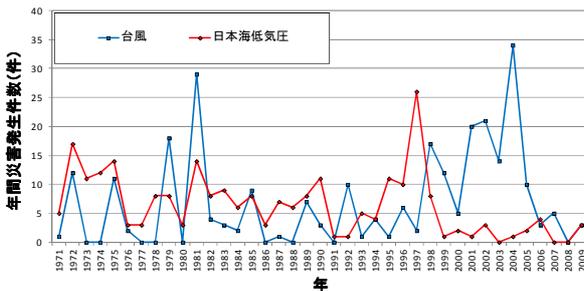


図-3 台風・日本海低気圧による災害件数経年変化

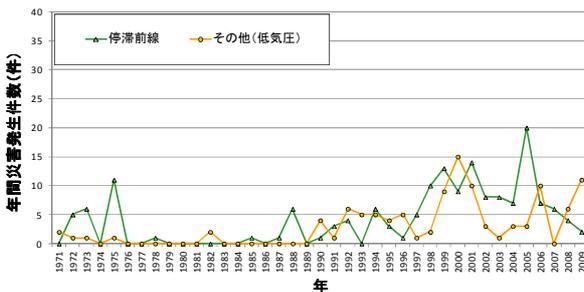


図-4 停滞前線・低気圧による災害件数経年変化

台風による災害発生件数は、1981年(S56年)をピークに1997年頃までは概ね横ばいの状態であったが、直近での発生件数こそ減少しているものの、1997年以降は大きく増加している事がわかる。一方、日本海低気圧による災害件数は、台風の経年変化とは逆に1997年をピークに近年では大きく減少し、降雨災害の主要因から外れてきている。また、停滞前線、その他(低気圧)による災害件数の経年変化を見ると、これらの気象要因による災害は、1990年頃まではほとんど発生していなかったが、それ以降、概ね同様な増加傾向を示しており、主要因の1つであった日本海低気圧による災害件数を上回るように推移してきている。このように、北海道に降雨災害をもたらす気象要因には、近年、大きな変化が見られる。

### 4. 地域災害件数の比較

2節で触れたように、「デジタル台風」に集約されている降雨災害は、北海道の場合、災害の生じた振興局ごとに記録されており、同一の気象要因であっても複数の記録が対応している。その場合、大きな面積の振興局は小さな面積の振興局に比して台風などの通過度数が大きくなるので、振興局の災害件数データから地域特性を明らかにするには検討が必要である。

いま、 $A_i$ の面積をもつ $i$ 振興局におけるある期間の災害件数が $N_i$ 件であったとき、他の振興局における災害件数と比較をおこなうためには、何らかの基準面積(例えば平均振興局面積) $A_0$ 当たりの件数 $N_i^*$ に換算するべきである。

$$N_i^* = N_i(A_0/A_i)$$

一方、 $A_0$ 当たりで件数を評価した場合、この基準面積を有する仮定の振興局が $A_i$ 内にいくつあるかが問題となる。それは $A_i/A_0$ であり、カウントされる全体の件数は、 $N_i^{**} = N_i^*(A_i/A_0)$ である。これらから、

$$N_i^{**} = N_i(A_0/A_i)(A_i/A_0) = N_i$$

となって元に戻ることになる。したがって、振興局ごとの災害件数 $N_i$ は面積の違いにかかわらず比較可能な数と考えられ、基準面積の下での災害発生件数の可能記録数を意味する。

以下、各振興局の全災害件数( $N_i$ )および北海道全体の面積を基準とした各振興局の災害件数( $N_i^*$ :災害発生密度)を取り上げ図示する。

図-5は1971年から2009年にかけての各振興局における全災害件数を度数順に並べて示したものである。図中の棒グラフは災害件数または災害発生密度を主な気象要因別に積み上げたもので、折れ線グラフは気象要因別(その他を除く)の割合を示している。

まず、これまでの全災害件数をみると、北海道で多くの災害が発生している地域は、胆振・渡島・檜山・日高等の北海道の南部地域が上位を占め、次いで、十勝・釧路・オホーツク等の東部地域が続いている。

また、各振興局の気象要因別の割合を見ると、台風による災害発生割合が、根室で突出して高くなっているほか、東部・南部地域の方が、西部地域より全体的に高い割合となっている。日本海低気圧による災害は、北海

道西部・南部の日本海に直接面している振興局で高くなっているが、上川等の内陸および北海道中央分水嶺や日高山脈によって隔てられている北海道東部では、その影響は比較的小さいものとなっている。ただし、3節でも触れたように、近年では、この要因による災害は大きく減少している。停滞前線およびその他の低気圧による災害は、概ね全道的に均一であるが、停滞前線による災害は西部で、その他の低気圧による災害は東部でやや高くなっており、西部と東部で逆の傾向を示している。

次に、図-6 は各振興局の全災害件数を表-2 に示すそれぞれの面積率で除したものを度数順に並べたものである。この値は、各振興局の単位面積当たりの災害発生密度を意味しており、檜山が突出して高く、次いで、胆振・渡島・檜山と続き、災害件数と同様、北海道南部地域が上位を占めた。一方、十勝やオホーツク等は、災害件数は比較的多かったものの、面積が広大であるため災害の受けやすさは低めに現れている。

次節では、中央分水嶺によって区分される東西の地域における災害件数をまとめる方法を示し、その経年変化を含めて特徴を述べる。

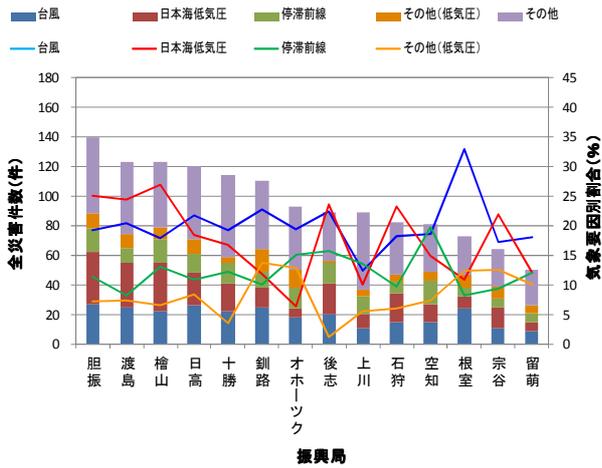


図-5 振興局別 全降雨災害発生件数

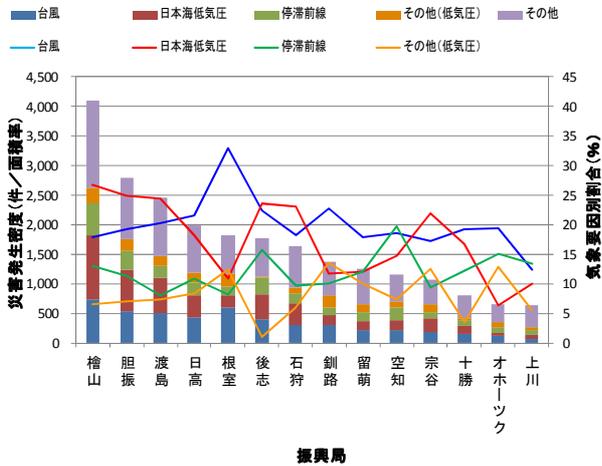


図-6 振興局別 災害発生密度

### 5. 北海道西部, 北海道東部・南部の地域比較

1節で示したように、北海道の降雨特性は中央分水嶺を境として東西に分かれており、東部・南部地域で年最大降雨量および年最大日流量の増加傾向、西部地域でそれらの減少・停滞傾向が認められる。これらの降雨特性を反映した傾向が災害数においても見られる可能性がある。

東西の災害件数を比較するためには、振興局ごとにまとめられた災害件数を東西(表-2)に分けるとともに、同一気象要因について1件と数える重複調整をおこなう必要がある。しかし、重複調整は多くの手間を要し煩雑であるため、ここでは以下のような簡便法を用いて評価する。

添え字  $a$  および  $b$  を北海道東部・南部地域、および北海道西部地域に対応して付すことにし、以下の記号を定義する。

$A_{ai}, A_{bi} = a, b$  地域の  $i$  振興局の面積

$A_a, A_b = a, b$  地域の全面積

$A = A_a + A_b =$  全道面積

$M_a, M_b = a, b$  地域の振興局数

$N_{ai}, N_{bi} = a, b$  地域の  $i$  振興局における災害発生件数

このとき、各振興局での発生件数にその振興局面積の地域全面積に対する比率を乗じ足し合わせたものを取り上げ  $a, b$  地域で評価した発生件数の簡略値と考える。すなわち、 $a, b$  地域におけるまとめた災害発生件数  $N_a, N_b$  として次の式を用いる。

$$N_a = \sum_{i=1}^{M_a} N_{ai} \frac{A_{ai}}{A_a}$$

$$N_b = \sum_{i=1}^{M_b} N_{bi} \frac{A_{bi}}{A_b}$$

この式は、一つの気象要因が通過して全振興局に災害を発生させるような場合には重複調整した結果と同じ値を示す。しかし、気象要因が一部の振興局を通過するようなケースでは、重複調整の結果に比して小さめの値をとるようである。ここでは、上式の指標に更に、表-2 に示す東西の面積率でそれぞれ除した以下の  $N_a^*, N_b^*$  による比較を試みる。

$$N_a^* = \frac{1}{(A_a/A)} \sum_{i=1}^{M_a} N_{ai} \frac{A_{ai}}{A_a}$$

$$N_b^* = \frac{1}{(A_b/A)} \sum_{i=1}^{M_b} N_{bi} \frac{A_{bi}}{A_b}$$

図-7 は、視覚的に判断しやすいように横軸に  $N_a^*$  をとり、縦軸に対応する  $N_b^*$  をとって各年につきプロットしたものである。45度線は両者が等しい場合を表しており、プロット点がこれより下(東部での災害が多い)か上(西部での災害が多い)かを判断できる。プロット点は10年ごとに色を変えて示しており、またその平均値を大きい円で示した。この図は気象要因を区別せず全データを用いて描いたものであるが、図-8 に主要な4つの気象要因別の図を掲げる。

これによると、北海道の災害件数は、全体的に東部・南部でやや多く推移しており、経年的に増加傾向が見られ、特に、1990年～2000年にかけての増加が顕著である。2000年以降は災害発生件数の増加率は低下したが、西寄りに進んでいた傾向が再び東寄りにシフトしてきている事も見て取れる。

台風による災害件数は、全体的に東部・南部でやや多く推移している。2000年以降に急激に増加している事が見て取れるが、図-3の経年変化のグラフを見ると、2005年からは減少している。日本海低気圧による災害件数は、1990年頃までは東部・南部（図-5、図-6より主に南部）でやや多かったが、それ以降は東西で概ね同程度の発生割合となっている。ただし、図-3の経年変化でも示したように、近年は急激に減少し、日本海低気圧が原因による災害は、ほとんど発生していない。停滞前線による災害件数は、概ね東西で同程度の割合で推移していたが、2000年頃からは東部・南部で多く発生するようにシフトしてきている事がわかる。また、1990

年頃から、増加傾向が続いている。その他の低気圧による災害は、1990年頃までは、ほとんど発生していなかったが、それ以降、東側を中心に災害発生の要因となっている。なお、近年では西側にシフトしてきている事がわかる。

### 6. まとめ

(1) 北海道に降雨災害をもたらす主要な気象要因は台風と日本海低気圧であったが、近年では、日本海低気圧の割合が大きく減少し、停滞前線やその他の低気圧等による災害件数が増加してきており、降雨災害の気象要因に変化が見られる。また、これまでの研究成果と同様に、台風の影響が大きくなってきている事も伺える。

(2) 各振興局の全災害件数を見ると、南部地域が最も多く、次いで、東部地域が多くなっている。また、各振興局の面積率を考慮した場合でも、南部地域で多い事が判明した。気象要因については、北海道東部の振興局では主に台風による災害が多い事や停滞前線、その他の低気圧による災害件数が東西の地域で反対の傾向を示す等、東西による差異が見られた。

(3) 北海道全体の降雨災害件数は、経年的に増加傾向が見られ、近年、再び東部・南部地域で多くなるように推移してきている。

### 7. 今後の課題

本研究で用いたデジタル台風の気象災害データベース内の被害規模は、被災面積や被害額等、1つの災害ごとに記載内容にばらつきがある。災害件数を整理する場合、災害の規模や程度も重要な評価指標のひとつであるため、これらの被害規模についてもより詳しく調査し、金額ベース等の統一的な評価を行う必要がある。

また、降雨災害の発生については、気象要因のほかに各地域の土地利用状況や河川の整備状況等が大きく関わってくるため、これらの評価方法について検討し、解析に含める必要がある。

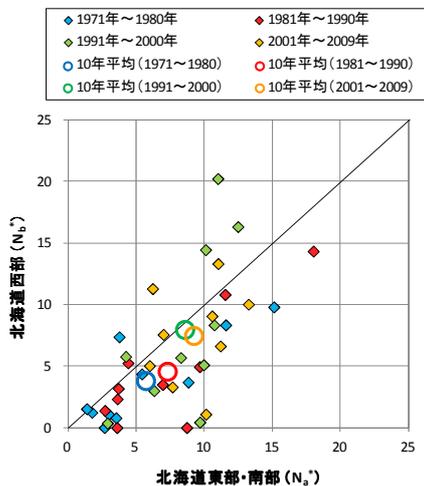


図-7 災害発生件数東西分布

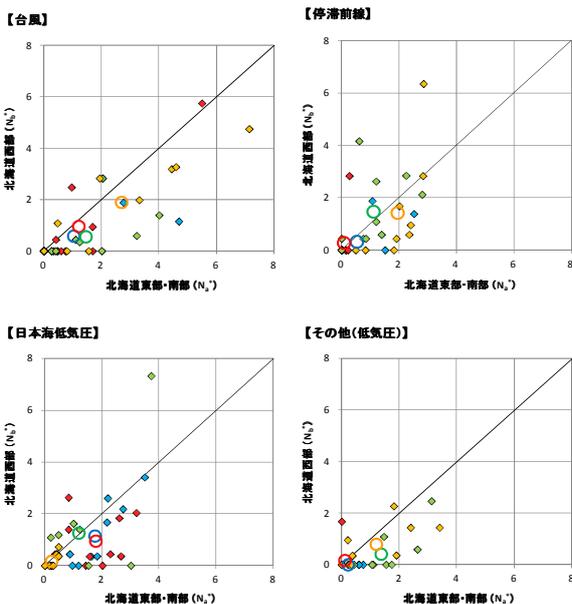


図-8 主気象要因別の災害発生件数東西分布

### 参考文献

- 1) 長岡宏樹, 長谷川和義, 山本太郎, 東海林勉: 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, 土木学会北海道支部論文報告集 第70号, 2014年2月
- 2) 長岡宏樹, 長谷川和義, 山本太郎, 東海林勉: 北海道の近年の降雨の東西傾向と洪水特性について, 土木学会平成26年度全国大会第69回年次学術講演会, 2014年9月
- 3) 山本太郎, 東海林勉, 長岡宏樹, 長谷川和義: 北海道の近年の降雨の東西傾向と洪水の発生要因について, 水文・水資源学会誌 第27巻 第4号, 2014年9月
- 4) (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
- 5) 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/>