

1990年から2010年の間に北海道で発生した線状降水帯の 天気図型による分類と気象特性

Atmospheric characteristics and the classification of meteorological maps of
Line-shaped rain bands generated over Hokkaido between 1990 and 2010

北海道大学大学院 工学院 ○学生員 佐々木潤 (Jun SASAKI)
北海道大学大学院 工学研究院 准教授 正会員 山田朋人 (Tomohito YAMADA)
(財) 日本気象協会北海道支社 防災対策室長 松岡直基 (Naoki MATUOKA)

1. はじめに

2010年8月23日から24日に北海道中部から中西部にかけて発生した線状降水帯による豪雨災害において(図-1(a)),札幌管区气象台による報告では1時間あたりの雨量としては53年ぶりの記録となる時間雨量42mmが記録された。全国的に見れば、時間雨量100mmを超えるような豪雨の事例は毎年複数報告されているが、年間降水量の少ない北海道にとって、これまで行われてきた治水対策の許容範囲を超える短時間強降雨は、今後の治水対策を考える上で極めて重要である。

代表的な線状降水帯の発生例としては2004年6月13日に観測された新潟福島豪雨(図-1, (b))や同年7月18日に観測された福井豪雨等が挙げられ、小倉(1991)¹⁾を修正及び加筆した吉崎・加藤(2007)²⁾によって1997年から2005年の9年間で14例が報告されているが、北海道における線状降水帯による豪雨災害は非常に少ないものと考えられていた。しかし、災害に至る降水量は地域によって様々であり、年間降水量の少ない北海道では相対的に少ない降雨量でも豪雨として位置づけられるため、本州において地名を冠とするほどの豪雨と比較することは困難である。実際に図-1のようなどちらも線状降水帯が豪雨災害を引き起こした事例を比較してみると、どちらも幅が狭く東西に長い線状の降水域を有し、かつ3時間以上ほとんど降水域が移動しない特徴が見られる。また、図-1(a)では3時間平均で時間雨量20~30mmであるのに対し、図-1(b)では7時間平均で時間雨量30~50mmというように、降雨強度の異なる線状降水帯であっても、豪雨災害につながるか否かは各地域の治水に対する許容量によって当然差が生じる。

Yamada et al, (2012)³⁾によれば、北海道において1990年から2010年の21年間の6月から8月の3ヶ月間において計147回の線状降水帯の発生が確認されており、1年間あたり平均約7回の発生数であったことが判明している。2010年は上記3ヶ月間で線状降水帯は21回発生しており、これは21年間平均の3倍もの数であった。また、北海道及び周辺海域における線状降水帯の発生数と気候場には明瞭な関係が存在しており、La-Niña年に該当される1994年と2007年も2010年に続く多発回数年であり、その数はそれぞれ12回と13回であった。一方、1991年、1993年、1998年は過少回数年であり、発生回数はそれぞれ1, 0, 3回であった。これら線状降水帯多発年と過

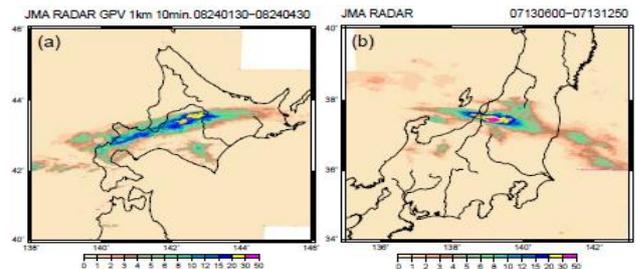


図-1: (a) 北海道豪雨の線状降水帯3時間平均図
(b) 新潟福島豪雨の線状降水帯7時間平均図

少年における夏の平均的な大規模気象場の特徴として、多発年は太平洋高気圧が西に張り出し、地表面気圧の平年に対する偏差が北海道付近を境に南側で正、北側で負であり、これらの年は日本海の海面水温が平年より高く、かつ日本海上から北海道にかけて西からの水蒸気供給量の平年偏差が正であった。これに対して、線状降水帯の過少年では全く逆の特徴が見られ、地表面気圧の平年偏差は北海道を境に南側で負、北側で正であった。さらには、日本海海面水温は平年に対して負の偏差であり、日本海から北海道にかけての西からの水蒸気供給量は少ないという特徴を有していた。

本研究の目的は、Yamada et al, (2012)³⁾で示されている過去に北海道及び周辺海域で発生した147回の線状降水帯を対象に、それらが発生した時点における気象場の特定と、それらの時空間特性を明らかにすることである。本論文では、特に、気象擾乱の種類によって分類された天気図型による、線状降水帯の分類と、その気象特性についての議論を行う。2章では本研究における線状降水帯の定義と天気図型の説明を行い、3章では各降水帯が発生した時点における気象場を分類し、まとめを4章に記す。

2. 北海道における線状降水帯の定義と天気図型

2.1 線状降水帯の定義

小倉(1991)¹⁾などによって報告されている線状降水帯の特徴は次の3つである。

- (i) 長さが100~200km程度
- (ii) 幅が10~30km程度
- (iii) 降水域が少なくとも3時間はほとんど移動していない

しかし、これらの特徴は年に 1~2 ケースしか報告されない、地名を冠とする程の豪雨が基準であるため、線状降水帯という現象の特徴を決定するものではない、従って、本研究では北海道で発生する線状降水帯を次の定義に基づいて抽出、解析を行う。

- (i) 発現から消失まで 2 時間以上滞在する
- (ii) ピーク時刻における降雨強度が 20mm/hr 以上である
- (iii) 線状の形（長さ・幅は不定）を有する
- (iv) 一地域に留まる、もしくはゆっくり移動する降水帯である

2.2 使用する天気図型の説明

1 章でも述べたように、北海道において線状降水帯が発生しやすい年の大規模場の特性として、平年より海面水温または地表面気温が高く、気圧偏差が北海道を境に南側で正の値、北側で負の値を示している。また、北海道への水蒸気供給量が非常に多いことも特徴と言える。しかし、これらの特性は北海道の夏の気象場について述べた特性であり、線状降水帯が個別に出現する際の気象特性を示している訳ではない。

では、個別に線状降水帯が発生する際に、どのような気象特性を有しているのか。表-1、図-2、に示す天気図型の分類を用いて、どのような場合に線状降水帯が発生しているのかについて明らかにする。

表-1: 各擾乱の型とその経路の説明

経路の説明	
L1(1) 低気圧が日本海西部から東北東進、東北地方の中部・北部を通る	L9(9) 低気圧が三陸沖を北東進
L2(2) 低気圧が日本海西部から東進、津軽海峡を通る	L12(12) 低気圧が沿海州北部から南東進、本道中部を通る
L3(3) 低気圧が日本海中部から北東進、本道北部または宗谷海峡を通る	TR(黒星) 南北に伸びる気圧の谷が本道を通る
L4(4) 低気圧が日本海西部から北東または北北東に進んで、宗谷海峡を通る	F1(15) 南北に伸びる前線が本道を通る
L5(5) 低気圧が日本海西部から北北東進、本道の西海上を経て間宮海峡に達する	F2(16) 南北に伸びる前線上の閉塞点の本道中部付近通過
L6(6) 低気圧が日本海中部から東進、津軽海峡を通る	F3(17) 前線が北から南下する
L7(7) 低気圧が日本海中部から東進、本道中部を横断	F4(18) 前線が本道に停滞する
L8(8) 低気圧が沿海州から東進、宗谷海峡を通る	T5(20) 台風が日本海を北東進、津軽海峡を通る
	T7(22) 台風が三陸沖を北東進
	T8(23) 台風が本州を北上、本道を横断する
	ILA1(24) 本道は高気圧の縁辺にあり、秋田沖に気圧の谷が伸びる（縁辺流のみ）
	ILA2(25) 本道は高気圧の縁辺にあり、秋田沖に気圧の谷が伸びる（本州付近に停滞前線を伴う）

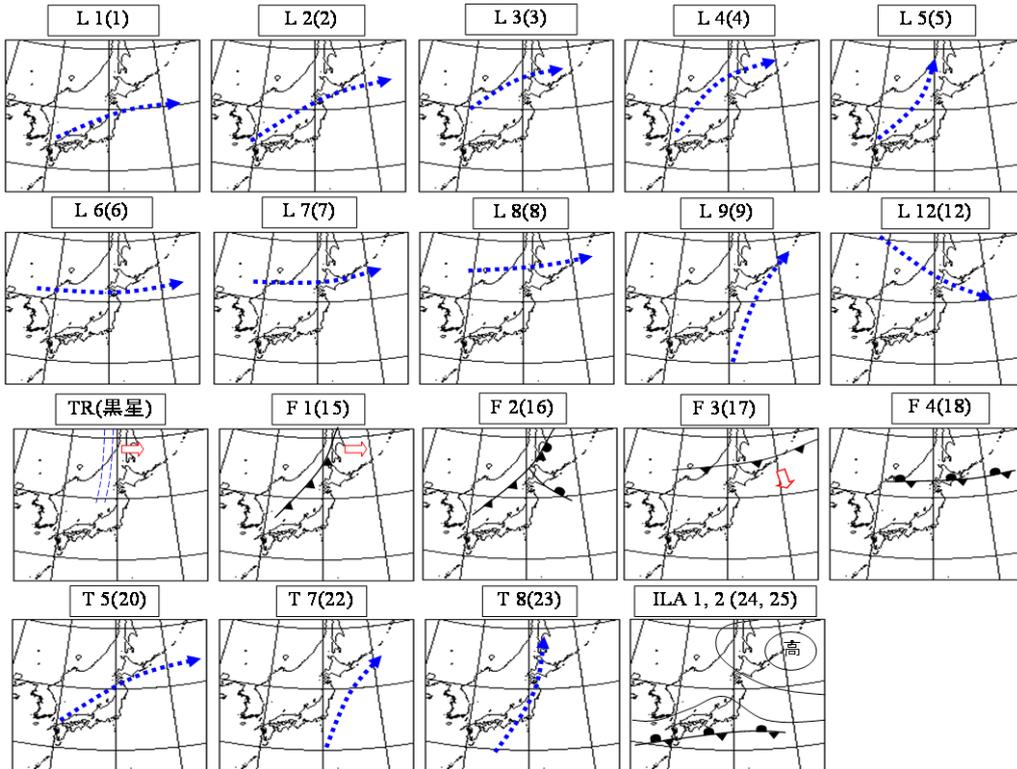


図-2: 北海道で観測された線状降水帯の天気図型の分類

3. 天気図型の分類と気象特性

図-3 は 1990 年から 2010 年に発生した 147 回の線状降水帯が 2 章の図-2 においてどの天気図型に分類されるかを示した図である。21 年間で最も多く線状降水帯が発生した天気図型は F4 型、つまり前線が北海道本道に停滞している場合である。次いで、L8 型、低気圧が沿海州から東へ進み、宗谷海峡を通過した場合である。しかし、21 年間で最も線状降水帯が多く発生した年である 2010 年は L3 型、低気圧が日本海中部から北東進して、北海道北部または宗谷海峡を通る場合と、L6 型、低気圧が日本海中部から東進して、津軽海峡を通る場合に多く発生している。このことから、線状降水帯が多く発生している年と、少ない発生回数の年では線状降水帯が発生しやすい気象場に違いがあることがわかる。

図-4 を見ると、L8 型や F4 型のように、発生回数の多い年や少ない年に関わらずどの年でも多く見られる天気図型と、L3 型、L6 型のように多発年でしか見られない天気図型や、F1 型、南北に伸びる前線が本道を通る場合と ILA2 型、本道は高気圧の縁辺にあり、秋田沖に気圧の谷が伸びる（本州付近に停滞前線を伴う）場合のような多発年に非常に多く見られる天気図型が存在することがわかる。これは過少年や平年には見られない特徴であり、1 章で述べたような大規模場の特徴とこれらの天気図型が観測された際、線状降水帯発生予測の可能性を高める

ための非常に重要な要素である。

次に、天気図型の分類には L 型、F 型、T 型のように、いくつかの気象擾乱によって種類が決められており、L 型は、低気圧が北海道、又はその周辺を通過した場合であり、F 型は、前線が北海道、又はその周辺で移動している場合、又は停滞している場合であり、T 型は、台風が北海道、又はその周辺を通過した場合とその他の場合である。そこで、発生した年に関わらず、天気図型の分類によって線状降水帯の発生位置がどのような特徴を示すのかについて図 5-7 を用いて示す。

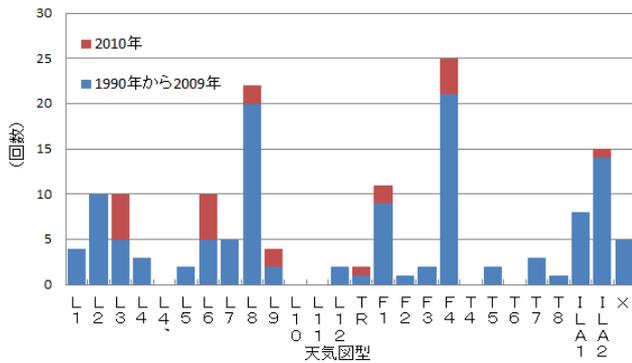


図-3：各天気図型の発生回数

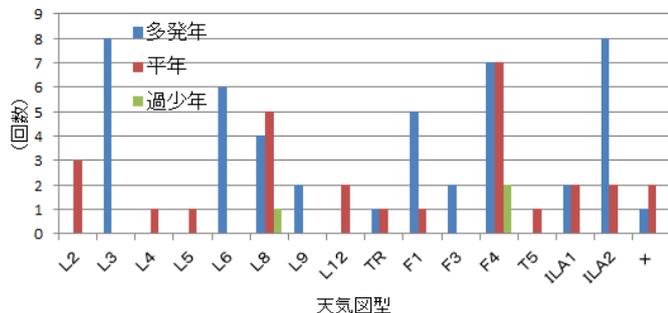


図-4：線状降水帯多発年、平年、過少年の天気図型による発生回数の比較

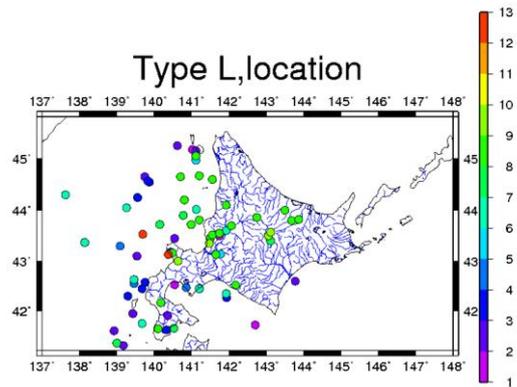


図-5：天気図 L 型線状降水帯の発生位置

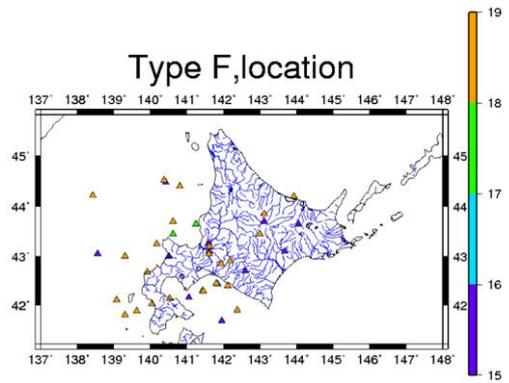


図-6：天気図 F 型線状降水帯の発生位置

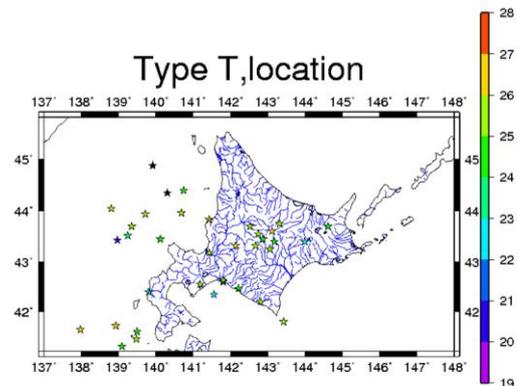


図-7：天気図 T 型とその他の天気図型線状降水帯の発生位置 (図中の黒星 TR 型)

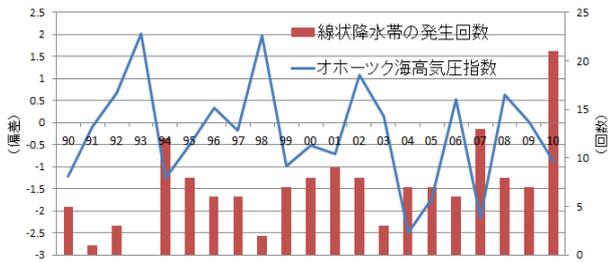


図-8：各年(横軸)の線状降水帯の発生回数(右縦軸)とオホーツク海高気圧指数偏差(左縦軸) (1990年から2010年、6月から8月、オホーツク海周辺の気圧値とその領域の21年間平均値との偏差)の関係

図 5-7 のカラーバーに表示されている番号は 2 章の表-1 に示した各天気図型に対応している。図 5-7 を比較すると、図-5 から L 型の線状降水帯の発生が非常に多いことがわかる。つまり、北海道における線状降水帯は、低気圧が北海道周辺を通過する場合に最も発生しやすいということが言える。また、L 型の中で最も発生回数が多い L8 型は、北海道北西部に非常に密集して発生しているという特徴が見られ、全体的にも、日本海側における線状降水帯の発生が多いことがわかる。次に、図-6 の F 型の線状降水帯は、F4 型が、全ての F 型に対して 62%以上の発生回数を占め、他の天気図型を含めても、最も多く発生している天気図型である。特に、F4 型の線状降水帯の発生位置は、他の天気図型の発生位置に比べ、ばらつきが少なく、ほぼ直線状の領域に集中して発生していることが明瞭である。次に、図-7 の T 型線状降水帯では、多発年に多く見られる ILA2 型の線状降水帯が北海道中部に集中して発生していることが見て取れる。多発年に見られる大規模場の特徴として、北海道を境目に北側と南側で気圧偏差が真逆になることが挙げられる。その指標の一つであるオホーツク海高気圧指数を示した図-8 は線状降水帯が多く発生している年では負の値を示し、少ない発生回数の年では正の値を示していることが明確である。また、線状降水帯の発生回数に対して、オホーツク海高気圧指数偏差の値が、特に、多発年において負の値を示していることも特徴の一つである。つまり、ILA2 型では、高気圧偏差と低気圧偏差の境目が北海道付近に存在する際に、発生しやすいことが特徴である。

4. まとめ

これまで述べてきたことから、本研究で得られた北

海道における線状降水帯の天気図型による分類と、その気象特性について言えることは以下の通りである。

- ・最も線状降水帯が発生しやすい天気図型は F4 型、前線が本道に停滞する場合であり、次に、L8 型、低気圧が沿海州から東進して、宗谷海峡を通る場合である。
- ・線状降水帯の多発年は L3 型、L6 型、F1 型、ILA2 型の気象場からの発生が多い。
- ・L 型、つまり低気圧が北海道周辺を通過する際に、線状降水帯が最も発生しやすいという特徴を有する。
- ・L9 型を除けば、他の L 型は全て日本海側から北海道に向かう低気圧となっているが、線状降水帯の発生位置が日本海側に集中している。
- ・F 型の線状降水帯は前線に伴って発生しているため、発生位置にばらつきが少なく、前線付近で発生しやすいという特徴を有する。
- ・ILA2 型の線状降水帯は、多発年に見られる大規模場の特徴をよく示しており、多発年において発生しやすいという特徴を有する。

謝辞

本研究は CREST 持続可能な水利用を実現する革新的な技術システムと、同様に RECCA の成果の一部である。

参考文献

- 1) Ogura : Analyses and mechanisms of intense precipitation, 1991
- 2) 吉崎・加藤 : 豪雨・豪雪の気象学, 2007
- 3) Yamada : Climatology of Line-shaped Rain Bands over Northern Japan in Boreal Summer between 1990 and 2010, 2012
- 4) Kato : Statistical Study of Band-Shaped Rainfall Systems, the Koshikijima and Nagasaki Lines, Observed around Kyushu Island, Japan, 2005
- 5) Kato : Structure of the band-shaped precipitation system inducing the heavy rainfall observed over northern Kyusyu, Japan on 29 June 1999, 2006
- 6) Kato and Goda : Formation and maintenance processes of a stationary band-shaped heavy rainfall observed in Niigata on 4 August 1998, 2001
- 7) Doswell, : Flash Flood Forecasting : An Ingredients-Based Methodology, 1996
- 8) Shimada and Kawamura : Summertime gap winds of the Soya Strait induced by the developed Okhotsk high, 2011
- 9) 気象庁 HP : <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- 10) 日本気象協会 HP : <http://www.jwa.or.jp/>