
 報 告

後志地方の強風特性調査と自治体支援について

鳥山 暁人*・小谷野 陽介**・榎本 弘***

要 旨

2017年4月18日、北海道では発達した低気圧の接近により、各地で20m/sを超える非常に強い風が吹き、重軽傷者14名、住家・非住家被害319棟に加え、多数の農業施設被害が発生した。特に後志地方では、アメダス真狩で統計開始以来1位となる最大瞬間風速42.2m/sを観測するなどし、住家や農業施設などに多数の被害が発生した。

この災害の後、札幌管区気象台は後志町村会から、特に重大な災害が発生するおそれがある場合には「きめ細かな情報の発信」を行うよう要望書の提出を受けた。札幌管区気象台では、集中的な強風調査に取り組み、アメダスの統計調査を元に後志地方の強風パターンを確認するとともに、各代表事例についてJMANHMを用いて1km～0.5kmまでダウンスケージングした再現実験等を行った。その結果、強風パターンごとの強風域の面的な分布とそれぞれの地域における「おろし風」や「地峡風」といった強風メカニズムが明らかになった。

この調査結果を「強風特性資料」としてまとめ、後志町村会と後志地方の防災担当者へ直接説明することで、地域防災支援強化や首長及び防災担当者との顔の見える関係の構築に繋げた。

1. はじめに

2017年4月18日に発達した低気圧により後志地方で多数の暴風被害が発生した。この災害の後、後志地方の町村長で組織される後志町村会から、特に重大な災害が発生するおそれがある場合には「きめ細かな情報の発信」を行うよう要望を受けた。

札幌管区気象台では、これに応えるべく、統計的調査と客観解析データやJMANHMを用いた詳細な事例解析を行い、さらにその結果を元に首長及び自治体へ地域の強風特性についての説明を実施した。

本稿では、第2章でこれまでに得られている局地風の知見を整理し、第3章で基礎調査として統

計調査を実施し風向ごとの強風パターンを整理した。第4章では、強風パターンごとに発生要因を把握するために行った客観解析やJMANHMを用いた事例解析について述べる。第5章で調査結果を元に実施した自治体支援対応について述べる。

2. 局地風についての知見

2.1 局地風の一般的な知見

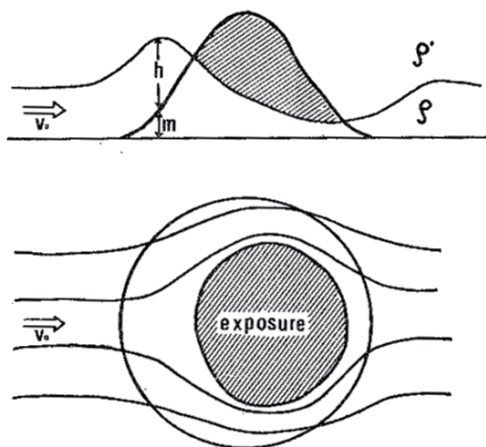
局地風のほとんどはおろし風、地峡風、迂回流によるものである。これらのメカニズムは荒川(2001)などにあるように、おろし風については、一定の厚みを持つ気温の逆転層が上空に存在し、その下端高度が山岳の標高よりも高かつ近いほど、また、フルード数が1に近いほどおろし風が

* 旭川地方気象台 ** 観測部観測課 *** 釧路地方気象台
(令和2年2月12日発行)

発生しやすい。地峡風や迂回流も、成層状態としては同様の場で発生しやすいと考えられている。

孤峰を回る流れについては、Arakawa (1973)によると、山頂より低い高度に境界面を持つ二層流体を考えると、孤峰を回る流れのモデル図は第1図ようになる。フルード数が小さいときほど山を迂回する効果は強く、強風域は山の縁よりも下流の境界面が最も下がった場所に形成される。一方、山体の上流側にはよどみ点が生じ、流速は小さくなり境界面が盛り上がる。山頂こそ越えていないが、二層流体の境界面が下流で大きく垂れ下がり、地上付近に強風域が形成されるという点では斜面のおろし風とも捉えられる。

また、内田 (2006-1, 2006-2) によると、境界面が山頂よりも高く、さらにフルード数がほぼ1に近い安定な成層での流れの場合では、山頂を越えて風下側の斜面に接地する流れ（山頂を通るおろし風）に加え、山体側面の斜面を上昇、下降しながら迂回するような3次元的な流れ（斜面を越えるおろし風）が加わると考えられている。



第1図 山頂よりも低い高度に境界面を持つ二層流体を考えるとときの弧峰を回る流れのモデル図 Arakawa (1973)

2.2 北海道の代表的な局地風

北海道の局地風は、羅臼と広尾のおろし風がよく知られている。それぞれ知床連峰と日高山脈による山岳波が要因で、山脈風下というおろし風にとっての好条件が整っている（義煎他, 2011, 西村他, 2011）。その他、利尻島から宗谷北部の海

域における南西風向の暴風は、孤峰である利尻山の迂回流が要因であることが示されている（細野他, 2013, 大嶋他, 2012）。また、深川の南東風向の暴風は、狩勝峠を抜ける地峡風とイルムケップ山によるおろし風が要因であることが過去の調査で分かっている（川村他, 2013）。

2.3 後志地方の局地風

後志地方の細分区と市町村を第2図、地形とアメダス配置を第3図に示す。



第2図 後志地方の細分区と市町村
色分けした区域が市町村等をまとめた地域を表し、点線囲みがその名称



第3図 後志地方の地形とアメダス配置（国土地理院の色別標高図に地点名等を追記して掲載）

後志地方は日本海に面し、内陸は孤峰の羊蹄山(1898m)の他、複数の山塊があり平地はこれらの山塊の麓を流れる川沿いに地峡状に存在する。

後志地方には「寿都だし風」と呼ばれる寿都

周辺での南東風向の局地風があり、観測的な知見から地峡風であると推察されているが（佐川，2004）、「寿都だし風」が常に地峡風によるのかは明らかではない。倶知安の南東風向の暴風も、羊蹄山の迂回流又はおろし風が要因と推察されているが結論には至っていない（加藤他，2008）。

後志地方では上記以外の強風調査は少ない。その理由としては、アメダスで倶知安、寿都以外に暴風が観測される地点が少ないこと、また、山岳や地峡が混在する複雑な地形の影響を3次元的に評価する手法がこれまでなかったことが挙げられる。

そのため、今回の調査ではアメダスによる統計調査の他に、地形を詳細に再現した数値モデル

を用いてアメダスでは捉えられない強風域を把握し、その発生要因も明らかにすることを目指した。

3. 統計的調査

まず、後志地方の強風特性を再確認する目的で、アメダスにおける最大風速、最大瞬間風速の出現頻度や突風率の調査を行った。

統計期間は、最大瞬間風速の観測が開始された2008年11月から2017年4月までとした。

3.1 後志地方の強風の統計的な特徴

アメダス風感部の諸元を第1表に示す。倶知安の設置高が30.8mと高いことに留意する。

第2表に日最大風速10m/s以上の風向別回数を示す。

これによると海岸部の神恵内、共和、寿都で西から北北西の強風が多く、寿都では南南東の強風も多い。内陸の倶知安でも東南東、南南西、西北西の3風向で強風が多いことがわかる。

第3表に日最大瞬間風速の風向別回数を示す。第2表に見られる強風出現傾向と類似するが、平均風速で強風出現数が少ない真狩でも30m/sを超える事例があるなど、瞬間風速特有の強風特性も見られる。

第1表 アメダスの風感部の諸元

市町村等をまとめた地域	観測所名	海面上の高さ(m)	風向風速計の設置高(m)
後志北部	小樽	25	13.6
	余市	20	10
	美国	75	10
後志西部	神恵内	50	10
	共和	15	10
	蘭越	39	8
	寿都	33	17.6
	黒松内	27	10
羊蹄山麓	倶知安	176	30.8
	真狩	440	10
	喜茂別	264	10

第2表 日最大風速10m/s以上の風向別回数 赤背景は100回以上 黄背景は30回以上100回未満

風向	全地点	後志北部			後志西部					羊蹄山麓		
		小樽	余市	美国	神恵内	共和	蘭越	寿都	黒松内	倶知安	真狩	喜茂別
N	41	2	15	0	0	3	0	12	0	9	2	0
NNE	10	5	5	0	0	3	0	2	0	0	0	0
NE	16	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	61	31	0	0	2	15	0	0	0	44	0	0
ESE	90	1	0	0	5	11	0	1	1	52	20	0
SE	97	0	0	0	13	5	0	33	3	16	27	0
SSE	349	0	0	0	0	11	0	309	1	10	18	0
S	59	1	10	0	0	9	0	20	0	16	4	0
SSW	204	1	46	26	1	11	3	0	0	117	0	0
SW	129	35	15	48	8	0	1	0	0	57	0	0
WSW	67	55	0	2	5	5	2	2	0	45	0	6
W	494	18	0	0	389	52	3	0	0	37	0	13
WNW	665	1	1	0	196	341	0	9	4	112	0	2
NW	289	2	0	0	19	137	0	104	7	21	1	0
NNW	199	1	1	0	0	7	0	184	1	6	0	0
全風向	2770	153	93	76	638	626	9	676	17	542	72	21

第3表 日最大瞬間風速の階級・風向別回数 25m/s 以上は黄背景, 30m/s 以上は赤背景としている。

風向	後志北部									羊蹄山麓								
	小樽			余市			美国			俱知安			真狩			喜茂別		
	20	25	30	20	25	30	20	25	30	20	25	30	20	25	30	20	25	30
N	3	0	0	5	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
NNE	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	12	3	0	1	0	0	0	0	0
ESE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	6	1	0	1	1	0
SE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	18	7	2	22	6	1	0	0	0
SSE	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10	6	3	13	1	1	0	0	0
S	1	0	0	4	1	0	0	0	0	4	3	0	4	1	1	1	1	0
SSW	4	1	1	15	2	0	19	2	0	18	1	0	1	0	0	1	0	0
SW	13	2	0	6	0	0	19	3	0	14	0	0	0	0	0	1	0	0
WSW	30	1	0	0	0	0	5	1	0	15	4	0	0	0	0	2	0	0
W	10	0	0	3	0	0	2	0	0	18	3	1	1	0	0	13	1	0
WNW	8	0	0	2	1	1	0	0	0	24	3	1	3	0	0	3	0	0
NW	1	1	0	2	0	0	0	0	0	5	1	0	2	0	0	1	0	0
NNW	1	0	0	2	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
全風向	76	5	1	41	5	1	46	6	0	156	32	7	54	9	3	23	3	0

風向	後志西部														
	神恵内			共和			蘭越			寿都			黒松内		
	20	25	30	20	25	30	20	25	30	20	25	30	20	25	30
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
NNE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	5	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESE	11	3	0	5	1	1	0	0	0	0	0	0	3	1	0
SE	4	1	0	6	2	0	0	0	0	27	6	1	2	0	0
SSE	3	0	0	8	1	0	0	0	0	81	14	3	1	0	0
S	0	0	0	8	2	1	0	0	0	13	1	0	0	0	0
SSW	0	0	0	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
SW	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
WSW	8	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
W	141	26	5	22	3	0	2	1	0	7	0	0	0	0	0
WNW	15	0	0	55	5	1	0	0	0	12	1	0	3	0	0
NW	5	0	0	21	0	0	0	0	0	40	5	2	3	1	0
NNW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	5	1	4	0	0
全風向	194	31	5	138	15	3	8	1	0	244	33	7	16	2	0

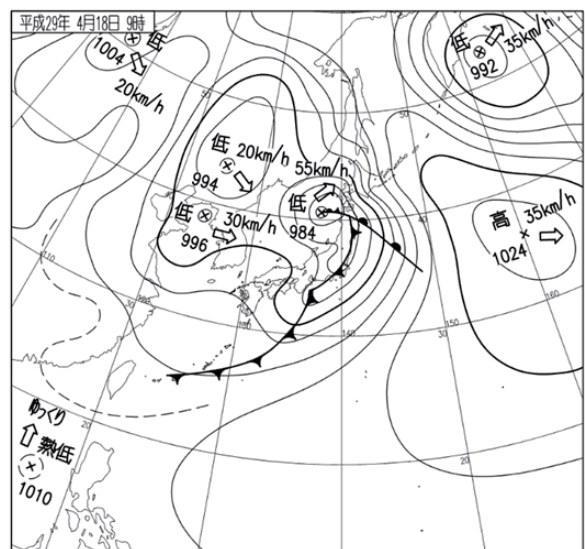
3.2 強風をもたらす気圧配置について

後志地方の強風時の気圧配置を, 暴風警報基準である最大風速 18m/s 以上と最大瞬間風速 25m/s 以上を観測した日を元に 3 パターンに分類した。

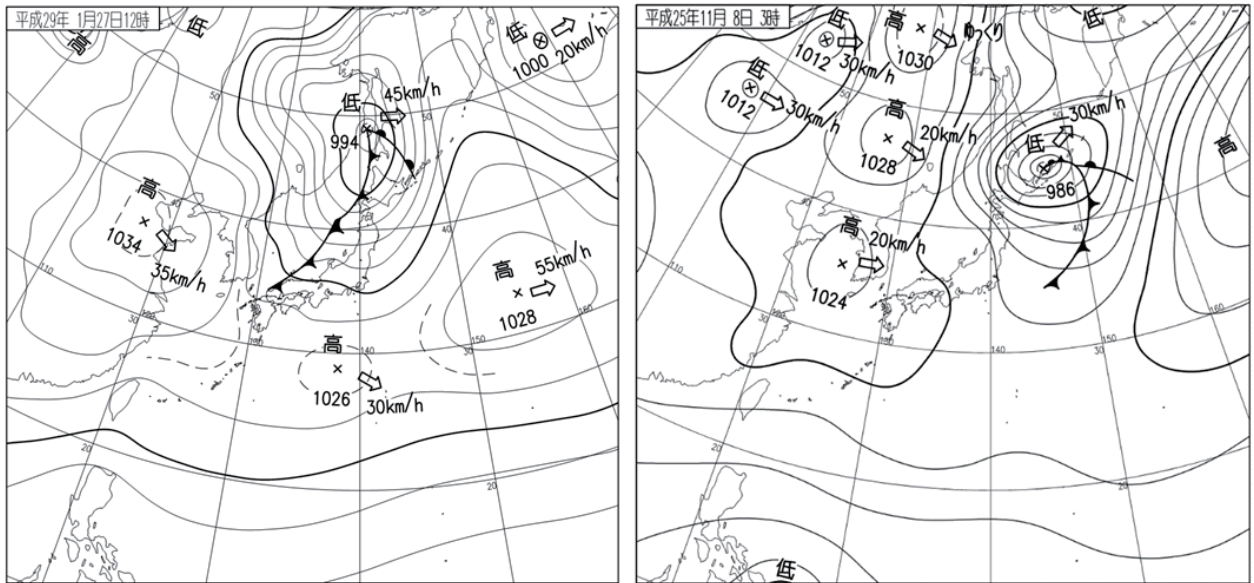
(1) 高気圧後面と低気圧前面の間での強風

ア. 南東風パターン

北海道の東側に高気圧があり, 低気圧が日本海を沿海州や宗谷方面に進む又は日本海中部付近から北海道に接近し気圧傾度が大きくなる場合に俱知安, 神恵内, 寿都, 共和の他, 内陸の真狩, 黒松内でも東から南南東の風が強まる。代表的な天気図を第4図に示す。



第4図 強風パターンの代表的地上天気図
南東風パターン 2017年4月18日9時



第5図 強風パターンの代表的地上天気図

左図：南西風パターン 2017年1月27日12時 右図：北西風パターン 2013年11月8日3時

(2) 発達した低気圧通過又は後面での強風

ア. 南西風パターン

宗谷海峡やオホーツク海など、北海道の北側に発達した低気圧の中心がある場合に南南西から西南西の風が強まる。その後、強い冬型の気圧配置でも強風となる。神恵内、倶知安で強風となる他、小樽、余市、美国で強い最大瞬間風速が観測される事例もこれに含まれる。代表的な天気図を第5図左に示す。

イ. 北西風パターン

オホーツク海や北海道の東側に発達した低気圧がある場合に西から北北西の風が強まる。神恵内、倶知安、寿都、共和で強風となる他、小樽、余市、黒松内で強い最大瞬間風速が観測される事例もこれに含まれる。代表的な天気図を第5図右に示す。

べる。

4.1.1 事例解析 (2017年4月18日)

4.1.1.1 事例概要

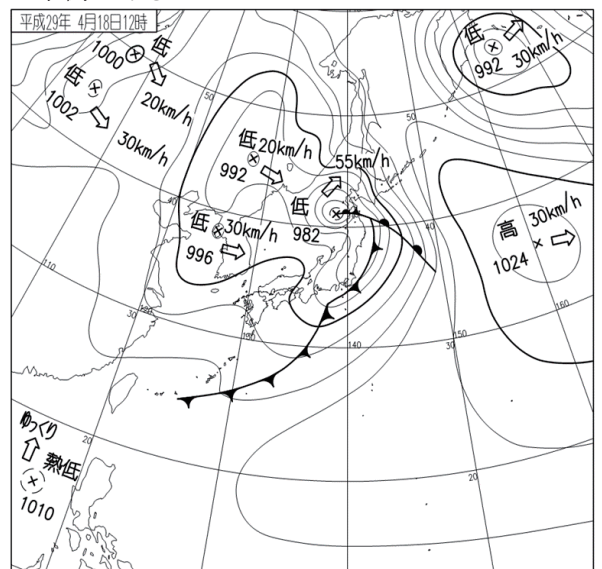
第6図に2017年4月18日12時の地上天気図を示す。前線を伴った低気圧が日本海を北東進し北海道付近は日本の東に位置する高気圧との間で気圧傾度が大きくなり南東風が強まった。暴風により59棟の住家被害や多くの農業施設被害が生じた後志地方の後志町村会から「情報のきめ細やかな発信」の要望書が提出される切っ掛けとなった事例である。

4. 事例調査

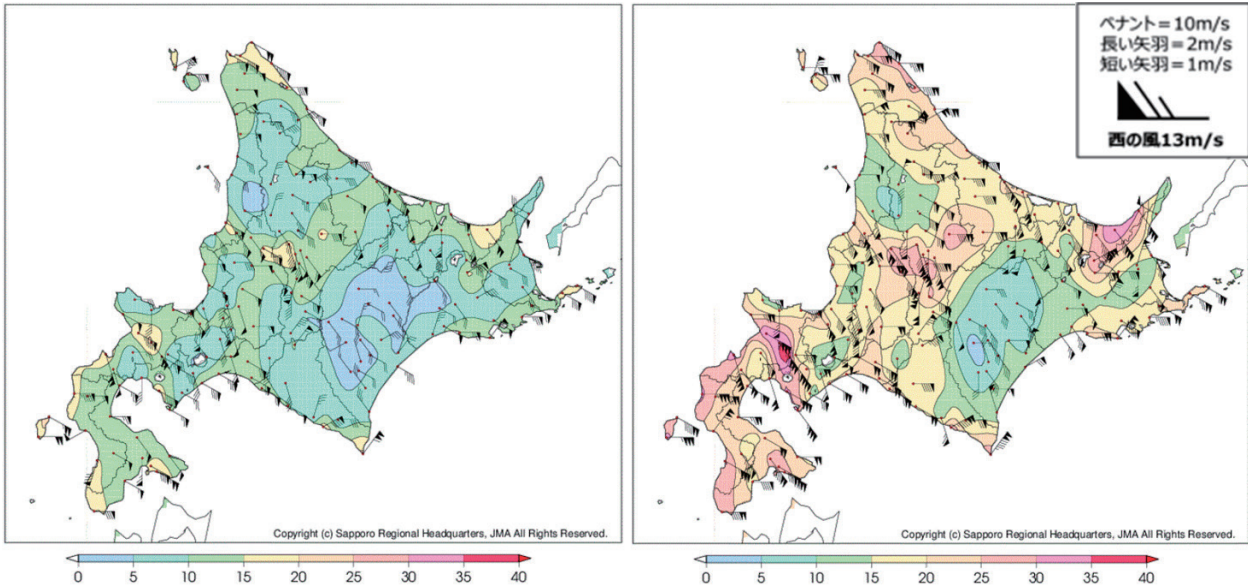
各強風パターンの代表的な事例について、客観解析やJMANHMを用いて事例解析を行った。

4.1 南東風の強風

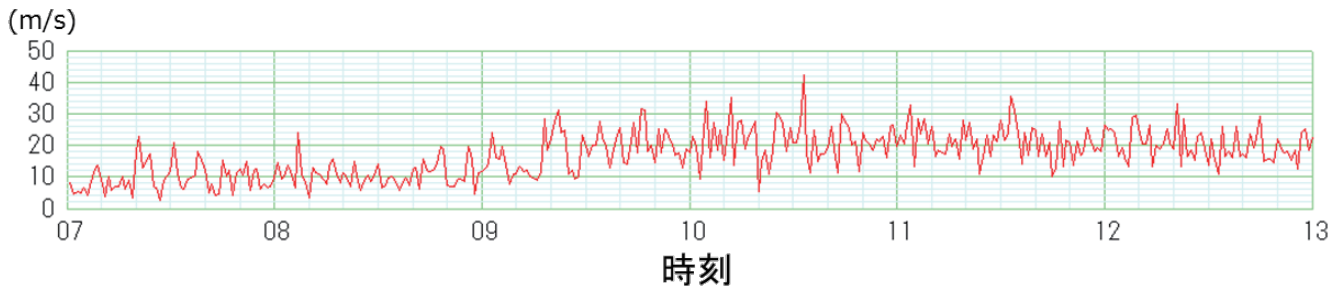
後志地方の南東強風は寿都(第2.3節で紹介した寿都だし風)と倶知安での発現が既知だが、2017年4月18日に発達した低気圧により真狩で42.2m/sの最大瞬間風速を観測したように、地域内には条件次第で強風が発生する地域が存在すると推測される。次項で同日の事例調査の結果を述



第6図 2017年4月18日12時の地上天気図



第7図 2017年4月18日の日最大風速分布（左図）と日最大瞬間風速分布（右図）



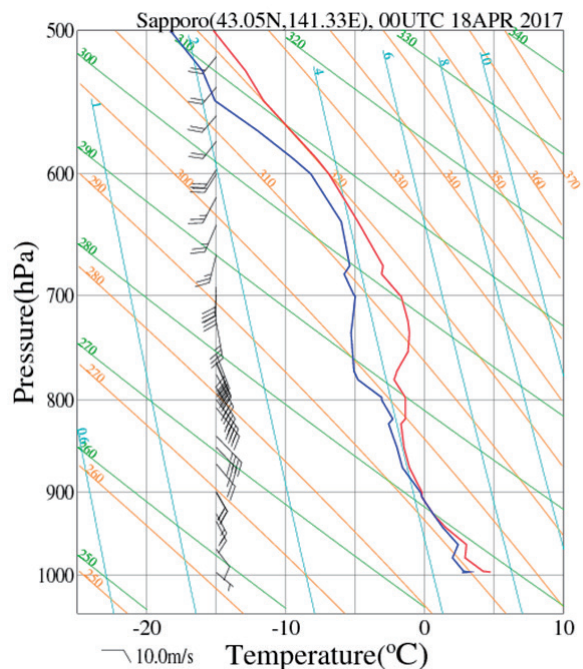
第8図 2017年4月18日の真狩の前1分間最大瞬間風速（07時～13時）

4.1.1.2 観測値

第7図に18日の日最大風速と日最大瞬間風速の分布を示す。後志地方での最大風速は倶知安で南東20.9m, 寿都で南南東20.2m/s, 最大瞬間風速は真狩で42.2m/sだった。第8図に真狩の前1分間最大瞬間風速を示す。

18日9時の札幌のエマグラムを第9図に示す。

900hPa から700hPa にかけて安定層が存在し、安定層下端の風速はおおよそ20m/s, 850hPa では31.9m/s を観測し下層は強い風が吹いている。この安定層は、日本海中部の低気圧の温暖前線面と解析される。また、フルード数を計算すると0.84となり、後志地方では札幌との距離（50km程度）を考慮してもおろし風等の発生には好都合な成層状態だったと言える。



第9図 2017年4月18日9時の札幌のエマグラム

4.1.1.3 JMANHM を用いた強風要因の考察

最も強い最大瞬間風速を観測した真狩の風上には尻別岳（1107m）がありこの山が強風の要因になっていることが推察される。

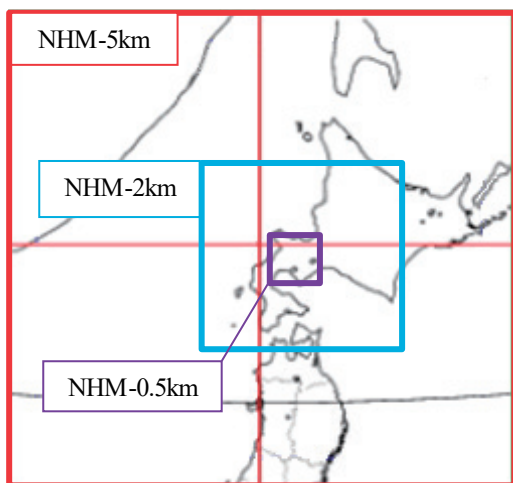
JMANHM を用いた再現実験は、尻別岳等の孤立する山岳の影響が評価できるように解像度を500m メッシュまで上げるとともに、羊蹄山・ニセコ連峰・尻別岳・貫気別山の標高も標準では現実より低いことから、現実によく高くして行った。

MSM ルーチンデータを初期値、境界値として5km, 2km, 0.5km とダウンスケーリングを行った。第4表に実験設定、第10図に各実験の計算範囲を示す。

各観測点の強風ピークは10時から11時の間であったことから、このデータとアメダス実況を比較してモデルの再現性を確認した。強風域のわずかな位置ズレはあるがおおむね地上風を再現できていたことから、再現結果をもとにメカニズムの考察を進める。

第4表 JMANHM による各実験の計算設定

	NHM-5km	NHM-2km	NHM-0.5km
初期値・境界値	MSMルーチン	NHM-5km	NHM-2km
格子間隔	5km	2km	0.5km
水平格子数	200×200	200×200	200×200
中心座標	N43/E140	N42.8/E141	N42.8/E140.8
初期時刻	2017/04/17/15UTC	2017/04/17/18UTC	2017/04/17/21UTC
予報時間	15h	12h	9h

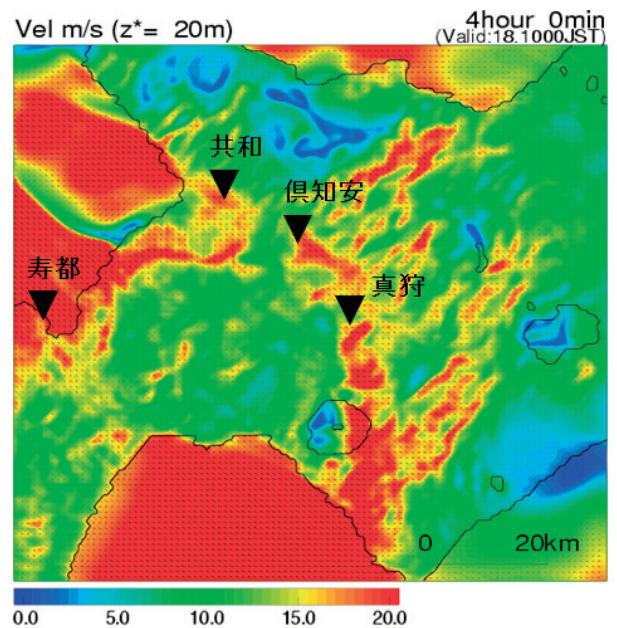


第10図 JMANHM による各実験の計算範囲
赤枠がNHM-5km 水色枠がNHM-2km
紫枠がNHM-0.5km

4.1.1.4 各地域の強風メカニズム

強風地域は第11図によると面的に大きく広がるのではなく山地周辺部に散在する。強風が計算されている平地（標高が低く道路や集落がある領域）を中心に、地域を6つに分けて強風メカニズムを調査した。そのうち3つの地域の結果を以下に記述する。

記述地域と考察で示す断面解析位置を第12図の925hPaの風速分布に重ねて示す。



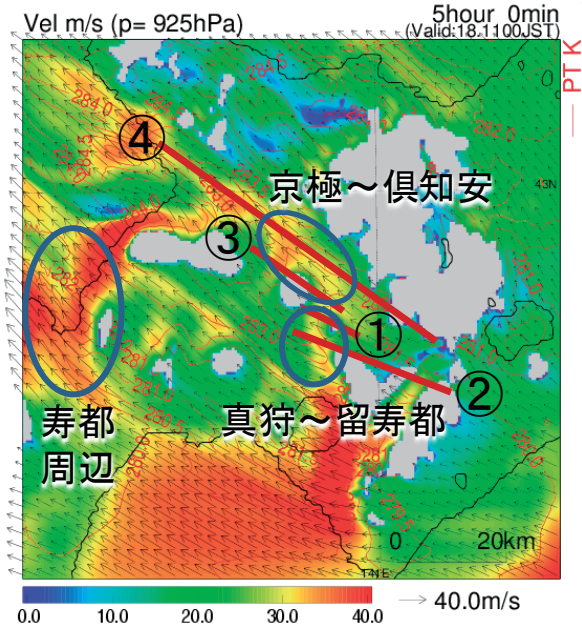
第11図 JMANHM で再現した18日10時の20m高度の風速分布

▼は強風を観測したアメダスの位置

(1) 真狩～留寿都にかけての地域

真狩アメダス周辺の強風について確認する。第12図①断面の鉛直流と風速を第13図に示す。尻別岳風下での下降流や強風域と温位面の垂れ下がりが明瞭でおろし風であると推測される。流跡線解析の結果（図略）からは山岳を迂回するような動きはみられなかった。

次に真狩村の南の留寿都村市街地から洞爺湖町方面にかけての強風について確認する。第12図②断面の鉛直流と風速を第14図に示す。図の最も左側の山が貫気別山で最も右の山がオロフレ山系である。貫気別山の風下側にはおろし風の明瞭な特徴が現れており20m/sを超える風が地上付近まで降りている。



第12図 18日11時の925hPaの風速分布と断面解析位置
実線は温位(K) ○数字の線分が断面解析位置

オロフレ山系の風下で強くおろした後に再び貫気別山付近でおろしているように見えるが、オロフレ山系でのおろしが留寿都付近の強風にどれだけ寄与しているかは未調査である。

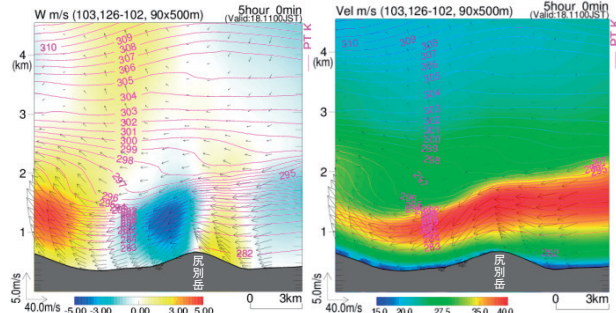
(2) 京極～倶知安にかけての地域

当該地域の強風域はおおむね地峡部に対応する。

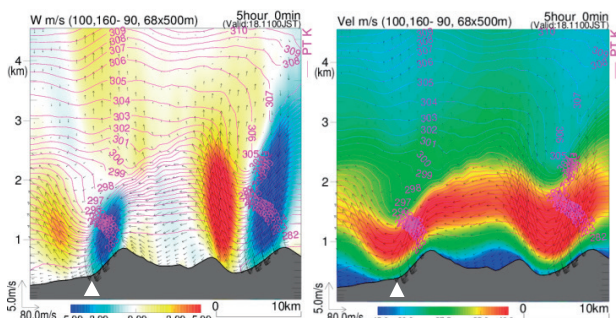
第12図③断面の鉛直分布と風速分布を第15図に示す。この断面では羊蹄山の北東斜面を乗り越えながらおろす流れが確認でき、風下では強風域が地上に達していることがわかる。しかし、斜面越えのおろしが影響するのは風下側の山麓の一部の領域であり、地峡部全体に広がる強風をこの要因だけでは説明できない。

他の要因を探るために③よりやや北側の④の断面を見た(第16図)。右端の中山峠の南方の山地でおろした後、明瞭な上昇流や下降流を伴わないが、等温位面は緩やかに下降している。

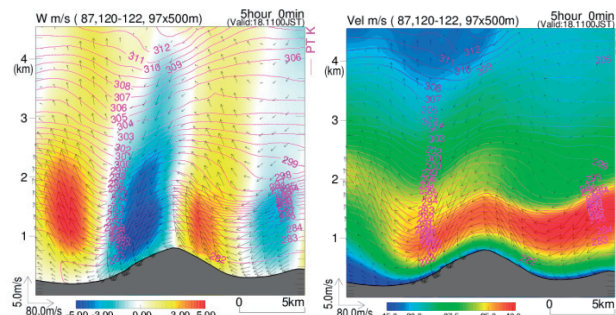
2つの断面から、羊蹄山の北東斜面を乗り越えておろす風と中山峠の南方の山地から吹き降りてきた流れの双方が関係している可能性がある。地峡風としての効果については、詳しく考察できていないが、地峡を抜ける倶知安の手前付近には弱



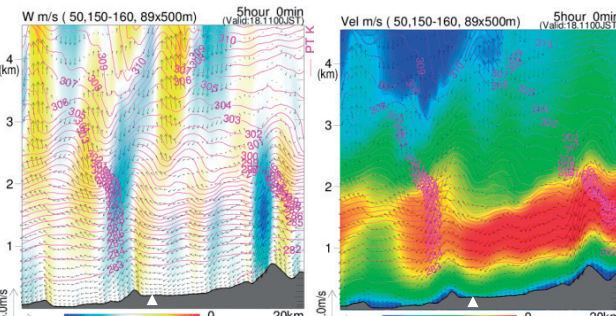
第13図 18日11時における第12図①断面の鉛直分布(左図)と風速分布(右図)
実線は温位(K)



第14図 18日11時における第12図②断面の鉛直分布(左図)と風速分布(右図)
実線は温位(K) △は留寿都のおおよその位置



第15図 18日11時における第12図③断面の鉛直分布(左図)と風速分布(右図)
実線は温位(K)



第16図 18日11時における第12図④断面の鉛直分布(左図)と風速分布(右図) 実線は温位(K)
△は倶知安の位置

い下降流が表現されており，断面では下層が発散領域となっている事（図略）から，弱いながら地峡風の効果も寄与している可能性がある。

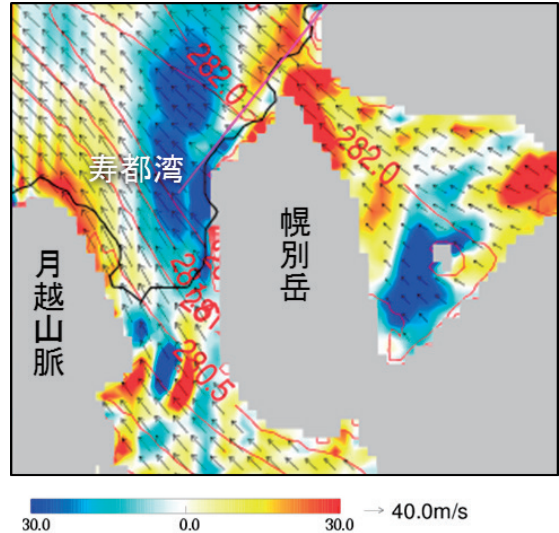
(3) 寿都周辺地域

寿都付近の南東強風は第 17 図の周辺地形から地峡風によるものか否かが注目されるが，地上から下層の等圧面図では水平発散が確認できず，第 18 図に示す 975hPa 面でも月越山脈東側と寿都湾西側は速度発散による発散域で，寿都湾東部は顕著な収束域となっている．地峡に平行な断面（図略）でも明瞭な温位面低下や下降流が見られないことから地峡風による強風とは言い難い。

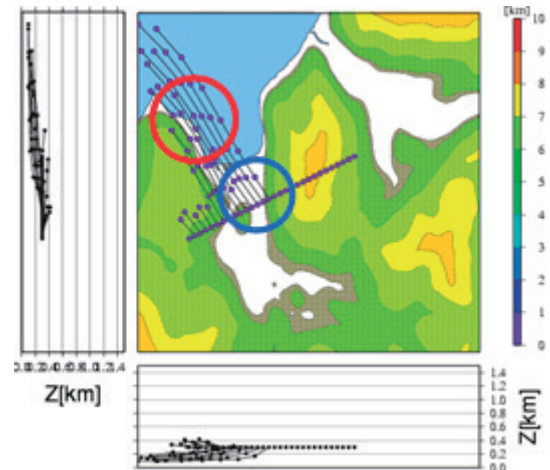
強風要因を明らかにするために，地峡内の複数の位置，高度からの前方流跡線解析を行った．第 19 図に 10 時に 300m 高度から粒子を放った結果を示す．赤丸付近で月越山脈を迂回する流れと寿都湾中央部を進んできた流れが合流しているのが特徴的で，この合流加速が寿都市街から弁慶岬付近の風速強化に寄与していると考えられる．また，青丸付近では粒子の下降が顕著である．さらに高い高度から粒子を放った結果からは，地峡の東側に位置する幌別岳（892m）を中心とする山地から寿都湾に「おろし的」に吹き降りる流れが確認できた（図略）。



第 17 図 寿都周辺の地形（国土地理院の色別標高図に地点名等を追記して掲載）



第 18 図 18 日 10 時における 975hPa の発散分布
暖色：発散 寒色：収束



第 19 図 18 日 10 時に黒松内から寿都にかけての地峡内 300m 高度から粒子を放った前方流跡線解析の結果 粒子を放った地点は流跡線の南東端

この結果は「寿都だし風」は地峡風ではないと結論付けるものではない．山本（2009）による数値実験や佐川（2004）の観測的調査からも地峡風要因の強風が示唆されており，荒川（2001）も過去の観測船やアメダスによる観測データから地峡風であるとの認識を示している。

今回のように幌別岳を中心とする山地からのおろしもこの地域の南東強風の一つの要因となる場合もあることがわかったことは成果の一つであろう。

4.1.2 南東流場における強風域分布のまとめ

2017年4月18日の事例が南東強風の発生地域を全てを網羅しているとは言えないが、「南東強風のモデルケース」として本事例を元に南東強風をもたらす環境場を以下にまとめる。

後志地方に南東強風をもたらす代表的な気圧配置は、北海道の東方に高気圧がある状況で日本海から北海道に低気圧が発達しながら接近してくる場合である。

気圧傾度が大きくなる中、低気圧の温暖前線面によって下層に安定層が形成される。この安定層により気層が2層流体に似た成層構造を成し、フルード数が1前後という条件を満たす場合におおし風や地峡風といった地形を要因とする局地風的な強風が発生する。

強風領域は羊蹄山麓と後志西部の各地域に分布するが、一つ一つの面的広がりは小さくなく、広範囲に散在する様相を呈する。

強風要因は、周辺山岳からのおおし風が主であるが、いくつかの要因が重なったことで強風となったと推察される地域も存在した。また、寿都付近の南東強風については、過去調査では地峡風が主要因とされているが(山本他, 2009)、今回の事例では地形を迂回する流れとおおし風の合流が関係していることが分かった。

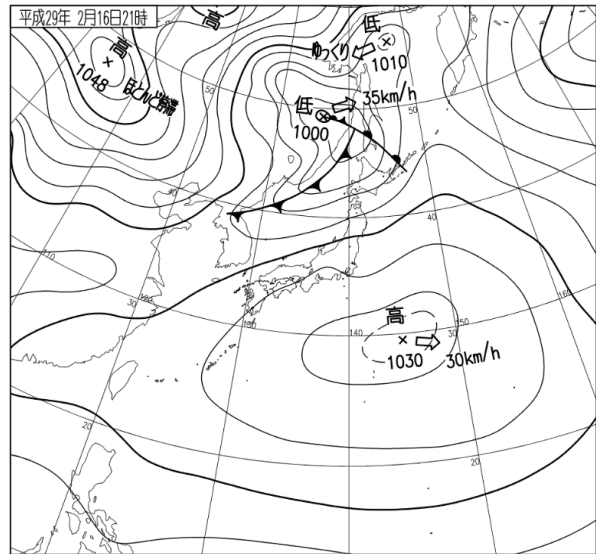
4.2 南西風の強風

第2表にあるように、後志地方の南南西～西南西の強風事例は、倶知安と後志北部(小樽, 余市, 美国)が多い。余市町や仁木町は後志地方の中でも強風によるビニールハウス被害が特に多い地域である(後志農業共済組合, 2006～2014)。本項では、最大風ガイダンスよりも強い強風が吹いた2017年2月16日の事例における倶知安付近と後志北部の解析結果を述べる。

4.2.1 事例解析(2017年2月16日)

4.2.1.1 事例概要

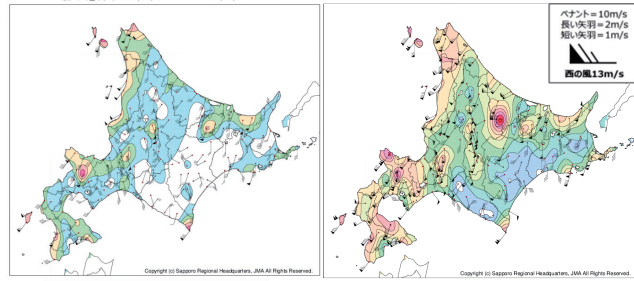
第20図に2017年2月16日21時の地上天気図を示す。北海道は沿海州の低気圧からのびる寒冷前線の前面で南寄りの風が吹きやすい状況であった。



第20図 2017年2月16日21時の地上天気図

4.2.1.2 観測値

日最大風速と日最大瞬間風速の分布を第21図に示す。倶知安では16日21時13分に最大風速15.3m/s, 21時08分に最大瞬間風速22.5m/sを観測した。後志北部の美国では17時47分に最大瞬間風速23.2m/sを記録した(第22図)。



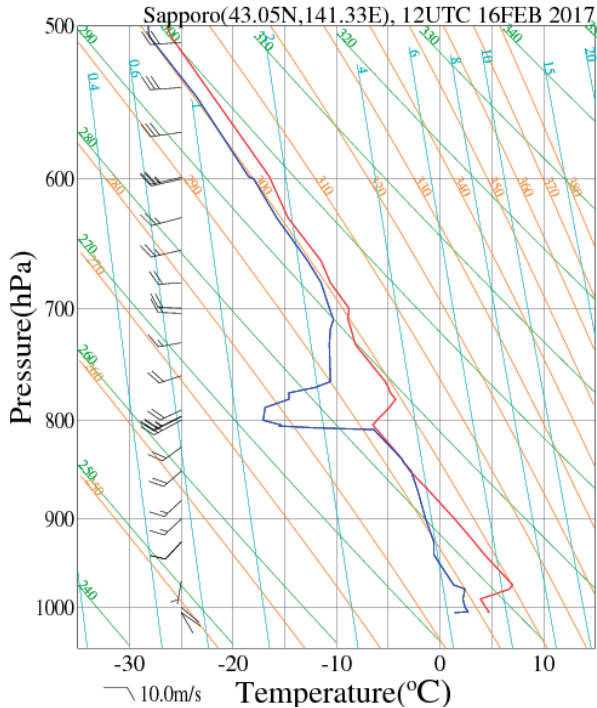
第21図 2017年2月16日の日最大風速(左図)と日最大瞬間風速(右図)の分布



第22図 2017年2月16日の前1分間最大瞬間風速(16時～22時)

上段: 倶知安 下段: 美国

第23図に16日21時の札幌におけるエマグラムを示す。地表付近と800hPa付近に明瞭な逆転層が存在する。800hPa付近の逆転層



第 23 図 2017 年 2 月 16 日 21 時の札幌のエマグラム

は、本州方面の高気圧の張り出し内で形成された沈降性の逆転層で下端付近では 25m/s の南西風が吹いている。フルード数は約 1.4 で、おろし風が発生しやすい環境場だった。

4.2.1.3 JMANHM を用いた強風要因の考察

MSM ルーチンデータを初期値、境界値として 1km 格子までダウンスケーリングを行った。第 5 表に実験設定、第 24 図に計算範囲を示す。

再現実験した 950hPa の風速分布 (第 25 図) では、羊蹄山とニセコアンヌプリ (1308m) を含む山地 (以下、ニセコ連峰) の間に周辺よりも風が強い領域が再現され、倶知安付近でも 15m/s 以上の風速となっている。アメダスの風速と比較するには 950hPa は高度約 300m と高度は高いが、倶知安周辺で強風となる傾向をおおむね再現できているものとみなして強風要因の調査を進めた。

4.2.1.4 各地域の強風メカニズム

4.2.1.4.1 倶知安付近

(1) 断面図による解析

羊蹄山とニセコ連峰の地峡が南南西走向で 950hPa の風向と一致することから、倶知安を通る南南西走向の断面 (第 25 図 AB 断面) を確認

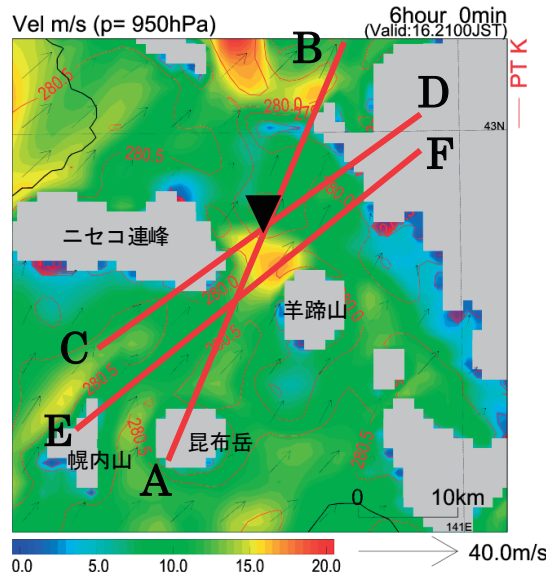
第 5 表 JMANHM による再現実験の計算設定

	NHM-5km	NHM-1km
初期値・境界値	MSMルーチン	NHM-5km
格子間隔	5km	1km
水平格子数	200×200	200×200
中心座標	N43/E140	N43/E140.75
初期時刻	2017/02/16/03UTC	2017/02/16/06UTC
予報時間	12h	9h



第 24 図 JMANHM を用いた再現実験の計算範囲

左図：NHM-5km 右図：NHM-1km

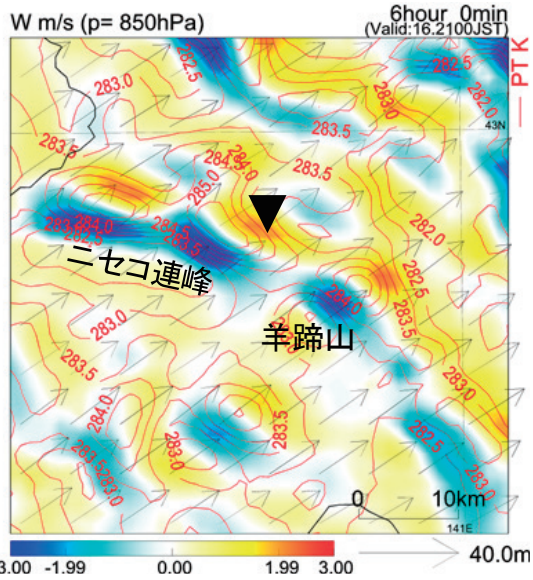


第 25 図 JMANHM で再現した 2017 年 2 月 16 日 21 時 950hPa の風速分布

▼は倶知安の位置 線分は断面解析位置

した。倶知安付近に下降流と上昇流があり温位と強風域の垂れ下がりも見られた。しかし、風上には山岳はなく昆布岳も遠いことから、この断面からは「おろし」の判定はできない (図略)。

山頂高度付近の気流を把握するために 850hPa 面の鉛直流分布を見たところ (第 26 図)、ニセコ連峰と羊蹄山の風下側に明瞭な下降流と上昇流の対が表現されたことから、850hPa の風向に平行な断面 (第 26 図 CD 断面) を見たのが第 27 図

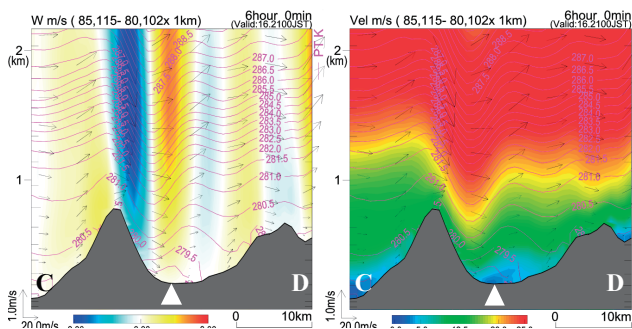


第26図 JMANHM で再現した2017年2月16日21時850hPaの鉛直流分布
実線は温位(K) ▼は俱知安の位置

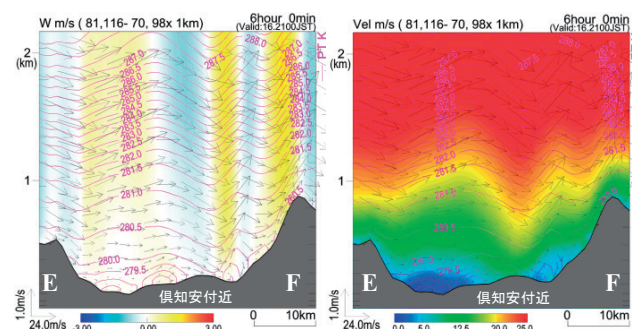
である。左の山はニセコアンヌプリの南側山腹で、風下側に顕著な下降流が表現され、山頂よりも高い高度の強風域が引き下ろされ、地上から数100mの高度まで13m/s以上の強風が吹いている。この断面からニセコ連峰からのおろし風の関与が大きいと考えられる。

次に羊蹄山とニセコ連峰の地峡の効果を考察する。地峡風の特徴は、地峡出口付近の水平発散、等温位面の下降とそれに伴う強風域の下降、気圧低下などが挙げられるが、975hPaから850hPa面の発散を確認すると、地峡出口付近は発散域ではなく収束域が分布していた(図略)。さらに、第28図の強風域を通る断面(第25図EF断面)では、上流に山岳がない中で、俱知安付近で温位の垂れ下がり、13m/s程度の強風域の接地が見られる。

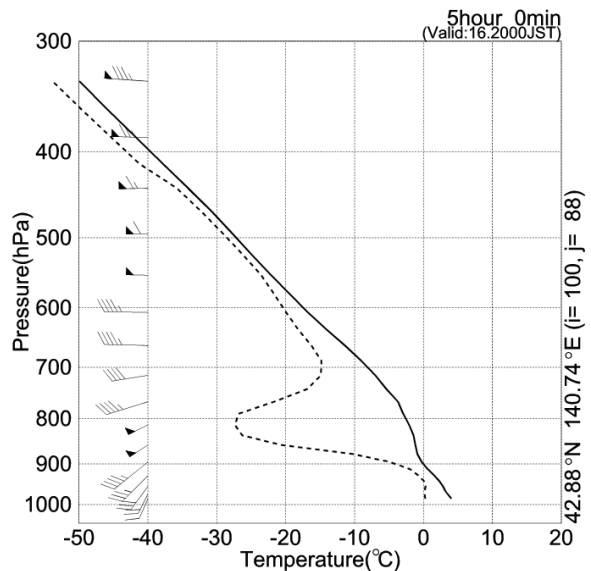
この解釈としては、安定層の高さがJMANHMの再現実験による俱知安付近のエマグラム(第29図)では安定層下端高度は約900hPa(約930m)となっている。したがって、羊蹄山(1883m)に関してはArakawa(1973)のように山頂よりも低い高度に境界面があることから北西斜面を乗り越える流れが生じ、ニセコ連峰に関しては山頂付近に境界面があり、内田(2006)のようにニセコ連峰の山稜を越えるおろしと南東斜面を乗り越えておろす風の合流があり、この2山のおろし風が合流した強風と考えられる。



第27図 第25図CD断面の鉛直流分布(左図)と風速分布(右図)
実線は温位(K) △は俱知安の位置



第28図 第25図EF断面の鉛直流分布(左図)と風速(右図) 実線は温位(K)



第29図 JMANHMによる2017年2月16日20時の俱知安付近のエマグラム計算結果

ちなみに第 29 図のエマグラムでもフルード数は 1.2 ~ 1.3 で「おろし」の好条件である。

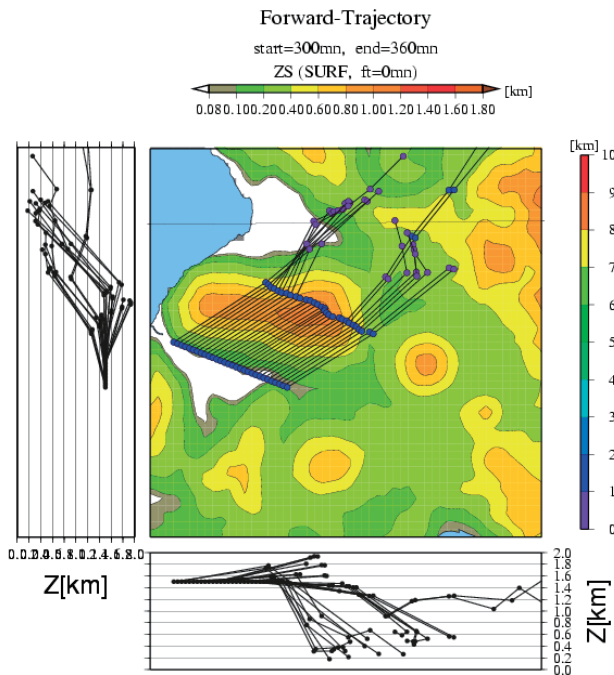
また、第 28 図右図では、倶知安の風上側に滞留冷気らしき低温位の弱風域があることから、この冷気域をおろし的に吹き降りの効果も考えたが、昆布岳と幌内山の高度を下げた感度実験を行ったところ、滞留冷気は縮小したが、倶知安上空の下降流、強風域の垂れ下がり方に変化は無かったことから、冷気域からのおろしの効果はないと判断する。

以上から、倶知安付近に南西強風をもたらした要因は、ニセコ連峰及び羊蹄山によるおろし風及び 2 山を迂回する流れの合流による加速の 2 点が有力と考えられる。次節で流跡線解析による検証を行う。

(2) 流跡線解析

流跡線解析はニセコ連峰の標高を現実に近いものとした実験結果を用いた。

まずニセコ連峰の稜線を越える気塊の動きを確認するために、高度 1500m 付近から粒子を放った前方流跡線解析の結果を第 30 図に示す。プロットマークの間隔は 10 分である。ニセコアンヌ



第 30 図 2017 年 2 月 16 日 20 時に高度 1500m 付近から粒子を放った前方流跡線解析の結果
粒子を放った地点は各流跡線の南西端

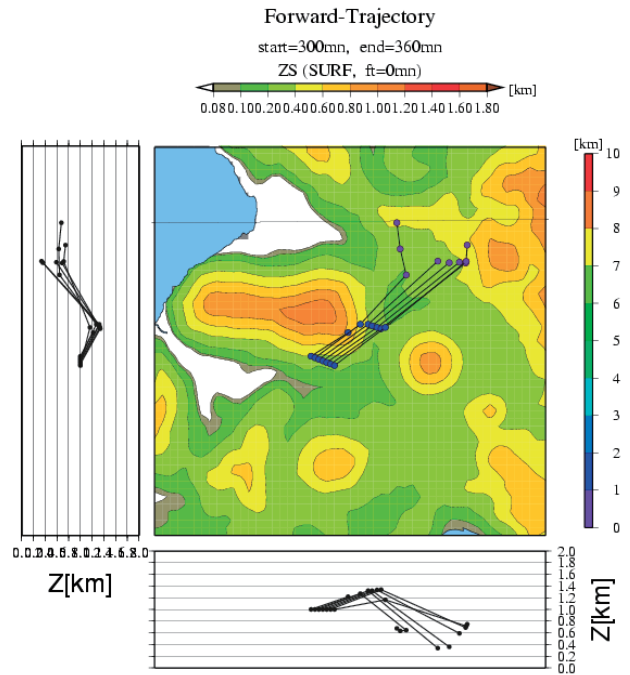
プリ山頂付近は粒子が斜面にぶつかり追跡できないが、ニセコ連峰中央部や南東斜面付近では、山を越えた後で急激に粒子が下降している様子が確認でき、おろし風が存在していたことが分かる。

次に、ニセコ連峰の山頂よりも低い高度の気塊が南東斜面付近をどのように通過したかを確認するため、高度 1000m 付近から粒子を放った結果を第 31 図に示す。粒子は一旦南東斜面を登り、斜面を越えたところから勢いよく下降しているのが確認できる。また、斜面を越えた粒子はほぼ直進しており、迂回流というよりは斜面におけるおろしという性格を持つと考えられる。

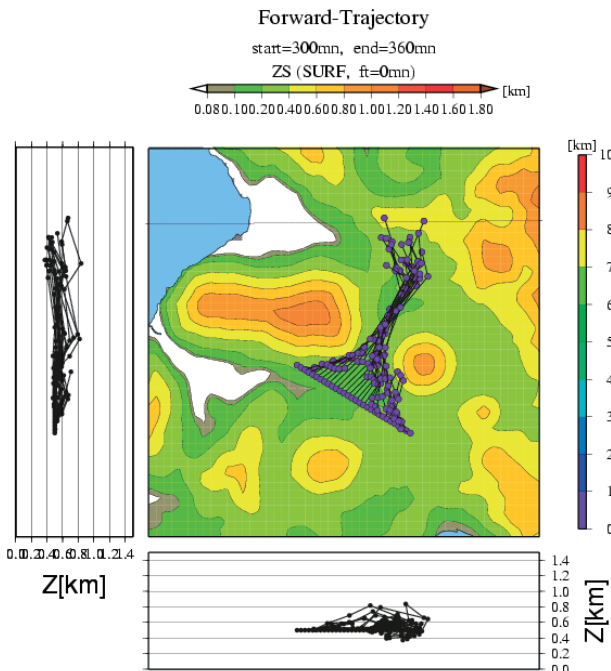
最後に、より低い高度 500m 付近から放った結果を第 32 図に示す。粒子は斜面をほとんど登らずに山を迂回し、地峡中央付近に流れが集まっているのが確認できる。同様の動きは 500m から ±200m 程度の高度から粒子を放った際にも確認できた (図略)。粒子が合流している位置は地峡中央から出口付近で、第 25 図に示した 950hPa 高度で風速が強まっている位置と一致している。

(3) 倶知安付近の南西強風のまとめ

羊蹄山とニセコ連峰及びその 2 山の地峡という



第 31 図 2017 年 2 月 16 日 20 時に高度 1000m 付近から粒子を放った前方流跡線解析の結果
粒子を放った地点は各流跡線の南西端



第32図 2017年2月16日20時に高度500m付近から粒子を放った前方流跡線解析の結果
粒子を放った地点は各流跡線の南西端

環境において、気圧傾度の強まり、フルード数が1強、安定層下端高度が2山の標高に近いという「おろし風」の条件が揃った。その環境下で、①羊蹄山の西側山腹を乗り越えるおろし風の効果、②ニセコ連峰の山頂と斜面を乗り越えるおろし風の効果、③羊蹄山とニセコ連峰の迂回流同士の500m前後の低い高度での合流加速といった、2山による三次元的な流れによって、羊蹄山とニセコ連峰の地峡出口付近で強風となったと考えられる。

4.2.1.4.2 後志北部

(1) 断面図による解析

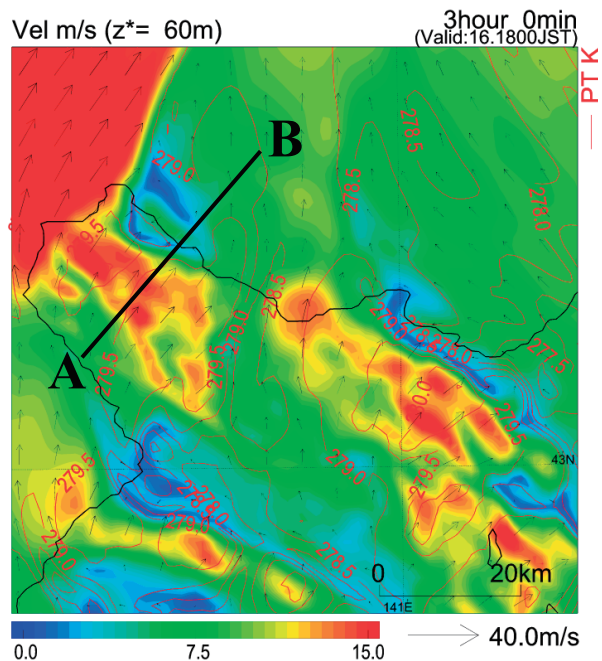
第33図に後志北部の地形を示す。積丹半島の北東側に美国川、古平川が流れ、赤井川村市街地を取り巻くカルデラの外輪山（赤線）とその外側の馬蹄形の山地（紫線）の間を余市川が流れている。

JMANHMの実験条件は4.2.1.3と同じである。

第34図にNHM-1km実験による18時の60m高度面（20m高度面では風速が過小表現だったため）、第35図に975hPa（高度約250m）の風速分布を示す。60m高度面では、余市や美国付近の風



第33図 後志北部の地形（国土地理院の色別標高図に地点名等を追記して掲載）



第34図 JMANHMによる2017年2月16日18時の60m高度の風速分布
実線は温位(K) 線分は断面解析の位置

の強まり、975hPaでは古平川、余市川に沿った地峡での強まりが表現されている。

まず、美国付近の強風を確認する。美国川に沿った断面（第34図AB）の21時の風速と鉛直速度の分布を第36図に示す。断面に見られる余別岳（1298m）を含む積丹半島の山稜のすぐ風下側に明瞭な下降流と強風域・等温位面の垂れ下がりが確認できる。850hPaの鉛直速度分布では、積丹半島の稜線の風下側に下降流域がのび、標高の高い余別岳付近で特に強くなっている（図略）。

これらの特徴から、美国付近の強風の主要因は「おろし」と判断される。また、地形を詳細に見ると、美国川上流の山稜には鞍部があり、ここを吹き降ろした後の地形は地峡となっており美国はこの出口付近にあたる。おろし風はこのような地形で特に強まる特徴を持つことから美国アメダス付近で風が強かったことと整合的である。

続いて余市付近の強風について確認する。

第 37 図に第 35 図の CD 断面及び EF 断面の 21 時における風速を示す。

まず CD 断面を見ると、稲穂峠周辺の山地の風下に等温位面と強風域の垂れ下がりがあり、おろし風と判断されるが、影響範囲は山地に近い部分にとどまっている。

次に EF 断面を見ると、赤井川村のカルデラの外輪山の風下に等温位面と強風域の垂れ下がりがみられ、下降流との対応も良く、この山地によるおろし風が考えられる。しかし、おろし風にしては温位面などの垂れ下がりの波長が長めで下流側の広範囲に及んでいる。この点については、この地域は海に向かって地形が開けており、950hPa の収束発散 (図略) をみると発散場となっていることから、山地から吹き降ろしつつ発散することによって風が強まっていると推測する。

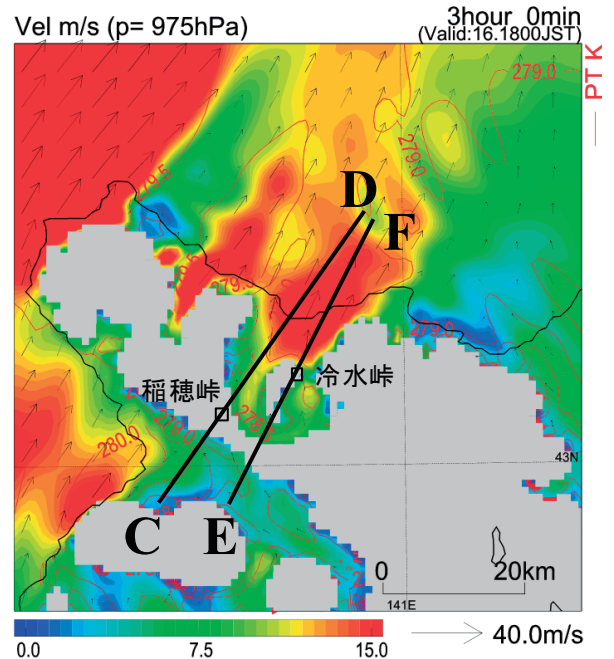
また、第 34, 35 図に見られる下層風向が赤井川村から余市町にかけて南風となっている点は、東側の余市岳などの山塊によって南西風が南寄りに偏向されていると推測する。

(2) 流跡線解析

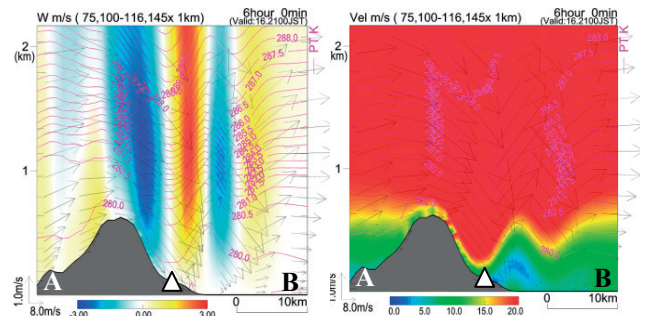
余市付近の強風要因の推測を検証するために、後方流跡線解析を行った。第 38 図に 21 時に余市湾上の高度 150m に至った粒子の解析結果を示す。余市湾上の多くの粒子は冷水峠付近から下降・発散しながら至っており、上記の推察と整合的である。また、高度や位置を変えた解析からは、下層の流れが余市岳等の山塊の西側で南西から南に偏向することや稲穂峠付近での「おろし」についても確認された。

(3) 後志北部の南西強風のまとめ

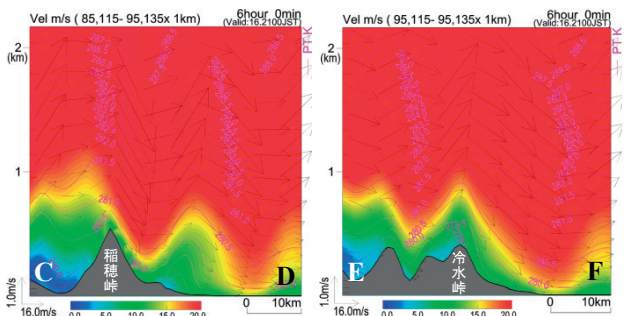
前節の倶知安と同様のおろしの条件が揃った環



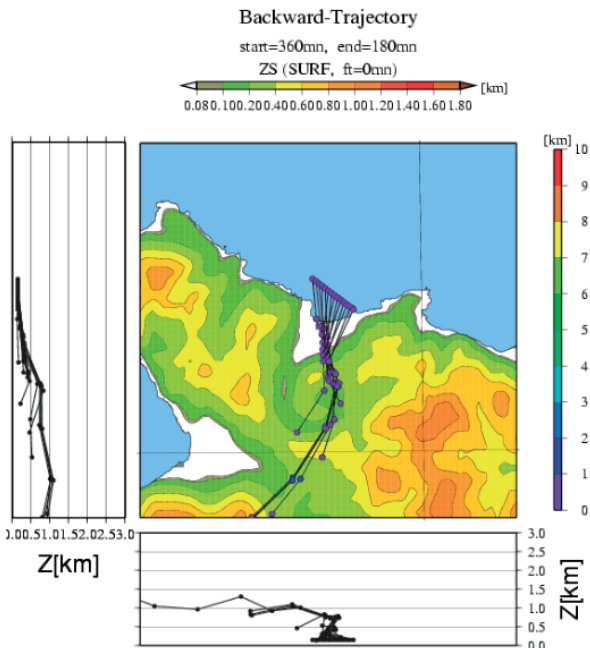
第 35 図 JMANHM による 2017 年 2 月 16 日 18 時の 975hPa の風速分布
実線は温位 (K) 線分は断面解析の位置



第 36 図 第 34 図 AB 断面の鉛直流分布 (左図) と風速 (右図) 16 日 21 時
実線は温位 (K) △はおおよその美国の位置



第 37 図 第 35 図 CD 断面 (左図) 及び EF 断面 (右図) 16 日 21 時の風速分布 実線は温位 (K)



第38図 2017年2月16日21時に余市湾上高度150m付近に達した粒子についての後方流跡線解析の結果

境において、美国付近の強風の主要因は「おろし」と判断される。余市付近で南西強風をもたらした要因はカルデラの外輪山からのおろし風と余市湾にかけての開けた地形による下層発散強化の複合によると考えられる。

4.2.2 南西流場における強風域分布のまとめ

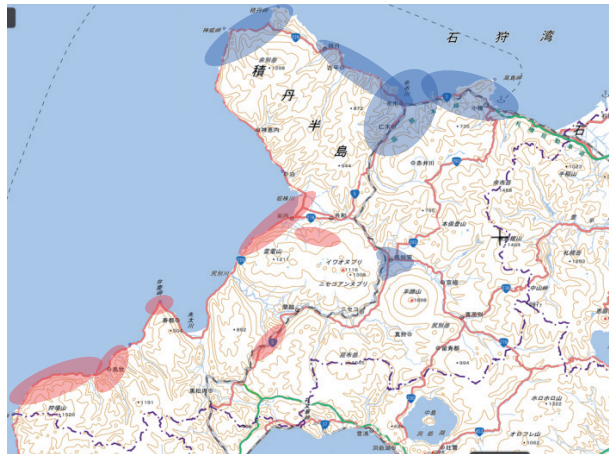
後志地方に南西の暴風をもたらす代表的な気圧配置は、宗谷海峡やオホーツク海など、北海道の北側に発達した低気圧の中心がある場合である。

南東の暴風と同様に下層に安定層が存在し、フルード数が1前後というおろし風や地峡風が発生する条件を満たすことが必要であり、山稜の鞍部や地峡の出口という地形条件との組み合わせで、おろしや地峡風、またその複合による強風域が形成される。

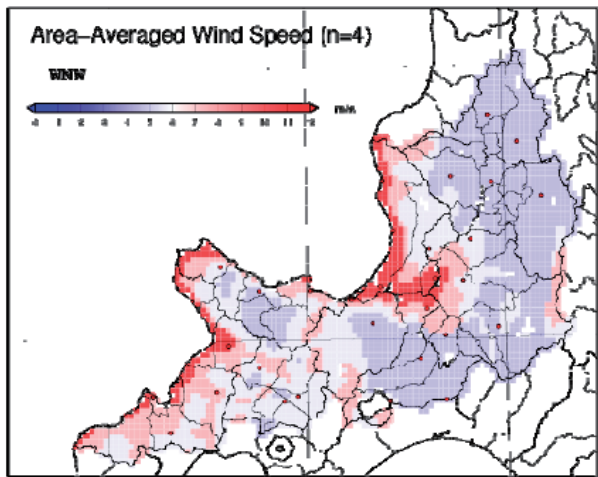
南西風の強風域は、類似事例の調査結果も考慮すると本節で述べた倶知安周辺と後志北部の他、第39図の赤色領域の島牧村、共和町、岩内町の沿岸部、蘭越町目名付近と考えられる。

4.3 北西風の強風

西～北北西の強風も後志地方の代表的な強風の一つで、オホーツク海や北海道の東側に発達した



第39図 西南西～南南西風系時に強風となりやすい領域 青色域は本節の調査で示した領域 赤色域はそのほかに強風が推測される領域（国土地理院の標準地図に追記）



第40図 海藤他（2012）による西北西風パターンのクラスター分析結果 暖色領域がこの風系で強風となりやすい

低気圧がある場合や冬型の気圧配置の強まりによって出現する。

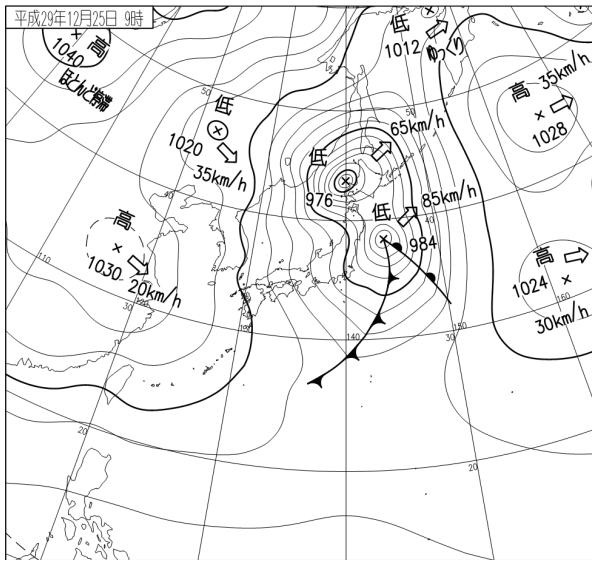
海藤他（2012）は、JMANHMによるハインドキャストを用いた調査により、西風系と西北西風系の強風領域をある程度高い再現性で示した。第40図はその調査での西北西風パターンのクラスター分析結果である。格子ごとの平均風速を更に領域平均したもので、西北西の風向で風が強まりやすい領域が暖色となっている。なお、西風パターンは、後志地方では西北西パターンと大きな違いがない（図略）。

4.3.1 事例解析 (2017年12月25日)

4.3.1.1 事例概要

第41図に2017年12月25日09時の地上天気図を示す。日本海の低気圧が急速に発達し、25日日中に北海道付近を通過した。その後は強い冬型の気圧配置となり気圧の傾きが大きい状況が続いた。

後志地方では住家一部損壊が岩内町ほかで計12件あった。また、25日から26日にかけて共和町、ニセコ町、蘭越町、泊村、島牧村の合計約1,170戸で風雪の影響で停電となった。

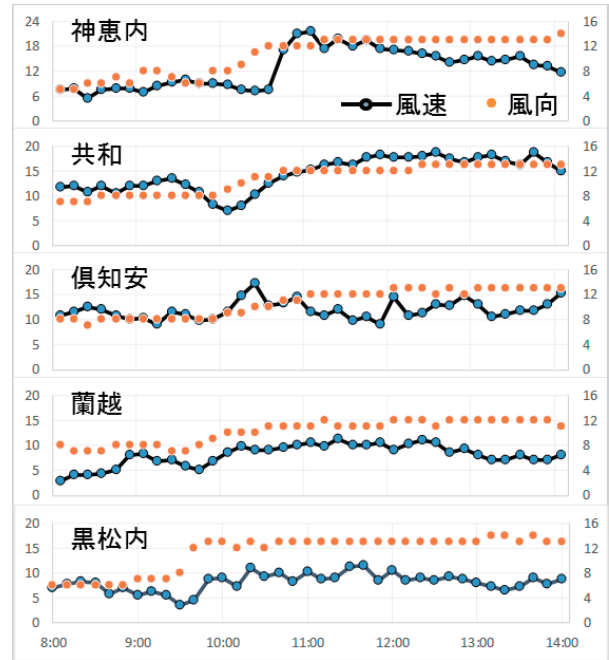


第41図 2017年12月25日09時の地上天気図

4.3.1.2 観測値

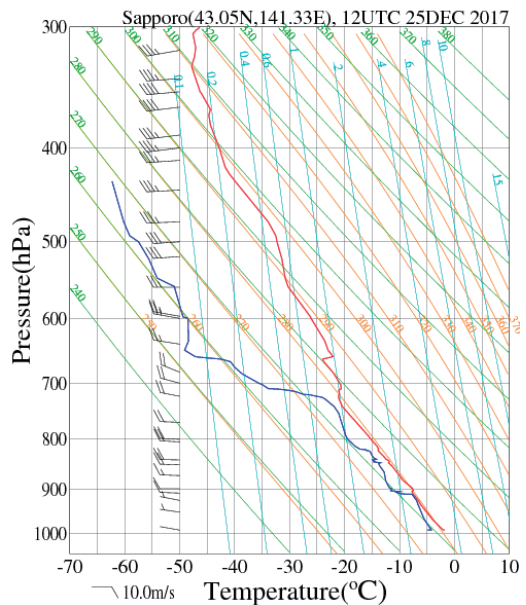
第42図は神恵内、共和、倶知安、蘭越、黒松内の平均風速・風向の時系列グラフである。最大風速は神恵内で西22.7m/s(10時57分)を、共和で西北西19.6m/s(13時16分)を観測している。10時頃から風向が南から西に変わっており、この頃に低気圧が後志地方の北方海上を通過し後面の寒気移流が始まったとみられる。

第43図に25日21時の札幌のエマグラムを示す。09時の方が強風発現時間に近いが、まだ低気圧前面の南風が卓越していたことから21時を選択した。700hPaにかけて混合層が発達し900hPa付近には薄い安定層がある。850hPaでは西21m/sを観測しているが、925hPaでは西8m/sとなっている。



第42図 2017年12月25日の平均風速・風向(08時~14時, 10分ごと)

左軸: 平均風速 (m/s) 右軸: 風向 (16方位)



第43図 2017年12月25日21時札幌エマグラム

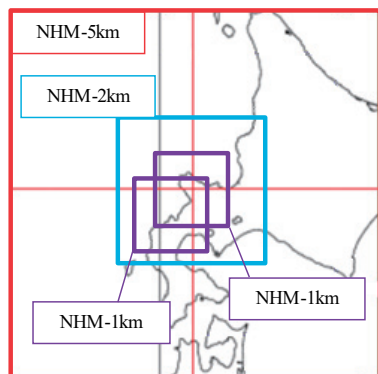
4.3.1.3 JMANHMを用いた強風要因の考察

JMANHMを用いて強風の再現を試みた。MSMルーチンデータを初期値、境界値として1kmまでダウンスケーリングを行った。第6表に実験設定を、第44図に各実験の計算範囲を示す。

今回、内陸の黒松内の強風メカニズムも調査するために、解析中心座標をずらした2種類で実験した。

第6表 JMANHM による各実験の計算設定

	NHM-5km	NHM-2km	NHM-1km
初期値・境界値	MSMルーチン	NHM-5km	NHM-2km
格子間隔	5km	2km	1km
水平格子数	102×102	102×102	102×102
中心座標①	N43.1/E140.6	N43.1/E140.6	N43.1/E140.6
中心座標②	上と同じ	上と同じ	N42.8/E140.2
初期時刻	2017/12/24/18UTC	2017/12/24/21UTC	2017/12/25/00UTC
予報時間	12h	9h	6h



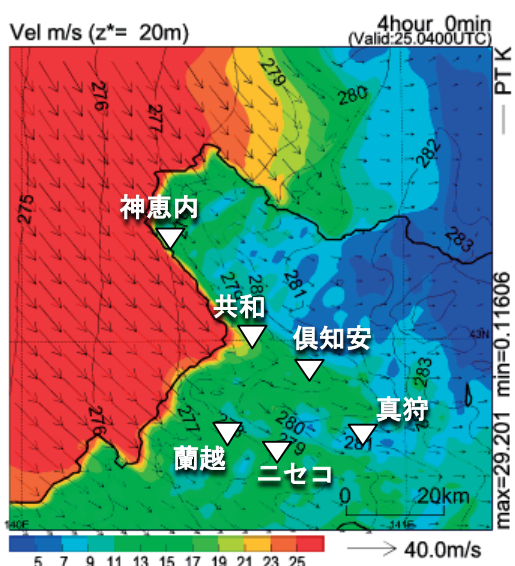
第44図 JMANHMによる各実験の計算範囲
赤枠がNHM-5km 水色枠がNHM-2km
2つある紫枠がNHM-1km

4.3.1.4 各地域の強風メカニズム

(1) 神恵内～倶知安及び蘭越～ニセコ地域

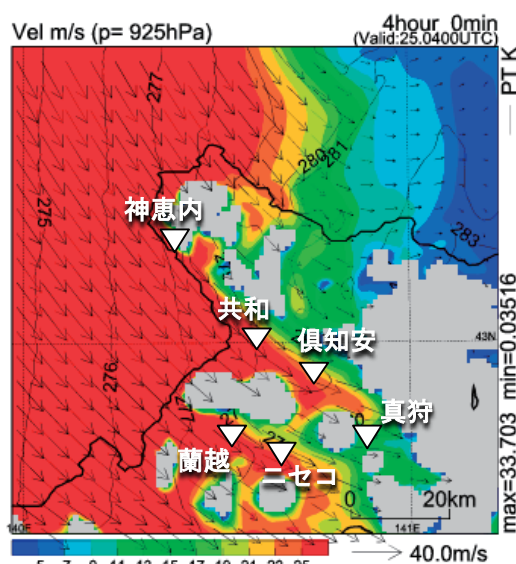
第45図に西風が変わった後の中心座標①による25日13時の20m高度の風速分布を示す。

風速20m/s以上の領域は陸上では海岸部のみにみられる。アメダス神恵内と共和で15～18m/s、内陸の倶知安で15m/s程度だったことから、風速分布はおおむね再現できている。



第45図 13時の20m高度の風速分布
実線は温位(K) ▽は各アメダスの位置

第46図は中心座標①による同時刻の925hPa風速分布である。この高度では内陸まで25m/s以上の北西風が入り込んでいる。20m高度では不鮮明だったが、この図からは蘭越からニセコにかけての地峡地域も、共和から倶知安にかけての強風域と同様に地上では15m/s程度の西北西の強風が吹いていた可能性がある。

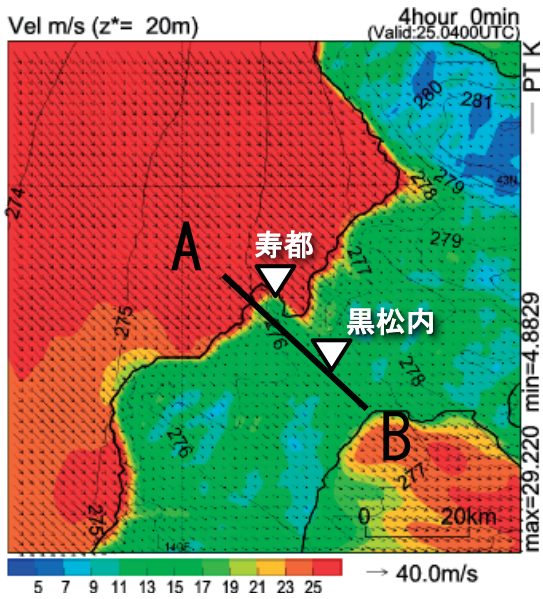


第46図 13時の925hPaの風速分布
実線は温位(K) ▽は各アメダスの位置

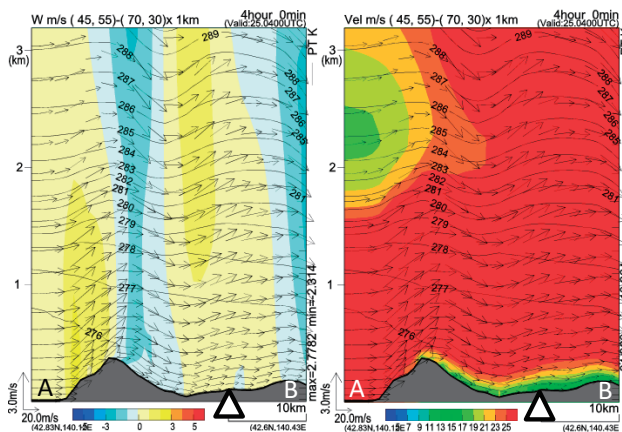
(2) 寿都～黒松内地域

第47図に第45図と同じ時刻の中心座標②による13時の20m高度の風速分布を示す。海上と海岸部で23m/s以上の北西風が表現されている。寿都の最大風速は13.0m/s(北西)であり、再現は過大に見えるが、黒松内では最大平均11.7m/s(西北西)で12月として2位の強風を観測し、再現でも内陸は13m/s前後と風速表現はおおむね妥当と言える。

黒松内の強風については、下層風向が北西で地峡の北北西走向より西よりであることから、地峡風ではなく寿都の西に位置する月越山脈を越えるおろしの可能性を考え、第47図ABの断面を見た(第48図)。山脈風下に下降流はあるものの、上空の強風が地表付近まで下りている形ではなく、風上・風下問わず下層全体で風が強く、内陸の地表付近は摩擦で風が弱まっている表現となっていた。



第47図 13時の20m高度の風速分布
実線は温位(K) ▽は寿都・黒松内の位置



第48図 第47図のAB断面の鉛直流分布(左図)と
風速(右図)
実線は温位(K) △は黒松内の位置

4.3.2 北西流場における強風域分布のまとめ

後志地方に西から北北西の暴風をもたらす代表的な気圧配置は、冬季に発達した低気圧が北海道の東に進んだ場合とその後の冬型の気圧配置の強まりによるものである。

今回調査した事例においては、前項の南東や南西の暴風事例での下層の安定層、フルード数といったおろし風や地峡風が発生する条件との関連はなく、気圧傾度の大きさと海岸部や地峡といった風が吹き抜けやすい地形条件が大きく関与して強風域が形成されていると考える。

5. 暴風警報の運用見直しと地域防災支援の実施

5.1 強風災害発生と町村会からの要望書提出

2017年4月18日に発達した低気圧により後志地方で多数の暴風被害が発生した。第7表に被害状況を示す(後志総合振興局取りまとめから抜粋)。

第7表 後志地方の強風による被害

項目	件(棟数)	備
(1)人的被害	4 件	軽傷4件(留寿都76歳男性 転倒による頭部打撲、倶知越町69歳男性 転倒による頭部打撲、58歳男性 ハ)
(2)住家被害	59 棟	一部損壊(寿都町2件、蘭越町4件、岩内町3件、共和町20件、留寿都村21件、京極町1件)
(3)非住家被害	22 棟	留寿都村13件(全壊10件、半壊3件)、島牧村3件(全4件)、寿都町1件(半壊1件)
(4)農業被害	602 件	島牧村14件(営農施設14棟)、蘭越町126件(農業施設13件)、真狩村10件(営農施設10件)、倶知安町51件(農業用施設146件、共同利用施設1件、その他14)、共和町219件(営農施設219件)
(5)土木被害	件	
(6)水産被害	件	
(7)林業被害	件	
(8)衛生被害	1 件	共和町1件(公立病院)
(9)商工被害	11 件	島牧村1件(屋根破損等)、寿都町1件(屋根破損等)、村3件(看板破損1件、屋根破損1件、シャッター破損1件、シャッター破損1件)、共和町1件
(10)公立文教施設被害	3 件	共和町3件(小学校1件、中学校1件、その他文教施設1)
(11)社会教育施設被害	3 件	共和町3件
(12)社会福祉施設等被害	3 件	共和町1件、岩内町1件
(13)その他	件	

災害後に開かれた後志町村会(19町村長で構成)において、複数の首長から今後の暴風対策の必要性について意見が出され、札幌管区気象台に町村会として「きめ細やかな情報を発信していただくこと」を要望することが提案され採択された。

2017年6月14日、後志の13町村の首長が札幌管区気象台を訪れ、町村会長(共和町長)から林台長に要望書が手交された(第49図)。



第49図 後志町村会長から札幌管区気象台へ
要望書の手交

要望書受理と併せ、竹田予報課長から「後志地方で強風が吹いた当時の要因」を説明し、地域における自然災害や地域防災力の強化の取り組みについて意見交換を行った（第50図）。



第50図 後志町村会（首長）と札幌管区気象台の幹部による意見交換の様子

参加された首長からは「気象台から説明があった地域特性を防災担当者や住民も知ることができれば、その後の防災対応も検討できる」といったご意見をいただいた。

藤川気象防災部長と竹田予報課長からは、今回の強風事例に限らず、過去の事例も含めて詳細な調査と分析を進めており、結果がまとまった際には説明させていただきたいこと、現時点では風の局所的な予測は技術的に難しいが、ホットラインを活用して相互に情報交換することで、より一層的確かな防災対応を進めていきたい旨を返答した。

意見交換は、終始なごやかな雰囲気の中で進められ、双方から忌憚のない発言が続き、盛況かつ有意義な意見交換となった。

5.2 暴風警報や強風注意報の運用等の見直し

札幌管区気象台では、後志町村会からの要望に応えるため第4章に記述した調査を行うとともに、防災情報提供システムで提供する予報官コメント及び暴風警報や強風注意報の運用について以下の改善を行った。

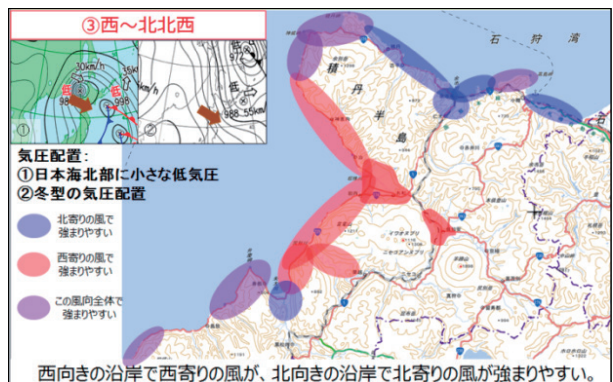
予報官コメントは、暴風の強さをより具体的にイメージできるよう、最大風速20m/s以上が予想される場合は、「風に向かって歩くことが困難なほどの、稀にしか観測されないような暴風が吹くおそれがありますので警戒を強めてください。」といった文言を用いることとした。また、記述の

タイミングは20m/s以上の予想値を情報等に記述し、警報級の可能性が「高」となった時点とするよう整理した。

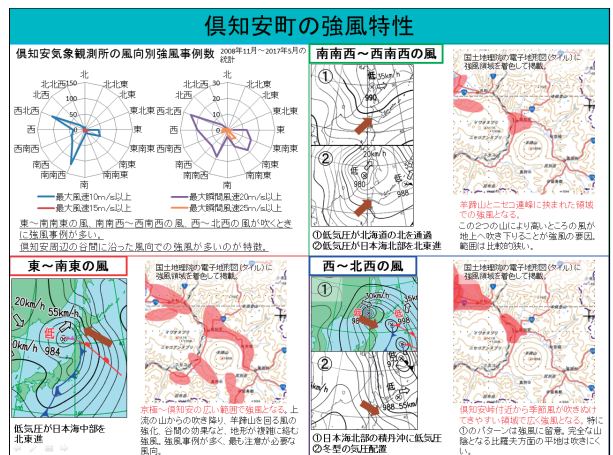
警報・注意報の運用においては、後志地方の南東の暴風の場合、過去の知見から倶知安町や寿都周辺に市町村を絞り込んで警報・注意報を発表していたが、4.1.2で示したとおり、おろし風が発生しやすい状態の時には、強風域は羊蹄山麓と後志西部の広い範囲に散在することから、暴風警報や強風注意報を発表する際は絞り込みを行わずに発表するよう見直しを行った。

5.3 市町村ごとの強風特性資料の作成

特性調査で得られた強風域を第51図のようにまとめていき、さらに自治体や住民に分かりやすく提示するため、典型的な気圧配置や風向などを加えて、「市町村ごとの強風特性」として第52図のような資料を作り上げた。



第51図 後志地方の強風特性の調査・解析結果（西～北北西の場合）（国土地理院の標準地図に領域を追記して掲載）



第52図 市町村ごとの強風特性資料

5.4 調査結果の自治体への説明

この市町村ごとの地域特性資料を地域防災支援強化に繋げるために、以下の取り組みを行った。

① 後志町村会への強風特性調査結果の説明会

2017年10月31日に後志町村会（首長）に対して強風特性調査結果の説明会を開催し、藤川気象防災部長から、過去の強風災害事例や風に係る用語の説明、2017年4月18日に発生した強風災害時の特徴、後志地方の強風特性の調査結果と防災気象情報の活用等について説明を行った（第53図、第54図）。



第53図 強風特性の首長への説明



第54図 後志町村会長からお礼の言葉

席上、町村会長や事務局から以下のような感謝の意が示された。

- ・調査結果を説明いただいたことは、大変ありがたい。今後の防災対応に役立てたい。（後志町村会長）

- ・良い機会をいただいたことに感謝する。地元自治体では、このように町村ごとに取りまとめた地域特性が分かる資料を求めていた。（町村会事務局）

② 後志管内防災担当者への強風特性説明会

2017年11月6日に後志管内の防災担当者を対象とした強風特性説明会を実施した。市町村ごとの強風特性を紹介し、今後の防災対策への活用を

促した。また、知見を広く住民にも周知してもらえるよう、町の広報誌やホームページ等への掲載も依頼した（第55図）。



第55図 後志管内防災担当者への強風特性説明会

参加した町の防災担当者からは、「調査結果から地域の強風特性が良く理解できた。首長もその調査内容に納得し、たいへん喜んでいて、職員はもとより、広く町民に周知するなどし、地域の防災対策に役立てていきたい」とのコメントがあった。

5.5 自治体説明の総括

「市町村ごとの強風特性資料」による解説と提供は、地元自治体の防災担当者が防災気象情報を読み解くうえで非常に効果的であり、地域の弱点や災害リスクを理解していただいたことで、地域防災力の向上にも大きく寄与したものとする。また、後志町村会（首長）からの要望である「細かな情報提供」に繋がるものとなった。

説明会を含めた一連の取組に対しては、自治体から感謝の意が示されており、「地域における気象防災業務のあり方検討会（報告書）」の提言を踏まえた地元気象台における自治体等への防災対策支援を推進する具体例になったものとする。

6. まとめ

後志地方の強風について、アメダスや天気図等のデータから統計的な特徴を整理するとともに、JMANHMによるダウンスケーリングした再現実験により、アメダスでは把握できない強風域やおろしや地峡風による強風が発生する環境場やメカニズムを把握することができた。

この調査結果を元に作成した「市町村毎の強風

特性資料」による首長及び防災担当者への説明と資料の提供は、市町村が自らの地域の災害特性をより深く理解することに繋がっていくと考えられる。

調査内容については、暴風の予報精度を向上させるため今後も事例を増やし、下層風の強さやフルード数などによる暴風判定基準を整理し、暴風ワークシートや警報判定ツールの作成に結び付けていきたい。

なお、この強風特性調査と自治体説明を組み合わせた取組は、平成 30 年度は管区特別重点事項として札幌管内全体で行うこととなった。管内全体で強風特性調査を元に自治体と气象台との一層の信頼関係の構築、自治体での防災気象情報の利活用が進むことを期待したい。

参 考 文 献

Arakawa, S. (1973) : Numerical experiments of the local strong winds, Bora and Fohn, Climatological Notes, 14, pp1-20.

荒川正一 (2001) : 局地風のいろいろ, 成山堂書店

伊藤洋・大山浩明・吉田誠哉 (2010) : アメダス地点の突風率について, 平成 22 年度札幌管区气象台研究会.

内田孝紀・杉谷賢一郎・大屋裕二 (2006) : 一樣流中に置かれた急峻な単純地形まわりの気流性状の評価 -3 次元孤立峰モデルの場合-, 日本風工学会論文集, 31, 2, 63-74.

内田孝紀・大屋裕二 (2006) : 安定成層流体中の地形効果とその可視化, 可視化情報学会, Vol.26, No102, 26-32.

大嶋彬・加藤美和・小野寺悠・細野達徳・佐藤健 (2012) : 春季における南西強風の領域調査, 平成 24 年度札幌管区气象台研究会.

海藤幸広・井上創介・中山寛・安齋太郎・堀内飛鳥・酢谷真巳 (2012) : JRA-25 を用いた JMANHM によるハインドキャストに基づく風の基本パターン作成 (第 3 報), 平成 24 年度札幌管区气象台研究会.

加藤貴之・米田宗平・森田克也 (2008) : 倶知安の強風について, 平成 20 年度札幌管区気

象台研究会.

川村貴史・予報技術検討会担当 (2013) : 深川の局地的南東暴風の発生機構調査とワークシートの改良, 平成 25 年度札幌管区气象台研究会.

小谷野陽介・平澤朋美・佐藤直喜・鳥山暁人 (2017) : 後志地方の強風特性について, 平成 29 年度札幌管区气象台研究会.

斉藤和雄 (1994) : 山越え気流について (おろし風を中心として), 天気, 41, 11, 731-751.

佐川正人 (2004) : 北海道寿都地方の強風域における風向・風速の特徴, 地理学評論, 77, 6, 441-459.

札幌管区气象台 (2015) : 平成 27 年度北海道地方予報技術検討会資料.

後志農業共済組合 (2006 ~ 2014) : 広報しりべし. 西村隆・青木健太・山中智・山本麦 (2011) : 十勝地方の局地風について, 平成 23 年度札幌管区气象台研究会.

細野達徳・加藤美和・小野寺悠・佐藤健 (2013) : 春季における南西強風の領域調査 (第 2 報), 平成 25 年度札幌管区气象台研究会.

山本竜也・境浩一 (2009) : NHM 実験による寿都～島牧地方の強風吹走条件の検討, 平成 21 年度札幌管区气象台研究会.

義煎聡・中川雅夫 (2011) : 羅臼の局地風について, 平成 23 年度札幌管区气象台研究会.