北海道地区自然災害科学資料センター報告
Vol.30, 51-69, 2017

積雪寒冷地域における複合的リスクへのアプローチ

Approach to multiple disaster risks in snowy cold regions

高松　泰
北海道大学公共政策大学院

Yasushi Takamatsu
Hokkaido University Public Policy School

Abstract

Natural disasters such as earthquakes and tsunamis, storm surges, volcanic disasters, etc. can also occur during the winter season. Particularly in snowy and cold regions, it is necessary to prepare for complex risks that such natural disasters occur simultaneously under heavy snow and stormy weather conditions.

Focusing on the occurrence frequency of winter weather, especially heavy snow and snowstorm, the bad weather day continues in the winter season of 2015, only 19 days (16%) on the day when weather warning and weather advisory of heavy snow and snowstorm are not announced, The day on which the weather warning was announced was 37 days (30%), 66 days (54%) on the day when the weather advisory report was announced.

This paper clarified the characteristics of bad weather in winter in Hokkaido. Furthermore, I analyzed traffic problems and their recovery process of the national highway and made a consideration on traffic injuries. This summarizes points to keep in mind when dealing with natural disasters in winter.

キーワード：複合的リスク，自然災害、雪害、大雪、暴風雪、冬期交通障害

1. 概要

地震・津波、高潮、火山災害などの自然災害は冬期間にも発生する可能性があり、特に積雪寒冷地域においては、大雪や暴風雨のような気象状況下においてこのような自然災害が同時に発生する複合的なリスクへの備えが必要となる。札幌市地震防災計画など、既に北海道の自治体において冬期と夏期に分けた地域防災計画を策定している例が多くなっており、このような取り組みが始まっている。冬期の気象、特に大雪や暴風雪の発生頻度に着目すると、北海道では2015年度（平成27年度）の冬期シーズン（2015年12月～2016年3月）において、大雪・暴風雪に関する警報・注意報が発表されていない日は19日間（16%）しかなく、警報が発表された日は37日間（30%）、注意報が発表された日は66日間（54%）と、悪天候の日が続く。本稿では、北海道における冬期の悪天候の特性を明らかにするとともに、これに伴う交通障害に関する考察として国道の通行障害とその回復過程の分析を行い、冬期の自然災害対応にあたっての留意点等についてまとめる。

2. 北海道における降雪・風雪と雪害

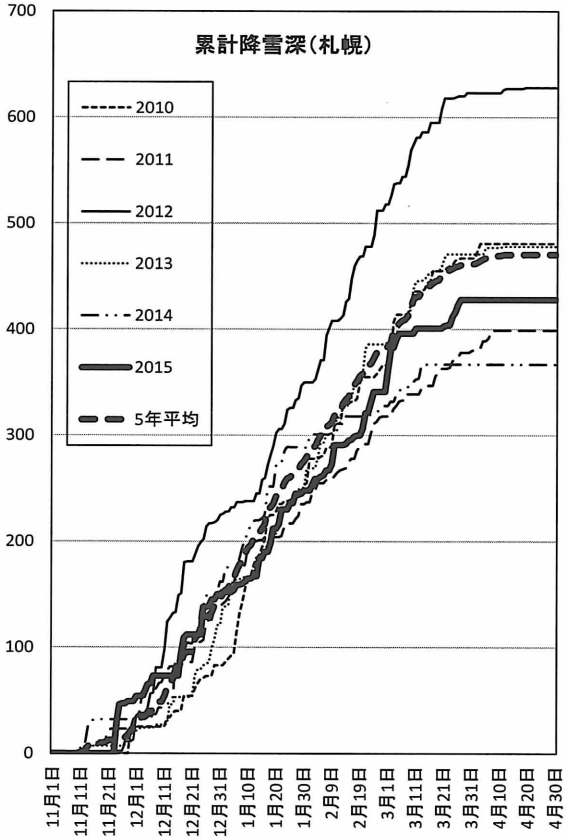
北海道における雪害は、冬期間の強い低気圧により、降雪量が多い場合は「大雪」、風が強く吹雪を伴う場合には「暴風雪」が広範囲に・長時間に渡って発生し、交通障害等により経済活動や日常生活に影響を及ぼしている。

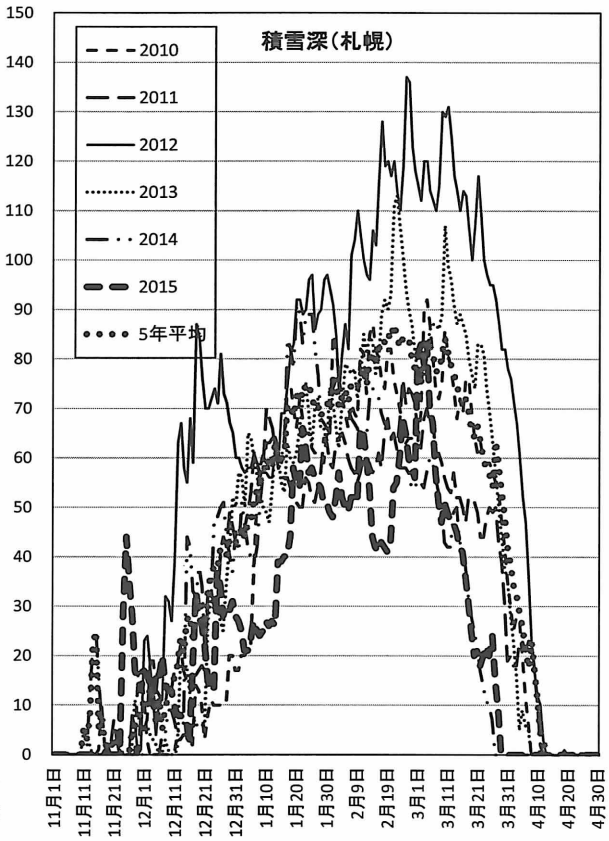
さらに、2013 年 3 月に道東に発生した暴風雪では 9 名の方々が亡くなるという悲惨な結果となった。2012 年 11 月に西胆振地方に発生した暴風雪では約 4 万戸が停電、2014 年 12 月の道東に発生した暴風雪では根室市内で高潮による冠水が発生している。このように暴風雪による被害は、低気圧による高潮被害や送電配電施設への被害による大規模な停電、場合によっては人的被害にも及ぶ可能性がある。

2-1 降雪量・積雪量

冬季シーズン(積雪期)は、11 月頃～4 月頃に跨っていることから、ここでは暦年・(予算) 年度の区切りでなく 11 月頃～4 月頃の期間をシーズン年度として整理する。

冬季シーズンの降雪の多少を単純に比較する方法として、累計降雪量が一般に用いられる。2014 年度冬期は、札幌市では 12 月下旬までは平年並みだったが、1 月以降は降雪が少なく少雪年となっている。





2-2 気象警報（暴風雪警報・大雪警報）

大雪や暴風雪に関する防災気象情報として、「注意報」のレベルでは大雪注意報・風雪注意報、「警報」のレベルでは大雪警報・暴風雪警報が発表される。「暴風雪警報」は、雪を伴う暴風により重大な災害が発生するおそれがあると予想したときに発表され「暴風による重大な災害」に加えて「雪を伴うことによる視程障害(見通しが利かなくなること)などによる重大な災害」のおそれ

についても警戒を呼びかけすることとし、地方気象台毎に発表基準が定められている。

表-1　暴風雪警報の発表基準

気象官署	陸上部(平均風速)
稚内地方気象台	20m/s,雪による視程障害を伴う
旭川地方気象台	16m/s,雪による視程障害を伴う
札幌管区気象台	16m/s,雪による視程障害を伴う
網走地方気象台	
網走紋別地方	18m/s,雪による視程障害を伴う
北見地方	16m/s,雪による視程障害を伴う
釧路地方気象台	18m/s,雪による視程障害を伴う
帯広測候所	18m/s,雪による視程障害を伴う
室蘭地方気象台	
胆振地方	18m/s,雪による視程障害を伴う
日高地方	20m/s,雪による視程障害を伴う
函館地方気象台	
渡島地方	18m/s,雪による視程障害を伴う
檜山地方	20m/s,雪による視程障害を伴う

「大雪警報」は、大雪警報は、大雪により重大な災害が発生するおそれがあると予想したときに発表され、12 時間降雪の深さにより地域毎発表基準が定められている。札幌市においては平地部で 12 時間降雪の深さが 50cm を超える場合に発表される。これらの警報発表に関して、2013 年の雪害を契機に警報発令中には気象庁や自治体等の HP において「わかりやすく」「危機感が伝わる」情報が発信されることとなった。

2-3 CPS-IIP プロジェクト「特別警報・警報・注意報データベース」

これまでは、警報が解除されるとその内容は HP から削除され、情報の蓄積・分析が難しかったが、2014 年 5 月に CPS-IIP プロジェクト「特別警報・警報・注意報データベース」(2012 年以降）が公開され、気象情報を参照した分析等が可能になった。本報告では、このデータを活用して、北海道における雪害に関する防災気象情報を考察する。

特別警報・警報・注意報データベースサイト(http://agora.ex.nii.ac.jp/cps/weather/warning/)から、「暴風雪警報」「大雪警報」「風雪注意報」「大雪警報」の過去の履歴データからエクセルにファイルを作成する。

表-2　暴風雪警報データの構造

	A	B	C	D	E	F	G
1	No	ID	種類	地域	開始	解除	継続時間
2	1	20160415151900-02-014010	暴風雪警報	根室地方	2016-04-15 15:19:00+09	2016-04-16 04:56:00+09	0日13時37分00秒間
3	2	20160415151900-02-014011	暴風雪警報	根室北部	2016-04-15 15:19:00+09	2016-04-16 04:56:00+09	0日13時37分00秒間
4	3	20160415151900-02-014020	暴風雪警報	釧路地方	2016-04-15 15:19:00+09	2016-04-16 04:56:00+09	0日13時37分00秒間
5	4	20160415151900-02-014021	暴風雪警報	釧路北部	2016-04-15 15:19:00+09	2016-04-16 04:56:00+09	0日13時37分00秒間
6	5	20160415151900-02-016650 0	暴風雪警報	弟子屈町	2016-04-15 15:19:00+09	2016-04-16 04:56:00+09	0日13時37分00秒間
7	6	20160415151900-02-016940 0	暴風雪警報	羅臼町	2016-04-15 15:19:00+09	2016-04-16 04:56:00+09	0日13時37分00秒間
8	7	20160308143700-02-012020	暴風雪警報	留萌地方	2016-03-08 14:37:00+09	2016-03-09 05:17:00+09	0日14時40分00秒間
9	8	20160308143700-02-012021	暴風雪警報	留萌北部	2016-03-08 14:37:00+09	2016-03-09 05:17:00+09	0日14時40分00秒間
10	9	20160308143700-02-012022	暴風雪警報	留萌中部	2016-03-08 14:37:00+09	2016-03-09 05:17:00+09	0日14時40分00秒間
11	10	20160308143700-02-012023	暴風雪警報	留萌南部	2016-03-08 14:37:00+09	2016-03-09 05:17:00+09	0日14時40分00秒間

ここで、2 列目のコードに着目すると、「20160415151900-02-014010」14 桁のコード-（ハイフン）2 桁のコード-（ハイフン）6～7 桁のコードのような構造になっている。左側の 14 桁のコードは時間に関するコード、真ん中の 2 桁のコードは予報の種類に関するコード、右側の 6～7 桁のコードはエリアに関するコードである。

表-3　予報の種類に関するコード

00 解除	10 大雨注意報	20 濃霧注意報	32 暴風雪特別警報
02 暴風雪警報	12 大雪注意報	21 乾燥注意報	33 大雨特別警報
03 大雨警報	13 風雪注意報	22 なだれ注意報	35 暴風特別警報
04 洪水警報	14 雷注意報	23 低温注意報	36 大雪特別警報
05 暴風警報	15 強風注意報	24 霜注意報	37 波浪特別警報
06 大雪警報	16 波浪注意報	25 着氷注意報	38 高潮特別警報
07 波浪警報	17 融雪注意報	26 着雪注意報	
08 高潮警報	18 洪水注意報	27 その他の注意報	
	19 高潮注意報		

エリアに関するコードは市町村毎に定義された 5 桁のコードに加えて次表に示した特別な予報区に関するコードが用いられている。

表-4　予報の区域に関する特別なコード

11000	宗谷地方	16000	石狩・空知・後志地方	13000	網走・北見・紋別地方	14000	釧路・根室・十勝地方	15000	胆振・日高地方
11011	宗谷北部	16010	石狩地方	13010	網走地方	14010	根室地方	15010	胆振地方
11012	宗谷南部	16011	石狩北部	13011	網走西部	14011	根室北部	15011	胆振西部
11013	利尻・礼文	16012	石狩中部	13012	網走東部	14012	根室中部	15012	胆振中部
12000	上川・留萌地方	16013	石狩南部	13013	網走南部	14013	根室南部	15013	胆振東部
12010	上川地方	16020	空知地方	13020	北見地方	14020	釧路地方	15020	日高地方
12011	上川北部	16021	北空知	13030	紋別地方	14021	釧路北部	15021	日高西部
12012	上川中部	16022	中空知	13031	紋別北部	14022	釧路中部	15022	日高中部
12013	上川南部	16023	南空知	13032	紋別南部	14023	釧路南東部	15023	日高東部
12020	留萌地方	16030	後志地方			14024	釧路南西部	17010	渡島地方
12021	留萌北部	16031	後志北部			14030	十勝地方	17011	渡島北部
12022	留萌中部	16032	羊蹄山麓			14031	十勝北部	17012	渡島東部
12023	留萌南部	16033	後志西部			14032	十勝中部	17013	渡島西部
		16100	石狩・空知地方			14033	十勝南部	17020	檜山地方
						14100	釧路・根室地方	17021	檜山北部
								17022	檜山南部
								17023	檜山奥尻島

2-4 警報・注意報の発表頻度

暴風雪警報・大雪警報・風雪注意報・大雪警報の発表延べ回数（同一の気象状況に対して複数地域に警報が発表された場合は地域の数を全て数に加えた延べ回数）は右表のとおりとなっており、暴風雪警報は 2012 年度 1,846 回、2013 年度は 1,303 回、2014 年度 1,907 回、2015 年度 1,447 回の警報が発表されている。北海道においては、両者加えると 2012 年度は 847 回、2013 年度は 470 回、2014 年度 706 回、2015 年度 679 回の警報が発表されている。風雪注意報については、2015 年度全国で 11,602 回、北海道で 4,078 回発表されており、大雪注意報については、2015 年度全国で 16,660 回、北海道で 3,392 回発表されている。

表-5　警報・注意報発表の頻度

暴風雪警報

	2012年度		2013年度		2014年度		2015年度	
	全国	北海道	全国	北海道	全国	北海道	全国	北海道
11月	0	0	10	10	14	0	27	27
12月	199	119	471	190	829	246	176	85
1月	442	178	194	66	378	226	774	180
2月	575	216	381	73	291	121	399	316
3月	627	331	225	109	405	113	65	65
4月	3	3	22	22	0	0	6	6
合計	1,846	847	1,303	470	1,917	706	1,447	679

大雪警報

	2012年度		2013年度		2014年度		2015年度	
	全国	北海道	全国	北海道	全国	北海道	全国	北海道
11月	0	0	0	0	0	0	19	19
12月	275	27	173	17	696	144	31	3
1月	623	80	113	22	480	87	1,071	102
2月	192	92	1,401	32	344	120	195	106
3月	45	45	144	33	136	92	17	8
4月	0	0	21	21	0	0	0	0
合計	1,135	244	1,852	125	1,656	443	1,333	238

風雪注意報

	2012年度		2013年度		2014年度		2015年度	
	全国	北海道	全国	北海道	全国	北海道	全国	北海道
11月	0	0	414	185	176	54	332	255
12月	3,247	979	3,855	1,047	5,448	1,197	1,575	616
1月	5,028	1,256	4,612	1,448	4,214	1,301	4,713	1,072
2月	4,728	1,216	4,087	821	3,057	999	4,178	1,736
3月	3,088	1,567	2,692	812	2,479	808	618	344
4月	242	79	514	281	0	0	186	55
合計	16,333	5,097	16,174	4,594	15,374	4,359	11,602	4,078

大雪注意報

	2012年度		2013年度		2014年度		2015年度	
	全国	北海道	全国	北海道	全国	北海道	全国	北海道
11月	0	0	96	40	146	146	321	313
12月	3,383	847	3,524	1,050	6,199	1,216	1,290	568
1月	5,928	1,020	4,050	1,105	4,878	1,005	6,181	1,076
2月	4,675	1,020	6,033	513	3,296	743	3,251	1,323
3月	1,179	828	2,423	625	1,763	730	540	35
4月	113	5	183	92	9	9	77	77
合計	15,278	3,720	16,309	3,425	16,291	3,849	11,660	3,392

2012年　12月

日	月	火	水	木	金	土
25	26	27	28	29	30	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31	1	2	3	4	5

2013年　1月

日	月	火	水	木	金	土
30	31	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31	1	2

2013年　2月

日	月	火	水	木	金	土
27	28	29	30	31	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	1	2

2013年　3月

日	月	火	水	木	金	土
24	25	26	27	28	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31	1	2	3	4	5	6

2013年　4月

日	月	火	水	木	金	土
31	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	1	2	3	4

2013年　11月

日	月	火	水	木	金	土
27	28	29	30	31	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

2013年　12月

日	月	火	水	木	金	土
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	1	2	3	4

2014年　1月

日	月	火	水	木	金	土
29	30	31	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	1

2014年　2月

日	月	火	水	木	金	土
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	1

2014年　3月

日	月	火	水	木	金	土
23	24	25	26	27	28	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31	1	2	3	4	5

2014年　4月

日	月	火	水	木	金	土
30	31	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	1	2	3

2014年　11月

日	月	火	水	木	金	土
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	1	2	3	4	5	6

2014年　12月

日	月	火	水	木	金	土
30	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	1	2	3

2015年　1月

日	月	火	水	木	金	土
28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

2015年　2月

日	月	火	水	木	金	土
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28

2015年　3月

日	月	火	水	木	金	土
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	1	2	3	4

2015年　4月

日	月	火	水	木	金	土
29	30	31	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	1	2

2015年　11月

日	月	火	水	木	金	土
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	1	2	3	4	5

2015年　12月

日	月	火	水	木	金	土
29	30	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31	1	2

2016年　1月

日	月	火	水	木	金	土
27	28	29	30	31	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31	1	2	3	4	5	6

2016年　2月

日	月	火	水	木	金	土
31	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	1	2	3	4	5

2016年　3月

日	月	火	水	木	金	土
28	29	1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31	1	2

2016年　4月

日	月	火	水	木	金	土
27	28	29	30	31	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

図-1　2012～2014年度の北海道における冬の注意報・警報カレンダー

北海道においてこれらの警報・注意報が発表されている日を図-1 にカレンダー形式として示した。12 月 1 日～3 月 31 日の 121 日間のうち、雪に関する警報が発表されている日は 30～39%、警報は発表されていないが注意報が発表されている日は 30～50%、警報も注意報も発表されていない日は 16～31%となっており、1 月～2 月にその比率が大きくなる。

表-6　北海道における警報・注意報の発表頻度

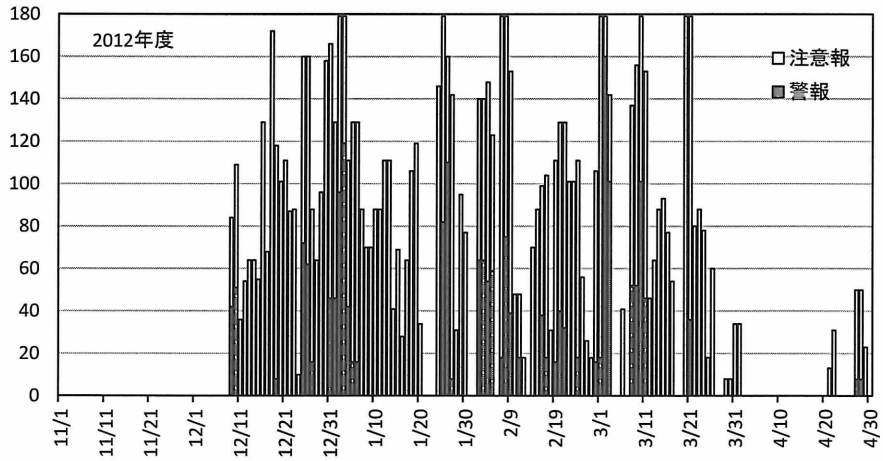
日数

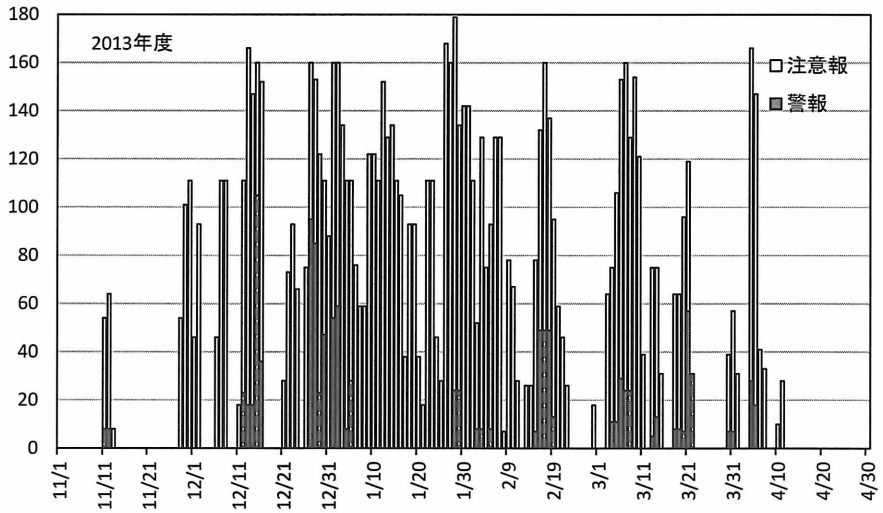
	2012年度			2013年度			2014年度			2015年度		
	警報有り	警報無し 注意報有り	注意報警報なし	警報有り	警報無し 注意報有り	注意報警報なし	警報有り	警報無し 注意報有り	注意報警報なし	警報有り	警報無し 注意報有り	注意報警報なし
12月	7	16	8	9	12	10	13	13	5	8	23	0
1月	9	18	4	6	25	0	11	13	7	15	16	0
2月	15	10	3	8	14	6	13	5	10	11	16	1
3月	8	16	7	14	5	12	10	5	16	2	11	18
合計	39	60	22	37	56	28	47	36	38	36	66	19

比率

	2012年度			2013年度			2014年度			2015年度		
	警報有り	警報無し 注意報有り	注意報警報なし	警報有り	警報無し 注意報有り	注意報警報なし	警報有り	警報無し 注意報有り	注意報警報なし	警報有り	警報無し 注意報有り	注意報警報なし
12月	23%	52%	26%	29%	39%	32%	42%	42%	16%	26%	74%	0%
1月	29%	58%	13%	19%	81%	0%	35%	42%	23%	48%	52%	0%
2月	54%	36%	11%	29%	50%	21%	46%	18%	36%	39%	57%	4%
3月	26%	52%	23%	45%	16%	39%	32%	16%	52%	6%	35%	58%
平均	32%	50%	18%	31%	46%	23%	39%	30%	31%	30%	55%	16%

表-5 に警報・注意報の発表頻度をまとめたが、この表では同一市町村等に複数発表されている警報等を重複カウントしているので、北海道内の 179 市町村別に警報等の発表回数を再集計する。





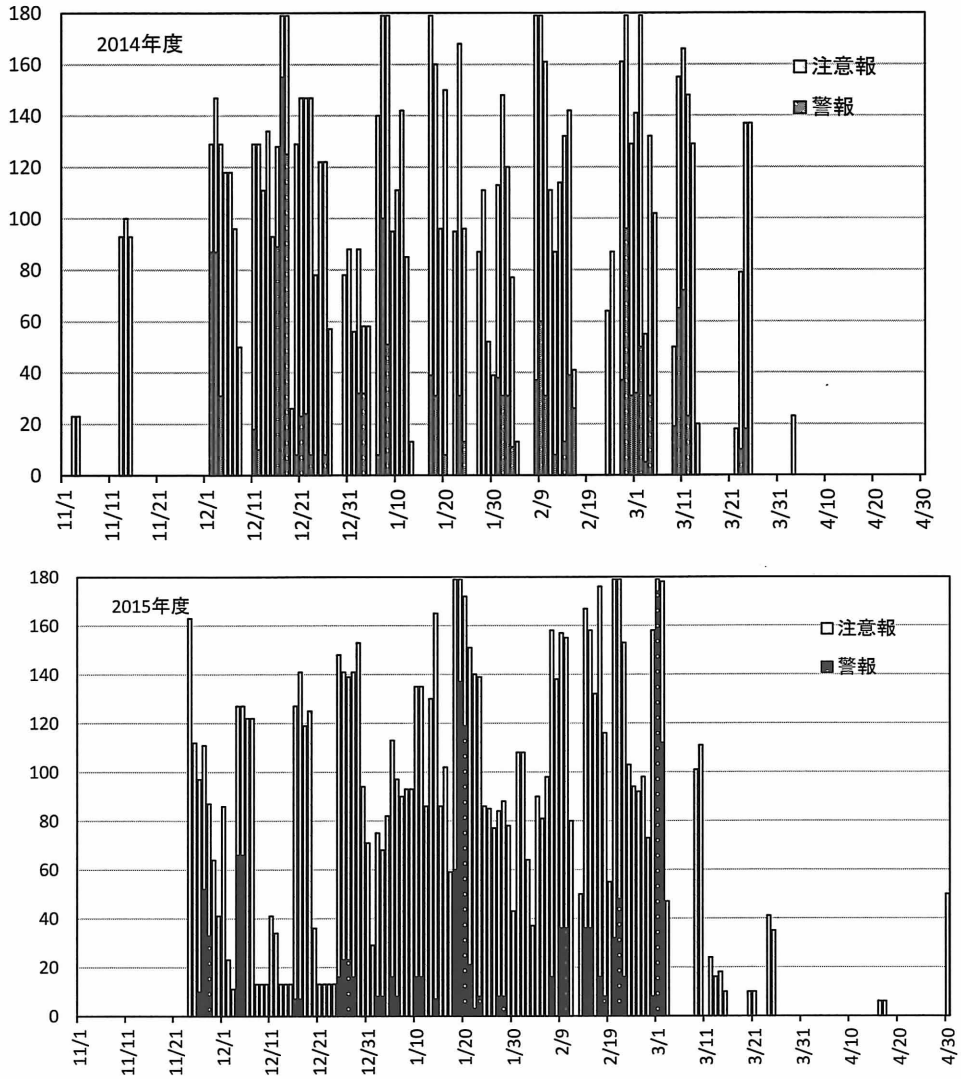


図-2　北海道内の 179 市町村における警報・注意報の発表

2012 年度～2015 年度において広域的に広い範囲に警報が発表された日は、以下のとおりである。

① 2016 年 3 月 1 日：174 市町村(暴風雪 147 市町村、大雪 73 市町村)

② 2013 年 3 月 2 日：160 市町村(暴風雪 137 市町村、大雪 51 市町村)

③ 2014 年 12 月 17 日：155 市町村(暴風雪 114 市町村、大雪 90 市町村)

④ 2016 年 1 月 19 日：137 市町村(暴風雪 133 市町村、大雪 91 市町村)

⑤ 2014 年 12 月 18 日：125 市町村(暴風雪 102 市町村、大雪 72 市町村)

⑥ 2013 年 1 月 3 日：119 市町村(暴風雪 96 市町村、大雪 55 市町村)

⑦ 2016 年 1 月 20 日：119 市町村(暴風雪 77 市町村、大雪 83 市町村)

⑧ 2016 年 3 月 2 日：112 市町村(暴風雪 112 市町村、大雪 8 市町村)

⑨ 2013 年 1 月 26 日：110 市町村(暴風雪 64 市町村、大雪 64 市町村)

⑩ 2013 年 12 月 15 日：105 市町村(暴風雪 64 市町村、大雪 41 市町村)

札幌管区気象台 HP では「災害をもたらした自然現象」として顕著災害時の気象速報が示されており暴風雪・大雪に関して以下の事象が紹介されているが、図-2 においても 2012 年度から 2015 年度の間でこれらのピークが確認できる。

① 平成 28 年 12 月 9 日から 11 日の大雪に関する石狩・空知・後志地方気象速報
② 平成 28 年 1 月 18 日から 21 日の暴風雪と大雪及び高波に関する気象速報
③ 平成 26 年 12 月 16 日から 19 日の暴風雪と高波及び大雪に関する気象速報
④ 平成 26 年 2 月 15 日から 19 日の暴風雪と大雪に関する気象速報
⑤ 平成 25 年 3 月 1 日から 3 日の暴風雪と大雪に関する気象速報
⑥ 平成 24 年 12 月 8 日から 10 日の大雪と暴風雪に関する気象速報
⑦ 平成 24 年 12 月 6 日から 7 日の暴風雪と高波に関する気象速報
⑧ 平成 24 年 11 月 27 日の暴風雪と高波に関する気象速報
⑨ 平成 24 年 4 月 3 日～4 日の暴風雪と大雪及び高波に関する気象速報
⑩ 平成 24 年 2 月 15 日～16 日の暴風雪と高波に関する気象速報
⑪ 平成 23 年 12 月 22 日～26 日の暴風雪・大雪・高波に関する石狩空知後志地方気象速報

2-5 警報の継続時間

表-7 及び図-3 に北海道における暴風雪警報・大雪警報の開始時刻から解除時刻までの時間差（警報継続時間）をまとめた。2013 年 3 月の暴風雪被害をふまえ、北海道においては余裕をもって警報発表に努めていること等の背景もあり、警報の継続時間は増加傾向にある。

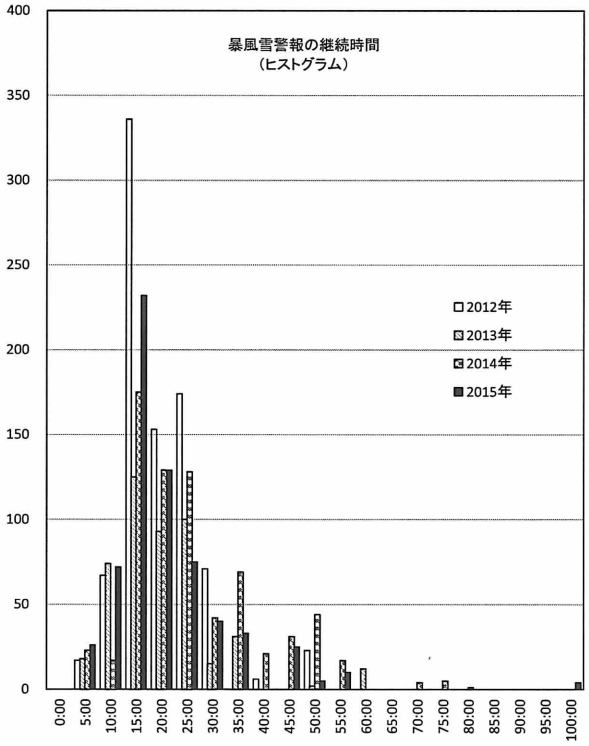
表-7　暴風雪警報・大雪警報の継続時間

暴風雪警報の継続時間

	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度
AVE	17:26	17:34	23:28	17:56
MAX	47:14	58:42	79:38	97:34
MIN	3:01	3:37	3:51	2:57

大雪警報の継続時間

	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度
AVE	9:35	6:45	14:29	15:43
MAX	23:56	12:14	45:19	50:56
MIN	3:19	3:03	4:00	3:22



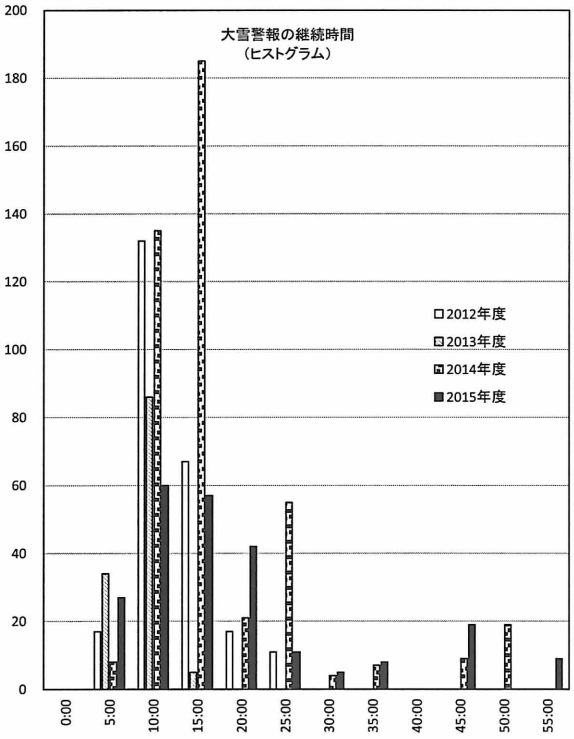


図-3　暴風雪警報・大雪警報の継続時間

暴風雪警報は、平均で2012年には17時間26分、2013年には17時間34分、2014年には23時間28分、2015年には17時間56分継続しており、一度警報が発表されると1日以上～最大で4～5日吹雪に閉ざされる期間があり、食料・水等の備蓄の目安、外出を控える等の減災行動の継続時間の目安となる数値である。なお、大雪警報については暴風雪警報に比べるとその継続時間は短い。

2012年度～2015年度において継続時間が長かった暴風雪及び大雪は、

① 2016年1月19日から1月23日の留萌南部地域暴風雪(Max97hr)

② 2015年1月31日から2月3日の釧路地方暴風雪(Max79hr)

③ 2014年2月16日から2月19日の根室・釧路地方暴風雪(Max58hr)

④ 2014年12月20日から22日の留萌地方暴風雪(Max 50hr)

⑤ 2014年12月16日から18日の釧路地方暴風雪(Max 48hr)

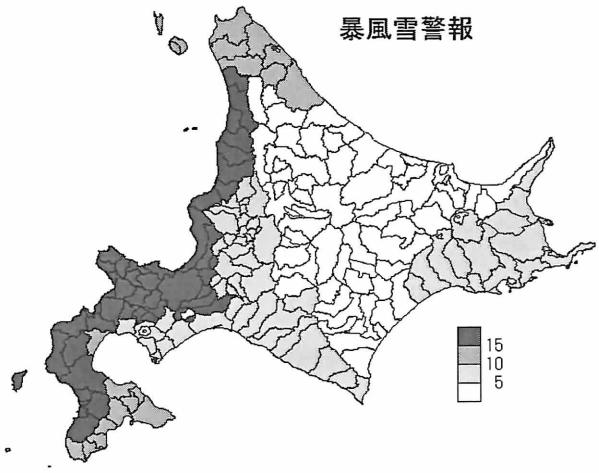
⑥ 2013年2月2日から2月4日の留萌地方暴風雪(Max47hr)

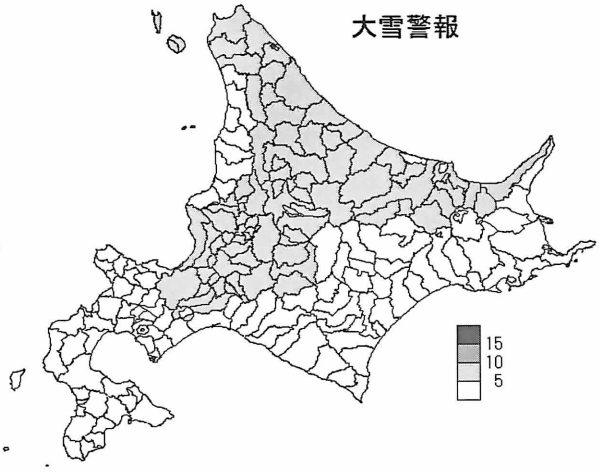
⑦ 2012年12月31日から2014年1月1日の留萌地方暴風雪(Max45hr)

となっている

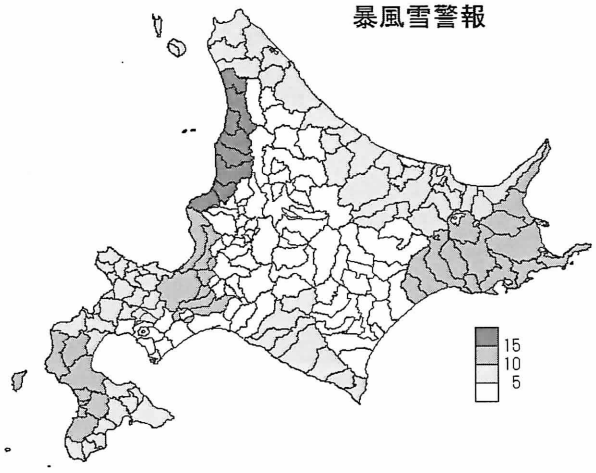
2-6 警報発表頻度の高い地域

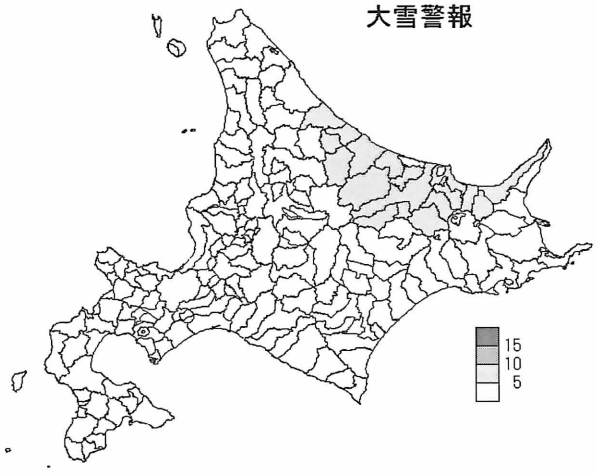
2012年度



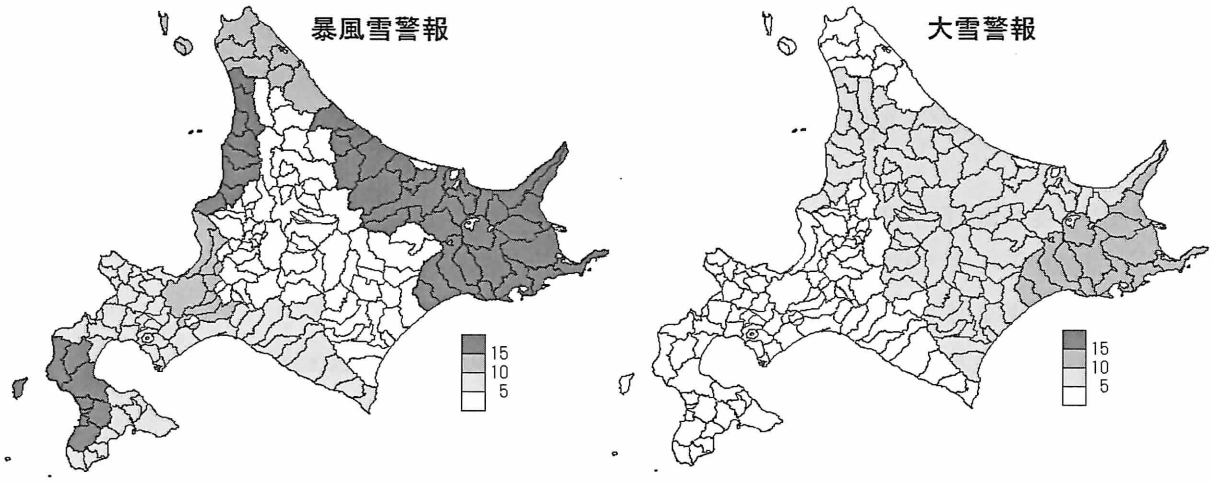


2013年度





2014 年度



2015 年度

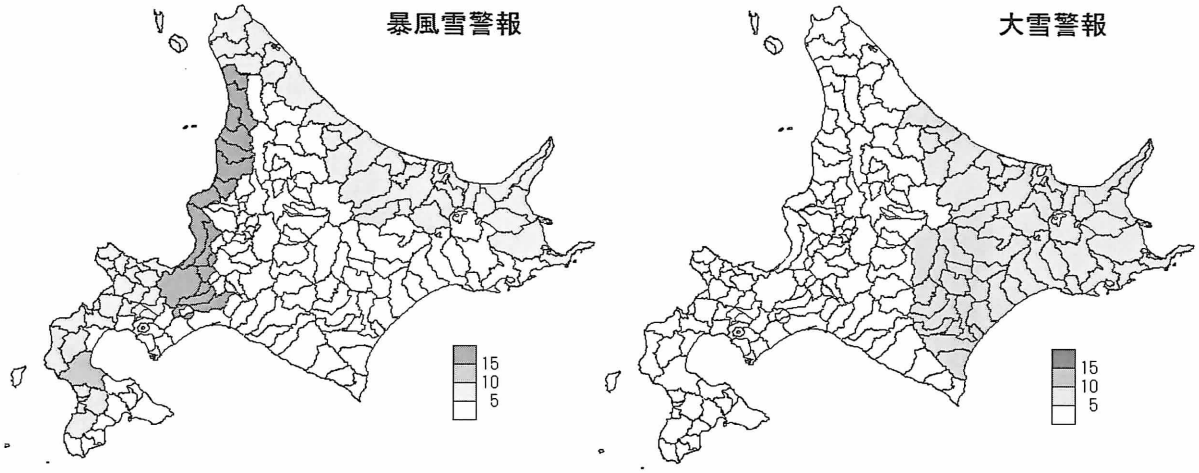


図-4　暴風雪警報・大雪警報の発生頻度の地図化

図-2 で示した北海道内の 179 市町村における警報・注意報の発表頻度を、図-3 で地図化した。暴風雪に関しては、日本海側（留萌地方、檜山地方等）及びオホーツク地方、釧路・根室地方で発生することが多く、大雪については道東で警報が発表されることが多い。

3. 冬期間の交通障害

大雪や暴風雪などの雪害により、人的・物的被害や、歩行障害、航空機・鉄道・道路等の交通機関への障害発生、停電や断水等ライフラインへの障害等が発生する。交通障害により交通機能が低下、人の移動や物流への影響が発生し、人々の日常生活等に甚大な影響を及ぼすこととなる。経済活動に関しては交通利便性が阻害されると、交通近接性が低下し、生産性が低下することによる「供給の縮小」及び消費活動が低下することによる「需要の縮小」が同時に発生、経済被害が発生する。

雪害にする交通障害をレジリエンス・トライアングルとして描くと図-5 のようになる。災害発生とともに交通機能が低下（例えば道路の通行止め延長が増加）する、「予防力の向上」としては吹雪や大雪に強くするための防雪施設等の整備、事前の災害情報による不要不急の外出制限呼びかけや道路の事前通行規制等により二次災害を未然に防止するための措置が考えられる。「回復力の向上」としては除雪機械の増強除雪体制の強化等により復旧時間を短縮することが考えられる。最終的には、「予防力の向上」「回復力の向上」を組み合わせて「総合的な防災力の向上」を図る。

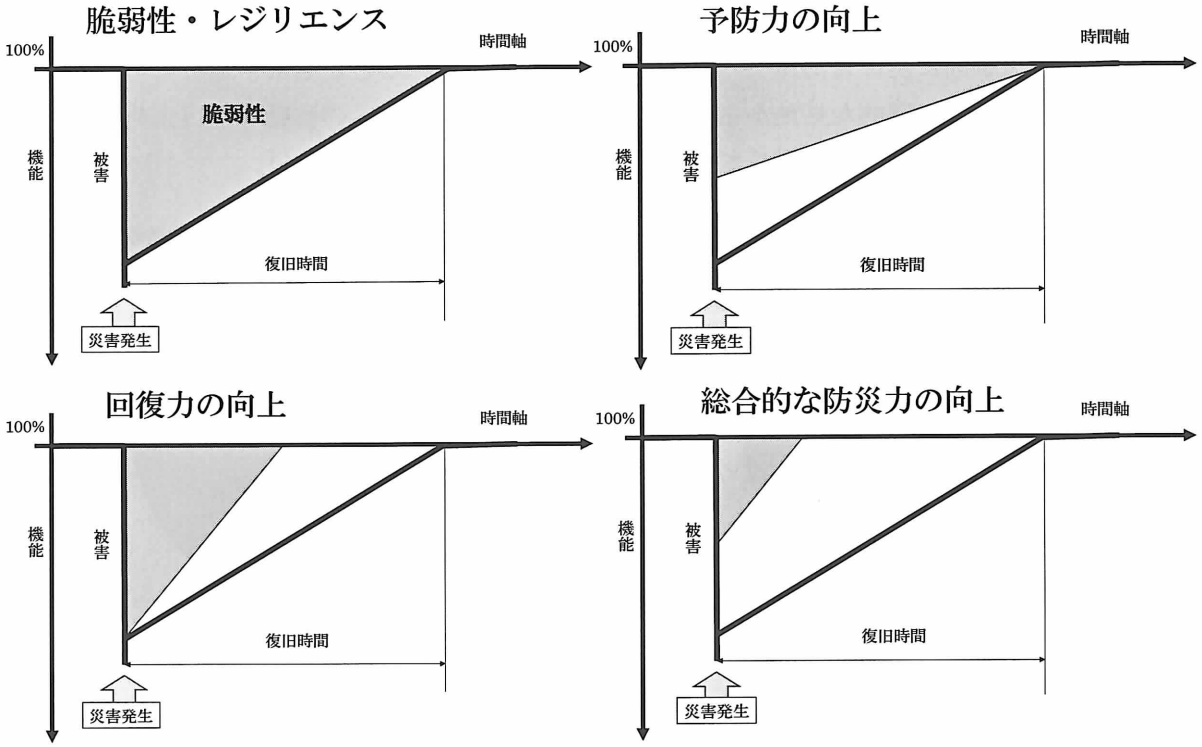


図-5　雪害に関するレジリエンス・トライアングル

米国地震工学研究組織、MCEER(Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research)では、レジリエンスを構成する４つの”R”として、Robustness（頑健性）、Rapidity（迅速性）、Redundancy（冗長性）、Resourcefulness（臨機応変性）を掲げている。道路の雪害に対するレジリエンス構成要素をこの４つの”R”に当てはめると以下のように考察できる。

①Robustness 【頑健性】

「道路防雪便覧」（平成２年５月、日本道路協会）では、吹雪対策施設として①防雪柵（吹だめ柵）②防雪柵（吹払い柵）③スノーシェルター④防雪林⑤地形改良（道路構造改良）⑥視線誘

導等安全施設が紹介されている。このような道路施設整備により、吹雪時においても安全に走行できる道路環境を整備し頑健性を確保する。

②Rapidity 【迅速性】

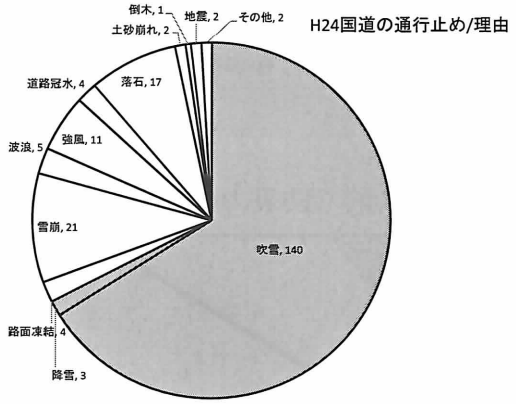
大雪や吹雪により道路に堆積した雪を速やかに除去するため、除雪機械を確保し体制を整備しておく。機械除雪には、除雪トラック・ロータリー除雪車・グレーダー・除雪ドーザーがある。また、除雪方法には、新設除雪、拡幅除雪・運搬排雪・付帯除雪などの方法がある。

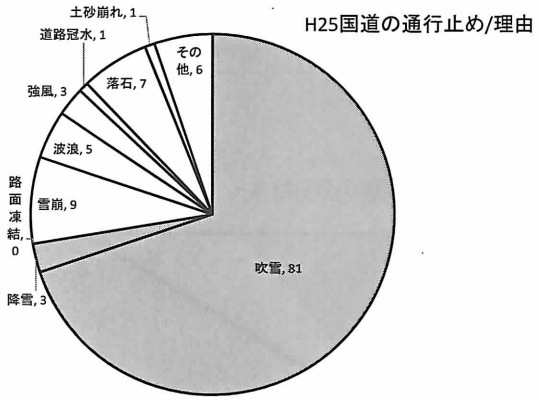
③Redundancy 【冗長性】

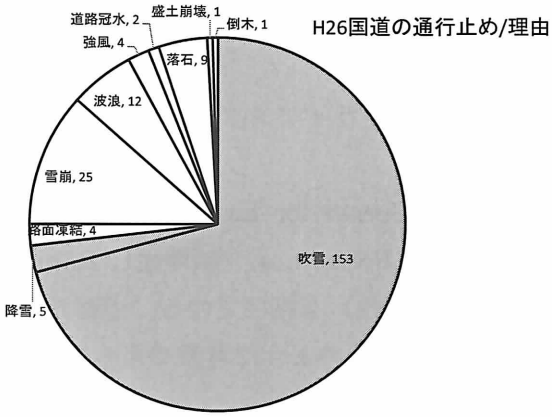
大雪や吹雪により幹線道路の通行止め等が発生しても、交通ネットワークの多重性・代替性がある程度確保されていれば、別のルートや手段で目的地に移動できる場合がある。道央と道東を連絡する幹線道路としては、道東道や旭川・紋別自動車道、国道の日勝峠・狩勝峠・野塚峠・襟裳回りルート等の代替路が選択できる。

④Resourcefulness 【臨機応変性】

道路情報システムによる情報収集、二次災害を防ぐ早期の通行止め、道路利用者等への速やかな情報伝達、その他リアルタイムの道路情報提供、吹雪予測システム等による道路利用者等への情報提供を行い利用者の利便性の向上・安全性の向上を図っている。また、雪害の発生が懸念される場合には事前に関係自治体へのリエゾン派遣を行っているとともに、通行止め期間が長期になる場合等には、人道的な見地から、生活物資の搬入、病院等への移動等通行止め区間を除雪車先導で通行させる等の措置を講じている。







3-1 一般国道の冬期通行止め

平成 24～26 年度おける、11 月～3 月まで一般国道の通行止めの理由を図-6 に示した。吹雪、降雪、路面凍結、雪崩、波浪、強風、道路冠水、落石、土砂崩れ、その他の理由があるが、吹雪と降雪によるものが多い。

ここで図-2 と同様に図-7 に一般国道の通行止め履歴（路線数・延長）を時間軸上に展開する。図-2 と比較すると、気象条件と国道通行止め履歴の相関が確認できる。

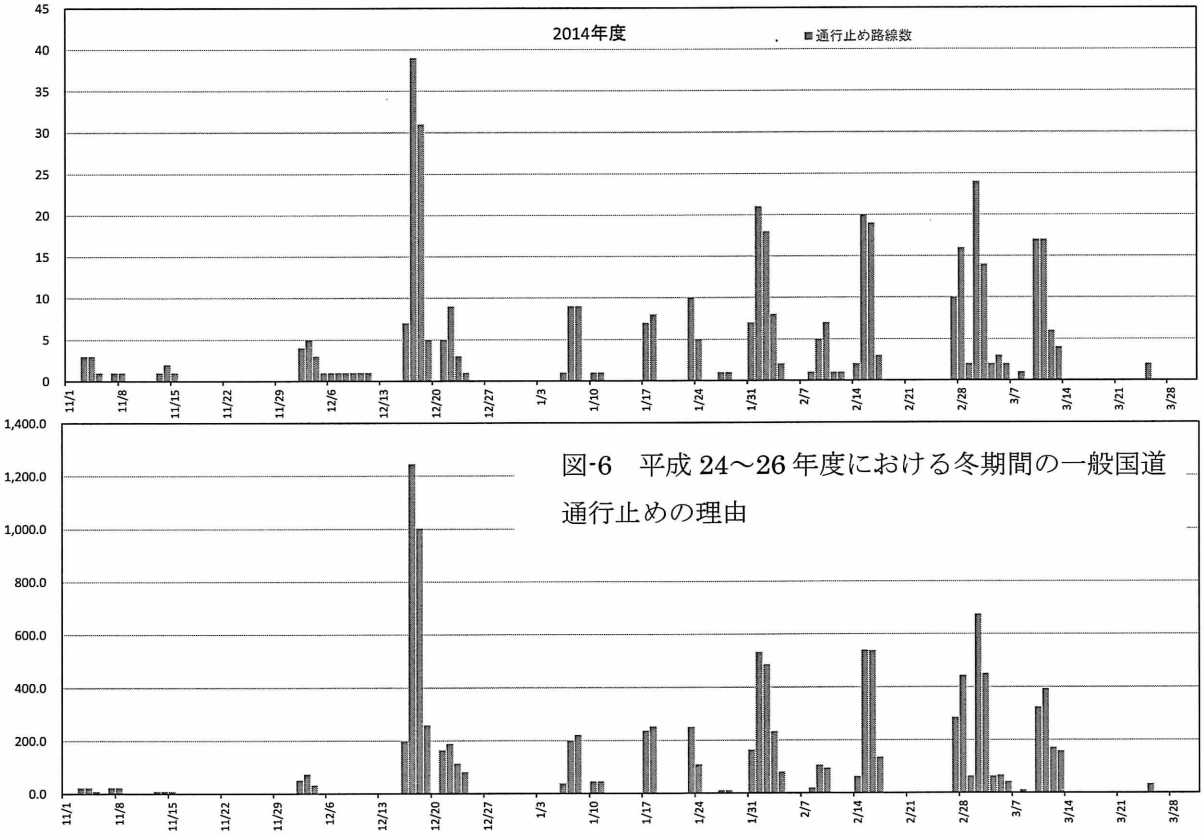


図-6　平成 24～26 年度における冬期間の一般国道通行止めの理由

図-7　2014 年度における一般国道の通行止

3-2 平成 16 年（2004 年）1 月 13 日から 16 日の大雪（豪雪のパターン）

2004 年 1 月 13 日夜から 16 日早朝にかけて、発達した低気圧の影響により北海道は大雪や暴風雪となり、特に北見地方では、記録的な大雪となった（積雪 171cm、既往最大の 117cm を超え観測以来最高を記録）。また、2004 年 2 月 22 日から 23 日にかけて、台風なみに発達した低気圧の影響により、道北から道東全域にかけて広範囲な大雪や暴風雪となり、オホーツク地方では二度にわたり豪雪災害に見舞われた。14 日未明から 15 日未明にかけて、国道の通行止めを余儀なくされる区間は増加した。16 日には、天候の回復状況を勘案して通行止め解消に向けて除雪作業を重点的に開始した。

図 9 は、1 月豪雪時における全道の幹線道路（国道・道道）通行止め延長および解除延長、降雪強度（北見市内）の推移を示したものである。ダメージと回復過程をみることができる。ダメージは、図中の①降雪強度が強まるとともに、②通行止め区間が拡大していく。回復は、図中の①降雪強度が弱まるとともに、③通行止め解除延長が拡大していく。図中④は、通行止め延長の減少の推移を表している。④の過程は、直接「暮らしや経済活動等」へ影響を与えるものであると考えられる。

「暮らしや経済活動等」への影響を低減（減災：ダメージコントロール）させるために、①

危機管理の充実（災害対応の一元化、情報の共有化、コマンドウェア、対応の迅速性、兵站、総合的な災害対応）　②地域防災パートナーシップ（賢い住民と賢い住民づくり、自助・共助・公助、連携と協働）　③災害情報論（必要情報と十分情報、説明責任）が必要と考えている。

また、回復の迅速性の確保の視点から、回復(除雪)プロセスとして、物理的な除雪力 ≒ 機械力 ＋ 雪処理能力であると考えている。ここで、機械力は、除雪車の調達など「余力」と「貸借」が考えられ、雪処理能力は、雪捨て場の確保などが考えられる。

１月豪雪時の、国道の除雪においてポイントとなった事項を列記する。

①人道的視点

1　通行止めを行った区間内で走行不能となり「立ち往生」した車両に対しては可能な範囲で移動を行うとともに、移動不能な場合には乗員の救出をおこなった(国道 39 号他２路線で、救出台数 222 台、救出人数 275 人)。

2　通行止めにより孤立した「まち」が 14 日～16 日の間に道東地方の 10 市町村(内１地区)発生した。このため、通行止め区間における緊急車両等への通行支援を行う(国道 44 号他４路線で 13 件)とともに、早期通行止め解除に努めた。

②ネットワーク確保の視点

1　北見－(R39)－留辺蘂－(R242)－遠軽－(R333、旭川・紋別自動車道浮島 IC～白滝 IC)－旭川方面の通行確保に全力を挙げた。

2　網走・北見地方と十勝や釧路地方との連絡路を早期に確保するため、一般国道 240 号釧北峠、一般国道 242 号池北峠の除雪を重点的に行った。

3　牛乳の出荷所が佐呂間町（森永乳業）、紋別市渚滑町（よつば乳業）にあり、牛乳の出荷ルートとして一般国道 238 号の除雪を重点的に行った。

4　１月 17 日に、北見工業大学で大学入試センター試験が予定されていることから、特に一般国道 39 号網走～北見間の除雪を重点的に行った。

③効率性の視点

1　北見市の要請をふまえて、市道の路線の一部や国道と交差する市道交差点について市道除雪に対して協力を行った。

2　１月 20 日、網走開発建設部では、国道の早期機能回復をはかるため、隣接する旭川開発建設部に除雪車貸借に関する応援要請を行った。１月 21 日から旭川開発建設部の除雪作業車等が加わり、除排雪作業が行われた。

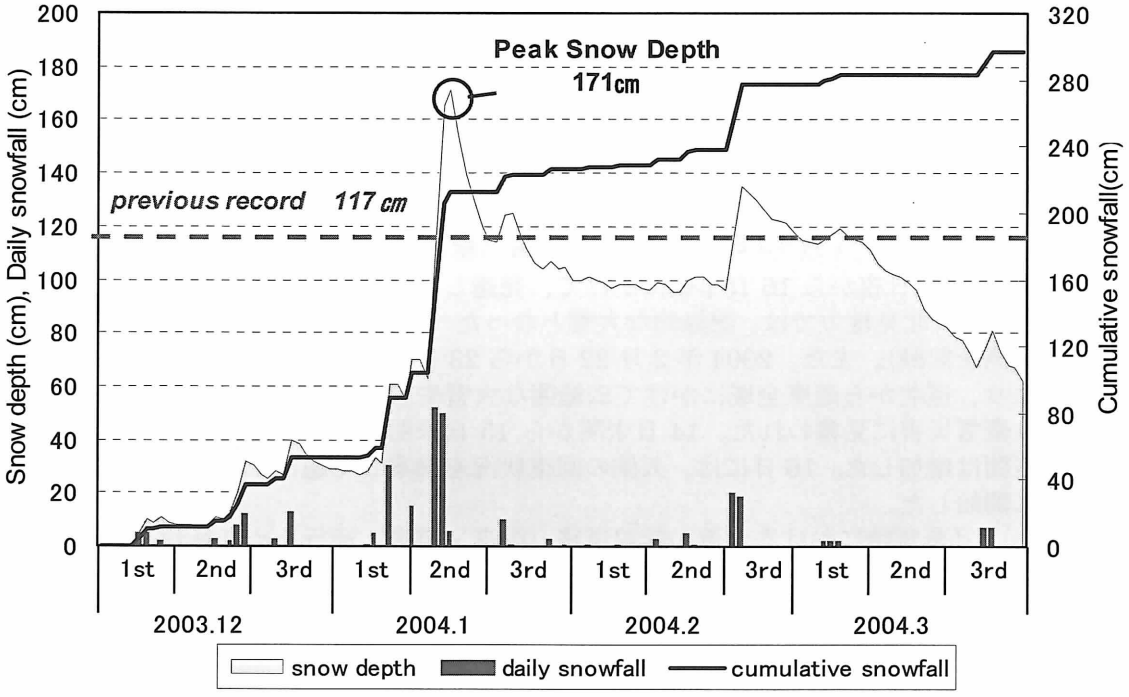


図-8　2004 年度の降雪（北見）

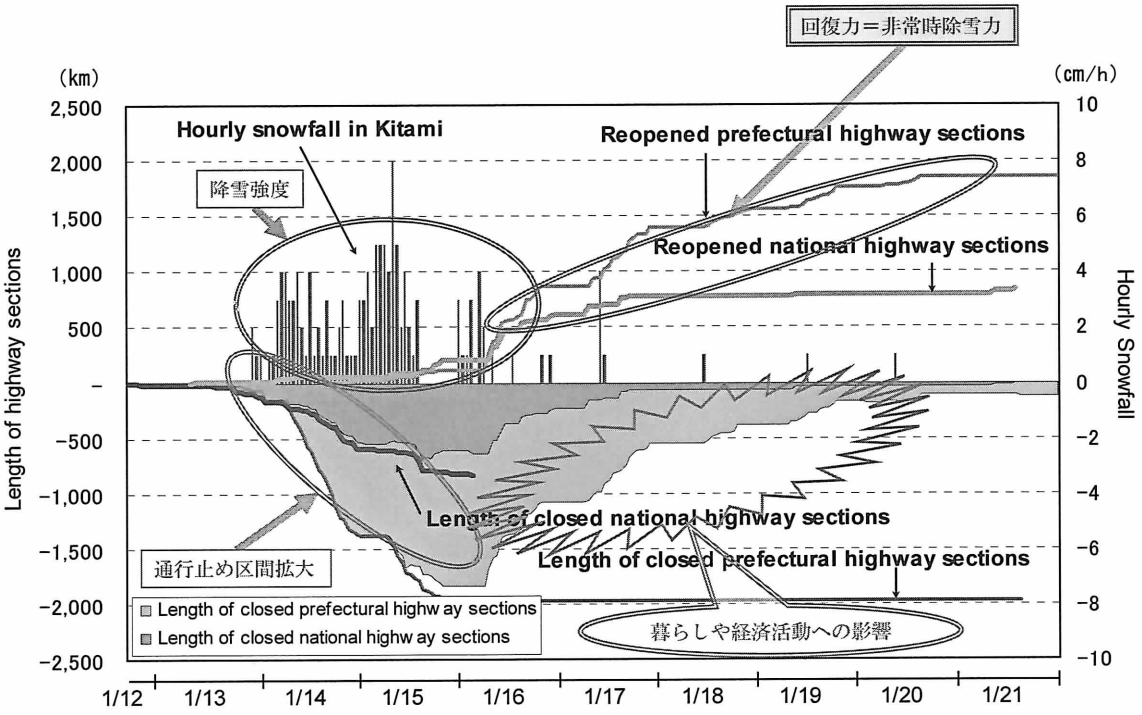


図-9　2004/1/13-の豪雪レジリエンス曲線

写真-1　スタック（立ち往生した）車両、国道 238 号

3-3 平成 25 年（2013 年）3 月 1 日から 4 日の暴風雪

平成 25 年 3 月 1 日-4 日の暴風雪災害では、暴風雪による車の立ち往生や多くの方々が被害にあわれ、亡くなられた方もあり暴風雪対策に関する多くの教訓を残した災害である。

気象状況としては、1 日から 2 日にかけて低気圧が北海道を通過。2 日午前中に北海道は 2 つの低気圧の間に入りオホーツク海側は穏やかに経過したが、午後には一転、低気圧が一つにまとまり急速に天候が悪化した。図-10 にレジリエンス曲線を示したが、3 月 1 日 20 時頃から暴風雪警報が発表されはじめ、2 日 14 時頃には発表のピークとなる 119 市町村に暴風雪警報が、2 日 9 時頃には大雪警報が 33 市町村に発表された。最大の通行止め延長は、3 月 3 日 0 時頃の 1,261km。Damage 曲線は、3 月 2 日夕刻から急激に増加し、警報のピークが過ぎたころから Recovery 曲線が増加している。Recovery 曲線がフラットになるのは 3 月 3 日 18 時頃であり、警報解除から 12

時間程度経過した後となった。

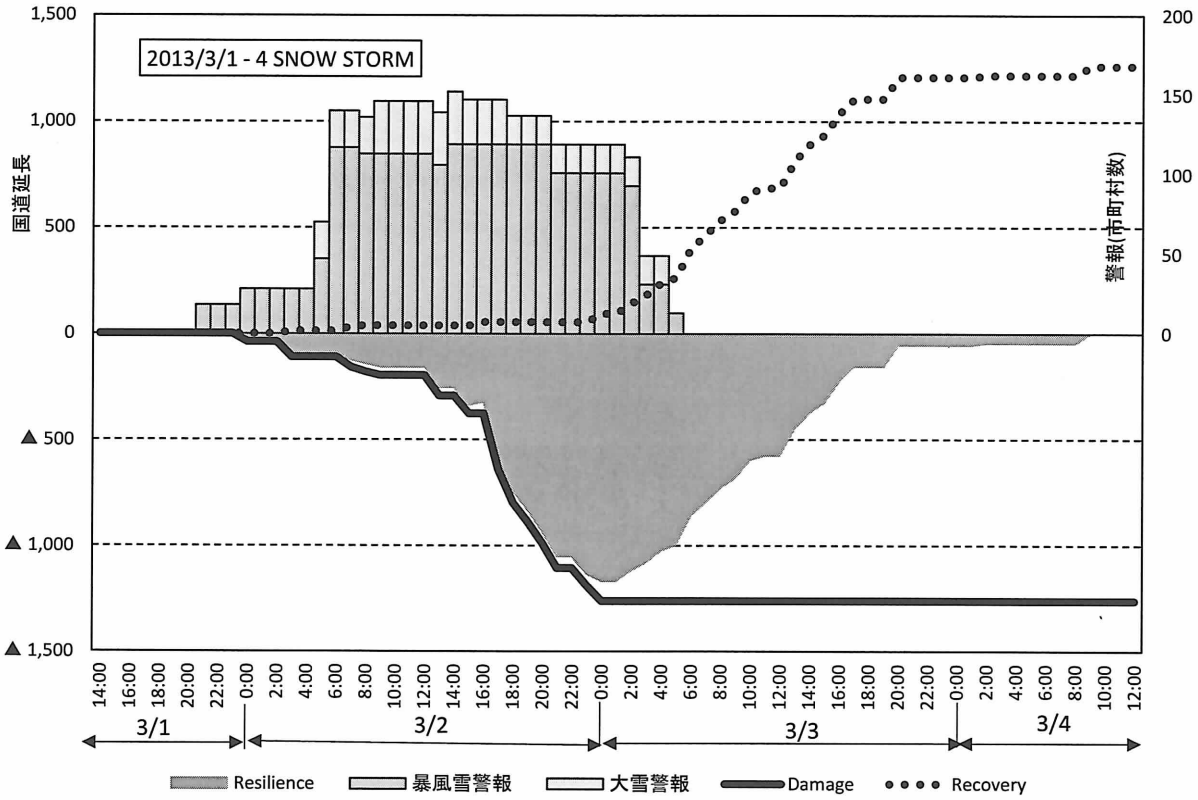


図-10　2013/3/1-4 の暴風雪レジリエンス曲線

3-4 平成 26 年（2014 年）12 月 16 日から 19 日の暴風雪・大雪

平成 26 年 12 月 16 日からの暴風雪・大雪では、札幌管区気象台において、12 月 13 日夕方の「発達する低気圧に関する北海道地方気象情報」第 1 号から 18 日夕方の「暴風雪と高波及び大雪に関する北海道地方気象情報」第 14 号まで発表するほか、15 日と 16 日には「暴風雪に関する説明会」を開催し、見通しがまったくきかない猛ふぶきや大雪による交通障害、暴風、高波、高潮による沿岸施設の被害や低い土地の浸水に厳重な警戒を呼びかけた。各地方気象台や測候所は、気象情報、警報や注意報を発表し、地域の防災機関や住民に警戒や注意を呼びかけた。また、札幌管区気象台と網走地方気象台では、平成 25 年 3 月の暴風雪災害を受けて関係機関の意見を踏まえて改善した、「数年に一度の猛ふぶきとなるおそれがあります。外出を控えてください。」のキーワードを用いた短文の気象情報を初めて発表し、警戒を呼びかけた。

この時の低気圧は 948HPa と猛烈に発達していたことから、根室市・別海町において高潮被害も発生している（避難指示：根室市　97 世帯 267 人、避難勧告：根室市・別海町　1,091 世帯、2,788 人）。さらに、大規模停電（約 2 万戸）、断水（高潮が地面を浸食して水道管破裂）、住家被害・非住家被害等、複合的な被害を伴う雪害となった。

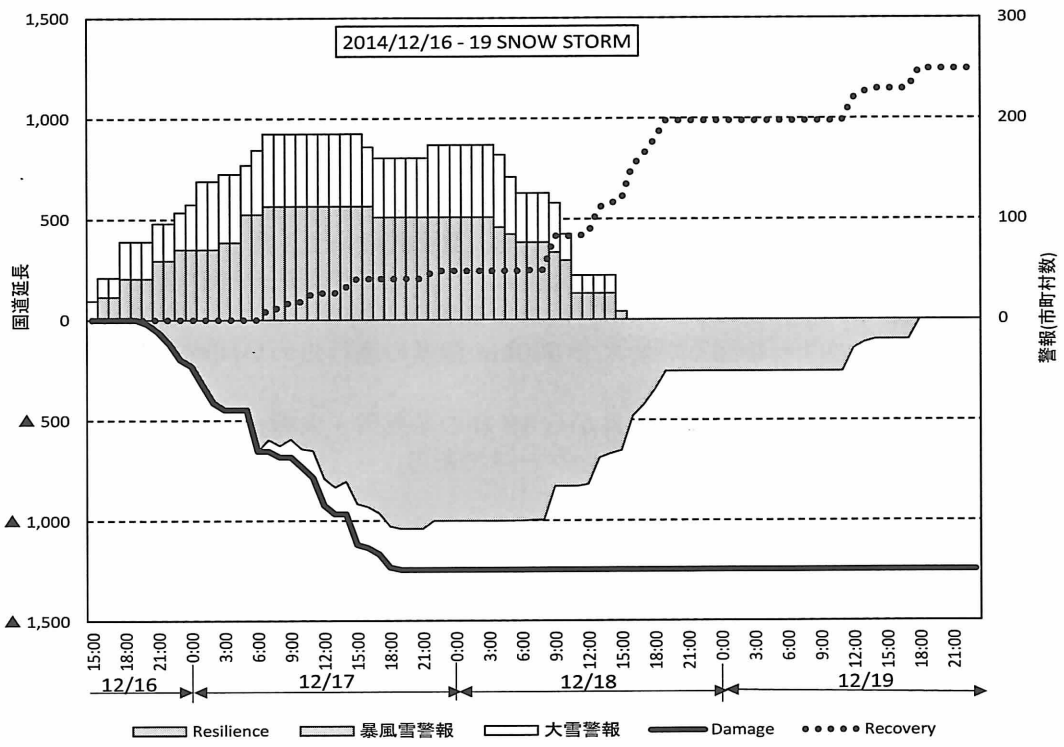


図-11　2014/12/16-19 の暴風雪レジリエンス曲線

暴風雪警報は 103 市町村、大雪警報は 72 市町村に発表された。暴風雪警報のピークは 12 月 17 日の 7 時～16 時まで、大雪警報のピークは 12 月 17 日の 7 時～15 時まで、この時のレジリエンス曲線を図-11 に示す。最大の通行止め延長は、12 月 17 日 18 時に▲1.028.6km となった。国道通行止めの推移と回復プロセスを Damage 曲線と Recovery 曲線で示しているが、警報のピークとなっていた 15 時～16 時過ぎころまでに Damage が増加し、警報のピークが過ぎたころから Recovery 曲線の増加が始まっている。Recovery は 18 日の 21 時頃に一端フラット化し、翌 19 日の朝～昼、午後にはほぼ完全に全路線の除雪が完了して全線回復している。このケースは、約 2 日間警報が続き、道内 1,200km を超える国道で通行止めが発生、逐次リカバリーを図るが最大で 1,000km を超える通行止めが同時発生、警報解除後約 1 日で完全にリカバリー出来た。

通行止めと除雪による回復プロセスを図-12 に示す。通行止めに関しては、2013 年 3 月豪雪等をふまえ、車両のスタック（立ち往生）が発生しないように、写真-1 のように車が動けなくなってから止めるのではなく、スタックの可能性が懸念される場合には早めに止めていく「Passive」な止め方から「Active」な止め方に変わってきている。また、吹雪いている期間中も除雪車を常時稼働させ、天候回復後速やかに開通できるよう作業を行っている。

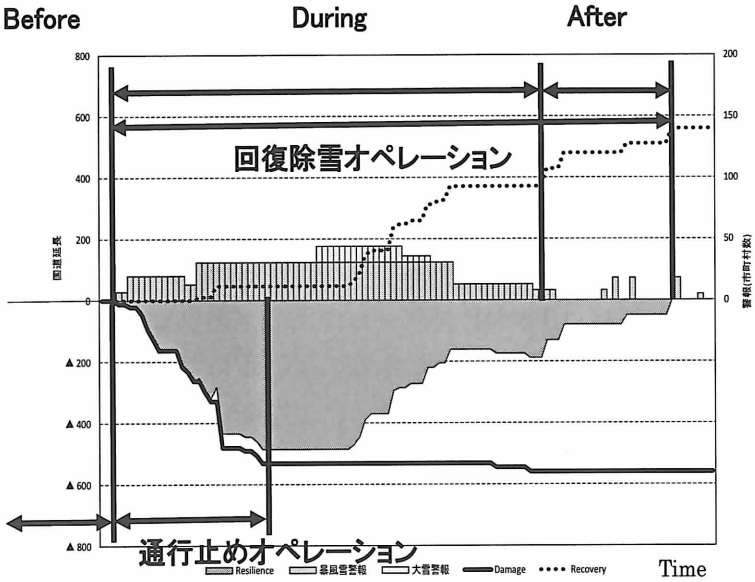


図-12　オペレーションのイメージ

3-5 平成 27 年（2015 年）1 月 31 日から 2 月 4 日の暴風雪

平成 27 年 1 月 31 日からの暴風雪・大雪では、暴風雪警報は 31 市町村、大雪警報は 13 市町村に発表された。暴風雪警報のピークは 2 月 1 日の 6 時～2 月 2 日 24 時まで、大雪警報のピークは 2 月 2 日の 2 時～16 時まで、この時のレジリエンス曲線を図-12 に示す。最大の通行止め延長は、2 月 1 日 16 時に▲458.8km となった。国道通行止めの推移と回復プロセスを Damage 曲線と Recovery 曲線で示しているが、2 月 1 日 15 時ころまでに Damage が増加し、翌 2 月 2 日 7 時ころから Recovery 曲線の増加が始まっている。Recovery は 2 月 3 日の 0 時頃に一端フラット化し、同日夕刻、2 月 4 日まで断続的に回復し、2 月 4 日夕刻にほぼ完全に全路線の除雪が完了して全線回復している。このケースは、約 3 日間警報が続き、道内約 600km の国道で通行止めが発生、逐次リカバリーを図るが最大で 500km 程度の通行止めが同時発生、警報解除後約 1 日で完全にリカバリー出来た。

「3-2 平成 26 年（2014 年）12 月 16 日から 19 日の暴風雪・大雪」に比べると、ダメージの延長は半分程度であるが、期間が約 1 日長いケースである。

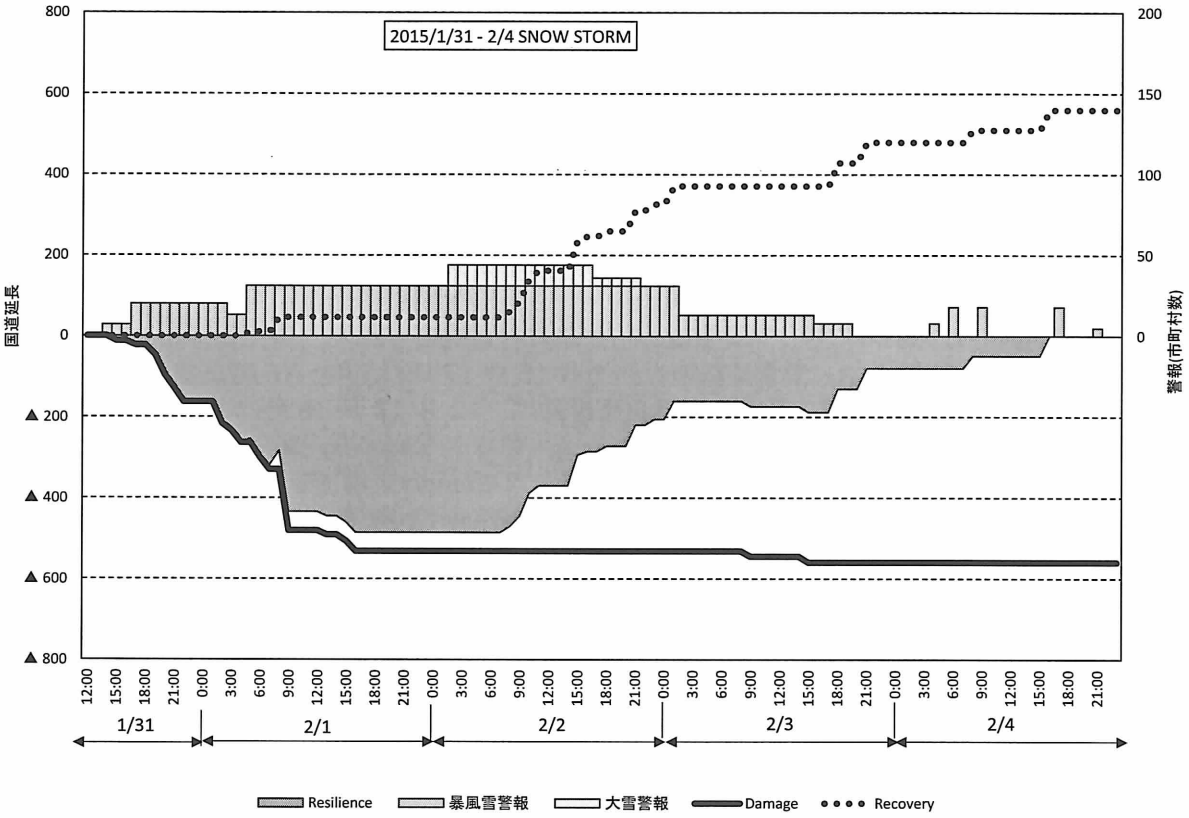


図-13　2015/1/31-2/4 の暴風雪レジリエンス曲線

4. まとめ

本論文では、CPS-IIP プロジェクトの「特別警報・警報・注意報データベース」及び北海道開発局からご提供いただいた冬期の通行止めのデータから、近年の大雪・暴風雪時の発生頻度、広域性、そして現行の除雪力による回復過程について考察を行った。

北海道のような積雪寒冷地域では、地域防災計画等において「雪害」は重要なテーマであり、雪害と地震・津波の複合被害、雪害と火山の複合被害（融雪型泥流等）の可能性も考慮すると、検討課題は沢山ある。

近年の暴風雪継続時間（警報継続時間）及び幹線道路の除雪による交通機能回復時間を加えると最大で5日～6日程度、雪に閉ざされることを念頭に置く必要がある。この数字は食料等の備蓄の目安になると思われる。

道路の通行止めに関するオペレーションでは、平成8年（1996年）1月一般国道5号において発生した大規模な車両スタック（立ち往生）、平成25年（2013年）3月1日からの暴風雪でもスタック車両内で排ガスによる人的被害が発生した等の教訓をふまえ、車両が走行出来ないと見なされる場合は早め早めに通行止めを行い、このような災害が起きないよう「Active」なオペレーションに変わってきている。また、道路管理者である北海道開発局は雪に閉ざされる市町村にリエゾンを派遣し、細やかな情報提供や市町村等における課題等を聞き取り、通行止め区間であっても除雪車の先導等により物資の輸送や病人の搬送等に協力している。このような対応により、引き続き市町村と道路管理者の連携強化を図りソフト分野も含めたダメージ軽減を図ることが望ましい。

平成24年11月27日（2012年）の暴風雪では、登別市・室蘭市などを中心として大規模な停電となった（西胆振で4万戸）。災害対策にあたる市役所でも電気が使えず、電話・パソコンが使えず情報収集等に重大な支障となった。平成26年（2014年）12月16日から19日の暴風雪・大雪においても、本文に記載したように高潮被害・大規模停電・断水・建物被害等、交通機関の障害のほかにも複合的な被害を伴う雪害となった。交通障害に加えて、このようなライフライン障害も雪害の課題であることを示した被災事例であり、教訓としてふまえておく必要がある。

冬期間の平常的な条件に加えて、本論文でまとめたような大雪・暴風雪と他の自然災害の組み合わせによる防災の在り方等、今後、検討を進めていく必要がある。

【参考文献】

1) 高松泰、 坂憲浩、気田堅実、高橋清「豪雪時における道路交通障害の発生とその回復過程に関する考察～2004年北海道道東地方を中心とした豪雪の事例から～」交通工学 Vol.40、No.3、2005年5月

2) SAKA, N、KETA, K、TAKAHASHI, K「Emergency Traffic Management for Minimizing Snowfall Damages - Lessons Learned from Eastern Hokkaido in 2004」PIARC XII INTERNATIONAL WINTER ROADS CONGRESS, TORINO - SESTRIERE, ITALY, 2006

3) 高松泰、安中新太郎：「1996年1月の豪雪による小樽地域への影響」土木計画学研究・講演集 Vol.19 No.1 pp. 857-858（1996）