

### 3.2 凍結防止剤の飛散調査

#### 3.2.1 調査概要

##### (1) 目的

平成12年度から平成15年度までに、各地方整備局等において実施された凍結防止剤の現道における飛散に関する実験結果のデータを整理し、凍結防止剤の散布と飛散の関係について検討した。調査地点の散布量は、概ね全国平均かやや多い地域において実施したものである。

##### (2) 調査の概要

調査は、表3-2-1、図3-2-1に示す地点において凍結防止剤散布の最盛期の4～9週間にわたって、道路状況や凍結防止剤散布状況並びに、道路脇に飛散した凍結防止剤を採取し影響について調査したものである。

調査時の各種条件について、表3-2-2示す道路条件、気象条件、路面条件、交通条件、散布量、飛散塩分量について整理した。

表3-2-1 調査地点と調査時期

年度	地域	道路名	距離(kp)	調査期間		凍結防止剤	除雪方法
H12	宮城県 仙台市青葉区	国道48号	34.3	H13.1.30～H13.3.13	8週間	NaCl固形剤 NaCl水溶液	グレーダー ロータリー
H12	新潟県 寺泊市	国道116号	-	H13.1.14～H13.3.14	9週間	NaCl固形剤	(不明)
H14	北海道 苫小牧市	日高自動車道	13.4	H15.2.24～H15.3.24	4週間	NaCl固形剤(湿式) NaCl水溶液	(不明)
			15.0				
			17.0				
H14	宮城県 仙台市	国道48号	11.8	H15.1.10～H15.3.7	8週間	NaCl水溶液	グレーダー
H14	新潟県 新潟市	新潟西バイパス	64.0	H15.1.24～H15.3.14	8週間	NaCl固形剤	(不明)
H15	新潟県 新潟市	新潟西バイパス	64.0	H16.1.20～H16.3.26	8週間	NaCl固形剤	(不明)

出典：平成12年度路面凍結抑制剤影響実態調査報告書

平成12年度凍結防止剤飛散調査作業報告書

平成14年度現道における凍結防止剤の飛散状況調査報告書

平成14年度凍結防止抑制剤に関する調査報告書

平成14年度植物耐塩性実験調査作業報告書

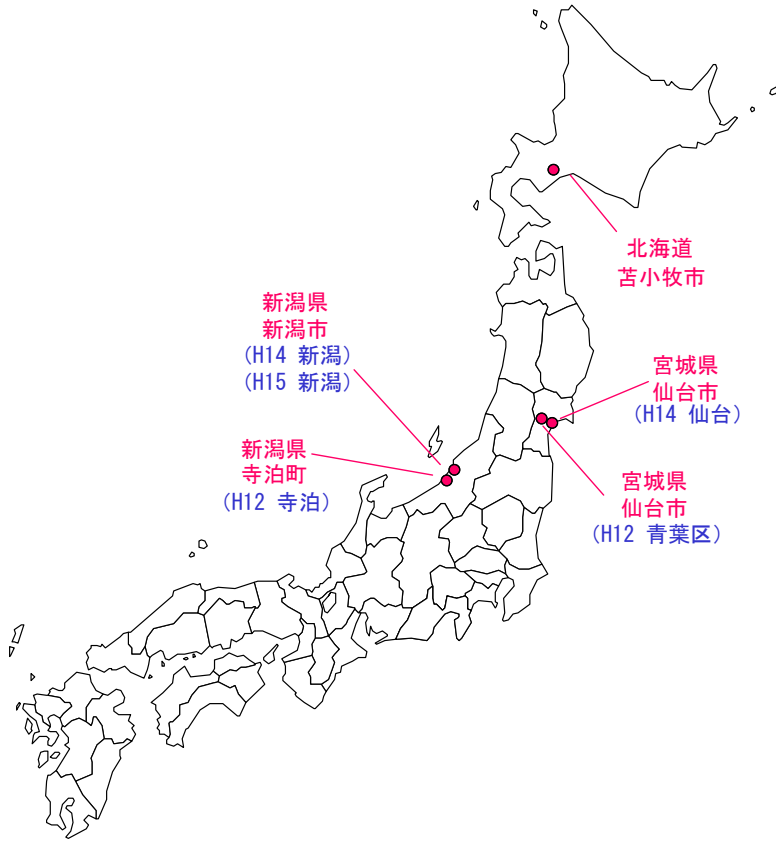


図 3-2-1 調査地点位置図

表 3-2-2 取りまとめ内容

道路条件	盛土高 (m)
気象条件	順風率 (%)
	順風時平均風速 (m/s)
	平均気温 (°C)
路面条件	平均地温 (°C)
交通条件	大型車両数 (台)
	小型車両数 (台)
	平均走行速度 (km/h)
散布塩分量	NaCl 散布量 (g/m <sup>2</sup> )
	路幅 (m)
	NaCl 散布量 (g/m <sup>2</sup> ) × 路幅
路肩からの距離 (m) に対する 飛散塩分量 (NaCl) (g/m <sup>2</sup> )	1m
	2m
	:
	:

### 3.2.2 調査地点の概要

調査は、各地方整備局等の管内の直轄国道で実施したものであり、それぞれの調査地点の概要を表3-2-3に示した。

各調査地点の調査期間中の平均交通量や平均気温と凍結防止剤散布量の関係では、調査年度により特徴があり多様な条件下での調査であった。(図3-2-2、図3-2-3参照)  
調査地点での調査方法の模式図を図3-2-4、図3-2-5に示した。

表3-2-3 調査地点の概要

年度	地域	道路名	路幅(m)※	盛土高(m)	調査期間交通量(台)		採取測線長(m)	採取ポイント数
					大型車	小型車		
H12	宮城県 仙台市青葉区	国道48号	3.7	0.0	139,902	170,856	30	21
H12	新潟県 寺泊町	国道116号	6.0	—	216,090	699,489	30	18
H14	北海道 苫小牧市	日高自動車道	10.25	7.5	30,022	175,450	20	9
			6.75	1.0	30,022	175,450	8	6
			6.75	5.0	30,022	175,450	15	8
H14	宮城県 仙台市	国道48号	3.78	0.0	243,432	1,028,720	10	7
H14	新潟県 新潟市	新潟西バイパス	3.0	0.3	226,357	1,387,917	22	7
H15	新潟県 新潟市	新潟西バイパス	3.0	0.3	220,242	1,413,057	14	15

※路幅:片側車線の道路幅

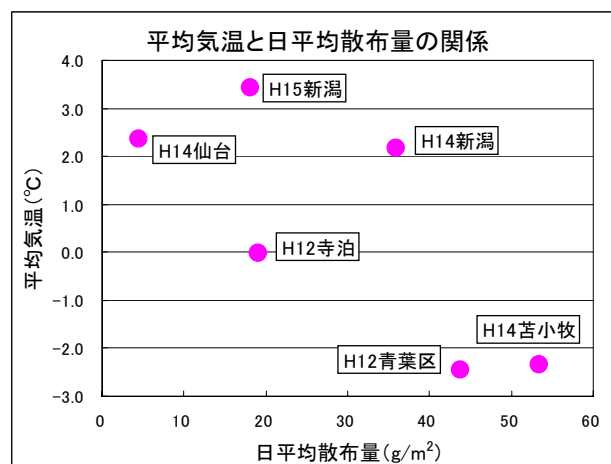
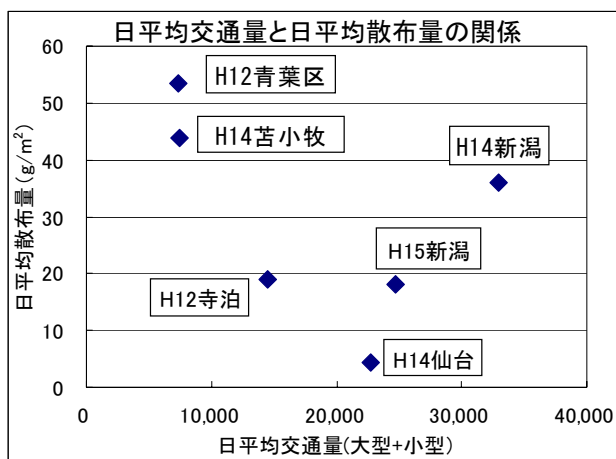


図3-2-2 調査地点の状況(交通量と散布状況) 図3-2-3 調査地点の状況(気温と散布状況)

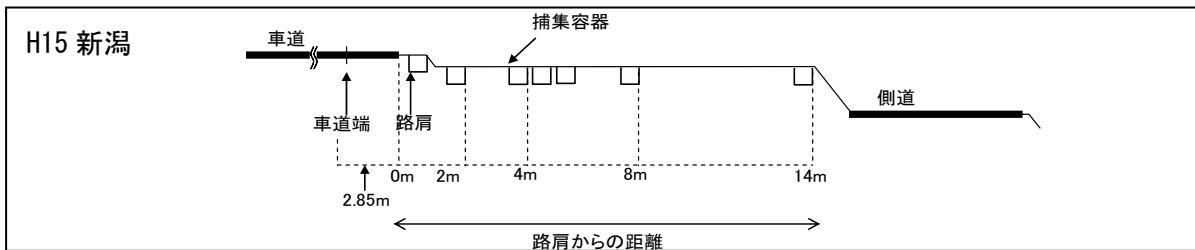
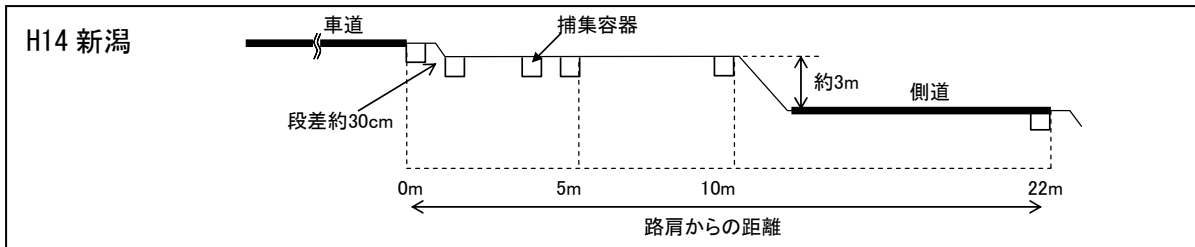
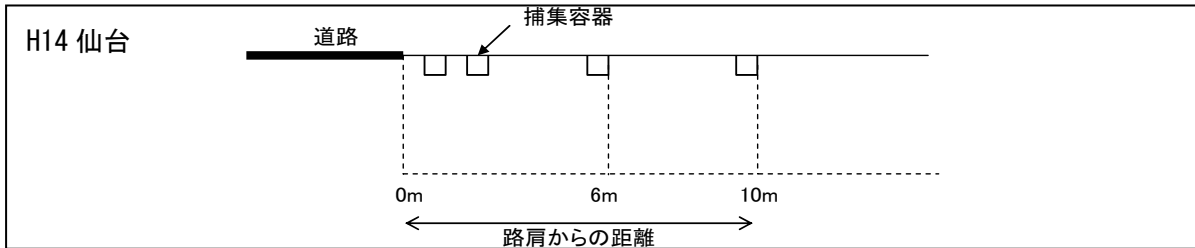
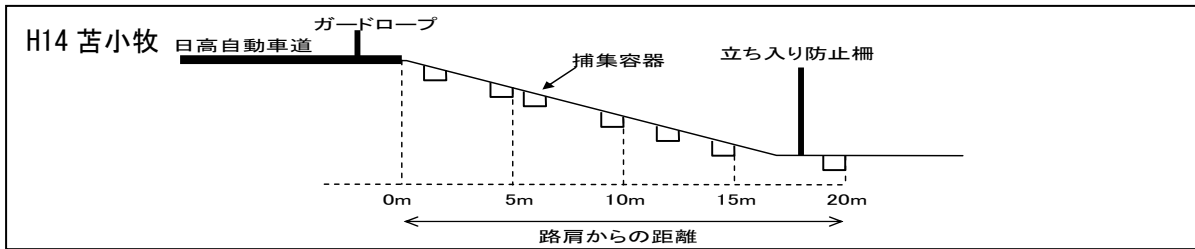
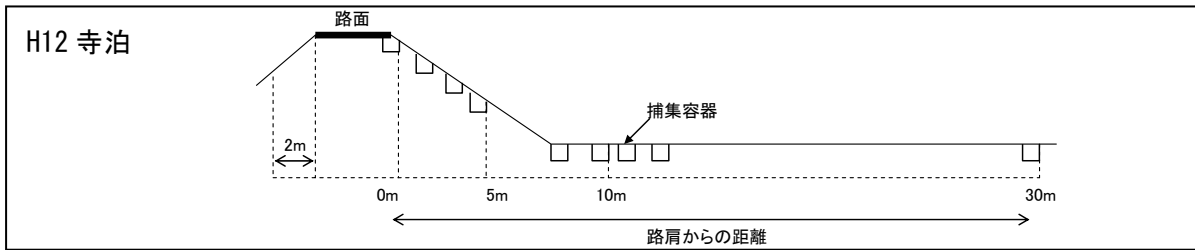
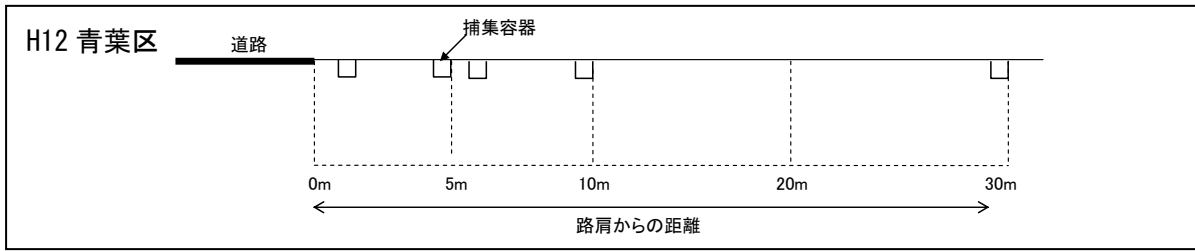


図 3-2-4 調査方法の模式図

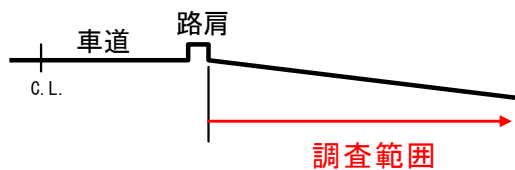


図 3-2-5 調査範囲

### 3.2.3 調査地点別の凍結防止剤散布状況

調査地点別の凍結防止剤の散布状況は図3-2-6、図3-2-7に示すとおりである。

各調査地点とも使用した凍結防止剤は、NaClであるが、地域により湿式散布・乾式散布あるいは溶液散布と異なっているため、整理・取りまとめにあつては、NaClの固形剤量の単位面積あたりに換算した。

平成14年度の東北地方では、調査期間中の平均気温が2.4℃であり、平成12年度の-2.5℃に比べ暖かい状況であったことから、散布量も少なくなっている。

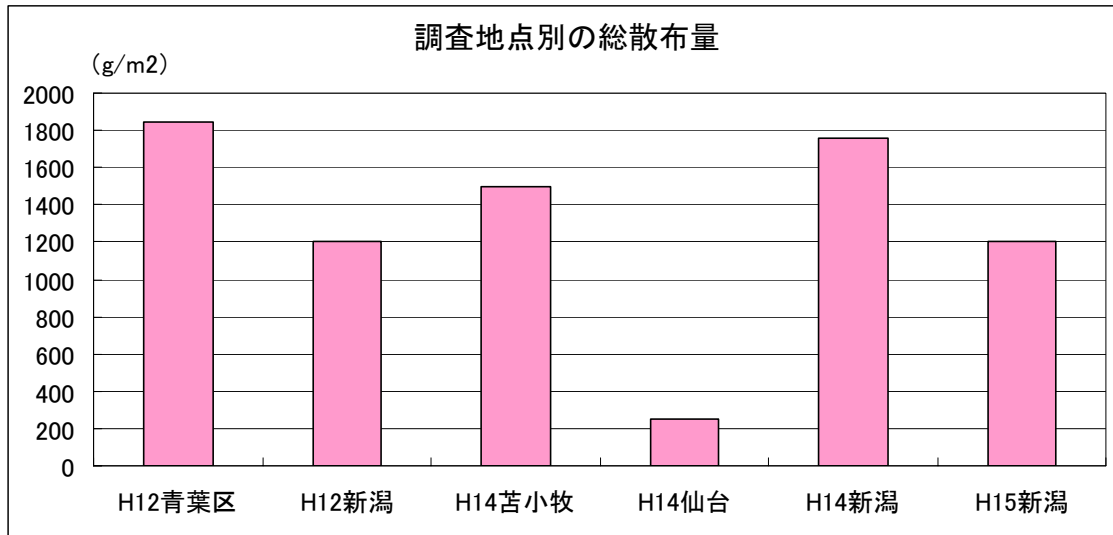


図3-2-6 凍結防止剤の総散布量の比較 (NaCl換算)

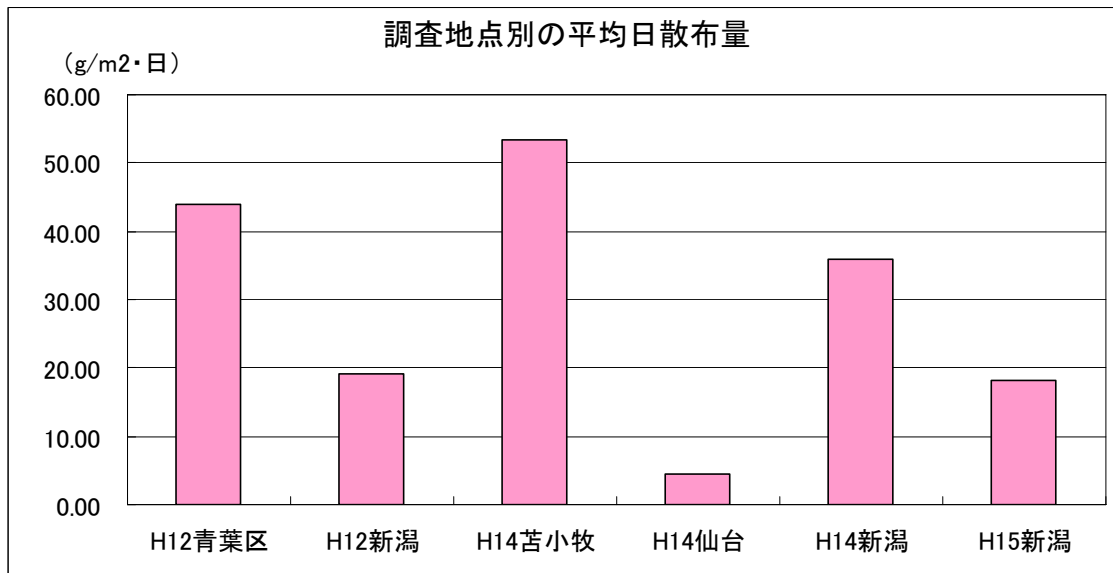


図3-2-7 凍結防止剤の単位散布量の比較 (NaCl換算)

### 3.2.4 調査結果

#### (1) 凍結防止剤の飛散状況

各調査地点の道路脇の調査測線上に設定した採取ポイントの距離と飛散塩分量の集計結果を表3-2-4に示し、飛散量と距離との関係を図3-2-8、図3-2-9に示した。観測結果では、飛散状況は飛散塩分量をY、路肩からの距離をXとすると $Y = aX^b$ の式に近似された。

各調査地点とも、道路からの距離により飛散量の減衰が顕著に見られ、5mまでは飛散量が多く、6m以上の飛散量は5mまでの飛散量の半分以下となっていた。

表3-2-4 調査期間中の採取された飛散塩分量

		H12青葉区	H12寺泊	H14苫小牧			H14仙台	H14新潟	H15新潟	
		全期間	全期間	No.1地点 全期間	No.2地点 全期間	No.3地点 全期間	全期間	全期間	全期間	
路幅 (m) 注)		3.70	6.00	10.25	6.75	6.75	3.78	3.00	3.00	
散布塩分量 (g/m <sup>2</sup> )		NaCl散布量 (g/m <sup>2</sup> )	1,842	1,200	1,494.41			247.9	1,760	1,200
散布塩分量 (g/m)		NaCl散布量 (g/m <sup>2</sup> ) × 路幅	6,815	7,200	15,317.71	10,087.28	10,087.28	936	5,280	3,600
路肩からの距離(m)に対する 飛散塩分量(塩化ナトリウム) (g/m <sup>2</sup> )	1m	169.0	133.9	62.32	61.34	39.35	42.740	189.07	93.80	
	2m	113.4	74.7	34.74	70.68	30.65	10.304	59.61	40.10	
	3m	85.0	50.7	31.27	21.94	32.28	7.382	38.58	24.80	
	4m	80.1	32.1	16.88	15.72	25.22	4.932	26.30	20.20	
	5m	54.8	25.0	9.27	17.26	26.47	3.832	17.97	16.60	
	6m	41.1	19.6	9.27	17.26	26.47	3.329	17.97	20.10	
	7m	32.8	21.8	9.27	17.26	26.47	3.329	17.97	19.90	
	7.5m			6.74	3.22	5.03	3.329	17.97		
	8m	27.3	21.0	6.74	3.22	5.03	3.329	17.97	19.10	
	9m	26.1	18.2	6.74	3.22	5.03	3.329	17.97	20.80	
	10m	24.0	18.3	2.99	3.22	1.99	2.260	10.34	14.20	
	11m	23.2	19.9	2.99	3.22	1.99	2.260	10.34	10.00	
	12m	22.4	18.9	2.99	3.22	1.99	2.260	10.34	10.90	
	13m	22.1	16.8	2.99	3.22	1.99	2.260	10.34	8.20	
	14m	21.1	15.9	2.99	3.22	1.99	2.260	10.34	9.60	
	15m	20.4	16.8	1.15	3.22	1.16	2.260	10.34	9.60	
	16m	19.3	15.9	1.15	3.22	1.16	2.260	10.34	9.60	
	17m	18.6	17.7	1.15	3.22	1.16	2.260	10.34	9.60	
	18m	17.7	17.7	1.15	3.22	1.16	2.260	10.34	9.60	
	19m	17.2	17.7	1.15	3.22	1.16	2.260	10.34	9.60	
20m	15.0	17.7	0.85	3.22	1.16	2.260	10.34	9.60		
22m							10.23			
30m	9.1	9.7								
1～5mまでの飛散量集計(g/m <sup>2</sup> )		合計値	502.3	316.4	154.5	186.9	154.0	69.2	331.5	195.5
6～10mまでの飛散量集計(g/m <sup>2</sup> )		合計値	151.3	98.9	35.0	44.2	65.0	15.6	82.2	94.1
11～15mまでの飛散量集計(g/m <sup>2</sup> )		合計値	109.2	88.3	13.1	16.1	9.1	11.3	51.7	48.3
16～20mまでの飛散量集計(g/m <sup>2</sup> )		合計値	87.8	86.7	5.5	16.1	5.8	11.3	51.7	48.0
21～30mまでの飛散量集計(g/m <sup>2</sup> )		合計値	9.1	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	0.0
30mまでの飛散量集計(g/m <sup>2</sup> )		合計値	859.7	600.0	208.1	263.3	233.9	107.4	527.4	385.9
散布塩分量に対する割合(%)		30mまで	12.6	8.3	1.4	2.6	2.3	11.5	10.0	10.7
散布塩分量に対する割合(%)		5mまで	7.4%	4.4%	1.0%	1.9%	1.5%	7.4%	6.3%	5.4%

注)：路幅は片側車線の道路幅

H15 新潟は、「3.1 凍結防止剤の飛散メカニズム」(34頁)で示した調査結果と同じ

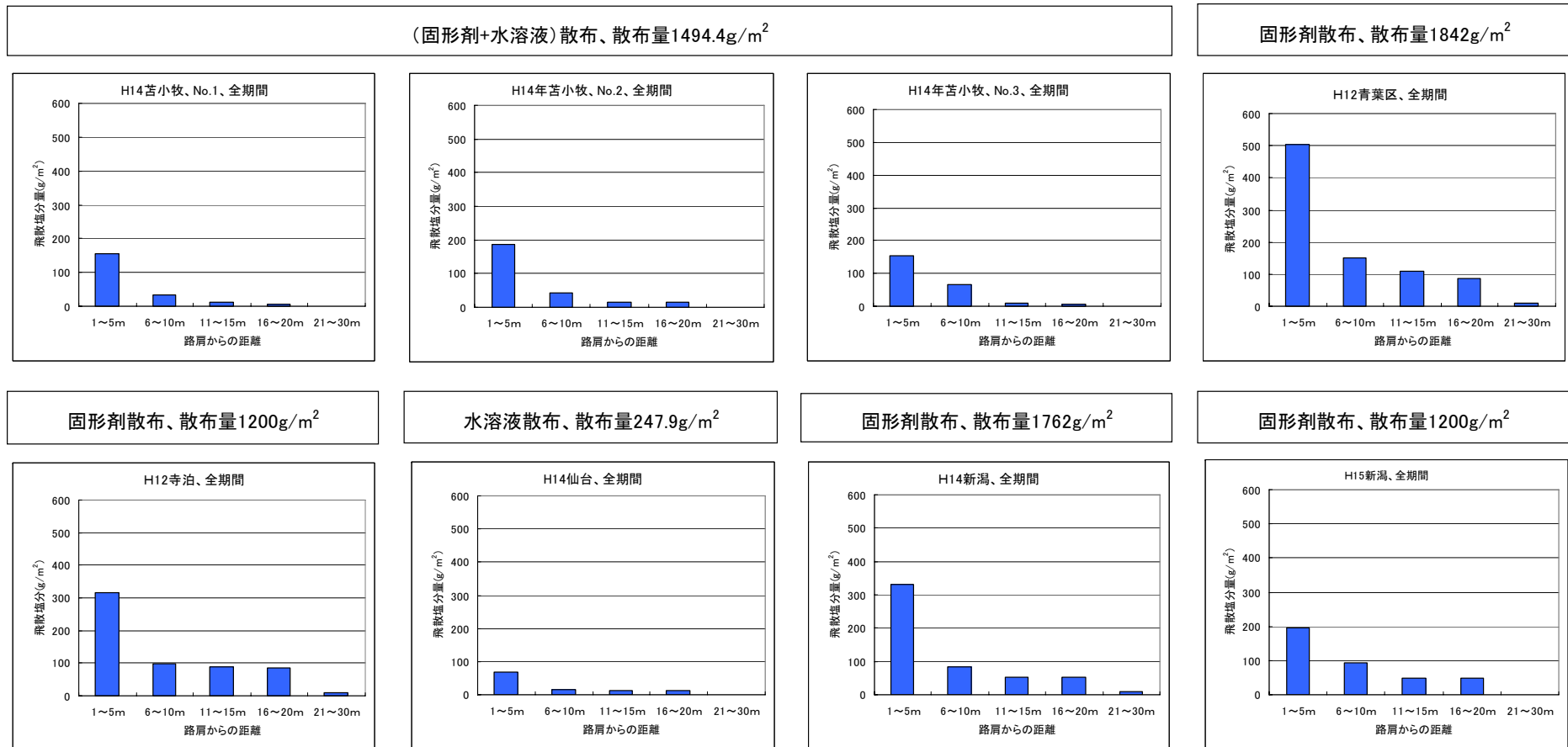
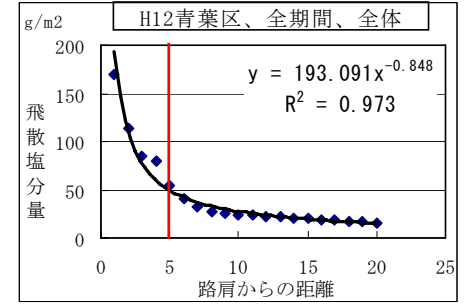
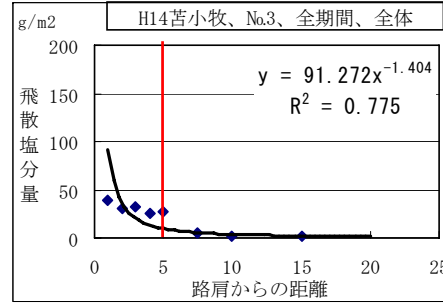
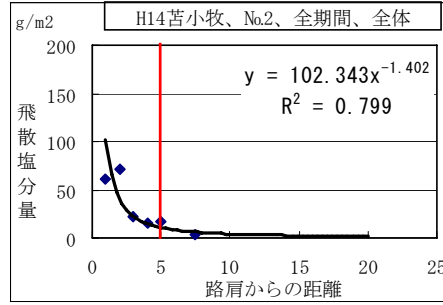
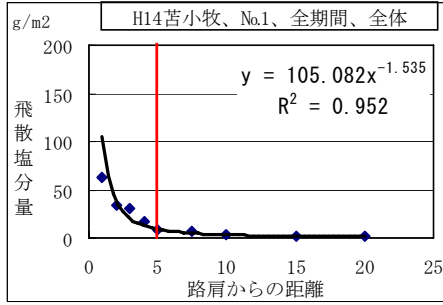


図 3-2-8 飛散塩分量と距離の関係

(固形剤+水溶液) 散布、散布量1494.4g/m<sup>2</sup>

固形剤散布、散布量1842g/m<sup>2</sup>



固形剤散布、散布量1200g/m<sup>2</sup>

水溶液散布、散布量247.9g/m<sup>2</sup>

固形剤散布、散布量1762g/m<sup>2</sup>

固形剤散布、散布量1200g/m<sup>2</sup>

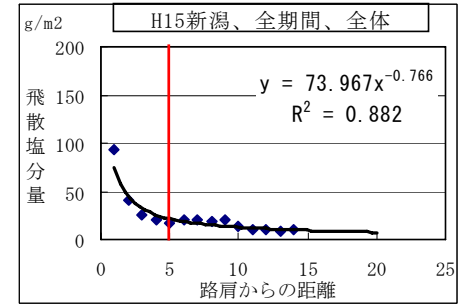
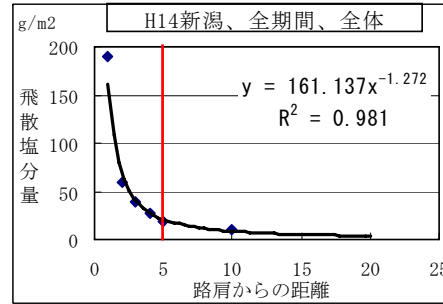
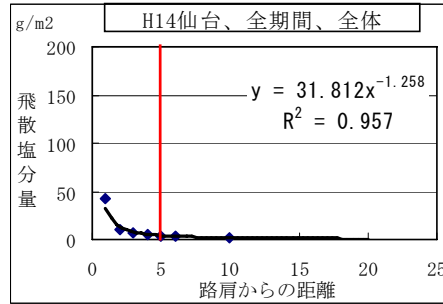
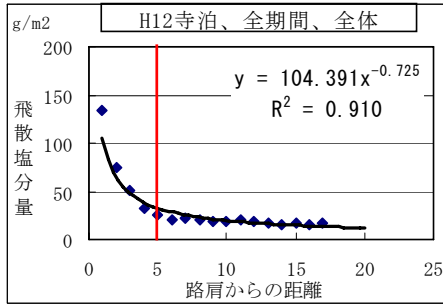


図 3-2-9 飛散塩分量と距離の関係



(2) 各種条件との関係検討

6 地域、8 箇所で行った飛散調査結果を元に、飛散塩分量と諸条件の関係を統計量で整理し、一覧を表 3-2-5 に示した。項目毎の関係は図 3-2-10 に示した。

散布量との関係では遠方地点より近傍地点でやや高い相関関係が見られた。その他の項目では、順風率との相関関係は見られたが、それ以外の項目では、明確な関係は見られなかった。

表 3-2-5 検定統計量一覧表（飛散塩分量と諸条件の関係解析）

諸条件		全データ	近傍(1~5m)	遠方(5~20m)
散布条件	散布量 (g)	1.48	2.15	0.98
	大型車両数 (台)	0.66	0.29	1.09
交通条件	小型車両数 (台)	0.16	0.44	0.16
	平均走行速度 (km/h)	1.68	1.09	2.35
	盛土高 (m)	0.65	0.24	0.89
気象条件	平均気温 (°C)	0.43	0.55	0.17
	順風率 (%)	2.98	3.49	2.35
	平均順風速度 (m/s)	0.34	0.64	0.00

\* 表中の値は検定統計量 |T| を示す。

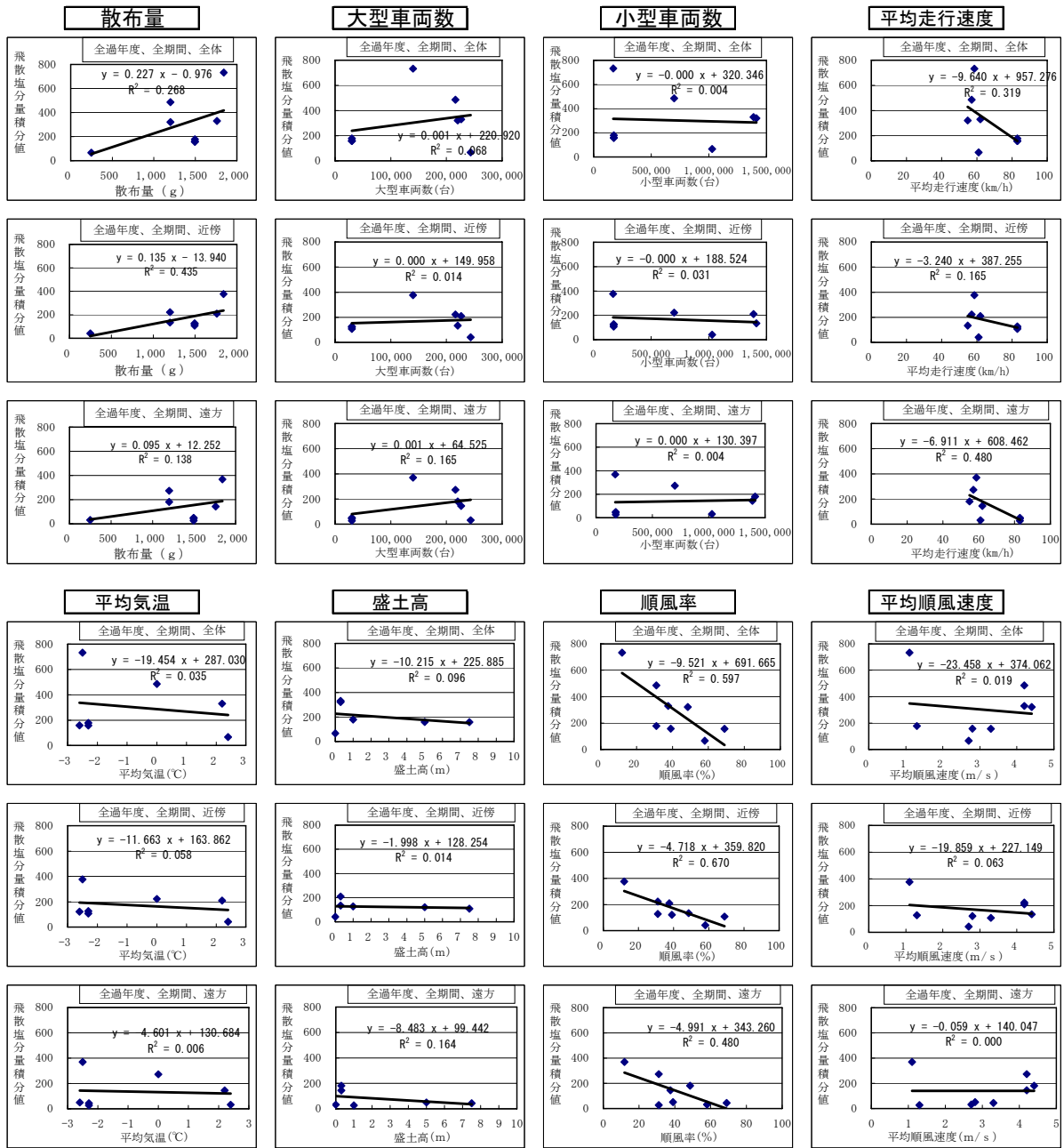
飛散塩分量と各諸条件との間に相関があるか否かを検定する。

$$\text{検定統計量 } T = r\sqrt{(N-2) / \sqrt{1-r^2}}$$

有意水準  $\alpha = 0.05$  (5%)  $r = \text{相関係数}$   $N = \text{自由度}$

$T_{N-2}(\alpha/2)$  は t 分布表より算出。

$|T| > T_{N-2}(\alpha/2)$  の時、相関関係があると言える。



飛散塩分量積分分値：近似式より算出した区間積分値

出典：平成15年 「凍結防止剤調査結果整理業務」報告書

図3-2-10 諸条件と飛散量の関係

### 3.2.5 まとめ

散布塩分量と飛散塩分量との関係および飛散塩分量と各種条件との相関関係を整理、検討した結果は以下のとおりであった。

- ・ 散布塩分量と飛散塩分量の関係：

散布塩分量のうち道路外に飛散する塩分量は路肩端から 1～5m の範囲で 7.4%以下であった。

- ・ 飛散塩分量と各種条件との相関関係：

飛散塩分量と各種条件の相関関係では、順風率との間に相関関係が見られ、散布量との関係では遠方地点より近傍地点でやや高い相関関係が見られた。

参考として、今回の飛散塩分量調査で得られた値が、どの程度の値であったかを、中田委員及び春木委員の研究結果と比較し、表 3-2-6 に示した。

- ・ 植物の散布影響実験による影響レベルは、海塩由来の森林流入量の数倍レベルになっている。

- ・ 凍結防止剤の飛散量は、海塩風（ピーク時）の約 70 kg/ha（＝約 7g/m<sup>2</sup>）に対し、路肩端より 10m 以上離れた地点では、概ね 1/2～1/4 のレベルであった。

- ・ 沿道への飛散落下量 5m 地点の平均値は、植物の散布影響実験による影響が出る値よりも低い値であった。

表 3-2-6 飛散実験と飛散落下調査結果の比較

研究・調査の内容	Cl <sup>-</sup> 濃度	備 考
植物等への散布影響実験 (春木ら)	シロツメクサ；15～76 g/m <sup>2</sup> イチイ；23～76 g/m <sup>2</sup>	40 %から 60 %の被害率となるレベル (NaCl 散布からの換算)
	ミミズ；16 g/m <sup>2</sup>	30 %の被害率となるレベル (NaCl 散布からの換算)
海塩由来の森林流入量 (中田ら)	約 70 kg/ha → 約 7 g/m <sup>2</sup>	11 月期（ピーク時）の森林流入量
沿道への飛散落下量 (飛散落下量調査結果)	5m 地点平均：9.6 g/m <sup>2</sup> 10m 地点平均：3.6 g/m <sup>2</sup> 20m 地点平均：1.5 g/m <sup>2</sup>	平成 12 年度から平成 15 年度の調査結果による月間飛散量