

舗装損傷における要因整理

第2回委員会議事要旨 及び今回整理事項

第2回委員会議事要旨及び今回確認事項

第2回委員会議事要旨（抜粋）

○地球温暖化の影響により、積雪寒冷地域においても冬期気温が上昇傾向であり、降雪に変わり、みぞれ・降雨が増加傾向にある。

○このような気象状況を起因とする冬期の舗装損傷メカニズムについて、以下の共通認識を得た。

- ①路盤凍結時に、降雨等により路盤上部に水が浸透・滞留し、路盤の支持力が低下
- ②車両の繰返荷重により、舗装にひび割れが発生し、路盤が損傷
- ③気温低下※により、路盤上部の水が凍結し、舗装のひび割れ・路盤の損傷が拡大

※日中の気温が0℃を上回り、夜間の気温が0℃を下回る状態（ゼロクロッシング）

⇒これまで、冬期における舗装損傷（凍上災害）は、「異常な低温」による路床の凍結を要因としていたが、「地球温暖化」により発生する特有の舗装損傷についても、同様に捉えるべき。

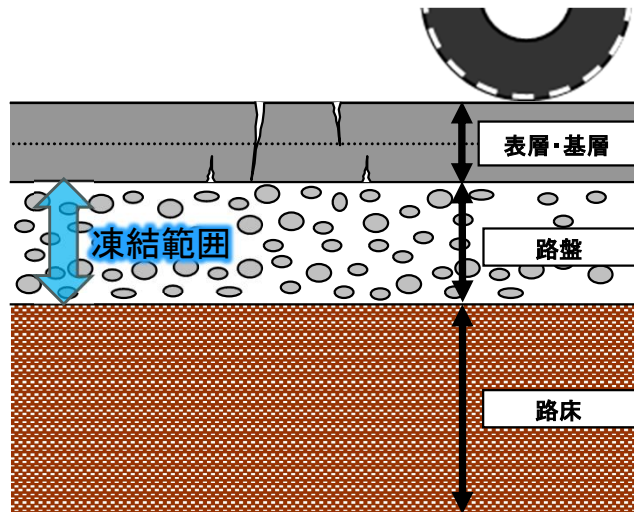
今回確認事項

1. 冬期における舗装損傷の要因となっている気象の変遷
2. 地域別の舗装損傷状況
3. 冬期における舗装損傷とその要因となっている気象との相関性
4. 気象データによる舗装損傷メカニズムの検証
5. 「凍結・融解」による舗装損傷の対策（案）

裏付けられた損傷メカニズム(地球温暖化で顕在化してきた損傷)

通常冬期の状況

路盤が凍結状態



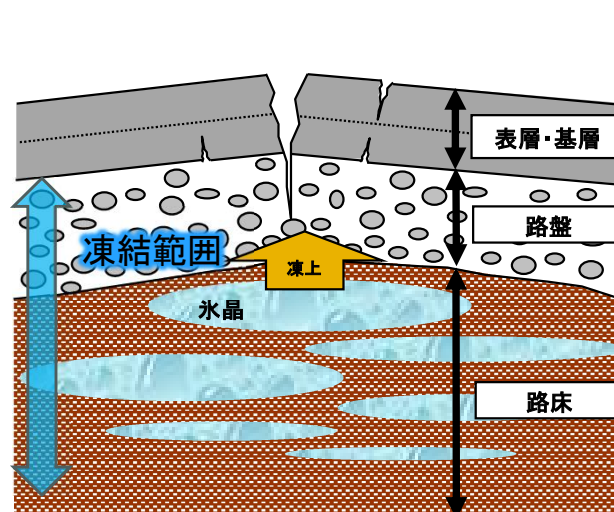
降雨や融雪がなく路盤は凍結状態
(**支持力を維持**)

支持力が維持されており、車両の繰り返し荷重を受けても、**ひび割れの発生なし**

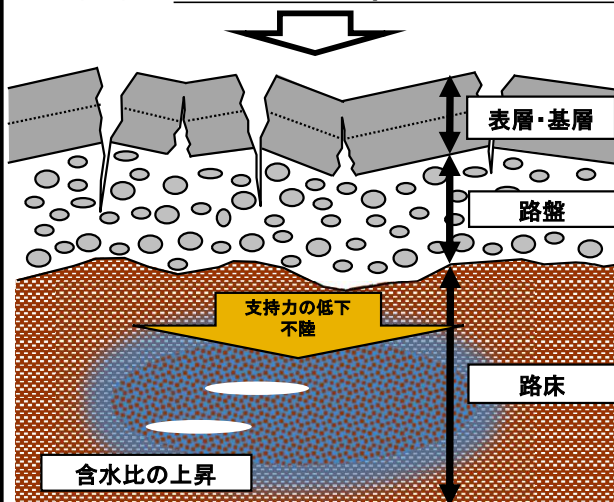
路盤は凍結状態で**気温低下による影響なし**

異常な低温による損傷(凍上災)

冬期に路床内の水が凍結融解



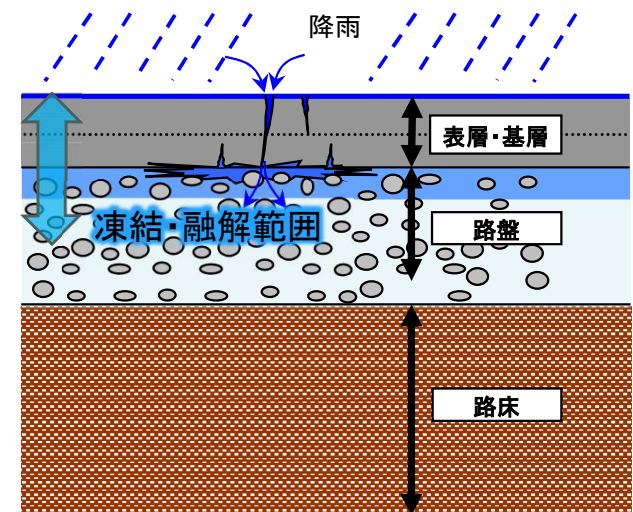
気温低下で**路床の水が凍結**、ひび割れが発生



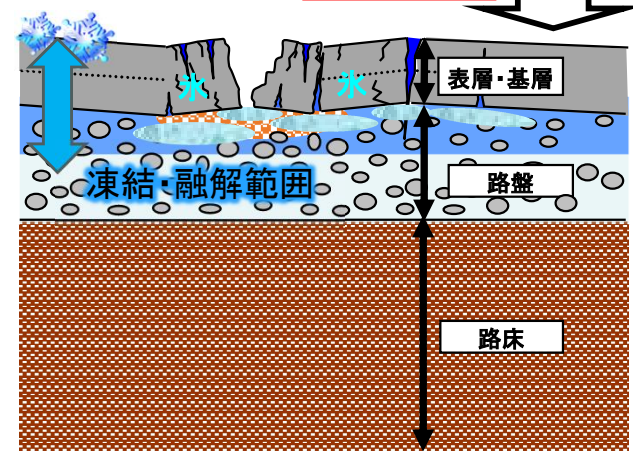
路床内の氷が融けて水分量が増加 (**支持力が低下**) 支持力が低下した状態で、車両の繰り返し荷重を受け、**ひび割れが発生拡大**

地球温暖化で顕在化してきた損傷

冬期に降雨・融雪+凍結・融解



降雨や融雪に伴い、舗装内部へ浸透した水が路盤上部に滞留 (**支持力が低下**)

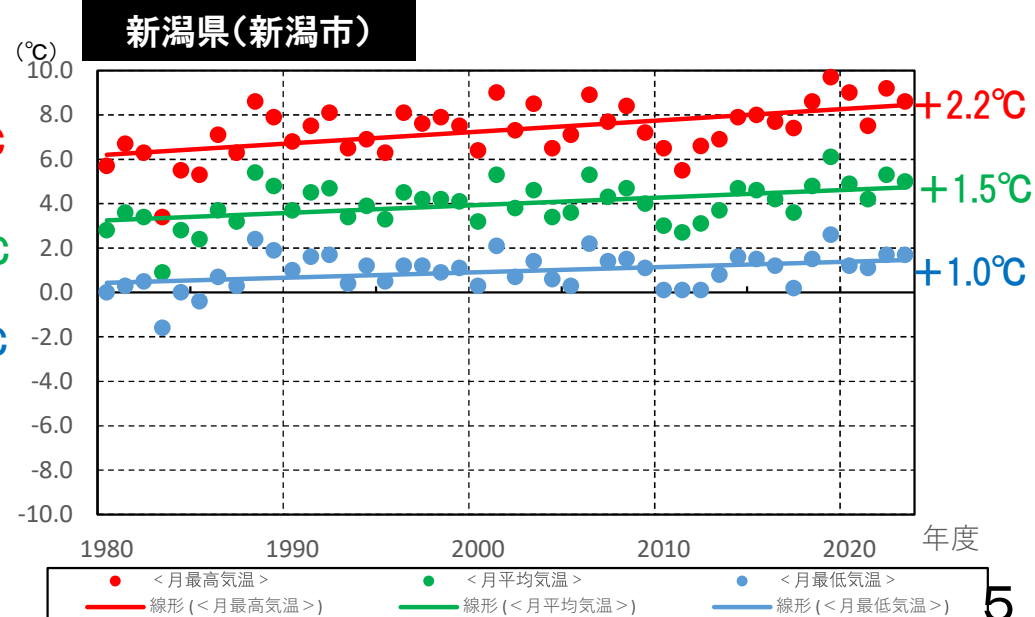
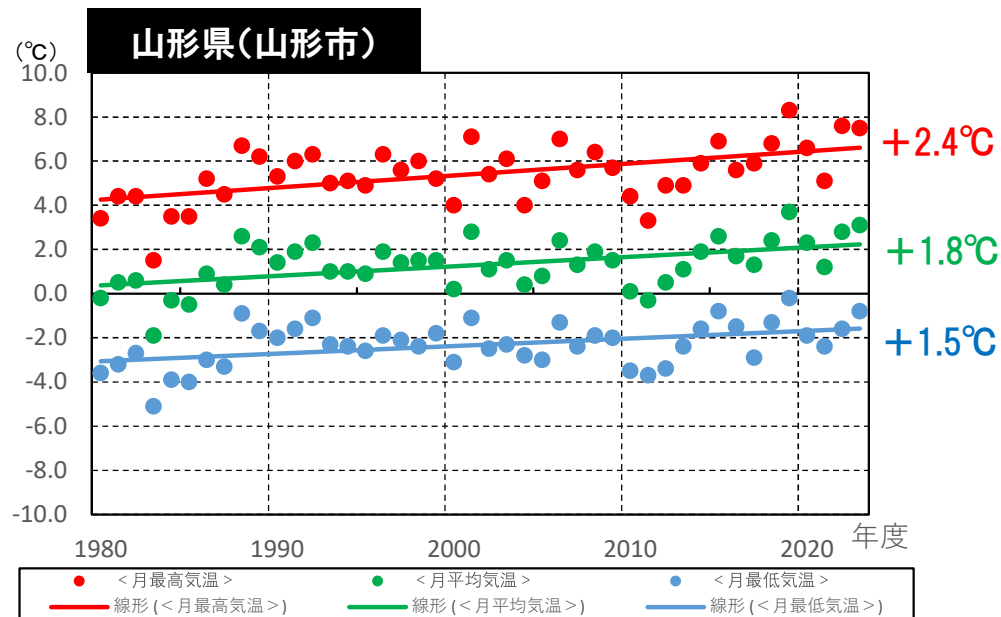
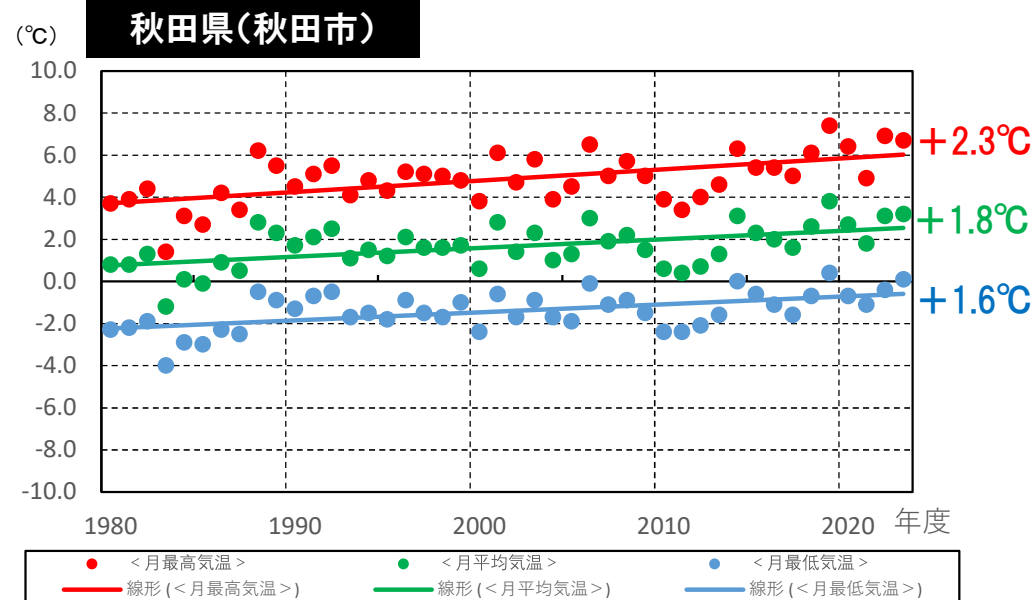
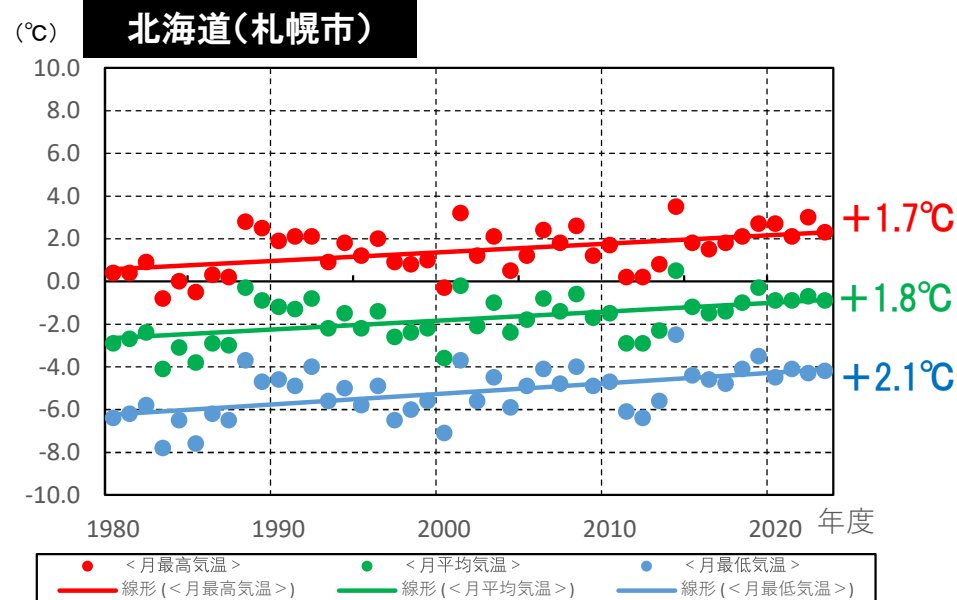


支持力が低下した状態での車両の繰り返し加重及び気温低下による**路盤の水が凍結、ひび割れが拡大**

1. 冬期における舗装損傷の要因と なっている気象の変遷

①冬期における気象(気温)の変遷

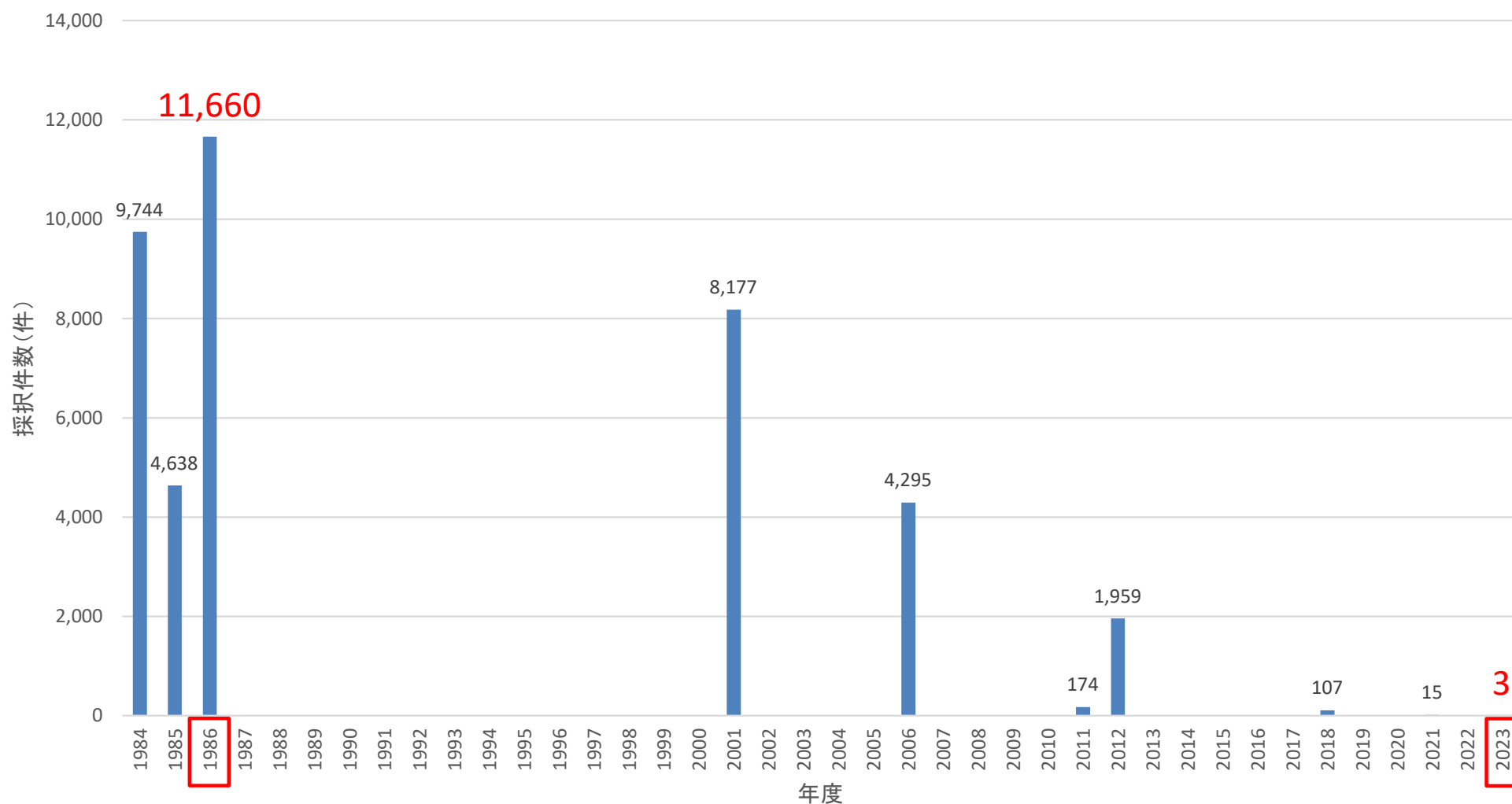
○積雪寒冷地域における冬期(1月～3月)の平均気温は、地球温暖化により、1980年から現在までの約40年間で、いずれの地点においても約2℃上昇。



②気温上昇に伴う凍上災の採択状況の変遷

- 国土交通省は、10年確率で発生する「異常な低温」により舗装が損傷する凍上災害に対して、災害復旧事業「凍上災」として、地方自治体を支援。
- 1986（S61）年度には10,000件を超える採択があったが、近年の地球温暖化による冬期気温上昇に伴い、採択件数が減少し、直近の2023（R5）年度は3件にとどまる。

■凍上災の採択状況

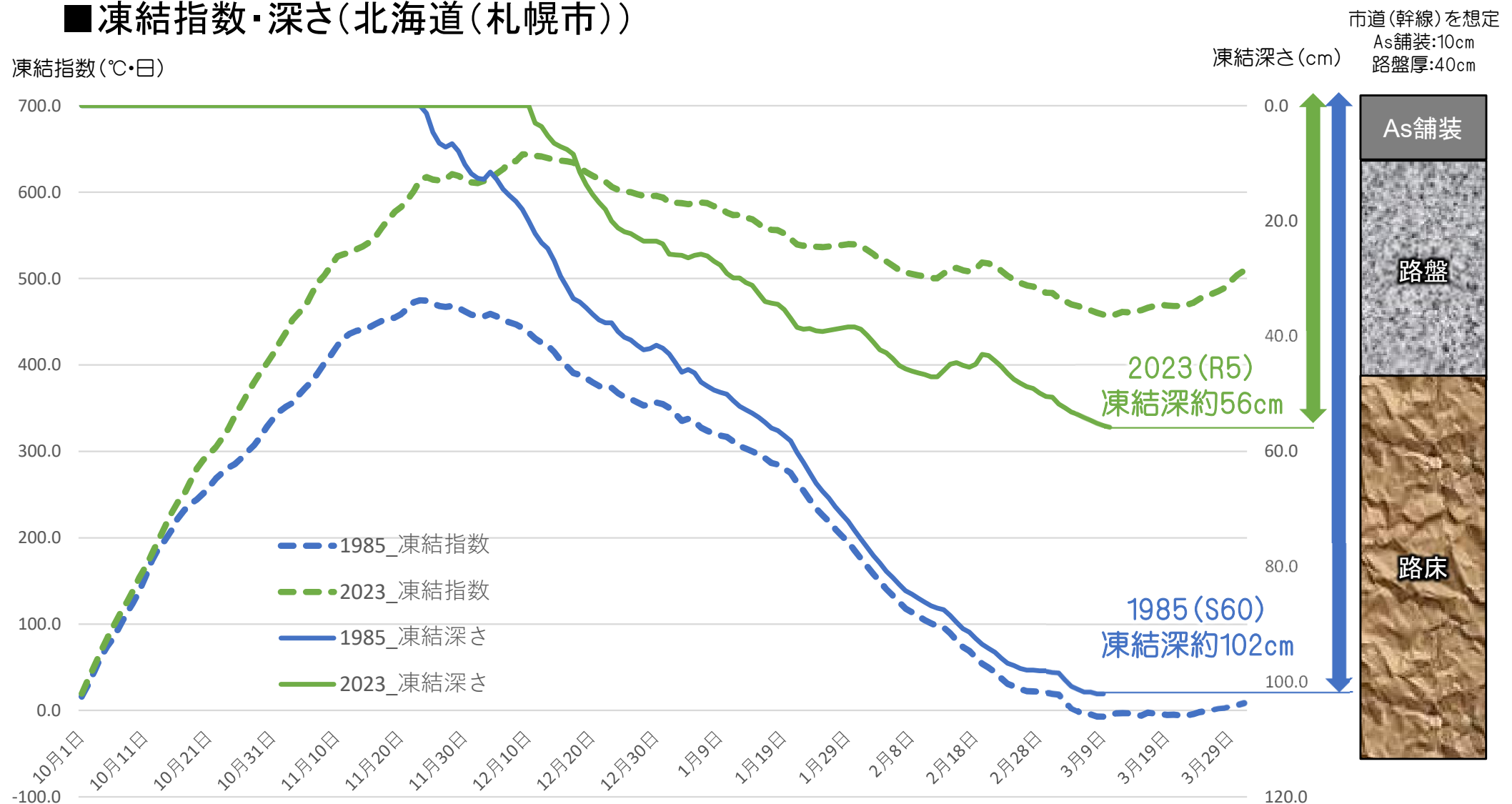


②凍結指数・凍結深さ(北海道(札幌市))

○北海道（札幌市）では、昨冬（2023(R5)）の凍結指数から算出される凍結深さは、約56 cm となっており、約40年前（1985(S60)）と比較すると凍結深さは約半分と想定される。

○路床の凍結範囲が大幅に減少していることから、凍上災害の発生頻度も減少していると推察。

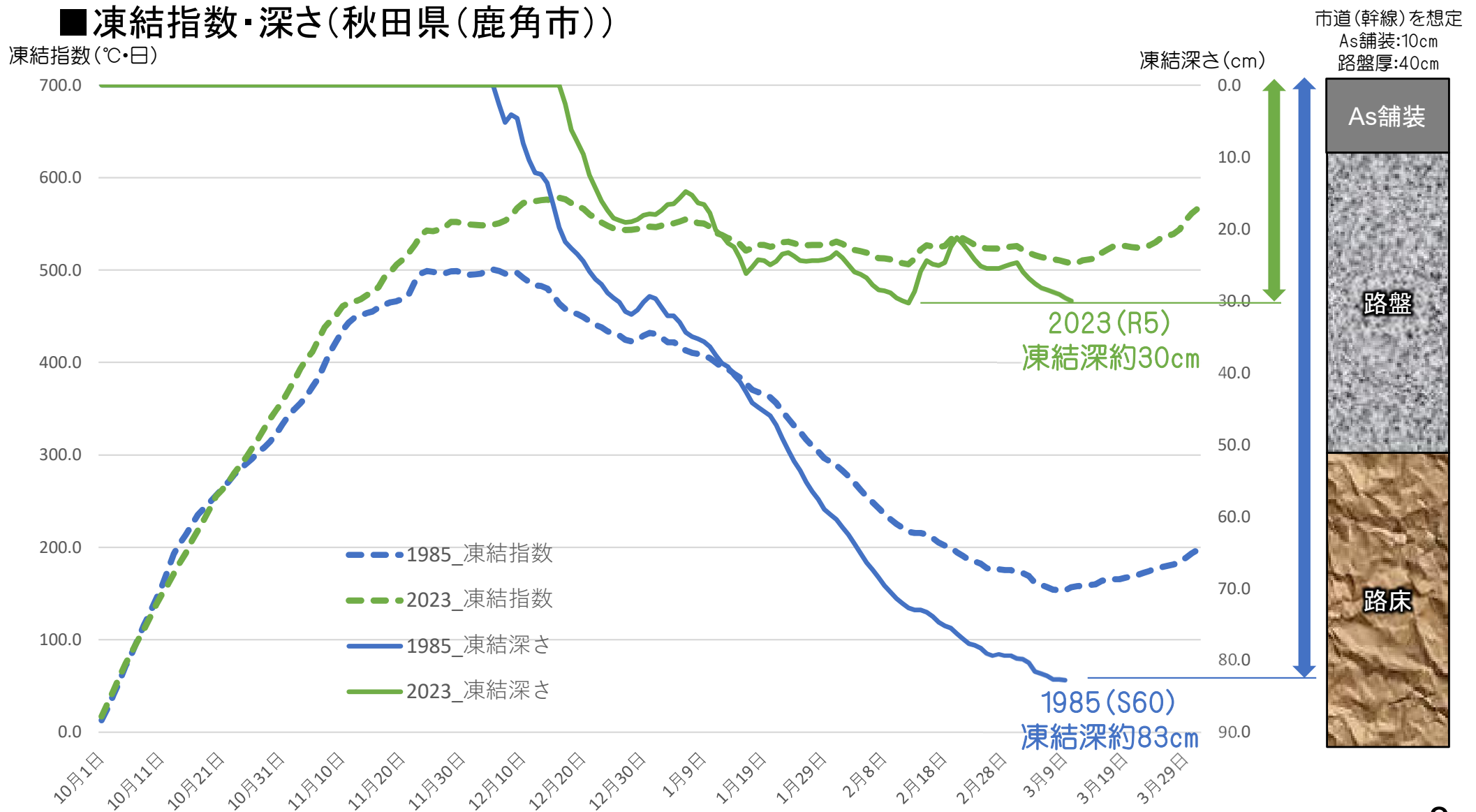
■凍結指数・深さ(北海道(札幌市))



②凍結指数・凍結深さ(秋田県(鹿角市))

○秋田県（鹿角市）においても同様であり、昨冬の凍結深さは約30cmとなっており、約40年前と比較すると凍結深さは半分以下と想定される。

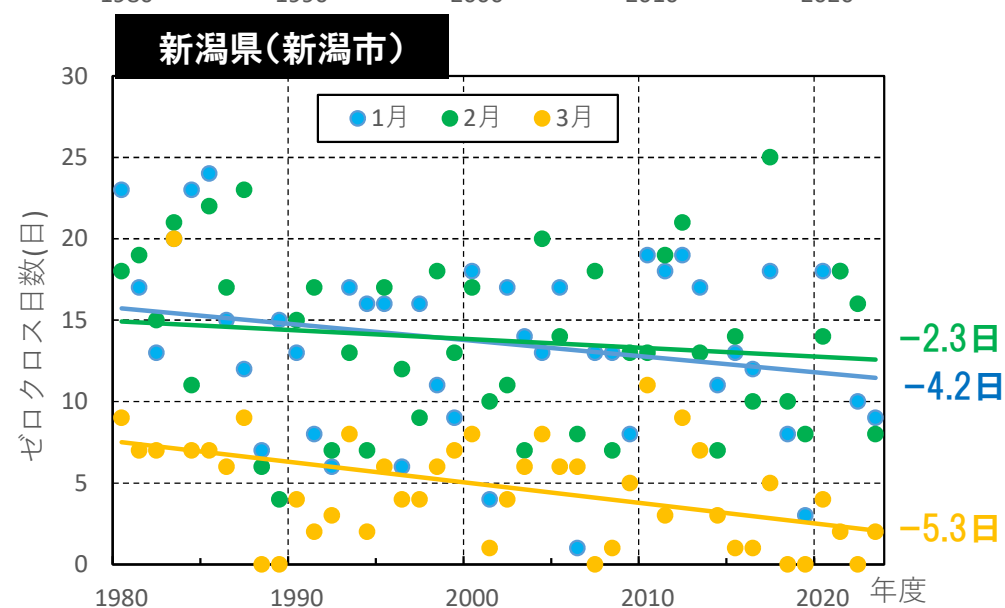
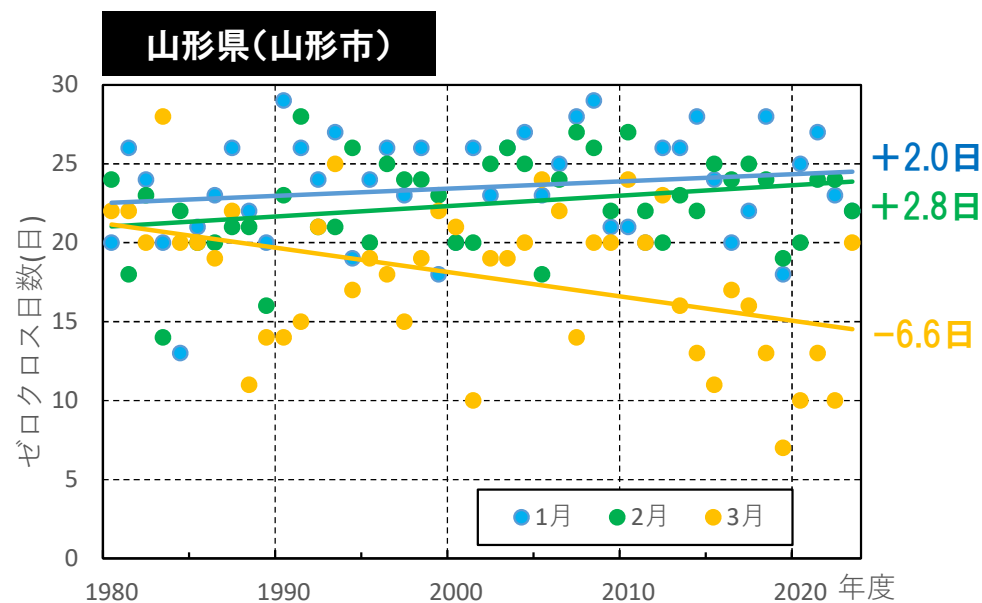
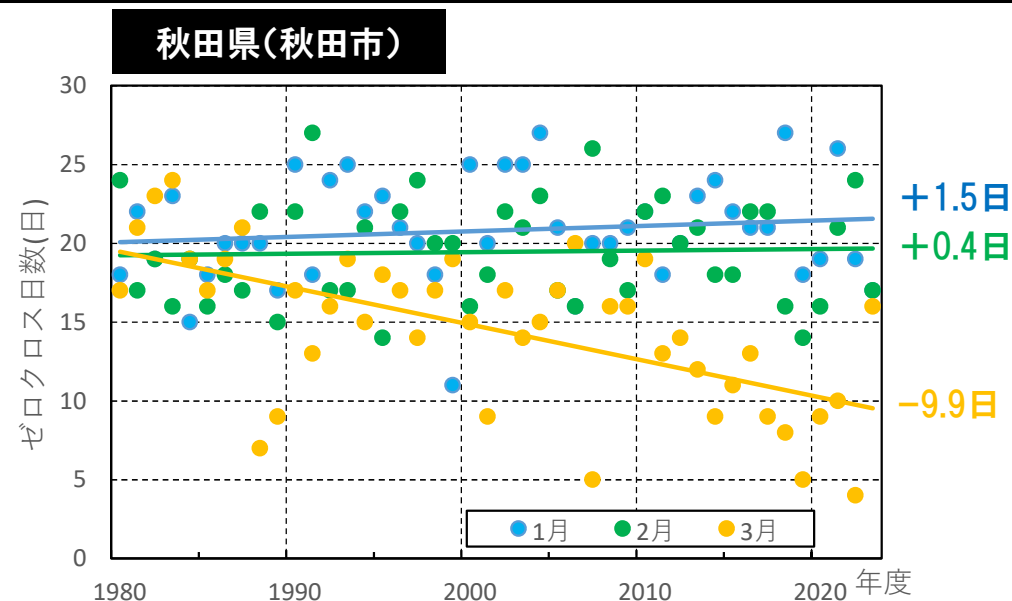
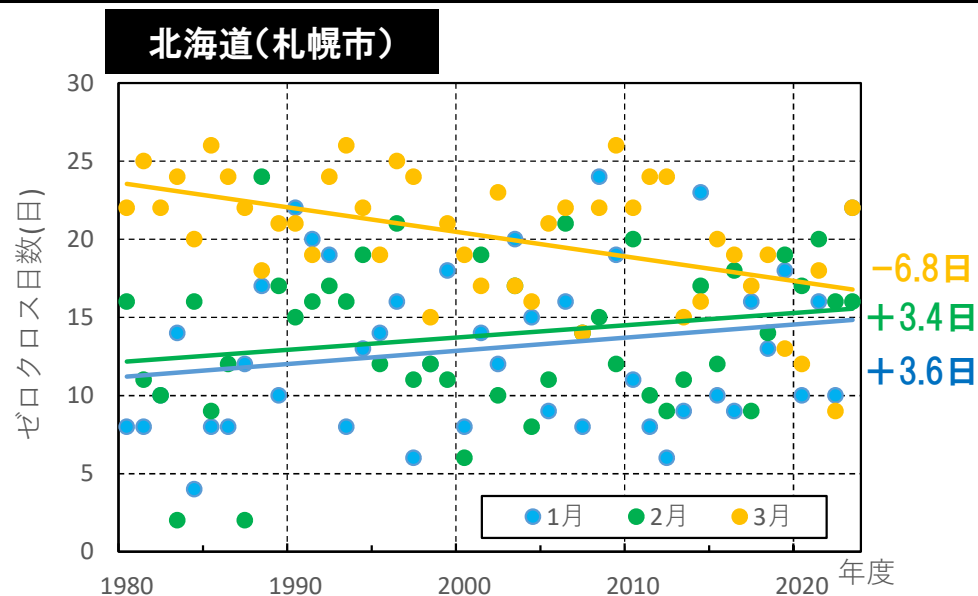
○路床の凍結まで至っていないことから、凍上災害の発生頻度も減少していると推察。



①冬期における気象(ゼロクロス)の変遷

○地球温暖化による気温上昇に伴い、積雪寒冷地においても、厳冬期（１～２月）におけるゼロクロス発生日数が増加傾向だが、３月は減少。

○特に北海道（札幌）では、厳冬期（１～２月）のゼロクロス発生日数の増加が顕著。

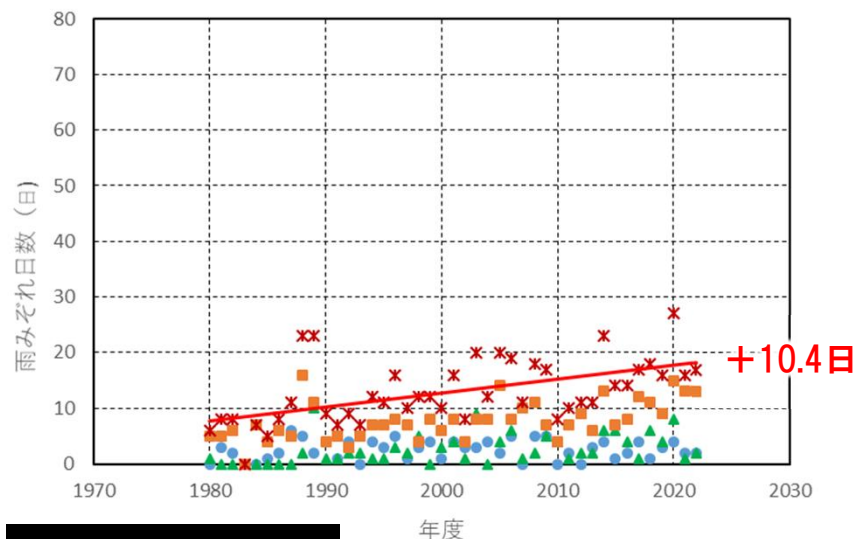


②冬期における気象(雨・みぞれ日数)の変遷

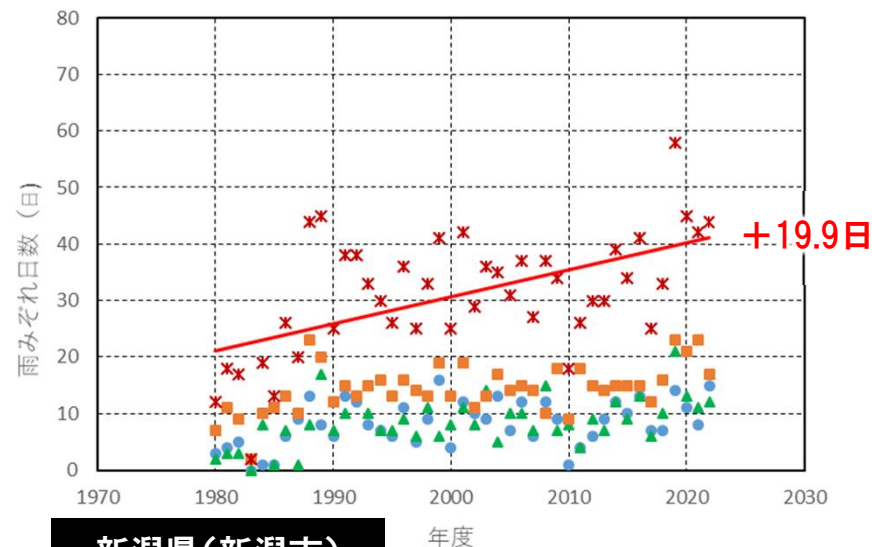
○冬期(1月～3月)の雨・みぞれ日数は、40年前と比較すると10～20日程増加。

○特に東北地方(秋田県、山形県)の増加が顕著。

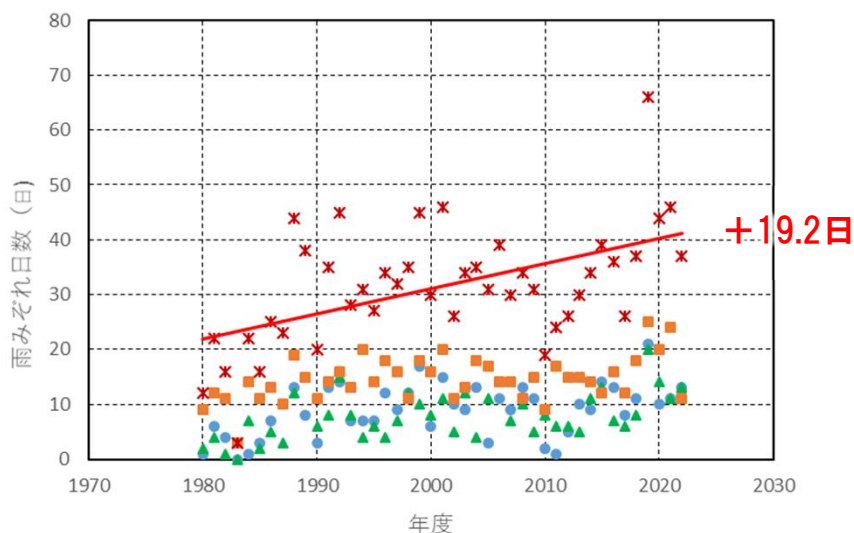
北海道(札幌市)



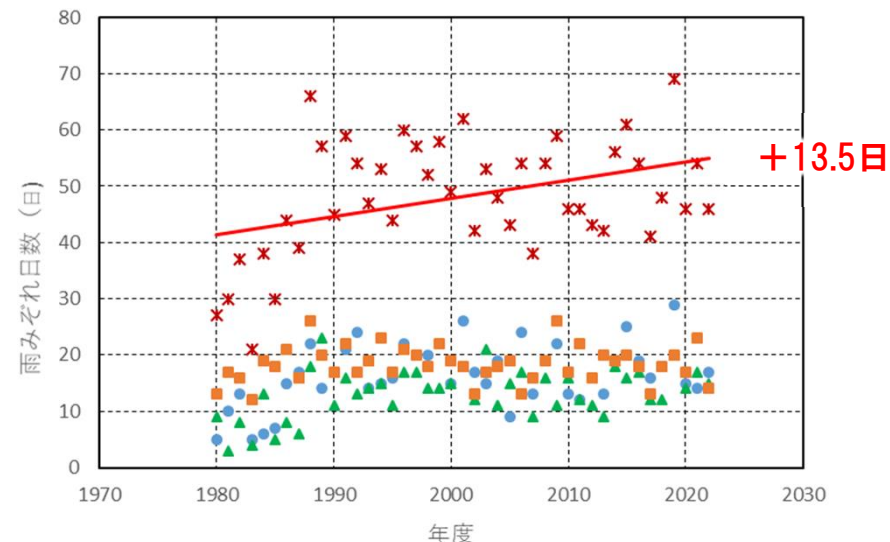
秋田県(秋田市)



山形県(山形市)



新潟県(新潟市)



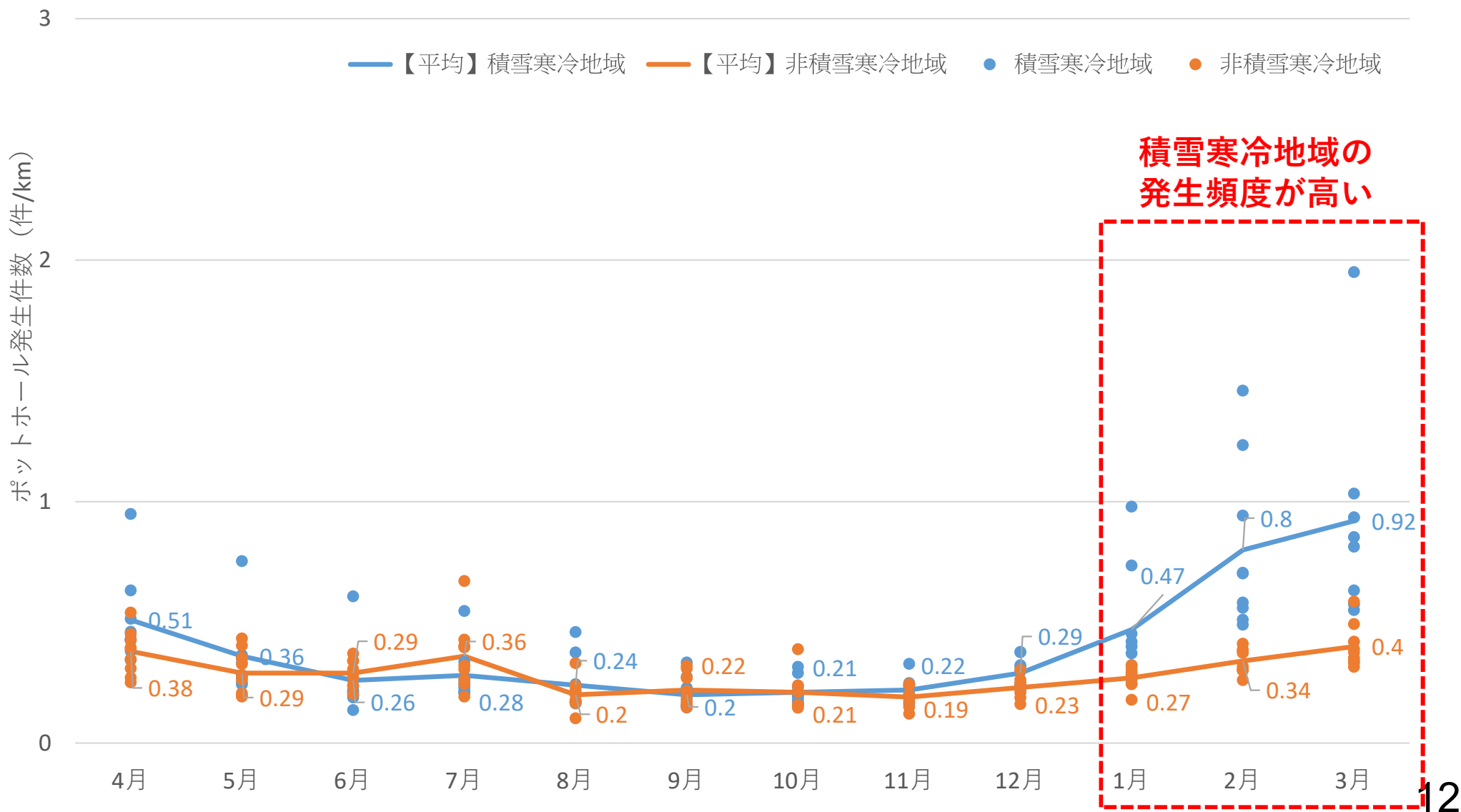
● 1月 ▲ 2月 ■ 3月 ✕ 1+2+3月 — 線形(1+2+3月)

2. 地域別の舗装損傷状況

②地域別の舗装損傷状況

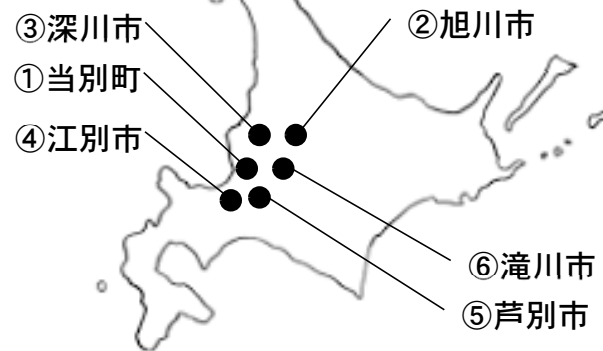
- 直轄国道における過去10年（2013～2022）のポットホール発生件数の確認。
- 4～12月については地域差は見られないが、冬期（1～3月）においては、積雪寒冷地域の発生頻度が高い状況にある。

■ポットホールの月別平均発生件数の推移【直轄国道】



参考：舗装損傷状況(北海道)

①当別町



②旭川市



③深川市



④江別市



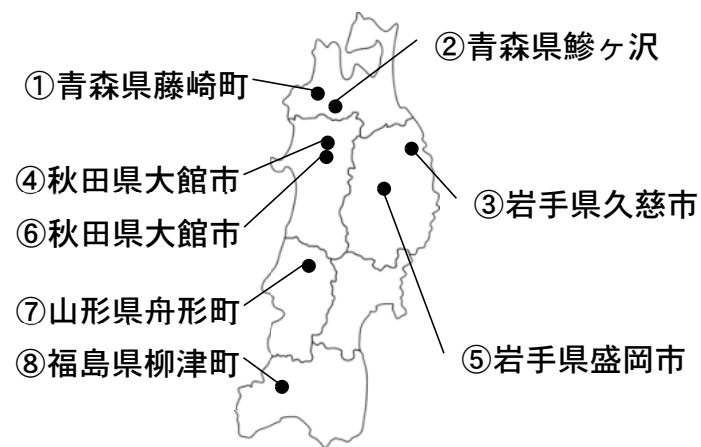
⑤芦別市



⑥滝川市



参考：舗装損傷状況(東北)



参考：舗装損傷状況(北陸)

①新潟県長岡市



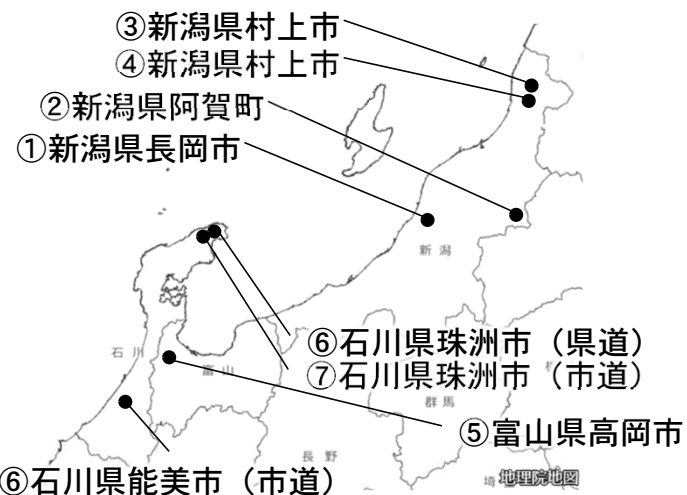
②新潟県阿賀町



③新潟県村上市



④新潟県村上市



⑤富山県高岡市



⑥石川県能美市(市道)



⑦石川県珠洲市(市道)



⑥石川県珠洲市(県道)

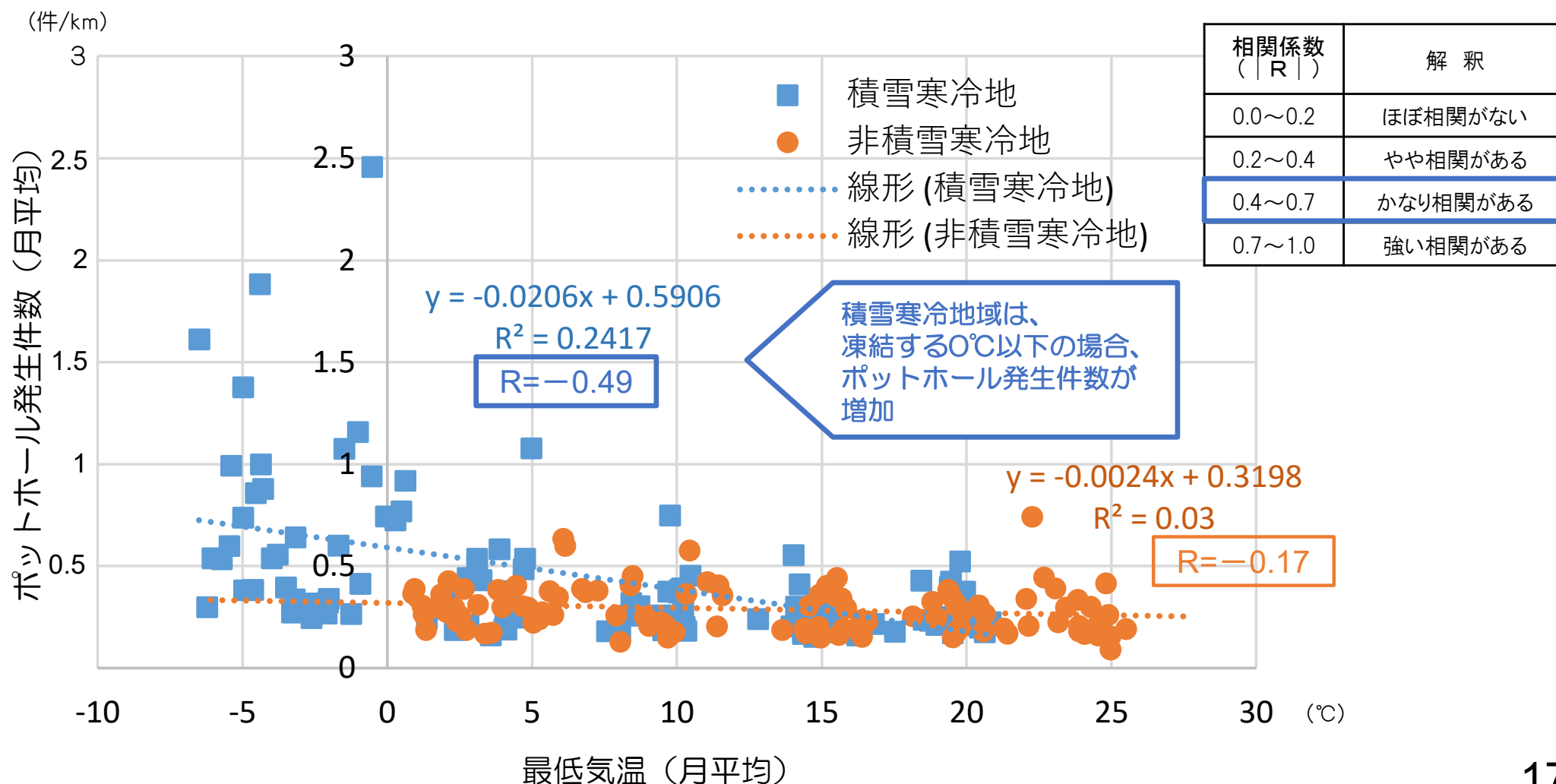


3. 冬期における舗装損傷と その要因となっている気象との相関性

①舗装損傷と最低気温の相関性

- 冬期における舗装損傷の要因と考えられる気象条件と舗装損傷の相関性について確認。
 - 積雪寒冷地域と非積雪寒冷地において、最低気温とポットホール発生件数について相関性を確認。
- ⇒積雪寒冷地では相関を確認（凍結する0℃以下の場合、ポットホール発生件数が増加）

■最低気温（月平均）とポットホール発生件数（H25～R3）の相関性【直轄国道】

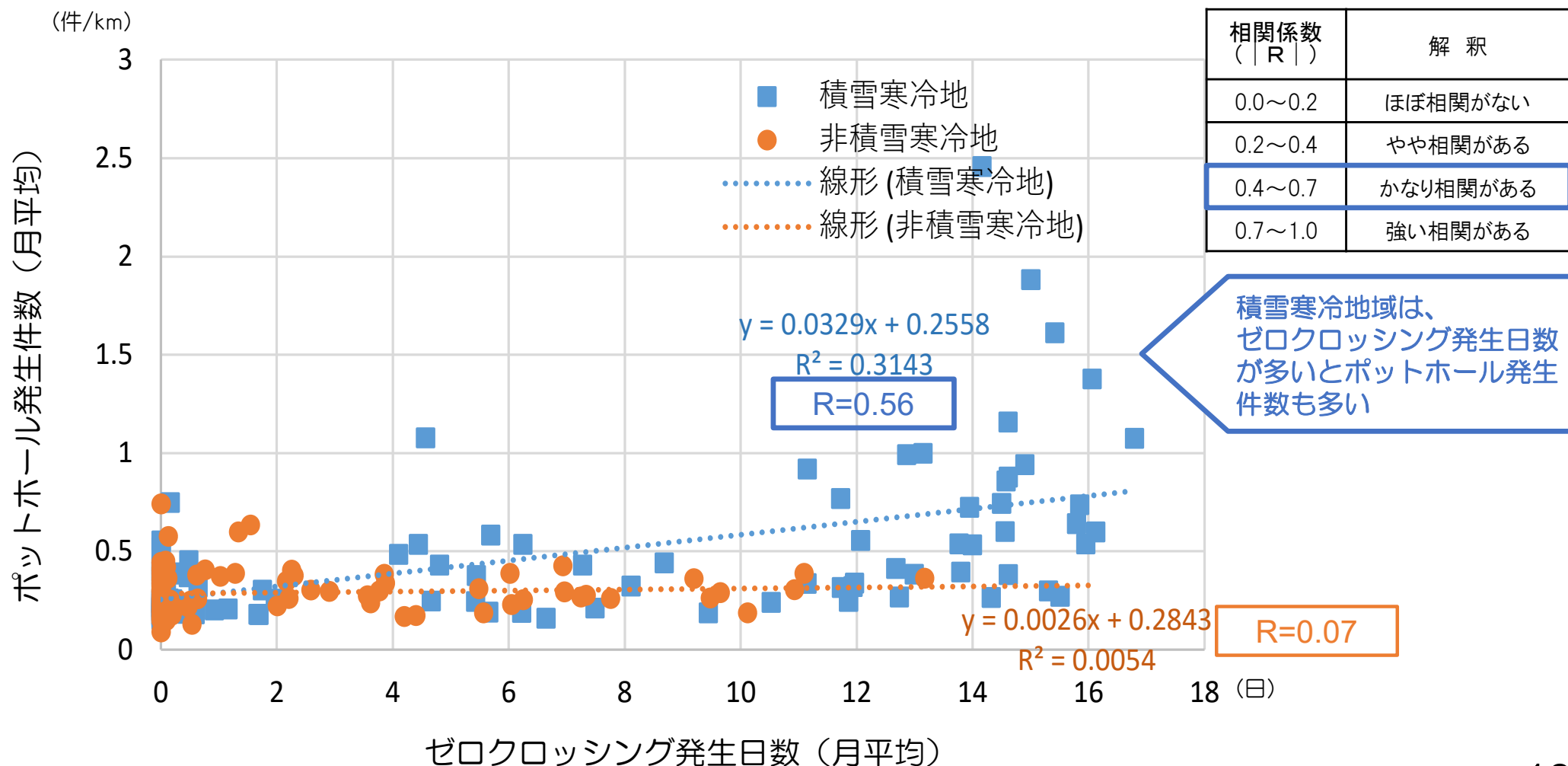


②舗装損傷とゼロクロッシング発生日数との相関性

○積雪寒冷地域と非積雪寒冷地において、ゼロクロッシング発生日数とポットホール発生件数について相関性を確認。

⇒積雪寒冷地では相関を確認(ゼロクロッシング発生日数が多いとポットホール発生件数も多い)

■ゼロクロッシング発生日数とポットホール発生件数(H25～R3)の相関性【直轄国道】



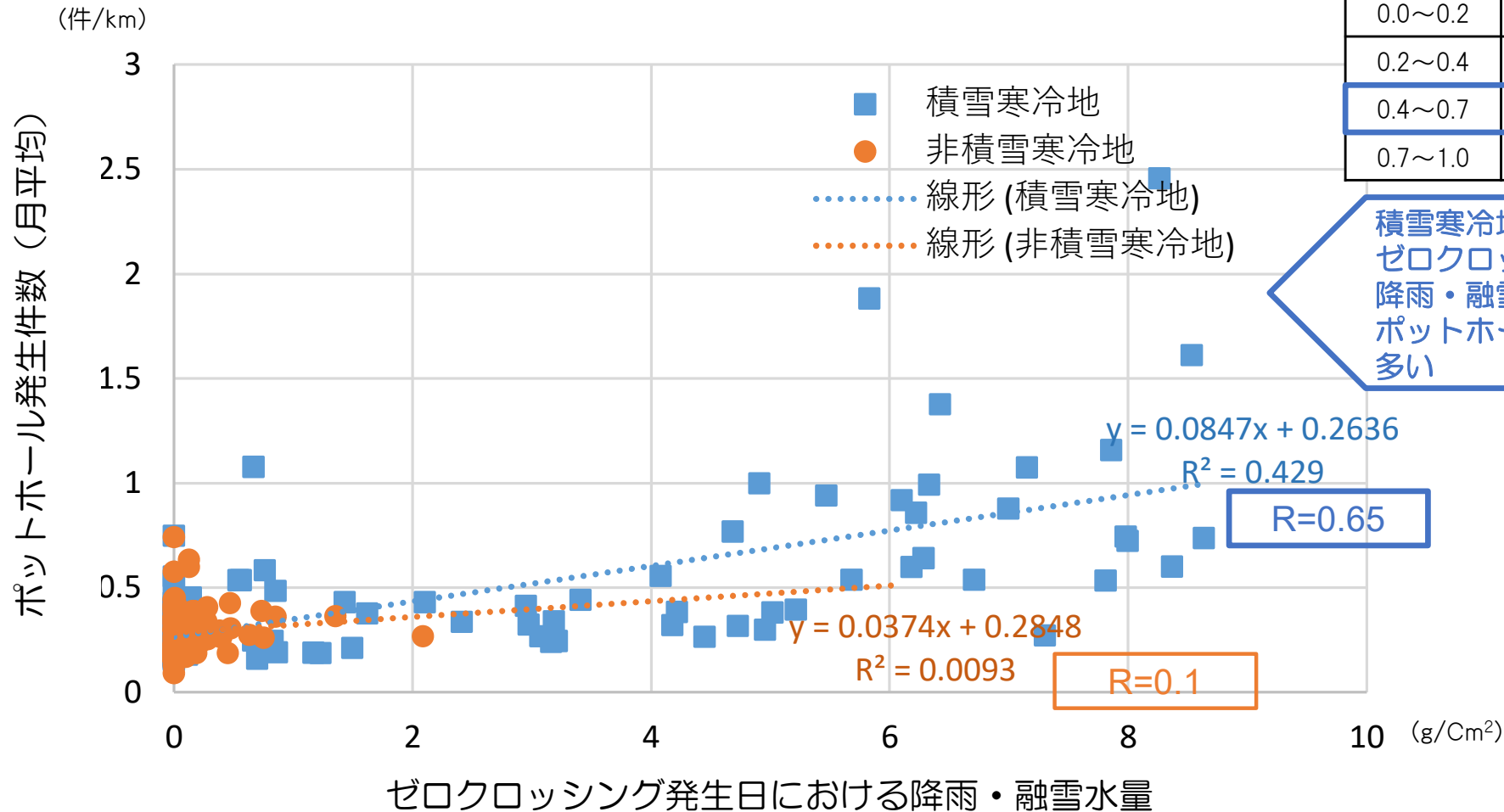
③舗装損傷とゼロクロッシング日の降雨・融雪水量との相関性

○ゼロクロッシング発生日における降雨・融雪水量（みぞれ・降雨、融雪による路盤への水の供給量）とポットホール発生件数の相関性を確認。

⇒積雪寒冷地域では、さらに高い相関を確認。

（ゼロクロッシング発生日の降雨・融雪水量が多いとポットホール発生件数も多い）

■ゼロクロッシング日の降雨・融雪水量とポットホール発生件数(H25～R3)の相関性【直轄国道】

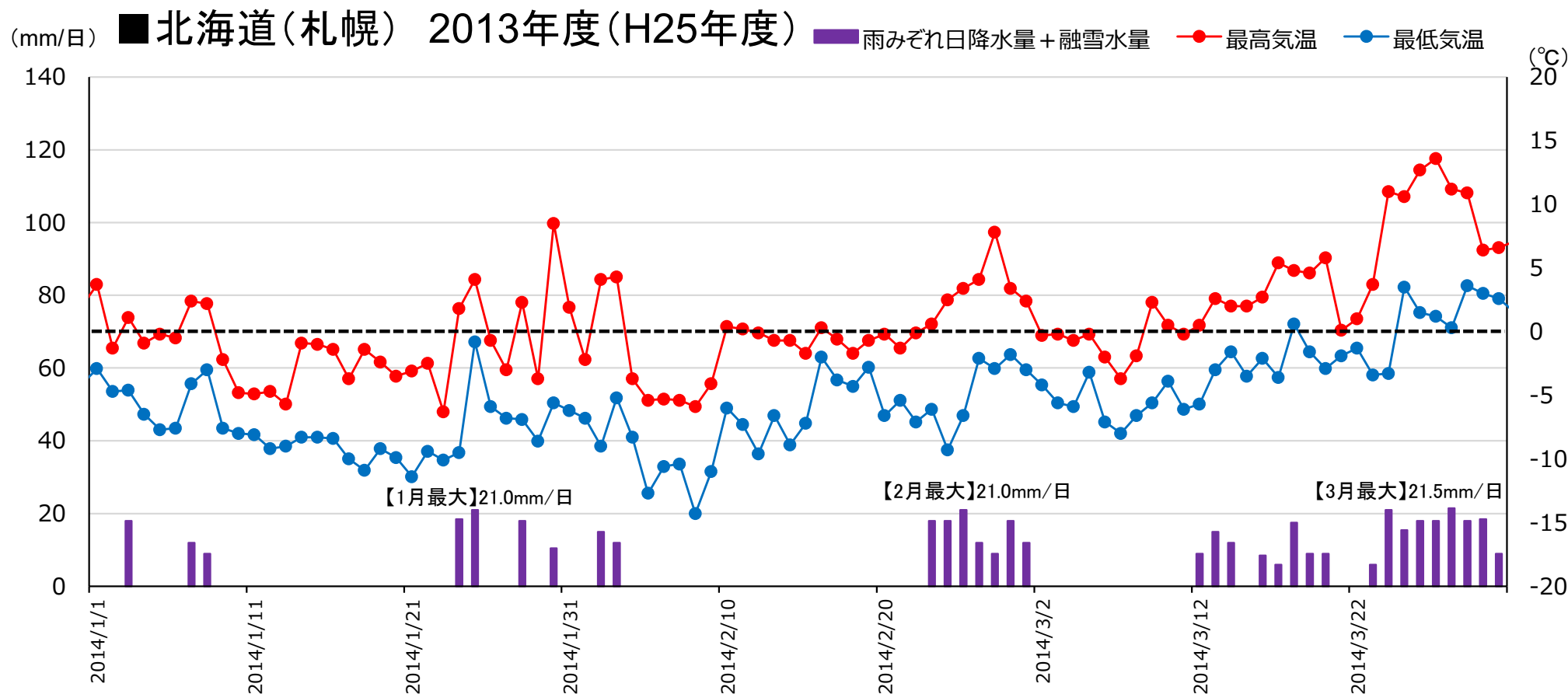


相関係数 ($ R $)	解 釈
0.0～0.2	ほぼ相関がない
0.2～0.4	やや相関がある
0.4～0.7	かなり相関がある
0.7～1.0	強い相関がある

4. 気象データによる 舗装損傷メカニズムの検証

④気象データによる舗装損傷メカニズムの検証

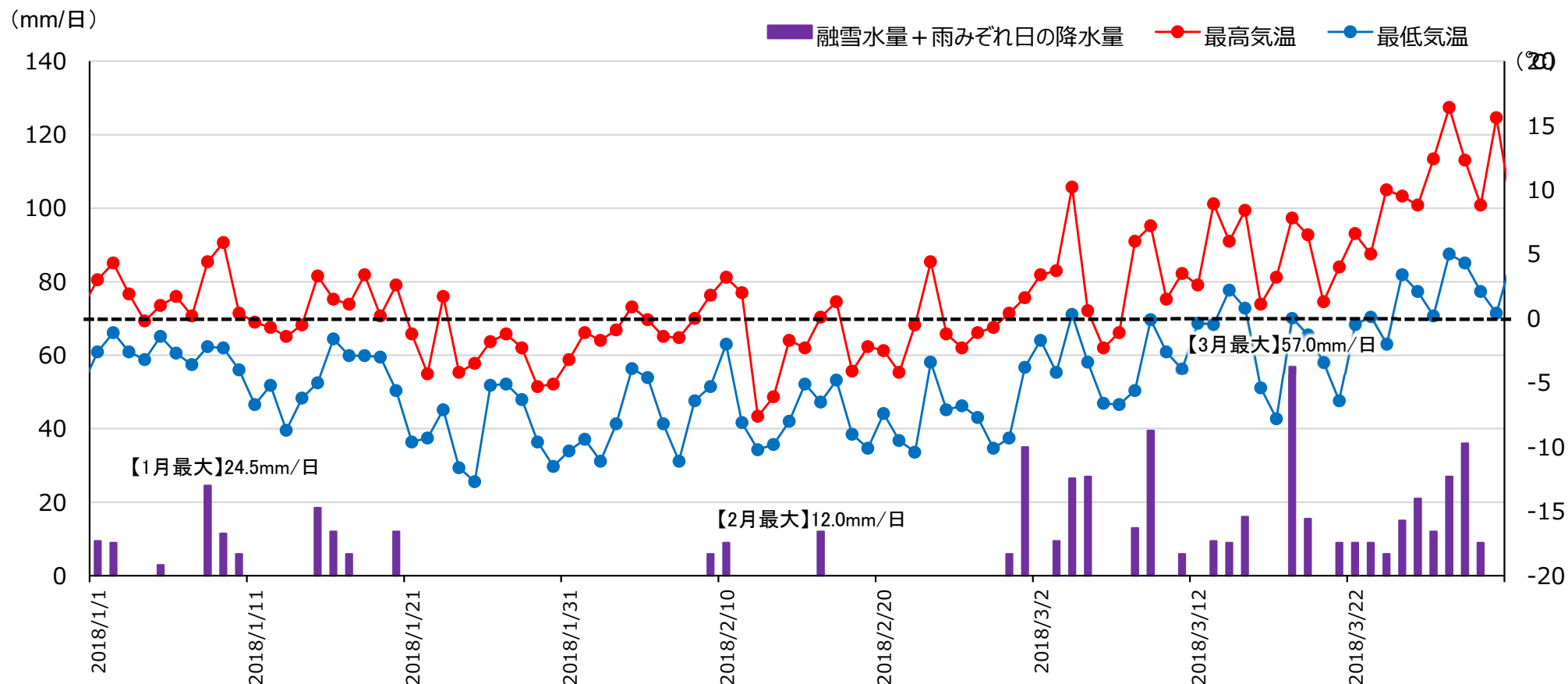
- 気象データを基に、冬期（1～3月）におけるポットホールの発生状況からメカニズムを検証。
- 年によって気象、舗装の状況が異なることからバラツキはあるが、ゼロクロッシング日と降雨・融雪水量が多くなると、ポットホールの発生頻度が高くなる傾向を確認。



月	2014年1月	2014年2月	2014年3月
ゼロクロス 日数	9日	11日	15日
累計降水・ 融雪水量	107mm	123mm	243.5mm
ポットホール 頻度	0.9件/km	6.5件/km	5.3件/km

④気象データによる舗装損傷メカニズムの検証

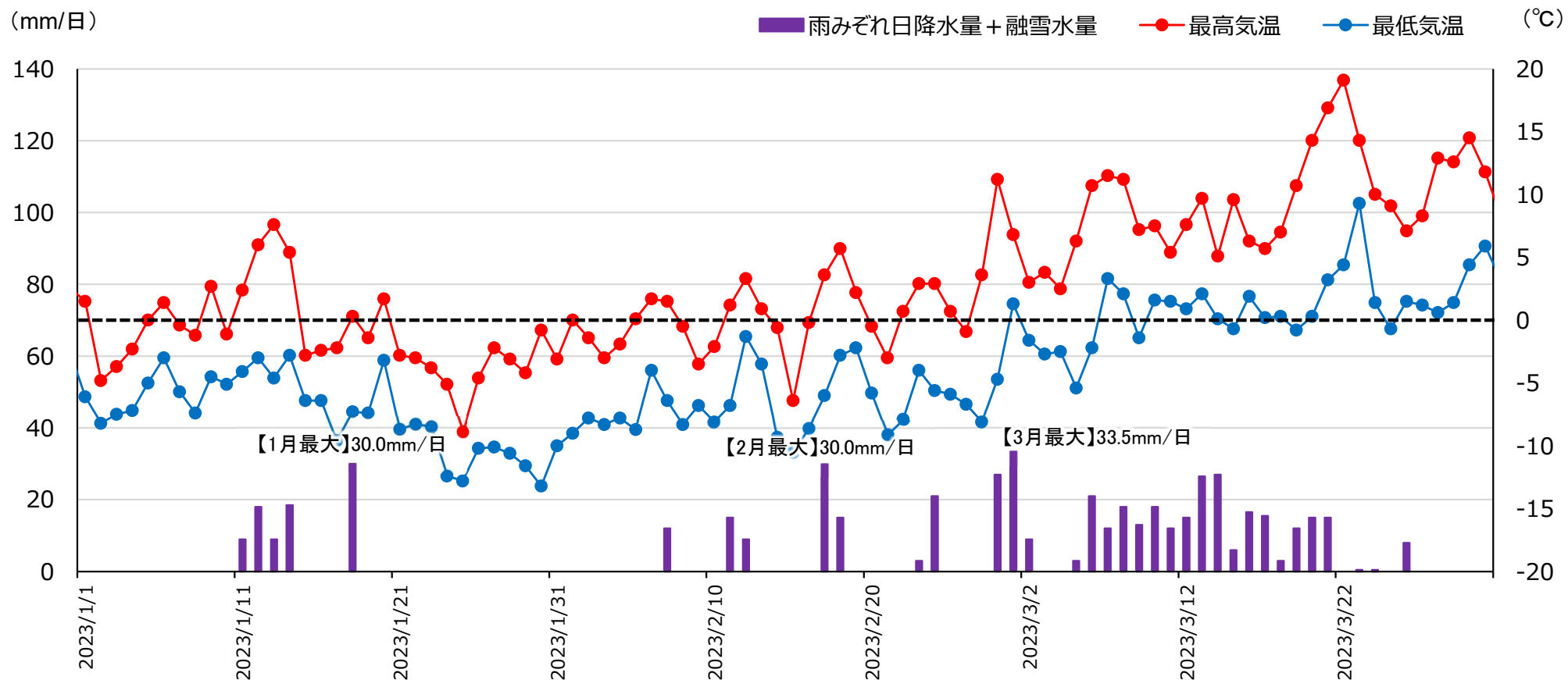
■北海道(札幌) 2017年度(H29年度)



月	2018年1月	2018年2月	2018年3月
ゼロクロス 日数	16日	9日	17日
累計降水・ 融雪水量	112mm	33mm	416.5mm
ポットホール 頻度	9.0件/km	8.8件/km	13.4件/km

④昨冬の気象データの検証

■北海道(札幌) 2022年度(R4年度)



月	2023年1月	2023年2月	2023年3月
ゼロクロス 日数	10日	16日	9日
累計降水・ 融雪水量	84.5mm	132mm	300mm
ポットホール 頻度	0.4件/km	0.6件/km	0.8件/km

今回のとりまとめ

- これまで、冬期における「異常な低温」による路床の凍結を要因とした舗装損傷については、「凍上災害」として位置付けていたが、近年では、地球温暖化による気候変動（みぞれ・降雨、融雪の増加、ゼロクロッシングの発生）を要因とした路盤の凍結・融解が、舗装損傷を誘発するとの検証結果が得られた。
- 暖冬により降雪が少なく、融雪量が少ない昨冬においても、ゼロクロッシングの発生が見られることから、舗装損傷は発生していると考えられる。
- このような気象変動における舗装損傷についても「災害」と捉え、対応する必要がある。

■冬期における舗装損傷概念図

