

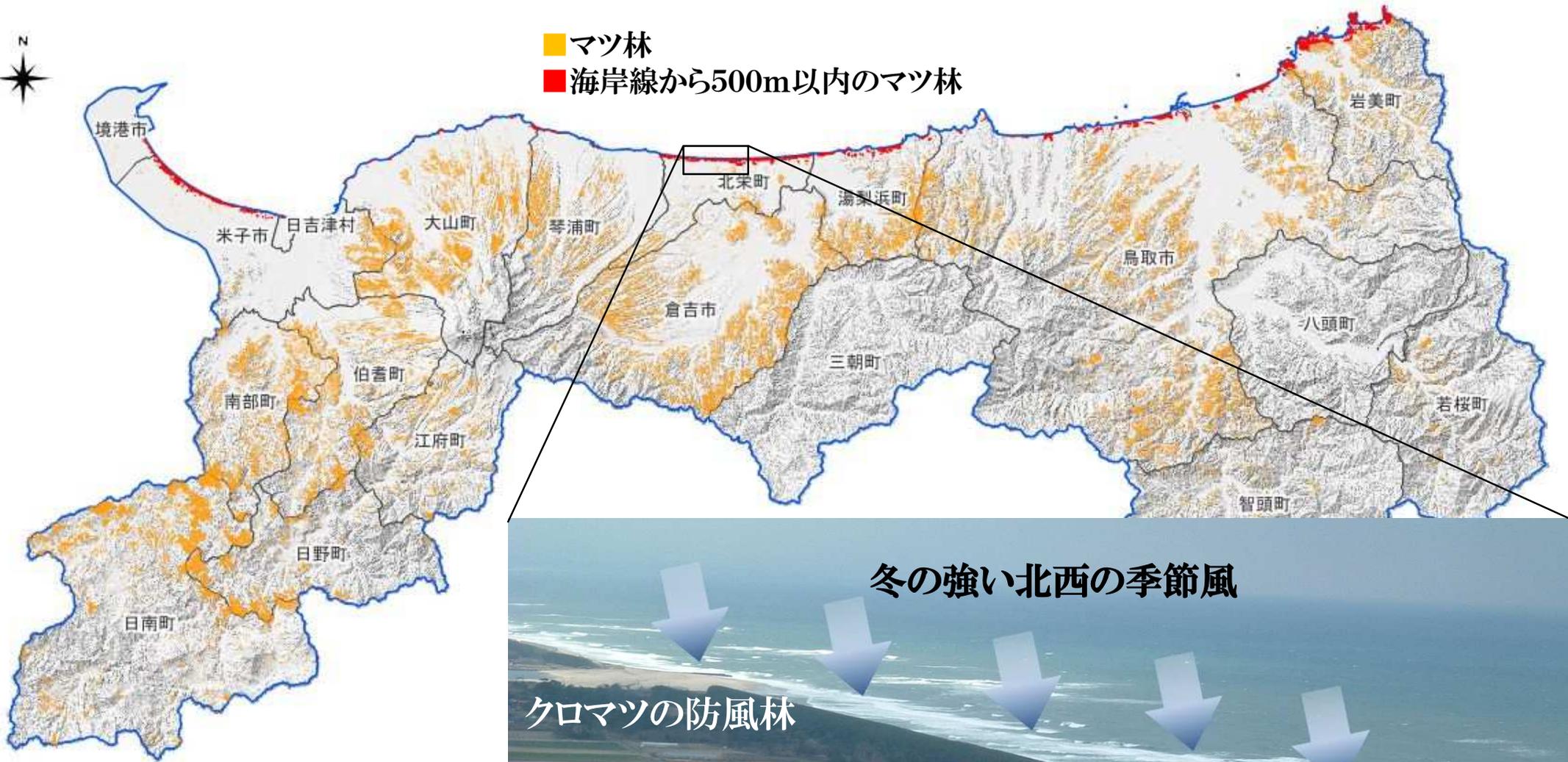
海岸砂地に植栽された クロマツ苗木の枯死原因

林業試験場

← 鳥取県の海岸線129kmのうち約6割が砂浜海岸 →



- マツ林
- 海岸線から500m以内のマツ林



海岸砂丘地の特徴

過酷な環境

強風(飛塩・飛砂)

乾燥

貧栄養

← 砂浜 →

海岸砂丘

前浜

後浜

日常的に
波にさらされる

高潮、荒天時には
波が押し寄せる

植物が
育たない

一年草

海岸草原
(草本)

多年草

海岸草原
(低木)

小低木

低木

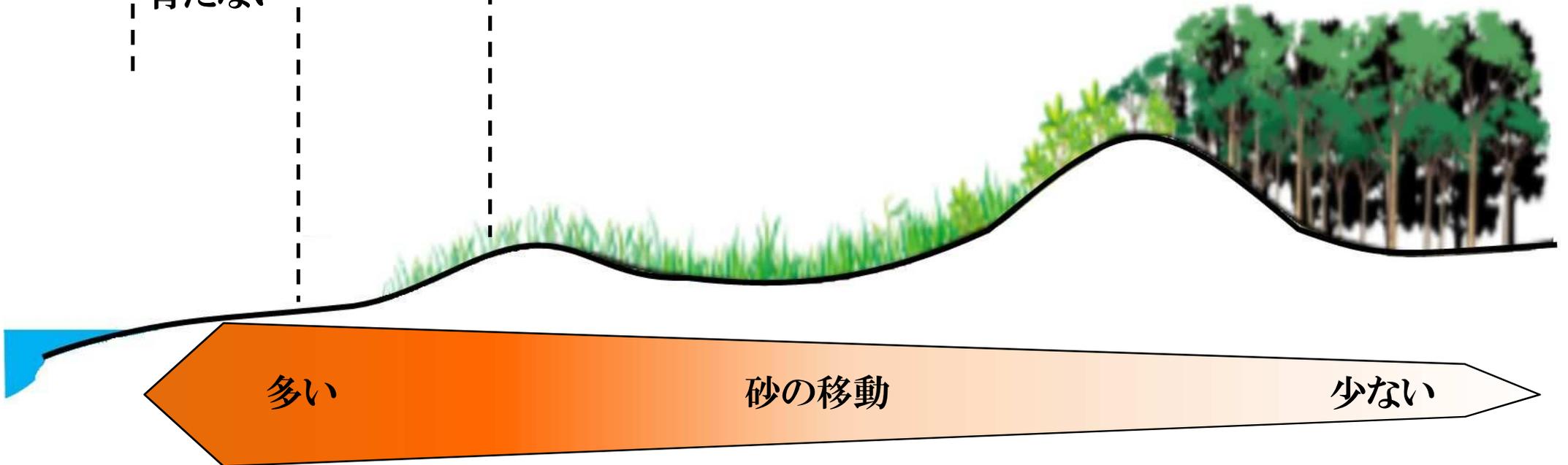
海岸林

高木

多い

砂の移動

少ない



厳しい環境におけるクロマツ植栽

～冬季の季節風による被害～

季節風



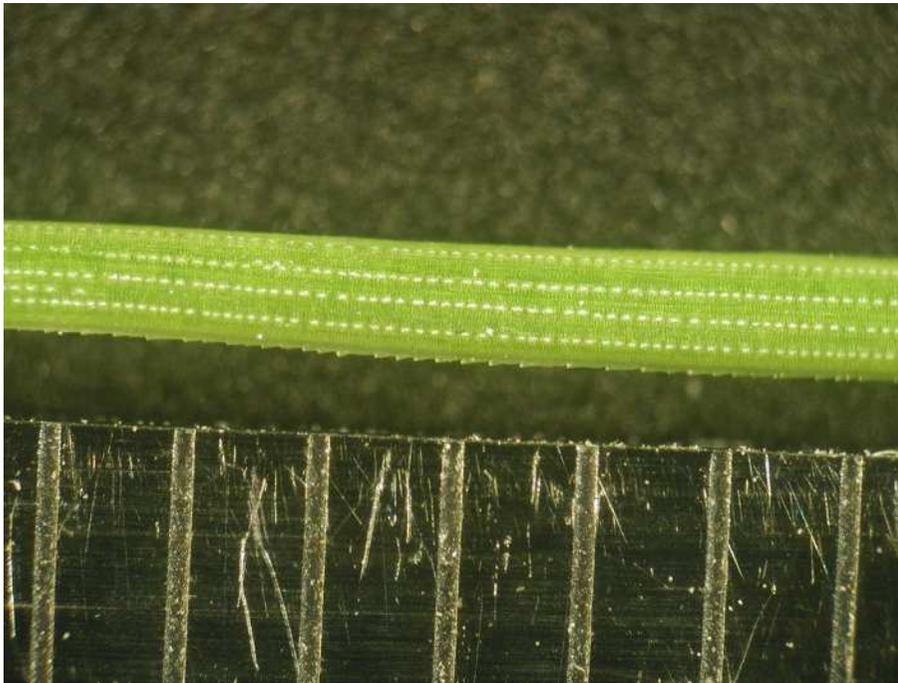
海側から飛砂、飛塩で被害を受ける

冬期の季節風(北西の強風)で針葉が変色するのは、飛砂・飛塩による影響

飛砂・飛塩

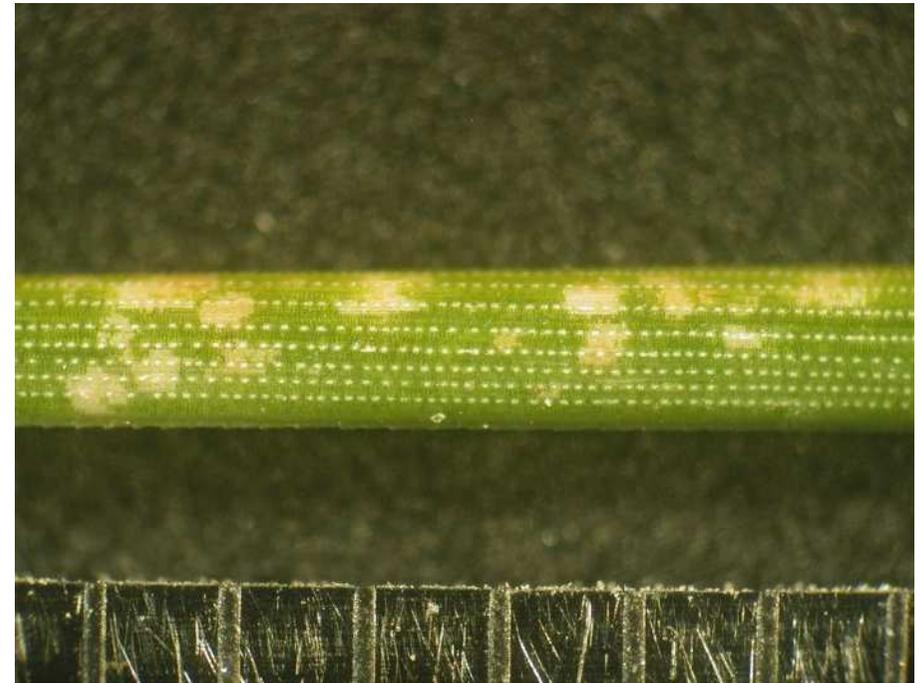
飛塩だけではクロマツは枯れにくい

無傷のクロマツ針葉



汀線に近いが、防風柵、静砂垣があり、
飛砂を受けていないクロマツ

飛砂で傷ついたクロマツ針葉



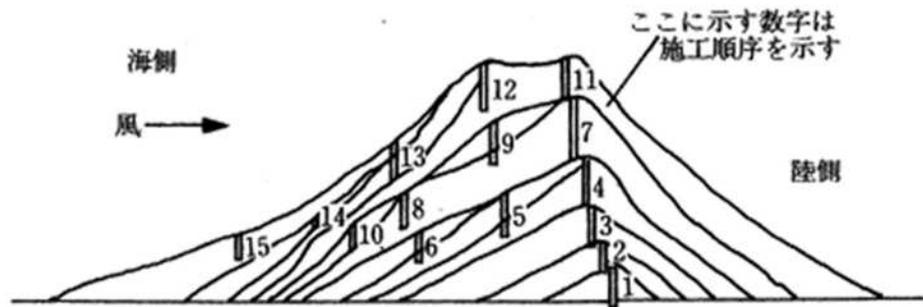
砂で傷付いた所から
塩がしみこんで葉が痛んでいる様子

葉だけでなく、頂芽も痛むため、伸長成長が著しく低下する



頂芽が枯れる

前砂丘(土塁)と海岸林



風や飛砂を集中させないこと、
その後方に風速の弱まる空間を
出現させる



前砂丘がないと・・・



1年で静砂垣の高さまで砂がたまりクロマツが埋没してしまった

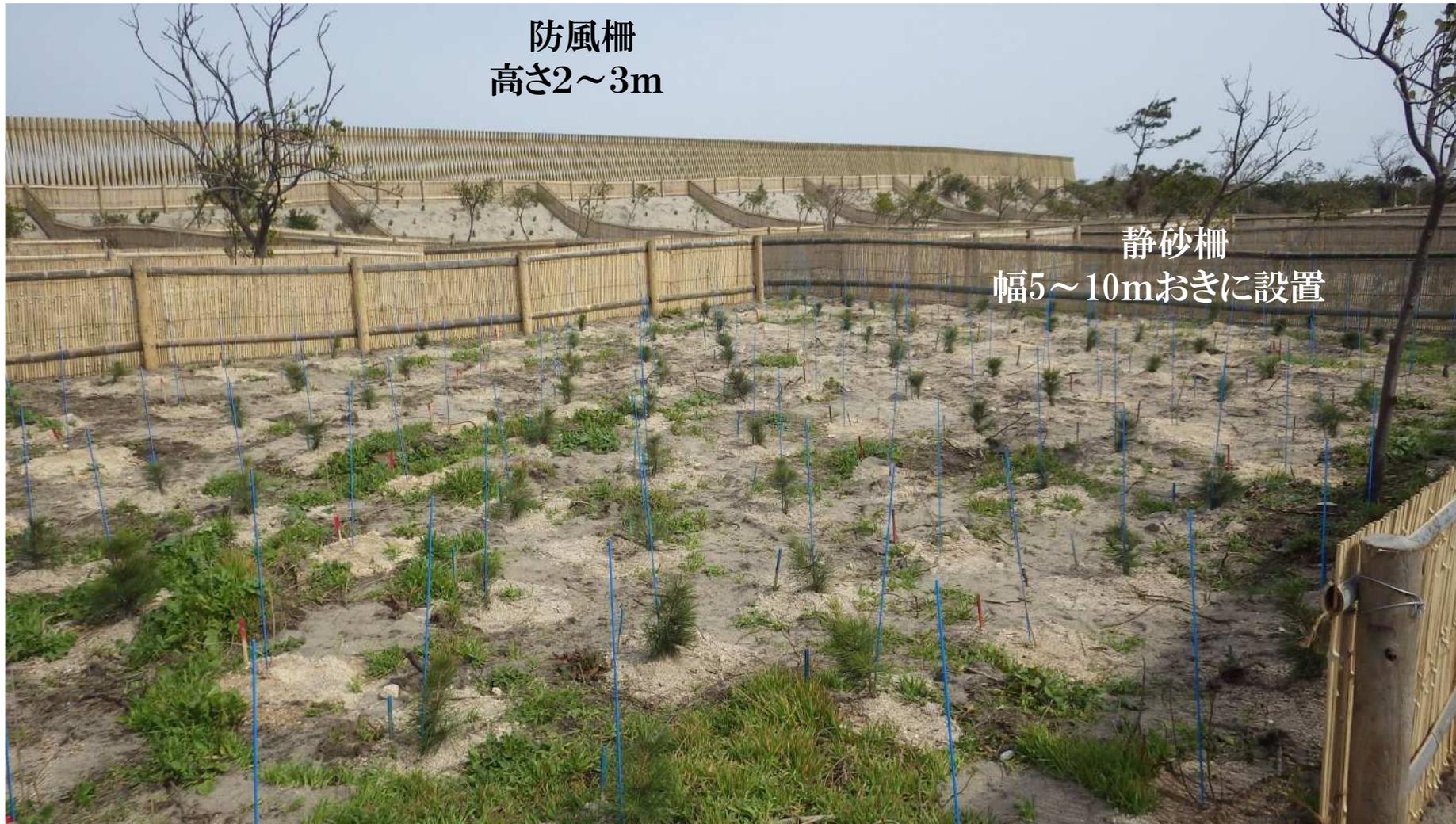
風を弱める前砂丘がないため、地形的に飛砂が生じやすい。

汀線から近く、飛塩量も多い。

仮に、道路を守るためにクロマツを植林するなら防風柵等が必要。

■ 植栽環境の整備

- 汀線側に立木がない場合、
強風から植栽木を守るために『防風柵』や『静砂垣』を設置します。



厳しい環境におけるクロマツ植栽

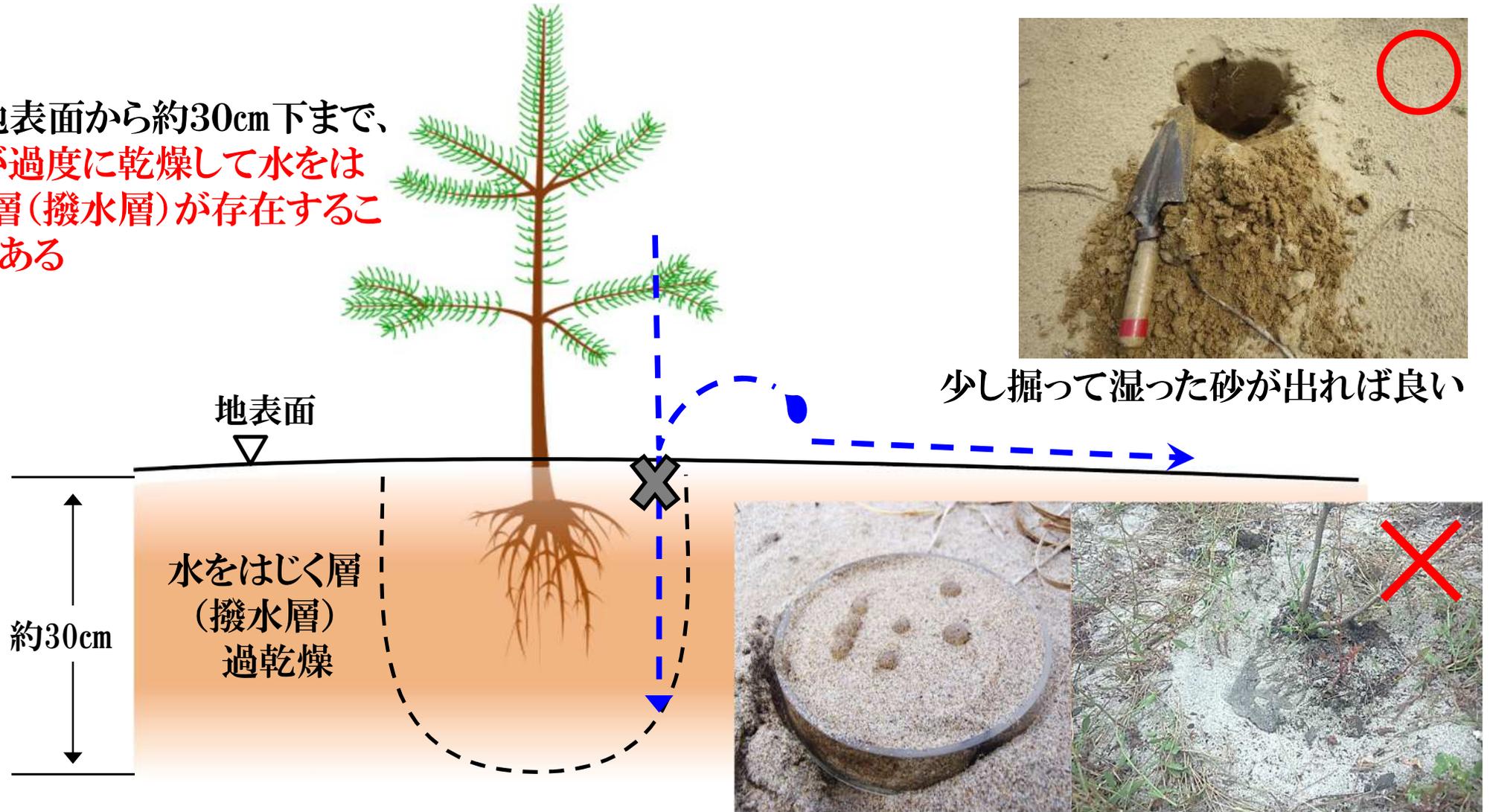
過乾燥



砂丘の上部など特に乾燥した場所

～過乾燥による撥水砂～

- 地表面から約30cm下まで、砂が過度に乾燥して水をはじく層(撥水層)が存在することがある



- 植栽の埋め戻し土はほとんど撥水層のものであるため、地表面からの水の浸透が妨げられる

植栽木の衰弱・枯死

水分ストレスによる枯れ方

先端から枯れてくるのは水分ストレス



不良苗ではないが白根が伸びていない
新しい針葉の成長も途中で止まっている
乾燥した砂地で活着できなかった模様

5~6月ごろにこの状態でも、8月以降に全体が
茶色になって枯死するケースが多い

■ 乾燥した撥水層が存在する地域での植栽方法



10～15ℓのバケツ

水10リットルを加える



保水材

- 給水倍率により量を変える※
- 給水倍率100倍の時:100g



①吸水させた『保水材』に苗木の根を浸ける



あらかじめ『保水材』に十分吸水させておく



②苗木の根に『保水材』を付着させて植栽する
(つけすぎないこと)

※注意

保水材はメーカーによっては吸水率が異なるので、糊状になって水が少ないと感じたら水を増やすこと。

吸水させた保水材をコンテナ苗に使用した事例

保水材が多すぎる



芽が枯れて、葉も薄
緑色になっている。
やがて枯れる。



コンテナ全面に多量の保
水材が糊状に付着し根が
窒息して、新根も伸びてい
ない

保水材が適量



保水材が適量で、新根が多
数伸びている様子

【枯損事例】

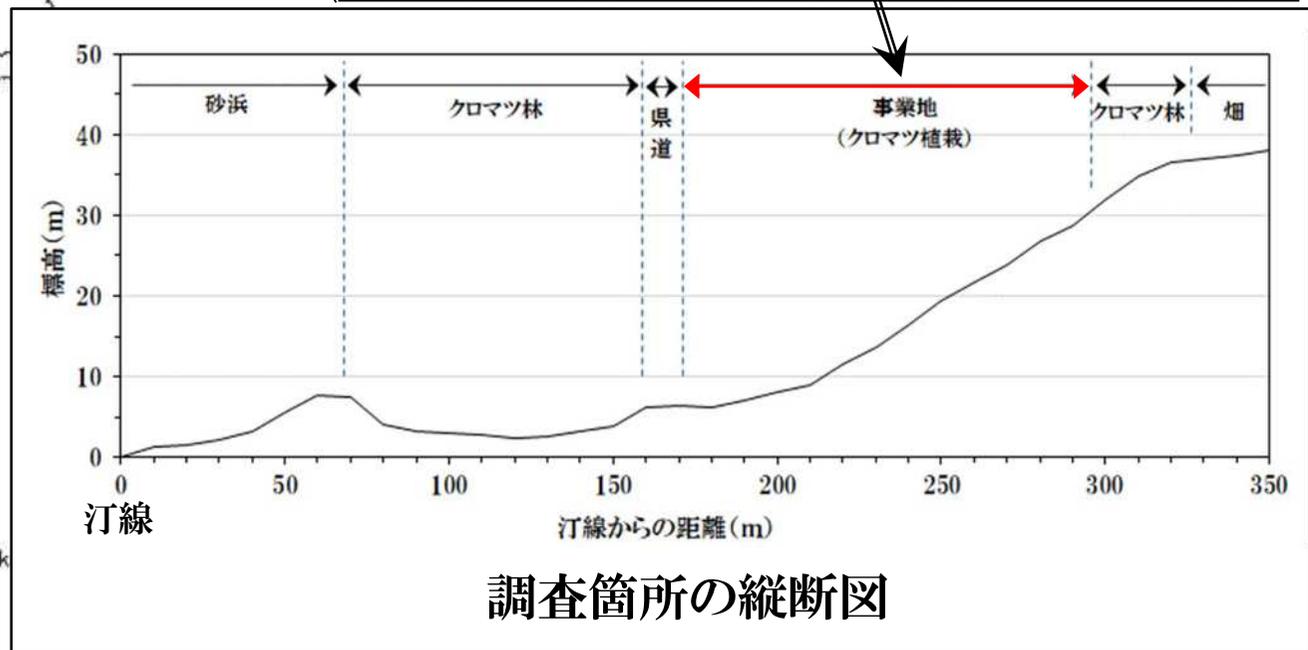
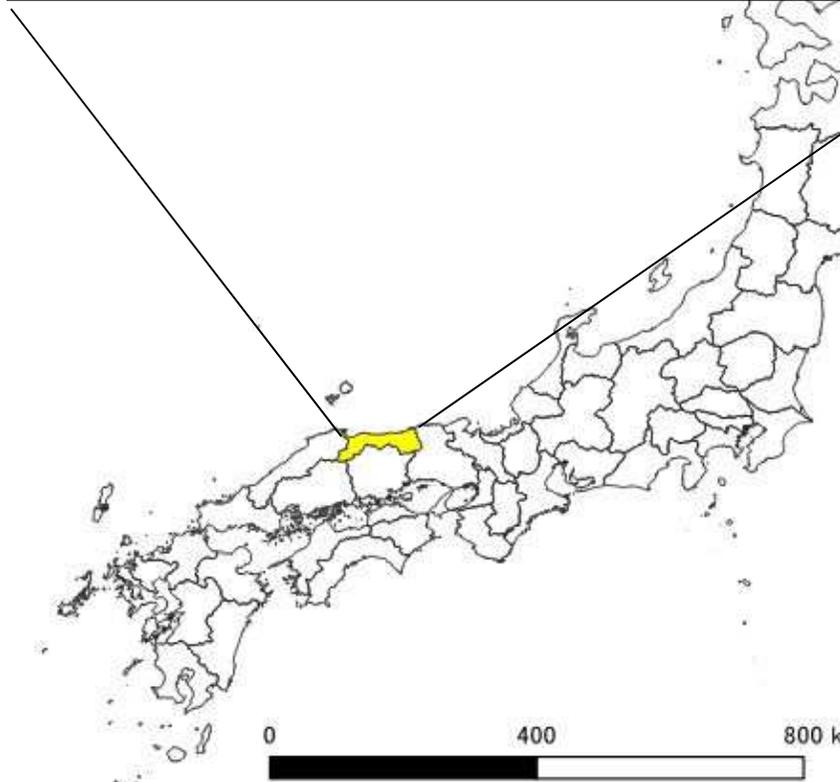
(概要)

県東部の砂丘地帯のうち飛砂・飛塩の影響が少ないやや内陸側の現場で、乾燥に強い高価なポット苗や保水剤を使用したにもかかわらず、多数の枯損が確認された現場があった。

本現場の枯損原因を詳細に解明したのでご紹介する。

【枯損箇所】の概要

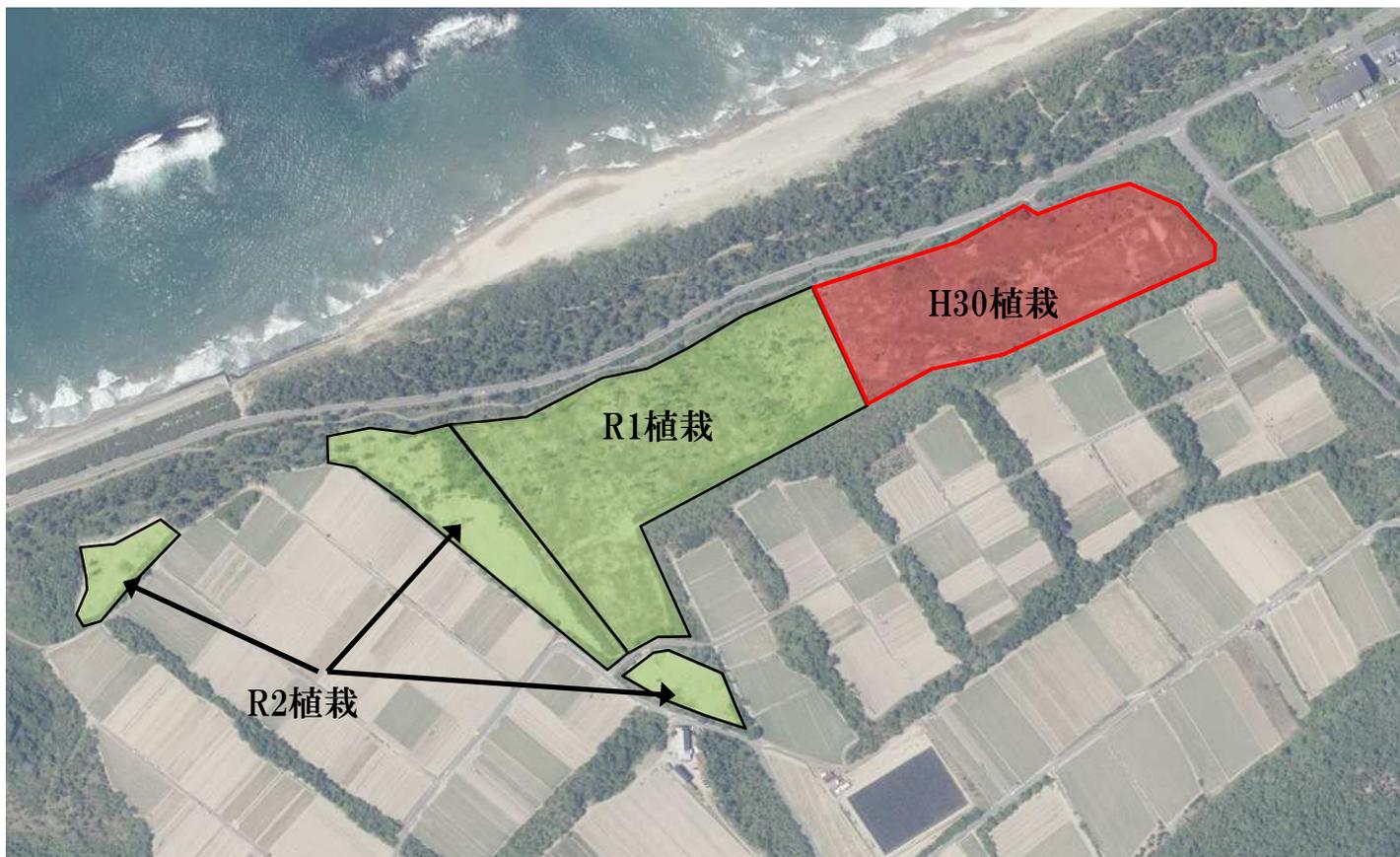
場所：鳥取県鳥取市福部町海士



【枯損箇所の詳細】

■ 松くい虫被害跡地に抵抗性クロマツを再造林

事業年度	作業内容	概要					
		植栽時期	面積 (ha)	樹種	苗木種類	植栽本数 (本/ha)	特記事項
H30	地拵え植栽 (補植)	H31年2~3月 (R元年2月)	4.8	抵抗性クロマツ アキグミ	コンテナ苗2年生 ポット苗2年生	3,500 1,500	保水剤使用※



事業区域図

※保水剤は十分に吸水させた後、根鉢部分に付着させて植栽



植栽当年(令和元年)の夏に苗木の集中的な枯損を確認



撮影日:令和元年9月4日

調査サイトの設定

横列25本×縦列73本の調査サイトを設定

調査対象木
クロマツ 1,260本
(アキグミ 504本)



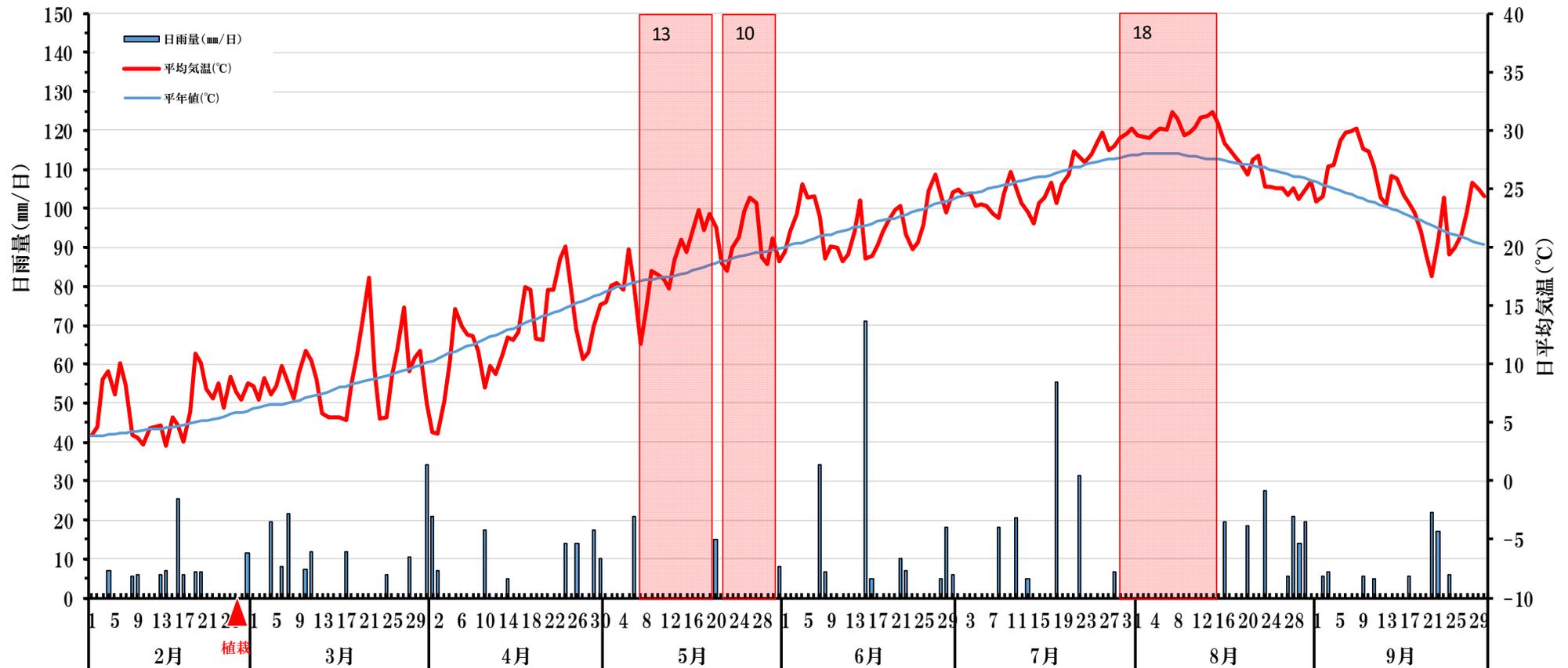
クロマツ頂芽の生長状況から衰弱・枯損の時期を推定

写真					
区分	枯損①	枯損②	枯損③	枯損④	生残
頂芽伸長	×	○	○	○	△ or ○
針葉展開	×	×	△	○	△ or ○
推定衰弱時期	植栽直後 (3~4月)	4~5月	5~6月	6月下旬以降	—
本数 (H31植栽)	250			24	986

頂芽の伸長、展葉前の状態で枯れているものが多い

夏季以前に衰弱しており、夏季の渇水で枯損した可能性が高い

植栽当年(令和元年)の気象概況



※赤のハッチは10日間以上の無降水期間を、ハッチ内の数字はその日数を示す

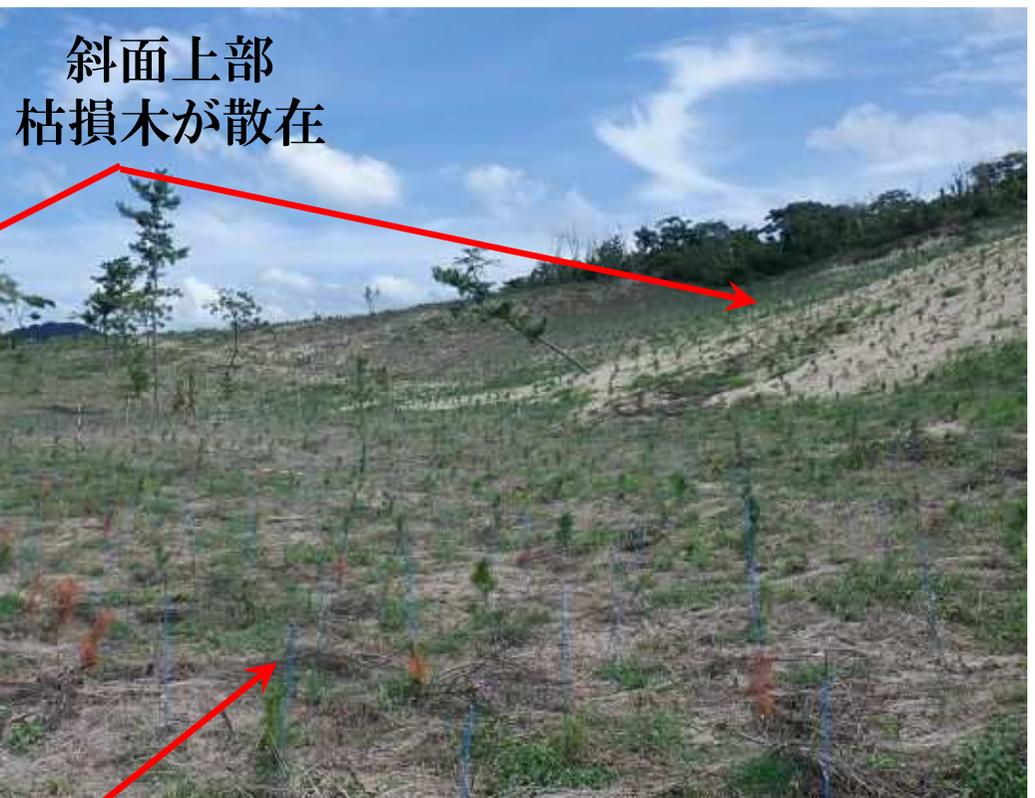
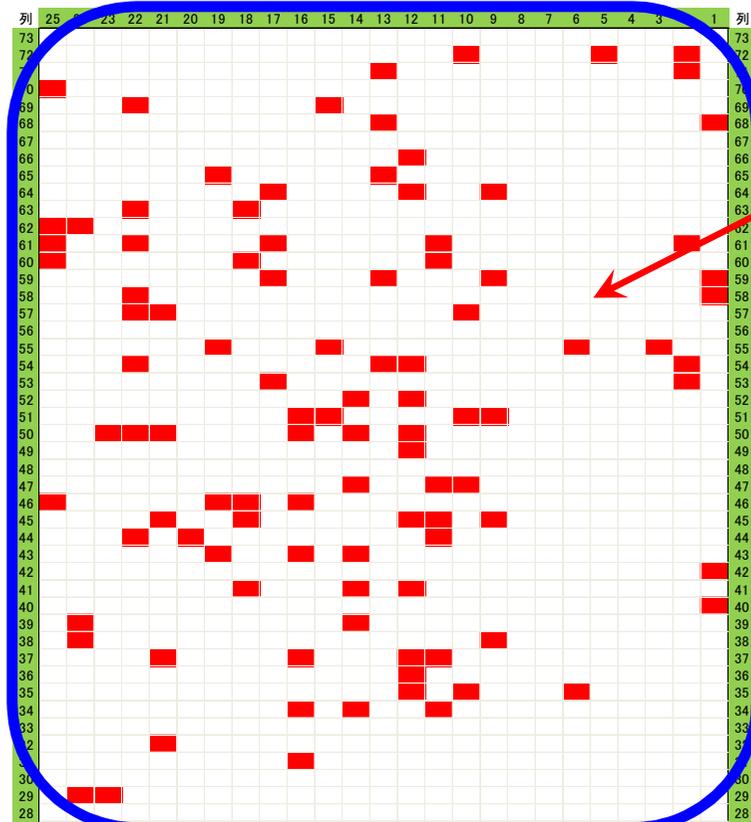
図3 令和元年2月から9月の日別降水量及び気温

- 10日間以上降雨のない渇水が5月に2回、8月に1回発生している
- 渇水時の平気気温は高く、最高気温は平年を2~4度上回る

出典:気象庁ホームページ

(https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=69&block_no=47746&year=&month=&day=&view=)

斜面上部



斜面上部
枯損木が散在

斜面下部に枯損が集中

斜面下部



写真撮影
方向

斜面位置	割合(%)	
	衰弱	枯損
上部	9.6	9.9
下部	11.2	45.6

斜面部位による衰弱・枯損率の違い

枯損調査プロット

注) 図中の赤色部分が枯損木の位置を示す

斜面下部に枯損が集中したのは何故？

枯損木の掘り取り調査



撮影日:令和元年9月4日

上部斜面、下部斜面ともに
保水剤が多量に付着



本来は、裸苗の根に適量を
付着させて植栽する

- 植栽後半年以上経過しても保水剤は水を充分に含んだ状態
- 根の周囲に水を含んだ大量の保水剤が付着することで根腐れが発生

夏季前の衰弱の原因 ➡ 保水剤が適切に使用されていなかった

下刈り作業者への聞き取り調査

斜面上部からの湧水による斜面下部の冠水

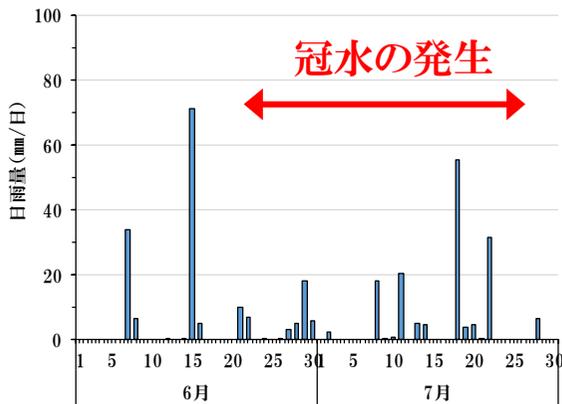
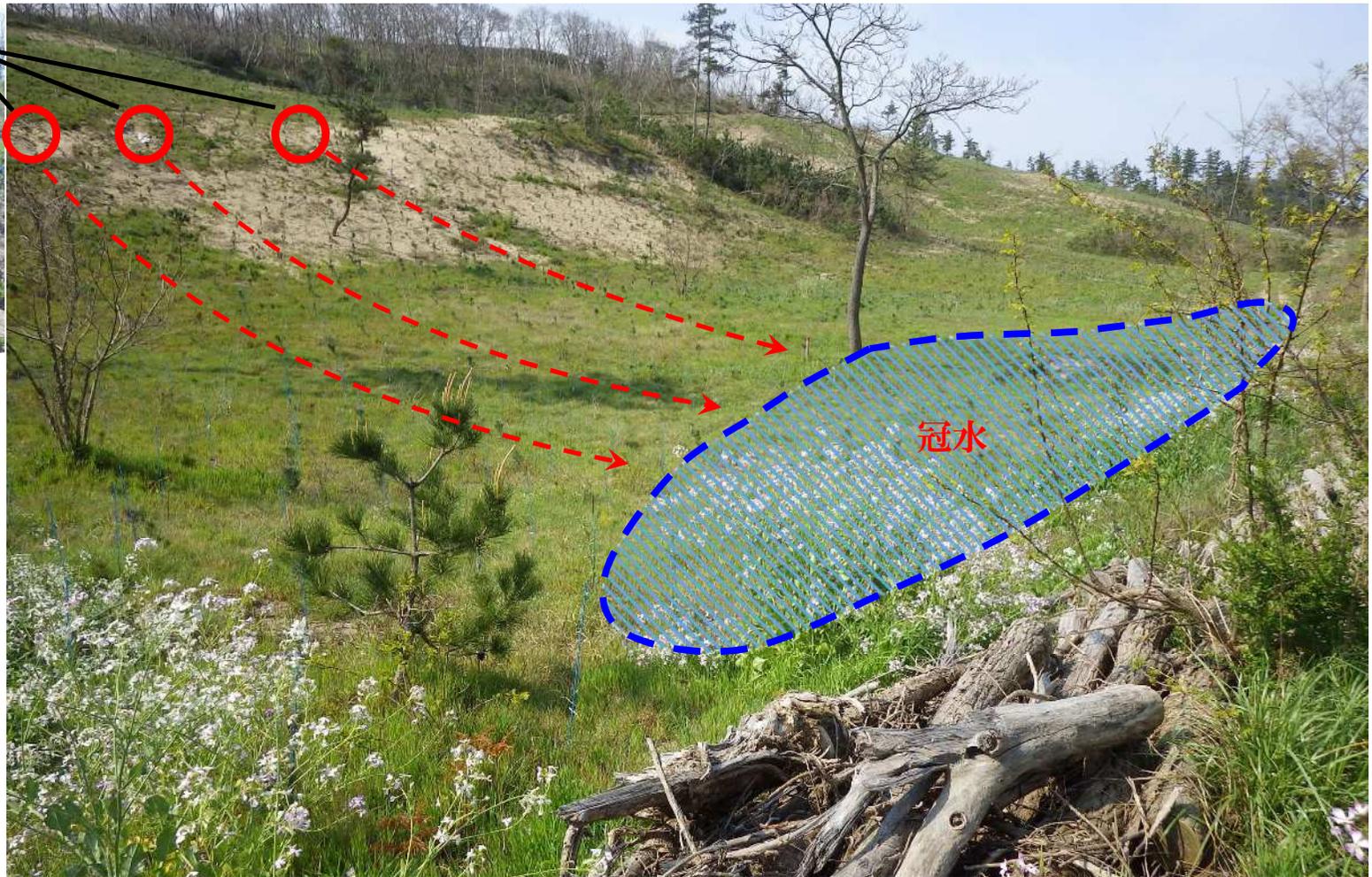


図 令和元年6月から7月の
日別降水量

- 植栽当年6月下旬～7月に斜面下部が冠水したとの目撃情報
- 保水剤が大量に付着して根が呼吸不足・未発達であったことに加えて、冠水による根系の呼吸不全による枯損が発生

何故冠水が生じたのか？

事業地は一面が砂で覆われており、冠水が生じるような場所には見えないが・・・

枯損が少ない場所(斜面上部)の土壤



- 地表面から砂丘砂が続く

枯損が多い場所(斜面下部)の土壤



- 地表面から20～40cmの深さまで黒褐色の砂の層がある
- 黒褐色の砂層は堅密

斜面下部に堅い土層が存在

親指法による土壌硬度の調査

土壌硬度と植物の根の入りやすさ

親指による判定	堅さの表現	硬度 (ち密度mm)	S値	根の侵入の可否
入らない(指あともつかない)	極密	29mm以上	0.7以下	多くの根が侵入困難
入らない(指あとがつく)	密	25~28mm	0.7~1.0	根系発達に阻害あり
力を入れると、半分ぐらい入る	中	19~24mm	1.0~1.5	根系発達に阻害樹種あり
親指に力を加えれば元まで入る	疎	11~18mm	1.5~4.0	根系発達に阻害なし
親指が自由に入る	極粗	10mm以下	4.0より大	同上 (低支持力, 乾燥)

注)ち密度は、山中式硬度計による測定値

枯損が少ない場所の断面



親指に力を入れれば根元まで入る

➡ S値1.5~4.0に相当(適当)

枯損が多い場所の断面



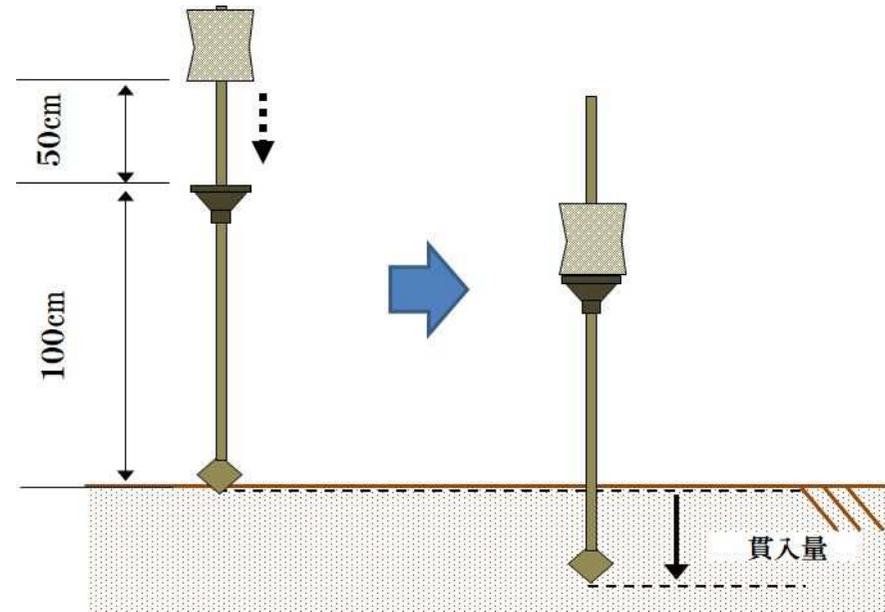
入らない

指が入らない

➡ S値1.0以下に相当(根が伸びにくい)

簡易貫入試験による土壌硬度の調査

【 調査方法 】

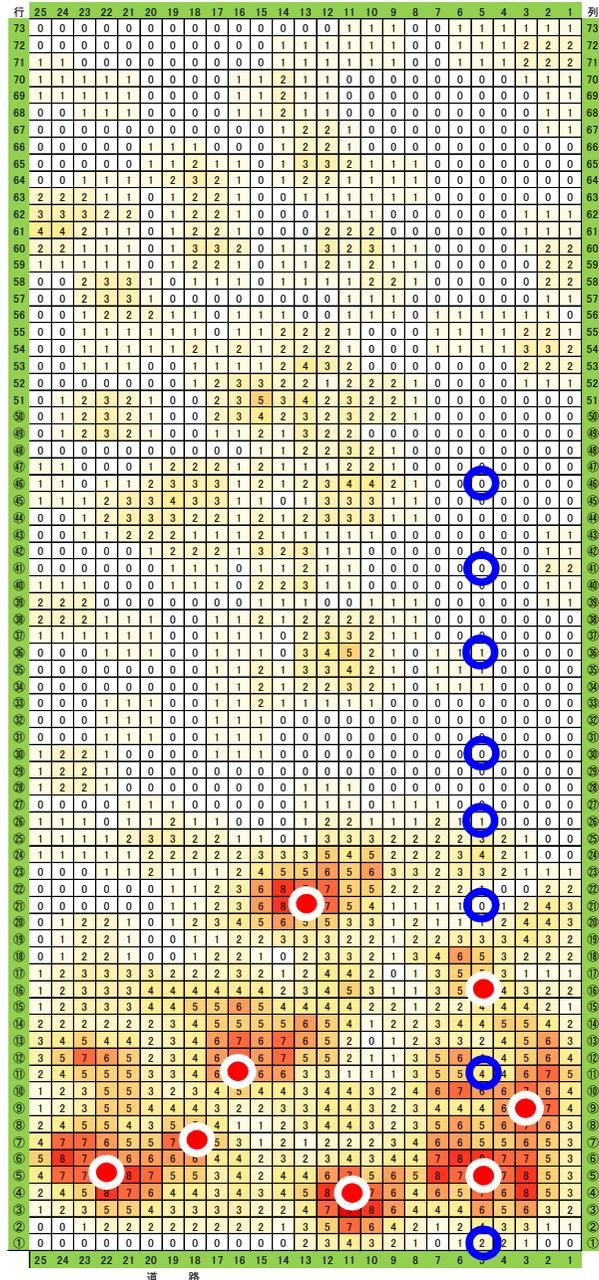


(簡易貫入試験の模式)

- 簡易貫入試験機による錘の落下1回あたりの貫入量を測定する
 - 貫入量は次式によりS値に変換した (繁富ら 2016)
換算S値 = 0.49 × 貫入量
 - 枯損の多い箇所、枯損の少ない箇所で各8箇所実施した
- 枯損の多い箇所 ○ 枯損の少ない箇所

斜面上部

斜面下部

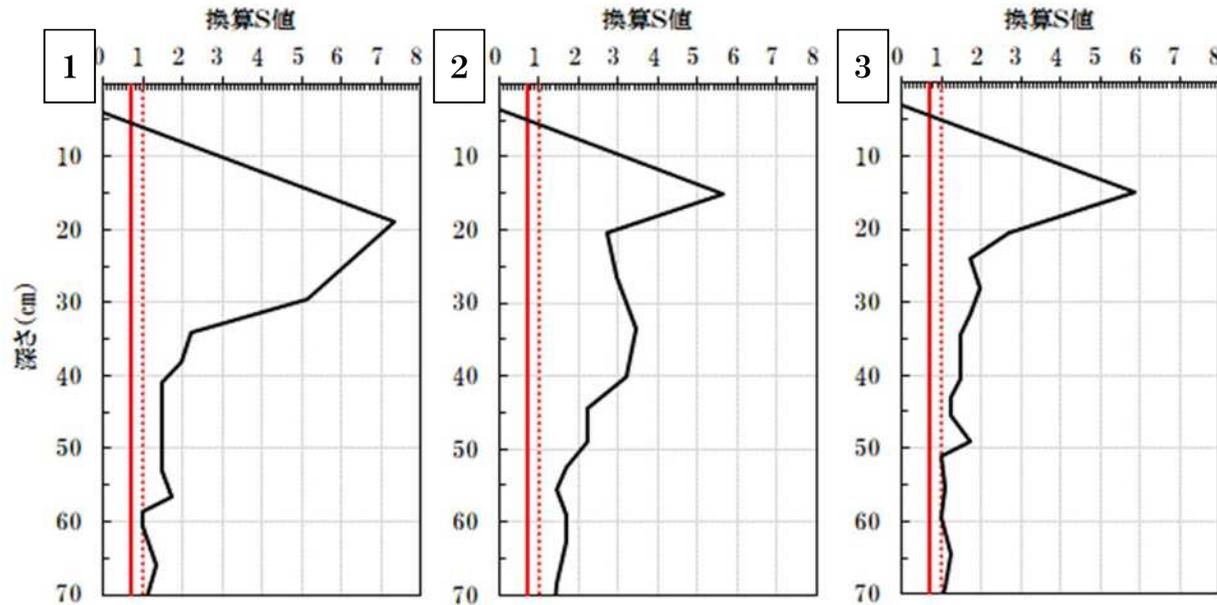


S値による土壌硬度の判断基準

段階(S値) (cm/drop)	根の侵入の可否	硬さの表現	判定
0.7以下	多くの根が侵入困難	固結	××
0.7～1.0	根系発達に阻害あり	硬い	×
1.0～1.5	根系発達に阻害樹種あり	締まった	△
1.5～4.0	根系発達に阻害なし	柔らか	○
4.0より大	同上 (低支持力, 乾燥)	膨軟すぎ	△

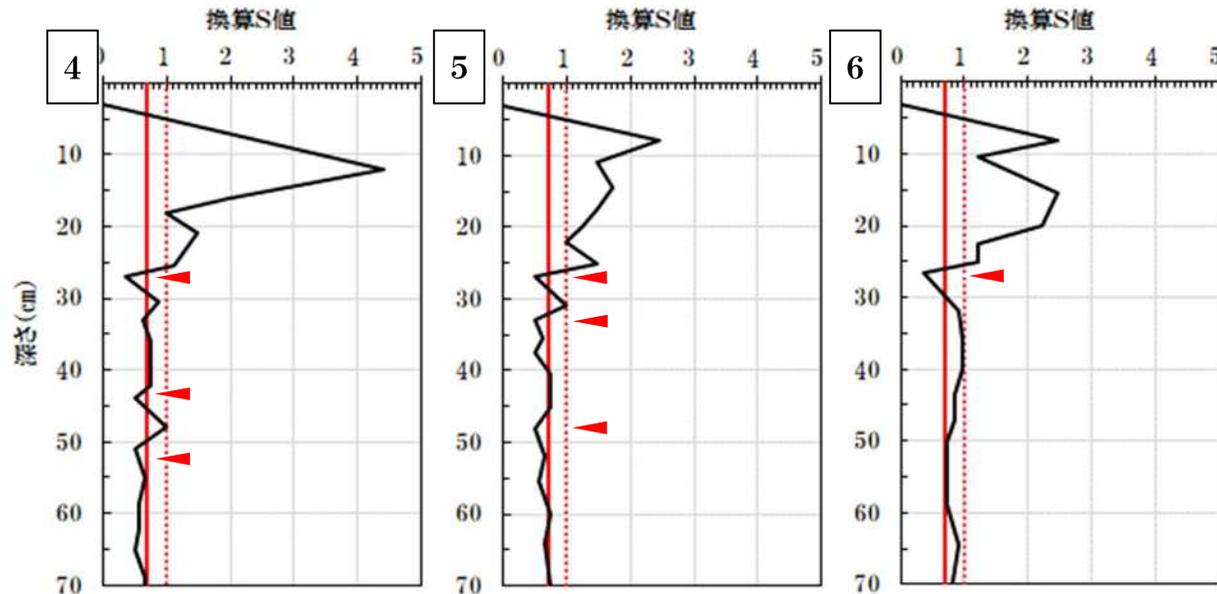
【 調査結果 】

枯損の少ない箇所



■ 土層が深くなるに従って換算S値の値は低くなるが、0.7を下回ることはない

枯損の多い箇所

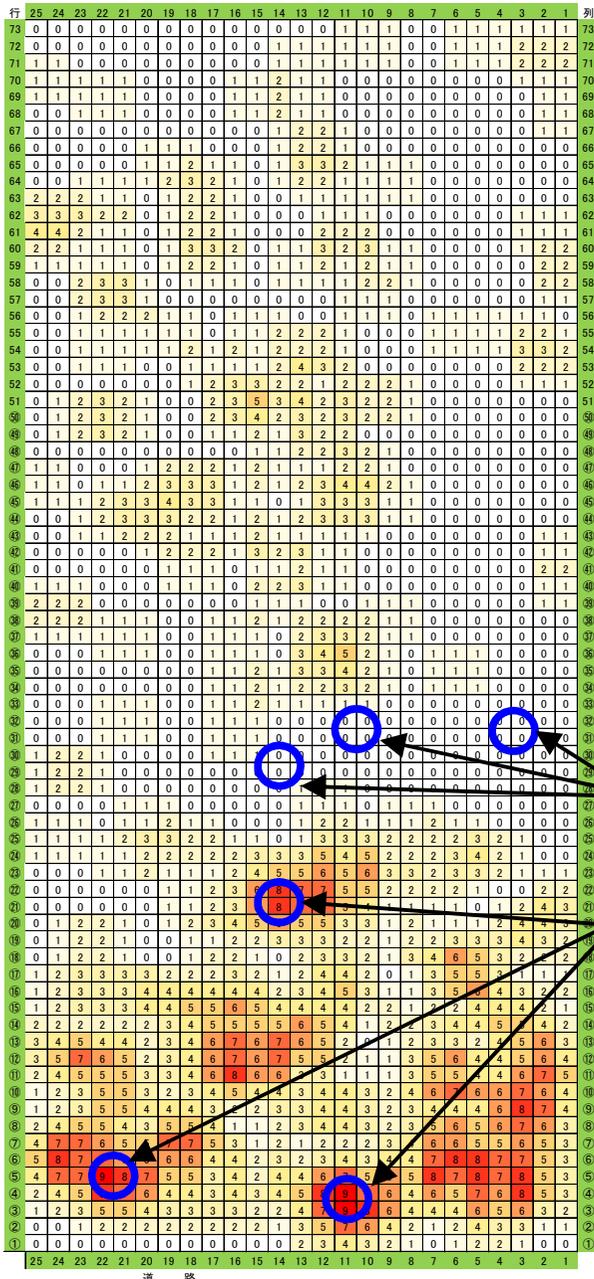


■ 土層深20cm前後から換算S値が1を下回り、部分的に0.7より小さくなる

現場透水試験による浸透能の調査

【 調査方法 】

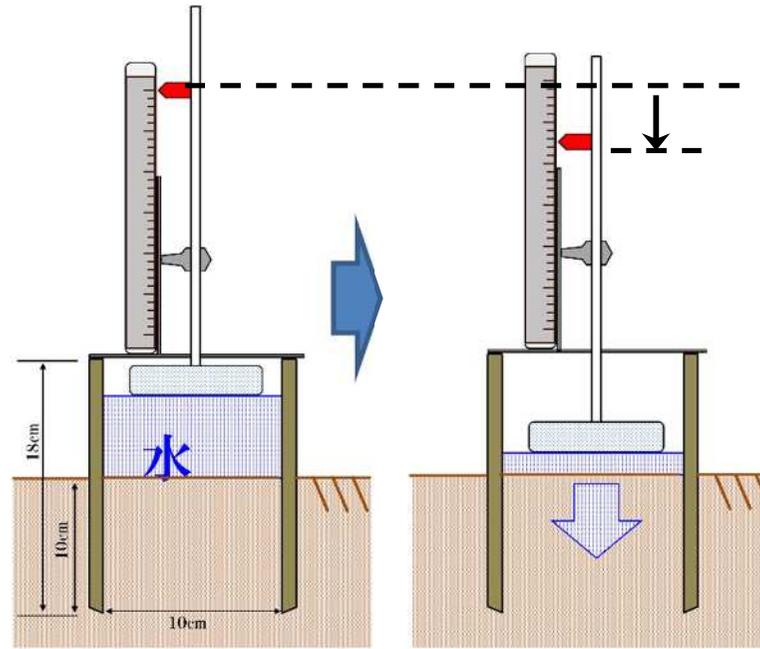
斜面上部



斜面下部

枯損調査プロット

注) 図中の数字は植栽木を含む周囲9本の枯死本数(R元年事業)を示す



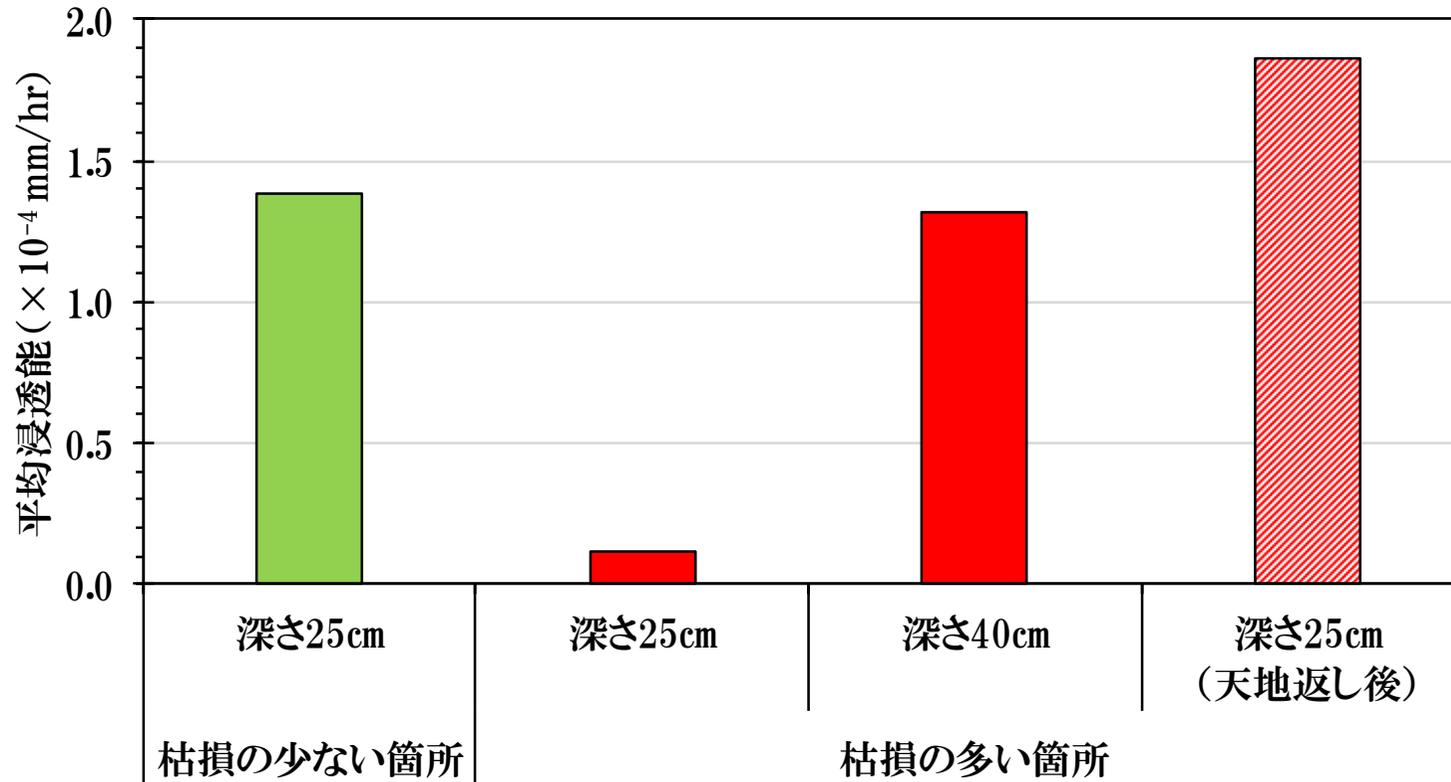
(現場透水試験の模式)



(試験の実施状況)

- 鉄管(内径10mm・厚さ7mm)を10cm打ち込み、水を注ぎ、浮きを浮かべて、水が土層にしみ込む量と時間を測定
- 枯損の多い箇所では深さ25cmと40cmで、枯損の少ない箇所では深さ25cmで試験を行った(各3箇所)
- 枯損の多い箇所では調査終了後、深さ50cmまで掘り起こし、掘り出した砂をよくかき混ぜた後埋め戻し、2週間後に再度現場透水試験を行った

【 調査結果 】



現場透水試験による平均浸透能

- 枯損の多い場所は、枯損の少ない場所に比べて浸透能が著しく低い。
- ただし、土層の深い場所では枯損の少ない場所と同程度である。
- 深さ50cm程度まで掘り起こして、攪拌後埋め戻すと浸透能の低さは改善される。

硬い土層が形成された理由の推定

枯損の多い箇所の土

表層



D=30cm



木片や植物繊維らしきものが混じっている

D=50cm



調査箇所における地拵え時の状況

- 機械地拵えで重機が同じ場所を何度も走行した。
- 樹皮や葉片などが多く地面にたまる場所は、砂と混じり合い、機械で転圧されることで、堅密な層ができた。
- 斜面上部から砂が流下して、堅密な層の上に堆積したため、表面上からは堅密な層の存在が分からなくなった。

まとめ

(本調査地での枯損原因の整理)

【施工方法の影響】

- 根鉢を多量の保水剤で覆ったため、根系の未発達や根腐れが生じた

【地盤の影響】

- 枯損の多い斜面下部には根が侵入できないほどの堅密な層があり、植栽木は十分に根が伸ばせない状況にあった
- 斜面下部の堅密な層の浸透能は非常に低いため、斜面上部から生じた湧水が溜まり、冠水が生じた

【気象の影響】

- 5月に2回、8月に1回の渇水が発生

上記の要因が複合的に作用し、集中的な枯損が発生した

今後へ向けての対策

- 根鉢に用土を含むコンテナ苗等では保水剤の使用を避ける。
- 過乾燥の場所でやむを得ず保水剤を使用する場合は、多量に根鉢に付けない(ふるい落とす)。
- 機械地拵えを行う場合は、地拵えの終盤に、地盤の固さを確認する。
 - ⇒ 固い層があれば、植栽の除地とするか、重機が現場にある間に天地返し行う。
- 植栽の際も、スコップ等で掘りやすいかどうか手ごたえを確認し、固ければ地盤の固さを確認する。
 - ⇒ 固い層があれば、50cm以上掘り起こして、よくほぐした土で埋め戻すこと(天地返し)を徹底する。
- 土層の固さの確認には、親指法を使うと道具も不要で簡単。

- ◆ 海岸砂地は一見同じような環境条件に見えるが、実際は随分と違いがある。
- ◆ 一律な方法をとるのではなく、まず現地の状況を把握し、その状況に適した方法を選択することが大切。