史跡「油島千本松締切堤」
千本松原の維持管理手法の立案

後藤　佑樹

中部地方整備局　木曽川下流河川事務所　管理課　（〒511-0002 三重県桑名市大字福島465）

史跡「油島千本松原締切堤」の千本松原を構成するマツは史跡の重要な要素となっている．近年，松林内にカワウがコロニーを作りマツの樹勢に影響を及ぼしているとともに，樹林の高密度化によるマツ個体の樹勢低下や枯損木などが発生している．千本松原としての良好な松林景観を持続的に保存していくため，マツの個体及び松林全体を対象に，マツ個体の健全性や密生状況，カワウの営巣状況を把握したうえで計画的な密度管理とカワウ対策を検討し，維持管理計画を立案した．

キーワード　史跡，松並木の保存，カワウ対策

1.　はじめに

千本松原は，長良川と揖斐川の背割り堤に植えられたおよそ1kmにわたる松林である（図-1）．木曽三川下流部での度重なる洪水被害を軽減するために，江戸時代1753年～1755年に木曽川，長良川，揖斐川の三川分流工事（宝暦治水）が薩摩藩によって行われた．完成をもって，分流する背割り堤に約千本の松が植えられ，1940年に国の史跡に指定された．千本松原は2005年度から河川管理施設として木曽川下流河川事務所が管理をしている．

2.　千本松原を取り巻く状況

近年の樹勢診断結果からは，10年前と比較して全体的にマツが衰退傾向にあることが確認された．この原因として，千本松原の過密化や5年程前から増加しているカワウ営巣等による影響などが指摘されている．

その他，千本松原に沿って通る県道106号桑名海津線は日交通量が約4,000台あり，道路に傾いたマツの幹や道路上に張り出した枝の落枝等による通行車両等への影響が懸念されている．

また千本松原は地域の重要な史跡であり、マツ林の健全かつ安全な状態に保つ必要性があることから、計画的な維持管理が求められている．そこで千本松原での維持管理計画を策定するため、マツ衰退の原因を樹勢診断等から究明し、それぞれの原因への対策を検討した。また、その対策案を実行できるよう、現場の状況や実態に適合するような時間軸を持った維持管理計画を検討した。

3.　マツの生育状況調査（樹勢診断）の実施

千本松原の適切な維持管理方策を検討するため，樹木の樹勢診断を行った．

マツ及びその他の針・広葉樹を対象に，一般財団法人日本緑化センター認定の「樹木医」による簡易診断（外観調査・打音調査）を実施した．その際，個々の樹勢低

図-1　千本松原の位置図

下の要因（被圧，鳥被害等）が明確な場合は，特記事項として整理した．調査は2021年12月～2022年1月に行った．

4. マツの生育状況（活力）の整理

樹勢診断の結果，立木本数（生育木及び枯損木）はクロマツ類のみで856本，全樹木では918本を確認した．

過年度の調査としては，2007～2009年度に実施したクロマツ類全樹木を対象とした樹勢診断で，計755本の樹木について活力判定が整理されている．今回の調査と過年度調査の活力の割合を比較すると，活力1（正常な樹木）の割合が減り、活力3（樹勢や樹形に異常がみられる）～5（ほとんど枯死状態の樹木）の割合が増えており，全体的に衰退傾向を示した（図-2）．

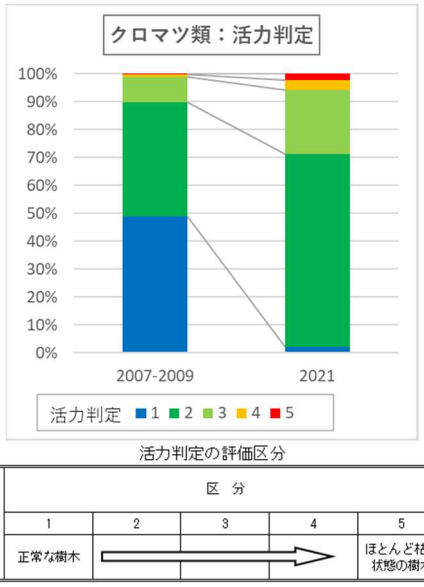


図-2 2007～2009年度と2021年度におけるクロマツ類の活力の比較

5. マツ衰退の要因分析

マツ衰退の要因としては，①樹齢，②被圧，③鳥被害，④病虫害が考えられた．

このうち，樹齢については樹木の活力性とは相関性がない事が分かった．また病虫害についてはマツの活力度が明確に下がるが、過年度からの取り組みである松くい虫防除活動（樹幹への防除液注入など）によって、罹病樹木の本数を抑えられており、近年のマツ衰退の主要因とは考えにくい。よって，以下の被圧木，鳥被害で要因分析を行った．

(1) 被圧木と活力の関係

樹勢診断では他の樹木の枝葉に覆われている木や他のマツより明確に枝張り等が悪い状態である被圧木について，クロマツ類全856本のうち，約6%にあたる51本で確認した．被圧されている樹木とそれ以外の樹木について活力を比較した結果，被圧木では明らかに活力が衰退し，クロマツ類の陽樹の特性を示す結果となった（図-3）．

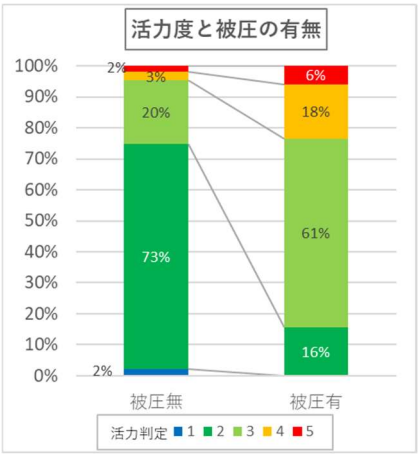


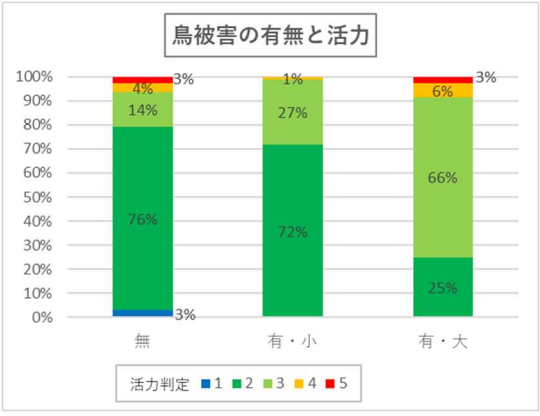
図-3 クロマツ類における被圧の有無別の活力の割合

(2) カワウなど鳥による被害との関係

カワウなど鳥による被害については，クロマツ類全856本のうち，約29%にあたる252本で確認した．

鳥被害の有無と活力の関係について比較を行った結果，鳥被害が大きくなるにつれ，活力2（樹勢や樹形にやや異常がみられる）の割合が減り，活力3の割合が増える傾向を示した（図-4）．しかしながら，活力4（樹勢や樹形に大きな異常がみられる）と5に着目すると，鳥被害の有無において有意な差は見られなかった．

またカワウの営巣活動以外にもカワウの糞がマツの光合成を阻害し、マツを枯れさせている原因ではないかとも考えられている。



【鳥被害の凡例】
有・大 ⇒ 複数の枝枯れを確認、樹勢に影響あり
有・小 ⇒ 枝の一部に枯れあり
無 ⇒ 影響は見られない

図-4 クロマツ類における鳥被害の程度別の活力の割合

(3) マツ衰退の要因

マツ衰退の主要因としては，①マツ林の大径木化による被圧の発生であることが判明した。また直接の衰退要因ではないが，②カワウの営巣による梢や枝折れ等は，長期的な梢端枯れ，枝枯れ，病害虫発生に繋がるため，関連性を有すると考えられた.

5. 対策の検討

(1) 被圧

従来の「千本松原管理方法（案）」ではマツ同士を競争させ，マツ林を育成する方針としていたが，マツ林は現在十分成熟している段階に入っていることがわかった. 今後も被圧木の数は多くなり，また徐々に衰退していくと考えられるため，被圧木は伐採する方針とした.

千本松原は局所的に過密になっている箇所が多くみられ，過密については過年度からも対策が必要とされてきた. 現在の成熟段階においては，過密箇所では隣木との距離が縮まり，樹木間の競争により個々の樹木が十分に成長できず，被圧木や不健全な樹木が発生する.

よって，千本松原では目標密度を定め，過密になっている箇所では存置・伐採の決定を行い，密度の適正化を図ることとした.

(2) カワウ

松林とカワウ被害との関連性については学識者ヒアリングを行い，対応方針を整理した. カワウの営巣行動と樹木の形状や密度との関連性は低いため，対策としては直接的な個体数減少が効果的であるとの助言を受けた.

このため，千本松原を利用するカワウ個体数を捕獲により減少させた後，追い払う方針とした（図-5）.

具体的には，フェーズ1（2022年度以降，2～3年程度を目標）にて捕獲等によりカワウ個体数を減少させる. フェーズ2（2024年度以降）において，巡回等の強化により追い払いを行う. フェーズ１の捕獲方法やフェーズ２の追い払い方法については、様々な案を比較検討した結果、捕獲については空気銃、追い払いについてはドローンによる営巣状況調査及び松原内の巡回にすることにした。その後はカワウの利用状況に応じた対策を講ずる，順応的管理を行う方針とした. なおカワウの追い払い活動の前に個体数を減少させる取り組みを行うことについては、追い払い活動によって他所に同様な被害がでないようにするためである。カワウ対策（案）の実施計画について表-1のとおり取りまとめた。

(3)その他の対策（過年度からの取り組み）

過年度からの取り組み（遊歩道周辺の除草、ツル切り等）については原則、今後も実施していく方針とする。

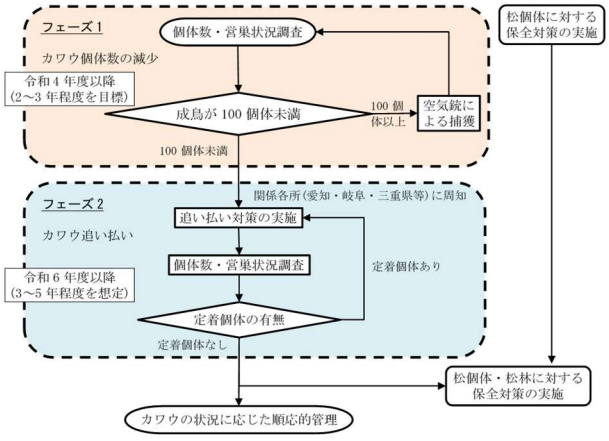


図-5 カワウ対策（案）

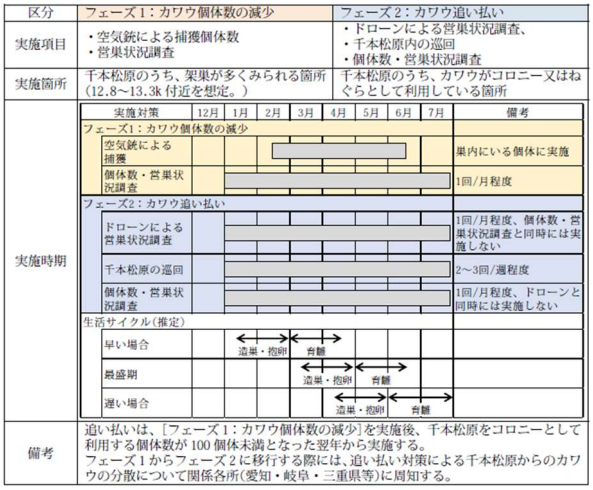


表-1 カワウ対策（案）の実施計画

6. 密度調整

前項からマツ密度の適正化が千本松原の維持管理には重要であることが分かった。そこでマツの目標密度を設定し、その密度を維持できるような密度及び密度管理計画を検討した。その検討手順を以下に示す.

(1) 密度調整

a) 現在の概況

千本松原の現況の樹木密度を表-2に示す. 全体では過密という状態ではないが，局所的に過密している箇所があり，全体の活力を低下させている原因となっている.

b) 密度の設定

目標本数密度については，森林総合研究所による「クロマツ海岸林の管理の手引きとその考え方」（2011年3月）[1] を基に，最も大きい林分である平均胸高直径30cmの相対密度55%の390本/ha，65%の460本/haとした.

表-2 千本松原マツ林の密度

項目	全ての樹木	クロマツ類のみ
本数	918本	856本
密度	316.6本/ha	295.2本/ha

c) 密度マップの作成

GISのグリッド作成機能を用いて直径5mの円に内接する六角形グリッドを千本松原の範囲全体に作成した.

六角形グリッド1個の面積は22m²になるため，前項の密度を六角形グリッドに適用するとグリッド当たりの密度は0.9～1本となる．そのため，1グリッド当たりの樹木本数が1本以下になる場合を許容範囲，2本以上を過密としてカウントを行った.

密度マップを図-6に示す．黄緑のグリッドは許容範囲にあることを示し，黄色，オレンジ，赤の順で密度が高くなっていくことを示す.

d) 密度調整

過密箇所については，下記に示すとおり樹木の伐採・存置を判断するための方針を作成した.

方針では，第一に活力が劣る，樹木を衰退させる病気を持っている場合は伐採，第二に幹・枝など道路に影響を及ぼす可能性がある場合は伐採することとし，また，上記に当てはまらない場合は空間的に余裕が出るように伐採・存置の判断をすることとした。

【樹木の伐採・存置の判断に適用する優先事項】

① 樹木の衰退に繋がる病気がある、活力が他の樹木より劣る、クロマツ以外の樹種は優先的に伐採する。
② ①に当てはまらない場合、将来的に道路に影響を及ぼす可能性がある、幹や根元に空洞やクラックなど弱点がある樹木は優先的に伐採する。また、周囲の樹木位置も含めて密になっている（偏りがある）場合は、空間的に余裕が出るように伐採・存置の判断を行う。
③ ②に当てはまらない場合、道路からの距離が近い樹木、将来的に弱点となりえる幹の不自然な曲がりや傾斜等がある樹木、鳥被害が大きい樹木、被圧木は優先的に伐採する。
④ ③に当てはまらない場合、樹木サイズがより大きい樹木、外観がより美しい樹木を選抜する。

上記の方針を基に，密度マップ及び現地調査で作成した調査カルテから，過密箇所における樹木の伐採・存置の判断を行い，グリッド内に樹木が1本残るようにした.

密度調整による伐採数は，217本（クロマツ216本，クスノキ1本）となった.

e) 新植候補地

密度マップの樹木が存在しないグリッドを新植候補地とし，且つ道路や遊歩道，建物に影響をしない場所を抽出した新植候補地マップを作成した（図-7）．新植候補地の条件を下に，模式図を図-8に示す.

【新植候補地の条件】

- 道路境界線から 5 m離れた範囲
- 散策路から 1 m離れた範囲
- 既存建物から 2.5 m離れた範囲

道路境界線からの距離範囲の条件は，現地調査による観察及び全樹木のデータから枝張りの上位10%が半径5mであることから設定した.

新植本数は，新植候補地マップから樹木が存在しないグリッドの面積を合計し，目標本数密度から算出した.新植可能な本数は約160本となった.

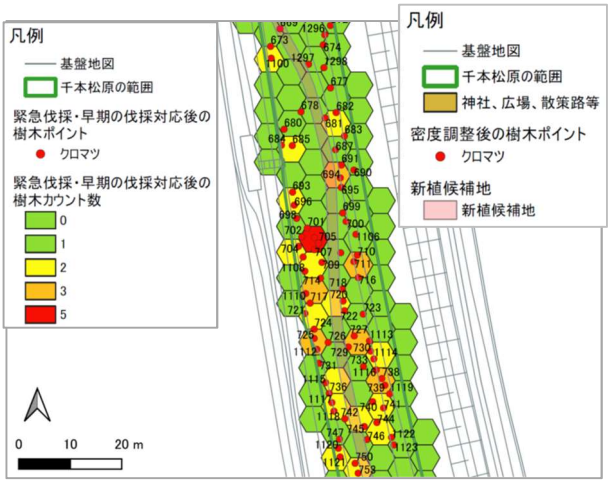


図-6 密度マップ（一部）

注：樹木ポイントは密度調整による伐採後の樹木のみを表示

図-7 新植候補地マップ（一部）

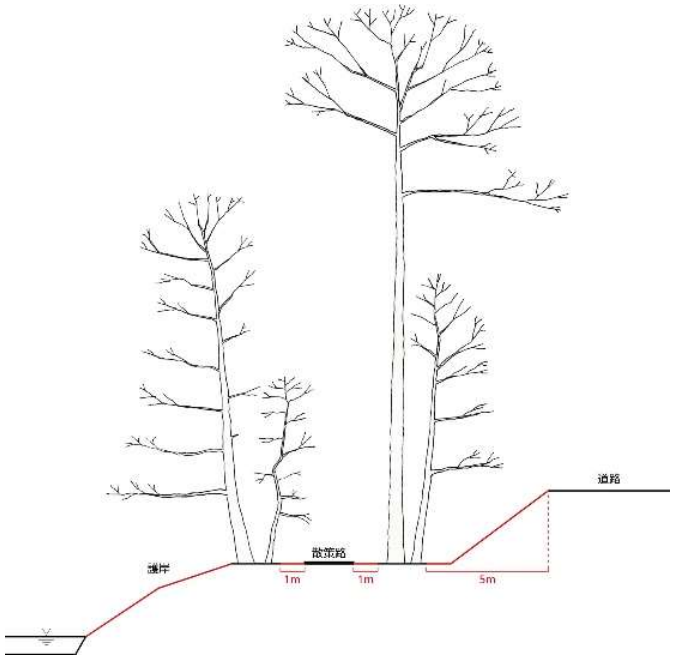


図-8 新植候補地に考慮した条件範囲（例）

(2) 密度管理計画

密度管理計画では，千本松原を5つの管理ブロック（A～Eブロック）に分け，過密箇所の伐採と並行し，新植を行っていく方針とした．具体的には，①「準備期間（1年間）」として，現地調査で緊急対応が必要となった樹木の伐採を実施（31本が対象），②「第一段階（5年間）」で密度調整による伐採を終了，③「第二段階（5年間）」で新植が終了し，千本松原の密度目標が達成，「第三段階（5年間）」以降は，5つのブロックを管理し，密度目標を維持していく．

a) 密度調整による伐採・新植本数と個体数変化

密度調整伐採本数，新植本数と実施期間を表-2に示す．

千本松原の新植については，NPO法人木曽三川千本松原を愛する会が記念植樹などの形態で実施しているため，年間の新植数は負担とならない本数を設定した．

各期間・段階のクロマツ類個体数変化を図-9に示す．

第一段階では，密度調整による伐採数が多いため一時的にクロマツ類の全体本数が少なくなるが，第二段階の終了時点で目標密度（750本前後）を達成する．第三段階以降は，この目標密度を維持していく（枯損等による伐採数と新植数が同数になるよう配慮した）．

b) 5つの管理ブロックと密度調整による伐採数

5つの管理ブロックはグリッド数が概ね同数になるよう分割した．管理ブロックを図-10に，管理ブロックと密度調整伐採木を示した密度管理計画図を図-11に示す．

過密状況は5つの管理ブロック毎に異なるため，特に密度が高いブロックから伐採する計画とした．

各ブロックにおける伐採数と伐採優先度，伐採にかかる年数を表-4に示す．Bブロックでは伐採本数が多いため所要年数を2年間とする．A・Eブロックでは，伐採本数が少ないため両ブロックを1年で実施する．

表-3　密度調整による伐採数及び新植可能な本数

項目	密度調整による伐採木	新植
本数	217本 （クロマツ216本、 クスノキ1本）	160本
実施期間	第一段階期間の5年間	第一段階・第二段階期間の10年間
年平均	43本前後/年	16本前後/年

表-4　各ブロックにおける伐採数と優先度，伐採にかかる年数

ブロック名	A	B	C	D	E
伐採数	15本	88本	51本	52本	11本
伐採優先度	4	1	2	3	4
所要年数	0.5	2	1	1	0.5

c) 新植候補地マップ（現地用）

新植を担うNPO法人木曽三川千本松原を愛する会が現地でも使用できるよう，新植候補地マップ（現地用）を作成した（図-12）．

具体的には「新植候補地マップ」（(1) e)参照）での

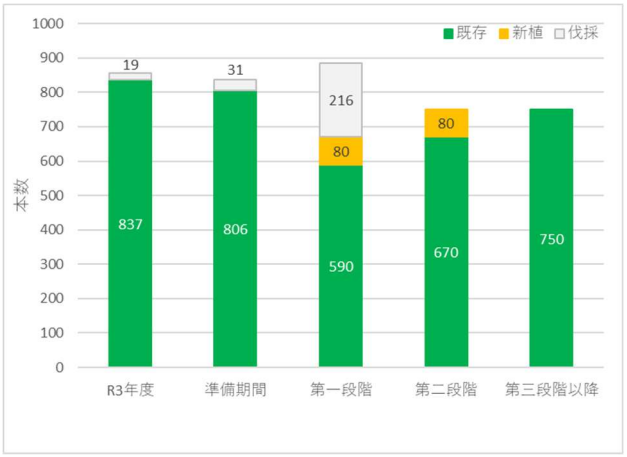


図-9　密度管理計画によるクロマツ類の個体数変化

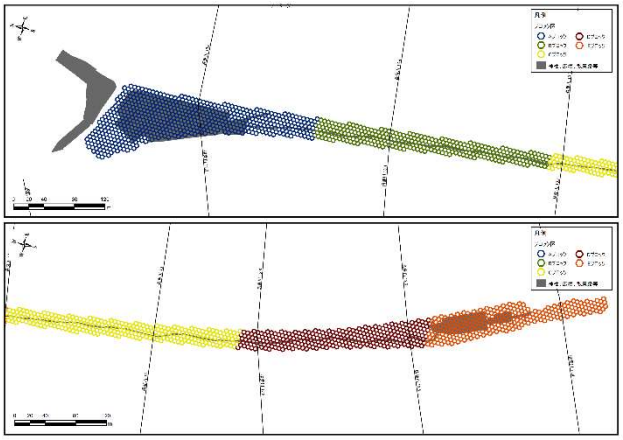


図-10　5つの管理ブロック

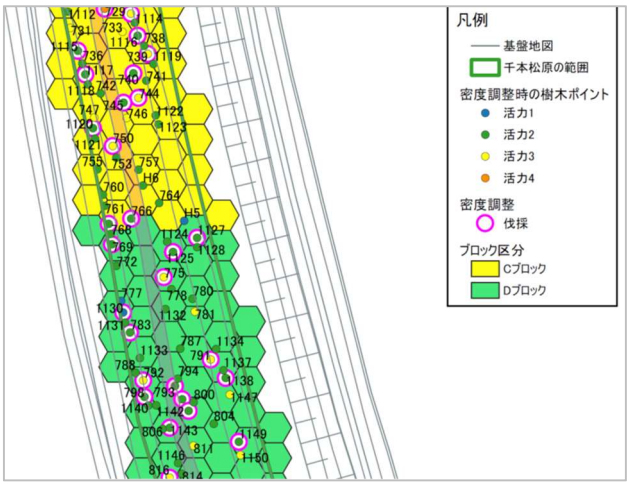


図-11　密度管理計画図（一部）

新植候補地のグリッド数は合計で424個あったが，小さな面積のグリッドも含んでいるため，面積の大きいグリッドから累計が160本（新植本数）となるグリッドの面積（11～22㎡）を抽出し，密度調整後の樹木と樹冠を出力した.

d) 密度管理計画

上述のa)～c)を取り入れた密度管理計画を立案した。密度管理計画を表-5に示す.

7. 維持管理計画

千本松原の全体の維持管理計画（管理作業項目・作業内容・分担・頻度の項目）を表-6に示す.

維持管理計画では，千本松原の大径木化と局所的な過密，落枝等による道路への影響への対応として，以下に示す3つの項目の維持管理を実施する計画とした.

① 過密箇所における密度の適正化
（2027年度までの5か年）

② 道路に影響を及ぼす樹木の剪定や伐採
（2023年度中）

③ 道路や遊歩道，建物に影響をしない場所での新植（2032年度までの10か年）

一方でカワウ対策として，現在実施している捕獲・追い払い対策，個体数・営巣数に関するモニタリング調査については，岐阜県や地元団体，有識者との連携により継続的な対策を実施し，カワウの追い払いを2025年からの実施を目標にすることとした．また過年度からの取り組みも踏襲して今回の維持管理計画を作成している。

8. おわりに

マツ林を持続的に良好な状態に維持していくためには，日常的な環境保全や病害虫対策の他，カワウ対策の継続的な実施，間伐や補植の実施による密度の適正化など長期的な管理の実施が求められる.

長期にわたり地域の財産である千本松原を良好な状態に維持していくため，作成した維持管理計画に基づき計画的な管理を行っていくとともに，カワウのモニタリングや苗の新植など，自治体や地元団体とも協働，連携を強化していきたい.

また本論文を作成するにあたり助言等をいただいた有識者, 専門家等については感謝の意を表する。

参考文献

1) 森林総合研究所：クロマツ海岸林の管理の手引きとその考え方－本数調整と侵入広葉樹の活用－，森林総合研究所　第2期中期計画成果24（安全安心－14），2011年3月

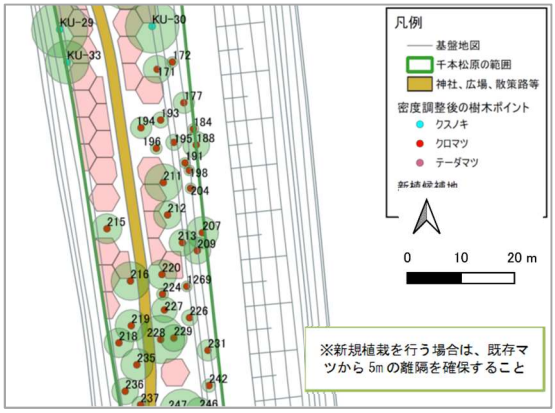


図-12　新植候補地マップ（現地用）（一部）

表-5　密度管理計画の概要

項目	準備期間	第一段階	第二段階	第三段階以降
目的	早期の伐採対応等を実施する	密度調整による伐採を終了する	目標密度を達成する	目標密度を維持する
想定年数	R4 年度の 1 年間	R5～R9 年度の 5 年間	R10～R14 年度の 5 年間	5 年間毎のサイクル
対象地及び対象樹木	• 早期の伐採を要する樹木 • 上記の他、早期の剪定、ケーブリング等が必要な樹木	R5 年度:B ブロック R6 年度:B ブロック R7 年度:C ブロック R8 年度:D ブロック R9 年度：A・E ブロック	R10 年度：A ブロック R11 年度：B ブロック R12 年度：C ブロック R13 年度：D ブロック R14 年度：E ブロック	1 年目:A ブロック 2 年目:B ブロック 3 年目:C ブロック 4 年目:D ブロック 5 年目:E ブロック
実施事項	• 伐採・剪定、ケーブリング等の実施	• 密度調整による伐採の実施 • 新植の実施 • 各ブロックにおけるモニタリングの実施 • 密度調整以外の枯損木・衰退木の伐採・捕植	• 新植の実施 • 各ブロックにおけるモニタリングの実施 • 密度調整以外の枯損木・衰退木の伐採・捕植	• 各ブロックにおけるモニタリングの実施 • 密度調整以外の枯損木・衰退木の伐採・捕植
伐採本数	42 本（伐採以外に剪定等必要な本数は 93 本）	•密度調整による伐採 ・R5 年度：44 本 ・R6 年度：44 本 ・R7 年度：51 本 ・R8 年度：52 本 ・R9 年度：26 本 •モニタリングにより把握した枯損木・衰退木の本数	モニタリングにより把握した枯損木・衰退木の本数	モニタリングにより把握した枯損木・衰退木の本数
新植本数	－	•密度調整による新植：16 本前後 •密度調整以外に伐採した樹木の本数	•密度調整による新植：16 本前後 •密度調整以外に伐採した樹木の本数	伐採木の本数

表-6　維持管理計画の概要

管理作業項目			作業内容	実施担当 国交省	岐阜県	海津市	地元団体	実施スケジュール・頻度
生育環境管理	表面管理	草刈り、草抜き	松原内の遊歩道を中心に除草を実施	○	－	－	○	毎年（春～秋）
		除伐	クロマツ以外の樹木侵入を抑制	○	－	－	○	毎年（年 1 回）
		ツル切り	林内のつる植物の除去	○	－	－	○	毎年（年 1 回）
	密度管理	間伐	密度管理計画に伴う間伐	○	－	－	－	2023 年～2027 年（5 か年）
		新植	記念植樹への対応（区画を定めて実施）	－	－	○	○	2023 年～2032 年（10 か年）
カワウ対策	個体管理	捕獲	空気銃による生育個体の抑制	○	○	－	－	2023 年～2025 年（モニタリングにより設定）（カワウの個体数 100 羽以上の場合）
		追い払い	一定数までの減少が確認された時期に集中的に実施	○	○	－	－	捕獲状況を踏まえて設定（カワウの個体数 100 羽以下の場合に実施）
	モニタリング	営巣調査	専門家による調査	－	○	－	○	毎年（岐阜県計画に基づき実施）
病害虫対策	松くい虫防除	伐倒駆除	松枯れ木の除去	○	－	－		毎年（年 1 回；冬）
		樹幹注入	管理計画に基づく実施	○	－	－	－	管理計画に示すサイクル
	その他の病害虫		確認次第撤去	○	－	－	－	確認次第対応
道路景観対策	張り出し枝の対策	剪定	張り出し枝の剪定	－	○	－	－	確認次第対応
		ｹｰﾌﾞﾘﾝｸﾞ	ｹｰﾌﾞﾘﾝｸﾞの設置	○	－	－	－	2023 年；保全の必要性の高いマツに設置
	設置設備更新		ｹｰﾌﾞﾘﾝｸﾞの交換	○	－	－	－	10 年ごとに交換
調査・計画	樹木診断		マツの生育状況のモニタリング調査（樹木医による調査）	○	－	－	－	10 年ごとに実施
	密度管理計画の更新		モニタリング調査結果を踏まえ、密度管理の更新	○	－	－	－	モニタリング結果を踏まえ計画更新

※地元団体：千本松原を愛する会