

2018 年度 名取市海岸林植栽地のモニタリング調査結果

2019 年 4 月 公益財団法人 オイスカ

2011 年 3 月 11 日の東日本大震災の津波による海岸林被害は 3,660ha、なかでも宮城県は 1,753ha、壊滅的被害は名取市全域を含む 750ha に及ぶ。同年 3 月 17 日、オイスカは林野庁長官に、長期復興支援として「海岸林再生」への協力を申し出た。大量の苗が必要となるなか、まず地元被災農家の雇用による苗木生産を開始し、そのうえで、地元で植栽するという思いであった。以後、名取市のクロマツ海岸林約 100ha の再生に向け、国、県、市、被災農家、種苗組合、森林組合と協議を重ね、費用全額を民間寄付で実施する第 1 次 10 カ年計画を立案。同年 11 月、被災農家有志は、宮城県山林種苗生産事業者登録講習会を受講、種苗組合から加入承認され、2012 年 2 月、名取市海岸林再生の会を設立。オイスカから苗木生産を受託し、同年 3 月にクロマツを初めて播種、再生の会とオイスカによる目標 50 万本の生産が始まった。2016 年度全国山林苗木品評会にて「林野庁長官賞」を受賞した。

2014 年 2 月、国・県・市と 94.74ha の整備協定を締結（共有・市有内陸防風林含む）。植栽地は、林野庁「民有地直轄治山事業」により地下水から 2.4m 盛土した林帯幅約 200m の植栽基盤と、防風柵等を施した場所である。（写真－1）2014 年度 15.67ha、2015 年度 10.06ha、2016 年度 11ha、2017 年度 13.66ha、2018 年度 16.32ha、総面積 66.71ha、348,522 本（平均活着率 98.86%）の植付を実施し、2018 年 5 月、名取市海岸林全長 5 km は再びクロマツでつながり、市内計画地の 97% の植栽を終了した。今後の植栽は、2019 年度の残存林の林間植栽 2ha、2020 年度の新規治山事業約 6ha（県事業。追加協定予定）を残すのみである。

植栽、施肥、下刈、ニセアカシア・葛の薬剤枯殺等は宮城中央森林組合、松島森林総合など林業事業体で実施。年間 2,000 人以上の 8 時間従事ボランティアは、プロを補完する「戦力」としてツルマメ抜き取り、下刈、溝切り（排水路掘削）などを担っている。2021 年以降も、第 2 次 10 カ年計画として除伐・つる切り・本数調整伐などの保育を継続する。

モニタリング調査地として 26 カ所・各 50 本のプロットを設けている。写真報告や、土壌の物理性を含めた 2015～2017 年度の調査報告は、オイスカ「海岸林再生プロジェクト」ホームページ(<http://www.oisca.org/kaiganrin/>)の「活動報告」に掲載している。人工盛土上の海岸林造成に係る事業ベースの情報が十分とは言えない現在、この調査を通し、苗の出処、コンテナ苗の特性、植栽時期、植栽立地条件、苗木の実生・挿し木の特性、根の成長など多くの新知見を得られるはずである。なお、2018 年度は森林総合研究所東北支所が、行政・オイスカと連携して、名取市海岸林内 8 カ所で根系成長と土壌硬度の関係を調査した。



写真－1 植栽地全景（左：2018 年 5 月オイスカ撮影・右：同年 8 月仙台森林管理署撮影）

方 法

1) 2014 年度植栽地 15.67ha 概要 :

植栽は 2014 年 4 月 28 日から 5 月 30 日の間に行われた。苗木は活着を促すため、吸水ポリマーと 700 倍に溶いた液肥に根を浸水した泥付き苗とし、5,000 本/ha で植栽した。活着率 98.4%。コンテナ苗は早期育苗の可能性から当年生利用もいわれているが、当年生では十分な樹高・根元径の発達は難しく、充実したコンテナ苗を確保するため、育苗はすべて 2 年生としている。また 6 月には一本当たり 50g の化成肥料を施した。毎年 6 月から 10 月は下刈を実施している。

事業面積からして当然ながら、土壌は工区によって様々である。植栽苗は 2 年生。抵抗性によるマルチキャビティーコンテナ苗（以下抵抗性コンテナ苗）、抵抗性露地苗（裸苗）、精英樹露地苗である。生産地は名取市海岸林再生の会の第 1・第 2 圃場。抵抗性苗（コンテナ・露地）は宮城県農林種苗農業組合から購入した。（*2015 年以降はすべて再生の会圃場で生産し、購入苗はない）2014 年度の植栽苗は、宮城県産のみ（種子は県林業技術総合センタークロマツ精英樹クローン採種園産、抵抗性採種園産）である。

調査地は 12 カ所に設けた。（表-1 参照）なお、No. 12 の地点は秋植えである。

2) 2015 年度植栽地 10.06ha 概要 :

調査区は 3 カ所に設けた。調査地 No. 13、No. 14 は春植え、No. 15 は秋植えである。調査地の土壌はいずれも砂質で堅密であるが、No. 14 は粘土分もあり砂壤土であった。No. 15 の水湿状況は多湿傾向にあった。植栽苗はすべて宮城県産。No. 13、No. 14 は精英樹露地苗、No. 15 の秋植え苗は抵抗性コンテナ苗を用いた。これまでと同様の植栽・施肥の方法で実施している。活着率 98.0%。

3) 2016 年度植栽地 11.00ha 概要 :

調査地は 4 カ所に設けた。これまでと同様の植栽・施肥の方法で実施。No. 16、No. 18 は精英樹コンテナ苗、No. 17、No. 19 は抵抗性コンテナ苗である。2016 年度は、秋植えによる広葉樹 No. 20、No. 21 の調査区も設けた。活着率 98.3%。

4) 2017 年度植栽地 13.66ha 概要 :

調査地は 5 カ所に設けた。これまでと同様の植栽・施肥の方法で実施。No. 22 は香川県産種子抵抗性コンテナ苗、No. 23 は網地島産種子抵抗性コンテナ苗、No. 24 は岡山産種子抵抗性コンテナ苗、No. 25 は宮城県産種子抵抗性コンテナ苗である。No. 26 は宮城県産抵抗性挿し木コンテナ苗で、宮城県林業技術総合センターで発根した苗をコンテナに移植し育てた苗である。土壌の物理性は砂土で、湿気を含みやすい土壌となっている。活着率 99.8%。

5) 2018 年度植栽地 16.32ha 概要 :

新たな調査地は設けなかった。活着率 99.8%。

表-1 2017年度調査プロット一覧表

プロットNO	1	2	3	4	5	6	7	8
植栽年度	2014春	2014春	2014春	2014春	2014春	2014春	2014春	2014春
苗木出処	抵抗性コ ンテナ購	精英樹露 地第二	抵抗性露 地購入	抵抗性コ ンテナ購	精英樹露 地第一	精英樹露 地第二	抵抗性コ ンテナ購	精英樹露 地第一
プロットNO	9	10	11	12	13	14	15	
植栽年度	2014春	2014春	2014春	2014秋	2015春	2015春	2015秋	
苗木出処	抵抗性コ ンテナ購	抵抗性コ ンテナ購	抵抗性露 地第一	抵抗性コ ンテナ購	精英樹露 地第一	精英樹露 地第一	抵抗性コ ンテナ第1	
プロットNO	16	17	18	19	20	21		
植栽年度	2016春	2016春	2016春	2016春	2016秋	2016秋		
苗木出処	精英樹コ ンテナ	抵抗性コ ンテナ	精英樹コ ンテナ	抵抗性コ ンテナ	広葉樹	広葉樹		
プロットNO	22	23	24	25	26			
植栽年度	2017春	2017春	2017春	2017春	2017春			
苗木出処	香川県抵 抗性コンテ ナ	網地島抵 抗性コンテ ナ	岡山抵抗 性コンテナ	宮城県抵 抗性コンテ ナ	宮城県抵 抗性挿し 木コンテナ			

結果と考察

今年度のモニタリング調査は、広葉樹 No. 20 は、9月19日、No. 21 は10月5日、残りの24プロットは11月17日に、全調査地26ヵ所、各50本の樹高と根元直径を測定した。昨年同様、年度ごとに比較する。

1) 2014年植栽地

植栽後5年間の平均樹高成長と平均根元直径成長を図-1に示す。全体の平均樹高は135.6cm、成長率は28%、根元径は22%であった。成長カーブはほぼ直線的であるが、樹高成長は上向き傾向にある。植栽時の形状比・比較苗高（樹高÷根元径）は、現在はほぼ30以下で差がない値となっており、樹高と根元径のバランスよく生育していると認められた。

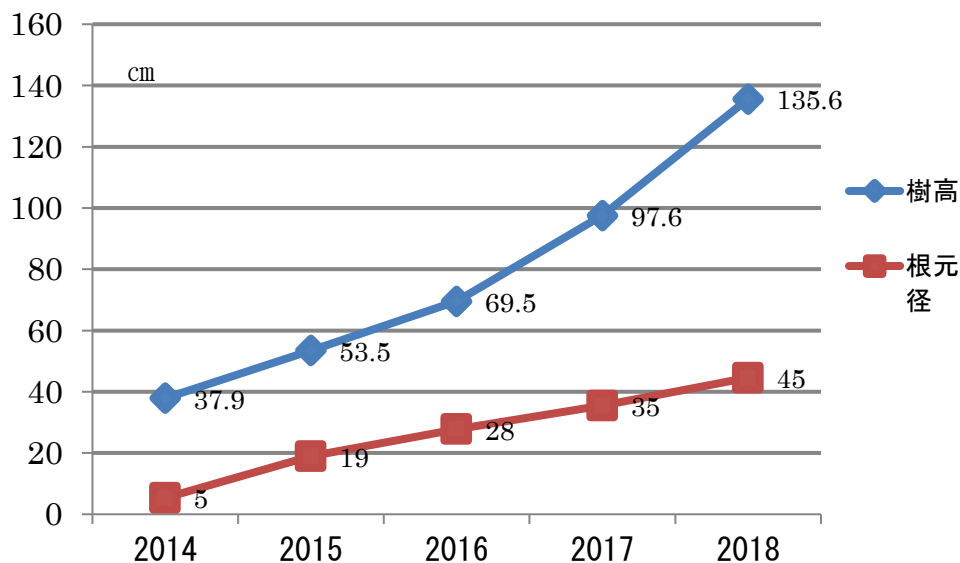


図-1 5年間の成長経過

次に各プロットの年間の成長値を図-2、図-3 に示す。経年の成長率は高まってきていることが読みとれる。特に成長がずば抜けてよいのは No. 8 で、平均樹高 231.4 cm・成長率 31%、平均根元直径 61.2 mmであった。一方、最低はプロット No. 10 で平均樹高 91.9 cm、平均根元直径 36.2 mmであった。No. 8 と No. 2 の成長率が目立っているが、共通点は精英樹露地苗であることであった。選抜された精英樹であることが成長にプラスに働いているようにも思われる。

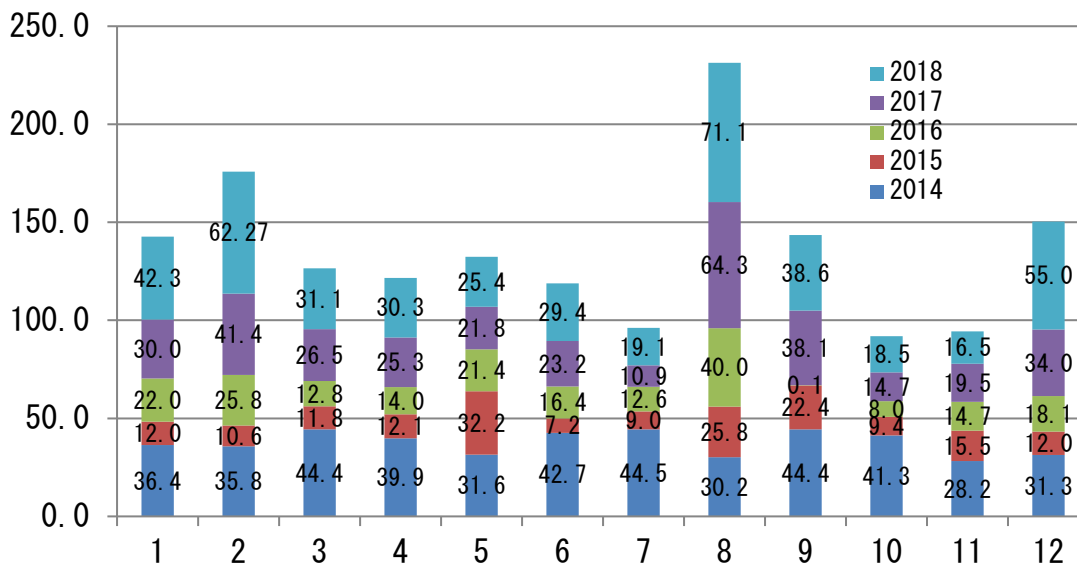


図-2 各プロットの年度別平均樹高成長（5年目）

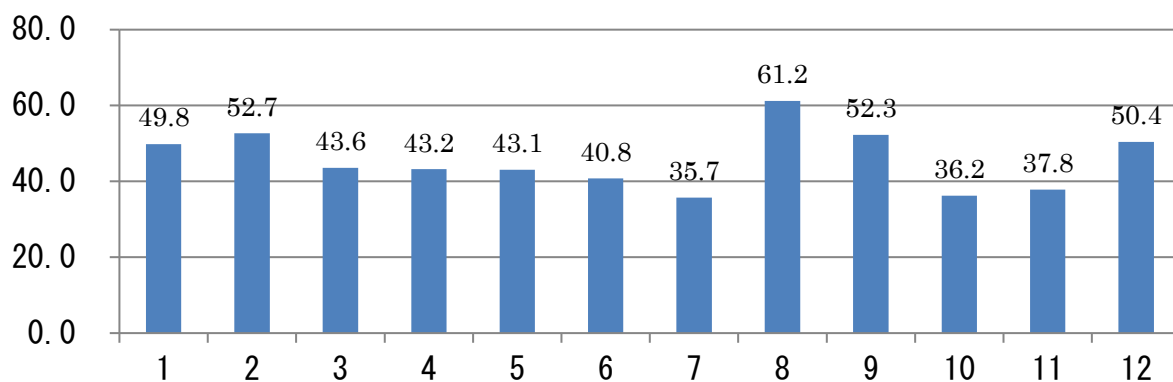


図-3 各プロットの平均根元直径成長（5年目）

しかも No. 8 は他のプロットを抜いて著しい。特に大きな影響を与えているのは、植栽土壌環境であることが考えられる。

No. 8 の土壌断面（写真 2）を森林総研で 1.5m まで掘り、精密調査していただいた。詳細説明を以下に転記する。



写真 - 2 No. 8 の土壌断面

L : 0~1-2 cm ウッドチップとマツ落葉

AC : 0~2(~5) cm オリーブ褐色 (2.5Y 4/4)、壤質砂土、(乾~) 潤、石礫なし、構造なし、非常に砕けやすい、すこぶるしょう (3.0*)、隙間孔隙、孔隙率 3、細・小根あり・中・大根乏し、次層位との層界は不規則判然

CA : 2(~5)~10(~15) cm 黄褐色 (2.5Y 5/4)、砂土、(乾~) 潤、石礫なし、構造なし、非常に砕けやすい、しょう (9.0*)、隙間孔隙、孔隙率 3、細・小・中・大根乏し、次層位との層界は不規則漸変

C1 : 10(~15)~40 cm オリーブ黄色 (5Y 6/3)、砂土、潤、石礫なし、構造なし、非常に砕けやすい、軟 (10.0*)、隙間孔隙、孔隙率 3、小根乏し、次層位との層界は平坦 不明瞭

C2 : 40~75 cm オリーブ黄色 (5Y 6/4)、砂土、潤、石礫なし、構造なし、非常に砕けやすい、軟 (11.8*)、隙間孔隙、孔隙率 3、小根乏し、次層との層界は平坦明瞭

2C : 75~95 cm にぶい黄色 (2.5Y 6/4)、砂土潤、風化した中・大亜角礫含む・風化した粗

大亜角礫あり、構造なし、砕けやすい、堅 (21.6*)、隙間孔隙、孔隙率 3、根なし、次層との層界は平坦明瞭

3C : 95~140+ cm 暗オリーブ褐色 (2.5Y 3/3) と暗灰黄色 (2.5Y 5/2) の混じり、砂土、(乾~) 潤、石礫なし、構造なし、砕けやすい、しょう (8.4*)、隙間孔隙、孔隙率 3、根なし *は、山中式硬度計の測定したものの平均値 (mm)

以上のように、土性、間隙、湿性、堅密度などからみても植栽土壌条件として非常によい立地であることがわかる。

対照的に、前回の報告でもふれたが、生育が悪いプロット No. 10 は、土性は No. 8 と同じ砂土で、しかも堅密度もしょう (8*) であるが、多湿を示し、時には水が溜まるほど多湿状態にある。多湿ということは、土壌の通気性が悪く、日中の高温時に給水すると、根が長時間水浸しなることで酸素欠乏に陥り、根の衰弱を起こすことに起因して生育が悪いと見てよい。

同様に、土壌が多湿と判定された No. 7 においても成長は芳しくない。No. 5・6・7 を含む名取第 4 工区は面的規模で雑草が生えない。土壌は柔らかく苗木の倒伏も目立つ。多湿で水が溜まりやすい土壌、雨水が蓄積されやすいことなど複数要因が考えられる。

植栽時期の違いについて、2014年植栽抵抗性コンテナ春植え苗と同じく、抵抗性コンテナ秋植え苗のその成長を図-4に示した。春植えは5カ所のプロットの平均である。

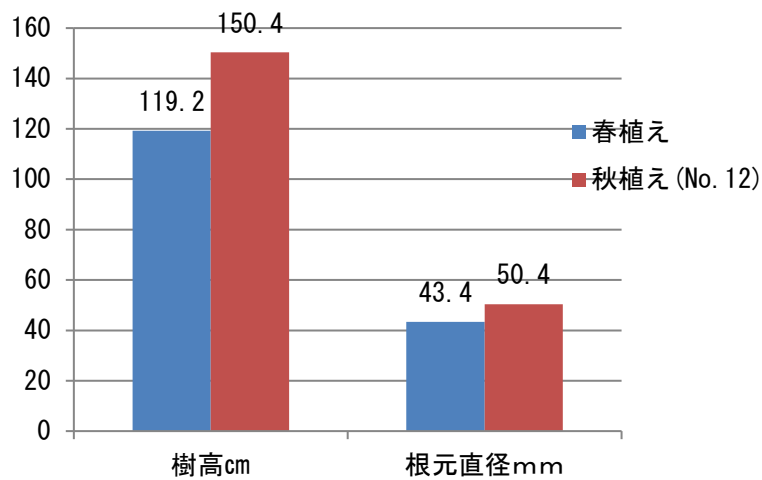


図-4 抵抗性コンテナ苗の植栽時期の違い

昨年の結果では平均値の差の検定で樹高、根元直径ともに有意差がない結果が見られたが、5年目ではむしろ秋植えの生育が良くなっている。

秋植え No. 12 プロットに近い土壌条件の No. 9 との比較を図-5に示す。

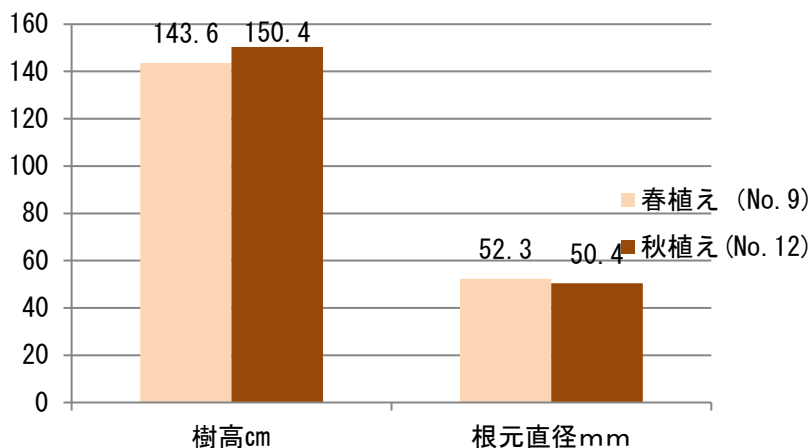
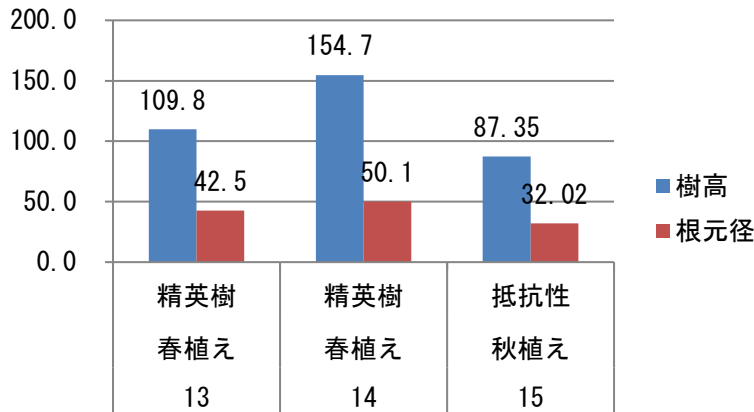


図-5 同じ土壌条件での比較

平均値の差の検定を行った結果、危険率 5%で差がないことが明らかになった。コンテナ苗が主流となっている現在、猛暑期間、厳寒期を除けば、コンテナ苗の特徴である時期を選ばない長所を生かし、その幅を広げても良いことが実証された。

2) 2015 年度植栽地 :

調査プロット 3 ヲ所 No. 13・14・15 を調査した。調査地 No. 13、No. 14 は、精英樹露地苗春植え、No. 15 は抵抗性コンテナ苗秋植えである。植栽 4 年目の結果を図—6 に示す。2014 年度植栽の秋植えは春植えと差が無かったが、ここでは秋植えの生育が悪い。これは植栽木が精英樹と抵抗性、しかも露地とコンテナの違いがあるので単純には結論づけられない。調査地の土壌はいずれも砂質であるが、同じ苗の No. 13 と No. 14 の比較では、No. 13 の水湿状況は多湿傾向にあったため、その土壌条件による差とみてよい。

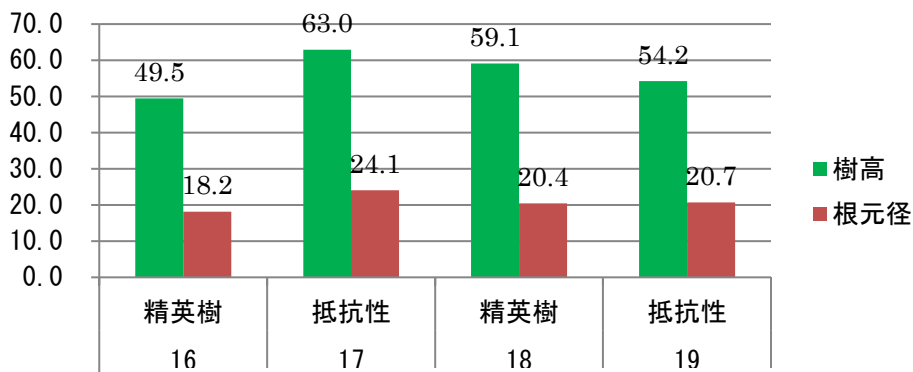


図—6 2015 年植栽プロットの成長(4 年目)

No. 15 の秋植え苗は、2014 年の No. 12 の抵抗性コンテナ苗と同じ由来であるが、土壌の水湿は多湿傾向にあり、それでも No. 12 の 4 年目の成長率と比較してさほど変わらないので、ここでの結果から秋植えを否定する理由にはならない。

3) 2016 年植栽地 :

調査プロットは No. 16~No. 19 までの 4 ヲ所である。No. 16、No. 18 は精英樹コンテナ苗、No. 17、No. 19 は抵抗性コンテナ苗である。土壌的には似た傾向にある場所で、全体に水湿状態は湿である。3 年間の成長結果を図 - 7 に示す。成長率をみるとそれぞれ低いですが、2014 年の成長傾向から、5 年目になると伸長量も大きくなる傾向にあるので、今後に期待したい。同じ苗同士の比較、No. 16 と No. 18、No. 17 と No. 19 でみると、やはり土壌水湿により、過湿気味にある土壌条件のプロットの方が悪い。精英樹と抵抗性の差は、ここでは見られなかった。



図—7 2016 年植栽プロットの成長(3 年目)

3-2) 広葉樹の生育(植栽後2年目)

2013年から第一育苗場で、宮城県産広葉樹のクリ、コナラ、ヤマザクラ、ケヤキ、オオシマザクラ、ウワミズザクラ、皇居から提供されたエノキ、アカガシ、スダジイ、タブノキの育苗を行った。植栽地は、汀線より400m以上の距離を取り、生物多様性配慮ゾーンに沿う形で、南北に2列、1.8m×1.8mで、クロマツと混植せずに設定。植付は、液肥・吸水ポリマー・培養土40の泥つき苗とし、植栽1ヵ月後、有機化成肥料オール8を根元から20cm離し3ヵ所に50g/本を施肥。年1回追肥も行っている。2014年5月、国有林(砂質壤土)にて試験植栽を実施し、2ヵ月後の生存率17%。同年9月、秋植えにて1年後の生存率63%。2015年4月、市有林内(植壤土)にて試験植栽を実施。半年後の生存率17%。同年9月、秋植えにて半年後の生存率62%。

2016年10月、本植栽。当プロジェクト内の広葉樹総本数は10種類671本のみ。半年後の生存率は、国有林内59.5%、市有林内91%。モニタリング対象として、国有林内にNo.20、市有林内にNo.21を設定。No.20の結果を図-8に示す。2017年の結果と比較すると、今年度の結果は、根元直径は増加しているものの、樹高ではマイナスを示し、ほとんど伸びていない。先端枯れ、上部損傷による。また枯死も目立っている。図-9に樹種別の生育、枯損を示した。クリ、コナラで目立った成長がみられるが、植栽樹種の枯損が目立つ。

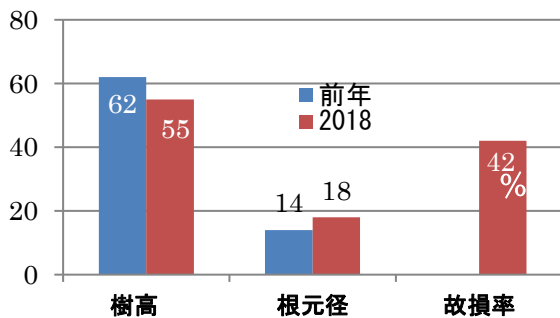


図-8 広葉樹の平均成長 (No. 20)

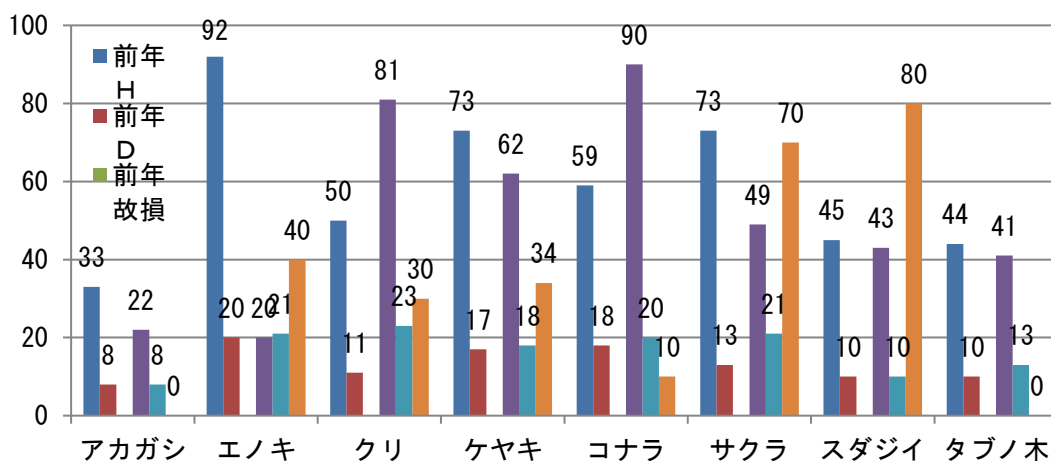


図-9 樹種別の成長

No. 21 広葉樹植栽地の結果を図-10、11 に示す。

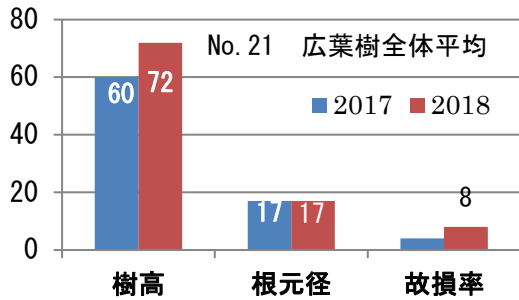


図-10 広葉樹の平均成長 (No. 21)

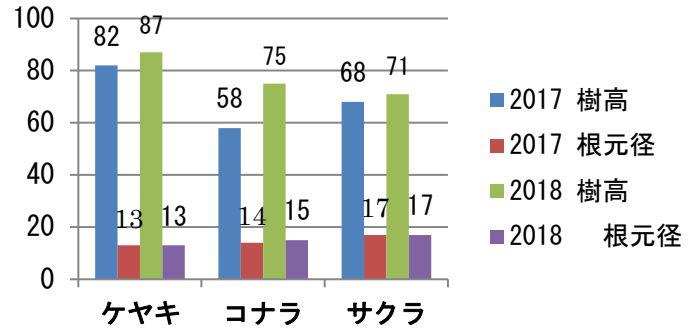
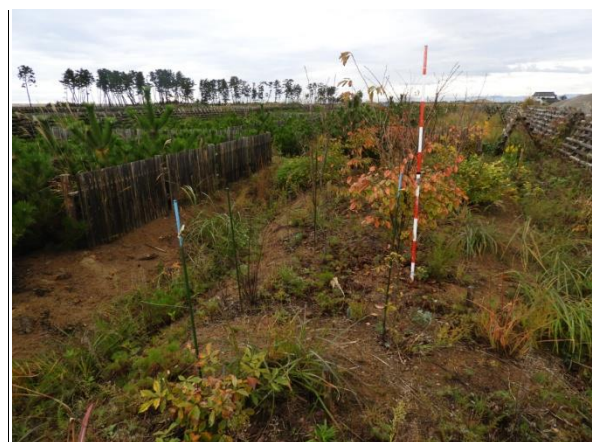


図-11 樹種別の成長

伸びは前年並みで横ばいであるが、枯損は少なかった。No. 20 の土性は砂質壤土であったが、No. 21 は植壤土で広葉樹には条件がよい。広葉樹は基本的に土壌の発達した環境で生育している。一般に広葉樹植栽では年間伸長量の著しい樹種が多い。しかし海岸林では先端枯れが目立ち、成長に期待は出来ない。風害、潮害、飛砂に遭遇する環境下で、しかも盛土植栽地の腐植は十分ではない故である。

近年、マツノザイセンチュウ被害が危惧され、また、生物多様性の面から海岸林再生には広葉樹も植栽をすべきとの意見もある。しかし、潮害、風害、飛砂、乾風、寒風、また人工盛土の土壤環境から考え、復旧初期の広葉樹導入は事業的には極めて無理があると考えている。

海岸林は、潮害、風塩害、飛砂害、風害、ヤマセ等から背後地を守るため、防潮・飛砂防備に優れ、また、貧栄養の海岸砂地にも最もふさわしい樹種として長い経験からクロマツを植栽してきた。海岸のクロマツ林は、地域の海岸風景「白砂青松」と歴史的にも景観的にも日本の海岸美として愛された林である。かつて宮城県内のクロマツ海岸林においても、林内でコナラ、ヤマザクラ等を見ることができた。本数調整伐を経て、時間的な経過とともに、数十年後には植生遷移的に広葉樹が生育できる環境が整うであろう。今後は土壌化とともに、地下部の発達が促されることを期待し、広葉樹のモニタリングを継続してその動向も追いたい。



左：国有林 No. 20 付近 右：市有林 No. 21 付近

4) 2017 年度植栽地

植栽地 13.7ha に調査プロット 5 ヶ所を設けている。4 種類の抵抗性種子によるコンテナ苗と挿し木による苗の植栽である。No. 22 は香川県産種子抵抗性コンテナ苗、No. 23 は網地島産種子抵抗性コンテナ苗、No. 24 は岡山産種子抵抗性コンテナ苗、No. 25 は宮城県産種子抵抗性コンテナ苗、No. 26 は宮城県産抵抗性挿し木コンテナ苗である。いずれもコンテナ苗は 2 年生である。植栽地はいずれも土壌の物理性は砂土で、湿気を含みやすい土壌となっている。図-12 に樹高成長、根元直径成長を示す。

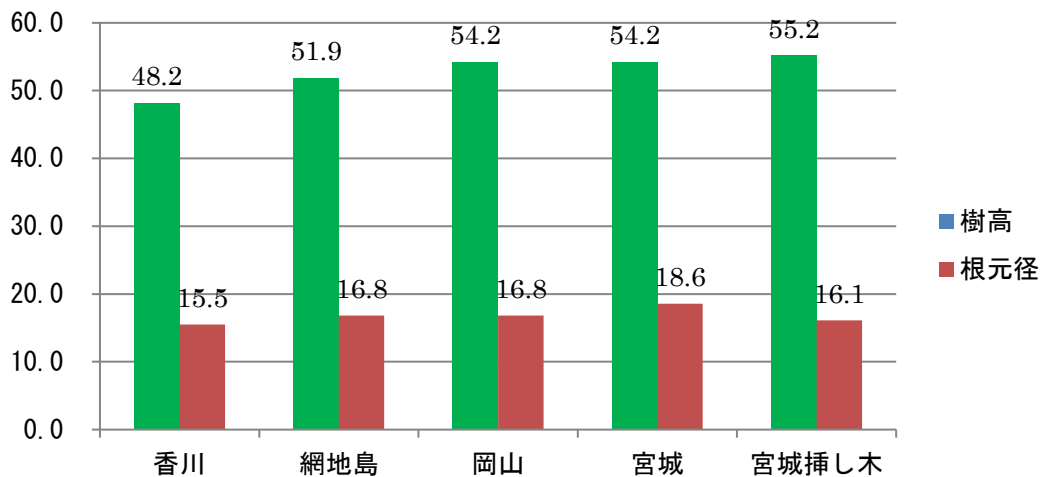


図-12 2017 年度植栽産地別並びに挿し木の生育

樹高成長は宮城県挿し木、宮城県・岡山県、網地島（宮城県）、香川県の順であった。根元直径生長では宮城県、岡山県・網地島（宮城県）、宮城県挿し木、香川の順で、生育は地元宮城県産が良い結果だった。距離的に離れた香川県産が悪いものの、岡山県産は宮城県産とほぼ同じ生育を示しているの、生育地から離れるに従って生育が落ちるような地理的勾配（クライン）の状況がみらなかった。この点についても今後のモニタリングにより明らかにしたい。

4) -2 実生苗と挿し木苗の比較

図-13 に宮城県産抵抗性実生コンテナ苗と、宮城県産抵抗性挿し木コンテナ苗（宮城県林業技術センターより植栽依頼）の成長を取り出して比較をする。

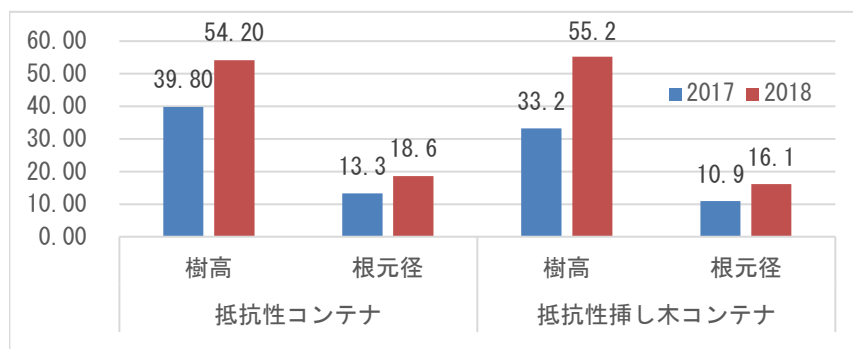


図-13 実生コンテナ苗と挿し木コンテナ苗の成長比較

2017年植栽当年の成長は、実生コンテナ苗が挿し木コンテナ苗より良く、伸び率（当年伸長）では抵抗性では2倍であった。また根元径でも実生苗がよかった。一般的に、挿し木苗は枝性が残り、正常の成長には4・5年を要すると言われているが、2018年の2年目に入り、根元径は実生より劣るものの、挿し木苗の樹高成長が著しくなっている。挿し木により発根した苗をコンテナに移植したことで、細根の発達を促されていることに起因すると考えられる。抵抗性苗と言っている実生苗は、抵抗性採種園から採取し、未検定の暫定苗を現在用いている、むしろ挿し木苗は抵抗性を直接遺伝的に受け継いでいるので、挿し木の発根率が高められるのであれば、挿し木発根個体をコンテナ苗化することによって実用種苗として十分用いることが出来る。

そこで、No. 26の宮城県産抵抗性挿し木コンテナ苗とほぼ同じ程度の成長を見せたNo. 24岡山県産抵抗性コンテナ苗の根を掘り起こし、比較した（写真-3, 4）。



昨年報告した通り、一年目の根系ではコンテナの形はそのまま、コンテナの底の部分より新しく伸び始めていたが、2年経過した両者は、コンテナの形はすでに消え、コンテナの側面であった部分より根が発達している。挿し木では根が少ないものの、コンテナ栽培によって細根の形成が促されていたことがわかる。

写真-3 挿し木コンテナ苗と実生コンテナ苗の根



写真-4 挿し木コンテナ苗（左）と実生コンテナ苗の根系（右）

【コンテナ苗と露地栽培苗の根系比較】

コンテナ苗は根量を増やし、細根発達を促すことがわかった。そこで同じ宮城県産抵抗性苗のコンテナ栽培苗と露地栽培苗の、2014年植栽後5年経過した苗を掘り取り、根系をみた。土壌条件は両者（No. 10・11）ほぼ同じで、砂土、硬密度8程度であるが、水湿はどちらかというところ湿の土壌である。No. 10はコンテナ苗、No. 11は露地栽培由来である。両者とも樹高80cmと同じ高さの掘り取り苗である。2014年植栽年の項で示したとおり、同じ植栽年の中でも生育の悪い場所である。根系を見ると、No. 10のコンテナ苗由来ではコンテナの形があきらかであった。恐らく、コンテナ栽培時に細根を促す根系が保たれているものの、湿性の土壌条件が発達を

阻害し、側面からの細根伸長を阻害する水ストレスが高く、いまだにコンテナの形状を残しているものと思われる。両者を比較すると樹体を支え成長していくための地下部の根の形成は、水平根そして垂下根（直根）も露地栽培由来のNo. 11の方が発達している。垂下根は両者ともに80 cm以上伸びていた。しかしNo. 10もNo. 11には劣るもの水平根、垂下根も発達していることがわかった。根切りが垂下根の発達を阻害するという説もあるが、根切りの影響もここでは見られていないことが明らかである。



写真—5 コンテナ栽培苗（左）と露地栽培苗の根の伸長比較（右）

No. 10 : 2014 年裸苗 : 樹高約 80cm 直根 110 cm以上

No. 11 : 2014 年コンテナ苗 : 樹高約 80 cm 直根 70 cm以上+15 cm程切れた

以上