

2020年度 名取市海岸林植栽地 成長モニタリング調査結果

公益財団法人 オイスカ

はじめに

2014年から植栽を開始し、2020年度は3.75haを植栽、対象地103.05haのうち、作業道・法面・防風垣・生物多様性配慮ゾーン等を除く全面積72.46haに約37万本の苗木植栽を終えた。植栽開始以来、苗木が確実に活着・成長し、防災・減災機能を十分に発揮する森として移行することを見届けるため、成長モニタリング調査を実施している。

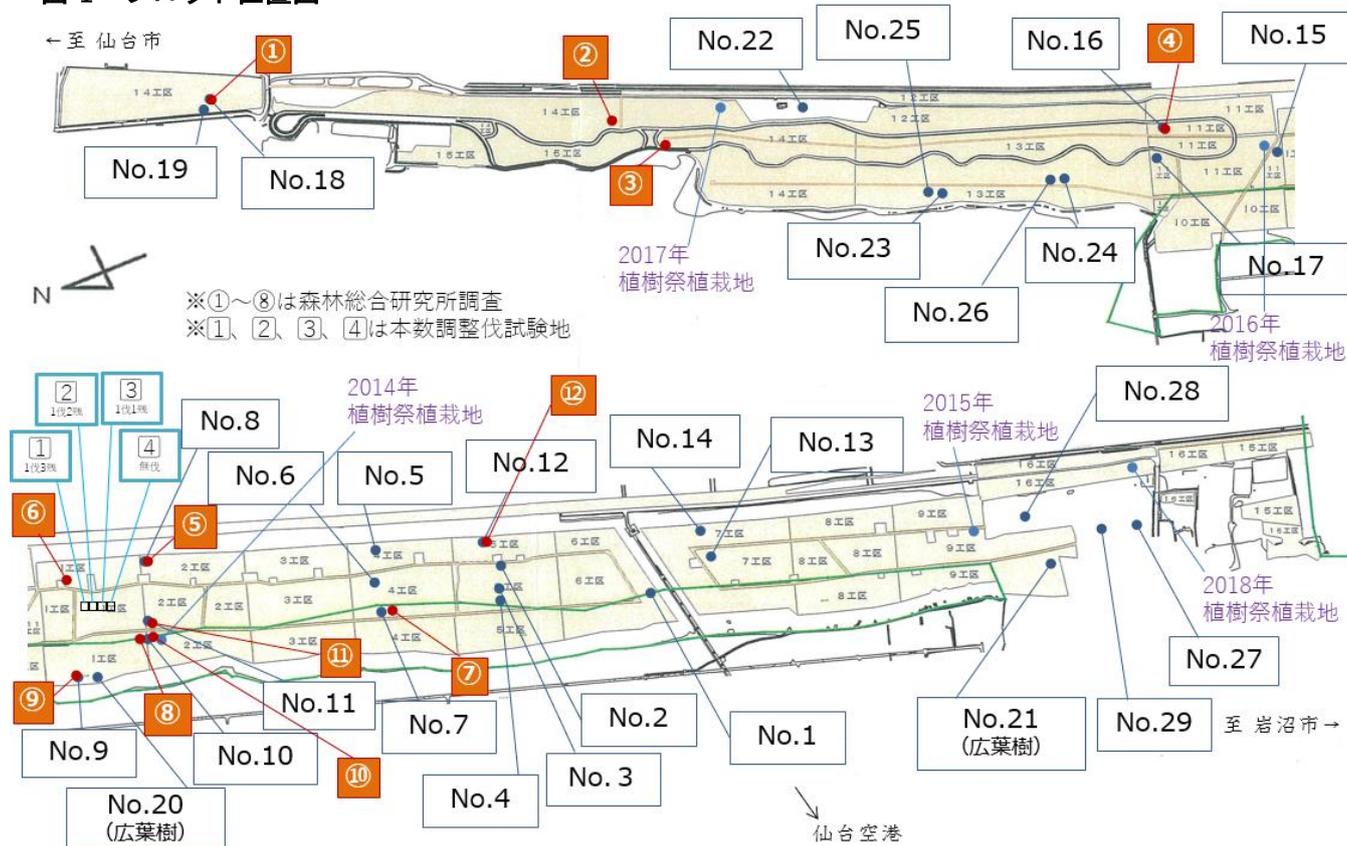
調査地概要

2014-2020年植栽地の成長モニタリング調査プロット29カ所の内容を以下に示す。

表-1 調査地一覧

プロットNo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
植栽年度	2014春	2014春	2014春	2014春	2014春	2014春	2014春	2014春	2014春	2014春	2014春	2014秋
苗木出処	抵抗性 コンテナ購入	精英樹 露地第二	抵抗性 露地購入	抵抗性 コンテナ購入	精英樹 露地第一	精英樹 露地第二	抵抗性 コンテナ購入	精英樹 露地第一	抵抗性 コンテナ購入	抵抗性 コンテナ購入	抵抗性 露地第一	抵抗性 コンテナ購入
プロットNo	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
植栽年度	2015春	2015春	2015秋	2016春	2016春	2016春	2016春	2016春	2016秋	2016秋		
苗木出処	抵抗性 コンテナ第一	精英樹 露地第一	抵抗性 コンテナ第一	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	27	28	29				
植栽年度	2017春	2017春	2017春	2017春	2017春	2019春	2020春	2020秋				
苗木出処	宮城県抵抗性 コンテナ	香川県抵抗性 コンテナ	岡山県抵抗性 コンテナ	網地島抵抗性 コンテナ	宮城県抵抗性 挿し木コンテナ	宮城県抵抗性 コンテナ	宮城県抵抗性 コンテナ	宮城県抵抗性 コンテナ				

図-1 プロット位置図



1) 2014 年度植栽地 :

植栽は 4 月 28 日から 5 月 30 日の間に行われ、15.7ha に 5,000 本/ha で植栽した。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て植栽。また 6 月には 1 本当たり 50g の化成肥料を施し、6 月から 10 月上旬には除草作業を実施。

植栽に用いた苗は 2 年生苗で、抵抗性によるマルチキャビティコンテナ苗(以下抵抗性コンテナ苗)、抵抗性露地苗(裸苗)、精英樹露地第 1 育苗場苗、精英樹露地第 2 育苗場苗、抵抗性露地第 1 育苗場苗である。第 1、第 2 育苗場は再生の会の圃場、抵抗性コンテナ苗と抵抗性露地苗は宮城県農林種苗農業組合からの購入苗である。精英樹苗、抵抗性苗を植栽した苗は全て宮城県産(種子は宮城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 カ所を設置した(表-1 参照)。尚 No.12 の地点は秋植え 0.7 ha のエリアである。

2) 2015 年度植栽地 :

植栽地 10ha に調査区 3 カ所を設置している。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。植栽苗木は No.13、No.14 は精英樹実生第 1 育苗場産露地苗、No.15 の秋植え苗は抵抗性コンテナ苗第 1 育苗場産を用いた。植栽初年と同様苗木は、吸水ポリマー並びに 700 倍に溶いた液肥に根を浸水し、5,000 本/ha で植栽した。また前年同様、6 月には 1 本当たり 50g の化成肥料を施している。必要に応じて除草作業をおこなっている。

3) 2016 年度植栽地 :

植栽地 11ha に調査地 4 カ所を設けた。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。植栽はこれまでと同様に吸水ポリマー並びに 700 倍に溶いた液肥に根を浸水し、5,000 本/ha で植栽し、また追肥も実施している。

なおコンテナ苗は早期育苗の可能性から当年生利用も言われているが、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、育苗はすべて露地苗同様に 2 年生としている。2016 年度は秋植えによる広葉樹 No.20、No.21 の調査区も設けてあり、No.20 は 9 月 5 日、No.21 は 11 月 1 日に測定した。

4) 2017 年度植栽地 :

植栽地 13.7ha に調査地 5 カ所を設けた。No.22 は宮城県産種子抵抗性コンテナ苗、No.23 は香川県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 は宮城県網地島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。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。

5) 2018 年度植栽地 :

植栽面積 16.32ha に宮城県抵抗性コンテナ植栽を従来と同様に吸水ポリマー並びに 700 倍に溶いた液肥に根を浸水し、5,000 本/ha で植栽。土壌物理性は砂土で、湿気を含みやすい土壌。

6) 2019 年度植栽地 :

この場所は人工植栽基盤盛土と違い、2ha の自然砂丘上に残ったクロマツ残存林 200 本（樹齢 120 年前後）の樹下植栽。最高地点の標高は 6m。調査地は砂丘の海側、防風柵はない。篠竹が高密度で侵入する。宮城県抵抗性コンテナ植栽をこれまでと同様に吸水ポリマー並びに 700 倍に溶いた液肥に根を浸水し、樹下植栽のため、2ha に 3,000 本/ha とした。

7) 2020 年度植栽地 :

植栽面積 3.75ha に宮城県抵抗性コンテナ苗をこれまでと同様に吸水ポリマー並びに 700 倍に溶いた液肥に根を浸水し、10 月の秋植えで植栽。仙台空港に通ずる北釜最東部に位置する。

調査方法

今年度のモニタリング調査は、広葉樹は 10 月 9 日、10 日、クロマツは 11 月 3 日、14 日に実施。これまでと同様、各植栽地の平均的な場所に設けてある調査プロット（図-1 参照）50 サンプルの樹高と直径（今年度は胸高直径が測れるところは胸高直径、その他は根元直径）を測定した。

結果と考察

1) 2014 年度植栽地 :

植栽後 7 年間の平均樹高成長と平均根元直径成長を図-2 に示す。全体の平均樹高は 234cm、成長率は 22.3%であった。植栽後 3 年間は緩慢な成長であったが、それ以降成長が年々上向き傾向にあり、成長の速度は予想より早い。昨年までは根元径を測定し図示してあるが、今年は胸高直径を測っている。平均 3.1cm であった。成長カーブは、ほぼ直線的である。平均値の形状比では 75 であった。

当海岸林再生植栽地では、従来言われていたよりも良い成長を示しており、防潮堤の後背地の盛土地であること、防風柵、防風垣による防風防砂を設置していること、また最近の気候変動等の影響も加わっていることが考えられる。

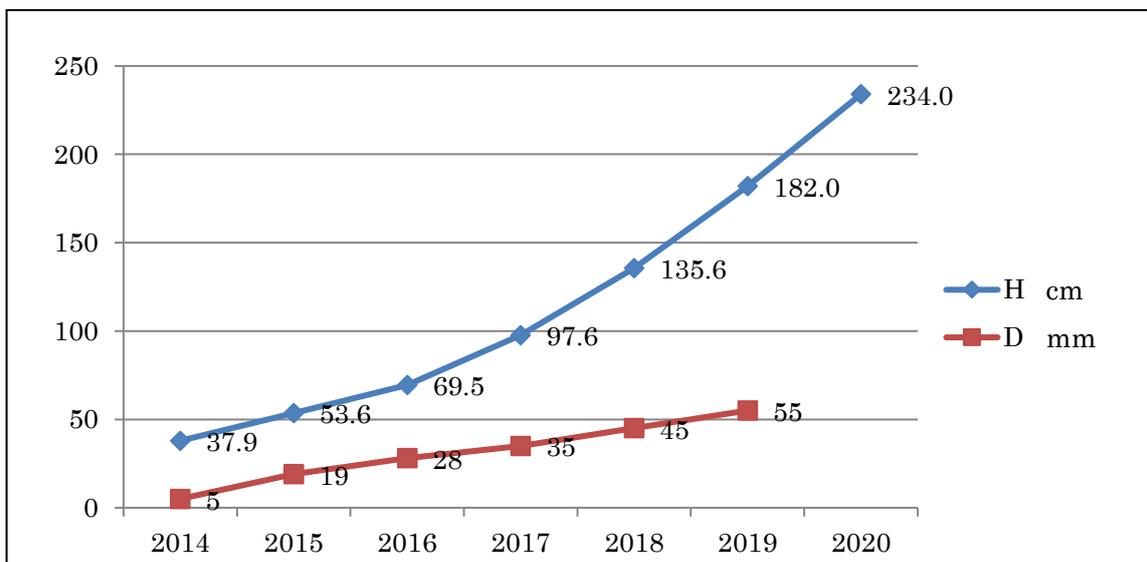


図-2 年度ごとの平均成長

次に各プロットの経年の樹高成長を積み上げ棒グラフで図-3に示した。

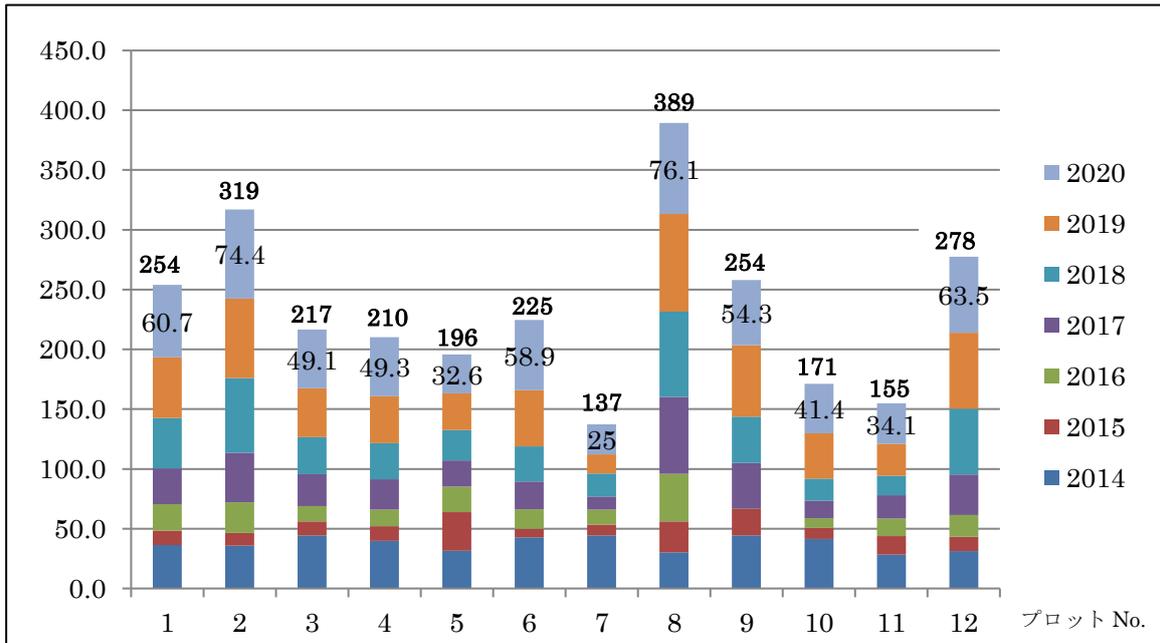


図-3 各プロットの平均成長

植栽後4年経過する頃からようやく成長が良くなっていることが読み取れる。プロットによって成長差が見られる。成長が群を抜いているのは昨年同様 No.8 で、平均樹高 389.3cm、最大木 457cm、最小木 322cm、成長率 19.5%、胸高直径 57mm、最大木 77mm、最小木 31mm であった。一方、最低はプロット No.7 で平均樹高 137cm、平均根元直径 48mm であった。今年の伸びは No.8 と No.2 の成長が 70cm 以上と目立っており、続いて No.12、No.9 であった。

2014 年度植栽苗木は、露地苗・コンテナ苗の栽培の違い、精英樹・抵抗性の苗木の違い、育苗地の違いなどバラエティーに富んでおりその有意性をみる事ができる。初期には精英樹で露地栽培苗、第1 育苗場産の苗木が良かったが、ここ数年育苗条件よりも生育土壌環境に起因して差が見られていることが明らかになってきている。No.8、No.2 の生育の良い土性は、深さ 10、30cm で砂土を示し、No.7 など生育の悪い所では植土、植質壤土など粘土分の多い土性を示している。昨年も述べたが、2017 年のモニタリング調査の際に土壌の物理性に注目し、山中式土壌硬度計を用いて 10、30、50cm の深さで硬度を図り、生長との関係について若干の考察をおこなった。生育の良いプロットでは軟らかく、悪い所は粘土の影響で締まって固くなる傾向がみられた。

透水性の面から明らかに過湿で水が溜まりやすい土壌では、時には水が溜まり土壌の通気性が悪く、根が長時間浸水し酸素欠乏に陥り根の衰弱を起こすため、養水分の吸収が悪く、そのことが成長に悪影響を及ぼしていると考えられた。

2014 年の植栽時期と成長：

2014 年春植え抵抗性コンテナ苗と、同じく秋植え抵抗性コンテナ苗（No.12）のその生長を図-5 に示した。春植えコンテナ苗合計 5 プロットの平均である。

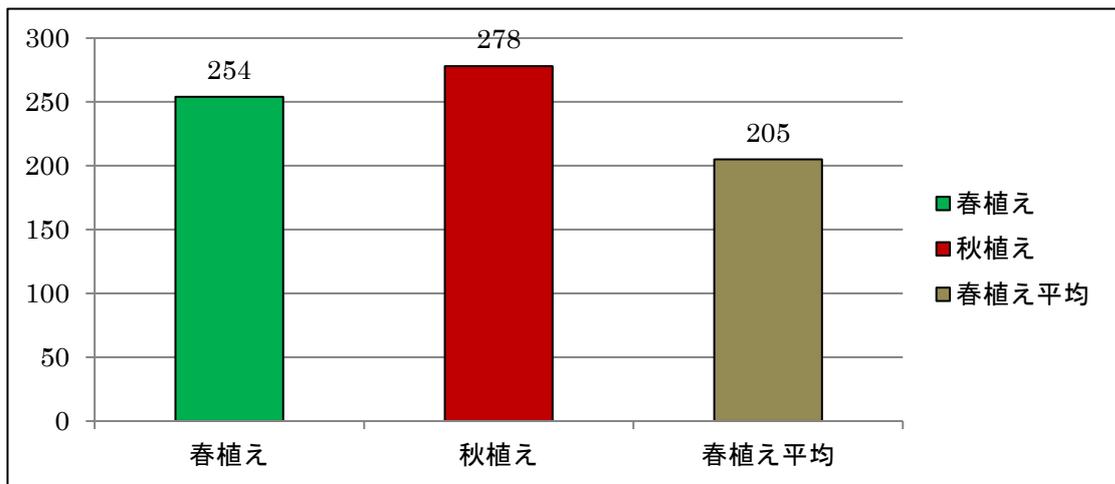


図-4 抵抗性コンテナ苗の植栽時期の成長の違い

春植えと秋植えとの比較では、秋植えが明らかに成長は良かった。しかし、上に述べたように恐らく植栽した土壌立地条件による差が大きいと思われる。そこで No.12 の秋植え苗と同じ抵抗性コンテナ購入苗で、しかも土壌条件の似ている No.9 との比較をおこなった。結果は秋植えの方が平均値の差の検定の結果、危険率 5% で差が認められた。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植栽時期を選ばない長所を生かして、植栽時期の幅を広げても良いことが実証された。

なお、秋植え時期の 10 月は、年間最多降水量の時期。春植えと比較して、植栽直後に台風による大雨と強風リスクがある。つまり、苗の根腐れ、倒伏に見舞われた例がある。

2) 2015 年度植栽地：

2015 年植栽調査プロット 3 カ所 No.13、14、15 を調査した。調査地 No.13、14 は同じ春植え精英樹露地苗、No.15 は秋植え抵抗性コンテナ苗である。植栽 6 年目の結果を図-5 に示す。全体の平均樹高は 245cm で、2014 年植栽地の 6 年目時点での平均樹高 182cm と比較して良い成績であった。No.15 は多湿な土壌条件下にあり、その影響が成長にマイナスに働いていることは明らかである。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 の比較では水湿状況は No.13 の方が湿性傾向にあったため、その土壌条件による差とみてよい。

No.12 の秋植え 6 年目時点での生長 214cm と比較して、No.15 の秋植え苗の成育は劣っているが、恐らく同程度になることが予想され、この結果から秋植えを否定する理由にはならないと思われるため今後を注視したい。

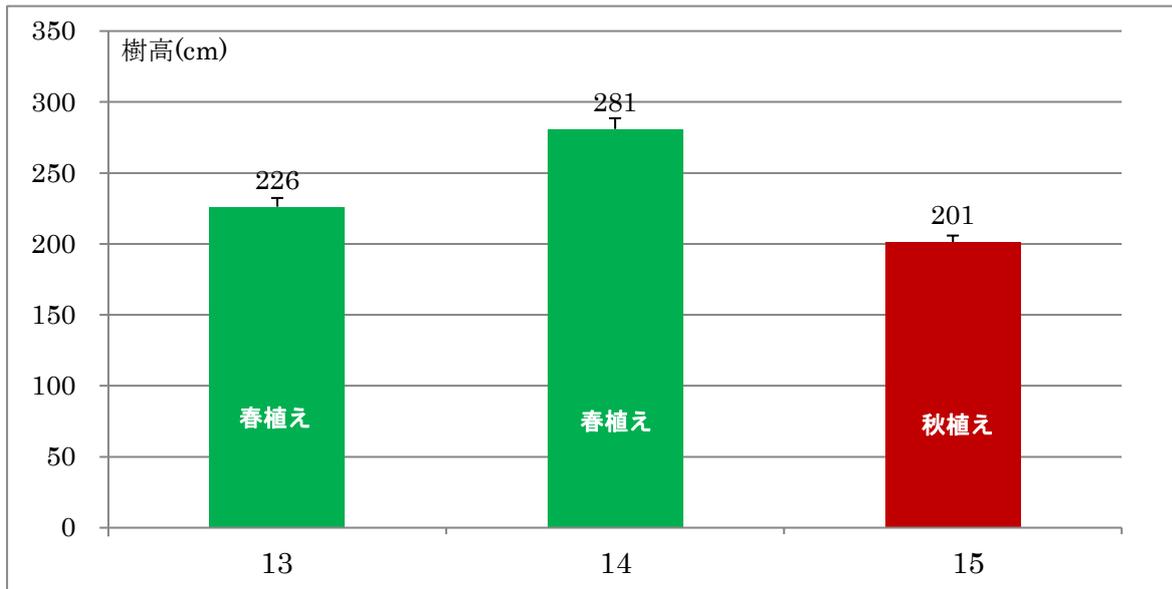


図-5 2015年植栽プロット成長(6年目)

3) 2016年度植栽地

2016年度は11haに植栽され、調査プロットはNo.16～19までの4カ所である。

No.16は精英樹コンテナ苗、No.17、18、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、特にNo.16は多湿だった。5年間の生長結果を図-6に示す。

2014年植栽の5年目の平均樹高135.6cmと比較すると、平均120cmと低いものの4年目から成長率が高い傾向がみられているので、今後の成長に期待ができる。

土壌条件としては砂土でほぼ同じであるもの、No.16、18、19の堅密度は堅(14～22)であるがNo.17の堅密度は軟(10～12)であり、その影響が成長に現れていると思われる。精英樹か抵抗性かの差は見られない。

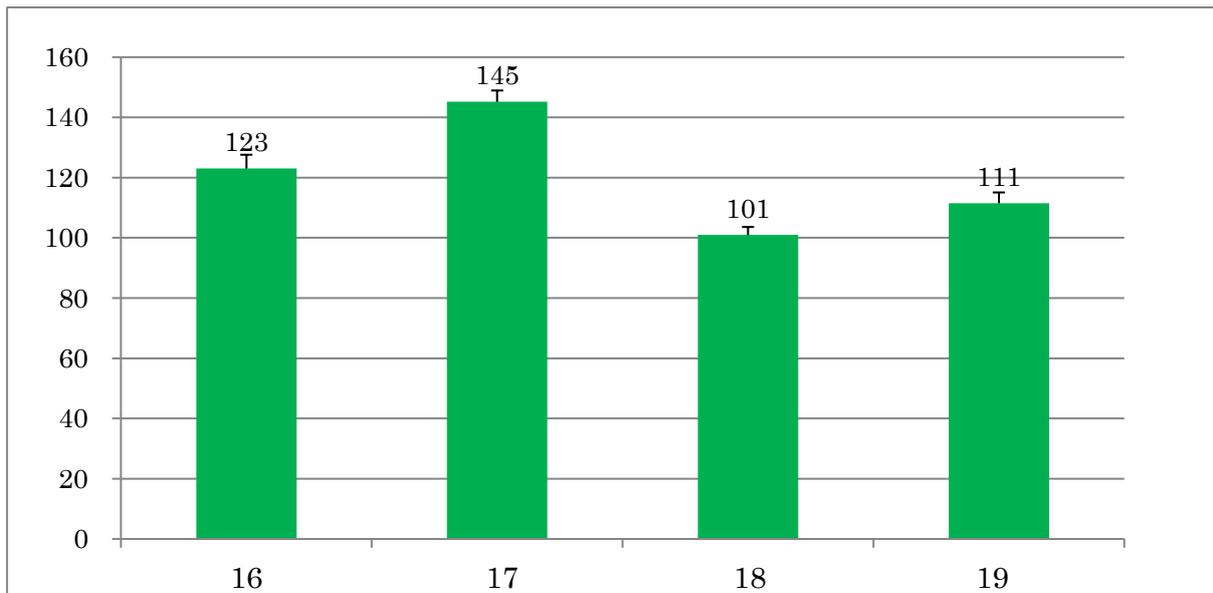


図-6 2016年植栽プロットの成長(5年目)

●「広葉樹」の生育（植栽後4年目）

2013年から第1育苗場で宮城県産クリ、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い、2016年度に秋植えて試験植栽を実施した。植栽箇所は汀線から400m以上海岸林最内陸部。調査対象としてプロット2カ所、No.20、21を設定した。No.20の結果を図-7に示す。No.20の土質は砂質壤土。平均樹高で1mを超えたものの、生存率は昨年の72%から50%に下落。樹種ごとの生長と生存を併せて考えると、コナラが有望な樹種。クリは次に生長は良いが、本数が1本なので良い判断はできない。続いてケヤキの生長が良く、生存率も70%で植栽樹種として可能性は高い。サクラ3種の生存率は53%で上部の損傷を繰り返し、それが理由で生長も良くない。エノキ、スダジイ、アカガシ、タブノキは不向き。萌芽更新を繰り返し、上方成長しない。

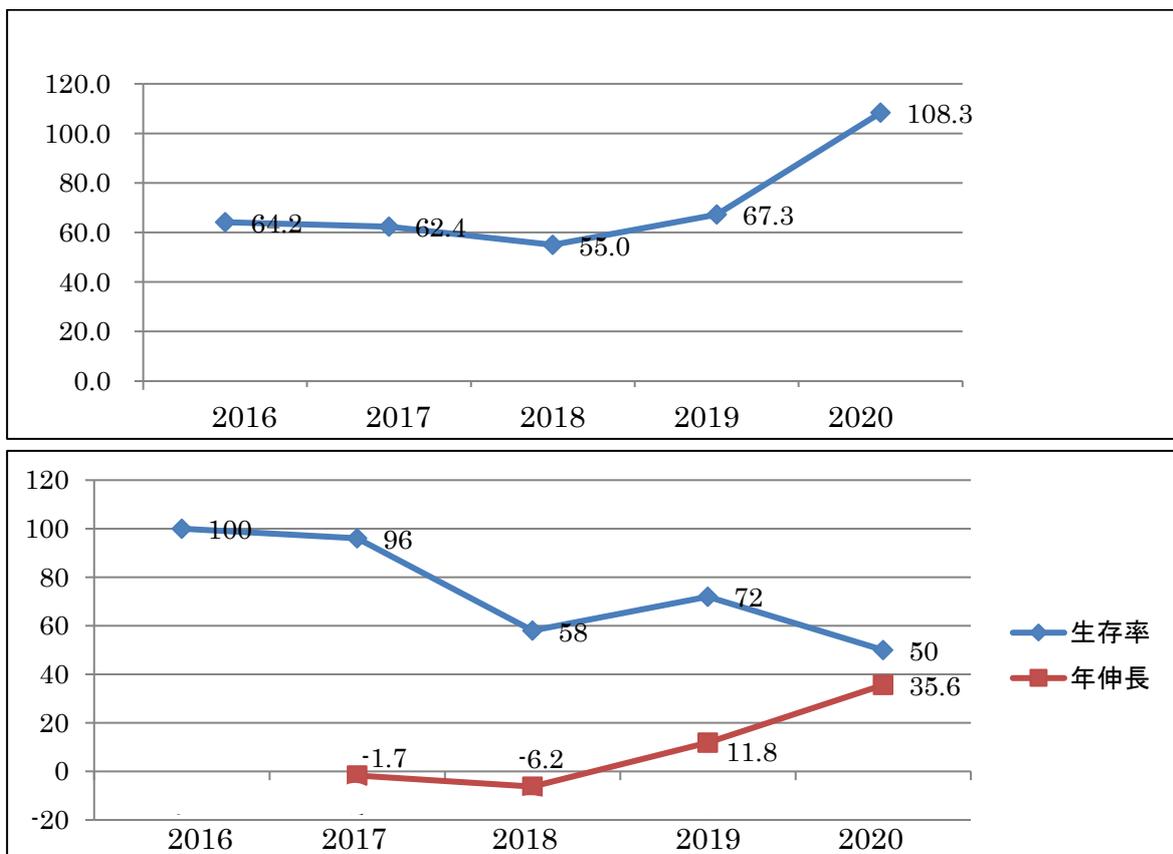


図-7 広葉樹の平均成長 (No.20)

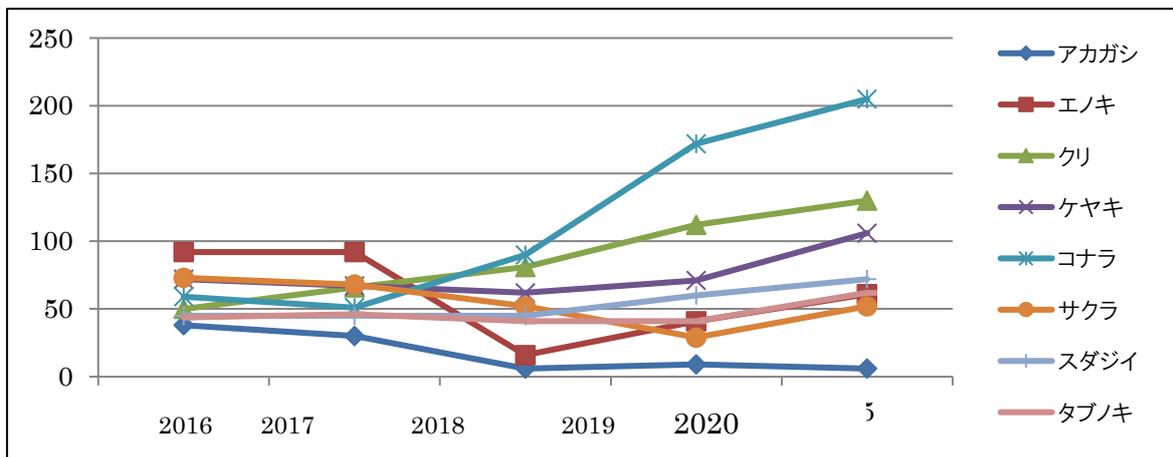


図-8 各樹種の平均樹高 (No.20)

次に、No.21 の植栽地は生存率 90%で、平均成長は 140cm であった。樹種ごとの平均樹高曲線を図-9 に示す。

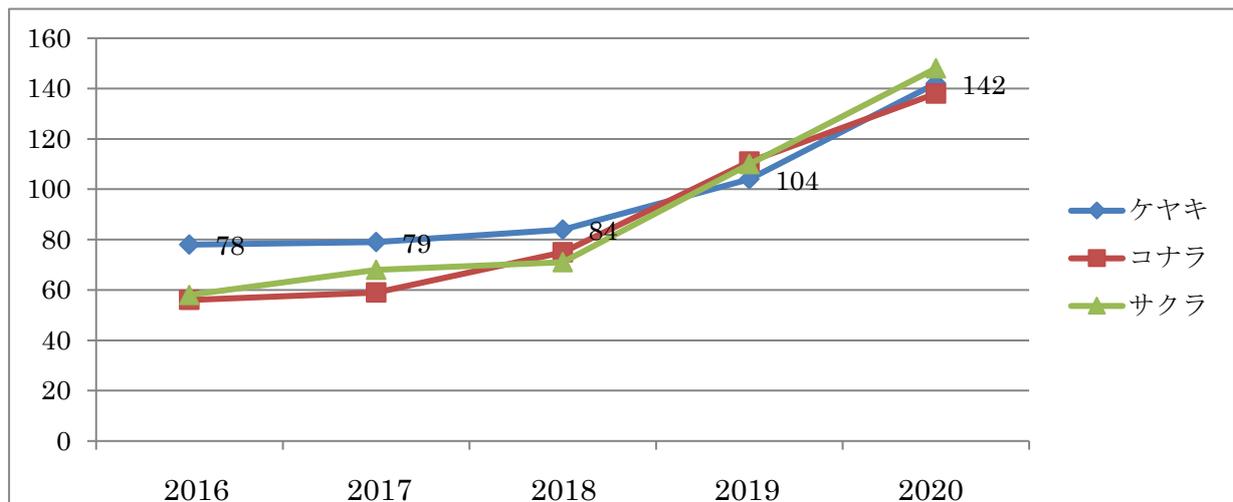


図-9 樹種別の平均樹高成長(No.21)

No.21 の植栽地は枯損も少なく、成長は順調で、樹種別にみても 3 樹種はほぼ同じように生長し、最高木はコナラの 267cm、No.20 のプロットに比べて生存率、成長も勝っている。No.20 の土性は砂質壤土であったが、No.21 は植壤土で条件が良い。広葉樹は基本的に土壤の発達した環境で生育している。また一般的に、植栽では年間伸長量の著しい樹種が多いが、海岸林では先端枯れが目立ち、成長は期待出来ない。海岸林は潮害や飛砂害また風害、ヤマセ等から後背地を守るため、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。広葉樹の植栽は、潮害、風害、飛砂また人工盛土土壤環境から考え、初期の先行樹種として、また事業規模での導入は極めて厳しい結果となっている。なおかつ、コストも全く見合わない。

被災直後に調査したクロマツ海岸林において、自然侵入による樹種としてコナラ、ヤマザクラ、ケヤキを確認できた。今回の結果からも時間的な経過とともに、いずれは広葉樹が生育できる環境が整うであろう。プロット No.21 のように内陸で土壤条件がよく、風の遮られた条件下であれば、コナラ、ケヤキ、ヤマザクラの植栽も可能であり、ある程度クロマツの生育が順調に推移する過程で自然侵入したものを選択・育成するのが適当と思われる。

4) 2017 年度植栽地・種子の出処の違い

植栽地 13.7ha に調査プロット 5 カ所を設けている。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 は宮城県産種子抵抗性コンテナ苗、No.23 は香川県産種子抵抗性コンテナ苗、No.24 は岡山県産種子抵抗性コンテナ苗、No.25 は網地島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。植栽地はいずれも土壤の物理性は砂土で、堅密度は軟、湿気を含みやすい土壤となっている。図-10 に樹高成長、年伸長量成長を示す。

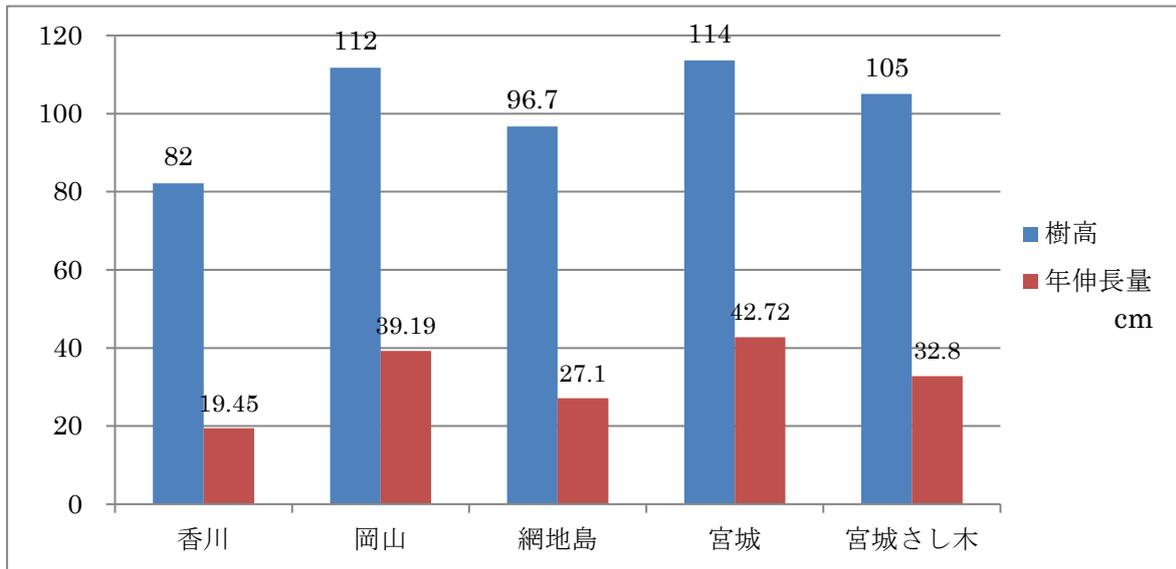


図-10 2017年度植栽産地別並びに挿し木苗の生育

4年目の各産地、香川、岡山、網地島（宮城）、宮城の年生長量をみると、これまで同様4年目ではまだ十分な伸長量ではない。しかし、2014年植栽の4年目時点での平均樹高97.6cmと比較すると、よく生長している。宮城と岡山で生育が良く、有意な差は見られない。日本列島では、北から南へ行くにつれて形質が連続的に変化する多くの地理的勾配が知られるが、やはり生育地別では、遠く離れるに従い、生長が落ちる地理的勾配の状況が多少みられるのかもしれない。

宮城県産の実生苗と挿し木苗の比較では、平均樹高、伸長量とも実生由来の方が挿し木由来よりも良い値を示し、有意差検定では差が見られた ($p < 0.05$)。挿し木苗初期の枝性による生育差かもしれない。抵抗性実生苗は、現在抵抗性採種園から種子を採取し、そのまま育苗した未検定の暫定抵抗性苗を用いている。本来ならザイセンチュウの接種検定をして初めて抵抗性苗と呼べるが、震災後の抵抗性種子大量需要ゆえ、2次検定までは至っていない。それに対して挿し木苗は、抵抗性個体から穂を採って出来たクローンであるので、直接遺伝的な形質を受け継いでいる。事業規模で可能な挿し木発根率さえ確保できれば、今後の成長の動向をみて、挿し木コンテナ苗化でクロマツ抵抗性コンテナ苗生産を進める意義は大きい。

5) 2019年（自然砂丘上）・2020年植栽（人工盛土）の成長

2019年春植え No.27、2020年春植え No.28・秋植え No.29の生育状況を図-11に示す。

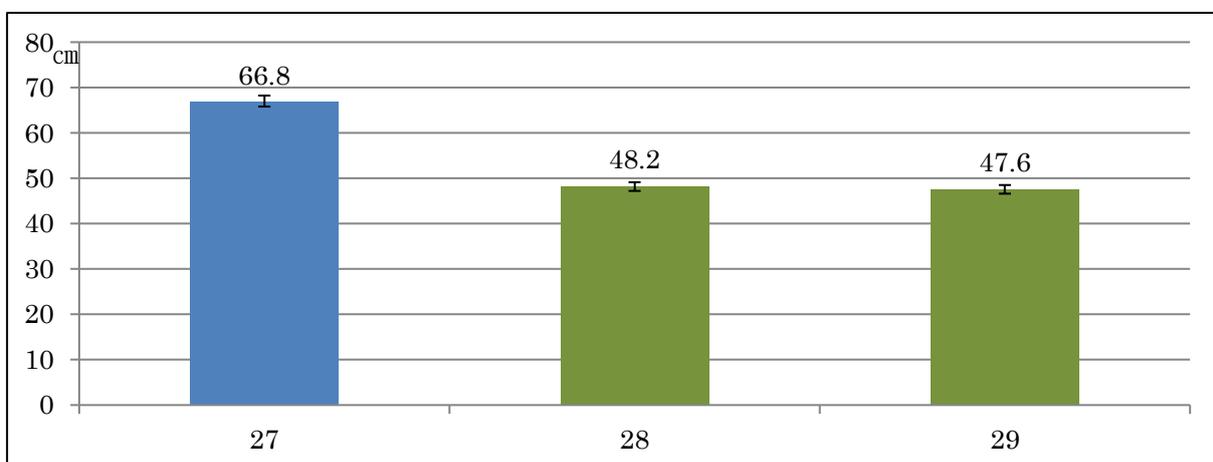


図-11 2019年春植え、2020年植栽春植え・秋植えの生長

自然砂丘上の植栽地であるプロット No.27 の成長は、2014 年植栽の 2 年目時点での平均樹高 53.6cm より成長が良く成長率は 23%であった。残存林下の樹下植栽のため、植栽本数は 3,000 本/ha。人工盛土上の 2020 年植栽の春植え No.28、秋植え No.29 では有意差はない。

おわりに

2014 年植栽 7 年目の生長のよい場所では平均樹高 3m を越え、すでに樹冠の閉鎖が始まっている。2015 年植栽地でも 3m を越える個体も見られ、成長は全体として順調である。今後は健全な海岸林の機能を発揮するためのニセアカシアなどの除伐、葛・藤などのつる切り、マツノザイセンチュウ侵入の監視、ゴミ・不法投棄・山火事などへの対策が大切と考えている。

また、昨年 11 月、2014 年植栽地に本数調整伐試験地（全 0.12ha）を設置、伐採前の調査対象クロマツの樹高・胸高直径を計測した。調査は 4 種類。①1 伐 3 残、②1 伐 2 残、③1 伐 1 残、④無伐。対象木は各 100 本（10 本×10 本・14m 四方）。伐採は 2021 年 5 月頃実施予定。

なお、2021 年度から 2014 年クロマツ植栽地の成長著しい箇所（約 5ha 前後）の除間伐（除伐 2 類）も予定している。いずれも、林野庁策定による「海岸防災林保育のガイドライン」、宮城県策定の「海岸防災林管理指針」に沿い、関係当局と連携して実施する。

2. 2020 年度 名取植栽地の二酸化炭素吸収能力

1) 目的

2014 年より開始したクロマツ植栽は、2020 年度に 3.75ha を加え、実面積 72.4ha に達した。生物多様性配慮ゾーン、作業道、法面、防風垣等を除くと、目標に掲げた対象地約 100ha を完全に埋め尽くしたことになる。（*国・県・市との協定面積 103.05ha）上記の成長モニタリング報告のとおり、順調な生育が見られている。海岸林はその機能、防風・防潮・防波など防災減災を主目的としているが、それ以外にも森林の持っている機能、すなわち景観、保健休養、生物多様性、二酸化炭素吸収など様々な機能を有している。二酸化炭素の吸収機能は、温暖化への影響が最も大きいとされる二酸化炭素の大気中の濃度を増加させないことが重要であり、そのため地球の二酸化炭素循環の中では、森林が吸収源として大きな役割を果たしているといわれている。プロジェクトでは毎年成長のモニタリング調査を行っているので、そのデータに基づき、まだ若い植栽地であるが二酸化炭素の吸収量の推定を試みた。

2) 調査方法

樹木は、光合成により大気中の二酸化炭素を吸収するとともに、酸素を発生させながら炭素を蓄え生長する。炭素は木質部分の主に幹がそれにあたり、それを絶乾状態にし、その半分の重さが炭素となる。CO₂ の C は原子量 12、O は 16 なので、炭素重量に 44/12 をかけると、二酸化炭素の固定量が算出される。樹木は幹だけでなく、枝・葉・根の部分も炭素を蓄えている。そこで、幹材積に拡大係数をかけて枝・葉の量も加え、地上部全体の量を把握する。さらに、根の部分の炭素も加えるため（1+地下部比）をかける。このようにして、樹木の幹のみならず枝葉・根も含めた樹木全体の体積が把握される。次に、炭素の量は重量で把握するため、体積から重量に変換するための容積密度をかける。最後に、樹木の重量あたりどれぐらいの炭素を含んでいるのかを算出するため、炭素含有率（ほぼ 0.5）をかける。得られた炭素量に 44/12 をかけると二酸化炭素量になる。それを式で表すと以下のとおりとなる。

森林 1ha あたりの二酸化炭素吸収量＝森林の 1ha あたりの幹材積量 (m³/ha) ×拡大係数×
(1+地下比率) ×容積密度 (t/m³) ×炭素含有率× (44/12)

用いたクロマツ二酸化炭素固定・吸収係数は以下のとおりである。

拡大係数	地下部比率	容積密度	炭素含有量
1.39	0.340	0.464	0.51

幹材積は各年度に設けた固定プロットのデータから幹材積を計算した。今年度は 2014 年度と 2015 年度植栽地の 15 プロットでは胸高直径が測定可能になったので胸高直径を測定し、樹高と胸高直径から、森林総合研究所「幹材積計算プログラム」により材積を計算した。これは林野庁の立木材積表 (1970) がもとになっている。宮城県のクロマツ材積は、青森県のアカマツを適応させているので、その材積プログラムに入力して求めた。その他は根元径を測っているので、地際断面積をもとめ、それに樹高を掛けて円錐形の体積を算出し、それを簡便的に幹材積として充てたこととお断りしておく。広葉樹植栽地 2 プロット (20, 21) から広葉樹の二酸化炭素吸収能力を把握するために計算している。各係数はクロマツの係数をそのまま用いて計算した。

3) 結果と考察

各植栽年あたりの二酸化炭素固定量、並びに二酸化炭素吸収量を図-1 に示した。

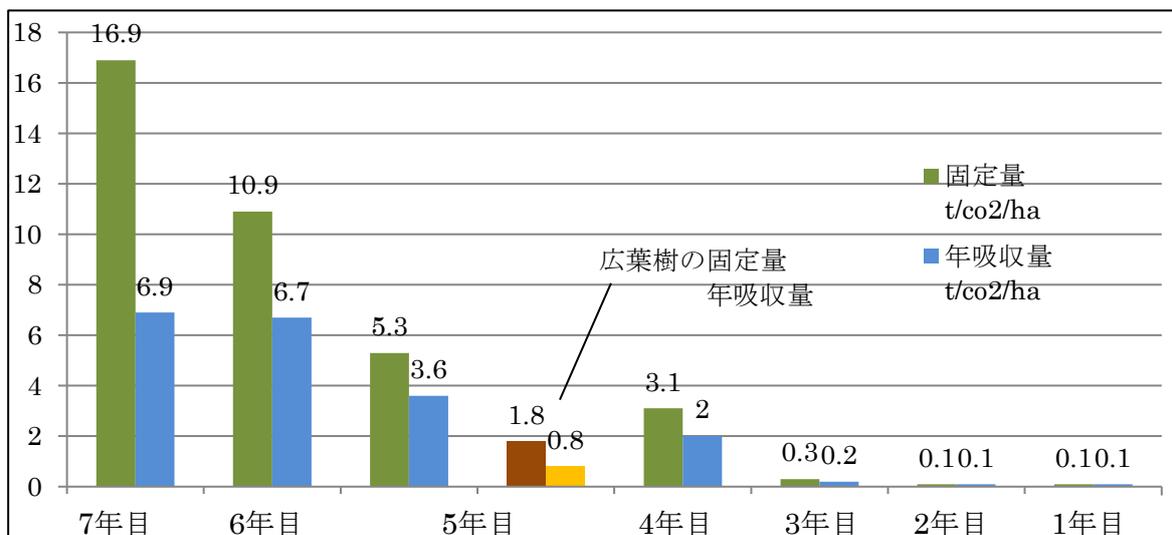


図-1 二酸化炭素固定量と年吸収量

二酸化炭素固定量は当然時間の経過と主に大きくなる。一番古い 7 年目の固定量の ha あたりの固定量は平均 16.9t/co2/ha であるが最大値は 49.8t/co2 /ha、最小値は 4.9t/co2 /ha と差が見られた。昨年は平均 14.9t/co2 /ha、最大値 35.8t/co2/ha、最小値 4.3t/co2 /ha で、今年の固定量は、昨年に比べて低めの数値のように思われる。昨年までは根元径によって算出しており、今年度は胸高直径と樹高から立木材積表に基づいた幹材積プログラムにより材積を算出しているのので、今回の数値が現在の固定量として適当な評価値と考えてよい。森林総合研究所温暖化対応拠点の数値と比較すると、スギ・ヒノキ 2 齢級 (10 年) の炭素固定量は 2t、二酸化炭素固定量に換算すると 7.34 t で、本植栽地 7 年目の固定量は 2 倍以上の固定量を示した。広葉樹では、同じく国の試算で 1 齢級 (5 年) の二酸化炭素換算は 7.34t であるが、本植栽地 5 年目で 1.8t/co2

/ha と極端に低かった。一般的に初期には広葉樹の固定量が高いが、海岸林では広葉樹の二酸化炭素固定に期待はできない。年間吸収量は今年度の固定量算出値から前年度の固定量の差に依る。7年目の年間吸収量は平均 6.9 t/co2/ha/yr であった。今回固定量で説明したように、前年度と材積算定方法が変わったため、前年度との差がないプロットも見られているので低めに出ている可能性もある。

各年度の植栽面積に ha あたりの平均二酸化炭素量を掛け合わせて算出した、植栽年度ごとの固定量と年吸収量を表-1 に示した。

表-1 各植栽年度の二酸化炭素固定量と年間吸収量

植栽年度 年	植栽面積 ha	固定量 t/co2	年間吸収量 t/co2
2014	15.6	263.9	107.3
2015	10.06	109.99	67.4
2016	11	58.49	39.93
2017	13.66	42.48	27.57
2018	16.32	5.39	3.59
2019	2	0.84	0.2
2020	3.56	0.36	0.2
合計	72.4	481.5	246.2

植栽地全体では、二酸化炭素の固定量は 481.5t/co2、年間吸収量 246.2t/co2 となった。

前回同様、人の排出量と自動車の排出量を比較する。一人あたりの年間排出量は 0.32 トン、車一台当たりの排出量は 2.3 トンとされているので、2020 年度の植栽地の二酸化炭素の年間吸収量では、人 769 人分、車 107 台分の排出した二酸化炭素を吸収していることが示された。

参考文献：

- ・村井宏他（1992）日本の海岸林-多面的な環境機能とその活用。284-300p、ソフトサイエンス
- ・林野庁（2016）企業による森林づくり・木材利用の 二酸化炭素吸収・固定量の「見える化」ガイドライン。71p 林野庁委託事業 平成 27 年度民間企業の活動による二酸化炭素吸収・固定量の「見える化」実証事業（林業経済研究所）
- ・森林総合研究所（2012） 幹材積計算プログラム
- ・森林総合研究所 温暖化対応推進拠点（2010）森林の林木（幹・枝葉・根）が吸収（固定）する炭素の平均的な量

3. クロマツ本数調整試験

目的：

従来はクロマツ海岸防災林では早期の鬱閉を図るため、一般的には 10,000 本/ha 密度で植栽が行われて来たが、保安林であるせいか、その後の本数調整伐が適切に行われたとは言えない。そのため幹の直径が細く、下枝が枯れ上がり、根周りが小さい過密海岸林が形成されていた。東日本大震災後の復旧以降は 5,000 本/ha 植えが主流となり、これまでの海岸林と比べて著しい成長が見られている。名取市海岸林でも植栽 5 年目で 3m を超える箇所が多くみられ、鬱閉が進んでいる。したがって早急に本数調整伐手法を確立する必要がある。

本数調整伐についてはこれまでも海岸林を抱える県で試みられている（千葉¹⁾、静岡²⁾、富山³⁾、山形⁴⁾、新潟⁵⁾、秋田⁶⁾、北海道⁷⁾等）。林野庁では森林総研（坂本⁸⁾）が、相対密度管理表を基に¹樹高を用いた方法を提案している⁹⁾。筆者は、嘉戸³⁾の提案した密度管理図に、宮城県のクロマツ林データから求めた RY の値⁵⁾を当てはめるとよく適合することを見出した（清藤・未発表）。この結果から RY=0.7 はほぼ形状比 70 に相当することが分かった。形状比は 70-60 を基準として管理するのが良いとの結果と、RY=0.7 から 0.1 下げ 0.6 にする方法を用いてもほぼ適応できる。植栽後無間伐ヘクター 5,000 本のまま成長すると上層樹高 4.5m の時に RY=0.7 に達する。その時点で RY=0.1 下げると 3,750 本になる。そのやり方では 1 伐 3 残（間伐 25%）をすることになる。オイスカの植栽地での試験では、1 伐 2 残方式、1 伐 1 残方式も加えて、現実的な効果のある方法を見出すことを目的としてこの試験を実施する。

試験地と設置方法：

2014 年植栽地は、樹高 4m を超える成長を示している植栽木が多い。そのうち盛土工事で名取第 1 工区と位置付けられた箇所（モニタリング報告 図-1 参照）に、14m 四方、10×10 本（100 本）の試験区を 4 区設定した。なお、当試験区付近には、オイスカによる成長モニタリング調査地および、森林総合研究所東北支所による土壌根系調査地（2018-2020 調査、2021 年夏頃に論文公開予定）が数カ所所在し、将来的にも多角的視点で調査可能な状況になっている。

① 1 伐 3 残区：

25%伐採、伐採は汀線に平行して伐採する。1 列伐って 3 列を残す。残存は 3,750 本/ha。試験区内では残存 75 本。

② 1 伐 2 残区：

33%伐採、伐採は汀線に平行して伐採する。1 列伐って 2 列を残す。残存は 3,350 本/ha。試験区内では残存 60 本。

③ 1 伐 1 残区

50%伐採、伐採は汀線に平行して伐採する。1 列伐って 1 列を残す。残存は 2,500 本/ha。試験区内では残存 50 本。

④ 無伐区（比較対象区）：

無間伐の個所で試験区 100 本を調査対象木とする。

設定した試験地設置図を図-1に示す。これは第1回の間伐後の形である。

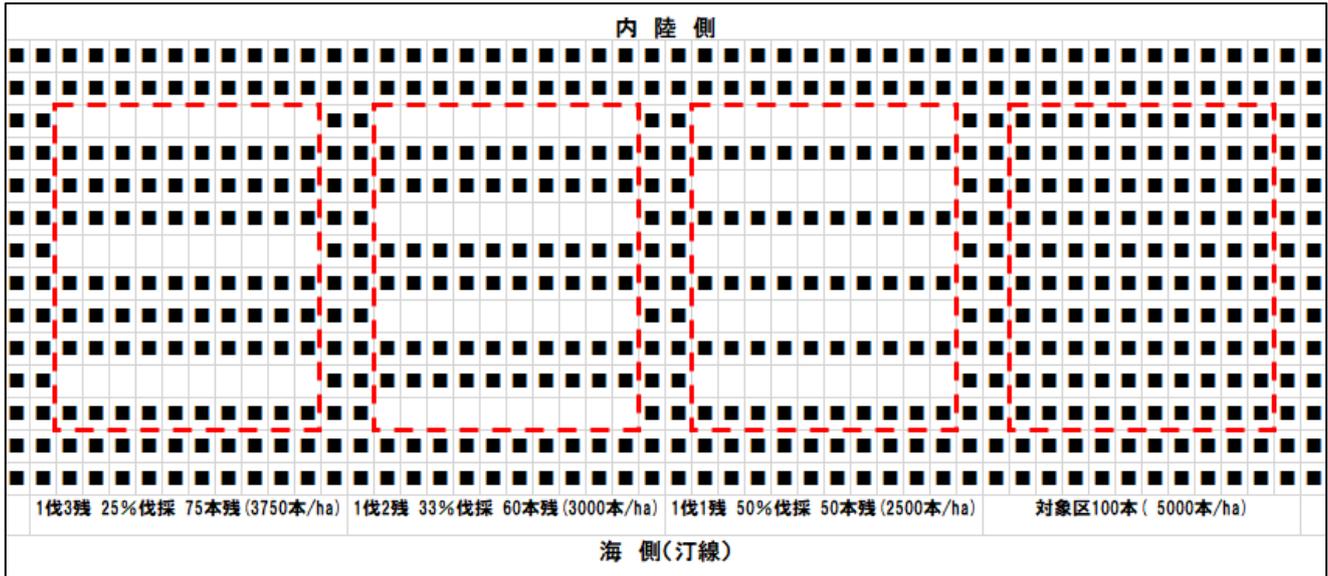


図-1 本数調整試験区

設定結果と考察

各調査区の基礎統計量と本数調整設定をした後の統計量を、表-1・2・3・4にそれぞれ示す。

表-1 1区：1伐3残試験地の基礎統計量

1区（1伐3残）間伐前			1区（1伐3残）間伐後		
基礎統計量	樹高 cm	胸高直径 cm	基礎統計量	樹高 cm	胸高直径 cm
平均	358	5.2	平均	353	5.1
標準誤差	5.669954483	0.1166	標準誤差	6.760417925	0.1405
中央値	367	5.4	中央値	365	5.4
最頻値	372	5.4	最頻値	372	5.4
標準偏差	56.69954483	1.1661	標準偏差	56.5617144	1.1756
分散	3214.838384	1.3598	分散	3199.227536	1.3819
最小	227	2.1	最小	227	2.1
最大	481	8.4	最大	467	8.4
合計	35830	519	合計	24689	359
データの個数	100	100	データの個数	70	70

表-2 2区：1伐2残試験地の基礎統計量

2区（1伐2残）間伐前			2区（1伐2残）間伐後		
基礎統計量	樹高 cm	胸高直径 cm	基礎統計量	樹高 cm	胸高直径 cm
平均	324	4.6	平均	324	4.6
標準誤差	5.5708	0.149247565	標準誤差	6.860509554	0.1964
中央値	313.00	4.4	中央値	311	4.3471
最頻値	398.00	4.6	最頻値	290	4.6
標準偏差	55.708	1.4925	標準偏差	53.1413	1.5
分散	3103.3996	2.2275	分散	2823.9955	2.31444
最小	182	1.4	最小	238	2.2
最大	484	9.3	最大	484	9.3
合計	32388		合計	19436	275.
データの個数	100	100	データの個数	60	60

表-3 3区：1伐1残試験地の基礎統計量

3区（1伐1残）間伐前			3区（1伐1残）間伐後		
基礎統計量	樹高 cm	胸高直径 cm	基礎統計量	樹高 cm	胸高直径 cm
平均	308	4.6	平均	296	4.5
標準誤差	7.451287937	0.1348	標準誤差	10.82698971	0.1905
中央値	322	4.7452	中央値	310.5	4.6497
最頻値	336	5.1	最頻値	346	5.5
標準偏差	74.5129	1.3	標準偏差	76.5584	1.3
分散	5552.1692	1.79900	分散	5861.1853	1.77915
最小	60	1.3	最小	60	1.7
最大	430	7.8	最大	413	6.9
合計	30815	452	合計	14786	220
データの個数	100	99	データの個数	50	50

表-4 4区：無伐（比較対象区）

4区（対象区）		
基礎統計量	樹高 cm	胸高直径 cm
平均	306	4.3
標準誤差	6.27738437	0.12066
中央値	313	4.2
最頻値	336	4.8
標準偏差	62.7738	1.2066
分散	3940.5555	1.4558
最小	131	1.2
最大	450	8.2
合計	30649	428
データの個数	100	100

目的で説明したとおり、上層樹高 4.5m で $RY=0.7$ に達することから、それを基準に樹高 4m を超えている植栽箇所試験地を設定したが、実際には各区最高樹高では 4m を超している個体が見られるものの、平均では 3m 台であった。各区の形状比では 70 程度で、混み合った危険性のある林分ではない。

理論的には間伐後 $RY=0.7$ になるのは樹高 5.5m。2,3 年後に試験地も第 2 回目の樹高に達すると思われる。しかしこれではあまりにも早いので、6.0~7.0m に延ばして実行するのが良いかもしれない。本数調整伐試案を図-2 に示した。実際の施業では、出来るだけ機械的にしかも防災効果を損なわない、また伐採木の搬出が容易にできる方法にも考慮する必要がある。



図-2 長期的本数調整伐手順の試案