

クリーンラーチへの植え替えで カラマツ人工林の炭素吸収量はどのくらい上がるのか？

津田 高明

はじめに

北海道は、国に先駆け「2050年までに温室効果ガス排出量の実質ゼロをめざす」ことを2020年3月に表明し、翌年3月に北海道地球温暖化対策推進計画(第3次)(以下、ゼロカーボン北海道)を策定しました。この計画では、再生可能エネルギーの活用や社会システムの脱炭素化の推進により温室効果ガスの排出量を削減した上で、それでも排出してしまう分を森林等による吸収で相殺し、2050年までに実質的な炭素排出量をゼロにすることを目指しています。このため、森林による炭素吸収量の維持、増加はゼロカーボン北海道の達成に重要な位置づけにあるといえます。では、森林管理の中で、どのように炭素吸収量を維持、増加すればいいのか。本稿では、北海道の主要樹種であるカラマツ類人工林を対象に、炭素吸収量の増加方法とその効果について紹介します。なお、森林による詳細な炭素吸収量の算定には、林木(生立木の幹と枝葉、根の合計)の他に土壌や枯死木、リターや伐採された木材の利用に応じた炭素固定期間を考慮する必要がありますが(山田 2022)、本稿では、林齢別の人工林面積及び蓄積がわかる統計資料から計算が可能な林木のみを炭素吸収量の対象とします。

北海道におけるカラマツ類人工林の現状と炭素吸収量

カラマツ類人工林における近年の林木のみの炭素吸収量を図-1に示します。カラマツ類人工林における炭素吸収量は、2006-2011年では約150万 t-CO₂/年でしたが、2016-2021年では年間約50万 t-CO₂/年とこの10年で3分の1に減少しました。このような炭素吸収量の減少傾向は、日本全国の人工林で同様に生じています(国立環境研究所 2025)。

なぜ炭素吸収量が減ったのでしょうか。その要因の一つに、人工林の高齢化があります。50年生以上のカラマツ類人工林の面積の推移を見てみると(図-2)、2006年~2021年までの15年間で面積が約40%増加しています。一般的に森林の炭素吸収量は、加齢に伴う成長量の低下により減少するといわれています。このため、炭素吸収量が低下した林分の増加に伴い、人工林全体の炭素吸収量が減少しているというわけです。

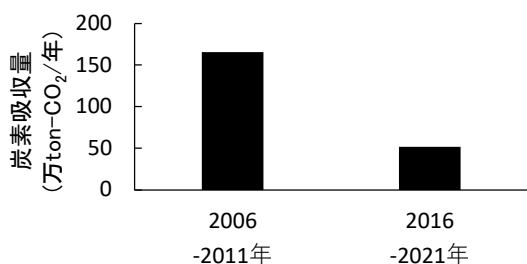


図-1 北海道におけるカラマツ類人工林の
炭素吸収量(林木のみ)

北海道林業統計(2007, 2013, 2018, 2023)及び北海道版
カラマツ人工林収獲予想ソフト(北海道立総合研究機構
林業試験場)より筆者計算

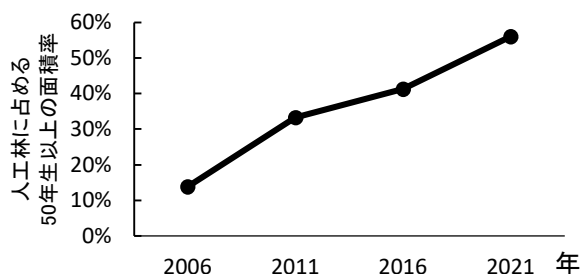


図-2 カラマツ類人工林に占める50年生以上の
面積率の推移

北海道林業統計(2007, 2013, 2018, 2023)より筆者計算

人工林の炭素吸収量の増加に向けた取り組み方向

人工林における炭素吸収量の増加に向けて、どのような施策が推進されているでしょうか。ゼロカーボン北海道の実現に向けた北海道森林吸収源対策推進計画(北海道 2022a)では2つ記載されています。

一つはいわば“人工林の若返り”といえるもので、炭素吸収量が減少した高齢人工林の計画的な伐採と再造林により炭素吸収量の増加を図る計画です。

もう一つは炭素吸収能力に優れた種苗の植栽です。伐採後の再造林は、二酸化炭素の吸収能力が高い種苗を導入できるチャンスと言えます。例えば、カラマツ類であるグイマツとカラマツの交配品種であるクリーンラーチは、初期成長が早く、容積密度がカラマツより約1割高いという特徴があります(北海道立総合研究機構林業試験場 2018)。このため、北海道ではカラマツ人工林の再造林時にクリーンラーチを積極的に用いた炭素吸収量の増加を想定しており、2041年までにカラマツ類の年間造林面積の約30%でクリーンラーチを造林する計画を進めています(北海道 2022b)。

では、どれくらいのペースで人工林の若返りを進め、どの程度クリーンラーチを植栽すればいいでしょうか。この点を明らかにするため、筆者らは北海道全域のカラマツ類人工林を対象に、炭素吸収量の長期予測を行いました(津田ら 2025)。

炭素吸収量の長期予測の方法

1) 長期予測に当たってのシナリオ設定

炭素吸収量の予測をする上では、カラマツ類人工林に対してどのような伐採・再造林を進めていくのかのシナリオを決める必要があります。本稿では、年間の伐採材積、伐採材積に占める主伐比率、再造林面積に対するクリーンラーチの比率の3項目を組み合わせた合計18本の伐採・再造林シナリオを作成しました(表-1)。

伐採材積の水準は、令和4年度のカラマツ丸太供給量180万 m^3 (北海道 2024)と造材歩留まりを0.8と仮定して算出した230万 m^3 (以下、「C1」。以降の括弧内は設定名称を示します)と、それより約5%多い240万 m^3 (C2)としました。伐採材積に占める主伐比率では、2021年におけるカラマツ一般民有林での主伐比率に相当する70%(R2)に加え、R2の約半分の30%の場合(R1)とR2より20%高い90%の場合(R3)を設定しました。さらに毎年造林面積に占めるクリーンラーチの比率では、クリーンラーチを全く植えない場合(CL0)、北海道が計画しているカラマツ類の毎年の造林面積のうち、2040年までに30%をクリーンラーチとする場合(CL30)(北海道 2022)、農林水産省が計画している、林業用苗木に占めるエリートツリーの割合を2050年までに90%とする場合(CL90)(農林水産省 2021)を設定しました。

表-1 本研究で対象とした伐採・再造林シナリオ

伐採材積		伐採材積に占める 主伐比率		造林面積に占める クリーンラーチ比率	
C1	230万 m^3 /年	R1	30%	CL0	0%(導入しない)
		R2	70%	CL30	2040年までに 30%
C2	240万 m^3 /年	R3	90%	CL90	2050年までに 90%

網掛けした設定は、現状の伐採材積と主伐比率、北海道が設定するクリーンラーチの導入率を示す。

2) 炭素吸収量の予測方法

上記の伐採-再造林シナリオを基に、本稿では、炭素吸収量の長期予測モデルを用いて計算しました(津田ら 2025)。このモデルは年間伐採材積や造林面積、造林面積に占めるクリーンラーチの比率を入力すると、設定した齢級別の伐採率と林分成長量を基に、伐採、造林、林分成長の一連のサイクルを予測期間を通じて繰り返すことで人工林の森林蓄積を5年間隔で予測します。そして、予測された森林蓄積を炭素量に変換することで(林野庁 2021)、5年間での炭素量の増減を計算するものです。期首と期末それぞれの炭素蓄積量を比較し、増加していれば吸収、減少していれば排出と判断できます。

なお、長期予測のモデルに必要な、カラマツ及びクリーンラーチの成長量や伐採時期は、北海道の平均的な傾向を用いました。また、長期予測の初期値となるカラマツ類人工林の人工林面積は、現地調査の結果から林分材積が著しく少ない林分が調査林分数の20～30%程度あることをふまえ(北海道立総合研究機構 2015)、令和3年度北海道林業統計(北海道 2023)に記載されている人工林面積を80%に減じたものとししました。

伐採・再造林シナリオ別の炭素吸収量の長期予測結果

クリーンラーチの導入比率を北海道庁の目標値(CL30)とし、伐採材積や主伐比率を現状維持とした場合(図-3の橙色破線)、クリーンラーチを全く導入しない場合(CL0)よりも炭素吸収量が増加していました。また、炭素吸収量が最も大きいと予測されたシナリオは、伐採材積が230万 m^3 /年(C1)、主伐比率が90%(R3)、そしてクリーンラーチの導入比率が90%(CL90)のシナリオであり、前述したシナリオに比べて2050年での炭素吸収量は2.8倍、2100年では6.3倍でした。一方で、伐採材積が240万 m^3 (C2)、主伐材積が30%(R1)、クリーンラーチを導入しない(CL0)シナリオは、2035年以降の炭素吸収量がマイナス、つまり二酸化炭素を排出していました。また、同じ主伐比率でもCL90はCL30よりも2096-2101年の炭素吸収量が最大2.6倍大きいと予測されました。

伐採・再造林のシナリオにより、炭素吸収量になぜこれだけの違いが生じたのでしょうか。

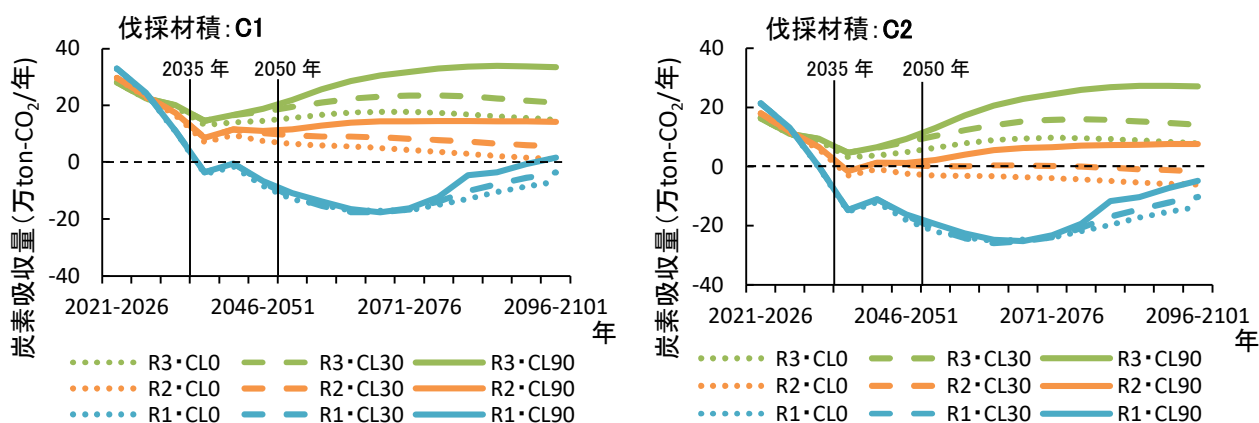


図-3 カラマツ類人工林における各シナリオでの炭素吸収量の推移

点線(炭素吸収量がゼロ)より上は二酸化炭素の吸収、下は二酸化炭素の放出を示す

ポイントは3点です。一つ目は伐採材積の影響です。予測期間通じて炭素吸収がプラスだったシナリオ数は伐採材積が230万 m^3 /年の場合は6本に対し、伐採材積が240万 m^3 /年の場合は4本でした。本モデルでは、伐採した丸太での炭素固定は考慮せず二酸化炭素として排出に計上しているため、伐採材積の増加は炭素吸収量の減少に直接影響します。

二つ目は、主伐比率が高いシナリオほど炭素吸収量が高いことです。本モデルでは、主伐面積を全て再造林しているため、主伐比率の増加は高齢林の減少と若い林分の増加、つまり人工林の若返りを促進しま

す。実際に各シナリオでの50年生以下の面積率の推移をみると(図-4)、主伐材積の比率が90%のシナリオ(R3)では2041年の時点で2021年での面積比率よりも高くなり、2051年以降は50%を超えて推移していました。それに対し、主伐比率が低いR1シナリオでは2021年よりも減少し、2030年から2080年では29-35%で推移していました。つまり、主伐比率が高いシナリオほど早期に“人工林の若返り”が進んでおり、伐採材積の多寡に関わらず炭素吸収量の増加に寄与したといえます。

三つ目は、カラマツ類人工林の炭素吸収量の増加を高めるのに効果的なクリーンラーチの面積です。伐採量を230万m³/年とした場合(C1)におけるクリーンラーチの面積率の推移をみると(図-5)、造林面積に占めるクリーンラーチの比率を30%としたシナリオ(CL30)では、2101年では11-19%であり、カラマツが優占した人工林が継続していました。それに対し、造林面積に占めるクリーンラーチの比率を90%としたシナリオ(CL90)では、2061年の時点で11-19%とCL30での2101年時点の比率を達成しており、さらに2101年では38-51%まで高まりました。つまり、クリーンラーチの植栽比率が高いシナリオほど早期にクリーンラーチ主体の人工林に移行したため、同じ主伐比率でも炭素吸収量が最大2.6倍異なったと考えられます。

以上より、北海道の計画にあるクリーンラーチの植栽比率においても、炭素吸収量は増加すると予測されました。また、カラマツ類人工林全体の炭素吸収量をさらに増加させるには、クリーンラーチの導入比率の増加の他に、炭素排出に直接影響する伐採材積の調整と、再生林を前提とした主伐の増加が必要と結論づけられました。

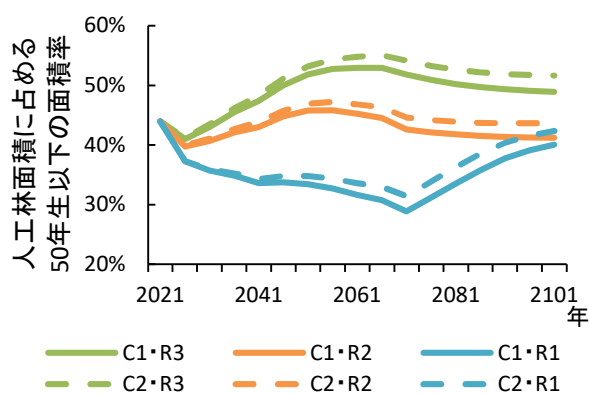


図-4 人工林に占める50年生以下の面積率の推移

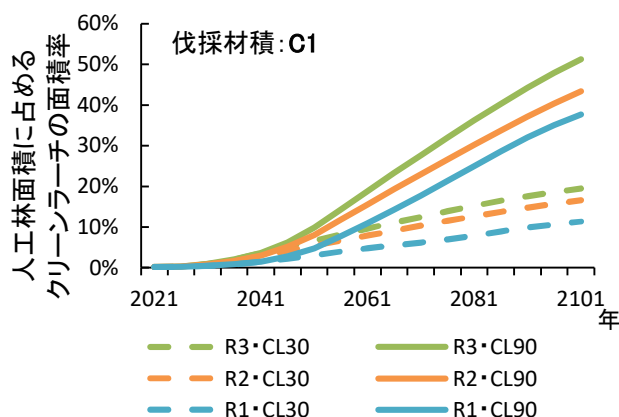


図-5 人工林に占めるクリーンラーチの面積率の推移

おわりに

積極的な主伐と再生林によって人工林を若返らせるのにあわせて、炭素吸収能力の高い品種を導入することは、本稿で対象としたカラマツ類に限らず、他の人工林においても炭素吸収量の増加につながると期待できます。本稿で紹介した研究はこの後発展し、カラマツ類の成長量の地域差や将来の気候変動の影響を考慮した炭素吸収量の予測を行いました。また、トドマツについても実施しました。それらの結果についても、準備が整い次第ご紹介いたします。

引用文献

北海道(2008, 2013, 2018, 2023) 北海道林業統計

北海道(2022a) 北海道森林吸収源対策推進計画:26pp.

北海道(2022b) 北海道採取園整備方針:10pp.

北海道立総合研究機構(2015)戦略研究報告書『新たな住まい』と森林資源循環による持続可能な地域の形成:56-59. https://www.hro.or.jp/upload/1088/3_2_FinalReport_CyclicUtilization.pdf(参照 2025 年 6 月 21 日)

北海道立総合研究機構林業試験場(2018)種苗の品種にこだわる時代がやってきた-グイマツ雑種 F₁ 品種の特定品種「クリーンラーチ」改訂版.

北海道立総合研究機構林業試験場 北海道版カラマツ人工林収穫予想ソフト ver3. 北海道立総合研究機構 <https://www.hro.or.jp/forest/research/fri/develop/keiei/karayosoku.html>. (参照 2025 年 6 月 21 日)

国立研究開発法人 国立環境研究所(2025)日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2025 年

林野庁(2021)森林による二酸化炭素吸収量の算定方法について(林野庁長官通

知)<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/kyushuryosantei.html>. (参照 2025 年 6 月 21 日)

津田高明・滝谷美香・大野靖之(2025)カラマツ人工林のクリーンラーチへの植え替えを考慮したシナリオに基づく炭素蓄積量の長期予測 北方森林研究 73:11-14

山田健四(2022)森林の炭素吸収量はどのように評価される? 光珠内季報 2025:1-5

(森林経営部経営グループ)