

4. 緩和技術候補に関する情報収集およびポテンシャル評価

4.1. 昨年度（2018年度）調査の成果

昨年度の本事業においては、シーズを含めた50の技術項目について幅広い調査を行った。技術項目の類型化や統廃合を経て、最終的に29の技術について、表4.1.1に示す5つの評価項目および指標を用いて、簡易的なポテンシャル評価を行った。

表 4.1.1：技術の評価項目、基準および評価指標

評価項目	基準	評価指標
CO ₂ 排出削減・吸収量増加への貢献度	従来技術の適用時と比べた際のCO ₂ 排出削減・吸収量増加への貢献度合い、排出量または吸収量算定への影響の形（直接/間接、大/小等）、既往のCO ₂ 貢献に関わる報告の有無などより判断。	◎：十分な貢献が見込まれる ○：相応の貢献が見込まれる △：間接的な影響に留まり、貢献度は小さい見込み ×：ほとんど貢献しない見込み -：貢献度の推計困難あるいは情報が無い
技術レベル（開発段階）	ロードマップ等を参考とした、2030年以降の技術レベル（研究・開発、実証、実用化、普及・高度化などの各段階）の見通し。特に2030年の時点で一定程度普及が見込まれるものを評価。	◎：現時点で実用化段階あるいは一部普及が進んでおり、2030年には大幅に普及の見込み ○：現時点で実証段階あるいは5年以内に実用化され、2030年には一定程度普及の見込み △：現時点で研究・開発段階、あるいは一部実証段階、2030年には一部で普及の見込み ×：現時点で研究・開発段階以前。当面、実用化の見込みなし -：情報が無い
導入・普及コスト	従来技術におけるコストとの比較、コストダウンの可能性の有無などより判断。	◎：従来技術並みのコストまで達成可能 ○：従来技術のコストと同等か若干劣る程度 △：従来技術に比べ高コスト ×：高コストあるいは見通しが立たない -：情報が無い
社会受容性	当該技術の利用者あるいは影響を受ける者にとっての安全性、物理的制約等、社会における阻害要因（いわゆる課題）の有無、それらを克服する可能性があるか否か。	◎：阻害要因が無い ○：阻害要因は短期的に克服可能 △：阻害要因は長期的に克服可能 ×：阻害要因の克服が困難であり受容性が低い -：情報が無い
国際展開	日本から技術の輸出、ビジネス展開が可能か、JCMなどの国際貢献によるクレジットの獲得が可能か否か。	◎：海外での市場拡大 ○：地域が限定されるが市場がある △：海外での市場へ限定的 ×：海外での普及は望めない -：情報が無い

最終的に得点化して総合評価を行った結果は、図4.1.1の通りである。

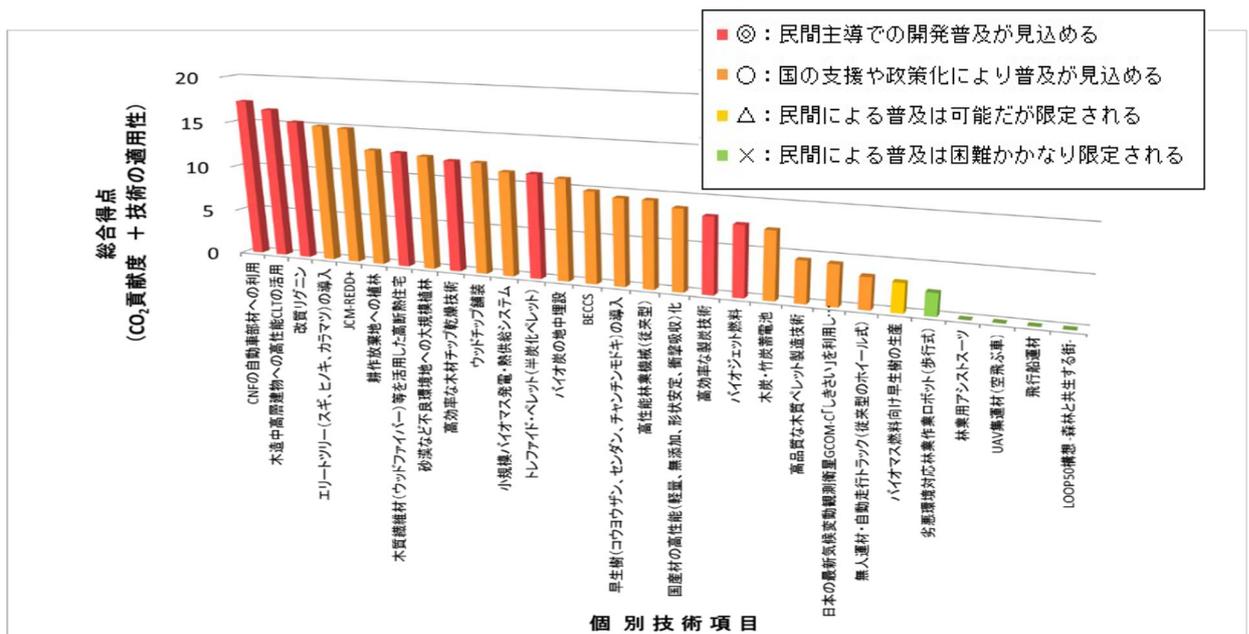


図 4.1.1：各技術の総合評価結果

CO₂ 貢献度や技術の実現可能性の観点から、ポテンシャルが高いと評価されたのは、石油由来素材の代替となりうる木質系素材に関連するもの（「CNF の自動車部材への利用」、「改質リグニン」）、CLT など大規模な木材利用に関するもの（「木造中高層建物への高性能 CLT の活用」）、森林吸収量の増加に直結するもの（「エリートツリーの導入」）であった。

2018 年度調査の課題として、先述の 4 つの技術のうち、「改質リグニン」以外の 3 つについては、CO₂ 貢献度に関する将来予測を行ったものの、入手できる LCA（ライフサイクルアセスメント）データが限られていたこともあり、ライフサイクルの一部の試算に留まるなど、簡易な推計とならざるを得なかった。「改質リグニン」については、LCA データが全く整備されていない状況であった。

このことから、今年度は、貢献度試算の方法について再度整理した上で、追加の情報収集を行う必要があると考えた。また、森林吸収量の確保だけでなく、木材の安定した循環利用や伐採木材製品（HWP）による炭素貯留についても併せて考慮していくことが重要である。

4.2. 緩和技術候補の選定

前項のレビュー結果より、森林吸収量の増加に直結する技術、石油由来素材の代替となりうる木質系素材に関連する技術、CLT など大規模な木材利用に関する技術については、引き続き、森林・林業施策として重点的に組むべきテーマであると考え、テーマを「エリートツリーの導入」、「木質バイオマス由来マテリアルの開発」、「建築分野の木材利用拡大」として、今年度も継続調査を行うこととした。

また、昨年度、情報収集を行い、一定程度の緩和ポテンシャルが評価されたものの、将来推計の試算にまでは至らなかった技術のうち、「耕作放棄地への植林」と「バイオ炭の地中埋設」にも着目した。技術テーマ名を「荒廃農地への植林」と「農地土壌へのバイオ炭の導入」と、より特定化したものに変更し、今年度あらためて取り上げることにした。

さらに、今年度、新たなテーマとして、「低コスト再造林システムの導入」、「土木分野の木材利用拡大」の 2 つを追加した。表 4.2.1 に示す、計 7 つの技術テーマについて、それぞれ情報収集、データ収集、ポテンシャル評価を行った。

表 4.2.1：調査対象の技術テーマ

昨年度（2018 年度）調査	今年度（2019 年度）調査		
技術テーマ （★は試算あり）	継・新	No.	技術テーマ
★エリートツリー（スギ、ヒノキ、カラマツ）の導入	継続	1	エリートツリーの導入
	新規	2	低コスト再造林システムの導入（NEW）
耕作放棄地への植林	継続	3	荒廃農地への植林
★改質リグニン	継続	4	木質バイオマス由来マテリアルの開発
★CNF の自動車部材への利用			
★CLT の中高層建築物への利用拡大	継続	5	建築分野の木材利用拡大
	新規	6	土木分野の木材利用拡大（NEW）
バイオ炭の地中埋設	継続	7	農地土壌へのバイオ炭の導入

4.3. ポテンシャル評価の方法

4.3.1. 情報およびデータの収集

4.2 で選定された7つの技術テーマについて、それぞれ設定されている目標値を、各技術テーマの普及や促進に必要な木材需要量ととらえ、その時系列的な材積量の変化をベースに吸収量の試算を行うこととする。尚、ここでは木材需要量とは、技術テーマが森林整備に関するもの（No.1, 2, 3）である場合は立木材積量とし、木材・木質資源利用に関するもの（No.4, 5, 6, 7）の場合は木材利用量と考える。また、技術テーマが、特に木材利用に関するもので、吸収量や貯留量よりも、生産時の排出削減という観点から効果を評価した方が適している場合、LCA データを用いた評価方法が妥当であり、そのようなケースも踏まえ、各テーマにおいて LCA 原単位データの整備・更新状況についても調査することとした。

上記を踏まえ、各技術テーマにおいて収集すべき情報およびデータは以下の5つとした。

- 技術の概要
- 開発・普及の動向（技術開発における課題、求められている技術）
- LCCO₂（ライフサイクル CO₂）原単位の整備・更新状況
- 技術テーマに関する中長期目標
- 技術テーマに関するポテンシャル評価事例

4.3.2. 試算の方法

4.3.1 で収集した情報およびデータに基づき、緩和ポテンシャルの試算を行う。テーマ毎に適切な試算を行えるよう、ここでは、吸収量あるいは排出削減量を計算するための3つの方法について整理する。

4.3.2.1. 森林吸収量算定式を用いる方法

京都議定書報告や IPCC 気候変動枠組条約報告において使用されている森林吸収量算定式である。森林、土壌、HWP の3つのセクターにまたがる計6つの炭素プールにおける炭素蓄積変化量を算出する。

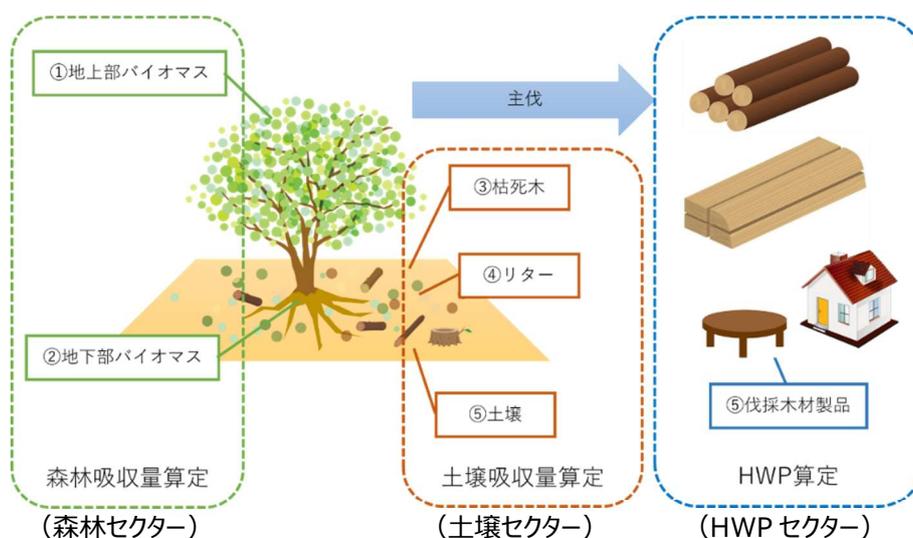


図 4.3.1 : 6つの炭素プール

本調査においては、森林セクターにある「①地上部バイオマス」と「②地下部バイオマス」の 2 つのプールのみ考慮することとする。算定式は表 4.3.1 の通りである。

表 4.3.1 : 森林吸収量算定式

$\begin{aligned} \text{吸収量 (炭素トン/年)} &= \text{幹の体積の増加量 (m}^3\text{/年)} \times \text{拡大係数} \\ &\times (1 + \text{地上部} \cdot \text{地下部比}) \times \text{容積密度 (トン/m}^3\text{)} \times \text{炭素含有率} \end{aligned}$

拡大係数や容積密度といったパラメータの値は樹種によって異なるが、表 4.3.2 には、スギの場合のパラメータ値を示す。

表 4.3.2 : 吸収量算定式で用いる各種パラメータ値 (スギの場合)

拡大係数 (20 年生以下)	1.57
拡大係数 (20 年生以上)	1.23
R/S ratio (地上部・地下部比)	0.25
容積密度 (kg-d.m./m ³)	314
炭素含有率	0.51

4.3.2.2. LCCO₂ アセスメントによる方法

LCA とは、ひとつのモノをつくる際に消費するエネルギーやコスト、環境負荷などを、ライフサイクル毎に評価する方法である。例えば、「建物」であれば、その企画設計から資材調達、施工、運用、改修、解体に至るまで、建物の一生における環境負荷を評価する手法と言える。LCCO₂ は、ライフサイクルにおける CO₂ アセスメントのことで、森林による吸収効果ではなく、木材を利用することによる化石燃料代替効果や材料代替効果を評価する際に適した方法と言える。計算には、各ライフサイクルにおける排出原単位のデータを収集する必要がある。

4.3.2.3. その他

その他、2019 年 5 月に採択された IPCC2019 ガイドライン⁶には、農地土壌へ投入するバイオ炭の炭素貯留効果を算定するための式が新たに追加されたことから、バイオ炭のポテンシャル評価はこれに従って行った。また、いずれの算定方法も適合しない、あるいはデータ入手性などの面から吸収量や排出削減量の算出が困難な場合は、既存文献より収集した情報を参考にポテンシャルを考察した。

⁶ 正式タイトル : 2006 年 IPCC 国別温室効果ガスインベントリガイドラインの 2019 年改良

4.4. 各技術テーマに関する情報収集およびポテンシャル評価

4.4.1. エリートツリーの導入

昨年度の本事業⁷においても、エリートツリーの情報収集、技術評価およびポテンシャル評価を行ったが、昨年度は、現況スギ林の CO₂ 吸収量も含めていたため、現況人工林の齢級構成の影響の中に埋もれてしまい、エリートツリー独自の吸収量への貢献度が不明瞭であった。

今年度は、再植林されたエリートツリーの吸収量の貢献度を明瞭にするため、再植林された面積に限って（現況森林からの吸収量は考慮から省いて）、品種や伐採率を変えて、吸収量への貢献度を分析するとあわせて供給材積量について分析を行った。

⁷ 平成 30（2018）年度森林吸収源インベントリ情報整備事業（長期戦略イノベーション調査）

4.4.2. 低コスト再造林システムの導入

4.4.2.1. 技術の概要

人工林の多くが本格的な利用期を迎え、主伐の増加が見込まれる中、森林の多面的機能を発揮させつつ、資源の循環利用による林業の成長産業化を実現するためには、主伐後の適切な再造林の実施、造林の低コスト化および苗木の安定供給が一層重要になってくる。

近年、原木価格の低迷や、人件費や資材費等のコスト上昇による林業の採算性悪化により、森林所有者が経営意欲を失い、林業経営が継続されないケースも多くなり、主伐後の再造林率は、全国的に停滞している。森林・林業統計要覧 2019 によると、2017 年度の民有林の再造林面積 17,535ha に対し、立木伐採面積（主伐）は 73,508ha であった。データの定義や集計方法が異なるため、実際の再造林率とはならないが、これらのデータを単純に計算すれば、民有林の再造林率は 23.8%となる。森林総合研究所東北支所発行の「東北地方の多雪環境に適した低コスト再造林システムの実用化に向けた研究成果集」においては、東北地域において皆伐後に再造林される面積比率は各県とも伐採面積の 30%程度⁸と見積もられていることや、各県の公表資料（高知県 30~40%⁹、大分県 39%¹⁰、鹿児島県 3 割程度¹¹など）を参照すると、全国的な再造林率は 30%程度とみられる。再造林率の低下や遅れは、将来的に緩和ポテンシャルの大幅な低下につながるため、再造林率を高める方策の導入が求められる。

このような状況を改善するためには、森林経営計画に基づき、計画的な主伐・再造林を推進するとともに、再造林の低コスト化を図り、森林所有者の負担を軽減することが重要である。

低コスト再造林にあたっては、伐採と植栽を同時期に行う一貫作業システムや、コンテナ苗の導入、低密度植栽などが積極的に進められているほか、再造林に必要な優良苗木の増産に向けた体制の構築が図られているところである。

4.4.2.2. 開発・普及の動向

近年、低コスト再造林に関する様々な実証試験が全国各地で行われるようになってきている。都道府県や林業事業者等が主体となって、ガイドラインも整備されつつあり、伐採と再造林を一体的に行うための、伐採事業者、造林事業者、森林所有者の一層の連携が進みつつある。

林野庁では、低コスト造林等技術の導入に向けた取組を支援している。例えば、ノースジャパン素材流通協同組合が実施主体となった岩手県盛岡市の事例¹²（図 4.4.1）では、複数箇所において、伐採と同時並行的な地拵え、低密度植栽、コンテナ苗の導入などを行い、機械・人力別、傾斜別にデータの取得、検証、分析を行った。

⁸ 森林総合研究所東北支所 東北地方の多雪環境に適した低コスト再造林システムの実用化に向けた研究成果集「ここまでやれる再造林の低コスト化—東北地域の挑戦—」（2016）

⁹ 高知県 HP, <http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/030205/2019111300273.html>（公開日 2019 年 11 月 15 日）

¹⁰ 大分県農林水産部 第 1 回次世代の大分森林づくりビジョン推進会議資料「次世代の大分森林づくりビジョンの実現に向けた大分県の取組状況」（2014 年 2 月 12 日）

¹¹ 鹿児島県「未来の森林づくり推進方針～再造林により豊かな森林を引き継ぐために～」（2015 年 2 月）

¹² 林野庁 低コスト造林等導入促進事業成果事例 1「低い再造林率を覆す複数箇所での取組を検証・分析する（岩手県盛岡市）」



図 4.4.1：「低い再造林率を覆す複数箇所での取組を検証・分析する（岩手県盛岡市）」

分析の結果、平坦地、中傾斜地で低コストの傾向はあるものの、コスト高になる箇所もあり、明確な傾向はみられなかったほか、樹種に関係なく、コンテナ苗の植栽経費が裸苗よりコスト高となり、植栽経費における苗木代の圧縮が今後の課題として挙げられた。

森林総合研究所が茨城県つくば市および岡山県新見市で実施した事例¹³では、伐採直後の弾力的な機械の利用やスギ、ヒノキのコンテナ苗導入を行ったところ、茨城県では、作業道沿いのみグラブで地拵えができたものの、それ以外の約 90%は人力での地拵えとなり、一貫作業に伴う地拵え経費の低減効果は小さい結果となったほか、やはりコンテナ苗が高価となる傾向がみられた。岡山県の実証地では、夏季に植栽した苗の生存率のデータが取得されており（表 4.4.1）、今後も継続調査を通して、適切な苗種や植付時期の検討を行うとしている。

表 4.4.1：初期成長調査の結果（岡山県）¹⁴

苗の状況	生存	枯死
コンテナ苗	95%	5%
裸苗	80%	20%
セラミック苗	80%	20%

森林総合研究所が中核機関となって実施した実証研究プロジェクトとしては、九州支所による「スギ再造林の低コスト化を目的とした育林コスト予測手法および適地診断システムの開発」（2009～2012 年）、東北支所による「東北地方の多雪環境に適した低コスト再造林システムの開発」（2013～2015 年）、全国展開で行われた「コンテナ苗を活用した低コスト再造林技術の実証研究」（2014～2015 年）がある。また、2016 年には、「優良苗の安定供給と下刈り省力化による一貫作業システム体系の開発」がスタートしている¹⁵。

4.4.2.3. LCCO₂原単位の整備・更新状況

一貫作業システムやコンテナ苗を導入した低コスト再造林に関わる LCCO₂ データは、現状では確認されていないが、上記に記した通り、従来型と低コスト型の各再造林タイプにおけるコストや成長量の比較・検証を行った事例は複数ある。

石川県農林総合研究センター林業試験場が作成した小冊子「低コスト再造林の進め方¹⁶」では、作業方

¹³ 林野庁 低コスト造林等導入促進事業成果事例 3「一貫作業とコンテナ苗の導入により低コスト林業を目指す（茨城県つくば市）」

¹⁴ 林野庁 低コスト造林等導入促進事業成果事例 3「一貫作業とコンテナ苗の導入により低コスト林業を目指す（茨城県つくば市）」

¹⁵ 森林総合研究所東北支所「低コスト再造林に役立つ“下刈り省略手法”アラカルト」（2019年3月）

¹⁶ 石川県農林総合研究センター林業試験場「低コスト再造林の進め方」よくわかる石川の森林・林業技術 No.16,(2017年3月)

法の改善による作業種ごとの経費とそれらのトータルの経費を従来型と比較している。1,500 本/ha の植栽を想定した場合、地拵え・植栽では苗木代が約 2 倍になるものの、全体では 3 割減となり、下刈りと雪起こしは条件が良ければ半分以下に抑えられ、初期の 10 年間で 110 万円程度の削減が見込まれるとしている。

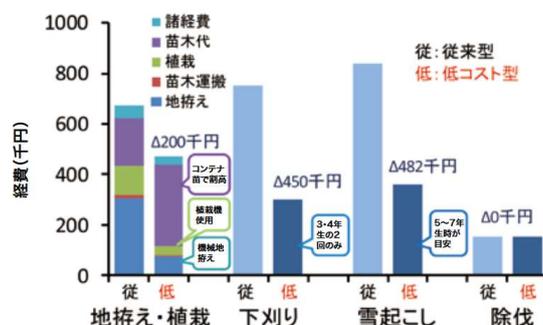


図 4.4.2 : 作業種ごとの経費比較 (1ha あたり)

一般的に人や機械の稼働が少なく、作業が低コストになればなるほど、その省エネ効果により CO₂ 排出は抑えられると考えられ、低コスト再生林の CO₂ 原単位は、従来型に比べ、低くなることが予測される。現状、低コスト再生林システムの中でもコンテナ苗については、裸苗のそれと比べ、導入コストが高くなることが報告されているが、今後の技術開発により改善されていく可能性もあり、LCCO₂ インベントリデータ整備のためには、今後も実証調査に基づく継続的なデータ収集、分析が必要である。

4.4.2.4. 技術テーマに関する中長期目標

「森林・林業基本計画」(平成 28 (2016) 年 5 月)においては、人工林主伐後の再生林の具体的な方策として、造林コストの低減、優良種苗の確保、伐採後の適切な更新を確保するための伐採・造林届出制度等の適正な運用などが挙げられている。

【4.4.2.1 技術の概要】に記載した通り、現在の全国的な再生林率は 30%程度とみられるが、再生林率の改善に向けた具体的な目標値については、各都道府県などで示されている。例えば、青森県では、2023 年度に再生林率 40%、コンテナ苗生産量 75 万本を目指している¹⁷。山形県では、2017 年度、2018 年度の再生林率がそれぞれ 44%、53%と徐々に増加している。2020 年度に再生林率 100%を目標としており、再生林支援制度推進事業を通して森林所有者等への再生林経費の一部支援などを行っている¹⁸。広島県では、再生林支援事業を行っている広島県西部地区森林再生協議会に発電関連の 5 社が新規入会し、負担金の徴収ルートが拡大されたことにより、負担金徴収額は 2017 年度実績の 130 万円から 2019 年度は 570 万円に増え、再生林支援面積は同 5 ha (2017 年度) から 40ha (2019 年度) へと増加する見込みである¹⁹。静岡県では、2017 年度の県内の再生林は 155ha で、2021 年度末までに 500ha に引き上げるという目標を掲げている。

¹⁷ 青森県森林・林業基本方針の概要,

<https://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/nourin/rinsei/files/kihonhousingngaiyou.pdf> (2019 年 3 月 29 日更新)

¹⁸ 令和元 (2019) 年度第 1 回やまがた緑環境税評価・検証委員会資料 1,

<https://www.pref.yamagata.jp/ou/kankyoenergy/050011/midorikannkyou/yamagata-midori-kenminkaigi/r1yamagatamidoriizeiinkai/R1dai2kaimidoriizeiinkai/r1-2siryou1gjjiroku.pdf> (令和元年 8 月 9 日)

¹⁹ 林政ニュース第 602 号 (2019 年 4 月)

4.4.2.5. 技術テーマに関するポテンシャル評価事例

上記の通り、低コスト再造林を促進するための各種取り組みや財政的な支援などは全国的に展開されているものの、再造林率増加が緩和効果にまで及んだ調査事例は確認されていない。

そもそも、現行の森林吸収量算定は、再造林率 100%の前提で計算されており、仮に再造林率を 30%と設定した場合、吸収量は大幅に減少することが予測される。そこで、再造林率の減少が及ぼす影響について検証することは重要である。

4.4.2.6. 緩和ポテンシャルの試算

上記の収集した情報に基づき、再造林率の違いや変化が及ぼす吸収量への影響についてシミュレーションにより試算を行った。

4.4.3. 荒廃農地への植林

4.4.3.1. 技術の概要

農業者の高齢化や後継者不足による農業人口の減少が進み、日本の耕作面積は年々減少を続けている。放置されたままの農地は、耕作放棄地²⁰として拡大しつつあり、平成 27（2015 年）にはその面積は 42 万 ha に達している（図 4.4.3）。

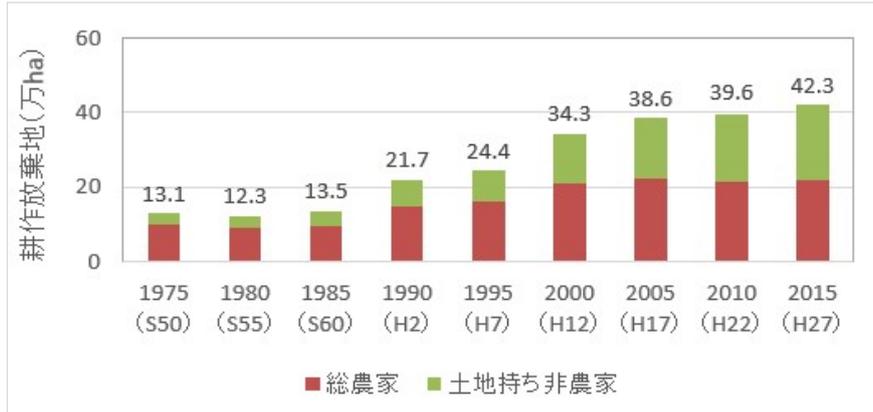


図 4.4.3 : 耕作放棄地面積の推移²¹

耕作放棄地には、農業利用が可能な土地と、農地としての再生利用が困難な「荒廃農地」が存在する。「荒廃農地」は、「現に耕作されておらず、耕作の放棄により荒廃し、通常の農作業では作物の栽培が客観的に不可能となっている農地」²²と定義されている。このような土地について、未利用のまま放置するのではなく、森林として活用することで、水源涵養や生物多様性保全、木材生産、CO₂ 吸収・固定による温暖化防止など、多面的機能を発揮させることも有効な解決策である。

表 4.4.2 は、平成 29（2017）年 1 月から 12 月の間に実施された「荒廃農地の発生・解消状況に関する調査」に基づく、荒廃農地面積等に関する公表結果である。全国における荒廃農地面積は約 28.3 万 ha、このうち、「再生利用が可能な荒廃農地」は約 9.2 万 ha（農用地区域では約 5.6 万 ha）、「再生利用が困難と見込まれる荒廃農地」は約 19.0 万 ha（農用地区域では約 7.7 万 ha）であった。

表 4.4.2 : 2016 年、2017 年の全国の荒廃農地面積²³

	荒廃農地面積計						(参考値)	
	農用地区域	再生利用が可能な荒廃農地	農用地区域	再生利用が困難と見込まれる荒廃農地	農用地区域	再生利用された面積	農用地区域	
平成28年 (2016)	28.1	13.2	9.8	5.9	18.3	7.4	1.7	1.1
平成29年 (2017)	28.3	13.3	9.2	5.6	19.0	7.7	1.1	0.7

²⁰ 以前耕地であったもので、過去 1 年以上作物を栽培せず、しかもこの数年の間に再び耕作する考えのない土地（農林水産省 農業資源調査 用語の解説より）。

²¹ 「農林業センサス累年統計-農業編-（明治 37（1904）年～平成 27（2015）年）長期累年」より

²² 農林水産省「荒廃農地の発生・解消状況に関する調査」

²³ 林野庁 HP「平成 29（2017）年の荒廃農地面積について」

4.4.3.2. 開発・普及の動向

荒廃農地への植林の取り組みは、いくつかの県で実証調査が進められている。

広島県では近年、ヒノキ科の針葉樹「コウヨウザン」の国内最大となる林分が庄原市で確認されている。コウヨウザンは、スギ・ヒノキよりも生長が早く、スギ・ヒノキの約半分程度の年数（約 30 年）で主伐できる可能性があるほか、スギより強くヒノキに近い強度があり、萌芽更新するため主伐後の植栽が不要であるといった、林業としての採算性の高さが着目され、近年、同県内で増加傾向にある荒廃農地への植林を通じた土地の有効活用に向けた取り組みが進められている。2018 年の春以降、県内 3 か所、計 15ha の荒廃農地を含むモデル林を設置し、コウヨウザンの植林から生長過程を継続調査し、採種園・採穂園の造成、荒廃農地を含む植林・育林技術の確立、普及による林業の活性化を目指している²⁴。

また、広葉樹では、植栽してから 20～30 年で木材としての利用が可能なセンダンが荒廃農地への植林樹種として注目されている。広葉樹は通常、スギやヒノキなどの針葉樹と比べて毎年の成長が遅く、幹の曲がりや太い枝が発生しやすいなど、通直な木材の生産が難しいことが課題であるが、センダンは植栽から 15 年で樹高が約 15m 程度（枝下の通直な部分は約 4m 程度）に成長し、胸高直径は約 38cm 程度になる。通直な 4m 材なら 1m³あたりの単価は 4～5 万円を見込め、これは、スギ（約 1 万 3000 円）の 3～4 倍にもなる。熊本県や兵庫県など、西日本において荒廃農地へのセンダン植林が活発に進んでいる。

4.4.3.3. LCCO₂原単位の整備・更新状況

植林に関する LCCO₂ 原単位に関しては、いくつかの研究事例が存在する。古俣²⁵らは、カラマツ林における、地拵え、下刈り、伐捨て間伐、利用間伐、主伐の各プロセスにおける 1ha あたりの CO₂ 排出量と、施業モデルや地拵えタイプ別にカラマツ丸太生産にともなう CO₂ 排出量を算出し、丸太 1m³ あたり、6.1～15.2kg と試算した。また、一重²⁶は、インベントリ分析により、育林作業により 0.3kg、収穫作業により 10.8kg の CO₂ が排出され、国産丸太 1m³あたりの CO₂ 排出量は 11.1kg と算出した。

図 4.4.4 は、上記の LCA インベントリ調査において設定された造林 LCA システム バウンダリを示す。植林・育林段階に発生する、地拵え（Ground clearance/Site preparation）、植付け（Planting）、下刈り（Weeding）、間伐（Thinning）および収穫段階における主伐（Final Cutting）などの各施業を含め、一連のシステムバウンダリとしている。

²⁴ 国土交通省「2018 年とりまとめ」で提示する課題と解決の方向性に係る主な関連事例集，資料 6-4，平成 30（2018）年 6 月

²⁵ 古俣寛隆ら「カラマツ丸太生産における CO₂ 排出のインベントリ分析」Jornal of Life Cycle Assessment, Japan, 2009

²⁶ 一重喬一郎ら「国産丸太のライフサイクルアセスメント事例」木材学会誌 vol.59, No.5, p.269-277(2013)

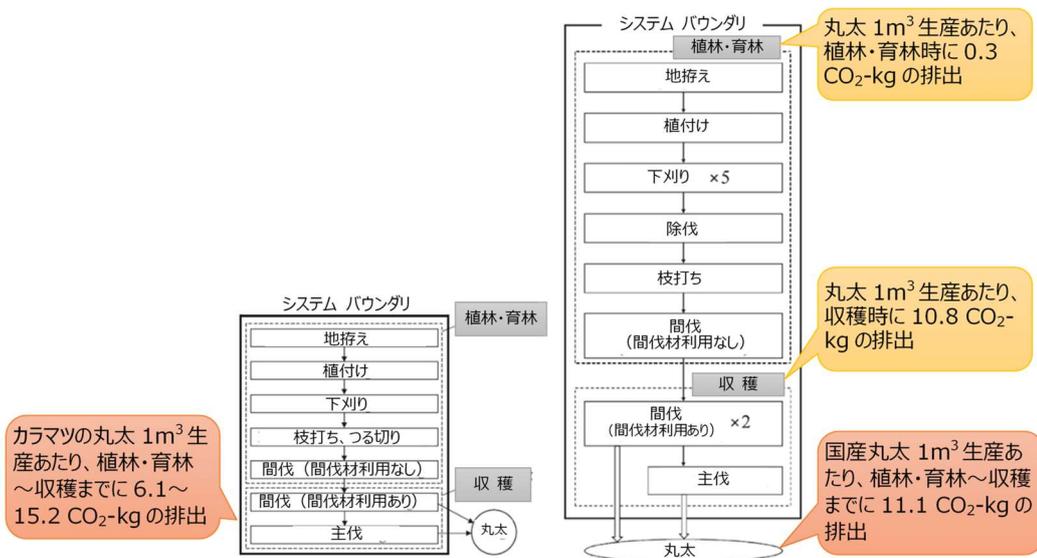


図 4.4.4 : 造林 LCA のシステムバウンダリの例 (左 : 古俣ら⁶, 右 : 一重ら⁷) に追記

一般的に、建築物や家具といった木材製品のライフサイクルには、原料調達、製造（加工）、運搬、運用、廃棄等の各段階がある。植林（地拵え～主伐まで）は、そのライフサイクル中の原料調達段階と捉えることができる。

LCA インベントリ調査によって求められる各段階の排出原単位は、最終的に、木材製品のライフサイクルにおける排出削減や炭素貯留効果を試算するために用いられる。しかしながら、本テーマのように、植林から主伐までに焦点をおいた炭素吸収ポテンシャルを評価する際は、LCA 原単位ではなく、森林の成長に伴うバイオマス量の変化から吸収量を算定するのが一般的であり、ここでも、表 4.3.1 に記載の吸収量算定式に則り、吸収ポテンシャルの評価を行うこととする。

4.4.3.4. 技術テーマに関する中長期目標

「森林・林業基本計画」（平成 28（2016）年 5 月）では、「多様で健全な森林への誘導」を目指す取り組みとして、「再生利用が困難な荒廃農地の森林としての活用」が明記されている。住宅等の周辺で、既に森林化した荒廃農地については、保安林指定により自然環境の有する防災・減災等の多様な機能を発揮させる「グリーンインフラ」として活用する一方、林業としての管理・活用が適当な荒廃農地については、地域森林計画への編入に向けた現況等調査、早生樹種等の実証的な植栽等の取り組みが検討されている。

そのような林地化を目指す荒廃農地の面積について、具体的な数値目標は示されていないものの、平成 29（2017）年調査結果による「再生利用が困難と見込まれる荒廃農地」は約 19 万 ha であることから、この値が植林実施可能な最大の土地面積と捉えることができる。