

気候変動対策としての
公共建築物の木造化の効果

40114028

小川 絢子

長崎大学環境科学部 [環境政策コース] 卒業研究

2017 年度

指導教員：松本健一

要旨

我が国は、気候変動対策として公共建築物を新たに整備する際に木材の利用促進を行っている。平成 22 年に促進法が施行され、各都道府県においても方針が策定された。現状の公共建築物は、木造率が低く木材の利用が低位にとどまっていることから、木材の利用の拡大を図る余地が大きく分析を行った。まず、公共建築物の整備に利用された木材の炭素固定量について分析した。促進法が制定されたことにより潜在的な木材の需要が期待できる。国が率先して木材利用に取り組むことで、地方公共団体や民間事業者にも主体的な取り組みを促し、木材の需要拡大を狙っている。木材を建材として利用することは、長期にわたって炭素を社会に固定することが可能となる。エネルギーを多く消費して製造された資材や化石燃料の代わりに利用されることで、CO₂の排出を抑制でき気候変動対策として有効であると言える。

本研究では、気候変動対策としての公共建築物の木造化の効果も明らかにするため、促進法制定後の平成 23 年度から平成 28 年度までの国と回答を得られた都道府県が公共建築物の木造化に用いた木材量を用いて以下の分析を行った。まず、公共建築物の整備に利用された木材の炭素固定量について分析した。次に、公共建築物が木造、SRC 造、RC 造、および S 造の各種住宅構造であった場合を仮定して、建築時における CO₂ 排出量を比較分析した。さらに、それら CO₂ 排出量が日本の年間の CO₂ 排出量に与える影響について分析した。その結果、木造は利用された木材の炭素固定量が建材製造時の CO₂ 排出量を上回っているため、建材製造時の CO₂ 排出量を全て炭素固定しているだけでなく、年間の CO₂ 排出量の一定量を建材中に炭素固定していることが明らかになった。公共建築物の木造化は、整備に利用された木材の炭素固定量が建材製造時の CO₂ 排出量を上回っているため、年間の CO₂ 排出量を吸収していることより気候変動対策として有効であることが明らかとなった。さらに地方公共団体や民間事業者にも主体的な木材の利用を促し、住宅など一般建築物への木材の利用が増加すると、木材の炭素固定量も増加し気候変動対策としても効果が大きくなると言える。以上の結果を踏まえて、木材の生産から建築、解体、および建材を廃棄するまでの総合的な方針の設定をし、公共建築物の木造化に関して林野庁や各都道府県が連携しあう体制を作ることにより気候変動対策としての公共建築物の木造化の効果が強まると考える。

本研究では回答を得られなかった地方公共団体が行った公共建築物の木造化に用いられた木材量の全てのデータを用いて分析を行うことが本研究の課題である。

目次

第1章 序論.....	1
1-1 背景・論点.....	1
1-2 公共建築物等における木材の利用促進に関する法律.....	3
1-2-1 国による公共建築物等における木材の利用促進に関する政策.....	3
1-2-2 都道府県による公共建築物等における木材の利用促進に関する政策.....	4
1-3 先行研究.....	5
1-4 目的・意義.....	7
1-5 論文の構成.....	7
第2章 研究方法.....	9
2-1 公共建築物の炭素固定量.....	9
2-2 公共建築物を木造以外で建築した場合のCO ₂ 排出量.....	11
第3章 研究結果・考察.....	15
3-1 年度ごとの炭素固定量.....	15
3-2 各種住宅構造におけるCO ₂ 排出量についての分析の結果と考察.....	16
第4章 結論・課題.....	19
4-1 本論文のまとめ.....	19
4-2 結論.....	20
4-3 今後の課題.....	21
参考文献.....	23
謝辞.....	27
付録	

図表目次

図 1-1	温室効果ガス排出量・吸収量.....	2
図 3-1	公共建築物の整備に利用された木材に固定されている炭素量.....	15
表 2-1	年度ごとの総木材使用量.....	10
表 2-2	各材料製造時における 1m ³ あたりの炭素排出量.....	12
表 2-3	床面積 1m ² あたりの各種住宅構造における主要構造材料の投入量.....	13
表 3-1	各種住宅構造における建材製造時の CO ₂ 排出量.....	16

第1章 序論

1-1 背景・論点

地球温暖化の主な原因は、大気中の温室効果ガスの増加である。我が国の約束草案（平成31年以降の新たな温室効果ガス排出削減目標）では、技術制約・コスト面の課題等を十分に考慮した裏付けのある対策・施策や技術の積み上げによる実現可能な削減目標として、国内の排出削減・吸収量の確保により、2030年に平成25年度比-6.0%（平成17年度比-25.4%）の水準（約10億4,200万t-CO₂）とした（地球温暖化対策推進本部，2015）。また、平成24年に閣議決定された第四次環境基本計画においては、温室効果ガスを2050年には約3億t-CO₂にまで削減するという目標が設定された。

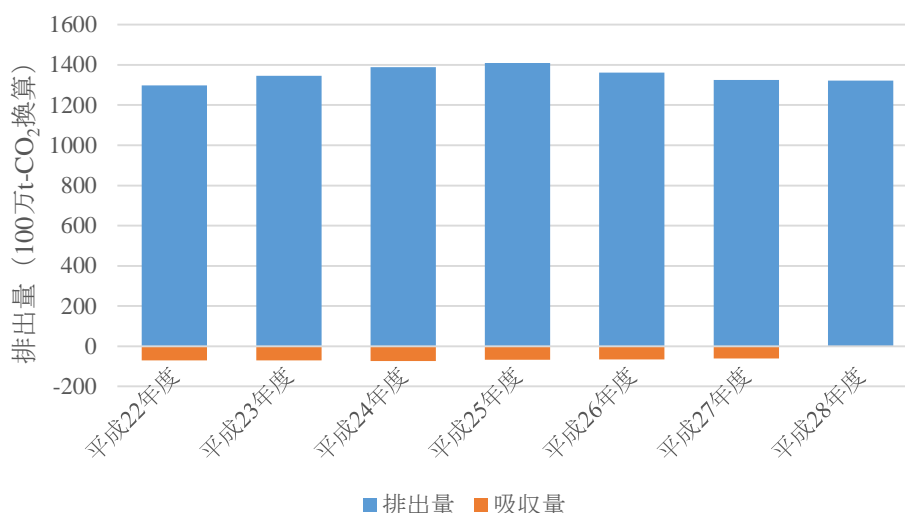


図 1-1 温室効果ガス排出量・吸収量（環境省（2017）と国立環境研究所地球環境研究センター（2017））に基づき筆者が作成）

注：温室効果ガスの吸収量に関しては、平成27年度までしかデータが公開されていないため平成28年度のデータは図に反映していない。

我が国の温室効果ガス排出量の推移として、平成22年度から平成28年度までの温室効果ガス排出量と、土地利用の変化および林業による温室効果ガス吸収量を図1-1に示す。温室効果ガス排出量は平成23年度から平成25年度までは増加し続け、平成25年度から平成28

年度までは減少傾向にある。平成25年度から平成26年度にかけて排出量が減少した理由は、電力消費量の減少や再生可能エネルギーの利用が進んだことにより、発電に伴う二酸化炭素（以下、CO₂）量が減少したためである（環境省，2017）。

パリ協定では、気候変動という緊急の脅威に対し、利用可能な科学上の知識に基づき効果的かつ進歩的に対応することが必要であることを認めており、条約に規定する温室効果ガスの吸収源および貯蔵庫を保全し、および適当な場合には強化することの重要性を認めている。その中でも第5条において、「締約国は、温室効果ガスに吸収源および貯蔵庫（森林を含む。）を保全し、および適当な場合には強化するための行動をとるべきである」と示している。森林を劣化・減少させることのないよう持続可能な森林経営をすることと、森林の炭素蓄積能力の向上をはかることも重要視している。

植物のうち、草本類は短期間に枯死・分解されCO₂が排出されるのに対し、森林を構成する樹木は幹や枝という形で炭素が長期間貯蔵されることから、CO₂の吸収および炭素の貯蔵機能が高い。そして木材には、多量の炭素が固定されている。木材を長期で利用することで炭素を長期間にわたって貯蔵し、木材に固定される炭素の蓄積の増大を図ることで、低炭素社会の実現に貢献することが期待される。加えて、木材は断熱性・調湿性に優れ、紫外線を吸収する効果が高い性質を有するほか、製造時のエネルギー消費が小さい（林野庁，2017b）。さらに、木材は再生可能な資源であり、エネルギー源として燃やしても大気中のCO₂濃度に影響を与えないカーボンニュートラルな特性を有する資源である。さらに、近年、新たな木質部材に関する技術開発の進展も見られ、建築物における木材の利用について新たな可能性も広がりつつある（林野庁，2017a）。

建材として木材を利用することは、快適で健康的な住環境等の形成に寄与するだけでなく、森林という再生可能な資源の有効利用であるとともに、木質ボード等としての再利用や最終段階での燃料としての利用も可能となる（林野庁，2017b）。また、建材として利用することは、長期にわたって炭素を社会に固定することが可能である（小野他，2017）。木材は住宅や家具等に利用されることで、炭素を貯蔵する「第2の森林」として都市にもう1つ森林をつくることと同様の効果がある（林野庁，2017b）。さらに、エネルギーを多く消費して製造された資材や化石燃料の代わりに利用されることで、CO₂の排出を抑制することから、気候変動対策として有効であると言える。

林野庁（2010a）では、木材に固定された炭素が長期間にわたって貯蔵されるように、建築物等の資材からボードや紙等としての利用を経て、化石燃料を代替する燃料として利用する

という多段階での木材利用を進めることが理想であるとし、第 1 段階では建築物としての利用が望ましいと示した。また、政府が平成 21 年に施行した長期優良住宅の普及の促進に関する法律でも、配慮事項に木材の利用を含めることで木材の長期利用推進を図っている。木材を建築物に利用すると、木材の持つ炭素固定能力をよく発揮させることが可能となるため、木材に固定されている炭素を長期で固定するには、建築物としての利用が適していると考えられる。

建築物に木材を利用することは企業においても進められている。ローソンでは、店舗の構造や内装に木材を使用する事例がある。ローソンは、平成 30 年 1 月 19 日に断熱性の高い国産スギの直交集成板を使用した木造の環境配慮モデル店舗を群馬県館林市にオープンした。直交集成板を使用し建物の断熱性能を向上させることで、空調設備の負担を軽減させ、省エネルギー・省 CO₂化を実現する（環境ビジネスオンライン、2018）。

1-2 公共建築物等における木材の利用促進に関する法律

1-2-1 国による公共建築物等における木材の利用促進に関する政策

我が国は、気候変動対策として公共建築物を新たに整備する際に木材の利用促進を行っている。平成 20 年度において、総床面積 7.5%と木造率が低かった公共建築物にターゲットを絞り、平成 22 年に「公共建築物等における木材の利用促進に関する法律」（以下、促進法）が施行され、各都道府県においても方針が策定された。その目的は、公共建築物等における木材利用の促進である。また、公共施設の木造化・木質化による良好な景観を形成することも目的として挙げられる。その意義は、公共建築物における木材の利用の促進が林業の再生や森林の適正な整備・地球温暖化の防止等に貢献することや、過去の非木造化の考え方を可能な限り木造化・内装の木質化を図るとの考え方に転換させることである。

現状の公共建築物は、木造率が低く木材の利用が低位にとどまっていることから、木材の利用の拡大を図る余地が大きく、促進法が制定されたことにより潜在的な木材の需要が期待できる。戦後に植林された人工林の利用が低調であり木材価格も低迷している現状において、国産木材の需要を拡大することは、林業の再生を通じた森林整備につながり、森林の有する多面的機能の持続的な発揮や山村をはじめとする地域の経済の活性化にも資するものである（林野庁、2018）。

低層の公共建築物については、原則として全て木造化を図っており、備品や消耗品としての木材の利用を促進するほか、暖房器具等への木質バイオマス燃料の導入にも努めている。このようにして国が率先して木材利用に取り組むとともに、地方公共団体や民間事業者にも国の方針に即して主体的な取り組みを促し、木材全体の需要を拡大することを促進法の狙いとしている（林野庁、2017a）。さらに、その取り組み状況や効果等について国（林野庁）や都道府県が積極的に情報発信を行うことにより、木材の特性やその利用の促進の意義について効果的に国民の理解を醸成することができる。

1-2-2 都道府県による公共建築物等における木材の利用促進に関する政策

平成 22 年に促進法が制定されてから、都道府県においても県別の方針を示し木材の利用促進のための政策が実施されている。しかし、都道府県による気候や土地状況の違いによってその内容は異なり、実行度合いにも差が生じている。

筆者がデータ収集した都道府県の中で、最も古くから公共建築物の木造化を行っていたのは岩手県である。岩手県では、木材利用の拡大を通じて森林・林業の活性化を図る観点から、2003 年に町内の関係部局で構成する岩手県公共施設・公共工事木材利用推進本部を設置し、「岩手県公共施設・公共工事木材利用推進行動計画」を策定した。県が行う公共施設および公共工事において木材利用を推進している。岩手県では、平成 29 年度から平成 31 年度を計画期間とした第 5 期計画（岩手県、2017）が策定された。岩手県では森林資源が本格的な利用期を迎えており、県内の木材需要量は、平成 22 年以降東日本大震災による復興需要などにより 5 年連続で増加している。（岩手県、2017）。木材需要量に対する県産材の比率（県内木材自給率）は、昭和 40 年代後半から 60%前後で推移してきたが、合板工場等における国産材への原木転換が進んだため、平成 19 年から増加し、近年は 80%台の高い水準で推移している。

反対に、筆者が収集したデータの中で最も木材の利用量が少なかったのは、沖縄県である。平成 24 年に沖縄県農林水産部と土木建築部により制定された「公共建築物における木材の利用の促進に関する沖縄県方針（沖縄県、2012）」は、県が実施する公共建築物の整備について、木材の利用を促進するなどの基本的な事項を定めるとともに木材利用を通じた循環型社会の実現に資することを目的としている。沖縄県における建築物の大きな特徴として、木造率が全都道府県で最も低いのに対し鉄筋コンクリート造率が高いことが挙げられる（知念・芝、

2015)。このような低調な木造住宅の着工数について、篠原（2000）は沖縄県が台風の常襲地域に位置していること、高温多湿であるためシロアリの被害が多いこと、そして戦後の米軍による住宅政策等がその背景にあると指摘している。このような地域特性から公共建築物の木造化においても進んでおらず、事例もほとんど見られない。平成 22 年度に東村の保育所にて 97.2m³を使用した実績のみである¹。

1-3 先行研究

気候変動対策としての木材利用に関して、さまざまな観点から研究がなされてきた。木材の長期利用に関する研究としては、矢ヶ崎・浅野（2016）と有川他（2011）等がみられる。矢ヶ崎・浅野（2016）では、部山岳域での木造住宅の炭素固定効果を推定することにより現時点での炭素ストック量、木造集宅着工数が現状のまま推移した場合の炭素ストック量の推移を示した。2043 年までの木造住宅ストック量の将来推計によって、木造住宅ストック量は減少し続けることが明らかとなり、対策として国産材利用率の向上や住宅の長寿命化が挙げられている。有川他（2001）は、和歌山県域でのマテリアルストック・フローを考慮し、住宅用木材の需給量が人工林の炭素固定に与える影響について定量化し、2050 年までを対象としたシナリオ分析を行った。そして長寿命型住宅の導入数を増やすことと木材需要量が多い住宅の導入数を増やすことで住宅への炭素固定量が増加することを示した。

木材の炭素固定能力に関する研究として、高口・尾島（2001）は、CO₂ 固定能力（1 年間の幹材積増加量を CO₂ 固定量に換算したもの）は樹齢 25 年付近でピークを迎え、CO₂ 固定効率（幹材積/樹齢を CO₂ 固定量に換算したもの）は樹齢 50 年をピークに低下し始めるとしている。

木材のライフサイクルに関する研究として、小林・若林（2016）と松場他（2014）等が見られる。小林・若林（2016）では、全国および広島県について、マテリアルフロー分析結果をもとに木材のライフサイクルにおける材料調達・生産・加工・流通・消費の各課程での環境影響評価を実施した。その結果、全国・広島県ともにライフサイクルにおける CO₂ 排出量は地球温暖化に起因する影響が大きいことが示された。松場他（2014）では、長野県東信地域のカラマツを使用した集成材の生産段階でのライフサイクルアセスメント（以下、LCA）調査

¹ 沖縄県庁農林水産部森林管理課への問い合わせによる。

を行い、建築用木材として住宅に使用された場合の炭素収支割合を分析した。その結果、縦継のある集成材の電気や燃料消費による炭素放出の割合が多くなり、その原因として木質バイオマスボイラーで乾燥を行うために、集成材が占める原木利用用途の割合が多くなったことを示した。

木造住宅建設時に使用される木材製造時の CO₂ 排出量が気候変動に与える影響についての研究として、高村他（2014）は新潟県全域を範囲とした LCA 調査を行った。新潟県産スギを木造住宅に使用した場合の CO₂ 排出量およびカーボンバランスを算出し、製材 1 m³ 製造時における CO₂ 排出量の差が住宅 1 棟分の CO₂ 排出量に与える影響について検討した。その結果、新潟県産スギ 1 m³ 製造時における CO₂ 排出量の差は大きかったが、その差が木造住宅建設時の CO₂ 排出量に与える影響はごくわずかであると明らかにした。また、今後の課題として、住宅を建築する時の CO₂ 排出量について木造住宅と非木造住宅との比較を行う必要があるとしている。

木造建築物の LCA に関しては、酒井他（1996）と天野・加用（2004）等がみられる。酒井他（1996）では、建築物の資材生産から施工・運用・廃棄に至るまでのライフサイクル全般にわたって、大気中に排出される CO₂ 排出量を推定する手法を検討した。さらにその手法を用いてモデル的建築物についてライフサイクルの CO₂ 排出量を試算し、建築物の運用段階での削減が最も重要であると明らかにした。

天野・加用（2004）は、国内の建築分野を対象とした木材のマテリアルフロー分析に基づいて、建築木材に関わる炭素収支評価を長期的な時間スケールで検討した。その結果、建築木材の生産および輸送過程で消費される化石燃料による炭素放出量のうち 41% が輸入材輸送過程における排出であったことから、輸入材を国産材に代替すると炭素放出量を削減できることが示された。さらに、建築物の平均耐用年数である 30 年を伐採後の植林による育林期間と仮定すると、将来的に解体・廃棄された際の建築木材そのものによる炭素放出量は、この育林期間中の炭素吸収量で相殺され炭素放出にはならないことが確認された。

このように、気候変動対策としての木材利用に関してはさまざまな観点から研究がなされてきたが、国や都道府県が行う政策に関する研究は少ない。その中でも、公共建築物の整備時に木材利用を推進している「公共建築物等における木材の利用促進に関する法律」に関する研究はさらに少ない。山中他（2015）では、高知県内で平成 1 年度から平成 22 年度までに施工された木造公共建築物 39 施設の整備に使用された木材に関する書類調査を実施した。その結果、木造公共建築物を整備する上で必要となる木材の質や種類、ライフサイクル

マネジメントを考慮した設計が必要であるとした。本研究は、既に整備されている公共建築物を対象にしている点で、山中他（2015）とは異なる。青井（2009）では、公共建築物を木造で建築する場合の課題として、木造の建築コストが不透明であること、自治体の建築・営繕担当者の経験や技量の不足について挙げ、その解決策について提案している。本研究は、気候変動対策として公共建築物の木造化を取り上げている点で、青木（2009）と異なる。早川（2015）では、中・大規模の公共建築分野において、発注者や設計者が木材を選定し設計・調達する際の課題の実態調査を実施し、従来個別に議論されてきた木材の発注者や建築物の設計者の木材への知識不足を、建築生産プロセスの視点から俯瞰的に明らかにした。本研究は、低層の公共建築物に関しても分析対象としている点において異なる。

そのため本研究では、この法律が気候変動対策としてどれだけの効果を出しているか、使用された木材に固定されている炭素量から分析を行う。また、高村他（2014）で今後の課題として挙げられた木造住宅と非木造住宅の比較を、公共建築物の整備に利用された木材量をもとに分析する。

1-4 目的・意義

本研究の目的は、気候変動対策としての公共建築物の木造化について分析し、その効果を明らかにすることである。そして、促進法が気候変動対策としてさらに有効になるよう提案をする。まず、公共建築物の木造化に利用された木材量の炭素固定量を求める。次に、木造と非木造で整備した場合を比較分析する。さらに木造と非木造で整備した場合の温室効果ガス排出量が日本の年間のCO₂排出量に与える影響について分析する。

本研究の意義は、本分析より明らかとなった気候変動対策としての公共建築物の木造化の効果が、今後建築物を整備する際の木造化の促進に寄与することである

1-5 論文の構成

本論文の構成は以下の通りである。

第2章では、研究方法について述べる。第3章では、公共建築物の木造化に利用された木材の炭素固定量に関する分析結果と、平成23年度から平成28年度までに木造で建築された公共建築物が、非木造で建築されていたと仮定した場合に排出される温室効果ガス量を算出

し比較した分析結果を示す。さらに木造と非木造で整備した場合の温室効果ガス排出量が日本の年間の CO₂ 排出量に与える影響について分析結果を示す。それらの分析から、得られた結果を考察する。そして第 4 章では、第 3 章までのまとめ、本研究の結論、および今後の課題について述べる。

第2章 研究方法

本研究では、まず年度ごとの公共建築物の整備に使用された総木材量に固定されている炭素量について分析する。次に平成23年度から平成28年度までに木造で建築された公共建築物が非木造で整備されていた場合を仮定し、木造、鉄骨鉄筋コンクリート造（以下、SRC造）、鉄筋コンクリート造（以下、RC造）、および鉄骨造（以下、S造）において建築時のCO₂排出量について比較分析を行う。さらに、木造と非木造で整備した場合の温室効果ガス排出量が日本の年間のCO₂排出量に与える影響について分析をする。以上の分析結果より、気候変動対策としての公共建築物の木造化の効果について考察する。

2-1 公共建築物の炭素固定量

木材の炭素固定量についての算定には、次の式(1)を利用する(林野庁, 2011a)。

$$Y = x \times t \times c \times (44/12) \quad (1)$$

Y : CO₂貯蔵量 (t-CO₂)、 x : 木材使用量 (m³)、 t : 木材密度 (t/m³)、 c : 木材の炭素含有率

木材の炭素含有率は、松本(2001)に基づく。木材の炭素含有率は、樹種によって多少の差はあるものの、その差異はわずかであることから、炭素含有率の差異による炭素蓄積量の推定への影響はほぼないと考えられる。また、おおむね炭素が50%、水素が6%、酸素が43%であり、一般的に0.5が使用されるため本研究でも0.5を利用する。木材密度に関しては、付録A-1に記載してある数値を使用する。樹種によって幅が大きいため、平均値・最低値・最高値の各値を用いて分析する。平均値は、全ての樹種の木材密度を足し樹種数で割って求めた。平均値は、0.448である。最低値はキリの0.234、最高値はクヌギの0.668を使用する。木材密度の詳細は、付録A-1を参考にする。CO₂換算係数は、環境省(2015)に基づく。木材の炭素固定量にCO₂換算係数である44/12を乗じてCO₂固定量に変換する。

表 2-1 年度ごとの総木材使用量（単位：m³）

	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度
林野庁	9511	5002	6695	2705	2327	0
北海道	1723.55	1048.23	844.23	4345.93	2298.38	918.67
青森	-	-	-	-	-	-
岩手	52153	8292	4687	4831	8722	7581
宮城	-	-	-	-	-	-
秋田	0	1444	282	376	2102	0
山形	52.95	790.14	45.92	3225.263	1166.12	0
福島	-	-	-	-	-	-
茨城	-	-	-	-	-	-
栃木	0	1487	1732	1918	1426	1536
群馬	-	-	-	-	-	-
埼玉	0	438.91	1125	57.4	669.08	199.7
千葉	0	12	9	5	0	312
東京	-	-	-	-	-	-
神奈川	247.61	3.81	73.67	373.2	59.54	34.15
新潟	131	253.8	125.8	230.6	131.6	145.5
富山	-	-	-	-	-	-
石川	0	0	0	0	715.6	954.6
福井	0	77	224	46	193.6	169.88
山梨	3378.79	6118.33	7101.15	7086.69	3731.04	4268.77
長野	1722.6	1060.14	865.63	3711.67	0	0
岐阜	410	1100	0	0	0	0
静岡	-	-	-	-	-	-
愛知	2463	3182	3239	1819	1735	2064.1
三重	0	0	0	2057.4	2432.6	3677.7
滋賀	13665.35	1606	1643	1699	1436.66	0
京都	390	476	617	635	443	1417
大阪	864	1246	1906	1060	1185	0
兵庫	-	-	-	-	-	-
奈良	0	162.78	133.79	192.16	22.03	0
和歌山	-	-	-	-	-	-
鳥取	463	269	334	561	490	0
島根	-	-	-	-	-	-
岡山	0	308.9	0	660.1	1111.44	514.49
広島	4209	5678	6017	2656	4543	2257
山口	3390	3374	4908	3146	3279	2808
徳島	0	0	0	0	0	0
香川	-	-	-	-	-	-
愛媛	1249	489	624	726	952	254
高知	0	0	0	0	0	1540
福岡	0	114879	169381	179804	225909	366352
佐賀	-	-	-	-	-	-
長崎	0	0	647.591	102.55	0	0
熊本	10141	13560	25330	38421	5370	13044
大分	0	3606	3160	3445	3134	1798
宮崎	294.04	404.26	461.41	256.05	63.6	95.76
鹿児島	533	2666	3368	2025	0	0
沖縄	-	-	-	-	-	-
合計	106991.89	179034.3	245580.19	268177.01	276448.29	430519.22

注：合計とは、回答のあった林野庁と都道府県の合計である。本研究では、林野庁と各都道府県に問い合わせを行い、データ収集を行った。

林野庁と 47 都道府県に公共建築物の整備に利用された木材量について問い合わせをしたところ、林野庁と 35 都道府県より回答を得た（表 2-1）。本研究では、促進法が制定された平成 23 年度以降のデータを使用する。回答を得られた都道府県を黒字、回答を得られなかった都道府県と回答を得られたが本研究の対象年度はデータがなかった都道府県を網掛けで表記する。表 2-1 中に「-」を表記している箇所は、本研究の対象とならない都道府県である。

平成 23 年度の数値が低い理由は、促進法が制定されてからすぐに県での方針を定められなかった県があるからであると考え。また、計画段階で年度内に公共建築物の整備が終了しなかったものもあるからだと考え。

2-2 公共建築物を木造以外で建築した場合の CO₂ 排出量

木材は鉄やコンクリートに比べ、材料製造時の炭素放出量が少ない省エネルギー材である（文部科学省，2010）。そのため、木材を積極的に利用することは、環境への負荷を低減することに繋がる。

式 (2) によって、各種住宅構造別の CO₂ 排出量を求める。平成 23 年度から平成 28 年度までに整備された公共建築物が、非木造で整備されていたと仮定した場合の CO₂ 排出量について求めことができる。それによって、公共建築物を木造で整備した場合と SRC 造、RC 造、および S 造で整備された場合の比較分析を行う。

$$U_i = a_i b + d_i e + f_i g \quad (2)$$

U : 各種住宅構造別 CO₂ 排出量 (t-CO₂/m²)、 a : 床面積 1m² あたりの木材の投入量 (m³/m²)、 b : 1m³ あたりの木材製造時の CO₂ 排出量 (t-CO₂/m³)、 d : 床面積 1m² あたりのコンクリートの投入量 (m³/m²)、 e : 1m³ あたりのコンクリート製造時の CO₂ 排出量 (t-CO₂/m³)、 f : 床面積 1m² あたりの鋼材の投入量 (m³/m²)、 g : 1m³ あたりの鋼材の製造時の CO₂ 排出量 (t-CO₂/m³)、 i : 住宅構造

表 2-2 は、木質資源・鋼材・コンクリートの製造時における 1m³ あたりの炭素放出量について示す。表 2-2 の木材に関しては、日本で建築用木材として使用されているうち 85.3%が製材・集成材であり、14.7%が合板であること（林野庁，2011b）と、建築用製材品に占める人

工乾燥剤の割合は3割程度であること（林野庁，2013）から、表 2-2 のデータを踏まえると木材製造時における 1m^3 あたりの炭素放出量は $0.058\text{t-CO}_2/\text{m}^3$ となる²。

木材製造時の炭素放出量が $0.058\text{t-CO}_2/\text{m}^3$ であることから、非木材の方が 1m^3 の木材製造時に排出する炭素量が多いことがわかる。例えば、鋼材は、木材の約 9 倍の排出量である。それに対して、コンクリートは木材の約 2 倍である。このことから、建材としては木材を利用することで CO_2 排出量を削減でき、鋼材よりもコンクリートを利用した方が、 CO_2 排出量を削減できる。

表 2-2 各材料製造時における 1m^3 あたりの炭素放出量（単位： $\text{t-CO}_2/\text{m}^3$ ）

	種類	炭素量 (CO_2)
木材	天然乾燥製材	0.016
	人工乾燥製材	0.1
	合板	0.156
	パーティクルボード	0.224
非木材	鋼材	5.32
	コンクリート	0.12

文部科学省（2010）に基づき筆者が作成

表 2-3 は、床面積 1m^2 あたりの各種住宅構造における主要構造材料の投入量を示している（ウッドマイルズ研究会，2008）。木造、SRC 造、RC 造、および S 造に分けて、材料の投入量が表記されている。各住宅構造に投入されている主要構造材料の量を求めるために、まず木造における木材投入量を基準として、表 2-1 で年度ごとに合計値として示した木材量が投入されている床面積を計算する。面積は、 461171.9m^2 となる。ただし、表 2-3 の鋼材は単位が重量 (t) で表記されているので、鉄の単位体積あたりの重量である $7.85\text{t}/\text{m}^3$ （山本，1999）を用い、体積を出す。そして、面積を用いて公共建築物が各種住宅構造で整備されていたと仮定した場合の木材、コンクリート、および鋼材の投入量を求める。例えば、平成 23 年度の公共建築物に整備された木材量は 10699.89m^3 であり投入された面積は 461171.9m^2 と計算できる。そして、表 2-2 と表 2-3 を用いて計算すると、木造の場合、コンクリートの投入量は 88545.01m^3 、鋼材の投入量は 704.976m^3 となる。

² $(0.1\text{t-CO}_2/\text{m}^3 \times 0.3 + 0.016\text{t-CO}_2/\text{m}^3 \times 0.7) \times 0.853 + 0.156\text{t-CO}_2/\text{m}^3 \times 0.147 = 0.058\text{t-CO}_2/\text{m}^3$

表 2-3 床面積 1m²あたりの各種住宅構造における主要構造材料の投入量

資材名	単位	木造	SRC 造	RC 造	S 造
木材	m ³	0.232	0.02	0.022	0.009
コンクリート	m ³	0.192	0.844	0.858	0.354
鋼材	t	0.012	0.170	0.116	0.129

ウッドマイルズ研究会（2008）に基づき筆者が作成

第3章 研究結果・考察

本研究では、促進法によって整備された公共建築物に利用された木材量を用いて、以下の分析をした。最初に、表 2-1 を用いて公共建築物の木造化に使用された木材にどれだけ炭素が固定されているかを示す。次に、表 2-1 の利用木材量を用いて木造と非木造（SRC 造、RC 造、および S 造）の各種住宅構造における建材製造時の CO₂ 排出量について比較分析した結果を示す。さらに、それら CO₂ 排出量が日本の年間の CO₂ 排出量に与える影響についての分析結果を示す。そして最後に、公共建築物の木造化が気候変動に及ぼす影響についての考察を記した。

3-1 年度ごとの炭素固定量

まず、式 (1) を用いて公共建築物の整備に利用された木材量に固定されている炭素量について、年度ごとに図 3-1 に示す。本研究では、平成 23 年度から平成 28 年度の 6 年間において、平均値・最低値・最高値を計算した。

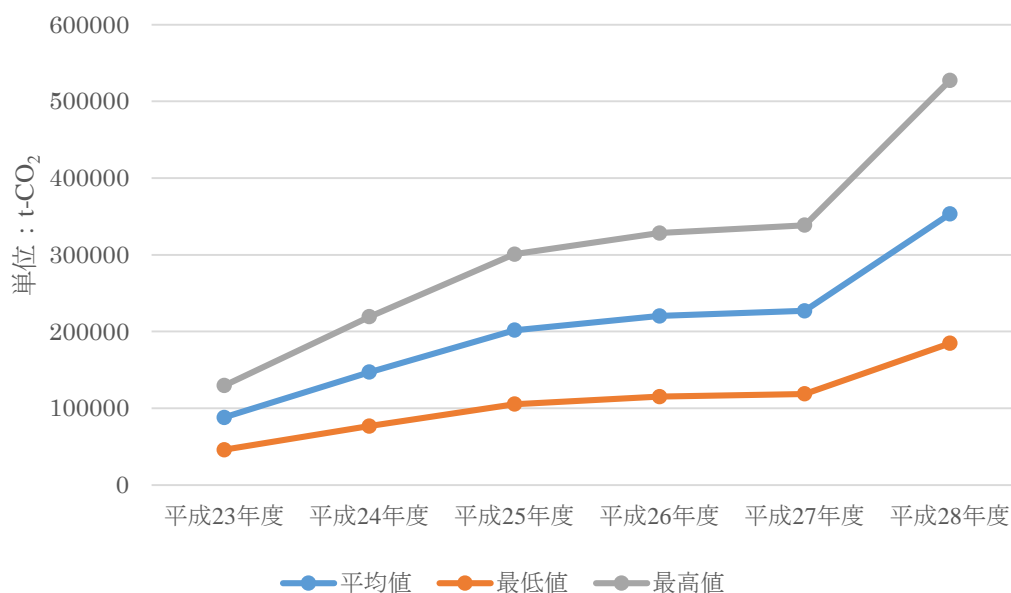


図 3-1 公共建築物の整備に利用された木材に固定されている炭素量

図 3-1 を見ると、年度ごとに炭素固定量は増えていることがわかる。特に平成 23 年度から平成 24 年度にかけてと、平成 27 年度から平成 28 年度にかけての伸びが大きい。この結果を用いて、各種住宅構造における建材製造時の CO₂ 排出量について、各種住宅構造ごとの比較分析と、建材製造時の CO₂ 排出量が日本の年間の CO₂ 排出量に与える影響について分析を行う。

3-2 各種住宅構造における CO₂ 排出量についての分析の結果と考察

次に、式 (2) を利用して各種住宅構造における建材製造時の CO₂ 排出の分析結果を表 3-1 に示す

表 3-1 公共建築物が各種住宅構造で整備されていた場合に使用される建材の製造時に排出される CO₂ 量 (単位 : 1000t-CO₂)

	木造	SRC 造	RC 造	S 造	年間の排出量
平成 23 年度	20.6 (87.9)	100.2 (2.1)	84.2 (2.3)	60.0 (0.9)	1298000
平成 24 年度	34.4 (147.0)	167.6 (3.5)	140.9 (3.8)	100.4 (1.6)	1346000
平成 25 年度	47.2 (201.7)	229.9 (4.7)	193.2 (5.2)	137.7 (2.1)	1409000
平成 26 年度	51.6 (220.3)	251.1 (5.2)	211.0 (5.7)	150.4 (2.3)	1361000
平成 27 年度	53.1 (227.1)	258.8 (5.3)	217.5 (5.9)	155.0 (2.4)	1325000
平成 28 年度	82.8 (353.3)	403.1 (8.3)	338.8 (9.1)	241.4 (3.7)	1322000

注 : カッコ内は、図 3-1 で求めた平均値を利用して、各種住宅構造に利用された木材量に固定されている炭素量を示した。

SRC 造で建築する場合は、木造における建材製造時の CO₂ 排出量の約 5 倍もの CO₂ 排出がある。RC 造で建築する場合は、木造の約 4 倍の CO₂ 排出がある。木造の次に CO₂ 排出量が少ない S 造でも、木造の約 3 倍の CO₂ 排出である。SRC 造の CO₂ 排出量が最も多い原因は、他構造で建築する場合より鋼材の利用比率が高いためであると考えられる。木造は、木材の利用量が多くコンクリートと鋼材の利用量が少ないために、CO₂ 排出量が他の構造の半分以下である。このことから、SRC 造、RC 造、および S 造で建築するよりも木造で建築することで、建材としてコンクリートと鋼材の利用率を下げることができ、建築時の CO₂ 排出量を削減することができると思われる。

最後に、各種住宅構造における建材製造時の CO₂ 排出量が日本の年間の CO₂ 排出量に与える影響について平成 23 年度の数値を使用して分析する (表 3-1)。木造における建材製造時の CO₂ 排出量は年間の CO₂ 排出量の約 0.001% を占めているのに対し、SRC 造における建材製造

時の CO₂ 排出量は 0.007%、RC 造における建材製造時の CO₂ 排出量は 0.006%、S 造における建材製造時の CO₂ 排出量は 0.005% を占めている。

次に炭素固定量を考慮して CO₂ 排出量が日本の年間の CO₂ 排出量に与える影響について分析する。平成 23 年度と平成 28 年度について見ていく。平成 23 年度の純炭素固定量は 66309t-CO₂ であることより、建材製造時の CO₂ 排出量を全て炭素固定しているだけでなく、年間の CO₂ 排出量の 0.005% 分を建材中に炭素固定していることとなる。平成 28 年度の純炭素固定量は、270840t-CO₂ であることより、年間の CO₂ 排出量の 0.02% 分を建材中に炭素固定していることとなる。平成 23 年度と平成 28 年度では、約 3.3 倍、年間の CO₂ 排出量への影響に差がある。また、年間の CO₂ 排出量は平成 25 年度をピークに減少しているが、公共建築物の炭素固定量は増加しているため、平成 25 年度以降、建材中の炭素固定量が年間の CO₂ 排出量を代替する量も増加している。このまま年間の CO₂ 排出量は減少し公共建築物の炭素固定量が増加すれば、建材中の炭素固定量が年間の CO₂ 排出量を代替する量も増加し続けると予想できる。また、SRC 造、RC 造、および S 造は炭素固定量よりも建材製造時の CO₂ 排出量の方が多いため、促進法によって公共建築物が木造で整備されていなかったら、年間の CO₂ 排出量を増加させていたことになる。そのため、今後さらに公共建築物の木造化を進め企業や一般住宅へも建材として木材を利用することの波及効果が出れば、建築物の木造化に利用された木材の炭素固定量が年間の CO₂ 排出量を代替する効果が強まると予想されることから、気候変動対策として有効であると言える。

以上より、公共建築物の木造で建築することは、SRC 造で建築する場合の約 5 倍、RC 造で建築する場合の約 4 倍、S 造で建築する場合の約 3 倍、建築時の CO₂ 排出量を削減することができることが明らかとなった。例えば、平成 23 年度から平成 28 年度に整備された公共建築物が全て SRC 造で建てられていたと仮定すると、それらを木造にすることで建材製造時の CO₂ 排出量を、平成 23 年度は 159908t-CO₂、平成 24 年度は 221078t-CO₂、平成 25 年度は 160100t-CO₂、平成 26 年度は 400810t-CO₂、平成 27 年度は 413174t-CO₂、平成 28 年度は t-CO₂、建材製造時の CO₂ 排出量を削減できる。公共建築物の整備に利用された木材の炭素固定量のほうが木造における建材製造時の CO₂ 排出量より、平成 23 年度は 67300t-CO₂、平成 24 年度は 112600t-CO₂、平成 25 年度は 154500t-CO₂、平成 26 年度は 168700t-CO₂、平成 27 年度は 174000t-CO₂、平成 28 年度は 643444t-CO₂、多いということは、建材製造時の CO₂ 排出量を上回る量を固定している。

したがって公共建築物の木造化は、平成 23 年度で 0.005% 程度、平成 28 年度で 0.02% 程度ではあるものの、気候変動対策として一定の効果があると明らかになった。今後、さらに効果が強まることが予想される。

第4章 結論・課題

本章では、まず第3章までのまとめを記す。そして、本研究の結論と今後の課題を述べる。

4-1 本論文のまとめ

我が国は、気候変動対策として公共建築物を新たに整備する際に木材の利用促進を行っている。平成22年に促進法が施行され、各都道府県においても方針が策定された。現状の公共建築物は、木造率が低く木材の利用が低位にとどまっていることから、木材の利用の拡大を図る余地が大きく、促進法が制定されたことにより潜在的な木材の需要が期待できる。また、国が率先して木材利用に取り組むことで、地方公共団体や民間事業者にも国の方針に即して主体的な取り組みを促し、木材全体の需要拡大を狙っている。木材は再生可能な資源であり、エネルギー源として燃やしても大気中のCO₂濃度に影響を与えないカーボンニュートラルな特性を有する資源である。その木材を建材として利用することは、快適で健康的な住環境等の形成に寄与するだけでなく、森林という再生可能な資源の有効利用であるとともに、木質ボード等としての再利用や最終段階での燃料としての利用も可能となる。また、長期にわたって炭素を社会に固定することが可能となる。さらに、エネルギーを多く消費して製造された資材や化石燃料の代わりに利用されることで、CO₂の排出を抑制することから、気候変動対策として有効であると言える。

本研究では、気候変動対策としての公共建築物の木造化の効果も明らかにするため、促進法制定後の平成23年度から平成28年度までの国と回答を得られた都道府県が公共建築物の木造化に用いた木材量を用いて以下の分析を行った。まず、公共建築物の整備に利用された木材の炭素固定量について分析した。その結果、最も木材の利用量が多い平成28年度は、353269t-CO₂ (図3-1の平均値を利用)、最も木材の利用量が少ない平成23年度は、87881t-CO₂ (図3-1の平均値を利用)、の炭素固定があることが明らかになった。次に、平成23年度から平成28年度に整備された公共建築物が木造、SRC造、RC造、およびS造の各種住宅構造であった場合を仮定して、建築時におけるCO₂排出量を比較分析した。さらに、それらCO₂排出量が日本の年間のCO₂排出量に与える影響について分析した。その結果、木造は利用された木材の炭素固定量が建材製造時のCO₂排出量を上回っているため、建材製造時のCO₂排

出量を全て炭素固定しているだけでなく、平成 23 年度では年間の CO₂ 排出量の 0.005%、平成 28 年度では 0.02%分を建材中に炭素固定していることが明らかになった

4-2 結論

公共建築物の木造化は、整備に利用された木材の炭素固定量が建材製造時の CO₂ 排出量を上回っているため、年間の CO₂ 排出量を吸収していることより気候変動対策として有効であることが明らかとなった。国や都道府県が率先して木材の利用促進に取り組むことで、地方公共団体や民間事業者にも主体的な木材の利用を促し、住宅など一般建築物を新築・増築・整備する際の木材の利用が増加すると、木材の炭素固定量も増加し気候変動対策としても効果が大きくなると言える。しかし、現在は公共建築物の木造化のみ促進法で推奨しており、住宅など一般建築物への木材利用は波及効果を狙っているに過ぎない。

本分析より、今後、公共建築物のみならず住宅など一般建築物を整備する上でも木造化を普及させていくためには、次の 2 点に関して導入および設定することが効果的であると考えられる。

1 つ目は、木材の生産から建築、解体、および建材を廃棄するまでの総合的な方針の設定をすることである。例えば、市町村内に地域産木材がなかったり製材所がなかったりする場合でも、都道府県という規模であれば行政区域が広いことより木材供給がしやすいと考えられる。さらに、木材生産時のみならず建築時や解体時に民間事業者を活用でき、公共建築物のみならず住宅など一般建築物への木材利用の波及効果が期待できる。

2 つ目は、公共建築物の木造化に関して、林野庁や各都道府県が連携しあう体制を作ることである。現在ある促進法や各都道府県が独自に制定している方針は、それぞれ林野庁や各都道府県の範囲内で行うものである。そのため、元々木材資源に富んでいる都道府県と木材資源に乏しい都道府県では、公共建築物の木造化への積極性や実行度合いが大きく異なる。木材資源に乏しく県内での木材供給が困難であると、公共建築物の木造化をするために木材を他県より運んでこなくてはならなくなり、公共建築物の木造化に対してメリットがなくなる。そこで、木材資源に富んでいる都道府県が木材資源に乏しい都道府県に木材を提供し、木材資源に乏しい都道府県は木材資源に富んでいる都道府県の森林整備や木材生産の補助をするなど相互に連携を取ることができれば、需要供給の関係もでき、さらなる木材利用を期待することができる。また、全ての都道府県で公共建築物の木造化促進を図ることが可

能となり、その波及効果として公共建築物のみならず住宅など一般建築物を整備する上での木造化普及も期待できる。

4-3 今後の課題

本研究では回答を得られなかった地方公共団体が行った公共建築物の整備に利用された木材量に関してもデータ収集ができれば、さらに正確に分析できたと考えられる。公共建築物の整備に利用された木材の供給先について考慮していないため、これらを考慮した分析を行う必要がある。また、公共建築物の建築時のCO₂排出量に関してしか分析できなかったため、建築物の利用から解体までのCO₂排出量を含めた分析を行う必要がある。

参考文献

1. 青木秀樹 (2009) 公共建築物での木造化—国産材需要拡大の起爆剤にするには—. 林業経済, 62 (12), pp.10-16
2. 天野耕二・加用千裕 (2004) マテリアルフロー分析に基づいた建築分野における木材の炭素収支について. 環境システム研究論文集, 32, pp.57-63.
3. 有川美穂・妙中佐由理・谷川寛樹 (2011) 木造住宅の寿命変化による木材需要と炭素固定量への影響に関する研究—地理情報を用いた和歌山県域でのケーススタディー—. 土木学会論文集 G (環境), 67 (6), pp.2_513-2_522.
4. 岩手県 (2017) 公共建築物における木材の利用の促進に関する基本方針【第 5 期計画】. <http://www.pref.iwate.jp/dbps_data/_material/_files/000/000/003/982/koudoukeikaku_5.pdf>, 2018-01-11.
5. ウッドマイルズ研究会 (2008) 建築時における木造住宅の二酸化炭素放出量—木材製造時の CO₂ 排出量と住宅の構法別 CO₂ 排出量—. <<http://woodmiles.net/pdf/kn018.pdf>>, 2018-01-25.
6. 沖縄県 (2012) 公共建築物における木材の利用の促進に関する沖縄県方針. <http://www.pref.okinawa.jp/site/norin/shinrin/shigen/documents/documents/h24koukyoukentikubutu_okinawa_akenhoushin.pdf>, 2018-01-11.
7. 小野聡・奥間桂次郎・谷川寛樹 (2017) 木材利用の促進が都市と森林の炭素固定に与える影響—地理的情報を用いた東海三県でのケース—. 環境情報科学学術研究論文集, 31, pp.13-18
8. 環境省 (2015) 温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン. <https://www.env.go.jp/policy/local_keikaku/jimu/data/santeiguideine.pdf> 2018-02-05
9. 環境省 (2016) 別途資料 1 : 地球温暖化対策計画 (平成 28 年 5 月 13 日閣議決定). <<https://www.env.go.jp/press/files/jp/102816.pdf>>, 2018-01-14.
10. 環境ビジネスオンライン (2018) ローソン店舗、国産材を使って省エネ・省 CO₂ 化 CLT で断熱性能アップ. <<https://www.kankyo-business.jp/news/016550.php>>, 2018-01-22.
11. 国立環境研究所地球環境研究センター (2017) 日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2017 年. <http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/2017/NIR-JPN-2017-v3.1_J_web.pdf>, 2018-01-23.
12. 小林謙介・若林國久 (2016) 建築における環境面からの木材の有効利活用に関する研究.

- 日本建築学会環境系論文集, 81 (720), pp.255-261.
13. 酒井寛二・漆崎昇・相賀洋・下山真人 (1996) 建築物のライフサイクル二酸化炭素排出量とその抑制方策に関する研究. 日本建築学会計画系論文集, 484, pp.105-112.
 14. 篠原武夫 (2000) 沖縄県産材の加工・流通に関する研究. 琉球大学農学部学術報告, 47, pp.47-58.
 15. 高口洋人・尾島俊夫 (2001) 木造住宅と森林資源の日本循環モデル構築に関する研究. 日本建築学会計画系論文集, 544, pp.85-92.
 16. 高村秀紀・浅野良晴・櫻庭瞳・上田智輝・早川慶朗 (2014) 木造住宅に使用される新潟県産スギのライフサイクルアセスメント調査. 日本建築学会技術報告集, 20 (44), pp.423-428.
 17. 地球温暖化対策推進本部 (2015) 日本の約束草案. <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/mat01_indc.pdf>, 2017-11-07.
 18. 知念良之・芝正己 (2015) 沖縄における住宅構造材の歴史的変遷に関する一考察. 日本森林科学学会誌, 97, pp.143-152.
 19. 早川慶朗 (2015) 公共建築の計画・設計時における木材調達に関する実施事例. 80 (709), pp.297-304
 20. 松場啓太・浅野良晴・高村秀紀・早川慶朗 (2014) 加工木材のライフサイクルアセスメント調査—長野県東信カラマツ集成材の場合—. 日本建築学会技術報告集, 20 (45), pp.819-824
 21. 松本光郎 (2001) 日本の森林による炭素蓄積量と吸収量. 森林総合研究所, 日本森林科学学会誌, 33, pp.30-36.
 22. 文部科学省 (2010) こうやって作る木の学校～木材利用の進め方のポイント、工夫事例～ 2.木材利用の意義と効果, (2) 地球環境への配慮. <http://www.mext.go.jp/component/b_menu/houdou/_icsFiles/afieldfile/2010/06/08/1294192_04.pdf>, 2018-01-14.
 23. 矢ヶ崎和貴・浅野良晴 (2016) 統計学的手法を用いた中部山岳域における木造住宅の炭素固定効果の推定. 日本建築学会環境系論文集, 81 (726), pp.715-721.
 24. 山中夏樹・沖公友・盛田貴雄 (2015) 既存の木造公共建築物における木材利用状況. 高知県立森林技術センター研究報告, 39, pp.111-117.
 25. 山本智章 (1999) 重量の算出方法について <<http://dk-net.co.jp/tech/yamamoto-petit/6-6>> 2018-01-23

26. 林野庁（2010）平成 21 年版 森林・林業白書. 全国林業改良普及協会, p.254
27. 林野庁（2011a）公共建築物等における木材の利用促進. <http://www.igpn.org/csr2012/pdf/2nd/03_fa_nakamura.pdf>, 2017-11-07.
28. 林野庁（2011b）平成 22 年版 森林・林業白書. 全国林業改良普及協会, p.302
29. 林野庁（2017a）公共建築物における木材の利用の促進に関する基本方針. <<http://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/koukyou/attach/pdf/index-73.pdf>>, 2017-10-20.
30. 林野庁（2017b）平成 27 年版 森林・林業白書. 全国林業改良普及協会, p.274
31. 林野庁（2018）基本方針（新旧対照表）. <<http://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/koukyou/attach/pdf/index-73.pdf>>, 2018-01-24.

謝辞

本論文を締めくくるにあたり、2年間ご指導下さいました松本健一先生に深く感謝を申し上げます。私はゼミ生の中でも卒業論文の方向性が定まるのが遅かったため、多大なご心配とご迷惑をおかけしました。

また松本ゼミ同級生の大屋奈生さん、徳久晶さん、橋口采和さん、他ゼミ質を共有した皆さんには、いつも親切に接して頂きました。卒業論文を進める上でも、皆さんからアドバイスを頂いたり皆さんの論文を参考にしたりと、とても刺激を受けていました。皆さんと同じゼミになれて、とても幸運でした。ありがとうございました。

本研究を進めるにあたり、林野庁の担当者様、都道府県庁の担当者様には、貴重な資料を提供して頂きました。心より感謝致します。

最後に、私は幸運にも多くの友人や良き環境に恵まれ、4年間の学生生活を有意義なものことができました。長崎大学で出会った全ての方々に感謝の意を表し、謝辞とさせていただきます。

ありがとうございました。

小川絢子

付 録

目次

付録 A 木材密度..... 1

図表目次

表 A-1 木材密度..... 1

付録 A 木材密度

表 A-1 木材密度

		BEF		R	D	炭素含有率	備考
		林齢≤20	林齢>20				
針葉樹	スギ	1.57	1.23	0.25	0.314	0.5	
	ヒノキ	1.55	1.24	0.26	0.407		
	サワラ	1.55	1.24	0.26	0.287		
	アカマツ	1.63	1.23	0.26	0.451		
	クロマツ	1.39	1.36	0.34	0.464		
	ヒバ	2.38	1.41	0.20	0.412		
	カラマツ	1.50	1.15	0.29	0.404		
	モミ	1.40	1.40	0.40	0.423		
	トドマツ	1.88	1.38	0.21	0.318		
	ツガ	1.40	1.40	0.40	0.464		
	エゾマツ	2.18	1.48	0.23	0.357		
	アカエゾマツ	2.17	1.67	0.21	0.362		
	マキ	1.39	1.23	0.20	0.455		
	イチイ	1.39	1.23	0.20	0.454		
	イチヨウ	1.50	1.15	0.20	0.450		
	外来針葉樹	1.41	1.41	0.17	0.320		
	その他針葉樹	2.55	1.32	0.34	0.352		北海道、青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島、栃木、群馬、埼玉、新潟、富山、山梨、長野、岐阜、静岡に適用
#	1.39	1.36	0.34	0.464	沖縄に適用		
#	1.40	1.40	0.40	0.423	上記以外の都府県に適用		
広葉樹	ブナ	1.58	1.32	0.26	0.573		
	カシ	1.52	1.33	0.26	0.646		
	クリ	1.33	1.18	0.26	0.419		
	クヌギ	1.36	1.32	0.26	0.668		
	ナラ	1.40	1.26	0.26	0.624		
	ドノロキ	1.33	1.18	0.26	0.291		
	ハンノキ	1.33	1.25	0.26	0.454		
	ニレ	1.33	1.18	0.26	0.494		
	ケヤキ	1.58	1.28	0.26	0.611		
	カツラ	1.33	1.18	0.26	0.454		
	ホオノキ	1.33	1.18	0.26	0.386		
	カエデ	1.33	1.18	0.26	0.519		
	キハダ	1.33	1.18	0.26	0.344		
	シナノキ	1.33	1.18	0.26	0.369		
	センノキ	1.33	1.18	0.26	0.398		
	キリ	1.33	1.18	0.26	0.234		
	外来広葉樹	1.41	1.41	0.16	0.660		
	カンバ	1.31	1.20	0.26	0.468		
	その他広葉樹	1.37	1.37	0.26	0.469	千葉、東京、高知、福岡、長崎、鹿児島、沖縄に適用	
	#	1.52	1.33	0.26	0.646	三重、和歌山、大分、熊本、宮崎、佐賀に適用	
#	1.40	1.26	0.26	0.624	上記以外の道府県に適用		

注：BEF：拡大係数 地上部バイオマス（幹・枝・葉）と幹バイオマスとの比率、R：地上部バイオマスに対する地下部バイオマス（根）の比率、D：容積密度（t/m³）（林野庁ホームページより引用）