

県産材のLCA(ライフサイクルアセスメント)調査報告書



事業主体: 信州木材認証製品センター
調査機関: 信州大学工学部浅野研究室

平成23年3月

はじめに

近年県民の間には、生活にうるおいを望む考え方が広がりつつあり、自然の素材である木の良さが見直されています。

一方、県内の森林資源は成熟がすすみ、その有効な利活用がまたれていきます。こうしたことから、県産材を消費者の要望に応え得る良質な製品として安定的に供給し、その需要拡大を図るため、一定基準の品質・規格等を備えた製品が供給されるように県産材製品を認証する「信州木材製品認証制度」が平成5年に創設されました。

意欲ある木材、建築等関係企業により組織された信州木材認証製品センターは、この制度を適切に運用し、信州木材認証製品に関する情報を総合的に発信し、県産材製品流通の円滑化と需要の拡大を図り、長野県の林業・木材関連産業の振興発展に寄与する活動を実施しております。

今回の、「県産材の LCA（ライフサイクルアセスメント）調査」については、信州大学工学部浅野研究室の全面的な協力を得て、地域の木材を地域で使用する取組みを推進するため、県産材の環境貢献度を数値化し、地球温暖化防止に資する「エコ住宅」への木材利用を促進するために実施しました。

調査に御協力いただいた中部森林管理局・長野県林務部・長野県森林組合連合会・東信木材センター・長野森林組合・北信州森林組合・信州上小森林組合・松本広域森林組合・上伊那森林組合・会員企業の皆様に深く感謝いたします。

平成 23 年 3 月

信州木材認証製品センター
理事長 細川 忠國

全体の目次

1	県産材住宅における 木材のライフサイクルアセスメント調査 及び LCA 計算ソフト開発	1
2	県産材部材の共通化に向けた取組み	177

県産材住宅における
木材のライフサイクルアセスメント調査
及び **LCA** 計算ソフト開発

第 1 章	はじめに	12
1.1	研究背景	
1.2	研究目的	
1.3	地域別調査状況	
第 2 章	調査の概要と結果	16
2.1	製材品の産地・樹種別出荷量調査	
2.2	調査結果	
第 3 章	北信地区のスギの調査と結果	20
3.1	スギの林地における調査（平成 20 年度実施）	
3.1.1	調査概要	
(1)	調査日時	
(2)	調査場所	
(3)	調査手順	
3.1.2	実測調査	
(1)	重量・材積量計測	
(2)	歩留り算出	
(3)	含水率計測	
3.1.3	聞き取り調査	
(1)	出荷材積量調査	
(2)	燃料消費量調査	
(3)	出荷材積量当りの燃料消費量算出	
3.2	スギの原木市場における調査（平成 20 年度実施）	
3.2.1	調査概要	
(1)	調査日時	
(2)	調査場所	
3.2.2	聞き取り調査	
(1)	取り扱い材積量調査	
(2)	燃料消費量調査	
(3)	取り扱い材積量当りの燃料消費量算出	

3.3 スギの製材工場における調査（平成 20 年度実施）

3.3.1 調査概要

- (1) 調査日時
- (2) 調査場所
- (3) 調査手順

3.3.2 実測調査

3.3.2.1 製材時における調査

- (1) 重量・材積量計測
- (2) 含水率計測
- (3) 歩留り算出

3.3.2.2 挽き直し時における調査

- (1) 重量・材積量計測
- (2) 含水率計測
- (3) 歩留り算出

3.3.2.3 製材工場における総歩留り算出

3.3.3 出荷材積量及び燃料消費量調査

3.4 スギの製造工程における CO₂ 排出量の算出（平成 20 年度実施）

3.4.1 単位物量当りの燃料消費量

- (1) 各工程における歩留り
- (2) 重量・材積量・炭素固定量の変動
- (3) 製造工程における燃料消費量

3.4.2 単位物量当りの CO₂ 排出量の算出

3.5 スギの運搬工程における CO₂ 排出量の算出（平成 20 年度実施）

3.5.1 各施設の位置

3.5.2 運搬距離

3.5.3 運搬重量

3.5.4 運搬工程における CO₂ 排出量の算出方法

- (1) ウッドマイレージ
- (2) ウッドマイレージ CO₂

3.5.5 運搬工程における CO₂ 排出量の算出

3.6 スギの製材工程における CO₂ 排出量の算出（平成 20 年度実施）

3.6.1 製材工程における単位物量当りの CO₂ 排出量

3.7 北信地区製材工場における端材発生量調査（平成 22 年度実施）

3.7.1 調査概要

3.7.2 聞き取り調査

3.7.2.1 樹種別年間仕入れ材積量

3.7.2.2 樹種別年間出荷材積量

3.7.2.3 用途別年間端材発生量

3.7.3 スギの原木用途別内訳

3.8 スギの炭素放出フローとカーボンバランス（平成 22 年度実施）

第 4 章 東信地区のカラマツの調査と結果

52

4.1 カラマツの林地における調査（平成 21 年度実施）

4.1.1 調査概要

(1) 調査日時

(2) 調査場所

(3) 調査手順

4.1.2 実測調査

(1) 重量・材積量計測

(2) 歩留り算出

(3) 含水率計測

4.1.3 聞き取り調査

(1) 出荷材積量調査

(2) 燃料消費量調査

(3) 出荷材積量当りの燃料消費量算出

4.2 カラマツの原木市場における調査（平成 21 年度実施）

4.2.1 調査概要

(1) 調査日時

(2) 調査場所

4.2.2 聞き取り調査

(1) 取り扱い材積量調査

(2) 燃料消費量調査

(3) 取り扱い材積量当りの燃料消費量算出

4.3 カラマツの製材工場における調査

4.3.1 K 木材（平成 21 年度実施）

4.3.1.1 調査概要

- (1) 調査日時
- (2) 調査場所
- (3) 調査手順

4.3.1.2 実測調査

4.3.1.2.1 製材時における調査

- (1) 重量・材積量計測
- (2) 含水率計測
- (3) 歩留り算出

4.3.1.2.2 挽き直し時における調査

- (1) 重量・材積量計測
- (2) 含水率計測
- (3) 歩留り算出

4.3.1.2.3 製材工場における総歩留り算出

4.3.1.3 出荷材積量及び燃料消費量調査

4.3.2 共同組合 L（平成 22 年度実施）

4.3.2.1 調査概要

- (1) 調査日時
- (2) 調査場所
- (3) 調査手順

4.3.2.2 実測調査

4.3.2.2.1 製材時における調査

- (1) 重量・材積量計測
- (2) 含水率計測
- (3) 歩留り算出

4.3.2.2.2 挽き直し時における調査

- (1) 重量・材積量計測
- (2) 含水率計測
- (3) 歩留り算出

4.3.2.2.3 製材工場における総歩留り算出

4.3.2.3 出荷材積量及び燃料消費量調査

4.4 カラマツの製造工程における CO₂ 排出量の算出（平成 21 年度実施）

4.4.1 単位物量当りの燃料消費量

- (1) 各工程における歩留り
- (2) 重量・材積量・炭素固定量の変動
- (3) 製造工程における燃料消費量

4.4.2 単位物量当りの CO₂ 排出量の算出

4.5 カラマツの運搬工程における CO₂ 排出量の算出（平成 21 年度実施）

4.5.1 各施設の位置

4.5.2 運搬距離

4.5.3 運搬重量

4.5.4 運搬工程における CO₂ 排出量の算出

4.6 カラマツの製材工程における CO₂ 排出量の算出（平成 21 年度実施）

4.6.1 製材工程における単位物量当りの CO₂ 排出量

4.7 東信地区製材工場における端材発生量調査（平成 22 年度実施）

4.7.1 調査概要

4.7.2 聞き取り調査

4.7.2.1 樹種別年間仕入れ材積量

4.7.2.2 樹種別年間出荷材積量

4.7.2.3 用途別年間端材発生量

4.7.3 カラマツの原木用途別内訳

4.8 カラマツの炭素放出フローとカーボンバランス（平成 22 年度実施）

第 5 章 中信地区のアカマツの調査と結果 93

5.1 アカマツの林地における調査（平成 21 年度実施）

5.1.1 調査概要

- (1) 調査日時
- (2) 調査場所
- (3) 調査手順

5.1.2 実測調査

- (1) 重量・材積量計測
- (2) 歩留り算出
- (3) 含水率計測

5.1.3 聞き取り調査

- (1) 出荷材積量調査
- (2) 燃料消費量調査
- (3) 出荷材積量当りの燃料消費量算出

5.2 アカマツの原木市場における調査（平成 21 年度実施）

5.2.1 調査概要

- (1) 調査日時
- (2) 調査場所

5.2.2 聞き取り調査

- (1) 取り扱い材積量調査
- (2) 燃料消費量調査
- (3) 取り扱い材積量当りの燃料消費量算出

5.3 アカマツの製材工場における調査（平成 21 年度実施）

5.3.1 調査概要

- (1) 調査日時
- (2) 調査場所
- (3) 調査手順

5.3.2 実測調査

5.3.2.1 製材時における調査

- (1) 重量・材積量計測
- (2) 含水率計測
- (3) 歩留り算出

5.3.2.2 挽き直し時における調査

- (1) 重量・材積量計測
- (2) 含水率計測
- (3) 歩留り算出

5.3.2.3 製材工場における総歩留り算出

5.3.3 出荷材積量及び燃料消費量調査

5.4 中信地区のプレカット工場における調査（平成 21 年度実施）

5.4.1 調査概要

- (1) 調査日時
- (2) 調査場所
- (3) 調査手順

- 5.4.2 実測調査
 - (1) 重量・材積量計測
 - (2) 含水率計測
 - (3) 歩留り算出
- 5.4.3 出荷材積量及び燃料消費量調査
- 5.5 アカマツの製造工程における CO₂ 排出量の算出（平成 21 年度実施）
 - 5.5.1 単位物量当りの燃料消費量
 - (1) 各工程における歩留り
 - (2) 重量・材積量・炭素固定量の変動
 - (3) 製造工程における燃料消費量
 - 5.5.2 単位物量当りの CO₂ 排出量の算出
- 5.6 アカマツの運搬工程における CO₂ 排出量の算出（平成 21 年度実施）
 - 5.6.1 各施設の位置
 - 5.6.2 運搬距離
 - 5.6.3 運搬重量
 - 5.6.4 搬工程における CO₂ 排出量の算出
- 5.7 アカマツの製材工程における CO₂ 排出量の算出（平成 21 年度実施）
 - 5.7.1 製材工程における単位物量当りの CO₂ 排出量
- 5.8 中信地区製材工場における端材発生量調査（平成 22 年度実施）
 - 5.8.1 調査概要
 - 5.8.2 聞き取り調査
 - 5.8.2.1 樹種別年間仕入れ材積量
 - 5.8.2.2 樹種別年間出荷材積量
 - 5.8.2.3 用途別年間端材発生量
 - 5.8.3 アカマツの原木用途別内訳
- 5.9 アカマツの炭素放出フローとカーボンバランス（平成 22 年度実施）

6.1 ヒノキの林地における調査（平成 22 年度実施）

6.1.1 調査概要

- (1) 調査日時
- (2) 調査場所
- (3) 調査手順

6.1.2 実測調査

- (1) 重量・材積量計測
- (2) 歩留り算出
- (3) 含水率計測

6.1.3 聞き取り調査

- (1) 出荷材積量調査
- (2) 燃料消費量調査
- (3) 出荷材積量当りの燃料消費量算出

6.2 ヒノキの原木市場における調査（平成 22 年度実施）

6.2.1 調査概要

- (1) 調査日時
- (2) 調査場所

6.2.2 聞き取り調査

- (1) 取り扱い材積量調査
- (2) 燃料消費量調査
- (3) 取り扱い材積量当りの燃料消費量算出

6.3 ヒノキの製材工場における調査（平成 22 年度実施）

6.3.1 調査概要

- (1) 調査日時
- (2) 調査場所
- (3) 調査手順

6.3.2 実測調査

6.3.2.1 製材時における調査

- (1) 重量・材積量計測
- (2) 含水率計測
- (3) 歩留り算出

6.3.2.2 仕上げ時における調査

- (1) 重量・材積量計測
- (2) 含水率計測

- (3) 歩留り算出
- 6.3.2.3 製材工場における総歩留り算出
- 6.3.3 出荷材積量及び燃料消費量調査
- 6.4 ヒノキの製造工程における CO₂ 排出量の算出（平成 22 年度実施）
 - 6.4.1 単位物量当りの燃料消費量
 - (1) 各工程における歩留り
 - (2) 重量・材積量・炭素固定量の変動
 - (3) 製造工程における燃料消費量
 - 6.4.2 単位物量当りの CO₂ 排出量の算出
- 6.5 ヒノキの運搬工程における CO₂ 排出量の算出（平成 22 年度実施）
 - 6.5.1 各施設の位置
 - 6.5.2 運搬距離
 - 6.5.3 運搬重量
 - 6.5.4 運搬工程における CO₂ 排出量の算出
- 6.6 ヒノキの製材工程における CO₂ 排出量の算出（平成 22 年度実施）
 - 6.6.1 製材工程における単位物量当りの CO₂ 排出量
- 6.7 ヒノキの炭素放出フローとカーボンバランス（平成 22 年度実施）

第 7 章 スギ・カラマツ・アカマツ・ヒノキ の CO₂ 排出量の比較

159

- 7.1 林地における CO₂ 排出量の比較
 - 7.1.1 歩留りの比較
 - 7.1.2 単位物量当りの CO₂ 排出量の比較
- 7.2 原木市場における CO₂ 排出量の比較
 - 7.2.1 単位物量当りの CO₂ 排出量の比較
- 7.3 製材工場における CO₂ 排出量の比較
 - 7.3.1 歩留りの比較
 - 7.3.2 単位物量当りの CO₂ 排出量の比較

7.4 製材工程における CO₂ 排出量の比較

7.4.1 重量・材積量・炭素固定量の変動比較

7.4.2 単位物量当りの CO₂ 排出量の比較

7.5 炭素放出フローの比較

7.6 カーボンバランスの比較

第8章 LCA 計算ソフト _____ 171

第9章 今後の課題 _____ 173

付録

参考文献

第 1 章 はじめに

- 1.1 調査背景
- 1.2 調査目的
- 1.3 地域別調査状況

1.1 調査背景

長野県は県土の約 8 割を森林が占めている。その内訳は国有林が 36%、民有林が 64%となっており、民有林の 49%が人工林となっている¹⁾。

県内の民有林では、昭和 30 年代から 40 年代にかけて、カラマツ等の針葉樹による単一樹種の一斉造林が進められ、針葉樹人工林が増加した。人工林の針葉樹は、林齢が 60 年生を超えると樹高成長が衰えることから、それまでに間伐を行わないと、枝が枯れ、光合成ができないため、幹や根が十分に成長することができなくなってしまう。

これは良質な木材が生産できないばかりでなく、森林の公益的機能の発揮にも支障をきたす。県内の民有林の人工林の多くは 36 年生から 50 年生に集中していることから森林の機能を十分発揮させるためにも、間伐を今後 10 年間のうちに確実に実施する必要がある。

しかし、昭和 40 年代からの外材輸入量の増加に加え、木材に代わる資材の進出等により、木材価格が長期にわたり低迷する一方で、造林や保育、伐採等に必要な経費は増大していることから採算性が悪化してきた。

近年、中国をはじめとする国際的な木材需要の増加に加え、原油価格の高騰やユーロ高等を背景に輸入木材の価格が上昇し、合板や集製材メーカーにおいて原材料を外材から国産材にシフトする動きも見られ、全国各地の国産材を扱う大規模な工場が相次いで操業を開始する動きがあり、木材の価格に回復基調が見られるものの、依然として厳しい状況が続いている。

さらに木材は再生可能な資源であり、地球温暖化の防止や循環型社会の形成に寄与する木材及び木質バイオマスの利用が注目されてきたが、県産材の利用を促進していくためには、その利用の意義や良さについて広く普及を行うとともに、消費者ニーズに対応した製品開発や供給・販売戦略を確立する必要がある。

現在、長野県林務部および信州木材認証製品センターでは、県産材の利用推進を目指して、住宅分野への県産材の利用拡大を図っている。

その方策のひとつとして、「環境にやさしい住宅」(信州型エコ住宅)へ県産材を提供していく検討を行っているが、住宅への県産材の利用による環境への効果については、今まで調査が行われておらず、イメージのみでの表現にとどまってきた。

そこで、本調査により、県産材の環境性能を数値化し、県産材の付加価値の一つとして根拠を明確にしていきたい。

1.2 調査目的

長野県内では現在、主に人工林が成長することで、蓄積が年々増加している。しかし、間伐が必要となった林齢の木が増えている中、手入れが適切に行われていない森林もみられる。そのため、県産材の利用促進と森林の整備に早急に取り組み、資源循環を達成させる必要がある。特に、地域で産出される木材を地域で活用することは、地球温暖化の問題にもなっている CO₂ 排出量の低減や域内消費の増大による地場産業の活性化など、環境面、経済面で大きな利点がある。

地元の材を地元で使う「地材地消」や、地元で加工された製品を地元で使う「地産地消」を推進することは、地域経済の発展はもとより木材業界にとっても有益であることと考える。

そして、その評価方法としてライフサイクルアセスメント（LCA）が挙げられる。本研究は長野県産の建築用材を使った木造住宅の LCA を行うための予備的な検討である。環境負荷として地球温暖化の主要原因とされる CO₂ 排出量に着目した。

LCA とはある製品について原材料の調達から製造、使用、廃棄までのライフサイクルにおける環境負荷を定量的に評価する方法である。県産材を使用した住宅の建設は外材や遠方からの国産材を使用する場合に比べて輸送距離が短く、それに伴う環境負荷も小さいことが予想されるが、現状では定量的に明らかにされていない。そのために、県産材を使用した住宅の環境面での優位性を検討するとともに県産材の CO₂ 排出原単位データを構築することを目的とする。

1.3 地域別調査状況

長野県における平成20年度生産地（伐採地）別・主間伐別素材生産量からスギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツの4樹種についての地域別生産割合を以下に示す。

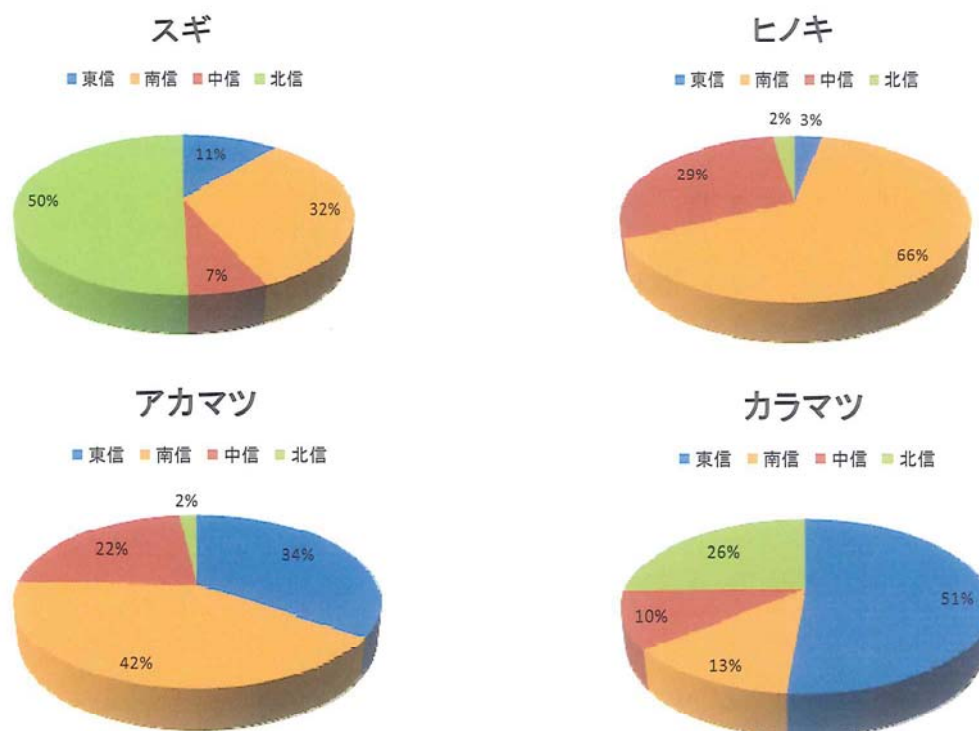


図 1.1 4 樹種における産地別素材生産割合

産地別素材生産量に基づき、北信地域ではスギ、東信地域ではカラマツ、中信地域ではアカマツ、南信地域ではヒノキの LCA 調査を行う。

スギに関しては、平成 20 年度実施。カラマツについては、平成 20、21 年度調査実施。アカマツについては平成 21 年度実施。ヒノキについては平成 22 年度実施した。



図 1.2 長野県地域区分

第 2 章 調査の概要と結果

- 2.1 製材品の産地・樹種別出荷量調査
- 2.2 調査結果

2.1 製材品の産地・樹種別出荷量調査

調査を行うにあたり、まず長野県に流通する自県産材の流通量調査を行った。自県産材の伐採から製材品までの流通フロー、ならびに製材業者の樹種別出荷量を調査した。長野県内に流通している製材品としての自県産材の量は、平成 20 年度（H19 年 1 月～H19 年 12 月のデータ）では 76,639 m³ となっており、その内訳はスギが 17%、ヒノキが 13%、アカマツが 6%、カラマツが 58% で、この 4 種で全体の 94% を占めていることが分かる。

そこで本調査では上記 4 樹種について伐採から建築用材に至るまでの工程において、加工時の歩留り及び各工程で使用される燃料消費量の調査を行い、各樹種の環境負荷原単位を算出した。

図 2.7 平成 20 年度製造業における製材品の県内向け出荷量、図 2.8 平成 20 年度製造業における製材品の樹種別県内向け出荷割合にそれを示す。

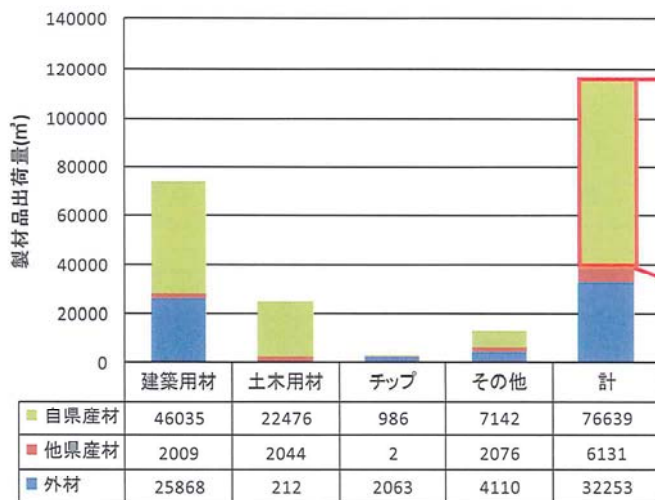


図 2.7 平成 20 年度製造業における
製材品の県内向け出荷量

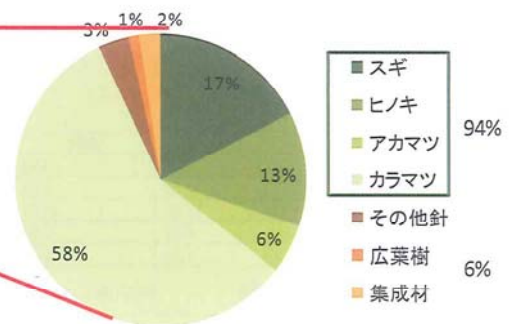
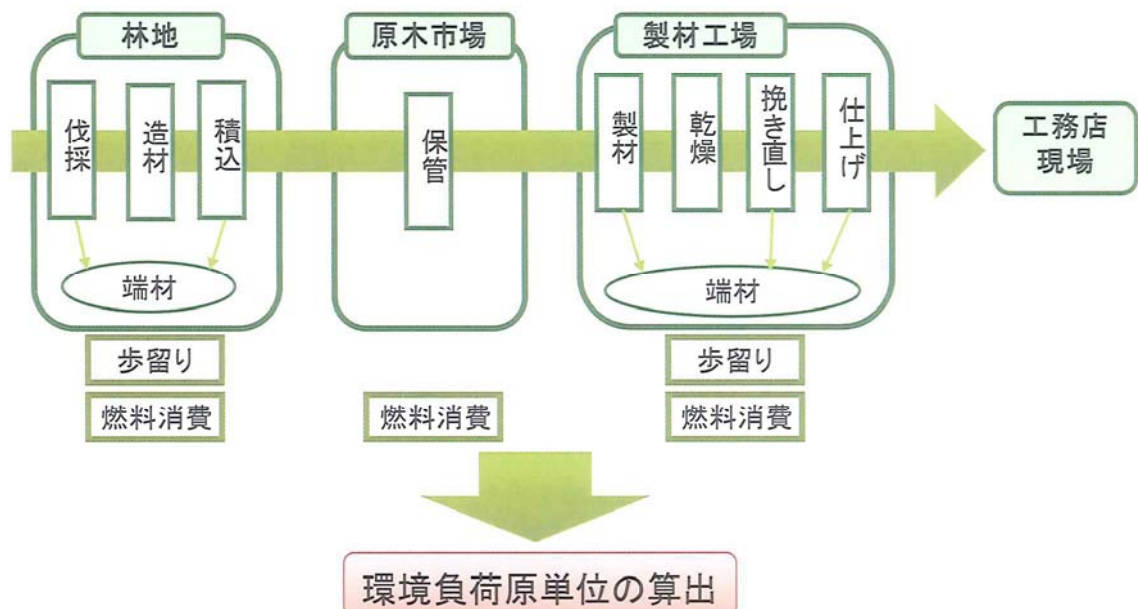


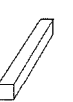
図 2.8 平成 20 年度製造業における
製材品の樹種別県内向け出荷割合



2.2 調査結果

2.2.1 重量及び材積量の変動

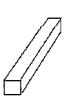
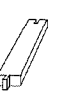
スギ

状態							
工程	伐採	造材	保管	製材	乾燥	仕上げ	プレカット
材積量 m^3	-	1.89	1.76	1.12	1.12	1.00	0.82
生重量t	1.71	1.59	1.47	0.80	0.49	0.44	0.43
含水率%	115.2	115.2	87.1	87.1	23.4	23.4	23.4
炭素固定量t-C	0.39	0.32	0.30	0.19	0.19	0.17	0.14
炭素固定割合	1.29	1.08	1.00	0.64	0.64	0.57	0.47
補足	倒木直後	枝払い後	梢端、根元を除いた樹皮込みの原木の状態	製材後	乾燥後	モルダーによる仕上げ後	プレカット後

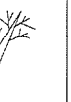
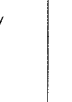
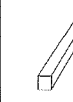
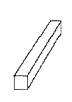
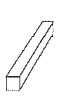
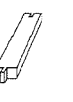
カラマツ

状態							
工程	伐採	造材	保管	製材	乾燥	仕上げ	プレカット
材積量 m^3	-	3.36	3.13	1.47	1.47	1.00	-
生重量t	3.80	2.89	2.63	1.12	0.71	0.50	-
含水率%	72.95	72.95	44.50	44.50	17.36	17.36	-
炭素固定量t-C	0.97	0.84	0.78	0.37	0.37	0.25	-
炭素固定割合	1.24	1.07	1.00	0.47	0.47	0.32	-
補足	倒木直後	枝払い後	梢端、根元を除いた樹皮込みの原木の状態	製材後	乾燥後	モルダーによる仕上げ後	プレカット後

アカマツ

状態							
工程	伐採	造材	保管	製材	乾燥	仕上げ	プレカット
材積量 m^3	-	1.98	1.78	1.39	1.39	1.00	0.85
生重量t	1.86	1.58	1.51	1.10	0.71	0.47	0.43
含水率%	99.40	99.40	78.90	78.90	15.30	15.30	15.90
炭素固定量t-C	0.44	0.36	0.32	0.25	0.25	0.18	0.15
炭素固定割合	1.23	1.11	1.00	0.78	0.78	0.56	0.48
補足	倒木直後	枝払い後	梢端、根元を除いた樹皮込みの原木の状態	製材後	乾燥後	モルダーによる仕上げ後	プレカット後

ヒノキ※

状態							
工程	伐採	造材	保管	剥皮	製材	乾燥	仕上げ※
材積量 m^3	-	2.31	2.17	2.06	1.55	1.47	1.00
重量t	1.65	1.62	1.46	1.38	0.93	0.66	-
含水率%	98.6	98.6	54.5	54.5	54.5	12.3	-
炭素固定量t-C	0.54	0.44	0.41	0.39	0.29	0.28	0.19
炭素固定割合	1.32	1.06	1.00	0.95	0.71	0.68	0.46
補足	倒木直後	枝払い後	梢端、根元を除いた樹皮込みの原木の状態	剥皮後	製材後	乾燥後	想定される仕上がり寸法から得た材積量の推定値

※仕上げ工程は出荷直前に行うため実測は行っていない。乾燥後の時点で、想定される仕上がり寸法を聞き取りして材積量の推定値を得た。

2.2.2 カーボンバランス

北信：スギ

項目	排出量・固定量 (kg-CO ₂ /m ³)
製材品の炭素固定量	
スギの炭素固定量	641.7
燃料による二酸化炭素排出量	
林地	-17.4
輸送	-8.3
原木市場	-1.0
輸送	-5.9
製材工場	-68.1
端材による二酸化炭素放出量	
林地	-46.8
製材工場	-3.3
排出量合計	-150.9
カーボンバランス	490.8

東信：カラマツ

項目	排出量・固定量 (kg-CO ₂ /m ³)
製材品の炭素固定量	
カラマツの炭素固定量	916.7
燃料による二酸化炭素排出量	
林地	-10.0
輸送	-3.9
原木市場	-1.3
輸送	-2.7
製材工場	-43.2
端材による二酸化炭素放出量	
林地	-67.9
製材工場	0.0
排出量合計	-128.9
カーボンバランス	787.7

中信：アカマツ

項目	排出量・固定量 (kg-CO ₂ /m ³)
製材品の炭素固定量	
アカマツの炭素固定量	660
燃料による二酸化炭素排出量	
林地	-7
輸送	-2
原木市場	-1
輸送	-4
製材工場	-65
端材による二酸化炭素放出量	
林地	-73
製材工場	-20
排出量合計	-172
カーボンバランス	488

第3章 北信地区のスギの調査と結果

- 3.1 スギの林地における調査
 - 3.1.1 調査概要
 - 3.1.2 実測調査
 - 3.1.3 聞き取り調査
- 3.2 スギの原木市場における調査
 - 3.2.1 調査概要
 - 3.2.2 聞き取り調査
- 3.3 スギの製材工場における調査
 - 3.3.1 調査概要
 - 3.3.2 実測調査
 - 3.3.2.1 製材工程における調査
 - 3.3.2.2 仕上げ時における調査
 - 3.3.2.2 製材工場における総歩留り算出
 - 3.3.3 出荷材積量及び燃料消費量調査
- 3.4 スギの製造工程における CO₂ 排出量の算出
 - 3.4.1 単位物量当りの燃料消費量
 - 3.4.2 単位物量当りの CO₂ 排出量の算出
- 3.5 スギの運搬工程における CO₂ 排出量の算出
 - 3.5.1 各施設の位置
 - 3.5.2 運搬距離
 - 3.5.3 運搬重量
 - 3.5.4 運搬工程における CO₂ 排出量の算出方法
 - (1) ウッドマイレージ
 - (2) ウッドマイレージ CO₂
 - 3.5.5 運搬工程における CO₂ 排出量の算出
- 3.6 スギの製材工程における CO₂ 排出量の算出
 - 3.6.1 製材工程における単位物量当りの CO₂ 排出量
- 3.7 北信地区製材工場における端材発生量調査
 - 3.7.1 調査概要
 - 3.7.2 聞き取り調査
 - 3.7.2.1 樹種別年間仕入れ材積量
 - 3.7.2.2 樹種別年間出荷材積量
 - 3.7.2.3 用途別年間端材発生量
 - 3.7.3 スギの原木用途別内訳
- 3.8 スギの炭素放出フローとカーボンバランス

3.1 スギの林地における調査

3.1.1 調査概要

(1) 調査日時

実測調査 平成 20 年 9 月 19 日 金曜日 午前 8 時から

聞き取り調査 平成 20 年 9 月 22 日

(2) 調査場所

長野県信濃町町有林

(3) 調査手順

- ①玉切りされた原木の断面の直径及び長さを計測
- ②玉切りされた原木の生重量を計測
- ③玉切りされた原木の小口から 3cm 程度を試料としていただく
- ④試料にラップをかけ、ビニール袋に入れる
- ⑤枝払いされた枝葉を収集して計測
- ⑥認証センターにて、試料を皮剥
- ⑦試料の厚さ、表面積を計測（表面積の計測にはプランニングメーターを使用）
- ⑧試料の生重量を計測
- ⑨試料にマジックで記入
- ⑩105℃で最低 30 時間絶乾
- ⑪試料の絶乾重量を計測

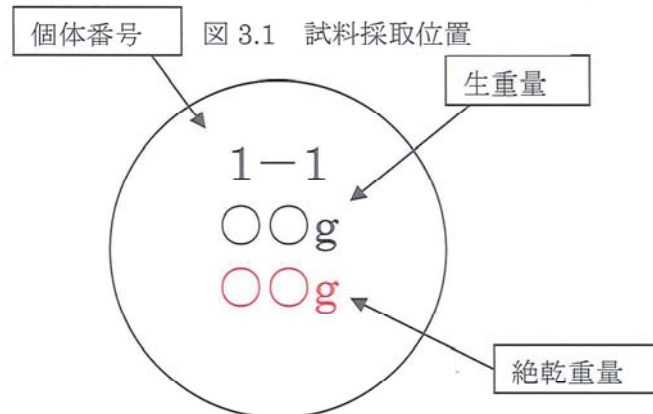
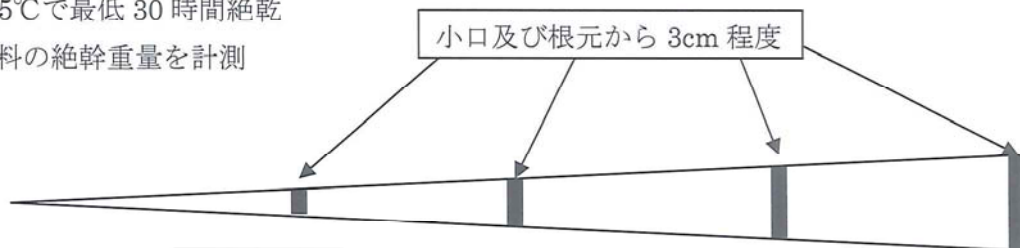


図 3.2 試料記入例



図 3.3 玉切りされた原木



図 3.4 原木の重量計測



図 3.5 枝葉の重量計測



図 3.6 試料の採取



図 3.7 試料の重量計測



図 3.8 人工乾燥機

3.1.2 実測調査

(1) 重量・材積量計測

玉切りされた北信スギ、枝葉の重量及び末口、元口直径、長さを計測した。このとき、他の枝葉と混同しないように枝払いの前に枝にテープを巻いておく。本調査では北信スギを2本計測した。それぞれ個体番号1、2とした。個体番号1は既に伐採を終えていた原木を玉切りして計測、個体番号2は新たに伐採・玉切りをして計測した。なお、個体番号2は枝葉が枯れてついていなかったため枝葉の重量を計測できなかった。表3.1に原木の実測結果を示す。

表 3.1 原木の計測結果

個体番号	重量kg	末口直径cm	元口直径cm	長さm	材積 m^3
1-A	64.68	38	55	0.59	0.100
1-B	222.73	33	43	3.14	0.356
1-C	227.97	32	35	4.17	0.367
1-D	186.9	29	32	4.14	0.302
1-E	162	25	29	4.13	0.236
1-F	124.88	20	25	4.15	0.165
1-G	73.45	12	20	4.15	0.083
1-H	17.04	—	12	4.21	0.012
1の枝葉	79.3	—	—	—	
造材部計	997.93				1.510
計	1158.95			28.68	1.622
2-A	29.48	24	33	0.63	0.040
2-B	157.76	21	26	4.15	0.180
2-C	114.22	20	24	4.13	0.157
2-D	93.39	18	20	4.13	0.117
2-E	71.69	15	18	4.18	0.089
2-F	44.57	10	15	4.17	0.051
2-G	16.52	—	10	4.35	0.009
造材部計	481.63				0.594
計	527.63			25.74	0.643

材積量の算出式を下に示す。

$$V = \left(\frac{d_1 + d_2}{4} \right)^2 \times l$$

V : 材積量 (m^3)

d_1 : 末口直径 (m)

d_2 : 元口直径 (m)

l : 長さ (m)

(2) 歩留り算出

林地における歩留りを試算する。枝葉及び根元、梢端は林内へ廃棄される。伐採と造材による重量と材積量の歩留りを算出した。伐採による重量の歩留りの平均値は 0.93、造材による重量の歩留りの平均値は 0.92、材積量の歩留りの平均値は 0.93 となった。表 3.2 に伐採、造材による重量と材積量の歩留りを示す。

表 3.2 伐採による歩留り

	枝払い重量歩留り	造材重量歩留り	造材材積歩留り
1	0.93	0.92	0.93
2	-	0.91	0.92
平均	0.93	0.92	0.93

梢端及び根元以外を搬出したため、林地における歩留りは高くなった。

(3) 含水率計測

(1)で計測を行った原木の末口から 3cm 程度の試料を採取し、認証センターにて全乾法を用いて含水率を計測した。表 3.3 に試料の分析結果を示す。

$$\frac{\text{生重量} - \text{絶乾重量}}{\text{絶乾重量}} \times 100 = \text{含水率}(\%)$$

表 3.3 原木試料の計測結果

個体番号	樹皮有生重量g	樹皮無し生重量g	高さcm	表面積cm ²	樹皮無し 絶乾重量g	体積cm ³	全乾比重t/m ³	含水率%
1-A	3600	3460	4	1201	1384	4804	0.29	150.0
1-B	1794	1709	3.1	881	874	2731.1	0.32	95.5
1-C	1779	1706	3.7	743	863	2749.1	0.31	97.7
1-D	1679	1615	4	584	795	2336	0.34	103.1
1-E	1238	1184	3.7	448	559	1657.6	0.34	111.8
1-F	325	315	1.7	294	136	499.8	0.27	131.6
1-G	99	96	1.5	94	38	141	0.27	152.6
2-A	2370	2264	5.1	471	942	2402.1	0.39	140.3
2-B	1066	1023	3.4	365	452	1241	0.36	126.3
2-C	-	772	3.7	280	341	1036	0.33	126.4
2-D	-	537	3	224	237	672	0.35	126.6
2-E	-	562	4	155	258	620	0.42	117.8
2-F	-	305	4.5	74	122	333	0.37	150.0

試料 1、2 ともに梢端及び根元の含水率が高くなっている。林地における原木の全乾比重と含水率は梢端及び根元は林内へ放置されることを考え、梢端及び根元を除いた平均値を算出した。全乾比重は 0.34t/m³、含水率は 115.2%となった。今後、重量による歩留りを試算するにあたり、含水率によって木材の重量が変化してしまうので全乾重量を用いることにする。ここで算出された試料の全乾比重から原木の全乾重量を試算することができる。

3.1.3 聞き取り調査

(1) 出荷材積量調査

受託造林・販売清算書より現場ごとの市場への出荷材積量を把握した。今回の調査では平成20年度に行われた三水倉井、水穴、古海タングラム の3箇所の現場について調査した。その結果を表3.4に示す。

表 3.4 現場別出荷材積量

	三水倉井	水穴	古海タングラム
スギ	0.41	0.06	35.68
カラマツ	0.00	84.47	0.17
カラマツ・スギ	10.22	82.41	0.00
カラマツ・スギ・サクラ	55.49	0.00	0.00
計	66.12	166.94	35.85

(2) 燃料消費量調査

使用している高性能林業機械の燃料は全て軽油である。
機械使用簿より、軽油使用料と稼働時間を算出した。機械別燃料消費量を表3.5に示す。

表 3.5 機械別燃料消費量

現場名	三水倉井	水穴	古海タングラム
プロセッサ	290.4	522.6	124.4
スイングヤーダ	280.5	384.2	18.3
フォワーダ	0.0	94.1	0.0
計	570.9	1000.9	142.7

(3) 単位材積量当りの燃料消費量算出

高性能林業機械の軽油消費量を出荷材積量で除して、単位材積量当りの軽油消費量を算出した。単位材積量当りの軽油消費量の平均は6.20L/ m³となった。表3.6に単位材積量当りの燃料消費量を示す。

表 3.6 単位材積量当りの燃料消費量

現場名	三水倉井	水穴	古海タングラム
高性能林業機械軽油消費量L	570.86	1000.90	142.73
出荷材積量m ³	66.12	166.94	35.85
出荷材積量当りの軽油消費量L/m ³	8.63	6.00	3.98

3.2 スギの原木市場における調査

3.2.1 調査概要

(1) 調査日時

聞き取り調査 平成 20 年 10 月 20 日月曜日

(2) 調査場所

北信木材センター



図 3.9 木材の選別機



図 3.10 原木市場の様子

3.2.2 聞き取り調査

(1) 取り扱い材積量調査

平成 17～19 の取り扱い材積量について調査を行った。表 3.7 に樹種別の年間取り扱い材積量を示す。

表 3.7 樹種別年間取り扱い材積量

	平成17年度	平成18年度	平成19年度
カラマツ	13,709	11,654	12,362
アカマツ	266	321	178
スギ	12,591	15,981	17,064
ヒノキ	443	720	630
サワラ	9	0	27
ケヤキ	71	63	118
クリ	86	107	104
広葉樹他	85	114	117
計	27,260	28,960	30,600

各年度ともにスギ、カラマツが多く、取り扱い材積量の 95、96%を占めている。

(2) 燃料消費量調査

原木の選別機及び事務所の電気使用量、市場内で使用されるフォークリフトの軽油消費量について、平成 17～19 の燃料消費量について調査を行った。表 3.8 に年間の燃料消費量を示した。

表 3.8 原木市場における年間の燃料消費量

	平成17年度		平成18年度		平成19年度	
	電気使用量 kWh	軽油消費量L	電気使用量 kWh	軽油消費量L	電気使用量 kWh	軽油消費量L
1月	1,199	400	965	600	1,148	800
2月	978	600	951	600	1,067	800
3月	821	400	909	600	1,125	1,000
4月	600	550	975	600	929	910
5月	722	600	992	850	798	800
6月	867	800	1,084	1,100	897	600
7月	772	600	1,086	1,000	1,188	1,000
8月	762	600	987	800	892	600
9月	933	600	1,332	1,300	1,087	600
10月	899	910	1,005	1,080	1,012	1,000
11月	891	900	974	780	1,072	1,010
12月	978	600	1,121	1,200	1,239	1,070
計	10,422	7,560	12,381	10,510	12,454	10,190

(3) 単位材積量当りの燃料消費量算出

年間燃料消費量を年間取り扱い材積量で除して、原木市場における単位材積量当りの電気使用量及び軽油消費量を試算した。単位材積量当りの電気使用量の平均値は 0.41kWh/m³、軽油消費量の平均値は 0.32L/m³ となった。表 3.9 にその結果を示す。

表 3.9 単位材積量当りの燃料消費量

	平成17年度	平成18年度	平成19年度
年間電気使用量kWh	10422	12381	12454
年間軽油消費量L	7560	10510	10190
年間取扱材積量合計m ³	27260	28960	30600
単位材積量当りの電気使用量kWh/m ³	0.38	0.43	0.41
単位材積量当りの軽油消費量L/m ³	0.28	0.36	0.33

3.3 スギの製材工場における調査

3.3.1 調査概要

(1) 調査日時

実測調査：平成 20 年 9 月 29 日月曜日 9 時から

聞き取り調査：同日

(2) 調査場所

M 木材株式会社

(3) 調査手順

①計測対象となる原木の保管期間について聞き取り

②皮剥前の原木の重量を計測

③皮剥後の原木の重量を計測*1

④原木の末口、元口の直径及び長さを計測

⑤製材製品（もしくは端材）の重量、厚、巾を計測

⑥非破壊式高周波木材水分計を用いて簡易的に含水率を計測

⑦仕上げ前の製材製品の重量、厚、巾を計測*2

⑧非破壊式高周波木材水分計を用いて簡易的に含水率を計測

⑨仕上げ後の製材製品の重量、厚、巾を計測

*1 皮剥した際に原木ごとに樹皮を仕分けできるようならば、袋にまとめて計測も可

*2 歩留りの調査は製材工程と仕上げ工程を別々に計測するため、製材時と仕上げ時の材は同一である必要はない

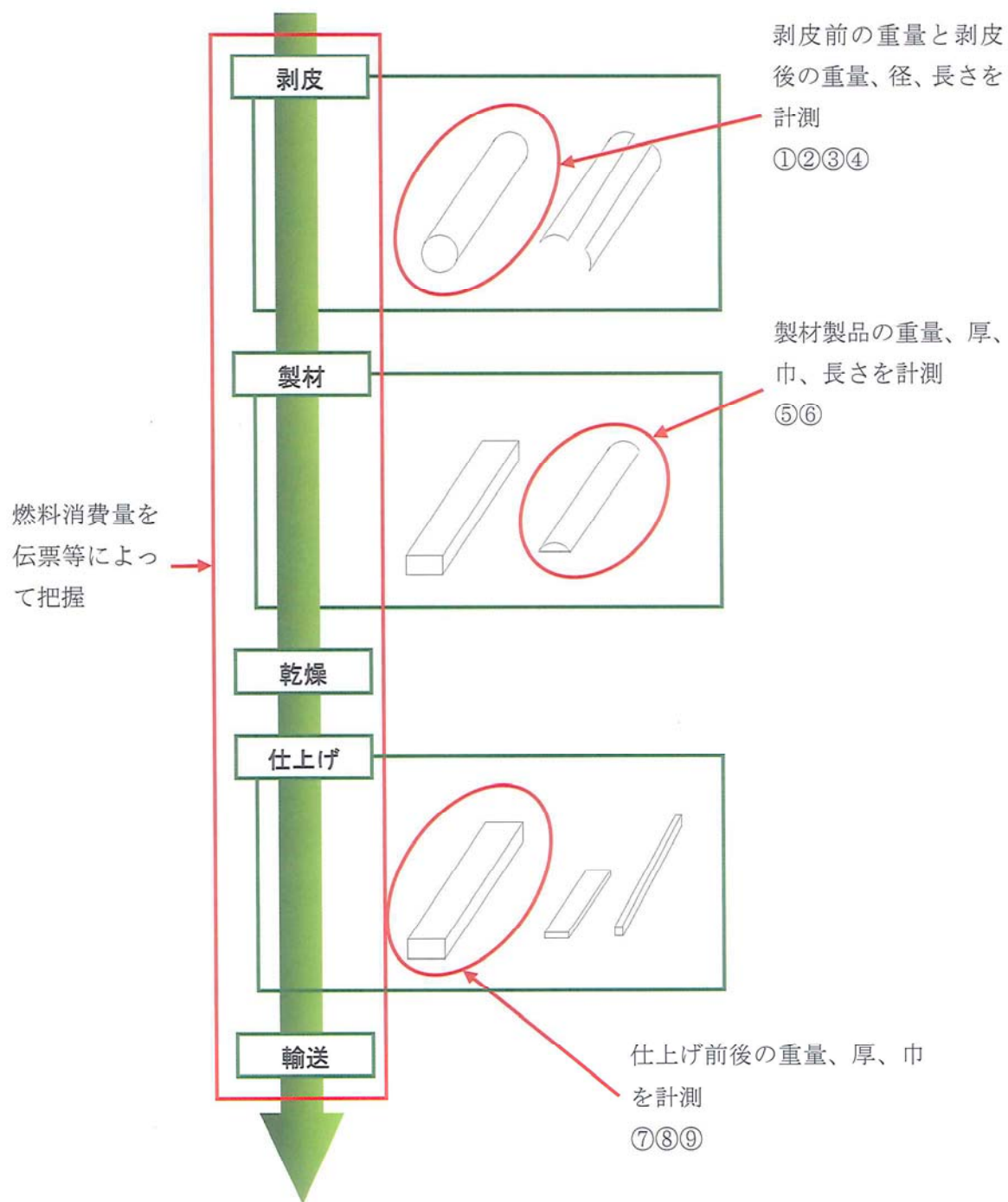


図 3.11 調査フロー



図 3.12 バーカーによる剥皮



図 3.13 製材の様子



図 3.14 人工乾燥機



図 3.15 人工乾燥機の内部



図 3.16 モルダーによる仕上げ

3.3.2 実測調査

歩留りの算出にあたり、製材工場における工程を製材と仕上げに分け、それぞれ重量、含水率、材積量の計測を行った。

3.3.2.1 製材時における調査

(1) 重量・材積量計測

製材工場に山積みされている原木を皮剥から製材まで追った。皮剥前後の原木の重量、元口、末口直径、長さ及び製材後の製材製品の重量、巾、厚、含水率を計測した。原木はスギA~Eまでの5本を計測した。これらの原木は調査当日に工場に到着したものであった。

(2) 含水率計測

含水率の計測には非破壊式高周波木材水分計を使用した。製材後の心材の9箇所の含水率を測定し、その平均値を各原木の含水率とした。原木の計測結果を表3.10、製材後の計測結果については表3.11に示す。

表 3.10 原木の計測結果

個体番号	皮剥前重量kg	皮剥後重量kg	末口直径cm	元口直径cm	長さcm	材積m ³	含水率%	全乾比重t/m ³
A	178.8	165	22.2	26.2	412	0.189	103.7	0.43
B	208.9	194.1	27.4	29.9	407	0.262	79.6	0.41
C	243.3	218.6	27.4	32.2	410	0.286	91.8	0.40
D	219	199	27.1	30.4	409	0.265	88.6	0.40
E	183.6	169.9	25.3	29.4	412	0.242	71.8	0.41

含水率の平均値は87.1%、全乾比重の平均値は0.41t/m³となった。

表 3.11 製材製品の計測結果

個体番号	重量kg	巾cm	厚cm	材積m ³
A-1	78.64	16.7	13.6	0.094
A-2	6.74	13.6	1.3	0.007
A-3	6.10	12.3	1.3	0.007
A-4	7.00	15.3	1.3	0.008
A-5	6.32	12.2	1.3	0.007
A合計	104.80			0.122
B-1	67.96	22.7	13.6	0.126
B-2	15.40	15.6	3.7	0.023
B-3	20.06	13.6	5.4	0.030
B-4	6.74	13.6	1.3	0.007
B合計	110.16			0.186
C-1	92.80	13.7	22.5	0.126
C-2	27.52	16.6	5.4	0.037
C-3	14.20	12.0	3.8	0.019
C合計	134.52			0.182
D-1	81.62	22.6	13.7	0.127
D-2	21.70	13.6	5.4	0.030
D-3	16.02	13.7	3.8	0.021
D合計	119.34			0.178
E-1	54.90	14.6	13.6	0.082
E-2	13.08	12.4	3.8	0.019
E-3	5.30	12.0	1.3	0.006
E-4	5.36	13.8	1.3	0.007
E-5	5.17	13.7	1.3	0.007
E-6	5.17	13.7	1.3	0.007
E合計	88.98			0.130

(3) 歩留り算出

製材工程における重量の歩留りの平均値では 0.54、材積量の歩留りの平均値は 0.64 となった。表 3.12 に製材工程での各原木の歩留りを示す。

表 3.12 製材工程における歩留り

個体番号	重量歩留まり	材積歩留まり
A	0.59	0.65
B	0.53	0.71
C	0.55	0.64
D	0.54	0.67
E	0.48	0.54

歩留りに大きく差がみられたのは末口直径と元口直径の差の大きさによるものではないかと考えられる。

3.3.2.2 仕上げ時における調査

(1) 重量・材積量計測

人工乾燥後の製材製品 F～K までの 6 本の仕上げ前後の重量、巾、厚、長さ、含水率を計測した。

(2) 含水率計測

含水率の計測には非破壊式高周波木材水分計を使用した。製材製品の 9 箇所の含水率を測定し、その平均値を各製材製品の含水率とした。仕上げ前の重量、巾、厚、長さ、含水率を表 3.13 に、仕上げ後の重量、巾、厚、長さを表 3.14 に示す。

表 3.13 仕上げ前の製材製品の計測結果

個体番号	重量kg	巾cm	厚cm	長さcm	材積m ³	含水率%	全乾比重t/m ³
F	44.30	19.4	13.4	416.0	0.108	19.2	0.34
G	75.60	28.7	13.7	412.0	0.162	30.8	0.36
H	43.38	19.4	13.5	416.0	0.109	22.6	0.32
I	41.58	16.4	13.4	418.0	0.092	24.5	0.36
J	44.90	19.6	13.3	415.0	0.108	21.6	0.34
K	79.30	34.6	13.3	408.0	0.188	22.1	0.35

含水率の平均値は 23.4%、全乾比重の平均値は 0.35t/m³となった。

表 3.14 仕上げ後の製材製品の計測結果

個体番号	重量kg	巾cm	厚cm	長さcm	材積m ³
F	37.00	18.0	12.0	400.0	0.086
G	63.20	27.0	12.0	400.0	0.130
H	35.40	18.0	12.0	400.0	0.086
I	34.20	15.0	12.0	400.0	0.072
J	36.60	18.0	12.0	400.0	0.086
K	71.20	33.5	12.5	400.0	0.168

(3) 歩留り算出

仕上げ工程での重量の歩留りの平均値は0.84、材積量の歩留りの平均値は0.81となった。
表 3.15 に仕上げ時の各製材製品の歩留りを示す。

表 3.15 仕上げ時の歩留り

個体番号	重量歩留り	材積歩留り
F	0.84	0.80
G	0.84	0.80
H	0.82	0.79
I	0.82	0.78
J	0.82	0.80
K	0.90	0.89

3.3.2.3 製材工場における総歩留り算出

表 3.16 に製材工場における歩留りを示す。

表 3.16 製材工場における歩留り

製材		仕上げ		製材工場における総歩留り	
重量歩留り	材積歩留り	重量歩留り	材積歩留り	重量歩留り	材積歩留り
0.54	0.64	0.84	0.81	0.45	0.52

3.3.3 出荷材積量及び燃料消費量調査

製材機やモルダー、事務所の電気使用量、人工乾燥を行う際に使用された灯油消費量、フォークリフトの燃料である軽油消費量について表 3.17 に示す。表 3.18 に単位材積量当りの燃料消費量について示す。単位材積量当りの電気使用量は 75.85kWh/m³、灯油消費量は 29.88/m³、軽油消費量は 3.55L/m³となった。

表 3.17 平成 19 年度における燃料消費量

電気使用量kwh	灯油消費量L	軽油消費量L
213813	84236	10019

表 3.18 単位材積量当りの燃料消費量

出荷材積m ³	2819.00
出荷材積量当りの電気使用量kWh/m ³	75.85
出荷材積量当りの灯油消費量L/m ³	29.88
出荷材積量当りの軽油消費量L/m ³	3.55

3.4 スギの製造工程におけるCO₂排出量の算出

3.4.1 単位物量当りの燃料消費量

(1) 各工程における歩留り

各工程におけるスギの重量及び材積量の歩留りを表 3.19 に示す。

表 3.19 各工程における歩留り

	枝払い	造材	製材	乾燥	仕上げ	プレカット
材積量歩留り	-	0.93	0.64	1.00	0.89	0.82
重量歩留り	0.93	0.92	0.54	0.62	0.84	0.82

(2) 重量・材積量の変動

表 3.19 の各工程における歩留りから仕上げ後の木材の材積量を 1 m³としたときの材積量の変化を工程に沿って表 3.20 に示した。また、各工程の材積量に対して全乾比重が 0.35t/ m³のときの全乾重量及び生重量全乾重量、炭素固定量も示す。

表 3.20 重量及び材積量の変動

状態							
工程	伐採	造材	保管	製材	乾燥	仕上げ	プレカット
材積量m ³	-	1.89	1.76	1.12	1.12	1.00	0.82
生重量t	1.71	1.59	1.47	0.80	0.49	0.44	0.43
含水率%	115.2	115.2	87.1	87.1	23.4	23.4	23.4
炭素固定量t-C	0.39	0.32	0.30	0.19	0.19	0.17	0.14
炭素固定割合	1.29	1.08	1.00	0.64	0.64	0.57	0.47
補足	倒木直後	枝払い後	梢端、根元を除いた樹皮込みの原木の状態	製材後	乾燥後	モルダーによる仕上げ後	プレカット後

仕上げ後の木材の材積量を 1 m³としたときの全乾比重は 0.35t、生重量は 0.43t、工程を遡って伐採された原木の材積量が 1.76 m³になるということである。

また、枝葉を切り落とした原木の炭素固定量を 1 としたとき、仕上げ後の木材では、その 57%の炭素を固定できるということがわかる。

(4) 製造工程における燃料消費量

表 3.21 にスギの各工程での材積量当りの燃料消費量と仕上げ後の木材の材積量 1 m³ 当りに換算したときの燃料消費量を示す。

仕上げ後の木材 1 m³ を単位物量として、単位物量当りに消費する燃料消費量は軽油が 16.90L/ m³、電気使用量が 143.40kwh/ m³、灯油が 29.88L/ m³ となった。

表 3.21 単位物量当りの各工程における燃料消費量

		各工程の材積量当り	仕上げ後木材1m ³ 当り
林地	軽油消費量L/ m ³	6.20	10.85
	電気使用量kWh/ m ³	—	—
	灯油消費量L/ m ³	—	—
	重油消費量L/ m ³	—	—
	ガソリン消費量L/ m ³	—	—
原木市場	軽油消費量L/ m ³	0.32	0.56
	電気使用量kWh/ m ³	0.41	0.72
	灯油消費量L/ m ³	—	—
	重油消費量L/ m ³	—	—
	ガソリン消費量L/ m ³	—	—
製材工場	軽油消費量L/ m ³	3.55	3.55
	電気使用量kWh/ m ³	75.85	75.85
	灯油消費量L/ m ³	29.88	29.88
	重油消費量L/ m ³	—	—
	ガソリン消費量L/ m ³	—	—
プレカット工場	軽油消費量L/ m ³	1.30	1.07
	電気使用量kWh/ m ³	81.50	66.83
	灯油消費量L/ m ³	—	—
	重油消費量L/ m ³	—	—
	ガソリン消費量L/ m ³	—	—

3.4.2 単位物量当りのCO₂排出量の算出

スギの各工程における単位物量当りの燃料消費量からCO₂排出量を算出する。CO₂排出原単位は環境省地球環境局のデータベースを用い、電気は中部電力の値を用いた。^{注1)}軽油のCO₂排出原単位は2.58kg-CO₂/L、電気のCO₂排出原単位は0.455 kg-CO₂/kWh、灯油のCO₂排出原単位は2.49kg-CO₂/Lとした³⁾。

単位物量当りのCO₂排出量は林地では27.99kg-CO₂/m³、原木市場では1.77kg-CO₂/m³、製材工場では118.07kg-CO₂/m³、プレカット工場33.17kg-CO₂/m³となった。図3.17にCO₂排出量を各工程の燃料別に示している。

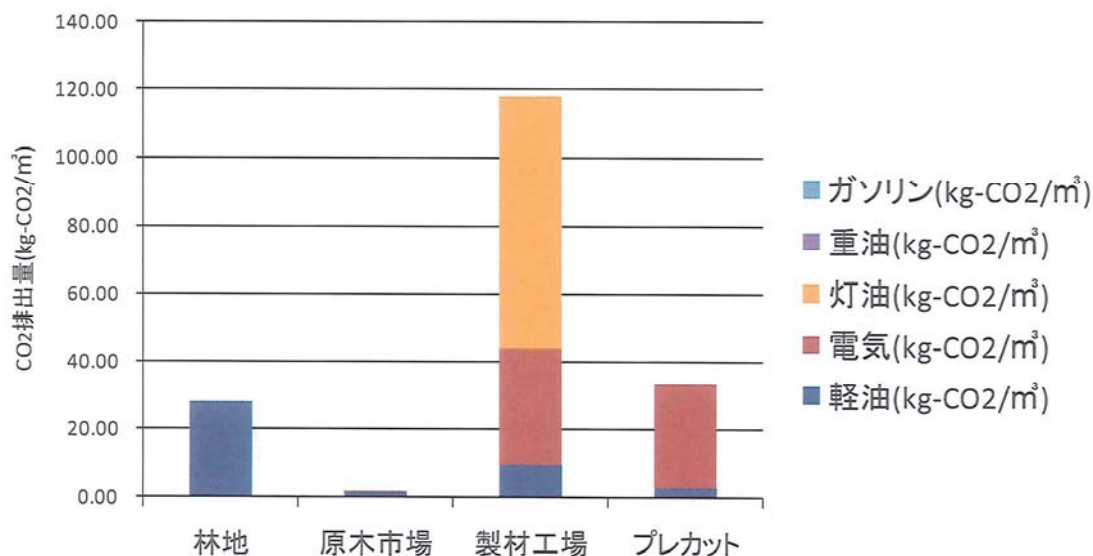


図 3.17 各工程におけるCO₂排出量

製材工場において人工乾燥の際に使用する灯油によるCO₂排出量が多いことは明らかである。原木市場では加工作業がないためCO₂排出量が非常に小さくなった。いかに製材工場における重油の使用量を節約できるかがCO₂排出量の削減になる。

3.5 スギの運搬工程における CO₂ 排出量の算出

3.5.1 各施設の位置

長野県北部に位置する林地、製材工場、原木市場、プレカット工場、建設現場を対象としている。

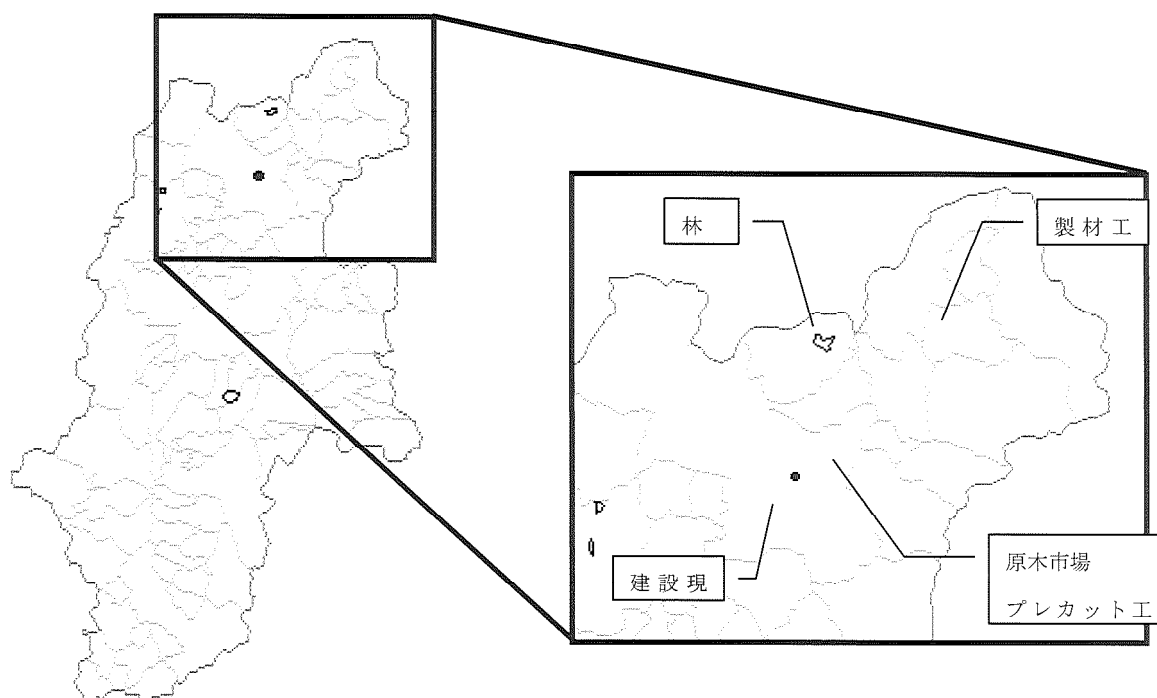


図 3.18 各施設の位置

3.5.2 運搬距離

運搬距離として、林地—原木市場、原木市場—製材工場、製材工場—プレカット工場の3区間の距離をウェブ上で求め、表 3.22 に示す。運搬は高速道路を使用せず、一般道を使用した場合の距離である。

表 3.22 運搬距離 km

林地 — 原木市場	34.8
原木市場 — 製材工場	27.9
製材工場 — プレカット工場	27.9

3.5.3 運搬重量

仕上げ後の木材の材積量 1 m^3 としたとき、それぞれの区間における全乾重量を全乾比重が 0.35t/m^3 で算出し、さらに含水率を考慮して生重量を算出した。表 3.21 にそれぞれの区間における生重量を示す。これは、運搬する際の積載重量は生重量であるためである。

表 3.21 運搬生重量 t

林地 — 原木市場	1.66
原木市場 — 製材工場	1.47
製材工場 — プレカット工場	0.49

3.5.4 運搬工程における CO₂ 排出量の算出方法

運搬工程における CO₂ 排出量の算出方法としてウッドマイルズという考え方がある⁴⁾。ウッドマイルズとは、ウッド (wood) ・マイルズ (miles) という字のとおり、木材の輸送距離を示している。主に建築物に使用される木材の輸送距離を短縮し、輸送エネルギーの削減や地域材需要の活性化を目指すため、使用される木材の量と輸送距離に関する指標（以下に示すウッドマイルズ関連指標）を算出する方法として考えられた。

(1) ウッドマイレージ

使用された木材のうち算出範囲のものについて、産地毎に産地から使用地点までの実際の輸送距離（材種別ウッドマイルズ）に当該木材の材積を乗じて得られる指数（単位：m³・km）

$$\sum_i (V_i D_i)$$

V_i : 使用された木材のうち輸送経路 i を経た木材の使用量

D_i : 木材の輸送距離

(2) ウッドマイレージ CO₂

上記の輸送経路に応じた輸送手段（自動車、鉄道、船舶など）毎の距離に応じたエネルギー消費によって排出される CO₂ の量（単位：kg-CO₂）

$$\sum_i \{V_i (D_{ci} E_c + D_{ri} E_r + D_{bi} E_b)\}$$

D_{ci} : 木材の自動車輸送距離

D_{ri} : 同鉄道輸送距離

D_{bi} : 同船舶輸送距離

E_c : 自動車輸送 CO₂ 排出原単位

E_r : 鉄道輸送 CO₂ 排出原単位

E_b : 船舶輸送 CO₂ 排出原単位

3.5.5 運搬工程におけるCO₂排出量の算出

運搬距離と運搬重量から各運搬工程における単位物量当りのCO₂排出量を算出する。図3.19に算出結果を示す。自動車による運搬のCO₂排出原単位はウッドマイルズ関連指標算出マニュアルより0.25kg-CO₂/tkmとした。運搬①では14.44kg-CO₂/m³、運搬②では10.25kg-CO₂/m³、運搬③では3.42kg-CO₂/m³となった。スギの運搬工程における単位物量当りのCO₂排出量の合計は28.11kg-CO₂/m³となった。

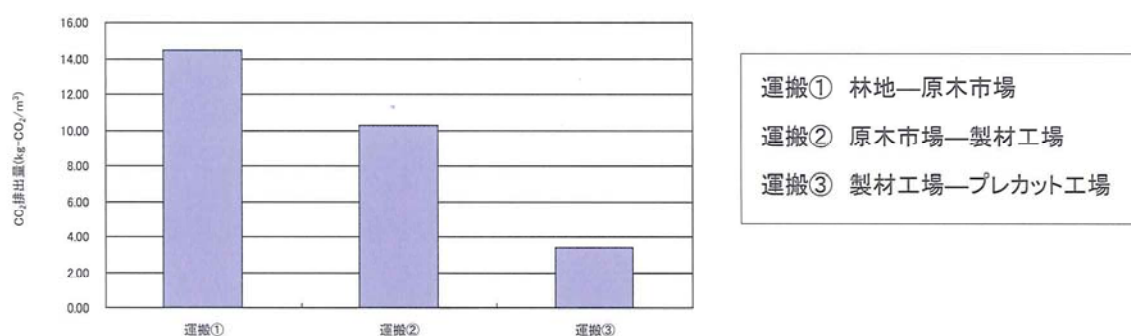


図 3.19 運搬工程におけるCO₂排出量

運搬①が最も重量が大きいため、CO₂排出量が大きくなっている。林地から原木市場もしくは製材工場までの運搬距離を短くすることでCO₂排出量を抑えることができる。本調査では施設が近隣に密集しているためCO₂排出量を抑えることができた。

3.6 スギの製材工程における CO₂ 排出量の算出

3.6.1 製材工程における単位物量当りの CO₂ 排出量

スギの製造工程及び運搬工程における単位物量当りの CO₂ 排出量を図 3.20 に示す。スギの製材工程における単位物量当りの CO₂ 排出量は 209.12-CO₂/m³ となった。工程別の CO₂ 排出量割合を図 3.21 に示す。

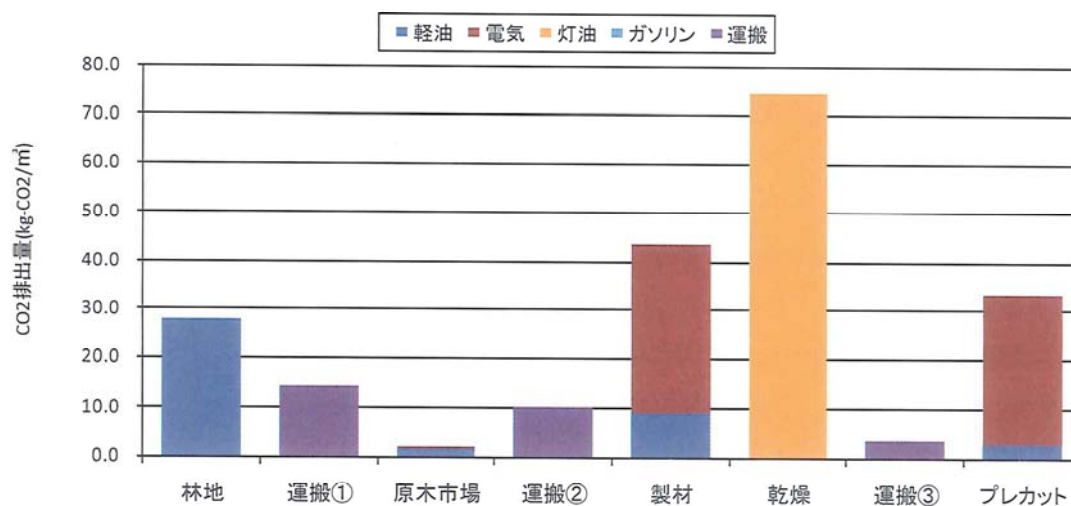


図 3.20 単位物量当りの CO₂ 排出量

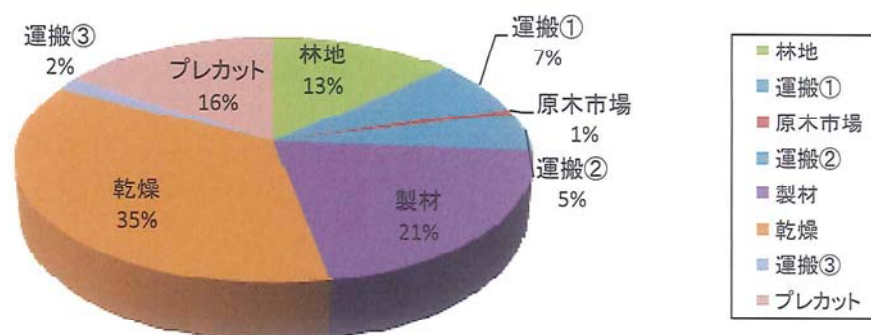


図 3.21 工程別の CO₂ 排出量割合

前述したように製材工場における CO₂ 排出量が多い。全体の 56%が製材工場によるものである。また、原木市場における CO₂ 排出量は少ないが原木市場を経由するために運搬時の CO₂ 排出量が発生してしまう。

3.7 北信地区製材工場における端材発生量調査

3.7.1 調査概要

(1) 調査日時、調査場所

平成 22 年	9 月 13 日(月)	午後 3 時～	N 木材(株)
平成 22 年	9 月 14 日(火)	午後 3 時～	M 木材(株)
平成 22 年	9 月 17 日(金)	午後 4 時～	I 木材(株)
平成 22 年	9 月 22 日(水)	午前 10 時～	(株)K 材木店
平成 22 年	10 月 22 日(金)	午後 1 時～	(有)I 商店

(2) 調査方法

樹種別年間仕入れ材積量、樹種別年間出荷材積量、用途別年間端材発生量のそれぞれ平成 20、21 年の 2 年度分の聞き取り調査を行った。用途別年間端材発生量に関しては、長野県木材協同組合連合会(県木連)の行っている「木材流通調査 票-IV」の資料を基に作成したアンケート用紙を郵送し、後日伺い、聞き取り調査をする方法で端材の発生量とその利用用途について調査を行った。

3.7.2 聞き取り調査

3.7.2.1 樹種別年間仕入材積量

聞き取り調査で得られた北信 5 社の樹種別年間仕入材積量の総量を平成 20、21 年度分それぞれ表 3.22、3.23 に示す。平成 21 年度分について(株)K 材木店のデータを得られなかったため、平成 21 年度は N 木材(株)、M 木材(株)、I 木材(株)、(有)I 商店の 4 社の総量である。

樹種別の合計値をみると、スギの仕入れ量が多いことが分かる。

表 3.22 平成 21 年度北信地区製材工場の樹種別年間仕入材積量総量

H21 (m)		合計		県内業者から												県外業者から		H20からの在庫	
				自家 生産	素材生 産業者	木材 市場	製材工場		木材販売業者		その他		小計						
		丸太	半製品	丸太	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	
県産材	スギ	4272		350	620	3252							4222				50		
	ヒノキ	280				280							280						
	アカマツ	174				174							174						
	カラマツ	2403		1300		1103							2403						
	その他計																		
	広葉樹	50				50							50						
県外の国産材	小計	7179		1650	620	4859							7129				50		
	スギ																		
	ヒノキ																		
	アカマツ																		
	カラマツ																		
	その他計																		
	広葉樹																		
	小計																		
	外材	422				422							422						
	合計	7601		1650	620	5281							7551				50		

表 3.23 平成 20 年度北信地区製材工場の樹種別年間仕入材積量総量

H20 (m ³)		合計		県内業者から												県外業者から		H19からの在庫	
				自家生産	素材生産業者	木材市場	製材工場		木材販売業者		その他		小計						
		丸太	半製品	丸太	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	
県産材	スギ	5731		940	1400	3035							5375				356		
	ヒノキ	214				214							214						
	アカマツ	149				149							149						
	カラマツ	3126		1325	342	1355							3022				104		
	その他計	1				1							1						
	広葉樹																		
県外の国産材	小計	9221		2265	1742	4754							8761				460		
	スギ	120							120				120						
	ヒノキ	95							95				95						
	アカマツ																		
	カラマツ																		
	その他計																		
	広葉樹																		
	小計	215							215				215						
外材	3084				996			1970				2966				118			
合計	12520		2265	1742	5750			2185				11942				578			

3.7.2.2 樹種別年間出荷材積量

聞き取り調査で得られた北信 5 社の樹種別年間出荷材積量の総量を平成 20、21 年度分それぞれ表 3.24、3.25 に示す。平成 21 年度分について K 材木店のデータを得られなかったため、平成 21 年度は N 木材㈱、M 木材㈱、I 木材㈱、(有)I 商店の 4 社の総量である。

樹種別の合計値をみると、スギの出荷量が多いことが分かる。

表 3.24 平成 21 年度北信地区製材工場の樹種別年間出荷材積量総量

H21 (㎡)		合計	県内へ										県外へ								H22 への 在庫				
			建築用材						家具 用	半 製 品	用 土 木	チ ッ ブ	材 木	タ タ ミ	そ の 他	計	(建築 用材 半製品)	家具 用	半 製 品	用 土 木		チ ッ ブ	材 木	そ の 他	計
			木材 市場	木材 販売	プレ カット	大工 工務	自家 建築	その他																	
県 産 材	スギ	2483	886		933										1819	20						644		664	319
	ヒノキ	189		134	31										165							24		24	11
	アカマツ	107		87				12							99							8		8	
	カラマツ	1601		1294		144					10				1448	15						138		153	177
	その他計																								
	広葉樹 集成材	45		45											45										5
	小計	4425		2446		1108			12		10				3576	35						814		849	512
県 外 の 国 産 材	スギ																								
	ヒノキ																								
	アカマツ																								
	カラマツ																								
	その他計																								
	広葉樹 集成材																								
	小計																								
外材	無垢材 集成材	111			18										18							93		93	18
合計		4536		2446		1126			12		10				3594	35						907		942	530

表 3.25 平成 20 年度北信地区製材工場の樹種別年間出荷材積量総量

H20 (m³)		合計	県内へ											県外へ							H21 の在庫				
			建築用材						家具 用	半 製 品	用 土 木	チ ッ プ	木 材	サ ラ シ ス	そ の 他	計	(建 築 用 材)	家 具 用	半 製 品	用 土 木		チ ッ プ	木 材	そ の 他	計
			木材 市場	木材 販売	プレ カット	大工 工務	自家 建築	その他																	
県 産 材	スギ	3724	1310		1080	590									2980	20						724		744	40
	ヒノキ	163	110		53										163										5
	アカマツ	92	92												92										5
	カラマツ	2076	1187		560	25		5							1777	15		50	45	189			299	230	
	その他計																								
	広葉樹	40	40												40										10
	集成材																								
県 外 の 国 産 材	小計	6095	2739		1693	615		5							5052	35		50	45	913			1043	290	
	スギ	120					120								120										25
	ヒノキ	95					95								95										12
	アカマツ																								
	カラマツ																								
	その他計																								
	広葉樹																								
外 材	集成材																								
	小計	215					215								215										37
合計		8971	2939		1983	615	2185	5							7727	35		50	45	1114			1244	417	

3.7.2.3 用途別年間端材発生量

聞き取り調査で得られた北信 5 社の用途別年間端材発生量の総量を平成 20、21 年度分それぞれ表 3.26、3.27 に示す。平成 20 年度分について(有)I 商店のデータを得られなかったため、平成 20 年度は N 木材(株)、M 木材(株)、I 木材(株)、(株)K 材木店の 4 社の総量である。

表 3.26 平成 21 年度北信地区製材工場の用途別年間端材発生量総量

H21 (m³)		背板端材 木屑	のこ屑	樹皮	かんな屑 プレカット 屑	その他	計
再利用	木材チップへ	1365					1365
	バイオマスへ						
	木屑炊きボイラー等自家消費						
	畜産用へ	35	1180		74		1289
	堆肥用へ			198			198
	きのこ用へ	415	396				811
	その他						0
	小計	1815	1576	198	74		3663
処分	焼却処分	100		10			110
	処分場持込	77		25			102
	小計	177		35			212
計		1992	1576	233	74		3875

表 3.27 平成 20 年度北信地区製材工場の用途別年間端材発生量総量

H20 (m³)		背板端材 木屑	のこ屑	樹皮	かんな屑 プレカット 屑	その他	計
再利用	木材チップへ	1519					1519
	バイオマスへ						
	木屑炊きボイラー等自家消費						
	畜産用へ	50	825		74		949
	堆肥用へ			125			125
	きのこ用へ	120	396				516
	その他						
	小計	1689	1221	125	74		3109
処分	焼却処分	100		15			115
	処分場持込	115		30			145
	小計	215		45			260
計		1904	1221	170	74		3369

3.7.3 スギの原木用途別内訳

調査結果より得た利用用途別端材総量と、北信地区で調査したスギの歩留りよりスギの原木の利用用途割合を算出する。調査対象すべての製材工場から得られた平成 21 年度のデータを使用する。表 5.28 に北信製材工場の端材総量と利用用途割合を、表 3.29 にスギの原木時 1m³ の時の仕上げ後の材積量を示す。また、それらより算出した原木の利用用途割合を表 3.30 と図 3.22 に示す。

表 3.28 北信地区製材工場の端材総量と利用用途割合

	H21 (m ³)	背板端材 木屑	のこ屑	樹皮	かなな屑 プレカット屑	計	割合
再利用	木材チップへ	1365				1365	0.35
	バイオマスへ						
	木屑炊きボイラー等自家消費						
	畜産用へ	35	1180		74	1289	0.33
	堆肥用へ			198		198	0.05
処分	きのこ用へ	415	396			811	0.21
	焼却処分	100		10		110	0.03
	処分場持込	77		25		102	0.03
	計	1992	1576	233	74	3875	1.00

表 3.29 スギの原木時 1m³ の時の仕上げ後の材積量

樹種	原木	仕上げ後
スギ	1.00	0.57

表 3.30 スギの原木用途別割合

製材品	建築用材	0.57
端材	木材チップへ	0.15
	畜産用へ	0.14
	堆肥用へ	0.02
	きのこ用へ	0.09
	焼却処分	0.01
	処分場持込	0.01
計		1.00

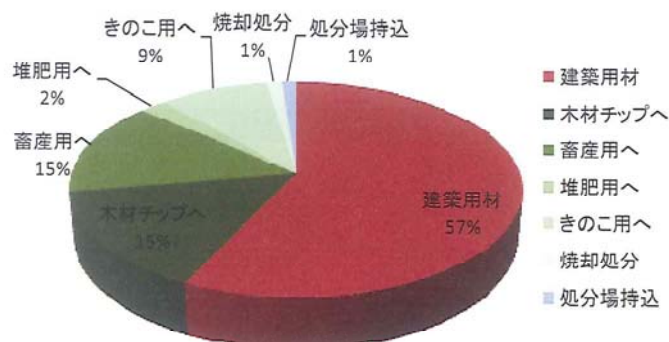


図 3.22 スギの原木の用途別割合

建築用材として 57% が使用するとして原木の利用用途割合を算出すると、原木 1 本の内、42% が他産業で使用され、1% が焼却による最終処分であることが分かった。

3.8 スギの炭素放出フローとカーボンバランス

住宅に固定される炭素量を 100%とした時の各工程における炭素放出量を割合で示した炭素放出フロー図を図 3.23 に示す。

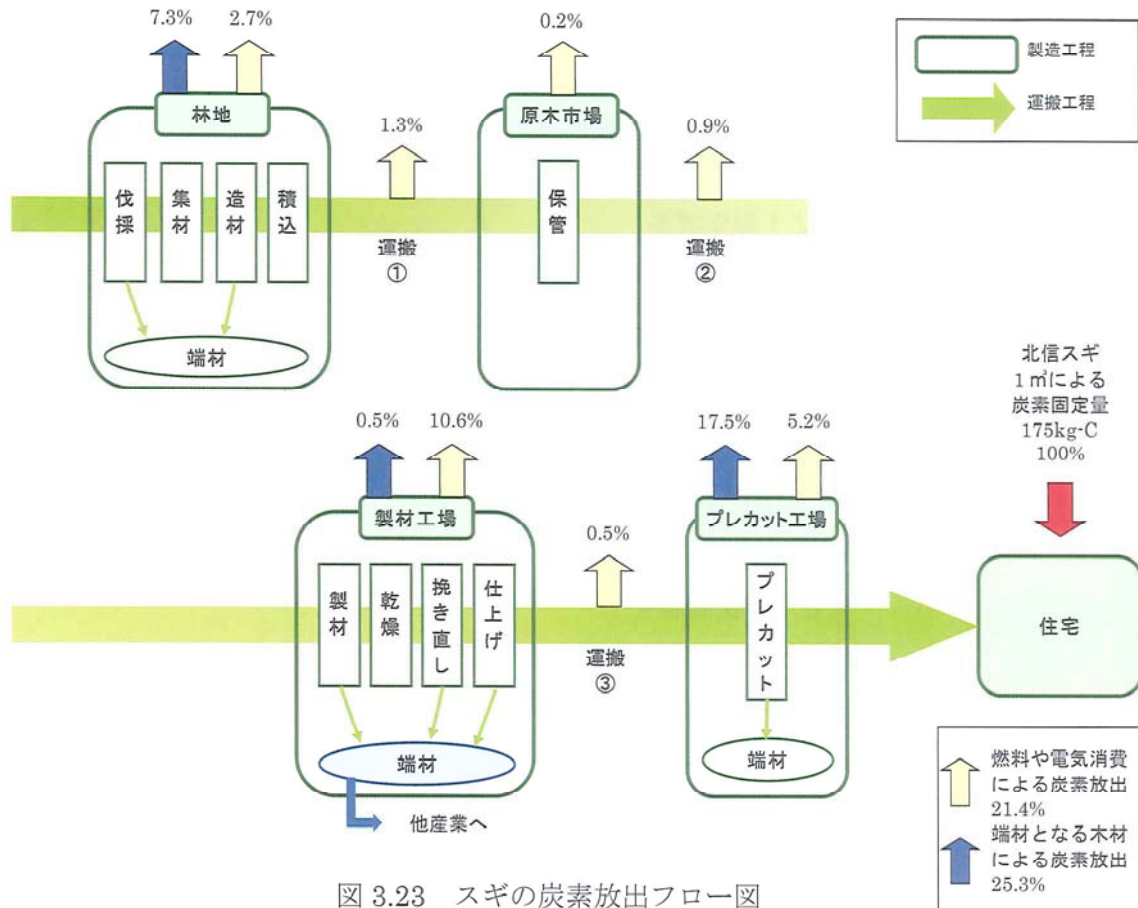


図 3.23 スギの炭素放出フロー図

また、炭素固定量から、各工程で排出される CO₂ 排出量を差し引いたスギのカーボンバランスを図 3.24 に示す。

項目	排出量・固定量 (kg-CO ₂ /m ³)
製材品の炭素固定量	
スギの炭素固定量	641.7
燃料による二酸化炭素排出量	
林地	-17.4
輸送	-8.3
原木市場	-1.0
輸送	-5.9
製材工場	-68.1
端材による二酸化炭素放出量	
林地	-46.8
製材工場	-3.3
排出量合計	-150.9
カーボンバランス	490.8

図 3.24 スギのカーボンバランス

第4章 東信地区のカラマツの調査と結果

4.1 カラマツの林地における調査

4.1.1 調査概要

4.1.2 実測調査

4.1.3 聞き取り調査

4.2 カラマツの原木市場における調査

4.2.1 調査概要

4.2.2 聞き取り調査

4.3 カラマツの製材工場における調査

4.3.1 小林木材（平成21年度実施）

4.3.1.1 調査概要

(1) 調査日時

(2) 調査場所

(3) 調査手順

4.3.1.2 実測調査

4.3.1.2.1 製材時における調査

(1) 重量・材積量計測

(2) 含水率計測

(3) 歩留り算出

4.3.1.2.2 仕上げ時における調査

(1) 重量・材積量計測

(2) 含水率計測

(3) 歩留り算出

4.3.1.2.3 製材工場における総歩留り算出

4.3.1.3 出荷材積量及び燃料消費量調査

4.3.2 上田第三木材エルク（平成22年度実施）

4.3.2.1 調査概要

(1) 調査日時

(2) 調査場所

(3) 調査手順

4.3.2.2 実測調査

4.3.2.2.1 製材時における調査

(1) 重量・材積量計測

(2) 含水率計測

(3) 歩留り算出

- 4.3.2.2.2 挽き直し時における調査
 - (1) 重量・材積量計測
 - (2) 含水率計測
 - (3) 歩留り算出
- 4.3.2.2.3 製材工場における総歩留り算出
- 4.3.2.3 出荷材積量及び燃料消費量調査
 - 4.3.1 調査概要
 - 4.3.2 実測調査
 - 4.3.2.1 製材時における調査
 - 4.3.2.2 挽き直し時における調査
 - 4.3.2.3 製材工場における総歩留り算出
 - 4.3.3 出荷材積量及び燃料消費量調査
- 4.4 カラマツの製造工程における CO₂ 排出量の算出
 - 4.4.1 単位物量当りの燃料消費量
 - 4.4.2 単位物量当りの CO₂ 排出量の算出
- 4.5 カラマツの運搬工程における CO₂ 排出量の算出
 - 4.5.1 各施設の位置
 - 4.5.2 運搬距離
 - 4.5.3 運搬重量
 - 4.5.4 運搬工程における CO₂ 排出量の算出
- 4.6 カラマツの製材工程における CO₂ 排出量の算出
 - 4.6.1 製材工程における単位物量当りの CO₂ 排出量
- 4.7 東信地区製材工場における端材発生量調査
 - 4.7.1 調査概要
 - 4.7.2 聞き取り調査
 - 4.7.2.1 樹種別年間仕入れ材積量
 - 4.7.2.2 樹種別年間出荷材積量
 - 4.7.2.3 用途別年間端材発生量
 - 4.7.3 カラマツの原木用途別内訳
- 4.8 カラマツの炭素放出フローとカーボンバランス

4.1 カラマツの林地における調査

4.1.1 調査概要

(1) 調査日時

実測調査 平成 21 年 10 月 1 日木曜日午前 9 時から

聞き取り調査 平成 21 年 12 月 21 日

(2) 調査場所

長野県東御市国有林内和山団地

(3) 調査手順

- ①玉切りされた原木の断面の直径及び長さを計測
- ②玉切りされた原木の生重量を計測
- ③玉切りされた原木の小口から 3cm 程度を試料としていただく
- ④試料にラップをかけ、ビニール袋に入れる
- ⑤枝払いされた枝葉を収集して計測
- ⑥認証センターにて、試料を皮剥
- ⑦試料の厚さ、表面積を計測（表面積の計測にはプランニングメーターを使用）
- ⑧試料の生重量を計測
- ⑨試料にマジックで記入
- ⑩105℃で最低 30 時間絶乾
- ⑪試料の絶乾重量を計測

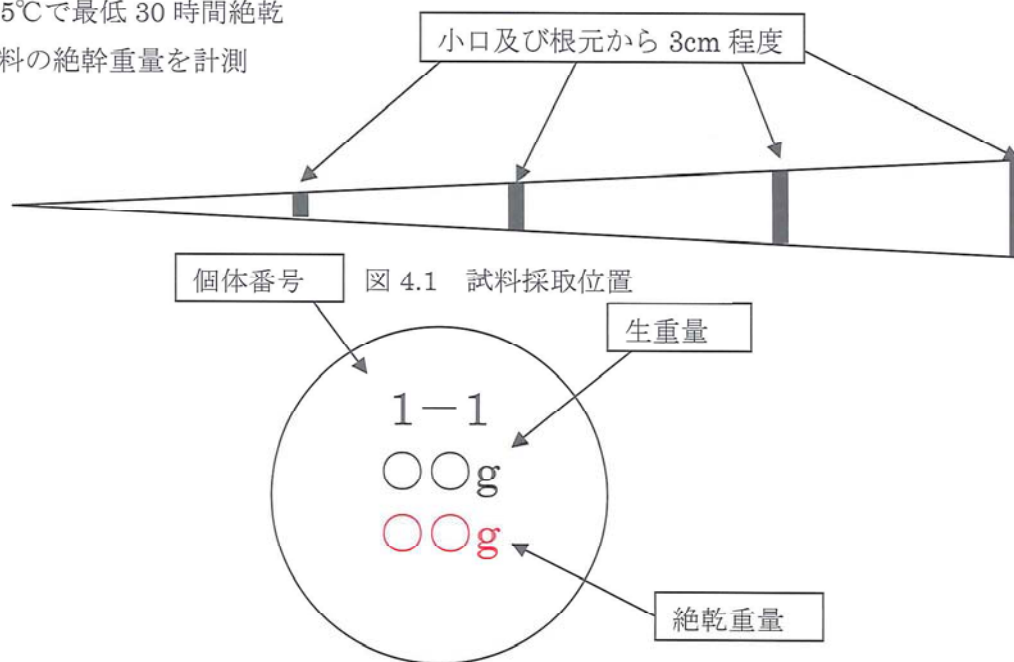


図 4.2 試料記入例



図 4.3 玉切りに造材された木材



図 4.4 原木の重量計測



図 4.5 試料の採取



図 4.6 枝葉及び残材の重量



図 4.7 試料の重量計測



図 4.8 人工乾燥機に試料を入れた状態

4.1.2 実測調査

(1) 重量・材積量計測

玉切りされたカラマツ、枝葉の重量及び末口、元口直径、長さを計測した。

本調査ではカラマツを2本新たに伐採・玉切りをして計測し、それぞれ個体番号1、2とした。表4.1に原木の実測結果を示す。

表 4.1 原木の計測結果

個体番号	重量kg	末口直径cm	元口直径cm	長さcm	材積m ³	含水率%	全乾比重t/m ³
1-0(根元)	18.16	29	32	29	0.020	69.68	0.56
1-1	164.35	23	28	416	0.208	59.35	0.57
1-2	127.23	20	23	416	0.150	61.73	0.52
1-3	98.35	18	20	414	0.114	63.44	0.50
1-4	57.94	10	17	416	0.062	78.72	0.53
1-5(先端)	8.65	0	10	450	0.009	-	-
1-枝葉	139.65	-	-	-	-	-	-
計	614.33			2141			
2-1(根元)	59.06	33	35	73	0.066	69.63	0.49
2-2	207.00	27	32	415	0.286	63.81	0.48
2-3	167.15	25	27	414	0.212	82.64	0.42
2-4	141.94	23	25	416	0.185	81.37	0.45
2-5	96.59	15	22	411	0.110	67.89	0.56
2-6	22.86	10	15	204	0.025	97.59	0.45
2-7	4.88	9	10	73	0.005	122.05	0.44
2-8(先端)	5.18	0	9	357	0.005	-	-
2-枝葉	237.37	-	-	-	-	-	-
計	942.03			2363			

材積量の算出式を下に示す。

$$V = \left(\frac{d_1 + d_2}{4} \right)^2 \times l \times \pi$$

V : 材積量(m^3)

d_1 : 末口直径(m)

d_2 : 元口直径(m)

l : 長さ(m)

(2) 歩留り算出

林地における歩留りを試算する。枝葉及び根元、梢端は林内へ廃棄される。伐採と造材による重量と材積量の歩留りを算出した。枝葉切り落としによる重量の歩留りの平均値は 0.76、造材による重量の歩留りの平均値は 0.92、材積量の歩留りの平均値は 0.93 となった。表 4.2 に伐採、造材による重量と材積量の歩留りを示す。

表 4.2 伐採による歩留り

	枝払い重量歩留り	造材重量歩留り	造材材積歩留り
			
1	0.77	0.94	0.95
2	0.75	0.90	0.91
平均	0.76	0.92	0.93

梢端及び根元以外を搬出したため、林地における歩留りは高くなった。

(3) 含水率計測

(1)で計測を行った原木の末口から3cm程度の試料を採取し、認証センターにて全乾法を用いて含水率を計測した。表4.3に試料の分析結果を示す。

$$\frac{\text{生重量} - \text{絶乾重量}}{\text{絶乾重量}} \times 100 = \text{含水率}(\%)$$

表 4.3 原木試料の計測結果

個体番号	樹皮有り 生重量g	樹皮無し 生重量g	高さ cm	表面積 cm ²	樹皮無し 絶乾重量 g	体積 cm ³	全乾比重 t/m ³	含水率 %
1-0	2389	2223	3.8	626	1310	2352	0.56	69.7
1-1	1114	1026	2.1	543	644	1129	0.57	59.4
1-2	905	834	2.6	374	516	990	0.52	61.7
1-3	337	304	1.3	282	186	369	0.50	63.4
1-4	457	411	2.0	213	230	436	0.53	78.7
2-1	3120	2905	3.4	1038	1713	3493	0.49	69.6
2-2	1788	1654	2.8	763	1010	2100	0.48	63.8
2-3	1629	1486	4.6	414	813	1923	0.42	82.6
2-4	701	651	1.9	419	359	791	0.45	81.4
2-5	775	725	2.0	376	432	766	0.56	67.9
2-6	217	189	1.5	144	96	214	0.45	97.6
2-7	134	115	1.7	70	52	118	0.44	122.1

試料1、2ともに梢端の含水率が高くなっている。林地における原木の全乾比重と含水率は梢端及び根元は林内へ放置されることを考え、梢端及び根元を除いた平均値を算出した。全乾比重は0.50t/m³、含水率は72.9%となった。今後、重量による歩留りを試算するにあたり、含水率によって木材の重量が変化してしまうので全乾重量を用いることにする。ここで算出された試料の全乾比重から原木の全乾重量を試算することができる。

4.1.3 聞き取り調査

(1) 出荷材積量調査

今回の調査では平成 21 年度から行われている和山団地の伐採現場について調査した。出荷材積量を表 4.4 に示す。

表 4.4 現場別出荷材積量

出荷材積量(m³)	2180.90
伐採面積(ha)	27.00

(2) 燃料消費量調査

使用している高性能林業機械の燃料は全て軽油である。

機械使用簿より、軽油使用料と稼働時間を算出した。使用機械は、スイングヤーダー1 台、フォワーダ 1 台、トラクター 2 台、ハーベスタ 2 台である。

また、現場ではチェーンソーも使用しているので、チェーンソーによるガソリン消費量を算出し、機械別燃料消費量を表 4.5 に示す。

表 4.5 機械別燃料消費量

	軽油(L)	ガソリン(L)
スイングヤーダ	552	-
フォワーダ	1546	-
トラクター①	150	-
トラクター②	275	-
ハーベスタ①	3588	-
ハーベスタ②	2050	-
チェーンソー	-	274.54
計	8161	274.54

(3) 単位材積量当りの燃料消費量算出

高性能林業機械の軽油消費量、チェーンソーのガソリン消費量をそれぞれ出荷材積量で除して、単位材積量当りの軽油消費量を算出した。単位材積量当りの軽油消費量は 3.74L/ m³、単位材積量当りのガソリン消費量は 0.13L/ m³ となった。表 4.6 に単位材積量当りの燃料消費量を示す。

表 4.6 単位材積量当りの燃料消費量

高性能林業機械軽油消費量L	8161.00
チェーンソーガソリン消費量L	274.54
出荷材積量m³	2180.90
単位材積量当りの軽油消費量L/ m³	3.74
単位材積量当りのガソリン消費量L/ m³	0.13

4.2 カラマツの原木市場における調査

4.2.1 調査概要

(1) 調査日時

聞き取り調査 平成 21 年 9 月 3 日木曜日

(2) 調査場所

東信木材センター



図 4.9 木材の選別機



図 4.10 原木市場の様子

3.2.2 聞き取り調査

(1) 取り扱い材積量調査

平成 18～20 年度の取り扱い材積量について調査を行った。表 4.7 に樹種別の年間取り扱い材積量を示す。

表 4.7 樹種別年間取り扱い材積量

	平成18年度	平成19年度	平成20年度
カラマツ	29,723	40,407	42,808
アカマツ	2,302	1,727	2,651
スギ	2,598	5,295	6,636
ヒノキ	461	425	475
その他針葉樹	259	223	572
広葉樹	225	210	169
計	35,568	48,287	53,311

各年度ともにカラマツが多く、取り扱い材積量の 80%以上を占めている。

(2) 燃料消費量調査

原木の選別機及び事務所の電気使用量、市場内で使用されるフォークリフトの軽油消費量について、平成 18～20 年度の燃料消費量について調査を行った。表 4.8 に年間の燃料消費量を示した。

表 4.8 原木市場における年間の燃料消費量

	平成18年度		平成19年度		平成20年度	
	電気使用量	軽油消費量	電気使用量	軽油消費量	電気使用量	軽油消費量
	kWh	L	kWh	L	kWh	L
4月	4,138	500	3,577	1,000	3,367	1,200
5月	3,103	1,000	4,662	1,500	2,746	500
6月	3,269	1,100	4,163	1,500	2,893	1,650
7月	2,976	1,000	4,194	700	2,816	1,500
8月	2,770	500	2,908	1,000	3,205	2,000
9月	2,846	1,000	3,468	1,000	3,015	2,480
10月	3,857	1,500	2,736	1,000	3,143	1,500
11月	3,782	1,000	2,787	1,000	4,032	2,500
12月	4,150	1,500	3,268	1,201	5,229	1,680
1月	3,659	0	3,294	1,500	3,915	1,500
2月	4,773	1,000	4,094	2,000	5,709	2,000
3月	3,866	1,000	4,643	1,500	4,733	1,500
計	43,189	11,100	43,794	14,901	44,803	20,010

(3) 単位材積量当りの燃料消費量算出

年間燃料消費量を年間取り扱い材積量で除して、原木市場における単位材積量当りの電気使用量及び軽油消費量を試算した。単位材積量当りの電気使用量の平均値は $0.99\text{kWh}/\text{m}^3$ 、軽油消費量の平均値は $0.33\text{L}/\text{m}^3$ となった。表 4.9 にその結果を示す。

表 4.9 単位材積量当りの燃料消費量

	平成18年	平成19年	平成20年
年間電気使用量kWh	43189	43794	44803
年間軽油消費量L	11100	14901	20010
年間取り扱い材積量合計 m^3	35568	48287	53311
単位材積量当りの電気使用量 kWh/m^3	1.21	0.91	0.84
単位材積量当りの軽油使用量 L/m^3	0.31	0.31	0.38

4.3 カラマツの製材工場における調査

4.3.1 K 木材

4.3.1.1 調査概要

(1) 調査日時

実測調査：12月5日月曜日 10時から

聞き取り調査：同日

(2) 調査場所

K 木材株式会社

(3) 調査手順

- ①計測対象となる原木の保管期間について聞き取り
- ②皮剥前の原木の重量を計測
- ③皮剥後の原木の重量を計測*1
- ④原木の末口、元口の直径及び長さを計測
- ⑤製材製品（もしくは端材）の重量、厚、巾を計測
- ⑥非破壊式高周波木材水分計を用いて簡易的に含水率を計測

-
- ⑦挽き直し前の製材製品の重量、厚、巾を計測*2、3
 - ⑧非破壊式高周波木材水分計を用いて簡易的に含水率を計測
 - ⑨挽き直し後の製材製品の重量、厚、巾を計測
 - ⑩仕上げ後の製材製品の重量、厚、巾を計測

*1 皮剥した際に原木ごとに樹皮を仕分けできるようならば、袋にまとめて計測も可

*2 歩留りの調査は製材工程と仕上げ工程を別々に計測するため、製材時と仕上げ時の材は同一である必要はない

*3 カラマツは人工乾燥した際にねじれがあるため仕上げの前にもう一度、製材機にかける

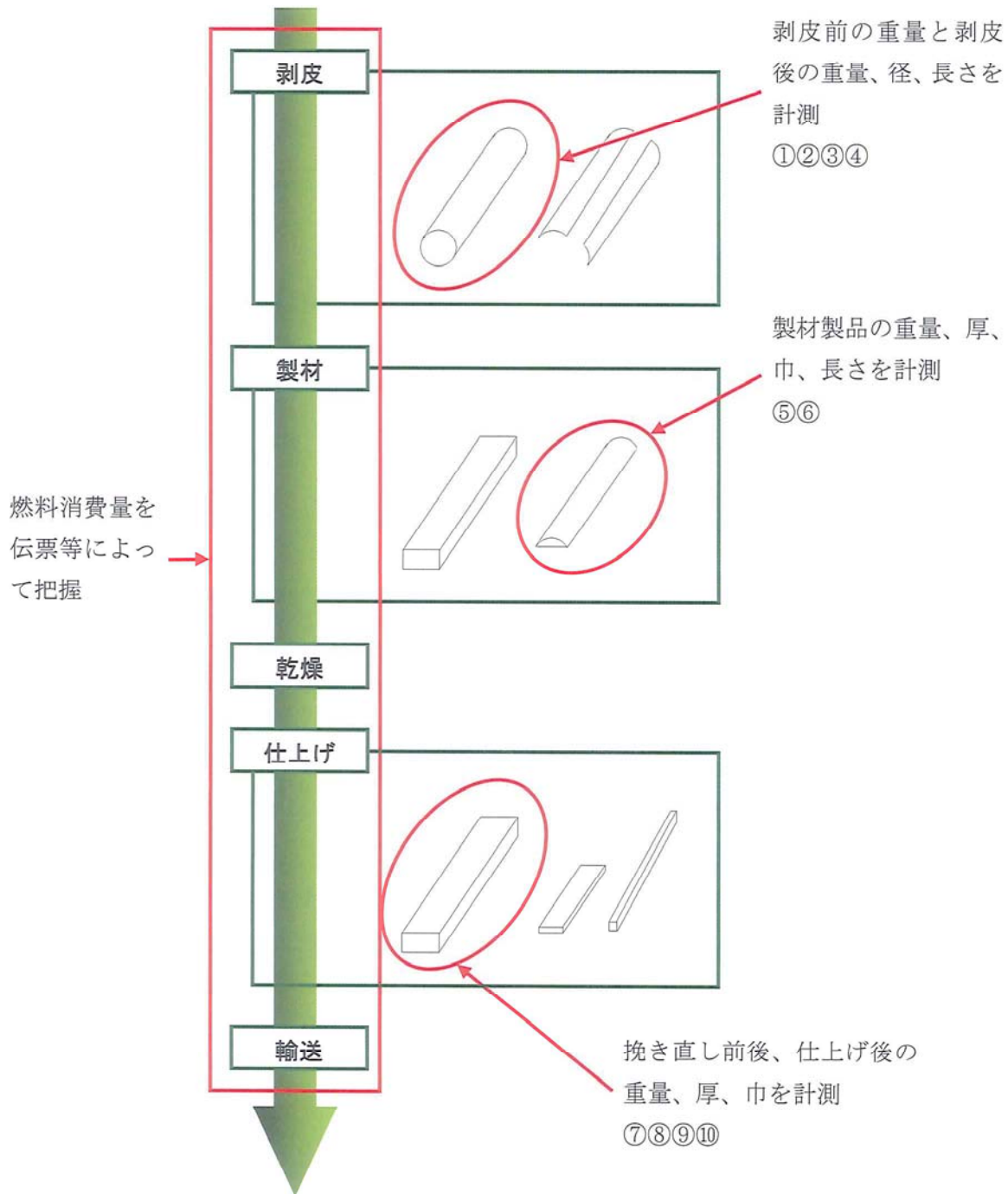


図 4.11 調査フロー図

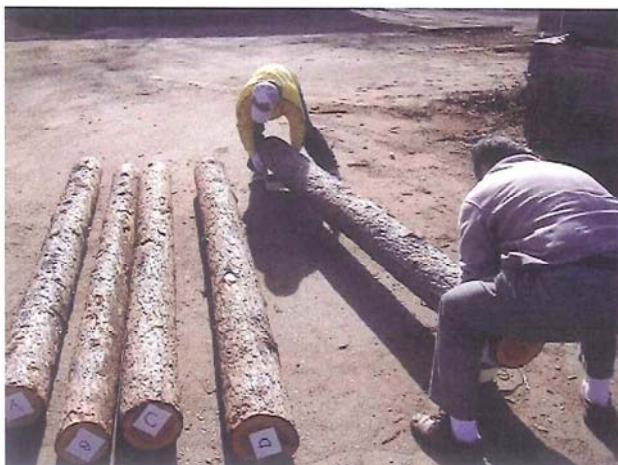


図 4.12 原木の重量計測



図 4.13 バーカーによる剥皮



図 4.14 剥皮後の重量計測

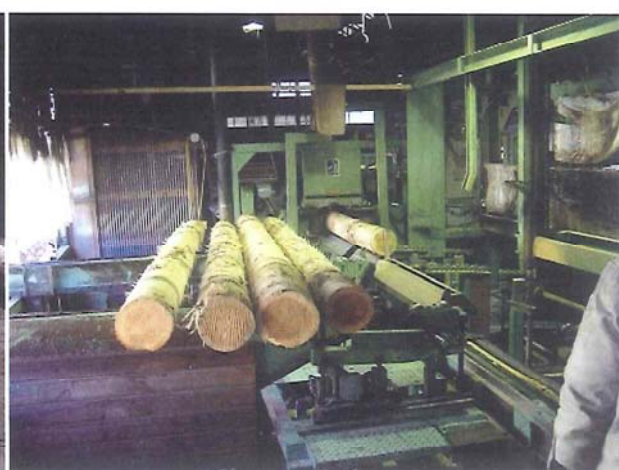


図 4.15 製材の様子



図 4.16 製材後の重量計測



図 4.17 製材後の含水率計測

4.3.1.2 実測調査

歩留りの算出にあたり、工程を製材と仕上げに分け、それぞれ重量、含水率、材積量の計測を行った。

4.3.1.2.1 製材時における調査

(1) 重量・材積量計測

製材工場に山積みされている原木を皮剥から製材まで追った。皮剥前後の原木の重量、元口、末口直径、長さ及び製材後の製材製品の重量、巾、厚、含水率を計測した。原木はカラマツ A~E までの 5 本を計測した。

(2) 含水率計測

含水率の計測には非破壊式高周波木材水分計を使用した。製材後の心材の 9 箇所の含水率を測定し、その平均値を各原木の含水率とした。原木の計測結果を表 4.10、製材後の計測結果については表 4.11 に示す。

表 4.10 製材前の原木の計測結果

個体番号	皮剥前重量kg	皮剥後重量kg	末口直径cm	元口直径cm	長さcm	材積m ³	含水率%	全乾比重t/m ³
A	82.76	71.72	18.2	21	305	0.092	38.1	0.56
B	60.4	52.66	16.7	19.2	303	0.077	34.1	0.51
C	74.4	66.36	20.1	21	302	0.100	28.3	0.52
D	100.94	88.62	21	24.4	306	0.124	44.7	0.49
E	91.16	79.5	20.5	23.1	305	0.114	51.8	0.46

含水率の平均値は 39.4%、全乾比重の平均値は 0.51t/m³ となった。

表 4.11 製材後の製材製品の計測結果

個体番号	重量kg	巾cm	厚cm	材積m ³
A	28.18	12.3	12.3	0.046
B	24.32	11.5	11.5	0.040
C	25.72	12.3	12.3	0.046
D	43.8	14.5	14.5	0.064
E-1	36.3	14.5	14.5	0.064
E-2	3.9	2.6	5.6	0.004
E	40.2	-	-	0.069

計測した材は小径であり、原木 1 本から柱材 1 本を挽く程度であった。

(3) 歩留り算出

皮剥を含む製材工程における重量の歩留りの平均値は 0.39、材積量の歩留りの平均値は 0.52 となった。表 4.12 に製材工程での各原木の歩留りを示す。

表 4.12 製材工程における歩留り

個体番号	重量歩留り	材積歩留り
A	0.34	0.50
B	0.40	0.52
C	0.35	0.46
D	0.43	0.52
E	0.44	0.60

4.3.1.2.2 仕上げ工程における調査

カラマツは人工乾燥した際にねじれが発生しやすく、仕上げを行う前に挽き直す作業が必要となる。

(1) 重量・材積量計測

人工乾燥後の製材製品 F～H までの 3 本の挽き直し前後及び仕上げ後の重量、巾、厚、長さ、含水率を計測した。

(2) 含水率計測

含水率の計測には非破壊式高周波木材水分計を使用した。製材製品の 9 箇所の含水率を測定し、その平均値を各製材製品の含水率とした。挽き直し前の計測結果を表 4.13 に、挽き直し後の計測結果を表 4.14 に、仕上げ後の計測結果を表 4.15 に示す。

表 4.13 挽き直し前の製材製品の計測結果

個体番号	重量kg	巾cm	厚cm	長さcm	材積m ³	含水率%	全乾比重 t/m ³
F	37.38	14.3	14.3	407.5	0.083	5.4	0.43
G	36.78	13.7	13.7	407.5	0.076	5.4	0.46
H	41.42	14.1	14.1	407.2	0.081	6.5	0.48

含水率の平均値は 5.8%、全乾比重の平均値は 0.45t/m³ となった。

表 4.14 挽き直し後の製材製品の計測結果

個体番号	重量kg	巾cm	厚cm	長さcm	材積m ³
F	17.84	9.9	9.9	407.5	0.040
G	25.12	11.4	11.4	407.5	0.053
H	26.5	11.4	11.4	407.2	0.053

表 4.15 仕上げ後の製材製品の計測結果

個体番号	重量kg	巾cm	厚cm	長さcm	材積m ³
F	14.82	9	9	407.5	0.033
G	21.3	10.5	10.5	407.5	0.045
H	22.98	10.5	10.5	407.2	0.045

(3) 歩留り算出

挽き直し工程での重量の歩留りは 0.60、材積量の歩留りは 0.61 となった。仕上げ工程での重量の歩留りの平均値は 0.85、材積量の歩留りの平均値は 0.84 となった。表 4.16 に挽き直し工程での各製材製品の歩留りを、表 4.17 に仕上げ工程での各製材製品の歩留りを示す。

表 4.16 挽き直し工程での歩留り

個体番号	重量歩留り	材積歩留り
F	0.48	0.48
G	0.68	0.69
H	0.64	0.65

表 4.17 仕上げ工程での歩留り

個体番号	重量歩留り	材積歩留り
F	0.83	0.83
G	0.85	0.85
H	0.87	0.85

4.3.1.2.3 製材工場における総歩留り算出

製材と仕上げの間に人工乾燥を行うことで含水率が大きく減少するため、重量の歩留りに関しては全乾重量から算出した。全乾重量の歩留りの平均値は 0.20、材積量の歩留りの平均値は 0.27 となった。

表 4.18 製材工場における歩留り

製材		挽き直し		仕上げ	
重量歩留り	材積歩留り	重量歩留り	材積歩留り	重量歩留り	材積歩留り
0.39	0.52	0.60	0.61	0.85	0.84

4.3.1.3 出荷材積量及び燃料消費量調査

製材機やモルダー、事務所の電気使用量、フォークリフトの燃料である軽油消費量について表 4.19 に示す。小林木材では人工乾燥を行う際に木質バイオマスボイラを使用しており、灯油消費量が非常に少ない。表 4.20 に出荷材積量当りの燃料消費量について示す。出荷材積量当りの電気使用量は 160.31kWh/m³、灯油消費量は 0.24L/m³、軽油消費量は 2.19L/m³となった。

表 4.19 平成 19 年度における燃料消費量

電気使用量kwh	灯油消費量L	軽油消費量L
350756	530	4800

表 4.20 出荷材積量当りの燃料消費量

出荷材積m ³	2188.00
出荷材積量当りの電気使用量kwh/m ³	160.31
出荷材積量当りの灯油消費量L/m ³	0.24
出荷材積量当りの軽油消費量L/m ³	2.19

4.3.2 協同組合 L

4.3.2.1 調査概要

(1) 調査日時

乾燥工程前の実測調査：10 月 22 日

乾燥工程後の実測調査：11 月 4 日

聞き取り調査：11 月 4 日

(2) 調査場所

協同組合 L

(3) 調査手順

①原木の重量を計測

②原木の末口、元口の直径及び長さを計測

③製材製品（もしくは端材）の重量、厚、巾を計測

④非破壊式高周波木材水分計を用いて簡易的に含水率を計測

⑤仕上げ前の製材製品の重量、厚、巾を計測

⑥非破壊式高周波木材水分計を用いて簡易的に含水率を計測

⑦仕上げ後の製材製品の重量、厚、巾を計測

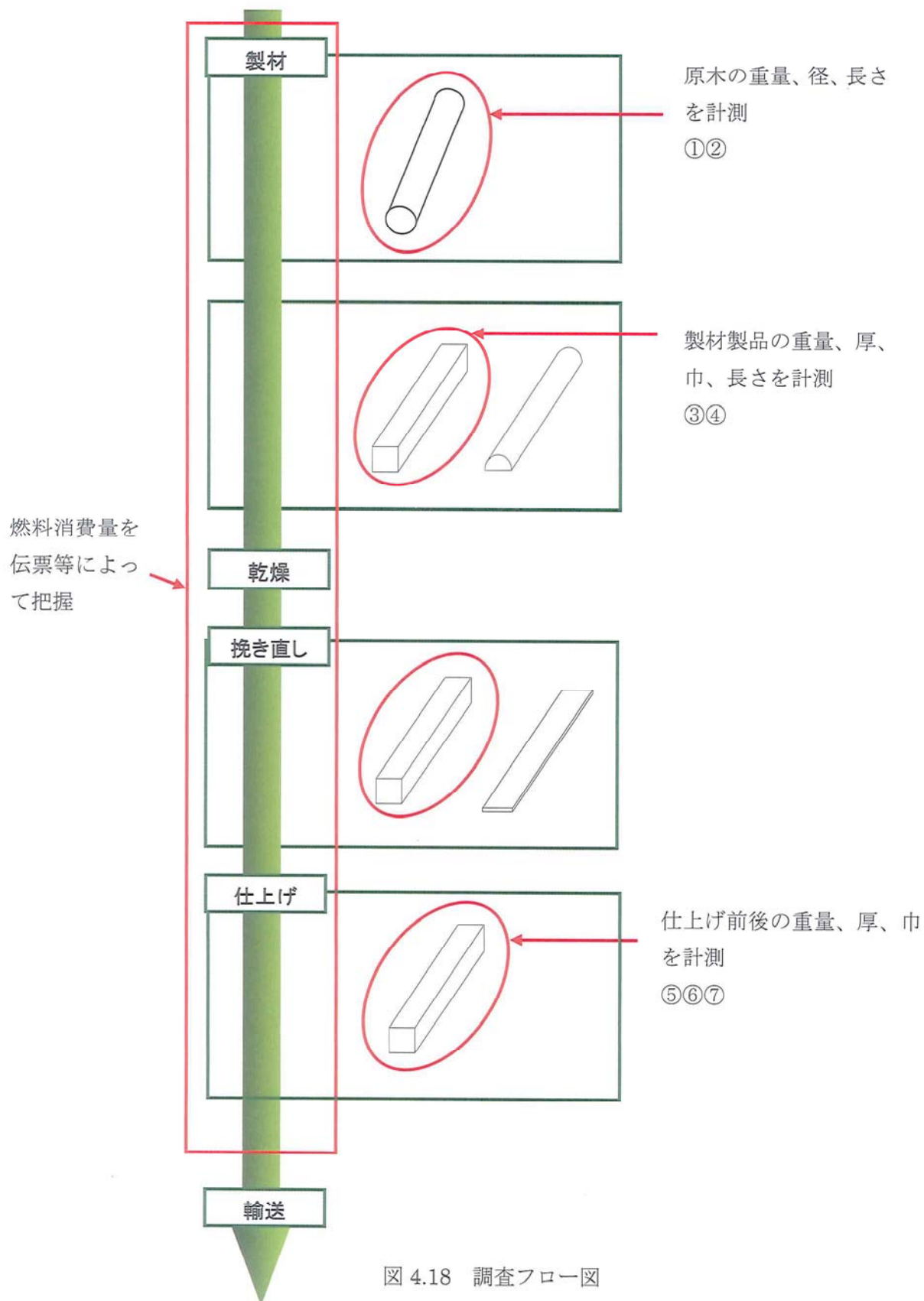




図 4.19 原木の計測



図 4.20 製材工程



図 4.21 製材品の様子



図 4.22 人工乾燥前の様子



図 4.23 挽き直し工程



図 4.24 モルダによる仕上げ工程

4.3.2.2 実測調査

歩留りの算出にあたり、製材工場における工程を製材と仕上げに分け、それぞれ重量、含水率、材積量の計測を行った。

4.3.2.2.1 製材時における調査

(1) 重量・材積量計測

製材工場に積まれている原木を製材まで追った。原木の重量、元口、末口直径、長さ及び製材後の製材製品の重量、巾、厚、含水率を計測した。原木はカラマツ A~E までの 5 本を計測した。

(2) 含水率計測

含水率の計測には非破壊式高周波木材水分計を使用した。製材製品 1 本につき各面 3 箇所ずつの、合計 12 箇所の含水率を測定し、その平均値を各原木の含水率とした。原木の計測結果を表 4.21、製材後の計測結果については表 4.22 に示す。

表 4.21 原木の計測結果

個体番号	原木重量 kg	末口直径 cm	元口直径 cm	長さcm	材積 m^3	含水率%	全乾比重 t/m^3
A	164.00	22.8	29.4	406	0.217	48.9	0.45
B	141.40	22.9	25.0	418	0.188	54.5	0.49
C	143.55	21.9	25.6	405	0.180	40.5	0.57
D	139.19	22.3	25.9	407	0.185	40.9	0.53
E	131.77	21.3	25.1	416	0.176	38.8	0.54

含水率の平均値は 44.7%、全乾比重の平均値は $0.52t/m^3$ となった。

表 4.22 製材製品の計測結果

個体番号	重量kg	巾cm	厚cm	材積 m^3
A	52.54	14.5	14.5	0.085
A-1	5.64	9.6	2.1	0.008
A-2	6.42	9.8	2.3	0.009
A合計	64.60	-	-	0.103
B	58.02	14.5	14.5	0.088
C	53.30	14.5	14.5	0.085
D	49.98	14.5	14.5	0.085
E	55.62	14.5	14.5	0.087

(3) 歩留り算出

製材工程における重量の歩留りの平均値では 0.39、材積量の歩留りの平均値は 0.47 となった。表 4.23 に製材工程での各原木の歩留りを示す。

表 4.23 製材工程における歩留り

個体番号	重量歩留り	材積歩留り
A	0.39	0.47
B	0.41	0.47
C	0.37	0.47
D	0.36	0.46
E	0.42	0.50
平均	0.39	0.47

歩留りに大きく差がみられたのは末口直径と元口直径の差の大きさによるものではないかと考えられる。

4.3.2.2.2 仕上げ時における調査

(1) 重量・材積量計測

人工乾燥後の製材製品 A～E までの 7 本の仕上げ前後の重量、巾、厚、長さ、含水率を計測した。

(2) 含水率計測

含水率の計測には非破壊式高周波木材水分計を使用した。製材製品の 12 箇所の含水率を測定し、その平均値を各製材製品の含水率とした。仕上げ前の重量、巾、厚、長さ、含水率を表 4.24 に、仕上げ後の重量、巾、厚、長さを表 4.25 に示す。

表 4.24 仕上げ前の製材製品の計測結果

個体番号	重量kg	巾cm	厚cm	長さcm	材積m ³	含水率%	全乾比重 t/m ³
A	42.24	14.5	14.5	405	0.085	12.9	0.44
A-1	4.70	9.6	2.1	405	0.008	28.1	0.45
A-2	4.82	9.8	2.3	405	0.009	33.1	0.40
A合計	51.76	—	—	—	0.103	—	—
B	42.62	14.5	14.5	418	0.088	13.9	0.43
C	41.48	14.5	14.5	405	0.085	12.8	0.43
D	36.72	14.5	14.5	407	0.085	9.3	0.39
E	44.54	14.5	14.5	416	0.087	11.4	0.46

含水率の平均値は 17.4%、全乾比重の平均値は 0.43t/m³ となった。

表 4.25 仕上げ後の製材製品の計測結果

個体番号	重量kg	巾cm	厚cm	長さcm	材積m ³
A	30.20	12.0	12.0	4.05	0.058
A-1	3.18	9.0	1.5	4.05	0.005
A-2	3.26	9.0	1.5	4.05	0.005
A合計	36.64	—	—	—	0.069
B	30.78	12.0	12.0	4.18	0.060
C	28.80	12.0	12.0	4.05	0.058
D	26.34	12.0	12.0	4.06	0.058
E	32.12	12.0	12.0	4.16	0.060

(3) 歩留り算出

仕上げ工程での重量の歩留りの平均値は 0.71、材積量の歩留りの平均値は 0.68 となった。
表 4.26 に仕上げ工程での各製材製品の歩留りを示す。

表 4.26 仕上げ工程での歩留り

個体番号	重量歩留り	材積歩留り
A	0.71	0.65
B	0.72	0.68
C	0.69	0.68
D	0.72	0.68
E	0.72	0.68
平均	0.71	0.68

カラマツは乾燥後ねじれが生じやすいため、挽き直す作業が必要となり、これが仕上げ工程の歩留りに影響している。

4.3.2.2.3 製材工場における総歩留り算出

表 4.27 に製材工場における歩留りを示す。

表 4.27 製材工場における歩留り

製材		仕上げ		製材工程総合	
重量歩留り	材積歩留り	重量歩留り	材積歩留り	重量歩留り	材積歩留り
0.39	0.47	0.71	0.68	0.28	0.32

4.3.2.3 出荷材積量及び燃料消費量調査

製材機やモルダー、事務所の電気使用量、人工乾燥を行う際に使用され重油消費量、フォークリフトの燃料である軽油消費量について表 4.28 に示す。表 4.29 に単位材積量当りの燃料消費量について示す。単位材積量当りの電気使用量は 139.16kWh/m³、重油消費量は 24.57/m³、軽油消費量は 1.98L/m³となった。

表 4.28 平成 20 年度における燃料消費量

電気使用量kWh	重油使用量L	軽油消費量L
230731	40730	3279

表 4.29 単位材積量当りの燃料消費量

出荷材積量m ³	1658.00
電気使用量kWh	230731.00
重油使用量L	40730.00
軽油消費量L	3279.00
単位材積量当りの電気使用量kWh/m ³	139.16
単位材積量当りの重油使用量L/m ³	24.57
単位材積量当りの軽油使用量L/m ³	1.98

4.4 カラマツの製造工程における CO₂ 排出量の算出

4.4.1 単位物量当りの燃料消費量

(1) 各工程における歩留り

各工程におけるカラマツの重量及び材積量の歩留りを表 4.30 に示す。

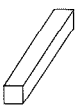
表 4.30 各工程における歩留り

	枝払い	造材	製材	仕上げ
材積歩留り	—	0.93	0.47	0.68
重量歩留り	0.76	0.92	0.39	0.71

(2) 重量・材積量の変動

表 4.31 の各工程における歩留りから仕上げ後の木材の材積量を 1 m³としたときの材積量の変化を工程に沿って表 4.20 に示した。また、各工程の材積量に対して全乾比重が 0.35t/m³のときの全乾重量及び生重量全乾重量、炭素固定量も示す。

表 4.31 重量及び材積量の変動

状態							
工程	伐採	造材	保管	製材	乾燥	仕上げ	プレカット
材積量m ³	—	3.36	3.13	1.47	1.47	1.00	—
生重量t	3.80	2.89	2.63	1.12	0.71	0.50	—
含水率%	72.95	72.95	44.50	44.50	17.36	17.36	—
炭素固定量t-C	0.97	0.84	0.78	0.37	0.37	0.25	—
炭素固定割合	1.24	1.07	1.00	0.47	0.47	0.32	—
補足	倒木直後	枝払い後	梢端、根元を除いた樹皮込みの原木の状態	製材後	乾燥後	モルダーによる仕上げ後	プレカット後

仕上げ後の木材の材積量を 1 m³としたときの全乾比重は 0.50t、生重量は 0.50t、工程を遡って伐採された原木の材積量が 3.13 m³になるということである。

また、枝葉を切り落とした原木の炭素固定量を 1 としたとき、仕上げ後の木材では、その 32%の炭素を固定できるということがわかる。

(4) 製造工程における燃料消費量

表 4.32 にカラマツの各工程での材積量当りの燃料消費量と仕上げ後の木材の材積量 1 m^3 当りに換算したときの燃料消費量を示す。例えば、林地における燃料消費量の場合は仕上げ製品 1 m^3 に対して 3.13 m^3 の原木に相当するので 3.13 を乗じた値となる。

仕上げ後の木材 1 m^3 を単位物量として、単位物量当りに消費する燃料消費量は軽油が 14.72 L/m^3 、電気使用量が 142.26 kWh/m^3 、ガソリンが 0.41 L/m^3 、重油が 24.57 L/m^3 となった。

表 4.32 単位物量当りの各工程における燃料消費量

		各工程の材積量当り	仕上げ後木材 1 m^3 当り
林地	軽油消費量 L/m^3	3.74	11.71
	電気使用量 kWh/m^3	—	—
	灯油消費量 L/m^3	—	—
	重油消費量 L/m^3	—	—
	ガソリン消費量 L/m^3	0.13	0.41
原木市場	軽油消費量 L/m^3	0.33	1.03
	電気使用量 kWh/m^3	0.99	3.10
	灯油消費量 L/m^3	—	—
	重油消費量 L/m^3	—	—
	ガソリン消費量 L/m^3	—	—
製材工場	軽油消費量 L/m^3	1.98	1.98
	電気使用量 kWh/m^3	139.16	139.16
	灯油消費量 L/m^3	—	—
	重油消費量 L/m^3	24.57	24.57
	ガソリン消費量 L/m^3	—	—

4.4.2 単位物量当りのCO₂排出量の算出

カラマツの各工程における単位物量当りの燃料消費量からCO₂排出量を算出する。CO₂排出原単位は環境省地球環境局のデータベースを用い、電気は中部電力の値を用いた。^{注1)}単位物量当りのCO₂排出量は林地では31.15kg-CO₂/m³、原木市場では4.07kg-CO₂/m³、製材工場では135.01kg-CO₂/m³となった。図4.25にCO₂排出量を各工程の燃料別に示している。

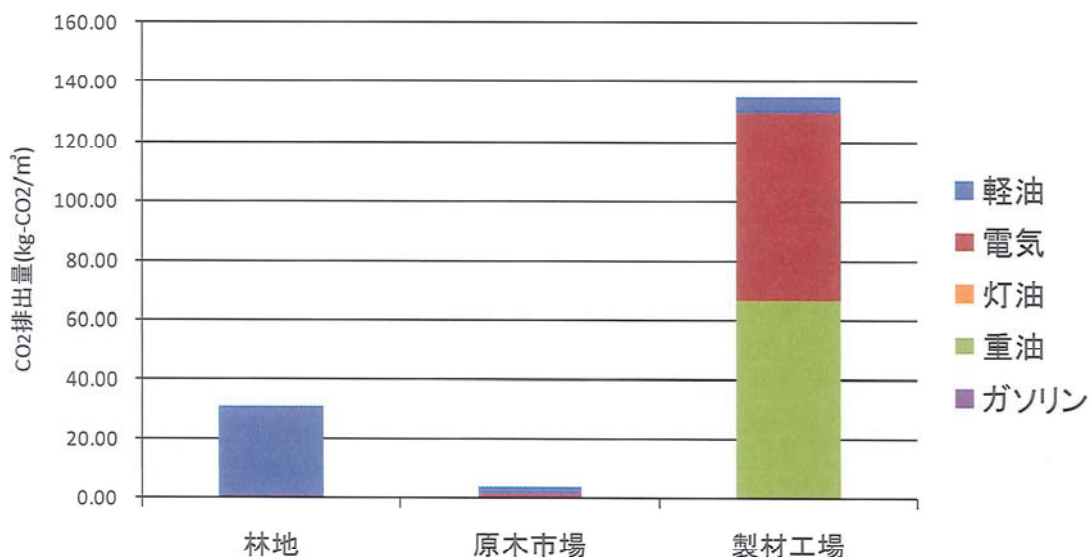


図 4.25 各工程におけるCO₂排出量

製材工場において人工乾燥の際に使用する重油によるCO₂排出量が多いことは明らかである。原木市場では加工作業がないためCO₂排出量が非常に小さくなった。いかに製材工場における重油の使用量を節約できるかがCO₂排出量の削減になる。

4.5 カラマツの運搬工程における CO₂ 排出量の算出

3.5.1 各施設の位置

長野県東部に位置する林地、原木市場、製材工場、建設現場を対象としている。

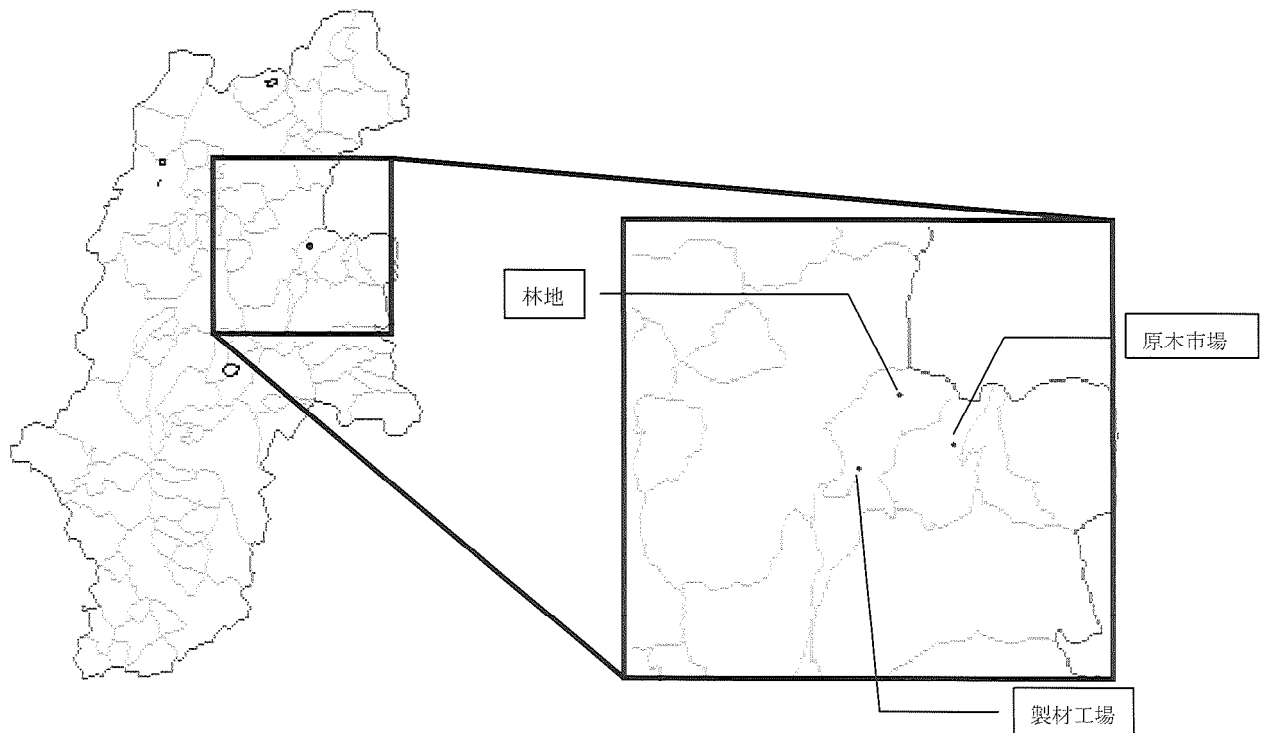


図 4.26 各施設の位置

4.5.2 運搬距離

運搬距離として、林地—原木市場、原木市場—製材工場、の2区間の距離をウェブ上で求め、表 4.33 に示す。運搬は高速道路を使用せず、一般道を使用した場合の距離である。

表 4.33 運搬距離 km

林地—原木市場	18.2
原木市場—製材工場	12.7

3.5.3 運搬重量

仕上げ後の木材の材積量 1 m^3 としたとき、それぞれの区間における全乾重量を全乾比重が 0.50 t/m^3 で算出し、さらに含水率を考慮して生重量を算出した。表 4.34 にそれぞれの区間における生重量を示す。これは、運搬する際の積載重量は生重量であるためである。

表 4.34 運搬生重量 t

林地 — 原木市場	2.69
原木市場 — 製材工場	2.61

4.5.4 運搬工程におけるCO₂排出量の算出

運搬距離と運搬重量から各運搬工程における単位物量当りのCO₂排出量を算出する。図4.27に算出結果を示す。自動車による運搬のCO₂排出原単位はウッドマイルズ関連指標算出マニュアルより0.25kg-CO₂/tkmとした。運搬①では12.24kg-CO₂/m³、運搬②では8.29kg-CO₂/m³となった。カラマツの運搬工程における単位物量当りのCO₂排出量の合計は20.53kg-CO₂/m³となった。

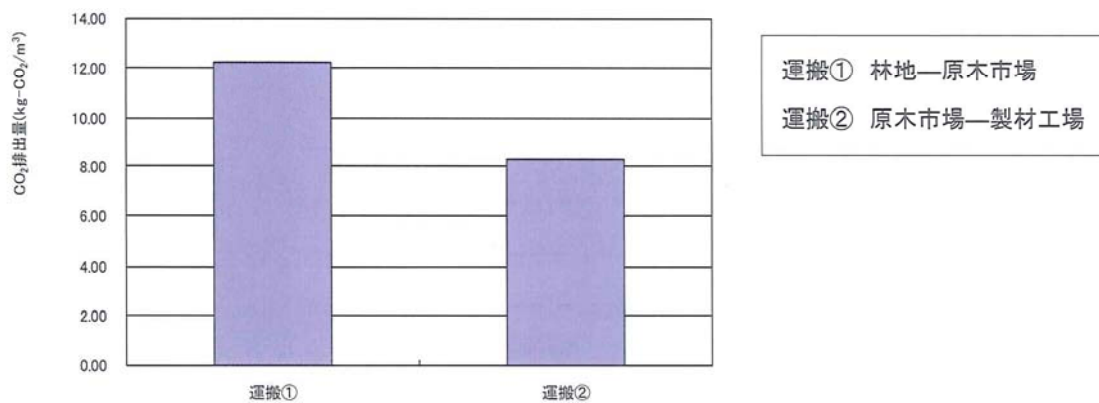


図 4.27 運搬工程におけるCO₂排出量

運搬①が最も重量が大きいため、CO₂排出量が大きくなっている。林地から原木市場もしくは製材工場までの運搬距離を短くすることでCO₂排出量を抑えることができる。

4.6 カラマツの製材工程における CO₂ 排出量の算出

4.6.1 製材工程における単位物量当りの CO₂ 排出量

カラマツの製造工程及び運搬工程における単位物量当りの CO₂ 排出量を図 4.28 に示す。カラマツの生産時における単位物量当りの CO₂ 排出量は 190.76kg-CO₂/m³ となった。工程別の CO₂ 排出量割合を図 4.29 に示す。

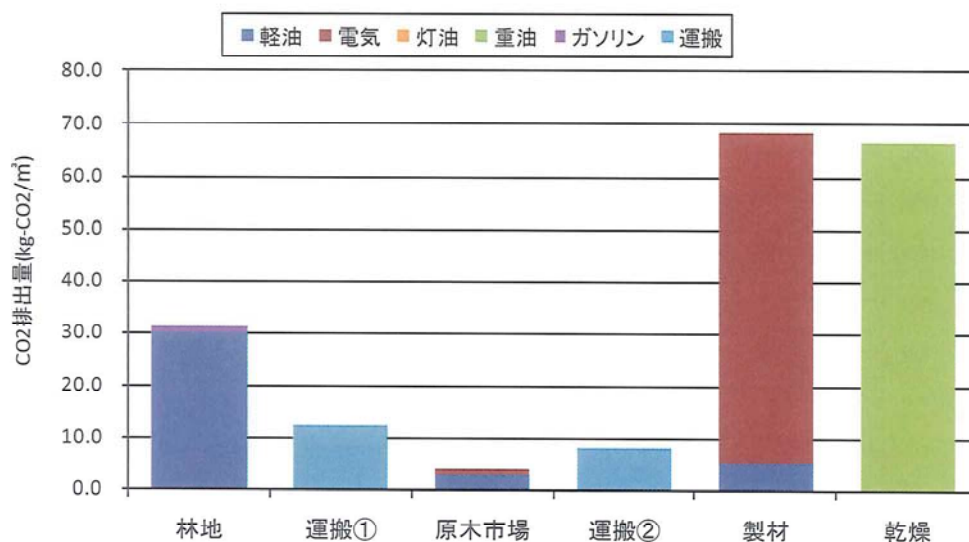


図 4.28 単位物量当りの CO₂ 排出量

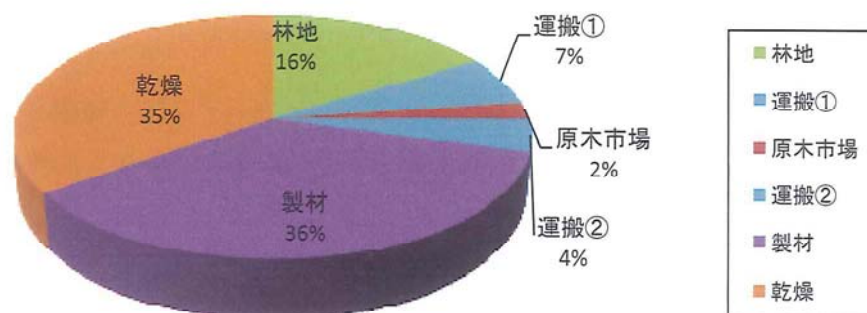


図 4.29 工程別の CO₂ 排出量割合

前述したように製材工場における CO₂ 排出量が多い。全体の 71% が製材工場によるものである。

4.7 東信地区製材工場における端材発生量調査

4.7.1 調査概要

(1) 調査日時、調査場所

平成 23 年	2 月 15 日(月)	午前 11 時～	(協)L
平成 23 年	2 月 15 日(火)	午後 1 時～	K 木材(株)
平成 23 年	2 月 15 日(金)	午後 2 時～	S 木材工業(株)
平成 23 年	2 月 15 日(水)	午前 4 時～	(株)A

(2) 調査方法

樹種別年間仕入れ材積量、樹種別年間出荷材積量、用途別年間端材発生量のそれぞれ平成 20、21 年の 2 年度分の聞き取り調査を行った。用途別年間端材発生量に関しては、長野県木材協同組合連合会(県木連)の行っている「木材流通調査 票-IV」の資料を基に作成したアンケート用紙を郵送し、後日伺い、聞き取り調査をする方法で端材の発生量とその利用用途について調査を行った。

4.7.2 聞き取り調査

4.7.2.1 樹種別年間仕入材積量

聞き取り調査で得られた東信 4 社の樹種別年間仕入材積量の総量を平成 20、21 年度分それぞれ表 4.35、4.36 に示す。樹種別の合計値をみると、カラマツの仕入れ量が多いことが分かる。

表 4.35 平成 21 年度東信地区製材工場の樹種別年間仕入材積量総量

H21 (㎡)		合計		県内業者から												県外業者から		H20からの在庫	
				自家生産	素材生産業者	木材市場	製材工場		木材販売業者		その他		小計						
		丸太	半製品	丸太		丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品		
県産材	スギ	447	212		256	173		212					429	212			18		
	ヒノキ	284	16			131			16			129		260	16		24		
	アカマツ	272	18		147	113	1	18			1		262	18			10		
	カラマツ	5975	10111		1918	3519	8	10111			202		5647	10111			328	500	
	その他針	6				3					2		5				1		
	広葉樹	85			12	58					5		75				10		
	小計	7069	10357		2333	3997	9	10357			339		6678	10357			391	500	
県外の国産材	スギ																		
	ヒノキ																		
	アカマツ																		
	カラマツ		520												520				
	その他針																		
	広葉樹																		
	小計		520													520			
外材	592							238				238		354	759		16		
合計		7661	10877		2333	3997	9	10357	238		339		6916	10357	354	1279	391	516	

表 4.36 平成 20 年度東信地区製材工場の樹種別年間仕入材積量総量

H20 (㎡)		合計		県内業者から												県外業者から		H19からの在庫	
				自家生産	素材生産業者	木材市場	製材工場		木材販売業者		その他		小計						
		丸太	半製品	丸太		丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品		
県産材	スギ	517	32		126	325		32			16		467	32			50		
	ヒノキ	431			73	167				132		372				59			
	アカマツ	124	194		58	40		114		80	18		116	194		8			
	カラマツ	6998	9842		2885	2419	63	9842	12		1007		6386	9842		612	942		
	その他針	40				20					17		37			3			
	広葉樹	20				64			14		15					20			
	小計	8130	10068		3142	3035	63	9988	26	80	1205		7378	10068		752	942		
県外の国産材	スギ																		
	ヒノキ																		
	アカマツ																		
	カラマツ	100												100					
	その他針																		
	広葉樹																		
	小計	100												100					
外材		826						19	12			19		720	1955	87	167		
合計		9056	10068		3142	3035	63	9988	26	80	1205		7397		820	1955	839	1109	

4.7.2.2 樹種別年間出荷材積量

聞き取り調査で得られた東信4社の樹種別年間出荷材積量の総量を平成20、21年度分それぞれ表4.37、4.38に示す。樹種別の合計値をみると、カラマツの出荷量が多いことが分かる。

表 4.37 平成21年度東信地区製材工場の樹種別年間出荷材積量総量

H21 (㎡)		合計	県内へ											県外へ						H22 への 在庫							
			建築用材						家具 用	半 製 品	用 材	土 材	チ ッ プ	木 材	ベ レ ッ ト	そ の 他	計	(建 築 用 材)	家具 用		半 製 品	用 材	土 材	チ ッ プ	木 材	そ の 他	計
県 産 材	スギ	421	7	103	165	84	46	5				4				414	7						※			7	5
	ヒノキ	188	21	15	24	61	34	3							15	173	15									15	15
	アカマツ	165	5	49		98	8									160	5						※			5	7
	カラマツ	3777	70	645	100	672	300	30		215	62	1073		171	3338	300		20	70	49+※					439	180	
	その他計	4					2								4												
	広葉樹	27				5	10	5	7						27	13											5
	集成材	1645			1632			13							1645	5545											400
	小計	6227	103	812	1921	920	400	56	9	215	66	1073		186	5761	5885		20	70	49+380					466	612	
県 外 の 国 産 材	スギ																										
	ヒノキ																										
	アカマツ																										
	カラマツ																										
	その他計																										
	広葉樹																										
	集成材	416														416										416	
	小計	416														416										416	
外材	無垢材	360	15	13	12	150	100	10		15				25	340	13		7								20	25
	集成材															464										464	
合計		7003	118	825	1933	1070	500	66	9	230	66	1073	0	211	6101	6778		27	70	429					1330	637	

表 4.38 平成20年度東信地区製材工場の樹種別年間出荷材積量総量

H20 (㎡)		合計	県内へ											県外へ							H21 への 在庫			
			建築用材					家具 用	半 製 品	用 材	チ ッ プ	木 材	ト ラ ッ ペ ッ	そ の 他	計	(建 築 用 材)	家具 用	半 製 品	用 材	チ ッ プ		木 材	そ の 他	計
県 産 材	スギ	237	10	84	25	52	40	11			5			227	10					※		10	25	
	ヒノキ	238	26	10	40	55	63	4					20	218	20							20	40	
	アカマツ	137	2	29		98	6							135	2					※		2	10	
	カラマツ	6170	40	493	143	1574	300	140		205	46	1152		156	4249	1600		155	126	60+※	40	1921	200	
	その他計	0					3	17															6	
	広葉樹	40				2	10	3	15						30	10						10	10	
	集成材	3160			2241		307	721							2234							926	3160	324
	小計	9982	78	616	2449	1781	729	879	32	205	51	1152		176	4859	3876		155	126	60+379	966	5123	615	
県 外 の 国 産 材	スギ																							
	ヒノキ																							
	アカマツ																							
	カラマツ																							
	その他計	70			70										70									
	広葉樹																							
	集成材																							
	小計	70			70																			
外 材	無垢材	1956	20	20	1486	205	180	4						30	1945	6						5	11	30
	集成材																							
合計		12008	98	636	4005	1986	909	883	32	205	51	1152		206	6804	3882		155	126	439	971	5134	645	

4.7.2.3 用途別年間端材発生量

聞き取り調査で得られた東信4社の用途別年間端材発生量の総量を平成20、21年度分それぞれ表4.38、4.39に示す。

表 4.38 平成21年度東信地区製材工場の用途別年間端材発生量総量

H21 (㎡)		背板端材 木屑	のこ屑	樹皮	かなな屑 プレカット 屑	その他	計
再利用	木材チップへ	2599				2599	5198
	バイオマスへ						
	木屑炊きボイラー等自家消費	675		570	1228	2473	
	畜産用へ		440		6364	6804	13608
	堆肥用へ			205	48	253	506
	きのこ用へ		495			495	990
	その他	50		10		60	120
小計		3324	935	785	7640	12684	20422
処分	焼却処分						
	処分場持込						
	小計						
計		3324	935	785	7640	12684	20422

表 4.39 平成20年度東信地区製材工場の用途別年間端材発生量総量

H20 (㎡)		背板端材 木屑	のこ屑	樹皮	かなな屑 プレカット 屑	その他	計
再利用	木材チップへ	2560				2560	5119
	バイオマスへ						
	木屑炊きボイラー等自家消費	572		450	1200	2222	
	畜産用へ		365		5442	5807	11614
	堆肥用へ			210	48	258	516
	きのこ用へ		560			560	1120
	その他	120		10		130	
小計		3252	925	670	6690	11537	18369
処分	焼却処分						
	処分場持込						
	小計						
計		3252	925	670	6690	11537	18369

4.7.3 カラマツの原木用途別内訳

調査結果より得た利用用途別端材総量と、東信地区で調査したカラマツの歩留りよりカラマツの原木の利用用途割合を算出する。表 4.40 に東信地区製材工場の端材総量と利用用途割合を、表 4.41 にカラマツの原木時 1m³の時の仕上げ後の材積量を示す。また、それらより算出した原木の利用用途割合を表 4.42 と図 4.30 に示す。

表 4.40 東信地区製材工場の端材総量と利用用途割合

		背板端材 木屑	のこ屑	樹皮	かんな屑 プレカット屑	計	割合
再利用	木材チップへ	5159				5159	0.21
	バイオマスへ						
	木屑炊きボイラー等自家消費	1247		1020	2428	4695	0.19
	畜産用へ		805		11806	12611	0.52
	堆肥用へ			415	96	511	0.02
	きのこ用へ		1055			1055	0.04
処分	その他	170		20		190	0.01
	焼却処分						
	処分場持込						
計		6576	1860	1455	14330	24221	1.00

表 4.41 カラマツの原木時 1m³の時の仕上げ後の材積量

樹種	原木	仕上げ後
カラマツ	1.00	0.32

表 4.42 カラマツの原木用途別割合

製材品	建築用材	0.32
端材	木材チップへ	0.14
	木屑炊きボイラー等自家消費	0.13
	畜産用へ	0.35
	堆肥用へ	0.01
	きのこ用へ	0.03
	その他	0.01
	焼却処分	0.00
	処分場持込	0.00
計		1.00

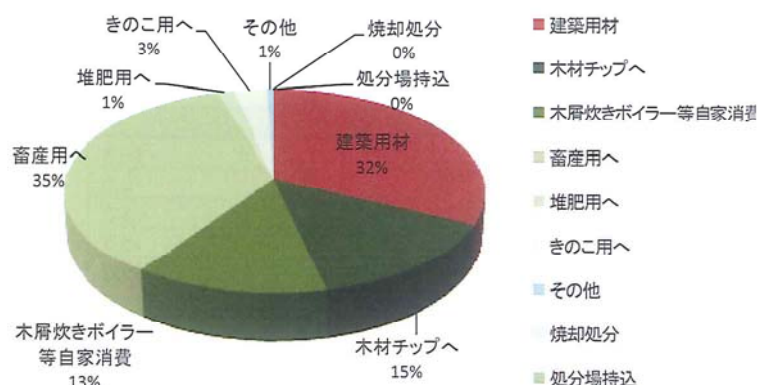


図 4.30 カラマツの原木の用途別割合

建築用材として 32% が使用すると原木の利用用途割合を算出すると、原木 1 本の内、68% が他産業で使用されていることが分かった。

4.8 カラマツの炭素放出フローとカーボンバランス

住宅に固定される炭素量を 100%とした時の各工程における炭素放出量を割合で示した炭素放出フロー図を図 4.31 に示す。

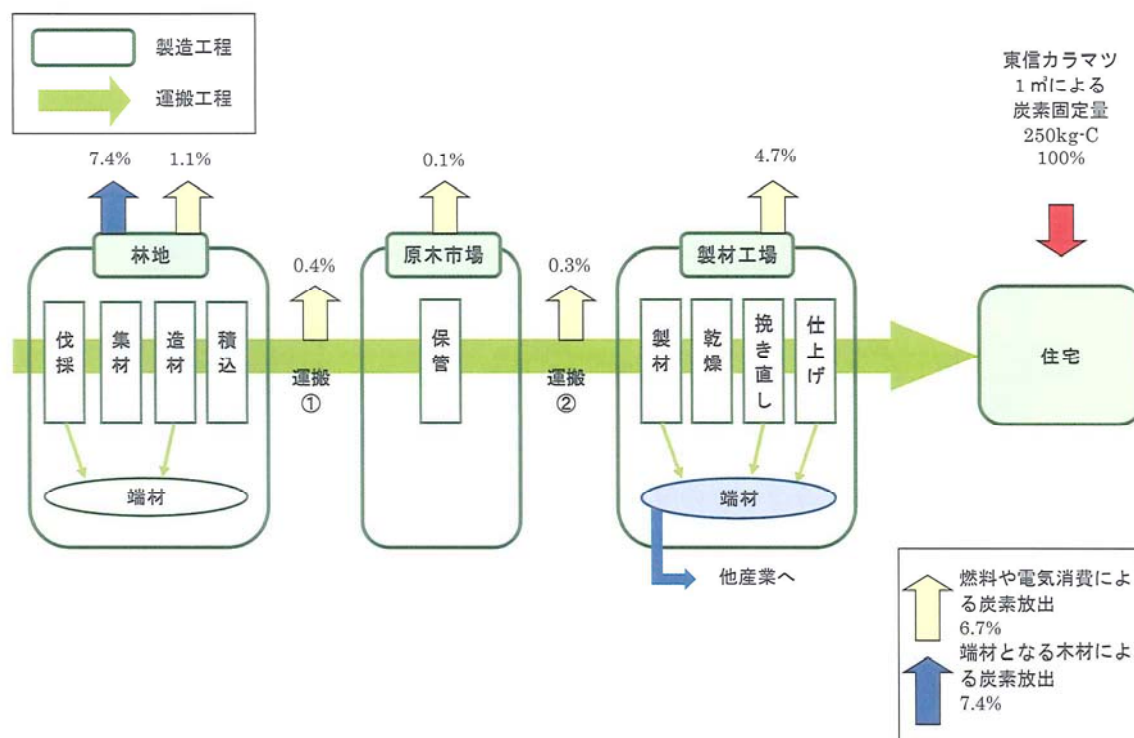


図 4.34 カラマツの炭素放出フロー図

また、炭素固定量から、各工程で排出される CO₂ 排出量を差し引いたカラマツのカーボンバランスを図 4.43 に示す。

項目	排出量・固定量 (kg-CO ₂ /m ³)
製材品の炭素固定量	
カラマツの炭素固定量	916.7
燃料による二酸化炭素排出量	
林地	-10.0
輸送	-3.9
原木市場	-1.3
輸送	-2.7
製材工場	-43.2
端材による二酸化炭素放出量	
林地	-67.9
製材工場	0.0
排出量合計	-128.9
カーボンバランス	787.7

図 4.32 カラマツのカーボンバランス

第5章 中信地区のアカマツの調査と結果

- 5.1 アカマツの林地における調査
 - 5.1.1 調査概要
 - 5.1.2 実測調査
 - 5.1.3 聞き取り調査
- 5.2 アカマツの原木市場における調査
 - 5.2.1 調査概要
 - 5.2.2 聞き取り調査
- 5.3 アカマツの製材工場における調査
 - 5.3.1 調査概要
 - 5.3.2 実測調査
 - 5.3.2.1 製材時における調査
 - 5.3.2.2 挽き直し時における調査
 - 5.3.2.3 製材工場における総歩留り算出
 - 5.3.3 出荷材積量及び燃料消費量調査
- 5.4 中信地区のプレカット工場における調査
 - 5.4.1 調査概要
 - 5.4.2 実測調査
 - 5.4.3 出荷材積量及び燃料消費量調査
- 5.5 アカマツの製造工程における CO₂ 排出量の算出
 - 5.5.1 単位物量当りの燃料消費量
 - 5.5.2 単位物量当りの CO₂ 排出量の算出
- 5.6 カマツの運搬工程における CO₂ 排出量の算出
 - 5.6.1 各施設の位置
 - 5.6.2 運搬距離
 - 5.6.3 運搬重量
 - 5.6.4 運搬工程における CO₂ 排出量の算出
- 5.7 アカマツの製材工程における CO₂ 排出量の算出
 - 5.7.1 製材工程における単位物量当りの CO₂ 排出量
- 5.8 中信地区製材工場における端材発生量調査
 - 5.8.1 調査概要
 - 5.8.2 聞き取り調査
 - 5.8.2.1 樹種別年間仕入れ材積量
 - 5.8.2.2 樹種別年間出荷材積量
 - 5.8.2.3 用途別年間端材発生量
 - 5.8.3 アカマツの原木用途別内訳
- 5.8 アカマツの炭素放出フローとカーボンバランス

5.1 アカマツの林地における調査

5.1.1 調査概要

(1) 調査日時

実測調査 平成 21 年 11 月 4 日水曜日 9 時から

(信大集合 7 時 30 分)

聞き取り調査 平成 22 年 1 月 7 日

(2) 調査場所

長野県安曇野市穂高国有林内一の沢団地（現地集合）

松本広域森林組合

(3) 調査手順

- ①伐採された原木の全長を計測
- ②玉切りされた原木の生重量を計測
- ③玉切りされた原木の断面の直径及び長さを計測
- ④枝払いされた枝葉を収集して計測
- ⑤玉切りされた原木の小口から 3cm 程度を試料としていただく
- ⑥試料にラップをかけ、ビニール袋に入れる
- ⑦認証センターにて、試料を皮剥
- ⑧試料の厚さ、表面積を計測（表面積の計測には jw_cad を使用）
- ⑨試料の生重量を計測
- ⑩試料にマジックで記入
- ⑪105℃で最低 30 時間絶乾
- ⑫試料の絶乾重量を計測

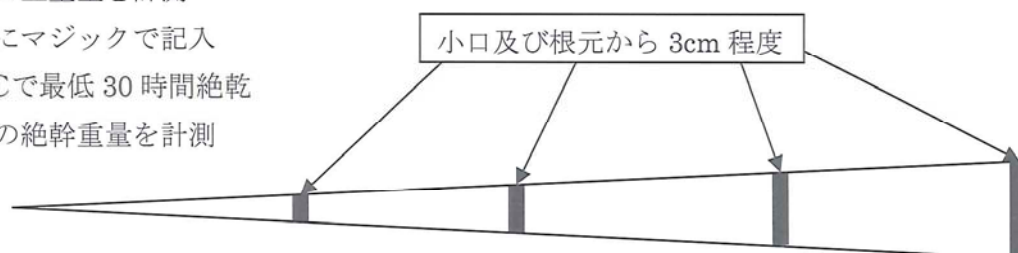


図 5.1 試料採取位置

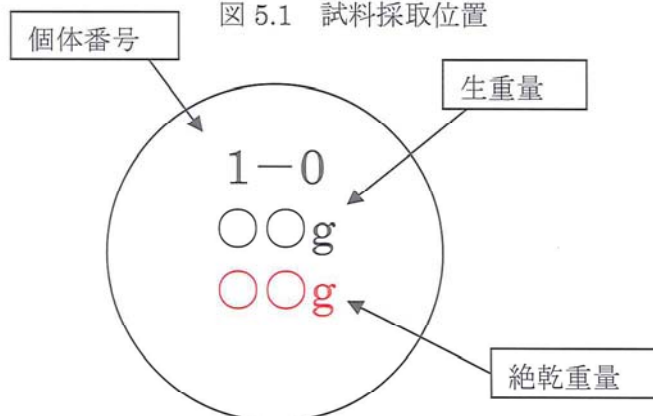


図 5.2 試料記入例



図 5.3 原木の全長を計測



図 5.4 原木の重量計測



図 5.5 枝葉の重量計測



図 5.6 採取した試料



図 5.7 試料の重量計測



図 5.8 人工乾燥機

5.1.2 実測調査

(1) 重量・材積量計測

玉切りされたアカマツの原木、枝葉の重量及び末口、元口直径、長さを計測した。このとき、他の枝葉と混同しないように枝払いをブルーシート上で行い、枝葉をすべて回収できるようにしておいた。本調査ではアカマツを2本計測した。それぞれ個体番号1、2とした。2本とも立木をその場で伐採したものである。表5.1に原木の実測結果を示す。表の赤に着色されている部分が造材・搬出される木材である。着色されていない部分は林内へ放置される木材である。

表 5.1 原木の計測結果

個体番号	重量kg	末口直径m	元口直径m	長さm	材積 m^3
1-0	3.86	0.30	0.35	0.07	0.00572
1-1	163.16	0.24	0.30	4.18	0.23267
1-2	116.71	0.20	0.23	4.23	0.15680
1-3	88.12	0.17	0.20	4.23	0.11443
1-4	53.88	0.14	0.17	3.18	0.05866
1-5	9.18	0.09	0.11	1.20	0.00910
1-6	6.18	0.08	0.09	1.15	0.00626
1-7	5.94	0.06	0.08	1.29	0.00486
1-8	3.66	0.04	0.06	1.61	0.00301
1-9	1.96	-	0.04	1.46	0.00040
1-枝葉	88.76				0.00000
計	541.41			22.60	0.59190
2-0	109.40	0.24	0.34	2.22	0.14777
2-1	143.65	0.21	0.24	4.23	0.17187
2-2	124.20	0.20	0.21	4.24	0.13572
2-3	107.10	0.17	0.20	4.22	0.11138
2-4	43.70	0.15	0.17	2.23	0.04544
2-5	46.86	-	0.16	6.00	0.03018
2-枝葉	83.61				0.00000
計	658.52			23.13	0.64235

材積量の算出式を下に示す。

$$V = \left(\frac{d_1 + d_2}{4} \right)^2 \times l \times \pi$$

V : 材積量 (m^3)

d_1 : 末口直径 (m)

d_2 : 元口直径 (m)

l : 長さ (m)

(2) 歩留り算出

林地における歩留りを試算する。枝葉及び根元、梢端は林内へ廃棄される。伐採と造材による重量と材積量の歩留りを算出した。伐採による重量の歩留りの平均値は 0.85、造材による重量の歩留りの平均値は 0.87、材積量の歩留りの平均値は 0.90 となった。表 5.2 に伐採、造材による重量と材積量の歩留りを示す。

表 5.2 伐採による歩留り

	枝払い重量歩留り	造材重量歩留り	造材材積歩留り
			
1	0.83	0.81	0.85
2	0.87	0.92	0.95
平均	0.85	0.87	0.90

梢端及び根元以外を搬出したため、林地における歩留りは高くなった。

(3) 含水率計測

5.1.2(1)で計測を行った原木の末口から 3cm 程度の試料を採取し、長野県林業総合センター（塩尻）にて人工乾燥機にかけ、全乾法を用いて含水率を計測した。表 4.3 に試料の分析結果を示す。

$$\frac{\text{生重量} - \text{絶乾重量}}{\text{絶乾重量}} \times 100 = \text{含水率}(\%)$$

表 5.3 原木試料の計測結果

個体番号	樹皮有り 生重量	樹皮無し 生重量	高さ	表面積	樹皮無し 絶乾重量	体積	全乾比重	含水率
単位	g	g	cm	cm ²	g	cm ³	t/m ³	%
1-1	1618.2	1413.7	3.1	570.8	739.8	1793.9	0.41	91.1
1-2	1083.7	1052.5	3.8	411.6	535.0	1579.8	0.34	96.7
1-3	527.4	497.4	2.5	310.0	247.6	789.6	0.31	100.9
1-4	429.3	407.6	2.7	229.1	178.9	618.9	0.29	127.8
1-5	437.2	428.3	5.8	82.3	164.4	480.8	0.34	160.5
1-6	129.0	125.3	2.3	62.4	45.5	142.3	0.32	175.4
1-7	46.9	42.4	1.1	48.3	17.1	50.8	0.34	148.2
1-8	107.1	101.6	3.5	30.8	33.8	106.5	0.32	200.4
1-9	16.6	13.8	2.1	8.5	5.0	17.7	0.28	178.0
2-0	2988.2	2771.8	4.4	646.0	1434.9	2866.4	0.50	93.2
2-1	365.6	344.3	1.0	435.1	198.5	440.3	0.45	73.5
2-2	351.6	337.5	1.2	357.0	175.2	438.3	0.40	92.6
2-3	504.3	481.2	2.2	369.0	227.2	812.2	0.28	111.8
2-4	419.5	398.6	2.1	276.3	174.0	567.2	0.31	129.1
2-5	499.8	495.8	2.6	306.0	216.7	790.3	0.27	128.8
2-5'	76.8	69.3	2.0	57.8	28.5	116.3	0.25	143.2

試料 1、2 ともに梢端の含水率が高くなっている。林地における原木の全乾比重と含水率は梢端及び根元は林内へ放置されることを考え、梢端及び根元を除いた平均値を算出した。全乾比重は 0.36t/ m³、含水率は 99.4%となった。今後、重量による歩留りを試算するにあたり、含水率によって木材の重量が変化してしまうので全乾重量を用いることにする。ここで算出された試料の全乾比重から原木の全乾重量を試算することができる。

4.1.3 聞き取り調査

(1) 出荷材積量調査

今回実測調査を行った一の沢団地現場の市場へのお荷材積量を松本広域森林組合にて把握した。その結果を表 5.4 に示す。

表 5.4 一の沢団地出荷材積量

樹種	カラマツ、アカマツ、その他広葉樹	
搬出材積 m ³	用材	333.59
	パルプ材	217.94
	計	551.53

(2) 燃料消費量調査

使用している燃料は、高性能林業機械は全て軽油、チェーンソーはガソリンである。松本広域森林組合が管理している機械使用簿より、一の沢団地現場の機械別燃料消費量を把握した。その結果を表 5.5 に示す。

表 5.5 一の沢団地使用機械別燃料消費量

使用機械	種類	消費燃料L
フォワーダ	軽油	178.9
グラップル	軽油	343.1
スイングヤーダ	軽油	238.2
プロセッサ	軽油	298.6
チェーンソー	ガソリン	234.2

(3) 単位材積量当りの燃料消費量算出

燃料消費量を出荷材積量で除して、単位材積量当りの燃料消費量を算出した。単位材積量当りの軽油消費量は 1.92L/ m³、ガソリン消費量は 0.42L/ m³となった。表 5.6 に燃料消費量について示す。

表 5.6 単位材積量当りの軽油消費量

高性能林業機械軽油消費量L	1058.80
チェーンソーガソリン消費量L	234.20
出荷材積量	551.53
単位材積量当りの軽油消費量L/ m ³	1.92
単位材積量当りのガソリン消費量L/ m ³	0.42

5.2 アカマツの原木市場における調査

5.2.1 調査概要

(1) 調査日時

聞き取り調査 平成 21 年 9 月 3 日月曜日

(2) 調査場所

中信木材センター



図 5.9 原木市場の様子



図 5.10 山積みされている原木

5.2.2 聞き取り調査

(1) 取り扱い材積量調査

平成 18～20 年の取り扱い材積量について調査を行った。表 5.7 に樹種別の年間取り扱い材積量を示す。

表 5.7 樹種別年間取り扱い材積量

	平成18年	平成19年	平成20年
カラマツ	15,938	14,247	14,847
アカマツ	8,497	11,542	13,904
スギ	4,768	7,887	5,995
ヒノキ	2,682	1,756	1,663
サワラ	355	320	380
その他針葉樹	816	390	281
針葉樹計	33,056	36,142	37,070
ケヤキ	250	373	203
クリ	620	601	562
その他広葉樹	677	609	810
広葉樹計	1,547	1,584	1,574
合計	34,603	37,726	38,644

各年度ともにアカマツ、カラマツが多く取り扱い材積量の約 7 割を占めている。

(2) 燃料消費量調査

原木の選別機及び事務所の電気使用量、市場内で使用されるフォークリフトの軽油消費量について、平成 18～20 年の燃料消費量について調査を行った。表 5.8 に年間の燃料消費量を示した。

表 5.8 原木市場における年間の燃料消費量

	平成18年		平成19年		平成20年	
	電気使用量	軽油消費量	電気使用量	軽油消費量	電気使用量	軽油消費量
	kWh	L	kWh	L	kWh	L
1月	936	1,600	960	1,600	1,690	1,200
2月	981	1,200	810	1,600	1,907	2,000
3月	681	1,200	765	1,400	1,862	1,300
4月	750	1,200	817	1,600	2,038	2,000
5月	814	1,600	831	1,600	1,917	1,200
6月	637	2,000	780	1,200	1,696	1,200
7月	725	800	708	1,600	1,735	1,200
8月	674	1,200	793	800	1,802	800
9月	815	1,400	804	1,400	1,647	800
10月	752	1,200	794	1,800	1,836	1,200
11月	958	2,000	2,138	1,600	2,124	1,200
12月	830	1,200	2,086	1,600	1,622	1,600
計	9,553	16,600	12,286	17,800	21,876	15,700

※平成 19 年 11 月より選別機を導入している

(3) 単位材積量当りの燃料消費量算出

年間燃料消費量を年間取り扱い材積量で除して、原木市場における単位材積量当りの電気使用量及び軽油消費量を試算した。平成 19 年 11 月より選別機を導入しており、その前後で電気使用量に差が出ている。北信木材センターおよび東信木材センターは選別機をすでに導入しているので、結果を比較検討するため 3 年間の平均値ではなく選別機導入後である平成 20 年の値を対象とする。単位材積量当りの電気使用量は $0.57\text{kWh}/\text{m}^3$ 、軽油消費量は $0.41\text{L}/\text{m}^3$ となった。表 5.9 にその結果を示す。

表 5.9 単位材積量当りの燃料消費量

	平成18年	平成19年	平成20年
年間電気使用量kWh	9553	12286	21876
年間軽油消費量L	16600	17800	15700
年間取り扱い材積量合計 m^3	34603	37726	38644
単位材積量当りの電気使用量 kWh/m^3	0.28	0.33	0.57
単位材積量当りの軽油使用量 L/m^3	0.48	0.47	0.41

5.3 アカマツの製材工場における調査

5.3.1 調査概要

(1) 調査日時

実測調査

乾燥前：平成 21 年 12 月 21 日月曜日

乾燥後（＝挽き直し前）：平成 21 年 12 月 24 日木曜日

挽き直し後（＝仕上げ前）及び仕上げ後：平成 22 年 1 月 7 日木曜日

聞き取り調査：平成 21 年 1 月 7 日

(2) 調査場所

乾燥前：有限会社 M 木材

挽き直し・仕上げ前後：S 建材株式会社

今回調査を行った地区では、塩尻市の有限会社 M 木材が製材を、松本市の S 建材株式会社が乾燥・仕上げを行っている。これは S 建材が製材のみを M 木材へ委託しているという形である。

(3) 調査手順

①原木の重量を計測

②原木の末口、元口の直径及び長さを計測

③製材製品の重量、厚、巾を計測

④非破壊式高周波木材水分計を用いて簡易的に含水率を計測

⑤乾燥後（＝挽き直し前）の製材品の重量、厚、巾を計測

⑥非破壊式公衆は木材水分計を用いて簡易的に含水率を計測

⑦挽き直し後（＝仕上げ前）の製材製品の重量、厚、巾を計測

⑧仕上げ後の製材製品の重量、厚、巾を計測

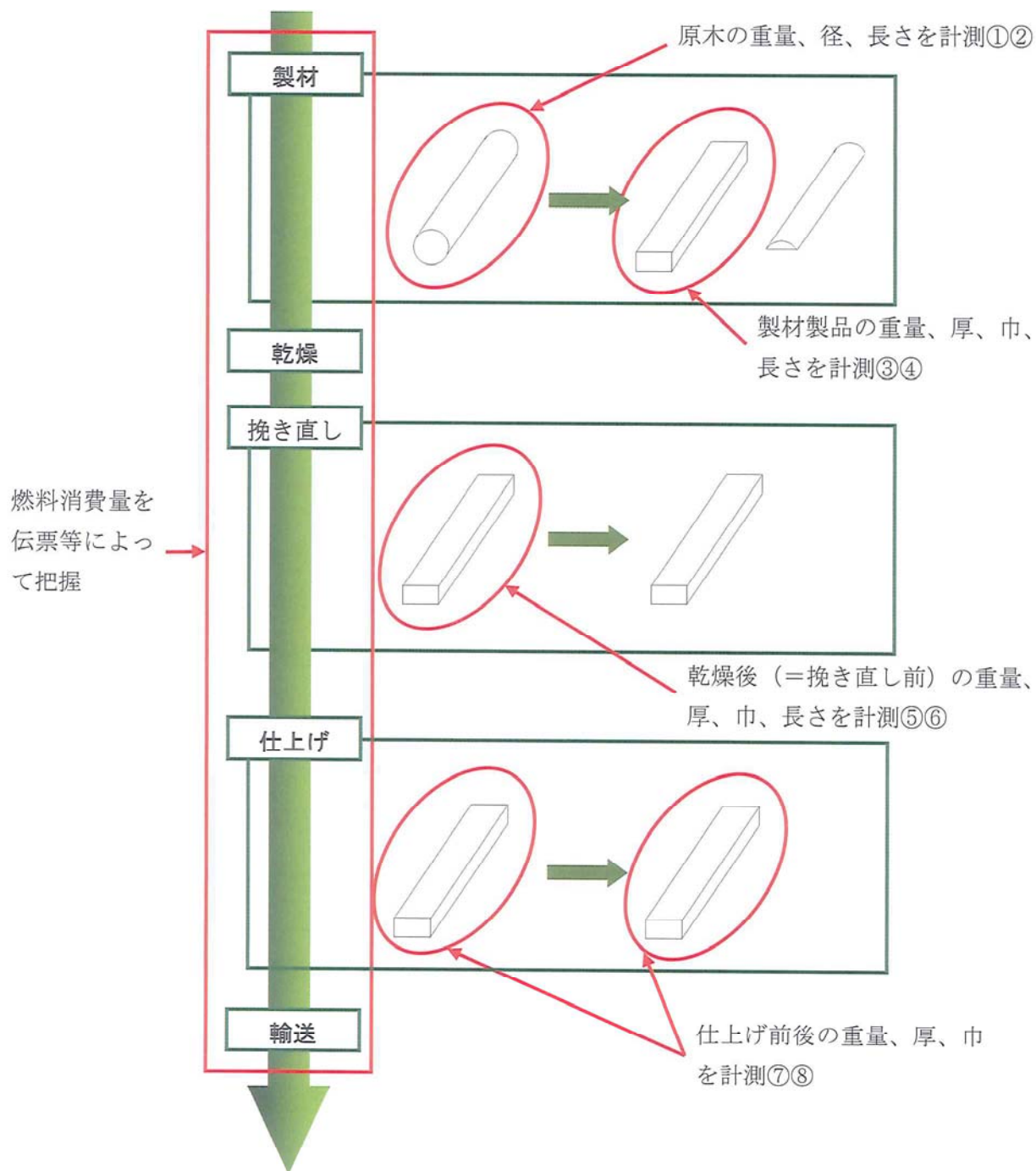


図 5.11 調査フロー



図 5.12 計測する 5 本の原木



図 5.13 原木の計測



図 5.14 製材の様子

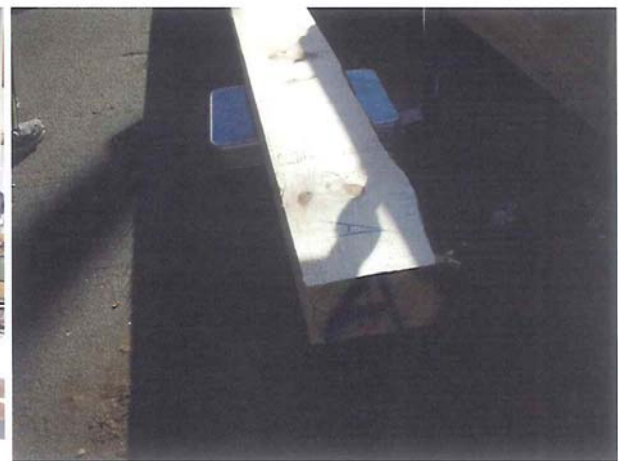


図 5.15 製材品の計測

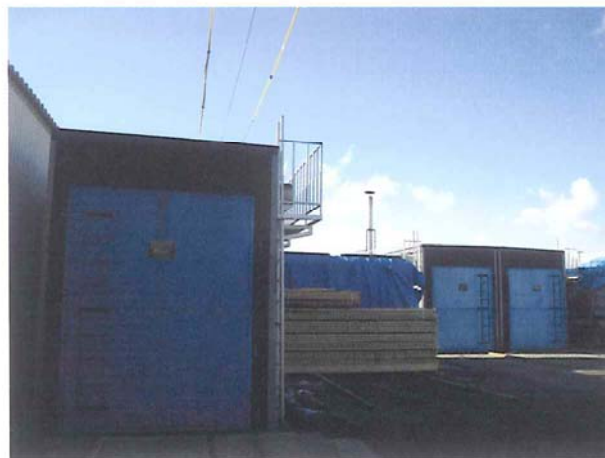


図 5.16 人工乾燥機



図 5.17 乾燥後製品の計測

5.3.2 実測調査

歩留りの算出にあたり、製材工場における工程を製材・挽き直し・仕上げに分け、それぞれ重量、含水率、材積量の計測を行った。

5.3.2.1 製材時における調査

(1) 重量・材積量計測

製材工場に山積みされている原木の製材前後を計測した。原木はアカマツ A~E までの 5 本を計測した。

(2) 含水率計測

含水率の計測には非破壊式高周波木材水分計を使用した。製材後の木材 1 本につき 3 箇所×4 面の合計 12 箇所の含水率を測定し、その平均値を各原木の含水率とした。原木の計測結果を表 5.10、製材後の計測結果については表 5.11 に示す。

表 5.10 原木の計測結果

個体番号	原木重量 kg	末口直径 cm	元口直径 cm	長さm	材積 m^3	含水率%	全乾比重 t/m^3
A	235.05	28.2	32.8	4.15	0.303	71.4	0.45
B	174.75	24.9	26.2	4.08	0.208	63.9	0.51
C	257.95	30.2	33.6	4.16	0.332	54.8	0.50
D	243.40	25.9	33.3	4.14	0.284	90.3	0.45
E	256.00	27.3	28.8	4.11	0.253	114.0	0.47

全乾比重の平均値が $0.48\text{t}/\text{m}^3$ と高い値を示している。これは含水率が低く計測されているか、材積量を少なく算出しているかのどちらかが考えられる。含水率の平均値は 78.9%、全乾比重の平均値は $0.48\text{t}/\text{m}^3$ となった。

表 5.11 製材製品の計測結果

個体番号	重量(kg)	巾(cm)	厚(cm)	長さ(m)	材積(m ³)
A	89.20	24.28	14.21	4.15	0.143
A-1	6.14	13.73	2.30	2.05	0.006
A-2	5.78	13.60	2.27	2.08	0.006
A-3	6.94	13.63	2.26	1.70	0.005
A-4	6.56	13.61	2.32	2.05	0.006
A-5	6.52	13.66	2.28	2.09	0.006
A-6	7.20	17.64	2.20	2.09	0.008
A-7	6.48	17.61	2.29	2.05	0.008
A-8	5.04	17.58	2.29	2.05	0.008
A-9	7.56	17.64	2.18	2.06	0.008
A-10	5.30	17.63	2.23	2.08	0.008
A合計・平均	152.72				0.215
B	86.00	21.29	14.14	4.08	0.123
B-1	5.78	13.64	2.24	2.01	0.006
B-2	5.56	13.62	2.19	1.99	0.006
B-3	6.20	13.60	2.29	2.06	0.006
B-4	5.88	13.63	2.30	2.05	0.006
B-5	6.22	13.65	2.25	2.01	0.006
B合計・平均	115.64				0.154
C	102.71	27.00	14.00	4.15	0.157
C-1	6.38	135.76	2.22	2.06	0.062
C-2	5.22	17.55	2.21	2.09	0.008
C-3	7.00	17.55	2.21	2.05	0.008
C-4	7.34	17.56	2.16	2.09	0.008
C-5	6.36	13.57	2.20	2.09	0.006
C-6	6.26	13.61	2.29	2.04	0.006
C-7	7.10	17.53	2.20	2.04	0.008
C-8	5.38	17.54	2.23	2.05	0.008
C-9	5.44	17.55	2.29	2.09	0.008
C-10	5.54	13.62	2.15	2.09	0.006
C-11	4.94	17.53	2.22	2.06	0.008
C合計・平均	169.67				0.294
D	111.10	21.30	14.20	4.15	0.125
D-1	6.36	13.63	2.26	2.09	0.006
D-2	6.58	13.61	2.25	2.11	0.006
D-3	6.74	13.62	2.30	2.04	0.006
D-4	6.22	13.63	2.28	1.62	0.005
D-5	6.06	13.65	2.32	1.91	0.006
D-6	8.74	17.61	2.23	2.05	0.008
D-7	8.48	15.76	2.23	2.02	0.007
D-8	6.82	13.62	2.24	2.10	0.006
D合計・平均	167.10				0.177
E	130.04	24.34	14.29	4.12	0.143
E-1	6.38	13.60	2.22	2.03	0.006
E-2	6.44	13.64	2.25	2.02	0.006
E-3	6.32	13.70	2.19	1.80	0.005
E-4	6.56	13.58	2.23	2.09	0.006
E-5	8.46	17.56	2.21	2.07	0.008
E-6	8.24	17.56	2.20	2.07	0.008
E-7	8.34	17.76	2.25	2.04	0.008
E合計・平均	180.78				0.191

(3) 歩留り算出

製材時における重量の歩留りの平均値では 0.69、材積量の歩留りの平均値は 0.78 となった。表 5.12 に製材時での各原木の歩留りを示す。

表 5.12 製材時における歩留り

個体番号	重量歩留り	材積歩留り
A	0.70	0.71
B	0.67	0.74
C	0.65	0.89
D	0.70	0.62
E	0.73	0.76
平均	0.69	0.74

歩留りに差がみられたのは木材の心材部と辺材部の含水率が一様ではないこと、あるいは末口直径と元口直径の差の大きさによるものではないかと考えられる。

5.3.2.2 挽き直し時における調査

(1) 重量・材積量計測

人工乾燥後の製材製品 F～J までの 5 本の挽き直し前後（仕上げも含む）の重量、巾、厚、長さ、含水率を計測した。

(2) 含水率計測

含水率の計測には非破壊式高周波木材水分計を使用した。製材製品の 12 箇所の含水率を測定し、その平均値を各製材製品の含水率とした。挽き直し前の重量、巾、厚、長さ、含水率を表 5.13 に、挽き直し後の重量、巾、厚、長さを表 5.14 に、仕上げ後の重量、巾、厚、長さを表 5.15 に示す。

表 5.13 挽き直し前の製材製品の計測結果

個体番号	重量kg	巾cm	厚cm	長さcm	材積m ³	含水率%	全乾比重t/m ³
F	76.01	23.9	13.9	414.0	0.138	20.3	0.46
G	88.70	27.0	13.8	420.5	0.157	12.5	0.50
H	72.66	25.7	14.3	412.2	0.151	15.1	0.42
I	70.74	24.0	14.6	408.0	0.143	15.2	0.43
J	63.29	23.4	13.8	419.8	0.136	13.7	0.41

含水率の平均値は 15.3%、全乾比重の平均値は 0.44t/m³ となった。

表 5.14 挽き直し後の製材製品の計測結果

番号	重量kg	巾cm	厚cm	長さcm	材積m ³	含水率%	全乾比重t/m ³
F	58.42	22.1	13.0	414.0	0.119	20.3	0.41
G	52.00	22.3	13.1	420.5	0.123	12.5	0.38
H	56.72	22.2	13.2	412.2	0.121	15.1	0.41
I	60.08	22.2	13.1	408.0	0.119	15.2	0.44
J	55.97	22.2	13.0	419.8	0.121	13.7	0.41

含水率の平均値は 15.3%、全乾比重の平均値は 0.41t/m³ となった。

表 5.15 仕上げ後の製材製品の計測結果

番号	重量kg	巾cm	厚cm	長さcm	材積m ³	含水率%	全乾比重t/m ³
F	51.57	21.0	12.0	414.0	0.104	20.3	0.41
G	45.53	21.0	12.0	420.5	0.106	12.5	0.38
H	49.25	21.0	12.0	412.2	0.104	15.1	0.41
I	51.97	21.0	12.0	408.0	0.103	15.2	0.44
J	49.04	21.0	12.0	419.8	0.106	13.7	0.41

含水率の平均値は 15.3%、全乾比重の平均値は 0.41t/m³ となった。

(3) 歩留り算出

挽き直し時の重量歩留りの平均値は 0.77、材積歩留りの平均値は 0.83 となった。仕上げ時の重量歩留りの平均値は 0.87、材積歩留りの平均値は 0.87 になった。表 5.16 に挽き直し工程での各製材製品の歩留りを示す。

表 5.16 挽き直し・仕上げ工程での歩留り

個体番号	挽き直し時		仕上げ時	
	重量歩留り	材積歩留り	重量歩留り	材積歩留り
A	0.77	0.86	0.88	0.88
B	0.59	0.78	0.88	0.86
C	0.78	0.80	0.87	0.86
D	0.85	0.83	0.87	0.87
E	0.88	0.89	0.88	0.87
平均	0.77	0.83	0.87	0.87

5.2.2.3 製材工場における総歩留り算出

表 5.17 に製材工場における歩留りを示す。

表 5.17 製材工場における歩留り

個体 番号	製材時		挽き直し時		仕上げ時		総歩留り	
	重量 歩留り	材積 歩留り	重量 歩留り	材積 歩留り	重量 歩留り	材積 歩留り	重量 歩留り	材積 歩留り
A	0.70	0.71	0.77	0.86	0.88	0.88	0.48	0.54
B	0.67	0.74	0.59	0.78	0.88	0.86	0.34	0.50
C	0.65	0.89	0.78	0.80	0.87	0.86	0.44	0.61
D	0.70	0.62	0.85	0.83	0.87	0.87	0.51	0.45
E	0.73	0.76	0.88	0.89	0.88	0.87	0.56	0.59
平均	0.69	0.74	0.77	0.83	0.87	0.87	0.47	0.54

5.3.3 出荷材積量及び燃料消費量調査

今回調査を行った地区では、塩尻市の有限会社 M 木材が製材を、松本市の S 建材株式会社が乾燥・仕上げを行っている。これは S 建材が製材のみを M 木材へ委託しているという形である。工場が異なっているので、燃料消費量を製材時と乾燥時の 2 つに分けて調査を行った。

有限会社 M 木材での平成 18 年～平成 20 年の 3 年間の出荷材積量および、平成 21 年に製材機に使用された電気使用量、フォークリフトに使用された軽油消費量を表 5.18 製材時における単位材積量当りの燃料消費量に示す。

M 木材は製材のみを行う工場で、製材した木材は S 建材で乾燥させているので、S 建材の平成 20 年度の燃料消費量と、M 木材の平成 20 年度の出荷量から単位材積量当りの燃料消費量を算出した。その結果を表 5.19 乾燥時における単位材積量当りの燃料消費量に示す。

単位材積量当りの軽油消費量は 4.1L/ m³、電気使用量は 75.1kWh/m³、灯油消費量は 9.1L/m³、重油消費量は 18.0L/m³となった。

表 5.18 製材時における単位材積量当りの燃料消費量

出荷量 m ³	平成18年度	1920.0
	平成19年度	646.0
	平成20年度	1080.0
	平均	1215.3
軽油消費量L		5000.0
電気使用量kWh		91327.0
単位材積量当りの軽油消費量L/m ³		4.1
単位材積量当りの電気使用量kWh/m ³		75.1

表 5.19 乾燥時における単位材積量当りの燃料消費量

種類	灯油	重油
燃料消費量L	9841.7	19428.2
取り扱い材積量 m ³	1080.0	1080.0
単位材積量当りの燃料消費量L/m ³	9.1	18.0

5.4 中信地区のプレカット工場における調査

5.4.1 調査概要

(1) 調査日時

実測調査

プレカット前：平成 21 年 10 月 23 日

プレカット後：平成 21 年 10 月 30 日

聞き取り調査 平成 21 年 10 月 23 日

(2) 調査場所

S 建材株式会社

(3) 調査手順

重量調査

- ①建設予定である F 邸の住宅一棟分の木材で、プレカット前の木材を、トラックスケール計測機を用いてフォークリフトごと計測
- ②非破壊式高周波木材水分計を用いて簡易的に含水率を計測
- ③建設予定である F 邸の住宅一棟分の木材で、プレカット加工された木材を、トラックスケール計測機を用いてフォークリフトごと計測

材積量調査

F 邸のプレカット前の木拾い表および、プレカット加工後の木拾い表をいただき、プレカット前後の材積量を算出する。



図 5.18 計測に用いたトラック
スケール計測機



図 5.19 プレカット前の重量計測（前輪）



図 5.20 プレカット前の重量計測（後輪）



図 5.21 含水率の計測



図 5.22 プレカット加工後の木材



図 5.23 プレカット後の重量計測

5.4.2 実測調査

(1) 重量・材積量計測

平成 21 年 11 月に上棟予定である F 邸住宅一棟分の木材のうち、プレカットを行う木材をプレカット前後で計測した。計測は重機ごと計測が可能なトラックスケール計測機を用いてフォークリフトごと計測を行った。

材積量はプレカット前後の木材の寸法が記入されている木拾い表から算出した。

(2) 含水率計測

含水率の計測には非破壊式高周波木材水分計を使用した。ヒノキ・アカマツ・スギの 3 種類をそれぞれ 6 箇所ずつ計測した。その結果を表 5.20 に示す。

表 5.20 プレカット前の木材の含水率

ヒノキ	アカマツ	スギ
17.0	16.5	8.0
17.0	17.0	8.0
18.0	18.0	9.0
28.0	14.5	9.0
29.0	23.0	8.0
17.0	21.0	9.0
全体平均		15.9

(3) 歩留り算出

プレカット工程における重量の歩留りは 0.96、材積量の歩留りは 0.85 となった。表 5.21 にプレカット工程における歩留りを示す。

表 5.21 プレカット工程における歩留り

	図	実測重量kg	材積量m ³
プレカット前		8180	15.78
プレカット後		7870	13.48
歩留り		0.96	0.85

歩留りに差がみられたが、重量はフォークリフトごと計測した値であり、なおかつ木材には梱包が施されていたため信頼性はやや低い。材積歩留りは木拾い表から算出した値なのでこちらのほうが信頼性は高いと言える。

5.4.3 出荷材積量及び燃料消費量調査

工場内のフォークリフトに使用された軽油消費量、プレカットの機械に使用された電気使用量について表 5.22 に示す。

単位材積量当りの軽油消費量は $1.3\text{L}/\text{m}^3$ 、電気使用量は $81.5\text{kWh}/\text{m}^3$ となった。

表 5.22 平成 20 年度のプレカット時における単位材積量当りの燃料消費量

年間軽油消費量L	16554.70
年間電気使用量kWh	1035305.57
プレカット加工量 m^3	12700.00
単位材積量当りの軽油消費量 L/m^3	1.30
単位材積量当りの電気使用量 kWh/m^3	81.52

5.5 アカマツの製造工程における CO₂ 排出量の算出

5.5.1 単位物量当りの燃料消費量

(1) 各工程における歩留り

各工程におけるアカマツの重量及び材積量の歩留りを表 5.23 に示す。

表 5.23 各工程における歩留り

枝払い	造材	製材	仕上げ	プレカット
-	0.90	0.78	0.72	0.85
0.85	0.87	0.67	0.68	0.96

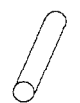
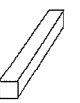
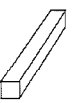
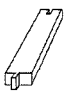
(2) 重量・材積量・炭素固定量の変動

表 5.23 の各工程における歩留りから仕上げ後の木材の材積量を 1 m³ としたときの材積量の変化を工程に沿って表 5.24 に示した。

以後、仕上げ後の木材の材積量 1m³ を単位物量として定める。

また、各工程の材積量に対して全乾比重が 0.36t/ m³ のときの全乾重量及び生重量全乾重量も示す。

表 5.24 重量及び材積量の変動

状態						
工程	伐採	造材	保管	製材	仕上げ	プレカット
材積量m ³	-	1.98	1.78	1.39	1.00	0.85
生重量t	1.86	1.58	1.51	1.10	0.47	0.43
含水率%	99.40	99.40	78.90	78.90	15.30	15.90
炭素固定量t-C	0.44	0.36	0.32	0.25	0.18	0.15
炭素固定量割合	1.23	1.11	1.00	0.78	0.56	0.48
補足	倒木直後	枝払い後	梢端、根元を除いた樹皮込みの原木の状態	製材後	モルダーによる仕上げ後	プレカット後

仕上げ後の木材の材積量を 1 m³ としたときの全乾比重は 0.36t、生重量は 0.47t、工程を遡って伐採された原木の材積量が 1.78m³ になるということである。

(3) 製造工程における燃料消費量

表 5.25 にアカマツの各工程での材積量当りの燃料消費量と単位物量当りに換算したときの燃料消費量を示す。

単位物量当りに消費する燃料消費量は軽油が 9.35L/ m³、電気使用量が 145.39kwh/ m³、灯油が 9.10L/ m³、重油が 18.00L/ m³、ガソリンが 0.75L/ m³ となった。

表 5.25 単位物量当りの各工程における燃料消費量

		各工程の材積量当り	仕上げ後木材1m ³ 当り
林地	軽油消費量L/ m ³	1.92	3.42
	電気使用量kWh/ m ³	-	-
	灯油消費量L/ m ³	-	-
	重油消費量L/ m ³	-	-
	ガソリン消費量L/ m ³	0.42	0.75
原木市場	軽油消費量L/ m ³	0.41	0.73
	電気使用量kWh/ m ³	0.57	1.01
	灯油消費量L/ m ³	-	-
	重油消費量L/ m ³	-	-
	ガソリン消費量L/ m ³	-	-
製材工場	軽油消費量L/ m ³	4.10	4.10
	電気使用量kWh/ m ³	75.10	75.10
	灯油消費量L/ m ³	9.10	9.10
	重油消費量L/ m ³	18.00	18.00
	ガソリン消費量L/ m ³	-	-
プレカット	軽油消費量L/ m ³	1.30	1.11
	電気使用量kWh/ m ³	81.50	69.28
	灯油消費量L/ m ³	-	-
	重油消費量L/ m ³	-	-
	ガソリン消費量L/ m ³	-	-

5.5.2 単位物量当りのCO₂排出量の算出

アカマツの各工程における単位物量当りの燃料消費量からCO₂排出量を算出する。CO₂排出原単位は環境省地球環境局のデータベースを用い、電気は中部電力の値を用いた。^{注1)}

単位物量当りのCO₂排出量は林地では10.55kg-CO₂/m³、原木市場では2.34kg-CO₂/m³、製材工場では116.14kg-CO₂/m³、プレカット工場では34.39kg-CO₂/m³、製造工程の総計は163.42kg-CO₂/m³となった。図5.24にCO₂排出量を各工程の燃料別に示している。

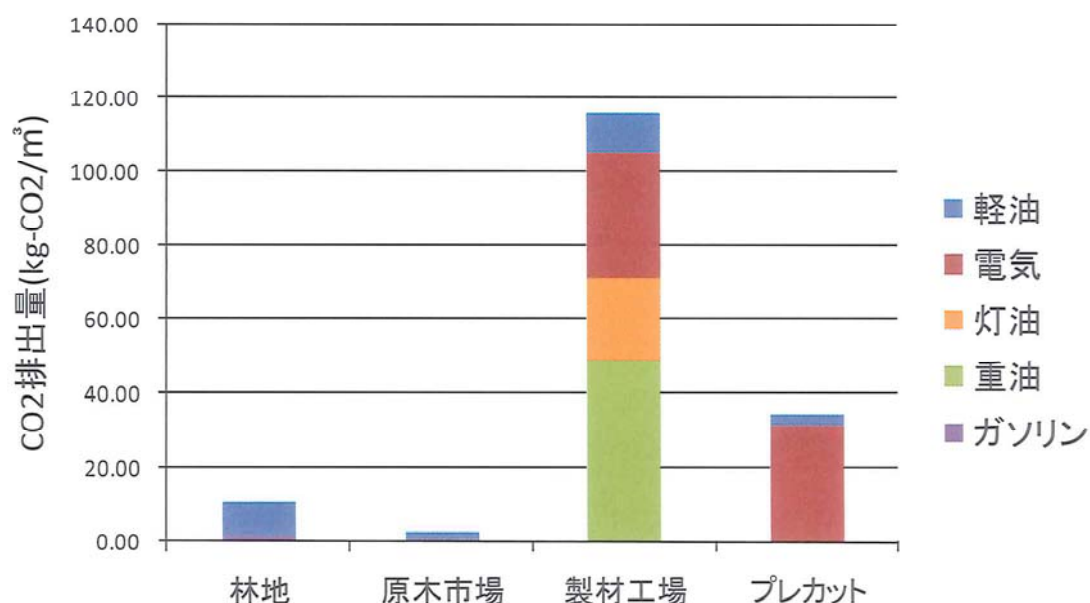


図 5.24 各工程におけるCO₂排出量

製材工場において人工乾燥の際に使用する灯油によるCO₂排出量が多いことは明らかである。原木市場では加工作業がないためCO₂排出量が非常に小さくなった。いかに製材工場における灯油の使用量を節約できるかがCO₂排出量の削減になる。

5.6 アカマツの運搬工程における CO₂ 排出量の算出

5.6.1 各施設の位置

長野県中部の松本市周辺に位置する林地、製材工場、原木市場、プレカット工場を対象としている。

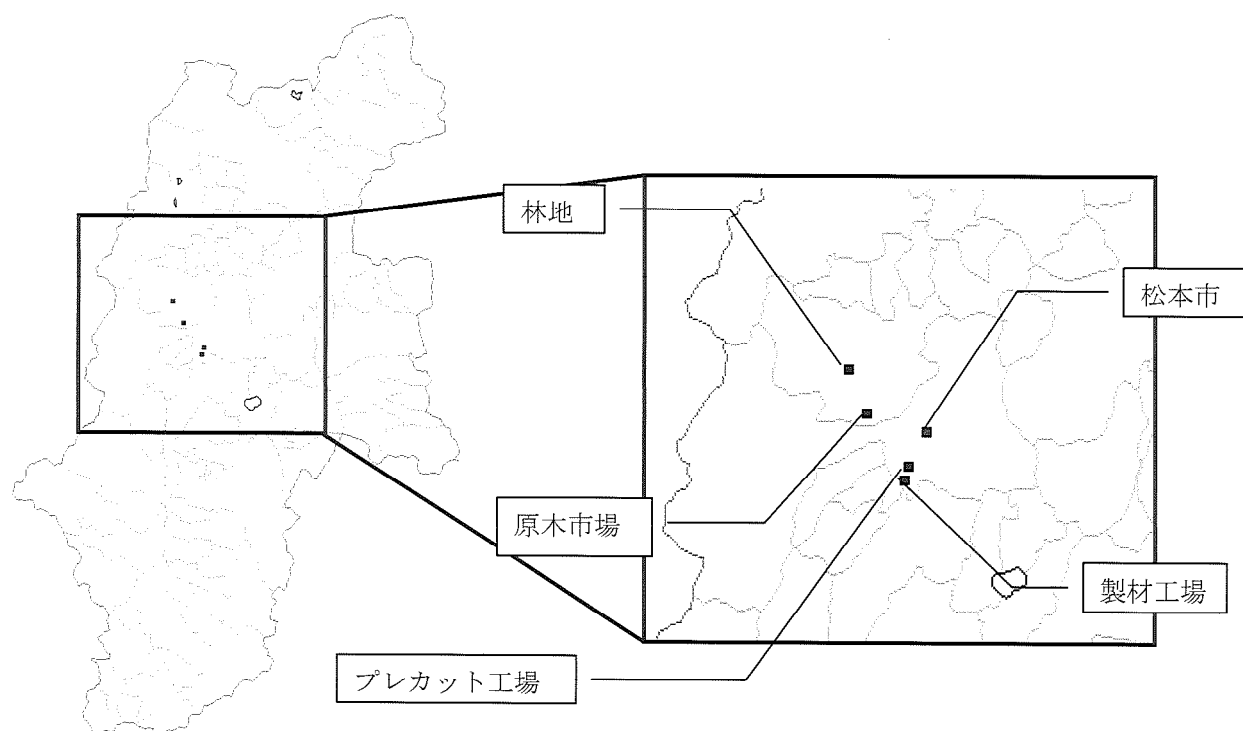


図 5.25 各施設の位置

5.6.2 運搬距離

運搬距離として、各区間の距離をウェブ上で求め、表 5.26 に示す。運搬は高速道路を使用せず、一般道を使用した場合の距離である。

表 5.26 運搬距離 km

	工程	距離km
林地 — 原木市場	保管	11.0
原木市場 — 製材工場	製材	15.6
製材工場 — プレカット工場	乾燥	6.0
プレカット工場 — 建材加工工場	養生	12.2
建材加工工場 — 製材工場	挽き直し	8.2
製材工場 — 建材加工工場	仕上げ	8.2
建材加工工場 — プレカット工場	プレカット	12.2

5.6.3 運搬重量

仕上げ後の木材の材積量 1 m^3 としたとき、それぞれの区間における全乾重量を全乾比重が 0.36 t/m^3 で算出し、さらに含水率を考慮して生重量を算出した。表 5.27 にそれぞれの区間における生重量を示す。これは、運搬する際の積載重量は生重量であるためである。

表 5.27 運搬生重量

	生重量t
林地 — 原木市場	1.76
原木市場 — 製材工場	1.37
製材工場 — プレカット工場	0.95
プレカット工場 — 建材加工工場	0.61
建材加工工場 — 製材工場	0.61
製材工場 — 建材加工工場	0.48
建材加工工場 — プレカット工場	0.42

5.6.4 運搬工程におけるCO₂排出量の算出

運搬距離と運搬重量から各運搬工程における単位物量当りのCO₂排出量を算出する。図5.26に算出結果を示す。自動車による運搬のCO₂排出原単位はウッドマイルズ関連指標算出マニュアルより0.25kg-CO₂/tkmとした。運搬①では4.84kg-CO₂/m³、運搬②では5.34kg-CO₂/m³、運搬③では1.43kg-CO₂/m³、運搬④では1.86kg-CO₂/m³、運搬⑤では1.25kg-CO₂/m³、運搬⑥では0.98kg-CO₂/m³、運搬⑦では1.28kg-CO₂/m³、となった。アカマツの運搬工程における単位物量当りのCO₂排出量の合計は16.98 kg-CO₂/m³となった。

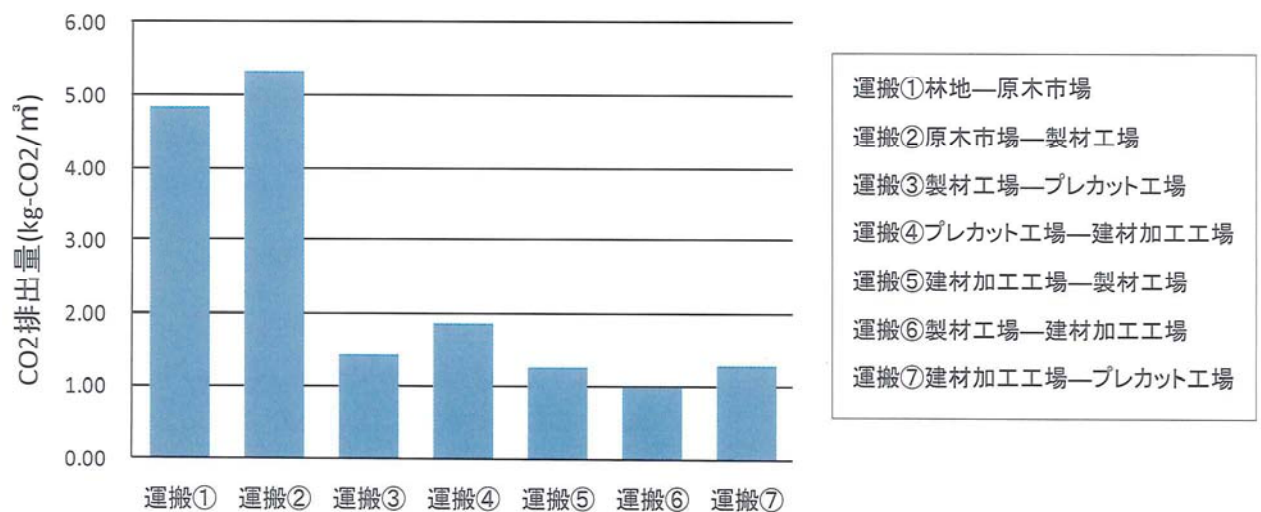


図 5.26 運搬工程におけるCO₂排出量

運搬①、運搬②の重量が大きいいため、CO₂排出量が大きくなっている。林地から原木市場もしくは製材工場までの運搬距離を短くすることでCO₂排出量を抑えることができる。本調査では製材、乾燥、挽き直し、仕上げと工程ごとに工場を変えて行っていたので、運搬回数が多くなっている。ひとつの製材工場に製材機、乾燥機、モルダー機が揃っていれば運搬の回数は減らせるが、経済的にすべての機械を導入するのは難しいようである。

5.7 アカマツの製材工程における CO₂ 排出量の算出

5.7.1 製材工程における単位物量当りの CO₂ 排出量

アカマツの製造工程及び運搬工程における単位物量当りの CO₂ 排出量を図 5.27 に示す。アカマツの製材工程における単位物量当りの CO₂ 排出量は 180.41kg-CO₂/m³ となった。工程別の CO₂ 排出量割合を図 4.28 に示す。

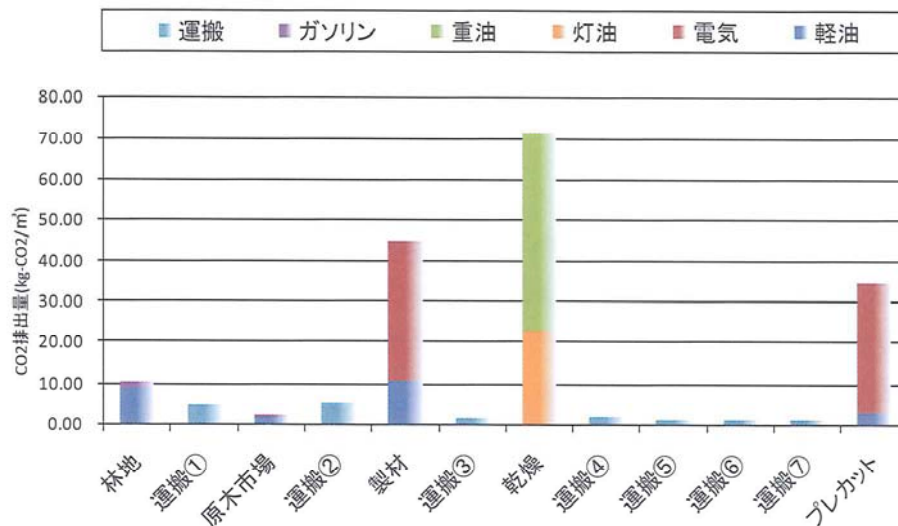


図 5.27 単位物量当りの CO₂ 排出量

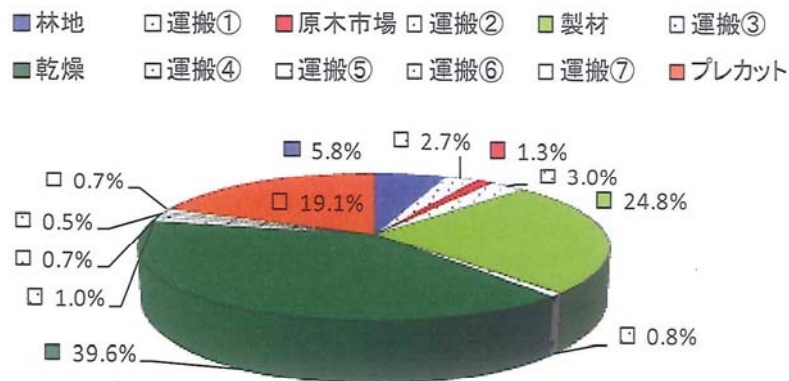


図 5.28 工程別の CO₂ 排出量割合

前述したように製材工場における CO₂ 排出量が大きい。全体の 24.8%が製材時、39.6%が乾燥時によるものである。製材時の複雑な流通経路が運搬回数を増加させているといえる。

5.8 中信地区製材工場の端材発生量調査

5.8.1 調査概要

(1)調査日時、調査場所

平成 22 年 8 月 3 日(木)	午前 9 時～	D 木材(有)	}	製材工場
平成 22 年 11 月 25 日(木)	午前 10 時～	(協)A		
平成 22 年 11 月 25 日(木)	午前 11 時 30 分～	N 木工企業組合		
平成 22 年 11 月 25 日(木)	午後 1 時～	(有)T 製材所		
平成 22 年 3 月 16 日(火)		S 建材	→	プレカット工場

(2)調査方法

樹種別年間仕入れ材積量、樹種別年間出荷材積量、用途別年間端材発生量のそれぞれ平成 20、21 年の 2 年度分の聞き取り調査を行った。用途別年間端材発生量に関しては、長野県木材協同組合連合会(県木連)の行っている「木材流通調査 票-IV」の資料を基に作成したアンケート用紙を郵送し、後日伺い、聞き取り調査をする方法で端材の発生量とその利用用途について調査を行った。

5.8.2 聞き取り調査

5.8.2.1 樹種別年間仕入れ材積量

聞き取り調査で得られた中信 4 社の製材工場の樹種別年間仕入れ材積量の総量を平成 20、21 年度分それぞれ表 5.28、5.29 に示す。平成 21 年度は(協)A、N 木工企業組合、(有)T 製材所の 3 社の総量、平成 20 年度は(協)A、(有)T 製材所の 2 社の総量である。また、中信地区プレカット工場 1 社、S 建材の樹種別年間仕入れ材積量を表 5.30 に示す。

表 5.28 平成 21 年度中信地区製材工場の樹種別年間仕入れ材積量

H21 (㎡)		合計		県内業者から										県外業者から		H20からの在庫		
				自家生産	素材生産業者	木材市場	製材工場		木材販売業者		その他		小計					
		丸太	半製品	丸太		丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	
県産材	スギ	15	200			15		200					15	200				
	ヒノキ		100					100						100				
	アカマツ																	
	カラマツ		1550					1550						1550				
	その他針																	
	広葉樹																	
県外の国産材	小計	15	1850			15		1850					15	1850				
	スギ																	
	ヒノキ																	
	アカマツ																	
	カラマツ																	
	その他針																	
	広葉樹																	
	小計																	
	外材	330	1554						1500					1500	330	54		
合計	345	3404			15		1850		1500			15	3350	330	54			

表 5.29 平成 20 年度中信地区製材工場の樹種別年間仕入れ材積量

H20 (m)		合計		県内業者から										県外業者から		H19からの在庫		
				自家生産	素材生産業者	木材市場	製材工場		木材販売業者		その他		小計					
		丸太	半製品	丸太	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品
県産材	スギ	19	200			19		200					19	200				
	ヒノキ		100					100						100				
	アカマツ																	
	カラマツ	200	800		200			800					200	800				
	その他針																	
	広葉樹																	
県外の国産材	小計	219	1100		200	19		1100					219	1100				
	スギ																	
	ヒノキ																	
	アカマツ																	
	カラマツ																	
	その他針																	
	広葉樹																	
	小計																	
	外材	573	1940					1100		700				1800	573	140		
合計	792	3040		200	19		2200		700			219	2900	573	140			

表 5.30 平成 20 年度中信地区プレカット工場の樹種別年間仕入れ材積量

H20 (m)		合計		県内業者から										県外業者から		H19からの在庫	
				自家生産	素材生産業者	木材市場	製材工場		木材販売業者		その他		小計				
		丸太	半製品	丸太			丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太	半製品	丸太
県産材	スギ		150						150			150					
	ヒノキ		250						250			250					
	アカマツ	1200	500			1200			100			1200	100				400
	カラマツ		200						200				200				
	その他針		200						200				200				
	広葉樹																
県外の国産材	小計	1200	1300			1200			900			1200	900				400
	スギ		1000												900		100
	ヒノキ		1300												1000		300
	アカマツ																
	カラマツ		100												100		
	その他針																
	広葉樹																
	小計		2400												2000		400
外材		12000						1000				1000		10000		1000	
合計		1200	15700			1200			1900			1200	1900		12000		1800

5.8.2.2 樹種別年間出荷材積量

聞き取り調査で得られた中信 4 社の製材工場の樹種別年間出荷材積量の総量を平成 20、21 年度分それぞれ表 5.31、5.32 に示す。平成 21 年度は N 木工企業組合、(有)T 製材所、D 木材(有)の 3 社の総量、平成 20 年度は、(有)T 製材所の 1 社の総量である。(協)A は製材をした製材品を自社で使用しているため、出荷量は 0 となった。また、中信地区プレカット工場 1 社、S 建材の樹種別年間仕入材積量を表 5.33 に示す。

表 5.31 平成 21 年度中信地区製材工場の樹種別年間出荷材積量

H21 (㎡)		合計	県内へ										県外へ							H21への在庫					
			建築用材					家具用	半製品	用材	土材	チップ	木材	ペレット	その他	計	(建築用材へ製造委託)	家具用	半製品		用材	チップ	木材	その他	計
木材市場	木材販売	プレカット	大工工務	自家建築	その他																				
県産材	スギ	12			12										12										
	ヒノキ	480			300		20							100	420								60	60	
	アカマツ																								
	カラマツ	50						32							32									18	
	その他針	180			180										180										
	広葉樹	70						70							70										
	集成材																								
小計	792			492		20	102						100	714								60	60	18	
県外の国産材	スギ																								
	ヒノキ																								
	アカマツ																								
	カラマツ																								
	その他針	30						30							30										
	広葉樹																								
	集成材																								
小計	30						30							30											
外材	無垢材	277			203									203								74		74	
	集成材																								
合計		1099			695		20	132						100	947							74	60	134	18

表 5.32 平成 20 年度中信地区製材工場の樹種別年間出荷材積量

H21 (㎡)		合計	県内へ										県外へ							H21 への 在庫						
			建築用材						家具 用	半 製 品	用 材	土 木	チ ッ ブ	木 材	ペ レ ッ ト	そ の 他	計	(製品) (製造用材)	家具 用		半 製 品	用 材	土 木	チ ッ ブ	木 材	そ の 他
木材 市場	木材 販売	プレ カット	大工 工務	自家 建築	その他	木材 販売	プレ カット	大工 工務												自家 建築						
県 産 材	スギ	14			14																					
	ヒノキ																									
	アカマツ																									
	カラマツ																									
	その他針																									
	広葉樹																									
県 外 の 国 産 材	集成材																									
	小計	14			14																					
	スギ																									
	ヒノキ																									
	アカマツ																									
	カラマツ																									
外 材	その他針																									
	広葉樹																									
	集成材																									
	小計																									
	無垢材	397			300																			97		97
	集成材																									
合計		411			314																			97		97

表 5.33 平成 20 年度中信地区プレカット工場の樹種別年間出荷材積量

H21 (m³)		合計	県内へ										県外へ								H21 への 在庫		
			建築用材					家具 用	半 製 品	用 材 土 木	チ ッ プ 木 材	ペ レ ッ ト	そ の 他	計	(建築 用品 へ)	家具 用	半 製 品	用 材 土 木	チ ッ プ 木 材	そ の 他		計	
木材 市場	木材 販売	プレ カット	大工 工務	自家 建築	その他																		
県 産 材	スギ	150			120		120								120	30							30
	ヒノキ	250			150		150								150	100							100
	アカマツ	1700			700		700							400	1100	200							200
	カラマツ	200			200		200								200								
	その他針																						
	広葉樹																						
県 外 の 国 産 材	集成材	200			150		150								150	50							50
	小計	2500			1320		1320							400	1720	380							380
	スギ	1000			800		800								800	150							150
	ヒノキ	1300			1100		1100								1100	120							120
	アカマツ																						
	カラマツ	100			100		100								100								
外 材	その他針																						
	広葉樹																						
	集成材																						
	小計	2400			2000		2000								2000	270							270
	無垢材	6000			4000		4000								4000	1500							1500
	集成材	6000			4000		4000								4000	1400							1400
合計		16900			####		####							400	####	3550							3550

5.8.2.3 用途別年間端材発生量

聞き取り調査で得られた中信 4 社の用途別年間端材発生量の総量を平成 20、21 年度分それぞれ表 5.34、5.35 に示す。平成 21 年度は(協)A、D 木材(有)、(有)T 製材所の 3 社の総量である。平成 20 年度は(協)A、(有)T 製材所の 2 社の総量である。N 木工企業組合は製材を行っていないため、端材は発生していなかった。また、中信地区プレカット工場 1 社、S 建材の用途別年間端材発生量を表 5.36 に示す。

表 5.34 平成 21 年度中信地区製材工場の用途別年間端材発生量

H21		背板端材 木屑	のこ屑	樹皮	かなな屑 プレカット 屑	その他	計
再利用	木材チップへ	74					74
	バイオマスへ						0
	木屑炊きボイラー等自家消費						0
	畜産用へ		177		280		457
	堆肥用へ	47					47
	きのこ用へ						0
	その他	120			50		170
	小計	241	177	0	330	0	748
処分	焼却処分			150			150
	処分場持込				60		60
	小計	0	0	150	60	0	210
計		241	177	150	390	0	958

表 5.35 平成 20 年度中信地区製材工場の用途別年間端材発生量

H20		背板端材 木屑	のこ屑	樹皮	かなな屑 プレカット 屑	その他	計
再利用	木材チップへ	97					97
	バイオマスへ						0
	木屑炊きボイラー等自家消費						0
	畜産用へ				200		200
	堆肥用へ						0
	きのこ用へ						0
	その他				50		50
	小計	97	0	0	250	0	347
処分	焼却処分						0
	処分場持込				60		60
	小計	0	0	0	60	0	60
計		97	0	0	310	0	407

表 5.36 平成 20 年度中信地区プレカット工場の樹種別年間出荷材積量

H20		背板端材 木屑	のこ屑	樹皮	かなな屑 プレカット 屑	その他	計
再利用	木材チップへ						
	バイオマスへ						
	木屑炊きボイラー等自家消費						
	畜産用へ						
	堆肥用へ				650		650
	きのこ用へ						
	その他				335		335
	小計				985		985
処分	焼却処分						
	処分場持込						
	小計						
計					985		985

5.8.3 アカマツの原木用途別内訳

まず、製材後の原木内訳を算出する。

調査結果より得た利用用途別端材総量と、アカマツの歩留りよりアカマツの原木の利用用途割合を算出する。N 木工企業組合以外の製材工場から得られた平成 21 年度のデータを使用する。表 5.37 に中信製材工場の端材総量と利用用途割合を、表 5.38 にアカマツの原木時 1m³ の時の仕上げ後の材積量を示す。また、それらより算出した原木の利用用途割合を表 5.39 と図 5.29 に示す。

表 5.37 中信地区製材工場の端材総量と利用用途割合

H21 (m ³)		背板端材 木屑	のこ屑	樹皮	かなな屑 プレカット屑	計	割合
再利用	木材チップへ	74				74	0.08
	バイオマスへ						
	木屑炊きボイラー 等自家消費						
	畜産用へ		177		280	457	0.48
	堆肥用へ	47				47	0.05
	きのこ用へ						
	国民宿舎の風呂 用ボイラへ	120				120	0.13
	集成材 その他				50	50	0.05
処分	焼却処分			150		150	0.16
	処分場持込				60	60	0.06
計		241	177	150	390	958	1.00

表 5.38 アカマツの原木時 1m³ の時の仕上げ後の材積量

樹種	原木	仕上げ後
アカマツ	1.00	0.56

表 5.39 製材後のアカマツの原木用途別割合

製材品	建築用材	0.56
端材	木材チップへ	0.03
	畜産用へ	0.21
	堆肥用へ	0.02
	国民宿舎の風呂用ボイラへ	0.06
	その他	0.02
	焼却処分	0.07
	処分場持込	0.03
計		1.00

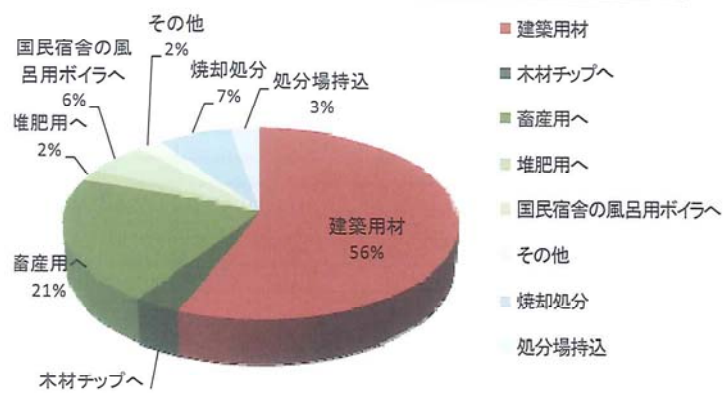


図 5.29 製材後のアカマツの原木用途別割合

次に、プレカット後の原木用途別内訳を算出する。

製材後と同様に、調査結果より得た利用用途別端材総量と、アカマツの歩留りよりアカマツの原木の利用用途割合を算出する。表 5.40 に中信地区製材工場の端材総量と利用用途割合を、表 5.41 にアカマツの原木時 1m³の時の仕上げ後の材積量を示す。また、それらより算出した原木の利用用途割合を表 5.42 と図 5.30 に示す。

表 5.40 中信地区プレカット工場の端材総量と利用用途割合

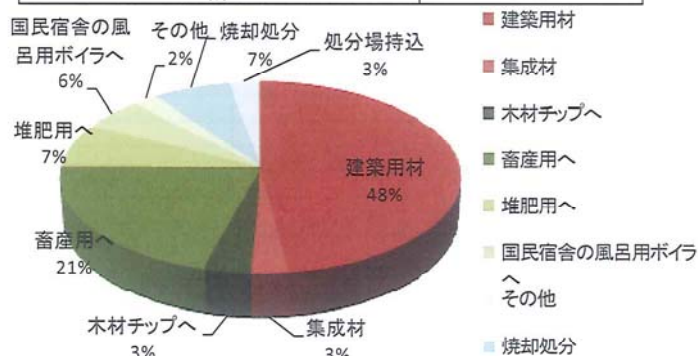
H2O (m ³)		背板端材 木屑	のこ屑	樹皮	かなな屑 プレカット屑	計	割合
再利用	木材チップへ						
	バイオマスへ						
	木屑炊きボイラー 等自家消費						
	畜産用へ						
	堆肥用へ				650	650	0.66
	きのこ用へ						
	国民宿舎の風呂 用ボイラーへ						
	集成材 その他				335	335	0.34
処分	焼却処分						
	処分場持込						
計		0	0	0	985	985	1.00

表 5.41 アカマツの原木時 1m³の時のプレカット後の材積量

樹種	原木	プレカット後
アカマツ	1.00	0.48

表 5.42 プレカット後のアカマツの原木用途別割合

製材品	建築用材	0.48
端材	木材チップへ	0.03
	畜産用へ	0.21
	堆肥用へ	0.02
	国民宿舎の風呂用ボイラーへ	0.06
	その他	0.02
	焼却処分	0.07
	処分場持込	0.03
端材	堆肥用へ	0.05
	集成材	0.03
計		1.00



建築用材として 48%が使用すると原木の利用用途割合を算出すると原木 1 本の内、3%が集成材として再利用され、42%が他産業で使用。7%が焼却による最終処分であることが分かった。

5.8 アカマツの炭素放出フローとカーボンバランス

住宅に固定される炭素量を 100%とした時の各工程における炭素放出量を割合で示した炭素放出フロー図を図 5.31 に示す。

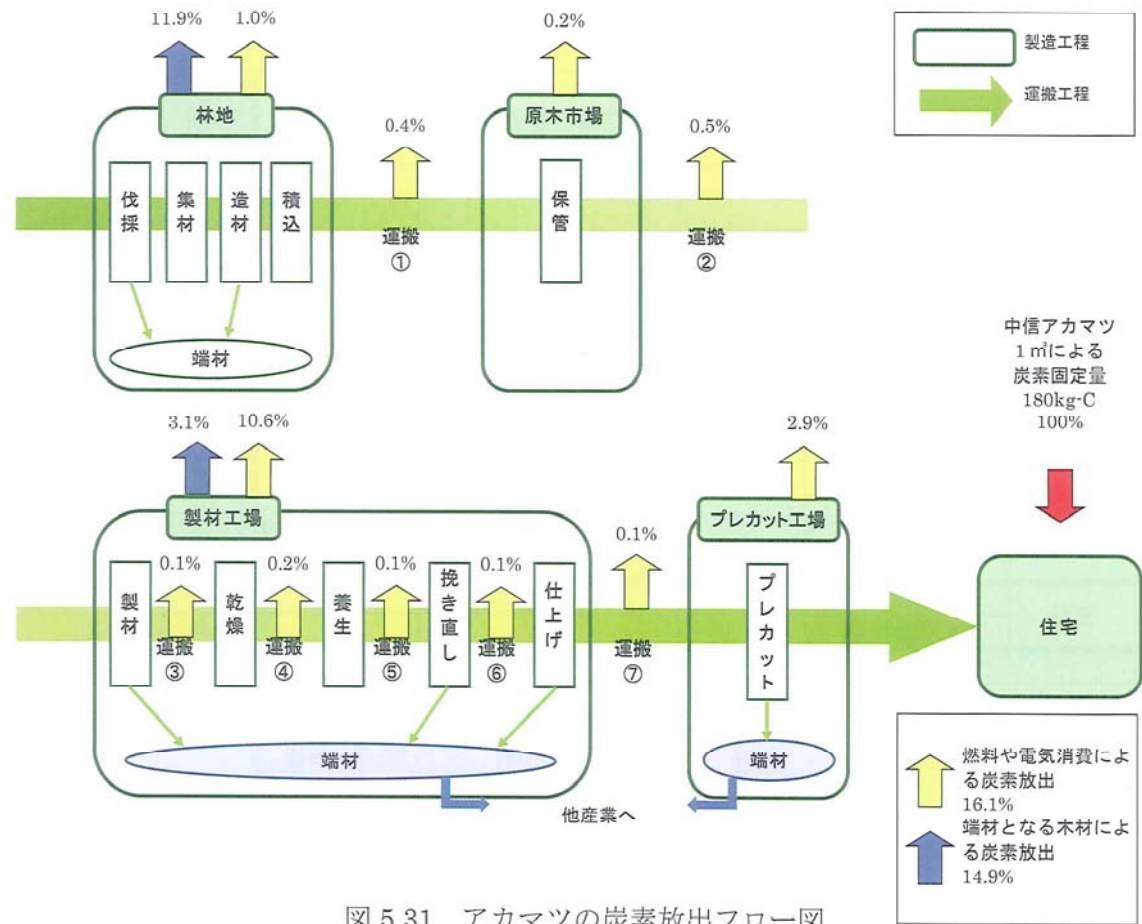


図 5.31 アカマツの炭素放出フロー図

また、炭素固定量から、各工程で排出される CO₂ 排出量を差し引いたアカマツのカーボンバランスを図 5.32 に示す。

項目	排出量・固定量 (kg-CO ₂ /m ³)
製材品の炭素固定量	
アカマツの炭素固定量	660.0
燃料による二酸化炭素排出量	
林地	-6.3
輸送	-2.3
原木市場	-1.4
輸送	-3.2
製材工場	-69.6
輸送	-4.1
端材による二酸化炭素排出量	
林地	-78.2
製材工場	-20.2
排出量合計	-185.4
カーボンバランス	474.6

図 5.32 アカマツのカーボンバランス

第 6 章 南信地区のヒノキの調査と結果

- 6.1 ヒノキの林地における調査
 - 6.1.1 調査概要
 - 6.1.2 実測調査
 - 6.1.3 聞き取り調査
- 6.2 ヒノキの原木市場における調査
 - 6.2.1 調査概要
 - 6.2.2 聞き取り調査
- 6.3 ヒノキの製材工場における調査
 - 6.3.1 調査概要
 - 6.3.2 実測調査
 - 6.3.2.1 製材時における調査
 - 6.3.2.2 仕上げ時における調査
 - 6.3.2.3 製材工場における総歩留り算出
 - 6.3.3 出荷材積量及び燃料消費量調査
- 6.4 ヒノキの製造工程における CO₂ 排出量の算出
 - 6.4.1 単位物量当りの燃料消費量
 - (1) 各工程における歩留り
 - (2) 重量・材積量の変動
 - (3) 製造工程における燃料消費量
 - 6.4.2 単位物量当りの CO₂ 排出量の算出
- 6.5 ヒノキの運搬工程における CO₂ 排出量の算出
 - 6.5.1 各施設の位置
 - 6.5.2 運搬距離
 - 6.5.3 運搬重量
 - 6.5.4 運搬工程における CO₂ 排出量の算出
- 6.6 ヒノキの製材工程における CO₂ 排出量の算出
 - 6.6.1 製材工程における単位物量当りの CO₂ 排出量
- 6.7 ヒノキの炭素放出フローとカーボンバランス

6.1.1 調査概要

実測調査	林地実測調査	平成 22 年 2 月 22 日 木曜日 午前 9 時から
	認証センター実測	平成 22 年 2 月 22 日 木曜日 午後 3 時から

(2) 調査場所

実測調査 長野県上伊那郡箕輪町上古田団地民有林
聞き取り調査 上伊那森林組合伊南支所

- ① 造材された木材の枝葉と造材部を仕分ける
- ② 玉切りされた原木の生重量を計測
- ③ 玉切りされた原木の断面の直径及び長さを計測
- ④ 玉切りされた原木の小口から 3cm 程度を試料としていただく
- ⑤ 枝払いされた枝葉、および残材の重量を計測
- ⑥ 試料にラップをかけ、ビニール袋に入れる
- ⑦ 認証センターにて、試料を皮剥
- ⑧ 試料の厚さ、表面積を計測
(表面積の計測は試料の断面をスキャンしパソコンの CAD で測る)
- ⑨ 試料の生重量を計測
- ⑩ 105℃で最低 30 時間絶乾
- ⑪ 試料の絶乾重量を計測

(表面積の計測は試料の断面をスキャンしパソコンの CAD で測定)

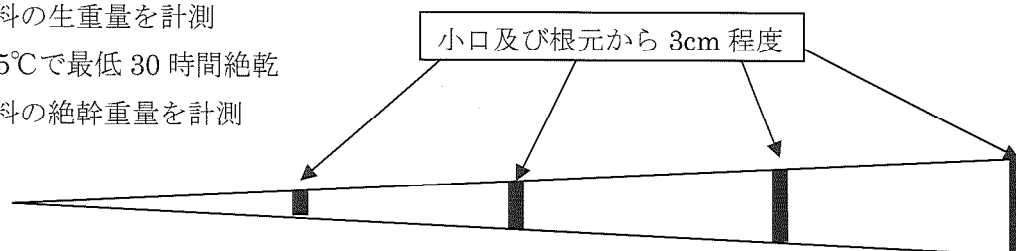


図 6.1 試料採取位置

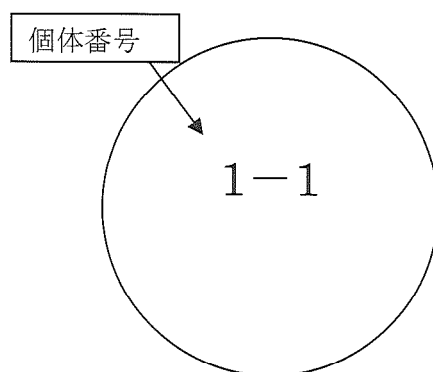


図 6.2 試料記入例



図 6.3 玉切りに造材された木材



図 6.4 原木の重量計測



図 6.5 枝葉及び残材の重量計測



図 6.6 枝葉及び残材の重量計測



図 6.7 試料の重量計測



図 6.8 人工乾燥機に試料を入れた状態

6.1.2 実測調査

(1) 重量・材積量計測

玉切りされたヒノキの原木、枝葉の重量、末口・元口直径、長さを計測した。本調査ではヒノキ2本を計測し、それぞれ個体番号を1、2とした。2本ともその場で伐採、造材を行った原木である。表3.1に原木の実測結果を示す。

表 6.1 原木の計測結果

個体番号	重量(kg)	末口直径(cm)	元口直径(cm)	長さ(m)	材積(m³)
1-0	6.4	28.0	28.0	0.16	0.010
1-1	119.8	25.7	27.3	3.19	0.175
1-2	105.2	23.4	25.5	3.26	0.153
1-3	94.3	21.6	23.5	3.28	0.131
1-4	74.6	18.9	21.1	3.24	0.102
1-5	58.6	15.0	18.5	3.29	0.072
1-6	54.8		15.0	7.92	0.035
1-枝葉	135.4				
2-1	115.8	24.8	29.3	3.26	0.187
2-2	99.2	23.9	24.5	3.23	0.148
2-3	90.6	21.9	23.6	3.26	0.132
2-4	75.9	18.7	21.6	3.37	0.107
2-5	60.6	15.8	19.1	3.28	0.078
2-6	58.1		15.8	7.17	0.035
2-枝葉	124.2				

材積量の算出式を下に示す。

$$V = \left(\frac{d_1 + d_2}{4} \right)^2 \times l \times \pi$$

V : 材積量 (m^3)

d_1 : 末口直径 (m)

d_2 : 元口直径 (m)

l : 長さ (m)

(2) 歩留り算出

林地における歩留りを試算する。枝葉、根本及び梢端は林内へ廃棄される。伐採と造材による重量と材積量の歩留りを算出した。枝払いによる重量歩留りの平均値は 0.80、造材による重量歩留りの平均値は 0.88、造材による材積歩留りの平均値は 0.94 となった。表 6.2 に伐採、造材による重量・材積歩留りを示す。

表 6.2 伐採による歩留り

個体番号	枝払い重量歩留り	造材重量歩留り	材積歩留り
			
1	0.79	0.88	0.93
2	0.80	0.88	0.95
平均	0.80	0.88	0.94

(3) 含水率計測

(1)で計測を行った原木の末口から 3cm 程度の試料を採取し、認証センターにて全乾法を用いて含水率を計測した。表 6.3 に試料の分析結果を示す。

$$\frac{\text{生重量} - \text{絶乾重量}}{\text{絶乾重量}} \times 100 = \text{含水率}(\%)$$

表 6.3 原木試料の計測結果

個体番号	樹皮有り 生重量 (g)	樹皮無し 生重量 (g)	高さ (平均値) (cm)	表面積 (cm ²)	樹皮無し 絶乾重量 (g)	体積 (cm ³)	全乾比重 (t/m ³)	含水率 (%)
1-1	505.5	486.4	1.2	527.3	268.0	636.8	0.42	88.6
1-2	534.1	506.5	1.6	475.7	281.0	770.6	0.36	90.1
1-3	485.0	459.9	1.7	407.2	254.4	705.5	0.36	90.6
1-4	530.7	496.8	2.1	326.1	260.2	676.6	0.38	104.0
1-5	447.8	415.9	1.9	246.8	232.0	476.2	0.49	93.0
1-6	254.1	237.9	1.7	157.7	126.3	275.6	0.46	101.2
2-1	590.3	563.7	1.4	617.3	300.0	833.3	0.36	96.8
2-2	564.8	534.6	1.9	454.0	281.0	855.7	0.33	101.0
2-3	489.0	461.3	1.7	411.3	245.5	691.9	0.35	99.2
2-4	610.2	574.1	2.4	333.2	296.9	798.8	0.37	105.5
2-5	289.9	273.9	1.6	260.8	140.6	404.8	0.35	106.2
2-6	275.6	255.4	1.7	176.1	132.8	307.3	0.43	107.5

試料 1、2 ともに梢端の含水率が高くなっている。林地における原木の全乾比重と含水率は梢端及び根元は林内へ放置されることを考え、梢端及び根元を除いた平均値を算出した。全乾比重は 0.38t/ m³、含水率は 97.5%となった。今後、重量による歩留りを試算するにあたり、含水率によって木材の重量が変化してしまうので全乾重量を用いることにする。ここで算出された試料の全乾比重から原木の全乾重量を試算することができる。

3.1.3 聞き取り調査

(1) 出荷材積量調査

今回の調査では平成 22 年度に行われた飯島町横沢団地の伐採現場について調査した。この団地で伐採された樹種はヒノキのみであった。伐採面積は 8ha である。平成 22 年度横沢団地の出荷材積量を表 6.4 に示す。

表 6.4 現場別出荷材積量

樹種	ヒノキ	
搬出材積 (m³)	用材	268.6
	パルプ材	143.0
	計	411.6

(2) 燃料消費量調査

使用している高性能林業機械の燃料は全て軽油であり、使用機械は、グラップル 1 台、フォワーダ 1 台、プロセッサ 2 台である。

また、現場ではチェーンソーも使用しているので、チェーンソーによるガソリン消費量を算出し、機械別燃料消費量を表 6.5 に示す。

表 6.5 機械別燃料消費量

	軽油 (L)	ガソリン (L)
グラップル	603.0	-
フォワーダ	80.0	-
プロセッサ①	200.0	-
プロセッサ②	1220.0	-
チェーンソー	-	224.7
計	2103.0	224.7

(3) 単位材積量当りの燃料消費量算出

高性能林業機械の軽油消費量、チェーンソーのガソリン消費量をそれぞれ出荷材積量で除して、単位材積量当りの軽油消費量を算出した。単位材積量当りの軽油消費量は 5.11L/ m³、単位材積量当りのガソリン消費量は 0.55L/ m³ となった。表 6.6 に単位材積量当りの燃料消費量を示す。

表 6.6 単位材積量当りの燃料消費量

高性能林業機械軽油消費量 (L)	2103.0
ガソリン (L)	224.7
出荷材積量 (m³)	411.6
出荷材積量当りの軽油消費量 (L/ m³)	5.11
出荷材積量当りのガソリン消費量 (L/ m³)	0.55

6.2 ヒノキの原木市場における調査

6.2.1 調査概要

(1) 調査日時

聞き取り調査 平成 23 年 1 月 21 日金曜日

(2) 調査場所

伊那木材センター

6.2.2 聞き取り調査

(1) 取り扱い材積量調査

平成 20～22 年の取り扱い材積量について調査を行った。表 6.7 に年間取り扱い材積量を示す。

表 6.7 年間取り扱い材積量

	平成20年	平成21年	平成22年
取り扱い材積量(m ³)	21290	24542	24162

(2) 燃料消費量調査

事務所の電気使用量、市場内で使用されるフォークリフトの軽油消費量について、平成 20～22 年の燃料消費量について調査を行った。選別機は使用されていない。表 6.8 に年間軽油燃料消費量、表 6.9 に年間電気使用量を示した。

表 6.8 原木市場における年間の燃料消費量

	年間軽油消費量(L)
H20	10750
H21	10560
H22	10900

表 6.9 原木市場における年間電気使用量

月	H20	H21	H22
1	479	544	562
2	475	521	482
3	478	448	431
4	436	488	502
5	481	464	435
6	416	331	491
7	503	420	567
8	876	525	648
9	520	495	654
10	447	414	401
11	454	474	448
12	492	488	546
合計	6,057	5,612	6,167

(3) 単位材積量当りの燃料消費量算出

年間燃料消費量を年間取り扱い材積量で除して、原木市場における単位材積量当りの電気使用量及び軽油消費量を試算した。H20、21年度の電気使用量は調査中であるので、単位材積量当りの燃料消費量は H22 のデータを使用する。単位材積量当りの電気使用量は $0.26\text{kWh}/\text{m}^3$ 、軽油消費量は $0.46\text{L}/\text{m}^3$ となった。表 6.10 にその結果を示す。

表 6.10 単位材積量当りの燃料消費量

	平成20年	平成21年	平成22年	平均
年間電気使用量 (kWh)	6057	5612	6167	5945
年間軽油消費量 (L)	10750	10560	10900	10737
年間取扱材積量合計 (m^3)	21290	24243	24163	23232
単位材積量当りの電気使用量 (kWh/m^3)				0.26
単位材積量当りの軽油使用量 (L/m^3)				0.46

6.3 ヒノキの製材工場における調査

6.3.1 調査概要

(1) 調査日時

乾燥工程前の実測調査： 7 月 24 日

乾燥工程後の実測調査： 8 月 3 日

聞き取り調査： 8 月 3 日

(2) 調査場所

D 木材有限会社

(3) 調査手順

製材

- ①皮剥前の原木の重量を計測
- ②原木の断面の直径及び長さを計測
- ③皮剥後の丸太の重量を計測
- ④丸太の断面の直径及び長さを計測
- ⑤製材後の木材の重量・巾・厚・長さを計測
- ⑥非破壊式高周波木材水分計を用いて含水率を計測

乾燥

- ⑦乾燥後の木材の重量・巾・厚・長さを計測
- ⑧非破壊式高周波木材水分計を用いて含水率を計測

仕上げ

- ⑨二度挽き後の木材の重量・巾・厚・長さを計測
- ⑩仕上げ後の木材の重量・巾・厚・長さを計測

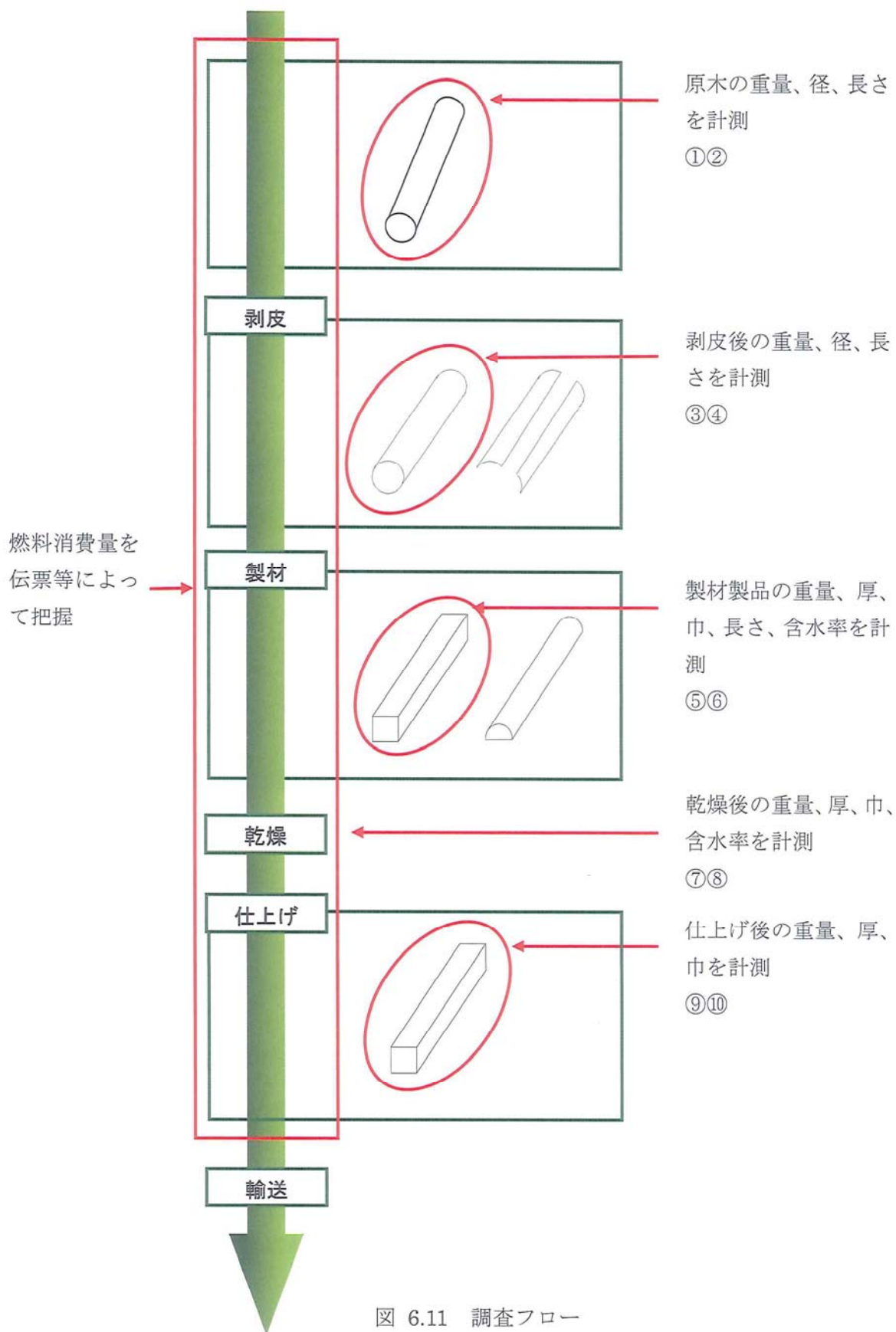


図 6.11 調査フロー



図 6.12 原木の計測



図 6.13 剥皮工程



図 6.14 製材工程



図 6.15 人工乾燥後の製材製品



図 6.16 含水率の測定



図 6.17 仕上げ後寸法の聞き取り

6.3.2 実測調査

歩留りの算出にあたり、製材工場における工程を製材と仕上げに分け、それぞれ重量、含水率、材積量の計測を行った。ただし、仕上げ工程は出荷の直前に行うため実測による計測はできなかった。そこで、仕上げ後の寸法の聞き取りにより材積量を算出した。

6.3.2.1 製材時における調査

(1) 重量・材積量計測

製材工場に積まれている原木を製材まで追った。原木、剥皮後の重量、元口、末口直径、長さ及び製材後の製材製品の重量、巾、厚、含水率を計測した。原木はヒノキ A~F までの 6 本を計測した。A~C は樹齢およそ 120 年前後、D~F はおよそ 70 年前後である。

(2) 含水率計測

含水率の計測には非破壊式高周波木材水分計を使用した。原木時は両端と中央の 3 箇所
の平均値をその原木の含水率とした。製材後は、製材製品 1 本につき各面 3 箇所ずつの、
合計 12 箇所の含水率を測定した。そして以下の方法により含水率を算定した。

※計測した個々の含水率から A~F の原木全体の含水率を算出するために用いた手法

【A 材の場合】

A 材の含水率

$$\begin{aligned} = & \left\{ A-1 \text{ の含水率平均値} \times \frac{A-1 \text{ の材積量}}{A-1 \sim A-11 \text{ の材積量の合計}} \right\} \\ & + \left\{ A-2 \text{ の含水率平均値} \times \frac{A-2 \text{ の材積量}}{A-1 \sim A-11 \text{ の材積量の合計}} \right\} \\ & \quad \cdot \\ & \quad \cdot \\ & \quad \cdot \\ & + \left\{ A-11 \text{ の含水率平均値} \times \frac{A-11 \text{ の材積量}}{A-1 \sim A-11 \text{ の材積量の合計}} \right\} \end{aligned}$$

A-1、A-2、A-3…A-11 のそれぞれの製材品の含水率は、最大最小を除いた平均値を用いる。

原木の計測結果を表 6.10、剥皮後の計測結果については表 6.11、製材後の計測結果については表 6.12、製材後の含水率は表 3.13 に示す。

表 6.10 原木の計測結果

	重量(kg)	末口直径 (cm)	元口直径 (cm)	長さ(cm)	材積量 (m ³)	含水率 (%)	生比重 (t/m ³)
A	207.1	34.0	37.8	408.4	0.41	36.3	0.50
B	179.5	29.8	32.8	412.2	0.32	42.0	0.57
C	268.9	36.7	34.8	411.7	0.41	62.8	0.65
D	78.6	22.0	18.4	312.1	0.10	72.6	0.79
E	74.2	18.4	21.0	313.0	0.10	58.6	0.78
F	62.4	20.6	16.2	311.2	0.08	72.3	0.76

含水率の平均値は 57.4%、生比重の平均値は 0.67t/m³ となった。

表 6.11 剥皮後の計測結果

	重量(kg)	末口直径 (cm)	元口直径 (cm)	長さ(cm)	材積量 (m ³)	含水率 (%)	生比重 (t/m ³)
A	197.4	32.3	36.5	408.4	0.38	36.3	0.52
B	170.0	29.0	31.8	412.2	0.30	42.0	0.57
C	252.3	35.4	33.5	411.7	0.38	62.8	0.66
D	73.7	21.8	18.0	312.1	0.10	72.6	0.76
E	69.6	18.0	20.6	313.0	0.09	58.6	0.76
F	58.5	20.4	15.8	311.2	0.08	72.3	0.73

表 6.12 製材後の計測結果

	重量(kg)	巾(cm)	厚(cm)	長さ(cm)	材積量(m ³)
A-1	15.1	12.8	6.5	408.5	0.034
A-2	7.4	12.8	3.2	409.4	0.017
A-3	6.1	12.7	1.9	408.0	0.010
A-4	33.1	27.0	6.2	408.5	0.058
A-5	6.9	12.9	3.2	408.2	0.017
A-6	4.6	12.8	1.6	408.3	0.008
A-7	6.5	16.9	1.9	408.3	0.014
A-8	19.5	26.2	3.9	408.0	0.042
A-9	11.6	19.3	3.2	408.0	0.025
A-10	35.5	12.7	14.0	408.4	0.073
A-11	10.5	13.8	3.2	408.1	0.018
計	156.8				0.315
B-1	6.6	16.5	1.6	411.8	0.010
B-2	26.8	27.0	5.7	411.4	0.063
B-3	26.6	23.1	5.3	411.4	0.051
B-4	13.6	14.1	4.9	411.4	0.029
B-5	13.9	14.1	5.2	412.1	0.030
B-6	5.2	11.5	1.5	411.3	0.007
B-7	41.5	14.0	14.0	411.7	0.081
計	134.2				0.270
C-1	11.5	14.5	1.9	411.5	0.011
C-2	14.5	19.9	3.2	411.6	0.026
C-3	15.8	18.0	3.1	411.6	0.023
C-4	31.0	26.4	4.8	411.1	0.052
C-5	38.0	31.5	4.7	411.2	0.061
C-6	40.1	29.7	5.4	411.5	0.066
C-7	16.5	19.5	3.2	411.3	0.026
C-8	22.5	25.4	3.8	411.6	0.039
計	189.9				0.304
D-1	4.6	13.6	1.4	311.8	0.006
D-2	38.1	13.7	13.8	312.0	0.059
計	42.7				0.065
E-1	4.4	12.2	1.4	313.5	0.005
E-2	4.0	11.8	1.4	312.3	0.005
E-3	33.0	12.9	12.8	312.5	0.051
計	41.4				0.062
F	33.3	12.8	12.8	311.1	0.051
計	33.3				0.051

表 6.13 製材後の含水率(%)

A	B	C	D	E	F
34.4	38.7	59.3	77.4	45.8	71.6

含水率の平均値は 54.5%となった。

(3) 歩留り算出

剥皮、製材の製材工程における重量の歩留りの平均値は 0.64、材積量の歩留りの平均値は 0.71 となった。表 6.14 に製材工程での各原木の歩留りを示す。

表 6.14 製材工程における歩留り

		原木	剥皮後	製材後
A	重量	1.00	0.95	0.79
	材積	1.00	0.92	0.83
B	重量	1.00	0.95	0.79
	材積	1.00	0.94	0.90
C	重量	1.00	0.94	0.75
	材積	1.00	0.93	0.79
D	重量	1.00	0.94	0.58
	材積	1.00	0.97	0.67
E	重量	1.00	0.94	0.59
	材積	1.00	0.96	0.67
F	重量	1.00	0.94	0.57
	材積	1.00	0.97	0.63
平均	重量	1.00	0.94	0.68
	材積	1.00	0.95	0.75

A~C と D~F の歩留りに大きく差がみられたのは、樹齢や末口直径と元口直径の差の大きさによるものではないかと考えられる。

6.3.2.2 仕上げ時における調査

(1) 重量・材積量計測

仕上げ後の製品寸法の巾、厚、長さの聞き取りにより材積量を算出した。

(2) 含水率計測

含水率の計測には非破壊式高周波木材水分計を使用した。製材製品の12箇所を測定し、製材工程と同じように含水率を算出した。

仕上げ後の巾、厚、長さ、材積量を表 6.15 に示す。

表 6.15 仕上げ後の製材製品の寸法及び材積量

	巾(cm)	厚さ(cm)	長さ(m)	枚数	材積量(m ³)	用途
A-1	12.0	6.0	4.0	1	0.029	枠・筋交い
A-2	12.0	3.0	4.0	1	0.014	筋交い
A-3	10.5	1.8	4.0	1	0.008	貫
A-4	5.5	4.5	4.0	2	0.020	枠
	12.0	5.5	4.0	1	0.026	枠
A-5	12.0	3.0	4.0	1	0.014	筋交い
A-6	9.0	1.8	4.0	1	0.006	貫
A-7	10.5	1.8	4.0	1	0.008	貫
A-8	25.0	3.5	4.0	1	0.035	枠
A-9	18.0	3.0	4.0	1	0.022	破風・サンデッキ
A-10	12.0	10.5	4.0	1	0.050	土台
A-11	10.5	3.0	3.0	1	0.009	立間柱
計					0.242	
B-1	9.0	1.2	2.0	2	0.004	壁下地
B-2	12.0	4.5	4.0	1	0.022	枠
B-3	12.0	4.5	4.0	1	0.022	枠
B-4	12.0	4.5	4.0	1	0.022	枠・筋交い
B-5	12.0	4.5	4.0	1	0.022	枠・筋交い
B-6	9.0	1.5	2.0	1	0.003	壁下地
B-7	12.0	12.0	4.0	1	0.058	土台
計					0.151	
C-1	9.0	1.8	4.0	1	0.006	壁下地
C-2	18.0	3.0	4.0	1	0.022	破風・サンデッキ
C-3	10.5	3.0	4.0	1	0.013	筋交い
C-4	25.0	4.5	3.0	1	0.034	枠
C-5	4.5	3.0	3.0	1	0.004	枠
C-6	25.0	4.5	3.0	1	0.034	枠
C-7	18.0	3.0	4.0	1	0.022	破風・サンデッキ
C-8	25.0	3.5	4.0	1	0.035	枠
計					0.169	
D-1	7.5	1.2	3.0	1	0.003	壁下地
D-2	12.0	12.0	3.0	1	0.043	柱
計					0.046	
E-1	7.5	1.2	3.0	1	0.003	壁下地
E-2	7.5	1.2	3.0	1	0.003	壁下地
E-3	10.5	10.5	3.0	1	0.033	柱
計					0.038	
F	10.5	10.5	3.0	1	0.033	柱
計					0.033	

(3) 歩留り算出

仕上げ時の材積量の歩留りの平均値は 0.64 となった。表 6.16 に仕上げ時の各製材製品の歩留りを示す。

表 6.16 仕上げ工程での歩留り

		仕上げ後
A	重量	-
	材積	0.80
B	重量	-
	材積	0.61
C	重量	-
	材積	0.58
D	重量	-
	材積	0.75
E	重量	-
	材積	0.66
F	重量	-
	材積	0.66
平均	重量	
	材積	0.68

6.3.2.3 製材工場における総歩留り算出

仕上げ時の実測を行っていないため、重量の歩留りの平均値は算出できないが、材積量の歩留りの平均値は 0.48 となった。表 6.17 に製材工場における歩留りを示す。

表 6.17 製材工場における歩留り

剥皮		製材		仕上げ		製材工場総合	
重量歩留まり	材積歩留まり	重量歩留まり	材積歩留まり	重量歩留まり	材積歩留まり	重量歩留まり	材積歩留まり
0.94	0.95	0.68	0.75	-	0.68	-	0.48

6.3.3 出荷材積量及び燃料消費量調査

製材機やモルダー、事務所の電気使用量、人工乾燥を行う際に使用される灯油使用量、フォークリフトの燃料である軽油使用量について表 6.18 に示す。表 3.19 に単位材積量当りの燃料消費量について示す。平成 20 年度、21 年度分について聞き取り調査を行ったが、出荷材積量は平成 21 年度分のみ得られたため、結果は平成 21 年度についてである。単位材積量当りの電気使用量は $132.93\text{kWh}/\text{m}^3$ 、軽油消費量は $1.55\text{L}/\text{m}^3$ 、灯油使用量は $23.37\text{L}/\text{m}^3$ となった。

表 6.18 平成 21 年度における燃料消費量

電気使用量(kWh)	軽油使用量(L)	灯油使用量(L)
101023.0	17760.8	1180.0

表 6.19 平成 21 年度における単位材積量当りの燃料消費量

出荷材積量(m^3)	760.0
電気使用量(kWh)	101023.0
軽油使用量(L)	1180.0
灯油使用量(L)	17760.8
単位材積量当りの電気使用量(kWh/m^3)	132.93
単位材積量当りの軽油使用量(L/m^3)	1.55
単位材積量当りの灯油使用量(L/m^3)	23.37

6.4 ヒノキの製造工程における CO₂ 排出量の算出

6.4.1 単位物量当りの燃料消費量

(1) 各工程における歩留り

各工程におけるヒノキの重量及び材積量の歩留りを表 6.20 に示す。

表 6.20 各工程における歩留り

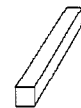
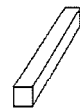
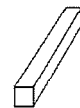
	枝払い	造材	剥皮	製材	乾燥	仕上げ
材積歩留り	—	0.94	0.95	0.75	0.95	0.68
重量歩留り	0.80	0.88	0.94	0.68	0.74	—

仕上げ工程は実測できていないため、仕上げ後寸法の聞き取りによる推定値である。

(2) 重量・材積量の変動

表 6.20 の各工程における歩留りから仕上げ後の木材の材積量を 1 m³としたときの材積量の変化を工程に沿って表 6.21 に示した。また、各工程の材積量に対して生重量、含水率及び全乾比重が 0.38t/ m³のときの炭素固定量も示す。

表 6.21 重量及び材積量の変動

状態							
工程	伐採	造材	保管	剥皮	製材	乾燥	仕上げ
材積量m ³	—	2.31	2.17	2.06	1.55	1.47	1.00
重量t	1.65	1.55	1.46	1.38	0.93	0.66	—
含水率%	98.6	98.6	54.5	54.5	54.5	12.3	—
炭素固定量t-C	0.54	0.44	0.41	0.39	0.29	0.28	0.19
炭素固定量割合	1.32	1.06	1.00	0.95	0.71	0.68	0.46
補足	倒木直後	枝払い後	梢端、根元を除いた樹皮込みの原木の状態	剥皮後	製材後	乾燥後	想定される仕上がり寸法から得た材積量の推定値

仕上げ後の木材の材積量を 1 m³としたときの全乾比重は 0.38t/ m³、工程を遡って伐採された原木の材積量が 2.17m³になるということである。

また、枝葉を切り落とした原木の炭素固定量を 1 としたとき、仕上げ後の木材では、その 46%の炭素を固定できるということがわかる。

(3) 製造工程における燃料消費量

表 6.22 にヒノキの各工程での材積量当りの燃料消費量と仕上げ後の木材の材積量 1 m³ 当りに換算したときの燃料消費量を示す。

仕上げ後の木材 1 m³ を単位物量として、単位物量当りに消費する燃料消費量は軽油が 13.64L/ m³、電気使用量が 133.49kWh/ m³、ガソリンが 1.18L/ m³、灯油が 23.37L/ m³ となった。

表 6.22 単位物量当りの各工程における燃料消費量

		各工程の材積量当り	仕上げ後木材1m ³ 当り
林地	軽油消費量L/ m ³	5.11	11.09
	電気使用量kWh/ m ³	—	
	灯油消費量L/ m ³	—	
	重油消費量L/ m ³	—	
	ガソリン消費量L/ m ³	0.55	1.18
原木市場	軽油消費量L/ m ³	0.46	1.00
	電気使用量kWh/ m ³	0.26	0.56
	灯油消費量L/ m ³	—	
	重油消費量L/ m ³	—	
	ガソリン消費量L/ m ³	—	
製材工場	軽油消費量L/ m ³	1.55	1.55
	電気使用量kWh/ m ³	132.93	132.93
	灯油消費量L/ m ³	23.37	23.37
	重油消費量L/ m ³	—	
	ガソリン消費量L/ m ³	—	

6.4.2 単位物量当りのCO₂排出量の算出

ヒノキの各工程における単位物量当りの燃料消費量からCO₂排出量を算出する。軽油、電気、灯油を使用した場合のCO₂排出原単位は環境省地球環境局のデータベース(2010/04/01)、電気のCO₂排出原単位は中部電力の値を用いた。^{注1)}

単位物量当りのCO₂排出量は林地では31.35kg-CO₂/m³、原木市場では2.84kg-CO₂/m³、製材工場では122.67kg-CO₂/m³となった。図6.18にCO₂排出量を各工程の燃料別に示している。

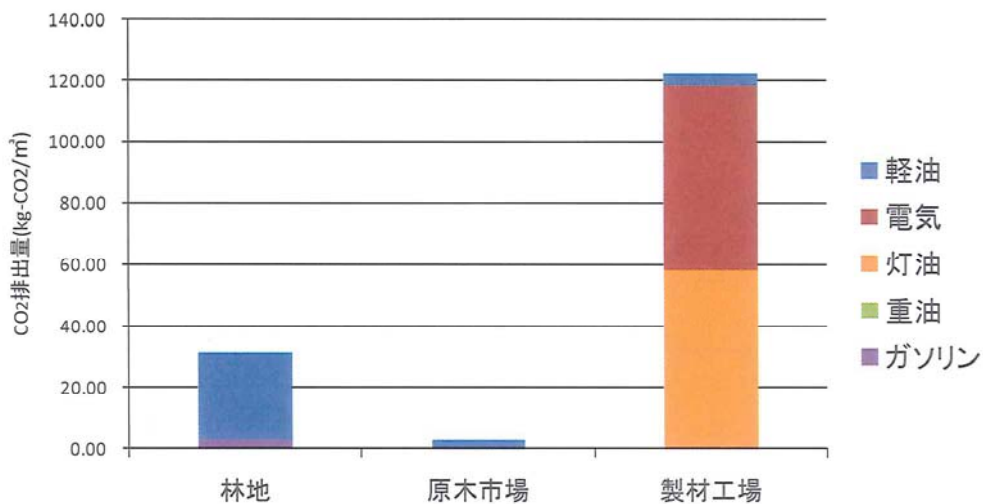


図 6.18 各工程におけるCO₂排出量

製材工場において人工乾燥の際に使用する重油によるCO₂排出量が多いことは明らかである。原木市場では選別機を使用していないため電気使用量が少ない分、CO₂排出量が非常に小さくなった。いかに製材工場で電気、灯油の使用量を節約できるかがCO₂排出量の削減になる。

6.5 ヒノキの運搬工程における CO₂ 排出量の算出

6.5.1 各施設の位置

長野県南部に位置する林地、原木市場、製材工場を対象としている。

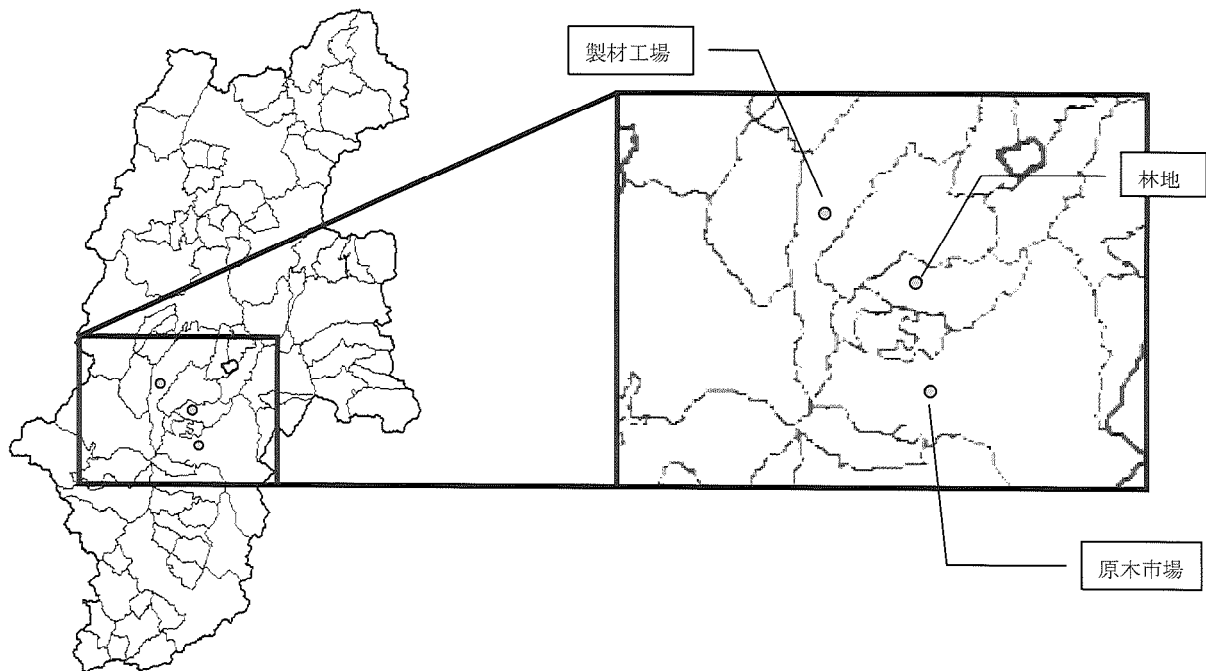


図 6.19 各施設の位置

6.5.2 運搬距離

運搬距離として、林地—原木市場、原木市場—製材工場、の2区間の距離をウェブ上で求め、表 6.23 に示す。運搬は高速道路を使用せず、一般道を使用した場合の距離である。

表 6.23 運搬距離 km

林地 — 原木市場	17.2
原木市場 — 製材工場	29.8

6.5.3 運搬重量

仕上げ後の木材の材積量 1 m^3 としたとき、それぞれの区間における生重量を表 6.24 に示す。これは、運搬する際の積載重量は生重量であるためである。

表 6.24 運搬生重量 t

林地 — 原木市場	1.52
原木市場 — 製材工場	1.46

6.5.4 運搬工程におけるCO₂排出量の算出

運搬距離と運搬重量から各運搬工程における単位物量当りのCO₂排出量を算出する。図6.20に算出結果を示す。自動車による運搬のCO₂排出原単位はウッドマイルズ関連指標算出マニュアルより0.25kg-CO₂/t・kmとした。運搬①では6.53kg-CO₂/m³、運搬②では10.88kg-CO₂/m³となった。南信ヒノキの運搬工程における単位物量当りのCO₂排出量の合計は17.41kg-CO₂/m³となった。

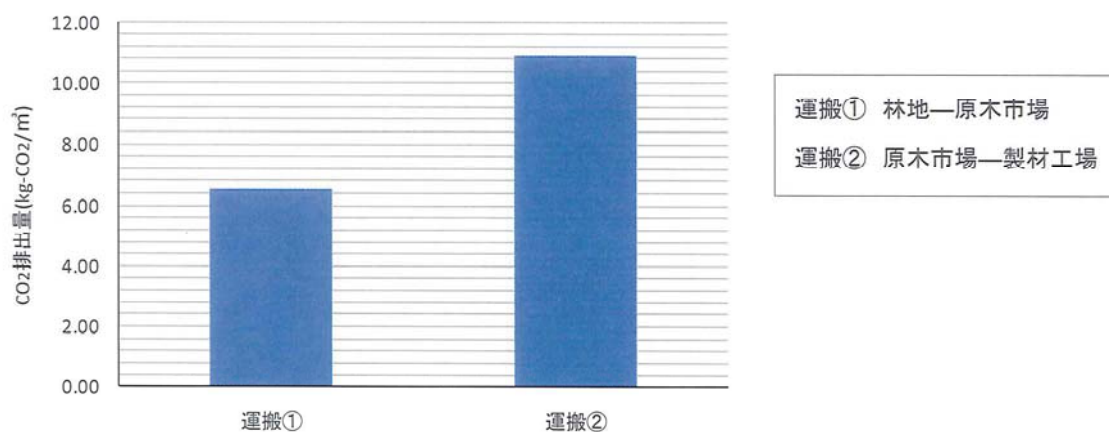


図 6.20 運搬工程における CO₂ 排出量

6.6 ヒノキの製材工程における CO₂ 排出量の算出

6.6.1 製材工程における単位物量当りの CO₂ 排出量

ヒノキの製造工程及び運搬工程における単位物量当りの CO₂ 排出量を図 6.21 に示す。ヒノキの製材工程時における単位物量当りの CO₂ 排出量は 174.27kg-CO₂/m³ となった。工程別の CO₂ 排出量割合を図 6.22 に示す。

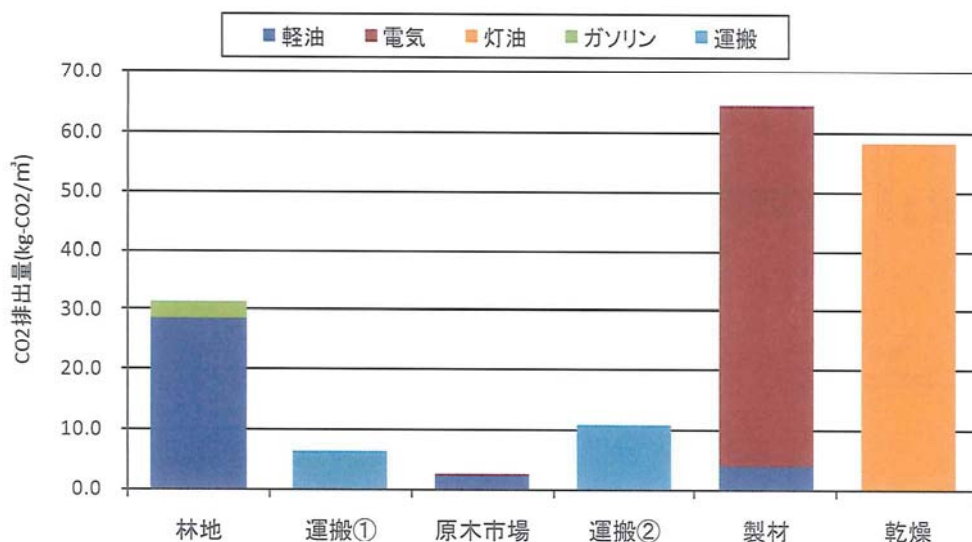


図 6.21 単位物量当りの CO₂ 排出量

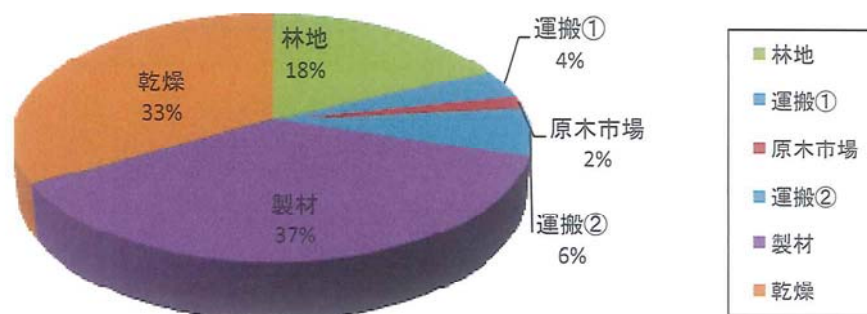


図 6.22 工程別の CO₂ 排出量割合

前述したように製材工場における CO₂ 排出量が多い。全体の 70% が製材工場によるものである。また、原木市場における CO₂ 排出量は少ないが原木市場を経由するために運搬時の CO₂ 排出量が発生してしまう。

6.7 ヒノキの炭素放出フローとカーボンバランス

住宅に固定される炭素量を 100%とした時の各工程における炭素放出量を割合で示した炭素放出フロー図を図 6.23 に示す。

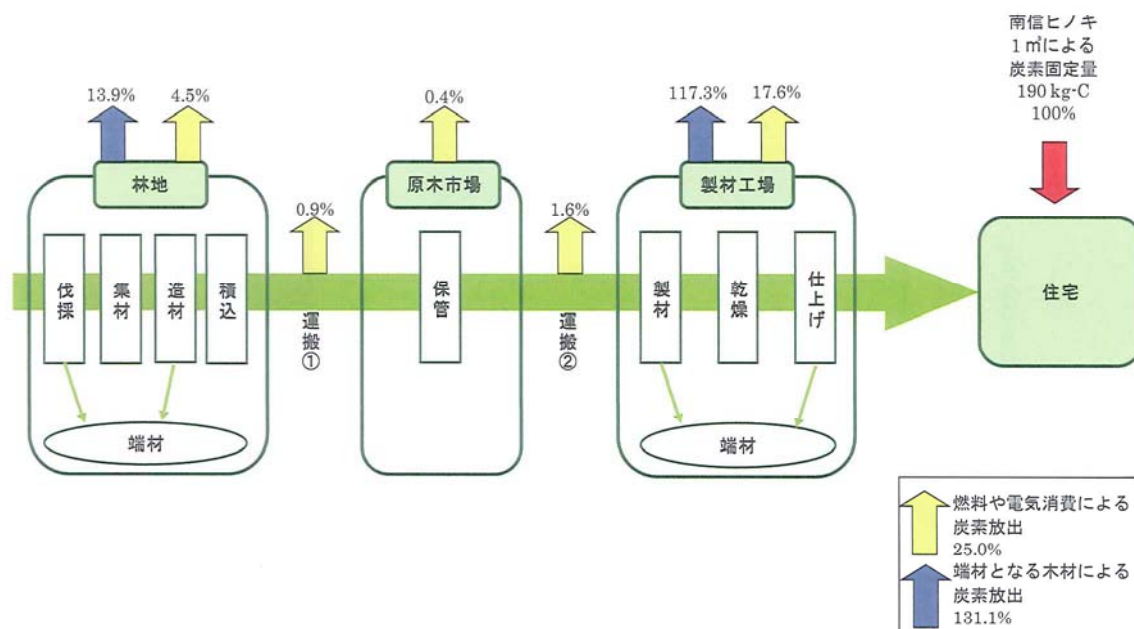


図 6.23 ヒノキの炭素放出フロー図

また、炭素固定量から、各工程で排出される CO₂ 排出量を差し引いたヒノキのカーボンバランスを図 6.24 に示す。

項目	排出量・固定量 (kg-CO ₂ /m ³)
製材品の炭素固定量	
ヒノキの炭素固定量	696.7
燃料による二酸化炭素排出量	
林地	
輸送	
原木市場	
輸送	
製材工場	
端材による二酸化炭素放出量	
林地	
製材工場	
排出量合計	
カーボンバランス	

図 6.24 ヒノキのカーボンバランス

第7章 スギ・カラマツ・アカマツ・ヒノキ

のCO₂排出量の比較

7.1 林地におけるCO₂排出量の比較

7.1.1 歩留りの比較

7.1.2 単位物量当りのCO₂排出量の比較

7.2 原木市場におけるCO₂排出量の比較

7.2.1 単位物量当りのCO₂排出量の比較

7.3 製材工場におけるCO₂排出量の比較

7.3.1 歩留りの比較

7.3.2 単位物量当りのCO₂排出量の比較

7.4 製材工程におけるCO₂排出量の比較

7.4.1 重量・材積量・炭素固定量の変動比較

7.4.2 単位物量当りのCO₂排出量の比較

7.5 炭素放出フローの比較

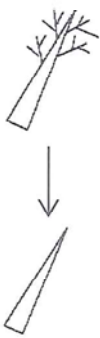
7.6 カーボンバランスの比較

7.1 林地におけるCO₂排出量の比較

7.1.1 歩留りの比較

スギ、カラマツ、アカマツ・ヒノキについて、枝払いによる重量歩留り、造材による重量歩留り、造材による材積歩留りの比較を行った。表 7.1 に林地における歩留りの比較結果を示す。

表 7.1 林地における歩留りの比較結果

樹種	製材重量歩留り	造材重量歩留り	造材材積歩留り
			
スギ	0.93	0.92	0.93
カラマツ	0.76	0.92	0.93
アカマツ	0.85	0.87	0.90
ヒノキ	0.80	0.88	0.94

枝葉及び根元、梢端は林内へ廃棄される。

スギの枝払いによる重量歩留りが高くなっているのは、枝葉が枯れていたからであると考えられる。

造材重量歩留り、造材材積歩留りにおいては大きな差はみられなかった。

7.1.2 単位物量当りのCO₂排出量の比較

仕上げ後の木材 1m³を単位物量とした。以下、各工程において単位物量当りのCO₂排出量の比較を行う際はこの単位物量の設定で比較する。

聞き取り調査から得られた出荷材積量当りの燃料消費量から林地における単位物量当りのCO₂排出量を算出し、各地域で比較を行った。図 7.1 に林地における単位物量当りのCO₂排出量の比較結果を示す。

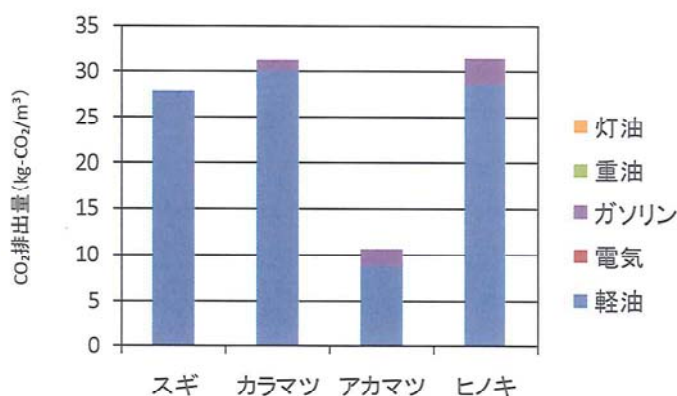


図 7.1 林地における単位物量当りのCO₂排出量の比較結果

林地でのスギの単位物量当りのCO₂排出量は 27.99kg-CO₂/m³、カラマツの単位物量当りのCO₂排出量は 31.15kg-CO₂/m³、アカマツの単位物量当りのCO₂排出量 10.55kg-CO₂/m³、ヒノキの単位物量当りのCO₂排出量は 31.35kg-CO₂/m³となった。

アカマツのCO₂排出量が少ないのは歩留まりの差、及び中信地区の調査を行った現場は導入している高性能林業機械が少なく、チェーンソーによる造材も多いことなどがあげられる。チェーンソーによる造材が多いと高性能林業機械の稼働による燃料消費量は抑えられるが、作業時間に対して伐採出来る量が低くなってしまう。高性能林業機械の導入には人工と環境負荷の両方の視点から検討する必要があると言える。

ヒノキのCO₂排出量が多いのは、林業機械のスイングヤーダを使用しておらず、集材の際に、機械が自走しなければならないため、その分の燃料消費量が増えたためであると考えられる。

7.2 原木市場における CO₂ 排出量の比較

7.2.1 単位物量当りの CO₂ 排出量の比較

聞き取り調査から得られた取り扱い材積量当りの燃料消費量から、製造工程における歩留りを考慮し、原木市場における単位物量当りの CO₂ 排出量を算出し、各地域で比較を行った。図 7.2 に原木市場における単位物量当りの CO₂ 排出量の比較結果を示す。

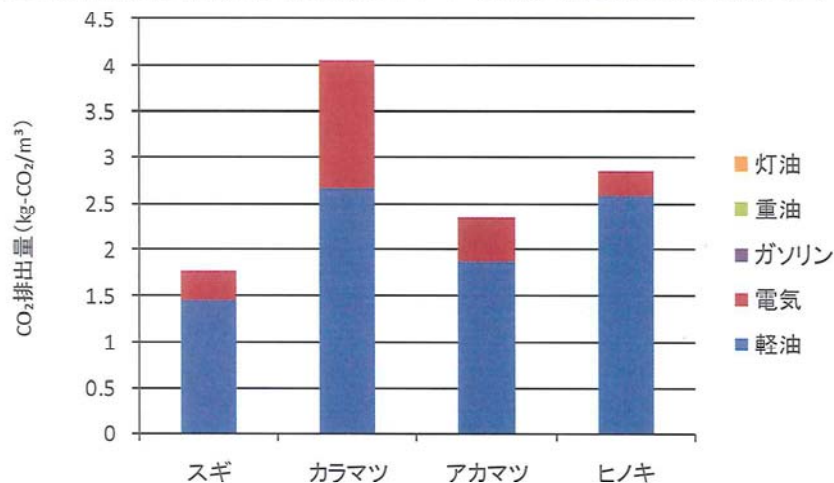


図 7.2 原木市場における単位物量当りの CO₂ 排出量の比較結果

原木市場でのスギの単位物量当りの CO₂ 排出量は 1.77kg-CO₂/m³、カラマツの単位物量当りの CO₂ 排出量は 4.06kg-CO₂/m³、アカマツの単位物量当りの CO₂ 排出量は 2.34kg-CO₂/m³、ヒノキの単位物量当りの CO₂ 排出量は 2.84kg-CO₂/m³ になった。

東信木材センターでの CO₂ 排出量が多くなっているのは、施設内で土木用材の造材を行っているため、製材機の電気消費量が影響していると考えられる。

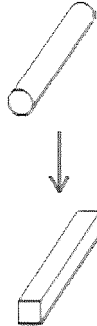
伊那木材センターの電気による CO₂ 排出量が少ないのは、選別機を導入していないからであると考えられる。

7.3 製材工場におけるCO₂排出量の比較

7.3.1 歩留りの比較

スギ、カラマツ、アカマツ、ヒノキについて、製材工程での重量歩留りと材積歩留り、乾燥・仕上げ工程での重量歩留りと材積歩留り、製材工程総合での重量歩留りと材積歩留りの比較を行った。表 7.2 に製材工場における歩留りの比較結果を示す。

表 7.2 製材工場における歩留りの比較結果

樹種	製材工程		仕上げ工程		製材工程総合	
	重量歩留り	材積歩留り	重量歩留り	材積歩留り	重量歩留り	材積歩留り
						
スギ	0.54	0.64	0.84	0.81	0.45	0.52
カラマツ	0.39	0.47	0.71	0.68	0.28	0.32
アカマツ	0.67	0.78	0.68	0.72	0.46	0.56
ヒノキ	0.68	0.75	—	0.68	—	0.51

製材工程の歩留りにおいて東信カラマツが低くなっているのは、原木 1 本から取れる製材量の差であると考えられる。

カラマツ、アカマツは人工乾燥後ねじれが生じ、挽き直す作業が必要となるため、それが仕上げ工程の歩留りに影響していると考えられる。

また、ヒノキは製材工程では歩留りが大きい、仕上げ工程では小さい。これは、どの部分も使われるので、できるだけ多くの部分を切りだすためであり、仕上げでは割れなどは好まれないためそれらを除いて仕上げを行うためであると考えられる。

7.3.2 単位物量当りのCO₂排出量の比較

聞き取り調査から得られた出荷材積量当りの燃料消費量から、製造工程における歩留りを考慮し、製材工場における単位物量当りのCO₂排出量を算出し、各地域で比較を行った。

図 7.3 に製材工場における単位物量当りのCO₂排出量の比較結果を示す。

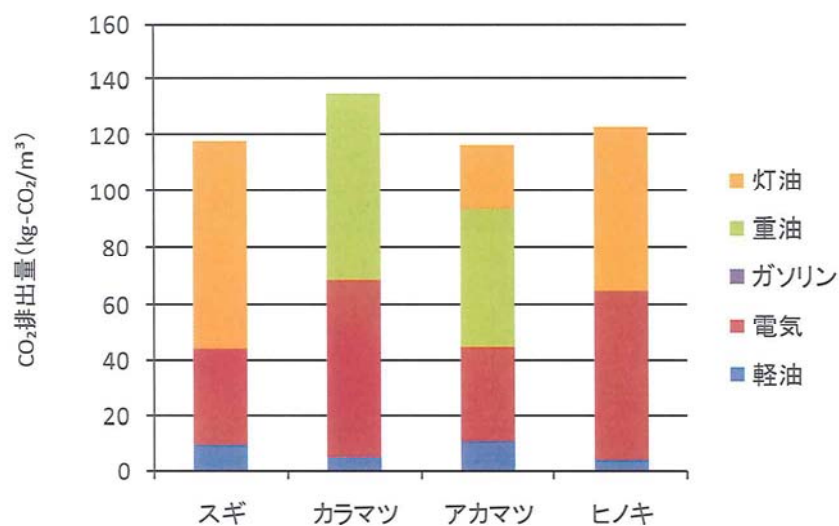


図 7.3 製材工場における単位物量当りのCO₂排出量の比較結果

製材工場でのスギの単位物量当りのCO₂排出量は118.07kg-CO₂/m³、カラマツの単位物量当りのCO₂排出量は135.01kg-CO₂/m³、アカマツの単位物量当りのCO₂排出量は116.14kg-CO₂/m³、ヒノキの単位物量当りのCO₂排出量は122.67kg-CO₂/m³となった。

7.4 製材工程におけるCO₂排出量の比較

7.4.1 重量・材積量・炭素固定量の変動比較

スギ、カラマツ、アカマツ、ヒノキについて、製造工程での重量・材積量・炭素固定量の変動比較を行った。

仕上げ製品 1m³を単位物量とした。表 7.3 に製造過程における重量・材積量・炭素固定量の変動の比較結果を示す。

表 7.3 4 樹種の重量・材積量・炭素固定量の変動比較

樹種	工程	伐採	造材	保管	剥皮	製材	乾燥	仕上げ	プレカット
	状態								
	補足	倒木直後	枝払い後	梢端、根元を除いた樹皮込みの原木の状態	剥皮後	製材後	乾燥後	モルダーによる仕上げ後	プレカット後
北信スギ	材積量m ³	-	1.89	1.76	-	1.12	1.12	1.00	0.82
	生重量t	1.71	1.59	1.47	-	0.80	0.49	0.44	0.43
	含水率%	115.2	115.2	87.1	-	87.1	23.4	23.4	23.4
	炭素固定量t-C	0.39	0.32	0.30	-	0.19	0.19	0.17	0.14
	炭素固定割合	1.29	1.08	1.00	-	0.64	0.64	0.57	0.47
東信カラマツ	材積量m ³	-	3.36	3.13	-	1.47	1.47	1.00	-
	生重量t	-	2.89	2.63	-	1.12	0.71	0.50	-
	含水率%	73.0	73.0	44.5	-	44.5	17.4	17.4	-
	炭素固定量t-C	0.97	0.84	0.78	-	0.37	0.37	0.25	-
	炭素固定割合	1.24	1.08	1.00	-	0.47	0.47	0.32	-
中信アカマツ	材積量m ³	-	1.98	1.78	-	1.39	1.39	1.00	0.85
	生重量t	1.86	1.58	1.51	-	1.10	0.71	0.47	0.43
	含水率%	99.4	99.4	78.9	-	78.9	15.3	15.3	15.9
	炭素固定量t-C	0.44	0.36	0.32	-	0.25	0.25	0.18	0.15
	炭素固定割合	1.23	1.11	1.00	-	0.78	0.78	0.56	0.48
南信ヒノキ	材積量m ³	-	2.31	2.17	2.06	1.55	1.47	1.00	-
	重量t	1.65	1.62	1.46	1.38	0.93	0.66	-	-
	含水率%	98.6	98.6	54.5	54.5	54.5	12.3	-	-
	炭素固定量t-C	0.54	0.44	0.41	0.39	0.29	0.28	0.19	-
	炭素固定割合	1.32	1.06	1.00	0.95	0.71	0.68	0.46	-

カラマツの製材工程での歩留りは、スギ、アカマツ、ヒノキと比べ低いため、製材過程においての変動が大きくなった。

炭素固定割合は、枝葉を切り落とした状態の原木の炭素固定量を 1.00 とした割合を示したものであり、仕上げ後製品でスギは 0.57、カラマツは 0.32、アカマツは 0.56、ヒノキは 0.46 となった。

7.4.2 製材工程における単位物量当りのCO₂排出量の比較

樹種別に各工程における単位物量当りのCO₂排出量の比較を行った。

図 7.4 に樹種別製材工程におけるCO₂排出量比較結果を示す。

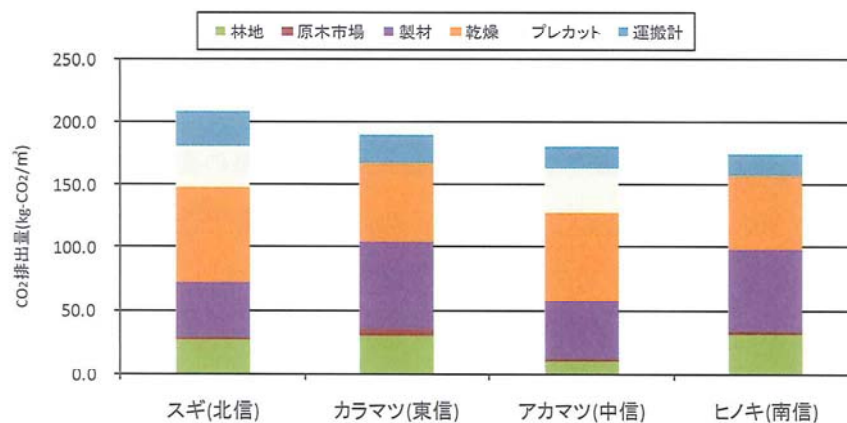


図 7.4 樹種別製材工程におけるCO₂排出量

製造工程全体のCO₂排出量ではスギが208.53kg-CO₂/m³、カラマツが189.38 kg-CO₂/m³、アカマツが180.41kg-CO₂/m³、南信ヒノキが174.27kg-CO₂/m³なった。カラマツが高くなっているのは、製造工程における歩留りが低いため、単位物量当りのCO₂排出量が多くなったと考えられる。

また、アカマツは運搬回数が多かったが、運搬工程でのCO₂排出量が最も少なくなったのは、製造工程での歩留りが高いため、積載時の生重量が軽くなり、運搬工程における単位物量当りのCO₂排出量が少なくなったと考えられる。

ヒノキは、林地での燃料消費量が多かったことと、仕上げ後の歩留まりが高いことで製材時のCO₂排出量が大きくなったことから、アカマツのプレカットを除いた場合よりもCO₂排出量が大きくなった。

7.5 炭素放出フローの比較

各樹種において、立木から住宅に使用される木材に至るまでの炭素放出量を算出し、比較を行った。

燃料や電気消費による炭素放出と、端材となる木材による炭素放出を、住宅の炭素固定量を 100%とした場合の割合で求めた。炭素固定量及び炭素放出量は、各工程での歩留り・単位物量当りの CO₂ 排出量を総合的に計算した結果である。

各樹種の炭素放出フロー図を示す。

○北信地区 スギ

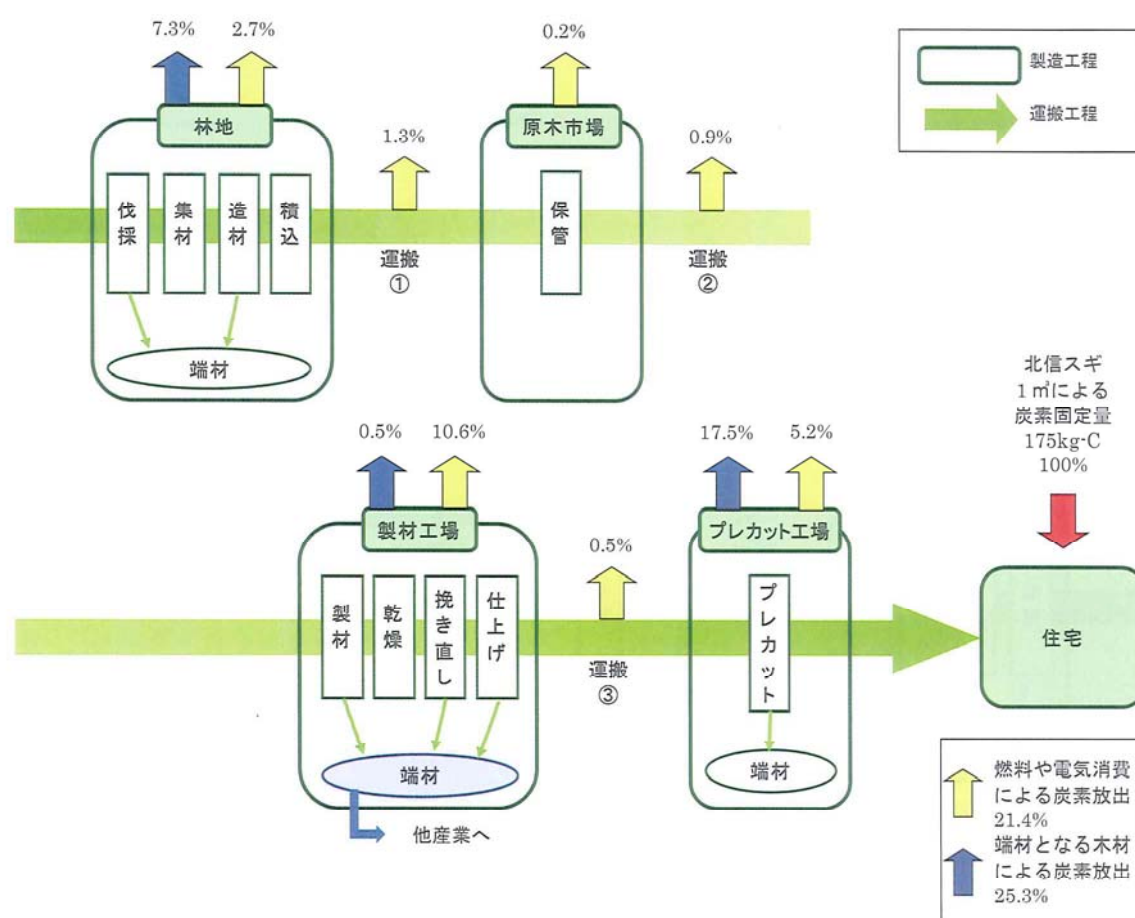


図 7.5 スギの炭素放出フロー図

○東信地区 カラマツ

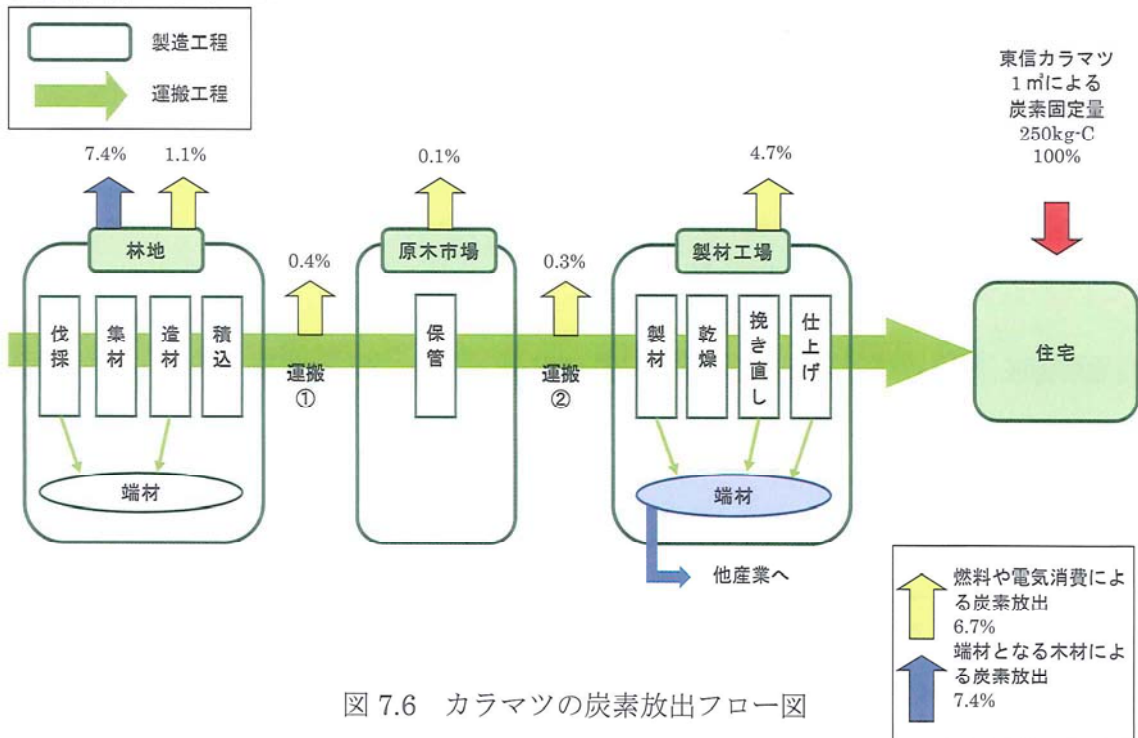


図 7.6 カラマツの炭素放出フロー図

○中信地区 アカマツ

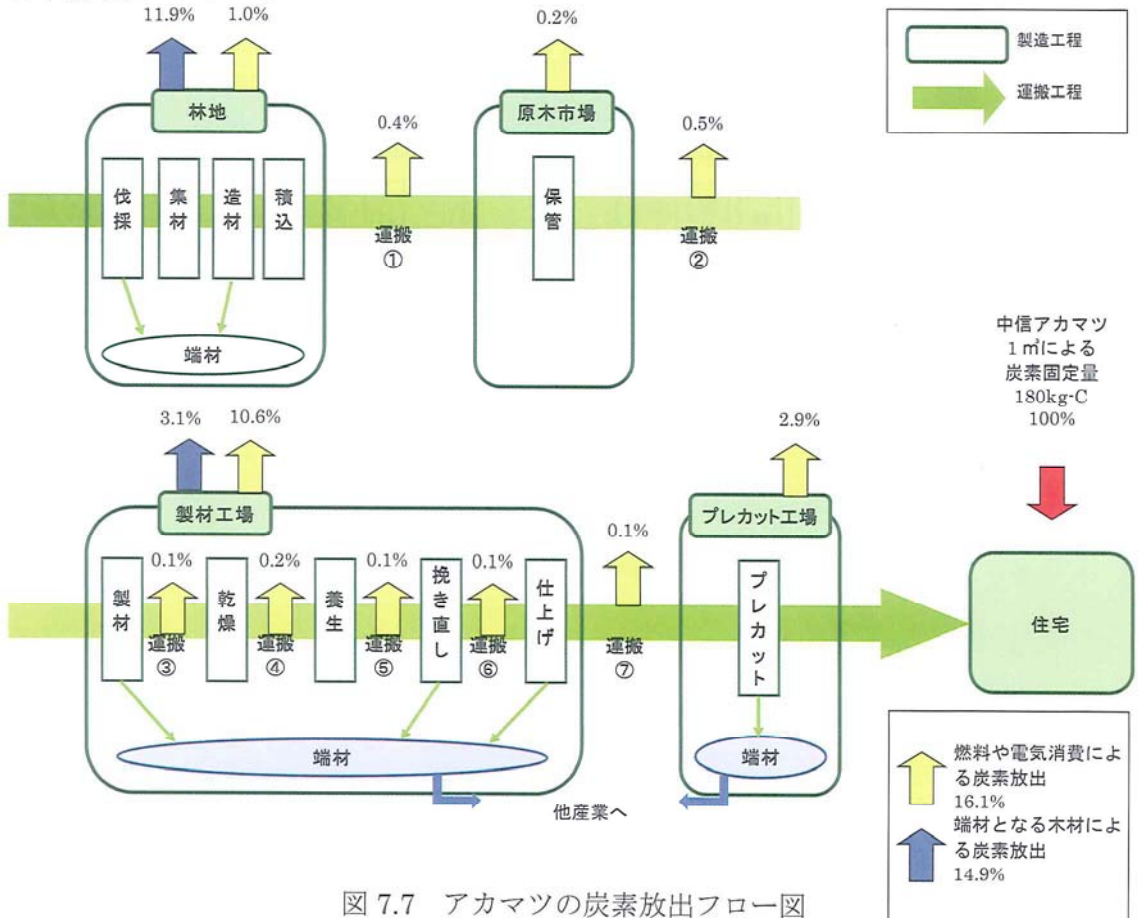


図 7.7 アカマツの炭素放出フロー図

○南信地区 ヒノキ

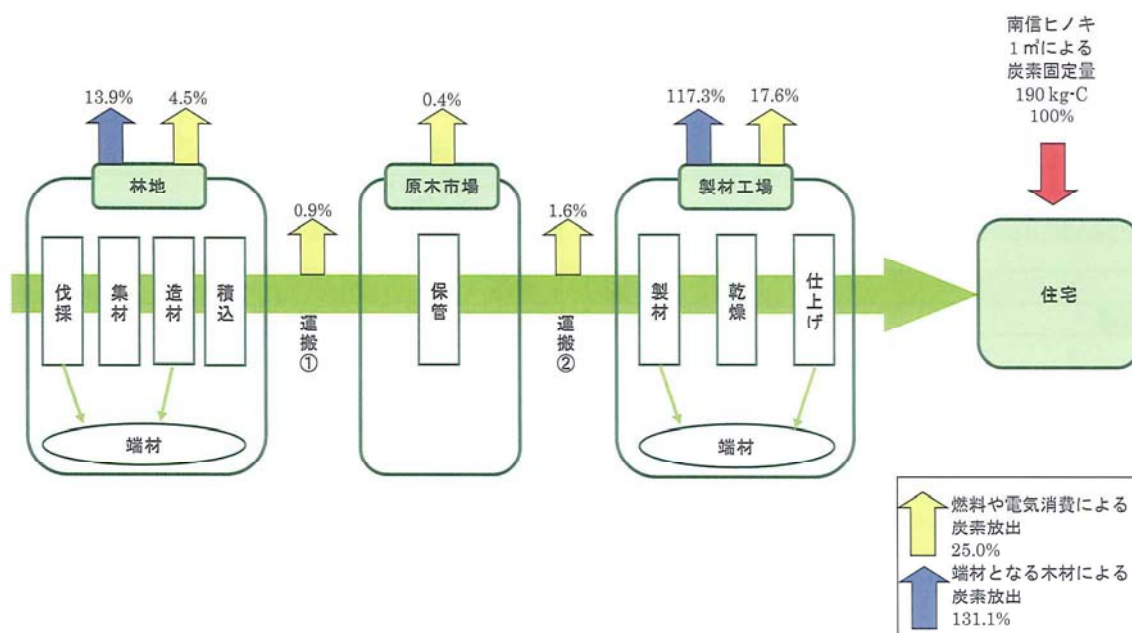


図 7.8 ヒノキの炭素放出フロー図

住宅に固定される炭素量を 100%とした場合、燃料や電気消費による炭素放出はそれぞれ、スギが 21.4%、カラマツが 6.7%、アカマツが 16.1%、ヒノキが 25.0%となった。端材となる木材による炭素放出は、スギが 25.3%、カラマツが 7.4%、アカマツが 14.9%、ヒノキが 131.1%となった。

カラマツに関しては、歩留りの低く、端材がすべて再利用されていたため、炭素放出が低い結果となった。

ヒノキに関しては、今後製材工場における端材調査を実施し、正味の炭素放出量を算出していく。

7.6 カーボンバランスの比較

製材工場からの出荷時点までの各樹種のカーボンバランスは以下のようになっている。

項目	排出量・固定量 (kg-CO ₂ /m ³)
製材品の炭素固定量	
スギの炭素固定量	641.7
燃料による二酸化炭素排出量	
林地	-17.4
輸送	-8.3
原木市場	-1.0
輸送	-5.9
製材工場	-68.1
端材による二酸化炭素放出量	
林地	-46.8
製材工場	-3.3
排出量合計	-150.9
カーボンバランス	490.8

図 7.9 スギのカーボンバランス

項目	排出量・固定量 (kg-CO ₂ /m ³)
製材品の炭素固定量	
カラマツの炭素固定量	916.7
燃料による二酸化炭素排出量	
林地	-10.0
輸送	-3.9
原木市場	-1.3
輸送	-2.7
製材工場	-43.2
端材による二酸化炭素放出量	
林地	-67.9
製材工場	0.0
排出量合計	-128.9
カーボンバランス	787.7

図 7.10 カラマツのカーボンバランス

項目	排出量・固定量 (kg-CO ₂ /m ³)
製材品の炭素固定量	
アカマツの炭素固定量	660.0
燃料による二酸化炭素排出量	
林地	-6.3
輸送	-2.3
原木市場	-1.4
輸送	-3.2
製材工場	-69.6
輸送	-4.1
端材による二酸化炭素放出量	
林地	-78.2
製材工場	-20.2
排出量合計	-185.4
カーボンバランス	474.6

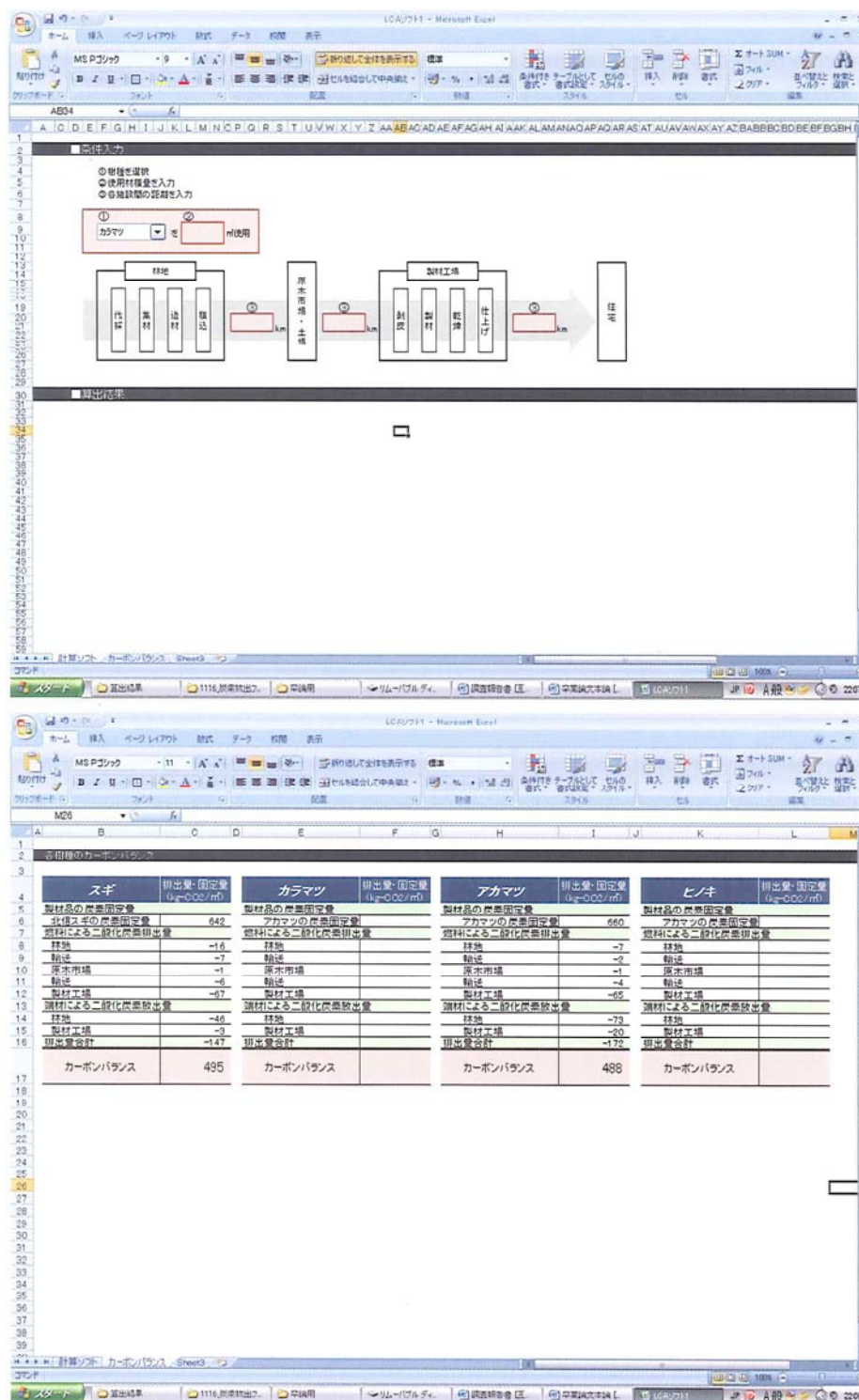
図 7.11 アカマツのカーボンバランス

第 8 章 LCA 計算ソフト

長野県内全域において LCA 調査したデータを基に、誰でも簡単に情報入力することで、住宅における LCA 評価値を算出できるソフトを Microsoft Excel を用いて開発を行う。

住宅に使用する樹種（スギ、カラマツ、アカマツ、ヒノキ）とその使用材積量を入力することで、その住宅の県産材による炭素固定量と、その炭素固定量を 100%とした場合の炭素放出量のパーセンテージが生産工程別に表示されるというものである。

以下にその LCA ツールの参考画像を示す。



第 9 章 今後の課題

本研究では長野県産材を使用した住宅の環境面での優位性を検討するための基礎調査として、北信ではスギ、東信ではカラマツ、中信ではアカマツ、南信ではヒノキの CO₂ 排出量の原単位データ及びカーボンバランスを構築することを目的とした。仕上げ後の材積量 1m³ を単位物量として定め、単位物量製造するのに排出される環境負荷原単位をそれぞれ算出した。

今回までに調査対象としているものは全て角材であった。今後は集成材や合板についても同様に LCA 調査を実施し、住宅分野のみではなく木造公共建築物などの中・大規模木造建築物への県産材の利用促進を図る必要がある。

また海外においても木材の LCA 調査は実施されているが、輸入材と県産材との比較を行う場合には、それぞれのデータや調査結果が的一对一で対応しているかを正確に把握する必要がある。

付録

参考文献

参考文献

- 1) 長野県の森林・林業の動向－平成 19 年度長野県森林林業白書－, 2008 年 3 月, 長野県林務部森林政策化
- 2) 環境省地球環境局, 2010 年,
- 3) ウッドマイルズ関連指標算出マニュアル Ver2006-02, 2006 年 9 月 5 日, ウッドマイルズ研究会
- 4) 長野県林務部、長野県木材統計平成 20 年度
- 5) 長野県公式 HP、<http://www.pref.nagano.jp/>
- 6) 農林水産省、林野庁公式 HP、<http://www.rinya.maff.go.jp/>
- 7) 現地調査に基づく地場産構造用集成材の環境影響評価, 日本建築学会技術報告集, 第 24 号 249-253, 2006 年 12 月
- 8) 地産地消型木造住宅の LCA 調査報告書－木材及び木質材料の比較を中心として－, 2007 年 9 月, 東京木材による木造住宅の LCA 調査実行委員会
- 9) 木材選びの基礎, 2002 年 2 月, 社団法人全国木材組合連合会
- 10) 木造住宅工事仕様書平成 17 年改訂 (全国版), 住宅金融公庫
- 11) 山内一矢、浅野良晴、高村秀記：長野県北部におけるスギと長野県東部におけるカラマツの CO₂ 排出量原単位及び木造住宅における CO₂ 排出量の算出 地場産材を使用した住宅における木材のライフサイクルアセスメントに関する基礎調査その 1、日本建築学会環境系論文集、第 74 巻、第 645 号、p1261-1267、2009 年 11 月

注釈

- 1) CO₂ 排出原単位は環境省地球環境局のデータベース (2010/04/01) を用いた。電気は中部電力の値を用いた。軽油は 2.58kg-CO₂/L、電気は 0.455kg-CO₂/kWh、灯油は 2.59kg-CO₂/L、重油は 2.71kg-CO₂/L、ガソリンは 2.32kg-CO₂/L とした。

県産材部材の共通化に向けた取組み

1 目的

住宅部材の規格共通化により、製造側では「ストックの確保が容易」「製造コストの抑制」「品質の安定化」が実現できると考えられる。

また、規格の統一により、プレカット・輸送・住宅建築に関しても環境負荷が少なくなる可能性がある。

山側では、原木規格の共通化により、県産材全体の流通や経済性も向上すると考えられる。

このような状況から、現在、様々な規格により流通している県産材の規格の統一に向けた検討を実施した。

2 取組みの経過と成果

平成 20 年度

- 部材共通化に関するアンケート調査の実施
県産材を扱う工務店・設計士等（228 社）を対象にアンケート調査を実施

平成 21 年度

- 共通化部材を活用したモデル設計の実施
アンケート調査を基に要望の高い共通化部材によるモデル住宅の設計を実施
- 共通化部材を展示・販売の開始
共通化部材を展示・販売できる拠点である「ウッドショップ木楽屋」を安曇野市三郷地区にオープンした。

平成 22 年度

- 共通化部材によるスパン表の作成
アンケート調査に基づいて、共通化の要望が高い梁材を対象としてのスパン表を国土交通省及び林野庁の補助事業を活用して作成
- 部材共通化検討会議において意見交換の実施
製材会社、設計士、工務店、行政機関による部材共通化に対しての意見交換会を開催

3 今後の課題

- ① 部材の共通化には、部材のストック体制が必要であり、製材会社間の水平的な連携を構築する必要がある。
- ② 工務店、建築士等に、県内の森林が多く生産できる木材の規格についての情報を提供して設計に反映していただく必要がある。
- ③ ウッドショップ木楽屋等の県産材を展示販売できる仕組みを全県に展開する必要がある。
- ④ 今年度作成した、認証製品に対応したスパン表等を活用して設計支援をすることにより、共通化部材の利用促進を図る必要がある。

4 添付資料

- ① 部材の共通化に関するアンケート調査結果
- ② 共通化部材を用いたモデル設計

部材の共通化に関するアンケート調査

調査結果

1 調査期間

平成20年7月15日～平成20年12月31日

2 調査対象

[製造側]

・信州木材認証工場 (49社)

[建築士]

・信州木材認証製品センター 設計事務所会員 (3社)

・JIA長野県クラブ会員 (70社)

[工務店]

・信州木材認証製品センター 工務店会員 (8社)

・信州木づくりの家認定グループ (12社)

・信州ふるさとの住まい助成金利用工務店 (86社)

合計 228社

3 調査目的

現在、長野県では、「信州ふるさとの住まい助成事業」「信州の木お茶の間見学会支援事業」などにより、県産材の利用を推進しています。また今後さらに「信州型エコ住宅部材供給支援事業」により、「環境への配慮を高めた県産材の供給」を目指しています。

そこで、「環境性能を高めるために、今後県産材はどうあるべきか」を検討したいと考えています。

「環境への配慮を高めるために」住宅部材の規格の共通化により、製造側では、「ストックの確保が容易」「製造コストの抑制」「品質の安定化」が実現できると考えています。

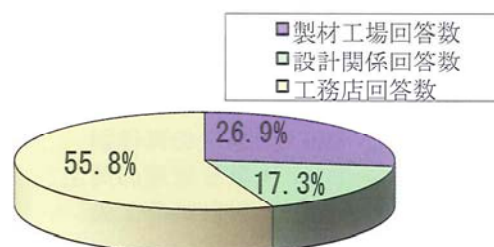
また、プレカット・輸送・住宅建設に関しても環境負荷が少なくなる可能性があります。

規格の共通化は、山からの原木規格の共通化を実現できる可能性があり、県産材全体の流通や経済性も向上すると考えています。

部材を共通化するという点について、製造側・建築士側・工務店側のみなさんの意向を調査する。

4 回答数

製材工場回答数	14	26.9 %
設計関係回答数	9	17.3 %
工務店回答数	29	55.8 %
計	52	100.0 %
回答率	22.8 %	



5 結果分析

(1) 現在、住宅用部材として製造している各製品の内容と規格

- 土台材 14種類
- 柱材 22種類
- 横架材 100種類

ただし、回答内容に不備があったものを除く

- ・土台材に関しては、高さ・幅が120mmと105mmの2種類で97%を占める。
- ・横架材に関しては、最頻値上位16位でようやく50%の割合となり、大量の規格が流通している。
- ・柱材に関しては最頻値上位7位で90%の割合となり、規格数は少ないことがわかる。
- ・横架材の規格を統一することは、かなり困難であり、共通化に向けての大きな課題であることが判明した。

(2) 「部材の共通化」に対する反応

内容	集計	工務店	設計	製材
1 「部材の共通化」に賛成する	34	17	8	9
2 「部材の共通化」は反対である	3	2	1	0
3 どちらでもない	15	10	0	5

- ・圧倒的に賛成が多く、共通化に対するニーズは高い。
- ・その一方で、「どちらでもない」は工務店・製材工場側でそれぞれ3割存在している。
- ・また意見が多く寄せられ、期待と不満が相反している傾向が見られる。(別添参照)

(3) 希望する各製品の内容と規格

- 土台材 11種類
- 柱 材 24種類
- 横架材 76種類

ただし、回答内容に不備があったものを除く

- ・土台材に関しては、若干の減少が見られた。
- ・横架材に関しては、20以上の規格が棄却されたが、依然として種類は多い。
- ・柱材に関しては種類が増える結果となった。
- ・アンケート結果の上位〇〇%の規格で絞り込み、その内容で「仮の構造プラン」を作成し、可能性を検証する必要がある。

(4) 共通化への課題と解決策

『製材工場』

- ・工務店ベースでの規格統一
- ・企業同士の連携、情報伝達
- ・ストックの必要性
- ・歩留りの向上

『設計関係』

- ・ストックの重要性
- ・長さの再検討
- ・品質管理の向上
- ・設計時の工夫

『工務店』

- ・規格よりも品質管理に対しての意見が集中している
- ・情報発信の必要性
- ・コストアップになるという意見あり

(まとめ)

- ・作り手側と受入側で、それぞれ相手側への課題を書いている傾向がある。
- ・規格よりも品質管理についての課題が多く、普段の問題をこの場で主張している感じ。
- ・情報、連携、ストックがポイントとなりそう。

(5) 共通化を行った場合のメリット

『製材工場』

- ・迅速な対応、コストメリット、ストック、品質の向上など広範囲でのメリットへの期待がある

『設計関係』

- ・コストメリット、ストック、品質の向上、迅速な対応など、製材工場をほぼ同じ反応

『工務店』

- ・ストック、迅速な対応、コストメリットが大部分を占める

(まとめ)

- ・現在、多くの課題の中で、「コスト」「納期」「ストック」に期待が集まっている。
- ・その他の意見として、「横架材の規格共通化への集中」「消費者への説明がしやすくなる」など、参考になる意見が多い。

(6) その他トラブル、問題点

- ・品質「割れ・ねじれ・内部割れ」などを問題視する意見が多い。
- ・納期がかかりすぎる、ストックがない、コストが高いという意見も多い。
- ・「補助金をやめよう」というかなり熱い意見もあり。

(7) まとめ、今後の方向性

- 多くの課題がアンケートによって明確化された。不満多い。
- 共通化と並行に品質管理・ストックを進める必要性が見えた。
- 横架材をどう絞り込むのが、H21年度のポイントとなる。
- ベースとなる「共通化案」を出しながら、架構モデルの検討を行う。
- 最終的には「環の住まい」への提供を目標とし、「どの立場にもメリットのある商品づくり」を実現したい。

部材別 使用部材集計

部材名	規格(仕上げ寸法)	カラマツ	スギ	ヒノキ	総計	割合	累計
土台	120mm×120mm×4000mm	2	2	18	22	38.6%	38.6%
	105mm×105mm×4000mm		1	6	7	12.3%	50.9%
	120mm×120mm×3000mm			7	7	12.3%	63.2%
	105mm×105mm×3000mm		1	3	4	7.0%	70.2%
	105mm×120mm×3000mm		1	2	3	5.3%	75.4%
	105mm×120mm×4000mm		1	2	3	5.3%	80.7%
	105mm×105mm×2000mm		1	1	2	3.5%	84.2%
	105mm×120mm×2000mm		1	1	2	3.5%	87.7%
	120mm×120mm×5000mm			2	2	3.5%	91.2%
	105mm×105mm×3985mm	1			1	1.8%	93.0%
	120.5mm×120.5mm×4030mm			1	1	1.8%	94.7%
	120mm×120mm×3985mm	1			1	1.8%	96.5%
	120mm×120mm×6000mm			1	1	1.8%	98.2%
	45mm×90mm×3000mm			1	1	1.8%	100.0%
総計		4	8	45	57	100.0%	

部材名	規格(仕上げ寸法)	アカマツ	カラマツ	スギ	ヒノキ	総計	割合	累計
柱材	120mm×120mm×3000mm	1	9	27	24	61	35.9%	35.9%
	105mm×105mm×3000mm		3	13	12	28	16.5%	52.4%
	120mm×120mm×6000mm	1	7	13	5	26	15.3%	67.6%
	120mm×120mm×4000mm		7	6	6	19	11.2%	78.8%
	105mm×105mm×4000mm		2	3	3	8	4.7%	83.5%
	105mm×105mm×6000mm		1	2	3	6	3.5%	87.1%
	120mm×120mm×5000mm		2	2		4	2.4%	89.4%
	135mm×135mm×6000mm			1	1	2	1.2%	90.6%
	150mm×150mm×6000mm	1		1		2	1.2%	91.8%
	240mm×240mm×5000mm		1		1	2	1.2%	92.9%
	105.5mm×105.5mm×3030mm				1	1	0.6%	93.5%
	105mm×105mm×5000mm			1		1	0.6%	94.1%
	120.5mm×120.5mm×3030mm				1	1	0.6%	94.7%
	120.5mm×120.5mm×6030mm				1	1	0.6%	95.3%
	120mm×120mm×2500mm			1		1	0.6%	95.9%
	120mm×120mm×3030mm			1		1	0.6%	96.5%
	125mm×125mm×3000mm				1	1	0.6%	97.1%
	135.5mm×135.5mm×3030mm				1	1	0.6%	97.6%
	135.5mm×135.5mm×6030mm				1	1	0.6%	98.2%
	135mm×135mm×3000mm				1	1	0.6%	98.8%
	150.5mm×150.5mm×3030mm				1	1	0.6%	99.4%
	150.5mm×150.5mm×6030mm				1	1	0.6%	100.0%
総計		3	32	71	64	170	100.0%	

部材名	規格(仕上げ寸法)	アカマツ	カラマツ	スギ	ヒノキ	総計	割合	累計
横架材	120mm×240mm×4000mm	3	15	20	6	44	4.7%	4.7%
	120mm×180mm×4000mm	3	11	20	5	39	4.2%	9.0%
	120mm×300mm×4000mm	4	12	18	5	39	4.2%	13.2%
	120mm×210mm×4000mm	3	12	18	5	38	4.1%	17.3%
	120mm×150mm×4000mm	3	8	17	6	34	3.7%	20.9%
	120mm×270mm×4000mm	2	10	13	5	30	3.2%	24.2%
	120mm×240mm×3000mm	2	8	11	6	27	2.9%	27.1%
	120mm×330mm×4000mm	3	6	14	4	27	2.9%	30.0%
	120mm×120mm×4000mm	3	7	12	3	25	2.7%	32.7%
	120mm×180mm×3000mm	2	8	10	5	25	2.7%	35.4%
	120mm×210mm×3000mm	3	8	9	5	25	2.7%	38.1%
	120mm×300mm×5000mm	2	8	11	3	24	2.6%	40.7%
	120mm×240mm×5000mm	2	8	10	3	23	2.5%	43.1%
	120mm×360mm×4000mm	4	9	7	3	23	2.5%	45.6%
	120mm×150mm×3000mm	3	5	7	6	21	2.3%	47.9%
	120mm×300mm×3000mm	3	6	8	4	21	2.3%	50.2%
	120mm×210mm×5000mm	2	8	8	2	20	2.2%	52.3%
	120mm×270mm×3000mm	2	6	7	5	20	2.2%	54.5%
	120mm×330mm×5000mm	2	6	10	2	20	2.2%	56.6%
	120mm×150mm×5000mm	2	7	8	2	19	2.0%	58.7%
	120mm×270mm×5000mm	1	7	7	1	16	1.7%	60.4%
	120mm×180mm×5000mm	1	5	8	1	15	1.6%	62.0%
	120mm×270mm×6000mm	1	7	6	1	15	1.6%	63.6%
	120mm×240mm×6000mm	1	6	5	2	14	1.5%	65.2%
	120mm×300mm×6000mm	1	5	6	2	14	1.5%	66.7%
	120mm×210mm×6000mm	1	6	5	1	13	1.4%	68.1%
	120mm×360mm×5000mm	1	6	4	2	13	1.4%	69.5%
	120mm×120mm×3000mm	2	2	4	3	11	1.2%	70.7%

部材名	規格(仕上げ寸法)	アカマツ	カラマツ	スギ	ヒノキ	総計	割合	累計
	120mm×150mm×6000mm	1	5	5	1	12	1.3%	72.0%
	120mm×330mm×3000mm	2	4	4	2	12	1.3%	73.2%
	120mm×120mm×5000mm	1	5	3	1	10	1.1%	74.3%
	120mm×180mm×6000mm	1	4	5	1	11	1.2%	75.5%
	120mm×360mm×3000mm	2	4	3	2	11	1.2%	76.7%
	105mm×150mm×4000mm	1	2	4	1	8	0.9%	77.6%
	105mm×180mm×4000mm	1	2	4	1	8	0.9%	78.4%
	105mm×240mm×4000mm	1	2	4	1	8	0.9%	79.3%
	120mm×330mm×6000mm		4	4	1	9	1.0%	80.3%
	105mm×210mm×4000mm	1	1	4	1	7	0.8%	81.0%
	105mm×270mm×4000mm	1	2	3	1	7	0.8%	81.8%
	105mm×300mm×4000mm	1	2	3	1	7	0.8%	82.5%
	105mm×180mm×3000mm	1	2	2	1	6	0.6%	83.2%
	105mm×240mm×3000mm	1	2	2	1	6	0.6%	83.8%
	105mm×270mm×3000mm	1	2	2	1	6	0.6%	84.5%
	120mm×120mm×6000mm		3	2	1	6	0.6%	85.1%
	120mm×360mm×6000mm		2	3	1	6	0.6%	85.8%
	105mm×150mm×3000mm	1	1	2	1	5	0.5%	86.3%
	105mm×210mm×3000mm	1	1	2	1	5	0.5%	86.8%
	105mm×300mm×3000mm	1	1	2	1	5	0.5%	87.4%
	105mm×150mm×5000mm	1	1	2		4	0.4%	87.8%
	105mm×180mm×5000mm	1	1	2		4	0.4%	88.2%
	105mm×210mm×5000mm	1	1	2		4	0.4%	88.7%
	105mm×240mm×5000mm	1	1	2		4	0.4%	89.1%
	105mm×270mm×5000mm	1	1	2		4	0.4%	89.5%
	105mm×270mm×6000mm	1	1	2		4	0.4%	90.0%
	105mm×300mm×5000mm	1	1	2		4	0.4%	90.4%
	105mm×300mm×6000mm	1	1	2		4	0.4%	90.8%
	105mm×330mm×4000mm	1	1	2		4	0.4%	91.3%
	105mm×105mm×4000mm	1	1	1		3	0.3%	91.6%
	105mm×120mm×3000mm	1	1	1		3	0.3%	91.9%
	105mm×120mm×4000mm	1	1	1		3	0.3%	92.2%
	105mm×150mm×6000mm	1	1	1		3	0.3%	92.6%
	105mm×180mm×6000mm	1	1	1		3	0.3%	92.9%
	105mm×210mm×6000mm	1	1	1		3	0.3%	93.2%
	105mm×240mm×6000mm	1	1	1		3	0.3%	93.5%
	105mm×330mm×5000mm	1	1	1		3	0.3%	93.9%
	105mm×360mm×4000mm	1	1	1		3	0.3%	94.2%
	120mm×150mm×2000mm			1	2	3	0.3%	94.5%
	120mm×180mm×2000mm			1	2	3	0.3%	94.8%
	120mm×240mm×2000mm			1	2	3	0.3%	95.1%
	105mm×105mm×3000mm	1	1			2	0.2%	95.4%
	105mm×105mm×5000mm	1	1			2	0.2%	95.6%
	105mm×120mm×5000mm	1		1		2	0.2%	95.8%
	105mm×330mm×3000mm		1	1		2	0.2%	96.0%
	105mm×330mm×6000mm		1	1		2	0.2%	96.2%
	105mm×360mm×3000mm		1	1		2	0.2%	96.4%
	105mm×360mm×5000mm		1	1		2	0.2%	96.7%
	105mm×360mm×6000mm		1	1		2	0.2%	96.9%
	120mm×210mm×2000mm			1	1	2	0.2%	97.1%
	120mm×270mm×2000mm			1	1	2	0.2%	97.3%
	120mm×390mm×4000mm		1	1		2	0.2%	97.5%
	120mm×390mm×5000mm		1	1		2	0.2%	97.7%
	150mm×210mm×3000mm		1	1		2	0.2%	98.0%
	150mm×210mm×4000mm		1	1		2	0.2%	98.2%
	105mm×120mm×6000mm			1		1	0.1%	98.3%
	105mm×121mm×4000mm		1			1	0.1%	98.4%
	120mm×105mm×3000mm				1	1	0.1%	98.5%
	120mm×105mm×4000mm				1	1	0.1%	98.6%
	120mm×105mm×5000mm				1	1	0.1%	98.7%
	120mm×105mm×6000mm				1	1	0.1%	98.8%
	120mm×120mm×2000mm				1	1	0.1%	98.9%
	120mm×180mm×4500mm	1				1	0.1%	99.0%
	120mm×210mm×8000mm		1			1	0.1%	99.1%
	120mm×240mm×4500mm	1				1	0.1%	99.2%
	120mm×300mm×2000mm				1	1	0.1%	99.4%
	120mm×390mm×6000mm			1		1	0.1%	99.5%
	125mm×155mm×4000mm	1				1	0.1%	99.6%
	135mm×360mm×4000mm	1				1	0.1%	99.7%
	90mm×90mm×3000mm		1			1	0.1%	99.8%
	90mm×90mm×4000mm		1			1	0.1%	99.9%
	90mm×90mm×5000mm		1			1	0.1%	100.0%
総計		106	297	390	134	927	100.0%	

部材別 希望共通部材集計

部材名	規格(仕上げ寸法)	スギ	ヒノキ	総計	割合	累計
土台	120mm×120mm×4000mm	1	11	12	32%	32%
	120mm×120mm×3000mm	1	5	6	16%	47%
	105mm×105mm×4000mm	1	4	5	13%	61%
	105mm×105mm×3000mm	1	2	3	8%	68%
	105mm×120mm×4000mm		3	3	8%	76%
	105mm×105mm×2000mm	1	1	2	5%	82%
	105mm×120mm×3000mm		2	2	5%	87%
	120mm×120mm×5000mm		2	2	5%	92%
	105mm×120mm×2000mm		1	1	3%	95%
	120.5mm×120.5mm×4030mm		1	1	3%	97%
	120mm×120mm×2000mm	1		1	3%	100%
総計		6	32	38	100%	

部材名	規格(仕上げ寸法)	カラマツ	スギ	ヒノキ	総計	割合	累計
柱材	120mm×120mm×3000mm	4	20	15	39	32.2%	32.2%
	105mm×105mm×3000mm	1	11	9	21	17.4%	49.6%
	120mm×120mm×6000mm	2	8	4	14	11.6%	61.2%
	120mm×120mm×4000mm	3	4	5	12	9.9%	71.1%
	105mm×105mm×4000mm	1	3	5	9	7.4%	78.5%
	105mm×105mm×6000mm		2	3	5	4.1%	82.6%
	120mm×120mm×5000mm	1	1		2	1.7%	84.3%
	120mm×240mm×4000mm	1	1		2	1.7%	86.0%
	135mm×135mm×6000mm		1	1	2	1.7%	87.6%
	105.5mm×105.5mm×3030mm			1	1	0.8%	88.4%
	105mm×105mm×2000mm			1	1	0.8%	89.3%
	120.5mm×120.5mm×3030mm			1	1	0.8%	90.1%
	120.5mm×120.5mm×6030mm			1	1	0.8%	90.9%
	120mm×120mm×2500mm		1		1	0.8%	91.7%
	120mm×120mm×3030mm		1		1	0.8%	92.6%
	120mm×360mm×4000mm	1			1	0.8%	93.4%
	135.5mm×135.5mm×3030mm			1	1	0.8%	94.2%
	135.5mm×135.5mm×6030mm			1	1	0.8%	95.0%
	135mm×135mm×3000mm			1	1	0.8%	95.9%
	140mm×140mm×3000mm		1		1	0.8%	96.7%
	140mm×140mm×6000mm		1		1	0.8%	97.5%
	150.5mm×150.5mm×3030mm			1	1	0.8%	98.3%
	150.5mm×150.5mm×6030mm			1	1	0.8%	99.2%
	150mm×150mm×6000mm		1		1	0.8%	100.0%
総計		14	56	51	121	100.0%	

部材名	規格(仕上げ寸法)	アカマツ	カラマツ	スギ	ヒノキ	総計	割合	累計
横架材	120mm×240mm×4000mm	4	8	15	5	32	6.4%	6.4%
	120mm×180mm×4000mm	4	6	16	5	31	6.2%	12.5%
	120mm×210mm×4000mm	3	7	12	3	25	5.0%	17.5%
	120mm×300mm×4000mm	2	5	13	3	23	4.6%	22.1%
	120mm×150mm×4000mm	3	4	11	4	22	4.4%	26.5%
	120mm×270mm×4000mm	2	5	9	4	20	4.0%	30.5%
	120mm×120mm×4000mm	2	2	9	3	16	3.2%	33.7%
	120mm×180mm×3000mm		3	6	4	13	2.6%	36.3%
	120mm×330mm×4000mm	2	3	6	2	13	2.6%	38.8%
	120mm×240mm×3000mm		3	5	4	12	2.4%	41.2%
	120mm×210mm×3000mm		4	4	3	11	2.2%	43.4%
	120mm×240mm×6000mm	2	2	5	2	11	2.2%	45.6%
	120mm×300mm×6000mm	2	1	5	3	11	2.2%	47.8%
	120mm×360mm×4000mm	2	4	4	1	11	2.2%	50.0%
	120mm×240mm×5000mm	1	1	5	3	10	2.0%	52.0%
	105mm×180mm×4000mm	3	1	3	2	9	1.8%	53.8%
	105mm×240mm×4000mm	3	1	3	2	9	1.8%	55.6%
	120mm×150mm×3000mm		2	3	4	9	1.8%	57.4%
	120mm×270mm×3000mm		2	3	4	9	1.8%	59.2%
	120mm×300mm×5000mm	1	1	4	3	9	1.8%	61.0%
	105mm×210mm×4000mm	3	1	3	1	8	1.6%	62.5%
	120mm×180mm×5000mm	1		5	2	8	1.6%	64.1%
	120mm×180mm×6000mm	1	1	5	1	8	1.6%	65.7%
	120mm×300mm×3000mm		1	4	3	8	1.6%	67.3%
	120mm×120mm×3000mm		1	3	3	7	1.4%	68.7%
	120mm×150mm×6000mm	1	1	4	1	7	1.4%	70.1%
	120mm×210mm×6000mm	1	2	3	1	7	1.4%	71.5%
	120mm×270mm×6000mm	1	2	3	1	7	1.4%	72.9%

部材名	規格(仕上げ寸法)	アカマツ	カラマツ	スギ	ヒノキ	総計	割合	累計
	105mm×270mm×4000mm	2	1	2	1	6	1.2%	74.1%
	105mm×300mm×4000mm	2	1	2	1	6	1.2%	75.3%
	120mm×150mm×5000mm	1	1	3	1	6	1.2%	76.5%
	120mm×210mm×5000mm	1	2	2	1	6	1.2%	77.7%
	120mm×330mm×5000mm		1	4	1	6	1.2%	78.9%
	120mm×330mm×6000mm	1	1	3	1	6	1.2%	80.1%
	105mm×105mm×4000mm	1		4		5	1.0%	81.1%
	105mm×150mm×4000mm	2	1	1	1	5	1.0%	82.1%
	120mm×120mm×6000mm	1	1	2	1	5	1.0%	83.1%
	120mm×360mm×6000mm	1	1	2	1	5	1.0%	84.1%
	105mm×240mm×3000mm	1		2	1	4	0.8%	84.9%
	105mm×270mm×3000mm	1		2	1	4	0.8%	85.7%
	120mm×270mm×5000mm		1	2	1	4	0.8%	86.5%
	105mm×180mm×5000mm	1		1	1	3	0.6%	87.1%
	105mm×240mm×5000mm	1		1	1	3	0.6%	87.6%
	105mm×300mm×5000mm	1		1	1	3	0.6%	88.2%
	105mm×300mm×6000mm	1		1	1	3	0.6%	88.8%
	120mm×150mm×2000mm			1	2	3	0.6%	89.4%
	120mm×180mm×2000mm			1	2	3	0.6%	90.0%
	120mm×240mm×2000mm			1	2	3	0.6%	90.6%
	120mm×390mm×4000mm	1	1	1		3	0.6%	91.2%
	120mm×390mm×6000mm	1	1	1		3	0.6%	91.8%
	105mm×105mm×3000mm	1		1		2	0.4%	92.2%
	105mm×105mm×5000mm	1		1		2	0.4%	92.6%
	105mm×150mm×3000mm			1	1	2	0.4%	93.0%
	105mm×180mm×3000mm			1	1	2	0.4%	93.4%
	105mm×210mm×3000mm			1	1	2	0.4%	93.8%
	105mm×240mm×6000mm	1		1		2	0.4%	94.2%
	105mm×300mm×3000mm			1	1	2	0.4%	94.6%
	105mm×330mm×4000mm	1	1			2	0.4%	95.0%
	105mm×360mm×4000mm	1	1			2	0.4%	95.4%
	120mm×120mm×5000mm		1		1	2	0.4%	95.8%
	120mm×210mm×2000mm			1	1	2	0.4%	96.2%
	120mm×270mm×2000mm			1	1	2	0.4%	96.6%
	120mm×360mm×5000mm		1		1	2	0.4%	97.0%
	150mm×210mm×3000mm		1	1		2	0.4%	97.4%
	150mm×210mm×4000mm		1	1		2	0.4%	97.8%
	105mm×105mm×2000mm			1		1	0.2%	98.0%
	105mm×150mm×5000mm	1				1	0.2%	98.2%
	105mm×210mm×5000mm	1				1	0.2%	98.4%
	120mm×105mm×3000mm				1	1	0.2%	98.6%
	120mm×105mm×4000mm				1	1	0.2%	98.8%
	120mm×105mm×5000mm				1	1	0.2%	99.0%
	120mm×105mm×6000mm				1	1	0.2%	99.2%
	120mm×120mm×2000mm				1	1	0.2%	99.4%
	120mm×300mm×2000mm				1	1	0.2%	99.6%
	120mm×330mm×3000mm				1	1	0.2%	99.8%
	120mm×360mm×3000mm				1	1	0.2%	100.0%
総計		71	93	223	115	502	100.0%	

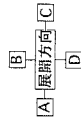
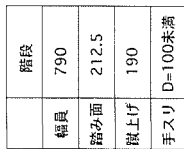
部材共有化住宅設計条件

- ① 住宅の規模
延べ面積 143.3 m²
- ② 住宅の総額
2600 万円
- ③ 県産材の使用率
70 %
- ④ 家族構成
夫婦＋子供2名 計4名

⑤ 県産材の共有化部材

柱	105×105	120×120			
土台	105×105	120×120			
横架材	120×150	120×180	120×210	120×240	120×300

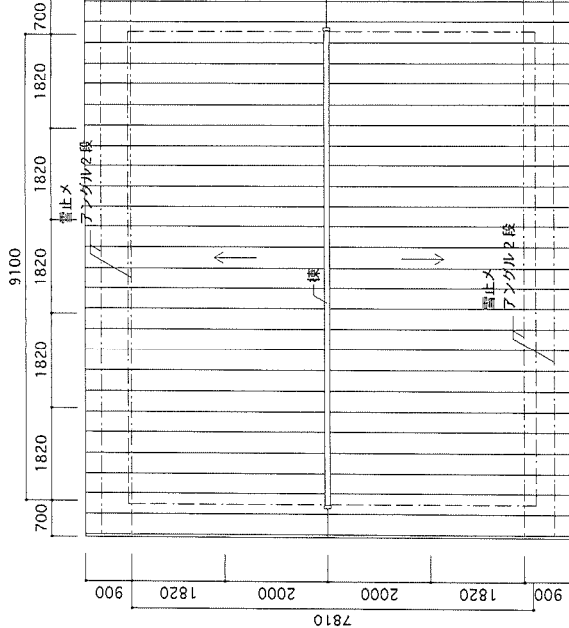
- ⑥ 提出資料
 - 1) 平面図
 - 2) 立面図
 - 3) 矩形図
 - 4) 伏図
 - 5) 室内イメージ図
 - 6) 木拾い表（各部材ごとに集計）
 - 7) 所見（部材の共有化に向けた建築士としての意見＋要望）



2階平面図

必要壁總算定差		X方向 (ケタ行)	Y方向 (ハリ間)	判定		
階段	水	地震力に対する必要壁量 (cm) 床面積×係数	風圧に対する必要壁量 (cm) 見付面積×低数	X方向	Y方向	
必要壁量の計算	1階	71.07×29=2061.03	33.39×50=1669.5	45.70×50=2285	水≧へ、水採用 水≦ト、ト採用	
	2階	71.07×15=1066.05	13.50×50=675	22.63×50=1131.5	水≧へ、水採用 水≦ト、ト採用	
設計壁量の計算	階段	耐力壁の厚積 (第1表S56建告1100)		有効壁量 (cm) 壁長×倍率=有効壁長		
			倍率	X方向	Y方向	
設計壁量の計算	1階	筋カイ(タスキ掛け) 30×90	3.0	(23×7.5)+364 ×3)=2277	564×5=2820	手≧床、安全 手≦ト、安全
	2階	筋カイ(タスキ掛け) 30×90 構造用合板 (15mm)	2.5 2.5	(36×5)+364 ×3)=2912	564×5=2820	手≧床、安全 手≦ト、安全
耐力壁設置算定表						
		X方向 (ケタ行)		Y方向 (ハリ間)		
		側端部分 (上)	側端部分 (下)	側端部分 (右)	側端部分 (左)	
存在壁量 (cm)	1F	237×5=1185	364×3=1092	1F 273×5=1365	273×5=1365	
	2F	364×5=1820	364×3=1092	2F 273×5=1365	273×5=1365	
床面積 (㎡)	1F	7.81/4×9.1=17.77	同左	1F 9.1/4×7.81=17.77	同左	
	2F	同左	同左	2F	同左	
壁必要量 (cm)	1F	17.77×29=515.33	同左	1F 17.77×29=515.33	同左	
	2F	17.77×15=266.55	同左	2F 17.77×15=266.55	同左	
壁量充足率	1F	1185/515.33≧2.30	1092/515.33≧2.12	1F 1365/515.33≧2.65	1365/515.33≧2.65	
	2F	1820/266.55≧6.83	1092/266.55≧4.10	2F 1365/266.55≧5.12	1365/266.55≧5.12	
壁率比	1F	2.12/2.30≧0.92>0.5	0.92/0.92>0.5	1F 2.65/2.65=1.0>0.5	2.65/2.65=1.0>0.5	
	2F	4.10/6.83≧0.60>0.5	0.60/0.60>0.5	2F 5.12/5.12=0.8>0.5	5.12/5.12=0.8>0.5	

〈仮称〉「部材共有化住宅」基本設計計画



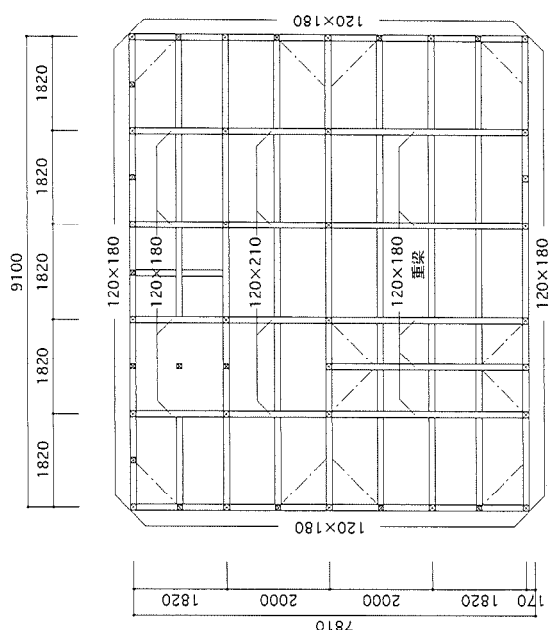
原観伏図

特記

- 信州木材認証製品使用(構造用合板等)
- プレカット OK
- 共有化部材

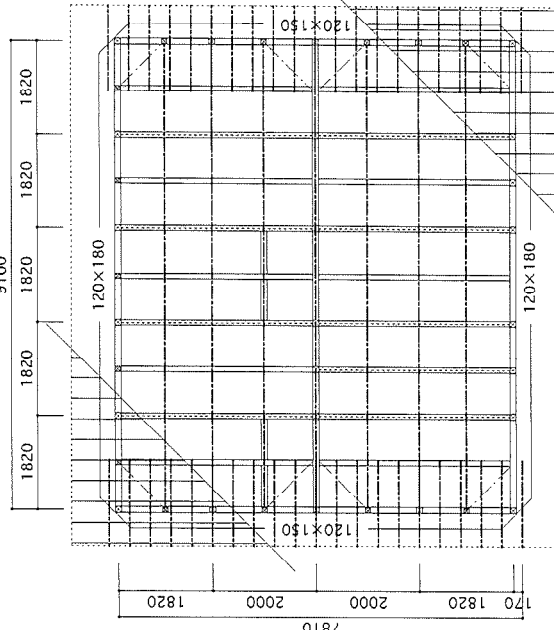
柱	105×105	120×120
土台	105×105	120×120
棟梁材	120×150	120×180
	120×210	120×240
		120×300

- 通柱 (ホールダウン金物)
- 柱 120×120
- 柱 105×105
- 柱 105×105
- 特記ナキ部材 120×180, 120×150 (重梁)
- 下段 頭ツナギ 40×105 @≒400
- タル木 40×55 @≒400, @≒910
- 構タル木 120×150 @≒910
- 登り梁 105×105
- 火打ち梁

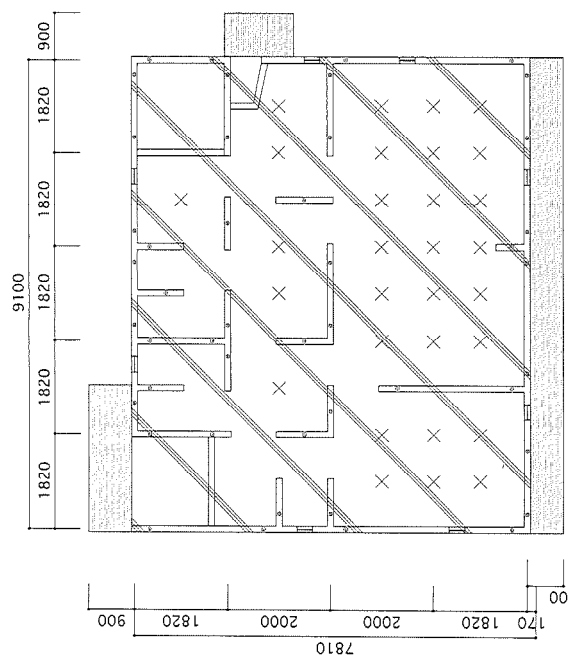


2階床伏図

- 通柱 (ホールダウン金物)
- 柱 120×120
- 柱 105×105
- 特記ナキ部材 120×150
- 火打ち梁 105×105

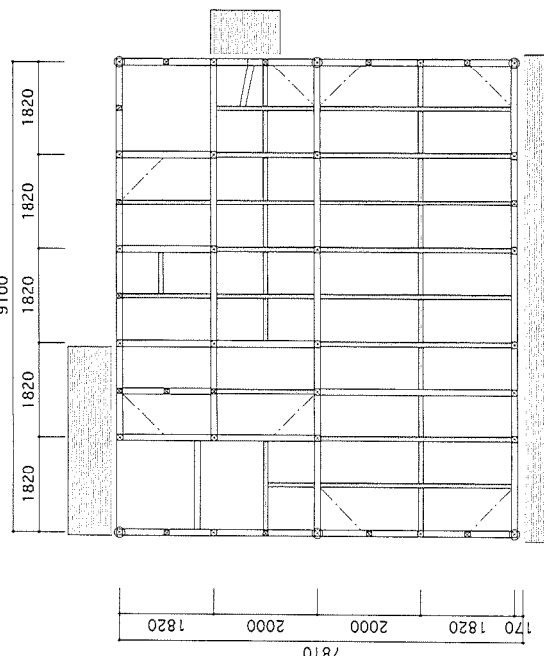


小壁伏図



基礎伏図

- ☑ 南圧土間コンクリート t=150(配筋)
- ☐ 土間コンクリート(配筋) t=130
- ・ A・B L=400 φ13 @≒2000
- ≡ 断熱タイプ換気口
- × プラネ

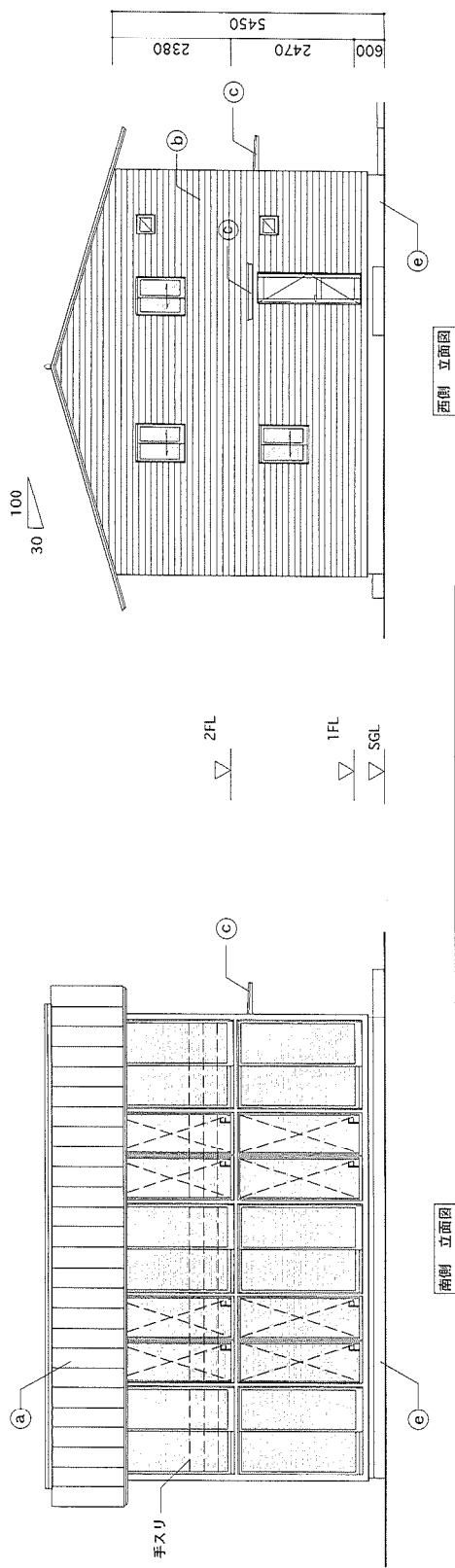


1階床伏図

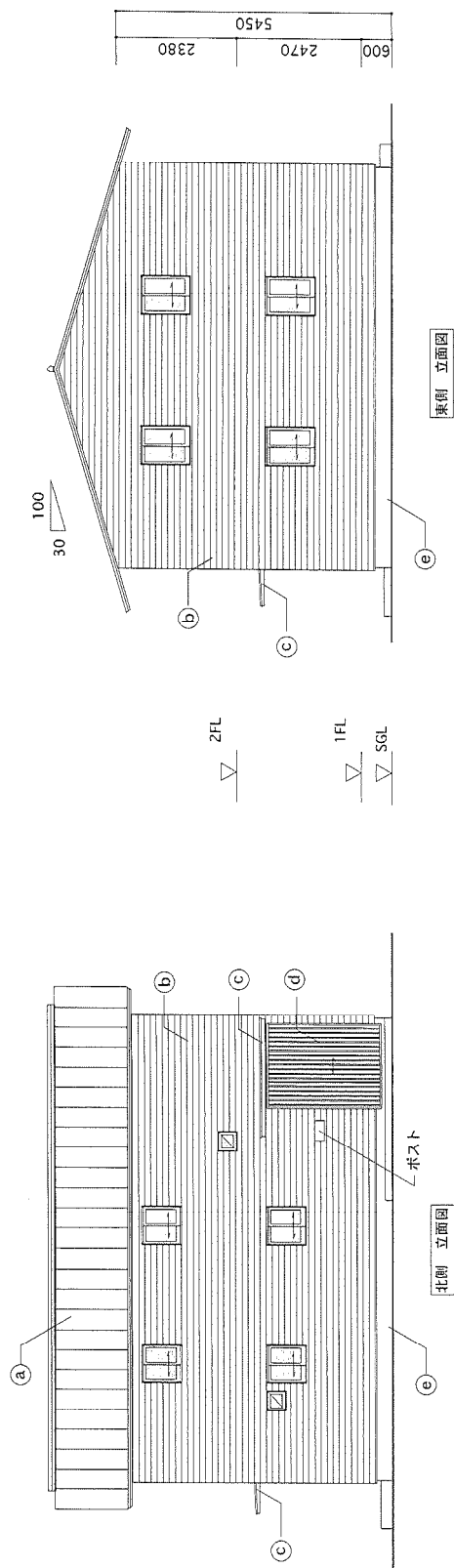
- 土台 120×120(唐松PG材)
- 大引 105×105
- 火打土台 90×90
- 柱 105×105
- 柱 120×120
- 通柱 (ホールダウン金物)

JOB NAME (仮称)「部材共有化住宅」基本設計計画

TITLE 平面図 SCALE 1:100 NO 2

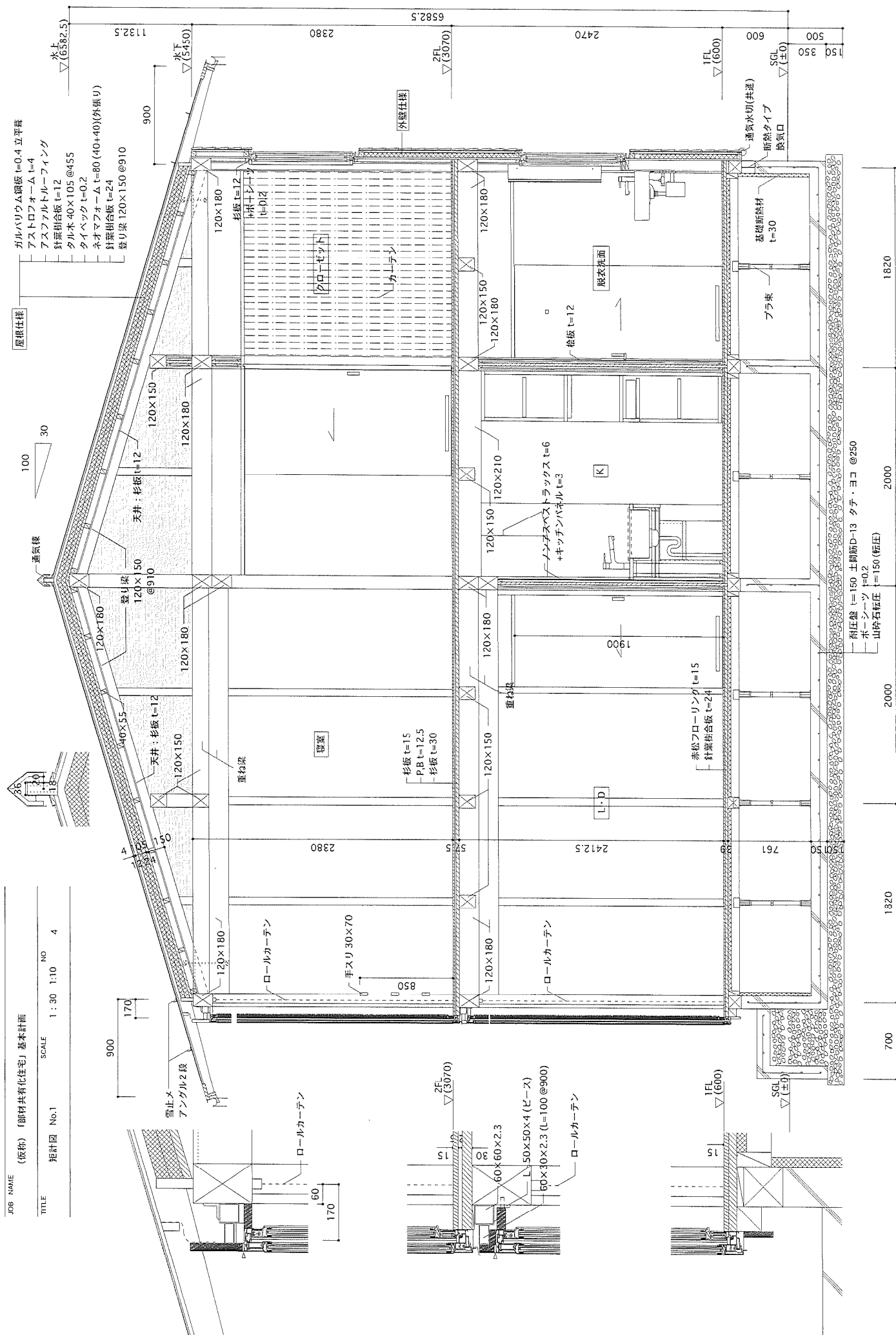


外 壁 仕 上 概 要	
(a)	ガルバリウム鋼板 t=0.4 立平葺
(b)	信州産 磨松板 t=18 下見張 (自然素材塗料)
(c)	庇
(d)	木製玄関戸 (自然素材塗料)
(e)	コンクリート打放

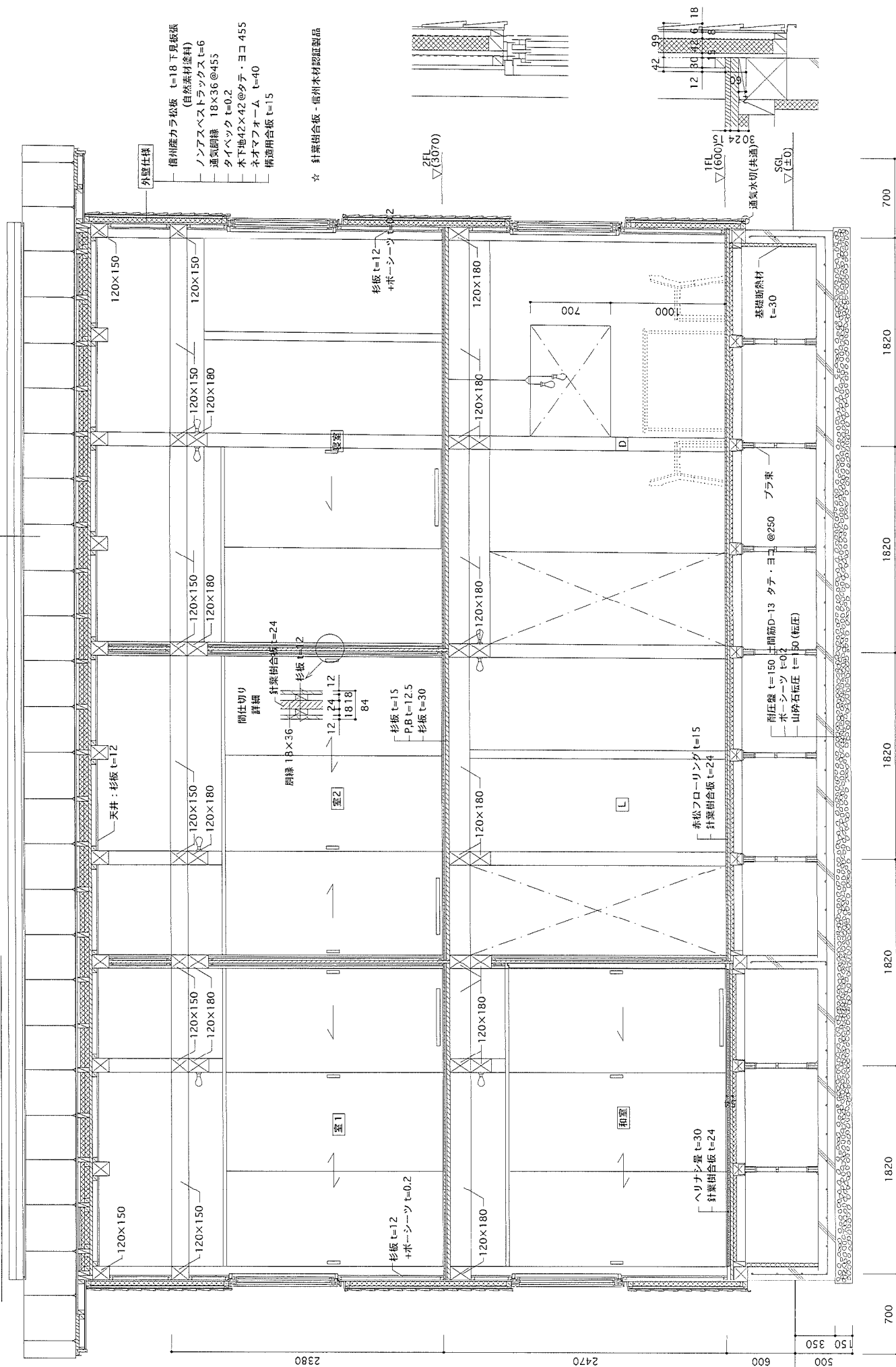


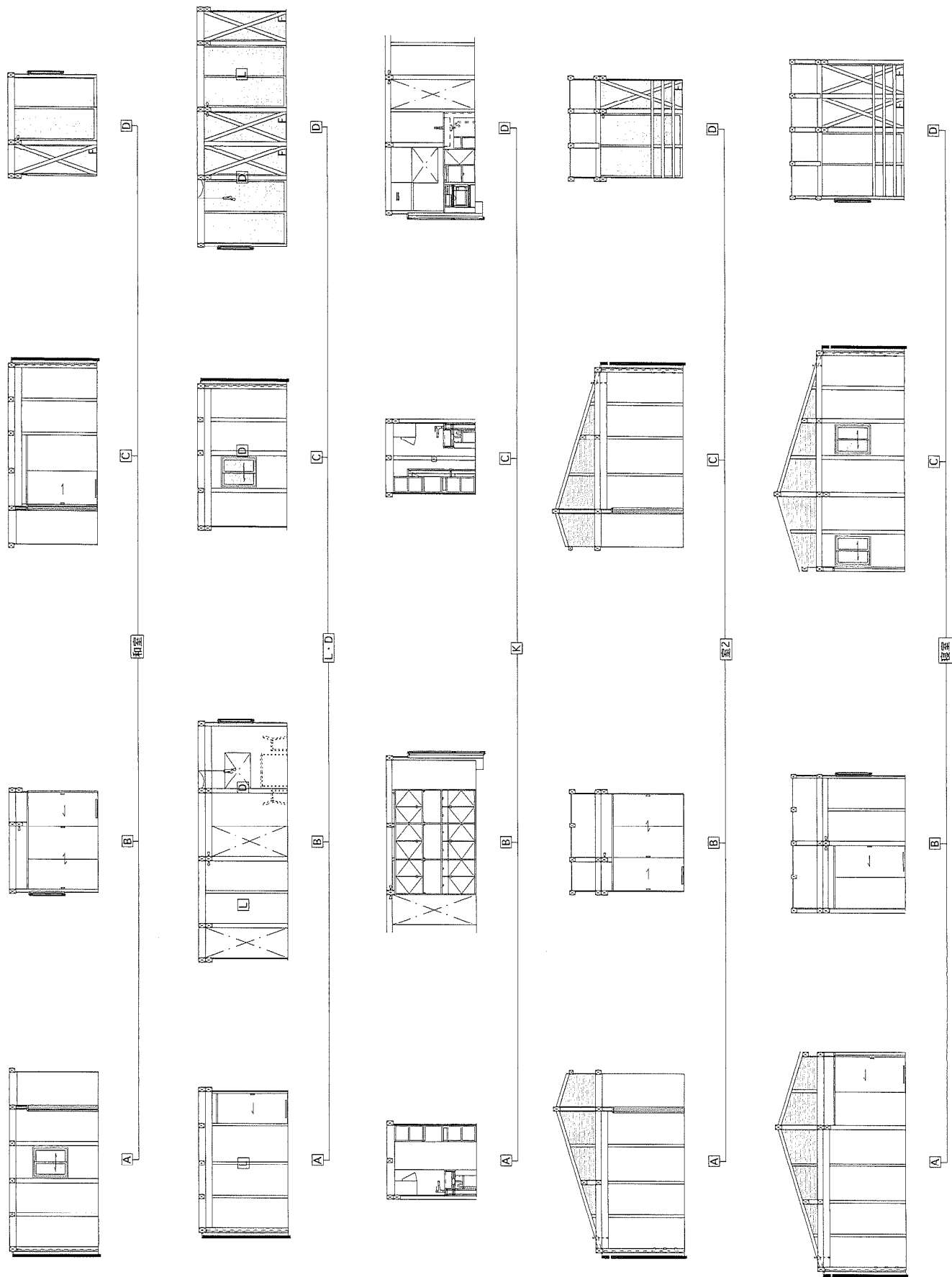
JOB NAME (仮称)「部材共有化住宅」基本設計画

TITLE 立面図 SCALE 1 : 100 NO 3



屋根仕様





JOB NAME (名称) 「部材共有化住宅」 基本設計計画

TITLE 展開図

NO 6

SCALE 1 : 100

木材調書					(単位)
名 称	仕様(mm)	材積(m ³ /本)	数量(本)	合計数量(m ³)	
土 台	120×120×4,000	0.0576	17	0.9792	
大 引	105×105×4,000	0.0441	17	0.7497	
火 打 土 台	90×90×4,000	0.0324	2	0.0648	
通 し 柱	120×120×6,000	0.0864	6	0.5184	
1 階 管 柱	120×120×3,000	0.0432	25	1.0800	
1 階 管 柱	105×105×3,000	0.0330	20	0.6615	
2 階 管 柱	120×120×3,000	0.0432	25	1.0800	
2 階 管 柱	105×105×3,000	0.0330	24	0.7920	
桁	120×210×2,000	0.0504	4	0.2016	
桁	120×180×4,000	0.0864	21	1.8144	
桁	120×180×2,000	0.0432	7	0.3024	
桁	120×150×2,000	0.0360	30	1.0800	
桁	120×180×4,000	0.0864	16	1.3824	
桁	120×180×2,000	0.0432	5	0.2160	
桁	120×150×4,000	0.0720	9	0.6480	
桁	120×150×2,000	0.0360	2	0.0720	
器 り 梁	120×150×4,000	0.0720	22	1.5840	
母 屋	120×150×4,000	0.0720	5	0.3600	
椽	120×180×4,000	0.0864	2	0.1728	
椽	120×180×2,000	0.0432	1	0.0432	
火 打 梁	105×105×4,000	0.0441	3	0.1323	
火 打 梁	105×105×4,000	0.0441	2	0.0882	
小 屋 束	120×120×3,000	0.0432	8	0.3456	
小 屋 束	105×105×3,000	0.0330	5	0.1653	
筋カイ(1階)	30×90×3,000	0.0081	26	0.2106	
筋カイ(2階)	30×90×3,000	0.0081	28	0.2268	
タ ル 木	40×105×4,000	0.0168	50	0.8400	
横 タ ル 木	40×55×4,000	0.0088	50	0.4400	
合 計				≒ 15m ³	

☆ 通し柱 - 特注品

JOB NAME	(原称) 「部材共有化住宅」 基本設計画
TITLE	木造り表
SCALE	NO
	7

県産材のLCA(ライフサイクルアセスメント)調査報告書

2011年3月 初版第1刷発行

編集・著作権者 事業主体：信州木材認証製品センター
発行所 調査機関：信州大学工学部浅野研究室
印刷・製本 日本平版印刷株式会社

方法のいかんを問わず無断複製・転載を禁ずる。

信頼のブランド
「認証マーク」

