

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)

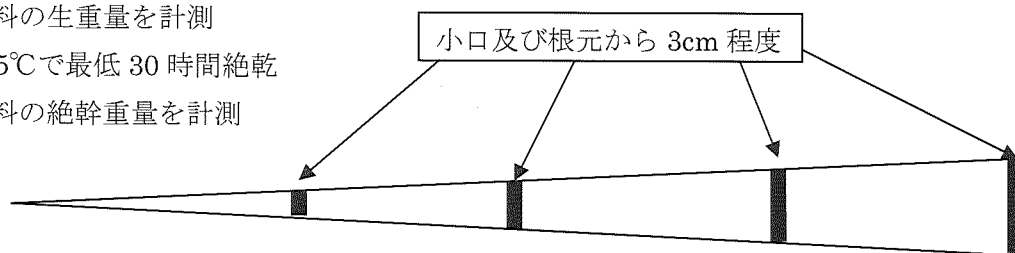


図 6.1 試料採取位置

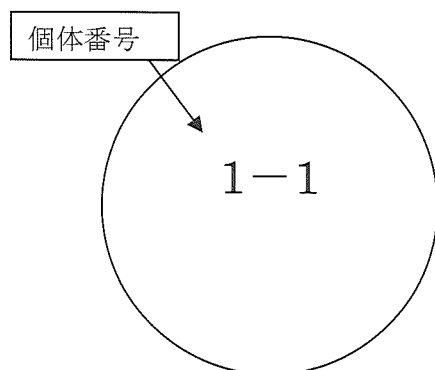


図 6.2 試料記入例



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(m ³)
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 (m³)

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	樹皮無し 生重量	高さ (平均値)	表面積	樹皮無し 絶乾重量	体積	全乾比重	含水率
	(g)	(g)	(cm)	(cm ²)	(g)	(cm ³)	(t/m ³)	(%)
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

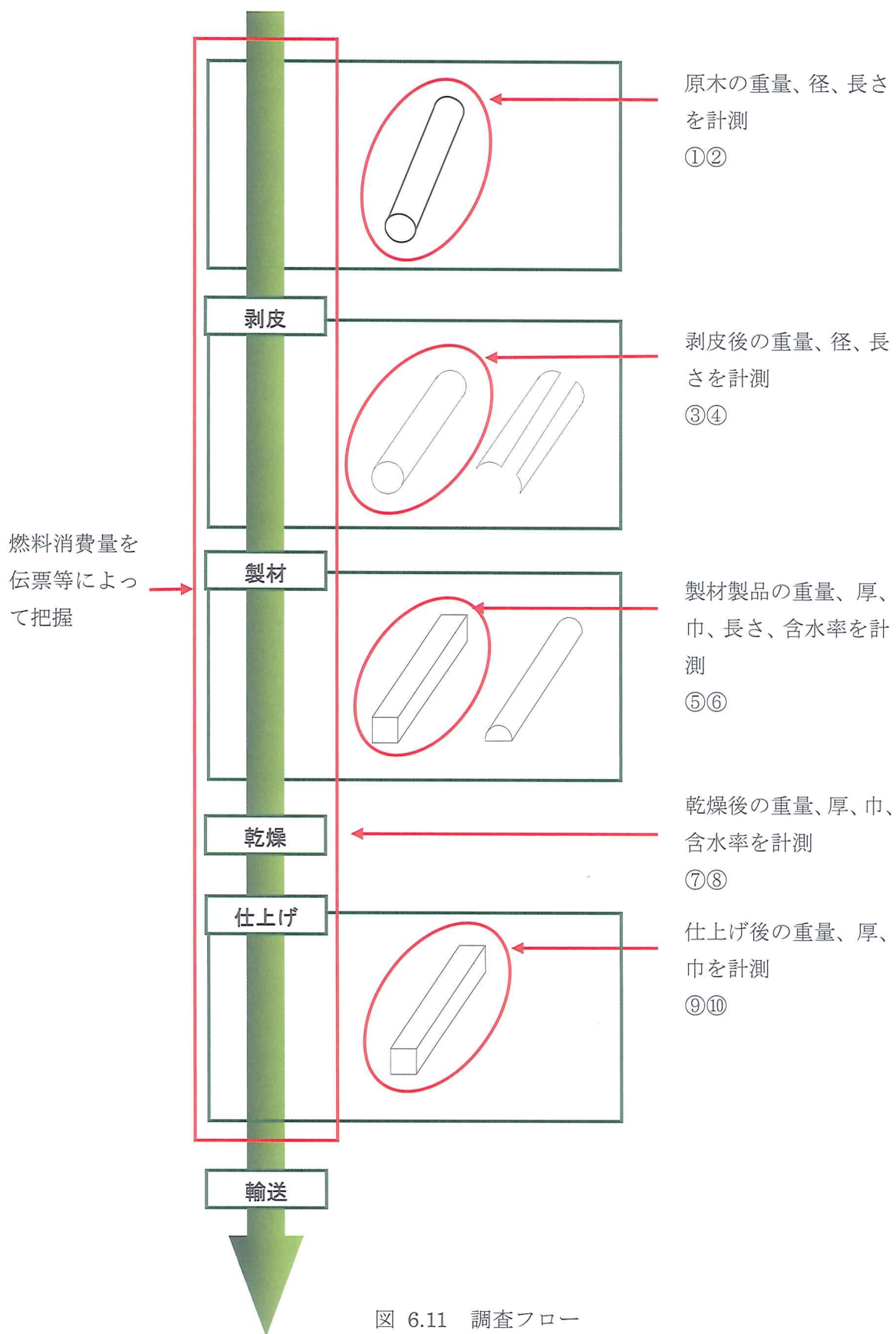


図 6.11 調査フロー



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。

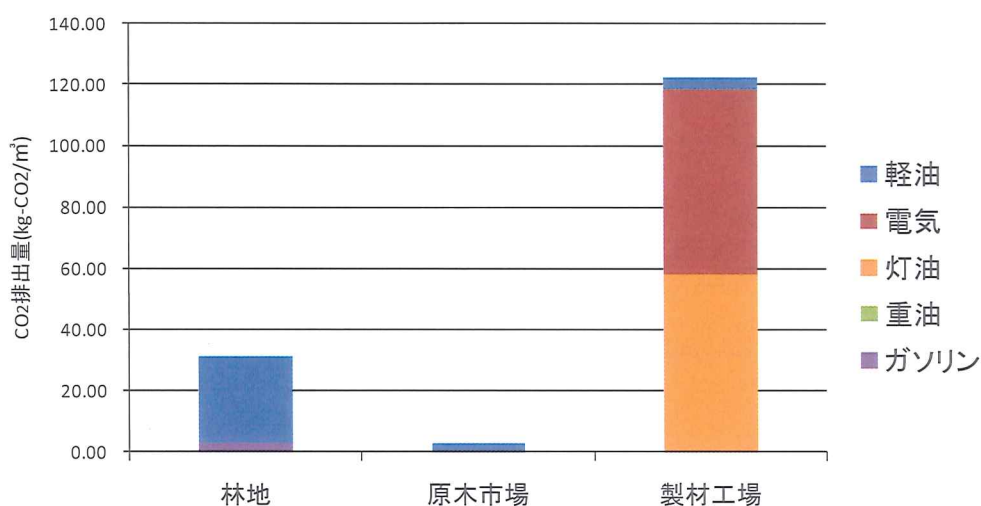


図 6.18 各工程における CO₂ 排出量

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。

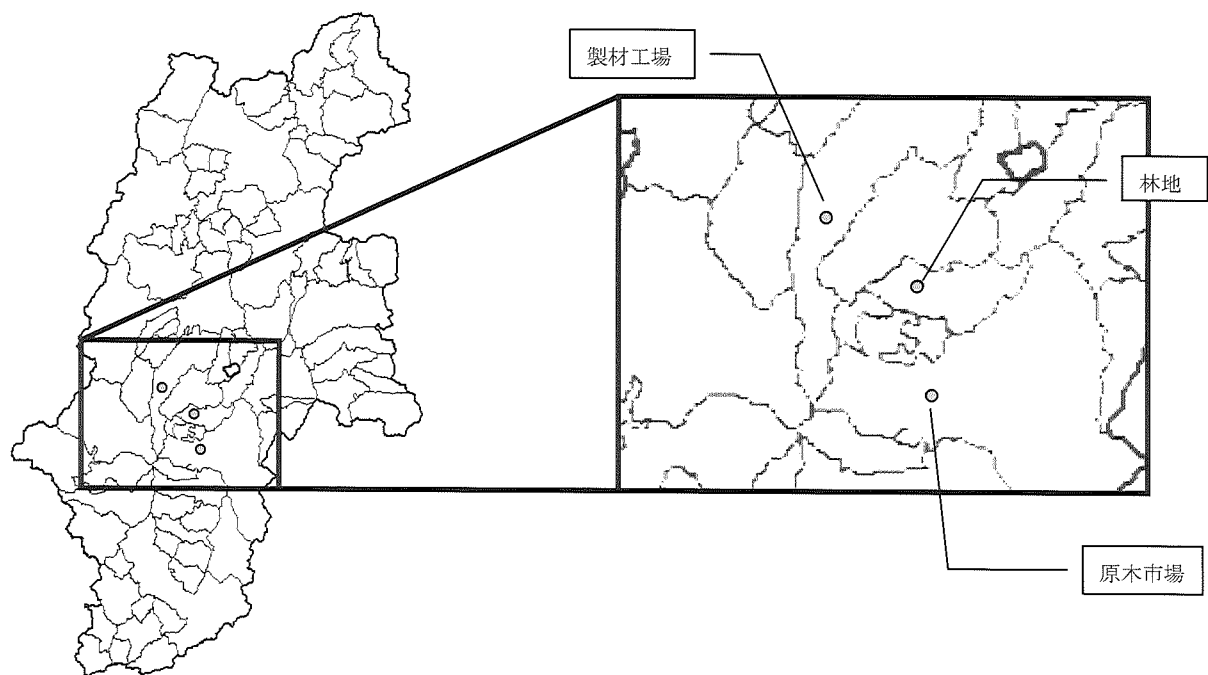


図 6.19 各施設の位置

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。

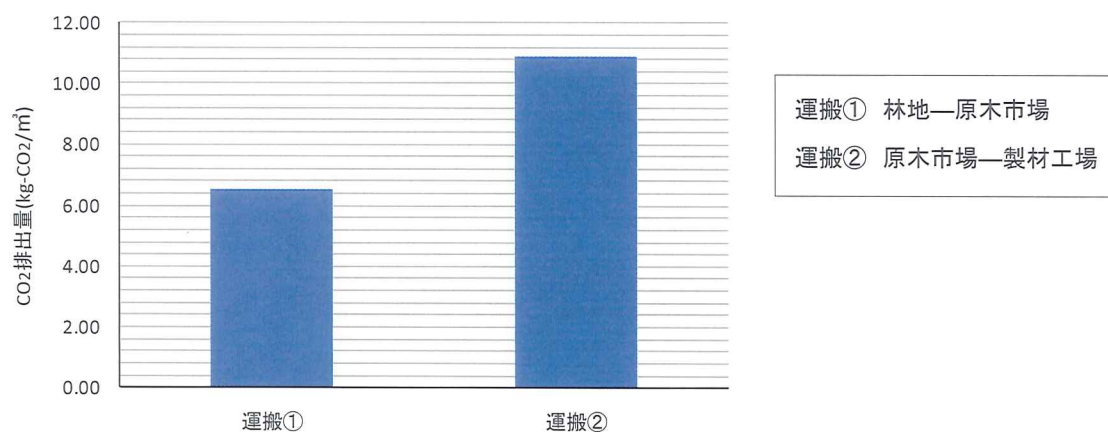


図 6.20 運搬工程における CO₂ 排出量

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。

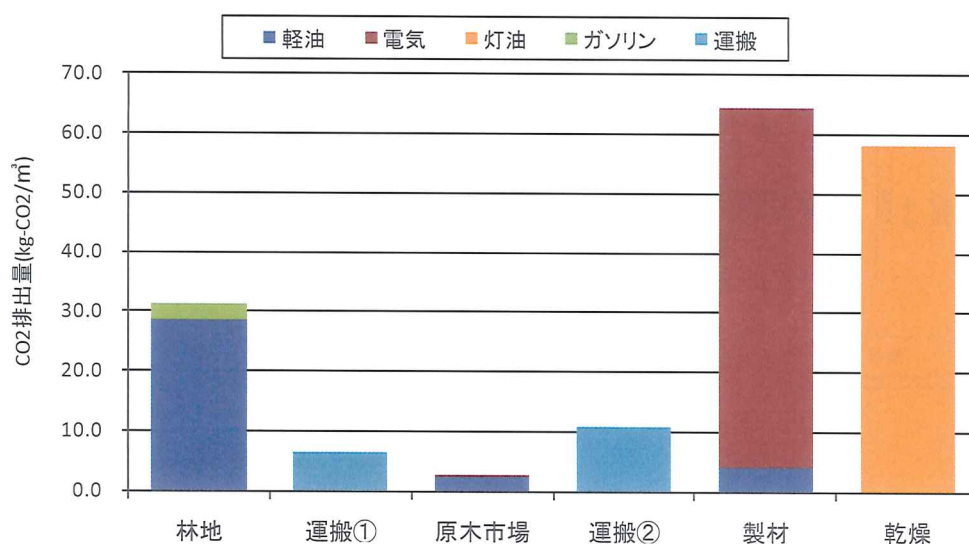


図 6.21 単位物量当りの CO₂ 排出量

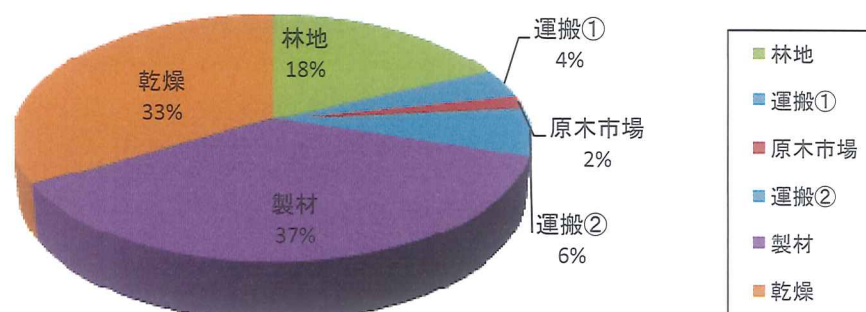


図 6.22 工程別の CO₂ 排出量割合

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。

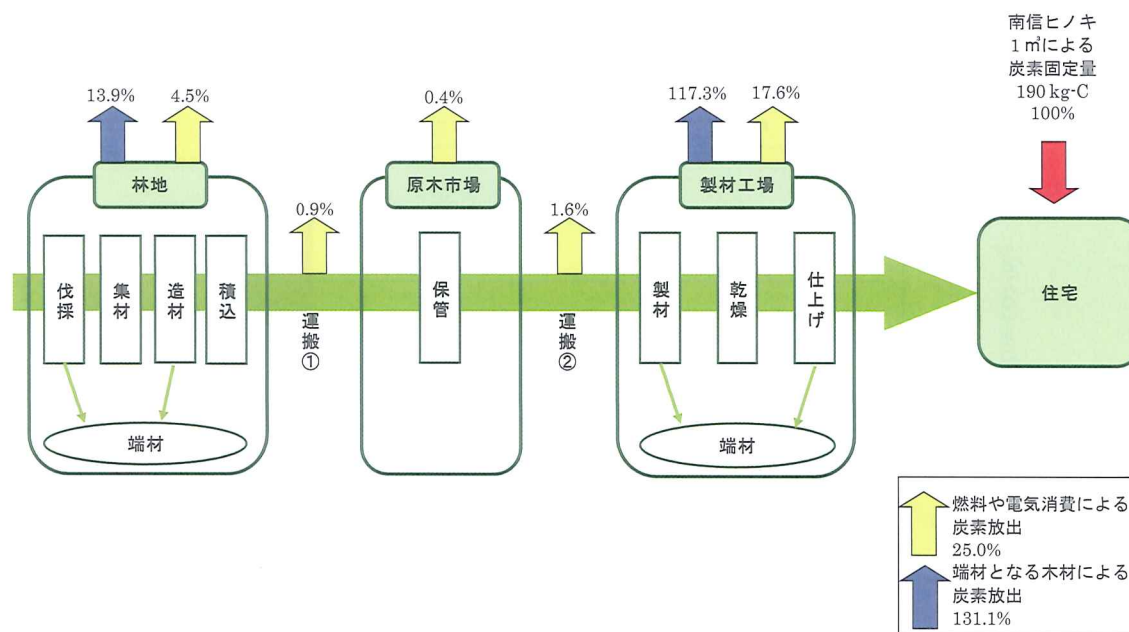


図 6.23 ヒノキの炭素放出フロー図

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