

木材の地産地消に関する研究

その2 製材所のエネルギー消費に関する実態調査

Study on the Lumber of Local Production for Local Consumption Part2 Study on the Monthly of Energy Consumption of Lumber Mill

正会員 中澤一哉¹⁾ 同 赤林伸一²⁾ 同 坂口淳³⁾ 同 重川隆廣⁴⁾
NAKAZAWA Kazuya, AKABAYASHI Shin-ichi, SAKAGUCHI Jun, OMOKAWA Takahiro

本研究は木材の地産地消に伴うエネルギー消費量及びCO₂排出量に着目し、木材の地産地消の環境負荷低減効果について明らかにすることを目的とする。本報では製材所を対象として、エネルギー消費量調査を行い、丸太から製材が生産される過程におけるエネルギー消費量とCO₂排出量の現状を明らかにする。製材生産工程における年間のCO₂排出量は、機械乾燥機の燃料であり、灯油が占める割合がもっとも大きい。

Lumber, Lumber Mill, Energy Consumption, Emission of Carbon Dioxide, Niigata Prefecture

木材 製材所 エネルギー消費量 CO₂排出量 新潟県

1 研究目的

本研究は、木材の製造過程におけるエネルギー消費量及びCO₂排出量に着目し、木材の地産地消の環境負荷低減効果について明らかにすることを目的としている。前報(その1)に続き、本報(その2)では新潟県内に位置する製材所を対象にエネルギー消費量調査を行い、丸太から製材される過程におけるCO₂排出量を明らかにすることを目的とする。

2 研究対象

2.1 調査対象

調査対象の製材所は、2008年4月より再稼働している、新潟県内の製材所である。この製材所では、新潟県産材の杉による、正角材・平角材・羽柄板を生産している。また、邸別による加工ではなく、丸太の寸法に合わせて製材生産している。図1に製材所の配置図を、図2に製材所における製品生産のフローを示す。

製材所へ搬入した丸太は、まずリングバーカーに入れられ、樹皮を剥かれる。製材の過程において排出された丸太の樹皮は、製材所で処理が困難なため、県外の他工場に運ばれ、燃料等として使用される。

次に、樹皮を剥かれた丸太は、ツインバンドソーなどの製材機にかけられ、丸太のサイズに合わせて、様々なサイズの正角材、平角材、羽柄板などに加工される。製材品にならない小さな端材はチップパー機によってチップに加工した後、樹皮と同様に他工場に運ばれ、インシュレーションボードの材料や燃料となる。また、製材工程で生成した木屑の一部は、製材所内の機械乾燥機のボイラーの燃料として使用される。

搬入された丸太は、乾燥材ではないため、木材の乾燥過程に伴い、寸法の狂いや強度低下などの可能性があるため、本製材所では製材機によって正角材・平角材・羽柄板などの製材品に加工された後に、人工乾燥及び自然乾燥を行っている。人工乾燥では栈木を用いて製材を栈積して並べた後、機械乾燥機に入れ、灯油と木屑を燃料とするボイラーの蒸気により人工乾燥を行う。乾燥機を用いた人工乾燥は、乾燥を始めてから約5日半での工程で製材の乾燥を行っている。自然乾燥では、人工乾燥と同様に、栈積を行い、屋外の通気性の良い場所(図1の斜線部)で、およそ1年半の自然乾燥を行っている。

1) 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生

2) 新潟大学大学院自然科学研究科
教授 工学博士

3) 新潟県立大学国際地域学部国際地域学科
教授 博士(工学)

4) 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生、
株式会社重川材木店 代表取締役

1) Graduate Student, Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ.

2) Prof., Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ., Dr. Eng.

3) Prof., Department of International Studies and Regional Development, Faculty of International Studies and Regional Development, University of Niigata Prefecture, Dr. Eng.

4) Graduate Student, Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ./ Omokawa Zaimokuten, Pres.

乾燥後の製材は、細かい寸法を決め、クロスカットソーなどを使用し、決められた寸法に切断され、最後に仕上げとして、四面カンナ盤により仕上げ加工が行われ出荷する。表1にこの製材所で用いられている、製材工程における主な機械の名称と、モーター使用を示す。製材機械は、廃材処理のものを加えると、およそ0.2kWから75kWまで、様々な仕様の機械を用いている。

2.2 エネルギー消費量調査

製材所で調査した電気、灯油、軽油の領収書から、月別のエネルギー消費量を算出する。さらに、調査結果から、使用エネルギーごとにCO₂排出量を算出し、月別のCO₂排出量を求める。CO₂排出量の算定については地球温暖化対策の推進に関する法律に基づき、環境省・経済産業省の定める、「温室効果ガス排出量の算定方法」により算定を行う。

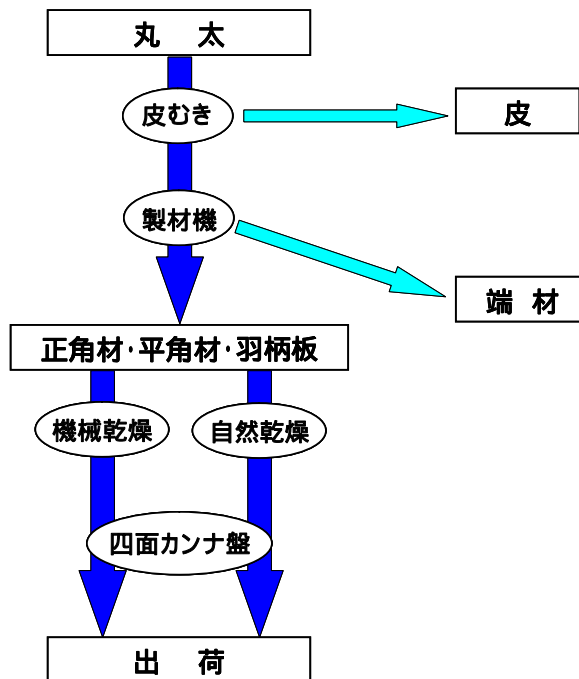


図2 製材生産フロー

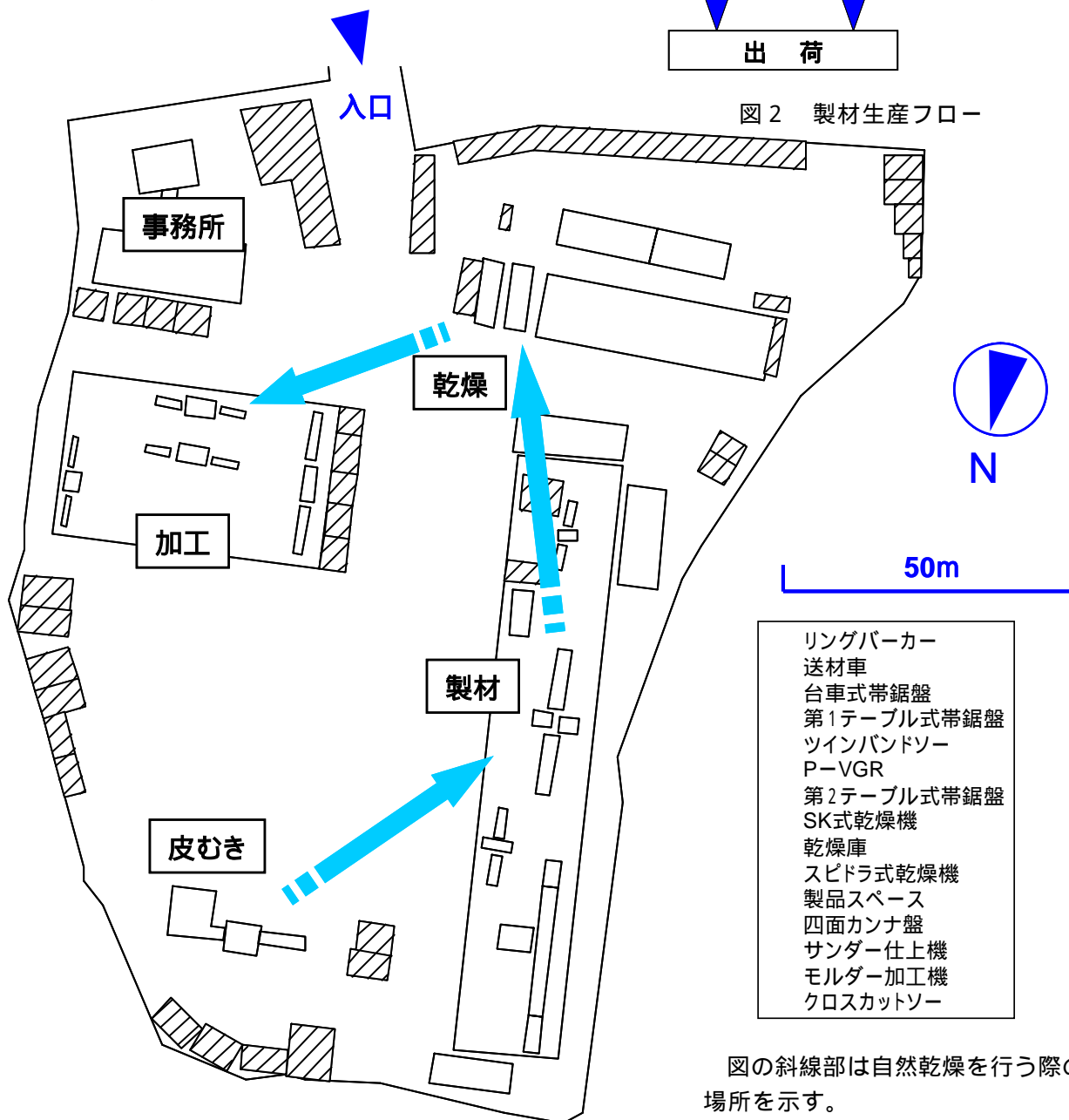


図1 対象製材所配置図及び主な加工機械

3 解析結果

3.1 製材生産量調査

図3に2008年4月から2009年1月までの製材所における、月別の製材生産量及び月別の人工乾燥製材量を示す。この製材所は2008年4月から再稼働しているため、月ごとの製材生産量は徐々に増加している。月ごとに生産量のばらつきはあるが、平均して一ヶ月で約170m³の製材を生産している。

人工乾燥製材量は、月ごとのばらつきはあるが、平均して一ヶ月に生産した製材のうち、約75%の製材である約130m³の製材が乾燥機によって人工乾燥されて出荷している。この製材所では、製材してから直ちに出荷しているのではなく、自然乾燥や人工乾燥を行って

から出荷している。製材生産量と人工乾燥製材量は異なる変化を示している。

3.2 エネルギー消費量調査

図4に2008年4月1日から2009年1月19日までの製材所全体の月別の消費電力量を示す。製材所が稼働してから、生産が安定するまでの6月までは、生産量と同様に消費電力量は増加しているが、生産量が安定した7月以降はほぼ変化していない。なお、本製材所の深夜電力は、乾燥庫で使用している蓄熱式電気暖房機で使用している。

図5に2008年4月から2009年1月までの月別の軽油・灯油の燃料消費量を示す。灯油は主に人工乾燥機のボイラーの燃料として使用しており、軽油は丸太や

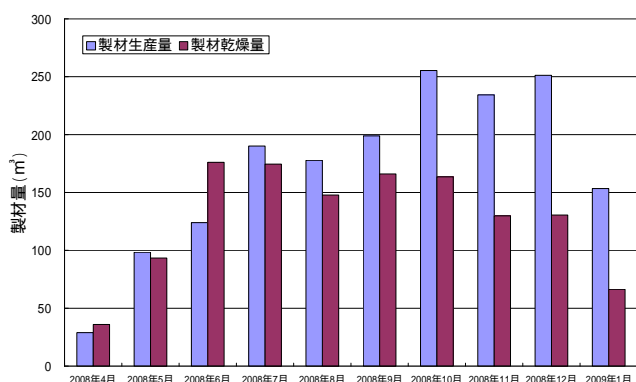


図3 月別の製材の生産量及び人工乾燥量

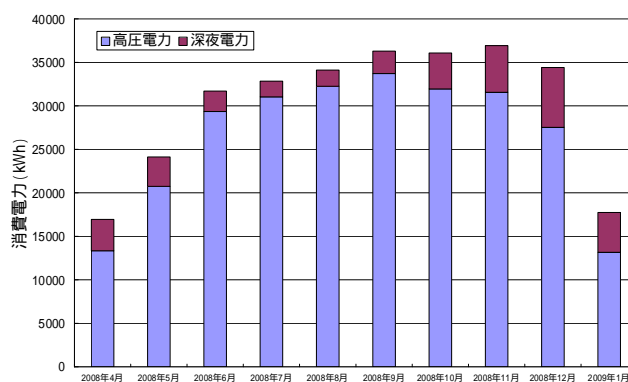


図4 月別の電力消費量

表1 主な製材機械リスト

品名及び仕様	モーター仕様	品名及び仕様	モーター仕様	品名及び仕様	モーター仕様
1 リングバーガー SDB-R-500型 自動安全ストッパー	30kW-6P 5.5kWインバーター 5.5kW-4P P-U	36 リフト 油圧式 最大径 400MM	7.5kW-6P P-U 0.2kW	70 テーブルリフター 2t	1.5kW-4P P-U
2 原木搬入ライブデッキ 傾斜デッキ	3.7kW-4P1/45 2.2kW-4P1/45(BM)	37 プリセット用		71 チェンコンベア	0.75kW-4P1/45
3 ストップローダー	2.2kW-4P1/20	38 搬出側スキッド装置	11kW-6P P-U	72 ベルトコンベア	0.75kW-4P1/20
4 インフィード	2.2kW-4P1/20	39 傾斜式チェンライブデッキ	3.7kW-4P1/45	73 ベルトコンベア	0.75kW-4P1/10
5 アウトフィード	2.2kW-4P1/20	40 チェンライブデッキ 2080	2.2kW-4P1/50 BM	74 ライブデッキスキッド	0.75kW-4P1/100
6 シュートデッキ		41 チェンライブデッキ 2080	1.5kW-4P1/45	75 テーブルリフター 2t	1.5kW-4P P-U
7 パークコンベア	1.5kW-4P1/20	42 ストッパー		76 ライブローラー	0.75kW-4P1/10
8 パークコンベア	2.2kW-4P1/20	43 チェンコンベア 2060	0.75kW-4P1/30	77 チェントッパー	0.75kW-4P1/10 (BM)
9 パークコンベア	1.5kW-4P1/20	44 受けシュート		78 チェンコンベア 2060	1.5kW-4P1/45 2台
10 エアコンプレッサー 15KW	15kW-4P	45 ライブローラー (可逆)	0.75kW-4P1/10	79 廃材用コンベア 2060	1.5kW-4P1/45 2台
11 帯鋸盤	75kW-6P 2.2kW-4P	46 ライブローラー	0.75kW-4P1/10 2台	80 結束機 D-52	1.5kW-4P 2台
12 GCF-R-1300型 自動昇降押しゼリ装置	0.75kW-4P	47 チェンスキッド	0.75kW-4P1/20	81 チェンコンベア (廃材用)	0.75kW-4P1/45
13 油圧全自動送材車 HE-1-1200型 (操作盤付) 6本立 (内2本分離式) チェンターナー 5条付	11kW-6P P-U 7.5kW-4P 1.5kW-4P 5.5kW-4P1/45	48 ライブローラー	0.4kW-4P1/10	82 帯鋸盤	22kW-6P 1.5kW-4P
14 送材車走行装置	2.2kW-6P	49 製品クリナー (400型)	0.75kW-4P1/10	83 R C Aローラー自動送り装置 R C A 250型 (キャタピラ送り) リターンローラー付	1.5kW-4P P-U 0.2kW-4P BM 0.4kW-4P1/10
15 原木搬入チェンライブデッキ	3.7kW-4P1/45 2台	50 製品トリーマ (コンベア移動式) 丸ノコ2枚 (上下式) 3M, 3.65M, 4M用	0.4kW-4P 0.4kW-4P 0.4kW-4P1/10	84 チェンコンベア 2080	2.2kW-4P1/45
16 チェンローダー WR78	1.5kW-4P1/45 2台	51 コロシュート	0.75kW-4P1/45 2台	85 廃材用コンベア 2060	1.5kW-4P1/45
17 ターニングローダー 機長 950L x 3条 x 2式	1.5kW-4P1/45 2.2kW-4P1/20	52 チェンコンベア 2060		86 チェンコンベア	1.5kW-4P1/45
18 ライブローラー	2.2kW-4P1/20	53 重量計測装置		87 結束機 D-52	1.5kW-4P 2台
19 チェンローダー	1.5kW-4P1/30	54 角製品ソーター 上昇エレベーター	1.5kW-4P (BM) 1.5kW-4P1/60 4台	88 チェンバー機 (右勝手)	37kW-6P
20 チェンブリッジ	N.O. 2t同一駆動	55 降下エレベーター	2.2kW-4P (BM)	89 チェップスクリーン	3.7kW-6P
21 チェンライブデッキ	1.5kW-4P1/45 2台	56 チェンコンベア 2条付	0.4kW-4P1/60	90 チェップ吹上装置	22kW-4P
22 チェンコンベア 2080	1.5kW-4P1/45 2台	57 ツイン下リフター付コンベア	15kW-4P1/30 (BM)	91 ダストコレクター (台車用)	18.5kW
23 ライブローラー	0.75kW-4P1/10	58 チェンローダー	0.75kW-4P1/30	92 ダストコレクター (カンナ用)	15kW-4P
24 背板トリーマ アーム 5条式	0.75kW-4P1/75 2.2kW-4P	59 廃材用コンベア 2060	0.75kW-4P1/45	93 ダストコレクター	7.5kW-4P
25 エアコンプレッサー 7.5KW	7.5kW-4P	60 受シュート (センサー付)	0.75kW-4P1/45	94 オガ用振動コンベア	3.7kW-4P (BM)
26 ローラーキャッチャー		61 ライブローラー	0.75kW-4P1/10 2台	95 ベルトコンベア	2.2kW-4P1/20
27 帯鋸盤	37kW-6P 1.5kW-4P	62 チェンスキッド	0.75kW-4P1/30	96 チェンバー投入用	3.7kW-4P1/30
28 R C Aローラー自動送り装置 歩出し装置 デジタル方式 リターンローラー付	3.7kW-4P P-U 0.2kW-4P BM 0.4kW-4P1/10	63 エレベーターコンベア 上昇エレベーター 3段式	1.5kW-4P (BM) 1.5kW-4P1/60 3台	97 ダストコンベア	3.7kW-4P1/45
29 チェンコンベア 2080	2.2kW-4P1/45	64 チェンコンベア 2060	1.5kW-4P P-U	98 ダストコンベア	0.75kW-4P1/45
30 テーブルリフター 2t	1.5kW-4P P-U	65 テーブルリフター 2t	15kW-4P	99 ダストコレクター	11kW-4P
31 チェンコンベア 2060	0.75kW-4P1/45	66 チェンコンベア CK S-5600-P-VGR ブレナー付バリアブル ギャングリップソ 加工用 500MM 厚さ 9-60MM	22kW-4P 2台 0.7kW-4P, 5.5kW 22kW-4P 2台	100 ベルトコンベア PC	1.5kW-4P PM
32 廃材用チェンコンベア ツインバンドソー	1.5kW-4P1/45 37kW-6P 2台	67 ベルトコンベア	1.5kW, 3.7kW	101 振動コンベア	3.7kW-4P
33 TD-R1-1200型 画像処理方式	1.5kW-4P 2台	68 チェンブリッジ	0.75kW-4P1/20	102 ベルトコンベア PC	1.5kW-4P PM
34 キヤッチング送材車	15kWサーボモーター	69 自動搬入装置	0.4kW 2台	103 チェンバーナイフ研磨機	0.75kW-4P 2台
35 プリセット装置	1.5kW-4P 2台	無人検側投入装置付	0.75kW-4P 2台	104 プリーククロスカッター オートリターンマルチ自動四面かん盤	2.2kW-2P
36 Vローダー付	0.4kW-4P 3台			第1下軸	7.5kW
				第2右壁軸	5.5kW
				第3左壁軸	7.5kW
				第4上軸	11kW
				送材ロール駆動 前部	1.5kW
				送材ロール駆動 後部	0.75kW
				送材ロール昇降 前部	0.4kW
				送材ロール昇降 後部	0.75kW
				マイコン位置決め	0.2kW
				スクリーコンプレッサー	22kW
				ドライア	1.4kW

製材を製材所内で運搬するフォークリフト等に使用している。図6に月別のエネルギー消費量を熱量換算したものを示す。図7に月別の灯油使用量を人工乾燥を行った製材量(m³)で除した、人工乾燥を用いた製材1m³当たりの灯油使用量を示す。夏季に比べて、冬季の方が製材1m³当たりの灯油使用量が増加する傾向がある。これは外気温や入庫する木材の含水率により、乾燥を行うための燃料消費量が増減するものと考えられる。

3.3 CO₂ 排出量計算

図8に消費エネルギー別のCO₂排出量算定値を示す。4月から1月までのCO₂排出量は灯油が占める割合(約38%)が最も多く、電気(約32%)、軽油(約30%)と続いている。また、エネルギー消費量と同様に、冬季では灯油の消費量が増加するため、CO₂排出量も増加する傾向がある。

生産製材1m³当たりのCO₂排出量を見ると、製材生産量の少ない4月と5月で単位量当たりのCO₂排出量が大きく変化しているが、生産量が安定してきた6月以降では、月ごとの変化は小さくなる傾向が見られる。

4 まとめ

対象とした製材所では製材品のおよそ75%が人工乾燥により乾燥が行われている。

冬季は製材1m³当たりの灯油使用量が増加する。

4月から1月までのCO₂の総排出量は灯油が占める割合が最も大きい。

今後はCO₂排出量割合の大きい、灯油を使用してい

る、人工乾燥機のエネルギー消費を中心に詳細な解析を行い、製材所のエネルギー消費実態について明らかにする予定である。また、製材工程で出来た廃材を用いたバイオマス燃料の活用方法について検討を行う。

注) 式(1)に燃料の使用量におけるCO₂排出量の算定式を、式(2)に電気使用量におけるCO₂排出量の算定式を示す。表2に燃料の種類別の単位発熱量および排出係数を示す。電気の使用における排出係数は、平成18年度の東北電力(株)の排出係数である、0.000441(tCO₂/kWh)を用いる。

表2 単位発熱量とCO₂排出係数

燃料の種類	単位発熱量	排出係数
灯油	36.7 GJ/k	0.0185 tC/GJ
軽油	38.2 GJ/k	0.0187 tC/GJ

$$\text{CO}_2\text{排出量}(\text{tCO}_2) = (\text{燃料の種類ごとに燃料使用量}(\text{k}) \times \text{単位発熱量}(\text{GJ/k}) \times \text{排出係数}(\text{tC/GJ}) \times 44/12) \quad (1)$$

$$\text{CO}_2\text{排出量}(\text{tCO}_2) = \text{電気使用量}(\text{kWh}) \times \text{単位仕様当たりの排出量}(\text{tCO}_2/\text{kWh}) \quad (2)$$

【参考文献】

- 1) 飯島・川鍋他「木質系建材の環境評価のための基礎研究その1、4、5」日本建築学会大会学術講演梗概集、2008年
- 2) 岡・横尾他「地域資源活用型住宅普及による環境負荷低減に関する研究その2」日本建築学会大会学術講演梗概集、2008年
- 3) 工藤・古阪「木材供給の傾向と製材所における判断についての研究」日本建築学会大会学術講演梗概集、2008年
- 4) 浅野・高村他「木造住宅建設時の環境負荷原単位に関する研究その5、6」日本建築学会大会学術講演梗概集、2008年
- 5) 環境省・経済産業省「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル」<http://www.env.go.jp/earth/ghg-santeikohyo/manual/index.html> (参照 2009-3-9)

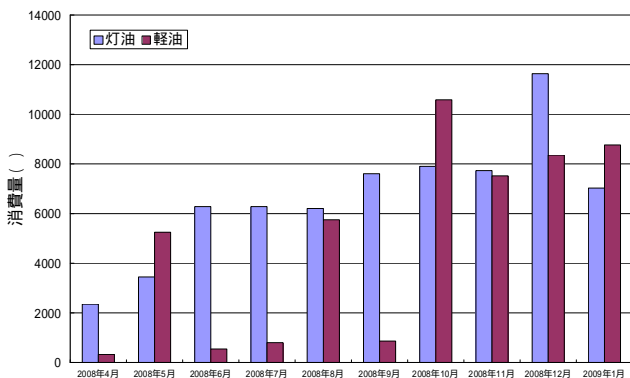


図5 月別の燃料消費量

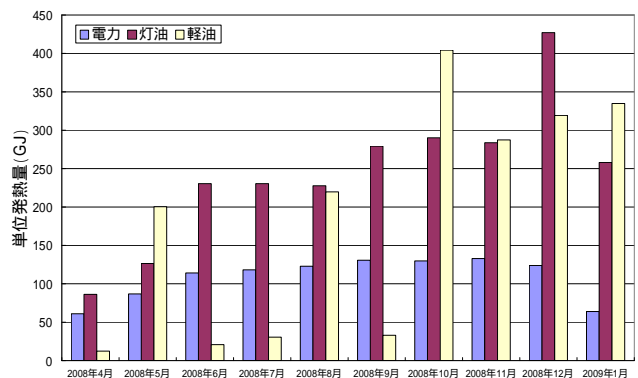


図6 月別のエネルギー消費量熱量換算

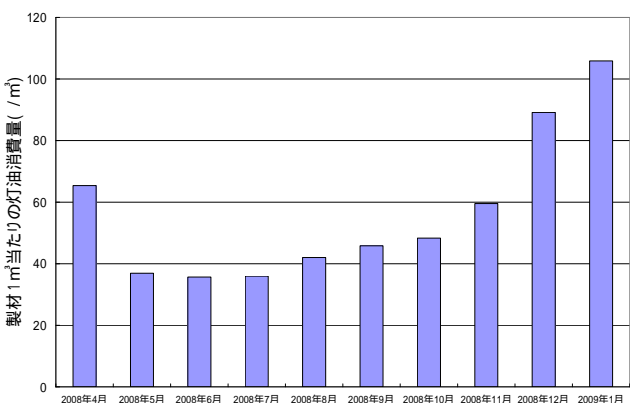


図7 機械乾燥製材1m³当たりの灯油使用量

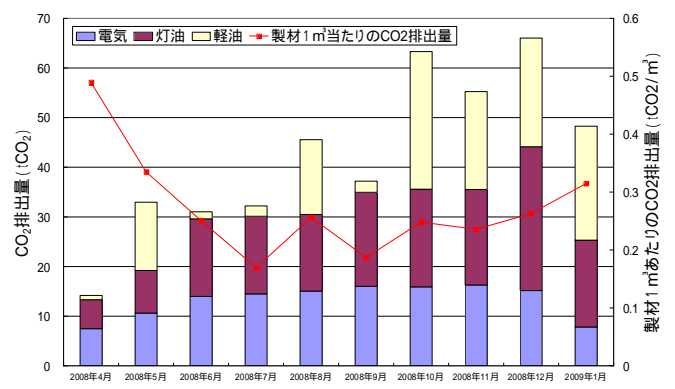


図8 消費エネルギー別のCO₂排出量