

## 木材の地産地消に関する研究 新潟県を対象とした実測調査

中澤一哉  
指導教員 赤林伸一教授

### 1 研究目的

近年、農産物では安全性確保の観点から地域生産地域消費（地産地消）という概念が定着し、輸送距離（フードマイレージ）を明らかとし、輸送時のCO<sub>2</sub>排出量について明らかにする試みが進められている。建築分野でも同様の概念として、ウッドマイルズ研究会が、木材の輸送距離と重量を掛け合わせたウッドマイルズという概念を整備している。ウッドマイルズは流通時の環境負荷に着目した概念であり、国内産材使用による環境負荷軽減の効果を評価し、消費者の購買意欲を喚起し、環境に配慮した生産を誘導する可能性を持っている概念である。

図1（1）に代表的な木材生産・流通のフローチャートを示す。木材を伐採し、施工するまでに発生するCO<sub>2</sub>排出量は、伐採、製材、プレカット、施工などの製造工程において発生するCO<sub>2</sub>と、工場間の輸送工程において発生するCO<sub>2</sub>の2つに大きく分けられる。近年、これらの木材の製造工程や流通経路でのCO<sub>2</sub>排出量について研究がされているが、製造工程や流通経路が複雑であるため、不明な点が多いのが現状である。

本研究で検討する評価項目を図2に示す。本論文では

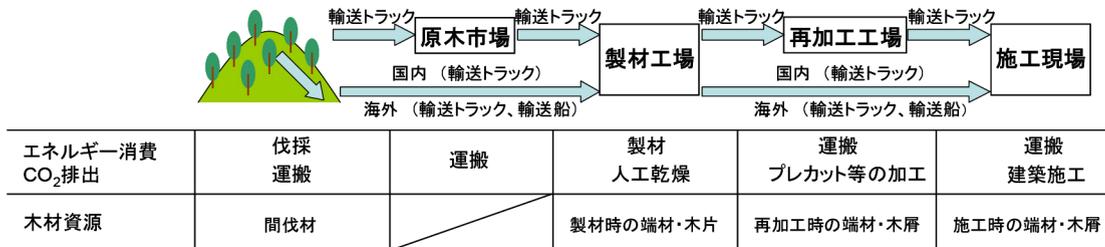


図1 現状の木材生産・流通機構

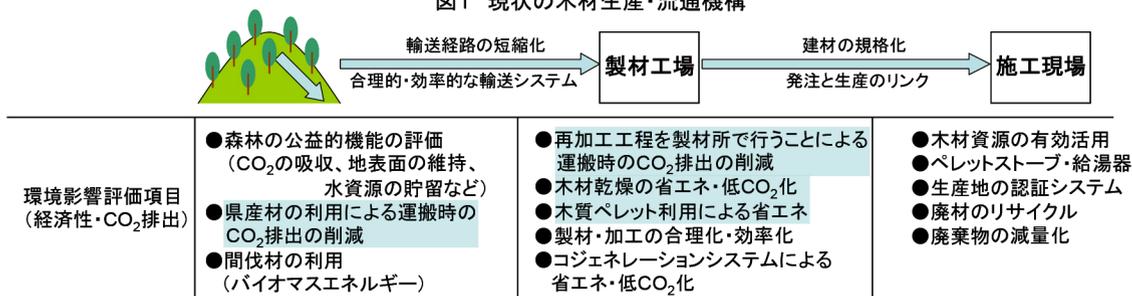


図2 本研究で検討する木材生産・流通機構の評価項目 ※ 網掛け部分は本論文で対象とした評価項目

木材の加工過程で消費されるエネルギーを中心に解析を行い、エネルギー消費量及びCO<sub>2</sub>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。更に、省エネルギー・省CO<sub>2</sub>排出量の観点から県産材の有利性について検討し、県産材の利用を促進させるための基礎資料を整備することを目的とする。

### 2 研究概要

2.1 研究の背景：図3に国産材の木材自給率、木材供給量と木材需要量の推移を示す。わが国の木材自給率は、1960年には86.7%であったが2007年には22.6%まで減少している。輸入材の供給量は、1968年ごろから、国内生産材供給量より多くなり、2007年の木材供給量（製材、合板、パルプ、チップの合計で、建材以外の木材も含まれる）は国内生産材が1,864万m<sup>3</sup>、輸入材は6,374万m<sup>3</sup>である。2007年の農林水産省森林・林業白書によると国産材供給量は2002年を底に近年増加傾向であり、国産材の増加は主に建築用に利用されている製材用材と合板用材の増加によることが示されている。

図4に県別林野面積と木材素材生産量の関係を、図5に県人口と木材素材生産量の関係を示す。新潟県の林野

面積（森林面積に草生地の面積を加えた面積であり、木材の「育成」の用途を目的とする林地の面積を含む）は、全都道府県中7位の面積であるが、木材素材生産量は他県に比べて少なく、林野面積あたりの木材素材生産量は全都道府県中45位と少ない。人口あたりの木材素材生産量では、新潟県は0.053m<sup>3</sup>/人で、日本全国平均の0.138m<sup>3</sup>/人より、極めて少ない状況（全都道府県中35位）である。

図6に国内産材（素材）の需要における、自県材と他県材の関係を、図7に自県材と外国産材の需要量の関係を示す。香川県、福岡県、佐賀県を除き各都道府県の国内産材の需要は自県材の割合が多い状況である。自県材と外国産材の需要を比較すると、18都道府県で自県材よりも外国産材の方が多く使用されている。

## 2.2 調査対象

### 2.2.1 製材所：2008年4月より再稼働している新潟県内の製材所で、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、邸別による加工を行っているのではなく、購入した丸太の寸法に合わせて製材生産を行っている。この製材所における電気、灯油、軽油の領収書からエネルギー消費量を算出する。また、製材

機械の電力の消費量、人工乾燥機で用いられる灯油等の消費量の実測調査を行い、丸太が製材されるまでのエネルギー消費量及びCO<sub>2</sub>排出量を算出する。電力は分電盤で分岐された電力配線ごとにクランプを用いて測定し、1分毎に積算電力量を記録する。灯油は灯油タンクから人工乾燥機に供給している配管部に流量計を設置し、パルスロガーにより1分毎の消費量を測定する。図8に対象製材所の配置図及び主な加工機械を、図9に丸太が加工されるまでの製材生産のフローを示す。製材所へ搬入された丸太は、最初にリングバーカーで、樹皮を剥かれる。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。搬入された丸太は乾燥材ではないため、製材加工された後に、人工乾燥及び自然乾燥を行う。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を行い出荷される。

### 2.2.2 再加工作場：製材所で製材された製品は、新潟

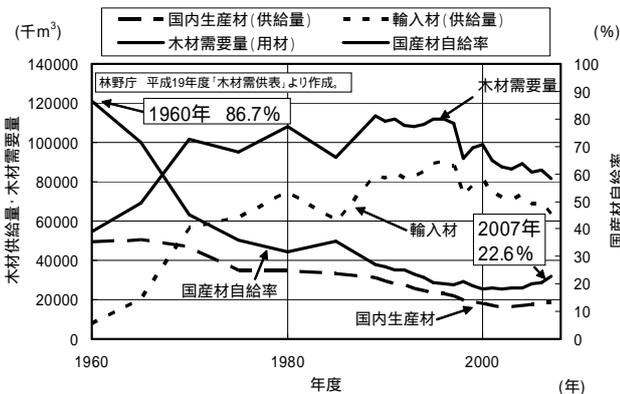


図3 国産材自給率及び木材供給量と木材需要量の推移

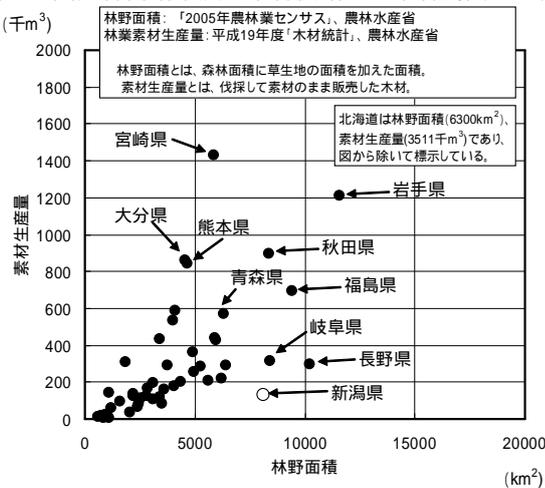


図4 県別林野面積と木材素材生産量の関係

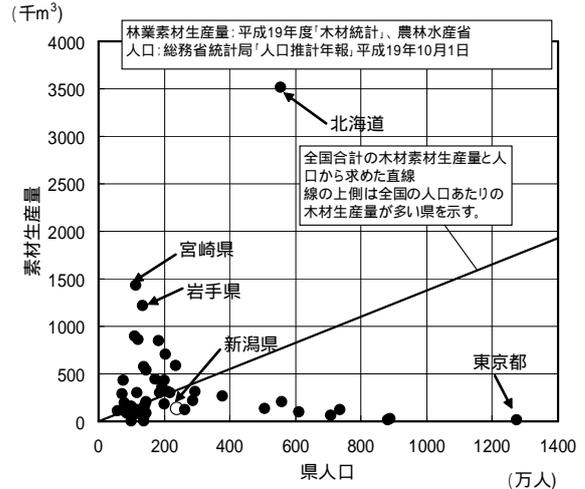


図5 県人口と木材素材生産量の関係

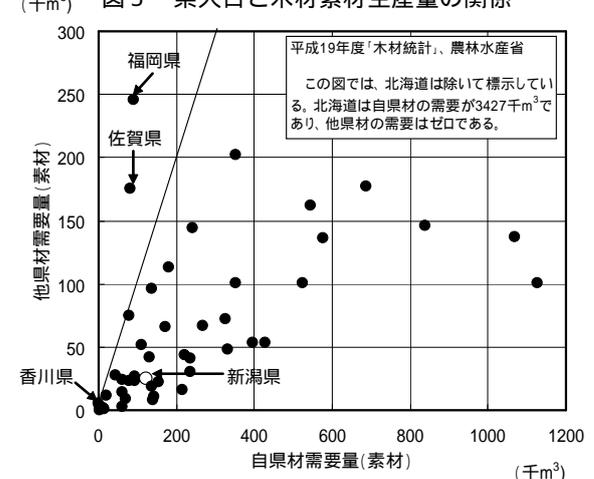


図6 国内産材における自県材と他県材の需要量

県内の再加工工場でプレカットが行われる。木造住宅一棟分の構造材がプレカットされるまでの電力消費量を実測し、再加工工場でのエネルギー消費量及びCO<sub>2</sub>排出量を算出する。

2.2.3 住宅施工：2009年10月から12月までに施工された、新潟県新潟市内の木造2階建ての住宅一棟（延床面積114.02m<sup>2</sup>）を対象に、再加工工場でのプレカットされた製品が施工されるときに電力消費量を実測し、住宅施工時のエネルギー消費量及びCO<sub>2</sub>排出量を算出する。

2.2.4 輸送：丸太が加工され、施工されるまでの木材の輸送を対象にエネルギー消費量及びCO<sub>2</sub>排出量を算出する。木材の輸送は、森林組合の貯木場から製材所まで、製材所から再加工工場まで、再加工工場から施工現場までの大きく3輸送経路に分けられる。また、対象製材所では4箇所の森林組合から丸太を購入し、製材している。表1に各輸送ケースの輸送距離を示す。

2.3 CO<sub>2</sub>排出量の算定方法：CO<sub>2</sub>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・

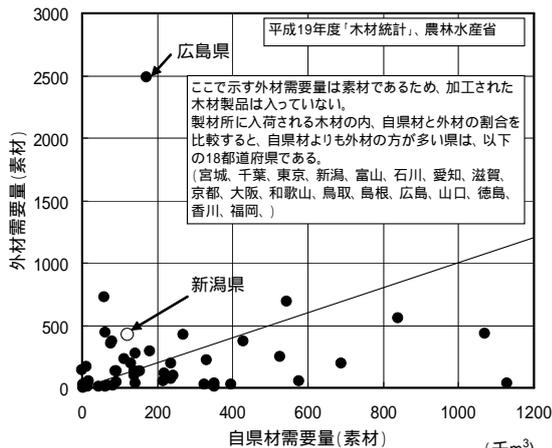


図7 自国産材と外国産材の需要量の関係



図8 対象製材所配置図及び主な加工機械

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。表2の式(1)に燃料の使用量に対するCO<sub>2</sub>排出量の算定式を、式(2)に電力使用量に対するCO<sub>2</sub>排出量の算定式を示す。表2に種類別の単位発熱量および排出係数を示す。電力消費における排出係数は、平成18年度の東北電力の排出係数である、122.5kgC/GJを用いる。

### 3 調査結果

3.1 製材所を対象としたエネルギー消費量調査：図10に領収書より算出した、2008年4月から2009年12月までの月別の総電力消費量及び製材生産量<sup>1</sup>・製材出荷量を示す。対象となる製材所は製材所が稼動してから、生産が安定するまでの2008年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2008年7月以降はほぼ変化せず、月平均で約32000kWhの電力を消費している。

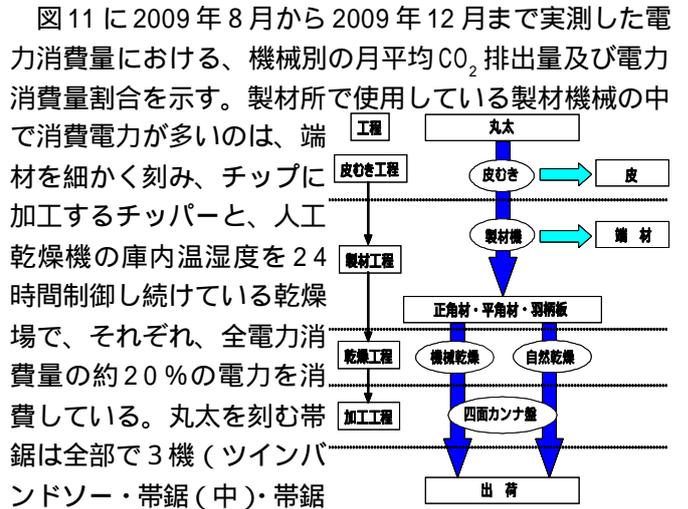


図9 製材生産フロー

表1 木材の輸送距離

出発地	到着地	輸送距離[km]
M森林組合	製材所	0.1
H森林組合	製材所	49.8
S森林組合	製材所	109
N森林組合	製材所	156
出発地	到着地	輸送距離[km]
製材所	プレカット工場	39.8
出発地	到着地	輸送距離[km]
プレカット工場	施工現場	17.7

表2 単位発熱量とCO<sub>2</sub>排出係数

種類	単位発熱量	排出係数
灯油	36.7GJ/kl	67.8kgCO <sub>2</sub> /GJ
軽油	38.2GJ/kl	68.6kgCO <sub>2</sub> /GJ
ガソリン	34.6GJ/kl	67.1kgCO <sub>2</sub> /GJ
電力	0.0036GJ/kWh	122.5kgCO <sub>2</sub> /GJ

燃料のCO<sub>2</sub>排出量(kgCO<sub>2</sub>) = (燃料の種類ごとに) 燃料使用量(k) × 単位発熱量(GJ/k) × 排出係数(kgCO<sub>2</sub>/GJ) 式(1)  
 電気のCO<sub>2</sub>排出量(kgCO<sub>2</sub>) = 電気使用量(kWh) × 単位発熱量(GJ/kWh) × 排出係数(kgCO<sub>2</sub>/GJ) 式(2)

(小)) があるが、最も生産効率の良いツインバンドソーが最も稼動しており、電力消費量も多く、全電力消費量の約15%の電力を消費している。次いで帯鋸(中)、帯鋸(小)の順に消費量が少なくなる。帯鋸稼動時にはダストコレクターも作動し、ツインバンドソー同様に全電力消費量の約15%の電力を消費している。丸太の皮を剥くリングバーカーは、丸太の在庫状況により稼動する時間が変化し、電力消費量も小さく、全電力消費量の約2%である。加工工程で使用される機械は、一日ごとの消費電力量は少ないものの、ほぼ毎日稼動しているため、最も電力を消費している自動多軸モルダで、全電力消費量の約13%の電力を消費している。

図12に2008年4月から2009年12月までの領収書より算出した月別の灯油消費量を示す。灯油は人工乾燥機の燃料として使用される。灯油の使用量は夏季に比べて冬季の方が多くなる。これは夏季に比べて冬季の方が外気温が低く、人工乾燥機の庫内の温度を上昇させるために多くの灯油が使用されることが原因と考えられる。

図13、図14に9月と12月における人工乾燥機のCO<sub>2</sub>排出量をそれぞれ示す。製材所には正角材・平角材などの大きな部材を入れる人工乾燥機(大)と、羽柄材などの小さな部材を入れる人工乾燥機(小)があり、全生産部材の約63%が人工乾燥機に入れられる。人工乾燥機にはそれぞれ部材を乾燥させるためのサイクルがあり、乾燥機(大)は約7日、乾燥機(小)は約6日サイクルで部材を

乾燥させる。各乾燥機の1サイクルの平均CO<sub>2</sub>排出量は、9月では乾燥機(大)が1063kgCO<sub>2</sub>/サイクル、乾燥機(小)が1437kgCO<sub>2</sub>/サイクルであり、12月は乾燥機(大)が1194kgCO<sub>2</sub>/サイクル、乾燥機(小)が1749kgCO<sub>2</sub>/サイクルである。これは9月に比べ12月は外気温が低く、人工乾燥に用いる灯油消費量が増加するため、CO<sub>2</sub>排出量も増加したと考えられる。

図15に2008年4月から2009年12月までの領収書から算出した月別の軽油消費量を示す。軽油は工場内で木材を輸送するフォークリフト(3機)とベルトコンベアの燃料に使用される。生産量と同様に生産量が安定してきた2008年6月以降は大きな変化はなく、月平均で約870L/月の軽油が使用されている。

図16に消費エネルギー別のCO<sub>2</sub>排出量及び生産製材・出荷製材1m<sup>3</sup>当たりのCO<sub>2</sub>排出量を示す。2008年4月から2009年12月までのCO<sub>2</sub>排出量は電力が占める割合(約49%)が最も多く、灯油(約44%)、軽油(約7%)と続く。また、冬季では灯油の消費量が増加するため、CO<sub>2</sub>排出量も増加する傾向がある。製材生産量の少ない2008年4月から5月において単位量当たりのCO<sub>2</sub>排出量が大きく変化しているが、生産量が安定してきた2008年6月以降では、変化は少なくなり、生産製材1m<sup>3</sup>当たりのCO<sub>2</sub>排出量は平均で約144kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>・月となる。また、冬季では生産製材1m<sup>3</sup>当たりのCO<sub>2</sub>排出量が増加する傾向がある。出荷製材1m<sup>3</sup>当たりのCO<sub>2</sub>排出量は平均232kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>・月である。生産製材は乾燥及び加工された後出荷されるが、製材されてから出荷されるまで長時間必要のため、出荷製材量は月毎にばらつきがあり、単位量当たりのCO<sub>2</sub>排出量は大きく変化するが、生産製材1m<sup>3</sup>当たりのCO<sub>2</sub>排出量と同様に、冬季では出荷製材1m<sup>3</sup>当たりのCO<sub>2</sub>排出量が増加する傾向がある。

図17に2009年9月と12月の工程別CO<sub>2</sub>排出量を示す。製材所における製材時のCO<sub>2</sub>排出量は乾燥工程において

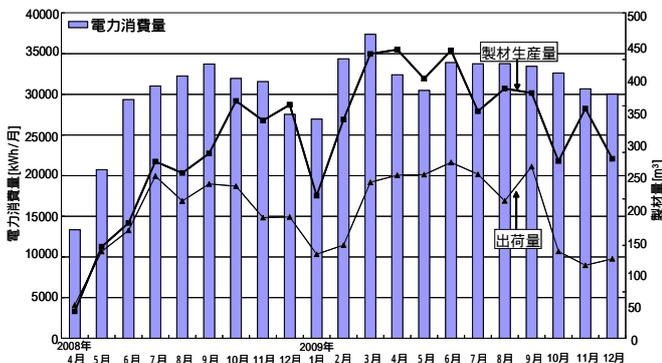


図10 製材所における月ごとの電力消費量及び製材生産量

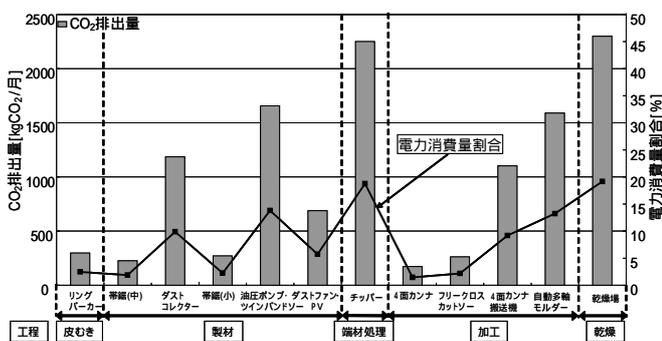


図11 機械別の月平均CO<sub>2</sub>排出量及び電力消費量割合

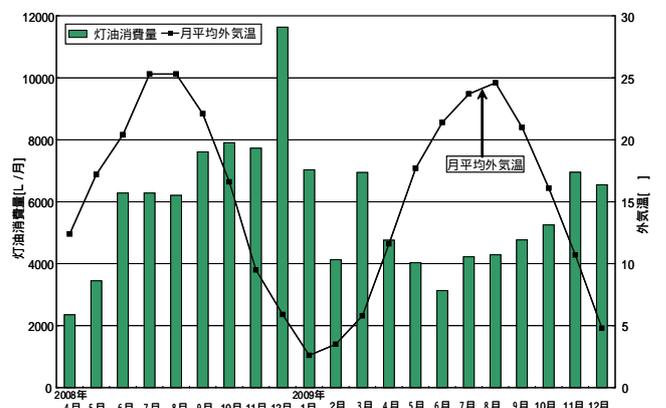


図12 月別の灯油消費量

冬季で約62%、夏季でも約50%と半分以上を占める。

灯油ボイラによる人工乾燥で用いられている灯油の使用量は、年間で約62kL/年であり、単位発熱量換算で約2275.4GJ/年となる。木屑燃料(発熱量0.0095GJ/kg、含水率70%)で同量の発熱量を得るためには、年間約630m<sup>3</sup>の木屑が必要である。この製材所では年間約3000m<sup>3</sup>の製材を生産しているため、歩留りを50%とすると、十分な木屑燃料を得ることが可能である。木屑焚きボイラのみで人工乾燥を行った場合、灯油ボイラを用いる場合と比べ、月平均で約12.871ton-CO<sub>2</sub>/月、年間で約154.455ton-CO<sub>2</sub>/年を削減することが可能である。

**3.2 再加加工場を対象としたエネルギー消費量調査：**図18に電力消費量より算出したCO<sub>2</sub>排出量を示す。対象となる住宅一棟分の構造材をプレカットする作業は2009年9月15日から10月5日までの21日間(実質作業日数は14日間)で行われた。作業内容により一日毎の電力消費量は変化し、CO<sub>2</sub>排出量は合計約8.6kgCO<sub>2</sub>である。生産製材1m<sup>3</sup>あたりのCO<sub>2</sub>排出量は約0.3kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>となり、製材所と比較して極めて小さい。

**3.3 住宅施工を対象としたエネルギー消費量調査：**図19に住宅施工時の電力消費量から算出した、一日毎のCO<sub>2</sub>排出量を示す。作業日数は2009年10月19日から12月4日までの47日間(実質作業日数は36日間)である。一日当たりの平均CO<sub>2</sub>排出量は2.47kgCO<sub>2</sub>であり、合計89.08kgCO<sub>2</sub>を排出している。

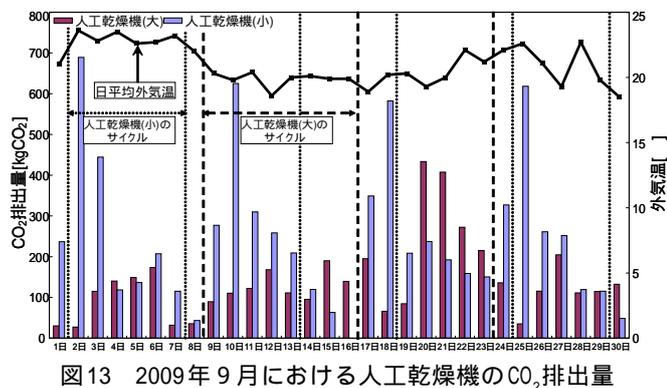


図13 2009年9月における人工乾燥機のCO<sub>2</sub>排出量

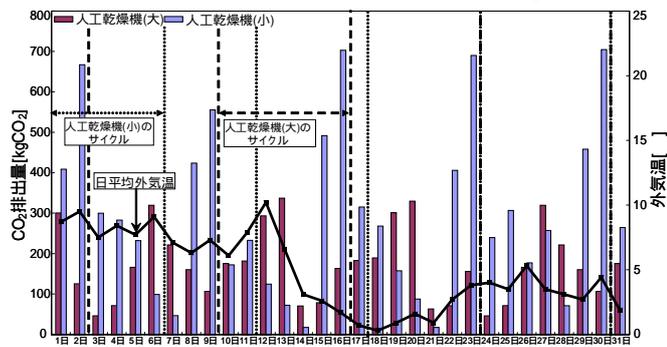


図14 2009年12月における人工乾燥機のCO<sub>2</sub>排出量

作業員は再加加工場から自動車3台で施工現場まで移動する。自動車の燃費は9.70km/Lとし、ガソリンの消費量及びCO<sub>2</sub>排出量を算出する。施工現場までの往復の移動で発生するCO<sub>2</sub>排出量は1日平均25.4kgCO<sub>2</sub>であり、合計914.4kgCO<sub>2</sub>を排出して、電力消費によるCO<sub>2</sub>排出量に比較して極めて大きい。

また、延床面積あたりのCO<sub>2</sub>排出量は8.80kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>、製材1m<sup>3</sup>あたりのCO<sub>2</sub>排出量は38.60kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>となる。

**3.4 輸送を対象としたエネルギー消費量調査：**図20に木材の輸送工程別の製品製材1m<sup>3</sup>あたりのCO<sub>2</sub>排出量を示す。森林組合から製材所までの輸送では製品製材では

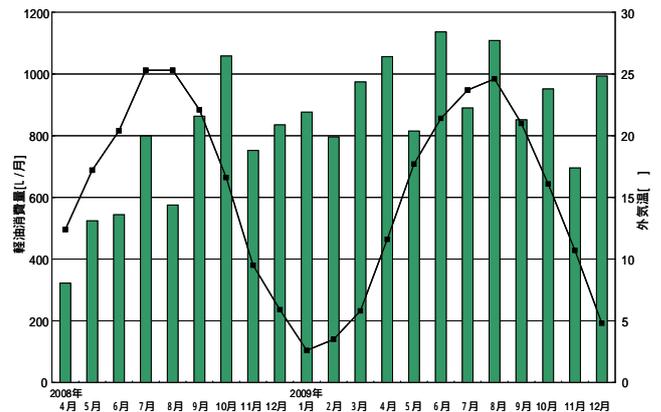


図15 月別の軽油消費量

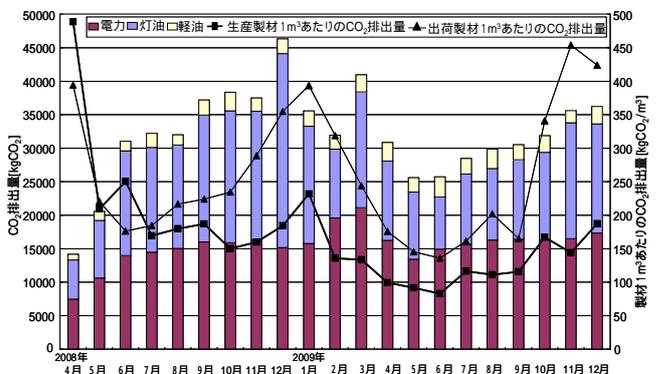


図16 月別CO<sub>2</sub>排出量及び生産製材・出荷製材1m<sup>3</sup>あたりのCO<sub>2</sub>排出量

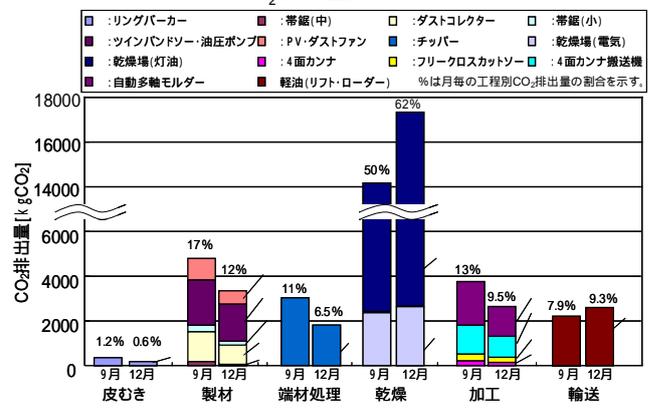


図17 2009年9月と12月における工程別CO<sub>2</sub>排出量

なく、丸太を輸送しているが、丸太から製品製材を生産するときの歩留りは約50%である。また、製品製材は軽油を燃料とする中型のトラックで輸送され、トラックの燃費は5.18km/Lとし、軽油の消費量及びCO<sub>2</sub>排出量を算出する。なお、M森林組合は製材所に隣接して貯木場があり、他の森林組合に比べて極めて小さな値であるので省略する。輸送距離が長く、丸太を輸送している各森林組合から製材所までの輸送が、輸送におけるCO<sub>2</sub>排出量の大部分を占める。

図21に海外から丸太を輸入し、製材所まで丸太を輸送した場合のCO<sub>2</sub>排出量を示す。海外からの輸送距離はウッドマイルズ研究会が作成したウッドマイルズ関連指標算出マニュアルより算出する。海外から丸太を輸送する場合には、新潟県産材を用いる場合に比べて、輸送工程において約2.7～7.8倍のCO<sub>2</sub>を排出している。

#### 4 まとめ

新潟県の木材素材の生産量は47都道府県中31位の生産量であり、林野面積あたりの木材素材生産量は全都道府県中45位で香川県、沖縄県の次に少ない。人口あたりの木材素材生産量は、新潟県は0.053m<sup>3</sup>/人であり、全国平均の0.138m<sup>3</sup>/人よりも少ない。新潟県は自県材需要は他県材よりも多く、自県材よりも外材の需要が多い。

製材所における製材1m<sup>3</sup>当たりのCO<sub>2</sub>排出量は月平均で144kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>・月、出荷製材1m<sup>3</sup>当たりのCO<sub>2</sub>排出量は平均232kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>・月となる。工程別CO<sub>2</sub>排出量を見ると乾燥工程において冬季で62%、夏季でも50%と半分以上を占める。

木屑焚きボイラのみで人工乾燥を行った場合、灯油ボイラを用いる場合と比較して、年間で約154455kgのCO<sub>2</sub>を削減することが可能である。

木材再加工工場におけるプレカット時の製材1m<sup>3</sup>当たりのCO<sub>2</sub>排出量は0.33kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>となる。

施工現場における住宅施工時の延床面積あたりのCO<sub>2</sub>排出量は8.80kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>、製材1m<sup>3</sup>当たりのCO<sub>2</sub>排出量は38.60kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>となる。

海外からの丸太輸送時のCO<sub>2</sub>排出量は、97.6kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>から284.3kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>となり、新潟県産材を用いる場合に比べて、輸送工程において約2.7倍から7.8倍のCO<sub>2</sub>を排出する。

新潟県産の杉を用いて住宅を施工する場合、製材1m<sup>3</sup>当たりのCO<sub>2</sub>排出量は315.8kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>となる。工程別に見ると、製材所における製材工程が73.5%と大部分を占める。

1 生産製材は製材機械により正角材等に製材された量を示している。生産製材は、乾燥及び加工された後出荷されるが、製材されてから出荷されるまで長時間必要なため、本研究では製材工程までの製材量を生産製材と定義している。

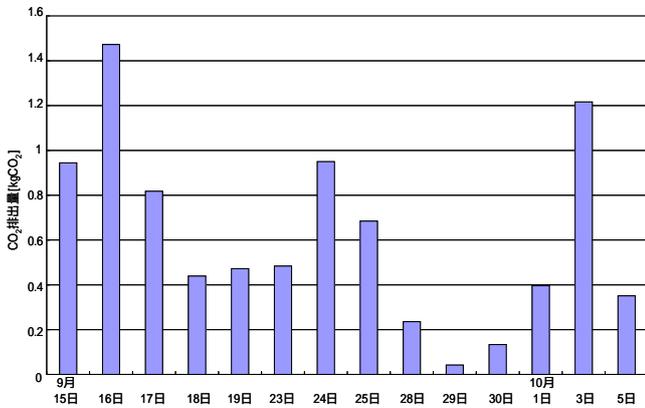


図18 プレカット時のCO<sub>2</sub>排出量

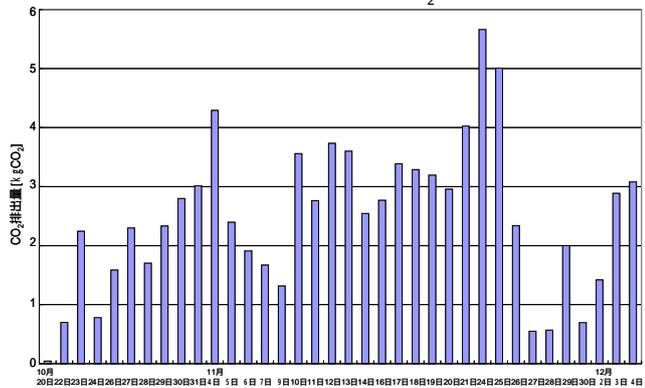


図19 住宅施工時のCO<sub>2</sub>排出量

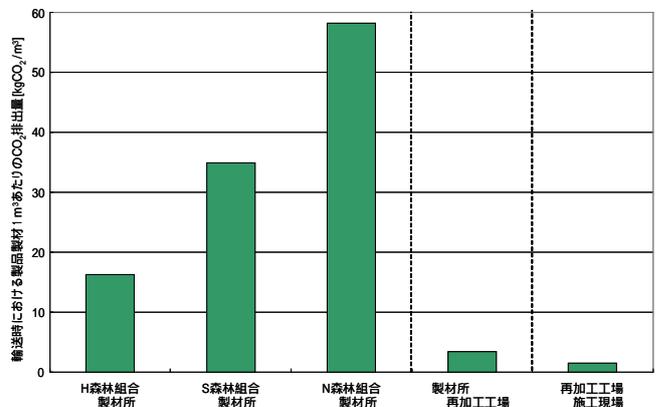


図20 木材の輸送工程別CO<sub>2</sub>排出量

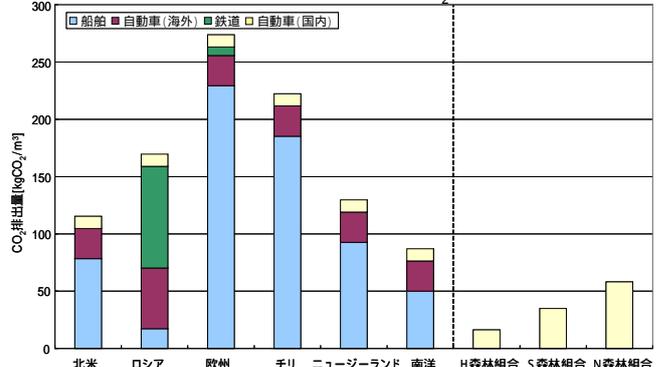


図21 丸太輸入時の輸出国別CO<sub>2</sub>排出量