

①焼き縮みをする粘土に比べ、微粉化されたシャモットは焼成による変化が無く（一度焼成されているため）、焼き上がりに影響を与える

②粘土の粘性が変化する

しかし、土の製造業者からすると、焼成後のひび割れや成形難など土の性能が低下する事は確実にあり、3%が混入の限界である。

また、シャモットにした場合、釉薬の混入も無視できない。素材段階から多くの重金属類を混入する事となり、試験上は問題ないという意見もあるが、環境に対する世間の意識が上がってきており様々な問題が取り上げられている現在、重金属を多少でも含んでいる物質を受け入れてくれる業界は少ないというのが現状である。

重金属を含まない場合は、コンクリートの骨材の間を生める砂の代わりに混入する方法が検討できるが、それでもコンクリートの重量の1%程度が限界であり、現在は重金属の問題があるためこの方法はとられていない。

・シャモット工場の設立と運営

愛知県陶器瓦工業組合では共同してシャモット工場を建設し、瓦屑処理事業で産廃物処理と資源リサイクル化を行っている。従来、焼瓦の不良品は瓦屑として扱われ、各組合員がそれぞれ埋立て処理していたが、生産量の増加にともない、埋立て処理場が不足し、環境保全問題が起こるようになり、その対応策として、業界での共同処理案がでてきた。その際、単に埋め立て処分するのではなく、資源節約のため、原料資源として再生利用を可能にするためのシャモット工場建設の声が高まった。

設備規模は、組合傘下の瓦工場における年間生産量180万トンの約3%に相当する年間6万トンを1日8時間の稼働で処理できるようになっており、時間当たり25トンの粉碎製品を生産できる。実際の不良品率は平板瓦の増加に伴い約5%発生するため、シャモット工場による瓦屑処理事業では、組合員の工場で発生する瓦屑の約8割が再生可能であるといえる。シャモット工場は、組合員の工場内で排出される不良品限定で回収しており、組合員以外はシャモット工場の処理能力の限界のため、受け入れ対象とはならない。

設立の際は約10億円が投入されており、そのうち県の融資で8億円をまかなっている。組合員も有料で工場に引き取ってもらう形になる。シャモットの原料は組合員から回収される不良品のため、異物混入などに対する意識は高いが、唯一瓦焼成段階で用いる台のが不良品と共に回収される事が問題であり、シャモット製造の段階に影響を及ぼすことが稀に存在する。シャモット工場から出荷される製品は、径の大きさに5段階になっている。いぶし瓦とゆう葉瓦は、色の違いのみで性能に差はない。ゆう葉瓦といぶし瓦の割合は、10：1程度となっている。平成7年度のシャモットの売上高は1億4600万円、瓦屑の受取処理料は1億3100万円となっている。

通常4,500/㎡の処理費用がかかる瓦屑では、瓦の比重2.4t/㎡を使用すると、1875円/tとなる。6万tの瓦屑を処理すると、通常1億1250万円の処理費用がかかることになる。ヒアリングによると回収費用は「4～5千円/t」という返答があったが、実際は処理費用5千円/㎡で計算しても1億2000万円程度であり、組合員から回収している受け取り処理料はの総額が1億3100万円であることから、市場価格よりも割高に設定されていると考えられる。また、ほぼ全量が製土業者へ強制的に販売される事を考えると、現実的には組合員が通常よりも多めに支払う受け取り処理量と、製土業者の買取料により辛うじて成立している資源循環システムと考えられる。



シャモット工場外観

4-3 解体材からの廃棄物の処理状況

●産業廃棄物処理の現状

・廃瓦（廃棄物く解）の物質性能に関して

廃棄物く資は、水分が少ない。それに比較すると、廃瓦＝廃棄物く解は水分量が高い上に、解体時に付着した防水シートやゴム、銅線、釘などの付着物が多いため、性能の良いシャモット（微粉）として利用するのは難しく、現状ではそのような処理は行われていない。

また、コンクリートはカルシウム分を含んでいるため、それらが瓦の原料として再利用されてしまうと、瓦にとっては大問題となる。しかし、解体屋にとって、コンクリート製の瓦も、陶器瓦も、どちらも同じ瓦であるため、廃瓦回収の際にコンクリートが混入する恐れが高い。また、コンクリート造に瓦を葺く場合、モルタルで接着する工法が一般的であるが、その付着も問題となる。

・廃棄物く解の一般的な処分方法に関して

製品の状態の瓦の形状は非常に割れやすく、運送の際も注意をはらわなければならないが、物質の強度自体は非常に高く、再資源化後の舗装材の性能をコンクリート由来のものと比較しても遜色ない。しかし、コンクリート片のように大きな形状を確保できない、発生量の確保ができない、などの理由により、路盤材への使用は行われていない。殆ど全ての廃棄物く解は粉砕された後に再資源化、もしくは廃棄の道をたどる事になるが、その際に主に問題となるのは、ヒアリング調査より以下の4点が挙げられる。①、②は生産段階とも共通するが、③、④、⑤に関しては解体材に独特の問題であると言える。

①陶器瓦の粉砕に莫大なエネルギーを使用することにより処理費用がかかる

②釉薬の使用により有害物質を含み、粉砕した後の受け入れ先が限られる

③異物の混入

④成分が安定せず、その情報の入手が困難

⑤量が安定せず、その確保が困難

昔は、家の前の土に埋めるなど、その場で処理された。現在では、ローラーで粗く粉砕して埋め立てる方法が一般的である。この粉砕された物質は、石ほど硬くなく、気孔があるのが特徴であり、園芸用の土の代替品として用いられることもある。昨年開催された愛知万博でも、芝生の下に敷き詰めるなどして利用された。その他、陸上の赤土、下水の土管、粉を樹脂で固めて壁の塗装剤にする、などの使用法がある。水の浄化に使用する方法もあり、川底に敷き詰める方法などが研究されていたが、成分の問題で釉薬瓦は使用できない、広大な面積が必要、大雨で全て流される、等の問題があり、今はそれ程注目されていない。田んぼの下に粘土を掘る際に、埋め戻し材として使用したり、運搬用のトラックが通るために敷き詰めるために使用する場合もある。

こういった埋め戻し用いる程度の粒系に処理する、ローラーによる粉砕施設ならば全国に存在するが、先に述べたように瓦の粉砕には非常に大きなエネルギーを使用するためコストがかかり、価格競争に勝つことができず販売できない。

時間経過と共に独特の風合いが出てくるいぶし瓦の良品などは一度解体した物件から瓦を取り除き、新築物件に再利用することがあった。原材料の希少な地域である沖縄県における事例調査においては、現在でも他の家の解体後の瓦、新築時に余った瓦などを庭先に保管している家が多く見られた。しかし、陶器瓦（釉薬瓦）ではそういった事はあまり行われない。

また、過去に瓦屋根の葺き替えというと部分的な葺き替え補修を意味したが、経済レベルの上がった現在においては、全葺き替えを行ってしまうため再使用などは行われない。この背景には瓦産業が抱える問題も関係する。一度屋根に使用した瓦を葺き替える際には、購入時より10年程度経過していることが多いが、現在では各業者が様々な形状、性能、性質の瓦を生産しているため各業者とも10年前の型を保存していない場合が多い。そのためユーザーにとっては部分補修がしにくい。また、過去には瓦製造業者が屋根施工まで兼ねており、瓦製造・施工の技術、情報が施工時と同等に得られたが、現在は分業化により施工を製造業と同一業者が行う事はほぼなく、葺き替えの際に同じ製品を入手することができない可能性が高い。

●再使用への取り組み（廃瓦の利用や研究など）

・廃瓦（廃棄物く解）利用の現状くカスケードく

現在、廃棄物く解くシャモットを利用した、粘土瓦への再利用技術を開発している。現状では、廃棄物く解くではなく通常の廃棄物く資くシャモットを利用し、原材料への戻り率が3%であった現状を50%まで引き上げる技術を開発した段階である。このシャモットを50%混入した製品には、木から抽出したリグニン、ベントナイトなどを使用するが、以下のようなメリット、デメリットが存在する。

長所	短所
表面がなめらかになる	吸水率が高くなる
一度焼成した土（シャモット）を使用するため、製造時の焼き縮みが少なくなる。	粘土を使用する現在の成形方法では密度が低く、均一にしまらない
	有害物質の混入率が限界を超える

今後問題となるのは、前頁で述べた③異物の混入を解決するような解体、改修、回収のシステムの検討である。「手解体は義務づけられたが、さらに指導しないと、シャモットとして用いられるレベルの廃瓦は回収できない」という現状がある。集積場で他の建築資材や異物が混入する問題を解決し、回収しなければならない。

また、②③④に関連する問題も存在する。まず、全国から集めなければ供給量が安定しない。しかし、技術的にも完成していないため、フォロー研究が必要であり、各地で使用されている焼成温度が違う製品、土や釉薬の成分が異なる製品が混在する廃瓦を使用できるのかなどの問題が残されている。また、技術開発を行っても、それを誰が購入するかが大きな問題であり、現状ではコスト面、廃棄物を混入しているというイメージなどが販売の障害となる可能性はある。

・新築施工段階で排出される廃棄物く施く回収の取り組み

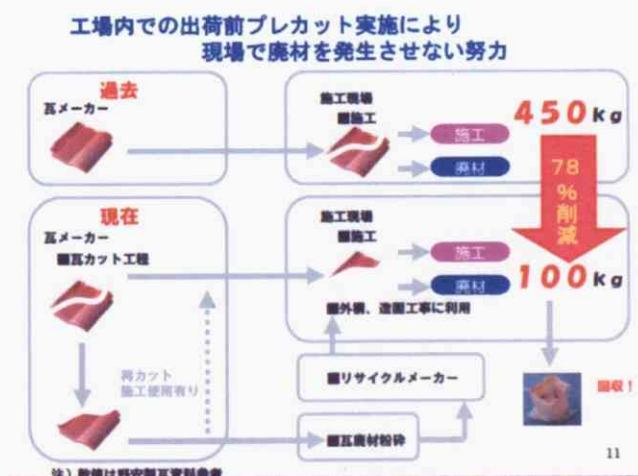
ある三州瓦の大手製造メーカーでは、2004年に「陶器瓦が産業廃棄物となったもの」を対象とした広域認定を受けており、瓦配送業務を主力とする運送会社と協力し、動脈物流である瓦配送、静脈物流であるパレット回収と共に廃棄物く施くの回収を試みている。

このメーカーでは、まず廃棄物く施くの減量に取り組んでいた。それは、通常、役瓦と呼ばれる棟や軒に使用される瓦は、屋根の上で加工され、使用される事が多いが、これを工場段階から正確なプレカット加工を施し、廃棄物く資くの一部として工場での回収を行うといったものである。

その次段階として、この廃棄物く施くの回収が存在するが、まずは取引のある運送会社の、静脈物流を構築するパレット回収業務が存在した事が大きい。動脈物流を生かした静脈物流を構築するためには、廃棄物の発生する情報を正確に得なければならず、またその情報の処理に正確性を求められるため、情報の共有化等、多くの工夫がなされた。現在、月間配送棟数約1800棟であり、大手ハウスメーカーの戸建住宅棟数が年間約20000棟であることを考えると、ハウスメーカーとはほぼ同規模のシステムを構築する可能性を秘めている。

現段階では、廃棄物く解くはこの対象となっていないが、将来廃棄物く解くの発生情報が確実に得られるようになった場合に、何かを動脈物流としてセッティングできれば、その回収を資材製造段階の主体である瓦製造メーカーが行える可能性を示唆していると言える。

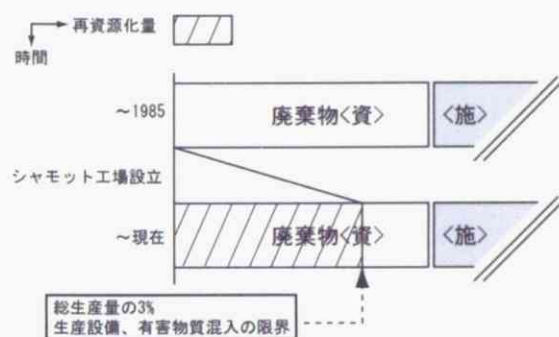
背景として、瓦産地としての大量生産、大量配送が存在することは考慮しなければならない。



（出典：野安製瓦 三州瓦の2Rと静脈物流への取り組み ～未来責任と景観を守る為に～）

4-4 愛知県における瓦の資源循環システムの実態

4-2 で取り上げたシャモット化の技術により、愛知県高浜市周辺のシステムは以下のように変化した。



シャモット工場による資源循環システムの変化と、その要因

これは、廃棄物<資>を処理する、<レベル>システムに近づく事を目的とした<カスケード>システムである。本来、<レベル>システムとは、本来成分の変化しない物質として使用できることが前提となるが、このシステムでは、原材料「粘土」の中の「砂」に転化する事でこのシステムを成立させている。現在、3%の資源循環が既に有害物質混入の限界であり、今後廃棄物<施・解>までを対象とするためには、この問題を解決しなければならない。

	廃棄物<資>	廃棄物<施>	廃棄物<解>
<リユース>	有害物質の混合の限界		
<レベル>			
<カスケード>	シャモット化	回収システム (取り込み中)	技術開発
<サーマル>			

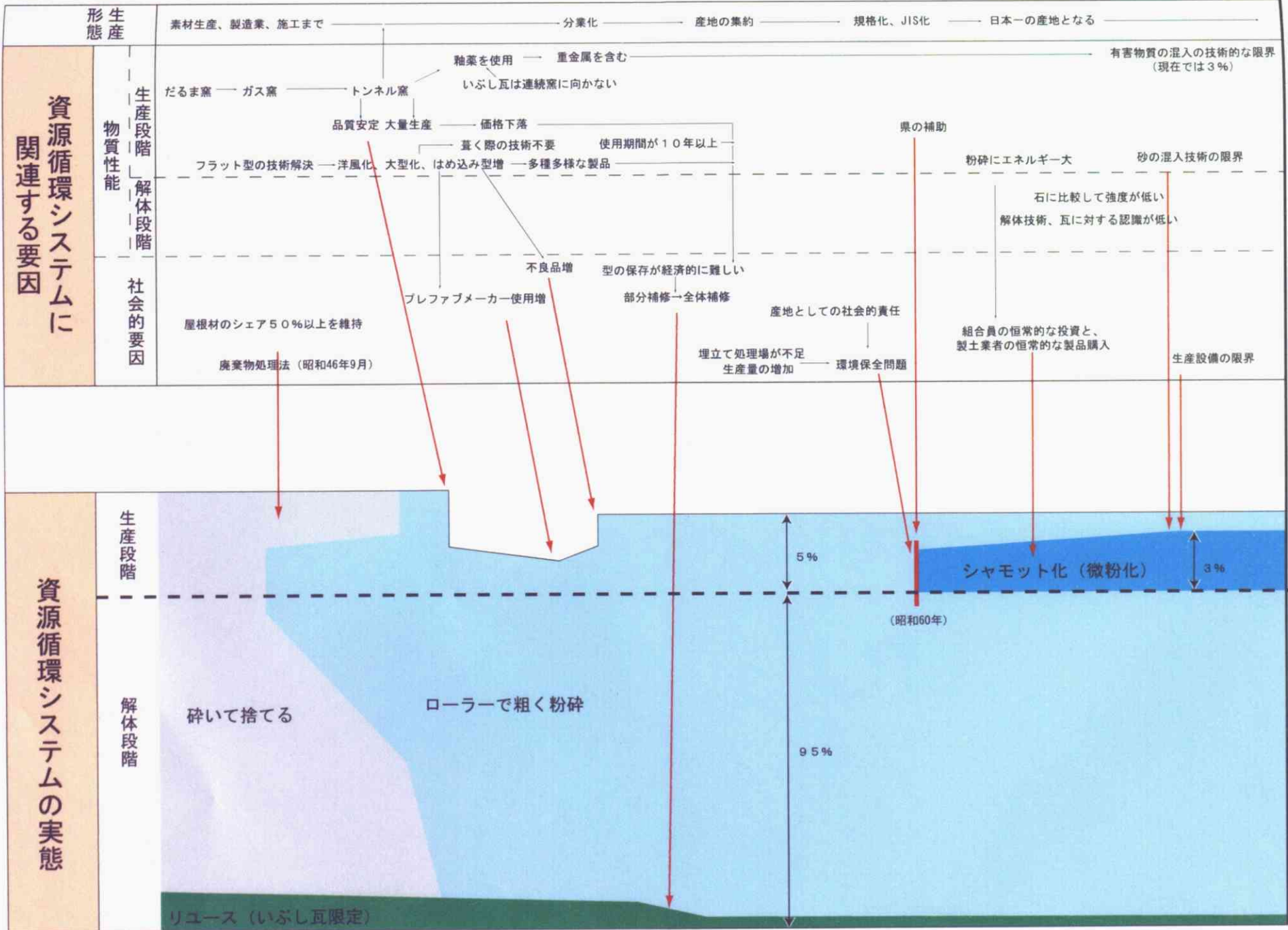
愛知県における瓦の再資源化の実態

このように、瓦製造業者で構成する組合が<レベル>システムを選択した背景として、瓦は釉薬に有害物質を含み、他の資材へのカスケードリサイクルが行いにくいということがある。他の物質への混入は、有害物質を流出する事につながり、将来問題となって行く可能性が高い。

いぶし瓦は、釉薬を使用しないため有害物質の混入の恐れがない。しかし、シャモットとしては「若干吸水率が高い」性質があり、現在のシャモットよりも砂としての混入率が下がる恐れはある。しかし、資源循環の対象が他の建材や他の業種に広がる可能性を持っており、今後いぶし瓦への転換などを考慮に入れるべきだろう。

しかし、愛知県に限って言えば、「三州瓦」の歴史でも示した通り、この地域はトンネル窯の出現とともに釉薬瓦の大量生産により一大産地として形成されてきた経緯があり、生産量が多いとはいえないいぶし瓦への転換は容易ではない。そのため、現在業界に大きな影響力を持つハウスメーカーが、製品購入や再資源化先の確保に協力し、資源循環の仕組みを組み立てて行くなどの動きが必要である。

次ページに、今回の調査から明らかになった、愛知県における瓦を対象とした資源循環システムの実態と背景を詳しく表した図を示す。



5

資源循環システム事例調査 c

沖縄県離島群における木質建材と瓦

5章 資源循環システム事例調査 c 沖縄県離島群における木質建材と瓦

竹富島は昭和 62 年の伝統的建造物保存地区に指定されて以降、建築物を含む伝統的建造物の保存に取り組み、現在、その保存景観を生かした観光業で全国的に有名な島となっている。伝統的建造物に含まれる建築物は、主に赤瓦を用いた貫屋構造の民家を指し、新築される物件もその景観を模した「修景」が求められる。これらの建造物を対象とした改修、補修、新築に際しては、様々な建築資材が必要となるが、この地域では近隣の石垣島を代表とする島々から、古民家解体後の建築廃材を再使用する事で賄っている。

竹富島の保存運動や、保存されている建築形態、島の歴史は、町並み保存やまちづくりの事例として、多くの研究者が研究を行ってきた。しかし、この地域が伝統的な景観を保存し続けるために重要であった、古民家からの解体材である古材を代表とする特殊な建築資材の確保や、その資材運用に関して触れているものは無い。この章では、竹富町竹富島を周辺とした離島群において、小規模な地域で特殊な資源循環システムが成立していると仮定し、調査を行った。

本章の結果は主にヒアリング資料からなる。

※ヒアリング資料は全て資料編とする。

藤岡和佳, 2001, 「村落の歴史的環境保全施策——沖縄県竹富島の町並み保存の事例から」『村落社会研究』7(2): 25-36.

福田珠己, 1996, 「赤瓦は何を語るか——沖縄県八重山諸島竹富島における町並み保存運動」『地理学評論』69(9): 727-743.

細田亜津子, 2001, 「竹富島の選択——八重山・『竹富方式』の史的変遷と再評価」『沖縄文化研究』法政大学沖縄文化研究所: 405-451.

西山徳明, 2000, 「竹富島における現代の景観管理」『造景』26: 42-45.

全国竹富島文化協会「星砂の島 第5号」福田珠己 2001年 45p～50p、週刊タイムス住宅新聞第728・729号 82p～83p

歴史的集落における修理・修景事業に関する研究 重要伝統的建造物群保存地区沖縄県竹富町竹富島を事例として 佐古 伸晃 (九州芸術工科大学大学院 芸術工学研究科 生活環境専攻) / 西山 徳明 日本建築学会大会学術講演梗概集 都市計画 / 経済・住宅問題 2001F-1 分冊 2001/09/22 847p

沖縄離島における建築物の構造種別分布調査: その3 石垣島について 五十嵐 泉 (神奈川大学工学部建築学科) / 加村 隆志 / 松村 晃 日本建築学会大会学術講演梗概集 構造 (4) 2000年 C-2 2000/09 1057p



5-1 建築物の特徴とその背景

●竹富島の建築物の特徴

竹富町竹富島は、地理的特性、文化的特性など、東京を中心とした本州のそれとは異なるものを有している。まずはそういった点を把握し、資源循環システムが成立する背景を明確にするため、竹富島の建築物の特徴を整理する。

一般的な建築物を含め竹富島の建造物の現状が「竹富町竹富島伝統的建造物群保存地区保存計画書」（昭和 62 年 1 月）に詳しいので、「その 1. 保存地区の概要」を以下に引用する。

1. 保存地区の概要

(1) 沿革

竹富島は、我が国の最西端、最南端に位置する八重山群島の中にあつて、北緯 24 度 18 分 54 秒、東経 124 度 6 分 7 秒に位置する。

隆起珊瑚礁が発達してできた島は、島高も 20 メートルと低く、耕土も浅く、早舩や台風のもたらす自然的悪条件のもとで、島の住民は、主食とする粟・さつまいもその他雑穀類を焼畑的農業で得て、自給自足の生活を営んできた。また、染織物の原料である麻、糸芭蕉等を栽培して、ミンサー、芭蕉布、上布の染織物工芸が盛んになり、明治の後期には養蚕業も導入されて、現在まで生活の中に伝統工芸として息づいている。

村の起こりは、屋久島、久米島、徳之島、沖縄本島より各々血縁団体が渡来し、島の 6 ヵ所に村建てしたことが始まりと伝えられている。

史書に現れるのは、西暦 1500 年頃に輩出した西塘が最初である。彼は 25 年間琉球王府に仕え、首里城正門前に園比屋武御嶽の石門を築造する等の功績をあげた。尚真王から頭職を賜って帰郷し、故郷竹富島に行政府として蔵元を創設、八重山の統治体制を確立した。蔵元は 20 年後、西塘自身の手によって石垣島に移転するが、以後島は彼の遺訓と伝えられる「賢くさや うつぐみどまさる」を合言葉に共同体が維持されてきた。

1609 年島津藩の琉球支配下で宮古、八重山には人頭税が強要され、あたかも奴隷のような支配が明治 36 年の税制改革まで 266 年間も続くこととなる。

明治 12 年の廃藩置県後は、建築物の制限解除等の改革が行われるようになり、明治 28 年頃には竹富島で最初の瓦葺き家が建築される。以後、茅葺き家から徐々に瓦葺きに変わり、現在のような農村集落景観が形成されるようになる。

過疎化進行前の昭和 30 年頃までは、人口 1000 人余、戸数 2 百数十戸あり、村は活況を呈していた。その後、若年者の流出によって次第に高齢化社会となり、農業は衰退の一途をたどり、第三次産業を中心とする観光の島として変わり、現在に至っている。

(2) 現況

昭和 47 年 5 月に、沖縄は祖国へ復帰した。

往来の不自由な復帰以前より、竹富島の文化的資質を高く評価して島を訪ねてきた多くの文化人達に先導され、島のたたずまいのあり方や竹富島観光のあり方は復帰前の方向性を一定維持してきた。今日も、豊かな工芸・芸能等の伝統文化を継承し、赤瓦屋根、珊瑚礁のグック（石垣）、白い砂の道などに代表される島の景観を大切に伝えている。これらが竹富島の魅力として好印象を持たれ、復帰時には約 3 万人だった入域観光客も、現在は焼く 10 万～13 万人と推定されている。

本来、竹富人は進取の気性と同時に、伝統性を守るという両面性を備えていて、自らの歴史と文化には限り無い愛着と誇りを持っている。また、島外資本によって島の約 20% ほどの土地が買収された復帰前後の頃、これに対抗して島の内外を呼応して組織された「竹富島を生かす会」の支援や、島出身者が各地で組織している「竹富郷友会」の支えも、伝統の保持・継承に力となってきた。

しかし、近年になって、伝統的なたたずまいとは不調和な建物が島に多くなってきた。このことは、深刻な過疎化の進行ともあいまって、経済・技術・素材面等あらゆる点で伝統的景観を保持する条件が損なわれてきたことに起因している。将来にわたり、この伝統性豊かな集落景観資源を守り伝えていくことについては、今後益々困難性の強まる情勢にある。

昭和 61 年 2 月、「竹富島憲章」が制定され、伝統文化と自然環境を次代に豊かに継承するとの島住民の総意が示された。

町としては、同年3月「竹富町歴史的景観形成地区条例」を制定し、これを支援する体制の確立を目指しているところである。

(3) 集落構成とその特質

竹富島の三つの集落（東集落＝アイノッタ村・西集落＝インノッタ村・仲筋集落＝ナージ村）は、面積5.41km²の楕円状の島の中心部にまとまって集落域を成している。集落域は同心円状に樹林地・農地、保安林、砂浜、イノー、ピー（リーフ）で取りまかれ、その外側に外海が広がっている。

この集落のたたずまい、土地利用のあり方、くらしのしくみは、亜熱帯性の気候のもとにあつて、琉球石灰岩より成る小さくて平坦な島しょの持つきびしい自然条件の中で、そこに暮らす住民の知恵と選択が時間をかけて創り出してきた。その意味で、竹富島の集落は、同心円状の特徴ある島の空間構造を骨格として、これに組み込まれて現存しているといえる。

集落域の北半分に、東集落と西集落が運担し、南半分に仲筋集落がある。竹富島には、数多くの祭事が伝承されており、住民の心の豊かさや誇りそのものとして、また、くらしのしくみ全体を支える大きな背景となっている。祭事の舞台となる御嶽（＝オン）はおよそ30を数え、それぞれ小さな空間を奥深い神聖域としている。中でも主要な祭事においては22の御嶽が巡拝され、その道すじ（まつりの道すじ）は、この島の集落の骨格軸を成す道すじとなっている。

各集落の入り口にはスンマーシャ空間が形成され、それと知らせる。

集落内の屋敷のほとんどは南面に出入り口を構え、このため東西に数戸が並んで一つの区画を成している。各屋敷の敷地はほぼ平均しており、住戸一列で東西道路が一本走るの、集落内の道は大変密でしかも整然と構成されている。

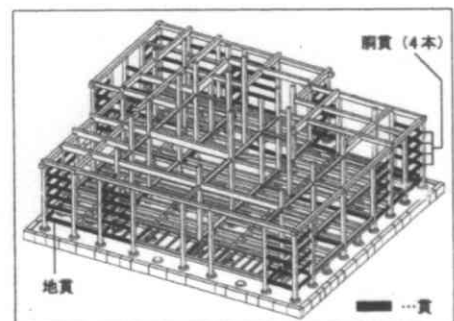
(4) 伝統的建造物群の特性

集落内のみちのほとんどは、白砂が厚く敷きつめられている。これに南面した一戸一戸の屋敷は、ほぼ150～200坪の敷地にさんご石灰岩のグック（石垣）を150cm前後の高さにめぐらして、その内に豊かな緑と赤瓦を漆喰で固めた屋根を低くのぞかせている。道ぞいには年中花が咲き乱れ、T字路のつきあたりのグック（石垣）には自然石の石敢驚が立ち、屋敷内のふくぎが格好のアイストップを形成する。竹富島の伝統的建造物群のつくり出すまちなみ特性の第一は、この全体的としてのたたずまいにある。

そして特性の第二は、屋敷内の伝統的な構成と配置にある。さんご礁のグック（石垣）に取り囲まれた伝統的な屋敷の中心に、居室・寝室としてのフーヤ（主屋）が建ち、その西隣に炊事棟のトーラ（現在台所は主屋に取り込まれており、トーラは物置等として利用されている）が位置している。主屋の前後にはゆとりをもった前庭と菜園がとられ、これらのゆとりある空間及び家屋を大切に守り込むように福木の屋敷林がめぐっている。そして、南面した屋敷の入口部分には、さんご石積みのマイヤシ（ヒンブン）が設けられ、屋敷内空間と屋敷外空間との間をとりもっている。

特性の第三点目は、伝統的な家屋の形態にある。外観を決定づけている主たる要素としては、木造（貫屋造）・平屋の構造と、琉球赤瓦葺漆喰塗または茅葺の寄棟屋根（4.5～6寸勾配）、木板張り・木板雨戸の外壁、軒の深さ（特に丸木の列柱の雨はじは特徴的）と低さ、軒先の垂木・野地板である。

これらの特性ゆえに、竹富島の集落景観は、沖縄固有の景観を代表すると同時に、竹富島の個性を有した景観形成を果たしている。



伝統的貫屋形式の構造

以上の様に、「竹富島の集落景観は、沖縄固有の景観を代表すると同時に、竹富島の個性を有した景観形成を果たしている」ため、その補修やその地区に建築物を新築する際に、現状の景観に配慮した建築様式、建築資材を使用することが義務付けられている。その際、どのような資材が使用されるのか、どういった施工方法で使用されるのかといった点

に関して、以下、ヒアリングより明らかになった特徴記す。

・伝統的な民家に使用される木質資材

伝統的な民家に使用される木質建材の樹種は、伝統的にイヌマキ（キヤージ）、フクギなどが使用されていた。しかしこれらの資材は現在日本において建築物に使用されている木質資材とはことなり大量生産されておらず、資材を確保することが非常に困難であり、また値段が高い。主に、貫屋の垂木や雨端にはイヌマキを使用、それ以外にはフクギを用いる事が多い。



イヌマキ（石垣島）

イヌマキは、元は固くて虫にも強い素材だが、最近は虫が異常発生しており、島のイヌマキも立ち枯れしている物が多い。虫害への耐力があるため、採取後はそのまま建材として使用できるが、かたい性質のために加工が困難である。首里城の補修事業の際にも使用されたが、これは宮崎県の園芸用に使用されているイヌマキを移入して使用している。専門化によると、首里城に使用されているイヌマキは「艶が違い、固さも違う」ので、竹富島の気候で使用した場合に元の性質を発揮できるかどうかは疑問視されている。

フクギは、虫害に弱いと、昔は海水に1～2年ほど浸けておき、潮乾（海水につけたあと乾燥させること）を行ってから使用していた。しかし、現在はそのような作業は行われておらず、旧与那国家の補修事業でも1年の潮乾のみで使用されたため、その効果は今後の経年による変化により明らかになると思われる。

・使用される赤瓦に関して

一般に、赤い色をした瓦を赤瓦と呼ぶが、赤瓦には塩焼瓦と沖縄の赤瓦の二つがある。沖縄の赤瓦屋根は、平瓦に当たる女瓦の上に丸瓦に相当する男瓦を載せ、その継目を白の漆喰で塗り固めたものである。赤と白のコントラストのある屋根は沖縄的町並みを作り出している。しかし明治22年までは一般の住宅では赤瓦屋根が禁止されていたので、伝統的といっても民家に赤瓦が葺かれるようになったのは比較的新しいことであり、それ以前は茅葺の屋根が主流であった。

沖縄の瓦は、朝鮮系のものが薩摩から入ってきたものが最初である。瓦は高温で焼けば焼くほど赤から黒色に近づいていき、それに応じて質も向上するが、朝鮮で作られた瓦は、寒い気候に耐えられるよう、しっかりと焼き込まれた黒に近い灰色の瓦である。この瓦の時代が何百年か続いた後、中国の福建省系の赤い瓦が入ってくるようになる。中国のなかでも南方の、いわば沖縄と紀行風土がほぼ同じだった福建省系の瓦は、黒瓦を抑えて沖縄の瓦として定着する。

赤瓦は、1997年では沖縄県内で10業者が製造し、那覇市北部の西原町や与那原町周辺で製造されている。そのうち、与那原町内には6業者が集中している。製造量を土の使用料でみると、1991年が4890トン、そのうち与那原で3300トンだったのが、1995年は7030トン、与那原が4350トンとなっている。その後の生産はほぼ横ばいで推移している。現在、沖縄の瓦メーカーでは伝統的な赤瓦だけでなくS型瓦も生産されている。これはスパニッシュ瓦をベースにした本土のS型瓦と違って、沖縄の赤瓦の男瓦と女瓦を一体化させたもので、RC住宅などの屋根にも使われている。



与那原市の赤瓦工場

八重山における瓦の歴史は、瓦職人を沖縄本島から招請した元禄8年(1695)年に始まった。大戦後は住宅の新築ブームによって生産が追いつかない時期もあったが、セメント瓦の出現や、台風に強い鉄筋コンクリート造の建築が始まってからは次第に需要が減り、1965年ごろに永い歴史を閉じた。

沖縄県の伝統的な建築物の特徴でもある赤瓦であるが、竹富島や周辺離島で使用する瓦のサイズと、沖縄本島で近年製造されている赤瓦のサイズは、周辺地域の瓦が240枚／坪で葺かれるのに対し、沖縄本島の赤瓦が145枚／坪となっており、異なったサイズとなっている。そのため、補修、屋根の葺き替えなどには、沖縄本島の赤瓦は使用できない。また、現在では近年の成形にプレス機を用いるため、その質感にも差がある。



近年のサイズの赤瓦

施工方法に関しては、葺き土はベタ葺き工法を用いるのが一般的であり、その上に本瓦形式の赤瓦を葺いていく。軒先に用いる場合のみ2枚重ねて葺く。最終的には漆喰で補修するのが一般的ではあるが、過去に経済水準が今ほど高くない時期には、ただ重ねるだけで使用した時期も存在する。

文化財でない家屋の修理や新築の物件では、木造、コンクリート造問わずルーフィング材を用いる事が多い。旧与那国家の補修のような文化財補修の工事においても、屋根の水が集中する部分などには、銅板の上にルーフィングをして、耐久年数をのばす工夫を一部行っている。

・古材転用、再使用<リユース>

竹富島において伝統的な古民家の補修・改修、新規物件の建築などを行う際、その景観をより良く保存するため、古民家から解体された資材を再利用して使用する事例が数多く存在する。伝統的建造物群保存地区であるとはいえ、その伝統的な様式や景観を保全する際に古材を使用する必要はなく、新規の資材でも利用できるが、この地域では現在民家に使用されている建築資材に既に転用・再使用の跡がみられるように、伝統的な習慣として建築資材の再使用が存在していた。古材の使用は、サイズや質感の異なる現在の資材による景観上の変化を防ぎ、自然な景観を維持できるため、町並み保存の観点からは非常に重要な行為である。伝統的建造物群保存地区は行政(竹富町)のサポートもあり、古材収集、使用が促進されており、その点は次節で述べる。



赤瓦のストックヤード

●竹富島の保存運動

1972年の本土復帰前には、本土企業による土地の買い占めが進行していた。復帰前年（1971年）の大干ばつと大型台風による甚大な被害は離農者の増加に拍車をかけ、竹富島では、総面積の約5分の1が本土の人手に渡った。買い占められた土地の所有者は、名古屋鉄道、日本習字教育連盟・福岡観光開発（以下、習字連盟）などであった。こうした土地買収の動きに対して、生活基盤である土地が失われると危機感を抱いた上勢頭亨（**）と弟・昇は、1972年に有志を募って「竹富島を生かす会」を結成し、「金は一代、土地は末代」とプラカードを掲げて、土地買占め反対運動を展開した。この運動は、島に住む人だけでなく、郷友会や、島外の民芸家を中心として設立した「古竹富島保存会」にも活動が広がってゆき、買収後の開発を阻止することができた。

それから約10年後、1982年に顕在化した習字連盟による開発騒動が、島人を町並み保存運動へと向かわせることになった。

習字連盟は、冬期に利用する研修所を竹富島に建設しようと計画していた。そして、地元から受け入れられるように、島人にとっての好条件、たとえば、施設管理は連盟が公民館に委嘱し、宿泊施設は設けずに民宿を利用するなどを提示した。ところが、連盟の幹部がピストルの密輸事件を引き起こしていたことが明らかになり、それまで過剰な好条件ゆえにかえって警戒心を抱いていた島人たちが開発阻止のために結束し、主体的に町並み保存運動を進めていくという意味統一が図られた。その結果として1986年2月、「売らない」「壊さない」「汚さない」「乱さない」「生かす」を5本柱とした「竹富島憲章」が総会で承認され、伝統文化と自然環境を継承していくという島民の総意が示された。竹富町も、同年3月に竹富町歴史的景観形成地区条例を制定し、支援体制を確立した。また、翌1987年4月には、国の重要伝統的建造物群保存地区に選定された。

1986年の総会では、「竹富島憲章」の制定のほか、町並みの現状変更申請にかんする地元協議会として、公民館組織内に「竹富島集落景観保存調整委員会」を設置することが決まった。この委員会に対しては、その権限等について一部の反発があり、1988年には公民館から一度は分離されたが、現在では「竹富島まちなみ保存調整委員会」（以下、調整委員会）と改名し、公民館を構成する組織として正式に位置づけられている。

調整委員会は、竹富町教育委員会の下部組織にも相当するもので、月に1回開かれ、主として現状変更申請のあった物件について審査し、必要な場合は設計変更を要請する。審査の基準となるのは、教育委員会が1992年度から2年間かけて調査・分析し、島民との協議を経て作成された「竹富島景観形成マニュアル」である。このマニュアルの特徴は、集落に存在するすべての建造物や環境要素を実測し、その分析から伝統的景観のもつ空間秩序や形態の特徴を明らかにすることで、島の景観形成にあたっての規範を示したことにある。

昭和63年の重要伝統的建造物群保存地区選定以来、2001年現在で71件の伝統家屋の修理が行われ、非伝統家屋の修景も多数行われてきた。保存物件は現存する3つの集落全域を含んでおり112件存在するが、この時点で60%強の保存修理が完成している。非伝統家屋の修景事業は町の単独の事業として行われている。また、平成6年には「竹富島景観形成マニュアル」が作成され、伝統的形態が数値化されるなど、修景事業の質も国情していると言える。現在では、発行から10年が過ぎたそのマニュアルも、町並みプロジェクト会議などで見直されようとしている。

2002年には、竹富島の文化遺産マネジメントを目的とした「NPO たきどうん」が、島の有志と一部外部支援者の計14名によって設立され、翌年1月には沖縄県の認可を受けた。

（**）上勢頭亨

日本最南端の寺院である喜宝院の住職である上勢頭亨（1910-84）が収集した民具や染織品の、上勢頭と収集館の存在が、日本民藝協会の人たちが来島し、竹富島の文化資源を高く評価してから広く知られるようになった。1957年、外村吉之助は竹富島で民俗調査を実施し、1964年には日本民藝協会の一行80名が訪れている。日本

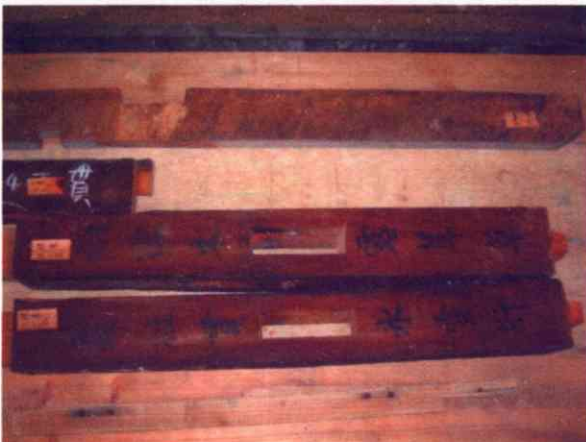
●竹富島の建築技術の保存状況

・竹富島の建築技術に関して（特に解体技術）

現在、島の解体、補修を請け負うのは、石垣島の設計事務所、施工業者などであり、島の内部には過疎化の影響もあり建築業に携わる人員が明らかに不足している。また、近年のコンクリート造の増加に伴い、「大工」と呼ばれる人々の技術力が低下しているとの指摘もある。コンクリート造増加の背景には、10 数棟の老朽化した木造民家が半壊した昭和52 年の台風被害が存在する。こういったコンクリート造を施工する場合、主に大工仕事が必要となるのは内装工事であり、木造建築を施工していた当時の技術が使用されなくなっていることが原因であると考えられる。

そういった建設技術と同時に、解体の技術も途絶えており、竹富島での補修の際に重要な役割を持つ古材の取り出しに際して、良質な材を確保することが難しくなっている。良質な材を確保するためには、その部材が使用されているサイズや形状をそのままに取り外す必要がある。しかし実際には、乾式工法である木造建築において可能であるはずの部材を切断、破碎しない解体方法がとられておらず、鋸で切断するなどして古材を建築物から取り出している。そういった鋸などを用いた解体方法は近年の方法であり、資材の再使用、再利用を行う際には適していない。現在、竹富島内で最も古い伝統的な建築の1 つ、旧与那国家の保存修理を行う際に、そういった建築技術及び資材収集の伝統の再構築が試みられている。

旧与那国家は2003 年11 月に町の文化財に指定された。現在進められている保存修理事業は文化庁の補助金などで行うもので、3 年間に6000 万円を投じて、建築が行われた1913(大正2)年当時の姿に復元することなどが目的である。旧与那国家の解体を始める際も、最初は解体の方法が分からなかったが、文化財主任技術者でもある村田信夫氏と、村田氏が招聘した滋賀県の文化財の木工大工として文化庁から認定されている専門家をにより、解体方法を調査した。また、その際に解体技術指導、代替材として用いる新規資材の収集の取り組み、大工仕事の基本的な技術指導なども行われた。それにより、独特なアリ仕口使用の発見、転用材、再使用材の発見、島内に自生する植物から採取する建築資材など、途絶えた技術、情報の発見があった。今後は、旧与那国家の補修事業を通して技術を学んだ職人が、この地域伝わる技術を認識できた事により、解体技術等の回復が期待できる。



5-2 沖縄県離島群、及び沖縄県全体における木材産業、瓦産業の現状（新規資材供給の現状）

●竹富島の街並み保存運動の経緯と古材（廃棄物＜解＞）収集の関係

昭和62年に伝統的建造物群保存地区*1に指定される以前は、個人で行われる小規模な修復が年間2～3件ずつ進められていた。補修に古材を用いる場合は、必要性が生まれてからその収集に動いていた。

伝統的建造物群保存地区指定後は、補修の際600万円まで沖縄県と竹富町からの補助が出る関係もあり、補修物件が増加したため、古材の需要も増加し、まとまった量の古材を確保する必要があった。そのため、補修のための古材を、石垣島などの解体現場から確保し、竹富島の補修物件に再利用しようとする方向へ動いていった。

その際、解体材の収集に中心的な役割を果たしたのがZ設計士である。Z氏は竹富島出身の、石垣島に設計事務所を経営する建築士である。解体業者や建築士協会の助力もあり、戦前及び戦後すぐに建てられた民家が解体する情報を収集し、その解体材を収集するようになった。

しかし、資材の入手を行った後に、それらの資材をストックする場所が存在しないことが問題となった。竹富島で補修を行う際に部材を選定するため、保管場所（倉庫）は竹富島に設置しなくてはならなかったが、個人ではそういった場所は用意しきれないために、島に残る養蚕場あとを転用し、保管場所の維持費用は町で出資した。なお、ストックが増えて行くにつれZ設計事務所でも個人的に倉庫を準備し保管するようになったが現在には行っていない。

現在は、解体の可能性がある物件の調査や、解体物件の情報収集などはZ設計士により確立されており、十分な量の資材が確保できている。今後は、以下の点が問題視されている。

- ・解体廃材の処分費用が高騰している
- ・戦後の住宅の使用資材の質が悪い事が原因で、良質な古材の割合が減っている
- ・竹富町内に存在するストックヤードの残量が少ない
- ・古材の使用は、部材自体の値段は低いが、施工期間が伸びるため全体的には費用がかかる



竹富島のストックヤード

●竹富島における資材供給の現状

・新規の木質資材の入手、使用に関して

伝建の保存のためには、この地方の伝統的な貫屋の構造材に用いられるイヌマキが必要である。竹富町では、生産量のないイヌマキを確保するため、植林の試みも行ったが、植えていたイヌマキの新材は管理がずさんで建材として使用できる状態にはない。その他のルートとしては、石垣市が持つ森林や八重山の林野管理をしている「八重山森林組合」が八重山地方の森林に関しては最も情報を持っている。注文が入ると、管理している森林の中から木材の所有者に交渉し、伐採を行う。しかし、売り先がなく、競売にかけても買い手が見つからない状態である。主に、床柱用のイヌマキなどを扱っており、現在、Z設計事務所では、年間で約1200万円ほど取引があるが、それ以外の受注先はほぼ存在しない。イヌマキは、元は固くて虫にも強い素材であるが、最近は虫が異常発生しており、石垣島に自生するイヌマキも立ち枯れしている物が多い。虫がついて場合は、枯れて使用できなくなる前に切って資材として使用する。Z設計士は、イヌマキなどの良材とそれに代わる木材を求め、東南アジアなどの海外から、黒島、西表島、久米島など近隣の離島まで、様々な土地で調査を行っているが、久米島などはコストが見合わずに断念した。現在は、台湾、中国の福州、インドネシアなどからルスンという広葉樹や、イヌマキを輸入したりもしている。地元ではほとんど取れなくなっており、こういった材の重要性はかなり高いと考えられる。宮崎県でもイヌマキが伐採されているが、宮崎では主に庭園木として用いられ、建築資材として使用される事はなく、またその性質も沖縄県のものとは異なる。首里城の改修に宮崎県から移入されたイヌマキが使用されているが、それらの資材は艶が異なり、また強度も低いと言われている。コスト面では海外からの輸入が非常に優秀であり、イヌマキを海外から輸入すると40万円/㎡であるものが、宮崎などから輸送すると100万円/㎡となり倍以上

の値段がつくことになる。八重山森林組合から出荷される床柱のイヌマキは、12～50万円／m³（比較として、杉だと約5万円／m³）程度である。日本からの移入でコストが跳ね上がるのは、大きな部材が取れない、製材所が整備されていないなどの理由がある。

・新規の瓦の入手、使用に関して

竹富島で使用される赤瓦は古材のストックから使用される物、沖縄本島から移入される物、中国から輸入される物がある。これらは、性能、性質、外観が異なる。

八重山の瓦（古材）は素焼きのような状態で、それ程強度はないが、成型プレスしていないので質感に味がある。本島の瓦は、現在使用されている土（クチャ）の性能から、透水性が高く、性能が悪い。製品には耐水剤を使用している物もある。中国からの瓦は、硬くて品質は良い。しかし、成形プレスしているため表面が滑らかであり、島本来の瓦とは風合いが違う。

また、沖縄本島や中国で製造される最近の瓦は、技術の向上により、昔の瓦よりも薄くなっている。

八重山地方で使用される瓦は元々、終戦直後までは八重山地方の大浜に4、5社あった工場で生産していた。波照間島や小浜島にも工場があったが、原材料となる土に石が入っているなど品質が悪く、またその入手が困難になり、徐々に操業を停止していった。また、終戦後の輸送の大型化に適応していけなかったことも原因の一つと考えられる。近年、1社石垣島で瓦製造を始めた会社があったが、適した土がなく、5年ほど前に製造を停止した。竹富島でも大正初期に製造を試みたが、やはり土が確保できずに断念している。

竹富島で島の維持・保存・発展に関わるNPOの理事長が国際運送業を営んでいた関係もあり、竹富島ではここ数年、中国の瓦工場から、周辺地域で使用しているサイズの赤瓦を年に1万枚ほど作らせ輸入している。大きなサイズ（現在のサイズ）の瓦も製造されており、沖縄本島の赤瓦に現在では取って代わっている。しかし、それまでは貿易コストが高く、輸入などは行われていなかった。本州における瓦事情も同様であり、海外で生産して輸入してもコストが釣り合わない状況であるが、竹富島ではNPO理事長が国際海運事業の会社を経営しており、当初は墓石の貿易があったことにより中国にあった事務所に様々な製品を作らせたのがはじまりであり、個人的なルート開拓が順調にいった特殊な例であるといえる。

竹富島やこの周辺で伝統的に使用される瓦のサイズと、沖縄本島で使用されている赤瓦のサイズは、この周辺の瓦が240枚／坪で、新しい瓦が145枚／坪となっており、倍くらいの違いがある。施工コストの面から、瓦は全国的に大判化しているが、この地方も例外ではない。こういったサイズ、性能の関係上、本島で製造されている赤瓦は新築時の瓦葺以外には使用できない。

○木材流通

これまでに述べてきたように、現在、竹富島周辺で補修、改修の際に主に使用される建築資材は、イヌマキやフクギといった独特の資材であり、その流通経路は他の地域との関係性が非常に薄い。しかし、新築物件では杉や米ヒバなどを利用することも多く、こういった資材の流通は沖縄本島とはほぼ同じ状況であると考えられる。

以下に、沖縄県木材協会に対して行ったヒアリングより、沖縄県における木材流通に関して明らかになった点を整理する。

・木材協会に関して

協会の会員のほとんどは木材屋で建設業者や工務店を相手に主に住宅資材を扱っている。

・沖縄県の住宅の傾向

沖縄では建設数が増えており、そのほとんどがマンション建設（8割）であり、戸建ての建設は2割程度となっている。その背景には、沖縄の面積自体が小さいため高度利用が求められることと、新都心となっている米軍基地跡の建設ラッシュといったことが考えられる。

構造種別では、RC造が9割を占め、木造の戸数は徐々に増えているものの、1%程度となっている。ここ数年、木造を建築する業者も少しずつ増えてきているが、しかし結局、木の県産材は建築材として供給できるものではないため、建築資材は本土や外国に頼るようになっている。現在のような構造種別になった原因としては、米軍基地からの影響が大きい。当初米軍の基地内でも木造建築を使用するなど、それ程頑丈な物は建設していなかったが、強大な台風によってそ

の殆どが倒壊し、そこからコンクリート建築への移行が始まった。このような事実により、コンクリート造が台風に強いという認識が県民の中に生まれたことと、県内の技術者たちがそういった場所で技術を覚えたことにより、次第に県内にコンクリート造が浸透していった。しかし、沖縄県の温暖な気候には、本来は木造の建築物が適していると言われており、また、木材協会の過去に行ったアンケートにおいても、木造に住みたいという意見は多い。しかし、台風に対する耐力、シロアリの虫害に対する費用負担などの原因から、結果的にコンクリート造の建設が多くなっていると考えられる。

・沖縄県の住宅に用いられる木材に関して

上記のように近年ではRC造が多く、主に内装材に木が多く使われる傾向がある。根太、大引き、床下地、造作材などがその主な使用箇所である。また、沖縄ではシロアリの被害（食害）が多く、虫害に強い性質の木が求められる。

過去、節が無く、白くて良い色合い南洋材アガチス（ナンピとも呼ばれる）が造作材に用いられたり、スプルース（米材）も一時使われたりしたが、これらの材はそのまま使うとシロアリの被害を受ける可能性が高く、化学防虫処理をせねばならない。さらに、これらの木材は薬品を注入しにくいいため、需要が減っていった。

防虫処理には以前はCCA処理、平成13年以降はACQを使うようになった（H13.10に通知が来ており、H13.11から工場で切り替え予定となっている）。処理の方法としては他に、レザックDPS、ホウ酸を用いる場合もあるが、土壌処理の方法を用いる事も多い。しかし、どんなに薬剤処理しようとも辺材は少なからずシロアリによる被害を受けてしまう。芯材は、比較的虫害に強い樹種であれば、しっかりと処理を施せば比較的食害を受けずにすむ。近年、沖縄県の木材屋で主流なのは内地のスギ材、南洋材のメラピー、アピトン、米ヒバといったシロアリに強い材である。他は、ヒノキなどを事業者の好みで取り寄せることもある。こういった県内の流通に影響を与えた外部の事情としては、インドネシアでラワン材の原木での輸出が禁止になったことが大きく、沖縄ではマレーシアから輸入するメラピーの原木が主流となっていった。

それらの樹種から加工された木質建材は、それぞれの特性毎に使用される部位がある程度限定される。根太には42角×4mのアピトンの角材を主に用いる。杉はアピトンに比較すると少し柔らかいので、ギシギシと音がしたりするような問題もあるため、少し太めに45角などにして根太に用いる事もある。大引きには杉の90角が、壁下地にも杉が用いられる。造作材にはメラピー、米ヒバ、杉の良いものが用いられる。フローリングにはチークが良く用いられる。

・木材の移入、輸入に関して

輸入の角材はコンテナではなく野積みで輸入されるのが現状である。メラピーなどはマレーシアから直接入ってくる事が多く、台湾を経由してくる場合もある。

アピトンなどの角材は1次加工品であり関税がかかるが、少し切れ目を入れる等の小さな加工をするだけで2次加工品として扱われ、関税がゼロ、ないしはゼロに近くなるので、沖縄では関税のかかる材はほぼない。南洋材は最近木材が少なくなってきたため多少高くなっているが、それでも関税がかからず、輸送費も大型船で輸送するため県外品よりは安い。

国内からの移入材はほぼ宮崎からのスギである。統計上の数としては鹿児島が多いが、それは宮崎からの船便が少なく、宮崎から直に船で運ぶより、鹿児島港から運んできたほうが安いいため、宮崎の材が鹿児島経由で運ばれてくるのが原因である。外材はアピトンが現地挽き製品として、メラピーが原木で入ってくる。上記のように、アピトンは多少不正確でもかまわない根太に主に使うため、現地挽きを行う。42角×4mの角材を、大量にギャングソー（ギャングソー（gang saw）ギャングソーともいう。のこぎりを櫛の歯のように並べ、一度に何枚もの板をつくる機械。木材や石材の製材に使用。Gang＝組になったもの）で製材されたものが輸入される。スギより硬いので、釘持ちも良く、ひねりなどにも強く、最近も多く輸入されている。また、平成5年に合板工場が廃止され、ラワン材系統の輸入がゼロになり、唯一メラピーが残った。

・統計資料に関して

米ヒバは一旦本土の商社経由で入ってくるので統計が取れないが、南洋材は直接入ってくるので統計が取れる。杉材はコストの関係でほぼ鹿児島、宮崎に限られると想定して、荷役会社、船会社のマニフェストから係員がチェックして集計しているので、正確な値ではない。那覇港、中城港の二箇所限定で、北部や離島もチェックできないため、その辺の数量は落ちている。県内ではこのような値は他に存在しない。増減の流れはわかる。県産材（イヌマキ、フクギなど）はまったく把握できていないが、そういった樹種の木材が一般的に流通しているとは考えにくい。首里城増築の際にも組合員が宮崎からイヌマキを取り寄せていたが、そういった特注のもののみ。

・県産材の使用に関して

沖縄本島の北の国頭村（くにがみそん）は、琉球松が取れる産地であり、森林組合では琉球松をチップやおが粉にして九州方面に出す事業も行っている。県内では養豚場の敷物として、おが粉のようなものが一部使用される。昔は石垣島や西表島も産地として成り立っていて、西表島から本島へチップが移出されていた。現在林業らしい活動をしているのは国頭村森林組合のみであり、県内では林業はほぼ行われていないと言える。しかし近年、松は松食い虫、イヌマキは尺取虫のような虫が最近大発生しており、森林組合はその対応に追われている。

結局、質（曲がっている）、量（少ない）、状態（シロアリがつきやすい、虫がついているなど）の面で、県産材は建築材料としての供給は不可能である。最近では小規模でも採算が取れるように、少量で製品として付加価値をつけられる製品に力を入れており、チップや、土木の矢板に使用するよりは、家具に使用している。国頭村森林組合では県産材を使用した集成材も少量ながら製造している。

戦後の復興時は、国頭村から薪の材料として多くの木材が使用された。建築用材としては主に本土から移入された杉が使用されており、戦後の物資が不足している時には、九州から入ってきた瞬間に奪い合いが起こった。昔も、一部イヌマキなどの県産材を使用していたが、詳しい資料は無く、「ほぼ県外からの杉などの輸入に頼っていたのではないかと推測される。

・木材関連産業に関して

集成材は窓枠や階段などの内装に使っているが、県内で使用される量が限られているので本土から必要数だけ輸入している。OSB やパーティクルボード、集成材の製造も沖縄県では一切行われていない。合板はRC の型枠での需要が多かったが、かつてコンパネなどを製造していた戦後から操業されていた合板工場も、工場を県内から撤退した。製材工場はかつて 50 ～ 60 社は存在したが、現在は 2、3 社しかなく、以前あった会社のほとんどは流通の仕事（新規の建材の輸入、販売業務）に移行していった。そのうち 5 割は建設関係まで業務の幅を広げている。プレカット工場もなく、沖縄県の現在の新築棟数だと九州のプレカット工場を利用する傾向にある。

○赤瓦生産

赤瓦は、先ほど述べたように竹富島周辺では製造をしていない。現在、沖縄県では与那原市周辺で製造しているのみである。以下は、沖縄県赤瓦事業協同組合へのヒアリングより、現状の赤瓦、赤瓦生産についてまとめたものである。

・沖縄県における赤瓦生産

沖縄県における瓦生産は、沖縄県赤瓦事業協同組合に所属する業者によって行われている。組合は、沖縄本島与那原市周辺に位置する赤瓦製造業者からなる組織であり、現状では6つの業者が加入している。与那原地域においては8社の瓦製造業者が操業しているが、現在は2社が組合に参加していない（過去、全社が加入していた時期もある）。

赤瓦の製造に必要な資材は、主に原材料となる土と、金型である。土については後に詳しく記すが、金型は組合員である奥原製陶の金型工場にて制作している。鋳物などを利用した時期もあったが、現在は 30mm 程度の鉄板で作っている。機械で製造できるので、非常に製作が容易になり、コストダウンも進んでいる。また、20年前までは登り窯で焼成していたが、今はガス釜で焼くため、強度の高い品質の良いものが効率よく生産できるようになっている。

・沖縄県における瓦需要

瓦の需要は全体としては増えてきている（赤瓦組合ヒアリングより。組合としての需給統計は存在しないため、数値での把握は不可能）。

需要の伸びている原因には、コンクリート造の屋根にもモルタル接着により瓦を載せる事ができるという、木造住宅の極端に少なくなってきた沖縄県において近年の沖縄県の住宅事情に対応できたという技術的な背景が関連している。その他には、県の公共事業にも使用されるように指定されている事からもわかるように、近年赤瓦が沖縄のアイデンティティとして認識され始めた事も関係する。一般住宅においては、赤瓦を住宅に使用すると住宅公庫より 200 万円ほど優遇される赤瓦基金？が設定されている。「赤瓦」の対象は本瓦、棧瓦が対象であるが、今後全国的にみても需要の増えている

平板瓦がその対象に加えられる可能性は高い。この制度は、今の瓦製造業者の先代の時代（およそ20年～30年前）、瓦組合、住宅公庫の両者からのアプローチにより実現した。

また、性能面からは、瓦葺きの断熱効果が認められはじめている、瓦の断熱効果はその厚みや空間の大きさと異なってくるが、赤瓦の場合およそ4℃程度は見込まれており、昨年から琉球大学が木造とRC造の両方で効果についての共同研究を行っている。

沖縄以外の日本においては一般的な陶器瓦は殆ど使用されておらず、街を歩いていても見かける事はほぼ無い。ごく稀に、家を古く見せるためなどの意匠的な理由で黒瓦を望む客もあり、工務店からそういった注文があった場合は、本土の三州などに赤瓦製造業者が注文をして取り寄せる。

・赤瓦の原材料となる土に関して

沖縄本島島尻地区の島尻泥岩を使用しており、与那原に組合と8社の工場があるのは原材料となる土が取れるという理由が大きい。赤瓦の製造には、赤土を使うわけではなく、クチャ（黒土）を使用し、2割程度の赤土を砂の代わりのクッション材として混ぜる。赤土は、黒土は粒子が細かすぎ製造過程でヒビがはいることがあるため、粘性を持たせるために用いている。各社で黒土や赤土の配合は違うため、今後沖縄の赤瓦で規格を統一していく際には、性能を安定させるために共通の製土工場を持つ必要がある。

以前は畑などを掘り起こして採取していたが、現在は土木技術の発達などにより、公共残土などを利用して山を確保し、組合としてクチャを収集し、各組合員の工場に分配している。

泥岩（クチャ）について、以下に詳しく述べる。沖縄島は、地質的には天願断層によって区分される。天願断層以南の、沖縄島の中南部を構成する丘陵は、第三紀鮮新生代に大陸の泥が流入し堆積したものであって海成堆積物とされている。この堆積物は島尻層と呼ばれているが、島尻層のうち特に灰色泥土層（泥岩）を「クチャ」と称している。

クチャとは「硬い土（クファンチャ）」のなまった呼称とされているが、クチャにも「青クチャ」と「白クチャ」の二種類あり、青クチャは水打ちによってとけるもの、水に溶けないものを白クチャと称して区別している。青クチャはおよそ30年前までは、髪洗粉に使われたぐらいで殆んどススキ山として温存されていた。

このクチャが瓦土等の窯業資源として活用されるようになったのは瓦業界が真空土練機を導入するようになった頃からである。その以前までは、タティジンナーといって「ジャーガル」のうち特に腰の強い畑土を利用していましたが、砂糖キビ作の振興によってそのジャーガルが採掘困難となり、その代替原料として佐敷町馬天のクチャが使われ始めたのがその起源である。

このクチャは窯業原料として評価する場合きわめて低品位粘土であっていくつかの短所がある。すなわち、耐火度が低い、焼成巾が狭い、白華（白い粉状物）現象が著しいなどの欠点が見られる。しかしながら、クチャは、クチャ山として豊富に賦存し、採掘性も容易なこともあって瓦素地として利用されている。クチャは瓦や煉瓦、タイル、花鉢の他、低温焼成の骨壺や獅子用の素地にも利用されているが白華現象の欠点が特徴的に現われている。白華現象は、可溶性塩が乾燥過程で素地の表面に溶出し沈積したものであり、その形態は炭酸塩や硫酸塩の析出によるものとされている。沖縄の現在の赤瓦表面にはこの白華（白い粉状物）がよく見られ原土による大きな欠点の一つとなっている。ジャーガルを使っていた時代の瓦は、現在の瓦ほど白華は現われなかったと言われ、この白華現象が目立つようになったのはクチャを利用するようになった頃からである。

このように瓦製造の工程は、ロールクラッシャーで粉砕し真空土練によって成形する極めてシンプルな工程であるため、クチャは低品位の原土であるにも拘らず白華防止対策もなされていないのが現状である。一方、クチャの賦存量や採掘性の面からせつ器素地への利用開発を図ろうとする気運が高まってきており、今後の原材料の確保に変化が起こる可能性がある。



クチャ（黒土：島尻泥岩）

・リサイクル技術に関して（廃棄物〈資〉の〈カスケード〉システム）

成型して乾燥する工程以前までのものに限っては、工場内で原材料として再利用している。その他生産工程で出た不良品や破片（廃棄物〈資〉）は、給水率が高いため、粉砕した後にプランターの土替わりなどに使用できる。また、道路の舗装としても使用されており、この道路の舗装材としての技術開発が行われる以前は、瓦製造業者8社から出る廃棄物〈資〉は、処理費を払って処分業者に回収を依頼していたが、現在は技術開発の成果により、「アスファルトと同等」の廃瓦リサイクル透水平板を製品として開発し、1000円/㎡でリサイクル業者に売って組合の収入としている。沖縄県リサイクル資材評価認定制度認定を受けたことにより、行政からの注文もあり、赤瓦製造業者から排出される全ての廃棄物を受け入れるだけの需要が存在している。生産工程から出る廃瓦は、週に一度業者が回収に訪れ、組合員の工場から排出されるすべての廃瓦を売却している。

このような技術開発が行われた背景として、沖縄県で生産される赤瓦は釉薬を使用しておらず、有害物質の問題が無いためと考えられる。また、沖縄が島であるという地理的な現状から、他地域の瓦が移入されず、99%沖縄の正規の瓦を回収して粉砕して使用しているため、異物混入、成分のばらつきなどの問題が発生しないことも大きく影響している。

生産段階で瓦や土の他に存在する廃棄物としては、梱包用のバンドや包装用のシートなど、プラスチック系のものがある。パレットの廃棄物も存在するが、県内の工場から近い現場でないかぎり、回収をすることはない。

廃棄物〈解〉に関しては、漆喰の付着などもあるためリサイクルは行われていない。沖縄では、元々は人頭税により庶民は瓦使用を禁止されており、その禁が解けた後も経済的な理由から漆喰を使うことが出来なかった。漆喰で瓦を補強する方法は、明治以降の経済状況の好転につれて増えてきて、台風対策に徐々に使用できるようになってきたが、そういった漆喰を使用した葺き方をした瓦は、回収の際に漆喰が付着する可能性が高く、路盤材やコンクリートに混入する事はできない。

廃棄物〈資〉と同じような粉砕による方法は、上記のような理由により現在は行われていないが、沖縄では解体後も瓦はストックしておくことが多く、余った物も生垣に装飾として使用したりする。

また、現在は建築物が木造からコンクリート造にシフトしており、台風などでも家屋がそれほど揺れることがなくなったため、瓦の補修回数が減っている。通常は経年による劣化の対策に3年に一度は瓦を葺き替えていたが、現在は構造がコンクリート造であれば以前ほど補修することなく利用できるため、廃棄物自体も減っていると言われている。

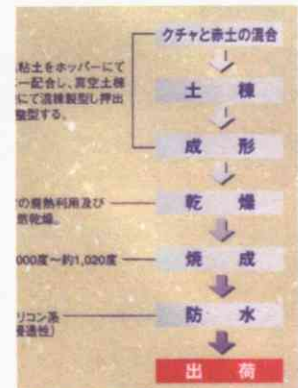
・赤瓦の製造方法の変化と形態の変化に関して

プレス機の導入により、現在では全ての製品が機械によりプレスされているため、現在古民家から回収される赤瓦とは質感が異なる。伝統的な製造方法では、瓦の裏面に布を当てて製造するため、ざらざらにして土との引っかかりの部分が自然と作られていた。最近の瓦は機械でプレスするため、表面がつるつるしており、モルタルから剥離しやすく、引っ掛かりの突部分を設ける、手作業で引っかかりのキズをつけるなどの工夫を行い、モルタルから剥離しないように形態を変化させて対応している。

赤瓦に関する規格は存在しないが、赤瓦組合は、今後統一することを考慮に入れている。昔の寸法は正確ではなく、手作りで25・26cmが良い大きさとしていたが、現在製造されている、若干大きい30cm程度にまとめられる可能性が高い。大型化が可能になった背景は、プレス機の導入により性能が上がった点が大きいが、その目的としては施工時の工期短縮やコストダウンが挙げられる。特に平面型のものは重ねて葺くことも無く、コンクリートスラブは雨に耐えるとして耐水性を考慮せず、意匠性、断熱性の目的で使用していることが多いため、非常に施工が容易になる。



左：リサイクルされた製品



右：製造工程の図

5-3 廃棄物〈解〉の処理状況

前節までの調査により、竹富島には資材の生産段階が存在しないことが明らかになった。よって、今節では一般的な産業廃棄物の処理状況や、解体後の建築資材の回収、再利用を行う資源循環システムなど、廃棄物〈解〉の処理状況をまとめる。

●産業廃棄物の処理状況

・廃棄物処理施設の配置状況と、処理状況に関して

産廃の処理施設は最終処分場が石垣島と西表島に1箇所ずつ、中間処理場が石垣島に1箇所ある。

石垣島では、産業廃棄物は基本的に宮良の安定型処理場へ運び込まれている。管理型処理場はないため、管理型の処分が必要な場合は沖縄本島へ運ぶ。しかし本島にも完全な管理型の処分場は存在しないため、現状では、アスベストは沖縄では処分できないなどの問題が生じている。石垣島の最終処分場、中間処理施設には焼却設備は存在せず、バイオマス発電もないため、殆ど全ての物は破碎され、その後埋め立てる物と資材として再利用されるために出荷される物に分かれる。今後、石膏ボードを分離し、安定型処分場への搬入が可能な状態にするような設備の導入申請が、八重山保健所に申請されている。



木質資材の現状は、最終処分場でもある宮良の施設でチップ化し、牧場や牛舎に敷き藁として（糞尿処理のために）出荷する、与那国島で塩を作っている業者に蒔きとして売る、など焼却以外の手段をとっている。

瓦の粉碎は、中間処理場にて瓦礫くずとして処理されている。

その他の資材では、プラスチックは埋め立て、それ以外の危険なものや医療系廃棄物は本島か本土へ送っている。RCは鉄筋とコンクリートを粉碎して分別し、鉄筋は沖縄本島で利用し、コンクリートは八重山管内で路盤材として使用しているが、コンクリートは路盤材の需要に対して供給が追いついていない状態で、最近では、昔粉碎機がなかった時代にそのまま埋めていたコンクリートを安定型処分場から掘り起こした後に分別し、リサイクルしたりしている。プラスチック系の再資源化も試みはあったが、原材料となる廃棄物の収集量が少ないため断念した事例が存在する。

処分場の再利用率は、かなり高く、埋め立ての量は、最近は殆どない。

●離島における産業廃棄物の処理状況

・離島の廃棄物処理の現状

一般的に、離島の建設系廃棄物は、解体後に施工を担当する業者の新築材を運搬する車、バージ船*3が、離島からの帰路に石垣島まで積載して輸送している。石垣島に到着後は、石垣島内の廃棄物運搬許可証所持する業者が運搬する。このような現状から、西表島の処理施設では、公共工事は石垣へ輸送、他の離島では事業者が石垣へ輸送を行っているため、島内の産業廃棄物程度しか回収できず、殆ど稼動していない。

与那国島には2箇所大きな一般廃棄物処理場に、産業廃棄物の建築廃材が混入しているような処理場が存在する。また、竹富島の一般廃棄物処分場にも多くの産業廃棄物が捨てられており、その中には建設廃棄物も多く存在した。

このような現状から、竹富島を含む八重山諸島において、廃棄物の量を把握する事は非常に困難な状態となっている。

・竹富島の産業廃棄物処理の現状

竹富島内には、一般廃棄物処理場が一箇所存在する。このゴミステーションは町の管理であるが、公民館に委託され、公民館から個人へ管理が再委託されている。

許可の種類としては埋立地であり、焼却処分はできないが、誰かが火をつけるため、常に廃棄物が燃えている。また、一般廃棄物のみの取り扱いとなっているが、実際は建設廃棄物も含まれており、処分場内に散乱している。

一般廃棄物に関しては、島内から定期的に収集し、また一時ストックする場所も存在する。



●古材収集

・古材収集の動き

竹富島出身で、石垣島に設計事務所を経営するZ設計士が、竹富島周辺離島群における資材収集を行っている唯一の人物である。町指定の文化財である旧与那国家の補修事業においても、古材を使用する際にZ設計士から購入しており、現状に置いて他に古材を確保している個人、団体は存在しない。

Z設計事務所では、石垣・竹富島で解体される赤瓦の古民家の情報を得て、解体後に排出される建設廃材を古材利用の目的のために引き取っている。木材、瓦、石、竹など全て再利用できるため、基本的には解体後の資材を1棟丸ごと引き取っていたが、最近は産業廃棄物に対する規制が厳しくなり、処理費用が高くなってきたためその方法を変更し、解体業者が入る前に現場に入り選別を行うようになっており、解体される前に使用できそうな資材のみを収集するようになっている。

・古材収集の情報

収集を始めた当初は、建築市協会・解体業者等から情報を提供してもらうようにし、赤瓦の比較的古い民家は全て現場に調査に行っていた。現在は、石垣島、黒島、与那国島など石垣島周辺の島の古民家状況は調査完了している。黒島は、比較的古い民家で良質な木材が取れそうな物件が、多く残っている。

・解体に関して

Z設計士が収集を開始してから現在までに、石垣島で解体された赤瓦の民家は約130件程度である。図面や小屋組みのデータを写真付きでファイリングしてまとめている。

近年は金利が安いので、石垣では建築土木の景気がよく、小さなバブルの状態になっており、石垣島だけでも1年で20～30件アパートが建つため多くの赤瓦の民家が解体されている。しかし、年間解体数は多いが、すでに古材をストックしておく倉庫が満杯であり、これ以上資材が保管できない状態である。また、最近石垣島で解体されたものは、戦後の資材不足の時代に建築された物が多く、質があまり良くない。現在は民家数件分の部材を備蓄しており、石垣で解体されたものを竹富に移築することが多いが、中には石垣島で再築するものや、竹などの資材のみ石垣島での建築の再にも利用するものもある。九州や本島にも移築した物件は存在するが、貨物船で輸送する際に瓦が割れるなど資材が使えなくなる事もあり、長距離の輸送は行えない。

・解体後の資材輸送に関して

解体の時期、量は不安定なため、解体後は、全て竹富島に、1トン車に資材を積んで、フェリーで輸送する。石垣島には資材置き場は存在しない。

●再使用に関して

・部材の再使用に関して

旧与那国家の事例では、文化財であるため、使用できる資材は全て使用する。そのため、根継ぎなど木材を利用する様々な技術が使用されるが、現在の竹富島にはそういった技術は伝承されていない。そういった技術の一つとして、「継ぎ」があるが、補修の必要な部位が、木材の1/3程度ならば、新規の木材を継ぎ足して使用する。頭の部分に新規の木材を使用するなら頭継ぎ、根の部分なら根継ぎと呼ぶ。

旧与那国家では、多くの木材に転用の後が見られる。小屋組みは80%程度が転用材であり、床下など見えない部分も転用材の使用が多い。

木質建材を再使用する場合、以下の4種類が存在する。

- 再用法（もう一度同じ部分に使用する材）
- 取替え材（根継などをして再使用する材）
- 転用材（使用可能な部位が短い、などの理由で別の部位に使用される材）
- 古材再用（他所から運んできた古い建築資材を使用する材）

古材再用は、竹富島で、前述の文化財主任技術者が定義したものである。通常は解体自体にコストがかかるので、再使用できるような状態で保存することはないためである。通常解体を行う場合35万円、保存解体は70万円以上となっている。

5-5 沖縄県離島群における木、瓦の資源循環システムの実態

同地域には資材製造段階が存在せず、建材として既に完成している廃棄物〈解〉の需要が存在するため、大断面を確保できる構造材、モルタル接着以外の工法を用いた瓦などの廃棄物〈解〉に対して、〈リユース〉システムが構築されている。

5-1 では、同地域で使用する建材が特殊であること、社会的な建造物保存運動が行われており、それとともに〈リユース〉システムが存在していること、一度途切れていた解体技術等が文化財補修などを通して地域に再現され始めている事などを整理した。

5-2 では、今後の〈リユース〉システムの成立のために、古材収集に以下のような問題点が存在する事を指摘した。

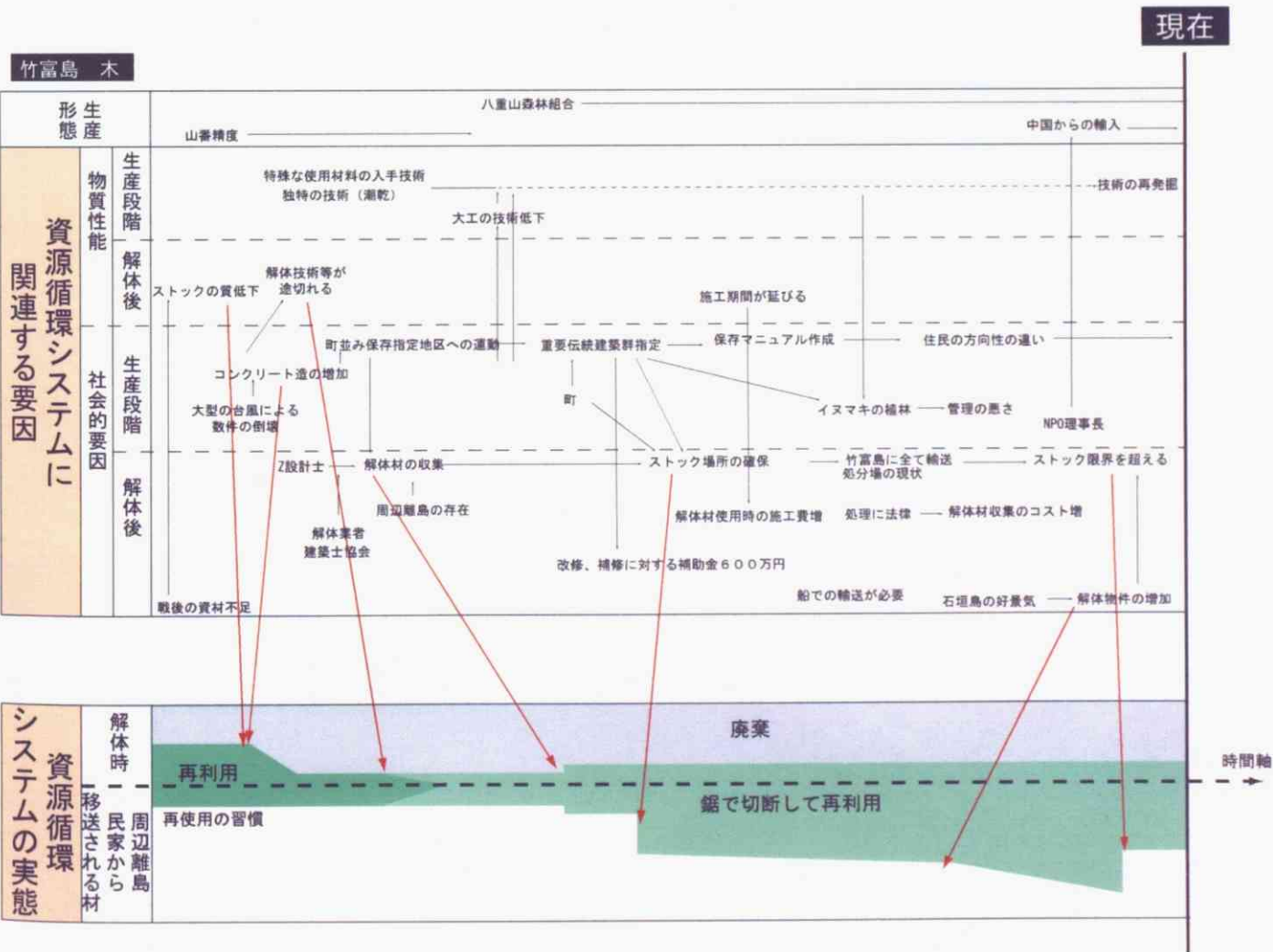
- ・ 解体廃材の処分費用が高騰している
- ・ 戦後の住宅の使用資材の質が悪い事が原因で、良質な古材の割合が減っている
- ・ 竹富町内に存在するストックヤードの残量が少ない
- ・ 古材の使用は、部材自体の値段は低いが、施工期間が伸びるため全体的には費用がかかる

この他に、現状では古材収集が一人の建築士により行われており他の参入が無い事も、資材供給をある一つのラインに頼ることとなり、システムの安定を欠く可能性がある。

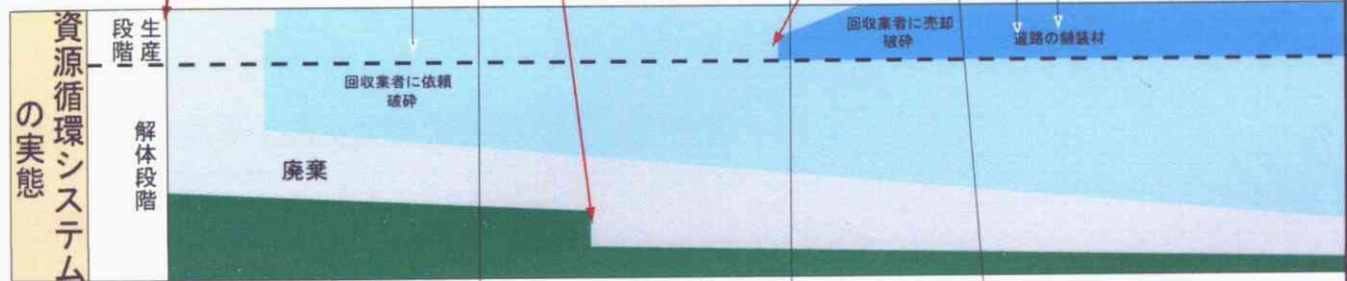
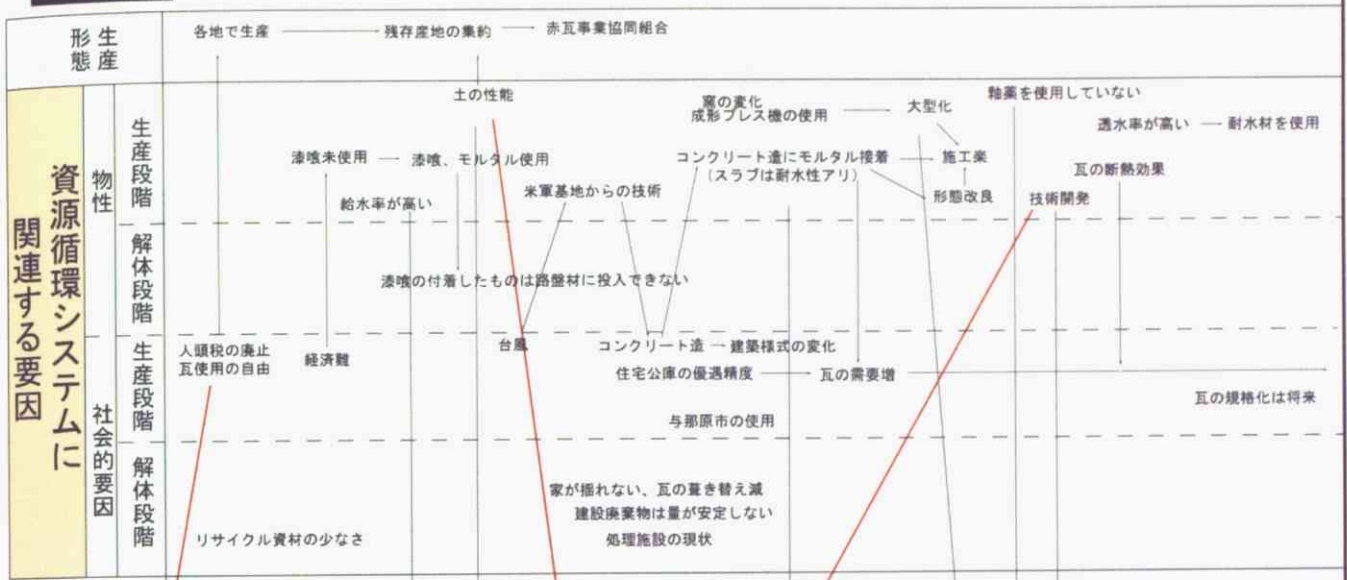
また、新規の瓦と木質建材の入手方法や、その製造状況に関して整理した。

5-3 では、離島の廃棄物処理の現状や、昔からの習慣として〈リユース〉システムが成立していた事を明らかにした。

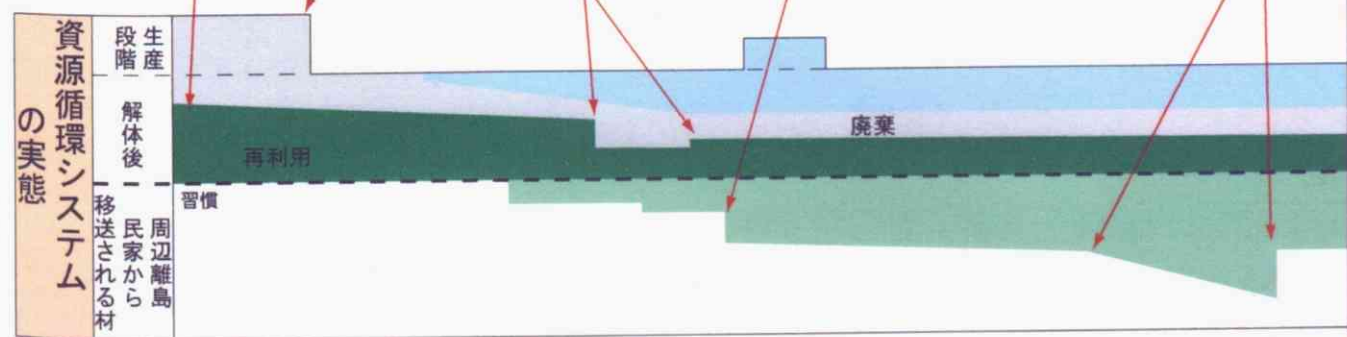
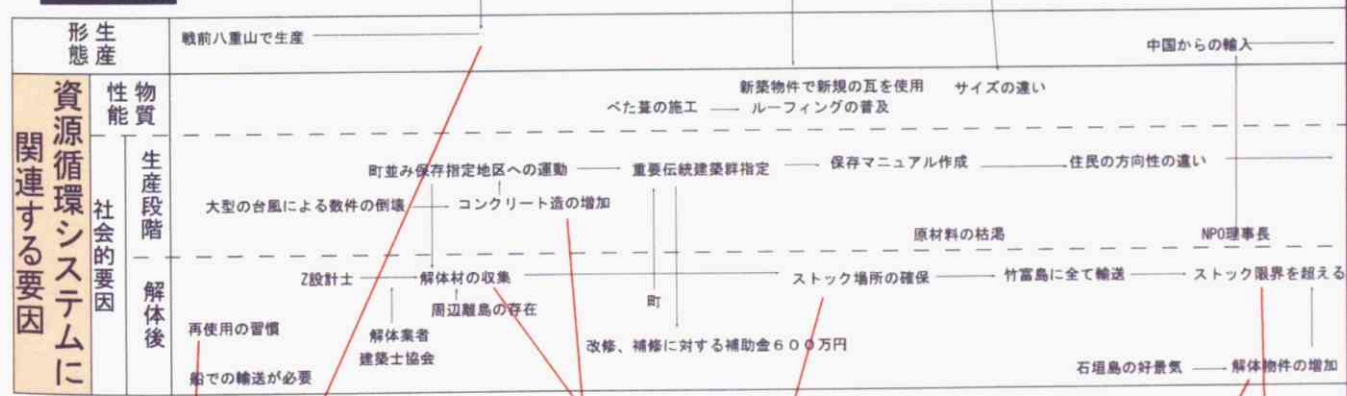
木質建材と瓦に着目して以上の事を整理すると、下図のようになる。



沖縄県 瓦



八重山 瓦



6

資源循環システムの成立要因の整理と考察

6章 資源循環システムの成立要因の整理と考察

6-1 事例の分析

本研究では以下に示す、木材、瓦の代表的な産地である秋田県米代川流域、愛知県高浜市周辺と、その双方の生産体制のない沖縄県竹富島を分析の対象として、〈レベル〉システム以外の3種類のシステムの事例を調査した。

事例	事例 a〈木, サーマル〉	事例 b〈瓦, カスケード〉	事例 c〈木 & 瓦, リユース〉
対象地域	秋田県米代川流域、雄物川流域	愛知県高浜市周辺	沖縄県竹富町竹富島
特徴	「秋田杉」の産地 県別木材使用量 3 位 (*1)	「三州瓦」の産地 県別粘土瓦生産量 1 位 (*2)	昭和 62 年伝統的建造物保存地区に指定
主な再資源化技術	バイオマス発電	シャモット化 (微粉砕)	古材再使用

(*1) H16「木材需給と木材工業の現況」、(*2) H15「工業統計」

3章から5章にかけては、その1事例毎の分析を行ったが、それをここで一度まとめる。

●事例毎の考察

○資源循環システム事例 秋田県米代川流域、雄物川流域

事例 a は、秋田県米代川流域、雄物川流域で行われている、木の廃棄物〈資・施・解〉を対象とした〈サーマル〉システムの事例である。同地域では廃棄物〈資〉として、林業及び木材産業から排出される廃棄物があるため、ここでは林地系バイオマス、製材系バイオマスに分けて表記する。林地系バイオマスは、その形状により回収が困難である、性質が安定しないため利用が難しい、などの特徴がある。

また、廃棄物〈施・解〉は建設廃棄物に含まれ、統計として分けられてはいないため、ここでは建築系バイオマスとして表記する。

木材産業は、その製品としての多様性と同様に、製材、集製材、合板など様々な業者が存在する。多くの業者が集中する地域では産業間のチップ化された木材資源利用など、林地系、製材系バイオマスの〈カスケード〉システムが構築されている。

□対象地域の現状

米代川流域は、製材業の多い能代市を含むため、製材系バイオマスの多い地域となっている。秋田県内に占める当流域の製材系バイオマス量は平成 13 年次 72%となっている。

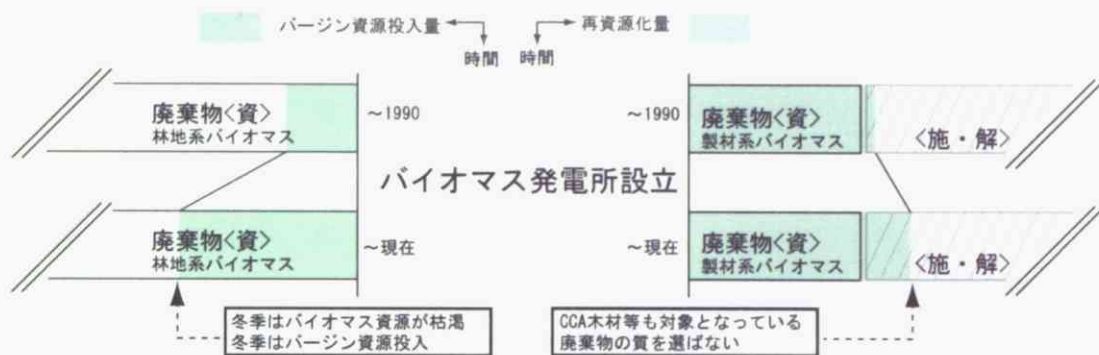
雄物川流域は、秋田市を含むため、建築系バイオマスの多い地域となっている。建築系バイオマスは、秋田県内での資源化量は平成 11 年度 23.5%と低い数値になっている。

□対象地域の資源循環システムの実態

〈米代川流域〉

米代川流域に位置するバイオマス発電所は、ダイオキシン対策として国の補助を受け、周辺地域の製材協会などを組合員とする能代森林資源利用協同組合によって運営されている。地域の製材系バイオマス資源を焼却し発生した電気、蒸気により、発電所設立以前に使用していた組合員の燃料用ボイラーのエネルギーを代用し、余剰エネルギーを売電している。冬季間はバイオマス資源の確保が困難であるため、廃棄物受け入れではなくチップ購入により、発電を維持している。

しかし当該発電所では、廃棄物〈施・解〉を他の廃棄物〈資〉と同じ価格で受け入れており、廃棄物〈施・解〉の処理を行う際に、廃棄物の形態や状態を問われないため、最も選択する傾向の強い再資源化方法となっている。当地域における資源循環システムの実態を、下の図に示す。



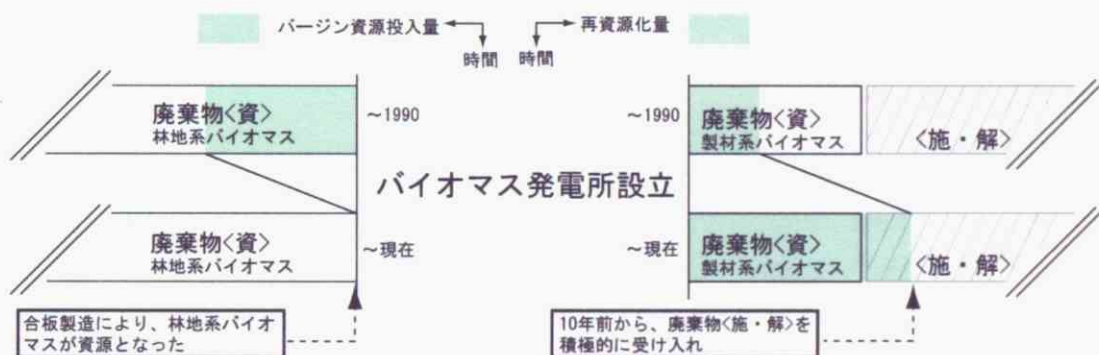
米代川流域のバイオマス発電所の再資源化の実態

<雄物川流域>

同流域に位置するバイオマス発電所は、合板を主とする製材工場が工場内に設置しており、林地系、製材系、建築系バイオマス資源をチップ化・燃焼し発電を行い、自社工場内で消費している。この流域は建築系バイオマスが多く発生するため、当初から新聞広告を利用するなどしてその確保に力を入れており、廃棄物<資>（林地系バイオマス、製材系バイオマス）を対象とした燃料用ボイラーが、<サーマル>システムに移行する中で、廃棄物<施・解>（建築系バイオマス）が組み込まれた事例である。このように廃棄物<施・解>がシステムの対象になっていった背景には、林地系バイオマスが合板製造の技術革新により製品として利用可能となり、新規の資材として使用されていった事が考えられる。

林地残材は、現状では廃棄物として扱われるが、その形態から輸送費と価格が釣り合えば、バージン資材となり得る資材である。その点に着目すると、2つのバイオマス発電は、全く違った性質を有しているといえる。

雄物川流域に位置するバイオマス発電所は、以前消費していたバージン資源を、技術革新の後、合板製造へ使用することにより製品として活用している。



雄物川流域のバイオマス発電所の再資源化の実態

対して米代川流域に位置するバイオマス発電所は、バイオマス発電として活用するために、冬季のバイオマス資源枯渇を防ぐためにバイオマス資源を投入している。

□小結

この事例は、既存のボイラー燃焼を<サーマル>システムに移行した事例である。このシステムの成立により、周辺の廃棄物<資・施・解>を対象としたシステムが成立しているが、米代川流域のバイオマス発電所では、CCA 処理木材なども混入されており、その対象を制限しきれていない。また、年間を通してシステムを維持するためには、冬季に廃棄物以外の新規の木材チップが不可欠であり、バージン資源の消費を前提として成立しているシステムである。

○資源循環システム事例 b 愛知県高浜市周辺

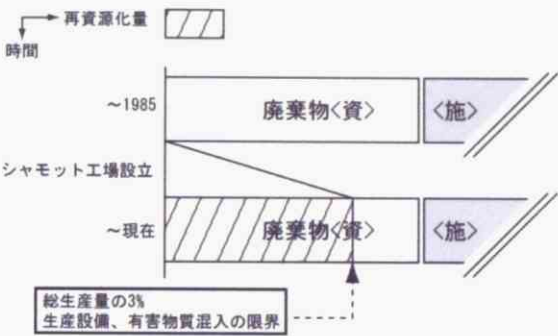
事例 b は、愛知県高浜市周辺の、瓦の廃棄物<資>を対象とした<カスケード>システムの事例である。

□対象地域の現状

三州瓦メーカーは、釉薬瓦を主に生産するメーカーで組織された愛知県陶器瓦工業組合（以下瓦組合）加盟36社が中心となる。同地域では、瓦組合が主体となり、資材製造段階に当たる瓦製造工場から排出された廃棄物〈資〉を、シャモット化（微粉碎）する工場を所有している。

□対象地域の資源循環システムの実態

生産量約 180 万 t/ 年間の 3% に相当する 6 万 t/ 年間をシャモット化可能である。受け入れは組員限定で廃棄物〈資〉を対象に行われており、製造されたシャモットは組員と取引のある土製造業者へ販売され、原材料である粘土に砂として 3% 混入されている。現在、シャモット処理施設の生産能力は限界にあり、組員以外からの受け入れは不可能である。このシステムの実態を、以下の図に示す。



シャモット工場による資源循環システムの変化と、その要因

また、組員である A 瓦製造メーカーでは、2004 年に「陶器瓦が産業廃棄物となったもの」を対象とした広域認定 5) を受けており、瓦配送業務を主力とする運送会社と協力し、動脈物流である瓦配送、静脈物流であるパレット回収と共に廃棄物〈施〉の回収を試みている。

現段階では廃棄物〈解〉は含水量、含んでいる有害物質の量などが様々であり、そのシャモットを原料へ混入できない。

□小結

シャモット工場の取り組みは、廃棄物〈資〉を対象に、〈レベル〉システムに近づく事を目的とした〈カスケード〉システムである。瓦組合が〈レベル〉システムを目指す背景には、瓦が釉薬に有害物質を含み、他の資材へのカスケードリサイクルが行いにくいということがある。現在 3% の資源循環の設定は、有害物質混入を配慮したためであると考えられる。今後廃棄物〈施・解〉までを対象とするためには、この問題を解決しなければならない。

	廃棄物<資>	廃棄物<施>	廃棄物<解>
<リユース>	有害物質の混合の限界		
<レベル>			
<カスケード>	シャモット化	回収システム 「取り込み中」	技術開発
<サーマル>			

愛知県における瓦の再資源化の実態

○資源循環システム事例 c. 沖縄県竹富島周辺

事例 c は、沖縄県竹富島で行われている木、赤瓦を対象とした〈リユース〉システムの事例である。

□対象地域の現状

竹富島の伝統的な家屋に使用される木材は市場に流通していない樹種である 6)。その他には、杉を移入して使用している。

赤瓦は、沖縄県与那原市に沖縄県赤瓦事業協同組合に属する 6 社と未加盟の 2 社が現在も製造を行っているが、サ

イズ、性能（透水性）が原因でこの赤瓦は使用できず、新規の赤瓦を使用する場合は中国の福州から輸入を行っている。

□対象地域の資源循環システムの実態

この地域では近隣の石垣島を代表とする島々から、古民家解体後の廃棄物〈解〉を再使用している。町指定文化財でもある旧与那国家の補修工事に際して行われた調査では、梁などに数度の再使用、転用の跡が存在することが明らかになっており、同地域では廃棄物〈解〉の再使用が習慣として存在していた。また、赤瓦は、現在も日常的に再使用されているが、近年増加しているコンクリート造にモルタル接着された赤瓦は、その分離が困難であるため、再使用はできない。

□小結

同地域には資材製造段階が存在せず、建材として既に完成している廃棄物〈解〉の需要が存在するため、大断面を確保できる構造材、モルタル接着以外の工法を用いた赤瓦などの廃棄物〈解〉に対して、〈リユース〉システムが構築されている。

6-2 考察

●システムの種類毎の考察

本論で対象とした事例の分析を元に、資源循環システムの種類毎に、考察を行った。

□〈サーマル〉システム

〈サーマル〉システムは、廃棄物の排出者にその形態、種類を問わないシステムであり、また廃棄物の受け入れ側にとってはエネルギーという汎用性の高いものとなるため、供給も需要も広く存在するが、建材の物質としての可能性を終わらせてしまう。事例 a において、事例 c の沖縄地域であれば〈リユース〉システムの一部で使用可能な上質の廃棄物も、低質な廃棄物〈解〉と同様に〈サーマル〉システムに組み込まれている点をふまえると、対象とする廃棄物を制限する事が困難であるシステムであると言える。

□〈カスケード〉システム

一般に、〈カスケード〉システムは、建築以外の他の業種との連携により成立する。しかし、対象となる製品に有害物質が含まれる場合、〈カスケード〉システムの対象が他の製品に展開することが難しく、その場合、資材製造と同一の主体が処理する〈レベル〉システムに近い〈カスケード〉システムが選択される。

□〈リユース〉システム

事例 c から、廃棄物が建材として使用できる程度の物質の性能を有し、また社会的な状態から新規資材の供給が限定されている場合、〈リユース〉システムが成立する可能性があることが明らかになった。

他のシステムとは異なり特別な技術を必要としない事、同一部材としての使用であるため需要と供給が大きくずれる事が少ない事も特徴である。事例 c においては、離島という地理的な環境により強制的にシステムの境界が引かれており、需要が把握できることがシステムの成立に大きく影響している。

6-3 まとめ

本論では、廃棄物〈解〉を対象とする資源循環システムを構築するために、廃棄物〈資・施〉も含めた資源循環システムの事例を調査し、システムの種類毎にその実態と成立要因を明らかにした。以下に、今後資源循環システムの構築を目指す上で、認識すべき問題点を記す。

□〈レベル〉システムの考察

材料の性質としてはレベルリサイクルが可能なグループⅠの建材に関しても、廃棄物〈解〉を対象に含んだシステムでは、異物除去のコストや技術的問題を解決できず、〈カスケード〉システムを構築している事例がある⁷⁾。また、長期間に数度の再資源化を行う事により品質の低下を招くと考えられ⁸⁾、廃棄物〈解〉を対象に含んだ長期の〈レベル〉システム維持は非常に困難になること考えられる。

□〈サーマル〉システムの考察

〈サーマル〉システムは、事例 a のように有害物質や異物混入に対する処理を行うために技術開発や設備投資が行われてきた。どのような質の廃棄物もその対象として受け入れる事が可能なシステムであり、〈カスケード〉システムで受け入れできない廃棄物を対象とできる。しかし、システムの対象とする廃棄物を制限しなければ、廃棄物の形態や状態を問われない容易さから、他のシステムで再資源化が可能な物質もエネルギーとして消費することになり、資源の循環を止めてしまうと懸念される。

□動脈物流の可能性

事例 b より、既に存在する動脈物流を活用する事で、困難であった静脈物流構築の可能性が生まれることが明らかになった。しかし廃棄物〈解〉には動脈が存在せず、資源循環システムを成立するには、廃棄物〈解〉の動脈となる物流を、他産業を含め検討する必要があると考えられる、

以上のような、資源循環システムの持つ問題点を認識した上で、地域の需給状況に適したシステムを構築していくべきである。

参考文献

○一般

- ・建築物解体時に生じるアルミ廃材の流通実態等に関する調査研究報告書 平成 17 年 3 月 社団法人日本サッシ協会 社団法人・防火開口部協会
- ・平成 16 年度 成果報告と検討会「建設廃棄物リサイクルシステムと再資源化技術調査」参考資料 社団法人 日本建材・住宅設備産業協会 3R 推進委員会
- ・総合的建設副産物対策－現場での実行ある対策の推進のために－平成 12 年度版建設副産物リサイクル広報推進会議
- ・積水ハウス工場案内資料
- ・独立行政法人建築研究所研究プロジェクト 木造建築物の再資源化・資源循環化技術の開発 平成 13 年度報告書 国土交通省国土技術政策総合研究所 独立行政法人建築研究所 財団法人日本建築センター

○木

- ・建設リサイクル読本－建設発生木材－ 平成 17 年 2 月 建設副産物リサイクル広報推進会議
- ・コンサイス木材百科 秋田県立大学木材高度加工研究所編
- ・木材需給と木材工業の現況（平成 16 年版）財団法人 日本住宅・木材技術センター
- ・木材需給と木材・木工業 平成 16 年度版 秋田県農林水産部
- ・秋田県林業統計（時系列版 V）平成 17 年 11 月 秋田県農林水産部
- ・ゼロエミッション型木材産業をめざして 木質バイオマス有効利用の推進方向 平成 15 年 3 月 秋田県農林水産部
- ・森と木の国・秋田 秋田県森林・林業の概要 平成 17 年度版 秋田県農林水産部

○瓦

- ・2005 年版 建材・住宅設備統計要覧 発行 社団法人 日本建材・住宅設備産業協会
- ・これだけは知っておきたい建築家のための瓦の知識 坪井利弘著
- ・瓦－日本の町並みをつくるも－ INX 出版
- ・日本の瓦屋根 坪井利弘
- ・図鑑瓦屋根 改訂版 坪井利弘著
- ・建築知識ルポルタージュ 住宅をつくる部品たち
- ・住宅をつくる職人たち 藤沢好一＋職人型住宅研究団
- ・瓦－ものと人間の文化史 100－ 森郁夫
- ・瓦－歴史とデザイン－ 小林章男 山田脩二著
- ・粘土瓦再生循環システムの開発 愛知県産業技術研究所常滑窯業技術センター三河窯業試験場 星幸二 榊原一彦
- ・設計士のための三州瓦のマニュアル よくわかる瓦屋根設計 愛知県陶器瓦工業組合
- ・瓦屋根標準設計・施工ガイドライン 監修 独立行政法人建築研究所

○竹富島

- ・竹富町竹富島歴史的景観形成地区保存計画書 竹富島教育委員会
- ・ふるさとへの想い 竹富島 前原基男写真集
- ・高口愛 西山徳明 伝統的景観管理とその変遷 竹富島集落における景観管理能力の発展条件に関する研究 その1 日本建築学会計画系論文集 第 538 号,133-140,2000,12,
- ・藤岡和佳, 2001, 「村落の歴史的環境保全施策——沖縄県竹富島の町並み保存の事例から」『村落社会研究』7(2): 25-36.
- ・福田珠己, 1996, 「赤瓦は何を語るか——沖縄県八重山諸島竹富島における町並み保存運動」『地理学評論』69(9): 727-743.
- ・細田亜津子, 2001, 「竹富島の選択——八重山・『竹富方式』の史的変遷と再評価」『沖縄文化研究』法政大学沖

縄文化研究所：405-451.

・西山徳明，2000，「竹富島における現代の景観管理」『造景』26: 42-45.

・全国竹富島文化協会「星砂の島 第5号」福田珠巳 2001年 45 p～50 p、週刊タイムス住宅新聞第728・729号
82 p～83 p

・歴史的集落における修理・修景事業に関する研究 重要伝統的建造物群保存地区沖縄県竹富町竹富島を事例として
佐古 伸晃（九州芸術工科大学大学院 芸術工学研究科 生活環境専攻）／西山 徳明 日本建築学会大会学術講演
梗概集 都市計画／経済・住宅問題 2001F-1 分冊 2001/09/22 847p

・沖縄離島における建築物の構造種別分布調査：その3 石垣島について 五十嵐 泉（神奈川大学工学部建築学科）
／加村 隆志／松村 晃 日本建築学会大会学術講演梗概集構造(4) 2000年 C-2 2000/09 1057p

・集落・家のこと 竹富文庫 竹富島ゆがふ館にて

資料編

資料編目次

- 1. 秋田県ヒアリング調査報告書
- 2. 沖縄県ヒアリング調査報告書
- 2. 瓦に関するまとめ

参考資料：秋田県ヒアリング調査報告書

資料編

資料 1 秋田調査報告

1. A 森林組合
2. B 運輸会社
3. C 材木店
4. D 製材工場
5. E 集成材工場
6. F 合板工場
7. G 卸売業者
8. H チップ工場
9. I 製紙工場
10. J ボード工場
11. K 収集運搬業者
12. L バイオマス発電所
13. い建築現場
14. ろ建築現場
15. は集成材ドーム
16. 木材の LCA に関するヒアリング結果

資料 2 木材の再資源化に関するヒアリング結果

1. 秋田県公共機関①
2. 秋田県公共機関②
3. 秋田県公共機関③
4. 建築技術研究機関
5. 大規模プレカット工場

秋田調査報告 A

担当者氏名： 伊吹 美佳

調査対象概要：

日時	9月28日 8:30~12:00
対象団体名	A 森林組合（工場、伐採現場）
主たる業務内容	一般製材、製材加工、プレカット、木材乾燥
業態	①、②
キーワード	森林組合、A玉、B玉、有効利用と付加価値、木製ダム、林地残材、間伐材

ヒアリング結果：

○森林組合の現状

昭和50年に全国に3000あった森林組合も今は1200ほどしかない。そのうち1/3は小規模で、あってもなくてもいいといわれている。木材の値段下落などにより経営も厳しく、昨年黒字の組合は200ほどしかなかった。森林組合の本来の目的は、国有林を管理、伐採して利益を生み、職員の給与を差し引いた分を国民全体に還元することであるが、実際は職員の給与をまかなうだけの利益しかあがっていない。また、現在3兆3000億の赤字を抱えている。A森林組合は米代川流域にあった組合が合体してできた組合で、以前の流域単位の営林署の管轄を引き継いでいる。今回見学した伐採現場も地名は比内町であるが、管理しているのは鷹巣営林署である。A森林組合が管理するのは国有林50%、民有林50%の構成になっている。

○森林組合の主な業務内容

購買事業：スギ苗木、林業機械、林業資材の販売

販売事業：丸太の買取販売

林産事業：立木の買取、生産、販売

造林事業：植栽、下刈、除伐、間伐、枝打ち

治山事業：治山工事

作業道工事：作業道

加工事業：丸棒製品、杭製品、製材品、内装材（モルダー）、プレカット（ログハウスなど）

金融事業：森林、林業に必要な資金の貸付

・造林事業について

1haの林を50年間育てて得られる利益は5~10万円ほど。もう一度スギ苗木を植えるのには100万円かかり、採算が取れない。そのため林が放置され、うっそうとした林になり、下草が生えないため洪水、地すべりなどが起きやすくなるという悪循環がある。35年未満の林の間伐には補助金が出るが、それでも事業費の3割を負担しなくてはならない。本来ならば収入間伐であるはずが、収支はマイナスになってしまっている。

意見・組合員7000人のうちお金を出しても山の管理をしようという人は200~300人しかいない。このままでは20年後の杉はどのようなものになってしまうのか、心配である。

○A玉、B玉について

60年生以上の太径木で芯が入っていないものをA玉、それ以外をB玉と呼ぶ。戦後植えられたものは全てB玉である。85年生のA玉は丸太で4万~8万円/m³。5,6年前は2倍近い値がついた。85年生A玉で四面無節の柱を取ると10万円くらいしてしまうので、柱は取らない。一般的な柱は1800~2800円。一方、85年生のB玉は丸太で1万/m³以下。太径木のB玉は節が大きくなるため、強度が出ないという問題がある。ちなみに秋田では85年生の杉は国有林にしか残っていない。

曲げわっぱなどの民芸品製作側からは加工しやすいよう早めに伐採してほしいという要望があるが、組合としては100~120年まで育てたい気持ちがある。切る量と育てる量のバランスをとりながら、組合が伐採していく。

○治山事業について

木製堰堤（治山堰堤：森林内の溪流に治山を目的として設けられる小規模なダム）の実例を実際に見せていただく。コンクリートの木製型枠をつけたままにし、型枠表面に緑が生えることを狙っている。ただし、最近は予算の問題であまり作られておらず、上流は以前よりも荒れてしまっている。



図1 木製堰堤



図2 堰堤設計図



図3 工場内で加工された堰堤

○工場内の流れ



丸太搬入→グレーディング（*）→



皮剥

→



大割



不良品のチェック、小割、修正 →



乾燥

→

（加工）



→ 仕分け、結束

○作られる製品について

まずは丸太を規格サイズに製材する。太い丸太も挽けるように一般的なツインは使わず、大割を使用している。無節の材は内装材へ。ただ、近年アカメトラカミキリムシの虫害がひどく、製材しても表面に虫の入ったあとがあったり、中がぼろぼろになっていたりすることが多い。こういった材はさらに細く、小さく製材する。製材として使用できない場合は、前述の堰堤や林道の側面のダボに加工したりする。普通ならば廃棄されてしまうような材を加工して付加価値をつけることで利益を出そうという考え方。

また、最近是不十分な管理の結果生まれる曲がり材のほうが需要があるという皮肉な現象も起きている。



図4 虫害の様子



図5 ダボ



図6 曲がり材

○使用機材について

作る製品ごとに使用する機材は異なる。製品ごとにラインを組み替えて対応している。

○製品の販売先について

直接取引のある工務店が15社ほどあり、他に公共事業や森林組合で行う工事などに使われている。この工場で作った製品は市場には出ていない。

○工場で使用したエネルギーについて

月ごと、工場全体（事務所も含む）の記録ならば分かる。

灯油：30000ℓ/月、電気：38000kWh/月（電気は月単位で定額契約）

○木くず、端材の処理について

木くずの量は把握（3800m³/年）。家畜業者に販売している。

端材は業者に回収してもらう。



図7 使われていない機材



図8 端材の回収



図9 木くずの回収

○伐採現場について

- ・車で行くのも困難な急峻な斜面。伐採はまず道を作るところから始める。昔は高い木とふもとの架線、モノレールのようなもので切った丸太を運搬したこともあった。
- ・実際の伐採は5人ほど（うち重機2人）で行う。
- ・乾燥はせず、枝を落としてすぐに組合へ運ぶ。
- ・林地残材、間伐材は現場に放置されていた→洪水時の危険性
- ・伐採を請け負う業者、運送会社を別々に国が委託、第三者立会いのもと丸太の受け渡しを行う。
- ・誤伐・盗伐の問題（cf. 0.1haに300～400本植え、50年で40本まで減らすのが最適であるが、乱伐により12本しかない林もある）
- ・スギだけではなく広葉樹もかなり生えていた。これは計画的な管理がなされておらず、一度に広範囲を伐採するため。



図10 原木積み



図11 伐採現場



図12 スギと広葉樹



図13 運送会社トラック
までの道と林地残材

秋田調査報告 B

担当者氏名： 東城 結也

調査対象概要：

日時	9月26日 14:00～
対象団体名	B 運輸会社
主たる業務内容	運送、製材、船舶、倉庫、米など
業態	①、③
キーワード	流通、運送、林業の現状、木材流通の現状

ヒアリング結果：

○業務内容に関して

木材の流通全般。それに付随する倉庫業や、船舶業も行っている。木材の運送では、原木のまま行くこともある。また、自社での伐採～集材までも行っている。様々な運送業を行っているが、宅急便は行っていない。また、自社トラックは100台で、その走行距離、使用燃料は全て把握している。

○木造戸建住宅の現状に関して

パワービルダー（関東の、建て売り住宅を専門として扱う大手工務店）は、安い家を作るために安い木材を求めている。秋田でも一棟2000～3000万円程度であり、5万円～5万5千円程度の30～35年ローンで家が建つようになっている。こういった背景から、安い木材の需要が伸びており、それに対応できない業者は厳しい状態となっている。パワービルダーは現場で端材がでることの無いように部材を発注するため、取引する業者は、大量の取引を受注できるかわりに、サイズや、種類の豊富な注文に応えなければならない。

○一般的な林業に関して

昔は、60年程度で伐採を行い、良い物では80年～100年で伐採を行っていた。現在では天然杉が無いので、80年物などは銘木として使用される。植林では、はじめの5年は苗木の周辺の草を刈り、10年で20～30%の一次間伐を行い、枝払いなどを行う。30年での2次間伐を経て50%程となる。60年で伐採を行うが、20%は80年～90年まで残す。現在は、間伐、地ならしには補助金が出る。しかし、補助金を使用した効果を追跡するシステムがない。

○木材産業形態に関して

外材が8割を超すシェアを持っているが、国産材が負ける理由は、日本の地形。海外では野菜の栽培を行うように道端で木を育て、大型の機械などを用いて伐採している。また、日本においては、地形によって木材の成長にばらつきがあり、性能が安定しない。手をかけても売れないので、手をかけないようになると、木の質が落ちていき、ますます売れなくなる。最近では、作業者の高齢化も問題である。

素材業者（伐採）は、以前は伐採作業が業務。現在は丸太を売って利を得ている（国有林は、民有林とは違い丸太の利益も国がとる）。国有林の伐採も民間が行う場合が多く、以前よりコストを押さえることは可能となったが、それでも外材に比べると不利。現在、県では、乾燥設備の強化などに補助金を設けている。

意見…現在の補助金などは、企業ではなく共同組合に出される。

○木材流通部門に関して

集成材は比重0.4程度。きれいにしめる。乾燥した集成材が、運送の効率はベスト。秋田杉は未乾燥材が多く、燃料を消費し運送コストが上がる。また、重いために重量制限にひっかかる。

意見…素材業者と加工業者と間の仲介を行うために、運搬の量を知るために山の情報を得る、伐採側への技術の提供、など両者の情報を整理する必要がある。よって、実際にB運輸会社の社員が木の見方、仕分けの能力などの技術を身につける必要があり、そういった技術の取得などの目的で我が社では伐採業務も行っている。例として、アカ松は関

西で需要が多いが、出雲などには独特の切り方が存在している。素材業者にその技術を指導することにより、需要の多いところで売ることができるようになり、結果運送業の需要も増えていく。しかし、流通業者は直接の販売は行わない。流通を増やすことが目的である。

○流通業の現状と、基礎

A to B では価値は生まれない。トータルに物流を考えなければならない。それをサードパーティーロジスティクス、サプライチェーンマネジメントなどという。例としては、中国に工場を作り、安く加工して安い商品を輸入するなど。金塊もゴミも、運送業としては同じであり、その比重や、荷姿、品質の問題のみが違う。B 運輸会社での例としては、米においても、検査業務を付随して信頼を得るようにしている。

○国際流通に関して

国際流通では海上コンテナがメインだが、コンテナは物流の盛んな土地、物を買う力のある地域に集まっていく。ヨーロッパには多くの日本のコンテナが余っている。そこで、帰り道には空箱よりは安い値段でラミナを入れてくる。ロシアにも同じ木材のラミナは存在するが、コンテナが余っていないので原木、もしくは製材したのみでコンテナに入れる必要のない未乾燥材の状態で輸入している。

海上コンテナは秋田港に入ってくるが、秋田港はフィーダ港であり、ハブ港は釜山となっている。他には台湾、香港、シンガポールなどもハブ港として機能している。日本は組合で運営しているため規則が多く、日曜祝日と夜間の操業がストップするため、大型船は入港しない。

○国内流通に関して

90年に規制緩和が行われ、許可制から認可制に移行した。ここ10年ほどで、業者の統廃合も行われてきたが、90年頃新規で参入した業者が導入した多くの車両の寿命はまだ残っており、国内は車の供給過剰である。

JRはコンテナ輸送になる。サイズは、5tが主体だが、10tも多少ある。サイズが限定されるため、小ロットで5t程度の物を長距離（鹿児島など）運ぶ際には活用する。ただし、大阪以西でないとその有利性はない。大量の物の場合は船を使う。建材は、コンテナだとサイズが規定されてしまうので、あまり使用されないが、米などの運送には有効である。

北海道は船か JR コンテナのみだが、フェリー代がかかるため、JR が優勢。

秋田調査報告 C

担当者氏名： 松原祐美子

調査対象概要：

日時	9月27日 10:30～11:30
対象団体名	C 材木店
主たる業務内容	秋田杉・銘木の製材、加工
業態	②
キーワード	少量多品種生産、注文生産、秋田杉、銘木、特殊材、木製家具

工場での製造工程：

[伐採（材木店が山で木の選定を行う場合あり）・輸送] →



皮剥

→



大割

→



乾燥（人工・自然）



小割・修正

→



（加工）

→



仕分け・結束

ヒアリング結果：

○業務形態について

機械による大量生産ではなく、買い手の注文に応じて様々な製品を生産している。

生産量は、注文生産 2：規格品製材 6：床・壁材 2 程度の割合。

○原材料について

地元の秋田杉を使用している。（杉は柔らかいので床によい。）

加工した製材を販売する場合

原木をストックしておいて買い手がついてから製材する場合（図1）

建築設計者や施主の要望により材木店が山から適当な材を（3日程度で）探してきて製材する場合などがある。

○工場での工程について

大割・小割は台車と切断用の機械を用いて、人間が一本ずつ挽いている。

細かい加工は、人間が工具を使って一つ一つ行う。

○廃棄物について

木皮（図2） → バイオマス発電所へ

端材（図3） → チップ化して業者に安価で販売（量は運んだトラックの台数で把握している。）

木くず → 工場内で燃やす

木粉 → 回収していない



図1 山から選んできた木材のストック 図2 木皮

図3 木くず



図4 特殊な製品 図5 C材木店による 図6 ログハウス内部
秋田杉のログハウス

秋田調査報告 D

担当者氏名： 松原祐美子

調査対象概要：

日時	9月27日 9:00～10:00
対象団体名	D 製材工場
主たる業務内容	一般製材、集成材製造（主に柱・梁用）
業態	②
キーワード	大量生産、ロシア材、集成材、全国展開

工場での製造工程：



[製材搬入] → (再) 人工・自然乾燥 → 寸法調整 (プレーナ・モルダー) → フィンガーカット → ジョイント



→ グレーディング → 仕上げ (モルダー・研磨) → 接着 → 仕上げ → 仕分け・結束

ヒアリング結果：

○原材料について

8割：ロシア材（レッドウッド）・・・バイカル湖北のシベリア地区より。

環境・コスト面から、製材は現地で行ったものを輸入している。

2割：北欧材（オウシュウアカマツ）

現在はロシア材が安価なので多く使用しているが、コスト・為替などにより産地は変える可能性がある。

○輸送について

ロシア材の場合は、シベリアからナホトカへ鉄道で運び、ナホトカ港から能代港まで2日かけて船で運ぶ。ロシア材の産地には人が少なくコンテナもないので、未乾燥の材を船に直に積む。

北欧材の場合は、40ftの海上コンテナで秋田港へ運ぶ。（日本からの輸出で使った空コンテナを利用するため安価。）

○ロシア材について

・現在のロシア材の需要と供給の概要

ロシアの森林保有量は世界一。

ソ連崩壊後国内需要が減少したため、国外への木材供給量が増えている。

ロシア材を主に輸入するのはヨーロッパ、アメリカ、中国、日本。昔は日本が一番多く輸入していたが、近年は中国の需要が急増している。（年間2000万立米。中国国内では森林の伐採が禁止されている。）

中国は、今まで日本が購入せず山に放置していたような低級な材を購入している。

世界的に、木材を建築の構造材として使うのは日本と、アメリカ・カナダ（2×4）のみ。他のアジア各国では造作材としてのみ使用している。

・ロシア材の生産の現状

ロシアの州・国有の森林は、公示によって民間に売られ、民間が伐採・製材を行って輸出する。

(森林では自然に倒れる木の量が最も多く、次に山火事で焼失する木、三番目に伐採される木の順になる。)

伐採は皆伐ではなく、一部残す場合が多い。伐採後は放置して自然に再生させている場合が多いだろう。伐採後の土地を畑など他の用途に変えた場合は森林が再生しない。

昔は丸太で輸入していたが、現在は現地製材が多くなっている。現地乾燥も多くなっており、将来的にはより現地乾燥を増やしたいと考えている。

・国産材との比較

ロシア材は年輪密度が高い。(ただし、年輪密度が高いと必ずしも強度が高いというわけではない。)

国産材に多いスギは、コストが高く、強度が弱い・乾燥が少し難しいといった特徴がある。

また同じ樹種でも国産材は曲がっている場合も多い。そうした理由で輸入材を使用している。

○工場での工程について

乾燥済みで購入した木材も、あらためて乾燥し正確なサイズに整える。

グレーディングの際はラミナをヤング率 140 と 105 に分類。

○廃棄物について

木くず(接着剤がついているもの) → 工場内の乾燥機・暖房の燃料(サーマルリサイクル)(図 1,2)

木くず(接着剤がついていないもの) → 外部に販売(畜産業ですき藁として利用する・燃やす・青森県で山芋の梱包に利用する)

山芋の梱包材とする場合は、季節による需要の変動がある。

より付加価値の高い利用方法を探している。



図 1 工場で発生した木くず



図 2 工場内の焼却炉



図 3 自動化された工程

調査対象概要：

日時	9月27日 13:00～14:30
対象団体名	E 集成材工場
主たる業務内容	大断面集成材の製造・加工、構造設計、施工
業態	②
キーワード	大断面集成材、曲げ加工、構造設計・施工

工場での製造工程：

[製材（ラミナ）搬入] → 乾燥 →



グレーディング



フィンガーカット・ジョイント



幅はぎ



仕上げ（モルター・研磨）



→ 接着 → 仕上げ → （曲げ加工）



（プレカット）



→ 仕分け・結束

ヒアリング結果：

○業務形態について

受注の仕方には大きく二種の場合がある。

製品のみ販売

物件単位で請け負う（構造設計から施工まで行う）

この二種が半々の割合になることを目標としている。製品は現在 30～40 社に対して販売している。

販売の形態は異なっても、共通の設備を用いて同じ工程で製造する。

○原材料について

輸入材（80%）と国産材を共に使用している。

樹種は北米・カナダ産のベイマツ（80%）、岩手のカラマツ、秋田杉、ロシアのダフリカカラマツなどを使用している。

ラミナ（製材の板）の状態で購入する。ロシアからは生材で輸入する。

輸入材は基本的には商社を通す。メーカーから直接購入する場合や、ブローカーを通して購入する場合（安価なため）もある。

・取引の単位

ラミナは体積あたりの価格で購入する。乾燥前後で重量は変化するが、体積はほとんど変化しない。

○輸送について

輸入材は 48 立方のコンテナで輸送する。

ロシアからの材の場合はいわきに船が着くので、その付近の工場乾燥してから秋田に運ぶ。

○工場での工程について

グレーディングしたラミナを集成材にする際は、強度の高い材を外側、低い材を内側に使う。

技術的には最長 20m の製品まで製造可能。

製品の含水率は 15% 以下を目標にしている。

○廃棄物について

木ブロック → 処分費を払って廃棄（近くに収集業者がないため）

（一部は）風呂屋に燃料として渡す

木くず → 処分業者に引き取ってもらう

（余った場合）おがくず屋に渡す（無料）

木粉 → 燃やす（接着剤は燃やしても良いものを使用している。）

集成材の生産では、乾燥・接着の度に表面を削るので、木くずが大量に発生する。最終的な製品の体積は、購入したラミナの 6 割程度。

木くずは 1 日 2 回、10t トラック 1 台で運び出す。正確な量は不明。



図1 接着剤が付着した端材



図2 木くずの集積場所



図3 工場内の焼却炉

秋田調査報告 F

担当者氏名： 伊吹美佳

調査対象概要：

日時	11月24日 10:00～11:30
対象団体名	F合板工場
主たる業務内容	国産材、輸入材から合板製造。バイオマス発電
業種	②、⑤
キーワード	間伐材、解体材、ロータリーペース性能

ヒアリング結果：

○製造工程について



原木ストック

→



バーカー

→



蒸す

→



長さ別にカット



→

ロータリー

→



乾燥

→



等級区分



→ 接着剤塗布

→



仮接着

→



ホットプレス

→



規定サイズにカット



→ 完成

○チップ製造過程について（解体材）



解体材ストック



金属混入



磁選機



破碎機



チップ化



バイオマス発電所へ

○合板原材料について

輸入材（北欧材、ロシア材）：国産材：ニュージーランド材＝6：3：1

国産材はマツ、スギなど。最近では、補助金が出ることもあって、秋田スギの間伐材の使用が増えている。ただし、国産材は輸入材に比べると乾燥が困難で、品質も劣ることから合板の中板に使用されることが多い。表裏板は北欧カラマツを使うことが多い。ニュージーランド材は昔は主流だったが、フィリピン、インドネシア、マレーシアなど南洋からの丸太での輸入が禁止されたこともあり減っている。現在は、現地で合板に製造した後に輸入されるようになった。近年の構造用合板の需要増加によって、合板全体の需要が伸びている。

○秋田スギ間伐材の利用について

平成11年から間伐材の受け入れをはじめ、ロータリー機械の性能向上や政府の補助政策などもあり、今では原料の国産材丸太の30%を占めるまでになっている。

10年ほど前までは合板の剥き芯直径は8cmが限界であったが、ロータリー機械の性能向上により今では5cmまで剥けるようになった。対応できる丸太直径の範囲も広がり、現在は14cm～50cmまで幅広く対応している。また、製材には向かない2mの短い丸太も剥くことができる。丸太の直径の平均は22cm程度で、歩留まりは65%程度。

間伐は年単位で計画されているので、間伐材の供給量は予想可能である。ただし、雪の降る冬場1～3月は供給量が落ちる。

○解体材の受け入れについて

グループ会社が解体材の引き取りが可能な免許を持っており、周辺の家屋の解体材を引き取っている。解体材の受け入れは10年以上前から行っており、現在解体材の受け入れ量は増加している。磁選機で解体材から金属部品を除去し、破碎機にかけてチップ化する。チップをF合板工場で受け入れる際に、リフトマンによって品質のチェックが行われ、引き取れないものは持って帰ってもらう。産業廃棄物として処分されるのではない。合板の端材からできるチップ（この製造は別々に行われる）もあり、製造するチップの比率は解体材由来：合板由来＝15：85。こうしてできたチップの80%以上が敷地内にあるバイオマス発電所の燃料として利用されている。その他のチップはボード原料としてボード工場に販売されたり、パルプの原料として製紙工場に販売されたりしている。製紙原料が不足しているときなどに製紙工場からチップの需要があった場合は、剥き芯由来の品質のよいチップを出すようにしている。

解体材の受け入れは10年以上前から行っており、現在解体材の受け入れ量は増加している。営業活動も行って、

解体材受け入れを宣伝している。受け入れを始めた時は、新聞に広告を出したこともある。

○合板の端材について

合板工場で排出される端材としては、樹皮、剥きはじめに出る単板くず（2mm～4mm）、剥き芯、製品を規定の大きさにカットする際に出る合板端材の4種類がある。種類ごとに発生する工程が異なるので、各工程ごとに発生する端材の形状に合わせた破碎機を設置し（解体材用にも設置）、チップ化しておもにバイオマス発電所の燃料としている。解体材も含め、それら端材の性質（含水率等）は様々であるため、バイオマス発電を行う際の投入量はコントロールしている。

○バイオマス発電所について

平成元年に国の補助を受けて設置。以前は合板端材は木屑焚きボイラーの燃料として利用していた。バイオマス発電所の自家発電で、F合板工場の5工場で使用する電力の80%をまかない、残りの20%は東北電力から購入している。全電力をバイオマス発電に頼ると、バイオマス発電所にトラブルが起きたときに工場がストップしてしまうので、電力会社からの供給ラインも残している。

バイオマス発電で同時に発生する蒸気は樹皮を剥いだ丸太を蒸す工程、乾燥工程、ホットプレス工程の3工程で利用されている。

○生産量について

厚さ12mm、90cm×180cmの合板換算で、第一工場3万2千枚/日、第二工場2万3千枚/日。

秋田調査報告 G

担当者氏名： 東城 結也

調査対象概要：

日時	9月26日 10:30～
対象団体名	G 卸売業者
主たる業務内容	建材の卸売業、直接販売、プレカット
業態	②、③
キーワード	卸売業、秋田杉、流通、プレカット、完成保証

ヒアリング結果：

○取り扱っている物に関して

取り扱っている物は、木材：その他の建材＝85：15。

木材の総取引量は7万㎡、秋田産の物は2万8千㎡。

意見・・・現在日本における木材の使用状況が、外材：国産材＝85：15という現状を考えると、G 卸売業者は国産材を多く取り扱っていると言える。昔は、もっと国産材の使用が多かった。国産材が減った理由としては、コストが原因ではなく、外材の需要が伸びたためだろう。現在も、外材を使用した集成材の需要は大きく伸びている。

○業務形態

県内は70%卸売業（仲卸）、県外は100%卸売業。

県内の営業所は2カ所。県外の営業所は6カ所。社員は目利きも兼ねており、営業所が取引の判断の80%を行う。プレカット工場も所有、操業している。

○プレカット工場に関して

プレカット工場の加工は年間6千㎡程度。特殊な加工や、非常事態に対応する「完成保障」を行っている。

また、3次元CADなどを導入しており、装備は通常のプレカット工場と変わらないが、量産の意志はない。ユーザーの意思に直接触れる場として期待、活用しており、主に、個性的な加工や、自然な曲がりを生かした加工、古民家の再築などに用いる。

○会社の歴史に関して

創業時は1000社くらいの卸売業者が秋田に存在したが、G 卸売業者は昭和39年頃から木材スーパーのような形態をとりはじめた。しかし、スーパーのように価格を表示した商売形態に既存の業者から圧力がかかり、13社の子会社を作り、それぞれの業務内容がバッティングしないような業務形態へと変化していった。昭和48年よりは現在のような1社での営業となり、冬場の施工不便性や、降雪による流通への影響を考慮して県外へ展開していった。平成10年になってからプレカット工場の操業を開始した。

○取引先に関して

県南部に集中しており、秋田県50%、その他50%。県北より北は、冬場の施工不便性や、降雪による流通への影響がある。

仕入れ先は全国で250社くらい。県内は自社で輸送を行うが、県外は先方が配送業務を行う。その際の輸送コストは、取引によって負担する側が変わる。

外材の輸入は、以前は自社で行っていたが、現在は輸入業者を挟んでいる。

○在庫に関して

5千㎡くらいの在庫を持っている。在庫内容は季節や営業所により異なる。

国産材は、量も質も安定しないため、在庫がある程度ないと対応できない。

○単位に関して

m³が多いが、内装材の一部はセット単位や、m³単位となっている。また、集成材は坪単位の場合も存在し、柱には本数管理を行うものもある。

外材は、20 m³前後のトラックを使用して、商社などから買い付けを行う。なお、売る際は1.5 m³、1.8 m³などの単位で売ることが多い。

○取引の現状

秋田の場合は乾燥材での取引が進んでいない。市場がそのようになっているので、乾燥は自社で行うこともある。取引を行うグリーン材は8%程度が不良品となるため、乾燥直後の取引では、メーカーにより品質のムラがある。また、生産→流通→ユーザーのどの段階で等級分けを行うかは、一定していない。

意見…流通業では、購入する資材がグリーン材であろうと乾燥材であろうと、売却時には不良率が小さい、メーカーによるムラの少ない製品を用意する必要がある。そのため、既に等級をうってある物でも、グリーン材、乾燥材にかかわらず、自社で等級のうちなおしを行うこともある。結束物や断面の小さな物は不良品も少ないため、わざわざ等級分けを行うことはないが、このような「不良率の負担」が、流通業の役割の一つだと思う。不良品は、短くして使用したりもする。

○新たな流通形態に関して

形状や品質が一定した規格品は、建築市場などの一部で取り扱うこともできるだろう。しかし、そういった物は木材流通の一部であり、それ以外の製品に関しては現状のような中間業者がいないと対応できないのではないかと。グリーン材の取引は、特に厳しい。

○プレカット工場に置ける廃棄物に関して

プレカットの端材や、処分品などがある。畜産農家や、バイオマス発電所に引き取ってもらっている。1週間に4tトラック1台分くらい。一台で5～6 m³程度。以前は有償で処分していた（バイオマス発電所は現在も有償と思われる）。

○木材業一般に関して

九州の木材は真っ直ぐで、柱材に用いられる。檜：杉＝4：6。檜の方が乾燥もしやすく加工が楽。

福島辺りまでは柱材、山形以北は板などの大断面物に使用する。

意見…昔は、1次問屋～3次問屋を経て卸売業があったが、最近は問屋の数も減ってきている。秋田県においても秋田産の杉のみで家を建てず、他県や海外の木材、金物を使用するため、手広く対応できる業者が増えてきたことが、問屋の数が減ってきている原因と考えられる。また、日本において、今後は着工数が減っていくため、個性的な家が増えるのではないだろうか。そのようなニーズにも応えられるよう、プレカット工場の設備を導入した。

調査対象概要：

日時	9月28日 14:00～15:30
対象団体名	Hチップ業者
主たる業務内容	チップ製造、一般製材
業態	②、⑤
キーワード	樹皮の有無、チップ、ボード工場、製紙工場、敷き藁、バイオマス発電所

ヒアリング結果：

○Hチップ業者について

秋田県内のチップ業者はHチップ業者以外には県南に小さな業者がひとつあるのみ。能代周辺も以前は数多くのチップ業者があったが、現在はHチップ業者が他の業者を吸収し競合相手がいない状態。

○原材料について

主に近辺の製材所の端材を購入。建築廃材以外来るものは全て受け入れている。森林組合から製材用に丸太を購入することもある。端材の量はトラック（7t、10tが多い）の重さで把握。価格は3000～10000円/台。扱う樹種は主にスギ、マツ。広葉樹（ナラなど）も少しは扱う。

マツは原木のまま営林所から購入しており、すべてチップにする。マツクイムシなど虫害は関係ない。スギは皮のついたものはチップにしてボード工場（パーティクルボード、ハードボードなど）へ、皮のついていないものはチップにして製紙工場へ販売。



図1 スギ丸太



図2 スギ端材



図3 マツ丸太



図4 トラックの重量計測

○一般製材部門について

もともとチップ製造のみを行っていたが、持ち込まれる丸太の中にまだ製材できるものがあることから製材部門を作った。皮がついたまま製材し、皮はバイオマス発電所へ



図5 ツイン



図6 製材



図7 バーカー



図8 スギ皮

○木材以外の廃棄物について

プラスチック、金属くず、ビニールなど全て混ざった状態で中国に輸出する会社が近くにあり、廃棄物はその会社に販売している。

○エネルギー消費量について

工場は8～17時稼働している。工場全体での消費量しか分からない。チップと製材で半々くらいの割合

○チップ製造について

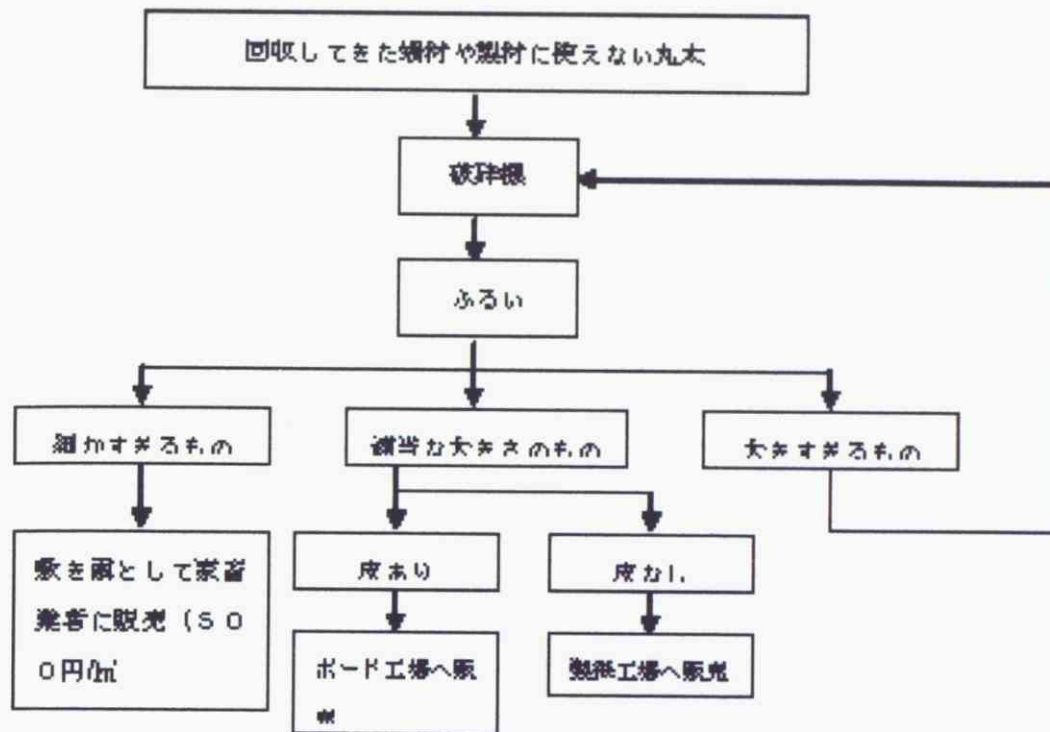


図9 製材に使えない丸太



図10 端材



図11 破砕機



図12 ふるい



図13 敷き藁用



図14 チップ（皮付き）



図15 チップ（皮なし）



図16 チップ分類

○量の把握、値段の決定について

チップを製紙工場やボード工場にもっていき、水分量を計測（50～60%）、水分を除いた重さで値段が決まる。体積当たりでないことに注意。

秋田調査報告 I

担当者氏名： 伊吹美佳

調査対象概要：

日時	11 月 25 日 14:00 ～ 15:40
対象団体名	I 製紙会社
主たる業務内容	洋紙、ダンボール原紙、パルプの製造、販売
業種	⑤
キーワード	製品に合わせた原料の選定、チップの品質確保、サーマルリサイクル

ヒアリング結果：

○原材料について

古紙雑誌： 32 万 t / 年

ウッドチップ： 輸入：国産＝ 8：2（量は？）

輸入チップはオーストラリアのユーカリチップがほとんど。一部タイからも輸入している。オーストラリアは平坦で広大な土地にまるで作物を栽培するように木を育てているため、森林整備のコストも伐採にかかるコストも安い。よって、安いチップを大量に作ることができるが、現在オーストラリアドルが多少強くなってきているのでチップも値上がり傾向にある。

国産チップはスギ間伐材、マツクイムシ被害材、製材端材、解体材由来のもの。全てチップの形で仕入れている。

昭和 47 年の操業当初はダンボール原紙のみを製造しており、原料は 100% 木であった。曲がった木などを受け入れていた。昭和 57 年に古紙の利用を開始し、現在はダンボール原紙の原料 80% が古紙、20% が針葉樹チップ。洋紙原料は 100% 広葉樹チップである。今は古紙のほうが安いので、古紙の割合が高くなっているが、今後古紙の値段があがればチップの割合を増やすことも考えられる。中国への古紙の流出により、値段は上がっている。

他に、ティッシュなどの原料となるパルプも製造している。

○チップの品質について

以前は国産材チップをチップ業者から直接購入していたが、現在は I 製紙木材という商社に委託している。この商社は東北の I グループ 3 社のチップ調達を専門とし、各社ごとに距離の近いチップ業者（I 製紙会社ならば、青森、岩手、新潟、宮城など）からなるべくチップを仕入れるようにしている。チップの仕入れ元の一元化による運送費の低減を狙っている。

I 製紙会社のほうから I 製紙木材に、出荷予想に合わせてこういったチップを調達してほしい、と注文がいき、I 製紙木材でチップ業者にサイズ指導、厚み指導（とくに解体材）、を行っている。防腐処理などしてあるチップは受け入れない。取引のあるチップ業者は長い付き合いのところが多いので、チップの品質は一定の範囲内にある。ただし、各チップの比率はチップの需給状況などによって、変化する。

心材よりも辺材の方が繊維質が良質であるため、背板のチップなどは良い。

20 年前と比べると樹皮付きのチップは減っており、現在は横ばい。当時は 25% 程度投入していた時期もあるが、現在は 18% 程度。30% ほど投入するのは無理かもしれない。

○工場内リサイクルについて

チップを煮るときに出る煮汁（黒液）をボイラーの燃料としている。また、短い繊維はパルプとすることができず、紙くず（ペーパーストラッジ）となる。これと古タイヤの破片を混ぜて、焼却、発電を行っている。焼却灰は八戸、新潟、大船渡などのセメント会社にセメント原料として処分費を払って処分してもらっている。

3 台あるうちの 1 台のボイラーの燃料は化石燃料である。今後は低質チップを利用した設備に切り替えも考えている。

○流通について

I 製紙会社東北の工場は秋田港のすぐ隣にあり、横もち料のかからない工場である。こうした立地条件や製品の質の高さにより安い外国産の製品との競争力を得ている。

輸入チップは 4 t 船で年 18 回輸入され、港に着いたらベルトコンベアで 3 日かけて工場内に運び込まれる。船便は安いことが特徴で、オーストラリアから 2 週間かけて秋田に輸送する値段と、大館市からトラックで秋田まで輸送する値段はほぼ同じである。

秋田港には韓国とのコンテナ定期船があり、これを利用して韓国、東南アジアへの輸出も行っている。輸出量は英産量全体の 7～8% を占めている。国内のほうが国外よりも高く売れるので、なるべくならば全て国内で販売したい。

○バイオマス発電所の影響について

国産材チップのうち樹皮の占める比率が過去 25% ほどまであがったこともあるが、バイオマス発電所ができてからは低下し、現在は 18% で落ち着いている。

○技術向上について

スクリーンの強化により、合板の単板からでる細長いチップなど品質の悪いものでも原料として利用できるようになった。

秋田調査報告 J

担当者氏名： 伊吹美佳

調査対象概要：

日時	11月24日 13:30～16:30
対象団体名	Jボード製造会社
主たる業務内容	ハードボード、インシュレーションボードの製造 バイオマス発電所に隣接し、電力、蒸気の供給を受けている。
業種	⑤
キーワード	

ヒアリング結果：

○ボード製造過程（インシュレーションボード）



チップストック



樹皮ストック



→ 解繊



パルプ液調整



→ 金網に流す



脱水



→ カット



加圧



→ 乾燥



→ 規定サイズにカット



→ 完成

ハードボードは、乾燥の際に圧力を加える。また、接着剤を加えずに木材固有の化学成分（リグニン）の接着性能を生かして製造される。

○原材料について

年間 20350t（絶乾重量）のチップを集荷している。樹種はほぼ 100% 針葉樹である。チップの内訳は、

- 1) 能代地区（バージンチップ） 10500 t（51.6%）
- 2) 県内および近県（解体材） 1706 t（8.4%）
- 3) 関東地区（解体材） 8144 t（40.0%）

となっている。（これは平成 17 年度の実績と予想を含めたものである。）

関東の解体材は川崎港から船で運搬する。

この他、近辺の製材工場、合板工場などから排出される樹皮（バーク）を、I B（インシュレーションボード）の原料として混ぜている（製品としては、H B（ハードボード）が 75%、I B が 25%であるが、I B の製品のうちで 10%には樹皮を原料として一部使用している製品がある）

○チップの品質について

品質を決定する要素は以下の二つ。

- 1) 樹種（広葉樹・針葉樹）
- 2) チップ含水率・チップ粒度

針葉樹チップは広葉樹チップに比べて年輪が固く、蒸解しにくい。ラワン材を4割程度使用しているが、合板製造の技術が高くなってきた、使用する原材料が輸入材から秋田杉の間伐材（針葉樹）に移行してきたといった理由から、広葉樹のチップが少なくなってきた（合板製造での間伐材の利用は、取引が大きなメーカーであり、また決済が早いという点から、林業をする人々にとっては良いはず。あとは安定供給が必要）。また、粒径5mm以下の細かいチップ（ダスト）はボード原料にはできず、隣接するバイオマス発電所の燃料として処分してもらう。

チップを細かく品質で分類することはできない（バージンチップも解体材チップもの混在している）ので、製品の製造工程を変えることで2種類（ハードボード、インシュレーションボード）の製品を製造している。

○チップの購入基準について

優先順序は以下のとおり。

- 1) 価格（バージンチップ・解体材・樹種などによって異なる）
- 2) 品質（樹皮率、ダスト率）
- 3) 距離（工場から半径80km以内を目標としている）

関東からチップの移入を行う際は、財団法人先端技術センターがまとめたチップ品質基準（先端技術センターヒアリング結果参照）の中のBチップを受け入れている。Bチップの原料は主にパレット、梱包材、解体材で比較的断面積のあるものと無垢材（枝材）となっている。防腐材処理材などは絶対に受け入れない。チップのレベル分けがなされることで、一定の品質レベルを保証することができる。

関東からの移入では、昔は能代港までは他の積荷などの関係もあり0円だった。しかし、今は船が中国に取られるという現状もあり、1円でも良いから値をつけなければならなくなった。船は主に川崎から来る。

関東の解体材チップ業者は規模も大きく、チップの品質管理もしっかり行っているので安心して受け入れられるが、能代周辺のチップ業者は規模も小さく、チップを品質でレベル分けすることが定着していないので、受け入れる際の品質のチェックを厳重に行っている。CCA処理されたものは受け入れないが、どうしても入ってしまう。月に6～7台は受け入れできずに戻っていく。

○チップ品質が製品に及ぼす影響

針葉樹チップは年輪が固く、未蒸解部分（シブ）が発生しやすい。蒸解温度を高くすると、解繊しやすくなるが木材の可溶成分が溶け出し、①パルプ収率が低下する、②ヘミセルロースの加水分解により糖が生成され、ボード表面が汚染される（シュガートラブル）。

一方、ラワン材を中心とする広葉樹チップは蒸解しやすく、高耐水性、低密度のボードができる。

○バイオマス発電所との関連について

Jボード製造会社の電力需要、蒸気需要は以下のとおり。

電力 110万～120万KwH / 月

蒸気 9千～1万t / 月（20kg / cm²）

このうち電力についてはバイオマス発電所を運営する組合から70%を購入し、蒸気は需要量全てを組合から購入している。この蒸気を、チップを蒸す、乾燥、ホットプレス、工場内の暖房に利用している。バイオマス発電所では最大24kg / cm²の蒸気を製造し、3000kWの発電が可能だが、Jボード製造会社で受け取れる蒸気量が決まっているため、現在は2800kWの発電にしている。電力は売電できるため、余った分は売っている。24時間稼働だが土日は休んでいる。（バイオマス発電所で蒸気は捨てているという話があったが、土日の用途は不明）

Jボード製造工場では、バーク・解体材チップについて、業者（中間処理）を指導しながら、マテリアルリサイクル用・

サーマルリサイクル用にカスケード利用しているが、近年手間のかかるマテリアルリサイクルを敬遠する傾向にある。さらに、原油高による燃料転換を目的に、CO₂削減を背景とした国の政策もあって、バイオマス燃料の需要が急増している。このため、ボード業界では原料チップ（とくに解体材）の集荷が難しくなっており、建設廃材の取り合いが起きている。

バイオマス発電所ができる以前は、電力は電力会社から購入し、蒸気は木屑焚きボイラーで製造していた。

バイオマス発電所は、国の補助を受けている。処理費以外に組合費は存在しない。組合そのものは中間処理業の許可を持っているわけではないが、許可を持っている会社が組合に入っている。将来的には許可を取ろうと考えている。

○バイオマス発電所との原料の取引について

バイオマス発電所に持ち込まれる樹皮のうち状態のいいもの（砂の混入が少ない、含水率が少ない）はアキモクボードが購入し、粉碎して、インシュレーションボードの原料として利用する（フォレストボード）。バイオマス発電所に持ち込まれる樹皮のうち、比率としては1割にも満たないが年間で250ト使用し、フォレストボードは3～4年前に生産が開始されたが現在は月間100㎡生産している。

また、Jボード製造会社で出る、ボードの原料にできない細かいダストや乾燥後のボードの端材などはバイオマス発電所に処理費を払って燃料として処理してもらう。乾燥前のボードの端材については、水に溶かして何度でもボードの原料とすることができる。一度乾燥してしまうと、もとのボード原料に戻すには多量のエネルギーが必要となるため、マテリアルリサイクルのは進まず、低位のサーマルリサイクルに進む。

○バークの処理

余った粉碎バークは、工場から排出される汚泥と混ぜて発酵させて堆肥化する。発酵途中に混ぜてやると3ヶ月ほどで堆肥ができるが、混ぜる際に発生する悪臭が問題となり、現在は混ぜることはせず、3年かけて発酵させている。できた堆肥はリンや窒素分を豊富に含み、保水性もよい。周辺の農家や、海岸沿いのメロン栽培農家に無料で提供している。

秋田調査報告 K

担当者氏名： 伊吹美佳

調査対象概要：

日時	11月24日 17:30～18:30
対象団体名	K 収集運搬業者
主たる業務内容	一般廃棄物・産業廃棄物の収集運搬およびリサイクル事業（特に事業系一般廃棄物）
業種	③、⑤、⑥
キーワード	一般廃棄物、産業廃棄物、分別解体、最終処分

ヒアリング結果：

○一般廃棄物と産業廃棄物

2つの廃棄物の分類は排出元によって分類される。すなわち、製造工場で排出される廃パレット類、造園業者・道路や公園などの管理事業者から排出される剪定枝は一般廃棄物、解体業・建設業から排出される建設廃材、製材工場・森林組合から排出される製材くずは産業廃棄物に分類されている。ただし、能代市には廃パレット処理能力のある一般廃棄物処分場がなく、廃パレットも産業廃棄物の扱いとなっている。

一般廃棄物、産業廃棄物の分類は各自治体ごとに微妙に異なり、また能代の廃パレットの例のように、一般廃棄物処理する施設がない場合は産業廃棄物として処理されることもある。

○主に行う事業について

一般廃棄物の中でも事業系一般廃棄物を多く取り扱っている。収集業であるため、特に再資源化は行っていない。ペットボトルや空き缶の分別、プレスは行っている。秋田県、秋田市の許可証は持っている。

範囲としては片道1時間が限界。それ以上となると採算性が合わない。

○最終処分にまわる木質廃棄物について

K 収集運搬業者の取り扱う廃棄物は一般廃棄物：産業廃棄物＝9：1

一般廃棄物の5%（箆筥、カラーBOX、家具等）、産業廃棄物の20%が木質系廃棄物である。処理方法としては全てバイオマス発電所に処分してもらっている。

解体の際に出る木質系廃棄物は、まず解体前に家具等の一般廃棄物を搬出することから始まる。その後解体業者による解体により産業廃棄物が排出されるが、場合によっては分別や解体そのもののために人材を派遣することもある。

マテリアルリサイクルの場合、不純物除去の手間がかかるが、サーマルリサイクルの場合は手間もかからず、またバイオマス発電所も近くにあるので都合がよい。また、一般廃棄物は1kgあたりで処理費が決まるのに対し、バイオマス発電所はトラック1台あたりで処理費が決まるので処理費が安い。昔はミンチにして、殆ど埋め立てていた。パレットにする方法もあるが、作っても売り先が無いため、あまり行われない。最近では、ガソリンに3%まで混ぜられるということもあり、エタノールを抽出する方法がとられる事もある。

バイオマス発電所で廃棄物を燃やした後に出る灰は、産業廃棄物として処分される。木材高度利用研究所で調査をした結果、有害物質の濃度は基準値を下回っているが、全く入っていないというわけではない。こういった灰を再利用するためには、もう一度焼却するなどして、有害物質をゼロにする必要がある。

○最終処分にまわる木質廃棄物の質について

パーティクルボード、CCA処理、集成材の接着剤付き端材や塗料がついていたり、プリント合板などが最終処分にまわる。

○バイオマス発電所の影響について

バイオマス発電所ができる前は、木くず焚きボイラー燃料や焼却処分（焼却処分は法律では禁止されていた）、秋田市の埋め立て処分場で処理していたが、ダイオキシン問題により基準を満たさない焼却炉の使用が禁止され、バイ

オマス発電所ができた。

バイオマス発電所ができてから製材所からの樹皮、おがくずの運搬がなくなった。樹皮はバイオマス発電所に、おがくずはきのこ農家や畜産農家に販売されている。

バイオマス発電所は農林省の事業であるため、森林資源に対する対策として設置された施設である。特に、昔は木っ端葺き屋根に用いられていたが今は用途のない樹皮がその対象である。耐火規制により大量の樹皮が排出され、畑の下に埋めたが、何年たっても腐らずに、土を掘ったらそのままの状態が出てきたこともある。

そういった背景から、解体時に発生する木材の受け入れは公には行われていない。しかし実際は受け入れを行っており、CCA 処理された木材ですら投入されているのが現状である。

○特殊な木材の再利用について

ある一定の地域から排出される木材は、散弾銃の玉が幹に入っているため、良質な木材が取れない。そのため、再資源化にまわることが多い。昔は鉄の玉だったため、現在の鉛の玉よりも木にとっては有害である。ガニぐさのような筋がはいる。

築 30 ～ 40 年の家の解体時にでる大断面の構造材や、古民家から排出される黒光りしたような古木材に関しては、売り物になる。そういった物を欲している人もいるので、排出された場合は分別する。こういったものは適正な処理さえ行えばくるいが少ない。また、100年前なら釘も使用していないので、解体さえしっかり行えば、きれいな状態で使用できる。