

## 論 文

## 地域循環型経済モデルの社会的基盤に関する考察

— 岩手県の木質バイオマス利用とスウェーデン —

長岡 延孝

現代社会学部・社会システム学科

## Abstract

This article deals with an experiment of utilizing wood biomass as an energy source in Iwate Prefecture, and analyzes the social conditions to construct a recycling-based economy at the local level. The Iwate Model was greatly influenced by the Swedish municipality of Växjö. Based on the author's fieldwork, the analysis focuses on how a new policy idea to protect the environment was accepted by the local industrialists, prompted policy change, and stimulated the formation of an industrial cluster. The conclusions are as follows: requirements are a paradigm change concerning the forest industry and its policy, and a cooperative relationship among industry, academia, local government and citizens. Finally, more active participation by citizens is recommended.

Keywords: recycling-based economy, wood biomass, renewable energy, policy change, cluster-building

はずである。

## I はじめに

本稿の課題は岩手県で進められている、森林資源をエネルギー利用する取り組みに注目し、内外の類似した活動と比較しつつその社会制度的特徴を明らかにすることである。日本の森林は国土面積の約3分の2を占めており、全国各地の山々が人々に深く愛され誇りとされているにもかかわらず、持続可能性の観点からその保全と管理が十分に行われているとは言いがたい。伝統的に木材は家屋や家具などに使用されてきたが、今や木材消費量の約8割が外材であり、木材自給率は2割程度に過ぎないことも周知の通りである。世界一の木材輸入国としての日本は、確実に熱帯林や北方林の生態系を歪めているのである。

森林の存在形態は多様であるが、国立公園などの自然保護政策が取られるだけでなく、林業が一産業として順調に自立できなければ、それを適切に守ることはできない。森の適切経営・管理が実施されてはじめて持続可能な森林が生まれ、それに依拠する農山村の経済や文化も存続しうる

近年、森林資源をエネルギー源としても活用すると同時に、林産業を活性化させようとする試みが日本各地で行われている。古来、人々は薪炭を燃料として活用してきたように、森林資源は本来多面的で多様な用途に利用しうる。こうした生物資源（バイオマス）の中の森林資源の利用に関して、日本のみならず世界的にも関心が高まっている<sup>1</sup>。バイオマスを含む再生可能エネルギーが注目される背景としては、次のような理由が考えられよう。まず第1に、資源・エネルギー価格の高騰である。BRICs諸国に代表される世界経済の全般的な好景気によってこれらの需要が増大し、需給関係の逼迫によって価格体系が変動している。第2に、気候変動抑制のための京都議定書が発効し、できるだけ化石燃料に依拠しないエネルギー構造が要請されている。そのためバイオマス利用を含む、再生可能なエネルギーの普及が有望な一選択肢であると考えられる。第3に、エネルギー安全保障の観点からも石油依存度を低下させる必要がある。原子力の平和利用がその選択肢の一つとの見方もあるが、安全なバイオエネルギーは今後の発展を期待されている。

再生可能エネルギーの利用は、循環型経済社会を構築する努力の一環として地域レベルで叢生している。それは上記の全般的理由を背景にして、環境保護の観点から地域経

Social Conditions Required for a Local Recycling-based Economic Model: Wood Biomass Energy Use in Iwate Prefecture and Sweden

済を活性化させる努力もある。地方にあっては、バブル経済崩壊後の停滞の下で、経済的な疲弊に苦悩する自治体が数多くある。岩手県もその例外ではなく、町おこし、村おこしの努力をしなければ明るい未来が見えてこない、という厳しい状況に直面している。

林業県である岩手県において、地元賦存の森林資源を有効に活用して、環境保護と経済再生を両立させる積極的な試みが1990年代末から開始されている。その際に、ヴェクショーよのようなスウェーデンの自治体の先行的動向から大きな影響を受けた。ヴェクショーやはスウェーデン南部の、森と湖に囲まれた小都市で、森林資源の蓄積の点で岩手県と共に通性を持っている。このコムューン（基礎自治体）は1996年、「脱化石燃料宣言」を表明して内外の注目を集めた。実際にそれ以後、化石燃料が木質バイオマスによって順調に代替されてきている。岩手県（特に盛岡市）でこれに着目した企業家グループが現れ、同コムューンと意欲的な研究交流を発足させ、同様の実験を開始したというわけである。盛岡以外にもこれに類似した興味深い事例があるので、本稿では必要な限りそれらとの比較を行いつつ議論したい。

本稿の立論は各種HP情報や出版物資料は勿論のこと、筆者が共同研究者と共にこれまで続けてきたフィールドワークに基礎付けられている。とりわけ、岩手・木質バイオマス研究会代表へのヒヤリングや<sup>2</sup>、同会とジェトロ盛岡によるスウェーデンとの交流報告書から大いに示唆を得た<sup>3</sup>。森林バイオマスの新たな利用実態を研究対象とする本稿を通じて、地域レベルの循環型経済創出の諸条件を明らかにしたいと考えている。

そこで本稿の目的は次の通りである。第1に、そのようなシステム構築は、資源・エネルギー・地球環境問題対策に資するだけでなく、新産業クラスターと雇用の創出を伴えば地域経済の再生・発展にも有効である<sup>4</sup>。しかも森の多面的な資源活用は日本では始まったばかりなので、他の地域への有効な教訓を引き出すことができよう。第2に、政策論的に見ても、地域レベルで新しい政策アイデアがどのように既成のシステムに投入され、新たな政策形成・転換へと結びついてゆくのか、という課題の解明に繋がる。第3に、地域レベルでの政策形成や構造に関して、日本とスウェーデンの異同を浮かび上がらせることに繋がるものと考えられる。しかしそのような問題の解明は筆者の中長期的課題なので、本稿では部分的に言及するに止まらざるをえない。

筆者は既に、廃棄物ゼロを目指すゼロエミッション構想

を導きの糸として、21世紀に不可欠となるに違いない循環型社会の構築への取り組みを調査・研究してきた。先の論文では、セメント産業を例にとって、都市の廃棄物を利用したゼロエミッション経営の可能性とその社会制度的基盤について論じた<sup>5</sup>。本稿はその続編として位置づけられる。

## II 地域循環型経済とバイオマス

### 1 ゼロエミッション概念

産業分野では以前から、原単位向上、廃棄物削減・再利用をTQM/TQC運動と結合させて環境負荷の低減に努めてきた。ローマクラブの『成長の限界』（1972年）や2度の石油危機も、自然資源とエネルギーの有限性が産業社会への重大な挑戦だという危機意識を強め、資源効率的な経営の必要性が認識された。クリーナー・プロダクション、インダストリアル・エコロジー、ゼロエミッションなどの概念はそうした問題意識に立っている<sup>6</sup>。これは必ずしも生産性向上に直結しない、終末処理（エンド・オブ・パイプ）型の公害対策からの質的な転換であった。

世界的に受容されつつある「持続可能な発展」概念は、環境と経済の両立、社会的な公正、世代間の平等の三原則を目標とするが、循環型経済の構築はそれを実現させるための手段であって目的ではない。循環型経済の構築が温室効果ガス排出量を増大させたり、次世代による環境の享受を妨げるものであってはならない。ゼロエミッションはそうした理念を実現させる産業システムとして提言されている。前稿で議論したように、ゼロエミッションを実現する単位として、次の3種類が考えられる<sup>7</sup>。まず、一工場や一企業単位でミクロに廃棄物ゼロを追求することがある。次に、工業団地などで複数の企業同士が協力する地区ゼロエミッションがある。加えて、例えば県程度の範囲でシステム構築が可能で、地域ゼロエミッションと呼べる。

気候変動問題との関連で言えば、農林分野での循環型経済の構築は温室効果ガスの排出量を削減する効果と、森林がガスを吸収するという二重の効果を及ぼす。つまり前者は、化石燃料消費量の削減と自然エネルギーへの代替によるCO<sub>2</sub>削減であり、後者は森林の適切な管理を通じたCO<sub>2</sub>の効果的な吸収である。今や京都議定書の発効（2005年）に伴い、具体的な行動が各国に求められていることも大きい。日本は2000年の通常国会で、循環型社会形成推進基本法をはじめリサイクル推進のための立法がなされ、対象品目もパソコンや自動車などに拡大されつつある<sup>8</sup>。環境省の

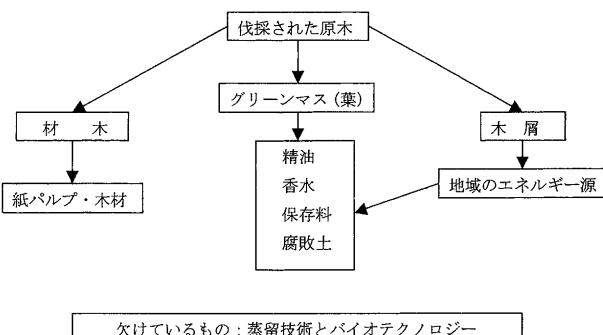
『循環型社会白書』によれば、廃棄物の排出削減（3R）は化石燃料・エネルギー消費の減少、廃油・廃プラ焼却量の減少、さらには埋め立て処分場からのメタンの減少などを通して、温室効果ガスの排出量を減らすことに繋がる<sup>9</sup>。

吸収源としての森林の温暖化抑制効果は京都議定書第3条で認められ、人為的な植林による吸収分は自国の温室効果ガス削減目標値から差し引かれる。日本はCOP7のマラケシュ合意において、マイナス6%の削減目標値のうち3.9%まで森林吸収が認められた。日本政府は1997年に地球温暖化対策推進本部を設置し、翌年には「地球温暖化対策推進大綱」を策定した（新大綱は2002年）。この中で森林吸収量を確保するために、「植栽、下刈、間伐等の健全な森林の整備、木材・木質バイオマス利用の促進、都市緑化等の推進」が施策の一つに示された。農林水産省も2002年に「地球温暖化防止森林吸収10ヶ年対策」を発表し、気候変動抑制を意識した施策が進められている<sup>10</sup>。

バイオマスはカーボン・ニュートラル（炭素中立）な再生可能資源である。化石燃料は地中から採掘、消費されるので大気中にCO<sub>2</sub>を放出するのに対して、バイオマスはもともと大気中のCO<sub>2</sub>が固定されたものなので、燃焼消費されても大気中の濃度は大きく変化しない。ただここで留意すべき点が二つある。その第1は、バイオマス燃焼時には再吸収は未定なため森林の適切な管理が必要であること<sup>11</sup>、第2は、バイオ燃料の過度の消費は森林を破壊してしまう危険性がある上に、特に輸入の場合は輸送時のエネルギー消費とCO<sub>2</sub>の排出量も無視できない。木質バイオマスで循環的環境経済を目指そうとすれば、森林の適切な管理と計画的な消費が不可欠であり、それは林業の再生と同値である。

木質バイオマスが地域でマテリアル利用もしくはエネルギー利用され、その廃棄物も限無く活用されて再度地域に戻されるようなシステムが構築できれば、地域ゼロエミッションができ上がる。ゼロエミッション概念の提唱者であるグンター・パウリは、林業を出発点とする新たな産業クラスターを図1のように描出している。枝を切り払った葉の部分はハイテクを用いれば、精油や天然保存料などの高付加価値のある商品を作り出せる。木屑や林地残材などはエネルギー源となれば環境保護と経済性を兼ね備えることになる。そしてこれらに携わる企業が創出できれば、新たな雇用を生む可能性も出てくる。

図1 パウリによる林業を出発点とする新産業集団の概念図



出所：グンター・パウリ「ゼロ・エミッション：21世紀の産業クラスター」カブラ／パウリ編『ゼロ・エミッション：持続可能な産業システムへの挑戦』ダイヤモンド社、1996年、191ページ。

## 2 木質バイオマスの特徴

化石燃料に替わるエネルギーとして近年脚光を浴びている再生可能エネルギー（renewable energy）もしくは自然エネルギーとしては、風力、太陽光、地熱、水力などが代表だが、動植物に由来するバイオ資源も利用可能性が高い。バイオエネルギーは環境保全にとって望ましい次のような特長を備えている<sup>12</sup>。その第1は、光と水によって再生される有機性の資源であるという再生可能性である。第2に、液体燃料・気体燃料として貯蔵でき、化石燃料に代替できる性質を持っている。第3に、莫大な賦存量の存在が挙げられる。そして第4に、先に述べたカーボン・ニュートラルな性質が認められ、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）がバイオマス利用を推奨する根拠となっている。

バイオマスの種類は数多く、代表的なものとしては、農業や畜産業では農業の残渣や家畜の糞尿、食品産業では食品廃棄物、建設業界からは建設廃材などがあるし、市民生活から出る厨芥や下水汚泥もそれである。同様に、森に残された間伐材や林地残材、また製材廃材・おが粉など木材工業による副産物もバイオマスで、「木質系」と呼ばれている。こうした副産物をくまなく利用できれば有効なエネルギー源になるはずであるが、大部分が「未利用」のままである。

現在、ヨーロッパをはじめ世界の各地でバイオマス利用が進展している。EU諸国での利用割合はすでに日本をかなり凌駕しているし、ブラジルで砂糖きびによるエタノール生産を国を挙げて推進していることも広範に知られるようになった。石油業界との関係が深いアメリカのブッシュ

大統領でさえも、2006年頭の一般教書演説の中で、オイル漬けになっている合衆国は安全保障の観点からも原油の中東依存度を低下させ、並行して木質チップや植物からのエタノール抽出技術の開発に努力すると宣言し、大変注目を浴びた。ちなみに、国全体の1次エネルギーに占めるバイオマス・エネルギーの割合（1999年）は、ドイツ2.2%、アメリカ3.0%、スウェーデン16%に対し、日本では0.9%にすぎない<sup>13</sup>。

バイオマス利用を積極的に推進する国の一つがスウェーデンである。化石燃料をほとんど持たないスウェーデンは、19世紀後半から工業化のエネルギーを主として水力に頼っていた。当然のごとく、20世紀の工業化と都市化がさらなるエネルギー需要を生み出し、第二次世界大戦後、エネルギーは他国と同様に原油に大きく依存するものとなった。1970年代には原油がエネルギー供給の約7割を占めるようになる。だがエネルギー安全保障の観点から、原油への依存体質が1970年代の石油危機以前から問題視されていた。そこで原油の代替エネルギー源として注目されたのは、自然エネルギーではなくて原子力だった<sup>14</sup>。社会民主党は経済の近代化路線を採用し、原子力エネルギーの平和的利用を目指したのである。その見直しがスリーマイル島原発事故や Chernobyl 原発事故によって開始されたことは言うまでもない。

石油危機がエネルギー状況に警鐘を鳴らすことになり、いよいよ代替エネルギーの模索が開始された。その後の原油価格の安定化に伴って、多くの国々で代替エネルギー開発熱が衰微したのに、この国ではそれが継続的に追求されたのはここで銘記されて良いだろう。そして着実にエネルギー供給における原油の割合を漸減させてきた。現在、スウェーデン政府は2020年には石油エネルギー依存から脱却して、再生可能エネルギーへの代替を計画中であり、具体的な施策が実施されつつある<sup>15</sup>。

### 3 バイオマス利活用の総合施策

再生可能エネルギーのことを日本の資源エネルギー庁は「新エネルギー」と呼び、1997年の「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」（通称、新エネ法）で定義されたが、そこにバイオマスは含まれていなかった。日本政府がバイオマスを新エネルギーの一つとして認めたのは、漸く2002年のことである。同じ年に、バイオエネルギー実用化のための総合的施策として、「バイオマス・ニッポン総合戦略」が閣議決定された（2005年の京都議定書発効を

踏まえて2006年に再度「総合戦略」が閣議決定されている）<sup>16</sup>。これは農林水産省が中心になって、経済産業省、文部科学省、国土交通省、環境省と共に策定された府省横断的な取り組みである。当初の意図は環境保護の推進というよりも、疲弊する農山漁村の活性化であった。戦略では2010年までに廃棄物系バイオマス全体の80%、未利用バイオマス全体の25%以上の利用を目標としている。そして民間の自由な創意と工夫によって、競争的な環境下での企業活動によって進められるべきであるとする。

地元のバイオマスをマテリアルとエネルギーの両面で変換させ、工業原料や燃料に利用するのが「バイオマス・リファイナリー」であり、全面的にその地域循環を構築できれば「バイオマстаун」と呼べるものになる<sup>17</sup>。すでにバイオマス戦略のモデル事業が開始されており、例えば千葉県は、2003年に「バイオマス立県しば推進方針」を策定してバイオマス利用を進めている。同県山田町では、農林廃棄物と家畜汚物からガス化、爆碎、炭化によって新材料とエネルギーを取り出す実験である「複合バイオマスによるエネルギー・材料転換プロジェクト」が進行している。これは千葉県、山田町、荏原製作所、東京大学生産技術研究所、独立法人農業工学研究所が参加、協力している、産・官・学の連携モデルである。

また兵庫県では、1999年に森林資源を使ったゼロエミッション構想が県主導で提出された。その「森のゼロエミッション」構想は、やはり山村地域の活性化と循環型社会とを繋げることを目的としている。本構想における循環型社会の基本原則とは、(1)人の営みから排出される廃棄物を自然の循環が受け付ける量と質にする、(2)営みの過程で資源・エネルギーの効率的運用、カスケード（多段階的）利用を図る、(3)地下資源によるエネルギーや原材料の利用は極力抑え、再生可能な資源、自然界で分解可能な資源に置き換える、の3点である。

こうした木質バイオマス利用を手がけている自治体は多いが、総じてヨーロッパに比して遅れをとっている。それは国家エネルギー政策において非化石燃料の中心に原子力発電が置かれてきたことや、自然エネルギーの中でもこれまで太陽光や風力の利用が中心だったことなどに起因する。また現在の問題点として、総体としての賦存量は十分にも拘らず収集が困難である、高効率の変換技術の開発が不十分である、国民の間でのバイオマス利用についての関心が低いことなどが挙げられている。

### III スウェーデンの環境都市とバイオマス

#### 1 緑の福祉国家路線と再生可能エネルギー

環境政策の発展過程に関して、先進諸国間に共通性と個性とが認められるのは興味深いことである。一般的に工業国では、1960年代末頃まで環境政策は公共政策として認められていなかったが、このことはスウェーデンでも同じであった。1970年代に入って近代的な環境政策の制度化を開始する国々が現れ、この国もその部類に入る<sup>18</sup>。すなわち、1967年の環境保護庁(SEPA)の設立と1969年の環境保護法の制定によって、環境政策の制度的な枠組みが基本的に形成された。環境保全の手段についても、多くの国々と同様に法規制を中心であり、国家レベルでいわゆる経済的手段が導入されるのは1990年代になってからである。

ただし、国によってやはり個性が見られることも事実である。例えば、当時、環境保護に関連する諸問題を管轄し内閣で調整したのは農業省であり、独立的な環境保護庁は国会で承認された環境政策を具体化、実施する行政的機関であった。その後、エネルギー・環境省が新設されたのは1987年であった<sup>19</sup>。また、この国では社会福祉を重視する立場から、コストのかかる事後処理ではなく、できる限り公害を予防する原則が重視された。さらに、環境問題の対応は身近な基礎自治体(コムューン)に任せることが望ましいとする考え方と制度が採用されたことも特徴的である。

1990年代後半以降、スウェーデンの環境政策は「持続可能な発展」の原理の実現を指向するような新たな段階に入った。1996年に首相の座に着いたG・パーションは、社会民主労働党の責務を「エコロジー的に持続可能な社会」の実現であるとし、スウェーデンをそのような取り組みでの世界的な先進国に育て上げると宣言した<sup>20</sup>。社民党は伝統的に「人民の家」をスローガンにして近代的福祉国家の形成に邁進してきたが、それを「緑の人民の家」として衣替えしようとしたのである。環境政策研究者のL・ルンドクヴィストによれば、この政策展開は「エコロジー的近代化」戦略の採用であり、経済成長を優先させてきた同党の伝統的路線を踏襲しているという<sup>21</sup>。

その後の注目すべき展開をいくつか拾うと、「エコロジー的に持続可能な発展のための委員会」の設置(1997年)、環境中期目標としての15項目の決定(1998年)<sup>22</sup>、環境法典の整備(1999年)、「持続可能な発展のための国家戦略」の策定(2002年)、持続可能省の設立(2005年)などが挙げられよう。2002年の「国家戦略」は、EUリスボン戦略

(2000年)、持続可能な発展のためのEU戦略(2001年)、ヨハネスブルク・サミット原理(2001年)といった、EUや国際社会での動きに呼応するものである。これは、1996年にスウェーデン環境保護庁(SEPA)によって策定された「2021年国家計画」がEUその他の国々に影響を与えていたという側面もあるだろう。

このように、スウェーデンのエネルギー政策を含めた環境政策全般が、パーション前首相の推進する原理に従って再編成されたのである。この国では2001年の時点で、再生可能エネルギーのエネルギー供給量に占める割合は29.1%であり、全電力供給量の51.3%を占めている<sup>23</sup>。これらの割合は、それぞれ5.8%、15.5%というEU平均と比較するとかなり高い水準にある。

1997年に社会民主党政府は左翼党および緑の党とエネルギーに関する三党合意に達し、エネルギー政策案が成立した(Cabinet Bill 1996/97:84)<sup>24</sup>。1997年のエネルギー政策では、議論になってきた原子力発電所の全廃期限(2010年)を撤廃することを決めただけでなく、エネルギーの有効利用を図りつつ、再生可能エネルギーの供給拡大を計画している<sup>25</sup>。そして再生可能エネルギーに基づくエネルギーの効率を高める技術開発に80億クローネもの支出を計画した。

スウェーデンはフィンランドと並んでバイオ燃料、とりわけ木質バイオマスを積極的に活用している国である。バルブ・製紙業はエネルギー多消費産業であるが、バークや黒液を利用しエネルギーを発生させている。製材所もチップやおが粉を燃焼させて電気、蒸気、熱を取り出している。またペレットやブリケットといった木質燃料の生産も行っている<sup>26</sup>。木質バイオマスが積極的に利用されるもう一つの部門が地域暖房であり、地域熱供給プラントの燃料の半分がバイオである。

#### 2 ヴェクショールの環境政策とバイオマス利用

ヴェクショール・コムューンはスウェーデン南部のスモーランド地方に位置する、まさに森と湖に囲まれた人口約7万5千人の都市であり、林業、ガラス工業、観光業などが主要産業になっている。このコムューンが環境都市として知られているのは、1996年に「化石燃料の使用をゼロにする」との宣言を公表して、環境保護の取り組みを加速させてきたからである。

脱化石燃料を掲げた環境政策を成功させている背景には次のことがある。その第1に、20世紀後半に付近の湖沼汚染や森林の酸性雨被害が明らかになり、それが市民の環境

保護意識を高め、問題解決への動きを醸成した。第2次世界大戦後の経済発展の過程で、やはり公害と都市化で環境が破壊された。加えて、ヨーロッパの工業地帯から国境を越えて飛来する煤煙によって森林被害が深刻化した。

第2に、地域での活動を既に進めていたコムニーンが、リオ地球サミット直後から「ローカル・アジェンダ21」の取り組みを開始したことが挙げられる（コムニーン議会での正式承認は1996年）。その際に、主に市民あるいはその代表的存在とも言える環境NGOと協働して、また地元企業ともコミュニケーションを図りつつ、持続可能な発展を実現できる行動計画を定めてそれを実行に移すことになった<sup>27</sup>。

第3に、ヴェクショーンは地元に賦存する最も豊富な資源が森林であることを再認識し、そのエネルギー活用を拡大させて化石燃料を減らすことを決定した。そして2010年までにCO<sub>2</sub>の排出量を1993年レベルから50%も削減（住民一人当たり）することを宣言するに至った。京都議定書が提案される以前に、既に活動を開始している。

ただし、ヴェクショーンが脱化石燃料宣言を行ったからといって、スウェーデン国内で特別なコムニーンであるということではない。この国のコムニーンはどこでも、1990年代に地元の個性に基づいた環境保護活動に取り組んでいたのである。それに加えて、リオ地球サミットの行動文書である『アジェンダ21』の第28章において、地方自治体によるイニシアティブの重要性が規定された<sup>28</sup>。これにスウェーデン政府も即座に呼応し、アジェンダ21の行動計画には法的拘束力はないとはいえ、政治的にもモラルの上でも義務的なものであると見なした<sup>29</sup>。そしてその遂行に当たっては地方自治体が最も重要な活動レベルになることを政府の政策文書で明言した<sup>30</sup>。

この自治体が脱化石燃料宣言を発表した当時、対策の焦点にはエネルギー部門と交通部門があった。この両部門からのCO<sub>2</sub>排出量が最も大きかったからである。1999年にコムニーン議会が「持続可能なヴェクショーン」と題するLA21戦略を採択し、そこで戦略分野を6つに拡大して、その長期と短期の戦略を明確にした<sup>31</sup>。その6分野とは脱化石燃料化、水質の浄化、生物多様性の確保、持続可能な住宅地区、企業の持続的な発展、持続可能な発展のためのデモクラシーと学習である。

ヴェクショーンでは地域のエネルギーは、コムニーンが株式の100%を所有する営利企業であるヴェクショーン・エネルギー（VEAB）社が行っている。VEAB社は効率的な熱と電気の供給を目指し、1970年代に個別暖房に代えて地

域熱供給システムを整備し始めた。サンドヴィーク・プラントはその目的のために建設された熱電併設施設（コジェネレーション）である。ここまではスウェーデンでは珍しいことではないが、ヴェクショーンが先進的のは、石油危機による燃料費高騰の対応の一環として、1980年から燃料に木質バイオを使用し始め、以後、石油の節約が順調に進んだことである。現在から振り返れば、地元に賦存する資源の利用は当然の成り行きのように思えるが、それはスウェーデン初であった。このように一定量の木質バイオマスの需要が計画的に見込めれば、やはり計画的な生産と安定的な雇用が確保されるという大きな利点がある。

こう回顧すれば、脱化石燃料宣言は単なる希望の表明などではなく、従来の取り組みを基盤にした現実的な目標であったことが理解できる。そしてそれを可能にする施設が、木質バイオマス100%で運転されるサンドヴィークⅡである（石油も使用可能）<sup>32</sup>。このコジェネレーション・プラントは従来のプラントに増設される形で1997年に稼動を開始し、毎時104MWの供給能力（66MWの熱供給と38MWの発電）を誇っている。木質バイオマス（林地残材とバークが中心）の投入量は毎時40tで、年間50万tに上る大規模のものである。サンドヴィークⅡの稼動によって、この施設全体の石油使用量が12,000 tから2,000 tに激減した。今や、ヴェクショーンで必要な暖房の7割、電気の4割を賄っていて、一人当たりCO<sub>2</sub>排出量も1998年には、1993年比で20%削減することができた。

スウェーデンではどこでもそうだが、コムニーンは情報公開や市民参加を積極的に進めている。すなわちコムニーンは市民に対して開放的で、ローカルな環境政策は環境NGOの協力と参加なくしてはあり得ない。国連の『アジェンダ21』でも、またスウェーデン政府もその必要性を主張しているように、ローカルな環境政策のさまざまな面で環境NGOとの協働が非常に進んでいる。実際、ヴェクショーンのLA21コーディネーターはスウェーデン自然保護協会（Swedish Society for Nature Conservation, Naturskyddsföreningen）の活動家だった。それに加えて、コムニーン環境局は月に1度、地元企業も集めて会議を開催し、意見交換を行って環境への意識を高めている。また、ヴェクショーン大学と協力してエネルギーの相談室を開設している<sup>33</sup>。

こうした政策インプットの開放性は、日本にはほとんど見られないことである。

## IV 森林のゼロエミッション：岩手モデル

### 1 中核的アクターとしての林業エリート集団

一般的に言えることだが、先駆的な事例や継続的事例の背後には、必ずといって良いほど、進取の気性に富む人物やそのような人々の繋がり（ネットワーク）が存在する。彼らは現状の問題を打開して新規のシステム構築を図るにあたって、既存の制度や風習を改革する意欲、知識、理論を持っている。ここで取り上げる岩手のケースでは、林業関係の進取的企業家がそれに相当する。また総じて、アクター間の関係が対立的ではなく協調的な方が、諸資源の動員が容易になって共通の目標の達成に向かえるために、政策形成には望ましい。こうした社会的関係の構築をこのビジネス・エリート集団が担うことになった。

本節ではそのような理論的枠組みを念頭に置いて、岩手県で木質バイオマス利用が進められた経緯と現状についてやや詳細に述べることにする<sup>34</sup>。岩手県の経済はバブル経済崩壊後の不況の影響を受けて沈滞しており、林産業も本州最大の森林面積を誇るにもかかわらず不振が続いている。そこで林業の復興、町・村おこしの課題と、温暖化防止の要請とが絡み合って、地域の多様な取り組みに繋がる素地があった。

本県の林業界は、国産材消費の低迷状態を開拓する方策の一つとして、用材利用以外の活用を探ってきた。そこで注目されたのがエネルギー利用に他ならず、その模索をめぐって1990年代末からヴェクショーンとの研究交流が展開された。その展開は新しい政策理念が誕生して現実の政策形成に活かされてゆく、興味深いプロセスを示していると思われる所以、やや詳しく述べると次の通りである<sup>35</sup>。

この取り組みにおいてまず指摘しなければならないのは、交流推進の中核を担ってきたのが地元の進取的な企業家たちであることである。具体的には、遠藤保仁氏（葛巻林業）、工藤一博氏（工藤建設）、金沢滋氏（金沢林業）の3氏を中心とする集団である。林業の再活性化を目指す彼らは、環境保全をスローガンに掲げて地元経済の復興を目指した。

ただし詳細に経緯を検討すれば、交流の発端には公的部門と民間部門の各部門における各エリート集団による動きがまず起り、後にその二つの流れが合同していったことが分かる。その経緯はほぼ次の通りである。公的部門においては、県庁の行政エリートの間で1998年頃から木質バイオマスの議論が始まっていた<sup>36</sup>。林業の不振ゆえに間伐が進まず、林地残材を使った地域熱供給の可能性が議論され

た。また、土木部サイドでは建築廃材のエネルギー化、企業局サイドでもバイオマス発電の可能性が提起されるなど、各分野から提案が出されるようになった。その過程で、県庁内の数名の幹部が1999年にスウェーデンでのバイオマス利用に関心を持ったことが交流の契機となった。彼らはスウェーデン・バイオマス協会の会長（ケント氏）らを招聘して講演会を開催した。ヴェクショーンは既に木質バイオマスを利用して発電やコジェネレーションを行っていたので、県職員には将来の林業振興と循環型社会の構築に繋がるモデルのように思われた。そしてその積極的な取り組みが紹介され、林業関係者に関心を抱かせたのだった。

他方この動きとは別に、進取的な林業関係者自らが2000年にスウェーデン調査に赴いて、コジェネレーション施設、森林組合、燃焼機器を製造販売するメーカー、さらには一般家庭を訪問する機会を得た。当地での優れた活動に感銘を受けた林業関係者は、すぐさま「岩手・木質バイオマス研究会」という民間の研究フォーラムを立ち上げることにした<sup>37</sup>。ちょうど同じ時期に、それがジェトロによるミニLL（Local to Local）事業に採択されて、交流を後押しすることになった<sup>38</sup>。さらに進んで彼らは、県知事にバイオマスをめぐるスウェーデン・岩手の交流の提言を行い、知事のイニシアティブも推進力の一つになっていた。

同じく2000年に、岩手県、岩手・バイオマス協会、ジェトロの共催で「環境ミレニアムフォーラム」が開催された。ヴェクショーンから市長を初め、ローカル・アジェンダ21コーディネーター、エネルギー公社熱電併給施設長など計5名が招聘され、このフォーラムが開催された。これ以後、双方の代表団による相互訪問が幾度か繰り返された。その間の視察や国際会議を通じて、大小の地域熱供給プラント、木質ボイラーの製造、個人住宅でのペレット暖房・給湯システム、製材所のコジェネレーション・システムなどに関する情報を得ることができた。ただし「交流」と称しても、実態としてはスウェーデンから岩手への一方的な情報提供だったようで、しかも両者の望むものは同じではなかった。スウェーデン側は「交流」を通してボイラーなどの燃焼機器の販路拡大を望んでいたのに対し、日本側は木質バイオマス普及のノウハウであるとか、燃焼機器の情報自体に大きな関心を寄せていた。

森林のバイオマスのエネルギー利用は、日本の伝統的な林業の観点からは一種の逸脱と受け止められる傾向があり、それゆえ当業界に受容されるのは容易ではない。この難点に関して、再び木質バイオマス研究会の金沢会長による証言に依拠して整理してみると次のようになる。

金沢会長によれば、スウェーデンとの交流を契機に木質バイオマスのエネルギー利用の可能性が見出された時、林業従事者や県庁の林務関係者（林業政策）は余り関心を示さなかった様子だったという<sup>39</sup>。その理由の第1として、日本の林業では何と言っても木材は家屋建築の用材向けであり、建材や柱材の高級材を生産することが第一の目的であった。そうすることで、ひいては森林の価値自体が高まり、同時に適切な賃金を支給できる労働力も確保できると考えられた。これが日本の林業と林業政策の中心的な考え方であった。

次に、これを裏返せば、エネルギー産業としての薪炭業は上記の思考回路とは異なり、林業の主たる目的から見ると傍流に過ぎない。木材として伐採する時には植えるという持続可能性の観念が含意されているのに対して、薪炭業の方は元々あるものを切っていくので、育成というよりは収奪的な性格が強い。ましてや、間伐材や林地残材などを使ってエネルギー利用することに対して、林業関係者や政策担当者の多くは抵抗感を持っている。

第3は高コストという壁である。かつて県庁内で、北上山系の間伐材を使った発電可能性のシュミレーションが行われたことがある。ところが間伐材を適切な価格で購入して発電に利用すれば、当時の売電単価で計算すると何倍もの高さになってしまうといった試算結果が出た。日本にはヨーロッパで行われているような、自然エネルギーによる電力の優先的な買い取り制度や税の優遇制度が取られていないことも鑑みれば、高コストは克服不可能のように思われた。このために、さし当たっては、公共施設などでの小規模のエネルギー供給、地域での市場（需要）を作りながら熱供給を中心据えた方が現実的だろう、という議論がなされた<sup>40</sup>。

このようないくつかの理由から、研究会の発足当初、林業政策サイドへの期待はほとんどなく、むしろ関心と積極性を示した商工関係や環境関係部門との議論が進んだという。こうして、地元の森林資源の利用を梃子に林業を再生させ、地方経済社会の再生の起爆剤にしようとする活動が出发したのである。

## 2 知事のイニシアティブと行政的対応： バイオマス利用計画

岩手県の増田知事もこの動きの前から、環境保護と地域経済の関連性には一定の関心を抱いていた。知事は県政の基本計画である総合計画において、環境負荷の低減、環境

分野の研究、環境関連産業での先進的取り組みを通して、「環境首都」の実現を企てようとしていた。現在施行中の木質バイオマスの「利用拡大プラン」も、この総合計画の考え方に基づいたものである。

知事は先述のエリート集団の動きに押されて、2000年にスウェーデンを訪問することになり、その際にヴェクショ一市長とバイオマスについての意見交換を行った。そこで関心を深めた知事は、その後全国各地の環境・エネルギー関連の会議に出席し、木質バイオマス研究会と共にバイオマス・エネルギーへの取り組みを鮮明化させていった。ヴェクショーとの交流も、知事のスウェーデン訪問後のリーダーシップがなければ、研究や知識の獲得に止まっていた、実際の政策に反映されたかどうかは分からぬ。

そして増田氏は、2003年の知事選挙のマニフェストにおいて木質バイオマスの利用拡大を公約した。さらに翌2004年には、近隣県の首長らを招いて「木質バイオマスサミットinいわて」と題する会議を開催し、宣言文を公表することになる<sup>41</sup>。これに従って県は2004年、木質バイオマスの利用計画を立案し、現在はそれに基づいて施策が展開中である<sup>42</sup>。この利用計画は、県政の基本計画である「岩手県総合計画」に基づいた、林業の振興、環境関連産業の創出や環境基本計画を踏まえて立案されている。県総合計画では、環境負荷の低減や環境分野の研究・産業化における先進的な取り組みを通して「環境首都」の実現を目指すことを謳っていて、バイオマス利用計画はその具体化策なのである。

日本の行政では「縦割り行政」がしばしば批判されてきたが、その弊害を克服するためには県知事の強力なリーダーシップが不可欠である。バイオマスのような多方面にわたる施策の場合にはなお更に、岩手県はその面でも比較的順調に進んでいるようである。すなわち、バイオマス利用に関する全体的な計画は林業振興課が担っているが、例えば、ペレットストーブの製造（サンポット社と岩手県工業技術センターの共同開発）は林業振興課、その普及は産業振興課がそれぞれ補助制度を作つて支援するというように、県知事の主導の下でセクション横断的に行っている。ただ、岩手県がバイオマス利用と施策面で先進的と言われても、その社会的なシステムの位置づけはまだ難しいのが実情であるとの声も聞かれる<sup>43</sup>。

木質バイオマスのエネルギー利用法としては、ストーブやボイラーによる熱利用、発電やコジェネレーション、エタノール化、燃料電池の水素原料化など、いくつかの方法が考えられている。だが現状では技術面や経済性での課題

も少なくないので、さし当たって技術的に確立されている熱利用を中心に進め、ついで中・長期的な視野で発電をも含めた利用法に向かう予定になっている。すなわち第1段階（2003年～2006年度）として、ペレットストーブ、ペレットボイラー、チップボイラーによる熱利用の拡大を行う。第2段階（2007年～2010年度）として、コジェネレーション（熱電併給）や発電の方向に展開させる。そしてこれらの段階を通じて、普及・啓発活動を進めてゆくというものである<sup>44</sup>。チップはこれまで熱利用することがなかったので、ほとんどゼロからのスタートといえる。そしてこれを実現可能にするために、第1段階末での数値目標を設定している。計画通りに進めば、CO<sub>2</sub>排出削減量も660トンから5,400トンに増大すると予測している。

先に述べたように、近年、岩手県における木材需給の現況には厳しいものがある。県の林業振興課のデータによれば、本県の木材需要（県内産と外材含めた生産量）は1972年の約326万m<sup>3</sup>（丸太換算）をピークに減少傾向にあり、2003年には約160万m<sup>3</sup>と半減している<sup>45</sup>。これは景気低迷に加えて、直接的には、新設の住宅着工件数の減少や、非木質系の建材の普及が原因である。この160万m<sup>3</sup>のうち県外移出量を差し引いた約150万m<sup>3</sup>が、製材用（55万m<sup>3</sup>）、木材チップ用（48万m<sup>3</sup>）、合板用（47万m<sup>3</sup>）とほぼ3分されて利用されている。

木材チップ用は主として製紙向けであるが、現状ではかなり残っている。現在チップボイラーに利用されているチップの量は1,105m<sup>3</sup>でしかなく、スウェーデンなどと比べると極めて微量でしかない。つまり、チップの豊富な賦存量と比較して、ボイラーに使われているのはほんの僅かでしかない（ただし端材を熱源にしている工場はあるが、その利用量は県では把握できない）。したがって、木質資源の賦存量からすると、適切な価格で近傍に需要が存在すれば、それに十分応じることができるはずである。

図2のようにバイオマス利用計画が順調に進むためには、その前提として、適切なストーブやボイラーの開発、燃料のペレットとチップの生産・供給と流通システムの整備も必要になってくる。以下、それに関して記すことにする。

### 3 木質燃焼機器と木質燃料の生産および流通

#### ストーブとボイラーの開発

ペレットストーブもほとんどが海外からの輸入である。地元の需要に適合させた国産品を開発するために、次のように、ストーブとボイラーの研究開発が民間企業と公的な

図2 木質バイオマス利用におけるエコロジー循環と産業クラスター

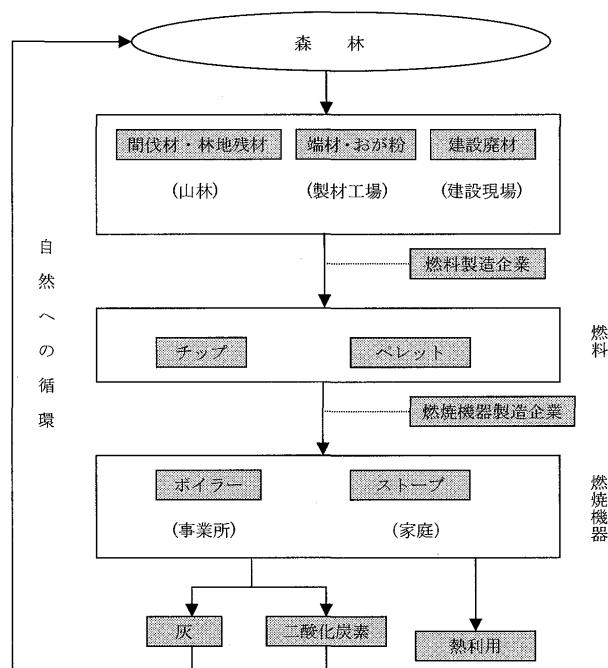


表1：ストーブとボイラーの種類

規模	小型（家庭用）	中型（業務用）	大型（施設用）
ペレット	①いわて型ペレットストーブ (サンポット製)	①いわて型ペレットストーブ (サンポット製、石村工業製)	②ペレットボイラー (オヤマダエンジニアリング製)
チップ	—	—	スイス製 スウェーデン製 ③いわて型チップボイラー

研究センターとの協力のもとで行われた（表1の整理を参考）。

①ペレットストーブ：県内民間のサンポット社と岩手県工業技術センターとの共同開発製品である。規模に応じて家庭用と業務用の2種類を生産している。燃料としてホワイトペレットと、これまで利用されてこなかったバークペレット（樹皮原料）も使用可能である。FF方式で耐震機能を備えており「いわて型」と銘打たれている。県としては中型ペレットストーブの普及をまず進めたいとしている。

②ペレットボイラー：やはり工業技術センターとオヤマダエンジニアリング社（重油ボイラーのメーカー）との共同開発製品である。その導入は資源エネルギー課がNEDOの補助事業などを使いながら支援している。屋内暖房用だけでなく、ロードヒーティングや消融雪システムや農林水

産施設への応用も研究中である。

③チップボイラー：すなわち共同開発に参加したのは、県工業技術センターと県林業技術センターである。含水率100%のチップにも対応でき、小型であることなど、独自性を持っているので、新型のストーブとボイラーはやはり「いわて型」と銘打たれている。まだ改良は必要とのことだが、すでに普及し始めている。

導入実績について記すと、2004年末までの累計でペレットストーブは542台、ペレットボイラーは18基、チップボイラーは7基それぞれ導入された<sup>46</sup>。ペレットストーブの542台のうち、5割弱が公共施設への導入である。ペレットボイラーは小学校、保育所、福祉施設、スイミングスクールなどが中心である。

チップボイラーの設置場所も、町役場、林業センターなどの公共施設がほとんどである。そのため、首長の考え方や地元に森林組合や製材所があるかどうかなどの事情から影響を受ける。<sup>おおはさま</sup>大迫町はチップ供給を地元で確保しつつボイラーを導入するなど、循環の仕組みを自前で整えている。どの場合もまず市民への情報提供や教育的な目的を持って、公共施設に戦略的に配置しようとしているので、その面での導入は順調に進んでいる。逆に一般民家へのペレットストーブの普及度は遅く、2004年度末でも目標値の26%しか達成していない。

確かに、一般家庭にとってみれば、当然、これまでの電気や灯油を消費するストーブに替わる魅力がなくてはならない。しかも平均的な日本の消費者が商品に求めるのは実用性であり、デザインや炎の雰囲気を余り求めない傾向がある（逆にスウェーデンなどでは炎の与える雰囲気は人々に好まれている）。そのためペレットストーブの一般家庭への普及を図る際には、小型で使い勝手が良く比較的安価な製品が求められる。現状では、灯油ストーブの代替品であるペレットストーブは一般家庭にとって若干高価である<sup>47</sup>。そこで県は普及を進めるために、購買家庭に補助金を支給している。

### ペレットの生産

燃料のペレットを安定的に供給する体制を整備するため、県北の葛巻町にある古くからの製造工場に加えて、県南の住田町に新たに工場（けせんプレカット事業協同組合）が建設された。葛巻町の葛巻林業は国内でも数少ないペレット製造企業であり、第2次石油危機以後に、ペレット状木質燃料の生産を開始している。この企業はもともと製紙原料となる木材チップを生産していたが、その剥皮工程（木

質部と樹皮の分離）から生じる大量の樹皮の利用を目的として、アメリカ製成型機を使った広葉樹皮原料のペレットを生産した。その後の為替変動や原油価格の値下がりなどの逆境を経ながらも、生産が継続されてきた理由として、その経営者によれば、生産設備を燃料以外の用途にも利用したこと、アメリカの技術を使ったペレットボイラーが普及してきたこと、ペレット開発にあたっての公的な研究機関の協力、などを挙げている<sup>48</sup>。年間1,300トンの生産能力を備えていて、採算ラインとしては、地域の供給先として5基程度のボイラーがあれば成り立つという。

また住田町では、1998年に発生した豪雨のために林地残材と土場残材が流失し、下流地域に大きな被害が発生したことが契機となって、これらが未利用のエネルギーとして再認識されるようになった。そして「森林エネルギーのまち」の実現を目指して、町民へのエネルギー導入、工場残材によるコジェネレーション、林地残材の原料化、畜産廃棄物のバイオガスプラントのプロジェクトに加えて、木質ペレットの利用が目標に掲げられた。そして、けせんプレカット事業協同組合が2004年、乾燥木材の木くずを原料にしたホワイトペレットの製造を開始した。ここは現在、年間1,000トンの生産能力を持っている。

ストーブの利用者側の使い勝手を良くするには、付近に販売場所があり、そこで安価かつ安定的に購入できる必要がある。そのため県内の各地にストックヤードを設けるなど綿密な供給体制の整備を図っている。ただ現状としては、まだ販売網が十分に整備されていないため工場売りになっている。ペレット価格も流通コストを反映して灯油の約1.5倍程度になっている。需要が順調に拡大するならば、流通のロットも拡大してシステムも安定化するし、同時に適正な価格水準に落ち着く可能性がある。

### チップの効率的生産の実証実験

ペレットと同様に、チップの場合でも効率的な生産がなければ、安価かつ安定的な供給はできない。スウェーデンでは林業自体が効率的であるだけでなく、チップ化の過程も機械化されている。つまり、主として森林組合が山で主伐をして用材を切り取った後、林地残材を約1年間放置する。その間に葉は枯れて養分となり、残材部分の含水率も低下する。グラップルクレーン付き移動式チッパーを使って生産されたチップは、大型トラクターで道路端のコンテナに移し換えられる<sup>49</sup>。しかもGPSを導入してチップ化と運搬の意思疎通を行うなど、ハイテク化も進めている。このような機械化されたチップ化プロセスが完成しているた

めに、その価格は国際的に非常に低い水準になっている。ただしスウェーデンでもチップ化それ自体だけでは利益は望めないので、用材生産の一環として行われていることに留意すべきである。

岩手県の場合は、効率的な生産システムを一から構築しなければならないという課題に直面している。やはり間伐などの間引いた部分の多くは放置されたままであり、バイオマスの利用量もまだ少ない。チップ工場は県内に約70の事業所（そのうち8割に当たる56工場は製材業や合板・床板製造業との兼業）が数えられ、チップもかなり余っているにもかかわらず、循環システムの確立もまだ十分には見えていないという。

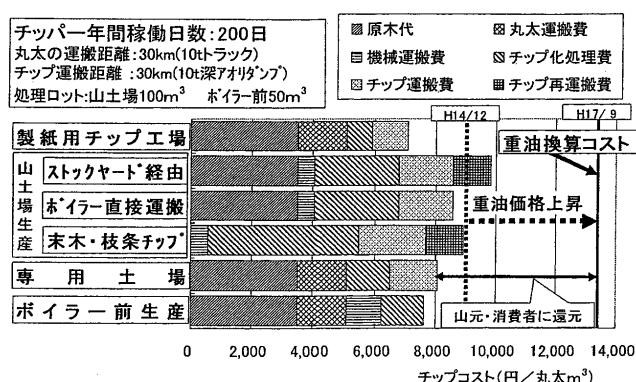
県内でチップ製造方法であるとか燃料の規格化の研究を進めているのは、岩手県林業技術センターである。同センター森林資源部の佐々木氏によれば、チップを供給するさまざまなシステムの効率性と採算に関する実証研究が続けられていて、それらの具体的な比較が可能になった<sup>50</sup>。すなわち、「どのような材を、どのような方法でチップ化すれば、どれだけの生産性が見込めるのか」との課題を立て、その回答を得るために表2のような6つの燃料用チップ供給システムを想定する。これらの供給システムの違いによるコストの比較は図3に示されている。

佐々木氏らの研究によれば、製紙用チップ工場が最もコスト効率的であり、移動式チッパーを利用する場合には、ボイラー前での生産と専用土場での生産が有利なことが判明した<sup>51</sup>。ただし本研究では、チッパーの年間稼働日の想定など、現実には困難なものが前提となっていることにも注意が必要である。加えて、チップの規格や標準価格もまだなく、そもそも供給先も限られているといった状況であ

表2 燃料用チップ供給システム（6方法）

A 製紙用チップ工場経由（チップ材・土場残材→製紙用チップ工場→チップボイラー）
B 移動式チッパーを使った供給 (次のa,b,cはチップ化の場所によって分類)
a 山土場でチップ化（山中ではなく里に近い敷地） (i) ストックヤードを経由するケース (ii) ボイラーまで直接運搬するケース (iii) 末木・枝条チップを利用するケース
b 専用土場でチップ化（丸太やチップを置く広い場所の確保が可能）
c ボイラー前でチップ化

図3：供給システムの違いによるコストの比較



出所：佐々木誠一ほか「燃料用チップ供給コストの試算」2005年。

る。未だ製材所からのチップ供給だけでも、配送場所が4,5基ほどあれば、地域で木質バイオマスが回っていく規模の循環にすぎない。サプライサイドの側だけでなく、ディマンドサイドの開拓とその研究も必要であろう。それでも近年、重油換算コストが上昇傾向にあるので、チップは重油と競争可能な水準になってきていることは確かである。

#### ストーブの焼却灰の安全性

木質ペレットストーブの燃焼灰の処理方法については、スウェーデンで上空から森林に散布されているように、肥料として土壌に戻すことが望ましい。一般家庭でも自宅の庭や菜園などに肥料として戻すことができれば良いと考えられる。ところが、焼却灰に有害物質の六価クロムの含まれていることが判明した<sup>52</sup>。

六価クロムが生成される過程には、三つの可能性が考えられる。まず、そもそも木の中には地面から吸い上げた微量のクロムが含まれているし、また木の伐採など切断の際にも刃物のクロム成分が僅かだが入る。そのようにして微量に含まれる六価クロムの濃度は、灰が多くなれば低くなり多ければ高くなる。木部だけでできたペレットは灰が少ないため、濃縮された状態になって高濃度化する。これに加えて、ペレット製造時にも耐摩耗性金属部材内のクロム成分が入り込む可能性がある。そして、燃焼時においても、アルカリ性の灰によってストーブのステンレス金属を侵してそのクロムが脱落する。酸素が多い状態なので三価ではなく六価クロムとなる。これらの現象は最近スウェーデンでも発見されたとのことである。

これらの3経路からクロム成分が排出されて、焼却灰中の六価クロムの濃度が高まったと推測された。そこで燃焼機器に関しては燃焼室をセラミックでコーティングしたり、

六価クロム化割合が低いバークペレットをホワイトペレットに混入させるなどの対応が取られた。樹木由来のクロムには対応できないが、これだけならどうにか基準値に収まる。また、濃度の規制は産業廃棄物に適応されるもので家庭用については法律の想定外なのだが、回収された焼却灰のうち89%が特定産業廃棄物の基準以下だった。そのため、通常の使用の範囲内では、家庭菜園や庭に散布されても安全であるという宣言を発した。

理想的には、バイオマスを介したエネルギー物質の循環ができる限り地域自己完結型に近づくことが望ましい。すなわち、燃料のチップ化作業、ペレットの製造・流通、ストーブ・ボイラーの生産は、当初公共政策に依存することが大きくても、次第にそれから脱却しそれぞれ自立的なビジネス・モデルとして成り立つことが重要である（図2参照）。しかもバイオマスの場合は太陽光や風力の利用とは異なり、これらの生産・流通の各局面で継続的な雇用を生み出す。生成された熱もしくは電気を市民が利用し、焼却灰は土壌に戻り、CO<sub>2</sub>は森林が再び吸収するというような循環が好ましいはずである。各企業、各産業がコストの課題をクリアーしなければ議会の承認を得ることも難しい。同時に、コストは当然、一定量以上の生産量と流通量がなければ低下させることができない。

望ましい循環は自然発的に生成するものではなく、特にその立ち上げの時にさまざまな手法で公共セクターが人為的に介入しなくては困難である。つまり市場の諸制度を整備することや、規制的手段と経済的手段の双方を使っての介入が必要である。経済的手段として県と国双方のレベルからの各種補助金がある。例えば公共部門でのボイラーの転換コストなどに対して、国（林野庁、NEDOなど）からの補助金制度がある。公共部門だけでなく一般の民間事業体もその助成対象に入れられるようになってきたが、バイオマстаウンと同様の、木質バイオマス等が地域で循環利用される計画が必要とされる。循環利用が担保されるなら、民間企業もその中に入って一緒になって補助事業を受けられるようになってきた。

しかし、「バイオマスがカーボン・ニュートラルだから」という理由で補助金が受けられる段階まで県の公共政策はグリーン化していない。エコロジー的に望ましいという判断で政策が立てられるまでには至っていない、ということである。先進国で導入の進む環境税は経済的手段の代表であるが、周知のように、日本ではまだ導入されていない。燃料源から来るCO<sub>2</sub>排出量の違いがまだ政策的に反映されないのである。現実としては、環境先進国で行われてきたよ

うに環境税導入によってコスト面での優遇措置が取られないと難しい。岩手県も森林環境税を2006年度から導入したが、その目標は差し当たり間伐材が放置されている場所の整備にあり、エコロジー的配慮によるものではない。

#### 4 スウェーデン製チップボイラーの導入例： 大迫町

ヴェクショーとの交流を通じて、岩手県の大迫町（現、花巻市）<sup>おおはさま</sup> 庁舎にスウェーデンのヤンフォーセン社製のチップボイラーが導入された。本節ではその設置に至った経緯と稼動の現状を記すこととする<sup>53</sup>。そのことによって、木質バイオマス資源の利用に当たっての条件や課題が具体的な形で鮮明になるであろう。

大迫町のチップボイラー導入は、庁舎の建て替えがその契機になった。すなわち数年前に、老朽化した庁舎の建て替えの必要性が出てきて、その空調設備の在り方をめぐって議論が行われた。県が環境重視の方針を掲げていたので、新庁舎の冷暖房設備も自然エネルギーを使ったものが望ましいということになり、太陽光、風力、バイオマスなどの可能性が比較検討された。当然、直接的なコストと操作性が重視されたが、同時に長期にわたって地元に利益をもたらすという観点から、森林資源の利用が望ましいという結論に至った。地域の豊かな木質バイオマスの燃料利用で環境調和型施設を建築し、一つのモデルになろうと考えた。と同時に、地域の産業支援、活性化を図ることが目指されたのだった<sup>54</sup>。ただしじつは議論の初めから、議員間での雰囲気としては、割高感はあっても「チップボイラーありき」だったという。

初期投資額は配管工事費を含めて6,825万円だった。内訳はチップボイラー（200kw）が約2,000万円、バックアップ用の重油ボイラー（400kw）が約200万円、その他が配管工事費等である。建設計画当時は200kwレベルのチップボイラーは国産ではなく、輸入するしかなかったが、受注生産や船積費用を含めて結果的には高額になった。財源としては、環境省からCO<sub>2</sub>削減の事業として補助金が交付された（2分の1）。初期投資は大きいものの、地元への経済効果を含めて長期的に見ればコスト的に見合うと判断されたのだろうが、町民自身の理解が十分得られているかどうかは不明であるという。それでも、環境条例の策定の必要性が議論されるなど、町民レベルで環境保護意識が高まっていることは確かなようである。

面積の8割が森林に覆われているこの大迫町でも、やは

り林業は停滞している。県外への運搬コストを合わせても、外材の単価の方が圧倒的に安価なので、地元の木材を使って家を建てることはなかなかない。町産材の使用が停滞する林業への活性化にも繋がるだろうと期待されている。実際、町舎自体も地元の材木（木部の9割）を使って建設が行われた。燃料のチップも地元に森林組合があるので納入も容易である。こうして新町舎は2004年に完成した。

チップボイラーの選定は、林業技術センターと工業技術センターの指導を得て視察を重ねながらスウェーデン製が導入されることになった。県内では6番目のチップボイラーとなる。チップの生産と流通実態に関しては、町と契約する大迫町森林組合が納入している。チップは製紙工場で専門的に生産されるものではなく、製材工場にて木材製品の端材をチップに加工してストックするといった形で、あくまでも製材の端材を商品化している。そのため製材量自体の減少に伴い、チップ生産量も減っている。やはりチップ化はそれ自体独立的に行われるのではなく、副産物として供給しないとコスト的に見合わない。現状では、間伐材によるチップはコスト高のために使われず、燃料としての確立はまだされていない。

チップを継続的に燃焼させるには含水率の低い原料が確保されているのが好ましい。含水率50%程度の乾燥状態であれば望ましいが、チップは野晒しなので、雨水を吸えば含水率が上がって150%～200%になってしまう（生木を切った状態が100%）。メーカー側の説明では含水率120%程度のチップであっても、ボイラーの燃焼温度が約900℃なので燃焼可能である。ただ、町舎の無人になる夜間、種火モードにすると微弱な燃え方しかしない時に、高含水率のチップの投入が消化の原因になって、再着火に手間がかかることになる。この難点から学んだ職員は、手間でも夏の間にチップを乾燥させ、一冬散らして袋に入れておく作業をしている。同様に製材所も現在、試行錯誤を繰り返している。チップのまま放置すると水分が抜けないので、丸太で置いておかないといけないことも分かってきた。今は、製材後の端材のチップ化したものと、生木を混ぜたりしている。乾燥した木をストックできれば良いのだが、それだけのために山にしておくことができない。

焼却灰の量は非常に少なく、また安全なので田畠に蒔くことができる。ただしバーカチップは含水率が高く、煙も灰も多くなるので、なるべく避けているとのことである。

燃料の直接的経済効果についてであるが、チップ価格は約3,150円（1m<sup>3</sup>）程度（1kg当たり約300円）で安価である。原油価格高騰のために、チップは重油と比較してま

すます安価になってきている。当初の計算では、燃料コストの比較で重油と比べたら年間52万円ほど節約できるはずであるが、現実にはボイラーの不調により停止している期間が出て、正確な額は計算できていない。CO<sub>2</sub>排出量の削減効果としては、ボイラーの消費エネルギーを重油に換算して計算したところ、年間88,182kgとなっている<sup>55</sup>。さらに仮にCO<sub>2</sub>の価格を2円/kgとすれば、17,964円となる。地域の林業の活性化が付随的目標であると先に述べたが、言い換えれば、間接的な経済効果である林業への波及効果に関する調査はまだ行われてはいない。

導入ボイラーの問題点も実はかなりあるようである。しばしば故障や不具合が発生するので（特に冷暖房の切り替えの時期）、その度に人手がかかり、また稼動できない間は重油のバックアップ・ボイラーに頼らざるを得ない<sup>56</sup>。ただ、いったん自動運転に入れれば、比較的安定的に稼動するという。

大迫町のチップボイラーの設置、稼働状況から判断すると、岩手県の諸施設に見合った規模のボイラー開発が必要であると考えられる。メインテナンスも必要なので、やや安価な小型の国産装置が開発されるのが望ましいかもしれない。またチップ燃料の安定供給体制の整備もやはり必要である。これらは新産業が生まれる契機になりうる。庁舎の冷暖房としてだけでなく、給湯や周囲の融雪などにも利用できる可能性がある。

以上が大迫町に導入されたチップボイラーの現状である。岩手県にはここ以外にも地域の循環型社会モデルの試みがあるので、若干だがそれをここで付け加えておく。県内で最も知名度の高いのは北部にある葛巻町であり、メディアでもしばしば紹介されている。葛巻町は木質バイオマスだけでなく、風力発電、太陽光、家畜の糞尿を使ったバイオマスなど再生可能エネルギーの導入に努め、「日本一の新エネルギーの里」作りに励んでいる。すなわち、1999年に町は地域新エネルギービジョンを策定するとともに新エネルギー宣言を表明し、先人からの賜物である3つの恵み（天・地・人）を活かせる再生可能エネルギーの導入を図ろうとしている<sup>57</sup>。この取り組みは地域住民に雇用の場を提供するだけでなく、見学・学習・観光目当てに町の内外から人々を集めている。そして「町全体が自然エネルギーの総合博物館」の様相を呈するようになった、と評されている<sup>58</sup>。しかも町長によれば、再生可能エネルギーの中でも、雇用を継続的に生む木質バイオマス発電に最も注目しているという<sup>59</sup>。

また零石町では県営プールの熱源にチップボイラーが使

われている。最寄の森林組合の製材所がチップの納入窓口となり、その9割程度は既存の製材所からの製材の残渣だが、今後1~2割は碎いたチップを入れていく予定している。さらに紫波町は、ペレットを中心とした木質バイオマスの循環を目指す独自のバイオマスタウンを作っている。具体的には小学校や保育所の床暖房用にペレットボイラーを導入し、そのペレットは町直営のペレット工場から納入される。その原料として、町内の間伐材と製材所の残渣（ログハウスに使うような丸棒加工の際に出てくる樹皮）を使っている。ペレタイザーは環境省の補助事業で導入し、町直営で職員が管理している。

ともかくも、地域エネルギーの循環的な利用がシステム的に可能なことを確立して示すことが必要である。チップが安定的に流れ、カーボン・ニュートラルのシステムを実際に確立することである。町や村を舞台にモデル事業の構築を図り、内外に提示すると説得力ができる。京都議定書が成立し森林吸収の役割が大きくなったのを踏まえ、林野庁はCO<sub>2</sub>の吸収のために伐採と植林を促すなど、森林を活性化させる政策を推進している。

## 5 スウェーデンの森林組合(Södra)

岩手・木質バイオマス研究会とジェトロ盛岡の産業交流事業では、林業専門家がスウェーデンの森林組合の調査を行っていて、貴重な情報が含まれているのでここで簡単に紹介しておく<sup>60</sup>。

ヴェクショーが位置するスウェーデン南部のスマーランド地方は、現在、まさしく森の地方として知られている。しかし1世紀ほど前には、今のような森がなかったことに驚かされる。19世紀にこの地から多くの移民が大西洋を渡ってアメリカに逃れていったほど、石の畑が多く貧しい地域だったのである。それが、1903年の森林保護法の法制化によって、荒廃した農地を後世のために森林に移行させる造林が奨励されたとのことである<sup>61</sup>。現在、この国の林業は高度に近代化され、高い生産性を誇っている。木材とその関連商品は輸出全体の約15%を占め、20万人ほどの労働者がこの産業に関係するほどまでになった。

スウェーデンには全国で5つの森林所有者組合がある。ヴェクショー周辺の森林経営を行うのはスウェーデン南部森林所有者組合（ソードラ、Södra skogsägarna）で、全国最大規模である<sup>62</sup>。『LL産業交流事業実施報告書』によれば、その概要は表3の通りである。組合の設立趣旨、経営理念、組織運営は日本の森林組合とほぼ同じだが、その成

果には大きな違いがある。スウェーデンにおける森林組合は、大規模製材工場や製紙パルプ工場の経営に力を注ぎ、国際市場に影響力を持つ巨大な総合木材企業を形成するようになった。

スウェーデンで森林組合が発展した理由としては、次の4点が挙げられるという<sup>63</sup>。①基本的な経営戦略として、政府の支援に恵らずに市場での競争力をつけることが所有者への利益還元に不可欠であると考える。②森林所有者のほとんどが農業者であるが、彼らが森林経営からの収入を一収入源として期待している。③組合員の森林所有面積は平均55haもあり、効率的な経営のためには団地化、機械化、経営指導が必要になる。④代議員制度などの民主的な運営制度が確立されていた。

スウェーデン林業の生産性は日本とは比較にならないほど高く、近代化され先進的である。樹種構成が比較的単純なことや起伏の少ないと自然条件は異なるが、近代的な所有者組合を結成して機械化の進展、合理的な経営を推進してきたからである。代表的な組合であるソードラの2000年度の実績では、1,300万m<sup>3</sup>の原木を加工して、パルプ(740万m<sup>3</sup>)、原木販売(360万m<sup>3</sup>)、製材品(160万m<sup>3</sup>)、および燃料材原木(40万m<sup>3</sup>)を産み出している（表3を参照）。燃料材原木に木質燃料を加えても、燃料に回るのは原木の約5%に過ぎず、燃材料は副次的な生産物であることが分かる<sup>64</sup>。残念ながら、紙幅の都合上、この議論はここで止めておく。

表3：南部森林所有者組合の概要

経営基盤	組合員所有森林 220万ha (全国森林の9%) 6 製材所 5 パルプ工場 本部はヴェクショー
組合員数	35,000人 (3分の1は女性)
従業員数	3,600人
事業内容	①森林経営 ②製品（製材・パルプ） ③バイオ燃料 ④組合員指導・教育
年間売上げ	1,560億円 (7割は製材・パルプ)
年間原木消費量	1,300万 m <sup>3</sup>
主な製品の年間生産量	製材品 160万m <sup>3</sup> パルプ 160万 t バイオ燃料 160万層積m <sup>2</sup>
組合員からの委託率	組合員所有林の生産の7割を受託

出所：『LL産業交流事業実施報告書』64ページ、および同社のAnnual Report, HPなど。

## V 結語：地域循環型社会への政策的課題

これまで岩手県で開始された森林バイオマスのエネルギー利用の試みについて論じてきた。それは地元の進取的企業家による地域循環型経済構築の取り組みが契機となって進められている。そして彼らの活動がなければ、日本で木質系バイオマスのエネルギー利用はここまで進まなかったと評されている。岩手モデルは現在は熱利用を中心にしているので、寒冷地に適したモデルかも知れないが、電気利用の技術革新が進めば他地域の試みにも示唆を与えるであろうと思われる。

とはいっても、バイオマス利用の先進国から見れば、総じて日本の動きはかなり遅れていると言わざるをえない。その乖離の原因は、根本的には、国家レベルでの政策的対応の相違にある。スウェーデンを始めとするバイオマス先進地は国家レベルで戦略を持ち、環境税の導入・拡張やインフラ整備など、それを実現させるための各種の施策を実行している。公共政策なしに市場経済に任せておくだけでは、新たなシステムを構築することは、とりわけその端緒においては、極めて困難である。

これまでの議論から、岩手モデルの特徴や木質バイオマス利用の今後の課題を指摘すると、次のようなことが挙げられよう。その第1として、本質的なことではあるが、グローバル経済と持続可能性という現代的要請に沿う形で伝統的林業の在り方を見直すというように、従来の林業観と林業政策観のパラダイム転換が要請されている。自然保護、災害防止、マテリアル利用、生物変換、エネルギー利用といった森の本来的に持つ多面的機能を再考、再認識し、いかに林業関係者の合意を築き上げてゆくかについて議論する必要がある。これは国家の政策、つまり補助金体系の再編を含まざるを得ず、林政だけでなく、商工、エネルギー、環境などの関係行政施策の擦り合わせが要請される。

第2に、岩手県では木質バイオマス研究会の巧みな政治力もあって、県知事をはじめ県政との協調的な関係を築くことに成功しているが、総じて、日本ではこのようなことは困難である。一般に日本の「政治的機会構造」は閉鎖的であり、とりわけエネルギー政策に市民の発言が反映される経路はほとんどない<sup>65</sup>。一般的に、新規の政策アイデアが政策立案過程に反映されるためには、関係アクターが対立的であるよりも協調的なパートナーシップ型の方が望ましいとする政策研究が多い<sup>66</sup>。日本では、スウェーデンのように行政がNGOのメンバーを受容することはほとんどなく、大学・研究機関をも含めた、産・学・官・市民の協

調的関係をどう築いてゆくのかが問われている。換言すれば、「ソーシャル・キャピタル」の蓄積が必要であるということである。

第3に、これと関連して、岩手モデルには市民参加の局面がほとんど見受けられない。木質燃料の循環システムにおける主たるアクターは諸企業であって、一般市民アクターはボイラーの購入者、利用者として登場するにすぎない。これはエリート主導、技術中心、弱い市民参加などを特徴とする、日本の環境政策の伝統線上に位置すると考えられるし、またゼロエミッション概念の特性を表しているのかも知れない。だが例えば滋賀県などでは、市民主導のバイオマス循環システムである「菜の花プロジェクト」が形成されつつあり注目される<sup>67</sup>。ヴェクショーや、市民NGOがコミュニーンの政策形成に参画していたことが想起される。環境問題がかつての産業公害型ではなくなってきたことを考えると、岩手でも市民参加の余地を大きくさせることができ望ましいであろう。その際、自発的参加者に地域通貨を配付して地域循環に加わってもらうなど、地域通貨も有効な手段になるかもしれない。この循環型経済と市民参加の課題については、別稿で改めて議論する予定である。

ともあれ、日本でも技術的な改良や制度の研究が進み、エネルギーとしての木質バイオマスの経済的競争力が高まっているのは事実である。従来は、伐採と搬出のコストを勘案すると優れたエネルギー変換技術が開発されても化石燃料との競合は困難だ、と言われていたが、原油価格の高騰はそれを覆そうとしている。成功するスウェーデンにおいても燃料利用自体は独立しておらず、林業経営の一環に組み込まれて経済的に成り立っている。すなわち、林業と木材工業の総合的な持続的発展の中で、森のエネルギー利用も可能になるということである。

新産業クラスターの形成についても、例えば図1におけるグリーンマスがまだまだ注目されていないなど、パウリの提言を十分には活かしきれていない。森の持つエコロジー的、エコノミー的多面性はまだ矮小化されているのではないかだろうか。今後、乗り越えねばならない課題もこうして決して少なくはない。金沢滋氏や「菜の花プロジェクト」の藤井絢子氏が述べられるように<sup>68</sup>、「小さな階段」かもしれないが、地域レベルで持続可能な循環型社会モデルを構築し、それを内外に指し示してゆくことが、結局、長期的には最も有効な方法となるであろう。

(本稿は2005年度同志社女子大学「国内研究助成B」による研究成果の一部である。)

- 1 日経B P社『日経エコロジー』2005年11月号。
- 2 特に、金沢滋氏（岩手木質バイオマス研究会会長）からは日本とスウェーデンの新鮮な比較論的視点を、また、藤井絢子氏（菜の花プロジェクトネットワーク会長）からは市民の視点に立ったエコロジー的活動の大切さを、それぞれご教示いただいた。ここで深く感謝する次第である。
- 3 岩手木質バイオマス研究会・日本貿易振興会（ジェトロ）盛岡貿易情報センター編『平成12-15年度ローカル・トゥ・ローカル産業交流事業実施報告書』2004年。（以下、『LL産業交流事業実施報告書』と略記する）
- 4 地域政策の一環としての産業クラスター戦略に関しては、山崎朗編『クラスター戦略』有斐閣、2002年、第1章を参照。
- 5 拙稿「ゼロエミッションの理念と実験—セメント産業とエコタウンを中心に—」『総合文化研究所紀要』（同志社女子大学）第21巻、2004年。
- 6 環境省編『平成13年版循環型社会白書』2001年、25-28ページ。
- 7 前掲拙稿、2004年、43ページ。
- 8 基本的枠組み法としての循環型社会形成推進基本法を初めとして、資源有効利用推進法（リサイクル法の改正）、廃棄物処理法の改正、さらに食品や建築などの個別物品の特性に応じたリサイクル法が成立した。
- 9 環境省編『循環型社会白書』2006年、139ページ。
- 10 松下幸司「地球温暖化対策と森林計画」木平勇吉編著『森林計画学』朝倉書店、2003年、140-165ページ。
- 11 社団法人日本エネルギー学会編『バイオマスハンドブック』オーム社、2002年、311-312ページ。
- 12 社団法人日本エネルギー学会編、前掲書、2002年、3ページ。
- 13 日経B P社『日経エコロジー』2005年11月号、28ページ。
- 14 1956年に政府は「スウェーデン方式」(Swedish line)と呼ばれる原子力の導入計画を採用し、その後、70年代から80年代半ばまで原子力エネルギー供給は増大していった。
- 15 Swedish Commission on Oil Independence, *Making Sweden an Oil-free Society*, 21 June 2006.
- 16 「バイオマス・ニッポン総合戦略」2006年、閣議決定。
- 17 小宮山宏・迫田章義・松村幸彦編著『バイオマス・ニッポン：日本再生に向けて』日刊工業新聞社、2003年、24-6ページ。
- 18 M. Jänicke, Conditions for Environmental Policy Success: An International Comparison, *The Environmentalist*, Vol. 12 No. 1, 1992. M・イェニッケ「環境政策が成功する諸条件：国際比較による検討」（長岡・長尾共訳）『大阪経大論集』第45巻第3号(1994年9月15日)。
- 19 L. J. Lundqvist, Sweden, in P. M. Christiansen (ed.), *Governing the Environment: Politics, Policy, and Organization in the Nordic Countries*, Nord 1996:5, 1996.
- 20 L. J. Lundqvist, *Sweden and Ecological Governance: Straddling the Fence*, Manchester U. P., 2004, p.76.
- 21 *Ibid.*, p.77.
- 22 15項目とは、気候による影響の減少、大気の浄化、酸性化の自然な水準、有害でない環境、オゾン層の保護、放射能の安全な水準、富栄養化の停止、湖と小川の保全、良質な地下水、バランスの取れた海洋・海岸・諸島、湿地の保護、健全な森林、農村の多様性、山岳の景観保護、良好な建設環境である(Swedish Environmental Protection Agency (SEPA), Sweden's Environmental Objectives: For the Sake of Our Children: A progress Report from the Swedish Environmental Objective Council, 2005)。
- 23 European Renewable Energy Council, *Renewable Energy Policy Review: Sweden*. 2004.
- 24 L. J. Lundqvist, *op.cit.*, 2004, p.75.
- 25 飯田哲也『北欧のエネルギー・モクラシー』新評論、2000年、92-3ページ。
- 26 S. Bengtsson, *Sweden's Renewable Energy Resources*, Swedish Institute, 2005.
- 27 飯田哲也、前掲書、第2章。
- 28 国連事務局（環境庁外務省監訳）『アジェンダ21：持続可能な開発のための人類の行動計画』1993年（原文は1992年）、363-4ページ。拙稿「スウェーデンにおけるローカルな環境政策と住民参加-ローカル・アジェンダ21の成功の条件-」『大阪経大論集』第50巻第4号、1999年。
- 29 Swedish Ministry of the Environment, *Agenda 21 in Sweden, National Report: From Environmental Protection to Sustainable Development*, 1997.
- 30 Government Bill 1992/93:13, cited in K. Eckerberg et al., Sweden: Setting the Pace with Pioneer Municipalities and Schools, in W. M. Lafferty/K.

- Eckerberg (eds.), *From Earth Summit to Local Forum: Studies of Local Agenda 21 in Europe*, ProSus, 1997.
- 31 ヴェクショ・・コミューンのHP、および『LL産業交流事業実施報告書』110ページ、参照。
- 32 VEAB社のパンフレット、『LL産業交流事業実施報告書』44、82ページなどを参照。
- 33 『LL産業交流事業実施報告書』84、110ページを参照。
- 34 これに関する情報は、岩手木質バイオマス研究会の会長への聞き取り調査と、同会のHP、その他の資料を基にしている。
- 35 金沢滋氏（金沢林業代表取締役社長、岩手木質バイオマス研究会会长）へのインタビュー（2006年1月30日）。
- 36 安部健「岩手木質バイオマスエネルギーへの取り組み・最前線」『BIO-City』No.26、2003年。
- 37 遠藤保仁氏（葛巻林業）、工藤一博氏（工藤建設）、金沢滋氏（金沢林業）らであった。
- 38 米倉大輔氏（日本貿易振興機構JETRO盛岡貿易情報センター、係長）へのヒヤリング（2006年1月30日）。
- 39 金沢滋氏（金沢林業代表取締役社長、岩手木質バイオマス研究会会长）へのインタビュー（2006年1月30日）。
- 40 安部健、前掲論文、72ページ。
- 41 岩手県『木質バイオマスサミットinいわて：みどりのエネルギーが日本を変える：開催報告書』2004年。
- 42 岩手県『いわて木質バイオマスエネルギー利用拡大プラン：「みどりのエネルギー」利用日本一に向けて』2004年。
- 43 中村文治氏（岩手県農林水産部林業振興課、主査）へのヒヤリング（2006年1月30日）。
- 44 例えば、岩手県の啓発パンフレット（『地球にやさしいペレットストーブ：木質バイオマスを利用しよう』）。
- 45 岩手県農林水産部林業振興課『岩手県の木材需給と木材工業の現況：平成15年次実績』2005年。
- 46 チップボイラーはスイス製（シュミット社）4基、スウェーデン製（ヤンフォーシェン社）2基、日本製1基である。
- 47 ペレットストーブの普及目標は2000台だが、2005年度末で700台でしかない。その価格は20万円強で、これに補助金5万円を得られたとしても、15万円程度の石油ストーブよりはやや高価なままである。
- 48 全国地球温暖化防止活動推進センター・木質バイオマス利用研究会『木質ペレット利用の普及促進事業：報告書』2001年、16ページ。
- 49 『LL産業交流事業実施報告書』67、114ページ。
- 50 佐々木誠一氏（岩手県林業技術センター森林資源部上級専門研究員）へのヒヤリング調査による（2006年2月1日）。
- 51 佐々木誠一「燃料用チップ供給コストの試算」『森林利用学会誌』19(4)、2005年。
- 52 金沢滋「ペレットストーブ焼却灰安全宣言：バイオマスと重金属の関係」『産業と環境』2006年1月号。
- 53 大迫町でのヒヤリング調査による。佐藤充氏（岩手県花巻市大迫総合支所地域振興課、財政班主任）、佐藤格氏（岩手県花巻市大迫総合支所地域振興課、課長）、2006年2月1日。
- 54 岩手県花巻市大迫町『花巻市大迫総合支所庁舎資料』による。
- 55 換算の計算は、チップボイラーによる年間の消費エネルギー $324,720\text{ kwh} \rightarrow$ 重油換算 $31,835\ell$ （重油の発熱量を $10.2\text{ kwh}/\ell$ として） $\rightarrow \text{CO}_2$ 排出量 $88,182\text{ kg}$ （重油の排出係数 $2.77\text{ kg}/\ell$ として）となる。
- 56 日本で導入を請け負っている業者の技術者によれば、スウェーデンのヤンフォーセン社製は本来大規模な装置であって、この庁舎にはそれを小型化して導入され、出力が過小になるのでトラブルが多くなるのではないかと推測されている。（スイスのシュミット社製は逆なので比較的安定している。）
- 57 岩手県葛巻町『くずまきの環境は未来の子どもたちへの贈りもの』2004年、13ページ。
- 58 三橋規宏『環境再生と日本経済：市民・企業・自治体の挑戦』岩波書店、2004年、110ページ。
- 59 三橋規宏、前掲書、118ページ。
- 60 ここで注目する報告は2002年1月の調査によるものである。調査参加者は、深澤光氏（岩手県林業技術センター上級専門研究員）、多田野修氏（岩手県林業技術センター主任専門研究員）、大畠斎氏（岩手県環境生活部資源エネルギー課課長補佐）、岡本利彦氏（巴商会株式会社顧問）である。
- 61 『LL産業交流事業実施報告書』111ページ。
- 62 <http://www.sodra.com/>
- 63 『LL産業交流事業実施報告書』65ページ。
- 64 『LL産業交流事業実施報告書』71ページ。
- 65 政治的機会構造論に関しては次を参照。H. Kitschelt, Political Opportunity Structures and Political Protest : Anti-Nuclear Movements in Four Democracies, *British Journal of Political Science*,

- 16, 1986. S. Tarrow, *Power in Movement: Social Movements and Contentious Politics*, 2nd ed., Cambridge U. P. (大畠裕『社会運動の力：集合行為の比較社会学』彩流社、2006年。)
- 66 とりわけネオ・コーポラティズム論において、低失業率と低インフレ率の両立の制度的要因として社会的協調が重視された。この論調は環境政策の分野にも適用されている（M・イエニッケ論文を参照）。
- 67 藤井絢子・菜の花プロジェクトネットワーク編著『菜の花エコ革命』創森社、2004年。
- 68 藤井絢子氏（菜の花プロジェクトネットワーク会長、滋賀県環境生活協同組合理事長）へのインタビュー（2006年6月8日）。