

木質バイオマスのエネルギー利用と 森林の保全

岸 基 史
小 川 沙有里

序 言

水と森という基本的な天然資源に恵まれた日本は、いわゆる先進国のなかでフィンランドに次ぐ森林率世界第2位の森林大国であり、国土の約67%が森林でおおわれている。また、日本は亜熱帯の沖縄列島から亜寒帯の北海道東部に至るまで、南西から北東にかけて細く、しかし長く伸び、多様な気候をもつ。しかも、その細長い列島は火山島であり、急峻な地形に特徴づけられる地域も含み、生物多様性が豊かである。日本が「森林と傾斜地に恵まれていることは、結局のところ機能的にすぐれた水が豊富であることを意味する。地球上の水は、太陽エネルギーの力を得て、絶えず蒸発⇒結露⇒降水の循環を繰り返して「汚れ」の浄化を行っているが、砂漠の豪雨を考えたらわかるように、雨量がいくら多くても森林と土壌がなければ雨はほとんど役に立たない。日本の平均降水量は一七〇〇ミリぐらいあって流水に恵まれた陸地の大半が適度の傾斜を持つ森林であるため、保水と浄化がよくなされ、しかも下流の土壌が森林からの養分と水のために生態的に高度な機能を持って作物をよく育て、さらにこの土は途中で汚れる流水を浄化して、すばらしい伏流水や地下水脈を涵養してきた」(室田, 1979, 129-130頁)。

こうした日本に関し、いま憂慮されていることがある。それは、かつて経験したような森林乱伐ではなく、その過少利用による森林の荒廃である。本

稿は、全4章の構成とし、第1章においては、この森林の過去の乱伐や最近の過少利用問題を、木質バイオマスの利活用の視点から歴史的に検討する。この歴史を踏まえて、第2章では、木質バイオマスを再生可能エネルギーの一つととらえ、その利用を促進しようとする近年の動きを検討する。戦後日本では、1960年代の燃料革命で薪炭需要が激減するが、その一方で、パルプ廃液を燃料にする黒液発電が増えた。近年、それは限界に達しているが、他方で木質バイオマス発電が伸びている。黒液が輸入パルプにかなり依存していたのに比べれば、木質バイオマス発電の燃料である木質バイオマスは、その多くが国産であり、森林の過少利用問題の解消に役立つ可能性を秘めている。2012年施行の「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」(略称FIT法)の下では、未利用木材を燃焼させる発電からの買取価格が高水準に設定されており、林業との直接的なつながりが増すであろう。第3章では、家庭における木質バイオマスの利用について、第4章では筆者らが室田教授とともに取り組んできた生駒市高山町の里山修復・保全活動を紹介しながら木質バイオマス利用と森林整備について考える。

なお、序言、第1章、第2章は小川が執筆担当し、第3章と第4章については岸が担当している。結語は両者が執筆した。

先行研究として、日本における森林と人間によるその利用の江戸時代までの歴史を概観した名著にタットマン(1998)がある。薪炭、特に木炭の歴史については樋口(1993)がある。現代の炭焼に関しては杉浦(1992)などがある。これらは主として第1章にかかわる概説書であるが、第2章にかかわるものとしては、木質バイオマス発電を早い時期に論じた熊崎(2000)が先駆的な研究である。遠藤(2006)、久保山(2009)、江藤・佐々木(2010)、伊東(2011)、小川(2012, 2013a)は、実際の発電現場に即した分析を展開している。FIT法の下での木質バイオマス発電の新しい動きについては、渡部(2012a, 2012b)などの研究がある。里山の生態学的意義や里山保全活動については、室田(1985)や岸監修(2006)などの研究や写真集がある。

なお、木質バイオマスという言葉が日本語として定着したのは最近のことである。木質バイオマスは、木質材料と木質燃料の両者を指すが、実際は後者を意味することが多い。本稿でも、木質燃料の意味で木質バイオマスという言葉を用いる。

1 薪炭の時代における森林利用

財団法人 日本エネルギー経済研究所が毎年刊行している年報に『エネルギー経済・統計要覧』各年版がある。その2013年版をみると、「わが国の一次エネルギー供給の推移（1880～2012年）」という統計が載っている。これは、一次エネルギーを石炭、石油、天然ガス、水力、原子力、薪炭、その他、に7分類し、各々の数値を 10^{10} kcal単位で1890（明治23）年から2011（平成23）年まで掲載している。

この統計期間の初期、すなわち1890年代をみると、首位は薪炭であり、次が石炭となっている。いまの言葉でいうと、薪炭は再生可能エネルギーに分類され、木質バイオマスの一種である。この表現に従えば、当時は日本のエネルギー供給の中心は再生可能な木質バイオマスであり、枯渇性の石炭がそれに次ぐものであった、ということになる。3位は水力であった。明治時代の水力といえば、水車を思い起こすが、要覧では、水力発電のみを記載しており、この意味での水力の数値が登場するのは1903（明治36）年からである。

欧米諸国の影響下で急速に工業化を進めていた日本においては、石炭の伸びが著しく、1900年から1901年にかけて薪炭と肩を並べ、以後追い越していった。つまり、1900年を境に石炭が日本の一次エネルギー供給の首位の座につき、薪炭は2位となったのである。

本章は第1節と第2節に分け、第1節では1900年まで、第2節では1901年以降の日本における木質バイオマスを考察する。

1.1 1900年までの日本における木質バイオマスの利用

日本人が能動的に森林を利用して生活を始めたのは、縄文時代からである。縄文時代の人々は木々を集めて燃料とし、森林で採れるドングリ、キノコ、山菜などに加え、海岸で採取できる魚介類を食糧にしてきた。森林を刈り開いて火をつけ、焼け跡に作物の種を蒔く焼畑も広く行われた。

縄文時代後期にはじまったのではないかとされる水田農業は、弥生時代には広く普及し、落ち葉、草木の若芽、若葉を田に敷きこんで肥料にする刈敷の技術が行われるようになった。つまり、水田と森林がひとつながりとなって生産性を高めたのである。水田開拓の地理的範囲が次々と広げられたほか、藤原京に続く平城京の建設やその周囲での社寺の建立による木材使用のそれまでにない増加により、奈良時代は、日本の森林が適正な範囲を超えて伐採された始まりの時期である。

建築用材としての木材需要の一方で、誰もが煮炊きのために薪を必要とした。その意味で薪は必需品であり、きわめて大切なものであった。その大切さを象徴する御竈木（みかまぎ）という言葉がある。これは律令時代によく使われた言葉で、毎年正月15日に百官が宮中に献上した薪、またはその献上の儀式のことをいう。その後、転じて神社や寺院に奉納したり、そこで焚いたりする薪をさすようになった。

なお、薪と異なって誰もが日常的に必要とするものではないが、手工業のなかの金属産業は、それが発達すればするほど、良質な木炭への需要を増大させた。溶かした銅を鋳型に流し入れかたちをつくり、金箔を張りつめた東大寺の大仏像など、大量の木炭なしにはつくれなかった。つまり、銅や金を得るための還元剤やそれらの熔融の燃料として用いられたのである。

奈良時代の終わりとともに大規模な寺院建築や一木造りの仏像の製作はなされなくなっていくが、住居建設や水田開発などのために木材需要はその後も増加した。室町時代には天竜川流域の秋葉神社でのスギ、ヒノキの植林、吉野川流域でのスギの植林を出発点として本格的な針葉樹の人工造林が開始

された。

江戸時代に入っても旺盛な木材需要は続き、これに伴い森林の荒廃が進み、1710年までには遠隔地を除く日本列島の森林のうち、当時の技術で伐採できる木材の大半が消失したと考えられる。このため、各地に禿山が広がり、河川氾濫等の自然災害が頻発する地域も出てきた。「江戸時代初期、すなわち一六世紀末から一七世紀初期の中国地方では、すでに森林の乱伐によって山々が著しく荒廃していたようである。（…中略…）製鉄（主に山陰地方）に加えて、製塩（主に瀬戸内地方）や製陶も盛んになり、これら全体が薪炭需要を高めた。さらに、戦乱が平定されると、諸都市で住宅建設が活発化し、また大規模な寺院建築も進んだため、建材としての木材に対する需要も増大した模様である。こうして樹木の伐採が進み、その再生産が不可能になった地域が多々生じてきて、立木の伐採禁止令が出されるところもあったが、地域住民は、日常生活の必要上やむなく禁を破って、薪炭用に雑木を切り続けた」（室田，1982，158-159頁）。

これを憂慮した江戸幕府は、村人たちに植樹・造林を命じ、御林（おはやし）という幕府の直轄林を設けた。また、一山すべてを入山禁止・制限し森林の取り立てを図った留山制度、特定の樹種を指定し伐採を禁止・制限した留木制度を編み出した（室田，1995，27-18頁）。すなわち、今日の言葉でいう森林保全や保安林の制度が全国にわたり制定されていったのである。庶民の立場からは熊沢蕃山が「山村住民の薪炭需要を満たすとともに、下流民の生活を安定したものにするには、適切な治山・治水の施策を実行に移すことが肝要であると考えた。本来は流水が豊富で肥沃な土壤に恵まれており、人々の生活が山に緑濃く、谷の深い環境の中で営まれてきた日本の地理的・気象的・文化的特徴を総称して、彼は日本の水土という概念を強調した。そして彼は、実践的には植林を指導し、大地の保水力を高めるものとして溜池の造成に力を尽くした」（室田，1982，159頁）。

このような江戸幕府の禁伐政策と積極的な植林政策の組み合わせが一方に

あり、他方で農山漁村における庶民の薪炭林確保のための入会制度の確立が
あって、スギ、ヒノキ、マツ類、そして落葉広葉樹が造林され、あるいは萌
芽更新が意図的になされた。すなわち、用材や薪炭に用いる分だけ木を伐る
という持続可能な森林利用が実現し、乱伐された日本列島の森林資源は、江
戸時代半ば以降、回復に向かう。

1853年の浦賀沖へのアメリカの黒船来航を契機に開国へ動きだした日本は、
1868年には明治維新を迎え、欧米諸国を見習っての工業化を急ぐことになる。
それまでの日本では、石炭は知られていたものの、瀬戸内地方の製塩業にお
いて少量が使われる程度であった。しかし、機械制工業の展開とともに石炭
が動力源として使われるようになり、また鉄の生産においても、旧来によ
うに木炭が多用される方式は急速に放棄され、石炭に依存するコークス製鉄が
それにとってかわった。

しかし、産炭地からは遠く、なお且つ良港に恵まれないところでの工業化
にとっては、水力や薪炭が不可欠であった。明治期以前からの手工業の拡大
のために小規模な動力を必要とし、しかも近くに川が流れている場合、水車
を増設すればよかった。だが、機械を要する新しい工業のためには水車より
も水力発電の方が便利であることが1890年代には広く知られるようになった。

とはいえ、1880年代の石炭供給の伸びは著しく、1900年から1901年にか
けて、ついに石炭が薪炭を追い越した。第1表は、1880年から1901年まで
の日本における石炭と薪炭の各々の供給量を 10^{10} kcal単位で示したものであ
る。この表が示すように、石炭の増加は確かに急速であったが、そのことは
薪炭供給量の低下を意味するものではなかった。1902年以降も、薪炭は $3,000$
 $\sim 5,000 \times 10^{10}$ kcalの水準を保った。

薪炭と石油の相対的位置をみると、1900年までの石油の供給量は $400 \times$
 10^{10} kcalにも満たないほど微々たるものであり、薪炭の大きさの方が圧倒的
だった。その後において徐々に石油も伸びはじめるものの、1930年代半ばの
数年間を例外として、1950年までは薪炭が石油を上回っていた。

第1表 日本における薪炭、石炭の供給量の推移：1890年～1901年（単位： 10^{10} kcal）

年	薪炭	石炭	年	薪炭	石炭
1880	3,495	567	1891	3,815	1,996
1881	3,235	602	1892	4,015	1,994
1882	3,115	596	1893	4,127	2,079
1883	2,878	639	1894	4,698	2,694
1884	2,710	715	1895	4,435	3,032
1885	3,218	816	1896	4,066	3,172
1886	3,847	865	1897	4,675	3,291
1887	3,557	1,100	1898	5,733	4,215
1888	3,606	1,267	1899	6,586	4,238
1889	3,427	1,497	1900	5,424	4,713
1890	4,185	1,639	1901	3,822	5,671

（備考）『エネルギー・経済統計要覧（2012年版）』310-311頁より作成。

1.2 燃料革命以前・以後の薪炭利用

1901年から今日に至る日本の薪炭利用をみると、1960年代の燃料革命の影響の大きさがわかる。薪炭の年間供給量は、第1表にみるように、1880年代、1890年代ともに $3,000 \times 10^{10}$ kcalを上回り、その後も一貫して大きかった。 $3,000 \times 10^{10}$ kcalという数値は、原油換算で3,000,000万トンであり、それを上回る供給が1962年まで続いたのである。1962年には $3,257 \times 10^{10}$ kcal（原油換算325万7千トン）であった。

ところが、1962年から1963年にかけて薪炭の利用の激減がはじまる。1963年には $1,560 \times 10^{10}$ kcal（原油換算156万トン）へと落ち込み、前年に比べ半減した。その5年後の1968年には 879×10^{10} kcal（原油換算87万9千トン）、さらに5年後の1973年には 481×10^{10} kcal（原油換算48万1千トン）へと減少した。1978年には 216×10^{10} kcal（原油換算21万6千トン）となった。つまり、5年経過するごとに半減するという等比級数的な減少であった。

燃料革命とは、固体燃料から流体燃料への急激な転換のことをいうが、こ

うした薪炭需要の急激な減少は、原油輸入量の急速な伸長と一体のものであった。1960年前後から、サウジアラビアをはじめとする海外諸国から安価な原油が大量に輸入できるようになり、国内に次々と石油化学コンビナートが建設され輸入原油を精製した。その結果、様々な石油製品が国内に流通するようになり、薪炭なしの生活が可能となったのである。

石炭については、大規模な露天掘りが可能であるような海外の炭田に比べ、日本の炭鉱は小規模であり、産炭費が高くついた。このために安価な輸入炭が国産炭を市場から駆逐していった。また、戦後日本は鉄鋼生産量を増やしたが、このことは鉄鉱石の還元剤としてのコークス需要を高めた。ところで、石炭からコークスをつくる際には石炭ガスが副生する。石炭ガスは可燃性であるから、都市ガスとして便利である(室田, 1994, 69頁)。こうして気体燃料である都市ガスが普及すると、固体燃料である薪炭はますます不要視されるようになった。

薪炭を不要視する社会は、生物多様性を無視する社会でもある。「秋にドングリを落とす樹種の多い雑木林は、野生哺乳類や野鳥が餌を求める空間であり、熱帯雨林などと並ぶ生物多様性の宝庫である。そしてそこは、人間にとっての薪炭林でもある。しかし、先述の燃料革命は、薪炭を不要とする都市生活、農村生活をもたらした。この結果、人々は里山の木を切らなくなった。そこで大きい木はますます太くなり、その日陰になった木や草はよく育たない。生物多様性が失われているのである。本来ならばそこは、30年サイクルで伐ることで、木々が萌芽更新していく空間であった。しかし、田端秀雄氏(京都市大学生態学研究センター)によると、伐らずに放置されて高樹齢となった木は、いったん伐ると、その時にはもう萌芽更新の能力を失っている場合が多いという。こうして里山も持続可能性を喪失しているのだ」(室田, 2001, 128頁)。

林産業をみると、乾燥こそ木材の命とされる。含水率の高い木材は用材としての使用に適さない。そこで、かつての日本の製材工場では、端材やバークなどを乾燥に用いていた。しかし、燃料革命は、石油製品の一つである重

油を木材乾燥用の燃料に用いる習慣を日本全国に広めた。大量の鋸屑やプレーナー屑の散乱する製材所で、木材乾燥には重油を焚く、という光景は、欧米諸国ではあまり見られないことである。

このように、燃料革命が日本社会に及ぼした影響はきわめて大きい。歴史的には森林乱伐が問題になることの多かった日本であるが、輸入原油、輸入石炭が急増する過程で用材の面でも燃料の面でも石油製品への依存度が高まり、国内の森林への依存度は大幅に減少したのである。たとえば「日本の各地に森林組合がたくさんあります。その事務所の建て物自体、地域で伐採された木材でつくられていることはまずない。プレハブか鉄筋コンクリートですわ」（室田、1983、191頁）という状況が一般化してしまった。だが、林業関係者のすべてがこうした状況を黙示しているわけではない。「需要が十分にありさえすれば山林の手入れをすることにも経済的意味が出てくるということで、間伐材の新しい活用法の開発にのり出す森林組合が最近になって全国各地に増大しつつある。現代日本における木炭研究の第一人者の一人である杉浦銀治氏（農林水産省林業試験場・木材炭化室）らの着想を活かす北海道上川郡下川町森林組合では、カラマツの間伐材や風雪による倒木を大量に炭に焼く窯を採用し、1982年から実用化に入った。いっぺんに約4トン焼いて1トン数百キログラムの木炭が生みだされる窯が1984年現在で2基あり、1年中操業している。このカラマツ炭は、広葉樹の炭に比べれば品質は劣るが、それでもバーベキュー用の燃料などとしては十分に使えるし、何よりもまずは農地の土壌改良材として、農家の需要が多いという」（室田、1985、25-26頁）。

2 発電分野で伸長する木質バイオマス燃料

薪炭への需要急減の一方で、戦後間もない時期から増え続けた木質燃料がある。紙パルプ業界が電力の一部を自給するために利用をはじめた黒液である。ただし、最近その伸びは、紙の需要の伸びが頭打ちになると同時にとまっている。他方、黒液が利用されはじめてからおおよそ20年が過ぎてのち新たに

成長しはじめるものがある。木質バイオマス発電である。

ここで言葉の使い方について述べておくと、黒液は木材起源という意味では確かに木質バイオマスの一種であるが、ふつう、木質バイオマス発電は黒液発電を含まない。木質バイオマス発電という場合の木質バイオマスは固体の形状を保った木質燃料であり、セルロースを含有する。これに対し、後述するように、黒液はセルロースを含まない液体燃料である。

以下では、このように区別される黒液発電と木質バイオマス発電について、別々に分けてそれらの経緯を概観し、さらに木質バイオマス発電については今後の展望を考察する。

2.1 製紙業界の採用した黒液発電

第二次世界大戦の惨禍から日本が復興する過程では製紙業も復活するが、洋紙生産の原料となるクラフトパルプについてみると、紙になるのはセルロースである。セルロースを抽出した後に残るパルプ廃液は、リグニンを主とする黒褐色の液体で、濃縮すると黒液と称される液体が得られ、それは重油代替燃料として、火力発電に役立つ。1950年代にすでにそうした黒液発電を取り入れた製紙会社があった。東洋パルプ（現・王子製紙）呉工場が1955年3月に完成した回収ボイラーが、日本における黒液発電の出発点と考えられ、それはスウェーデンからの技術導入に拠っていた。NEDO（2010）の「参考資料73」によると、1950年代にはそれを含めて5件の黒液発電の導入があった。1960年代、1970年代とそれは急速に増えていった。1980年代以降は、顕著な増加はみられないが、微増しており、2008年度には37件の黒液発電が記録されている。その事例として室田（1993）は日本製紙石巻工場を見学したときのことを次のように記している。「この工場では、全部で9缶あるボイラーにより、高温高圧の過熱蒸気を毎時約900トン発生させている、ボイラー燃料としては石炭（微粉炭）、C重油、黒液（クラフト・パルプ抽出後の廃液）、パーク（樹皮）が用いられている」（133頁）。1960年代の燃料革命により、薪炭利

用は激減するが、木質バイオマス全体をみれば、そのエネルギー利用も激減したというわけではなく、黒液発電の伸びが薪炭激減の埋め合わせをしてきた。たとえば「1991年の日本では、黒液が重油換算で約436万キロリットル相当のエネルギーを供給していたことがわかる」（室田, 2001, 150-151頁）。

上述のNEDO（2010）の資料によると、2003年に王子製紙春日井工場が運転開始をしたのを最後に、黒液発電を行う工場の新設はない。ただし、北越紀州製紙新潟工場においては、既存のボイラーに加えて新しい3号ボイラーを2008年に稼働させている。これは黒液専焼のボイラーであり、発電出力がその分だけ上昇している。

なお、国内のパルプ需要に占める輸入パルプの割合は、戦後大幅に低下しており、黒液発電の量は増大しても、そのことだけでは国内で得られる木質バイオマスの利用量が増えたとはいえない。

2.2 木質バイオマス発電の増加とその要因

日本における木質バイオマス発電がいつ、どこで始まったか、その歴史を特定することは困難である。しかし、戦時中と戦後直後には、おが屑や木炭のガス化により乗合バスや乗用車などの内燃機関を駆動する試みが各地にあったようであるから、もしかするとその内燃機関で単に自動車を走らせるだけでなく、発電機を動かして小規模な電力供給を行うという事例があったかもしれない。電力については実態は不確かだが、おが屑ガス化により内燃機関を作動させること自体は特に福知山市の俣野藤太郎が成功したようである（室田, 1993, 139頁）。

戦後復興を遂げてからの状況については、NEDO（2010）の資料があり、それによれば、木質バイオマス発電として最も早い時期に運転を開始したのは、1960年の王子製紙日南工場（宮崎県に所在し、1960年当時は日本パルプ工業日南工場）である。二番目に早いのは、兵庫パルプ谷川工場（1974年9月の運転開始）である。両者ともに黒液以外の木質バイオマスと黒液を混ぜて利用する

発電設備である。これらは、蒸気タービン式の発電である。その後は、木質バイオマス専焼の発電が本格化しはじめるが、その初期の事例として、1980年に愛知県のウッドワン蒲郡工場、1981年に三重県の信栄木材、1985年に広島県府中町の株式会社シンコー府中工場、1987年に広島県のウッドワン本社工場がそれぞれ運転を開始した。これらのうち、信栄木材のみが内燃力発電であり(室田, 1993, 135-144頁)、あとはすべて蒸気タービン式である。

1980年代、1990年代に木質バイオマス発電所が製材所や合板工場が増えていった理由について、林学者の熊崎実は、「製材工場や合板工場では木材の加工に伴って、樹皮、おが屑、背板、端材など様々な“木屑”が出てきます。これらの木屑はお金をかけてでも処理しなければならないわけで、エネルギーとして利用できればこれに越したことはない。しかも木材加工場は木材の乾燥などでかなりのエネルギーを必要としている。木質バイオマスのエネルギー利用が木材工業から始まったのは至極当然のことでした」(熊崎, 2011, 92頁)と述べている。

この熊崎の指摘は、2002年ころまでの時代についてはその通りであるが、2002年を過ぎるころから、別の要因で建設され運転開始に至った木質バイオマス発電所もみられるようになった。別の要因とは、次の二つである。すなわち、(1)ダイオキシン対策の強化、(2)新エネルギー等による電気の促進をねらうRPS法の成立、である。ここで、RPS法とは「電気事業者による新エネルギー電気に関する特別措置法」(平成14年6月7日法律第62号)の略称である。

上記の(1)についてみると、熊崎のいう木材加工に伴う木屑の燃焼についても、またそれとは別に建設廃材(家屋解体材など)の燃焼についても、ダイオキシンの発生量を一定の低水準以下に抑えることが求められるようになった。これについて、経済学者の伊東維年は、2000年の廃棄物処理法の一部改正によって、それまでのように製材所内等で廃材を焼却処理する場合は、2002年2月1日までに「ダイオキシン類対策特別措置法」(平成11年7月16

日法律第 105 号) に基づく排出基準をクリアすることが義務づけられた旨を述べている。そして、「ダイオキシン類の排出基準をクリアするためには、焼却炉を新設するか、あるいは既存設備を改良する必要に迫られた」と分析している（伊東, 2012, 147 頁）。

この点をより具体的にいうと、たとえば、発電とは関係なしに従来は小さな焼却炉で、比較的低温で廃材を燃焼処理していた企業ないし組合が、類似の複数の企業ないし組合と協同組合を組織して、廃材をまとめて焼却処理できるタイプの以前より大型の設備を導入し、ダイオキシン発生量を規制水準以下に抑制できるような高温で燃焼させる仕組みが取り入れられるようになった。この場合、その工程から得られる高温熱で火力発電を行う設計にすれば、工場が必要となる電気の自給に役立つし、もし余剰が生じれば外部に売電して収入を上げることもできる。あるいは、単独の企業であっても、ダイオキシン規制を達成できる新しい焼却設備とそれにつながる発電設備に投資を行い、廃材等の木質バイオマスを燃料とする火力発電を事業化することも考えられる。

次に (2) であるが、RPS 法は、2003 年 4 月 1 日から全面施行された。この法律は、全面施行に先立って 2002 年 12 月 6 日より一部施行されており、これによって新エネルギー等発電設備の認定を受けることが可能となった。なお、RPS とは、Renewables Portfolio Standard の略である。この RPS 法は、内外の経済的社会的環境に応じたエネルギーの安定的かつ適切な供給を確保し、また、環境の保全に資するため、電気事業者の供給する電気の量のうち一定割合以上を、風力、バイオマス等を変換して得られる新エネルギー等電気とするなどの措置を講じるものである。そして、木質バイオマス発電もこの新しい法律の適用対象となったのである。

RPS 法における電気事業者とは、一般電気事業者、特定電気事業者、特定規模電気事業者のいずれかである。電気事業者は、その義務を履行するに際して、①自ら発電する、②他から新エネルギー等電気を購入する、又は③他

から新エネルギー等電気相当量（RPS）を購入する、のいずれかを選択できる。これにより、新エネルギー等発電事業者が、電気事業者との取引によって収入を得るための環境が整備された。木質バイオマス発電による電気についても、新エネルギー等電気相当量（RPS）の付加価値が添加され、電気そのものだけでなく RPS の販売も可能となり、従来よりも高い評価で電力取引が可能となった。

すなわち、上述の要因（1）、あるいは（2）によって、あるいは（1）と（2）の両方の要因による木質バイオマス発電所の新設が 2002 年ころからはじまり、それ以前から稼働していた少数の木質バイオマス発電所に加わることによって、総数を大きくしていったのである。

小川（2013b）によれば、2011 年 3 月末現在で日本の木質バイオマス発電施設の総数は 127 に達し、設備容量は約 122 万 kW に上っている。発電技術としては蒸気タービン式が多いが、発電出力が数百 kW 程度の小さいものでは、木質バイオマスをガス化してそれを内燃機関に導いたコージェネレーション（熱電併給）設備になっているものもある。

2.3 木質バイオマス発電所の事例

木質系の廃棄物を個別に焼却処分していた複数の経済主体が新たに協同組合を形成し、焼却および発電も新しい設備一ヶ所で行うことで、ダイオキシン規制を達成するとともに電力の一部分自給も実現した事例の一つとして、東濃ひのき製品流通協同組合がある。

信金中央金庫総合研究所（2009）によれば、森林に恵まれた岐阜県加茂郡白川町の製材所群には、端材処理用として合計約 120 基の焼却炉があった。しかし、これらは、先述の 2002 年のダイオキシン規制により、「廃棄物焼却炉としての構造基準や維持管理基準を満たせなくなり、使用できなくなってしまった。このため、新たな廃棄物処理施設の建設が必要となり、同年、“森林資源活用センター”内に、木くず燃焼による発電を行う“森の発電所”を建

設した。」そして、東濃地方の64の林業・林産業関係会社や組合から組織されている「東濃ひのき製品流通協同組合が事業主体となり、町内各所の製材所から産業廃棄物として、製材端材や樹皮などの木くずを2,500～4,500円/トンで受け入れるほか、近隣の建築廃材なども受け入れている」（同上）。組合は、2003年度のうちに産業廃棄物処分業、および一般廃棄物処分業の許可を得ている。また、同年度にRPS認定設備になっている。

この“森の発電所”における2006年度の木くず処理量は約7,600トンに上った。「同発電所では、こうした木くずをボイラで毎時2.5トン燃焼させ、7.5トン/時の蒸気を発生させている。このうち、6トン/時の蒸気で発電タービンを回転させ、600kWの電力に変換させている。残りの蒸気は大型木材乾燥施設（30m³×3基）の熱源として利用している。自家消費している電力は400kWであり、隣接するプレカット工場（土木、公園用杭加工施設）等で使われている。電力使用量が低下する夜間などを中心に、余剰となる200kW程度は、中部電力に売電している」（同上）。

共著者のひとりである小川は、2011年9月に東濃ひのき製品流通協同組合の事務所を訪ねたが、燃料となる木くずをそこに運び込んでいる小型トラックの多さが印象的だった。話をうかがってみると、この組合は、組合員に限らず、その他からでも木くずを受け入れているという。木質バイオマス発電で採算が取れるかどうかは、燃料がいかに安価に調達できるかどうかにかかっている面がある。このため、わずかだけれども山林を所有している家が自伐林業を行う場合（全国林業改良普及協会2010）、用材として販売できる木材の伐採や搬出のかたわら、C材と呼ばれる低質材を軽トラックで“森の発電所”へ運ぶと、小遣い銭稼ぎ程度にはなる（中嶋、2012）。組合としては、そうした低質材を破碎さえすれば、安価に発電用の燃料が得られるのである。

以上は、要因（1）に影響を強く受けた木質バイオマス発電への協同組合を形成しての取り組みの一例であるが、次に要因（2）に強く影響された単独の民間企業の取り組みの例をみることにする。

ここでの民間企業とは、省エネルギーに向けてのコンサルタント業務を担う会社として1997年に東京で設立された株式会社ファーストエスコのことである。ファーストエスコは、設立初期のころから電力自由化を視野に入れるとともに、環境問題での先進性を発揮するべく木質バイオマス発電への取り組みを準備していた。創業者の筒見憲三は、「当社として新エネルギーへの取り組みは、2003年初頭より風力ではなくバイオマス発電事業の事業化検討を開始し、1万kWクラスの木質チップ専焼発電所を全国数ヶ所に計画している」（筒見、2004、11頁）。こうした発想の背後にあるのは、当時のアメリカでの新しい動きであるように思われる。その動きとは「原子力ではなく薪が、燃料として急速に見直されてきたということです。1970年代に入ってアメリカでは急速に薪の利用が復活してきました。（…中略…）薪ストーブの設計や、薪オーブンの設計が新しいスタイルで出てきた。同時に薪を燃料とするボイラーの開発も進んできて、大局的には、産業界そのものが薪をたくさん使うようになってきている。（…中略…）電力会社の中にさえも薪火力発電所を始めるところがでてきました。その結果、1980年代に入って、薪が原子力の2倍のエネルギーを供給するようになっていきます」（室田、1987、123-124頁）ということである。

旧来は、小売りのできる電気事業は、電力会社による地域独占であり、沖縄電力を含む10電力会社が日本の小売電力を全国10ブロックごとに独占していた。しかし、2002年には、部分的にはあるが電力小売が自由化され、一定電圧以上で受電する工場などへ売電する事業が可能となった。そうした事業を営むものは特定規模電気事業者（略称PPS）と称されることになった。

ファーストエスコは、2003年2月にPPSの認定を受けた。そして同社は、岩国ウッドパワー（山口県）を2003年9月、白河ウッドパワー（福島県）と日田ウッドパワー（大分県）を2004年2月に子会社として設立させた。それら子会社の発電所が運転を開始したのは、各々2006年の1月、10月、11月である。三社のすべてが木質バイオマス専焼の火力発電所を経営するかたちで

の創業であった。電気出力は、岩国ウッドパワー、白河ウッドパワー、日田ウッドパワーが、各々 10,000kW, 11,500kW, 12,000kW である。

2009年4月1日、ファーストエスコはFパワーという子会社を作り、FパワーにPPSの業務を譲った。その後、岩国ウッドパワーはミツウロコグループの傘下に移行したが、白河、日田の発電所についてはファーストエスコの子会社として現在に至っている（小川, 2012）。発生電力は、必ずしもFパワー社に売電するとは限らず、一般電気事業者にも売電している。

このうち日田ウッドパワーの燃料調達の側面についてみると、日本樹木リサイクル協会に加盟する日本フォレスト株式会社（旧名：株式会社九州ウッドマテリアル、2012年6月1日名称変更、以下日本フォレストと略）から燃料の大部分を調達している。日本フォレストは、土木・建設現場で発生する抜根材および支障木、製材所や造園業、林業の場から出る端材や剪定枝などを収集し、日田ウッドパワーに隣接立地する工場でそれを選別破碎したうえで、日田ウッドパワーに売却している。また、品質基準を満たしている木質チップを有価で買い取ることもしている。共著者のひとりである小川は、2008年9月に現地調査の機会を得たが、一定の基準を満たした木質チップが、隣接する日本フォレストから日田ウッドパワーに向かうベルトコンベアで運ばれる様子に合理性を感じた。燃料輸送費がチップ価格に転嫁され、経営を圧迫する可能性があるからである。ただし、発電に用いる燃料は日本フォレストからのみによるのではなく、他の事業者からも受け入れている。それらは、廃木材や剪定枝などを個別に集めて発電所の敷地までトラックで運び込まれる。発電には年間約10万トンの木質チップが使用されているという。

次に白河ウッドパワーについてみる。発電所は白河市にあるが、市町村合併以前の立地名でいうと大信村であるため、白河ウッドパワー大信発電所、あるいは単に大信発電所という。小川が2008年11月にこの発電所を現地見学させていただいた際には、燃料となる木質チップのおよそ7割が水分を多く含む生木であり、残りの3割が建築現場などで発生する廃木材などであっ

た。白河では、周辺地域に製紙会社が点在しているため、良質（雑夾物が少なく、含水率が低い質）の木質燃料の調達を難しくしている。この情報に加えて東日本大震災後の同発電所についてみると、『環境市場新聞』2011年10月19日付によれば、「燃料の木質チップは地域で発生する木質資源を原料につくられる。内訳は、建築廃材が65%、造成時の抜根材、枝葉および森林未利用材が35%で、1日平均350トンが燃料となる。年間では約12万トンだ。木質チップは生産物ではなく、あくまで発生物。木部や樹皮、土の付いた抜根部分が混在しており、天気によって含水量も大きく左右されるため、燃焼量が均一になるよう配合が必要だ。また、燃焼状況に応じて、ボイラーに投入される木質チップの量を調整する仕組みになっており、発電効率の低下を最小限にとどめることができる」という。

この発電所の出力は11,500kWであり、そのうち2,000kWを施設稼働用に使い、9,500kWを一般電気事業者に卸している。燃料である木質チップの原料は上記の通りであるが、それがどこから来るかについていうと、「地元の白河市を中心に半径250km以内から調達される。そして職員も同様に地元から。全職員24名のうち15名は地域での採用だ。地元の環境保全だけでなく雇用面からも地域に貢献している」（同上）。

木質バイオマス発電の技術そのものについては日田ウッドパワー、白河ウッドパワーともに同様であり、設備の中心となるボイラーについては、荏原製作所の「バイオマス燃焼発電用内部循環流動床ボイラ」を2006年に導入している。これにより、発電効率は木質専焼発電所としては高水準の約27%を実現している（ウェブサイト：第35回優秀環境装置2009）。

2.4 FIT法が木質バイオマス発電を森林整備に結びつける可能性

薪炭中心の時代には、木材が燃料になる場合、主としてそれは天然林の広葉樹であった。しかし、今後、木質バイオマス発電がさらに進展するとすれば、新規開発される燃料の大半は人工林の針葉樹になるのではないか。もち

第2表 2013年度のバイオマス発電からの調達価格（円/kWh）

バイオマス発電の種類	調達価格	調達期間
メタン発酵ガス化発電	40.95 円 (39 円 + 税)	20 年間
未利用木材燃焼発電 ¹⁾	33.6 円 (32 円 + 税)	20 年間
一般木材等燃料発電 ²⁾	25.2 円 (24 円 + 税)	20 年間
廃棄物（木材以外）燃焼発電 ³⁾	17.85 円 (17 円 + 税)	20 年間
リサイクル木材燃焼発電 ⁴⁾	13.65 円 (13 円 + 税)	20 年間

- (注) 1) 間伐材や主伐材であって、設備認定において未利用であることが確認できたものに由来するバイオマスを燃焼させる発電。
 2) 未利用木材およびリサイクル木材以外の木材（製材端材や輸入木材）並びにパーム椰子殻、稲わら・もみ殻に由来するバイオマスを燃焼させる発電。
 3) 一般廃棄物、下水汚泥、食品廃棄物、RDF、RPF、黒液等の廃棄物由来のバイオマスを燃焼させる発電。
 4) 建設廃材に由来するバイオマスを燃焼させる発電。
 (備考) 資源エネルギー固定価格買取制度ホームページを参照して作成。
<http://www.enecho.meti.go.jp/saiene/kaitori/kakaku.html>

ろん、製材所等工場残材やリサイクル木材を燃料に用いた旧来からの木質バイオマス発電所は存続するであろう。しかし、それに新しい要素が付加されるのである。なぜなら、「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」(平成23年8月30日法律第108号)が2012年7月1日に施行され、この法の下では、第2表が示すように、未利用木材を燃焼させる発電からの買取価格が高水準に設定されているからである。なお、この法律は略称でFIT法という。FITとはFeed-in-Tariffの略号である(深津, 2013)。

1960年代の木材輸入自由化で日本の林業は慢性不況にあり、人工林における間伐の遅れが目立っている。また、間伐がなされても、木を土場まで、そしてそれを製材所などの木材加工施設まで運ぶ経費が高くつきすぎることを理由に、切り捨て間伐におわるが多かった。しかし、未利用の間伐材を燃料として発電された電気が高く買い取られるのであれば、搬出間伐に経済的意味がでてくる。この場合、木質バイオマス発電は、木質系廃棄物の受け皿という消極的な役割から、森林整備という積極的な役割を果たすことがで

きるようになる。

FIT法の行方について、まだその全貌まではわからないものの、すでに新しい動きがでてきている。前項2.3でふれたファーストエスコもその一つである。すなわち、2013年3月8日、日田ウッドパワーは、既存の設備のRPS認定の廃止と新たなFIT認定が経済産業省より認められ、11日から実際に売電を開始した。白河ウッドパワーについても同様である。二つの発電所とも、2012年11月から手続きを進めていたのである。

こうした発電所や製材業者は、FIT制度によってそれぞれに採算の向上をめざすことが可能になる。製材所から発生した木質バイオマスによる発電は、第2表からわかるように一般木材等燃焼発電にあたるため、24円/kWh(税込)で買い取ってもらえる公算が強い。これは発電者にとって従来よりもはるかに有利であり、そうであればこれまでよりもやや高い価格を支払って製材業者から木質チップを購入することも可能になる。それは発電者の立場から、燃料調達をより安定して行えるというだけでなく、製材事業者の採算の改善も期待できるということになる。

なお、2013年3月12日付の『日本経済新聞 Web版』によれば、白河ウッドパワーの小池久士社長は、この新制度による売電を「木材の生産事業者や製材事業者の採算の改善と、地元の林業再生に役立ててもらおう」と述べているという。ここで、製材事業者だけでなく木材の生産事業者まで視野にはいつているのは、もし木質バイオマス発電が未利用木材燃焼発電にまで進むならば、32円/kWhでの買い上げも可能になってくるからである。

これまでの木質バイオマス発電は、見方によっては廃木材の焼却処分の一方法でしかなかった。しかし、FIT制度が適切に運用されるならば、木質バイオマス発電は、従来の役割に加えて、未利用木材への需要をうみだし、良材の育成に不可欠な間伐を切り捨て間伐でなしに搬出間伐に導いて森林整備を促進する役割を担いうるのである。

実際、FIT制度の導入は、以下の第3表に見るように、新たな木質バイオ

マス発電所の計画を続々とみ出している。その燃料としては未利用材を予定している。この動きが行き過ぎて森林乱伐に至るのではなく、適正な森林整備へと結びつくことが期待される。

第3表 未利用材を燃料とする新設の木質バイオマス発電所一覧

北海道・東北地方			
発電所	所在地	未利用バイオマス量 (トン/年)	運転状況
王子グリーンソース	北海道江別市	30万～35万	2015年7月稼働予定
津軽バイオマスエナジー	青森県平川市	不明	2015年稼働予定
東京都の民間企業	福島県塙市	11万2000	2013年稼働予定
グリーン発電会津	福島県会津若松市	60,000	稼働中
気仙沼地域エネルギー開発	宮城県気仙沼市	8,000～10,000	2014年3月稼働予定
宮古市ブルーチャレンジプロジェクト協議会	宮城県宮古市	23,000	2014年秋稼働予定
ウッティかわい	宮城県宮古市	90,000	2015年稼働予定
関東地方			
発電所	所在地	未利用バイオマス量 (トン/年)	運転状況
トーセン 那珂川工場	栃木県那須郡	50,000	2014年春稼働予定
大月バイオマス発電	山梨県大月市	不明	2015年初頭稼働予定
上信越・東海地方			
発電所	所在地	未利用バイオマス量 (トン/年)	運転状況
いいずなお山の発電所	長野県長野市	7,000	稼働中
南木曾バイオマス	長野県木曾郡	10万	2015年7月稼働予定

征矢野建材	長野県塩尻市		2015 年稼働予定
川辺木質バイオマス	岐阜県加茂郡	30,000	稼働中 (第 2 発電所計画中)
岐阜バイオマスパワー	岐阜県瑞穂市	不 明	2014 年稼働予定
王子板紙富士工場	静岡県富士市	不 明	2014 年中の稼働予定
王子グリーンソース	静岡県富士宮市	不 明	2015 年稼働予定
三重エネウッド	三重県松阪市	55,000	2014 年秋稼働予定

関西・北陸地方

発電所	所在地	未利用バイオマス量 (トン/年)	運転状況
日本海水赤穂工場	兵庫県赤穂市	不 明	2015 年 1 月稼働予定

中国・四国地方

発電所	所在地	未利用バイオマス量 (トン/年)	運転状況
真庭バイオマス発電	岡山県真庭市	120,000	2015 年 4 月稼働予定
中国木材バイオマス	広島県呉市	190,000	2014 年秋稼働予定
MCM サービス発電	広島県広島市	2,000	稼働中
松江バイオマス発電	島根県松江市	不 明	2015 年 4 月稼働予定
日新合板	島根県境港市	80,000	2015 年 4 月稼働予定
エ・ビジョン	島根県江津市	20 万	2015 年稼働予定
ミツウロコ岩国発電所	山口県岩国市	60,000	稼働中
中国電力新小野田	山口県山陽小野田市	25,000	稼働中
住友大阪セメント高知	高知県須崎市	44,200	稼働中
土佐グリーンパワー	高知県高知市	70,000 ~ 80,000	2015 年 4 月稼働予定

九州地方

発電所	所在地	未利用バイオマス量 (トン/年)	運転状況
グリーン発電大分	大分県日田市	70,000	2013 年秋稼働中

グリーンバイオマス ファクトリー	宮崎県児湯郡	72,000	2014年稼働予定
王子グリーンソース	宮崎県日南市	不明	2015年3月稼働予定
中越パルプ工業	鹿児島県薩摩川内市	不明	2015年稼働予定

(備考) 山林活用ドットコム <http://info.sanrin-katsuyo.com/?eid=54> (2013年1月13日確認), 『日本経済新聞』2013年5月10日付朝刊9頁, 『日本経済新聞』2013年8月5日付朝刊29頁を参考に作成。

3 木質バイオマスの家庭利用

木質バイオマス発電は木質バイオマスを燃焼させて得られる熱エネルギーを電気エネルギーに変換する。その電気エネルギーを暖房や給湯のために使うのであれば、木質バイオマスを燃焼させて得られる熱エネルギーをそのまま利用する方が、エネルギーの使い方としてははるかに効率がよい。

この節では日常生活における木質バイオマスエネルギーの熱利用について考える。

3.1 家庭における木質バイオマス利用の変遷と現状

『家庭用燃料消費』(総務省統計局)の家庭における2次エネルギーの年間消費量(自家用車の燃料を除く)を熱量に換算すると以下ようになる(薪5.54GJ/層積 m^3 , 木炭30.0GJ/t, 石炭22.5GJ/t, 練炭・豆炭23.9GJ/t, 亜炭15.0GJ/t, 灯油36.7GJ/kl, 電灯3.6GJ/MWh, 液化石油ガス50.2GJ/tとして換算)。

1956年の家庭におけるエネルギーの総消費量は257PJで、そのうち、木炭が61PJ(全体の23.7%)であり、薪が51PJ(19.8%), 練炭・豆炭と石炭がともに36PJ(14.0%)であった。その他、電灯が29PJ(11.2%), 都市ガスが23PJ(8.9%)で、灯油は10PJ(3.9%)であった。1977年には灯油の消費量がピークに達して727PJとなり、同年のエネルギー総消費量1,546PJの47.0%を占めた。灯油に次いで、電灯が327PJ(21.1%), 都市ガスが208PJ(13.5%)で、薪炭はわ

ずか 3PJ (0.2%) となった。2000年のエネルギー総消費量は 2,195PJ で、電灯が 955PJ (43.5%)、灯油 579 (26.4%)、都市ガス 397PJ (18.1%) となっている。薪と木炭はそれぞれ 1PJ にも満たなくなり 1995年からは統計表から数値を消している。

また、『平成 23 年度エネルギーに関する年次報告』(資源エネルギー庁)によると、日本の家庭で消費される電力の 27%が暖房、28%が給湯、8%が調理用に使われており、電力の 60%以上が熱源として利用されている。

以上からわかることは、日本は森林大国であると言われるにもかかわらず、日本人は日常生活において木質バイオマスを利用せず、電気と化石燃料のみに依存するようになり、高度経済成長の過程で火のある暮らしを捨て去ってしまったことである。このことは他の先進国と比較すれば一層明らかになる。

第 4 表は、森林被覆率と 1 人当たりの森林面積および人口 1 万人当たりの薪炭用木材(広葉樹)の年間生産量を比較したものである。日本は森林被覆率ではフィンランド、スウェーデンと並ぶけれども、1 人当たりの森林面積で見るとイタリアと同じである。人口当たりの薪炭材の生産量はフィンランドやスウェーデンの 1,000 ~ 500 分の 1 で、日本よりも森林被覆率や 1 人当たり森林面積が小さいイタリア、ドイツ、フランス、アメリカと比べても、100 分の 1 かそれ以下である。イギリスの 1 人当たり森林面積は 0.04ha であるが、それでも薪の消費量は日本の 5 倍ほどある。

大阪ガス(株)エネルギー・文化研究所(2005)による 2004 年の調査結果では、北海道をのぞく日本の暖炉・薪ストーブの所有率は 1.3%、囲炉裏の所有率は 0.5%であった。これに対してイギリスの暖炉・薪ストーブの所有率は 39%、アメリカのそれは 24.4%であった。この調査結果によると、暖炉・薪ストーブを使う理由として一番多かったのは、日本、イギリス、アメリカとも「本物の炎を楽しみたいから」であった。さらに、情緒的実感度では、日本の場合、「癒される感じがする」と答えた人が 96.3%で一番多く、そして「くつろぐ感じがする」と「心が落ち着く感じがする」がそれぞれ 93.8%、「居心地がよい」

第4表 森林面積と薪炭用木材生産量の国際比較

	日本	フィン ランド	スウェー デン	フランス	ドイツ	アメリカ	イギリス	イタリア
森林被覆率 (%)	68.5	72.9	68.7	29.0	31.8	33.2	11.9	31.1
1人当たり 森林面積 (ha)	0.2	4.2	3.1	0.3	0.1	1.0	0.0	0.2
1万人当たり薪炭 用木材生産量 (m ³)	6	6,588	3,085	3,697	603	1,034	553	744

(備考) 『平成25年版森林・林業白書参考資料』およびFAOSTATの2011年データをもとに作成。

90.1%と続いていた。「人をもてなす感じがする」という回答は71.3%であった。一方、アメリカとイギリスでは「人をもてなす感じがする」が一番高く、それぞれ95%と96%であり、両国とも「癒される感じがする」「居心地がよい」「心が落ち着く感じがする」は90%前後であった。日本人は、囲炉裏にたいしては「くつろぐ感じがする」100%、「居心地がよい」97.5%、「癒される感じがする」92.5%となり、「人をもてなす感じがする」も85%と、暖炉・薪ストーブよりも高くなる。日本とアメリカ・イギリスの情緒的実感度の違いは、日本と欧米の木質バイオマス利用の歴史の違いによるものと思われる。

ヒトは揺らめく炎に好奇心を持ち、火を恐れる一方で癒しを感じ、火を使いこなすことによって文明を発達させた。暖をとったり炊事をしたりするための焚き火を家屋内でできるようにし、家族団欒や応接の場としても使われたのが囲炉裏である。欧米では囲炉裏から出る煙対策のために、古くから囲炉裏の上に集煙フードが取り付けられるようになった。さらにフード付きの囲炉裏全体を粘土や煉瓦で覆ってしまったものが鋳物ストーブやペチカの原型となったと考えられている。また、フード付きの囲炉裏を壁に押し込んだものが壁付暖炉となった。ただ、暖炉は熱効率が悪く、ヨーロッパでは15世紀頃から鉄板及び鋳物を使った薪ストーブの歴史が始まった。また、アメリカでは、薪の価格高騰のため、1742年にベンジャミン・フランクリンが燃焼

効率の良さを追求し、フランクリンストーブを発明した。これが銅板製の薪ストーブの原型とされる。

このように暖炉や薪ストーブは欧米で生み出され、長い歴史のなかで進化し、欧米人の日常生活に根付いたものである。暖炉や薪ストーブは単なる暖房のための道具ではなく、人をもてなし、家族団欒の場を作り出すものである。日本家屋で言えば床の間や囲炉裏のような存在であり、室内装飾品としての役割も持っている。火のある生活のためには、多少の不便や手間を惜しまないというよりも、むしろそれを楽しんでいる感がある。したがって、石油・ガス・電気による暖房手段が普及しても、薪ストーブや暖炉への根強い愛着がある。そのために触媒方式やクリーンバーン方式などの燃焼方式が開発され、燃焼効率などの機能性や新しいデザインの追求が今も続いている。

一方、日本の伝統的な家屋は通気性が高い。夏の暑さや湿気対策には有効であるが、冬に部屋全体を暖めるすなわち暖房するには不利である。日本人が暖房を諦めたのかそもそも暖房という発想がなかったのかは分からないが、寒さを凌ぐ手段は、囲炉裏の他に、火鉢や炬燵、懐炉、湯たんぽなど、局所的に暖をとるか直接肌を温める物しかなかった。囲炉裏や釜戸の煙は茅や藁で葺いた屋根の防虫・防腐があることなどから、多くのばあい囲炉裏には排煙装置などは付けられなかった。日本には囲炉裏が家の中心にあり、囲炉裏の火を囲むという文化、生活習慣が根付いていた。

新穂（1986）によると、日本におけるストーブの歴史は、幕末から明治にかけて欧米からストーブが伝わったところから始まる。このころは薪ストーブをオランダ語でストーブを意味するカッヘルもしくはカーフルと呼ぶか、あるいは部屋を暖めるものということで「ヘヤスクメ」と呼んでいた。日本で初めてストーブが造られたのは1856年のことで、函館奉行が港に停泊していたイギリス船のストーブをスケッチし、五稜郭の設計で知られる武田斐三郎が設計してそれを鋳物屋に作らせた。その後、石炭も使えるダルマ型ストーブや低価格のブリキ製の時計型ストーブなど作られ、一般に広がっていった。

このように日本のストーブの歴史は欧米で発達したストーブを、部屋を暖めるための道具として模倣したところから始まった訳である。家族団欒の場やくつろぎの場は囲炉裏端であって、ストーブは道具であるから、より簡単に便利に部屋を暖めることができればそれで良い。したがって、ストーブの燃料は薪や炭にこだわる理由はない。戦後には、囲炉裏を封建的な家父長制度の象徴とし、これを住宅から排除する動きがあった。また、高度成長時代が始まると、都市近郊に作られた団地や戸建て住宅には石油ストーブが普及し、家族団欒やくつろぎの場はテレビの前になった。日本の新しい生活様式や住宅事情にあった木質バイオマスストーブが開発されることもなく、石油・ガス・電気ストーブそしてエアコンへと暖房手段が変化し、スイッチを入れるだけで後はすべてお任せという便利さを追求する方向へ技術が進歩した。近年はオール電化住宅が普及し、日常の家庭生活から火が消える一方である。また、テレビの前に家族が集まらなくなり、家庭から家族団欒の場も失われつつある。

このような状況の中で、あるいはこのような状況にあるからこそ、火のある暮らしに憧れる人が増えている。3.11大震災をきっかけに、自然エネルギーの地域自給や家族の絆や人とのつながりに対する関心が高まり、火のある暮らしを始めた人も多い。「エアコンやガス・ファンヒーターや灯油ストーブやらを、部屋のどこかにただ置くだけという方式が農山村にも普及し、森と人とのつながりが絶たれている」（室田, 2001, 131頁）現在、火のある暮らしを取り戻すことが、絶たれてしまった森と人、そして人と人とを再び結びつけることにつながるのではないだろうか。

3.2 家庭における木質バイオマスの利用の普及に向けて

薪ストーブといえは、寒冷地の貧しい農村で煙突から煙を吐きながらダルマストーブや時計型ストーブが焚かれている、あるいは逆に、別荘地で高価な北欧製の鋳物ストーブが焚かれているというイメージを持たれることが多

い、いずれにせよ、多くの日本人にとって、薪ストーブは日常の生活からかけ離れたものとなってしまった。しかし、ある程度の条件がそろえば、都市部の戸建て住宅で薪ストーブを使うことが可能であるし、場合によってはマンションなどの集合住宅にも設置することができる。

薪ストーブは適切に設置し正しく使用しなければ、火災をおこしたり、煙や煤で近隣に迷惑をかけたりにすることになる。木質バイオマスストーブが一般家庭に普及するためには、環境を汚染せず安全にストーブが使えること、手頃な価格で性能の良いストーブが入手できること、安定的に手頃な価格で燃料が調達できることなどが必要である。

日本では、木質バイオマスストーブに関する法律は、消防法第9条（火を使用する設備、器具等に対する規制）や、各都道府県の火災予防条例などの消防法関連法規と建築基準法施行令第115条（建築物に設ける煙突）などの建築基準法関連法規がある。しかし、これらの法令は欧米の設置基準に比べて不十分なものであることが指摘されている。とくに、低温炭化（可燃物が発火温度よりも低い温度に長時間さらされることによってゆっくりと炭化し、100℃以下の温度でも発火するようになる）による火災や、煙道火災（煙突内に付着したタールや煤が燃えて煙突から炎が吹き出す）を防止するという視点がない。すなわち、現行の法令を守っていてもそれだけでは、火災を引き起こす危険性が高いのである。薪ストーブの業界団体である日本暖炉ストーブ協会は米国防火協会（NFPA）の設置基準をもとにして、ストーブの販売設置業者の講習を行っているが、公的な機関による統一された設置基準が必要であろう。

ストーブの規格についても統一された規格が求められる。木質ペレットストーブについては日本燃焼機器協会が自主規格をつくっているが、そのほかに都道府県による県産ストーブの認定規格や、ペレットクラブ、日本木質ペレット協会のガイドラインなどがあり、統一されたペレットストーブの基準がないのが現状である。ストーブを初めて購入しようとする際、何を目安にすれば良いのか分かりにくい。

環境省は2012年3月に「木質バイオマスストーブ普及のための環境ガイドライン」を策定した。内容を見ると、日本の状況に対応した日本独自の規格や基準が制定されていないため、欧米の事例を紹介するに留まっている事項も多い。大きな一歩ではあるが、まだまだこれからという感じである。

ストーブの性能やその設置がいくら環境基準や安全基準を満たしていても、使用者がそれを正しく使わなければ意味がない。木質バイオマスストーブは原理的に一酸化炭素中毒を引き起こすことがないし、正しい使用方法を守れば、炊き始めに煙が少し出る程度で、その後モクモクと煙が出ることはない。「木質バイオマスストーブ普及のための環境ガイドライン」の事例によると、クレームの多くが「適切な利用法を知らない」「適正燃料に対する不理解」あるいは「適正な清掃方法の不理解」によるものであった。木質ペレットストーブは家電製品に近い感覚で使うことができるようになってきているが、薪ストーブはちょっとした使い方のコツが必要である。ストーブの販売店による指導や講習会の開催などによる正しい使い方の徹底が求められる。

バイオマスストーブ価格の高さも普及のネックになっている。機能性やデザイン性の高い薪ストーブや煙突となると、欧米からの輸入製品が優位でどうしても価格が高くなる。相場ではストーブ本体と煙突の価格に設置費用を加えると100万円を超える。

薪ストーブの技術力は欧米のメーカーが優位にあるようであるが、木質ペレットストーブの状況は異なっている。岩手県は2003年に地元企業と共同で、地元の木質バイオマス利用を促進するために、製材時にでる樹皮を100%使ったバークペレットを燃料として使うことができる「岩手型ペレットストーブ」を開発した（園田哲也他，2003）。手頃な価格で購入できるように価格を抑え、さらに普及させるために県内の購入者に対して補助金を出した。また、長野県も同様に地元企業と共同で「信州型ペレットストーブ」を開発した。

このような手頃な価格の新しい木質バイオマスストーブの開発はこのほかにもある。例えば、室田教授と筆者らがしばしば訪問する京都府南丹美山町

のNPO法人「美山里山舎」では、京都府からのサポートを得て、ロケットストーブの原理によるクッキングストーブの生産販売に乗り出した。ちなみにロケットストーブはアメリカのラリー・ウィニアルスキー氏が、1982年頃に開発した薪を燃料とするストーブである。ヒートライザーが取り付けられ、完全燃焼に近い状態で効率よく燃焼させることができるため、煙の排出が極めて少なく、薪の使用量は通常の薪ストーブの半分から4分の1に程度に抑えられる。

木質バイオマスストーブの購入を助成しているのは地方自治体だけではない。林野庁は「木材利用ポイント」制度を始め、2013年7月からは2014年3月までの期間限定であるが、薪ストーブの購入にもポイントが付くようになった。

さて、木質バイオマスストーブを使うには、燃料を安定的に入手することができなければならない。薪については、条件が整っていれば自分で作ることができる。しかし、不足する分は購入しなければならないし、木質ペレットを家庭で生産することは事実上不可能である。したがって木質バイオマスストーブが普及するためには燃料の生産から消費までの流通システムの整備が必要となる。

木質バイオマス燃料を市場で効率的に取引するためには、まず、品質の規格や数量の単位が明確にされなければならない。しかし、特に薪はガスや灯油、電気等に比べて品質のばらつきが大きく、量をはかる単位も統一しにくい。

薪の性質は樹種によって異なるし、同じ樹種であっても乾燥の程度によって品質が大きく変わる。よく乾燥していない薪では、どんなに高性能のストーブでも、温度が上がらないだけでなく煙を出し、煙突の管理が悪ければ煙道火災を引き起こす可能性がある。薪の乾燥度合いを示す含水率は、木材に関しては慣習的にドライ・ベース (d.b.) で表されることが多く、一般的なウェット・ベース (w.b.) による表示と混乱されることがある。

まとまった量の薪の伝統的な取引単位は「棚」で1棚は2敷である。1敷は高さ縦それぞれ6尺、奥行き2尺に積んだ薪の量である。しかし、薪を

きっちり詰めて積むかゆったり隙間をあけて積むかによって、また、一方に並べて積むか井桁に積むか、さらに薪の割り方すなわち大割か小割かによって空隙率が変わってくる。小売りの場合、72 cmの針金でくくった一束が取引単位となるが、地域によって標準的な薪の長さが36 cmであったり48 cmであったりする。薪が重量で取引されることもあるが、その中身は含水率によって大きく変わってくる。

木質ペレットの場合は、薪に比べれば、計量しやすいし、品質の管理もしやすい。とはいえ、樹種や伐採時期によって原料となる木材の質が変わるので、品質を安定的に維持するには高い技術が必要となる。ペレットを生産している森の力京都（株）を筆者らが訪れた際、社長の久保和則氏は、京都府からの全額補助がなければペレット製造機を導入することができなかったと仰っていた。また、欧米のペレットは心材だけでつくられる「ホワイトペレット」であるけれども、日本ではこれに加えて「バークペレット」や樹皮と心材が混じった「全木ペレット」があるので、欧米のペレットの規格をそのまま当てはめることはできないこと、さらに日本には一般社団法人の「木質ペレット品質規格」とペレットクラブの「木質ペレット燃料に関するペレットクラブ自主規格」という欧州規格に準じた規格があり、2つの規格の統一が必要であると語っておられた。

木質バイオマス燃料の調達についてみると、個人で木質ペレットを生産することは困難で、まずは購入するしかない。ただし、里山保全活動をするボランティア団体がミニペレタイザー（小型木質ペレット製造機）を導入している事例もある（伊井野，2011）。

薪は、木を切り出し、枝葉を払って玉切りし、それを割って乾燥させるという比較的単純な作業で作ることができる。したがって、薪について言えば、必ずしも消費する全てを購入しなければならないわけではない。時間や体力、場所などの条件がそろえば一からすべて自分で作ることができるし、玉切りされた原木を購入して自分で薪を割ることもできる。

最近では、自分で薪を調達したいという薪ストーブ利用者が集まって、薪を調達するために里山保全活動団体を立ち上げたり、薪ストーブの販売店が森林組合と提携し、薪ストーブ利用者が山で薪割りをするという催し物を開いたりするケースが増えている。また、秩父市木質燃料センター（薪ステーション）のように、地方自治体が林家や森林組合、森林保全ボランティア、薪ストーブ利用者などと連携をとって薪の需給体制を整備する取り組みも行われている。

ボランティアだけでは整備される森林面積は全体の森林面積からすれば知れているかもしれない。しかし、人々が火のある暮らしを取り戻し、それをきっかけに林業従事者ではない一般の人々が森とつながりを持ち始めることには大きな意義があるといえよう。

4 関西文化学術研究都市高山第2工区における里山保全活動

人の手が入らなくなった里山を保全しようという活動が全国のあちこちで行われている。保全（conservation）とは、保護するとかに守るという意味ではない。それを利用するために維持・管理することである。里山保全活動の中には里山の景観や生態系を守ること、あるいは環境教育や憩いの場を提供することを目的としたものが多い。それは里山の景観や生態系、環境教育や癒しの場などに価値があるからであり、私たちがより豊かに暮らしていくために必要とされているからである。火のある心地よい暮らしをしたくて薪ストーブや暖炉を設置した人が、薪を求めて里山保全活動をするというのもその一つである。

里山はその景観や生態系を守ることが目的でつくられたのではなく、日常生活で燃料を調達するために利用し続けてきた結果として形成されたものである。その意味で、薪ストーブの燃料を入手するために里山を保全するというのは本来の里山の保全目的であると言えよう。ただかつてとは違う点は、薪がなくても生活できる、つまり薪の代替エネルギーがあることと、里山を利用する人が近隣住民だけに限られるのではなく、遠く離れた所に住む人も含

まれうることであろう。

ここまで、里山という言葉が曖昧に使ってきた。里山という言葉自体は古くからあったが、一般に使われることはなかった。今日のように里山という言葉が使われるきっかけは、四出井綱英氏が人里近くにある農用林のことを、人里から遠く離れた奥山に対して里山と呼んだことにある（四出井，2006）。一般には農用林に限定せず、薪炭林もふくめて（狭義の）里山といわれる。農用林も薪炭林も専門的な言葉であって、以前は（狭義の）里山は一般に「雑木林」と呼ばれていた。いまでは世間一般に（狭義の）里山に田畑やため池そして集落を含めて里山という言葉が使われることが多い。この節では、言葉の定義を厳密には考えず、筆者らが室田教授と取り組んでいる、生駒市高山町での里山保全活動の一部を紹介する。

4.1. 活動の経緯

筆者らと室田教授及び和田喜彦教授は学生らとともに生駒市高山町の関西文化学術研究都市高山第2工区内で里山の修復・保全活動を行っている。関西文化学術研究都市高山第2工区は関西文化学術研究都市（以下、学研都市）計画の高山地区（奈良県生駒市高山町）の一部である。京阪奈丘陵の南端に位置する高山地区には第1工区と第2工区があり、第1工区の整備は1993年に完了し、奈良先端科学技術大学院大学、高山サイエンスタウンのほか、日本電気(株)や参天製薬(株)などの研究所がある。第2工区はその北に広がる288 haであり、ここに全戸数2,500戸、人口23,000人のニュータウンを建設する予定であった。1996年に住宅都市基盤整備公団（当時、現在の独立行政法人都市再生機構）が開発予定面積の約60%の用地買収を終えた。2000年に開発に着手し、2005年に町開きの予定であった。しかし、経済状況の変化、オオタカの営巣などによって2007年に都市再生機構が開発中止を決定した。

筆者らが保全活動を始めたきっかけは、高山第2工区の用地買収が完了し8年を経ても開発に着手されず、先の見通しも立たないまま放置され荒廃して

いく里山の様子を見て心を痛めた地元住民の有山泰代氏から、何とかならないかと岸が相談を受けたことであった。地元農家の尾山久一氏が、学生さんたちの教育・研究のためならば、とのご厚意で耕作放棄田2枚を貸して下さった。2004年11月29日に岸とゼミの学生らが水田の修復作業に着手した。

室田教授が活動フィールドに初めて来られたのは2005年6月19日の田植えの日である。室田教授にこの活動を始めた目的、経緯を伝えたところ、室田教授は「是非やりましょう。僕は本気ですよ。」と仰った。それまで、岸はこの活動にいささか躊躇するところがあった。しかし、室田教授のこの一言で活動に本腰を入れて取り組むことになり、2006年には室田教授、和田教授とともに「里山保全の実践経済学」という科目を設置することになった。

4.2 関西文化学術研究都市高山第2工区の里山

京都府、大阪府と奈良県の府県境に位置する京阪奈丘陵は更新統の堆積物からなる大阪層群が隆起してできた丘陵地帯で、粘土層やシルク層、礫層、砂礫層、砂層が何重にも重なっており、その様子を断層面などで見ることができる。このような地層が地質の多様性を作り出し、それが植生にも影響していると考えられる。またこの地層によって、山の稜線近くなどの思いがけないところにも湧き水が見られる。高山地区で湧き出た水は大和川の支流である富雄川と、木津川の支流である山田川にながれる。すなわち高山地区は大和川水系と淀川水系の分水嶺に位置している。大きな河川がない高山地区では、谷筋から湧き出る水を利用したいわゆる谷津池や、水田の合間に皿池などが数多く存在する。これらのため池は小さなもので平均面積は230m²であり、分布密度は1km²あたり約100個である(琢磨他, 2004)。

高山第2工区288.4haのうち山林原野が48.1%、田畑が38.1%を占めており、雑木林と水田が入り交じる中にため池と集落が点在するという景観が広がっている。山林のうち、山の尾根近辺はアカマツ林、山の裾から中腹にかけてはコナラ林で、その中に山桜が混じり、林床部にモチツツジやコバノミツバ

ツツジが生えており、屋敷の近くや山裾の一部にハチクやモウソウチクが植えられている、というのがこの辺りの典型的な植生であった。局所的にスギ・ヒノキの人工林が見られるが、その面積は自家用に使う用材を確保するためといった程度の極めて小さなものである。

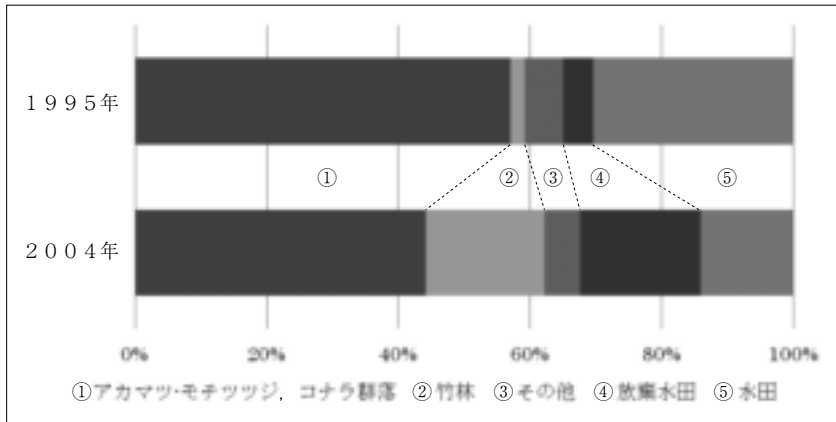
ここには緑あふれる豊かな自然が残されているようにみえるが、かつて地域の人たちの手が入っていた頃とはかなり様相が変わっている。

第1図は1995年と2004年の高山第二工区の植生を比較したものである。およそ60%を占めていたアカマツ－モチツツジおよびコナラ群落の面積が40%強まで減り、その分竹林の面積が増えている。30%あった水田の面積がおよそ半分に減り、その分が、放棄水田とススキ、クズ、セイタカアワダチソウ群落などの荒れ地に変わった。

水田面積の減少は農家の高齢化による耕作放棄も少なからず影響しているが、一番の要因は宅地開発のための用地買収であると考えられる。しかし、雑木林の減少は宅地開発用地の買収がその原因とは言えない。そもそも開発用地の買収が始まった時点でほとんどの雑木林はすでに利用されずに放置されていたからである。西日本の多くの里山で問題になっているように、放置された雑木林の急速な竹林化は高山第2工区でも進んでいる。雑木林の様相の変化は、竹藪化による面積の減少だけでない。コナラやアカマツはかつてのように更新されることなく、高径木となり、雑木林は高林になっている。

谷筋にある棚田で稲作をしておられる地元の方の話によると、昭和30年代後半までこの辺りでは炭を焼く人が多くいて、焼いた炭を大阪市内まで売りに行っていたそうである。その方は、「昔はもっと木が低くてすっきりした気持ちの良い林だったのに、今は誰も木を切らないから鬱蒼とした森になって田圃の日当たりも悪くなってしまった」と諦めたように言っておられた。

高山地区の生態系は以前とは大きくかわっていると考えられる。しかし、この地域の生態系の頂点にいるオオタカやハイタカなどの猛禽類の姿を目にすることができるという意味では完全にその形を変えてしまったわけではな



第1図 高山第2工区の植生の変化

(備考)「高山地区オオタカ調査検討会」(2005年)より作成。

いようである。

ところで、雑木林がこのような状態になると、「ブナ属樹木の萎凋枯死病」いわゆるナラ枯れが気になるところである。2011年頃に、京阪奈丘陵の最北端にある甘無備山にナラ枯れが出たという情報が入ったが、今のところ高山地区は問題ないようである。一方、松材線虫病(松枯れ)の状況がどうかは分からない。

4.3 里山保全活動内容とその状況

我々が活動の視野に入れているのはおよそ6haの山林と1haほどの耕作放棄田である。この中には11のため池があり、そのうち6つが谷津池で皿池が5つである。これらのため池の面積はおよそ30aになる(2013年9月の台風18号による豪雨で、3つの谷津池が決壊し、現在のため池面積は20a程度)。また山林の中に5aと20a程のスギ・ヒノキの植林がある。山の稜線部分はおもに赤松林、麓から中腹にかけては主にコナラ林である。

里山保全活動は、耕作放棄田を水田に復元し、一部を畑に転換することから始まった。水田での稲作の他、畑では主に大麦、小麦、大豆などを完全無農薬、無化学肥料で栽培している。苗代作りや畝たて・播種から収穫・脱穀・脱粒まで全てを人力で行うので、4月から12月中旬までは農作業が活動の中心となり、森林を手入れする時期は12月下旬から3月末までの冬期から早春に限られる。森林の手入れもチェーンソーを使わず、すべてノコギリと斧、鉈で行っている。

活動を始めた当初の谷津池は周囲のコナラが上空を覆い、あるいは周辺の竹が池を囲い、水面に光が差し込まない陰鬱な池であった。植物性プランクトンが光合成を行えず、アメリカザリガニがウジャウジャといるだけで、かつてあったと思われる池の生態系は崩壊していた。我々の活動を手伝ってくださる地元の植西敏夫氏や尾山久一氏は、「春になったらヤマザクラやツツジが咲き、若葉がため池の水面に映えて日本庭園のようにうつくしい場所だった」と懐かしそうに口にされる。一方、開けた場所にあるいくつかの皿池の周囲にはコナラやクヌギが並んで植えられている。これらの木は近隣農家がシイタケ栽培のホダ木をつくるために時期を見計らって伐採しているので高木にはなっていない。しかし、中には池の縁に植えられたケヤキやカシが放置されて高木になり、その落ち葉によって陸地化しはじめている池もある。

コナラ林は胸高直径が40cm～50cmの大径木が高層部を占有している。コナラ林を放置すると常緑広葉樹林へと遷移すると言われるとおり、アラカシなどが亜高木層を占め、林内は暗く冬でも鬱蒼としている。ただし林床に落ち葉が深く堆積していて、常緑樹がほとんど生えていない場所もある。高林となったコナラ林内ではツツジが細い枝を伸ばし、日が当たらずに立ち枯れたヤマザクラを目にすることもある。また、モウソウチクが侵入したコナラ林は竹林化し、林環から頭を出したコナラがまばらに見られる程度である。

アカマツ林のおよそ半分はモウソウチクが侵入し竹林化しており、そうでないところにはアラカシなどの常緑樹が生えている。5a程のスギ・ヒノキ林

にはハチクが侵入しているが、もう1カ所のスギ・ヒノキ林は林内に1m～2mの雑木がまばらに生えている程度である。

雑木林の整備に着手するためには、まず周辺部の笹を刈り取り、竹を伐採することから始めなければならなかった。というのは雑木林の縁辺のネザサが耕作放棄田に進出していたからである。場所によっては、ハチクやモウソウチクが耕作放棄田や茶畑跡にびっしりと生え、枯れた竹が倒れ、雑木林にたどり着くことさえ困難であった。

2005年冬から2006年春にかけては、ひたすら笹を刈り、竹を切り続けた(写真1)。写真1の中央奥に見える太い木は推定樹齢50年のクヌギで、その両脇にみえる常緑樹はアラカシとアカガシである。写真に写っているこの場所はずもとと尾山氏が所有していた水田跡で、今は活動拠点の広場になっている。

さて、森林の手入れを始めたのが2年目の2006年冬からである。当面の目標は山の北側斜面にある5aほどの竹林化したスギ・ヒノキ林の竹を伐採することと、南西向きの日当たりのよい斜面にあるコナラ林を10a程の面積で皆伐することであった。落ち葉掻きや山道の補修、池浚い、キノコのホダ木作りなども行っていたので、この作業を終えるのにおよそ5年を要した。

皆伐したコナラ林に生えていたコナラは年輪や幹の様子から、昭和20年代末から30年代中頃にかけて植樹され、その一部は薪炭のために伐採した後そのまま放置されたものと考えられる。一度伐採されて萌芽更新されたコナラは伐採後はほぼ全て萌芽を伸ばしそれが成長しているが、一度も伐採された痕跡がないコナラのおよそ8割は伐採後に枯死した。この場所には高さ3m程の細い桜の木が1本だけ生えていた。このヤマザクラだけは伐採せずに残しておいたところ、3年目の春にようやく花を咲かせた。

2013年3月には竹林化したアカマツ林の一部を整備した。10a程の面積に手を入れたが、残っていたアカマツはモウソウチクの上に頭を出していた2本だけであった。伐採したモウソウチクは約200本である。

活動を開始して以来8年間で、耕作放棄田のうち22aを水田、25aを畑、



写真1 学生らとともにネザサを刈る室田教授
生駒市高山町。2006年4月15日撮影。

20aを果樹園にした。手を加えた森林は、ただ侵入した竹を伐採しただけという場所も含めると1haほどになる。

4.4 里山の木質バイオマスの利用と管理について

竹林整備で伐採した竹は膨大な量で、ひたすら焼却処分するしかない。手作りのドラム缶炭焼き窯で竹炭焼き体験をするが、その量はたかが知れている。伐採したコナラから毎年シイタケ、ナメタケ、エノキ、マイタケなどのホダ木を60～80本ほど作っている。残りをマイタケ用の原木の煮沸消毒や炊飯の燃料として利用し、暖を採るための薪にもするが、それでも木は余る。活動当初から、この木質バイオマスを日常生活で使ってこそ里山保全の意味があると考えていた岸は、2010年の初冬、高温で燃焼する竹や針葉樹も利用できるように銅板製の国産薪ストーブを自宅に設置した。以来、暖房のために灯油やガス、電気を一切使わず、薪だけで冬を過ごしている。一冬の薪の

消費量は約3～3.5tであり、その熱量を灯油に換算すると、含水量25% d.b.の広葉樹の薪1kgの熱量を3,300kcal、灯油1lの熱量を8,770kcal、煙突からの排熱が25%として、およそ800～1,000lの灯油に相当する。

当然のことながら、薪ストーブによる薪の年間消費量は、気候、使用頻度、家屋の床面積および構造などによって大きく変わる。西村他(2012)では、滋賀県東近江市で使われている薪ストーブ1台当たりの年間薪消費量は2.5tで、30年周期で伐採して得られた薪で東近江市にある130台の薪ストーブを使い続けるには、138haの雑木林が必要になると試算されている。これを使って単純計算すると、高山第2工区内の雑木林を薪炭林として使うと、およそ140世帯の暖房がまかなえることになる。

薪ストーブを使うようになってから、地元の造園業の方が枝葉を落としたコナラやクヌギ、カシなどを持って来て下さるようになった。倒した木の処理に困っているので助かるとのことである。話を聞くと、木が大きくなりすぎて自分では切れないので伐採して欲しいという依頼が増えているそうである。行ってみると大木が今にも屋敷や道路に倒れそうになっていることもあるという。

また、地主の尾山氏がご自宅の裏山の木が大きくなって隣家の畑を日陰にしているため切り倒すとおっしゃるので、手伝いに行ったことがある。樹高20m程のコナラを4本とその他の雑木を伐採した。尾山氏宅では1960年頃から台所で薪と併用してプロパンガスを使うようになり、1973年頃に風呂窯を灯油・薪兼用のものに付け替えたそうである。それ以来、薪が手に入ったときにそれを風呂湯の保温のために使う程度で、普段は家の周囲の木を切ることがなくなったそうである。

燃料革命からほぼ半世紀が過ぎ、燃料革命のころに伐採時期を迎えていた樹木は樹齢70年以上になっている。雑木林だけではなく、家の周りや生活道路沿いなど身近にある木が高齢化し、日常生活に直接的に支障をきたすという問題が今後、各地で多発することも考えられる。

里山をどのように利用して保全するかは、様々あって良いであろう。しかし、どのような目的であっても、低林管理をするのが基本であると考えられる。つまり、定期的に伐採して萌芽再生を繰り返させることである。なぜなら、農用林や薪炭林であった里山は、刈り敷きや薪炭を得るために定期的に伐採され萌芽再生が繰り返されてきたわけで、常に低林に保たれていたからである。里山の景観や生態系、心地よい空間はそこから産み出されたものである。したがって、景観の保全や生態系の保全が目的であっても、また、環境教育や憩いの場を提供することが目的であっても、低林管理が基本になる。低林管理をするためには周期的に木を伐採することである。そこで伐採した木をどうするか、それは室田教授が常々主張されているように、どんどん燃やすことである。どうせ燃やすならばそれを利用しない手はない。周期的に木を切り続けていると、自ずと心地よい空間ができ、うつくしい景観が生まれ、里山の生態系が蘇ってくるのではないかと。

あるいは、里山保全など別に考えなくてもよい。より多くの人々が薪ストーブやペレットストーブあるいは囲炉裏や火鉢などを日常生活に取り入れて、火のある心地よい暮らしを始めれば、その燃料が国産材である限り、保全される里山の面積はたとえ少しでも広がっていく。

結局は、人が里山生態系のキーストーン種である。里山の自然とはそういうものではないのだろうか。

結 語

素朴な環境保護の考えの一つに、木を切るのはよくない、というものがある。まばらにしか木が生えていない一方で、人口が少なくない地域では、確かに木を切るのは環境を劣化させることである。樹木が再生産される見込みはなくなり、まばらにさえ木のない荒地になってしまうからである。他方、森林が広大な地域を覆い、降水量も多い地域では、木を切って用材として利用したり、燃料として燃やす人間の行為は、それが過度になされない限り、森

林保全と矛盾しない。むしろ、長年にわたって適度に人手が加わってきた森林では、人の営みと自然界との折り合いが付けられている。そこには独自の生態系が生まれ、木を切らないことが逆に環境を破壊し、その生態系を崩してしまうことになる。

日本列島は温帯モンスーン地帯にあり、古来、緑の豊かなところであり、森の恵みを受けてきた。その長い歴史の中にはその時代、地域によって森林を破壊してしまったこともあったが、その歴史からの経験知として、森林をうまく利用する術、文化を育んできた。

しかし、燃料革命を経た日本では、林業不況となり、針葉樹中心の人工林の手入れが進まない地域が増えた。薪炭林や農用林だった広葉樹中心の里山の多くが宅地やゴルフ場などに変わった。人口の増加や経済社会の変化のなかでそれはやむを得ないことであった。しかし、残された里山は放置された。つまり、針葉樹林も広葉樹林も過少利用となったのである。過少にしか利用されない森林は荒廃し、土砂崩れをはじめとする災害を起こしやすい。したがって、森林をもっと活用する必要があるが、旧来と同じような高水準の薪炭需要がなく、用材としての国産材への需要も大きくはない状況下で、まず期待されるのは木質バイオマス発電である。

この技術は、小規模分散型エネルギーの供給源として役立ちうる。それは更新性の持続する地域の形成に資する可能性をもつ。「ある地域の更新性とは、その地域が食糧や燃料を自給すると同時に、それが水の自給を通じて、廃物・廃熱を浄化して次期のエネルギー源に転化するという、エネルギーとエントロピーの自給自足的な再循環機能を営むこと、というふうにはひとまず定義づけることができよう。そしてこれのみが地球全体の更新性を保証するものであるはずである。そして、更新エネルギーを最大限に活用し、エントロピーを過度に増やさないためには、この更新的地域の空間範囲は、一定の下限に至るまで小さければ小さいほどよい」(室田, 1979, 170頁)。

そうした意義をも有する発電の促進により、未利用木材に対する需要が生

じ、それに伴って森林整備が進むであろう。また、薪ストーブ、木質ペレットボイラーなどの普及もはじまっている。こうしたごく小規模な木質バイオマス利用の技術も、森林の活用につながる。本稿は近年の日本各地での木質バイオマスの発電や熱利用への取り組みが、森林の過少利用を適正利用へと転じる方法として重要であることを論じた。

室田は『水土蘇生一脱原発社会へー』において、「樹を燃やせば炭酸ガスが出るのではないか」という声は理解できる。しかし、樹の燃焼による炭酸ガスなら、樹を含む多種多様な植物の光合成のための原料として使われる結果になるから、さしたる問題ではない。実際、アメリカ合衆国では、コスト高につくことが明白となった原発から手を引く企業が増える反面、(…中略…) 薪火力発電に取りくむ企業も増えてきている。死の灰を産みつつボイラーの湯沸しをしているのが原発であるとすれば、廃材や樹皮を燃やすだけでもボイラーの湯沸しはできるではないか、というわけである。(…中略…) 森林にこそ未来の光があるのだ」(室田, 1989, 258 頁) と述べている。いわゆる 3.11 を経験した今こそ、木質バイオマスにいつそうの評価が与えられてよいのではないか。

謝 辞

思えば、私が学問の道を志して以来、室田先生と本稿のもうひとりの著者である岸と共に過ごした初めての時間は、生駒高山の里山クリスマスであった。室田先生が田畑を耕す黒い牛のごとく威風凛然と作業していらっしゃる姿を記憶している。

このたび古稀を迎えられるにあたり、室田先生のご研究を振り返りつつ筆をすすめた。本稿で触れることができたのは、そのほんの一部にすぎないが、三十年を遡って綴られた研究蓄積は古めかしさをいっさい感じさせず、むしろ新しい。先生が築いてこられた室田経済学ともいふべき、物質循環が持続している生命系の仕組みに則した共生の経済学は、私たち後に行く者に無限に学問探究のヒントを与えてくれる。

今後も読み継がれていくであろうこのバイブルともいふべき数々の著書と室田先生が歩んでこられた学者道に心からの敬意を表しつつ、謝辞としたい。(文責 小川)

【参考文献】

- 伊井野雄二 (2011) 「地域に一台ほしい ミニペレで里山保全」『現代農業』2011年11月号, 118-121頁.
- 伊東維年 (2011) 「秋田県の間伐問題と間伐材の地産地消」『熊本学園大学経済論集』17巻第1・2号, 209-273頁.
- 遠藤真弘 (2006) 「木質バイオマスのエネルギー利用——その動向と課題——」『調査と情報』(国立国会図書館), 第510号, 1-10頁.
- 江藤寛子・佐々木ノビア (2010) 「欧州と日本における木質バイオマス利用促進政策の比較」『日本森林学会誌』第92巻第2号, 88-92頁.
- 大阪ガス(株) エネルギー・文化研究所 (2005) 「日米英における暖炉等の実態調査」火のある暮らし調査レポート.
- 大阪ガス(株) エネルギー技術研究所 (2005) 「暖炉の火が心理や行動に与える影響の研究」火のある暮らし調査レポート.
- 小川沙有里 (2012) 「木質バイオマス発電の意義と課題——ファーストエスコ社の事例からFIT制度を考える」『経済学論叢』第64巻第1号, 145-177頁.
- 小川沙有里 (2013a) 「農山漁村における木質バイオマス発電と熱利用」『農業と経済』Vol. 79, No. 4, 47-56頁.
- 小川沙有里 (2013b) 「木質バイオマス発電ガイドブック (暫定版)」未公開資料.
- 岸基史/監修, 中津弘/文, 与名正三/写真 (2006) 『奈良高山の自然——茶せんりの生きものたち——』東方出版.
- 久保山裕史 (2009) 「林地残材チップのエネルギー利用についてコスト面から見た実現可能性を探る」『現代林業』12月号, 21-27頁.
- 熊崎実 (2000) 『木質バイオマス発電への期待』全国林業改良普及協会.
- 熊崎実 (2009) 「林業再建のグリーン・ニューディール」『世界』5月号, 179-190頁.
- 熊崎実 (2011) 『木質エネルギービジネスの展望』全国林業改良普及協会.
- 熊崎実・沢辺攻編著 (2013) 『木質資源とことん活用読本——薪, チップ, ペレットで燃料, 冷暖房, 発電』農山漁村文化協会.
- 四出井綱英 (2006) 『森林はモリやハヤシではない——私の森林論——』ナカニシヤ出版.
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構 NEDO (2010) 『バイオマスエネルギー導入ガイ

- ドブック（第3版）『新エネルギー・産業技術総合開発機構。
新穂栄蔵（1986）『ストーブ博物館』（北大選書），北海道大学出版会。
杉浦銀治編著（1992）『炭焼き革命』牧野出版。
全国林業改良普及協会編（2010）『林業入門 自家伐出のすすめ』全国林業改良普及協会。
園田哲也他（2003）「いわて型ペレットストーブの開発」『岩手県工業技術センター報告』
第10号，9-12頁。
高山地区オオタカ調査検討会（2005）『高山地区におけるオオタカ保全と開発との共生
方法に関する調査検討報告書』
琢磨千恵子・渡辺雄二・有山泰代・小川貞子・酒井宏光・武内博人・岸基史・森本静子・
藤田朝彦（2004）「生駒市高山ため池群の魚類相について——サンフィッシュ科魚
類の在来種に与える影響——」『関西自然保護機構会報』（関西自然保護機構），第
26巻第2号，123-130頁。
タットマン，コンラッド（1998）『日本人はどのように森を作ってきたのか』（熊崎実訳）
築地書館。
筒見憲三（2004）「ESCO事業の新しい展開」『クリーンエネルギー』第13巻第11号，
7-13頁。
中嶋健造（2012）『バイオマス材収入から始める副業的自伐林業』全国林業改良普及協会。
樋口清之（1993）『日本木炭史（新装版）』講談社学術文庫。
深津功二（2013）『再生可能エネルギーの法と実務』民事法研究会。
三井昭二（2010）『森林社会学への道』日本林業調査会。
室田武（1979）『エネルギーとエントロピーの経済学』東洋経済新報社。
室田武（1982）『水土の経済学——くらしを見つめる共生の思想』紀伊國屋書店。
室田武（1983）『君はエントロピーを見たか？——地球生命の経済学』創拓社。
室田武（1985）『雑木林の経済学』樹心社。
室田武（1987）『マイナス成長の経済学』農山漁村文化協会。
室田武（1989）『水土蘇生——脱原発社会へ』冬樹社。
室田武（1993）『電力自由化の経済学』宝島社。
室田武（1994）「資源・エネルギー問題の環境経済史」，山之内靖他編『生命系の社会科学』
岩波書店，41-85頁。

室田武・多辺田政弘・植田敦 編 (1995) 『循環の経済学』学陽書房。

室田武 (2001) 『物質循環のエコロジー』晃洋書房。

日本エネルギー経済研究所・計量分析ユニット編 (2013) 『エネルギー・経済統計要覧 2013 年版』省エネルギーセンター。

渡部喜智 (2012a) 「木質バイオマス発電の特性・特徴と課題」『農林金融』(農林中金総合研究所), 10月号, 21-36頁。

渡部喜智 (2012b) 「木質バイオマス発電の可能性と課題」『農中総研 調査と情報』(農林中金総合研究所), 11月号 (第33号), 4-5頁。

【参考ウェブサイト】

森と日本人 (九州薪・木質ペレット活用協議会ホームページ)

<http://qmaki.com/knowhow/index.html> (2013年8月7日最終確認)

『産業企業情報』(信金中央金庫総合研究所), 2009年

<http://www.scbri.jp/PDFsangyoukigyousc/79h20F07.pdf> (2013年7月2日最終確認)

第35回優秀環境装置「バイオマス燃焼発電用内部循環流動床ボイラ」

http://www.jsim.or.jp/newsPDF/kankyo35_4.pdf (2013年8月19日最終確認)

日本経済新聞 Web, 2013年3月12日「白河ウッドパワー, 木質バイオマス発電で売電新制度に移行」

<http://www.nikkei.com/article/DGXNZO52676580R10C13A3L01000/> (2013年8月19日最終確認)

環境市場新聞, 2011年10月19日「木質チップ100%利用のバイオマス発電」

<http://econews.jp/eco/eco-revolution/vol10100.php> (2013年8月10日最終確認)

環境省 平成23年度地球温暖化対策と大気汚染防止に資するコベネフィット技術等の評価検討委員会「木質バイオマスストーブ普及のための環境ガイドライン」平成24年3月

http://env.go.jp/air/co-benefits/cof_tech.html (2013年9月20日最終確認)

資源エネルギー庁『平成23年度エネルギーに関する年次報告』

<http://www.enecho.meti.go.jp/hakusho/2012/> (2013年9月25日最終確認)

西村俊昭, 山口美智子, 谷佑一郎 (2012) 「薪の将来需要量とそれに対応した雑木林管

理のあり方について」

<http://www.nou-gaku.com/img/kankyo121003.pdf>（2013年9月20日最終確認）

林野庁（2013）『平成24年度森林・林業白書参考資料』

<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusho/24hakusho/pdf/huhyo.pdf>（2013年9月25日最終確認）

Food and Agriculture Organization of the United Nations *FAOSTAT*

<http://foostat.fao.org/>（2013年9月25日最終確認）

（きし もとし・同志社大学経済学部准教授）

（おがわ さゆり・同志社大学大学院経済学研究科後期課程）

The Doshisha University Economic Review, Vol. 65 No. 3

Abstract

Motoshi KISHI and Sayuri OGAWA, *Use of Woody Biomass Energy, and Forest Conservation*

In Japan, the underutilization of woody biomass has undermined the soundness of forest. In this paper, we survey the brief history of the use of firewood and charcoal in Japan, and discuss the possibility that the recent deployment of a woody biomass power-generation enterprise has helped conserve forestry resources. We also claim that regaining individual lifestyles of making use of fire will lead up to forest conservation. Finally, we introduce the SATAYAMA conserving activities together with Prof. Murota.