

## 森林バイオマスのエネルギー利用を考える

— 『風景を創る』 ということ —

愛知県緑地工事工業協同組合  
堀田和裕

平成12年5月16, 17日の2日間、愛知県労働者研修センターにおいて全国森林組合連合会主催「森林環境教育シンポジウム」が開催されました。筆者は森林バイオマスの利用についての報告をしましたが、本文はその折に配布した資料を取りまとめたものです。本文では愛知県内の樹林地の持つ潜在的なエネルギー供給能力について取り上げました。

### はじめに

人類の歴史が始まって以来、つい最近まで植物をエネルギー源として利用することは常識的なことでした。日本でも、私達の子供の頃は小さな火鉢を囲んで炭火で湯を沸かしながら寒い冬の夜を過ごしたことを覚えています。また現在でもアフリカや南米等の多くの発展途上国では、日常生活の煮炊用のエネルギー源として植物が利用されており、そのことが森林破壊を拡大させているとの批判もあります。

日本で植物を燃料として利用しなくなったのは、第二次大戦後アラビアの砂漠から大量の石油が安価に世界中へ供給されるようになってからです。その意味では安価な石油こそ日本の戦後の高度経済成長を陰で支えた最大の功労者でもあります。

一方、安価な石油との競争に敗れた多くの産業のなかに、今回取り上げる森林のエネルギー利用としての産業分野がありました。炭や薪を扱う産業がそれです。言うまでもなく森林はエネルギーの供給源としてだけではなく、一般家屋、家具、その他の日常用品、橋や寺院等の大規模建造物用建設資材の供給源であり、また同時に森林に生息する動植物は山間地の住民にとっての貴重な食料資源でもありました。さらに落葉は田や畑のための緑肥として、落枝は燃料として利用され

ていました。

森林は人間の生存に不可欠な様々な資源を供給するだけでなく、山間地の農林業家にとっての職場でもあったのです。

しかし現在では、かつては私達の身の回りに溢れていた植物性資材の代わりに石油製品が溢れるようになりました。風呂敷の代わりにビニール袋が、ノートと鉛筆の代わりにパソコンとボールペンが使われるようになったのです。このことは、結果として農林業家の職場の喪失をも意味しています。

こうした社会状況の変化の中、経済的価値を失った都市近郊の多くの「里山」が開発の対象となり、工場や住宅に姿を変えました。また戦後の拡大造林期に植林されたスギ・ヒノキ等の植林地が、中山間地の過疎化もあって手入れ不良のまま放置され、台風による倒木やそれに起因する2次災害の危険性さえ指摘されるようになりました。

この現状を踏まえ、日本の美しい景観と健康な国土を守り中山間地の雇用を促進するため、森林資源の新分野での積極的な活用を進めつつ、同時にそこから発生する大量の森林廃材を利用したエネルギー供給を提案するものです。

なお、本文では平成2年国土庁刊の土地保全図をもとにプランメーターで各群落の面積を計測し、その数値から推定しました。植物の純生産量は生態学講座9巻5-a 陸上植物群落の物質生産Ia(昭和48年共立出版刊)を参考にし、名古屋市農政緑地局(当時)発注維持管理費用についての数値は東海緑化(株)飯田成英氏の、また円グラフと表の作成は(株)中嶋造園土木の目良敬象氏のお力添えを得ました。さらに土地保全図からのプランメーターによる各群落面積を算出する大変煩雑な計測は、組合事務局酒井圭子さんの手を煩わせました。記して謝意を表します。

## 環境問題の本質はエネルギー問題

環境問題の本質はエネルギー問題です。何故ならば、地球上の全ての生物が生存するためにはエネルギー源としての食糧を日々摂取しなければならず、特に道具を作り火を利用することによって他の生物と異なる進化の道を歩むに至った人間においては、食物を生のまま直接摂取することができず、焼く、煮るなどの調理しなければならなくなりました。その結果人類は「道具」と「火」なしでは生存することが不可能となったからです。食糧となる植物は太陽の熱と光のエネルギーと水と二酸化炭素をもとに光合成を通じて炭素を固定し酸素とデンプンを創り出します。その酸素とデンプンを糧として草食動物は生き、草食動物を餌とする肉食動物も生きているのです。これらは全て私達全員が小学校で習ったことです。とすれば、植物こそ地球上の全ての生物の生命活動を支えるエネルギーの根源にほかなりません。

このことは植物の持つ成長量以上のエネルギー活動がこの地球上では本質的に不可能であることを意味しています。しかもこの植物は燃焼を通じて水と空気と熱エネルギーに分解され永遠に循環します。この本質的な点について正しく理解することこそ環境問題を考える原点でなければなりません。

また一方、農山村での様々な形態の多様な土地利用は、多種多様な生物の生息する環境を永年に渡って維持し続けてきました。このことは、生物の多様性を維持するためには単に自然林が多いだけではなく複雑で多岐に渡り、かつ合理的な土地利用が必要であることを示唆しています。

こうした意味で植物に囲まれた農山村はまさに循環型エネルギー資源の宝庫であり、また最良の環境教育の教室でもあります。しかし過疎化が進む今日、農山村のもつこれらの長所は往々にして忘れ去られようとしています。さらに農山村の多様な土地利用を維持するためには自然に対する人為による不断の働きかけが必要となりますが、様々な農作業によって恒常的に発生する植物発生材の合理的処理策が十分に準備されないまま、貴重な植物資源が廃棄されつつあります。

このような状況をふまえて愛知県の農山村における林業(特にスギ、ヒノキ、サワラ、クロマツ植林地など)において、適切な土地利用を維持するための方策の一つとして、また同時にエネルギー供給源としての農山村の有する潜在的な能力について報告するものです。

## 愛知県内の木質バイオマスエネルギーの潜在的供給能力について

愛知県の面積約 510,000ha の内、ここでは植林地および里山を対象として検討しました。ここで使用する数値は愛知県土地保全図(1/150,000 国土庁平成 2 年 3 月刊)をもとに、プランメーターにより算出したものです。

計測によれば、愛知県内のスギ、ヒノキ、サワラ植林は約 130,000ha、クロマツ植林が約 38,000ha、コナラ林が約 20,000ha の合計 188,000ha となっています。これらの林分の大部分は東三河地方に集中していますが、この植林地他から生産される植物の 1 年間の地上部正味生産量(純生産量より乾物・自己消費分除く)を以下のように推定して計算しました。

スギ、ヒノキ、サワラなどの常緑針葉樹植林を 5 トン/ha/年、コナラ林を 4 トン/ha/年と推定して計算すると、188,000ha から創り出される植物の地上部純生産量(乾物)の 1 年間の総量は、

スギ・ヒノキ他植林	
130,000ha × 5 トン	= 650,000 トン
クロマツ植林	
38,000ha × 5 トン	= 190,000 トン
コナラ林	
20,000ha × 4 トン	= 80,000 トン
合計	920,000 トン

となります。

植物の地上部正味生産量相当分の木材を毎年伐採しても自然破壊にはつながりませんし、むしろ 920,000 トン/年の木質廃材を火力発電用の燃料として利用することにより、それに相当する量の石油、石炭、原子力などによるエネルギー供給を減らし、二酸化炭素の純増の削減に貢献することにもなります。

920,000 トンの植物発生材のエネルギー利用について次のように試算してみました。

木質廃材(乾物)の発熱量を 1kg 当たり 4,000kcal とすると

$$4,000\text{kcal} \times 920,000 \text{ トン} \times 1,000\text{kg}$$

$$= 3,680,000,000,000\text{kcal}$$

これを 1kwh=860kcal として電気エネルギーに換算すると

$$3,680,000,000,000\text{kcal} \div 860\text{kcal}$$

$$= 4,279,069,767\text{kwh}$$

発電プラントの熱効率を 33% とすると

$$4,279,069,767\text{kwh} \times 0.33$$

$$= 1,412,093,023\text{kwh}$$

の年間総発電量となります。

また、この発電所の規模は年間利用効率を 60% とすると、

$$1,412,093,023\text{kwh} \div (1 \text{ 年間 } 8760 \text{ h} \times 0.6)$$

$$= 268,663\text{kw} \approx 270,000\text{kw}$$

つまり、30 万 kw 級の発電所の 1 年間の運転に必要な燃料の供給が可能となります。この数値は、愛知県の標準家庭約 30 万世帯(愛知県 250 万世帯の約 1/8)の 1 年間のエネルギー供給を可能とするものです。この電力を電力会社に 1kwh 当たり 3 円で売ると

$$1,412,093,023\text{kwh} \times 3 \text{ 円}$$

$$\approx 42 \text{ 億円となります。}$$

ただしこの発電所の建設費は約 1,000 億円以上(土地代別)と推定され、経済的には全く採算はとれませんが、二酸化炭素の純増が極めて少ないことを考えれば風力発電の場合と同様、税制始め諸制度が改善される必要があります。

ただし、こうした木質バイオマス発電所は地域密着型で小規模分散型が最も効率的なため、2,000~5,000kw 級の発電所を各地に設置する方が好ましいと考えます。

さらに 2,000~5,000kw 級の発電所は 1ヶ所当たり標準家庭 2,000~5,000 軒分の 1 年間のエネルギー供給が可能で、さらにエネルギー効率を上げるために熱電併給施設(コージェネレーション)とし、各地域での電気、給湯、冷暖房などあらゆるエネルギー利用の方策を考える必要があります。

なお、通産省の規制があるため 2,000kw 未満の能力の熱電併給施設の方が設置するに

は容易です。これらの点は地域の実情に合わせて検討されることが大切です。

これらのことにより地域の活性化や雇用の促進、エネルギーの自給に貢献することが可能となります。この 30 万 kw 級のバイオマス発電所がもたらす雇用効果は、スウェーデンでの試算(300 人/Twh)によれば正規雇用労働者人 500 人/日に職場を与えると推測されています。地形の急峻な日本の現状を考慮すれば作業の多くの部分を人力に頼らざるを得ず、その実数は有に 3 倍、1500 名を超えるものと考えられます。

### 市民金融機関の設立を

このような事業を政治や行政だけに頼らず地域の人々と広範な市民運動が連携して実施するためには、市民金融機関(市民銀行)の設立を考えることも必要でしょう。

ただし、経理、融資、人事や議事録など全ての状況の完全な情報公開が絶対原則です。ちなみに、ドイツの市民金融機関であるエコ銀行は 1 人 100 マルク(日本円で約 7,000~8,000 円)で 25,000 人以上の出資者を集めて 10 年以上前に設立されました。20 名程の日本人も出資しています。

また、神奈川県的女性グループは 600 人以上の人から 1 口 100,000 円を出資を募り、6,000 万円以上の資金を集めてノンバンクを設立し、女性の環境共生型の新規事業に低利融資しています。この方法を愛知県を例にして考えてみます。

愛知県民が 1 世帯当たり 500 円/月(1 人当たり約 170 円/月)を出資すれば、1 年間で 6,000 円の資金が集まり、 $250 \text{ 万世帯} \times 500 \text{ 円} \times 12 \text{ ヶ月} = 150 \text{ 億円}$

の資金が集まることとなります。

さて、2,000kw の能力の熱電併給施設を建設するには、建設費を 1kw 当たり 40 万円(土地代別)とすると、1ヶ所当たり  $40 \text{ 万円} \times 2,000\text{kw} = 8 \text{ 億円}$  が必要です。

愛知県東部 16 町村にこの施設を各 1 基建設するとすれば、

$$8 \text{ 億円} \times 16 \text{ ヶ所} = 124 \text{ 億円}$$

の費用で可能となります。

余剰の資金は土地代、運営費ほかに充当することもできます。また、こうした事業には林野庁の1/2補助が利用できます。

以上のことから明かなように農山村自らが、各地域の持つ潜在的な能力や価値に気付き、都市とは異なる全く別の魅力を創造し、確立することが必要です。

今後少子高齢化が進むにつれ都市への人口集中が避けられない状況下で、農山村が都市から自立した魅力を自らの力で持つためには、こうした循環型エネルギー供給を新たな核として、自らの魅力を創造していかねばなりません。

また同時に、農山村の住民と都市住民の交流を通じて、国土を管理するために税金を払うことに対する「国民的合意」を確立することが必要です。

#### 国土は誰のものか

国民的合意が必要とされるのは、日本の美しい景観を守り、健康な大地維持し国土の生物多様性を発展させるためには、国土に対する不断の手入れが必要だからであり、それを人的、資金的、物的にも支えるのは日本人において他にはないからです。

以上のような観点から、森林所有の公私を問わず、県土の自然環境は県民全体の財産であるとの立場から、県民全体の負担(税金)による県土に対する手入れを実施する必要があります。この作業の担い手の中核になるのは、言うまでもなく、農山村に居住する人達にほかなりません。この意味からも農山村の経済的自立は必要不可欠なのです。

なお、平成11年度の1年間に名古屋市内の公園緑地や街路樹の除草、剪定、清掃、補修等のために費やした費用は、名古屋市農政緑地局(当時)発注分だけで推定約35億円になります。この金額は、名古屋市民1人当たり約1,600円で、これに名古屋市他部局、国や県の予算を加えれば2,000円を越えるものと思われま

す。また都市住民は自己の住居の(戸建かマンションかを問わず)庭や周辺の樹木の選定や除草にその労力や経費をかけています。その金額は、当組合の調査に依れば、1戸建て住

宅の場合では5~140万円/年/軒、マンションで1,500~10,000円/年/戸となっています。もし都市住民が県内の山野を県民全体にとっての公園や庭であると自覚したならば、それらの保全と維持、創造のために県民全体でその管理費を負担することは、むしろ当然のことであると言えます。

以上の点を念頭に置き、以下では最も面積の多い植林地について検討してみます。

#### 植林地の管理費用について

スギ、ヒノキ等の伐期を50年とし、その間に必要とされる経費を300万円/haと想定((日本林業調査会)して単純計算すると、実際は初期投資が多額なためこの計算式は不適当ですが、6万円/ha/年となります。

また前述のように愛知県のスギ、ヒノキ、サワラ、マツ等の植林地の総面積を約168,000haと想定すると、年間の管理費は6万円×168,000ha≒100億円となります。

愛知県民約250万世帯(700万人)が年齢、性別に関係なく、県土の自然環境保全に対して均等に責任を分担するとすれば、

100億円÷250万世帯=4,000円/年/世帯  
(1ヵ月当たり333円/世帯)となります。

つまり、愛知県民が、県民1人当たり年間約1,200円(100円/月/人)を県土の美化、保全のために投資する意志を有するかどうかにかかっているとと言えます。

しかもこの数字は全面積を一度に管理の対象にした場合であり、現実には毎年一定面積を管理すれば良いのですから県民の負担はさらに少なくなります。

さらにこうした森林管理作業は中山間地に雇用の機会を提供することになります。

急峻な国土の地形を考えれば投資される100億円の内大半は人件費と想定され、年間約延べ50万人以上の雇用拡大につながります。これ程効率の良い公共事業はありません。

ちなみに、こうした管理費は金額は名古屋市民が日々全く無意識に、且つ当然のように都市の公園や街路樹の管理に支払っている金額とほぼ同額なのです。

加えて90万トンの樹木を燃料にすることにより40億円の収入を得、石油の燃焼約40万

を削減し、二酸化炭素 100 万トンの排出を減少させることが可能となります。

今回算出した様々な数値は植物の純生産量を基礎にした数値であり、必ずしも現実的ではありません。しかし手入れ不良の植林地における間伐材の発生量は算入してありませんので、これらを計算に入れるならばこの数値は逆に跳ね上がることも予想されます。

また近年急速に増加しつつある水田放棄地や休耕田の草本植物を計算に加え、さらに都市部から排出される剪定枝葉も加算すれば、さらに利用効率は上昇すると思われます。

以上のことは、単にエネルギー収支の観点からではなく、美しい景観と健康な国土を維持すると云う国土政策的観点からも検討されることが望まれます。

余談ながら日本の消費税は 5%ですが、ヨーロッパ各国の消費税、負荷価値税等はドイツ 19%、イギリス 17%、フランス 20.4%、スウェーデンとデンマークの 25%です。

テレビをはじめマスコミに環境大国としてドイツがよく取り上げられますが、ドイツの美しい景観は多くの厳しい規制の下、ドイツ国民の税金で保全され、維持され、創造されてきたものなのです。

ドイツに関して付け加えるならば、『農林地(土地)所有の社会性』という概念があります。これは『農林地を所有した者は、例え個人の私有物であっても自分勝手に使用したり処分はできない。農林地の所有者には社会的責任が付帯する』と言う考え方です。

つまりドイツの憲法では『ドイツの農林地は、全てのドイツ人に開放されており、自由に立ち入ることが出来る』ことを認めているのです。

このためバイエルン州では、農林地に人止め用の柵を作ることは禁止されています。トラブルが発生することもあるようですが、広く一般に認められた考え方です。この意識が美しい景観と健康な国土を創造し、維持するための費用を税金で負担することを陰で支えているのでしょう。

## まとめ

高度に発展した先進工業国家が究極にお

いて行きつく先は「観光立国」しかありません。その観光の目玉商品が「ディズニーランド」か「カジノ」か、あるいは「風力発電」か「ゼロ・エミッション村」かは議論の分かれるところですが、これらの「目玉商品」を「商品」として価値付ける前提条件こそ美しい景観と健康な国土にほかなりません。また、ここで言う「美しい景観、健康な国土」とは、単にその地域が自然林によって被われた景観のことではなく、自然林と植林地、畑と水田、里山と人家と道路、刈り取り草地と放牧地、乾燥した貧栄養地や湿原など、多彩な土地利用が合理的に組み合わせられ、その地に暮らす人々の日常生活とそこに生息する多種多様な動植物が、共存しつつ棲み分ける伝統的な文化景観のことです。またこうした文化景観を支える社会、経済制度も含まれています。しかもこうした伝統的な文化景観を過去への回帰の中ではなく、未来への発展の延長線上に創造するためには、山野への計画的で合理的、積極的な人的干渉が必要とされるでしょう。今後、こうした美しい景観の重要性が認められるにつれ、それを創造し維持するための施策が議論されるようになると思いますが、その時木質バイオマス発電(熱電併給)が方策の一つとして検討されることを期待しています。

この場合、日本の国土景観の「あるべき姿」についての国民的合意を確立しなければなりません。何故ならば、植物の成長量には限界があり、無計画な伐採は国土の荒廃をもたらすからです。

昔、植物を燃料として伐採、利用していた時代、日本の山野には今より広大な禿げ山や草地が広がっていました。それは河川を氾濫させる原因にもなりましたが、ニホンオオカミやニホンカワウソなどの現在では絶滅したと考えられる動植物も数多く生息していました。河川は氾濫の度に大小様々な氾濫原を形成し、偶発的に発生する山火事は森林を度々草地に変えました。しかし洪水は制御され、山火事は消され、土砂崩れは修復されるなど全てが管理される現代社会においては、「自然」の自由な活動は容認されず、結果として国土は原則的に全て森林化します。

こうした時代、国土管理は人的な作業に頼らざるを得ませんし、その対応には国家的規模での多額の投資が必要とされます。この意味において美しい景観を維持し創造することへの国民的合意が必要とされるのです。

同時にその結果、農林地から発生する膨大な量の植物廃材の利用と処理のためにエネルギー利用の方策を確立しておかねばなりません。

燃焼であれメタン発酵であれ、また炭化や燃料電池であれ、バイオマスの利用範囲は極めて広範囲に及んでいます。

木質バイオマスのエネルギー利用は地域密着型の小規模エネルギー供給を通じて、中山間地での雇用の維持、促進と、美しい景観の創造、健康な国土の保全をもたらし、結果として生物の多様性維持にも貢献することになると思います。

#### 参考文献

生態学講座

共立出版

昭和 50 年