

特集 持続可能な社会に向けて(7)

木材利用と地球環境

―循環型資源としての木材のカスケード利用①―

あり
有 馬 孝 禮

一 循環型資源とは

「地球上の資源には限りがあり、その枯渇速度をゆっくりにするために資源循環型社会を構築する必要がある」というような文面が多くみられるようになりました。ここに使われているような言葉が最初に我が国で意識されたのは、高度成長期のピークとなった一九七三年、第一次オイルショックで見られたトイレットペーパーの奪い合いの風景の頃からです。しかしながらモノがあふれ、多くの残材、廃棄物を目にする生活の中でその言葉を実感し、行動することはなかなか困難なようです。地震や自然災害の被災地に見られる混乱にあつ

て、改めて認識することが多いようです。我々人類は生きるため、そしてより豊かさを求め、資源を求め、そして消費してきました。ある時は戦争で略奪してきました。この「豊かさを求める」という人類の要望が資源収奪にしかないとすれば、地球上の資源は確実になくなっていくます。だとすると、人類のより長い持続性を保つには次の世代への資源の維持確保を考えた自制、資源の持続性への努力が必須ということになります。一般的には地球上の限られた資源については、その減少速度を遅延させるための節約、長寿命、再利用などが考えられています。しかしながら、それに加えて地球外からくる太陽エネルギーによって生産される木材などの生

物資源が、再生可能資源としてとらえられて、その重要性が一段と高まっています。

この再生可能資源という言葉には、新たに資源が継続的に生産されるというイメージが強いのか、やや安直に使用される傾向があります。先に述べた自制という言葉には節約などのやや重苦しい響きがあるのに対して、再生可能資源には未来を感じさせるものがあるためでしょう。

たとえば、木材は再生可能資源だから「伐ったら植えれば良い」と単純に考えている雰囲気があります。あらためていうまでもありませんが五〇年生の森林から木材を伐ってエネルギーに利用すると、その伐採量に相当する成長量が確保されていることが必要です。言葉を変えれば「伐ったら植えることで済む」ということは何らかの形で五〇年分の面積があり、そこに資源を再生する保育の担保がなされていることを意味します。そこには、持続性を確保するための生産活動への努力と自制が必要であることはいまでもありません。残念ながら多くの人々がそれを十分理解していないように思われます。「循環型資源としての木材」は、改めていうまでもなく資源持続性を意図したものです。

二 「3R／4R」から5Rへ

―「消費が消費を生む」と「消費が生産を生む」

資源循環型社会のキーワードは抑制 (Reduce)、再利用 (Reuse)、再生利用 (Recycle)、すなわち3Rであるといわれています。最近では一般の人々の意識がそれでも足りないということでしょうか、拒絶 (Refuse) が加わり4Rということもあるようです。地球上で資源の枯渇が子や孫の世代に予想されている石油や天然ガスの化石資源、あるいは金、銀、鉛、銅のような鉱物資源のことを思えば、危機感を鮮明にする必要があるともいえましょう。とはいっても、木材などの生物資源を扱っていると既存の3R／4Rの括りにやや違和感があります。

木材資源と我々自身の生活との関連をみるならば、3Rに加えて4Rは熱回収 (Recover) で、プラスチックや紙、木材など有機物の燃焼による利用があります。もちろん熱回収とて再生利用といえなくはありませんが、エネルギー利用を明確にしておくことが化石資源エネルギーの枯渇、地球温暖化に関わる二酸化炭素削減問題で重要と考えられるからです。本来、これらがエネルギー資源となるにもかかわらず廃棄物として扱われている現状をみるならばなおさらです。

5Rは再生産 (Renew) です。地球外からのエネルギー、すなわち太陽エネルギーを取り込んだ光合成による農産物や木材は人類自らが携わる資源生産に相当します。石油、天然ガスや石炭などの化石資源も太古の太陽エネルギーがなした

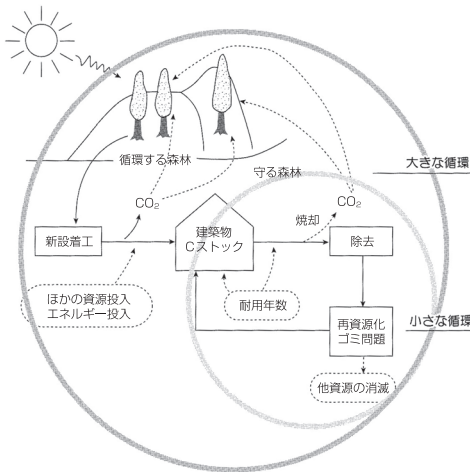
ものですが、これを再生可能な資源とは一般的にはいいません。したがって、化石資源を原料としたプラスチックも再生可能な資源とはいえません。言葉をかえれば、化石資源の生産に直接人為が絡んでないので Renew とはいいがたいということですが、そのように考えると、太陽エネルギーによる太陽光発電や風力発電などは再生可能な資源であるといえます。Renew の重要な点は、持続的生産に人為が絡んでいることであるといえます。

一般にいわれている 3R / 4R の具体的行動となる資源リサイクル推進に、「資源循環型社会」とか「持続可能な発展」という言葉があまりに不用意に用いられることは疑問です。なぜならば、地球上に存在する鉱物、化石資源は有限であるといわれていますので、リサイクルをどんなにがんばっても枯渇の速度をゆっくりするための循環です。「持続可能な発展」というならば、資源生産が可能なものに力を注ぐことを忘れてはいけません。

繰り返しますが、Renew は人為が絡み、「消費」してもそれによって資源の「生産」を生む可能性があることに重要な意味があります。木材は 5R を有する資源として重要な役割を担っていることとなります。言葉をかえれば、木材利用は食料と同じように「生産を生む消費」としての可能性があるということが出来ます。一方、鉱物資源や化石資源の利用は、

すなわち製品を生産するという言葉を用いますが、資源は確実に消費することになります。新たな資源生産はなく、「消費が消費を生む」ということになり、木材利用などの「生産を生む消費」と大きな違いがあります。

図1は、我々の生活に関わる資源の流れを示したものです。木材のように 5R を有した循環、すなわち「消費が生産を生む」流れを「大きな循環」と称しています。その内側にある鉱物、化石資源のような 3R / 4R の循環、「消費が消費を生む」流れを「小さな循環」と称しています。この二つの循



出典：有馬孝禮「なぜ、いま木の建築なのか」、学芸出版（2009）より。

図1 資源の流れ

表 1 木材資源のカスケード型利用の炭素の流れ

	森林	丸太素材	製材	住宅	解体 再処理	再生品 利用	解体焼却
受入	15,000	10,000	7,500	6,000	5,000	3,000	2,500
炭素ストック (製品)	10,000	7,500	6,000	5,000	3,000	2,500	0
炭素排出	-5,000	-2,500	-1,500	-1,000	-2,000	-500	-2,500

受入：原料入荷

炭素ストック：製品として出荷→炭素表示

炭素排出：焼却に相当（炭素ストック-受入）

出典：図1と同じ

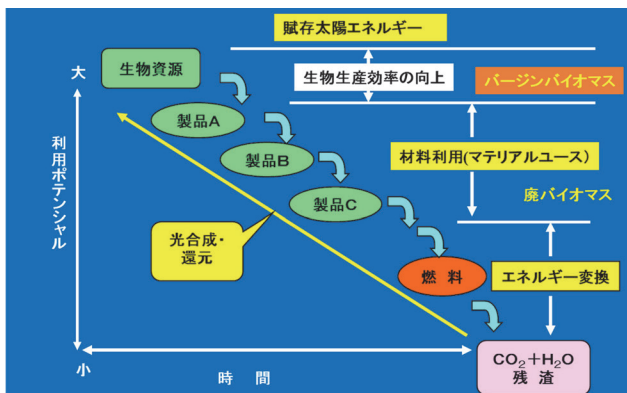
環境が極めて重要で、資源循環型社会の両輪といえるものです。

本稿で扱う木材のカスケード型利用という言葉は、表1に示したような範囲のことを対象にしています。

森林で伐採された木材は丸太から製材、合板、チップなどになり、集成材、木質ボード、紙、さらには飼料、炭や燃料などに展開されます。製造工場では対象とする製品と残材や副産物などに分かれます。製品は住宅や建築物、家具などの用途に展開していきます。

工場での残材などは木質製品の原料や燃料、敷料などとして利用展開されるか、その転嫁がなされない場合には廃棄物として処分され

カスケード型（小さく分岐する滝）であるといわれています。その流れは用途（空間的拡がり）と耐用（時間的な拡がり）を持つていることに特徴があります。いずれにしても、このような流れに関わっている木材関連産業は森林で二酸化炭素



出典：日本学術会議第6部報告「生物資源とポスト石油時代の産業科学」(2000)より作成

図 2 生物資源のカスケード的利用体系

ることになります。住宅、建築物や家具などに使用された木材、木質材料は都市に蓄えられた資源と考えられます。使用された後の解体材や解体品などのリサイクル利用にも重要な展開が考えられ、最終的には燃料としての熱回収があります。このように木材の資源としての流れは、

と水を太陽エネルギーで生産された木材という炭素資源を維持する、炭素ストック（貯蔵）産業であるといえます。

三 炭素ストック「C表示」と

伐採木材（HWP）の扱い

木材および木質材料の特異性は、再生可能とされる生物代謝の中心を担う炭素Cの流れにあります。それが炭素ストック「C表示」であり、すなわち使用されている木材の全乾重量の二分の一で、kg^Cまたはton^Cで表示されます。二酸化炭素に換算する「CO₂表示」の必要がある場合には、「C表示」の四〇／一二倍のkg CO₂、ton CO₂といった形で表示されます。たとえば、木材が大気中の二酸化炭素を吸収、減少した量（木材として炭素貯蔵）、また木材を燃焼したときに二酸化炭素として排出される表示として使用する場合などです。

とくに木材、木製品に「C表示」を重視したい理由は、数値の算出の前提等に曖昧さ、不明確さがほとんどなく、必要ならば重量計測で検証可能であることです。また「CO₂表示」の数値が実際の木材、木製品の重量よりも大きい数値になることは吸収固定、貯蔵のイメージとして似つかわしくないように思われるからです。

地球温暖化防止対策として我が国で一般にいわれている「低炭素社会」（最近では「脱炭素」）の意図するところは、

エネルギーを消費するときに生じる二酸化炭素放出の抑制です。したがって、正確に言えば「低二酸化炭素」（「脱二酸化炭素」）のはずです。おそらく、鉱物資源などからなる多くの材料（化石資源を原料とするプラスチック材料を除く）は炭素化合物を対象にいませんし、製造工程に要するエネルギー、すなわち二酸化炭素の炭素削減を対象にしているから「低炭素」と短縮しても理解されるからでしょう。



写真 1 木材による炭素のストックのスタート

森林や木
材のように
炭素化合物
を対象にし
ているもの
にとつて
「低炭素」
という用語
は、違和感
を覚えます。
それは「高
炭素固定」
や「高炭素
貯蔵」を重
要視するか



写真 2 木材は廃棄物ではなく最後まで資源

らです。したがって、「低炭素社会」は「低二酸化炭素」「高炭素貯蔵」で、とくに「高炭素貯蔵」をより明確にするためです。

地球温暖化防止対策の第一約束期間では、木材は伐採搬出した時点で二酸化炭素となる扱いでした。木造住宅や木製品に蓄えられた炭素の扱いとなる伐採木材

は平均寿命を想定して、半減期として紙二年、木質パネル二五年、製材品三五年となっています。伐採時に森林減少したものは除外し、エネルギー用途は即時排出、第二約束期間前に伐採したのも計上（第一約束期間で計上したものは除く）となっていますが、次の枠組みに対してわが国は不透明な感があります。

カスケード利用や森林、木材産業、建築、居住者、リサイクルといった各分野における関与からインセンティブを機能させることは本質的課題であるといえます。新たな段階に入った地球温暖化対策に向けての伐採木材の扱い、すなわち炭素ストックの扱いや排出量に係わる課題を建築分野などの木材利用に照らしてどのように評価すべきか検証しておく必要があります。とくに、最近のバイオエネルギーとしての木材の扱いが排出〇として、安直に扱われて再生産への配慮がおろそかになる危惧があります。また、耐用年数、耐久性向上、リサイクルの推進にかかわる問題でもあり、都市の木材資源、すなわち「もうひとつの森林」も取り扱い次第によって大きく状況が異なってくる可能性があります。

（東京大学名誉教授）

（HWP: Harvested Wood Products）の炭素貯蔵評価の取り扱いは、第二約束期間以降の検討事項になっていました。南アフリカダーバン（二〇一一）で開かれた気候変動枠組み条約COP17で、わが国は京都議定書第二約束期間（二〇一三―二〇二〇）には不参加を表明していました。その中で国内の森林伐採後の木材製品（HWP）は炭素貯蔵を評価し、「廃棄された時点」で排出となりました。「廃棄された時点」