

木材利用の開拓こそ自給改善のカギ

二〇二〇年までに政府はわが国の木材自給率を五〇%とする目標を立てている。しかし、そのロードマップに課題は山積している。大切なのは国産材、外材を問わず、木材を利用する新たな環境づくりとして新規材料の開発や新しい領域への進出を図ることだ。

世界三位の森林率で自給率二割

地球環境の保護が叫ばれる昨今、建築材料も再生・再利用を繰り返すことが重要となる。木材は、利用↓植林↓成長↓利用、あるいは利用↓材料を小割りにして、木質材料として再生・再利用など、多様な展開が可能である。さらに、立木は二酸化炭素を吸収し、木材となっても廃棄焼却するまで、その二酸化炭素を固定保存でき、再生段階でのエネルギー消費も小さく、環境負荷の少ない材料として知られている。

鉄は原料の鉄鉱石が豊富にあり、再利用、電炉鋼として再生できる材料である。コンクリートもフライアッシュ（主に火力発電所などで使われる石炭の燃焼時に発生する副産物である球状の粉末状石炭灰）などの再生材料によって再利用

が図れる。このように材料の再生・再利用は、主な建築用材いずれも可能である。

しかし、植林と利用のサイクルによって資源を無限に供給可能な木材と、元資源が限られている鉄やコンクリートでは決定的に異なる。とはいえ、使い過ぎてもいけないが、使わなくてもいけない。計画的に持続可能な森林を構築することが経済的、環境的、そして社会的に求められている。

日本は戦後から継続的に実施してきた森林の蓄材政策により、地域における森林面積の割合である森林率は六八・五%と、現在、先進国の中では世界第三位にある。一方で、建築産業や製紙業での需要は戦後右肩上がりであり、その後減少してはいるものの、一定量が必要とされてきた。

そのため、蓄材政策と利用のギャップを埋めるために、国産材の流通が先細り、安定供給が図ら

れる外国産材が商社を通じて供給される流通構造となった。そして、二〇〇〇年には自給率が二〇%を切るところまで低下した。

こうして、蓄材の成果もあり、利用可能な木材が山に増えつつあるのが現状である。しかし、木材流通はすでに構造的に変化しており、山から木材を出すための、そして、流通させるための、「ひと」もの「もの」などの基盤が、自給率の低下した状態に合わせたものになっている。木材利用を再興させるためには構造的改善が必要である。

そこで、政府は〇九年に「森林・林業再生プラン」を公表した。その内容は、壊れにくい路網（森林内にある公道、林道、作業道など）の充実と同時に路網を活用した林業機械の導入と作業システムの確立や、ドイツ・オーストリアに倣った日本型フォレストラー制度（林業への高度な知識・



京大大学生存圏研究所 教授

五十田 博

Hiroshi Isoda

いそだひろし
1965年新潟県生まれ。90年東京大学大学院工学系研究科修士課程修了。92年信州大学工学部助手、准教授を経て2011年教授、13年より現職。木造住宅の耐震安全性に関する研究などに従事。



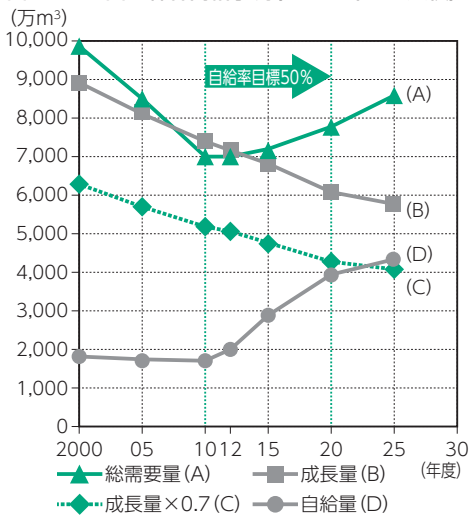
京大大学生存圏研究所 研究員

南 宗和

Munekazu Minami

みなみむねかず
1962年京都府生まれ。博士（農学）。株式会社里仁舎代表取締役、一級建築士。専門は地域材利用促進のための住宅工法の開発。主な作品に「京大大学院思修館合宿型研修施設(学寮)」など。

図1 わが国の森林需給予測(2012年まで実績)



木材資源の循環を考える場合、森林の成長量と利用量のバランスがとれていることが大切である。仮に、そのバランスが崩れると、森林資源

今の木材資源余剰は持続せず

本稿では、まず木材の計画的な利用について考察し、次に建築分野での木材の利用に当たっての課題、そして今後の展開について述べていく。

そして、二〇年までに木材の自給率を現在回復傾向にある二八%から、さらに五〇%とする目標を立てた。また、一〇年には「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が成立し、建築分野でのさらなる木材の利用促進を図ることとなった。

技術と豊富な実務経験を有する人材育成制度)を確立し、オペレーターなどの体系的な育成、さらに森林組合や民間事業者の組織改編を支援し、小規模分散型所有森林の集約化を進めることなどである。

は放置され劣化する。

また、そのバランスが負に崩れると、将来的な森林資源の不足が生じる。森林資源および林業の持続的発展を考える場合、乱開発や放置は避けるべきで、その利用量に応じた適切なマネジメントが必要となる。

現在、わが国は、国産材に限ってみると「成長量V需要」の関係にある。成長量が多いのは、戦前、戦中に乱伐した後に造林された一〇〇〇万杉にも及ぶ人工林が、本格的な利用期を迎えているからである。

一方で、わが国の住宅産業が本格的に国産材にシフトした場合、果たして資源が計画的に拠出されるのか、また、その資源が枯渇するのではないか、との疑問の声もある。逆にいえば、自給率を五〇%で抑えているのは適切な量がそれくらいである、との判断でもある。

具体的に数値で考察すると、二〇一一年度の森林・林業基本計画を見ると、一〇年度の総成長量は七四〇〇万立方メートル、同年度の総需要量は七〇二五万立方メートルである。成長量は総需要量より多く、わが国は、自国の木材利用を上回る森林資源の成長量がある森林資源国である。

ただし、実際の森林において、用材として利用できるものは経済林(木材資源)だけであり、経済林としての成長量はこの数字では明らかでない。育成林(人工林)と天然生林ではその成長量が全く違うため、単純に面積で割ることはできないが、その七割程度が経済行為に見合う成長量と試算される。その結果として、成長量に対して総需要量が多い状態となる。

図1は、わが国の需給関係を予測したグラフである。折れ線Aは総需要量で、折れ線Bは木材成長量である。木材の成長は樹齢二〇〜三〇年で最大となり、成長率はその後低下する。折れ線Cはそれを七掛けにしたもの、折れ線Dは、わが国の自給量である。一二年度までの数値と森林・林業基本計画による二〇年度までの予測、そして新たに仮定した二五年度のデータである。

自給率五〇%は適当な水準か

これを見ると、ここ数年は、確かに成長量は総需要量を上回るが、かなり一時的であり、今後、わが国の森林の成長量は、林野庁の森林・林業基本計画の総需要量を下回ることになる。折れ線Cと比べると、わが国の総需要量と成長量は大きく乖離することになる。そこで、自給率五〇%を維持して、持続的な森林経営、すなわち「成長量V自給量」が成り立つかが重要となる。

わが国の森林の丸太供給量はここ一〇年、二〇〇〇万立方メートルで推移しており、その年の総需要量の変化に伴い、自給率は前後するものの、自給量は大きくは変わらない。ある意味、この二〇〇〇万立方メートルが現在のわが国の森林資源の拠出生産能力ともいえる。林業経営の意識が低下する昨今、今後の大きな材の拠出動機は少ないと考えるほうが素直である。

とはいえ、森林・林業基本計画において目標とされる二〇年までのデータを見ると、二〇年には現在の倍の材を拠出する必要がある。単純に考えれば素材の生産性が倍になり、林家サイドで今の倍の木を出さねばならない。これには、

かなり強い経済的動機が必要となる。それが、小規模所有者林家から大規模集約への転換などといった、これまでとは異なる経済政策である。

当然のことながら、木材価格を高騰させては、外材の割安感がさらに高まり、国産材は売れない。国産材利用促進はさまざまな啓発や助成などにより可能だが、現行の丸太価格のまま、林家が倍の材を果たして抛出するのか。また、素材生産効率が高まってここ八年で倍になるのか、その辺りが今後の国産材利用の鍵ともいえる。

このように、わが国の森林の成長量は長い目で見ると国内の木材消費総量を賄うことはできなくなる。つまり、五〇%程度の自給量が適当かもしれないという結論である。

しかし、これはあくまでも、スギが主伐期を迎えた現時点での想定であり、五〇%の自給量が五〇年、一〇〇年といった将来の林業の持続的発展に寄与するものであるかどうかは、さらなる検討が必要である。

現在の森林資源を有効に利用

わが国の森林経営を考える場合、一番大切なことは、現在の収穫期の資源を有効利用すること、次に将来において再造林を行うことである。

戦後の拡大造林期のように、むやみに造林をする必要はないが、現在の齢級構成を見る限り、極端なピラミッド型であり、持続的な林業開発が可能となる右肩下がり資源ピラミッドに戦略的に導いていく必要がある。そのためには、現行の森林資源を収穫するとともに、将来に向けた戦略的な再造林が必須となる(図2)。

しかし、再造林を行うには、その投資が事業として採算がとれることが必要である。森林所有者においては、山元立木販売額が、育林費用(五〇年育林費+素材生産費)を上回る必要があるが、残念ながら現時点ではそれを下回っている。

この状態を改善するには、①再造林費の削減、②伐採や運搬などの生産性向上、③丸太価格の上昇の選択肢しかない。①および②は、山側の努力によるが、③は市場取引により決定される。柱・はりの構造材用材料は、集成材や外材と競合するため、その価格は固定化の傾向があり、価格が上昇すると外材の利用量が増え、自給率が低下するという関係がある。

ここで今後の住宅業界と木材利用の関係を見ると、人口減少などによる住宅着工数の低下が予測されており、森林・林業基本計画の総需要量は増加を見込んでいるものの、住宅における構造材などの需要は大きく伸びないのではなからうか。そして住宅の供給者も変化しており、大工から工務店、そして工務店から住宅メーカーへと替わっている。住宅メーカーが、受注から完成までの時間を短縮するため、木材の規格化を進めた。その結果、大量に生産可能で見込み生産に対応でき、蓄材ができる大規模加工業者へと移行しつつある。

各県の認証制度や補助金制度を利用して国産材は利用されるが、原木の価格自体は下落傾向にあり、現在の国産材利用の増加が、画期的な発展傾向とは言い難い。もちろん、地域の住宅の担い手と林業が連携した成功例は多々ある。

しかし、そのような取り組みが国レベルで展

開され、林業経営が安定するような変化に至るのは難しいと思われる。つまり、地域の担い手が手間をかけても地元材を使う、林業との対話を地道に行うことが、成功の第一歩であるが、安定供給される安い材が手軽に手に入る世の中では、現状では地域事例が特殊解^カで、一般解にはなかなか、なり難いということになる。

また、枠組壁工法の主要部材であるツーバイフォー(2×4)材を国産化するプロジェクトなども進められ、部分的に取り入れられてはいるものの劇的な変化は見込めない。

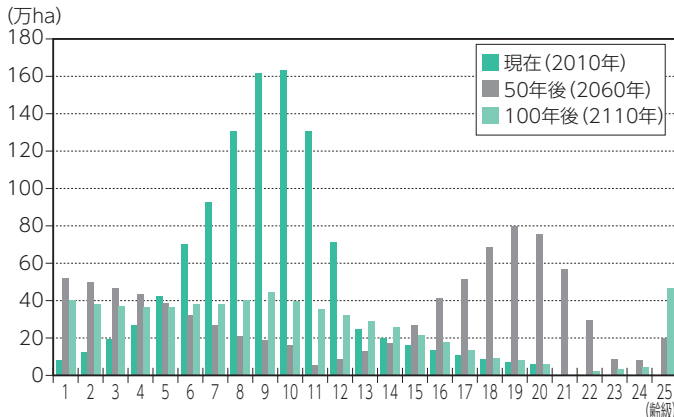
なお筆者は、いわゆる川下側の建築を主に研究しているため、偏った見方をしている可能性がある。林業側から見ると反論もあろうから、ぜひ、それに期待したい。

自給改善のためなすべきこと

さて、筆者は、自給量を増大するには新たな国産材を利用した領域、少なくとも国産材、外材を問わず、木材を利用する環境を整える必要があるとの立場をとっている。

その役割を担うものとして、一つは、CLT(クロス・ラミネイティド・ティンバー)の略で、板の層を各層で互いに直交するように積層接着した厚型パネルのこと。欧州で開発された部材)などの新規材料の開発や新しい領域への進出がある。ともに法的に整備がなされる必要があるが、仮にCLTが合板と同じ市場規模に成長し、加工板が製材の一割を占める市場に成長したと考えると、わが国の木材需要は現在の約一・二倍の八三五〇万立方メートルとなる。

図2 将来(50年後、100年後)における齢級構成(イメージ)



注：人工林(育成単層林)の齢級構成について、指向する森林の状態である100年後および途中経過である50年後の齢級構成を一定の条件の下で試算
資料：林野庁「森林・林業基本計画に掲げる目標数値について(案)」
(林政審議会(2011年4月21日)資料4)

そして、国産材一〇〇%の商品と考えると、それだけで自給率は三八%となる。また、他の製材・合板・パルプの各部門が現行の自給率の一・五倍を目標とすると五〇%の自給率が達成される。

一方、新たな領域への進出として、鉄骨造の壁や床に木質材料を用いる、鉄筋コンクリートの耐震補強に木質材料を用いる、高層ビルの床を木造化するなど、仕上げ材だけではなく構造材としても利用が進められている。

加えて、意匠上の美しさが要求される加工板や、不燃処理をした加工板などの高付加価値な材の使い方にも普及の伸び代があり、幅広く研究開発される必要がある。

二〇一〇年一月に「公共建築物等における木

材の利用の促進に関する法律」が施行されたことはすでに述べた。では、一・二年度に対象となる建物とその割合はというと、三階建て以下の低層公共建築物四六二棟、延べ床面積合計二四万九六九二平方メートルのうち、木造で整備されたものは四二棟、延べ床面積の合計七七四四平方メートルである。この法律以前のデータでは、木造と非木造の延べ床面積比率は一对五とされ、出典の違いもあつてか、この法律の影響は見られない。なお、法律では一对五のうちの五の半分の木造化を目標としている。

さて、木造以外の構造で建てた理由を見ると、その用途上、治安上、防衛上、堅固な建物とする必要があるものや、三〇〇〇平方メートル以上の耐火建築物が要求された、さらに工期・予算上の制約などが挙げられている。木造での耐火建築物は実現されているものの、現在発展途上の感はないが、今後伸びる可能性がある分野である。

工期は、非住宅の建物では住宅のように規格材で建てられるものは少なく、さらに地場産材の利用となると、結局、木材調達、伐採から乾燥までに時間がかかり、他の材料への置き換えとなる場面が多い。予算上の制約も同様で、一品生産品となるため規格材に比べコストはかかることになる。

求める木材コーデイナー

逆にいえば、住宅で用いられるような規格材を用いて構造骨組みを構成すれば、工期と予算の面は解決されるが、住宅の規模を超える建物を住宅程度の規格材でつくるとなると、そこには構造技術者の力量が要求される。もちろん、力量では解決できない問題もあり、適材適所に規格材で

はない大きな断面や長尺の木材が必要となる。これらの集材には手間がかかり、コンクリートや鋼材の調達とは異なる難しさがある。このような問題を解決するべく、設計者と山とをつなぐ木材コーデイナーの存在を求める声も多い。

また、トレーサビリティシステムの構築、在庫情報などのデータベース化手法の開発など、木材の安定供給体制を確立すべく、日本建築学会や建築研究所などが進めているところである。さらに、木造建築の担い手である設計者、構造技術者などを育てるべく、セミナーなどが各地で開催され、情報発信がなされている。

「低炭素社会の構築」地球温暖化防止に貢献といった言葉が木材に対して使われ、その利用、普及、促進が図られている。実は、一九九〇年前後を振り返ると、「新木造」と称して大空間建物が数多く建てられた時代があつた。また、中には「新興木構造」という木造の事務所建築が建てられ、日本建築学会の論文が木造の研究一色であつたとも聞く。しかし、それらは結局一時的な「ブーム」であつた。低炭素社会や地球温暖化防止は一過性では解決されない。

今回の木材利用の追い風が二〇年後に「ブーム」だったと言われないよう、森林から建築まで一貫通貫の計画が森林・林業再生プランや公共建築物の木造化であり、今後も継続が必要である。

【参考文献】

- ・平成二六年版 森林・林業白書(林野庁(全国林業改良普及協会))
- ・公共建築物における木材利用の促進に向けた措置の実施状況(平成二四年度 農林水産大臣、国土交通大臣)

地域主導型バイオマスの成功事例を

再生可能エネルギーの一つとして、木材や建築廃材などを燃料とするバイオマス発電が循環型社会に向けて強い期待を集めている。だが、政府によるトップダウンの政策手法では地域に浸透、定着させるのは難しい。地域主導型バイオマスの成功事例を生み出していくことが課題だ。



三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 主任研究員

相川 高信 *Takanobu Aikawa*

あいかわ たかのぶ
1978年神奈川県生まれ。京都大学大学院農学研究科修士。2004年より現職。現在、北海道大学大学院農学院博士後期課程在籍中。著書に「バイオマス事業：林業地域が成功する条件とは何か」(全林協2014年)など。

先行ドイツに迫る日本

二〇一二年七月に開始された再生可能エネルギー電力固定価格買取制度(以下、FIT制度)は、世界的にも再生可能エネルギー普及のアクセラレーターとして高い実績を上げてきた。福島第一原子力発電所の重大事故の直後であったため、新たなエネルギーの可能性として、再生可能エネルギーへの期待を膨らませることになった。

しかし、国レベルでエネルギー需給の将来像を描き切れないまま、諸外国より高い買い取り価格を設定した結果、FIT認定をめぐるパブリンな状況を誘発したことは否定できない。

特に、太陽光発電については、一四年一〇月の九州電力の接続保留により、課題が顕在化することになったが、実は木質バイオマス発電(以下、

バイオマス発電)についても似たような状況が生じている。

資源エネルギー庁が公表しているバイオマス発電の一四年一〇月現在の設備認定状況を見ると、未利用木材で五八万六〇〇〇キロワット、一般木材は四八万六〇〇〇キロワット、建築廃材は一万一〇〇〇キロワットとなり、その合計は一〇八万三〇〇〇キロワットとなっている(*1)。

この数字は、ドイツにおける設備容量の合計約一五〇万キロワットに迫る勢いである。しかも、発電規模の内訳を見ると、ドイツの五〇〇〇キロワット以上の発電所は約一〇〇基なので、日本の同規模の設備認定数とほぼ同数である。ドイツでは、ドイツ再生可能エネルギー法(EEG)開始から一〇年以上をかけて、徐々に設備容量を増やしてきたが(*2)、日本では制度開始後

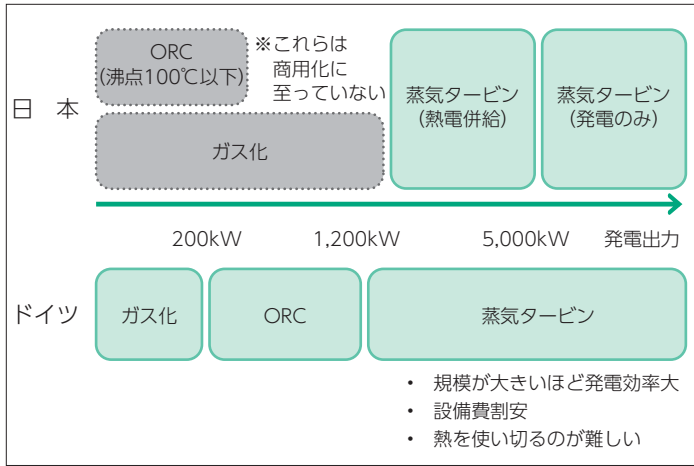
わずか二年間で、ドイツと同水準のバイオマス発電が計画されるに至ったのである。

もちろん太陽光発電とバイオマス発電を同列に論じることができない。そもそも、日照量により発電量変動する太陽光発電に比べ、バイオマスは安定した発電が可能である。もともとバイオマス発電の接続については、電力会社と発電事業者間で個別協議により決められている。

また、これらのバイオマス発電所の操業により、国産材の需要が増加することが期待される。しかし実際は、NPO法人バイオマス産業社会ネットワークがまとめた「バイオマス白書2014」によると、バイオマス発電固有の問題として、燃料不足や、森林の無秩序な伐採が誘発されることを懸念する声が多数あるという。

特に、設備認定を受けた発電所が相次いで稼

図 バイオマス発電技術の選択の幅（日本とドイツ比較）



出所：株式会社バイオマスアグリゲーション

働する一五年から一六年にかけて問題が顕在化するのではないかとわれている。

たとえば、農林中金総合研究所の安藤範親氏は、未利用木材の供給可能量を四一二万トと試算し、これでも一五万ト程度の不足が起こるとしている（*3）。

ただし、この推計では、未利用木材の搬出に実績のある森林組合のデータを用いて、現状の素材生産量から未利用木材の量を推計しており、未利用木材の搬出コストが高く、地域の林業事業体の技術力に左右される現状では、この推計値は保守的に見る必要がある。

また、木材利用において、建築用材などの価値が高い使い方の後、木質ボードや紙の原料として

利用し、最終的に燃料として利用する、いわゆる「カスケード利用」の原則が崩される懸念についても、引き続き注視していく必要がある。

ただし、林業側から見れば、人口減少とストックの充実により住宅着工数が減少し、他方人工林資源が充実する中では、バイオマス発電という大規模な新規需要は非常に魅力的であることは確かである。

特に、戦後に植林された人工林の多くが適切に管理されてこなかったため、搬出される木材の相当な割合が低質であることから、巨大な発電需要を戦略的に位置付けつつ、将来的に持続可能な森林経営に結び付けることが大切である。

時間当たりの降水量が増える傾向にあり、災害リスクが高まる中、「超長期の産業」を自認する林業界の長期的な構想が問われている。

熱電併給のバイオマス戦略

二〇一四年一〇月現在、FIT制度による設備認定を受けているのは、ほとんどが蒸気タービンを用いた五〇〇〇キロワット以上の、比較的大型で熱利用を伴わない専焼の発電所である。大型の専焼発電は、先ほど述べたような燃料不足と無秩序な森林伐採の問題に加えて、エネルギー利用効率の低さなどが問題視されている（*4）。

このようになってしまったのは、日本ではバイオマス発電技術の選択の幅が、非常に狭いからである（図参照）。確かに、世界的に見てもより中小規模での発電技術は発達段階にある。

たとえば、国際エネルギー機関（IEA）が一二年に発表した技術評価レポートでは、中小

規模で熱電併給（コジェネレーション…熱源から電力と熱を生産し供給する）の発電技術として、有機ランキンサイクル（ORC）とガス化（ガスエンジン）は商用段階の初期として紹介されている（*5）。ORCは、水よりも沸点の低い有機溶媒（シリコンオイル）を用いて、タービンで発電を行うシステムである。

一方、ガス化はバイオマスを「蒸し焼き」にすることで、可燃性のガスを取り出し、そのガスでエンジンなどを回して発電するものである。二つのシステムは、少規模でも高い発電効率が実現可能で、かつ熱利用もしやすいというメリットを持つ。

これらの技術を用いた発電は、日本ではほとんど商用運転の実績がないが、ドイツなど欧州諸国では、その運転実績が着実に積み上がっている。特にこのうち、ORCは技術的には難易度の高いものではなく、欧州においては市場が確立されつつある（*6）。

ただし、日本においては導入例がほとんどなく、電気事業法などにより、大型の蒸気タービン同様の規制を受けるため、高いランニングコストが導入の障壁となる（*7）。もう一方の、ガス化発電は過去一〇年程度の間、日本企業がことごとく商用化に失敗してきた領域である。

一方、ドイツでは〇九年のEEG改正で技術ボーナスが加算されたことにより、件数が増加し、安定的な運転実績を挙げる会社が数社現れているようである。その中から、一四年にドイツメーカーの日本市場参入が発表されているが、経済的に成立するビジネスモデルとなるのか注

目される(*8)。

日本においても、このような中小規模の発電を支援することの重要性は、かねてより指摘されていたが(*9)、導入実績に乏しいため、本格的な検討の俎上（そじょう）に載せることはなかった。ここに至りてようやく、政策的に中小規模の発電を支援する動きが出てきた。

たとえば、一四年六月に発表された「農林水産業・地域の活力創造プラン」では、「地域密着型小規模発電や熱利用」を推進していくという方向性が示された。

また、同年一二月に開催された経済産業省による総合資源エネルギー調査会の新エネルギー小委員会に、農林水産省が提出した資料では燃料集荷の地理的な競合を避け、地域の森林資源を最大限活用するという視点で「小規模木質バイオマス発電の支援の必要性」が論じられている。

これは、やや遅すぎる気もするが、前述のとおり、すでに燃料不足が予測されている中で、必要な措置と解釈して、前向きに受け止めたい。

中小規模のバイオマス発電が実現できれば、本来のあるべき姿である熱電併給が現実味を帯びてくる。ただし、これらの発電技術でも、発電効率は二〇%前後であるため、残り八〇%の熱を有効に活用する計画が必要である。

熱電併給の設計に工夫を

熱は電気と違って、長距離輸送には不向きであることから、ローカルな熱需要に対して、オーダーメイドで計画されなければならない。従って、熱電併給はむしろ最初に熱需要に合わせて

設計する必要がある。

こうしたことから、売電ありきの計画ではなく、熱需要の変動に合わせた運転を前提に、発電量に見合った発電量を見込んで設計した方が、バイオマス燃料の量を低く抑えられることなどから、魅力的なビジネスプランとなる可能性が高い。

もちろん、五〇〇〇キロワットの蒸気タービン発電でも、背圧タービンを採用すれば、熱電併給は可能である。しかし、その場合は二万〜二万五〇〇〇キロワット程度の規模の膨大な熱が発生する。

北欧諸国などでは、地域熱供給のための温水配管があるため、これに接続し、地域冷暖房や給湯に熱を供給することができ、日本ではそのようなプランを描くことは難しい。それに比べて、中小規模の熱電併給技術として紹介したORCとガス化は最初から九〇℃程度の温水を得ることができ、熱需要の規模も適当であるため、熱需要に合わせたプランニングがしやすい。ところが問題なのは、熱利用事業もまた多くの課題があることである。筆者は東日本大震災以降、本格的にバイオマスに取り組み始め、全国三〇カ所以上の熱利用事業を事例調査したが、必ずしもうまくいっている事例ばかりではないことを痛感した。

そこで、バイオマス熱利用は、既存の化石燃料利用や補助金ありきの「これまでのやり方」では失敗する確率が高く、「新しいやり方」が必要だと主張している(*10)。

さまざまな課題がある中で、基本は熱需要を的確に把握し、適切なバイオマスポイラーを選び・施工して、維持・運営していく体制を地域ご

とに構築することである。並行して、場合によってはドイツの一〇倍にも達するポイラーなどの初期投資額を低減させる努力が必要である。

現在では、欧州で研修を受けたグループを中心に、欧州製のポイラーを直輸入して地域の施工業者と連携し、コスト削減に努める事例がある。

また、これまでのバイオマス事業には何らかの形で、公的な補助が入っている場合がほとんどであり、こうしたつながりを生かして、政府が事例の情報を蓄積していくことも重要であろう。

エネルギーの基本は省エネ

まとめとして、エネルギー問題の基本に改めて立ち戻りたい。

バイオマス発電や太陽光発電などに対して、電力会社が接続を保留するという事態に至った理由の一つは、エネルギー需給の将来像が見えず、再生可能エネルギーの導入目標が設定されていない点である。ただし、原子力発電の取り扱いを含めて、この将来像に一般市民や産業界を含めた多様な利害関係者から合意を取り付けるのは、現時点では相当困難であると思われる。

他方、原子力発電の問題についての結論を保留したとしても、省エネの重要性について反対する者はいないだろう。なぜならば、エネルギー問題の究極の解決策は、エネルギーへの依存度をなるべく下げるからだ。

そこで、経済成長とエネルギー消費量を切り離し、省エネへの投資をむしろ経済活性化に結び付けるとするのがドイツなどの欧州諸国の基本的な戦略になっている(*11)。

こうした文脈の中で、エネルギー効率を高めるために熱電併給が位置付けられる。また、建築物の断熱性能の強化などで、低い温度帯の温水によるバイオマス暖房でも快適に暮らすことができるようになる。これにより、化石燃料の輸入に伴う国富の流出を防ぐこともできるようになるのである。

地域の森林資源を持続的に活用し、地域の熱需要に合わせてバイオマス設備をプランニングしていくためには、林業関係者のみで話し合っているだけでは不十分である。

地方創生にバイオマス事業を

当初、バイオマスの利用事例は地方の温浴施設など単独施設において、燃料費の削減や地域林業振興の観点から行われることが多かった。今後は、公共・非公共を含めて、高度経済成長期に建設されたインフラが、続々と更新時期を迎えていき、かつ人口が本格的に減少していく。こうした中、コンパクトシティ化を進めていき、居住密度・熱密度を高めて、バイオマスなどの再生可能エネルギーで熱供給を行っていくことができるだろうか。

バイオニア的な取り組みとして、北海道下川町や岩手県紫波町の取り組みなどを参考にしたい。両町ともに、難易度の低い温浴施設へのバイオマスボイラーの導入からスタートし、ノウハウを積み重ね、複数施設への地域熱供給システムにチャレンジしている。また、下川町の「一の橋ビレッジ構想」や紫波町の「オガールプロジェクト」という新たなまちづくりの中に、バイオマス

利用を位置付けている点を学ぶべきである。

ただし、バイオマスの事業化は、ボイラーなどの初期費用が非常に高く、欧州などのように適切なエンジニアリングサービスを提供できる主体も少ない。そのため、先行事例を冷静に相対化した上で、慎重な取り組みが必要である(*12)。

また、コスト情報や技術的ノウハウの蓄積については、補助金の出し手である国やそれに準ずる公的機関が積極的に取り組むべきであろう。

最後に、従来であれば、縦割りの関係者の中で、分かれ合っていればよかつたものが、このようなバイオマスの事業化に向けて、カギを握るのは多様な主体と建設的なコミュニケーションが取れる力である。

かつての拡大造林政策のように、中央政府によるトップダウンの展開という政策的手法では、地域のバイオマス事業化は難しい。「地域主導型」と呼び得るような、地域関係者が主導する、バイオマスの成功事例をどれだけ生み出していくことができるかは、人口が減少し既存の需要の増加が限界にきている中で、新たな需要や市場をつくり出すことを求められている林業界全体の課題と完全に重なっている。バイオマスは、地方創生のよいテストケースなのである。

【参考文献】

- *1 RPS制度(電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法)時代の既存設備容量は、三〇〇万^キワット以上あるが、これらは建設廃材中心の施設と思われるため、本論のテーマである林業や未利用材の活用との関係は限定的である。
- *2 「ドイツ再生可能エネルギー法(EEG)の波及効

果による技術開発の事例」ドイツバイオマス研究センターアレクサンダー・クラウツ(日独バイオマスデータ)資料)

*3 「未利用材の供給不足が懸念される木質バイオマス発電―地域別需給推計と展望―」安藤範親(農林金融二〇一四・六)

*4 「持続可能なバイオマス利用のための3原則」相川高信(MURCサーチ・ナウ)http://www.murc.jp/thinktank/rc/column/search_now/sn120417

*5 「Technology Roadmap Bioenergy for Heat and Power」IEA(2012)

*6 「分散型熱電併給システムを支える新しい発電技術(1)」熊崎実(<http://www.w-bio.org/>レポート/新しい発電技術)

*7 ORC技術を持つイタリアのTurboden社は、二〇一三年に三菱重工のグループ会社となった。同社では、地熱発電での利用を第一に想定していると思われる。詳しくは「地熱バイオマス発電システム」三菱重工技報Vol.51 No.1(2014)を参照。

*8 Burkhardt社の日本参入に「http://www.sanyo-pellet.com/gasifier.html」。Spanner社の日本参入に「http://www.holz-kraft.de/en/news/actual/614-14-10-14-spanner-wood-cogeneration-plants-moves-to-japan)」

*9 「木質エネルギーで林業再生を」熊崎実(AFCフォーラム二〇一三・二)

*10 詳しくは、拙著「木質バイオマス事業：林業地域が成功する条件とは何か」(全森協二〇一四)などを参照。

*11 「国民のためのエネルギー原論」植田和弘、梶山恵司(日本経済新聞出版社二〇一)

*12 「木質バイオマスエネルギー利用における日本の技術課題」相川高信(日独バイオマスデータ)資料)
http://jp.fujitsu.com/group/fr/downloads/events/other/20131105-09aikawa_murc-jp.pdf

期待高まる、二一世紀型建材「CLT」

今、木材を特殊な形で接着した厚型・重層パネルを用いた建築工法であるCLT(クロス・ラミネイテッド・ティンバー)が二一世紀型建材として建築関係者の中で脚光を浴びており、その動向に期待が高まっている。軽量かつ高い強度で木造建築の限界を広げ、環境に優しい点がポイントだ。

高層化の木造建物も適応

クロス・ラミネイテッド・ティンバー(CLT)は、木材のひき板を繊維方向が各層ごとに直交するように重ねて接着したパネルおよび、それを用いた建築工法を示す用語である(図1)。

一九九五年頃から、木材産業先進国であるオーストリアを中心としたヨーロッパで開発が進められてきた。CLTを床や屋根板、また、壁として利用することで、中・高層建築が可能になる。このため、ヨーロッパでは、これまでの木造建築と競合するのではなく、レンガ造りや石造、鉄筋コンクリート(RC)造などに代わる建築材料として普及している。CLTの年間製造量は今年には一〇〇万立方メートルに達するという見方もある(図2)。

北米でも二〇一一年にCLTの規格が完成し、複数の集成材メーカーがCLTの製造に着手するなど、世界中に広がりを見せている。オーストラリアのメルボルンでは、CLTを使った一〇階建てのマンションが完成している。紹介している写真右(P13右)はイタリアのミラノにあるCLTでつくられた九階建ての公営住宅である。また、左は、オーストリアのウィーンにあるショッピングセンターだが、屋根板にCLTが八〇〇

立方メートル利用されている。木材は繊維方向によって収縮率が異なるが、CLTの場合、その構成がひき板を直交させて積層している材であるため、互いの層が変形を抑え合い、従来の木材製品と比較しても寸法安定性に優れている。

この寸法安定性に優れるパネルは、コンピュー



一般社団法人 日本CLT協会 会長

中島 浩一郎 Koichiro Nakashima

なかしま こういちろう
1952年生まれ。2012年から現職。日本CLT協会は14年4月に一般社団法人化。現在、製造だけでなく、建設や流通、コンサルタント、さらに行政などを対象に会員を増やしている。会員数は188者(2014年12月時点)。

ター制御の自動化機械による図面に基づき、高い精度での加工と、建築現場での施工が可能となる。

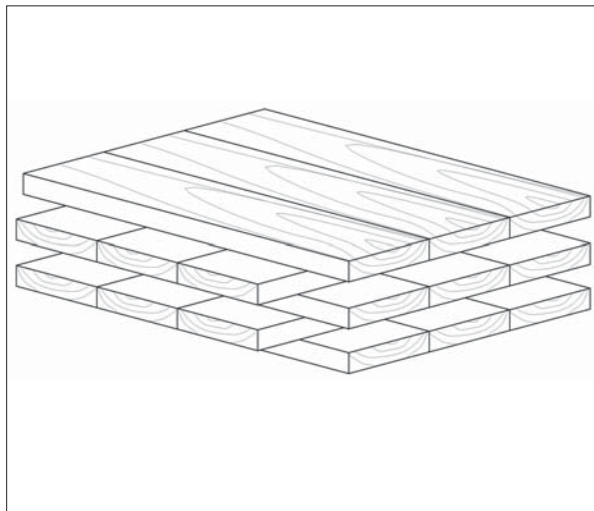
また、CLTは大判のパネルであり(欧州でのパネルサイズは最大で三・五メートル×二〇メートル程度)、これまでの柱や梁などの木質構造材料とは異なり、大きな面として利用できる。

分厚い材料全体で構造を支えるために強く安定した性能を発揮する。大判パネルは工場での加工が施されるため、現場での施工が容易かつスピーディーだ。

接合部は主にセルフタッピングスクリューと呼ばれる大型のビスを利用したシンプルなものであり、このことも施工性のよさの理由となっている。

RC造の建物に比べて大幅に重量を軽量化して

図1 ひき板を直交させて積層するCLTのイメージ

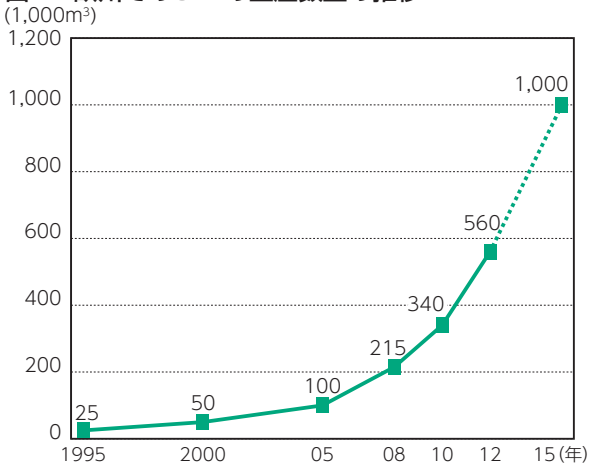


きることもメリットだ。建物の軽さは設計時にプラスに働くものであり、また、基礎工事費用の軽減にもつながる。実例を挙げると、英国のロンドンにある八階建てのCLT建物は、RC造の建物と比べて重量が六〇%以上軽くなり、コンクリート基礎工事にかかる費用が二五%軽減されている。

さらに、環境面でも高い優位性がある。建築材料として木材を使えば、その建物が壊されるまで、その木材が成長時に吸収した大気中の二酸化炭素を固定したまま貯蔵することになる。

CLTを製造する際に使われるエネルギーは、他の木質材料と同様に鉄骨やコンクリートの製造時に比べて小さく、環境負荷が少ない。再生可能な資源である木材を利用しようという環境意識の高まりも、CLTを材料として選択する大

図2 欧州でのCLTの生産数量の推移



※ゲルハルト・シックホッファー (Gerhard Schickhofer) グラーツ工科大学教授資料より作成

きな動機になっている。

一方、デメリットとしては、従来の木造に比べると、木材利用量が多くなるため、材料のコストが高くなる事が挙げられる。

実用化に法的ハードル

日本では、二〇一一年頃よりCLTを利用するための検討が本格的にスタートした(写真P14上)。

他国と異なり、日本では建築基準法で定められた材料以外で建物をつくることはできないという法的なハードルもあり、CLTについての情報は得ていたものの、検討に至るには時間がかかったといえよう。

検討がスタートした背景には、戦後に植えられた人工林の樹齢が五〇年以上となって、伐期に

差しかかり、その有効活用が急務となっていることが挙げられ、CLT利用を促す要因となっている。現在、日本における年間森林成長量は、ある試算によると一億七〇〇〇立方メートルだが、伐採量は三五〇〇立方メートルにとどまっている。中高層や大規模の建築物に利用できる可能性を持つCLTへの期待は、木材関係者からも高いといえる。

これまで推進されてきた間伐だけではなく、皆伐も視野に入れて、育った樹木は伐採して利用し、再び植林をして山を若返らせ、循環させることが求められているのだ。

まず一一年より、戦後植林された中で最も蓄積量が多いスギを中心にして、CLTの原材料となる木材の強度特性などに関するデータ収集のための各種実験が、日本CLT協会をはじめ独立行政法人森林総合研究所や独立行政法人建築研究所などの機関において鋭意取り組まれている。

なお、日本CLT協会では、二二のワーキング・グループを立ち上げており、CLTの標準仕様、防耐火、遮音、接合、製造・加工、温熱など、各分野での検討を協会員である幅広い分野の企業らとともに進めている。CLTを事業化し未来の産業とできるかどうかはこのワーキング・グループにかかっているとはいえ、今後数年はこの活動を中心に据えている。

CLTの構造設計に関する検討は、一二年に茨城県つくば市にある独立行政法人防災科学技術研究所において、三階建て(屋上にプラス二階分の重量を積載し、五階建ての想定)振動台実験

が実施され、これ以降、継続して行われている。

今年二月には兵庫県三木市にある防災科学技術研究所兵庫耐震工学研究センターの実大三次元震動破壊実験施設（Eーディフェンス）で五階建てと三階建ての実大振動台実験が行われることとなっており、このデータはCLTの設計法に生かされる予定だ。

各地域でのCLTに対する関心も高まりを見せ、地元の木材を利用した研究が始まっている。一三年七月には高知県で「CLT建築推進協議会」が設立され主にスギでの研究が行われている。一四年三月にはスギを研究する福島県CLT推進協議会、四月に北海道でカラマツ、トドマツを研究する「木造建築の新技術に関する研究会」、八月にヒノキを研究する「愛媛県CLT普及協議会」と、次々にCLTに関する各県単位での協議会が設立されている。

一四年一月には、国土交通省と林野庁による「CLTの普及に向けたロードマップ」〔注〕が公表されるなど、日本でもこの新しい木質建築材料が注目を集めるようになってきた。

このロードマップは、CLTの普及に関する施策を計画的に進めるとともに、その具体的な内容とスケジュールを幅広く周知し、関係者の取り組みを促進することが目的であり、民間での開発に対する国側の後押しも積極的になってきている。

新工法の普及には法改正必要

木材を原料としているとはいえ、これまでになかった新しい構造用建築材料であることから、

独立行政法人森林総合研究所を中心に、寸法安定性、接着性能、強度性能など材料の基本的な性能の検証も進められてきた。

また、独立行政法人農林水産消費安全技術センターにおいてCLTの規格整備のための委員会が開催され、二〇一三年一二月にCLTのJASである「直交集成板の日本農林規格」（直交集成板）はJAS上でのCLTの名称が制定された。

JAS化によりCLTの製造規格はできた。しかしながら、構造用建築材料としてCLTがすぐさま一般的に利用できるわけではない。

前述のとおり、CLTを構造用建築材料として利用するには、日本では建築基準法での位置付けが必要である。そのため、材料強度やCLT構造の技術基準に関する膨大なデータを蓄積し、またそのデータを基にどのように建築基準法で位置付けるかを検討しなければならない。CLT利用のためには、まず法的な課題のクリアが前提条件だ。

CLTについての建築基準法の改正を見据えた検討は、国土交通省の事業などで現在行われているが、検討に必要なデータを蓄積するのに時間を要するため、一般的に利用できるようにするのは一六年度以降である。

そのため、現時点では、CLTを構造材として利用することはまだできないが、時刻歴応答解析（超高層ビルの設計をする際に用いられる高度な解析）を伴う国土交通大臣の認定を得ればCLT構造による建物の建築が可能だ。実績をつくることは、建築基準法改正の働きかけのた



ウィーンのショッピングセンター（左）とミラノの公営住宅

めにも、同時に、普及のためにも重要である。

日本初のCLT建築物が登場

そのため、この大臣の認定を得て、日本でのCLT構造建築物の第一号物件の建築が行われた。二〇一四年三月に完成した「高知おおとよ製材社員寮」がそれで、製材工場の社員寮である（写真P14下）。CLT構造による三階建てで、延べ床面積二六七平方メートル、使用したCLTはスギを



日本でつくられたスギ材によるCLT (2.7m×6m)



高知おおとよ製材社員寮

原料として二二〇立方メートル、前述の防災科学技術研究所における三階建て振動台実験に基づくデータにより解析がなされ設計されたものだ。CLT部分の工事は実質二日間で完了し、施工性のよさも実証することができた。また、この社員寮で、遮音、断熱などさまざまな検証を行った。断熱については若干の課題が発見されたものの、住み心地についての住民の意見は好評である。今年三月には、さらに五棟が同様の手続きを経て完成する見込みだ。

建築物に利用するためには、法整備以外にも必要な事項の洗い出しや検討を行っていかねればならない。たとえば、CLTについての国土交通大臣の耐火認定を受ける必要がある。

さらには、CLTは熟練した職人の技術を持つていないと建てられないのではなく、施工の質を確保・保証するための一定の研修を受ければ、誰にでもきちんとした性能を持つ建物が建てられるような制度・ルールをつくる必要がある。他にも、構造設計の仕組みづくり、省エネ基準など多数ある。

資源国日本には強み

このように、CLT利用のための取り組みはまだスタートしたばかりであり、実際に構造物の建築材料として利用できるようになるまでには、まだ課題が山積している。しかし、欧州での実例や、国内での実験を見るにつけ、CLTは大

きな将来性を秘めたものだ」と確信している。日本は地震多発国であるが、将来的には、中層（少なくとも五、六階程度）の建物の建材は、CLTにシフトしていくだろう。

今後、多くの方の協力を得ながら、前向きに取り組みを進めていくつもりだ。

日本は資源に乏しい国だともいわれるが、木材に関しては資源国だ。日本では二〇一〇年、「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が施行され、低層の公共建築物について、原則として全て、木造化を図ることとなっている。

また、二〇年には東京でオリンピック・パラリンピックが開催される。CLT利用のための環境整備を進めていき、ぜひオリンピック施設のうちの一つにCLTが利用できるようなしたいとも考えている。

再生可能な資源を使った環境負荷の少ない二一世紀型の材料であるCLTを利用できる環境は多々あり、追い風を感じている。

日本国内だけでなく、将来的には海外にCLTを輸出することも視野に入れながら、着実に一歩ずつ取り組んでいきたい。



(注) 本格的な普及を促進するためには、建築基準（基準強度・設計法）の整備、実証的な建築事例の積み重ね、CLTの生産体制の構築、といった施策を総合的に推進することが必要。こうした施策を計画的に進めるとともに、その具体的内容と想定するスケジュールについて供給側や需要側などに対して幅広く周知し、関係者の取組を促進するため作成された。（林野庁HPより抜粋）