

# 21世紀の循環型社会に向けた木材利用の展望

高橋利男

キーワード: 環境問題, 森林の機能, 二酸化炭素, 人工林, 中小径材, 循環型利用

はじめに

環境問題の観点から21世紀における地球的規模の課題について整理してみます<sup>1,2)</sup>。まず、人口の増加ですが、1950年には25億人であったものが、2000年には61億人、2025年には89億人に増加すると予測されています。先進国の増加はそれほどではないのですが、最貧国や途上国での増加が大部分になります。これの対応として、とりわけ、食糧の確保が重要となります。これらの国々では食糧の増産・輸入・国際支援による供給という形を取るにせよ、現在、途上国や先進国が輸入に頼っている状況は食糧の世界的分配の平等という観点から考えると見直さざるを得なくなるでしょう。

米国、中国、インドといったところで灌漑農業を営んでいますが、地下水の枯渇や塩害で耕作地が大きなダメージを受けているといわれます。現在の段階でも、総体として1人当たりの耕地面積は減少している実態にあります。また、乱獲や開発に伴う環境破壊で漁場の崩壊が著しいともいわれています。これらの状況はいずれも食糧の減産を暗示しています。食糧増産の革新的技術開発は足踏み状態にあり、当事国の増産は林地の農地への転換を意味し、森林の減少は避けられません。そして、これに伴う動植物の種の減少も必然的となります。

これらを考えますと約40%といわれる日本の食糧自給率を大幅に増加する施策が求められます。特に、北海道は農地が広く、北米や欧州に見られる大型農業が可能です。また、冷涼な気候のため病原菌や害虫の発生が少ないという有利性も持っています。

次は温暖化の課題です。二酸化炭素濃度は1800年の280ppmから1998年の369ppmへと急増しています。化石燃料に依存する限り、この傾向は抑制できません。

これに付随する酸性雨の問題も深刻になっています。これを脱却するためには風力、太陽熱、再生可能なバ

イオマス等の自然エネルギーや水素を原料とする燃料電池に切り替えていく必要があります。これらのエネルギーは再生可能で小規模・分散型であり、電力のインフラが整備されていない最貧国や途上国にも適した発電形態であるといえます。

さらに、原材料の消費の増加が廃棄物の増加をもたらしている問題があります。全世界の原材料消費量を1960年と1995年を対比すると、鉱物で1.5倍、金属で2.1倍、木材製品で2.3倍、石油由来の合成素材で5.6倍となっています。廃棄物に関しては、発生抑制、再利用、リサイクル、適正処理による廃棄が基本となります。焼却に伴うダイオキシン発生抑制対策が優先課題となります。木材製品は再資源化の容易な物質であるはずですが、日本では、コンクリート塊などに比べるとリサイクル率が低いという実態があります。

加えて、ダイオキシンを含む超微量物質である環境ホルモンの食物連鎖による濃縮効果がヒトを含む動物の生殖機能に与える影響が危くされています。

## 森林の機能

森林の機能に関する分類としては、様々ありますが、「持続可能な森林経営」という観点から、(社)日本林業技術協会の藤森氏は次のように整理しています<sup>3)</sup>。

生物多様性の保全、木材など林産物の生産、土壌の保全、水資源の保全、保健文化機能、地球的炭素循環への寄与。これらの機能の中で、

を普通、森林生態系の持つ環境保全機能と呼んでいます。も環境保全機能に含めることがあります。とすればの「木材生産」以外は環境保全機能とうことになります。これらの中で特に木材生産のための森林管理と、生物多様性の保全および土・水資源の保全は対立する関係になります。すなわち、木材生産機能(効率)を高めようとするとも生物多様性は低くなり、土壌は破壊されやすく、それに伴い土壌の保水機能も低下

しやすくなるという状況になります。

これに対して、近年その重要性の認識が高まってきた「地球的炭素循環への寄与」は森林生態系の炭素の吸収・貯蔵だけでなく、木材の利用を通して化石エネルギーの使用を削減し、木材利用の場でも炭素を貯蔵し続けられるなど、木材の利用もまた環境保全的に評価されるようになってきています<sup>3)</sup>。2000年9月6日林野庁は日本のすべての森林について国民の暮らしに対する貢献度を貨幣価値で表した「公益的機能」が年間75兆円に上るという試算結果を公表しました。

日本における<sup>しょうび</sup>焦眉の課題は人工林の整備です。市場原理に従って入ってくる外材価格の安さに押されて林業の衰退は著しいものがあります。戦後、営々として植林してきた1,000万haの人工林に対して下刈り、つる切り、除・間伐などの持続的経営が満度に行われていないという現実があります。

#### 木材利用による二酸化炭素の削減

1997年12月に京都で開催されたCOP3において、日本は2008年から2012年の平均で国全体の二酸化炭素排出量を1990年レベルの6%以上削減するという目標が定められました。植林による二酸化炭素の吸収がCOP3の温暖化ガス防止対策として認められていることから、大手商社や製紙会社の海外における植林事業が活発化しています。また、自動車業界や家電業界を始めとする様々な分野で省エネルギー型の商品開発が進められています。日本政府は2000年8月、森林による二酸化炭素吸収量を3.7%として条約事務局に提出しました。2000年11月にオランダのハーグで開催されたCOP6では、二酸化炭素の森林吸収を最大限活用するという日・米・加と一定の制限を設けるべきという欧州の意見の相違から決裂しました。合意形成にはなお時間がかかるようです。

こうした中で、木材利用はどのような位置づけになるのでしょうか。ニュージーランドのA.H.Buchanan教授は、建築に使われる鋼製梁1kgを、これと等価な木材梁に代えることによって製造工程で放出される炭素量を1kg減らすことができ、アルミサッシに代えては、これを木製サッシに代えることによりアルミサッシ1kg当たり9kgもの炭素放出を低減できると指摘しています<sup>4)</sup>。

各種材料の製造エネルギーと炭素放出量を求めるに当たり、kW/h単位の電力は、3.6をかけてMJ(メガ

ジュール)単位に換算する、電力はすべて火力発電によるものとする、火力発電の効率を33%とする、ボイラーの熱効率を65%とする、エネルギー50MJ当たり1kgの炭素放出とする、等の前提を置いています<sup>4)</sup>。これに基づいて計算された材料1m<sup>3</sup>当たりの製造エネルギーを比較します。人工乾燥製材1m<sup>3</sup>と対比するとアルミニウムで786倍、鋼材で190倍、コンクリートで4.3倍になります。製造時に放出される炭素量についても同様な傾向が得られています。地球温暖化を防ぐためには、アルミニウム、鉄の使用を極力抑え、木材使用に置き換えるべきであることを示しています。

また、木材は生育過程で大気中の二酸化炭素を吸収して光合成によって炭素固定を行っています。この炭素量を考慮しますと木材製品の製造時炭素放出量は差引きマイナスとなります。木材製品を使用することは資源育成から材料への加工まで、一貫して二酸化炭素の軽減に寄与していることとなります。ここで問題となるのは材料の使用期間です。日本の木造住宅の使用期間(更新周年)が平均して30年というのはドイツの79年、フランスの86年、アメリカの96年、イギリスの141年と比べてあまりにも短すぎるといえます<sup>5)</sup>。これでは木質材料の炭素貯蔵機能を大幅に低下させることとなります。住宅の使用期間を少なくとも人工林の主伐期程度までは伸ばすことが求められます。これからの木造住宅においては住まい手の維持・管理意識を高める必要があります。

#### 北海道における人工林資源の状況

平成10年度版の北海道林業統計によれば針葉樹全体の総蓄積量が3億520万m<sup>3</sup>で、その内人工林が1億6,430万m<sup>3</sup>、実に53.8%を占めています。人工林蓄積が天然林のそれを<sup>りょうが</sup>凌駕する状況になっています。カラマツが人工林蓄積の51.2%を占め、トドマツが続きます。スギは3.9%にすぎません。ここでは、人工林の主要樹種であるカラマツ、トドマツの径級別素材生産予測について見てみます。カラマツの予測は1987年<sup>6)</sup>、トドマツの予測は1991年<sup>7)</sup>を初期計算年としています。いずれも所定の間伐・主伐条件を設定して予測値を計算しています。

カラマツの径級別素材生産に関する最大生産可能量の予測結果を見ますと素材生産量は2001年までは100万m<sup>3</sup>台の横ばいで推移し、2002年以降急速に増

加し、300万 $m^3$ を超えて漸増し、2017年には約500万 $m^3$ に迫ります。その後2022年を境にして約半減の300万 $m^3$ を切る姿になります。2027年には100万 $m^3$ 台となり2032年には50万 $m^3$ 台に減少し、2036年以降資源の枯渇が起こります。再造林を行わない条件でのシミュレーションですからこうした極端な予測となりますが、再造林を行いながら、2002年以降の伐採量を調整することにより資源の持続性を高めることができますと考えます。ただ、伐期の延長がカラマツ林にどのような影響を与えるのかは定かではありません。いずれにせよ、この間に8cm径未満のもの占める割合は減少し、8～13cm径のものが2001年までは30%を超えるものの、2002年は10%台を割り込む状況で推移します。14～18cm径のものは30%前後の横ばいで推移し、20cm上のものの量が飛躍的に増加することは注目に値します。この径級構成の変化こそが梱包材を主体とした製材から建築材をはじめとする高付加価値製品への生産転換の必然性を内包していると見る事ができます。しかるに、これまでの素材生産量の実績はどうであったでしょうか。1989～91年：111万 $m^3$ /年、1992～96年：123万 $m^3$ /年、1997～98年：133万 $m^3$ /年という推移になっており、予測値とほぼ一致しています。

次にトドマツの最大生産可能量を見ますと、1991年に200万 $m^3$ を超え、その後漸増し400万 $m^3$ 前後を維持し、2031年以降は急増に転じ、2046年には860万 $m^3$ のピークに達し、2051年以降は漸減します。この資源構造の極端さについても、最大伐採量の設定をどこに置くかの検討を行いながらカラマツと同様な伐期の調整を行う必要があります。8cm未満の径級のものは2000年までに10%を超えますが、以後は7～1%へと減少します。8～13cm径のものは2005年までは全体の30%以上を超えますが2006年から30%を割り込み、数%台で推移します。しかるに、これまでの素材生産量の統計値はどうであったでしょうか。1994～95：40万 $m^3$ /年、1996～98：47万 $m^3$ /年で予測値との乖離<sup>かいり</sup>がきわめて大きいことがわかります。

#### 人工林材の中小径材の利用

前項の試算によりますと30cm上の大径材が出材する割合はそれほど多くはありません。21世紀においても、中小径材の利用は避けて通れない課題です。中小径材は丸太の髓から10～15年輪、直径にして10～

16cmの範囲が未成熟材です。この部分が乾燥に伴いねじれ、曲がり、割れを発生させます。心持材の建築構造材への利用を困難としたのはこのためです。しかし、100以上の高温乾燥技術を開発することにより、これを克服しました。量は少ないもののカラマツ、トドマツの心持乾燥材を使用した住宅の建設事例があちこちで試みられています。安価な輸入材があるにせよ、また質の良い天然林材があるにせよ、人工林材からの住宅用構造材が普及する展望はあると見ています。

人工林材の用途開発を官民あげて進めてきてから約25年が経過します。カラマツで先行し、10年位遅れてトドマツの用途に関する技術開発が始まります。結果として見れば、両樹種の用途は重なり合う部分が多いことが分かりました。手間のかかる工程を持つ用途、外材製品に比べて価格の高い用途、道内市場が少なく設備投資額の多額なボード類の実用化はできていません。ログハウス、農業用PT型ハウス、構造用を含む集成材、構造用合板、ゴム・木質チップ成形板、エクステリア分野、土木分野、暗渠疎水材等の実用化は進んでいます。今後においては治山、道路、河川、港湾などをはじめとする土木分野における更なる利用拡大が期待されます。というのも、建築、建材やエクステリア分野の使用だけでは量的な限界があるからです。

#### 循環型利用をめざして

21世紀の課題は循環型社会の構築であるといわれます。木材は炭素を貯蔵する材料であるとともに、廃棄もしやすいと認識されてきつつあります。

樹木を伐採して素材（丸太）にしますが、その際植林して次世代の更新を図ります。末木や枝条も条件によっては粉碎してボード原料や燃料として使用します。素材は加工され、製材、合板、集成材などの木製品に転化します。素材段階で出てくる樹皮は燃料や敷料として利用され、皮付きチップは混入量の制限はあるもののボード原料として使用されます。

素材の加工段階で排出される背板チップは製紙用に回ります。この段階で出てくるその他の副産物や一次製品を加工して排出される副産物の多くはのこくず、切削くず、木材端部の切れ端が主体ですが、ボード原料や炭化物をはじめとする粉碎型原料として使用されます。合板廃材である単板やむき芯は貴重なボード原料となりますが、ボード工場が存在しない地域では輸送費との兼ね合いから自社工場の単板乾燥や熱圧接着

のエネルギー源として使用しています。

木材の一次製品は他の材料（異種材料）と組み合わせで建築物や家具などに加工されます。これらはやがて使用目的を終えて解体されます。「手解体」で丁寧に分解された特に断面の大きな部材は建築物に再利用されてきました。しかし、近年になって解体数の増加、解体経費の削減指向に伴い、省力化・作業時間の短縮から「機械解体」が主流になり、大部分が粉碎・チップ化の方向に切り替わっています。そして、これの利用には異種材料との混合物であることから複雑な分別の工程を経る必要があります。異物分離の程度に応じて、製紙用、ボード用、燃料用に区分されます。しかし、困ったことに建設廃材を違法投棄する処理業者が増加する現実もあります。これに対する行政の取り組みは大変なものがあります。

それでは木質廃棄物とリサイクルの状況はどうなっているのでしょうか。まず、全国ベースの工場残材（木材工業から出る残廃材）と建設廃材（住宅解体材、新築工事発生残材、パレット、梱包材）に区分し、古紙の統計値を含めたもの<sup>9)</sup>を見ますと工場残材の再利用率はかなり高く、古紙利用率についても世界的に見て高い水準となっています。しかし、建設廃材の発生量は工場残材をはるかに超えているにもかかわらず、その再利用率は極めて低い状況になっています。これは木材以外の異物を含む混合廃棄物が多いことや、その発生源が個別散在的で、分別解体や安定的に収集されないことから、リサイクルされないまま埋め立てなどの処理に回されるものが多いためと考えられます。

おわりに

21世紀の革新技术・産業はIT、バイオ・ゲノム、ナノテクノロジーと言われています。これは光の部分ともいべきものです。しかし、人口急増に伴う食糧の不足、地球温暖化、廃棄物処理の問題は影の課題として看過できません。

持続可能な森林利用については、森林は現世代だけのものではなく、生態系すべてを含めて将来の世代から一部借りているという発想を再認識する必要があります。使った量は植林して育成し、将来の世代に残すべきです。また、森林の農地、工業用地、住宅用地、リゾート地への転用は慎重に対応する必要があります。また、輸入材・天然木材依存型から国内の人工木材活用型に切り替える道筋をつけることが求められます。

人工木材は戦後嘗々として植林してきたかけがえのない日本の財産です。人工木材の需要増加は山村の活性化にもつながります。そして、何よりも持続可能な森林経営の基盤を保証することになります。

木材は炭素貯蔵にすぐれた物質であり、製造時のエネルギーも少なく、しかも、再生可能な材料です。木材で間に合う使用分野は可能な限り木材を使用する、機能性の良さで他材料に代替された分野の逆代替に努める必要があります。そのためには物理的手法もあれば化学的手法もあるはずです。

省資源型・炭素貯蔵型の使用形態として、住宅や家具の使用年数を長期化する必要があります。解体の対象となる住宅は断熱工法の未確立<sup>きょうあ</sup>や狭隘さ、住まい手の生活スタイルの変化があります。住宅建設の技術開発はこの10年間でかなり進んでいると思われます。人々の暮らしは成熟社会に入っているといわれています。そろそろ、住宅資産をストック型に変換しても良い時期であろうと考えます。

木材でリサイクルの遅れている分野は建設廃材です。特に住宅解体材は分別解体が義務づけられたこともあり、これまでのような機械解体が許されなくなるため、再利用やリサイクルが可能な部材が量的に出てくる可能性もあります。これらの利用により、収率の高い省資源的な木材利用への脱皮も夢ではないといえます。

21世紀の木材利用は様々な工夫と配慮が要求されるといえるでしょう。

#### 参考資料

- 1) Lester R. Brown 編著：“地球白書”，ダイヤモンド社，1999，p.17-24．
- 2) Lester R. Brown 編著：“地球白書”，ダイヤモンド社，2000，p.7-12．
- 3) 藤森隆郎：木材工業，11月号，506-510（1999）．
- 4) 中島史郎・大熊幹章：木材工業，3月号，127-131（1991）．
- 5) (財)日本建築センター：解体・リサイクル技術ノート，1999，p.16．
- 6) 菅野弘一，石河周平：北海道カラマツ対策協議会季報，57-58（1989）．
- 7) 石河周平，菅野弘一，中村修作：林産試験場報，第8巻1号，4-13（1994）．
- 8) (財)日本住宅・木材技術センター：木質廃棄物再資源化技術開発事業報告書（1）（発生・再利用実態調査事業），1994年，p.61．

（林産試験場 利用部主任研究員）