

# 国民森林会議 平成 20 年度提言書

## 地球温暖化防止と森林の役割

### 目 次

#### はじめに

- 1 地球温暖化防止への取り組みの経緯
- 2 温暖化防止と森林の機能に関する基本的知識
- 3 森林による温暖化防止策の問題点
- 4 森林による温暖化防止策のあり方

#### 解説

#### はじめに

本提言書では、気候変動や地球環境問題の中でも特に地球温暖化問題を中心に取り上げる。1997 年の京都議定書の採択以来、わが国においても地球温暖化防止への関心は広がり始めていたが、それが一般常識化し始めたのはここ数年来のことである。温暖化防止に対するわが国の対応策は官主導で進められてきたが、最近では国民の関心の高まりとともに地球環境問題への政策提言を行う NGO の活動が強まってきている。特に 2008 年 7 月に行われた洞爺湖サミットに向けてその活動は活発化した。地球温暖化問題には森林の取り扱いに関する問題が強く絡んでいる。

国民森林会議も当然、この問題に関心を持ち、必要に応じて討議し、外部意見を渉猟してきた。政策決定者においても、NGO にしても、その他の様々な立場の人たちにとっても、地球温暖化防止のために森林をどう扱っていくかという方策を策定し、その活動に参画し

ていくためには、この問題に関する森林についての正しい知識を共有することが重要な  
は言うまでもない。然るに、この問題に関する社会一般の理解は 不十分であったり、誤解  
を伴うものであったりすることも多いと感じさせる。それを正すことも、国民森林会議の  
果たすべき役割と思われるので、今回「地球温暖化防止と森林の役割」について現行の問  
題点を抽出すると共に、今後のあり方について提言することとした。

## 1．地球温暖化防止への取り組みの経緯

地球温暖化問題が国際的に大きく動き出したのは 1988 年であった。この年、科学者だけ  
でなく、官僚、政治家、産業人、NGO までが集まった初めての国際会議が開催され、地球  
環境に関する科学的知見をレビューする IPCC(気象変動に関する政府間パネル)が発足し、  
その提言で気候変動枠組み条約締約国会議(COP)が設立された。以後 IPCC の提供する  
気候変動に関する科学的情報に基づいて、COP が地球環境保全に対する国際的討議を行っ  
てきている。

1997 年の COP 3 において京都議定書が採択され、日本でもある程度温暖化防止に対する  
関心は見られるようになったが、国民の意識は高いものではなかった。しかし、その後の  
IPCC などによる温暖化の進行についての新たな知見や、世界における温暖化の影響の実態  
報道、そして国民自身が温暖化現象を実感するようになって来たことなどにより、温暖化  
防止に関する国民の関心はかなり強まってきた。洞爺湖サミットの議論も含めて、地球温  
暖化防止への国民の関心は高まり、正しい知識に基づく施策の展開の強化されていくこと  
が期待される。

## 2．温暖化防止と森林の機能に関する基本知識

### 1) 森林生態系の炭素の吸収速度と貯蔵量

図 1 に示されたとおり、大きな攪乱(強風、火災、伐採など)の跡に成立した森林は、  
時間がたつに従って森林生態系の炭素貯蔵量(生きた生物体、遺体、土壌有機物を含む)  
は増大し、若齢段階、成熟段階を経て、老齢段階で高い値で頭打ちになる。それに対して  
炭素の吸収速度は若齢段階で最も高い値を示し、それ以降漸減して、老齢段階で比較的  
低い値で安定する。この事実は、森林の機能を理解する上で、そして森林の取り扱いを考  
える上で基本的に重要なことである。

林分成立段階から老齢段階までは、森林の構造の発達段階によって分けられた相対的な  
区分であり、これを森林(林分)の発達段階と呼ぼう(森林の発達段階については末尾で  
解説する)。林分成立段階は攪乱から 10~15 年ぐらいまで、若齢段階はその後 50 年前後ま

で、成熟段階は更にその後の 150 年前後まで、そしてそれ以降が老齢段階に相当するというのが日本における一般的な傾向である。

図 1 の生態系の炭素貯蔵量は、生きた植物体、枯死木・倒木・表層堆積物、土壌中の有機物の炭素貯蔵量の合計である（図 2）。樹木を中心とする生きた植物体よりも土壌中の炭素量の方が一般に大きいことに注目すべきである。

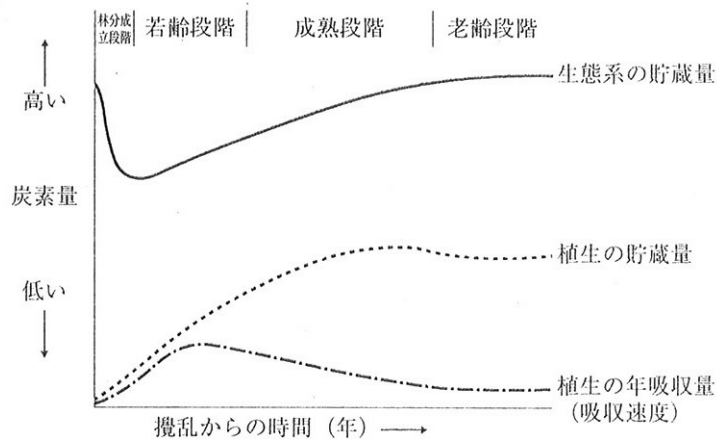


図 1 林分の発達段階（攪乱からの時間）に伴う炭素量の変化（藤森，2002）

生態系の炭素貯蔵量は植生、リター、土壌の貯蔵量を合わせたもの。生態系の炭素貯蔵量は Kauppi et al. (2001) に、植生の吸収・貯蔵量は Kira and Shidei (1967), Bormann and Likens (1979), Hatiya et al. (1989), Kurz and Apps (1999) に基づく。それぞれの線は相対量の大きい順に上から下へと並べられているが、絶対量の関係を示すものではない。

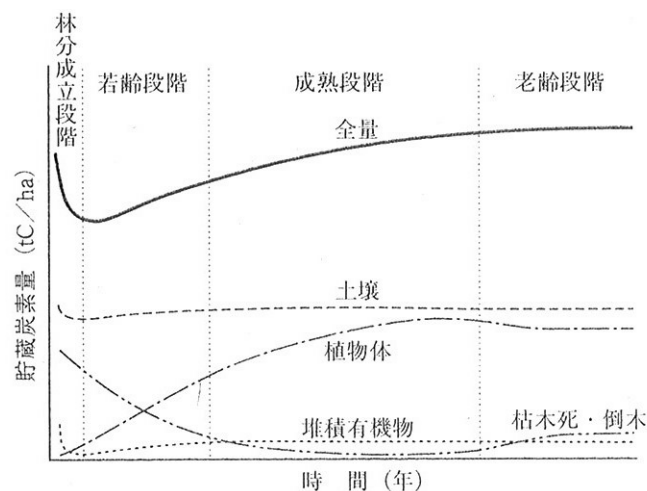


図 2 天然林の林分の発達段階に応じた炭素貯蔵量のモデル（藤森，1998）

このモデルは、Kira and Shidei (1967), Bormann and Likens (1979), Covington (1981), Spies (1988), 小林 (1982), 真田・高橋 (1995, 1996), 大島 (1996), 太田・田中（私信）を参考に描いた。

炭素の貯蔵量に関係して注意すべきことは、樹木の枯死は即二酸化炭素の放出ではない

ことである。枯死木は徐々に腐朽分解していくので、逆に見ればかなり長期間にわたり炭素を貯蔵し続けているということである。樹木を伐採して木材を利用することも同じであり、伐採即分解ではない。木材を長く利用すればするほど長く炭素を貯蔵し続けることができる。

図1で示された事実から、一つの林分で炭素の吸収速度を最大にすることと、炭素の貯蔵量を最大にすることを同時に達成することはできないということを明確に認識することが大切である。森林による二酸化炭素濃度低減策は、基本的には二酸化炭素の吸収量（速度）を高めることと、炭素の貯蔵量を高めることとの両方の調和を図ることにあるので、森林による二酸化炭素緩和策は、上記の事実に基づいて検討することが大切である。その方策については最終章の4で検討する。また、森林の構造の発達段階とそれに伴う森林の機能との関係を末尾で説明する。

## 2) 適切な木材利用はカーボンニュートラルである

森林を伐採して木材を利用し、それがやがて燃えるか腐朽すれば二酸化炭素が排出される。しかし排出された二酸化炭素は、伐採された後に更新した森林が、前世代の森林が伐採された時と同じ大きさになれば、排出された二酸化炭素量と同量の二酸化炭素を吸収したことになり、大気中の二酸化炭素濃度は増えも減りもしなかったことになる。すなわち森林を持続的に管理して、木材を利用し続ければ、生態系のカーボンニュートラルを維持できるのである。このように現在の生態系で循環している物質を持続的に利用していくことは地球環境保全のために基本的に重要なことである。

石油や石炭などの化石物質は、地球の歴史の過去の生態系から隔離され続けてきた炭素を含む物質であり、現在の生態系では循環していない物質である。そのような物質を無制限に使い続けることは、現在の生態系を狂わせ、地球温暖化を促進することである。したがって木材を使えるところはできるだけ木材を使っていくことが好ましい。また、木材はリユース、リサイクルが可能で、最終的にはエネルギーに利用できる循環的な物質資源であり、その利用システムの構築が望まれる。

木材の適切な利用はカーボンニュートラルであるといっても、そのことによって化石物質の使用により大気中に増加する二酸化炭素の軽減を図れるというものではない。化石物質から排出される二酸化炭素は、過去の生態系から隔離されてきた化石に含まれる炭素を、人間が燃焼させて生じたものであり、現在の生態系では循環せず、大気中に累積されていくものである。したがって化石由来の二酸化炭素を軽減するためには、化石物質の使用を極力抑えるとともに、工学的な手法などで炭素の固定・隔離を図ることも必要である。それとともに、木炭により炭素を固定して大気に戻さず貯蔵しておくという方法も考えられる。ただしこれらの方法には、そのために要するエネルギー消費量とコスト計算の検討による評価が必要である。

### 3) 温暖化防止策としての間伐の意味

間伐によって単位面積当たりの森林の炭素吸収速度を高めたり、炭素の貯蔵量を高めることはできない。これは過去 100 年以上にわたって世界各地で繰り返し論議されてきた結果である。林業的には、間伐によって利用価値が高く、採材歩留まりの高い材の生産量を多くはできても、生物的生产量は高めることができないのである。同樹種で、上層木の高さが同じ程度の森林では、単位面積当たりの葉の量には一定の上限値がある。十分に閉鎖した森林に葉量の上限値があり、葉量と炭素の吸収速度は比例的である。間伐をすれば葉量はその分減るが、残された木の活力は高まり、葉量は回復して炭素吸収速度の低下はカバーされていく。

間伐材を利用し、利用の場で長期にわたり炭素を貯蔵し続けられれば、間伐せずに劣勢木が枯損していくのに比べて炭素の貯蔵量を高めることができるといえる。しかしこの場合も、自然枯損した木の腐朽分解速度と比較検討しなければならない。

間伐による地球温暖化防止効果をあげるとすれば、間伐により人工林の強風や冠雪害などの災害に対する耐性を高め、災害による炭素の吸収速度や貯蔵量の減少期間の生じるのを防ぐことである。そして最終章の「森林による温暖化防止策」で掲げる「木材の利用による防止策」の効果を高めるために間伐は不可欠であり、かつ、生産機能を高めながら、水源涵養や生物多様性の保全機能との調和を図るためにも間伐は重要である。

近年問題視されてきた「間伐手遅れ」問題は、不健全化が進行中、また将来不健全化必至の森林の、各種機能の低下に対する懸念に基づいている。間伐は、今日的な成長（すなわち二酸化炭素吸収量）の多寡よりも、諸機能の持続性という長期的視点からのプラス効果を重視しなければならない。

### 3. 森林による温暖化防止策の問題点

上述した、森林の機能に関する基本的知識に照らして、現在各方面で進められている森林による温暖化防止策の問題点を挙げると以下のようなものである。

グローバルな施策として、砂漠化などが進むところに森林を回復させるなど、森林面積の回復、増加策については基本的に賛成するが、二酸化炭素などの排出量増加のツケを森林に押し付け、吸収・蓄積の増加を図るという考え方については賛成できない。そのことは、森林・林業の独自性を無視し、歪曲化する恐れが強い。また、森林生態系や生物多様性など、それら自体のもつ、人間社会の思惑から独立した存在様式や多面的な価値を、吸収能の高い成長の早い森林に置き換えることについては、負の側面も伴うことを認識する必要がある。

わが国国内において、炭素税や排出権取引などで、森林の整備、利用に新たな費用を投入できるようになったとしても、一律に地域の森林を成長速度の高い森林に置き換えていくことは、バランスの取れた「森林地域（流域）」としての望ましい姿の形成の道筋からは逸脱してしまう恐れがある。生産林として利用する場合でも、全体としての望ましい配置割合や機能間のバランスを欠くものであってはならない。

森林の整備は、森林・林業独自の見地から必要とされるものである。現在の取り決めにある、単位期間内に整備された森林における二酸化炭素吸収の 3.8% カウントについては、全く政治的、便宜的な関係から生じたものと言わざるをえず、間伐などの整備で吸収能が基本的に、あるいは顕著に増大すると考え、それを喧伝するのは妥当ではない。実地測定などにより実際の森林の吸収能が、森林簿や収穫表などから予想された吸収能を超えることが判明し、議定書に求められる基準をカバーできるとしても、それが考え方の妥当性を裏付けることにはならない。

二酸化炭素の吸収量を高めるために、都市近郊の低・平地林の開発や、全伐後の植栽未栽地の増大を防ぐならば、そのことは評価できる。しかし成熟段階を経て吸収能は低くなっても、炭素貯蔵機能の高い老齢林や天然要素の高い森林を否定的にとらえ、伐採・更新することにつながるならば、それについては全く評価できない。伐採木を長期的な木材利用に回すとしても、伐採後の、森林生態系全体がもっていた炭素蓄積、特に土壌の分解などによる炭素蓄積のロスを重視する必要がある。

炭素貯蔵機能は、森林生態系全体で発揮されるものであり、特に地上部よりは土壌中の貯蔵量が数倍多い現実を認識しておく必要がある。したがって、土壌の貯蔵機能の低下を招くような施業や目標林型の転換は好ましくない。むしろ、炭素の蓄積と関係の深い、生物多様性や水土保持機能の高い老齢林は、それとして基本的に、あるいは積極的に評価する必要がある。また、現在広がりつつある、造林はしたものの木材資源としての利用価値の低い森林については、これ以上人工林的な取り扱いをせず、天然更新を重視し、低コストで高蓄積の森林にもっていくことを優先する必要がある。

資源面、コスト面などから見て適性のある生産林については、若齢～成熟段階で回転させることで高い吸収能を発揮させることが望まれ、またそのことが生産ともマッチすると思われるが、その場合でも、木材利用（炭素固定）タームの長期化が伴うものでなければ、全体としての炭素貯蔵効果の増大は望めない。また、利用の仕方が輸送、加工エネルギーの増大を伴うものでは、効果は上がらない。その見地からすると、現在進みつつある木材利用タームの短期化には問題が多い。森林面積の増大が望めないわが国の場合は、素材資源を化石資源の利用から森林バイオマスや木材など、カーボンニュートラルで再生可能な素材利用へとシフトすること、また、その利用効率の向上や利用タームの長期化を追求すること、輸送や加工のありようを見直し、素材特性を活かした利用形態にしていくことが大切である。

上記では、木材の利用タームの長期化を強調したが、それぞれの地域の生活に密着した

薪炭材などとしての木材のエネルギー利用はその限りではない。萌芽更新による薪炭材生産を繰り返していけば、持続的生産に裏付けられた効率のよいエネルギーと熱の利用ができる。原材料の輸送に要するエネルギー消費が少なくすむことと、送電線で送られる電力などに比べて輸送途中のエネルギーロスがほとんどないなどの利点がある。世界各国が国単位の枠で、二酸化炭素収支を扱っている現状から見れば、外国産木材の輸入は、国外の二酸化炭素を吸収した木材を、長距離輸送に伴う二酸化炭素排出量を加算しつつ輸入し、国内で使用後二酸化炭素を排出することになる。これは森林国であるわが国にとっては不条理極まりないことである。現在 20%である木材自給率の向上は、二酸化炭素問題にとっても重要な課題である。

#### 4．森林による温暖化防止策のあり方

2章の「温暖化防止と森林の機能に関する基本知識」と3章の「森林による温暖化防止策の問題点」を踏まえて、森林による温暖化防止策を整理すると、次の三つを含んだ方策が考えられる。

森林を自然の状態において、森林生態系の炭素貯蔵量を最大にすることを求める。この方策は老齢段階の天然林を目標林型にすることであり、生物多様性の保全、水土保持の働きを高めることと同調する。

森林生態系の炭素貯蔵量のある高さのレベル（若齢段階から成熟段階におけるレベル）に設定し、そこから収穫した木材をできるだけ長く使用し、多くの炭素を貯蔵する。すなわち森林生態系の場と木材利用の場の両方で炭素貯蔵量を高める。

建築物や家具等の耐久消費財（日用品でも可）にできるだけ木材を利用することによって、材料を製造するときに必要なエネルギーの量を節減し、木質エネルギーを化石エネルギーの代替とすることによって、化石エネルギーの使用量を節減できる。その効果は短期的に見えにくい、長期的な累積効果は大きい。

は流域に環境林（天然林）を適正に配置することによって達成される。 と は、林業と木材産業の振興、によって達成される。また はそれぞれの地域の生活と密着した薪炭材の生産と利用によっても達成される。森林生態系として は炭素の貯蔵量を高め、 と は炭素の吸収速度を高めることに特に貢献しているということになる。

温暖化防止を目的に森林を造成し、管理していくには大きなコストがかかるようにみえる。けれども、普段からわれわれが森林に求めている多様な機能をバランスよく発揮させる森林管理を進めていけば、温暖化防止のために特別に森林管理にコストをかけなくとも、結果的に地球温暖化防止が図れるということの理解が大切である。

上記の目的に沿って、それにふさわしい森林の管理・施業を実践することが重要である

とともに、基本的に森林面積を減らさないこと、森林面積を増やすことの重要性はいうまでもないことである。

二酸化炭素と森林の問題をめぐる社会情勢に関して、一言付け加えたい。「カーボンオフセット」という考えが台頭してきた。欧州で始まったこのアイデアは、やむなく排出した二酸化炭素を、それに見合った活動や投資で相殺（オフセット）する試みで、国内でも2008年2月に環境省は指針を取りまとめた。活動・投資先の一つとして森林整備があり、すでに自治体行政ベースで契約進行の例もある。この考え方は、排出量自己削減が第一で、削減不能分を投資などに置き換えるのが原則であるが、この方式が普及すれば、その原則を忘れて、金銭での安易な解決法とされる危険性は大きい。また、こうした排出量取引制度については、金融機関等のマネーゲームになる危険もあり、すでにその兆しは窺える。悪用されて、実際の排出削減につながらないことのないよう、警戒を要する。



## 解説

### 森林の構造の発達段階と森林の機能との関係

森林生態系は多様な機能を有しているが、それらは森林の時間方向の構造の変化、すなわち森林の発達段階によって変化する。したがって森林の発達段階の一般的な法則性と、それに伴う機能の変化を理解しておくことが必要である。

図3は、大きな攪乱があった後、大規模または中規模の攪乱がない状態が続いたときに森林の構造はどのように変化していくかの法則性を天然林と人工林の両方について示したものである。攪乱から最も長い時間のたった老齢段階では、それまで優勢木であった木の中に衰退木や枯死木が生じ、倒木も見られる。この段階は林分の構造の多様性が最も高く生物多様性も高い。人工林は一般に木材生産を目的とするものであり、せっきやく大径木にまで育ったものが衰退したり、枯死したりすることは好ましくないため、人工林には老齢段階のないのが普通である。

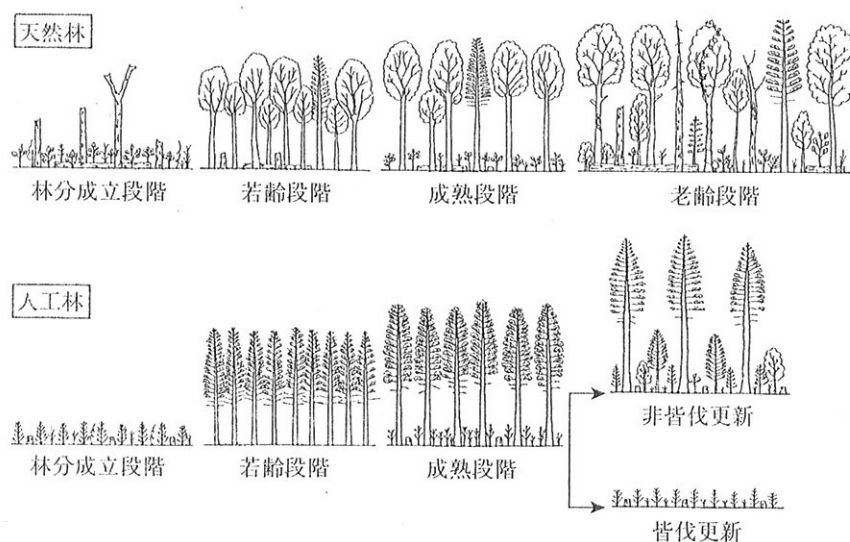


図3 基本的な林分の発達段階のモデル（藤森，1997）

Oliver (1981) と Franklin and Hemstrom (1981) を参考に、藤森ら (1979) や清野 (1990) などの資料を加えて描いた。このモデルは大規模または中規模の攪乱がない状態が続いた場合のものである。

図4は、森林の発達段階に伴う森林の各種機能の変化を示したものである。生態系の炭素貯蔵量と純生産速度（炭素の吸収速度）についてはすでに図1で示したとおりである。この図から生物多様性の保全機能、水源涵養機能は生態系の炭素貯蔵量と同じような変化のパターンを示していることが分かる。それに対して炭素の吸収速度（純生産速度）の変化のパターンは、生態系の炭素量、生物多様性の保全、水源涵養などの機能の変化とほとんど逆のパターンを示していることを認識することが大切である。

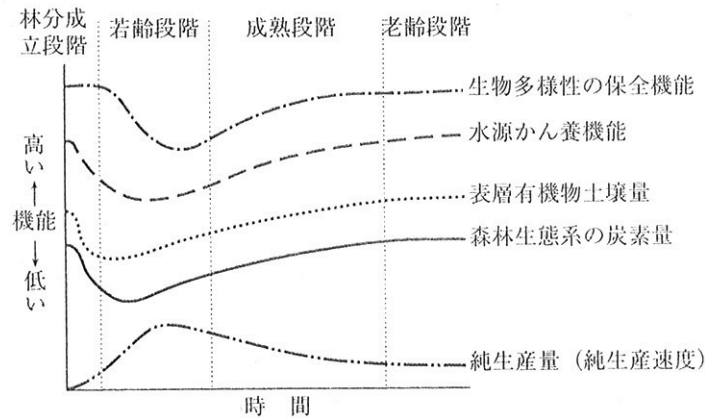


図 4 林分の発達段階に伴う機能の変化 (Fujimori, 2001 を補強)

生物多様性の保全は Franklin and Spies (1991), Oliver (1992) に、水源かん養機能は Watson et al. (2001) に、表層有機物土壌は Covington (1981) に、森林生態系の炭素量は Kauppi et al. (2001) に、純生産量は Kira and Shidei (1967), Bormann and Likens (1979), Hatiya et al. (1989), 大島 (1996), Kurz and Apps (1999) によった。図の線で純生産量にのみ人工林が含まれている。

若齢段階（10～15年生から50年生ぐらいに相当）で炭素の吸収速度が最も高いのは、樹木の成長そのものが旺盛であるとともに、林冠の閉鎖度合いが強くて太陽エネルギーを満度に利用しているということから説明できる。それに対して生物多様性や水源涵養機能が若齢段階で低いのは、上層林冠の閉鎖が強いために林内の光環境が乏しく、下層植生が貧弱であることが関係している。下層植生が乏しく、階層構造が単純であると動物の生息環境も乏しくなる。下層植生が乏しいと、繊細な表層土壌が雨滴の直撃で破壊されるとともに、地表流によって落葉や表層土壌が流され、土壌の発達が妨げられて、保水機能が低下するのである。

また、若齢段階で純生産速度が高いということは、水消費量が大きいということであり、その分河川への水流出量が小さくなるということである。成長の旺盛な森林（炭素の吸収速度の高い森林）ばかりを配置すると、その流域の河川への水流出量はその分低下するという点にも留意しなければならない。

それに対して成熟段階に進むと、成長速度（炭素の吸収速度）は漸減していくが、生物多様性や水源涵養機能は漸増していく。その理由は、高木層の樹木の成長が低下してくるとともに、林冠に空隙ができてくるからである。空隙ができる理由は、高木になるにつれて風による樹木の振幅が大きくなり、隣接木同志の摩擦衝撃により先端の枝葉がすり落とされるからである。それによって林内の光環境は改善され、下層植生が豊かになり、生物多様性も水源涵養機能も増してくる。

老齢段階（大きな攪乱から150年前後以上に相当）になると、それまで優勢木であった大きな木の中に、衰退木、枯死木、倒木が生じ、ギャップが生じて随所で光環境が良好になり、さまざまな生育段階の木が存在するようになる。老齢段階は、ギャップ由来の様々な発達段階のパッチ構造を有し、階層構造も豊かであり、衰退木、枯死木、倒木の存在と

も合わさって生物多様性が高い。キツツキやフクロウなどに例を見るように、大径の衰退木や枯死木に依存して生活する生物は多い。

衰退木の炭素吸収速度は低く、出来立てのギャップ部分は炭素吸収速度が低いなどにより老齢段階の森林の炭素吸収速度は低い、その分逆に河川への水流出量は高くなる。また老齢段階に向けて土壌の構造は発達し、土壌層が厚くなることにより、保水機能が増し、河川への水流出の平準化が高くなる。ギャップやパッチ構造が発達している分、林冠に遮断される降水量は少なくなり、林内に到達した雨水は、林内の直射光率の低さ、風速の低さにより蒸発量は小さくなり、同時に土壌の団粒構造化も進んで土壌に浸透する水量が増すために水源涵養機能は高まる。倒木は地表流の流下速度を抑制し、それにより土壌の侵食エネルギーは抑制され、したがって水源涵養機能は高まる。

このように老齢段階の森林では、生産機能（二酸化炭素吸収能）は低下するが、生態系の炭素貯蔵量は高く、それと同調する形で生物多様性と水源涵養の機能は高いということを確認し、これを明確に認識する必要がある。

#### **国民森林会議提言委員会**

**提言者 相田幸一  
熊崎一也  
杉山要  
只木良也（会長）  
藤森隆郎（提言委員長）  
山田純（事務局長）  
山本博一  
吉藤敬**