



## 第 I 章

# 森林の多面的機能と我が国の森林整備

森林は、水源の涵養<sup>かん</sup>、国土の保全、快適な環境の形成、保健・レクリエーション、文化の維持及び継承、生物多様性の保全、地球温暖化の防止、そして木材等の生産といった多面にわたる機能の発揮を通じて、我が国の国民生活及び国民経済を支えている。これらの機能を持続的に発揮させるためには、植栽、保育、間伐等によって健全な森林を積極的に造成し、育成する森林整備が必要である。

我が国の森林は、過去に過剰な伐採による荒廃を経験したが、先人たちの森林整備の努力により、その回復を図ってきた。一方、我が国経済社会と森林・林業を取り巻く情勢が変遷する中で、森林に求められる機能と森林整備の課題も変わってきた。

本章では、森林の多面的機能の発揮に果たす森林整備の役割について記述するとともに、我が国の森林整備を巡る歴史を振り返り、森林整備推進のために関係者が果たすべき役割など今後の課題を整理する。

## 1. 森林の多面的機能と森林整備

森林は、水源の<sup>かん</sup>涵養、国土の保全、地球温暖化の防止、木材をはじめとする林産物の供給等の多面的機能を有しており、国民生活及び国民経済に大きく貢献している。こうした機能を持続的に発揮していくためには、我が国の森林面積の4割を占める人工林を中心に、植栽、保育、間伐等の森林整備を推進する必要がある。森林整備は主に林業生産活動を通じて行われているが、長期間にわたる継続的な取組であり、公的な枠組みと支援の下で計画的に進められている。

以下では、我が国の森林の特徴を踏まえ、森林の有する多面的機能や、その発揮に必要な森林整備の意義、実際の森林整備の仕組みについて記述する。

### (1) 我が国の森林と多面的機能

#### (我が国の森林の特徴)

我が国は、国土面積3,779万haのうち、森林面積は2,508万haであり、国土面積の約3分の2が森林で覆われた森林国である。世界的に森林の減少・劣化が進む中、我が国では森林面積が維持されており、FAO「STATE OF THE WORLD'S FORESTS 2011」によると、我が国の森林率は68.5%で、OECD諸国では、フィンランドの72.9%、スウェーデンの68.7%に次いで3番目となっている<sup>\*1</sup>。

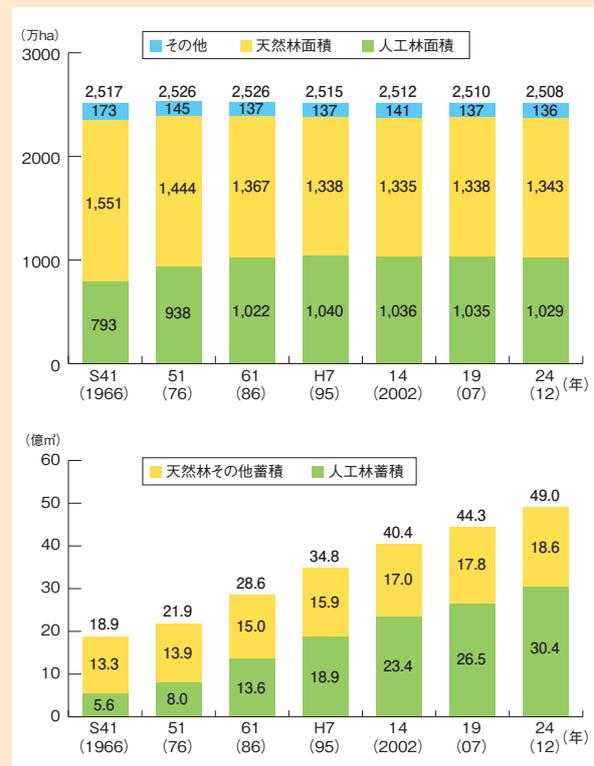
我が国の森林の特徴として、森林と「山」がしばしば同じ意味で用いられるほど、急峻な山間部に多く分布していることが挙げられる。また、我が国は、全般的に降水量が多い上に梅雨や台風等による集中的な豪雨もあり、さらに地殻変動や火山活動が活発であるという国土条件にある。このため、我が国の森林は自然災害に見舞われやすいが、同時に、山地災害の防止、洪水の緩和等の役割を果たすなど、国民生活及び国民経済にとってなくてはならないものとなっている。

また、我が国の国土は南北に長く、地形も複雑であることから、気候帯、標高等に応じて、常緑広葉

樹(照葉樹)、落葉広葉樹、常緑針葉樹、落葉針葉樹等が優占する多様な森林帯が分布している。これらの森林は、様々な樹木や下層植生等で構成され、多様な野生動植物や菌類の生育・生息の場となっている。

一方、我が国の森林には、森林資源の利用と再生という人間の働きかけを通じて、現在の姿が形成されてきたという特徴もある。現在、我が国の森林のうち約6割に相当する1,343万haが天然林であるが、この中には、古くから人間が薪炭林や農用林として循環利用することを通じて形成されてきた里山林が含まれている。また、約4割に相当する1,029万haは、人間が植えてきた人工林<sup>\*2</sup>となっている。現在の人工林は、終戦直後や高度経済成長期における伐採の跡地に造林されたものが多くを占め、その主要樹種の面積構成比は、スギが44%、

資料 I - 1 我が国の森林面積・蓄積の推移



注1: 各年とも3月31日現在の数値。

注2: H19とH24は、都道府県において収穫表の見直し等精度向上を図っているため、単純には比較できない。

資料: 林野庁「森林資源の現況」

\*1 OECD諸国(加盟34か国)に加えて、一定の国土(1,000万ha以上)かつ人口(1,000万人以上)を有する国の中でも3番目である。

\*2 人工林とは、植栽又は人工下種により成立した林分で、植栽樹種又は人工下種の対象樹種の立木材積(又は本数)の割合が50%以上を占めるものをいい、天然林とは、立木地のうち、人工林以外の森林をいう。

ヒノキが25%、カラマツが10%となっている。

我が国の森林資源は、森林蓄積がこの半世紀で約2.6倍になり、特に人工林では約5.4倍にも達している。近年は年平均で約1億m<sup>3</sup>増加しており、平成24(2012)年3月末現在で約49億m<sup>3</sup>の蓄積量となり、このうち人工林が約30億m<sup>3</sup>と6割を占める(資料I-1)。一方、林業生産活動の低迷に伴い、森林の中には手入れが十分に行われていないものもあり、また、多くの人工林資源が成熟して収穫期を迎えているにもかかわらず十分に利用されていないなど、人間の働きかけが弱くなっている面がある。

所有形態別にみると、森林面積の58%が私有林、12%が公有林、31%が国有林となっている(資料I-2)。このうち私有林は、保有山林面積の小さい森林所有者が多数を占める構造となっている。また、人工林に占める私有林の割合は、総人工林面積の65%、総人工林蓄積の73%と、その大半を占めている。

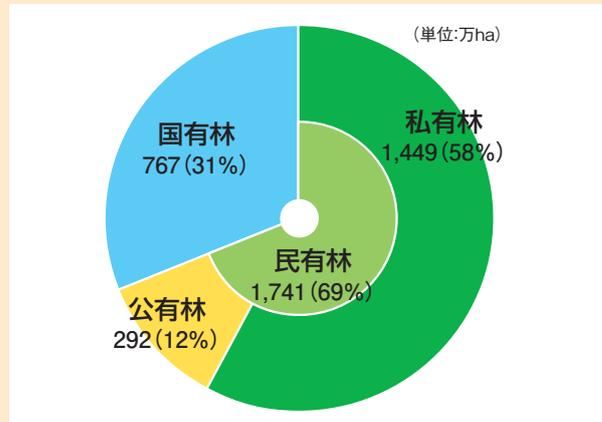
### (森林の多面的機能と国民生活及び国民経済)

我が国の森林は、様々な働きを通じて国民生活の安定向上と国民経済の健全な発展に寄与しており、これらの働きは「森林の有する多面的機能」と呼ばれている(資料I-3)。

森林の有する多面的機能には、公益的機能と木材等生産機能が含まれるが、公益的機能のうちで代表的なものは我が国の国土の保全等に関する機能である。例えば、我が国は降水量に恵まれ、生活用、農業用、工業用等として良質の水を安定的に利用することができるが、これは森林が主に山間部に降った雨を貯留や浄化をしながら、河川を通じて下流域へ供給していることによるものである。このように森林は、その土壌がスポンジのように雨水を吸収して一時的に蓄え、徐々に河川へ送り出すことにより、洪水を緩和するとともに、雨水を水資源として貯留し、あわせて水質を浄化する機能(水源涵

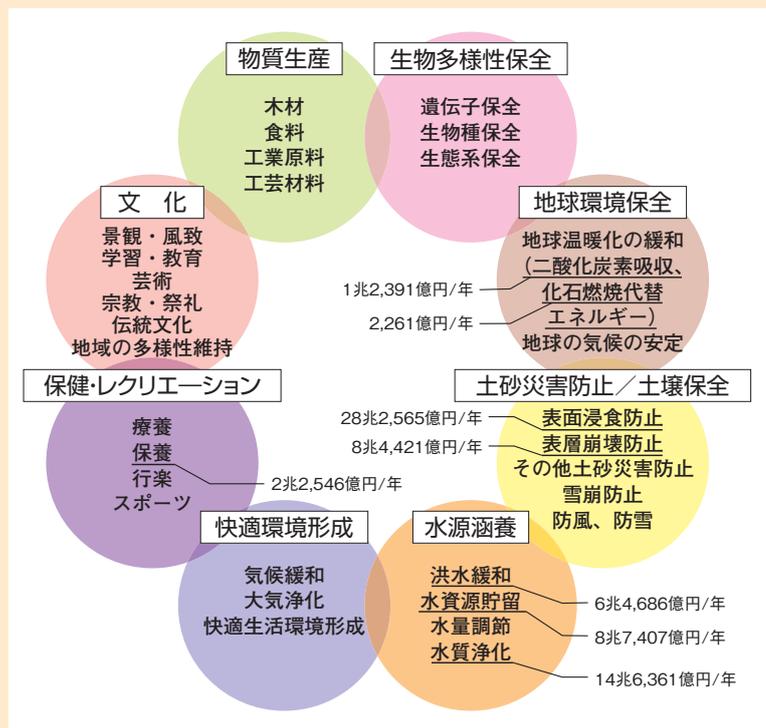
養機能)を有している。健全な森林は、表土が下草、低木等の下層植生や落葉落枝により覆われて、雨水等による土壌の侵食や流出を防いでおり、また、樹

### 資料I-2 森林面積の内訳



注：平成24(2012)年3月31日現在の数値。  
資料：林野庁「森林資源の現況」

### 資料I-3 森林の有する多面的機能



注1：貨幣評価額は、機能によって評価方法が異なっている。また、評価されている機能は多面的機能全体のうち一部の機能にすぎない。  
注2：いずれの評価方法も、「森林がないと仮定した場合と現存する森林を比較する」など一定の仮定の範囲内においての数字であり、少なくともこの程度には見積もられるといった試算の範囲を出ない数字であるなど、その適用に当たっては細心の注意が必要である。  
注3：物質生産機能については、物質を森林生態系から取り出す必要があり、一時的にせよ環境保全機能等を損なうおそれがあることから、答申では評価されていない。  
資料：日本学術会議答申「地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的機能の評価について」及び同関連付属資料(平成13(2001)年11月)

木の根が土砂や岩石等を固定して、土砂の崩壊を防ぐ機能(山地災害防止機能／土壌保全機能)を有している。山地災害や洪水は、森林が所在する山村等の地域だけでなく、下流域を含めた広範な地域において、住宅、田畑、工場等の私有財産のみならず、道路、鉄道等の公共施設を含めて甚大な被害を与えることがある。このため、地形が急峻で降水量が多い等の国土条件にある我が国において、国民生活及び国民経済の安全・安心を支えるためには、森林のこうした諸機能を十分に発揮させることが特に重要である。

これらの他にも、森林は幅広い公益的機能を有している。健全な森林は、気温や湿度等を適度なものとするほか、強風やこれに伴う飛砂及び塩分、騒音、じんあい塵埃等から、農地、道路、鉄道、住環境等を守る機能(快適環境形成機能)を有している。また、森林は健康の維持・増進やレクリエーション活動の場として重要な役割(保健・レクリエーション機能)を果たしている。森林は、新緑や紅葉等四季折々に私たちの目を楽しませてくれるだけでなく、史跡や名勝等と一体となって文化的価値のある景観や歴史的風致を構成したり、文化財等に必要な用材等を供給する機能(文化機能)を有するなど、我が国の伝統文化の維持及び継承にも関わっている。さらに、保健・レクリエーション機能や文化機能は、地域の観光や経済の活性化にも大きく貢献している。

自然環境の保全も、森林が有する重要な公益的機能である。森林は多種多様な樹木や下層植生等で構成され、希少種を含む多様な生物の生育・生息の場を提供する機能(生物多様性保全機能)を有している。また、森林は、光合成を行って成長することに伴い、温室効果ガスである二酸化炭素を吸収し、炭素を貯蔵することによって、地球温暖化の防止にも貢献する機能(地球環境保全機能)を有している。森林は伐採された後も、木材が住宅や家具等に利用されれば、炭素を貯蔵する「第2の森林」としての役割を果たし、さらに、化石燃料やエネルギーを多く消費して製造された資材の代わりに利用されることによって、二酸化炭素の排出抑制にも貢献する。地球温暖化は、海水面の上昇、異常気象の増加、生態系の変化等の深刻な影響を世界全体に及ぼすことか

ら、人類共通の課題として国際的取組が進められており、我が国も国際的な責務として温室効果ガスの排出抑制と吸収源対策に取り組む必要がある。

また、森林は、これらの公益的機能を発揮するとともに、木材、山菜・きのこ等の林産物を産出する機能(木材等生産機能)を有している。我が国では、古来、森林から得られる木材を、建築、土木、造船、おけ たる桶・樽、家具など、様々な用途に使ってきた。数十年前までは、主に里山林の広葉樹を燃料材(薪炭材)として利用しており、下草や落葉落枝も農業用肥料として利用してきた。現在でも主に建築用材としてスギやヒノキ等の国産材を利用しており、また、近年は木質バイオマスが再生可能エネルギーの一つとして注目されている。

これらの森林の多面的機能は、単独の機能のみが発揮されるのではなく、多くの機能が重複して発揮されるといった特徴がある。このため、木材生産を主目的として植栽された人工林であっても、国土の保全等の公益的機能を発揮している。また、公益的機能を主目的として整備されている森林でも、間伐に伴い木材等が生産される。

一方、森林の多面的機能のうちどの機能が重視されるかは、個々の森林の状況によって異なるだけでなく、その時々<sup>の</sup>社会・経済の状況によって変化することがある。こうした中で、特定の機能や当面の機能だけに着目すると、その他の機能や将来の機能に大きな支障が生じる可能性もある。我が国でも、当面の木材需要に応えるために森林を大量に伐採し、その結果、国土の保全等の公益的機能が損なわれた歴史がある(詳細については、第2節(24-35ページ)参照)。

## (2)森林整備の意義

### (森林の機能発揮には森林整備が必要)

森林の多面的機能が将来にわたって持続的に発揮されるようにするためには、森林の成長量を超えた伐採等から森林を守るだけでなく、人間の働きかけによって健全な森林を積極的に造成し、育成する「森林整備」が必要となる。特に、人工林や里山林のように、人間の働きかけによって形成された森林は、引き続き人間が手入れを行うことによって、健全な森

林として維持しながら利用することができる。

伐採跡地等で森林の機能を早期に回復するためには、植栽を行うことが一般的である。伐採跡地に植栽を行わないと、再び森林として再生するまでに非常に長い時間がかかるだけでなく、植生条件等によっては十数年経過後も低木や先駆種が優占し、高木性樹種が十分に見られない場合がある(資料 I-4)。

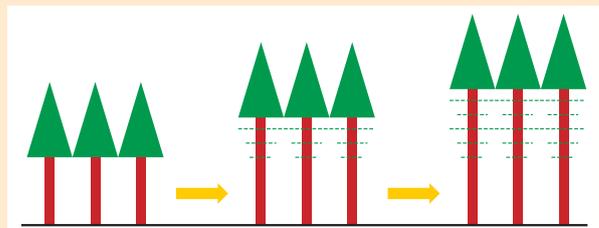
植栽によって再生した森林(人工林)は、その後も適切な保育、間伐等が必要となる。我が国は湿潤で温暖な気候にあることから、草本植物等の他の植物が繁茂して植栽木の成長を阻害するケースが多く、これらを除去して植栽木の健全な生育を図るため、草本植物等の下刈り、ツル植物のつる切り、他の樹木等の除伐といった保育作業が行われる。これらの作業を適切に行わないと、植栽木が他の植物により被圧され、十分に生育できないことになる。

また、植栽木の成長に伴い植栽木間の競争が生じ始めると、隣接木との間隔を適度に保ち、植栽木の生育範囲を確保してその健全な生育を図るため、植栽木の一部を伐採する間伐が行われる。樹木の枝葉

(樹冠)は、隣接木と接するようになると、光合成のための空間を確保するためほぼ同じ大きさを保ったまま上方に移動する(資料 I-5)。樹冠の大きさが変わらなければ光合成の量も変わらない一方で、樹高は伸長していくので、その結果、幹の直径成長は徐々に小さくなり、もやし状の森林となって風害や雪害等の被害も受けやすくなる(資料 I-6)。間伐を行うことによって、植栽木の成長に合わせて樹冠を大きく保つことができ、幹の直径成長も促進できる。

樹木の根の成長も隣接木の制約を受けることから、間伐を行うことによって、植栽木の成長にあわせて根が広く深く発達することができる。また、植

### 資料 I-5 植栽木の成長に伴う枝の枯れ上がり(模式図)



### 資料 I-4 人工林の伐採跡地はどのようになるのか

東京都西部に位置する多摩地域の低標高地は、カシ類を中心とした常緑広葉樹の分布域にあたる。本地域内のスギ・ヒノキ人工林の伐採跡地 11 か所(A1~A5、B1~B6)を調査した結果、伐採後に放置すると数年でアラカシ等のカシ類が優占する林地と、アブラチャン、アカメガシワ、ヌルデといった低木や先駆種が優占する林地に分けられた。

前者では、常緑広葉樹の個体数は減少せずに維持され、落葉広葉樹は伐採後に個体数が増加するが、伐採から7年を過ぎると急激に減少し、わずかに存在するのみとなった。

一方、後者では、常緑広葉樹はほとんど見られず、低木が増加して一定の個体数を維持し、落葉広葉樹は初めは緩やかに増加したが伐採後12年前後から減少している。その結果、林地は、15~16年が経過しても将来の主要な高木性樹種が決まっていない状況である。

資料：奈良雅代、西澤敦彦(2013) 現代林業, 2013年9月号: 34-37.

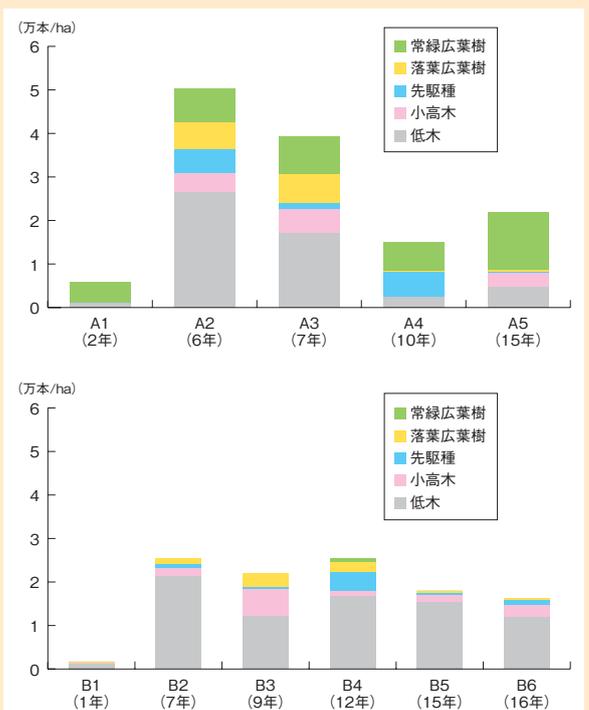


図 生活型別木本樹種の個体数 (上: カシ類が優占する林地, 下: 低木や先駆種が優占する林地)

栽木の成長に伴い樹冠が閉鎖することにより、林床に植生が見られなくなる場合があるが、間伐により林床の光環境が改善されると下層植生も回復し発達する。

このように、人工林では植栽、保育、間伐等の森林整備を行うことによって、森林の再生が確保されるとともに、樹冠、幹、根、下層植生等が発達し、諸被害への抵抗性も高い健全な森林が形成される。

一方、生育条件によっては植栽を行わなくても、天然力によって高木性の稚樹が発生する場合もあるが、密生したシダやササ等により地表面を覆われてしまうと育つことができないため、地表のかきおこし、刈出し等の更新補助作業や植込みが必要となる。また、広葉樹の中には若い木を伐採すると根株から萌芽するものがあることから、かつての多くの薪炭林のように、定期的な伐採とこうした萌芽更新によって維持される森林もある。さらに、シカ等の野生鳥獣による食害は、苗木や下層植生の消失、立木の立ち枯れ等森林に甚大な被害を与えるため、植栽、保育、間伐等の過程で、鳥獣被害対策を実施することも必要となっている。これらも森林を再生するための人間の働きかけであり、広い意味での森林整備である。

ただし、現在、我が国で行われている森林整備の大宗は、針葉樹を中心とした植栽、保育、間伐等であることから、本章では主にこれらについて記述する。

### (森林の各機能の発揮と森林整備の役割)

このように、森林整備は健全な森林の造成及び育成を通じて、森林の多面的機能の持続的な発揮に大きな役割を果たす。このことを森林の各機能ごとに、その発揮のメカニズムとともに整理してみると、次のとおりである。

#### (ア)水源涵養機能と森林整備

森林は、降水を樹冠や下層植生で受け止め、その一部を蒸発させた後、土壌に蓄える。森林土壌は、鋤物や落葉落枝等に由来する有機物を原料として、植物の根や微生物、土壌生物等の働きにより多孔質の構造となっており、その隙間に水を蓄えることにより、徐々に地中深く浸透させて地下水として涵養するとともに、時間をかけて河川に流出させる機能

を持つ(資料I-7)。

したがって、森林の水源涵養機能が発揮されるためには、樹木の樹冠や下層植生が発達するとともに、水を蓄える隙間に富んだ浸透能力及び保水能力の高

### 資料 I-6 間伐を実施しなかった森林と実施した森林

[間伐を実施しなかった森林]



風を受ける樹冠が上方に移動し、それを支える幹も細くなり、もやし状の森林となったため、風害を受けた。



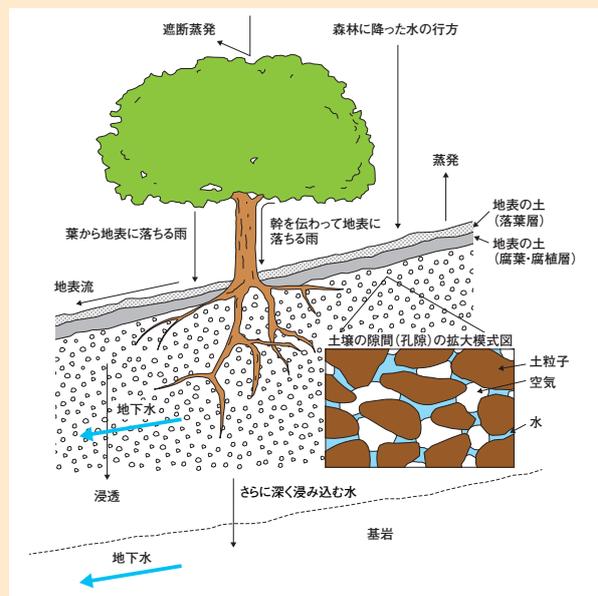
林床に陽光が差し込まず、下層植生が失われたため、降水による土壌流出が生じている。

[間伐を実施した森林]



幹や根が太く発達するとともに、下層植生が繁茂し、風害や山地災害等にも強くなった。

### 資料 I-7 水源涵養機能



資料：一般社団法人全国林業改良普及協会「森林のセミナー No.1 水を育む森、森を育む水」を一部改編。

い森林土壌が形成される必要がある。

このような機能を持つ森林は、人工林の場合、植栽、保育、間伐等の森林整備を適切に行うことによって形成され、維持される。特に伐採跡地等では植栽等を行うことにより、森林の再生を確保する必要がある。なお、水源涵養機能を発揮する森林土壌の形成には、(イ)の山地災害防止機能／土壌保全機能が果たす役割も大きい。

### (イ)山地災害防止機能／土壌保全機能と森林整備

森林は樹冠により降水を遮断し、林床に到達する降水量を減少させる。また、林床には低木類、草本類、コケ類等の下層植生が生育するとともに、落葉が堆積することにより、降水による土壌への衝撃を吸収し、地表に水を通しにくい土粒子の膜ができることを防止する。これらの働きにより、森林では土壌の浸透能力及び保水能力が確保され、表面侵食\*3が防止される。

さらに、森林は、土壌下方に伸びる鉛直根とともに、土壌層に面的に広がる水平根の働きにより、土壌自体が崩壊しないように働く。これにより、森林では土壌の表層崩壊\*4を防いでいる(資料 I-8)。

したがって、山地災害防止機能／土壌保全機能が発揮されるためには、樹木の樹冠や下層植生が発達するとともに、樹木の根系が深く広く発達した森林である必要がある。

このような機能を持つ森林は、人工林の場合、植栽、保育、間伐等の森林整備を適切に行うことによって形成され、維持される。特に立木の伐採後は、その根系が腐朽することから、山地災害防止機能／土壌保全機能を

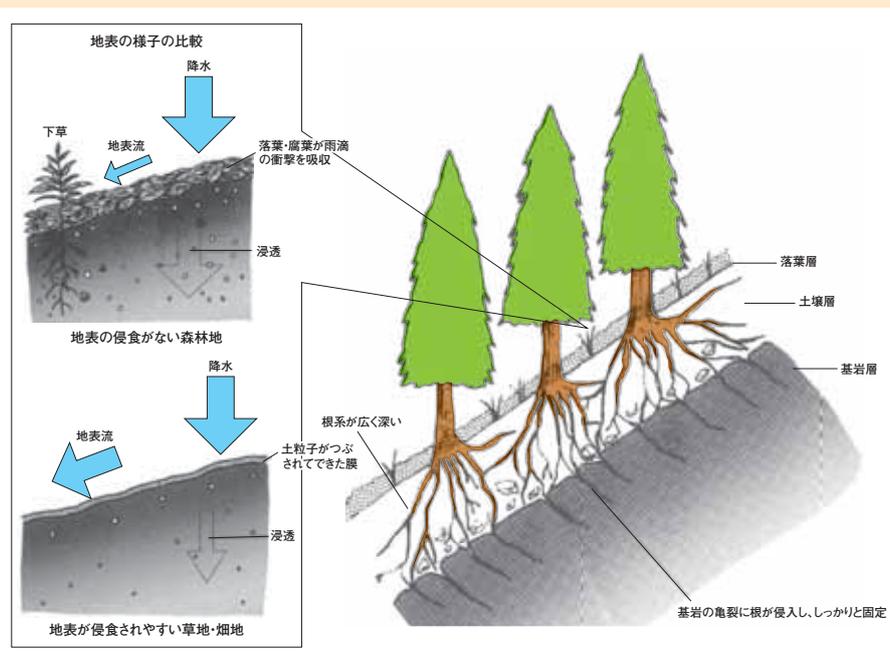
維持するためには、根系が発達する高木性の樹種の速やかな植栽等が必要となる。また、適切な間伐を実施した場合には、残存木の根系が伐採木周辺に伸びていき、土壌の表層崩壊を防止する力が無間伐の場合に比べて大きくなるとともに、林内に陽光が差し込み、下層植生が繁茂して表面侵食の防止にも寄与する(資料 I-6)。

### (ウ)快適環境形成機能と森林整備

森林は、樹冠が日射を遮るとともに、放射冷却を緩和するなど、気温の変動を穏やかにする。また、降水の一部を樹冠や下層植生が受け止め蒸発させたり、土壌中の水分を吸い上げて蒸散させることで湿度の変動を緩和する。さらに、風や音等のエネルギーを減衰させたり、塩分や塵埃等を吸収・吸着する。このような気候の緩和、防風、防音、防潮、大気浄化等の働きによって、森林は人間にとって快適な環境の形成に寄与する(資料 I-9)。

したがって、快適環境形成機能が発揮されるためには、樹木の樹冠や下層植生が発達した健全な森林であることが必要であり、さらに、防風、防音、防潮など特定の機能に着目する場合は、一定の幅を持つ

### 資料 I-8 山地災害防止機能／土壌保全機能



資料：一般社団法人全国林業改良普及協会「森林のセミナーNo.2 くらしと森林」

\*3 降水が地中に十分に浸透せず、地表面を斜面下方に流れることによって発生する土壌侵食のこと。

\*4 集中豪雨等により、森林の根系が届く範囲の土層が崩れるもので、土壌層と基岩層の境界に沿って崩壊することが多い。

た林帯において、樹高が高く枝葉が多く茂っているなど遮蔽能力や汚染物質の吸着能力が高く、諸被害に対する抵抗性が高い森林であることが望ましい。

このような機能を持つ森林は、人工林の場合、植栽、保育、間伐等の森林整備を適切に行うことによって育成される。例えば、我が国の海岸防災林は、風害、飛砂害、潮害等を防ぐため、先人たちによって造成されてきたものが多い\*5。こうした人工林を造成する場合、海岸防災林として潮害等に耐性のあるマツ類が多く植栽されてきたように、立地条件や発揮を期待する機能に応じて、樹種の選定等を行う必要がある。

### (エ)保健・レクリエーション機能と森林整備

森林の美しい景観、森の静けさや風の音、川のせせらぎ、野鳥や虫の鳴き声、フィトンチッド等の森の香り、土や落葉の感触、木の肌触り、心地よい風等や木の実やきのこ等の山の幸は、人間の五感を楽しませてくれる。このため、森林は、人間の健康の維持・増進や、レクリエーション活動の場として重要な役割を果たしている。

したがって、保健・レクリエーション機能が発揮されるためには、健全な森林として適切に整備されていることに加え、人間と自然とのふれあいの場として適切に管理されている森林であることが望ましい。

この場合、人間が快適に行える活動の内容は、森林を構成する樹種、立木密度、林床植生の高さ、林地の傾斜等によって異なってくる。例えば、休息型及び運動型の活動では散策型の活動に比べ、立木密度が低い森林が好まれ、また、林床の植生高が高い森林は好まれない(資料 I - 10)。

このため、立地条件や利用者のニーズ等に応じて、間伐や下草刈り、歩道整備のほか、広葉樹の導入を図るなどの多様な森林整備を推進する必要がある。

### (オ)文化機能と森林整備

森林は、史跡や名勝等の景観の一部となること等により、その文化的価値にとって不可欠の構成要素となる。

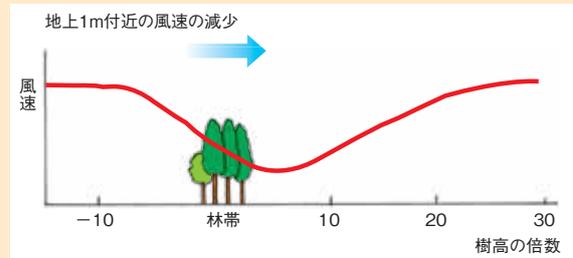
したがって、文化機能が発揮されるためには、史跡・名勝等と一体となって特定の景観や歴史的風致

を構成する森林であることが望ましい。

このため、森林の立地する景観や風致に応じた森林整備を推進する必要がある。例えば、京都市内の銀閣寺山国有林は、銀閣寺の背景林として古都京都

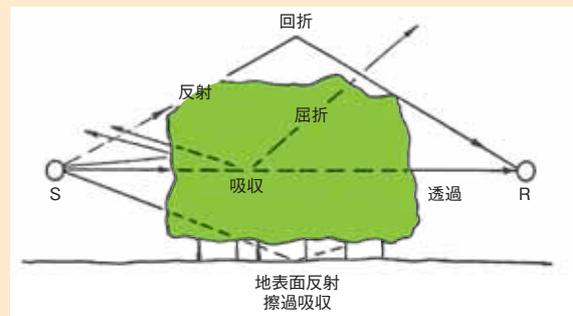
## 資料 I - 9 快適環境形成機能の例

### 〈防風〉



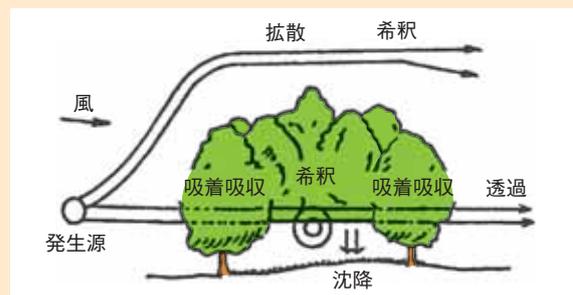
風速が減少する範囲は、林帯の風下側では樹高の約30倍、風上側では樹高の約5倍に及び。

### 〈防音〉



音源(S)と受け手(R)の間に森林が存在することで、音エネルギーが吸収、屈折、反射等により減衰する。

### 〈大気の浄化〉



森林が存在することで、大気汚染物質が吸着(枝葉等の表面に付着)、吸収(光合成等に伴うガス交換作用によって植物内に取り込まれる)、沈降(風速の低下により浮力を失い地表面に落下)等により空気中から除去される。

資料：一般社団法人全国林業改良普及協会「森林のセミナー No.2 くらしと森林」、三沢彰(1982)千葉大園学報、第30号: 115,128.

\*5 「平成23年度森林及び林業の動向」20ページを参照。

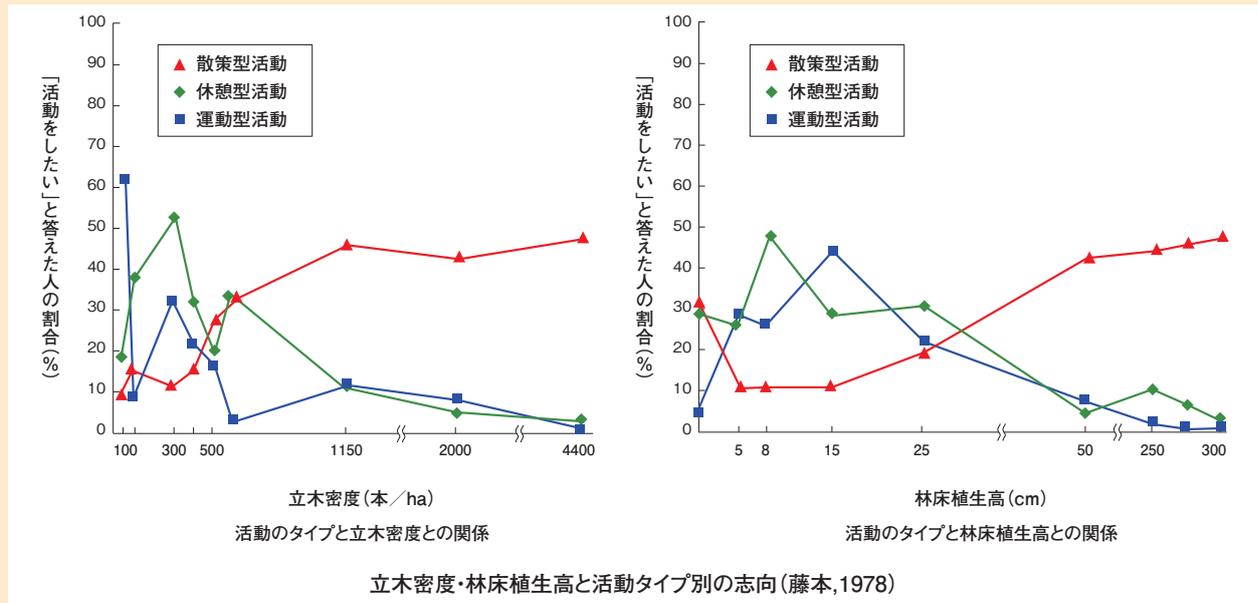
の景観を形成している。かつては、アカマツ林又はアカマツの混交林であったが、現在では、アカマツが著しく減少し、常緑樹林へと変化しつつある。このため、林野庁では、常緑樹の伐採等によりアカマツの更新を促進し、古都京都の景観にふさわしいアカマツが混交した森林の整備を進めている。

なお、森林は文化財等に必要な用材や資材の供給によっても文化的価値に貢献するが、その発揮のメカニズムは(ク)の木材等生産機能の場合と同じである(事例 I-1)。

### (カ)生物多様性保全機能と森林整備

森林は、高木層や亜高木層、低木層の樹冠、それ

## 資料 I-10 保健・レクリエーション活動における森林の立木密度と林床植生高の志向



資料：下村彰男 (2004) 農林水産技術研究ジャーナル, 27号: 36-41.

## 事例 I-1 出雲大社における「平成の大遷宮」と檜皮の供給

平成25(2013)年5月に、出雲大社(島根県出雲市)では、60年ぶりとなる「平成の大遷宮」が行われた。出雲大社の御本殿は昭和27(1952)年に文化財保護法に基づく国宝に指定されており、今回の遷宮に当たっては御本殿大屋根の修理として、古い檜皮の撤去、野地板等の修理、新しい檜皮による葺き作業等が行われた。

檜皮(ヒノキの樹皮)は防水性に優れ、伝統的な木造建築物の屋根材として多く使用されており、出雲大社では今回、約70万枚の檜皮(約40トン)が使用された。

出雲大社では、これまで檜皮を採取するための山林を保有していなかったが、今回の遷宮を契機に奉納された山林(広島県三次市)において、将来の檜皮採取を目指し、平成25(2013)年4月及び同10月に氏子等による植栽が行われた。今後、間伐等により300本/haのヒノキ林に育成し、100年後に初回の檜皮採取を行うことを目標としている。



檜皮が葺かれた御本殿大屋根



檜皮を固定するために使用される竹釘

それぞれの樹幹、草本層、コケ類、枯死木、倒木、表層土壌等で構成され、様々な動植物や微生物の生育・生息の場となっており、これらの全てが森林生態系として存在することにより、生物の多様性が保全されている。

したがって、生物多様性保全機能が発揮されるためには、一定の広がりにおいて、その土地固有の自然条件や立地条件に適した様々な生育段階及び樹種から構成され、バランス良く配置されている森林であることが望ましい。

このような機能を持つ森林は、原始的な森林に限られるものではない。かつて薪炭林等として利用されていた里山林は、産業構造等の変化によって自然に対する働きかけが縮小することに伴い、明るい林相から暗い林相へと環境の変化が進んでいるものもある。その場合、明るい環境に依存してきた動植物にとっては、生育・生息環境の質の低下や喪失が懸念される。このため、里山林の生物多様性を保全するためには、里山林を人の生活の場や生産活動の場として維持活用しながら、伐採による更新や、下草刈り、落ち葉かきなど人の手によって定期的な管理を行うことが必要となる(資料I-11)。同様に、人工林においても、明るい林床を好む動植物(遷移

初期種)は、間伐や主伐を適切に行うことによって生育・生息することができる(資料I-12)。

**(キ)地球環境保全機能と森林整備**

森林を構成する樹木は、大気中から二酸化炭素を吸収し、土壌から吸収した水を用いて光合成を行うことにより、炭素を有機物として固定するとともに、酸素を放出する。この有機物が樹木の組織を形づくることによって、樹木が成長していく(資料I-13)。

したがって、森林の地球環境保全機能(二酸化炭素の吸収や炭素の固定)が発揮されるためには、森林が二酸化炭素を吸収しながら健全に成長を続けていく必要があり、特に人工林では、植栽、保育、間伐等を適切に行う必要がある。

森林による二酸化炭素の吸収能力(炭素の固定速度)は、森林が若いうちは成長とともに上がり、高齢級化することで徐々に低下していくことから、森

**資料I-11 明るい環境を好む里山林の動植物の例**

カタクリはユリ科の多年草で、比較的日光の差すブナ、ミズナラ、イタヤカエデ等、主に落葉広葉樹林の林床に群生する。ギフチョウは日本固有種で、主に落葉広葉樹林に生息し、成虫は早春にのみ出現して、カタクリ等の春植物を蜜源とする。

里山林の利活用は、こうした明るい環境を好む動植物の生育・生息環境の確保にも寄与する。



カタクリとギフチョウ

**資料I-12 遷移初期種の種類と個体数**

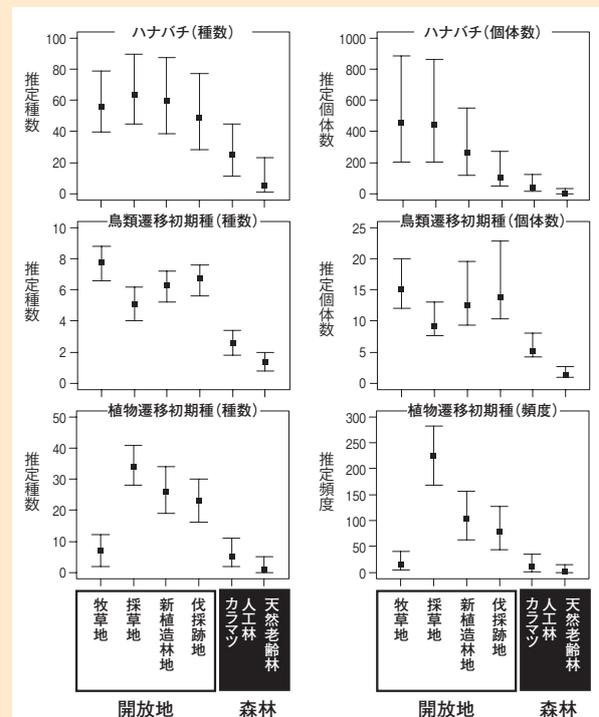


図 6タイプの生息地(4タイプの開放地と2タイプの森林)におけるハナバチ、鳥類(遷移初期種)、植物(遷移初期種)の種数と個体数(植物の場合は頻度)。いずれも統計モデルを用いて補正した中央値。上下の線は95%信用区間。

資料：独立行政法人森林総合研究所プレスリリース「生物多様性の第二の危機を緩和する林業活動－人工林の伐採は遷移初期種の減少緩和に貢献する－」(平成24(2012)年5月28日付け)

林全体の二酸化炭素の吸収機能が将来にわたり発揮されるためには、成熟した森林資源を伐採し、利用した上で跡地に再造林を行う「若返り」が求められる(資料 I-14)。

### (ク)木材等生産機能と森林整備

森林が木材をはじめとする林産物を供給する機能は、他の機能と異なり健全な森林が存在することによっておのずから発揮されるものではなく、立木の伐採と木材としての利用など、人間による森林資源の利用という行為が介在して初めて発揮される。この場合、木材が生産されることに伴い、森林の一部は伐採されることになるが、その跡地に森林を再生させることで、将来の木材等生産機能を確保することができる。

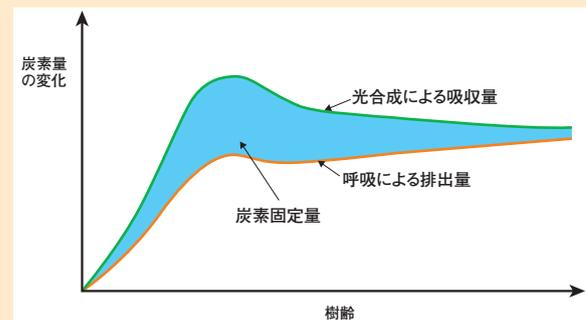
したがって、木材等生産機能の持続的な発揮のためには、単に森林資源を収穫するだけではなく、森林の健全性を確保しつつ将来における木材等の生産に向けて、植栽、保育、間伐等の森林整備を行う必要がある。この場合、植栽される樹種等については、土壌や気候等の生育条件だけではなく、生産される木材の用途、品質、価格及び育林に要する時間や費用といった経済的条件も勘案して決定されることになる。また、育林の過程において、木材の節となる枝を早めに切り払う枝打ち等、生産物である木材等の価値を高めるための施業が行われることもある。

一方、生産された木材等が利用され、その販売収益が林業生産活動に還元されることによって、「植える→育てる→使う→植える」という森林整備と木材利用のサイクルが維持されることになる。このため、木材等生産機能は、林業生産活動による森林整備の継続を経済面で支えるという役割も果たす。

### (森林の多面的機能と具体的な森林整備の在り方)

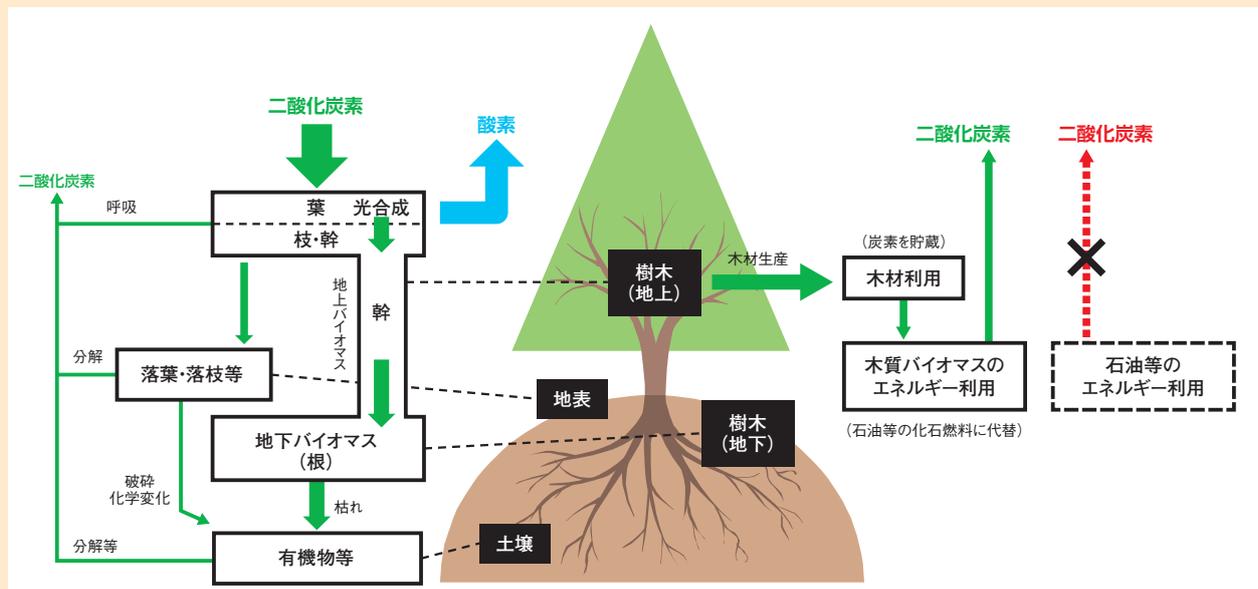
このように、森林の多面的機能の発揮において、森林整備は大きな役割を果たすが、どの機能を重視するかによって、具体的な森林整備の在り方が異なる可能性がある。例えば、木材等生産機能を考慮すれば、木材需要に応じた樹種を植栽することになるが、他の機能を主目的とすれば、異なる樹種の選択も考えられる。また、地球温暖化防止機能の観点か

資料 I-14 森林の吸収量と排出量の推移 (模式図)



資料：独立行政法人森林総合研究所

資料 I-13 地球環境保全機能



資料：農林水産省農林水産技術会議 (2003) 農林水産研究開発レポート, No.8: 5. を基に作成。

らは、高齢級の森林が伐採された場合、成長に優れた樹種を植栽することが望ましい。一方、水源涵養機能や山地災害防止機能／土壌保全機能の観点からは、伐採に伴う裸地の発生は少ない方が望ましいことから、複層林化、長伐期化等を推進する視点も重要である。

このため、個々の森林については、こうした諸機能のバランスを踏まえつつ、自然条件や国民のニーズ等に応じて、特に発揮が期待される機能に着目して具体的な森林整備が実施されており、このような観点から森林を区分(ゾーニング)することも行われている\*6。

### (3)森林整備の仕組み

#### (森林整備の技術)

我が国では、江戸時代以降、人工林の造林が次第に広まったことに伴い、育苗、植栽、保育、間伐等の森林整備の技術が発達・普及した\*7。その際には、特にスギやヒノキが、日本の在来種であること、建築用材等として優れており古くから利用されてきたこと、成長が早く早期の成林が可能であることなど

から多く用いられ、森林整備の知見や技術もこれらの樹種を中心に蓄積されてきた(資料I-15)。また、明治以降は、近代的な自然科学の知見も取り入れられ、現在に至っている。

森林整備については、まず、植栽に必要な苗木を生産する「育苗」が必要である。育苗は苗木を山に植栽できるようになるまでに通常3年程度、苗木生産者の苗畑等で行われる。苗畑での育苗は、種子のまき付け、日覆い、除草、間引き、追肥、根切り、床替え、山出し等多くの工程を経て行われる。近年では、根切りを必要としない等の特性を有する「コンテナ苗」の生産も進められている。また、収量の増大、材質の向上、気象害・病虫害への抵抗性の強化等を図るため、樹木の遺伝的素質を改善し、優良種苗を開発する「林木育種」が、独立行政法人森林総合研究所林木育種センター、都道府県等の研究機関によって実施されている。

次に、生産された苗木を山に植栽するため、「地摺え」を行うのが一般的である。伐採跡地に植栽する場合、木を伐った後に枝等が散乱し、苗木が植えづらくなっていることから、こうした邪魔になる枝

#### コラム 針葉樹と広葉樹

樹木には、大きく分けて針葉樹と広葉樹があり、いずれも木材として多くの用途がある。現在の我が国では、針葉樹は、主に建築材のほか、土木材や梱包材等として利用され、広葉樹は、主にパルプ材、きのこ原木、薪炭材のほか、高級家具材や住宅内装材・床材、仏具、楽器、運動具材等に利用される。

また、森林を構成する主な樹木が針葉樹であるか広葉樹であるかによって、山地災害防止機能や水源涵養機能等の発揮において、特段の差が認められないことが既存の研究結果から明らかとなっている。

- ① 山地災害防止機能に関連して、根系を引き抜く時の抵抗力(N)を樹種別に見ると、針葉樹ではスギ700～1300、ヒノキ800～1100、アカマツ500、カラマツ400程度であり、広葉樹ではケヤキ2500、コナラ1000、その他はおおむね500～900程度であり、ケヤキを除いては針葉樹と広葉樹とに大きな差はなく、およそ500～1000程度である。
- ② 水源涵養機能に関連して、森林土壌の浸透能を樹種別に比較した調査では、針葉樹と広葉樹の間で明確な差はなかった。
- ③ 生物多様性保全機能に関連して、単層の人工林(多くは針葉樹林)でも植栽時に一時的に低下する生物多様性のレベルも、高齢林では天然林に近いレベルに回復する。また、他の土地利用に比べると、はるかに生物多様性は高い。

資料：北原曜(2010)水利科学, No.311: 11-37.、村井宏(1993)水利科学, No.211: 1-40.、日本学術会議答申「地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価について」(平成13(2001)年11月)

\*6 地球環境保全機能について、森林・林業基本計画では、二酸化炭素の吸収や炭素の固定等の森林の働きが保たれることによって発揮される属地性のない機能であるため、区域設定の対象とはしないとされている。

\*7 森林整備の各技術については10-12ページを参照。

等を細かく切ったり、列状に寄せたりして、苗木を植えるために十分なスペースを確保する地拵えが行われる。植栽では土壌に最も適した樹種を選定する「適地適木」が重要であり、かつては経験的に行われていたが、戦後に森林土壌の研究と全国的な調査が行われ、その成果を整理した「林野土壌分類(1975)」が活用されている。また、植栽本数(植栽密度)は、植栽木(稚樹)の生育範囲の確保、その成長を阻害する草本植物等の繁茂の抑制等のほか、不良成長木や被害木の見込み、植栽木同士の競争による真っ直ぐな材の形成、裸地の早期解消等の観点から、地域の育林体系(森林施業の時期や回数等)や森林土壌の肥沃度、樹種等も踏まえて設定される。スギ、ヒノキであれば1ha当たり2,500~3,000本程度が一般的であるが、年輪幅が狭く均一で見た目にも美しい高級柱材など、生産目標等に応じて密植が行われることもある。

植栽後は、目的樹種の健全な生育を図るため、目的樹種の成長を阻害する草本植物等を除去する「下

刈り」が行われる。下刈りは、草本植物等による目的樹種への被圧がなくなるまでの期間(5~7年程度)、複数回にわたって、草本植物等が伸びきった夏場に行われる。

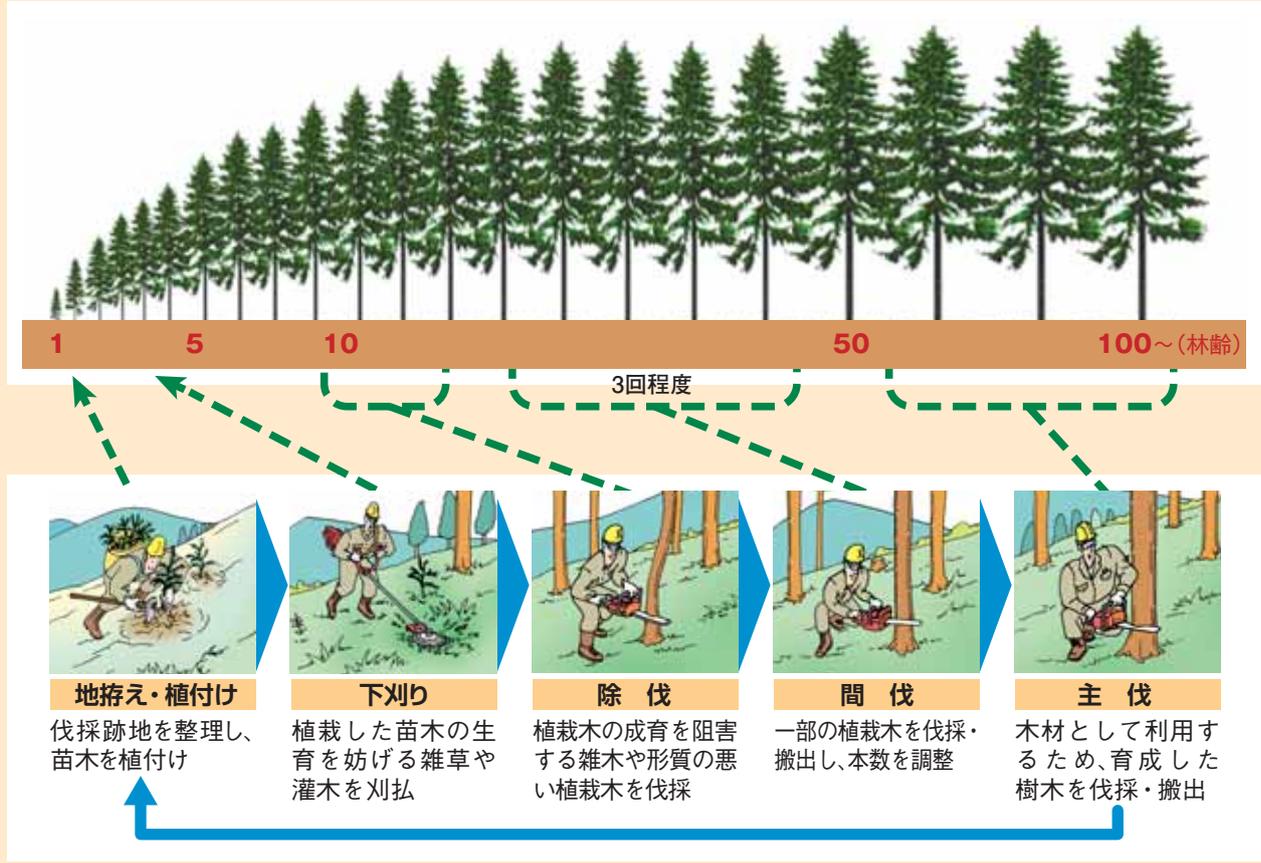
また、植栽から10年程度の期間は、植栽木の幹に巻き付き深刻な被害を与えるツル性植物を除去する「つる切り」、目的樹種の成長を阻害する木本類を除去する「除伐」が必要となる。

その後、植栽木等の成長に伴い、立木間の競争が生じ始めると、目的樹種の一部を伐採する「間伐」を行う。間伐は、樹冠がうっ閉(隣接した樹木の枝葉が互いに接して葉の層が林地を覆ったようになること)した頃に行われ、一般的には伐期までに3回程度行われる(資料I-16)。

**(森林整備に必要な林業機械や路網)**

かつての森林整備は、下刈りや除伐では造林鎌等、間伐等では鋸等のこぎりを使って主に手作業によって行われたが、作業者の腕や足腰に長時間連続して大きな負荷がかかるものであった。伐採木を造材して運搬

**資料 I - 15 森林整備のサイクル(育成単層林の場合)の例**



資料：林野庁(2013) 森林整備事業のあらまし(平成25年度版)、一般社団法人全国林業改良普及協会: 9.

する作業は、それ以上の肉体的負担と時間を伴った。このため、現在では作業負荷を軽減し、森林整備を効率的に行うために、各種の林業機械が使用されている。下刈り等には刈払機、間伐等にはチェーンソーが用いられているほか、近年では伐採した木材の造材、集材、運搬等にプロセッサやフォワーダ等の高性能林業機械の導入が進んでいる。急傾斜地においては、集材機やタワーヤード等による架線集材も行われている。

また、植栽、下刈り、除伐、間伐等といった森林施業は、森林における多数の作業現場において、その成長段階にあわせて複数回にわたって行われることから、こうした作業現場へのアクセスの確保が重要となる。また、これらの作業現場には、その都度、必要な資材や機械を持って行かなければならず、伐採を行った場合には、相当の体積と重量がある木材を安全かつ効率的に搬出しなければならない。さらに、作業現場での十分な作業時間を確保するためには、そこまでの往復時間の短縮も課題となる。このため、林業機械や運搬用トラックが通行することを前提に、作業現場にアクセスするためのネットワークである「路網」を整備することが必要となる。これらの路網は、簡易であっても、繰り返しの使用に耐えられる程度に丈夫なものであることが求められる(資料I-17)。

このように現在の森林整備では、森林整備を効率的に実施するため、林業機械、路網等の適切な組合せによる生産性の高い作業システムが必要となっている。

### (森林整備の担い手)

我が国の森林面積の6割を占める私有林では、所有構造が小規模零細であることから、多くの場合、所有者自らが路網を開設し、高性能林業機械を活用して効率的な森林整備を行うことは困難な状況にある。このため、森林所有者は、森林組合や民間事業者(以下「林業事業者」という。)に作業又は経営を委託し、林業事業者がこうした森林を取りまとめて森林整備を実施している場合が多い。このように現在では、複数の森林所有者の森林を取りまとめて一括して森林整備を行う「施業の集約化」が重要となっている。一方、地域の森林所有者が協力し、いわゆる「自伐林家」として自ら森林整備に取り組む事例もみられる。

また、残りの4割を占める国有林や公有林における森林整備も、事業発注や協定等により、林業事業者が実施している。

さらに、近年はNPO、ボランティア、企業など多様な主体が、非営利的な活動として、植栽、下刈り等の森林整備に取り組む事例も増えている。

いずれの場合も、森林整備が行われることは、その担い手が山村で活動することであり、山村地域の雇用の確保、経済の活性化及び都市と山村の交流にもつながる面がある。

### (森林整備の費用負担)

森林整備は、育苗、地拵<sup>ごしら</sup>え、植栽、保育、間伐、路網整備など多種多様な作業で構成されており、作業員の確保、資材の購入、林業機械の償却やメンテナンス等の費用が、長期間にわたって継続的に発生する。特に、森林整備に要する費用のうち、造林及

#### 資料I-16 森林整備の実施時期及び回数を目安(例)

森林計画区	樹種・標準伐期齢	下刈り	除伐	間伐
おおよど 大淀川森林計画区(宮崎県)	スギ・40年	2~7年 (4~6回)	1回目:10年 2回目:15年	1回目:20~25年 2回目:30~35年 3回目:40~45年
いしかりそらち 石狩空知森林計画区(北海道)	カラマツ・30年	2~5年 (4回)	1回目:8年 2回目:11年	1回目:16~20年 2回目:26~30年 3回目:36~40年

注1:各施業の年数は植栽からの年数を表す。

2:これらの目安は、植栽から間伐、そして収穫までの間における成長と立木密度等の関係を数理的に整理した「収穫予想表」や「林分密度管理図」等を基に定められる。

3:国有林の地域別の森林計画を基に作成。

資料 I - 17 路網整備の推進について

○専ら森林施業の用に供し、  
木材輸送機能を強化する林道

- ・主として森林施業を行うために利用される恒久的公共施設
- ・10トン積トラックや林業用車両（大型ホイールフォワード等）の走行を想定
- ・必要最小限の規格・構造を有する丈夫で簡易な道



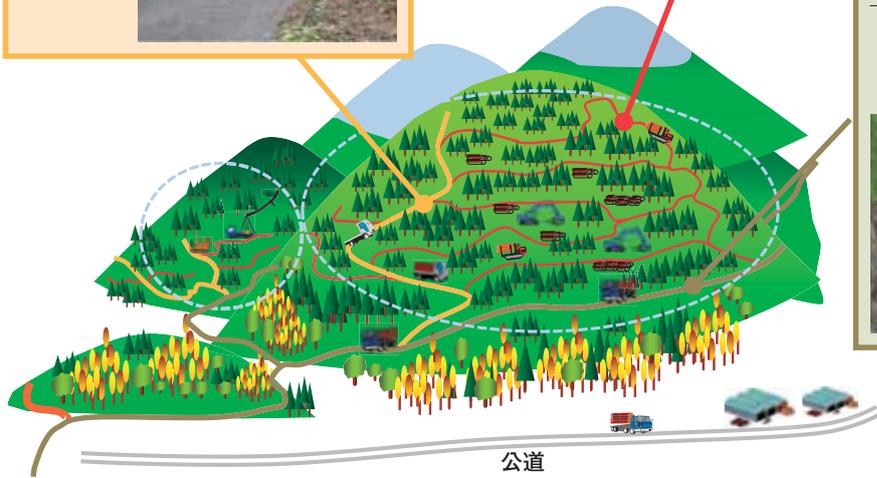
○導入する作業システムに対応し、森林整備を促進する作業道

- ・森林所有者や林業事業者が森林施業を行うために利用
- ・主として林業機械（小型トラックを含む）の走行を想定
- ・経済性を確保しつつ丈夫で簡易な構造とすることが求められる



○効率的な森林の整備や  
地域産業の振興等を図る林道

- ・原則として不特定多数の者が利用可能な恒久的公共施設
- ・セミトレーラーや一般車の通行を想定し安全施設を完備

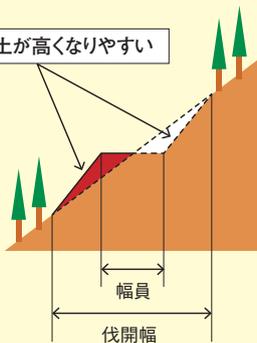


丈夫で簡易な道の開設方法

従来の道

(土工量が大きく、雨等にも弱い)

切土、盛土が高くなりやすい

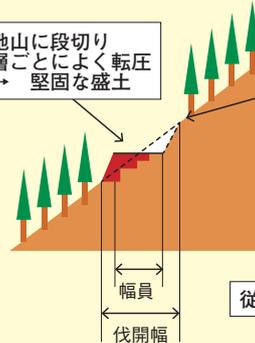


丈夫で簡易な道

(土工量が少なく、安定している)

- ・地山に段切り
- ・層ごとによく転圧 → 堅固な盛土

- ・地形に合った線形
- ・低い切土高



従来よりも狭い伐開幅

路網整備と高性能林業機械を組み合わせた作業システムの導入

路網整備に当たっては、導入する高性能林業機械の性能を最大限発揮させるため、合理的に路網を配置し、素材生産の工程全体を通じて生産性が高まるような人員や林業機械の配置により作業を行うことが必要である。なお、最適な作業システムは、地形・地質、土質等の自然条件等に応じて多様なものが想定され、下に示すのはその一例である。

伐採・造材



ハーベスタ

集材



フォワード

運搬



大型トラック

び保育にかかる費用の占める割合は高く、こうした費用は森林整備の初期の段階で発生する。

これらの森林整備に要する費用は、林業生産活動を通じて行った場合は、木材の販売収入である程度は賄うことができる。しかしながら、それが可能となるのは、早くても間伐を行うことに伴い間伐材が生産されるようになってからであり、主伐によって立木販売収入が得られるのは造林及び保育から数十年経過した後となる\*8。さらに、販売時の木材需給の動向次第では、主伐等による立木販売収入によって森林整備の費用を回収することが困難となる場合もある。

このため、森林整備の低コスト化、木材利用の拡大等が重要な課題となっている。一方、森林は、私有財産であっても、その多面的機能は国民に広く享受されるなど、公共財としての性格を有している。森林の多面的機能の恩恵を国民が享受し続けるためには、計画的な森林整備が必要であり、その費用については森林所有者だけではなく社会全体でも負担する必要がある。

### (森林整備の制度的枠組みと支援)

森林整備については、「森林法」に基づく森林計画制度により計画的に推進することとされている(資料I-18)。農林水産大臣が策定する「全国森林計画」は、全国の森林を対象として、森林の整備及び保全の目標、伐採立木材積、造林面積等の計画量、施業の基準等を示す。都道府県知事が策定する「地域森林計画」は民有林について、林野庁の各森林管理局長が策定する「国有林の地域別の森林計画」は国有林について、全国158の森林計画区ごとに、「全国森林計画」に即して、地域における森林の整備及び保全の目標や伐採等の施業方法の考え方を示す。市町村長が策定する「市町村森林整備計画」は、管内の民有林について、「地域森林計画」に適合するよう、森林の整備等に関する長期の構想と規範を示す。

「森林法」では、この森林計画制度の下で、適切な森林施業を確保するため、伐採及び伐採後の造林の届出、施業の勧告、伐採中止命令、造林命令、新たに森林所有者となった旨の届出等の制度が措置されている。

また、森林所有者又は森林経営の委託を受けた者は、一定の面的なまとまりをもった森林を対象に、森林経営の長期方針や伐採、造林、路網整備等の計画である「森林経営計画」を作成し、市町村長の認定を受けることができる。森林所有者等が、公共事業としての森林整備事業のうち、「森林環境保全直接支援事業」により国や地方公共団体の支援(一部費用負担)を受けて森林施業を実施する場合は、この計画に基づいたものであることが要件の一つとなっている。

「森林環境保全直接支援事業」のほかにも、公共事業としての森林整備事業では、市町村等が森林所有者との協定等に基づき行う条件不利地等の森林整備への支援である「環境林整備事業」、市町村等が「森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法」に基づき行う間伐等に対する支援である「美しい森林づくり基盤整備交付金」、分取造林契約に基づき行われる水源地域における森林の整備に対する支援である「水源林造成事業」等が行われている。また県の林業公社等は、森林所有者との分取造林契約に基づき森林の造成に取り組んでいる。

なお、公益的機能の発揮が特に要請される森林については、農林水産大臣又は都道府県知事が「森林法」に基づき「保安林」に指定して、立木の伐採や土地の形質の変更等を規制している。また、森林の有する公益的機能の発揮を図るための公共事業として、森林整備事業とは別に治山事業が設けられており、保安林の指定目的の達成を図るために、国及び都道府県が森林の造成や森林の保全を図る施設の整備等を実施している。

\*8 仮に、植栽したばかりの森林から伐期に至っている森林まで、各林齢ごとの面積が全て同じ構成の森林(19世紀にドイツで提唱された「法正林」)であれば、毎年同じ面積の森林を伐採することによって森林整備の費用を安定的に賄うこともできるが、現実の森林経営は歴史的経緯に加え、経営規模、経済社会状況、自然災害等の制約を受け、我が国ではもちろん提唱されたドイツ等においても、実践することが難しいとされている。このため実際には、造林費用を負担できない森林所有者に代わってそれ以外の者が当面の費用を負担し、主伐時に立木販売収入を分け合う分取造林方式等も活用されてきた。

資料 I - 18 森林計画制度の体系

