

(第２回研究会：三井委員ご質問)

日本学術会議答申「地球環境・人間生活に関わる農業及び森林の多面的な機能の評価について」(H13年11月)における「緑のダム」に関する記述内容について

上記の答申において「緑のダム」に言及しているのは、

Ⅲ 森林の多面的機能 － 1 2 森林の多面的機能各論 － (4) 水源涵養機能 (別添資料 P39-41)の項目である。

ここでは、水源涵養機能の内容として、洪水緩和、水資源貯留、水量調節、水質浄化を掲げ、機能発現のメカニズムについて次のようにコメントしている。

「洪水緩和機能は、…(略)…森林がない場合に比べ、山地斜面に降った雨が河川に流出するまでの時間を遅らせる作用である。…(略)…

水資源貯留機能は、上述の機能を水利用の観点から評価したもので、…(略)…森林があることによって安定な河川流量が得られる機能である。」

「以上の機能は森林流域からの流出と森林を消失した荒廃流域(代替流域として都市化流域が用いられる)からの流出を比較したとき明瞭に示され、森林を『緑のダム』と称する根拠となっている。しかし、流況曲線状の渇水流量に近い流況では(すなわち、無降雨日が長く続くと)、地域や年降水量にもよるが、河川の流量はかえって減少する場合がある。このようなことが起こるのは、森林の樹冠部の蒸発散作用により、森林自身がかんりの水を消費するからである。」

「なお、森林の水源涵養機能の限界に関して、以下のような認識が了承された。…(略)…少なくとも調査対象流域においてはピーク流量の減少や時間的な遅れが見られるなど、洪水緩和機能の存在が実証されている。また、治水上問題となる大雨のときには、洪水のピークを迎える以前に流域は流出に関して飽和状態となり、…(略)…低減する効果は大きくは期待できない。このように、森林は中小洪水においては洪水緩和機能を発揮するが、大洪水においては顕著な効果は期待できない。」

「なお、治水計画、利水計画は森林の機能でカバーし得ない流況変動に対して、ある水準までは安全・安定を確保したいとする要求への対応計画である。治水・利水計画の策定にあたっては、実績の流量ハイドログラフが用いられており、…(略)…あくまで森林の存在を前提にした上で治水・利水計画は策定されており、森林とダムの両方の機能が相まってはじめて目標とする治水・利水安全度が確保されることになる。治水・利水の水準は時代が求めるものであり、その高度化に伴い、森林の持つ静的な、あるいは自然的調整と、ダム貯水池等による動的な、人工的調節が、その機能分担を果たしながら車の両輪として進むことになるろう。」

以 上

(別添資料)

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
(答申)

抜 粋

平成 13 年 11 月

日本学会議

はじめに

平成 12 年 12 月 14 日農林水産大臣から日本学術会議会長に対し、「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」諮問がなされた。諮問の趣旨は、農業・森林の生産・管理活動がもつ食料・木材供給等の生産以外の機能、すなわち国土・自然環境保全、安らぎ空間の提供といった、いわゆる多面的な機能に関して、国内及び国際社会において正しい理解と社会的認知を得るため、特にその定量的評価を含めた手法や今後の調査研究の展開方向のあり方について、幅広い見地から総合的に検討してもらいたい、というものである。

日本学術会議では、この諮問を受けて、ただちに全領域の委員からなる「農業・森林の多面的機能に関する特別委員会」を設置し、検討に当たった。議論を進めるうち、より妥当な定量的評価のためにも、多面的機能の内容や意味の検討こそ本質的・前提的な事柄ではないか、また農業と森林は、類似点は多いものの、本質的に異なった面もあるとの認識が生まれた。そこでこうした見地から、農業と森林の二つのワーキング・グループを置いて討議を重ね、それらを統合して、総論、各論としてまとめた。このような検討の結果、日本学術会議として、本答申を取りまとめたものである。

なお自然生態系は、海陸にわたる有機的な全体をなしており、農林水産業をめぐる人工的な二次生態系も、一体となってその中に組み込まれている。そのため、水産業・海洋の多面的機能についても、今後の研究対象として重要であり、今回付論として若干の基礎的な考え方を示すこととした。

本答申の趣旨と内容が、広く国民に理解され、国際的に一つでも多くの国や地域の合意を得ることができれば、21 世紀において人類に新たな展望が開かれるものと考えている。

目 次

要 旨

7

総 論

- 1 農業・森林の多面的機能論の背景と経緯 省略
 - 1) 世界農林業・森林配置のひずみ
 - 2) 自由貿易と農業・森林の多面的機能
- 2 市場の失敗としての多面的機能問題
- 3 農業・森林の多面的機能と日本農山村の地域的特性.....
 - 1) 価値観の変化と農業・森林の多面的機能の重視
 - 2) 日本農山村の地域的特性.....
 - 3) 多面的機能を介する地域の振興と交流.....
- 4 地域視点から見た各国の多面的機能論の動向
- 1) 大農圏を中心にした地域の多面的機能への視点
- 2) 中農圏としてのEUの多面的機能への視点
- 3) 小農圏としての日本の視点.....
- 4) 自給率低下と多面的機能
- 5 多面的機能の内容と評価
- 1) 多面的機能の内容と発現メカニズム.....
- 2) 多面的機能の価値評価の動態的・文明史的性格
- 3) 多面的機能評価の方法と意義をめぐって.....
- 4) 多面的機能評価の具体的検討.....
- 6 貿易・環境問題と農業・森林
- 1) 近代農法の課題と食の倫理.....
- 2) 世界的規模での森林の減少.....
- 3) 国際的視点から見た農林業・森林
- 7 結び

農業の多面的機能

農業の多面的機能要旨

1 農業・農村の歴史的発展経過と多面的機能	省略
1) 日本の国土・社会形成と農業	
2) 日本的農業生産活動と環境	
3) 日本的土地利用特性と地域社会の発展	
4) 多面的機能に関する国民の関心	
2 農業の多様な役割と多面的機能	
1) 多面的機能の定義	
2) 多面的機能の発現メカニズム	
3 多面的機能の分類	
4 多面的機能の評価	
1) 多面的機能評価の意義	
2) 多面的機能の評価	
5 今後の課題	
(別表)	

森林の多面的機能

森林の多面的機能要旨	10
1 森林の現状と多面的な機能	13
1) 日本の森林の変遷と現状	
2) 多面的な機能への期待と評価	
3) 評価の対象	
2 森林の原理	
1) 森林と環境	
2) 森林の利用	
3) 森林と文化	
3 森林の多面的な機能の種類と意味	

4	森林の多面的な機能の特徴	.....
5	機能の価値の歴史性と地域性	.....
6	農地・農村との関係、都市との関係	.....
	1) 結合の希薄化	.....
	2) 国土管理における森林の新しい位置づけ	.....
7	経済のグローバル化と林業	.....
8	21世紀社会の展望と森林	.....
9	林業経済学における森林の評価	.....
	1) 多面的な機能の従来の評価法	.....
	2) 環境経済学等の方法による評価	.....
10	多面的な機能の評価の新しい視点	.....
	1) 評価の基本姿勢	.....
	2) 定量的評価の指針	.....
11	今後の課題	.....
12	森林の多面的な機能各論	.....	33

付論 水産業・海洋の多面的機能

はじめに	.....	省略
1	海洋の機能への期待	.....
2	日本における水産業の重要性	.....
3	日本の水産業が直面する最も困難な問題	.....
4	水産業の多面的機能の実態	.....
5	今後の検討に付随する問題点	.....

(参考)

- ・「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」(諮問).....
- ・ 特別委員会及びワーキング・グループ委員一覧.....
- ・ 審議経過

なお、関連付属資料として「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関する調査研究報告書」(三菱総合研究所)がある。

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

要 旨

人類は、これまで先進国を中心に、高度成長と国際化によってかつてない物的な豊かさを獲得した。しかしそれは他方で環境問題を生み、人間的な生活を約束する真の豊かさとは何か、といった問題を提起した。また農業に関しては、自然条件に恵まれた大農圏農業がEU諸国等の中農圏農業を脅かし、日本のような小農圏農業を大きな困難に陥れた。特に日本農業は、食料自給率(カロリー)40%という、世界的にもまれな状況となっている。また木材自給率は20%と低下している。同時に農山村は衰弱し、農地ならびに森林管理が滞っている。

こうした中でEU諸国は、貿易の拡大が環境保全及び地域社会の活力維持等、農業・森林を通じた公共財の提供機能を損なわないための政策を重視し、農林業生産・森林管理活動に付随するいわゆる多面的機能、すなわち国土・環境保全、安らぎ空間の提供、食料保障等々に着目し、農山村を活性化する方向を探ろうとしている。日本等の小農圏諸国も、この視点をより一層重視しつつある。

日本は、高温多湿のアジア・モンスーン圏に属し、多くの村が水田稲作の適地として展開してきた。また日本は中央に高い山脈が走り、崩壊しやすい火山灰土に広く覆われ、河川は急流で、しかもしばしば大雨を伴う台風が襲来する。こうした条件の場所では、協同して適切な自然管理をするために、生産・生活・生態環境が有機的に一体化した地縁社会が形成された。同時に、下流域を意識した森林や里山管理、田畑や水の管理が心掛けられた。そこには、流域圏思想とでもいうべき考え方が存在したのである。

戦後は一層の工業化・都市化によって、流域社会経済圏は衰弱し、一部の沿海社会経済圏が隆盛となった。しかし今日、沿海社会経済圏もまた問題を抱えるに至っており、両圏域をそれぞれに再生させ、その交流と結合が期待されている。そこに農林業・森林の多面的機能が、環境問題、人間的な生活のあり方

も含めて、改めて浮上し注目される状況が生まれている。

このような地域的視点から見たとき、多面的機能のありようと理解は、国や地域によって異なる。アメリカ、カナダ、オーストラリアなど、平均 200 戸を超える恵まれた経営規模を持ち、移住・開発の当初から農業を輸出産業として育成した大農圏諸国では、多面的機能について「その概念はいまだ不明確で、保護主義思想の隠れ蓑となり、自由貿易を歪曲するものである」と主張している。しかし大農圏では、日本のような 30～50 戸の集落はなく、農家は 1～1.5km と離れ、点在している。また森も都市も遠く、多面的機能はあまり注目されない。

EU 諸国は、天水依存による畑地農業が主で、平均経営規模 30～40 戸程度の中農圏である。日本より地縁性は弱いにしても、農村集落が点在し都市と結びついている。ドイツでは食料自給率 70%以上が常識とされている。フランスなどは多面的機能の評価よりは、むしろその発現の基盤である農林業・森林を支える農山村地域の振興に、どれほどの支援が必要かとの視点が強い。

国際関係においては、上記のような自然条件の差異、農業経営規模の差、中心となる作物などの違い、地域社会のあり方や都市との関係の差異などが、しばしば軽視される。その際には、各国農業の盛衰が、経済効率性という生産機能の側面、つまり内外価格差だけを直接的指標として決定づけられ、多面的機能の喪失をはじめ、他の様々な問題が生起する。

多面的機能の具体的評価について、現在、代替法、CVM=仮想状況評価法、ヘドニック法、トラベル・コスト法など、四つの主要な手法があり、その適用の対象と範囲がある。農業・森林の果たす洪水防止、土砂崩壊防止、河川流況安定化などの機能については、数量的評価は可能であり、ダムなど代替財の機能に換算する貨幣評価もできないわけではない。しかし特に社会的・文化的機能については、主観的、地域的あるいは歴史的要素が入り込み、定量的評価には大きな限界がある。このような認識の下で一定の定量的評価を行った。

むろん近代的な農林業生産活動は、環境を汚染・破壊している面のあることは否定できない。しかしそれは、国によって多少の差はあれ、人類の直面する共通の問題である。環境破壊の側面があるからといって、多くを輸入に依存し、他国の森林伐採に頼れば、食料保障の基盤を失い、物質循環とりわけ窒素・リン等の循環を攪乱し、多面的機能を失い、他方で輸出国の環境破壊を促進する。

効率的な農林業生産、持続的農業と森林管理のための技術の開発、循環型社

会の構築、人間的生の場の形成等は、それぞれの地域において、調和的・統合的に実現していくことが重要である。そうした地域や国の連鎖の上に、地球環境の保全と人類の安寧も展望されよう。これらと絡んだ農業・森林の多面的機能の問題を考えたとき、世界農林業・森林の適正な配置の構想と、新たな貿易政策の確立が望まれる。またその際、私たちの深い洞察力と相互理解が必要であり、新たな自然観の形成、環境倫理、食の倫理なども求められることとなろう。科学もこうした実践的な問いに応え、貢献する必要がある。

森林の多面的機能

森林の多面的機能要旨

森林の多面的な機能の検討に当たっては、森林を取り巻く状況を、「森林の原理」にまでさかのぼって可能な限り広範に議論した上で、各種機能の意味・内容、定量的評価の可否等について検討した。以下にその概要を示す。

1 森林の現状と多面的な機能

日本の森林は人々の営みの影響を受けて変遷してきたが、大局的には国土の約三分の二を占めて変化していない。しかし、里山での土地利用の転換（林地の消失）と荒廃地の森林の回復、奥山での原生林の減少、人工林全体の蓄積の増加が目立つ。

そうした中で地域及び地球環境の悪化と外材の流入・国内林業の不振が森林の多面的機能へのニーズを促し、その価値が注目されるようになった。

現代の日本では、林業地以外の森林も含めて、適切な管理なしには森林はどのような機能も発揮し得ない。そのような前提の下で、多面的機能評価の対象を林業地以外の森林を含めた全ての森林とした。

2 森林の原理

森林（植生）の最も基本的なはたらきは、自然環境の構成要素としてのはたらきである（環境原理）。しかし、人々が身近な森を利用し、生活を向上させたことも自明であり、昔から森林は目いっぱい利用された（利用原理）。さらに、かつての森の民・日本人にとって、森が日本人の精神・文化、すなわち日本人のところに影響を与えたこともまた当然といえる（文化原理）。

3 森林の多面的な機能の種類と意味

最も根源的な森林の機能として、人類そのものが森林を舞台とした生物進化の所産であることの意味までを含む 生物多様性保全機能がある。森林の本質である環境保全機能としては 地球環境保全機能、 土砂災害防止機能 / 土壌保全機能、 水源涵養機能、 快適環境形成機能がある。日本人のころにかかわるものとしては、 保健・レクリエーション機能、 文化機能がある。さらに、 物質生産機能は、環境保全機能等とトレードオフの関係にあり、異質

の原理に基づく機能といえる。

4 森林の多面的な機能の特徴

森林はきわめて多様な機能を持つが、個々の機能には限界がある。森林の多面的な機能は総合的に発揮されるとき最も強力なものとなる。さらに森林の多面的な機能は、他の環境の要素との複合発揮性や、重複発揮性、階層性等の特徴を持つ。

5 機能の価値の歴史性と地域性

一般に多面的機能の価値は森林の減少と共に高まるが、社会的条件によって時間的（歴史的）にも空間的（地域や国別）にも変動する。

6 農地・農村との関係、都市との関係

森林は現代社会においても水循環等を通して都市や農村と結びついているが、その結合の希薄化も否めない。現代及び将来の森林の価値は、森林と都市や農村との関係をどのように構築するかによって変わり得る。

7 経済のグローバル化と林業

林業においても農業と同様の「市場の失敗」が起こっている。林業の場合はそれが地域や地球の環境問題に直結する。この面での国際的取り組みは十分ではない。

8 21世紀社会の展望と森林

日本及び世界の森林の現状を踏まえ、21世紀に循環型社会を志向する時、現行の木材の自由貿易制度は再検討されるべき時期にきている。また、森林の現場も森林の総合的管理や人と森との結びつきを重視すべきである。

9 林業経済学における森林の評価

経済学の視点からは、森林は結合財、結合資産とみなされる。その価値については環境経済学等の方法による評価が試みられているが、必ずしも成功していない。森林の多面的な機能を十分発揮させるための施策も十分ではない。

10 多面的な機能の評価の新しい視点

森林の多面的な機能の価値は原理的に定量評価し得ないものを含む。定量評価可能な機能についても多くの留意点が挙げられる。それらを理解した上で定量評価を行うべきである。

11 今後の課題

定量評価が可能な部分についてもデータ不足は否めない。森林の多面的な機能についての研究と国民への理解の促進も課題である。

12 森林の多面的な機能各論

- (1) 生物多様性保全機能：根源的機能、定量評価不可能
- (2) 地球環境保全機能：本質的物理的機能、定量評価可能
- (3) 土砂災害防止機能 / 土壌保全機能：本質的物理的機能、定量評価可能
- (4) 水源涵養機能：本質的物理的機能、定量評価可能
- (5) 快適環境形成機能：物理的機能、一部定量評価可能
- (6) 保健・レクリエーション機能：一部定量評価可能
- (7) 文化機能：日本人の民族性・文化性を形成した根源的機能、定量評価不可能
- (8) 物質生産機能：利用原理に基づく機能、定量評価可能・市場価格形成
 - (1) (7) についても、ごく部分的には定量評価が行われている。

1 森林の現状と多面的な機能

1) 日本の森林の変遷と現状

日本の国土の三分の二は森林に覆われている。しかもその数字は 20 世紀を通してあまり変化していない。一方、20 世紀の前半までに多くの先進国で森林が消失し、20 世紀の後半には多くの途上国でも森林が消失した。その結果、21 世紀の初頭のいま、日本は世界でも有数の「森林大国」となったと言える。そして、国民は環境の保全や林産物の利用などを通して日々、森林の恩恵に与っている。しかしながら、日本の森林の内容や森林を取り巻く状況は、20 世紀を通して大きく変化し、現在もさまざまな問題を抱えている。

日本の森林は、中世末期から近世初期にかけての人口の急増に伴い、急激に衰退・消失した。そのため、生活の場に近い森林（里山）は過酷な利用によって荒廃し、「江戸時代は山地荒廃の時代」とも言えるほどに、各地に「はげ山」が出現した。「治山治水」の言葉に見られるように、森林を保全する思想は江戸時代から広く人々に知られていたが、近代になっても森林は荒廃したままだった。19 世紀の末、明治政府は相次いで河川法、森林法、砂防法を制定し、ようやく近代的な国土保全対策がスタートし、里山の森はやっと復活の糸口をつかんだ。

しかし、一方で日本の社会の近代化に伴い、木材の需要が大幅に増加し、森林の伐採が本格化した。とくに、戦中・戦後の木材需要の増加は、いわゆる奥山の天然林の大規模な伐採と「拡大造林」によるスギ、ヒノキ、カラマツ等の人工林の造成をうながした。昭和 30 年代は天然林の伐採と先進林業地での人工林の伐採に支えられて、林業生産は極めて活発であった。一方で、人為の影響がわずかな原生林（天然林）は急激に減少した。

昭和 40 年代になると木材需要の急増、木材貿易の自由化などの影響を受けて外材の輸入が急増した。そして、途上国での略奪的な生産等による安価な外材の輸入の増加は国内林業の不振と木材の自給率の低下をもたらし、その傾向は 30 年以上も続いている。この間、工業化・都市化の進展により人口の都市集中が促進されたこともあって、山村は疲弊し、過疎化と高齢化に拍車がかかっている。また、昭和 30 年代以降、化石燃料と化学肥料の使用が一般化し、薪炭林や入会林の利用が減少した。一方で明治以来の治山・砂防事業がようやく効果を発揮しはじめ、里山の林相は急激に変化している。

こうして、現在の日本の森林は、人為の影響を免れたわずかな「天然林」と、百年かけて再生させた里山の二次林を含む「人工林」(天然生林を含む)からなるが、日本の森林面積率が明治以来あまり変化していないのは、農地開発や都市化による森林の減少分が荒廃地の森林の回復によって埋め合わされてきたからである。

2) 多面的な機能への期待と評価

一方、人々の生活の向上、都市化の進展、地域の環境の悪化は森林に対する国民のニーズの変化をもたらし、森林の、環境を保全するはたらき、保健・文化面でのはたらきへの期待がより一層高まった(その背後には、すでに述べたように、安価な外材の大量流入で国産材供給への関心が低下した事実がある)。そのため、日本の森林政策も大きく変化し、木材生産重視から公益的機能重視へと大きく転換することとなった。

さらに、途上国の森林は相変わらず減少し続け、また、世界中で多くの種が絶滅に瀕するなどの事態は、途上国や地球の環境に悪影響を及ぼすばかりでなく、人類の生存を危うくするのではないかと懸念も広がっている。そのため、森林伐採の地球温暖化に対する影響や生物多様性保全の意味が強い関心を集めるようになった。

こうして、森林の多面的な機能について人々の関心が高まり、その科学的評価に対する期待も日増しに高まっている。しかし、木材の価値は市場の価格で比較的簡単に評価されるのに対し、公益的機能と呼ばれているものの価値は一般に価格(value)が形成されない場合が多く、価値(worth)そのものについても極めて漠然と評価されているのが実態である。そこで、日本学術会議が現時点における科学的知見を結集して、森林の多面的な機能の価値面での科学的評価(定性的評価、定量的評価、時としては貨幣評価)を行うことは時宜を得た企画であると言える。

さて、林業においても日本はいわゆる「条件不利国」である。すなわち、おもに自然条件が有利なアメリカやカナダ、ニュージーランド等の林業、あるいは、森林の持続可能性を無視していると言われている途上国やロシア等の林業と比較すると、急峻な地形、公益的機能の重視等、自然条件、社会条件共に日本の林業は極めて不利であり、農業と同様に「市場の失敗」が起こっている。しかし、林業における市場の失敗の意味は、農業の場合と少し異なる。林業の衰退は農業

の場合と同様に山村社会の営みと森林・山地の環境に悪影響を及ぼしたが、他方で日本の森林の蓄積を増加させ、それによって森林の公益的機能の一部が増加している面も否定できないのである。しかしながら、さらに重要なことは、木材貿易で利益を上げた国も、とくに途上国を中心に自国の環境の悪化という代償を支払っているばかりか、地球環境にも悪影響を及ぼしているという事実である。このように、林業における市場の失敗の意味を明らかにし、現行の木材貿易制度の問題点を見直す観点から林業（人工林）の多面的な機能を科学的に評価する意義も大きく、この点も含めて森林の多面的な機能の科学的評価が必要であると言える。

3) 評価の対象

ところで、農業の多面的機能の評価では、「農作物を生産する場所」で営まれる「農業」の多面的機能の評価するが、森林の多面的な機能の評価では、木材を中心とする林産物を生産する場所以外の森林の多面的な機能も評価の対象とする。つまり、林業の対象となる森林以外の森林も評価する。その根拠は、林産物を生産していない場所の森林も、多かれ少なかれ、人の手によって「管理^{*}」されており、適切な管理を行うことによって当該森林の多面的な機能が発揮されるからである。

*

この場合の「管理」とは、例えば人工林での植栽、保育（間伐、枝打ち等）、伐採のような森林での直接的作業ばかりでなく、山火事等の防災対策や各種防災施設の施工、野生動物の密度管理、きのこの栽培、さらには下流域を意識した水源林としての森林管理など、森林・山地にかかわる各種の営みをすべて含む。本来、放っておくだけでよい原生自然環境保全地域や森林生態系保護地域の森林も、不法侵入者の取り締まり、大気環境悪化の影響の監視、生物多様性の調査・研究などの「管理」が必要な時代である。さらには、当該森林にかかわる山村や農村が正常に機能し、林業関係者ばかりでなく、一般の地元民、あるいはボランティア等の森林にかかわるさまざまな営みが、間接的に廃棄物の不法投棄をさせにくくしているような「間接的な管理」までも含む。

なお、「多面的機能」の定義については、森林・林業の分野では、森林の有するさまざまな機能について、林産物生産機能を含むすべての機能を「多面的機能」と呼び、林産物生産を除く場合は「公益的機能」と称してきた。したがって、本編では基本的に「多面的な機能」に木材生産等を含めている。

2 森林の原理

1) 森林と環境

森林生態系の活動が土壌の生成や移動、水循環、温度環境等に影響を及ぼすことから明らかなように、森林（植生）は、広く地表を覆うことによって地形・地質、気候と共に地域や地球の自然環境を構成する要素の一つとなっている。しかも森林は、約4億年にわたり陸域に存在することによって、地域と地球の自然環境の形成に関与してきた。

すなわち、いまから4億2千万年ほど前、オゾン層の完成によって紫外線から保護された陸地に海から生物が上陸したが、まもなく海岸には維管束系を発達させたシダ植物による最初の森林が形成された。その後、木性シダの大森林は大量の石炭を生成し、大気中の二酸化炭素を減少させた。裸子植物が出現すると、森林（針葉樹林）は陸域の大部分を覆うようになり、陸地を水の蒸発面に変えることにより、地球の気候を穏和なものにした。さらに、被子植物の進化はいわゆる生物多様性を豊かにし、多様な森林景観を創出した。森林活動の最も重要な枠組である養分循環が産み出した豊かな土壌も含めて、現在の地域や地球の自然環境はこうした過去の森林の活動の結果として成立している。

人類の祖先は数百万年前、おそらく森林生態系の一員として地上に現れ、その後、陸域の多様な環境に適応するようになったが、その大部分は農耕地を開発し、食料を生産するようになって森から離れた。人類はいま都市を発達させ、森の外で暮らしている。しかし、高度な人工物である都市といえども、水循環や物質循環を通して周囲の森林と結ばれ、少なからず森林の恩恵に与っている。一見森の外にいるように感じられるが、実は森に護られているのである。

以上のように、森林の本質の第一は、自然環境の構成要素として機能していることである。

2) 森林の利用

一方で、緑色植物としての森林は、効率よく光合成を行い、大量の太陽エネルギーを有機物として木部に貯蔵する。人類はそれを木材として利用してきた。木材は、容易に再生産可能である、加工しやすい等の特徴により、森を離れた人

類にも、木造の家、木製の道具、木質燃料、紙の原料等として利用され続け、木材の供給やその加工は産業としても発達した。木材は、材料としての強度は金属やコンクリートに劣るものの、循環資源、バイオマス資源として、21世紀にも不可欠な資源である。木材のほかに、森林から生産されるさまざまな物質は、食料あるいは生活を豊かにする原料・材料として人類の発生以来利用され続け、最近では遺伝子資源としての価値も注目されている。

森林はまた、そこを通過する水の利用、保養やレクリエーションの場としての利用など、森林が“存在すること”によって生み出される機能が積極的に利用される場合もある。このように、森林は“利用されること”によっても人類の生活の向上と社会の発展に大きく貢献してきた。

3) 森林と文化

さらに森林は、日本人の生活と精神・文化に大きな影響を及ぼしてきた。すなわち、現日本人の祖先は「森の民」と言っても過言ではない。日本人の起源には諸説があるが、いずれも長い間、縄文の森の自然環境の中で暮らし、食料や燃料や生活物資の調達、宗教的儀式や遊びの空間など、生活のすべての場面で森を利用し、また、森を畏れ、森に親しんだ。縄文時代末期に稲作が伝来した後は、農作物の生産、森林の利用・管理が一体となって成立した農村生活で日本人の原体験は形成された。

かつての日本人が、森林に対して強い親和的一体感を抱いていたことは明らかである。後に人々の生活の場が次第に森林から離れていくようになっても、一体感はほとんど薄れることがなかった。その間に日本の伝統文化の多くが森林、特に里山との交流から生まれている。しかも、森林に親しむ日常の生活から次々と新たな生活文化が生まれ、それらが一体となって地域性豊かな日本の森林文化が形成されていったのである。さらに、こうして形成された森林文化を基盤とした稲作文化が、その後の日本文化を築き上げたのである。

このように、森林は日本人の生活と精神・文化、したがって、日本人の自然観や価値観、すなわち、日本人の「こころ」にも大きな影響を及ぼしている。日本人の「こころ」を直接とらえたものに自然宗教があるが、影響はそれだけにとどまらない。人々が森林の中で安らぎを感じ、自然界の活力を直接感得することができるのも、やはり「こころ」の領域における森林の意義である。

森林の価値を考える手段として、後述のように森林の個々の機能を列挙して

みることも必要であるが、本来森林の機能は総合的に発揮されるものである。とくに「こころ」の領域では列挙することすら困難な場合が多い。その点は人間を評価する場合に極めてよく似ていると言えるであろう。機能の総合としての森林の価値は、いわば人間の全人格に相当するものであって、その機能を個々に分解して評価するのがベストであるとは言えないのである。

3 森林の多面的な機能の種類と意味

森林の多面的な機能は以下のように分類される。

- (1) 生物多様性保全機能
- (2) 地球環境保全機能
- (3) 土砂災害防止機能 / 土壌保全機能
- (4) 水源涵養機能
- (5) 快適環境形成機能
- (6) 保健・レクリエーション機能
- (7) 文化機能
- (8) 物質生産機能

それぞれの機能の意味は以下のものである。

まず、(1) 生物多様性保全機能は、通常、遺伝子の保全、生物種の保全、生態系の保全を意味し、従来、鳥獣保護や天然記念物の保護、あるいは野生動植物の保護を含む、森林の本性である生物性そのものにかかわる概念である。特に新しい生物多様性保全の概念においては、多様な生物の生育を可能とする生育地を含めた生態系の多様性の保全を含む。本機能は将来の種資源・遺伝子資源の利用を保障すること、あるいは木材を含めた生物資源の価値、森林景観の価値を高め、ひいては森林が人々の感性に訴える価値をも高めるという実用的な意味も持っている。また、森林の生物多様性をモニタリングすることによって、自然環境の現状・動態を知ることができる。さらには、生物の進化の一つの到達点であり、4億年にわたる陸域生態系の進化の結果として生まれた人類の“ふるさと”である「森林」が多様性を維持することは、生物進化の歴史を踏まえた現状を、その環境も含めて維持し、その将来を保障する根源的な意味を持っている。

る。したがって、この機能を見捨てることは、生物あるいは地球環境の進化の方向を見捨てることであり、人類の存在ばかりでなく生物の存在の否定にもつながる倫理的な意味も持っている。

(2) 地球環境保全機能、(3) 土砂災害防止機能 / 土壌保全機能、(4) 水源涵養機能は、いずれも森林が自然環境の構成要素として機能していることから発揮される物理的な機能であり、人類の生命・財産の保護、生活の維持に必要な本質的機能と言える。すなわち、森林生態系の活動に伴う二酸化炭素の吸収と放出、蒸発散作用は、炭素循環や水循環を通して地球規模で自然環境を調節するもので、日本の森林もその一翼を担っている。一方、土砂災害防止機能や土壌保全機能は、表層土の移動にかかわる地域環境の構成要素として森林が機能するものであり、後者は森林の養分循環を通して生産力の維持に関わる。さらに、水源涵養機能は、洪水の緩和や水質の浄化など、森林が水循環に関わる地域環境の構成要素として機能した結果、発揮されるものである。

(5) 快適環境形成機能も、大気の浄化や気温の緩和など、森林が大気やエネルギーの循環にかかわる地域環境の構成要素として機能することにより発揮されるものであるが、都市での騒音防止やアメニティー維持のために積極的に利用される部分を含む。したがって、機能の大部分は生活の向上に必要な物理的機能と言える。

(6) 保健・レクリエーション機能は人々(個人)の肉体的、精神的向上にかかわる機能である。諸機能の発現は森林空間の物理的特性や森林の視覚的特徴、森林の化学性にかかわるほか、精神的向上に効果があるのは、日本人が森と接してきた民族からなること(次項)も関係する。

(7) 文化機能は、人々(個人、民族)の精神的、文化的、あるいは知的向上を促す機能であり、かつての森の民・日本人の歴史性・民族性・地域性に関わる機能である。日本の気候・風土は豊かな地域性を生み出してきたが、地域性の形成には風土とともに文化的要素が深くかかわっていることは否定できない。したがって、森林は風土の構成要素としても、歴史性・民族性に大きく影響する要因としても地域性の形成に特に重要な役割を果たしている。また、本機能の存在は、森林が単なる“もの”として有用なだけでなく、“こころ”に対して大きな影響を与える存在だという根拠となっている。

最後に、(8) 物質生産機能は、森林の利用に関わる主に経済的な機能である。しかし、この機能を発揮させるためには、物質を森林生態系から系外に取り出す

必要がある。したがって、一時的にせよ森林生態系の活動が発揮する環境保全機能等を損なう可能性がある。すなわち、環境保全機能等とトレードオフの関係にある。環境保全機能等を損なわない利用法、言い換えれば、森林の環境容量の範囲内で当該森林を利用することが「持続可能な森林の利用・管理」であり、(7)までの機能とは異質の原理に基づく機能といえる。

4 森林の多面的な機能の特徴

ここで森林の多面的な機能の特徴を整理しておくことは、以後の議論や森林への理解を深めるために有効である。

森林の多面的な機能の最大の特徴は極めて多様な機能を持つことである。その理由は、森林の立地条件やタイプや来歴によって機能の発現の仕方が異なるほか、「森林の原理」に述べたように、日本人が生活のほとんどの場面で森を利用し、森に親しんできたため、具体的な項目を挙げれば極めて多くの種類となるような、そんな恩恵に与ってきたことによる。しばしば、日本人にとって森林は「子供にとっての母親のようなもの」とたとえられる所以である。

しかしながら、それぞれの機能は単独では必ずしも強力ではない、つまり、限界を持つことも理解しなければならない。そして、一つ一つはそれほど強力ではないが、多くの機能を重複して発揮でき、総合的に強力なことが森林の機能の第二の特徴であろう。にもかかわらず、実際に森林の機能が論議されるときには単独の機能についてのみ論議されることが多く、注意を要する。

さらに、環境保全機能などで森林のみが単独で作用する現象が少ないことから分かるように、他の環境の要素と複合して発揮される機能も多い。また、森林の異なる部分、例えば、樹冠と土壌層では作用が異なることもある。これらは、機能の重複発揮性ととともに、森林の機能の評価を難しくしている特徴でもある。

なお、森林の機能には、管理のために重視する順番のようなものも存在し、森林の機能の「階層性」と呼ばれている。すなわち、生物多様性保全機能や土壌保全機能、バイオマス生産機能などが基礎的な機能であるのに対し、水源涵養機能や快適環境形成機能、木材生産機能などは前者の機能の発揮を前提として発揮されることが多い。さらに、文化機能や地球環境保全機能の発揮は、上述した多様な機能の発揮や広域にわたる森林の存在を前提として発揮される機能であ

ると言うことができる。

5 機能の価値の歴史性と地域性

森林が有り余るほどに存在する場合には、森林の多面的な機能の価値は意識されないのが普通である。しかし、何らかの理由で森林が減少すると初めてそれらの価値が意識され始め、森林の消失が進むとその価値は飛躍的に高くなる。したがって、多面的機能の価値は時間的（歴史的）にも空間的（地域や国別）にも変動すると言える。

かつての日本では数百年にわたり里山が荒廃した。人々は建築材、燃料材、肥料や飼料として森林バイオマス全体を過酷に利用した。そのため、山崩れや土石流、それらによる下流への土砂流出、あるいは洪水の氾濫や水飢饉が相次いだ。したがって、人々は森林に土砂災害防止機能や水源涵養機能を求めた。

現代ではむしろ奥山の森林の質の低下が問題視されている。すなわち、かつての大面積皆伐によって原生林は急峻な高標高地域や山地がそのまま海に接している地域等の中にわずかに残るだけとなり、皆伐跡地の天然生林や拡大造林により植栽された人工林も必ずしも健全な状態ではない。そのため、絶滅危惧種や希少種の保護、野生動物の密度管理等に関連して生物多様性保全機能が注目されている。また、快適環境形成機能や保健・レクリエーション機能、あるいは文化機能が都市化の進展とともに重要性を増していることは言うまでもない。

一方、途上国では 20 世紀の後半になって、商業伐採や農地造成等による森林の減少が加速した。そのため、かつての日本と同様に、森林の土砂災害防止機能や水源涵養機能が求められている。

このように、森林の多面的な機能の価値は森林の状況やそれを取り巻く社会の状況によって歴史的にも地域的にも変化することになる。

6 農地・農村との関係、都市との関係

1) 結合の希薄化

往時ほどではないが、いままも農業、特に、稲作と森林との関係は深い。例えば、

現代の稲作においても、概算で渇水比流量（流況曲線上の 355 日流量）1mm/day 以上のきれいな水を必要とする（佐藤、1992 年）。また、すでに述べたように、森林を離れた都市においても森林との結びつきを断ち切ることはできない。例えば、都市の住民は飲料水の確保のため、一人あたり 300～500m² の水源域が必要であり、下水処理水の希釈のため、さらに一人あたり 900～1,000m² の水源域が必要である（丹保、1976 年）。また、森林は河川とともに、自然教育、環境教育の場として重要な役割を果たしている。さらに、情操教育の場としても、日本人の「こころ」を育む場所として、森林は農村とともに重要な役割を果たしている。

しかしながら一方で、都市と周辺農村や森林との結びつきは、あるいは農村と森林との結びつきさえも、近年一段と希薄になっている事実も否めない。すなわち、市場経済原理の下で高度に発達した都市社会は食料や原材料、エネルギー等を海外や国内各地から導入することで成立しており、必ずしも周辺地域に依存していない。農山村部でさえも、地元の生産物に依拠しない都市的生活が営まれている。その結果、遠距離輸送に不向きな水資源など特殊なものを除くと、周辺の森林や農地の多様な価値が忘れられがちになってきている。そればかりか、宅地の開発や廃棄物の不法投棄など、都市の膨張や都市生活の負の影響が周辺の森林や農地に及んでいる状況にある（近年ようやくそれらの点が認識され、森林や農業の多面的機能が注目されるようになったことはすでに記した。その結果、環境教育、情操教育の場として森林を見直す動きが活発化したと言える）。

このように現代の森林と農村や都市との関係は極めて不安定であり、このような状況をどう理解するかによって森林の価値評価は変わってくるものと思われる。さらに、21 世紀における森林と農村や都市との関係、特に、エネルギーと物質の多投入によって成立している巨大都市（それが過剰な人口を収容している）と森林との関係をどう構築していくのかが重要である。都市の実態を考慮しない単純な共生の論理だけでは持続可能な森林の管理は不可能であるとの指摘がある。それらを踏まえた上で、わが国にとってどのような森林が必要であるかを考えることが、将来の森林の価値の妥当な評価につながるものと思われる。

2) 国土管理における森林の新しい位置づけ

上述の点に関する考え方の一例を以下に示す。

都市化を極端にまで強めつつある 21 世紀の日本では、財貨の生産のみを目

的とし、化石エネルギー、原子力エネルギーなどの集中的消費によって、その財貨獲得を最大にしようとする、生物学的には消費のみの「都市・産業」域、一粒の種からできるだけ多くの生物生産を獲得しようとする、農地・スギヒノキ人工林等の「生産緑地」域と、多様な生物群の連鎖のもとで生物群の安定な存在を太陽エネルギーのみを駆動力として成立・存続させる「自然生態系」の「保全域」の、三領域を明確に意識して、国土を計画・管理する必要がある。

第一の領域の評価は、端的に言えば財貨「金」の獲得である。物事を価格で評価できる領域である。経済的効用（価格・金）万能に近い近代の末においては、卓越的な価値を持つごとく扱われる領域である。第三の領域は、ヒトを生物種の一つとして扱うことが必要な場である。はびこりすぎた人間は、集団としては入り込まないことでその価値（価格ではない）を「保全」するしかない場合が多い。生物多様性の価値を価格で置き換えることはできないと言われるような価値を持つ地域であり、自然林や自然河川の領域である。第二の領域はその中間の価値を持っている。価格で評価できる活動が、価値的効用と並列に存在している。「農地・森林の多面的機能」などという課題が出てくる理由である。

第二の領域である「生産緑地」は、「農地」と「森林」で特徴がいささか異なる。いくつかの特徴的差異を挙げるとすれば、駆動エネルギーの違いがその一つである。農地は「緑の革命」と呼ばれる 20 世紀の土地生産性の大増強を化石エネルギー（人工肥料・機械化）の大量投入で可能にした。太陽エネルギー駆動系である本質を、人工エネルギーで大修飾した系となっている。かんがい系についてもその色彩を濃くしている。また、生産物である食料は都市域との間で 2 年をサイクルとする短期の循環が可能な系であり、その評価も食料等の生産により、財貨をどれだけ獲得するかという価格基準の評価が中心にある。WTO 体制の中での問題は価格評価による市場経済システムに食料が乗っている上でのその他の価値がどのようなものであるかということになる。それに対して、同じ生産緑地であっても森林（人工林）は、駆動するエネルギーのほとんどが太陽エネルギーであり、生産物の循環は都市域との間で 50～100 年という長期のものであり、その回帰ルートも農産物のように直接的ではない。しかも、数十年にわたってその生態系が比較的安定に保たれることから、より短寿命の生命活動系にとって（時にはヒトにとってさえ）自然生態系とかなり近い働きを示すことになる。

ヒトが生きていくときに必要な清浄な水を得るための水源として、「保全域」、「人工林」は似たような働きを示すことになる。動物の一種としてのヒトが都市の喧騒に耐えられないときにヒトが触れ得る自然として、「天然林（保全域）」には一般に踏み込みがたい際にも、「人工林」はその代替を計画的・定量的に果たすことができる。また、はびこりすぎた人間が都市と農業域の間に人工の境界制御を計画する場合、また、農業域が自然生態系域に進入しないように国土を計画する場合にも、存在の時定数が大きくて、生物系としての慣性力と包括力を持った人工林生態系は、時定数のより短い諸生物のための擬似保全域として、都市化した国土の上で大きな役割を果たすことになる。これが、人工林による木材生産という價格的側面に対する、擬似保全域としての価値的側面である。

7 経済のグローバル化と林業

地球規模での物資の移動は大航海時代に始まったが、市場経済原理に基づく世界的な自由貿易が活発化したのは20世紀の後半である。特に、戦後日本においては丸太の輸入関税が事実上真っ先に撤廃され、工業製品の貿易と同様に、価格競争に支配される自由貿易によって日本には安い外材が大量に流れ込んだ。以後、30年以上に及ぶ外材の活発な輸入は、国産材の自給率低下をもたらし、一方で鉄やコンクリート等の普及も手伝って、日本林業の不振が続いた。さらに、工業化・都市化による若年労働者の流出もあって、山村の過疎化に拍車がかかり、その機能が崩壊するなどの大きな影響をもたらした。

くり返しになるが、一方で皮肉にも日本の森林は量的に豊かになっている。すなわち、治山・砂防事業の効果や戦後に植えられた人工林の成長、さらには、結果的に海外の森林に依存している最近の木材消費動向の影響もあって、日本の森林の蓄積が急速に増加している。一方で、おもに途上国の森林が破壊され、当該地域と地球の環境問題が起こっている。途上国やシベリア等での持続可能性を無視した略奪的林業や非伝統的な焼畑等による森林の減少・劣化はよく知られており、その補償措置を意識したと思われるような、森林の修復を目指したODA（政府開発援助）等の援助が行われている。他方、国内では、林業を通じての森林管理やその波及効果が薄れ、大きな問題となっている。

これに対し、主に環境保全の観点から持続可能な林業生産を進めるため、森林原則声明、アジェンダ 21、モントリオール・プロセス、森林認証制度、ラベリング運動など、多様な国際的取組がなされている。しかし、現実には十分な効果が上がっているとは言えない。国内では、林業振興政策が繰り返し試みられてきたが、木材価格は低迷したままで、不利な地形的条件や社会的条件を克服してピンチをチャンスに変えるほどの努力はみられなかった。

なお、1992 年に開催された国連環境開発会議（UNCED）では、森林資源の適正な利用と管理が先進国と発展途上国に共通の問題であることが確認され、森林原則声明やアジェンダ 21 では、持続可能な発展（Sustainable Development）が共通認識となった。すなわち、環境の保全や賢明な資源利用を通じて、社会経済の発展を持続させていこうとするものである。そして、わが国は、ヨーロッパ以外の温帯林 12 か国が参加するモントリオール・プロセスに合意した（1995 年）。そのような森林経営とは、社会経済の発展に必要なサービスを供給するものであり、森林の多様な機能を発揮させるものである。モントリオール・プロセスでは、生物多様性の保全、森林生態系の生産力の維持、森林生態系の健全性と活力の維持、土壌及び水資源の保全と維持、地球的炭素循環への寄与の維持、社会のニーズを満たす長期的・多面的な社会・経済的な便益の維持と増進、森林の保全と持続可能な森林経営のための法的・組織的及び経済的な枠組、の 7 指標がうたわれている。わが国は、わが国独自の自然、文化、生活様式に立脚した森林の扱いが求められているのである。

8 21 世紀社会の展望と森林

21 世紀には地球や地域の環境を保全し、「循環型社会」を構築する必要があることについては、すでに一定の合意が形成されているように見える（日本学術会議も循環型社会特別委員会を設けている）。それにはまず、森林生態系との共生の可能性が大きい「山村」に循環型社会を構築することから始めるのも一つの方法であり、北欧諸国など、この面での先進国の事例が参考になる。

その場合も含めて、以下の三つの理由で“森林の持続可能な管理・経営を推進するための国際規制が不十分な”現行の木材の自由貿易制度を変更する必要がある。すなわち、世界の森林は依然として減少しあるいは劣化し続け

(略奪的林業の影響も大きい)、地球や地域の環境の悪化が加速していること、日本では逆に、林業の衰退が山村社会の正常な営みを崩壊させ、その結果、林業地以外も含めて、森林・山地の必要な管理に影響がでていること、輸送エネルギーの消費が少ない地元の木材を、地元でのカスケード的利用に供することは循環型社会の基本であること。なお、¹⁾ に関して日本学術会議第6部第17期対外報告では、環境の保全と脱「物質・エネルギー」を柱とする循環型社会では、森林・自然環境の保全、自然エネルギー・バイオマスエネルギーの利用、バイオマス資源のカスケード的利用は必須であるとしている。

環境の保全や持続可能な森林の管理・経営を目指して、現行の木材の自由貿易制度を変更させようとする試みは、森林認証制度やラベリング運動などによって実行段階に移っている。しかし、市場経済メカニズムに支配された現行の木材貿易制度は容易なことでは変更されないだろう。したがって、場合によってはWTOの場で、直接、木材貿易の「環境保全貿易」化を主張すべき時期にきているという指摘もある。これは、環境立国を志向するわが国の Japan Perspective にふさわしい主張であると言うこともできよう。

国内では、近年の森林の蓄積の増加を前提とし、人々の森林に対する多様なニーズに応えるため、新しい森林整備の方針が議論されている。その場合にも、国内での努力とは別に、上述の問題は看過できない重大な課題であろう。

さらに、農業政策での食料保障に関わる部分は、森林では「計画的な資源の備蓄と利用」の問題に相当し、「資源基本計画」(新しい森林・林業基本法では「森林・林業基本計画」として策定中)が具体的な対応であろうが、結局は森林整備の問題に帰着するだろう。しかし、前述したように、林業が極めて不振なため蓄積が大幅に増加している現実がある。そのため、むしろ国産材の需要の喚起に腐心している状況である。

一方で、21世紀の山村には、従来の林業に代わり、「こころ」の豊かさを満足させ、新しい価値観を醸成させるための、教養や文化、教育にかかわる「森林産業」、すなわち「森と人を結びつける新産業」を育成すべきであるとの意見もある。第6節で述べた森林と都市との関係を想定するとき、広い意味での「森林保全・管理産業」とともに、そのような新産業も不可欠であろう。

9 林業経済学における森林の評価

1) 多面的な機能の従来の評価法

森林は、木材生産・バイオマス生産をはじめとする多面的な機能をもち、単独の機能発揮ではなく、総合された機能を発揮するものであり、経済学の視点から見れば、「結合財」、「結合資産」の性格を持っていると言える。

従来、林業経済学においては、森林から発生する木材などの林産物の生産・流通にかかわる、主として「市場財」の観点での市場価値を中心に据えて、森林を経済的資源として捉え、認識してきた。

しかし、森林の本来の特質からいって、生産機能以外の環境機能、文化機能など、公益的機能の維持や発揮は、人間にとっても、自然にとっても重要な機能であり、単純に市場価値のみによって評価することは妥当ではない。

とくに、地球規模での温暖化緩和、気候システムの安定化などの機能をはじめ、地域における国土保全機能、水源涵養機能などの環境保全機能、大気浄化などの快適環境形成機能は、その機能の及ぶ限りは、利用者を差別なく、排除することもなく受益させ、極めて高い公共性を有している。しかし、これらの機能は（プラスの効果であっても）社会的経済的に正当に評価されることなく、無限に自由に享受できる自由財のごとく扱われてきた。

近年になって、市場的利益を目的とする森林経営・森林施業の拡大のため、前述の環境保全機能の減退などマイナスの効果が広がり、当該機能の回復が社会的必要

度を高め、「市場の失敗」の一つとして意識され、公共経済学的対応が必要となった。また、関連して公共的必要度の高い森林についての保安林政策の展開があった。しかし、広く森林の環境保全機能の受益者を特定できないこと、また、必ずしも金銭的に正確に環境便益を確定できないこと等から、すべての森林に対する受益者負担を決定できず、公共経済学的対応にも限界が生じていたと言えよう。

また、保健・レクリエーション機能、文化機能などについては、対象森林の持つ特質や受益者の性質によって価値判断の差が生じ、明確に価値尺度を決め得ない経過があった。そのため、一部利用者に対する料金制など、市場化への移行が見られたものの、本格化するに至っていない。

他方、外材輸入の定着化、木材市場での競争の激化による国内林業の停滞が、森林への適正な持続的循環的投資を妨げてきている。

2) 環境経済学等の方法による評価

地球的規模の環境破壊の進行に伴い、環境保全のための経済学的研究の必要性が増し、新たな分野として環境経済学が生まれている。この分野では、人間にとっての環境財・環境資産に関する研究、自然にとっての、人間の営為によって発生した正、負の財・サービス及び資産に関する研究が行われ、森林に対する経済学研究としては、従来の林業経済学とは異なる新たな展開であるといえよう。森林の多面的な機能は、結合財、結合資産として、環境経済学研究での新たな価値財、新たな価値を持つ資産と位置づけられる。

環境経済学の分野では、以上の視点より、多次元での評価基準を設定し、多様な評価方法を開発している。それらを森林の公益的機能の評価に適用する試みも進んでいる。その手法としては、評価する機能を市場性を持つもので代表させる間接的非市場評価法（代替法等）と、仮想的な機能を設定して設問形式で人々の支払い意志額等を計測する直接的な非市場評価法（仮想評価法 CVM）に大別される。

前者のうち代替法は、環境の機能を市場財の機能で置き換えた場合の費用を基に環境価値を推定する方法で、原理的には分かりやすく客観性を持つ手法だが、便益そのものの価値を示すことには限界を持つ。さらに、トラベルコスト法、ヘドニック法は一定の信頼性が得られている手法であるが、前者が野外レクリエーション、後者が地代や賃金などとの関連性が強い地域財の性質を持つものみの価値しか計測できず、一般的な環境の価値を評価する手法としては限界がある。一方CVMは、環境が改善（あるいは破壊）されたと想定した場合の支払い意志額（あるいは受け入れ補償額）をアンケートにより被験者から直接聞き出し、それを基に環境の貨幣価値を評価する手法である。これは、現実の市場データに基づくのではなく、評価の対象範囲が非常に広く、したがって、市場とほとんど関係がない野生動物の価値や森林生態系の価値の評価が可能となったとされている。

しかし、完全な情報がなく、本来価格のないものを、市場を仮定し貨幣価値で一元的に評価する方法には根強い批判もある。そこで、環境と人間活動の状態を産業連関表あるいは国民所得勘定表などの形を借りて表し、その相互関係を包括的に（統計的に）評価する「環境勘定」、「環境経済統合勘定」と呼ばれる手法も開発されている。

以上のような困難にもかかわらず、環境や森林の貨幣価値評価を実施した例は内外に存在する。林野庁は、おもに代替法を用いて森林の公益的機能の貨幣評価を数度にわたり試みている。国連による、いわゆるグリーンGDP(国内総生産)もそのような評価の一例である。すなわち、国連は、従来の経済分析に用いている国民経済計算では経済活動が環境に与える悪影響を考慮していないため、「環境経済統合勘定(Integrated Environmental and Economic Accounting)」を提案した(1993年)。経済活動に伴う環境の悪化(外部不経済)を自然資本の損失と考えて貨幣表示し、公害などの発生産業の帰属環境費用を計算に加え、純生産から控除して評価する方法(環境調整済み国内総生産、一般にグリーンGDPと呼ばれている)が提案されている。しかし、環境の便益は評価されておらず、したがって国連の計算はこれを含まないという欠陥がある。また、地球生物圏の生態系全体が行うサービスを価格評価した大胆な例もある(R.Costanza, et al.(NATURE)、1997年)。

一般に森林の機能は適正に管理されないと十分に発揮されない場合が多い。また、市場価値を追求することによって機能の低下が起こることがある。森林が公共地であれば、前者の場合の管理費や、後者の場合の補償費は一般に公費で賄われるのが妥当である。しかし、私有地の場合、私有財としての経済的利益(最近はとみに低下しつつあるが)との競合の問題のほか、保安林制度との兼ね合い、管理の義務の有無、土地の処分権のあり方等、問題は極めて複雑である。

しかし、森林は人類・自然共通の基本財産であり、公私を問わず共通基盤としての社会資本的性格を持つ。したがって、この観点での社会的費用の配分という財政的措置が必要であろう。

10 多面的な機能の評価の新しい視点

1) 評価の基本姿勢

これまでの議論を総括して、森林の多面的な機能の評価に対する基本姿勢を整理する。

まず、森林の原理やその多面的な機能の意味についての説明で述べたように、森林は人類や地球の生物にとって、あるいは日本人にとって、不可欠なもの、かけがえのないものであり、全体としては、単に定量評価の対象とするよりもより「根源的な意味を持つもの」として認識しなくてはならない。

具体的には、生物多様性保全機能や文化機能は、人類や生物にとって、あるいは日本人にとって「森林の根源性」に基づいて発揮される機能であり、本質的に既往の定量評価には耐え得ない機能である。したがって、これらの機能に関しては、その全体的意味を説明し、具体的事例を挙げてその価値に対する理解を図ることが適当である。しかも、このような機能が存在するということは、森林の多様な機能の中に仮に定量的評価が可能な機能があったとしても、それらは多面的な機能の一部を評価したにすぎないということを示している。

森林の機能は、総合的に発揮されること、あるいは、環境保全機能などでは他の環境の要素と複合して発揮されること、文化機能などでは人間の精神的・文化的、あるいは教育的活動と複合して発揮されること等の基本的特性をもっている。したがって、森林の価値を個々に評価し単純に集計するなどの行為自体が森林の本質を歪曲して伝えることになる可能性がある。しかも、ある機能を評価した場合、往々にしてそれ以外の機能が無視される傾向がある。このことは森林の多面的な機能の個別評価の際に、実際に最も危惧される点である。

2) 定量的評価の指針

しかしながら、森林の多面的機能の一部について、定量的評価が行われていることも事実である。例えば、森林で覆われた丘陵地を開発して宅地を造成する場合などに設置が義務付けられている防災調節池の容量計算は、ほぼ森林の洪水緩和機能の定量的評価とみなせるが、既に30年以上の実績がある。また、気候変動枠組条約の締約国会議で議論されている二酸化炭素の「森林吸収分」の計算は、森林の多面的機能の定量評価のホットな実例である。ほかに、とくに物理的な機能には定量化が可能なものはあろう。そこで、定量化に当たっての問題点を整理する。

(1) 森林は立地条件等の違いにより発揮する機能の種類も大きさも異なる。したがって、国土保全、水源涵養、物質生産などの機能では、日本全国の森林を対象とするマクロな評価においても、(定性的評価においても、)原則的には類似する林分ごとの機能の評価を積み上げて行うべきである。しかし、実際にはデータが未整備であるという壁がある。つまり、評価結果はデータの精度に依存する。

(2) また、特に人工林では、伐採や更新、成長の過程(年齢)により森林の状態が著しく変化するので、時間的な平均の状態を想定したり、平均できる地域の

規模

を特定する必要がある。しかし、林木の成長は長期間にわたるので、その間に、第5節で述べたように、価値そのものが変わる可能性が大きい。したがって、ある時点、すなわち、現時点で評価する方がよいとする意見がある。

(3) 各種機能の評価にあたっては、基準 reference をどこに置くかを明確にしなければならない。これまでの評価では、漠然と森林のない状態（裸地）を基準とするケースが多いが、原生林の状態（潜在植生）が想定されている場合もある。さらには、人間の努力によってもっと高いレベルが想定可能であるとも言われる。しかし、人間の営為によって遷移が停止・安定した二次林（里山など）では、「放置したら」、すなわち管理を放棄したら何が悪くなるかを明確にして、現在の状態を選ぶべきである、という意見もある。

原則的には「最初に安定的な森林があった」という意味の現存植生が基準となろう。森林があることにより発揮されていた機能が、何らかの作用を受けて森林が消失あるいは変質した場合、当該機能がどの程度変化したかは原状と比較するのが最も明確だからである。しかし、それを表現する場合は、一般的には森林がない状態を基準にする方が理解され易い。すなわち、日本でもかつて森林のない状態を経験しており、途上国では現に森林がない状態が存在する。他方、水質浄化機能のように、開発によって森林が農地化あるいは都市化される場合を想定し、それら他の土地利用と比較すると理解されやすい場合もある。

結局、各機能一律に基準を設定することには無理があり、“人々が各機能を正確に理解する”ことを優先すべきであるので、個別機能ごとに最も理解されやすい基準を明示して評価するのが妥当のようである。このことは、基準が異なる評価結果を積算することの無意味さを示唆している。

(4) 一部では評価法を明示して貨幣評価が行われている。しかし、貨幣評価の現状は、「適当な代替物を見出し得ない」、「とうてい真の価値評価に至らない」、「どのような評価結果であっても、結果が一人歩きしてしまう恐れがある」等の表現で示される段階である。つまり、現状では貨幣評価を行い得る機能とそうでない機能を峻別して価値の意味づけを深化させていく必要がある。したがって、定量的評価、特に貨幣評価を行う場合は、森林の多面的な機能の本質を十分理解し、評価に関する諸々の事情や評価法に関わる諸特性をも十分理解した上で、評価の際の仮定と基準を明示して行うことになるであろう。

(5) 一方、現在の物理的定量評価などの現状を見ると、評価の精緻化が必要

である。その場合、地域の細分化により評価結果の向上を図る（データの整備が先決）、機能発揮メカニズムの解明促進により評価結果の向上を図る、評価法の開発・改良により評価結果の向上を図る、複数の評価法を適用する、等が考えられる。

11 今後の課題

前述したように、森林の多面的な機能の評価の精度は（定性的評価も含めて）森林のデータの精度に依存するが、残念ながらわが国の森林データの精度は必ずしも満足すべきものとは言えない。そこで、森林情報の一層の整備が第一の課題と言える。

すでにこの件に関しては、日本学術会議林学研究連絡委員会がその重要性に鑑み、「新たなわが国の森林情報システムの構築に向けて」を対外報告として取りまとめている（2000年7月）。すなわち、同対外報告では、持続可能な森林管理の重要性に鑑み、森林現況等の変化を確実に把握できる新たな森林情報システムを構築するため、森林生態系モニタリング調査の継続的な実施と調査内容の充実、高分解能衛星データの活用等による森林GIS (geographic information system)の早急な整備促進、既存情報及び継続的に得られる情報の管理システムの構築、各種森林情報の積極的な公開と信頼性の確保、について早急に取り組むことを提言している。

森林行政の方向が木材生産重視から多面的機能重視に転換された現在、上述の森林情報システムは、より多面的機能評価可能なシステムにする必要がある。そのためには、森林科学関係者だけでなく、地球科学や教育学等の関係者も加えて、幅の広い項目のデータを対象とすべきである。もちろん、森林管理のためには森林行政外の地域の情報も対象となり、環境行政や国土交通行政等との連携も必要である。

次に、森林の多面的機能の評価を向上させるためには、各種個別機能の発現メカニズムの研究を推進する必要がある。森林の多面的な機能の特徴については既に述べた。その中でも指摘したように、他の環境の要素と複合して発揮される場合や他の森林の機能と重複して発揮される場合が多い。一般に機能の発現が物理機構に基づくものに関しては、分析的定量的研究も必要である。社会学

的に解明すべき機能や心理学的、医学的に解明すべきものもあろう。多面的機能の評価法の開発・改良に関する研究推進の必要性は言うまでもない。

また、森林の機能にはまだ知られていない機能が存在するかもしれない。このことは 20 年前には生物多様性保全機能が注目されていなかった例を挙げれば理解できよう。不幸にして地球上での森林の減少がさらに進めば、ある量の森林が維持していた意外な機能が発見あるいは重視される可能性もある。そのような事態を回避するよう人類は積極的に努力するとともに、この面からも森林の研究をさらに進める必要がある。

森林の多面的な機能の発揮は今後ますます重要性を増すだろう。その機能を十分発揮させて人類の生活を向上させるためには、多くの人々との連携が大切である。近年は森林と都市との交流、上流と下流との交流など、多くの連携が芽生えているが、教育者を巻き込んだ連携など、多様な連携をさらに進める必要がある。あらゆるルートを通じて森林の多面的な機能を理解してもらう必要がある。そのためには国民が直接森林に関与できるいろいろな仕組みを充実させる必要がある。

一方で、都市や下流域に積極的に緑を育成することも多くの面で重要である。防風林が多様な生物種であふれている事実がある。都市内や新たな埋立地に多様な豊かな環境林の造成を一層推進する必要がある。

森林の保全、持続可能な利用のために、公的支援体制や新たな森林産業の創出も含めた「森林に対する新しい国民的対応の枠組」が生まれることを期待してやまない。

12 森林の多面的な機能各論

第 3 節に示した分類に従い、それぞれの機能について、「内容と機能発現のメカニズム」及び「定量的評価の可能性及び機能の価値を理解するためのコメント」を示す。

(1) 生物多様性保全機能

遺伝子保全

生物種保全

植物種保全
動物種保全（鳥獣保護）
菌類保全
生態系保全
河川生態系保全
沿岸生態系保全（魚つき）

樹木を中心とする生物群集とそれを取り巻く無機的環境からなる森林生態系は、地球上で最も大規模で複雑な生態系で、多数の植物種、動物種、菌類が生存している。また、無機環境の相違に応じたさまざまなタイプの森林が存在する。これらが遺伝子レベル、種レベル、生態系レベルの生物多様性を保全している。また、そのような森林の存在は、流域の水循環や物質循環を通して、河川生態系や沿岸生態系の形成・保全にも役立っている。

森林には、人間活動の影響をほとんど受けていない天然林、伐採などの人間活動の結果でき上がった二次林、もっぱら木材生産のために単一の樹種を植栽した単層・複層の人工林など、さまざまな種類があるが、それぞれが保有する生物群集は固有のものであり、「生物多様性の保全」のためにはこれら多様な森林をそれぞれ維持することが大切である。すでに長い時間的経過（歴史）を持つ里山の二次林は天然林では見られない新たな生態系を生み出した。スギやヒノキの人工林は、「拡大造林」の時代に無節操に奥山の天然林を伐採して造成されたものがあるため、その限りでは天然林の生物多様性を減少させた。しかし、たとえ単層の人工林といえども、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こと、そして、他の土地利用、例えば農耕地に比べると、はるかに生物多様性は高いこと等も認識する必要がある。

また、いわゆる天然記念物には森林に関わるものが多く、具体的に「地域性」の創出に貢献している。

現在までに野生生物の種数は世界で約 180 万種が知られているといわれる。全生物の種数の推定値となると 5,000 万種という記述もある。植物を例にとると、世界で 30 万種、日本では約 5,500 種が見られるという。これらの数字は文献によりまちまちであるが、森林はその大半を保有していると言われている。

また、絶滅危惧種の種数や個体数、あるいは、ある種の動物の個体数は一部調査されており、この意味で生物多様性保全機能の種レベルでの定量的評価が全く不可能ということはない。

しかし、生物の多様性は、地球上に生命が誕生してから生物が進化して多くの種に分化し、それらが複雑な相互関係を持ちながら生きている様子を実際に示しているものである。そして、その価値には、現在その価値が認められていない種であっても将来人類に必要と認識されるようになる可能性が含まれている。また、森林は長い地球の歴史を通して形成されたものであって、その存在そのものが、人類が歴史的な存在であることの証となっている「かけがえのない存在」である。

したがって、森林の生物多様性保全機能の全体は、生物進化や人類生存の意味、さらには現自然環境の意味にもかかわる根源的な機能である点も含めて、特に現在という時点で貨幣評価を行うことは不可能であるといえる。

しかしながら、植物種のあるものは園芸品種の原種として、また、植物に限らず、いろいろの種や遺伝子が薬品開発の原材料として注目され、市場価格を形成することがままある。さらに、多くの絶滅危惧種や希少種の保存にかかる費用は、それらの個体数の減少に反比例して増加し、場合によっては多額の費用と大きな努力が費やされることはトキやアホウドリの例でよく知られている。

(2) 地球環境保全機能

地球温暖化の緩和

二酸化炭素吸収

化石燃料代替エネルギー

地球気候システムの安定化

緑色植物である樹木は、大気中の二酸化炭素を吸収して光合成を行い、大気中に酸素を放出するが、一方では呼吸により二酸化炭素も放出する。また、土壌微生物も有機物を分解して二酸化炭素を放出する。その結果、「極相」と呼ばれるような安定した森林では、二酸化炭素に関しては、吸収と放出が均衡する状態に到達する。すなわち、二酸化炭素が森林に吸収・固定されるのは、森林が全体として成長過程にあり、蓄積が増加している期間（吸収が放出より多い）だけである。当該森林の木材生産を考慮する場合は、その森林から生産され、人々が

使用中の木製品が保持している炭素量も含めて、炭素の貯蔵量が増加している期間が対象になる。

しかし、地球の森林の多くが過去に伐採され、あるいは放牧等で衰退したため、そのような場所に残存する森林や新たに植栽された森林は、現在、先進国を中心にむしろ蓄積を増加させている。したがって、そのような森林では、成熟期に至るまでの間は二酸化炭素吸収機能を発揮し得る。

二酸化炭素は温室効果ガスであり、大気中の二酸化炭素濃度の増減が地球の気温を上下させるメカニズムはよく知られている。そして、森林の二酸化炭素吸収効果が高く評価されるのは、もともと大気中の二酸化炭素の総量が少なく、その微小な増減が気温を大きく変動させるため、森林の取扱いによって変化する二酸化炭素の量が無視できないからである。したがって、伐採によって減少する場合も、植栽・成長によって増加する場合も評価の対象となる。

一方、酸素は大気中に 21% 近く存在し、今のところ森林からの放出量が影響する地球規模の自然現象は知られていない。したがって、ここでは地球環境保全機能としての酸素供給機能は採りあげなかった。森林が酸素を放出しているのは事実だが、それを容易に高純度の酸素として利用することができず、他の面でも大きな役割は期待できないからである。

ところで、森林バイオマスが燃料として使われる場合、市場価値を持つ燃料としての価値のほかに、化石燃料エネルギーを代替することによる価値を認めてよい。

すなわち、森林バイオマスエネルギーの消費は、新たな森林の光合成によって取り戻せる循環型エネルギーの消費であり、その分、化石燃料を消費させないことによる二酸化炭素放出防止効果が期待できる。

上述のような地球温暖化緩和機能のほかに、森林にはあまり知られていない地球環境保全機能がある。すなわち、森林の林冠はその地域のアルベド（反射率）を小さくし、樹冠遮断蒸発と光合成にともなう蒸散作用によって地域の蒸発散量を大きくする。したがって、森林の広がりは大気大循環にも影響を及ぼし、地球気候システムの安定化に役立っている。温暖化は将来の話であり、しかも本質的には化石燃料の消費に起因する話であるが、森林の消失による気候システムの不安定化は現在の話であり、注意を要する。

日本の森林の二酸化炭素吸収量は森林の成長量、国産材の消費量等から定量

評価が可能であろう。化石燃料代替分としての森林バイオマス消費量も推定可能であろう。このうち、林野庁は、森林の成長量をもとに二酸化炭素吸収量を97,533千トン/年（1995年時点）と推定している。一方、日本は列島状の島国なので、周囲の海面の影響が大きく、地球気候システムの安定化に対する日本の森林の効果は小さい。

（3）土砂災害防止機能 / 土壌保全機能

表面侵食防止

表層崩壊防止

その他の土砂災害防止

落石防止

土石流発生防止・停止促進

飛砂防止

土砂流出防止

土壌保全（森林の生産力維持）

その他の自然災害防止

雪崩防止

防風

防雪

防潮など

森林土壌は孔隙（間隙）に富む上、落葉落枝や林床植生が土壌の表面を保護するので、雨水はほとんど地中に浸透する。そのため、地表流が発生する裸地面に見られる「表面侵食」はほとんど発生しない。また、日本の森林の大部分は山腹斜面上に存在するが、そこでは樹木の根系が表層土を斜面につなぎ止めることによって「表層崩壊」を防いでいる（基盤岩や厚い堆積層が崩れる深層崩壊は防げない）。しかも、豪雨の際に発生する崩壊はほとんど表層崩壊なので、「森林には侵食防止機能がある」と言われる。さらに、平地の少ない日本では斜面の下部が生活の場となっていることが多く、森林は土砂災害防止機能を持っていると言える。

地形学的にみると、これらの侵食現象は土地の隆起と平衡しているとみられ、森林（植生）は侵食形式を表面侵食タイプからマスマーブメントタイプに変え

ているにすぎないとも指摘できるが、人間の寿命や、かつて森林が荒廃し土砂災害が多発した数十～数百年の時間スケールで考えると、森林は土砂災害防止機能を持つと評価してよい。

森林は、条件がよければ落石や土石流の防止、海岸での飛砂の防止も可能である。また、侵食された土砂が下流に流出すると河川の氾濫や濁水などの被害をもたらすので、土砂流出防止も重要な機能である。しかし、流出土砂量が極端に減る時期が続けば、河床低下や海岸侵食も起こる。

以上は森林の侵食防止機能を災害防止の観点から評価したものであるが、表面侵食防止に代表される表層土の保全是有機物に富む土壌層が流出するのを防ぐものであり、森林の生産力の維持に極めて有効である。したがって、森林生態系において極めて重要な養分循環の観点から、森林の「土壌保全」機能を別個に評価することができる。

森林にはその他の自然災害防止機能として、雪崩防止や防雪、防風、防潮等の機能がある。雪崩防止林、防雪林、防風林等はこれらの機能を積極的に利用して災害を防ごうとするものであり、防災林と呼ばれる。これらはむしろ人間が森林に強く働きかけることによって生まれる機能といえる。

なお、土砂災害防止機能とその他の自然災害防止機能、さらに水源涵養機能は、併せて森林の「国土保全機能」と呼ばれる。

本機能は全体的に物理的メカニズムによって発現される機能なので、データの量と精度に応じた定量的評価が可能である。表面侵食防止機能や表層崩壊防止機能の場合、評価は健全な天然林を基準として行うのが妥当であるが、適切に管理された人工林でもほとんど変わらない（健全な天然林でも表層崩壊は多少発生する）。機能の最大ポテンシャル量は風化土層の量であろうが、例えば、既往最大崩壊発生面積率は最大でも 10%程度（数十 km²の流域レベルで）なので、荒廃山地で発生した土砂災害による崩壊土砂量や流出土砂量の調査結果、あるいは現地斜面での観測データから推定するほかないだろう。

なお、林野庁は、地質区分ごとの有林地・無林地別侵食土砂量の差から日本の森林の表面侵食防止量（林野庁資料では「土砂流出防止量」と表現）を 51.61 億 m³/年、また、単位面積あたり有林地・無林地別崩壊面積率の差から日本の森林の表層崩壊防止面積（一部、その他の崩壊を含む）を 96,393ha/年と計算している。

(4) 水源涵養機能

洪水緩和

水資源貯留

水量調節

水質浄化

森林は、おもに森林土壌のはたらきにより、雨水を地中に浸透させ、ゆっくりと流出させる。そのため、洪水を緩和するとともに川の流量を安定させる。また、森林から流出する水は濁りが少なく、適度にミネラルを含み、中性に近い。このように、森林の存在が川の流量や水質を人類社会にとって都合がよいように変えてくれるはたらきを森林の水源涵養機能という。

洪水緩和機能は、森林が洪水流出ハイドログラフのピーク流量を減少させ、ピーク流量発生までの時間を遅らせ、さらには減水部を緩やかにする機能であり、おもに雨水が森林土壌中に浸透し、地中流となって流出することによって発現する。すなわち、森林がない場合に比べ、山地斜面に降った雨が河川に流出するまでの時間を遅らせる作用である。しかしながら、大規模な洪水では、洪水がピークに達する前に流域が流出に関して飽和に近い状態になるので、このような場合、ピーク流量の低減効果は大きくは期待できない。

水資源貯留機能は、上述の機能を水利用の観点から評価したもので、無降雨日に河川流量が比較的多く確保される機能、言い換えれば、森林があることによって安定な河川流量が得られる機能である。一般にわが国の河川は急流であり、貯水ダムの容量も小さい。このため、洪水流量の大部分は短時間に海まで流出する。そこで、森林が流出を遅らせることは、無効流量を減少させ、利用可能な水量を増加させることを意味し、水資源確保上有利となる。

以上の機能は森林流域からの流出と森林を消失した荒廃流域（代替流域として都

市化流域が用いられる）からの流出を比較したとき明瞭に示され、森林を「緑のダム」と称する根拠となっている。しかし、流況曲線上の湯水流量に近い流況では（すなわち、無降雨日が長く続くと）、地域や年降水量にもよるが、河川流量はかえって減少する場合がある。このようなことが起こるのは、森林の樹冠部の蒸発散作用により、森林自身がかかりの水を消費するからである。

一方、水質浄化機能は、森林を通過する雨水の水質が改善され、あるいは清澄なまま維持される機能である。これらは、森林土壌層での汚濁物質濾過、土壌の緩衝作用、土壌鉱物の化学的風化、飽和帯での脱窒作用、さらには A₀ 層（落葉落枝及びその腐植層）や林床植生の表面侵食防止効果等によって達成される。

このように、森林の水源涵養機能の仕組みは、森林のはたらきを森林土壌のはたらきと樹冠部のはたらきに分離してみると理解しやすい。また、降雨が河川に流出するまでには地形条件や地質条件の影響を受ける。それらを森林の作用と誤解しないように注意する必要がある。さらに、森林は水を生み出すわけではないこと、湧水流量が減少する場合もあること、しかしながら、水資源確保上有利であること等、一見矛盾する事実を含めて、森林の水源涵養機能を正しく理解することが必要である。結局、私たちが知っている森林の水源涵養機能は、降水量が多く、急流河川の多い日本の自然条件下でのみ成り立つ部分もあるのである。

なお、森林の水源涵養機能の限界に関して、以下のような認識が了承された。

森林の洪水緩和機能の定量化は、森林の有無の対比や森林伐採等の前後において降雨に対するピーク流量や降雨からピーク流量発生までの時間差を比較するなどの方法でなされており、少なくとも調査対象流域においてはピーク流量の減少や時間的な遅れが見られるなど、洪水緩和機能の存在が実証されている。また、治水上問題となる大雨のときには、洪水のピークを迎える以前に流域は流出に関して飽和状態となり、降った雨のほとんどが河川に流出するような状況となることから、降雨量が大きくなると、低減する効果は大きくは期待できない。このように、森林は中小洪水においては洪水緩和機能を発揮するが、大洪水においては顕著な効果は期待できない。

なお、治水計画、利水計画は森林の機能でカバーし得ない流況変動に対して、ある水準までは安全・安定を確保したいとする要求への対応計画である。治水・利水計画の策定にあたっては、実績の流量ハイドログラフが用いられており、森林地を広範に含む土地利用から流れてくる流量データを用いて洪水や湧水の頻度を解析し、被害の軽減を図る形で計画が立てられている。したがって、あくまで森林の存在を前提にした上で治水・利水計画は策定されており、森林とダム両方の機能が相まってはじめて目標とする治水・利水安全度が確保されることになる。治水・利水の水準は時代が求めるものであり、その高度化に伴い、森林のもつ静的な、あるいは自然的調整と、ダム貯水池等による動的な、人

工的調節が、その機能分担を果たしながら車の両輪として進むことになるろう。

森林で覆われた丘陵地を開発して宅地を作る場合などに設置を義務づけられている防災調節池の容量計算は、ほぼ森林の洪水緩和機能の定量的評価の例と見てよい。つまり、小流域規模の定量的評価は行政的に実施されている。したがって、マクロなレベルでも何らかの方法で定量化が可能であろう。

水資源貯留機能についても何らかの指標を定めて計算すればよい。いくつかの指標による総合的評価が理想的である。水文特性に従って全国を地域区分し、評価するアイデアが紹介された。水質浄化機能に関しては、比較の対象が他の土地利用（例えば、農耕地や都市化流域）になるろう。流出水の水質レベルを区分して計算する方法も考えられる。

なお、林野庁は、日本の森林の洪水緩和量を $1,107,121\text{m}^3/\text{sec}$ 、水資源貯留及び水質浄化の評価の基礎となる森林への降水浸透量を $1,864.25$ 億 $\text{m}^3/\text{年}$ と試算している。しかし、これらは文字どおり試算の域を出ず、必要なデータを得、評価法を工夫するなど早急な評価の精緻化が必要であろう。

(5) 快適環境形成機能

気候緩和

夏の気温低下（と冬の気温上昇）

木陰

大気浄化

塵埃吸着

汚染物質吸収

快適生活環境形成

騒音防止

アメニティー

森林生態系の構造や活動の、おもに大気やエネルギーの循環に関わる物理的な作用の中にはより快適な環境を形成する一連の機能がある。特に、現代人の大半が暮らしている都市の生活環境をより快適なものとするために、それらの機能が積極的に利用されている。それらは、先に述べた防災林の場合と同様に、

人間が森林に強く働きかけることから生まれる機能である。

森林は蒸発散作用を活発に行って潜熱として消費するエネルギーを増加させ、結果的に湿潤な夏の気温を低下させる機能がある。また、乾燥した冬には気温を上昇させる可能性が指摘されており、これらは森林が持つ基本的な物理的性質である。したがって、森林には気温緩和効果があり、一般には快適環境形成機能として認識されている。夏、ヒートアイランドと呼ばれる大都市内に点在する森林の内部は、気温の低下と木陰の効果により絶好の憩いの場になる。近年積極的に進められている屋上緑化をはじめとするさまざまな都市緑化の試みは、こうした森林の気候緩和効果を積極的に利用しようとしたものである。

樹冠による塵埃の吸着、汚染物質(硫黄酸化物、窒素酸化物)の吸収は、樹木にとっては災難だが、都市林の重要な機能である。また、樹林帯の防音効果を利用した騒音防止、遮蔽効果を利用したプライバシー保護も森林生態系の構造を利用したものである。

さらに、都市住民は常に心理的・生理的ストレスを受けていると言われる。都市林はそのようなストレスを軽減し、人々の暮らしに安らぎと潤いを与え、快適な生活環境をもたらす。

街路樹や高速道路の樹林帯は、ほぼ快適環境形成機能を総合的に利用したものと言える。今後、自然と共生できる快適居住空間として森林の近くで住むこと等も含めて、さらに利用が進むであろう。

本機能の発現も基本的には物理的メカニズムによるので、個々の定量的評価は不可能ではない。ただし、人の感情にかかわる部分の評価には次項と同様の事情がある。

(6) 保健・レクリエーション機能

療養

リハビリテーション

保養

休養(安らぎ、リフレッシュ)

散策

森林浴

レクリエーション(遊び)

行楽
スポーツ
つり

これらは森林と人間の肉体的あるいは精神的ふれあいから生まれた森林の機能である。森林は、肉体的(生理的)、精神的(心理的)ストレスを持った人間にとって、安らぎや癒しの効果をもつ空間である。また、フィトンチッドに代表される、樹木からの揮発性物質による直接的健康増進効果が認められている。したがって、「森林浴」や散策が好まれるほか、健康の回復を図る療養施設や、休養あるいは健康の維持増進を目的とする保養施設は森林地域に造られることが多い。

森林空間はまた、上述の特徴を持つほかに、日常を離れた斜面空間、水辺空間、高標高空間等を持つ自然空間である。したがって、散策、ピクニック、ハイキング、つり、キャンピング、オリエンテーリングなどの行楽やスポーツが森林の場で行われる。フィールドアスレチックや登山などによって、さらに積極的に自己の肉体的、精神的向上を図ろうとする人々もいる。

21世紀の高度に発達した社会では、肉体的あるいは精神的健康への人々の関心がさらに高まるものとみられ、本機能の価値も高まるものと思われる。

本機能における個々の事例の価値は、関わった人々の価値観に直接左右されるので、CVMによる評価が考えられるほか、トラベルコスト法による評価など、概して貨幣的価値が直接評価可能であるという特徴がある。

(7) 文化機能

景観(ランドスケープ)・風致

学習・教育

生産・労働体験の場、

自然認識・自然とのふれあいの場

芸術

宗教・祭礼

伝統文化

地域の多様性維持（風土形成）

遠い祖先が長い間森の中で暮らし、稲作伝来後は農業と森林の管理・利用が一体となった農山村社会の中で暮らしてきた日本人は、原体験として森林と接した経験を持っている。しかも、きわめて強い親和的一体感のおかげで、日本人はむしろそれに気づくことなく自然の影響を受けてきた。その間に森林は日本人の自然観を形成していったばかりでなく、感性、思考、思想など、日本人の「こころ」のあらゆる面に多大な影響を及ぼしたのである。具体的な例をあげれば、森林ランドスケープは行楽の対象、芸術の対象として人々に感動を与える。ところで、ランドスケープに対する西欧の人々の理解と愛着の深さに比べれば、日本では森林ランドスケープから受ける感動の深さについて、まだまだ理解されてない部分が多い。もしそれが十分理解されるなら、森林の文化機能に対する評価はさらに高まるであろう。おそらくこの他にも、森林にはまだ十分に認識されていない文化機能がかなり存在するものと推察される。

森林がこのような文化機能を備えているために、森林を用いた、あるいは森林の場での学習・教育は、単なる自然や環境に対する体験や正確な知識の習得だけにとどまらない。情操教育効果も十分見込めるし、さらに芸術的モチベーションを高揚させ、宗教心を高めるのである。このような観点から、日本の学校教育においても現在は森林環境教育がきわめて重要な位置を占めるようになっている。

一方で日本の伝統文化は森林文化を基盤とした稲作文化として形成されたものであるから、森林の存在は伝統文化の継承・発展に不可欠である。さらに、日本の気候・風土は豊かな地域性を生み出してきたが、風土の構成要素としての森林は地域の多様性の創出・維持に貢献している。すなわち、森林の存在は森林文化・稲作文化の基盤としても、風土の構成要素としても、地域の形成に大きくかかわっているのである。

このように、森林の文化機能は日本人の精神・文化に関わる機能、すなわち、日本人の「こころ」にかかわる機能であり、個別事例の評価は別として、本質的に定量的評価ができない機能である。ましてや日本人のこころを育んだ森林の文化機能を貨幣的に評価することは、日本人のこころを値踏みすることになり抵抗感が強い。個別事例においても、代替物のない場合が多いと思われる。

(8) 物質生産機能

木材

燃料材

建築材

木製品原料

パルプ原料

食料

肥料

飼料

薬品その他の工業原料

抽出成分

緑化材料

観賞用植物

工芸材料

森林の物質生産機能は、人類の発生以来、森林の最も重要な機能として人々に認識されてきた。特に日本人はかつて森の民であり、日本人にとって森の生産物は生活必需品であり、同時に生活を豊かにする材料であった。

森林の物質生産の第一は言うまでもなく木材生産である。近年、日本の木材市場は低迷し、木材の価格の低落が続いている。しかし、value が下落したら worth も下落するのだろうか。

木材は、炭素の貯蔵庫(生活・社会空間の中の森林)として機能すること、少ないエネルギーで加工でき、商品化できること、有力バイオマス資源として、いわゆる「資源のカスケード的利用」の最上位に位置すること、焼却の際にも化石燃料の代替エネルギーとして利用可能であること等、来るべき循環型社会に最も適した「循環可能な資源」である。すなわち、循環型社会とは、持続可能な生物資源としての「木材の有効性」が最も発揮され得る社会で、木材の worth はむしろ増加するものと思われる。

森林は木材のほかにも多くのものを生産する。特用林産物と称されるこれらの中にはウルシやキリなど日本の工芸文化の基礎をなすもの、きのこ等木材の取引額を超えて重要な経済品目となっているもの、セルロースやヘミセルロー

スをはじめ、これからの発展が期待される抽出成分等の化学物質、緑化植物、庭園材料、観賞用植物等がある。

一般に、森林の物質生産機能は、各物質ごとに、市場流通量に市場に出回らない量（自家消費など）を推定付加することによって定量的評価が可能であり、貨幣評価すなわち市場価格が形成される。しかし、市場価格が必ずしもその worth を示すものではないことに注意する必要がある。

（用語解説）

拡大造林：天然林を伐採した跡地や原野などに植栽すること。わが国特有の呼称であって、一般には、かつて森林のあったところに人工林を仕立てるのであれば、再造林。草地や耕地などの無立木地に造成するのならば裸地造林。

林分：森林をある面積で区画したその部分。直線は無限であるが、線分は一定の長さを持つものをいうように、無限の広がりを持つ森林の一部を区画したもの。

森林原則声明：1992 年の国連環境開発会議で採択された「全ての種類の森林経営、保全及び持続可能な開発に関する世界的合意のための法的拘束力のない権威ある原則声明」で、183 か国が合意した。まだ締結されていない森林条約に代わるもの。

モントリオールプロセス：持続可能な森林経営のために守るべき基準・指標に関する国際的合意のうち、アジア太平洋地域 12 か国（アメリカ、ロシア、カナダ、ニュージーランド、韓国、チリ、中国、メキシコ、日本、アルゼンチン、ウルグアイ）の温帯林・亜寒帯林を対象としての 7 つの基準・67 の指標の、1995 年の合意を言う。

森林認証：持続可能な森林の管理・経営を行っていることを FSC（森林管理協議会）などの民間の認証機関が検査し、保証すること。

ラベリング運動：持続可能な森林経営から生産された木材を認証して、特定のラベル（エコラベル）をつけ、それ以外の木材を買わないようにする運動。

カスケード的利用：cascade は滝の意味。資源を、順を追って有効に利用する手法につけられた呼称。木材の場合は、まず建築材として利用し、解体後は家具や集成材として再利用し、最後は燃やしてエネルギーとするなどの利用法をいう。

蓄積：木材の容積を材積といい、ある森林の立木幹材積を合計したもので、通常 m^3 で表す。

更新：伐採により、あるいは火災や気象災害により消失した森林が新しくなること。植栽や播種による人工更新と自然力による天然更新がある。

齢級：植付けから始まる森林の年齢である林齢を、一定の幅でくくったもの。一般に5年をひとくくりにし、林齢1~5年を 齢級、6~10年を 齢級・・・と数える。

12企第380号
平成12年12月14日

日本学術会議会長 殿

農 林 水 産 大 臣

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

標記について、日本学術会議法（昭和23年7月10日法律第121号）第4条の規定に基づき、別紙のとおり諮問する。

(別紙)

国土・自然環境の保全等の農業及び森林の多面的な機能は、国民生活及び国民経済の安定に重要な役割を果たしているが、外部経済効果として発揮されるものであることから、その価値を定量的に評価することは困難な面がある。

農業及び森林の多面的な機能の定量的な評価については、農林水産省における試算やOECDなど国際機関における検討がなされているが、現時点では幅広い学術分野からの横断的な研究は少ない。

学術的知見に基づく定量的な評価は、農業及び森林の有する真の価値について我が国のみならず国際社会における正しい理解と社会的な認知を得ることにもつながるものであり、その多面的な機能の発揮を確保することは、地球環境や人間生活の安定に資するものである。

このような視点に立ち、特に定量的な評価を含めた手法や今後の調査研究の展開方向の在り方などを中心に、幅広い見地から「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」について学術的な調査審議をしていただきたく、諮問する。

特別委員会及びワーキング・グループ委員一覧

特別委員会

- 委員長 祖田 修 第6部会員 京都大学大学院農学研究科教授
幹事 野上道男 第4部会員 日本大学文理学部教授
幹事 太田猛彦 第6部会員 東京大学大学院農学生命科学研究科教授 (森林の多面的機能に関するワーキング・グループ座長)
松尾正人 第1部会員 中央大学文学部教授
毛里和子 第2部会員 早稲田大学政治経済学部教授
横井弘美 第3部会員 名古屋学院大学経済学部教授
丹保憲仁 第5部会員 放送大学長
佐藤晃一 第6部会員 松山大学教授 (農業の多面的機能に関するワーキング・グループ座長)
鴨下重彦 第7部会員 賛育会病院長

農業ワーキング・グループ

- 座長 佐藤晃一 前記
松尾正人 前記
横井弘美 前記
毛里和子 前記
石井龍一 第6部会員 日本大学生物資源科学部教授
祖田 修 前記
谷口 旭 第6部会員 東北大学大学院農学研究科教授(水産業・海洋の多面的機能 担当)
富田正彦 第6部会員 宇都宮大学農学部教授
中野政詩 第6部会員 東京大学名誉教授
生源寺眞一 東京大学大学院農学生命科学研究科教授
永嶋義隆 日本農業土木総合研究所調査研究第一部長

森林ワーキング・グループ

座長 太田猛彦 前記

野上道男 前記

丹保憲仁 前記

鴨下重彦 前記

鈴木和夫 第6部会員 東京大学大学院農学生命科学研究科教授

池淵周一 京都大学防災研究所教授

北村昌美 山形大学名誉教授

鈴木雅一 東京大学大学院農学生命科学研究科教授

福岡克也 東亜大学大学院教授

特別委員会及びワーキング・グループ オブザーバー

小前隆美 農業工学研究所農地整備部長

桜井尚武 森林総合研究所研究管理官

袴田共之 農業工学研究所農村環境部長

平尾正之 中央水産研究所経営経済部長

吉田泰治 農林水産省政策研究所政策研究調整官

審 議 経 過

農業・森林の多面的機能に関する特別委員会

- 第1回 平成13年1月22日
 - ・諮問の趣旨と内容、現状認識について
 - ・今後の審議の進め方について
- 第2回 平成13年2月15日
 - ・諮問に関する現状認識について
 - ・今後の審議の進め方について
- 第3回 平成13年3月 5日
 - ・多面的機能の基本的な考え方について
 - ・ワーキング・グループの検討の進め方について
- 第4回 平成13年6月19日
 - ・多面的機能の考え方について
 - ・多面的機能の範囲について
 - ・ワーキング・グループ報告について
- 第5回 平成13年8月20日
 - ・答申案（素案）について
- 第6回 平成13年9月25日
 - ・答申案について

農業・森林の多面的機能に関する特別委員会役員会

- 第1回 平成13年4月27日
- 第2回 平成13年8月 8日
- 第3回 平成13年8月27日
- 第4回 平成13年9月25日

農業・森林の多面的機能に関する特別委員会

農業の多面的機能ワーキング・グループ

- 第 1回 平成13年3月 5日
- 第 2回 平成13年3月27日
- 第 3回 平成13年4月27日
- 第 4回 平成13年5月22日
- 第 5回 平成13年6月19日
- 第 6回 平成13年6月19日（特別委員会合同）
- 第 7回 平成13年6月29日
- 第 8回 平成13年7月 9日
- 第 9回 平成13年7月23日
- 第10回 平成13年8月 1日

農業・森林の多面的機能に関する特別委員会

森林の多面的機能ワーキング・グループ

- 第 1回 平成13年3月 5日
- 第 2回 平成13年4月 6日
- 第 3回 平成13年4月27日
- 第 4回 平成13年5月29日
- 第 5回 平成13年6月19日（特別委員会合同）
- 第 6回 平成13年6月19日
- 第 7回 平成13年7月 3日
- 第 8回 平成13年7月17日
- 第 9回 平成13年7月31日
- 第10回 平成13年8月17日