

(2) 健全な水循環に果たす森林の役割

ROLES OF FOREST IN NOMAL WATER CYCLE

太田猛彦*

Takehiko OHTA

1 “水”に対する人々の要望の変化と対応する森林の機能

社会の「持続可能な発展」の基礎として、水管理の面では「流域における“健全な水循環系”の確保」が叫ばれている。森林は流域の水循環において、おもに涵養域（浸透域）の地表条件を規定する存在として機能し、その量と質と変動に大きな影響をおよぼし、流域の下流部に暮らす人々の営みに深く関わっている（太田、1996a）。いま、水に対する人々の要望とその対応策、さらに関連して森林に求められる機能を歴史的に列記すると、概略、表1のようになる。

表1. 水に対する人々の要望と対応する森林の機能

人々の代表	水に対する要望	主要な対策	対応する森林の機能
農民	1. 農業用水の確保 -水あらい-	ため池 慣行水利権	流量平準化（低水流出期間増加） -水資源涵養-
産業資本家	2. 水害防止 土砂災害防止 -治山治水-	堤防 砂防ダム 緑化工	洪水緩和（ピーク流量低下・直接流出量減少） 侵食防止（表面侵食防止・表層崩壊減少） -国土保全-
第二次産業人	3. 水資源確保 -工業用水・発電用水-	貯水ダム	流量平準化（無効流出量減少） -水資源涵養・緑のダム-
都市の住民	4. 水質保全 -おいしい水-	浄水場 水質規制	水質浄化 -水資源涵養-
都市の住民	5. 安定給水 -利水安全度-	貯水ダム 節水	流量平準化（渇水緩和？） -水資源涵養・緑のダム-
都市の住民	6. 自然生態系の保全 （河畔林・河川生態系 ・沿岸生態系の保護等） -自然保護-	ビオトープ 多自然型川づくり	生物多様性の維持 生物生息域の保存 -生態系維持-
世界の人々	7. 地球気候システムの安定 地球温暖化防止 -sustainable development-	気候変動枠組条約 （CO2排出規制）	蒸発散作用（蒸散・樹冠遮断蒸発） 温暖化緩和（CO2吸収） -地球環境保全-

太田猛彦：森林と水と都市、森林文化研究（17）17-29（1996）より引用、一部改変

* 東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, the University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo, Tokyo, Japan 113-8657

(注) 健全な水循環系：河川流域を中心とした水循環の場において、利水と治水に対する国民の要望が充足され、同時に、自然環境・生態系保全に果たす水の機能が損なわれないなど、水循環における種々のバランスと持続可能性が保たれた状態

2. 社会及び森林の変化と新しい森林管理方式

経済・社会の進展、都市の膨張、地球環境問題の顕在化等に伴って森林の機能に対する人々のニーズが変化してきている。一方で、近年日本の森林は全体的に蓄積を増加させている。このため、従来の森林管理方式は全面的な見直しを迫られており、これに替わる新しい森林管理方式が模索されている。

まず、森林の復活・成長（樹冠部の変化・土壌層の変化）とその影響を列記すると以下のようなになる。この事実をしっかりと認識することが現代の森林問題を考える前提となる。途上国の森林問題とは別次元であることを理解して欲しい。

1) 生態系の変化：里山の林相変化・人工林1000万ha

→マツ林の衰退とマツクイムシ対策

→人工林の適切な管理と花粉症対策

2) 侵食様式の変化：表面侵食の消滅、表層崩壊の減少、土砂生産量の減少

→河床の低下と海岸侵食の進行

→深層崩壊対策（土砂災害対策の見直し）

→流砂系の総合土砂管理（河川におけるハード対策と生態系保全の調和問題も視野に入れて）

3) 水循環・水収支の変化：流出量の減少、流量の平準化

→森林土壌保全重視から新しい水資源対策（量とその変動と質の確保）を志向した森林施業へ

上述した森林の状況を踏まえて、森林の機能に対する人々の新しいニーズを満たす森林の管理方式を実現するためには、いま一度森林存在の原理・原則に立ち返って森林の機能を見直す必要があると筆者は主張している。例えば、以下に示す森林の機能の基本的な特徴は十分認識されているであろうか。

○森林の機能の三大特徴（文献4）の第5章「流域管理と森林管理」を引用）

最近、河川管理、森林管理、農用地管理など、国土管理にかかわる各セクターから「流域管理」の必要性が強く指摘されるようになった。「健全な水循環」、「流砂系の総合管理」、「上下流交流の必要性」、「流域の自然環境保全における各セクターの役割」、「ビオトープネットワーク」などがその内容を示すキーワードであろう。その中で森林は、水質の保全、水資源涵養、国土保全、流砂量のコントロール、自然生態系の保全、自然景観の保全、人々の健康とレクリエーションへの寄与等をうけもたされている。

しかし、林業の不況によりかつてのいわゆる「予定調和」は機能せず、森林管理への公的助成の一層の増額が叫ばれている。この場合、最大のネックとなっているのが森林の各種社会的機能の科学的評価である。残念ながらその点での森林科学の実力は未だ不十分であることを認めざるを得ないだろう。しかし、森林の各種機能を分析的・定量的につきつめるだけでは、森林の本当の価値を正確にとらえたことにはならない。森林の管理を考えると、以下に示す森林の社会的機能の三つの特徴を理解して欲しい。

1) 森林はきわめて多様な機能を持つ：森林には社会的機能あるいは公益的機能と呼ばれる実にさまざまな機能が存在する。それらは、通常、木材・きのこ等の物質生産機能、環境保全機能、保健・文化機能、さらに、地球上の生物多様性維持の根幹である森林生態系維持機能などに大別され、それぞれの機能はさらに細分化されて認識されている。例えば、環境保全機能については、自然災害防止機能（国土保全機能）や水源涵養機能ばかりでなく、沿岸海域保全機能や地球環境保全機能なども注目されていることは周

知の事実である。森林の社会的機能の第一の特徴は、森林はきわめて多様な機能を持つということである。

しかしながら、森林がなぜこのように多様な機能を持つかを正面から論じた文献は少ない。筆者は、森林（植生）は地形、地質、気候とともに、もともと自然環境を構成する要素の一つであり、人類が生存している地球上の現環境は、森林が地球上に初めて出現した約4億年前から陸域に森林が存在することを前提として少しずつ形成されてきたものであり、森林の中から生まれ出た人類にとってそれは生存そのものを保障する基盤の一部であり、ほとんどの場面で森林が有益であるのは当然のことと説明している。この推論の延長として筆者は、地球環境史的観点から、過去の森林が現在の自然環境や天然資源を形成した機能（現大気環境の形成、地球気候システムの安定化、化石燃料の生成、生物多様性の獲得、肥沃な森林土壌の生成など）をもっと認識すべきだとも主張している（太田、1996b）。

2) 森林の価値は総合的に評価されるべきものである：森林の機能が持つ第二の特徴は、多様ではあるが、一つ一つの機能は単独では必ずしも強力ではないということである。単独で最も強力なはずの木材生産機能でさえ、今日の日本では経済的に成り立ちにくい。ほかにも侵食防止機能など、かなり強力な機能もあるが、おしなべて森林の機能は単独ではあまり強力ではない。しかし、一つ一つは強力ではないが、多くの機能を重複して発揮でき、総合的に強力であることが森林の機能の特徴である。

しかるに、一般に森林の機能が議論の俎上にのせられるとき、単独で勝負させられる場面が多い。しかし筆者は、このような評価方法は森林の価値の評価法として必ずしも適正であるとは思っていない。第二次世界大戦後の世界を支配する社会的規範である西欧合理主義の手法は、世の中の事象を分析的・定量的に解析し、その結果を積み上げて当該事象の全体像を評価する方法であり、たとえば大蔵省への予算要求もこの方法にのっとっている。しかしこの方法は、森林の価値の評価法としては、森林にとってきわめて不利な方法である。例えば、生物多様性維持機能をどのように定量的に評価するのか。その生物多様性の価値そのものも、人類の歴史上ほんの少し前に見いだされた価値であるように、まだ発見されていない森林の機能があるかも知れない。それをどう評価するのか……。残念ながら、ある森林の価値は、それを分析的・定量的に把握するだけでは不十分であることを、西欧合理主義的に説明しうる賢者がまだ現れていないと言わざるを得ない。

3) 森林の機能は階層的である：第三は、森林の多様な機能には管理上重視すべき順序があるということである。近年、森林行政を進めるにあたって、属地的に重視すべき機能を選定して森林管理を実行することが議論されている。例えば国有林では、すべての森林を国土保全林、木材生産林、自然維持林、森林空間利用林（保健・文化的利用）などと、重視すべき機能によってゾーニングし、適切な施業が行なわれている。しかしその際、人間にとって望ましい機能を勝手に森林に押しつけられるわけではなく、また、各機能はどれも並列的にその機能の発揮が可能なのでもない。すなわち、森林の各種機能には、より本質的な機能からより融通のきく機能まで、いわば階級のようなものが存在する。

最も基本的な機能は表面侵食や表層崩壊などを防止する侵食防止機能である。とくに表層崩壊を防止する機能は、斜面上で森林自身が生きていくために不可欠な機能であり、同時に土石流まで含めた土砂災害を防止する機能でもある。さらにこの機能に関して言えば、それが発揮されなければ森林は存在し得ないので、森林の他の機能を考慮する余地がない。すなわち、まず侵食防止（土砂災害防止）機能が発揮されて森林の成立が可能となり、その上で森林の成長（バイオマス生産機能あるいは木材生産機能）が見込まれる。さらに森林が成長した場合に、他のさまざまな機能の発揮が期待できるのである。侵食のポテンシャルが高く、侵食防止機能もおぼつかない急斜面上で木材生産機能を追求して天然林を伐採し、スギを植えてしまった。その結果、表層崩壊が多発した……。という戦後の苦い経験を忘れてはならない。

一方、本シンポジウムの中心課題の一つである森林の水源涵養機能は、通常、洪水緩和機能、水資源確保機能、水質浄化機能などの総称である。これらの機能は主に森林土壌の働きによるところが大きい。したがって、一般に侵食防止機能が発揮されて森林土壌が発達することが、水源涵養機能が発揮されるための前提条件ということになろう。しかしながら、すでに見たように、渇水期には樹木の蒸発散作用により

森林の水消費が進み、森林の生理と人間の利害が対立する場面が出てくる。このような場合、森林に手を加えて私たちに役立つように森林を作り変えることも予想される。つまり、いわゆる森林の渇水緩和機能は、森林が持つ本来の機能を制御して得られる、より人為的な機能と位置づけられる。

森林の持つ多様な機能相互間のこのような関係は、「森林の各種機能は階層性を持つ」という言葉で表現されている。筆者は、図1に示すようなイメージでこの概念を説明している。すなわち、現実の森林には、高山の崖に張りついて100年経っても1mしか成長しない森林のように、侵食防止機能のみしか発揮できないものから、手入れの行き届いた複層林のように、きわめて多くの機能を重複して発揮できるものまで多様に存在する。

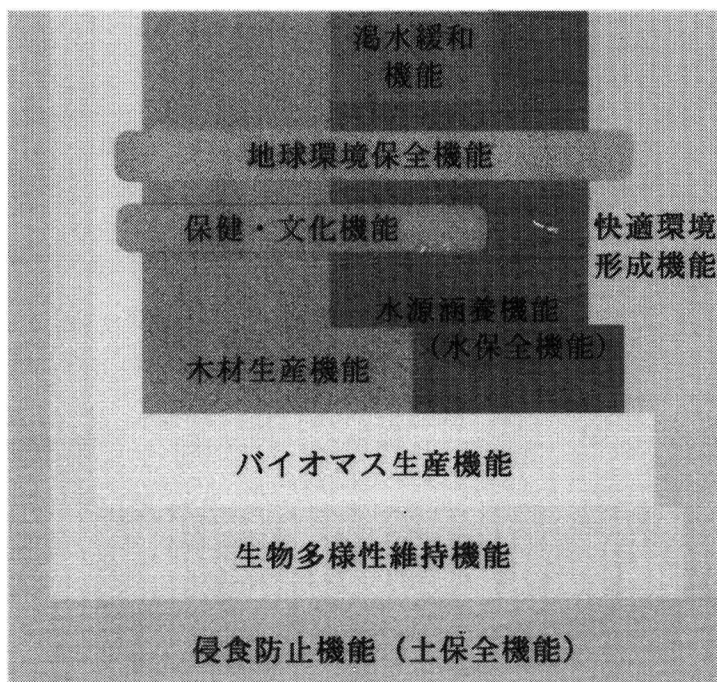


図1 森林の機能の階層構造（イメージ図）

なお、ゾーニングの際、重視する機能の種類によって、それが対象とする森林のサイズには、小は「小班」単位から大は地球規模まで、適切な大きさが存在することも認識する必要がある。

森林の現代的管理はそれだけでも巨大な課題である。私たちはこの課題を科学的な裏づけのもとで克服していかなければならない。一方、現代の水管理もきわめて複雑かつ総合的な大問題である。すなわち、本シンポジウムで筆者に与えられたテーマは、“森林”ワールドと“水”ワールドの接点にある問題であるといえる。どちらの管理にも総合的、複眼的な視点が必要である。その上で当面の結論としては、「森林の機能の総合的な高度発揮を目指す中で、水資源涵養・水資源保全にも資する森林管理が必要である」といえる。

3. 森林が水問題の解決に向けて取り組まねばならない課題

具体的な課題として筆者は以下の3点を主張したい。

1) 最初に述べたように、水循環における森林の位置づけは、おもに浸透域（涵養域）の地表条件を規定するものである。そして、この浸透域においても「汚染」が問題である。事実上林地肥培が行われていない現状では、森林施業を原因とする汚染はほとんど問題にならない（マツクイムシ対策としての薬剤の空中散布等、多少の問題は残っている）。それよりも、森林地域に都市廃棄物の最終処分場が建設されたり、

ゴミの不法投棄が増加している問題の方が深刻である。問題解決のためには、森林流域での水質形成機構の解明、流域の地球化学的特徴の把握等、広義の物質循環に関わる研究の深化が必要である。

2) もう一つの森林が関わる水問題として、水循環の自然環境（生態系）保全機能をも考慮した水資源管理の方策を考えていく必要がある。この問題の一部が文献5)で論じられているので、是非参照してほしい。

3) さらに、水供給の安定化（利水安全度の確保）への森林管理からの支援を科学的な裏づけのもとで行っていく必要がある。これについては文献3)を含む「河川」619号の特集を参照されたい。

参考文献：

- 1) 太田猛彦（1996a）：森林と水循環、森林科学（18）26-31
- 2) 太田猛彦（1996b）：農業土木技術者のための森林保全学（その1）森林生態系の活動とその機能、農業土木学会誌 64(1) 61-66
- 3) 太田猛彦（1998）：森林と水、河川（619）14-23
- 4) 太田猛彦（1998）：水源地としての中山間地と森林、日本学術会議シンポジウム・中山間地の農業問題・農学総合化への道（その3）「水源地域としての中山間地」講演集 6-13
- 5) 太田猛彦・高橋剛一郎編著（1999）：溪流生態砂防学、東京大学出版会 pp246