

水源かん養機能に対する森林と土地の在り方

九州大学農学部 竹下敬司

水源かん養を考える上で、まず問題になるのは資源としての総量であり、ついで現実的には、そのうち、どれくらいの量が利用可能かどうかということであろう。

九州地方は全国的にみて多雨地に該当し、年間平均約2,200mmの降水があるが、高温地方であるためか、蒸発散量による損失も800mm余と多く、差引き残りの1,400mmに相当する量が、河川等を流下して、現実の資源としての対象量となっている。

この資源量を増やすためには、積極的には降水量を増やすこと、消極的には損失量を減らすことが必要である。また、この資源量は年間の日時によって大巾な変動を示す河川水であるため、それを安定供給量に変換しうる施設の投入（取水施設、貯水ダム等）が必要であり、更に、これらの人工施設の利用率の大小に影響を与える流域環境の状況が問題となってくる。以下、述べるように森林と林地とは、これらの機構、特に損失と、利用率に関して重大なかかわりをもっている。

(1) 降水量と森林＝森林は雲霧を誘い、また、着葉によつて雲霧をとらえて林内雨をもたらす等の増雨効果があるものと想像されているが、明確な裏付データがなく、また、いずれにしても、その量は、それ程大きなものではないと考えられている。

(2) 損失（森林と蒸発散）＝森林を構成する植物は大型樹木であるため、よくウツ閉した林地からの総蒸発散損失は800mmにも達し、草本・かん木類の草生地よりも300～400mmも多く、自然界では最大のものとなっている。一般の通念からは、森林があればその流域から出て来る水は、林地以外のそれよりも多いのではないかと想像されているのであるが、観測データは逆の結果となり、森林がない方が、むしろ、損失が少なくて良いのではないとも考えられる結果が出ている。

(3) 河川水利用の現状＝先述のように、九州では年1400mm相当の河川流量があるのであるが、このうち30～35%に相当する450mm程度の水は、最近の水源開発以前からの農業用水、発電用水、河川自体の環境保持や漁業に必要な流量として優先的に確保しておくべき量となっており、上水、工水や新規開発用農水などに必要な水源としては残りの950mmからの取水を行うこと

が必要となっている。数字を見る限りにおいては、取水は極めて簡単のように思えるのであるが、既得権の対象となつている450mmの水は、平水流量以下の、非常に利用しやすい、低水位流量（常時流れている）であるのに対して、残りの950mmの水は、平水流量よりも高水位の、利用しにくい流量（年内の1/3～1/2以下の日頻度でしか流入が期待されない）となっているのが特色である。従つて、前者に対しては自然流入もしくは小規模施設による利水が可能であるのに対して、後者に対しては、大規模な取水施設やダムが必要となり、しかも利用率が低下している。

(4) 利用率と流況＝ダムへの流入量から無効放流量を差引いた量を利用流入量と考へ、年間流入量に対して、年間利用流入量の占める割合を利用率とする。この利用率に関する明確なデータはないが、その流域の流況が、均等であるほど、利用率は高まるものと想像されている。流況の均等性は、河況係数（最大流量/ 濁水流量比）、流況係数（豊水流量/ 濁水流量比）や「豊水流量と濁水流量との差」等が小さいほど良好であり、更にこれらの値は、流域内の土壌と地質、基岩傾斜、とくに土壌によって強く規制されている。即ち、土壌粗孔隙率が高く、風化層の厚さが大きいほど、流量が均等化し、ダムの利用率も高まるものと考えられる。

(5) 水源かん養機能と土壌構成＝流域内の水源かん養機能は、降水が土壌中に、更に深く基岩にまでも浸透し、貯留され……この間、地中での水の動きが非常にゆっくりしているため……降雨後徐々に、しかも長時間にわたつて均等化されて、河川へ滲出して行くことによつて果されている。そして、浸透した水が、土壌層や風化基岩中にもぐる深さが深いほど、流出の遅れと均等化とが顕著になるものと考えられる。

この間の浸透、貯留機構の構成は、次記の土壌にかゝるa、b二要因と、c基岩（風化層）内の貯留容量とに大別される。

a、表層浸透能＝健全な森林下では、土壌層（A層）に径1～2mm以上の粗大孔隙網が10%以上の密度で分布しており、その結果、数10mm高に相当する水をも1～2分間で浸透させる能力を有している。

b、土壌貯留容量＝「粗孔隙率×土壌層の厚さ」で

表示される。健全な森林土壌内では15～25%の粗孔隙率と急斜面でも1.5m厚以上の土壌層(緩斜面では3m以上)を保有し、少くとも1日当り300～500mm内外の降雨を貯留しうる容量をもっている。

(6) 土壌の浸透構造と植生＝土壌表層の浸透能は、表層腐植層(A層)の団粒構造によって支えられているが、この構造は、直接表面に裸出すると、雨滴の衝撃によって破壊されて、忽ち難透層に変質するので、何等かの保護被覆を必要とする。自然界でこの緩衝保護を果しているのは落葉層であり、また高さ70～100cm以下の低い草本群である。草本群は、その茎の枕作用によつて、落葉層の飛散を防止していることと、落葉の最大の供給者が森林であることが、これに関連した重要事項となっている。因みに、枝下高4～5m以上の林冠から落下する水滴の衝撃は雨滴のそれと同等以上であるとされており、この点、低層木から上層木を含む林冠の緩衝作用は期待されないことになる。

(7) 土壌層の貯留容量と森林＝土壌貯留容量が大きいためには、まず、土壌深層にいたるまでの粗孔隙率が高いことが必要である。土壌表層の孔隙率の増大に関しては、落葉層の分解物である腐植の混入と、草本や若齢木の根系の作用が期待されるのであるが、深層に対しては、大型の高齢木の根系でないとその影響が及ばないと考えられる。即ち、土壌の深い部分に及ぶ粗孔隙構造の発達に関しては、草本よりも森林が、森林のなかでも、高齢林が大きな役割を果していると考えられるのである。また、土壌の貯留容量に関しては、粗孔隙率にもまして土壌層の深さが重要であるが、山地の急斜面上にあつても、厚い土壌層が保有するためには、強大な根系網の支持が必要であり、この役割を果しているのが森林、とくに高齢林の根系群となっている。よく、森林の水源かん養機能と言われるのであるが、森林の役割はこのように貯留機能を果している土壌層を保護し、その質を改善しているところに見出されることになる。

(8) 植相と土壌の性質の変化＝森林土壌の粗孔隙構成は、幾百年、数世代の森林植生の遺産であり、一度破壊されたならば、その修復に長年代の期間を要する貴重な財産となっている。土壌は軟弱な構造物ではあるが、幸いその性質が、大規模な浸食や人為破壊を受けぬ限りは、長期にわたつて保守されるほどの安定性をもっているようであり、自然林が伐採されて人工林や原野などの別の植相になったとしても、土壌層が荒されない限りは、すぐには変化しないものと考えられる。つまり、現在の植相が、広葉樹林、針葉樹林、幼齢林等と異なった種類のものとなつていても、少くとも100余年前には同一の自然植相下にあつたという確率が高く、そのため、現在の植相下の土壌の性質は、その植相独自のものではなく、むしろ昔ながらの性質を引継いでいる面が多いものと想像される。

このように、現在の植相の変化に伴う土壌の変化は、小さい場合が多いと想定されるのであるが、これも累

積すると、大きな変化へと成長する可能性が大きい。この場合、折角の遺産を、より改良する方向に進むような植相であることが望ましいのであるが、現実に調査を行うと、現代の施業下においては、土壌の性質をマイナスの方向へ退行させている森林植相が多く見受けられ、問題である。

理想的には、幼齢から伐期にいたるまでのすべての年代において、常に下草や林床植生を保有しうるほどの明るい森林、しかも、或程度のウツ閉度を保持して、根系のネットワークによる、強力な土層維持機能を発揮している森林が望ましいことになる。

(9) 土地利用と土壌の性質の変化＝土地利用の変化は、多くの場合、森林を破壊し、土壌を削剝し、転圧や踏圧を行つて、土壌貯留容量の減少はもとより、表層浸透能を、殆どゼロにまで低下させていることが多い。このような事態になると降水は、殆ど土壌に浸透せず、表面流出するため、水源かん養機能は極端に低下することになる。

一部の果樹園(深耕、下草繁茂)などに見られるように、自然林に近似した機能を維持している土地利用も見受けられるが、多くの場合は、道路や市街地の例などのように、機能の全てを失つた土地利用となっている。また、遊歩公園、ゴルフ場、放牧野等、一見緑地としての外観を示しながらも、転圧や踏圧によって表層浸透能を失い、水源かん養とは無縁の土地利用となっている植生地も見受けられる。

(10) 森林の崩壊防止機能とダムの埋没防止＝山地斜面の崩壊は、草地や、幼齢林で多発し、高齢林になるほど、また、高ウツ閉林になるほど、減少することが、既に明らかとなっている。山腹の崩壊土砂は、溪間に押出して、不安定土砂となり、更には、ダム内にも推移して、ダムの貯水容量を減ずる直接的要因となっているのであるが、森林はこの原因としての崩壊を防止することによって、ダムの貯水機能を保護していることになる。

(11) 森林の機能に対する評価＝森林は、水資源の総量に対しては、大量の蒸散によって損失をもたらしており、もし、他にプラスの機能がなければ、マイナスの存在としての評価をうけることになる。しかしながら、我国の水源開発において、現実に問題になっているのは、水資源の単純総量よりも、利用率の向上であり、これに関連して、流量の均等化、ひいては土壌の性質の維持改善が重要となってくる。そして、間接的ではあるが土壌の成長と、将来の保育とに対して、最も大きな力を発揮する森林植生の役割、利水施設の埋没を防止する森林植生の役割等が重視されることになる。

因みに、もし現在の森林植相が無くなり、土壌が全面的に裸出するような事態を仮定すると、土壌の貯留機能の低下と、ダム埋没によって、ダムの利用率は、現在の40%以下に低下するものと推算される(九州地方における平均的山地の場合)。

森林機能の評価に関しては、これまで記載的には、広く知られているものの、定量的な裏付がないのが欠点となっている。しかしながら最近の調査解析によって、漸く、技術的にも説得力のある定量的結果を導くことが、可能になったように思われる。

(12) 森林と土地の在り方＝森林やその他の植生はその構造によって、土壌の孔隙構造の質と量とに変化を与えているが、それが常識的な施業下にある場合は、プラスにしろマイナスにしろ、一年当りの変化量は微

量であると考えてよい。そのため、とかく施業の影響は軽視されがちであるが、数10年後には、大きな結果となるので（特にマイナスの場合は、取り返しが困難）、長期的な施業、特に密度管理と伐期計画をたて、対処することが必要である。

林地開発は、森林の機能を一きよに喪失させる行為であるので、洪水調節、水源開発、土砂流出等に関する流域の土地的許容限度を知った上で、入念な土地利用計画をたてる必要がある。