

## 2. いわゆる“緑のダム”ということについて

### (1) はじめに

往々にして、科学的な論拠を伴わないまま、単に言い回しの良さだけが先行して使われている言葉が多い。このような傾向は特にマスコミ関係に多く、表題の“緑のダム”についても同じことが言える。

森林・緑地は、水循環を遅らせて、大雨時の洪水流出を制御するとともに、渇水時の基底流出を維持する機能があるというのがその意味合いであるが、その多くを支えているのは森林土壌であり、地形の起伏であり、また林床にある下草などである。“緑のダム”というと、広葉樹とか、針葉樹といった、“うわもの”だけに関心が向く傾向があるが、それは必ずしも妥当とはいえない。また広葉樹林の“緑のダム”効果はスギやヒノキなどの人工針葉樹林のそれより勝っている、という考えも短絡的といえる。すなわち、インプットである降水とアウトプットである流出との間には植生環境以外に、土壌・地形環境が存在し、むしろこちらの方が本質的であるといってもよいのである。

九州大学名誉教授の竹下敬司氏は、長年にわたる森林水文に関する研究をまとめられた著書の中で次のように述べている。

『最近、“みどり”の標語と共に植生への関心が高まっているのであるが、植生機能の理解に際して、買いかぶり、見くびり、解釈の正誤等があつて、必ずしも正当な情報が流れていない。』と述べ、さらに『人工林樹種を非難するのとは反対に、気に入られた広葉樹については、機能の買いかぶりがなされている場面も少なくないようである。スギ林を伐り倒して、広葉樹に植え替えれば、水源涵養機能が高まり、崩壊防止機能も高まる・・・と信じている人々の主張を前にして、か弱い下草の機能を強調しても、ムード的に理解して貰えない場合が少なくないようである。』と述べ、偏見や誤解が多いことを指摘している。

筆者もこれまで、日本各地の森林流域を対象として、その水循環制御機能に関する研究を続けてきたが、竹下氏の見解には同調すべき点の多いことを認めている。

一般に云われている「広葉樹林は針葉樹林にくらべて、落葉層や腐植土層がよく発達している」といっても、その層の厚さはせいぜい30~50cm程度である。これらを合わせたA層と呼ばれる層と、その下位にある腐植の少ないB層を合わせても、多くは1~1.5m前後である。したがって、保水機能にしても、通水機能にしても、おのずからそれには限界がある。筆者のこれまでの観測によると、年間を通して土壌水分量に変化がみられるのは、深度1m以浅であつて、多くは50~60cmまでである。それ以深の水分量はほぼ一定で、大半は重力作用に抗して土壌の小~細間隙に保留されている水分である。

ところで孔隙径0.06mm以上で、大きな浸透能と短期間の水分貯留に貢献している、中~大孔隙の孔隙量は1m程度の土層厚のうち、水柱高にして100~150mm程度であり、孔隙径0.06mm以下で中・長期間の水分貯留に貢献している、細~小孔隙の孔隙量は同じく150~250mm程度である。なお後者にあつては植物にとっても吸収しがたい水分も含まれている。

以上の数値は“緑のダム”は一般に云われているように、決して万能ではないということを示している。このことに加えて、竹下敬司氏が強調されているように、下草の存在までを考慮すれば、樹種の違いは、森林の水循環制御機能にとっての決定打とはいえないと言える。

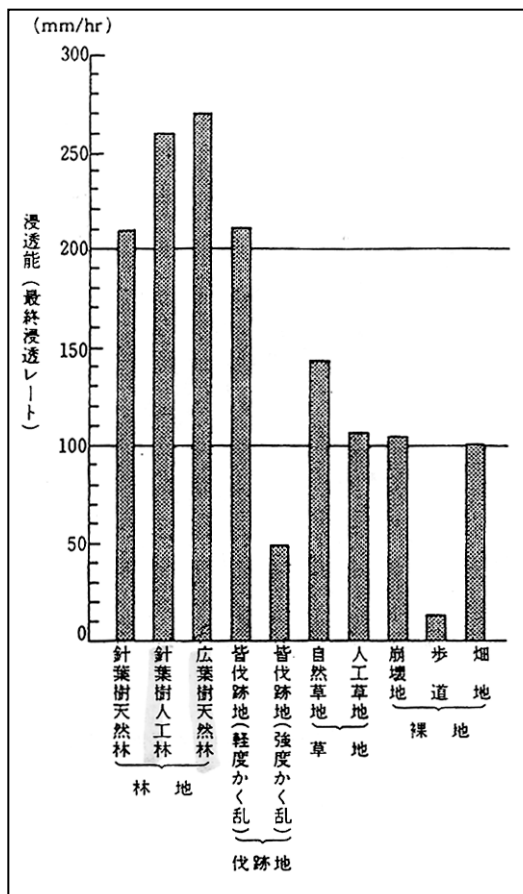
肝要なのは、林床とその直下の土壌層、時には基盤の地層までを含めて、はじめて、“緑のダム”の本質が論じられるということである。以下に先学諸氏の見解に筆者自身のこれまでの知見を添えて、このことについて考えてみたい。

(2) 森林と水循環に関する知見の要約

以下は、おもに林学分野の立場から、この問題に言及している諸氏の論点をまとめたものである。

i) 村井 宏(1995) 広葉樹林地, 針葉樹林地および草生地の水文特性の比較, 水利科学 No. 211

- ① 樹種別林地の浸透能は針葉樹人工林, 広葉樹天然生林で殆ど差が無い。
- ② 地被区分別の土壤貯水能は広葉樹天然林地が人工林地に較べてやや高い。(前者で 250mm, 後方で 200mm) (下図参照)



地被区分別の浸透能の比較  
(出典：村井 宏, 1995)

- ③ 粗孔隙率と透水係数の関係はブナ林地がスギ林地より若干上回っているように見えるが統計的に優位な差は認めがたい。
- ④ 広葉樹林流域と針葉樹林流域の流況について、年平均流出率は針葉樹林が広葉樹林より高い場合がある一方、その逆の場合もある。また最高流量を較べると広葉樹林のほうが明らかに多くなっている。
- ⑤ 論点

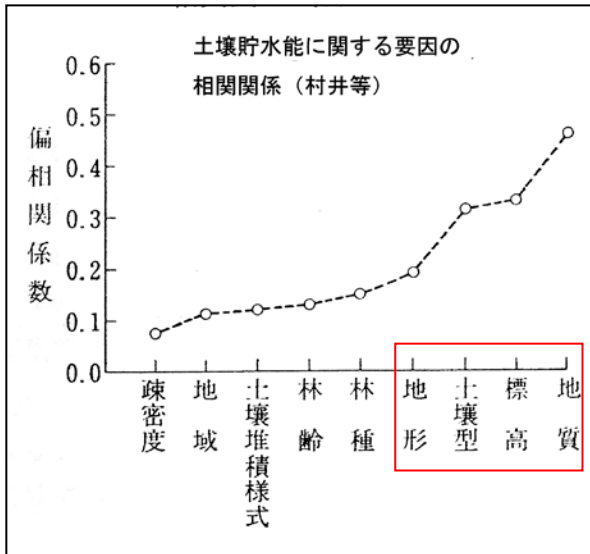
「最近、広葉樹林は生物に優しく、針葉樹林はその反対のイメージが与えられている。確かに自然そのままのブナ天然林と保育の手を加えられていないヒノキ人工林を比較したとき、感覚的に言って、そのような気持ちは否定できない。しかし、広葉樹、針葉樹といっても、樹種は様々であり、林齢、密度、取り扱いも区々であり、一概に比較できない面をもっている。」

「一般的にいえば、水保全機能の視点—洪水緩和, 水資源確保, 水質保全—から考えて、総括的には広葉樹は針葉樹よりも、また、森林は草地よりも、高い評価を与えてもよいと考えられる。しかし、実質的には広葉樹、針葉樹という差よりも、むしろ樹種別および施業の差による立地条件に及ぼす影響が大きいので、単純な針広の比較評価には無理がある。」

ii) 村井 宏(1980) 水源涵養のためののぞましい森林とその取り扱いについて, 水利科学 No. 131

- ① 広葉樹林流域と針葉樹林流域の流況について、長期流量は針葉樹林の方が大きい、一降雨の流量および最高流量は、広葉樹林が大きい。また平水位の流量は針葉樹林の方が大きい。
- ② 降水遮断量は樹種間には若干の差がみられたが、針広にまとめてみると顕著な差がみられない。

- ③ 地被別の浸透能は広葉天然林が針葉人工林にやや勝るものの、その差は僅かである。  
(前者で270mm/hr, 後方で260mm/hr)



- ④ 土壤貯水能は森林の地上部より地文条件に影響される程度が強い。(左図赤枠)

土壤貯水能に関する要因の相関関係  
(出典：村井 宏，1980)

⑤ 論点

「・・・現実的には、水源涵養林の樹種、林相の選択というよりも、森林の取り扱い方如何が、その働きを大きく左右することが意外に軽視されがちである。」

「森林の水源涵養機能を正しく評価し、のぞましい施業を行うためには、(中略) まず標高、地形、浸透能、貯水能、土壤型、風化土層の厚さ、堆積様式、表層地質などの諸因子を区分し、それを組み合わせるかたちで地文条件を定めるものとする。つぎにこの細分された立地区分ごとに、樹種、林相を主体に類型化したいくつかの植生型の中から地文条件にのぞましいものを選択し、適切な施業を行うもので、これによって一層効果的に森林の水源涵養機能を発揮させることが可能となるだろう。」

iii) 丸山岩三(1989) 森林の水土保持機能, 水利科学 No. 186

- ① 樹冠遮断量は降雨量の15~20%程度のことが多く、林木の葉量・葉の形状と着生状態などに影響され、一般に針葉樹は広葉樹より大きい。しかしその量と雨量に対する比率は、樹種と林況だけに左右されるものではなく、降雨状況にもよるのであって、強雨の多い多雨地域では遮断の比率は低い値を示す。
- ② 樹種・林種別の浸透能の差異をみると、スギ林、ヒノキ林、広葉樹林の間に大きな差は無い。
- ③ 伐採の影響について、降雨時のピーク流量、直接流出量は、いずれも伐採後に増加傾向を示している。しかし、総降雨量200~300mm程度の場合、伐採前後の差が大きく、森林の影響が相対的に小さくなる事例がある。
- ④ 森林状態と水保全について、流域試験で常緑広葉樹とスギを含む針広混交林を比較した例などがあるが、はっきりとした差があるとは思われない。
- ⑤ 貯水能推定に寄与する程度は、土壤型などが高く、林種・林型は低順位になっている。また天然林ないしそれに近い広葉樹、マツ林で高い数値が認められ、スギ・ヒ

ノキ林が低値になっているが、その差は小さいもので、林種間の差は認められない。

- ⑥ 低水、渇水などの小流量時の減水状況において、皆伐後減水が急になったと報告されているが、皆伐前の低質な天然広葉樹林と優良な人工針葉樹林の減水傾向は同程度であり、これが急になるのは伐採後の一時期のみとされている。

⑦ 論点

「天然林あるいはこれに近い林地に、全然手を入れないのが最善とは思われない。・・・森林の水土保持機能発揮のためには適度の地床植生が必要である」

iv) 野口陽一(1984) 歴史としての森林影響研究, 水利科学 No. 157

- ① 東京大学太田試験地での 1908~1912 年の観測によれば、針葉樹林区での年流出率は最低で 42.6%, 最高で 46.8%。また広葉樹林区では最低で 56.9%, 最高で 62.7% であった。ただしこれはいずれも混交林である。
- ② 広葉樹林区での伐採前後の比較では、伐採前の年流出率の最低は 57.0%、最高は 57.9%, また伐採後では最低は 55.4%, 最高は 66.4% であった。  
(以上の差は伐採前後で 2.6% (3 年平均) と極僅かで、誤差の範囲といってもよいぐらいのものである = 新藤注)

v) 竹下敬司(2001) 山の森と土と水, 財団法人 福岡県水源の森基金

(九州大学名誉教授、農学部演習林長として長年森林水文の研究に従事 = 新藤注)

論点

「人工樹種を非難するのとは反対に、気に入られた広葉樹については、機能の買いかぶりがなされている場面も少なくないようである。スギ林を切り倒して広葉樹に植え替えれば、水源涵養機能が高まり、崩壊防止機能も高まる・・・と信じている人々の主張を前にして、か弱い下草の機能を強調しても、ムード的に理解してもらえない場合が少なくないようである」

「“下草との共存性” という基本的な機構を棚上げにして、ただ情緒的に、ある種の樹種だけを称える行為がなされていることが少なくない」

「最近では“みどり”の標語とともに、植生への関心が高まっているのであるが、植生機能の理解に関して、買いかぶり、見くぶり、解釈の正誤等があつて、必ずしも正当な情報が流れていない」

vi) 村井 宏, 片岡健次郎(1978) ブナ天然林の水保全機能について, 水利科学 No. 123

論点

「いまのところ実測によって林分の水収支表を、高精度に完成させた例は殆どないといってよい。これは 1 林分といっても地下土壌部は周辺と一連のものであり、個別の測定値は点ないし線の結果にとどまり全面を定量的に表現できがたいことによる」

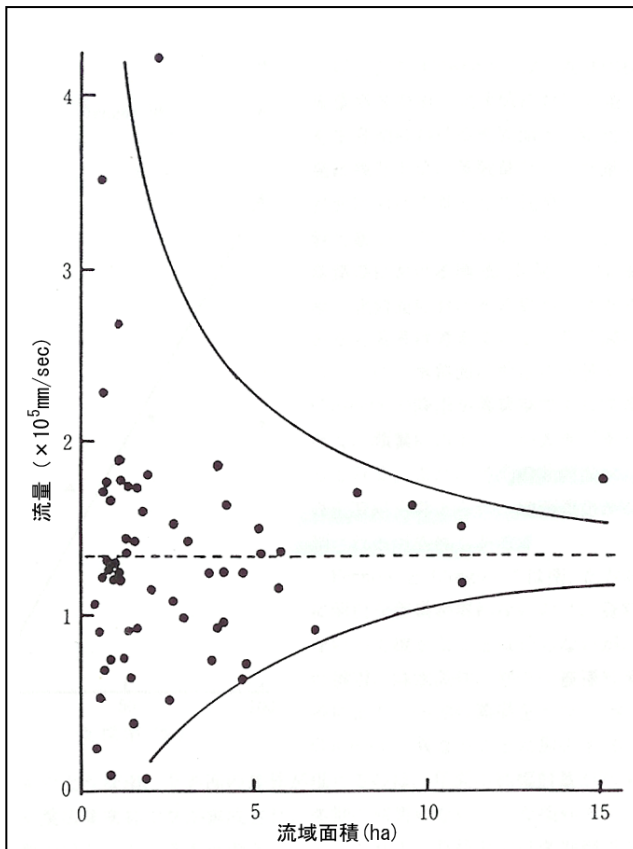
「・・・より重要なことは立木を伐採すること自体ではなく、地床状態を攪乱させないことである。たとえばトラクター集材などによる地表の裸地化や表土の圧結は、林地の水文学的条件を著しく悪化させるといえよう」

vii) 塚本良則, 城戸 毅(1985) 森林伐採による年流出量の増加について, 水利科学 No. 161

- ① 森林伐採による河川流量の変化は、流域からの蒸発散総量変化の結果として、もた

らされていると考えてよい。

- ② 流域面積が小さいものほど流量のバラツキが大きく、面積の増加と共に収斂してくる。これは流域面積の小さいものほど、流域ごとの流出形成場の水文特性の差異が大きいことを意味している（下図）。
- ③ 伐採率と年流出増加量の間には、伐採率の増加につれて流出量増加の傾向が明白に存在するとみなせるが、全体にバラツキが大きく、バラツキの内容を説明することなしに、森林伐採率と流量増加量の関係を導くことには無理がある。



花崗岩山地小流域の流量と流域面積の関係  
(出典：塚本良則他，1985)

- ④ バラツキの原因として斜面方位の影響は大きい。
- ⑤ 冬期の北斜面は、伐採後表土凍結も考えられ、地面蒸発が著しく抑制される可能性もある。
- ⑥ 論点

「森林伐採による流量増加現象は、森林成立時の蒸発散に対して伐採後の地面蒸発量（ $A_0$ 層蒸発と残存下草，低木からの蒸発を含む）が少なくなることにより発生する」

「蒸発散のなかで葉面遮断の割合が多いことから、森林の種類，特に落葉，常緑の別と葉面指数および降雨の年間分布様式が大切である」

「中緯度では斜面方位により受ける日射量が大きく異なり、かつこの差が落葉期（冬期）の伐採後の地面蒸発に著しい影響を与えているとみられる」

（「バラツキの内容を説明することなしに、森林伐採率と流量増加量の関係を導くことには無理がある」との指摘は重要である＝新藤注）

- viii) 只木良也(2002) 「緑のダム」その意味するもの，PREC Study Report vol. 8のうち、  
「6. 水源かん養能力の高い森林」より抜粋

論点

「(前略)・・・では水源かん養能力に優れた森林とはどんなものでしょうか。前述のように、森林の水源かん養能力は、要するに土壤の水浸透能力にもとづきますから、簡単にいえば、団粒構造が発達した林、正常に落葉があり、その分解がスムーズな、したがって、植物現存量が大きく、低木層も発達し、土壤動物，微生物も豊富な林ということになります。それじゃ落葉が分解しやすく、団粒構造化も速い広葉樹林

と決めてしまうのが一般です。間違いではないのですが、その一方で、スギなどの針葉樹人工林の能力はゼロのごとくに短絡的に結論されがちなのは危険なことです。なぜなら、針葉樹の落葉も、速度は多少遅くとも分解するのは当然だからです」

「適切に保育手入れされてきた壮齢期以上の人工林ならば、水源かん養能力も十分といえます。過去の水源林造成に使われたのは針葉樹（スギ）で、それで十分目的を達してきました」

「水源かん養能力を比較するのに、針葉樹人工林はまだ若い林が、広葉樹林はすでに成熟した天然林がモデルになりがちであったことも、広葉樹林絶対優位の印象を与えてしまうことになりました」

「水源かん養能に優れた森林の姿を一口でいえば、土壌の生成から考えて、いろいろな樹種が混ざり合った、すなわち多樹種混交の複層林、若齢林よりは壮齢期以上の林といえます」

ix) 本山芳裕(1996) 水源地域の森林の整備について, 水利科学 No. 229

- ① 浸透能について、広葉樹が針葉樹より浸透能が大きく、特に攪乱されないブナ林が最高との報告がある一方、スギ林、ヒノキ林、広葉樹林の間では大差の無い場合もある。
- ② 人工林を樹種別にみるとスギ林はヒノキ林よりも浸透能が大きい場合が多い。これは、一般にスギが斜面下部の崩壊地形を選んで植栽されていること、密に植えられたヒノキ林は管理が不十分な場合、下層植生が欠落し、表層土壌の物理性が劣化することにもよると考えられる。
- ③ 洪水緩和機能は森林の土壌による作用が大きく寄与し、森林の生育ステージ, 土壌, 地形, 水分環境等の相互に影響して発揮されるため、樹種によるその程度を特定することは困難であるといえる。
- ④ 渇水緩和機能は、貯留された降水が徐々に流出するものであり、洪水緩和機能と表裏一体の関係にあるが、特に長期無降雨時については森林の蒸発が少ない方が有利である。このため、針葉樹より蒸散量が少ない広葉樹が望ましいともいわれるが、極端な渇水時には一般に樹木は著しく蒸散量を減ずること、また針葉樹であっても間伐等の施業によって密度（本数）の調整が可能であり、またこれは降雨があった際に、樹冠での遮断量を減少し、林地到達雨量を増大させることから、基底流量の増大を期待することができること、から一概に結論づけられない。
- ⑤ 侵食防止に関しては、一般に山地では広葉樹の方が針葉樹より落葉量も多く、落葉層がよく保存され林床層が厚く、低木、下草もかなり存在しているので、侵食防止上望ましいとされている。しかしながら、針葉樹であっても間伐等の施業によって立木の密度を減じ、樹冠の疎開を通じて林内の照度を確保し植生を導入しうることから、森林の公益的機能の確保面で樹種の特長もさることながら、施業、管理のあり方がむしろ注目されてよいと考える。

### (3) 参考事項

以下は竹下敬司著「山の森と土と水－森林山地における水と土の保全－」より引用したもので、専門用語の理解に供したものである。なお分かり易いように若干加筆した。

#### ① 孔隙

大孔隙：水の機敏な動きが可能な、0.6mm以上の孔隙径

中孔隙：大きな浸透能を有し、浸透と短期貯留を可能とする 0.06～0.6mm の孔隙径

小孔隙：水の動きは緩慢で、0.006～0.06mm の孔隙径

細孔隙：重力の作用に抗して水分を土壌中に長期貯留する、0.006mm 以下の孔隙径

## ② 林床保全における下草の効果・役割

a. 雨滴侵食の防止

b. 優れた森林とは、下草との共存性が良好な森林である。

c. 草本類は森林以上に土壌保全機能を有する。

d. 成長が旺盛で、樹冠が過度に発達したスギの人工林分などでは、浸透構造の破壊、表面流発生、土壌侵食発生を見ることが少なくない。これをスギという樹種の欠陥性であると指摘する人々が多いのであるが、それよりも若齢時代という森林共通の競争期の排他性、あるいは人為的な密度管理に失敗して、下草との共存性を失った異常な林分構造等に原因することの方が多きようである。

## ③ 土壌孔隙の概念的な保水期間

a. 中孔隙：100mm（2日）

b. 小孔隙：110mm（20日～25日）一部は流出し、一部は根系の吸収によって通発する。

c. 細孔隙：40mm（40日）重力的には殆ど動かないので、少々吸収しづらいのが難点であるが、植物専用の保水量といえる。

## ④ 土壌の貯留容量

土壌の平均的な貯留容量は、大略、200 から 250mm 程度と考えてよい。このうち洪水調節容量と目される中孔隙貯留容量は 80 から 100mm（2～3 日間の短期貯留）、基底流出に関わる小孔隙容量は 120～150mm（遅い中間流出、10～20 日間、基底流出、60～100 日間の長期貯留）と考えられる。

## ⑤ 森林状態の良否と浸透能

（浸透能とは雨水などが一定時間に地中に浸透し得る量を水柱高で表したものである）

健全な森林 50mm/hr 以上

間伐遅れの過被覆林 20mm

極端に悪化した不良林分 10mm

## （4）流域の水文地形区分とその水循環制御機能の定量化

“緑のダム”の言葉が、単に水と緑の環境に対する市民の関心を惹くだけのキャッチフレーズに留まっているかぎり、進展はない。つまり、これを論点とした環境論議が生じた際には、この言葉の意味する範囲が“緑”と言う、“うわもの”だけではなく、それを支えている土壌、地形、そして基盤地質までを含めた、総合的なものであることを認識した上で、関連する諸要因を出来るだけ定量的に把握して示すことが肝要であり、それを欠いては解決には至らない。

このことに関する以下の事例は、北海道名寄川上流、サンル川流域のもので、筆者がかつて北海道開発局の依頼により、関わったものである。ここでは詳しく述べることは出来ないが、上記の課題に関する参考例として紹介する。





調査地は左図に示したように北海道北部を南北に流れる天塩川の支流、名寄川の源流にあたるサンル川流域で、流域面積はおよそ 183km<sup>2</sup>である。流域の最高峰はピアシリ山で、標高は 987m である。地質は主に新第三紀～第四紀の安山岩質溶岩と火砕岩からなり、一部に砂岩、礫岩、泥岩の堆積岩および凝灰岩が分布する。

流域の地形は次ページに示した、架空飛行の動画にみるように、円頂型の尾根、幅広い谷底平野、比較的大きな谷頭凹地が目立つ。こういった特徴や、航空写真、地形図、植生図等を判読して、流域の水文地形を、①円頂型尾根、②谷頭凹地、③平底型谷、④下部緩斜面、⑤山腹急斜面のように区分して、下に示した水文地形区分図を作成した。なおこれらの地形の特徴は次ページの表のようにまとめられる（写真 1～4 を参照）

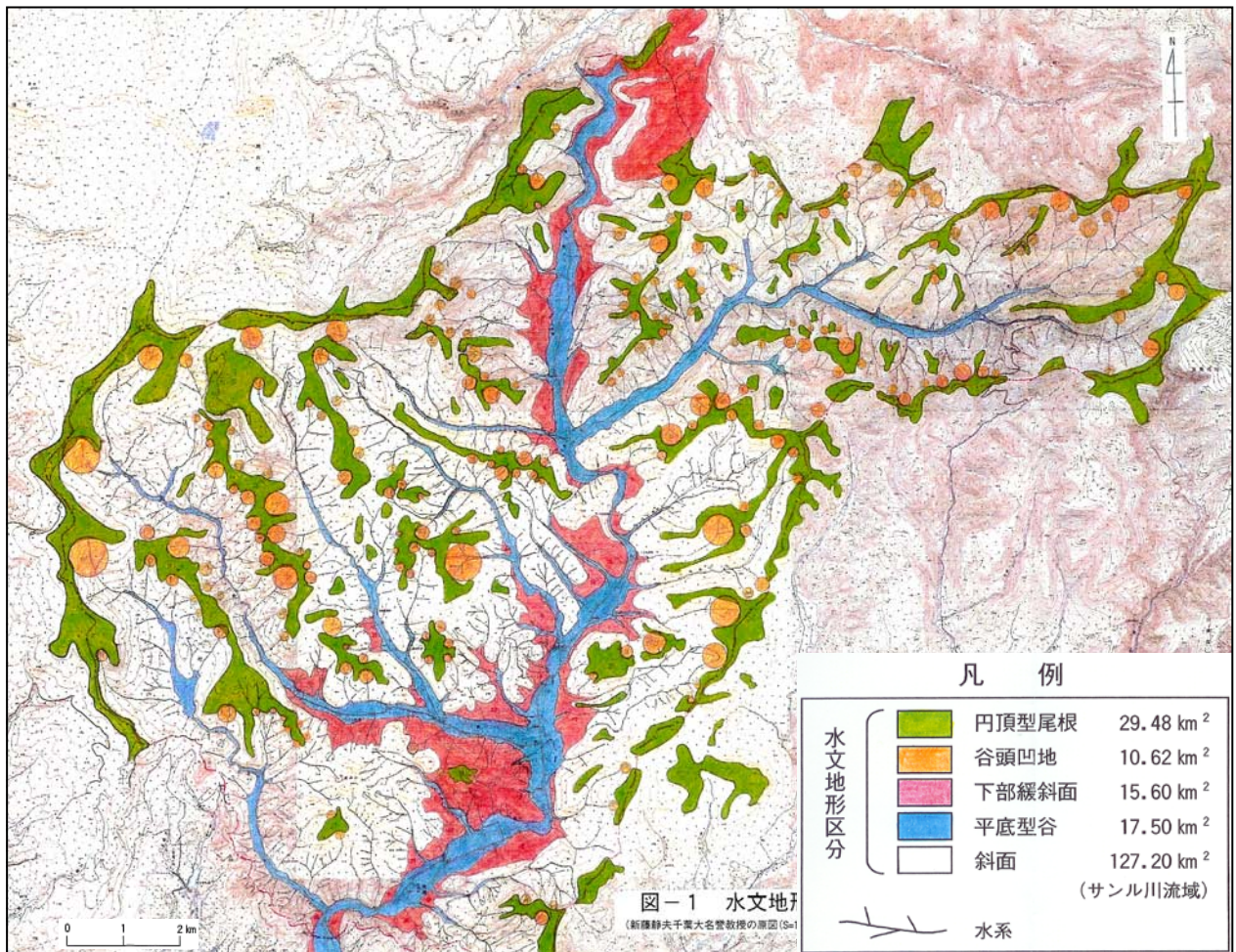


図-1 水文地形区分図  
(新藤静夫千葉大名誉教授の原図 (G-1))





写真 1 円頂型尾根



(クリックで再生開始。飛行経路は上の写真の矢印に沿っている。)



写真 2 前方：谷頭凹地



写真 3 前方：平底型谷、手前：下部緩斜面

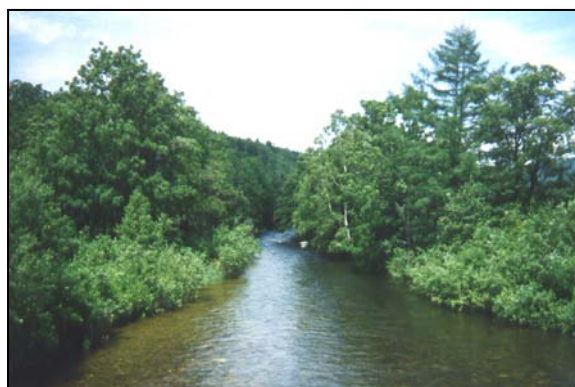


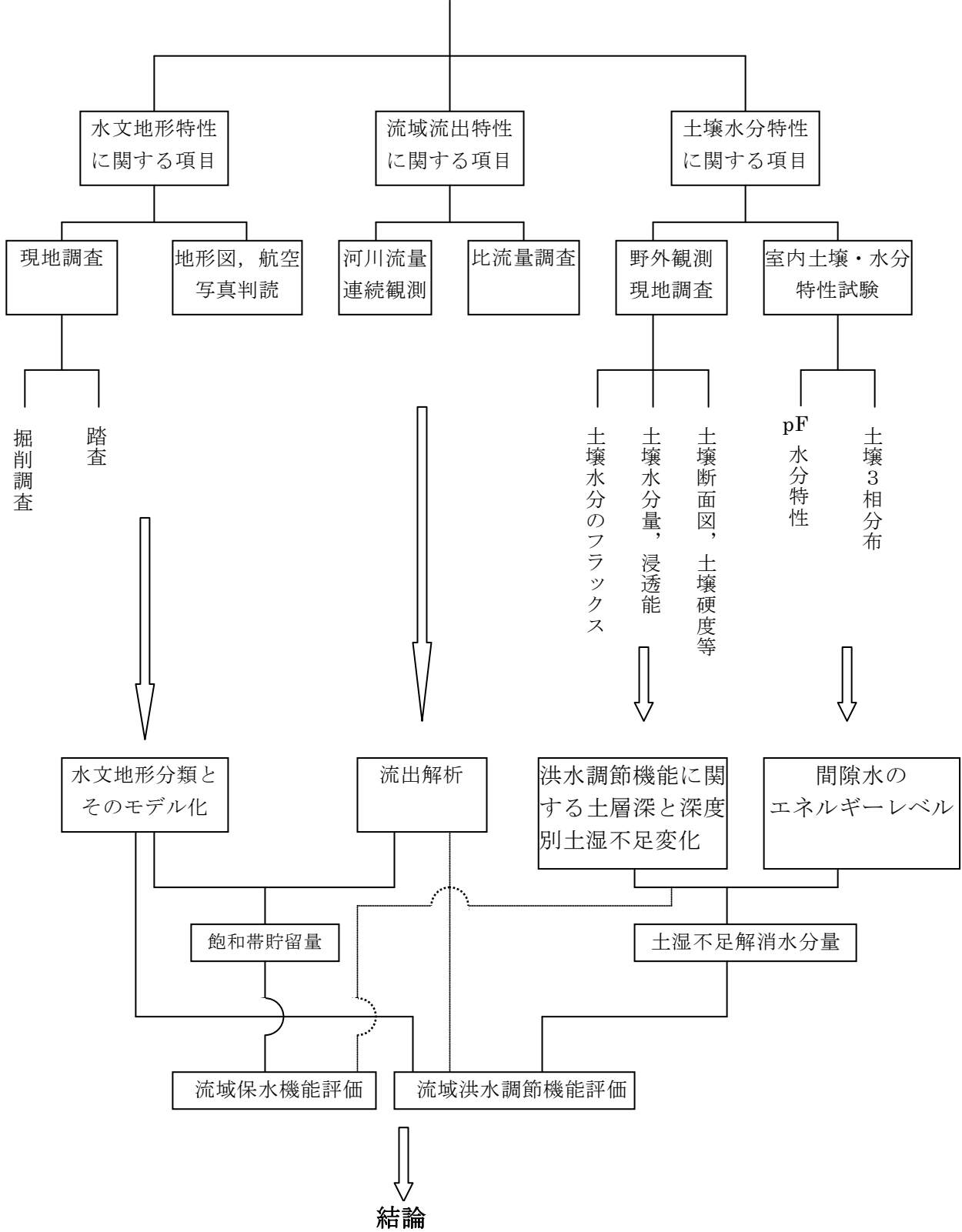
写真 4 サンル川

## 水文地形区分と水循環制御機能の概要

水文地形区分	概要
円頂型尾根	おもにサンル川流域の主稜線と、それから派生する支尾根にみられる。風化残積土が厚く堆積しており、保水性も大きい。長期、短期の水循環制御機能を有する。なお谷頭凹地がこれに接続している場合にはその機能がより顕著に発揮される。
谷頭凹地	沢の源頭部にあつて、“円形劇場”を二つに割ったような形状をなす。その中心部の土層は厚く、年間を通じて飽和帯が形成されていることが多い。その末端から湧き出す湧水はここに発生する沢水を維持している。長期、短期ともに、良好な水循環制御機能を有する。
下部緩斜面	山腹急斜面に続く斜面で、上方凹型の地形をなす。その上部斜面から流れてきた地中水はこの部分の末端部で上向きの流れに転じ、大雨時にはパイプ流が見られる。比較的短期の水循環制御に関わっている。なおこの地域の牧場はここに立地しているものが多い。
平底型谷	幅広の低平な谷で、両側の斜面との地形的な不連続性が著しい。サンル川流域ではかなり上流までこの谷の特徴が追跡できる。土層厚は大きい、粘性土分が多い。したがって保水性は大きい、短期の水循環制御機能は劣るため、大雨時には湛水することがある。この地域では水田または牧草地として利用されている。
山腹急斜面	ここでは、上記のいずれの区分にも入らない地形を一括した。一般に土層は薄く、基盤の地層がむき出しになっていることが多い。斜面勾配が大きいこともあつて、降雨時の浸透水はパイプ流または復帰流として素早く排出されることが多い。長期、短期ともにその水循環制御機能は劣る。この地域では面積が最も広い。

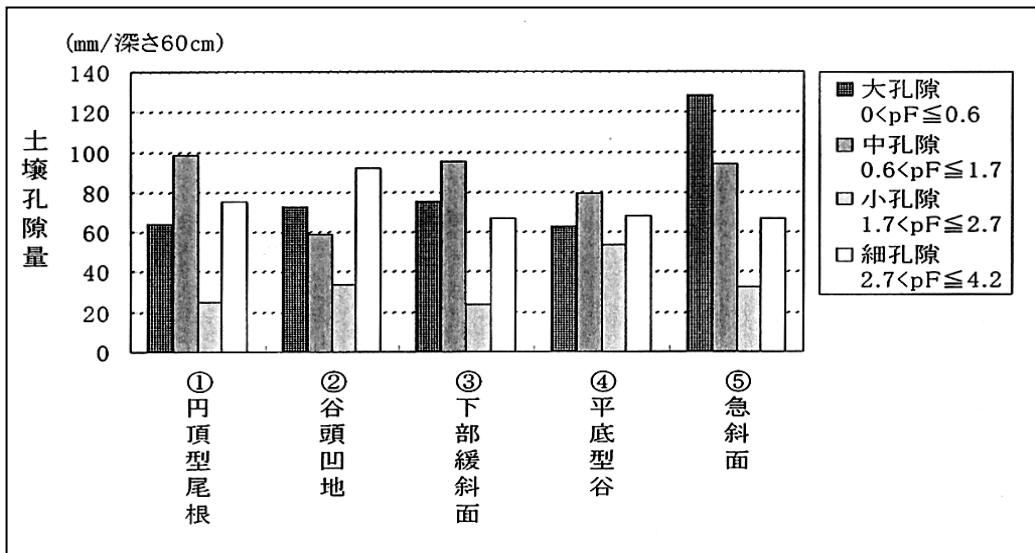
本調査の目的はダム等の人工構造物によらない自然本来の水循環制御機能を定量的に把握して、その期待度や限界を評価し、ダム建設を含めた流域の治水・利水計画にこれを反映させようとするものである。調査内容は次ページに示したフレームワークにあるように、渇水緩和機能と洪水緩和機能が表裏一体の関係にあることから、これを二本柱として組み立てられた。なお、以下の1), 2), 3)の内容の出典は旭川開発建設部資料「サンルダム流域における森林保水機能について」によるものである。

### 流域の水循環制御機能の評価



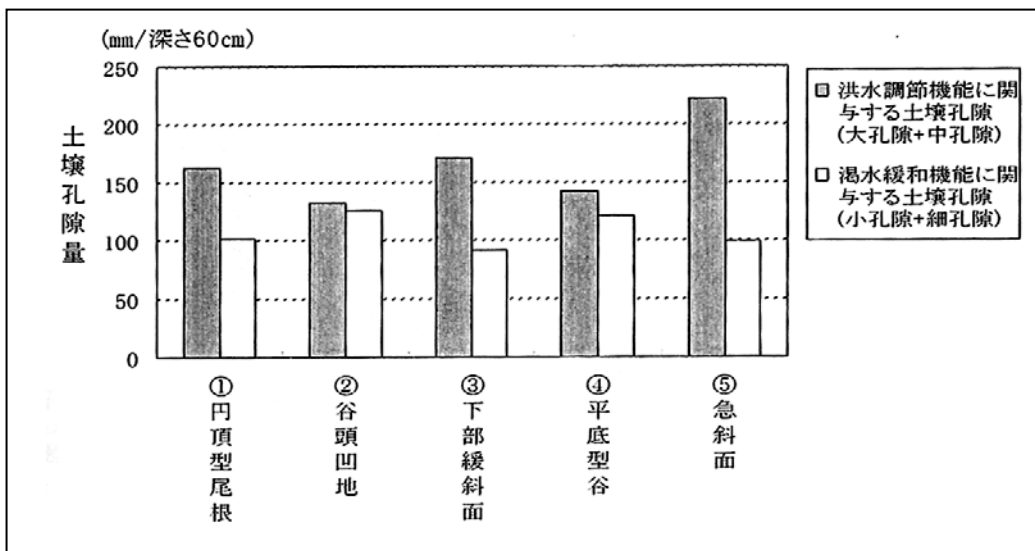
### 1) 水文形区分別の孔隙量

先に示した水文地形区分図をもとに、それぞれ3~4箇所に精査地区を設定し、土壌層位、土壌硬度、土壌水分等の観察・測定、及び試料採取を行った。土壌試料については室内にて土壌層位別の孔隙率、3相分布、 $pF$ -水分試験を行い、それらの物理特性を整理した。また別に実施した土壌水分の連続記録(自記テンシオメータ, 自記TDR)から年間を通じて、土壌水分の変動が見られなくなる深度が平均60cmと観測されたので、この深度までを水循環制御に直接かかわる土層部分とし、下図に示す水文地形区分別-間隙径別の平均孔隙量を得た。ただしここでは計算手続きや数値等の記載を省略した。なお $pF$ 値=0をここでは洪水調節、渇水緩和のどちらの機能にも直接関与しない大孔隙(パイプ)として省いているが、これは大降雨時における地中水の素早い排出、すなわちパイプ流を発生させて、斜面の安定に寄与している。



(出典：旭川開発建設部，2002)

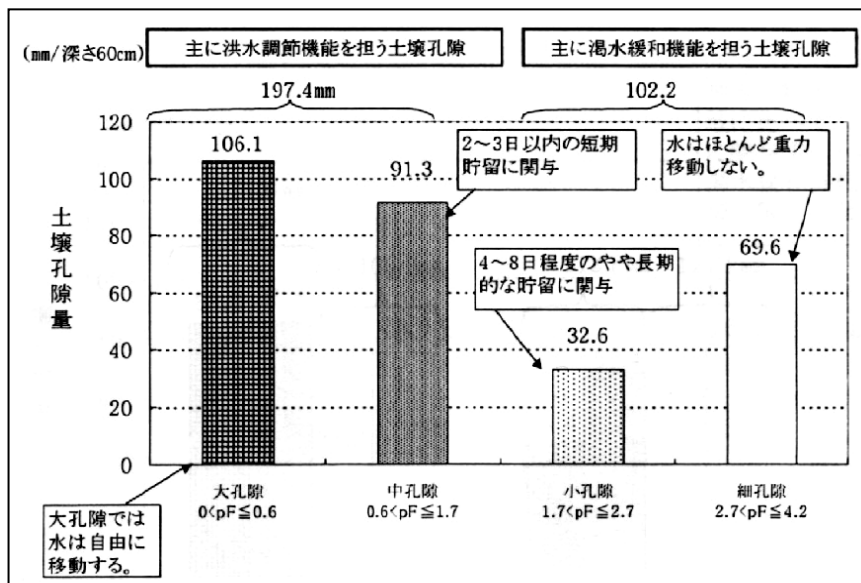
洪水調節機能に関与する孔隙を中孔隙以上、渇水緩和機能に関する孔隙を小孔隙以下として括ると、上の図は下図のようにまとめることができる。



(出典：旭川開発建設部，2002)

## 2) サンプル流域における平均土壌孔隙量

上記の水文地形区分ごとの土壌孔隙量の平均値にその面積割合を乗じて、流域レベルの土壌孔隙量を算出すると下図のようにまとめられる。ここで“主に洪水調節機能を担う土壌孔隙”とは、自記テンシオメータによる連続観測から、まとまった降雨が比較的多く見られた夏期から秋期にかけて、不飽和であることが多い大孔隙および中孔隙とし、また“主に保水機能に関与する土壌孔隙”とは夏期から秋期にかけて連続干天が少ない場合、飽和状態、またはそれに近い状態であることが多い小孔隙および細孔隙とした。



(出典: 旭川開発建設部, 2002)

## 3) 計画有効貯水量と自然の理水機能

計画されているサンプルダムの有効貯水量は、自然が保有する理水機能を見込んだうえで計画されたもので、水柱高で表すと、362mmになる（内訳は利水容量が170mm、洪水調節容量が192mmとなっている）。これに対して“主に洪水調節機能を担う土壌孔隙”と“主に保水機能に関与する土壌孔隙”の合計は、計画量の83%に当たる299mmになり、（内訳は上図）当流域の自然条件だけでは、これをカバーできないことになる。

## (5) おわりに

今回は山体内部（基盤地層）の地中水までは触れなかったが、地質条件によってはこれを考慮に入れない限り、緑のダム”論議は収斂しないと考えている。このことに関しては、筆者が別に進めてきた他地区での“山体地下水”に関する調査事例をもとに次号で触れるつもりである。