

水文学から見た「緑のダム」の評価と展望

－問題の所在について－

Evaluation and Perspective of "Green Dam" from the Viewpoint of Hydrology

－What is the problem?－

田中丸 治哉

Haruya Tanakamaru

1. まえがき 森林の持つ洪水緩和機能や渇水緩和機能のことが緑のダム機能と呼ばれている。これらの機能の評価は、古くから森林水文学の主な研究課題とされ、その概念自体は特に新しいものではないが、民主党諮問委員会の「緑のダム構想」（2000）や前長野県知事による「脱ダム宣言」（2001）を契機として、マスコミが取り上げるようになり、一般にも広く知られるようになった。緑のダムは、特にダム建設の是非に関する議論に際して頻繁に取り上げられ、その評価は、後述するように、研究者、行政、市民を巻き込んだ論争に発展している（例えば、中村，2002；高橋，2004；蔵治・保屋野，2004）。この議論には、緑のダム機能の有効性に関する科学的な議論が含まれている一方、公共事業のあり方に関わる政治的あるいは行政的な議論も含んでおり、このことが問題を複雑にしている。本稿では、緑のダムに関する主な論点を整理した後、水文学から見た緑のダム機能の評価について概説するとともに、同機能を評価するための研究の方向性について述べる。

2. 問題の所在 緑のダムに関わる論点は様々であるが、最近の典型的な論争（例えば熊本県川辺川ダム建設問題や徳島県吉野川第十堰の可動堰建設問題）においては、主に洪水緩和機能が焦点となっている。それは、ダム（可動堰）反対派の市民団体やそれを支援する学者等による「間伐や針広混交林化といった森林管理を適切に行えば、洪水緩和機能等の緑のダム機能が回復し、ひいては人工ダムの建設が不要になる。」との主張と、事業主体の国土交通省による「我が国の国土面積の3分の2は森林であって、緑のダム機能は既に計画上見込まれている。さらに、森林による洪水緩和が期待できるのは中小出水であって、治水上問題となるような大出水では、洪水がピークを迎える前に森林土壌が飽和状態になるため、森林による洪水緩和機能は期待できないから（日本学術会議，2001）、森林整備に加えて人工ダムの建設も必要である。」との主張の対立である。

森林管理を適切に行えば緑のダム機能が回復するという前者の主張には、次のような背景がある。最近では、間伐や枝打ちといった森林管理が行き届いていない針葉樹人工林が多く、こうした放置人工林では、樹木が密生していて林床まで十分な光が届かないために下層植生が発達しない。このため、林床が裸地化し、露出した土壌表面を雨滴が打撃してクラストが形成されるために地表面の浸入能が低下し、表面流が発生しやすくなる。すなわち、前者の主張は、荒廃人工林で発生した表面流が洪水流出量を増大させているから、間伐の実施や針広混交林化によって林床が植生に十分被覆された健全な森林に戻すべきであり、そのようにすれば、人工ダムや可動堰の建設に頼らなくても洪水流出量を低下させることができる、というものである（蔵治・保屋野，2004）。ただし、過去の測定事例（例え

神戸大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kobe University

キーワード：緑のダム，洪水緩和機能，渇水緩和機能，対照流域法

ば、村井・岩崎，1975）によれば，通常，森林土壌の最終浸入能は 200 mm/h を超えており，過去最大級の豪雨でも降雨は地中に浸入し，降雨強度が浸入能を上回ることによる表面流は発生しないから，浸入能を議論すること自体が無意味との主張もある．一方，樹冠上からの大型散水試験では，浸入能は 40 mm/h 程度になるとの報告もある（恩田ら，2005）．

3．緑のダム機能の水文学的評価 森林の洪水緩和機能や渇水緩和機能については，森林試験流域における水文観測（主に対照流域法による流域試験）に基づいて，世界各国で長年に渡って様々な検討がなされてきた．それら流域試験の多くは，森林伐採による水収支や流出特性の変化を見たものであるが，これまでの成果として次のようなことが分かっている（Bosch and Hewlett, 1982; 蔵治, 2003）．①森林を伐採するとほぼ例外なく年間流出量が増加する．その増加量は伐採面積率や樹種によって異なる．森林伐採後に新たな植生が侵入すると，その成長に伴って年間流出量は徐々に減少し，従前の状態に近づいていく．②森林を伐採すると，洪水時のピーク流出量，直接流出量は増加することが多いが，変化が見られないこともある．③森林を伐採すると，渇水時の流出量は増加する場合と変化が見られない場合とがある．一方，農業土木分野においては，1980 年代から 1990 年代にかけて農地造成が流域の水文特性に及ぼす影響が精力的に研究された（例えば，小林ら，1984；瀧本ら，1994；田中丸・角屋，1994）．これらの研究では，農地造成流域とその近傍に位置する山林流域の水文特性を比較する対照流域法が採用されたため，結果的に緑のダム機能を議論する材料にもなっており，森林水文学の文献でよく引用されている．森林伐採と農地造成との大きな違いは，前者は表層土壌の攪乱が小さいのに対して，後者は森林伐採に加えて表層土壌が大きく攪乱，転圧される点である．これらの成果として次のようなことが分かっている．①農地を造成すると年間流出量は増加する．②農地を造成すると洪水時のピーク流出量はほぼ例外なく増加し，直接流出量も大抵は増加する．③農地を造成すると渇水時の流出量が増加する場合と減少する場合の双方がある．

4．「緑のダム」に関して求められる研究 さて，現代の水文学者は「間伐や針広混交林化等の森林管理によって流域からの洪水流出量を抑えることができるか」という問いに的確に答えることができるだろうか．緑のダム機能の水文学的評価に関するこれまでの研究を概観して分かるように，その多くは森林伐採あるいは農地造成のようなかなり大きなインパクトを流域に与えた場合の影響を調べたものであって，間伐，枝打ち，樹種変更といった細かい森林施業の水文学的な影響を実証した研究はかなり少なく，先の問いに回答できる段階にはないと言わざるを得ない．森林管理によって期待できる洪水ピーク流出量の減少量を示した報告もあるが，流域試験が行われた訳ではなく，シミュレーションによる予想に過ぎない．その効果を実証するためには，間伐が実施されていない荒廃林の流域と，間伐等の管理が適切になされた良好な森林状態の流域の水文特性を比較した流域試験が不可欠である．そのような流域試験には，武田（2002）の報告があり，貴重な成果の一つといえるが，まだ少ないのが現状である．現在，この問題を取り扱ったいくつかの研究プロジェクトが進行しており，今後，それらの研究成果の公表が期待される．

引用文献 Bosch and Hewlett (1982)：Journal of Hydrology, 55；小林ら（1984）：農土論集 113；蔵治（2003）：森林の緑のダム機能（水源涵養機能）とその強化に向けて，（社）日本治山治水協会；蔵治・保屋野（編）（2004）：緑のダム 森林・河川・水循環・防災，築地書館；村井・岩崎（1975）：林業試験場研究報告 274；中村（2002）：土木学会誌 87(9)；恩田ら（2005）：水文・水資源学会誌 18(6)；高橋（2004）：世界 731，岩波書店；武田（2002）：水利科学, 265, 266, 267；瀧本ら（1994）：農土論集 170；田中丸・角屋（1994）：農土論集 170