

森林の水源涵養機能の実態について

岩手大学農学部 石井正典

I はじめに

平成10年10月から、林野庁は国有林を「国民の森林」にふさわしい管理経営で進めることとし、(a)木材生産重視から公益的機能重視に転換すること、(b)情報開示を推進して透明性を高めること、(c)その他、を基本方針としている。

公益的機能重視に転換することを例に示すと、現行の国有林を機能類型別に示すと、①国土保全林が140万ha、②自然維持林が140万ha、③森林空間利用林が60万ha、木材生産林が410万haであり、①～③の公益林の合計が340万ha（5割）であったものを、新たな森林整備の推進方向として、(1)国土保全林が390万ha、(2)森林と人との共生林が200万ha、(3)木材生産林が160万haとして、(1)と(2)の公益林の合計が590万ha（8割）と、より公益林の拡充に方向転換する計画（林野庁経営企画課発行（1998）：「国有林の新世紀」より引用）としている。

講師は研究生活に入ってから一貫して、国土保全の研究を行ってきたが、従前の研究対象面積の規模は数ha～数百ha程度と小流域面積であったが、近年のそれは数千～数万ha（数十～数百km²：多目的ダム流域面積程度）と、その規模を大きくしている。

その理由は、「森林の水源涵養機能」を例に述べると、流域の水源域（溪流部）の管理主体は森林管理者（林野庁、林務部）であり、中・下流域（河川部）の管理主体は河川管理者（建設省、土木部）であるとともに、中・下流域には溪流・河川部の影響を直接的に受ける農・工業を含む一般人の生活の場となっている。

したがって、森林管理者は管轄流域における森林の水源涵養機能の情報を“正しくとらえる”とともに、その情報を積極的に河川管理者へ伝え、また、一般人に対しても情報の開示が必要である。換言すれば、流域管理システムの構築にとって、森林の水源涵養機能の正しい情報は一つの重要な要素と考えている。

講師は森林管理者はもとより、河川管理者及び一般人が関心を示すと思われる多目的ダム程度の流域規模で、森林の水源涵養機能の実態を調査したので、それについて報告することとした。

講師は、東北森林管理局管内（福島県を除く東北5県）の多目的ダム等で調査を行ってきたが、今後は関東森林管理局等でも調査する予定である。

II 森林の水源涵養機能について

1. 水源涵養機能（保安林）について

林野庁（同庁監修(1997)：保安林の実務，16-17頁，地球社，東京）は、森林の水源涵養機能を次のように説明している。

（解説文）

森林の樹木及び地表植生等によって形成された落葉、落枝、林地土壌の作用によって、山地の降雨を地下に“浸透”させ、降雨直後の地表流量を減少させることにより河川流量をほぼ一定にする機能であり、豪雨時、融雪時等の増水時に洪水ピークを下げる「洪水調節機能」と、渇水時の流量を平時の状態に近づけさせる「渇水緩和機能」とによって、「洪水の防止」及び「水資源の確保」に資する。この目的で指定された保安林を水源涵養保安林という。

また、水源涵養機能の一部が干害防備であって、林野庁（同庁監修(1997)：保安林の実務，18頁，地球社，東京）は、干害防備機能を次のように説明している。

（解説文）

森林の樹木及び地表植生によって形成された落葉、落枝、林地土壌の作用によって、降雨を地下に“浸透”させ徐々に流れさせる「渇水緩和機能」により、「局所的な用水源を

保護」する。この目的で指定された保安林を干害防備保安林という。

2. 水源涵養保安林及び干害防備保安林の指定状況

わが国の森林面積は25,146千ha（1995年現在）であり、その中で、水源涵養保安林は、6,243千ha（24.8%）、干害防備保安林は、50千ha（0.2%）となっている。すなわち、森林面積の25%が広い意味での水源涵養機能（保安林）である。

3. 森林の水源涵養機能に対する報道例

①NHK・加藤 寛等による報道

村井 宏（元岩手大学大学院農学研究科教授，水利科学：No. 131）によると，1979年7月9日のNHKの朝のテレビ放送（「奥さんごいっしょに」）で，加藤 寛（当時慶応大学教授，経済学）が，「日本の山林は広葉樹から生産効率のよい針葉樹に植え変えてしまったので，林地土壌の保水能力が低下し，水資源の枯渇化を招いている」という意味の発言をした模様である。

その後，NHKは加藤 寛の意見を信じ，それを脚色して，「ブナ等の落葉広葉樹は保水力が大きく，スギ等の針葉樹は保水力が小さい」と“断言”し，「その保水力の違いが近年の“洪水・水枯れ”の原因となっている」（以下，「保水力説」と呼ぶ）と言及し，一般人はブナとスギの保水力の違いが本当であるかのようになった。

◇NHK・加藤 寛によって，森林の水源涵養機能は保水力説にあると唱えられた（報道期間：1979年～1998年）

講師は別の仮説（蒸発散説）で森林の水源涵養機能を評価していたため，NHK等の報道に対し強い関心を持ち，保水力説の基となった研究論文の提示をNHK盛岡放送局に求めた。

NHKは保水力説の根拠となった研究論文の存在を1979年から1997年末まで肯定してきたが，講師にその提示がない（“情報開示がない”）ままであったので，講師は提示期限を1998年1月28日に設定し，NHK盛岡放送局に対してその研究論文の提示を迫った。

1998年1月28日，NHK盛岡放送局の責任者（大瀧重興放送部長，吉沢 信放送部次長）が講師の研究室に訪れ，これまで根拠がないまま保水力説を報道してきたこと，今後保水力説の報道はしないこと等，詫びた。

それに対して講師はNHKが根拠のないことを報道してきたことを認めるならば，そのことを全国の聴視者に伝える責任があると条件をつけた。その後，NHK仙台放送局（野地忠弘広報部長），NHK秋田放送局（山本健一）にも同様な話をしたが，1998年末まで無視したままである（“ヤラセが続いていること”）。

◆NHKは保水力説を撤回する旨，筆者に詫びたが，全国の視聴者には未だない

以上のことから，林業技術者は世間の風評に惑わされないように願う次第である。

②読売新聞による報道

講師は同紙しか講読していないので，その他の新聞報道はわからない。

同紙の1996年9月17日発行版で，近藤泰年記者が，“減る広葉樹林，山が荒れる”，“水を育む豊かなブナ林”，“自然林は天然のダム”，“保水力生かし水資源に”等の報道があったが，その内容の8割程度は誤報である（詳細は省略します）。

③森林の保水力とは何ですか

保水力を正しく理解していると思われる林業技術者，マスコミ，一般人は皆無に近いようであるから，次に保水力とは何かを述べる。

野口陽一（森林水文学用語辞典一定義と説明一，水利科学研究所，東京，1981年発行）によると，土壌学と水文学では保水力の内容が異なることを指摘している。

土壌学での保水力は容水量と同じ意味で使用していて，毛細管力によって保持されている水という意味である。したがって，容水量と同じ意味での保水力は洪水調節機能とか，湧水緩和機能との結びつきは低いものである。

他方、森林水文学での保水力は研究者の目的によって、(1)遮断貯水量、(2)落葉層貯留量、(3)土壌容水量、(4)中間流貯留量、(5)地下水貯留量の一部であったり、または全部をさすこともある。(1)~(5)の全部を保水力とするならば、それと洪水調節機能とか、渇水緩和機能との関連は高いが、(1)~(5)の全てを測定・推定した例はこれまでにない。

以上のように、保水力は専門分野間でもその内容が異なっているし、また、同じ専門分野でも目的によって使い分けがある。それほど、保水力は“あいまい”な熟語であるから、林業技術者はその熟語を使わない方が良いと思われる。

なお、保水力はあいまいな熟語であるから、万人が理解しているようで、正確には理解していない、人心を“マインド・コントロール”する言葉ではある。

④いままでの保水力に対する講師等の反論

マスコミは、ブナは保水力が大きく、スギは保水力が小さいと言及し、その違いがブナとスギの洪水・水枯れの違いに現われるとしている。

林種間の保水力の違いは解明されていないので、現段階では不明である。

したがって、マスコミ報道には根拠がなく、講師の意見（「環境を考える（18号）－保水力のウソ・ホントー」、岩手日報（1997年6月21日発行版））や神戸亮二氏の記事（「ルポルタージュ、深まる山村崩壊の危機（V）誤解と無知の増幅で進む自然破壊（中）－実証の無い仮説が定説になったブナ林信仰－」、農林経済（1998年1月12日号：2-5））を一読して頂きたい。

4. 森林の水源涵養機能に対する2説

森林の水源涵養機能に対する考えはこれまでに2説がある（付図参照）。

一つ目が、前記の“浸透説”であり、二つ目が、水循環機構に関するいろいろな水文調査、流出モデルによる流出解析等から論理的に得られた“蒸発散説”である。

以下では2説の基本的考え方を述べるが、説明がわかりやすくするために、森林地を「森林」と、また、更新を前提条件とした森林の伐採地を「伐採」と呼ぶ。

①浸透説（従来の定説）

◇A-1：「浸透説（1897年～現在）」の提案者

林野庁（元山林局）によって水源涵養機能の主因は“浸透”にありと、唱えられるようになった。

【林野庁によって浸透説が唱えられるようになった。】

◇A-2：「浸透説」に対する検証の有無

森林総合研究所（元国立林業試験場）によって、自然には生起しない大きな強度の人工雨によって“浸透能”の実験がなされ、その実験による値が地被別の“浸透量”と見做した。しかし、自然に生起する降雨強度は比較的小さく、その降雨強度での浸透量は森林地、伐採跡地、草地、裸地で同等となる。

浸透能の研究者は、平田徳太郎（旧国立林業試験場）、村井 宏（旧国立林業試験場→静岡大学→岩手大学）、河野良治（旧国立林業試験場）、竹下敬司（福岡県→九州大学）、石井正典（岩手大学）、等であり、それらの研究者によって、多数の実験がなされた。

石井正典は同説によって、森林の水源涵養機能の評価は不可能と判断し、数年でその実験を中止し、再び、蒸発散説で評価を進めた。

水源涵養機能の評価には流出量による検証が必須条件であるが、浸透能と流出量との関わりを検証例が無いので、同説は仮説の域を出ていない。

【浸透説に対する水文学的検証はないので、同説は仮説にすぎない。】

水源涵養機能の説明文から推察すると、伐採は、逆に洪水調節・渇水緩和機能を悪化させると読取れるが、既往の研究論文で、森林伐採は洪水調節機能の悪化は確認できたが、渇水緩和機能の悪化を確認した事例はない。すなわち、浸透説では前者が正しく、後者が不明のままである。したがって、浸透説は仮説に格下げすることとする。

浸透説を検証済とと思っている研究者がいるが、それはその研究者の勘違いである。

浸透の研究は本来、地被別の“浸透量”調査で行なわなければならないところを、勘違

いによって“浸透能”調査で行なっていることにある。

浸透能と浸透量では根本的な違いがあつて、浸透能は非現実的な強い雨量強度で行なう浸透実験であり、他方の浸透量はわが国で普通に生起する自然の雨量強度で行なう浸透実験のことである。すなわち、浸透能によって得られた地被別比較試験では森林の水源涵養機能の比較はできない。

浸透量（地表流量から逆算）の地被別比較試験では森林と伐採の差は小さく、その違いは雨量・流量の観測精度に埋没する程度である。

浸透量が流出量にどの程度の影響を及ぼすかについての調査は、これまでに認められないので、従来の定説である浸透説は仮説のままである。

すなわち、林野庁が森林の水源涵養機能として説明してきたことに対する正否の検証は保安林制度が発足して102年になる現在でも確認できていない。

②蒸発散説（従来は仮説）

◇B-1：「蒸発散説（1982年～現在）」の提案者

講師は洪水・水枯れの主因が“蒸発散”である、と提唱した。

【石井正典によって蒸発散説が唱えられた。】

◇B-2：「蒸発散説」に対する検証の有無

石井正典は多くの多目的ダム流域等の流出量で蒸発散原因説を検証・確認し、その成果は日本林学会誌等に投稿し、論文審査を経て、学会誌に多数の論文を掲載した。したがって、蒸発散説はその妥当性が確認されたので、実用性の伴った定説の一つと成り得る。

【蒸発散説に対する水文学的検証があり、同説は定説の一つとなる。】

講師は1982年に「地被条件による蒸発散・土壌水分の季節的変化に関する研究」の課題で九州大学から学位を取得した。その内容の一部を述べると、森林と伐採では蒸発散、土壌中の毛管水分、地中の重力水量に大きな違いがあることを確認した。

森林を伐採すると降雨遮断量と蒸散量が減少し、伐採の土壌中の毛管水分は森林より湿潤状態（土湿不足が小さい）となる。したがって、次の降雨では遮断量が小さいことと、土湿不足も小さいことから、伐採では中間流、地下水が多くなると推察し、また、流出解析からもその妥当性は確認した。

講師は1982年段階で、蒸発散説を確認し、伐採は洪水調節機能の悪化となるが、逆に、渇水緩和機能を改良することを確認していた。したがって、豪雨地帯での森林伐採は不利となるが、寡雨地帯でのそれは逆に有利となる。

上記の結果は小流域で得られたもので、その結果が多目的ダム等の大流域でも当てはまるか否かを東北・北海道地方で検証したのが以下に示した報告である。

Ⅲ 講師の「広葉樹と針葉樹の水源涵養機能」の比較調査

1. 講師が最近取組んでいる主な研究課題

講師が最近取組んでいる主な研究の課題は下記の通りであり、特に、森林の水源涵養機能に関する調査・研究は40年近い実績があります。

- ①森林の水源涵養機能の評価に関する研究 … (1961年～現在)
- ②溪流魚道の開発・改良に関する研究 …… (1995年～現在)
- ③山地開発と流域保全 …… (1990年～現在)

2. 目的・方法

講師はブナ等広葉樹とスギ等針葉樹の水源涵養機能の違いはあるかを集中的に調査・研究した。東北・北海道地方の多目的ダム流域等の中から、ダム開設初期は広葉樹が主体であったが、その後、拡大造林によって針葉樹へ転換された流域を選び、その林種転換前後の水源涵養機能の比較した。

3. 背景

筆者は砂防工学を専門とするもので、長年、「森林と水の関わり」についての調査・研究を行ってきている。近年、流域の上流部での山地開発、森林伐採が河川・海の環境に悪

影響を及ぼすと言われている。

表-3 解析流域名, 解析状況, 発表の有無 (1999年 3月現在)

道県名	No.	流域名	市町村名	流域面積 km ²	森林率 %	流況解析		発表の有無
						年間	夏期	
北海道	1	桂沢ダム	三笠市	151.2	95.9	済	—	—
	2	幌加ダム	上士幌町	69.1	100.0	済	—	—
	3	上岩松ダム	新得町	543.6	100.0	済	—	—
青森県	4	目屋ダム	西目屋村	171.58	96.9	済	済	—
	5	川内測水所	川内町	141.0	92.8	済	済	—
	6	小目名測水所	大畑町	145.0	96.2	済	済	—
岩手県	7	元村測水所	岩泉町	142.0	96.8	済	済	有
	8	平津戸測水所	川井村	126.0	93.9	済	済	—
	9	石淵ダム	胆沢町	154.0	96.3	済	済	有
	10	田瀬ダム	東和町	740.0	81.3	済	済	—
	11	湯田ダム	湯田町	583.0	88.9	済	済	—
	12	四十四田ダム	盛岡市	1,196.0	55.4	済	済	—
	13	御所ダム	盛岡市	635.0	78.0	済	済	—
秋田県	14	森吉ダム	森吉町	125.0	100.0	済	済	有
	15	萩形ダム	上阿仁村	86.7	97.9	済	済	—
	16	素波里ダム	藤里町	100.0	100.0	済	済	—
	17	鎧畑ダム	田沢湖町	320.3	93.6	済	済	—
宮城県	18	花山ダム	花山村	126.9	91.4	済	済	有
	19	鳴子ダム	鳴子町	210.10	88.7	済	済	—
	20	漆沢ダム	小野田町	58.9	93.3	済	済	—
山形県	21	荒沢ダム	朝日村	162.0	97.8	済	済	—
	22	木地山ダム	長井市	63.0	100.0	済	済	—
	23	高坂ダム	真室川町	68.2	100.0	済	済	—
	24	蔵王ダム	山形市	21.0	100.0	済	済	—

そのような社会的背景を受けて、講師は平成3年度から学部学生に対して「流域保全学」の講義科目を新たに開講し、山地開発、森林伐採等による下流域への影響についての講義を行なうとともに、流域保全に関する調査研究を行なっている。また、講義、学会発表に加えて関連行政諸機関等に対して、「流域環境保全」のフォーラムを平成6年度から開始し、一般住民から行政まで幅広く「正しい流域環境保全」の啓蒙活動を実施している。

当地方で最近問題となっているのは森林伐採、特に広葉樹から針葉樹への林種転換が保水力の低下になるとの意見があり、また、ブナの保水力はそれ以外の樹種に比べて優れ、ブナの伐採が渇水時の水量の低下に作用するとの意見が真実のように言われていることである。しかし、ブナの保水力が優れているとの科学的根拠は無く、ブナ問題は憶測が先行し、それが河川管理者及び森林管理者にとって戸惑いとなっている。

そこで、東北・北海道地方の水源地を対象に、以前は広葉樹を主体とした森林流域を林種転換等に伴って森林伐採が行なわれた流域について、水源涵養機能(特に、渇水緩和機能を中心)に及ぼす影響の程度・有無等を調べた。

4. 調査研究の授受及び報告書の発行

講師は、「東北・北海道地方における広葉樹と針葉樹の保水力の比較」を研究課題として河川環境管理財団から平成9～10年度の2年間、河川整備資金の助成を受けているが、その報告書は平成11年5月頃公表予定である。

5. 水源涵養機能の調査・研究を行なった多目的ダム流域等

講師は数年前から、東北・北海道地方の多目的ダム流域を対象に水源涵養機能の調査研究を行ってきたが、その方法は年間及び夏期の流況解析によっている。また、解析結果の発表の有無は表-3に示した。

IV 水源涵養機能に関する講師の最近の発表実績

調査研究の対象は東北・北海道地方の多目的ダム等であるが、発表実績を下記に示す。

- ①石井正典(1991)：ブナ帯山地流域の流出特性(Ⅱ)－東北地方－，ブナ林の自然環境と保全：290-308，ソフトサイエンス社，東京
- ②石井正典(1991)：ブナ林の土保全の働き(Ⅵ)－施業の変遷と河川の流出土砂(宮城県大倉ダム及び岩木川上流部ダム流域の場合)，339-350，ソフトサイエンス社，東京
- ③石井正典(1994)：岩木川主要ダムの堆砂状況について，日本林学会東北支部会誌，46：209-212
- ④石井正典(1994)：北上川上流部御所ダムの堆砂状況について，日本林学会東北支部会誌 46：213-216
- ⑤石井正典(1995)：岩手県閉伊川上流部の気象特性と流況特性，日本林学会東北支部会誌 47：189-192
- ⑥石井正典(1995)：北上川上流部五大ダムの堆砂の計画と実績の比較，日本林学会論文集 106：499-502
- ⑦石井正典(1995)：平成 6年 9月22日宮城県名取市水系増田川の豪雨災害について，平成 7年度砂防学会研究発表会概要集：103-104
- ⑧石井正典(1996)：石淵ダム流域における流況と気象・林況との関係，日本林学会論文集 107：327-330
- ⑨石井正典(1997)：東北地方の森林流域における流況と降水量，気温及び森林蓄積との関連性(Ⅰ)－北上川水系胆沢川の場合－，東北森林科学会誌 2(1)：9-14
- ⑩石井正典(1997)：広葉樹から針葉樹への林種転換と保水力との関係－久慈・川井・水沢営林署等での実証報告－，平成 8年度青森営林局業務発表集録：265-292
- ⑪石井正典(1997)：広葉樹から針葉樹への林種転換は水枯れの原因か－岩手県内安家川での実証研究－，林業技術 663：23-26
- ⑫石井正典(1997)：積雪寒冷地帯の水源山地における降水量，気温，林況及び流況の特性並びに広葉樹と針葉樹の渇水緩和機能の比較，日本緑化工学会第 4回積雪寒冷地緑化研究部会概要集：28-38
- ⑬石井正典(1997年)：森林の渇水緩和機能について(Ⅰ)－岩手県内安家川水系安家川での事例－，水利科学 238：13-31
- ⑭石井正典，室岡良伸(1997)：広葉樹から針葉樹への林種転換が河川流量に及ぼす影響(Ⅰ)－秋田県内米代川水系小又川の森吉ダム流域について－，日本林学会論文集 108：389-392
- ⑮石井正典(1997)：伐採と流量の関係について－米内沢営林署管内森吉ダム等 4 ダム流域での実証報告－，平成 8年度秋田営林局業務発表集録：138-165
- ⑯石井正典，嘉村多門，室岡良伸(1998)：米代川水系小又川の森吉ダム流域の夏期の河川流量と降水量，気温及び森林蓄積の関連性，日本林学会誌 80：98-104
- ⑰石井正典(1998)：森林の渇水緩和機能について(Ⅱ)－秋田県内米代川水系小又川の年間の流況について，水利科学 242：88-106
- ⑱石井正典，大沼良応，荒木志保(1998)：東北地方の森林流域における流況と降水量，気温及び森林蓄積との関連性(Ⅱ)－宮城県内北上川水系迫川の花山ダム流域の場合－，東北森林科学会誌 3(1)：25-32
- ⑲石井正典(1999)：森林の渇水緩和機能について(Ⅲ)－秋田県内米代川水系小又川の夏期の流況について，水利科学(6月号予定)

IV あとがき

前記のように、国有林の管理形態が1999年から大幅に転換し、水土保持機能を主なる柱とする基本方針となったが、その森林の水土保持機能は、水源涵養機能と土砂流出防備機能が中心となる。

講師は今回の講演で東北森林管理局管内で調査研究した森林の水源涵養機能についての報告を行なったが、同管内では引き続き、土砂流出防備機能についての調査研究を進める予定である。

さらに、関東・北海道森林管理局についても多目的ダム規模の流域を対象に森林の水土保持機能の調査研究を行なう予定である。

それら、一連の調査研究がこれからの国有林及び民有林の管理経営に役立つことを願って講演の終わりと致します。

【付図：森林の水源涵養機能の2説】

森林の水源涵養機能に対する「浸透説」と「蒸発散説」の提案者及び研究者

