

第2章 定量的評価について

1 森林の多面的機能の定量的評価手法の概要

(1) 注目される森林の多面的機能

森林は、木材等林産物の供給のほか、水資源のかん養、山地災害の防止、保健休養、生活環境の保全など多面的な機能を持っている。これらの諸機能は一般に多面的機能と呼ばれている。特に 1970 年代以降、国内林業の不振、自然災害の発生や渇水等の問題、モノの豊かさより心の豊かさを重視するというライフスタイルの変化、自然保護運動の高揚、いわゆる地球環境問題の深刻化とそれに対する世界的取り組み（「持続可能な森林経営」の模索）等を背景に、森林の多面的機能に対する国民の関心は、一層高まり且つ多様化している。

2007 年の「森林と生活に関する世論調査」（図 2-1）では、森林に期待する働きとして、「木材の生産の場」 14.6 %に対し、「地球温暖化防止」 54.2 %、「災害の防止」 48.5 %、「水資源を蓄える」 43.8 %、「空気をきれいにしたり騒音をやわらげる働き」 38.8 %、「心身の癒しや安らぎの場を提供する働き」 31.8 %、「野生動植物の生息の場」 22.1 %、「自然に親しみ森林と人とのかかわりを学ぶなど教育の場としての働き」 18.0 %などとなっている。

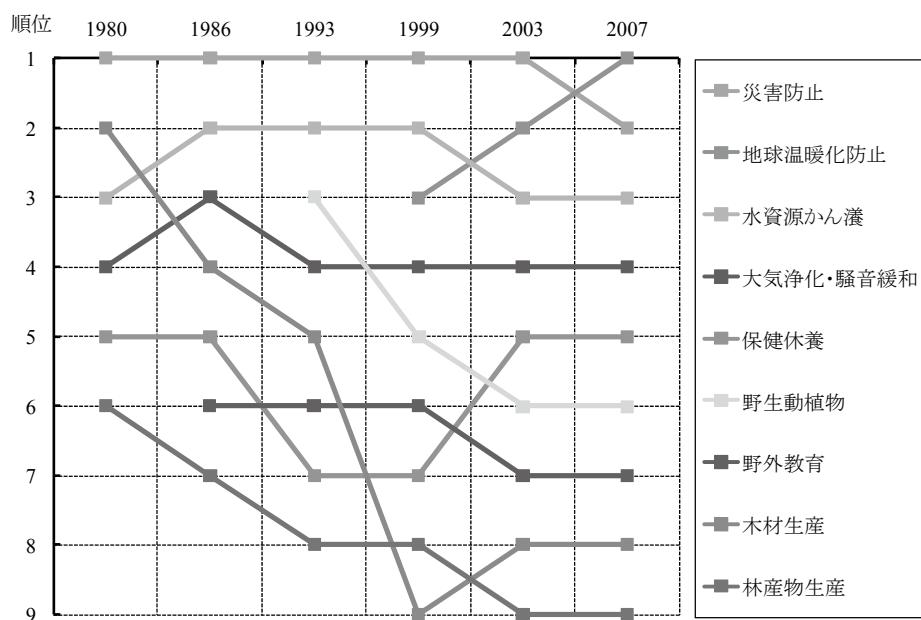


図 2-1 国民の森林に対するニーズ(森林に期待する働き)

注：内閣府による世論調査の結果。

（2）森林の多面的機能の定量的評価の必要性

こうした森林の多面的機能への関心を受けて、それらの機能の定量的評価手法に対する関心も高まっている。それには大きく2つの流れがあり、1つは指數評価手法の開発、もう1つは貨幣価値評価手法の開発である。

前者については、森林の状態、立地条件、森林と人との関わりの強さ（社会的ニーズ）を個々の森林ごとに的確に把握し、多面的な機能のうちどの機能を優先させた森林整備を行うかを判断するために、諸機能間の比較考量が必要なことから、諸機能を指數化する試みが森林計画制度の一環として行われてきた。具体的には、「地域森林計画等において属地的に森林の整備の目標等を定めるために必要な客観資料を得ることを目的」として実施された「森林の機能別調査」であり、手法としては数量化法が用いられている（林野庁長官通達「森林の機能別調査実施要領の制定について」、1977年）。

近年では更に一步進んで、単に諸機能間を比較考量することを可能にするだけでなく、優先させるべき機能を抽出し、多様な森林整備の方向性を幾つかの方向に集約化する手法も開発されている。具体的には、1997～98年度に実施された「公益的機能の確保のための森林整備手法類型化調査」（林野庁）において展開された森林の機能的ゾーニング論である。1996年の森林資源に関する基本計画では、森林整備の推進方向を国民に分かりやすい形で示すために、3つの「重視する視点」、すなわち、「水土保全」、「森林と人との共生」、「資源の循環利用」ごとに森林を区分し、それらに応じた森林整備が必要であるとし、これを受け、同調査では、まず、多変量解析の一種である階層分析法（Analytic Hierarchy Process : AHP）を用いて諸機能の大きさを指數化し、人命・財産保全と機能発揮の場所的代替性の2つの論理から諸機能間を比較考慮すると同時に優先順序をつけ、先の3つの「重視する視点」ごとに区分する手法を開発している。

さて、森林の多面的機能の評価のもう1つの流れである貨幣価値評価について、環境の価値を貨幣単位で示すことの根拠は、①環境の利用や保全の経済的合理性・効率性の表示、②評価対象となる環境の社会全体としての大切さの表現、③それを誰もが自らの経験の中で解釈するには貨幣単位での表示が適切であることの3点に集約される（鷲田豊明『環境評価入門』、勁草書房、1999年）。例えば、公共工事による環境修復ないし破壊の効果を費用便益分析によって把握する際、環境の価値（またはその増減）を便益または費用として計上する必要がある。あるいは、環境の便益をその利用者・消費者がどれだけの負担増加に値すると判断するかを分析するためにも環境の貨幣価値評価が必要である。

(3) 環境価値の定量的評価手法の概要

図2-2に示すように、森林という自然環境から生じる価値は、大きく利用価値と非利用価値に分けられる。前者は、生産資源として利用（農作物や木材などの生産）する直接利用価値と、間接的ではあるが景観や森林浴等を通して自然環境の便益を享受することによって得られる間接利用価値からなる。後者は、オプション価値、遺贈価値、存在価値の3つに細分するのが代表的な分類法である。

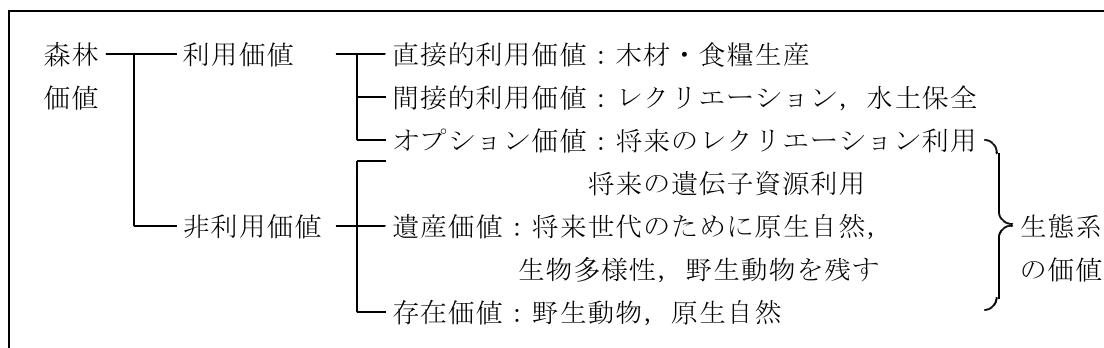


図2-2 利用形態からみた森林の環境機能

注：栗山浩一『公共事業と環境の価値』、筑地書館、1997年、p.8

オプション価値とは、現在直接は利用していないても、将来的に自分にとって使用可能な選択肢として残しておく場合の価値を指す。遺贈価値は、自分自身は使用できなくても将来の世代のために残しておきたい場合の価値である。存在価値は、その環境を実際に利用する可能性はないが、それが存在すること自体を選好することに基づいた価値である。

農林業には農産物や林産物の生産以外に様々な機能を果たしていると言われている。具体的には、農地や森林が洪水時の降雨流出量を抑えたり、土砂流出量を抑制するといった国土保全の役割を担っていたり、農村や森林の景観、空間が人々に安らぐ気持ちを持たせたりするというものである。

農林地という自然環境から産み出される価値の中で、明確に経済価値を計ることが可能なのは、直接利用価値である。残りの大半の価値は、生じた効果に対する対価が正当に支払われることのない外部経済効果、つまり農林業という

経済行為の外部経済効果だと言え、一般には森林または農業・農村の公益的機能と呼ばれている。

元来、環境の貨幣価値評価手法を大きく分けると、個人の選好をもとにした評価（需要を考慮するか）かどうかで分けられる。この区分を「需要曲線アプローチ、非需要曲線アプローチ」（浅野耕太『農林業と環境評価』、多賀出版、1998年）としたり、「選好独立型評価法、選好依存型評価法」（鷺田豊明『環境評価入門』、勁草書房、1999年）とするなど、研究者により表現は異なる。基本的に大差はないが、ここでは後者の区分を用いておく。選好独立型評価法は、代替法が主な評価手法で、選好依存型評価法は仮想評価法やコンジョイント分析などの表明選好法、トラベルコスト法、ヘドニック価格法などの顯示選好法に細分される（図2-3）。

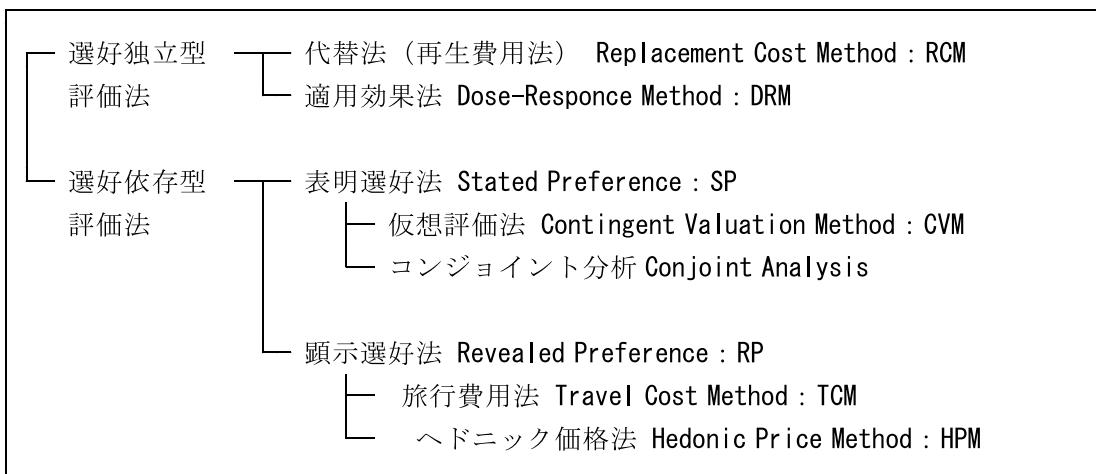


図2-3 環境評価手法の分類

注：鷺田豊明『環境評価入門』、勁草書房、1999年、p.89

これまでの森林の多面的機能の評価では主に代替法が用いられ、仮想評価法、トラベルコスト法、ヘドニック価格法による評価事例も一部みられる。これらにコンジョイント分析を加えた5手法について、その特徴を簡単に整理しておく。

①代替法

代替法 (Replacement Cost Method : RCM) とは、ある環境サービスについて、それと同等のサービスを提供する私的財を探し、環境サービスの価値を私的財価格で評価する手法である。例えば、森林の持っている保水機能を利水ダムで代替し、その機能の経済価値をダムの建設費より求めるという評価法で、森林を失った時に森林が担ってきた役割を他の私的財で代替させることを想定する。代替法は、一般的に個人の選好によらない評価法（選好独立型評価法）であると言われているが、上記のようなダムによる技術的な代替以外にも個人の選好にある程度依存した代替も考えられ、完全な選好独立性（非需要関数アプローチ）とは言えない場合もある。

前提条件として、環境財と代替物となる私的財は完全代替関係をもつ必要があるが、現実に完全代替する私的財は無いに等しく、それに近いものを見つけることすら困難な場合が多い。例えば、前述のダムは森林の保水機能を代替する私的財として想定することは比較的容易であるが、生物多様性や景観等の諸機能を代替する私的財を見つけることは困難であり、この点が代替法の限界である。

②トラベルコスト法

トラベルコスト法 (Travel Cost Method : TCM) は、レクリエーションや景観の評価に用いられる手法で、対象地までの旅行費用と訪問率、旅行者数からレクリエーションの需要関数を推定し、その消費者余剰を用いて貨幣価値に換算し、評価額とするものである。

市場データを用いた評価なので顯示選好法に分類されるが、個人の旅行データを集めることに時間と費用が掛かることが難点である。また、旅行時間や滞在時間の機会費用の存在、多目的旅行の旅費の分離の難しさ等の課題も残されている。

③ヘドニック価格法

ヘドニック価格法は、森林などの環境資源が地代や賃金に与える影響を計測することにより、環境資源の貨幣価値を計測する方法で、顯示選好法に分類される。

環境便益が、消費者の均衡行動を通じて不動産価格に反映されるという「キヤピタリゼーション仮説」を基礎としたヘドニック分析の応用例と言え、地価

(地代) と各環境要素 (属性) のデータより地価関数を推計し、その係数より属性の限界価値を求める。

地代など市場データと環境特性の情報を収集するだけで環境資源の貨幣価値を算出でき、情報収集の費用が余りかからないというメリットがある。一方、計測対象は完全競争市場の市場データが存在するもの、地域公共財の性質を持つものという制限がつき、また非利用価値は計測困難であるという問題がある。

④仮想評価法

仮想評価法 (Contingent Valuation Method : CVM) は、ある環境の変化に対する支払意志額 (willingness to pay : WTP) または補償受入額 (willingness to accept : WTA) を直接人々から聞き出し、その額を統計的に処理することから1人あたりの金額を算出する。その金額を関係者全体で集計することにより、その環境の価値とするという手法であり、表明選好法に分類される。

この評価では市場データを用いる必要はない。また、評価対象は広く、景観や生態系の価値等、従来の評価法では計測困難であった存在価値、オプション価値等の非利用価値の評価が可能である。しかし、アンケートでの聞き方等に起因する様々なバイアスが存在することが分かっており、これらの解決が課題となっている。また、信頼性の高い評価を行おうとすると費用が掛かりすぎてしまうという問題も指摘されている。

⑤コンジョイント分析

表明選好法のもう1つの代表的な手法であるコンジョイント分析 (Conjoint Analysis) は、1970年代頃からマーケティング・リサーチの一手法として広く応用されてきた手法であり、環境価値評価の分野で本格的に応用されるようになってきたのは1990年代以降になってからと言ってよい。

コンジョイント分析は、人々の意志を直接聞き出す点ではCVMと同様であるが、評価対象となる環境がもっている様々な属性別に人々の選好を把握するという点で大きく異なる。例えば、ある森林の場合、そのレクリエーション価値、生態系としての存在価値、景観としての価値などの属性に分けて、それについて人々の選好度を把握できる。

つまり、様々な種類の効用をもつ環境について、その全体効用と部分効用を把握し、部分効用間（属性間）の選好ウェイトを把握する点が特徴となっている手法である。なお、全体効用、部分効用の把握は、各属性に対する重要性を

直接聞きだし全体効用をとらえようという方法と、全体効用を聞き出すことによって部分効用をとらえ、選好ウェイトをとらえる（選択の予測）方法がある。

また、CVM と大きく異なるもう 1 つの点は、ある特定の環境を対象に導き出した属性間の選好ウェイトを、同じような属性をもつ他の環境に対しても利用できる可能性が高いということである。

（4）森林の多面的機能の定量的評価手法の研究動向

我が国における森林の多面的機能の貨幣価値評価の端緒は、1972 年の林野庁による評価である（林野庁「森林の公益的機能に関する費用負担および公益的機能の計量、評価ならびに多面的機能の高度発揮の上から望ましい森林について」、1972 年）。ここでは代替法が用いられ、全国レベルで森林環境を経済評価したものとしては初の試みである。その目的は、「従来は定性的に評価されてきた森林の公益的機能を定量的に把握することによって、森林の多目的利用の観点からする最適な森林施業方法を確立し、又、森林の適正な管理経営のための費用の社会的分担基準を求めようとするものである」としている（林野庁「森林の公益的機能計量化調査—みどりの効用調査—（中間報告）」、1972 年）。

林野庁では 1991 年、2000 年にも代替法で評価を行い（表 2-1 ~ 2-2）、林業白書やパンフレット等に公表し、国民に多面的機能の大切さを PR している。農業分野でも 1982 年、1991 年、1993 年、1998 年に代替法による農業・農村の多面的機能の貨幣価値評価が民間、国の双方により行われており、特に近年では、WTO の交渉の場において国内の農業・農村を公的支援により維持することの根拠として注目されるに至っている。

表2-1 森林の多面的機能の評価額(全国)の比較

単位:億円／年

機能	林野庁 (1972)	林野庁 (1991)	三菱総研 (1993)	林政総研 (2000)	林野庁 (2000)	学術会議 (2001)	林政総研 (2002)
二酸化炭素吸収機能	—	—	3,340	21,215	12,400	12,400	12,510
化石燃料代替機能	—	—	—	—	—	2,261	2,157
表面侵食防止機能	22,700	79,800	285,200	303,304	282,565	282,565	211,334
表層崩壊防止機能	500	1,800	—	84,421	84,421	84,421	84,421
洪水緩和機能	16,100	42,600	91,760	55,688	64,686	64,686	73,450
水資源貯留機能			694	87,407	87,407	87,407	134,881
水質保全機能	—	—	—	128,130	128,130	146,361	134,437
野生鳥獣保護機能	17,700	6,900	—	—	37,800	37,800	37,792
保健休養機能	22,500	76,700	41,133	21,609	22,546	22,546	22,546
酸素供給機能	48,700	184,200	—	39,107	39,013	—	—
雪崩防止機能	—	—	758	—	—	—	—
合計(参考)	128,200	392,000	422,885	740,881	758,968	740,447	713,527

表2-2 1972年と1991年の林野庁による森林の多面的機能の評価額

機能の種類	1972年		1991年		機能物理量／代替物
	評価金額 (億円/年)	代替物 の単価	評価金額 (億円/年)	代替物 の単価	
水資源かん養	16,100	7円/m ³	42,600	18.5円/m ³	2,300億m ³ (地下水貯留量) 利水ダム
土砂流出防止	22,700	400円/m ³	79,800	1,400円/m ³	57億m ³ (土砂流出抑止量) 砂防堰堤
土砂崩壊防止	500	400円/m ³	1,800	1,400円/m ³	1.3億m ³ (土砂崩壊抑止量) 砂防堰堤
保健休養	22,500		76,700		森林レクリエーション消費額
野生鳥獣保護	17,700		6,900		8,100万羽(鳥類生息数) 虫害防除・食害による材質低減額
酸素供給	48,700	94円/kg	184,200	254円/kg	5,200万t(酸素供給量) 酸素ボンベ
合計	128,200		392,000		

また、2000年12月には、農林水産大臣が日本学術会議に対して、農業・農村及び森林の多面的機能の評価について、手法(主として代替法が審議対象)や今後の調査研究のあり方等を審議することを諮問し、2001年11月に答申されている。その後、林政総合調査研究所による手法の緻密化が図られた(表2-3～2-5)。

表2-3 2002年の林政総研による森林の多面的機能の評価額

機能	機能物理量	代替物	評価額 (億円／年)	評価年
二酸化炭素吸収	森林の成長と伐採や植林などの変化を含んだ正味の森林蓄積増加量から木質バイオマス増加量(53,713千t／年)を算出し、森林の炭素貯蔵量の増減(26,856千t-C／年)、二酸化炭素換算貯蔵量の増減を計算(98,473千t-CO ₂ ／年)	火力発電所における化学的湿式吸着法による二酸化炭素回収コスト(12,704円／t-CO ₂)	12,510	2000
化石燃料代替	住宅1棟当たり主要構成材料製造時の炭素放出量から、現在の木造一戸建て住宅がRC造一戸建て、鉄骨プレハブで建設された場合の炭素放出量の増加量を計算(16,978,622 t-CO ₂ ／年)	火力発電所における化学的湿式吸着法による二酸化炭素回収コスト(12,704円／t-CO ₂)	2,157	2000
表面侵食防止	地質区分ごとの有林地・無林地別侵食土砂量の差から、傾斜5度以上の森林による土砂侵食抑止量を計算(50.52億m ³ ／年)	計画貯砂量あたり砂防ダム工事費(4,183.18円／m ³)	211,334	1999
表層崩壊防止	単位面積当たり有林地と無林地の崩壊面積の差から、森林による崩壊軽減面積を計算(96,393ha／年)	山腹工単価(8,758万円／ha)	84,421	1998
洪水緩和	森林地帯への降雨量データから100年確率雨量強度を求め、森林と裸地との流出係数の差を考慮した合理式により洪水調節量を試算(1,285,996m ³ ／sec)	洪水調節量当たりの治水ダムの減価償却費及び年間維持費(571万円／年・m ³ /sec)	73,450	2001
水資源貯留	森林地帯降雨量に裸地流出係数0.9を乗じて蒸発散量を差し引き、それに森林面積を乗じて水資源貯留量を計算(1,864.25億m ³ ／年=5,911.50m ³ ／sec)	上水道開発流量当たりの利水ダムの減価償却費及び年間維持費(22.82億円／年・m ³ /sec)	134,881	1998
水質保全	流域貯留機能で計算した水資源貯留量(1,864.25億m ³ ／年)を、生活用水等上水として利用する部分(末端給水・簡易水道事業総配水量144.37億m ³ ／年)と、それ以外(中水として利用する部分1,7719.88億m ³ ／年)に分ける	機能物理量のうち上水部分については家庭用水道料金(全国平均112円／t)、中水部分については雨水利用施設の集水量あたり減価償却費及び年間維持運転費(68.73円／m ³)	134,437	2000
野生鳥獣保護	山科鳥類研究所データより、森林性鳥類の林相タイプ別・鳥種別の生息可能数を推計(全種合計148,446,975羽)	上野動物園の森林性鳥類の飼育データより、鳥種ごとに1羽1年当たり餌代を推計	37,792	2000
保健休養	日本観光協会による全国アンケートより自然(森林)風景鑑賞旅行費用を推計(宿泊1兆9,090億円／年+日帰り3,456億円／年)		22,546	1998
合計(参考)			713,527	

注:林野庁による試算(2000年)及び日本学術会議による試算(2001年)を基に試算(2002年、林政総合調査研究所による)。

表2-4 日本学術会議(2001年)と林政総研(2002年)の相違点

機能	日本学術会議による評価	林政総研による評価
二酸化炭素吸収機能	ある期間の年平均森林蓄積の増加量に年間伐採量を加た森林の成長によるバイオマス増加量を算出し、伐採によるバイオマス減少分を差し引いて、年正味バイオマス増加量とする。	年正味バイオマス増加量算定に当たって、期首森林蓄積と期末森林蓄積の差を伐採、植林等の活動の結果を反映した正味の蓄積増減とらえる。
	人工林、天然林別に森林蓄積(幹材積)からバイオマス量へ変換する。従つて、拡大係数、容積密度も人工林、天然林別の平均値を使用。	針葉樹、広葉樹別に森林蓄積(幹材積)からバイオマス量へ変換する。従つて、拡大係数、容積密度も針葉樹、広葉樹別の平均値を使用。
化石燃料代替機能	1999年度の新設住宅戸数・床面積のデータを使用。	2000年度の新設住宅戸数・床面積のデータを使用。
表面侵食防止機能	1993年度版『砂防便覧』より、1985年以降に着工した直轄砂防ダムの建設コスト(1998年価格)のデータを使用。	1999年度版『砂防便覧』より、1980～99年に着工完成した、計画貯砂量2千m ³ 未満の直轄砂防ダムの建設コスト(1999年価格)のデータを使用。
表層崩壊防止機能	変更なし	
洪水緩和機能	『ダム年鑑1999』の1998年度治水ダム建設事業一覧表より、43の治水ダムの建設事業費のデータを使用。	『ダム年鑑2002』の2001年度治水ダム建設事業一覧表より、38の治水ダムの建設事業費のデータを使用。
水資源貯留機能	『ダム年鑑1999』より、上水道開発水量1万～100万m ³ /secの上水道専用ダムおよび上水道関連ダム266カ所の建設事業費のデータを使用。	『ダム年鑑2002』より、1980～99年に竣工した上水道開発水量1万～100万m ³ /secの上水道専用ダムおよび上水道関連ダム114カ所の建設事業費(1998年価格)のデータを使用。
水質保全機能	物理機能量の1つに生活用水量を使用。また、代替物の1つである水道料金のデータは出所不明。	生活用水と水道料金のデータは、地方公営企業による末端給水事業及び簡易水道事業の2000年度統計(総配水量・家庭用水道料金)を使用。
野生鳥獣保護機能	変更なし(単純に再計算したのみ)	
保健休養機能	変更なし	

以上のように、我が国において、行政による森林または農業・農村の多面的機能の貨幣価値評価は、主として代替法が用いられてきた。実際、林野公共事業においては、費用対効果分析に代替法が用いられている（林野公共事業事前評価マニュアル、2007）。

しかし、農業分野では、近年、代替法だけでなく、1991年にヘドニック価格法、1996年と1998年にCVMによって全国の農業・農村の多面的機能が評価されている。また、林野庁では、全国の森林の評価ではないものの、世界遺

産となった屋久島の森林を対象に、HPM、TCM、CVM の 3 手法による貨幣価値評価（林野庁「森林評価手法に関する調査」、1996～97 年）や、コンジョイント分析による神奈川県森林の評価（林野庁「森林の公益的機能の評価手法検討調査」、1999～2001 年）を試みている。

表2-5 林政総研(2002年)において使用した地域データの一覧

機能	データの名称	データ・ソース			
		発行機関	ソースの名称	該当年	計測単位
二酸化炭素吸収機能	針広別森林蓄積	農林水産省統計情報部	世界農林業センサス	1990年、2000年	市町村別
化石燃料代替機能	構造別一戸建て新設住宅床面積	建設物価調査会	建築統計年報	2001年度版	都道府県別
	新設住宅床面積	〃	〃	〃	市町村別
表面侵食防止機能	表層地質分類別3次メッシュ数	国土交通省HP	国土数値情報自然地形メッシュ	1981年	都道府県別
	森林面積	農林水産省統計情報部	世界農林業センサス	2000年	市町村別
	傾斜度別森林面積	収集困難(今後の課題)			
	砂防ダム工事費	全国治水砂防協会	砂防便覧	1999年度版	全国7地域別
表層崩壊防止機能	単位面積当たり山腹崩壊面積	収集困難(今後の課題)			
	森林面積	農林水産省統計情報部	世界農林業センサス	2000年	市町村別
	治山事業山腹工事費	収集困難(今後の課題)			
洪水緩和機能	アメダス降雨情報	気象業務支援センター	アメダス観測年報	1994～98年	アメダス観測地点別
	森林面積	農林水産省統計情報部	世界農林業センサス	2000年	市町村別
	治水ダム工事費	日本ダム協会	ダム年鑑	2002年度版	全国7地域別
水資源貯留機能	アメダス降雨情報	気象業務支援センター	アメダス観測年報	1994～98年	アメダス観測地点別
	蒸発散量調査データ	林野庁計画課	森林の公益的機能評価について	2001年	全国8地域別
	森林面積	農林水産省統計情報部	世界農林業センサス	2000年	市町村別
	利水ダム工事費	日本ダム協会	ダム年鑑	2002年度版	全国7地域別
水質保全機能	アメダス降雨情報	気象業務支援センター	アメダス観測年報	1994～98年	アメダス観測地点別
	蒸発散量調査データ	林野庁計画課	森林の公益的機能評価について	2001年	全国8地域別
	森林面積	農林水産省統計情報部	世界農林業センサス	2000年	市町村別
	末端給水・簡易水道事業総配水量	総務省自治体財政局	地方公営企業年鑑第48集	2000年度版	地方公営企業別
	末端給水・簡易水道事業家庭用水道料金	〃	〃	〃	〃
野生鳥獣保護機能	林相タイプ別森林面積	農林水産省統計情報部	世界農林業センサス	2000年	市町村別
保健休養機能	土地利用区分別面積	国土交通省HP	国土数値情報土地利用メッシュ	1991年	都道府県別
	観光入り込み客数	生活情報センター	全国観光地・観光客データブック	2001年度版	市町村別

研究界においては、近年、代替法等の個人の選好から独立した評価手法よりも、個人の選好に依存した評価手法である HPM、TCM、CVM に重点があり、特に CVM は、代替法では評価困難であった生態系の価値等の非利用価値の評価が可能のこと、また CVM は単に環境価値そのものを計測する手法ではなく、環境汚染または環境改善の必要性に直面した政策の価値を計測して適切な環境保全施策の円滑な実行に資する手法として開発されたことから、アメリカを中心に世界的に注目されており、日本においても 1990 年代以降にその研究例が急増している。

2 森林の多面的機能の定量的評価の手順

(1) 評価の基本的考え方

①評価手法、評価対象機能の選択

環境経済学分野では HPM、CVM、TCM、コンジョイント分析による評価例が近年多いものの、行政においては主に代替法が用いられており、代替法は林野庁や日本学術会議による森林機能の貨幣価値評価、国有林・法人の森林制度の評価のほか、林野公共事業の費用対効果分析にも使われている。このことから、本調査においては、代替法による評価を基本とする。

評価対象機能は、国有林・法人の森林制度で評価対象となっている 5 機能(表面侵食防止機能、洪水緩和機能、水資源貯留機能、水質浄化機能、二酸化炭素吸収機能)とし、できるだけ都道府県別のデータを使用して評価することとする。

代替法による評価を行うに当たり、森林を整備しなかったときと整備したときとの機能物理量の差はどれだけあるのか、つまり整備による機能物理量の向上効果を正確に把握する必要があり、また整備後 1 年間だけの便益だけでなく、整備による効果が持続して表れる期間を定め、その期間中の総便益を算出する必要がある。そのためには、本来は、林野公共事業における費用対効果分析手法（林野公共事業事前評価マニュアル）を用いるのが良いと思われる。

②林野公共事業事前評価マニュアル方式の注意点

しかしながら、一般には計算過程が難解であるとともに、整備されなかつた場合に想定される機能物理量の算出には困難を伴い、林野公共事業事前評価マニュアルにおいても科学的根拠が明確でない計算諸元も少なくない。

また、評価対象となる便益期間に関して、(a)整備による効果は整備直後では 100 % 表れるわけではなく、何年後に効果が 100 % 表れるようになるか、(b)その後安定して発揮される整備効果は何年間分評価の対象とするのか、などの点について様々な考え方があるとともに、その根拠の明確化が課題となっている。

例えば、(a)については、林野公共事業事前評価マニュアルでは 15 年間と規定し、その根拠は、森林整備により根系の抗張力が十分に増し、森林の土砂崩壊防止機能が安定（流出係数が安定）する期間としている。これに対し、整備後に林床の植被率が 100 % になる期間（一般には数年）を用いるべきとの意見もある（やまぐち森林づくり県民税関連事業評価システム検討ワーキンググループ、2007）。

(b)については、林野公共事業事前評価マニュアルにおいては、標準伐期齢ないし長伐期化した後の想定伐期齢から現在林齢を差し引いた年数を評価対象となる便益期間とするというのが基本的な考え方となっている。

③本調査で行う簡便法

このように、森林整備による機能物理量の向上効果を正確に把握すること（特に便益期間の設定）は、今後の課題として位置づけ、本調査においては、一般にも直感的に理解されやすいこと、企業による森林環境保全活動をいっそう推進するという普及啓蒙の観点から、整備による効果が十分表れている森林はどの程度の機能物理量があるか、つまり、整備後一定年数（整備による効果が十分に表れるようになる期間）を経過した後の森林の状態から各種機能の機能物理量を算出し、裸地との比較において把握することとする。具体的な計算方法は、原則として日本学術会議（2001）、林政総合調査研究所（2002）、林野公共事業事前評価マニュアル（2007）に基づくこととする。

なお、二酸化炭素吸収機能を除く各機能については、裸地との比較だけでなく、整備前森林状態との比較によって求めた森林機能の大きさ（整備後一定年数経過後の 1 年間の便益の大きさ）を参考値として示しておく。

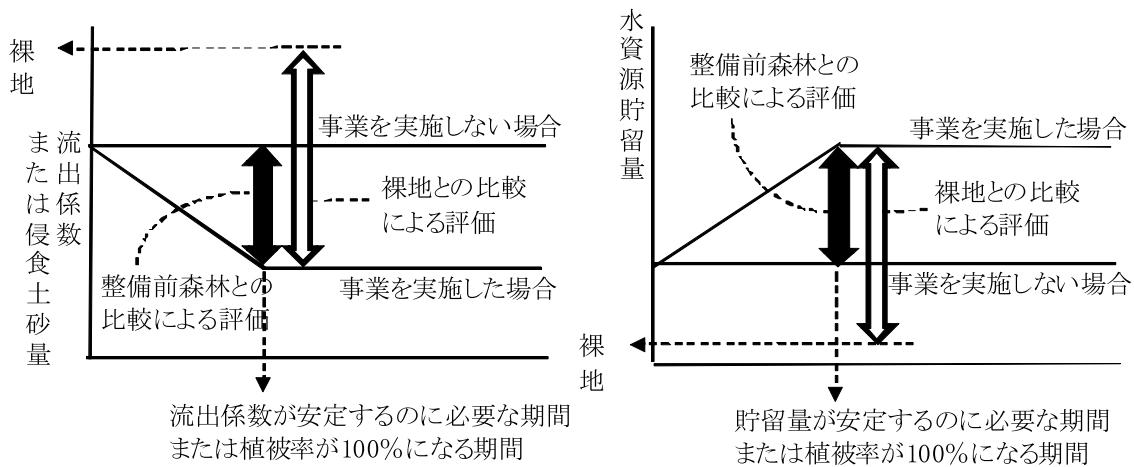


図 2-4 本調査における評価の基本的考え方

(2) 機能別の評価方法

以下、機能別に評価方法を解説する。

表2-6 地表状態別・傾斜区分別の流出係数

区分 地表状態	浸透能小			浸透能中			浸透能大		
	急	緩	平	急	緩	平	急	緩	平
整備済森林	0.65	0.55	0.45	0.55	0.45	0.35	0.45	0.35	0.25
要整備森林(疎林)	0.75	0.65	0.55	0.65	0.55	0.45	0.55	0.45	0.35
要整備森林(裸地)	0.90	0.80	0.70	0.80	0.70	0.60	0.70	0.60	0.50

注: 林野庁「林野公共事業における事業評価単価表」, 2007年, 1頁

①表面侵食防止機能

機能の概要	森林では、樹木や林床植生、落ち葉や腐植が地表面への雨滴侵食を少なくし、また落ち葉と腐植が降雨の浸透を促進し、表面流去水を減少させる。また樹木の根や土壤動物などにより土壤粒子が細粒化され、透水性を良くし、土壤の耐食性を向上させる。	
評価の考え方	有林地(整備済み森林)と無林地(裸地)における単位面積当たり年間土砂流出量と森林面積により、当該森林全体の年間土砂流出量と森林が全て無立木地とした場合の年間土砂流出量を求め、両者の差を森林による土砂侵食防止量とし、これを砂防堰堤で代替する。なお、参考として、整備前森林(森林火災跡地)との比較による評価も示す。	
評価式	裸地との比較	$\frac{(V_1 - V_2) \times A}{S} \times U$
	整備前森林との比較	$\frac{(V_3 - V_2) \times A}{S} \times U$
諸元	<p>V₁ : 裸地における年間土砂流出量 (t / ha) = 50.0 t / ha V₂ : 整備済森林における年間土砂流出量 (t / ha) = 0.5 t / ha V₃ : 森林火災跡地における年間土砂流出量 (t / ha) = 15.0 t / ha (V₁、V₂、V₃とも森林総合研究所治山研究室資料より。なお、裸地以外の荒廃地等の年間土砂流出量は、山腹崩壊地が 500.0 t / ha、森林火災跡地が 15.0 t / ha となっており、森林火災跡地は整備前森林=荒廃地等においては中程度の土砂流出量とされる。)</p> <p>A : 整備対象森林面積 (ha) S : 土壤の比重 = 1.0 U : 計画貯砂量 1 m³ 当たり砂防ダム建設工事費 (円/m³) = 4,183.18 円/m³ (全国治水砂防協会『砂防便覧』1999 年度版より、1980 ~ 99 年に着工完成した計画貯砂量 2,000m³ 以上の大規模ダムを省く全国主要直轄砂防ダム 74 ヶ所の工事費と計画貯砂量から、計画貯砂量 1m³ 当たりの砂防ダム工事費を算出する。なお、満砂後は使い捨てる前提とするため、年間維持費は含めない。また、砂防ダム工事費は、治水事業費デフレーターを使用し、1999 年価格で表示。)</p>	
必須入力項目	1) 整備対象森林面積 (A)	

②洪水緩和機能

機能の概要	森林域が雨水を保留して洪水のピーク流量を低下させ、洪水流出の総量を減らす働きをいう。森林土壤は、雨水を土壤の細孔隙に保留させ、その水分量を無降雨時に森林の蒸散作用によって減少させ、洪水の流出成分量そのものを減らす。また雨水が土中深くに浸透すると、流出が遅れ、洪水のピーク流量が減少する。	
評価の考え方	直接流出量（洪水流量）を軽減し、豪雨時のピーク流量を低下・遅延させる森林の機能を洪水緩和機能として評価することとし、森林と裸地との比較において、100年確率雨量の流量調節量を算出し、これを治水ダムで代替する。なお、参考として、整備前森林(疎林)との比較による評価も示す。	
評価式	裸地との比較	$\frac{A \times R \times (f_1 - f_2)}{360} \times \left[U \times 0.05 \times \frac{(1 + 0.05)^{100}}{(1 + 0.05)^{100} - 1} \right] \times 1.01$
	整備前森林との比較	$\frac{A \times R \times (f_3 - f_2)}{360} \times \left[U \times 0.05 \times \frac{(1 + 0.05)^{100}}{(1 + 0.05)^{100} - 1} \right] \times 1.01$
諸元	<p>A : 整備対象森林面積 (ha) R : 100年確率雨量強度 (mm /hr)</p> <p>(1994～98年の気象庁アメダスデータより、森林地域にある観測地地点全国143箇所において、治山事業において使用されている直接解法(ピソンⅢ型分布)により100年確率雨量強度を求め、都道府県ごとに平均。林野庁計画課「森林の公益的機能について」、2001年、28～29頁。)</p> <p>f₁ : 浸透能中程度・緩傾斜地における要整備森林(裸地)の流出係数 = 0.70 f₂ : 浸透能中程度・緩傾斜地における整備済森林の流出係数 = 0.45 f₃ : 浸透能中程度・緩傾斜地における要整備森林(疎林)の流出係数 = 0.55 (林野庁「林野公共事業における事業評価単価表」、2007年、1頁)</p> <p>360 : 単位あわせのための調整値</p> <p>U : 洪水調節量当たり治水ダム総事業費 (105.85百万円／年・m³/sec)</p> <p>(日本ダム協会『ダム年鑑2006』より、全国24箇所の治水ダムの総事業費5,286億円、洪水調節量合計4,944m³/secをもとに、洪水調節量当たり減価償却費を償却期間100年、利子率5%、年間維持費を減価償却の1%として計算。)</p>	
必須入力項目	1) 整備対象森林面積 (A) 2) 都道府県名	

表2-7 森林地帯のアメダス観測地点における降雨量関係諸元の計算(都道府県別)

都道府県	森林地帯の平均降雨量(mm)	蒸発散量(mm)	100年確率雨量強度(mm/h)	都道府県	森林地帯の平均降雨量(mm)	蒸発散量(mm)	100年確率雨量強度(mm/h)
北海道	1,446.00	867.60	38.37	滋賀	2,059.30	926.69	41.01
青森	1,649.00	1,071.85	37.98	京都	1,680.50	840.25	70.73
岩手	1,272.40	827.06	34.66	大阪	1,420.60	994.42	44.40
宮城	1,574.70	1,023.56	32.84	兵庫	1,737.80	1,216.46	64.78
秋田	2,182.00	654.60	51.27	奈良	1,894.50	1,326.15	44.26
山形	2,643.60	1,586.16	29.70	和歌山	1,831.60	915.80	45.68
福島	1,473.10	957.52	57.82	鳥取	2,349.70	1,174.85	56.39
茨城	1,044.60	470.07	36.99	島根	1,969.90	984.95	72.84
栃木	1,756.60	790.47	82.30	岡山	1,575.50	1,102.85	62.51
群馬	1,553.90	699.26	48.69	広島	2,047.00	1,432.90	69.34
埼玉	1,373.70	618.17	54.40	山口	2,087.80	1,043.90	41.23
千葉	1,767.40	795.33	52.61	徳島	2,509.50	1,254.75	62.56
東京	1,486.20	668.79	47.09	香川	1,206.80	844.76	45.62
神奈川	2,538.10	1,142.15	94.14	愛媛	2,243.90	1,570.73	55.10
新潟	2,465.00	739.50	52.72	高知	3,065.00	1,532.50	100.00
富山	2,835.90	850.77	58.64	福岡	2,326.00	1,163.00	46.87
石川	3,037.80	911.34	45.78	佐賀	1,768.60	884.30	80.53
福井	2,655.40	796.62	46.48	長崎	1,965.10	982.55	75.57
山梨	1,570.40	706.68	41.56	熊本	2,610.90	1,305.45	74.79
長野	1,764.20	793.89	38.76	大分	1,743.00	1,220.10	53.47
岐阜	2,244.30	1,009.94	58.92	宮崎	2,772.30	1,386.15	79.14
静岡	3,035.00	1,062.25	75.83	鹿児島	2,382.10	1,191.05	65.14
愛知	2,116.70	740.85	63.52	沖縄	3,000.30	1,800.15	80.81
三重	2,231.20	780.92	114.31	合計	2,041.81	1,014.04	58.05

資料: 林野庁計画課「森林の公益的機能評価について」、2001年、19~53ページ。

注1: 森林地帯に存在するアメダス観測点の降雨量を都道府県ごとに平均。

2: 蒸発散量は、森林総合研究所等の蒸発散観測データから、降雨量に占める蒸発散量の割合を都道府県別に計算し、平均降水量に乗じた値。

3: アメダス観測地点における100年確率雨量強度の計算は以下の通り。

なお、100年確率雨量強度の都道府県別平均は各観測地点の算術平均。

$$100\text{年確率雨量強度}(\text{mm}) = K_t \times C_V + \bar{P}$$

$$\bar{P} = \Sigma P_i / (N-1)$$

\bar{P} : 観測期間内最大日雨量の平均値(mm)

P_i : 各年の最大日雨量(mm)

N: 観測期間(1994~98年の5年間)

$$C_V \text{ (標準偏差)} = \sqrt{\{\sum (P_i - \bar{P})^2 / (N-1)\}}$$

$$C_S \text{ (ひずみ係数)} = \Sigma (P_i - \bar{P})^3 / (N-1) \cdot C_V^3$$

$$\hat{C}_S \text{ (母集団のひずみ係数)} = C_S \times (1 + 8.5 / N)$$

$K_t : \hat{C}_S$ に対する基準確率変量(治山事業における技術基準より)

③水資源貯留機能

機能の概要	森林があることによって降雨によらず比較的安定した河川流量が得られる機能である。一般にわが国の河川は急流で貯水ダムの容量も小さいため、洪水流量の大部分は短時間に海まで流出する。森林が流出を遅らせることは無効流量を減少させ、利用可能な水量を増加させ、水資源確保上有利となる。	
評価の考え方	森林地帯への降雨量から樹冠による遮断、樹木による蒸散を差し引いて森林土壤による水資源域貯留量（裸地との差を考慮）を算出し、利水ダムで代替する。なお、参考として、整備前森林との比較による評価も示す。	
評価式	裸地との比較	$\frac{A \times (P \times f - TE) \times 10}{365 \times 86,400} \times \left[U \times 0.05 \times \frac{(1 + 0.05)^{80}}{(1 + 0.05)^{80} - 1} \right] \times 1.01$
	整備前森林との比較	$\frac{A \times P \times (D_2 - D_1) \times 10}{365 \times 86,400} \times \left[U \times 0.05 \times \frac{(1 + 0.05)^{80}}{(1 + 0.05)^{80} - 1} \right] \times 1.01$
諸元	<p>A : 整備対象森林面積 (ha)</p> <p>P : 森林地域における年平均降水量 (mm /yr) 前出</p> <p>f : 裸地の流出係数 = 0.9 (裸地においても降水量の 10 %は浸透するものとする。その根拠については、林野庁計画課「森林の公益的機能について」、2001 年、24 頁。)</p> <p>TE : 森林からの年間蒸発散量 (mm /yr) (森林総合研究所等の観測データより都道府県別に算出。林野庁計画課「森林の公益的機能について」、2001 年、23 頁。)</p> <p>D₁ : 要整備森林の貯留率 = 0.51</p> <p>D₂ : 整備済森林の貯留率 = 0.56 (林野庁「林野公共事業における事業評価単価表」、2007 年、1 頁)</p> <p>365 : 年間日数、86,400 : 1 日の秒数、10 : 単位あわせのための調整値</p> <p>U : 上水道開発水量当たり利水ダム総事業費 (32,843 百万円／年・m³/sec) (日本ダム協会『ダム年鑑 2006』より、上水道開発水量 1 ~ 100 万 m³/日 の利水ダム全国 249 箇所の総事業費 9 兆 9,167.59 億円、上水道開発水量合計 26,088,324m³/日をもとに、上水道開発水量当たり減価償却費を償却期間 80 年、利子率 5 %、年間維持費を減価償却の 1 %として計算。)</p>	
必須入力項目	<p>1) 整備対象森林面積 (A)</p> <p>2) 都道府県名</p>	

表2-8 14地域区分別の森林面積、有効水量ベース生活用水使用量及び水資源貯留量

地域区分 (14地域)	森林面積 (千ha)	森林地帯の 平均降雨量 (mm)	蒸発散量 (mm)	水資源 貯留量a (百万m ³)	水資源 貯留量b (百万m ³)	生活用水 使用量 (百万m ³)	生活用水 使用量 (百万m ³)	Q _{Y(a)} = Da-Q _X (百万m ³)	Q _{Y(b)} = Db-Q _X (百万m ³)
	F	P	TE	Da	Db	Q _{X(a)}	Q _{X(b)}		
北海道	5,548	1,446.00	867.60	24,067	4,011	512	512	23,555	3,499
東北	5,568	1,894.26	980.04	40,357	5,274	1,206	1,206	39,151	4,068
関東内陸	1,321	1,481.38	666.62	8,806	978	844	844	7,962	134
関東臨海	472	1,791.35	806.11	3,805	423	3,805	423	0	0
北陸	884	2,132.28	639.68	11,310	942	362	362	10,948	580
東海	3,032	2,278.28	877.57	35,562	3,454	1,942	1,942	33,620	1,512
近畿内陸	838	1,878.10	1,031.03	5,525	787	654	654	4,871	133
近畿臨海	987	1,663.33	1,042.23	4,489	821	2,018	821	2,471	0
山陰	780	2,159.80	1,079.90	6,739	842	142	142	6,597	700
山陽	1,537	1,903.43	1,193.22	7,990	1,463	678	678	7,312	785
四国	1,395	2,256.30	1,300.69	10,183	1,574	474	474	9,709	1,100
北九州	1,035	1,950.68	1,062.49	7,174	1,009	770	770	6,404	239
南九州	1,643	2,588.43	1,294.22	17,011	2,126	498	498	16,513	1,628
沖縄	106	3,000.30	1,800.15	954	159	168	159	786	0
合計・平均	25,146	2,041.81	1,014.04	183,971	23,864	14,073	9,485	169,898	14,379

資料: 森林面積(1998年)は、林野庁「林業統計要覧」の数値。

降雨量、蒸発散量は、林野庁「森林の公益的機能評価について」(2001年)。

生活用水使用量は、国交省水資源部「日本の水資源」(2007年版)。

注1: 水資源貯留量aは、森林と裸地との比較による評価において算出した貯留量。

2: 水資源貯留量bは、整備前森林と整備済森林との比較による評価において算出した貯留量。

3: 生活用水使用量(有効水量ベース)は1994~98年の平均値。

4: 関東臨海のQ_{X(a)}は3,954百万m³であるが、Daを上回る分は無効と見なし、Q_{X(a)}欄にはDaを計上している。従って、Q_{Y(a)}欄はゼロを計上している。。

5: Q_{X(a)}とQ_{X(b)}は基本的には同じ数値であるが、異なる数値を計上している3地域(関東臨海、近畿臨海、沖縄)については、Q_{X(b)}がDbを上回っているので、上回った分は無効と見なし、Q_{X(b)}欄にはDbを計上している。従って、Q_{Y(b)}欄はゼロを計上している。

6: Da = F×(P×f-TE)×10, fは裸地の流出係数で0.9。

7: Db = F×P×(D₂-D₁)×10, D₁, D₂はそれぞれ要整備森林、整備済森林の貯留率(0.51, 0.56)。

8: 地域区分は下記の通り。

北海道: 北海道	近畿臨海: 大阪、兵庫、和歌山
----------	-----------------

東北: 青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島、新潟	山陰: 鳥取、島根
関東内陸: 茨城、栃木、群馬、山梨	山陽: 岡山、広島、山口
関東臨海: 埼玉、千葉、東京、神奈川	四国: 徳島、香川、愛媛、高知
東海: 長野、岐阜、静岡、愛知、三重	北九州: 福岡、佐賀、長崎、大分
北陸: 富山、石川、福井	南九州: 熊本、宮崎、鹿児島
近畿内陸: 滋賀、京都、奈良	沖縄: 沖縄

④水質浄化機能

機能の概要	降水は林地を通って渓流に流出するまでに樹木や土壤と接触し、物理的、化学的及び生物的浄化作用を受ける。降水が林地（地中）を通過すると、窒素やリンが減り、カリウム、カルシウム、マグネシウム等のミネラル量が増える。また雨水の水素イオンを減少させ、酸性雨を中和するという働きもある。	
評価の考え方	森林によって雨水中の不純物を吸着し、水質を改善し、利用可能な水として河川等に流出させる機能を評価する。水資源貯留機能で試算した水資源貯留量を機能物理量とし、そのうち生活用水相当分を水道料金で代替し、これ以外を雨水利用施設（雨水を利用可能な水とするための施設）を代替物として評価する。なお、参考として、整備前森林との比較による評価も示す。	
評価式	裸地との比較	$A \times (P \times f - TE) \times 10 \times \frac{U_x \times Q_x + U_y \times Q_y}{Q_x + Q_y}$
	整備前森林との比較	$A \times P \times (D_2 - D_1) \times 10 \times \frac{U_x \times Q_x + U_y \times Q_y}{Q_x + Q_y}$ 2008/7/24修正 (P×の抜けを追加)
諸元	<p>A : 整備対象森林面積 (ha) P : 森林地域における年平均降水量 (mm / yr) f : 裸地の流出係数 = 0.9 TE : 森林からの年間蒸発散量 (mm / yr) D₁ : 要整備森林の貯留率 = 0.51 D₂ : 整備済森林の貯留率 = 0.56 10 : 単位あわせのための調整値 U_x : 上水道給水原価 (円/m³) = 179.7 円/m³(全国) (厚労省「水道統計」より、2005年の全国平均値を使用。) U_y : 雨水浄化施設減価償却費・年間維持費 (円/m³) = 68.73 円/m³(全国) (施設諸元は、社団法人雨水貯留浸透技術協会編『雨水利用ハンドブック』、1998年、69～73ページに基づく。) Q_x : 14 地域区分別の生活用水使用量(有効水量ベース) (国交省「日本の水資源」より、14 地域区分別の有効水量ベース生活用水使用量を使用。1994～98年の年平均値を使用。) Q_y : F × (P × f - TE) × 10 - Q_x または F × P × (D₂ - D₁) × 10 - Q_x F : 14 地域区分別に集計した森林面積 (ha)</p>	
必須入力項目	<ol style="list-style-type: none"> 1) 整備対象森林面積 (A) 2) 都道府県名 	

【参考】雨水利用施設の減価償却費・年間維持費の算出

雨水利用施設は、利水を目的とするものと流出抑制を目的とするもの（浸透ますや調整池、遊水池など）に分けられるが、ここで想定する雨水利用施設は、代替水源として中水程度のものを供給することを目的としたものである。

この施設では、集水した雨水のうち、一部は集水ますにおいて不純物を取り除いた上で河川等へ放流し、残りは自然沈殿や碎石濾過程度の処理にとどまらず塩素消毒を施して中水として利用する。施設諸元は、社団法人雨水貯留浸透技術協会編『雨水利用ハンドブック』、1998年、69～73ページに基づく。

$$* \text{集水面積} = 3 \text{ 万 m}^2$$

$$\begin{aligned} * \text{年集水量} &= \text{森林地域年降雨量の全国平均 (1994～98年平均)} \times \text{集水面積} \\ &= 2041.81 \text{mm} / \text{年} \times 3 \text{ 万 m}^2 \\ &= 61,254 \text{m}^3 / \text{年} \end{aligned}$$

$$* \text{雨水利用量} = 3.5 \text{ 万 m}^3 / \text{年}$$

$$* \text{施設建設償却費} = 1 \text{ 千万円} \times 0.0838 + 3 \text{ 千万円} \times 0.0510 = 237 \text{ 万円} / \text{年}$$

$\left. \begin{array}{l} \text{機械設備工事費 1 千万円、土木工事費 3 千万円} \\ \text{機械設備の償却年数 15 年、土木建築の償却年数 30 年} \\ \text{償却費計算は資本回収係数法により計算 (利息 3\%)} \end{array} \right\}$

$$* \text{年間維持運転費} = 184 \text{ 万円} / \text{年}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{電力費 : } 13,000 \text{kWh} / \text{年} \times 20 \text{ 円} / \text{kWh} \\ \text{塩素剤費 : } 50 \text{g} / \text{m}^3 \times 150 \text{ 円} / \text{kg} \times 10^3 \text{kg} / \text{g} \times 3.5 \text{ 万 m}^3 \\ \quad (\text{ただし、塩素処理は年間集水量のうち雨水利用量を対象}) \\ \text{消耗品 : } 1 \text{ 万円} / \text{月} \times 12 \text{ ヶ月} \\ \text{管理費 : } 10 \text{ 万円} / \text{月} \times 12 \text{ ヶ月} \\ \quad (\text{活性炭や膜等の交換、汚泥処分、水質分析、点検・管理費等}) \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} * \text{集水量あたり減価償却費及び年間維持運転費 (全国) : 機能物理量②} \\ &= (237 \text{ 万円} / \text{年} + 184 \text{ 万円} / \text{年}) \div 61,254 \text{m}^3 / \text{年} \\ &= 68.73 \text{ 円} / \text{m}^3 \end{aligned}$$

⑤二酸化炭素吸収機能

機能の概要	植物には、半永久的に利用可能な太陽からの光エネルギーを利用して、大気中の二酸化炭素を有機物として固定するという重要な働きがあり、特に樹木は木材という形で大量の炭素を蓄えている。
評価の考え方	国立環境研究所「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」(2007年5月)に基づき、木質バイオマスの增量から森林の二酸化炭素吸収量を算出し、世界の二酸化炭素排出量取引市場の平均取引単価により評価する。
評価式	$\sum_j \left[\frac{V_{(i+1) \cdot j} - V_{i \cdot j}}{5} \times D_j \times BEF_j \times (1 + R_j) \times CF \times \frac{44}{12} \times A_j \right] \times U$
諸元	<p>i : 齢級(現在) j : 樹種 Vi : i 齢級における 1ha 当たり材積 (m³/ha) (林野庁「森林資源現況調査」、2002.3.31)</p> <p>5 : 5 年間 Dj : 樹種別容積密度 (t /m³) (材積に対する乾重量の比。国立環境研究所「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」、2007年。)</p> <p>BEFj : 樹種別バイオマス拡大係数 (幹材積を枝葉を含めた全体材積に拡大するための係数で、20 年生以下と 21 年生以上とに分ける。ガスインベントリ報告書。)</p> <p>Rj : 樹種別の地上部に対する地下部の比率 (ガスインベントリ報告書)</p> <p>CF : 炭素含有率 = 0.5</p> <p>Aj : 樹種別整備対象森林面積 (ha)</p> <p>44/12 : 炭素(C)から二酸化炭素(CO₂)の重さへの変換</p> <p>U : 世界の二酸化炭素排出量取引市場における 2005 ~ 06 年の平均取引単価 = 2,600 円/t-CO₂ (The World Bank "State and Trends of the Carbon Market 2007", May 2007, p.3)</p>
必須入力項目	1) 齢級 (i) 2) 樹種 (j) 3) 整備対象森林面積 (A)

表2-9 樹種別の1ha当たり森林蓄積

単位:m³/ha

樹種			齢級																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
人工林	スギ	0	6	52	101	154	208	262	312	356	387	415	445	459	472	483	497	510	507	518
	ヒノキ	0	5	42	80	124	167	207	239	263	280	297	318	324	328	333	338	335	332	325
	マツ類	0	4	40	78	121	153	178	198	220	225	223	224	221	212	221	220	215	202	222
	カラマツ	0	6	72	103	138	181	202	195	201	218	236	253	249	243	245	235	226	221	207
	トドマツ	1	0	2	22	49	79	106	127	151	162	181	197	209	232	257	313	263	205	373
	エゾマツ	0	0	0	1	5	22	66	97	117	136	146	145	141	166	196	156	183	154	135
	他の針葉樹	0	0	13	28	59	128	168	182	196	249	312	361	334	327	331	427	370	469	470
	他の広葉樹	0	8	49	90	146	198	206	211	207	198	195	189	193	226	250	236	247	257	250
	針葉樹	11	7	16	43	75	104	135	162	183	195	200	212	219	224	229	212	200	209	177
天然林	広葉樹	4	24	37	52	65	75	90	102	110	116	119	122	126	128	132	142	145	134	125

資料:林野庁「森林資源現況調査」(2002年3月31日現在)。

表2-10 樹種別の容積密度, バイオマス拡大係数, 地上部・地下部比率

樹種	拡大係数		地下部・地上部比	容積密度(t/m ³)	区分	No
	≤20年生	>20年生				
スギ	1.57	1.23	0.25	0.314	スギ	1
ヒノキ	1.55	1.24	0.26	0.407	ヒノキ	2
サワラ	1.55	1.24	0.26	0.287	ヒノキ	2
アカマツ	1.63	1.23	0.27	0.416	マツ類	3
クロマツ	1.39	1.36	0.34	0.464	マツ類	3
ヒバ	2.43	1.38	0.18	0.429	人工林他N	7
カラマツ	1.50	1.15	0.29	0.404	カラマツ	4
モミ	1.40	1.40	0.40	0.423	天然林N	9
トドマツ	1.88	1.38	0.21	0.319	トドマツ	5
ツガ	1.40	1.40	0.40	0.464	天然林N	9
エゾマツ	1.92	1.46	0.22	0.348	エゾマツ	6
アカエゾマツ	2.15	1.67	0.21	0.364	エゾマツ	6
マキ	1.39	1.23	0.18	0.455	天然林N	9
イチイ	1.39	1.23	0.18	0.454	天然林N	9
イチヨウ	1.51	1.15	0.18	0.451	天然林N	9
外来針葉樹	1.41	1.41	0.17	0.320	人工林他N	7
その他針葉樹	1.40	1.40	0.40	0.423	人工林他N	7
ブナ	1.58	1.32	0.25	0.573	天然林L	10
カシ	1.52	1.33	0.25	0.629	天然林L	10
クリ	1.50	1.17	0.25	0.426	天然林L	10
クヌギ	1.36	1.33	0.25	0.668	天然林L	10
ナラ	1.40	1.26	0.25	0.619	天然林L	10
ドロノキ	1.33	1.17	0.25	0.291	天然林L	10
ハンノキ	1.33	1.19	0.25	0.382	天然林L	10
ニレ	1.33	1.17	0.25	0.494	天然林L	10
ケヤキ	1.58	1.28	0.25	0.611	天然林L	10
カツラ	1.33	1.17	0.25	0.446	天然林L	10
ホオノキ	1.33	1.17	0.25	0.386	天然林L	10
カエデ	1.33	1.17	0.25	0.519	天然林L	10
キハダ	1.33	1.17	0.25	0.344	天然林L	10
シナノキ	1.33	1.17	0.25	0.369	天然林L	10
センノキ	1.33	1.17	0.25	0.398	天然林L	10
キリ	1.33	1.17	0.25	0.234	天然林L	10
外来広葉樹	1.41	1.41	0.25	0.660	天然林L	10
カンバ	1.31	1.20	0.25	0.619	天然林L	10
その他広葉樹	1.40	1.26	0.25	0.619	天然林L	10

資料:国立環境研究所「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」(2007年5月)

【参考】世界の二酸化炭素排出量取引市場における平均取引単価の計算

世界銀行が 2007 年 5 月に発表した「State and Trends of the Carbon Market 2007」によると、世界の二酸化炭素排出量取引市場の 2005 年の取引実績は 3.28 億 t-CO₂、79.71 億米ドル、2006 年は 11.31 億 t-CO₂、246.20 億米ドルとなっており、2 年間を合計すると 14.6 億 t-CO₂、326 億米ドルとなっている。円一米ドルの為替レートは 2005 年平均 1 米ドル = 110.21 円、2006 年平均 116.31 円なので、2005 ~ 06 年の二酸化炭素 1t 当たりの平均取引単価は約 2,600 円/t-CO₂ となる。

3 成果品(エクセルファイルキャプチャー画面)

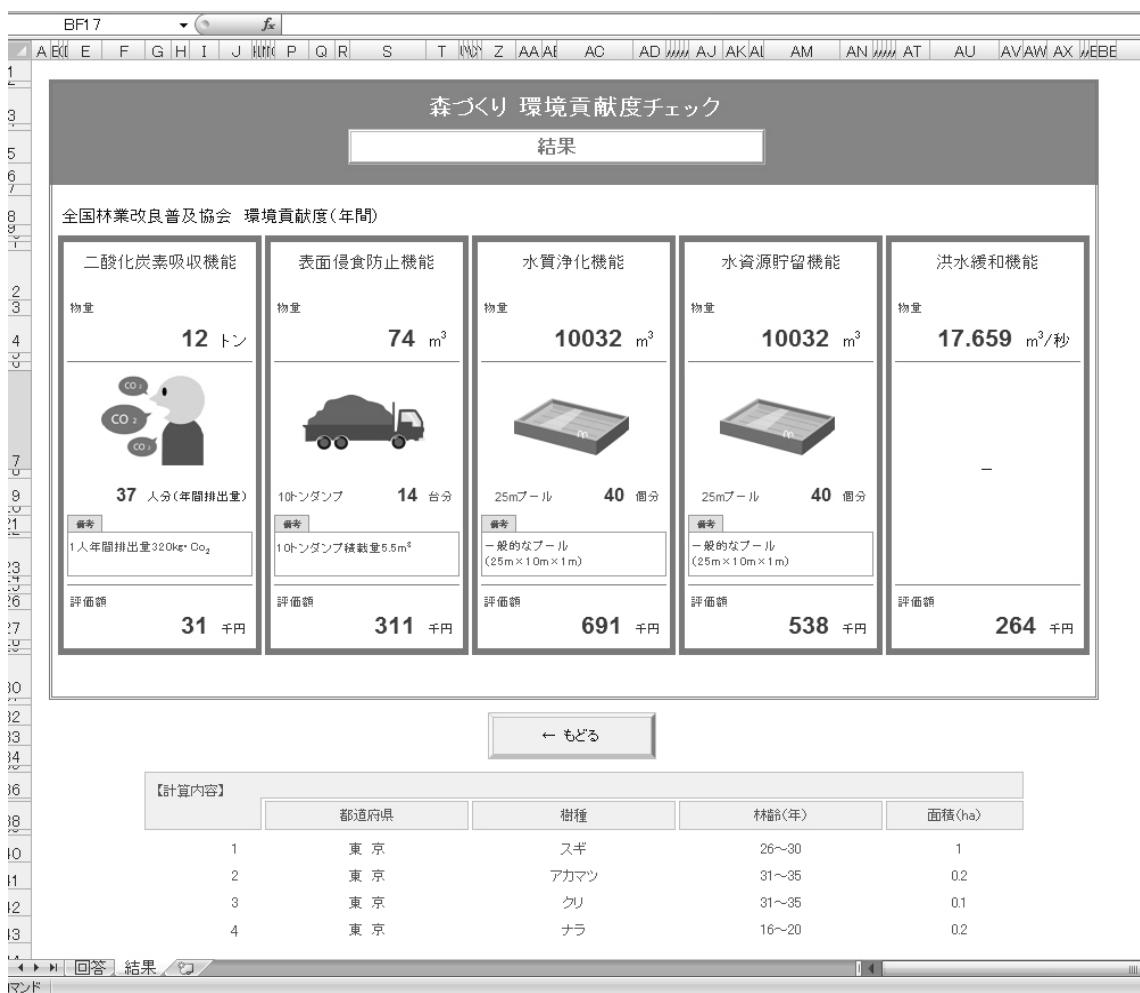
(1) 回答(入力)画面

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following details:

- Worksheet Title:** 全国林業改良普及協会 (All Japan Forest Management Improvement Association)
- Section Header:** 森づくり 環境貢献度チェック (Forest Creation Environment Contribution Check)
- Instruction:** 次のわくの中に入力して下さい。 (Please enter the following fields.)
- Notes:** ※複数の森林について合計して算出したい場合は、それぞれ入力し「計算」をクリックする作業を繰り返し、最後に「全ての森林を合計して算出」をクリックして下さい。
<このボタンをクリックしないと合算の結果が表示されません>
- Input Fields:**
 - 都道府県: 東京 (必須)
 - 樹種: スギ (必須)
 - 林齢: 26~30 年 (必須)
 - 面積: 1.0 ha (必須 (半角入力))
 - 団体・組織などの名称: 全国林業改良普及協会 (任意 (結果表に表示されます))
- Buttons:**
 - これまでの全ての値をクリア
 - 全ての森林を合計して算出
 - 計算
- Toolbar:** 回答 / 結果 / フォルダ / コマンド

※複数の森林について合計して算出したい場合は、それぞれ入力し「計算」をクリックする作業を繰り返し、最後に「全ての森林を合計して算出」をクリックすることで合算値が算出できる（次頁結果画面参照）。

(2) 結果画面



4 エクセルファイル利用の際の留意点

(1) 各都道府県内の詳細データ利用について

水資源貯留機能、水質浄化機能算出における「降水量」、二酸化炭素吸収機能算出における「主要樹種の齢級における 1ha 当たり材積」等、各地域のデータをエクセルファイルに上書きすることで、より地域の実態に則した値を算出することが可能となる。数値の変更が可能なものは、以下の要素となる。

ただし、本エクセルファイルにはマクロがプログラムされている為、データ変更の際は特定箇所のみの変更に留め、またデータの入力・上書きの間違いがないよう管理は十分に注意する必要がある。今後、活用方針及び普及方法について検討したうえで、エクセルファイルにマニュアル及び注意事項等を付ける必要がある。