

林 野 公 共 事 業 に お け る 事 前 評 価 マ ニ ュ ア ル

「林野公共事業における事前評価の手法について」

1 3 林 整 計 第 5 4 1 号
平 成 1 4 年 3 月 2 6 日
林野庁森林整備部計画課長通知

[最終改正] 2 3 林整計第364号
平成24年 4月 2日

平成24年4月

目 次

第1章 林野公共事業における費用対効果分析について

I 林野公共事業における費用対効果分析の前提条件と基本的な考え方	1	-	1
II 治山事業における効果の計測方法	1	-	1
1 費用対効果分析の基本方針	1	-	1
(1) 基本方針	1	-	1
(2) 各便益計測の考え方	1	-	2
(3) 事業区分別に評価する便益	1	-	3
(4) 評価方法について	1	-	4
(5) 治山事業における重複計測の排除	1	-	5
2 個別便益の算定	1	-	6
(1) 水源涵養便益	1	-	6
(2) 山地保全便益	1	-	12
(3) 環境保全便益	1	-	16
(4) 災害防止便益	1	-	23
3 被害想定額の算定方法	1	-	25
4 その他	1	-	28
(1) 様式1 便益集計表	1	-	28
(2) 様式2 事業費集計表	1	-	29
(参考) 保全効果区域の考え方	1	-	30
III 森林整備事業における効果の計測方法	1	-	1
1 費用対効果分析の基本方針	1	-	1
(1) 基本方針	1	-	1
(2) 費用の計測の考え方	1	-	3
(3) 便益計測の考え方	1	-	4
(4) 事業区分別に評価する便益	1	-	6
2 個別便益の算定	1	-	8
(1) 水源涵養便益	1	-	8
(2) 山地保全便益	1	-	11
(3) 環境保全便益	1	-	14
(4) 木材生産等便益	1	-	20
(5) 森林整備経費縮減等便益	1	-	24
(6) 一般交通便益	1	-	28
(7) 森林の総合利用便益	1	-	30
(8) 災害等軽減便益	1	-	33
(9) 維持管理費縮減便益	1	-	35
(10) 山村環境整備便益	1	-	36
(11) その他の便益	1	-	39

3	その他	1	-	-41
	(1) 様式1 便益集計表	1	-	-41
	(2) 様式2 事業費集計表	1	-	-42
IV	CVMによる評価	1	-	- 1
	1 CVMとは	1	-	- 1
	2 調査実施の手順	1	-	- 2
第2章	林野公共事業の新規採択時の評価手法の明確化について	2	-	1
1	基本的な考え方	2	-	1
2	治山事業	2	-	2
	・チェックリスト	2	-	2
3	森林整備事業	2	-	6
	・チェックリスト(森林環境保全整備事業)	2	-	6
	・ 〃 (森林環境保全整備事業〔国有林〕)	2	-	10
	・ 〃 (森林居住環境整備事業〔国有林〕)	2	-	14
4	水源林造成事業	2	-	18
	・チェックリスト	2	-	18

第 1 章 林野公共事業における費用対効果分析について

I 林野公共事業における費用対効果分析の前提条件と基本的な考え方

(1) 事業の目的の明示

費用対効果分析は、事業の目的を明示して実施することとする。事業を実施する場合と実施しない場合を比較して行う。

(2) 費用対効果分析の基本的考え方

1) 評価手法

林野公共事業は、対象とする森林の多様性、超長期性等から、その評価や評価の基礎となる将来の社会・経済状況の予測は極めて困難な面があるが、可能な限り事業特性に応じた適切な手法を選択するものとする。

2) 重複計測の排除

分析に当たっては、同一の効果に係る重複計測を排除するものとする。

3) その他

林野公共事業が他の事業と一体的に実施されることにより、相乗効果が発現されると認められる事業のみを対象とする分析のほか、適宜、他の事業も含めた分析を行うこととする。

他の事業も含めた分析を行う場合であっても、同一の効果について重複計測を排除するものとする。

(3) 分析の対象期間

分析の対象期間は、その対象となる施設の耐用年数、効果の発現期間等を考慮して定めることとし、評価結果の公表等に際して明示するものとする。

なお、森林の超長期性に起因して、事業実施による効果の発現期間を特定できない場合にあっては、当面の間、他の公共施設の耐用年数や森林の造成に係る期間等を参考として、対象期間を設定することができるものとする。

(4) 社会的割引率

社会的割引率は、4 %とする。

(5) 基準年度

便益及び費用の現在価値化の基準年度は、評価を実施する年度とする。

(6) 費用の計測

費用は、整備等に要する経費及び維持管理に要する経費につき、現在価値化を行い計測することとする。

(7) 効果の計測

効果は、事業を実施した場合の効果について、事業特性を踏まえ網羅的に整理した上で整備する施設の耐用年数若しくは森林の効果の発揮期間に応じて貨幣化し、現在価値化を行い計測することとする。

貨幣化が困難な場合はできるだけ定量化することとし、定量化が困難な場合にあっては、定性的な記述による評価を行うこととする。

また、効果の計測に当たっては、可能な限り、公表されている一般的な統計データ、客観的なデータ等を用いるとともに、事業実施によるマイナスの効果についても、適正にこれを評価するものとする。

(8) 感度分析等

費用・効果の計測に当たっては、事業特性を踏まえ、設定された前提条件（単価等）を変えた場合の影響等について検討を行うこととする。

(9) 分析結果を踏まえた事業の評価

貨幣化による費用対効果分析の結果は、計測された効果と費用の比をもって表すこととする。

(10) 費用対効果分析の手法の見直しについて

費用対効果分析の手法については、必要に応じ逐次見直しを行い、より精緻な分析となるよう、その内容の充実に努めることとする。

総 括 表

事業実施による便益項目		治山事業	森林整備事業
水源涵養便益 ^{かん}	洪水防止便益	○	○
	流域貯水便益	○	○
	水質浄化便益	○	○
山地保全便益	土砂流出防止便益	○	○
	土砂崩壊防止便益	○	○
環境保全便益	炭素固定便益	○	○
	気候緩和便益	○	○
	騒音軽減便益	○	○
	飛砂軽減便益	○	○
	風害軽減便益	○	○
	大気浄化便益	◇	◇
	霧害軽減便益	○	○
	火災防備便益	○	○
	漁場保全便益	◇	◇
	生物多様性の保全便益	◇	◇
	保健休養便益	○	○
災害防止便益	山地災害防止便益	○	
	なだれ防止便益	○	
	潮害軽減便益	○	
	海岸侵食防止便益	○	
自然環境、風致保全形成		◇	◇
木材生産等便益	木材生産経費縮減便益		○
	木材利用増進便益		○
	木材生産確保・増進便益		○
森林整備経費縮減等便益	造林作業経費縮減便益		
	歩行時間等経費縮減便益		○
	作業道作設経費縮減便益		○
	治山経費縮減便益		○
	森林管理等経費縮減便益		○
	森林整備促進便益		○

事業実施による便益項目		治山事業	森林整備事業
一般交通便益	走行時間短縮便益		○
	走行経費減少便益		○
森林の総合利用便益	アクセス時間短縮等便益		
	アクセス時間短縮便益		○
	アクセス経費減少便益		○
	ふれあい機会創出便益		○
	フォレストアメニティ施設利用便益		
	利用確保便益		○
	施設滞在便益		○
	副産物増大便益		○
災害等軽減便益	災害時迂回路等確保便益		○
	防火帯便益		○
	災害復旧経費縮減便益		○
維持管理費縮減便益			○
山村環境整備便益	生活用水確保便益		○
	生活排水浄化便益		
	し尿処理経費等縮減便益		○
	浄化槽設置経費縮減便益		○
	集落内臭気防止便益		○
	集落内除雪便益		○
	土地創出便益		○
	生活安定確保便益		○
その他の便益	通行安全確保便益		○
	環境保全確保便益		○
	森林内施設管理経費縮減便益便益		○
	ボランティア誘発便益		○

注)：効果項目は当該事業種において代表的な効果を記載した。詳細は、各事業毎の表を参照されたい。

区 分	数 量 化 (定量化)	定 性 化
効 果	○	◇

治山事業における効果の計測方法

1 費用対効果分析の基本方針

(1) 基本方針

1) 費用対効果分析の基本的な考え方

費用対効果分析において、治山事業の便益を可能な限り経済的に評価し、それを治山事業の便益とする一方、治山事業を実施するために要する経費（施設の維持管理に要する経費を含む。）を治山事業の費用と考え、両者を比較することにより、事業の効率性を測定・把握する。

すなわち、便益の現在価値（B）を費用の現在価値（C）で除した費用便益比（ B/C ）を算定するものである。

また、評価に当たっては、これに定性的に表される効果を加え総合的に判断するものとする。

2) 実施の原則

評価期間

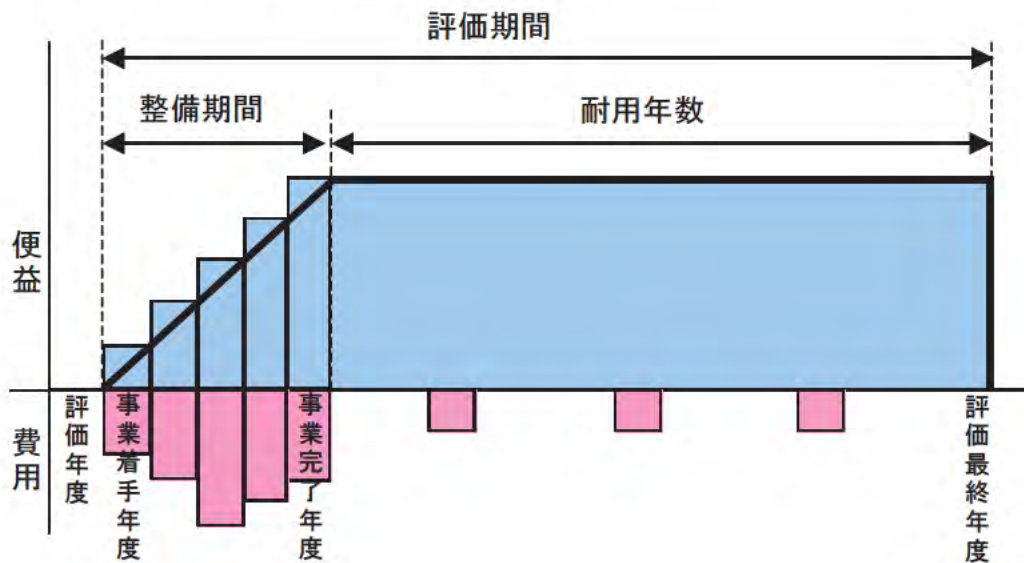
費用対効果分析における評価期間は、事業開始時点から事業によって整備された森林及び治山施設が効果を発現し続ける期間とし、対象となる施設の耐用年数等をもって決定する。

具体的には、施設整備を主体とする治山事業の評価期間は、整備期間に耐用年数を加えた期間とし、耐用年数は他の公共施設と同等の50年を原則とする。

一方、森林整備が主体となる事業であって施設整備と同等の評価期間を設定することが適当でないと認められる場合は、当該事業の特性を踏まえ設定する必要があることから、便宜上、100年とする。



<評価期間と費用・便益発生イメージ>



② 便益、費用計測

便益及び費用は、評価期間内の額について、社会的割引率により現在価値化するものとする。なお、評価期間中における社会的変化等の予測が可能な場合は、それら因子の変化を考慮して評価することとする。（例えば、保全対象地において都道府県、市町村等による開発計画等が進捗している場合には、将来の人口や土地利用の変化が確実に見込まれることから、当該計画等により増加する資産を含めて評価する。）

ただし、治山事業のうち、既往の治山工事施行地における保育事業については、治山事業において保育作業に要する経費として見込むこととし、個別に費用対効果分析を行わないほか、治山等激甚災害対策特別緊急事業については、費用対効果分析の対象外とされている災害復旧事業（災害関連緊急治山事業等）と一体不可分な事業であることから、費用対効果分析の対象外とする。

（２）各便益計測の考え方

治山事業に係る便益は、以下の４項目に大別するものとする。

評価に当たっては、各地域を取り巻く状況、治山事業が果たす役割等を考慮し、評価項目を選択するとともに、新たな便益の評価等についても検討するものとする。

① 水源涵養^{かん}便益

森林の状態が良好に保たれることによって、洪水防止、流域貯水、水質浄化に寄与する便益について評価する。

② 山地保全便益

森林の状態が良好に保たれることによって、土砂流出や山腹崩壊等の防止に寄与する便益について評価する。

環境保全便益

森林の状態が良好に保たれることによって、炭素固定、気候緩和、騒音低減、飛砂軽減、風害軽減、大気浄化、霧害軽減、火災防備、漁場保全、生物多様性の保全、保健休養の確保等環境保全に寄与する便益について評価する。なお、保健休養効果等の代替法による評価が困難な便益については、可能な限りCVMを用いて評価する。

災害防止便益

治山事業の実施により、山地災害やなだれ災害、潮害（高潮、波浪、津波、塩害等）、海岸侵食等によって失われる可能性のある資産等の保全に寄与する便益について評価する。

治山事業において分析を行う便益

大 区 分	中 区 分
水源涵養便益	洪水防止便益
	流域貯水便益
	水質浄化便益
山地保全便益	土砂流出防止便益
	土砂崩壊防止便益
環境保全便益	炭素固定便益
	気候緩和便益
	騒音軽減便益
	飛砂軽減便益
	風害軽減便益
	大気浄化便益
	霧害軽減便益
	火災防備便益
	漁場保全便益
	生物多様性の保全便益
	保健休養便益
災害防止便益	山地災害防止便益
	なだれ災害防止便益
	潮害軽減便益（高潮、波浪、津波、塩害等）
	海岸侵食防止便益

（３）事業区別に評価する便益

各便益の評価に当たっては、性格の異なる全ての事業について一律に便益を当てはめることは適当ではないことから、各事業・地域の実態に応じて適宜選択して評価することとする。

なお、保安林管理道整備の評価は、当該保安林管理道の整備によって実施が可能となるえん堤、土留等の治山施設の整備や森林整備も含めて、費用対効果分析を行うこととし、この場合、既に費用対効果分析を行った事業であっても、将来において個別に事業を実施する場合は、費用対効果分析を再度行う。

事業区分別に評価する便益

便 益 事 業 名	水源涵養			山地保全		環境保全										災害防止				
	洪水防止	流域貯水	水質浄化	土砂流出防止	土砂崩壊防止	炭素固定	気候緩和	騒音軽減	飛砂軽減	風害軽減	大気浄化	霧害軽減	火災防備	漁場保全	生物多様性	保健休養	山地災害防止	なだれ災害防止	潮害軽減	海岸侵食防止
復旧治山	●	●	●	●	●	○	○	○			○			●	○	○	●	●		
予防治山	●	●	●	●	●	○	○	○			○			●	○	○	●	●		
地域防災対策	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●
火山地域防災	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●
技術開発モデル	●	●	●	●	●	○	○	○			○			●	○	○	●	●		
林地荒廃防止	●	●	●	●	●	○	○	○			○			●	○	○	●	●		
なだれ防止林	●	●	●	●	●	○	○	○			○			○	○	○	●	●		
土砂流出防止林	●	●	●	●	●	○	○	○			○			○	○	○	●	●		
海岸防災林						○	○	○	●	●	○	●		●	○	○			●	●
防風林						○	○	○	●	●	○			○	○	○				
生活環境保全林	●	●	●	●	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	●	●	●	●
自然環境保全治山	●	●	●	●	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	●	●	●	●	●	●
環境防災林	●	●	●	●	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	●	●	●	●
保安林管理道整備	●	●	●	●	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	○	●	●	●	●
水源流域広域保全	●	●	●	●	●	○	○	○						○	○	○	●	●		
水源流域地域保全	●	●	●	●	●	○	○	○			○			●	○	○	●	●		
奥地保安林保全	●	●	●	●	●	○	○	○			○			●	○	●	●	●		
保安林改良	●	●	●	●	●	○	○	○	●	●	○	●	●	●	○	○	●	●	●	●
地すべり防止				●	●	○	○	○			○			○	○	○	●			

(注1) ● 直接的効果 ○ 間接的効果

(注2) 特定流域総合治山事業については、各タイプごとに該当する事業の便益を適宜選択して評価することとする。

(4) 評価方法について

評価については、次式により費用便益比を算定して行う。

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^Y B_t / (1+i)^t}{\sum_{t=1}^Y C_t / (1+i)^t}$$

B : 便益 (全ての評価対象便益の合計)

C : 費用 (初期投資 + 保育・維持管理費用)

i : 社会的割引率 (4%)

t : 年数

Y : 評価期間

この数字が1より大きい場合、事業実施により発生する便益の方が費用よりも大きく、経済的効率性が確保されていることを意味する。

（５）治山事業における重複計測の排除

治山事業においては、特に、次の事項について留意する。

山地保全便益と災害防止便益

山地保全便益（土砂流出防止便益及び土砂崩壊防止便益）と災害防止便益（山地災害防止便益）は、山地保全と災害防止という２つの視点から捉えているが、山地保全便益は、砂防ダムによる代替法により評価しているため、災害防止便益と共通するものであることから、評価に当たっては、重要度が高いと判断される一方の便益により行うこととする。

代替物の重複

本マニュアルにおける主な評価法は代替法を用いているが、同一の代替物で評価を行う場合、重複して評価しないように留意する必要がある。

例えば、森林整備によって風害軽減便益と霧害軽減便益を評価する場合、風害軽減のために代替させる防風ネットと霧害軽減のために代替させる防霧ネットは双方の便益に寄与し得る構造であるため、重複する区間についてはどちらか一方の評価額のみを計上するなど適切に対応する。

2 個別便益の算定

費用対効果分析に当たっては、以下に掲げる各便益についての評価を行い、それらを合計した額（総便益）と、当該事業実施に伴う事業費（維持管理費を含む。）を比較し行うこととする。

（１）水源涵養^{かん}便益

森林の有する水源涵養^{かん}便益については、洪水防止便益、流域貯水便益、水質浄化便益について当該流域内の事業実施箇所よりも下流側の受益対象に係る便益を評価する。

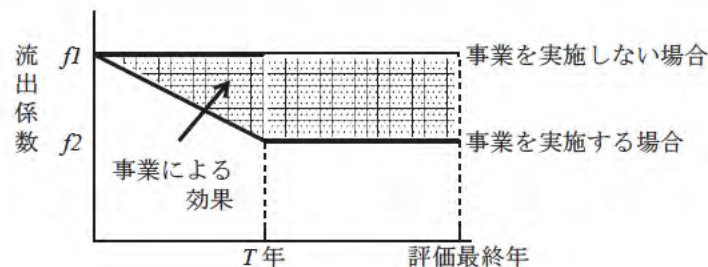
１）洪水防止便益

降雨によって地表に達した雨水が当該地区の土壤に浸透或いは蒸散せずに河川等へ流れてしまう最大流出量について、治山事業により森林が整備された状態と整備されない状態を比較し、森林が整備されることによる森林内からの最大流出量減少分を推定し、この減少する最大流出量を治水ダムで機能代替させる場合のコストを洪水防止便益の評価額とする。なお、事業内容に応じて、事業対象区域分と保全効果区域分のそれぞれの便益について算定し、合算するものとする。

注：上記の保全効果区域の考え方は、別図を参照。

① 事業対象区域

事業を実施することにより、事業対象区域の荒廃地等が緑化復旧する場合



$$B_{a-1} \text{ (円)} = \left[\sum_{t=1}^{T-1} \frac{t}{T \times (1+i)^t} + \sum_{t=T}^Y \frac{1}{(1+i)^t} \right] \times \frac{(f_1 - f_2) \times \alpha \times A \times U}{360}$$

U ：治水ダムの単位流量調節量当たりの年間減価償却費（円/ｍ³/sec）

f_1 ：事業実施前の流出係数

f_2 ：事業実施後、 T 年経過後の流出係数

T ：事業実施後、流出係数が安定するのに必要な年数

α ：当該地区100年確率時雨量（mm/h）

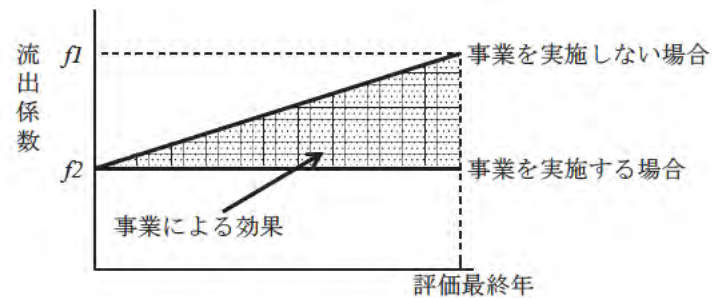
A ：事業対象区域面積（ha）

360：単位合わせのための調整値

Y ：評価期間

② 保全効果区域

事業を実施することにより、放置しておくくと荒廃地となることが見込まれる山腹（保全効果区域）が保全される場合



$$B_{a-2} (\text{円}) = \sum_{t=1}^Y \frac{t \times (f_1 - f_2) \times \alpha \times A \times U}{Y \times 360 \times (1 + i)^t}$$

U : 治水ダムの単位流量調節量当たりの年間減価償却費 (円/㎡/sec)

$f1$: 保全効果区域において事業を実施しない場合の将来の流出係数

$f2$: 保全効果区域内の現在の流出係数

α : 100年確率時雨量 (mm/h)

A : 保全効果区域面積 (ha)

360 : 単位合わせのための調整値

Y : 評価期間

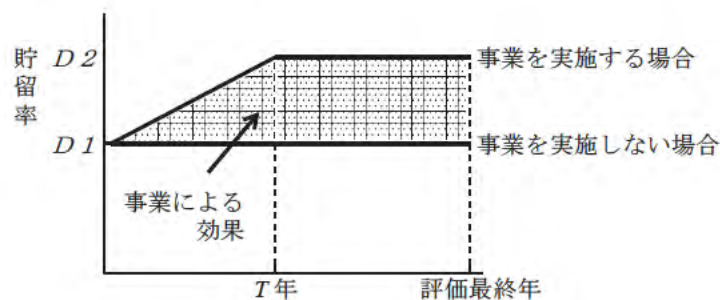
2) 流域貯水便益

治山事業の実施により、整備される森林の貯水便益について評価を行う。

評価に当たっては、治山事業を実施しようとする地域の年間降雨量から、実施対象区域の地被状況（整備済森林等）に応じた貯留量率により土壌内に浸透する降雨の量を推定することとする。なお、事業内容に応じて、事業対象区域分と保全効果区域分のそれぞれの便益について算定し、合算するものとする。

① 事業対象区域

事業の実施により、事業対象区域の森林等が整備され、森林の持つ貯水機能が高められる場合



$$B_{b-1} \text{ (円)} = \left(\sum_{t=1}^{T-1} \frac{t}{T \times (1+i)^t} + \sum_{t=T}^Y \frac{1}{(1+i)^t} \right) \times \frac{(D_2 - D_1) \times A \times P \times U \times 10}{365 \times 86,400}$$

A : 事業対象区域面積 (ha)

P : 年間平均降雨量 (mm/年)

T : 事業実施後、貯留率が安定するのに必要な年数

$D1$: 事業実施前の貯留率

$D2$: 事業実施後、 T 年経過後の貯留率

U : 開発水量当たりの利水ダム年間減価償却費 (円/㎥/sec)

Y : 評価期間

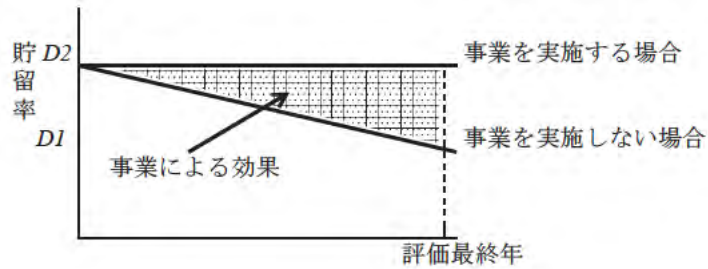
10 : 単位合わせのための調整値

365 : 一年間の日数

86,400 : 一日の秒数

② 保全効果区域

事業の実施により、放置しておけば森林の持つ貯水機能の低下が見込まれる区域（保全効果区域）を現状の水準に維持する場合



$$B_{b-2} (\text{円}) = \sum_{t=1}^Y \frac{t \times (D_2 - D_1) \times A \times P \times U \times 10}{365 \times 86,400 \times Y \times (1 + i)^t}$$

A : 保全効果区域面積 (ha)

P : 年間平均降雨量 (mm/年)

$D1$: 保全効果区域を放置した場合に想定される将来の貯留率

$D2$: 保全効果区域内の現在の貯留率

U : 開発水量当たりの利水ダム年間減価償却費 (円/㎥/sec)

Y : 評価期間

10 : 単位合わせのための調整値

365 : 一年間の日数

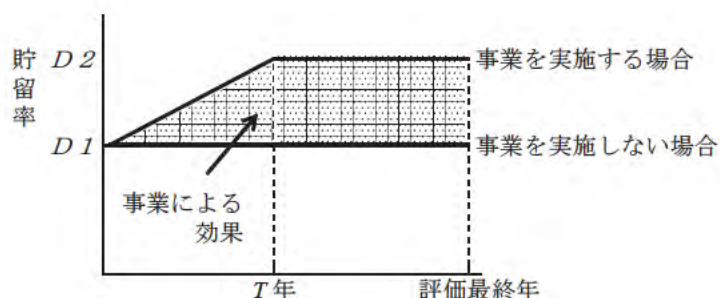
86,400 : 一日の秒数

3) 水質浄化便益

流域貯水便益の手法により、全貯留量のうち生活用水使用相当分については水道代金で代替した費用で、その他の水量については雨水利用施設を用いて雨水を浄化する費用により、それぞれ比例按分して算出する。なお、事業内容に応じて、事業対象区域分と保全効果区域分のそれぞれの便益について算定し、合算するものとする。

① 事業対象区域

事業の実施により、事業対象区域の要整備森林等が整備され、森林の持つ貯水機能が高められる場合



$$B_{c-1} \text{ (円)} = \left(\sum_{t=1}^{T-1} \frac{t}{T \times (1+i)^t} + \sum_{t=T}^Y \frac{1}{(1+i)^t} \right) \times (D_2 - D_1) \times A \times P \times u \times 10$$

$$u = \frac{U_x \times Q_x + U_y \times Q_y}{Q_x + Q_y}$$

Q_x : 全貯留量のうち生活用水使用相当量

Q_y : 全貯留量 - Q_x

※ 生活用水使用相当量の算出が困難な場合においては「 $Q_x = 0$ 」

A : 事業対象区域面積 (ha)

P : 年間平均降雨量 (mm/年)

T : 事業実施後、貯留率が安定するのに必要な年数

D_1 : 事業実施前の貯留率

D_2 : 事業実施後、 T 年経過後の貯留率

U_x : 単位当たりの上水道給水原価 (円/㎥)

U_y : 単位当たりの雨水浄化費 (円/㎥)

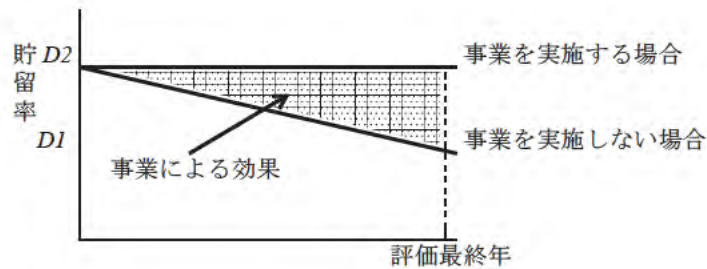
u : 単位当たりの水質浄化費 (U_x と U_y を用いて Q_x と Q_y で比例按分して算出)

Y : 評価期間

10 : 単位合わせのための調整値

② 保全効果区域

事業の実施により、放置しておけば森林の持つ水質浄化機能の低下が見込まれる区域（保全効果区域）を現状の水準に維持する場合



$$B_{c-2} \text{ (円)} = \sum_{t=1}^Y \frac{t \times (D_2 - D_1) \times A \times P \times u \times 10}{Y \times (1 + i)^t}$$

$$u = \frac{U_x \times Q_x + U_y \times Q_y}{Q_x + Q_y}$$

Q_x : 全貯留量のうち生活用水使用相当量

Q_y : 全貯留量 - Q_x

※ 生活用水使用量の算出が困難な場合においては「 $Q_x = 0$ 」とする。

A : 保全効果区域面積 (ha)

P : 年間平均降雨量 (mm/年)

$D1$: 保全効果区域を放置した場合に想定される将来の貯留率

$D2$: 保全効果区域の現在の貯留率

u : 単位当たりの水質浄化費 (U_x と U_y を用いて Q_x と Q_y で比例按分して算出)

U_x : 単位当たりの上水道給水原価 (円/㎥)

U_y : 単位当たりの雨水浄化費 (円/㎥)

Y : 評価期間

10 : 単位合わせのための調整値

(2) 山地保全便益

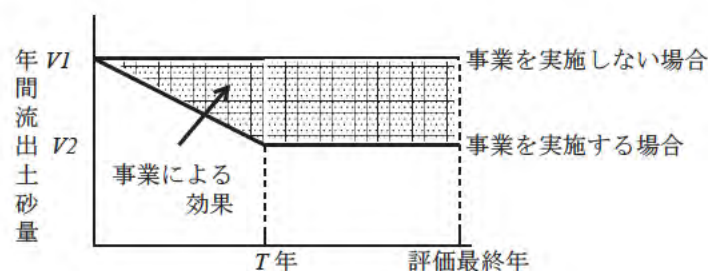
山地保全便益については、雨水流下に伴う侵食による表土の流出を抑制する「土砂流出防止便益」と山崩れ等によって短時間に大量に流出する土砂を抑制する「土砂崩壊防止便益」を評価する。

1) 土砂流出防止便益

治山事業を実施する場合と実施しない場合の土砂流出量について、評価対象区域の年間流出土砂量の差により推計し、この土砂量を保全するために必要となる砂防ダム建設コストをもって土砂流出防止便益の評価を行う。なお、事業内容に応じて、事業対象区域分と保全効果区域分のそれぞれの便益について算定し、合算するものとする。

① 事業対象区域

事業を実施することにより、事業対象区域の荒廃地等が復旧する場合



$$B_{d-1} (\text{円}) = \left(\sum_{t=1}^{T-1} \frac{t}{T \times (1+i)^t} + \sum_{t=T}^Y \frac{1}{(1+i)^t} \right) \times (V_1 - V_2) \times A \times U$$

U : 1m^3 の土砂を保全するために要する単位当たりの砂防ダム建設コスト (円/ m^3)

V_1 : 事業実施前における1ha当たりの年間流出土砂量 (m^3)

V_2 : 事業実施後における1ha当たりの年間流出土砂量 (m^3)

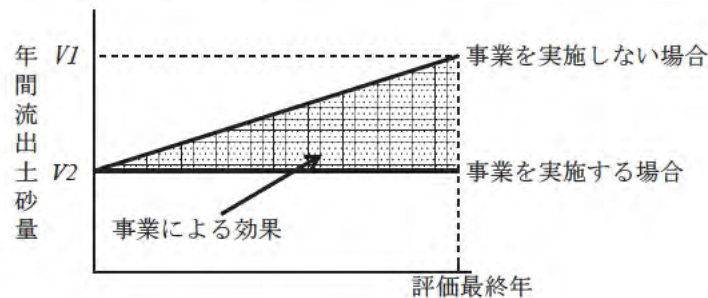
A : 事業対象区域面積 (ha)

T : 事業実施後、年間流出土砂量が安定するのに必要な年数

Y : 評価期間

② 保全効果区域

事業を実施することにより、放置しておくとは荒地等になることが見込まれる山腹（保全効果区域）の保全が確保される場合



$$B_{d-2} (\text{円}) = \sum_{t=1}^Y \frac{(V_1 - V_2) \times t \times A \times U}{Y \times (1 + i)^t}$$

U : 1 m^3 の土砂を保全するために要する単位当たりの砂防ダム建設コスト (円/ m^3)
 V_1 : 事業を実施しない場合に想定される保全効果区域における将来の1ha当たりの年間流出土砂量 (m^3)
 V_2 : 保全効果区域内における現在の1ha当たりの年間流出土砂量 (m^3)
 A : 保全効果区域面積 (ha)
 Y : 評価期間

2) 土砂崩壊防止便益

治山事業による土砂崩壊防止便益は、土砂流出防止便益の評価と異なり、土壌表面の侵食量を評価するのではなく、土塊として山腹崩壊が生じる場合の流出量について評価する。

評価に当たっては、治山事業を実施する場合と実施しない場合について評価期間の崩壊見込量を比較し、便益を求めることとする。なお、事業内容に応じて、崩壊発生減少分と崩壊拡大防止分のそれぞれの便益について算定し、合算するものとする。

① 崩壊発生減少

事業を実施することにより、崩壊発生の減少が見込まれる場合

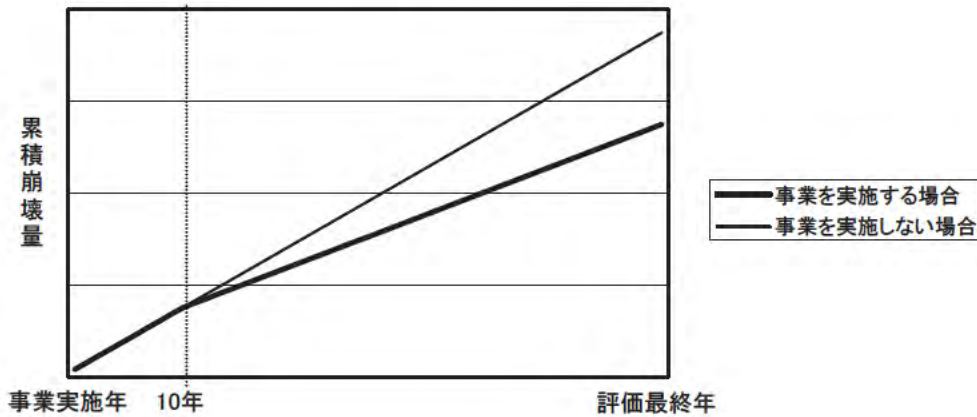
$$B_{e-1} (\text{円}) = \sum_{t=11}^Y \frac{V \times U}{(1 + i)^t}$$

$$V = 0.01 \times A \times R \times N \times H \times 10,000$$

U : 1 m^3 の土砂を保全するために要する単位当たりの砂防ダム建設コスト (円/ m^3)
 V : 崩壊見込量 (m^3 /年)
 A : 事業対象区域面積 (ha)
 R : 流域内崩壊率
 N : 雨量比=50年確率日雨量/既往最大日雨量

H ：平均崩壊深(m)
 Y ：評価期間
 10,000：単位合わせのための調整値

<参考：林地崩壊発生が減少することによる便益算定の考え方>



土砂崩壊の発生率は、森林の被覆状況によって大きく異なっている。有林地と無林地では崩壊発生率で約2倍の開きがあること、森林伐採後10年程度経過した時点が最も崩壊が発生しやすく、森林の成長に伴って崩壊発生率が低下すること、との調査報告がある。

また、崩壊見込量は、次式により求めることができる。

崩壊見込量＝要整備森林面積×崩壊率×指数×雨量比×平均崩壊深

これらのことから、事業を実施しない森林と実施した森林では、崩壊発生率に1.5倍の開きがあると仮定するとともに、事業実施後10年経過以降に土砂崩壊防止機能に差が生じてくると仮定する。これにより、事業を実施して10年目までの場合と事業を実施しない場合の指数を1.5とし、事業を実施して11年目以降の場合の指数を1.0とする。

【治山事業を実施した場合】

$$\begin{aligned}
 V1 &= \left(\frac{10}{50} \times A \times R \times 1.5 \times N \times H + \frac{(Y-10)}{50} \times A \times R \times 1.0 \times N \times H \right) \\
 &= \frac{(Y+5)}{50} \times A \times R \times N \times H
 \end{aligned}$$

【治山事業を実施しない場合】

$$V2 = \frac{Y}{50} \times R \times 1.5 \times N \times H$$

【治山事業の実施によって期待される土壌保全効果】

$$V = \frac{V2-V1}{(Y-10)} = \frac{(Y-10)}{100 \times (Y-10)} \times A \times R \times N \times H$$

A：要整備森林面積

R：流域崩壊率

N：雨量比＝50年確率日雨量／既往最大日雨量

H：平均崩壊深

【雨量比の考え方】

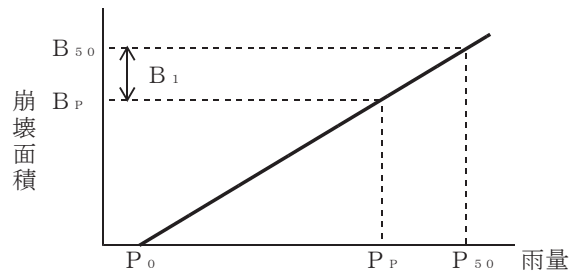
林相を主体とした地上の状態があまり変化しない地域では、 $B_{50} - B_P = B_1$ が50年確率の最大日雨量に対して発生すると予想される崩壊地面積となり、次式によって算出できる。

$$B_1 = B_{50} - B_P = \frac{P_{50} - P_0}{P_P - P_0} \times B_P - B_P = \left(\frac{P_{50} - P_0}{P_P - P_0} - 1 \right) \times B_P$$

ここで、 P_0 は地区によって異なり、経験的或いは実証的にデータが得られるのは限られた地区となることに加え、全国的にみると数十mmから数百mmにわたることが予想されることから、 P_0 を無視し、

$$\frac{P_{50} - P_0}{P_P - P_0} \text{ は } \frac{P_{50}}{P_P} \text{ で置き換え、これを雨量比とする。}$$

- B_1 : 50年確率最大日雨量に対して発生が予想される崩壊地面積
- B_{50} : 50年確率最大日雨量で発生する崩壊地面積
- B_P : 現在の崩壊地面積
- P_{50} : 50年確率最大日雨量
- P_P : 既往最大日雨量
- P_0 : 崩壊が発生し始める雨量



② 崩壊拡大防止

山腹崩壊地の復旧により周辺の山腹（保全効果区域）への崩壊の拡大防止が見込まれる場合

$$B_{e-2} \text{ (円)} = \sum_{t=1}^Y \frac{(V_1 - V_2) \times U}{(1 + i)^t}$$

V_1 : 事業を実施しない場合に想定される保全効果区域における将来の1ha当たりの年間流出土砂量 (m^3)

V_2 : 保全効果区域内における現在の1ha当たりの年間流出土砂量 (m^3)

U : $1 m^3$ の土砂を保全するために要する単位当たりの砂防ダム建設コスト (円/ m^3)

Y : 評価期間

注：「②崩壊拡大防止」については、山腹工事の実施により山腹崩壊地の復旧を図る場合に算定する。

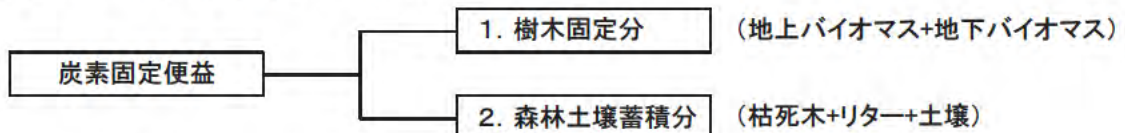
(3) 環境保全便益

環境保全便益については、以下の1) から5)、7)、8) 及び 11) の便益について定量的評価を行うこととする。

1) 炭素固定便益

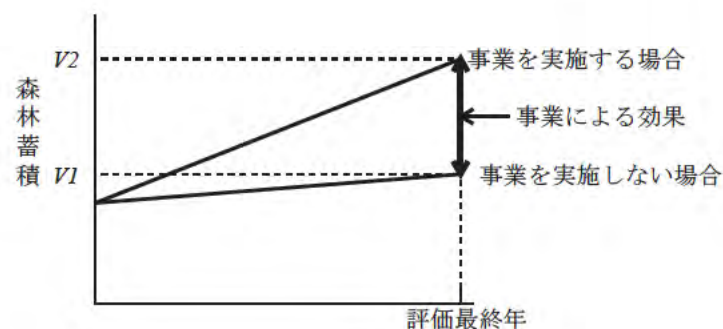
森林への適正な施業を実施することによって当該森林に蓄えられる炭素量を推計し、炭素固定便益として評価する。

なお、事業内容に応じて、樹木固定分と森林土壌蓄積分のそれぞれの便益について算定し、合計するものとする。



① 樹木固定分 (事業対象区域)

森林整備や緑化工等を実施することによる当該森林の蓄積量の増加分から、森林による炭素固定量を推計し評価する。なお、事業内容に応じて、事業対象区域分と保全効果区域分のそれぞれの便益について算定し合算するものとする。



$$B_f (\text{円}) = \sum_{t=1}^Y \frac{V2 - V1}{Y \times (1 + i)^t} \times D \times BEF \times (1 + R) \times 0.5 \times \frac{44}{12} \times U$$

U : 二酸化炭素に関する原単位 (円/CO₂-ton)

$V1$: 事業を実施しない場合の評価最終年の当該森林の見込蓄積量 (m³)

$V2$: 事業を実施する場合の評価最終年の当該森林の見込蓄積量 (m³)

Y : 評価期間 (年)

D : 容積密度 (t/m³)

BEF : バイオマス拡大係数 (地上部バイオマス量/幹バイオマス量)

R : 地上部に対する地下部の比率 (地下部バイオマス量/地上部バイオマス量)

0.5: 植物中の炭素含有率

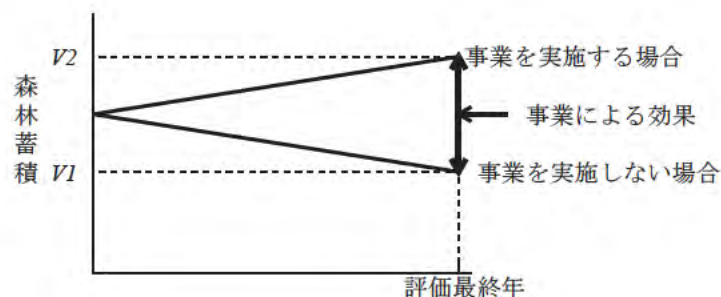
44/12: 炭素から二酸化炭素への換算係数

注) $V1$ は、既往の施業放棄森林の状況等から判断した数値とするが、これが困難な場合は、施業放棄による病虫害・気象害の発生、雑草木、ツルの繁茂による消失、低質広葉樹林化等を考慮し、 $V2$ の2分の1の成長量となるものと仮定して算定する。

また、事業を実施することにより蓄積が増加した森林から生産され、社会的に利用された木材 (恒久的に使用される木材のみ) については、炭素が固定されたものと考え、 $V2 - V1$ にこの材積のうち事業の着手以降に増加した量を加えることができる。

(保全効果区域)

事業を実施することにより、放置しておくで荒廃地等森林の持つ炭素固定機能の低下が見込まれる区域（保全効果区域）で現状の水準に維持する場合



注) 保全効果区域分は、保全効果区域内の森林を対象とし、上図のように事業を実施した場合は、蓄積は増加するが、事業を実施しない場合は荒廃等により蓄積が減少するので、この差を①事業対象区域分の場合と同じ算定式で評価する。

② 森林土壌蓄積分

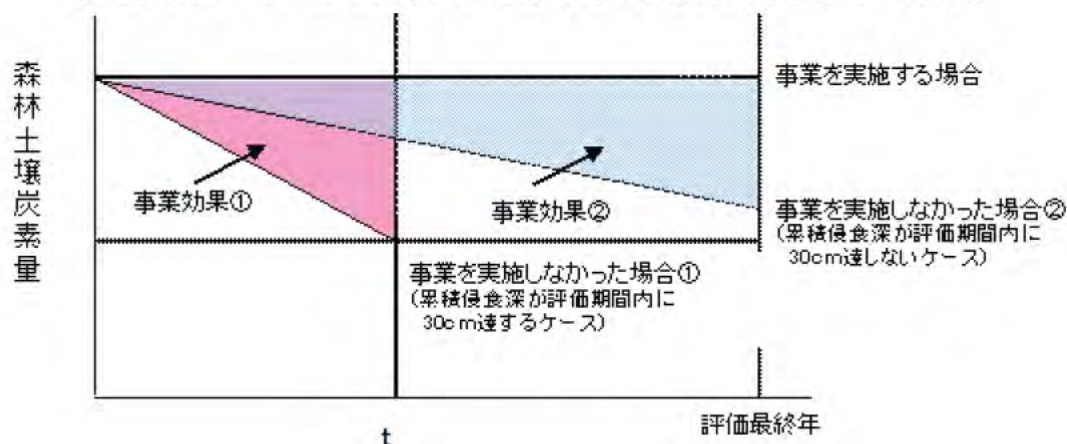
事業の実施による森林土壌の炭素蓄積量の変化について推計し、評価する。なお、事業内容に応じて、土壌流出防止効果からみた算定方式または荒廃地等への植栽効果からみた算定方式のいずれか適切な方式を選択し、便益を計測するものとする。

<②-1 土壌流出防止効果からみた算定方式>

治山事業を行う場合と行わない場合の土砂流出量について、評価対象区域の年間流出土砂量の差により推計し、この流出土砂に含まれる炭素量を侵食等による森林土壌の炭素流出抑制量として評価する。なお、事業内容に応じて、事業対象区域分と保全効果区域分のそれぞれの便益について算定し、合算するものとする。

(事業対象区域・保全効果区域)

事業を実施することにより、事業対象区域の荒廃地等が復旧する場合



$$B_{d-1} \text{ (円)} = \left(\sum_{t=1}^{T-1} \frac{t}{T \times (1+i)^t} + \sum_{t=T}^Y \frac{1}{(1+i)^t} \right) \times (C_1 - C_2) \times A \times 0.3 \times \frac{44}{12} \times U$$

$$C_1 = \frac{s \times e_1}{30}$$

$$C_2 = \frac{s \times e_2}{30}$$

U : 二酸化炭素に関する原単位 (円/t-CO₂)

C_1 : 事業を実施しない場合の年間流出土砂量に含まれる炭素量 (t-C/ha)

C_2 : 事業を実施した場合の年間流出土砂量に含まれる炭素量 (t-C/ha)

T : 事業実施後、年間流出土砂量が安定するのに必要な年数

Y : ①浸食深が 30cm に達するまでの年数

又は

②評価期間内に浸食深が 30cm に達しない場合は評価期間

A : ①事業対象区域面積 (ha)

又は

②保全効果区域面積 (ha)

s : 単位面積あたりの土壌平均炭素蓄積量 (t-C/ha)

44/12 : 炭素から二酸化炭素への換算係数

e_1 : 事業を実施しない場合の侵食深 (cm/年)

e_2 : 事業を実施した場合の侵食深 (cm/年)

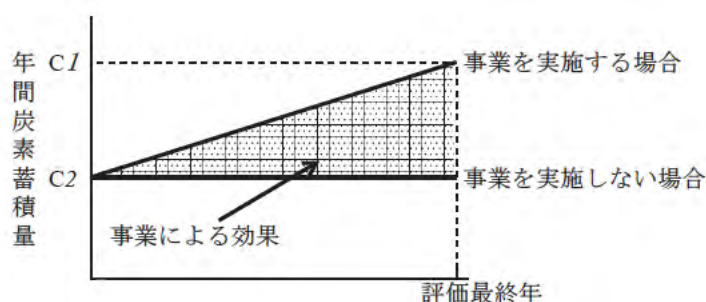
30 : 土壌炭素の測定深度 (cm)

0.3 : 流出土壌排出炭素係数

<②-2 荒廃地等への植栽効果からみた算定方式>

荒廃地等への植栽による森林土壌の炭素蓄積量の変化について推計し、評価する。なお、この算定式は事業対象区域のみに適用し、保全効果区域については、土壌流出防止型の算定式にて計上すること。

(事業対象区域)



$$B_{f2} \text{ (円)} = \left(\sum_{t=1}^Y \frac{I}{Y \times (1+i)^t} \times (C_1 - C_2) \times A \times \frac{44}{12} \times U \right)$$

$$C_1 = (d_1 + I_1 + 0.1 \times Y)$$

$$C_2 = (d_2 + I_2 + s_2)$$

U : 二酸化炭素に関する原単位 (円/t-CO₂)

C_1 : 事業を実施する場合の森林土壌の単位面積あたり炭素蓄積量 (t-C/ha)

C_2 : 事業を実施しない場合の森林土壌の単位面積あたりの炭素蓄積量 (t-C/ha)

Y : 評価期間

A : 事業対象区域面積 (ha)

d : 単位面積あたりの枯死木平均炭素蓄積量 (t-C/ha)

l : 単位面積あたりのリター平均炭素蓄積量 (t-C/ha)

s : 単位面積あたりの土壌平均炭素蓄積量 (t-C/ha)

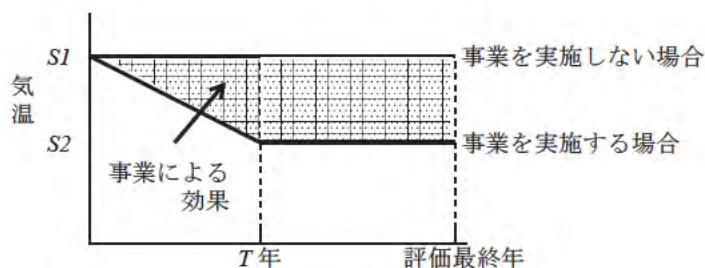
0.1: 単位面積あたりの年間土壌蓄積量 (t-C/ha/年)

44/12: 炭素から二酸化炭素への換算係数

2) 気候緩和便益

森林が葉の表面等からの水分の蒸発による潜熱効果により、周囲の気温を低下させる便益について、森林整備を実施する場合と実施しない場合の気温変化について評価するものであるが、保育の実施による気温低下は明らかとなっていないことから、本マニュアルにおいては、事業実施前には立木が存在しないか、散在する程度の状態の土地に新植や緑化工を実施する場合についてのみ評価することとする。

このことから、森林の気候緩和便益として、森林による大気の気温低下便益を夏の冷房に要する経費の節約額によって評価する。



$$B_g (\text{円}) = \left[\sum_{t=1}^{T-1} \frac{t}{T \times (1+i)^t} + \sum_{t=T}^Y \frac{1}{(1+i)^t} \right] \times (S_1 - S_2) \times N \times D \times U$$

S_1 : 事業実施前の気温

S_2 : 事業実施後の気温

N : 森林の潜熱による気温低下が期待できる範囲の世帯数

D : 年間冷房使用日数

Y : 評価期間

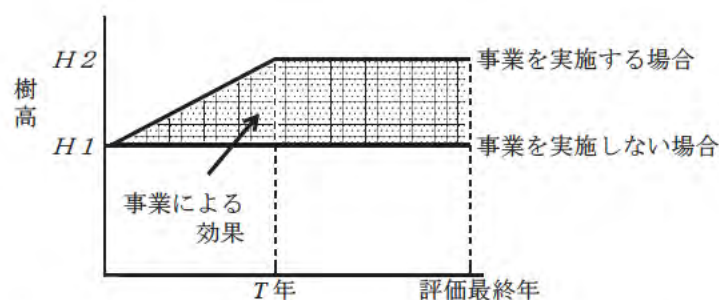
T : 事業実施後成林するまでの年数

U : 冷房電気料金 (円/℃)

3) 騒音軽減便益

森林は、枝・葉・幹の複雑な形状によって、周囲の音を吸収する働きを有している。

森林周辺に位置する民家等については、森林の有する吸音効果によって便益を受けることとなることから、その防音効果により騒音が軽減されている分を防音壁等の代替物によって代替させ、評価を行う。



$$B_h (\text{円}) = \left(\sum_{t=1}^{T-1} \frac{t}{T \times (1+i)^t} + \sum_{t=T}^Y \frac{1}{(1+i)^t} \right) \times (H_2 - H_1) \times L \times U$$

L : 民家等と騒音発生源を直線で結ぶ線に直角方向に分布する森林延長

H_1 : 事業実施前の平均樹高

H_2 : 事業実施後の想定樹高

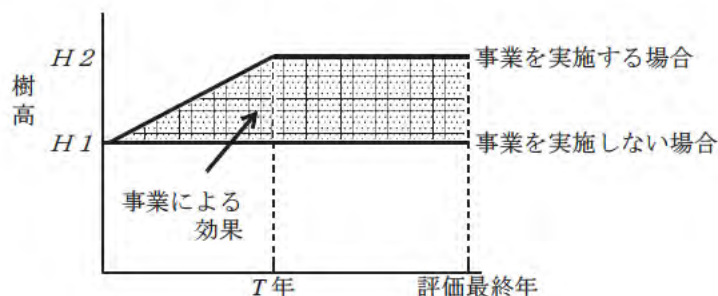
T : 事業実施後成林するまでの年数

U : 防音壁年間単価 (円/㎡)

Y : 評価期間

4) 飛砂軽減便益

飛砂を防ぐために必要となる飛砂防止ネット建設費によって代替させて評価する。



$$B_i (\text{円}) = \left(\sum_{t=1}^{T-1} \frac{t}{T \times (1+i)^t} + \sum_{t=T}^Y \frac{1}{(1+i)^t} \right) \times (H_2 - H_1) \times L \times U$$

L : 風向に直角方向に分布する森林延長

H_1 : 事業実施前の平均樹高

H_2 : 事業実施後の想定樹高

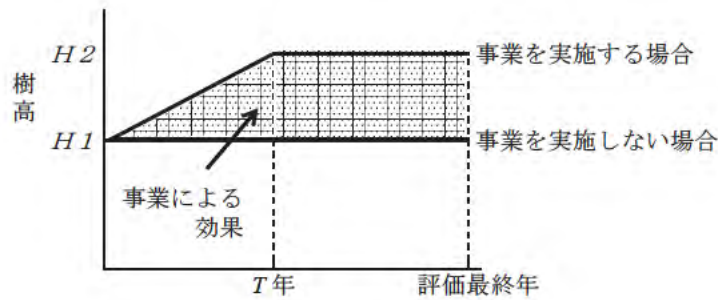
T : 事業実施後成林するまでの年数

U : 飛砂防止ネット年間単価 (円/㎡)

Y : 評価期間

5) 風害軽減便益

風向きに対して直角方向に分布する森林が風害を抑制すると考えられることから、その延長分の防風ネットを建設する場合の建設費に代替させて評価する。



$$B_j (\text{円}) = \left(\sum_{t=1}^{T-1} \frac{t}{T \times (1+i)^t} + \sum_{t=T}^Y \frac{1}{(1+i)^t} \right) \times (H_2 - H_1) \times L \times U$$

L : 風向に直角方向に分布する森林延長
 H_1 : 事業実施前の平均樹高
 H_2 : 事業実施後の想定樹高
 T : 事業実施後成林するまでの年数
 U : 防風ネット年間単価 (円/㎡)
 Y : 評価期間

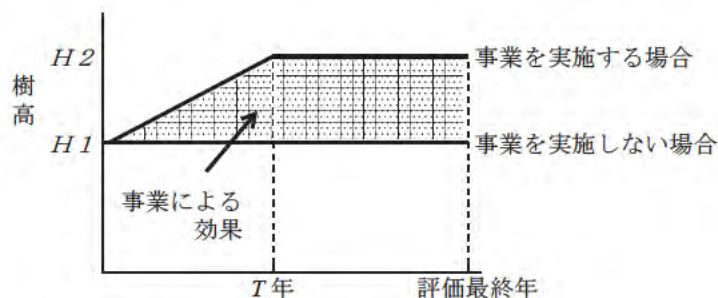
6) 大気浄化便益

森林は、空気中に浮遊する微少な粉塵等を樹木の葉によって吸着し、大気を浄化する効果を有しているが、この便益を定量的に評価することは、現状では困難と考えられることから、当面、定性的な評価を行うこととする。

なお、粉塵等の吸着効果については、一定の仮定の下で空気清浄機等で代替させる手法も考えられるが評価については慎重を要する。

7) 霧害軽減便益

霧害の発生する地域において、霧の流れる方向に対して直角に分布する森林の長さ及び森林の平均樹高によって森林による霧害軽減便益を評価する。



$$B_1 (\text{円}) = \left(\sum_{t=1}^{T-1} \frac{t}{T \times (1+i)^t} + \sum_{t=T}^Y \frac{1}{(1+i)^t} \right) \times (H_2 - H_1) \times L \times U$$

L : 霧流に対して直角方向に分布する森林の長さ
 H_1 : 事業実施前の平均樹高
 H_2 : 事業実施後の想定樹高