

資料10

費用対効果分析について

平成22年度 新規採択に係る費用対効果分析について

平成21年度水源林造成事業事前評価における費用対効果分析は、事前評価対象地区（6地区）について、今後発現する効果（B）と今後要する経費（C）との対比（B/C）によって行うこととし、算定方法は、「林野公共事業の事前評価マニュアル」及び「林野公共事業における事業評価単価表（平成21年6月）」に準拠して実施した。

1. 評価する便益種

評価する便益種は、定量化が可能な次の項目とし、荒廃地が緑化復旧されることを前提として、算定する。

- (1) 洪水防止便益
- (2) 流域貯水便益
- (3) 水質浄化便益
- (4) 土砂流出防止便益
- (5) 土砂崩壊防止便益
- (6) 炭素固定便益
- (7) 木材生産確保・増進便益

2. 分析の対象期間

対象期間は、平均的な契約期間である80年とする。

3. 効果の計測に必要な積算因子

- (1) 洪水防止便益の算定に適用する流出係数

傾斜 区分	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

※ 太字を適用

- (2) 流域貯水便益及び水質浄化便益の算定における貯留率

	貯留率
要整備森林	0.51
整備済森林	0.56

(3) 水質浄化便益の算定に適用する流域貯水量と生活用水使用量

流域貯水量：1,864.25億m³/年（旧因子：同一）

生活用水使用量：159億m³/年（旧因子：162億m³/年）

(4) 土砂流出防止便益の算定に適用する流出土砂量

地被区分		区分の目安 (浸食深 (cm/年))	流出土砂量 (m ³ /ha/年)
山腹崩壊地	多	6	600
	中	4	400
	少	2	200
荒廃地等	森林火災跡地(経度)	0.2	20
整備済森林		0.013	1.3

※太字を適用

(5) 土砂崩壊防止便益の算定に適用する崩壊率

崩壊率は、大分類流域別荒廃地面積による流域内崩壊率の値を適用する。

(6) 炭素固定便益の算定に適用する因子

ア バイオマス拡大係数(BEF)、地上部に対する地下部の比率(R)、容積密度(D)、炭素含有率

樹種	バイオマス拡大係数(BEF)		地上部に対する 地下部の比率(R)	容積密度 (D)	炭素 含有率
	樹齢20年以下	樹齢20年超			
スギ	1.57	1.23	0.25	0.314	0.5
ヒノキ	1.55	1.24	0.26	0.407	
マツ(アカマツ・クロマツ)	1.51	1.29	0.30	0.440	
カラマツ	1.50	1.15	0.29	0.404	
その他の 広葉樹	千葉・東京・高知・福岡 ・長崎・鹿児島・沖縄	1.40	1.26	0.25	0.619
	三重・和歌山・大分・ 熊本・宮崎・佐賀	1.39	1.28	0.25	0.592
	上記2区分以外の道府県 に適用	1.42	1.27	0.25	0.621

イ 蓄積

針葉樹は、樹種別、都道府県別の平均地位と平均RYから「現実林分予測表（森林農地整備センター）」の値を適用する。

広葉樹は、「内地一般雑木林平均収穫表（森林家必携）」を適用し、全国共通とする。

(7) 木材生産確保・増進便益

山元立木価格は、「山元立木価格（日本不動産研究所）」により樹種別・都道府県別の値を適用する。

(8) 属地的なデータについて

降水量等雨量に関する属地的なデータは、最新のアメダス観測データの値を適用する。

平均崩壊深については、各都道府県へ問い合わせし、予定地毎の値を適用する。

4. 各便益の機能を貨幣化するために使用する単価

(1) 洪水防止便益

治水ダムの単位流量調節量当たりの年間減価償却費

4.83 百万円/年・(m³/s) (旧単価：5.30 百万円/年・(m³/s))

(2) 流域貯水便益及び水質浄化便益

開発水量当たりの利水ダム年間減価償却費

1,659 百万円/年・(m³/s) (旧単価：1,620 百万円/年・(m³/s))

(3) 水質浄化便益

ア 雨水浄化費 単位当たり浄化費 64.3 円/m³ (旧単価：68.7 円/m³)

イ 上水道給水原価 単位当たり水道料金 179.74 円/m³ (旧単価：同一)

ウ 水質浄化費 74.2 円/m³ (旧単価：78.4 円/m³)

(4) 土砂流出防止便益及び土砂崩壊防止便益

土砂1m³当たりの砂防ダム建設コスト

5,780 円/m³ (旧単価：同一)

(5) 炭素固定便益

二酸化炭素分離回収コスト

6,046 円/t-co₂ (旧単価：12,700 円/t-co₂)

5. 費用の算定

費用は、標準的な施業体系をもとに、今後要する経費を推計し、現在価値化した額とする。

6. 社会的割引率

社会的割引率は、4%とする。

平成22年度 新規採択に係る費用対効果分析の算定事例

1 事業地の概要

- (1) 対象地：宮城県登米市（整理番号18）
- (2) 契約面積：15.00 ha（うち協定除地 1.00 ha）
- (3) 植栽面積：14.00 ha（スギ 10.50 ha、広葉樹等 3.50 ha）

2 総費用

	総費用(千円)
植 栽	12,754
下 刈	10,250
裾 枝 払	767
つ る 切	50
除 伐	2,902
保 育 間 伐	773
作業道新設等	2,430
そ の 他	1,153
合 計	31,080

※合計と内訳の計が一致しないのは、四捨五入によるものである。

3 便益額の総額

	総便益(千円)
水源かん養便益	31,207
洪水防止便益	14,018
流域貯水便益	7,131
水質浄化便益	10,058
山地保全便益	27,745
土砂流出防止便益	27,543
土砂崩壊防止便益	202
環境保全便益	6,035
炭素固定便益	6,035
木材生産等便益	360
生産確保・促進便益	360
合 計	65,347

※合計と内訳の計が一致しないのは、四捨五入によるものである。

4 便益額の算定

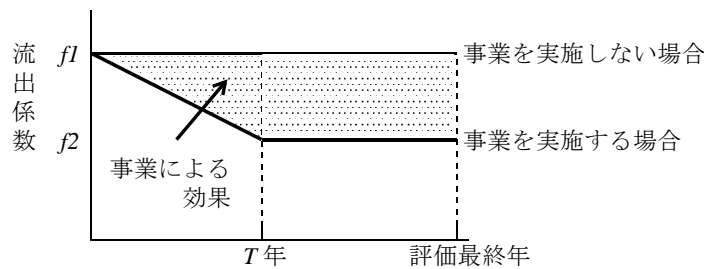
- ・ 便益は、事業実施前と事業実施後の差額として計算している。
- ・ 認識される各便益について、代替法により算出している。

(1) 水源かん養便益

森林の有する水源かん養便益については、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、事業の実施により森林が整備された状態と整備されていない状態を比較し、森林整備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。



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

U : 4,830,000 円/m³/sec (治水ダムの単位流量調節量当たりの年間減価償却費)

f_1 : 0.55 (事業実施前の流出係数)

f_2 : 0.45 (事業実施後、T年経過後の流出係数)

T : 15 年 (事業実施後、流出係数が安定するのに必要な年数)

α : 41 mm/h (当該地区100年確率時雨量)

A : 14 ha (事業対象区域面積)

360 : 単位合わせのための調整値

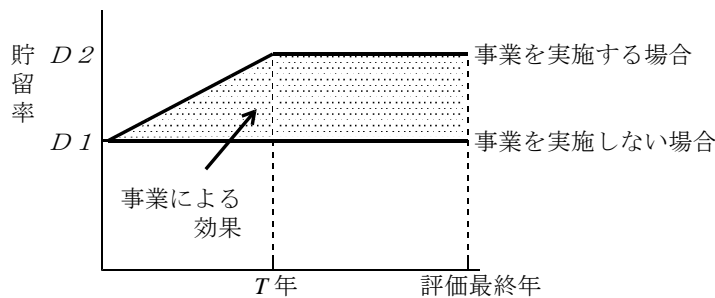
Y : 80年 (評価期間)

B : 14,018 千円 (評価額)

2) 流域貯水便益

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、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壤内に浸透する降雨の量を推定することとする。

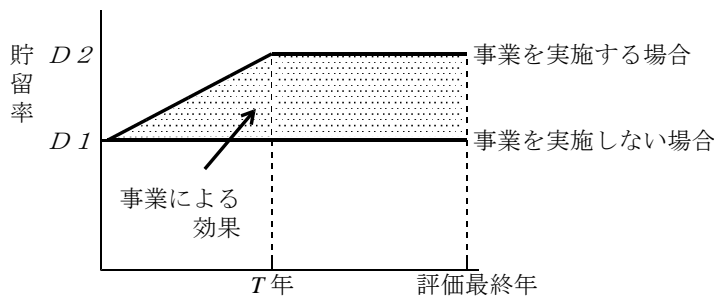


$$B = \left[\sum_{t=1}^{T-1} \frac{t}{T \times (1+i)^t} + \sum_{t=T}^Y \frac{1}{(1+i)^t} \right] \times \frac{(D_2 - D_1) \times A \times P \times U \times 10}{365 \times 86,400}$$

- A : 14 ha (事業対象区域面積)
 P : 1,063.90 mm/年 (年間平均降雨量)
 D1 : 0.51 (事業実施前の貯留率)
 D2 : 0.56 (事業実施後、T年経過後の貯留率)
 T : 15年 (事業実施後、貯留率が安定するのに必要な年数)
 U : 1,659,000,000 円/m³/s (開発水量当たりの利水ダム年間減価償却費)
 Y : 80年 (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
 B : 7,131 千円 (評価額)

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。



$$B = \left[\sum_{t=1}^{T-1} \frac{t}{T \times (1+i)^t} + \sum_{t=T}^Y \frac{1}{(1+i)^t} \right] \times (D_2 - D_1) \times A \times P \times u \times 10$$

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

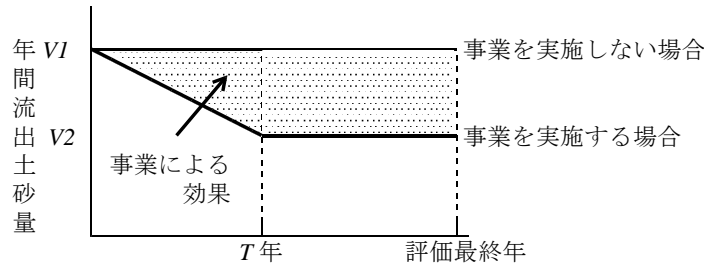
- Q_x : 159 億m³/年 (全貯留量のうち生活用水使用相当量)
 Q_y : 1,705.25 億m³/年 (全貯留量 - Q_x)
 A : 14 ha (事業対象区域面積)
 P : 1,063.9 mm/年 (年間平均降雨量)
 T : 15年 (事業実施後、貯留率が安定するのに必要な年数)
 D1 : 0.51 (事業実施前の貯留率)
 D2 : 0.56 (事業実施後、T年経過後の貯留率)
 U_x : 179.74 円/m³ (単位当たりの上水道給水原価)
 U_y : 64.3 円/m³ (単位当たりの雨水浄化費)
 u : 74.2 円/m³ (単位当たりの水質浄化費 (U_xとU_yを用いてQ_xとQ_yで比例按分して算出))
 Y : 80年 (評価期間)
 10 : 単位合わせのための調整値
 B : 10,058 千円 (評価額)

(2) 山地保全便益

山地保全便益については、雨水の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

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。



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

U : 5,780 円/m³ (1 m³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)

V_1 : 20 m³ (事業実施前における1 ha当たりの年間流出土砂量)

V_2 : 1.3 m³ (事業実施後における1 ha当たりの年間流出土砂量)

A : 14 ha (事業対象区域面積)

T : 15 年 (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 : 80年 (評価期間)

B : 27,543 千円 (評価額)

2) 土砂崩壊防止便益

森林整備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、土壌表面の侵食量の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、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。

$$B = \sum_{t=11}^Y \frac{V \times U}{(Y-10) \times (1+i)^t}$$

$$V = \frac{(Y-10)}{2Y} \times A \times R \times N \times H \times 10,000$$

U : 5,780 円/m³ (1 m³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)

V : 155 m³ (崩壊見込量)

A : 14 ha (事業対象区域面積)

R : 0.0087 (流域内崩壊率)

N : 0.58 (雨量比=50年確率日雨量(91mm)/既往最大日雨量(157mm))

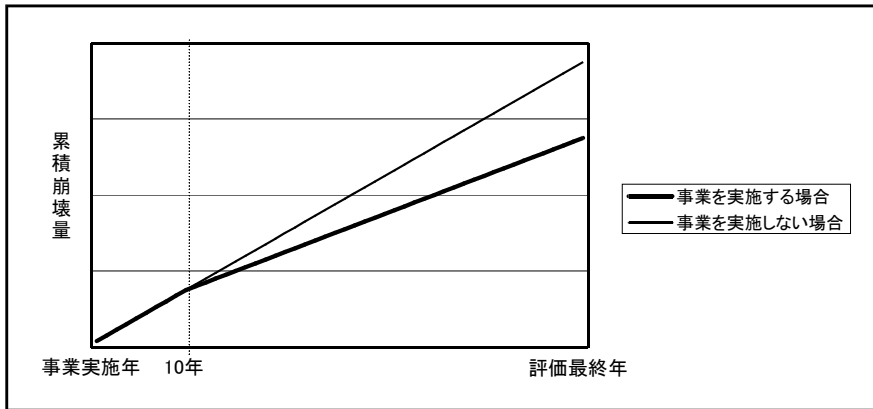
H : 0.50 m (平均崩壊深)

Y : 80年 (評価期間)

10,000 : 単位合わせのための調整値

B : 202 千円 (評価額)

<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、森林の生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。

【事業を実施した場合】

$$V1 = \left[\frac{10}{Y} \times A \times R \times 1.5 \times N \times H + \frac{(Y-10)}{Y} \times A \times R \times 1.0 \times N \times H \right]$$
$$= \frac{(Y+5)}{Y} \times A \times R \times N \times H$$

【事業を実施しない場合】

$$V2 = A \times R \times 1.5 \times N \times H$$

【事業の実施によって期待される土壌保全効果】

$$V = V2 - V1 = \frac{(Y-10)}{2Y} \times A \times R \times N \times H$$

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】

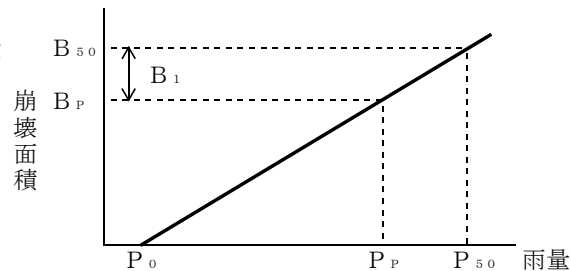
林相を主体とした地上の状態があまり変化しない地域では、 $B_{50} - B_P = B_1$ が50年確率の最大日雨量に対して発生すると予想される崩壊地面積となり、次式によって算出できる。

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

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、

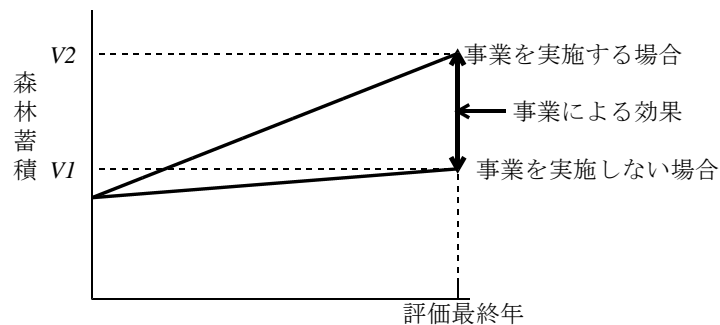
$$\frac{P_{50} - P_0}{P_P - P_0} \text{ は } \frac{P_{50}}{P_P} \text{ で置き換え、これを雨量比とする。}$$

- 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



(3) 環境保全便益 (炭素固定便益)

森林整備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。



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

- U : 6,046 円/CO₂-ton (二酸化炭素に関する原単位)
- $V1$: 235 m³/ha (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 (スギの場合))
- $V2$: 469 m³/ha (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 (スギの場合))
- Y : 80 年 (評価期間)
- D : 0.314t/m³ (容積密度 (スギの場合))
- BEF : 1.57 (20年生以下) 1.23 (20年生超)
(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 : 0.25 (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
- B : 6,035 千円 (評価額)

(4) 木材生産等便益（木材生産確保・促進便益 森林整備分）

事業の実施により、資源として蓄積された木材が伐期において生産・利用される効果について、想定される木材生産量から算出する。

$$B = \sum_{t=1}^Y \frac{V_t \times @}{(1+i)^t}$$

t : 80 年（年数）

Y : 80 年（評価期間）

V_t : 375 m³/ha（ t 年後における伐採材積（スギの場合））

@ : 2,280 円/m³（木材市場価格（スギの場合））

B : 360 千円（評価額）