

平成21年7月31日

## 配 付 資 料 一 覧

- |   |  |     |
|---|--|-----|
| 1 | 議事次第   | 資料1 |
| 2 | 出席者一覧  | 資料2 |
| 3 | 配席図  | 資料3 |
| 4 | 費用対効果分析について                                  | 資料4 |
| 5 | 項目別取りまとめ表（案）                                 | 資料5 |
| 6 | 平成21年度水源林造成事業（期中の評価）評価委員会<br>における評価検討について（案） | 資料6 |

# 資料 1

平成 2 1 年度 第 2 回水源林造成事業評価委員会

## 議 事 次 第

日時：平成 2 1 年 7 月 3 1 日 (金) 1 4 : 0 0 ~

場所：合同庁舎 4 号館 1 2 1 8 号会議室

- 1 開 会
- 2 出席者紹介
- 3 林野庁挨拶
- 4 座長挨拶
- 5 議 事
- 6 閉 会

# 資料 2

## 出席者一覧

### 水源林造成事業評価委員（五十音順）

- 池谷 キワ子（日本林業経営者協会理事）
- 岡田 秀二（岩手大学農学部教授）
- 河原 輝彦（元東京農業大学地域環境科学部教授）
- 丹下 健（東京大学大学院農学生命科学研究科教授）
- 眞板 秀二（筑波大学農林工学系准教授）

### 林野庁

- 黒川 正美（整備課長）

### 独立行政法人森林総合研究所

- 山口 正三（森林業務担当理事）

# 資料 3

## 配 席 図

○ 座 長

○ 岡田委員

○ 池谷委員

○ 眞板委員

○ 丹下委員

森林総合研究所	林野庁
---------	-----

○ 森林業務担当理事

○ 整備課長

事務局	
-----	--

○ 企画官

○ 業務管理  
課長班  
補担当

関 係 者 席

傍 聴 席 等

# 資料 4

## 費用対効果分析について

# 平成21年度 期中の評価における費用対効果分析

[ 単位 : ha、百万円 ]

整備局	契約 年度	植栽 面積	効果 (B)	費用 (C)	B/C	(参考) 平成16年度 期中の評価に おけるB/C
東北北海道	39	4,153	125,618	80,985	1.55	2.41
	44	2,466	61,324	38,997	1.57	2.50
	49	1,135	23,223	14,175	1.64	2.71
	54	2,069	35,091	21,269	1.65	2.69
	59	716	10,039	5,922	1.70	2.74
	1	867	10,001	5,780	1.73	2.76
	6	1,374	12,985	7,989	1.63	2.55
	11	1,239	9,604	6,097	1.58	2.37
関 東	39	3,030	106,857	60,929	1.75	2.87
	44	2,679	77,607	45,059	1.72	2.90
	49	662	15,957	8,954	1.78	2.98
	54	770	15,402	8,845	1.74	3.01
	59	315	5,169	2,833	1.82	3.16
	1	527	7,150	3,893	1.84	3.20
	6	396	4,427	2,384	1.86	3.19
	11	606	5,567	2,861	1.95	3.24
中 部	39	2,373	89,062	50,547	1.76	2.90
	44	2,635	81,311	47,554	1.71	2.80
	49	1,308	33,253	19,241	1.73	2.79
	54	2,936	61,700	35,187	1.75	2.91
	59	418	7,265	4,101	1.77	2.97
	1	998	14,251	7,971	1.79	2.98
	6	742	8,715	4,861	1.79	2.84
	11	534	5,168	2,807	1.84	2.89
近畿北陸	39	3,680	135,110	82,434	1.64	2.55
	44	2,089	63,359	38,298	1.65	2.59
	49	1,063	26,612	15,348	1.73	2.77
	54	2,406	49,597	27,061	1.83	2.92
	59	498	8,458	4,613	1.83	2.94
	1	1,196	16,717	8,898	1.88	3.01
	6	801	9,208	4,607	2.00	3.17
	11	963	9,101	4,464	2.04	3.11
中国四国	39	5,313	197,106	98,553	2.00	3.41
	44	2,742	84,053	42,653	1.97	3.46
	49	1,630	41,292	20,811	1.98	3.46
	54	2,995	62,546	31,015	2.02	3.52
	59	624	10,734	5,311	2.02	3.49
	1	1,754	24,816	11,998	2.07	3.55
	6	1,701	19,774	9,590	2.06	3.46
	11	1,894	18,110	8,754	2.07	3.38
九 州	39	3,707	155,508	61,466	2.53	4.50
	44	1,961	67,792	25,697	2.64	4.70
	49	945	26,899	11,639	2.31	4.16
	54	1,350	31,522	13,830	2.28	4.07
	59	491	9,457	4,311	2.19	3.85
	1	621	9,858	4,616	2.14	3.82
	6	731	9,556	4,427	2.16	3.76
	11	806	8,628	3,838	2.25	3.89

## 平成21年度 水源林造成事業期中の評価における費用対効果分析について

平成21年度水源林造成事業期中評価における費用対効果分析は、期中評価対象地区(48地区)について、植栽時からこれまでに発現した効果及び今後発現する効果（B）と植栽時からこれまでに要した経費及び今後要する経費（C）との対比（B/C）によって行うこととし、算定方法は、「林野公共事業における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. 評価期間

評価期間は、平均的な契約期間である60年とする。

### 3. 便益の算定に適用する積算因子

#### (1) 洪水防止便益の算定に適用する流出係数

地表状態 \ 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	<b>0.45</b>	0.35	0.25
要整備森林(疎林)	0.75	0.65	0.55	0.65	0.55	0.45	<b>0.55</b>	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適用する貯留率の差

$$(\text{森林整備後}) - (\text{森林整備前}) = 0.56 - 0.51 = 0.05$$

(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m<sup>3</sup>/年

生活用水使用量：159億m<sup>3</sup>/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 (侵食深 (cm/年))	流出土砂量 (m <sup>3</sup> /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(軽度)	0.2	20
整備済森林		0.013	1.3

※太字を適用

(5) 土砂崩壊防止便益に適用する因子

ア 崩壊率

大分類流域別荒廃地面積による流域内崩壊率を整備局ごとに平均した値を適用する。

イ 平均崩壊深

平成20年度事前評価に適用した値を整備局ごとに平均した値を適用する。

(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

(ア) 針葉樹

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	
トドマツ	1.88	1.38	0.21	0.319	
アカエゾマツ	2.15	1.67	0.21	0.364	

(イ) 広葉樹

その他広葉樹を整備局毎に平均した値を適用する。

イ 蓄積

針葉樹は、樹種別に、「現実林分子測表(森林農地整備センター)」の都道府県

別材積を整備局ごとに平均した値を適用する。(地位5等地を適用)

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・増進便益の算定に必要な木材価格

樹種別に、都道府県別の山元立木価格を整備局ごとに平均した価格を適用する。

(8) その他

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を整備局ごとに平均した値を適用する。

#### 4. 各便益の機能を貨幣化するために必要な単価

(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・(m<sup>3</sup>/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・(m<sup>3</sup>/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/m<sup>3</sup>

イ 上水道給水原価 単位当たり水道料金 179.74 円/m<sup>3</sup>

ウ 水質浄化費 74.2 円/m<sup>3</sup>

(4) 土砂流出防止便益及び土砂崩壊防止便益

土砂1m<sup>3</sup>当たりの砂防ダム建設コスト

5,780 円/m<sup>3</sup>

(5) 炭素固定便益

二酸化炭素分離回収コスト

6,046 円/t-co<sub>2</sub>

#### 5. 費用の算定

費用は、標準的な施業体系をもとに、これまでに要した経費及び今後必要とする保育、保護管理等の経費を推計し、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21年度 期中の評価における費用対効果分析の算定事例

### 1 事業地の概要

- (1) 対象地：中部整備局 平成6年度契約地
- (2) 契約件数・面積：63件、1,215ha
- (3) 植栽面積：742ha（スギ190ha、ヒノキ465ha、カラマツ14ha、その他73ha）

### 2 総費用

	総費用(千円)
植 栽	1,957,062
下 刈	1,529,871
つ る 切	138,268
除 伐	408,812
保 育 間 伐	69,659
作業道新設等	386,578
そ の 他	370,582
合 計	4,860,829

※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	5,180,891
洪水防止便益	2,300,587
流域貯水便益	1,194,921
水質浄化便益	1,685,383
山地保全便益	2,717,237
土砂流出防止便益	2,538,867
土砂崩壊防止便益	178,370
環境保全便益	607,490
炭素固定便益	607,490
木材生産等便益	209,100
生産確保・促進便益	209,100
合 計	8,714,718

※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

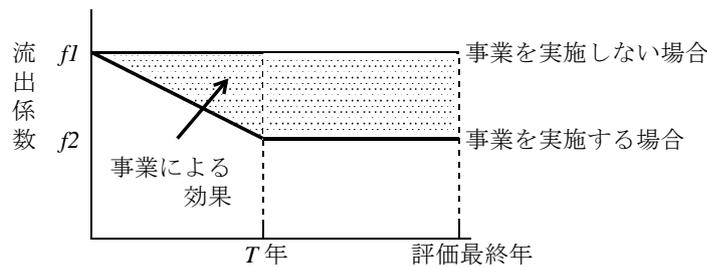
- ・ 便益は、事業実施前と事業実施後の差額として計算している。
- ・ 認識される各便益について、代替法により算出している。

##### (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/m<sup>3</sup>/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)

$\alpha$  : 73 mm/h (当該地区100年確率時雨量)

$A$  : 742 ha (事業対象区域面積)

360 : 単位合わせのための調整値

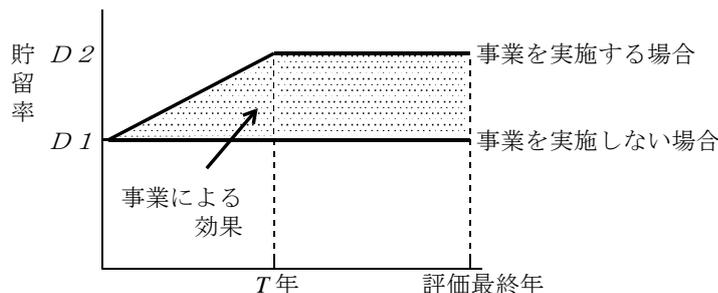
$Y$  : 60年 (評価期間)

$B$  : 2,300,587 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。

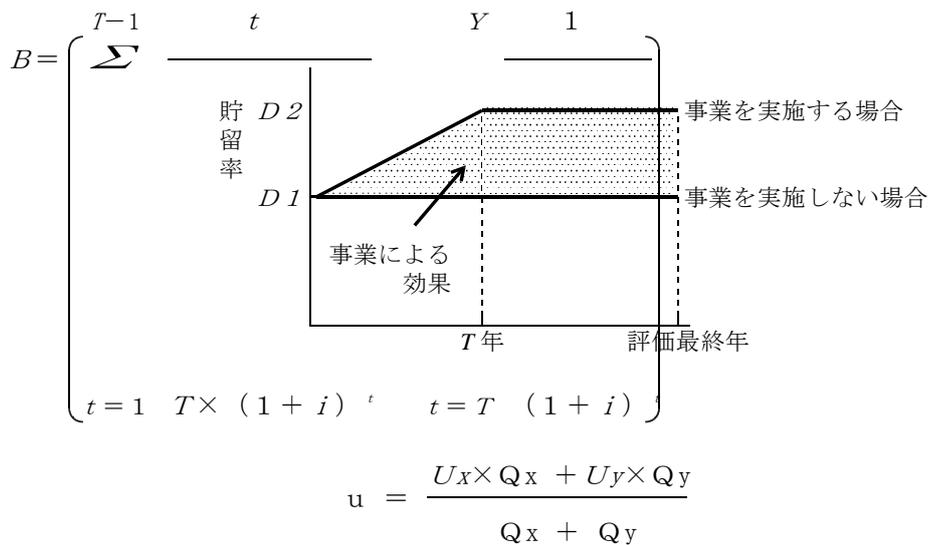


$$B = \left[ \sum_{t=1}^{T-1} \frac{t}{T \times (1+i)^t} + \sum_{t=T}^Y \frac{1}{(1+i)^t} \right] \times \frac{(D_2 - D_1) \times A \times P \times U \times 10}{365 \times 86,400}$$

- A : 742 ha (事業対象区域面積)
- P : 1,934 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/m<sup>3</sup>/s (開発水量当たりの利水ダム年間減価償却費)
- Y : 60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 : 1,194,921 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。



- Q<sub>x</sub> : 159 億m<sup>3</sup>/年 (全貯留量のうち生活用水使用相当量)
- Q<sub>y</sub> : 1,705.25 億m<sup>3</sup>/年 (全貯留量 - Q<sub>x</sub>)
- A : 742 ha (事業対象区域面積)
- P : 1,934 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<sub>x</sub> : 179.74 円/m<sup>3</sup> (単位当たりの上水道給水原価)
- U<sub>y</sub> : 64.3 円/m<sup>3</sup> (単位当たりの雨水浄化費)
- u : 74.2 円/m<sup>3</sup> (単位当たりの水質浄化費 (U<sub>x</sub>とU<sub>y</sub>を用いてQ<sub>x</sub>とQ<sub>y</sub>で比例按分して算出))
- Y : 60年 (評価期間)
- 10 : 単位合わせのための調整値
- B : 1,685,383 千円 (評価額)

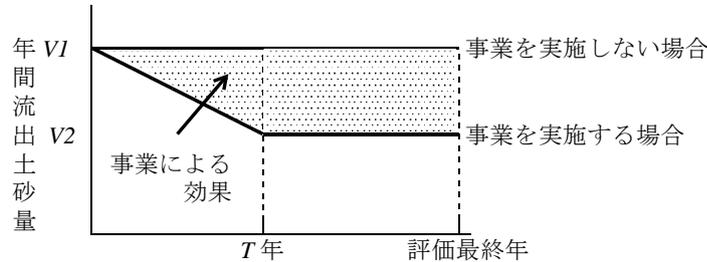
### (2) 山地保全便益

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/m<sup>3</sup> (1 m<sup>3</sup>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 m<sup>3</sup> (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 m<sup>3</sup> (事業実施後における1 ha当たりの年間流出土砂量)

$A$  : 742 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)

$Y$  : 60年 (評価期間)

$B$  : 2,538,867 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、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/m<sup>3</sup> (1 m<sup>3</sup>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)

$V$  : 56,787 m<sup>3</sup> (崩壊見込量)

$A$  : 742 ha (事業対象区域面積)

$R$  : 0.0149 (流域内崩壊率)

$N$  : 0.88 (雨量比=50年確率日雨量(226mm)/既往最大日雨量(257mm))

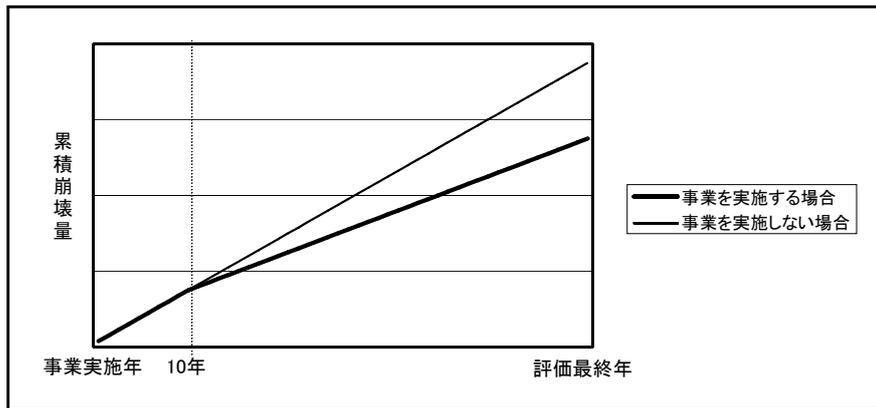
$H$  : 1.40 m (平均崩壊深)

$Y$  : 60年 (評価期間)

10,000 : 単位合わせのための調整値

$B$  : 178,370 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】

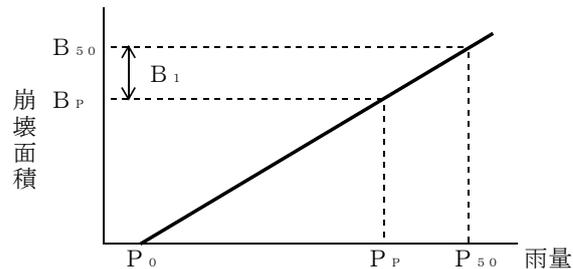
林相を主体とした地上の状態があまり変化しない地域では、 $B_{50} - B_P = B_1$ が50年確率の最大日雨量に対して発生すると予想される崩壊地面積となり、次式によって算出できる。

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

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、

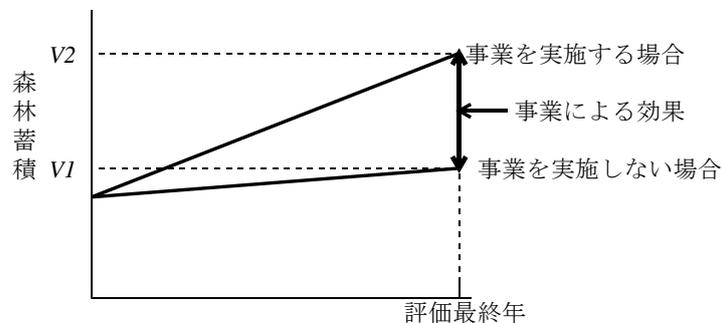
$$\frac{P_{50} - P_0}{P_P - P_0} \text{ は } \frac{P_{50}}{P_P} \text{ で置き換え、これを雨量比とする。}$$

- $B_1$  : 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/CO<sub>2</sub>-ton (二酸化炭素に関する原単位)
- $V1$  : 188 m<sup>3</sup>/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))
- $V2$  : 376 m<sup>3</sup>/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))
- $Y$  : 60 年 (評価期間)
- $D$  : 0.314t/m<sup>3</sup> (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
- $B$  : 607,490 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。

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

$t$  : 60 年（年数）

$Y$  : 60 年（評価期間）

$V_t$  : 301 m<sup>3</sup>/ha（ $t$ 年後における伐採材積（スギの場合））

@ : 2,525 円/m<sup>3</sup>（木材市場価格（スギの場合））

$B$  : 209,100 千円（評価額）