

V 事業評価

5年間で約88億円の事業費を投入して実施する「災害に強い森づくり事業」の整備効果について、県民に分かりやすく示すため、できるかぎり定量的に評価を行うこととした。

森林の持つ多面的機能の定量的評価については、平成13年に日本学術会議により「地球環境・人間生活にかかわる農業・森林の多面的な機能の評価」についての答申が行われ、その中で、森林の多面的機能の具体的内容の整理や、定量的に評価する手法、定量的評価の限界点などが示された。

災害に強い森づくり事業の評価については、この答申で示されている水源かん養や土砂災害防止機能などの機能区分を基本に、数値化が可能なものについて行った。具体的には、現地調査データや気象データ等を元にした数量的評価や、日本学術会議でも適用された代替法等を用いた経済的評価、産業連関分析による経済波及効果の推計を行った。

これらの評価の結果、30年間で事業費の約5倍の経済的評価が見込まれるなど、事業実施により大きな効果を生み出している。

1 数量的評価

森林は、木材の生産のみならず、水源のかん養、土砂流出防止、二酸化炭素吸収など、様々な公益的機能を有している。これらの機能は、日常生活においてその価値を実感することは難しい。

この公益的機能には、土砂流出防止や洪水緩和、二酸化炭素吸収など数量的に評価できるものと、生物多様性の保全機能などのように数量を把握することが困難なものがある。

ここでは、災害に強い森づくり事業で実施した森林機能の向上効果について、数量的に評価が可能な土砂流出防止、水資源貯留、水質浄化、洪水緩和、二酸化炭素吸収について評価を行った。

なお、評価にあたっては、検証にかかる調査地データや気象データ、林野公共事業事前評価の適用値、環境省の二酸化炭素排出権取引価格を使用して実施した。

(1) 土砂流出防止効果

緊急防災林整備（斜面对策）、針葉樹林と広葉樹林の混交林整備、里山防災林整備を実施することにより、年間6,989 m³の土砂流出防止効果があることが見込まれる。

ア 緊急防災林整備（斜面对策）による土砂流出防止量

表 V1-1 年間土砂流出防止量

区 分	整備前 a	整備後 b	評価値(a-b)	年間土砂流出防止量 (a-b)*整備量*係数
土砂流出量	1.75 m ³ /ha	0.45 m ³ /ha	1.30 m ³ /ha	4,352 m ³ /年
崩壊土砂量	—	—	0.14 m ³ /ha	469 m ³ /年
計				4,821 m ³ /年

(注1) 整備量を5,600haとして試算

(注2) 整備前、整備後の数値は、検証にかかる調査地データ

(注3) 30年間の崩壊見込量=4.16 m³/ha 年間の崩壊見込量 4.16/30年=0.14 m³/ha

(注4) 年間土砂流出防止量=1.30*5,600*16.8/28.1=4,352 m³

年間土砂流出防止量=0.14*5,600*16.8/28.1= 469 m³

※緊急防災林整備費 16.8億円（間伐経費や維持管理費を含めた経費 28.1億円）

イ 針葉樹林と広葉樹林の混交林整備による土砂流出防止量

表 V-1-2 年間土砂流出防止量

区 分	整備前 a	整備後 b	評価値(a-b)	年間土砂流出防止量 (a-b)*整備量*係数
土砂流出量	3.69 m ³ /ha	1.03 m ³ /ha	2.66 m ³ /ha	198 m ³ /年

(注1) 1,000ha(整備面積 108ha)として試算

(注2) 整備前、整備後の数値は、検証にかかる調査地データ。整備後の数値は検証により得られた流出土砂量の相対値(27.9%)を整備前に乗じた。

(注3) 年間土砂流出防止量は 30年間の平均 (2,155 m³+4,309 m³)*12.7/13.8/30年=198 m³

※針葉樹林と広葉樹林の混交林整備費 12.7億円 (維持管理費を含めた経費 13.8億円)

15年目まで 2.66 m³/ha×108ha×15年×1/2= 2,155 m³

16年目以降 2.66 m³/ha×108ha×15年 =4,309 m³

土砂流出量が安定するのに 15年かかることから 1/2 を乗じる

ウ 里山防災林整備による土砂流出防止量

表 V-1-3 年間土砂流出防止量

区 分	整備前 a	整備後 b	評価値(a-b)	年間土砂流出防止量 (a-b)*整備量*係数
土砂流出量	2.17 m ³ /ha	0.54 m ³ /ha	1.63 m ³ /ha	1,768 m ³ /年
崩壊土砂量	—	—	0.14 m ³ /ha	202 m ³ /年
計				1,970 m ³ /年

(注1) 整備量を 1,500ha として試算、

(注2) 整備前、整備後の数値は、検証にかかる調査地データ

(注3) 30年間の崩壊見込量=4.16 m³/ha 年間の崩壊見込量 4.16/30年=0.14 m³/ha

(注4) 年間土砂流出防止量=1.63*1,500*3/4*21.5/22.3=1,768 m³

年間土砂流出防止量=0.14*1,500*21.5/22.3=202 m³

※里山防災林整備費 21.5億円 (維持管理費を含めた経費 22.3億円)

年間の土砂流出防止量の合計は、6,989 m³

年間の土砂流出防止量は、

10t ダンプトラック約 1,100 台分に相当

※ ダンプトラック 10 t 車 1 台の積載量：6.2 m³ (土砂の単位重量 1.6t/m³ で計算)

(2) 水資源貯留、水質浄化効果

森林には、雨水を一時的に貯え、水質を浄化する働きがあることから、緊急防災林整備、針葉樹林と広葉樹林の混交林整備の実施により、整備前後の水資源貯留量を試算した結果、年間 2,232 千 m^3 の貯留量が増加した。

表 V-1-4 年間の水資源貯留量

区 分	整備前の貯留量 a	整備 15 年後の貯留量 b	貯留量増加分 (b-a)	年間平均貯留量 (b-a)×係数
緊急防災林整備	42,754 千 m^3 /年	46,946 千 m^3 /年	4,192 千 m^3 /年	1,880 千 m^3 /年
針葉樹林と広葉樹林の混交林整備	5,207 千 m^3 /年	5,717 千 m^3 /年	510 千 m^3 /年	352 千 m^3 /年
計				2,232 千 m^3 /年

(注1) 緊急防災林整備面積を 5,600ha として試算

整備前の貯留量(42,754 千 m^3 /年)

＝整備前の貯留率(0.51)×年間平均降雨量(1497mm/年)×整備面積(5,600ha)×10

整備後 15 年後の貯留量(46,946 千 m^3 /年)

＝整備後 15 年後の貯留率(0.56)×年間平均降雨量(1497mm/年)×整備面積(5,600ha)×10

年間平均貯留量＝4,192×3/4×16.8/28.1＝1,880 千 m^3

(注2) 針葉樹林と広葉樹林の混交整備面積を 1,000ha として試算

緊急防災林に準じ、地区の平均から算出した。

年間平均貯留量＝510×3/4×12.7/13.8＝352 千 m^3

年間の水資源の平均貯留量増加分の合計は、2,232 千 m^3

年間の水資源貯留量増加分は、加古大池の貯水量の約 1.7 倍に相当

※ 加古大池(稲美町)は貯水面積が県下最大のため池で、貯水量は 1,300 千 m^3

(3) 洪水緩和効果

森林には豪雨時に河川に流出する水量を緩和する働きがある。緊急防災林整備、針葉樹林と広葉樹林の混交林整備の実施により、整備前と整備後 15 年後のピーク流量(豪雨等により河川に流れ込む最大流出量)を試算した結果、洪水緩和量は合計 189 m^3 /秒となった。

表 V-1-5 洪水の緩和量

区 分	整備前のピーク流量 a	15 年後のピーク流量 b	流量減少分 (a-b)	洪水緩和量 (a-b)×係数
緊急防災林整備	1,548 m^3 /秒	1,267 m^3 /秒	281 m^3 /秒	168 m^3 /秒
針葉樹林と広葉樹林の混交林整備	168 m^3 /秒	145 m^3 /秒	23 m^3 /秒	21 m^3 /秒
計				189 m^3 /秒

(注1) 緊急防災林整備面積を 5,600ha として試算

整備前の流量(1,548 m^3 /秒)

＝整備前の流出係数(0.55)×100年確率時雨量強度(181mm/h)×整備面積(5,600ha)/360

整備後 15 年後の流量(1,267 m³/秒)

= 整備後の流出係数(0.45) × 100 年確率時雨量強度(181mm/h) × 整備面積(5,600ha) / 360
 洪水緩和量 = 281 × 16.8 / 28.1 = 168 m³/秒

(注 2) 針葉樹林と広葉樹林の混交林整備面積を 1,000ha として試算

緊急防災林に準じ、地区の平均から算出した。

洪水緩和量 = 23 × 12.7 / 13.8 = 21 m³/秒

(4) 二酸化炭素吸収効果

緊急防災林整備、針葉樹林と広葉樹林の混交林整備を実施することにより、年間約 32 千トンの二酸化炭素の吸収効果があることが見込まれる。

ア 緊急防災林整備による二酸化炭素吸収量 30 年間で約 1,397 千トン

年間の二酸化炭素吸収量 = 1,397,000 / 30 × 16.8 / 28.1 = 27,840 トン

イ 針葉樹林と広葉樹林の混交林整備による二酸化炭素吸収量 30 年間で約 127 千トン

年間の二酸化炭素吸収量 = 127,000 / 30 × 12.7 / 13.8 = 3,896 トン

年間の二酸化炭素吸収量 合計 31,736 トン

約 6,000 世帯が 1 年間に排出する二酸化炭素を吸収

※ 一世帯あたりの二酸化炭素排出量(電気やガス、ガソリン等)は年間約 5.04 t
 [日本の温室効果ガス排出量データの 2008 年度数値(独立行政法人国立環境研究所)]

(5) 付記されるべき機能

森林の持つ多面的機能のうち、生物多様性保全や快適環境形成、保健・レクリエーションなどの機能は、定量的に把握することが困難である。

しかしながら、多様な動植物の生息・生育の場としての働きや心身の癒しや安らぎを提供する場としての働きなどがあり、事業を実施することにより、これらの機能が発揮され、生活環境の向上効果が期待されるため、表 V-1-6 のとおり付記する。

表 V-1-6 付記されるべき機能

原理	機能区分	機能の種類・内容
環境	生物多様性保全	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生物の遺伝子の保全 ・ 生物種の保全 ・ 生物の生息・生育に必要な生態系の保全
	快適環境形成	<ul style="list-style-type: none"> ・ 気温上昇の抑制などの気候の緩和 ・ 騒音防止やストレスの軽減など快適な生活環境の形成 ・ 粉塵の吸着など大気の浄化 ・ 野生動物被害による精神的ストレスの軽減
文化	保健・レクリエーション	<ul style="list-style-type: none"> ・ 療養、保養 ・ レクリエーションの場の提供
	文化・教育	<ul style="list-style-type: none"> ・ 伝統文化伝承の基盤として人の自然観を形成 ・ 森林環境教育や体験学習の場の提供

2 経済的評価（費用対効果分析）

数量的評価などの結果から、「林野公共事業における事前評価マニュアル」等に基づき、代替法等を用いて貨幣換算を行った。各事業の目的に応じて、直接的な効果の高い「山地保全便益」「水源かん養便益」「環境保全便益」等の各項目について便益額（B）を算出した。

なお、評価期間は、事業によって整備された森林及び施設が効果を発現し続ける期間とし、森林が存在する限りその効果は発現し続けるものであることを踏まえ、事業費が大きい緊急防災林整備と里山防災林整備の考え方により30年とした。算出結果は、表V-2-1のとおりである。

5年間の災害に強い森づくり事業（投資額8,800百万円）の実施による便益額を算出すると47,110百万円となり、費用対効果指数（B/C）は5.4となった。

（1） 緊急防災林整備

1） 斜面对策

調査結果から得られたデータ等（単位面積当たりの土砂流出量）を活用し、1ha当たりの間伐費用及び間伐木を利用した土留工の設置費用、土留工設置後の間伐費用に対する便益を計算した。

評価期間は、整備した森林が皆伐されるまで期間とし30年間とする。

2） 溪流対策

「林野公共事業における事前評価マニュアル」から事業趣旨に合致する項目を準用する。

評価期間は、緊急防災林整備に準じて30年間とする。

（2） 里山防災林整備

平成23～25年度に実施した40箇所において、里山防災林整備費用及び維持管理費用に対する便益を計算した。

評価期間は、林野公共事業事前評価では施設の耐用年数等を考慮して50年間とされているが、里山防災林整備における施設整備は簡易防災施設であることから、30年間とする。

（3） 針葉樹林と広葉樹林の混交林整備

平成23～25年度に実施した22箇所において、広葉樹林化及び保育費用に対する便益額を計算した。評価期間は、緊急防災林整備に準じて30年間とする。

（4） 野生動物育成林整備

平成23～25年度に実施した3箇所において、野生動物育成林整備費用に対する便益額を計算した。評価期間は、緊急防災整備に準じて30年間とする。

（5） 住民参画型森林整備

「林野公共事業における事前評価マニュアル」から事業趣旨に合致する項目及び、副次的効果を見込める項目を準用する。

ただし、野生動物育成林整備型にかかる効果は、「鳥獣被害防止総合対策交付金における費用対効果分析の実施について」から準用する。

評価期間は、緊急防災林整備に準じて30年間とする。

表 V-2-1 事業別費用対効果分析結果

○災害に強い森づくり事業別・機能別評価額

事業名	全体事業量 (ha)	機能区分		ha当たり投資額 (千円)	投資額 (億円)	投資額 (億円)	ha当たり便益額 (千円)	便益額 (億円) 【30年間】	機能区分別構成比 (%)	B/C
					初期投資分					
緊急防災林整備 (斜面对策)	5,600	水源かん養	洪水防止				1,974	66.1	45.4	
			流域貯水				290	9.7	6.7	
			水質浄化				607	20.3	13.9	
		山地保全	土砂流出防止				1,262	42.3	29.1	
			土砂崩壊防止				48	1.6	1.1	
		環境保全	二酸化炭素吸収				169	5.6	3.8	
小計				300	28.1	16.8	4,350	145.6	100.0	8.7
緊急防災林整備 (溪流対策)	300	水源かん養	洪水防止				6,431	19.3	13.3	
			流域貯水				1,307	3.9	2.7	
			水質浄化				2,721	8.2	5.6	
		災害防止	山地災害防止				44,798	134.4	92.3	
		小計					21.5	21.5	55,257	165.8
針葉樹林と広葉樹林の混交林整備	1,000	水源かん養	洪水防止				1,153	11.5	45.3	
			流域貯水				192	1.9	7.5	
			水質浄化				401	4.0	15.7	
		山地保全	土砂流出防止				736	7.4	29.1	
		環境保全	二酸化炭素吸収				59	0.6	2.4	
小計				12.7	12.7	2,541	25.4	100.0	2.0	
里山防災林整備	1,500	山地災害防止	山地災害防止				5,893	88.4	100.0	
			小計				21.5	21.5	5,893	88.4
野生動物育成林整備	1,800	生産被害防止	生産減収被害防止				1,685	30.3	100.0	
			小計				13.9	13.9	1,685	30.3
住民参画型森林整備	120	山地保全	土砂流出防止				4,081	2.4	7.9	
			炭素固定				1,276	0.8	0.5	
		環境保全	生物多様性保全				6,756	4.1	2.8	
			保険休養				120	0.1	0.1	
		森林整備経費縮減等	森林管理等経費縮減				2,138	1.3	5.1	
		その他	ボランティア誘発				11,433	6.9	27.2	
小計					1.5	1.5	25,804	15.6	51.5	10.2
合計	10,320					88.0		471.1		5.4

※便益額と投資額は、間伐や維持管理費等を含めて算出し、その額を事業費88億円に対する便益額に置き換えて、費用対効果分析を実施した。

※投資額には、評価期間中の維持管理費を含む

※緊急防災林整備投資分には間伐経費11.3億円を含む

整備当初間伐経費 110千円*5,600ha=616,000千円

整備当初土留工経費 300千円*5,600ha=1,681,000千円

初期投資小計 2,297,000千円

評価期間中 間伐経費 92千円*5,600ha=515,200千円

合計 2,812,200千円

(注1) 事業費には、評価期間中の維持管理費等を含めて算出し、災害に強い森づくりの経費との按分で便益額を算出した。

維持管理費等とは

- ① 緊急防災林整備 …整備当初の間伐経費及び整備後の間伐経費
- ② 針葉樹林と広葉樹林の混交林整備…植栽木の保育経費及び計画箇所の間伐経費
- ③ 里山防災林整備 …草刈りや簡易防災施設の修繕等に要する経費
- ④ 野生動物育成林整備 …草刈り等に要する費用

(注2) 評価期間は30年間とする。

(注3) 事業費は、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。

(注4) 便益額は、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。

(注5) 貨幣化による費用対効果分析の結果 (B/C) は、計測された便益額と投資額の比をもって表す。

算定式

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

B: 便益 (すべての評価対象便益の合計)

C: 費用 (初期投資+保育・維持管理に要する費用)

n: 評価期間 [30年]、i: 社会的割引率 [4%/年]、t: 年数

(注6) 便益額は、県内調査地データや気象データ、林野公共事業事前評価の適用値、環境省の二酸化炭素の排出権取引価格等をもとに、算出した。

(参考) 各便益の考え方

① 山地保全

ア 土砂流出防止便益

整備を実施する場合と実施しない場合の土壌表面の土砂流出量について、整備区域の年間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便益とする。

イ 土砂崩壊防止便益

整備を実施する場合と実施しない場合について、評価期間30年間での山腹崩壊の見込量を比較し、崩壊発生の減少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便益とする。

ウ 山地災害防止便益

整備を実施しない場合の山腹崩壊、土石流、地すべり等による災害発生により被害を被る家屋や資材等の被害想定額を算定し、これを便益とする。

② 水源かん養

ア 洪水防止便益

降雨によって地表に達した雨水が該当流域の河川等へ流れ込む最大流出量について、整備前後を比較し、整備に伴う最大流出量減少分を推定し、減少量を治水ダムで機能代替させる場合のコストを便益額とする。

イ 流域貯水便益

整備を実施する地域の直近で観測された年間平均降水量から、事業実施区域の森林整備による森林の貯留率の改善分を基に整備地での年間の降雨貯水量上積み分を算出し、利水ダムで代替した場合の減価償却費を便益額とする。

ウ 水質浄化便益

整備を実施する地域の直近で観測された年間平均降水量から、事業実施区域の森林整備による森林の貯留率の改善分を基に、整備地での年間の降雨貯水量上積み分を算出し、この上積み分を新たに水質浄化機能が向上したとして、上水道料金及び雨水浄化費のコストを便益額とする。

③ 環境保全

ア 二酸化炭素吸収便益

整備を実施することにより、樹木が成長して炭素ストック量が増加するため、この増加量を二酸化炭素吸収量への換算式を基に樹種・林齢別の1ha・1年当たりの二酸化炭素吸収量を算出する。これに事業実施面積をかけることで、本事業による吸収量が算出され、同等量の二酸化炭素排出権を排出権取引価格で購入した場合に必要な費用に換算し、それを便益額とする。

イ 炭素固定便益

森林への適切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。

ウ 生物多様性保全便益

適切な森林整備の実施により森林内部の下層植生を増加させ、これらを利用する動植物を増加させる便益を評価する。

エ 保健休養便益

保健休養便益の評価は、原則としてCVM手法により当該森林整備区域で仮に入場料を設定した場合の評価を行う。

④ 災害防止

ア 山地災害防止便益

事業を実施しない場合の山腹崩壊、土石流、地すべり等による災害発生による想定被害額を算定し、これを便益として評価する。

⑤ 野生動物被害防止

ア 生産減収被害防止便益

受益地区内の農地において整備を実施しなかった場合に発生する作物等（水稲）の野生動物被害による減産額をもって便益とする。

⑥ その他

ア ボランティア誘発便益

地域住民などにより草刈り、即効清掃などのボランティア活動が見込まれる場合に維持管理費も縮減される便益についても評価する。

3 経済波及効果等

(1) 生産誘発効果

大型の公共投資やイベントなどがあると、新たな需要が生まれ、さまざまな生産活動を誘発するが、関連産業の生産活動の生産額等を累計したものを経済波及効果という。

災害に強い森づくり事業による事業費（最終需要額※）の経済波及効果を産業連関分析により推計した。その結果は、表V-3-1のとおりである。

災害に強い森づくり事業による総合効果（生産誘発額）は13,154百万円となり、これは直接効果（最終需要額）8,800百万円の1.49倍（生産誘発倍率）に当たる。

また、付加価値誘発効果（GDPに相当）は9,366百万円である。

※全体事業費（最終需要額）内訳（平成23年度～27年度計）

林業部門（主に森林整備）	5,506百万円
公共事業部門（防災施設整備等）	3,294百万円
合計	8,800百万円

表V-3-1 経済波及効果推計結果

区分	金額（百万円）
総合効果（生産誘発額計） A=B+C	13,154
直接効果（県内最終需要額） B	8,800
間接効果 C	4,354
第1次間接効果（原材料からの波及）	2,273
第2次間接効果（消費支出からの波及）	2,081
生産誘発倍率（A/B）	1.49
（参考）付加価値誘発額（GDPに相当）	9,366

（資料）兵庫県統計課「平成17年兵庫県産業連関表」

(2) 雇用誘発効果

平成25年兵庫県雇用表等を用いて推計した雇用創出効果について、就業者誘発数は926人で、このうち雇用者誘発数は534人である。

(参考) 経済波及効果推計に関連する用語

○ 産業連関表

域内経済において一定期間（1年間）に行われた財貨、サービスの産業間の取引関係を示した一覧表である。産業連関表から作成された各種係数を用いた産業連関分析により経済波及効果の測定を行うことができる。

○ 総合効果

直接効果に間接効果（第1次間接効果＋第2次間接効果）を加算した額。

○ 直接効果（最終需要額）

需要発生額で事業実施経費、施設維持経費、家計消費支出などの支出のうち各産業部門にもたらされた金額。

○ 第1次間接効果

直接効果に伴う原材料等の購入（投入）によって誘発される生産額

○ 第2次間接効果

直接効果と第1次間接効果を通じて発生した雇用者所得のうち、一部は貯蓄されるが、一部は新たな消費として支出される。この消費支出の増加によって誘発される生産額

○ 付加価値誘発効果

生産誘発額のうち、生産に要した原材料やサービスなどの中間投入額を控除したもので、雇用者報酬、営業余剰などである。一定期間における付加価値の合計額がGDPである。

○ 雇用誘発効果

経済波及効果を雇用（就業者数、雇用者数）に換算したもので雇用表等を用いて推計する。

就業者：個人業主（個人経営の事業主）、家族従業者（個人業主の家族）及び雇用者

雇用者：就業者のうち、常用雇用者及び臨時・日雇