

## 森林の公益的機能の便益評価(森林タイプ別)

### 1 趣旨

森林の持つ公益的機能を森林のタイプ別に比較する

### 2 評価の基本的な考え方

(1)森林を次の4つのタイプごとに比較

- ①標準的な林業経営(循環利用)が行われている人工林(循環人工林)
- ②手入れ(間伐)はされているが、利用されず高齢化していく人工林(高齢化人工林)
- ③十分な手入れがされず放置されている人工林(放置人工林)
- ④ほとんど人の手を入れずに維持されている広葉樹林(自然林)

(2)森林の公益的機能のうち、次の3つの機能によってもたらされる社会的便益を貨幣価値に換算(図1)

- ①水源涵養機能(洪水調節、流域貯水、水質浄化)
- ②山地保全機能(土砂流出防止、土砂崩壊防止)
- ③炭素固定機能(樹木固定、土壌固定)

(3)併せて、森林タイプ別に必要な経費を算出し、費用対効果を比較する。(図2)

### 3 評価結果(社会的便益及び費用対効果)

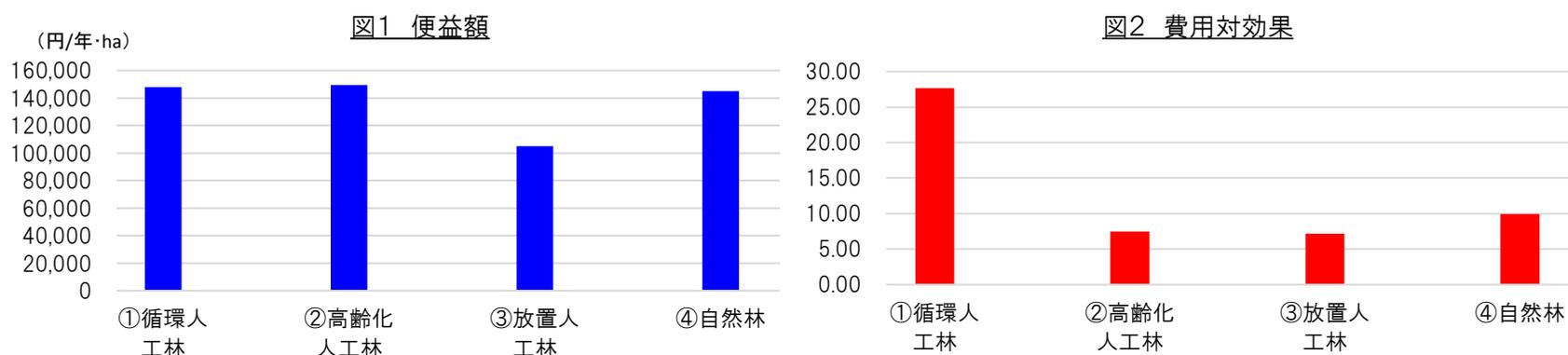


表1 タイプ別便益額及び費用対効果一覧

|             | (円/年・ha) |         |         |         |
|-------------|----------|---------|---------|---------|
|             | ①循環人工林   | ②高齢化人工林 | ③放置人工林  | ④自然林    |
| 便益額 : B     | 147,894  | 149,446 | 105,132 | 145,076 |
| 投資費用 : C    | 5,346    | 19,933  | 14,640  | 14,618  |
| 費用対効果 : B/C | 27.66    | 7.50    | 7.18    | 9.92    |

### 4 結論

(1)便益について、①循環人工林②高齢化人工林④自然林はほぼ同程度で、③放置人工林は劣る。

(2)費用対効果は、①循環人工林が高く、④自然林②高齢化人工林③放置人工林の順

## 算出条件(共通)

### (1) 算定の考え方

#### ○ 施業条件

- ① 循環人工林 : スギ植栽、下刈・除伐実施、伐捨間伐3回・搬出間伐1回実施、60年生主伐実施、再植栽
- ② 高齢化人工林 : スギ植栽、下刈・除伐実施、伐捨間伐4回実施、主伐なし
- ③ 放置人工林 : スギ植栽、下刈・除伐実施、間伐なし、主伐なし
- ④ 自然林 : コナラ植栽、下刈・除伐実施、間伐なし、主伐なし

森林の生育は長期にわたることから、各タイプの比較をするには長期間の便益を比較する必要がある。  
このため、①循環人工林について2回の主伐をする期間である120年の便益額を算定し、年1.35%の社会的割引率で現在価値化を行った。

### (2) 算定の結果

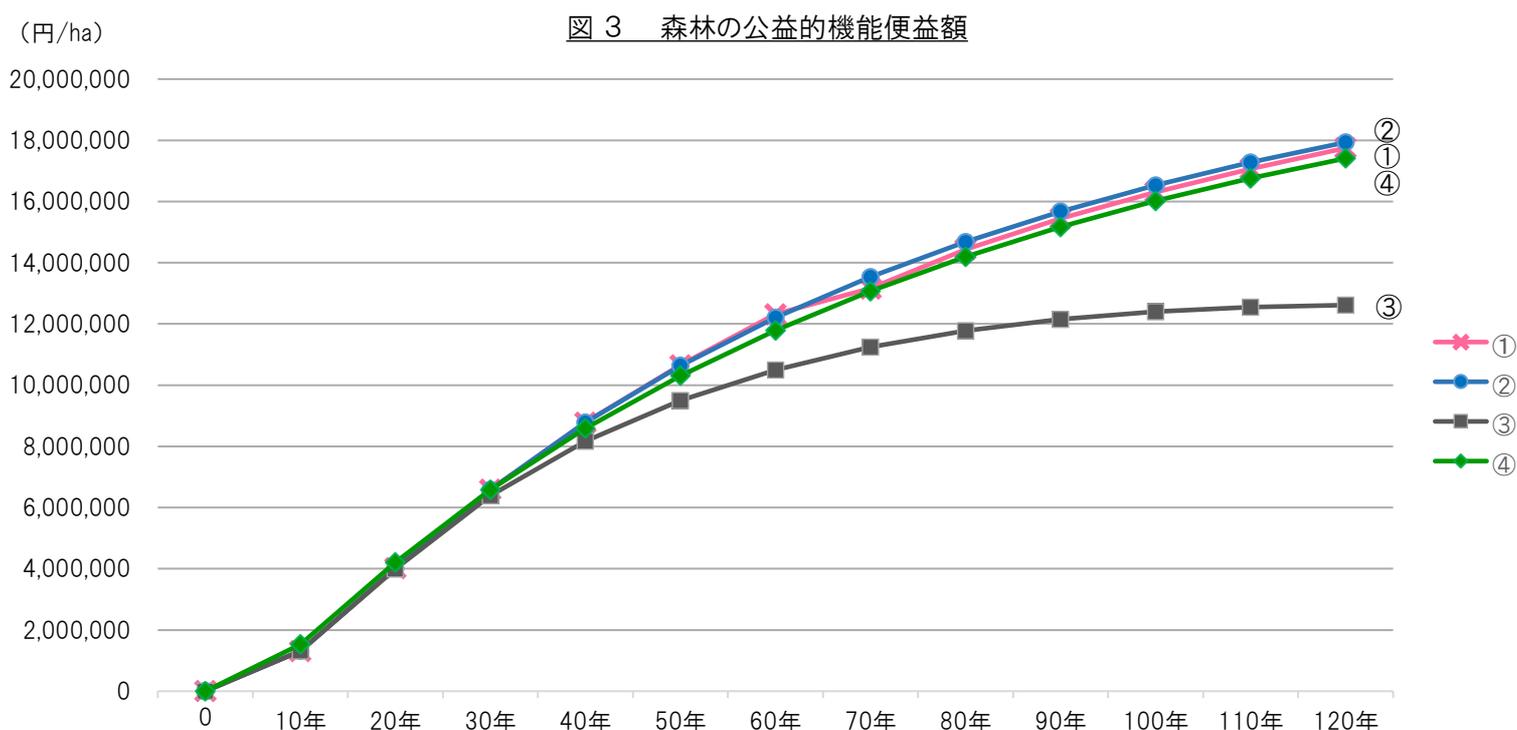


表2 公益的機能の便益額

(円/ha)

| タイプ     | 10年       | 20年       | 30年       | 40年       | 50年        | 60年        | 70年        | 80年        | 90年        | 100年       | 110年       | 120年       |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ①循環人工林  | 1,312,131 | 4,015,305 | 6,579,647 | 8,778,725 | 10,650,867 | 12,318,783 | 13,156,640 | 14,437,873 | 15,447,758 | 16,307,636 | 17,062,952 | 17,747,286 |
| ②高齢化人工林 | 1,312,131 | 4,015,305 | 6,579,647 | 8,778,725 | 10,634,977 | 12,203,495 | 13,538,673 | 14,683,728 | 15,673,968 | 16,533,846 | 17,282,053 | 17,933,574 |
| ③放置人工林  | 1,312,131 | 3,988,289 | 6,388,999 | 8,168,914 | 9,495,599  | 10,496,283 | 11,238,104 | 11,774,865 | 12,150,574 | 12,398,963 | 12,546,827 | 12,615,854 |
| ④自然林    | 1,533,478 | 4,206,813 | 6,579,274 | 8,587,632 | 10,306,210 | 11,788,644 | 13,073,127 | 14,189,293 | 15,165,330 | 16,016,417 | 16,760,502 | 17,409,095 |

### (3) 投資費用算出の考え方

各タイプ毎に必要となる、植栽・下刈・間伐等を経費として計上し、木材生産を行う①については、木材販売収入を経費から差し引いた。

表3 タイプ別投資費用一覧

| タイプ     | 経費        | 収入        | 投資費用      |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| ①循環人工林  | 5,512,262 | 4,870,691 | 641,571   |
| ②高齢化人工林 | 2,391,943 | 0         | 2,391,943 |
| ③放置人工林  | 1,756,755 | 0         | 1,756,755 |
| ④自然林    | 1,754,138 | 0         | 1,754,138 |



# 1 水源かん養機能

- (1) 水源かん養機能は、洪水調節機能、流域貯水機能、水質浄化機能の3機能で評価を行った。
- (2) 水源かん養機能は、手入れされた状態が継続することで効果が累積していくことから、人工林においては、間伐を実施する①循環人工林②高齢化人工林の便益が大きく、③放置人工林が小さい。  
④自然林の場合、手入れをしなくとも①循環人工林②高齢化人工林と同規模の便益を発揮する。

## (1) 効果額算定の考え方

- ア 「洪水調節機能」は、森林からの水の流出度合いを示す「流出係数」を用い、治水ダムで機能を代替する場合の建設費用を算定し、便益額とする。  
人工林については、間伐等の手入れを実施した場合の流出係数は0.5、実施しない場合は0.6と想定。  
①循環人工林は、主伐により一時的に便益が横ばいなり、生育に伴って向上。  
自然林は、手入れされた人工林と同程度の便益があるものと想定。(参考文献から)
- イ 「流域貯水機能」は、森林が水を貯める度合いを示す「貯留率」を用い、利水ダムで機能を代替する場合の建設費用を算定し、便益額とする。  
人工林については、間伐等の手入れを実施した場合の貯留率は0.56、実施しない場合は0.51と想定。  
①循環人工林は、主伐により一時的に便益が横ばいなり、生育に伴って向上。  
自然林は、手入れされた人工林と同程度の便益があるものと想定。(参考文献から)
- ウ 「水質浄化機能」は、森林が水を貯める度合いを示す「貯留率」を用い、水道代金で代替した費用と雨水を一定程度浄化するための費用を合算したもので算定し、便益額とする。  
人工林については、間伐等の手入れを実施した場合の貯留率は0.56、実施しない場合は0.51と想定。  
①循環人工林は、主伐により一時的に便益が横ばいなり、生育に伴って向上。  
自然林は、手入れされた人工林と同程度の便益があるものと想定。(参考文献から)

## (2) 算定の結果

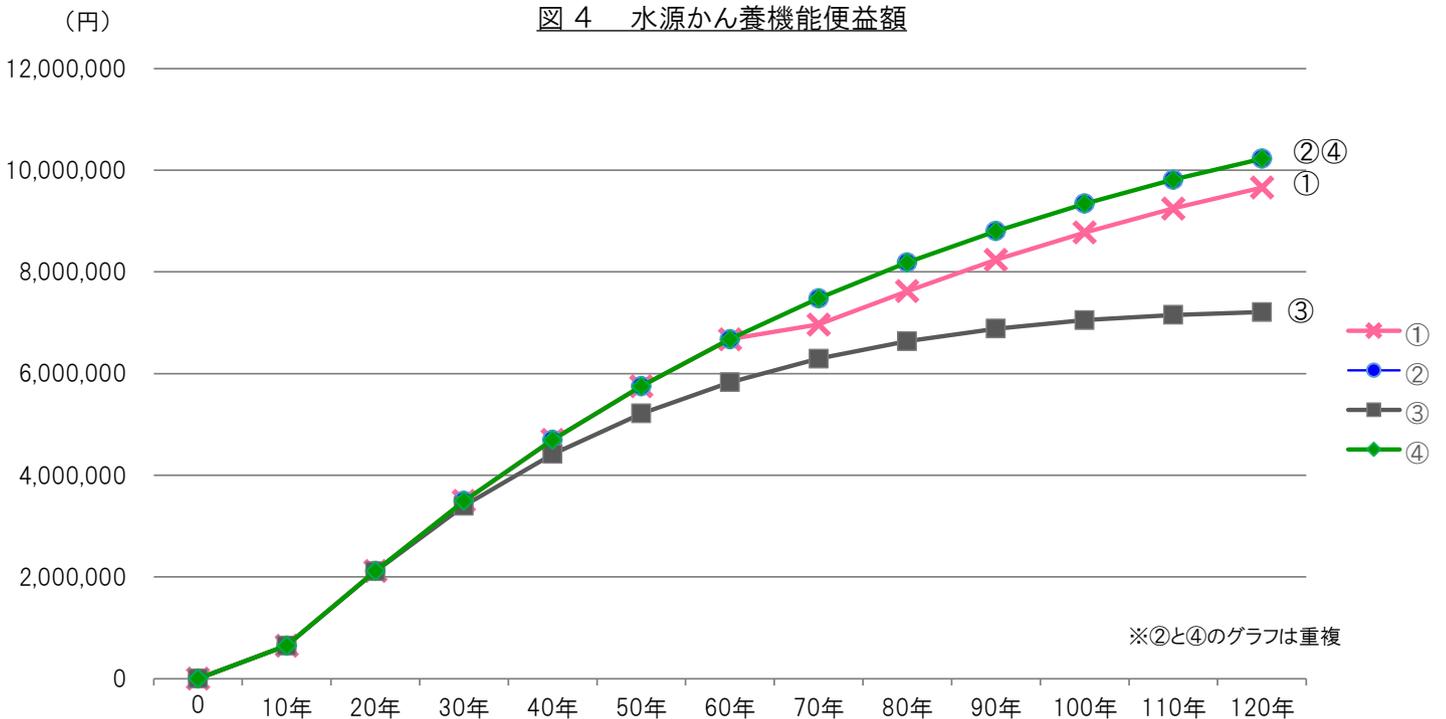


表6 《水源かん養機能の便益額》

| タイプ     | 10年     | 20年       | 30年       | 40年       | 50年       | 60年       | 70年       | 80年       | 90年       | 100年      | 110年      | 120年       |
|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| ①循環人工林  | 647,789 | 2,114,382 | 3,493,183 | 4,699,004 | 5,753,468 | 6,675,564 | 6,965,288 | 7,621,272 | 8,237,978 | 8,777,257 | 9,248,921 | 9,661,377  |
| ②高齢化人工林 | 647,789 | 2,114,382 | 3,493,183 | 4,699,004 | 5,753,468 | 6,675,564 | 7,481,943 | 8,187,167 | 8,803,873 | 9,343,152 | 9,814,816 | 10,227,272 |
| ③放置人工林  | 647,789 | 2,110,394 | 3,398,300 | 4,417,048 | 5,213,846 | 5,828,355 | 6,293,806 | 6,637,950 | 6,883,881 | 7,050,825 | 7,154,756 | 7,208,843  |
| ④自然林    | 647,789 | 2,114,382 | 3,493,183 | 4,699,004 | 5,753,468 | 6,675,564 | 7,481,943 | 8,187,167 | 8,803,873 | 9,343,152 | 9,814,816 | 10,227,272 |

(円/ha)

表7 水源かん養機能便益額内訳表

(円/ha)

| タイプ      | 便益   | 10年     | 20年       | 30年       | 40年       | 50年       | 60年       | 70年       | 80年       | 90年       | 100年      | 110年      | 120年       |
|----------|------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| ① 循環人工林  | 洪水調節 | 328,706 | 1,072,900 | 1,772,543 | 2,384,412 | 2,919,478 | 3,387,377 | 3,534,391 | 3,867,257 | 4,180,192 | 4,453,837 | 4,693,173 | 4,902,465  |
|          | 流域貯水 | 94,315  | 307,842   | 508,588   | 684,148   | 837,673   | 971,925   | 1,014,107 | 1,109,615 | 1,199,403 | 1,277,920 | 1,346,591 | 1,406,642  |
|          | 水質浄化 | 224,768 | 733,640   | 1,212,052 | 1,630,444 | 1,996,317 | 2,316,262 | 2,416,790 | 2,644,400 | 2,858,383 | 3,045,500 | 3,209,157 | 3,352,270  |
|          | 計    | 647,789 | 2,114,382 | 3,493,183 | 4,699,004 | 5,753,468 | 6,675,564 | 6,965,288 | 7,621,272 | 8,237,978 | 8,777,257 | 9,248,921 | 9,661,377  |
| ② 高齢化人工林 | 洪水調節 | 328,706 | 1,072,900 | 1,772,543 | 2,384,412 | 2,919,478 | 3,387,377 | 3,796,557 | 4,154,409 | 4,467,344 | 4,740,989 | 4,980,325 | 5,189,617  |
|          | 流域貯水 | 94,315  | 307,842   | 508,588   | 684,148   | 837,673   | 971,925   | 1,089,330 | 1,192,007 | 1,281,795 | 1,360,312 | 1,428,983 | 1,489,034  |
|          | 水質浄化 | 224,768 | 733,640   | 1,212,052 | 1,630,444 | 1,996,317 | 2,316,262 | 2,596,056 | 2,840,751 | 3,054,734 | 3,241,851 | 3,405,508 | 3,548,621  |
|          | 計    | 647,789 | 2,114,382 | 3,493,183 | 4,699,004 | 5,753,468 | 6,675,564 | 7,481,943 | 8,187,167 | 8,803,873 | 9,343,152 | 9,814,816 | 10,227,272 |
| ③ 放置人工林  | 洪水調節 | 328,706 | 1,070,877 | 1,724,399 | 2,241,342 | 2,645,662 | 2,957,482 | 3,193,665 | 3,368,295 | 3,493,089 | 3,577,801 | 3,630,539 | 3,657,983  |
|          | 流域貯水 | 94,315  | 307,261   | 494,773   | 643,097   | 759,106   | 848,575   | 916,341   | 966,446   | 1,002,252 | 1,026,559 | 1,041,690 | 1,049,565  |
|          | 水質浄化 | 224,768 | 732,256   | 1,179,128 | 1,532,609 | 1,809,078 | 2,022,298 | 2,183,800 | 2,303,209 | 2,388,540 | 2,446,465 | 2,482,527 | 2,501,295  |
|          | 計    | 647,789 | 2,110,394 | 3,398,300 | 4,417,048 | 5,213,846 | 5,828,355 | 6,293,806 | 6,637,950 | 6,883,881 | 7,050,825 | 7,154,756 | 7,208,843  |
| ④ 自然林    | 洪水調節 | 328,706 | 1,072,900 | 1,772,543 | 2,384,412 | 2,919,478 | 3,387,377 | 3,796,557 | 4,154,409 | 4,467,344 | 4,740,989 | 4,980,325 | 5,189,617  |
|          | 流域貯水 | 94,315  | 307,842   | 508,588   | 684,148   | 837,673   | 971,925   | 1,089,330 | 1,192,007 | 1,281,795 | 1,360,312 | 1,428,983 | 1,489,034  |
|          | 水質浄化 | 224,768 | 733,640   | 1,212,052 | 1,630,444 | 1,996,317 | 2,316,262 | 2,596,056 | 2,840,751 | 3,054,734 | 3,241,851 | 3,405,508 | 3,548,621  |
|          | 計    | 647,789 | 2,114,382 | 3,493,183 | 4,699,004 | 5,753,468 | 6,675,564 | 7,481,943 | 8,187,167 | 8,803,873 | 9,343,152 | 9,814,816 | 10,227,272 |

## 2 山地保全機能

- (1) 山地保全機能は、土砂流出防止機能、土砂崩壊防止機能の2機能で評価を行った。
- (2) 山地保全機能は、手入れされた状態が継続することで効果が累積していくことから、人工林においては、間伐を実施する  
 ①循環人工林②高齢化人工林の便益が大きく、③放置人工林が小さい。  
 ④自然林の場合、手入れをしなくても①循環人工林②高齢化人工林と同規模の便益を發揮する。

### (1) 効果額算定の考え方

- ア 「土砂流出防止機能」は、森林からの流出する「年間流出土砂量」を用い、砂防ダムで機能を代替する場合の建設費用を算定し、便益額とする。  
 人工林については、間伐等の手入れを実施した場合の流出土砂量は $1.3\text{m}^3/\text{年}$ 、実施しない場合は $20\text{m}^3/\text{年}$ と想定。  
 ①循環人工林は、主伐により一時的に便益が横ばいなり、生育に伴って向上。  
 自然林は、手入れされた人工林と同程度の便益があるものと想定。(参考文献から)
- イ 「土砂崩壊防止機能」は、森林の山腹崩壊が生じる場合の「土砂流出量」を用い、砂防ダムで機能を代替する場合の建設費用を算定し、便益額とする。  
 人工林については、間伐等の手入れを実施しない場合は実施する場合と比較して、崩壊発生率が1.5倍に上昇すると想定。  
 ①循環人工林は、主伐により一時的に便益が横ばいなり、生育に伴って向上。  
 自然林は、手入れされた人工林と同程度の便益があるものと想定。(参考文献から)

### (2) 算定の結果

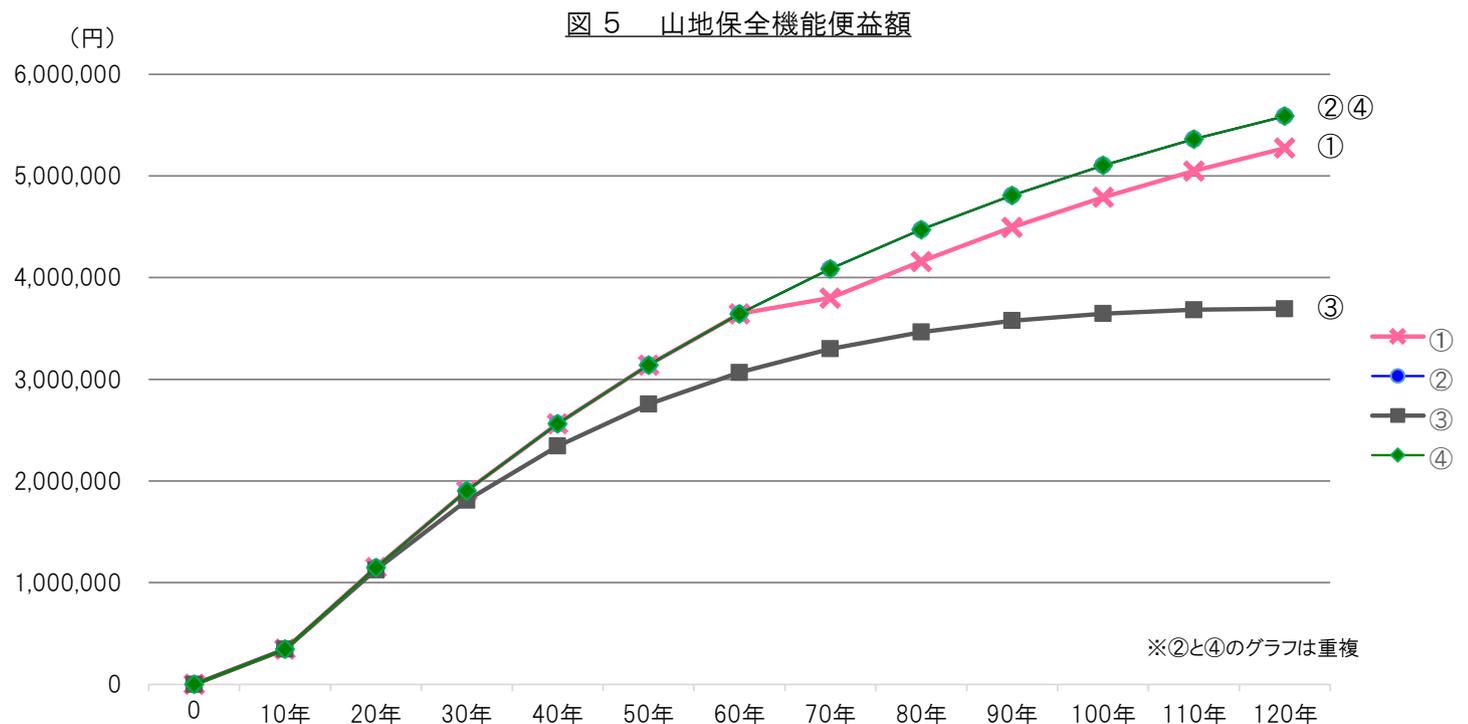


表8 《山地保全機能の便益額》

| タイプ     | 10年     | 20年       | 30年       | 40年       | 50年       | 60年       | 70年       | 80年       | 90年       | 100年      | 110年      | 120年      |
|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ①循環人工林  | 345,106 | 1,149,092 | 1,903,461 | 2,563,191 | 3,140,111 | 3,644,610 | 3,798,961 | 4,158,574 | 4,495,989 | 4,791,039 | 5,049,095 | 5,274,758 |
| ②高齢化人工林 | 345,106 | 1,149,092 | 1,903,461 | 2,563,191 | 3,140,111 | 3,644,610 | 4,085,794 | 4,471,638 | 4,809,053 | 5,104,103 | 5,362,159 | 5,587,822 |
| ③放置人工林  | 345,106 | 1,126,129 | 1,809,244 | 2,343,681 | 2,755,958 | 3,068,320 | 3,299,365 | 3,464,593 | 3,576,872 | 3,646,888 | 3,683,492 | 3,693,958 |
| ④自然林    | 345,106 | 1,149,092 | 1,903,461 | 2,563,191 | 3,140,111 | 3,644,610 | 4,085,794 | 4,471,638 | 4,809,053 | 5,104,103 | 5,362,159 | 5,587,822 |

(円/ha)

表9 山地保全機能便益額内訳表

(円/ha)

| タイプ      | 便益   | 10年     | 20年       | 30年       | 40年       | 50年       | 60年       | 70年       | 80年       | 90年       | 100年      | 110年      | 120年      |
|----------|------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ① 循環人工林  | 土砂流出 | 345,106 | 1,126,426 | 1,860,974 | 2,503,369 | 3,065,129 | 3,556,371 | 3,710,722 | 4,060,195 | 4,388,744 | 4,676,042 | 4,927,317 | 5,147,050 |
|          | 土砂崩壊 | 0       | 22,666    | 42,487    | 59,822    | 74,982    | 88,239    | 88,239    | 98,379    | 107,245   | 114,997   | 121,778   | 127,708   |
|          | 計    | 345,106 | 1,149,092 | 1,903,461 | 2,563,191 | 3,140,111 | 3,644,610 | 3,798,961 | 4,158,574 | 4,495,989 | 4,791,039 | 5,049,095 | 5,274,758 |
| ② 高齢化人工林 | 土砂流出 | 345,106 | 1,126,426 | 1,860,974 | 2,503,369 | 3,065,129 | 3,556,371 | 3,985,963 | 4,361,667 | 4,690,216 | 4,977,514 | 5,228,789 | 5,448,522 |
|          | 土砂崩壊 | 0       | 22,666    | 42,487    | 59,822    | 74,982    | 88,239    | 99,831    | 109,971   | 118,837   | 126,589   | 133,370   | 139,300   |
|          | 計    | 345,106 | 1,149,092 | 1,903,461 | 2,563,191 | 3,140,111 | 3,644,610 | 4,085,794 | 4,471,638 | 4,809,053 | 5,104,103 | 5,362,159 | 5,587,822 |
| ③ 放置人工林  | 土砂流出 | 345,106 | 1,124,091 | 1,805,424 | 2,338,301 | 2,749,215 | 3,060,386 | 3,290,389 | 3,454,706 | 3,566,189 | 3,635,509 | 3,671,503 | 3,681,435 |
|          | 土砂崩壊 | 0       | 2,038     | 3,820     | 5,380     | 6,743     | 7,934     | 8,976     | 9,887     | 10,683    | 11,379    | 11,989    | 12,523    |
|          | 計    | 345,106 | 1,126,129 | 1,809,244 | 2,343,681 | 2,755,958 | 3,068,320 | 3,299,365 | 3,464,593 | 3,576,872 | 3,646,888 | 3,683,492 | 3,693,958 |
| ④ 自然林    | 土砂流出 | 345,106 | 1,126,426 | 1,860,974 | 2,503,369 | 3,065,129 | 3,556,371 | 3,985,963 | 4,361,667 | 4,690,216 | 4,977,514 | 5,228,789 | 5,448,522 |
|          | 土砂崩壊 | 0       | 22,666    | 42,487    | 59,822    | 74,982    | 88,239    | 99,831    | 109,971   | 118,837   | 126,589   | 133,370   | 139,300   |
|          | 計    | 345,106 | 1,149,092 | 1,903,461 | 2,563,191 | 3,140,111 | 3,644,610 | 4,085,794 | 4,471,638 | 4,809,053 | 5,104,103 | 5,362,159 | 5,587,822 |

### 3 炭素固定機能

- (1) 炭素固定機能は、樹木固定分、森林土壌蓄積分の2機能で評価を行った。
- (2) 炭素固定機能は、伐採された木材を有効利用する①循環人工林が長い期間炭素を固定していくことになるので効果が大きく、②高齢化人工林③放置人工林が④自然林よりも大きくなる。

#### (1) 効果額算定の考え方

ア「樹木固定分」は、森林に蓄積される炭素固定量を推計し、二酸化炭素排出量取引価格により、貨幣換算し評価する。

搬出間伐や主伐した木材は、一定期間炭素を固定し続けるものとして算定する。  
広葉樹の方が針葉樹より期間前半での固定量は多い。

イ「土壌固定分」は、森林土壌中に蓄積される炭素固定量を推計し、二酸化炭素排出量取引価格により、貨幣換算し評価する。

人工林については、間伐等の手入れの有無による流出土砂量の違い(2(1)ア)によって固定量に差が生じるものと想定。  
自然林は、手入れされた人工林と同程度の便益があるものと想定。(参考文献から)

#### (2) 算定の結果

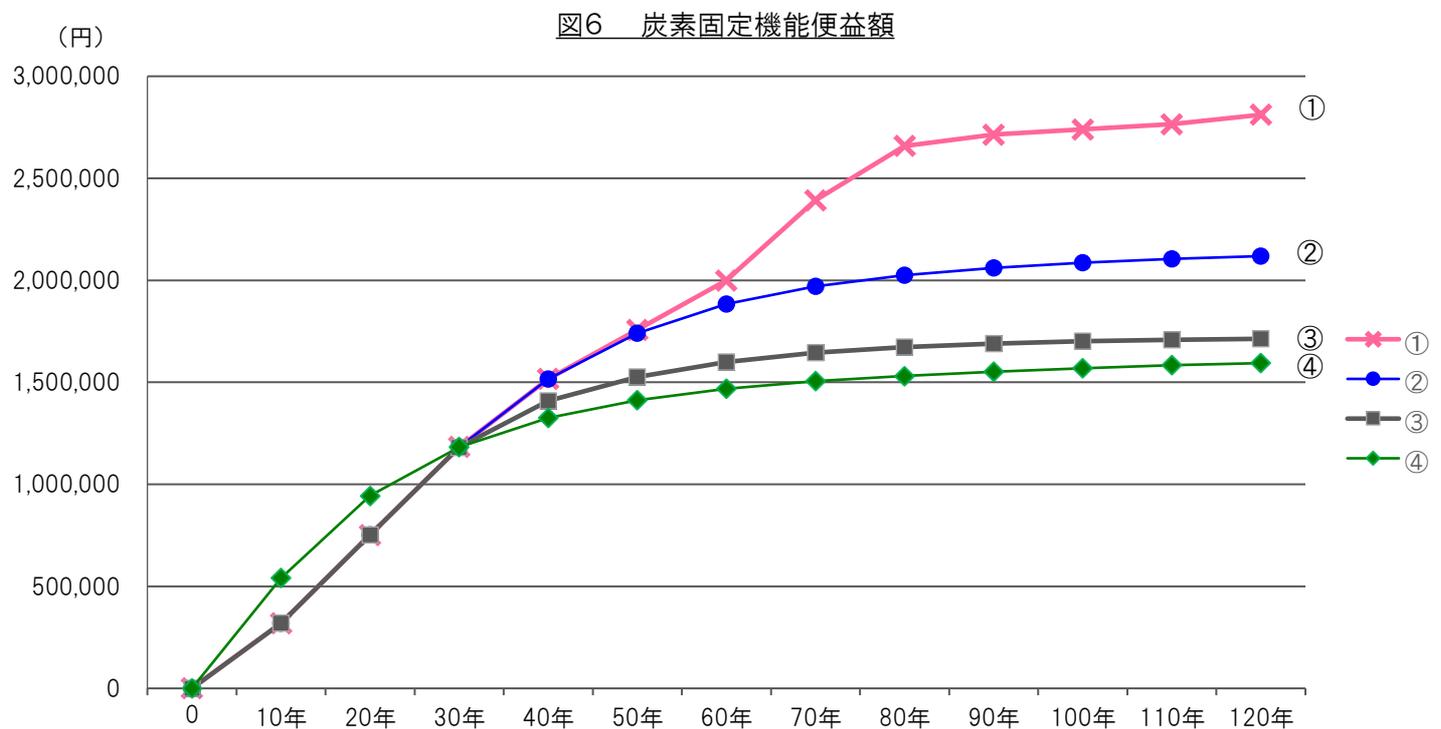


表10 《炭素固定機能の便益額》

(円/ha)

| タイプ     | 10年     | 20年     | 30年       | 40年       | 50年       | 60年       | 70年       | 80年       | 90年       | 100年      | 110年      | 120年      |
|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ①循環人工林  | 319,236 | 751,831 | 1,183,003 | 1,516,530 | 1,757,288 | 1,998,609 | 2,392,391 | 2,658,027 | 2,713,791 | 2,739,340 | 2,764,936 | 2,811,151 |
| ②高齢化人工林 | 319,236 | 751,831 | 1,183,003 | 1,516,530 | 1,741,398 | 1,883,321 | 1,970,936 | 2,024,923 | 2,061,042 | 2,086,591 | 2,105,078 | 2,118,480 |
| ③放置人工林  | 319,236 | 751,766 | 1,181,455 | 1,408,185 | 1,525,795 | 1,599,608 | 1,644,933 | 1,672,322 | 1,689,821 | 1,701,250 | 1,708,579 | 1,713,053 |
| ④自然林    | 540,583 | 943,339 | 1,182,630 | 1,325,437 | 1,412,631 | 1,468,470 | 1,505,390 | 1,530,488 | 1,552,404 | 1,569,162 | 1,583,527 | 1,594,001 |

表11 炭素固定機能便益額内訳表

(円/ha)

| タイプ      | 便益   | 10年     | 20年     | 30年       | 40年       | 50年       | 60年       | 70年       | 80年       | 90年       | 100年      | 110年      | 120年      |
|----------|------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ① 循環人工林  | 樹木蓄積 | 308,666 | 717,334 | 1,126,010 | 1,439,863 | 1,663,417 | 1,889,695 | 2,270,321 | 2,524,452 | 2,570,154 | 2,586,905 | 2,604,805 | 2,644,291 |
|          | 森林土壌 | 10,570  | 34,497  | 56,993    | 76,667    | 93,871    | 108,914   | 122,070   | 133,575   | 143,637   | 152,435   | 160,131   | 166,860   |
|          | 計    | 319,236 | 751,831 | 1,183,003 | 1,516,530 | 1,757,288 | 1,998,609 | 2,392,391 | 2,658,027 | 2,713,791 | 2,739,340 | 2,764,936 | 2,811,151 |
| ② 高齢化人工林 | 樹木蓄積 | 308,666 | 717,334 | 1,126,010 | 1,439,863 | 1,647,527 | 1,774,407 | 1,848,866 | 1,891,348 | 1,917,405 | 1,934,156 | 1,944,947 | 1,951,620 |
|          | 森林土壌 | 10,570  | 34,497  | 56,993    | 76,667    | 93,871    | 108,914   | 122,070   | 133,575   | 143,637   | 152,435   | 160,131   | 166,860   |
|          | 計    | 319,236 | 751,831 | 1,183,003 | 1,516,530 | 1,741,398 | 1,883,321 | 1,970,936 | 2,024,923 | 2,061,042 | 2,086,591 | 2,105,078 | 2,118,480 |
| ③ 放置人工林  | 樹木蓄積 | 308,666 | 717,334 | 1,126,010 | 1,336,119 | 1,440,730 | 1,504,516 | 1,542,248 | 1,564,022 | 1,577,508 | 1,586,214 | 1,591,848 | 1,595,440 |
|          | 森林土壌 | 10,570  | 34,432  | 55,445    | 72,066    | 85,065    | 95,092    | 102,685   | 108,300   | 112,313   | 115,036   | 116,731   | 117,613   |
|          | 計    | 319,236 | 751,766 | 1,181,455 | 1,408,185 | 1,525,795 | 1,599,608 | 1,644,933 | 1,672,322 | 1,689,821 | 1,701,250 | 1,708,579 | 1,713,053 |
| ④ 自然林    | 樹木蓄積 | 530,013 | 908,842 | 1,125,637 | 1,248,770 | 1,318,760 | 1,359,556 | 1,383,320 | 1,396,913 | 1,408,767 | 1,416,727 | 1,423,396 | 1,427,141 |
|          | 森林土壌 | 10,570  | 34,497  | 56,993    | 76,667    | 93,871    | 108,914   | 122,070   | 133,575   | 143,637   | 152,435   | 160,131   | 166,860   |
|          | 計    | 540,583 | 943,339 | 1,182,630 | 1,325,437 | 1,412,631 | 1,468,470 | 1,505,390 | 1,530,488 | 1,552,404 | 1,569,162 | 1,583,527 | 1,594,001 |