

間伐材を利用した河川構造物の CO₂削減効果について

吉原 哲¹・古村 幸三¹・岩谷 将徳¹・金子 のぞみ²・中田 泰輔¹・
楠部 勝己³・鶴巻 峰夫⁴

¹正会員 八千代エンジニアリング株式会社総合事業本部 (〒161-8575 東京都新宿区西落合2-18-12)

E-mail: yoshihara@yachiyo-eng.co.jp

²正会員 八千代エンジニアリング株式会社技術推進本部 (〒161-8575 東京都新宿区西落合2-18-12)

³非会員 有限会社クスベ産業 (〒643-0166 和歌山県有田郡有田川町吉原1360)

⁴正会員 和歌山工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒644-0023 和歌山県御坊市名田町野島77)

林業は和歌山県の主要産業の一つであり、その振興は県の重要施策である。その施策において間伐材を経済的に価値のある素材として有効利用を図ることは、林業振興上の大きな課題となっている。本研究の対象とした河川構造物は、間伐材を利用した二重井桁枠護岸であるが、かごマット護岸やブロック積護岸の代替として開発されて、間伐材の有効利用が期待できる。CO₂排出量の削減検討においてはライフサイクルでの排出量の検討を行った。また、地域単位での林業振興やCO₂削減のポテンシャル等の検討のために現在の試験施工が行われている和歌山県有田地域1市3町を対象地域としてGISによる検討を行った。

Key Words : LCA, Thinning materials, CO₂ reduction

1. はじめに

林業は和歌山県の主要産業の一つであり、その振興は県の重要施策である。低価格の輸入材による国内産の需要減に加えて、重労働、低賃金という労働環境から間伐等の適切な林地管理が行われていない区域が増加している。この対策の一つとして、放置されることが多くなっている間伐材を経済的に価値のある素材にすることが施策の重要な方向性となっている。

本研究では、河川構造物に間伐材を有効利用することで、次のような複数の効果を狙っている。

①間伐材の有効利用を図ることで、間伐の経済性を向上させる。

②河川構造物に自然的素材を利用することで河川の自然性を高める。

③自然素材の有効利用によりCO₂排出量の削減を図る。

本研究では、間伐材の有効利用のために開発された木製二重井桁枠護岸¹⁾を対象として、前述③のCO₂排出量の削減量について構造物の単位施工量当たりの量を計測することにより環境問題への貢献を明らかにすることを第一の目的とした。加えて、GISを利用して、地域における有効利用のポテンシャルを明らかにすることで地域への貢献を明らかにすることを第二の目的とした。なお、対象とする構造物が和歌山県有田郡内で試験的に施工が

行われていることから、検討対象地域はその周辺地域である1市3町の範囲とした。

2. 構造物によるCO₂排出量の削減効果の検討

(1) 検討内容

本検討では、間伐材を利用した河川護岸構造物のCO₂排出量の削減効果を評価した。比較対象のベースラインとして、同機能の構造物である2案を設定し、以下の3構造物の比較検討を行った。

①木製二重井桁枠護岸

②既存工法 1 (かごマット護岸)

③既存工法 2 (ブロック積護岸)

各案の断面構造は、図-1~3に示すとおりである。比較検討は護岸延長当たりの工事数量で行った。同一延長当たりの工事数量は、表-1に示すとおりである。

(2) 検討方法

a) 検討領域 (検討対象とするライフサイクル段階)

検討対象とする河川構造物は、更新まで補修が行われないことが一般的と考えられる。また廃棄段階については、洪水による破損以外では、計画高水位等の見直しに

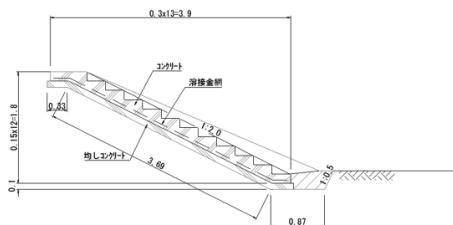
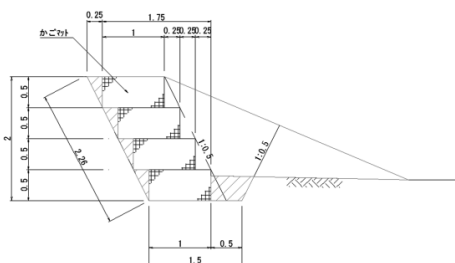
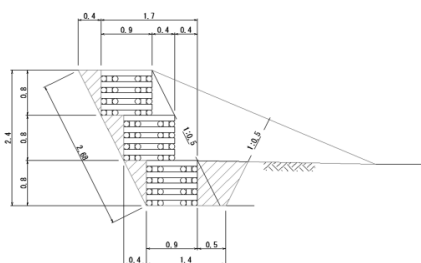


表-1 検討対象構造物の同一延長(17.3m)当たり工事数量

■ 検討対象構造物【木製2重弁桁梁護岸】				
種別	細別	単価名称	単位	数量
掘削工	掘削(土砂)	バックホウ掘削積込	m ³	118.7
残土処理	—	ダンプトラック運搬(10t積)	m ³	98.3
作業土工	床掘り	基面整正(床付面の整正作業)	m ²	48.9
	埋戻し	埋戻し工D	m ³	20.4
法覆護岸工	吸出防止材	吸出防止材	m ²	91.9
	木材	薬剤処理木材	m ³	9.6
		ダンプトラック運搬(10t積)	m ³	9.6
	中詰石	中詰石	m ³	9.6
	投入	投入	m ³	13.4
		ダンプトラック運搬(10t積)	m ³	13.4

■比較対象構造物【かごマット＋石階段】				
種別	細別	単価名称	単位	数量
掘削工	掘削(土砂)	バックホウ掘削積込	m3	95.5
残土処理	—	ダンプトラック運搬 (10 t 積)	m3	86.9
作業土工	土掘り	基面整正 (床付面の整正作業)	m2	52.7
	埋戻し	埋戻しD	m3	8.6
法覆護岸工	吸出防止材	吸出防止材	m2	87.3
	かごマット	かごマット工	m	69.2
	中詰石	ダンプトラック運搬 (10 t 積)	m3	34.6
	中詰石	—	m3	34.6
	階段護岸	平石含む	m2	22.5
	—	ダンプトラック運搬 (10 t 積)	m3	5.0
	—	—	m2	22.5

■比較対象構造物【7 ヲックみ+現場打階段工】					
種別	細目	単価名称	単位	数量	
作業土工	掘削工	バックホウ掘削積込	m3	100.8	
	残土処理	ダンプトラック運搬（10 t 積）	m3	91.5	
	—	基面整正（床付面の整正作業）	m2	23.7	
	床掘り	埋戻しD	m3	9.3	
	埋戻し	コンクリートブロック積工	m2	39.6	
	ブロック積	ダンプトラック運搬（10 t 積）	m3	8.7	
	—	裏込砕石工	m3	9.9	
	—	ダンプトラック運搬（10 t 積）	m3	9.9	
	法覆護土工	基礎コンクリート	無筋・鉄筋構造物人力打設	m3	1.4
		—	型枠工（鉄筋・無筋構造物）	m2	6.0
—		基礎材（砕石）	m3	0.9	
天端コンクリート		無筋・鉄筋構造物人力打設	m3	1.2	
—		型枠工（鉄筋・無筋構造物）	m2	3.4	
階段工		無筋・鉄筋構造物人力打設	m3	3.6	
—		型枠工（鉄筋・無筋構造物）	m2	8.9	
—		溶接金鋼	m	12.2	

V_{ex} : 資材・エネルギー別の単位消費量当たりの LCA 原単位〔単位：kg-CO₂/t 等〕

I_{lc} : 資材・エネルギー等の消費量〔単位：資材消費 t, m³等, エネルギー消費 kl, kWh等〕

このときに利用する LCA 原単位は、表-2 に示すとおりである。

基本的には産業連関表 2005 年表により作成された 3EID³⁾と産業連関表・部門別品目別生産額表⁴⁾の併用により作成した。この方法により網羅できない原単位については、LCA フォーラムインベントリデータベース⁵⁾、カーボンフットプリント原単位データベース（暫定版）⁶⁾にて該当する品目の原単位を適用した。

伴う堤防工事による更新が考えられるが、その設定を明確に定義することは困難である。このような土木構造物の特徴を踏まえると、廃棄段階の検討は次の構造物建設時に行うものとし、当該工事では考慮しないという考え方が²⁾ある。したがって、本検討で対象としたライフサイクル段階は、建設段階の下記の項目とした。

- ・ 資材製造時：資材消費
- ・ 施工時：燃料消費（建設機械）
：機器損料（建設機械）
- ・ 運搬時：燃料消費（運搬車両）
：機器損料（運搬車両）

b) 耐用年数

比較対象とする3つの構造物の耐用年数については以下のように考える。

(a) 木製二重井桁柵護岸

主要な部材は木製品である。設置場所は高水敷上部の堤防を想定しているため、基本的には湿潤状態であっても浸漬状態ではないと考えられる。防腐・防蟻処理が行われているため、一般的な木造建築の耐用年数25年に対して多少長めの30年を想定した。

(b) 既存工法（かごマット護岸及びブロック積護岸）

石造及びコンクリート構造物であるため50年とした。

c) CO₂排出量計算方法

CO₂発生量計算の基本式は下記の(1)による.

$$L_{lc} = V_{ex} \times l_{lc} \dots\dots\dots (1)$$

L_{lc} : 資材消費により発生する環境負荷量
[単位: kg-CO₂]

表-2 計算に使用した原単位の例

資材名称	資材原単位 kg-CO ₂ /*	単位 *	出典
平ブロック	2.81E+02	t	A
コンクリート	2.81E+02	t	A
コンクリート型枠	9.87E+01	m ³	A
碎石	5.50E+00	t	A
薬剤処理木材	1.06E+02	m ³	B
かごマット	1.74E+03	t	A
金網	1.74E+03	t	A
吸出防止材	1.91E+03	t	A
軽油	2.96E+03	L	A
ガソリン	2.71E+03	L	A
機械製造	2.87E+03	t	A

出典 A: 3EID+産業連関表³⁾・部門別品目別製品生産額表⁴⁾
 B: カーボンフットプリント制度試行事業 CO₂換算量共通原単位データベース⁵⁾

(3) 検討結果

a) 耐用年数に差がある場合の検討結果

間伐材を利用した木製二重井桁枠護岸の耐用年数を30年、既存構造物の耐用年数を50年と考えた場合の計算結果を図-4に示す。

計算結果の主な特徴は、以下のとおりである。

- ①対象工法（木製二重井桁枠護岸）は、比較対象工法（「かごマット護岸」、「ブロック積護岸」）の施工と比べ、9～50%のCO₂削減効果がある。
- ②各工法の排出区分の順位は、以下のとおりであり、対象工法での運搬時の排出が多い点、他の工法と異なっていた。

- ・対象工法：運搬、資材製造、施工
- ・かごマット護岸：資材製造、運搬、施工
- ・ブロック積工：資材製造、運搬、施工

③運搬時の排出量は、対象工法が最も大きく、かごマット護岸、ブロック積護岸の順であった。

④施工時の排出量はかごマット護岸が最も大きく、ブロック積護岸、対象工法の順であった。

⑤概算工事費はCO₂排出量とは全く逆の結果（ブロック積工が最も安価、かごマット工法、本工法の順）であった。これは、間伐材の薬剤処理（防腐剤の加圧浸透処理）に伴う資材・エネルギーの消費によるものと考えられる。

b) 耐用年数について

本検討では、木製である対象工法の耐用年数を30年、他の工法の耐用年数を50年と設定している。木製土木構造物の耐用年数については、財務省省令⁷⁾によれば、堤防については10年と規定されている。また、北海道が定めた土木木製品についてのマニュアル⁸⁾では、加圧注入薬品処理を施した資材は、水際での利用について10年程度、地際・地上では10年以上としている。また、適用が相違するが、土木学会の木橋の耐用年数のマニュアル⁹⁾にしたがい、該当する条件設定で計算した結果は、概ね15～25年の範囲となる。今回の護岸は高水敷上部の部分に施工されるため、構造物全体としては10年以上で一般の建築物と同等とすることができると考えた。

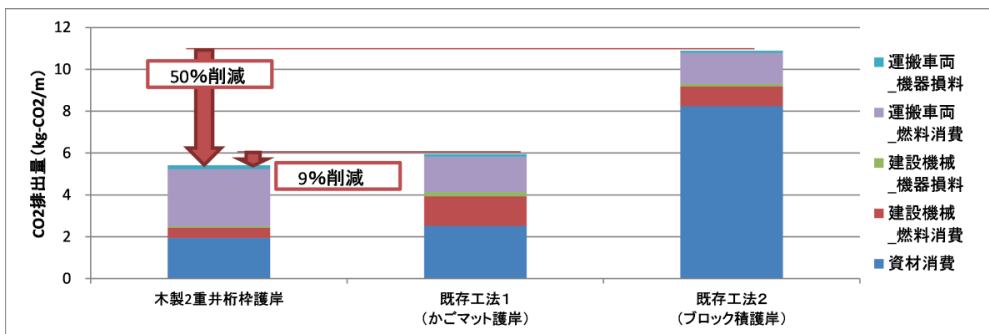


図-4 耐用年数に差があると考えた場合の比較検討結果

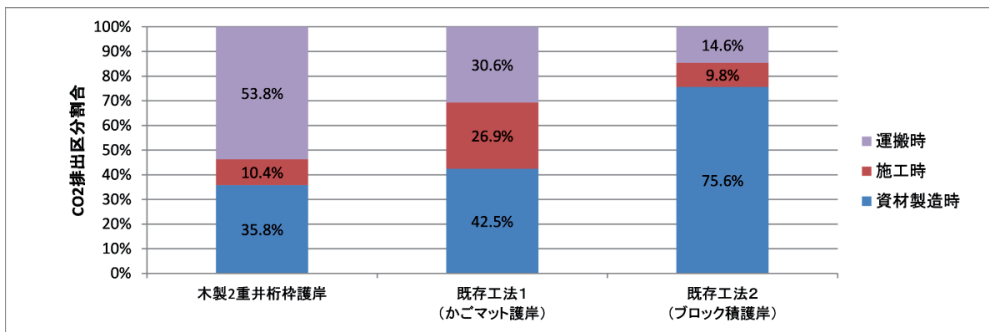


図-5 工法毎のCO₂発生要因の構成比

一方で、適用を考えている和歌山県下の2級河川では、高水対策の降雨強度は、年超過確率が概ね30年程度で計画されている。すなわち、堤防自体の耐用年数を考えた場合、30年より長期を考慮しなくとも良いという考え方も成り立つ。現在設定している対象構造物の耐用年数30年とすれば、他の工法と同程度の耐用年数で考えることができる。また、堤防自体が破壊されなくとも護岸については、計画高水以下の出水において破損して更新する必要性も高く、護岸構造物の素材の耐用年数を構造物の耐用年数とする考え方は、実際にそぐわない面があると考えられる。

このように耐用年数については、考え方によって幅があり、その設定により結果が変わることになる。

3. 地域における寄与とCO₂削減量の検討

(1) 検討内容

本検討では、地域における間伐材生産量をGISを利用して推測し、地域における間伐材消費に占める寄与を推定するとともに、輸送距離と端材処理や間伐による森林整備効果を加味した後、地域におけるCO₂排出削減ポテンシャル量を計算した。

検討対象地域としては、現在、対象構造物が試験的に施工されている有田川流域（和歌山県の2級河川）を含む、有田市、有田川町、湯浅町、由良町の1市3町（和歌山県有田振興局管内）とした（図-6参照）。



図-6 地域における寄与の検討対象地域

(2) 検討方法

a) 間伐材生産可能範囲の抽出

本検討では、最初に間伐材の搬出可能範囲の抽出を、GISを利用した解析により実施した。

解析については、概ね既存の検討事例¹⁰⁾にしたがい、図-7のような流れで行った。各種の検討に使用した地理情報は表-3に示すとおりである。

(a) スギ・ヒノキ植林地の抽出

植林地は、環境省植生調査情報提供ホームページで公

表-3 検討に用いた地理情報

情報の種類	出典	利用方法
地形図	数値地図25000（地図画像）	国土地理院 一般位置図として使用
地域標高	数値地図50mメッシュ（標高）	国土地理院 傾斜角度の基本データとして使用
植生図	植生調査情報提供ホームページ	環境省 スギ・ヒノキ植林地抽出
道路区間地図	数値地図25000（空間データ基盤）	国土地理院 道路近傍地区の抽出
林道データ	有田振興局管内林道データ	和歌山県 同上
自然公園	国土数値情報ダウンロードサービス	国土交通省国土政策局 自然公園地区の除外

表されている自然環境基礎調査による植生図¹¹⁾の区分「スギ・ヒノキ・サワラ植林」の範囲を抽出した。

(b) 急傾斜地区の除外

作業性から間伐材の経済的生産が困難と考えられる急傾斜地を除外した。除外範囲は、既存文献¹⁰⁾での採用値及び対象地域にある森林組合（清水町森林組合）へのヒアリング結果から、「傾斜30°以上」の範囲を除外した。

解析は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ（標高）¹²⁾を基に、GISソフトの傾斜解析機能を用いて、75mメッシュ区分での各メッシュの傾斜角を計算することにより行った。

(c) 道路遠方地区の除外

急傾斜地と同様の理由により、道路から遠方の地区を除外した。除外範囲は、清水町森林組合へのヒアリング結果より「既存道路から500m以上」の範囲とした。

解析は、国土地理院発行の数値地図25000（空間データ基盤）¹³⁾と和歌山県森林GISの林道データ¹⁴⁾を利用して、GISソフトのバッファ作成機能で500m以内の地域を抽出することにより行った。

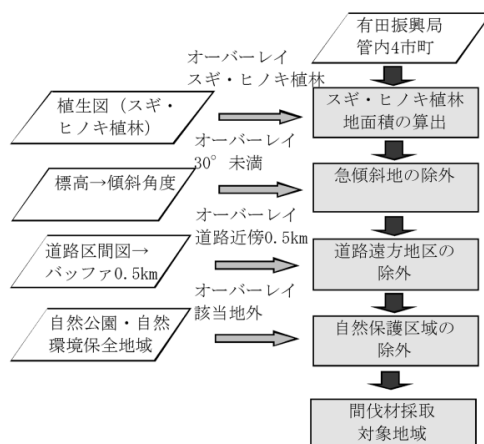


図-7 GISを利用したCO₂削減ポテンシャル量の検討フロー

(d) 自然公園区域の除外

自然保護の観点から自然公園区域のうち特別地域と特別保護地区を除外することとした。

解析は国土交通省の国土数値情報ダウンロードサービスから国立公園・国定公園及び県立自然公園¹³⁾の区域を抽出したが、結果的に該当地域は存在しなかった。

b) 間伐材生産ポテンシャル量の推定

間伐材の生産量は参考¹⁰⁾とした文献で採用している和歌山県の実績として、35 (m³・間伐材/ha・間伐実施区域)の値を用いた。

間伐サイクルについては、Web上で公開されている情報¹⁶⁾から、スギの場合は、植林から主伐までの期間(40～50年)で概ね15, 25, 35年の3回行うことが一般的と記載されている。このうち25, 35年での間伐では用材の出荷が可能であるとされている。

本検討では、植林から主伐までの期間を40年とし、用材出荷実績値については、3回の間伐の平均値と解釈した。計算上は、40年に1回、35 (m³・間伐材/ha・間伐実施区域)の間伐が行われるとした。また、間伐については間伐材出荷対象区域全体で継続的に林業経営が行われる前提で、各年全体面積の1/40の範囲で行われ、主伐までの期間40年で一巡するものとした。

c) 対象地域での施工可能量

対象地域での施工量は、平成23年度施工実績(災害復旧を除く)である約2,400m(和歌山県県土整備部へのヒアリング結果)を採用した。

間伐材消費可能量の計算に利用する用材量としては、前章3. で使用した断面構造における用材使用量とした。また、間伐材生産量は丸太での生産量のため、用材としては、参考文献¹⁰⁾での採用値である間伐材量の70%が使用可能として計算を行った。

d) CO₂削減ポテンシャル

対象地域でのCO₂削減ポテンシャル量の検討では、構造物の検討時に以下の排出・削減要因を加味して行った。

(a) 間伐材の木材加工所までの輸送

試験施工の実績として、間伐材は対象地域内の清水町森林組合木材加工所に搬入されて、製材加工とACQ薬剤の加圧注入処理がなされる。この間の輸送について考慮した。

輸送距離は、各年における間伐地を特定できないため、次の方法で全平均値を計算して輸送距離とした。

①間伐生産対象地を75mメッシュで区分し、その中心点を確定する。

②全ポイントから木材加工所の道路輸送距離を、GISソフトの機能で計算する。計算の基本情報としては、国土地理院発行の数値地図25000(空間データ基盤)¹³⁾と和歌山県森林GISの林道データ¹⁴⁾を利用した。

③上記の全数値の平均値をとって輸送距離とした。

輸送によるCO₂排出量は既存の原単位データベース⁹⁾の値(0.367 kg-CO₂/tkm)を用いた。

(b) 加工時に発生する端材の処理

当該処理については焼却処理が行われている。端材の発生量は、近傍の和歌山県日高郡日高川町において実施した調査¹⁵⁾で約27%の結果が得られているので、その値を参考として間伐材の30%とした。処理に伴うCO₂排出量の原単位は、既存の原単位データベース⁹⁾の値(0.00334 kg-CO₂/kg)を用いた。

(c) 間伐材利用による間伐(森林育成)

環境省が行っているエコアクション・ポイント制度における「エコアクションの温室効果ガス削減効果算定事例」での計算事例¹⁹⁾に「間伐材等の利用」がある。本検討ではその計算を参考に、間伐作業での森林整備でのCO₂吸収量を計算した。CO₂吸収量計算は、下式(2)により行った。

温室効果ガス削減量(kg-CO₂)

$$= \text{森林1ha当たり年間吸収量}(\text{t-CO}_2/\text{ha}) \times \text{実施面積}(\text{ha}) \\ (\times \text{次の下刈り・枝打ち・間伐等までの年数}) \cdots (2)$$

各係数は以下のとおりとした。

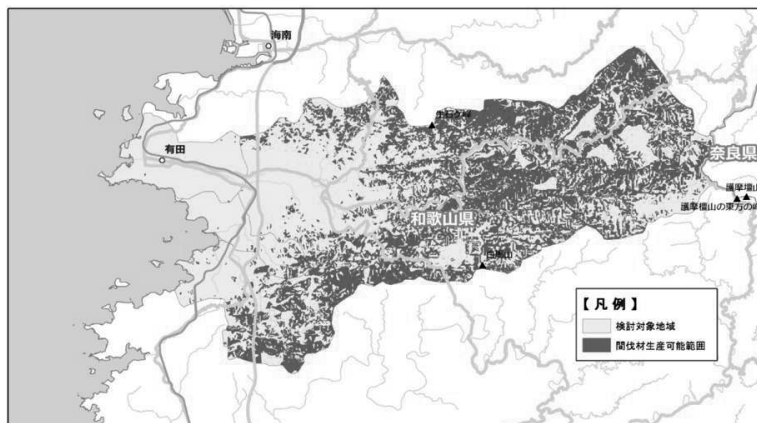


図-8 間伐材生産可能範囲の抽出結果

- ・森林1 ha 当たり年間吸収量は、参考文献に吸収量原単位の参考値²⁰⁾が示されているため、スギの35-40年での数値である8.69 t-CO₂/haを採用した。
- ・次の下刈り・枝打ち・間伐等までの年数は、最初の間伐が15年頃であるが、用材生産が可能な間伐が25年頃と35年頃の2回である。主伐(40年)まで期間の起点を35、25年間の設定の2方法が考えられるが、ここでは最後の間伐の35年からの5年を採用した。

(3) 検討結果

a) 間伐材消費量の地域で寄与について

前述した方法により抽出した間伐材生産範囲は図-8に示すとおりであり、間伐材生産面積は、16,613 haと算定された。

間伐材の生産量の算定結果は表-4に示すとおりであり、年間14,536 m³の間伐材の搬出が、地域でのポテンシャル量として予測された。

一方、同地域での対象工法が適用可能な護岸工事の延長は、平成23年度の実績で2,400 mである。この工事量による用材需要量は、表-5のように年間1,903 m³と算定された。この量は全体量の消費量には比肩できないものの、予測生産量の13%程度という一定量を地域内でまかなうことができる量であり、地域の林業振興に一定の貢献が期待される。

表-4 間伐材生産量の予測

項目	単位	数値
間伐材搬出区域面積	ha	16,613
間伐材生産原単位	m ³ /ha	35
間伐材生産量・区域全体	m ³	581,456
間伐材生産量・年当たり	m ³ /年	14,536
用材生産量・年当たり	m ³ /年	10,175

表-5 対象地域内での護岸での間伐材需要量

対象地域での伐採・間伐材需要量			
項目	単位	数値	
対象地域での年間施工延長 (和歌山県ヒアリングによる)	m/年	2,400	
用材需要量	単位延長当たり	m ³ /m	0.55
	対象地域年間	m ³ /年	1,332
間伐材需要量	容積	m ³ /年	1,903
	重量	t/年	1,522

b) CO₂削減量について

地域要件を加味して算定した、単位延長当たりの構造物でのCO₂削減量は表-6に示すとおりである。間伐材輸送や端材処理はほとんど結果に影響はないが、森林整備による吸収量は他の項目に比して大きな値であり結果を左右する数値となった。

地域での削減ポテンシャル量は、上記の結果と地域内での施工量 2,400 m を加味すると、表-7に示すように60～70 t-CO₂/年であることが推定された。

4. まとめ

本研究は、和歌山県の企業で開発された木製二重井桁護岸のCO₂削減量と地域での間伐需要の寄与について検討を行った。結果と課題の概要は以下のとおりである。

(1) 既存工法との比較での構造物でのCO₂削減量

間伐材を利用した木製二重井桁護岸を耐用年数30年、既存構造物を耐用年数50年と考えた場合、比較対象としたかごマット護岸に対して9%、ブロック積護岸に対して50%の削減効果があることがわかった。

表-6 地域要件を加味した対象構造物のCO₂排出量

項目		単位	数値
構造物単位での CO ₂ 排出量		kg-CO ₂ /m ² ・年	5.41
間伐材輸送による付加分	間伐材輸送距離	km	1622
	施工延長当たり用材量	m ³ /m	0.63
	輸送での CO ₂ 排出原単位	kg-CO ₂ /t・km	0.37
	全体排出量	kg-CO ₂ /m	3.77
	耐用年数で割った排出量	kg-CO ₂ /m ² ・年	0.094
付加分による端材処理	端材発生量	kg-CO ₂ /m ² ・年	0.24
	廃棄物処理の原単位	kg-CO ₂ /kg	0.0033
	全体排出量	kg-CO ₂ /m	0.00079
	耐用年数で割った排出量	kg-CO ₂ /m ² ・年	0.000020
森林整備による吸収量	施工延長当たり用材量	m ³ /m	0.55
	同上・間伐材換算量	m ³ /m	0.79
	単位面積当たり間伐材量	m ³ /ha	35
	相当する間伐面積	ha	0.023
	間伐面積当たり吸収量	tCO ₂ /ha・年	8.69
	間伐までの年数	年	5.00
	全体吸収量	kg-CO ₂ /m	984.12
	耐用年数で割った吸収量	kg-CO ₂ /m ² ・年	24.60
	地域要件を加味した排出量	kg-CO ₂ /m ² ・年	-19.10

表-7 地域要件を加味した対象構造物のCO₂排出量

項目	工種区分	単位	数値
単位延長 当たり排出量	木製二重井桁護岸	kg-CO ₂ /m ² ・年	-19.10
	かごマット護岸		5.94
	ブロック積護岸		10.89
単位延長 当たり削減量	対 かごマット護岸	kg-CO ₂ /m ² ・年	25.04
	対 ブロック積護岸		29.98
施工可能量		m	2,400
地域内削減 ポテンシャル	対 かごマット護岸	kg-CO ₂ /年	60,088
	対 ブロック積護岸		71,963

(2) 耐用年数の考え方によるCO₂削減量の未確定要素

前述の結果については護岸構造物の耐用年数をどのように考えるかで相違する。木製構造物については、構造物の耐用年数として10年程度と考えなければならない場合がある。一方で、堤防の計画のもととなる計画高水の生起確率はコンクリートや岩の構造物としての耐用年数より実態として短い期間となっているので、耐用年数にそれほど差をつける必要がないという考え方もある。

(3) 地域での間伐材消費への寄与

地域における間伐材の生産ポテンシャル量と河川構造物への利用可能量(施工可能量)の比較では同種の護岸

構造に対象構造物をすべて採用した場合、生産ポテンシャル量の20%弱の需要が期待でき、一定の地域への寄与が可能と予測された。

(4) CO₂削減ポテンシャル量

対象地域内での可能な限り同様の護岸構造物に対象構造を採用した場合、60～70t-CO₂/年の削減効果がポテンシャル量として期待できる。ただし、この量のほとんどは間伐材利用が誘発する森林整備によって発生する森林の成長によるCO₂吸収量によっている。

参考文献

- 1) 有限会社クスベ産業：技術資料
- 2) 国土交通省国土技術政策総合研究所・(公社)土木学会：社会資本のライフサイクルをとらえた環境評価技術の開発に関する報告 平成24年2月 p.2-9
- 3) (独)国立環境研究所地球環境研究センター：産業連関表による環境負荷原単位データブック 3EID(<http://www.cger.nies.go.jp/publications/report/d031/jpn/datafile/index.htm#data2005>) (2012.1 月閲覧)
- 4) 総務省：平成17年(2005年)産業連関表(<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001019588&cycode=0>) (2012.1 月閲覧)
- 5) LCA 日本フォーラム：LCA データベース (<http://lca-forum.org/>) (2012.1 月閲覧)
- 6) 経済産業省：カーボンフットプリント制度試行事業 CO₂換算量共通原単位データベース(暫定版) ver. 3.0 (<http://www.cfp-japan.jp/>) (2012.1 月閲覧)
- 7) 財務省：減価償却資産の耐用年数等に関する省令(昭和四十年三月三十一日大蔵省令第十五号)
- 8) 北海道：土木用木材・木製品設計マニュアル 平成12年12月(平成22年11月改定) p.16
- 9) 土木学会木材工学特別委員会：木橋の耐用年数 JSCE 木材利用ライブラリー00₂ 平成23年11月
- 10) 田畑智博, 鳥飼仁, 鶴巻峰夫, 玄地裕：間伐材の石炭混焼方法の違いによる環境負荷削減効果の評価-和歌山県中部地域を事例として 環境システム研究論文集 vol.38, pp.221-228, 2010.10
- 11) 環境省：植生調査情報提供ホームページ (<http://www.vegetation.jp/zv/index.html>) (2012.1 閲覧)
- 12) 国土交通省国土地理院：数値地図 50m メッシュ(標高) CD-ROM 平成13年5月発行
- 13) 国土交通省国土地理院：数値地図 25000(空間データ基盤) CD-ROM 平成14年11月発行
- 15) 和歌山県：森林 GIS 林道データ (2012.2 月 和歌山県有田振興局より交付)
- 16) 国土交通省国土政策局：国土数値情報ダウンロードサービス・自然公園 (<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>) (2012.2 月閲覧)
- 17) 全国林業労働力確保支援センター協議会：森林の仕事ナビガイドスクール (<http://www.nw-mori.or.jp>) (2012.3 閲覧)
- 18) 財団法人わかやま産業振興財団：平成21年度低炭素社会に向けた技術発掘・社会システム実証モデル事業「バイオマス活用に向けた高発熱量ブリケット製造技術開発と低コスト木チップ化実証試験」事業報告書 平成22年3月 p.61
- 19) 環境省：エコアクションの温室効果ガス削減効果算定事例(参考資料) Ver.1.1 平成24年6月 p.36
- 20) 同上 p.8

(2012. 7. 18 受付)

REDUCTION OF CO₂ EMISSION OF RIVER STRUCTURES MADE FROM TREE THINNING MATERIALS

Satoru YOSHIHARA, Kozo KOMURA, Masanori IWATANI, Nozomi KANEKO,
Yasusuke NAKATA, Katsumi KUSUBE, Mineo TSURUMAKI

A promotion of forestry is the very important measure of Wakayama Prefecture, because forestry is the one of the major industries in the prefecture. It is one of major issues to make tree thinning materials economically worthwhile. Double framed wood revetment, which was developed as alternatives of wire framed rock revetment or concrete block revetment, was examined on this study. This construction method can be expected effective use of tree thinning materials. Life cycle analysis was applied in the study of CO₂ reduction. We also examined the potential ability of CO₂ reduction and the contribution of forestry promotion for arida region in Wakayama Prefecture by using GIS. Double framed wood revetment are experimentally constructed in this region.