

国立明石工業高等専門学校専攻科建築・都市システム工学専攻 学生員 ○神田沙英
 国立明石工業高等専門学校都市システム工学科 正会員 渡部守義
 国立明石工業高等専門学校専攻科建築・都市システム工学専攻 学生員 新免友里子

1. 研究の背景・目的

近年、日本各地で放置された竹林が増加し、森林の持つ多面的な環境保全機能が損なわれている。この問題を解決には、適度な間伐と間伐竹材の有効活用を図る必要がある。

現在、本校の都市システム工学科河川環境研究室では、間伐竹材を炭化した竹炭水質浄化材により、これを河川に設置し、河川の水質浄化を行う研究が行われている。この研究では、間伐竹材の有効活用への道筋は示されているものの、費用や環境への影響に関する検討は行われていない。

本研究では、竹林の間伐から竹炭水質浄化材の製造、竹炭水質浄化材の河川の設置・廃棄までに排出される温暖化ガス排出量と、コストをライフサイクルアセス

メント (Life Cycle Assessment : 以降、LCA) の手法を用いて算出する。

2. シナリオの設定

本研究を行うにあたり、2つのシナリオを設定した。いずれのシナリオも間伐竹材を 20kg 使用し、シナリオ 1 については、20kg の間伐竹から 5kg の竹炭水質浄化材を製造する。

間伐竹材から竹炭水質浄化材を製造し河川に設置後、廃棄する場合 (シナリオ 1)、平成 25 年度に行った兵庫県加西市の竹林での竹間伐、明石高専での竹炭水質浄化材の製造、兵庫県加古川市尾上町にある養田川への竹炭水質浄化材の設置、そして明石高専での竹炭水質浄化材の廃棄までを範囲とする (図 1)。

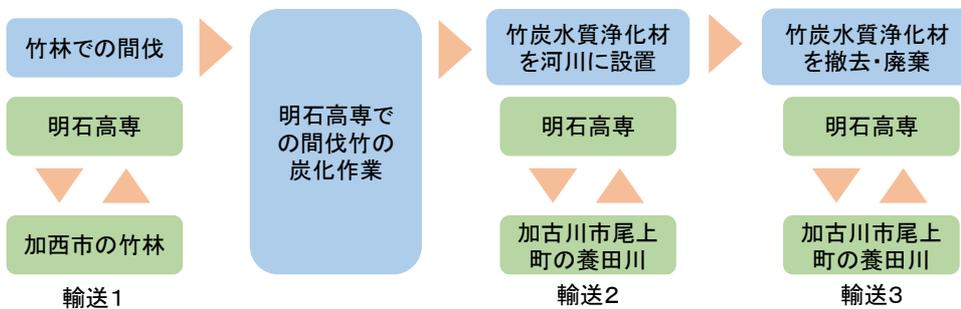


写真 1. 間伐風景

図 1. シナリオ 1 の概要

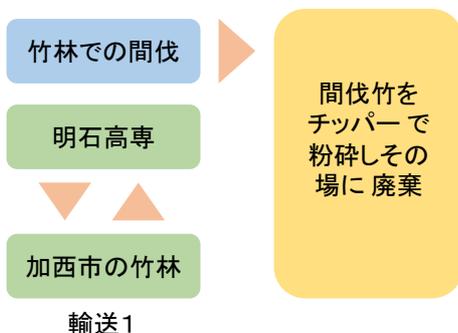


写真 3. チッパー



写真 2. 竹炭水質浄化材の設置風景

図 2. シナリオ 2 の概要

表 1. 温暖化ガス排出量の算出式²⁾

二酸化炭素排出量計算式 式(A)	式(1)+式(2)+式(3)
ガソリン 式(1)	ガソリン量(L)×発熱量0.00346(GJ/L)×炭素排出係数18.3(kg-C/GJ)×44/12(CをCO ₂ に換算)
プロパンガス 式(2)	プロパンガス量(m ³)×1.8(kg/m ³)×発熱量0.0508(GJ/kg)×炭素排出係数16.1(kg-C/GJ)×44/12(CをCO ₂ に換算)
電気 式(3)	電気量(kwh)×二酸化炭素排出係数0.384(kg-CO ₂ /kwh)
メタン排出量計算式 式(B)	式(4)+式(5)
ガソリン 式(4)	ガソリン量(L)×燃費10(km/L)×CH ₄ 排出量係数0.000010(kg-CH ₄ /km)
プロパンガス 式(5)	プロパンガス量(m ³)×1.8(kg/m ³)×発熱量0.0508(GJ/kg)×CH ₄ 排出係数0.0045(kg-CH ₄ /GJ)
一酸化二窒素排出量計算式 式(C)	式(6)+式(7)
ガソリン 式(6)	ガソリン量(L)×燃費10(km/L)×N ₂ O排出量係数0.000029(kg-N ₂ O/km)
プロパンガス 式(7)	プロパンガス量(m ³)×1.8(kg/m ³)×発熱量0.0508(GJ/kg)×N ₂ O排出係数0.000090(kg-N ₂ O/GJ)
温暖化ガス排出量[kg-CO ₂] 式(8)	式(A)+21×式(B)+310×式(C)

間伐竹材をチップで粉砕しその場に廃棄する場合(シナリオ2)、兵庫県加西市の竹林で竹間伐後、チップで間伐竹を粉砕し肥料としてその場に撒くまでを範囲とする(図2)。

3. 温暖化排出量とコストの算出

各シナリオの温暖化ガス排出量を表1の計算式より算出した。使用したガソリン量を表1中の式(1)(4)(6)に、プロパン量を式(2)(5)(7)に入力し、二酸化炭素排出量[式(A)]、メタン排出量[式(B)]、一酸化二窒素排出量[式(C)]を求めた。メタンと一酸化二窒素を二酸化炭素に換算し、すべてを合計して温暖化ガス排出量とした。この結果、図3(a)よりシナリオ1とシナリオ2の温暖化ガス総排出量はそれぞれ23.3kg-CO₂、14.5kg-CO₂で、シナリオ2の方が、シナリオ1より温暖化ガス総排出量は小さい。また、両シナリオとも温暖化ガス排出量は輸送が大きく占めている。コストは、輸送とチップの燃料に使われるガソリンについては、平成25年12月16日に発表された兵庫県のガソリン代金157.1円を、間伐竹を炭化する際に用いられるプロパンガスのコストは498円/缶を3缶(0.75kg)用いた。この結果、図3(b)より、シナリオ1とシナリオ2のコストはそれぞれ2876円、934円となり、シナリオ2の方が、シナリオ1より安いことがわかった。

4. 水質浄化材による温暖化ガス排出量の抑制

前述の竹炭水質浄化材を実河川に適用した研究の成果を表2にまとめる¹⁾。実河川において竹炭5kgでBODを157.4kg/年、全窒素を27.6kg/年除去する。このBODと全窒素を自然の浄化作用により除去する場合には、

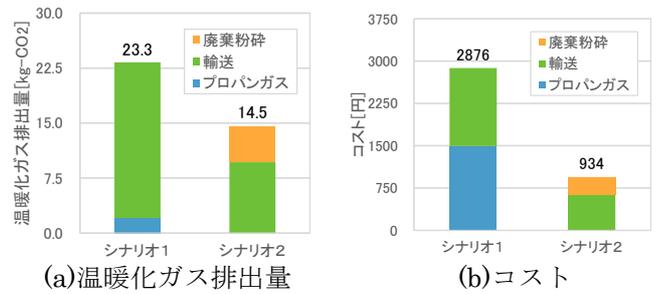


図3. 各シナリオの温暖化ガス排出量とコスト

表2. 平成22年度の竹炭水質浄化材の成果¹⁾

	BOD	全窒素
竹炭5kgの除去率[%]	4.699	5.402
平成22年度の各負荷量[kg/年]	3350.9	510.2
平成22年度の各除去量[kg/年]	157.4	27.6

各除去量にBODの排出係数0.060kg-CH₄/kg-BODと全窒素の排出係数0.0079kg-N₂O/kg-N₂をそれぞれ乗じて、温暖化ガス排出量に換算し算出する。その結果、265.9kg-CO₂となる。つまり、竹炭水質浄化材を設置することで、265.9kg-CO₂の温暖化ガス排出量を抑制できると同等の効果を持つと考えられる。この考えに基づくと、その効果は、シナリオ1で排出される温暖化ガス23.3kg-CO₂を上回っており、竹炭水質浄化材は、環境にとってプラスの効果をもたらすと考えられる。

5. おわりに

本研究では、本校で取り組まれている間伐竹材を用いた水質浄化材に関し、2つのシナリオを設定し、LCAの手法を用いて、環境に与える温暖化ガス排出量とコスト、また、竹炭水質浄化材によって抑制される温暖化ガス排出量を算出した。

今後は、竹を間伐せず竹林を放置した場合のリスクの検討と、竹炭水質浄化材と他の水質浄化材の効果を比較する。また、今回明らかになった各シナリオにおける温暖化ガス排出量を被害費用の原単位を用いて貨幣価値に換算することで、環境コストを算出し、竹炭水質浄化材の評価を行う。

6. 参考文献

- 1) 池田愛・神田佳一：竹炭を用いた河川水の有機物質除去に関する実験的研究、日本高専学会誌第18巻第3号、pp.15-20、2013
- 2) 環境省：温室効果ガス排出量計算のための算定式及び排出係数一覧、<https://www.env.go.jp>