

戦-8. LCA からみた公共緑地等バイオマスの資源利用システムに関する研究

研究予算：運営費交付金

研究期間：平 21～平 25

担当チーム：材料地盤研究グループ(リサイクル)

研究担当者：岡本誠一郎、宮本豊尚、桜井健介

【要旨】

地球温暖化対策等の観点から河川敷や道路植栽等の公共緑地等バイオマス利用のLCCO₂による評価手法を確立し、それを踏まえ持続可能な保全・管理技術やシステムを開発する必要がある。LCCO₂評価手法の試行のため、公共緑地の草木廃材の発生及び利用・処分の現状を把握し、調査すべきシステムと評価範囲を定めた。また、当所等の開発した建設発生木材を用いた木質爆砕物による法面緑化工法の温室効果ガス排出抑制効果を評価し、木質爆砕物 1t-dryをピートモス代替基盤材として利用した時には0.42t-CO₂の温室効果ガス抑制効果と推算した。
キーワード：LCA、公共緑地、バイオマス、法面緑化、温室効果ガス

1. はじめに

「京都議定書目標達成計画」¹⁾では、2008年から2012年の第1約束期間において、京都議定書の6%削減約束を確実に達成することが求められている。加えて、平成21年12月には、2013年以降の地球温暖化対策の国際枠組み（ポスト京都議定書）が協議された国連気候変動枠組み条約締約国会議（COP15）が開催され、「コペンハーゲン合意」²⁾に留意することが決定された³⁾。同合意では、世界全体としての長期目標として産業化以前からの気温上昇を2度以内に抑えることその他、附属書I国（先進国）は2020年の削減目標を、2010年1月31日までに記載事項を提出すること等を含んでおり、日本は、削減目標を、「90年比で言えば25%削減、ただし、すべての主要国による公平かつ実効性のある国際枠組みの構築及び意欲的な目標の合意を前提とする」^{4) 5)}としている。

また、「バイオマス・ニッポン総合戦略」⁶⁾において、地球温暖化の防止、循環型社会の形成、競争力のある新たな戦略点産業の育成などの観点からエネルギーや製品としてバイオマスを総合的に最大限に活用し、持続的に発展可能な社会をできる限り早期に実現することが強く求められている。

一方で、道路、河川、公園、ダムなどの管理のため、毎年定期的に広大な緑地の雑草の除草や多くの樹木の剪定、流木の回収などが行われている。例えば、全国の道路緑化樹木の本数は、2007年時点で、高木667万本、中低木16,153万本が存在している⁷⁾。国土交通省の109国道事務所、102河川事務所、17公園事務所、25ダム事務所に対して実施したアンケート結果によればこれら

の刈草は、熱量換算すると3.1PJ/年、剪定枝葉は0.17PJ/年相当と推算されている⁸⁾。また、国内の199ダムからは、概算で230TJ/年相当の流木が発生している⁹⁾。一般に、バイオマスは広く、薄く存在している上、水分含有量が多い、かさばる等の扱いづらいという特性のために収集が困難であることが、十分に活用されていない原因の一つである⁶⁾。しかし、道路、河川、公園、ダムなどの管理で発生するバイオマス（以下、公共緑地等バイオマスと呼ぶ）は、日ごろより草木が除草・剪定され、収集されており、比較的利用しやすいバイオマスと考えられ、有効利用が期待される。

そこで、本研究では、公共緑地等バイオマスを資源として位置づけ、恒久的に利用していくための保全・管理技術やシステムを提示することを目的とする。提示にあたっては、LCCO₂による公共緑地等バイオマス利用の評価手法を確立し、それを踏まえ、公共緑地等バイオマスの資源管理手法の提案することを目標とする。

2. 建設発生木材を用いた木質爆砕物による法面緑化工法の温室効果ガス排出抑制効果の評価

木質チップを爆砕処理した木質爆砕物は、繊維化するためにピートモスとよく似た性状の物性に改質されることに着目し、これまでに土木研究所、日本植生株式会社、ライト工業株式会社、東興建設株式会社は共同研究により、伐木や抜根材などの建設発生木材や剪定枝葉の木質爆砕物をピートモスの代替材料として法面緑化資材へ利用する工法（以下、「本工法」という）を開発した¹⁰⁾。これまでの研究では、本工法は導入木本植物の発芽・生育

は良好で、周辺環境より草本植物が侵入・定着することが確認されており、周辺環境に調和した緑化が期待できる結果となっている。本工法の環境への影響として温室効果ガス排出抑制効果について評価を実施した。

2. 1 評価方法

本工法の適用による温室効果ガス排出抑制効果を評価するため、木質爆砕物あるいはピートモスを吹き付け材として利用する2通りのシナリオを設定し、温室効果ガス排出量を推算し、両者を比較した。なお、両シナリオに共通の施工法面切土工、金網設置、吹き付け作業による温室効果ガスの排出は評価の対象としなかった。また、機材の製造や破棄による排出は計上しなかった。

(1) シナリオ1：木質爆砕物吹き付けシナリオ

切土等によって発生した抜根材を、100mm程度以下に破碎した後に、蒸煮爆砕処理の工場まで搬送し、蒸煮爆砕処理の後、抜根材の発生元まで搬送し、現地にて生育基盤材として吹き付け、基盤中で分解するまでとした。抜根材が基盤中で分解して生じる温室効果ガスは、処分時に生じていた温室効果ガスと相殺されるものと考え、有効利用時の分解による温室効果ガス排出量はゼロとした。蒸煮爆砕処理による温室効果ガスの排出は、試験機より使用電気を求め、製品化時に、排熱利用及び放熱ロス対策等により20%程度改善が見込めるものと仮定した。運搬にあたっては、抜根材の発生元から蒸煮爆砕処理の工場までの往復が主と思われ、工場は各地方に建設される場合を想定し、往復200kmの走行を計上した。設定条件は表-1のとおりとし、軽油、ガソリン、電力は文献¹¹⁾に基づいた。

表-1 シナリオ1における設定条件

項目	値	単位	参考文献
木材の含水率	38.6	%	実測
破碎処理に要する軽油量	9.44	L/t-wet	12)
運搬に要するガソリン量	0.100	L/t-wet/km	13)
蒸煮爆砕に要する電力量 ^{**}	792	kWh/t-wet	

* 最大積載量2000kgの業務用貨物車に2000kg積載した場合

** 試験機の実測値(2.7MPa、3分)の20%の改善を想定した場合

(2) シナリオ2：ピートモス吹き付けシナリオ

ピートモスの利用シナリオの設定は、文献¹⁴⁾に基づいた。すなわち、主要な採掘源のひとつであるカナダで採掘されたピートモスが、市場に流通し、生育基盤材として吹き付けられ、基盤中で分解するまでであり、土地利用変化、掘削・加工、運搬、分解に区分されている。土

地利用変化は、主にピートの掘削面以下の残存したピートの分解によっている。運搬は、大部分が北米内で利用されることを想定して計算された値をそのまま用いたため、日本への運搬時よりも少ない値となっている。分解は、ピートが炭素貯蔵庫として復元に成功しても2000年程度かかると推測される¹⁴⁾ことから、短期的には大気中の炭素量を増やすと考えられるため、基盤中で分解を計上している。

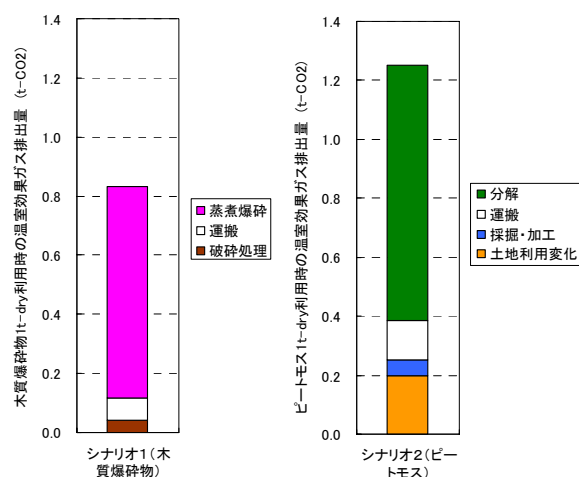


図-1シナリオ1(木質爆砕物利用)及びシナリオ2(文献¹⁴⁾に基づいたピートモス利用)の乾燥重量1t利用時の温室効果ガス排出量

2. 2 評価結果

シナリオ1(木質爆砕物)およびシナリオ2(ピートモス)の乾燥重量1tあたりの温室効果ガス排出量の推算結果を図-1に示した。木質爆砕物1t-dryをピートモス代替基盤材として利用した時には0.42t-CO₂の温室効果ガス抑制効果が得られると推算された。シナリオ1においては、蒸煮爆砕処理に伴う温室効果ガス排出が大部分を占めることから、さらなる改善が期待される。評価の精度向上のためには、機材の製造や破棄による排出の算出と蒸煮爆砕処理の製品化による改善の検証が必要である。

3. 公共緑地等バイオマスの有効利用および処分時のLCCO₂評価の試行

LCCO₂による公共緑地等バイオマス利用の評価手法の確立のため、公共緑地等バイオマスの有効利用または処分方法の各種シナリオについてLCCO₂を試算する。本年度は、発生及び利用・処分の現状を把握し、さらに既報より各プロセスのインプットおよびアウトプットに関する情報を収集し、試算すべきシステムの評価範囲を決定する。

3.1 公共緑地の草木廃材の発生及び利用・処分の現状

当所の昨年度の調査⁹⁾では、国土交通省管轄の緑地・樹木管理から発生する除草物および剪定物のエネルギー賦存量が明らかとなっている。また、一部の河川においては、人的利用の変化により河川高水敷の樹林面積が拡大していることが報告されている¹⁵⁾。

一般に、河川およびダム維持管理においては、巡視・点検を行なう前に、損傷や劣化箇所を発見しやすいように、施設周りの除草を行なっている。除草は施設の周囲幅 5m 程度を対象に梅雨期前と台風期前を含めて 2 回以上行なう¹⁶⁾。また、除草回数が少ない場合、例えば芝はチガヤ等のイネ科植物を経て雑草に遷移して、堤防の耐侵食強度が低下することも報告されている¹⁷⁾。除草された刈草は、清掃工場で焼却されたり、中間処理施設で破碎後に有効利用されたり、堆肥化されたりするほか、河川敷地内に存置し、土に還す場合がある。また、昨今、有効利用の推進の観点から、刈草や伐木の提供¹⁸⁾、¹⁹⁾等の取り組みがみられる他、提供情報をとりまとめウェブサイト上で周知する試みが行なわれている²⁰⁾、²¹⁾。

一方、道路緑化における管理では、道路植栽の良好な活着及び生育並びに機能の維持向上を図るとともに、道路交通の安全及び快適性確保を目的に行なわれている²²⁾。街路樹・公園樹の剪定枝の発生量は、一般廃棄物排出量のうち、約 1~3% となることが報告されている²³⁾。利用・処分においては、刈草同様、焼却されたり、堆肥化されたり²⁴⁾している。一方で、道路緑地の管理水準を低下させた場合に、苦情の増加等の弊害が生じているケース²⁵⁾が報告されている。

3.2 目的および調査範囲の設定

最終的なLCCO₂評価の目的は、異なるバイオマス利用システムの優劣の判断の一助とすることである。なお、本試行の目的は、各バイオマス利用システムのLCCO₂の概算の把握と今後の高精度化時に精査すべき箇所を明らかにすることである。

分析する機能単位は、ある対象地域における 1 年に発生する草木廃材の処分とした。処分に際し、有用物が発生する場合には、有用物の利用による化石資源の代替効果も含むものとした。

対象とするシステムは、除草される時点の刈草が安定的に処分されるまでとした。このシステムを「除草・剪定」、「集草・収集」、「積込・運搬」、「利用及び処分」の 4 つのプロセスに区切ることとした。「利用及び処分」は、表-2 とした。現状で使われている清掃工場および堆肥化施設、バイオマスボイラー保有施設に加え、今後利用される可能性のある開発中の方法 2 種（石炭火力発電

所²⁶⁾、²⁷⁾、²⁸⁾、下水処理場²⁹⁾、³⁰⁾) とした。各システムの境界は、図-2~6 のとおり設定した。

表-2 設定した利用及び処分方法

記号	搬送先	バイオマス変換方法	発生する有用物
A	清掃工場	燃焼	(無し)
B	ボイラー保有施設	燃焼	熱
C	石炭火力発電所	燃焼	電気
D	下水処理場	メタン発酵	メタンガス
E	堆肥化施設	堆肥化	堆肥

* 清掃工場は、発電および熱利用施設を持つ場合を想定し、それらは場内での必要エネルギーを補うのみに使われ、場外で利用可能なエネルギーは無いことから、発生する有用物は無しとした。

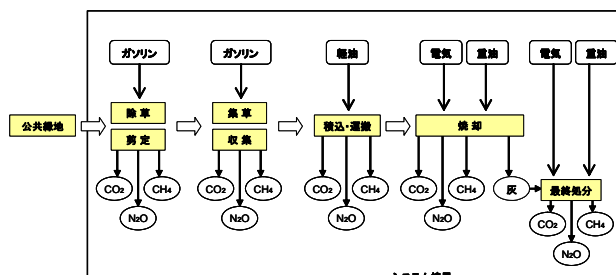


図-2 システム A (清掃工場) の境界

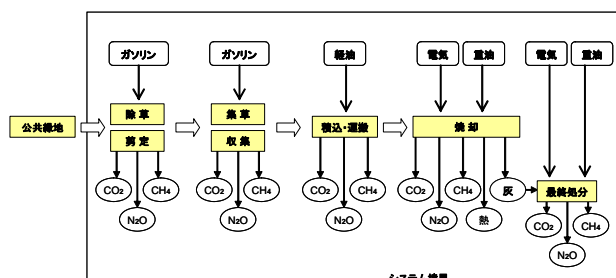


図-3 システム B (ボイラー保有施設) の境界

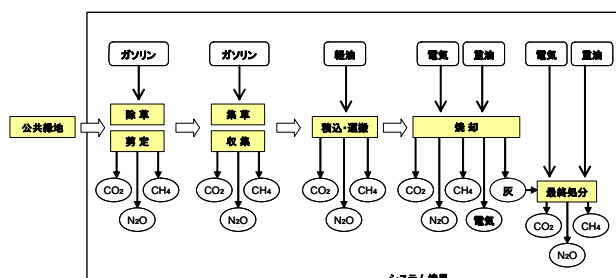


図-4 システム C (石炭火力発電所) の境界

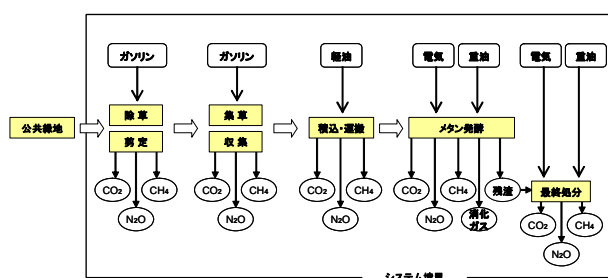


図-5 システムD (下水処理場)の境界

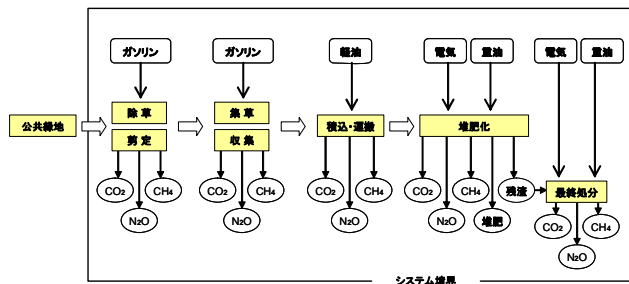


図-6 システムE (堆肥化施設)の境界

4. まとめ

本研究の成果は以下のとおりであった。

- 1) 当所等の開発した建設発生木材を用いた木質爆砕物による法面緑化工法の温室効果ガス排出抑制効果を評価したところ、木質爆砕物 1t-dryをピートモス代替基盤材として利用した時には 0.42t-CO₂の温室効果ガス抑制効果が得られると推算された。
- 2) 公共緑地等バイオマスの有効利用および処分時のLCCO₂評価のため、公共緑地の草木廃材の発生及び利用・処分の現状を把握し、調査すべきシステムと評価範囲を設定した。

参考文献

- 1) 京都議定書目標達成計画、閣議決定、平成17年4月28日策定、平成20年3月28日全部改定
- 2) UNFCCC, Copenhagen Accord, <http://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/107.pdf>
- 3) 環境省、報道発表資料「気候変動枠組条約第15回締約国会議(COP15)及び京都議定書第5回締約国会合(COP/MOP5)の結果について(お知らせ)」、平成21年12月21日、<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=11933>
- 4) UNFCCC, Appendix I - Quantified economy-wide emissions targets for 2020, http://unfccc.int/files/meetings/application/pdf/japanphaccord_app1.pdf
- 5) 環境省、報道発表資料「コペンハーゲン合意への賛同・排出削減目標の提出(お知らせ)」、平成22年1月26日、<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=12036>
- 6) バイオマス・ニッポン総合戦略、平成18年3月31日閣議決定
- 7) 国土交通省国土技術政策総合研究所：わが国の街路樹 IV、国土技術政策総合研究所資料 No.506、2009。
- 8) 独立行政法人土木研究所：公共事業由来バイオマスの資源化・利用技術に関する研究、平成20年度下水道関係調査研究年次報告書集、土木研究所資料4157号、2009。
- 9) 牧孝憲、高橋正人、落修一、三宅且仁、尾崎正明：全国のダム流木

発生量調査、土木学会論文集G、Vol.63 No.1、22-29、2007.1.

- 10) 牧孝憲、高橋徳、舛田智江、根本健児、落修一：“木質爆砕物の法面緑化資材としての利用”、土木学会論文集G、Vol. 62、No. 2、pp.220-228、2006
- 11) 環境省・経済産業省：算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧
- 12) 高知県：高知県木質資源エネルギー活用事業A(国内排出削減プロジェクトからのVER認証・管理試行事業) モニタリング計画書、http://www.4cj.org/document/jver/kochiA_MPprev.pdf
- 13) 経済産業省告示第六十六号、貨物輸送事業者に行わせる貨物の輸送に係るエネルギーの使用量の算定の方法、2006
- 14) Jullan Cleary, Nigel T. Roulet, Tim R. Moore : Greenhouse Gas Emissions from Canadian Peat Extraction, 1990-2000: A Life-cycle Analysis. J. Hum. Env.: 34(6) 456-461, 2005
- 15) 大石哲也、天野邦彦、人的利用が河川高水敷の地盤状態変化に及ぼす影響の定量的把握方法とその考察、水工学論文集、Vol.52, No.115, 2008.
- 16) 末次忠司編集、現場技術者のための河川構造物維持管理の実例、山海堂発行、2005.
- 17) 建設省土木研究所河川部河川研究室、洪水流を受けた時の多自然型河岸防衛工・粘性土・植生の挙動、土木研究所資料第3489号、1997.
- 18) 菅原崇之、本田英則、郡山出張所における有機物有効利用のとりくみ、平成20年度国土交通省国土技術研究会、2008.
- 19) 中田茂、コスト構造改革の取り組み堤防除草の刈草リサイクル、河川、701号、pp.59-61, 2004.
- 20) 北海道開発局、刈草バンク、http://www.hkd.mlit.go.jp/zigyoka/z_jigyoku/gijyutu/karikusa.html
- 21) 社団法人中央畜産会、河川敷資源活用WEB <http://jlia.lin.gr.jp/river/>
- 22) 社団法人日本道路協会、道路緑化技術基準・同解説、1988.
- 23) 川畑朋子、吉田登、金子泰純、日下正基、都市におけるせん定枝バイオマスの賦存量とそのリサイクル方策に関する調査分析、環境システム研究論文発表会講演集、第32巻、pp.243-247, 2004.
- 24) 社団法人道路緑化保全協会編著、植物発生材堆肥化の手引き、1998.
- 25) 沖縄電力、報道発表「具志川火力発電所における木質バイオマス混焼の本格運用開始について」、平成22年3月25
- 26) 関肖、一般国道298号(東京外かく環状道路)環境施設帯緑地の維持管理について、平成21年度国土交通省国土技術研究会、2009.
- 27) 杉谷敏夫、吉良雅治、大木良典、RPS法(新エネルギー促進法)への当社の取り組み、三菱重工技報、Vol.40, No.4, 2003.
- 28) 財団法人地球環境産業技術研究機構東京中央研究室、木質系バイオマスの石炭火力発電所への混燃技術の開発、2005.
- 29) 落修一、尾崎正明、干草と下水汚泥の中温・混合嫌気性消化法、土木学会論文集、Vol.2005, No.804, VII-37, 2005.
- 30) 落修一、南山瑞彦、鈴木穰、越智崇：木質に蒸煮・爆砕を施すことによる木質と下水汚泥との混合・嫌気性消化法に関する研究、下水道

戦-8 LCA からみた公共緑地等バイオマスの資源利用システムに関する研究

協会誌、vol.41、No.498、pp.97-107、2004

STUDY OF SUSTAINABLE SYSTEMS TO USE BIOMASS GENERATED FROM PUBLIC GREEN SITES

Budgeted : Grants for operating expenses

Research Period : FY2009-2013

Research Team : Materials and Geotechnical
Engineering Research Group
Research Group (Recycling)

Author : OKAMOTO Seiichiro

MIYAMOTO Toyohisa

SAKURAI Kensuke

Abstract : As countermeasures to mitigate global warming, it is necessary to develop a method of performing life cycle evaluation of CO₂ (LCCO₂), and based on this, technologies to sustainably conserve and manage public green sites, in order to use biomass generated by the maintenance of public green sites (i.e. dry riverbed, road planted zone and so on). Actual conditions of public green sites were clarified and systems which should be targeted and their boundaries were determined in order to develop the LCCO₂ evaluation method. Additionally, the effectiveness of greenhouse gas emission reduction of the thick layer spraying method utilizing steam-exploded waste wood chips developed by PWRI and collaborators was evaluated, confirming effectiveness of 0.42t-CO₂ when 1t-dry steam-exploded waste wood chips were introduced instead of natural peat moss.

Key words : LCA, public green site, biomass, thick layer spraying method, greenhouse gas