

## 戦-9. 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、桜井健介、堀尾重人

### 【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  $LCCO_2$  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。 $LCCO_2$  評価手法の試行のため、草木廃材を特徴に基づき分類し、「除草・剪定」、「集草・収集」、「積込・運搬」の各プロセスの詳細を決定した。キーワード：LCA、公共緑地、バイオマス、温室効果ガス

### 1. はじめに

「京都議定書目標達成計画」<sup>1)</sup>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」<sup>2)</sup>に留意することが決定された<sup>3)</sup>。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、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」<sup>4) 5)</sup>としている。また、2010 年 11 月 29 日から 12 月 10 日までメキシコのカンクンにおいて開催された COP16（気候変動枠組み条約第 16 回締約国会議）、CMP6（京都議定書第 6 回締約国会合）が開催され、COP では、「コペンハーゲン合意」に基づく、2013 年以降の国際的な法的枠組みの基礎になり得る、包括的でバランスの取れた決定が採択された。その一部として、同合意の下に先進国及び途上国が提出した排出削減目標等を国連の文書としてまとめた上で、これらの目標等を COP として留意することとなった。これにより、我が国が目指す、全ての主要排出国が参加する公平かつ実効的な国際枠組みの構築に向けて交渉を前進させることとなった<sup>6)</sup>。しかし、2008 年度における日本の温室効果ガスの総排出量は 12 億 8,600 万 t- $CO_2$  であり、2007 年度の排出量に比べ 6.4%減少したものの、依然として京都議定書の基準年総排出量を 1.6%

上回っている<sup>7)</sup>。

また、「バイオマス・ニッポン総合戦略」<sup>8)</sup>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利活用し、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<sup>9)</sup>。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<sup>10)</sup>。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<sup>11)</sup>。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<sup>8)</sup>。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、比較的に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、 $LCCO_2$  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. 公共緑地等バイオマスの有効利用および処分時のLCCO<sub>2</sub>評価の試行

LCCO<sub>2</sub>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 LCCO<sub>2</sub>を試算する。平成 21 年度は、公共緑地の草木廃材の発生及び利用・処分の現状について調査し、LCCO<sub>2</sub>評価の目的および調査範囲の設定を行った。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-1 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<sup>12)・13)・14)</sup>、下水処理場<sup>15)・16)</sup>とした。各システムの境界は、図-1～5 のとおり設定した。

平成 22 年度は、草木廃材を特徴に基づき分類し、「除草・剪定」、「集草・収集」、「積込・運搬」の各プロセスの詳細を決定した。

表-1 設定した利用及び処分方法

| 記号 | 搬送先      | バイオマス<br>変換方法 | 発生する有<br>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にのみ使われ、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。

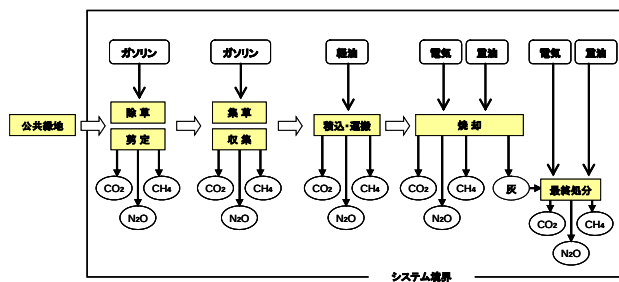


図-1 システム A (清掃工場) の境界

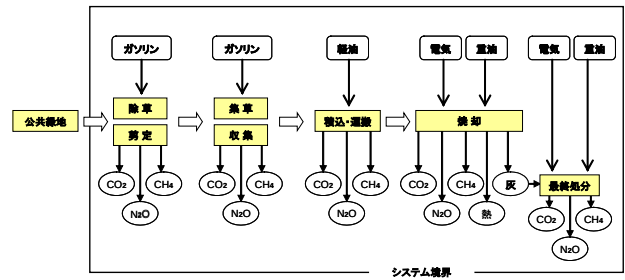


図-2 システム B (ボイラー保有施設) の境界

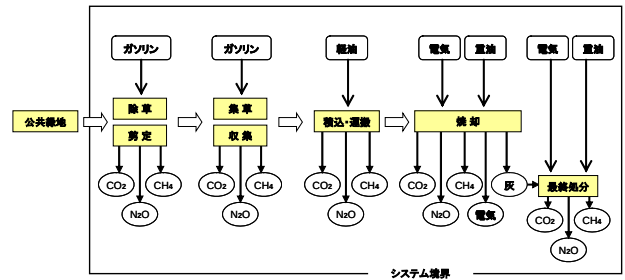


図-3 システム C (石炭火力発電所) の境界

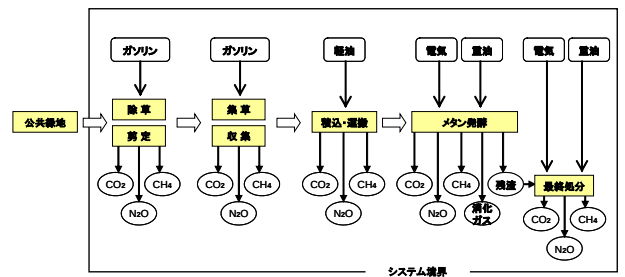


図-4 システム D (下水処理場) の境界

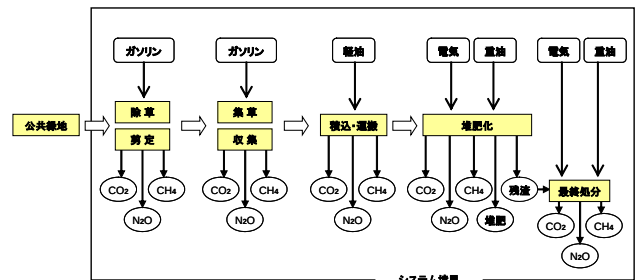


図-5 システム E (堆肥化施設) の境界

### 2. 1 草木廃材の分類

草木廃材は、それらの含水率や熱量の差異から、草本類と木本類に分けることとした。草本類は、「即日回収した刈草」、「2 日以上乾燥させて回収した刈草」で分類することとした。剪定枝は、道路事業からの発生が主であり、乾燥を行う場所の確保が困難であり、乾燥されないと考えられるため、即日収集のみとした。それぞれの含水率及び強熱減量は文献<sup>19)・20)</sup>のデータより、表-2 のとおり計算された。なお、刈草の値は、文献<sup>19)</sup>では河川事業

で発生した草木廃材の値が採取されたが、河川事業で発生する草木廃材のほとんどが草本類であるため、上記の値を用いることとした。また、刈草（2 日以上乾燥）の値は、数日間存置させるなどして乾燥後に回収させた場合の値を用いることとした。

表-2 各草木廃材の含水率および強熱減量

| 施工場所        | 含水率<br>(%-全重量) | 強熱減量<br>(%-乾燥重量) | 参考<br>文献 |
|-------------|----------------|------------------|----------|
| 刈草（即日回収）    | 58.6±20.3      | 88.8±4.4         | 15)      |
| 刈草（2 日以上乾燥） | 26.6±19.1      |                  |          |
| 剪定枝         | 60.9±5.7       | 89.8±6.2         | 16)      |

\* 表中の数値は、平均値±標準偏差を示す。

## 2. 2 「除草・剪定」、「集草・収集」、「積込・運搬」プロセスの種類

草本類の「除草」は、文献<sup>19),20),21)</sup>を参考にすることとし、「道路」、「河川」、「公園」に分けることとした。除草の方法は、文献<sup>19),20)</sup>より、表-3 の方法がありうる。なお、飛び石防護とは、道路脇除草の際、除草時に小石やビンなどの異物が飛び散る場合があるので、これを防止するためシートやベニヤ板で飛散防止対策を行ない、人や車等に当たらないよう対策することである。

表-3 各施工場所における除草方法の種類

| 施工場所 | 除草の種類            |
|------|------------------|
| 道路   | 人力               |
|      | 肩掛式(飛び石防護有り)     |
|      | 肩掛式(飛び石防護無し)     |
| 河川   | ハンドガイド式(刈幅150cm) |
|      | 人力               |
|      | 肩掛式              |
|      | ハンドガイド式(刈幅95cm)  |
|      | ハンドガイド式(刈幅150cm) |
|      | 大型自走機(ロングリーチ式)   |
|      | 遠隔操縦式(刈幅120cm)   |
|      | 遠隔操縦式(刈幅185cm)   |
| 公園   | 大型自走機(履帯式)       |
|      | 人力               |
|      | 肩掛式              |
|      | ハンドガイド式(刈幅95cm)  |
|      | ハンドガイド式(刈幅150cm) |

木本類の「剪定」は、同様に、「道路」、「河川」、「公園」に分けることとした。樹木の種類、選定方法の剪定の方法は、文献<sup>18),19)</sup>より、表-4 の方法がありうる。なお、樹木の種類玉物とは樹木数本を寄植して、球形に仕立てているものである。

表-4 各施工場所における樹木の種類と剪定方法の種類

| 施工場所 | 樹木の種類    | 除草の種類              |
|------|----------|--------------------|
| 道路   | 高木       | 人力                 |
|      | 中低木 単独物  | 人力                 |
|      | 中低木 寄植え  | 人力                 |
| 河川   | 高木       | 人力                 |
|      | 中低木 単独物  | 人力                 |
|      | 中低木 寄植え  | 人力                 |
| 公園   | 高中木 基本剪定 | 人力                 |
|      | 高中木 軽剪定  | 人力                 |
|      | 低木 寄植    | 人力                 |
|      |          | 機械刈(バリカン式刈込機1.2ps) |
|      | 低木 玉物    | 人力                 |
|      | 生垣       | 人力                 |
|      |          | 機械刈(バリカン式刈込機1.2ps) |

草本類の「集草」については、文献<sup>19),20)</sup>より、「道路」、「河川」、「公園」のいずれも「人力」および「集草機ハンドガイド式(集草幅 160cm)」があった。また、木本類の「収集」については、「剪定」を含めて取り扱われていた。

「積込」については、草本類・木本類の区別は無く、人力として取り扱われていた。「運搬」については、文献<sup>19),21)</sup>より、表-5 の種類が取り扱われていた。

表-5 各施工場所における運搬の種類

| 施工場所 | 運搬の種類                |
|------|----------------------|
| 道路   | トラック2t               |
|      | パッカー車4m <sup>3</sup> |
| 道路   | トラック2t               |
|      | パッカー車8m <sup>3</sup> |
| 公園   | トラック2t               |

「除草・剪定」、「集草・収集」、「積込・運搬」については、以上の方法を基に原単位を設定することとした。さらに、「利用及び処分」については、既存モデルの比較及び精査、実施ヒアリングを行った。今後は、「利用及び処分」についても原単位を作成し、フィールドを設定し、評価の試行を実施する予定である。

## 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/l07.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/pre>

- ss.php?serial=11933
- 4) UNFCCC, Appendix I - Quantified economy-wide emissions targets for 2020, [http://unfccc.int/files/meetings/application/pdf/japan\\_cphaccord\\_app1.pdf](http://unfccc.int/files/meetings/application/pdf/japan_cphaccord_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について（お知らせ）」、平成 22 年 1 月 26 日、<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=12036>
- 6) 環境省報道発表資料 気候変動枠組条約第 16 回締約国会議（COP16）及び京都議定書第 6 回締約国会合（COP/MOP6）の結果について（お知らせ）平成 22 年 12 月 13 日 <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=13255>
- 7) 環境省 HP 2008 年度（平成 20 年度）の温室効果ガス排出量（確定値）について <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/2008ghg.pdf>
- 8) 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
- 9) 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.
- 10) 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.
- 11) 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.
- 12) 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.
- 13) 杉谷敏夫、吉良雅治、大木良典、RPS 法（新エネルギー促進法）への当社の取組み、三菱重工技報、Vol.40, No.4, 2003.
- 14) 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.
- 15) 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, V II-37, 2005.
- 16) 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、下水道協会誌、vol.41、No. 498、pp.97-107、2004
- 17) 独立行政法人土木研究所：公共緑地・樹木の管理に由来する草木系バイオマスデータ集、土木研究所資料第 4145 号、2009.
- 18) 独立行政法人土木研究所：草木系バイオマスの組成分析データ集、土木研究所資料第 4095 号、2008.
- 19) 財団法人日本建設情報総合センター：土木工事標準積算基準書（河川・道路編）、財団法人建設物価調査会発行、2009
- 20) 公園緑地維持管理研究会：公園・緑地の維持管理と積算、財団法人経済調査会発行、1991
- 21) 風間伸造：造園修景積算マニュアル、財団法人建設物価調査会発行、1993

## 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 (Recycling Research  
Team)

**Author** : OKAMOTO Seiichiro

SAKURAI Kensuke

HORIO Shigehito

**Abstract** : As countermeasures to mitigate global warming, it is necessary to develop a method of performing life cycle evaluation of CO<sub>2</sub> (LCCO<sub>2</sub>), 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). In order to develop the LCCO<sub>2</sub> evaluation method, types of green waste were classified as flesh-cut grasses, dried grasses, or cut branches and leaves. Additionally, components of each process (pruning, collecting and transport) were shown in this report.

**Key words** : LCA, Public Green Site, Biomass, Greenhouse Gases