

【論文記号：B-3a/ネット版】

セルロース系包装材料としてのバガスパルプの LCI 評価

(初出：2009.10／開示：2023.07)

NPO 法人非木材グリーン協会

中島庸佑・守屋浩・門屋卓

東京都中央区日本橋蛸殻町 1-32-9 深山ビル 302

電話：03-5643-5628、ファックス：03-5643-5638

E-Mail: info@himokuzai.org

<https://www.himokuzai.org/>

報文

紙系包装材料としてのバガスパルプの LCI 評価

NPO 法人非木材グリーン協会 中島庸佑、守屋 浩、門屋 卓

要旨

セルロース繊維（紙）系包装材料という観点から2つの製紙原料すなわちバガスパルプとユーカリパルプの LCI 評価を行なった。

バガスは熱帯および亜熱帯地域で栽培されたサトウキビから砂糖を採取した後の残渣で、地球温暖化に対応した 21 世紀のセルロース繊維系資源として注目されている。2003 年よりタイでは製糖工場に隣接して 100,000 BDmt (Bone Dry metric ton)/年のバガスパルプ工場が生産を開始し、さらにバガスパルプを用いた食品用パルプモールド工場などが稼動し、わが国にも輸出されている。一方、以前より輸入製紙原料の一つとして、西オーストラリアで植林されているユーカリ材をチップ状にしてわが国が輸入し、製紙用パルプとして大量に用いられている。

これらの製紙原料などが最近のカーボンフットプリントという観点でどのくらい相違があるかについて LCI 評価を行なった。

両者のパルプ生産量を 100,000 BDmt/年とし、これらの生育に必要な植物資源量を算出し、この生態系が吸収・放出する CO₂ を算出、さらにこれをパルプ工場へ搬送するための CO₂、パルプ製造工程で排出する CO₂、現地より日本に資材を輸送した場合の CO₂ などについて 5 段階の条件を設定し、調査を行った結果を分析し、LCI の資料を作成した。

その結果、CO₂ 放出量はバガスパルプでは 165,209t-CO₂/年に対し、ユーカリパルプでは 185,216 t-CO₂/年となった。また、CO₂ 吸収量はバガスパルプでは 367,500t-CO₂/年に対しユーカリパルプでは 294,548t-CO₂/年となった。

今後、各種容器・包装のカーボンフットプリントを求めるにあたって、主要な包装材料であるセルロース繊維系材料の CO₂ 吸収・放出量を把握することが必要になってくる。本報告はこのような背景をふまえて解析した結果について報告している。

キーワード： LCI、バガスパルプ、ユーカリパルプ、包装材料、栽培、加工、輸送、CO₂、カーボンフットプリント

* (連絡先)

* NPO 法人 非木材グリーン協会 〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町 1-32-9
深山ビル 302 TEL, 03-5643-5628 FAX, 03-5643-5638
e-mail: info@himokuzai.org

1.はじめに

人間の生活・文化・産業の必需品である紙製品は、生活水準の向上に伴い、包装材を含め大量に消費され続けています。紙製品は、持続可能なカーボンニュートラル素材であり、環境に優しいという特徴があります。しかし、木材資源には限りがあり、木材や森林以外の新たな資源の確保が急務となっています。

そこで、わら、竹、葦、ジュート、バガスなど、非木材繊維作物に分類される植物の利用が注目されています。

非木材繊維作物の包装材への利用については、国内でもいくつかの文献（参考文献 3～5）が報告されています。また、2000 年以降、ユーカリチップやバガスパルプなどの輸入原料や国産古紙について、紙パルプ製造分野での LCA 評価の文献（参考文献 6～9）がいくつか発表されています。しかし、これらの文献には、不確かな事実や情報が含まれていることが多くあります。

現在、LCA の新しい姿であるカーボンフットプリント（CPF）の議論が世界的に盛んになってきています。そのため、包装材を含む紙パルプ製品における CO₂ 吸収・放出量の算出は不可欠であります。

以上のような理由から、本稿では、新たな非木材資源の一つであるバガスパルプの LCI 評価について説明・情報提供することを意図しています。

バガスは、製糖工場でサトウキビを粉砕・抽出した後に廃棄される繊維状の残渣です。サトウキビ（*Saccharum officinarum*）は熱帯・亜熱帯で栽培されており、21 世紀の新しいセルロース資源・バイオ燃料原料として期待されています。

EPPCO 社は 2003 年から年産 100,000 Bdmt のバガスパルプ工場を稼働させています。この工場はタイの製糖工場に隣接しており、漂白された化学バガスパルプは、日本をはじめ世界各国に輸出され、様々な紙製品に利用されています。

NWGP（NPO 法人 非木材グリーン協会）は 2005 年から EPPCO 社と協力関係にあり、バガスパルプ製造に関する多くの詳細な技術データを入手できる立場にあります。

本稿では、バガスパルプとユーカリ資源パルプの LCI 比較評価について説明・考察します。

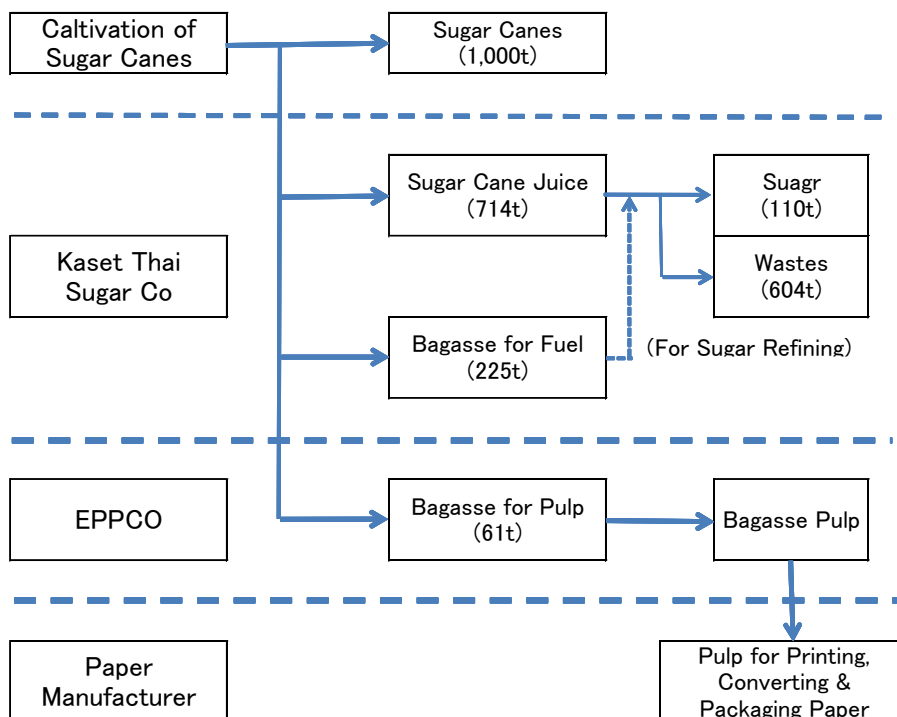
2.Kaset Thai Sugar Mill と EPPCO Pulp Mill のワークフロー・プロセス

バガスとは、サトウキビから砂糖を製造する際に出る残渣のことです。タイにおけるサトウキビの生産量は世界第 4 位であり、毎年膨大な量のバガスが排出されています。主に燃料として消費されますが、一部は繊維資源として利用されています。製紙用バガスの大きなネックは、ピス（pith:海綿状柔細胞からなる髓）の含有量が多いことです。その含有量はバガスの重量に対して約 25%にもなります。

EPPCO 社は、タイの Ekalack グループの一つで、ナコンサワン州にある Kaset Thai Sugar

Co.のバガスを十分に脱ピス化した化学バガスパルプを提供しています。このパルプは、板紙、印刷紙、ナプキンなどの製造に適しています。また、100%バガスパルプのパルプモールドやプレートなど、包装材料にも応用されています。

Fig 1.Workflow of Kaset Sugar Co and EPPCO Pulp Mill & Conversions



*1,000tのサトウキビは、サトウキビ搾汁液714t、バガス286t（燃料用225t、パルプ資源用61t）から構成されると経験的に想定されています（上図参照）。

3.バガスパルプとユーカリパルプの LCI 評価の実施基準

2種類の紙パルプの LCI 評価を行うための基準として、以下のような条件を設定しました。

- バガスパルプ：製糖工場で脱ピス化されたサトウキビの残渣をコンベアでバガスパルプ工場に送り、紙パルプに加工し、日本へ送って消費されます。
- ユーカリパルプ：ユーカリの木は西オーストラリア州に植林され、収穫期間は10年です。
- ユーカリの成長速度は約11.0 BDmt/ha/年で、収穫されたユーカリは現地で木材チップとして加工されます。このユーカリチップは日本に送られ、紙パルプに加工され消費されます。
- 両パルプの比較は、同じ生産規模である年間10万 BDmtで行いました。

e) 両パルプ工場におけるパルプ生産に伴う CO₂放出量の合計は、5つのステージで計算されています。栽培・植林、原料生産、パルプ化、輸送の各ステージに関連します。

[ステージ 0]は、タイでサトウキビを栽培する系（システム）、西オーストラリアでユーカリを植林する系（システム）です。

[ステージ 1]は、原料を工場に輸送し、バガスの脱ピス化（タイ）、ユーカリのチップ化（オーストラリア）などの前処理を行う系（システム）です。

[ステージ 2]は、オーストラリアでのユーカリチップの現地輸送、オーストラリアから日本への海上輸送、陸揚げ港から日本のパルプ工場までの現地輸送を行う系（システム）です。

[ステージ 3]は、タイでバガスを、日本のパルプ工場でユーカリチップをそれぞれパルプ化する系（システム）です。

[ステージ 4]は、タイでのバガスパルプの現地輸送、タイから日本への海上輸送、日本での現地輸送を行う系（システム）です。

バガスパルプの製造工程は、以下の設備で構成されています（参考までに示します）。

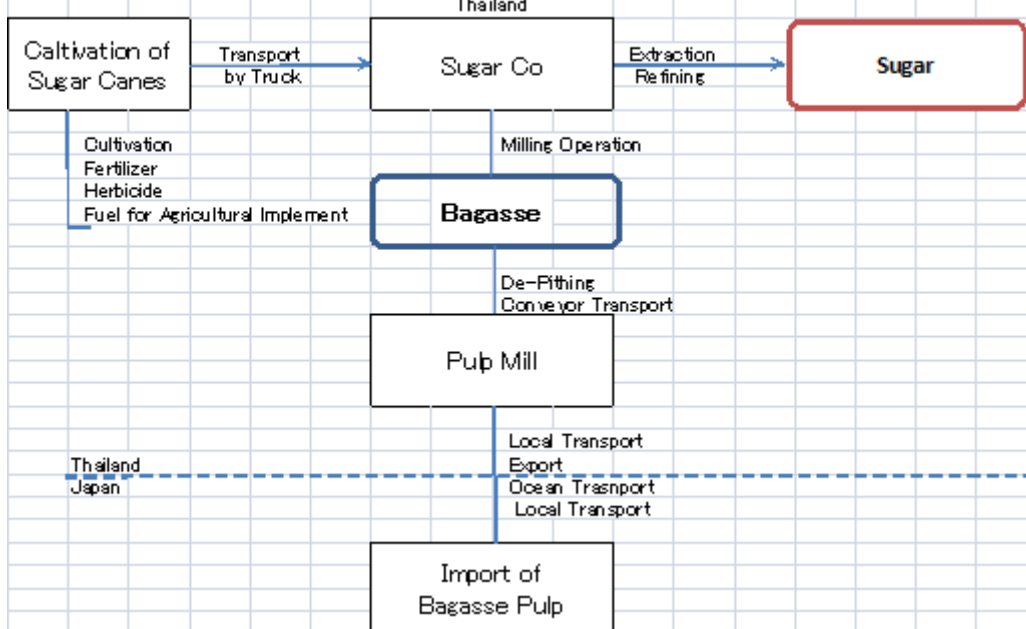
- ・バガス湿式貯蔵装置
- ・ソーダ蒸解プロセス
- ・ECF（エレメンタルクロリンフリー：無塩素）漂白工程
- ・完全ケミカル回収システム（回収ボイラーを含む）。
- ・20MW タービン発電機と 3.5MW モーター発電機による発電所。
- ・電気集塵機付き石炭火力発電ボイラー2基
- ・メタンガス発生装置付き廃水処理装置
- ・完全配電制御システム

一方、ユーカリパルプは、従来の硫酸法にて製造されており、その運転データはすでに発表されている文献（参考文献 4~5 及び 18）から入手可能です。

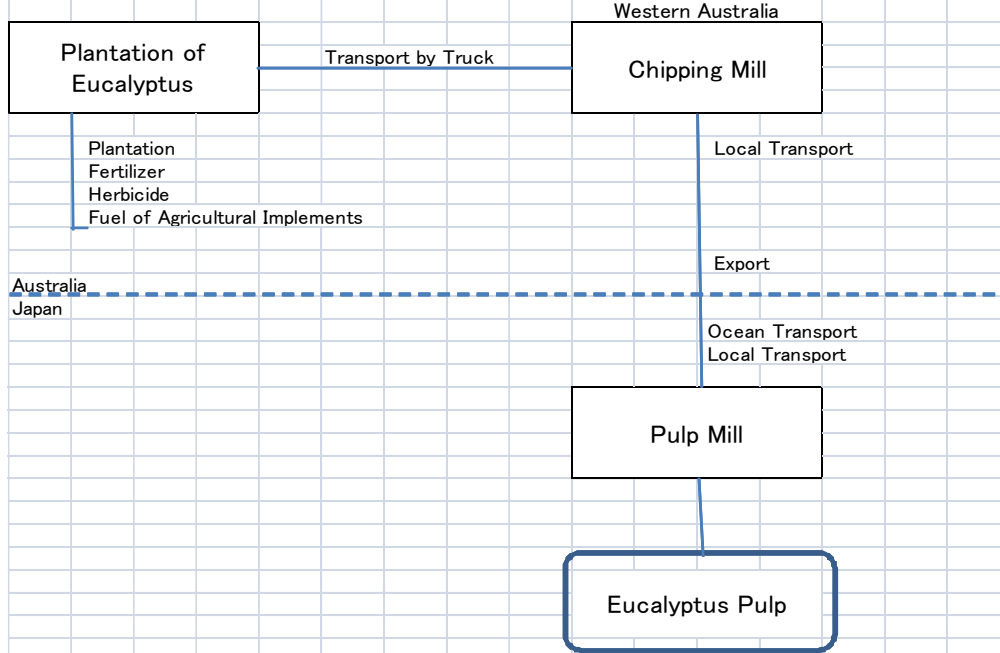
図 2 は、バガスパルプとユーカリパルプの LCI を分析するための基準のフロー図です。詳細については、次節で説明します。

Fig.2 Criteria to calculate LCI of Two Pulps

(1) Flow of Bagasse Pulp



(2) Flow of Eucalyptus Pulp



4. サトウキビの栽培とユーカリの植林の比較

まず、パルプ生産に必要なバイオマス資源量 10 万 BDmt/年、サトウキビ栽培とユーカ

り植林のための肥料・除草剤・農機具燃料をそれぞれ算出する必要があります。

表1にサトウキビ栽培とユーカリ植林の主な比較条件を示します。

それぞれ10万BDmt/年のパルプを製造するために必要な両バイオマス資源の量は、サトウキビが409万8361BDmt/年、ユーカリが20万BDmt/年と算出しました。栽培・植林面積は、サトウキビが61,170ha、ユーカリが18,182haとなります。計算の基礎となるデータを備考に示します。

| 表1 サトウキビ栽培とユーカリ植林との比較 | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| サトウキビの栽培 | ユーカリの植林 |
| ① バガスパルプの生産量 100,000BDmt/年 (300BDmt/日×333日) | ① ユーカリパルプの生産量 100,000BDmt/年 (300BDmt/日×333日) |
| ② パルプ化収率40% (脱ピス化、蒸解、除塵、漂白、シート化の収率) | ② パルプ化収率50% (チップ化、蒸解、除塵、漂白、シート化の収率) |
| ③ 原料バガスの総量: 250,000BDmt/年 | ③ 原料ユーカリの総量: 200,000BDmt/年 |
| ④ サトウキビとバガスのバランス: サトウキビ1,000tから286tのバガスが排出され、225tが砂糖抽出のために精製される。バガス61tがパルプ製造に使用される。 | ④ ユーカリの生育量は11.0 BDmt/ha/年 |
| ⑤ パルプ用バガス61tは、サトウキビ1000tに相当します。 | ⑤ 必要植栽面積は18,182ha |
| ⑥ 必要なサトウキビの量は4,098,361BDmtです。 | ⑥ 植林に必要な肥料は400t |
| ⑦ サトウキビの生育率は67.0t/ha、含水率73% (7ヶ月)、出生乾燥重量は18.1BDmt/ha | ⑦ 除草剤使用量 16.4t |
| ⑧ プロジェクトに必要な耕作面積: 61,171ha | ⑧ 軽油消費量 23.273L |
| ⑨ 肥料の消費量は194t | |
| ⑩ 除草剤使用量 3.4t | |
| ⑪ 軽油の消費量 5,821L | |
| 備考 | |
| バガスパルプ | ユーカリパルプ |
| ② $0.8 \times 0.53 \times 0.955 \times 0.99$ | ② $0.97 \times 0.545 \times 0.965 \times 0.99$ |
| ③ $100,000t \div 0.4$ | ③ $100,000t/\text{年} \div 0.5$ |
| ④ 参考文献 13 | ④ 参考文献 12 |
| ⑥ $250,000t \times 1,000/61$ | ④ $200,000t \div 11.0t/\text{ha}$ |
| ⑦ 参考文献 20 | ⑥ $18,182\text{ha} \times 22\text{kg}/\text{ha}$ |
| ⑧ $4,098,361t \div 67.0 = 61,170\text{ha}$ | ⑦ $18,182\text{ha} \times 0.9\text{kg}/\text{ha}$ |
| ⑨ $61,170\text{ha} \times 52\text{kg}/\text{ha} \times 61/1,000$ | ⑧ $18,182\text{ha} \times 1.28\text{L}/\text{ha}$ |
| ⑩ $61,170\text{ha} \times 0.9\text{kg}/\text{ha} \times 61/1,000$ | |
| ⑪ $61,170\text{ha} \times 1.56\text{L}/\text{ha} \times 61/1,000$ | |

5. サトウキビとユーカリの成長段階でのCO₂吸収量の比較

両資源のCO₂吸収量は、サトウキビとユーカリの成長速度に147gCO₂/100g-biomassの係数を乗じて算出しました。なお、光合成量とバイオマス生産量に関する参考文献は、公表された論文(11及び17)によります。サトウキビは18.1BDmt/ha、ユーカリは11.0BDmt/haの生育量です。

サトウキビの栽培面積とユーカリの植林面積によるCO₂吸収量を比較したのが表2です。基本的な計算データは「備考」に記載しています。

表2. サトウキビとユーカリの成長段階でのCO₂吸収量との比較

| サトウキビの栽培 | ユーカリの植林 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 年間の栽培単位に対するCO ₂ 年間吸収量は、係数×栽培速度で算出されます。 26.607 t・CO ₂ /ha | ①植林地単位での年間CO ₂ 吸収量は、係数×生育率で算出されます。 16.2 t・CO ₂ /ha |
| ②サトウキビが吸収したCO ₂ の総量は2,385,738 t・CO ₂ です。 | ②植栽面積におけるCO ₂ 吸収量は294,548 t・CO ₂ です。 |
| ③3項目でのCO ₂ 吸収量； | |
| 砂糖 662,705 t・CO ₂ | |
| 燃料用バガス 1,355,534 t・CO ₂ | |
| パルプ用バガス 367,500 t・CO ₂ | |
| 合計 2,385,738 t・CO ₂ | |
| 備考 | |
| サトウキビ | ユーカリ |
| ① 参考文献 17 18.1 t/ha×147g/100g | ① 11.0 t/ha×147g/100g |
| ② サトウキビの必要総量； 250,000×1,000t/61t=4,098,361 t | 参考文献 17 ② 18,182ha×16.2t/h |
| 項目別のサトウキビの合計； | |
| 砂糖 4,098,361t×110/1,000t=450,820 t | |
| 燃料用バガス 4,098,361t×225t/1,000t=922,131 t | |
| パルプ用バガス 4,098,361t×61t/1,000t = 250,000 t | |
| 合計 1,622,951 t | |
| CO ₂ 吸収量 1,622,951t×147/100=2,385,738 t・CO ₂ | |
| ③項目別CO ₂ 吸収量 | |
| 砂糖 450,820 t×147/100 = 662,705 t・CO ₂ | |
| 燃料用バガス 922,131 t×147/100 = 1,355,533 t・CO ₂ | |
| パルプ用バガス 250,000 t×147/100 = 367,500 t・CO ₂ | |
| 合計 2,385,738 t・CO ₂ | |

6. バガスの脱ピス化とユーカリの木のチップ化

バガスは通常、繊維が約40%、ピス（柔細胞）が約25%、導管が約35%含まれています。

バガスのパルプ化の大きな障害は、バガス中のピス含有量が高く、バガス重量の約 25%を占めていることです。ピス（柔細胞）は製紙用としては価値がなく、パルプ化する際に多くの化学薬品を消費します。ピスは、パルプ化の前に機械的に除去するのが最適です。この工程は、脱ピス化作業の前にバガスを貯蔵しておき、部分的に発酵させることで促進させることができます。

表 3 は、バガスの脱ピス化とユーカリの木のチップ化の概要を示しています。バガスのピス除去に要する電力は 6,250,000kwh、ユーカリのチップ化に要する電力は 6,100,000kwh であることが分かっています。なお、脱ピス化処理とチップ化の詳細については、参考文献をご参照ください。

| サトウキビの脱ピス化 | ユーカリのチップ化 |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| ① サトウキビ農場から製糖工場までのサトウキビの現地輸送距離：24km | ① ユーカリチップの現地輸送距離 植林地からチップ工場までの距離：80km |
| ② ピスの含有率は25%です。 パルプ工場での脱ピス化でほぼ除去されます。 | ② ユーカリチップの使用量は200,000 BDmtです。 |
| ③ 必要なバガス量は 250,000 BDmt です。 | ③ チッピングに要する燃料消費量 451,200L |
| ④ 脱ピス化率は20%、脱ピス化量は50,000t | ④ チッピングの歩留まりは96% |
| ⑤ 脱ピスに使用する電力は 6,250,000kwh | ⑤ チッピングにかかる消費電力は6,100,000kwh |
| ⑥ バガスは製糖工場からパルプ工場へベルトコンベアで搬送されます。 ベルトコンベアの消費電力は 25,000kwh | |
| 備 考 | |
| サトウキビ | ユーカリチップ |
| ① 概算数値 | ① 参考文献 18 |
| ③ 100,000t÷0.4 | ② 100,000t÷0.5 |
| ④ 250,000 BDmt×20% | ③ 参考文献 15,18 |
| ⑤ 250,000BDmt×25.0kwh/BDmt | ⑤ 200,000 BDmt×30.5kwh/BDmt |
| ⑦ 250,000BDmt×0.1kwh/BDmt | |

7. バガスパルプとユーカリチップの輸送について

バガスパルプとユーカリチップの輸送に関する分析データを表 4 に示します。

バガスパルプは、パルプ工場からタイの海港に輸送され、コンテナ船で日本へ輸出されます。

また、ユーカリチップは、チップ工場から西オーストラリアの海港に輸送され、日本のパルプ工場のチップヤードにばら積みで輸出されます。

それぞれの輸送条件を複数のデータから推定し、輸送にかかる燃料消費量を計算すると、表 4 のようになります。

表 4. バガスパルプとユーカリチップの輸送条件の比較

| バガスパルプの輸送 | ユーカリチップの輸送 |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| ①パルプ工場から港までの現地輸送について タイの港までの輸送距離： 200km | ①西オーストラリア州のチップ工場から 港までの現地輸送： 80km |
| ②20tコンテナトラックの燃料消費量； 0.543L/km | ②15tトラック積載量： 21.8m ³ ③チップ重量：0.455t/m ³ チップ容積：2.2m ³ /t |
| ③20tコンテナトラックの積載重量： 17.6t (200kg/bale×88bales) | ④15tトラックの積載重量： 9.92t |
| ④燃料消費量単位： 0.0309L/km,t | ⑤トラックの燃料消費量： 0.37L/km |
| ⑤陸上輸送の燃料消費量： 618,000L | ⑥燃料消費量単位： 0.0373 L/km |
| ⑥タイから日本までの海上輸送距離： 6,000km | ⑦チップの総重量： 200,000 BDmt ⑧陸上輸送の燃料消費量 596,800 L |
| ⑦ベールドパルプ量： 1.54m ³ /t | ⑨日本までの輸送距離： 13,000km |
| ⑧海上輸送の燃料消費単位： 2.33g/km,t | ⑩チップの重量に対する体積： 2.2m ³ /t |
| ⑨パルプの総重量： 100,000 t | ⑪海上輸送の燃料消費量： 3.33g/km |
| ⑩海上輸送の燃料消費量 1,398t | ⑫海上輸送の燃料消費量： 8,658t |
| ⑪重油の比重： 0.95t/kL | ⑬重油の比重： 0.95t/kL |
| ⑫海上輸送における重油の総消費量： 1,472kL | ⑭海洋輸送における重油の総消費量： 9,114kL |

備考

| バガスパルプ | ユーカリチップ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| ①~④参考文献 18 (概算) | ①~⑤参考文献 18 |
| ⑤0.0309L/km-t×200km×100,000t | ⑥0.37 L /km ÷ 9.92t |
| ⑥~⑧参考文献 18,19 | ⑧ 0.0373L/km×80km×200,000t |
| ⑦バガスパルプ梱包サイズ 0.7m×0.8m×0.55m、容積=0.308m ³ 乾燥重量=200kg/梱包 0.308m ³ /200kg=1.54m ³ /t | ⑩1,000t/13,000km/25,000t ⑫3.33g/km,t×13,000km×200,000t ⑭8.658t÷0.95t/L |
| ⑧3.33g/km/t (ユーカリ) の単位を使用し、バガスの単位はm ³ /tに基づき算出。 3.33g/km/t×1.54/2.20=2.33g/km,t | |
| ⑩2.33g/km/t×6,000km×100,000t | |
| ⑫1,398t÷0.95t/kL | |

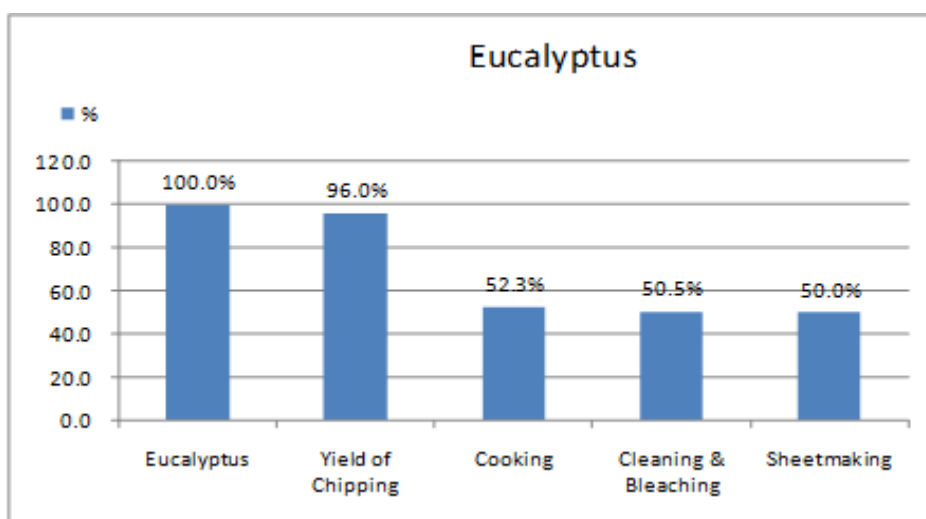
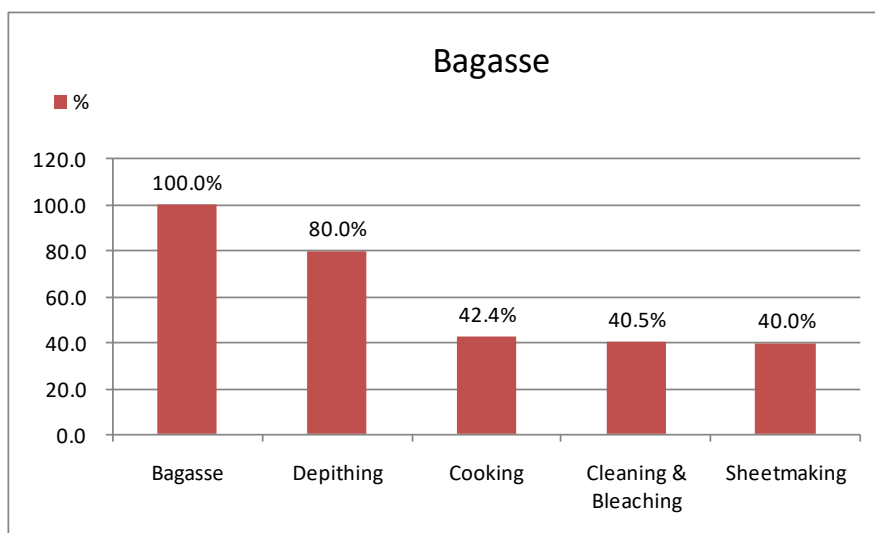
ここで「備考」とは、バガスパルプとユーカリチップの輸送費を算出するための基礎となる参考データです。

8. バガスとユーカリのパルプ化（蒸解）条件の比較

バガスとユーカリのパルプ化プロセスの LCI 評価を進めるには、バガスとユーカリのパルプ製造における蒸解時の化学薬品消費量、回収ボイラーによる蒸気発生量、パルプ化収率な

どの情報を多く得ることが必要です。これらのデータは、参考資料から収集・分析したものです。本稿では詳細なデータを割愛し、脱皮、蒸解、漂白、除塵、パルプシート製造の収率の代表的なデータを図3に示します。

図3 バガスとユーカリのパルプ化工程におけるパルプ収率



9. 結果および考察

セルロース系包装材料としてのバガスパルプおよびユーカリパルプの LCI 評価は、表 1~4 および図 2~3 に示す数値を導入することで完結します。また、関連項目の CO₂ 放出・吸収係数を明確にするために、以下の表 5 を作成しました。

| 放 出 量 | | | 吸 収 量 | | |
|-------|--------|------|-------|------|------|
| 項 目 | 単 位 | 係 数 | 項 目 | 単 位 | 係 数 |
| 肥料 | t/t | 0.97 | サトウキビ | t/ha | 26.6 |
| 除草剤 | t/t | 7.65 | ユーカリ | t/ha | 16.2 |
| 軽油 | Kg/L | 2.49 | | | |
| 電力 | Kg/kwh | 0.44 | | | |
| 黒液 | Kg/kg | 1.15 | | | |
| 補給用蒸気 | Kg/kg | 0.27 | | | |
| 重油 | Kg/L | 2.87 | | | |

両パルプのCO₂放出量と吸収量を総合的にまとめたものが表6で、表1~5と図に示した数値やデータを紹介することで完成しました。

| | ステージ | 項目 | バガス パルプ (単位：t-CO ₂) | ユーカリ パルプ (単位：t-CO ₂) |
|---------------------|-----------------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| CO ₂ 放出量 | 0 | 成長過程 | 228 | 571 |
| | 1 プリプロセス シング (前処理) | 現地での輸送 | 11 | 1,123 |
| | | 脱ピス化 | 2,759 | — |
| | | チップ化 | — | 2,684 |
| | 2 (チップ) | 現地輸送 (オーストラリア) | — | 1,486 |
| | | 海上輸送 | — | 26,157 |
| | | 現地輸送(日本) | — | 516 |
| | 3 (パルプ化) | 黒液の消費量 | 135,104 | 104,775 |
| | | 蒸気を補う | 21,147 | 47,904 |
| | 4(パルプ) | 現地輸送(タイ) | 1,539 | — |
| | | 海上輸送 | 4,225 | — |
| | | 現地輸送(日本) | 196 | — |
| | | 合計放出量 | | 165,209 |
| CO ₂ 吸収量 | 合計吸収量 | | 367,500 | 294,548 |
| CO ₂ 全体量 | 合 計 | 差引吸収量 | 202,291 | 109,332 |

表 6 に示すように、バガスパルプの CO₂ 放出量は 165,209t-CO₂、ユーカリパルプの CO₂ 放出量は 185,216t-CO₂ です。バガスパルプの CO₂ 吸収量は 367,500t-CO₂ であり、ユーカリパルプの CO₂ 吸収量は 294,548t-CO₂ です。

また、表 6 に示すように、バガスパルプの CO₂ 放出量と吸収量のバランスは、吸収量が 202,291t-CO₂、ユーカリパルプの吸収量は 109,332t-CO₂ です。

ユーカリチップの場合、オーストラリアから日本まで約 13,000km の距離を約 20 万 BDmt 輸送し、26,157t-CO₂ の CO₂ 排出となります。バガスパルプの場合、タイから日本までの半分の距離である 6,000km を 10 万 BDmt が輸送されます。すると、バガスパルプの海上輸送による CO₂ 放出量は 4,225t-CO₂ となり、パルプ化プロセスの違いもありますが、ユーカリパルプの 1/6 となります。

10. おわりに

包装材を含む紙・板紙の原材料の主要供給源である森林資源は、地球環境の保全に重要な役割を担っています。しかし、これらの資源は面積、量ともに減少しています。

このような状況の中、21 世紀における代替資源として、わら、サトウキビバガス、竹、葦などの非木材植物繊維資源が有望視されています。

以上のような状況から、非木材植物繊維は、木材への依存度を下げる将来の製紙原料確保のためのもう一つの選択肢として考えられてきました。

特に、サトウキビは世界で年間約 130 億トン（含水）栽培され、その約 30% がサトウキビ糖の製造残渣（バガス）として廃棄されています。そのほとんどは燃料として燃やされています。しかし、近年、紙パルプの原料やバイオ燃料など、バイオマス資源の活用に関心が集まっています。

タイでは、約 6000 万トン（含水）のサトウキビが栽培され、約 1700 万トン（含水）のバガスが排出されています。カセットタイ製糖はタイ最大の製糖会社で、EPPCO はその製糖工場に隣接しています。つまり、EPPCO は "甘味の残り物" の観点から理想的な産業廃棄物処理場と言えるかもしれません。

本稿では、バガスパルプ（タイの EPPCO）とユーカリパルプ（西オーストラリア州）の LCI 評価について述べました。

各工場のパルプ生産量を 100,000BDmt/年とすると、バガスパルプの CO₂ 総放出量は 165,209t-CO₂/年、ユーカリパルプは 185,216t-CO₂/年であると結論付けられました。また、CO₂ 吸収量は、バガスパルプが 367,500t-CO₂/年、ユーカリパルプが 294,548 t-CO₂/年でした。

本事例が、今後の非木材バイオマス資源の開発において重要な役割を果たすことが期待されます。

【謝辞】 バガスパルプの製造に関する貴重な情報を数多く提供してくれたタイの Environment Pulp and Paper Company Limited に感謝いたします。

11.参考文献

- 1.守屋浩、門屋卓、中島庸佑、ジェルバ、17,(5,6),3 (2009)
- 2.守屋浩、門屋卓、中島庸佑、ジェルバ、17,(7,8),3 (2009)
- 3.門屋卓、JPI ジャーナル、36,11,4 (1999)
- 4.門屋卓、日本包装技術協会、8,3,105(1999)
- 5.門屋卓、理科大サイエンスフォーラム、205、16 (2001)
- 6.T.Katsura, H.Iwata, K.Nakazawa, K.Katayama, H.Sakamura and I.Yasui, Japan TAPPI, 54,8, 84, (2000)
- 7.K.Nakazawa,K.Katayama,T.Katsura,H.Sakamura and I.Yasui, Japan TAPPI,55,6, 102 (2001)
- 8.K.Nakazawa, T.Honda, T.Katsura, K.Katayama, R.Yamamoto and I. Yasui, Japan TAPPI 57, 8, 97, (2003)
9. S. Nakazawa, T. Yamaguchi, Japan TAPPI,56, 2, 111, (2002)
- 10.A. Vizcarra, V. Lo, P. A. Bicho and P.A. Watson, TAPPI J. 82, 2, 115 (1999)
- 11.T. B. T. Lam, K. Hori and K. Iiyama, J. of Wood Science 39, 4, 255 (2003)
- 12.Report of Japan Pulp and Paper Federation (2000)
- 13.門屋卓による報告(3・4) (2005)
- 14.A.Vizcarra, V.L.Paul. A. Bicho, and P. A. Watson, TAPPI, 82, 2, 115 (1999)
- 15.ジェルバ、15(9・10), 7, (2007)
- 16.ジェルバ、13(3・4),16,(2005)
- 17.門屋卓,ジェルバ 12(4),(2004)
- 18.S.Nakayama, T. Yaguchi, Japan TAPPI 56(7) ,(2002)
- 19.ジェルバ 14 (1,2) ,3,(2006)
- 20.ジェルバ 14(9,10),11,(2006)
- 21.O. Traiann, Appita J. 61 (5) (2008)
- 22.エルサルバドルにおけるケナフ栽培およびケナフパルプ製造の可能性に関するフィージビリティ・スタディ,JETRO March
エルサルバドルにおけるケナフ栽培およびケナフパルプ製造の可能性に関するフィージビリティ・スタディ,JETRO March (2002)