

「資源循環・エネルギーミニマム型システム技術」  
平成10年度採択研究代表者

小名 俊博

(九州大学大学院農学研究院 助教授)

## 「高リサイクル性を有する森林資源の開発」

### 1. 研究実施の概要

リサイクルによるパルプ繊維の劣化と損失を原料から改善するため、高リサイクル性かつ高成長性を有した樹木を迅速に同定・選抜する技術を開発し、交雑種を含めた選抜木の選抜を実施すると共に、この発生機構を解析することを目的とする。これにより、効率的な森林資源のリサイクルと省エネルギーを達成し、資源循環型社会構築の実現を目指す。生産性の高い森林資源を創出することにより、CO<sub>2</sub>固定量を増加させることが見込める。これまでに、同一地域で同様に育成され、成長にほとんど差がない樹木でも、個体によりクラフトパルプのリサイクル性が異なることがユーカリにおいて判明した。今回はこれをアカシアに応用し、アカシアにおいてもユーカリと同様にリサイクル性の高い個体の選抜が、ハイブリットを含み可能であることが判明した。一方、資源の有効利用の観点から、高収率パルプ、特に機械パルプからの紙の製造は重要である。しかし、機械パルプから製造した紙においてはリグニンを含めたポリフェノールが多量に残存しており、光による色戻りの問題がある。今回この色戻りにおける温度環境の影響をユーカリE. globulusを用いて検討した。光退色において温度効果は認められ、温度が高いほど白色度減少は大きくなり、また照射時間とともにその減少率も大きくなった。ユーカリE. globulus優良個体の選抜を行った結果、総合的には平均値に対してリサイクル回数で2.37倍、成長で1.85倍、パルプ収量で0.97倍の個体が選抜された。以上のことから、原料である樹木を選抜することにより、製品である紙のリサイクルを促進し、資源循環型社会の構築が可能になることが判明した。今後は選抜を効率よく行う、迅速かつ非破壊的な選抜方法、ならびに自動選抜装置の開発が期待される。

### 2. 研究実施内容

- (1) アカシアパルプのリサイクル性評価：クラフトパルプに乾湿繰り返しのリサイクル処理を施すと、紙の強度が大幅に低下することが知られている。同一地域で同様に植林・育成されたAcacia mangium (AM)、Acacia auriculiformis (AA)、さらにこの2種を交配し作出したハイブリッド材 (A. mangium x A. auriculiformis : AH) について、リサイクル処理によるシート物性の変化に及ぼす樹種の影響および各樹種における個

体間差について検討を行なった。この結果、リサイクル処理によるシートの物理特性の変化には樹種間、個体間において違いがあり、特にAAのシートの引張強さは低かった。シートの引張強さとリサイクル回数に関して回帰曲線を適用することにより、リサイクル処理を無限に繰り返したときの比引張強さを予想することが可能となった。その結果、個体によって比引張強さの収束値が異なることが判明した（図1）。AMはAAよりもリサイクル性が高い樹種特性が認められた、AHではAMとAAの傾向両方が認められた。アカシアにおいてもユーカリと同様にリサイクル性の高い個体の選抜が、ハイブリットを含み可能であることが判明した。

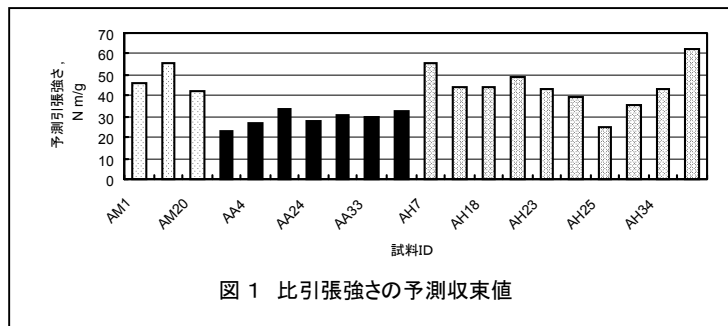


図1 比引張強さの予測収束値

(2) 高白色度CTMP紙の光退色性における温度の影響： 資源の有効利用の観点から、高収率パルプ、特に機械パルプからの紙の製造は重要である。これまで個体選抜により、ユーカリE. globulus CTMP(chemithermomechanical pulp)から製造した紙が高収率・高白色度を有することを見出している。しかし、この紙においてはリグニンを含めたポリフェノールが多量に残存しており、光による色戻りの問題がある。この点について、光退色における照射温度の影響を検討した。光退色において温度効果は認められ（図2）、温度が高いほど白色度減少は大きくなり、また照射時間とともにその減少率も大きくなった。印刷物が夏季の直射日光で高温になる状況は有り得ることであり、こうした状況下での使用は光退色を促進させるもので、回収された紙の保存にも注意を払う必要があることが示唆された。

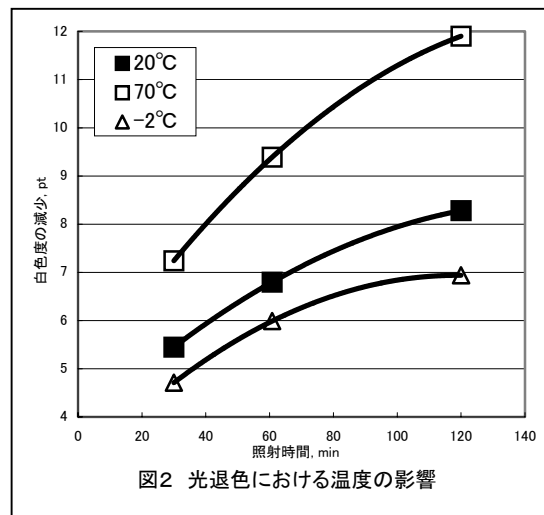


図2 光退色における温度の影響

(3) ユーカリE. globulus優良個体の選抜： 同一地域で同様に植林・育成され、成長にほとんど差がない同一樹種の試料のユーカリE. globulusを用いて、高成長、クラフトパルプ高収率を持ち、かつ引張強さにおいて高リサイクル性を持つ優良個体の選抜を検討した。この結果、用いた試料全てのリサイクル回数を産業的平均値である3回と仮定すると、リサイクル7.22回（リサイクル寿命2.41倍）可能な個体の選抜が可能であることが判明した（図3）。成長では平均値の1.85倍、パルプ収量では平均値の1.20倍

を有する個体の選抜が可能であることが判明した。これらの特性はお互いに関係がなく、総合的には平均値に対してリサイクル回数で2.37倍、成長で1.85倍、パルプ収量で0.97倍の個体が選抜された。以上のことから、原料である樹木を選抜することにより、製品である紙のリサイクルを促進し、資源循環型社会の構築が可能になることが判明した。

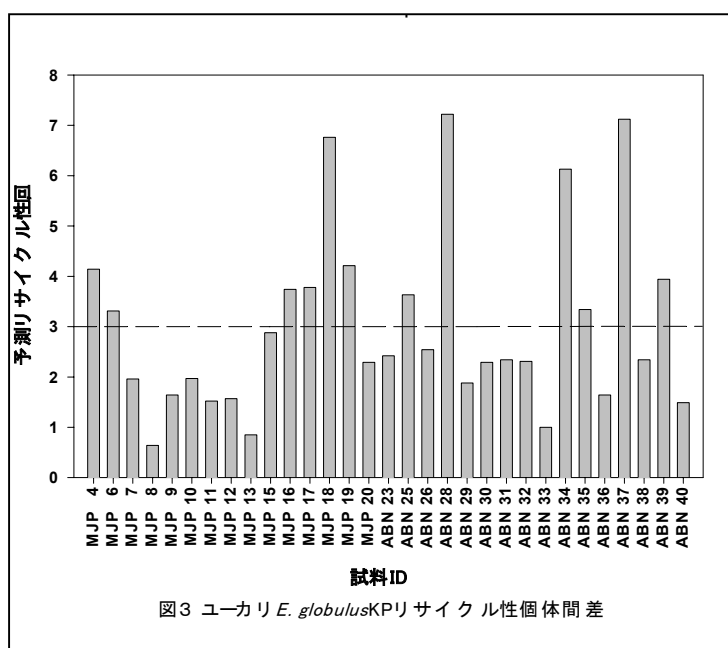


図3 ユーカリ *E. globulus* KPリサイクル性個体間差

### 3. 研究実施体制

#### パルプ繊維の同定グループ

- ① 小名俊博（九州大学大学院農学研究院、助教授）
- ② 研究項目

- ・高リサイクル性を有する森林資源の開発
- ・リサイクル性に優れた木材パルプの調製と評価
- ・パルプ繊維およびパルプ繊維シートにおける高リサイクル性の評価
- ・高リサイクルパルプ用樹木育種のための細胞形態観察
- ・高リサイクルパルプ用樹木育種のための挿し木発根阻害物質の解析
- ・高リサイクル耐性を有する樹木におけるリグニンの形成と高次機能
- ・パルプ繊維の化学的定量

#### 選抜技術の開発グループ

- ① 小名俊博（九州大学大学院農学研究院、助教授）
- ② 研究項目

- ・ラマン分光法による非破壊的定量方法の開発

#### 発生機構の解明グループ

- ① 小名俊博（九州大学大学院農学研究院、助教授）
- ② 研究項目

- ・植物におけるイオン輸送の解明
- ・植林早生樹 *Eucalyptus* 属の成長応力および関連材質に関する研究

#### 4. 主な研究成果の発表（論文発表および特許出願）

##### (1) 論文（原著論文）発表

- Ito, K., Kato, T and Ona, T. Non-destructive method for the quantification of the average particle diameter of latex as water-based emulsions by near-infrared Fourier transform Raman spectroscopy. *Journal of Raman Spectroscopy*, Vol. 33: 466-470 (2002).
- Yamauchi, K, Yasuda, S and Kazuhiko, F. Evidence for conversion of sinapyl to syringyl lignin via a sinapyl alcohol intermediate in *Nerium indicum* Mill and *Rseudocacia* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 50: 3222-3227 (2002).
- Yamauchi, K, Yasuda, S, Hamada, K., Tsutsumi, Y, and Kazuhiko, F. Multiformal biosynthetic pathway of syringyl lignin. *Planta*, Vol. 216: 496-501 (2002).
- Ona, T., Ohshima, J, Adachi, K, Yokota, S and Yoshizawa, N. A rapid quantitative method to assess Eucalyptus wood properties for kraft pulp production by FT-Raman spectroscopy. *Journal of Pulp and Paper Science*, Vol. 29: 6-10 (2003).
- Okuyama, T., Dolan, J., Yamamoto, H. and Ona, T. Heart splits at crosscutting of *Eucalyptus grandis* logs. Abstract 5th Pacific Region Wood Anatomy Conference, 17-18 (2003).
- Yamamoto, H. Structure and properties of the cell wall components as postulated from xylem qualities. Abstract 5th Pacific Region Wood Anatomay Conference, 29 (2003).
- Yamamoto, H., Okumura, K., Okuyama, T. and Ona, T. The effect of the growth rate upon the xylem maturation of fast growing species. Abstract 5th Pacific Region Wood Anatomy Conference, 30 (2003).
- Yoshizawa, N., Ishiguri, F., Yokota, S. and Ona, T. Formation and structure of low-lignin-content-fibers in reaction wood of some hardwood species. 5th Pacific Region Wood Anatomy Conference, 31 (2003).
- Seino, T., Yoshioka, A., Takai, M., Kojima, Y., Ishikura, Y., Ona, T., Ishida, Y., Ohtani, H. and Tsuge, S. Quantitative detection of p-hydroquinone in photo-yellowed paper from chemithermomechanical pulp by pyrolysis-gas chromatography / mass spectrometry. Abstract of Pyrolysis 2002, 73-74 (2002).
- Yoshioka, A., Takai, M., Seino, T., Kojima, Y., Ishikura, Y., Ona, T., Gotoh, K., Yokoi, H., Ishida, Y., Ohtani, H. and Tsuge, S. Characterization of polyphenols causing photo yellowing in chemithermomechanical pulp paper by pyrolysis-gas chromatography in the presence of organic alkali. Abstract of Pyrolysis 2002, 129-130 (2002).

- Seino, T., Kojima, Y., Sonoda, T., Goto, K., Yokoi, H., Ishida, Y., Ohtani, H., Tsuge, S., Ona, T., Yoshioka, A., Takai, M., Ishikura, Y. Py-GC/MS study on the photoyellowing of chemithermomechanical pulp, IUPAC-PC2002 Preprints, 563 (2002).
- Yoshioka, A., Takai, M., Seino, T., Kojima, Y., Ishikura, Y., Ona, T., Gotoh, K., Yokoi, H., Ishida, Y., Ohtani, H. and Tsuge, S. Characterization of polyphenols in pulp samples relating to paper recycling by Py-GC in the presence of organic alkali, IUPAC-PC2002 Preprints, 562 (2002).

(2) 特許出願  
該当なし