

# 美濃和紙原料の高品質化のための栽培・管理技術の開発(第6報)

－和紙生産に適したコウゾの品質評価－

浅野良直、佐藤幸泰

Development of cultivation and control technology for high quality Mino-Washi material (IV)

－ Quarry appraisal of Kozo material suitable for Japanese paper making －

Yoshinao ASANO and Yukiyasu SATO

美濃産楮(コウゾ)の特徴を検証するため、コウゾの繊維幅や繊維長分布測定、手すき和紙職人による原料加工及び抄紙性のアンケート、抄紙した和紙の物性試験を実施した。平成28年度の美濃産コウゾの繊維幅は大子那須コウゾと同程度となり、繊維長は2~12mmまで長さの繊維を同程度の割合で有していると思われる。手すき和紙職人へのアンケートでは、美濃産コウゾは前年に比べて原料の質、抄きやすさ、抄紙した和紙の外観などが向上している回答を得られた。抄紙した和紙の引張試験では、産地での収穫年度間の差が少ないことを確認できた。

## 1. はじめに

美濃手すき和紙の原料であるコウゾは、市内で生産されているものの、大部分は国内外から購入している。しかし、市内および国内他産地においても原料生産者の高齢化や廃業などから、将来の安定供給に問題を抱えている。そのため、伝統ある手すき和紙製造を継続するには、原料供給の体制整備や品質向上が不可欠となっている。

美濃市内のコウゾ生産について質と量の充実を図るため、岐阜県森林研究所と共同研究に取り組むこととした。森林研究所はコウゾ栽培の立地条件の解明や栽培技術を研究し、当所は美濃産コウゾの高品質化に向けた指針を検討するため、高品質なコウゾとして扱われている大子那須コウゾの品質を目標とし、産地および種類の異なるコウゾの繊維幅や繊維長の検証、手すき和紙職人による美濃産コウゾの使用感、美濃産コウゾ和紙の物性評価などを実施した。なお、美濃市内の圃場(穴洞地区)には、那須コウゾと土佐コウゾの苗を移植した2系統の育種があり、昨年度までは2系統を分けて検証していたが<sup>10)</sup>、平成28年度は虫害などが発生して生育不良となり、十分な収量を確保できなかったため、2系統を混在した原料を使用した。

## 2. 実験

### 2.1 コウゾの繊維幅、繊維長

供試原料は白皮処理されている市販品と幹の2種類を用意した。コウゾ幹の供試原料は根元直径が約30mm、20mm、10mmの幹を約180mmに分割し、根元、中央、先端部を2時間程度蒸して、表皮を剥ぎ取り、表皮の黒皮をヘラで削って白皮とした。各供試原料はNaOH 15%、液比6で1時間煮熟して繊維を取り出し、繊維幅及び繊維長測定を実施した。

#### 【供試原料】

市販品(平成28年度): 美濃産コウゾ、大子那須コウゾ  
幹: 大子那須黒コウゾ、大子那須赤コウゾ、常陸大宮産コウゾ、小国和紙用コウゾ

### 2.1.1 繊維幅測定

2mm程度に切断した繊維(約0.3g)を水に分散させ、繊維長分布測定器(製品名:FiberTester(Lorentzen&Wettré製))で約20,000本測定した平均値を繊維幅とした。

### 2.1.2 繊維長測定

供試原料の端部以外の繊維(約0.03~0.05g)を水に分散させて、黒色ろ紙上で吸引ろ過し、乾燥機(105℃)で15時間程度乾燥して顕微鏡(製品名:DSX500(オリンパス製))で繊維長測定を行った。測定対象は端部が確認できる繊維を選択し、繊維長は目視による多点連結で直線近似した長さとし、1試料あたり70~100本程度の測定を行った。

### 2.2 手すき体感のアンケート調査

美濃手すき和紙協同組合に加入の手すき和紙の職人に、平成28年度の美濃産コウゾ及び大子那須コウゾを原料とした抄紙を委託して以下のアンケート調査を行った。

#### 【原料加工、手すき条件】

- ・原料処理:ソーダ灰を用い2時間以上平釜で煮熟を行い、洗浄、除塵作業を行うこと
- ・抄紙:二三判で35g/m<sup>2</sup>(約5匁)の紙を抄くこと
- ・以上の作業を5名以上の職人で行うこと

#### 【アンケート項目】

- ・原料の質 ・異物スジの混入 ・抄きやすさ
- ・抄きあげた和紙の外観

### 2.3 和紙の物性評価

抄紙した和紙の物性評価として破裂強さ試験(「紙—破裂強さ試験方法」JIS P8112:2008)と引張強さ試験(「紙及び板紙—引張特性の試験方法—第2部:定速伸張法」JIS P8113:2006)を行った。なお、結果は測定値を坪量[g/m<sup>2</sup>]で除算した比破裂強さと比引張強さ試験で比較した。

#### 【使用機器】

引張強さ試験:オートグラフ(型式:AG20-KNI 島津製作所)  
破裂強さ試験:ミューレン破裂試験機(型式:M2-LD 東洋精機製作所)

### 3. 結果及び考察

測定に使用したコウゾ幹は各1水準のため、コウゾ幹を対象とした繊維幅及び繊維長の測定結果は参考値とする。

#### 3.1 コウゾの繊維幅

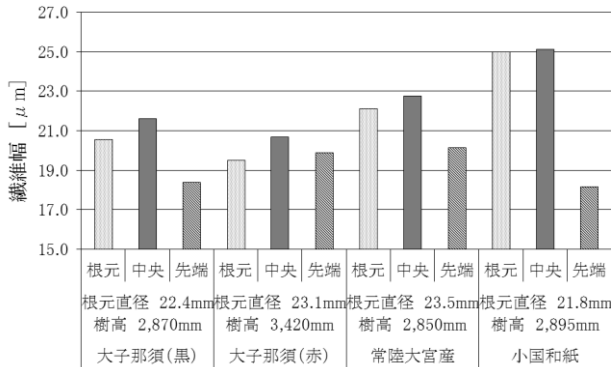


図1 コウゾ幹の繊維幅

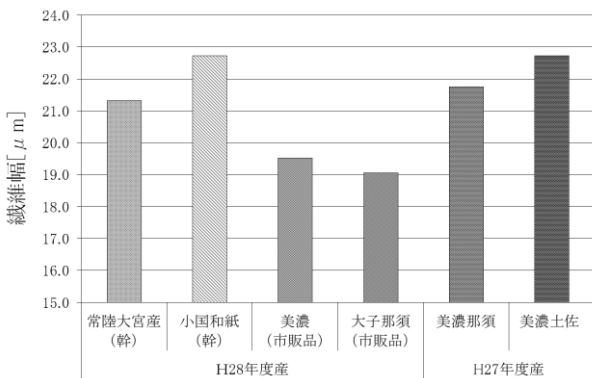


図2 コウゾの繊維幅

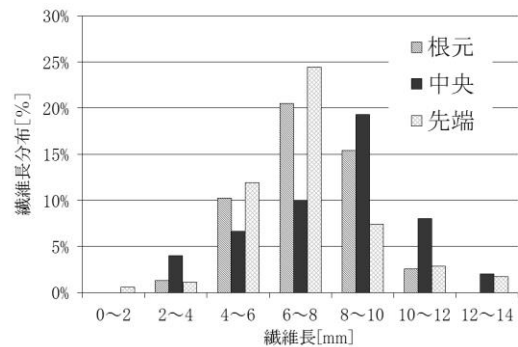
種類及び産地が異なる根元直径が約20mmのコウゾ幹の根元、中央、先端部の繊維幅の測定結果を図1に示す。

コウゾは種類および産地が異なっても、先端部は細く、中央部や根元の繊維は太いと思われる。コウゾは5月から8月頃までに3m程度まで成長する植物である。そのため、倒木などを防ぐため根元および中央部の繊維は太くなり、幹の物理的強度を高めていると考えられる。大子那須黒コウゾと赤コウゾは同じ圃場で栽培されたコウゾであるが、樹高は高くても赤コウゾの方が細い特徴を有していると考えられる。常陸大宮産コウゾは大子那須コウゾと同じ茨城県の所在であるが、大子那須コウゾよりも太い傾向にあり、新潟県の小国和紙で使用しているコウゾは更に太い結果を得られた。

コウゾ幹で測定した繊維幅を全て加算した平均値と市販品の繊維幅の比較を図2に示す。なお、コウゾ幹で測定した大子那須黒コウゾ、赤コウゾの繊維幅は大子那須コウゾの市販品との差が0.5μm程度のため、大子那須コウゾは市販品の測定値と比較した。平成28年度産の美濃産コウゾは平成27年度産と比較して2~3μm程度細くなり、大子那須コウゾに近い繊維幅となった。平成28年度産の美濃産コウゾは虫

害による生育不良となったことが前年に比べて細くなった要因として考えられる。大子那須コウゾに比べて常陸大宮産コウゾの繊維幅は2μm程度太く、新潟県の小国和紙用コウゾは3.5μm程度太い結果となった。大子那須コウゾの生産地である茨城県久慈郡大子町は常陸大宮市と隣接しており、気温や雨量などの気候は類似していると想定できるため、繊維幅は肥料などの栽培方法や水捌けなどの土壌の違いが影響すると考えられる。

#### 3.2 コウゾの繊維長



測定: 大子那須黒コウゾ(根元直径22.4mm 樹高2,870mm)

図3 コウゾ幹の根元、中央、先端部の繊維長分布

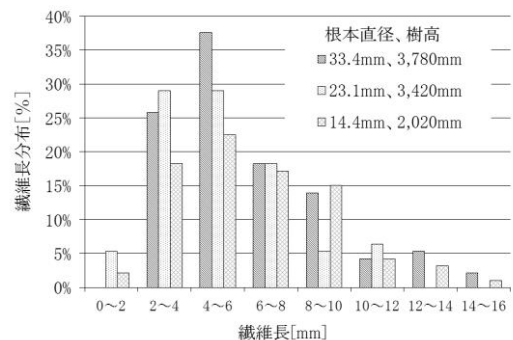


図4 根元直径が異なるコウゾ幹の繊維長分布(中央部)

図3に大子那須黒コウゾ幹の根元、中央、先端部の繊維長分布を示す。根元および先端部の繊維長割合は8mm以下に多く分布し、中央部は8mm以上に多く分布する傾向が確認できた。中央部はコウゾが最も成長する時期の部位となるため、他部位と比べて長い繊維が多いと考えられる。

図4に大子那須赤コウゾ幹の根元直径が約30mm、20mm、10mmの樹高中央部の繊維長分布を示す。根元直径が太いと4~6mmの繊維量が増加し、細くなると全体に分散する傾向を確認できた。根元直径が太いコウゾ幹は成長期間が長いと考えられ、成長期間が長くなることでコウゾ株の特徴的な繊維が増加したと推測される。

美濃産コウゾと平成27年度産美濃那須コウゾ、美濃土佐コウゾの繊維長分布(図5)を比較すると、多少の差はあるが2~12mmの範囲に同程度の割合で分散している傾向があり、大子那須コウゾと常陸大宮産コウゾの繊維長分布(図6)

を比較すると4～10 mm、常陸大宮産コウゾは6～10 mm の範囲に多く分布する傾向を確認できた。

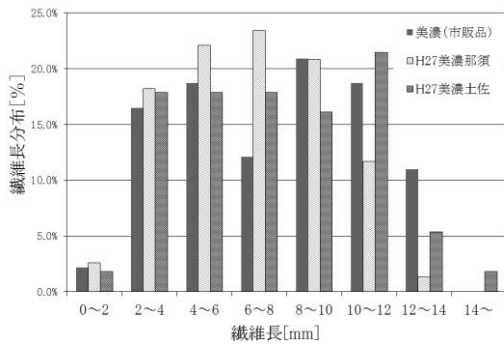


図5 美濃産コウゾの繊維長分布

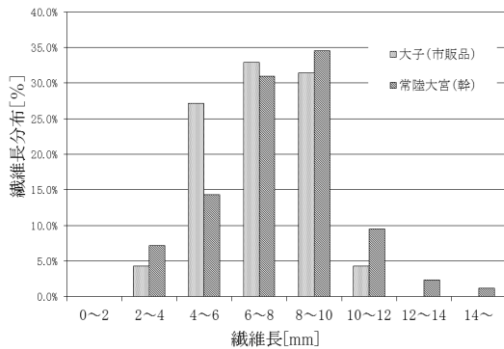


図6 茨城県産コウゾの繊維長分布

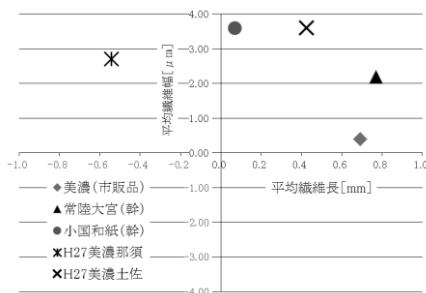


図7 平均繊維長及び平均繊維幅の分布図

大子那須コウゾの平均繊維長及び平均繊維幅を基準にした他産地の分布を図7に示す。大子那須コウゾに比べて他産地のコウゾの多くは幅が広く、繊維長は長い傾向にあると推測できる。

繊維長は顕微鏡を利用した目視による多点連結による直線近似で測定するため、測定誤差に加えて、測定する繊維は測定者の主観が入る可能性がある。直線近似の誤差や主観の影響を低減するため、1試料あたり70～100本程度を測定したが、精度を上げるため、測定本数とともに測定対象のサンプル数を増やす必要がある。

### 3. 3 手すき体感のアンケート調査結果

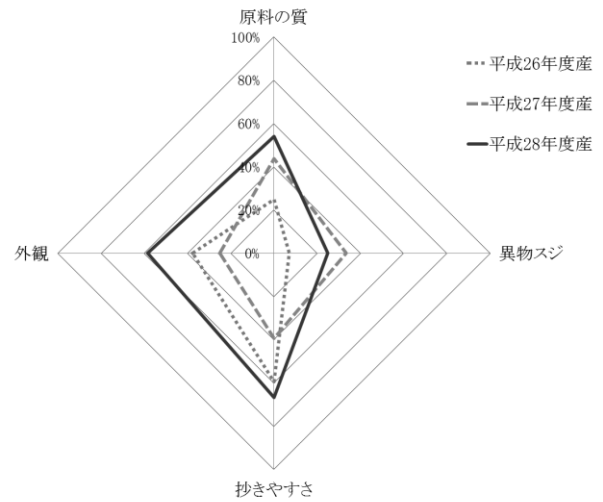


図8 美濃産コウゾの手すき体感アンケート結果

図8に美濃産コウゾの手すき体感アンケートの結果を示す。なお、各項目は100%を良質とする。

平成28年度の美濃産コウゾの異物スジは、前年よりも少ないと感じる回答もあったが、大子那須コウゾに比べて美濃産コウゾは異物スジが多いと評価されている。そこで、美濃産コウゾと大子那須コウゾの異物スジの含有量を調べたところ、1貫(約3.75kg)あたり美濃産コウゾは約12%(約450g)、大子那須コウゾは約9%(約330g)となり、異物スジは美濃産コウゾが大子那須コウゾに比べて3～4割ほど多い結果となった。抄きやすさは前年度とほぼ変わらないが、外観は向上する結果となった。回答には本年度の美濃産コウゾは黒皮を除去する作業が丁寧に行われている意見があるため、白皮の状態が良かったことも要因として考えられる。また、美濃産コウゾの和紙は大子那須コウゾの和紙と比べて柔らかいと言った意見が複数あった。

### 3. 4 和紙の物性評価

#### 3. 4. 1 破裂強さ

|         | 破裂強さ[kPa] |     | 比破裂強さ[kPa・m <sup>2</sup> ] |    |
|---------|-----------|-----|----------------------------|----|
|         | 表         | 裏   | 表                          | 裏  |
| H26美濃産  | 282       | 259 | 9                          | 8  |
| H27美濃産  | 272       | 255 | 8                          | 8  |
| H28美濃産  | 261       | 246 | 8                          | 8  |
| H28大子那須 | 283       | 276 | 10                         | 10 |
| 本美濃紙    | 273       | 270 | 9                          | 9  |

表1 美濃産コウゾ和紙の破裂強さ

破裂強さ試験の結果を表1に示す。なお、和紙の表面は板面(毛羽立ち無)とし、裏面は刷毛面(毛羽立ち有)とした。

美濃手すき和紙の抄紙工程は縦ゆりと横ゆりを繰り返すので、繊維は多方向性を有することになり、コウゾの種別、生産地、収穫年度による影響が小さくなり、破裂強さの差がほとんどない結果になったと考えられる。

### 3. 4. 2 引張強さ

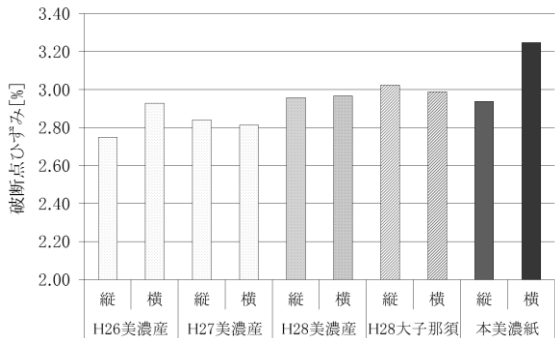


図9 美濃産コウゾ和紙の破断点ひずみ

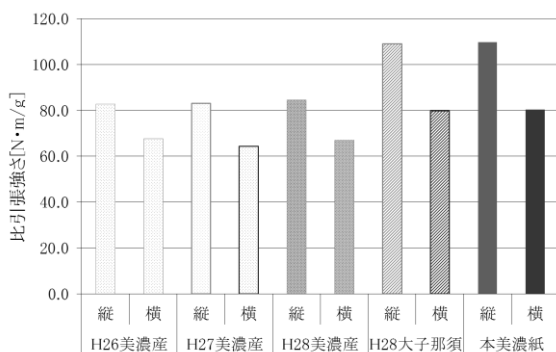


図10 美濃産コウゾ和紙の比引張強さ

引張強さ試験の破断点ひずみを図9、比引張試験を図10に示す。なお、グラフ横軸の縦、横は抄紙工程における職人の前後方向を縦とし、左右方向を横とした。

美濃産コウゾ和紙の破断点伸びは平成26、27年と比べて増加しており、大子那須コウゾと同程度の結果となった。美濃産コウゾを収穫年度で比較すると、繊維長分布に大きな差はないが、平成28年度産の繊維幅は従来よりも細くなっており、大子那須コウゾと同程度になっていた結果が得られているため、繊維幅の違いが破断点伸びに影響していると思われる。

引張強さは平成26～28年度の美濃産コウゾ和紙および平成28年度の大子那須コウゾ和紙と本美濃紙(原料:大子那須コウゾ)で比較すると、産地における収穫年度の差が少

ないことが確認できた。繊維長分布の結果より、大子那須コウゾ和紙よりも美濃産コウゾ和紙の方が様々な長さの繊維が多いと考えられる。そのため、繊維の結合強度が弱い部分に影響されて、美濃産コウゾ和紙の比引張強度は大子那須コウゾ和紙よりも低い結果になったと推測される。

### 4. まとめ

美濃産コウゾの品質向上を図るため、美濃産コウゾとともに他産地のコウゾの繊維幅や繊維長の検証や美濃産コウゾの抄紙性、抄紙した和紙の物性試験を行った。

大子那須コウゾの繊維幅は他産地に比べて細く、均一な長さの繊維が多いと推測される。平成28年度の美濃産コウゾの繊維幅は例年よりも2～3 μm程度細くなって、大子那須コウゾに近い繊維幅となった。また、繊維長は様々な長さを有している傾向を確認できた。

美濃産コウゾを原料とした手すき体感アンケートを実施したところ、原料品質、抄きやすさ、外観の品質は向上した回答を得られた。

美濃産コウゾ和紙および大子那須コウゾ和紙における引張強さ試験の破断点ひずみでは、美濃産コウゾ和紙は前年よりも伸びる結果となり、大子那須コウゾ和紙と同程度となった。比引張強さは生産地ごとで収穫年度による差が少ないことを確認できた

本年度の研究においては、測定したコウゾ幹は各1水準であるため、コウゾ幹の測定結果は参考値としての検証であり、特に繊維長測定は目視で行うため、測定者の主観による影響は避けられない。今後は測定対象となるサンプル増とともに、繊維長などは測定本数を増やして、測定精度の向上を図る予定である。

### 【謝 辞】

本研究を実施するにあたり、ご協力頂いた美濃手すき和紙協同組合の方々に感謝いたします。

### 【参考文献】

- 1) 浅野ら、岐阜県産業技術センター報告 No10,PP61-60、2016.
- 2) 浅野ら、岐阜県産業技術センター報告 No11,PP53-55、2017.