

繊維配向性分析による大徳寺文書料紙の抄紙技術の推定

和文要旨

中世文書の総点数が 2400 点にも上る大徳寺文書料紙の繊維配向性分析を行った。和紙製造工程では繊維は簀の前方に流されて排出されるため、繊維が前後方向に並ぶ傾向がある。繊維配向度は、簀肌面の方が捨水面よりも大きくなる性質があるので表裏の判別が可能である。この性質を利用して、書記面が簀肌面であったか捨水面であったかという料紙の習慣的な取り扱いを推定することができた。

書記年の世紀別分類では、14～16 世紀は書記面／非書記面の繊維配向度の比率がほとんど一定の傾向を示したことから、この時代は抄紙技術と書状執筆様式に大きな変化がなかったものと推測される。重紙書状では、通常、書き出しの本紙、2 枚目の裏紙とも簀肌面を上に向けて重ね、簀肌面から書き出す習慣があるが、本紙、裏紙とも上に向けられた面の方が大きな繊維配向度を示したという結果により、この習慣が確認された。伝統的な分類法による紙種別の比較分析では、美濃紙、鎌倉杉原、引合、室町杉原、檀紙では書記面の方が非書記面より繊維配向度が大きかった。しかし、宿紙及び引合（上）は、通常とは異なり必ず捨水面を書記面としていたことがわかった。このような例外的な料紙の取扱いは、宿紙では残留した墨が簀の目に入り込んで濃色の簀の目が、また引合（上）では繭皺のある美しい光沢がそれぞれ簀肌面に強く発現するため、執筆者の配慮としてあえて書記面としなかったものと推測された。

キーワード

繊維配向(Fiber orientation)、抄紙(Papermaking)、大徳寺文書(Daidokuji document)、和紙(Washi)

繊維配向性分析による大徳寺文書料紙の抄紙技術の推定

韓允熙^{1,2)}、江前敏晴³⁾、高島晶彦¹⁾、保立道久¹⁾、磯貝明³⁾

1) 東京大学史料編纂所：東京都文京区本郷 7-3-1

2) <現在の所属>韓国国家記録院ナラ記録館：京畿道城南市始興洞大旺板橋路 398

3) 東京大学農学生命科学研究科：東京都文京区弥生 1-1-1

1 はじめに

京都市紫^{むらさきの}野の大徳寺は、臨済宗大徳寺派の大本山である。開山は大燈園師宗峯妙超で、嘉暦一年(1326 年)、花園上皇・後醍醐天皇の祈願所として法堂が落成した。大徳寺は十四世紀初頭に妙超が紫野に庵を構えたことに始まるが、それ以前、妙超は葬送の場として有名な京都東山の雲居寺に籠っていたらしい。

本坊所蔵の中世文書だけで、『大徳寺文書』は総数約 2400 点にも上るが、さらに上記のような塔頭文書を入れると、大徳寺関係の文書は日本の禅寺の古文書としては質量ともに抜群の文書群となる。この意味で『大徳寺文書』が、禅宗社会とも言えるような特徴をもった室町時代の政治・社会・文化に関する最良の史料の一つとなっている。文書の相当部分は大徳寺が中央・地方に獲得した荘園や末寺の運営に関わるものであり、その中には、地方教線を広げた林下の禅風にふさわしく、赤松・大内・河野・朝倉・斯波・織田などの武家の発給文書がまとまった形で含まれている。

これまでの中世（鎌倉～室町時代）に書かれた文書に関する研究は、日本の政治史や産業発達史などを調査するという歴史学的な観点から展開されてきた。“古文書学”が古文書の持つあらゆる情報を引き出す学問であると考えれば、文書を物理的に構成している料紙の情報もまた重要で、料紙の特徴から産地や輸送経路などが推定できれば、歴史を読み取る一助にもなりうる。料紙の特徴を自然科学的に分析することがこの場合重要である。しかし、従来の和紙分類は、文献に見える紙種名に基づいた歴史的研究が主体であり、現存する紙との結びつきが不明確であるという反省に立って、外観、色、コウゾの質、漉きの良し悪しなどの感じによって分類しようとする動きが起きた。例えば、分類名「奉書Ⅰ」は「表面がすべすべしていて光沢があり、粉っぽくてふくよかで、いかにも上品な料紙である。大きさは大体縦 32.0 cm、横 50.0 cm で、厚さも大体 0.2 mm である。」というような分類の判断基準となる定義を与えた。(上島 1991 : 330)。この定義の中にある、「粉っぽい」というのは白土などの填料（紙に配合する、主に白色の粉末）を含むという意味である。しかし、この定義の中で厳密に適用できる規定と言えるのは、大きさ（紙を裁断せずに使用するという前提があれば）と厚さだけである。填料を含むことも明確な基準ではあるが肉眼での観察による判断では証拠に

なりえず、その他の規定は、感覚に頼った判断ばかりである。このような定義では、依然判断基準が研究者によって異なり、紙の物性を基にした整理分類ができるとは言い難く、産地や漉き方の異なる無数にある料紙を数種のカテゴリーに客観的に分類しようとする苦悩が感じられる。現在では、文化財の保存や補修という観点から、料紙の特徴を自然科学的に分析することの重要性が認識され、繊維の種類、厚さ、密度、地合（じあい=漉きむらの程度）、簀の目及び糸目の間隔と向き、成分分析などが議論されるようになっており、料紙の組織学的、物理学的及び化学的な研究、すなわち製紙科学的な研究に発展しつつある。

本報告ではこのような状況ふまえ、紙文化財や古文書で使われている料紙の特性として繊維配向性に着目し、その表裏差を明らかにしたことによって、抄紙技術と書状の執筆様式の関係が推定できたので報告する。

2 実験方法

2.1 試料

図1に示すような大徳寺文書のうち、12世紀から18世紀までの106点について分析を行い、その中で書記年代分布は12世紀が1点、13世紀が2点、14世紀が40点、15世紀が20点、16世紀が33点、17世紀が3点、18世紀が1点であった。年代不明の6点は世紀別の集計には入っていない。その中で2点以上の分析結果が得られた14世紀～17世紀の古文書に限定して、世紀別の繊維配向度の傾向を分析し比較した。重紙（かさねがみ）となっている書状の分析は、書記年の明らかな20点を対象とした。伝統的な分類法にしたがって料紙を、美濃紙（みのがみ）、鎌倉杉原（すいばら）、室町杉原、檀紙（だんし）、引合（ひきあわせ）、宿紙（しゅくし）、引合（上）の7種類に分類し、それぞれの紙種の代表的な料紙と判断した数点ずつ、合計37点を紙種別分析の対象とした。

2.2 繊維配向性の分析

紙表面をデジタルマイクロスコープ（スカラー製 DG-2）を用いて100倍で撮影した。このマイクロスコープは8方向から均等に低い角度で照明して真正面から撮影するように設計されている。図2(a)のように、画像の中心部分1024×1024画素部分を切り出し、照明むらを補正する動的2値化により繊維部分を抽出(b)、フーリエ変換（村田1998：77）によりパワースペクトル(c)を求め、振幅の角度分布を計算した。この計算では0～180°の角度を2048等分して0～2047×180/2048度までの2048個の各角度について距離 $r=2\sim511$ までのフーリエ係数の振幅の平均を求めた。ただし、xy座標を完全に極座標に変換することはできないので周囲の4点の振幅から距離で按分した値で計算した。各試料について、2枚ずつ各10箇所合計20画像について計算し、平均値を求めた。配向度は、近似した楕円の長軸/短軸比とした（Han 2006：267、Enomae 2006：253）。

繊維配向性は配向度と配向角度の 2 つの要素からなり、配向度は繊維がどの程度整然と配向しているのかの度合いを表し、配向角度は繊維の並んでいる向きを漉き手から見て右手方向を 0°とし反時計回りで見たときの角度（正面が 90°で、左手方向が 180°）として表す。繊維の配向角度は、和紙の場合は 90°付近になっているのが一般的な漉き方である。和紙を漉く場合、簀の上に掬い取った繊維の懸濁液を前方に流す工程で配向しやすいことがその理由である。繊維配向度の目安は、1.15 以上は繊維配向度が非常に大きく、1.05 以下なら無配向と判断してよい（Han 2006 : 267）。なお、抄紙工程において洋紙の抄き網に相当するものは、和紙では竹ひごを並べて糸で結わえた簀（す）である。和紙の、簀に当たっていた面を簀肌（すはだ）面と呼び、上向きになる面を捨水（すてみず）面と呼ぶ。

3 考察

3.1 繊維配向性の歴史的変遷の推定

図 3 は今回調査した大徳寺文書の中で書記面（文字が書かれている面）と非書記面とに分けて撮影を行い、書記された世紀別に繊維配向性を分析した結果である。書記面及び非書記面とも配向度は十分大きく、配向角度は 90°付近になっていた。配向度と配向角度から見ると 14 世紀～16 世紀の間が同じような傾向を示し、抄紙技術と執筆様式に大きな変化がなかったものと推測される。この間の特徴は、書記面は繊維配向度が大きく、1.15 前後となるのに対して、非書記面は 1.15 未満であり、配向度が低い。13 世紀と 17 世紀の場合は試料数が少ないので抄紙技術の傾向は断定できないものの、13 世紀から 17 世紀までの繊維配向方向は 90°付近であり、簀の前方に繊維懸濁液を流す、いわゆる“流し漉き”の抄紙技術が既にあったことを示す。

3.2 重紙の分析

中世において、図 4 に示すような書状の本紙と裏紙の関係について調べるために分析を行った。この書状様式のように 2 枚をまとめて巻いて使用する方式、いわゆる重紙（かさねがみ）となっている書状文書のうち、書記年がはっきりした 20 点について分析した結果を図 5 に示す。重紙の本紙（1 枚目の書き出しの料紙）については書記面＝簀肌面で、非書記面＝捨水面＝となる。裏紙（2 枚目の料紙）については、重紙となった状態で裏返して 2 枚目を書き始めるため、本紙の書記面と同一側に向いた面が非書記面＝簀肌面となっているはずである。つまり、すでに田中稔（田中 1976 : 16、1984 : 631）、百瀬今朝雄（1988 : 20）が指摘されているように、簀肌面を同じ側に向けて重ね、その簀肌面から書記を始めるというのが通常の重紙の執筆様式である。

繊維配向角度は本紙及び裏紙の両面とも 90°付近であり、通常通り繊維が配向する方向を縦にして料紙を使用したことがわかる。習慣的な執筆様式では簀肌面となる本紙の書記面と裏

紙の非書記面について、繊維配向度を図 5(a)に示す。配向度は、非常に強い繊維配向を意味する 1.15 を超える料紙が大半であった。それぞれの反対側の面は、図 5(b)に示すように配向度が 1.15 以下の試料が多数あり、その多くは書記面より繊維配向度が小さかった。伝統的に日本で行われている流し漉きにおいては簀肌面の方が捨水面より繊維配向度が大きいことがわかっており、さらに紙の乾燥時には操作性のよさから簀肌面を板に張り付ける面とすることが多いため、通常は簀肌面の方が平滑となり、筆記に適する。中世の料紙も、書き出しとなる本紙では簀肌面を書記面として使用する書状料紙のこのような取り扱いが一般的であったことがわかる。いくつか含まれている例外についての詳細な検討は、別稿で報告することにする。

3.3 伝統的分類による和紙の種類別分析

図 6 に和紙の伝統的分類基準に従って種類別に分けたときの繊維配向性の比較結果を書記面と非書記面に分けて示す。この分類基準は、料紙の自然科学的分析結果を厳密に適用する前の暫定的な分類法であると考えているが、当面のところは一般的に使われることが多いため、本報告ではこの分類法に従った。これを前提としても、幾つかの重要な事実が判明した。配向角度は全紙種の両面とも 90° であったものの、宿紙の書記面だけはばらつきが大きかったが、これはこの面だけ繊維配向度が低く、ほぼ無配向とみなせるからである。繊維配向は書記面と非書記面の差がはっきりと現れたが、宿紙と引合（上）の 2 種を除いては、書記面の方が非書記面より繊維配向度が大きいことがわかった。

次に料紙の種類ごとにその特徴を考察する。まず美濃紙については、現代の美濃紙の配向度が簀肌面で約 1.22、捨水面で約 1.14 である（Han 2006 : 267）のと比較すると、中世美濃紙の繊維配向度は、これと同程度であり、中世の流し漉きの技法は現代にも受け継がれていると考えられる。

例外的とも言える特殊な繊維配向特性を示したのは宿紙と引合（上）であることは既に述べたとおりである。“宿紙”とは一旦使用された紙を漉き返して再生した紙を意味する呼称であり、大徳寺文書の宿紙は全体が薄墨色となっており、一見して宿紙であることがわかる。宿紙の漉き方は以前の検証実験結果（Han 2006 : 267）と比較して推定することにする。ここでの宿紙の場合、繊維配向度を見ると、書記面は約 1.05 とほぼ無配向であり、逆に非書記面は 1.21 の大きい配向度を示す。同一の紙では、簀肌面が必ず捨水面より繊維配向度が高くなることがわかっているため、宿紙の場合は明らかに捨水面を書記面として使っていたことになり、通常の執筆様式に反することを意味している。当時の技術では脱墨処理が完全ではなく、残留する墨の粒子が簀の目に入り込んで簀肌面に濃淡の明瞭な簀目を残していたことが観察されており、あえて書記面とはしない習慣であったことが伺える。また、繊維配向度の表裏差が非常に大きいことが他種の紙と大きく異なる点であるが、検証実験結果と照らし合

わせると、通常の流し漉きではなく、流し漉きと溜め漉きを組み合わせて作ったモデル紙の繊維配向パターンに類することが推測された。最初の薄い一層目は流し漉きを行うことにより簀肌面の繊維配向度が大きくなり、そのあとは溜め抄きを行うために捨水面の繊維配向度が弱くなるという特徴が現れている。当時流し漉きが普通に行われていた状況の中で、なぜ2層目が溜め漉きなのかは今後の検討課題である。

図7に紙種別に見たときの紙の繊維配向度比較を示し、引合（上）について説明する。ここで引合（上）とした料紙は妙法院宮尊澄法親王請文（元徳元年11月7日、大徳寺文書168号文書）と信濃伴野庄并下総葛西御厨相承次第（南北朝時代、年月日未詳、大徳寺文書649号文書）の2通である。前者は親王、後者も王領庄園の伝領に関わる文書であって、中世の文書のうち、奉書Ⅰ又は第Ⅰ類（上島1991：330）、あるいは「引合」とされる最上級の文書料紙である。表面に独特の光沢があり、縦に細かな皺、いわゆる繭皺があり、その物理的な形状に着目した料紙分類としては史料用語の「繭紙」を採用するのがよいと考えられる。この料紙は透過光による顕微鏡観察では、網目状の繊維の状態を観察することができ、デンプンなどの添加剤はなく、柔細胞由来の植物性非繊維物質もほとんど存在しない。なお、図中で単に“引合”として8点を別に分類したのは、繭皺の存在などの点で、“引合（上）”と類似するものの、やや薄手であったり、粗製であったりする点で区別されるもので、奉書Ⅱ又は第Ⅱ類に分類されると考えた。注目されるのは、引合（上）では、書記面の繊維配向度が1.07、非書記面は1.16であり、書記面の配向度が小さかったことである。引合（上）もまた、書状の執筆においては一般的な習慣とは異なり、捨水面を書記面としたことを意味する。引合（上）は、繭紙とも呼ばれ、製造工程上繭肌のような皺が付く。この繭皺は、紙の形状変化に対する拘束のない乾燥法であるつり干しの際に、紙が収縮して生じる皺である。個々の繊維は長さ方向にはほとんど収縮せず、主に幅方向に収縮する性質がある。簀肌面は、捨水面より繊維配向度が大きいいため、簀肌面の繊維配向方向に対して垂直な方向に収縮しやすくなる（皺の筋は繊維配向方向に、つまり縦皺となって並ぶ）。以上のような工程を経ることにより簀肌面は捨水面より多くの繭皺が表面に生じ、その面を内側にして紙全体が反るであろうからその矯正を行う必要がある。また、細かい皺が生じた表面は通常光沢が発現しないため光沢を付与する目的で打ち紙を施したと考えられる。その結果、簀肌面は細やかな縦皺が見える美しい光沢面となる。美観を残した書状にしようとする執筆者の気遣いからあえてこの面に筆記することを避けたのかもしれない。推測の部分も多々あるが、この時代においてもっとも上質・高級な便箋である引合（上）について、書状料紙の取り扱いに関する執筆様式を和紙製造工程と関連付けることができた。

7. まとめ

本研究で大徳寺文書料紙に適用した繊維配向分析は、繊維配向度によって簀肌面と捨水面の判別が可能であるため、書記面が簀肌面であったか捨水面であったかという料紙の使用方法の習慣を推定するのに有用であることがわかった。

書記年の世紀別分類では、14～16世紀は書記面／非書記面の繊維配向度の比率がほとんど変わらない傾向を示したことから、この時代は抄紙技術と執筆様式に大きな変化がなかったものと推測される。重紙に関する分析では、通常本紙、裏紙とも簀肌面を上に向けて重ね、その面から書き出す習慣があるが、本紙、裏紙の上に向けられた面の繊維配向度が非常に大きいことからこの習慣が確認された。料紙の種類ごとに分析した結果では、美濃紙、鎌倉杉原、室町杉原、檀紙、引合では書記面の方が非書記面より繊維配向度が大きかった。一方、宿紙と引合（上）では、必ず捨水面を書記面として使っていたことがわかった。このような例外的な料紙の取り扱い、残留した墨が形成した濃色の簀の目及び繭皺のある美しい光沢面が、それぞれに特有の製造工程において簀肌面に出現することを配慮した執筆者の選択であったことが推測された。

謝辞

引合（上）の執筆様式の考察にあたり、和紙の製造工程についてご助言を頂いた大川昭典氏に感謝します。

参考文献

上島有

1991「中世文書の料紙の種類」『中世古文書の世界』、小川信編、pp.330-357 東京：吉川弘文館。

上島有

2000「檀紙・引合・杉原考—中世の紙に関する動向—」、*和紙文化研究*、第8号：pp.23-59

田中稔

1976「本紙・礼紙と料紙の使用方法について」、*古文書研究*、第10号：pp.16-25

1984「礼紙について」、土田直鎮先生還暦記念会編『奈良平安時代史論集下巻』、pp.631-653 東京：吉川弘文館。

（上記両論文とも後に田中稔 1993『中世史料論考』、pp.138-153、154-193 東京：吉川弘文館にそれぞれ所収。）

村田功二、藤田稔

1999「FFT法による木質繊維板の配向評価」、*材料*48(1): 77-82.

百瀬今朝雄

1988「重紙と裏紙」、*日本歴史*、479 号: pp.20-28 (後に百瀬今朝雄 2000『弘安書札礼の研究』、pp.227-237 東京：東京大学出版会に所収。)

Enomae Toshiharu, Han Yoon-Hee and Isogai Akira

2006 “Nondestructive determination of fiber orientation distribution of paper surface by image analysis”, *Nordic Pulp and Paper Research Journal* 21(2): 253-259.

Han Yoon-Hee, Enomae Toshiharu, Isogai Akira, Yamamoto Hirofumi, Hasegawa Satoshi, Song Jeong-Ju, and Jang Seong-Woo

2006 “Traditional Papermaking Techniques revealed by Fibre Orientation in Historical Papers”, *Studies in Conservation* 51: 267-276.

Estimate of papermaking technology of Daitokuji documents by fiber orientation analysis

Yoon-Hee Han^{1, 2)}, Toshiharu Enomae³⁾, Akihiko Takashima¹⁾, Michihisa Hotate¹⁾, Akira Isogai³⁾

1) Historiographical Institute, The University of Tokyo
Honggo 7-3-1, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0033, Japan

2) Current affiliation: Nara Repository, National Archives of Korea
398 Shiheung-dong Daewangpangyro, Seongnam, Gyeonggi-do, Korea

3) Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo
Yayoi 1-1-1, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657, Japan

Abstract

Fiber orientation analysis was performed with Daitokuji documents including over 2400 historical medieval documents. In the process of Japanese papermaking, fibers flow forward on the screen with its head down and tend to be oriented in the front-back direction. Fiber orientation degree is always higher for the screen side than for the top side due to the nature of fiber flow and this property provides the criterion for discrimination between the two sides. According to this structural regularity, it was successfully identified if the written side was the screen side or top side.

In view of the historical transition based on the written year, the ratio of the fiber orientation degree between the written and non-written sides showed an almost constant value from the 14th to 16th century, which suggests that the papermaking technology and handling manner of letter paper did not change largely in this period. With regard to duplicate sheets for letter, it is considered that both the two sheets — the main writing sheet and the backing sheet for additional writing — used to be overlapped with both the screen sides face up and the screen side of the main sheet was used as the page written initially. Fiber orientation degree was higher for the side face up for most duplicate sheet letters and this result confirmed the conventional paper handling. In comparison between kinds of paper classified by the traditional method, Minogami, Kamakura suibara, Muromatchi suibara, Danshi, and Hikiawase showed the higher fiber orientation degree for the written side than for the non-written side. Only for Shukushi and Hikiawase (superior), however, the top side was always selected as the written side. Such exceptional letter paper handling occurred because the screen sides were deliberately avoided by the writers because residual sumi ink particles trapped between bamboo splints of the screen developed to be dark lines for Shukushi and the glazed surface with cocoon-like wrinkle patterns developed for Hikiawase (superior) both on the screen side.

図のキャプション

図 1 大徳寺文書の例

図 2 紙表面の光学顕微鏡写真(a), 2 値化画像(b), パワースペクトル(c)

図 3 大徳寺文書の繊維配向性の世紀別変遷

図 4 重紙の構造と書記面及び非書記面の区別

図 5 重紙の本紙及び裏紙のそれぞれ書記面/非書記面の繊維配向度

図 6 大徳寺文書料紙の紙種別の繊維配向角度(a)と繊維配向度(b)

図 7 紙種別に見た紙の繊維配向度比較

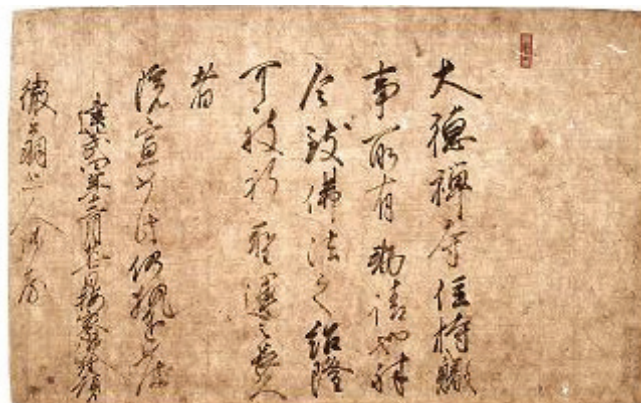


図1 大徳寺文書の例

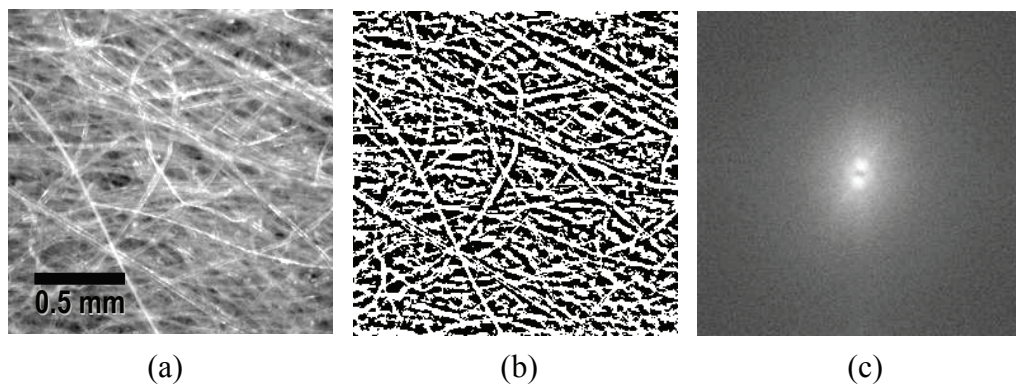


図 2 紙表面の光学顕微鏡写真(a), 2 値化画像(b), パワースペクトル(c)

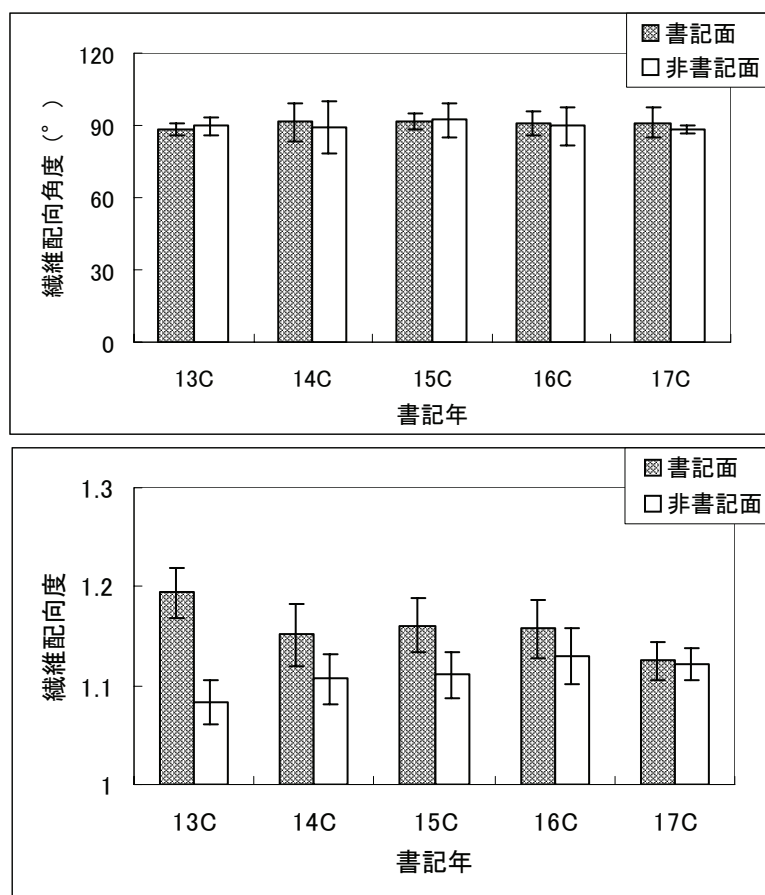


図 3. 大徳寺文書の繊維配向性の世紀別変遷

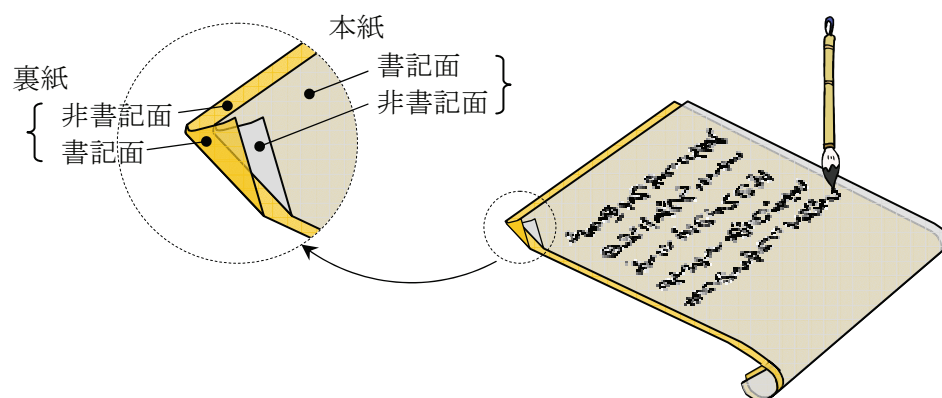
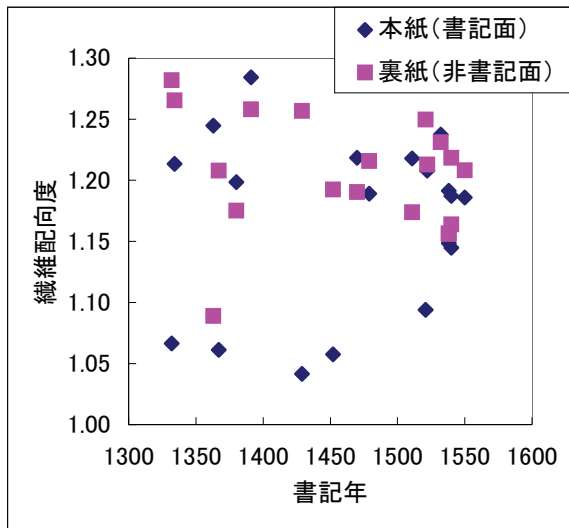
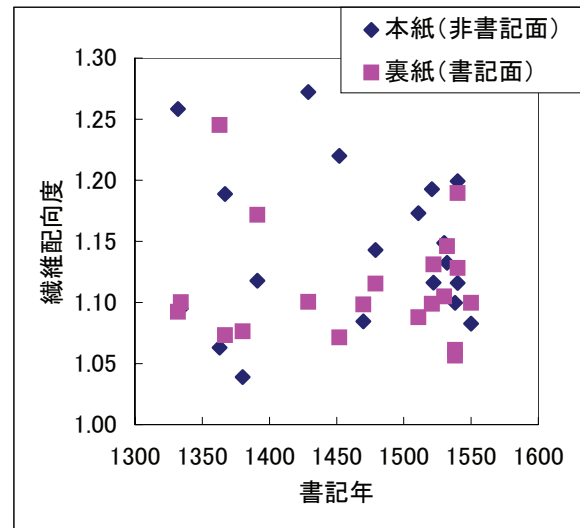


図 4 重紙の構造と書記面及び非書記面の区別



(a)



(b)

図 5. 重紙の本紙及び裏紙のそれぞれ書記面/非書記面の繊維配向度

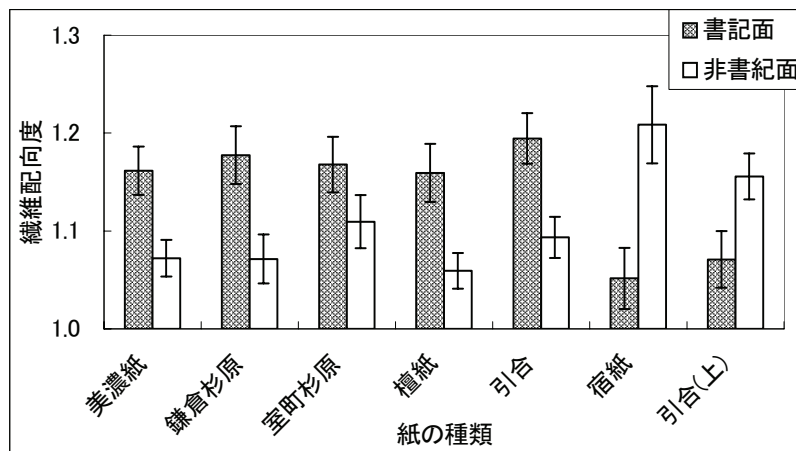
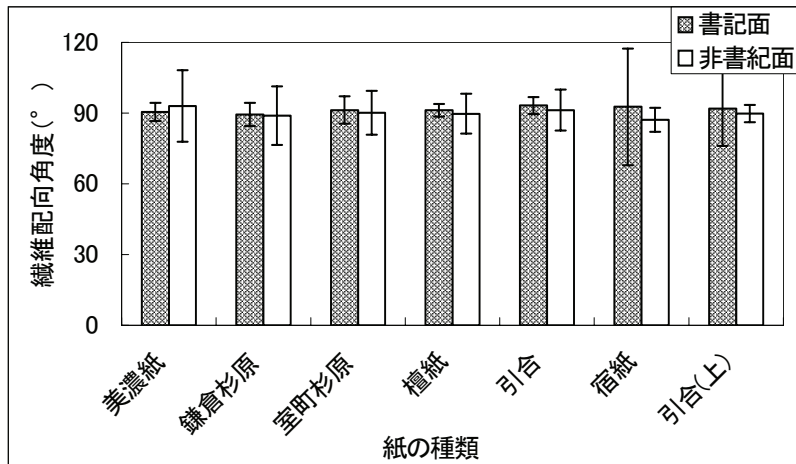


図 6. 大徳寺文書料紙の紙種別の繊維配向角度(a)と繊維配向度(b)

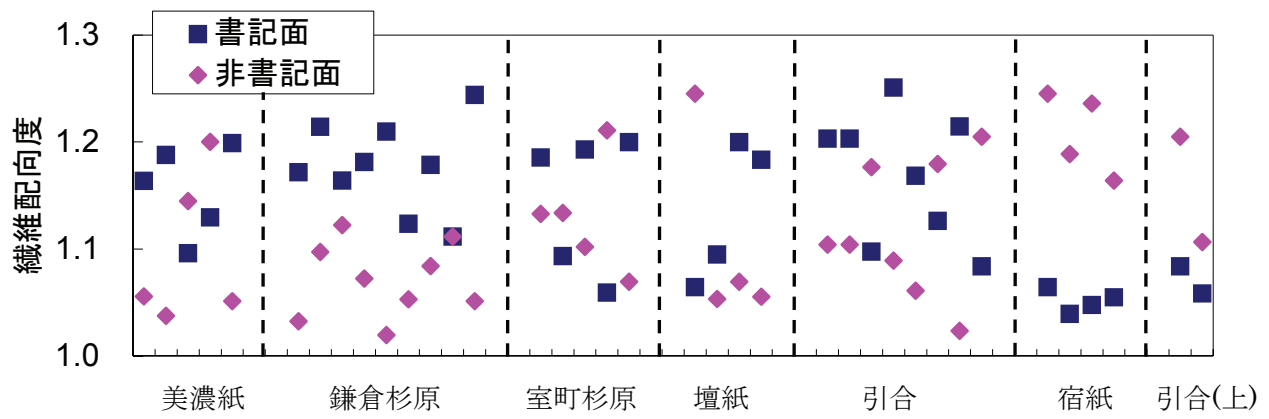


図 7. 紙種別に見た紙の繊維配向度比較