

---

## Zarys historyczny papiernictwa japońskiego na przełomie XIX i XX wieku w aspekcie metod produkcji papieru stosowanego do odbitek graficznych – badania porównawcze technologii wykonania papieru w kopiach drzeworytów japońskich powstałych w okresie Taishō z oryginałami pochodzącymi z epoki Edo<sup>1</sup>

DOI: 10.36155/NK.25.00004

Ewa Sobiczewska

esobiczewska@mnk.pl

ORCID: 0000-0002-5495-2395

notes 25\_2023  
konserwatorski

**Summary:** Ewa Sobiczewska, *An outline of the history of Japanese papermaking at the turn of the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> centuries regarding paper production methods used for prints. Part II – comparative research on technologies of producing paper used for Japanese woodcut prints made in the Taishō period with originals from the Edo period*

This is a continuation of the article “An outline of the history of Japanese papermaking at the turn of the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> centuries regarding paper production methods used for prints” published in “Notes Konserwatorski” vol. 24 (2022). The publication is devoted to technological changes in Japanese papermaking based on historical source materials, statistical data and contemporary studies.

---

<sup>1</sup> Pierwsza część artykułu *Zarys historyczny papiernictwa japońskiego na przełomie XIX i XX wieku w aspekcie metod produkcji papieru stosowanego do odbitek graficznych* ukazała się w 24 numerze „Notesu Konserwatorskiego” z 2022 roku, s. 93–134. Publikacja, poświęcona zmianom technologicznym w papiernictwie japońskim, opracowana została w oparciu o historyczne materiały źródłowe, dane statystyczne i badania współczesne.

## Badania papieru

### Cel badań

W celu lepszego zrozumienia zmian zachodzących w sposobach produkcji papierów używanych do wykonywania japońskich odbitek drzeworytniczych, przeprowadzono – w ramach drugiej części projektu badawczego<sup>2</sup> – analizę porównawczą oryginałów z okresu Edo (1603–1868) znajdujących się w posiadaniu Muzeum Narodowego w Krakowie z reprintami grafik powstałych na początku ery Taishō (1912–1926), pochodzących z daru Jensa Wiebela<sup>3</sup>. Badania miały również za zadanie określenie charakterystycznych cech papierów użytych przez wydawców w poszczególnych seriach. Papier japoński, jeśli nie zaznaczono inaczej, określany jest na potrzeby tej pracy wspólnym terminem *washi*. Przeprowadzone analizy będą stanowić podstawę tworzonej bazy danych dotyczącej zbioru drzeworytów japońskich ze zbiorów MNK. W przyszłości wszystkie zebrane dane, zawierające również wyniki badań pigmentów i barwników, będą mogły posłużyć jako materiał uzupełniający do określenia chronologii czasu powstania i proveniencji odbitek.

Zbiór Wiebela składa się z 81 grafik będących kopiami dzieł takich artystów, jak: Suzuki Harunobu, Kitagawa Utamaro, Utagawa Hiroshige, Katsushika Hokusai. Piętnaście prac (nr inw. MNK VI-NN-323, MNK VI-NN-324, MNK VI-NN-326, MNK VI-NN-327, MNK VI-NN-328, MNK VI-NN-329, MNK VI-NN-343, MNK VI-NN-344, MNK VI-NN-345, MNK VI-NN-346, MNK VI-NN-347, MNK VI-NN-348, MNK VI-NN-349, MNK VI-NN-402, MNK VI-NN-403) pochodzi z edycji przygotowanej przez Ukiyo-e Kenkyūkai Tōkyō (浮世繪研究會), zatytułowanej *Ukiyoe*

---

<sup>2</sup> Wewnętrzny projekt badawczy Muzeum Narodowego w Krakowie „Zbiór grafik z daru Jensa Wiebela w kontekście kolekcji drzeworytów japońskich Muzeum Narodowego w Krakowie. [Analiza dzieł wszystkich z próbą oceny w kontekście uzupełnienia kolekcji MNK]”.

<sup>3</sup> Dar ofiarowany Muzeum Narodowemu w Krakowie w 2018 roku przez wnuka pierwszego nabywcy. Więcej informacji w pierwszej części artykułu, zob. E. Sobiczewska, *Zarys historyczny piapiernictwa japońskiego na przełomie XIX i XX wieku...*, wyd. cyt. oraz B. Romanowicz, *Hokusai. Wędrując, Drzeworyty japońskie ze zbiorów Muzeum Narodowego w Krakowie*, katalog wystawy, Kraków 2021, s. 18, 49–85.

*hanga kessakushū* (浮世繪板畫傑作), opublikowanej w latach 5–9 ery Taishō (1916–1920) przez Shōzaburō Watanabe. Dwanaście sztuk grafik (nr inw. od MNK VI-NN-331 kolejno do MNK VI-NN-342) należy do serii „Pośrednie stacje Tōkaidō i widoki na drodze Narita” – *Tōkaidō yokyo Narita dochu*, wydanej w 1919 roku przez Shōkichi Sakai. Źródeł pochodzenia pozostałych drzeworytów nie udało się zidentyfikować. Wśród nich znajdują się 32 drzeworyty z serii „Pięćdziesiąt trzy stacje na gościńcu Tōkaidō” – *Tōkaidō gojūsan tsugi no uchi* (od MNK VI-NN-350 kolejno do MNK VI-NN-381), dziewiętnaście grafik z przedstawieniami „Trzydzieści sześć widoków góry Fuji” – *Fugaku sanjū-rokkei* (nr inw. MNK od VI-NN-383 kolejno do MNK-NN-401). Pozostałe trzy egzemplarze (nr inw. MNK-NN-325, MNK VI-330, MNK VI-NN-382) są pojedynczymi, niepowiązаныmi ze sobą jednostkami, pochodzącymi z różnych cykli. Do badań porównawczych wybrano przykłady 21 oryginalnych grafik. Wśród nich znalazły się trzy prace Hokusai z przedstawieniami z serii „Trzydzieści sześć widoków góry Fuji” – *Fugaku sanjū-rokkei* powstałymi pomiędzy rokiem 1823 i 1829 (nr inw. MNK VI-479, MNKVI-NN-480, MNKVI-NN-482), a także czternaście drzeworytów Hiroshige z cyklu „Pięćdziesiąt trzy stacje na gościńcu Tōkaidō” – *Tōkaidō gojūsan tsugi no uchi* datowanego na około 1834 rok (nr inw. MNK VI-1205, MNK VI-1209, MNK VI-1216, MNK VI-1225, MNK VI-1228, MNK VI-1229, MNK VI-1234, MNK VI-1235, MNK VI-1239, MNK VI-1240, MNK VI-1241, MNK VI-1248, MNK VI-1252, MNK VI-1257). Pozostałe to cztery pojedyncze grafiki z różnych serii autorstwa Hokusai i Hiroshige (nr inw. MNK VI-523, MNK VI-563, MNK VI-2270, MNK VI-2265) pochodzących z lat 30. XIX wieku.

W badaniach przeprowadzono:

- (1) obserwację wizualną z użyciem światła naturalnego, kierunkowego i przechodzącego, co umożliwiło oszacowanie: obecności, liczby i rozmieszczenia kresów oraz żeberk w obrębie poszczególnych drzeworytów, a także scharakteryzowanie faktury powierzchni, sposobu ułożenia włókien oraz ocenę zanieczyszczeń;
- (2) analizę składu włóknistego;
- (3) weryfikację obecnych w arkuszu wypełniaczy.

## Obserwacje makroskopowe

### 1. Analiza powierzchni i struktury papieru

Dzięki obserwacji wyglądu arkusza papieru możemy zebrać informacje na temat jego metod produkcji. Oprócz oceny ogólnego wyglądu, ważna jest analiza w świetle przechodzącym. Można w ten sposób zobaczyć różnice w rozłożeniu włókien i stwierdzić obecność śladów sita. Obserwacja w świetle kierunkowym daje informacje o fakturze powierzchni.

Na wstępnym etapie prac przeprowadzono analizę współcześnie produkowanych papierów japońskich. Posługując się próbkami zaopatrzonymi w szczegółowy opis sposobu ich wykonania, można było stworzyć bazę do późniejszych badań porównawczych<sup>4</sup>. W tym celu wykonano zdjęcia powierzchni w świetle bocznym i świetle przechodzącym.

Papier japoński odznacza się gładką powierzchnią od strony górnej, a szorstką od dolnej. Różnica wizualna między *ura* – przodem a *omote* – tyłem bywa zwykle wyraźna, ale niekiedy słabo widoczna lub wręcz niezauważalna.

Pierwszym powodem wystąpienia różnic pomiędzy obiema stronami jest stopniowe tworzenie grubości arkusza w metodzie *nagashizuki*<sup>5</sup>. Najpierw

---

4 Opisy i próbki zostały opracowane przez japońską organizację The Association of Conservation for National Treasures. W specyfikacjach znajdują się informacje na temat nazwy własnej papieru, miejsca jego wytwarzania, nazwy warsztatu, nazwisk papierników. Zestawiono właściwości fizyczne: wymiary i wagę produkowanego arkusza, gramaturę, grubość, gęstość. W dalszej kolejności opisano skład włóknisty wraz z pochodzeniem roślin, z których przygotowano masę, środki używane do roztworzenia i metody ubijania, substancje dyspergujące, wypełniacze, metody formowania arkuszy i rodzaj zastosowanych sit, sposób suszenia. Karty w języku angielskim wraz z próbkami papieru są dostępne w biurze organizacji, adres mailowy: [info@kokuhoshuri.or.jp](mailto:info@kokuhoshuri.or.jp).

5 *Nagashizuki* polega na budowaniu warstwowym arkusza papieru. Zasadą metody jest wielokrotne napelnianie formy zawieszoną, która zawiera masę włóknistą znajdującą się w ciągłym ruchu (w przód i tył lub na boki). Najpierw powstają 2–3 najcieńsze warstwy włókien, następnie nakłada się na nie grubszą warstwę pośrednią i na koniec ponownie cienką warstwę. Nadmiar masy jest każdorazowo wyrzucany z powrotem do kadzi. Istnieją lokalne różnice pod względem wykonywanej liczby ruchów i ich zakresu. Inną techniką stosowaną

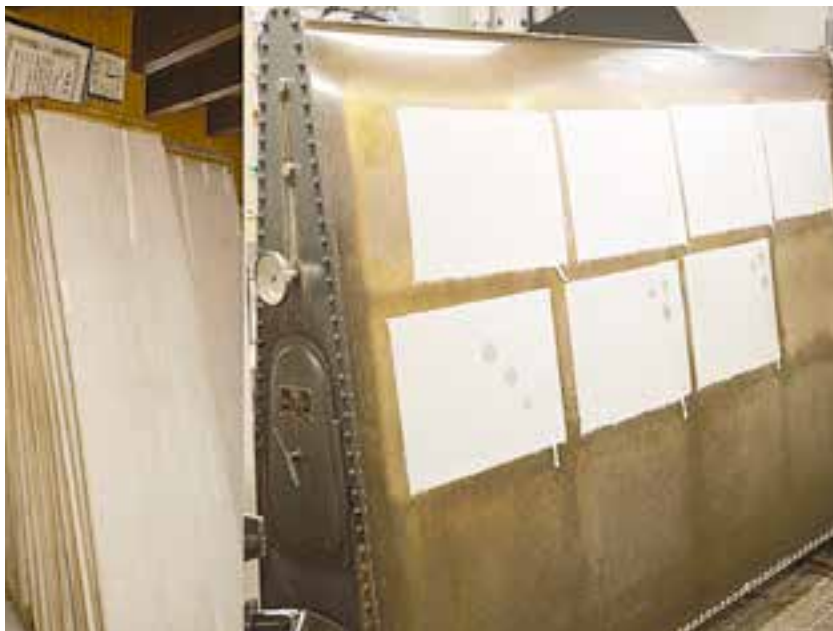
wychwytywane są najdłuższe włókna, które osadzają się na powierzchni sita<sup>6</sup>. Reszta masy wypływa przez szczeliny między żeberkami. Konsekwencją retencji frakcji długowłóknistej jest zmniejszenie się prześwitów w sicie i możliwość zatrzymania na jego powierzchni krótszych włókien. W ten sposób następuje stopniowe spiętrzanie włókien. Przy obserwacji przekroju gotowego papieru, można dostrzec, że strona arkusza stykająca się z sitem jest gładsza i posiada więcej długich włókien, a po przeciwnej stronie znajduje się wiele krótkich włókien zmieszanych z długimi<sup>7</sup>.

Drugim powodem różnic pomiędzy licem a odwrociem papieru jest zastosowana przez papiernika metoda suszenia arkuszy. Papier, z którego usunięto część wody w procesie *nagashizuki*, nadal zawiera dużo wilgoci, dlatego dosusza się go na drewnianej desce, wystawiając ją na działanie ciepła promieni słonecznych, lub na podgrzewanej metalowej płycie. Podczas nakładania mokrego arkusza na deskę bądź blachę, rozpościera się go za pomocą szerokiego pędzla. W zależności od rodzaju włosia pędzla na powierzchni mogą pozostać ślady, a włókna papieru bywają lekko podniesione. Pędzel prowadzony jest od środka na boki, ustawiony pod kątem prostym do powierzchni arkusza, tak aby wypchnąć powietrze spod spodu. Jego ślady są widoczne jako długie i ostre wklęsłe linie. Jeśli włosie cechuje się zbytnią miękkością, to nacisk narzędzia może okazać się niedostateczny. W konsekwencji, w czasie procesu suszenia pojawia się prawdopodobieństwo wystąpienia miejscowych odspojień papieru, co może skutkować pojawieniem się zmarszczek. Strona, która przylega do powierzchni deski lub blachy staje się bardziej gładka. Na *washi* suszonym na drewnianych deskach można często zaobserwować odbite na nim słoje (ślady takie nazywane

w japońskim papiernictwie jest *tamezuki* (metoda zanurzeniowa, oparta na potrząsaniu sitem, zbliżona do stosowanej w Europie).

6 Długość włókien *kōzo* waha się od 6 do 25 mm. N. Stavisky, J. Schmidt, *Mitnan. A new fiber source for handmade paper*, „The Paper Conservator” 1984, vol. 8, issue 1, s. 73.

7 A. Okawa, *How is the front surface and back surface of paper format?*, w: *Handbook on the art of washi*, Tokyo 1991, s. 52.



**Fot. 1.**

Suszenie papieru w Mino: na deskach – warsztat papierniczy Minotakekami Kobo (po lewej) i na płytach metalowych w Mino-Washi Museum (po prawej), (fot. Marta Winiarczyk)

są terminem *itame*). W tym wypadku gładką powierzchnię stykającą się z deską określa się jako *lico*, a stronę, która nosi ślady pędzla uważa się za tył. Jest to jeszcze lepiej widoczne, gdy papier jest suszony na płycie metalowej. Woda znajdująca się między włóknami gwałtownie wyparowuje, powodując szybkie kurczenie się włókien. Ulegają one spłaszczeniu w warstwie stykającej się z powierzchnią suszarki, tak że nierówności spowodowane zróżnicowaniem wymiarów włókien stają się bardziej widoczne na powierzchni nieprzylegającej do płyty. Suszenie na słońcu odbywa się wolniej, w niższej temperaturze, zatem ilość wody pozostająca w papierze jest stosunkowo duża, a w konsekwencji papier charakteryzuje się większą miękkością i elastycznością. Celuloza to agregat polisacharydów o wysokim stopniu polimeryzacji (przeciętny stopień polimeryzacji (DP) celulozy rodzimej waha się od 2000 do 10 000, przy czym najczęściej

jego wartości mieszczą się w przedziale 4000–6000<sup>8)</sup> połączonych wiązaniem  $\beta$ -1,4-glikozydowym i o liniowej strukturze cząsteczkowej. Gdy papier jest suchy, pomiędzy grupami hydroksylowymi są obecne elektrostatyczne wiązania wodorowe stabilizujące strukturę polisacharydów, dlatego trudniej jest rozciągnąć czy rozedrzeć arkusz odwodniony niż mokry. Podczas suszenia na słońcu odparowanie wody i towarzyszący temu skurcz włókien zachodzi zarówno w samym papierze, jak i w desce, a zatem wiązania wodorowe generowane przez suszenie wspomnianą metodą tworzą się równomiernie, przez co papier staje się bardziej wytrzymały mechanicznie. Bardzo gładka powierzchnia płyty metalowej powoduje, że lico suszonego papieru cechuje się dużą równością, ale ponieważ blacha nie pracuje tak jak drewniana deska, dochodzi do wystąpienia silnego i gwałtownego skurczu włókien. Powstające wiązania wodorowe są mniej liczne, co wpływa na obniżenie właściwości wytrzymałościowych papieru<sup>9</sup>.

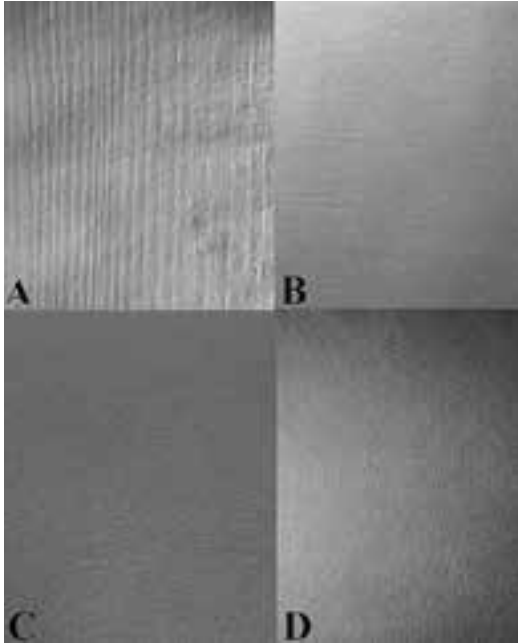
Aby uniknąć zjawiska powstawania różnic pomiędzy licem i odwrociem, wynaleziono inną metodę suszenia, w której papier napręża się na drewnianej ramie. Arkusz nie posiada wtedy żadnych śladów pędzla i jest gładki z obu stron<sup>10</sup>.

---

8 W. Surewicz, *Podstawy technologii mas włóknistych; surowce włókniste przemysłu celulozowo-papierniczego i ich składniki chemiczne*, Warszawa 1971, s. 35.

9 Stwierdzono, że papier suszony na desce jest nieco mocniejszy (wartości samozerwalności dla mokrego papieru wynoszą odpowiednio: 138 m i 126 m, wartości samozerwalności skręconego o 45° paska papieru wynoszą 1960 i 1810 m) i mniej sztywny (wartość sztywności 35,8 mN) niż papier suszony na blasze (38,4 mN). Po gwałtownym i silnym odwodnieniu wiązki celulozy (fibryle) wiążą się ze sobą i nie wracają do swojego pierwotnego stanu, nawet jeśli ponownie ulegną nawilżeniu. Nie zaobserwowano prawie żadnej różnicy w gramaturze i gęstości w obu arkuszach. Absorpcja wody, gramatura, wartość pH dla obu próbek są prawie takie same. Zob. K. Masuda, *Tosa tengujōshi-tō no bussei shiken oyobi bunkazai shūfuku yōshi to shite no saiteki-ka jōken haaku*, w: *Washi no kenkyū – Rekishi seihō yōgu bunkazai shūfuku: zaidan hōjin pōra bijutsu shinkō zaidan*, Pola Art Foundation, Kochi Prefectural Paper Industry Technology Center, 2004, s. 36, [http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/151406/files/2019092000179/washi\\_report.pdf](http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/151406/files/2019092000179/washi_report.pdf) [dostęp: 10.03.2022].

10 A. Okawa, *How is the front surface and back surface of paper format?*, w: *Handbook on the art of washi*, Tokyo 1991, s. 53. W ten sposób suszono ręcznie produkowany papier *kyokushi*.



Fot. 2.

Faktura papieru: A – *misugami* suszonego na desce z sosny (papiernia Uekube, papiernicy Hisao i Ryoji Uekubo, prefektura Nara), B – *usumino* suszonego na desce z kasztanowca (papiernia Minotake, papiernicy Toyomi i Takehisa Suzuki, prefektura Gifu), C – *hōsho* „Echizen Kizuki Hoso” suszonego na desce z miłorzębu (papiernia Ichibei Iwano, papiernik Ichibei Iwano, prefektura Fukui), D – *hosokawashi* suszonego na płycie metalowej (papiernia Takano, papiernik Taeko Koyama, prefektura Saitama), (fot. Ewa Sobiczewska)

Do suszenia papieru najbardziej odpowiednie są pojedyncze płyty pozbawione łączów. Za szczególnie wartościowe uważa się drewno miłorzębu ichō, które posiada gładką powierzchnię i niewiele słoików. Papier na nim suszony ma niezwykle piękną i subtelną fakturę. Najczęściej wykorzystuje się deski sosnowe i cedrowe. Są o wiele lżejsze, a przez to wygodniejsze w przenoszeniu, ale ich wyraźniejsze słoje łatwo odbijają się na papierze. Płyty z miłorzębu są używane w Echizen, natomiast z kasztanowca japońskiego w okolicach Mino (dzisiejsza

W 1875 roku Ministerstwo Finansów Japonii zaproponowało papiernikom z Echizen, aby ci spróbowali wyprodukować papier nadający się do drukowania banknotów. Wykonano go z mitsumaty i nazwano *kyokushi* (papierem urzędowym). Został przedstawiony na wystawie światowej w Paryżu w 1878 roku, gdzie zachwycono się jego pięknem i trwałością. Znalazł również zastosowanie do emisji papierów wartościowych i obligacji, a w 1919 roku użyto go do wydrukowania tekstu traktatu wersalskiego. Obecnie produkowany maszynowo *kyokushi* wykorzystywany jest do druku japońskich banknotów.



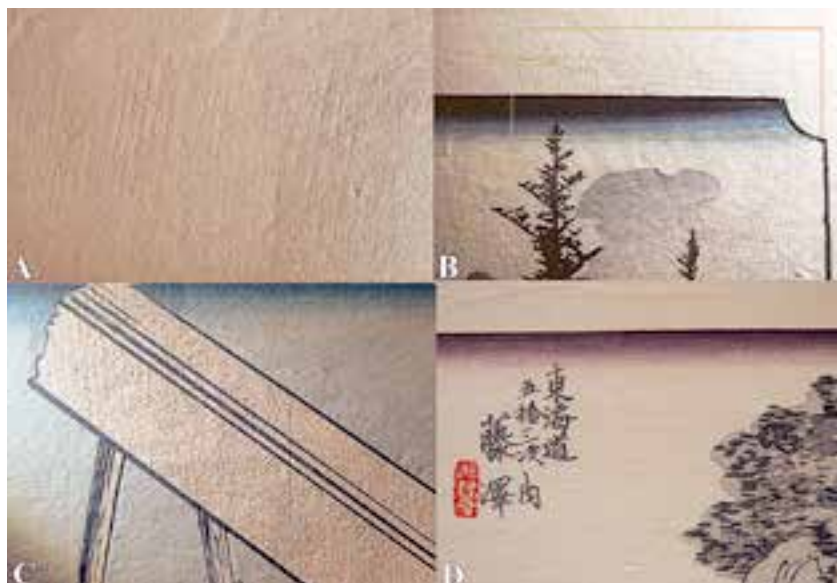


**Fot. 3.**

Faktura powierzchni grafik  
pochodzących z wydawnictwa  
Watanabe: A – MNK VI-NN-323,  
B – MNK VI-NN-343  
(fot. Ewa Sobiczewska)

**Fot. 4.**

Ślady odcisku deski  
na licu papieru grafik  
z okresu Taishō:  
A – MNK VI-NN-389,  
B – MNK VI-NN-365,  
C – MNK VI-NN-395,  
D – MNK VI-NN-365  
(fot. Ewa Sobiczewska)





Fot. 5.

A – ślady pędzla na odwrociu grafiki MNK VI-NN-363, B i C – porównanie powierzchni lica i odwrocia papieru grafiki MNK VI-NN-325 (fot. Ewa Sobiczewska)

prefektura Gifu). Duże drzewa potrzebne do wyrobu desek są bardzo trudne do zdobycia we współczesnych czasach. Ich cena jest bardzo wysoka. W rezultacie papiernicy często posługują się odziedziczonymi po poprzednikach starymi narzędziami mającymi nierzadko po 150 lat.

Na odwrociach wszystkich grafik zaobserwowano mniej lub bardziej widoczne ślady pędzla. Lico i odwrocie są łatwo rozróżnialne pod względem faktury.

Wyjątek stanowi grafika MNK NN-325 „Ohisa z herbaciarni Takashimaya” – *Takashima Ohisa*. Nie zaobserwowano na niej śladów pędzla, a różnica między odwrociem a licem widoczna jest dopiero pod powiększeniem. Można wnioskować, że papier ten został specjalnie wyprodukowany do tej odbitki.

Jest to w pełni uzasadnione w przypadku zastosowania unikalnej techniki druku po obu stronach papieru zwanej *ryomen-zuri*. Postać Ohisy, dziewczyny z herbaciarni Takashimaya, ukazanej z przodu i z tyłu, została umiejętnie wydrukowana na jednym arkuszu. Dzięki temu, kiedy wydruk jest trzymany pod światło, można zaobserwować dokładne dopasowanie konturów. Brak widocznej różnicy w fakturze papieru dodatkowo uwydatnia walory artystyczne odbitki.

#### Struktura papieru

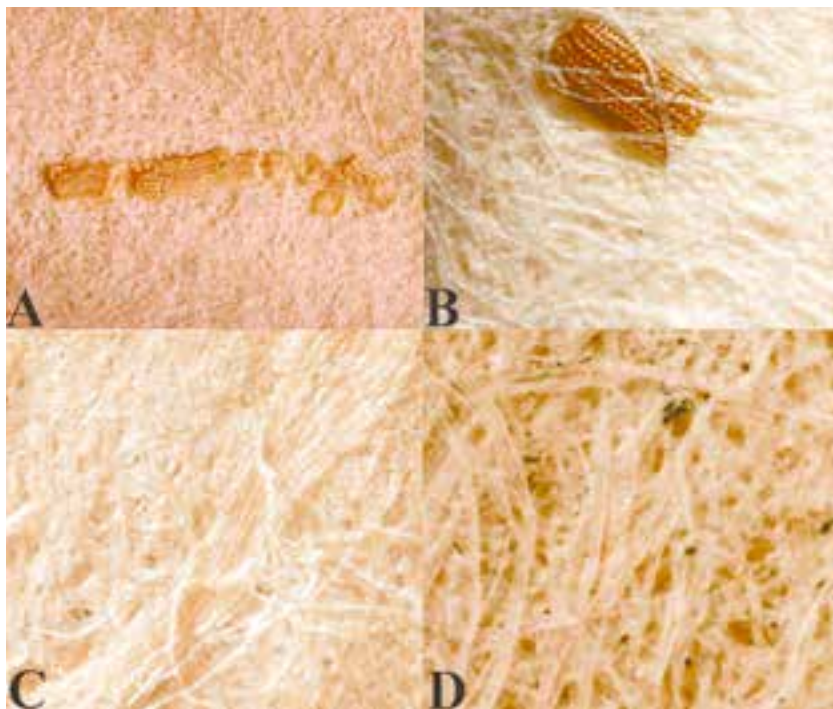
We wszystkich badanych papierach zaobserwowano tę samą regularną strukturę papieru z równomiernie rozmieszczonymi włóknami. W siatce splecionych włókien widoczne są niekiedy mniejsze lub większe zanieczyszczenia pochodzące z niedokładnie sfibrylowanych włókien oraz pozostałości fragmentów roślin (fot. 6).

Wyjątkiem jest grafika MNK VI-NN-330 (fot. 7 C, D). Część włókien pokrywają gęste ciemne cząsteczki. Jest to przykład zastosowania dodatku makulatury do masy papierniczej.

Pierwsze wzmianki o recyklingu papieru w Japonii pochodzą z IX wieku. Do produkcji arkuszy papieru zwanego *shukushi* przetwarzano książki z biblioteki cesarskiej<sup>11</sup>. Wobec dużego zapotrzebowania na ten typ wyrobu w XV wieku

---

<sup>11</sup> *Sukikaeshi* – „ponownie wytworzony papier” 漉き返し業者, nazywany również *jiyukushi* lub *usuzumigami*. Papier taki miał różną jakość i zastosowanie. Często używano go do przekazywania rozkazów cesarza w dokumentach redagowanych przez jego sekretarza. Był poddawany różnorodnym zabiegom mającym na celu pogłębienie szarego koloru pochodzącego z tuszu, tak aby podkreślić jego świętość i wysoki status. W dawnych wyobrażeniach papier ten zawierał część duszy zmarłego, będąc świadectwem życia osoby, która go wcześniej używała. Przykładem takim jest historia pochodząca z wieku IX, opisana w *Nihon Sandai Jitsuroku*. Opowiada ona o konkubinie cesarza Seiwa, pani Fujiwara-no Tamiko, która po śmierci władcy kazała przetworzyć wszystkie wiersze i listy miłosne, które do niej napisał. Na otrzymanym papierze przepisywała sutrę z modlitwą o pokój jego duszy, którą rozdawała w kręgu bliskich przyjaciół i członków rodziny. Wierzono, że kopiowanie

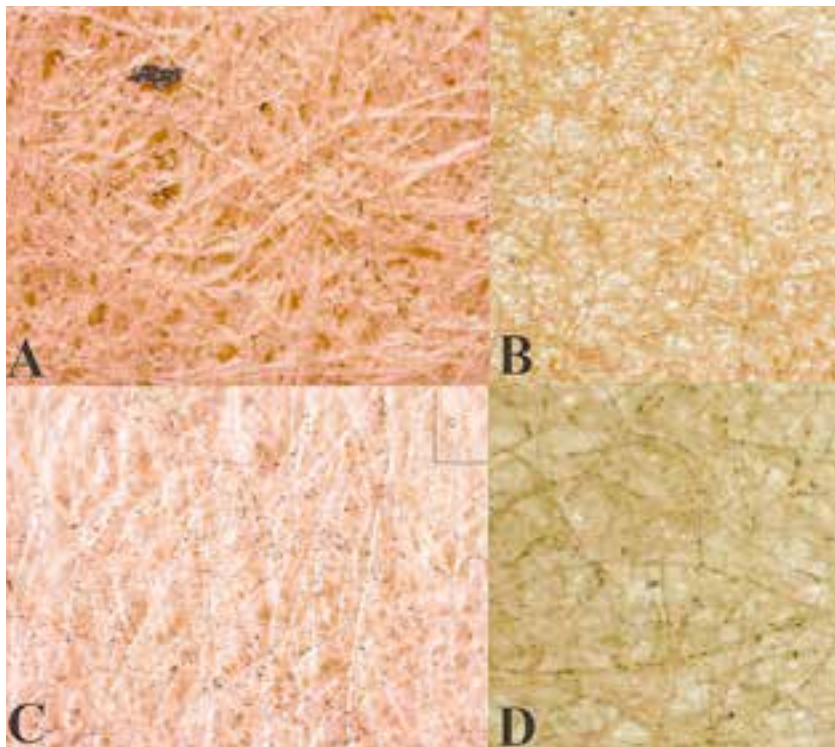


Fot. 6.

Drzeworyty z okresu Taishō: A, B – pozostałości fragmentów roślin, C – niedokładnie rozbite włókna, D – nieusunięte drobiny pochodzące z zewnętrznej czarnej warstwy tyka (fot. Ewa Sobiczewska)

powstały cechy rzemieślnicze zwane *shukushi-za*. W 1522 roku istniały dwie sekcje, z których jedna zarządzana była przez ród Togai, a druga przez ród Osaji. Obie rodziny były dziedzicznymi urzędnikami *zushoryō*, czyli biblioteki cesarskiej. Posiadały dostęp do starych rękopisów i dokumentów, które były ponownie przetwarzane na masę papierową wykorzystywaną jako materiał do produkcji papieru w fabrykach cechu. Wraz z upadkiem całej administracji

sutry pomoże w zbawieniu duszy zmarłego. *Shukushi* był również używany jako papier do codziennych notatek oraz w malarstwie i poezji. Jednak w tym przypadku jego jakość była znacznie gorsza.



**Fot. 7.** Drzeworyty z okresu Taishō: MNK VI-NN-329: zanieczyszczenia w strukturze papieru pochodzące z pozostałości zewnętrznej warstwy łyka (A – w świetle skośnym, B – w świetle przechodzącym), MNK VI-NN-330: cząsteczki czarnego pigmentu w strukturze papieru (C – w świetle skośnym, D – w świetle przechodzącym), (fot. Ewa Sobiczewska)

centralnej w okresie Heian *zushoryō* przestało mieć tak wielkie znaczenie, a zatrudniony personel został zredukowany pod względem liczebności. W okresie Edo przy produkcji *shukushi* w Kioto i Fushimi pracowało sześciu kierowników, trzech brygadzystów i 121 papierników. Ich działalność podlegała jurysdykcji zarządców *shukushi-za*.

Papiernicy cesarscy, którzy utracili zatrudnienie na dworze, przeszli na usługi władców feudalnych i stopniowo zasymilowali się z innymi rzemieślnikami

działającymi na terenie całej Japonii<sup>12</sup>. Powszechna produkcja tańszych rodzajów papierów, w tym papieru z makulatury, rozprzestrzeniła się i wzrosła, gdy stały się one niezbędne w codziennym życiu mieszkańców miast.

Jakość papieru z recyklingu wytwarzanego w okresie Edo na użytek niższych warstw społecznych była bardzo różna w zależności od jego przeznaczenia, miejsca wytwarzania, składu i metod produkcji. Wśród zachowanych historycznych przykładów znajduje się całe spektrum wytworów: od źle uformowanych, nierówno zabarwionych i zawierających zanieczyszczenia arkuszy, po bardzo dobrze wykonane, prawie białe papiery.

Głównymi ośrodkami produkcyjnymi papieru z recyklingu były duże miasta, w tym Edo (dzisiejsze Tokio), Osaka i Kioto. Największym dostawcą makulatury i konsumentem papieru w Japonii było Edo. W mieście tym działała rozwinięta sieć przedsiębiorstw zajmujących się przetwarzaniem wszelkiego rodzaju śmieci i odpadków, funkcjonująca pod kontrolą rządu. Śmieci były zbierane na ulicy przez członków najniższej kasty *eta*, która zamieszkiwała slumsy. *Kamikuzu hiroi*<sup>13</sup> chodzili po ulicach z koszykiem zawieszonym na szyi i za pomocą prostego bambusowego narzędzia zbierali papiery leżące na ziemi. Pod koniec dnia zanosili swój urobek do handlarza używanym papierem<sup>14</sup>. Czytą makulaturę pozyskiwali chodzący od drzwi do drzwi handlarze *kamikuzu kai*<sup>15</sup>. Nosili na ramieniu dwa kosze z plecionego bambusa, zwane *mekago*, zawieszane na drążku. Posiadali ze sobą wagę do ważenia papieru, aby móc za jej pomocą określić kwotę należnej zapłaty. Zebrane śmieci i makulaturę sortowano na grupy: osobno tkaniny, metale, włosy i papier. Sprzedawano je pośrednikom i hurtownikom, którzy z kolei odsprzedawali je rzemieślnikom. Oprócz dystrybucji surowców, hurtownicy kontrolowali także sprzedaż

---

12 D. Hunter, *Papermaking: The History and Technique of an Ancient Craft*, New York 1978, s. 151, 152.

13 紙屑拾い - zbieracze papieru.

14 *Kamikuzuya* 紙屑屋 - skup makulatury.

15 *Kamikuzukai* 紙屑買い - skupujący papier.

gotowych produktów. Skupowali papier makulaturowy od wytwórców i dostarczali go detalistom. W okolicy Edo było kilka wiosek, które wytwarzały papier wyłącznie z recyklingu. Pierwsze powstały w Asakusa. Na początku XIX wieku ośrodki produkcji przeniosły się do Sanyabori, a później w XX wieku na północ, do Minamisenju. Papier z recyklingu produkowany w regionie Edo nosił nazwę *asakusashi* lub *asakusagami*<sup>16</sup> i zachował tę nazwę nawet po transferze produkcji do Sanyabori i Minamisenju. Papier makulaturowy pochodzący z Kioto nazywany był *nishidōingami*, a z Osaki *minatogami*<sup>17</sup>.

Stosunkowo niewiele wiadomo o materiałach i metodach stosowanych do przetwarzania papieru z recyklingu w okresie od XVIII do XIX wieku. Ten brak historycznych źródeł wynika w pewnym stopniu z faktu istnienia ustnej tradycji przekazywania wiedzy z mistrza na ucznia. Być może czynności, którymi zajmowali się nisko wykwalifikowani chłopcy były postrzegane również jako zbyt proste, aby zasługiwały na udokumentowanie. Według japońskich badaczy zajmujących się historią rękodzieła papierniczego, makulatura była moczona w wodzie przez kilka godzin. Bywała często niezbyt starannie sortowana, co skutkowało dużą zawartością zanieczyszczeń, takich jak włókna tkanin, sierść zwierząt i błoto. Namoczony papier umieszczano na drewnianej lub kamiennej powierzchni i ubijano pałką, a następnie płukano w wodzie. Czasami w celu zwiększenia białości *shukushi* dodawano do niego proszek ryżowy, kredę lub białą glinę. Tradycja ręcznego wytwarzania papieru pochodzącego z makulatury zaczęła ostatecznie zanikać w latach siedemdziesiątych XX wieku i obecnie nikt nie kontynuuje jego produkcji<sup>18</sup>.

---

16 浅草紙 – papier z Asakusa.

17 *Nishidōingami* 西洞院紙, *minatogami* 湊紙. *Minatogami*, którego produkcję rozpoczęto w wiosce Minato często był barwiony na ciemny granat lub fiolet i używano go do warstw podkładowych w rozsuwanych drzwiach *fusuma* lub wyklejania ścian w pawilonach herbacianych.

18 K. Hioki, *Investigation of Historical Japanese Paper: An Experiment to Recreate Recycled Paper from 18<sup>th</sup>–19<sup>th</sup> Century Japan*, „The Book and Paper Group Annual” 2014, vol. 33, s. 44–53.

W kilku dokumentach pochodzących z okresu od XVIII do XIX wieku dotyczących makulatury można znaleźć wzmianki o metodach usuwania z niej tuszu<sup>19</sup>. Pierwsza polegała na zastosowaniu fermentacji, druga obejmowała etapy gotowania, ubijania i mycia. W ostatniej metodzie dzięki powtórzeniu dwóch cykli otrzymywano jasnoszary papier, a przy powtórzeniu trzykrotnym – biały. Gotowanie w alkaliach powodowało pęcznienie włókien celulozowych, co prowadziło do złuszczenia cząstek *sumi* przywierających do powierzchni włókna. Substancje zasadowe pomagały w rozpuszczaniu hemieluloz, umożliwiając usunięcie uwieczonych w nich drobin tuszu. Środki te rozkładają chemicznie spoiwo, czyli klej skórny. Ubijanie powodowało fizycznie oddzielenie sadzy od włókien, a dzięki myciu w wodzie była ona wypłukiwana na zewnątrz. Poprzez kilkakrotne powtarzanie tych czynności można było usunąć i wypłukać nawet bardzo mocno przylegające cząstki tuszu.

W związku z wystąpieniem poważnego niedoboru najważniejszej rośliny włóknodajnej, jaką było *kōzo*<sup>20</sup>, i wzrostem jej ceny, można przypuszczać, że od końca XVIII wieku wykorzystanie makulatury przez producentów papieru było normą. Nawet najbardziej znane wioski papiernicze do produkcji wysokogatunkowego papieru stosowały mieszanie makulatury z nowymi włóknami. W 1819 roku działający w wiosce Echizen związek producentów Gokasho, zajmujący się kontrolą jakości, wydał ostrzeżenie, że wszystkie wykryte zapasy papieru *hōsho* zawierające dodatek makulatury będą zniszczone. Papiernicy potajemnie importowali makulaturę z regionów Osaki i Kioto<sup>21</sup>.

---

19 Tusz *sumi* był wykonany z mieszaniny sadzy i kleju skórniego. Cząsteczki węgla naniesione na powierzchnię papieru wnikały w puste przestrzenie między włóknami i gdy spoiwo wysychało – cząsteczki przylegały do ich ścianek. Tamże, s. 51.

20 Nazwa *kōzo* odnosi się do skrzyżowanych odmian morwy papierowej *Broussonetia kazinoki* Sieb. i *Broussonetia papyrifera* Vent.

21 K. Hioki, *Investigation of Historical Japanese Paper...*, wyd. cyt., s. 52–53.



### Orientacja i kierunek włókien w papierze<sup>22</sup>

Metody produkcji papieru w Japonii były i są do tej pory tak różnorodne, że nie istnieje jedna określona technika wykonania. Choć podstawowe etapy są wspólne, to istnieją niezliczone wariacje w detalach: tyle ile jest papierni w Japonii, tyle metod czerpania i przygotowania masy.

W literaturze często spotyka się opis, w którym pierwszy krok stanowi tworzenie powierzchni arkusza, a w dalszej kolejności – nabieranie i rozprowadzanie masy budującej właściwą strukturę. W ostatnim ruchu następuje zamknięcie i wykończenie powierzchni. Jest to wariant klasyczny spotykany na przykład w Mino. Zaobserwowano, że w przypadku tej tradycyjnej metody, grubość formowanego papieru jest zawsze nieco większa przy krawędzi znajdującej się bliżej papiernika.

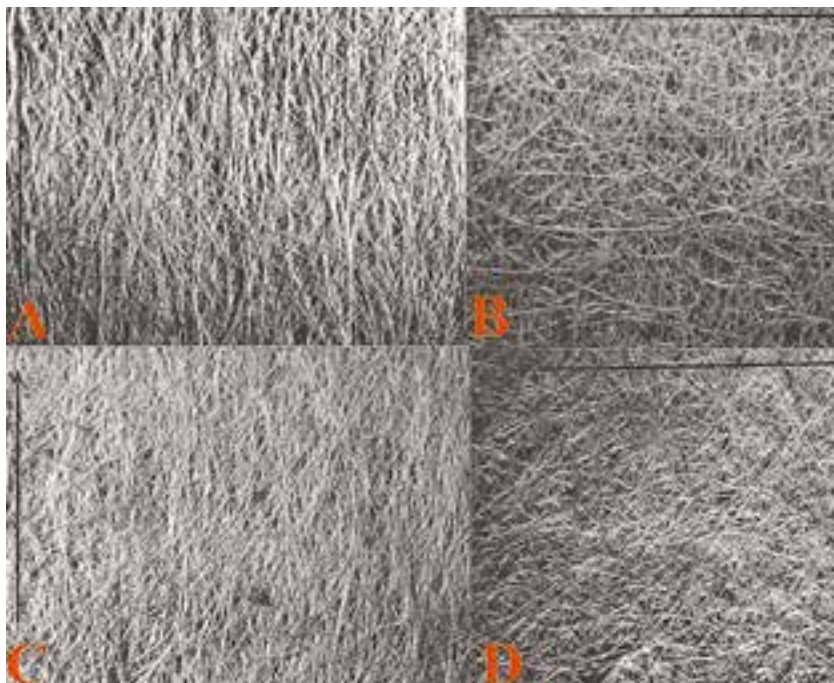
Manewrowanie sitem w kierunkach: przód – tył, góra – dół, prawo – lewo, może być przeprowadzane w dowolnej liczbie powtórzeń, konfiguracji i z różną dynamiką. Niektórzy papiernicy wykonują ruchy bardzo spokojne i łagodnie przemieszczają wodną mieszaninę między krawędziami ramy<sup>23</sup>, w której umieszczone jest sito. Bywają też pracownie, w których czerpanie przebiega bardzo żywiołowo, przez co zawiesina bywa wyrzucana w powietrze nawet na wysokość pół metra<sup>24</sup>. Cały kunszt rzemiosła polega na tym, że – niezależnie od użytych metod – rezultatem jest otrzymanie produktu, który cechuje się z góry ustalonymi przez wytwórcę właściwościami oraz najwyższą jakością.

---

<sup>22</sup> Kierunek włókien określa sposób ich ułożenia w papierze. Chociaż w japońskich papierach ręcznie czerpanych jest on mniej wyraźny niż w wytwarzanych maszynowo, to nadal zauważalny, ponieważ większość włókien układa się zgodnie z ruchem sita. Przez orientację włókien należy rozumieć różnicę w ich rozmieszczeniu na zewnętrznych stronach warstw arkusza.

<sup>23</sup> Zwanej *keta*.

<sup>24</sup> Bardzo szczegółowe opisy techniki i metod formowania papieru w poszczególnych warsztatach na terenie całej Japonii zostały sporządzone niezależnie od siebie przez Masazumi Seki i Annę-Grethe Rischel. Seki M., *A Database of Traditional Papermaking Centers in East Asian Regions*, „Senri Ethnological Studies” 2013, no. 85, s. 66–79; Rischel A.-G., *A scientific description of specimens of Asian paper of known origin*, „Z Badań nad Książką i Księgozbiorami Historycznymi” 2020, t. 14, z. 3, s. 493–496, 499–501, 505–513, 515–524.



**Fot. 8.**

Zdjęcia powierzchni lica i odwrocia grafiki MNK VI-NN-325 w świetle skośnym, padającym w kierunku wzdłużnym do linii kresów (A, C) i prostopadłym (B, D), (fot. Ewa Sobiczewska)

W celu zobrazowania sposobu ułożenia włókien na zewnętrznych warstwach papieru, wykonano zdjęcia jego powierzchni w świetle bocznym zorientowanym w kierunku wzdłużnym oraz poprzecznym do linii kresów (fot. 8).

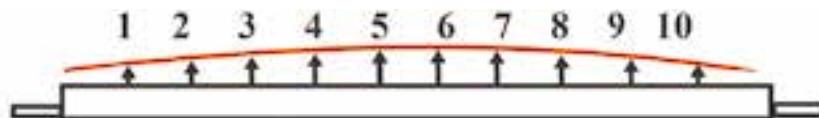
Można stwierdzić, że wszystkie badane arkusze charakteryzują się podobną orientacją włókien. Na zewnętrznych warstwach włókna ułożone są wzdłużnie, równoległe do linii kresów i poprzecznie do linii żeberek. Obserwowane papiery posiadają przez to wyraźny kierunek wzdłuż linii kresów. Dodatkowym potwierdzeniem tego faktu są widoczne różnego typu deformacje na krawędziach grafik (fot. 9). Wewnątrz znajduje się skomplikowana struktura z przeplatających się w różnych kierunkach włókien ułożonych w siatkę.



**Fot. 9.** Drzeworyty z okresu Taishō: A – pofalowanie odpowiadające kierunkowi papieru, wynikające z pracy arkusza, B – deformacje poprzeczne powstałe w wyniku przyklejenia krawędzi papieru do podkładu (fot. Ewa Sobiczewska)

Obserwacja papieru w świetle przechodzącym, analiza układu kresów i żeberek

Szczegóły widoczne w papierze w świetle przechodzącym są ściśle związane z narzędziami używanymi do formowania arkusza. Jak wspomniano już wcześniej, do czerpania papieru używa się ramy, która nosi nazwę *keta*. Składa się ona z dwóch części wykonanych z lekkich listew drewnianych połączonych zawiasami. Wkłada się w nią elastyczną matę *su*, która razem z *keta* stanowi całość określaną wspólną nazwą *suketa* lub *sugeta*. Rama *keta* wykonana jest z *hinoki* (japońskiego cyprysu). Obie części połączone są zawiasami umieszczonymi wzdłuż dużego tylnego boku i zamykane z przodu kłamrą *kakegane*. Górna rama nosi nazwę *uwageta*, dolna – *shitageta*. Na dolnej części znajdują



Rys. 1.

Schemat konstrukcji podpory sita z użyciem drutu i gwoździ (rys. Ewa Sobiczewska)



Fot. 10.

A – przykład ramy *keta* posiadającej w dolnej części poprzeczkę z zamocowanym metalowym, wygiętym w lekki łuk, drutem w papierni w Mino ( fot. Marta Winiarczyk), B – grafika z okresu Taishō MNK VI-NN-389 ze śladem pozostawionym przez poprzeczkę ( fot. Ewa Sobiczewska)

się ułożone równolegle do krótszego boku poprzeczki *san*, które – stanowiąc podparcie dla sita – mają za zadanie usztywnić konstrukcję ramy. Gęstość rozmieszczenia poprzeczek zależy od wielkości ramy *keta*. Na ogół występują one w interwałach co 8 do 15 cm. Dawniej poprzeczki *san* wykonywano wyłącznie z drewna. Innowacją w ich konstrukcji opracował i upowszechnił Genta Yoshi. Polega ona na wykorzystaniu gwoździ podporowych, na których mocuje się metalowy (mosiężny lub miedziany) drut o średnicy około 1,5 mm. Forma jest zaprojektowana tak, aby jej część środkowa była lekko uniesiona (rys. 1). Osiąga się to przez zastosowanie odpowiednio dłuższych i grubszych gwoździ.

Modyfikacja taka umożliwiła stabilne ułożenie sita na ramie i – co za tym idzie – równomierny rozkład masy papierowej. Użycie drutu poprawia również drenaż. Rozwiązanie takie szybko rozprzestrzeniło się w całej Japonii i jest obecnie powszechnie stosowane do sit bambusowych. Podpory metalowe nie są używane do sit wykonanych z łodyg *kaya* (trawy miszkantu *Miscanthus sinensis* Anderss). W ich przypadku w dalszym ciągu wykorzystuje się wyłącznie proste poprzeczki drewniane, ponieważ drut powoduje powstawanie uszkodzeń maty *su*. W konstrukcji ram o mniejszych rozmiarach (w przybliżeniu 20×30 cm lub mniejszych) listwy podporowe na *shitageta* służące do podtrzymywania maty *su* nie są konieczne.

Cechą świadczącą o ręcznym wykonaniu papieru jest występowanie w nim grubszych obszarów w postaci wyraźnych ciemnych linii, które odpowiadają ułożeniu poprzeczek zamontowanych w dolnej części ramy *keta*. Jest to efekt zbierania się w tych miejscach drobnych włókien w wyniku podciągania kapilarnego.

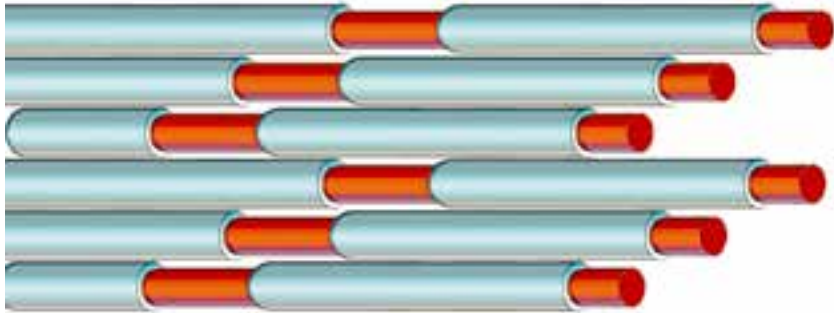
Ruchome sito *su* wykonane jest z bardzo cienkich żeberek *higo* połączonych ze sobą niciami *kinu-ito*. Oba dłuższe końce maty są zakończone listewkami *heriki*.

Początkowo *su* było wykonywane wyłącznie z łodyg trawy miszkantu – *kaya*. Źdźbła rośliny zbierano po pierwszych mrozach w listopadzie. Łodygi często były lekko wygięte. Docinano je jedynie na długość, gdyż nie można było ich obrabiać mechanicznie w celu ujednolicenia średnicy. Z tego powodu ich układ w sicie bywał niejednolity i powstawały między nimi nierówne szczeliny. Aby było możliwe tworzenie szerszych sit, łodyżki z *kaya* łączono ze sobą przez umieszczanie w pustych wnętrzach bambusowych patyczków (rys. 2). Sito takie nosi nazwę *kayasu* i ma w czasach współczesnych ograniczone zastosowanie. Obecnie wytwarza się na nim papiery do kaligrafii, papier *seisho*<sup>25</sup> oraz papier *uda*<sup>26</sup>. Arkusze czerpane na *kayasu* charakteryzują się szorstką, nierówną

---

25 *Seisho* – gruby papier stosowany do wykonywania ksiąg rachunkowych w tradycyjnym stylu.

26 Papier *uda* – gęsty (zawiera wypełniacz w postaci naturalnego wapienia) i gruby papier produkowany w okolicach Yoshino. Często bywa naśladowany przez innych wytwórców



Rys. 2.

Sposób łączenia źdźbeł *kaya* w sicie (rys. Ewa Sobiczewska)

fakturą i nieregularnym ułożeniem żeberek. Obecnie *kaya* jest zbierana tylko przez czterech rolników w obszarze Funakoko/Kariba w Tono, Sagawa-chō, Takaoka-gun<sup>27</sup>.

W późniejszym czasie maty *su* zaczęto wytwarzać także z patyczków bambusowych. Do tego celu wykorzystywane są dwa rodzaje bambusa: jasny bambus *madake* i czarny bambus *hachiku* (*kuretake*). Zbiory przeprowadza się w okresie od października do grudnia. Drewno staje się twarde i dojrzałe, gdy roślina ma co najmniej 3 lata, a odległość międzywęźli musi wynosić około 42 centymetrów, co bardzo utrudnia znalezienie optymalnych pędów. Najbardziej cenione są bambusy rosnące w gajach cedrowych. Rośliny rosną wtedy prosto i charakteryzują się dłuższymi międzywęźlami. Bambus ma pustą w środku, cylindryczną łodygę. Na całej jej długości występują węzły o zgrubiałych ścianach, które zachodzą na wewnątrz źdźbła, tworząc segmenty. Powierzchnia łodygi odznacza się większą twardością od zewnętrznej strony,

i sprzedawany pod taką samą nazwą, ale odmienne metody produkcji powodują, że ma niższą jakość i inne właściwości. Arkusz papieru jest formowany przez poruszanie sita do przodu i do tyłu. Za: K. Masuda, *Japanese Paper and Hyogu*, „The Paper Conservator” 1985, vol. 9, s. 38.

<sup>27</sup> *Washi no kenkyū...*, wyd. cyt., s. 107.

jej gęstość spada w kierunku środka rośliny. Grubość ścianki bambusa wynosi około 15 mm. Do produkcji żeberk źdźbło jest przecinane w poprzek i usuwane są węzły. Za pomocą ośnika, zwanego *migakikama*, zdrapuje się zewnętrzną warstwę. Łodygę rozłupuje się wzdłużnie nożem *takewaribōchō*, tak aby powstały wąskie paski. Następnie za pomocą noża usuwana jest wewnętrzna warstwa ścianki. Ścienione w ten sposób paski mają grubość 1 mm. Otrzymane listewki o kwadratowym przekroju wyokrągla się w ścienniarce mającej postać stalowej blachy z otworami o różnych średnicach zaopatrzonych w zaostrome krawędzie. Powierzchnia patyczków musi być gładka, aby nie zahaczały o nie włókna masy papierniczej. Grubość wytwarzanych w ten sposób żeberk zazwyczaj wynosi 0,8 mm w przypadku grubych i 0,6 mm dla cieńszych. Limitem technicznym jest tworzenie żeberk o średnicy 0,5 mm. Zbyt ścienniony bambus staje się bardzo kruchy i łamliwy, a sito z niego zrobione szybko ulega uszkodzeniu<sup>28</sup>. Przyjmując podaną przez Baretta liczbę i średnicę żeberk bambusowych w sicie, możemy obliczyć, że w przypadku 11 sztuk patyczków o średnicy 0,6 mm przypadających na 1 cm, przerwy między nimi wynoszą około 0,3 mm, natomiast w sitach z ośmioma patyczkami o średnicy 1 mm na 1 cm przybliżona wartość osiąga 0,2 mm.

Właściwości łodygi bambusa pozwalają na wyrób precyzyjnie zwymiarowanych patyczków, przez co sito z niej wykonane ma równo rozmieszczone żeberka i w związku z tym rozkład linii (odcisku żeberk) w papierze jest bardziej regularny w porównaniu z sitem z *kaya*<sup>29</sup>.

W przezroczu arkusza papieru oglądanym pod światło można zaobserwować ciemne i jasne prążki. Odległości między liniami odpowiadają rozmieszczeniu żeberk sita lub mogą być nieco mniejsze, jeśli arkusz skurczył się podczas suszenia. Badania historyczne dowodzą, że średnica stosowanych do konstrukcji maty *su* żeberk malała w miarę upływu czasu i w konsekwencji następowało

---

<sup>28</sup> T. Baretta, *Japanese Papermaking: Tradition, Tools, and Techniques*, Tokyo 1983, s. 97.

<sup>29</sup> Informacja od dr Makiko Shiroto, wykładowcy na Gakushuin Women's College, Tokio, członka Society for Study of Washi Culture.

zagęszczenie ich w sicie<sup>30</sup>. Wyniki analiz dokumentów z Daitokui<sup>31</sup>, pochodzących z okresu pomiędzy rokiem 1168 a 1708, wykazały, że w XII wieku ich liczba wynosiła 14 sztuk na 1 *sun*<sup>32</sup>, od połowy XVI do początku XVIII wieku było to 19 sztuk na 1 *sun*<sup>33</sup>. Dane te pozostają w korelacji z wynikami otrzymanymi przy analizie dokumentów ze zbiorów Uniwersytetu Ryukoku: od XVII do poł. XVIII wieku zaobserwowano występowanie 20 żeberek na 1 *sun* oraz nagły wzrost ich liczby do ponad 30 sztuk na 1 *sun* od końca XVIII do początku XX wieku<sup>34</sup>.

W katalogu z wystawy kolekcji Parkesa możemy znaleźć informację, że w sitach bambusowych dla grubych papierów standardowa liczba żeberek wynosiła 17–25 sztuk na 1 *sun*, 30–40 dla średniej grubości i 45–50 dla cienkich. Papier wykonany na sicie z *kaya* ma średnią gęstość żeberek 20–25 na 1 jednostkę *sun*<sup>35</sup>.

Aby móc tworzyć sita bambusowe o szerokości większej niż przeciętna długość patyczków *higo*, czyli około 42 cm, łączy się je, układając w równych liniach, jedno za drugim. Miejsca ich zakończeń mijają się co drugi rząd. Istnieją trzy metody łączeń – czołowy *tsugiwase* (A), na skos *sogitsuke* (B) i schodkowy *kagitsuke* (C) (rys. 3). Ten pierwszy jest obecnie najczęściej spotykany<sup>36</sup>.

---

30 M. Kato, Y. Kimura, K. Enami, *A study on image analysis of screens of handmade Japanese paper*, w: *Research report of Digital Archives Research Center, Ryukoku University, 2001 fiscal year, 2002*, s. 125–128.

31 Kompleks świątyni buddyjskich szkoły *zen rinzai* położony w dzielnicy Murasakino w Kioto.

32 *Sun* jest tradycyjną japońską jednostką o długości równej 30,3 mm.

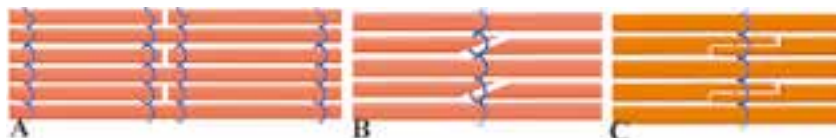
33 T. Enomae, M. Hotate, Y.-H. Han, *History, analysis and database of traditionally-handmade Japanese paper, First China-Japan-Korea Symposium on Papermaking History 11 November 2009*, Fuyang, Zhejiang, China, 2009, bez numeracji stron.

34 M. Kato, Y. Kimura, K. Enami, *A study on image...*, wyd. cyt., s. 126, 127.

35 *Umi o watatta edo no washi: pākusu korekushon ten*, [katalog wystawy], Kami no Haku-butsukan, Tokyo 1994, s. 46.

36 Łączenie patyczków na skos jest najtrudniejszą techniką. Stosuje się ją współcześnie w papierach *mino*, *kaishoin* i *honmino*. Technika ta jest wymagana przy wytwarzaniu wielkoformatowego papieru do *shōji*, które – przepuszczając światło – uwidaczniają umieszczone w regularnych odstępach linie kresów.

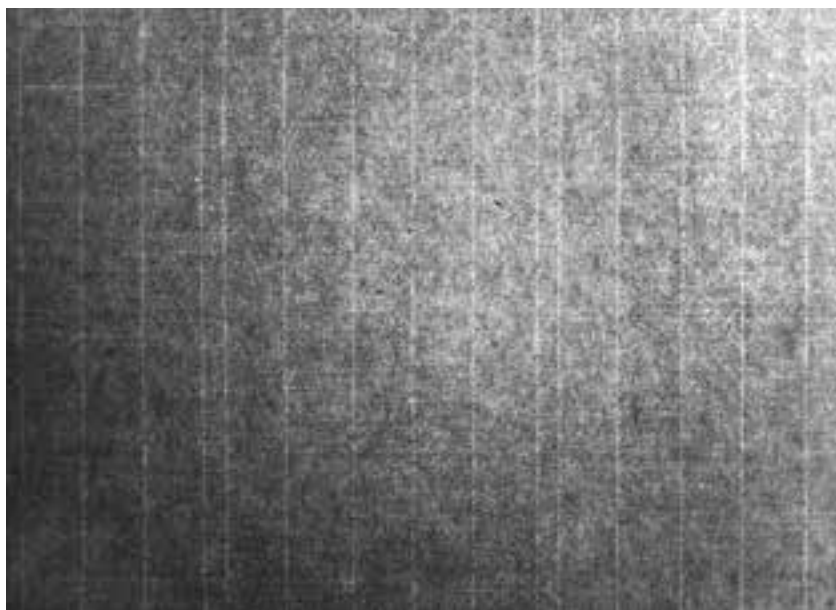




Rys. 3.

Trzy metody łączeń żeberek bambusowych w sitach (rys. Ewa Sobiczewska)

Sposób łączenia żeberek wykonywanych z trawy *kaya* oraz z bambusa ma wpływ na odległości w rozmieszczeniu rzędów nici łączącej. Wszystkie sita z *kaya* i bambusa, poza przypadkiem łączenia czołowego, mają równo umiejscowione linie szycia. Łączenie *tsugiwase* wymaga zastosowania mniejszych odstępów w obszarze styku końcówek patyczków. W rezultacie większość współczesnego japońskiego papieru nie ma równomiernie rozmieszczonych kreśłów, w niektórych miejscach występują zwężenia szerokości około 1 cm (fot. 11).



Fot. 11.

Przykład współczesnego papieru japońskiego wykonanego na sicie zrobionym z żeberek bambusowych połączonych metodą *tsugiwase* (fot. Ewa Sobiczewska)

Do szycia sit dawniej używano konopi i końskiego włosia. To ostatnie wymagało wiązania, aby uzyskać długą nić. Powstające przy tym sztywne i odstające supełki zeszlifowywano stosując mieszaninę piasku i oleju. W XIX wieku zaczęto używać specjalnie skręcanych nici z surowego jedwabiu *shike*, które garbowano w *kakishibu*<sup>37</sup>. Współcześnie popularne stały się nici syntetyczne.

W celu zniwelowania widoczności linii nici i żeberek w papierze na sito nakładana jest tkanina *sha*, dziana z surowego jedwabiu i garbowana w *kakishibu*. Papier uformowany na takiej jednorodnej powierzchni nie posiada widocznych kresów (zwanym *su-no-me*) i śladów żeberek (*itome*).

Stwierdzono, że wszystkie badane grafiki posiadają regularny układ kresów. Brak widocznej obecności zwężeń nie przesądza jednak o rodzaju zastosowanych łączeń żeberek w przypadku użycia sit bambusowych. Niekiedy rama *keta* może posiadać w górnej części drewniane listewki, dzielące ją na kilka mniejszych ramek, co umożliwia papiernikowi każdorazowo tworzenie jednocześnie więcej niż jednego arkusza. Modyfikację tę opracował Genta Yoshi<sup>38</sup>. W takim przypadku listwa podziału ramki może pokrywać się ze ściśnięciem szycia. Należy wziąć pod uwagę również to, że mamy tutaj do czynienia z obcietymi arkuszami. Umieszczone przy samych krawędziach obszary z układem kresów charakterystycznych dla techniki *tsugiwase* mogły w ten sposób zostać usunięte.

---

37 *Kakishibu* - substancja uzyskiwana w wyniku fermentacji soku z niedojrzałych kwaśnych owoców kaki japońskiego (*Diospyros kaki*).

38 Dzięki zmianom w konstrukcji *sugeta* w 1860 roku możliwe stało się przejście z dotychczasowej metody wytwarzania jednocześnie 2 arkuszy na jednym sicie do 6 arkuszy większego formatu lub 8 arkuszy mniejszego. Zaletą wprowadzonych modyfikacji było nie tylko zwiększenie ilości wytwarzanego papieru od 3 do 4 razy bez pogorszenia jego jakości, ale także możliwość używania tych sit również przez kobiety dzięki zmniejszeniu ciężaru ramy i łatwiejszej obsłudze. T. Obata, *Kamisuki inobētā Yoshii Genta. Tosa kara Nihon no seishi gijutsu o henkaku*, „Kindai Nippon no Sohozohshi”, Vol. 11 (2011), s. 6, [https://www.jstage.jst.go.jp/article/rmcjcs/11/0/11\\_o\\_3/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/rmcjcs/11/0/11_o_3/_pdf/-char/ja) [dostęp: 02.08.2020].

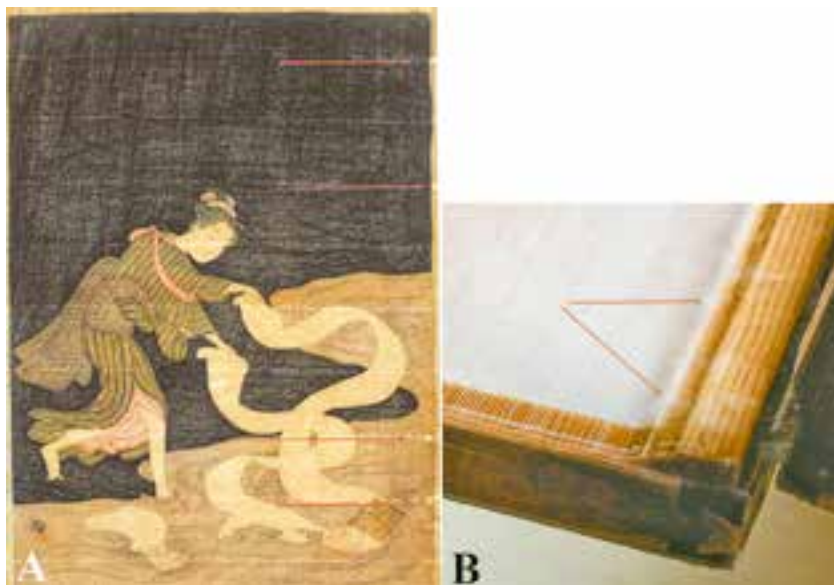
Ciekawym przypadkiem jest papier użyty do wykonania grafiki MNK VI-NN-323. Lewa krawędź arkusza nie została przycięta (fot. 12). Zewnętrzne brzegi każdego papieru *washi* formowanego na sicie są cieńsze i wyraźnie widać na nich pojedyncze luźno osadzone włókna. Krawędzie takie noszą nazwę *mimi-tsuki* (dosłownie: „z uszami”).



Fot. 12.

Przykład grafiki z okresu Taishō z pozostawioną nieobciętą lewą krawędzią (fot. Ewa Sobiczewska)

W przypadku drzeworytu MNK VI-NN-324 w świetle przechodzącym widać wyraźniejsze punktowe poszerzenia nici, co może wskazywać na obecność w tym miejscu supelków znajdujących się w okolicach łączenia listwy *heriki* z konstrukcją bambusowego sita (fot. 13).



Fot. 13.

A – ślady po supękach – widok grafiki od odwrocia (fot. Ewa Sobiczewska), B – zbliżenie sita (fot. Marta Winiarczyk)

Porównując ze sobą wszystkie grafiki, można stwierdzić, że papiery z wydawnictwa Watanabe mają gęsto rozmieszczone ślady żeberk i rozmyte rysunki sit. Są za to bardzo starannie wykonane, o stałym przezroczu świadczącym o równym rozmieszczeniu włókien. Przeciwnieństwem tego są papiery z serii „Pięćdziesiąt trzy stacje na gościńcu Tōkaidō”. Wykonano je na sitach noszących ślady różnego rodzaju napraw uszkodzonych żeberk bambusowych. Widoczne wstawki pochodzą z różnych materiałów. Prawdopodobnie użyto zarówno łądyg *kaya*, jak i żeberk bambusowych, ale o większej niż pozostałe średnicy. Dodatkowo zaobserwować można poluznienie części nici, co skutkowało powstaniem odkształceń ich odbicia na arkuszu. Papiery posiadają liczne zakładki i zgrubienia. Wykazują silne ścinienia aż do wystąpienia drobnych ubytków na całej powierzchni oraz pęknięć na krawędziach. Masa papierowa nie została równomiernie rozprowadzona w obrębie arkusza papieru.



**Fot. 14.**

A, B – układ żeberek w arkuszu papieru wykonanym na sicie z łożdąg *kaya* (we współczesnym papierze – po lewej i w papierze badanym – po prawej);  
C, D – układ żeberek w arkuszu papieru wykonanym na sicie bambusowym (we współczesnym papierze – po lewej i w papierze badanym – po prawej), (fot. Ewa Sobieczewska)



**Fot. 15.**

Deformacja linii kresów w kopiach z okresu Taishō: A – MNK VI-NN-373, B – MNK VI-NN-369, (fot. Ewa Sobieczewska)



Fot. 16.

Ślady napraw sity: A – MNK VI-NN-356 drzeworyt z okresu Taishō, B – powiększenie,  
C – MNK VI-1233 drzeworyt z epoki Edo, D – powiększenie (fot. Ewa Sobiczewska)

### Zestawienie zaobserwowanych charakterystycznych śladów opracowania arkuszy wynikających z procesu produkcyjnego papieru:

#### *Grafiki z kolekcji Wiebela:*

- 11% (9 z 81 grafik) wykazywało ślady odcisku deski powstałe w trakcie procesu suszenia (6 sztuk z serii „Pięćdziesiąt trzy stacje na gościńcu Tōkaidō”, 3 sztuki z serii „Trzydzieści sześć widoków góry Fuji”).
- 100% posiadało widoczne ślady pędzla na odwrociu.
- 31 grafik miało podwójną linię śladu po poprzeczce *san* (cała seria „Pięćdziesiąt trzy stacje na gościńcu Tōkaidō”), pozostałe 50 grafik pojedynczą.

Odległość pomiędzy liniami kresów mieści się w przedziale od 2,9 do 3,5 cm. Najbardziej regularnym układem 3–3–3 odznaczają się papiery z edycji Watanabe i Sakai.

Większość arkuszy wykonano na sitach bambusowych o średniej gęstości 29–30 żeberk na 1 *sun*. Wyjątek stanowi 13 grafik z serii „Trzydzieści sześć widoków góry Fuji”, wyprodukowanych na sitach sporządzonych ze źdźbeł *kaya* o średniej gęstości 26 żeberk na 1 *sun*.

#### *Grafiki oryginalne:*

Nie dostrzeżono odbicia deski na licu żadnej z grafik, 4 grafiki posiadały widoczne ślady pędzla na odwrociu.

Trzydzieści grafik miało podwójną linię *san*, 7 odbitek – pojedynczą, w przypadku 1 grafiki nie zaobserwowano żadnego odcisku żeberk w strukturze papieru.

Odległość pomiędzy liniami kresów mieści się w przedziale od 2,8 do 3,8 cm. Najbardziej regularnym układem był zakres od 3 do 3,4 cm. Wszystkie arkusze wykonano na sitach z *kaya* o średniej gęstości 23–25 żeberk na 1 *sun*.

Stwierdzono ślady napraw sita na 4 kopiach z cyklu „Pięćdziesiąt trzy stacje na gościńcu Tōkaidō”. Wskazuje na to ślad żeberk o większej średnicy widoczny w niektórych obszarach odbitki (gęstość ich rozmieszczenia uległa zmniejszeniu z 29/30 do 15 sztuk na 1 *sun*). Podobne reperacje zaobserwowano na grafice

oryginalnej pochodzącej również z serii „Pięćdziesiąt trzy stacje na gościńcu Tōkaidō”. W tym przypadku ilość żeberek została zredukowana z 24 sztuk do 12 na 1 *sun* (fot. 15).

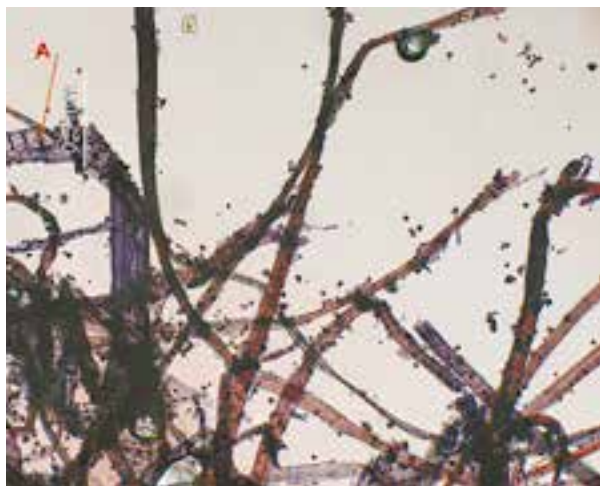
## 2. Analiza składu włóknistego papieru

W celu identyfikacji składu włóknistego papierów przeprowadzono obserwację w świetle przechodzącym. Pobrane próbki wybarwiono odczynnikiem Graff C. Wyniki badań przedstawione zostały w tabeli 1.

Tabela 1. Wyniki analizy mikroskopowej papieru

Przedmiot badania	Skład włóknisty
Grafiki wydane przez Shōzaburō Watanabe	Papier wykonano z włókien kōzo. W papierze, na którym wykonano grafiki MNK VI-NN-323 i MNK VI-NN-348, zaobserwowano pojedyncze włókno pochodzące z drewna iglastego.
Grafiki wydane przez Shōkichi Sakai	Papier wykonano z włókien kōzo.
Grafika wydana przez nieznanego wydawcę MNK VI-NN-325ab	Papier wykonano z włókien kōzo.
Grafika wydana przez nieznanego wydawcę MNK VI-NN-330	Papier wykonano z włókien kōzo.
Grafiki wydane przez nieznanego wydawcę MNK VI-NN-350 - MNK VI-NN-381	Papier wykonano z włókien kōzo z domieszką włókien pochodzących z drewna iglastego oraz słomy ryżowej.
Grafika wydana przez nieznanego wydawcę MNK VI-NN-382	Papier wykonano z włókien kōzo, zaobserwowano pojedyncze włókno bawełny.
Grafiki wydane przez nieznanego wydawcę MNK VI-NN-383 - MNK VI-NN-401	Papier wykonano z mieszaniny włókien kōzo i włókien pochodzących z drewna iglastego.
Grafiki oryginalne: MNK VI-479, MNK VI-1262, MNK VI-1241	Papier wykonano z włókien kōzo.





**Fot. 17.**

Zdjęcie mikroskopowe włókien z próbki pobranej z grafiki VI-NN-323, A – włókno pochodzące z drewna iglastego (fot. Tomasz Wilkosz)



**Fot. 18.**

Zdjęcie mikroskopowe włókien z próbki pobranej z grafiki VI-NN-400, A – włókna kozo, B – włókna pochodzące z drewna iglastego (fot. Tomasz Wilkosz)

### 3. Badania wypełniaczy

Analizy składu różnych papierów japońskich wykazały, że od czasów okresu Heian najpopularniejszym wypełniaczem była mąka ryżowa. Jej ilość w masie papierniczej była różna. Zaobserwowano, że w okresie Edo stosunek masy użytej mąki w stosunku do masy lyka, po usunięciu zewnętrznej czarnej warstwy,

mógł wynosić 1:1 lub więcej<sup>39</sup>. Zadaniem wypełniacza jest nadanie papierowi białości i zmniejszenie przezroczystości. Ponieważ substancja ta wypełnia przestrzenie pomiędzy włóknami nie osłabiając wiązań między nimi, papier staje się miękki i puszysty, cechuje się dużą stabilnością wymiarową. Praktyka stosowania domieszek mąki wynikała z rachunku korzyści ekonomicznych. Arkusz po dodaniu wypełniacza stawał się cięższy, co pozwalało na zaoszczędzenie materiału włóknistego<sup>40</sup>.

---

39 Informacja ta pochodzi od Akinoriego Ōkawy z Kōchi Prefectural Paper Technology Center. [b.a.] *Examining Oriental Papers: a workshop with Akinori Ōkawa*, w: *Looking at Paper: Evidence & Interpretation: Symposium Proceedings*, red. J. Slavin, Canadian Conservation Institute, Toronto 1999, s. 250; H. Kojima, Y. Moriwaki, T. Honda, *Report on restorative experiment of a „plural-ply” gampi paper (Japanese paper) in early-modern times*, „Annual Bulletin of Resources and Historical Collections Office (Shiryō-shitsu), The Library of Economics, The University of Tokyo” 2015, vol. 6, s. 63.

40 W dawnych czasach papier sprzedawano na wagę. Jednostką podstawową było 1 匁 *monme* = 3,75 grama. Obecnie papier *washi* jest sprzedawany na arkusze lub paczki. W języku japońskim do podawania liczby, wartości czy ilości obiektów używa się tak zwanych klasyfikatorów. Kategoryzują one klasę rzeczownika poprzez uwydatnienie jego najistotniejszych cech percepcyjnych. Papier na co dzień jest liczony za pomocą klasyfikatora *mai* 枚, stosowanego do określania ilości rzeczy płaskich i cienkich. Klasyfikatorami używanymi w handlu są *jō* 帖 oraz *soku* 束, odpowiadające 10 *jō*. Ilość *mai* przypadająca na 1 *jō* zależy od rodzaju papieru i jego miejsca pochodzenia. Na przykład 1 *jō* papieru *minogami* to 48 *mai*, jedno *soku* to 480 *mai* (zasada ta dotyczy również papierów *hōsho* i *sugihara*). W przypadku papieru kaligraficznego *hanshi*, 1 *jō* odpowiada 20 *mai*, a dla *hodomura* – 26 *mai*. 10 *soku* to z kolei 1 *maru* lub 1 *shime* (w zależności od starej lub nowej terminologii). Paczkę zawierającą *maru* lub *shime* papieru owija się arkuszami tego samego rodzaju *washi*, obwiązuje sznurkiem wykonanym z białej części łyka *kōzo*, pieczętuje i wysyła do sprzedaży. Niektóre papiery są charakteryzowane przez producentów poprzez opisanie grubości: 極薄 *gokuusu* (*kyokuhaku*) – ultra cienki, 薄口 *usukuchi* – cienki, 中肉 *chūniku* – średni, 中厚 *chūatsu* – średni (grubszy niż poprzedni), 中厚口 *chūatsukuchi* – średni (grubszy niż poprzedni), 厚口 *atsukuchi* – gruby. Istnieje jeszcze kolejna, bardzo skomplikowana i niespójna kategoria, różniąca się dla każdego artykułu, służąca zazwyczaj do określania grubości papieru za pomocą jednostki 匁 *monme*. Określenie *monme* nie odnosi się jednak w tym przypadku do rzeczywistej wagi arkusza (patrz przypis powyżej). Aby to wyjaśnić, dla przykładu można

Mąka ryżowa była powszechnie stosowana w dawnych papierach używanych do produkcji drzeworytów. Jej dodatek wpływał na wyrównanie dość szorstkiej powierzchni tworzonej przez długie włókna *kōzo* i poprawiał właściwości papieru wykorzystywanego do druku.

Najstarszą informację w piśmiennictwie europejskim o jej stosowaniu przekazał Kaempfer<sup>41</sup>. Napisał:

„Tak przygotowaną korę wkłada się do wąskiej kadzi z dodatkiem grubego, lepkiego ryżu i soku z korzenia *oreni*, który również jest bardzo oślizgły i śluzowaty. Te trzy rzeczy, po połączeniu, należy zamieszać cienką, czystą trzcina, aż staną się jednolitą płynną substancją o odpowiedniej konsystencji. [...] Zauważyłem, że do tej operacji niezbędny jest dodatek z drobno zmielonego ryżu, ze względu na jego biały kolor i pewną mazistość, która od razu nadaje papierowi właściwą gęstość i przyjemną biel. Zwykła mąka ryżowa tu się nie nadaje, ponieważ w tym przypadku bardzo pożądaną cechą jest pewna lepkość. Domieszka, o której mówię, jest przygotowywana w nieszkliwionym glinianym garnku, w którym ziarna ryżu moczy się w wodzie. Następnie garnek potrząsa się, początkowo delikatnie, a później stopniowo coraz mocniej. W końcu ryż zalewa się świeżą, zimną wodą i całość przesącza przez kawałek lnu. Odcedzoną frakcję należy ponownie poddać tej samej operacji, z użyciem nowej porcji świeżej wody. Czynność tą powtarza się tak długo, aż z ryżu zostanie usunięta cała lepkość. Ryż japoński najlepiej nadaje się do tego celu, ponieważ wśród gatunków rosnących w Azji ma najbielsze i największe ziarna.”

porównać ze sobą dwa papiery z Mino (prefektura Gifu), których grubość w specyfikacji została opisana jako 3 匁. Pierwszy z nich, papier *minogami* (format 27,3 × 39,4 cm) jest o 80% mniejszy od drugiego papieru posiadającego standardowe wymiary, nazywanego *nisanban* 二三判 (określenie pochodzi od liczb określających jego wielkość – 2 × 3 *shaku*, około 60,6 × 90,9 cm). Po przeliczeniu możemy stwierdzić, że posiadające tę samą grubość papiery mają różny ciężar: 3 匁 *nisanban* waży około 11,25 g, a 3 匁 *minogami* około 2,25 g (w przybliżeniu 20% wagi *nisanbanu*).

41 E. Kaempfer, *The history of Japan: giving an account of the antient and present state and government of that empire; of its temples, palaces, castles, and other buildings...*, THE APPENDIX TO THE HISTORY OF JAPAN, London 1727, vol. II, s. 24.

Według analiz współczesnych badaczy<sup>42</sup> proces przygotowania mąki ryżowej zaczynał się od zalania wodą ziaren i zostawienia do namoczenia na 24 godziny. Następnie wodę wylewano i zastępowano świeżą. Później mieszanina była poddawana powolnemu mieleniu w kamiennym młynie, aż do uzyskania mleczonej zawiesiny, którą odcedzano przez tkaninę lub na sicie o drobnych oczkach. Wilgotna masa była gotowa do użycia i dodawano ją bezpośrednio do zawiesiny włókien w wodzie z *neri*<sup>43</sup>. Wykorzystywano każdy rodzaj ryżu, również najdroższy *mochigome*. Drobnio mielone na sucho ziarna nie nadawały się do produkcji papieru. Dodatek takiej mąki powodował, że powierzchnia arkusza po wysuszeniu stawała się bardzo szorstka i nierówna.

Niekiedy występowanie mąki ryżowej w papierze można potwierdzić przez obserwację powierzchni papieru gołym okiem. Uwidacznia się to w postaci dwóch rodzajów białych okrągłych przebarwień. Jeden typ posiada białe centrum kontrastujące z szarym tłem (fot. 19A), drugi charakteryzuje się ciemniejszym środkiem, któremu towarzyszy jasne obramienie (fot. 19B).

W innym przypadku wypełniacz jest widoczny jedynie podczas obserwacji mikroskopowej. W świetle skośnym lub przechodzącym cząstki mąki są okrągłe i mają jednorodną wielkość. Wydają się czarne w świetle przechodzącym. Cząsteczki mogą być skumulowane, tworząc strukturę agregatu, lub też rozproszone. W obrazie SEM można zaobserwować ich charakterystyczny wielościenny kształt (fot. 20).

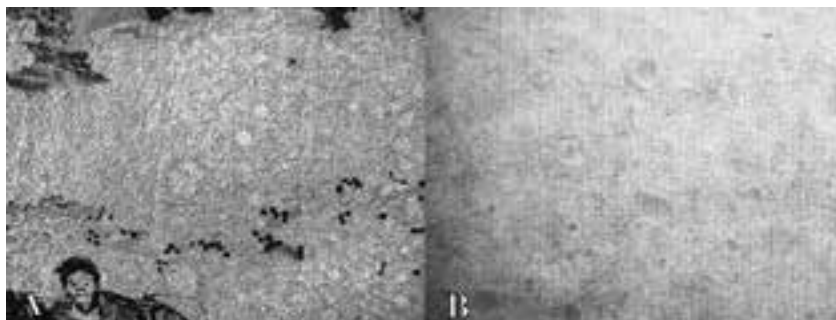
Ponieważ dodatek mąki ryżowej zwiększa podatność papieru na atak owadów, od czasów Meiji stopniowo rezygnowano z jej używania<sup>44</sup>. Dodatkowym

---

42 H. Kojima, Y. Moriwaki, T. Honda, *Report on restorative experiment...* wyd. cyt., s. 64.

43 *Neri* – lepki i śliski śluz roślinny stosowany jako środek dyspersyjny w tradycyjnym papiernictwie japońskim.

44 Modyfikację tę zaczęto wprowadzać w Tosa w 1879 roku (12 rok ery Meiji). Inicjatorem zastępowania mąki białą gliną był Genta Yoshii. Zob. T. Obata, *Kamisuki inobētā Yoshii Genta...*, wyd. cyt., s. 7. Innowacja powstała w oparciu o wiedzę o wypełniaczach używanych w produkcji papieru na Zachodzie. Do swoich prób wynalazca wykorzystał kaolin, pochodzący z pokładu występującego na terenie rozpadliska zlokalizowanego w pobliżu



Fot. 19.

Przykłady przebarwień świadczących o zastosowaniu mąki ryżowej jako wypełniacza w oryginalnych odbitkach: A – białe centrum otoczone ciemniejszą otoczką, MNK VI-523, B – ciemniejszy środek, któremu towarzyszy jasne obramienie, MNK VI-480 (fot. Ewa Sobiczewska)

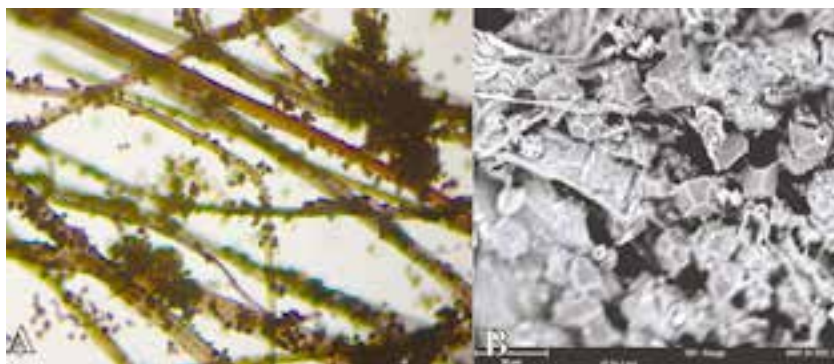
powodem stało się rozpowszechnienie suszarek metalowych, które nie nadają się do papieru zawierającego ten rodzaj wypełniacza. Wysoka temperatura powoduje rozklejanie skrobi, która po ochłodzeniu ulega żelowaniu. W rezultacie papier staje się przezroczysty i sztywny.

Zamiast mąki ryżowej zaczęto masowo stosować białą glinę<sup>45</sup>. W przeszłości rzadko wykorzystywano ją w papiernictwie. Minerale ilaste używano przede wszystkim w ceramice, garncarstwie czy rzeźbiarstwie<sup>46</sup>. Wzrost zainteresowa-

wioski Kagami (dystrykt Tosa, prefektura Kōchi). Dodatkowym argumentem na poparcie idei zastąpienia mąki mineralnym wypełniaczem był rachunek ekonomiczny. Według Yoshiego kaolin był o połowę tańszy od ryżu.

<sup>45</sup> Stosowany dla uproszczenia termin glina odnosi się do drobnoziarnistych uwodnionych glinokrzemianów, które określane są ogólnym pojęciem minerałów ilastych. Do najważniejszych można zaliczyć: kaolinit, haloizyt, illit oraz montmorylonit.

<sup>46</sup> W Japonii istniało wiele ośrodków garncarstwa, takich jak: Arita, Bizen, Karatsu, Satsuma, Hagi, Tobe, Tanba, Kyo, Shigaraki, Iga, Kutani, Tokoname, Seto, Mino. Uważa się, że szeroka i różnorodna gama japońskich wyrobów ceramicznych wynikała z unikalnych właściwości różnego rodzaju lokalnych gliniek. W latach 30. XX wieku w prefekturze Shimane papiernicy wykorzystywali glinę występującą w okolicach góry Hoshigami (Hoshikayama). W Yoshino (prefektura Nara) posługiwano się gliną z Kawakami (prefektura Nagano). Zob. Bunshō Jugaku Collection of Hand Papermaking, List of Exhibition Objects, 2021 Special Exhibition



**Fot. 20.**

Cząsteczki mąki ryżowej przylegające do włókien kôzo: A – widok pod mikroskopem optycznym (fot. Tomasz Wilkosz), B – obraz uzyskany w analizie SEM (fot. Aldona Stępień). Próbkę pobrano z fragmentu papieru z odbitką graficzną użytego do uzupełnienia ubytku w oryginalnym drzeworycie.

nia tym surowcem miał miejsce dopiero po 1880 roku. Pierwsze systematyczne badania depozytów glinek zostały przeprowadzone przez Służbę Geologiczną Japonii w latach 1920–1925. Wcześniej wiedza na ich temat ograniczała się do lokalnych środowisk, eksploatujących niewielkie złoża na własne potrzeby<sup>47</sup>.

Złoża kaolinu papierniczego w Japonii są małe i bardzo rozproszone. Mine-  
rały kaolinowe występujące w tym kraju powstały w wyniku rozkładu hydroter-  
malnego lub wietrzenia skał wulkanicznych i granitoidów<sup>48</sup>. Surowce mineralne

of the Mukō City Cultural Resource Center „Jugaku Bunshō Exhibition: The Person and his Work”.

47 Szczegółowe informacje na temat lokalizacji surowców, ich nazewnictwa, składu chemicznego i metod obróbki przedstawił Rein w rozdziale „Ceramika”. Zob. J. J. Rein, *The industries of Japan: together with an account of its agriculture, forestry, arts, and commerce. From travels and researches undertaken at the cost of the Prussian government*, A. C. Armstrong, New York 1889, s. 452–488.

48 Pod względem pochodzenia kaoliny dzielą się na pierwotne (występujące na miejscu pierwotnej skały) i wtórne (utworzone w wyniku transportu zwietrzałego materiału skalnego oraz jego akumulację w innym miejscu). Do produkcji kaolinu używanego w papiernictwie

**Tabela 2.**

Lista najważniejszych japońskich złóż minerałów kaolinowych wykorzystywanych we współczesnym papiernictwie<sup>49</sup>

Lokalizacja złoża	Skład minerałów kaolinowych	
	Składniki podstawowe	Składniki towarzyszące
Itaya (prefektura Yamagata)	kaolinit serycyt kwarc	piryt
Iki (wyspa Iki, prefektura Nagasaki)	kaolinit alfa krystobalit	kwarc
Seta (Hokkaido)	kaolinit kwarc	piryt
Ebara (prefektura Hyogo)	kaolinit dykit	diaspor kwarc bemmit
Taishu (wyspa Tsushima, prefektura Nagasaki)	haloizyt	kwarc skaleń serycyt
Kanpaku (prefektura Tochigi)	kaolinit	haloizyt diaspor gibbsyt piryt
Ina (prefektura Nagano)	haloizyt meta haloizyt kwarc	plagioklaz
Yame (prefektura Fukuoka)	haloizyt meta haloizyt kwarc	plagioklaz hornblenda limonit

wykorzystywane są głównie glinki hydrotermalne oraz wietrzeniowe o charakterze rezydualnym. Pierwszy typ występuje bardzo licznie – w postaci żył oraz rzadziej – jako zwarte, większe intruzje. Kaolin pochodzenia hydrotermalnego współcześnie wydobywany jest w Itaya, Iki, Seta i Ebara, natomiast utworzony z granitoidów – w Taishu, Kanpaku, Ina i Yame.

<sup>49</sup> N. Fujii, T. Okano, Y. Shimazaki, *Kaolin Deposits of Japan*, „Bulletin of the Geological Survey of Japan” 1968, vol. 19, no. 5, s. 321.

ze ziół rezydualnych zawierają dużo niepożądanych zanieczyszczeń ziarnistych (kwarc, mika, turmalin, niekaolinizowany skaień) i wymagają dodatkowej obróbki w celu ich usunięcia. Glinki pochodzenia osadowego są bardziej jednorodne pod względem wielkości cząsteczek, wykazują dużą plastyczność i charakteryzują się niższą białością, wynikającą z obecności związków tytanu i żelaza. Używa się je przede wszystkim do produkcji wyrobów ceramicznych. Typem stosowanym w papiernictwie jako wypełniacz jest *roseki* – „kamień woskowy”, którego złoża występują w rejonie Chūgoku, w północnych rejonach Kiusiu i w okręgu Hokushin (prefektura Nagano)<sup>50</sup>.

We wszystkich rodzajach kaolinu podstawowymi pierwiastkami są Al i Si. Do typowych zanieczyszczeń należą: Fe, Mg, Na, K, Ti i Ca.

W przypadku użycia kaolinu jako dyspergent stosuje się wyciągi z *noriut-sugi* (*Hydrangea paniculata* Siebold) i *ginbaisō* (*Deinanthef bifida* Maxim.), które są mniej wrażliwe niż *tororo-aoi* (*Abelmoschus manihot*) na obecność jonów metali. Wśród wypełniaczy używanych w papierach japońskich spotkać można również wapień naturalny, strącany węglan wapnia, *gofun*<sup>51</sup> CaCO<sub>3</sub>, talk

---

<sup>50</sup> *Roseki* składa się głównie z pirofilitu, kaolinitu i serycytu, zmieszanych w różnych proporcjach w zależności od złoża. Dodatkowo może zawierać diaspor, dykit, narcyt i haloizyt. *Electron Micrographs of Clay Minerals*, red. T. Sudo, S. Shimoda, H. Yotsumoto, S. Aita, „Developments in Sedimentology” 1981, vol. 31, s. 70.

<sup>51</sup> *Gofun* – biały pigment, którego głównym składnikiem jest węglan wapnia. Otrzymuje się go z muszli ostryg, małży i przegrzebków. Zebrane skorupy układa się w stopy i pozostawia na kilka lat, wystawiając na działanie wiatru, powietrza, opadów i słońca. W wyniku tego w naturalny sposób usuwane są zanieczyszczenia powierzchni. Później muszle kruszone są w młynie, a następnie mieszane z wodą i ucierane na mokro w kamiennym móżdżerku. Powstały w ten sposób proszek jest poddawany procesowi elutriacji, polegającym na oddzielaniu cząstek w zależności od ich wielkości, kształtu i gęstości przez wykorzystanie różnic w szybkości sedymentacji w zależności od masy. Uzyskane w ten sposób frakcje o różnej wielkości cząsteczek wylewa się cienką warstwą na deski cedrowe, suszy na słońcu, a następnie zdejmuje przez uderzanie w deskę. *Gofun* jest sprzedawany w kilku gatunkach w zależności od rodzaju, rozmiaru i części skorup, z których został wykonany albo stopnia rafinacji.



(uwodniony krzemian magnezu  $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$ ), a także skały wulkaniczne zawierające w swoim składzie oliwiny: forsteryt, oliwin właściwy, fajalit, tefroit i monticellity<sup>52</sup>.

W celu identyfikacji wypełniaczy mineralnych i organicznych występujących w papierze w drzeworytach japońskich wykonano w laboratorium LANBOZ<sup>53</sup> badania, w których wykorzystano techniki spektroskopii absorpcyjnej w podczerwieni (FTIR), spektrometrii fluorescencji rentgenowskiej (XRF), skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) oraz spektroskopię ramanowską<sup>54</sup>.

Spektroskopia ramanowska oraz FTIR pozwalają na identyfikację związków chemicznych, natomiast XRF i SEM dają informację o pierwiastkach obecnych w próbkach. Pomiar ramanowski realizowano poprzez mikroskop konfokalny, co

---

52 Przykładem zastosowania tufu wulkanicznego jest papier, który wytwarzano w wiosce Najio. Przez długi czas wiedza na temat tego wypełniacza była pilnie strzeżonym sekretem. Współcześnie podaje się, że w papiernictwie wykorzystywano skały z mioceńskiej warstwy tufów, określanej przez geologów jako Druga Grupa Kobe. Wydobywano je na odkrytych tarasach u podnóża gór Rokko. Do wyrobu papieru stosowano glinki: *tokubo* 東久保土 (w kolorze białym), *amago* 天子土 (kremową), *jamame* 蛇豆土 (brązową) i *kabuta* 尼子土 (niebieską). Używano ich osobno lub mieszano ze sobą. Skały po wydobyciu rozbijano na kawałki, po czym umieszczano w dole o średnicy około 40 cm, zwanym *tsuchi-tsubo* – „ziemny garnek”. Surowiec po dodaniu wody był rozdrabniany pałką na drobne cząstki. Później przekładano go do dużej beczki i po zalaniu nową porcją wody, mieszano przez godzinę. Uzyskaną w ten sposób mulistą masę pozostawiano na dobę. W wyniku sedimentacji grawitacyjnej w beczce tworzyły się warstwy różniące się między sobą wielkością cząsteczek. Górną usuwano, a do produkcji papieru wykorzystywano zawieszoną w wodzie frakcję unoszącą się nad osadem zgromadzonym na dnie zbiornika.

53 Laboratorium Analiz i Nieniszczących Badań Obiektów Zabytkowych, dział Muzeum Narodowego w Krakowie.

54 Analizy i raporty zostały wykonane przez dr Annę Rygułę i mgr Aldonę Stępień. Prezentacja szczegółowego raportu zawierającego opis metodyki badań i otrzymane wyniki zob. A. Stępień, J. M. del Hoyo-Meléndez, A. Ryguła i in., *Investigation of Paper Fillers in Japanese Woodcuts from the Taishō Period*, w: *Paper of Graphic Art. The 36<sup>th</sup> Biennial Congress of the International Paper Historians (IPH)*, Krems/Donau, Austria (15–20.08.2022), <http://www.paperhistory.org/Congress-events/congress2022/abstracts/IPH2022AbstractsEnglish.pdf>.

powoduje, że technika ta może nie być reprezentatywna dla całej próbki. Należy także zaznaczyć, że XRF i SEM wykrywają śladowe ilości pierwiastków. Może dojść do sytuacji, że w próbce pojawia się pierwiastek, który nie został intencjonalnie umieszczony w badanym papierze i jest zanieczyszczeniem związanym z procesem technologicznym. Analiza SEM wymaga pobrania mikropórek o wielkości poniżej 1 mm<sup>2</sup>, co stanowi poważne ograniczenie w stosowaniu jej do obiektów zabytkowych. Wykorzystano ją w przypadku kilku grafik, których stan zachowania umożliwiał pobranie próbek. Uzyskano je z marginesów, gdzie występowały nierówności krawędzi i drobne ubytki. Aby opracować najlepszą metodykę pomiarów, wykonano także analizę dla wzorców papieru o znanym składzie wypełniacza.

**Tabela 3.**

Zestawienie badanych próbek i otrzymanych wyników analiz wykonanych w laboratorium LANBOZ

Próbka	Raman	FTIR	SEM	XRF Celuloza
<i>Yame Kozo Hadaura S-2</i> , 100% japońskie <i>kōzo</i> , bez wypełniacza	Celuloza	Celuloza	Ca (ślady)	Si, K, Ca, Fe
Udagami (fukunishi Washi Honpo, Yoshino), 100% <i>kōzo</i> + wapień z Yoshinoshiya	Celuloza, węgiel wapnia	Celuloza, węgiel wapnia	Ca	Si, K, Ca, Fe
<i>Doroiri gampishi</i> (prod. Kazuhiko Baba), 100% gampi + glina <i>higashi kubotsuchi</i> z Najio	Celuloza	Celuloza, krzemiany/glino-krzemiany	Si, Mg, Al, K	Si, K, Ca, Fe, Ti, Mn
Papier <i>hoshō</i> Echizen Kizuki Hosō (prod. Ichiibe Iwano, prefektura Fukui), 100% <i>kōzo</i> + kaolin	Celuloza, mika	Celuloza	Si, Al	Si, K, Ca, Fe
<i>Misugami</i> (papiernia Uekubo, prefektura Nara), 100% <i>kōzo</i> + <i>gofun</i>	Celuloza, węgiel wapnia	Celuloza, węgiel wapnia	-	K, Ca, Fe

Próbka	Raman	FTIR	SEM	XRF Celuloza
Fragment papieru z odbitką użyty do uzupełnienia ubytku w oryginalnym drzeworycie – mąka ryżowa	-	Celuloza, skrobia	Si, Al, Ca, skrobia	Si, K, Ca, Fe
MNK VI-NN-325 – papier ze skrobią	Celuloza, skrobia, białko	Celuloza	-	S, K, Ca, Fe
MNK VI-NN-328 – papier z wypełniaczem krzemianowym i skrobią	Celuloza, skrobia, białko, krzem	Celuloza, talk	-	Si, S, K, Ca, Fe
MNK VI-NN-329 – papier z wypełniaczem krzemianowym	Celuloza, białko, talk	Celuloza, talk	Si, Mg, Al, S	Si, S, K, Ca, Fe
MNK VI-2265 – papier ze skrobią	Celuloza, skrobia	Celuloza	-	Si, S, K, Ca, Fe
MNK VI-NN-330 – papier z wypełniaczem krzemianowym	Celuloza, sadza	Celuloza	Si, Al, Ca (ślady), K	Si, S, K, Ca, Fe
MNK VI-2270 – papier ze skrobią	Celuloza, skrobia	Celuloza	-	S, K, Ca, Fe
MNK VI-NN-338 – papier z wypełniaczem krzemianowym	Celuloza, talk	Celuloza, talk	Si, Mg, Al., Ca, S, Na	Si, S, K, Ca, Fe
MNK VI-NN-343 – papier ze skrobią	Celuloza, skrobia, sadza, białko, gips (ślady)	Celuloza	-	S, K, Ca, Fe
MNK VI-NN-350 – papier z wypełniaczem krzemianowym	Celuloza, sadza, mika	Celuloza	Ca, Si, Al, S, K	Si, S, K, Ca, Fe
MNK VI-NN-381 – papier z wypełniaczem krzemianowym i skrobią	Celuloza, skrobia, mika, diaspor	Celuloza	-	Si, S, K, Ca, Fe
MNK VI-NN-382 – papier z wypełniaczem krzemianowym	Celuloza, skrobia, mika, diaspor	Celuloza	Si, Al, K, S, Mg	Si, S, K, Ca, Fe

Próbka	Raman	FTIR	SEM	XRF Celuloza
MNK VI-1262 – papier ze skrobią i śladami węgla wapnia	Celuloza, skrobia, sadza, węglan wapnia	Celuloza	-	S, K, Ca, Fe
MNK VI-NN-378 – papier z wypełniaczem krzemianowym	Celuloza, talk	Celuloza	-	Si, S, K, Ca, Fe
MNK VI-NN-381-401 – papier z wypełniaczem krzemianowym	Celuloza, talk	Celuloza	-	Si, S, K, Ca, Fe
NN VI-NN-402- 403 – papier ze skrobią	Celuloza, skrobia, białko	Celuloza	-	S, K, Ca, Fe

Na podstawie pasm spektroskopowych ramanowskich zidentyfikowano następujące składniki mineralne: krzemionkę ( $\text{SiO}_2$ ), talk ( $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ), mikę (zasadowy glinokrzemian), diaspor ( $\text{AlO}(\text{OH})$ ), kredę ( $\text{CaCO}_3$ ), gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Otrzymane wyniki potwierdziły techniki XRF i SEM. Zidentyfikowano następujące pierwiastki: wapń (Ca), krzem (Si), magnez (Mg), glin (Al), potas (K), siarkę (S) i sód (Na). Mogą wskazywać one na obecność węgla wapnia i/lub wypełniacza krzemianowego, np. glinki kaolinowej (i talku).

Należy zauważyć, że przy pomocy spektroskopii ramanowskiej i FTIR nie uzyskano wyniku potwierdzającego obecność kaolinitu ( $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$ ), który jest głównym składnikiem kaolinu. Przy pomocy tych technik nie udało się potwierdzić jego obecności ani w obiektach historycznych, ani w próbce papieru *hoshō* Echizen Kizuki Hosō, która według specyfikacji powinna zawierać kaolin. W tym oraz w innych trzech drzeworytach zidentyfikowano odmienny glinokrzemian – mikę. Mika, tak jak pozostałe glinokrzemiany, w tym wykryty w drzeworytach talk, mogą być składnikami kaolinu.

Wyniki badań uzyskane przy pomocy RS i FTIR nie potwierdziły obecności *gofunu*. W obiekcie MNK VI-1262 zarejestrowano słabe pasmo ramanowskie przypisywane do węgla wapnia. Należy zaznaczyć, że w próbkach wzorcowych węglan wapnia został zidentyfikowany zarówno przez spektroskopię

ramanowską, jak i FTIR. Być może obecność śladowych ilości wapnia wynika z procesu obróbki włókien w czasie przygotowywania masy papierowej. Niewykluczone jest również, że jony siarczanowe w jednym z arkuszy mogą pochodzić z wprowadzonego z klejem kostnym alunu<sup>55</sup>. Podobnie można tłumaczyć w niektórych przypadkach obecność glinu. Warto również wspomnieć, że stosowane jako wypełniacze surowce nie są czyste chemicznie i bardzo często zawierają różnorodne zanieczyszczenia. Wykryte w papierze minerały mogą również pochodzić z innych źródeł. Masa słomowa zawiera niewielkie ilości krzemionki gromadzącej się w organizmie rośliny w czasie jej wegetacji. Podobnym przykładem jest skrobia, która także może zawierać ślady krzemionki.

Pomimo że podczas obserwacji mikroskopowej niektórych badanych papierów stwierdzono obecność celulozy z drewna iglastego i masy słomowej, to w badaniach RS i FTIR nie odnotowano sygnałów świadczących o obecności ligniny. W większości grafik oryginalnych wykryto obecność skrobi. Identyfikacja została wykonana głównie na podstawie spektroskopii ramanowskiej oraz SEM. W niektórych obiektach zidentyfikowano także materiał organiczny, prawdopodobnie białka. Jego obecność można przypisać obecności kleju *dosa*, którym zgodnie z przekazami historycznymi pokrywano powierzchnię papieru przed wykonaniem odbitki.

## Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych analiz grafik z kolekcji Muzeum Narodowego w Krakowie można stwierdzić, że papiery, na których wyprodukowano grafiki pochodzące z daru Jensa Wiebela (okres Taishō), posiadają cechy charakterystyczne odróżniające je od obiektów z daru Feliksa Jasińskiego (okres Edo). W porównaniu do podłoży oryginalnych odbitek, grubość papieru w przeważającej liczbie kopii była większa niż w egzemplarzach oryginalnych. Wykonano

---

<sup>55</sup> Otrzymywanego z alunitu  $KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$ , tworzącego się w wyniku procesów powulkanicznych, jako produkt przeobrażeń skałeni potasowych. Mineral ten występuje z halozytem, kaolinitem i rudami złota.

je przeważnie na sitach bambusowych, w których na 1 *sun* przypada średnio 29–30 żeberek. W przeciwieństwie do nich, dawne grafiki odbito na papierach czerpanych na sitach z *kaya*, charakteryzujących się ułożeniem 23–25 żeberek na 1 *sun*. Arkusze pochodzące z okresu Taishō wykonano bądź z samego *kōzo*, bądź z mieszanin, w których głównymi składnikami były włókna celulozy z drewna iglastego i słomy, z niewielkim dodatkiem *kōzo*, przy szerokim zastosowaniu wypełniaczy krzemianowych obok mąki ryżowej. Obecność wyraźnych odcisków słojów drewna na marginesach części grafik z kolekcji Wiebela pozwala przypuszczać, że w procesie produkcji tych papierów do suszenia użyto drewnianych desek.

Otrzymane dane porównano z wynikami badań przedstawionymi przez zespół Kazuyukiego Enami<sup>56</sup>. Analizie poddano 50 prac *ukiyo-e* pochodzących z lat 1780–1860 (autorstwa Hokusai, Toyokuniego, Hiroshige, Kunisady i Kuniyoshiego). Badacze stwierdzili, że użyty we wszystkich pracach papier wykonano z mieszaniny *kōzo* z *mitsumata* lub włóknami słomy ryżowej. We wszystkich przypadkach zaobserwowano dużą ilość proszku ryżowego wykorzystanego jako wypełniacz.

Zastosowanie drzewnej masy celulozowej do produkcji *washi* potwierdzają próbki znajdujące się w kolekcji Bunshō Jugaku<sup>57</sup>.

---

56 K. Enami, Y. Okada i in., *Scientific Study of Paper Used for Ukiyoe Pictures Published in the Edo-Era by High-Resolution Digital Microscope*, w: *El'Manuscript 2021 Textual Heritage and Information Technologies, 8<sup>th</sup> International Conference*, Freiburg im Breisgau, Germany, 12–15.04.2021, [http://www.elmanuscript2020.uni-freiburg.de/wordpress/wp-content/uploads/2021/04/ElManuscript-2021-Booklet-of-Abstracts\\_09.04.2021.pdf](http://www.elmanuscript2020.uni-freiburg.de/wordpress/wp-content/uploads/2021/04/ElManuscript-2021-Booklet-of-Abstracts_09.04.2021.pdf) [dostęp: 10.03.2022].

57 Odniesieniem mogą być papiery z kolekcji Jugaku zaprezentowane na wystawie „Special Exhibition of the Mukō City Cultural Resource Center Jugaku Bunshō Exhibition: The Person and his Work – The World of the Travel Diary of Papermaking Villages [Kamisuki-mura tabi nikki], 23.01–14.03.2021”. Wśród nich znalazło się wiele przykładów *washi* wykonanego z *kōzo* z dodatkiem masy celulozowej, np. *hōsho* z Kahoku-gun (prefektura Ishikawa) i *Yanagihara hōsho* z Hiba-gun (prefektura Hiroshima). Według Jugaku, *hōsho* z Shūsō-gun (prefektura Ehime) zawierało w swoim składzie 10% *kōzo*, 10% makulatury i 80% masy celulozowej. Papier ten aż do wojny japońsko-rosyjskiej był wytwarzany wyłącznie z *kōzo*.

Podstawowym problemem w przypadku analiz papieru w obiektach niewiadomego pochodzenia jest niemożność odniesienia się do konkretnych przykładów asortymentu produkowanego w poszczególnych ośrodkach. Powoduje to, że interpretacja wyników badań materiałowych w szerszym kontekście jest bardzo utrudniona.

Na podstawie przeprowadzonych analiz można stwierdzić, że papiery, na których wyprodukowano grafiki pochodzące z okresu Taishō, odznaczają się cechami charakterystycznymi dla tego przedziału czasowego. Było to wykorzystywanie dodatku celulozy drzewnej, użycie wypełniaczy krzemianowych oraz posługiwanie się sitami o bardzo małej średnicy żeberek. Otrzymane wyniki są zgodne z przekazami historycznymi i obecną wiedzą na temat stosowanych ówczesnie technologii i materiałów.

#### Podziękowania

Pragnę wyrazić wdzięczność za pomoc i wsparcie osobom, które przyczyniły się do powstania tego artykułu: Joannie Kokoć, Zofii Maniakowskiej-Jazownik, Beacie Romanowicz i Marcie Winiarczyk.

#### Bibliografia

- [b.a.] Bunshō Jugaku Collection of Hand Papermaking, List of Exhibition Objects, 2021. Special Exhibition of the Mukō City Cultural Resource Center „Jugaku Bunshō Exhibition: The Person and his Work”.
- [b.a.] *Examining Oriental Papers: A Workshop with Akinori Ōkawa, Looking at Paper: Evidence & Interpretation: Symposium Proceedings*, red. J. Slavin, Canadian Conservation Institute, Toronto 1999, s. 243–254.
- [b.a.], *Umi o watatta edo no washi: pākusu korekushon ten*, [katalog wystawy], Kami no Hakubutsukan, Tokyo 1994. [tekst w jęz. japońskim, raport Parkesa w jęz. angielskim]
- Barrett Timothy, *Japanese Papermaking: Tradition, Tools, and Techniques*, Tokyo 1983.

- Electron Micrographs of Clay Minerals*, red. Toshio Sudo, Susumu Shimoda, Haruo Yotsumoto, Saburo Aita, „Developments in Sedimentology” 1981, vol. 31.
- Enami Kazuyuki, Okada Yoshihiro, Sato Satoru, Xu Xiaoji, *Scientific Study of Paper Used for Ukiyoe Pictures Published in the Edo-Era by High-Resolution Digital Microscope*, w: *ElManuscript 2021 Textual Heritage and Information Technologies, 8<sup>th</sup> International Conference*. Freiburg im Breisgau, Germany, 12–15.04.2021. [http://www.elmanuscript2020.uni-freiburg.de/wordpress/wp-content/uploads/2021/04/ElManuscript-2021-Booklet-of-Abstracts\\_09.04.2021.pdf](http://www.elmanuscript2020.uni-freiburg.de/wordpress/wp-content/uploads/2021/04/ElManuscript-2021-Booklet-of-Abstracts_09.04.2021.pdf) [dostęp 10.03.2022].
- Enomae Toshiharu, Hotate Michihisa, Han Yoon-Hee, *History, analysis and database of traditionally-handmade Japanese paper*, „First China-Japan-Korea Symposium on Papermaking History”, Nov. 11, 2009, Fuyang, Zhejiang, China, [b.s.], [http://www.enomae.com/publish/pdf/CJKSPH09\\_Toshiharu\\_Enomae.pdf](http://www.enomae.com/publish/pdf/CJKSPH09_Toshiharu_Enomae.pdf) [dostęp 10.03.2022].
- Fujii Noriyuki, Okano Takeo, Shimazaki Yoshihiko, *Kaolin Deposits of Japan*, „Bulletin of the Geological Survey of Japan” 1968, vol. 19, no. 5, s. 317–323.
- Handbook on the art of washi*, Wagami-do K.K., Tokyo 1991.
- Han Yoon-Hee, Enomae Toshiharu, Isogai Akira, Yamamoto Hirofumi, Hotate Michihisa, *Analysis of Historical Documents from a Viewpoint of Paper Science*, „Pan Pacific Conference Proceedings” 2006, vol. 1, s. 147–152.
- Hioki Kazuko, *Investigation of Historical Japanese Paper: An Experiment to Recreate Recycled Paper from 18<sup>th</sup>–19<sup>th</sup> Century Japan*, „The Book and Paper Group Annual” 2014, vol. 33, s. 44–53.
- Hughes Sukey, *Washi: the world of Japanese paper*, Tokyo 1978.
- Hunter Dard, *A Papermaking Pilgrimage to Japan, Korea and China*, New York 1936.
- Hunter Dard, *Papermaking: The History and Technique of an Ancient Craft*, New York 1978.
- Ilvessalo-Pfäffli Marja-Sisko, *Fiber Atlas: Identification of Papermaking Fibers*, Springer Series in Wood Science 1995.
- Kaempfer Engelbert, *The history of Japan: giving an account of the ancient and present state and government of that empire; of its temples, palaces, castles, and other buildings; Of Its Metals, Minerals, Trees, Plants, Animals, Birds and Fishes; Of The Chronology and Succession of the Emperors, Ecclesiastical and Secular; Of The Original Descent, Religions, Customs, and Manufactures of the Natives, and of their Trade and*



*Commerce with the Dutch and Chinese. Together with a Description of the Kingdom of Siam. Written in High Dutch by Engelbertus Kæmpfer, M. D. Physician to the Dutch Embassy to the Emperor's Court; and translated from his Original Manuscript, never before printed, by J. G. Scheuchzer, F. R. S. And a Member of the College of Physicians, London. With the Life of the Author and an Introduction. To which is added, part of a journal of a voyage to Japan, made by the English in the Year 1673. Illustrated with many Copper Plates. ...*, London 1727, vol. II.

Kato Masato, Kimura Yoichi, Enami Kazuyuki, *A study on image analysis of screens of handmade Japanese paper*, „Research report of Digital Archives Research Center, Ryukoku University, 2001 fiscal year” 2002, s. 120–129.

Kojima Hiroyuki, Moriwaki Yuki, Honda Toshihiko, *Report on restorative experiment of a „plural-ply” GAMPI paper (Japanese paper) in early-modern times*, „Annual Bulletin of Resources and Historical Collections Office (Shiryō-shitsu), The Library of Economics, The University of Tokyo” 2015, vol. 6, s. 61–69.

Masuda Katsuhiko, *Tosa tengujōshi-tō no bussei shiken oyobi bunkazai shūfuku yōshi to shite no saiteki-ka jōken haaku*, w: *Washi no kenkyū – Rekishi seihō yōgu bunkazai shūfuku: zaidan hōjin pōra bijutsu shinkō zaidan*, Pola Art Foundation, Kochi Prefectural Paper Industry Technology Center, 2003, [http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/151406/files/2019092000179/washi\\_report.pdf](http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/151406/files/2019092000179/washi_report.pdf) [dostęp: 10.03.2022].

Obata Tokio, *Kamisuki inobētā Yoshii Genta. Tosa kara Nihon no seishi gijutsu o henkaku*, „Kindai Nippon no Sozhōshi”, vol. 11 (2011), s. 3–11, [tekst w jęz. japońskim], [https://www.jstage.jst.go.jp/article/rcmcjs/11/0/11\\_0\\_3/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/rcmcjs/11/0/11_0_3/_pdf/-char/ja) [dostęp: 10.03.2022].

Rein Johannes Justus, *The industries of Japan: together with an account of its agriculture, forestry, arts, and commerce. From travels and researches undertaken at the cost of the Prussian government*, New York: A. C. Armstrong, 1889.

Rischel Anna-Grethe, *A scientific description of specimens of Asian paper of known origin*, „Z Badań nad Książką i Księgozbiórami Historycznymi” 2020, t. 14, z. 3, s. 489–526.

Seki Masazumi, *A Database of Traditional Papermaking Centers in East Asian Regions*, „Senri Ethnological Studies” 2013, no. 85, s. 61–81.

Stavisky Nellie, Schmidt Joyce, *Mitnan: A new fiber source for handmade paper*, „The Paper Conservator” 1984, vol. 8, issue 1, s. 72–76.

Stępień Aldona, Ryguła Anna, del Hoyo-Meléndez Julio M, *Investigation of Paper Fil-  
lers in Japanese Woodcuts from the Taishō Period*, w: *Paper of Graphic Art. The 36<sup>th</sup>  
Biennial Congress of the International Paper Historians (IPH)*, Krems/Donau, Au-  
stria, (15-20.08.2022), [http://www.paperhistory.org/Congress-events/congress2022/  
abstracts/IPH2022AbstractsEnglish.pdf](http://www.paperhistory.org/Congress-events/congress2022/abstracts/IPH2022AbstractsEnglish.pdf) [dostęp: 10.03.2022].

Surewicz Włodzimierz, *Podstawy technologii mas włóknistych; surowce włókniste prze-  
mysłu celulozowo-papierniczego i ich składniki chemiczne*, Warszawa 1971.