

# 古文書料紙の科学研究

：陽明文庫所蔵史料および都城島津家伝来史料を例として

渋谷綾子・高島晶彦・天野真志・野村朋弘  
山田太造・畑山周平・小瀬玄士・尾上陽介

はじめに

古文書や古記録類に用いられた料紙は、近年、自然科学的な知識や同定手法を応用した研究が積極的に実施されている<sup>(1)</sup>。たとえば、江前敏晴は非繊維物質（紙原料の不純物）に焦点を当てて、楮紙などに含まれる柔細胞の検討を行い<sup>(2)</sup>、坂本昭二らは填料のデンプン粒の植物同定や粒状物質の解明を行った<sup>(3)</sup>。小田寛貴は、断簡などに対して放射性炭素14年代測定の実施を試み、史料の製作年代を提示した<sup>(4)</sup>。小田や坂本を共著者に入れたハンらの研究<sup>(5)</sup>では、チベット・サムエー寺所蔵の料紙片に対して放射性炭素14年代測定や走査型電子顕微鏡（SEM）<sup>(6)</sup>による観察、熱分解ガスクロマトグラフ／質量分析法（Py-GC/MS）<sup>(7)</sup>、プロテオーム解析<sup>(8)</sup>を行ってコムギのデンプン粒やヤクの乳由来のタンパク質を検出し、これらの分析が古代チベットの製紙法の検討に有用であると提示した<sup>(9)</sup>。さらに、2021年3月に開催されたシンポジウム「紙のレンズから見た古典籍—高精細デジタルマイクロスコプの世界—」<sup>(10)</sup>では、料紙の種類の特定や使用方法の復元、装丁技術の解明のために、微視的な史料調査が重要であることが強調された。

筆者らも、文化財科学・植物育種学・歴史学・情報学・考古学の研究実績を有する文理学際研究グループを組織し、古文書料紙の総合的な科学研究を実施してきており<sup>(11)</sup>、特に、料紙の科学研究方法の標準化、科学研究データの共有管理システム構築、研究データ共有管理システムを用いた科学研究コミュニティの形成という3つを軸とした料紙研究の国際標準化を目指している<sup>(12)</sup>。黒板勝美<sup>(13)</sup>をはじめ、富田正弘・湯山賢一・大川昭典らのグループの研究成果<sup>(14)</sup>など膨大な先行研究をふまえつつ、料紙の科学研究は現在、古文書学や歴史学、保存科学、自然科学や製紙科学、文化財修復科学などを連携させた文理学際研究として進められている。

本稿は、公益財団法人陽明文庫の所蔵史料ならびに都城島津家伝来史料について、料紙の構成物に対する自然科学分析の結果を報告するものである。構成物の同定結果を提示し、史料群ごとにどのような特徴や時期的な変化が見られるのかを検討する。さらに、透明性の高いソフトウェア環境Rを用いて、分析データの分布や構造の可視化も試みる。

## 1 分析対象とした史料

### (1) 陽明文庫所蔵史料

京都市の西北に所在する公益財団法人陽明文庫は、旧公爵近衛家で長年にわたって伝襲されてきた大量の古文書・古典籍、古美術工芸品を一括して保存管理する歴史資料館で、国宝8件、重要文化財60件などの指定文化財を含む奈良・平安時代以降、幕末、明治・大正・昭和までの、10数万点以上の資料がおさめられている<sup>(15)</sup>。

陽明文庫での各種調査研究については、1976年から国文学研究資料館による調査・マイクロ撮影が行われ、科学研究費補助金学術創成研究プロジェクトなど複数のプロジェクトによって、全収蔵目録のデジタル化や『御堂関白記』など歴代関白記のデジタル映像データ化などが実施されてきている<sup>(16)</sup>。陽明文庫所蔵の文書類は、一部を除き一般文書目録に記載されて5桁の史料番号が付与され、公式ウェブサイト<sup>(17)</sup>では、所蔵史料の一部に関する画像データが「陽明文庫デジタルアーカイブ」として公開されている。

表1 分析対象の陽明文庫所蔵史料

一般文書目録番号	史料名	年月日(和暦)	紙素材	現状長(cm)	現状幅(cm)	面積(c㎡)	撮影光	構成物合計(個)	面密度*
391	伊達政宗書状	7月18日	コウゾ	42.0	62.2	2,612.40	透過	149	0.0570
392	伊達政宗書状	7月18日	コウゾ	42.2	62.8	2,650.16	透過	62	0.0234
393	伊達政宗書状	7月28日	コウゾ	37.1	54.3	2,014.53	透過	125	0.0620
394	伊達政宗書状	極月(12月)20日	コウゾ	37.5	53.1	1,991.25	透過	84	0.0422
396	伊達政宗書状	初夏(4月)17日	コウゾ	37.9	53.3	2,020.07	透過	109	0.0540
397	伊達政宗書状	林鐘(6月)12日	コウゾ	39.0	54.9	2,141.10	透過	60	0.0280
398	伊達政宗書状	林鐘(6月)11日	コウゾ	37.5	54.3	2,036.25	透過	91	0.0447
399	伊達政宗書状	閏8月22日	コウゾ	37.1	52.4	1,944.04	透過	58	0.0298
400	伊達政宗書状	季夏(6月)12日	コウゾ	38.0	54.1	2,055.80	透過	180	0.0876
401	伊達政宗書状	卯月(4月)21日	コウゾ	38.4	55.1	2,115.84	透過	24	0.0113
402	伊達政宗書状	孟春(正月)18日	コウゾ	36.5	51.0	1,861.50	透過	61	0.0328
403	伊達政宗書状	林鐘(6月)余一(11日)	コウゾ	37.9	54.4	2,061.76	透過	25	0.0121
405	伊達政宗書状	5月21日	コウゾ	33.2	48.2	1,600.24	透過	38	0.0237
406	伊達政宗書状	2月25日	コウゾ	37.8	54.1	2,044.98	透過	99	0.0484
407	伊達政宗書状	初夏(4月)余一(11日)	コウゾ	39.4	53.7	2,115.78	透過	58	0.0274
408	伊達政宗書状	閏6月11日	ガンビ	37.50	52.80	1,980.00	透過	93	0.0470
409	伊達政宗書状	卯月(4月)24日	コウゾ	39.40	53.70	2,115.78	透過	65	0.0307
410	伊達政宗書状	暮春(3月)4日	コウゾ	38.00	55.20	2,097.60	透過	65	0.0310
411	伊達政宗書状	7月20日	コウゾ	38.10	54.30	2,068.83	透過	99	0.0479
412	伊達政宗書状	初冬(10月)18日	コウゾ	38.10	53.50	2,038.35	透過	48	0.0235
413	伊達政宗書状	季夏(6月)9日	コウゾ	37.60	55.20	2,075.52	透過	46	0.0222
414	伊達政宗書状	極月(12月)17日	コウゾ	38.70	54.20	2,097.54	透過	33	0.0157
415	伊達政宗書状	仲春(2月)7日	コウゾ	38.00	54.30	2,063.40	透過	86	0.0417
416	伊達政宗書状		コウゾ	37.80	54.80	2,071.44	透過	78	0.0377
417	伊達政宗書状	7月24日	コウゾ	38.00	54.20	2,059.60	透過	89	0.0432
418	伊達政宗書状	林鐘(6月)8日	コウゾ	38.10	56.30	2,145.03	透過	138	0.0643
419	伊達政宗書状		コウゾ	36.10	51.10	1,844.71	透過	58	0.0314
37551	伊達政宗書状	2月10日	コウゾ	36.50	51.50	1,879.75	透過	85	0.0452
37552	伊達政宗書状	2月10日	コウゾ	35.60	52.00	1,851.20	透過	71	0.0384
37553	伊達政宗書状		コウゾ	35.70	52.00	1,856.40	透過	67	0.0361
37554	伊達政宗書状	暮春(3月)2日	コウゾ	37.60	54.70	2,056.72	透過	97	0.0472
37555	伊達政宗書状	暮春(3月)初六(6日)	コウゾ	37.90	54.70	2,073.13	透過	74	0.0357
3148	近衛植家書状	7月5日	ガンビ	18.60	48.00	892.80	透過	116	0.1299
3150	近衛植家書状	7月5日	ガンビ	18.70	48.30	903.21	透過	82	0.0908
3156	近衛植家書状		ガンビ	48.50	19.00	921.50	透過	72	0.0781
3157	近衛植家書状		ガンビ	48.20	18.30	882.06	透過	55	0.0624
3158	近衛植家書状		ガンビ	48.00	19.00	912.00	透過	76	0.0833

一般文書 目録番号	史料名	年月日 (和暦)	紙素材	現状長 (cm)	現状幅 (cm)	面積 (cm <sup>2</sup> )	撮影光	構成物合計 (個)	面密度*
3159	近衛種家書状		ガンビ	48.40	18.60	900.24	透過	76	0.0844
3160	近衛種家書状		ガンビ	47.30	19.00	898.70	透過	50	0.0556
3161	近衛種家書状		ガンビ	48.30	10.00	483.00	透過	88	0.1822
3162	近衛種家書状		ガンビ	48.10	18.80	904.28	透過	109	0.1205
3163	近衛種家書状		ガンビ	48.10	19.20	923.52	透過	89	0.0964
3164	近衛種家書状案		ガンビ	48.30	18.80	908.04	透過	77	0.0848
3165	近衛種家書状		ガンビ	47.80	18.80	898.64	透過	122	0.1358
3166	近衛種家書状		ガンビ	48.00	18.80	902.40	透過	133	0.1474
3167	近衛種家書状		ガンビ	48.00	18.10	868.80	透過	98	0.1128
3168	近衛種家書状案		コウゾ	18.70	48.10	899.47	透過	193	0.2146
3169	近衛種家書状案		コウゾ	18.80	48.30	908.04	透過	103	0.1134
3170	近衛種家書状案		コウゾ	18.60	48.20	896.52	透過	148	0.1651
3171	近衛種家書状案		コウゾ	18.60	48.00	892.80	透過	164	0.1837
3172	近衛種家書状案		コウゾ	18.80	48.30	908.04	透過	88	0.0969
3173	近衛種家書状案		コウゾ	18.70	48.30	903.21	透過	138	0.1528
3174	近衛種家書状案		コウゾ	18.60	48.00	892.80	透過	137	0.1534
3175	近衛種家書状案		コウゾ	18.30	48.30	883.89	透過	66	0.0747
3176	近衛種家書状案		コウゾ	18.60	47.90	890.94	透過	99	0.1111
2351	近衛前久書状		コウゾ	36.80	54.60	2,009.28	透過	38	0.0189
2352	近衛前久書状		コウゾ	36.90	54.50	2,011.05	透過	46	0.0229
38720	近衛前久書状		コウゾ	49.10	31.80	1,561.38	透過	38	0.0243
38721	近衛前久書状		コウゾ	29.40	45.20	1,328.88	透過	158	0.1189
38722	近衛前久書状		コウゾ	32.10	50.20	1,611.42	透過	25	0.0155
38723	近衛前久書状		コウゾ	29.20	46.70	1,363.64	透過	67	0.0491
38724	近衛前久書状	27日	コウゾ	36.20	53.70	1,943.94	透過	57	0.0293
38725	近衛前久書状	3日	コウゾ	36.40	54.60	1,987.44	透過	53	0.0267
38726	近衛前久書状		コウゾ	36.30	53.80	1,952.94	透過	60	0.0307
38727	近衛前久書状	29日	コウゾ	31.10	48.00	1,492.80	透過	35	0.0234
38728	近衛前久書状		コウゾ	29.80	45.70	1,361.86	透過	35	0.0257
38729	近衛前久書状		コウゾ	29.50	46.80	1,380.60	透過	36	0.0261
38730	近衛前久書状		コウゾ	29.60	45.60	1,349.76	透過	36	0.0267
38731	近衛前久書状		コウゾ	29.90	47.00	1,405.30	透過	39	0.0278
38732	近衛前久書状		コウゾ	30.00	47.10	1,413.00	透過	40	0.0283
78733	近衛前久書状	卯月(4月)8日	コウゾ	33.80	50.80	1,717.04	透過	35	0.0204
38734	近衛前久書状	極月(12月)10日	コウゾ	30.30	44.90	1,360.47	透過	30	0.0221
38735	近衛前久書状		コウゾ	29.70	47.30	1,404.81	透過	23	0.0164
38736	近衛前久書状		コウゾ	32.30	49.90	1,611.77	透過	36	0.0223
38737	近衛前久書状		コウゾ	30.80	45.10	1,389.08	透過	65	0.0468
38738	近衛前久書状		コウゾ	30.70	46.30	1,421.41	透過	51	0.0359
2363	近衛信尹書状		コウゾ	30.60	44.20	1,352.52	透過	121	0.0895
2365	近衛信尹書状		コウゾ	33.00	29.50	973.50	透過	200	0.2054
2366	近衛信尹書状		コウゾ	36.10	28.70	1,036.07	透過	94	0.0907
2367	近衛信尹書状		コウゾ	34.40	28.60	983.84	透過	68	0.0691
2368	近衛信尹書状		コウゾ	31.60	30.00	948.00	透過	92	0.0970
2369	近衛信尹書状		コウゾ	27.70	38.00	1,052.60	透過	117	0.1112
2370	近衛信尹書状		コウゾ	31.50	17.80	560.70	透過	65	0.1159
2371	近衛信尹書状		コウゾ	32.80	26.30	862.64	透過	72	0.0835
2372	近衛信尹書状		コウゾ	31.10	24.10	749.51	透過	144	0.1921

一般文書 目録番号	史料名	年月日 (和暦)	紙素材	現状長 (cm)	現状幅 (cm)	面積 (cm <sup>2</sup> )	撮影光	構成物合計 (個)	面密度*
2373	近衛信尹書状		コウゾ	20.20	40.10	810.02	透過	92	0.1136
2374	近衛信尹書状		コウゾ	30.20	46.10	1,392.22	透過	60	0.0431
2375	近衛信尹書状		コウゾ	32.20	28.90	930.58	透過	110	0.1182
2376	近衛信尹書状	7月9日	コウゾ	30.80	37.10	1,142.68	透過	106	0.0928
2377	近衛信尹書状	5月7日	コウゾ	34.10	32.30	1,101.43	透過	78	0.0708
2378	近衛信尹書状断簡		コウゾ	32.10	32.60	1,046.46	透過	118	0.1128
2379	近衛信尹書状断簡		コウゾ	32.20	38.20	1,230.04	透過	99	0.0805
2380	近衛信尹書状断簡	正月6日	コウゾ	31.60	46.60	1,472.56	透過	262	0.1779
2381	近衛信尹書状		コウゾ	32.20	49.00	1,577.80	透過	86	0.0545
2382	近衛信尹書状		コウゾ	16.70	49.10	819.97	透過	64	0.0781
2383	近衛信尹書状		コウゾ	27.30	24.30	663.39	透過	130	0.1960
2384	近衛信尹書状案	2月20日	コウゾ	28.70	46.80	1,343.16	透過	121	0.0901
2385	近衛信尹書状案		コウゾ	28.70	46.70	1,340.29	透過	83	0.0619
2386	近衛信尹書状	2月20日	コウゾ	28.70	46.80	1,343.16	透過	121	0.0901
2387	近衛信尹書状		コウゾ	28.70	46.70	1,340.29	透過	83	0.0619
2388	箱預り証状案		コウゾ	27.90	21.40	597.06	透過	61	0.1022
2389	箱請取状		コウゾ	36.50	23.60	861.40	透過	170	0.1974
2390	重陽菊花詩	慶長2(1597)年極月(12月)12日	コウゾ	32.40	21.90	709.56	透過	62	0.0874
2392	五常釈義	慶長3(1598)年8月10日	コウゾ	29.30	17.10	501.03	透過	119	0.2375
2393	愛宕山縁起外題		コウゾ	29.10	41.80	1,216.38	透過	246	0.2022
2394	近衛信尹連歌付句詠草		コウゾ	28.90	18.90	546.21	透過	48	0.0879
2396	和歌初句		ガンビ	11.50	25.80	296.70	透過	127	0.4280
2397	源氏物語詞		コウゾ	14.70	44.00	646.80	透過	119	0.1840
2398	仏典覚書		コウゾ	21.10	31.80	670.98	透過	84	0.1252
2399	感想		コウゾ	18.30	53.80	984.54	透過	118	0.1199
2400	歌仙装束書付		コウゾ	17.10	46.10	788.31	透過	68	0.0863
(一般文書目録外)	寛文五年 応門満院御記	寛文5(1665)年	コウゾ	28.40	47.80	1,357.52	透過	28	0.0206

\*面密度は単位面積あたりの構成物量(構成物合計÷面積)を示す。

筆者らは2018年度から原本史料調査を行っており、複数の史料群において武家文書・公家文書を対象としてそれぞれの特徴を検討している。本稿で取り上げる史料は112点である(表1)。内訳は、「伊達政宗書状」など伊達政宗(1567~1636)に関係する史料32点、「近衛植家書状」など近衛植家(近衛家15代、1503~1566)に関係する史料23点、「近衛前久書状」など近衛前久(近衛家16代、1536~1612)に関係する史料21点、「近衛信尹書状」など近衛信尹(近衛家17代、1565~1614)に関係する史料25点、その他として「寛文五年応門満院御記」など11点である。すべての史料の製作年代が判明しているわけではないが、各人物の生存中の16~17世紀に製作されたと推定できる。武家文書である伊達政宗発給文書、公家文書である近衛植家・前久・信尹発給文書という異なる性格をもつ料紙を対象とすることにより、料紙構成物の差異や時期的な変化について検討を行った。なお、本稿の図に示した史料の写真の掲載については、すべて陽明文庫の許可を得ている。

## (2) 都城島津家伝来史料

都城島津家は、島津氏第四代忠宗の六男資忠が、観応2年(1351)の合戦の功によって、文和元年(1352)4月に足利尊氏から北郷300町を賜り、北郷薩摩迫(現都城市山田町)に移住し、北郷姓を名乗ったのが始まりであるといわれる<sup>(18)</sup>。以降、断続的だが近世までの約500年間、都城領主として存在してきた。都城島津家には、島津本家との関係を含めて領主時代の行政史料や家伝来の御道具類が数多く残されている。これらの都城島津家伝来史料は、1991年度から2005年度にわたる『都城市史』編さん事業をきっかけとして都城市へ寄贈された。古文書・古記録、武具・甲冑、絵画、屏風、鉄砲、装束、農具など多岐にわたり、古文書・古記録が約8,000点、その他が2,000点で、総点数1万点にのぼる。主な史料は、「琉球国王宛朝鮮国王国書」(1500年作成、重要文化財指定品)、「三国筆宛」(作成年不明)、「本田文書」(中世～近世)、「列朝制度」(近世後期)、「庄内地理志」(近世後期)、「役所日記」(近世初期～後期)、「上井覚兼日記(写し)」(近世か)、「安永諏訪御神事二付萬覚書 全」(近世中期)、「御文書令臨」(近世前期)、「滑川屋敷図」(近世後期)、武具・甲冑類(中世～近世)、屏風(近世初期～後期)、肖像画(近世前期～)である<sup>(19)</sup>。

本稿で取り上げる史料は2020年度調査の19点である(表2)。そのうち「長井藤栄書状写」と「島津家系図断片」はそれぞれ2紙あり、「島津義久書状」は本紙と包の2点を対象とした。史料の年代は室町期や戦国期、江戸前期に属する。料紙素材はすべてコウゾである。調査史料のうち、「朝鮮国王国書」はすでに顕微鏡観察が行われ、コウゾとクワの混合打紙であることが判っている。厚さ平均0.53mmと体積365.22cm<sup>3</sup>をもとに、質量密度0.78g/cm<sup>3</sup>の数値が提示されている<sup>(20)</sup>。

なお、都城島津家伝来史料も、図に示した史料の写真の掲載についてはすべて許可を得ている。今回の分析対象史料を示した表1と表2における面密度は、各料紙の単位面積あたりにおける

表2 分析対象の都城島津家伝来史料

通番	ID	史料名	年月日(和暦)	紙素材	現状長 (cm)	現状幅 (cm)	面積 (cm <sup>2</sup> )	撮影光	構成物の計 (個)	面密度*
		朝鮮国王国書	弘治13(1500)年正月(1月)	コウゾ・クワ	59.0	118.5	6,991.50	反射・透過	660	0.0944
63	00063	長井藤栄書状写(1紙目)	戦国期林鐘(6月)18日	コウゾ	18.3	51.3	938.79	透過	186	0.1981
63	00063	長井藤栄書状写(2紙目)	戦国期林鐘(6月)18日	コウゾ	19.2	49.9	958.08	透過	153	0.1597
64	00064	島津久哲書状	応永4(1397)年卯月(4月)23日	コウゾ	16.4	28.7	470.68	透過	521	1.1069
67	00067	永井栄実書状	江戸前期 6月5日	コウゾ	26.5	39.5	1,046.75	透過	186	0.1777
68	00068	隆超蘇合香授与状	正平19(1364)年9月23日	コウゾ	30.0	35.0	1,050.00	透過	223	0.2124
157	00158	源某下文案	久寿2(1155)年3月23日	コウゾ	26.2	36.8	964.16	透過	271	0.2811
160	00161	島津伊久下文	天授3(1377)年6月30日	コウゾ	28.4	39.9	1,133.16	透過	356	0.3142
161	00162	島津道鑑(鑑)下文	延文5(1360)年8月22日	コウゾ	33.7	51.5	1,735.55	透過	365	0.2103
162	00163	島津道鑑下文	正慶2(1333)年閏2月19日	コウゾ	33.7	51.5	1,735.55	透過	341	0.1965
163	00164	島津道鑑下文	建武2(1335)年3月11日	コウゾ	32.2	49.5	1,593.90	透過	241	0.1512
164	00165	足利尊氏御教書写	建武3(1336)年3月28日	コウゾ	24.4	32.0	780.80	透過	136	0.1742
165	00166	本田久兼軍忠状	建武3(1336)年3月11日	コウゾ	32.5	52.4	1,703.00	透過	514	0.3018
166	00167	本田久兼軍忠目安	建武4(1337)年4月	コウゾ	28.8	39.6	1,140.48	透過	295	0.2587
167	00168	本田久兼軍忠状	建武5(1338)年3月	コウゾ	31.6	50.7	1,602.12	透過	576	0.3595
168	00169	島津家系図断片(1紙目)	室町期	コウゾ	33.5	35.2	1,179.20	透過	402	0.3409
168	00169	島津家系図断片(2紙目)	室町期	コウゾ	33.8	30.9	1,044.42	透過	253	0.2422
169	00170	某家系図断片		コウゾ	23.8	45.6	1,085.28	透過	215	0.1981
		島津義久書状		コウゾ	32.7	47.9	1,566.33	透過	262	0.1673
		島津義久書状(包)		コウゾ	24.5	34.0	833.00	透過	280	0.3361

\*面密度は単位面積あたりの構成物量(構成物合計÷面積)を示す。

構成物量（構成物÷面積で算出）を示したものである。面密度によって、現状長・現状幅が異なる料紙の構成物量の比較が可能となる。さらに、陽明文庫所蔵史料・都城島津家伝来史料のどちらにおいても、植物材料別の史料選択は実施せず、史料群ごとの特徴を把握して、武家・公家文書の差異を検討すること、あわせて時期による構成物の変化を示せるのか検討することに焦点を当てた。素材別における構成物分析は、今後研究を進める中で試みたい。

## 2 分析方法と料紙研究のオープンサイエンス

### (1) 分析方法

本研究のすべての調査は非破壊観察を徹底し、分析の基本項目はすでに定めたもの<sup>(21)</sup>に従っている。分析項目は、各所蔵機関での資料番号や資料名、コレクション名、資料の作成年月日や点数など資料の基本情報とともに、顕微鏡撮影画像の撮影倍率や撮影箇所等の記述情報、料紙の構成物の種類・量・密度と同定結果、植物学的特徴にもとづく構成物の識別基準も盛り込んでいる。料紙の製法の時期的な変化を検討するためにデンプン粒に焦点を当て、デンプン粒の植物種の同定結果、鈹物や糊痕跡の有無を項目としたところは本研究の特徴である。

観察に使用する顕微鏡は、デジタルマイクロスコープDino-lite R&D（研究開発）セット（220倍と450倍の2台を使用）、顕微鏡用偏光歪検査セット（バックライト）である。マイクロスコープ本体と顕微鏡用偏光歪検査セットの双方に偏光ポラライザーを装着し、デンプン粒と、柔細胞や鈹物など他の物質を明確に識別できるようにしている<sup>(22)</sup>。さらに、顕微鏡観察では基本的に220倍のレンズを用いて透過光で観察を行い、填料の米粉に由来するイネのデンプン粒など特徴的な構成物が確認できる場合は450倍のレンズを用いる。史料の裏打ちで撮影時の透過が困難なものは反射光で観察している。撮影箇所については文字の有無を問わず、料紙の大きさにあわせて一紙につき6箇所を選択、一紙の上下左右からの位置情報として数値による記録を行う。なお、構成物の量的な特徴は、一紙の単位面積あたりの密度を用いて比較を行うため、他の研究で行われる定点的な撮影は行っていない。

陽明文庫所蔵史料の調査では、渋谷・高島・天野・野村が同じ機材を用いて同一撮影条件のもとで史料の観察と撮影記録を行い、都城島津家伝来史料の調査では渋谷が顕微鏡撮影・記録を行った。撮影画像の解析、特に構成物の同定・計測やデータの統計解析はすべて渋谷が実施し、得られたすべての結果については執筆者全員で議論を行った。

### (2) 料紙研究のオープンサイエンス

オープンサイエンスは、データの所有権ではなく管理義務、分析過程の秘匿性より公開性、一般の人びとの排除より包摂が求められる新しい規範であり<sup>(23)</sup>、近年特に重視されている。科学研究における公開性は、近代科学の起源を規定し<sup>(24)</sup>、未来を想起させるため重要である<sup>(25)</sup>。

オープンサイエンスは、オープンアクセス、オープンデータ、オープンメソドロジーの三つの要素から成る<sup>(26)</sup>。オープンアクセスは、読者や図書館から料金を徴収せずに、学術研究、特に書籍出版物を恒久的にオンラインで全文アクセスできるようにすることである<sup>(27)</sup>。オープンデータは、インターネットを通じて誰もが入手でき、自由に改変や再配布が認められているデータであり、データはさまざまな形式・様相をとる。科学研究のオープンデータ公開は、インターネットの発達と普及を通じて加速した。これはデータの公開とアクセスにかかるコストが劇的に削減

されたためである<sup>(28)</sup>。研究者は自身のデータを一般公開する前に負の影響について慎重に対処しなければならないが<sup>(29)</sup>、データへのオープンなアクセスを提供することにより、他の研究者も恩恵を受けることができる。たとえば、過去の研究データが信頼できるリポジトリで公に入手できるようになっていれば、より簡単にそれを見つけることができる。また、一般公開を前提に準備した場合、研究データは普段より適切に記録され、再利用が容易になる<sup>(30)</sup>。

既存の料紙研究における顕微鏡を用いた分析データの一部は、論文等による公表やデータベースを介して、あるいはデータセットとしてウェブサイトでの公開が試みられているが、部分的で表面的な提示にとどまる<sup>(31)</sup>。結果として、生成・蓄積されるデータを研究者間で共有し、比較・検討することが非常に困難である。研究データの横断検索や他の歴史資料と関連づけた検索・提示も実現できていない。分析にかかわる記述データの一切が調査者個人に帰属する傾向が強く、検索・取得のコストが高いまま放置されているのが現状である<sup>(32)</sup>。各種料紙の科学情報を国際標準化し、歴史資料の研究全体で広く活用することもできていない。

マーウィック<sup>(33)</sup>が提案した「データの分析について、明確な、または、スクリプト化された再現可能なワークフローを作り、そのワークフローをアクセス可能にする」、「実施した研究を他の人が容易に評価できるように、透明性が高くアクセス可能な分析ツールおよびソフトウェア(RやPythonなどのプログラミング言語など)を採用する」ことは、料紙研究の公開性と透明性を支え、各種データのアクセシビリティを向上させる。本稿では、統計解析環境RとR言語で使用できるグラフ描画用パッケージのggplot2を用いて、陽明文庫所蔵史料と都城島津家伝来史料の料紙の構成物分析で得られた各種データの分布と構造の可視化を試みた。さらに、効率的に変更を追跡・記録し、協働を容易にするバージョン管理システムGit<sup>(34)</sup>に、本稿の図版に使用した顕微鏡撮影画像や使用コード等の研究データを補足資料としてアーカイブし、公開した。

### 3 料紙構成物の分析結果

料紙におけるデンプン粒や鉱物などは製紙過程で加えられたものであり、特にイネのデンプン粒は、填料の米粉に由来すると考えられる。分析の結果、陽明文庫所蔵史料・都城島津家伝来史料の調査史料すべてにおいて、細胞組織の微細な断片（ただし植物体のどの部位の組織か特定できないもの）や柔細胞、繊維の小破片（料紙素材に由来、または添加された物質に由来）、デンプン粒、鉱物の含有が確認された（表3、表4）。全体的に細胞組織や柔細胞の含有量が最も多く、次いでデンプン粒、繊維片、鉱物である。今回確認したデンプン粒はイネ、トロロアオイ、種不明の三カテゴリーに分けられ、イネ以外のイネ科穀類に由来するデンプン粒は見られなかった<sup>(35)</sup>。鉱物の含有量は全体的にデンプン粒など他の物質より少なく、炭酸カルシウムやカオリンは今回の調査史料では確認することができなかった。ネりに用いられたノリウツギの結晶や胡粉の粒状物質、紙の継ぎ目における糊の痕跡についても、顕著な特徴を確認することはできなかった。

表3 陽明文庫所蔵史料の料紙における構成物

一般文書 目録番号	史料名	デンプン粒(個)				鉱物 (個)	細胞組織・柔細胞 (片)	繊維 (片)	ほか (個)	合計
		イネ	イネ以外 の穀類	トロー アオイ	種不明					
391	伊達政宗書状	10	0	10	0	3	97	1	28	149
392	伊達政宗書状	0	0	0	0	0	62	0	0	62
393	伊達政宗書状	0	0	5	0	1	119	0	0	125
394	伊達政宗書状	0	0	0	0	0	74	0	10	84
396	伊達政宗書状	0	0	0	0	1	108	0	0	109
397	伊達政宗書状	0	0	0	0	1	58	1	0	60
398	伊達政宗書状	0	0	0	0	0	91	0	0	91
399	伊達政宗書状	0	0	0	0	0	48	0	10	58
400	伊達政宗書状	78	0	0	3	4	95	0	0	180
401	伊達政宗書状	0	0	0	0	0	19	0	5	24
402	伊達政宗書状	0	0	0	0	0	61	0	0	61
403	伊達政宗書状	0	0	0	0	0	25	0	0	25
405	伊達政宗書状	0	0	0	0	0	38	0	0	38
406	伊達政宗書状	0	0	0	0	1	86	0	12	99
407	伊達政宗書状	0	0	0	0	2	56	0	0	58
408	伊達政宗書状	0	0	0	0	0	91	1	1	93
409	伊達政宗書状	0	0	0	0	0	63	1	1	65
410	伊達政宗書状	0	0	0	0	4	61	0	0	65
411	伊達政宗書状	0	0	3	0	0	69	0	27	99
412	伊達政宗書状	0	0	0	0	0	48	0	0	48
413	伊達政宗書状	0	0	0	0	1	45	0	0	46
414	伊達政宗書状	0	0	0	0	0	29	0	4	33
415	伊達政宗書状	0	0	0	0	0	81	0	5	86
416	伊達政宗書状	20	0	2	0	1	55	0	0	78
417	伊達政宗書状	0	0	3	0	0	85	1	0	89
418	伊達政宗書状	0	0	1	0	4	133	0	0	138
419	伊達政宗書状	0	0	0	0	0	57	1	0	58
37551	伊達政宗書状	0	0	6	0	1	78	0	0	85
37552	伊達政宗書状	0	0	0	0	0	68	2	1	71
37553	伊達政宗書状	0	0	0	0	1	66	0	0	67
37554	伊達政宗書状	0	0	0	0	1	79	0	17	97
37555	伊達政宗書状	0	0	0	0	0	68	1	5	74
3148	近衛植家書状	0	0	0	0	0	116	0	0	116
3150	近衛植家書状	0	0	0	0	0	82	0	0	82
3156	近衛植家書状	0	0	0	0	0	72	0	0	72
3157	近衛植家書状	0	0	0	0	0	55	0	0	55
3158	近衛植家書状	0	0	0	0	0	76	0	0	76
3159	近衛植家書状	0	0	0	0	0	72	0	4	76
3160	近衛植家書状	0	0	0	0	0	50	0	0	50
3161	近衛植家書状	0	0	0	0	0	88	0	0	88
3162	近衛植家書状	0	0	0	0	0	109	0	0	109
3163	近衛植家書状	0	0	0	0	0	87	2	0	89
3164	近衛植家書状案	0	0	0	0	0	77	0	0	77
3165	近衛植家書状	0	0	0	0	1	119	2	0	122
3166	近衛植家書状	0	0	0	0	0	131	2	0	133
3167	近衛植家書状	0	0	0	0	0	98	0	0	98



一般文書 目録番号	史料名	デンプン粒(個)				鉱物 (個)	細胞組織・柔細胞 (片)	繊維 (片)	ほか (個)	合計
		イネ	イネ以外 の穀類	トコロ アオイ	種不明					
3168	近衛種家書状案	0	0	0	0	0	187	16	0	203
3169	近衛種家書状案	0	0	0	0	0	90	13	0	103
3170	近衛種家書状案	0	0	0	0	0	139	9	0	148
3171	近衛種家書状案	0	0	0	0	0	150	14	0	164
3172	近衛種家書状案	0	0	0	0	0	79	9	0	88
3173	近衛種家書状案	0	0	0	0	0	124	14	0	138
3174	近衛種家書状案	0	0	0	0	0	127	10	0	137
3175	近衛種家書状案	0	0	0	0	0	62	4	0	66
3176	近衛種家書状案	0	0	0	0	0	89	10	0	99
2351	近衛前久書状	0	0	0	0	0	37	0	1	38
2352	近衛前久書状	0	0	0	0	0	45	1	0	46
38720	近衛前久書状	0	0	0	0	1	37	0	0	38
38721	近衛前久書状	0	0	0	0	0	158	0	0	158
38722	近衛前久書状	0	0	0	0	0	25	0	0	25
38723	近衛前久書状	0	0	0	0	0	67	0	0	67
38724	近衛前久書状	0	0	0	0	0	55	0	2	57
38725	近衛前久書状	17	0	0	0	0	36	0	0	53
38726	近衛前久書状	0	0	0	0	0	60	0	0	60
38727	近衛前久書状	0	0	0	0	0	35	0	0	35
38728	近衛前久書状	0	0	0	0	0	35	0	0	35
38729	近衛前久書状	0	0	0	0	0	36	0	0	36
38730	近衛前久書状	0	0	0	0	0	36	0	0	36
38731	近衛前久書状	0	0	1	0	1	37	0	0	39
38732	近衛前久書状	0	0	0	0	2	38	0	0	40
78733	近衛前久書状	0	0	0	0	0	35	0	0	35
38734	近衛前久書状	0	0	4	0	0	26	0	0	30
38735	近衛前久書状	0	0	0	0	0	21	2	0	23
38736	近衛前久書状	0	0	0	0	0	36	0	0	36
38737	近衛前久書状	0	0	15	0	0	49	1	0	65
38738	近衛前久書状	0	0	0	0	3	48	0	0	51
2363	近衛信尹書状	0	0	0	0	0	121	0	0	121
2365	近衛信尹書状	0	0	0	0	0	200	0	0	200
2366	近衛信尹書状	0	0	0	0	0	94	0	0	94
2367	近衛信尹書状	0	0	0	0	0	68	0	0	68
2368	近衛信尹書状	0	0	19	0	1	72	0	0	92
2369	近衛信尹書状	0	0	2	0	0	76	2	37	117
2370	近衛信尹書状	0	0	0	0	0	62	3	0	65
2371	近衛信尹書状	17	0	0	0	0	55	0	0	72
2372	近衛信尹書状	83	0	11	0	1	47	2	0	144
2373	近衛信尹書状	0	0	0	0	0	68	0	24	92
2374	近衛信尹書状	0	0	4	0	0	56	0	0	60
2375	近衛信尹書状	62	0	0	0	0	35	0	13	110
2376	近衛信尹書状	30	0	0	0	0	53	0	23	106
2377	近衛信尹書状	0	0	0	0	0	78	0	0	78
2378	近衛信尹書状断簡	0	0	0	0	0	118	0	0	118
2379	近衛信尹書状断簡	0	0	0	0	0	98	1	0	99
2380	近衛信尹書状断簡	0	0	0	0	1	261	0	0	262

一般文書 目録番号	史料名	デンプン粒(個)				鉍物 (個)	細胞組織・柔細胞 (片)	繊維 (片)	ほか (個)	合計
		イネ	イネ以外 の穀類	トコロ アオイ	種不明					
2381	近衛信尹書状	0	0	0	0	1	85	0	0	86
2382	近衛信尹書状	12	0	0	0	0	51	1	0	64
2383	近衛信尹書状	0	0	5	0	0	125	0	0	130
2384	近衛信尹書状案	0	0	1	0	0	77	0	43	121
2385	近衛信尹書状案	19	0	0	0	3	9	0	52	83
2386	近衛信尹書状	0	0	0	0	0	61	0	0	61
2387	近衛信尹書状	0	0	0	0	1	169	0	0	170
2388	箱預り証状案	0	0	0	0	0	62	0	0	62
2389	箱請取状	0	0	0	0	0	41	0	0	41
2390	重陽菊花詩	0	0	0	0	0	178	0	0	178
2392	五常積義	0	0	0	0	1	118	0	0	119
2393	愛宕山縁起外題	0	0	0	0	0	246	0	0	246
2394	近衛信尹連歌付句 詠草	0	0	0	0	0	48	0	0	48
2396	和歌初句	0	0	0	0	0	121	0	6	127
2397	源氏物語詞	0	0	0	0	0	119	0	0	119
2398	仏典覚書	0	0	0	0	0	67	2	15	84
2399	感想	0	0	0	0	0	62	2	54	118
2400	歌仙装束書付	0	0	0	0	1	49	2	16	68
(一般文書目 録外)	寛文五年 応円満 院御記	0	0	0	0	0	5	0	23	28

表4 都城島津家伝来史料の料紙における構成物

通番	ID	史料名	デンプン粒(個)				鉍物 (個)	細胞組織・柔細胞 (片)	繊維 (片)	ほか (個)	合計
			イネ	イネ以外 の穀類	トコロ アオイ	種不明					
		朝鮮王国国書	0	0	0	0	4	634	20	2	660
63	00063	長井藤栄書状写(1紙目)	0	0	0	0	0	179	5	2	186
63	00063	長井藤栄書状写(2紙目)	0	0	0	1	1	143	8	0	153
64	00064	島津久哲書状	0	0	4	0	4	499	14	0	521
67	00067	永井栄実書状	0	0	0	0	0	181	5	0	186
68	00068	隆超蘇合香授与状	0	0	0	0	1	209	13	0	223
157	00158	源某下文案	0	0	0	0	3	262	6	0	271
160	00161	島津伊久下文	0	0	0	0	1	343	12	0	356
161	00162	島津道鑑(鑑)下文	0	0	2	0	0	344	19	0	365
162	00163	島津道鑑下文	0	0	0	0	4	322	15	0	341
163	00164	島津道鑑下文	0	0	0	0	1	218	22		241
164	00165	足利尊氏御教書写	0	0	0	0	0	126	10	0	136
165	00166	本田久兼軍忠状	0	0	0	0	2	463	49	0	514
166	00167	本田久兼軍忠目安	0	0	0	0	0	269	26	0	295
167	00168	本田久兼軍忠状	0	0	0	0	0	550	26	0	576
168	00169	島津家系図断片(1紙目)	0	0	0	0	0	371	31	0	402
168	00169	島津家系図断片(2紙目)	0	0	0	0	1	222	30	0	253
169	00170	某家系図断片	0	0	0	0	0	202	13	0	215
		島津義久書状	37	0	0	0	0	213	12	0	262
		島津義久書状(包)	159	0	1	0	0	115	5	0	280

## (1) 陽明文庫所蔵史料

分析対象とした陽明文庫所蔵史料は、伊達政宗、近衛種家、近衛前久、近衛信尹の各発給文書、その他という5つの史料群に分かれる。分析の結果、細胞組織や柔細胞はほぼすべての料紙に見られ、デンプン粒は24点の料紙、鉱物は27点の料紙に見られた(表3)。デンプン粒はイネが10点、トロロアオイが15点、種不明が1点の料紙において確認された。鉱物について、炭酸カルシウムやカオリンは確認することができなかったが、長石と思われる鉱物が識別できた。一部の料紙では、製紙過程や修復時に付着したと思われる塵も見られた。

伊達政宗発給文書32点のうち、コウゾは31点、ガンビは一般文書目録番号(以下、目録番号)408の1点である(表1)。この408については、鉱物やデンプン粒などの物質が含まれず、ガンビに由来する細胞組織の微細な断片が見られた(表3)。

コウゾを素材とする31点のうちデンプン粒が含まれていたのは、目録番号391、393、400、411、416~418、37551の8点である(表3)。イネに由来するデンプン粒は目録番号391、400、416で確認され、いずれも填料の米粉に由来する。目録番号400について図1(1)に示した撮影箇所では、28個のイネのデンプン粒が見られた。粒子の外形はいずれも六角形で、粒径範囲は3.342~13.790 $\mu\text{m}$ である。偏光十字の形状確認は困難だが、コウゾ繊維に絡んだ状態で確認され、外形と粒径範囲をふまえるとイネのデンプン粒である。いずれの粒子も繊維に絡みついていた。この料紙ではさらに、種不明のデンプン粒、細胞組織の断片95片、長石と思われる鉱物が四個確認された。目録番号416では、イネのデンプン粒は21個、トロロアオイのデンプン粒1個、鉱物1個、細胞組織55片が確認された。イネのデンプン粒はいずれも六角形で粒径は7.5~12.5 $\mu\text{m}$ を示し、トロロアオイのデンプン粒は縦径12.5 $\mu\text{m}$ ・横径12.5 $\mu\text{m}$ の正円形である(図1(2))。この416の料紙に含まれた鉱物1個については、画像からは特定ができなかった。今後の課題としたい。

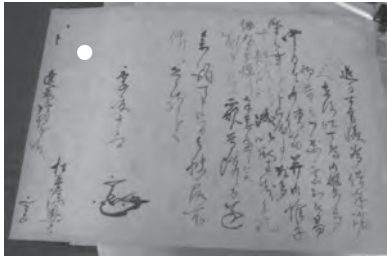
鉱物が含まれていたのは、目録番号400、406、407、410、413、416、418、37551、37553、37554の10点である(表3)。白土を構成する鉱物には、石英、クリストパライト、長石、ゼオライト、雲母、方解石などがある。目録番号418の料紙には長石と思われる鉱物4個が含まれていた(図1(3))。鉱物の含有量はどの料紙においても非常に少なかったが、これらは白土に由来する可能性を考えることができる。

近衛種家発給文書23点のうち9点がコウゾ、14点がガンビである(表1)。コウゾ素材の9点については、いずれもデンプン粒は含まれておらず、ガンビ素材の14点では、ガンビ由来の細胞組織断片と繊維の断片が見られた(表3)。このうち目録番号3165「近衛種家書状」では鉱物1個が確認され、長石と考えられる(図2(1))。

近衛前久発給文書21点はすべてコウゾを素材とする(表1)。デンプン粒が見られた料紙は、目録番号38725、38731、38734、38737の4点である(表3)。デンプン粒の形態学的特徴から、目録番号38725「近衛前久書状」のみイネに由来し(図2(2))、ほかはトロロアオイ由来のデンプン粒と考えられる。一方、鉱物が含まれていたのは、目録番号38720、38731、38732、38737の4点である。いずれも長石と思われるが、各料紙における含有量は非常に少なかった。

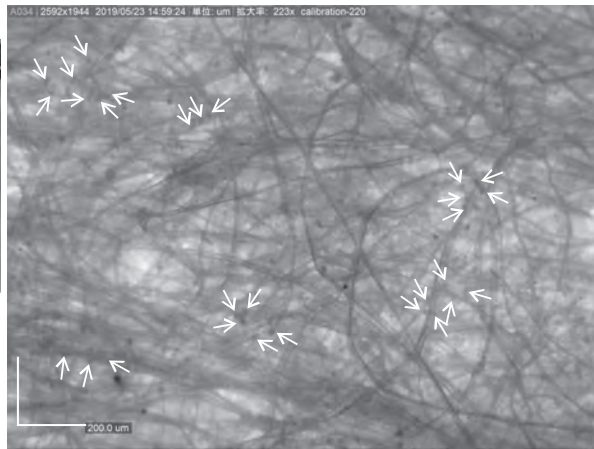
近衛信尹発給文書25点はすべてコウゾを素材とする(表1)。デンプン粒の含まれていた料紙は11点であり(表3)、イネに由来するものは目録番号2371、2372、2375、2376、2382、2385の6点、他はトロロアオイのデンプン粒である。目録番号2372「近衛信尹書状」(図2(3))では、イネのデンプン粒83個、トロロアオイのデンプン粒11個、長石1個が確認された。細胞組織や柔

(1) 400 「伊達政宗書状」



(○は撮影箇所を示す)

- ・透過光，220倍で撮影
- ・料紙の左端から4.5cm、上から10cmにおける撮影
- ・画像内でイネのデンプン粒28個、細胞組織18片を確認（矢印はデンプン粒）

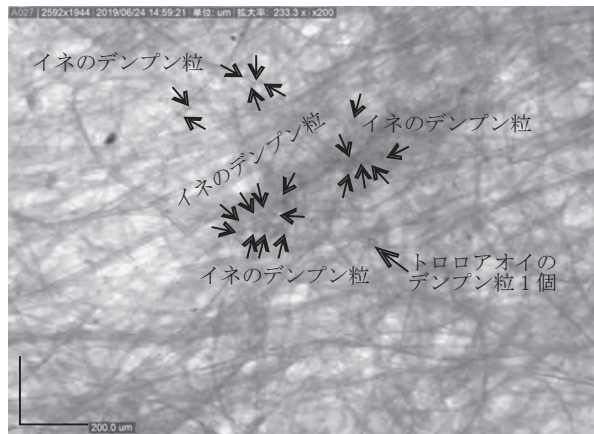


(2) 416 「伊達政宗書状」

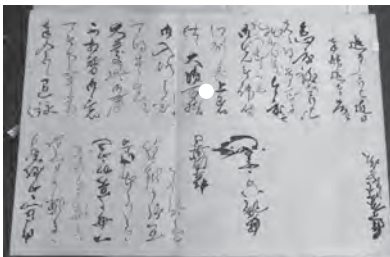


(○は撮影箇所を示す)

- ・透過光，220倍で撮影
- ・料紙の右端から8.6cm、上から6.7cmにおける撮影
- ・画像内でイネのデンプン粒21個、トロロアオイのデンプン粒1個、細胞組織6片を確認（矢印はデンプン粒）



(3) 418 「伊達政宗書状」



(○は撮影箇所を示す)

- ・透過光，220倍で撮影
- ・料紙の右端から10.5cm、上から27.5cmにおける撮影
- ・画像内で細胞組織の断片28片、長石と思われる鉱物3個を確認

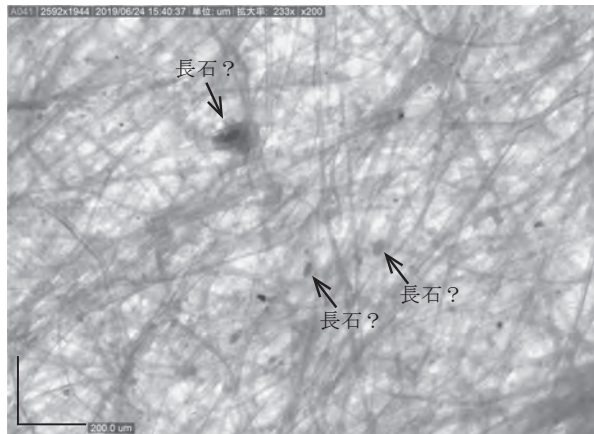
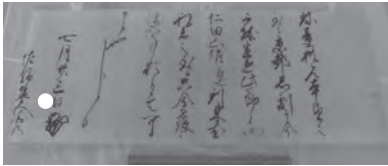


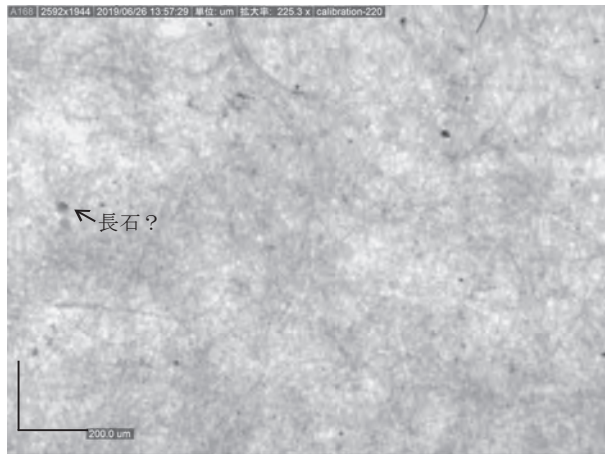
図1 伊達政宗発給文書の料紙と顕微鏡撮影画像

(1) 3165 「近衛植家書状」

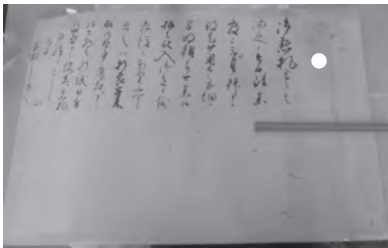


(○は撮影箇所を示す)

- ・透過光，220倍で撮影
- ・料紙の左端から4.3cm、下から6.0cmにおける撮影
- ・画像内で細胞組織23片、繊維1片、鉱物(長石?矢印)1個を確認

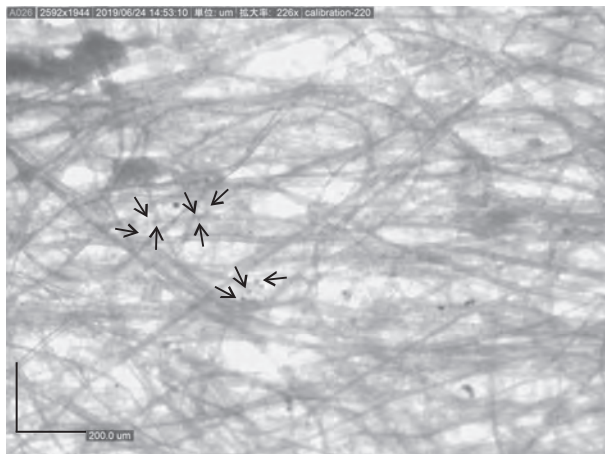


(2) 38725 「近衛前久書状」

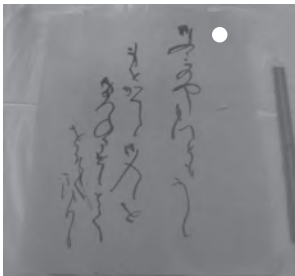


(○は撮影箇所を示す)

- ・透過光，220倍で撮影
- ・料紙の右端から7.2cm、上から12.0cmにおける撮影
- ・画像内でイネのデンプン粒9個(矢印)、細胞組織4片を確認



(3) 2372 「近衛信尹書状」



(○は撮影箇所を示す)

- ・透過光，220倍で撮影
- ・料紙の右端から3.0cm、上から6.5cmにおける撮影
- ・画像内でイネのデンプン粒10個(矢印)、トロロアオイのデンプン粒3個(矢印)、細胞組織3片を確認

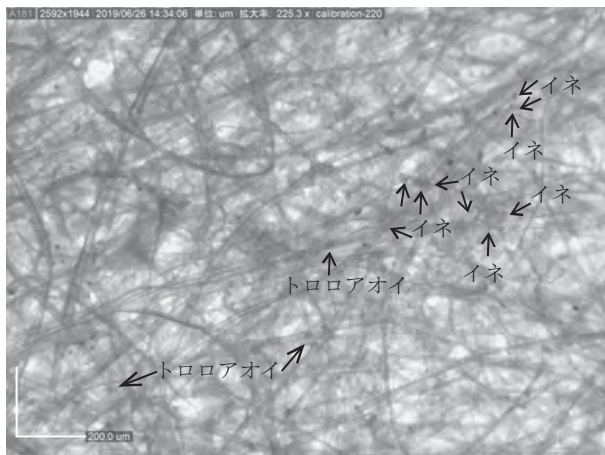


図2 近衛植家・前久・信尹発給文書の料紙と顕微鏡撮影画像

細胞、繊維については、近衛植家や前久の関係史料よりも多く含まれており、今回扱った料紙の特徴であると指摘できる。

その他の史料について、「寛文五年応円満院御記」の2紙目の分析を行った。料紙はコウゾを素材とするが、デンプン粒や鉱物は含まれず、コウゾ由来の細胞組織片と墨粒、塵の点在が見られた。目録番号2388「箱預り証状案」など10点はデンプン粒も鉱物も含まれていなかったが、目録番号2392「五常釈義」と2400「歌仙装束書付」には鉱物各1個が見られた(表3)。

## (2) 都城島津家伝来史料

分析対象とした都城島津家伝来史料において、「朝鮮国王国書」はコウゾとクワ、ほかはすべてコウゾを素材とする(表2)。分析の結果、すべての料紙に細胞組織の微細な断片や柔細胞、繊維の小破片が多量に含まれており、5点の料紙でイネ、トロロアオイ、種不明のデンプン粒が見られた。細胞組織・柔細胞の断片や繊維片は、どの史料においても非常に多く含まれていた。鉱物は10点の料紙において確認され、いずれも長石と考えられる(表4)。

「朝鮮国王国書」は場所によって料紙の厚さが異なるため、顕微鏡撮影時に照度の調整を行った。全体的に構成物の含有量が多く、その大半が細胞組織や柔細胞であった。デンプン粒はどの撮影箇所においてもまったく見られなかった。鉱物については、確認した4個すべてが長石と考えられる(図3(1))。

細胞組織・柔細胞、繊維等が最も多く含まれていた史料は前述の「朝鮮国王国書」だが、これは料紙の大きさに伴って撮影箇所を増やしたことに起因する。そのため、他の史料の料紙と構成物量を比較する際は、単位面積あたりの構成物の含有量(面密度)を用いる。この比較結果については次章で詳述する。

「朝鮮国王国書」以外では、ID00168「本田久兼軍忠状」とID00064「島津久哲書状」の細胞組織断片・繊維断片の含有量が多かった(表4)。「本田久兼軍忠状」は、細胞組織の断片が550片、繊維の断片が26点と極めて多く、「島津久哲書状」は、トロロアオイのデンプン粒も4個含まれていた(表4)。

イネのデンプン粒が見られた料紙は、「島津義久書状」とその包の2点である(図3(2))。「島津義久書状」は、本紙にイネのデンプン粒が37個、包にイネのデンプン粒159個とトロロアオイのデンプン粒1個が含まれていた(表4)。イネのデンプン粒はいずれも六角形であり、本紙で見られたものの粒径は $5.433\sim 11.524\mu\text{m}$ 、包における粒径は $3.437\sim 12.031\mu\text{m}$ である。トロロアオイのデンプン粒は円形で、縦径 $12.301\mu\text{m}$ 、横径 $13.750\mu\text{m}$ である。これらの料紙には、細胞組織・柔細胞、繊維の断片も多く含まれていた。

トロロアオイのデンプン粒は、ID00064「島津久哲書状」やID00162「島津道鑒(鑑)下文」でも見られた。ただし、同じ料紙にイネのデンプン粒も確認されたのは、「島津義久書状」と包である。

## 4 考察

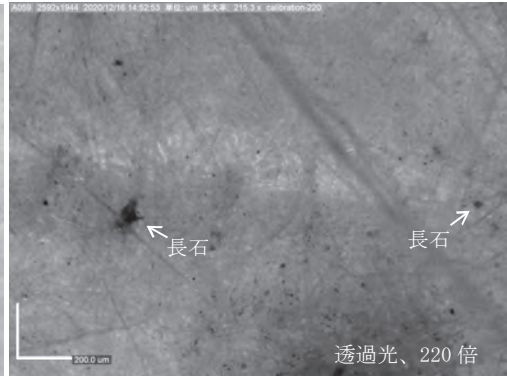
### (1) 構成物量の統計比較と調査史料の特徴

表1・表2に示した陽明文庫所蔵史料と都城島津家伝来史料の料紙における構成物量は撮影箇所における含有量であり、料紙の一部の特徴にすぎない。そこで、各料紙の特徴をつかむため、

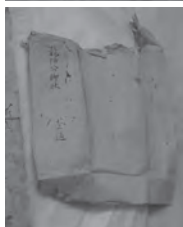
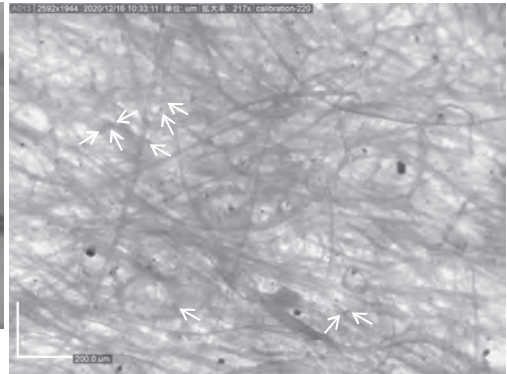
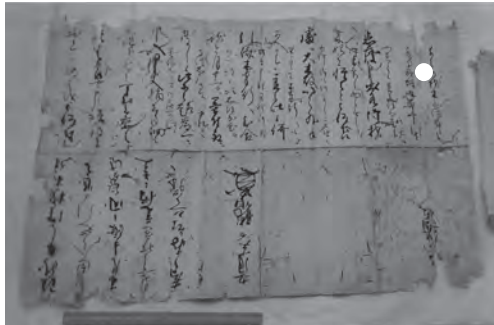
(1) 「朝鮮国王国書」



- ・ ○は撮影箇所を示す
- ・ 料紙の左端から 33.0cm、下から 16.0cm における撮影
- ・ 画像内で細胞組織 57 片、粒状物質 1 個、長石？ 2 個（矢印）を確認



(2) 「島津義久書状」



包紙

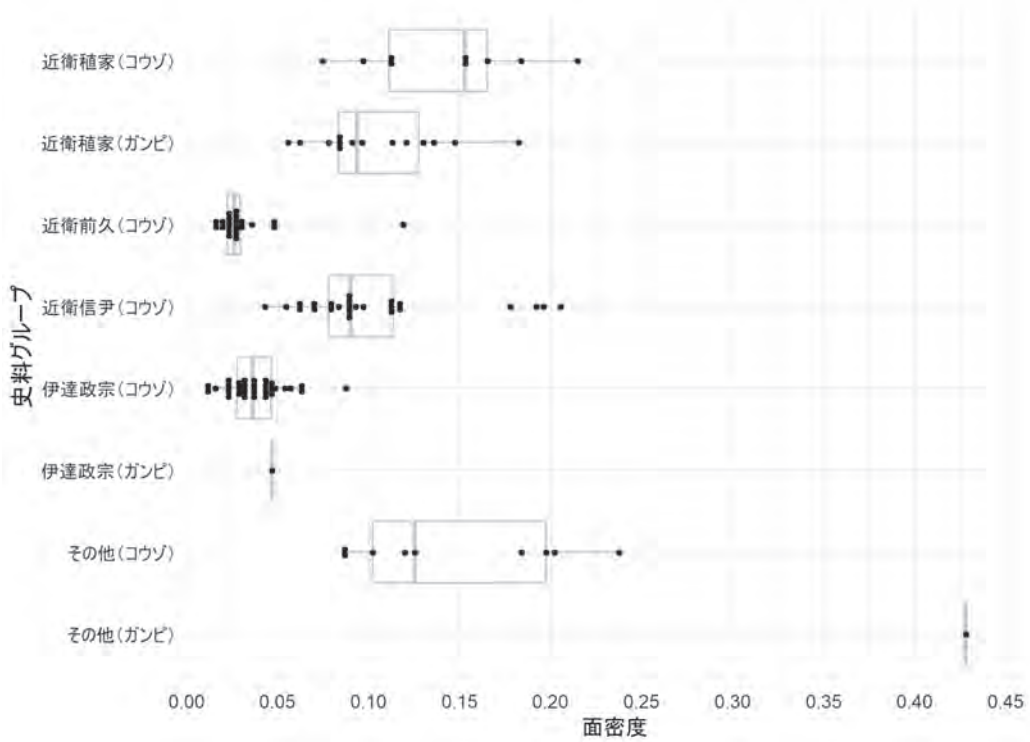
本紙

細胞組織 42 片、イネのデンプン粒 9 個（矢印）

- ・ ○は撮影箇所を示す
- ・ 透過光、220 倍
- ・ 料紙の右端から 4.5cm、上から 9.7cm における撮影

図 3 「朝鮮国王国書」と「島津義久書状」の料紙と顕微鏡撮影画像

(1) 陽明文庫所蔵史料の料紙における面密度 (単位面積あたりの構成物量)



(2) 都城島津家伝来史料の料紙における面密度 (単位面積あたりの構成物量)

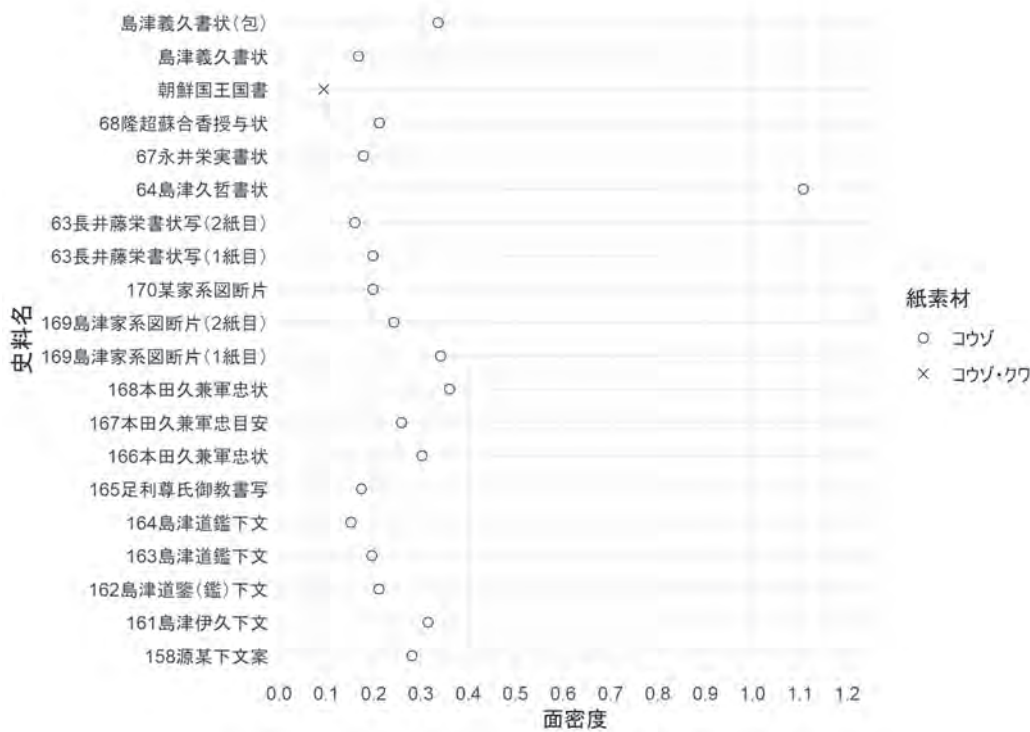


図4 陽明文庫所蔵史料と都城島津家伝来史料の料紙における面密度



単位面積あたりの構成物量である面密度を算出し、統計解析ソフトRを用いて、陽明文庫所蔵史料については史料グループ（発給文書）ごとの特徴、都城島津家伝来史料については各料紙の特徴の解析を実施した（図4）。

図4(1)では、陽明文庫所蔵史料において、その他（ガンピ）と伊達政宗発給文書（ガンピ）のどちらも標本数が各1点と少ないため、史料グループの特徴につながる差異は見られなかった。近衛植家発給文書については、素材のコウゾとガンピは面密度の差異があり、コウゾは面密度が大きく、ガンピはやや小さい。一方、コウゾを素材とする近衛植家発給文書、近衛前久発給文書、近衛信尹発給文書、伊達政宗発給文書については、面密度に大きな差異が見られた。近衛信尹発給文書では分散はあるものの、面密度は0.15よりも小さい範囲に集中する。近衛植家発給文書は面密度の分散が最も大きく、0.10～0.15超の範囲のものが多い。0.20を超える料紙も存在する。近衛前久と伊達政宗の発給文書については、どちらも面密度が0.05以下の範囲に集中し、類似した傾向を示す。

今回の解析を行う前に立てた仮説は、公家文書と武家文書の料紙の特徴が面密度に表われるというものであり、「近衛家三代の料紙における面密度は類似するが、武家文書である伊達政宗発給文書とは異なる」ことを想定した。結果として、近衛前久と伊達政宗の発給文書において料紙の性質が類似していることが判った。この理由について、(1)近衛前久・伊達政宗の両者の活動時期が重複しているため、解析結果はその時期に作られた料紙の特徴を示唆したという可能性、(2)時期の特徴ではなく、伊達政宗が公家文書の料紙と同じ製法で作られた料紙を選択したという可能性、という2通りの解釈を考えることができる。本研究では陽明文庫所蔵史料における大半の伊達政宗発給文書を調査しているが、現存するすべての伊達政宗発給文書を扱ったわけではない。これら紙質の類似性について、本稿では2通りの可能性を提示するにとどめる。

都城島津家伝来史料については、図4(2)のように、コウゾ・クワを素材とする「朝鮮国王国書」を含めた大半の料紙が面密度0.1～0.4未満であり、特に0.2前後に集中する。一方、ID00064「島津久哲書状」の面密度は1.1069と高かった（表2）。

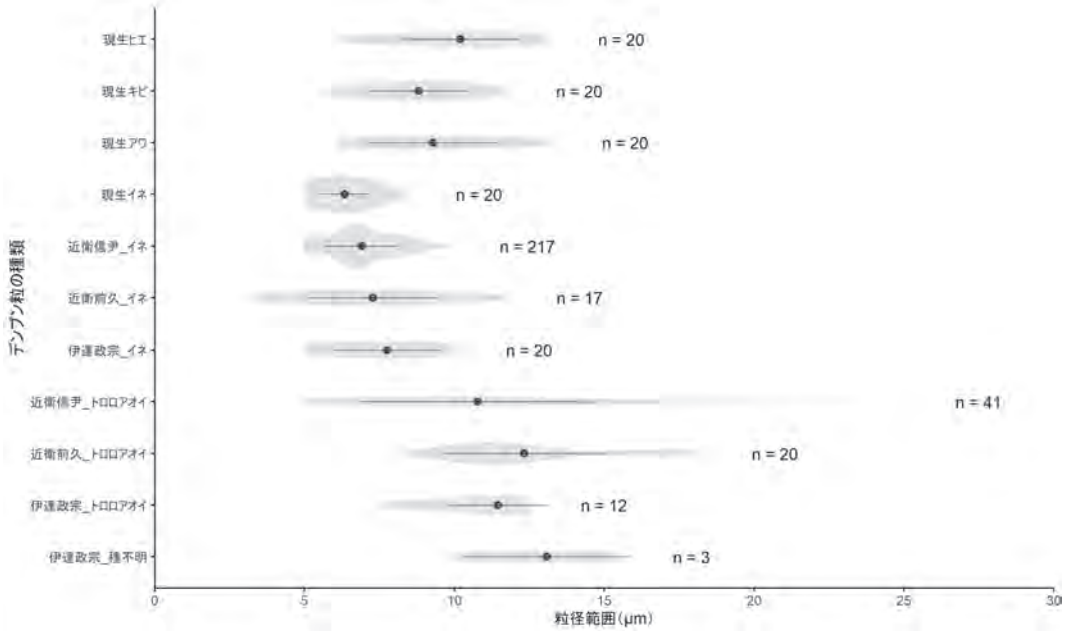
今回の対象史料の多くは鎌倉～室町期の1300年代に属し、一部は戦国期や江戸前期などの史料である。これをふまえると、今回得られた結果は、都城島津家史料の料紙の時期的な特徴を示す可能性がある。

既述した陽明文庫所蔵史料とは時期が異なり、また解析に用いた史料点数の差は大きく、すべての都城島津家伝来史料を扱ったわけではないため、陽明文庫所蔵史料と都城島津家伝来史料の結果を直接的に比較することはできない。しかしながら、島津家史料の結果では面密度がやや高い傾向に見える。これが紙質の時期的特徴を示すのか、それとも地域的特徴につながるのか、今後、各地の史料調査を進める中で検討を続けたい。

## (2) 料紙におけるデンプン粒の特徴

陽明文庫所蔵史料、都城島津家伝来史料ともに料紙に含まれていたデンプン粒と現生デンプン粒標本（イネ、アワ、キビ、ヒエ）の粒径を可視化したものが図5である。現生デンプン粒標本4種（ヒエ、キビ、アワ、イネ）は、それぞれ20個を任意で抽出し計測した最大粒径のデータ<sup>(36)</sup>にもとづく。料紙のデンプン粒の個数は撮影箇所における総計であり、粒径をすべてプロットした。図中の黒丸は粒径の平均値、横線は標準偏差を表し、標本数をそれぞれ明記した。

(1) 現生標本と陽明文庫所蔵史料の料紙におけるデンプン粒の特徴



(2) 現生標本と都城島津家伝来史料の料紙におけるデンプン粒の特徴

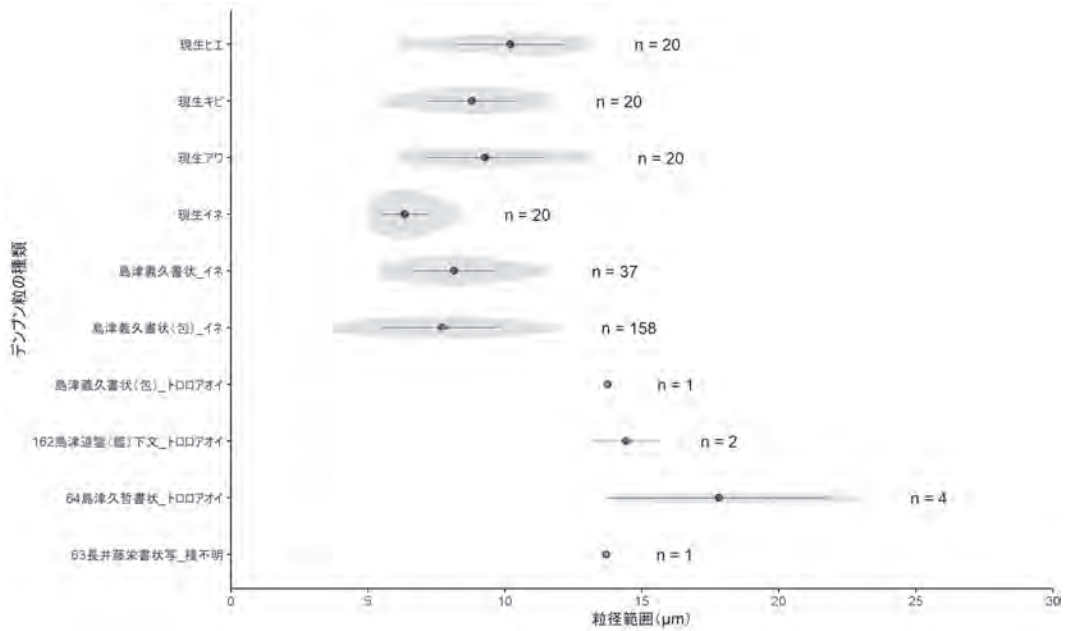


図5 現生デンプン粒標本と料紙に含有されたデンプン粒の粒径比較図（黒丸は平均値、線は標準偏差）

陽明文庫所蔵史料の料紙におけるデンプン粒は、近衛信尹発給文書ではイネ・トロロアオイ、近衛前久発給文書ではイネ・トロロアオイ、伊達政宗発給文書ではイネ・トロロアオイ・種不明が確認された(表3)。図5(1)によると、近衛信尹・近衛前久・伊達政宗発給文書のいずれにおいても、イネのデンプン粒の粒径は現生標本と同じ粒径範囲に集中し、明瞭な形態学的差異はほぼない。近衛前久発給文書では標準偏差がやや大きい、全体としてそれほど大きな分散は見られない。公家文書、武家文書との間にも顕著な差異は見られない。トロロアオイのデンプン粒については、近衛信尹・近衛前久・伊達政宗の文書それぞれで粒径の分散が大きく、近衛信尹発給文書では顕著に大きい。

全体的な傾向としては、文書の性質の違いを問わず、同じ植物種のデンプン粒はおおよそ同じ粒径範囲に集中し、植物種が異なれば形態学的な差異がある。なお、伊達政宗発給文書で見られた種不明のデンプン粒3個は、粒径範囲からトロロアオイの可能性が考えられる。ただし、植物種の同定にはさらに検討を行う必要があり、本稿では種不明とする。

都城島津家伝来史料の料紙においては、イネのデンプン粒は島津義久書状・同包の2点で確認された。図5(2)のように、どちらも現生標本のイネより粒径の分散がやや大きい、標準偏差・平均値ともにヒエ・アワ・キビとは異なる。トロロアオイのデンプン粒については、含有量は少なかったが、現生標本のイネや他のイネ科穀類との差異は明確である。さらに、ID000063「長井藤栄書状写」の種不明のデンプン粒についても、イネ・ヒエ・キビ・アワとは粒径範囲が大きく異なり、形態学的な差異は顕著である。この種不明のデンプン粒もトロロアオイに由来する可能性はあるが、本稿では種不明のままにとどめておく。

本稿と類似の分析を行った松尾大社社蔵史料<sup>(37)</sup>では、料紙に含まれたデンプン粒はイネ・トロロアオイ・種不明のいずれも現生標本より粒径の分散が大きかった。この差異は、料紙が作られた当時と現代の植物品種の差異によるのではなく、植物の生産地や当時の生育環境・条件、料紙素材の生産地を示す可能性を推定した。本稿で取り上げた陽明文庫所蔵史料と都城島津家伝来史料において、史料ごと・史料群ごとに解析したところ、イネやトロロアオイのデンプン粒の粒径範囲は現生標本と大きく外れることはなく、分散も比較的小さいことが判明した。この結果の違いが何に起因するのか。各史料群、言い換えれば寺社・公家・武家文書という文書の性質を表しているのか。分析事例の蓄積・拡充を進めている現状ではこれを検証できる十分な証拠がそろっていないため、今後の検討課題としたい。

おわりに

料紙に対する調査研究は膨大な蓄積が存在するが、既存の研究は定性的な研究が主流であり、料紙構成物に対する非破壊での植物学的・鉱物学的な検討は限られてきた。これまで蓄積されてきた他種多様な研究データへのアクセスも限定され、近年の研究データのオープンサイエンス化の要求に十分対応できていないとは言えない。

本稿は、陽明文庫所蔵史料では武家文書・公家文書を対象とし、都城島津家伝来史料では室町期や戦国期、江戸前期に属する史料を対象として、顕微鏡を用いた料紙構成物の分析を行い、分析データの分布や構造の可視化を実施した。填料の米粉に由来するイネのデンプン粒やトロロアオイのデンプン粒、白土に由来すると思われる鉱物とともに、細胞組織や繊維などを同定し、それらの計数結果から各史料群・史料の特徴を提示することができた。さらに、料紙における面密

度やデンプン粒の形態学的特徴について統計解析ソフトを用いて比較・検討し、各史料・史料群の料紙の特徴を図示することができた。

2019年度から進めている研究プロジェクト<sup>(38)</sup>では、料紙構成物の分析を含め、DNA分析による現生の植物素材を用いた料紙の成分特定に関する実験などを行っており、各種データの共有・公開についてもシステム構築・環境整備を進めている。陽明文庫所蔵史料は本稿で扱った史料を含めて約10万点以上存在し、都城烏津家伝来史料についても総数は1万点にのぼる。すべてを網羅し分析を行うことは困難だが、今後も分析事例を拡充・蓄積し、科学研究データの共有・公開を進めれば、料紙研究のオープンサイエンスへ貢献することができるだろう。他の時代における料紙の製造手法・地域・時期による特徴についても同様に検討を行い、古文書の歴史研究や文化財科学の研究の進展につなげていきたい。

## 註

- (1) 渋谷綾子・小島道裕「顕微鏡を用いた古文書料紙の自然科学分析の試み—古文書を多角的に分析する3—」(国立歴史民俗博物館編『歴史研究と〈総合資料学〉』、吉川弘文館、2018年)。A. Shibutani, "Developing a methodology of mixture analysis to determine the origins of Japanese historical papers" in: National Museum of Japanese History, Integrated Studies of Cultural and Research Resources (fulcrum, University of Michigan Library, US, 2019), <https://hdl.handle.net/2027/fulcrum.zc77sr415> (accessed on June 10, 2020)。
- (2) 江前敏晴『文理融合型文化財修復科学の確立を目指した紙文化財修復法の妥当性評価 (平成19年度～平成21年度科学研究費補助金基盤研究 (B) 研究成果報告書 課題番号19300296)』(2010年)。江前敏晴「中世古文書に使用された料紙の顕微鏡画像のデータベース化と非繊維含有物の分析」(東京大学史料編纂所『日本史史料共同研究の新たな展開 予稿集』、2012年)。柔細胞は高等植物の基本組織である柔組織 (表皮や維管束を除いた部分の基本組織) を構成する細胞壁の薄い細胞である。さらに、本稿で後出する「細胞組織」は、植物体を構成するすべての細胞の組織を指し、柔組織も含む。本稿では、表皮や貯蔵組織など、植物体のどの部位の組織か明確に識別できないものは細胞組織と記し、柔細胞単体を同定できた場合は柔細胞と明記する。
- (3) 坂本昭二「敦煌文書の紙に見られるラグペーパーの存在について」(『考古学と自然科学』第75号、2018年)。坂本昭二・岡田至弘「敦煌漢文文書の紙に使用されている粒状物の分析」(『考古学と自然科学』第72号、2017年)。
- (4) 小田寛貴「加速器質量分析法による歴史時代資料の14C年代測定—和紙資料の測定を中心に—」(『国立歴史民俗博物館研究報告』第137集、2007年)。
- (5) B. Han, J. Niang, H. Rao, N. Lyu, H. Oda, S. Sakamoto, Y. Yang, M. Sablier, M. "Paper fragments from the Tibetan Samye Monastery: Clues for an unusual sizing recipe implying wheat starch and milk in early Tibetan papermaking" (Journal of Archaeological Science: Reports 36, 2021)。
- (6) SEM (Scanning Electron Microscope) は電子顕微鏡の一種であり、電子線を照射することで放出される二次電子・反射電子・エックス線などを検出して、試料の表面を観察する。
- (7) Py-GC/MS (Pyrolysis-Gas Chromatography/Mass spectrometry) は、プラスチックなどの有機物を急速熱分解し、熱分解生成物をガスクロマトグラフィー (GC) で分離、質量分析計 (MS) で同定、定量化する分析である。
- (8) プロテオミクスともいう。プロテオームは細胞内で発現している (発現する可能性をもつ) 全タンパク質を指し、プロテオーム解析は生物のもつタンパク質の構造や機能を網羅的に解析する研究である。
- (9) SEM、Py-GC/MS、プロテオーム解析は、いずれも破壊分析である。非破壊による観察・分析を徹
- (20) 古文書料紙の科学研究 (渋谷・高島・天野・野村・山田・畑山・小瀬・尾上)

底原則とする筆者らの研究とは方法論自体が異なることをここに明記する。

- (10) 実践女子大学文芸資料研究所編『紙のレンズから見た古典籍—高精細デジタルマイクロスコープの世界—』(2021年)。
- (11) 科学研究費補助金基盤研究(A)「『国際古文書料紙学』の確立」(課題番号19H00549)、挑戦的研究(萌芽)「前近代の和紙の混入物分析にもとづく「古文書科学」の可能性探索」(課題番号18K18534)、科学研究費補助金基盤研究(A)「コンテキストに応じた人文科学データパッケージ化に関する研究」(課題番号20H00010、研究代表者山家浩樹)、科学研究費基盤研究(B)「『原本史料情報解析』の方法による中世西国武家文書の研究と展開」(課題番号20H01307、研究代表者本郷恵子)、東京大学史料編纂所2020年度一般共同研究「中近世古文書の多面的分析にもとづく料紙の歴史の変遷の研究」(研究代表者天野真志)。
- (12) 渋谷綾子・野村朋弘・高島晶彦・天野真志・山田太造「考古学・植物学を活用した松尾大社社蔵史料の料紙の構成物分析」(『東京大学史料編纂所研究紀要』第31号、2020年)。
- (13) 黒板勝美「古文書学并記録の研究」(『国史の研究 総説』岩波書店、1933年)。
- (14) 大川昭典「浮世絵の紙一時を隔てた二作品の用紙を分析して—」(『ぶんせき』第3号、2003年)。大川昭典「文書紙の繊維組成及び填料の観察」(湯山賢一編『古文書料紙論叢』勉誠出版、2017年)。大川昭典・増田勝彦「製紙に関する古代技術の研究(Ⅲ) —苧麻布・楮の白搗による叩解—」(『保存科学』第24号、1985年)。保立道久・高島晶彦・江前敏晴・韓允熙・杉山巖・山口悟史・松尾美幸・谷昭佳・高山さやか「編纂と文化財科学：大徳寺文書を中心に」(『東京大学史料編纂所研究紀要』第23号、2013年)。富田正弘「日本における文書料紙の概観」(大学共同利用機関法人人間文化研究機構国立歴史民俗博物館編『企画展示 中世の古文書—機能と形—』、大学共同利用機関法人人間文化研究機構国立歴史民俗博物館、2013年)。富田正弘「中世文書の料紙形態の歴史の変遷を考える」(『総合誌歴博』第184号、2014年)。富田正弘「文献史料からみた中世文書料紙の体系と変遷—檀紙と強杉原—」(『古文書研究』第80号、2016年)。湯山賢一「古代料紙論ノート—『延喜式』にみる製紙工程をめぐって—」(『正倉院紀要』第32号、2010年)。
- (15) 名和修「陽明文庫の沿革—成り立ちといまのありよう」(田島公編『近衛家名宝からたどる宮廷文化史：陽明文庫が伝える千年のみやび』笠間書院、2016年)。
- (16) 科学研究費補助金学術創成費「目録学の構築と古典学の再生—天皇家・公家文庫の実態復原と伝統的知識体系の解明—」(課題番号19GS0102、研究代表者田島公)、科学研究費補助金基盤研究(S)「日本目録学の基盤確立と古典学研究支援ツールの拡充—天皇家・公家文庫を中心に—」(課題番号24222001、研究代表者田島公)および、科学研究費補助金基盤研究(A)「撰閣家伝来史料群の研究資源化と伝統的公家文化の総合的研究」(課題番号17H00926、研究代表者尾上陽介)。
- (17) <http://ymbk.sakura.ne.jp/ymbkda/index.htm> (2021年5月4日アクセス)。
- (18) 「島津家由緒覚書写」(『宮崎県史 史料編』中世2、都城島津家文書8—(9)、1994年)。山下真一「都城島津家史料の寄贈から保存・公開に向けて」(『宮崎県文化講座研究紀要』第34号、2007年)。
- (19) 山下真一「都城島津家史料の寄贈から保存・公開に向けて」(『宮崎県文化講座研究紀要』第34号、2007年)。
- (20) 田代和生「朝鮮国書原本の所在と科学分析」(『朝鮮学報』第202輯、2007年)。
- (21) 前掲注(12)。
- (22) 前掲注(12)。
- (23) B. Marwick、日本語化：高田祐一・野口淳・Peter Yanase「考古学における研究成果公開の動向—データ管理・方法の透明性・再現性—」(独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所編『デジタル技術による文化財情報の記録と利活用2』奈良文化財研究所研究報告第24冊、独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所、2020年)。
- (24) P.A. David, "Understanding the emergence of 'open science' institutions: functionalist economics in historical context" (Industrial and Corporate Change, UK, 13(4), 2004), doi:10.1093/icc/dth023。

- (25) B. Fecher, S. Friesike, “Open science: One term, five schools of thought” (S. Bartling, S. Friesike eds. *Opening Science*, Springer, Cham, Switzerland, 2013)。
- (26) 前掲注 (24)。
- (27) J. Willinsky, “The Access Principle: The Case for Open Access to Research and Scholarship” (The MIT Press, England, 2006)。
- (28) 橋本雄太「歴史データをひらくこと—オープンデータ—」(後藤真・橋本雄太編『歴史情報学の教科書 歴史のデータが世界をひらく』、株式会社文学通信、2019年)。
- (29) R. Finn, K. Wadhwa, M. Taylor, T. Sveinsdottir, M. Noorman, J. Sondervan, *Legal and ethical issues in open access and data dissemination and preservation* (Zenodo, 2014), <http://doi.org/10.5281/zenodo.1297492>。
- (30) 前掲注(24)。
- (31) たとえば、フランス国立図書館と龍谷大学古典籍デジタルアーカイブ研究センターによる「Scientific Analysis of Pelliot Collection, Dunhuang Manuscripts」(<http://www.afc.ryukoku.ac.jp/pelliot/indexjp.html>) は料紙の科学分析を扱っているが、分析データ取得のプロセスは提示されておらず、更新も2015年以降停止されている。このデータベースに関する文献は、坂本昭二・岡田至弘「古文書料紙の科学分析データベースの構築に向けて」(『情報処理学会研究報告』2015-CH-105(1)、2015年)。
- (32) 渋谷綾子「考古学・植物学的手法を応用した歴史資料の総合的研究：「国際古文書料紙学」創出への展望」(『古代文化』第72巻第1号、2020年)。
- (33) 前掲注(24)。
- (34) <https://github.com/ashibuta/HI-kiyo32.git>
- (35) 料紙におけるデンプン粒の形態学的特徴については、前掲注(12)を参照願いたい。
- (36) 渋谷綾子「日本列島における現生デンプン粒標本と日本考古学研究への応用—残存デンプン粒の形態分類をめざして」(『植生史研究』第18巻第1号、2010年)。
- (37) 前掲注(12)。
- (38) 前掲注(11)。

#### 【謝辞・附記】

本稿は、科学研究費補助金基盤研究(A)「『国際古文書料紙学』の確立」(課題番号19H00549)、挑戦的研究(萌芽)「前近代の和紙の混入物分析にもとづく『古文書科学』の可能性探索」(課題番号18K18534)、科学研究費補助金基盤研究(A)「コンテキストに応じた人文科学データパッケージ化に関する研究」(課題番号20H00010、研究代表者山家浩樹)、科学研究費基盤研究(B)「『原本史料情報解析』の方法による中世西国武家文書の研究と展開」(課題番号20H01307、研究代表者本郷恵子)、東京大学史料編纂所2020年度一般共同研究「中近世古文書の多面的分析にもとづく料紙の歴史の変遷の研究」(研究代表者天野真志)、JSPS人文学・社会科学データインフラストラクチャー構築推進事業の成果の一部である。公益財団法人陽明文庫の名和修文庫長・名和知彦事務長、都城島津邸の皆様、すべての共同研究メンバー、また分析結果の解析にあたり、R/RStudioを用いた統計解析を指導して下さったBen Marwick氏(University of Washington)、Christian Steven Hoggard氏(University of Southampton)、野口淳氏(特定非営利活動法人南アジア文化遺産センター)、そのほか多くの関係者・諸機関に深く感謝申し上げます。