

## 加速器質量分析法による 山岸文庫蔵『伝公条本源氏物語』の<sup>14</sup>C年代測定

小田寛貴、横井 孝、野村精一、上野英子、丹生越子、中村俊夫

### 1. はじめに

実践女子大学図書館現蔵にして山岸徳平旧蔵書のうち「公条本」と称される『源氏物語』写本、本稿はこの山岸文庫蔵『伝公条本源氏物語』の<sup>14</sup>C年代を報ずるものである。<sup>14</sup>C年代とは、木材や紙などに含まれている炭素、そのなかでも炭素14とよばれる原子の含有量を測定することで求められる自然科学的な年代である。

内容・奥書・書風・体裁などに基づく書誌学的な年代と<sup>14</sup>C年代とは、互いに異なる原理・手法によって独立に求められる年代である。本研究の目的は、こうした両年代に基づき公条本の成立年代に関する知見を得るところにある。本報においては、まず<sup>14</sup>C年代測定法の原理を紹介した上で、公条本について<sup>14</sup>C年代測定法を適用した結果を示し、書誌学的な見地から判定される年代と併せて公条本の成立年代について論じたい。

### 2. <sup>14</sup>C年代測定法

#### <<sup>14</sup>C年代測定法の原理>

炭素は、水素・酸素などとともに動植物を構成する主要な元素の一つであり、アルファベット“C”がその元素記号である。天然に存在する炭素には、炭素12・炭素13・炭素14とよばれる三種類があり、各々<sup>12</sup>C・<sup>13</sup>C・<sup>14</sup>Cとして表される。肩にある12・13・14という数字は原子一粒の相対的な質量を示すものであり、このなかでは<sup>14</sup>Cが最も重い炭素ということになる。<sup>12</sup>C・<sup>13</sup>C・<sup>14</sup>Cのよ

うに、互いに炭素という同じ元素でありながら、質量が異なるものを同位体とよぶ。 $^{14}\text{C}$ は炭素の放射性同位体とよばれ、質量以外にも $^{12}\text{C} \cdot ^{13}\text{C}$ と異なる性質がある。すなわち、時間の経過とともに $^{14}\text{C}$ は $\beta$ 線という放射線を放出しながら自身は $^{14}\text{N}$ という別の核種に変化し、次第にその数を減らしてゆくのである。放射壊変とよばれる現象である。一方、こうした壊変を起こすことのない $^{12}\text{C} \cdot ^{13}\text{C}$ は安定同位体とよばれる。

大気中に含まれる二酸化炭素 $\text{CO}_2$ にも、炭素の各同位体からなる $^{12}\text{CO}_2 \cdot ^{13}\text{CO}_2 \cdot ^{14}\text{CO}_2$ の三種類がある。このうち $^{14}\text{CO}_2$ だけは放射壊変を起こして、その数が減少してゆくはずである。しかし、大気中の $^{14}\text{CO}_2$ 濃度は時間とともに減少することはなく、ほぼ一定の値をとっている<sup>(1)</sup>。宇宙空間より地球に飛来する宇宙線は、地球大気を構成する原子と原子核反応を起こし、さらに種々の二次的な宇宙線を生産する。その中に含まれる中性子は、大気中の窒素原子と反応し $^{14}\text{C}$ を生成する。生成された $^{14}\text{C}$ は直ちに酸化され、 $^{14}\text{CO}_2$ の形で大気中に分散する。この宇宙線による生成と放射壊変による減少とのつりあいによって、大気中 $^{14}\text{CO}_2$ 濃度が一定に保たれることになる。

二酸化炭素は光合成によって植物に取り込まれる。したがって、光合成を行っている限り、植物体中の $^{14}\text{C}$ 濃度は大気中のそれとほぼ同じ値をとる<sup>(2)</sup>。しかし、植物が伐採されるなどすると、大気からの $^{14}\text{CO}_2$ 供給も停止する。したがって、大気に対して閉鎖系を形成した植物遺体中においては、放射壊変によって $^{14}\text{C}$ 濃度は時間とともに減少することになる<sup>(3)</sup>。それゆえ、この $^{14}\text{C}$ 濃度の減少量を測定することによって、閉鎖系形成時からの経過時間（ $^{14}\text{C}$ 年代）を求めることが可能となる。

#### <加速器質量分析法による $^{14}\text{C}$ 年代測定>

$^{14}\text{C}$ 年代測定法は、1940年代後半にアメリカ・シカゴ大学のW.F.Libbyらの一連の研究によって開発された<sup>(4)(5)</sup>。 $^{14}\text{C}$ 濃度を測定することでその資料の年代を求めるという $^{14}\text{C}$ 年代測定法は、遺跡から出土した木炭・骨・貝殻など炭素を含む資料の年代判定法として、考古学分野で広く利用されてきた。しかし、

古文書・絵画・工芸品などについては、原理的には適用できるものでありながらも、実際にこうした資料についての測定例は極めて少なかった。その原因は、測定に必要となる試料の量にあった。

$^{14}\text{C}$ 濃度測定には、二つの方法がある。一つは、気体比例計数管や液体シンチレーションカウンターなどを用いて $^{14}\text{C}$ の放出する $\beta$ 線を計数する放射線計数法である。この方法は、1940年代末のLibbyによる創始以来用いられてきた方法であるが、一回の測定に約1グラムの炭素試料が必要であり、古文書や美術工芸品への適用は非現実的なものであった。試料の量に関する問題点を解消したのは、加速器質量分析法、もう一つの $^{14}\text{C}$ 濃度測定法である。加速器質量分析法(AMS: Accelerator Mass Spectrometry)は1970年代後半に開発され<sup>(10)</sup>、1980年代に入り本格化しはじめた測定法である。従来法である放射線計数法の千分の一、すなわち約1ミリグラムの炭素試料で年代測定を行う。これが加速器質量分析法の最大の特徴である。加速器質量分析法の登場によって、 $^{14}\text{C}$ 年代測定を適用できる試料の範囲が大きく広がった。土器に付着した炭化物(おこげ)のように元より量の少ない試料や<sup>(11)</sup>、鉄器など炭素含有率の低い試料<sup>(12)</sup>、<sup>(13)</sup>などの年代測定が実現するとともに、古文書や美術工芸品への適用も現実的なものとなるに至った<sup>(14)(15)</sup>。

現在までに名古屋大学年代測定総合研究センターにおいては、その有効性を検証することを目的として、歴史的に年代の明らかにされている資料を中心に古文書・古経典類の $^{14}\text{C}$ 年代測定が進められてきた。現在までに得られている結果からは、 $^{14}\text{C}$ 年代には測定誤差が伴うものの、歴史的に求められている年代と一致することが示されている<sup>(19)(21)</sup>。こうした研究成果の上に立ち、年代未詳の和紙資料についての $^{14}\text{C}$ 年代測定も進められている<sup>(22),(23)</sup>。

### 3. 実験

#### <『伝公条本源氏物語』>

山岸文庫蔵『伝公条本源氏物語』にある「公条」とは、室町末期の古典学

者・歌人である三条西公条（1487-1563）を指すものと思われる。国文学の分野において「三条西家の古典学」・「三条西家源氏学」と称されるのは、父である三条西実隆（1455-1537）から公条、そして子の実枝（1511-1579）の三代にわたる古典文化・文学、特に『源氏物語』に関する研究である。現在、三条西家の『源氏物語』写本としては、日本大学総合図書館と宮内庁書陵部とに所蔵される二種類の三条西家証本が知られている。

実践女子大学所蔵の『伝公条本源氏物語』が三条西公条による写本であることが明らかにされれば、三条西家に関係する第三の『源氏物語』写本の存在が認められることになる。しかしながら、公条本には書写者を伝える奥書・識語を有さず、伝来についての関連資料も知られていない。そこで、「公条本」の成立年代についての知見を得るために、加速器質量分析法による<sup>14</sup>C年代測定を行った。

#### <試料>

1995年、実践女子大学図書館において公条本の修補が行われた際に、表紙と見返し紙の間に補強材として利用されていた反故紙が発見された。年代測定に供した試料はこれら反故紙である。

試料No.1 … 元は公条本以外の別の本の表紙として利用されていた反故紙  
この表紙反故は折り皺から判断すると約22.5cm×16.0cmの本に利用されていたと推定される。

試料No.2 … 試料No.1の表紙反故に貼付されていた紙  
寸法、約14.5cm×19.5cm

試料No.3 … 見返し紙  
約26.5cm×20.5cmの折り皺有り

#### <試料調製>

一般に、試料の表面には炭素を含有するほこりが付着している。しかも後世になって染み込んだような不純物も試料には含まれている。したがって、年代

測定に供する以前に、こうした不純物を除去し、年代を得るべき試料に由来する成分のみを抽出する必要がある。本研究において対象とする試料は和紙である。そこで以下のような化学処理を行い、料紙の原料となった植物に由来する化学成分、すなわち植物の細胞壁を構成する成分のなかで最も化学的に安定な $\alpha$ -セルロースを試料から抽出した。

和紙資料から60~65mg程度の紙片を分取し(表1の $w_1$ )、表面に付着した不純物を除去すべく蒸留水中で超音波による洗浄を行った。その後、ホットプレート上にて60~70℃に加温し1.2N HCl水溶液による洗浄を行った。この際、数時間ごとに溶液を交換しながら、2日間処理を行った。次いで、1.2N NaOH水溶液を用いて同様の処理を施し、さらに再度1.2N HCl水溶液によって同条件の洗浄を行った。この酸・アルカリ交互洗浄の後、0.07M NaClO<sub>2</sub>水溶液(70~80℃、1.2N HCl酸性)によって試料の漂白を行った。約1時間ごとに溶液を交換し、この処理を4回繰り返した。次いで、60~70℃の1.2N HCl水溶液にて洗浄しNaClO<sub>2</sub>を除去し、さらに蒸留水で洗浄しHClを除去した。その後、室温にて17.5%NaOH水溶液に浸し、試料からヘミセルロース・ $\beta$ ・ $\gamma$ -セルロースなどを除去した。これを濾別し、17.5%NaOH、1.2N HCl、H<sub>2</sub>Oの順序で洗浄し、真空デシケーター中で乾燥させて20~30mgの $\alpha$ -セルロースを得た(表1の $w_2$ )。

この $\alpha$ -セルロースに含まれる<sup>14</sup>C濃度を測定することで<sup>14</sup>C年代が得られるわけだが、まずはこの $\alpha$ -セルロース(C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>から炭素Cのみを抽出せねばならない。加速器質量分析に適し、炭素Cのみからなる化合物であるグラファイト(黒鉛)を以下のように合成した。

約6mgの $\alpha$ -セルロース(表1の $w_3$ )を、約650mgの酸化銅(II)CuOとともに約2時間加熱(850℃)することで酸化させ、CO<sub>2</sub>に変換した。このCO<sub>2</sub>を、真空ライン中においてethanol、n-pentane、液体窒素などの冷媒を用いて精製した。得られたCO<sub>2</sub>は炭素にして2.3~2.4mgであった(表1の $w_4$ )。このCO<sub>2</sub>の一部(表1の $w_5$ )を水素によって還元し(鉄触媒存在下、650℃で6時間以上加熱)、グラファイトを合成した。これを専用の手動圧縮装置を用いて圧縮し加速器質量分析計測定用ターゲットとした。

表 1. 試料調製

試料No.	1	2	3
分取した試料 $w_1$ [mg]	64.5	61.7	65.2
化学処理後の $\alpha$ -セルロース $w_2$ [mg]	20.4	22.2	31.1
CO <sub>2</sub> 化に供した $\alpha$ -セルロース $w_3$ [mg]	6.5	6.3	6.1
精製後のCO <sub>2</sub> $w_4$ [mgC]	2.44	2.32	2.33
グラファイト $w_5$ [mg]	1.95	1.87	1.87

### <測定>

<sup>14</sup>C年代測定は、上記のように調製したグラファイトを用いて、名古屋大学年代測定総合研究センタータンデトロン加速器質量分析計2号機で行った。測定は各試料について三回ずつ行った。

同位体分別効果の補正は、従来は気体用質量分析計によって測定された  $\delta$ <sup>13</sup>C値をもって行われていたが、本研究では、タンデトロン2号機で<sup>14</sup>C/<sup>12</sup>C比を測定する際に同時に得られる安定同位体比 (<sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C比)をもってこの補正を行った。また、標準体にはNBS-シュウ酸 (SRM-4990) から調製したグラファイトターゲットを用いた。

## 4. 結果

<sup>14</sup>C年代の測定結果を表2に示した。各試料三回の測定結果を(1)~(3)とし、その平均値を(av.)として示した。

さて、<sup>14</sup>C年代に限らず、こうした自然科学的年代には実際の暦年代との間に若干なりともずれがあると考えねばならない。<sup>14</sup>C年代の場合、実際の暦年代と完全に一致するためには、大気中の<sup>14</sup>C濃度が常に一定であることが求められる。しかし、宇宙線強度・地球磁場などの変動にともない、大気中<sup>14</sup>C濃度は経時的な変動を示す。それが原因となり、<sup>14</sup>C年代と実際の暦年代との間

表 2.  $^{14}\text{C}$  年代と較正年代

試料No.	$^{14}\text{C}$ 年代[BP]	較正年代[cal AD]
1 (1)	271 ± 41	1529( )1548, 1634(1644)1659
(2)	313 ± 35	1516(1529,1548)1598, 1617(1634)1643
(3)	225 ± 36	1648(1661)1671, 1779( )1798, 1945( )1945
(av.)	270 ± 22	1639(1645)1653
2 (1)	243 ± 33	1643(1655)1665, 1784( )1790
(2)	206 ± 33	1656(1666)1675, 1776(1783,1792)1801, 1940( )1946
(3)	189 ± 29	1662(1671)1679, 1740( )1754, 1756(1779,1798)1804, 1935(1945,1945)1947
(av.)	212 ± 18	1659(1664)1670, 1780(1784,1788)1797
3 (1)	198 ± 35	1658(1668)1678, 1742( )1749, 1758(1781,1796)1804, 1936( )1946
(2)	220 ± 33	1651(1662)1672, 1779( )1798, 1944( )1945
(3)	152 ± 33	1672(1681)1694, 1726(1735)1778, 1799(1806)1813, 1850( )1863, 1918(1932)1943, 1945(1947)1949
(av.)	190 ± 20	1665(1671)1676, 1763( )1772, 1775(1779)1784, 1789(1798)1802, 1939(1945,1945)1946

にずれが生じる。この問題は、Libbyによって $^{14}\text{C}$ 年代測定法が確立された時期に既に意識されていたが<sup>(24)</sup>、定量的な研究が開始されたのは、1960年代に入ってからである<sup>(25),(26)</sup>。温帯地方の場合、樹木は通常一年に一枚ずつ年輪を形成する。そのため、伐採された年などが判明していれば、各年輪の成長した暦年代を求めることができる。こうした暦年代の既知である樹木年輪試料について $^{14}\text{C}$ 年代測定が行われ、実際の暦年代と $^{14}\text{C}$ 年代との間にある関係が明らかにされはじめたのである。これらの研究にもとづき、 $^{14}\text{C}$ 年代と暦年代の関係を示す較正曲線が作成され、現在では測定された $^{14}\text{C}$ 年代を暦年代に換算（較正）することが可能となっている。本研究において測定した公条本の $^{14}\text{C}$ 年代についても、1998年に発表された較正曲線<sup>(27)</sup>を用い、暦年代への較正を行った。

図 1 には、 $^{14}\text{C}$ 年代の暦年代較正の例を示した。縦軸が $^{14}\text{C}$ 年代、横軸が暦年代もしくは較正年代である。 $^{14}\text{C}$ 年代には[BP]という単位が用いられる。これはBefore Presentの略であり、 $^{14}\text{C}$ 年代は西暦1950年を0[BP]としてそこからさかのぼった数値で与えられると定義されている。したがって、大気中 $^{14}\text{C}$ 濃度

に経時変動がなく、 $^{14}\text{C}$ 年代と暦年代との間にずれがないとすると、図1の破線のような関係になるはずである。しかしながら、実際には図中の折れ線のような関係がある。この折れ線が較正曲線である。図1では、二つの $^{14}\text{C}$ 年代(1038 $\pm$ 32[BP]と243 $\pm$ 33[BP])の暦年代較正を示した。1038 $\pm$ 32[BP]の較正を例にとると、三本の横棒のうち中央のものが $^{14}\text{C}$ 年代の中央値1038[BP]であり、上下のものが誤差の両限を示す<sup>(28)</sup>。これら横棒と較正曲線との交点から横軸に垂線をおろすことで暦年代が求められる。 $^{14}\text{C}$ 年代1038[BP]には、1001、1014、1015[cal AD]<sup>(29)</sup>という三つの暦年代が対応し、誤差範囲の両限にはそれぞれ983[cal AD]と1021[cal AD]とが対応する。本報における較正年代の表記法は、 $^{14}\text{C}$ 年代の中央値を較正した結果を( )内に、 $^{14}\text{C}$ 年代の誤差範囲の両限を較

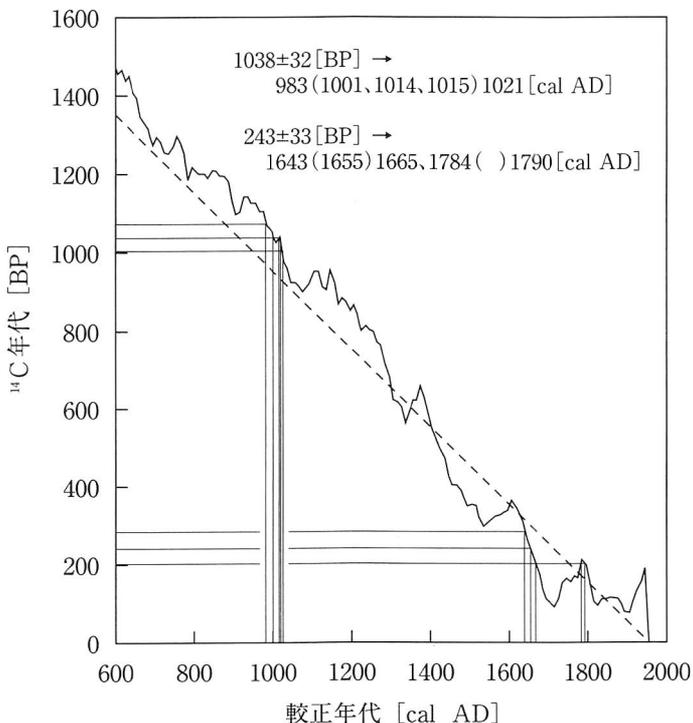


図1.  $^{14}\text{C}$ 年代の暦年代較正

正した値を（ ）の外に示すものとした。すなわち、<sup>14</sup>C年代1038±32[BP]を較正して得られる暦年代は、983(1001、1014、1015)1021[cal AD]と表記する。一方、243±33[BP]に対しては、誤差範囲の下限に複数の暦年代が対応し、較正年代に1643～1665[cal AD]と1784～1790[cal AD]の二つの候補が挙がることになる。較正して得られた暦年代は<sup>14</sup>C年代とともに表2に示した。

## 5. 考察

公条本の書誌学的知見については、別稿に詳しく述べられている<sup>(30),(31)</sup>。以下には、その要旨を述べる。

三条西家に直接かかわる『源氏物語』写本として知られる日本大学総合図書館蔵の三条西家証本は、縦17.0cm×横17.5cmの寸法をもった枡形本であり、鳥の子紙を列帖装に装丁したものである。また、その本文は三条西実隆・公条・公順三人の書写による寄合書であり、手習・夢の浮橋の両巻末には実隆の奥書が記されている。この奥書によると、日大本が書写されたのは1525～1531年の間となる。しかも、上述の体裁についても16世紀前半に成ったとしてふさわしいものである。

一方、これと比較するかたちで公条本の体裁をみると、寸法は縦29.9cm×横19.1cmと大きく、装丁は楮紙を袋綴にしたものである。本文は、一筆ではないやや稚拙な寄合書によるものである。また、その表紙には奉書（厚手の楮紙）の反故紙背を梶子で染めたものを利用している。さらに、1995年の実践女子大学図書館における修補の際には、表紙の紙背（すなわち本来の表面）に「松たいら伊予守」「松たいら越前守」といった文字が発見されている。

また、書風に関して述べるならば、日大本は実隆・公条・公順三人の筆になるものであるが、細川幽斎（1534-1610）の証言から桐壺・帚木および12巻は确实な公条の筆であり、また14巻が公条筆として認定されている<sup>(32)</sup>。こうした公条筆による日大本の桐壺・末摘花巻冒部と公条本の当該部との比較においても、両者の間に明確な差異が認められる。

こうした体裁の特徴や本文の書風など、いずれの点をもみても、公条本の成立時期は江戸時代後期ないしは中期を大きく遡るものではないと判断できる。

以上が書誌学的な見地からみた公条本の概要である。一方、加速器によって測定された<sup>14</sup>C年代から公条本をながめてみる。試料三点の<sup>14</sup>C年代は、表2に示したとおり、平均値でそれぞれ $270 \pm 22$ 、 $212 \pm 18$ 、 $190 \pm 20$ [BP]である。試料No.1の値が、他の二試料に比べて若干古い値を示しているようである。また、較正年代は、試料No.1で1639～1653[cal AD]、試料No.2では1659～1797[cal AD]、試料No.3では1665～1946[cal AD]となる。

<sup>14</sup>C年代の測定誤差が $\pm$ 約20年、つまり幅にしてみると40年程度であるのに対して、較正後の誤差範囲は試料No.1では14年と小さくなり、試料No.2とNo.3では、各々238年、281年と極端に広がっている。これは、図1に示した較正曲線の形に起因するものであり、較正曲線が横這いになっているような期間の試料では、<sup>14</sup>C年代の測定誤差に比べて較正後の年代の誤差が大きくなる。逆に較正曲線が立ち上がっているような期間では、較正後の誤差の方が小さくなる。17世紀半ばから20世紀半ばまでの約300年間は、較正曲線が横這いになっており<sup>(33)</sup>、この期間の試料はいずれも100～200[BP]という<sup>14</sup>C年代を示す。それゆえ、試料No.2・3のように100～200[BP]という<sup>14</sup>C年代が得られた場合、その較正年代は、17世紀半ばから20世紀半ばという大きな誤差範囲をもつことになる。しかしながら、いずれにしても試料No.2およびNo.3の年代は17世紀をさかのぼるものではないことは確かである。

一方、試料No.1の較正年代は1639～1653[cal AD]と、他の2試料より若干古い値を示している。また、平均をとる前の三回の測定結果をみると三条西公条の時代に当たる16世紀にまでさかのぼる値を誤差範囲内に含むものもある。しかし、上述したように<sup>14</sup>C年代とは、和紙の場合は原料となった植物が刈り取られた年代を示すものであり、試料No.1について得られる<sup>14</sup>C年代は公条本に再利用される以前に別の本の表紙として利用された年代であると考えられる。ゆえに、試料No.1の<sup>14</sup>C年代は、公条本に表紙が装丁された時期よりもやや古い時代を示しうるものである。

試料No. 1に限らず、補強のために用いられたと考えられる試料No. 2も古紙であった可能性がある。また、試料No. 3の見返し紙にしても、公条本の寸法(29.9cm×19.1cm)と異なる折り皺(26.5cm×20.5cm)があることから、再利用された紙の可能性もあり、本文の書かれている本紙と直接一致するものではない。こうした本紙そのものではない周辺紙の<sup>14</sup>C年代を本体の成立年代とみなすことはできないが、その紙の一次使用の時期を示す<sup>14</sup>C年代は、本体の成立年代の上限となるはずである。すなわち、表紙だけ後補されたというようなことがない限り、公条本の成立年代を、本研究で得られた較正年代を遡ることのない時期、すなわち17世紀以降に求めることができる。一方、書誌学的な知見に基づき、公条本本文について江戸時代後期ないしは中期を大きく遡ることのない書写年代が得られていることから、今回測定した試料の<sup>14</sup>C年代は、こうした書誌学的年代を支持する結果であるということができる。

## 6. おわりに

本研究においては、書風・体裁など書誌学的な見地からみた年代と、加速器質量分析法による<sup>14</sup>C年代測定という自然科学的な手法によって得られた年代とに基づき、公条本の書写年代について、それが江戸時代後期ないしは中期を大きく遡ることがないという結論を下した。

本研究において対象とした公条本に限らず、広く歴史学資料、考古学資料について<sup>14</sup>C年代を測定する場合、その行為の本質的な目的は、その史料なり資料が何らかの役割をもった道具として歴史のなかに登場した年代を探究するところにある。手法は自然科学によるものでありながら、目的は歴史学の範疇に存するのである。

書誌学的な手法と自然科学的手法とでは、異なる学問基盤に基づくものであるゆえに、それぞれが固有の有効性をもっている。しかしこれは同時に、それぞれが固有の問題点を伴うものであることも意味している。それゆえ、年代を探究するという目的の前に、書誌学的手法と自然科学的手法とは、互いの限界

を補い合いうる関係にあるのではないだろうか。本研究はこの点を明確に認識し、公条本の成立年代に関して一つの見解を示すことができたものであると考えている。

注

- (1)  $^{12}\text{C}$ ・ $^{13}\text{C}$ ・ $^{14}\text{C}$ の存在比(同位体組成)は、 $^{12}\text{C} : ^{13}\text{C} : ^{14}\text{C} = 0.9889 : 0.0111 : 1.2 \times 10^{-12}$ で与えられる。 $^{14}\text{C}$ は、全炭素の約一兆分の程度しか存在しない同位体である。
- (2) 大気中二酸化炭素と動植物中の炭素とでは、厳密には同位体組成に若干の相違がみられる。これは大気中 $\text{CO}_2$ から生命体の炭素が合成される際の物理的・化学的過程において重い同位体が濃縮ないしは稀釈されるためであり、同位体分別効果とよばれている。 $^{14}\text{C}$ 年代は、この効果を補正した上で算出される。
- (3)  $^{14}\text{C}$ は時間とともに一定の割合で減少する。つまり、一定時間が経過すると、もとあった量の1/2にまで減少し、次いで同じだけ時間が経過するとさらに1/2(もとの量の1/4)にまで減少する。この半分に減少するまでに要する時間を半減期という。 $^{14}\text{C}$ の場合、半減期は $5730 \pm 40$ 年である。
- (4) Libby, W.F. (1946) Atmospheric helium three and radiocarbon from cosmic radiation. *Physical Review* 69, 671-672.
- (5) Anderson, E.C., Libby, W.F., Weinhouse, S., Reid, A.F., Kirshenbaum, A.D. and Grosse, A.V. (1947) Radiocarbon from cosmic radiation. *Science* 105, 576-577.
- (6) Grosse, A.V. and Libby, W.F. (1947) Cosmic radiocarbon and natural radioactivity of living matter. *Science* 106, 88-89.
- (7) Anderson, E.C., Libby, W.F., Weinhouse, S., Reid, A.F., Kirshenbaum, A.D. and Grosse, A.V. (1947) Natural radiocarbon from cosmic radiation. *Physical Review* 72, 931-936.
- (8) Libby, W.F., Anderson, E.C. and Arnold, J.R. (1949) Age determination by radiocarbon content: world-wide assay of natural radiocarbon. *Science* 109, 227-228.
- (9) Arnold, J.R. and Libby, W.F. (1949) Age determinations by radiocarbon content: checks with samples of known age. *Science* 110, 678-680.
- (10) Muller, R.A. (1977) Radioisotope dating with a cyclotron. *Science* 196, 489-494.
- (11) 小田寛貴、山本直人 (2001) 縄文土器のAMS  $^{14}\text{C}$ 年代と較正年代 - 石川県の縄文前期～晩期を中心に -。考古学と自然科学42, 1-13。
- (12) Nakamura, T., Hirasawa, M. and Igaki, K. (1995) AMS radiocarbon dating of ancient oriental iron artifacts at Nagoya University. *Radiocarbon* 37(2), 629-636.

- (13) Oda, H., Nakamura, T. and Furukawa, M. (1999) A wet method of carbon extraction from iron artifacts for  $^{14}\text{C}$  age measurement with AMS. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 239(3), 561-564.
- (14) Bonani, G., Ivy, S., Wolfli, W., Broshi, M., Carmi, I. and Strugnell, J. (1992) Radiocarbon dating of fourteen Dead Sea Scrolls. *Radiocarbon* 34(3), 843-849.
- (15) Damon, P.E., Donahue, D.J., Gore, B.H., Hatheway, A.L., Jull, A.J.T., Linick, T.W., Sercel, P.J., Toolin, L.J., Bronk, C.R., Hall, E.T., Hedges, R.E.M., Housley, R., Law, I.A., Perry, C., Bonami, G., Trumbore, S., Woelfli, W., Ambers, J.C., Bowman, S.G.E., Leese, M.N. and Tite, M.S. (1989) Radiocarbon dating of the Shroud of Turin. *Nature* 337, 611-614.
- (16) Valladas, H., Cachier, H., Maurice, P., Bernaldo de Quiros, F., Clottes, J., Cabrera Valdas, V., Uzquiano, P. and Arnold, M. (1992) Direct radiocarbon dates for prehistoric paintings at the Altamira, El Castillo and Niaux caves. *Nature* 357, 68-70.
- (17) 小田寛貴、徳力雪哉、中村俊夫、亀永孝義 (1997) 名古屋大学タンデロン加速器質量分析計による金唐革 - 消失した西洋の皮革工芸技法 - の $^{14}\text{C}$ 年代測定。名古屋大学古川総合研究資料館報告 13、85-90。
- (18) Sunder, S., Oda, H. and Nakamura, T. (1999) A study of accelerator mass spectrometric radiocarbon dating of palm leaf manuscripts from India. *Bulletin of the Nagoya University Furukawa Museum* 15, 23-28.
- (19) Oda, H., Nakamura, T. and Furukawa, M. (1998)  $^{14}\text{C}$  dating ancient Japanese documents. *Radiocarbon* 40(2), 701-705.
- (20) Oda, H., Yoshizawa, Y., Nakamura, T. and Fujita, K. (2000) AMS radiocarbon dating of ancient Japanese sutras. *Nuclear Instruments and Methods B* 172, 736-740.
- (21) 小田寛貴 (2001) 加速器質量分析法による古文書・古経典等の $^{14}\text{C}$ 年代測定 - 年代既知資料による検証とその応用研究例 -。名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 XII、44-62。
- (22) 小田寛貴、増田 孝 (2001) 古文書のAMS $^{14}\text{C}$ 年代 - 近世の古文書と浄瑠璃寺阿弥陀如来像印仏の測定結果 -。名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 XII、63-71。
- (23) 池田和臣、小田寛貴 (2001) 加速器質量分析法による古筆切および古文書の $^{14}\text{C}$ 年代測定。名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 XII、89-92。
- (24) (9) に同じ
- (25) Lal, D. and Suess, H.E. (1968) The radioactivity of the atmosphere and hydrosphere. *Annual review of nuclear science* 18, 407-434.
- (26) 木越邦彦 (1966) 大気中における $^{14}\text{C}$ 濃度の経年変化。日本化学会誌 87(3)、209-220。

- (27) Stuiver, M., Reimer, P.J., Bard, E., Back, J.W., Burr, G.S., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, G., van der Plicht, J. and Spurk, M. (1998) INTCAL98 Radiocarbon age calibration, 24,000-0 cal BP. *Radiocarbon* 40(3), 1041-1083.
- (28) 厳密には、ここでいう上下の棒は $1038 - 32[\text{BP}]$ と $1038 + 32[\text{BP}]$ ではない。 $^{14}\text{C}$ 年代の測定誤差 $32[\text{BP}]$ に加え、較正曲線側の測定誤差 $13[\text{BP}]$ も考慮した誤差範囲 $\pm 35 = (32^2 + 13^2)^{1/2}$ を考えるため、上下の棒は $1038 - 35[\text{BP}]$ と $1038 + 35[\text{BP}]$ に相当する。
- (29) 較正曲線から求めた暦年代は、あくまで $^{14}\text{C}$ 年代という自然科学的年代を較正して得た値である。そこで、通常の暦年代と区別すべく $^{14}\text{C}$ 年代を較正した暦年代には、較正 (calibration) の意を含む単位[cal AD]を用いる。
- (30) 横井 孝 (1999) 山岸文庫蔵『公条本源氏物語』 - 解題ならびに「帯木・空蟬」影印。実践女子大学文芸資料研究所年報 18, 35-92。
- (31) 横井 孝、小田寛貴、野村精一、中村俊夫、上野英子、丹生越子 (2001) 山岸文庫蔵『伝公条本源氏物語』のAMS $^{14}\text{C}$ 年代。名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 XII, 80-88。
- (32) 岸上慎二 (1977) 三条西家証本 解題。『日本大学蔵源氏物語・三条西家証本 1』 第1巻、八木書店、501-540。
- (33) 17世紀半ばから20世紀半ばにかけての期間は、ここ二千年間では他に例をみないほど長期にわたり較正曲線が横這いになる部分である。この曲線の異常は人為的に引き起こされたものである。すなわち、石油・石炭といった化石燃料の使用が開始され、 $^{14}\text{C}$ を含まない二酸化炭素が大量に放出されたことによって、大気中の $^{14}\text{C}$ 濃度が攪乱を受けた結果である。

本研究の一部には、日本学術振興会科学研究費補助金（奨励研究(A)、課題番号：12780106、研究代表者：小田寛貴）を使用した。記して謝意を表します。

AMS radiocarbon dating on the manuscript of "*Genji monogatari*" attributed to "*Kin'eda*"

Oda, H.<sup>1)</sup>, Yokoi, T.<sup>2)</sup>, Nomura, S.<sup>2)</sup>, Ueno, E.<sup>2)</sup>, Niu, E.<sup>1)</sup> and Nakamura, T.<sup>1)</sup>

1) Nagoya University Center for Chronological Research

2) Jissen Women's University

abstract

The manuscripts of "*Genji monogatari*" attributed to "*Kin'eda*" belong to Yamagishi Tokuhei Bibliotheca at the library of Jissen Women's University. The word of "*Kin'eda*" would seem to mean the name of a real person in history, *Sanjonishi Kin'eda*, who is famous as a classicist and a *Waka* poet in the late *Muromachi* period (roughly corresponding to the first half of the 16th century). However, it is obvious from bibliographic standpoint that the manuscripts were not written in *Muromachi* period but in the later period: the middle or latter *Edo* period (18th or the first half of the 19th century). In addition, it was shown from the style of calligraphy that the manuscripts were not copied by *Sanjonishi Kin'eda*. This study provides radiocarbon ages of the manuscript by accelerator mass spectrometry (AMS). The cover of the book had been reinforced with waste paper. The samples for radiocarbon dating were three fragments of that waste paper. From each fragment, alpha-cellulose was prepared by chemical treatment. The cellulose was converted into graphite to be used as a target for the Tandetron accelerator mass spectrometer at Nagoya University Center for Chronological Research. The measured radiocarbon ages were calibrated into calendar ages with an empirical equation based on radiocarbon measurement of dendrochronologically dated tree rings. Calibrated radiocarbon ages ranged from the latter half of the 17th to the early 19th century; the results are consistent with the bibliographic information. From both bibliographic research and radiocarbon dating, it is concluded that the manuscript of "*Genji monogatari*" was written in the middle or latter *Edo* period.