伊能図の意義と特色

——伊能忠敬 150 年祭記念講演 (1968 年 5 月 25 日 .

東京地学協会総会講演)——

保 柳 睦 美*

**Significance and Essential Features of INÔ's Map in the History
of Japanese Science and Cartography**

**—Tadataka INÔ's Memorial Lecture, in commemoration of the 150th year
since his death, in the General Meeting of the Tokyo
Geographical Society on May 25, 1968 —**

By

Mutsumi HOYANAGI*

Summary

The name of Tadataka INÔ (1745-1818), who carried out the survey of the almost entire islands of Japan and made excellent maps of Japan in the end of Edo period, became popular all over the country since the Tokyo Geographical Society erected a bronze memorial monument in the Shiba Park, Tokyo in 1889, which was re-established in the same site with a newly designed beautiful stone monument in 1965.

INÔ's Map officially presented to the Takugawa Government in 1821 compiled after his death by his pupils consisted of those of three scales: large scale (1:36,000, 214 sheets), middle-scale (1:216,000, 8 sheets) and small-scale (1:432,000, 3 sheets). Despite its excellency, they were stored in the Library of the Tokugawa Government, only a few limited number of people were allowed to see them, and INÔ's Map proved its usefulness since the Meiji Restoration. These maps served as the basis and the most important data to meet the urgent needs of accurate maps, charts and statistical figures of the Japanese Islands.

However, INÔ's Map has an unfortunate history behind it. After it was handed over from the Tokugawa to the Meiji Government, a fire broke out in part of the Imperial Palace in 1873 and destroyed all the maps. INÔ's descendants presented the preserved copies to the Government and they were kept in the Library of the Tokyo Imperial University, while the fire caused by the Kantô Earthquake in 1923 destroyed the Library. In consequence, the number of INÔ's Map which are extant is very small and fragmental today and yet careful studies of these maps, INÔ's books and documents revealed some points which have never been fully appreciated in his achievements, and the followings

* Prof., Geography, Faculty of Literature, Rikkyô (St. Paul's) Univ., Tokyo.

* 立教大学文学部地理学教授

are the abstracts of these main points.

(1) INÔ's motive for undertaking the survey of Japan was the determination of the length of one degree of latitude, which he carefully determined as 28.2 *ri* (110.85 km) with extraordinary accuracy at that time. However, "Map of the Eastern Part of Japan" presented to the Tokugawa Government in 1804 was so elaborate, so accurate, so detailed and so beautiful and gave even an impression of a work of art that the Government appointed him as an official and ordered him to continue the survey, which he carried out with extraordinary persistence and skill. Fig. 2 shows the distribution of INÔ's routes of survey, which was carefully drawn from the maps of middle-scale and his records and the total distances of surveyed lines amounted to 33,724 km. In addition he traveled several times between Edo and Kyôto (Tôkaidô) as well as Kyôto and Shimonoseki (Sanyô-dô), so that the total distances of his travel were more than 40,000 km, which he accomplished when he was fifty-six to seventy-two years of age.

The mapped areas are strictly restricted to those of the actually surveyed and certainly known. Therefore, many parts far distant from the roads and the coast left unmapped because the surveys were not conducted. These are some of evidences of INÔ's scientific mind underlying his map-drawing.

(2) The Tokugawa Government's needs to the maps were the accurate drawing of configuration of the coastline of the Japanese Islands as well as the detailed distances of important towns along the Tôkai-dô, the Sanyô-dô, and along the northern part of Kyûshû. INÔ's main aims were the determination of latitudes and, if possible the longitudes, of important towns along the most important zone of Japan at that time, that was along the Tôkai-dô and the Sanyô-dô. INÔ's Map met these needs quite well, following basically what is called the method of traverse with great care, and he also adopted astronomical observations. But he failed to determine the longitudinal location astronomically, because no accurate lunar table was prepared at that time and instruments were inconvenient for such observations.

To make up this fail he adopted the method of intersection innumerable (for ex. Fig. 10), which is exemplified in INÔ's middle- and small-scale maps with abundance of azimuth lines from various points along the road to the prominent hills and peaks. They were only selected ones, but they also add beauty to the maps (Plate 1).

(3) INÔ's Map of the Entire Japan was drawn on the sinusoidal graticule, centered on the meridian of Kyôto. It was quite natural that he adopted this graticule, since he obtained most of the longitudinal locations geodetically, despite this projection was not introduced to Japan at that time, and the result was mere coincidence. It shows great accuracy in the east-west zone of the central part of the Japanese Islands, but the discrepancies of longitudes grow greater in the north-eastern and south-western part of Japan (Fig. 11).

There were probably many reasons for this situation, for instance, accumulations of various kinds of errors of observations, the errors came from assuming the earth to be a sphere, the errors from the different distributing pattern of values of magnetic declination around the Japanese Islands for the time of INÔ's survey. However, the most important

one was the fact that there was no need of accurate determination of longitudinal locations in these regions since they were far distant from the important zone of Japan at that time and great attention was not paid in the drawing of meridians of these districts.

The author analysed many kinds of reasons cartographically for causing these longitudinal discrepancies of these regions, but it is rather unreasonable to blame these discrepancies from the modern geodetical and cartographical points of view, without considering the background of urgent needs of map-making of INÔ's time.

(4) The great achievement of Tadataka INÔ was not attained by his extraordinary persistence and skill alone, but was assisted by a few scholars and colleagues, among them the earnest and pertinent scholarship and leadership of Yoshitoki Takahashi, INÔ's teacher, who died at a young age, and Shigetomi Hazama, Takahashi's colleague, were most memorable. Takahashi and Hazama were trained by Gôryû Asada (1737-1799) in Ôsaka and Asada's school was based on the western astronomy introduced through books compiled or translated into Chinese by Jesuit missionaries stationed in China.

Until 1720, it was difficult to get these books because of the law in 1630 which prohibited the importation of books on Christianity, but the 8th Shôgun Yoshimune Tokugawa permitted the importation of books of astronomy, mathematics, geography, etc. Henceforth, the Japanese scholars had access to western astronomy, plane and spherical trigonometry, logarithms and new method of land-surveying. For instance, the first two volumes and the sequel of "Li-hsiang-K'ao-Ch'eng" compiled by J. Kögler, A. Pereya and other missionaries stationed in China provided the fundamental knowledge of western astronomy of Asada's school (Fig. 14).

In 1745, permission was granted to study original Dutch books imported from Nagasaki and what was called "Dutch Science" had played an important role in the development of western sciences in Japan. However, it is worth noting that in the works of Tadataka INÔ influences from Dutch Science were very slight. In other words, INÔ's Map was made almost entirely relying upon the knowledge introduced through books of Chinese translation or compilation of western sciences, despite Yoshitoki Takahashi had an opportunity in 1803 to read the Dutch translation of *Traité d'Astronomie* published in 1764, and compiled a review of it in several volumes in 1803 (Fig. 15).

前 言

本年は伊能忠敬の歿後150年に当り、かれの命日である5月17日を中心として、郷里の佐原市では伊能忠敬150年祭が営まれた。本日この席上で忠敬の記念講演を行うことは、私にとってこの上ない名誉であるが、また一面では非常な重荷を感じる。それというのも過去において大先輩たちが、この東京地学協会の席上で、伊能忠敬の業績に関して、あまりにもすぐれた講演、ことに後世に重大な影響を与えた講演を行っておられるからである。

その第1回は、明治15年(1882)9月に行われた佐野常民氏(1827~1902)の「故伊能忠敬翁事蹟」と題する講演である¹⁾。氏は当時の元老院議長であり、日本赤十字社社長であつたが、伊能図がすぐれたものであり、明治における新日本の出発に際して、非常に役に立ったことを、その利用を通じて身をもって認識したので、自ら忠敬の事績を調べ、この講演を行つたのである。そして結論として、この忠敬の功績に対して、東京地学協会の名において贈位を申請し、かつ忠敬の記念碑を建設することを提案された。この提

案は直ちに全員の賛同を得て、当時の地学協会長北白川能久親王の名によつて明治16年1月に贈位の申請が行われ、同年2月には贈正四位の辞令が太政大臣の名で出されたのである。しかしこの挙の陰には、当時の香取郡長大須賀庸之助氏の並々ならぬ尽力があつたことを、佐原の人々は忘れてはならない。

また明治20年(1887)には、佐野氏の提案に基いて、東京地学協会の有志の人々の協力によつて、東京芝公園の丸山に「贈正四位伊能忠敬先生測地遺功表」が建設された²⁾。のみならずこれが動機となつて、明治36年から文部省で国定教科書が編修されるようになった際に、忠敬の事績が高等小学読本4に取り上げられた。これは忠敬の測地上の努力を中心として、かなり客観的によく書けている。しかし、のちにこれが尋常小学修身書に移されるに及んで、その記述の重点が、当時の教育方針に都合がよい面を強調した人物本位のものになり、忠敬の真の偉大さを失わせ、スケールの小さい郷土的偉人に仕上げてしまつたことは、むしろ遺憾であつた。ともかくこうして伊能忠敬の名が、日本全国の津々浦々にまで行きわたるようになったのは、佐野常民氏の講演に発する東京地学協会の先人たちの尽力によるものであつて、もしもこれらのことがなかつたなら、おそらく忠敬の名は一般の歴史に残らず、せいぜい日本の科学・技術史のなかに、わずかにその名をとどめるにすぎなかつたにちがいないのである。

第2回の講演は、大正3年(1914)6月に、この席上で行われた長岡半太郎博士(1865~1950)の「伊能忠敬の事蹟について³⁾」である。長岡博士は大学院学生時代から忠敬の仕事に対して、科学者としての立場から関心をもち、自らも調査をされていた。そして明治42年(1909)の東京帝国大学卒業式に際しては、忠敬の遺品を天覧に供し、これらについての説明も行つている。のみならず明治41年6月の帝国学士院総会では、伊能忠敬に関する資料を集め、その事蹟を明らかにすることを提案し、この承認に基いて大谷亮吉理学士がこの調査を委嘱されたのであつた。

長岡博士の講演は、科学者であるだけに、佐野常民氏のものとは、またちがつた味をもつもので、測地に至るいきさつや、測器類のことも及んでいる。ことに注目し値することは、忠敬の仕事の背後には、その師、高橋至時と、至時の協力者であつた間重富の絶大な援助があつたこと、さらにはこの兩人の師であつた麻田剛立妥彰の教育がものをいつていたことを指摘し、伊能忠敬の測地の実行に関しては、その背後にこの3人の力があつたことを忘れてはならない、と結んでいることである。この見解はいかにも科学者らしく、しかも正しいものと思う。

一方、大谷亮吉氏(1875~1934)は、そののち10年間にわたつて忠敬の事蹟を調査し、「伊能忠敬」を刊行した⁴⁾。これは豪華版であるとともに、内容的にもすぐれたものであつて、これ以後に出版された伊能忠敬伝の大多数のものは、この大谷編著のなかから、ごく一般向きの部分を抜き書きしたものにすぎないといつても過言ではない。したがつて、かれが最も力を入れて調査した測器類や測量方法、地図の精度に関することは、ほとんどとばしてあつたり、著者たちの不消化な孫引きにとどまつている。したがつて今日までは、忠敬の業績に関する科学的研究は、大谷氏のものが最後といつてよいのである。

大谷編著、伊能忠敬は、当時の帝国学士院を背景とし、直接的には長岡博士の後援を通じて、その調査にはあらゆる便宜を得て行われたものであり——現在、日本学士院に蔵されている忠敬関係の資料の写本は、このときに作られたものであるし、伊能図(中図)の模写までも行われた。しかしこの模写図は、終戦の混乱に際して散逸したらしい——、しかも10年間にわたつて専身この調査に従事して作られたものである。それだけに多くの資料を基として、微に入り細にわたつた研究成果である。大谷氏は物理学者、測地学者であつただけに、その専門の一面では、今後もおそらく他の追従を許さない成果をあげている。しかしその反面、多少の誤解や考察の不十分な点が発見される。ここではその短所を補う意味で、気がついた点をいくつか述べてみたいと思う。

1) 佐野常民述、故伊能忠敬翁事蹟、東京地学協会報告、第4巻4号、1882、9月

2) 保柳睦美：旧伊能忠敬測地遺功表について、地学雑誌、74巻4号、1965、8月

3) 長岡半太郎述：伊能忠敬の事蹟について、地学雑誌、26年、308、309号、1914、8月、10月

I. 忠敬の全国測量の意義

どんなに細を尽した調査研究でも、誤りや誤解は避け難い。大谷編著でもこういうことはあつて、たとえば東京天文台長広瀬秀雄博士が指摘されている京都の経度の問題もその1つである。すなわちシーボルトがひそかに持ち帰った伊能図(模写)では、京都の経度がグリニジから計算すると $135^{\circ}40'E$ となり、これから長崎の経度を読みとると、ロシアの水路学者クルーゼンステルンが文化元年に測定した経度と一致するので、クルーゼンステルンは伊能図の精確なことを賞讃した。このことに関して大谷氏は、むしろ測定の誤差が消し合った結果、偶然に一致したと解釈をしているのに対して、広瀬博士は、これはクルーゼンステルンによる測定値を基として、京都の経度を $135^{\circ}40'E$ としたもので、大谷氏の解釈は本末転倒であることを明らかにされた⁵⁾。また大谷氏は、忠敬の測地旅行に関しては、測量日記に基づきながらも、測量旅行経過については、「本土測量のはじめには、諸侯はその領内測量を重視せず、不快の念をいだかなかつた。後になると(ことに文化2年の第5回以後の測量)諸藩は測量業務を重大視し、その領内測量に不快、不満をいただくようになった。しかし幕府の事業であるので、円滑に進んだ」という構想のもとに説いてあるが、この構想があまりに一面的であることを、正確な資料によって明らかにされたのが、鹿児島大学の増村宏教授である⁶⁾。

こういう誤解は、このほかにもいろいろあるであろうが、私がここでまず強調したいことは、伊能図が果たした社会的役割である。幕府は伊能図を秘蔵し、社会には公表しなかつたが、それでも文久の末には小図を基として、開成所から官板実測日本地図(木版、4枚、ただし北海道、樺太は伊能図とは内容的にちがうし、琉球も含まれている。しかし全体として、文政4年上呈の伊能小図とは比較にならないほど粗末なものである)を刊行し、明治3年(1870)には大学南校からこれが再刊された⁷⁾。これらは近海の航海などに利用されたいが、どれだけ広く社会に役立ったかはわからない。それよりも伊能図の真価が発揮されたのは、明治から大正へかけてであつて、明治17年(1884)から陸地測量部で刊行をはじめた轉

第1図 江戸市街図(文化14年上呈、原縮尺1/6000)に記された深川黒江町(南部の□印)と浅草暦局(測量所、図の北西部の□印)

- 4) 長岡半太郎監修、大谷亮吉編著、伊能忠敬、帝国学士院蔵版、岩波書店発行、1917、B5版、766ページ
- 5) 広瀬秀雄：伊能忠敬図と日本の経度、地学雑誌、76巻3号、1967、6月
- 6) 増村宏：大谷亮吉編著「伊能忠敬」の日本測量について、地学雑誌、77巻1号、1968、2月
- 7) これらの地図には、伊能図の特色の1つである方位線が記入されていない。しかし開成所版では、方位の数字だけが残っているのです。これを頼りに方位線の概略を書きこむことができるが、大学南校版では、この数字もすべて消されている。

製 20 万分の 1 は、伊能中図を基本とし、不足な部分は天保図や諸藩、諸県の資料で補って編修されたものであつたし、水路部では海図の作製に、文部省では教育用日本地図の作製に伊能図が利用された。また国土の面積なども、伊能図を基本として計算されたのであつた。しかしこれらのことに関しては、すでに述べたことがあるので⁸⁾、ここではこれ以上に詳しくは記さないが、要するに伊能図がなかったならば、明治以後における日本の交通や産業の目ざましい発展は、その過程において非常な支障に直面したにちがいないのである。けれども忠敬自身は、自分が作った地図が、明治以後の日本に対して、こんなに重大な役割を果たすようになるとは、全く予想もしなかったことであろう。

それでは忠敬は当時、何のために日本図を作ったのか、というよりも、何のために幕府はあのような大事業を実施させたのであろうか。測量の動機については、忠敬はその著、*仏国曆象編斥妄*のなかで、「余自寛政丙辰年、初見日官高橋氏、而学推歩曆理測量、移居深川黒江町、立景表、用子午線象限儀垂瑠球儀、測量七曜列星歷年焉、居地距曆局、南北一里許、曆局者北極高度三十五度四十二分、深川者三十五度四十〇分半、北極差一分半也、因茲測量深川距曆局行路、而欲窮吾朝南北一度之里数、高橋子曰、可也、然行路少、極差小、不足為北極一度之法、応有俟時也」、と述べているように、当時の曆学の上から、どうしても明らかにしなければならなかった緯度 1 度の距離の測定、延いては地球の大きさの計算に発していることは疑いない。上に続く高橋至時の言葉としては、「先生の曰く、深川と浅草との直径を測るも、蝦夷と江戸との直径を測るも、其測器異なることなし。然れば官に達し、北地に行きて蝦夷と江戸との里差直径を測り、宿々にて北極出地を測量せば、未だ確数を得ざる日本一度の里数をも得て、天下の宝とならん。」(渋川景佑述、伊能翁見聞録、写本、日本学士院、東北大学蔵から)とあつて、忠敬をおだて、激励をしている。これから至時が幕府に対して、当時は北辺の事情が急をうけていたことを利用して地図作製の必要を説得し、その実現へもつていつたものであることは容易に考えられるところである。これが出発となり、そののち種々な事情の変化はあつたが、ついに日本全国測量の大事業にまで発展したのである。

ところで、忠敬の仕事の総決算ともいえる全測量地帯を地図に描いてみると(第 2 図)——これは東京国立博物館蔵の伊能図中図 8 枚(大河内正敏博士寄贈のもので、現存する文政 4 年の伊能図として最も信頼がおけるものである)から、その測線をていねいに抜き出したものである——、その分布に著しい特色があることに気がつく⁹⁾。すなわち地域によつて、測線の密度に非常な差があることである。この説明の第 1 段階としては、文化 2 年(1805)以後の測量は、幕府の役人に登用されてからであることや、地方による地形や道路の発達の違いなどがあげられよう。しかし、ことに文化 2 年以後は、幕府の命令によつて行われた測量であるから、その側線も、本来の沿海地帯のものを除いては、すべて忠敬の任意の選択に委ねられたとは考えられない。換言すれば、その背後には幕府からの要請が、ある程度は存在したものであろう。したがつて、これらの事情も考慮に入れての説明は、今後の研究課題として残されているわけである。

しかしはつきりしていることは、幕府としては、日本列島の正しい形とともに、諸地点間の正確な距離を知りたかつたことである。このことは文政 4 年(1821)に日本輿地全図とともに上呈した大日本沿海実測録(12 巻)の内容からも明らかなことである。すなわちこれには総計約 7,800 の地名が記されているが、これから地名だけのもの(遠測によるもの)を除いた残りの約 5,500 については、相互間の距離が 0.5 間を単位として、こまかに記入されているのである。そしてこれらの距離の総計は、33,724 km におよび——明治 3 年の大学南校版の数字を主体としたが、これには誤植がいくつもある。これらをできるだけ修正して集計を行つた——、これまでに地図上で概算されていた距離よりも遙かに長大なものになる。しかもこ

8) 保柳睦美：伊能忠敬の伝記類と業績の評価、地学雑誌、76 巻 1 号、1967、2 月の後編、「伊能忠敬の偉大さについて」参照。

9) 伊達牛助氏原図(伊達牛助著、伊能忠敬、1937、古今書院発行、に含まれているもの)を基とし、これを測量日記によつて少し修正した足跡図を以前に発表したが(保柳睦美：伊能忠敬の伝記類と業績の評価、第 4 図)、こんど伊能図自身から直接に測線を描き直してみると、あれは足跡図としても杜撰なものであることが明らかになつたので、あの図は取り下げる。

第2図 伊能忠敬の測量地帯

測線の太さは、地図として精密に描かれている地帯の幅を示す。△印は方位線集中地点。

主測線距離 (大日本沿海実測録から集計)

沿海	3,792 里 16 町 1 間 ÷ 14,894.07 km
島嶼、湖沼の周囲	1,746 里 11 町 14 間 ÷ 6,858.29 km
街道 (街道に準ずる測線も含む)	3,048 里 10 町 19 間 ÷ 11,971.54 km
計	8,587 里 1 町 34 間 ÷ 33,723.90 km

(注) 1 里 = 3.9273 km として換算。なお蝦夷地での実際の測量では、忠敬は根室を通っていないので、このへんの距離だけは、第4図の里数表から計算した。

第3図 大日本沿海実測録，卷1（沿海）の一部（大学南校版，明治3年，から）

れは主測線距離だけであつて、これ以外に諸地点から脇道にそれた測量も多数にのぼるし、再測の距離も長大にわたる。これに無測の旅行距離まで加えると、忠敬の測地旅行距離は、優に地球一周を越すことになるのである。

こうして忠敬の測量および伊能図は、幕府の最大の要求をよく満たしたものであるが、暦学上からは、できるだけ多くの地点の緯度を、できれば経度も、明らかにすることを旨とした。しかし経度の測定は失敗に終つたことは、当時としては無理もないことである。この結果は実測録にもあらわれていて、計1,127点については、緯度も同時に記入されているのである。このように忠敬の測量では、距離と緯度の測定が主体となつていたことは、実は実測録に当たつてみなくとも、伊能図を眺めれば、はじめから明らかなことである。第1回上呈の寛政12年の地図から、すでにその余白には、おもな地点の緯度や江戸からの里数の表が付いているし(第5図)、文化元年(1804)上呈の本邦東半部沿海図にも、主地点の緯度および各地点間の里数を主体とした、こまかい表が記入されているのである(第4図)。

伊能図では、現代の測地学や地図学の観点からは種々な欠点が目だつ。むしろこれは当然のことである。しかし当時の要求をどのように満たしているかを考慮せずに、現代の立場だけからその欠点を批判する態度には、全く賛成ができない。もつとも各地点間の距離に大きな誤差が発見されれば、これは忠敬の測量の致命傷となるわけであるが、当時の道路は現在とかなりちがう個所も多いので、その精度を検定することはむずかしい。また距離を重視しながら、なぜ距離が正しく現われない地図投影法を採用したのかも、当時の事情を考えながら究明を要する問題として残ることになるのである。

II. 伊能図の特色(1)——絵画的美しさ——

伊能図の特色を詳細に、かつ的確につかむことはむずかしい。それは現在、よい伊能図が非常に少なくなつてしまつたからである。この点では、大谷亮吉氏が調査したところとは、実情が全くちがつているのである。

周知のように伊能図には、特別なものを除くと、大図(1:36,000)、中図(1:216,000)、小図(1:432,000)

第 4 図 文化元年上呈, 本邦東半部沿海図 (中図) の余白に記入してある諸重要地点の緯度および各地点間の距離表 (伊能忠敬記念館, 文部省史料館蔵)

の三種があつて、諸地方の地図が完成するごとに幕府に上呈され、最後の上呈図が文政4年(1821)の日本輿地全図で、これは大図214枚、中図8枚、小図3枚からなっていた。これらはほとんど利用されることなく、そのまま明治政府にうけつがれたが、明治6年5月に皇居が炎上し、このときまた伊能図は地誌編修の参考資料として太政官内の地誌課に保管されていたので、すべてが灰となつてしまった。そのうち伊能家に保存されていた副本が政府に献納され、これらは東京帝国大学附属図書館に保管されていたが、大正12年9月1日の関東大震災に際して、医学部から発した火がこの図書館を焼いてしまった。こうして正式の伊能図はすべて失われたことになる。大谷氏が調査したところは、最後の上呈副本はもちろん、その他の種類の伊能図が、かなり多く残っていたのであつた。

ところが不思議にも大谷編著では、この伊能図の写真すら、ほとんど利用されていない。極端な例は英文の「伊能忠敬¹⁰⁾」で、これには47箇の図版が含まれているが、このうち42箇が測量器具の構造に関するものであつて、伊能図は1つも無い。この事実は、大谷氏の関心の中心が他にあつて、伊能図自身にはあまり興味をもたなかつたので、ただその精度の数字的調査に偏していたこと、換言すれば、もつと広い地図学的立場からの研究において不足な面が残されていることを物語るものである。これを補うためには、現在むしろ偶然に残っている少数の伊能図やその模写図を頼りに、調査を進めなければならないのが実情であるが、それでも多少は新しくわかつてきたことがあるので、以下できるだけ伊能図を利用しながら、その一部を報告する。

まず第5図は寛政12年(1800)上呈の蝦夷南岸および奥州街道図(小図、1里が2分9厘7毛、すなわち1:436,360)である。これは最初の測量によるものだけに内容もごく簡単で、のちの伊能図に比べて、縮尺をはじめ、いろいろとちがつた点が多いが、それでも次の3点は留意に価する。

その1は、この測量では緯度1°の距離を27里としているが、地図上の表現では、暦局を通る中央経線を描き、これを等分して各緯線を平行線で描いている。そして地球は球だから、東西1°の距離は緯度が高くなるほど短縮するので、中央経線以東では、これらを結んだ経線は曲線になることをその添書のなかで指摘し、35°、36°、44°における東西1°の里数ならびに地図上での長さを例示している。これは結果において、原理的にはサンソン・フラムステッド図法と一致することになる。そしてこの図法は、忠敬が最後まで固守したものである。

第2に、地図の余白に、各地点の緯度、江戸からの方位、江戸からの里数の一覧表が記入されている。このうち江戸からの方位は、この地図上で、暦局と各地点とを直線で結び、これらが中央経線となす方角によつて測定されたものである。この図法では方位が正しく表わされないから、この処置は適切を欠くものであるが、それにしてもこれらの方位の多くは、現在の地図上(図法を同じくして描き直したも)で測つた角よりも、東偏の傾向があらわれる。そしてこの傾向は、伊能図に描かれている東北日本(北海道を含む)において、最後まで持続されていることであると同時に、地図学上では、最後まで問題を残している現象である。

第3に、これ以後の伊能図に比べて、この地図はきわめてあつさりしたものである。このことについては、高橋至時が間重富へあてた手紙(享和2戊辰春)のなかで、

「西国里差出地等測量一件、去臘廿五日山路、吉田及小子三人之存寄書連名にて上置申候、今以御沙汰無之候、如何相成候哉、催促も出来不申候て、先其儘ニ御座候、………扱今ニ御沙汰無之候ハ、勘ケ由繪図出来迄御待之御事共愚推仕候、夫と申は、昨年之繪図も先は一通り評伴も宜候得共、素人目ニはあまり面白くも無御座候、当年のハ伊豆ハ全く一国出来、其外諸図種々屈曲も有之、全体之形面白く有之候間、是ハ少とも御氣ニも入可申候哉とも奉存候、………長崎、対馬、産摩等之里差北極出地斗ハ、小子等專要

10) Ryōkichi ŌTANI: Tadataka INŌ, the Japanese Land-Surveyor, Translated by Kazue SUGIMURA, with a Preface by Prof. H. NAGAOKA and 47 Illustrations. The Yamato Society, Tokyo, published by S. Iwanami, 1932, 358 pages.

第 5 図 寛政 12 年上呈，蝦夷南岸，奥州街道図(小図)，中央経線(0°)は浅草暦局を通る (伊能忠敬記念館蔵) (127×225 cm)

之事ニ存候へとも、御素人方ハ左様ニは深くはまりは有之間敷候……」(星学手簡、東京天文台蔵、写本、日本学士院蔵から)と記しているが、このなかで昨年の絵図とは、寛政12年のものを指している。これが素人目には、あまりおもしろくないことを指摘しているし、里差や北極出地度の測定は、暦学上の重要問題であるが、素人の役人たちは、そうは考えてくれないことを訴えている。

そこで当時として重要なことは、幕府の役人たちを感心させるような地図を作ることであつた。この解決策として、素人目にも美しい地図を作ること考えたことは、重富へ宛てた書簡中の次の一節からもうかがうことができる。

第6図 伊能図(大図)の一部(奥利根地方)(伊能忠敬記念館蔵)

「勘ヶ由地図ハ、全体三通ニ仕立申候、先大図は沓里を曲尺三寸六分ニ製し候、沓分沓町ニ当り候、尤此図は甚大造ニ候故、切絵図ニ致、伊豆より奥州三馬屋、夫より帰路奥州道中江戸の間ニて、都合三拾二枚ニ成候、大小も有之候得共、大低ニ疊敷位、大ハ三疊敷位ツツも有之候、是ハ風景殊ニ見事ニ出来申候、画工ニ彩色為致候故ニて御座候、中図は沓里六分ニ仕立申候、是ハ伊豆より三馬屋迄ニ蝦夷地をも添へ、全図ニ仕立申候、是も南北二枚ニ分ち申候、是ハ一枚三疊敷程ニ相成候、小図は一里三分ニて、一枚図ニ致候、蝦夷地共ニて三疊敷程ニ相成候、三通共唐本裏打ニ認メ申候、

公儀えは三寸六分の切絵図一通りと、三分の小図を上ケ申、大手へ御扣六分図を上申候、……」(星学手簡から)

この手紙は享和2年壬戌、4月5日御状之御答となつてゐるが、ここに述べている地図は、享和2年(1802)上呈の本邦東海岸図のことで、このときから緯度1°の里数は28.2里(110.75 km、大谷氏は110.85 kmと換算)と測定され、これ以後の地図ではこの数値が用いられるようになったし、大、中、小の縮尺¹¹⁾も、ずっとこれが踏襲されるようになったものである。なお中図は本来は控図として作られたものらしいことも、この手紙からうかがうことができる。

こうして作られた伊能図の美しさ、すばらしさは、ついに文化元年(1804)上呈の本邦東半部沿海図(大

11) これらの縮尺を現代的に換算すると、大図は1:36,000、中図は1:216,000、小図は1:432,000となる。

図 69 枚、中図 3 枚、小図 1 枚) によってその真価を発揮した。この図の完成は、不幸にして高橋至時の死後であつたので、天文方吉田勇太郎(秀賢)、高橋景保(至時の嗣子)の名で 8 月に上呈された。これに対して若年寄堀田摂津守は、両名を江戸城の大広間に招き、老中、若年寄一同の前で地図を展開させたが、一同はその美事なできばえに感嘆し、9 月には將軍の閲覧をうけた。こうして忠敬の地図作製の手腕が認められ、間もなく幕府の官吏に登用され、天文方高橋景保の仕事を手伝う身分として、これ以後は幕府の命によって測量ができるようになったのである。

こうして伊能図では、美しい地図ということがその重要な特色となつてくる。したがつて一見したところ鳥かん図のようで、今日の地形表現からみると幼稚のように感ずるかもしれないが、これは素人目に美しくみせる手段であつたし、事実風景面の専門家に描かせたものであるから、芸術的にも価値が高いものとなつていのである。もつとも、地形の平面図式的表現法という点だけからみると、この程度の縮尺で描かれた欧米の一流の地図に比べて、半世紀から 1 世紀ぐらい遅れていることになる。しかしこれには、上記のような事情があつたのである。

なおこの地図の添書には、この地図の描き方に関する種々な説明がついているが、このなかで緯度 1° が 28.2 里の球面における北緯 35° 、 40° 、 44° の東西 1° の里数、各縮尺の地図上の長さも計算されている。これらの値は、実際の地球(廻転楕円体)面のそれと比べて、その実長および増減の割合がわずかながらちがう。これは仕方がないこととしても、このことは伊能図においては、特に東北日本や九州南部において、経度の誤差が大きくなることにも、いくぶん関係をもつてくることである。

III. 伊能図の特色(2)——精密度と方位線——

こうして文化元年上呈の地図は、忠敬の測量に一大時期を画すこととなり、以後は測量隊の人員も増加したし、記録に残っているよりも遙かに多くの人員(おもに人夫)が諸藩から供出された。その他にも種々な点で多大の便宜が得られるようになったのである。この事實は、文化 2 年以後は測線の密度も大となり、内陸にまで及ぶようになったことに対する 1 つの原因をなしていることは疑いない。すなわち文化元年の上呈図では、測線はまだ内陸地方にあまり及んでおらず、沿海測量の性格を明らかにとどめているが(第 7 図)、第 2 図(第 7 ページ)にみられる同じ地域における内陸地方への測線の拡張は、そののちに行われた測量によるものである。けれどもこの沿海測量という基本方針は、その後も維持されたことは、第 8 図によつても知ることができる。要するに忠敬の測量および地図の作製は、まず沿海地帯を主体とし、あとから内陸に及んでいるのである。

ところで先の第 2 図は、主測線を抜き出すと同時に、その線の太さによつて、地図として精密に描かれている地帯の幅も兼ねて示したものである。これからわかるように、伊能図では空白な部分が非常に広く残されている。この意味では伊能図は、日本全図としては義理にも精密な地図とはいえない。精密に描かれているのは、測線地帯だけ

第 7 図 文化元年上呈、本邦東半部沿海図の主要測線、 Δ 印は方位線集中地点、中央経線(0°)は江戸黒江町を通る。

第 8 図 文化 4 年上呈，中国地方沿海図(中国)。中央経線 (0°) は京都西三条台改暦所跡を通る。(伊能忠敬記念館蔵) (208×155 cm)

なのである。しかしこれはむしろ忠敬の科学的態度と自信の強さを示すものであつて、他人の地図や資料だけからの編修はやらなかつたのであり¹²⁾、この点では全くの編修図である長久保赤水図とは、全然その性格がちがうものである。

けれども忠敬は、先人の地図を無視したわけではなかつた。現在、伊能忠敬記念館には、58 枚の国絵図(主として関東以西)の写しが保存されている。大谷氏編著には、忠敬蔵の図書、地図表のなかで、日本各種地図数百枚と書いてあるが、そんなにはない。あるいはそののち散逸したのかもしれないが、とにかく忠敬は、こうしてあらゆる国絵図を参考にしながら測線の計画をたて、かつ重要なものの測量に落ちがないようにと心がけているのである。このことは、文化 9 年に九州の嶋原から山田綱治郎(堀田摂津守内)宛に出した書簡のなかに、

「去末秋冬中ハ、御執成を以、九州並ニ沓岐、対州国図書写持参仕候ニ付、九州之内、彼此ノ街道並名所旧跡等も大略相測候、再測ハ相成兼候、西国之儀御執計ニて、九州図書写持参候故と忝奉存候、帰路中国筋も長門、周防、安芸、美作四ヶ国之図も同前書写持参仕候外に、小図、板行図も有之候間、城下ハ勿論、小街道も名所も相測可申奉存候、就夫、出雲国、伯耆国、因幡国三ヶ国図ハ大図も小図も板図も所持無之候、中国ノ測ニ差支ニ相成候可相成候ハバ、又々御執成を以、拝借書写仕度、兼て姓名も申上置候下拙方縁家、殊ニ年来ノ門人、亀嶋桜井秀蔵儀、貴宅え参上、右三ヶ国之図御世話願上候様ニ此度書状も遣候、尤取急候義ニハ無之、来西ノ二月中旬ニ写し出来、五月中ニ御用先え相届候得ハ宜御座候、右桜井秀蔵参上御願申上候ハバ、又々御世話右三ヶ国之図御拝借被成下、秀蔵え御渡被下候様ニ願上候、西国中国共ニ遠国ニ候得ハ、再測之儀ハ仕兼候、此度之続ニ小街道、国界、城下、陣屋等も相測申度存候」とあることから察せられるように、これらの国絵図は幕府から借りたものが基本となつている。

これらの模写図の 2、3 のものには寛政年間の年月が記入してあるが、大部分のものには作製年月が入っていない。しかしその図柄や記載内容などからみて、いろいろな種類のものがまじつてゐることがわか

12) ただし文化 6 年(1809)上呈の「仮製日本輿地全図」(1:864,000)および特別小図(完成年不明、1:864,000)を除く。また高橋景保がシーボルトに与えようとした特殊小図も編修図である。

る。なかには正保図や享保図を基にしたと思われるものもあるが、一方では正保、元禄、享保などに幕府の命令によつて作つたものではなく、諸藩が自分の必要から別に作製したものも多い。このように種々な国絵図が幕府に備えられていたことは、また別な研究問題を提供するものであるが、一方これらの図のなかには、木板版のものが一枚しかないこともおもしろい。すなわち忠敬は地図を作製することに専身したが、民間で販売されていた地図の蒐集には興味をもたなかったことを示す。

こうして作られた各種の伊能図を比較すると、時代によつてもいろいろな相違が見出されるが、特に著しいものは縮尺のちがいがくらくる相違である。大図は絵画的で美しい上に内容としても、国郡、御料、私領、寺社、村名などがくわしく記入されている上に、土地利用状況までもある程度は描かれている。これに対して中、小図の地名は国郡村にとどまっているが、大図と中、小図とを眺めて最も目につく相違は、後者では多数の方位線が朱で記入され、地図に美しさを添えていることである。第2図には、これらの方位線の集中地点も記入しておいたが、これだけでも総数は250以上になる。しかしこれらも要するに代表的な地点だけが選ばれているものにすぎず、事実上は少なくともこの10倍以上の地点が交会法によつて決定されているのである。

この数の根拠は山島方位記(67冊)であつて、ここに記されている方位測定回数は約6万——1方位の測定には一般に3種の方位盤が用いられているが、なかには2種のものもあるから、実際の測定回数は約15万図——にも及んでいる。ただ山島方位記のはじめの部分では、測定対象点を主体として記されているが、大部分では測定点の方が主体となつている(第9図)。ために同じ対象点は何回も出てくるので、対象地点の総数が正確にはとらえにくい。富士山へは最も多くの方位線が集中し、文政4年の地図では30本

第9図 山島方位記の一部(日本学士院蔵の写本から)

以上を数えるが(口絵1参照)、実際の測定回数はこれよりもずっと多いのである。しかもこれらは正式の記録に残された回数であつて、実際には、これらのように遠方からも目立つ地点以外に、近距離の地物に対しても多数の交会法を実施しているのである。

これらのことから、忠敬の測量法に4つの特色を認めることができる。すなわち、(1)道線法(トラバース)をきわめて、ていねいに実施したこと。(2)天体観測によつて諸地点の緯度を測定したこと(測量日記によれば、この回数は2,000回を越す)、ただし経度の測定は失敗に終つたこと、(3)この弱点を補う意味もあつてか、交会法を無数に利用して、諸地点の位置を補正していること、(4)測量の結果はこまかに野

第 10 図 交会法の利用(四国, 九亀付近), 伊能図の下書(麿紙)から

帳に記入しておき、現地では地図を描かず、地図作製はすべて室内の作業によったこと、である。

忠敬の野帳は、ほとんど全部が失われているので、こまかいことには不明な点が多いが、ことにこの方位線自身については種々な疑問がある。まず交会法では方位線が 1 点で交らないことが普通であるから、真点の位置の決定には種々な補正作業が必要となる。忠敬はどのようにして補正したかは不明であるが、伊能東河先生流量地伝習録(渡辺慎述, 1824)にはこの交会法において、方位線が

「出会テ扇ノ要ノ如クナル処、即近山寺社ノ位置トス、サテ数ヶ所同ジ所へ出会へ、夫ヨリ少シワキヘヨリ、同名ノモノ又数ヶ所同ジヨウニ出会ヌモノハ、其アイダニ必ズ間ノウチタガヘ有リト知ルベシ、其トキハ近山寺社ヨリ逆方位——前ニ出会タル寺社山々ヘ分度矩ヲ居へ、計リタルカタヘサカサマニ引キイタスナリ——ヲ以テ絵図ヲ直スベシ——コレハ妄ニセザルコトナリ、逆方位ニテ必ズ差ヘアルヲ見極テノチ、絵図ヲ直スベキコトナリ、分間絵図ホド合ヒ易キハ無キモノヲ、古来ノ伝説ニハ、絵図ハ合ヒ難キモノニシテ、切りチデメナド、サマザマ伝授モコレ有ルヨシ、……」

と書いてあるところから察すると、現実にはそう不都合なことは起らなかったらしい。ただ山島方位記に記してあるような遠方の諸地点に対しては、逆方位を行っていないことも確かである。次に各方位線には、山島方位記の場合とちがつて測点からの方位が 0.5 分——1 周を 12 支、1 支を 10 分に分割、したがって 0.5 分は 1.5° ——の単位で記入されている。だから地図上ではそう正確な方位はわからないし、この数字自身にも疑問がある¹³⁾。

ところでこのような方位線は、何のために地図に記入されたのであろうか。ポルトラーノにおけるコンパスラインとは、もちろん性格がちがうものであるが、果して実用的にどんな効果をねらったものであろうか。こういう例は、外図の古地図にも類をみない。だからこれは伊能図独特のものといえるが、これについては文化元年上呈図の添書のなかで、

「地図を仕立候には、高山並嶋嶼等之方位を見通し、地図之総括に仕候儀に御座候、……右山嶋者目当に相成候要所に御座候間、測量之節見通し候方位、御見合之為に朱之直線相認申候、……大絵図之分者切々に相成、認かたく、且御見合にも不相成候間略之申候」

と記している。しかし要するに実用を目ざしたものではなく、むしろ地図に権威をつけ、かつ美しさを増すために記入されたものであろう。

13) 地図によつて(中央経線のとり方によつて)経緯線の斜交の度がちがつてくると、同じ方位線でも地図によつて数字が少しちがつている。これはおかしいことである。方位線の数字は、どんな経緯線の状態になつても不変なはずである。このことは結局、経線を記入してから、これから方位線の角度が計測されたことを示し、方位の数字の意味を自らあやしくしているものである。

IV. 伊能図の特色(3)——経度のずれ(誤差)と地図投影法——

伊能図の特色として、これから最もむずかしい問題と取組まなければならない。それは伊能図における経度の誤差と、忠敬が採用した地図投影法に関してである。しかしこれらの問題には、まだ私にもよくわからない点がいくつも残されているので、お気づきの点を御教示下されば幸である。

忠敬の緯度測定は概ね成功したといつてよく、今日のそれと比べても誤差はわずかで、よくもこんなに測定できたものと、その観測の手腕に対して驚くほどである。これに反して諸地点の経度の測定には失敗した。しかしこれは当時の天文学および測定器具の発達程度を考えれば、やむを得ないことであつた。そこで諸地点の東西度は、測地的に求めた結果を使うよりほかに手段がなかつたのである。こうして得た諸地点の経度には、結果において相当に大きな誤差が見出されることは、すでに大谷氏が指摘している通りである。すなわち氏は種々な地方図上において諸地点の経度の誤差を測定し、結論として、「殊に文政4年に完成せる輿地図の製作には不可思議なる大失態を演じ、その図上に劃せる経線をして、ほとんど無意義のものたらしめたり」(第568ページ)とまで、はげしい語調をもつて非難をあげている。そしてこの大失態の原因を、サンソン・フラムスチード図法に対する態度の不適切に帰している。すなわちこの図法では、図幅の辺縁部では土地の形がゆがんでくるはずであるのに、忠敬は一方では、できるだけ土地の形がくずれないことを希望し、この2つの両立しない条件を満たそうとして、姑息な手段でごまかしたために調節補訂の方法に厳密さを欠き、結局、大きな描画誤差を招いてしまったものであるとする。もつともこの「大失態」を忠敬だけの責任とせず、その著、「1里6分東西之経度、自北極下国直円径差」からみると、忠敬はその晩年において一種の新投影法を採用する準備をしていたことと察せられるが、「地方図の補訂未だその功を竣へず、したがって全国の綜合に着手するに及ばずして忠敬病歿したるが為め、その意志貫徹せずして遂に意外の結果を見るに至りしものなるべく、……」「果して然らば、文政4年に完成せる輿地全図の描画上演せる大失態は、忠敬の不明にでたるものといふべからず、……この失態に対して当然その責を辞する能はざるものは、実に測量製図監督の任にありたる高橋景保なるべし、……」と非常に手きびしい批判を行っている(第501ページ)。

伊能図では経度に誤差が多いことは、その経線状況を今日のそれと比べれば、だれにも明らかなことである。しかし大谷氏がなぜこのようにはげしく非難するのか、私にはどうもよく解せない。まず忠敬は諸地点の経度を、全国的にはそう真剣な問題にしていなかつたことは、その正式の報告書である大日本沿海実測録からも明らかなことであつて、ここには、1,127地点については各緯度が記入してあるのに対し、経度を記している地点は1つもないのである。またその著、「国郡昼夜時刻」でも、国郡の経度に関係ある地方時には触れずに、全く緯度の相違からおこる季節的昼夜時間の相違などを算出しているだけなのである。すなわち忠敬の測量の目的は先に述べたように、当時の幕府の要求——日本列島の海岸線および諸地点間の距離の測定——と、忠敬が当時の暦学からの緊急の要求と考えたこと——緯度1°の距離の測定、実はこれ以外に、江戸、大阪、北九州を結ぶ地帯の経度差も、明らかにされることが望ましかつた——をよく満たしているものであり、極端にいえば、経線は全国的には記入する必要がなかつたくらいのものである。だからこれに欠点が見出されても、ことさらにこれを取上げて、非難をあげせるにはあたらないものであつたのである。もつとも大谷編著、「伊能忠敬」は、かれが42歳のときの著作であるから、その若さと、かれの専門の立場から、経度の狂いは許せなかつたのであろう。その気持はわかる。しかしその英文の著書、Tadataka INÔ (1932) は、外国人に紹介するために新たに書かれたものであるが、ここでは一片の伊能図も示すことなく、しかもその精度について、経度の狂いを依然として強調していることは、全く了解に苦しむ。換言すれば、伊能図に対する大谷氏の態度は、過去15年間に何等の進歩も示していないのである。のみならず外国人向けの著書でありながら一片の伊能図も与えず、しかもこのような点を数字の上だけで強調していしている態度には全く賛成ができない。すなわち地図作製当時の要求を十分に考慮

せずに、地図に対する現代の精度の要求を基盤として臨む点において、大谷氏の態度にこそ「失態」を認めないわけには行かない。さればといつて、経度の誤差はそのままに見逃してよいという意味ではない。なぜこのような誤差が生れたかは、別問題として検討を必要とするものなのである。

まず投影法の問題から片づける。忠敬が採用した図法は、原理的にはサンソン・フラムスチード図法と同じものであるが、もともとこれは1606年に出版された Mercator-Hondius 地図帳中に、南アメリカについて用いられている図法である。1650年に N. Sanson が用い、18世紀には J. Flamsteed が愛用したので、サンソン・フラチスチード図法が名が通用しているが、最近は最初の使用者の名を記念して、メルカトル等積図法とよぶ人もあるし、経線の曲線状況から、Sinusoidal 投影法の名でも通っている。これは等積図法としては原理が簡単なので、この創案に対して大した栄誉が与えられるほどのものではないが、古く日本へ伝来した地図帳を、少数ではあるがこれまで調べた範囲では、この図法による地図が含まれているものがまだ見出せない。だからこれが外来のものかどうかはまだ不明であり、忠敬の創案によるとしても別に誇りにもならないが、忠敬の測量材料——緯度だけは確実、経度は不明——による地図描写法として最も簡単に落着くものは、必然的にこの図法になつてくるのである。そして忠敬は最後までこれを固守したが、師の高橋至時や間重富にはこれが気に入らなかつたことは、星学手簡中に収められている間重富宛の次の手紙(享和3年2月17日付)からもうかがうことができる。

「去年存付申上候地図之方位と極之高下相違致、赤道平行線の曲線ニ成候事、余り無理ニも無之様思召候趣ニて安心仕候、其事ニ付縷々御紙上之趣委細御尤奉存候、此法之事、勘ケ由も其道理ハ随分吞込、尤ニは聞請候得共、先是迄之測量地ハ奥州より伊豆迄之間ニて、東西は狭く、只南北のミ長キ地故、差も寡ク可有之候間、先是迄之通平図ニ致置、追々西の方へも廻り候上ハ、地図ハ此法ニ随ひ可申と面倒かり候故、余り大差も無之儀、且進も全図出来之上ハ本法ニて別段惣全図作候可申事、夫迄之間ハ是迄之通ニても可宜候故、其意に任置候、夫故未だ比例法逆考へも不仕候」

との出だして、これに続いて至時が考えた一種の円錐図法の提案を行なっているものである。この手紙は、文化元年の本邦東半部図ができる前、すすなわち享和2年上呈の本邦東海岸地方図ができた当時のことであり、このときはまだ経度の誤差のことなどは考えられていなかったものである。したがってこれは、全く理論から出たものである。この方法によれば、地図上の経度が正確になると考えたわけではなく、この図法では各経線が直線となり、方位の点では、日本全図としてどの地点でも不自然さが少なくなること、を、理論から割り出したものである。しかしこの図法によれば、各緯度における東西距離が実長の割合ではなくなるので、この修正の計算も、当時としては大変な仕事であつた。至時も理論だけではなく、忠敬の材料を具体的に考慮した場合には、むしろボンヌ図法式のものを考案した方が実際的であつたわけである。これによれば各緯線も曲線となり、各経線との関係も日本の範囲では、かなりその希望に近いものになるからである。

このように至時は理論家であり、忠敬は理論よりも実際家であつた。この二人の性格の相違は、他のいろいろな点にもあらわれてくるのであつて、この相違を区別しないで忠敬の仕事を批評していた人が多いことが、これまでの忠敬研究の弱点の1つであつたのである。

V. 経度の誤差の諸原因

伊能図における経度の誤差は、サンソン式図法を採用したから生れたものではない。根本原因は、経度の全国的精度をあまり重視しなかつたからであり、また全国的精度を必要とするまでに進んでいなかった時代の産物なのである。しかし経度の精度が悪くなつた原因を、もつと具体的に検討することは必要なことである。

第11図は伊能日本全図に重複させて、これと同じ図法と同じ経緯線で現在の海岸線を描けば、どちらがつかってくるかを示したものである。ただし大きなズレだけを強調し、こまかい部分は略した。これのみ

と緯度 35°N あたりを中央として、これから南北 $1^{\circ}\sim 1.5^{\circ}$ の間では、そんなにズレが目だたない。換言すれば、この地帯では、伊能図の経度もかなり正確なものであつて、決して「無意味なもの」ではない。これは 35°N あたりの地帯、もつと極言すれば、東海道、山陽道、北九州へかけての主要都市の経度決定は、当時の暦学上からも最も望まれていたものであること¹⁴⁾、——その反面では、さらに外側の諸地点の経度の精度については、まだそれほどの必要性を感じていなかった——に対して、伊能図は、だいたいその要求を満たしているものであることを示す。そしてこのようによい結果を得たことについては、当時でも江戸、京都、大阪などの経度は、すでにかなりよくわかつていたことや、この地帯は忠敬がいく度も往復して測量を実施したことなどもあづかつている。

しかしこの地帯よりもさらに外側に行くにしたがつて、海岸線のズレが目だってくる。ことに図の北東部と南西部が著しい。それも北東部ではひどく東の偏し、南西部でもまた東偏を示す。ただ八丈島については、本来の伊能図と、シーボルトへ与えようとした特殊小図とではその位置が少くちがつていて、後者的の方が経度的にはかなり正しくなっている。そこで上記のような経度ズレについて第1に考えられることは、当時の磁角の偏角の分布が、現在のそれとちがつていたことが1因をなしているのではないかと、このことである。磁角の偏角については、文化元年上呈図の序文のなかで、高橋景保は次のように記している。

「嘗て西洋人羅鍼ノ説ヲ聞クニ、概ネ西ニ偏シテ真北ノモノナシ、其地方ニ依テ小差ヲ生ズト云、蘭書中、其比例ヲ挙グ、伊能忠敬、命ヲ奉ジテ海辺ヲ測量ス、要トスル処、羅鍼ニアリ、其器ノ精工ナルハ、西洋ヲ以テ最トス、忠敬、其巧ヲ借ラズ、自ラ羅鍼数品ヲ製シテ、海辺ノ地勢ヲ測リ、山嶋ノ遠近ヲ望ム、方位ヤヤ合ザルモノアレバ、岩石鯨組ヲ論ゼズ、即チ就テ之ヲ正シ、弥々益々精測スルニ、悉ク真南北ヲ指サザルコトナシ、終ニ偏西ノ差ヲ見ルコトナシ、因テ工ハ其器ヲ利クスルニ在ルコトヲ知リス、忠敬又謂ラク、鍼ヲ執ルノ法、切ニ煉鉄ヲ忌ム、苟モ其氣ニ触ルルコトアレバ、或ハ西、或ハ東、其差ナキコト能ハズ、故ニ測量ノ際、真刀ヲ佩セズ、寸鉄ト雖モ身ニ帯ビズ、如此ニシテ羅鍼ヲ用ユレバ、偏差ノ患ナクシテ方位自ラ端シク、山嶋数十里ノ懸度、其標ヲ失セズ、是ヲ以テ地図ヲ製スルニ、迂回屈曲数千ニ弥ルトイヘドモ、天度地勢、相応ゼザルモノナシ、然リトイヘドモ、羅鍼ノ製、西洋ノ精巧ナルモ猶差ナキコト能ハズ、況ヤ他ノ羅鍼、差無シト謂ベカラズ、今製スル処、能ク真南北ニ応ズトイヘドモ、他人若シ凡製ノ羅鍼ヲ用ヒテ方位ヲ正サバ、恐クハ少差アラント、故ニ景保等ニ謀リ、其製スル処ノ羅鍼ト、此図ニ用フル処ノ真尺トヲ以テ、地図ニ添テ上ル、後來、差ヲ検スルノ備ニ充シコト冀フトナリ、景保因テ其旨ヲ図上ニ書シ、謹デ上進ス」

しかも忠敬の測量時代には、江戸付近を中央にして、偏角がほとんど 0° に近かつたこと、およびそれ以後は、年と共に西偏の度が増加して、今日に至っていることが明らかにされている。しかし忠敬の時代に南北 15° にわたる地帯が、どこも偏角 0° であつたとは考えられない。そこで第11図のようなズレの分布を示す原因には、当時は日本列島中央部をやや東西に横断して 0° の地帯があり、その北部は西偏、南部は東偏の傾向があつたのではないかと疑いがおこる。この考え方については、すでに発表したことがあつたが¹⁵⁾、この偏角の度を正確に推定することはむずかしい。これは山島方位記に記入してある数字を基にして測定するよりほかに手段はないが、方位測定の場合は大図に符号で記入してあるだけだから、大図が揃わないと現在との比較ができないからである。しかし中図の方位線を頼りに、だいたいの測定を行つてみると、上のような傾向があつたことは否定できない。

しかし偏角だけを原因とすれば、こんなひどい海岸線のズレがおこるためには、たとえば東北地方北部

14) 高橋至時から間重富宛の手紙(享和2年春、本文第10ページ)のなかで、西国測量のことをまず取りあげているのは、当時の暦学の必要性(日本の主要都市における交食時刻や食分を暦に記載するため)からで、そののちこのために間重富が長崎へ出張した。しかし天候不良のために観測が不能で、長崎の経度測定は成功しなかった。

15) M. HOYANAGI: Re-appreciation of Inō's Maps, the First Maps of Japan based on Actual Survey. *Geogr. Reports, Tokyo Metropolitan Univ.*, No. 2, July 1967.

第 11 図 伊能図の海岸線と現代地図の海岸線（太線）とのズレ

で、すでに 10° 近くも西偏していたことになる。これは全く考えられないことであるから、他にも原因がなければならない。そこで次に考えられることは、経度 1° の距離が、実際の割合とはちがつていたのではないかとの疑いである。忠敬は享和 2 年以後は、緯度 1° の距離を 28.2 里 ($110.75 \text{ km}^{16)}$ とし、これから球体としての地球の大きさを算出し、次に各緯度における経度 1° の距離を計算したはずである。この場合に R (地球半径) やその他の常数を、どうとつたかに不明の点があるが、文化元年の添書や大日本実測録の凡例に記してある経度の距離にできるだけ一致する R を求めてみると、結局 $6,346.64 \text{ km}$ が最も近いことになる¹⁷⁾。これから経度 1° について次の比較表が得られる。

- 16) 大谷氏は $28.2 \text{ 里} = 110.85 \text{ km}$ としているが、これは $1 \text{ 尺} = 0.3033 \text{ m}$ として換算したからである。この換算率も当時の尺度に関しては 1 理があるものなので、これによると忠敬の数字に最も近い値を得るものとしては、 $R = 6,352.03 \text{ km}$ を得る。これから同様な計算を行うと、

緯度	忠敬の計算	筆者の計算	ベッセルによる距離	ベッセルとの差
44°	$20.285 \text{ 里} = 79.736 \text{ km}$	79.729 km	80.197 km	$-0.461 \sim -0.468 \text{ km}$
40°	$21.6 \text{ 里} = 84.905 \text{ km}$	84.907 km	85.384 km	$-0.479 \sim -0.477 \text{ km}$
35°	$23.1 \text{ 里} = 90.801 \text{ km}$	90.801 km	91.278 km	$-0.477 \sim -0.477 \text{ km}$
30°		95.990 km	96.475 km	-0.485 km

となり、その傾向の大勢においては変らない。

- 17) 地球を球体として取扱う場合には、 $R = 6,370 \text{ km}$ とするのが適当であるから、この値あるいは(注 16) の値をとつても、これに比べるとやや小さい。

第 12 図 35°Nと直交する線(破線)と、この地図としては、だいたい適当な経線(縦の太線)

緯度	忠敬の計算	筆者の計算	ベッセルによる距離	ベッセルとの差
44°	20.285 里=79.665 km	79.662 km	80.197 km	-0.532~-0.535 km
40°	21.6 里=84.829 km	84.833 km	85.384 km	-0.555~-0.551 km
35°	23.1 里=90.720 km	90.726 km	91.278 km	-0.558~-0.552 km
30°		95.909 km	96.475 km	-0.566 km

こうしてベッセルの数値との差は、緯度が低くなるほど増加し、換言すれば低緯度ほど少し小さくとりすぎていることになる。この程度の差でも中央経線から遠く離れた北東部や南西部では、忠敬の海岸線は現在のそれよりも東へ偏することを助長する。しかし実際の誤差の分布は、少なくとも緯度 34°~36°Nの間では、ベッセルの数値との差の範囲内に落着く。そしてこの程度の誤差ならば、第 11 図のような小縮尺の地図にしてしまうと、ほとんど目立たないことになる。ところがこの誤差の程度は、北東部や南西部へ行くと事情が一変する。たとえば北海道の 44°N あたりでは 48 km 以上の東偏を示している。また九州南部の 30°N あたりでも 20 km 近くも東へズレていて、いずれも桁違いである。こうなるとこのようなズレを生んだ、もつと大きな原因をさがさなければならなくなる。

そこで大胆にも試みに 35°N において、各経度ごとに垂線を描いてみる(第 12 図の破線)。その結果は、意外なことを発見する。すなわち東北地方から北海道へかけては、文化元年上呈図(第 7 図)の経線に非常

に似たものになる。のみならず、日本全体として $34^{\circ}\sim 36^{\circ}\text{N}$ の地帯では、この垂線の方が経線としての誤差も少なく、正確に近いものになるし、中部日本では、もつと高緯度地方まで、この線の方が経線として、かえって適当なものとなる。

元来、伊能図では、はじめ各緯線が引かれ、次にこれと直交するある中央経線を基として陸地が描かれ、この図の上に各その他の経線が計算によつて引かれたはずである。だから経線の問題を考える上には、どういう陸地の位置的配置図が基本として描かれたかが問題となる。これでまずわかつたことは、忠敬は日本輿地全図の編修に際して、京都西三条台改暦所跡を通る経線を 0° の中央経線としながら、東日本については文化元年の図の陸地配置を基とした。しかもこの図は、江戸を通る経線を 0° としたものであるから、京都を通る経線を 0° として正当に描いた図に比べると、東北地方から北海道へかけては、もともとその位置が東へ寄っているものなのである。その上に、たとえば北海道の経線が、 35°N からの垂線に近いということは、高緯度地方では東西距離の短縮がまだ足りなかつた——というよりも、実際にはあまり短縮してなかつた——ことを示す。第12図における北海道に関する適当な経線は、むしろ寛政12年の上呈図(第5図)に近いことも皮肉で、このときは、緯度 1° が27里と測定され、これにしたがつて緯度の増加に伴う東西距離の短縮が計算されたものである。

この流儀で行くと、近畿、中国、四国方面は、京都を通る経線を 0° とした地図を、上記のものの西側へ継いだものに相違ない。しかしこれも、各経線は緯線への垂線にした方がむしろ適当なものであつた。ただよくわからないのは九州である。ここの経線のズレは、東北地方や北海道の場合のように、 35°N からの垂線の経線によつては十分に片づかない。といつて第12図だけからでは、これに代るよい説明法もはつきりつかめない。一番の弱点は九州を主体とした伊能の地方図で、経線が入っているもの——緯線だけ記入してあるものは存在する——がまだ発見されていないことである。だからこれはまだ1つの想像の域を脱ないが、九州のどこかを中央経線とする地方図があつて、これをそのまま西側へ継いだものであろう。そしてこの図の少なくとも南半の部分は、 $33^{\circ}\sim 32^{\circ}\text{N}$ の経度の距離を標準とし、その緯線と直交ないしこれに近い角度の線が、各経線として適当な性格をもつていたものではあるまいか。そうすると南部ではますます東西距離の伸長が足りない図であつたことになる。しかし九州地方の諸地域における経度のズレについては、まだ研究の余地が残されているのが実情である¹⁸⁾。

とにかく伊能図の日本輿地全図(中国、小図)における陸地配置の編修には、理論に合えない部分があつたことは否定できない。このような図を基盤とし、この上へ京都を通る経線を 0° とした諸経線を、独自の計算によつて記入してしまつたから、その北東部や南西部では誤差が大きく現われ、ことに北海道ではこれが最もひどくなつたものであろう。そしてこれが伊能図における経度のズレに、最も大きな影響を与えた原因と思われるのである。しかもこういう性格の経線を基準として諸地点の経度を測定したらしいものが、特別小図上の表中や「日本諸国北極出度及東西経度」に含まれている経度——ただし箱館と鹿児島を除く——であることは、すでは大谷氏も指摘しているし、「日本経緯度実測」中のものも同様である。これらの数字は秒位まで記してあるが、その根拠となつた資料がわからないし、箱館はよいとしても、鹿児島の経度($5^{\circ}21.5'\text{W}$)は伊能図とは反対に、実際よりも西へ偏している¹⁹⁾。

18) 九州地方の経度のズレの原因に関するこの解釈は、根拠に乏しく、まだ不十分なものである。地図も第11、第12図のような荒つばいものではなく、大縮尺で精密に描いたものから判定しないといけない。大谷氏は小倉を通る中央経線を仮想しているが、これでは片づかない点が多い。したがつてこれは将来の研究に委ねたい。

19) 鹿児島の経度($5^{\circ}21.5'\text{W}$)は、「四国、大和、九州之一部東西及南北距離記」のなかで、この1箇所だけ出てくるものであるが、これは赤間関から計算した地図上の寸法からも出したものである。だからこの寸法をはじめからたどらないと、本当のところはわからない。また高橋景保著、地勢提要(1824)には諸地点の経度が 0.5° の単位で記されているが、この方がむしろ各経線から推算されたものと思われる。

VI. 忠敬の科学・技術的素養(1)

伊能日本輿地全図における経度の狂いを詳細に測定した大谷氏も、原図の編修と経線の記入とに、前述のようなトリックがあつたことを、ここまで具体的には気づかなかつたらしい。けれどもこのような地図編修の不合理性に対しては、「忠敬の野外における実測作業につきては、非難すべき点比較的少なきに反し、その室内において行いたる実測材料の整理及製図業務に対しては、忠敬時代における本邦暦算学者の知識の程度を以て評するも、猶非難すべき点頗る多し」(第576~577ページ)と、はげしい非難を行つてゐる。この気持はわからないわけではない。しかし再三述べたような理由から、当時の日本の重要地帯——特に暦学の上から——から外れた地域については、経度に関心が少なかつたために、その精度がずっと落ちることが、伊能図の特色の1つであるくらいに考える方がよいものである。

ただ気にかかることは、大谷氏は一方では、「伊能が日本測量の業を仕遂げたのは、実際伊能がえらかつたからに違いない。……然し、いはば伊能は測量の実行委員に当つたので、その膳立は麻田、高橋、間等の先輩が、ほぼ完備するまでに作り立てであつた。……伊能の測量といへば、ほとんど伊能一人の手で出来たように思いますけれども、伊能の功績の大半は、どうしても高橋、間、麻田等が負はなければならぬことであろうと思います²⁰⁾。」と述べている点である。これは長岡博士が、伊能の測量実施の背後に、この3人の力があつたことを忘れてはならない、と素直に述べていること(本文第4ページ)とは大変な違いなのであつて、大谷氏の論理を皮肉にとれば、伊能図における諸欠点も、その責任の大半は上記3人が負うべきことになるし、この言葉が、事実も調べないものをいう人に、どんなに誤解をおこさせているかしのである。それにこれは、大谷氏が42歳のときの言葉である。氏は不幸にして59歳で死去されたが、もし天がかれに60歳以上まで生命を与えていたら、おそらくこの言葉は取消したことであろう。この言葉からの誤解をとくためにも、当時の暦算学や忠敬の教養に関して、概観を行う必要がおこつてくる。

佐原の伊能忠敬記念館には、忠敬が残した書物が1,000冊以上もある。このなかに「蔵書目録」というものがあるが、これは忠敬の長男が作つたもので、忠敬の江戸出府以前の目録である。これにはいろいろな種類のもの、たとえば史記、漢書、晋書、大明一統志、通鑑綱目、戦国策、十八史略どをはじめ、孔子、老子などの漢籍もあるし、日本の書物としては大日本史、種々な時代の盛衰記、和漢三才図会など、総冊数は莫大なものになる。これらのなかには忠敬の義父の時代から蔵されていたものも多いことと思われるが、忠敬が求めたと思われる本が、少なくとも4種類ある。それは医書、暦書、数学書、測地および地理、地図関係のものである。次に現存する図書でこの蔵書目録に含まれていないものは、原則として忠敬が江戸へ出てから求めたものと仮定する。しかし目録には、書名と冊数だけしか記入してないので、著者、内容、刊行年などにはわからない点も多いので、全部のものを一応調べ、かつその刊行年や内容から、目録には脱落していたと思われるものを補充する一方、現在はすでに失われているもの等を区別すると、次の表が得られる。△印は手写本、数字は冊数と刊行年、[書名]は現在は失われているもの。

江戸出府以前の蔵書

A. 医学関係

[本草綱目 45冊、ほか32種、約200冊]

B. 天文、暦学関係

- (1) 貞享暦、2(7)、(渋川春海、1684)、(2) 天文図解、5(井口常範、1689)、(3) 授時暦経診解、(亀谷和竹、1711)、(4) 授時暦図解發揮、3(林正延、1714)、(5) 皇和通暦、3(中根元圭、1714、1716)、(6) 授時暦註循環暦、5(小泉正卓、1717、目録になし)、(7) 日東通暦、2(杉村長郡、

20) 大谷亮吉、伊能忠敬が測地事業に成功したる所以(大正6年10月講演)、史学雑誌、29編2号、123~146、1918。

1732), (8) △授時曆新書, 5(1761, 目録になし), (9) △蝕算活法曆, /(千葉歳胤, 1766), (10) 皇倭通曆蝕考, 3(千葉歳胤, 1768), (11) 増続古曆便覧, 1(中西敬房, 1777), [天学指要, 4(西村遠里, 1778, 1793?), 授時曆経俗解, 1(中根元圭, 1776), △宝暦甲戌曆, 6, 天経或問, 4(西川正休校訂, 1730), 同序図解, 3(同), 天地辨, 3(高井晒我, 1792)]

C. 数学関係

(1) 算法統宗, 5(明, 汝思甫, 1674), (2) 算法算狙, 5(村松茂清, 1684), (3) 発微算法演段諺解, 4(建部賢弘, 1685), (4) △大成算経, 20(関孝和, 建部賢弘, 1711), (5) 括要算法, 4(関孝和, 1712), (6) 算法天元録, 2(3)(西脇利忠, 1714), (7) 開成算法, 4(三宅賢隆, 1716), (8) 和漢算法大成, 7(宮城清行, 1718), (9) 算法指掌大成, 5(石山正盈, 1723), (10) 拾璣算法, 5(有馬頼隆, 1769), (11) 開商点兵算法, 2(村井中漸, 1770), (12) 算法得幸録, 2(岸通昌, 1773), (13) 曆学法数原, 5(中西敬房, 1787), (14) 算法古今通覧, 5(会田安明, 1797), (15) △算則, 11, △演段問, 1, △天元問, 1(以上3種は和算ノートの類), [△八線互求法, 1, 算法顯術, 1, 算学啓蒙, 7(久田玄哲, 訓点本)]

D. 測地, 地図, 地理関係

(1) 見立等規矩分等集, 2(万尾時春, 1722), (2) [量地指南, 3(村井昌弘, 1733),](3) 規矩元法町見弁疑, 5(島田通桓, 1734, 目録になし), (4) △量地指南後編, 5(村井, 1754), [日本輿地図, 1(長久保赤水図?), 地球一覽図, 1, 地名箋, 1, 度量衡考, 2(荻生茂郷), 京名所図会, 7, 東海道名所図会, 5, その他, 数国の国志, 風土記, 郡志等数十冊, その多くは散逸]

以上の表と忠敬について書かれたこと, たとえば

「翁, 初より強記敏慧, 精力人に過絶す, 成童の頃, 好て困基に長ぜしが, 事業に害あるを以て癢しつ, 其勉学に汲々たる, 夜以て日に継がり, 初め土浦の医某に就て経伝及び医書を受く, 後大学頭林正貞を師とす, 晩に曆数の道を好み, また頗る韻学に通ぜり,」(渋川景佑述, 東河伊能翁行状から)。「翁嘗て予に語て曰く, 家業の側ら経学をせん事を欲して, 寸隙を得れば書を読事切なるをもつて, 家業の妨げを為すによつて, 家族等屢々是を諫む」(渋川景佑述, 伊能翁見聞録から)

などと対照すると, 商業を営みながら非常な勉強家であつたことがわかる。また以上の書物を概観すると, 曆学についてもさることながら, 数学においても, 佐原時代からすでに相当な教養を身につけていたことがわかる。ことに拾璣算法, 開商点兵算法, 曆学法数原などを読破していたとすれば, 関(孝和)流の和算はもちろん, これ以上に三角法の入門にまで達していたことになる。測地関係でもすぐれた書を揃えていたが, これらでは三角法がまだ用いられていない。しかし技術的には忠敬は, 江戸出府以前にすでに村絵図程度のものが作れるようになっていた。

江戸出府後のおもな新蔵書

A. 医学関係なし

B. 天文, 曆学関係

(1) △槐園叢書, 1(利瑪竇, 明, 1602), (2) 崇禎曆書, 96(羅雅谷, 明, 崇禎年間), (3) △崇禎曆書曆引, 1(羅雅谷), (4) △大清会典曆象考成, 2(李欽天, 清, 1644), (5) △靈台儀象志, 14(南懷仁, 清, 1674), (6) 靈台儀象志附録諸儀象図, 2, (7) △曆指, 8(13)(羅雅谷撰, 湯若望訂, 清, 年代不詳), (8) 曆算全書, 24(梅文鼎, 清, 1723), (9) △曆象考成, 上, 下編, 16, 同表, 13(耶蘇会士, 清, 1723), (10) △曆象考成, 後編, 15(耶蘇会士, 清, 1742), (11) △儀象考成, 12(清, 1744), (12) △実験録推歩法, 1(麻田妥彰, 1786), (13) △推歩法, 1(麻田, 1801), (14) △高橋至時の著書17種(中にラランデ曆書管見8を含む), (15) 正午太陽距離表, 1(市野茂喬, 1808), (16) 仏国曆象編, 5(釈円通, 1810), (17) △蘭曆, 1(原著不明)

C. 数学関係

(1) 精要算法, 3(藤田貞資, 1781), (2) 算法廓如, 1(会田安明, 1797), (3) △不朽算法評林中对数紀源論, 1(安島直円, 会田安明, 1799), (4) 算法非撥乱, 1(会田安明, 1801), (5) 算法天生法指南, 5(会田安明, 1810), (6) 算法点竄指南録初編, 3(坂部広胖, 1815), (7) 7桁対数表, 1(会田安明, 1810), (8) △10桁対数表, 5, (9) △5桁割円八線表, 1, (10) △割円八線対数表,

2, (11) Δ 円周率密法, 1(原著不明)

D. 測地, 地図, 地理関係

(1) 職方外記, 3(艾儒略, 清, 1623), (2) Δ 地面経緯表, 2(尾形慎, 1814), (3) Δ 宝永江戸大絵図, 13, (4) 大清広輿図, (清, 1785), (5) 地球輿地全図, 1(1810), (6) 新訂万国全図(高橋景保, 1810), (7) Δ 関東から西日本へかけての国絵図の写し, 58

この表で第1に気がつくことは、天文、暦学関係のものに、当時としては実に堂々たるものが揃っていることである。さすが天文方高橋至時の門に入っただけに、全くの民間人であった以前の時代とちがって、中国の明、清時代に出た多数の権威ある天主教系学術書を入手したり、この写本を得ている。これには享保年間における將軍吉宗の学問的関心によって、外国の学術書が輸入できるようになった当時の事情も見逃せないが、一方ではこれらの書物のなかに写本(忠敬手写本を含む)が多いことは、これらの書物の部数が少なく、入手が容易ではなかったことも物語っている。

これらの学術書の内容の紹介は本文の目的ではないが、忠敬の仕事に直接に関係をもったと思われるものの第1に暦算全書がある。これは西洋の暦算を解説したもので、周知のようにこれは1726年に輸入され、中根元圭がこの訓訳を行い(1733年完成)、これによつてすぐれた内容が広く紹介されたものであるが、忠敬蔵は原本である。そしてこの書の数学の部分では三角法がくわしく説かれている上に、これの測量法への応用も詳細であるし、さらに球面三角法にまで及んでいる。これを見て、数年来の疑問のいくつかが氷解した。たとえば至時や忠敬の三角法計算では、1率, 2率, 3率, 4率という形式をふんでいるが、これは全くこの書物からの形式である²¹⁾。また至時が忠敬に対する講義に用いた最初のテキストが暦象考成であったことに対する疑問である。暦象考成、上、下、後編は、麻田派暦学の主流となったものであるが、この上編は巻1暦理総論、巻2弧三角形(上)、巻3弧三角形(下)、ではじまり、巻4から種々な暦理に入る。すなわち最初から弧三角形(球面三角法)ではじまっているものに忠敬がとりつくことができたことにも、この暦算全書が存在が大いに助けとなつたにちがいない。さらに暦象考成、後編に至つては、日月の運動にケプラーの楕円軌道論を適用したもので、実に難解な書物である。しかし忠敬がこれを勉強したことは、忠敬自身が手写していることや、測量日記の蝦夷于役志のなかの天文暦学来歴の説明文からも明らかである。しかし天才的な高橋至時にして、はじめて解けたこのむずかしい理論を、忠敬がどの程度まで理解したかは疑問である。ただ高橋東岡先生から、

「西洋法教示せられて、寤寐を忘れて久年の疑蓄を散し、暦象考成後編本法と用表法との二法を以て、両三年の年暦并日月両食を推歩²²⁾す、東岡先生も翁の根氣に感じて、たはむれに推歩先生と唱ふ」(渡川景佑述、伊能翁見聞録から)

とあるところからみると、これにしたがつて実に根氣よく観測や計算を行つたことにはまちがいない。

21) 測地術に三角法を取り入れた最初の書は、平野昌伝著、蛮法町見術(1797)であるといわれている(三上義夫、日本測量史之研究, 32ページ, 恒星社, 1947)、これ以前に忠敬は、暦算全書によつて実施しているのである。

22) 天体の観測およびこれに伴う計算を、当時は推歩とよんだ。

第13図 暦算全書(梅文鼎, 1723)中の割員(円)八線の図
(正弦一乙甲, 丁巳, 正矢一甲丙, 正切一戊丙, 正割一戊丁, 余弦一乙巳, 丁甲, 余矢一庚巳, 余切一辛庚, 余割一辛丁), 当時の三角法における正弦, 余弦等は今日のそのような比ではなく, 上記のような線を指した。

第 14 図 曆象考成後編卷 1, 日躔数理(求均数)の一部 (忠敬手写) (伊能忠敬記念館蔵)

次に数学関係書では、佐原時代に比べて、また一段と新しいものが追加されている。ことに会田安明の著書が目だつ。安明は関流和算に対抗して、自ら最上流と称する和算をおこし、センセーショナルな論評で関流を非難した人としても有名である。それだけ新鮮味もあつて、対数という術語を使いはじめた人も安明である。また坂部広胖も、あとで球面三角法を航路の計算に導入した人である。こうして忠敬は数学においても、平面三角、球面三角、対数など、当時としては最新の技術を身につけていたことになる。しかし測地関係では特に注目に値するものはない。ただ地図を描く上で、地面経緯表

がはげしく利用されたあとを、書物の上にとどめている。また印刷された古地図を蒐集した形跡がないことも興味深い。

VII. 忠敬の科学・技術的素養(2)

最後に忠敬自身の著書(科学・技術関係)の一覧表を作ってみると〔下線のものは伊能忠敬記念館蔵, 重要文化財, (26) 以外はすべて手書本〕

- (1) 北極高度測量記, 1, (2) 諸国沿海測量行程(享和 3), 1, (3) 恒星南北視高度, 太陽黄赤経緯度(享和 3), 1, (4) 恒星経緯度表(寛政 9, 文化 7), 2, (5) 大和, 四国, 九州之一部東西南北距離記(文化 5, 文化 7), 1, (6) 恒表表(文化 10), 1, (7) 太陽在交所図解, 1, (8) 黄赤経緯互推法, 2, (9) 交食推歩数(文政 2), (10) 北極高度四十度之地冬至夏至昼夜時刻, 1, (11) 国郡昼夜時刻(上, 下, 清書), 3, (12) 測量雑録, 1, (13) [求割円八線表 1], (14) [割円八線表紀源論 1], (15) 地球測遠術問答, 1, (16) 対数表紀源術并用法, 1, (17) 仏国曆象編斥妄, 1, (18) 諸国測量地図北極高度并東西度, 1, (19) 日本諸国北極出地度并東西度(日本経緯度実測), 1, (20) 一里六分図東西之経度并自北極下国直円経差, 1, (21) 山島方位記, 67, (22) 国々居城陣屋附, 1, (23) 中国筋甲州街道行路道順, 1, (24) 九州東海辺沿海道順, 1, (25) 測量日記, 28, (26) 大日本沿海実測録, 14, (27) (高橋景保編, 地勢提要, 1824), (28) (渡辺慎述, 伊能東河先生流量地伝習録, 1824)

52(51?)歳以後の本格的勉学と観測, 測量の実行で、伊能図以外にこれだけのものを残した忠敬は、たしかに凡人ではなかつた。実際、その遺書の調査に際して、こんなにいろいろなものが書残してなかつたら、どんなに調査にも手数が省けることかと思つたことが、しばしばあつたほどである。しかしかれが残したものにみられる著しい特色は、理論的なものがないことで、論文らしいものは仏国曆象編斥妄だけといつてよい。これは釈田通が西洋学説の流入に対抗して、須弥山を中心とする仏教的宇宙観の再興を目ざして書いたものに対して、忠敬が科学の立場から反論をしたものである。全文が漢文で書かれた長文で、内容的にはおもしろいが、独創性のあるものではない。したがってほとんど全部の著書が自身の観測、測量の記録や計算による結果で、なかに多少解説的なものも含まれているだけである。ここに忠敬の性格がよく表われている。当時としては一流の学者の指導をうけ、あれだけ一流の学術書を読みながら、これを理論的に発展させることに関心をもたなかつた。また若い時代にすぐれた商才を発揮した忠敬も、晩年のせいもあつてか、学問の上では鋭い頭脳の持主であつたとは思えない。したがって忠敬を科学者とみるこ

とは大きな誤りである。忠敬は理論家ではなく、実に根気強い実行家、努力家であつた。逆説的にいえば、もしも忠敬が天文、暦学の発展そのものに関心をもち、科学者としての方向へ進んだならば、伊能図は生れなかつたにちがいない。

しかし忠敬は実行委員にすぎなかつたとする大谷説が行きすぎであることは、前章で述べた忠敬の勉学のあとからも察せられるであろう。もつともこの勉学から得た科学性、厳密性が、実際の地図作製に十分に生かされていないことは、たしかに不思議である。しかし忠敬自身は、緯度差による諸地点間の東西距離の短縮や伸長の計算、およびこれに伴う地図上の寸法のちがいが、相当こまかにやつていたことは、その結果が断片的ながら残っている「大和、四国、九州之一部測量東西南北距離記」からもうかがえる。だから測量そのものや計算の不備、その他当時としてはやむを得ない事情からくる欠陥を除けば、日本輿地全図にみられるような地図編修上のトリックは、忠敬だけの責任でなく、暦局の火災に伴う業務の混乱が、あとまで尾をひいていたのかもしれない。

さらに重要なことは、忠敬の年令に対する配慮の不足である。麻田剛立は1799年に歿し、師の高橋至時は、文化元年上呈の地図完成直前の1804年、忠敬が60歳のときに病死している。西国測量は、はじめは間重富が行う予定であつたが、至時の死によつて忠敬が行うようになったものである。重富は優秀な学者であつた上に、自分が表面に出ない縁の下の仕事も、進んで行うすぐれた人物でもあつた。しかしその技術や社交性からいっても、もし重富の実施していたら、伊能図のようなすぐれた地図ができなかつたことは確実である。のみならず、根気の点からも日本全国ができたかどうかすら疑わしい。忠敬はこれから73歳になるまでの間に行つた測量は、2,600日余にわたり、新測線距離(再測距離を含まない)だけでも2.5万km以上に達するのである。いつたい、自分にとって何のためになると思つて、こんな大仕事を実行したのであるか。大谷氏はその著書中に、文化10年4月27日で忠敬が対馬から長女妙薫へ与えた書簡の一節

「我等幼より高名出世を好み候得共、親ノ命にて佐原え養子トナリ候間、好ル所ノ学文も止メ、産業ヲ第一とし、伊能家ノ先祖ノ格言ヲ相守リ、終ニハ先規遺命の救民迄も助け候」

を引用し(第6ページ)、「高名出世の初一念を貫徹したるに外ならず」との断を下している(第7ページ)。当時の社会を考えても、はたしてそんな世俗的な心情で、あれだけの大事業ができたものであろうか。いかにも上述の文に続いて

「功成リ名遂テ身退ハ天の道と、江戸表え隠居ニ及候所、又々古今ニ無之日本國中測量御用被仰付、諸侯大名ノ奔走御取成ニて、諸国遍経候ハ、実ニ以テ難有事ニ候、此ゾ実ニ天命ト言ンカ、先祖より御礼徳ト言ンカ、言語ニハ難及候」

と記して、これもよく引用される部分である。しかしこれらは重要な前文を見落している。すなわち

「……此度ハ薩州屋久嶋初種子嶋、夫より平戸領の嶋々、壱岐、対馬共ニ大難所ニ候所、一同是迄怪我大病人も無之大仕合、実ニ天幸ト存し候、……此度ハ一同出精相勤候間、七十近キ翁ニて齒も痛、元氣も前々の様ニは無之候得共、何事にも差支も無之、腹立候事もなく、大ニ宜候、御あんど可被成候、測量ニ付候てハ、尾形致丹誠候間、夜分杯ハ大ニ助カリ申候」

とあつて、このあとには、浅草暦局の火災に関連して留守中の家庭への注意文があり、最後に、不自然と思われるくらいに、突如として大谷氏の引用文以下が付加されているのである。私はこの前文から、押よせる年齢の波に、さすがに劇務に疲れた忠敬の姿を思い浮べる(当時の平均寿命、男性は40歳ぐらい)。だから高名出世以下の文は、部下の仕事熱心と暖かい心を思うにつけても、これではいけないと自らをばげまし、自らを慰めている言葉のようにうけとれるのは、私自身の現在の年齢からくる思いすごしであらうか。これよりも忠敬については、長岡博士がよく人に語られたと聞く「忠敬という男は馬鹿者であつた」との言葉の方が簡潔でよい。これは忠敬は、至時や重富におだてられ、利用されてあんな仕事をした人間だから馬鹿者であつたという意味ではなく、あのような大事業は、自分の名利を考える利口者にはできないことである。忠敬はその晩年を、ただ日本全国測量の仕事一筋にうちこんだ人である、という意味と推

察する。

以上のようなことになること、どうも主観が入りがちとなるが、客観的にみて、忠敬が残した諸資料から、日本の科学発達史の上で重要な問題が浮び上ってくる。それは西洋科学の影響に関することであり、端的にいえば、忠敬の仕事は「蘭学事始」にはじまる蘭学の影響をほとんどうけていないことである。忠敬の遺書のなかに蘭曆(原著不明)1冊があるが、これは太陽曆の日付と平均赤緯を記した表にすぎず、問題にならない程度のものである。他の天文、曆学書は天主教系学術書、すなわち漢籍を通じての西洋科学が主体となっており、海老沢教授のいう南蛮学統のものである²³⁾。数学においてもこの傾向は明らかに認められるし、忠敬が用いた観測、測量器具にしても、主として靈台儀象志の記載を基として作製したものである。ここに麻田流の天文、曆学の特色があつた。そして当時における緊急の問題は、精密測器作製の熟練者の養成であり、間重富が最も骨を折つたのも、この点であつたことはよく知られているところである。

それからといって、蘭学からの知識が全然知られていなかったわけではない。たとえば享和2年、高橋至時から間重富宛の手紙で、こんどの忠敬の地図では風景が美しく描かれていることを報じたもの(本文第12ページ)に対する重富からの返事に、

「1. 勘ヶ由之画図、今年此度仕立候ハ、風景も有之、余程見事之由、此の認方ハ壹里何程ツツの寸法ニ仕候哉、蘭法の如く風景を別に書出し申候哉、図中ニテハ風景は認め難奉存、各々存附次第ニは可有之候へ共、大抵今度之認方御見合御覽之通被仰下候ハバ、見合ニ相成難有奉存候、

1. 風景を能認候時、画工を召連申度奉存候、何れニも物入ニは候へ共、左様ニ仕度奉存候、如御案内、蘭の海図と申物は海岸を記し申候物にて、一向に不面白物ニ御座候、大概其類ニテ、船の入場所或は土砂のはせ出候海岸の巖石等相しらし申候迄ニテ、或は山の屈曲等も図ニテはさまでニ不面白、何卒々々少御目ニ留候様ニ仕度、仕法も御座候ハハ御教示奉願上候、先ハ此度勘ヶ由之認方、あらまし被仰下度奉願上候」(星学手簡から)

とある。これからオランダ製の海図をみていることは確かである。しかしこれは伊能図では、あまり参考にされていない。

これよりも重要な知識は、高橋至時はオランダ語訳のフランスの天文学書である、いわゆるラランデ曆書(Lalande, *Astronomie of Sterrekunde*. この原本は *Traité d'Astronomie*, 1764) を通じて、地球が廻転楕円体であることを知っていたことである²⁴⁾。かれがこの書の内容を、貧弱なオランダ語の力を、その鋭い直観で補って紹介したラランデ曆書管見は、忠敬自身が手写しているから、忠敬もこのことは知つたことになる(第15図)。しかしこの新説を考慮に入れようとの提案は至時から出されなかつたし、忠敬もこれによる緯度1°の距離の計算を試みようとしなかつた。だがこのラランデ曆書は間接的には、忠敬の仕事に種々な関係をもつた。たとえば緯度1°の距離28.2里も、この書によつて至時と忠敬とが自

23) 海老沢有道：蘭学時代における南蛮学統，史苑，16巻2号，1955

———：南蛮学統の研究，創文社，1958

24) 高橋至時稿「地球楕円形赤道日食法」(享和3年，1803稿，忠敬手写から)「享和癸亥ノ春，参政堀田摂州侯，和蘭人ラランデ之曆書5冊取ラシムベキトノコトニテ下ル，コレヲ一覽スルニ，西洋フランス国パイレイスノ地ニテ撰述ノ曆書ヲ，和蘭人ノ其国語ニ訳セシモノ也，其書近日フランス，アンゲリヤニ国ノ名曆ノ諸説ヲ集メ撰ミテ曆法ノ書トナシタル也，西洋紀元178余年ママンノ彫刻セシモノニテ，精詳ナルコト，他ニ比スベキナシ，コレヲ以テ見レバ，曆象考成後編ノ日月諸均モ猶尽サザルモノアリ，且ツ五星法，皆新測ヲ以テ法ヲ建ツ，其測数ノ精密ナルハ論ナシ，……且新タニ地球真円ニアラザルノ説ヲ起ス，其説ニヨレバ，地球ハ南北兩極ノ下扁平ニシテ，赤道ノ所高シ，拾環算法ニ所謂矮立円ノ象也，……従ツテ地面南北1度ノ里数，赤道下ハ少ク，兩極下ハ多キヲ測テ，終ニ此ノ説ヲ立テタリト云，……此書十数日ノ後返シ上ル，其後同年秋7月ニ至テ，永ク同僚3人ヘワタシ下サル，此ニ於テ熟覽スルヲ得タリ，其説ノ詳ナルコトハ，別ニラランデ曆書管見ト云モノニ録ス」

信を得たのである²⁵⁾。けれども忠敬の仕事に、蘭学の影響が皆無であつたとはいへない点がある。たとえば忠敬が使用した羅鍼の軸受が水晶製であつたことは、間重富が大阪でオランダ製渾天儀にこの製法のもが装置されているのを見て、これにしたがつたものである。製図用具のなかにも、オランダ製のものから示唆を与えられたものがあるかもしれない。また10桁対数表も、多分オランダ航海書からの写しであろう。羅鍼のことはたしかに忠敬の測量に重大な関係をもつたものであるが、その他の点では本質的な影響があつたとは思えない。要するに蘭学輸入以前における漢籍を通じての

西洋科学の輸入が、日本の科学・技術の発達にどんなに重要な役割を果たしたかを、具体的に示してくれる好例が、伊能忠敬の科学的業績であるともいえるのであつて、この点だけでも忠敬の業績は、日本の科学・技術史の上でも重要な意味をもつものである。

〔付記〕

(1) 本稿は、記念講演会では時間の制約から、詳しくは述べられなかつた点も、加筆補充したものである。

(2) この調査のためには諸方面のお世話になった。まず東京地学協会からは、種々な形式で援助をうけたし、東京国立博物館、日本学士院、文部省史料館、国会図書館その他の公共機関には、多大の便宜をはかつてもらった。ことに佐原市の伊能忠敬記念館には、しばしば訪れて、わが物顔に振舞わせてもらつ

第15図 高橋至時稿, ラランデ暦書管見(忠敬手写)の一節(伊能忠敬記念館蔵), 数字の単位はトワーズ

25) 渋川景佑述, 伊能翁見聞録(1821)から,

「又嘗て毎々沿海測量の話に及べば曰、予阿3年を歴て、漸1度之里数測量して28里2分とす、然るに東岡先生是を信ぜずして、未だ確数に非ずとす、其測算を携来て一見に備ふれ共信ぜず、翁心快からず、先生何ぞ我を疑ひ給う哉、東岡先生云、予爾を疑ふに非ず、予め思ふ所より少しく大なるならん、翁云く、先生予が言を疑ひ給はば、自今以後、遠国測量を止るべし、かく疑ひ給はば、是迄の測量も悉く疑ひ給ふらん、と忿然たり、仍て東岡先生も彼が忿怒を和らげ、又々東海道の方に趣かしむ、嘗て官、新板之和蘭曆書を発下し給ふ、其内に1度の里数の事あり、先生自ら訳して、彼邦尺と日本尺とを比例し、彼方測定の1度里数を以て、本邦1度里数を推求するに、果して我邦は翁の測量の1度里数と密合するを得たり、爰に於て、先生、翁と共に悦ぶ事限りなしと云ふ」

文化元年上呈図の小図に記載してある高橋景保の序文から

「忠敬、翌辛酉(注、享和2年)再比命ヲ奉ズルニ及ンデ、益器ヲ精フシ、法ヲ正シ、豆州ヨリ東ノ方、海辺ヲ測量シ、奥ノ南部ヲ尽シ、始メテ28里7町12間ニシテ1度ヲ差フノ数ヲ得タリ、続テ壬戌、羽越ヲ量リ、癸亥、又豆州ヨリ西、参尾ニ至リ、北ノ方、三越、加能ノ地及ビ佐州ニ赴キ、尽ク其極度ヲ正ス、皆辛酉、得ル処ノ数ト同ジ、遂ニ之ヲ以テ準トシ、地図ヲ製シテ上ル、先人嘗テ同僚ト、官庫ニ蔵スル所ノ和蘭ノ書ヲ閲セシニ、中ニ弘良寮国極度ノ測量ヲ載セ、25里ニシテ1度ヲ差フノ説アリ、蓋シ彼国、2283年ヲ以テ1里トス(注、この里はLeagueで、オランダの航海書に用いられていた単位)、1竿ノ長サ、本邦曲尺6尺4寸2分ニ当ル、此ヲ以テ彼ヲ率スルニ、弘良寮国ノ都、把里斯、極度48度50分、本邦ノ極度、豆州ヨリ奥州ニ至テ平均38度トス、則地球矮立円、南北小差比例法ヲ以テ推算スルニ、実ニ1度ノ距里28里7町12間ナリ、忠敬測リ得ル処ノ者ト符合ス、於是先人大ニ喜ビ、忠敬ガ能ク実測ヲ得ルヲ嘉シ、蘭書ノ信ズルニ足ルコトヲ奇トシ、其事ヲ図上ニ記セント云シニ、忠敬ガ図、未ダ成ラズシテ先人世ヲ辞スルニ会フ」

た。

(3) 個人的には秋岡武次郎先輩と南波松太郎氏から、私蔵の伊能図その他をしばしば利用させていただいたし、江戸時代の天文、暦学や伊能図に対する見解については、東京天文台長広瀬秀雄博士から種々な教示や示唆をうけた。しかし本文中には、誤りも多く含まれていることをおそれるが、これらの誤りは全く私個人の責任である。

(4) 本文中には、大谷亮吉編著、「伊能忠敬」その他に対して、反論を試みた箇所も少なくない。しかしこれは、大谷編著をバイブルのように思っている人が多い現状に対しての警告の意味も含めた結果である。大谷氏の労作に対する敬意は、たれにも劣らないつもりである。