

伊能忠敬の全国測量と至時

箱 岩 英 一

〈国土地理院企画部 〒305-0811 茨城県つくば市北郷1番〉

e-mail: hakoiva@gsi.go.jp

2001年、ワシントンの米国議会図書館で、江戸時代の測量家、伊能忠敬が作った「大図」と呼ばれる日本地図の写し 207 枚が発見された。昨年、この里帰りが1年間かけ日本各地で開催された。この高精度な地図は、幕府天文方高橋至時に入門し、天文学、測量術を学んだ伊能忠敬が測量総日数 3,727 日、総距離 39,000 キロをかけて完成させたものである。その天文学、測量術とは？

1. 測量の役割

測量や測量の結果できあがった地図が、どのようなことで世の中に貢献してきたかというところ

(1) 一つは、土地の所有や権利に関わる測量がある。自分の所有する土地を他人に主張するうえでも測量されたデータがなければ主張ができない。土地台帳の測量は法務省、地積測量は国土交通省が所管となっている。

(2) 二つ目は、土木技術と関連した測量である。大きな空港、トンネル、橋梁など、これらは我々の生活基盤を作り維持するために必要な重要な測量である。国土交通省や農水省、そして、地方公共団体の所管である。

(3) 三つ目は、行政上、防衛上の国土の実態把握のための測量である。わが国に限らず、どの国でも国家が形成され、他国との関係が出てくると、行政上や防衛上でも国土の状況を把握することが必要になってくる。全国的に統一された規格で国土の状況を把握することは国家として不可欠なことである。忠敬が作成した日本図（日本全体を表した図）や陸地測量部の5万分の1の地形図等は、その成果であり、現在、国土地理院が担当している基本測量がこの流れを引き継ぐものである。

2. 伊能忠敬までの日本の測量と地図

(1) 豊臣秀吉によって検地がある。つまり太閤検地であるが、天正10年(1582)山城国検地が始まった。これまでまちまちだった検地の方法や計量の基準を全国的な規模で、しかも統一された基準で検地が行われた。天正19年の記録には「日本国中寸土尺地を残さず……」と、国ごと郡ごとに検地帳と郡の絵図を添え提出するよう、諸大名に命令している。

(2) 江戸期に入ると江戸幕府による国絵図と日本図の作成が行われる。江戸時代にはさまざまな目的によって慶長、正保、元禄、天保の4回ほど大縮尺の国絵図の作成作業を諸大名に命じ、これに基づいた小縮尺の日本図の作成が幕府によって行われた。

図1は、正保期の日本図である。伊能図のように「実測図（実際に測量した図）」ではないが、それまでの日本図とは異なり、かなり正確である。北海道が小さいものの表現されている。図1(左上)は、江戸期以前の形として考えられていた行基図の形式をもつ日本図で九州、四国が俵を積み重ねたような形に表現している。つまり、正保日本図は、それまでの地図と比べてかなり正確であったことがわかる。



図1 正保日本図(下)と行基図の形式をもつ日本図(左上).

3. 伊能忠敬の測量と地図

忠敬の地図の特徴として、これまでの地図に比べて非常に高精度であるということである。これは天文測量の技術を導入して測量を行ったためである。

(1) 道路、海岸線の赤い線

伊能中図を見ると、道路に沿って赤い線(図2はモノクロで確認できない。)がある。そして、海



図2 伊能中図

岸沿いにも赤い線がある。この赤い線が測量をしていったルートで、この道路と海岸線が伊能図の測量の骨格である。これを測線といっている。

(2) 星印のマーク

また、ところどころに星を観測した地点に星印(☆マーク)が記入されている。これが全国で1,127点配置されている。この天文緯度点(天測点)を配置したことが忠敬の測量を成功させた最大の要因である。

(3) 測量の誤りを防ぐ

さらに、要所要所から遠くの高い山を狙って方位の測量を行っている。この方法は後述する交会法という測量の手法で、いずれも、測量の誤りを防ぎ、誤差を少なくするための方法である。

(4) 測量方法

忠敬の測量方法には「導線法」と「交会法」という方法をとっている。「導線法」は、角度と距離を観測して進んでいく。図3のA点にワンカラシン(後述の測量器具)を立て、B点の方向をねらい「方位角1」を観測する。この磁石の北からの角度が「方位角1」である。そして「距離1」を測定する。これによってA点の位置がわかるとB点の位置を求めることができる。順次、B点からC点、C点からD点の位置を求めていく方法である。常に、磁石が北を指すという性質を利用した測量方法である。

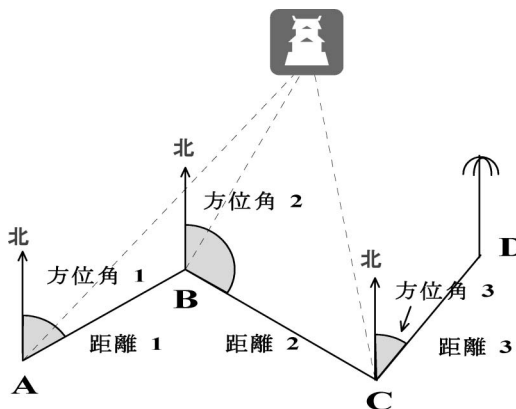


図3 導線法

伊能忠敬の測量器具(角度)

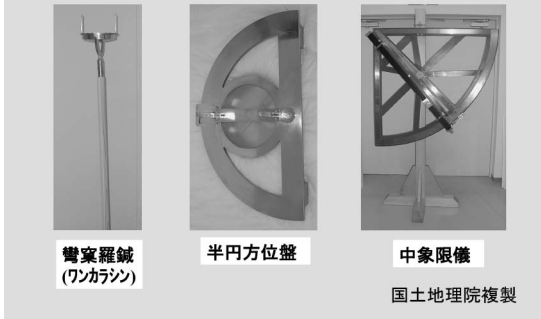


図4 伊能忠敬の測量器具 (角度)

「交会法」では、いろいろな地点から例えば富士山のように遠くから見渡せる地点の北からの角度を観測してこれを記録する。図3ではお城を目標にして観測している。これらの観測値は、地図を描くときに、紙の上に取り取った角度を再現するが、どこかで測量の誤りがなければうまく地図上で富士山の位置に線が1点で交わる。交わらなければ測量に誤差があったということになり、測量のやり直しが必要になる。

(5) 測量器具

距離を測る測量器具を例に上げると、鉄のチェーンである「鉄鎖」、一間ごとに目印が付けられた長い縄の「間縄^{けんなわ}」、車輪を回転させて、その回転数で距離を測る「量程車」などである。なお、足の歩幅で距離を測る方法も最初は用いられたが、正確さに欠けることから第3次の測量以降、主に鉄鎖が使用されたようである。

角度の観測に使用した測量器具では、「ワンカラシン (図4(左))」がある。これは、杖先にセットして用いたもので、杖が多少傾いても磁石の北からある目標までの角度を読み取れるよう精巧に作られている。

また、「半円方位盤 (図4(中))」は、ワンカラシンを杖先にセットしたのと比べてキチンと水平の台の上に乗せてもっと精密に測量する際に使用さ

天文測量(緯度の測量)



図5 夜中測量之図

れた。それから後述する星の高度角を観測する「中象限儀 (図4(右))」などがある。

(6) 緯度を求める天文測量

これまで説明した測量方法は、江戸時代の一般的な方法として伝えられてきたものである。忠敬は、この方法に加えて、師匠、高橋至時から教わった天文測量による緯度を求める方法を現地で行っている。図5の絵は、忠敬が昼の測量を終え、夜間に星の観測を行っている様子を表した「夜中測量の図」である。図右の、柱に糸を張り、この糸にローソクの明かりを当てている人が忠敬で、ある目的の星の南中を知らせる役割をしていたと

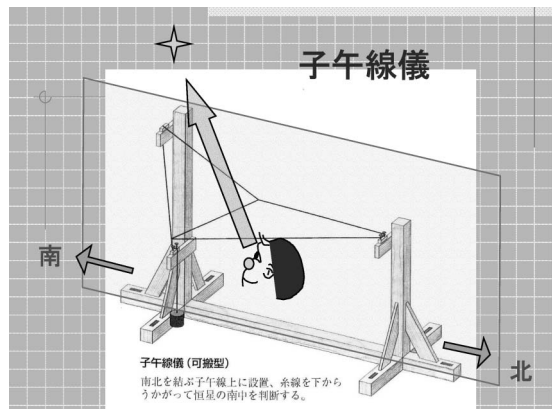


図6 子午線儀による観測

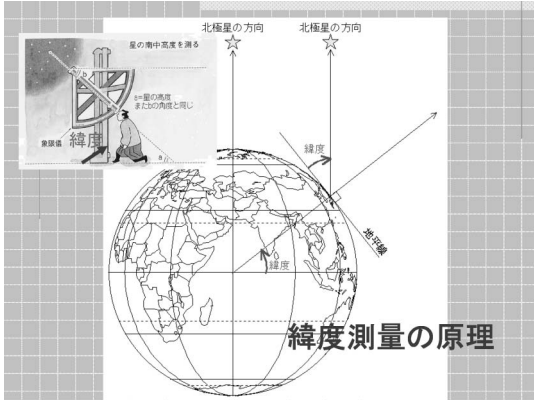


図7 緯度測定の原理

言われている。この忠敬の合図で左にいる2名が中象限儀の望遠鏡で星の高度角を観測し、一番向こう側の2名がこれを記録した。

忠敬の観測の内容をもう少し詳細に説明すると図6の「子午線儀」という測量器具に張った糸で作る二つの三角形の面の真上を星が通過する瞬間、つまり、3本の糸が重なる面の上を星が通過する瞬間を左にいる観測者に知らせる役割をしていた。この子午線儀の三角形の面は正確に子午線の方に事前にセットされていたものである。

このようにして星の南中高度を測り、その地点の緯度が決定できる(図7)ことから、導線法や交会法で求めた位置と確認することができた。忠敬は、このような「天文測量点」を全国1,127点設け地図の精度を確かなものにしたわけである。

(7) 子午線弧長

この緯度を求める測量は、一つは正確な地図を作成することが目的であった。しかし、忠敬にこの技術を教えた高橋至時の目的は地球の正確な大きさを求めて、自分の研究である暦の精度を上げることであった。つまり、日食や月食等の現象を正しく予測するには地球の大きさについての数値が必要であったのである。

忠敬は、全部で10次にわたって全国へ測量に出かけているが、第2次の奥州街道と東北の沿岸部の測量を終えて、子午線1度当たりの弧長とし



図8 垂揺球儀

て28里2分の値を算出した。これは、現在のメートルに直すと110.85 kmに相当する。この値は、現在の最新の技術で測量された値と150 mしか違っておらず、その誤差は740分の1、つまり、約千分の1ということができる。

(8) 経度を求める天文測量

忠敬は、経度を求めるための天文測量にも挑戦している。どのように測量したのであろうか。伊能小図に経度の表記は、京都の改暦所を基準として「中度」と記している。それより東に「東一度」、 「東二度」と記し、江戸は「東四度」付近に位置している。

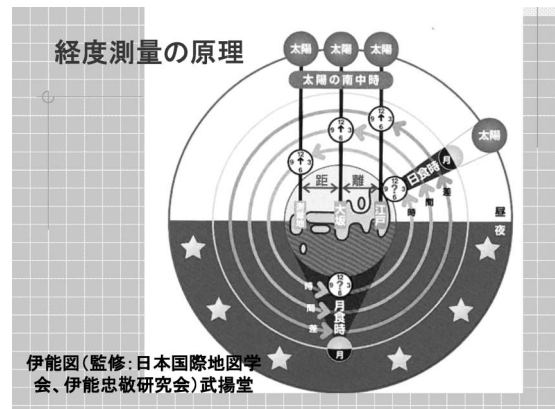


図9 経度測定の原理

忠敬は、至時に図8の「垂揺球義（振り子時計）」を用いて振り子が振れる回数で経度を測る方法を教わった。それは、正午の太陽が自分のいる地点の真上を通過（南中）した瞬間から、その地点で起こる月食や日食までの間に振り子が何回振れたかを数える方法である。

時計の振り子が振れる回数を数える方法は、江戸、大阪の2カ所と、忠敬の旅先である現地の計3カ所で同時に行われた。電話などない時代であったため、予報計算をして用意周到に行われたものと思われる。

図9は、それぞれ三つの地点で太陽が南中した瞬間から月食や日食が起こるまでの時間を表している。それぞれ場所によってその時間が異なり、振り子の振れる回数の差として求めることができる。これを経度差として求めようとしたものである。しかし、残念ながら成功した例が少なく、忠敬の地図作りには反映されなかった。

参考文献

- 1) 大谷亮吉編著、2001、『伊能忠敬』、岩波書店
- 2) 伊能忠敬研究会監修、日本国際地図学会、2002、『伊能図』、武揚堂

The Survey Activities in Whole Japan Done by Tadataka Inou Using the Methods of Yoshitoki

Eiichi HAKOIWA

Dept. of Planning, Geographical Survey Institute, Kitasato-1, Ibaraki, 305-0811, Japan

Abstract: In 2001, 207 sheets of copies of Japanese map were discovered in the Library of Congress of USA in Washington D.C. Those maps called “Daizu” were surveyed by Tadataka Inou who was a surveyor in Edo era. Last year, home coming exhibitions for those maps were held in all over Japan during one year. These highly accurate maps were surveyed by Tadataka Inou who entered into a private school of Yoshitoki Takahashi who was a governmental official regarding astronomy of the Edo shogunate using theory of astronomy and methods of surveying learned from Yoshitoki Inou completed these maps spending 3,727 days and traveling 39,000 km distance on foot.