

古代中国における地の測り方と邪馬台国の位置

野上道男 (東京都立大学名誉教授)

方位と距離： 地図が未だ存在しない時代には、事物の所在地は既知の点からの方位と距離によって示されていた。『出雲国風土記』では、郡家からの (8) 方位と距離 (里) によって、多数の山や社寺の位置が示されている。また道路も「方位+距離」の繰り返しで通過点が記述されている。3 世紀中ごろの倭国を記述した最初の地誌『三国志』魏書東夷伝倭人条 (倭人伝) では、倭の 30 ヶ国の国名が挙げられているが、そのうち 9 ヶ国は倭国を訪れた魏使の行程であるかのような「方位+距離」で次々に国の位置が記述されている。このように古代測量は方位測量と距離測量が基本であった。

1 世紀末に書かれた『漢書』地理志には『周礼』(周代ではなく戦国時代: BC403~BC221 になってからの成立とされる) の九州のうち 6 つについて目標となる山への方位が記述されている。これらの山は霊峰とされ、その後仏教や道教の寺院が建立され、現在では観光地となっている。いずれも洛陽からの距離は 400~1100km、山の高さは 2 km 程度かそれ以下であるので、見越し線は得られない対象である。しかしその (8) 方位の精度は 6 つの山のうち 4 つは 5 度以内、残りは 18 度、12 度であり、8 方位 (45 度ずつ) 記述としては驚くべき正確さである。ただし測量方法はわからない。それからほぼ 500 年後の 3 世紀末に執筆された倭人伝の冒頭に「倭人在帯方東南大海之中」、地誌記述部分に「自郡至女王国万二千余里」とある。900km くらい離れた遠隔地ではあるが帯方郡の「東南」という方位記述 (方位測量の成果) を疑う理由はなく、距離測量については「1 寸千里法」という天文測量法を述べた『周髀算経』という書があった。日本列島では弥生時代のことであるので当時の中国文明の先進性は隔絶していた。

天文測量法としての「1 寸千里法」： 『周髀算経』は数学書『九章算術』より更に古く、周代 (紀元前 11 世紀~) から漢代 (BC206~AD220 年) を通じて書き継がれ、後漢代 (AD25~220) には既に成立していた。『周髀算経』は朝廷百官 (文官) の天文学・測量学に関する教養書であったとされている。

『周髀算経』には「1 寸千里法」という最古の天文測量法が記述されている。夏至の太陽南中時に、周の陽城 (洛陽) 付近の南北 2 地点で 8 尺の棒の影の長さを測り、その日影長に 1 寸の差があるとき、2 地点間の南北距離成分を千里とする、というものである。これが「1 寸千里法」の名前の由来となっている。この測量法の原理を紹介し有効性を検討する。80 寸の棒の日影長が 16 寸とされる陽城の緯度は「34.75N」であり、それは洛陽老城区のそれと合っている。また洛陽から棒の日影が消える北回帰線 (23.44N) までを 16000 里としている。地「球」という概念はないが、この距離 16000 里は緯度差 11.31 度に相当する。

『周髀算経』上巻の宇宙観は蓋天説と呼ばれる。天と地は 8 万里離れた平行する平面である。28 宿の星座が張付いた天は極を中心として同心円を描きながら 1 日 1 回周回する。太陽は日周しながら少しずつ進み 1 年 (後漢代では 365 日と 1/4) でもとの位置に戻る。月の運行は太陽の 12 倍よりやや速い (29 日と 499/940)。太陰太陽暦の暦法と「1 寸千里法」という天文測量法はこの天動説を前提にしている。

谷本の図解 (図 1) は 1 寸千里法の記述を現在の知識に当てはめたものである。この計算には三角関数表が必要である。地球半径 $R=6357\text{km}$ を導入すれば、周の陽城 (洛陽付近) で 1 里 $=76\sim77\text{m}$ となる。子午線の緯度 1 度を 110.94km としても同じ結果が得られる。漢・魏・晋代の普通の里 (405~435m) と比べると魏志倭人伝の「里」はその 1/6 程度であり、その「短里」の根拠が 1 寸千里法で示されているとして注目を浴びた。しかしこれは半沢 (2011) が指摘するように、蓋天説による説明とはなっていない。

図1 谷本茂 (1978) による1寸千里法の図解

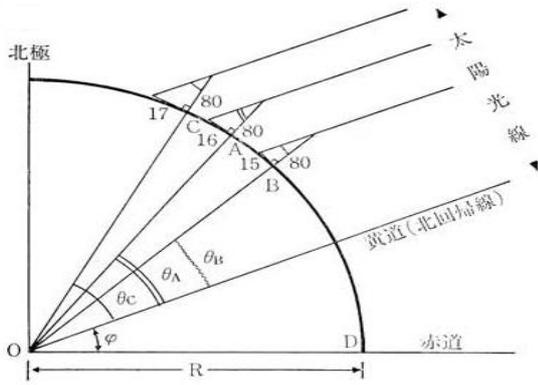
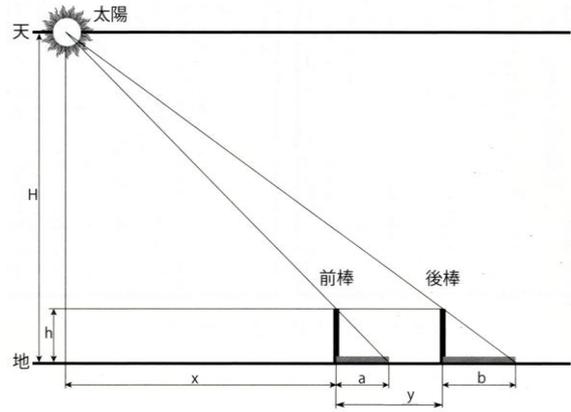


図2 半沢英一 (2011) による図解



半沢の図解 (図 2) では、原典どおり「地は水平」としている。太陽が直上にある北回帰線 (周髀算経では内衡) から後棒 (洛陽) までの距離を $x+1000$ 、南に千里 (y) の点で、日影長はそれぞれ 16 寸 (洛陽)、15 寸とすると、 $H=80000$ 里、 $x=15000$ 里となる。すなわち洛陽から北回帰線までの距離は 1.6 万里、太陽の高さは 8 万里となり、記述に合う。計算方法は後述の「補」で述べる『海島算経』の例題 1 に準じる。

天動説である蓋天説には当然のことながら、矛盾点が多い。主な事項は日出・日没現象の説明、太陽までの距離が時刻と季節によって大幅に変わるのに太陽の視直径が一定であること、などなどである。地を水平としているので遠距離の山が麓から見えなくなることも認識されていない。中国の宇宙観として蓋天説と対立する渾天説では天は球とするが、地はやはり水平とするので、同様の難があった。渾天説では太陽が夜間に地の下を巡ることを最後まで説明できなかつたとされている。地が球であることを知ったのはヨーロッパ人 (宣教師) が東アジアに来るようになってからのことである。

「1寸千里法」についての野上の見解： 周の陽城 (洛陽) では夏至の南中時における 8 尺 (80 寸) の棒の日影長は 16 寸である。当然のことながら 80 寸 : 16 寸の比を対象とするかぎり、 $8m : 1.6m$ でも同じである。このとき太陽仰角は $\text{acot}(16/80) = 78.69$ 度であるので、洛陽の緯度は $34.75N$ と計算できる。つまり、「1寸千里法」の測量成果は実際の尺度による距離値を介さず緯度と対応している。夏至南中時という指定は、結果として $\cot \alpha$ を α で近似する誤差 (1寸千里法の原理的誤差) を小さくしている。

洛陽の日影長 16 寸を基準とすれば、日影長 11.93 寸の地点 (この数値は宮崎市付近) は洛陽を通る東西線より 4070 里南の地点であると認識される。なお中国では四捨五入は行われず、切り捨てられた部分はすべて「余」と表現される。したがって 4070 里は 4000 余里と記述される。日影長が 21.53 寸 (この値は沙里院) と 11.93 寸の 2 点間の南北距離成分は、その差 9.6 寸に対応する 9 千 6 百里と記述されることになる。逆に言えば、史書などで南北距離 9600 里とあれば、日影長の差は 9.6 寸である。

太陽は視直径が 0.53 度の面光源であるので、半影が生ずる。地面に投影される半影の幅は、80 寸の棒に対して、0.7 寸 (北回帰線) ~ 0.8 寸 (緯度 $40N$) と計算される。半影がすべて誤差になるわけではないが、目分量となる部分がある。半影の濃度は $1/4$ 程度までなら中間値を読み取れるが、日影長が 0.1 寸の精度で読み取れることはない。測定を多数回繰り返せば、その値に収斂するであろうという期待値であり、現在の知識で得られている緯度からの計算値である。

古代中国の地図： 『周髀算経』では、天を地に平行投影し、千里か 2 千里を 1 寸に縮尺して地図を作ると記述している。蓋天説の七衡図によるこの地図では直線である子午線は全て極を通り、日影長が等しい点をつなぐ緯線は同心円となる。三国志の著者陳寿や数学者劉徽と、ほぼ同時代の文官裴秀 (晋書列伝)

は行政官としてよりは地理学者・地図学者として有名である。裴秀は絹布の緯と経の糸目を使った縮尺を用い、方格座標系の「禹貢地域図」「地域方丈図」を作ったとされている。これらの地図は現存していないが、糸目を使う離散格子法であり、デジタル地図の祖とされる。蓋天説による図法と方格図法という、投影法が異なる地図が当時あったことになり、どのように世界が認識されていたのか、興味ある課題である。方格規矩四神鏡では地方図と方位が表わされているかのようである。

中国では地は「球」ではなく、あくまで平面としているので緯度という概念はないが、日影長によって子午線上の位置（あるいは南北距離成分）を測量していたのである。文書として残されていないが、中国では主要地点において、夏至の南中時における8尺の棒の日影長が計られ、地理的空間認識が行われていたと思われる。国のレベルではこれを集約しデータベース化していたに違いない。これに方位データが加われば、地点の位置が確定し、地図が作られる。

方位の測量法： 『周髀算経』下巻には夏至の日出方向は寅（N60E）、冬至は辰（N120E）と記述されている。北緯30度から40度の地帯では誤差2度を許せばこれは正しい。方位を12に区切って30度ずつ表現するのはこの緯度帯では合理的である。日本の縄文時代にも12方位を示す配石遺跡がある。世界的にみても、12方位系は4方位8方位系よりも起源が古いらしい。12方位と12時刻は対応している。

歳差運動のため、古代には天の北極点に星がなかったので、太陽の観測でまず東西線を決め（インディアンサークル法）、次にそれと垂直な方向として南北線を求めた。南北東西という語順の成句がないのは方位測量法の手順のためであろう。『周髀算経』下巻には、天の北極を周回する星や太陽を使った方位の定め方が述べられている。

既知の基点からの方位と日影長差（現在の知識では緯度差）が与えられればその点の定位ができる。少なくとも数学者劉徽はピタゴラスの定理や証明法を知っていた。古代中国では三角関数表は使われていないが、曲尺は使いこなされていた。一般によく知られていたのは『周髀算経』に頻出する直角三角形で、辺長比が3:4:5の整数となるピタゴラス三角形である。これは直角の作図法の一つでもある。

蓋天説で宇宙の大きさを決める図形でもあり、古代の中国人はこの三角形に天の摂理のようなものを感じていたらしい。夏至南中時の日影長が6尺の点、すなわち太陽仰角が53.13度、緯度が約60.3Nの点でこの三角形が現れるが、これは中国の域外の地である。太陽が南に遠ざかった8月28日ごろにも洛陽でこの三角形が現れる。周髀算経では日影長でその土地の気候が決まるとし、日影長の年変化で季節が決まると考えていた。つまり場所と季節は異なっても、影の長さが同じなら同じ気候（気温）と考えていたようである。日本では海洋の影響で気温の年変化は太陽放射の変化より2ヶ月近く遅れている。

方向線の延長方法： 方向線延長の原理として、AからC、BからCの方位が同一であれば、AからBが見通せなくても、AからBの方位を知ることができる。例えば、三重県の山から富士山が見えるので、その方位を測り、それが江戸から見える富士山の方位と同じであれば、江戸から（見えない）三重県の山の方位が分かるのである。見透しによって方位線を認識し、あるいはそれを組み合わせて位置を定位する方法（交会法、山当て法）の歴史は古いが（例えば平家物語）、その方法を明文化した古代文書はないようである。私は「山一人一山」をマキムク（真来向く：纏向などの地名として残る）、「人一山一山」をマキトオル（真来通る）と呼んでいる。古代方位測量の基本である。

夏至南中時の日影長が2点で等しければ、見透し線が得られない遠距離であっても、その2点間の方位は東西である。隋の時代に、飛鳥（34.5N）で日影長を測り、それが長安（現在の西安、34.3N）とほぼ等しいことを知り、アメノタリシヒコ（たぶん聖徳太子）は「日出處天子致書日没處天子、無恙」という国

書を携えさせて隋の煬帝に遣使した。同緯度という認識は日影長を用いた天文測量法によって得られる。またそれしか他に方法はなかったはずである。

邪馬台国はどこか： 280年代に執筆された魏志倭人伝に、(帯方)郡(38度線のやや北、現在の沙里院)から狗邪韓国は「7千里」、邪馬台国は「東南1万2千里」と記述されている。郡から倭へ派遣された魏使は朝鮮半島の西岸と南岸の複雑な海岸線を回ってジグザクに水行(沿岸航法)して狗邪韓国に至っている。当時は海図がなかったのでこんな航路の長さは測れない。あきらかに「7千里」は測量値である。ほかに測量方法がないことから、この値は「1寸千里法」による測量値である。

魏使は對馬と壱岐を経て九州北岸に上陸し、さらに陸路と水行(河川航路か?)で女王国(邪馬台国)に至っている。對馬海峡の横断では、人力船にとっては速い海流のため大きく下流に流され、方位も記述できていないほどであるので、航路距離はもちろん測れない。陸路もたぶん曲がりくねっており(直線的な官道は律令時代以後のこと)、伊能忠敬と同じ導線法で歩測だったとしても、測量は極めて煩雑であり、とても道路で実測されたとは思えない。それどころか通った道路の記述がない。また魏使の行程区間には、日数で表わされた距離(時間距離)さえある。以上述べたように「1万2千里」は魏使の行程距離であるわけではなく、唯一の選択肢として、天文測量による成果であることは自明である。しかし驚くべきことに、ほとんど全ての歴史家は、帯方郡から人が移動したその海陸行程「南東1万2千里」のところに邪馬台国が存在していた、と思い込んでいる。史書に数値があっても、その数値をどうやって得たか(測定法)に全く思いを致していないようである。

前述した「倭人在帶方東南大海之中」「自郡至女王国萬二千餘里」のほか「倭地參問一一周旋可五千餘里」とある。帯方郡は204年遼東太守の公孫氏によって楽浪郡の南部に、行政・軍事の拠点として設置され、238年公孫氏滅亡後は韓や倭に対する魏王朝の窓口となった。邪馬台国は倭国を構成する南の国で、倭(連合)国王の卑弥呼の出身国である。魏使は狗邪韓国から邪馬台国まで五千餘里を現地調査した。

ここで東南(中心線N135E)という方位を『周髀算經』に頻出する辺長比3:4:5のピタゴラス三角形を使って近似した、とみる(N143.13E)。表1の④欄から見てもこの近似は妥当であろう。すなわち帯方郡(38.5N 125.7E)から1.2万里という斜め距離はその4/5である南北距離では9600里、狗邪韓国までの7千里は5600里である。これらの南北距離から日影長さ(9.6寸、5.6寸)が得られ、したがって現在の知識によって緯度を計算できる。「東南1.2万里」という測量結果から、邪馬台国は宮崎平野南部(31.9N)に、誤差を考慮しても南九州に、存在していたといえる。同じく「7千里」の狗邪韓国(倭国北端の国)は巨濟島(34.7N)付近である(洛陽と同緯度)。

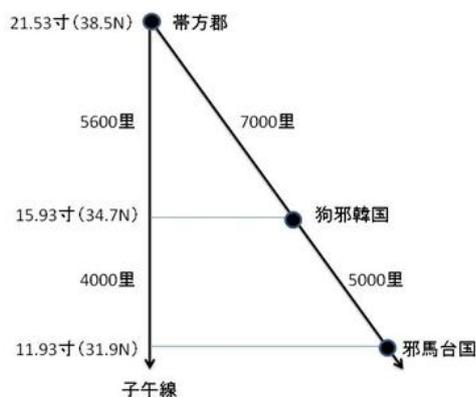


図3 倭人伝の地理認識

(東南をN143.13Eと近似した場合の計算例)

- ・帯方郡(沙里院付近、38.5N)を基点とする。
- ・直角三角形の辺長比は3:4:5
子午線方向距離に5/4を乗ずると倭人伝記述の斜め方向距離となる。
- ・帯方郡における内角は36.87度。
- ・左欄は夏至南中時における8尺の棒の日影長
- ・()内は1寸千里法による相当緯度

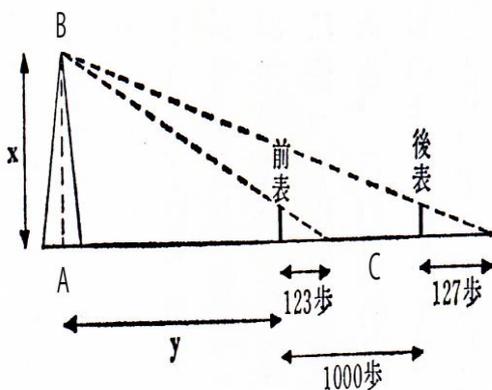
日影長を測るには誰かが夏至のころそこに居なければならない。遣倭魏使団の誰かが倭女王卑弥呼の出身国邪馬台国まで旅行し、1.2万里という距離の根拠となる日影長を観測したのであろう。

倭国＝邪馬台国とする歴史家は少なくないが、ここでは邪馬台国は卑弥呼の出身国にすぎず、倭国の首都は北九州（多分伊都国）にあった。熊本県は（かつて）細川首相が治めていた（知事であった）ところである、という文で、「熊本県」を「邪馬台国」に、「細川首相」を「女王」に置き換えると、漢文法には時制はないので、「邪馬台国女王之所都」となる。「都」とは「治める」の意で、都市は市（いち）を支配する官職名であろう。都市牛利という名は倭の最初の遣魏使団に見える。また中国には「都督」という官位もあった。

魏志倭人伝は、その著者と想定読者（朝廷百官）の測量法に関する共通の素養を前提に読まれるべきである。現代の我々は『周髀算経』の「1寸千里法」という天文測量法を正しく理解することによってのみ、邪馬台国の位置（所在地）を知ることができるのである。

補 『海島算経』の地上測量法： 陳寿の『三国志』執筆にやや先立って、劉徽という数学者が『海島算経』と題する地上測量学の教科書を書いた。想定読者は『三国志』と同じく、朝廷の百官である。内容のレベルは中等教育の数学程度である。『海島算経』の最初の例題は「海を隔てた島までの距離と山の高さを測る」というもので、書名の由来となっている。

図4 海島算経例題1による測量法の図解（藪内、1980の図にABCを加筆）



ここで表は測量に使う長さ3丈（30尺＝5歩）の棒である。尺と歩は、6尺＝1歩、300歩＝1里と換算される。

ある点に棒を立て（前表）、123歩退くと、山頂Bが見通せる。前表から1000歩後方に表を立てると127歩退いて山頂Bが見通せる。このとき前表から島までの距離（y）と山の高さ（x）はいくらか。原書には解答として、

島高（x）＝四里五十五歩、距離（y）＝百二里百五十歩とある。2つの相似三角形についての連立方程式は簡単に解ける。魏晋代の1里＝435m（1歩＝1.45m）では、島の山の高さは1820m、島までの距離は44.6kmとなる。127/5という比は十分認識されているが、それを角度で表わすというアイデア（三角関数）は中国では（劉徽にさえ）なかった。山の仰角はアークコタンジェント $\text{acot}(127/5)$ で、数表から2.25度である。

この仰角はこの測量法の限界に近い。理由は二つあり、一つは千歩（1.45km）離れた2点間で精度良く仰角2.25度の基準となる水平が確保できるかという問題であり、もう一つは地球の丸みのため、44.6km離れると高さ1820mの山のうち山麓部の156m分は見えないということである（大気差は無視）。要するに朝鮮半島南岸－対馬－壱岐－九州島北岸という50kmを越える距離はこの地上測量法では測れない。

『海島算経』にはこのほかさらに複雑な8つの例題がある。しかし基本的には、見透しによってできる相似三角形を組み合わせ、比例計算によって測量するという内容となっている。三国志演義（小説）で有名な赤壁の戦い（208年）の場を思わせる、高きに登って川幅を計る、というような例題もある。

劉徽は『海島算経』執筆に先だって、漢代からの数学書『九章算術』に註を入れている。例えば、円周を多角形で近似し、それまで3とされていた円周率 π の値を詳しく求めたり、円や台形などの面積と等積な正方形の1辺の長さを求めたりしている（平方根を求める開平法）。中国の数学では、ギリシャ数学のような抽象化は行われず、朝廷百官の実務のための例題の数値には必ず「単位」が付いている。また例題は現実でありそうな内容のものばかりである。漢代以前から書き加えられながら、教科書として使われてきたためか、『九章算術』の距離に関わる例題には、1里＝405m～435m程度の漢魏晋代の里の他に、1里＝67.5～72.5m程度の（短）里が「但書きなしに」使われている。『三国志』にも短里と長里の混用がある。

引用参考文献

藪内清責任編集『世界の名著2 中国天文学・数学集』 朝日出版、1980年

川原秀城（訳）『劉徽註九章算術』、および『九章算術』解説

橋本敬造（訳・註）『周髀算経』、および解説「ひらかれた宇宙論」

藪内清（解説）「中国の天文学と数学」

早稲田大学古典総合データベースとして、周髀算経 卷上・下（趙君卿注；甄鸞重述；李淳風 [ほか]注釈）、および海島算経（劉徽撰；李淳風注）の影印が公表されている。

このほか、中国哲學書電子化計画や Wikisource：維基文庫のページから電子版本が入手できる。

谷本茂「中国最古の天文算術書『周髀算経』之事」 数理科学、177、3月号、p. 52～54、1978年

半沢英一 『邪馬台国の数学と歴史学』 ビレッジプレス、2011年

表1 一寸千里法による地理的位置認識（推定値・計算値）

地名	①緯度	②太陽仰角	③太陽影（寸）	④方位	⑤東南方位の距離（里）			
					南北距離	150E	143.22E	135E
極	90.00	23.44	184.52					
沙里院（帯方郡）	38.5	74.94	21.53	起点	起点	0	0	0
ソウル	37.6	75.84	20.18	134	1350	1560	1690	1910
陽城北千里	35.44	78.00	17.00		4530			
周陽城付近	34.75	78.69	16.00		5530			
陽城南千里	34.06	79.38	15.00		6530			
巨濟島南端	34.70	78.74	15.93	145	5600	6470	<u>7000</u>	7920
須玖岡本遺跡	33.54	79.90	14.25	141	7280	8410	9100	10300
菊池平野	33.0	80.44	13.47	142	8060	9310	10080	11400
西都市	32.2	81.24	12.33	142	9200	10620	11500	13010
宮崎市	31.9	81.54	11.90	142	9630	11120	<u>12040</u>	13010
大隅半島南端	30.99	82.45	10.60	147	10930	12620	13660	15460
紹興市	30.0	83.44	9.20		12330			
福州市	26.1	87.34	3.71		17820			
北回帰線	23.44	90.00	0.00		21530			

①緯度で小数点以下2桁表示の点は定義点または地図による確定点

②緯度を θ とすると、太陽仰角 $=90.00+23.44-\theta$

③夏至の太陽南中時に8尺の表（棒）が作る影の長さの測定期待値（寸）

④沙里院を起点とする方位（度）。（北から東回りの度数）

⑤1寸千里法による沙里院からの南北距離（里）および方位の近似値をN150E（12方位の巳）、N143.22E（3:4:5△形）、N135E（東南の中心線）とした場合の斜め（計算）距離（里）