

量地指南に見る
江戸時代中期の測量術

吉澤孝和

目 次

はじめに	5
1. 世界における測量の発達史	6
(1) 古代エジプトにおける測量のはじまり	6
(2) 不滅の原理を追及したギリシャの科学者	7
(3) 実利に走ったローマ帝国が招いた科学の停滞	8
(4) 中国・近東における測量の記録など	10
(5) 近代測量学の幕開けとなったルネッサンス	11
(6) 学術論争がもたらした測量技術の発達	11
(7) 1メートルという長さはフランスが定めた	12
2. 我国における測量の発達史（江戸時代中期まで）	12
(1) 大化の改新と測量	13
(2) なぜ東国が西国より大きく描かれたのか	13
(3) 千年以上も用いられていた長さの単位「尺」	15
(4) 古代の都市計画と測量	15
(5) 混乱期における測量	16
(6) 西洋文明への目覚めと幻術	16
(7) 規矩術の普及した江戸時代中期	17
(8) 天体測量のはじまり	20
(9) 測量という言葉はこの時代に生れた	21
(10) 江戸時代中期の学問の発達と測量への貢献	21
(11) 「量地指南」の著者 村井昌弘について	22
3. 村井昌弘の著書「量地指南前編」について	23
4. 量盤術始計作法の事	25
5. 量盤術器械品々の事	28

6. 規矩術の基礎原理 -----	32
(1) 量盤術か規矩術か -----	32
(2) 規矩術は巧妙な図解三角測量である -----	32
(3) 規矩術の作業手順と基礎用語 -----	33
(4) 四品の標（規矩術で用いる4種の杭） -----	37
(5) 「残子一開方」に見る規矩術の基本的な作業手順 -----	38
(6) 三四五の形とは直角三角形のこと -----	40
7. 量盤術遠近法（規矩術における距離の測定法） -----	40
8. 量盤術広狭法（規矩術における遠方の点の位置決定法） -----	42
9. 量盤術高深法（規矩術における高低測量） -----	45
10. 村井昌弘著『量地指南』の規矩術に関する若干の考察 -----	48
(1) 平板測量との比較 -----	48
(2) コンパスによる長さの測定法 -----	50
(3) 規矩術ではどれほどの誤差を生ずるか -----	51
おわりに -----	55
岩崎博秋のこと -----	56
参考文献・引用文献（年代順） -----	58

はじめに

昨夏、北原寿麿氏から『量地指南前編』と題する古文献を紹介された。これは氏が天竜川流域の各地を訪ね、治水に関する資料を調査している際に、高遠町の岩崎家の蔵書の中に見付けたものである。この古文献は上・中・下の3冊で構成される木版書で、当時の土地測量がおよそどのような手法で行なわれていたかを知ることができる。また、この書物の精緻な手作りの木版書の文字や絵図面には、芸術的な美しささえ感ずる。

刊行は享保18年(1733)であるから、今から250年余の昔につくられたことになる。著者は南勢の人 蘇道村井昌弘、発行所は京都二条通富小路西江入町の平安書林橘枝堂、木版の製作者は野田藤八郎長昌、野田弥兵衛康春、野田太兵衛量久である。なお、同書巻末の出版目録によると、著者の村井昌弘にはこのほか『武学先入』『伊勢治乱記』『家業弁』など十数冊の著述がある。そのうち『量地指南』は全部で5冊を出版する予定のところ、この時点では上記前編の3冊ができ、他の2冊は「未刻」となっている。

筆者は現在信州大学工学部で測量学を担当している関係上、この古文献に少なからぬ興味をもった。古文書に接することは初めてなので、余暇をみながら辞書を片手に拾い読みを続け、その内容をおおよそ理解することができた。また、この古文献が高遠で発見されたことから推察すると、当時天竜川の治水を手掛けていた高遠藩の測量に、これに示されている手法が用いられていたことも考えられる。

この文献に対する筆者の研究不足から、不適切な表現や不備な点が多々あろうかと思うが、当時の測量技術を偲んで紹介することにした。

1. 世界における測量の発達史

古代に始まった測量技術の発達の歴史をたどり、本書で扱う古文獻『量地指南』が刊行された18世紀前半の日本の測量技術が、どの程度の水準であったか考えてみたい。

古代文明の発祥とともに、測量と数学（特に幾何学）は相互に密接な関係を保ちながら、人類の文化史に貢献してきた。現代は、広範な数学の理論や定理が理学や工学の分野で駆使されて、近代的な文化生活を可能なものとしているが、工学的な技術がそれほど発達していなかった中世までは、測量は数学の理論を実地に応用する代表的な技術のひとつであった。

（1）古代エジプトにおける測量のはじまり

広義の測量は原始時代に始まり、人類社会の発達とともに長い歴史を歩み続けてきた。地球上の位置関係を知ること、土地の境界を定めること、道路や水路などの公共施設を建設することなどに、測量は必要不可欠の学問であり技術であった。



図-1 粘土板上に描かれたバビロニアの地図
左：世界地図 右：地籍測量図（マイケル著『地図』より抜粋）

現在知られている世界最古の地図は、BC 2500 年頃のバビロニア地方の地図（図-1）で、これは粘土の板の上に世界が円盤として表わされ、まわりは海の環で囲まれている。

BC 2000 年頃に建設されたエジプトのピラミッド群は、その規模の大きさからみても、工事に用いられた測量技術の水準は相当に高いものであったと考えられる。

古代の測量技術がエジプトで発達したことには、毎年のように起こるナイル河の氾濫が深く関わっている。人々はそのたびに氾濫後の土地を整理したり、境界を復元するなどの必要から、幾何学にはじまる土地測量の技術が発達し、また、氾濫の時期を予測する必要から天文学や暦学が発達した。

（2）不滅の原理を追及したギリシャの科学者

ギリシャ時代は「近代文明の開祖」と言われるほどの優れた科学文明が発達した時代で、この時代に現代の幾何学や三角法や測量学の基礎をなす多くの重要な理論が芽生えた。三平方の定理の開祖ピタゴラスは、天体測量により BC 532 年頃にすでに地球が球形であることを提唱している。BC 200年頃、ヒッパルコスが三角法を創案したが、これは現代の三角測量の基礎をなすものである。これとほぼ同時代に、ヘロンは面積測定で重要なヘロンの公式を開発している。そして BC 150 年頃にトレミーは、地球が球形であることを前提としたトレミー図法による世界地図を作った。これらは、いずれも現代の測量技術の基礎となっている重要な定理や理論であることを銘記しておきたい。

なお天文学に関しては、中国においても BC 2000年頃にはひとつの

ギリシャで発達した幾何学、すなわち英語の geometry は、土地(geo)を測定する学(metry)という意味である。これを日本人はなぜ幾何学(キカガク)と呼んでいるのだろうか？ 時代はかなり降るが、中国に渡ったイタリア人宣教師マテオ・リッチが中国人の弟子徐光啓にユークリッド幾何学の原理を口述し、徐光啓は 1607 年に「幾何原本」を刊行した。このとき geometry の geo に当時の中国南部の発音のチオ（幾何）という宛字をした。しかし、これを直輸入した日本人は「チオ」とは読まずに日本流の「キカ」と読んで現在にいたっているのである。

体系が作られ、BC 600年頃には長足の進歩を遂げ、漢時代の初期には暦法の基礎としての天文学が完成したと伝えられている。

(3) 実利に走ったローマ帝国が招いた科学の停滞

さて、抽象的科学に徹して後世の科学の発達に偉大な功績を残した知的なギリシャの時代は、ローマ帝国の時代へと変遷する。ローマ人はこれとは対照的に実利的な民族であった。彼等は橋梁・道路・公共建築物・土地測量などの大土木事業を成就したが、時代の要求する具体的な応用以外には関心を示さなかった。ローマの哲学者キケロは「ギリシャ人は、幾何学者に最高の尊敬を払ったから、数学において最高の進歩を遂げた」とし、「我々ローマ人はこの方法を最大限に利用して、測量・計算にその実用性を発揮した」と述べている。

ローマ時代の文化は、一面的で模倣的なものとも言われる。何百万という他民族を奴隷として従属させ、その官僚主義はあらゆる社会的経済的改善を弾圧し、教育を最小限におさえた。ローマのキリスト教徒にとってはギリシャの学者はまさに異教徒であり、弾圧の対象とされたのである。

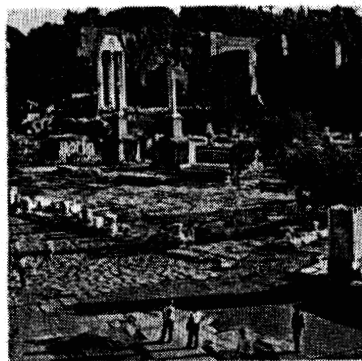
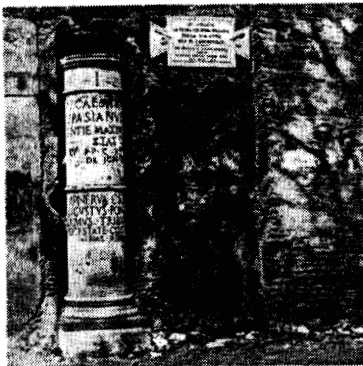


図-2 ローマ時代の道路

左：マイルストーン（里程標） 右：ローマ道の原点（フォルム・ロマヌム）
ローマ帝国は道路を建設し、それを土地の境界とした。

（『測量』1986・11より抜粋）

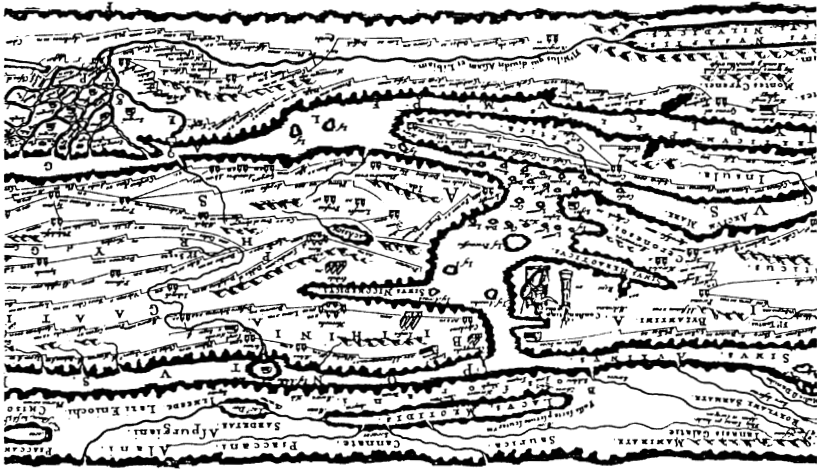


図-3 ローマ帝国の道路図

ローマ帝国の幹線道路図で幅 30cm 長さ 640cmの羊皮紙に描かれたものの一部(AD 250~500 年頃) 5,000 の地名と地点間の距離が記入されている。位置関係は不正確。(マイケル著『地図』より抜粋)

かくして、中世の暗黒時代の科学は宗教的な影響を受けてその進歩は停滞した。そして「ギリシャ人は星で地を測り、ローマ人は里程標（マイルストーン、図-2）で地を測った」と言われるように、ローマはその広大な領土からローマへ通ずる何本もの道路を建設し、ローマを起点としたマイルストーンを設けた。また、この時代の地図は宗教的な色彩が濃く、ローマを中心として各地に走る街道に記した一種の道中案内図的なもの（図-3）にまで退化してしまった。

ローマ時代に測量に用いられた器械類を図-4 に示す。ここで、下げ振りやハンマーや杭のほかに、江戸時代中期の我国で規矩術（キ

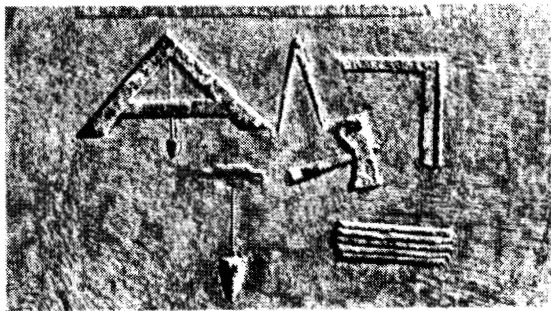


図-4 ローマ時代の測量器械

(『測量』1986・11より抜粋)

クジュツ)と呼ばれた測量手法で用いられたような、コンパスと直角定規があることに注目しておきたい。

(4) 中国・近東における測量の記録など

AD 300年頃、中国では黄帝が記里鼓車を作った。記里鼓車とは、車の回転を利用した距離計で、1里(中国では約600m)進むごとに車上の人形が太鼓を打つ仕掛けである。また、方位を定めるために磁石を利用した指南車を使ったことも伝えられている。

AD 823年、回教の教王カリフ・アル・マムンはバグダッド付近で地球の弧長測量を命じ、現在の正しい値に比べて、誤差が約3.5%という成果をおさめている。これは驚くべき精度である。

AD 900年代、シリアのアブール・ワーファとアル・バタニーは三角関数を開発した。この間、ヨーロッパにおいては測量に関する記録は見られない。

11世紀に始まる十字軍の遠征を機に、地中海を中心とした海上交通が

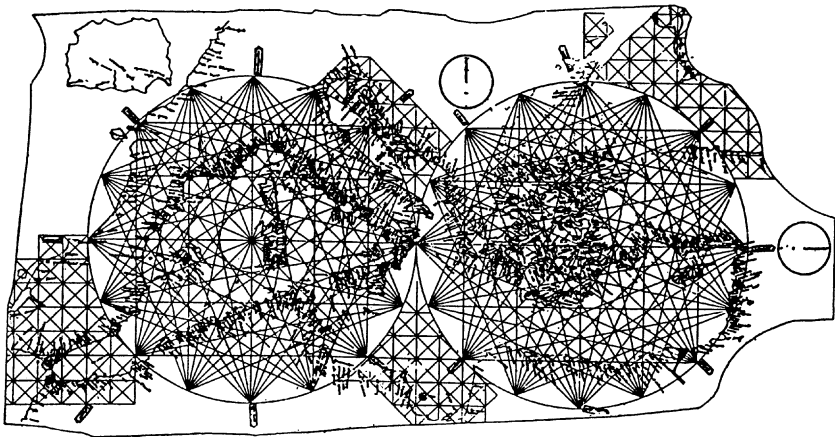


図-5 ポルトラノ海図(マイケル著『地図』より抜粋)

中世のものとしてもっとも正確な地図は、ジェノバの船乗りたちが作りあげたものと思われる。上に示したポルトラノとよばれた航海用海図がそれである。放射状に出たがいに交差している線が、さまざまな港の間をつなぐ航程線、つまり航路を示している。

発達し、羅針盤が出現した。そして図-5 に示すようなポルトラノ海図と呼ばれる港と港を結ぶ方位線を描き込んだ海図が作られた。このような海図の進歩が、その後の15世紀にポルトガルやスペインによる大航海や大発見を可能ならしめたのである。

(5) 近代測量学の幕開けとなったルネッサンス

14世紀から16世紀にわたってヨーロッパを風靡したルネッサンスは、優れた古代ギリシャの科学を再認識するとともに、測量学の分野においてもこれに貢献する数々の発明や発展をみた。1471年、レギオモンタヌス(ドイツ)はギリシャの古典を翻訳して、平面三角法と球面三角法の理論をほぼ今日の形に完成させた。1500年末には、チコ・ブラヘ(デンマーク)が2つの島の位置関係を三角測量方式で求めた。1609年にはガリレオ(イタリア)が望遠鏡を発明し、1614年にはネピア(スコットランド)が対数とその計算表を考案した。今でこそ複雑な三角測量の計算もコンピュータで容易に処理することができるが、ごく最近(1960年代)までは、対数表なしには測量計算ができなかったことを思い起こしてみたい。

1617年、スネリウス(オランダ)は現在の三角測量方式を開発し、1631年にはバーニヤ(フランス)が副尺(バーニヤ:発明者の名をとったもの)を発明した。

(6) 学術論争がもたらした測量技術の発達

この時代に、フランス学士院が地球の形状の究明に関して果たした貢献は大きい。フランス国王ルイ14世は1666年に学士院を創設し、ドミニコ・カシニ(イタリア)を招いて地球の弧長の測量を指令した。その本来の目的は、戦火や自然災害に耐えられるような長さの基準を設定することにあつたが、それが「地球の形が扁平である」という思わぬ発見に展開した。このことについて簡単に述べてみよう。

1669年に、ピカール(フランス)が十字線付き望遠鏡を用いて三角測量を実施し、基線測量には木桿(木製の長い物差し)を使用した。彼は、13個の三角形の測量計算に初めて対数計算を採用して、1象限^{*}の弧の長さ

* 1象限は円の $\frac{1}{4}$ 、この場合は、地球の北極から赤道までの長さをいう。

を11,233kmとした（正しい値は10,000km）。誤差は約12%で前述(823年)のカリフ・アル・マムンのもの（約3.5%）より大きい。

1672年、リシュール(フランス)はカシニが創案した木星の衛星観測による緯度測量に出張して、パリ（北緯44°）とカイエンス（北緯4°）の間で柱時計（1657年にハイゲンス(オランダ)が発明）に1日2.5分の差が生ずることを発見した。低緯度で時計が遅れることは、振子の周期($T = 2\pi\sqrt{L/g}$)において重力加速度 g が小さくなること、すなわち地球の形状が偏平な回転楕円体であることを立証する発端となった。

1685年にはニュートンが万有引力の法則を発見し、その理論をもとに1687年には地球の偏平率を計算した。同じ年にハイゲンス（時計の発明者）も独自に偏平率を計算している。かくして「地球は偏平か偏長か」についての大論争が英仏の学界の間で華々しくたたかわされた。そのため、カシニ父子は1683年から1718年にわたって精密な測量を実施し、1735年、ルイ15世はカシニの進言に基づいて高緯度と低緯度の地点での弧長測量を学士院に指令してこの論争に決着をつけようとした。

（7）1メートルという長さはフランスが定めた

このような経緯を経て、近世のヨーロッパでは、近代測量学と測量の技術が長足の進歩をとげたのである。因みに1メートルという長さの単位はフランスが1792年から1798年にわたり、パリを通る子午線の長さをダンケルクからバルセロナの区間で三角測量により測定して地球の1象限の長さを計算し、その1千万分の1を1mと定めたものである。

2. 我国における測量の発達史（江戸時代中期まで）

村井昌弘による『量地指南前編』の刊行は享保18年(1733)である。ヨーロッパではすでに近代科学の基礎が確立し、三角測量で地球の大きさを測定していたこの時代に、鎖国政策の下でようやく知ることのできた測量の技術が、この『量地指南前編』に代表されるような前時代的な手法であった。しかも当初は、これが人々の間で「南蛮渡来の幻術」などと

考えられていた。それが江戸文化や忠臣蔵で知られる元禄に続くこの享保の時代の我国の姿であった。本章では、我国における測量の技術が古代からこの江戸時代中期に至るまでの間に、どのような変遷を経てきたかを簡単に述べることにする。

(1) 大化の改新と測量

我国への仏教伝来(538)に伴って、当時中国大陸で用いられていた度量衡や測量の技術が逐次伝えられ、古来の原始的な測量にかなりの改変がみられた。聖徳太子は593年に土地丈量を行ない、6間四方すなわち36坪を1畝、その10倍を1反と定めた。図-6は大化の改新(645)に伴う検地の記録で、班田図と呼ばれる当時の地籍図である。この図から当時すでに、土地の広さ、新田開発、利水工事などに関する測量が行なわれたことがわかる。

(2) なぜ東国が西国より大きく描かれたのか

我国に存在する最古の日本全図は行基菩薩(668-749)が作った海道図(図-7)で、実物は約200万分の1の縮尺で石面に彫り込んである。行

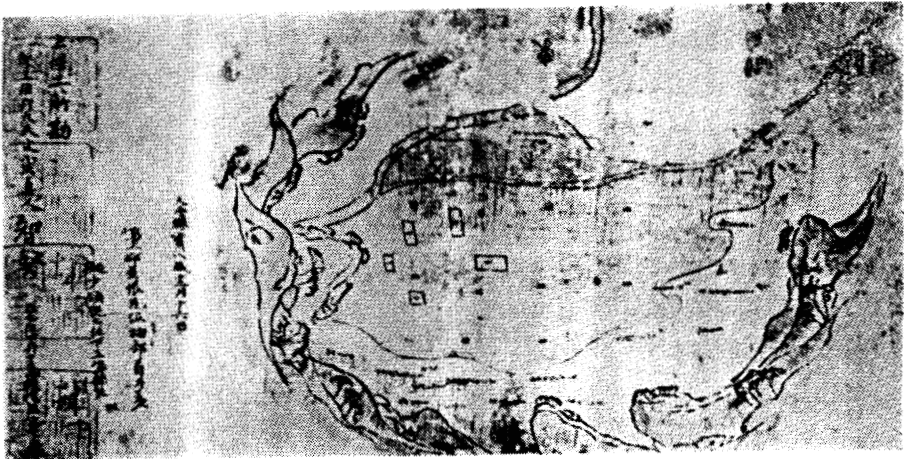


図-6 東大寺開田地図(奈良国立博物館所蔵)

正倉院古文書によると、このような地籍図の作成は畿内班田司という役所で行なわれた。組織は準判官(行政官)5名、算師(測量技術者)20名、史正(書記と事務員)50名 計75名であった。(武田著『測量学概論』より抜粋)



天の高き一万余八千九百四十里
 空の高き四万九十里
 かみのやしろ (神の社) 二万七千七百十三
 ほとけのてら (仏の寺) 二千九百五十八

くに (國) 六十六
 こおり (郡) 六百一
 がう (郷) 九万二千
 むら (村) 九十万九千八百五十八
 さと (里) 四十万五千三百六十八

田八十萬九千八百十六町余
 畠十一萬七千四百四十六町
 をとこ (男) 十九億九萬四千八百二十八人
 をんな (女) 二十九億四千八百二十人

図-7 行基図 (わが国最古の日本全図)

地図の欄外には当時の国勢調査が示されている (読みやすく活字になおしたものを示す)。(武田著『測量学概論』より抜粋)

基は諸国を行脚して仏教を広めると同時に、道路を造り橋を架け、開墾や灌漑などの土木工事を行って、人心の善導と公益を図った。そしてその見聞に基づく豊富な知識と博学をもとに海道図を編集した。面白いことに、この地図は京都以西に比べて関東と東北地方がかなり間のびしている。これは当時の距離測量は旅人の1日の旅程を基準としており、当時辺境であった東国地方は道路の整備が不十分で、同じ距離を歩く日数が西国に比べて多くを要したため、このような地図が出来上がってしまったわけである。

（3）千年以上も用いられていた長さの単位「尺」

当時の長さの尺度は、中国の周の時代に定められた周尺と呼ばれるもので、これは我国の曲尺（カネジャク）* の6寸程度で、ほぼ拇指と中指を拵げた長さである。長さの尺度の基準として、身体の一部の長さを利用したのは、古代には洋の東西を問わず共通のことであった。

我国が独自の尺度を定めたのは713年（和銅6年）のことで、これがその後千百年もの長きにわたって用いられてきた曲尺の起源である。

（4）古代の都市計画と測量

奈良朝時代(710-787)に行なわれた条里制は、今日のいわゆる耕地整理や区画整理と同じく、土地の区画を大規模に整理するものであった。条里制においては土地を1里毎に東西南北に区画し、東西を条、南北を里と呼び、場所の所在は例えば5条3里のように表わした。これは現代の方眼座標法による位置の表示法と同じである。このような近代数学的な考え方が、千数百年の昔の我国にも存在したことは注目し得る。

この時代、709年には都が平城京（奈良）に、そして787年には平安京（京都）に遷都された。これらの都市計画において、東西南北の道路の区画は正確な真北を基準としているが、このような土木工事は、精度

* 曲尺は地方によってかなりの差があった。そのため、我国は1885年に国際メートル法条約に加盟し、その時輸入した国際メートル原器を基準として、全国の曲尺を1尺=30.3cm（33尺=10m）に統一した。

の高い天体観測技術が用いられなければ成し得ないことである。

このように奈良朝時代の我国では、かなり高度な測量が行なわれていた。その背景には、文武天皇が701年の大宝律令により「学令」を布告して算数の科を定め、中国大陸の学問を修学させたこと、そして算数の典書には、測量に関係した事項が非常に多く含まれていたことなどが寄与したものと考えられる。

(5) 混乱期における測量

しかし平安朝時代に入ると、我国の測量は次第に衰微していく。その後は桃山時代に至るまでの約700年の間、測量に関することは歴史面にあまり示されていない。

あえて探せば、1189年、源頼朝が奥羽地方の地図を作成させたこと、1368年、足利義満が諸国の田の測量を命じたこと等の記録が見られる程度である。この時代においても、軍事目的や荘園管理等のために必要な測量は、何らかの方法で行なわれていた模様ではある。

応仁の乱以降の国内は大きく乱れ、度量衡も土地台帳も混乱をきわめた。各地に割拠した群雄は、それぞれの領地内において便宜的な度量衡を採用し、測量なども独自の手法で行なっていたものとみられる。

この不統一の状態を改めたのは豊臣秀吉である。彼は、天下統一を果たすや1589年から6年間に「太閤検地」と呼ばれる大規模な土地測量を全国的に実施して土地台帳を整備し、その結果を総合して「文禄国絵図」と呼ばれる日本国絵図を作り上げた。これは地図というよりも日本画調の風景画をとり入れた見取り図的で、美術品に近いものであった。ギリシャ時代のトレミーの世界地図に比べると、極めて幼稚で科学的な根拠に乏しいものである。

(6) 西洋文明への目覚めと幻術

この時代、我国においても徐々に、西洋文明が輸入され、1542年のポルトガル人の種子島漂着が機となって、織田信長はキリスト教と共にその文化を収め学校を起し、安土城の構築には旧来の制を破って西洋式測

量法と算法を採用した。しかし1587年、秀吉はキリスト教を禁止し、家康もこれを踏襲した。1637年の島原の乱以来、異教徒に対する弾圧は強化されていき、1639年、ついに幕府は鎖国令を布き、洋書の輸入も禁じた。天文・測量などの学術書もその影響を受け、洋式測量はクリスチャン・バテレンの流れをくむものとして疎んじられた。

このような時世の中で、1643年に日本に漂着したオランダ人の外科医カスパルと長崎の与力樋口権右衛門との出会いは、我国の測量の歴史上初めて『西洋流測量術』の書物を生み出す発端となった。権右衛門はカスパルから遠近測量術の伝授を受け、1648年に『規矩元法』を著わした。規矩(キク)術とは、平面に仕上げられた板(見盤:ケンパン)の上で直線定規(矩:ク)を用いて現地と相似する三角形を作図し、その三角形の辺長をコンパス(規:キ)を用いて測ることによって、遠近・高低を求めるといふ測量の手法である。これは、現代の平板測量における前方交会法とよく似た図解的な間接測量手法である。規矩術は目標物までの距離を直接測る必要はなく、しかも図解法であるため計算を必要としない。このような方法で、目標物の位置とともにそこまでの距離を知るといふことは、人々をして「南蛮渡来の幻術」と言わしめた。そのためかどうか、当時の将軍家光は規矩術の世伝を禁止するという達しを出している。

(7) 規矩術の普及した江戸時代中期

しかしこの規矩術は、1657年の江戸の大火(明暦の大火)でその価値を認められることとなる。幕府は当時の測量術の権威北條氏長に命じて災害後の江戸町内の実測図を作らせた。氏長は樋口の門人や自己の門人達を測量御用人に採用して、わずか数十日の間に測量と地図の作成を完成し、江戸市街の区画整理に大きな貢献をなした。その驚異的な功績を認められ、それ以後はこの規矩測量術も純正なる学術として普及していく。

氏長は、南蛮流の測量を樋口の門人金沢刑部から受け、1647年には家

光の命を受けて諸国の城郭の図を作っている。規矩術は城外のかなり遠隔な場所からでも、間接的に城内の目標物の位置を定めることができる。憶測するに、幕府が世伝を禁止した意図は、このあたりにあったのかも知れない。1651年、氏長は將軍の命により東海道をはじめ、諸国の主要街道の道程測量図を作った。

当時の測量検地などに使用された用具を図-8 に、また、図-9 にはこの時代の距離測定の作業状況を示す。現代のポールにあたるものが梵天竹である。梵天(ボンテン)とは、修験道や祭礼の行列で捧げ持つ大きな御幣を付けた棒のことであるが、これを測量用に簡略化したのであろう。

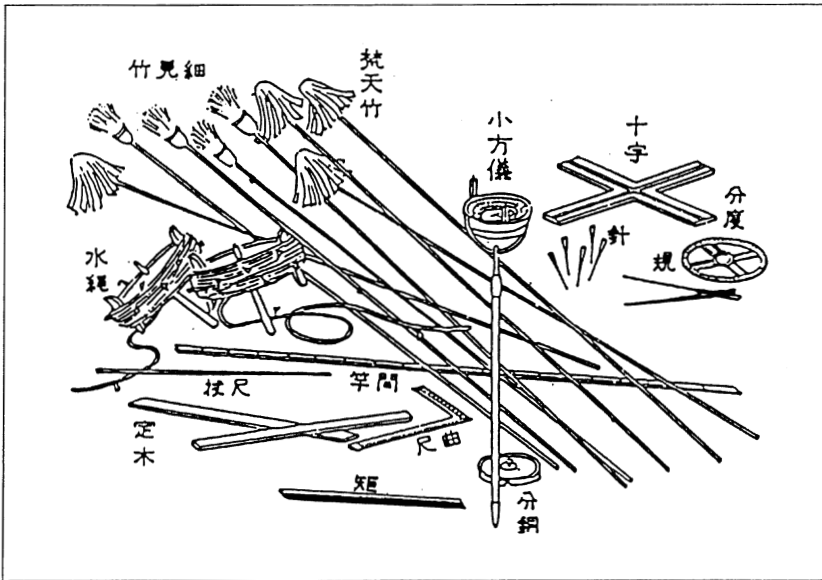


図-8 検地用具

(1)分度器 (2)規 (ブンマハシ) (3)針 (4)曲尺 (5)矩 (モノサン) (6)定木 (7)分銅 (フンドウ) (8)十字 (直角を検定するもの) 以上は製図用器具なり。(9)小方儀 (磁石及びサイトを附して展望に使用す) (10)梵天竹 (地点を示す竿) (11)細見竹 (近距離に立てる竿) (12)水鏡 (長距離測定に用ゆ) (13)間竿 (短距離測定に用い、6尺1間である) (14)尺丈 (1間以内の測定に用ゆ)

(真田著『明治前日本土木史』より抜粋)



図-9 江戸時代中期の距離測量（1700年頃）

梵天竹（現代のポール）を立てて直線を見通しながら間縄（ケンナワ：1間ごとに目盛りをつけた縄）を張っていく。1間以下の端数は間竿（ケンザオ）を用いて測定する。帳付は帳面に筆で記入している。（『測量』1978・9より抜粋）

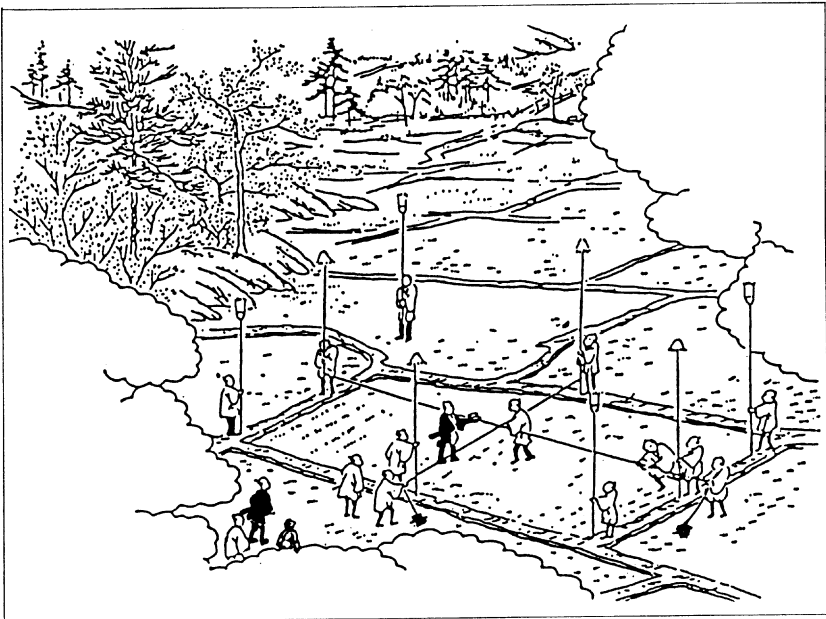


図-10 各筆検地の図（1700年頃）

江戸時代中期の土地の面積測量の状況。黒い服装は検地の役人。左端には立合いの庄屋の姿が描かれている。（真田著『明治前日本土木史』より抜粋）

距離は間縄（ケンナワ）で1間単位に測り、端数の部分は間竿（ケンザオ）で1尺または5寸単位に測定した。測定値は帳付役が筆で記帳している。図-10 に同じ測量用具を用いた検地の状況を示した。これらの作業状況は、いずれも規矩術が普及する以前の、日本古来の測量方式を示したものである。

1653年、江戸の住民 庄左衛門、清右衛門兄弟は幕府に玉川水流を導く許可を取りつけ、1年がかりで玉川上水を完成させた。当時の測量器具にはまだ正確な水準器がなく、割竹や器に満たした水の面を用いていた。測量の精度を保つため、夜間を利用して線香や提灯の光を見通すことによって土地の高低を測量した。

以上が我が国の江戸時代中期に至るまでの、土地や道程や高低の測量に関する、いわゆる「量地」と呼ばれる地上測量の手法のあらましである。

（8）天体測量のはじまり

これに対して「測天」すなわち天体観測によって地球上の位置を定めるといふ測量術の研究は、安井算哲にはじまる。算哲は1659年、頽廢していた我国の暦法の改正を図り、中国・四国地方において経緯度を測定して、日食や月食の研究を行なった。1678年には江戸麻布において緯度を測定して北緯 $35^{\circ}38'$ を得た。これは明治年間の測定値に比べるとわずか $1'17''$ の差で、観測器の不完全な時代にこのような精度を得たことはまさに驚異的なことである。図-11 には参考までに、これより約 120年後



図-11 江戸時代後期(1800年頃)における伊能忠敬の天文測量の図 (『測量』1978・9より抜粋)

の寛政年間に、伊能忠敬が行っていた天体観測の状況を示す。

算哲は元禄12年(1699)に緯度測定の結果をまとめて『天文成象』を著している。ちなみにこれから3年後の元禄15年12月14日の江戸では、赤穂浪士の吉良邸討入りがあった。

(9) 測量という言葉はこの時代に生れた

1717年、細井広沢は『秘伝地域図法大全書』という2巻の書物を著した。ここで特に注目すべきは、現在の「測量」という言葉はこの書物によって作られたということである。すなわち中国の「測天量地」という熟語から測量という日本式の用語を考案した。広沢は我国の測量の大半が古く唐から伝来した「量地」的な技法のまま千年以上も続いていることを憂慮し、紅毛国の術にいう北極出地など、天体を測って位置を決定することの必要性を力説するため、「測量」という語を用いた。

広沢は儒学者としても書家としても有名である。そしてまた討入前の赤穂浪士に対しても深い理解を示していた。特に堀部弥兵衛・安兵衛父子の良き相談相手であったという記録も見られる。

(10) 江戸時代中期の学問の発達と測量への貢献

我国の数学史上で有名な関孝和もこの時代の人である。彼の門人建部彦次郎は享保4年(1719)、将軍吉宗から日本輿地図の修正を命じられた。孝和はこの門人のために、三角法に似た交会法を考案し、4年を費やしてこの事業を完成させた。その測量方法には関独自の科学的な考え方が窺える。すなわち磁石を用い、方位を天体観測で点検し、すべての図面の縮尺を統一したことなどである。

西川如見という測量学者は1720年「日本水土考」を著している。また同じ頃、万尾時春は「町見術」を著すほか、多年の研究の結果、現在の平板測量のアリゲードに似た真鍮製の測量器具「四六面様合尺」を発明した。なお「町見術」とは当時の西洋式測量術に対する一般的な呼称である。

福山履軒は1727年、駿河国吉原駅より富士山の高さを測量して3885m

と算定した。斜面の距離を実測し、斜面の傾斜角は2本の柱を離して立て、山頂を見通すことによって求め、三角法により高さを算出したものである。この数値は、明治時代の近代測量による測定結果(3778m)と比較しても驚くべき精度である。

将軍吉宗は学術の発達を重視し、宗教以外の洋書の輸入を緩和した。自らも暦算や天文測量に興味を持ち、江戸神田に天文台を設立した。前述の如く日本地図の改修を行なうとともに率先して測量術を奨励したため、この時代に多くの測量術の大家が輩出した。1733年に『量地指南前編』を著した村井昌弘もその中の1人に数えられている。

なお、伊能忠敬が日本列島の測量に着手したのは、さらに後年の寛政12年(1800)のことである。

(11) 『量地指南』の著者 村井昌弘について

さて、本書の以下の章では、村井昌弘の著した『量地指南前編』の内容について主要な事項を紹介するとともに、筆者の考察を述べていくつもりであるが、村井昌弘とはどのような人物であったかということについては、「はじめに」で述べた「このほかにも十数冊の書物を著している」ということ以外は、現時点では筆者は分かっていない。ただ、昌弘よりもかなりの昔に、村井三左衛門という測量技術者のいたことが、前述の細井広沢の著書の中で述べられている。昌弘と血縁関係がある人かどうかは定かではないが、参考までにこの人物に関する記事を示しておきたい。なおこれは、楠善雄氏が「日本測量地図史上に先駆する人達」と題して日本測量協会機関紙『測量』(1975・3)に掲載した記事の一部をそのまま転載したものである。同氏は、原文を読みやすいように多少修正加筆している。

細井広沢『秘伝地域図法大全書』より抄出

「此術阿蘭陀人よりは推しくるんで、ピロウトと云て学べり。阿蘭陀人は絵図を作る為に町を見、且つ又町を知て石火矢の為にすると也。其

品十箇条のみ也。是古目錄也。（古目錄卷末に出す）此術の知慎に伝はる處は、知慎が父兄故老中職松平日向守信之に仕ふ。時に浪人村井三左衛門、此法を知ること聞いて是を招く。村井又師木部四郎右衛門を薦めて、同じく日州に仕ふ。日州時に明石を領せり。二人に命じて領内の図を作らしむ。其神速に成ことを感ず。又其余りの及ぶ處、淡路四国の片面、名山諸島、隣国隣山の遠近道程まで、掌を示（ミ）るが如し。日州大に驚嘆せり。又大和郡山に移りて、二人に命ずること前のごとし。二人相約して、城内城下は村井、野外郷村は、木部、分間を同じくして図し、木部は図の中を空くし、村井は外を缺て、城に登り是を合するに、寸分の相違なし。木部郊外を巡る時、百姓等云く、本多家の時（註：郡山の古主）絵図出来たり。人民大に勞して、三四年にして成たり。此度の人々は、民を勞せず。少人数にて所々略々に見て通ること甚不審（イブカシ）。中々成就すまじき也と嘲りたり。大和は山国なれば、殊に一見して遠に及びやすし。よりにて輒く出来たる也。又下総古河に移り、二人に命ず。下総は野国にて、林木繁茂也。因て播州和州よりは日数を歴たり。其絵図明石よりは郡山よし。郡山よりは古河よし。連々功をつむ故也。習の外の方便口伝等様々に出たり。医術も経験を以てこそ名人にはなれ、三折、肱為良医と云に同じ。七万石までの地、海国山国野国、三度まで試たれば、世に所謂青表紙の学文、鞍掛の御術、畠水練の類にあらず。此流に入て学ぶは、誠に技能の天福と云べし」

3. 村井昌弘の著書『量地指南前編』について

村井昌弘の著書は図-12 に示すように、正式の書名は『図解：量地指南前編』で、上中下の3冊で構成されている。図解と言うだけに、日本画的な説明図が各所に用いられており、内容はすべて規矩術に関するものである。

上巻は、量盤術始計先量作法の事、見込・見通・見返の事、四品の標

高深法が述べられている。前者は遠隔の目標の位置を図解的に定めるための術法を8種類示し、これによって遠方の島の形とか城の大きさなどを測量できることが述べられている。後者は山の高さや谷の深さを間接的に測定する手法を7種類示している。

『量地指南前編』の概要はこのようなものである。その中の説明図のひとつ「量高二術方」を図-13に示した。日本画的な趣のある木版画は目を楽しませてくれる。

なお、著者の村井にはこのほかに図-14の出版目録に示すように『武門図会』『武学先入』『伊勢治乱記』『家業弁』『製作弁』など80冊余もの著作がある。この博学ぶりと著作数は、現代人にはまさに驚異的なことと言えよう。

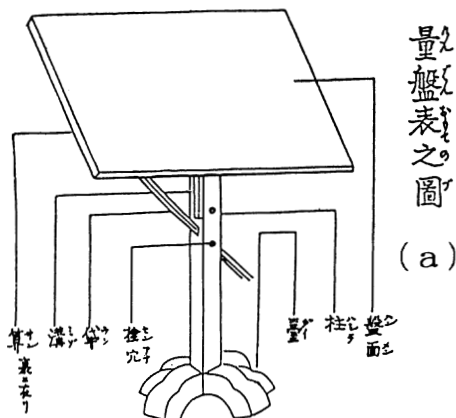
4. 量盤術始計作法の事

これは『量地指南前編』の上巻の最初にあらわれる講述の標題である。この中では量盤術を始めるにあたり、そこで必要となる基本的な動作を解説している。著者村井昌弘（以下村井と略称）は量盤術を「ケンバンジュツ」と読ませている。

量盤とは図-15に示すような脚付きの木製の平板で、平板の寸法は縦1尺4寸、横1尺、そして脚の高さは1尺2寸である。現在の平板測量器具と良く似ているが、量盤はその表面を水平または鉛直に据えることができた。しかし高さは地上40cm程度であるから、現在の測量器械の高さに比べると非常に低い。

南勢越前村井昌弘先生著作		鹿橋堂版行目録	
量地指南	五冊	門前編三冊	出来
武林子義	五冊	門前編三冊	出来
八陣合致	五冊	近目	出来
武門図会	五冊	未刻	出来
武学先入	五冊	未刻	出来
伊勢治乱記	十冊	未刻	出来
神武逆精	十冊	未刻	出来
伊勢治乱記	十二冊	未刻	出来
神武逆精標題	一冊	近目	出来
軍係十八癸丑午夏六月望日		同	出来
		京都	出来
		野田藩八郎長島全刻	出来
		野田彌兵衛庸春	出来
		野田太兵衛重久	出来
		江戸	出来
		野田太兵衛重久	出来
		成功辨	出来
		製作辨	出来
		兵格辨	出来
		輕卒辨	出来
		家業辨	出来
		被甲辨	出来
		一單騎要略	出来
		十六卷書	出来

図-14 村井昌弘の著書の紹介
未刻はその後、出版されたかどうかは不明



量盤表之圖
(a)

圖之の盤平

圖之の盤立

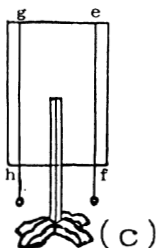
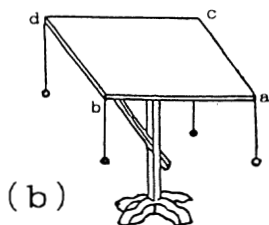


図-15 量盤之図(見盤)

量盤表之図 平盤之図 立盤之図

盤面を水平または鉛直に据え、その上で作図を行なった。規矩術の主要測量器具である。

規矩術のこと)の実行前にこれを行なうことが、作業能率を高め誤測を防止する上で非常に役立つ。先量は視観察ともいう。

視とは、無我の境地で私意を用いず、思案せずに即座に目測を行なう事である。観とは、あちこちの遠近を比較してみる事で、察とは、その場所の地形や天候の条件を考慮して測る事である。この三字は経典に由来する。日常生活においても常にこの心構えで眼を鍛えることが肝要である。

この時代、量盤を見盤と書いた学者もいたようである。これならば「ケンバン」と読む事に抵抗を感じない。しかし明治以前の我国では、文字は統一されてはおらず、思い思いに適当な当て字を使う風潮もあったようである。本書でも単に平仮名で書けば通用する部分に、同じ発音の漢字を何種類も用いて、漢字の知識を楽しんでいるような箇所も見られる。

さてここで、量盤術始計作法について主要なものを若干例示し、現代調に解説してみよう。

先量(センリョウ): 目測で距離や高さを予測することである。量盤術(すなわち

精眼（セイガン）：目標物の方向を正確に見通して目標を精密に見込むこと。常に眼力の精度を高め、目標を見違えることのないように努める。しかしながら目標の見え方は、場所・地形・天候・時刻・季節によって様々に変化する。また、太陽や風の吹く方向に対して、真向かいとなるか、これを背にするかにより、さらにまた、目標に対する視線が上向きか、下向きか、水平か等によって目標を見込む際の条件は千変万化である。人々の視力は一定でないため、この精眼に対する一般的な教授法はない。日常あらゆる場所において空眼(クウガン:図-16 のような目つき)

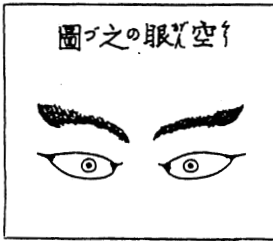


図-16 空眼

俗にこれを「目ばかり」ともいう。目標までのあらましの距離を、自分の眼力のみで測定する。



図-17 精眼の姿勢

目標を凝視しているときの姿勢。これにより、目標に対する遠近・広狭・高低・浅深を目測した。

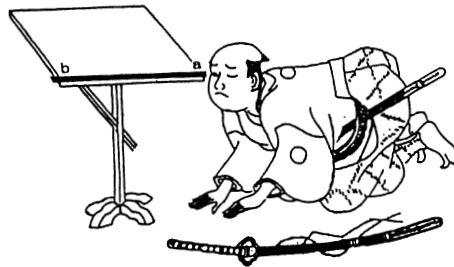


図-18 見込の姿勢

定規を盤面に載せ、定規の両端と目標が一直線上に並ぶように見込む。体を平直にしてひざまづき、尻を少し上げて両手をつく。この姿勢で右眼を用いて目標を見込む。「眼甚だ定規に近きときは目標定まらず。眼甚だ盤面に遠きときは見込乱れて極まらず。その中正を得べし」「鳥銃をためる心持ちにて見たるがよし」「人我が身に備わる規矩あり。その己が受け得たる規矩をもちて見るべし。唯その至要は座作進退の間にも、怠らず精練を励ますべし」等々。

眈視之図

の練習を積むことが大切である。また、経験深き人から面授することもよい。

図-17 は遠方の目標までの距離を目測するときの精眼の姿勢である。そして図-18 は前記の量盤を水平に据え、定規を用いて遠方の目標を見込むときの姿勢である。望遠鏡などは用いず、すべて肉眼のみで作業している。しかしこの方法も訓練によっては、かなりの測量精度が得られたはずである。何となれば、現代においても弓道を見ると、遠方の小さな的を見事に射抜いているのであるから。

村井の著述における「先量の作法」と「精眼の作法」は、測量器械に頼りすぎる傾向のある昨今の測量技術者にとっては、とかく忘れられがちな作法であるけれども、実際の測量現場においては十分心得ておくべき大切な注意事項なのである。

5. 量盤術器械品々の事

ここでは、量盤術（規矩術のことであるが『量地指南』では「ケンバンジュツ」と呼んでいる）において、当時使用されていた主要な測量器械について述べる。原書では上記の標題のもとに、次のような記述が続く。ただし読みやすいように、原文を多少現代調に直した部分もある。（なお、以後の記述においても、特に断わらないが、読みやすさを考えて手を加えたところが多い。ただし、なるべく原文を活かすよう心掛けた。）

「量盤術の器械。古製、新作、大小、精粗すべてその異同は一般ならず。今その無益の品を除き、有用の物を採りて図して知らしむ。いわゆる量盤(ケンバン)、定規、渾発(コンパス)の三器は、就中その枢要たる物なり。また釣玉(チョウギョク)、垂針(スイシン)、墨筆(スミサシ)、遠眼鏡(トオメガネ)、標木(シルシギ)、間縄(ケンナワ)、間竿(ケンザオ)等、是その当用たる物なり……」

これらの器械器具の概要について述べてみよう。

量盤：「遠近広狭高低浅深の形を、これが盤面に引き縮め測り知る器に

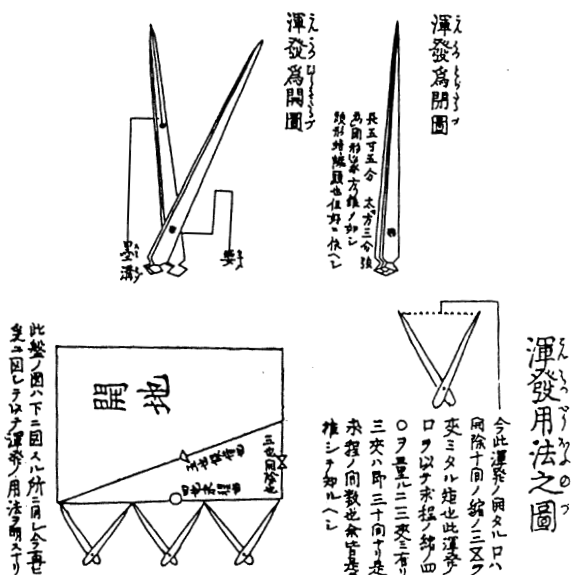


図-21 渾発(コンパス)とその使用方法

コンパスを開いた図を見ると、脚の内側に溝が付いている。そこに墨を満たしておく、脚の先端で線を引くことができる。コンパスの使用法の説明図では、三角形の各辺の記法を、○、△、×のように示している。現代ならばa辺、b辺、c辺と呼ぶところであるが、当時は多分これらの辺を(マル)、(サンカク)、(ツツミ)などと呼んでいたのであろう。

紅毛国(オランダコク)より来たるをもちて上品とす。その製、黄銅をもて作る。また鉄をもて作るもよし。……長さ5寸余り。その形扇子の上骨2本合わせたるに似たり。……先の内面に墨溝を設くべし。また外面に曲尺の目を盛り付けたるもよし」

以上述べた、量盤、定規、渾発が、いわゆる規矩術の三種の神器である。図-22には、そのほかの器具類を一括して示した。その使用法の概要を簡単に述べておきたい。

釣玉(チョウギョク):糸の下端に鉄球の錘(オモリ)をつけ、上端は針を用いて量盤に釣り下げる。これを図-15に示したように用いて、量盤を水平または鉛直に据え付けることができる。

垂鍼（スイシン）：天秤の原理を応用して盤面の水平を検するもの。これは一例で、かなり凝った形状のものもあったようである。

墨筆（スミサシ）：盤の上で、定規で直線を引くための道具（竹製）。

間縄（ケンナワ）：当時の巻尺。麻で作った細い縄で、水に濡れても伸縮しにくいように、表面に蠟または渋を引く。1間ごとに目盛りを付け、全長60間のものが多かった。

間竿（ケンザオ）：1間よりも短い長さ（尺・寸）を測る用具で、檜または樅の木を用いる。全長9尺で、3尺ごとに銅金が付いている。伸縮できるものもあった。

標木（シルシギ）：測量用の杭のこと。長さ2～3尺、直径2寸程度の大きさに「長短大小その時の宜しきに従うべし」「かねて貯うべき具にあらず。機に臨みて作るべし」としている。距離が遠くなると目印として、標木の頭部に紙か布を取り付けた。

遠眼鏡：図に書いてあるような文字を（トオメガネ）と読ませた。「眼勢の及ばざるところをてらして。遠里遠町の目的（メアテ）を明らかに見

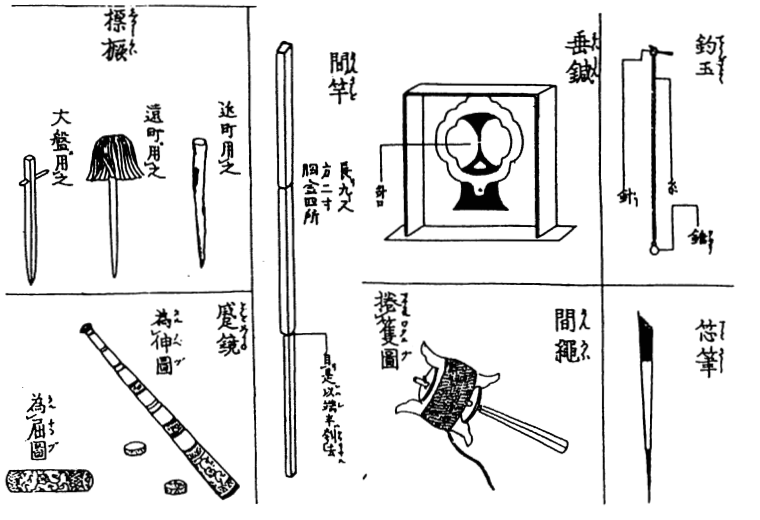


図-22 量盤術（規矩術）に用いられた各種の道具

定むる器（ウツワモノ）なり。紅毛国の作物を佳とす。その上品なるものは数十里をてらし。その中品なるは数里をてらし。その次品なるは数十町をてらし。その下品なるものは数町をてらす。その最上の品にいたりては求むるに得やすからず」

6. 規矩術の基礎原理

（1）量盤術か規矩術か

「量地指南」で用いている「量盤術」という語の意味は、現代では「江戸時代における規矩術」と呼んでいる測量の手法のことである。これはいずれの呼称でも筋は通る。著者の村井昌弘は、量盤（見盤）という平らな板の上で図面を描くこの手法に対して、量盤に注目したから量盤術と呼んだわけである。一方、図面を描く道具としての矩（ク：定規のこと）および描いた図面を計測する規（キ：コンパスのこと）の両者に注目すれば、規矩術という名称が生れるわけである。

（2）規矩術は巧妙な図解三角測量である

規矩術を現代流に言うならば、図解三角測量である。この章では規矩術の基礎的な原理について考えてみたい。図-23 は規矩術の最も基本となる手法を示したものである。説明文は、相似三角形の性質を利用した測量の原理の解説であるが、点の位置を示す記号がないことと、三角形の辺長の記号にも○や△を使っていることが、問題をかなり理解しにくくしている。ましてや、幾何学の基礎教育なども受けていない当時の門弟にとっては、非常に難解な学問であったと思われる。

ここで原図に少し手を加えて、アルファベットで三角形の頂点と辺長を示した。これで問題は極めて簡単になる。規矩術の原理は次のようになる。

- ① 図においてA,B,Cは現地の点である。いまAB間の距離Xを求めたい。
- ② ここで測量の結果、量盤の上に△ABCと相似な図形△abcが描かれたものとする。

の角度は、正確に直角でなければならない。この直角を利用して各種の直角三角形を描くわけである。

本座（ホンザ）とは、測量の基準となる原点のことで、第1基準点としての意味をもつ。この点(A) から**目的**（メアテ）すなわち目標点(B)までの水平距離や高低差を求めることになる。この点からは、その次に量盤を移動していく開地という補助点(C)も正確に見通せることが必要である。

開地（カイチ）とは、基準線を設置するために設ける補助点のことで、第2基準点としての意味をもつ。本座と開地を結ぶ直線は、現代の三角測量における基線と同じようなものである。最初に本座から観測し、次に開地に量盤を移して観測すれば、本座から目的までの距離を定めることができる。

図-23 において三角形ABC のA点の角度は、上記の長方形のひとつ

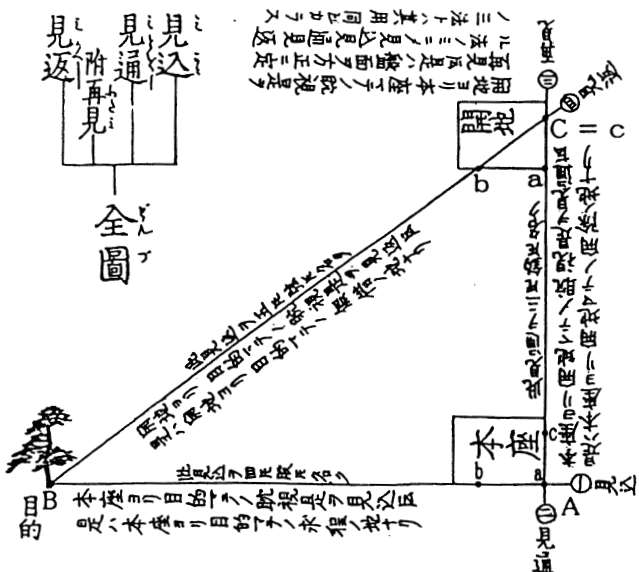


図-24 規矩術の作業手順

測量作業は：①見込(ミコミ) ②見通(ミトオシ)③再見(フタミ) ④見返(ミカエシ)の順で行なう。これで作図は完了し、図上計測に移る。

の頂点にあたり、直角である。規矩術では直角三角形の直角をはさむ短辺 \overline{AC} の長さを基準として長辺 \overline{AB} の長さを測定することになる。作業の手順を図-24 に示す。

① 踏査・選点：眼力による先量

測量は先量（4章で述べた目測による距離測量）に始まる。まず本座において、測定すべき目標（目的:メアテ）を定める。目標としては樹木、岩石、寺社などを選ぶ。遠方であっても肉眼で識別しやすく、本座からも開地からもはっきり見定め得ることが必要である。まず目測によって本座から目標までの距離を求める。次に開地の位置を定める。開地の位置は図-24 のように本座の右側が基本であるが、地形的な条件によっては本座の左側または前後に設けてもよい。前後方向と左右方向とは直交させる。前後左右のいずれにも開地を設定できない場合は、後述のような斜開（図-27）を設けることになる。

② 測量精度を維持するための図形的条件

本座と開地との距離は、これから測定しようとする本座から目標までの距離の30分の1にとるのが基本である。原文を見よう。

「先量にてはかりたる町間の三十分の一の間数を用る事。古よりの法なり。……古法三十分一よりも甚だ少きか（多きは何ほどにても害となる事なし）或は開地等明らかに見分けがたき時は。事術の妨となれり。よく其利害得失を察すべし……」

これは図-24 のような図解三角測量において、基準線 \overline{AC} の長さが \overline{AB} に比して短くなるにつれ、B点に対する位置決定の誤差が増大することを述べたものである。また開地や目的などを正確に見定め得ない場合に、誤差を生ずるのは当然のことである。

なお、2辺の比が1/30となるような三角形を紙に描いて、B点の位置を図解的に定めようとする、かなり大きい誤差を生ずることが分かる。原著者村井は「辺長の比が1/30の図は、書物の上では表現しにくいので、この比を1/3程度にして説明図を示す」と述べている。

③ 量盤の据え付け：方正とは？

量盤は「本座」「目的」および「開地」の位置を決定した後に、方正に据える。「方正」とは、量盤の長手の縁（図-15,18 の \overline{ab} 辺）を本座（A）と目的（B）とを結ぶ方向に一致させ、かつ盤面を水平にすることである（現代における平板の据え付けと同じ）。その際、図-15(b)に示すように盤の四隅に釣玉（下げ振り）を下げ、図-19 の付属部品の腕木や楔を用いて盤面を調整する。なお、量盤を据える場所は事前に十分に地均しをしておく。

④ 本座における観測作業：見込と見通

図-18 を見よう。これは本座（図-24 のA点）における量盤の据え付け方と見込（ミコミ）の姿勢である。量盤に向かって左側の縁 \overline{ab} に定規を正確に合わせ、定規の前端と後端とを結んだ延長線を前方の目的Bと一致させる。すなわち図-24 において「aとAは一致し、a,b,B が一直線上に並ぶ」という条件を満足するように、定規でB点を見定めながら量盤を据え付けるのである。

見通（ミトオン）とは、据え付けた量盤の向きが動かないようにして、 \overline{AB} を結ぶ線と直交する方向に、第2基準点となる開地を設定することである。定規を図-24 の \overline{ac} 辺に合わせて方向を定めたのち、所定の距離（ \overline{AB} の距離の約 $1/30$ 以上の距離）を間縄や間竿（図-22）を用いて測定して、開地の位置を定める。以上で本座における作業は完了し、量盤を開地に移す。

⑤ 開地における観測作業：再見と見返

開地における量盤の据え付け条件を、図-24 を用いて言うならば「本座（A点）の量盤を \overline{AC} を結ぶ線上で開地（C点）まで平行移動させる」ということになる。この作業を再見（フタミ）という。すなわち開地まで量盤を移動した後、本座で用いた量盤上の \overline{ac} 辺に定規を合わせ、定規の縁の延長線が本座（A点）と一致するように量盤を据え付ける。これで平行移動が完了する。

いよいよ最後の仕上げの見返（ミカエシ）である。開地に据え付けた量盤の向きを固定した状態で、定規を用いて目的(B点)を見定め、定規の縁に沿って量盤の上に直線を引く。なおこの場合の定規の用い方は、図-23 のほうが理解しやすい。すなわち定規の一端を長方形の角にあたるb点に合わせた状態を保ち、定規を回転しながら定規の縁の延長線でB点を見定めるのである。このようにして量盤の上に $\triangle ABC$ と相似な $\triangle abc$ が描かれる。

最後にコンパスを用いて、図-21 に示したように図上計測を行えば、本座から目的までの距離を求めることができる。なお相似三角形を利用して、開地から目標までの距離も同時に求め得ることを附記しておきたい。原書ではこの距離は「仮借」すなわち仮に借用するだけのものと定義している。またこの術によって、それが千万里といえども測量できると述べている。

（４）四品の標（規矩術で用いる４種類の杭）

規矩術では４種類の杭を用いる。これを四品の標（シヒンノシルシ）という。４種類の杭と言っても、これらの杭は図-22 に示した標木（シルシギ）のような形状の杭を現場で調達して、図-25 のような場所に立てるだけのことである。立てる場所によって杭には４種類の名称がつけられる。図-25 を用いて説明しよう。

開印（ヒラキジルシ）：本座で目的を見定めたのち、それと直交する方向線上に定めた開地の位置(C) に立てる杭のこと。

残印（ノコシジルシ）：本座での作業が終了した後、量盤のかど(a) の真下のA点に立てる杭。量盤を開地に移してから、この杭を見定めて量盤を正しい向きに据える。

係印（ツナギジルシ）：本座と開地との間に川などがあって、往復が不自由のときにこれを用いる。「係印は残印よりも五間も十間も除（ヨ）けて（離して）立るが吉」とあるように、係印は残印からできるだけ遠距離に立てるほうが測量の精度が良くなる。

この場合はまず量盤の辺 ac に定規を当てて開地とは逆の方向に見通して係印の位置を定める。つぎに開地に移り、残印と係印とが一直線に見えるような場所を探して量盤を据える。これが求めるべき開地の位置となる。

開地の位置が定められても、本座と開地の距離は求められていない。これを知るためには次の種印が必要となる。

種印(タネヅルシ):これは図-25 のD点に立てる杭である。この原理について、図-26 を同時に見ながら考えよう。図-26 は「残子一開方(ザンシツカイホウ)」と呼ばれる規矩術の手法である。この図の左側の欄外の「大成之図」というのは量盤上での作図作業が完了した時の図形である。その横の文章には、コ

ンパスを用いて図上計測を行なうための手順が述べられている。

本座(A) と開地(C) との間に沼や河などの障害があって、その距離を直接測定できないときに、この種印(D)を用いる。D点の位置は、直線 \overline{AB} またはその延長線の上に定める。

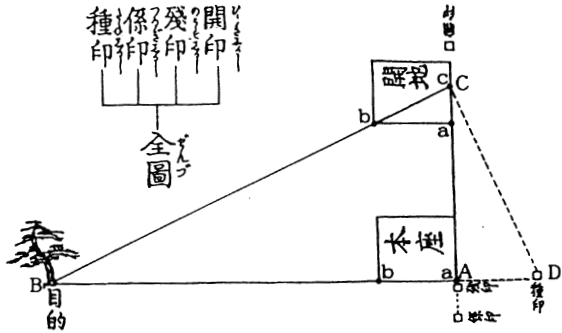


図-25 四品の標(シヒンノシルシ)の配置図
規矩術では、四品の標が必要不可欠の杭である。

(5) 「残子一開方」に見る規矩術の基本的な作業手順

図-26 に測量作業の順序が①、②、③、④、⑤、⑥で示してある。この書物の特長は、「図解量地指南」という書名にたがわず、このような図が各所に用いられており、図を見ながら番号順にたどっていけば、測量の原理と作業手順が理解できる。

この「残子一開方」の測量の手順を簡単に述べておこう。

① 本座Aに量盤を方正に据え、目的Bを正確に見定める（図-26の \overline{ab} 辺を \overline{AB} 辺に一致させる。a点は量盤の中程に置く）。

② 量盤上のa点に定規の縁を合わせた状態で、ABと直交する方向にある開地Cを見通して墨を引く（ \overline{ac} 線を引く）。このときの開地には誰も居ない。現地の適当な物体を見定め、これをC点とする。適当な物体がない場合には、開地と逆の方向に係印Eを設置して墨（ \overline{ac} 線）を引く。

③ 直線ABの延長線上に種印Dを定める。Aからの距離はAC間の距離の $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ とする。AからDを見通して方向線 \overline{ad} を引く（量盤上でb, a, dは一直線上に並ぶ）。また、AD間の距離を正確に測定しておく。

④ 開地Cに量盤を移す。 \overline{ac} 線に合わせた定規の縁の延長線が残印Aと一致するように量盤を正しく据える。上記の②で開地の位置を定め得なかった場合には、残印Aと係印Eとが一直線上に見通せるような場所Cを探す。そして \overline{ac} 線に合わせた定規の縁の延長線がAとEに一致するように量盤を据え付ける。

⑤ 量盤上のc点に定規の縁を合わせて種印Dの方向を見通して線を引く。本座で引いた直線 \overline{ad} との交点をdとする。図-26の開地の量盤を見ると、 $\triangle acd$ と $\triangle ACD$ は相似である。AD間の距離は既に測定してある。量盤上の図形について、辺 \overline{ad} と辺 \overline{ac} の比 r をコンパスを用いて求めたのち、 $\overline{AC} = \overline{AD} \times r$ として本座と開地の距離を求める。この手法

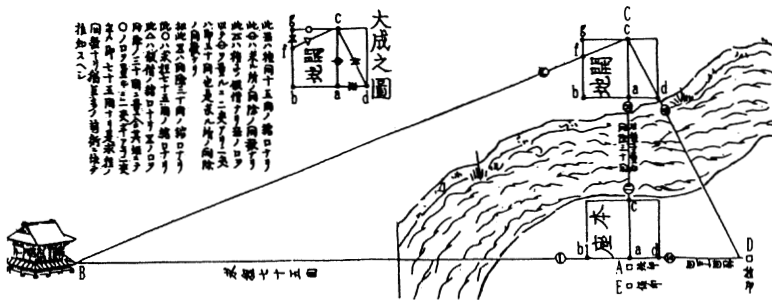


図-26 規矩術による距離測定法（残子一開方）

作業は①、②、③、の順に進める。大成の図は測量の完了を示す。

は、現代の平板測量における側方交会法と同じ原理によるものである。

⑥ いよいよ最後の仕上げである。開地Cに据えた量盤が動かぬように注意して、量盤上のc点に定規の縁を合わせて目的Bを見通して線を引く。この線と量盤上の直線 \overline{bg} との交点をfとする。既に述べたように、量盤の形は正しい長方形に作られている。よって開地の量盤の図についてみると、 $\overline{bd} \parallel \overline{gc}$, $\overline{ac} \parallel \overline{bg}$ である。ゆえに $\triangle ABC$ と $\triangle gcf$ とは相似である。よってコンパスを用いて辺長比 $s = \overline{gc} / \overline{gf}$ を求めれば、本座Aと目的Bとの距離は $\overline{AB} = \overline{AC} \times s$ として計算されることになる。

(6) 三四五の形とは直角三角形のこと

この書物の中では「三四五の形」という言葉がいたるところで使われている。これは直角三角形という意味である。ピタゴラスの定理における直角三角形の辺長の比が3:4:5ということからこのような言葉が用いられたのであろう。当時は直角三角形などという用語はなかったものと考えられる。

量盤上に描かれた直角三角形に対して、直角を夾む2つの辺のうちの短辺を三、長辺を四、そして斜辺を五と呼んでいる。図-23についてみると \overline{AC} は三、 \overline{AB} は四、 \overline{BC} は五の辺ということになる。どのように細長い直角三角形であっても、短辺は三、長辺は四の辺と呼ぶ。要するにこの書物で言う三、四、五とは、直角三角形の辺長の比ではなくて、辺の呼称なのである。

ついでながら、ピタゴラスの定理は、辺長を a, b, c とするとき、 $a^2 + b^2 = c^2$ という関係が満足される三角形は直角三角形であることを意味する。この関係を満足する実用的な辺長比としては：(3:4:5), (5:12:13), (7:24:25)などが知られている。野外でテープを用いて直角を作るときによく利用されている。

7. 量盤術遠近法（規矩術における距離の測定法）

量地指南前編の中巻には、量盤術遠近法が解説されている。これは第

という順に定めて測量していく。この図のように、開地を任意の斜めの方向に定めていくものを「斜開」と呼ぶ。測量の手順は紙面の都合上省略するが、大成之図の下に書いてある解説を見ればその原理を知ることができる。この手法は現代の平板測量における道線法と同じものである。

8. 量盤術広狭法（規矩術における遠方の点の位置決定法）

量地指南前編の下巻の前半部には、量盤術広狭法が述べられている。これは現代の平板測量における前方交会法そのものである。

量盤術広狭法には、正面正開方、斜面正開方、正面前後方、正面斜開方、一知両開方、円知正開方、両知一開方、四知一開方という8種類の測量手法が述べられている。「此の術は。平原広野の地形を本座とし。左右に何にても妨障なき場所より。彼方正面の広狭を量るに用ゆ。」というように、平坦な場所に測量の基準点となる本座と開地を設置し、この両方の場所から前方に見える建物や大木や岩などの目標物を見定めて、それぞれの目標物について、相互の位置関係を求めるものである。従って本座と開地および目標物の間には見通しの障害となるような物体があるてはならない。

図-28 は「斜面正開方」という測量術である。いま、本座(A)と開地(C)に量盤を据えて観測し、川向こうの松(B)と柳(D)との間の距離を求めたい。原文は「作法の如く品々始計（シケイ）畢（オワリ）て後……」という文で始まる。これは第4章「量盤術始計作法の事」に述べたような、現地の踏査と選点および予測を行なって、まず測量開始計画（始計）を完了すべきことを意味している。測量作業はつぎの手順で行なう。

- ① A点に量盤を置き、盤の \overline{ab} 辺に定規をあててBを見定め、 a, b, B が一直線に並ぶように量盤を据え付ける。
- ② 量盤を動かぬように保ち a 点に定規の縁を合わせて、この定規によりDを見定め、量盤上に方向線 $\overline{ad'}$ を引く。
- ③ 量盤を動かぬように保ち、定規の縁を $\overline{ac'}$ に合わせて、開地(C)

とc点を定める。この場合、AC間の距離の大小とは無関係に（量盤の縦横寸法によって）c点の位置が定まる。その他の諸点の位置はAC間の距離を基準として定められる。よって描かれた図面の縮尺は $(\overline{ac})/(\overline{AC})$ である。図面上の2点間の距離を求めるためには、コンパスを用いて \overline{ac} の長さの何倍かを測定して換算しなければならない。

前方交会法：上記の①⇒③⇒④までは量盤術と同じである。AC間の測定距離を所定の縮尺に換算してから、縮尺スケールを用いて直線 \overline{ac} 上にc点を定める。これにより図面上のすべての点の位置は所定の縮尺で定められる。よって縮尺スケールを図面に当てて、各点間の距離を自由に計測することができる。

ただし所定の縮尺を定めて測量に取り掛っても、測量区域が広すぎると、平板からはみ出して用紙を交換するという問題が生ずる。

これに対して量盤術の場合は、縮尺を前提としないので、測量区域の大小に関係なく、ひとつの量盤の上に図面を描くことができる。要するに量盤術の場合は融通がきく。「此術は郡郷を累ね州国を隔てて。十里廿里三十里五十里の遠程を量るに用……」とあるように、原理的にはいかなる遠方の目標に対する測量も量盤ひとつで可能である、ということになる。

9. 量盤術高深法（規矩術における高低測量）

「此術は山上に居て谷底の深程を量り。城楼に登りて郊外の卑程を知り。或は山河に棧橋を渡し。或は崖岸に井楼を上る等に用ゆ……」という序文にはじまる量盤術高深法は、量地指南前編の下巻の後半部である。

この測量術は量盤を図-15(c)のように鉛直に立てて用いる。このような用い方を立盤、そして前章までのような盤面を水平にした用い方（図-15(b)）を平盤と呼んでいる。盤面を水平にして測量すれば平面図が得られ、これを鉛直にして測量すれば立面図が得られるわけである。

現代では、盤面を水平にして行なう測量を平板測量と呼んでいる。これに対して盤面を鉛直にした測量は一般にはあまり行なわれていないが、工事測量で道路の断面図を作成するとき用いられる断面測定器（セクション・メータ）という測量器械がある。この器械は図-15(c)の立盤の原理を改良したものである。量盤術高深法には、量深二術方、量深一術方、谷心量広方、量高二術方、量高一術方、両山同知方、山谷数知方という7種類の手法がある。

図-30 に「量高一術方」を示した。量盤を鉛直に据えるためには、図-15(c)のように量盤のe点とg点に釣玉(下げ振り)の糸を針で止めて釣り下げる。量盤の上に描かれた長方形efhgは隣り合う各辺が正しく直角に交わっている。よってe点から下げた下げ振りの糸がf点を通れば、eg線は水平となり、同時にfh線も水平となる。なおg点から下

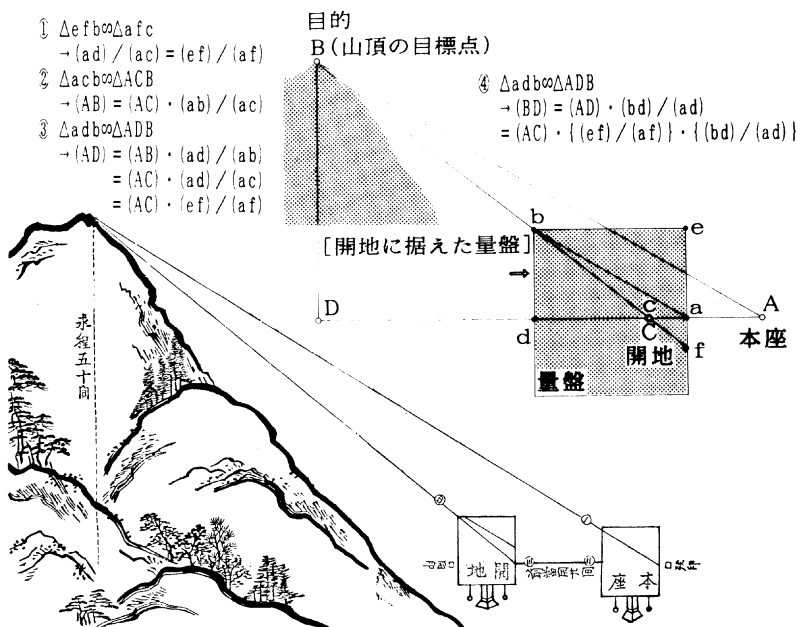


図-30 量盤術高深法(量高一術方)
 盤を直立させて、山の高さとそこまでの水平距離を測量する。

げた下げ振りの糸がh点を通過することを見て、立盤の据え付けの点検とする。

図-30 は、本座から山頂の高さを求める三角高低測量の説明図である。この説明の原文を現代調になおすと次のようになる。

① 本座に盤を直立に据え、定規に針を刺し、盤の上縁の前端に定規を合わせて山頂の目標点を見通して線を引く(右上の添付図の \overline{ab} の線が引かれる)。

② 本座から山頂を見通す方向線上に開地の位置を定め、本座から開地までの距離を測定する(この図の場合は20間とする)。それとともに、本座と開地に杭を打つ。

③ 盤を開地に移し、本座の杭を再見して盤を直立に据える。

④ 本座の時と同じ手法で山頂の目標点を見通して線を引く(右上の添付図の \overline{bf} の線が引かれる)。以上で測量は完了。

右上の添付図において \overline{ae} は山の高さに、 \overline{eb} は水平距離に相当する長さである。

さて、これとは別に \overline{af} を本座から開地までの距離に相当する長さとするれば、 \overline{af} と \overline{ae} を加えた長さは本座から山までの水平距離に相当する。この \overline{af} の長さにコンパスを開き、 \overline{ae} の長さを量ると3夾であった \overline{af} の現地の距離は20間であるから、 \overline{ae} の長さを現地長にすれば60間となる。よって本座から山までの水平距離は20間と60間を加えて80間となる。

右上の添付図において、 \overline{eb} は水平距離である。これは80間であるから、 \overline{eb} の長さを8夾するようにコンパスの開きを調節する。そうするとこのコンパスの開きは10間を示す。これで \overline{ae} の長さを量ったら5夾あった。よって山の高さは50間である。

この手法は、ギリシャ時代の科学者達が築き上げた平面幾何学の定理を巧みに利用したものである。本稿を終るに当たり、この手法の幾何学的な意味を、図-30の右上に添付した図形を用いて考えてみたい。

図においてAは本座、Bは山頂、Cは開地である。水平距離は \overline{AD} 、

山の高さは \overline{BD} である。点a,b,c,d,e,f で描かれる図形は大成之図である。三角形の相似条件から次の各式が導かれる。

$$\triangle efb \sim \triangle afc \rightarrow \overline{ad} / \overline{ac} = \overline{ef} / \overline{af}$$

$$\triangle acb \sim \triangle ACB \rightarrow \overline{AB} = \overline{AC} \cdot (\overline{ab} / \overline{ac})$$

$$\begin{aligned} \triangle adb \sim \triangle ADB \rightarrow \overline{AD} &= \overline{AB} \cdot (\overline{ad} / \overline{ab}) = \overline{AC} \cdot (\overline{ad} / \overline{ac}) \\ &= \overline{AC} \cdot (\overline{ef} / \overline{af}) \dots\dots \text{水平距離} \end{aligned}$$

$$\triangle adb \sim \triangle ADB \rightarrow \overline{BD} = \overline{AD} \cdot (\overline{bd} / \overline{ad}) \dots\dots \text{山の高さ}$$

1 0. 村井昌弘著「量地指南前編」の規矩術に関する 若干の考察

村井昌弘の「量地指南前編」に述べられている、江戸時代の規矩術（量盤術）の概要は、以上のようなものである。この章では現代の測量学の立場から、江戸時代の規矩術について若干の考察を述べてみたい。

（1）平板測量との比較

一口で言えば、規矩術は現代の平板測量の元祖である。これに種々の改良が加えられて現代の方式に至ったものである。江戸時代と現代との主な相違点はつぎの3点である。

① 三脚がなかったこと：三脚は極めて合理的に洗練された機構を持っている。すなわち必要最小限の部材を組み合わせ、地上の所定の空間に不動の位置を迅速に設定することができる。しかも携帯に便利である。現代の測量や写真の業務で、三脚がなかったらどうなるかを考えれば、いかに三脚の恩恵が大きいものであるかが分かる。

江戸時代の量盤は、図-15 のような台と柱で据え付けた。事前に据付の場所を十分整地しなければならない。盤の安定を保つために柱が低く、観測の際は図-18 のように腹這いになった。雑草や地表のわずかな高まりがかなりの障害となったであろう。さらにそれ以上に問題となるのが、晴天の日における「かげろう」の影響である。見通しの線が地表に近いほど、目標物の揺らぎが大きくなる。現代の測量では、三脚を用いて器

械を高く据え、見通しの線を地表面からできるだけ離して「かげろう」によって生ずる見通しの誤差を少なくするように努めている。

② 定規で見通したこと：目標点を正確に見定めるために、平板測量ではアリダードという器具を使う。これは小さな針穴からのぞいて目標点の方向を定める器具であるが、角度にして約7分の方向誤差を生ずる。ただし、望遠鏡付きアリダードを用いる場合にはこの誤差は微小である。一方、江戸時代の規矩術の場合には、長さ約60cmの木製の定規の縁を図-18のような方法で見通して目標の方向を定めていた。この場合は目の位置を固定することが出来ないので、7分どころか、かなりの方向誤差を生じやすい。しかし当時の人々の眼力は現代人よりもはるかに優れていたとも考えられる。弓の達人ならば遠方の的を見事に射抜くのであるから、日頃「精眼の作法」の訓練を積み、かなりの精度で目標点を見定めることができたとも言える。

③ コンパスの巧みな利用法：コンパスの利用法は、現代人よりも優れていたと思われる。定規を用いずに、コンパス「規」で図上の長さを測定した。それは当時、精密で正確な目盛りのついた定規を製作できなかったためである。図-20に示した定規が規矩術に用いられた「矩」である。最小目盛りは約16mmであるが、これを現在の平板測量用の定規の最小目盛り0.5mmと比べれば、精度的に格段の差がある。とにかく機械を用いずに正確な目盛りをつくることは極めて難しい。昭和10年代の我国ではまだ手作りの教材用の定規が出回っており、これを用いて(mm)まで計ると、用いた定規によってまちまちの値が出たという。

平板測量では現地で測定した距離を縮尺化して、正確な目盛りの定規を用いて現地と相似な図形を描いていく。結果的には一定の縮尺の図面が出来上がる。縮尺を定めて作業を開始した以上は、途中で縮尺の変更はできない。よって1枚の平板の上で測量できる地域の広さは、縮尺によって定められてしまう。

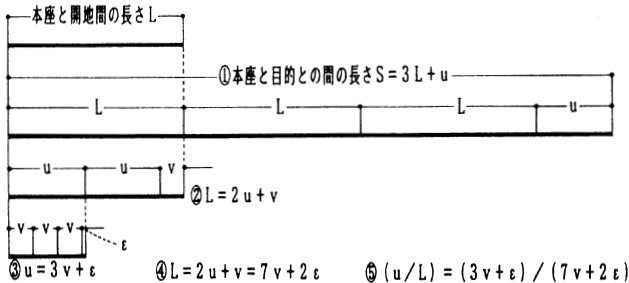
これに対して規矩術の場合には、盤の上に現地と相似な図形を描き、

その図形において基準としたひとつの辺長に対して、他の辺長は何倍であるか、その比率をコンパスで求めている。基準とした辺の現地長は実測されているから、他の辺長はこれにその比率を乗ずればよいわけである。要するに「現地と相似な三角形を個別に盤の上で作図する」という手順を次々と積み重ねていくだけのことであるから、測定地域がいかに広がっても困らない。原著には「求めるべき距離が何十間であろうと何十里であろうと同じ手順で測量できる」という意味のことが述べられている。この点、規矩術はきわめて融通性に富んだ手法である。現代の平板測量でもこれに学ぶべき点は多い。

(2) コンパスによる長さの測定法

「量地指南前編」には、コンパスを用いて辺長の比を求める具体的な方法が示されていない。解説文の様式はどの部分でも「本座と開地の長さにコンパスを開き、これで本座と目的の長さを挟んでいったら3夾みと5分の2あった……」という形に終始している。3夾みは分かるが、どのようにして5分の2を求めるのかが分からない。そこで筆者はこの方法をつぎのように推考してみた。

図-31 はコンパスを用いて辺長の比を求める手順を図解したものである。一番上の太い線は盤上に描かれた本座と開地の間の長さ(L)である。



⑥ここで ϵ は微量であり、0とみなせば： $(u/L)=3v/7v=3/7$ となる

⑦よって $S/L=3+3/7$ (S は本座と開地間の長さ L の3夾みと $3/7$ となる)

図-3 1 コンパスを用いて辺長の比を求める原理 (筆者推考)

る。まずコンパスをLの長さに合わせて開く。

① 二行目の太くて長い線は盤上に描かれた本座と目的との間の長さ(S)を示す。これがLの何倍であるかを求めればよい。長さをLに開いたコンパスでSの長さを測ると、3夾みあったが、端にuだけ余った。よって図より： $S = 3L + u$ となる。

② ここでコンパスの開きを端部の長さuに合わせる。このuでLの長さを測ると、図のように2夾みのほかにvだけの余剰長を生じた。これより： $L = 2u + v$ となる。

③ つぎにコンパスの開きをvに合わせる。このvの開きでuの長さをいくつ夾みかを調べたところ、3夾みのほかε余った。これより： $u = 3v + \varepsilon$ となる。εは非常に微量であり、もはやコンパスの開きをεに合わせることは不可能である。よってvの長さがεで何夾みとなるかは調べられない。

④ ここでLをvで表わしてみよう。それには③で求めたuの式を②で示したLの式に代入すればよい。これより次式を得る：

$$L = 2u + v = 2(3v + \varepsilon) + v = 7v + 2\varepsilon$$

同様にしてSを求めれば：

$$S = 3L + u = 3(7v + 2\varepsilon) + 3v + \varepsilon = 24v + 7\varepsilon$$

⑤ ここでuとLとの比を求めれば：

$$(u/L) = (3v + \varepsilon) / (7v + 2\varepsilon)$$

⑥ ここで、図上のεの長さは1ミリ以下で、LやSの長さに比べれば無視出来るほどに小さいものとする。よってε=0と置くことができる。これによりuとLの比はつぎのようになる：

$$(u/L) = 3v / 7v = 3/7、すなわちu = (3/7)L$$

⑦ よって： $S = 3L + u = 3L + (3/7)L$ を得る。すなわち求めるべき長さSは、Lの $\{3 + (3/7)\}$ 倍となる。

(3) 規矩術ではどれほどの誤差を生ずるか

① 三角形の辺長の比がもたらす影響

規矩術は図-32 に示すように、基準線Lの両端において目標点に対する方向線を引き、2本の方
向線の交点を目標点の位置として定めるものである。この図において、原
著ではSはLの30倍を基準とすると述べている。左端の図形がこれに当
たる。この図を見て明らかのように、2本の線の交点を決定することが非常

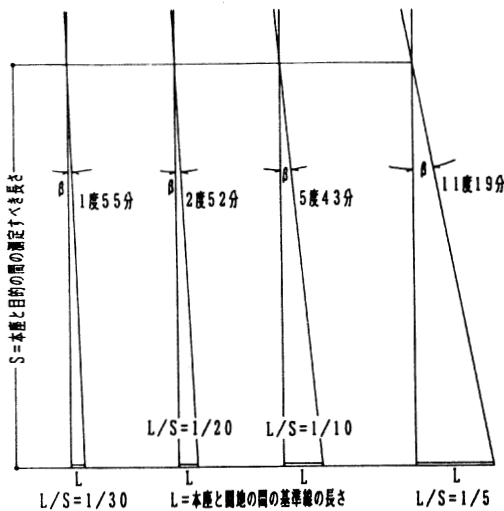


図-32 交角によって変わる2本の線の交点の決定の難易度

に困難であることがわかる。 $\beta = 1$ 度55分という交角はあまりに小さすぎる。かなりの自信を持って位置を決定できるのは、右端の $\beta = 11$ 度19分程度の場合であろう。このときのSはLの5倍である。ちなみに現代の三角測量では、測量の精度のバランスを保つため、三角形の内角は30度以上とするのが原則とされている。

② 見通しの方向の誤差による影響

規矩術で生ずる誤差は、そこに描かれる三角形の形状、すなわち上記の β の大きさによって変化する。これを図-33 を用いて考えよう。この図はA点とC点からB点の方向を見通してB点の位置を定める場合を示す（鎖線の図参照）。A点は本座、B点は目的、C点は開地である。（ここでA点での三角形の内角 α を90度とすれば図-32 の場合をあらわすことになる）

A点を原点として座標軸x, yを図のようにとると、B点の座標値は次のように表わされる（式の誘導は省略する）。

$$x = L \cdot (\cos \alpha \cdot \sin \gamma / \sin \beta)$$

$$y = L \cdot (\sin \alpha \cdot \sin \gamma / \sin \beta)$$

規矩術では1本の直線定規(長さ約60cm)を用いて見通しを行なう。この際に生ずる方向の角誤差を δ とする。これは図に示すように、正しい方向(鎖線)の左側または右側に生ずる。そのためB点の位置は、正しい位置(二重丸)から図に陰影を施した四辺形の範囲内で変化する。すなわちB点の座標値は、 $x \pm \Delta x$, $y \pm \Delta y$ の範囲において種々の値を示す。

では方向決定における角誤差 δ はどれほどであるか?すでに述べたように、角誤差 δ は現代の平板測量のアリゲードで生ずる最大誤差7分よりも大きいものと考えられる。ここでは一応、 δ の値を ± 7 分と考えることにしよう。

図-33 についてA点での角度 α を90度、B点の角度 β を: 2,5,10,20,30度とした三角形を考える。各三角形において規矩術を適用した場合、AおよびC点で作図される角度には ± 7 分の誤差を生ずる。このとき基準線ACの長さLに対してB点の座標値(x,y)にどれほどの誤差を生ずるかを考えよう。(上記の式から明らかなように、座標値(x,y)はLの関数、すなわちLの何倍となるかという形で与えられる。)これを概算すると次のようになる。

$$\beta = 2 \text{ 度} : x = 0.000L \pm 0.064L \quad y = 28.636L \pm 3.387L$$

$$\beta = 5 \text{ 度} : x = 0.000L \pm 0.023L \quad y = 11.430L \pm 0.535L$$

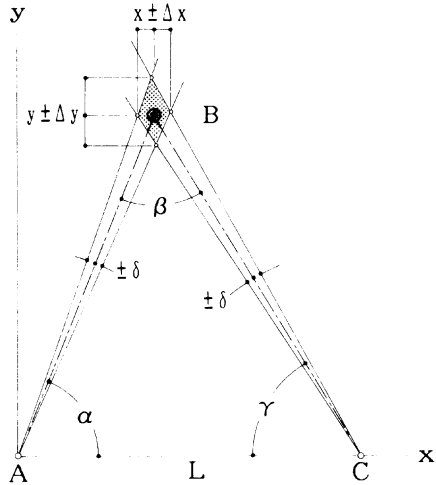


図-33 見通し方向の誤差が点の位置決定に与える影響

A点とC点における方向誤差($\pm \delta$)がB点の位置決定に影響を及ぼす。

$$\beta = 10\text{度} : x = 0.000L \pm 0.012L \quad y = 5.671L \pm 0.133L$$

$$\beta = 20\text{度} : x = 0.000L \pm 0.006L \quad y = 2.747L \pm 0.033L$$

$$\beta = 30\text{度} : x = 0.000L \pm 0.004L \quad y = 1.732L \pm 0.014L$$

たとえば $\beta = 5$ 度の場合には、B点のx座標値は基準線長Lの 0.000倍、y座標値はLの11.430倍が正しい値である。しかし測量の誤差によってx座標値にはLの ± 0.023 倍の、y座標値には ± 0.535 倍の誤差が生ずることを意味する。

これよりB点での角度 β を大きくするにつれて、測量誤差は急速に減少することが分かる。逆に、 $\beta = 2$ 度（図-32 の左端の場合に近い）などとすると、とんでもない誤差を生じてしまうことが分かる。この問題については当時の人々も当然気付いていたものと考える。

③ 図面の縮尺の不規則性の影響

規矩術では、測量対象地域の広狭に関係なく1枚の盤の上で自由自在に測量ができる。この点は平板測量に比べてはるかに融通性が高い。しかしここに「測量する地域が広がるほど測量誤差が増大する」という落とし穴がある。

例えばいま、盤上に現地と相似なひとつの三角形が描かれたものしよう。この三角形の基準線長Lは、狭い地域での測量ならば20m 程度の、広い地域での測量ならば100m程度の距離を表わす。一方、盤上での作図やコンパスによる計測誤差は測量対象地域の広狭には関係なく、測量者の技量による。その量は同一人ならば一定であるとみてよい。いま、求める辺長に対して図上計測で生ずる誤差の総合値をeとすれば、測量地域の大きさ（三角形の基準線の長さL）に応じてこれが20倍または100倍されることになる。よって広い地域を測量するほどそこに生ずる誤差は大きくなる。

以上が規矩術で生ずる測量誤差の主なものである。

おわりに

江戸時代中期の測量技術の一端を、村井昌弘の「量地指南前編」に見ることができた。伊能忠敬が、天体測量を取り入れた手法で、日本全土の測量を開始したのが1800年であるから、それよりも約1世紀以前における我国の測量の技術水準は、村井の原著に示された量盤術（規矩術）のようなものと考えられる。伊能の手法が「測天」的であるのに対して、村井が著述した規矩術はまさに「量地」的な手法である。

要するに規矩術は「領主が領地を量地する」ための測量術であったわけで、領民の生活とかなり深い関わりを持っていたものと考えられる。現代の測量に例えれば、伊能の手法は建設省国土地理院が行なう測地学的な測量である。これに対して、規矩術は土木工学的または農業土木工学的な測量である。

この点から推論すれば、天竜川の治水工事や河川の氾濫後の耕地整理とか復旧工事に対して、規矩術がかなり有効に利用されたものと考えられる。（第2章で述べたように、1657年の江戸の大火の復旧計画のための測量で、規矩術の真価が幕府から高く評価されているのであるから。）特に、目標点まで人間が行かなくても、その位置やそこまでの距離を求めることができるため、河川の対岸の測量には安全性と能率性からみて、合理的な手法と言える。今後、天竜川流域の神社などに規矩術の手法を記した額などが奉納されているかどうか、探してみるのも面白いと思う。

岩崎博秋のこと

北原 優美

『量地指南前編』は、高遠町の岩崎善信氏の所蔵されているもので、岩崎氏の曾祖父に当たる岩崎博秋の使用した本である。

岩崎博秋は文政7年（1824）7月17日、高遠藩士志賀造酒右衛門紀隆の次男として高遠町東高遠に生れた。実父造酒右衛門は、坂本天山の父坂本英臣の木曾駒が岳の見分に書役として同道した人である。

博秋の幼名は三蔵といい、平三郎・覚左衛門・湊など幾つも名前があったが、高遠藩士として公式文書に署名する場合は覚左衛門を用いた。25才の時、母の実家の岩崎家に入り、従姉に当たる岩崎たけと結婚した。義父の死後家督を継ぎ、高18俵2人扶持で高遠藩に仕えた。格式は御徒士御供方である。結婚の翌年3月、藩主の江戸行きの駕籠脇お供として江戸へ出て、10日ほど江戸見物をさせてもらい帰郷したが、藩主の気に入られたのか、5月になると江戸勤務の命令が出て、再び江戸に上り、江戸城登城の駕籠脇お供役として、1年半ほど江戸表の勤務となる。折から、黒船の来航や尊王攘夷の動きがあり、幕末の慌ただしい江戸の様子を見聞する。微禄ではあるが、殿様のお供で登城する江戸城の中間溜りの、日本中の情報の飛び交う場所で、歴史の転換点を見ていたことになる。

安政4年（1857）9月からは御勘定方相算に任命され、翌年5月から「筆学所世話筋仰せ付けられ」と年譜にはあり、万延元年に藩校「進徳館」が創られる以前の「筆学所」の係となった。

岩崎博秋は和算と測量術に詳しく、和算は19才の時から私塾を開くほどであったといわれ、義父の後をついで任官後も、公務のかたわら開いていた塾には、遠く諏訪・木曾・安曇からさえも弟子が集まり、その数は200人を越えていた。また若い時から向学心に燃えて、嘉永2年

(1849)には知人から「五臓六腑の図」を借用して写しているが、これは安政3年(1856)に『解体新書』が刊行されるより7年前のことであり、山深い片田舎とはいえ、博秋のみならずかなり意欲的な若者が多かったことが伺える。

上伊那地方では江戸時代中期以後、和算が盛んになっているが、その主流は関流といい、江戸の関孝和を祖とする流派で、北小河内村(現箕輪町)の矢島敏彦(1762-1828)が広め、多くの弟子があった。その弟子の中でも筆頭の弟子といわれた石川維徳(子温 1776-1856)は、高遠藩士で測量術の権威としても知られ、高遠で和算の塾を開いていたが、博秋はこの門人である。師の石川維徳は、藩の命令により領内各村落の絵図面を作り、また自ら天文学を研究し、測量機を考案したり、日本海側の海岸線の測量図を製作したりしている。この測量は『上伊那誌人物篇』には、文化元年(1804)頃とされているが、幕府の命により伊能忠敬が蝦夷地に測量に向かったのが寛政12年(1800)であり、この年には、幕府によって五街道の分間絵図の作成も始められている時期である。彼がどのような立場でこの測量を行なったのか、この資料からは分からないが、博秋はこの石川の高弟であり、実務にも詳しかった。

文久2年(1862)、博秋の年譜には「御代官役仰せ付けられ候」とあり、これ以後洗馬郷・上伊那郷などの代官を歴任したが、中でも幕末の往来激しい中仙道の宿駅のある洗馬郷を預かり、その手腕を認められた。明治2年(1869)廃藩置県を迎え、高遠藩領は暫定的に高遠県となったので、代官から官禄17石・官位正九位権少属民治方御免山林掛に任ぜられ、この年から名を湊と改めた。明治5年には官を辞し、筑摩県第18小学校の数学教師になったが、明治の教育令により和算が認められなくなったため、またも職を辞し、同7年には河合村(現在の高遠町河南・三義を含む地域)の戸長に就任したが、病のため翌年退任した。

その性質は、率直でとんちに富み、長く徳を慕う者が多かったという。明治28(1895)年1月に没し、墓所は城の東の山付けの西竜寺にある。

参考文献・引用文献（年代順）

- 村井昌弘：量地指南前編（上・中・下），平安書林橘枝堂，1733.
- 真田秀吉：明治前日本土木史，丸善，1956.
- 武田通治：測量学概論，山海堂，1968.
- 中村作太郎：科学の発達と測量学の歴史の変遷，測量，1974.3.
- 楠善雄：日本測量地図史上に先駆する人達，測量，1975.3.
- 武田通治：測量・古代から現代まで，測量，1976.5,6,7.
- 木全敬蔵：日本における古代の測量，測量，1976.8.
- 中村英夫：測量の歴史，土木学会誌，1977.
- 中村英夫・村井俊治：測量学，技法堂，1977
- モリス・クライン（中山茂訳）：数学の文化史，現代教養文庫，1977.
- 米谷栄二：忠敬罷り通る，測量，1978.9.
- マイケル・サウスワース（牧野融訳）：地図—視点とデザイン，築地書館，1983.
- 藤原武・西村蹊二：ローマの道と測量，測量，1986.11.
- 土木学会：土木工学ハンドブック上巻，土木学会，1989.

吉澤 孝和（よしざわ のりかず）

昭和9年長野県上水内郡中条村に生れる。

信州大学工学部土木工学科卒

信州大学工学部助教授（工学博士）

著書

詳説 マトリクス応用力学（共著）（オーム社）

測量実務必携（オーム社）

技術シリーズ 測量（朝倉書店）

測量作業の基礎知識（日本測量協会）

土木工学ハンドブック [測量編（執筆分担）]（土木学会）

江戸時代中期の測量術

平成2年3月15日 発行

企画発行	建設省中部地方建設局 天竜川上流工事事務所	長野県駒ヶ根市上穂南7-10 〒399-41 ☎0265-82-3251
著者	吉澤孝和	長野県長野市若里1443 〒380 ☎0262-27-0110
編集	(有)北原技術事務所	長野県南安曇郡豊科町高家5279 〒399-82 ☎0263-72-6061
印刷	双葉印刷(有)	長野県松本市城東2-2-6 〒390 ☎0263-32-2263

「語りつぐ天竜川」の発刊にあたって

天竜川は独特の形態をもつ河川です。上流部は諏訪湖が洪水を調整して比較的穏やかな表情をしています。後背に多雨域をもつ三峰川・小渋川・太田切川などの支川を合流するたびに、洪水とともに大量の土砂を受け入れて一気に急流土砂河川の様相を呈し、途中多くの狭窄部の間に氾濫原を形成してきています。

一方、この氾濫原は伊那谷の穀倉地帯でもあり、地先の人々は出水ごとに氾濫する天竜川との間に涙ぐましい闘いを繰り返してきました。反面、天竜川は母なる川として地域の人々の生活を支え潤してきました。田畑を灌漑し、漁獲をもたらし、山深い信州と他国を結ぶ物資の交流の場でもありました。情操のうえでも深い関わりがあり、独特の風土や文化を育んできました。伊那谷の風土は天竜川と無関係ではあり得ません。今後とも、天竜川を危険なものとして遠ざけたり、水があるからといって過度に取水したり、汚したりすることは避けねばなりません。

この天竜川を鎮め、水を高度に利用するための地元の長い営みの後を受けて、昭和12年から砂防を、昭和22年から河川を国が直轄事業として取り組むようになり、その間地域の皆様からの多大なご協力のもとに、天竜川の安全性は格段に向上しました。しかし安心は出来ません。絶えず流域の変貌をみつめ、河川施設の整備と維持管理を図っていかねばなりません。また、水害防止と利水に一応の成果をみた現在、地域にとって望ましい天竜川の姿を考え、その方向に向けて管理してゆくことがこれからの課題であると考えます。

「語りつぐ天竜川」は、天竜川の治水に関する地域の知見や経験を収集し、広く地域共有の知識とすることにより、地域の方に天竜川に対する認識を深めていただき、よりよい天竜川を築いていくことに役立ちたいと考え発行するものです。

なお、ご執筆いただいた方々には、自由な立場からお考えを披瀝していただいていますので、建設省の見解とは異なる場合がありますことを付言します。

建設省中部地方建設局天竜川上流工事事務所
所長 北川 明

「語りつぐ天竜川」目録

- | | |
|---------------------------|-----------------|
| 1. 伊那谷の気象 | 米山啓一著 |
| 2. 天竜川上流域の立地と災害 | 北沢秋司著 |
| 3. 天竜川に於ける河川計画の歩み | 鈴木徳行著 |
| 4. 総合治水の思想 | 上條宏之著 |
| 5. 総合治水と森林と | 中野秀章著 |
| 6. 伊久間地先に於ける天竜川の変遷 | 松澤武著 |
| 7. 天竜峡で見た天竜川水位の変遷 | 今村真直著 |
| 8. 村境は不思議だ | 平沢清人著 |
| 9. 諏訪湖の富栄養化と生物群集の変遷 | 倉沢秀夫著 |
| 10. 諏訪湖の御神渡り | 米山啓一著 |
| 11. 理兵衛堤防 | 下平元護著 |
| 12. 近世 天竜川の治水 -伊那郡松島村- | 市川脩三著 |
| 13. 川筋の変遷 -天竜川と三峰川の場合- | 唐沢和雄著 |
| 14. 伊那谷山岳部の降雨特性 | 宮崎敏孝著 |
| 15. 天竜川の橋 | 日下部新一著 |
| 16. 伊東伝兵衛と伝兵衛五井 | 北原優美編 |
| 17. 天竜川の魚と虫たち | 橋爪寿門著 |
| 18. 天竜川のホタル | 勝野重美著
(以上既刊) |
| 19. 天竜川流域の村々 | 松澤武著 |
| 20. 小波川水系に生きる -人と水と土と木と- | 中村寿人著 |
| 21. ものがたり 理兵衛堤防 | 森岡忠一著 |
| 22. 量地指南に見る 江戸時代中期の測量術 | 吉澤孝和著 |
| 23. 土木技術と生物工学 -生きものを扱う技術- | 亀山章著
(発刊中) |