

66

JAN.

1968

森林航測

日本林業技術協会

年頭にあって

片山正英

新年を迎え、心からお祝い申し上げます。

空中写真測量も、国有林、民有林の森林計画業務に利用されるようになってからすでに十数年を経過し、今では単に森林計画業務のみならず、林道事業、治山事業等でも利用されつつあるとのことで、この間の発展を喜ぶとともに関係者のご努力に敬意を表する次第です。

ご承知のとおり、近年、林業に対する社会の関心はますます強くなってきております。経済の発展に伴い、木材需要は今後ますます増大することが予測されており、また、反面、治山治水等森林の国土保全機能に対する期待はより強くなり、さらに、保健休養の場としての森林の存在も今後ますます重視されるでしょう。

われわれは、このような時代の要請に応え、一層、森林資源の維持培養と林業の近代化の推進に努めなければなりません。

林野庁としても、このような観点から林業諸施策の拡充に努めているところですが、しかし、これは単に施策の推進のみで容易に達成しうるものではありません。綿密な関連諸施策の推進に加えて、個々の林業経営者の林業に課されている使命の認識の上にたった経営近代化の努力が必要であり、さらにこれらを支える諸々の技術の発展が伴わなければなりません。

個々の林業経営の近代化なくしてわが国林業の発展はあり得ません。その意味で、人口の都市への流出に伴う農山村の労働力の不足等もあって林業経営をとりまく諸情勢が悪化している今日、経営合理化の推進が急務であり、また、経営に密着した技術の開発とその実用化が強く望まれる次第です。

空中写真測量は、当初、山間避地でしかも広大な地域にまたがる森林の実態把握を容易にしました。そして最近では、林道予定線の選定、索道予定線の選定等にも利用されつつあるとのことで誠に喜ばしく思っているところです。しかし反面、これらすでに実用化していると思われる技術が、すべての林業経営者に十分活用されるまでに普及しているかどうかについてはいささか危惧の念を持つものでもあります。

技術の開発は、完全に実用化に供されて初めて実を結んだものといえましょう。一般に交通不便な山間避地にある森林を対象に営まれる林業にあっては、技術の普及も容易なものではありません。

古くから空中写真測量の技術開発および普及の分野で活躍されている関係各位に敬意を表するとともに、年の変わりを契機として、改めて林業のおかれている現状を認識していただき、今後一層この分野でご活躍されるようお願い次第です。

(筆者・林野庁長官)

地形を写真で

観る

(XVIII)

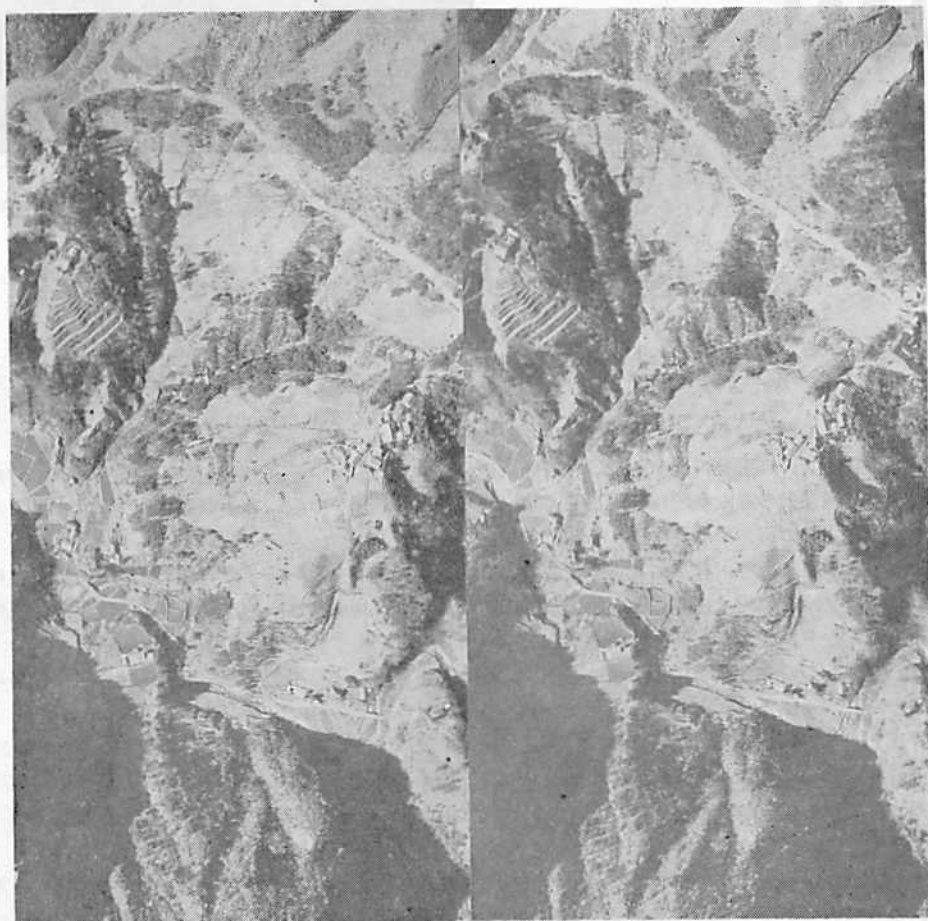
淵 本 正 隆

地形の変化

実例—47

昭和36年6月、伊那地方を襲ったいわゆる梅雨前線豪雨は、伊那山地一帯にはげしい爪跡をのこし、泰阜ダムは、かえって災害を促す結果になってしまった。

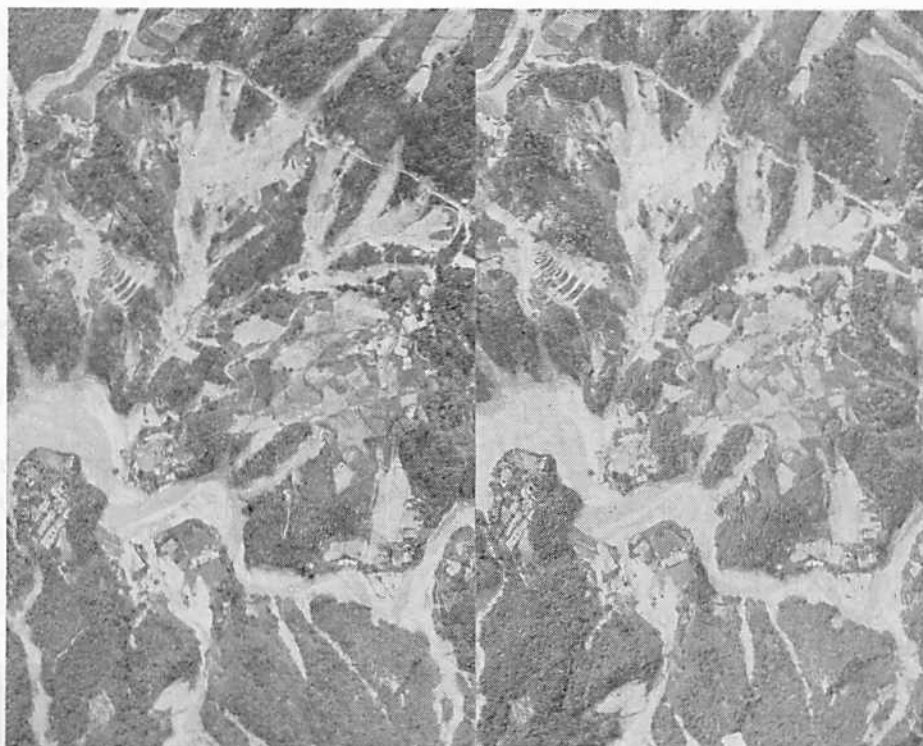
写真は伊那山地、天竜川支流四徳川との合流付近、災害発生半年前の写真と災害発生後約1週間目の写真である。この地域の基盤は、粗粒の主として角閃石黒雲母花



実例—47—1. 35年10月撮影 四徳川

森 林 航 測 No. 66 (1月号) 目 次

- | | |
|------------------------------|------------------------|
| ○年頭にあって……………片山 正英… 1 | ○空中写真簡易測量法実施上の |
| ○地形を写真で観る (XVIII) ……淵本 正隆… 2 | 問題点について……………大場 武…12 |
| ○空中三角測量の初歩 (その3) ……森戸 博… 4 | ○山官のカメラ散歩……………八木下 弘…19 |
| ○空中写真簡易計測器の考案と | ○トピック……………中島 巖…21 |
| その使用……………佐々波清夫… 6 | ○新器材紹介……………大貫 仁人…23 |
| | ○質疑100題……………西尾 元充…24 |



実例 47-2. 36年6月撮影 四徳川

崗閃緑岩からなる混成作用を受けた岩石であり、若干の変成岩も分布している。この花崗岩類は、地表から薄いところで 2~3 m、深い場合は 10 m 以上にわたり同化の真砂状になっている。

この2つの航空写真だけでも推察できることではあるが、崩壊は、この風化した花崗岩砂の部分に発生しており、発生地点からみると、小さな沢の頭の部分、構築物を含めた斜面傾斜の変換線の部分、側刻をうけた谷沿いの斜面部などにあることがわかる。

地形区を、ある規準（たとえば水系の順位、水平断面型）で分け、これを単位として地形（崩壊地を含め）の測定を行ない、あわせて被覆の状態や水利の状態を判読、計測を、新、旧2種以上の航空写真について行なうことにより、崩壊発生の特質、性格を素因的な要因で整理して考えることができそうである。

渡正亮氏によれば、現在、危険な斜面というものは次のように考えられているようである。

- (1) 極度に風化した 30° 以上の斜面
- (2) 斜面に植生がほとんどみられない箇所
- (3) 斜面上部の地形が、その斜面に地表水を集中するような形になっている箇所

(4) 斜面下部に切り土や溪流による浸食がみられる箇所

(5) 斜面上の土の含水比が急激に変化しやすい箇所

(6) 斜面上部に台地上平坦地をもつ箇所

(7) 斜面下部が 45° 以上になっている箇所

(8) 倒木による根もとの掘起こされやすい箇所

(9) 斜面上部や斜面中にある漏水しやすい水路のある箇所

これらの認識のもとに、この2種類の写真を観察していると崩壊発生について整理してみることができるようになる。

崩れ落ちた斜面と、土砂に埋まった谷底に比べ田畑や人家がひ弱く見えるのは気のせいばかりではなさそうである。

（筆者・アジア航測 K. K. 地質課長）



〇〇〇 空中三角測量の

〇〇〇 初 歩 (その 3)

森 戸 博

5. 解析写真測量とは？

“まえがき”のところでも少しふれましたけれど、解析写真測量について以下簡単に述べてみましょう。

解析写真測量ということ、一口に言いますと、それは数値計算による写真測量ということになります。

前号で説明しました“標定”という仕事のすべてを、数値計算で行なうことになります。解析幾何の問題を、実際に測定数値を代入して標定要素という未知数を求めようということです。そしてそのためには、当然電子計算機が必要になってきますし、また電子計算機が出現し実用化されたからこそ、写真測量を解析的に解く方法が認識されたのだということは、前に述べた通りです。

ではここで解析法で行なうときの仕事の進め方について説明しましょう。

重複して撮影された2枚の空中写真を考えて、イ) ある点の写真上における位置(たとえば写真の主点を原点としたその点の座標)、ロ) 写真の撮影時における相対傾斜角、ハ) 撮影カメラのレンズの焦点距離、ニ) 空中の基線長、つまり2枚の写真のカメラ間隔、以上の4つの条件が知れば、少なくともその点の空間位置を計算で求めることは可能ですし、その他すべての点の相対的空間位置を知ることができます。なおこの相対的空間座標値を対地標定すれば、われわれの必要とする空中三角測量の最終結果をうる事ができるわけです。

問題はこの4つの条件ということになります。

まず、イ) の写真上の各点の座標を知るためには、直角座標測定機で測定をしなければなりません。その測定機には通常コンパレーターという精密光学機械が使われます。直交するXY 2本のレールにそって正しく動く架台に、空中写真のフィルムをのせて、2枚の写真の対応する点の位置をそれぞれ測ります。この測定精度はミクロンのオーダーになっています。測る形式から分けて、あらかじめ点移写機を用いて対写真の対応点に針穴をあけておき、その針穴位置を空中写真1枚ごとに測定しようというモノコンパレーターと、頂度点移写機に目盛り

をつけた構造と考えられるステレオコンパレーターとの2種類あります。

次にロ) の写真の傾斜角の問題ですが、これは前号の相互標定のところで説明しましたように、コンパレーターで測定された写真座標に傾斜角の近似値を与えて、写真座標の座標変換計算を行ない、両写真の5点以上の対応点のY座標がすべて同時に一致するまで、近似傾斜角を修正しようというものです。つまりイ) の測定値を使って暫近計算を行ない、ロ) を求めるわけです。これは図化機を用いて相互標定を行なう仕事を、数値計算の仕事に置き換えただけのことです。

ハ) は常に与えられるものですから、まったく問題はありません。

ニ) も心配はありません。BX の問題ですから、第1モデルだけ適当に与えてやっておけば、あとは接続標定の計算で統一された縮尺の带状のモデルができ、対地標定を行なうことによってすべて解決されます。

以上が解析法についての概説ですが、なお一級図化機を用いて行なう方法(機械法といっております)との比



ステレオコンパレーター “ステコメーター”

較においての特徴を少し述べてみますと、

1) 内部標定における補正の問題で、たとえばフィルムの伸縮の補正とか、レンズディストーションの補正の問題等、機械法の場合は物理的に処理しうる範囲にとどまるのに対して、解析法の場合は数値による処理なので、その制約からまったく解放される。

2) 内部標定、外部標定を含めてすべて観測という仕事をとり上げた場合、つまり人間の視覚という誤差の最も入りやすい生理条件が、機械法の場合たえずつきまわっているのに対して、解析法では最初の写真座標を測定するときだけで、誤差介入のチャンスが大幅に減る。

3) 測定機械そのものの構造からみて、回転機構を必要としないコンパレーターの方が、複雑な機構をもつ一級図化機に比して機械誤差という点で有利であることは

明らかである。

4) 測定機械の価格は、コンパレータの方が一般的に安価であるが、電子計算機が高いので、設備投資においては解析法の方が高額になる。ただし設備投資ということは、常にその予測される受注量に応じて考えられるはずのものであるから、少なくともコンパレータの測定能力は、一級図化機のそれと比して、大ざっぱに約2倍有利であるといえるので、電子計算機の高額な投資がモデル当たりの生産コストに及ぼす影響はほとんどない。(将来電子計算機の価格が安くなれば、解析法による方がコストにおいてより有利になることは十分期待できる)

6. 空中三角測量の精度について

計画機関において、測量精度ということはきわめて重要な問題です。当然作業機関でも、その精度向上に常に心をかけ、少しでも信頼度の高い成果品を提供できるよう努力を重ねていることも事実です。

けれど地上測量に比較して写真測量は、空中写真という媒体情報によってのみ決果を予測しようということであって、その過程が少なくとも直接的ではないのです。つまり誤差の生ずる可能性ははるかに高く、また誤差のうち原因のわからないもの、のしめる率も多いのです。

けれど他方、地上測量では局所的な、そして不連続な観測情報しか得られないのに対して、写真測量の場合は、総合的な、連続的な情報が得られます。

したがって両者の測量精度を論じようとするなら、地上測量の成果は、局所的にその絶対誤差が非常に優れている部分と、また逆にかなり粗雑な部分とがアンバランスに分布されている。そして総体的に一貫した精度が保たれにくい。

これに対して写真測量の場合は、その局所局所をとった場合絶対誤差は地上測量に劣る部分が多いといえるけれど、どの部分をとり上げて同程度の精度が保たれていて、総体的にはバランスのとれた精度、つまり相対誤差において優れたものが期待できるといえます。

空中三角測量を行なっていて、閉塞しない基準点をよく調べてみると、地上測量側に間違いがあったことを発見するという事は、私達のよく経験することです。

これは明らかに写真測量の相対誤差が優れていることを意味します。

ただここで一つ問題点があります。それは基準点の写真上における確認を、対空標識によらずに、現地の刺針作業に委ねる場合のことです。基準点測量そのものが、たとえ正しく行なわれていても、結果的にはこの刺針作業の精度に制約されてしまうのです。そしてまたこの刺針という仕事は、困ったことにはなはだ困難な仕事なの



電子計算機 OKITAC-5090

です。

写真上明確な位置に帰心できる場合はまだ救われるのですが、森林地帯では、まったくそのすべもなく、信頼性はほとんど期待できません。

毎日実作業を行なっている私達の立場から、精度向上に必要な第一の条件は、基準点にはすべて対空標識を設置したいところです。アジア航測K. K.の上谷氏が常に提案しておられる永久標識の設置というようなことを、国家的に真剣に考えてゆかない限り、この問題の解決はなかなか困難のように考えられます。

さて空中三角測量の絶対誤差ですが、撮影高度、写真処理の良し悪し、対空標識の有無、平地か山岳地か、基準点の数、およびその配置状況等々の条件によって一概に表現することは困難ですが、私達の日常の経験から非常に粗雑な表現を敢えてしますならば、平均誤差が撮影高度千分の1から5千分の1というところだということです。

7. あとがき

以上3回にわたって空中三角測量の概略を述べてきましたが、もちろんこれだけの紙面で意が尽せるものではないですし、むしろ実作業というものは今までに述べ得なかった事がら、つまり教科書的でない事がらで常に問題を解決してゆく努力が必要であるということです。

近代科学技術は、個々の分野の技術の総括の上ででき上がっております。したがって私達は幅の広い科学的常識と、それらを一つのシステムとしてまとめ上げてゆくスペシャリストとしての能力が常に要求されているのです。そしてこれらの要求に応えるべく、多くの障害をの

(18ページに続く)

空中写真簡易計測器の 考案とその使用

佐々波 清夫

はじめに

空中写真から簡単に高さや傾斜を計測したり、面積・体積などを求めたいという要望がかなりある。しかしながら簡易図化機ですら100万円もする現状では、これは何とも処置なしである。事実、写真測量の普及を妨げている原因の一つはその器材が余りにも高価な点にあるといえよう。アリダードやレベルやトランシットとは異なり、多くの人が手に触れ、使用してみる訳にはいかない。実際に器械をいじったこともなくて、写真測量の講義を聴いたり、参考書を読んでみたところでわかるはずがあるまい。測量士試験などで「写真測量は難しい」との苦情がでるのはもっともなことである。英国の格言にあるかどうか寡聞にして知らないが、とくに測量などにおいては、“Learn by heart”とか“Learn by head”ではなく、同じくhはつくが、“Learn by hand”でなければならない。それには各人が自由に測定器材を取扱えるような条件をみたしてやる必要がある。そこでまず、第一歩として、筆者は個人でも購入でき、精度もなるべく良く、使いやすいことを主眼として、空中写真簡易計測器を設計してみた。

1. 空中写真簡易計測器

空中写真簡易計測器は(1) PARALLAX-METER (視差測定器)、(2) PHOTOGRAMMETRIC SCALE (写真測量尺)、(3) CONTOURING DEVICE (地形線(フォーム・ライン)・等高線描画器)、(4) POINT TRANSFER DEVICE (簡易移写器)の4つの測定器に分けられている。各部分ごとに切断してそれぞれ別の目的に使用される。PARALLAX-METERはPARALLAX-WEDGEまたはPARALLAX-LADDER、視差くさびとも呼ばれ、林業試験場の中島巖氏によって広く紹介されているので、林業関係の方にはなじみ深いものであろう。ただ従来のものよりも精度がよくなっており(最小目盛0.05mm)、スケール・数字が実体視されれば、PARALLAX-METERは自動的に写真基線に対し

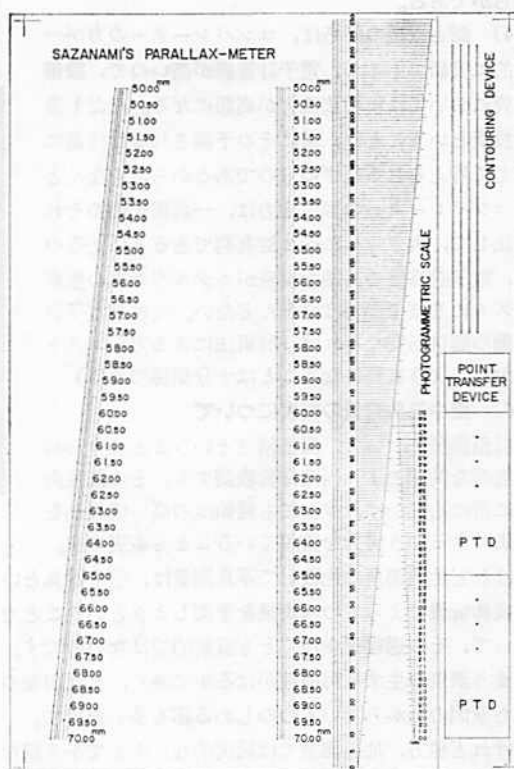


図 1

て正しく置かれることになるので、斜めに測定する危険がなくなり、目盛数値を多く付けたので読定しやすくなったことなどにいくつかの改良が加えられている。

PHOTOGRAMMETRIC SCALE は(イ)通常尺、(ロ)大きくさび尺、(ハ)小さくさび尺の三つより成り立っている。通常尺の最小目盛は0.5mmで、写真縮尺や写真基線長などの長さの測定に用いる。大きくさび尺は5~23mm程度の長さを精密に測定するのに用いる。大きくさび尺には目盛数値がついていないが、通常尺の目盛値の1/10がちょうどそのくさび間隔を示しているので読定は容易であろう。小さくさび尺は0~5mm程度の長さをごく精密に測定するのに用いる。

CONTOURING DEVICEは地形線(フォーム・ライン)といい、比高による位置のズレを補正していない写真上の等高線をさすことが多い、等高線を描画するのに用いる。POINT TRANSFER DEVICEは主点の移写、その他もろもろの点を移写するのに用いられる。

2. PHOTOGRAMMETRIC SCALE の使用法

まず簡単なものからという訳でPHOTOGRAMMETRIC SCALEからはじめることにする。

1) 通常尺による写真縮尺・撮影高度の求め方

「森林航測」の愛読者ならばいまさら写真縮尺の求め方なぞとせせら笑われるかもしれないが、しばらくご辛抱願いたい。ご承知のように、起伏のある土地では、一枚の写真の中でも場所によって縮尺が異なる。それで写真縮尺はせいぜい有効数字二桁位の大ざっぱに求めればよいという説が流布されている。しかし、写真縮尺数 m_b が不正確ならば $m_b \times f = H$ (f はカメラの焦点距離、 H は撮影高度、 m_b は縮尺の分母数で縮尺数という。下につけた b は独乙語の Bild (写真) の略である。地図の場合には、同じく独乙語の Karte (地図) の略の K を付けて示すことが多い) より求めた H が不正確となり、写真計測上面白くない。それでむしろ次のように言い換えた。写真縮尺・撮影高度は常にその標高基準面を指定してあらわし、相対誤差で 1/100 以内の精度で求めるべきである。一般に写真縮尺を求めるのに、写真と地図とでははっきり確認でき、またなるべく離れている二点 A, B を選び、写真上での長さ S_b 、地図上での長さ S_K を測

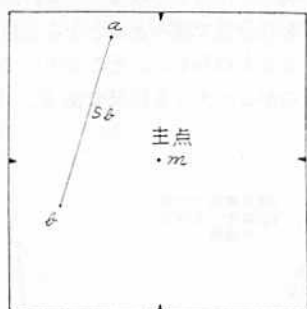


図 2.

定し、 $m_b = \frac{S_K}{S_b} m_K$ によって求めるのが普通である。

(m_K は地図の縮尺数) さてこの m_b はどの標高基準面に対するものであろうか？ A, B の標高が同じだとすれば当然この標高基準面に対するものであるし、 A, B の標高が異なっているとしても、それらが主点に関して対称の位置にあれば、 A と B の平均標高がその標高基準面になることはどなたもご存知であろう。もちろん、この場合すべて鉛直写真であると仮定しているが、5g 以内の垂直写真では写真の傾斜によるズレは無視できる。すなわち、写真の傾斜によるズレは等角点を原点とし、最大傾斜線を x 軸とすると、 $\Delta x = \frac{x^2 \sin \nu}{f + x \sin \nu}$ であらわされる。

$f = 15 \text{ cm}$, $\nu = 5 \text{ g}$, $x = \pm 10 \text{ cm}$ とすると、 $\Delta x \approx 0.5 \text{ mm}$ 程度であるから、写真の傾斜によるズレの影響は考えなくてもよい。さて、実際には、 A, B を同標高に選んだり、主点を通る対角線上で主点から等距離にとることは困難で、たとえば図 2 に示すようになるのが普通である。 A の標高を h_A , B の標高を h_B とすると、 $m_b =$

$\frac{S_K}{S_b} m_K$ より求めた m_b の標高基準面はいくらであろうか？ このような問題はあまり取りあげられていないので、ここに筆者による解法を紹介しておこう。

2) 撮影高度を精密に求めるための佐々波の方法

A, B のうち、標高の低い点 B を通る基準面上での投影を考えてみる。図 3 において $AA' = h_A - h_B$, $A'A''$ は比高によるズレ、 A' は A の正射影であるから、 $A'B$ は実長で $S_K m_K$ に等しい。 $A'B \approx A''B$ すなわち $A''B = S_K m_K$ とおくことができる。図 4 は図 3 をわかりやすく示したものである。いま、 $A''B$ に平行でかつ $A''B$ に等しく CD をとると、 $m_b = \frac{A''B}{ab} = \frac{CD}{ab}$ となり、

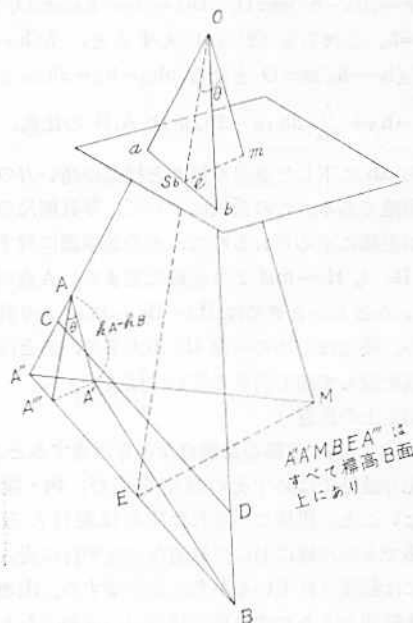


図 3.

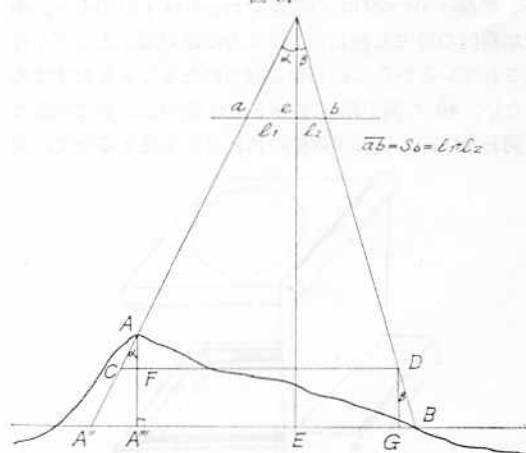


図 4.

m_b は CD 面に対するものであることは自明である。それで、CD 面の標高を求めればよいことになる $CD = CF + FD$, $A''B = A''G + GB$, $\therefore CF = GB$, 図 4 にみるように、

$$\overline{AF} = \frac{\overline{CF}}{\tan \alpha}, \overline{DG} = \frac{\overline{GB}}{\tan \beta},$$

$$\therefore \overline{AF} \tan \alpha = \overline{DG} \tan \beta \dots\dots\dots (1)$$

$\tan \alpha = \frac{ae}{oe}$, $\tan \beta = \frac{eb}{oe}$ を (1) に代入すると

$$\overline{AF} \cdot ae = \overline{DG} \cdot eb \dots\dots\dots (2)$$

図 3 において、 $LA''A' = A = O$ であるから、 $\overline{AA''} = (h_A - h_C) \sec O$, CD 面の標高を h_C とすると、同様に $\overline{AF} = (h_A - h_C) \sec O$, $\overline{DG} = (h_C - h_B) \sec O$, $ae = l_1$, $eb = l_2$, これらを (2) に代入すると、 $l_1(h_A - h_C) \sec O = l_2(h_C - h_B) \sec O$ となる $oh_A - h_B = dh_{AB}$ と

と $h_C = h_B + \frac{l_1}{S_b} dh_{AB}$ dh_{AB} は A, B の比高, l_1 は主点から ab に下した垂線の足 e と標高の高い方の点 a までの距離である。この公式によって、写真縮尺の標高基準面が正確に求められるので、その基準面に対する撮影高度 H_C も $H_C = m_b f$ より正確に定まる。A 点の撮影高度 H_A が欲しいときには $H_A = H_C - dh_{AC}$ より計算すればよい。要ははじめの一発 H_C が大事で、あとは地図より標高を読んで差し引きしていけばよい。

3) 測定上の注意

A, B 点として、道路の交差点などを選点するとよい。ただし記号道路では必ずその真中を選び、角・端などをとらないこと。黒描で示された建物は避けた方がよい。道路でも海岸線に沿って鉄道などと平行に走っている場合には転移されているから注意を要する。山地では位置が比較的きまりやすい独立標高点、三角点などを選ぶ。標高は 10~20 m の精度でわかれば十分である。国土地理院の努力で新しい 1/2.5 万の地形図がどんどん作成されているからこれらをご利用になることをおすすめしたい。 ab の測定精度は 0.5 mm 位でよいので肉眼でも構わないが、後で実体鏡の代わりにも使えるので、図

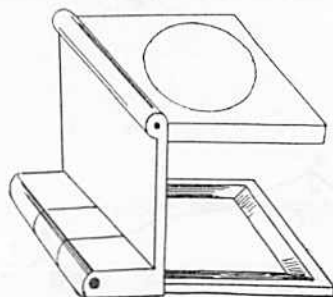


図 5.

5 のような倍率 3~4 倍ほどの折たたみ式ルーペ 2 個を用いると楽に測定できる。

まず、通常尺で指標間隔を測定し縦横の差が、18×18 cm サイズの写真で約 1.8 mm, 23×23 cm サイズの写真で約 2.3 mm 以上あるものは測定に使用しない。一様な伸縮については、それが相対誤差で 1/100 をこえる場合には、その比率で画面距離も補正した値を用いる。指標間隔は、トパール (176.00 mm), アビオタール (164.00 mm), プレオゴン (226.00 mm), アビオゴン (212.00 mm) になっている。地形図の伸縮は国郭の長さを調べればよい。行政区画の欄にその各辺の真長が与えられているからそれと比較してみる。相対誤差 1/100 以上ならば補正しなければならないが、そんな例はほとんどないようである。

4) 大きくさび尺の使用法

トランシットをいじった方ならどなたもご存知のように、人間の眼は 1 点(線)に合致させたり、二等分したりということに関しては信じられない位よい光学器械といえるが、端数を目分量で読みとるとなると格段とその性能が落ちてしまうものらしい。そこですべて合致方式でいこうとしたのがこの大きくさび尺である。図 6 におい

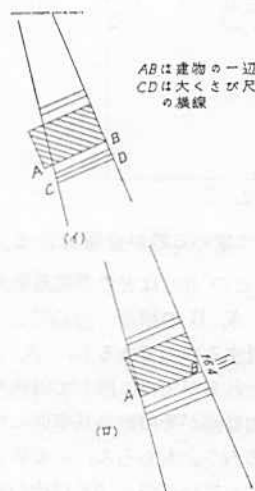


図 6.



図 7.

て、建物の一辺 AB の長さを測定しようとする場合、まず、大きくさび尺の横線が AB に平行になるように置き、 AB と横線がいつも平行を保つようにして、大きくさび尺を上下させて (b) のように AB と合致する大きくさび尺の横線を見いだせばよい。それが通常尺の目盛の 164.5 mm であったなら、 AB の長さは 16.45 mm となる。もちろんルーペを使用していただきたい。なんでも親ゆずりのもの一肉眼一だけで済ませようとするのは空中写真

に対する冒とくである。

5) 小さきび尺の使用法

使用法は大きくさび尺とまったく同様であるが、この場合は倍率 15 倍ほどのルーペを使用していただきたい。たとえば、PEAK×15などもよいと思う。この小さきび尺の特長は、線の太さによる誤差を避けるためと、目盛を読定しやすいように 0.01 mm 目盛ごとに間隔をあけたりして工夫をこらしてある点にある。

3. POINT TRANSFER DEVICE の使用法

点を移写するのに、従来、測針を用いて行なってきたが、森林航測の読者ならばご存知のように、針をつく瞬間実体感が不安定になり刺針誤差が大きく、上手に移写するには相当の熟練度を要した。POINT TRANSFER DEVICE はメスマークの原理を応用したもので、実体視さえできれば、どなたでも容易かつ正確に点を移写することができる。PDT には輪・点・十字の三種類のメスマークがついている。どれを用いられても結構であるが、とにかく、その中心に針穴をあけておく。いま、たとえば左写真の主点を右写真に移写するとしよう。(イ) 左写真主点が実体視できるように右写真をおいたら固定する。(ロ) PTD のメスマークの中心を左写真の主点に合致させて文鎮で固定する。(ハ) もう一つの PTD を

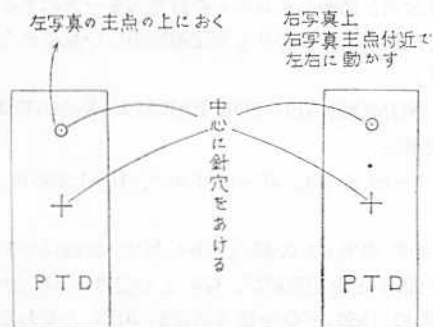


図 8.

移写点付近で左右に動かしながら実体視すると、メスマークが上下に動いているのが見られる。メスマークがちょうど地肌に接着したところで PDT を止め、(ニ) メスマークの中心に刺針すれば、移写完了となる。以上は PDT を 2 枚用いる方法であるがもっと簡略法もある。左写真の主点を刺針し、PTD の任意の場所に針穴をあける。今度は左写真の主点の針穴自身をメスマーク代用とし、右写真上、PTD の針穴を左右に動かして上と同様に移写を行なえばよい。

4. PARALLAX-METER の使用法

PDT で左右写真の移写が完了したら、写真基線を引

く。このときけちけちなしないで写真の両端まで引くことが肝心である。縦 30 cm 以上、横 40 cm 以上の紙を用意し、その真中に横線を長く一本引いておく。言い忘れたが、線の太さは写真計測においてはいつも 0.1 mm 以下とする。紙の上に左写真をのせ、この線と左写真基線の両端点とを一致させてセロテープで固定する。右写真の左辺の黒縁を切り落し、左写真の主点と右写真上のその移写点の間隔が約 60 mm 位になるようにし、前と同じ要領で右写真の写真基線を紙の線と一致させたらセロテープで固定する。このさい、左右写真の接合部に上から下に一本必ずセロテープをかけておくこと。実体部分を残し後は切落してもよい。長い定規を用いて写真主点基線を合わせる方法もあるが、これによるとどうも X の誤差が生じやすいので前記の方法をおすすめする。以上で標定完了で、写真の実体部に PARALLAX-METER を置いてポケット式実体鏡で測定していただければよい。間隔 60 mm というのは標準であって、そこが平均標高ならば、PARALLAX-METER ではそこから視差々で ± 10 mm の比高まで測定できる訳である。比高がそれほどない場合には、各人実体視が最も楽な間隔によって差支えない。鏡式実体鏡と視差測定棒で測高する場合メスマークが上下に動いてなかなか測り難いものであるが、それに比べると、PARALLAX-METER の方ははるかに安定しており、測定スピードも速い。たとえば、PARALLAX-METER はメスマークが視差々 0.05 mm 間隔で上から手前下に細かく配列されて見えるので、二点間の視差々を直ちに求められる場合もある。一般には写真上 PARALLAX-METER を前後に移動させることによって任意の 2 点の比高を求めることができる。より精密に測高したいときは、ポケット式実体鏡の代わりに、

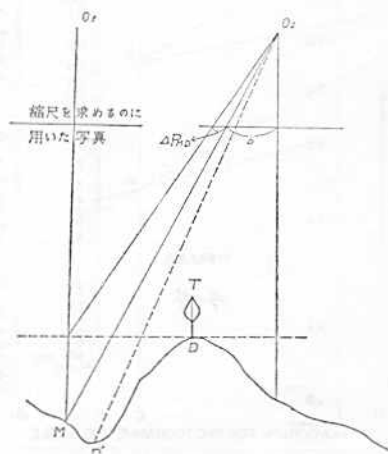


図 9.

通常尺のところで述べた倍率 3~4 倍のルーペ 2 個を用いる。ポケット式実体鏡で PARALLAX-METER を測点に合わせてから、ルーペをその位置に置き、測点をそれぞれ視野の真中にくるようにルーペを調整すれば実体視できる。4 倍ほどのルーペを用いると測定精度は $\pm 0.02 \text{ mm}$ 位にまで高まる。そこで、視差々の精度は $\pm 0.03 \text{ mm}$ なるので、大ざっぱに測高精度 ΔH をあたってみると $\Delta H = \frac{H}{b} \Delta p$ (H は撮影高度、 b は写真基線長、サイズ $23 \times 23 \text{ cm}$ 、重複度 60% とすると $b = 92 \text{ mm}$ 、 Δp は視差々 0.03 mm) より、 $\Delta H = \frac{1}{3000} H$ となる。すなわち、撮影高度が $3,000 \text{ m}$ の写真では測高精度は 1 m ということになり、このような簡易測定器でも近傍の高低差測定に関する限りは、12 級図化機に匹敵することを指摘しておきたい。

ここで、起伏の著しい山岳地帯での樹高測定法を紹介しておく。

(イ) 左右写真のうち、縮尺の求めやすい方の写真を使ってその m_b を求め、 $h_c = h_b + \frac{l}{S_b} \Delta h_{AB}$ よりその基準面標高 h_c をだし、 $H_c = m_b f$ より C 点に対する撮影高度 H_c を求める。

(ロ) いま樹高を求める地点の標高を地形図より読み

とり h_D とする。 $h_D > h_c$ ならば、D 点に対する撮影高度 H_D は $h_D = h_c - (h_D - h_c)$ より計算される。樹高測定公式は

$$\Delta H = \frac{H_D}{b + \Delta p_{MD} + \Delta p_{DT}} \cdot \Delta p_{DT}$$

ここに ΔH は TD 間の比高、 b は縮尺決定に用いなかった写真の写真(主点)基線長、 Δp_{MD} は主点 M と D との視差々である。主点 M を通る等視差面の視差はうまい具合に写真上に簡単に b として写っているが、D を通る等視差面の視差は $b + \Delta p_{MD}$ とちょっと面倒になることが図 9 から直ちにおわかりになることと思う。また、D が主点よりも低い場合には Δp_{MD} は負になる。 H_D は常に比高を求める 2 点のうちの低い方の点に対する撮影高度であるのに注意されたい。起伏があまりないところでは、上式は $\Delta H = \frac{H}{b + \Delta p} \Delta p$ としてよく、視差々も小さいときにはさらに $\Delta H = \frac{H}{b} \cdot \Delta p$ として計算してよいことは言うまでもない。

5. SAZANAMI'S DOUBLE NOMOGRAPH

の使用法

視差々から比高を求める前述の公式などいっいち計算するのは能率がよくないので筆者は新しく計算図表を考案してみた。この計算図表の特長は、視差々から比高を求める公式と比高によるズレの計算式を一表にまとめたことと、従来のものよりも測定範囲が広い点にあるといえよう。

1) NOMOGRAPH FOR PARALLAX-METER の使用法

例、 $b = 89.5 \text{ mm}$ 、 $\Delta p = 0.45 \text{ mm}$ 、 $H = 1,850 \text{ m}$ の場合。

- ① まず Δp の 0.45 と $(b + \Delta p)R$ の $89.5 + 0.45 = 89.95 \approx 90.0$ とを定規結び、QR との交点を Q_1 とする。
- ② HR の 1850 と Q を結ぶ直線が ΔHR と交わる点が求める答である。 $\Delta H = 8.3 \text{ m}$ 。

2) NOMOGRAPH FOR PHOTOGRAMMETRIC SCALE の使用法

例、 $H = 1350 \text{ m}$ 、 $\Delta H = 125 \text{ m}$ 、 $r = 41.5 \text{ mm}$ の場合。

- ① HR の 1350 と ΔHR の 125 を定規で結び、QR との交点を Q_2 とする。
- ② rR の 41.5 と Q_2 を結ぶ直線が ΔrR と交わる点が求める答である。 $\Delta r = 3.84 \text{ mm}$ 。

3) SAZANAMI'S DOUBLE NOMOGRAPH を用いて傾斜を測定する方法

- ① 低い方の点に対する撮影高度 H_b と b を求める。
- ② PARALLAX-METER で AB 間の視差々 Δp を求める。

- ③ 計算図表で、この $(b + \Delta p)$ と Δp との交点を Q_3

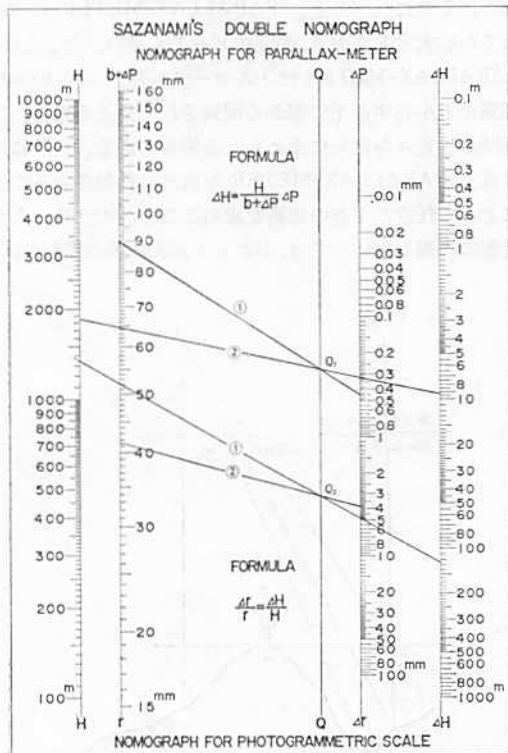


図 10.

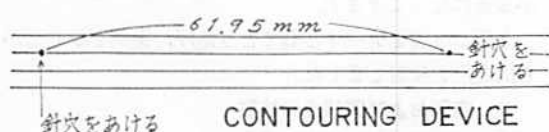
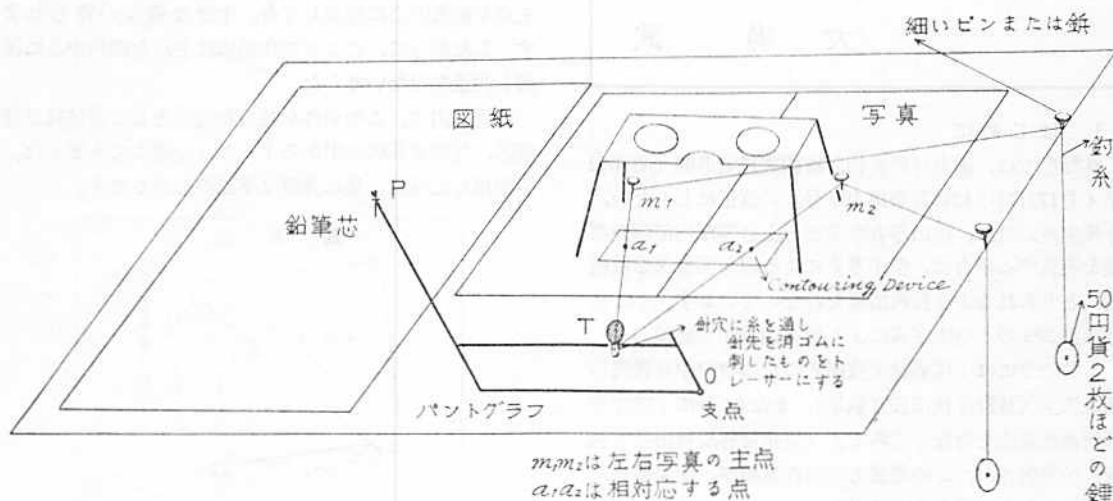


図 11.

さの辺)を PHOTOGRAMMETRIC SCALE の小クサビ尺と $\times 15$ 程度のルーペを用いて、ごく精密に測定し Δr を求める。撮影高度 H はいうまでもなく求めておく。 $\Delta H = \frac{\Delta H}{H} \cdot r$ の式を逆用して $r = \frac{H}{\Delta H} \cdot \Delta r$ とし、計算図表より r を求める。写真上 3 カ所以上でそれぞれ r を



m, m_2 は左右写真の主点
 a_1, a_2 は相対応する点

図 12.

とし、 AB の比高 ΔH を求める。

④ 鉛直点 (わからなければ主点) から高い方の点 A までの距離 $\overline{AN} = r$ を測定する。

⑤ この r の値を rR にとり、 Q_3 点とを結ぶ直線が ΔrR と交わる点が求める Δr を与える。

⑥ A より内側 (鉛直点の方へ) に向かって、 $\overline{AN}$ 上にこの Δr に等しく C 点をとる。

⑦ CB の長さを測定し m_b (H_b に対する縮尺数) を掛ければこれが実際の水平距離になる。

⑧ 傾斜は $\tan \theta = \frac{\Delta H}{CB \cdot m_b}$ より求める。

4) 鉛直点を求めるための佐々波の方法

鉛直点を求める方法として、スケール・ポイント法、CHURCH の方法、MORSE の方法等があげられるが、いずれも地上基準点を必要とし、やり方も繁雑で面倒である。写真縮尺が $1/1$ 万以上で、4 階程度の建物、高压線塔、樹木 (ただし真直ぐ立っているもの) などが写っている場合には筆者の考案した方法が最も容易で、何よりも地上基準点などを必要としないから便利である。PARALLAX-METER で建物などの高さを測定する。次にその比高によるズレ (横倒しに写っている建物の高

求め、比高によるズレの先端の点を中心として、コンパスで半径 r の円をそれぞれ描き、これらの円がすべて一点に交わったならそこが鉛直点となる。

6. CONTOURING DEVICE の使用法

1) 地形線 (フォーム・ライン) の描画法

PARALLAX-METER で標高既知点 $H=176$ m にメスマークを接着させ、その目盛が 62.85 mm であったとする。 $H=2,500$ m, $b=93.1$ mm の場合 $H=200$ m の PARALLAX-METER の目盛は、 $\Delta H = \frac{H}{b + \Delta P}$ より計算図表を用いて $\Delta P=0.9$ mm を求め、 $62.85 - 0.9 = 61.95$ mm であることがわかる。そこで、標高 200 m の地形線を描画する場合には、CONTOURING-DEVICE の任意の線を PARALLAX-METER の 61.95 mm の目盛の線に合わせ、相対応する目盛の線との交点を取り CONTOURING-DEVICE の横線上に針穴をあける。この 2 つの針穴の間隔がちょうど 61.95 mm になっているので、この針穴をメスマークとして用い、常に地肌に接着するような点を地形の凸線、凹線上に求めていけば、肉眼実体視で描くよりもはるかに正確、容易に左右写真 (22 ページに続く)

空中写真簡易測量法 実施上の 問題点について

大 場 武

1. はじめに

林野庁では、国有林野産物収穫調査規定準則（昭和42年4月17日付け42林野業第193号）の改正にともない、今後生産、造林、治山等各事業実行に必要な内部調査測量を実施する場合に、空中写真による簡易測量法を積極的にとり入れるよう技術指導を行なっています。（42林野業第389号「空中写真による簡易測量作業要領」）

本誌62号には「現場林業技術者のための空中写真簡易測量法」（林野庁依田技官執筆）、また64号に「空中写真簡易測量法を行なってみて」（東京営林局持田技官執筆）が発表され、この測量方法の作業順序、使用器材、実例等くわしく掲載されました。

東京営林局においても、収穫調査業務担当課より、この簡易測量法を実施するにあたり、起こりうる技術的な諸問題を検討するよう計画課に依頼がありました。

以下この時に実施した、簡易測量法の実例を掲げ、いろいろな角度から検討した結果を報告し、皆様のご批判を仰ぐ次第です。

2 簡易測量法の問題点

すでにご承知のとおり、簡易測量法は図解射線法（ブランドル法）がその骨子となっています。

図解射線法では、使用する空中写真が鉛直写真（撮影された時にカメラの光軸が、地表面—基準面—に厳密に垂直である場合）であって、しかも1枚の写真の中に撮影されている土地の起伏（比高）が少ないことが、理想とされています。

しかしながら現実にはこのような条件を持って撮影された写真はほとんどないため、図解射線法を行なう場合、写真の傾き、比高について次のような許容範囲を示しています。

（1）写真の傾きについては3度以内。

（2）比高については飛行高度の10～15%（飛行高度5,000mとすれば、比高は500～700mとなる）

上記の条件をこえた場合は、なんらかの方法により、写真の傾きを測定し、合理的な測角中心点を求めること

が必要になってきます。

上記の事項をテーマとしてとりあげ、実例を示しながら問題点を検討しました。

3. 実例および問題点の検討

1) 比高が10%以内の場合

比高が10%以内の空中写真を使用して簡易測量法を行なう場合、傾きが特に大きくなければ（3度以上）、主点を測角中心に採用しても、十分な精度が得られます。したがって、ここでの作業には主点を測角中心に採用し測量を行ないました。

当局管内で、この条件を持った地区として茨城経営計画区、笠間事業区の中から1モデルを選んでみました。

使用した写真、基本図等は下記のとおりです。

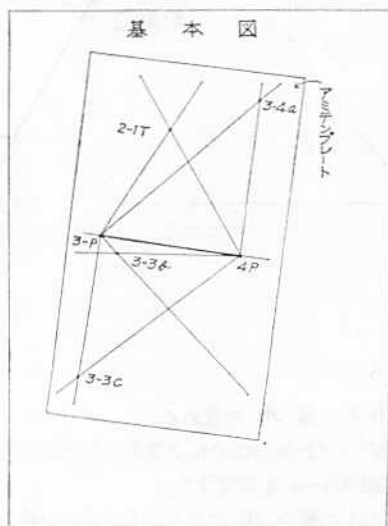


図 1.

表 1 基本図上の基準点と交会された基準点の差

基準点名	1/5000 基本図上	距 離
2-1 CT	0.8 mm	4.0 m
3-4 a	0.7 mm	3.5 m
3-3 b	0.8 mm	4.0 m
3-3 c	0.6 mm	3.0 m

○空中写真 山-207 C3 3～4

撮影高度……5,300 m

比高……240 m（最低 138 m，最高 378 m）

傾き……約 1 度（水準器により測定）

基準点……空中三角測量成果より移写したパスポイント、タイポイント。

○基本図……笠間事業区第 28 片 65～68 林班（ケルシュプロッターにより図化されたもの）

○アミテンプレートまたはマイラーベース

以上を用いて作業を行ないました。

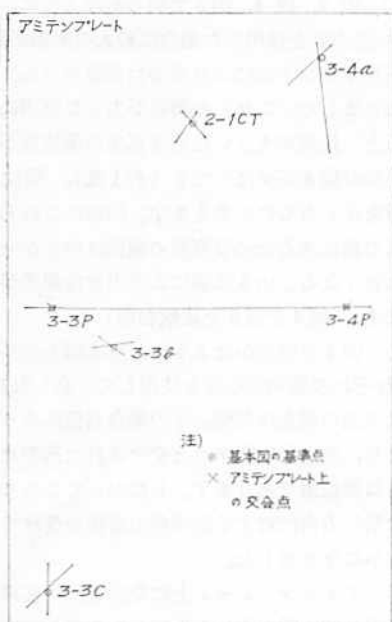


図 2.

(1) 作業順序

(イ) 基準点(バスポイント) 2-1 CT, 3-4 a, 3-3b, 3-3 c を与点とし, 主点 3-3 p, 3-4 p を基本図にそれぞれ決定します。(図 1) なお主点(測角中心点)を決定する場合の注意事項については, 本誌 64 号 12 頁に詳細に記述してあるので, 参照して下さい。

(ロ) ア基本図上に決定された主点 3-3 p, 3-4 p を, マイラーベースに写します。

(ハ) マイラーベース上に写された 3-3 p, 3-4 p を, 使用し, 写真上の基準点 2-1 CT, 3-4 a, 3-3 b, 3-3 c が交差します。

(ニ) マイラーベース上に交差された各基準点を, 基本図上にのせて, それぞれの基準点を比較し, その差(誤差)を測定しました。(表 1, 図 2)

(ホ) マイラーベース上に写された主点 3-3 p, 3-4 P を使用して, 写真上で林相が明瞭な小班について測点を選点, 交会して基本図に図化された同じ小班の区画線と比較しました。(図 2)

(2) 問題点の検討

以上の作業の結果, 表 1 により基本図の基準点と, マイラーベース上に交会された基準点との差(誤差)は, 平均 3.6 m となり, 所要の精度が得られたと考えます。(簡易測量法を行なう場合の誤差の許容限度については後述します)

簡易測量法を行なう場合誤差の生じる原因について検



図 3.

討すると次のような事項が考えられます。

(イ) 測角中心点, および基準点の移写の良否。

(ロ) 測角中心点から各基準点に引かれた方向線が正確に引かれたかどうか。

(ハ) 基本図の各基準点の位置が正確に展開されているかどうか。

(ニ) (イ)項に関連して, ポジフィルム上に点刻された基準点(バスポイント, タイポイント, 空中図根点等空中三角測量の成果)が, 使用する写真に正確に移写されているかどうか。

上記の事項を十分注意しながら簡易測量法を行なえば, 必ず良い成果が得られると思います。

以上の作業結果より, 10%以内の比高をもった地区については測角中心に主点を採用しても所要の精度が得られることが明らかになりました。

2) 比高が 10% をこえた場合

比高が 10% をこえた場合について, 測角中心に主点を用いた場合, また鉛直点を用いた場合について(1)項と同様作業を行ない, 比較検討しました。(なお, 鉛直点の決定については 3)項に記述します)

当局管内でこの条件をもった地区として, 静岡西部経営計画区, 水窪事業区の中から 1 モデルを選んで作業を行ないました。使用した空中写真, 基本図等は, 下記のとおりです。

○空中写真 山-420(第 2 千頭) C4, 16~17

撮影高度.....5,540 m

比高.....900 m (最低 900 m, 最高 1,800 m)

傾き.....約 1 度 (水準器により測定)

基準点.....空中三角測量より移写したバスポイント, タイポイント

○基本図.....水窪事業区基本図 1, 4 片 4~7, 32~35 林班 (ケルシュプロッターにより図化)

○アミテンプレートまたはマイラーベース

(1) 作業順序

(イ) 測角中心点に, 主点 p, 空中三角測量成果より

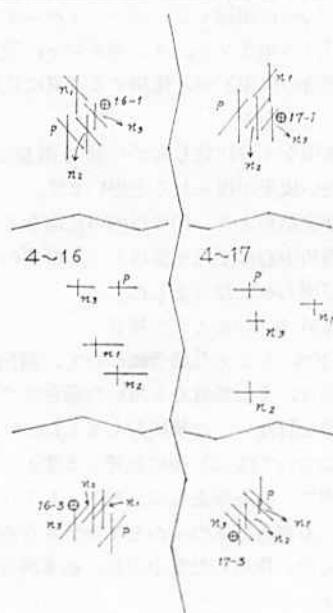
決定された鉛直点 n_1 、水準器8より求めた鉛直点 n_2 、スケールポイント法により求めた鉛直点 n_3 を使用して、基準点 16-1、16-3、17-1、17-3 を与点とし、基本図にそれぞれ決定します。

(ロ) 基本図上に決定されたそれぞれの測角中心点を、マイラベース上に写しとります。

(ハ) マイラベース上に写したそれぞれの測角中心点を使用して各基準点を交会し、基本図上の基準点と比較し、その差を測定しました。(表 2、図 4)

表 2. 基本図の基準点と交会点との誤差

基準点名 測角中心点	16-1		16-3		17-1		17-2	
	1/5000 基本図	距離	1/5000 基本図	距離	1/5000 基本図	距離	1/5000 基本図	距離
p	mm	m	mm	m	mm	m	mm	m
n_1	7.0	35.0	6.5	32.5	6.8	34.0	6.0	30.0
n_2	5.0	25.0	4.7	23.5	6.2	31.0	6.0	30.0
n_3	4.8	24.0	3.2	16.0	3.3	16.5	3.2	16.0
n_3	2.4	12.0	2.0	10.0	2.2	11.0	1.0	5.0



p ……主点…………その交会点
 n_1 ……鉛直点、空中三角測量成果 “
 n_2 …… “ 水準器 “
 n_3 …… “ スケールポイント法 “

図 4. [注] 各部分は 1/5000

(ニ) 基本図、写真上(中心部)の明瞭点(建物、橋、道路の交点等)を交会し、(ハ)項と同様、作業を行いました。(図 5)

(2) 問題点の検討

以上の作業を行なった結果、次の事項が明らかになりました。

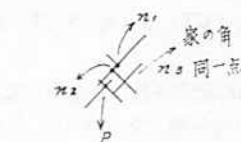
(イ) 表 2、図 4、図 5 で明らかなように、測角中心点に P(主点) を採用した場合に最大の誤差が認められ、スケールポイント法により求めた鉛直点 (n_3) の場合最小となりました。これらの誤差が生じた原因について検討すると、比高が大きいため写真像の偏位量が大きく、なお写真の傾きが少なくても(約 1 度)、偏位量に大きく影響を与えるものと考えます。同時にこれらの基準点が写真の縁にあるため写真像の偏位は中心から遠ざかるほど大きくなるという法制により大きな誤差が生じると考えます。(図 4 と図 5 を比較参照)

(ロ) 図 4 で明らかなように、基本図上の基準点に対し、それぞれの測角中心点を使用して交会した基準点は、基線より上の場合には左側、下の場合右側にあり、また表 2 により、基本図の基準点と交会された基準点との差はおおむね同数値であります。したがってこのモデルに関しては飛行方向に対する旋回角の影響を受けていることが明らかになりました。

(ハ) アミテンプレート上に交会された基準点間の距離を測定し基本図のそれと比較しその差を測定しました(表 3)

表 3. 基準点間の比較 (mm)

基準点間	基本図 上の 長さ	主点 P		鉛直点 n ₁		鉛直点 n ₂		鉛直点 n ₃	
		長さ	差	長さ	差	長さ	差	長さ	差
16-1～ 16-3	581.2	580.8	0.4	583.6	2.4	578.0	3.2	581.5	0.3
16-3～ 17-1	653.5	654.0	0.5	656.5	3.0	652.8	0.7	654.0	0.5
明瞭点 A～B	32.5	33.2	0.7	33.0	0.5	32.3	0.2	32.5	0



p ……主点を使用して
 交会した点
 n_1 ……鉛直点を “
 n_2 …… “ “
 n_3 …… “ “

(n_1 空中三角測量
 成果
 n_2 水準器による
 測定
 n_3 スケールポイント法による)



図 5.

この結果、誤差は全体に少なく、やはりスケールポイント法によって決定した鉛直点を測角中心にして交会した場合が最小となりました。

(二) 上記の結果から、比高が 10% をこえた写真（傾きが少ない場合）を使用して簡易測量法を行なう場合、次のような事項に注意すれば、良い結果が得られると思います。

(a) 測角中心に主点を採用する場合は、測量する区域をなるべく小面積にし、かつ写真の中央部を使用すること。

(b) 測量区域またはその周辺に、なるべく多くの明瞭点（基本図と写真に対応できる）を交会すること。測量区域を基本図にそう入する場合、この明瞭点を基準にして基本図およびアミテンプレート上に決定された測角中心点（この場合主点）にとらわれることなく、容易にそう入することができます。

(c) 測量区域が大きく、かつ写真の縁にある場合測角中心に鉛直点を採用することが望ましいと思います。

3) 鉛直点の決定

すでにご承知のとおり鉛直点の位置は、写真の傾き、すなわち最大傾斜線と角度、およびカメラの焦点距離がわかれば決定できます。主点 P から鉛直点 N までの偏位量 $PN = f \tan \theta$ ただし、 f 、カメラの焦点距離、 θ 、傾斜角

写真の傾きを決定する方法については、次のような方法があげられます。

イ. 水準器による方法

ロ. 主点基線の長短、折れ曲がり方による推定法

ハ. 縦視差の表われ方による推定法

ニ. スケールポイント法

この中で簡易測量法を行なう場合に適した簡単な方法として「水準器による方法」と、作業は多少複雑な計算と図解を必要としますが、比較的良い精度が得られる「スケールポイント法」について、実例をあげてみました。

(1) 水準器による鉛直点の決定

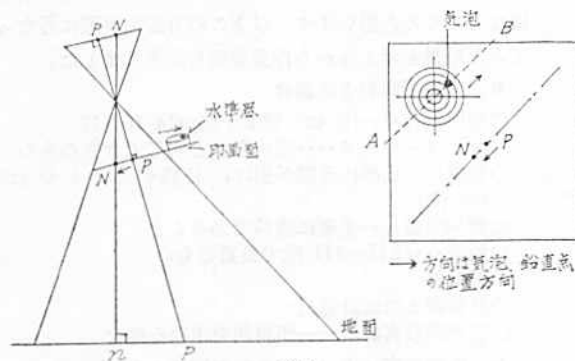


図 6.

写真が撮影されると同時に、カメラに付属している円型水準器の表面が、フィルム上に撮影され、写真の傾きが測定できるようになっています。写真上に写された水準器の気泡の位置と傾き、すなわち、主点 P に対して鉛直点 n の偏位量 pn と、その方向（最大傾斜線）との関係は図 6 に示すとおり逆の位置にあることになります。

水準器の読定単位は RC 型、RMK 型いずれもグラード式を採用し、一つの同心円が 1g（グラード）で、5g まで測定できます。

なお 1g は $\frac{360}{400} = 54'$ でありますから、たとえば水準器により 2.5g と読定された場合、 $2.5g \times 54' = 135' = 2^\circ 15'$ となります。以下実例を示しながら作業要領を記述しました。

(使用写真 山-420 第 2 千頭 C14 16~17)

a. 水準器より読定 図 7 より

$$C4-16 \cdots 1.0g \quad 1.0g \times 54' = 54'$$

$$C4-17 \cdots 1.2g \quad 1.2g \times 54' = 64.8' = 1^\circ 05'$$

となります

b. 焦点距離の決定

$$f' = f \frac{D'}{D} \text{ により}$$

$$f' = 209.90 \times \frac{410 \text{ mm}}{164 \text{ mm}} = 524.7 \text{ が得られる。}$$

ただし、 $f \cdots$ カメラの焦点距離（撮影記録より）

$D \cdots$ 密着写真の指標間の長さ

(RC 型 164 mm, RMK 型 176 mm)

$D' \cdots$ 使用写真の指標間の長さ

c. 主点 P より鉛直点 n までの偏位量の計算

$pn = f \tan \theta$ の式により

$$C4-16 \cdots Pn = 524.75 \text{ mm} \times \tan 54'$$

$$= 524.75 \text{ mm} \times 0.0157 = 8.2 \text{ mm}$$

$$C4-17 \cdots Pn = 524.75 \text{ mm} \times \tan 1^\circ 05'$$

$$= 524.76 \text{ mm} \times 0.0189 = 9.9 \text{ mm}$$

となります。

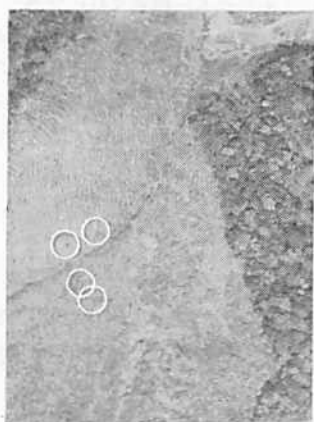
(最大傾斜線は図 7 を参照して下さい)

水準器により鉛直点を決める場合に、注意しなければならないことは、水準器の気泡が撮影された時（シャッターが切られた時）のカメラの傾きを的確に示さない場合が多い。これはカメラが飛行機と同じ運動をしているため、ローリング、ピッチング、瞬間的なスピードの変化等が水準器中の液体の動きに影響を与えるためであります。以上のことからこの方法を行なう場合、測定する写真の前後数枚について気泡の安定度を検討し、飛行状態を推定して行なうことが必要であります。

(2) スケールポイント法

この方法は、すでにご承知のようにアメリカにお

C 4-16の測角中心点



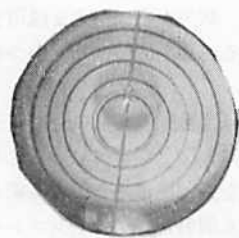
C 4-16



C 4-17

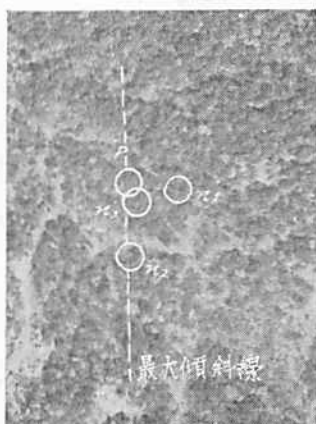
水準器

C 4-16

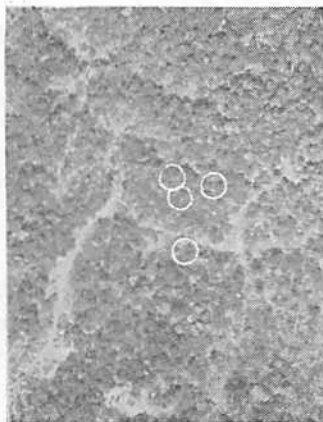


最大傾斜線
・水準器の中心
×気泡の中心

C 4-17の測角中心点



C 4-16



C 4-17

水準器

C 4-17



最大傾斜線
・水準器の中心
×気泡の中心

図 7.

いて考案された鉛直点を求める方法であります。この方法の基本となるものは、写真面上の縮尺の変化を写真の傾きに結びつけ、傾きを測定するものであります。したがって、1枚の写真の中に最低3点の基準点が必要であります。

スケールポイント法の原理と作業要領については、「図解射線法の実際」武田通治著（古今書院）の中でくわしく記述されているので、ご参照下さい。

現在林野庁関係で使用されている空中写真は、その大部分が基本図図化のため、空中三角測量が実施され、1枚写真の中には最低9点の基準点（三角点、パスポイント等）が刺針されています。したがって、今後簡易測量

法を行なう場合、写真の傾きが知りたい時、非常に有効になってくると思います。以下この方法を実際に行なった結果を示しながら作業要領を記述しました。

a. 使用写真および器材

- 空中写真……山 420 第2千頭 C 4-16~17
- マイラーベース……使用写真と同じ大きさのもの
- 定規……正確に直線が引け、目盛のあるもの（60 cm 位）
- 直角定規……正確に直角であること
- 鉛筆……2H~3H 位で良質のもの
- 刺針針
- 計算器または計算尺
- 三角関数真数表……傾斜角を求める場合

b. 作業順序（表 4、図 8 を参照のこと）

表 4. スケールポイントによる鉛直点を求める計算簿

写真山 420 $f=209.90$		$H_0=5540$ m		測定者 大場武		
番号 C4-16 $f'=524.75$		$H=4704$ m				
1. 偏位量の計算						
基準点名	h (m)	dh (m)	R (mm)	r (mm)	hl (mm)	201.5
1(15~2)	836.1	0.0	—	—	Sh-Sm	0.4
2(16~3)	1293.2	457.1	181.2	17.6	Sh-Sl	0.5
3(17~1)	1030.9	194.8	221.0	9.2	ha (mm)	161.2
2. 縮尺の計算				4. 縮尺変化率 ds 主点(等角点)の 縮尺 S_0 の計算		
線分	P (mm)	G (mm)	$S, \left(\frac{P}{G}\right)$	順位	hb (mm)	161.0
1~2'	237.5	2159.5	110.0	h	ds	0.0025
2'~3'	357.8	3267.0	109.5	l	Pe (mm)	36.0
3'~1	350.6	3198.5	109.6	m	Pe ds	+0.1
5. 傾斜角 θ 偏位量 $P_n P_j$ の計算				Sm 109.6		
$\tan \theta$	θ	P_n (mm)	P_j (mm)	S_0 109.7		
0.0120	$0^\circ 41'$	6.3	3.1	略 図		

公式

$$r = \frac{dh \cdot R}{H}, \quad ha = hl \frac{Sh-Sm}{Sh-Sl}$$

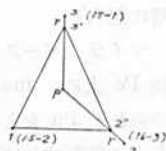
$$\tan \theta = \frac{f' ds}{S_0}, \quad ds = \frac{Sh-Sm}{hb}$$

$$S_0 = Sm \pm Pe \cdot ds, \quad Pn = f' \tan \theta$$

ただし

 $f \cdots$ 焦点距離 f' (測定する写真の焦点距離)

$$= f \cdot \frac{D'}{D} \text{ (引伸率)}$$

 $H_0 \cdots$ 飛行高度 (海面上) $H = H_0 - h_1$ 

(a) 主点の決定と基準点の刺針

傾斜角を測定しようとする写真の主点(P)を決定し、同時に基準点を刺針し、マイラーベース上に写しとります(基準点 15-2, 16-3, 17-1 使用)この場合、基準点3点の関係位置は、各基準点を結ぶ三角形の中に主点があるように、しかも対称的な配置になるよう選点することが大切であります。(理論的には基準点の配置がどんな形であっても成立するが、精度が悪くなる)

(b) 焦点距離の決定

焦点距離の決定については、(1)項例題の中で同じ写真について測定したので、その結果を使用しました。

($f'=524.75$ mm を計算簿に記入)

(c) 飛行高度の決定

飛行高度は、基準点の比高による偏移量を求める因子

スケールポイント法図解 山420 C4-16

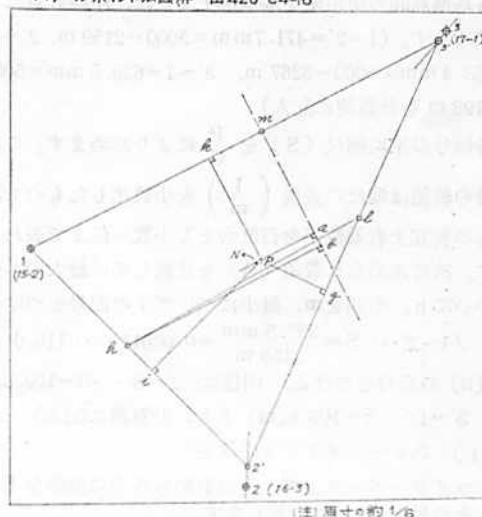


図 8.

として必要であります。

海面上からの飛行高度を撮影記録より求めます。($H_0=5540$ m を計算簿に記入)

各基準点の標高を成果表から求め、3点のうち一番低い標高をもつ基準点を h_1 とし、飛行高度 $H=H_0-h_1$ で求めます。これは一番低い基準点を基準面として、偏移量を計算し縮尺比を決定するためです。($15-2(h_1)=836.1$ m, $16-3(h_2)=1293.2$ m, $17-1(h_3)=1030.9$ m, $H=5540$ m -836 m $=4704$ m を計算簿に記入)

(d) 比高偏移量の計算 (計算 1)

○各基準点の比高を $dh_2=h_2-h_1$, $dh_3=h_3-h_1$ により計算します。($dh_2=457.4$ m, $dh_3=184.8$ m を計算簿に記入)

○マイラーベース上に写しとられた主点および基準点から $R_2(P-2)$, $R_3(P-3)$ の長さを測定します。

($R_2=181.2$ mm, $R_3=221.0$ mm を計算簿に記入)

○基準点の偏移量を $r = \frac{R \cdot dh}{H}$ により計算する。

$$(r_2 = \frac{181.2 \text{ mm} \times 457}{4704 \text{ m}} = 17.6 \text{ mm},$$

$$r_3 = \frac{221.0 \text{ mm} \times 194.8 \text{ m}}{4704 \text{ m}} = 9.2 \text{ mm} \text{ を計算簿に記入})$$

上記により計算された r_2, r_3 をマイラーベース上の P_2, P_3 線上でそれぞれ内側にとり $2', 3'$ を決定します。この作業により $1, 2', 3'$ 点は1を通る基準面上に引き直された位置になりました。

(e) 線分の縮尺の計算 (計算 2)

マイラーベース上の $1 \sim 2'$, $2' \sim 3'$, $3' \sim 1$ の長さを測定します。($1 \sim 2' = 237.5$ mm, $2' \sim 3' = 357.8$ mm, $3' \sim 1 = 350.6$ mm を計算簿に記入)

各基準点間の実距離を基本図上または、座標計算により求めます。(1~2'=471.7mm×5000=2159m, 2'~3'=653.4mm×5000=3267m, 3'~1=639.5mm×5000=3198mを計算簿に記入)

各線分の平均縮尺(S)を $\frac{P}{G}$ により求めます。この場合の数値は縮尺の表現 $\left(\frac{1}{m}\right)$ を小数化したもので、計算の便宜上有効数字を百位台とし小数一位まで表わします。次に求められ数値(S)を比較して、最大のものについて h , 中間を m , 最小について l の記号をつけます。(1~2'... $S=\frac{237.5\text{mm}}{2159\text{m}}=0.00011\cdots 110.0$ とし(h)の符号をつける, 同様に 2'~3'... $S=109.5$, (l), 3'~1'... $S=109.6(m)$ とし, 計算簿に記入)

(f) スケールポイントの決定

- マイラーベース上で, 主点 P から各辺に垂線を下しその足を g, i, k とします。
- これら垂線の足から, 線分の両端までの距離の短い方の長さに等しい点を取り, それぞれの線分の平均縮尺順位 h, m, l とします。(マイラーベース上で 2'i=1k, 2'g=3'l, 1k=3'm となる)

このようにして決定した点 h, m, l をスケールポイントと称します。

(g) 等縮尺線の決定 (計算 3)

マイラーベース上に決定された h, l を結び長さを測定します。(201.5mmを計算簿に記入)

計算2から, 各線分の平均縮尺の差($Sh-Sm, Sh-Sl$)を計算します。(110.0-109.6=0.4, 110.0-109.5=0.5を計算簿に記入)

hl 線上で m と同縮尺になる点 a までの長さは, 線分の縮尺差の按分比例に分けた点であります。 $ha=h\frac{Sh-Sm}{Sh-Sl}$ または, $la=h\frac{Sm-Sl}{Sh-Sl}$ で決定できます。

($ha=201.5\times\frac{0.4}{0.5}=161.2$ を計算簿に記入)

計算した ha の値を, マイラーベース上にとり a 点を決定し, m 点と結びます。このようにして決定された ma 線は写真の傾斜軸に平行な直線, すなわち, 最大傾斜線に直交する直線といえます。したがって, 主点 P から ma 線上に下しその足を e とすれば Pe は主点 P を

通る最大傾斜線となります。

(h) 縮尺変化率 ds , および主点縮尺 S_0 の計算 (計算 4)

マイラーベース上に決定されたスケールポイント h より ma に垂線を下しその足を b としその長さを測定します。(hb=161.0mmを計算簿に記入)

h, b 点の縮尺は Sh, Sm でありかつ $hb\perp ma$ であるから hb は最大傾斜線に平行な直線であります。縮尺変化率 $ds=\frac{Sh-Sm}{hb}$, 同時に l から ma に垂線 lc を下せば $ds=\frac{Sm-Sl}{lc}$ で計算されます。(ds= $\frac{0.4}{161.0}=0.0025$ を計算簿に記入)

主点(P)における縮尺 S_0 の計算は, (g)項で決定された最大傾斜線上の Pe の長さに縮尺変化率 ds を乗じ, Sm に加えれば求められます。すなわち $S_0=Sm\pm ds\cdot Pe$ となり, この場合, ma 線に対して P が h の側にあるから符号は(+)となります。(S₀=109.6+(36.0×0.0025)=109.7を計算簿に記入)

(i) 傾斜角と鉛直点の決定 (計算 5)

写真の傾斜角 θ は $\tan\theta=\frac{f'ds}{S_0}$ で決定し, 同時に主点 P から鉛直点 n までの偏移量は $Pn=f'\tan\theta=f'\frac{f'ds}{S_0}$ で求められます。(tan $\theta=\frac{524.75\times0.0025}{109.7}=0.0120=0^\circ42'$, $Pn=524.75\times\frac{524.75\times0.0025}{109.7}=6.3\text{mm}$ を計算簿に記入)

マイラーベース上に決定された主点 P を通る最大傾斜線 Pe 上に, ma 線に対して縮尺の大きい側(h)に求められた Pn をとれば鉛直点の位置が決定し, これを写真上に移写すれば鉛直点が決定します。

主点 P から等角点 j までの偏移量 $Pj=f'\tan\frac{\theta}{2}$ となり, したがって $Pj=\frac{Pn}{2}$ となります。(Pj= $\frac{6.3}{2}=3.2\text{mm}$ を計算簿に記入)

以上の作業により, 鉛直点が求められました。

なお, 「写真の傾き」および「誤差の許容限度」については後日報告する予定であります。

(筆者・東京営林局計画課)

(5ページから続く)

りこえて実行してゆく義務があると考えののです。

より大きな電子計算機を使って, 空中三角測量の一括処理によるより合理的なオートメーション化と, より均一化した広地域にわたる精度の向上とが, 今後の私達に

課せられた当面の問題です。この課題が一刻も早く解決されることを期待しつつ, この拙文を閉じることになります。

(筆者・パシフィック航業K.K.)

電子計算センター室長)

山官のカメラ散歩

土門 拳氏の

屋久島行

(2)

八木下 弘

2月の屋久島取材旅行から帰って間もないある日、土門先生の住む麴町のマンションへでかけた。なに気なく階段をのぞくと、コトッ、コトッと音がする。杖にすがり、巨体を折りまげるようにして一歩、また一歩、先生が階段をのぼっていくところだった。ハッとしてわたしは息をのんだ。

6月のシャクナゲが咲く頃、もういちど屋久島へ行く、という先生に、九階にある自室まで日に2度は、エレベーターを使わないでのぼりおりすること、という過酷な条件をわたしはだしたのであった。それは山登りに備えて、少しでも足腰を鍛えていただこうと思ったからであるが、先生はそれを確実に実行していたのである。なんという執念であろうか。

国有林への疑問

「おい、カメラ！」小杉谷上流の軌道をさっきから、
往きつ戻りつしていた先生は、助手君たちに大きな声で

叫んだ。世界で一番高級なビュウカメラ、「ジナー」が組立られる。レンズの前方には、屋久島特有の深い谷がどこまでも続いている。「おい、どうしてあの太い木を運び出さないんだね？」構図を決めおわって冠布から頭をだした先生はわたしを振り返った。森林軌道の周辺は見渡す限りの伐跡地で、よくぞ伐ったという感じがする。だがそこには、伐り倒されたままの広葉樹の巨木が急斜面のいたるところに残されているのだ。木材の輸入国でありながら、巨木を山に放置していることは、土門先生ならずとも、一般の国民の理解できないところであろう。「あれは利用価値の少ない広葉樹で、運賃が高くて採算がとれないのでしょうか。国有林も企業としての性格もあるものですから……」簡単なわたしの説明では、なかなか先生も納得がいかない風であった。

このあたりは、わたしが数年前に訪れた頃、まだうっ蒼たる屋久杉林であった。わたしですら先程から、よくぞ伐ったなあという感じがいにひたっていたところである。九州の一般の人びとの中には、国有林は伐り過ぎるのではないかと攻撃するむきも多いという。軌道周辺の山々はすべて伐跡地だから、時折り山を訪れる人には、そう見えるに違いない。「軌道はその周辺を伐るために入れるのだから、それはあたり前のことですよ。しかし一歩森林軌道をはずれて山に足を踏み入れれば、千古斧を入れない原始林ですよ。禁伐区2万町歩もありちゃんと山を保護しています。ただ地元産業との関連もあるので、まったく伐らないわけにもいかない。また4500町歩を地元の特売したり、熊本局の林道費10億のうち、1億円を投じて島の一週林道や、奥地林道の開発にあた



っているのだけれども、一般にはあまり理解されていないのです」と下屋久営林署の署長さんが説明したことを思い出した。国有林のやっている仕事が一様に理解されていない。これは国有林事業にたずさわる者としては大いに考えなければならないところではないだろうか。

先生の素朴な質問はやはりここから出たものであろう。

花之江河へ

三代スギ、ウイソク株、そして根回り 42 m という怪物のような大王スギ、枝でつながっている夫婦スギなどの撮影を終え、いよいよ花之江河に向かうことになった。

小杉谷から石塚部落（小杉谷と同じ林業部落で、この少し上まで軌道が通じる）を経て徒歩の登りになる。石塚から花之江河まで約 6 km、普通の足では 3 時間余りの道のりだが、先生の足では倍の時間は見積る必要がある。花之江河に天幕を張り、翌日存分に花之江河を撮影し、翌々朝、下山というプランのもとに小杉谷を早朝出発した。

先生、二人の助手君、熊本局広報係佐々木氏、営林署員氏、直営生産の先行係 2 人、造林の若い衆 4 人、それにわたしの計 12 人のパーティである。わたしと先行係氏の 1 人が先生の介添役、他全部がカメラ機械、天幕食糧品などのポーター役である。石塚部落を出発する時は暑い位の快晴だったのが、丸木橋を渡る頃から空模様がおかしくなった。ポツリ、ポツリ。遂にやってきた。例の月の 35 日は雨が降るである。他の連中は背中いっぱい荷を背負ってどんどん先へ進むのに、わたしたち 3 人組は三人四脚よろしく一向にはかどらない。100 m 行ったらとまり、50 m 進んでは小休止。最初の森林地帯に入った頃は、すっかりガスがかかって雨もはげしくなった。外気は冷たいのだが、ポンチョの中の体からは汗が吹きだしている。また伐跡地にでる。「屋久島の伐採のあとが惨状を呈している。みわたす付近の山々は、その尾根線までまるはだかだ。人間の力はかくも惨酷に、自然を破壊しつくした……」屋久島を愛し、小杉谷小学校の先生をやりながら、「屋久島連峰」を著した遠崎史朗氏は、その本の中にこう書いている。

また森林地帯に入る頃、上から「オーイ！」と叫びながら造林の若い衆が 2 人駆け降りてきた。先生から手をはなし、かれらにまかせた。若いかれらは、「エッサ、エッサ」と掛け声をあげながら、先生の巨体を運びあげる。その頭上のガスの中に真白いジャクナゲの花が、匂うように咲いている。清潔でなんと気品のある花であろう。それは白ハブタイの衣装をまとった花嫁のようだ。けが

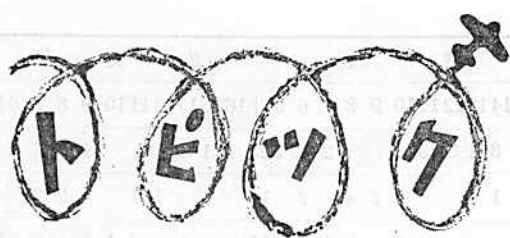
れを知らぬ処女の美しさである。ゆるやかな斜面になった。ガスの中から、「オーイ！」という声が意外と近いところからおこった。急に元気が出た。たき火をしながらか他の連中が待っている。世界一うまい水「鏡明水」のあるところだ。数年前に来た時は、前夜の焼酒がたたって、むさぼるように飲んだ水だ。「世界一うまい水」だれがつけたか、花之江河にのぼる誰しもがそう思ったに違いないうまい水である。持参の粉末コーラを溶かして皆にまわす、世界一うまい水は、たちまち世界一うまいコーラになった。

小憩ののち出発、丸木橋を渡った頃から斜面がまたきつくなり、ガスもいよいよ深くなった。その中に白い桜の花が咲いている。と思ったら、それは「桜つつじ」だと先行係氏が教えてくれた。眼の前を霧が流れ、時おりうぐいすの音が樹々をつたわってくる。ほかにはなんの物音もしない。まったくの幽幻の世界である。コケ風呂を過ぎ小滝を通過する頃、上から若い衆が伝令に飛んできた。先発隊は鹿鳴峰を過ぎた水場にいるが、花之江河まで予定通り進んでいいかどうか、という。時計はすでに 4 時近い。ここからは約 2 km、普通ならば 1 時間の行程なのだが、水場からまた胸つき八丁が続く。日が暮れてはキャンプも容易でない。そう判断して今晚は水場にキャンプを張ることに決めた。

天気の悪い日は、山の暮も予想以外に速くやってくる。水場に着いた時には、すでに日が暮れかけていた。設営班、炊事班の 2 つに別れて、大いそぎでキャンプの仕度にとりかかる。山の連中は手なれたものだ、天幕を張り、たき火をたく、灌木を刈って火にあぶり乾燥して寝床用に敷きつめる。わたしは炊事班を指示して、昔懐かしの軍隊料理、農林省の地下売店で買い込んだ信州味噌と、乾燥豆腐で豚汁をつくった。

風にまたたくほの暗いろうそくの明りの中で、豚汁の香はわたしたちの食慾をそそった。さすがに若い衆たちも疲労したのだろう。わずかの焼酒で早ばやと寝についた。わたしたちもかれらが敷きつめてくれた灌木の寝床の上にシュラフをのぼしその中に体を入れた。雨はゴツ、ゴツと頭上の天幕を叩く、隣りの先生は大きないびきをかき始めた。その大きないびきも今日はあまり気にならない。わたしにもいつか心地よい睡魔が襲ってきた。ふと眼が覚めた。どの位眠ったろうか、隣りでは先生が相変わらず往復の雷いびきをかいている。他の連中もそれぞれすやすやと平和な寝息をたてている。だが寝もやらずたき火を燃やしている男が一人だけいた。「どうしたい、酒でも足りないのか？」シュラフのチャックを

(24ページに続く)



大縮尺写真による樹冠位置図の作製による

中 島 巖

「大縮尺写真によって、樹冠像を機械図化し、樹頂の座標値を測定したならば、どのようになるだろう」という試みが、去る10月、東京都下高尾山国有林で林業統計研究会の現地調査に際して実施された。

使用写真は 1/2,000、ヘリコプター写真。撮影は国際

航業K. K.。図化ならびに測定には A8 を使いアジア航測K. K. で実施。

対象とした森林はブナ、モミ、スギを主林木とする針広混交天然林、優勢木の林齢約 200 年。

図化には全く林業屋が関係せず、図化面積は約 3 ha で、約 30° の北向斜面である。現地調査はそのうちの約 1 ha について全林毎木と立木位置測定が行なわれ、後に位置図が作られた。

さて、このような樹冠位置図と樹頂座標値が何を示すかといえ、それはとりもなおさず「写真像で観測され測定できるものは何か」ということである。

上からとった写真像が、樹冠の下から見る地上での森林の観察、また測定と大きなちがいがあがるのは当然であろう。

ことに、このような天然生林では、第一に樹冠の下に

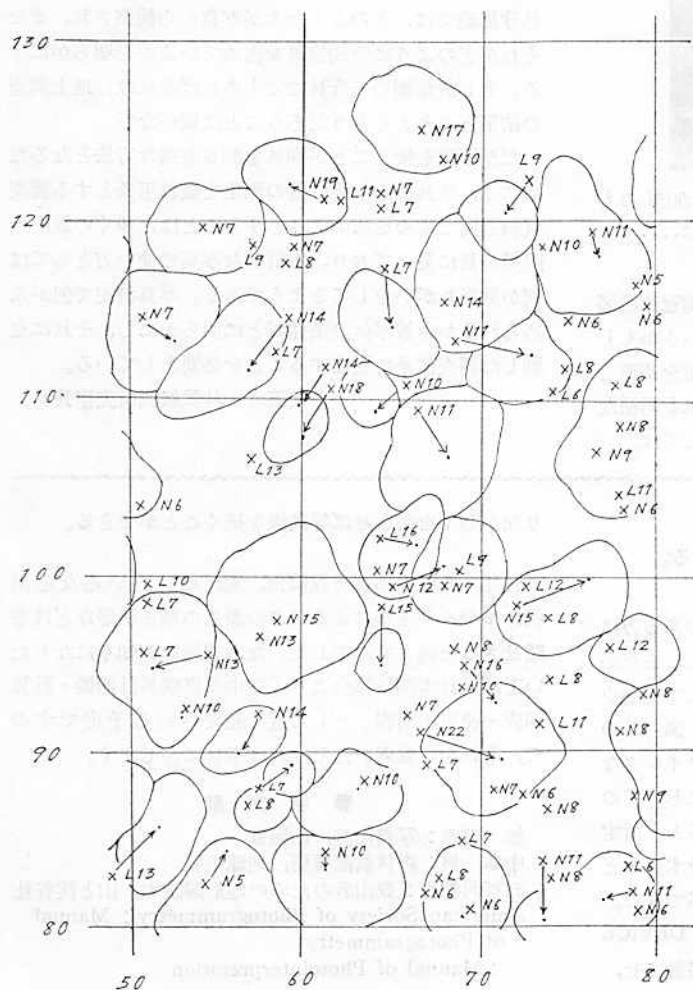
かくれた下層木は写真では見えないし、またことに広葉樹で数本の木が集まって一塊の樹冠像をつくっている場合、それらの樹種が同じであれば、全く個々の判定は不能である。

立木の位置についても、地上調査で求める立木位置は胸高直径の位置であり、写真から求められるものは樹頂と判定された位置である。地面に傾斜があれば、針葉樹ですら通常傾いて立っている。まして広葉樹はすきまを見つけて曲がる度合は大きい、ときには水平に這うようにさえしている。

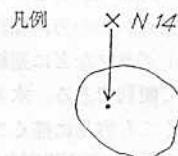
この地上調査と写真図化の結果を比較したものの一部を図に示す。

この図の範囲のなかでは表のような結果となった。

表はきわめて常識的な値を示している。要約すれば、このような森林では写真上から観察され、測定される木は針葉樹で約 40%、広葉樹で約 25% の上層木、またはすきまから頭を出した木でし



樹冠位置図と立木位置図の一部

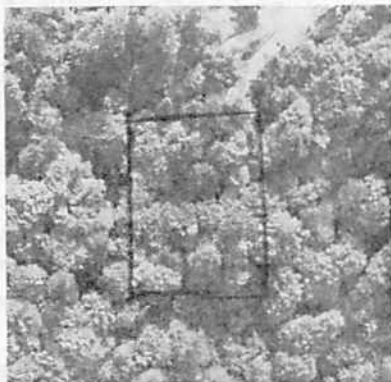


地上調査による立木位置
(針 樹高 14 m)

写真図化による樹冠位置と梢頭位置

表 1

	針 葉 樹															広 葉 樹														
現地調査による樹高 m	22	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	計	16	15	13	12	11	10	9	8	7	6	計		
樹冠が図化され樹頂が測られたもの	1	1	1	1	1	2	3	1	1	5	3			2		123		1	1	1	1			1	1	2		8		
他の木の樹冠と合さって図化され測られなかったもの							1	1				2	2	4		2	12				1	1			2	2		6		
図化されなかったもの												2		2	6	5	116		1		2	1	2	4	2	3	15			
計																	51											29		



かない。そして針葉樹で約 30%，広葉樹で約 50% のものがそれらは樹高 10 m 以下の下層木が多いが……全く観測，測定できなかったということである。

この結果から，林業家はこのような森林の樹冠位置図と写真測定値は「全く使いものにならぬ」というかもしれない。正にその通りである。胸高位置の測定を基準とし，また 10 数 m の樹高の木も，数 m の下層木も同様な大事さをもつ調査法と，その調査目的にたいしては。

しかしここで考えてみよう。これは全く森林の測り方に関係のない人が，室内で短時間に機械的な作業で，針葉樹では樹高 10 m 以上，広葉樹では 12 m 以上の木のほとんどを，その樹冠のひろがりと地上を覆う状態を正確に，そして樹頂と思われる部分についての X, Y, Z の座標位置を測定し図化したことである。また，このような林分構造では，どのような木が写真から観察され，またそれがどのように空間位置を占めているかを明らかにする。もし針葉樹の一斉林ででもあればそれは，地上調査の結果とよりよく合うだろうことは疑いない。

だが写真を使うことが森林を測る有効な方法となるためには，それから胸高位置の測定を金科玉条とする調査資料と同じものを求めようとするのは，多くの仮定と限界が目に見えており，本質的な写真の使い方としては何か見当ちがいをしているようである。写真測定で何が求められるかを被写体の条件ごとに明らかにし，それに立脚した調査体系に脱皮することを必要としている。

(筆者・林試航測研究室長)

(11ページから続く)

同時に標高 200 m の地形線を描くことができる。

2) 等高線の描画法

菱形鎖法で細部測量をおやりになった経験のある方はご存知のように，細部点を左右写真上に移写し，主点からの方向線をそれぞれアセテート板上に透写して交会点を求めるといった方法ははなはだ面倒くさい。図 12 のように魚釣用の細糸(04号位が適当)をマジックインクなどで赤く染めたものを主点からの方向線代用にし，T の針穴で交会させ，パントグラフなどに連結すると，所定の縮尺で図化できるので便利である。水系，分水界などは別に糸を実体視しなくても容易に描くことができる。6-1) の要領で針穴をあけた CONTOURING DEVICE に糸を通し，針穴をメスマークとして地肌に接着させ，かつ， m_1aT ， m_2a_2T が一直線になるよう糸をピンと張

りながらTを動かせば等高線を描くことができる。

付記 紙数の都合で数値例，実際のいろいろな応用例，モデルの変形による高さの誤差の補正法等などは省略せざるを得ませんでした。なお詳細をお知りになりたい方は，日本測量協会より「空中写真簡易計測器・計算図表・使用説明書」として近く発売される予定ですので，それをご参考いただければ幸甚に存じます。

参 考 文 献

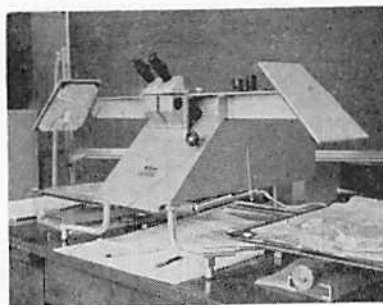
- 篠 邦彦：写真測量，山海堂
 中島 巖：森林航測概要，地球出版
 五百沢智也：登山者のための地形図読本，山と溪谷社
 American Society of Photogrammetry: Manual of Photogrammetry
 : Manual of Photointerpretation

(筆者・建設大学教官)

ステレオ・マスターの 試作について

大 貫 仁 人

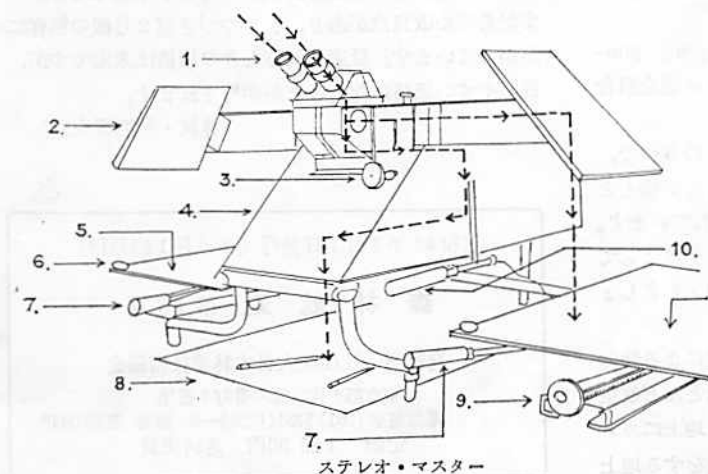
写真を使用する場合、いろいろな使い方がありますが、必要な情報を写真上で判読し、判読された事項を、地図（地形図）上に移写記入するといった作業が、どの場合にも必要なこととなるものです。しかし、写真→地図への移写が、どんなにむずかしく、やっかいなものであるか、経験のある方ならご存知のことと思います。地形図のあるような場合は、立体模像と見くらべながら比較的簡単に行なえるわけですが、地形図が正確なものだけに、フリーハンドで記入しなければならない線や点、なんともおぼつかなく感じられるものです。この場合、高級図化機を使用すれば、ごく簡単な作業ですむのですが、これを備えとなると、1つの事業所や経営体はもちろん、1つの営林局でさえ、あまりにも高価でありすぎます。そこで、今日、広く使われている反射立体鏡くらいのもので、ある程度の図化が可能なのはいいのかということになるわけです。古くからは、単写真像をスケッチするものとして、スケッチマスターが Zeiss 社から、またそれを、2.5 倍伸ばしの写真で使用するよう改良したものに、日本光学 K. K. からだしているものがあります。しかし、これは、単写真であるため、航空写真のもつ大きな特長である立体模像を観察しながら作業できないといった欠点があるわけです。そこで、ス



ケッチマスターと反射立体鏡を組み合わせた器材が各種考案され製品化されています。ここで紹介する「ステレオ・マス

ター」もそのような器材の一つです。この器材は、林業試験場の発注により日本光学 K. K. が設計、三笠商会の協力により作製したもので、先に、本誌 57 号の新器材紹介のところで紹介した「ステレオ・スケッチマスター」を改良したものです。もう一度この器材の特長を以下に箇条書きにしてみましょう。

1. 2.5 倍伸ばしでも、密着でも、どのような写真でも使用できる。ことに 45 cm×45 cm の伸ばしの写真が一般に判読用として、使われるわけですから、判読事項がそのまま地図上に移写できます。これが今までにない最大の特徴でそのために機械も大型になっています。
2. 立体模像と地図とが同時に観察できる。立体模像を観察するということは、単写真のもつ、高低による歪みのある程度補正するということですから、ある程度の面積内では移写精度が期待される。
3. 写真と地図の比率を 0.9 から 2.0 まで変えることができる。1/5000 の地図に移写する場合、2.5 倍伸ばしの写真の縮尺は 1/4500～1/10000 までのものが使えることになる。
4. k , ω , φ , および Y 視差をほぼ修正できる（それぞれ ± 5 , および 2 cm）これにより、おおざっぱな相互標定ができる。



1. 接眼レンズ
2. 反射鏡
3. 図化縮尺微動ノブ
4. 図化縮尺変更機構
5. 写真台
6. 写真台レベルマーク
7. μ , β , K 調整ノブ
8. 図化地図
9. Y 微動ノブ
10. 図化面照明

ステレオ・マスター

(24ページに続く)

質疑100題

第 86 問

Photogrammetry という言葉について説明して下さい。

答

Photogrammetry は、普通は「写真測量」と訳されていますが、中には「写真測定」と訳するのが正しいという説を唱える人もいます。

いつごろからこの言葉が使われるようになったかということは、この仕事に関係のある人々にとっては、きわめて興味のあることと思います。記録によると、1893年ドイツにおいてメイデンボーエルによって初めてこの術語がかれの論文の中で使われたといわれています。

それでは、この写真測量とはどんな内容のものであるかということは、森林航測の読者の方々はすでによくご承知のことと思います。

すなわち、本誌でたびたび紹介されているように、航空写真を使って測量や調査をする作業は、この写真測量の一つの分野である航空写真測量と呼ばれるものであります。

このように、測定しようと思う対象を、いったん写真画像として記録しておき、この写真をもとにして測定しようとするもので、この定義は、いままで多くの人々から発表されていますが、それぞれ、その表現には若干の違いがあるようです。しかし結局のところは、いまのべたことにつきますと思います。

ところでこの言葉の語源を調べてみましょう。photogrammetry という言葉は、3つのギリシャ語を組合せてできた新造語であります。

つまり、photos と gramma と metron の3つで、photos は光の意味であり、gramma は書くとか描くという意味で、metron は測定することを表わしています。

結局この言葉の意味をそのまま訳すると、光によって図式的に測定することということになるといえましょう。

光を使うといっても、実際には、その光線による物体の記録がまず先決条件となる訳です。昔はほとんど航空写真だけでしたが、最近では、このほかに、地上にカメラを据えつけて撮影し、これに基づいて測量をする地上

写真測量があります。

航空写真測量については、本誌の読者の方はすでに良くご存知のことですので、いまさらここで話す必要もないと思います。地上写真測量はまだ取上げてありませんので、いずれ機会をみて掲載されることでしょう。

このほか宇宙写真測量という新しい分野がありますが、これも以前にこの質疑100題で取りあげられていますので参照して下さい。

とにかく、写真測量 photogrammetry は、現在非常に応用範囲の広い新しい学問といえるでしょう。

(筆者 アジア航測KK常務取締役)

(20ページから続く)

開き半身をのりだして声をかけると、彼の男は長髪をかきあげながら、「わしゃ、うらむぞい!」「なぜ?」「今日は土曜だろ、かあちゃんのつけ日だがない!」という返事が飛んできた。先生を抱えるようにして登ってきたあの先行係の男だ。

たき火がぼっと燃えあがって、彼の横顔が赤あかと照らし出された。

(筆者・林野庁林政課)

(23ページから続く)

5. 視差測定で測高ができる。

以上が本器材の主なる特長で、機構上の主なる改良点は、地図と写真の縮尺を同一にするために、反射システムが取り入れられ、前面に直立していた写真台が左右に来て、機体の図体が 130 cm × 80 cm × 50 cm とコンパクトになった点にあります。

ちょうど反射立体鏡を大型にしたような感じです。まだ若干の改良点があり、引きつづき第2号機の製作にかかっています。量産されるとき価格は未定ですが、買いやすい価格になることが期待されます。

(林試・航測研究室)

昭和43年1月1日発行(2ヵ月1回発行)

森 林 航 測 第 66 号

発行所 社団法人日本林業技術協会

東京都千代田区六番町7番地

電話東京(261)5281(代表)―5 振替 東京60448

定価 1部 50円 送料実費