

簡易写真測量

石橋秀哉

一般に写真測量は、測量地域を高空より撮影し、これによって等高線を描く。しかし、この簡易写真測量は、平坦地（一般に発掘箇所は平坦地なので）を斜め方向から写すことによって、急な斜面に見たてて、測量する方法である。

1. 航空写真的性質

a. 撮影縮尺と撮影高度

航空写真的撮影縮尺 (*photo scale by flight*) $M = \frac{1}{n}$ は、カメラの焦点距離 f とその地点の撮影高度 (*flight altitude*) H との比で表わされる。
すなわち、地点 A では

$$M_A = \frac{1}{m_a} = \frac{f}{H_A} \quad (1)$$

また、写真と地形図を対比して写真の主点を中心にしてなるべく離れ高低差のない2点を選んでその写真上の長さ S_b と地図上の長さ S_k を測定すれば、

$$m_b = \frac{S_k}{S_b} m_k \quad (2)$$

ただし、 m_b ：写真縮尺 M_b の分母数、 m_k ：地形図の縮尺 M_k の分母数である。

上式によって計算された m_b は、標高 h の等しい2点を通る基準面に対するもので、この面までの撮影高度 H は、

$$H = \frac{f}{M_b} = mbf \quad (3)$$

したがって、海拔撮影高度 H_0 は、

$$H_0 = H + h \quad (4)$$

で求められる。

目次

簡易写真測量.....	石橋秀哉.....	2
チャシの形態分類に関するメモ.....	後藤秀彦.....	9

写真説明：旅来チャシ跡

豊頃町旅来に所在するこのチャシはA・Bの2基からなっており、十勝

アイヌと日高アイヌの戦闘の伝承が残されている著名なものである。

(後藤秀彦)

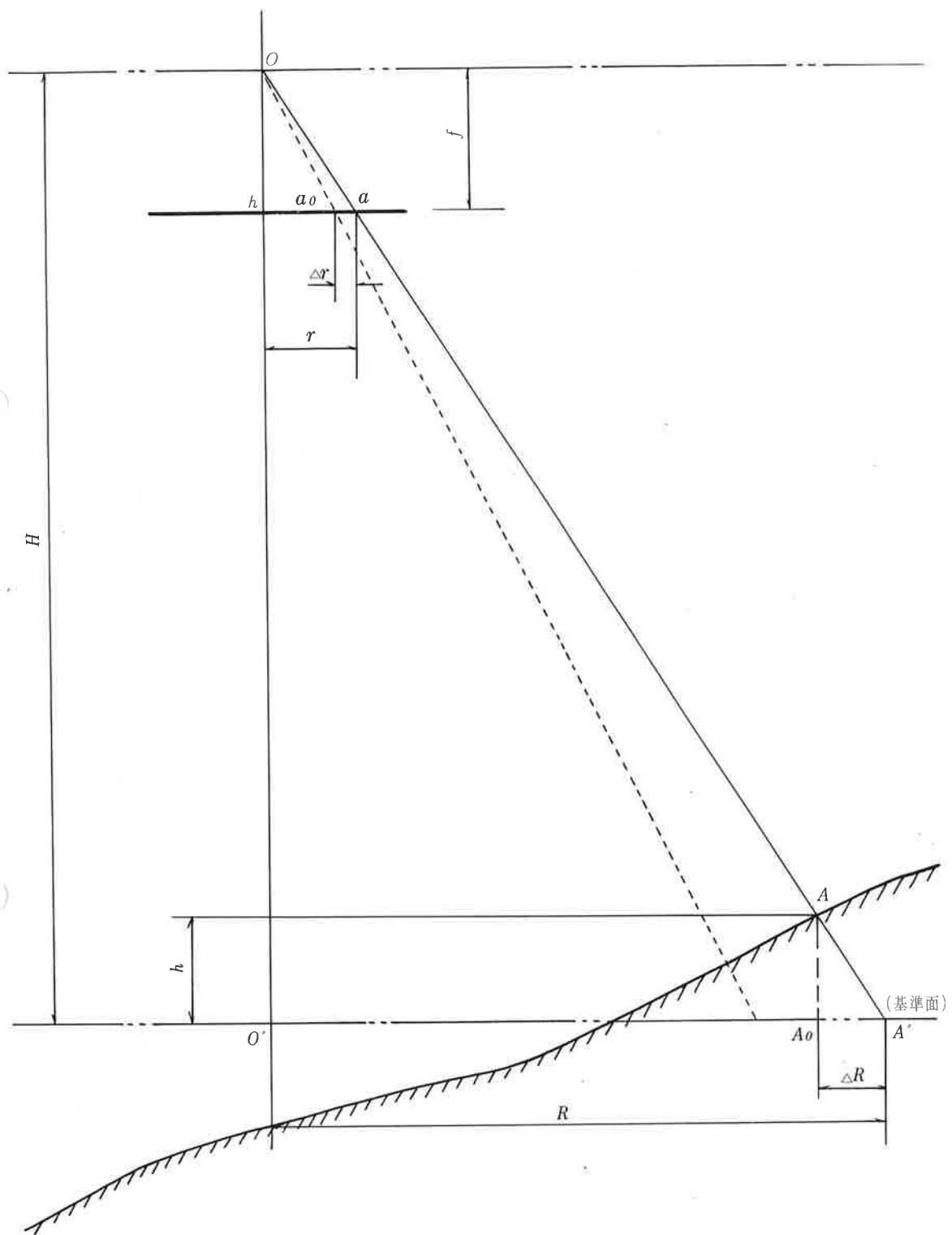


Fig. 1 比高によるずれ

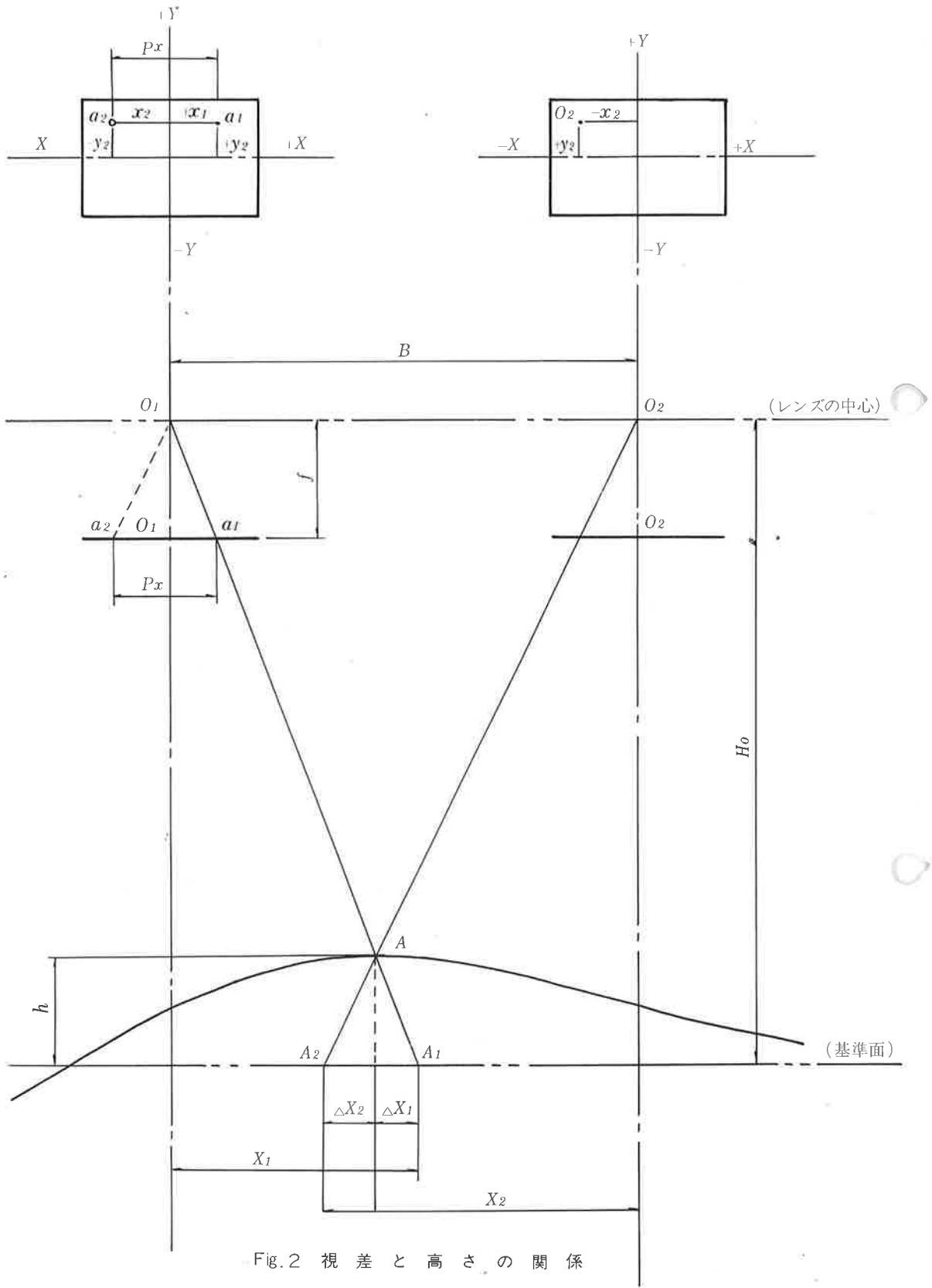


Fig. 2 視 差 と 高 さ の 関 係

また、それより低い点では内側(+)へずれることになる。したがって、一般式として

$$h = \pm \frac{\Delta r}{r} H \quad (9)$$

として表わす。すなわち、比高によるずれは鉛直点からの距離 r と比高 h に比例し、撮影高度に反比例する。

式(9)に式(3)を代入すると

$$h = \pm \frac{\Delta r f}{r M} = \pm \frac{\Delta r}{r} m f \quad (10)$$

$$\therefore \Delta r = \frac{h r M}{H}$$

上式より、 h 、 r 、 M が一定であれば、焦点距離 f の大きい方が、ずれの量は少ない。したがって、山岳地帯の撮影には主に長焦点レンズのものを使う。

2. 実体視

(1) 視差による高さの測定

a. 視差と高さの関係

Fig. 2 に示すように、写真を正しく標定（画面主点と写真鉛直線を一致させる）した場合、写真基線の方向を X 軸、その直角方向を Y 軸とし、写真上の任意の 2 点 a, a' の座標を左写真上で (x_a, y_a) 、右写真上で $(x_{a'}, y_{a'})$ として、右写真的 a を左写真へ平行移動して点線で示すと、

$$p_x = x_a - (-x_{a'}) = x_a + x_{a'} \quad (11)$$

また、

$$P_y = y_a - y_{a'} \quad (12)$$

上式において P_x を a 点の横視差 (x 視差) (horizontal parallax, x-parallax) といい、 P_y を a 点の縦視差 (y 視差) (vertical parallax, y-parallax) という。

この図の場合、左右の写真が正しく標定されているので a の縦視差は 0 でないものと考えてよい。

b. 視差と高さの関係

Fig. 2 において、

$\triangle AA_1A_2 \sim \triangle O_1a_1a_2$ より、

$$\frac{\Delta X_A + \Delta X_2}{h} = \frac{P_x}{f}$$

$$\therefore h = \frac{\Delta X_A + \Delta X_2}{P_x} f \quad (13)$$

また、

$$B = (X_1 + X_2) - (\Delta X_1 + \Delta X_2) \quad (14)$$

$$\therefore \Delta X_1 + \Delta X_2 = (X_1 + X_2) - B \quad (14)$$

$\triangle O_1A_1a_1 \sim \triangle O_1a_1a_2$ より

$$\frac{X_1}{H_o} = \frac{x_1}{f} \quad \therefore X_1 = \frac{H_o}{f} x_1 \quad (15)$$

同様に $\triangle O_2A_2a_2 \sim \triangle O_2a_2a_1$ より

$$X_2 = \frac{H_o}{f} x_2 \quad (15)$$

式(15)、(15)' より

$$X_1 + X_2 = (x_1 + x_2) \frac{H_o}{f} \quad (16)$$

式(14)、(15) より

$$\Delta X_1 + \Delta X_2 = (x_1 + x_2) \frac{H_o}{f} - B \quad (17)$$

式(17)を式(13)に代入すると

$$h = \frac{\frac{H_o P_x}{f} - B}{\frac{P_x}{f}} f$$

$$= H_o - \frac{f}{P_x} B \quad (18)$$

ただし、 H_o : 撮影高度、 B : 撮影基線長
よって基準面との高低差は $H_o - f - B$ がわかるれば横視差 P_x を測れば求めることができる。

また、基準面での撮影縮尺を γ とすると式(3)より

$$h = m f - \frac{f}{P_x} B \\ = f \left(m - \frac{B}{P_x} \right) \quad (19)$$

となる。

c. 視差と位置の関係

Fig. 3 において、 $\triangle O_1A_1A' \sim \triangle O_1a_1a'_1$ より

$$\frac{\Delta X_A}{H_o} = \frac{\Delta X_a}{f} \quad \therefore \Delta X_a = \frac{f}{H_o} \Delta X_A \quad (20)$$

$\triangle AA_1A' \sim \triangle O_1a_1a'_1$ より

$$\frac{\Delta X_A}{h} = \frac{X_A}{f} \quad \therefore \Delta X_A = \frac{h}{f} x_A \quad (21)$$

式(21)、(22) より

$$\Delta X_A = \frac{f}{H_o} \cdot \frac{h}{f} x_A = \frac{h}{H_o} x_A \quad (22)$$

同様に y 軸方向についても

$$\Delta ya = \frac{h}{H_o} ya \quad (22)$$

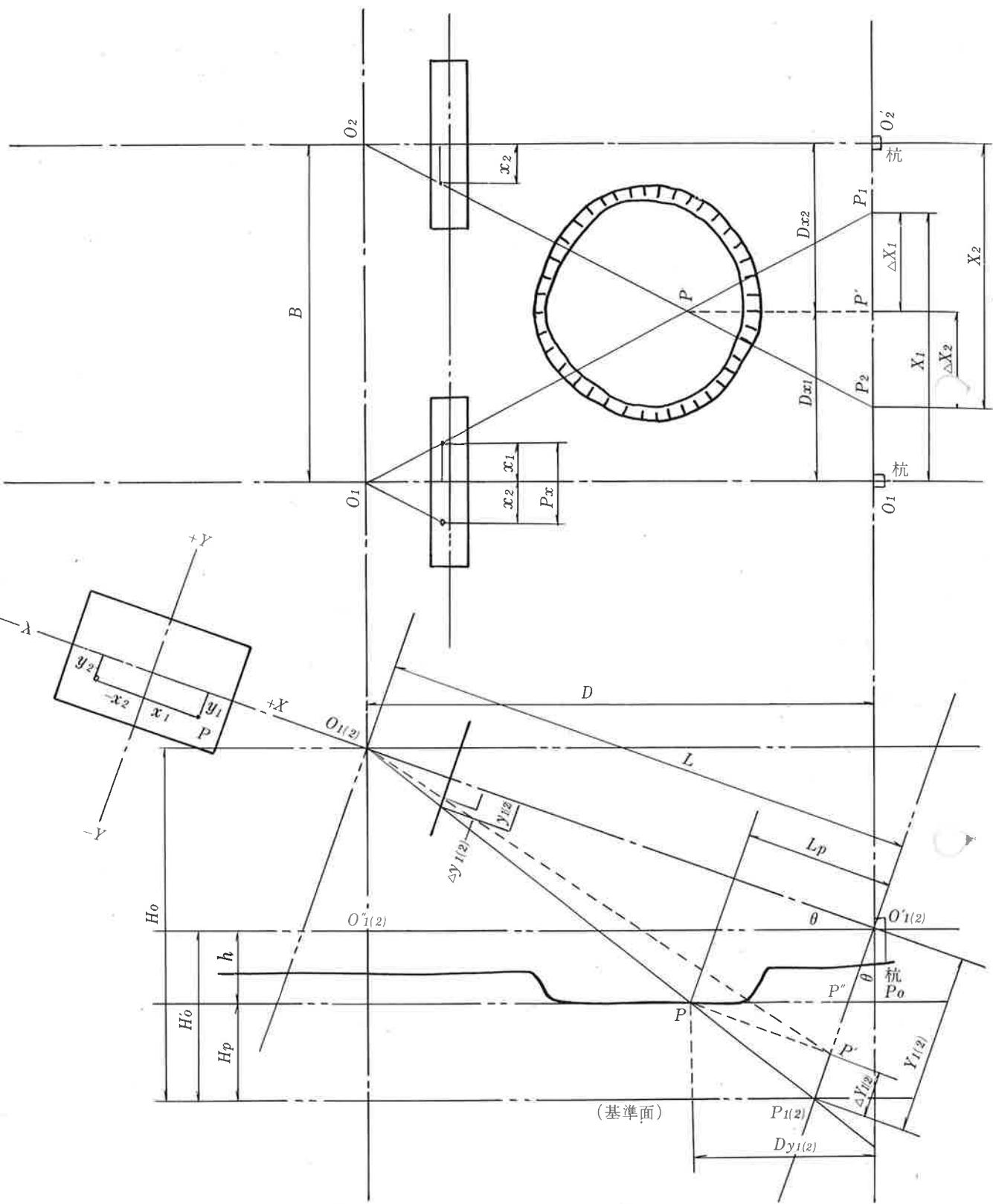


Fig. 3 視 差 と 位 置 の 関 係

地図の縮尺を $1/f$ とすると

$$\Delta x_a = \frac{h}{mf} x_a$$

$$\Delta y_a = \frac{h}{mf} y_a$$

よって地図上の位置は、

$$x_a - \Delta x_a = x_a - \frac{h}{mf} x_a = \frac{x_a}{mf} (mf - h) \quad (24)$$

$$y_a - \Delta y_a = \frac{y_a}{mf} (mf - h)$$

また、 $\triangle O_{121}O_{122}O_1O_2 \sim \triangle O_{121}A_1O_1$ より

$$\frac{x_a - \Delta x_a}{f} = \frac{X_A - \Delta X_A}{H_o}$$

$$\therefore X_A - \Delta X_A = \frac{H_o}{f} (x_a - \Delta x_a)$$

$$= \frac{mf}{f} \left\{ \frac{x_a}{mf} (mf - h) \right\}$$

$$= \frac{x_a}{f} (mf - h)$$

$$= x_a (m - fh)$$

同様にして (25)

$$Y_A - \Delta Y_A = y_a (m - fh)$$

3. 簡易写真測量の理論

前章では、カメラの位置が測量地域の上方に位置し、レンズの光軸が鉛直、若しくは鉛直になるように標定した場合であるが、この項では、レンズの光軸が水平に近く、正しく標定できない場合、これを計算によって補正するのが目的である。

a. 視差と比高の関係

Fig. 2において、式(19)、(25)は次式のように書きかえることができる。

$$L_p = f(m - \frac{B}{P_x}) \quad (26)$$

$$\begin{aligned} X_1 - \Delta X_1 &= x_1 (m - fL_p) \\ Y_1 - \Delta Y_1 &= y_a (m - fL_p) \end{aligned} \quad (27)$$

ただし、 L_p はFig. 2における h に相当する。

$O_{121}O_{122}IHP'$ 、 $O''_{12}O'_{12}IHP''$ であるから

$$\overline{P'P''} = L_p \tan \theta$$

よって

$$\overline{O_{121}P''} = (Y_{121} - \Delta Y_{121}) - L_p \tan \theta \quad (28)$$

式(27)を代入して

$$\begin{aligned} \overline{O_{121}P''} &= y_{121}(m - fL_p) - L_p \tan \theta \\ &= my_{121} - L_p (fy_a + \tan \theta) \end{aligned} \quad (29)$$

$\triangle O_{121}P''P_0$ において

$$h = \overline{O_{121}P''} \times \cos \theta$$

式(29)を代入して

$$h = \{my_{121} - L_p (fy_{121} + \tan \theta)\} \cos \theta \quad (30)$$

ところで

$$\tan \theta = \frac{H_o - H_b}{D} \quad , \quad \cos \theta = \frac{D}{L} \quad (31)$$

であるから

$$h = \left\{ my_{121} - L_p (fy_{121} + \frac{H_o - H_b}{D}) \right\} \times \frac{D}{L} \quad (32)$$

したがって、標高 H_p は

$$H_p = H_b - \frac{D}{L} \left\{ my_a - L_p (fy_{121} + \frac{H_o - H_b}{D}) \right\} \quad (33)$$

となる。

b. 視差と位置との関係

X 軸方向について

$$D_{X_{121}} = X_{121} - \Delta X_{121}$$

式(27)より

$$D_{X_{121}} = X_{121} (m - fL_p) \quad (34)$$

Y 軸方向について、Fig. 3において

$$D_{Y_{121}} = P''P_0 + P''P_o \quad (35)$$

であるから、 $\triangle PP'P''$ より

$$\overline{P'P''} = \frac{L_p}{\cos \theta} \quad (37)$$

$\triangle O_{121}P''P_0$ より

$$\overline{P''P_0} = h \tan \theta \quad (38)$$

式(34)、(35)を式(33)に代入すると

$$D_{Y_{121}} = \frac{L_p}{\cos \theta} + h \tan \theta \quad (39)$$

式(31)を代入すると

$$\begin{aligned} D_{Y_{121}} &= \frac{LL_p}{D} + \frac{h(H_o - H_b)}{D} \\ &= \frac{1}{D} \left\{ LL_p + h(H_o - H_b) \right\} \\ &= \frac{1}{D} \left\{ LL_p + (H_o - H_p)(H_o - H_b) \right\} \end{aligned}$$

以上の結果をまとめると

$$L_p = f(m - \frac{B}{P_x})$$

$$H_p = H_b - \frac{D}{L} \left\{ my_{121} - L_p (fy_{121} + \frac{H_o - H_b}{D}) \right\} \quad (41)$$

$$D_{X_{121}} = x_{121} (m - fL_p)$$

No.	X ₁	X ₂	P _x
1	4.5	15.4	19.9
2	5.2	173.2	178.4
3	7.3	180.4	187.7
4	11.5	201.5	213.0
5	176.4		215.4
6			7.6
7			

Table 1 測量点の記録

$$D_{V1(2)} = \frac{1}{D} \left\{ L L_p + (H_0 - H_p) (H_0 - H_0) \right\}$$

の4式となる。

4. 簡易写真測量の方法

写真測量の方法を外業、内業に分けて箇条書きにする。

a. 外業

- 1) 視標とする杭を2カ所打つ(O₁、O₂の決定)。
- 2) 視標間の距離を測る(Bの測定)。
- 3) 視標の同じ高さの所に印を付ける(H_bの決定、この点を画面主点とする)。
- 4) 各々の杭から直角を振り、左右同距離の所に印を付ける(Dの決定)。
- 5) 重要と思われる点には、ワリバシ等を刺しておくと便利である。
- 6) カメラの高さを決め、レンズの中心が4)で印を付け位置になるようにする(H₀の決定)。
- 7) 視野が測量域を全て入っているかチェックをする。
- 8) 左右同様にして撮影する。
- 9) 野帳には次の事項を記録する。
 - a) 撮影地点名
 - b) 撮影年月日

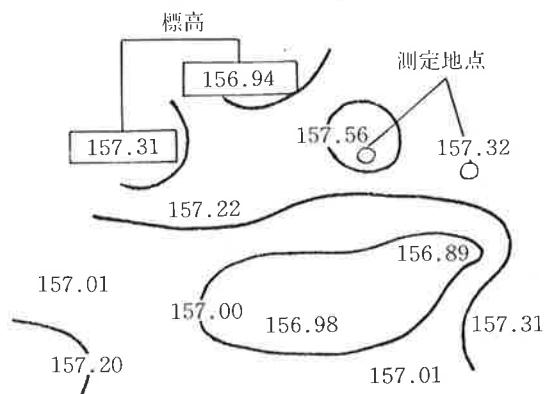


Fig. 4 測量点の図化

c) 視標とカメラの高さ

b) 視標間距離(基線距離)

e) 視標とカメラの距離

f) レンズの焦点距離

g) その他

この方法は死角ができるので別方向からも同様に撮影する。

b. 内業

- 1) 写真の視標間を測る。
- 2) 視標を線で結び、これをX軸とし、これに直角に線を引きY軸とする。
- 3) 測量点の番号をふる。このとき同一地点の番号は、左右の写真とも同一番号となるように気をつける。
- 4) 測量点の座標を測り、Table 1 のように記録する。
- 5) 式(41)により、測量値を求める。
- 6) Fig.4 のように測量点を図面に落し、この上にトレーシング・ペーパーをのせ、等高線を書く。

(萩原建設工業(株)勤務)

計算プログラム

(BASIC シャープMZ-80K使用)

```

1 REM TERRESTRIAL PHOTOGRAMMETRY
1 φ PRINT TAB(5); "KANI SHASHIN SOKURYOU" :PRINT :PRINT
2 φ INPUT "KISEN-KYORI B=";B
3 φ INPUT "SHIHYOU NO TAKASA Hφ=";Hφ

```

```

4 φ INPUT "KAMERA NO TAKASA H=" ;H
5 φ INPUT "KAMERA NO SYOUTEN-KYORI F=" ;F
6 φ INPUT "SHASIN-GYOU NO SHIHYOU-KAN NO NAGASA Mφ" ;Mφ
7 φ INPUT "KAMERA TO SHIHYO TONO KYORI D=" ;D
8 φ M=B/Mφ :L=SQR(D×D+(H-Mφ↑2)) :H=H-Hφ
9 φ PRINT TAB(5); "MIGIGAWA NO SHASIN NO X,Y-ZAHYOU"
10 φ INPUT "X,Y="XM,YM :PRINT
11 φ PRINT TAB(6); "(HIDARIGAWA) NO SHASIN NO X,Y-ZAHYOU"
12 φ INPUT "X,Y=XH,YH :PRINT
13 φ Px=XH-(XM) :Y=(YM+YH)/2
14 φ LP=F*(M-B/Px)
15 φ Hp=Hφ-D/L*(M*Y-LP*(F*Y-H/D))
16 φ DX=XH*(M-F*LP)
7 φ DY=1/D*(L*LP+(Hφ-HP)*H)
18 φ PRINT "C" ; "KEISAN-KTEKA" :PRINT
19 φ HP=INT((HP*1φφ)/1φφ) :DX=INT((DX*1φφ)/1φφ) :DY=INT((DY*1φφ)*1φφ)
20 φ PRINT TAB(3); "HYOUKOU" ;HP :PRINT
21 φ PRINT TAB(3); "X-ZAHYOU" ;DX :PRINT
22 φ PRINT TAB(3); "Y-ZAHYOU" :DY :PRINT :PRINT
23 φ PRINT "サラニ ケイサン ヲ ツヅケマスカ? <Y> <N>"
24 φ GET A$ :IF A$="THEN" 24φ
25 φ IF A$="NO" THEN 27φ
26 φ GOTO 9φ
27 φ END

```

チャシの形態分類に関するメモ

後藤秀彦

I

チャシの研究は、1906年の「チャシ即ち蝦夷の砦」（河野、1906）と1958年の『網走市史上巻』（河野、1958）をもって全てを語れる状況が永く続いていた。初期には、ローカルな活躍をしていた阿部正己や伊藤初太郎、斎藤米太郎らの研究者は存在したが、その内容は主として分布や形態の研究で、チャシ総体の大系を変えるほどのものではなかったし、一部を除けばローカル誌に発表される程度のものであった。

また、一般の研究者はそれ以上に「チャシ」などに眼を向けるよりは、よりポピュラーな縄文時代の土器や石器を注視し、それほどの関心を示すことはなく、漠然と「チャシ」という名の遺跡が

北海道に存在することを認めているにすぎなかつた。

1973年、北海道教育委員会は初めて全道規模の「チャシ分布調査」に着手し、現存のチャシの実数を把握した（北海道教育委員会、1976）。一方、釧路川流域史研究会も同年『釧路川流域の遺跡』（豊原ほか、1973）を発表し、全道に広がるチャシの地名表を作成した。これにより全道のチャシ研究は急速に盛んとなり、1980年の『日本城郭大系 1』の発刊、『アイヌ考古学』（宇田川、1980）と連なっていく。特に、『アイヌ考古学』は從来からのチャシに関する情報を整理し、考古学と民族学の立場からチャシと、当時の北海道の様相を分析した労作で、今後のチャシ研究、ひいて