

ステレオトップによる地形図の作成と林相判読の 精度について

今永 正明*・丸岡 大祐**・山本 明***

MASAAKI IMANAGA, DAISUKE MARUOKA and AKIRA YAMAMOTO:

On the exactitude of making a contour map and of
classification of forest types by the Stereotope.

要旨: ステレオトップを使用して航空写真から林相界の入った地形図を作成してその図化精度と林相判読精度を検討した。得られた結果はつぎのとおりである。

- 1) 使用写真 1/23,000, 図化縮尺 1/15,000 での地形図の精度は, 平面位置標準誤差 $\pm 0.27\text{mm}$, 高さの標準誤差 $\pm 3.7\text{m}$ であった。誤差の原因としては, 刺針のあやまり, 測標の図根点への合せ方の技術, などが大きいものと考えられる。
- 2) 林相判読の精度は, 樹種について, スギ 85%, アカマツ 75%, 広葉樹 80%, 林令(令級別)について, 新植地 70%, 幼令林 55%, 若令林 65%, 壮令林 75%程度以上とみなしえることがわかった。
- 3) 作成所要時間は, 地形図の作成に105時間, 林相描画に40時間程度であった。

I. 緒 言

森林を経営するにあたっては, 対象となる森林の現況を正確に把握することがまず前提となる。対象林分の地形, 林況をその時点で正確に記録した地図はそうした森林経営の重要な基礎資料となるが, 現状では地形図, 林相図はみられるが, 両者を一枚の図面に記録したものはほとんど見当らない。これは地形にくらべ林況は変化していくものであるから, 森林経営という立場に立たない以上, こうした図面の必要度は低く, したがって市販されるような性格のものとならない。しかし森林経営の立場に立てばこうした図面の必要度はきわめて高い。

ステレオトップは航空写真からそうした図面を作成する図化機である。本機は小型軽量で, 操作が容易であり, しかも比較的高精度であるので, 山岳地の森林地帯の図化に最適なものといわれている。

そこで京都市北区雲ヶ畑の森林地帯を対象に, このステレオトップにより林相界の入った地形図の作成を行ない, 作成精度と工期について検討を試みた。

なおこの研究は, 報告のとりまとめと図化の指導を今永が行ない, 実際の図面描画は丸岡と山本が行なった。

本研究にあたり資料提供にご協力いただいた京都府農林部林務課, ならびに雲ヶ畑森林組合の方々, さらにとりまとめにあたり終始ご助言いただいた大隅真一教授, 梶原幹弘助教授に厚く感謝の意を表する。

II. ステレオトップにおける写真の標定

写真の像は普通の地図と根本的にことなる投影方式によっている。すなわち地図が正投影であるのに対し, 写真はレンズ中心を通った中心投影である。この根本的なちがいの他にも, 写真像は土地の起伏, 航空機のゆれなどの原因によりひずみを持っている。そこでこのひずみを修正して被写体の正投影と等しい図面を作る必要がある。こうしたひずみを修正する操作を標定という。

Fig. 1 はステレオトップの概略図である。

本機における写真の標定をまず略記する。

ステレオトップの標定は, 垂直標定, 水平標定にわ

* 京都府立大学農学部森林経理学研究室
Laboratory of Forest Management, Faculty of Agriculture, Kyoto Prefectural University, Kyoto, Japan,

** アジア航測株式会社

*** 株式会社 金甲物産商会

昭和43年7月29日受理

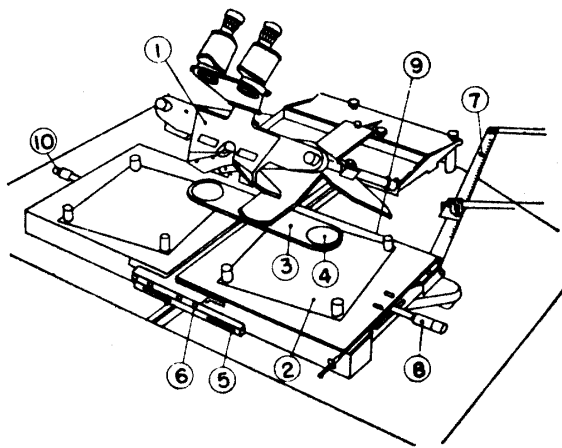


Fig. 1. Stereotopograph

- ① Monoculars ② Photograph ③ Measuring mark holder
 ④ Measuring mark ⑤ Rectiputer II ⑥ Rectiputer I
 ⑦ Pantograph ⑧ X-parallax screw ⑨ Rectiputer III
 ⑩ Y-parallax screw

かれるが、計算機構 I (Fig. 1-⑥) で垂直標定を、計算機構 II, III (Fig. 1-⑤, ⑨) で水平標定を行なう。

1. 図根点

ステレオトップにおいて写真を標定するためには写真上に写っていて平面位置と高さの既知の点、4点 (A, B, C, D) が必要である。これらの点を図根点と呼び、図化対象地域の四隅にとる。これら図根点のデータは空中三角測量、あるいは地上測量の結果を利用する。

2. 写真縮尺の決定

図化縮尺を決定するためには写真縮尺を求める必要がある。ところで写真縮尺は場所によりことなるため概略値による。ここでは対角線位置にある図根点間の長さをものさして測定し、その平均値と、図根点データから計算上求められる実距離の平均値との比で概略の写真縮尺分母数を決定する。

3. 垂直標定 (計算機構 I)

モデルが正しく標定されれば、実体視下である地上点に測標をあわすと、 P_x 視差目盛上の値はその地上点の実際の高さに対応しなければならない。しかし写真には傾があるために誤差を生じる。そこでモデルの傾き、または飛行高度の差位によっておこるモデルの傾斜または双曲線偏位はステレオトップの計算機構 I で除去する。この修正をおこなうまえに基準点 L の標高を基準面として、各図根点の比高を求め、その比高をもとに各図根点の P_x 視差値をあらかじめ計算しておく。

いま、計算された図根点 A の P_x 視差値をセットして実体視すると測標は図根点 A において地面に接着していない。これが写真の傾による誤差である。この誤差は計算機構 I の 4 つの修正ネジのうち A を操作して、

測標が正しく地面に接着するようにして修正される。

B, C, D の図根点についても同様の操作により修正される。

4. 水平標定

1) 計算機構 II

すでにのべたように写真には中心投影に固有な放射線位置のずれ、および正射投影図と比較して存在する地平面の比高によって起る放射線位置のずれがあり、これらを修正する必要がある。ステレオトップでは計算機構 II に写真基線長をセットすることによりこれらの修正が自動的になされる。

2) 計算機構 III

ステレオトップにおける写真の標定は、左方写真を基準にして操作を行なっているため、左方写真が傾いていたとすると、平面位置はゆがんで実体視されている。この修正を計算機構 III で行なう。計算機構 III は Fig. 1 で裏面になるため判然としないが、外観は目盛にそってスライドする 2 つのネジがあるだけの簡単なものである。

修正は各ネジをゼロ位置 (目盛上では 40 と 100) にセットしておき、パントグラフ (Fig. 1-⑦) の概略のセッティング値を図化縮尺により計算してセットしてから、図紙上に写真上の図根点をプロットする。図紙上にはあらかじめ図根点を図化縮尺に縮小して展開しておく。両者のずれの量から修正値を計算によって求める。同時にパントグラフの精密なセッティング値も求める。これらの値を計算機構 III とパントグラフ上にセットして平面位置の標定は終る。

以上すべての標定を終えたのち図化にかかる。

III. 林相界の入った地形図の作成

図化対象地域として、写真の入手が可能で現地調査を行なうにも都合のよい京都市北区雲ヶ畑の森林地帯を選んだ。本地域の地質は古世層に属し、地形は起伏に富んでいる。林相は谷筋はスギ人工林が大部分で、峰筋にアカマツ林、そして中腹にヒノキ林がわずかにみられ、残りは広葉樹である。

本地域を対象にまず丸岡が林相図の描画を行ない、つぎに山本が地形図を作成した。最後に山本がスギ林を対象に林相界の入った地形図を作成した。本来、これらは同一図面にまとめられるべきであるが、ここでは両者がそれぞれ作業を分担したので、附図 1 に山本の地形図を附図 2 に丸岡の林相図をあげる。なお両者の対象地域は同一であるが、描画の範囲は山本の場合が広く、ほぼ 800ha、丸岡の場合、700ha 程度である。

なお以下の記述は山本が地形図を作成した場合の中

心に行ない、林相に関してのみ丸岡の場合を使用すること、ここに明記する。

1. 使用写真

写真印画紙にはアルミ箔を挿入した無伸縮性の印画紙を使用した。写真は 18cm × 18cm の密着写真である。使用写真のデータは以下のとおりである。

撮影場所	京都市西北部 山356
撮影コース、番号	C1-8, C1-9
撮影年月日	1964年4月27日
撮影カメラ焦点距離	f=209.67mm
撮影高度	h=5400m

2. 図根点データ

京都府農林部林務課の好意により空中三角測量による図根点データを得た。データは Table 1 のとおりである。

Table 1. List of Coordinates

Point	X(m)	Y(m)	H(m)
A	-95277.62	-24144.33	607.49
B	-98354.20	-24208.32	439.95
C	-98422.76	-25848.44	276.93
D	-95140.75	-25880.65	662.94
E	-96723.98	-24186.60	475.16
F	-96606.27	-26024.01	382.67

A, B, C, D Control Points
E, F Supplemental Points

3. 使用図紙

無伸縮性のマイクロトレースを使用した。

4. 図化縮尺

ステレオトップには図化縮尺を写真縮尺の0.2~2.5倍までに縮尺変換することができるパントグラフがついているが、精度や能率の面から図化縮尺は写真縮尺と同縮尺か、最大1.5倍くらいが適当とされている。ここでは写真縮尺が約1/23,000であるから、図化縮尺を1/15,000にした。なおステレオトップで図化したこの図をさらに別のパントグラフで拡大し、最終的には1/5,000の地形図を作成した。

5. 図化

図化作業は大別すると、写真上の地物（道路、河川、家屋など）を描く平面図化と、等高線を描く図化に区分できる。林相描画は平面図化の一種であるが、ここでは 1) 平面図化、2) 林相描画、3) 等高線描画、にわけて記述する。

1) 平面図化

平面図化は測標を測定しようとする地物に常に接させながら、地物の示す線形を追跡していく。そのた

めには、Px 視差ネジを地物の標高の変化に対応するよう操作しなければならない。また標定が不完全なために起る縦視差も Py 視差ネジで除去しながら描画する。

2) 林相描画

林相描画は平面図化の一種であるが、とくにこの場合問題となる点は機械操作者の林相判読能力である。

本対象地域の樹種はスギ、ヒノキ、アカマツ、広葉樹であるが、樹種のみでなく林令の判読も必要となる。林令は直接判読が難しいので通常は樹高を測定し、樹冠疎密度などを合せ考慮して測定している。しかしここではそうした方法によらず直接判読した。林令はつぎの5令級にわけ、対象林分がどの令級に属しているかを判読する。(i) 新植地(1~5年生)、(ii) 幼令林(6~15年生)、(iii) 若令林(16~25年生)、(iv) 壮令林(26~50年生)、(v) 老令林(51年生以上)。

なおこの令級区分はスギのみについて行なった。

3) 等高線描画

等高線を描画する場合、あらかじめ所望の等高線の標高に対する Px 視差セッティング値を計算しておく。

ここではこの値を 750m から 250m まで 10m 間隔で求めたが、実際には 20m 毎の等高線とした。等高線描画の方法は所望の標高の Px 視差セッティング値を Px 視差目盛にあて、測標が地面に接するようにして追っていく。この場合問題となるのは地表に林木があり、正しく地表に測標を合せることができない場合である。そこで、林分の樹高がほぼ一様であるとみなせる場合、樹高を測定し、その高さの補正をして測標を林木の頂端に接着させて測定するという方法をとったり、狭い林分ではそこだけとばし、あとで両側の等高線を結ぶといったやり方などがとられる。しかしいずれも厳密でなく、ここに等高線の誤差が生ずる大きな原因がある。

なお、あとの図面の精度の検討のために、この地域を一級図化機で図化した 1/5,000 の森林基本図上で、標高が確実にわかる点 25 点を選び、それらの点を 1/15,000 の図面（附図 1）上にプロットしておいた。

IV. 地形図作成の精度と工期

1. 精度

1) 平面位置の精度

平面位置の精度を知るために、真の座標値のわかっている点を図上で何点か選び、各点の図上での座標値を求め、真の座標値と比較して誤差を求める。その標準誤差で精度を表わす。この場合標準誤差の計算にはヘルマート座標変換法を用いることが多い。そこでこの方法によって 1/15,000 の図面上で図根点データに

Table 2. Calculation of the horizontal-position error.

Point	Coordinates on Map		Absolute Coordinates		Converted Coordinates		Errors (mm)	
	y	x	Y	X	Y''	X''	Vy	Vx
A	+102.54	+75.70	- 6351.84	- 1609.62	- 6352.09	- 1609.56	-0.25	+0.06
B	-101.70	+59.85	- 6556.95	- 1613.89	- 6557.17	- 1613.61	-0.22	+0.28
C	- 99.50	-49.67	- 6561.52	- 1723.23	- 6561.29	- 1723.22	+0.23	+0.01
D	+118.35	-39.33	- 6342.72	- 1725.38	- 6342.92	- 1725.46	-0.20	-0.06
E	+ 7.00	+67.35	- 6448.26	- 1612.44	- 6448.07	- 1612.38	+0.19	-0.06
F	+ 22.00	-54.64	- 6440.42	- 1734.93	- 6440.12	- 1735.20	+0.30	-0.27
Σ	+ 48.69	+59.26	-38701.71	-10019.49				
Σ n	+ 8.11	+ 9.87	- 6450.28	- 1669.91	Calculation			

Point	Coordinates based on the Center of Gravity on Map				[y'y']+[x'x']= I	+65164.9263
	y'	x'	Y'	X'		
					[y'Y']+[x'X']= II	+65142.1688
					[y'x']-[x'Y']= III	-3762.7958
A	+ 94.43	+65.83	+ 98.44	+60.29	$\frac{II}{I} = a$	0.9996507
B	-109.81	+49.98	-106.67	+56.02	$\frac{III}{I} = b$	-0.0577426
C	-107.61	-59.54	-111.24	-53.32	$-a\bar{x}-b\bar{y}+\bar{X}=X_0$	-1679.31
D	+110.24	-49.20	+107.56	-55.47	$b\bar{x}-a\bar{y}+\bar{Y}=Y_0$	-6458.96
E	- 1.11	+57.48	+ 2.02	+57.47	Standard Error σ	$\pm 0.27(\text{mm})$
F	+ 13.89	-64.51	+ 9.86	-65.02		

示した座標既知の6点について平面位置の精度を検討した。結果を Table 2 に示す。

すなわち座標既知点で求めた平面位置の標準誤差は $\pm 0.27\text{mm}$ となることがわかる。

これとは別に、先にプロットした25点についても同じ方法で位置の精度の検討を加えた。その結果が Table 3 である。

なおこの25点についてはプロット位置確認の錯誤に

基づくと考えられる異常値を除くため、 $V_y(V_x) < \bar{V}_y(\bar{V}_x) \pm \sigma t$ 式で異常値の棄却を行なった。その結果、 V_y では No. 1 が、 V_x では No. 16 が除かれるので、標準誤差は No. 1 と No. 16 を除いた23点で求めた。得られた標準誤差 $\sigma = \pm 1.31\text{mm}$ である。これは 1/5,000 の森林基本図上の座標値をそのまま使用したので 1/15,000 ではこの1/3の $\sigma = \pm 0.43\text{mm}$ となる。

2) 高さの精度

Table 3. Elevation errors and Horizontal-position errors at twenty-five points.

Point	H-position Errors		Elevation Errors(m)	Point	H-position Errors		Elevation Errors(m)
	Vy(mm)	Vx(mm)			Vy(mm)	Vx(mm)	
1	-5.01	+0.34	- 7.7	14	-0.34	+0.18	+ 0.3
2	-0.48	+0.47	+ 1.2	15	---	---	---
3	+1.53	+1.42	+11.6	16	-2.54	-2.55	+ 8.4
4	+0.94	-1.16	+ 2.6	17	+0.59	+1.66	+ 7.4
5	-1.54	-0.85	+ 1.7	18	+0.25	-1.39	- 0.5
6	-0.29	-2.20	+ 8.3	19	+0.48	+0.60	- 0.3
7	-1.00	-0.06	+ 4.5	20	-2.20	+2.29	- 4.1
8	-0.66	-0.34	+ 5.3	21	+3.13	+1.89	+ 1.7
9	+0.08	+0.79	+ 3.3	22	-0.90	-0.92	+ 1.3
10	+1.12	-0.52	- 3.5	23	-0.90	+0.11	- 4.6
11	+2.81	+0.89	- 3.6	24	+2.91	+0.36	- 3.1
12	+0.32	-1.24	+ 0.7	25	+0.15	+0.30	0.0
13	+0.21	+0.01	- 5.0	26	-0.15	-0.59	+ 0.8

地形図に描画された等高線の精度については明確な検定方法がないので、等高線の精度にかかわるものとして、モデル上で何点か基準点を選び、その点の標高を求め、その精度の検討をする。

基準点としては平面位置の測定精度を求めた23点について異常資料の棄却を行なった結果 No. 3 が除かれることがわかったので、残り22点を用いた。

各点の測定値と森林基本図上の対応点とを比較して誤差を求め、その標準誤差で精度をあらわした。結果は Table 3 のとおりである。この22点について標準誤差を計算すると、 $\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{288.47}{21}}$
 $= \pm 3.71$ すなわち標準誤差は $\pm 3.7\text{m}$ (撮影高度の 0.69%) となる。

3) 林相判読の精度

林相判読の精度の検討はつぎの方法によった。作成した林相図全域での検討が困難であったので、ランダムに選んだ全体の 1/3 の地域について検討した。

無伸縮性透明紙上に縦横 2cm 間隔の格子線を引いたものを作成する。これを森林施業図上で、林相図上に選ばれた地域と全く同じ位置に合わせる。そして透明紙上の交点 (196 箇所) で森林施業図により林班・小班・地番を読みとり、表に記入する。森林施業図とは森林経営のために作成されている図面で、林小班、地番などが記入されている。ところでこの図面上の林地の現況は森林調査簿に記録されているのでこの調査簿によって各交点の樹種と林令を調べた。

その後、同じ透明紙を作成された林相図の当該地域上にのせ、同一点で樹種、林令を読みとった。これを前者とくらべ検討した。

a) 樹種

森林調査簿と判読結果を比較した結果つぎの事実が明らかになった。

- (i) 森林調査簿のスギ74点のうち本判読では69点 (93%) スギと判読している。
- (ii) 森林調査簿のアカマツ32点のうち本判読では27点 (84%) アカマツと判読している。
- (iii) 森林調査簿の広葉樹47点のうち本判読では42点 (89%) 広葉樹と判読している。
- (iv) ヒノキについては資料が少ないので明らかでないが、スギに誤読されやすいようである。
- (v) 他の樹種についても資料が少ないので何ともいえないが、混交している場合一方の樹種のみ正しく判読している傾向がみられる。また混交林を単純林とする傾向もある。
- (vi) 森林調査簿の樹種と判読樹種が完全に違った場合が7%あった。

b) 林令

林令区分はスギのみについておこなった。得られた結果はつぎのとおりである。

- (i) 森林調査簿の新植地8点のうち、本判読では7点 (88%) 新植地と判読している。
- (ii) 幼令林では28点のうち19点 (68%)。
- (iii) 若令林では14点のうち11点 (79%)。
- (iv) 壮令林では25点のうち23点 (92%)。
- (v) 老令林は資料が少なく確かなことはわからないが傾向としては壮令林に誤読されやすい。

2. 工期

1) 標定に要した時間

垂直標定および水平標定の計算には合計1時間を要した。実際の標定には正確を期すため両標定とも1日 (実労4時間) ずつかけた。

2) 図化に要した時間

等高線視差値の計算 1.5時間

平面図化 5時間

等高線の描画 90時間

林相界の描画 40時間

3) 拡大図の作成に要した時間

準備に要した時間 1時間

描画に要した時間 20時間

なお図化にあたっては何時間も続けてモデルを実体視すると眼が疲れ、測定も雑になりやすいので、1時間測定すれば10~20分程度の休憩を要した。

V. 考 察

1. 地形図の精度について

ステレオトップによる図化精度については一例として写真縮尺1/18,000、図化縮尺1/10,000のときの平面位置誤差は平均 0.3mm、最大 0.5mm、高さの誤差は平均 1.5m (撮影高度の 0.39%) と木本¹⁾により報告されている。この誤差の説明はされていないが、これを標準誤差と理解すると、今回の平面位置標準誤差 0.27mm 高さの誤差 3.7m という値は、高さについてやや過大であるが、平面位置については十分な精度といえよう。

今回の図化は初心者が行なったものであり、初心者でもこの程度の精度で図化が可能であるという事実は、本図化機の優秀性を示すものといえる。

ところで大きな誤差とはいえないがこうした誤差が生じた原因としてつぎのものが考えられる。

1) 刺針

本研究では各図根点位置の写真上への刺針は誤りないものとしているが、この刺針にやはり誤差が伴うものと考えられる。

2) 測標

測標の大きさは使用写真の縮尺に関係する。本研究に使用した測標は直径 0.2mm の赤色円盤である。写真縮尺を 1/23,000 とすると、この測標は写真上では直径約 4.6mm の円盤に相当していることになる。

各図根点に刺針した針穴の大きさは直径 0.1mm に満たないものであるから、測標中心にこの針穴をもってくる場合にずれが考えられる。そこで写真縮尺が小さい場合には直径のなるべく小さい測標を用いる必要があろう。また西村²⁾によると、ステレオトップで曲線描入を行なう際の測標のふらつきは一般に、初心者で 0.1mm、熟練者でも 0.05mm はあるといわれる。こうした測標操作の技術的未熟さも地形図の誤差の原因になろう。

3) その他

パントグラフの接続部のあそびや各修正ネジの精度等も地形図の精度に影響するものと考えられる。

2. 林相判読の精度について

本判読の精度の検討のため森林調査簿をつかったが調査簿自体の信頼度に問題が残る。そこで森林調査簿をチェックする目的で 130 個所の現地調査を実施した。道路沿にランダムに落した各プロットで樹種、林令を調査し、森林調査簿と比較した結果、つぎの事実が判明した。

1) 樹種

(i) 現地調査のスギを森林調査簿では 97% スギとしている。(ii) ヒノキの場合 68%、(iii) アカマツの場合 94%、(iv) 広葉樹の場合、92%、(v) 以上 4 樹種について現地調査と森林調査簿が一致した場合は平均約 90% となる。

2) 林令

林令の比較はスギについて現地調査と森林調査簿が一致した 56 個のプロットについて行なった。なお現地調査における林令の決定は伐根と目測によった。

資料が少ないため確実ではないがつぎの事実が指摘できる。(i) 現地調査の幼令林を森林調査簿では 89% 幼令林としている。(ii) 若令林では 56%、(iii) 壮

令林では 80%、(iv) 老令林は 1 プロットのみでありなんともいえない。(v) 全令級では現地調査と森林調査簿とは 81% 一致している。

以上、樹種と林令について現地調査結果と森林調査簿を比較検討したが、この結果、調査簿はほぼ信頼出来るものと考えられる。

ここで森林調査簿の信頼度を考慮して今回の判読精度の最低限度を考えてみよう。森林調査簿の樹種の信頼度を 90%、林令の信頼度を 81% として計算すると、樹種では、スギ 84%、アカマツ 76%、広葉樹 80%、林令では、新植地 71%、幼令林 55%、若令林 64%、壮令林 75% となる。すなわち最低この程度の信頼度で判読できるものといえよう。

つぎに今回の判読結果を総合して考察する。

まず樹種では、スギ、アカマツ、広葉樹についてはかなり高い中率を示すことがわかった。これら樹種は写真上でも比較的顕著な像となり、各樹種の特色がつかまえやすかったからであろう。ヒノキはスギと誤読する傾向がみられたが、これは本対象地域にはヒノキが比較的少なく、ヒノキとスギの判読区分練習も十分でなかったことによると考えられる。また混交林では一つの樹種は正しく判読し、一方を誤読している場合が多い。この原因としては、一方の樹種が優勢となり、劣勢樹種が写真上に明白に写っていないという場合もあった。その他、生立斜面により写真の明暗の状態がことなり、暗い斜面で判読精度がおちるという事実もみられた。

林令は樹種にくらべ判読が難しく、今回のような単なる目測ではやはり判読精度も低いことがわかった。ここでとくに幼令林と若令林の精度が低い原因としては、この両者の間に写真上できわだった差がみられず、両者の境の判読が難しかったことが指摘できる。

ところでステレオトップに使用する写真は密着写真であり、視準用眼鏡の倍率は 4 倍である。一方、2.5 倍引伸写真を反射実体鏡下でみれば、反射実体鏡の倍率が 3 倍であるので密着写真の 7.5 倍となる。そこで林相区分はステレオトップとこの 2.5 倍引伸写真を反

Table 4. The exactitude of interpretation of tree species and age classes.

Species				Age Classes			
Interpreter	M.	S.	I.	Interpreter	M.	S.	I.
Species				Age classes			
Cryptomeria japonica	93%	96%	92%	6-15yrs.	72%	96%	
Chamaecyparis obtusa	50	69	63	16-25	79	91	
Pinus densiflora	84	69	98	26-50	92	100	
Hardwoods	89	73	83				

射実体鏡下でみるという方法を併用することがこうした判読精度をあげる一方法と考えられる。

最後にこの判読結果を石橋と沢の結果と比較したのが Table 4 である。石橋は京都府北桑田郡京北町と京都市左京区花背地域の森林に約 200 プロットをおとし検討している。沢は本対象地域に約 500 プロットをおとし、反射実体鏡と 2.5 倍引伸写真により判読した。対象地域が石橋の場合となり、また石橋は林令の判読も行っていないが、本 Table からおおよそつぎの事実が指摘できる。(i) スギと広葉樹については 3 人とも比較的正確に判読しているが、ヒノキは誤読しやすいこと。(ii) アカマツ判読には個人差がみられること。(iii) 林令で沢の判読精度が高いがその原因の一つとしては沢の場合大倍率の写真から判読していることによると考えられること。

VI. 結 論

ステレオトップは簡単な構造の図化機であるが、山岳地を対象とする図化にすぐれた性能を発揮するといわれている。本研究の結果もその事実を十分裏づけす

ることができた。

図化の精度は初心者が行なったものとしてはかなり高く、また本機による林相判読も比較的正確である。さらに本機の操作はやさしく、短期間にマスター可能であった。

今後、林業用図面の作成にこうした図化機をフルに活用するならば、写真による森林の現況がただちに図化され、現地での測量、調査の経費、労力を著しく軽減することになると考えられる。またこうした図面は森林経営に大いに役立つものとなるう。

引用および参考文献

- 1) 木本氏房(1957): 航空写真測量, 日林協, 東京.
- 2) 西村蹊二(1957): 測量. vol. 7 12月号.
- 3) 尾崎幸男(1963): 写真測量. 森北出版. 東京.
- 4) 西村蹊二, 佐々波清夫(1967): 写真測量 (土木ライブラリー25). 山海堂, 東京.
- 5) カールツアイスKK(1966): ステレオトップ使用説明書. カールツアイスKK. 東京.

Summary

We made a contour map of Kumogahata district from aerial photographs by using the Stereotope.

At that time, the age classes and the tree species of forests were interpreted on the photographs, and the forest type lines were plotted on the map.

The horizontal-position error and the elevation error were examined on the map, and the exactitude of forest classification were also discussed.

The results obtained are as follows:

- 1) The standard error of horizontal-position is ± 0.27 mm.

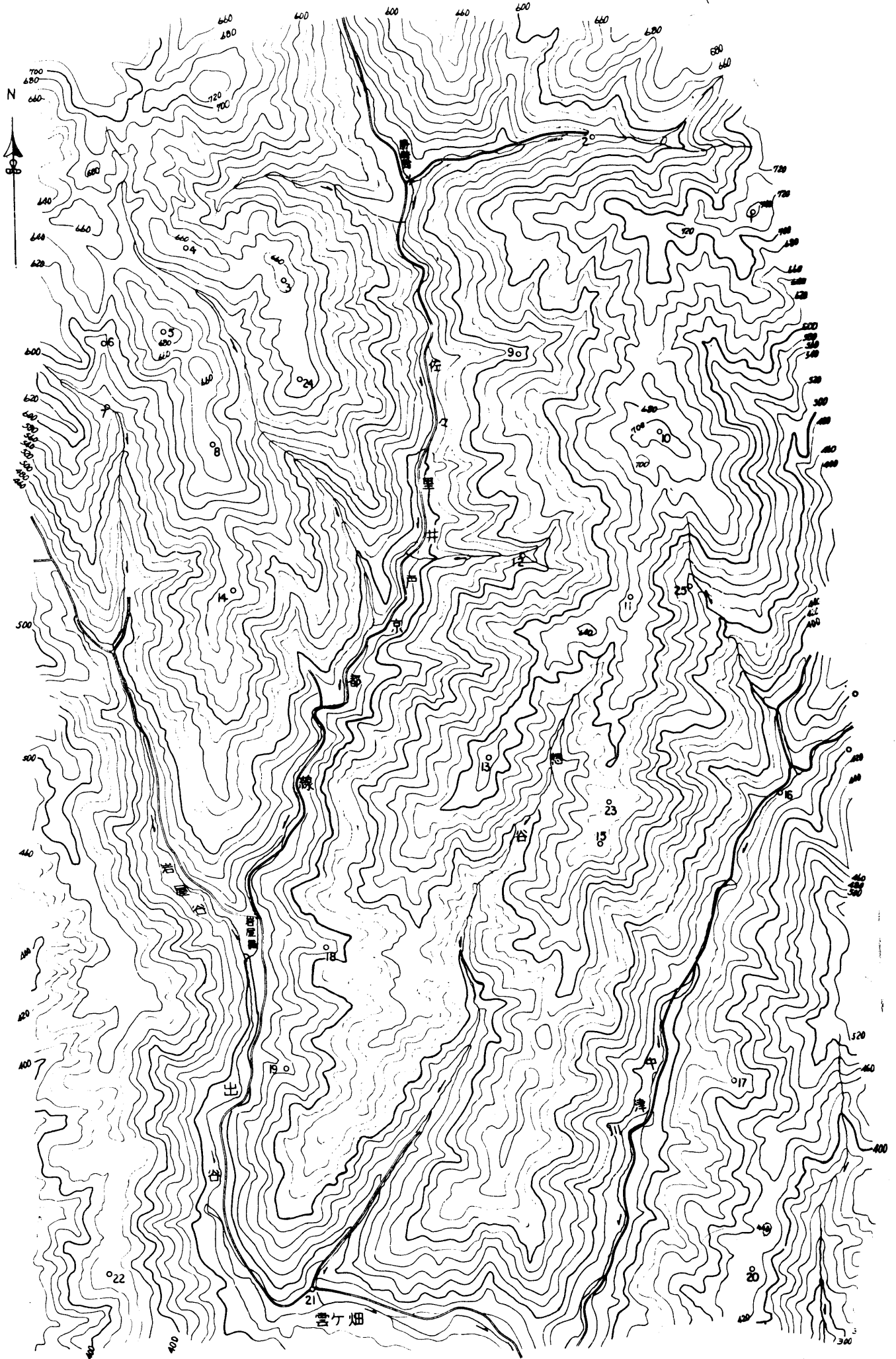
The standard error of elevation is ± 3.7 m. It seems that these errors are caused by mispricking of control points and also by unskilfulness of controlling the measuring mark.

- 2) The exactitude of forest type classification on aerial photographs was as follow ;

Species ; <i>Cryptomeria japonica</i>	more than 85%
<i>Pinus densiflora</i>	more than 75%
Hardwoods	more than 80%
Age classes ; 1~5 year.....	more than 70%
6~15 year	more than 55%
16~25 year	more than 65%
26~50 year	more than 75%

- 3) It took about 105 hours to make the contour map and about 40 hours to plot the forest type lines.

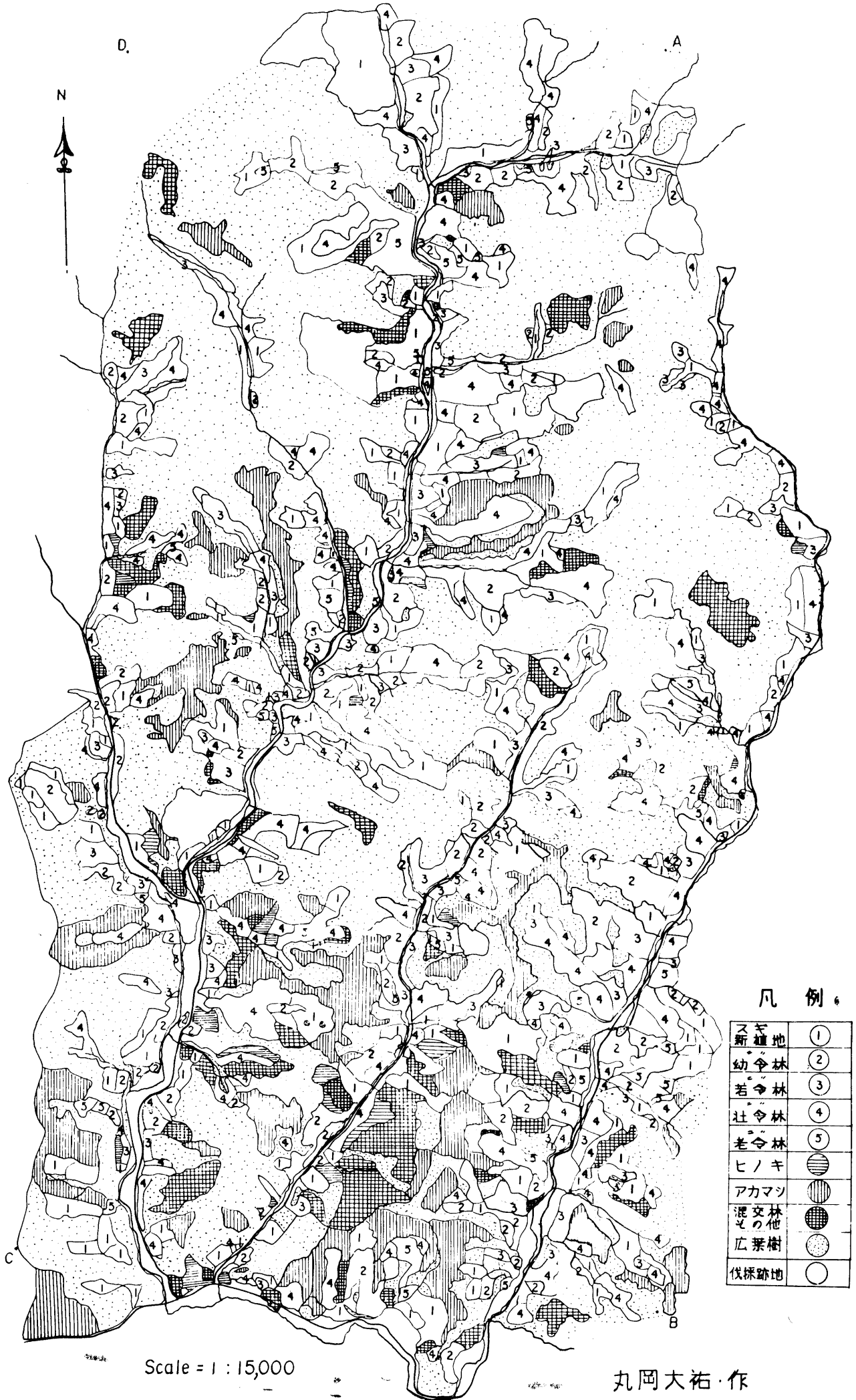
附圖 1 雲ヶ畑地域地形図



Scale = 1 : 15,000

山本明作

附図2 雲ヶ畑地域林相図



凡例

スギ地	①
幼令林	②
若令林	③
壮令林	④
老令林	⑤
ヒノキ	⊖
アカマツ	⊙
混交林 その他	⊗
広葉樹	⊘
伐採跡地	○