

### 3-4 刺針

空中三角測量及び図化のための垂直標定点の一部として区域内の既設水準点を刺針することとしその調査を行ったが、全383点の内発見し刺針を行ったのは147点であった。(図-10) 亡失点の集中しているMALINDI~LUNGA-LUNGA間の路線約200kmは新たに簡易水準測量を実施し、刺針を行った。

### 3-5 標定点測量

#### 3-5-1 基準点測量

##### (1) 概要

空中三角測量及び図化に使用する対空標識を置いた標定点5点(図-3参照)及び刺針により追加使用する水準点1点(R-2)の水平位置及び標高並びに標高のない三角点等4点の標高決定(R-2の標高決定を除く)のための基準点測量をGPS観測機を用いて人工衛星観測方式によって実施した。この10点は次の通りである。

平面位置について 193S2, 196ST4, R-2

平面位置及び標高について 199ST1, 199ST2, 109S2

標高について 188P1, SKP49, 195PT2, 202S3

1) 与点としては次の各点を用いた。

a. 平面位置については

188PT1, 191S2, 192S6, SKP49, 195PT2, 197S1, 198S8, SKP62, 200S8, 202S3

の10点

b. 高さについて

J-2, J-3, R6, 196ST4, R-2, R9-47A, SKP62, 193S2, I/21, BM-1

の10点である。これらの点では標石上で観測を行ったが、I/21及びBM-1では標石上で観測するに適さなかったため、付近に一時標識を設け、その高さを直接水準測量で求めて与点とした。それらを本点と区別するために、それぞれ

I/21T, BM-1T

と表し、本点と区別することにする。

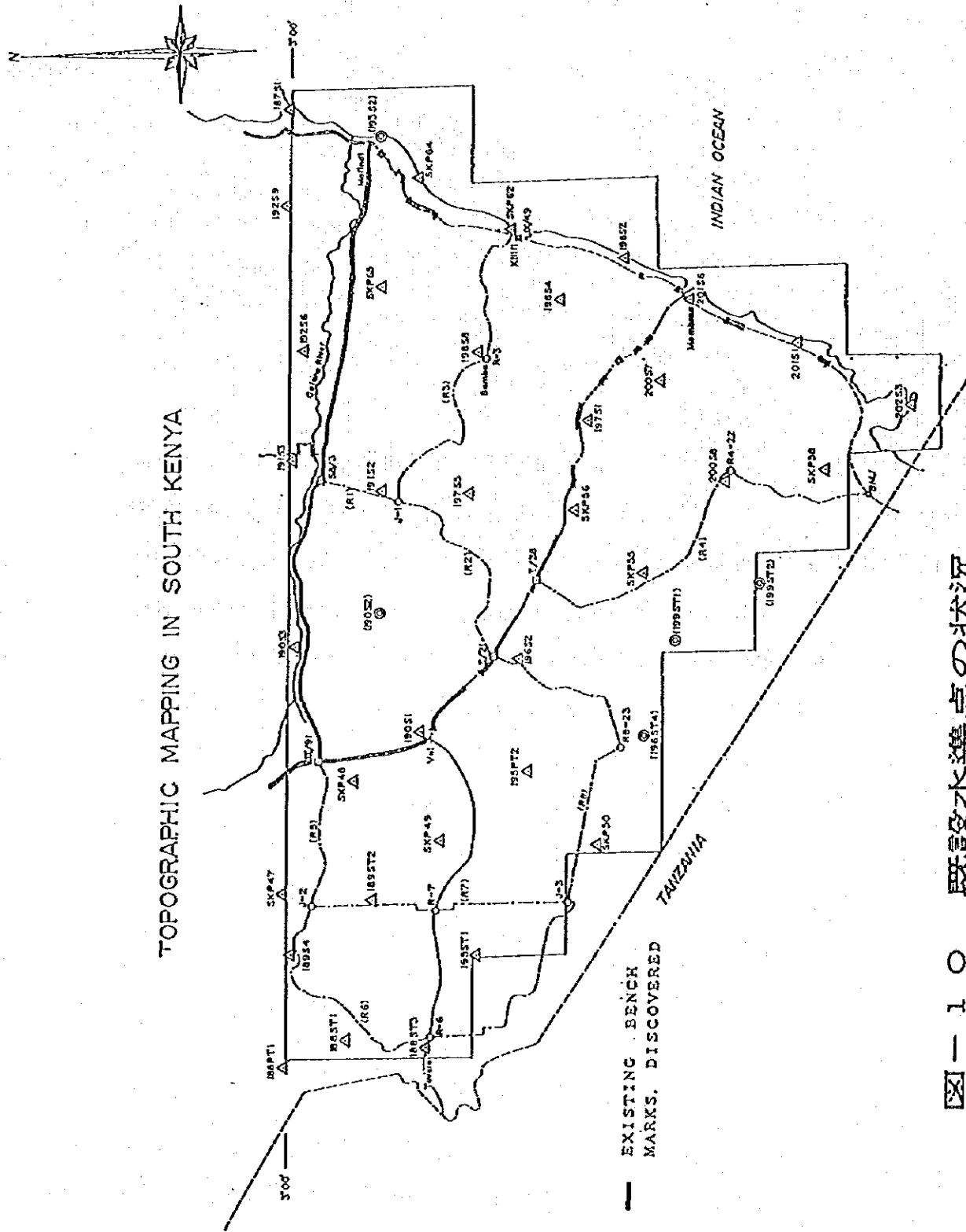


図-10 既設水準点の状況

2) SKP49の測点は、観測に不適であったため、約2km南方に一時標識を設け、ここで観測を行った。この点を本点と区別するために仮にSKP49Eと表し、本点とは高さのみを取り付けを行った。

3) 基準点4点(190S2, 196ST4, 199ST1, 199ST2)については原位置を発見できなかったためこれらについては原位置の近傍と推定される処に、新たに埋標を行った。これらを原位置のものと区別するために点名の末尾に仮にNの文字を付することとした。

即ち今後

190S2N, 196ST4N, 199ST1N, 199ST2N

と記することにする。

## (2) 観測

観測には受信装置として米国トリブル社製4000SX3台を用い既設点を出発点として3点に於て同時観測を行い、最終点は既設点へ閉合させるようにした。観測点の組み合わせは図-6に示す。

使用した衛星はNos 3, 6, 9, 12, 13でこのうち3~5個を高度15°以上ある時に観測を置となった。

## (3) 観測値の処理

- a. 三角形NO. 4の観測に於て衛星NO. 9の状態が不良(unhealthy)であったため、この衛星を除いて計算した。
- b. 三角形NOS 5, 6の観測直前から直後にかけて衛星の軌道修正が行われたため、この衛星を除いて計算した。
- c. 観測値の解析には衛星の軌道情報の子報暦を用い、Trimble社のプログラム“TRIVEC”の中のメニュー“Automatic Processing”を用い衛星の準拠楕円体WGS-84に対応する地心座標によった。
- d. ここで得られるものは二点間の座標差で、一つの三角形に就いて3点に於て同時に観測された値から求められる各2点間の座標差、即ち辺ベクトルは完全にはお互いに独立ではないが、ベクトルの閉合差を求める事により観測値の良否を判断する材料とする事が出来る。各三角形に就いての閉合差は表-4の如くなる。ここで $\Delta x$ 、 $\Delta y$ はWGS-84上で夫々緯度及び経度方向の成分を、 $\Delta h$ はこの楕円体に垂直な方向の成分を表す。

e. 観測の結果をまとめると以下の如くなる。

	範囲	平均	
総辺長 (三角形)	87 km ~ 280 km	155 km	
辺長 (一边)	21 km ~ 126 km	52 km	
閉合 (絶対値)			÷ 3
$\Delta x$	1 cm ~ 26 cm	9 cm	3 cm
$\Delta y$	1 cm ~ 108 cm	37 cm	12 cm
$\Delta h$	0 cm ~ 30 cm	14 cm	5 cm

以上は観測の点検の為に現地で行った概算である。(表-4)

表-4 三角形の閉合

三角形	$\Delta x$	$\Delta y$	$\Delta h$	総辺長
1	-8 cm	+30 cm	±0	139.5 km
2	-5 cm	+48 cm	-18	150.5 km
3	-20 cm	-45 cm	+15	124.3 km
4	-5 cm	-34 cm	+7	204.1 km
5	-10 cm	-6 cm	+12	97.1 km
5'	+1 cm	+1 cm	+1	97.1 km
6	-26 cm	-56 cm	+30	135.4 km
6'	-2 cm	+30 cm	-8	135.4 km
7	+9 cm	+13 cm	+2	90.4 km
8	+17 cm	+49 cm	-12	127.7 km
9	-19 cm	+108 cm	+26	208.1 km
10	+1 cm	+3 cm	+19	146.9 km
11	+8 cm	+76 cm	+16	195.3 km
12	-3 cm	+5 cm	+10	192.0 km
13	-4 cm	-56 cm	+25	214.6 km

(4) 計算

1) 三角形Nos 5及び6における観測地を除く与点、求点の全観測値から相隣れる2点の座標差を用い全与点の座標を固定して同時平均を行った。衛星測地系の準拠楕円体はWGS-84であり、ケニア国の測地系(New Ark 1960)の準拠楕円体はクラーク1880であるが、両座標系の3軸は空間で互いに平行なので、WGS84におけるGPS観測値=2点間の平均ベクトル( $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta z$ )はクラーク準拠楕円体座標で厳密に処理できる。

クラーク1880楕円体の原子は夫々以下の通りである。

	クラーク1880
直径	6378249.145 m
1/偏平率	293.465

2) 観測方程式

点1及び2に対して観測方程式を次の様に作成した。(単位:m)

$$\begin{aligned}
 v(\Delta x) &= \frac{N_1+h_1}{\rho''} \cdot \sin \lambda_1 \cdot \delta \lambda_1'' \cos \varphi_1 \\
 &\quad + \frac{N_1+h_1}{\rho''} \cdot \sin \varphi_1 \cos \lambda_1 \cdot \delta \varphi_1'' - \cos \varphi_1 \cos \lambda_1 \cdot \delta h_1 \\
 &\quad - \frac{N_2+h_2}{\rho''} \cdot \sin \lambda_2 \cdot \delta \lambda_2'' \cos \varphi_2 \\
 &\quad - \frac{N_2+h_2}{\rho''} \cdot \sin \varphi_2 \cos \lambda_2 \cdot \delta \varphi_2'' + \cos \varphi_2 \cos \lambda_2 \cdot \delta h_2 \\
 &\quad + \Delta x_{obs} - \Delta x_{obs} \\
 v(\Delta y) &= -\frac{N_1+h_1}{\rho''} \cdot \cos \lambda_1 \cdot \delta \lambda_1'' \cos \varphi_1 \\
 &\quad + \frac{N_1+h_1}{\rho''} \cdot \sin \varphi_1 \sin \lambda_1 \cdot \delta \varphi_1'' - \cos \varphi_1 \sin \lambda_1 \cdot \delta h_1 \\
 &\quad + \frac{N_2+h_2}{\rho''} \cdot \cos \lambda_2 \cdot \delta \lambda_2'' \cos \varphi_2 \\
 &\quad - \frac{N_2+h_2}{\rho''} \cdot \sin \varphi_2 \sin \lambda_2 \cdot \delta \varphi_2'' + \cos \varphi_2 \sin \lambda_2 \cdot \delta h_2 \\
 &\quad + \Delta y_{obs} - \Delta y_{obs} \\
 v(\Delta z) &= -\frac{N_1+h_1-e^2 N_1}{\rho''} \cdot \cos \varphi_1 \cdot \delta \varphi_1'' - \sin \varphi_1 \cdot \delta h_1 \\
 &\quad + \frac{N_2+h_2-e^2 N_2}{\rho''} \cdot \cos \varphi_2 \cdot \delta \varphi_2'' + \sin \varphi_2 \cdot \delta h_2 \\
 &\quad + \Delta z_{obs} - \Delta z_{obs}
 \end{aligned}$$

ここに

$\lambda_i, \psi_i$	i 点の (近似) 測地経度、測地緯度 ( $i = 1, 2$ )
$h_i$	i 点の (近似) 準拠楕円体よりの高さ
$\delta\lambda_i, \delta\psi_i$	$\lambda_i, \psi_i$ の微少修正値 (未知量)
$\delta h_i$	$h_i$ の微少修正値 (未知量)
$x_i, y_i, z_i$	i 点の準拠楕円体中心三次元直交座標
$\Delta x$	$= x_2 - x_1$ (直交三次元座標差 x 成分)
$\Delta y$	$= y_2 - y_1$ (同上 y 成分)
$\Delta z$	$= z_2 - z_1$ (同上 z 成分)
a	準拠楕円体の赤道半径
b	同上の極半径
$e^2$	$= (a^2 - b^2) / a^2$ 第1離心率
$e'^2$	$= (a^2 - b^2) / b^2$ 第2離心率
C	$= a^2 / b$ 子午楕円の極における曲率半径
$\eta^2$	$= e'^2 \cos^2 \psi$
$V^2$	$= 1 + \eta^2$
$N_i$	$= C / V$ i 点を通る卯酉 (ほうゆう) 線曲率半径
$\rho''$	弧度 1 ラジアン相当秒
$v$ (*)	観測値に加えるべき微少修正値、* は観測の種類を示す。
$\Delta x_{\text{ado}}$	$\lambda, \psi$ を用いて計算された $\Delta x$ の近似値
$\Delta y_{\text{ado}}$	$\lambda, \psi$ を用いて計算された $\Delta y$ の近似値
$\Delta z_{\text{ado}}$	$\lambda, \psi$ を用いて計算された $\Delta z$ の近似値
$\Delta x_{\text{obs}}$	$\Delta x$ の近似値
$\Delta y_{\text{obs}}$	$\Delta y$ の近似値
$\Delta z_{\text{obs}}$	$\Delta z$ の近似値

### 3) 平均計算

網平均計算は新しく開発された測量厳密計算汎用プログラム、PAG-U

(Universal program for Adjustment of Any Geodetic Network) を用いた。網平均計算の結果を表-5に示す。ここで準拠する楕円体はクラーク1880で、座標系はNew Ark 1960である。同表でhは準拠楕円体からの高さ、Hはジオイドからの高さ



表-5(2) その他の点の平均成果

STATION NO.	CLARKE 1880		
	Latitude	Longitude	H
SKP 49 E	3 26 01. 9461(S)	38 17 31. 2406(E)	1646.27
191S2	3 16 43. 0430(S)**	39 10 15. 8781(E)**	443.41
192S6	3 02 50. 8435(S)**	39 33 08. 9291(E)**	142.37
198S8	3 31 18. 1536(S)**	39 32 10. 5776(E)**	319.75
200S8	4 10 15. 2370(S)**	39 11 16. 4592(E)**	295.15
J - 2	3 04 04. 5013(S)	38 08 03. 1099(E)	637.32 *
J - 3	3 45 00. 0445(S)	38 08 00. 0236(E)	766.55 *
R - 6	3 22 59. 7944(S)	37 47 32. 0719(E)	891.05 *
1/2IT	3 33 17. 1147(S)	38 45 00. 7982(E)	517.35 *
BM 1M	4 33 12. 6361(S)	39 07 27. 7634(E)	45.92 *
R9 - 47A	4 04 51. 9591(S)	39 39 51. 8402(E)	11.94 *
SKP62	3 37 38. 5626(S)**	39 51 15. 7154(E)**	45.78 *

\*直接水準測量による。 \*\*三角点成果による



を示す。なお、表-6に新点のUTM座標を掲げる。観測値からプログラムによって自動認識された網に含まれる図形は

種類	個数
三角形	15
多角形	4
トラバース	31
直線	0

である。網平均計算の結果、座標決定の精度は

各成分観測値に加える最大修正量	4.84 m
重量1の観測の標準偏差	1.759 m

であった。

#### 4) 標高の決定

GPSに依る観測では標高はWGS-84を經由してクラーク1880楕円体面からの高さであるので、水準測量に依る高さに変換する必要がある。図-11に於て $x, y$ 平面を準拠楕円体上の面とし、空間の任意の点 $P$ とその近傍の3点 $P_1, P_2, P_3$ の $x, y$ 平面上の足を夫々 $P_0, P_{01}, P_{02}, P_{03}$ とする。点 $P, P_1, P_2, P_3$ の準拠楕円体からの高さを $h$ 及びジオイド面の高さを $h_g$ とする。これらの点の楕円体上の座標を $x, y, x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3$ 、これらの点から楕円体面に下ろした垂線がジオイドと交わる点を夫々 $P'_{01}, P'_{02}, P'_{03}$ とする。これらの点におけるジオイド高を夫々 $h_{g1}, h_{g2}, h_{g3}$ とする。 $h_{g1}, h_{g2}, h_{g3}$ が分かっているものとしジオイドも平面と考えると

$$D = \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & h_{g1} \\ x_2 & y_2 & h_{g2} \\ x_3 & y_3 & h_{g3} \end{vmatrix}$$

表-6 新点のUTM座標

点 名	UTM座標 (Zone 37)		子午線の収欵
	N	E	
SKP49E	9620 455. 048 <sup>m</sup>	421 355. 682 <sup>m</sup>	-0 2 32. 670
196ST4N	9564 686. 643	450 140. 343	-0 1 51. 057
199ST1N	9552 515. 435	480 009. 854	-0 0 45. 776
199ST2N	9537 551. 759	494 023. 157	-0 0 14. 146
190 S2N	9634 874. 834	485 801. 734	-0 0 26. 514
193 S2	9640 093. 143	625 611. 136	+0 3 51. 183
J - 2	9660 892. 072	403 788. 607	-0 2 46. 828
J - 3	9585 495. 572	403 762. 154	-0 3 24. 073
R - 2	9609 112. 417	499 201. 774	-0 0 1. 596
R - 6	9625 992. 937	365 827. 147	-0 4 16. 632
I/21T	9607 120. 238	472 258. 467	-0 0 55. 753
BM-1T	9496 734. 786	513 797. 102	+0 0 35. 548
R9-47A	9548 919. 276	573 747. 840	+0 2 50. 231

$$u = (y_1 h_{g2} + y_2 h_{g3} + y_3 h_{g1} - y_2 h_{g1} - y_3 h_{g2}) / D$$

$$v = (h_{g1} x_2 + h_{g2} x_3 - h_{g1} x_3 - h_{g2} x_1 - h_{g3} x_2) / D$$

$$w = (x_1 y_2 + x_2 y_3 + x_3 y_1 - x_1 y_3 - x_2 y_1 - x_3 y_2) / D$$

と置くと

$$h_g = (1 - u x - v y) / w.$$

更に

$$H = h + h_g$$

実際には  $h_{g1}$ 、 $h_{g2}$ 、 $h_{g3}$  は相対値しか分からないのでいずれかの1点におけるジオイド高を仮定してこれに相対的求点の  $h_g$  を求めることができる。しかしながら、本件の場合にはこの計算を行うに十分な数の水準高の分かった点がなかったので、既報「ケニア国南部地区国土基本図作成調査」第2年次作業報告書第27頁記載の如く、求点の値を隣接の与点の値を用いて、内押又は外押する。

水準測量で標高を測定した点に就いてジオイドからの高さと同円体上の高さを比較すると表-7の如くなる。更に点SKP62におけるジオイド高を0として求点のジオイド高を求めると表-7の如くなる。これを基にして求点のジオイド面からの高さが表-5における標高(H)として与えられている。また表-7の値から推定される相対的のジオイドの形を図-12に示す。

## 5) 成果

前記の3)の計算により得られた成果を表-5、表-6に示す。ここに水平座標は3)項の平均計算によるものを揚げたが、高さについては上述の暫定値を揚げた。

表-7 与点の標高

点名	楕円体より h (1)*	ジオイドより H (2)**	ジオイド高 h <sub>g</sub> (2) - (1)
	m	m	m
SKP62	45.78 *	45.78	0
193S2	13.87	12.43	- 1.53
R2	378.19	369.00	- 9.19
J-2	654.41	637.32	-17.09
R-6	909.11	891.05	-18.06
J-3	781.39	766.55	-14.84
196ST4N	617.46	606.57	-10.89
I/21T	530.92	517.35	-13.57
R9-47A	10.74	11.94	+ 1.20
BM-1T	48.00	45.92	- 2.08

\* クラーク1880楕円体上の値・SKP62にてジオイドと一致させる。

\*\* 水準測量による値



### 3-5-2 水準測量

#### (1) 概要

水準測量は、簡易水準測量により概要既設水準点に基づいて実施することとし、縮尺台を使用し、往復観測により行った。その精度の確保は $S/W$ で定められた $5\text{cm}\sqrt{S}$  ( $S:\text{km}$ )とした。この他モン巴萨市キリンデーニ港及びキリフィクリーグにおいて渡海水準測量(三角水準測量)を行った。

#### (2) 路線の選定

水準路線の選定を地図上又は現地調査で行うのは困難であったので、地図及び現地踏査による予備的選定に基づく空中写真撮影を行い、空中写真の判読による実施可能なルートを選定を行った。

路線は図-3に示したように10路線を設けた。これらの詳細は以下の通りである。

水準路線一覧

路線番号	標識(点)	路線長(km)
R1	17	32.1
R2	34	69.9
R3	54	109.3
R4	64	135.8
R5	22	45.3
R6	83	161.6
R7	38	81.0
R8	45	96.3
R9	48	97.7
R10	68	129.5
合計	473	958.5

\* 既設点および渡海水準補助点R9-47B、R10-33Bは含まない。

#### (3) 標識の設置

水準路線には2kmに標識を設置した。

標識は地上の構造物や切り株、露岩、多角点標識等が利用出来る場合はこれに釘又はリベットの打設により、その他は木杭の打設とした。また一部には永久標識を設置した。

(本節(7)参照)

これらの標識を設置した点については、その発見を容易にするため、点の記を作成した。

#### (4) 観測器材

観測に使用した器材は以下の通りである。

- a. 水準儀 ニコンAS自動レベル、CARL ZEISS Ni2自動レベル
- b. 標尺 金属標尺
- c. 標尺台 鋼鉄製
- d. 経緯儀 ウィルド T2 (渡海水準測量)
- e. 光波測距儀 ウィルド DI-3000 (渡海水準測量)

#### (5) 観測

観測は次の二期に分けて行った。

- a. 第1年次・・・R1～R8
- b. 第2年次・・・R9, R10及び渡海水準測量2カ所

観測に先立って既設点の点検測量を行いその結果が今回の測量の精度制限内にあることを確かめた上で出発点及び閉合点を設定した。

観測結果は既設点への閉合又は環閉合により点検した。その結果は以下の通りである。

何れも制限値以内であった。

路線	区間	閉合差 (mm)	距離 (km)	制限値 (mm)
R1+R2	S8/3-1/21	98	102.0	504
R1+R3	S8/3-LIX/49	274	141.4	594
R2+R3	1/21-LIX/49	362	179.2	669
R5+R6+48	11/91-1/21	337	303.2	870
R5+R7+R8	11/91-1/21	342	222.6	745
R6+R7	(環)	235	242.6	778
R4+R9-1	1/38-LVI/30	57	186.7	683
R9-2	LVI/30-LVI/10	26	32.8	286
R9-3	LVI/8-FBM	13	14.0	187
R10-1	FBM-LIX/77	68	21.0	229
R10-2	LIX/77-LIX/49	61	42.6	326
R10-3	LIX/49-S7-6	29	65.9	406
	R10-56-193S2	3 (往復差)	5.3	115
	LIX/49-SKP62	3 ( " )	1.1	52
	R8-23-196ST4	1 ( " )	6.4	126

#### (6) 渡海水準測量

モンバサのキリンディーニ湾およびキリフィのキリフィ クリークを横断する渡海水準測量をリコニ及びキリフィにおいて行った。方式はウィルドT2経緯儀2台、光波測距儀ウィルドD1-3000を用い、三角水準方式により行った。渡海距離はそれぞれリコニでは540m、キリフィでは470mであった。

観測は図-12に示されるような配置で行った。観測を模式的に図-13で示すと、海の一方の側に1点A、他方の側に2点B、Cを設け、AB(およびAC)間の鉛直角観測はそれぞれ同時観測で2対回、その間に測距を行った。BC間は何れも10m程度で直接水準により比高を求めた。AB、AC間の観測を点検したが、その閉合は次表に示されるようにそれぞれ2mm、3mmであり、それぞれの平均を採用し、前者ではR9-47A~R9-48間、後者ではR10-33A~R10-34の比高とした。



# Trigonometric Cross-sea Levelling

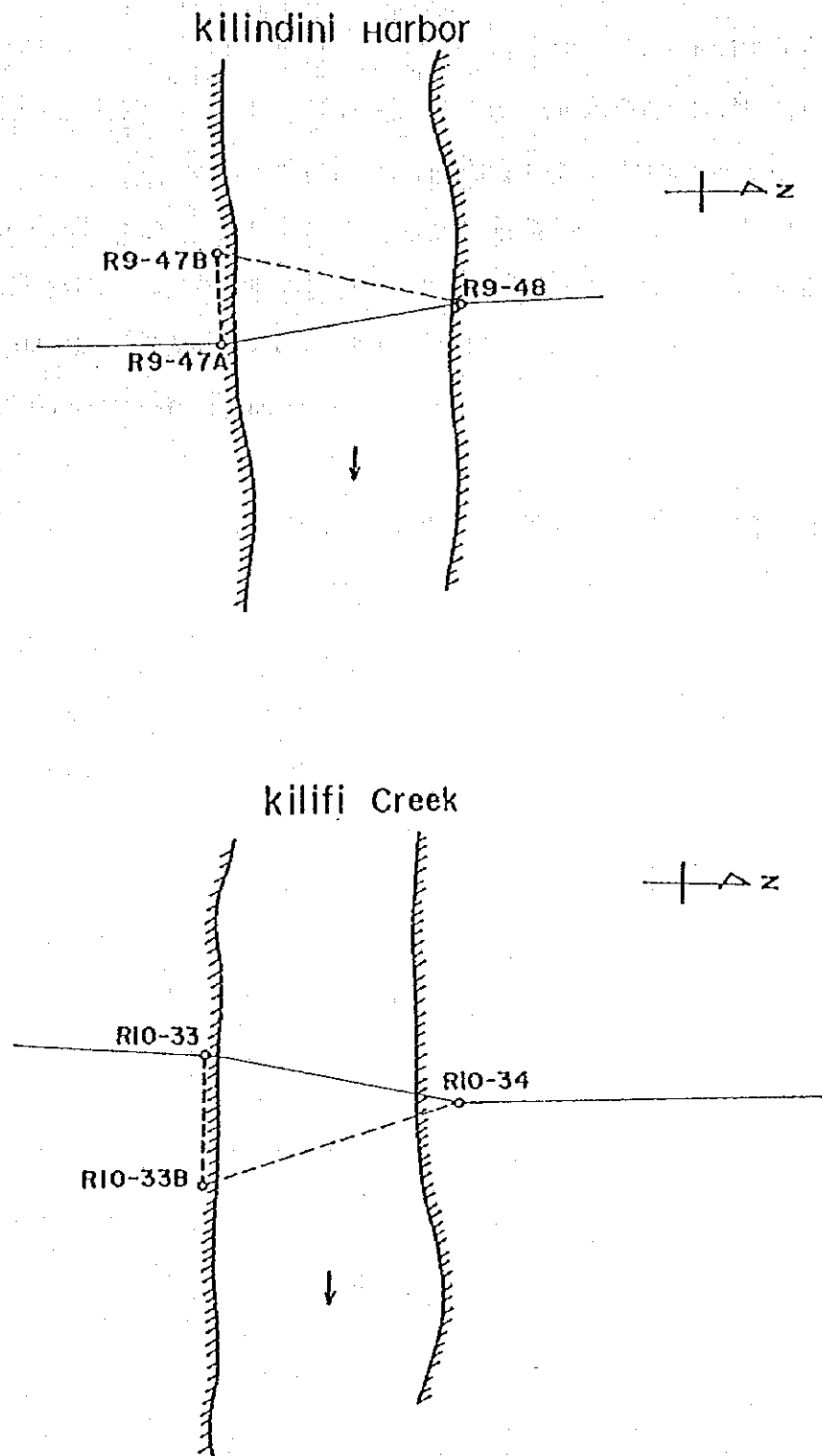


图-13 渡海水準測量实施图

渡海水準測量（三角水準測量）の閉合差

箇所および区間	距離	比高	比高の閉合差
モンバサ市キリンデニ港の渡海水準測量	m	m	m
R9-47A→R9-47B（直接水準測量）	7.00	-0.148	+0.002
R9-47A→R9-47（三角水準測量）	539.22	-0.576	(0.039)
R9-48 →R9-47A（ " ）	538.54	+0.726	
	平均)	+0.725	
キリフィ・クリークの渡海水準測量	m	m	m
R10-33A→R10-33B（直接水準測量）	8.30	-0.011	+0.003
R10-33B→R10-34（三角水準測量）	470.72	-0.676	(0.033)
R10-34 →R10-33A（ " ）	469.06	+0.684	
	平均)	+0.686	

注) 比高の閉合差の ( ) 内の数値は制限値 ( $= 50 \text{ mm} \sqrt{S}$  Sは距離km単位)

### 3-6 空中三角測量

#### 3-6-1 概要

ステレオコンバレーターを使用して、図化作業に必要なバスポイントおよび基準点等の座標を測定し、解析法により独立モデルによるブロック調整法による調整計算を行い、写真の標定要素、バスポイント等の座標を決定した。

当初計画では、全地域を一つのブロックとして調整計算を行う予定であったが、第1年次実施予定であった空中写真撮影が遅れたこと、そのために後続の図化編集作業に支障を生じさせないために、地域の一部を分割して調整計算を行うこととした。作業の範囲は図-13に示される第2年次の図化範囲に対応させた。残部は空中写真撮影の完了を待って上記分を含めて改めて計算を行った。(総モデル数755)

従って、初めに得られた結果は暫定的なものであったが、1:50,000地図作成の目的には十分合致する結果を得た。

図化地域について行った空中三角測量の結果は以下の通りである。

#### (1) 仕様

写真縮尺	f:60,000 (対地飛行高度 5,300m)
撮影コース数	24コース
モデル数	755モデル
標定点	平面 88点 標高 434点
調整計算	独立モデル法 (PAT M 43プログラム使用)

#### (2) 主要機器

点刻器	PUG 4型 (ウィルド社)
ステレオ コンバレーター	ステコメーター (ツァイス イエナ社)
電子計算機	FACOM-M340 (富士通社)

#### (3) 航空カメラ諸元

航空カメラ	WILD RC10
焦点距離	88mm
レンズ名	8.8 SAG II

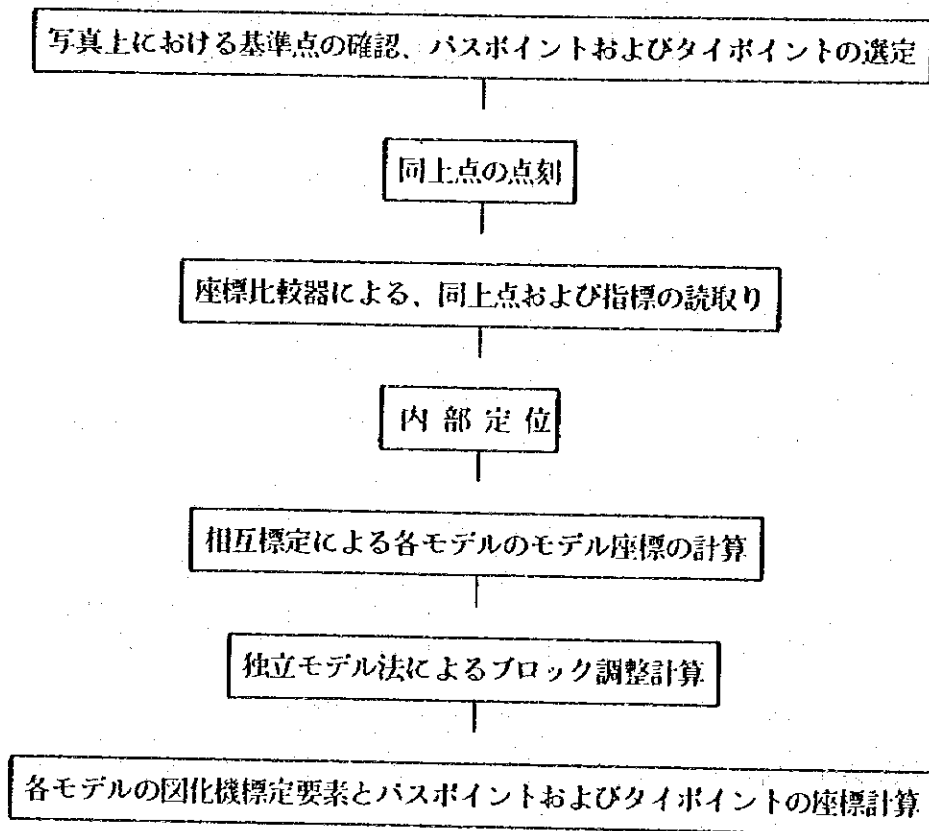
ディストーション

Radius	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Distortion	0	-2	-3	-4	-4	-4	-4	-1	1	3	4

Radius	110	120	130	140	145	グレード
Distortio	3	2	-1	0	0	$\mu$

3-6-2 工 程

作業は次の工程により行った。



### 3-6-3 内部定位

指標の残差はカメラの投影中心を原点とした座標系に変換し、四隅の指標の観測値をヘルマー座標変換式を用いて算出した。

指標の残差の標準偏差および最大値は下記のとおりである。

標準偏差	最大	摘要
13.3 $\mu$	20.0 $\mu$	作業規程制限値 最大 30 $\mu$

### 3-6-4 相互標定

相互標定は、モデルに含まれる全ての点を使用して行い、かつ気差の補正を行った。

### 3-6-5 調整計算

調整計算は対象地区全域を1ブロックとしたブロック調整計算独立モデル法による PATM 43 プログラムにより平面と高さを同時に行った。この際に「東部地区地形図作成事業」に伴って作成された本事業範囲と重複する部分に設置された空中三角測量用の点を、今回の写真に移写して基準点として用いた。その数は平面、高さ共それぞれ37点で、下表の基準点数に含まれる。

調整から除かれた基準点はなく全点使用で実施した。

空中三角測量による基準点残差並びにタイポイント較差の標準偏差および最大値は、それぞれ下記のとおりである。

(基準点残差)

コース数およびモデル数	基準点数		標準点残差 (平面位置)		基準点残差 (高さ)		摘 要
	平面	高さ	標準偏差	最大値	標準偏差	最大値	
49 コース 757 モデル	点 88	点 434	m 1.24	m 4.11 (0.76%)	m 0.41	m 2.83 (0.52%)	作業規程制限値 対飛行高度比 平面位置 1.4‰ 高 さ 1.4‰

(タイポイント較差)

平 面 位 置		高 さ		摘 要
標準偏差	最大値	標準偏差	最大値	
0.49 m	3.64 m (0.67%)	0.27 m	1.21 m (0.22%)	作業規程制限値 対飛行高度比 平面位置 0.8‰ 高 さ 0.8‰

### 3-7 図式

#### 3-7-1 図式および図式の適用

ケニア国では地図作成に当り、図式等を「東アフリカ統一図式」を基準とすることとしているが、国情に応じてこれを若干修正している。

なお、今回は下記項目の内(13)、(22)以外は、JICAが1975年より1980年に亘り実施した「ケニア国東部地区地図作成事業」に際し適用した「日ケ合意図式および図式適用基準」(1981年3月)に依った。主な内容は下記の通りである。

#### (1) 道路

東部地区図式と同じ図式を用いる。

#### (2) 堤、垣、被覆

図上1cm以上の物を表示する。

#### (3) 送水管、油送管

地上、地下の区別なく実線で表示する。但し、道路下の場合には表示しない。油送管は編集原因上のみに表示する。

#### (4) 電力線、電話線

幹線については原則として総て表示する。

#### (5) 鉄道の高架部

脚のあるものは高架物の記号を用い、脚のないものは橋の記号を用いる。

#### (6) 盛土、切土

原則として長さ250m以上、高さ5m以上のものを表示する。

#### (7) 水準点

現地確認したもののみを表示する。その際成果を小数点以下を四捨五入してm単位で表示し、数字の後に「BM」を付する。

#### (8) 魚とりわな

永久的なもののみを表示する。

#### (9) 写真主点

図上に図化時に使用した写真の主点を3桁で表示する。(例 001)

#### (10) 水上飛行基地

現地で確認の上表示する。

- (11) 河川  
図上5mm上のものを表示する。 但し、平地地では図上1cm以上のものを表示する。
- (12) 農 場  
図式に規定されるもの以外の作物については、その作物の綴りの頭文字を記入する。
- (13) 井戸、泉、水溜、堀抜井  
新しい記号に変更する。
- (14) 飛行場  
裸地の場合は「草地」の分類に入れる。
- (15) 黒抹建物  
その形により丸、或いは四角に表示する。
- (16) 墓 地  
記号は用いず、「Cem」と注記する。
- (17) 官有地 (registered land)  
境界と分類番号を表示する。
- (18) 特定界、区域界  
表示しない。
- (19) 橋  
小さいものでも確認出来る範囲ですべて表示する。
- (20) 鉄 道  
平面交差の個所には「LC」と注記する。
- (21) 磁針偏差  
分以下は四捨五入して分表示とする。 時期は1991年 1月 1日現在とする。
- (22) 行政界  
sub-district界まで表示する。 これがその上位の境界が重なる時には、sub-district界は省略する。



### 3-8 現地調査

#### 3-8-1 概要

現地調査は、地形図を作成するために空中写真の判読事項の現地照合、必要な各種表現事項、名称等を図式を考慮して現地において調査確認し、その結果を空中写真および参考資料に記入して、図化、編集に必要な資料を作成する作業である。

現地調査実施面積は、地形図作成計画地域 29,800km<sup>2</sup> について次の工期に分けて実施した。

(図-7参照)

- a. 第2年次 26,800km<sup>2</sup> (第1年次撮影分)
- b. 第3年次 3,000km<sup>2</sup> (第2年次撮影分)

#### 3-8-2 計画・準備

現地の調査に先立ち、日本国内において下記の子察を行い現地調査に必要な資料の準備を行った。

- (1) 図式を検討した結果、SKより提供を受ける必要がある資料リストの作成
- (2) 各資料間の矛盾と疑問事項の整理
- (3) 調査に使用する空中写真の判読を行い、必要な判読キーの原稿作成と判読が困難な事項および調査範囲の確認
- (4) 現地調査の2倍引伸空中写真

#### 3-8-3 現地調査内容

図式および同適用基準にしたがって下記の事項について調査確認した。

- (1) 子察結果の確認および空中写真の判読キーの作成
- (2) 空中写真上での判読困難な事項の確認調査
- (3) 図式の適用上必要な道路、鉄道、建物(遺跡、廃墟を含む)、パイプライン、基準点、河川、植生、地形等の事項の確認調査
- (4) 注記に必要な各種名称等に関する資料の収集とその現地確認
- (5) 地名調査はSKのカウンターパートにより行われた。この調査には、地名の記載されている旧図や地名調査表を活用して調査の効率化を図りながら行った。これらの調査では、旧図等に収録されている地名の確認、誤りの訂正、新しい地名または注記を必要とする名称等の調査の順で実施し、効率的に作業を進めることができた。

### 3-8-4 整理および接合等

(1) 現地調査結果は引伸し空中写真上に図式および作業規程に従い、図化・編集に支障のないように整理した。

#### (2) 接合

地形図作成範囲の地形図と既存地形図との接合は、接合部分に調査もれのないように十分な配慮をした。なお、経年変化等により接合のつかない部分の取り扱いについては、SKと協議した結果、あきらかな理由によったものは特別な修正は行わないこととした。

## 3-9 図化

### 3-9-1 概要

空中三角測量および現地調査等の結果に基づき、地形図に必要な各種表現事項を図化機を使用して測定描画し、図化素図を作成した。本作業は第2年次と第3年次に分けて実施した。それぞれの年次における図化範囲は図-8の図郭割図に示した。

Aブロック (第2年次に実施) 11,475km<sup>2</sup> (15面)

Bブロック (第3年次の実施) 18,325km<sup>2</sup> (28面)

### 3-9-2 仕様

図化縮尺	1 : 50,000
面積	29,800km <sup>2</sup>
面数	43面
等高線	主曲線 20m 計曲線 200m 間曲線 10m (平坦地)
投影法	UTM図法
図郭線	東西15' × 南北15'
図郭割	図様番号および図様名は 図-2のとおりである。
図紙	材料 地物、地形版 ポリエステルベース 500 # 基準点資料図 ポリエステルベース 300 # 大きさ 各図とも 60 cm × 80 cm

### 3-9-3 使用機材

図化機	ステレオプロッター A-8 (ウイルド社)
"	メトログラフ (ツァイス社)、その他
座標展開器	XP1100 (第2精工舎)

### 3-9-4 基準点等の展開

図郭線、方眼線、経緯線、標定点、基準点(受領した成果の全て)およびバスポイント、タイポイントを図紙上に座標展開器により展開した。

展開誤差は、図上0.2mmを超えないこととした。

### 3-9-5 標定

(1) 相互標定は6個のバスポイントを使用して行った。残存縦視差は密着ポジフィルムで0.02mmを超えないこととした。

(2) 対地標定は、空中三角測量によって決定されたバスポイント、タイポイント成果および基準点、刺針点、水準刺針点等を用いて行った。対地標定の許容誤差は、平面位置で0.3mm以内、標高で5m以内とした。

### 3-9-6 細部図化

(1) 細部図化は、現地調査写真を使用し、調査団・SK双方合意した図式に基づいて道路、河川、鉄道等の線状地物、家屋、植生、等高線の順に測定描画した。

(2) 図化に使用した色区分は以下のとおり。

黒	二条道路、鉄道、建物、線状物体、植生記号
赤	小径、指示点、構図、小物体、被覆
緑	植生界、庭園路
橙	等高線
紫	海岸線、河川、湖沼、養魚場、塩田、水生作物

(3) 地物版の建物は、原則として総描することなく描画したが都市等の密集地では、画線が不明瞭にならないよう注意し総描々画した。

(4) 地形版の描画は、標高精度の保持と地形の形状を損なわないことに注意を払って実施した。

(5) サード国立公園、山頂付近まで耕作された急傾斜地、枯れ川などについては、その地形景観な特性が適切に表現されるよう配慮した。

(6) 海岸線（水涯線）の測定描画は、空中写真の撮影時の状況によった。

(7) 基準点資料図

- ・基準点等は、図式記号で標示し、名称、番号、標高を記入した。
- ・水準点の位置は、図化機でプロットし、点番号、標高を記入した。
- ・標高点は、2回の測定値を記録し、その平均値をm単位で記入した。
- ・標高点の測定位置は次の点に重点を置いて選定した。

主な山頂、大きな鞍部、道路の主要な分岐点、主な傾斜の変換点、その付近を代表する地点、凹地の底、その他地形を明確にするために必要な地点

### 3-10 編集

#### 3-10-1 概要

図化素図を基図として、現地調査成果、収集資料等を用いて、図式および同適用規程に従って、表示内容を編集し、編集原図を作成した。範囲は図化素図作成の範囲と同じである。  
(図-8参照)

#### 3-10-2 仕様

編集縮尺 1:50,000  
面積 29,800km<sup>2</sup>  
面数 43面  
図郭 15'×15' (UTM 37 ZONE)

##### 使用図紙

編集に使用する図紙は伸縮の少ない下記の図紙を使用した。

編集素図 . . . . . ポリエステルベース #500

資料図 . . . . . ポリエステルベース #300

##### 展開

図郭、基準点等は、座標展開器を使用して展開した。図郭線および対角線の所定の長さに対する誤差は、図郭線0.3mm以内、対角線0.4mm以内とした。

#### 3-10-3 編集作業

- (1) 編集素図は、調査団・SK双方合意した図式に従って作成した。  
また地図の表現内容の均一性を保つ為、編集作業指示書を作成し、編集要領の統一を図った。
- (2) 編集方法はオーバーレイ方式とし、平面、等高線ともに同一シート上で行った。なお注記については、別版として注記版を作成した。更に道路資料図、植生資料図、水表面資料図及び基準点資料図の4種の資料図を作成した。
- (3) 図郭には5'毎の経緯度線ティック、1km毎のUTM方眼ティックを描入した。
- (4) 図葉名称及び図葉番号は、図-2の通りである。

(5) 編集素図の色区分は下記のとおりとした。

黒・・・・・・・・二条道路、鉄道、建物、標高点、植生記号、線状物体、等高線数値、

赤・・・・・・・・小怪、行政界、小物体、構囲、副記号

緑・・・・・・・・植生界、公園

橙・・・・・・・・等高線

紫・・・・・・・・海岸線および河川、湖沼等の水部、養魚場、塩田

### 3-10-4 編集上の細部事項

(1) 行政界、行政名はSKの調査資料によった。

(2) 道路は全て記号道路とした。

(3) 鉄道は単線、複線とも軌道の中心線を2条線で表示し、記号化した。

(4) 到達注記は補測時に記入した。

(5) 集落の総描は、図式に従って実施した。

(6) 点描された建物は、その地域の形状に合うように注意した。

(7) 磁針偏差値は、SKより提供された資料による。

(8) ガス、送電線およびパイプラインは図化判読できないのでSKの資料より記入した。

(9) 既成図との接合は、複製写図を使用して、新規作成の図葉間の接合はポリエステルベースの複製図を使用した。

(10) 注記は別版として作成した。

字大、字隔、書体、位置は指定に従い写真植字で行ったが、日本で入手できない書体についてはSKと協議して選んだ。

(11) 資料図は下記の4種に分類して作成した。

#### a) 道路資料図

道路の色分けは、次のとおりとした。

全天候道路の路面堅固は、赤鉛筆の実線

全天候道路の路面軟弱は、緑鉛筆の実線

乾期道路は、黄鉛筆の実線

#### b) 植生資料図

植生の中で、マスク版の作成を必要とする森林、竹、藪、プランテーション等については、植生資料図を作成した。植生資料図は、編集素図の陽画（材質はポリエステルベース）

上に、植生毎に次の区分により色分けした。

森林	緑色	川添いの樹木	桃色
藪、茂み	青色	マングロープの湿地	紫色
竹	黄色	木の生えた湿地	茶色
農園	橙色	パピルスの生えた湿地	赤色

c) 水系資料図

河川、湖、海等のマスク版の作成を必要とするものについて、植生資料図と同様に青色で水系資料図を作成する。

d) 基準点資料図

基準点、水準点、標高点を表示した。

### 3-11 現地補測

#### 3-11-1 概要

本調査では編集素図およびその他の資料図に表示した地形、地物、地名等の重要事項と、図化、編集の工程で生じた疑問、不明事項を現地において調査、確認をした。また、空中写真撮影後の変化については、重要なものについて現地で補測を行った。

#### 3-11-2 調査の実施

- (1) 業務の分担はJST技術者が主として地形、地物の確認を、SK技術者が注記版に表示した注記の確認、その他の聴取り調査を担当した。
- (2) 注記の確認の方法は地方公共機関(District Office, Chiefs Office)、学校等における確認を優先して行い、疑問が生じた場合に地元住民による確認を行うこととした。
- (3) 現地における補測は、SKの出先機関および住民の協力が得られ、効率的に進めることができた。
- (4) 編集素図上に表示する行政名、行政界、地籍界等の作成は、SKが別途に作業班を編成し、その調査作成に当たった。

#### 3-11-3 整理

現地補測によって得た各種資料を整理し、それらを用いて編集素図の訂正、点検を行って地形図原図を作成した。なお、製図および印刷に必要な資料図についても、現地補測の資料に基づき訂正を加えた。複製工程の資料図として、道路資料図、植生資料図、水系資料図が用意された。



### 3-12 製図

地形図原図に基づきスクライプ法に依って、色別に分版スクライプを行って地形図製図原図を作成した。(図-14参照)

#### 3-12-1 図式

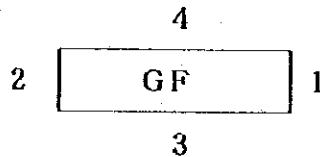
図式記号、整飾等の仕様は、これまでにSKと協議を重ね合意された図式記号及び提供された整飾版によった図式および図式適用基準を付録に掲げる。

##### (1) 記号

記号については「掘抜き井、水溜め、井戸、泉」以外の事項は「ケニア国東部地区地形図作成事業」に用いられたものと同じである。「付録：「図式及び図式適用基準」参照)

##### (2) 図式の適用

1) 重要な地物と注記が重ならなければならないような場合には、注記の位置を移動させる。その順位は下図の通りとした。



2) 車両の通行可能なカットラインは、小径と同じ記号と色(赤)で表示し、“cut line”と黒で注記した。

3) 柵は黒で注記した。

4) 使用文字について、図式規定に定められている文字の書体の一部が日本国内にない為、日本国内で入手出来る近い書体の文字を下記の様に使用した。

規定書体	変更書体
GILL SANS MEDIUM	FUTURA LIGHT
GILL SANS MEDIUM LIGHT ITALIC	FUTURA LIGHT ITALIC
UNIVERS 57 CONDENSED	UNIVERS 56 MEDIUM ITALIC
GILL SANS LIGHT	FUTURA LIGHT
GILL SANS LIGHT ITALIC	FUTURA LIGHT ITALIC
UNIVERS 65	UNIVERS 56 MEDIUM CONDENSED
BEMBO BOLD ITALIC	GODY MEDIUM ITALIC

5) 水表面網点に就いて図式規定では133線/インチとなっているが、今回は150線/インチを使用した。

### 3-12-2 使用する用紙

製図に使用する図紙は伸縮の少ないスクライプベース及びポリエステルベース（#500）を使用した。

### 3-12-3 製図

製図は、スクライプ法によった。6色及び7色刷カラー印刷用の原版の作成であるので、各色別に分版してスクライプ製図を行い、各色別にスクライプ版、マスク版、ポジ版等を作成する。更に、これらを用いて印刷版製版に便利になるように1色1版に収めた合版フィルムを作成した。作成工程については図-14参照のこと。

### 3-12-4 色別分版内訳

色別分版の内訳は以下の通りである。今後の製版の利便を考慮して、各色毎に1版になるように合版フィルムを作成した。

#### (1) 墨版

- a. 整飾・注記・建物記号等（ポジ）
- b. グリッド線・グリッド値（ポジ）
- c. 植生記号（マスク）
- d. 地物（スクライプ）
- e. 市街地（マスク）

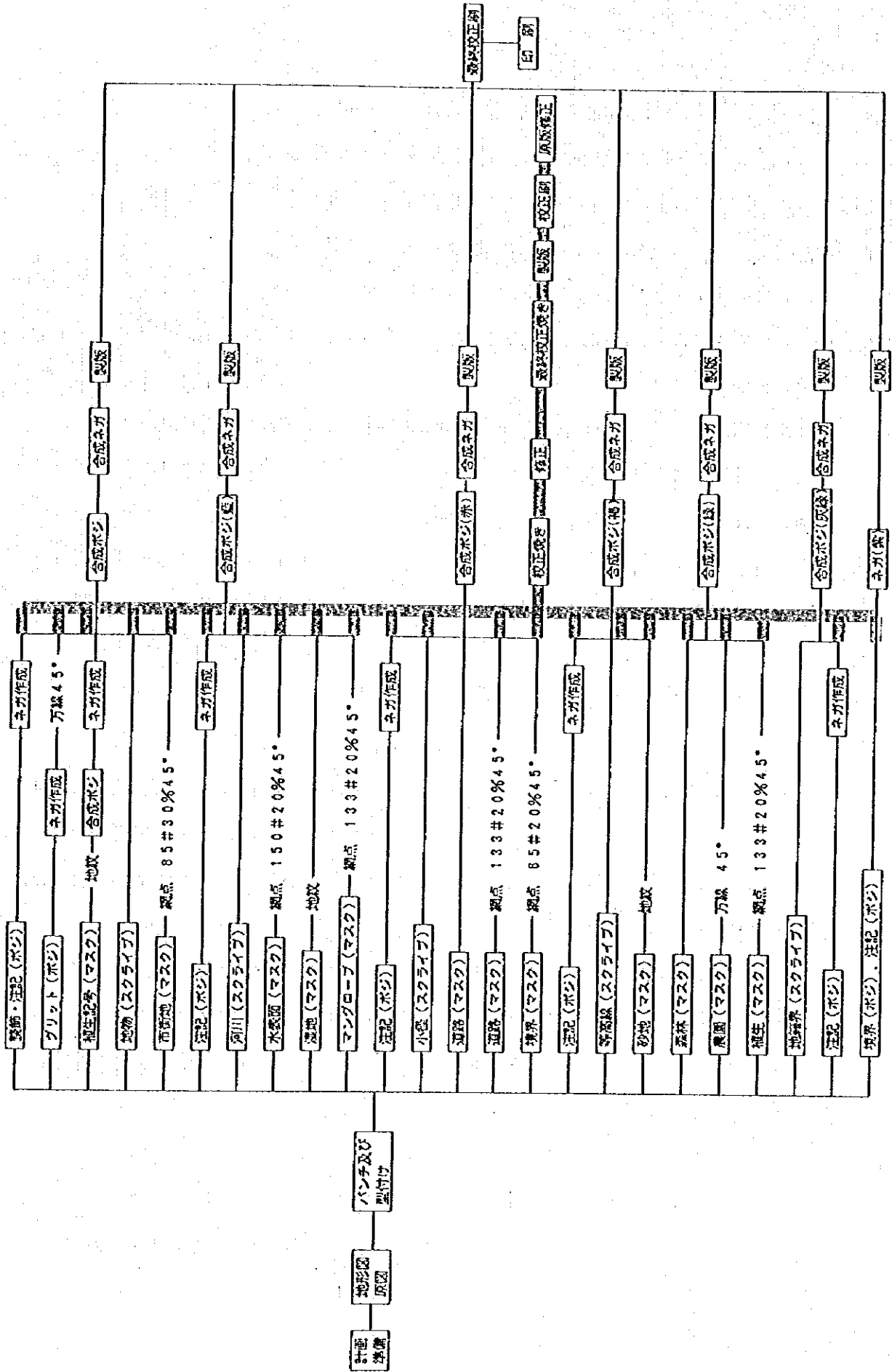
#### (2) 藍版

- a. 注記（ポジ）
- b. 水系（スクライプ）
- c. 水表面（マスク）
- d. 湿地（マスク）
- e. マングローブ（マスク）

#### (3) 赤版

- a. 注記（ポジ）
- b. 小径（スクライプ）
- c. 道路（マスク）
- d. 境界（マスク）

図一 1 4 製図および印刷の工程



#### (4) 褐版

- a. 標高列 (ポジ)
- b. 等高線 (スクライプ)
- c. 砂地 (マスク)

#### (5) 緑版

- a. 森林 (マスク)
- b. 農園 (マスク)
- c. 沼地 (マスク)

#### (6) 灰緑版

- a. 地籍界 (スクライプ)
- b. 注記 (ポジ)

#### (7) 紫版

- a. 境界・注記 (ポジ)

### 3-12-5 製図原図作成方法

#### (1) スクライプ版上の型付け方法

スクライプ版上の型付けは地形図原図を用いて、ジアゾ液を使用して写真法によりスクライプベース上に逆像に型付(イメージ焼)を行った。その際あらかじめ地形図原図、及び使用するスクライプベースの所定の位置にパンチ穴をあけてこれを手掛りとして行った。

#### (2) スクライプ版作成方法

スクライプ版は、道路、建物、境界、図郭線、等深線、河川及び湖、池等の水涯線、等高線等、色版別に図式規定に従って分類し、しかも脱線、脱落及び線号等に注意してスクライプを行い作成した。この際、製版及び印刷に使用する為に図郭外の四辺の中心に十字レジスターマーク及び図郭四隅に角形レジスターマークを記入した。

#### (3) マスク版作成方法

ピールコートベースを予めあけたパンチ穴を使ってスクライプ線画版の画像を写真腐蝕法により焼付け必要な部分を、ピークリングする。この際不必要な画線を止めた。

又レジスターマークはスクライプ版と同様に記入した。

#### (4) 整飾ポリエステルベース及び注記版作成方法

- a) 整飾共通項目の原稿図をポリエステルベース上に作成し、写真法に依りネガフィルムを複製しこれをもとに写真法に依り必要枚数のポリエステルベースに複製し、そのベース上に、整飾事項及び注記、建物記号、グリット数値、その他記号等を、注記明細図及び地形図原図を基にストリップポジ版上に作成された写真植字及び各種記号をピーリングし接着液を用いてステックアップ（貼込み）をし作成した。
- b) 河川、海、湖名等については、注記明細図を基に植字を用いてステックアップ（貼込み）をし作成した。
- c) 標高数値及び標高列数値は標高点明細図を基に写真植字を用いてステックアップ（貼込み）をし作成した。

#### (5) グリット版ポリエステルベース作成方法

グリットラインは、精密展開機を用いてスクライプベース上にスクライプし、この原図を用いて、写真法に依りポリエステルベース上に複製し、各シート毎に地形図原図と合せて、必要な線を抹消、作成した。

#### (6) 行政資料用加刷版（紫）の作成

行政資料用図として一般用地形図に紫色にて加刷する版は、District及びSub-districtの境界と対応する行政名をポリエステルベース上に作画及び注記の貼込みを行った。

#### (7) 接合

色版別にスクライプベース、マスクベース、ポリエステルベース等、接合部をシート毎に対応させ、図形を正しくスクライプした。

### 3-12-6 検査、校正

カラー刷り複合ポジ原図を写真法に依り作成し、これをケニア国に持参しケニア国測量局の協力の下に地形図原図、注記明細図、その他資料図と対照し、誤記、誤描、脱落の有無、画線の相違、違式の有無等の検査・校正を行った。

### 3-12-7 総合ポジフィルムの作成

ケニア国側において今後経年変化等により地形図の修正を行う場合効率よく実施できるよう線画を中心とした総合ポジフィルムをポリエステルベースで作成した。

## 3-13 印刷

### 3-13-1 概要

地形図の印刷はオフセット法による6色及び7色刷とする。

印刷は製品完成の最終工程である。本印刷の前に校正刷を行い、社内検査、SK側の点検、確認を行い、誤りのないことを確認した後、本印刷を行った。

### 3-13-2 製版

スクライプ製図によって作成された地形図製図原図を用いて1色1版に合版したネガフィルムを用いて各色版別アルミ製PS版を用い写真製版法（ネガ製版法）により印刷版を作成した。

### 3-13-3 校正刷

校正刷は印刷版を用いて平台印刷機によって作成した。

作成された校正用図を検査し、地図の色調、合口、寸法、画線の良否を綿密に検査した。不適格の場合は地形図原図その他を修正後再製版を行った。最終校正刷に対して来日中のSKカウンターパートの合意を得た後、本印刷を行った。

### 3-13-4 使用する用紙

使用する地図用紙は四六判（坪量90g/m<sup>2</sup>）を用い、地図用紙の性質は、耐折・引張り・破裂・引裂等の強さが適性であり、伸縮の少ない良質な用紙を用いた。公共機関による用紙の試験結果を表-8に示す。

表-8 地形図用紙試験分析成績表

試 験 結 果					
適 性 項 目			平均	最大	最小
メートル米坪 (g/m <sup>2</sup> )			91.0	-	-
厚 さ (mm)			0.113	0.115	0.111
引 張 強 度(kg)	乾燥時	T	12.0	12.3	11.6
		Y	8.27	8.50	8.00
	湿潤時	T	3.66	3.90	3.25
		Y	2.89	3.05	2.80
破 裂 強 さ (kg/cm <sup>2</sup> )	乾燥時		4.11	4.45	3.85
	湿潤時		1.87	2.05	1.70
引 張 強 さ (g)		T	117	118	114
		Y	98.0	100.0	96.0
耐 折 強 さ (回) (MIT形試験器)		T	1,700	1,900	1,500
		Y	1,900	2,500	1,600
表 面 強 さ (Λ)		F	16	16	16
		W	16	16	16
平 滑 度 (秒)		F	46	54	41
		W	49	56	43
白 色 度 (%)			85.2	85.2	85.1
不 透 明 度 (%)			89.6	90.0	89.4
サ イ ズ 度 (秒)			61	69	57
PH (冷水抽出法)			6.4	-	-
伸 縮 度 (%) (RH60~80%)		T	0.067	0.068	0.064
		Y	0.247	0.248	0.244

(湿潤時とは、20℃水中に1時間試料を浸した後に過剰水を吸い取った状態をいう。)

室温 20℃

湿度 65%

### 3-13-5 印刷

印刷は、オフセット印刷法による。

6色刷り 43面各500枚

7色刷り 43面各500枚

7色刷りは行政資料用として下級行政区(sub-district)を別色で加刷したものである。



### 3-14 考察

#### 3-14-1 対空標識の設置

撮影の対象地域が沿岸の平地から内陸の丘陵地、山地、基準平原と変化に富むことから、対空標識設置の対象となる基準点、あるいは新設の標定点の位置も様々であった。対空標識の設置は、その地点で利用の可能な材料を用いることとした。このため、

- (1) 石片を並べて白ペンキを塗布する方法
- (2) 九太を敷きつめて白ペンキを塗布する方法
- (3) (1)と(2)を併用する方法
- (4) 露岩にペンキを塗布する方法

を用いた。

対空標識は地表と標識との太陽光の反射率の差異を大きくして、そのコントラストから標識を判別し、基準点の写真上の位置を知るためのものである。

地表が土の場合は、地表から標識表面までのクリアランスが1 m程度ある場合が最も良いことが知られているが、このような材料を用いる場合は1 m程度のクリアランスを設けることは不可能である。

(1)、(2)、(3)の何れの場合も、乾季の草の生えない期間はペンキの反射率の低下を注意するのみで足りるが、天候等により撮影期間が延びて、雨期を越すようになると雑草に覆われ、ペンキも汚れてコントラストが低下するので、再設置が必要となる。

露岩地の場合、岩石の色が暗緑色など暗い色調の場合でも、意外に反射率が高く、ペンキの色の選択がむづかしい。露岩上にペンキの塗布により標識を設ける場合は、反射率の高い暖色系の色を選ぶよりは逆に光を吸収する寒色系の色を選んだ方が無難のようである。

#### 3-14-2 空中写真撮影

##### (1) 刺針用空中写真の撮影

空中写真撮影は水準点刺針用の空中写真撮影と図化用の空中写真撮影を計画した。水準点刺針用の空中写真撮影を計画したのは初めての試みであったが、後続の図化用空中写真撮影が難航したことから、刺針以下の工程の遅延を防止することが出来、この刺針用写真撮影の試みは成功であった。

天候により雲の下から撮影するということがあっても、撮影した縮尺は1:8,000~1:40,000とまちまちとなったが、水準路線に沿った新しい写真の利用が可能となったため、水準点の刺針とこれに続く簡易水準測量その他の測量の実施が可能となった。

調査地域にはサファリー等のために通過した車輛のわたちの跡が沢山あり、数km先の地点とのつながりの読める最新の空中写真がないと、目的地点に到達すること、あるいは帰って来ることとも困難となる。また、窪地を通過する道路で草に覆われた部分にしばしば湿地があり、写真をよく読んで進まない湿地にはまって脱出困難となる場合もある。

空中写真撮影の困難が予想される地域で、かつ、空中写真がないと奥地への進入が困難な地域の測量は、このような計画路線沿いの空中写真の撮影は、その後の作業の進行にきわめて有効である。

## (2) 図化用空中写真撮影

沿岸部で降雨量1,400mmと多く、内陸部は数100mmと気候の相違がきわだっていることから、沿岸部はNNE-NWWのコース方向とし、内陸部はE-Wのコース方向で撮影計画を立案した。また、高度分布の相違から、撮影基準面を沿岸部500m、内陸部1,000mとした。

雨の多いの沿岸部は予期に反して、撮影開始後間もなく撮影が終了したが、内陸部は天候の不順が続き、第1年次の撮影期間には終ることができなかった。撮影期間の1987年12月から3月まで天候の悪かったのは、沿岸部と内陸部の気候の変わる地帯で、乾季の全期間にわたり晴天が見られなかったのは、この年の気象が異常であったものと思われる。

この撮影未了地域の撮影を次の小乾季の7~8月に試みたが成功せず、次の年の2月末にようやく撮影を終了した。この地域の撮影は第1年次分も第2年次分も、そののほとんどが2月に至り、撮影することができたものである。

撮影チャンスのきわめて短い地域での撮影は、少ないチャンスを生かすためには巡航速度の速いジェット機を利用することを考慮する必要があるだろう。

撮影した空中写真の縮尺が1:60,000であり、超広角レンズを用いていることから、さらに、大きな縮尺の地図の図化への利用は適切でない。むしろ、拡大なナショナルパークの管理用図としてのフォトマップ、あるいは観光用のフォトマップへの利用が有効な利用法と思われる。

### 3-14-3 刺針

刺針の対象となった既設水準点のうち、亡失の多かったのはマリンデからモンバサを経てルンガルンガに至る海岸沿いの1等水準点路線である。この路線のほとんどは、道路改修工事等に伴う亡失である。次いで多かったのは、モンバサからナイロビに向かう鉄道の構造物に設けられた水準点で、ボイ以東に亡失区間が多い。

計画では383点の刺針を予定したが、実際に発見できたのは147点で発見率は38%程度に留まっている。亡失の多いのは海岸地帯に集中し、人口の少ない内陸部では90%以上の発見率となっている。人口の多い地域での水準点の設置には、長期間保存されるよう設置場所、材料、構造について吟味する必要がある。

刺針作業には前述の通り、新たに路線に沿った空中写真を用意したので、スムーズに業務を進めることができた。

### 3-14-4

#### (1) 基準点測量

使用を予定した基準点が亡失していること、水準路線が十分でなく、基準点の高さを用いたが、間接水準測量のため、高さの精度が十分でないものがあるなどの理由から、第2年次にGPS観測による基準点測量を実施した。

成果を必要とする点は、平面位置3点、平面位置及び高さ3点、高さのみ4点の10点であるが、これらが東西約280km、南北約180kmと広い範囲に及ぶため、与点として使用した基準点10点、与点として使用した水準点は10点となった。

観測には既設点を出発点とし、3点において同時観測を行い、最終点は既設点へ閉合するようにした。3点同時観測により、辺長の求められた三角形の数は13箇に及んだ。

同一辺を異なった時刻の2回の測定値から求めた測定の再現性は16.1万分1～5万5千分の1の範囲であり、1例を除けば何れも10万分以内であった。

測定した辺長は2.1kmから12.6km平均5.2kmと長いものが多く、測定の標準偏差は0.000m～0.103m、平均0.015mであり、辺長が長い場合に精度の低下が見られる。

また、GPS観測による標高の閉合は路線長が長く、節片数の特に多いケースを除くと閉合は何れも50cm以内であり、路線長100km前後、節辺数2程度であれば10cm以内となっている。

これらの結果は、中縮尺地形図の作成に用いる標定点としては十分な精度を保有している。また、多くの与点を同時観測したため、結果としてそれらを点検することとなった。その結果、標定点測量に使用した基準点の位置は十分な所要精度を有している。

## (2) 水準測量

水準測量の要求精度は、 $50\text{cm}\sqrt{S}$ である。しかし、観測する路線長が長い場合再測を防止する必要があり、又、永久標識を設置するという事のために、要求される精度より高い精度を確保することとした。このため、観測には標尺台を使用し、往復観測、或いは2班平行して観測を進め、適宜相互に点検することとした。

その結果、閉合差は何れも制限内となった。多くの路線では制限値の $1/3$ 以下に納った。この測量は当初は日中に行ったが、乾燥した熱帯での日中における作業は能率が上らなかった。このため、日中は避け、朝夕の気温の低い時間帯に切り換えたところ、能率よく作業を進めることができた。

## 3-14-5 空中三角測量

空中三角測量は、当初722モデルを計画したが、撮影が2年次にわたったため、755モデルに増加した。

通常、設備の不十分な現地でのフィルム処理を行うと、フィルム処理の工程で伸縮が生じ空中写真の指標の残差が制限値の $30\mu$ 前後に達することがある。ケニア南部の場合は撮影済みのフィルムをナイロビに運び、処理したため最大の残差 $20\mu$ で標準偏差 $13.3\mu$ とよい結果が得られた。調整計算の結果は、所要の精度を有する標定点が必要な箇所に確保できたので、基準点残差、タイポイント較差とも、制限値を大巾に下まわる結果となった。

### 3-14-6 現地調査

本調査で使用した図式はケニア、タンザニア、ウガンダ等で使われている「東部アフリカ図式」である。図式の分類は、道路、道路付帯施設、鉄道、建物、境界、基準点、雑（その他の施設）慣例記号、地形、等高線、水部、植生、地籍情報の13項目に区分されている。

図式の特徴としては、水部、植生の分類が詳細に行われていることと、地籍情報が地形図に表示されていることである。

水部に属する図式は20種類あり、このように水資源に関する情報が詳細に表示されることはこの地域が降水量が少なく水資源に関する情報の重視を示しているものと思われる。

植生に関する図式は16種が用意されている。その区分は植物の種類によるものは少なく、主として、植物の分布形態や疎密など、生態に着目したものとなっている。

地籍情報としては、森林保護界、一般地籍界、国有地籍番号が表示される。

これらの図式により表現される基本図は人文的景観より、やや土地自然の景観の表現に重点を置いたものとなっている。これらの図式に基づく現地調査は、日・ケが協力、分担して実施した。

注記資料、境界、地籍情報、および一般資料の収集はSKが分担し、地形、地物の現地調査および写真判読キーに関する調査は調査団が分担して行った。地名、行政名等の注記資料の作成はSKが前もって調査を始め、準備が進められたこともあり、予定通り調査を進めることができた。地形、地物に関する調査では、道路、鉄道など既存資料の入手の可能な事項は調査も容易であるが電話線、井戸、送水管など、資料の入手が困難で写真判読も困難なものについては、現地において追跡調査 聞き取り調査を十分に行う必要があった。

### 3-14-7 図化・編集

基本図の図化・編集を行う場合、全ての基本図が高い精度を保持しており、表示項目の取捨選択や総描の基準が同一であり、各図葉に均一性が保たれることが重要である。このため、本工程の実施に当たっては詳細なマニュアルを作成し、作業の手順、基準等について指示し、統一を計った。

図化作業では、基本図の根幹となる、河川、道路、鉄道を先行して描画し、続いて建物、植生、等高線等の順に描画した。これらを黒、赤、緑、橙、紫の5色に指定して描画したのは、図化後それぞれの判別を容易にする目的もあるが、各事項を正確に描画することにより画線が重なっても判読できるようにするためでもある。このようにして作成した図化素図は慣れないと読み難いものではあるが、空中写真から計測された正確な資料図といえる。

編集作業により作成された編集素図は、図化素図を読み易くするため、一定の基準に基づき図式化したものである。したがって、河川、道路、鉄道などが並走する場合、転位が必要であり、建物等が密集すれば総描が行われる。基本図を利用する場合、このような縮尺による制約を承知して使用する必要がある。

一部地域の空中写真撮影が第2年次末期となったことから、その部分に関し、現地調査に先行して図化作業を進めることになった。しかし、周辺地域の調査で判読キーを用意したため、それらの作業に支障はなかった。

### 3-14-8 現地補測

編集素図に用いて現地補測を実施した。しかし、この工程を予定通り終了するため、あらかじめ編集素図と注記資料図を重ね焼した複図をSKに送り、逐次点検を依頼した。また、現地ではこれらの点検にナショナルパーク管理事務所、学校などの地方公共機関の協力が得られ、効率的な点検、確認を行うことができた。また、地籍情報の編集素図複図上への描画、整理はSKの組織的な調査、点検により、短期間に取りまとめることができた。

### 3-14-9 製図

製図は分版スライブ法によった。現地補測の段階で製図・印刷した試作図により、SKと実施例に基づいて細部の協議を行った。また、製図原図の作成後、サブプリントを作成し、SKに送付し、点検するとともに、調査団の主任技師をSKに派遣し、具体的に点検結果を協議し、持ち帰ったため、製図原図の点検修正を効率的に実施することができた。

製図原図は将来、基本図の複製に利用できるものであり、その保存には温度および湿度に関し配慮が必要である。また、総合ポジフィルムを作成したので、将来これらの基本図の修正を行う場合に利用することができる。

### 3-14-10 印刷

最終成果である基本図の印刷は、SKカウンターパートによる校正の後行われた。コンピューター制御による最新の印刷機で印刷したため、均質な印刷を行うことができた。また、地図用紙は特に耐用性に優れた用紙を準備することができたので、基本図を繰り返して使用することによる破損が著しく改善されることになった。





付 録

1. scope of work	1
2. ケニア測量局との協議議事録	15
2-1 現地作業開始時の協議議事録(1987年12月14日)	15
2-2 現地作業終了時の協議議事録(1988年2月26日)	66
2-3 現地作業開始時の協議議事録(1988年8月9日)	85
2-4 現地作業終了時の協議議事録(1988年10月21日)	127
2-5 現地作業開始時の協議議事録	142
2-5-1 1990年1月11日付	142
2-5-2 1990年1月12日付	177
2-5-3 1990年1月17日付	178
2-6 現地作業終了時の協議議事録(1990年2月28日)	179



付 録

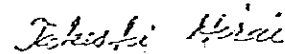
1. scope of work

SCOPE OF WORK  
FOR  
TOPOGRAPHIC MAPPING OF SOUTH KENYA  
IN  
THE REPUBLIC OF KENYA  
AGREED BETWEEN  
MINISTRY OF LANDS AND SETTLEMENT  
AND  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

NAIROBI, 1986 MARCH, 1987



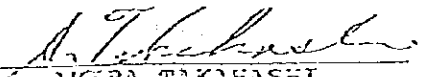
MR. DAVID MWIRARIA  
Permanent Secretary,  
Ministry of Lands and  
Settlement



MR. TAKESHI HIRAI  
Leader of Preliminary  
Study Team,  
The Japan International  
Cooperation Agency  
(JICA)



MR. DAVID KAMAU  
Director of Surveys,  
Survey of Kenya,  
Ministry of Lands and  
Settlement



MR. AKIRA TAKAHASHI  
Resident Representative,  
JICA, Kenya Office

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Republic of Kenya (hereinafter referred to as "Kenya"), the Government of Japan decided to conduct the Topographic Mapping of South Kenya in the Republic of Kenya (hereinafter referred to as "the Study") in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programme of the Government of Japan, will undertake the Study, in close cooperation with the authorities concerned of the Government of Kenya. The Survey of Kenya (hereinafter referred to as "SK") shall act as counterpart agency to the Japanese study team (hereinafter referred to as "the Team") and also as coordinating body in relation with other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study.

The present document sets forth the scope of work with regard to the Study.

*M.*

*17* *J.H.*

## II. OBJECTIVE OF THE STUDY

The objective of the Study is to prepare the 1/50,000 Topographic Map covering an area of approximately 29,800 square kilometers, shaded on the attached map (Appendix-1).

## III. SCOPE OF THE STUDY

In order to achieve the above mentioned objective, the Study will cover the following items. (The technical details are shown in Appendix-4)

### 1. Aerial Photography

Aerial photographs shall be taken at the scale of approximately 1/60,000.

### 2. Leveling

Leveling shall be carried out to obtain vertical controls necessary for aerial triangulation and mapping work.

### 3. Aerial Signals and Pricking

Aerial signals shall be placed in the field prior to aerial photography, and pricking of identified control points on the aerial photographs shall be done in the field, if necessary.

### 4. Field verification

The topographic map information related to land use, vegetation, etc. shall be verified in the field.

*M.*

*17*  
*EH*  
*JH.*

5. Aerial Triangulation

Aerial triangulation shall be carried out by analytical method.

Adjustment shall be carried out by block adjustment method.

6. Stereo Plotting

Stereo plotting shall be carried out using stereo plotting instruments at the scale of 1/50,000.

7. Field Completion

Topographic features, vegetation, etc., which cannot be properly identified on the photographs shall be verified in the field and plotted on the compilation sheet.

Administrative boundaries and geographical names shall be verified and indicated on the paper copy of the compilation sheet by SK.

8. Drafting

Based on the compiled sheet, scribing shall be carried out on the stable polyester base for several colors separation plates. Map style and symbols shall be those adopted by SK.

9. Printing

Plate making shall be carried out using 1/50,000 scribed negatives, and printing shall be carried out by the offset method.

*SK*

*SK*  
*1st J.H.*

IV. STUDY SCHEDULE

The whole work will be conducted in accordance with the attached tentative schedule (Appendix-2).

V. REPORTS AND FINAL RESULT

A report shall be presented to SK by JICA every <sup>JAPANESE</sup> fiscal year (from April to March)

The materials mentioned in Appendix-3 will be submitted to SK by the Government of Japan.

All maps produced under this project shall bear at the lower margin the following:

This map was prepared jointly by Japan International Cooperation Agency (JICA) under the Japanese Government Technical Cooperation Program and the Government of the Republic of Kenya.

*JIC*

*JIC*  
*JIC*

VI. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF KENYA

1. To facilitate smooth conduct of the Study, the Government of Kenya shall take necessary measures;
  - (1) to secure safety of the members of the Team,
  - (2) to permit the members of the Team to enter, leave and sojourn in Kenya for the duration of their assignment therein, and exempt them from alien registration requirements and consular fees,
  - (3) to exempt the members of the Team from taxes, duties and other charges on equipment, machinery and other materials brought into Kenya for the conduct of the Study,
  - (4) to exempt the members of the Team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emolument or allowance paid to the members of the Team for their services in connection with the implementation of the Study,
  - (5) to provide necessary facilities to the Team for remittance as well as utilization of the funds introduced into Kenya from Japan in connection with the implementation of the Study,
  - (6) to secure permission for entry into all necessary areas for the implementation of the Study,
  - (7) to secure permission for the Team to take all necessary data and documents, including original negatives of aerial photo, related to the Study out of Kenya to Japan by the Team,
  - (8) to provide the medical services as needed. Its expenses will be chargeable on members of the Team.
  
2. The Government of Kenya shall bear claims, if any arises against the members of the Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of

*MU*

*901  
10 J.H.*



their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the Team.

3. To facilitate smooth conduct of the Study, SK shall take necessary arrangements for the Team as follows, in cooperation with other relevant organizations;
  - (1) to secure permission for the flight for the aerial photography and use of airports for the implementation of the Study,
  - (2) to secure permission for the use of communication facilities including transceiver,
  - (3) to provide necessary game guards to work with the Team, necessary watchmen to look after the camps, and necessary labors.
  - (4) to obtain the agreement of adjacent countries for the implementation of the aerial photography along the international boundary.
  
4. SK shall, at its own expense, provide the Team with the followings in cooperation with other related organizations;
  - (1) available data and information related to the Study,
  - (2) counterpart personnel (staff of SK),
  - (3) suitable office space with necessary equipment, e.g. typewriter, furniture and telephones in Nairobi and Mombasa,
  - (4) credentials or identification cards to the members of the Team,
  - (5) administrative and technical support,
  - (6) existing facilities and space of SK for processing the aerial photographs,
  - (7) information of the necessary administrative boundary and geographical names on the maps, at its full responsibility,
  - (8) annotation sheets in Kenya.

*SK*

*SK*

*A.F.*

*J.H.*

VII. UNDERTAKING OF JICA

For the implementation of the Study, JICA shall take the following measures, in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan;

1. to dispatch, at its own expense, the Study Team to Kenya for signalization, aerial photography, ground control point survey, pricking, field verification and field completion,
2. to carry out aerial triangulation, stereo plotting, drafting and printing in Japan,
3. to pursue technology transfer to the Kenyan counterpart personnel in the course of the Study.

VIII. CONSULTATION

JICA and SK shall consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.

*elle*

*QIII  
AT. JH.*

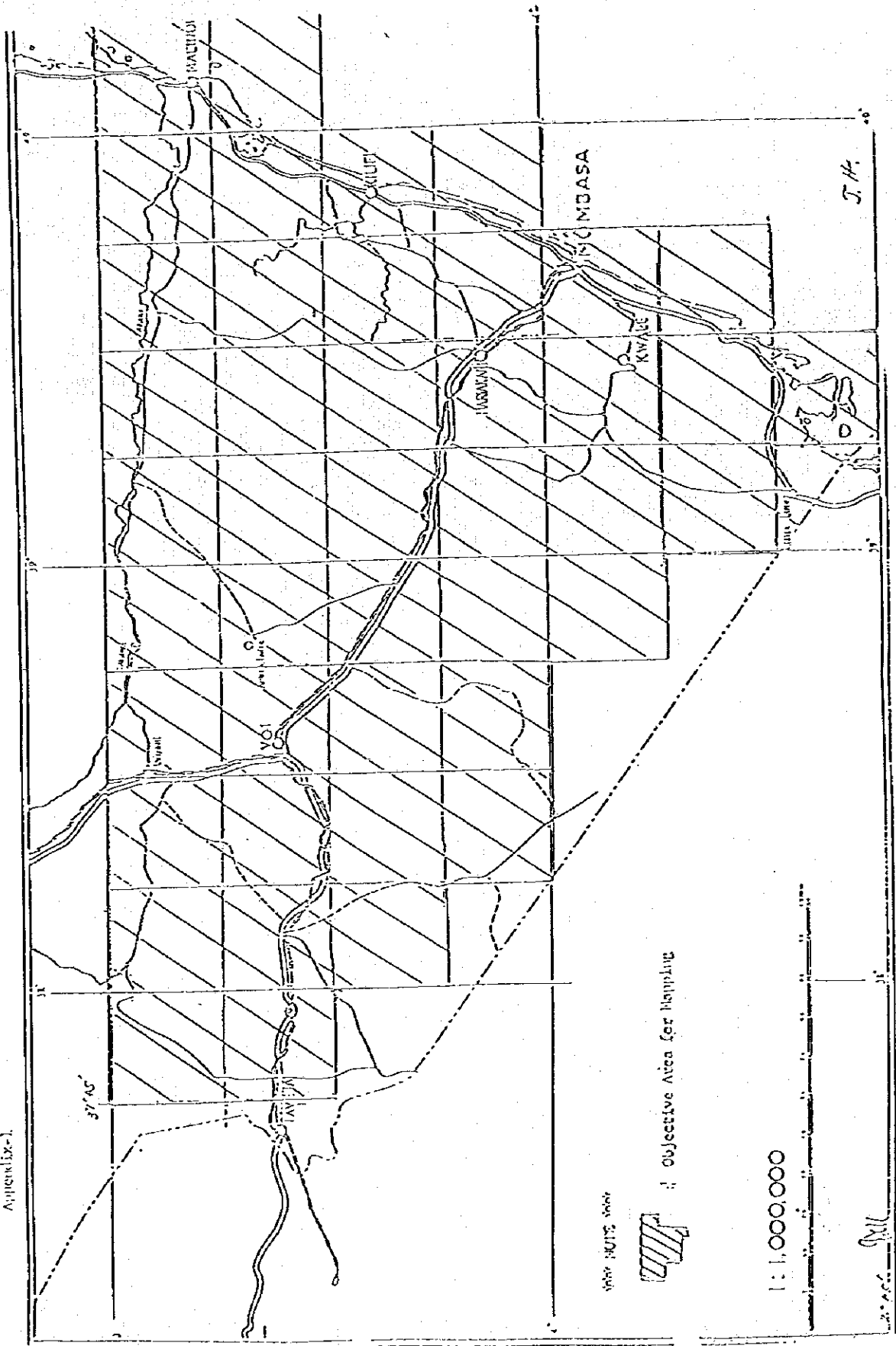
NOTE:

1. In case the flight permission for the safety purpose by adjacent country is not available by one month before the operation, topographic mapping area shall be limited to the area of approximately 20 km inside along the international boundary of adjacent country.
2. In case the aerial photography is not completed due to unexpected weather conditions, JICA and SK will consult with each other in respect of the confirmation of the topographic mapping area.

*SK*

*SK*  
*J.H.*  
*17*

Appendix-1



APPENDIX-2

Topographic Mapping in South Kenya  
TENTATIVE IMPLEMENTATION SCHEDULE

	1st Year (FY 1967)	2nd Year (FY 1968)	3rd Year (FY 1969)	4th Year (FY 1970)
	1 6 0 10 12 2	1 6 0 10 12 2	1 6 0 10 12 2	1 6 0 10 12 2
SIGNALIZATION				
AERIAL PHOTOGRAPHY				
LEVELING				
FIELD VERIFICATION				
AERIAL TRIANGULATION				
STEREO PLOTTING (DRAFTING)				
COMPILATION				
FIELD COMPLETION				
SCRAPING				
PRINTING				

*DM*  
*DM*

: WORK IN KENYA  
 : WORK IN JAPAN

APPENDIX-3

Final Delivery Items

1. Aerial Photography
  - (1) original negative-film (1 set)
  - (2) contact positive prints (1 set)
  - (3) diapositive films (1 set)
  - (4) index map of aerial photography
  
2. Levelling
  - (1) final tabulation
  - (2) route diagram
  - (3) field sheets
  - (4) computation sheets
  
3. Signalization & Pricking
  - (1) description of signals & pricks
  - (2) reference contact positive photos
  
4. Aerial Triangulation
  - (1) final tabulation
  - (2) reference contact positive photos
  - (3) diagram of aerial triangulation
  
5. Field verification
  - (1) result photos (1 set)
  
6. Stereo Plotting, Compilation & Scribing
  - (1) original manuscripts
  - (2) compilation manuscripts
  - (3) annotation material
  - (4) separate scribing sheets
  - (5) negative-films for printing
  - (6) negative screens

*ALL*

*ALL*  
*17 J.H.*

7. Printing

- (1) printed maps (1,000 copies for each sheet)
- (2) Aluminium printing plates
- (3) Color progressives

*See*

*Bill  
A. J. J. 1/2*

APPENDIX-4

Principal Technical Specification

1. Aerial Photography

- (1) super-wide angle camera (89mm)

2. Levelling

- (1) limit of-reciprocal observation  $5\text{cm}\sqrt{s}$  s:km
- (2) interval of marks 2km

3. Stereo Plotting (Drafting)

- (1) sheet line 15' x 15' in latitude & longitude
- (2) contour interval 20m
- half interval contourline at flat area 10m

*M.*

*Q.M.*  
*F. H.*  
*A.T.*

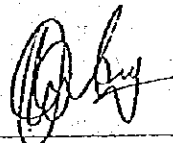


2. ケニア測量局との協議記事録

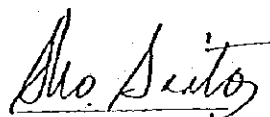
2-1 現地作業開始時の協議記事録(1987年12月14日)

MINUTES OF MEETINGS  
ON  
PLAN OF OPERATIONS  
FOR  
TOPOGRAPHIC MAPPING  
OF  
SOUTH KENYA  
--- first year ---

NAIROBI, 14th Dec. 1987



MR. O.M. WAINAINA  
For Director of Surveys



MR. SHO SAITO  
Leader,  
JICA Study Team



MR. T. DOHI  
Member,  
JICA Advisory  
Committee

1. Date and time:
 

3rd Dec. 1987	15:00 - 15:30
4th Dec. 1987	09:00 - 11:20
7th Dec. 1987	09:00 - 11:00
  
2. Place:
 

3rd Dec. 1987	Survey Headquarters, Nairobi
4th Dec. 1987	Survey Field Head- quarters, Ruaraka
7th Dec. 1987	"
  
3. Attendants: Attachments - 1, 2, 3
  
4. The Team briefed on the Plan of Operations for the Topographic Mapping of South Kenya for the first year (refer to Attachment-4) prepared by JICA. SK accepted the Plan.
  
5. Following matters were discussed and confirmed:
  - (1) Concerning the Standards of the Study, the reference ellipsoid shall be Clarke 1880 (modified).
  - (2) Concerning the spot height, the distribution shall be more dispersed as found necessary.
  - (3) Concerning the results of aerial photography Mission I, number of sets of contact prints and index map shall be changed from two (2) to one (1).
  - (4) The Government of Kenya requested the recovery of destroyed monuments of geodetic control points, but the Team could not accept the request because of the shortage of the work period.
  - (5) The Team requested the increase of the number of counterparts for the field survey in succeeding phases and the Government of Kenya took note of the request.
  
6. Mr. Saito, leader of the JICA Study Team, reviewed the "Scope of Work for Topographic Mapping of South Kenya" (refer to Annex 1 of the Attachment-4) agreed between Ministry of Lands and Settlement and JICA on 19th March, 1987, in Nairobi, concerning the undertaking of the Government of Kenya in order to confirm the progress.
  
7. Mr. Wainaina, Superintending Surveyor, SK, explained the progress of the necessary arrangements. Some of those are:
  - (1) SK will issue ID cards for the Team members.
  - (2) One office space in Nairobi and one office space and one storage space in Hombasa are ready for the use of the Team.
  - (3) SK will issue permission to take survey data, including negative films of aerial photographs, out of Kenya to Japan.

- (4) SK will provide a list of hospitals for emergency and way of connection to flying doctor.
  - (5) Counterparts will contact Forest Department or land owners for permission to cut down trees when necessary. For trespassing into private property, they will also help to get clearance when necessary.
  - (6) For cutting trees, it is necessary to inform of the effects to counterparts in advance for them to take necessary measures.
  - (7) Permission will be obtained to enter National Parks, Reserves, or limited areas by SK.
8. The Team asked to provide them necessary data for map connection with the maps
- (1) along the Tanzanian border,
  - (2) along the northern border of the project area prepared by JICA,
  - (3) along the northern border of the project area prepared by Canada.

The Government of Kenya replied as follows for each item:

- (1) Field completed compiled manuscripts are available. Availability of other materials such as results of control point survey and aerial triangulation and pricked diapositives will be investigated,
  - (2) All necessary materials are available,
  - (3) Availability will be investigated.
9. Team leader explained the undertaking of Japan.
- (1) The Government of Kenya made request of the acceptance of trainees for each stage of the work and the Team took note of the request.
  - (2) The Government of Kenya made request of the provision of equipments used for the Project and the Team took note of the request.

Attendants of Meeting  
(3rd Dec. 1987)

1. Government of Kenya

Mr. Absaloms  
Mr. Wainaina  
Mr. Miyazaki  
Mr. Ito

Deputy Director of Surveys  
Superintending Surveyor Mapping  
JICA Expert  
JICA Expert

2. Government of Japan

(1) JICA Kenya Office

Mr. Kaiho

Assistant Resident Representative

(2) JICA Study Team

Mr. Saito  
Dr. Muraoka  
Mr. Yoshida  
Mr. Kyakuno  
Mr. Nakai  
Mr. Kobayashi  
Mr. Miyakawa

Leader  
Deputy Leader  
Mapping Planner  
Chief Surveyor  
Surveyor  
Mechanician  
Surveyor

Attendants of Meeting  
(4th Dec. 1987)

1. Government of Kenya

Mr. Wainaina	Superintending Surveyor Mapping
Mr. Kibore	Chief Photogrammetrist
Mr. Ndunda	Chief Cartographer
Mr. Chabeda	Chief Lithographer
Mr. Miyazaki	JICA Expert
Mr. Ito	JICA Expert

2. Government of Japan

(1) JICA Kenya Office

Mr. Kaiho	Assistant Resident Representative
-----------	-----------------------------------

(2) JICA Study Team

Mr. Saito	Leader
Dr. Muraoka	Deputy Leader
Mr. Yoshida	Mapping Planner
Mr. Kyakuno	Chief Surveyor
Mr. Nakai	Surveyor
Mr. Kobayashi	Mechanician
Mr. Miyakawa	Surveyor

Attendants of Meeting  
(7th Dec. 1987)

1. Government of Kenya

Mr. Wainaina	Superintending Surveyor Mapping
Mr. Kibore	Chief Photogrammetrist
Mr. Chabeda	Chief Lithographer
Mr. Okumu	Officer in Charge, Technical Section
Mr. Ogutu	Senior Cartographer (Mapping Branch)
Mr. Miyazaki	JICA Expert

2. Government of Japan

(1) JICA Kenya Office

Mr. Kaiho	Assistant Resident Representative
-----------	-----------------------------------

(2) Advisory Group

Mr. Dohi	Head, Planning Div., Topo. Dept., Geographical Survey Institute
Mr. Kobayashi	Staff, Social Development Coop. Dept., JICA

(3) JICA Study Team

Mr. Saito	Leader
Dr. Muraoka	Deputy Leader
Mr. Yoshida	Mapping Planner
Mr. Kyakuno	Chief Surveyor

Attachment - 4

PLAN OF OPERATIONS  
FOR THE  
TOPOGRAPHIC MAPPING  
OF  
SOUTH KENYA  
IN THE  
REPUBLIC OF KENYA

--- 1st Year ---

October, 1987

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

PLAN OF OPERATIONS  
FOR THE  
TOPOGRAPHIC MAPPING  
OF  
SOUTH KENYA  
IN THE  
REPUBLIC OF KENYA

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Republic of Kenya (hereinafter referred to as "Kenya"), the Government of Japan (hereinafter referred to as "Japan") decided to conduct the Topographic Mapping of South Kenya in Kenya (hereinafter referred to as the "Study").

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programmes of Japan, will undertake the Study, in close cooperation with the authorities concerned of Kenya. Survey of Kenya, Ministry of Lands and Settlement, (hereinafter referred to as "SK") shall act as counterpart agency to the Japanese study team (hereinafter referred to as the "Team") and also as coordinating body in relation to other governmental and non-governmental organizations concerned of Kenya for the smooth implementation of the Study.





Table 1 Volume of the Study

Item	Volume	Remark
Aerial photography	approx. 29,800km <sup>2</sup>	scale 1/60,000 (whole project area)
Leveling	approx. 720km	minor order leveling (including pricking)
Aerial signal	40 points	
Pricking	approx. 700km	existing bench marks
Field verification	approx. 29,800km <sup>2</sup>	
Aerial triangulation	approx. 725 models	
Plotting and Compilation	approx. 29,800km <sup>2</sup>	
Field completion	approx. 29,800km <sup>2</sup>	
Drafting	approx. 29,800km <sup>2</sup>	
Printing		43 sheets in 6 colours 1,000 copies each

#### IV. STANDARDS OF THE STUDY

Survey standards and map accuracy are as follows:

1. Reference ellipsoid: Clarke, 1880
2. Geodetic coordinate system: New Arc 1960
3. Datum of height: Mean sea level at Port Mombasa
4. Map projection: UTM, Zone 37
5. Neat lines: 15' x 15'

6. Contour line: Intermediate contour-20m  
(supplementary half  
interval contour-10m,  
subject to topography)
7. Spot height: every 5 cm on the map in  
average (including photo-  
grammetric spot height)
8. Map style and its  
application rule: Those adopted for the  
Topographic Mapping  
Project for East Kenya  
Area, 1981, by JICA  
(Annex 2)
9. Map accuracy
- a. Planimetry of conspicuous ground feature:  
not more than 0.5mm on  
the map
- b. Spot height: not more than 1/3 of  
contour interval (6.7 m)
- c. Contour: not more than 1/2 of  
contour interval (10 m)
- d. Grid line: Grid lines shall be drawn  
every 1 km. The accuracy  
of plotting shall be not  
more than 0.15 mm on the  
map.

## V. UNDERTAKING

The study shall be carried out in close cooperation between Kenya and Japan. Undertaking of both sides is stated in S/W (Annex 1). It is summarized as follows:

### a. Kenyan side,

- (1) Going through formalities necessary for the Team to enter, stay, work and leave Kenya.
- (2) Taking measures to acquire permits for the Team necessary to conduct the Study.
- (3) Provision of facilities for the smooth conduct of the Study.

### b. Japanese side,

- (1) Execution of the Study in Kenya and Japan at its own expense.
- (2) Transfer of technology through the execution of the Study.

## VI. WORK PLAN

The entire work shall be carried out under a four-year programme starting from October, 1987, and accomplishing in March, 1991. It shall consist of the following four phases in accordance with the time schedule shown in Fig. 2.

1. Phase I (First Year, 1987): Aerial Signal, Aerial Photography,  
Pricking and Leveling

1 - 1. Aerial Signal

To secure the proposed map accuracy, the accuracy of horizontal control point shall be not more than

$0.07 \text{ mm} \times 1/\text{plotting scale} (= 0.07 \text{ mm} \times 50,000 = 3.5 \text{ m})$ .

For horizontal control of photographs for aerial triangulation, 40 points of existing 1st and 2nd order triangulation and traverse points shall be used. The distribution plan is shown in Fig. 3. Aerial signals shall be set up on these proposed photo-control points.

1 - 2. Aerial Photography

Black and white panchromatic aerial photography shall be carried out in dry season with a super-wide angle camera ( $f = 8.8 \text{ cm}$ ) in two missions.

1 - 2 - 1. Mission I.

For pricking of existing bench marks and along proposed leveling routes, aerial photography shall be carried out in a form of strip courses for approximately 1,500 line km along these leveling routes at a scale of 1/40,000 as shown in Fig. 4. This mission is done for the efficiency of the time schedule.

1 - 2 - 2. Mission II.

For mapping, the proposed mapping area of approximately  $29,800 \text{ km}^2$  shall be flown at a scale of 1/60,000 as shown in Fig.

5.

1 - 3. Pricking.

For vertical control of aerial photographs for aerial triangulation and mapping, existing bench marks shall be pricked (approximately 700 km). Pricking of proposed leveling routes (approximately 720 km) shall also be done for the same purpose at the time of leveling work. Twice enlargement of 1/40,000 aerial photograph shall be used in the field and later pricked points shall be transferred onto the 1/60,000 aerial photograph when necessary.

1 - 4. Leveling.

To secure the proposed map accuracy, the accuracy of vertical control points shall be not more than

$$0.07 \times \text{contour interval} (= 0.07 \times 20 \text{ m} = 1.4 \text{ m}).$$

For vertical control of photographs for aerial triangulation and mapping, existing 1st and 2nd order bench marks shall be used. The distribution of existing bench marks, however, is not sufficient for aerial triangulation and mapping. Consequently, minor order leveling shall be carried out to supplement existing bench marks. Minor order leveling of the accuracy of  $5 \text{ cm} \times \sqrt{S}$ . Where  $S$  is the route length in km shall be carried out for approximately 720 km along main roads or national park boundaries where leveling work is found feasible, starting from and closing to existing bench marks. (Fig. 3)

Marking shall be done by utilizing conspicuous ground features or setting up marks every 2 km in average.

Pricking shall be done on aerial photographs for the vertical control for aerial triangulation and mapping on the above points and at knick points of topography along leveling routes at the time of leveling work.

Prior to the execution, reconnaissance shall be carried out for proposed leveling routes to allocate marks and for existing bench marks to find out if it is necessary to recover them in order to use them as given points for the minor order leveling.

2. Phase II (Second Year, 1988). Field Verification, Aerial Tri-  
angulation, Stereo Plotting and  
Compilation

2 - 1. Field Verification

Prior to field survey for verification, reconnaissance study (photo-interpretation) shall be carried out using aerial photographs and reference data collected beforehand.

In compliance with the map style and its application rule, selection of items to express on the map and topographic information related to classification of ground features shall be verified and objects which are hard or impossible to interpret on the aerial photograph shall be clarified in the field. The key for photo-interpretation needed for mapping shall be prepared. Geographical and administrative names shall be collected and verified by SK.

2 - 2. Aerial Triangulation.

To obtain coordinates of pass points and tie points, aerial triangulation shall be carried out by analytical method using 1/60,000 aerial photographs, comparators and electronic computers. Approximately 725 models shall be adjusted by block adjustment method.

The residual of the ground control points after adjustment and discrepancy at tie and pass points between adjacent models shall be not more than

0.8 per mil of the flight height

$$\approx 5,400 \text{ m} \times 0.8 \text{ per mil} \approx 4.3 \text{ m}$$

for both planimetry and altitude.



### 2 - 3. Stereo Plotting and Compilation

Stereo plotting shall be carried out by 1/60,000 aerial photograph and stereo plotting machine at the scale of 1/50,000 using the results of aerial triangulation and those obtained by field verification. Intermediate contour shall be plotted at 20 m intervals. 10 m of supplementary half interval contour shall be plotted for flat area, if necessary. The photogrammetric spot height shall be plotted every 5 cm in average on the map, taking the distribution of control points into consideration.

Results shall be compiled in the format of the sheet lines of 15' x 15'. Along the northern boundary of the Study area lie the area mapped by JICA in the eastern part and that by Canada in the western part. Along the southern boundary to Tanzanian territory, the Ordnance Survey, England, is executing mapping. The connection of maps among these maps shall be taken into consideration. Necessary data for the connection, such as pricked diapositives, results of aerial triangulation, copies of original manuscript of maps, etc., shall be obtained through SK. The discrepancy of connection shall be adjusted, if it is the order of 1 mm on the map. Otherwise, it will be disregarded.

This work shall be continued to Phase III.

3. Phase III (Third Year, 1989): Stereo Plotting and Compilation  
(continued) and Field Completion

3 - 1. Stereo Plotting and Compilation (continued)

A part of the stereo plotting and compilation works shall be continued to this phase.

3 - 2. Field Completion

Topography, ground features, vegetation, etc., which cannot be properly identified on the aerial photographs during plotting and compilation works, shall be verified in the field and inscribed on the copies of the compiled manuscript printed on the synthesized polyester sheets. Administrative and geographical names and administrative boundaries shall be verified, confirmed and indicated on the paper copy of the compiled manuscript by SK.

#### 4. Phase IV (Fourth Year, 1990). Drafting and Printing

##### 4 - 1. Drafting

Based on the field completed compiled manuscript, (original manuscript), negative scribing and preparation of masks and sheets for marginal information for printing plate making shall be carried out on stable polyester bases for 6 colour separation. Map style and symbols shall be discussed with SK. These sheets shall be composed so that one colour may be in one sheet for the sake of printing plate making. (preparation of composite negative) A composite positive shall also be prepared consisting mainly of linear elements for the maintenance (revision) of maps.

##### 4 - 2. Printing.

Making of printing plate shall be carried out using 1/50,000 composite negatives by photo-lithography.

Printing shall be carried out in 6 colours by the offset printing machine. Number of copies to be printed shall be 1,000 for each map. Specifications and size of printing paper shall be decided after discussion with SK.

#### 5. Work Schedule.

Work schedule is shown in Fig. 2.

## VII. PLAN OF OPERATIONS FOR PHASE I (FIRST YEAR, 1987)

The work for Phase I (first year, 1987) is devoted to field surveys. Field work shall be carried out during 1st December, 1987, and 3rd March, 1988 (94 days). During the period, team leader, deputy leader, mapping planner, chief engineer, mechanic and 12 members consisting of 6 parties, each of which is composed of two members - totaling to 17 member shall be dispatched for about 3 months and one member for the inspection of aerial photographs for about 2 months to the field.

### 1. Preparation

Before arrival of the main team to Kenya, team leader, deputy leader and other 5 staffs shall arrive in Nairobi to prepare for their reception. The main duties are as follows. Of those the items especially indebted to the cooperation of SK are:

- a. To discuss plan of operations with SK,
- b. To secure permission for the flight for the aerial photography and use of airports (Malindi and/or Mombasa),
- c. To secure permission for the use of communication facilities. The team is equipped with 7 JRC 10 W Portable HF SCB Radiotelephones JSB-20 with frequencies of 4055 and 6098 KHz.
- d. To provide game scouts, watchmen, laborers and drivers,
- e. To obtain the agreement of Tanzania for the implementation of aerial photography along and over the national boundary,

- f. To arrange to study and/or copy materials related to the Study, such as existing aerial photographs, survey results and descriptions of points and place names kept by SK, for reviewing survey plan,
- g. To announce to authorities concerned,
- h. To ask SK to contact with Tanzanian government to obtain necessary data for map connection with the map in Tanzania from Ordnance survey,
- i. To ask SK to assign counterpart personnel,
- j. To ask SK to obtain credentials or identification cards to the Team members,
- k. To ask SK to issue permit to enter into private properties and national parks to execute survey work when necessary.

Besides the aboves, followings shall be dealt with chiefly by the Team:

- l. To prepare to establish headquarters and sub-camps in the field.
- m. To receive shipped equipments, machinery and other materials,
- n. To purchase equipments, machinery and other materials in Nairobi,
- o. To hire vehicles,
- p. To contract with local private aerial survey firm for aerial photography.

## 2. Aerial Signal

40 points shall be selected for horizontal control of aerial photographs among existing 1st and 2nd order triangulation or traverse points, on which aerial signals shall be set up. Proposed signalizing points shall be distributed as shown in Fig.

3. Specifications of the signals are as follows:

1. Type: four-leaf type in principle. However, three-leaf type may be adopted according to the circumstances,
2. Size: size of a leaf shall be 1 m x 5 m,
3. Material: fragments of concrete or rock,
4. Colour: white in principle. Other colours may be adopted according to the ground conditions. The configuration is shown in Fig. 6.

To secure head clearance, eccentric setting up of the signal is allowed. In this case, eccentricity shall be measured.

At all the signalized points, the eccentricity of at least one conspicuous ground feature in the neighbourhood shall be measured so that the object may be used as an alternative of a control point, in case the aerial signal will not be clearly identified on the photograph. After taking aerial photographs, checking shall be made. If the aerial signals or the above mentioned alternatives are not clearly identifiable on the photograph, another identifiable ground feature shall be pricked in their neighborhood with eccentric measurement, if necessary.

The principal equipments to be used for the work shall be,

Transit T2

Electro-optical distance meter HP 3808 A

Radiotelephone

### 3. Aerial photography

Two missions of aerial photograph shall be carried out by contracting with a local private aerial survey firm. The air base for the work shall be in Malindi and/or Mombasa and final products shall be prepared in Nairobi. For the contract, supervision of the work and inspection of the results, two engineers shall be dispatched. Except the inspection of the results, the works shall be in charge of members of the field headquarters.

#### 3 - 1. Mission I.

For the efficiency of the execution of the Study, prior to pricking of existing bench marks and proposed leveling routes, aerial photography shall be carried out along these leveling routes (Fig. 4) with a single strip course under the following specifications:

- a. Period: November, 1987
- b. Camera: super-wide angle camera
- c. Photographic scale: approximately 1/40,000 in principle.  
However, larger scales are acceptable according to unfavorable weather conditions.
- d. Forward overlap: 10% + 5%
- e. Flight length: approximately 1,500 km  
along existing leveling routes approximately 740 km  
along proposed leveling routes approximately 760 km
- f. Cloud coverage: not to disturb leveling routes for pricking
- g. Number of photographs: approximately 190
- h. Film: black and white panchromatic

i. Printing paper: Kodak RC paper or equivalent

j. Results:

original negative	1 set
contact print	2 sets
double enlargement *	1 set
index map	2 sets
flight record	1 set

\* No needed, if the photographic scale becomes larger than 1/20,000.

### 3 - 2. Mission II.

Aerial photography shall be executed covering the proposed mapping area of approximately 29,800 km<sup>2</sup> east of Long. 37 45' E and south of Lat. 3 down to the Tanzanian border. The height difference between inland and coastal areas being over 1,000 m and the climatic conditions between the two areas being different, the proposed area shall be divided into two large blocks and the datum height planes for flight for each area shall be differed and flight direction shall be east-west for the western block and approximately north-west along the coastal line for the eastern block (Fig. 5). The latter shall be overlapped at least one course over the former. A tie course shall be flown along the Tanzanian border owing to the low density of ground control points. Main specifications for the aerial photography shall be as follows:

a. Period: From January to February, 1988

b. Camera: Super-wide angle camera



- c. Area to be covered: proposed mapping area of approximately 29,800 km<sup>2</sup> in the South Kenya region as shown in Fig. 5 shall be covered.
- d. Photographic scale: approximately 1/60,000
- e. Flight course: 25 courses (including one tie course)
- |   |            |
|---|------------|
| eastern block (approximately north-south) | 12 courses |
| western block (east-west)                 | 12 courses |
| tie course (along Tanzanian border)       | 1 course   |
- f. Flight length: Total flight length shall be approximately 4,000 km.
- g. Flight height:
- |               |         |                       |
|---------------|---------|-----------------------|
| eastern block | 5,840 m | (datum plane 500 m)   |
| western block | 6,340 m | (datum plane 1,000 m) |
| tie course    | 5,840 m | (datum plane 500 m)   |
- h. Forward overlap: 60% ± 5%
- i. Lateral overlap: 30% ± 5%
- Lateral overlap for two courses along coast shall be 40 %. Caution shall be taken so that the principal points of photographs of the inner course may fall on land.
- For the courses flying over the Taita-Hills in the western block, forward and lateral overlaps shall be enough not to leave stereoscopic blank area.
- J.  $\chi$  : not more than 10 degrees
- $\psi$  and  $\omega$  : not more than 5 degrees
- k. Cloud coverage: Amount of cloud shall not exceed 3 % in successive 5 photographs. However, important areas for orientation and cartography shall not be covered with clouds.

- l. Number of models: approximately 725
- m. Number of photographs: approximately 750
- n. Film: black and white panchromatic
- o. Printing paper: Kodak RC paper or equivalent
- p. Results:

original negative	1 set
contact print	2 sets
index map	2 sets
flight record	1 set

Exposed original negatives being taken out to Japan, extra copy of contact prints shall be prepared and left in Kenya for security.

In the eastern block, the flight course being along coastal line, there may happen to produce incomplete or independent models. Examination shall be done if additional ground control survey is necessary for these models.

#### 4. Pricking of Existing Bench Marks.

For vertical control of aerial photographs for aerial triangulation and plotting, existing bench marks shall be pricked on the double enlargement of 1/40,000 aerial photographs. Later they shall be transferred onto the 1/60,000 aerial photographs.

## 5. Leveling

### 5 - 1. Planning and point selection

Number and distribution of existing bench marks are not enough for aerial triangulation, vertical control points shall be increased by executing minor order leveling for approximately 720 km along existing roads and national park boundaries as shown in Fig. 3. The plan having been made by using existing small scale maps, it is necessary to check the plan by reconnaissance survey and examine the necessity of modification of the original plan.

Along leveling routes, marks shall be set up every 2 km in average and their heights shall be calculated. Care shall be taken to include knick points of topography. Marks shall be made of wooden stick or a part of stick ground features shall be used for them.

### 5 - 2. Observation

Observation shall be made by double observation by 5 parties starting from an existing bench mark and closing to another existing one. Otherwise, routes shall close to themselves. Prior to observation, check observation shall be made for at least two neighboring existing bench marks, on one of which the minor order leveling is based. When the result of check observation is coincident with the nominal value within the accuracy of the check observation, the nominal value of the bench mark shall be adopted as given value. Otherwise check observation shall be extended to reach within the tolerable closure and newly observed value shall be taken as given.

Observed marks shall be pricked on the double enlargement of 1/40,000 aerial photographs at the time of observation and later they shall be transferred on to the 1/60,000 aerial photographs as in the case of pricking of existing bench marks.

Accuracy of observation: 50 mm x  $\sqrt{S}$ , where S is the route length in km.

Instrument to be used: Autolevel Zeiss N2

Staff: wodden folding staff

Staff stand:

Radiotelephone:

#### 6. Others

In order to conduct smoothly the Phase II's (second year's) field survey, field verification, followings shall be discussed with SK.

- a. Item to inscribe on the map and their application rule (map style and its application rule),
- b. Collection of materials related to the above.
- c. Issue of permit to take exposed original negatives out of Kenya to Japan.
- d. Safe-keeping of equipments and materials to be left in Kenya until the next Phase.

VIII. ORGANIZATION OF THE TEAM

Organization of the Team is as follows:

Duty	Member	Number for a party	Number of parties	Total
Leader	Japanese engineer			1
Deputy-leader	"			1
Mapping planner	"			1
Chief-engineer	"			1
Mechanic	"			1
	driver			1
	vehicle			1
Aerial signal	Japanese engineer	2	6	12
	counterpart			2
	laborer	10	6	60
	driver			14
	vehicle (including 2 trucks)			14
Pricking of existing bench mark	Japanese engineer	2	1	2
	counterpart	1	1	1
	laborer	8	1	8
	driver	2	1	2
	vehicle	2	1	2
Leveling	Japanese engineer	2	5	10
	counterpart			1
	laborer	5	5	25
	driver			9
	vehicle (including 2 trucks)			9

Inspection of	Japanese engineer	1	1	1
aerial photograph	driver	1	1	1
	vehicle	1	1	1

IX. WORK SCHEDULE

The work for Phase I (first year) starts on 1st December, 1987 and shall continue to 3rd March, 1988. Detailed work schedule is shown in Tab. 2.

Tab. 2 Work Schedule for Phase I.

Date							
Item	10	11	12	1	2	3	4
Mob., demob.			1 — 7			25 — 3	
Aerial photography		1 — 30	25 — 3				
Aerial signal			8 — 11				
Pricking					12 — 25		
Leveling					12 — 25		

## X. FINAL PRODUCTS

Final products of Phase I (first year) are as follows:

### 1. Aerial signal

- |   |       |
|---|-------|
| a. Description of aerial signal                                     | 1 set |
| b. Field note and computation sheet for<br>eccentricity measurement | 1 set |
| c. Aerial photograph showing aerial signal                          | 1 set |
| d. Index map  | 1 set |

### 2. Aerial photography

- |                           |                            |
|---------------------------|----------------------------|
| a. Original negative film | 1 set for Missions I & II  |
| b. Contact print          | 2 sets for Missions I & II |
| c. Double enlargement     | 1 set for Mission I        |
| d. Photo index map        | 2 sets for Missions I & II |
| e. Flight record          | 1 set for Missions I & II  |

### 3. Pricking and leveling

- |  |       |
|--|-------|
| a. Field note  | 1 set |
| b. Tabulation of observed results and adjusted<br>values | 1 set |
| c. Computation note                                      | 1 set |
| d. Index map   | 1 set |
| e. Pricked photograph                                    | 1 set |
| f. Description of point                                  | 1 set |



XI. REPORT

The progress report of Phase I shall be prepared.

XII. DRAFT OF PLAN OF OPERATIONS FOR SUCCEEDING PHASES

Draft of the plan of operations for succeeding phases is attached as Attachment.

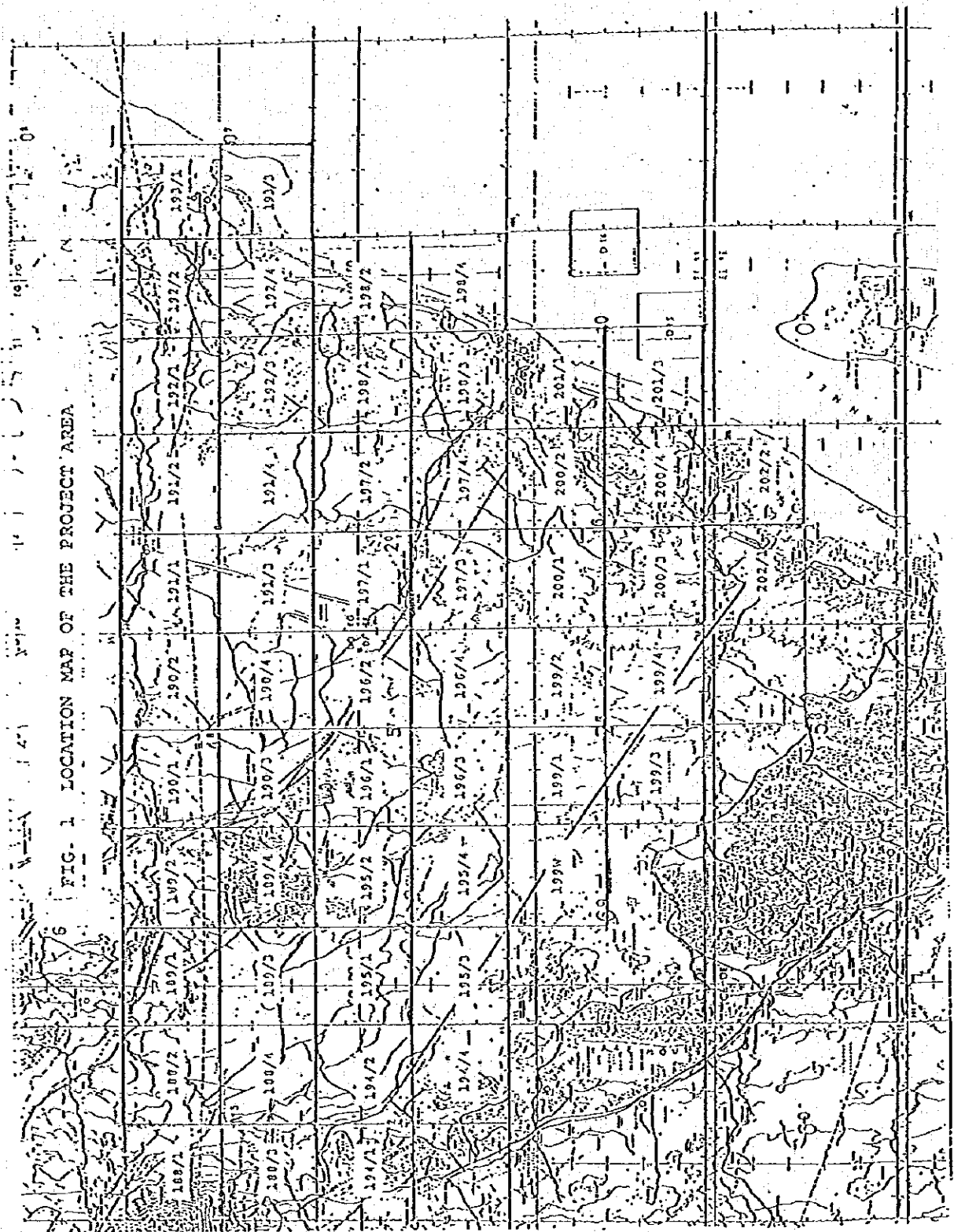


FIG. 1 LOCATION MAP OF THE PROJECT AREA



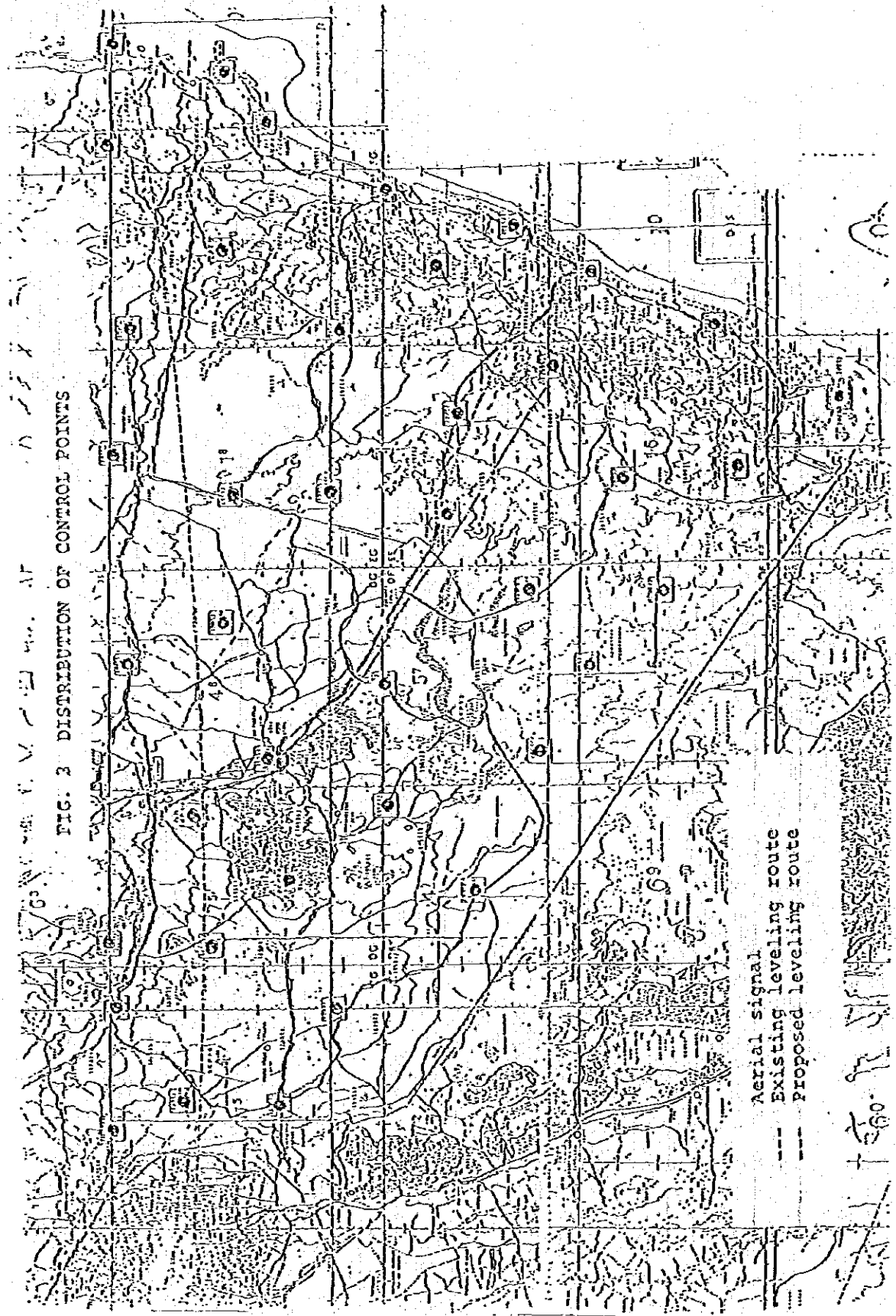
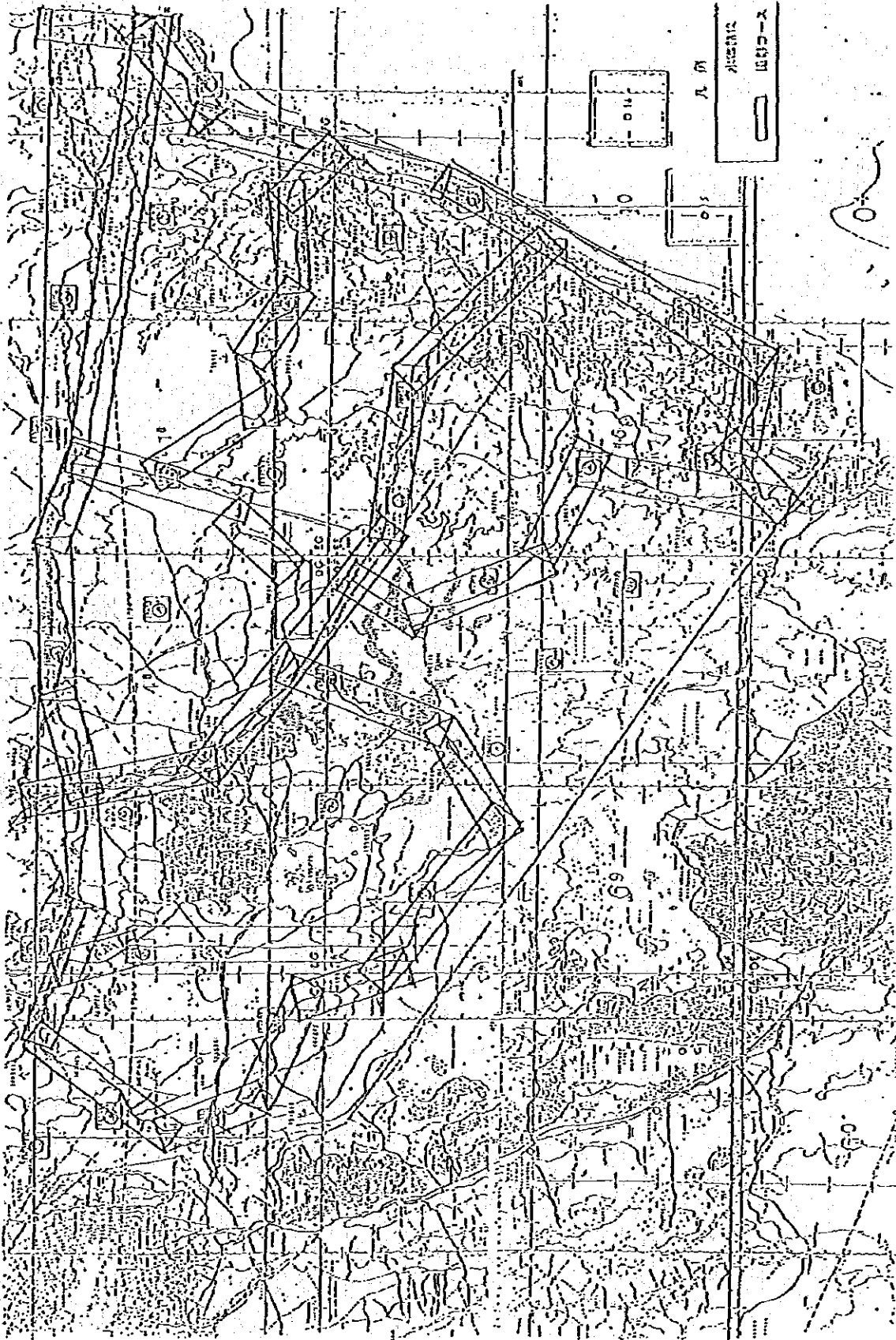


FIG. 3 DISTRIBUTION OF CONTROL POINTS

Aerial signal  
 Existing leveling route  
 Proposed leveling route

FIG. 4 AERIAL PHOTOGRAPHY FOR LEVELING ROUTES



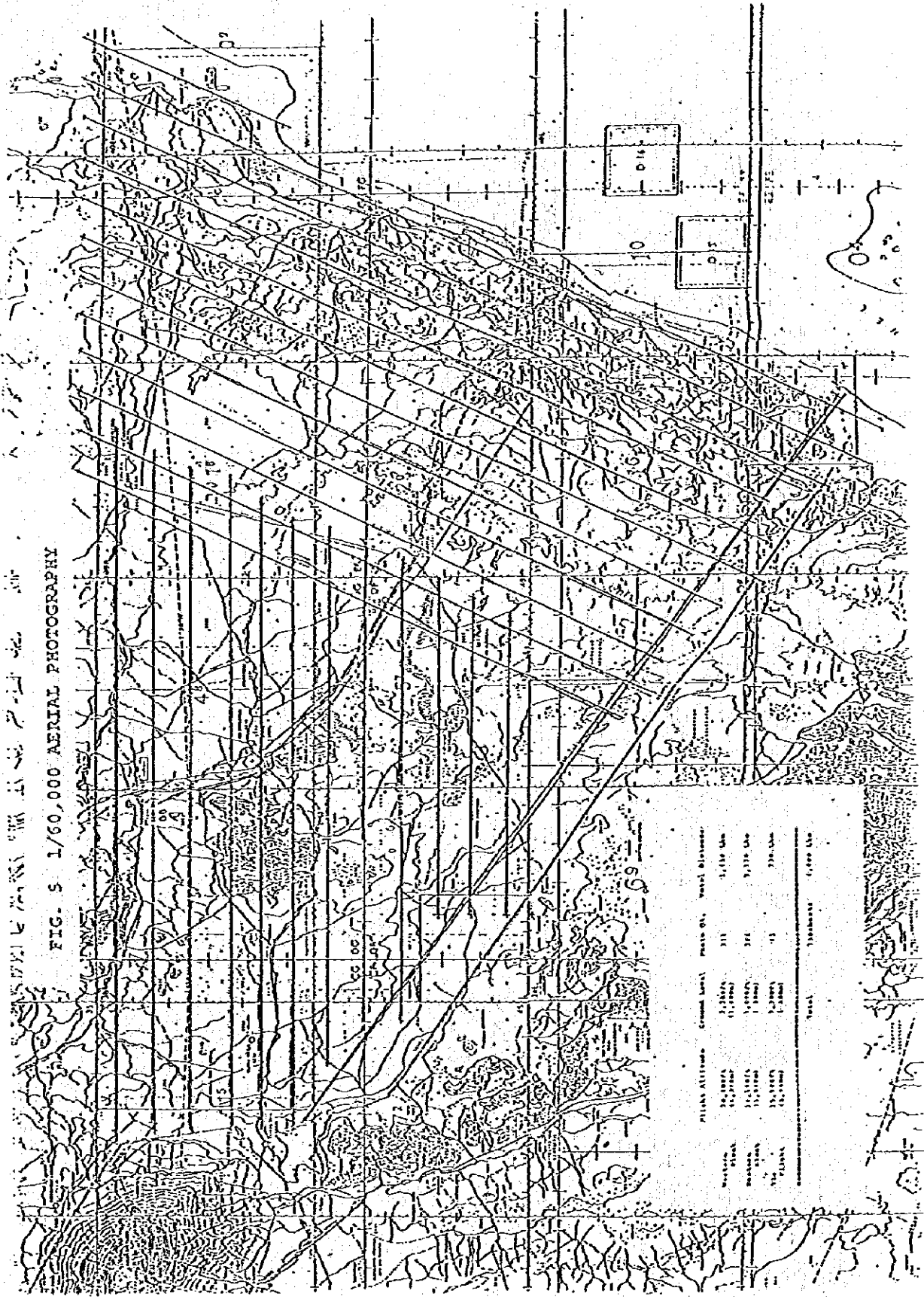
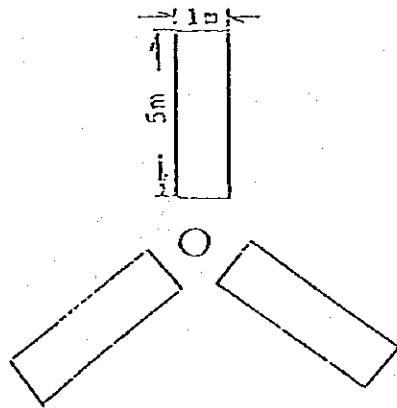
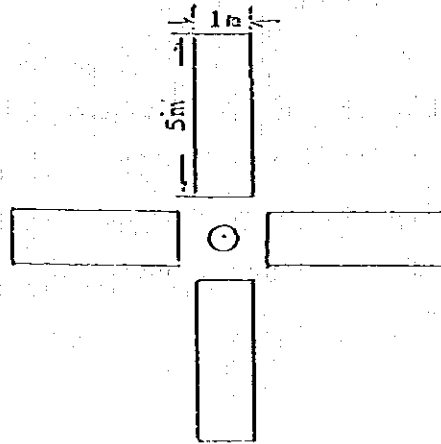


FIG. 5 1/60,000 AERIAL PHOTOGRAPHY

FIG. 6 AERIAL SIGNAL



DRAFT OF PLAN OF OPERATIONS  
FOR SUCCEEDING PHASES

The draft of plan of operations for succeeding phases is tentatively set up as follows. They are, however, subject to modification according to the progress of the Study of the preceding phase and/or to other conditions which may affect the Study.

I. PHASE II (SECOND YEAR, 1988).

1. Field Survey..

1 - 1. Field Verification.

Using aerial photographs, the keys for photo-interpretation needed for plotting and cartography shall be prepared by verifying them in the field.

Based on the application rule of the map style, necessary items to represent on the map shall also be collected and verified in the field. Close cooperation of the SK counterparts is cordially requested.



1 - 1 - 1. preparation.

Prior to proceeding into the field, reconnaissance study shall be carried out in Japan to prepare materials which need field verification.

- a. Thorough study of collected materials and pointing out of doubtful points,
- b. Execution of photo-interpretation and picking up of keys necessary to verify,
- c. Study of aerial photographs to point out points difficult to interpret and confirmation of the Study area,
- d. Preparation of double enlargement of 1/60,000 aerial photographs which shall be used for field verification.

1 - 1 - 2. Discussion with SK.

Concerning field verification, items to discuss with SK and to be confirmed are as follows:

- a. Map style and its application rule,
- b. Administrative names and boundaries,
- c. Data concerning names of following items:  
public building, church, mosque, road, railway, mountain, river, park, etc.,
- d. Representation of military facilities,
- e. Name and/or number of each map sheet,
- f. Marginal information and legend.

1 - 1 - 3. Items of field verification.

In compliance with the map style and its application rule, followings shall be investigated and confirmed in the field:

- a. Result of reconnaissance study,
- b. Key for photo-interpretation,
- c. Items difficult to interpret on the photograph,
- d. Following items to represent on the map:
  - road, railway, building, control point, specified area, river, vegetation, topography, etc.,
- e. Names necessary for annotation, administrative boundaries.

1 - 1 - 4. Adjustment.

Results of field verification shall be adjusted on the double enlargement of 1/60,000 aerial photographs.

2. office Work.

2 - 1. Aerial Triangulation.

Aerial triangulation is carried out as follows:

- a. Using pricked diapositives of 1/60,000 aerial photograph on which aerial signals are photographed, coordinates of pass points, control points, etc necessary for plotting are measured by stereo-comparator.
- b. Adding the results of ground control point survey, adjustment computation is executed.
- c. Coordinates of pass points and orientation elements of aerial photographs are calculated.

2 - 1 - 1. Method.

Aerial triangulation is done analytically by the block adjustment method by means of independent models. PAT-M43 program shall be used.

2 - 1 - 2. Area covered.

The area for aerial triangulation covers the whole area of 1/50,000 topographic mapping.

2 - 1 - 3. Distribution and number of control points.

Distribution of horizontal control points is shown in Fig. 3. Their number shall be 40. Vertical control points shall be selected among pricked bench marks.

2 - 1 - 4. Selection of pass points.

Pass points shall be selected so that their position shall be appropriate for orientation of aerial photographs and that it shall be correctly measurable on the photograph.

2 - 1 - 5. Adjustment computation.

- a. The residuals of ground control points and discrepancies of pass points and tie points between adjacent models after adjustment shall be less than 0.8 per mil of the flight height for both planimetry and altitude.
- b. When adjustment computation is made by dividing into blocks, the discrepancy of tie points between adjacent blocks shall be less than 0.9 per mil of the flight height for both planimetry and altitude.

2 - 2. Stereo Plotting (Restitution).

Using the results of aerial triangulation and field verification, necessary items for representing on the map shall be measured and plotted by stereo plotting machine and plotted manuscript of the topographic map shall be prepared.

2 - 2 - 1. Material.

For restitution, stable polyester sheet shall be used.

2 - 2 - 2. Neat lines.

Neat lines shall be 15' x 15'.

2 - 2 - 3. Plotting.

Neat lines, control points and grid lines are plotted using automatic coordinategraph. The maximum discrepancy shall not exceed 0.15 mm on the map.

2 - 2 - 4. orientation.

- a. After absolute orientation of the photographs, the discrepancy between the plotted points and their model points shall be not more than 0.3 mm on the map.
- b. For orientation of height, pricked leveling points shall be used as many as possible for the sake of accuracy of height.

2 - 2 - 5. Restitution.

- a. Restitution shall be executed in accordance with the map style and its application rule in the order of linear elements, like roads, rivers, railways, etc., buildings, vegetation and contour lines.
- b. If necessary, planimetry and contour lines can be restituted on separate sheets.

- c. Intermediate contour shall be 20 m and half interval contour lines of 10 m shall be supplemented according to topography. Care must be taken for the representation of micro topography, the project area being rich in various types of ground features and topography like hill, plain, forest, wadi, cultivated land, etc.

2 - 2 - 6. Measurement of spot height.

- a. Spot height shall be measured photogrammetrically at distinct knick points of topography.
- b. Spot height shall be distributed at equal density as much as possible.
- c. Density of spot height shall be generally one point per 5 cm x 5 cm on the map including the distribution of vertical control points.

2 - 3. Compilation.

2 - 3 - 1. Compilation

- a. On the basis of the plotted manuscript, compilation shall be carried out using the results of field verification and materials collected.
- b. If any doubtful point arises during compilation, it shall be noted to clarify at the time of field completion.
- c. Annotation items shall be compiled on a separate sheet using plotted manuscript and data obtained by field verification.

2 - 3 - 2. Connection.

Map connection shall be made between

- a. existing 1/50,000 topographic map along the northern edge of the project area,
- b. 1/50,000 topographic map being worked by the Ordnance Survey along the southern border to Tanzania.

However, connection shall not be made if the discrepancy is the order of 1 mm and more.

3. Report.

The progress report for Phase II shall be prepared.

4. Organization of the Team.

The organization of the Team is as follows:

Duty	Member	Number for a party	Number of parties	Total
Leader	Japanese engineer			1
Deputy Leader	"			1
Mapping Planner	"			1
Chief engineer	"			1
Mechanic	"			1
	driver			1
	vehicle			1
Field verification	Japanese engineer	2	5	10
	counterpart			2
	laborer	3	5	15
	driver			12
	vehicle (including 2 trucks)			12

## 5. Work Schedule.

Work schedule for Phase II is shown in Fig. 2 of the main text.

## II. PHASE III. (THIRD YEAR, 1989)

### 1. Office Work.

#### 1 - 1. Plotting and Compilation

A part of plotting and compilation shall be continued from Phase II to prepare compiled manuscript of the 1/50,000 topographic map.

#### 1 - 2. Preparation of Original Manuscript.

Using the results of field completion, original manuscript of the 1/50,000 topographic map shall be prepared from the compiled manuscript.

### 2. Field Survey

#### 2 - 1. Field Completion.

In field completion, important items to be represented on the map - topography, ground features and place names - and doubtful points arisen in plotting and compilation shall be clarified in the field.

For verification and inscription of names and administrative boundaries, close cooperation of SK counterparts is cordially requested. Important change of ground features after aerial photography shall be supplemented in the field.

The results of the field survey shall be put on blue print copy of the compiled manuscript.

### 3. Report.

The progress report of Phase III shall be prepared.

### 4. Organization of the Team.

Organization of the Team is as follows:

Duty	Member	Number for a party	Number of parties	Total
Leader	Japanese engineer			1
Deputy leader	"			1
Mapping planner	"			1
Chief engineer	"			1
Mechanic	"			1
	driver			1
	vehicle			1
Field	Japanese engineer	2	4	8
completion	counterpart			2
	laborer	4	4	16
	driver			10
	vehicle (including 2 trucks)			10

### 5. Work Schedule.

Work schedule is shown in Fig. 2 of the main text.



### III. PHASE IV (FOURTH YEAR, 1990)

#### 1. Drafting.

Using original manuscript, road classification data, annotation sheet, etc., final drafting shall be carried out by colour separation negative scribing method to be ready for making plates for printing. Negative scribed sheets, negative mask sheets and positive sheets for annotation and marginal information shall be prepared.

#### 1 - 1. Map style

Map symbols shall be finally determined after discussion with SK in time for drafting.

#### 1 - 2. material.

Stable synthesized polyester sheets shall be used for all cartographic works.

#### 1 - 3. Composite negative.

Scribed sheets, mask sheets and annotation sheets shall be composed into one negative film so that one colour may be included on one sheet for the sake of plate making.

#### 1 - 4. Composite Positive

Composite positives shall be prepared composed of mainly linear elements to help map maintenance (revision).

1 - 5. Connection

Care shall be taken for connection of each sheet between adjacent ones.

2. Printing.

Printing shall be carried out by off-set printing machine in 6 colours. Before printing, proof shall be read and the approval of SK shall be obtained.

2 - 1. Plate making.

Printing plates shall be prepared by photo-lithography by using composite negatives.

2 - 2. Printing.

Printing shall be carried out by off-set printing machine in 6 colours. Number of copies shall be 1,000 for each sheet.

3. Work Schedule

Work schedule is shown in Fig. 2 of the main text.

IV. REPORT

At the end of the last Phase, comprehensive report shall be prepared including the progress and the results of the Study.

## ANNEX

1. SCOPE OF WORK FOR TOPOGRAPHIC MAPPING OF SOUTH KENYA IN THE REPUBLIC OF KENYA.
2. MAP STYLE AND ITS APPLICATION RULE