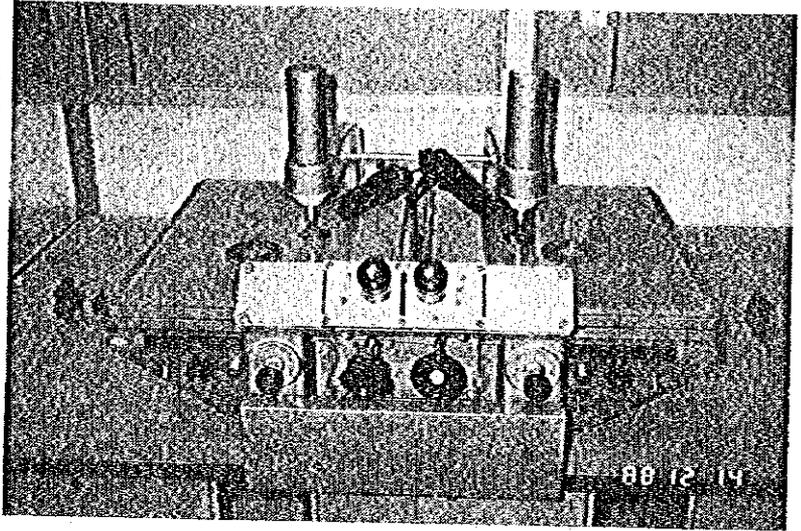


写真-9 空中三角測量

1) 点刻器 PUG-4型



2) 観測機 STECOMETER



3) 電子計算機 FACOM M-300

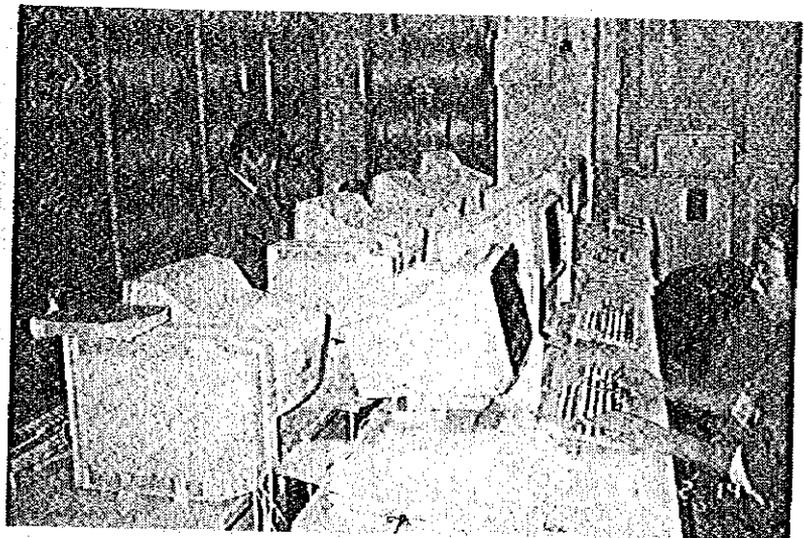
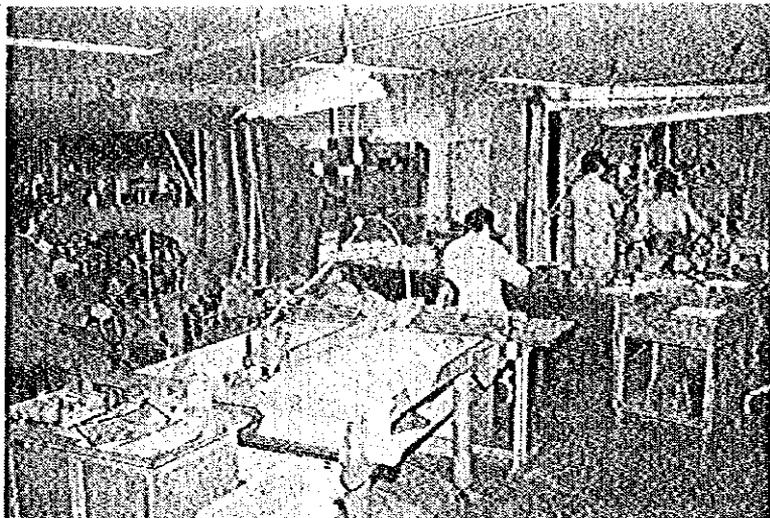
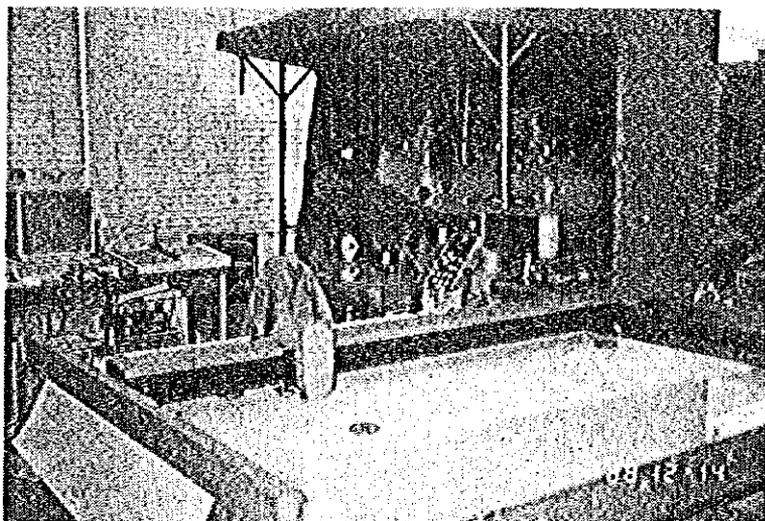


写真-10 図化・編集

1) Autograph A-8による図化



2) AMHによる図化



3) 1:50,000地形図の編集

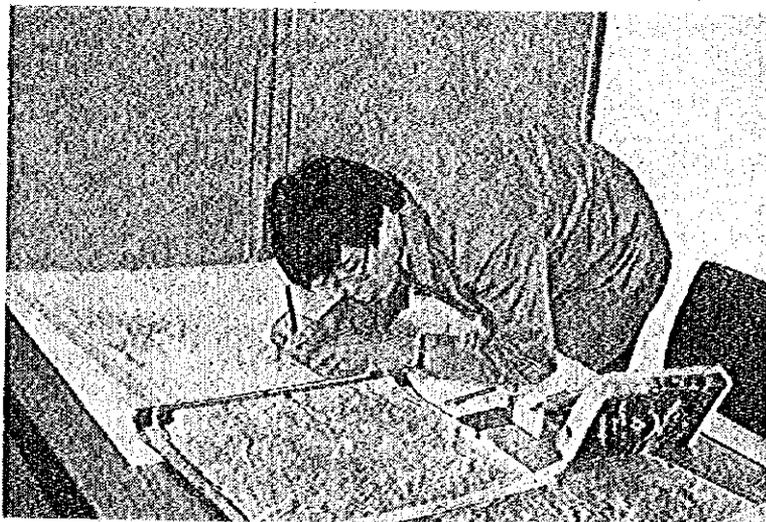
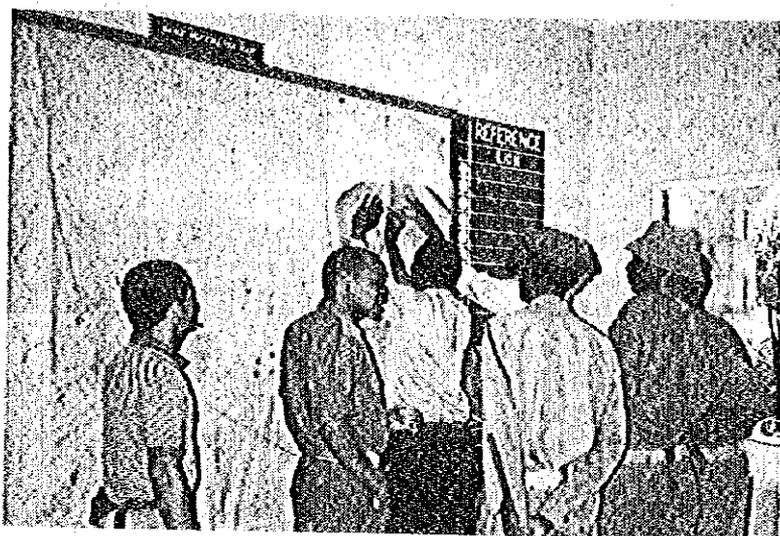
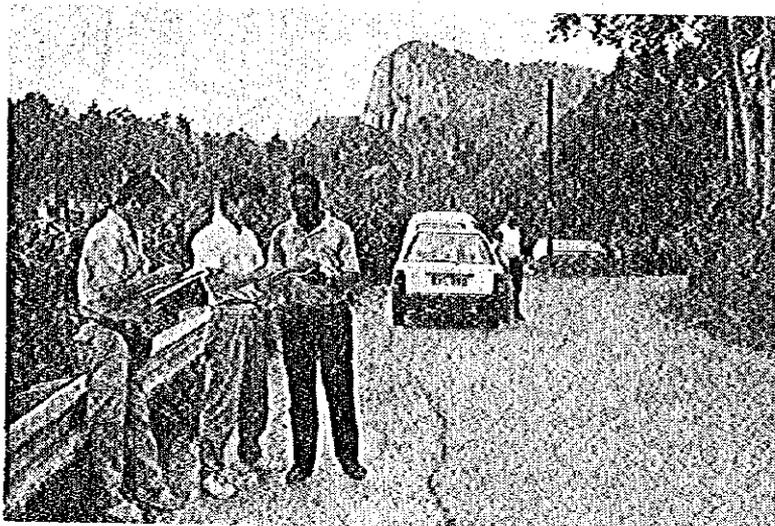


写真-11 現地補測

1) 国立公園管理事務所での調査



2) Taita Hillsにおける
住民からの聞き取り調査



3) 調査結果の整理

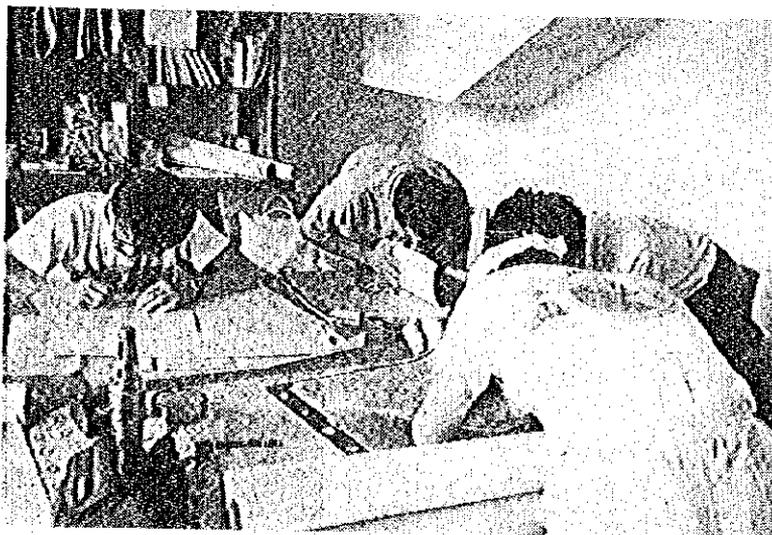
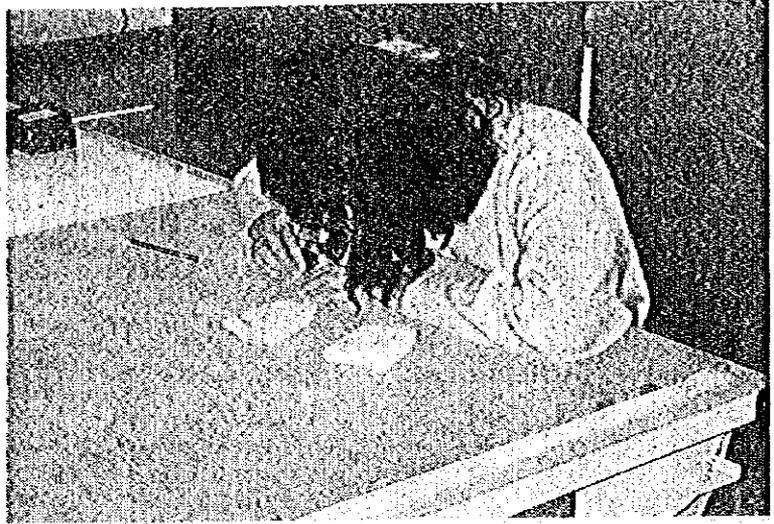


写真-12 製図・印刷

1) スクライピング



2) SKカウンターパート
の校正



3) 印刷機

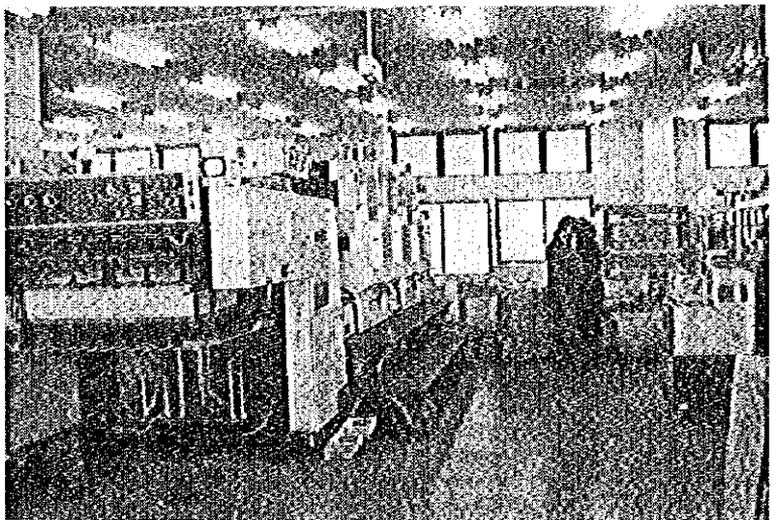
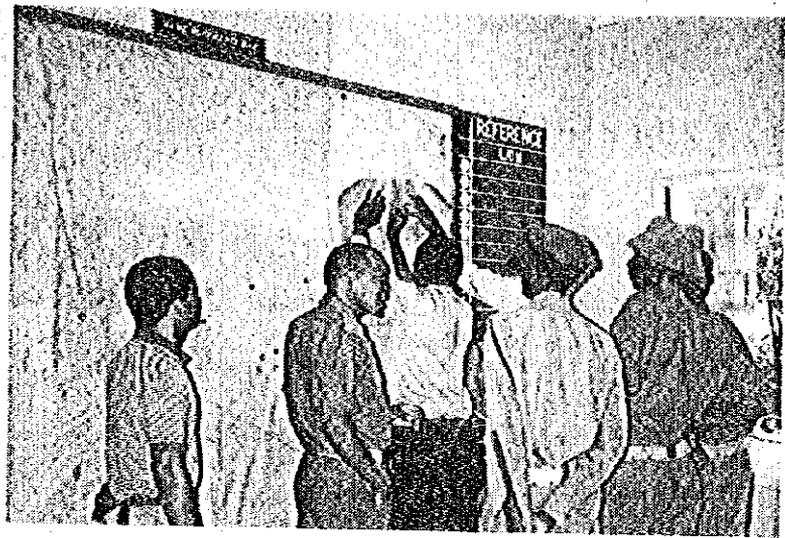
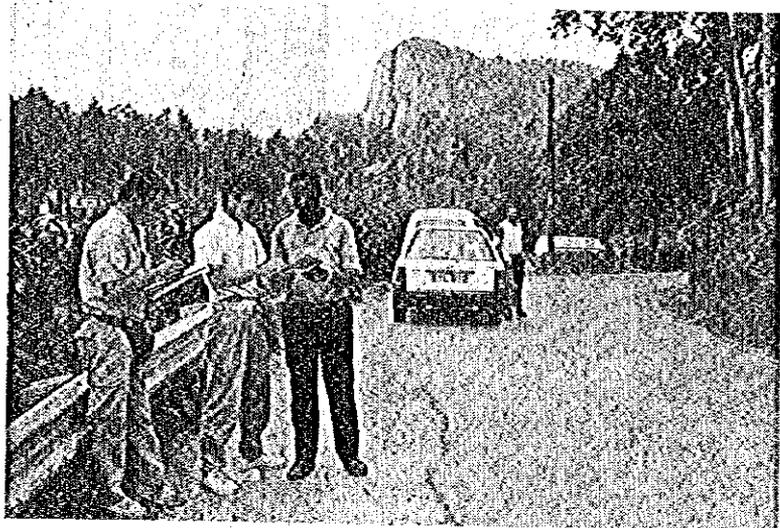


写真-11 現地補測

1) 国立公園管理事務所での調査



2) Taita Hillsにおける
住民からの聞き取り調査



3) 調査結果の整理

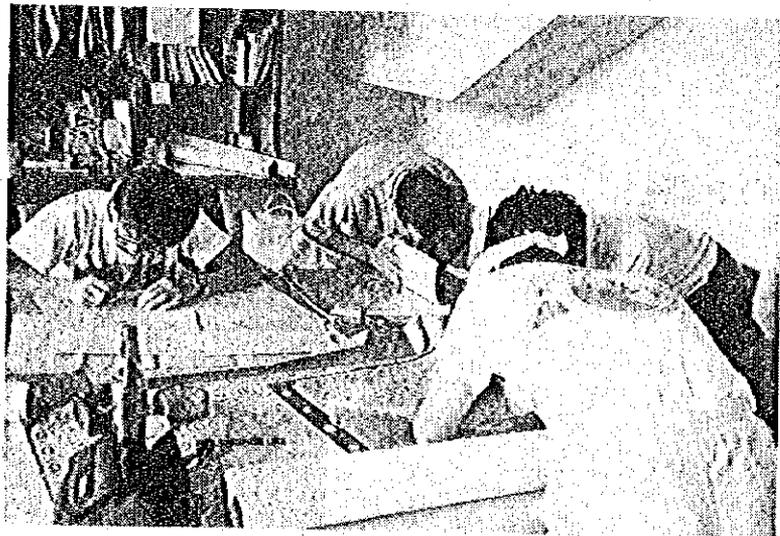
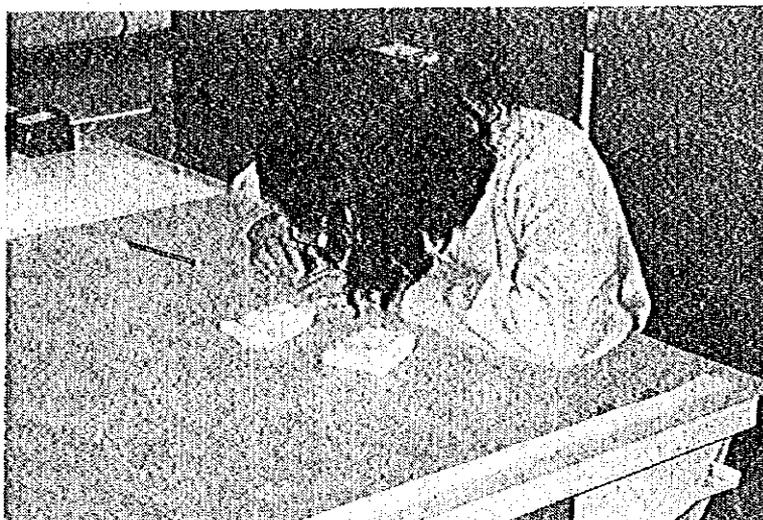
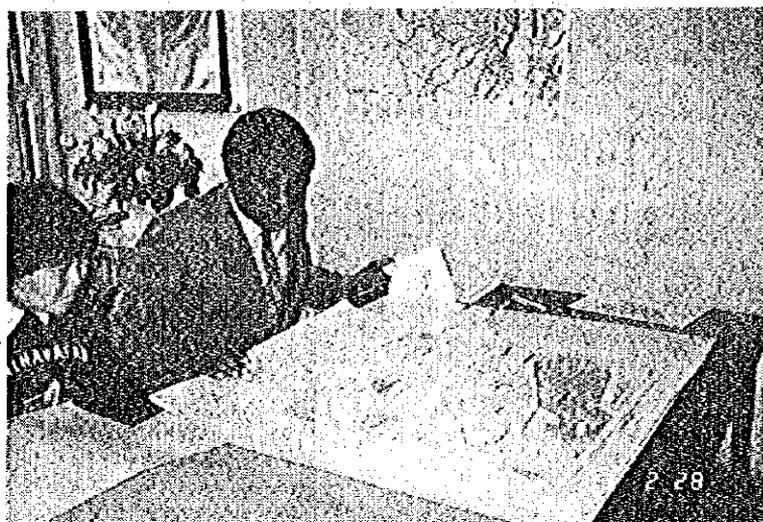


写真-12 製図・印刷

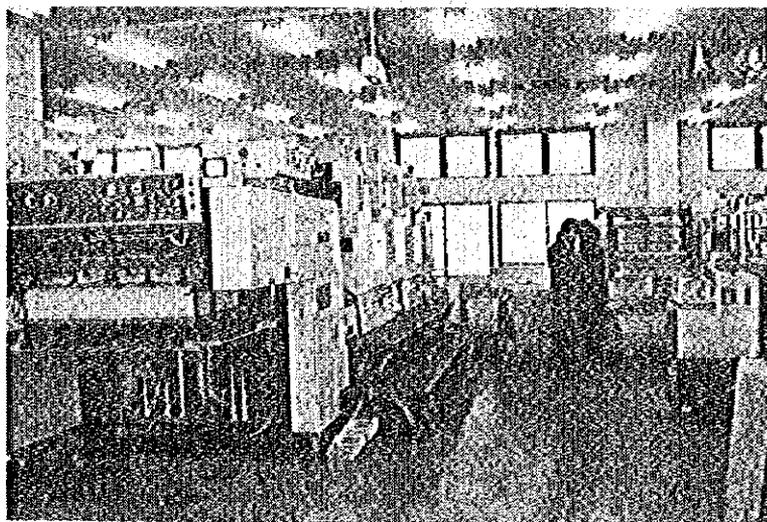
1) スクライピング



2) SKカウンターパート
の校正



3) 印刷機



ケニア国南部地区国土基本図作成調査総合報告書

目 次

プロジェクト関係位置図

序 文

伝達状

写 真

1	序論	1
2	調査の概要	2
2-1	ケニア国の要請と調査内容の決定	2
2-2	調査計画および実施	4
2-3	第4年次調査の概要	12
3	技術報告	17
3-1	測量設計	17
3-2	対空標識の設置	34
3-3	空中写真撮影	34
3-4	刺 針	37
3-5	標定点測量	37
3-6	空中写真測量	55
3-7	図 式	59
3-8	現地調査	61
3-9	図 化	62
3-10	編 集	65
3-11	現地補測	68
3-12	製 図	69
3-13	印 刷	74
3-14	考 察	77

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

1 序 論

ケニア国政府の要請により、国際協力事業団が実施したケニア国南部地区を対象する5万分の1国土基本図の作成調査は、1987年10月より開始し、1991年3月までの4カ年をもって終了した。

調査対象地域は東経37°45' 以東、南緯3°以南の面積29,800km²の地区で（巻頭の調査対象地域参照）、その殆どがコースト州に属し、一部イースタン州とリフトバレイ州に及び、東はインド洋に望み、南はタンザニアと国境で接している。この地域はモンバサ、マリンディなどの地方都市のほかケニア最大のサーボ国立公園等を包含している。沿岸部には海岸平野が発達し、内陸に向かって海岸山地、中央平原と高度を増し、調査地域西部は、デカ高原、セレンゲッティ高原、タイタヒル山塊などの高地が分布する。

インド洋に面したこの地域には東アフリカ最大の貿易港であるモンバサ港が立地するほか、マリンディ、キリファイ、シモニー等でのリゾート開発を初めとする各種の開発が進められており、今後さらに発展する地域として期待されている。

本報告書は、5万分の1国土基本図作成調査の各工程の解説とそれぞれの工程で作成された中間成果等の利用について取りまとめたものである。本調査で作成した国土基本図、空中写真、基準点測量の成果等が、この地域の開発、保全にかかわる各種の計画、調査に活用されることを期待するとともに、本報告書がこれらの成果を利用するうえで、役立つことを願うものである。

2 調査の概要

2-1 ケニア国政府の要請と調査内容の決定

2-1-1 要請の背景

ケニア国南部地区は、インド洋に面した沿岸地域で古くから貿易港として開かれたモンバサ、マリンディ等の都市が立地し、開発の可能性が高く、かつ、開発により発展する地域として期待されている。ケニア国政府は、この地域を第5次国家開発計画の重点地域に指定し、開発の推進に取り組んでいるが、開発計画を効果的に進めるには精度の高い地図が不可欠であり、その整備が求められている。しかし、この地域の基本図は英国により1950～1963年に作成されたもので、その後維持管理が行われず、経年変化が著しいことから現況とは大きく異なっている。また、高さの表示もフィート単位となっており、メートル法により全ての事業が行われている同国の現状にそぐわなくなっている。このため、メートル法により表現された精度の高い基本図の整備が緊急に取り組むべき課題となっていた。

一方、我が国は、1975年から1984年にわたり同国東部地区の国土基本図作成の技術協力を行った実績があり、ケニア国政府は、我が国に基本図作成について技術協力を求めてきた。

日本国政府は、この技術協力に関する要請に応え、1987年1月および同年3月に事前調査団を派遣し、ケニア測量局（SURVEY OF KENYA 以下SKと省略する）と協議を重ね、1987年3月19日、日・ケ両国間で合意した本件事業計画書（Scope of Work, 以下S/Wという）に基づいて、1987年度から4カ年計画によりケニア国南部地区の国土基本図を作成することとなった。

2-1-2 要請の内容

ケニア政府からの要請の骨子は次の各項目に関する技術協力であった。

- 1) ケニア南部地区約32,000km²の1:50,000国土基本図作成
- 2) 同地区の基準点の増設
- 3) 同地区の水準路線の増設
- 4) 4箇所の検潮場の設置
- 5) 同地区のランドサット映像モザイクの作成
- 6) 技術移転のための専門家派遣と現地教育に必要な器材の供与

これらの要請に対し、基本図の作成にかかわる技術協力の観点から、要請項目の1)、2)および3)の項目について、期間3～4年を予定し、具体案を検討することとなった。

2-1-3 調査内容の決定

(1) コンタクトミッション

ケニア国政府から要請のあったケニア国南部地区国土基本図作成について、その要請内容を確認、調査するため、日本国政府は1987年1月コンタクトミッションをケニア国に派遣した。

コンタクトミッションはケニア政府の測量機関であるケニア測量局と協議し、要請内容の明確化、基本図整備の重要性および緊急性、空中写真撮影および測量に関する諸制限とその許可手続き、ケニア国政府の協力、作成する基本図の精度および規格等について調査した。また、撮影機関、気象記録、地形図や基準点等の測量成果の整備状況について調査を行ったほか、現地の子察調査を実施した。

(2) S/Wミッション

コンタクトミッションの報告に基づき、日本国政府は同年3月S/Wミッションをケニア国に派遣した。同ミッションはケニア測量局と調査対象地域、適用する測量技術基準、撮影計画、適用する図式等について協議し、その結果をScope of WorkおよびMinutes of Meetings on Scope of Workにとりまとめた。また、本調査に備え、基準点の調査に重点を置いた現地調査を実施した。(付録-1参照)

2-2 調査計画および実施

2-2-1 調査の仕様

- (1) 成果品
- 空中写真 : 縮尺 1:60,000 (超広角カメラ使用)
撮影面積 29,800 km²
- 地形図 : 縮尺 1:50,000、図郭 15' × 15'、43面
- 印刷図 : 6色刷り 43面 各500枚
7色刷り 43面 各500枚
- (注:当初の6色刷り、43面、各1,000を変更)
- (2) 図式 アフリカ統一図式による。
- (3) 作業規定 JICA海外測量(基本図用)作業規定による。
- (4) 作業の基準
- 準拠楕円体 : クラーク 1880
- 投影法 : UTM
- 図郭 : 緯度15' × 経緯15'
- 等高線間隔 : 20m、平坦地は10m
- (5) 精度
- 地図の精度 : JICA作業規定精度区分A級
- 水準測量 : $5\text{cm}\sqrt{S}$ 、ただしSは観測距離km単位
- (6) その他 水準測量の標識間隔は約2kmとする。

2-2-2 年次別調査計画

S/Wに基づいて計画したケニア国南部地区国土基本図作成調査は、1987年度を初年度とする4カ年計画で実施することとし、その年次別調査計画の概要は次のとおりである。

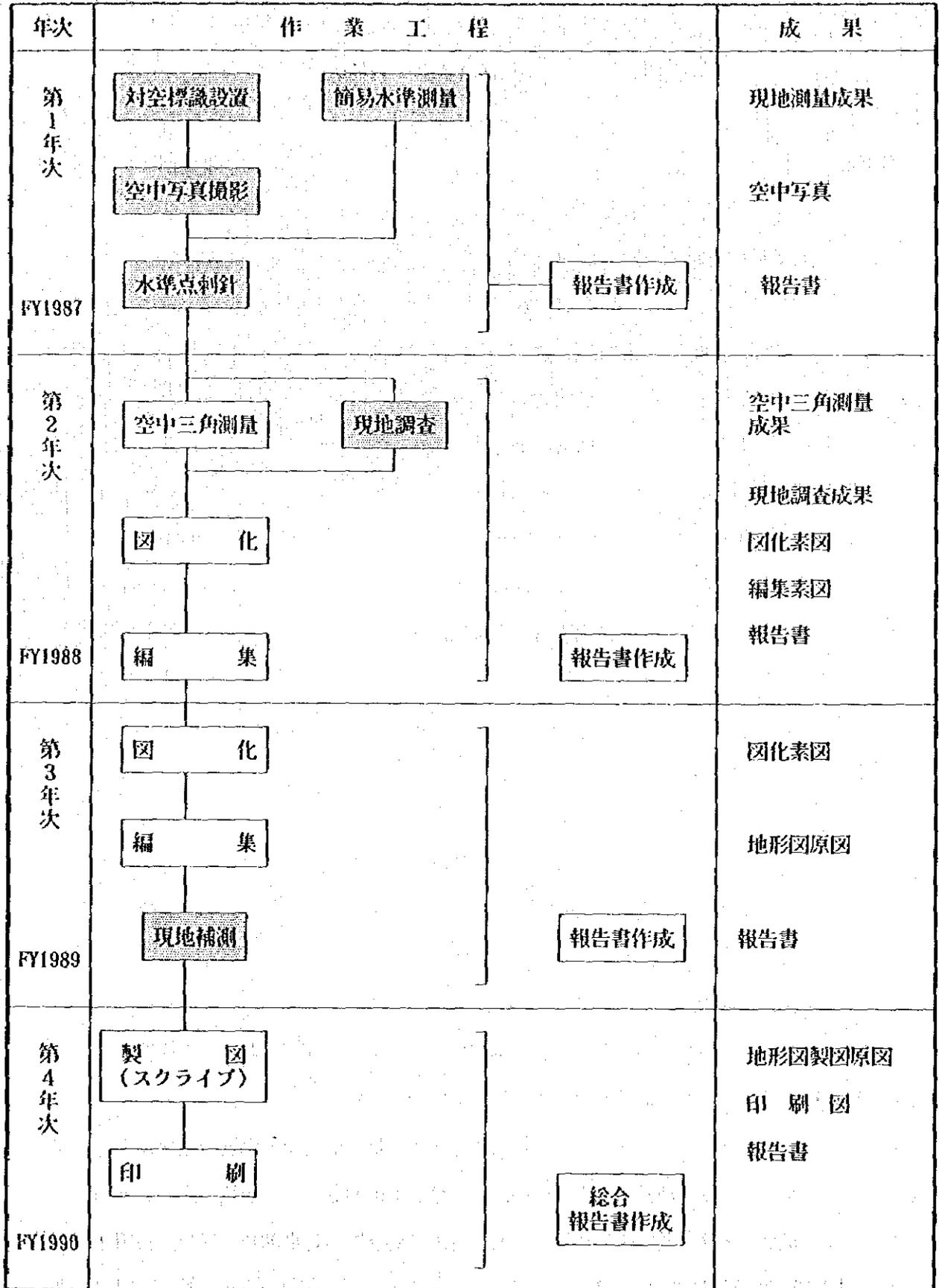
(図-1 年次別基本図作成調査の工程、表-1 年次別作業計画を参照)

表-1 年次別調査計画

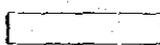
第1年次

国内作業	調査計画・準備	
	報告書作成 (和文報告書、英文報告書)	
現地作業	対空標識設置	40点
	空中写真撮影	縮尺 1:60,000 約29,800km ²
		部分撮影(水準路線) 撮影航長 1,500km

図-1 年次別基本図作成調査の工程（計画）



現地調査



国内調査

編集素図は現地補測の結果地形図原図となる。

簡易水準測量	720km
刺 針	既設水準路線 700km
	簡易水準路線 720km

第2年次

国内作業	調査計画・準備	
	空中三角測量	690 モデル
	図 化	11,475km ²
	編 集	11,475km ²
	報告書作成 (和文報告書、英文報告書)	
現地作業	現地調査	29,800km ²

第3年次

国内作業	調査計画・準備	
	図 化	18,325km ²
	編 集	18,325km ²
	報告書作成 (和文報告書、英文報告書)	
現地作業	現地補測	29,800km ²

第4年次

国内作業	調査計画・準備	
	製 図	29,800km ² (43面)
	印 刷	43面 各1,000枚
	総合報告書作成 (和文報告書、英文報告書)	

2-2-3 調査の実施状況

本調査は上記計画により進めたが、実施の過程で次の計画変更が行われた。

- (1) 第1年次撮影作業の天候障害による1部第2年次の実施
- (2) 三角点や水準点の亡失のため、第2年次に標定点測量、簡易水準測量の追加による実施
- (3) 撮影の遅れによる現地調査の1部(撮影未了地域)の第3年次(現地補測時)実施
- (4) SKの要請により、基本図の印刷を一般刊行用(6色刷)各図500枚、行政資料用(7色刷)各図500枚の2種に変更

これらの計画変更を必要としたが、本調査は当初計画期間の4カ年で終了した。本調査の当初計画に対する年次毎の実施状況は、次のとおりである。

1) 第1年次調査

- (1) 調査期間 自 1987年10月8日 至 1988年3月28日
- (2) 現地調査期間 自 1987年12月1日 至 1988年3月 8日
- (3) 現地調査人員 JICA調査団 18名 SKカウンターパート 4名
- (4) 計画と実施状況

調 査 計 画		実 施	
対空標識設置	40点	対空標識設置	40点 (5点不明 標定点を含む)
空中写真撮影		空中写真撮影	
1:60,000	4,000km (25コース)	1:6,000	3,300km (21コース)
1:40,000	1,500km (水準路線)	1:4,000	1,500km
簡易水準測量	720km	簡易水準測量	731.3km
水準点刺針	既設点 700km 簡易水準点 720km	水準点刺針	既設点 500km (147点) 簡易水準点 731.3km (357点)
報告書作成		和文報告書、英文報告書	

2) 第2年次

- (1) 調査期間 自 1988年7月1日 至 1989年3月28日
- (2) 現地調査期間 自 1988年7月25日 至 1989年10月27日
- (3) 現地調査人員 JICA調査団 18名 SKカウンターパート 4名
- (4) 計画と実施状況

計 画		実 施	
空中写真撮影		空中写真撮影	
1:60,000	780km (14コース)	1:60,000	780km (14コース)
標定点測量	9点	標定点測量	10点
簡易水準測量	200km	簡易水準測量	245.1km

これらの計画変更を必要としたが、本調査は当初計画期間の4カ年で終了した。本調査の当初計画に対する年次毎の実施状況は、次のとおりである。

1) 第1年次調査

- (1) 調査期間 自 1987年10月8日 至 1988年3月28日
- (2) 現地調査期間 自 1987年12月1日 至 1988年3月 8日
- (3) 現地調査人員 JICA調査団 18名 SKカウンターパート 4名
- (4) 計画と実施状況

調 査 計 画		実 施	
対空標識設置	40点	対空標識設置	40点 (5点 標定点不明)
空中写真撮影		空中写真撮影	
1:60,000	4,000km (25コース)	1:6,000	3,300km (21コース)
1:40,000	1,500km (水準路線)	1:4,000	1,500km
簡易水準測量	720km	簡易水準測量	731.3km
水準点刺針	既設点 700km	水準点刺針	既設点 500km (147点)
	簡易水準点 720km		簡易水準点 731.3km (357点)
報告書作成		和文報告書、英文報告書	

2) 第2年次

- (1) 調査期間 自 1988年7月1日 至 1989年3月28日
- (2) 現地調査期間 自 1988年7月25日 至 1989年10月27日
- (3) 現地調査人員 JICA調査団 18名 SKカウンターパート 4名
- (4) 計画と実施状況

計 画		実 施	
空中写真撮影		空中写真撮影	
1:60,000	780km (14コース)	1:60,000	780km (14コース)
標定点測量	9点	標定点測量	10点
簡易水準測量	200km	簡易水準測量	245.1km

現地調査	26,800km ²	現地調査	26,800km ²
空中三角測量	725モデル	空中三角測量	755モデル
図 化	11,475km ² (15面)	図 化	11,475km ² (15面)
編 集	11,475km ² (15面)	編 集	11,475km ² (15面)
報告書作成		和文報告書、英文報告書	

3) 第3年次

- (1) 作業期間 自 1988年9月4日 至 1990年3月28日
- (2) 現地調査期間 自 1989年1月8日 至 1990年3月8日
- (3) 現地作業人員 JICA調査団 13名 SKカウンターパート 4名
- (4) 計画と実施状況

計 画		実 施	
図 化	18,325km ² (28面)	図 化	18,325km ² (28面)
編 集	18,325km ² (28面)	編 集	18,325km ² (28面)
現地調査	3,000km ²	現地調査	3,000km ²
現地補測	29,800km ²	現地補測	29,800km ²
報告書作成		和文報告書、英文報告書	

4) 第4年次

- (1) 作業期間 自 1990年7月12日 至 1991年3月20日
- (2) 計画と実施状況

計 画		実 施	
製 図	29,800km ² (43面)	製 図	29,800km ² (43面)
印 刷		印 刷	
6色刷 43面 各500枚		6色刷 43面 各500枚	
7色刷 43面 各500枚		7色刷 43面 各500枚	
総合報告書作成		和文報告書、英文報告書	

2-2-4 調査の経過

本調査の経過は以下のとおりである。

1) 要請と事前調査

年月日	項目	内容
1982年5月	要請	ケニア国政府より日本国政府に対し、当該地区 国土基本図作成に関する技術協力の要請
1984年3月	再要請	再度要請
1984年1月25日 ～2月10日	コンタクトミッション	予備調査のためコンタクトミッションを派遣
1987年2月20日 3月23日	S/Wミッション	S/Wの協議および現地調査のためミッション を派遣

2) 第1年次

年月日	項目	内容
1987年10月8日 ～11月30日	国内作業	第1年次調査開始、計画・準備
1987年12月1日 ～1988年3月3日	現地作業	対空標識設置、空中写真撮影、簡易水準測量、 刺針の実施
1988年3月4日 ～3月28日	国内作業	成果の取りまとめ

3) 第2年次

年月日	項目	内容
1988年7月1日 ～7月24日	国内作業	第2年次調査開始、計画・準備
1988年7月4日 ～9月1日	個別研修	Mr. O. M. Wainaina 来日 (研修内容 : 計画全般)
1988年7月25日 ～10月25日	現地作業	空中写真撮影(未撮影部分)、簡易水準測量、 標定点測量、刺針
1988年11月8日 ～12月20日	個別研修	Mr. J. Kibore 来日 (研修内容 : 空中三角測量)
1988年9月1日 ～1989年3月28日	国内作業	空中三角測量、図化、編集

4) 第3年次

年月日	項目	内容
1989年7月18日 ～9月7日	個別研修	Mr. J. Ogutu 来日 (研修内容 : 図化、編集)
1989年7月18日 ～9月13日	個別研修	Mr. P. Muia 来日 (研修内容 : 図化、編集)
1989年9月4日 ～1990年1月7日	国内作業	計画・準備、図化、編集
1990年1月18日 ～3月18日	現地作業	現地調査(第2年次撮影分)、現地補測
1990年3月9日 ～3月28日	国内作業	現地作業整理

5) 第4年次

年月日	項目	内容
1990年7月12日 ～1991年3月20日	国内作業	製図、印刷
1990年10月15日 ～10月29日	現地作業	製図成果の現地確認 (主任技師現地派遣)
1991年2月8日 ～3月30日	個別研修	Mr. Z. N. Gitau 来日 (研修内容 : 地図作成全般)

2-3 第4年次調査の概要

第1年次から第3年次までは年次報告書を作成し、調査経過を詳細に記録したが、最終年次は総合報告書となるので、本報告に第4年次作業経過の概要を

2-3-1 調査概要

第4年次は、第3年次までに作成した地形図原図を用い、製図、印刷を行い、最終成果である国土基本図を作成した。S/Wでは、基本図の複製は全図葉43面について6色刷り、各面1,000枚と決まっていたが、SKの要請により次のように複製した。なお、製図、印刷を実施した図葉43面は図-2のとおりである。

一般刊行用	6色刷	43面	各500枚
行政資料用	7色刷	43面	各500枚

2-3-2 作業計画

作業計画は次のように計画し、計画のとおり終了した。

作業実施計画

製 図	1990年 7月中旬～1990年10月中旬
製図原図現地確認	1990年10月中旬～1990年10月下旬
印 刷	1990年10月下旬～1991年 3月中旬
総合報告書作成	1991年 1月中旬～1991年 3月中旬

2-3-3 主な仕様

基本図の製図、印刷に関する主な仕様は、次のとおりである。

1) 適用図式

適用する図式記号、整飾等の仕様は、SKと協議を重ね、加除訂正について合意したアフリカ統一図式とする。内容的には、昭和56年3月ケニア共和国「東部地区地図作成事業」の際に採用した図式（同総合報告書第13章）のうち井戸、泉、水溜、堀抜井戸の記号を変えたものと、今回新たに加わった下級境界（sub-district）に関して、その記号、注記等である。

2) 色数

一般刊行用および行政資料用の色の構成は次のとおり。

一般刊行用 : 次の6色とする。

黒（整飾、注記、グリット、植生記号、市街地）

青（河川、水部注記、水表面、水生植生）

赤（道路、道路注記、小径、境界）

褐（等高線、標高列、砂地）

緑（植生）

灰緑（地籍界、同注記）

行政資料用：一般刊行用の6色に、紫（sub-district 及び同行政名を表示）を追加した7色とする。

3) 面数：43面

4) 製図原図の作成：7色 43面

5) 基本図印刷枚数：6色刷 43面 各500枚

7色刷 43面 各500枚

2-3-4 製図原図の作成

製図原図の作成は、地形図原図をもとに、分版スライブ法により、図式および図式適用規程に従い、色数に応じたスクライブ版、マスク版、注記版を作成した。本作業に使用した材料は、いずれも日本の基本図作成用の材料と同様の、伸縮の少ない材料を使用した。

各工程とその概要は、次のとおりである。

1) 型付

スクライブシート等への型付は、ジアソ感光液を塗布したスクライブシートへ写真法により地形図原図を逆像により焼き付ける方法によった。焼き付けは、あらかじめ地形図原図と型付する各シートの所定の位置にパンチ穴をあけ、これを手掛りとして行った。

2) スクライブ版の作成

上記の型付したスクライブシートを色別に、図式に従ってスクライブを行った。スクライブの順序は、黒、青、赤、褐、灰緑、紫の順に行った。各スクライブ版の合口を調整するため、先に終了したスクライブ版を次にスクライブする版上に色を変えて重ね焼きし、逐次スクライブを行った。

また、製版および印刷時の版合わせの目安として、図郭の四隅に角形レジスターマーク及び、図郭外に十字レジスターマークを設けた。但し、後者は印刷開始後は消去する。

3) マスクシートの作成

対象物の形状が複雑なマスクシートの作成にはデイトライトピールコートを用い写真腐蝕法により切り取り線の型付をした上で、簡単な場合にはピールコートを用い地形図原因に重ね正確に該当部分を削刀で剥ぎとりマスクシートを作成した。

これについても、スクライプシートと同様にレジスターマークを設けた。

4) 地紋版の作成

植生等の記号に用いる地紋は、SKから提供された地紋版を複製して使用した。

5) UTMグリッドの作成

UTMグリッドは各図に共通するため、コординイトグラフによりスクライプしてポジフィルムを作成し、これを各図に合うよう調整、作成した。

6) 経緯度テック及び図郭線版の作成

経緯度テックの位置および図郭線は各図ごとに黒版のスクライプシートに製図した。

7) 注記版の作成

注記版は、注記資料図に基づき、あらかじめ書体、字大、図葉別に写真植字により作成し、その注記文字を所定の位置に貼り込む方法で作成した。

8) 整飾版の作成

整飾版はSKが提供したスタイルシートに従い作成した。その作成は、同緯度の図郭は共通であり、凡例、説明記事など共通する部分が多いことから、同緯度帯ごとに共通する整飾版を作成し、これを複製したものに、当該基本図に固有な図名、図番号、その他の当該注記の写真植字を貼付し、整飾版を作成した。

9) 製図原因の点検

作成した製図原因から、7色を用いた総合サーブプリントを作成し、製図原因の点検を行った。また、製図原因のSKによる点検を受けるため、別途に総合サーブプリントを作成してSKに送った。その後、SKによる点検結果の協議のため調査団員を現地に派遣し、協議結果を持ち帰り、製図原因の訂正を行った。

2-3-5 基本図の印刷

基本図の印刷は平版オフセット法により行った。その工程と各工程の概要は次のとおりである。

1) 製版用フィルムの作成

各色ごとに2~5版ある製図原図から製版用ネガフィルムを作成した。

2) 製版

製版用ネガフィルムから、アルミ製PS版を用い、写真製版法により各色ごとに製版を行った。

3) 校正用図の作成

作成した印刷版を用い、オフセット校正機により校正用図を作成した。

4) 校正

校正は、各色の合口および色の校正を行った。合口については、校正の結果に基づき印刷版の再製版を行った。また、色校正の結果は、個別研修のために来日中のSKカウンターパートと協議し、その合意により色見本を決定した。

5) 地形図印刷

校正用図による校正の結果、SKの同意を得て最終成果である基本図の印刷を行った。地図用紙は耐用性、画質の再現性等の物理化学適性の優れた用紙を用いた。また、印刷インキは色調、耐光性に優れたものを選択して使用した。

6) 印刷図の検査

印刷図は1枚ごとに、各版の合口、汚れ、カスレ、線画の欠落について検査したほか、色見本とも照合した。その結果、合格品のみを抽出し最終成果とした。

なお、不合格品は全て廃棄処分した。

3. 技術報告

3-1 測量設計

3-1-1 目的

本調査の目的はケニア国南部地区東経 $37^{\circ}45'$ 以東、南緯 3° 以南のうち、タンザニア国境を含む図葉を除外した約 $29,800\text{km}^2$ の地域に対して縮尺 $1/50,000$ 地形図を作成することにある。(巻頭の調査対象地域参照)

即ち主な調査事項は次のとおりである。

1. $1/60,000$ 空中写真撮影 約 $29,800\text{km}^2$
2. $1/50,000$ 地形図作成 約 $29,800\text{km}^2$ 43面

また、本調査の実施を通じてカウンターパートに対し、現地標定点測量より最終段階の印刷技術まで、地形図作成全般にわたる技術移転を行う。

3-1-2 調査の範囲

本調査の範囲はJICAとケニア国土地住宅省との間で1987年3月19日ケニア国ナイロビにて合意されたS/Wに示されたとおりである。その調査範囲は以下の通りである。

- (1) 空中写真撮影 超広角カメラにより縮尺 $1/60,000$ 白黒パングロの空中写真を撮影する。
- (2) 水準測量 空中三角測量及び図化作業に必要な垂直標定点設定のため簡易水準測量を行う。2km毎に標識をおく。
- (3) 標定点測量 写真標定に必要な標定点の設置を行う。
- (4) 対空標識の設置及び刺針 空中写真撮影以前に標定点(測地基準点)に対空標識を設置する。垂直標定点に対して刺針を行う。
- (5) 現地調査 土地利用、植生、その他の地図上の表現に必要な事項を現地で写真と対照確認する。その他の地図作成に必要な資料の収集を行う。
- (6) 空中三角測量 空中三角測量を解析法により行う。調整はブロック調整による。

- (7) 図化及び編集 図化は実体図化機を用い縮尺1/50,000で図化する。現地調査の結果を勘案して編集を行う。
- (8) 現地補測 図化の際写真上で確認できなかったもの、植生等を現地で確認し、編集素図上に記入する。(地形図原図の作成)
行政界及び地名等の注記の確認はSKが行う。
- (9) 製図 地形図原図に基づきポリエステルベース上に多色分版製図をスクライプ法により行い、地形図製図原図を作成する。図式及び記号はSKの採用しているものをもととする。
- (10) 印刷 写真製版法により地形図製図原図を用いて印刷版を作成する。
印刷はオフセットによる。

以上の各項目別の業務量は表-2の通りとした。

表-2 各項目別業務量

項目	内容	数量
空中写真撮影	縮尺1/60,000	29,800km ² に亘る地形図作成に必要な範囲
水準測量	簡易水準測量 (刺針を含む)	約 976km
標定点測量	衛星測地	10点
対空標識設置		40点
刺針	既設水準点	約 500km
現地調査		約29,800km ²
空中三角測量		755モデル
図化・編集		約29,800km ² (約38.9実面)
現地補測		約29,800km ²
製図		約38.9実面 (43形面)
印刷	6色刷	43面各500部
	7色刷	43面各500部

3-1-3 調査対象地域の概要

(1) 地理

調査対象地域は、南緯3°緯線と南西部のタンザニア国境およびインド洋海岸線で囲まれた逆三角形を形成する約29,800km²の地域で、調査対象地域の西側のタンザニア側にはアフリカ最高峰のキリマンジャロ山(5,894.8m)がある。また調査対象地域のほぼ中央をモンバサ市から首都ナイロビを通過してウガンダに至る国際道路が斜めに横切り、その東側と西側は広大な国立公園となっており、象・ライオンをはじめ多くの野性動物が生息している。モンバサ市より国際道路を約160km内陸へ進んだ町ボイより西側約30kmの処には地域内の最高標高2208mのタイタヒル山塊がある。また調査対象地域北部をほぼ東西にケニアの二大河川の一つであるガラナ(サバキ)川が走り、インド洋にそそいでいる。

調査対象地域の平均標高は約300mである。内陸部は一部標高1,000m以上の山地を含み平均標高約700mでこれよりインド洋(東側)に向かって約1/300の勾配で海岸線に至っている。その間のサバンナ地帯は小起伏が多い丘陵性の地形を示し、沿岸には標高20m前後の海岸丘陵が発達する。

インド洋に面した海岸一帯は、海浜リゾート地となっており高級ホテルが散在する。しかし都市や主要道路から外れた内陸部は半乾燥サバンナ地帯で、喬木やアカシア、アフリカ独特の大木バオバブが散在する草原となっており、広大な平原と丘陵地が続いている人口密度の低い地域である。サーボ西国立公園内のムジマスプリングの湧泉はその源をキリマンジャロ山に発し、毎秒数トン湧出し、サーボ川の源流地となっており、その水流の一部はパイプラインによってモンバサ市の飲料水として送水されている。しかし、その大部分はそのまま川となって流れ、途中で地下浸透あるいは蒸発のため、海岸まで達する量はかなり少なくなっている。

内陸のボイ付近、海岸のキリフィ付近では大規模なサイザル麻の農場栽培が行われており台地に広がる広大な栽培地の景観は見事である。インド洋沿岸では、サイザル麻、ココナッツ、カシューナッツ、マンゴーなどが換金作物として栽培が盛んである。

(2) 気象

ケニア国は気候的には乾燥サバンナ帯に属するが、地域により大きな変化がみられる。即ち北部および北東部の乾燥砂(土)漠地帯、首都ナイロビからウガンダ方面に広がる高原地帯、中部・東部・南部にかけての半乾燥サバンナ地帯、そしてインド洋沿岸の海洋性高温多湿地帯等に分けられる。調査対象地域には、その半乾燥サバンナ気候と海洋性高温多湿気候が含まれ、1月～3月頃の大乾季とこれに続く4月～6月頃の大雨季、そして7月～10月の小乾季、11月～12月の小雨季と続き一年が終わる。大乾季の季節は、毎日最高気温摂氏30°～34°程となり日射しが強く感じられる。インド洋沿岸付近とタイタヒル山塊での年間雨量は1,000～1,500mm程でその殆どは大雨季の5月に集中し、そのほかの内陸部では300～750mmで雨季でも比較的乾燥している。雨季でも一日中、雨が降っていることはなく、短時間の豪雨の場合が多いが曇り空の日が続く。大乾季の季節は、一日中晴天の日が続き空気もより乾燥する。

(3) 交通

首都ナイロビと第二の都市モンバサ市は、道路、空路、鉄道で結ばれており、バス、飛行機、列車により移動は容易である。これらの都市を結ぶ道路と、海岸沿いの道路は舗装されている。そのほかの町、村落へも無舗装ではあるが道路が通じており、自動車によるアクセスは簡単である。但し、土質が粘土質の処が多いため無舗装道路は乾季には通行可能であるが、雨季、降雨直後には通行が極めて困難或いは不可能となる。海上は調査対象地域外北部のラム島～モンバサ市間でダウ船により家畜、マングローブ材、生活物資の輸送が行われている。

ナイロビとモンバサの市内を走る市営バス、都市間を結ぶカントリーバス(私営)ブジョーサービス(6～9人乗りの高速乗合タクシー)、小型乗合自動車などが現地人の間で一般的に道路交通機関として利用されているが、特にマタツと呼ばれる小型乗合自動車は安く早く手軽に利用できるため、通勤、通学、買物に庶民の足として親しまれている。

飛行機は、ナイロビを中心として調査地区内の都市モンバサ・マリンディ間およびビクトリア湖畔の都市キスムに定期航空路があり毎日運行されている。モンバサ空港は国際空港として欧州よりの直接乗入れ便もある。また小型機専門の航空会社が多数あり、観光地への定期飛行やチャーター便が簡単に利用できる。

国立公園、野性動物保護区をはじめ小さな町にも、小型機が離着陸できる滑走路がありフライングドクターシステムにより緊急の場合、連絡さえつければ飛行機により医者の往診や病院への移送が可能である。

鉄道は、ナイロビ～モンバサ、ボイ～タベタ間等に敷かれており、大量輸送手段として利用されている。

3-1-4 作業計画

全作業は昭和62年10月より平成3年3月までに亘る4ヵ年計画で実施することとし、次の4段階よりなるものとした。各年次別の計画業務量は表-3の通りである。

(1) 第1段階(第1年次、昭和62年度)空中写真撮影、対空標識設置及び刺針、水準測量

1) 対空標識設置

所期の図の精度を保つために水平(位置)標定点はその精度として

$$0.07\text{mm} \times 1 / \text{図化縮尺} (= 0.07\text{mm} \times 50,000 = 3.5\text{m})$$

以内であることが必要である。このために水平標定点としては1・2等三角点及び多角点を使用する。空中写真撮影以前に使用予定水平標定点40点に対空標識を設置する。

(図-3)

2) 空中写真撮影

空中写真撮影は超広角カメラにて次の2種類を行う。

(a) 水準路線撮影 (図-4)

工程の能率化のため既設点及び計画水準路線刺針のためにこれらの水準路線に沿い約1,500kmに亘り縮尺1/40,000の空中写真の単コース撮影を行う。

(b) 対象全地域撮影 (図-5)

地図作成対象地域約29,800kmに亘り縮尺1/60,000空中写真の撮影を行う。

3) 水準点刺針

空中三角測量及び図化に用いるために、既設水準点(路線長約500km)の刺針を行う。

計画水準路線(約730km)の刺針は水準測量実施の際に併せて行う。使用空中写真は縮尺1/40,000空中写真の2倍伸ばし写真とし、刺針成果は必要に応じて後に縮尺1/60,000空中写真上に移写する。

表-3 年次別業務計画

年次	作業名	作業量	摘要
第1年次	対空標識設置	基準点 40点	5点標石不明
	空中写真撮影	縮尺1:60,000 3,300km 21コース 部分撮影 水準路線 1,500km	実施率約90% (全面積29,800km ² のうち)
	簡易水準測量	731.3km	
62年度	水準点刺針	既設水準路線 700km 簡易水準路線 731.3km	500km分 のみ実施
	報告書作成	日本語 30部 英語 30部	
第2年次	空中写真撮影	縮尺1:60,000 760km (撮影航長) 13コース	第1年次未撮影 分
	標定点測量	人工衛星観測 10点	
	簡易水準測量	245.1km (刺針を含む)	一級水準路線の 亡失部分および 基準点への取付
63年度	現地調査	26,800km ²	第1年次撮影部分
	空中三角測量	755モデル	
	図化	11,475km ² (15面)	
	編集	11,475km ² (15面)	
	報告書作成	日本語 30部 英語 30部	
第3年次	図化	18,325km ² (28面)	
	編集	18,325km ² (28面)	
	報告書作成	日本語 30部 英語 50部	
元年度	現地補測	29,800km ² (43面)	
	現地調査	3,000km ²	第2年次撮影部分
第4年次	製図(スクライプ)	29,800km ² (43面)	
	印刷	43面 6色刷 各500枚 7色刷 各500枚	各図葉の半数に 下級行政界を 加刷する。
2年度	報告書作成	日本語 30部 英語 50部	

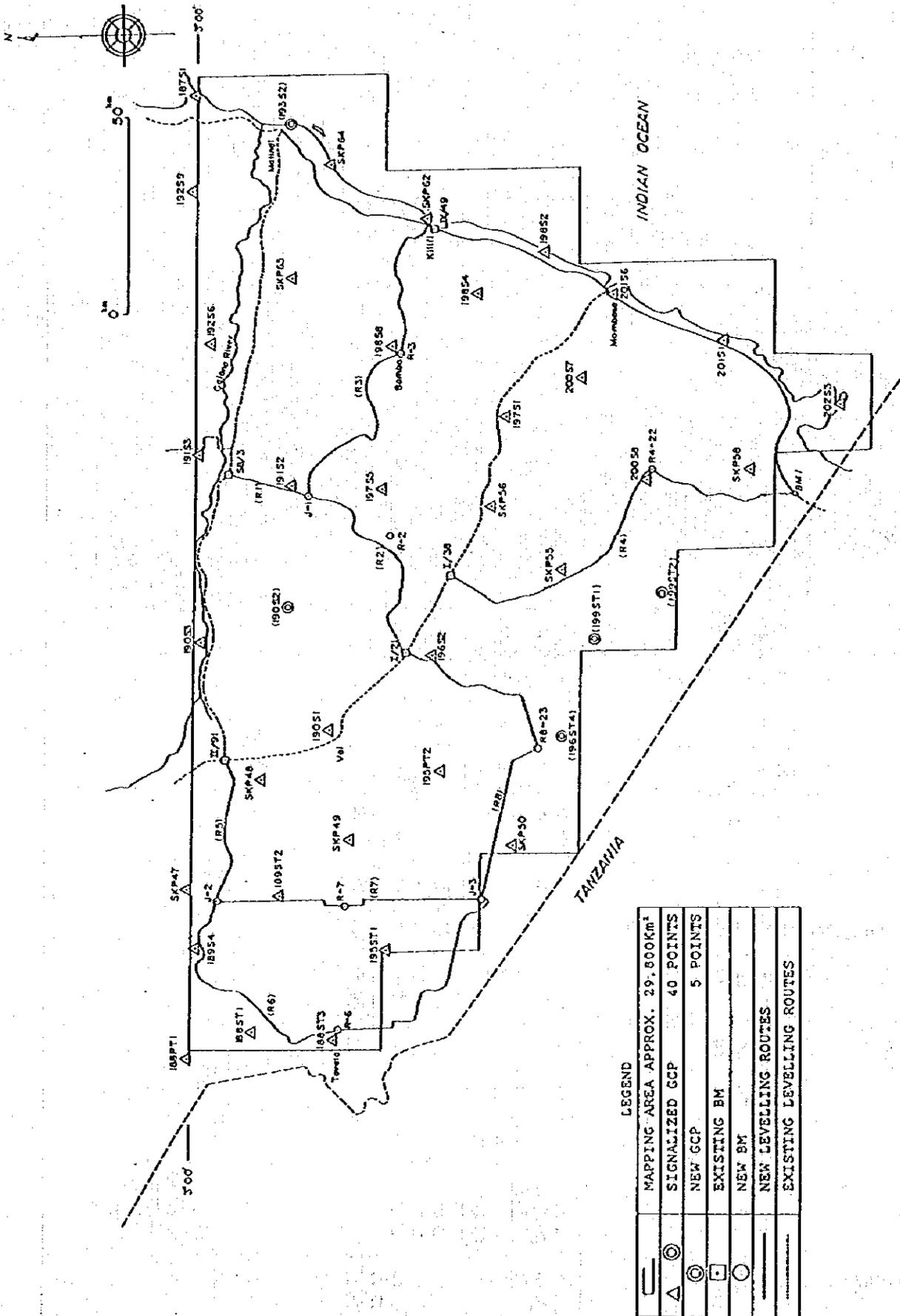
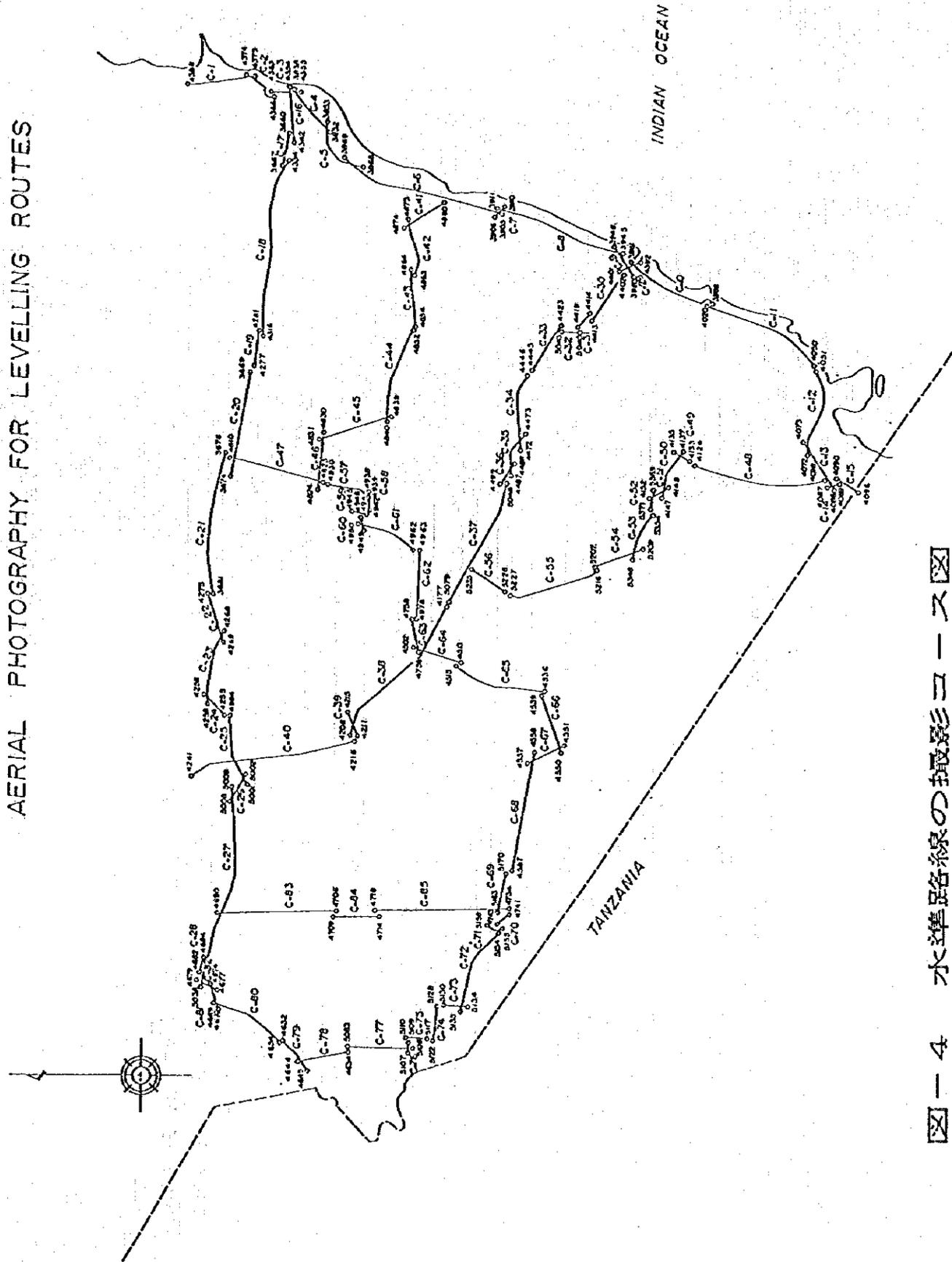
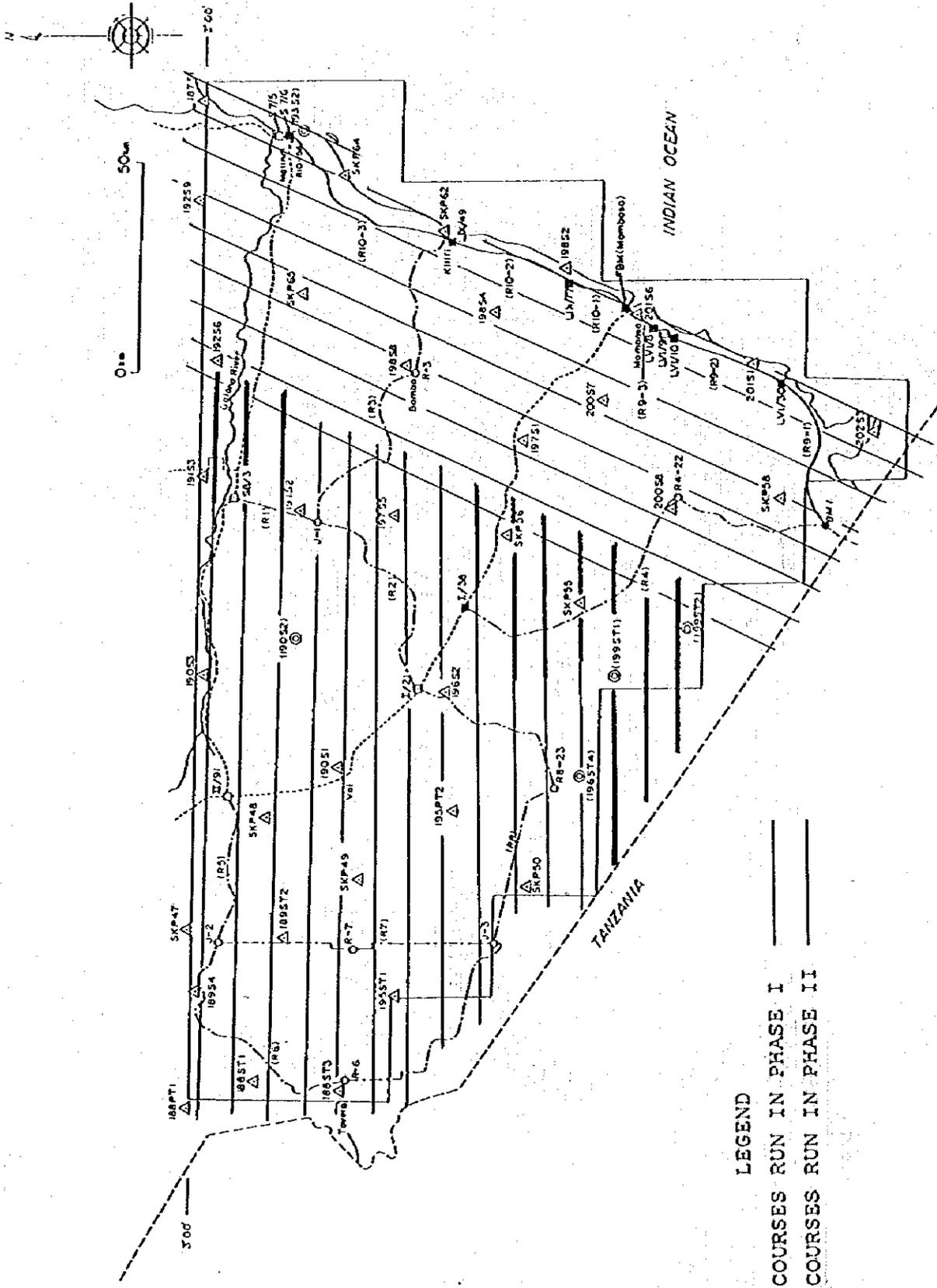


図-3 対空標識及び水準路線図

AERIAL PHOTOGRAPHY FOR LEVELLING ROUTES



図一四 水準路線の撮影コース図



LEGEND
 COURSES RUN IN PHASE I _____
 COURSES RUN IN PHASE II _____

図-5 空中写真撮影コース図

4) 水準測量

所期の図の高さの精度を確保するために垂直標定点の精度は

$$0.07 \times \text{等高線間隔} (= 0.07 \times 20\text{m} = 1.4\text{m})$$

以内であることが必要である。従って空中三角測量及び図化のために既設水準点を用いるが、これらは地域的に偏在しているため、これらを与点として簡易水準測量(約 730km)を行って補間する。(図-3) 観測される全ての路線上約 2 km 間隔毎に標識を設置、又は堅固な地物を選びこの点の標高を求め前項と同様に刺針する。

精度は $50\text{mm} \times \sqrt{S}$ (S: 路線長、単位 km) とする。

(2) 第2段階(第2年次、昭和63年度)空中写真撮影、標定点測量、水準測量、現地調査、空中三角測量、図化、編集

第1年次調査結果により、当初計画を変更し、空中三角測量(未了分)、標定点測量および水準測量を追加する。

1) 空中写真撮影

地図作成対象地域 29,800km² に亘る縮尺 1/60,000 空中写真撮影のうち第1年次未了の約 3,000km² の撮影を行う。(図-5)

2) 標定点測量

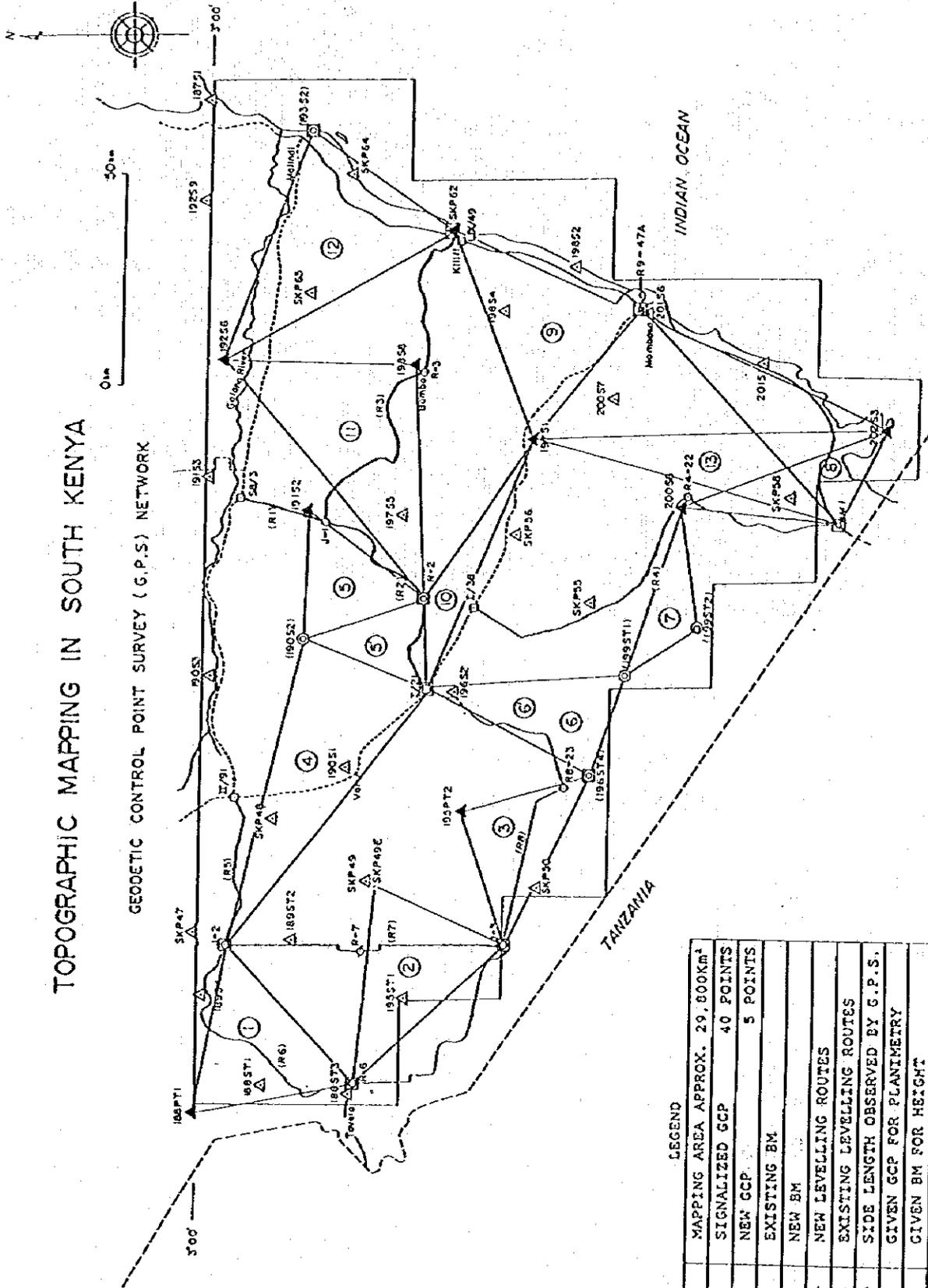
写真標定に用いる予定既設基準点のうち 10 点の標定点の測量を測地衛星観測法により行う。(図-6)

3) 水準測量

既設水準路線のうち標高の亡失している路線約 245km (マリンディ〜ルンガルンガ間) について簡易水準測量及び刺針を行う。(図-3)

TOPOGRAPHIC MAPPING IN SOUTH KENYA

GEODETIC CONTROL POINT SURVEY (G.P.S.) NETWORK



LEGEND

—	MAPPING AREA APPROX. 29,000KM ²
△	SIGNALIZED GCP 40 POINTS
○	NEW GCP 5 POINTS
□	EXISTING BM
○	NEW BM
—	NEW LEVELLING ROUTES
.....	EXISTING LEVELLING ROUTES
—	SIDE LENGTH OBSERVED BY G.P.S.
▲	GIVEN GCP FOR PLANIMETRY
□	GIVEN BM FOR HEIGHT

图-6 標定點測量視網圖

4) 現地調査

第1年次に撮影された範囲約26,800km²について現地調査を行う。実施は図式適用基準に従い、採用事項の選択、写真判読で表現出来ない地名、植生分類、地物名称、その他判読困難な事項を現地にて収集した資料を参考にしながら、空中写真を用いて調査すると共に、国内図化作業に必要な写真判読キーを作成する。現地進入に先立ち空中写真及び資料を用いて可能な限り判読の予察を行うものとする。地名、行政名の収集、照合はSKに依頼する。(図-7)

5) 空中三角測量

地上測量の成果及び縮尺1/60,000空中写真を使用して、空中写真測量により図化に必要なバスポイント、タイポイントの座標、標高を決定する。本作業では“P A T - M 4 3”独立モデル法による空中三角測量ブロック調整プログラムを用いて約755モデルの調整計算を解析的に行う。

調整計算後の標定点の残差及び隣接モデルとのバスポイント及び隣接コース間のタイポイントの較差は平面、高さ共、

$$\text{飛行高度} \times 1.4 \quad (\approx 5,400\text{m} \times 1.4 \approx 7.6\text{m})$$

以内とする。

6) 図化・編集

空中三角測量及び現地調査の成果と、縮尺1/60,000空中写真から実体図化機を使用して1/50,000地形図に必要な各種の表現事項を縮尺1/50,000で測定描画し、図化素図を作成する。主曲線間隔は20mとし、必要に応じて10m間曲線を描画する。航測単点は、標定点の配点を参考にしながら顕著な道路の交点、地形の特異点(山頂、凹地、変換点等)に重点を置く。図化素図と現地調査の資料を用いて編集し図式に従って編集素図を作成する。図郭の大きさは15'×15'とする。調査対象地域の北辺の、東部はJICA、西部はカナダが地形図作成を実施し、南辺のタンザニア側はオードナンスサーベイ(英国測量局)が実施中であるのでこれらの図との接合に留意する。このために刺針ダイヤポジ、空三成果、地形図原図コピー等の資料の入手をSKに依頼する。既成図とは原則として接合を取る。接合困難な場合にはSKと協議する。

本年次は11,475km²(15面)とし、本工程の残部は第3年次へ継続して行う。

TOPOGRAPHIC MAPPING IN SOUTH KENYA

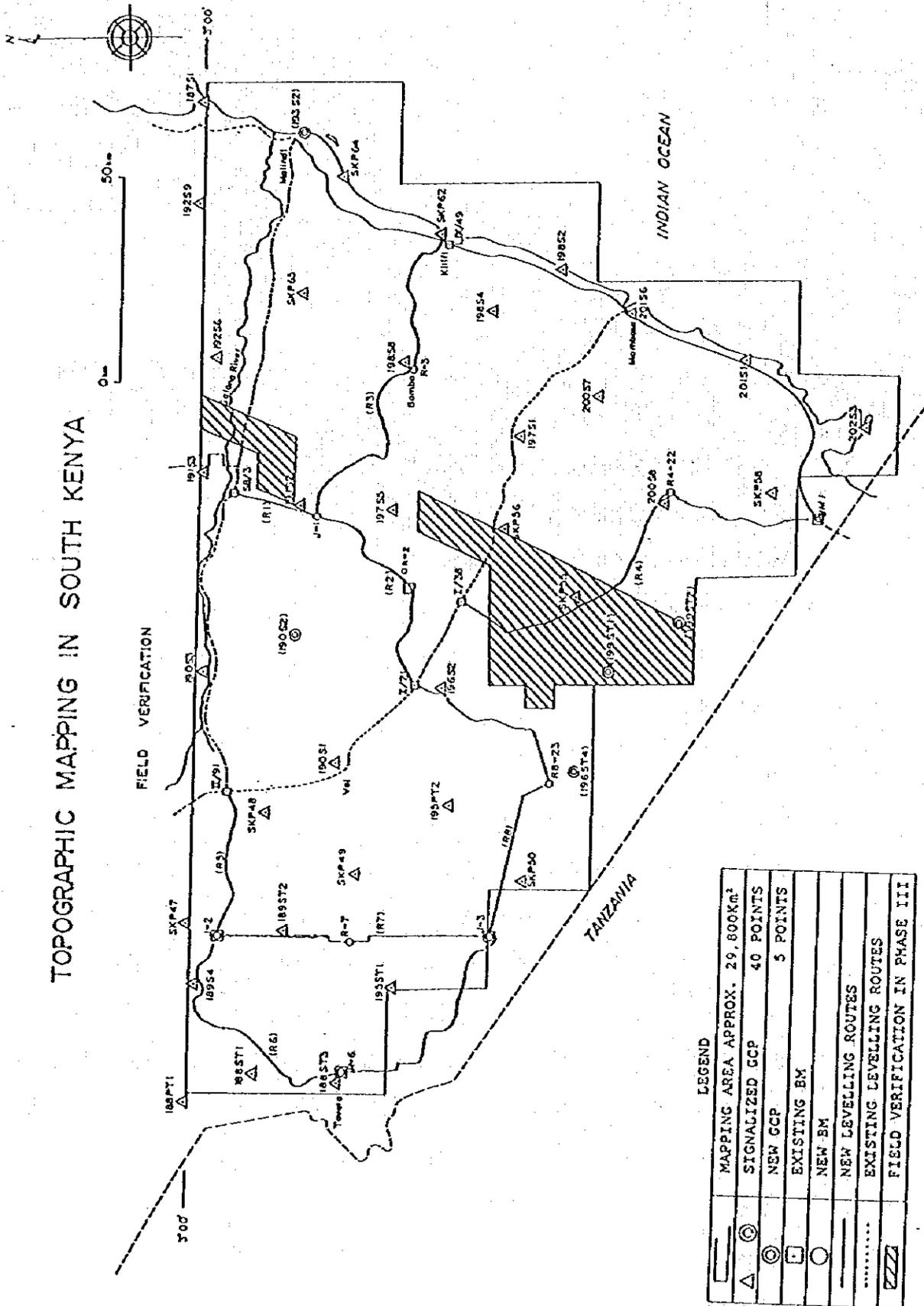


图 1-7 现状地形调查范围图

(3) 第3段階(第3年次、平成元年度)図化・編集(継続)、現地補測、現地調査

1) 図化・編集

本工程は第2年次に引き続き実施し、残部18,325km²(28面)を本年内に終了させる。

(図-8)

2) 現地補測

編集素図全図葉について、これに表現された地形、地物、地名及び図化編集課程で生じた不確定事項を現地で点検及び確認し図面に描入、確認を行う。なお、地名、行政名、行政界については前面的にSKの協力を仰ぐものとする。

3) 現地調査

第2年次に撮影された地域の図化は、写真の現地調査なしに行うので、写真判読上の点検を行う必要上、現地調査を実施する。(図-7)

(4) 第4段階(第4年次、平成2年度)製図、印刷

1) 製図

地形図原図を基にして7色カラー印刷用の印刷版作成に必要な分版スクライプ原図、マスク版、注記整飾版等を作成する。方式はネガスクライプ法によるものとする。この際これらの原版は製版及び印刷に便利なように1色1版となるように合版ネガフィルムを作成する。また図の維持管理(修正)に便利なように主に線画部分を合成した総合ポジフィルムを作成する。

2) 印刷

合版ネガフィルムを用いて写真製版法により印刷版を作成する。1/50,000地形図43面の6色および7色カラー印刷をオフセット法により行う。各図葉の印刷部数総部1,000部とする。うち500部は一般図として6色刷、500部は行政上の使用のため、下級行政界を別色で加刷した7色刷りとする。印刷用紙の規格、寸法についてはSKと協議して決定する。

(5) 作業工程

調査は計画通り実施され平成3年3月に完了した。

実施した全作業の工程の流れを図-9に示す。

TOPOGRAPHIC MAPPING IN SOUTH KENYA

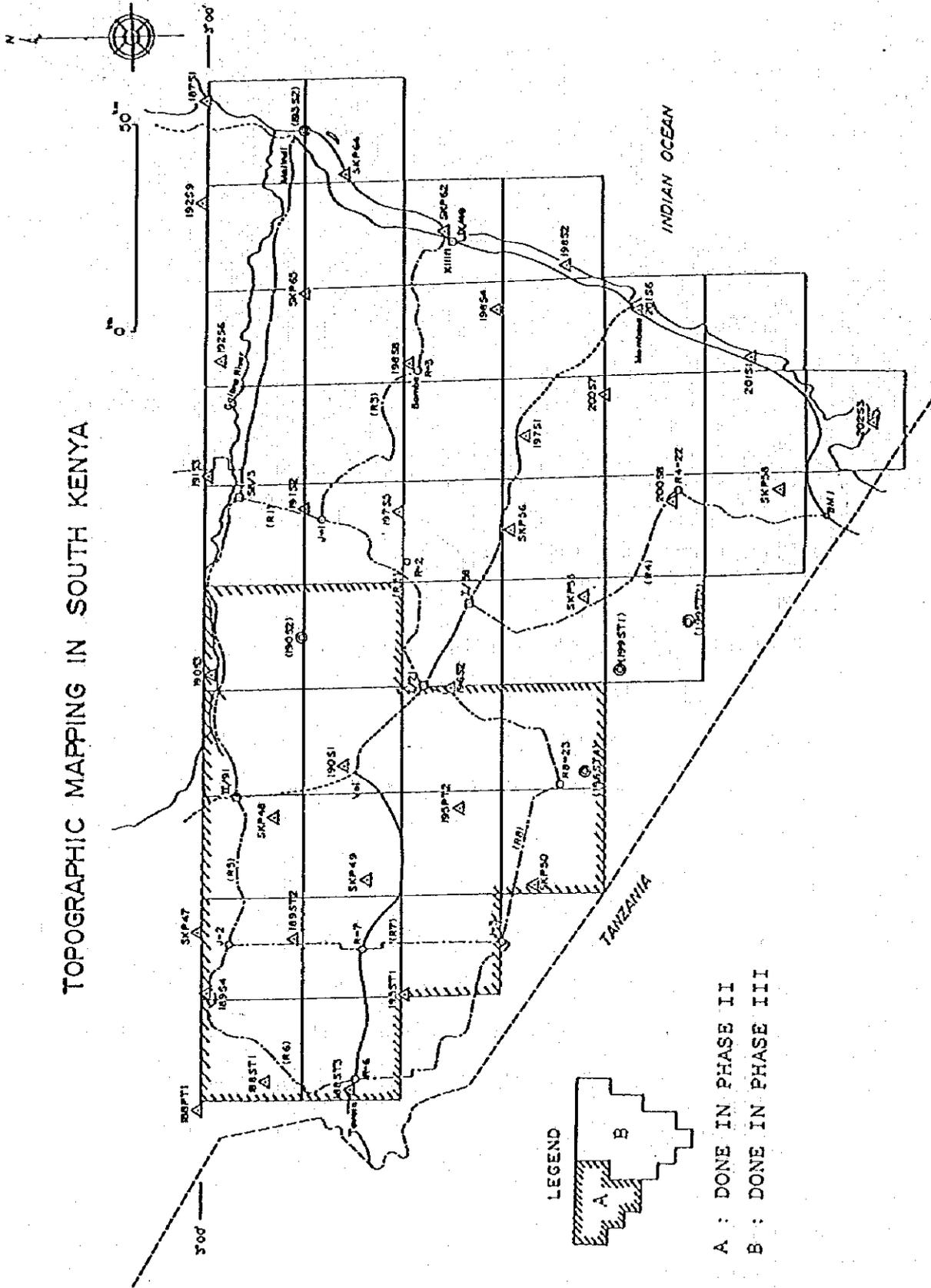
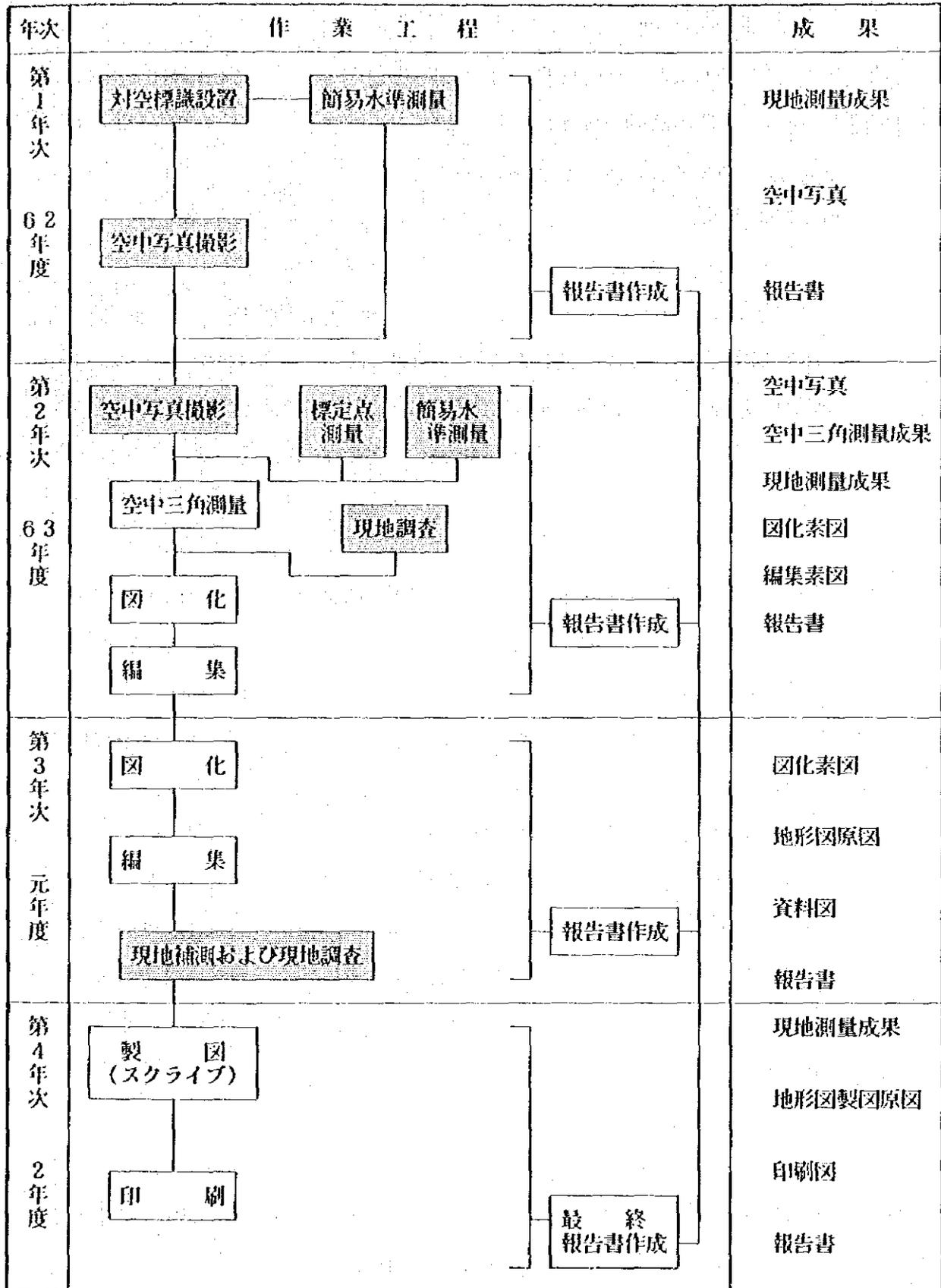


图 8 图化編集範圍

図-9 地形図作成工程



現地作業

国内作業

3-2 対空標識の設置

3-2-1 概要

空中三角測量および図化のための水平標定点として既設三角点及び多角点（以下「三角点等」と言う。）の内から40点を図化用空中写真撮影計画図上に選定し、これに対空標識を設置した。

3-2-2 対空標識の設置状況

対空標識が設置できた三角点等は40点のうち35点で、残りの5点は調査の結果発見出来なかったため、これについては三角点が設置された場所の近傍に対空標識を設置し、後に標定点測量を実施してその位置及び標高の決定を行った。（図-3）

3-2-3 対空標識の形状等

対空標識の形状は原則として4枚羽根とし、設置箇所周辺の状況により3枚羽根とした。1片の形状は5m×1mの長方形とした。

対空標識に使用した材料は、現場の状況により下記の仕様とした。

- 1) 地表に岩石又は岩塊の多く露出している所では、岩石表面に対空標識の形状の白ペンキを塗布した。
- 2) 三角点等の周辺で岩石片の集められる所又は、岩石片の搬入の可能な所では、対空標識の形状に岩石片を敷きつめ、これに白ペンキを塗布した。
- 3) 海岸沿いの丘陵地やブッシュ内等で交通の非常に不便な所では、伐採等の木片を対空標識の形状に敷きつめ、白ペンキ又は白色石灰を塗布した。

3-3 空中写真撮影

3-3-1 概要

空中写真撮影実施は、ケニア国ナイロビに本社を置くフォトマップ社（PHOTOMAP）と空中写真撮影に関する契約を締結し、刺針用写真及び図化用写真の撮影を行った。

(1) 刺針用写真の撮影

1) 撮影計画

刺針用写真の撮影は、広角カメラを用いて縮尺1:40,000程度の撮影を行う事とした。撮影コースは水準路線とし、オーバーラップ10~15%まで撮影航長約1,500km(既設水準路線500km、簡易水準路線976km)を行うこととした。

2) 撮影基地

ボイ及びマリンディ空港

3) 撮影機及び航空カメラ

撮影機 : Cessna404 Twin Engine Turbo Charged

航空カメラ : Wild RC-10/88mm lens cone

4) 航法装置

Teledye Ryan Doppler

Sperry C-12 Compass System

5) 航空フィルム及び印画紙

航空フィルム : Kodak double X Panchromatic Aerographic type 2405

印画紙 : Kodabrome 11 RC

6) 撮影の実施

撮影作業は、昭和62年11月9日~昭和62年11月28日の間に行った。

撮影時における太陽高度は30°以上を標準としたが、天候状態が悪く、その制限をゆるめると共に縮尺は1/8,000~1/40,000の範囲となったが作業上支障がなかったので容認した。

7) 撮影結果

既述の通り写真縮尺は雲の関係で撮影高度を変えたため変化したが、計画した路線すべての撮影を終了した。撮影の結果は次の通りである。(図-4参照)

撮影コース数 85コース

撮影写真枚数 1,052枚

(2) 図化用写真の撮影

1) 撮影計画

図化用写真の撮影は、S/Wで述べているとおり、超広角カメラを用いて縮尺1:60,000の撮影を行うこととした。

撮影コースの方向とコース数は、

地 区	コース数	基準面
東ブロック : 略南北	9コース	500m
西 " : 東西	15コース	1,000m
タイ・コース: タンザニア国境沿い	1コース	500m

とした。オーバーラップ55~65%、サイドラップ25~35%を標準とした。ただし、海岸沿いの2コースのサイドラップは40%以上とし、そのうち内側のコースの写真の焦点は全て陸上にあるよう配慮する。また、内陸側のタイタヒル山塊を含むコースでは、高低差が著しいためサイドラップは40%程度としステレオギャップが生じないように計画した。

2) 撮影基地

ボイ及びマリンディ

3) 撮影機及び航空カメラ

(1)の3)と同じ。

4) 航法装置

(1)の4)と同じ。

5) 航空フィルム及び印画紙

(1)の5)と同じ。

6) 撮影の実施

撮影は天候不順のため次の2期に行われた。

- a. 自1987年12月29日-至1988年2月22日
- b. 自1989年 2月13日-至1989年2月27日。

7) 撮影結果

撮影の実施結果は次の通りである。(図-5)

撮影コース数 25コース

撮影写真枚数 959枚