

国際協力事業団

アンゴラ国公共事業・都市計画省

Japan International Cooperation Agency

Ministry of Public Works and Urban Planning, Angola

アンゴラ国国家開発・改善計画のための

総合地理データベース構築調査

ファイナルレポート（要約）

Establishment of Comprehensive Geographic Database System  
for  
The National Rehabilitation and Development  
in  
The Republic of Angola

平成 14 年 3 月

（株）パスコ  
Pasco Corporation

### Exchange Rate

US Dollar(US\$)	Japanese Yen(¥)	Date
1.00	131.45	Dec. 1997
1.00	144.30	Jun. 1998
1.00	108.15	Sep. 2000
1.00	126.35	July 2001
1.00	123.91	Sep. 2001

## 序 文

日本国政府は、アンゴラ共和国政府の要請に基づき、アンゴラ国国家開発・改善計画のための総合地理データベース構築調査に係る開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は平成 9 年 11 月から平成 14 年 3 月まで、株式会社パスコの平井雄を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、アンゴラ共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本調査報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 14 年 3 月

国際協力事業団

---

総裁 川上 隆朗

## 伝 達 文

国際協力事業団

総裁 川上 隆朗 殿

ここに、アンゴラ国国家開発・改善計画のための総合地理データベース構築調査報告書を提出できることを光栄に存じます。

株式会社パスコによって構成された私を団長とする調査団は、国際協力事業団との業務実施契約に基づき、平成9年11月から平成14年3月までの間、6回にわたりアンゴラ共和国において、数値地形図データベース構築作業に必要な現地作業をカウンターパート先と協力して調査実施するとともに、航空写真撮影作業の再委託、デジタルデータのプレゼンテーション等を実施致しました。また、この間に日本にてデジタル図化・編集、GISデータの作成等を行い、その結果を本報告書としてとりまとめました。

調査団を代表して、アンゴラ共和国政府及びその他の関係機関に対し、アンゴラ共和国滞在中に受けたご好意と惜しみないご協力に心からお礼申しあげます。

また貴事業団、外務省、国土交通省、在ジンバブウェ共和国日本大使館及び関係諸官庁に対しましても、貴重なご助言とご協力をいただいたことに深く感謝申し上げます。

平成14年3月

アンゴラ国国家開発・改善計画のための総合地理データベース構築調査

---

調査団総括 平井 雄



## 目 次

序論 .....	1
1. 調査業務の概要 .....	2
1.1. 調査の目的 .....	2
1.2. 調査対象地域 .....	2
1.3. 調査内容の概要 .....	3
2. 本調査の基本仕様 .....	7
3. 調査業務の構成 .....	8
3.1. 調査実施機関 .....	8
3.2. 年次毎調査項目 .....	8
3.3. 現地調査派遣人員 .....	10
3.4. 日本への研修員受け入れ .....	12
4. 調査業務の計画と実績 .....	12
5. 調査の内容 .....	17
5.1. 縮尺 1/100,000 地形図相当デジタル・データ作成 .....	17
5.2. 縮尺 1/25,000 地形図相当デジタル・データ作成 .....	27
5.3. 縮尺 1/25,000 相当土地利用デジタル・データ作成 .....	33
5.4. 縮尺 1/25,000 地形図印刷図作成 .....	34
5.5. 縮尺 1/1,000,000 地図相当デジタル地図データ作成 .....	35
5.6. 縮尺 1:30,000 航空写真撮影及び衛星画像取得 .....	39
5.7. 縮尺 1:10,000 航空写真撮影及び衛星画像取得 .....	42
5.8. GIS 構築 .....	44
6. 最終成果品 .....	48

## 序論

アンゴラ国は 40 年に亘る戦乱の影響により、数百万人の国内難民が都市部へ流入し、行政側からの確固とした指導が希薄な状況の中で、これらの難民が無原則的に定住している。その結果、都市部では公共施設をはじめ各種社会基盤が壊滅的状況にある。他方、地方では土地の放棄などにより、土地所有状況に大きな変化が生じ、非常に不安定な状況にある。このような状況の中で、アンゴラ国政府は緊急に国の復興を果たすため努力している。復興に当たっては、難民の定住を図り、国家としての生産活動を活性化させるとともに、豊富な資源の有効活用を促進することが重要である。

アンゴラ国は本来、石油、ダイヤモンド等の鉱物資源が豊富で、かつ広大で肥沃な農業適地をもっている。したがって、豊かな国土を建設できる大きな可能性をもっている。

このような可能性を現実のものとする適切な復興計画を策定するためには、最近の土地利用状況を的確に把握することが不可欠である。また、復興の各段階における状況の把握及び問題点の明確化のため、地理情報システムの活用を図ることも重要である。

それにも拘わらず、現在、アンゴラ国で国土再建計画策定に利用出来る地図は、国防省測地・地図局( *Ministério da Defesa, Instituto de Geodesia e Cartografia de Angola "IGCA"* ) が保管している 1986 年前後に旧ソ連邦の援助で作成された全国土をカバーする縮尺 1/100,000 地形図及び首都ルアンダ周辺の縮尺 1/25,000 地形図があるのみである。しかしながら、これらの地図も市街地の破壊、都市周辺での難民集落の集積、地方住民の土地の放棄等の経年変化が大きく、的確な復興計画の策定には不適當である。

このような現状に鑑み、アンゴラ国政府は公共事業・都市計画省(*Ministério das Obras Públicas e Urbanismo "MINOPU"*)を通じて、地理データ、土地利用データの作成及び総合地理データベース (GIS) の構築を我が国に要請したものである。

この要請に応え、我が国政府は 1996 年 12 月に予備調査団を現地に派遣し、1997 年 2 月下旬から 3 月上旬にかけて事前調査団を派遣、調査団は要請元である公共事業・都市計画省と協議を重ねた結果、1997 年 3 月 6 日に、両者間で本件調査計画 (以下、S/W と呼ぶ) の合意がなされた。

本件、『アンゴラ国国家開発・改善計画のための総合地理データベース構築調査』は、この S/W に基づき、日本の 1997 年会計年度を初年度とする第 4 年次 (35 ヶ月) で実施することになったものである。

しかしながら、実施に際しては、調査業務の中で重要な役割を占める調査地域の航空写真の撮影業務が、対象地域の気象条件、撮影機の運航上の制約、その他諸々の事由により困難を極めた。更に、実施期間中の一時期に反政府組織の活動が Luanda 周辺部でも活発となり、日本国側の調査団の現地進入が中断され、結果的に「52 ヶ月」を費やして、2002 年 3 月に調査を終了するに至った。

## 1. 調査業務の概要

### 1.1. 調査の目的

本調査の目的は以下とおり。

Angola 国の要請にもとづき、人工衛星からの画像を利用して、西部海岸地域約 120,000km<sup>2</sup> を対象に、縮尺 1/100,000 相当の地形図データを作成するとともに、航空写真を利用して首都 Luanda の 1,000km<sup>2</sup> を対象に、縮尺 1/25,000 相当の地形図データ及び土地利用データを作成する。また、全土を対象に縮尺 1/1,000,000 の既存地図をデジタル化し、これらを総合地理データベースとしての基盤データを構築する。

石油生産基地である Cabinda 州、Zaire 州西部、及び首都 Luanda への食料供給となる西部海岸地域中央部の農業生産地域、概ね 67,000km<sup>2</sup>、を対象に航空写真を撮影する。

調査作業を通じて、Angola 国カウンターパートに対して技術移転を図る。

### 1.2. 調査対象地域

各調査項目に伴う対象地域は巻頭 Location Map に示す以下のとおり。

縮尺 1/100,000 相当の地形図データ作成

西部海岸地域中央部 Zaire 州南部、Uige 州西部、Cuanza-Norte 州、Cuanza-Sul 州西部、Luanda 州、Huambo 州中央部、Benguela 州 の概ね 120,000km<sup>2</sup>。

縮尺 1/25,000 相当の地形図データ及び土地利用データの作成

首都 Luanda 中心部の概ね 1,000km<sup>2</sup> の範囲

縮尺 1/1,000,000 地図データの作成

Angola 国全域の概ね 1,250,000km<sup>2</sup> の範囲

航空写真撮影及び衛星画像取得

1) 縮尺 1/30,000 (白黒)

Cabinda 州及び Zaire 州西部、Malanje 州南西部、Cuanza-Sul 州東部そして Luanda 地域 (1,000km<sup>2</sup>) を含む概ね 68,000km<sup>2</sup>

2) 縮尺 1/10,000 (カラー)

首都 Lunda の概ね 1,000km<sup>2</sup>

### 1.3. 調査内容の概要

調査内容の概要は下記のとおりである。

#### 1.3.1. 縮尺 1/100,000 地形図相当デジタル・データ作成

アンゴラ国西部海岸地帯は人口が集中しており、開発の政策決定が急がれている地域で、さまざまな地理的情報を管理し地域の現状を把握する必要がある。このため、地理情報を一元的に管理し利用するための GIS (Geographic Information System) の基盤となる縮尺 1/100,000 地形図デジタル・データを作成する。データの作成は、現地調査を実施しないことと整備の緊急性を考慮し、以下の方法で実施した。

- ・ 既存の縮尺 1/100,000 地形図をデジタル化してデジタル地形図データとした。
- ・ 最新の人工衛星画像 (“SPOT”) により地物、植生の経年変化についてデジタル編集を行った。
- ・ 地物、植生等に関する情報の取得に必要な判読基準は、既存の地形図と航空写真を対比することにより、判読キーを作成した。

#### 1.3.2. 縮尺 1/25,000 地形図相当デジタル・データ作成

首都 Luanda 地域は、特に人口の集中が著しく具体的な開発・改善計画の実行を急ぐ必要がある。このため、開発・改善の具体的なプログラム実施のための計画に供する地形図データベースを整備した。

この Luanda 地域には、既存の基準点に関連づけた標高基準点および GPS による平面基準点を新設し、これらの地点の対空標識設置、航空写真上への刺針を行った。地図データの取得は空中三角測量を実施した新規撮影の航空写真に基づくデジタルマッピングによって、アンゴラ国側 (IGCA) が提供する資料と現地調査成果により実施した。

#### 1.3.3. 縮尺 1/25,000 相当土地利用デジタル・データ作成

Luanda 地域の現況、実態を把握するために地形図情報と合わせて、最も基礎的な主題情報である土地利用デジタル・データを作成した。土地利用情報の項目は、建物・敷地の用途分類を中心としたアンゴラ国側と合意された分類項目に基づいた。

土地利用の分類作業は、縮尺 1/10,000 カラー航空写真および縮尺約 1/30,000 白黒航空写真 IKONOS 衛星画像による判読により行い、これに基づく現地調査を実施した。

#### 1.3.4. 縮尺 1/25,000 地形図印刷図作成

縮尺 1/25,000 地形図デジタル・データは 5 色印刷用に Draw Software を使用してコ

ンピュータ編集を行い、各色別の版下用出力図をイメージ・セッターにより作成して各図葉、1,000部の印刷図を作成した。

#### 1.3.5. 縮尺 1/1,000,000 地図相当デジタル・データ作成

アンゴラ国側に簡便に GIS に関する知識、技術を習得させるとともに、各種地理情報の管理のため、全国レベルの縮尺 1/1,000,000 地図デジタル・データを作成した。このデジタル・データは US Department of Defense で作成された”Digital Chart of the World”のアンゴラ国の水系データ等を抽出し、これらを基準として既存の 1/1,000,000 道路地図のデジタル・データ及び既存のアンゴラ国行政地図のデジタル・データ、さらにインターネットで取得した US の Institute of Geology の作成した植生データを再編集し、これらを合わせ作成したものである。

#### 1.3.6. 縮尺 1/30,000 航空写真撮影及び衛星画像取得

Luanda 地域の縮尺 1/30,000 白黒航空写真は計画どおり撮影できたが、それ以外の地域（約 67,000km<sup>2</sup>）の縮尺 1/30,000 航空写真は対象地域の気象条件が非常に悪く、そのうえ撮影の許可がタイムリーに取得できなかったこともあり、計画どおり撮影できなかった。

最終的に航空写真の代替として、Luanda 地域以外の対象地域はフランス国の資源探査衛星である 10m 解像度の”SPOT”データを取得し画像を作成した。

#### 1.3.7. 縮尺 1/10,000 航空写真撮影及び衛星画像取得

縮尺 1/10,000 航空写真は Luanda 地域の土地利用情報取得を目的としてカラー撮影を実施した。しかしながら、白黒航空写真撮影の場合と同様、対象地域の約 1/3 の部分は期間内に実施出来なかった。

この航空写真の撮影出来なかった部分は米国の 1m 解像度の偵察衛星”IKONOS”の画像データを取得し画像を作成した。

#### 1.3.8. GIS 構築

本調査で作成した地形図・地図・土地利用デジタル・データをアンゴラ国側が独自に活用・維持管理が出来るように、これに必要な GIS ソフト・ウェア、出力用紙等の消耗品と共に下記の機材を、本調査業務のアンゴラ国側カウンターパート先となる公共事業省・都市計画省(MINOPU)の GIS 運用室に設置しソフト・ウェア、デジタル・データをインストールした。

・デスクトップ・コンピュータ	Dell Precision 220 ( with APC UPS )	10 セット
・ラップトップ・コンピュータ	Dell Latitude Laptop	1 セット
・カラスキャナー(A0 size)	Contex FSC36	1 セット
・カラスキャナー(A3/A4 size)	Epson EXPRESSION 1640XL	1 セット
・インクジェット・カラープロッター(A0 size)	HP DesignJet 1050C	1 セット
・レーザープリンター(A4 size)	HP LaserJet 4100N	1 セット
・インクジェット・カラープリンター(A2 size)	Epson Stylus Colour 3000	1 セット

機材の設置に際しては、予め、上記システムを設置する GIS 運用室は緊急用補助発電機による配電工事等の整備が行われた。

#### 1.3.9. 技術移転

アンゴラ国側が早期に GIS を利用できるよう、最終システム導入に先駆けて本調査業務実施の初年度より、情報作成過程においてアンゴラ国側カウンターパートと各工程を通じて協力作業を実施した。また、日本における研修を受け入れ、カウンターパートの GIS 技術取得を努めさせた。

#### 1.3.10. 調査期間

本調査は 1997 年を調査業務の初年次とし、同年 11 月末に開始した。開始時には本調査業務は開始から約 35 ヶ月で完了するよう計画されたが、気象条件、JICA の安全規程に基づく調査団の現地派遣中止等の原因で、完了まで約 52 ヶ月を要した。



## 2. 本調査の基本仕様

本調査の実施にあたっては、“Scope of Work”で締結された仕様に沿って実施され、その技術仕様は相手国対応機関との合意事項を遵守し、その他の取り決めのない事項に関しては、国際協力事業団海外作業規程（案）に準拠して進めることとする。（表 2 参照）

表 2 調査の基本仕様

項目	内 容	適 用
成果品	航空写真 縮尺 1/30,000 パンクロ 約 68,000 km <sup>2</sup> 縮尺 1/10,000 カラー 約 1,000 km <sup>2</sup> 密着焼写真 各 5 部 衛星画像 SPOT / IKONOS 航空写真複製 範囲 Malanje 州南東部 Cuanza-Sul 州東部 縮尺 1/100 万数値地図データ 範囲 アンゴラ国全土 約 1,250,000 km <sup>2</sup> 縮尺 1/10 万数値地形図データ 約 120,000 km <sup>2</sup> 縮尺 1/2.5 万数値地形図データ 約 1,000 km <sup>2</sup> 縮尺 1/2.5 万土地利用図データ 同上範囲 各デジタルデータ（CD-ROM 形式） 縮尺 1/2.5 万地形図印刷図 各 1,000 部 GIS 運用マニュアル 1 式	S/W、業務指示書
図式	既存の地形図にある旧ソ連地図図式に基づき、アンゴラ公共事業・都市計画省と協議し、合意した図式仕様とする。	S/W、業務指示書
測定の基準	準拠楕円体 : Clark 1880 投影法 : UTM 図 郭 : 30'x30' (1/100,000) : 7.5'x7.5' (1/25,000)	S/W、業務指示書
精度	JICA 海外測量作業規程の定めを適用する。	業務指示書
成果の検定	アンゴラ国公共事業・都市計画省の承認書を成果品に添付する。	業務指示書
特記注記	数値地図データの各図葉について、Marginal Information として以下の注記を附する。 “This Map was prepared jointly by Japan International Cooperation Agency (JICA) under the Japanese Government Technical Cooperation Program and the Government of Angola.” また、縮尺 1/100,000 地形図データについては、上記に下記の注記を附す。 “This Map was created for urgent recover of Angola based on SPOT image without Field Survey.”	業務指示書

### 3. 調査業務の構成

#### 3.1. 調査実施機関

本調査は国際協力事業団(JICA)の委託を受け、国際協力事業団の業務指示の下で(株)パスコがJICA調査団を構成し作業を実施したものである。

業務委託は日本国側会計年度(4月に開始する12ヶ月)の年度毎の契約に基づき実施された。

また、国際建設技術協会(Infrastructure Development Institute - Japan)は国際協力事業団の委託をうけ本調査業務実施に伴う各作業工程における技術審査を実施した。

#### 3.2. 年次毎調査項目

本調査の国際協力事業団から(株)パスコに指示された各年次の調査項目は以下のとおり。

##### (1) 第1年次調査業務

調査期間(1997年11月25日 1998年3月31日)

##### 1) 事前国内作業

関連資料の収集・整理

インセプションレポートの作成

##### 2) 現地調査

インセプションレポートの説明・協議

地理情報システム(GIS)基本構想の検討

既存航空写真の確認

GIS概略設計

GIS運用環境の検討

対空標識設置

標定点測量

測量基準の確認

図式の確認

空中旋回調査

##### 3) 国内作業

GIS設計

GIS運用環境の設計

プロGRESSレポートの作成

( 2 ) 第 2 年次調査業務

調査期間 ( 1998 年 6 月 1 日 1999 年 3 月 31 日 )

1 ) 第 1 次現地調査

    プログレスレポートの説明・協議  
    現地調査監督  
    GIS 運用環境の設計 2  
    既存航空写真複製  
    航空写真撮影

2 ) 第 1 次国内作業

    縮尺 1/100,000 地形図数値化  
    縮尺 1/1,000,000 地形図数値化  
    空中三角測量  
    数値図化  
    数値編集  
    GIS プログラミング

3 ) 第 2 次現地調査

    GIS 運用付帯設備設置

4 ) 第 3 次現地作業

    GIS 運用付帯設備設置の完了確認

5 ) 第 2 次国内作業

    プログレスレポート 2 の作成

( 3 ) 第 3 年次調査業務

調査期間 ( 1999 年 8 月 16 日 2000 年 3 月 31 日 )

1 ) 国内作業

    土地利用判読マニュアル ( 案 ) の作成  
    判読キーの作成  
    衛星画像判読  
    正射衛星画像作成  
    判読データ数値化  
    総合地理データベースに係る提言  
    GIS 運用マニュアル案の作成  
    プログレスレポート 3 の作成

(4) 第4年次調査業務

調査期間(2000年9月7日 2001年7月30日)

1) 現地調査

プロGRESSレポート2, 3の説明  
土地利用予察判読監督  
土地利用現地調査監督

2) 国内作業

土地利用データ数値化  
プロGRESSレポート4の作成  
調査進捗報告書の作成  
衛星画像データ購入

(5) 第5年次調査業務

調査期間(2001年7月13日 2002年3月31日)

1) 第1次国内作業

地形図データ編集  
衛星画像データ購入  
衛星画像作成

2) 第1次現地調査

プロGRESSレポート4の説明

3) 第2次国内作業

試印刷図作成  
ドラフトファイナルレポートの作成  
GIS運用マニュアルの作成  
編集地図検定

4) 第2次現地調査

インストール  
運用トレーニング  
GIS運用マニュアル説明  
ドラフトファイナルレポートの説明

5) 第3次国内作業

ファイナルレポートの作成  
縮尺 1/25,000 地形図作成

3.3. 現地調査派遣人員

本調査を通して、現地調査のために日本国からアンゴラ国に派遣された調査団員とその

派遣期間は次のとおり。

( 1 ) 第 1 年次現地調査

団員名	業務分担	派遣期間
Takeshi Hirai	Team leader	1 Dec.1997 ~ 21 Dec.1997
Yoshiaki Otoku	Aerial photography	11 Jan.1998 ~ 16 Mar.1998
Plews Rease Williams	GIS design	1 Dec.1997 ~ 21 Dec.1997
Mamoru Araseki	Facility design	1 Dec.1997 ~ 21 Dec.1997
Yutaka Kyakuno	Control point survey 1	7 Dec.1997 ~ 20 Feb.1998
Tsuyoshi Seino	Control point survey 2	7 Dec.1997 ~ 20 Feb.1998
Ryouhei Imaeda	Control point survey 3	7 Dec.1997 ~ 18 Feb.1998
Akihiro Sugita	Control point survey 4	7 Dec.1997 ~ 18 Feb.1998
Masami Alberto Miyasato	Translator	7 Dec.1997 ~ 13 Feb.1998

( 2 ) 第 2 年次現地調査

団員名	業務分担	派遣期間
Takeshi Hirai	Team leader	14 Jun.1998 ~ 5 July 1998
Yoshiaki Otoku	Aerial photography	14 Jun.1998 ~ 29 Aug.1998 1 Feb.1999 ~ 20 Feb.1999
Mamoru Araseki	GIS room design	14 Jun.1998 ~ 29 Aug.1998 1 Feb.1999 ~ 20 Feb.1999
Sadao Matsumoto	Field verification	1 Jun.1998 ~ 19 Sep.1998
Carlos Kimura	Translator	1 Jun.1998 ~ 12 Sep.1998

( 3 ) 第 3 年次現地調査

国際協力事業団の指示により、現地調査中止により現地への派遣なし。

( 4 ) 第 4 年次現地調査

団員名	業務分担	派遣期間
Takeshi Hirai	Team leader	22 Oct.2000 ~ 4 Nov.2000
Yoshiaki Otoku	Aerial photography	10 Sep.2000 ~ 8 Nov.2000 18 Feb.2001 ~ 10 Mar.2001
Sadao Matsumoto	Field verification	10 Sep.2000 ~ 23 Dec.2000
Carlos Kimura	Translator	10 Sep.2000 ~ 23 Dec.2000

( 5 ) 第 5 年次現地調査

団員名	業務分担	派遣期間
Takeshi Hirai	Team leader	26 Feb.2002 ~ 16 Mar.2002
Yoshiaki Otoku	Deputy leader	29 July 2001 ~ 15 Aug.2001 19 Feb.2002 ~ 16 Mar.2002
Hideaki Umeda	GIS installation	29 Jan.2002 ~ 18 Mar.2002
Hidetoshi Kakiuchi	GIS specialist	17 Feb.2002 ~ 18 Mar.2002
Carlos Kimura	Translator	29 Jan.2002 ~ 18 Mar.2002

#### 3.4. 日本への研修員受け入れ

本調査期間を通して、GISに係る技術研修を目的として、アンゴラ国より日本国に受け入れた研修員および研修期間は以下のとおり。

氏名	所属	研修期間
Dr. Manual António Paulo	Coordinator of Technical Group(MINOPU)/ Director National (MINOPU)	7 Mar.1998 ~ 29 Mar.1998
Sr. Domingos Armando	Manager of Technical Group (MINOPU) / Technical Director (IGCA)	27 Nov.1998 ~ 13 Dec.1998
Sr. António Guilherm Montenegro	Manager of Technical Group (MINOPU)	20 Nov.1998 ~ 27 Dec.1998 13 Mar.2001 ~ 11 Apr.2001

MINOPU; Ministério das Obras Públicas e Urbanismo

IGCA; Instituto de Geodesia e Cartografia de Angola

#### 4. 調査業務の計画と実績

本調査業務のうち、数量に係わる主作業調査項目の計画と実績は表3のとおり。

図 - 1 ~ 3 に全体調査計画と撮影計画を示す。

表3 計画と実績

年次	作業項目	計画作業量	実績作業量	備考
第1年次	対空標識設置 (刺針) 標定点測量 GPS観測 水準測量	約 15点 新設点 15点 既設点 4点 約 150 km	4点 12点 15点 4点 165 km	平成9年度 (1997年)
第2年次	現地調査監督 既存航空写真複製 航空写真撮影  縮尺 1/100,000 地形図数値化 縮尺 1/1,000,000 地図数値化 空中三角測量 数値図化 (縮尺 1/25,000) 数値編集 (縮尺 1/25,000)	Luanda 地区 1,000 km <sup>2</sup> 1,000 枚 Luanda 地区 白黒 1,000km <sup>2</sup> カラー 1,000km <sup>2</sup> 他地区 白黒 67,000km <sup>2</sup> 120,000 km <sup>2</sup>  約 1,250,000 km <sup>2</sup>  約 90 モデル 1,000 km <sup>2</sup>  1,000 km <sup>2</sup>	Luanda 地区 1,000 km <sup>2</sup> 982 枚 Luanda 地区 白黒 1,000km <sup>2</sup> カラー 680km <sup>2</sup> 他地区 白黒 2,230km <sup>2</sup> 120,000 km <sup>2</sup>  約 1,250,000 km <sup>2</sup>  約 99 モデル 1,000 km <sup>2</sup>  1,000 km <sup>2</sup>	平成10年度 (1998年)
第3年次	衛星画像判読 正射衛星画像作成 判読データ数値化 (縮尺 1/100,000)	120,000 km <sup>2</sup>  75 シーン  120,000 km <sup>2</sup>	120,000 km <sup>2</sup>  75 シーン  120,000 km <sup>2</sup>	平成11年度 (1999年)
第4年次	土地利用予察判読監督 土地利用現地調査監督 航空写真撮影  衛星画像取得 土地利用データ数値化	Luanda 地区 1,000 km <sup>2</sup> 1,000 km <sup>2</sup> Luanda 地区 カラー 320km <sup>2</sup> 他地区 白黒 2,750km <sup>2</sup> SPOT 22 シーン IKONOS 320km <sup>2</sup> Luanda 地区 1,000 km <sup>2</sup>	Luanda 地区 1,000 km <sup>2</sup> 1,000 km <sup>2</sup> Luanda 地区 0km <sup>2</sup> 他地区 0km <sup>2</sup> SPOT 22 シーン IKONOS 115km <sup>2</sup> Luanda 地区 1,000 km <sup>2</sup>	平成12年度 (2000年)
第5年次	衛星画像取得 地形図経年変化修正 (縮尺 1/25,000) 地形図印刷 (縮尺 1/25,000)	SPOT 18 シーン IKONOS 205km <sup>2</sup> Luanda 地区 1,000 km <sup>2</sup>  6 色刷 11 図葉 各 1,000 部	SPOT 18 シーン IKONOS 205km <sup>2</sup> Luanda 地区 1,000 km <sup>2</sup>  6 色刷 11 図葉 各 1,000 部	平成13年度 (2001年)

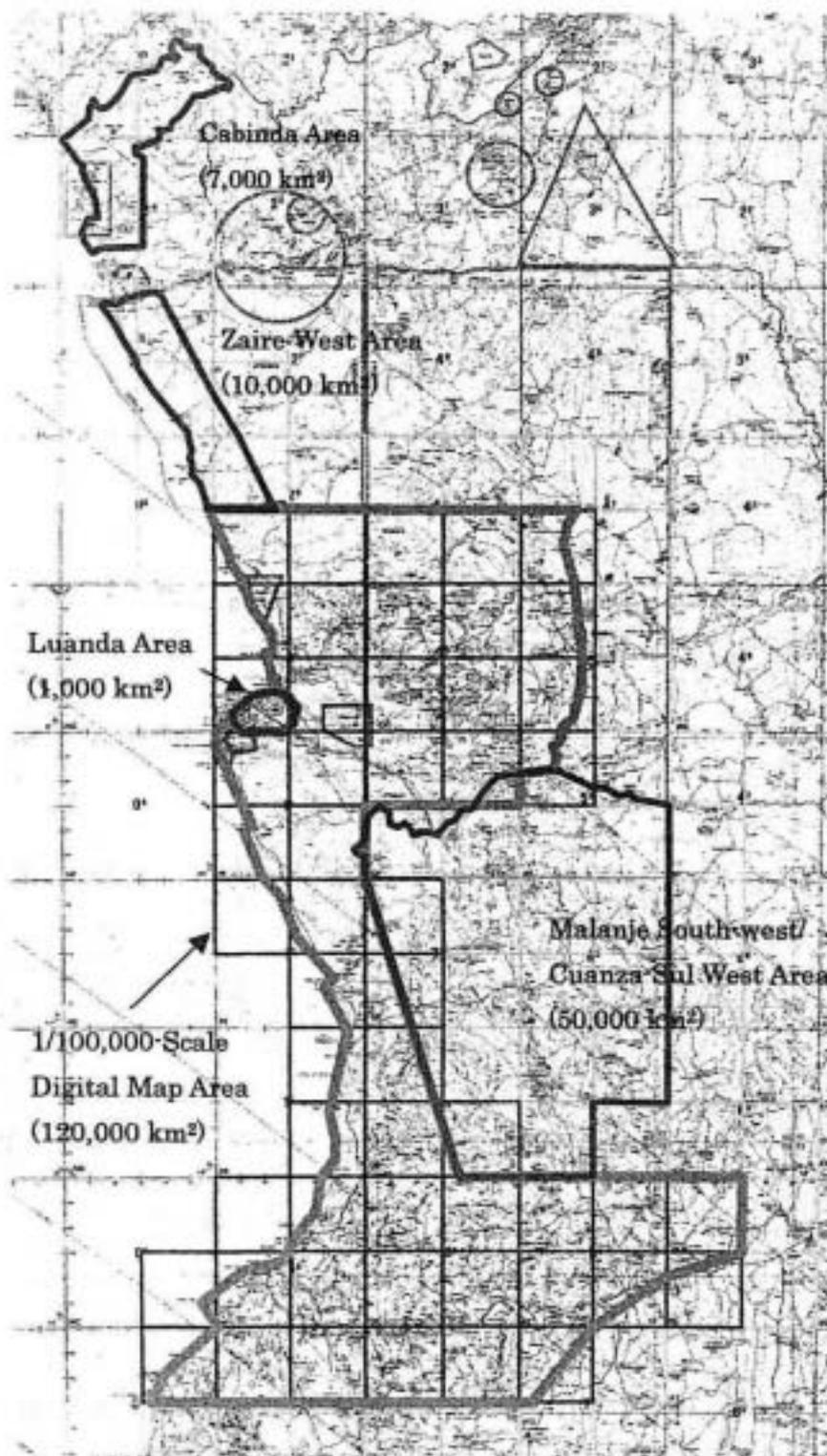
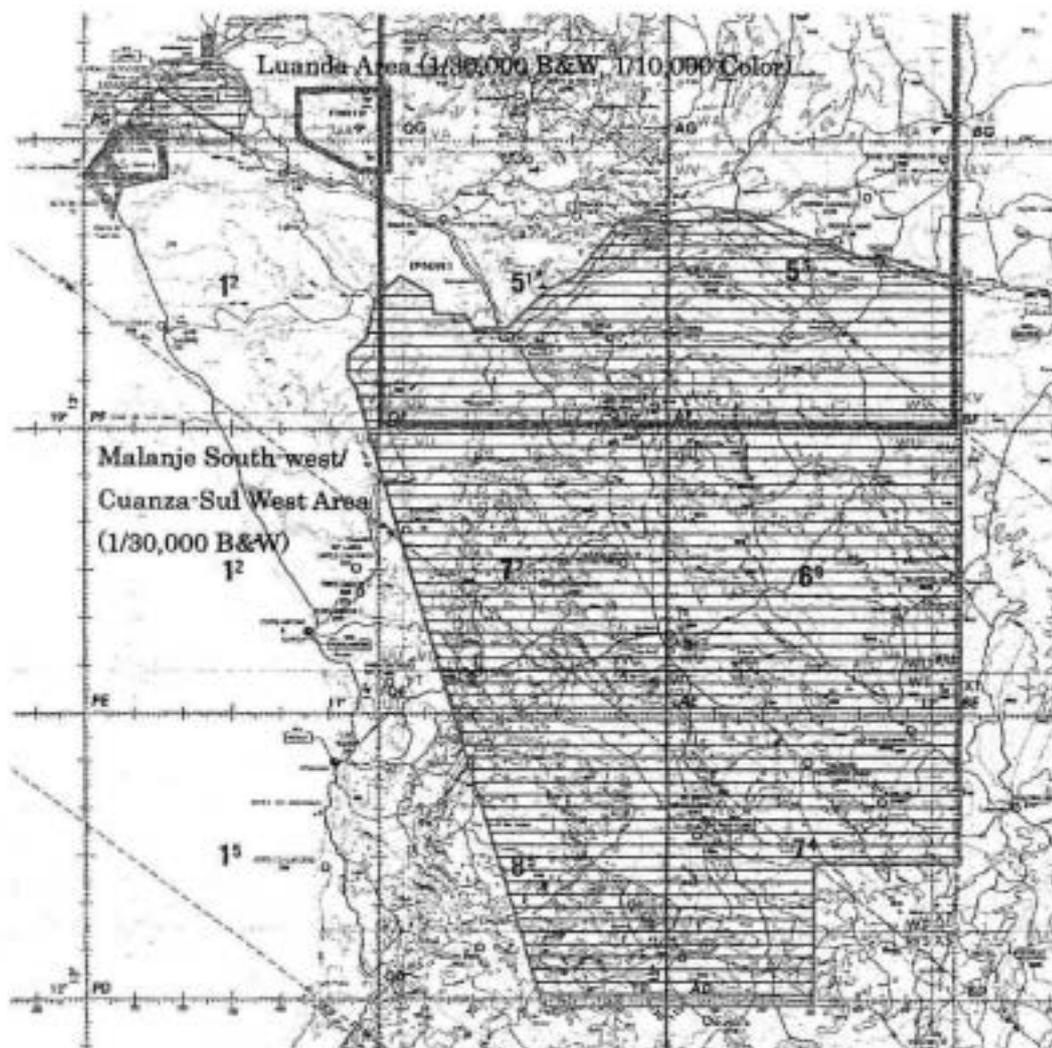


図 2 航空写真撮影計画図(その1)



図 3 航空写真撮影計画図(その2)



## 5. 調査の内容

### 5.1. 縮尺 1/100,000 地形図相当デジタル・データ作成

このデジタル・データ作成の対象地域はアンゴラ国にあって、人口の集中し、今後、早急な地域改善計画の策定に緊急を要する図 - 1 に示す西部海岸地域中央部とし、カウンターパート先と合意した縮尺 1/100,000 既存地形図 54 図葉に含まれる、120,000km<sup>2</sup>とした。

この地域には、Zaire 州南部、Uige 州西部、Cuanza-Norte 州、Cuanza-Sul 州西部、Luanda 州、Huanbo 州中央部、Benguela 州が含まれる。

この地域の縮尺 1/100,000 既存地形図は 1958 年から 1968 年にかけて写真測量に基づき作成された基図を、1979 年から 1980 年に亘って撮影した縮尺 1/60,000 航空写真により主に 1980 年から 1984 年にかけて再編集（一部の図葉は 1990 年から 1991 年にかけて編集）している。これらの作業は旧ソ連の図式に基づき、彼らの援助により実施されたものである。印刷図については後半にかけてキューバの援助で作成された。

デジタル・データの作成は以下の手順により実施された。

- ( 1 ) デジタル・データの採用図式
- ( 2 ) 既存地形図のデジタル化
- ( 3 ) "SPOT"衛星画像データによるオルソ画像作成
- ( 4 ) "SPOT"画像判読のための判読基準の作成
- ( 5 ) "SPOT"オルソ画像によるデジタル・データ修正
- ( 6 ) GIS のためのデジタル・データ Arc/Info カバレッジの作成

#### 5.1.1. デジタル・データの採用図式

対象地域の縮尺 1/100,000 既存地形図、54 図葉、に使われている地図表現のための図式 (Manual de Símbolos Convencionais)は、旧ソ連の地図図式に準ずるものであり、地形図本来の軍事目的の要素が強く反映されている。たとえば一例として、植生に関しては、同一種であっても人影が隠れる高さに茂るものを分類し、細分化している。また、森林の樹木については幹の太さ・密度等を考慮した分類等がある。

本調査でのデジタル・データ作成に関しては現地調査は行わず作成するものであり、基図となる既存地形図の作成時から数 10 年を経過しており既存図に基づくこれらの細分は意味をなさない。さらに、GIS (Geographic Information System) のための地形図は民生目的であること、そしてデジタル・データであることを考慮して、特に植生分類について簡便にしカウンターパート先 (MINOPU) における本調査のための

技術グループと合意された図式に基づくこととした。

#### 5.1.2. 既存地形図のデジタル化

アンゴラ国の測量成果・航空写真そして地形図は全て国防省測地・地図局 – **Ministério da Defesa, Instituto de Geodesia e Cartografia de Angola** – で保管、維持管理されている。本調査の既存地形図デジタル化のために、当初、これらの位置精度を確保するため対象地域をカバーする 54 図葉について、印刷のためにカラー分版された地形図原版マイラーからのマイラー複製を使用して、これらのスキャナー画像をデジタル化することを計画した。しかしながら、複製を作成するために、これらの地図原図を測量・地図局から借り出し外部に持ち出すことは許されず、他方測地・地図局内での複製作成はこのための材料不足のために不可能であった。

このため、調査団はカラー印刷図を使用してデジタル化することとし、対象地域の地形図カラー印刷図を入手し、これを日本へ持ち帰り後、大型のカラー・イメージスキャナーを使用して、まず、地形図のラスタ・データを作成した。

取得されたラスタ・データは米国 Eardas 社の Eardas Imagine（画像解析ソフトウェア）により地形図・各図葉四隅のコーナー座標および図葉内の方眼座標を用いてラスタ・データの標準化(スキャニング時の画像の不規則な歪み補正)を行った。標準化されたスキャン・イメージは Microstation 等のコンピュータ作図ソフトウェアにより、スキャン・イメージを下絵としてその上を正確になぞるようにデジタル・データを作成した。

デジタル・データの作成は予めカウンターパート先の GIS 技術者グループと合意された図式に基づき Polygon（都市部等の集合住宅、植生等の面データ）、Line（道路等のデータ）、Point（図式化された記号家屋、その他の記号等）そして注記等の各データに Layer（階層）分類およびコード分類された。

#### 5.1.3. “SPOT”衛星画像データによるオルソ画像作成

既存地形図から作成した地形図デジタル・データの、現地調査を実施しない経年変化修正を行うために、国際協力事業団は 1998 年から 1999 年にかけてフランス国 SPOT 社に資源探査衛星”SPOT”による対象地域の最新画像の取得を依頼した。

これらの取得された約 77 シーンの画像データ（一部、1998 年以前のアーカイブ・データを含む）は幾何補正、地理補正等の処理を行い、縮尺 1/100,000 地形図の図郭 30” x 30”の経緯度 で画像シーンの接合切り出しデータを作成した。

取得された地形図のデジタル・データに含まれる標高（等高線データ）を用い図葉毎に 100m 間隔の DTM (Digital Terrain Model)を作成し、この DTM データによって概略のオルソ（正射投影）画像データを作成した。

#### 5.1.4. “SPOT”画像判読のための判読基準の作成

“SPOT”衛星画像データから生成されたオルソ画像は既存地形図の地物の経年変化修正に使用される。このため“SPOT”画像の地物判読に際しての判読基準を予め作成する事とした。

判読基準は既存地形図と 1989 年撮影の既存航空写真を比較対照し、さらに衛星画像を対照して、主要な地物についての判読基準（判読キー）を準備した。

この判読キーには更に最新の空中査察写真を加えた。

図 4 縮尺 1/100,000 相当地形図デジタル・データ作成地域

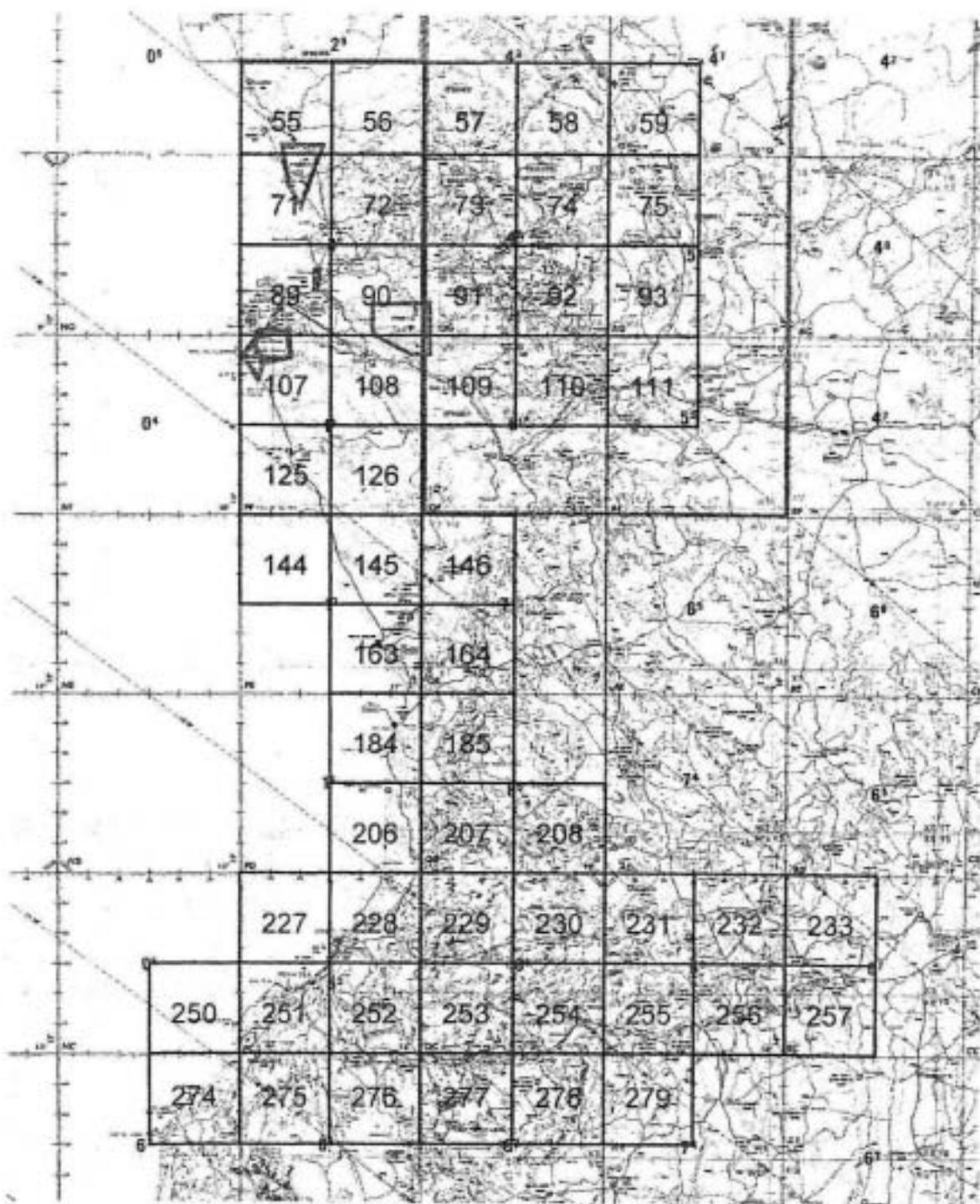


図 5 経年変化修正のための“SPOT”画像取得データ

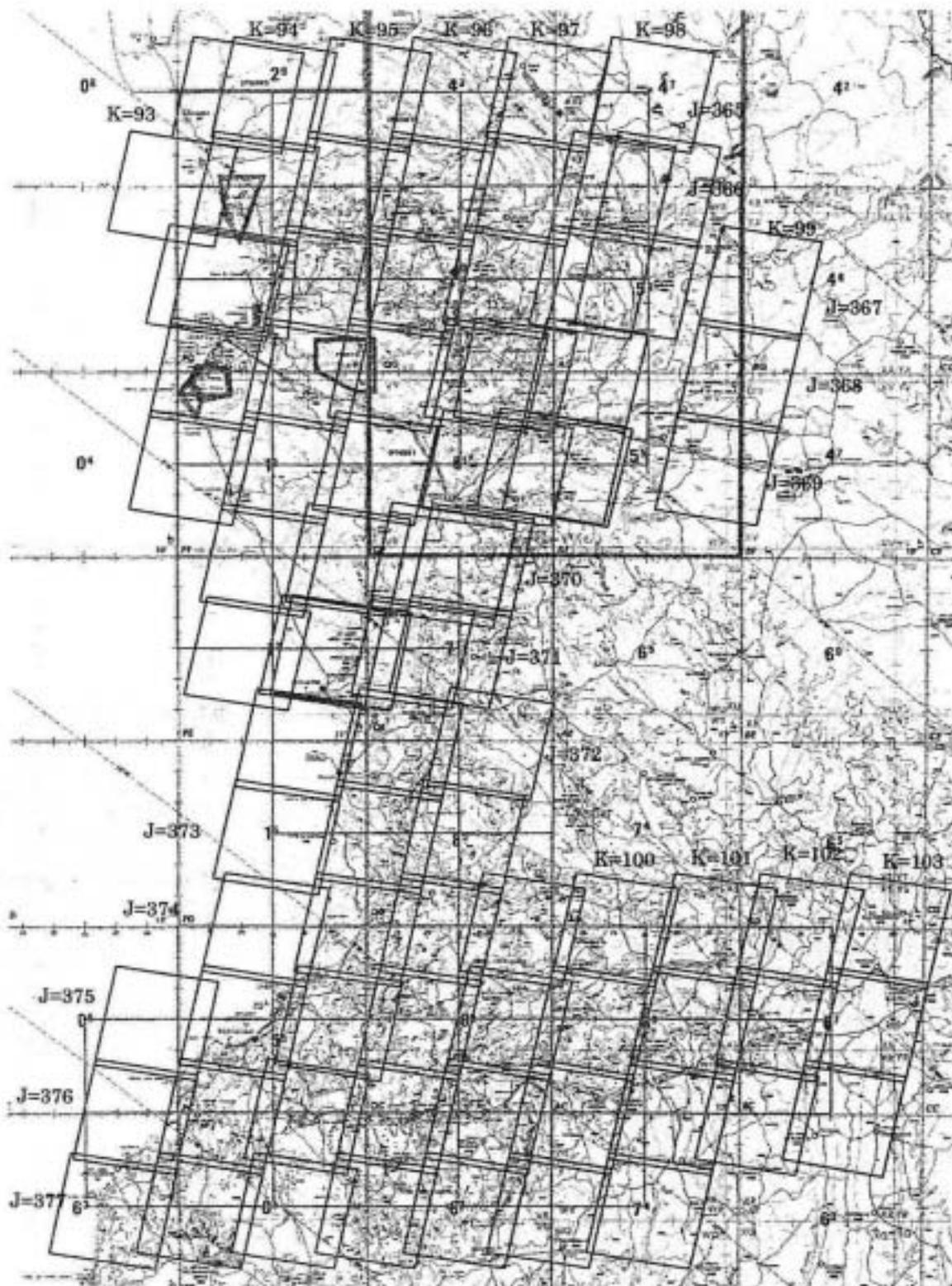


表 4-1 “SPOT” Imagery List (Image Level; Panchromatic-1B)

No.	Spot No.	K/J No. K / J	Acquisition. Date	Incidence Angle	Cloud Coverage	Image Quality
1	2	93 / 365	97/09/01	L13.4	Less than 10%	Excellent
2	2	93 / 366	97/09/01	L13.4		
3	4	94 / 365*	98/07/09	L0.86	More than 10%	
4	4	94 / 366	98/06/18	L0.90	Less than 10%	
5	4	94 / 367*	98/06/08	L9.00	More than 10%	
6	4	94 / 368	98/06/18	L09.0	Less than 10%	
7	4	94 / 369	98/06/18	L09.0		
8	4	95 / 365	98/06/13	L04.9		
9	4	95 / 366	98/06/13	L04.9		
10	4	95 / 367	98/06/13	L04.9		
11	4	95 / 368	98/06/13	L04.9		
12	4	95 / 369	98/06/13	L04.9		
13	4	95 / 370	98/06/13	L04.9		
14	3	95 / 371*	93/12/07	R3.21	More than 10%	
15	4	95 / 375	98/06/13	L04.9	Less than 10%	
16	2	95 / 376	97/09/07	R0.73		
17	2	95 / 377	97/09/22	L12.8		
18	4	96 / 365	98/06/13	L08.6		
19	4	96 / 366	98/06/13	L08.6		
20	4	96 / 367	98/06/13	L08.6		
21	4	96 / 368	98/06/13	L08.6		
22	4	96 / 369	97/09/07	R07.3		
23	4	96 / 370	98/06/13	L08.6		
24	4	96 / 371*	98/08/26	L8.64	More than 10%	
25	4	96 / 372	98/06/13	L08.3	Less than 10%	
26	4	96 / 373	98/06/13	L08.3		
27	2	96 / 374	97/09/07	R07.3		
28	2	96 / 375	97/09/07	R07.3		
29	2	96 / 376	97/09/07	R07.3		
30	2	96 / 377	97/09/07	R07.3		
31	2	97 / 365	98/05/30	L4.57		
32	2	97 / 366	98/05/25	R3.57		
33	2	97 / 367	98/05/30	R4.57		
34	4	97 / 368*	98/06/29	R3.21		
35	2	97 / 369	97/09/07	R03.6		
36	2	97 / 370	96/07/18	R2.20		
37	4	97 / 371*	98/08/25	L4.25		
38	4	97 / 372	98/06/13	L12.7		
39	4	97 / 373	98/06/13	L12.7		
40	4	97 / 374	98/06/13	L12.7		
41	2	97 / 375	97/10/24	R11.3		
42	2	97 / 376	97/09/07	R03.6		
43	2	97 / 377	97/07/22	L04.7		



図 - 6 地形図デジタル・データの経年変化修正フロー  
(1/100,000 Scale Digital Maps Updating)

