

3.3 第一次土地被覆分類

第一次土地被覆分類から土地利用図作成までの主な視点として、次の3点が挙げられる。

(1) 草地の分布調査

モンゴル国の国土の約83%が草地で、主要産業は自然草地を利用した放牧である。乾燥気候のため、非かんがいで安定的な農業生産が可能な土地は限られており、今後とも自然草地的な土地利用が主体と考えられる。乾燥した気候条件下での風による土壌流出が進んでいる地域もある。また、過放牧による裸地化が見られる地域もある。このような背景から、草地の分布現況を精確に把握することが重要である。

(2) 農耕地の分布調査

本調査の対象地域はモンゴル国の農業の中心地で、全国の農耕地の62%が分布する。今後、新規の農地開拓を進めるに先立ち、既存の農地の生産力拡大も重視されるところである。したがって、現状の農地の分布、規模、営農方法に関する基礎資料として、既存の農耕地の分布調査が必要である。

(3) 自然的な土地利用状況の把握

本調査の対象地域は、南北約700km、東西約750kmにおよぶ広大な範囲であり、気候条件の地域的差異が大きい。気候区分では砂漠性の乾燥地域から純ステップ、森林ステップ、高山性気候までも含む。したがって、森林、草地、水域等の自然的土地利用を区分し、地域の自然特性を把握することが重要である。

第一次土地被覆分類では、現地調査に先立ってLANDSAT TMデータのスペクトル特性に基づく現況土地被覆のデジタル画像分類を実施した。作成した第一次土地被覆分類画像およびフォールスカラー画像と、これまでの知見を基に、現地調査の対象地を選定した。

本調査における第一次土地被覆分類図は、図-3.2に示すように、現地調査前の予察図として位置づけた。

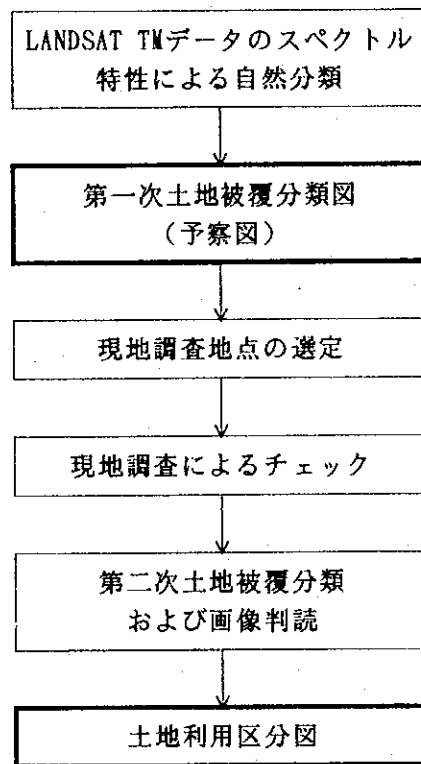


図-3.2 土地利用調査の流れ

第一次土地被覆分類では、対象地域の土地利用をマクロな視点から把えることを目的に、LANDSAT TMデータのスペクトル特性に基づいたクラスタリング手法による自動分類を行った。

クラスタリングとは、特徴の類似したデータを“似たもの同士”としてグループ（クラスタ）化する手法である。LANDSAT TMデータは地上での大きさが約30m四方を単位とする「画素」と呼ばれる点で構成されている。個々の画素には波長帯別の分光反射特性が記録されている。TMデータのクラスタリングでは個々の画素毎に分光反射特性の値を比較して、その値が近い画素をクラスタとして統合する。これを繰り返すことにより、1シーンの画像を分光反射特性の似た領域、すなわち同じ土地被覆をもつ地区に区分できる。機械的に区分されたクラスタはフォールスカラー画像と見比べて森林や土地等の土地被覆区分に対応付ける。クラスタリングによる第一次土地被覆分類の項目は、表-3.2に示すとおりとした。

表-3.2 第一次土地被覆分類の区分項目

分類項目		対応する土地利用項目
耕作地		穀物、野菜、果樹等の作付がされている耕作地。フォールスカラー画像上の色調は、薄いピンクまたは肌色を示す。
草地	草地Ⅰ	生育の良い草地。フォールスカラー画像上では、均質な肌目の明るいピンク色を示す。
	草地Ⅱ	草地Ⅰより生育が不良と見られる草地。フォールスカラー画像上では、白っぽい黄色か黄がかったピンク色を示す。
森林	森林Ⅰ	山地、丘陵地、河川沿い等の樹木地。フォールスカラー画像上では暗い赤色を示す。
	森林Ⅱ	森林Ⅰと同様の樹木地で、比較的生育密度が低いかん木が多い箇所。フォールスカラー画像上では、森林Ⅰの赤より少し紫がかった色調を呈する。
その他	裸地	山地斜面や河川沿いの裸地、集落周辺の未利用地等、土壌が露出している箇所。フォールスカラー画像上では白または水色を示す。
	水域	河川、湖沼等の開放水域。フォールスカラー画像上では青、水色、黒色を示す。
	その他	雲、雲および山の陰等、フォールスカラー画像上では土地被覆が分類できないもの。

クラスタリングを予察図作成に用いる利点は、現地調査前で1シーンに含まれる土地被覆のカテゴリが何種類あるか確定できない時点でも、解析者の主観をまじえずに極めて客観的に区分できることである。そのため、現地調査において人工衛星画像と実際の土地利用状況の対応をチェックするための現地調査地点を選定する上で、合理的なサンプル地点を設定できる。

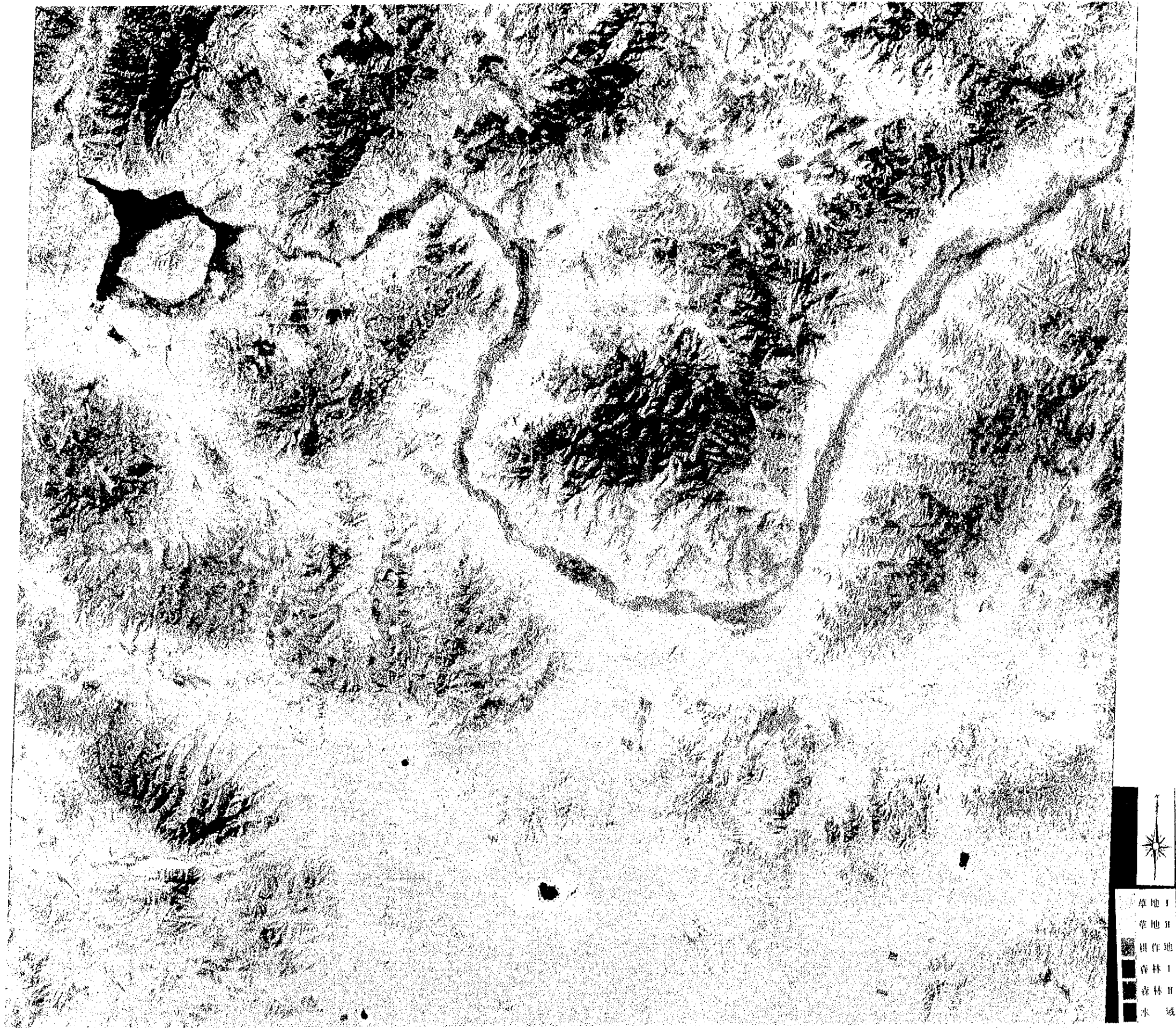
現地調査地点の選定では、限られた期間内に効率的に調査を遂行できるように合理的に調査地点を設定する。その手順は次のとおりである。

- ① 土地被覆分類の際のクラスタ統計値を比較し、各土地被覆項目の代表的な分光反射特性を把握する。
 - ② LANDSAT TMデータから①の代表的分光反射特性をもつ画素を全て抽出し、地形図上にその位置をプロットする。
 - ③ 代表的な分光反射特性をもつ画素がある程度まとまって分布する地区を選定する。
 - ④ 地形図を基に主要幹線道路の位置と③のサンプル地区の位置を対比し、アクセスの利便性が高い地区を優先して現地調査時のサンプル地とする。
- 第一次土地被覆分類結果は、図－3.3に示す。

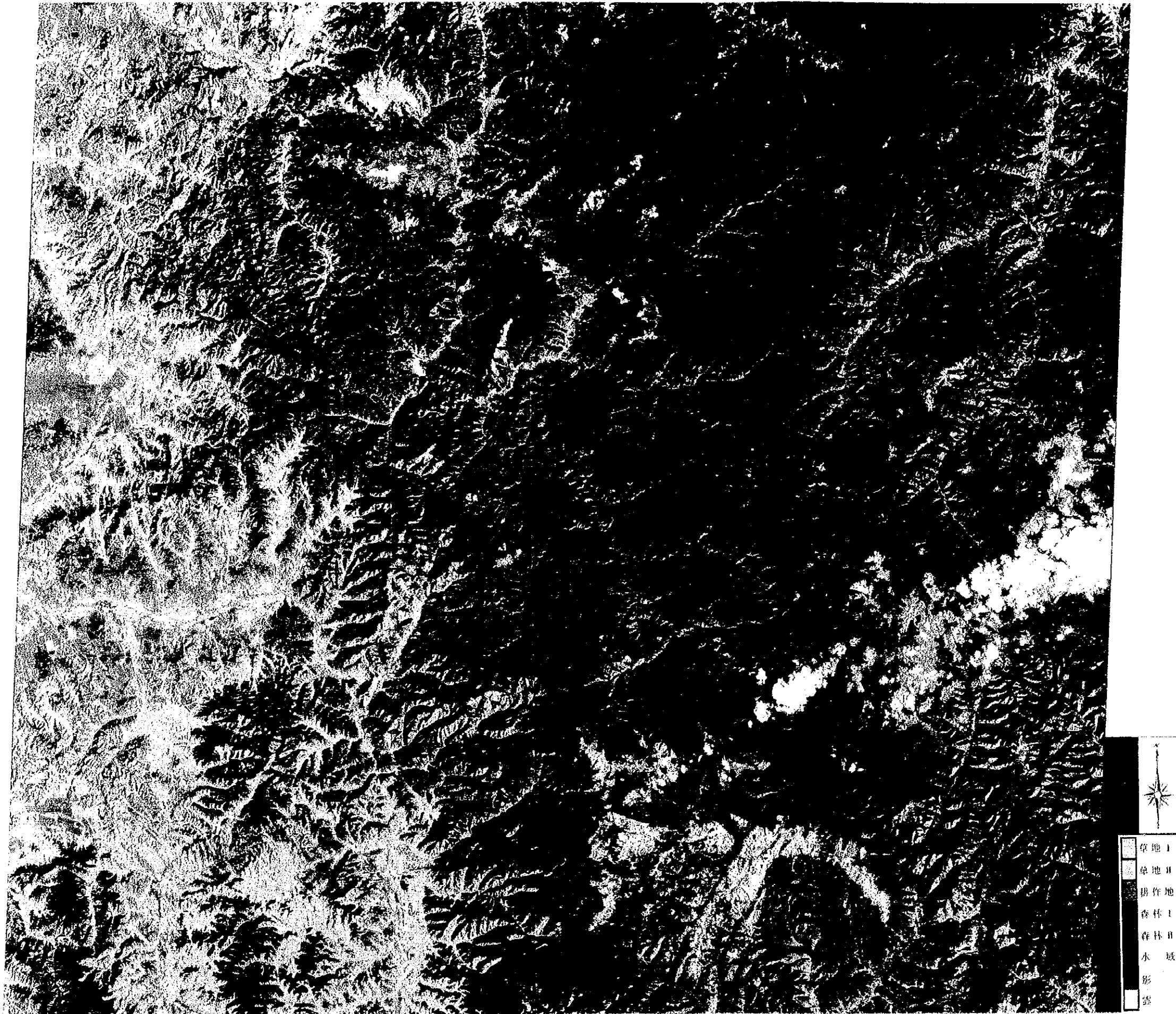




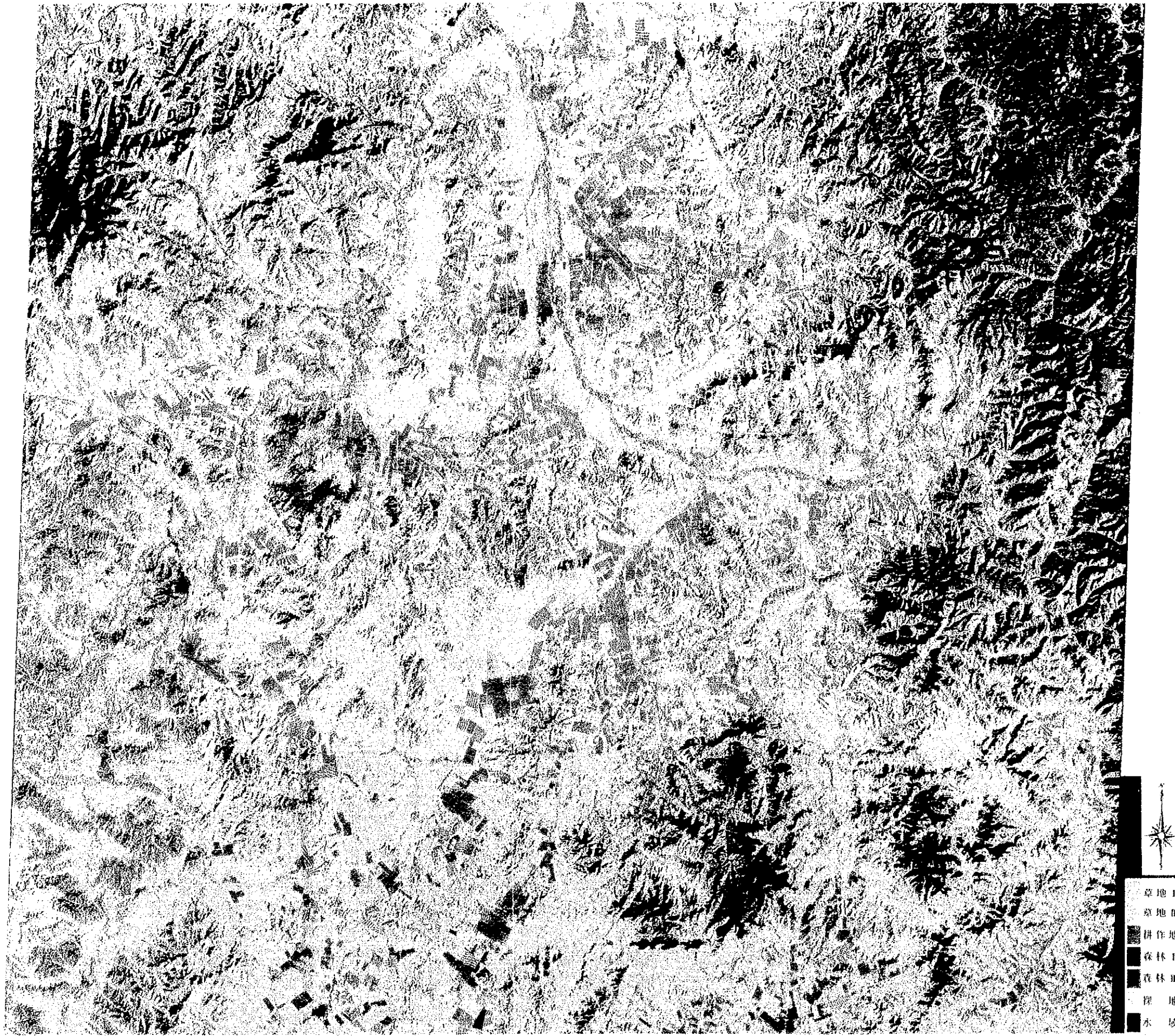
—39— 図-3. 3(1) 第一次土地被覆分類画像 (ウランバートル周辺)



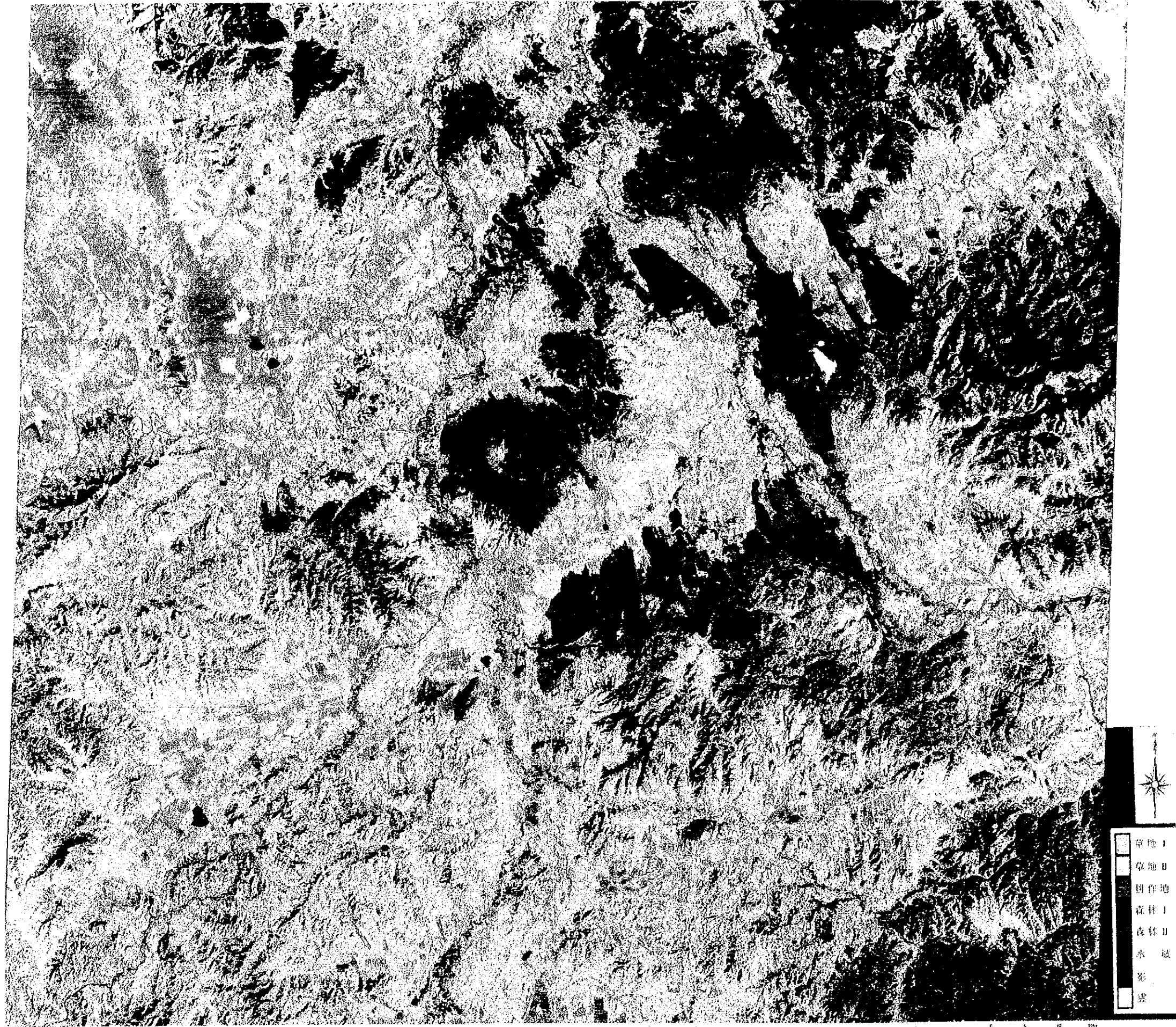
—40— 図-3. 3(2) 第一次土地被覆分類画像(ウランバートル西方)



— 41 — 図 - 3. 3(3) 第一次土地被覆分類画像 (ウランバートル北方)



- 42 - 図-3. 3(4) 第一次土地被覆分類画像(ダルハン周辺)



— 43 — 図 - 3. 3 (5) 第一次土地被覆分類画像 (ダルハン北方)

3.4 現地調査による確認

現地調査には、国内準備作業で作成したフォールスカラー画像および第一次土地被覆分類画像を携行し、現地にて確認照合した。

現地調査は画像判別基準作成調査と土地被覆分類調査に分けられる。

画像判別基準作成調査：現地調査後、国内作業で実施する第二次土地被覆分類において用いられる画像判別基準地点（トレーニングエリアという）を設定し、その地点の土地利用、植生、土地条件、環境条件などを調査するものである。

土地被覆分類調査：準備作業で作成したフォールスカラー画像と第一次土地被覆分類画像を用い、現地にて色調表現や分類結果の妥当性について検討するものである。

(1) 画像判別基準作成調査

画像判別基準作成調査では、トレーニング・エリアの設定、トレーニング・エリアの調査などを行った。

① トレーニング・エリアの設定

- ・各観測点は、画像および地図上で明確に確認でき、かつ現地において、四囲展望可能な個所を選定した。
- ・トレーニング・エリアは、各観測点周辺において、代表的な地表の被覆面積が、最小5 ha以上の広がりのあるものとした。
- ・トレーニング・エリアの設定項目は、耕作地、草地（乾性密・疎、湿性密・疎）、森林（疎・密）、裸地、水域（河川、湖沼）、その他（都市、集落、その他）の14項目とした。
- ・トレーニング・エリアを設定した観測点は、図-3.4のように番号を付けて示した。その総計は149箇所である。トレーニング・エリア一覧表を表-3.3に示した。

② トレーニング・エリアの調査

設定したトレーニング・エリアについて、その位置（ポータブルGPS使用）や標高（アルチメーター使用）などの地理的な観測を行ったうえで、周辺の植生、森林、土地利用などを観察記録するとともに、現地写真の撮影を実施した。

③ その他

使用したLANDSAT TMは、22シーンと多くまた観測時期も異なっている。このため、耕地、森林などのトレーニング・エリアが各シーンに含まれるように調査を実施した。

セレンゲ県やブルガン県北部の山岳地帯やウブルハンガイ県南部のゴビ地帯などでは、調査が不可能な箇所もあった。しかし、画像判別処理に必要な項目別の個所数は充足された。

(2) 土地被覆分類調査

土地被覆分類調査は、フォールスカラー画像、第一次土地被覆分類画像を現地に携行し、各観測地点において色調や分類結果についての関連性と妥当性を検討したものである。

現地調査では、特に耕作地については穀物、野菜の区分、草地については乾性、湿性および疎密の区分、森林についてはその疎密等実態に重点を置いて調査した。さらに、各観測点間の通過途上においても、周辺の状況を観測、記録し、第二次土地被覆分類を進めるうえでの基本的条件や環境条件を調査した。

(3) 画像判読上の検討事項

調査対象地域において標高3,000m以上を越える山岳地域はウブルハンガイ県の一部の地域である。その最高地点は3,590mのバガドクド山で、植生限界の4,000mを越える地域はなく、土地被覆、土地利用状況は、地形条件（傾斜度）、利水条件、人口等により、農業、牧畜が営まれている。画像判読上の検討事項は、次のとおりである。

耕作地：大規模農業であり、その形状、休耕の状況も明瞭に画像上に記録されている。ただし、野菜類は規模（植付面積）が小さいこともあり判別は困難である。

草地：黄色～橙色で画像上に記録されている。河川等の存在、低地の平地等を地形図から読み取り、その乾・湿を推定することができる。ウブルハンガイ県のゴビ地帯の疎な草地を除き、全調査地域が乾・湿草地とも密といえる。

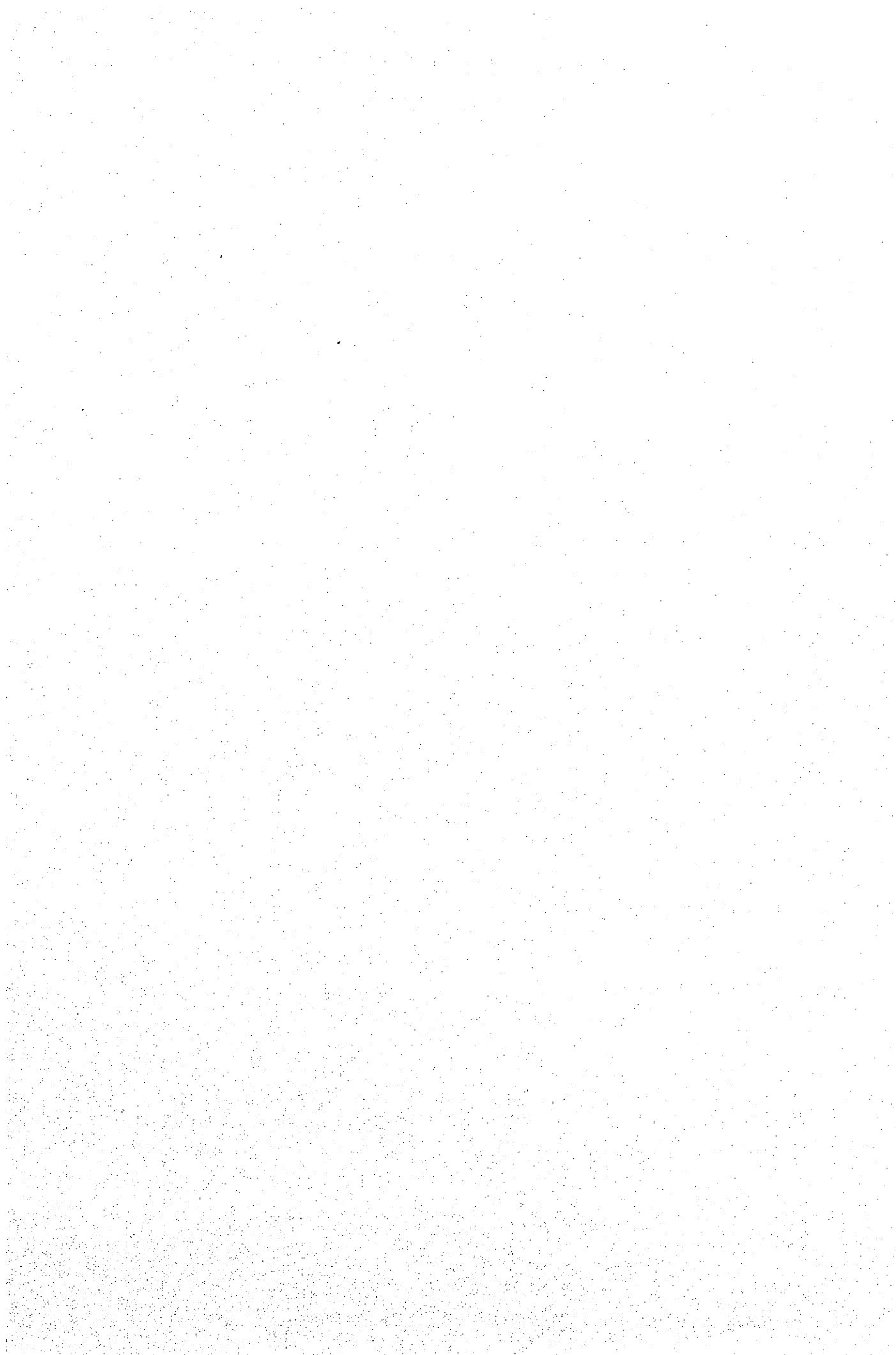
森林：河川沿いの森林は、疎の部分が多く赤黒く発色し、河川の存在とともに判別は容易である。山地の森林は、北面に森林が成立しているが、地形の影部は画像上で黒色となっている森林もあり、画像解析に際しては留

意する必要がある。疎密の区分はスペクトル反射特性を検討したうえで
区分する必要がある。

裸地：岩山などが白色を示している。

水域：画像上で黒～青色となっており、区分は可能である。ただし、小河川の
抽出は地形図よりその位置を確認しながら抽出する必要がある。

その他：都市は、淡青～白で画像上に記録されている。集落も小部落を除いては
画像上で判読することは可能である。



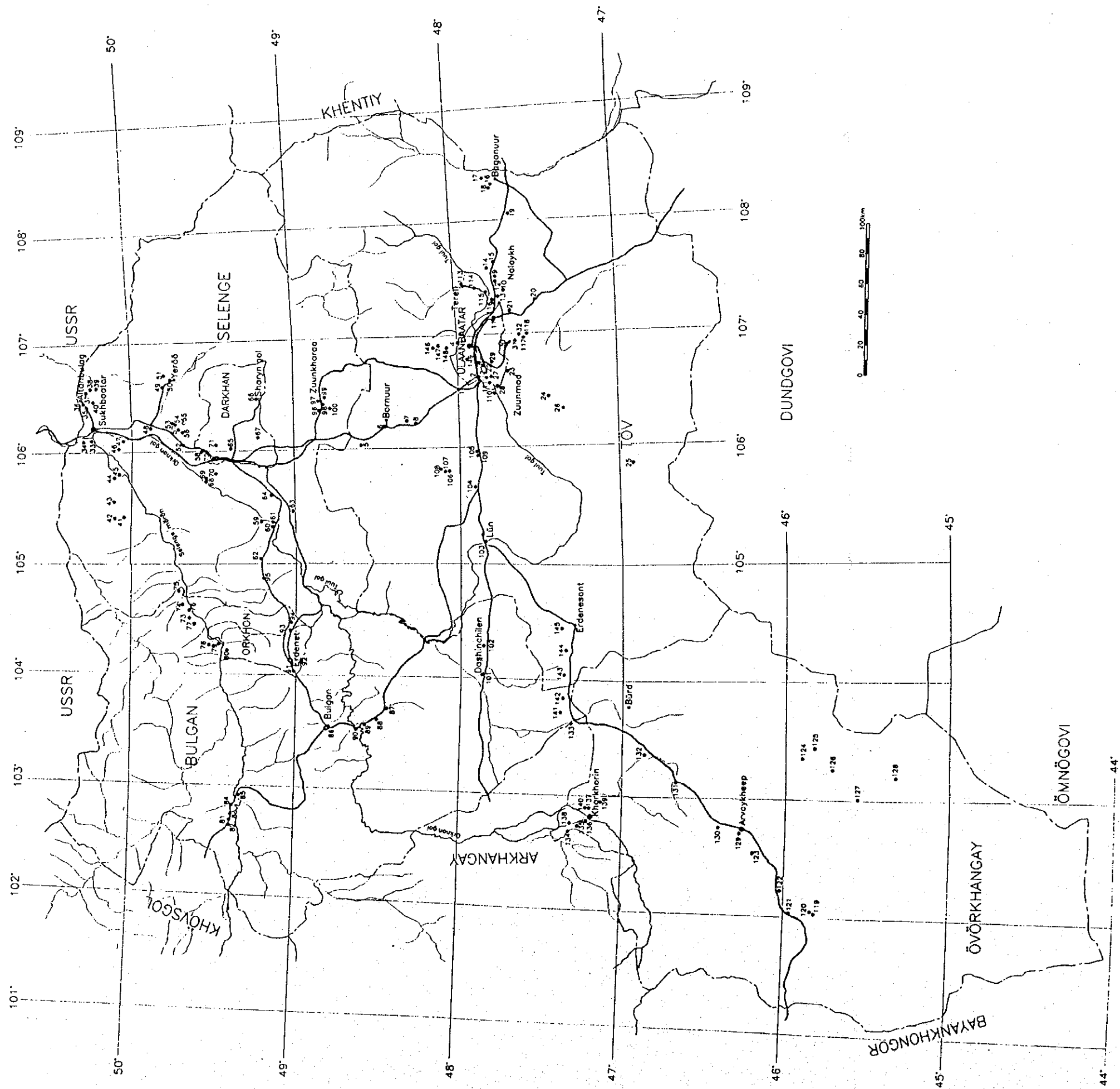


図-3.4 トレーニング・エリア調査地点

図-3.5 トレーニング・エリア一覧表(1)

県別計	耕作地			平地				森林		裸地	水域			その他			合計
	麦	野菜	果樹	乾性I	乾性II	湿性I	湿性II	密	疎		河川	湖沼	都市	集落	その他(道路)		
トブ州	14	5	0	8	0	4	0	4	4	4	0	2	3	2	6	56	
セレンゲ州	17	4	0	1	1	2	0	3	2	1	6	2	2	3	2	46	
ブルガン州	8	3	0	0	0	0	0	3	2	1	3	0	3	0	2	25	
ウグサハカ州	9	0	0	3	1	2	0	0	0	0	1	3	2	1	0	22	
合計	48	12	0	12	2	8	0	10	8	6	10	7	10	6	10	149	

県	No	地点名	標高 m	耕作地				平地				森林		裸地	水域			その他	
				麦	野菜	果樹	乾性I 密	乾性II 疎	湿性I 密	湿性II 疎	I 密	II 疎	河川		湖沼	都市	集落	その他 (道路)	
ト	1	バルチザン Partizan	1,405				○												
	2	" 2	1,395				○												
	3	ウランバートル	1,380							○									
	4	" 2	1,430				○												
	5	ジャルガント Jargalant	1,055		○														
	6	ボルヌール Bornaour	960															○	
	7	バヤンチャンドマン Bayanchandmani	1,190		○														
	8	" 2	1,200	○															
	9	ナライフの南西 Nalaykh	1,580		○														
	10	ナライフ Nalaykh	測字																○
	11	ナライフの南 Nalaykh	1,560																
	12	スリイ山の北 Sliy山の北	1,540											○					
	13	ナライフの西 Nalaykh	測字																
	14	" 2	1,620				○												
ウ	15	峠	1,795										○						
	16	バガヌール Baganuur	1,430															○	
	17	バガヌール北 Baganuur北	1,440																
	18	バガヌール西 Baganuur西	1,440																
	19	バガヌール南 Baganuur南	1,460	○															
	20	路切	1,730				○												
	21	Nalaykh南西	1,570	○															
	22	Airport	1,330																
	23	Zuunmod西	1,340																
	24	峠	1,680				○												
ブ	25	Bayanbamat西	1,360																
	26	" 2	1,495	休耕															
	27	ウランバートル西	1,290	休耕										○					
	28	河川沿いの森林	1,230																
	29	ウランバートル南	1,480	休耕															
	30	Zuunmond	1,560															○	
	31	Zuunmond南東	1,500				○												
	32	" 2	1,520				一部休耕												
	セ	33	スフバートル	710															
		34	スフバートル北	890								○							
35		スフバートル東	760										○						
36		フタンボラ	760															○	
37		フタンボラ東	750	休耕															
38		フタンボラ南東	730															塩	
39		フタンボラ南東	745											○					
40		フタンボラ 2	720											平地林					
ゲ		41	Saganuur東南	780	○														
		42	Saganuur	860															○
	43	Saganuur東	820	○															
	44	セレンゲ川	700															○	
	45	セレンゲ川支流	測字															○	
	46	峠	780											○					
	47	オルホン川	700											○					
	48	ヨーロ川	740															○	

図-3.5 トレーニング・エリア一覧表(2)

県	No	地点名	標高 m	耕作地			平地				森林		水域			その他		
				麦	野菜	果樹	乾性I 密	乾性II 疎	湿性I 密	湿性II 疎	I 密	II 疎	裸地	河川	湖沼	都市	集落	その他 (道路)
モンゴル	49	ヨーロ町西	770					○										
	50	ヨーロ町北	800	○														
	51	ヨーロ町西	820	飼料														
	52	道路沿いの湖	880												○			○
	53	ハヤハット	740															
	54	ハヤハット南	760	○														
	55	ハヤハット南東	770			ゾウノ												
	56	ハヤハット南西	780	休耕														
	57	ハヤハット西	840				採草地											
	58	ダルハン北	730	休耕														
	59	サガントルゴイ	760			サガント												
	60	ナルト西	840											○				
	61	" 2	840															道○路
	62	ガントルゴイ西	910	休耕														
	63	ベレンダライ	860	飼料														
	64	ホルト	1,030	麦														
	65	ダルハン南部	810	○														
	66	シャリングル	1,090															炭○鉱
	67	シャリングル西	920	○														
	68	ダルハン西北	660						○									
	69	渡し場東	660	○														
	70	ダルハン北西	860	○														
	71	ダルハン東	800			ゾウノ												
	72	ダルハン	-														○	
	73	アタル西	920										○					
	74	アタル南西	760	麦														
	75	"	760										○					
	76	セレンゲ川	810											○				
	77	ヒヤハット北東	800	麦														
	78	ヒヤハット北	820	麦														
	79	セレンゲ川橋	830								○							
	80	セレンゲ川橋より	830								○							
	81	セレンゲ川橋	980														○	
	82	セレンゲ川橋西	1,020	麦														
	83	セレンゲ川橋東	1,040								○							
	84	セレンゲ川(橋)	950										○					
	85	セレンゲ川橋南東	960	休耕														
	86	ブルガン市	1,200														○	
	87	オルホン南1	1,240			飼料												
	88	オルホン南2	1,180										○					
	89	オルホン南3	1,120			飼料												
	90	オホソノ橋	1,080											○				
	91	エレンギネット	1,280														○	
	92	エレンギネット空港	1,230															空○港
	93	エレンギネット南東	980			サガント												
	94	エレンギネット南	1,030	麦														
	95	" 2	880	○														
	96	ズーンハラ東	800						○									
	97	ズーンハラ	810														○	
98	ズーンハラ南	800			サガント													
99	父三川ハラ橋	800											○					
100	ズーンハラ南西	840	麦															
101	ダグジャー	1,100															○	
102	ダグジャー東	1,050													○			
103	ルン西	1,090						○										
104	ルン東	1,200	○															

図-3.5 トレーニング・エリア一覧表(3)

県	No	地点名	標高 m	耕作地				平地				森林		採地	水域			その他	
				麦	野菜	果樹	乾性Ⅰ 密	乾性Ⅱ 疎	湿性Ⅰ 密	湿性Ⅱ 疎	Ⅰ 密	Ⅱ 疎	河川		湖沼	都市	集落	その他 (道路)	
ト ウ ブ	105	マウラント	1,380	飼料															
	106	マウラント南西	1,220	麦															
	107	マウラント	1,280																○
	108	マウラント南	1,260	麦															
	109	マウラント道	1,320	飼料															
	110	トーラ川沼	1,240									○							
		"	1,270																砂利取
	112	トーラ新橋	1,280									○							
	113	テレルジ	1,600									○							
	114	" 1	1,600											岩山					
	115	" 2	1,480											岩山					
	116	" 3	1,480									○							
	117	セレゲレン	1,500		シシト														
	118	" 2	1,500	飼料作物															
	ウ ブ ル	119	グゾル湖南西	1,800							○								
		120	グゾル湖	1,780												○			
		121	グゾル湖北	1,900				○											
		122	グゾル湖北東	2,020	休耕														
123		アハール南西	1,940	休耕															
124		アハール南東	1,540				○												
125		バヤンゴル北	1,460				○												
126		バヤンゴル南西	1,490												○				
127		ドグルク	1,450															○	
128		トグルク南東	1,380						○										
129		アルベペール	1,840													○			
ハ ン ガ イ	130	オンギ川	1,740											○					
	131	サンダレ	1,780												○				
	132	アハール北東	1,660	○															
	133	タルナイ川より	1,250	○															
	134	ハリホリー北	1,370								○								
	135	ハリホリー北2	1,430	飼料															
	136	ハルホルン	1,420														○		
イ	137	ハルホルン東	1,430	麦															
	138	ハルホルン北	1,380	休耕															
	139	ハルホルン南	1,460	麦															
	140	ハルホルン東2	1,400	麦															
ブ ク ト	141	クルナイ川橋北	1,310	麦															
	142	クルナイ川橋東	1,380	○															
	143	エドネツト西	1,270	麦															
	144	エドネツト西1	1,220								○								
	145	エドネツト北	1,290	○															
ウ ブ	146	セルベ川上流	1,640								○								
	147	ハンドガイド	1,570								○								
	148	ハンドガイド南	1,510								○								
	149	ラソバート西	1,350		○														

3.5 第二次土地被覆分類および画像判読

第二次土地被覆分類および画像判読は、第一次土地被覆分類画像と現地調査結果を踏まえ、現況に即した詳細な土地被覆分類を行い、土地利用図を作成するものである。とくに、衛星画像のスペクトル特性のみによる第一次土地被覆分類で分類が困難だった草地の細分については、LANDSAT TM画像の画像判読に加え、地形区分による分類を行った。耕作地については、現地調査で確認した結果、穀物以外の作物の作付け面積が小規模で、衛星データの分解能では精度的に有効な値が得られないこと、また同時に数種類の作物を栽培していることなどから、区分は困難と判断した。第二次土地被覆分類および画像判読による土地利用区分項目は、表-3.4に示す。

表-3.4 土地利用区分項目

項 目	土 地 利 用 の 内 容
耕 作 地	穀物、野菜、果樹等の耕作地。衛星画像の情報およびモンゴル国の土地利用図を参照し、現況耕作地と休耕地の分布状況を抽出。現地調査結果により作物の細分は困難と判断した。
乾性草地（密）	丘陵地等の多年生植物が優勢な自然草地のうち、衛星画像上で植生が密な箇所。
乾性草地（疎）	丘陵地等の多年生植物が優勢な自然草地のうち、衛星画像上で植生が疎な箇所。但し、衛星の観測時期が9月～10月のため、本来植生が密な箇所であっても衛星画像が疎の色調を呈する箇所はこのカテゴリに含めた。
湿性草地（密）	自然草地のうち河川沿いの低地に分布する植生が密な箇所。セレンゲ川、オルホン川などの大河川沿いの灌木の混在する草地は、このカテゴリに含めた。
湿性草地（疎）	自然草地のうち河川沿いの低地に分布する植生が疎な箇所。
森林（密）	主として対象地域の北部に分布する森林のうち、植生が密な箇所
森林（疎）	森林（密）に比べて植生が疎な箇所であるが、衛星画像の観測時期による葉量の変化から、植生が密な場合でもこのカテゴリに含まれている場合がある。
裸 地	丘陵地や河川沿い等に見られる土壌の露出している箇所。
河 川	衛星画像および地形図上で判読可能な河川とし、季節的な増水によって河川様となるものは除外した。
湖 沼	衛星画像および地形図上で判読可能な湖沼。季節によって形が異なるものもある。
都市域・集落	ウランバートル、ダルハン、エルディネット等の大都市および地方の主要都市は都市域とし、その他の町・村落等は集落とした。
道路・鉄道等	道路は、都市間を結ぶ幹線道路および集落地を結ぶ主要道路をおもに記載し、その他の道路は衛星画像で判読可能なものとした。

3.6 土地利用図の作成

第二次土地被覆分類および画像判読結果から、1/25万土地利用図を作成した。土地利用区分は前述の表-3.4のとおりである。土地利用区分図は調査対象地域を緯度・経度を基準として23面に分割した。1図葉の範囲は、緯度1度、経度2度である。図郭の範囲は図-3.5に示す。また、土地利用区分項目別の面積集計を行い、調査対象地域の土地利用状況を把握した。

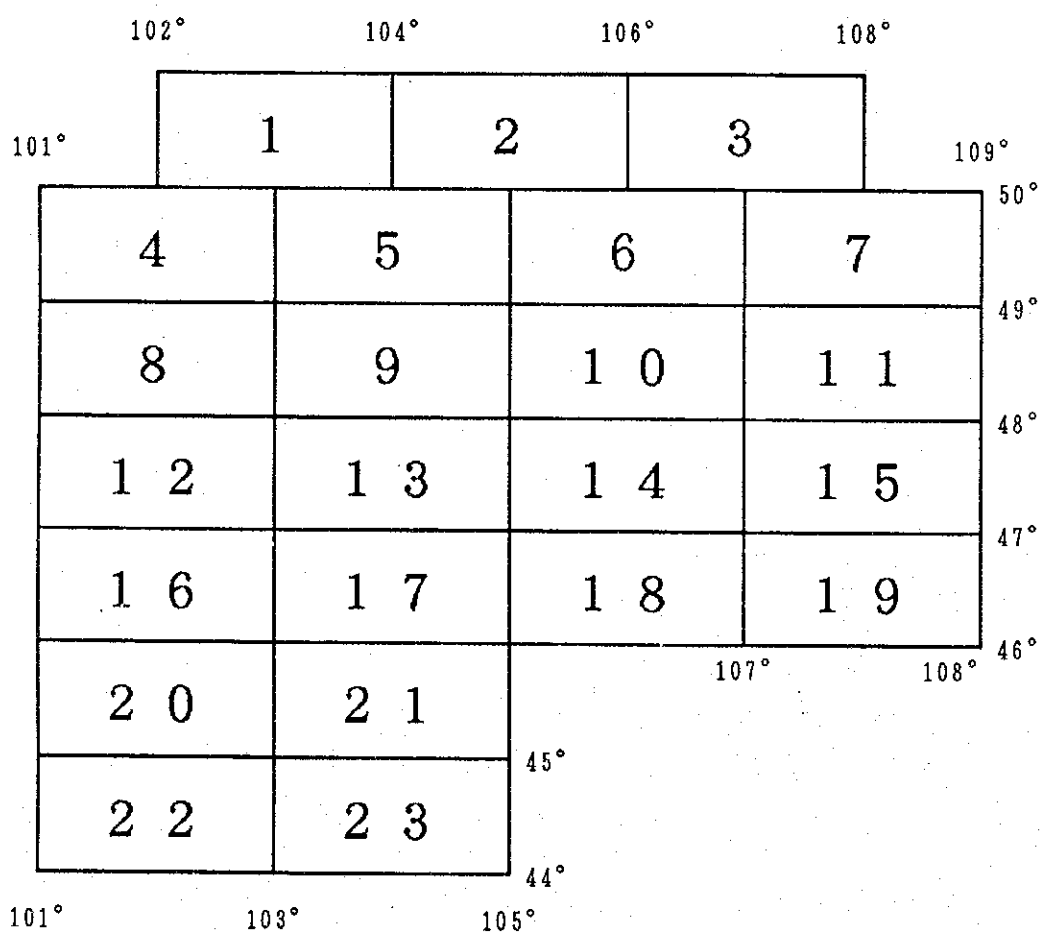


図-3.5 土地利用図の図郭割図

3.7 地域特性の把握

行政区別の土地利用状況および土地利用面積集計の結果から、農牧業農村総合開発計画の策定を考慮して、調査地域の地域特性を把握した。

3.8 報告書（ファイナルレポート）の作成

これまでの業務の経過および結果についてとりまとめ、調査報告書（ファイナルレポート）を作成した。