
人工衛星データ及び地理情報システムを用いた
公共牧場の動態解明に関する研究

(12660239)

平成12～15年度 科学研究費補助金(基盤研究(C)(2))

研究成果報告書

平成16年3月

研究代表者 築城 幹典
(岩手大学農学部助教授)

目 次

はしがき	2
研究組織	3
研究経費	3
研究発表	3
緒 言	4
研究成果	5
岩手県内公共牧場の利用実態	6
岩手県の Landsat TM 画像	8
岩手県内のススキ草地の分布	9
各公共牧場におけるススキの分布	10
安比牧野における放牧休止後の植生の変化	
緒 言	40
材料および方法	40
結 果	41
考 察	42
引用文献	43
多時期リモートセンシングデータを用いた公共牧場の植生変化の推定	
緒 言	48
材料および方法	48
結 果	49
考 察	52
引用文献	54
リモートセンシングデータを用いた現存量推定モデルの作成	62
リモートセンシングによる岩手山噴火時の草地被害予測	64
ニューラルネットワークを用いたリモートセンシングによる	
収量予測モデルの開発	66
TerraASTER および LandsatTM データを用いた	
地表被覆分類および牧草収量予測の比較	68

はしがき

農業基本法が改正され、食料の自給率向上が急務となっている。特に自給率の低い飼料作物については、その自給率向上が特に重要である。一方、近年育成牛や繁殖牛のために山間地に造成されてきた公共牧場の利用率が低下してきている。こうした公共牧場の利用率向上は、自給率の向上のみならず、環境保全や中山間地の問題とも絡んで重要であるが、山間地に立地することや、面積が広大であるため、その実態を把握することが困難である。

リモートセンシングは日本語では遠隔探査と訳され、「直接触れることなく、電磁波の反射を使って対象物やその環境の状態を読みとる技術」と定義されている。農地やそこに生育する農作物は、広大な面的広がりの中で日々刻々と状況が変化することから、衛星リモートセンシングを適用するメリットが最も大きい対象と注目され、その技術が開発されてきた。衛星リモートセンシングによる大規模な農作物の収穫量把握の試みは、1970年代後半にアメリカで実施された LACIE 計画に端を発し、現在では世界各国で作物面積の推定や作付図の作成、作物の収量推定、作物の診断などが行われている。このように、農業情報の収集手段として、人工衛星によるセンシングの役割はますます重要となってきている。

公共牧場は一般に、一圃場あたりの面積が広い、山間部に位置する場合が多い、生産された地上部の全てがそのまま収穫の対象となるなどの理由から、その調査及び管理などに人工衛星データを用いることが有効である。わが国の公共牧場などの草地を対象としたリモートセンシングでは、栃木県北部の土地利用分類、一番草収量の推定及び北海道十勝地区の地表被覆物の解析、阿蘇山周辺の牧草地に侵入したチカラシバの判読、岩手牧場を対象にした植生指数 (NVI) による草地の評価などがあり、草地分野への利用が今後非常に有効であることが示されている。

さらに、最近では情報処理技術の発達にともない、操作性の優れたリモートセンシングデータが利用可能となってきた。広大な草地といえども、その植生は必ずしも均一ではなく、その植生を把握する上ではより奇異間分解能が高い衛星データが必要となってくる。そのため空間分解能が 30m の Landsat Thematic Mapper (TM) の空間分解能では、解析に技術的困難をとまなう。しかし、空間分解能が改善された高解像度衛星の登場により、より精度の高い分類が可能となった。1999 年 12 月に Terra 衛星に搭載されて打ち上げられた高度多チャンネルイメージャであり、空間分解能が 15m である Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection radiometer (ASTER) データでは、空間分解能が 30m の TM データより、空間分解能が 15m である ASTER データの方が、非常に優秀で正確な地上被覆分類を行うことができると報告している。

そこで本研究では、多時期の人工衛星データを用いたリモートセンシングを用いて、近年利用頻度の低下や植生の荒廃が進みつつある公共牧場の利用状況の変化を把握するとともに、より適切な利用形態について検討した。

1. 研究組織

研究代表者： 築城幹典 (岩手大学農学部 助教授)

研究分担者： 雑賀 優 (岩手大学農学部 教授)

2. 研究経費

平成12年度	2,200	千円
平成13年度	500	千円
平成14年度	500	千円
平成15年度	400	千円
合計	3,600	千円

3. 研究発表 (口頭発表)

- 1) 泉川裕一・築城幹典・雑賀 優(2000) リモートセンシングデータを用いた現存量推定モデルの作成. 日本草地学会誌 46(別) : 190—191.
- 2) 内海祥治・築城幹典・雑賀 優(2002) リモートセンシングによる岩手山噴火時の草地被害予測. 日本草地学会誌 48(別) : 84-85.
- 3) 伊藤正洋・築城幹典・雑賀 優・藤本周一(2003) ニューラルネットワークを用いたリモートセンシングによる収量予測モデルの開発. 日本草地学会誌 49(別) : 56-57.
- 4) 内海祥治・築城幹典・伊藤正洋・雑賀 優(2004) TerraASTER および LandsatTM データを用いた地表被覆分類および牧草収量予測の比較. 日本草地学会誌 50(別) : 374-375.

I. 緒 言

近年育成牛や繁殖牛のために山間地に造成されてきた公共牧場の利用率が低下してきている。こうした公共牧場の利用率向上は、自給率の向上のみならず、環境保全や中山間地の問題とも絡んで重要であるが、山間地に立地することや、面積が広大であるため、その実態を把握することが困難である。公共牧場は一般に、一圃場あたりの面積が広い、山間部に位置するケースが多い、生産された地上部の全てがそのまま収穫の対象となるなどの理由から、その調査及び管理などに人工衛星データを用いることが有効である。わが国の公共牧場などの草地を対象としたリモートセンシングでは、栃木県北部の土地利用分類、一番草収量の推定及び北海道十勝地区の地表被覆物の解析、阿蘇山周辺の牧草地に侵入したチカラシバの判読、岩手牧場を対象にした植生指数 (NVI) による草地の評価などがあり、草地分野への利用が今後非常に有効であることが示されている。

一方、リモートセンシング技術は近年急速に進歩してきており、時間分解能、地上分解能、スペクトル分解能について、それぞれ特徴のある衛星データを利用できるようになってきており、農業情報の収集手段として、人工衛星によるセンシングの役割はますます重要となってきた。

そこで本研究では、多時期の人工衛星データを用いたリモートセンシングを用いて、近年利用頻度の低下や植生の荒廃が進みつつある公共牧場の利用状況の変化を把握するとともに、より適切な利用形態について検討した。

II. 研 究 成 果

岩手県内公共牧場の利用実態

市町村	牧場名	管理主体	管理方式	総面積(ha)	牧草地(ha)	牧草放牧地(ha)	野草地(ha)	放牧頭数
盛岡市	市営岩神牧野	盛岡市	夏期放牧	73	21	21	52	37
	区界牧場	盛岡市	夏期放牧	248	83	83	146	138
	御大堂牧野	御大堂牧野農協	夏期放牧	469	50	50	419	60
	都南牧場	肉牛生産公社	採草	221	132	0	0	0
雫石町	芳沢放牧場	西山牧野農協	夏期放牧	175	141	121	0	93
	滝ノ沢採草地	西山牧野農協	採草	5	5	0	0	0
	高畑草地	新岩手農協	採草	55	49	0	0	0
	大平採草地	西山牧野農協	採草	23	18	0	0	0
	安槍牧野	御明神牧野農協	採草	56	50	0	0	0
	上野沢牧野	御明神牧野農協	夏期放牧	115	63	20	0	68
	畑平牧野	畑平牧野農協	夏期放牧	50	41	37	5	29
	土谷川哺育育成牧場	葛巻町畜産会発公社	周年	273	139	83	104	350
葛巻町	袖山夏期放牧場	葛巻町畜産会発公社	夏期放牧	405	269	224	136	597
	上外川肉牛放牧場	上外川肉牛放牧組合	夏期放牧	63	44	34	19	61
	上外川乳雄肥育牧場	葛巻町畜産会発公社	夏期放牧	349	192	143	0	350
	黒内牧野	岩手町	夏期放牧	71	66	39	0	117
岩手町	丸泉寺牧野	丸泉寺牧野農協	夏期放牧	515	52	52	0	41
	田代牧野	西根町	採草	32	0	0	0	0
西根町	七時雨牧野	西根町	夏期放牧	727	309	273	418	262
	内山牧野	西根町	採草	24	23	0	0	0
	上坊牧野	西根町	夏期放牧	102	98	98	0	299
	下坊牧野	西根町	採草	106	86	0	0	0
	鞍掛牧野	西根町	採草	11	11	0	0	0
	長久保牧野	松尾村	夏期放牧	75	70	50	4	135
	大花森牧野	松尾村	採草	256	73	0	0	0
松尾村	前森山牧野	松尾村	夏期放牧	64	64	32	0	37
	相の沢牧野	滝沢村	周年	407	407	278	0	444
滝沢村	滝沢牧場	肉牛生産公社	夏期放牧	441	214	119	10	340
	高木牧野	葛巻牧野組合	夏期放牧	150	53	34	0	52
玉山村	村営山谷川目牧野	玉山村	夏期放牧	227	72	50	0	132
	姫神実験牧場	姫神実験牧場利用組合	夏期放牧	125	29	22	5	73
	玉山牧場	肉牛生産公社	周年	438	301	216	27	347
	小石川牧場	県(畜産研究所)	夏期放牧	1,615	251	186	1,354	146
	早坂放牧場	新岩手農協	夏期放牧	505	113	113	392	233
	新山牧野	志和農協	採草	70	67	0	0	0
	根石牧場	根石産肉組合	夏期放牧	133	133	118	0	39
紫波町	上平牧場	安比町農協	夏期放牧	324	76	76	244	145
	兄川牧場	兄川産肉組合	夏期放牧	246	190	135	55	150
	安比牧場	安比高原放牧組合	夏期放牧	467	91	91	376	25
	田代平牧場	関沢山牧野農協	夏期放牧	249	174	104	75	82
	七時雨牧場	新町牧野組合	周年	1,467	132	100	508	149
	宇瀬水牧野	大迫町産業開発公社	夏期放牧	377	160	160	146	237
	大谷地牧野	大迫町産業開発公社	周年	78	34	34	17	35
大迫町	町営五輪牧野	東和町	夏期放牧	117	77	77	39	78
	稲瀬牧野	北上市農協	採草	51	26	0	0	0
東和町	山口牧野	和賀中央農協	休止	47	47	0	0	0
	水上牧野	和賀中央農協	夏期放牧	97	96	56	0	89
	中山哺育育成センター	西和賀農協	周年	31	30	30	0	60
湯田町	槍之沢牧野	西和賀農協	採草	62	36	0	0	0
	左草牧野	西和賀農協	採草	58	42	0	0	0
	貝沢牧野	貝沢牧野農協	夏期放牧	193	113	113	78	35
沢内村	永原牧野	永原牧野農協	夏期放牧	45	30	30	0	50
	金ヶ崎牧場	肉牛生産公社	採草	284	197	0	0	0
金ヶ崎町	乳用牛哺育育成センター	いわてふるさと農協	周年	71	64	34	0	210
	胆沢町営牧野	いわてふるさと農協	周年	194	155	101	0	336
胆沢町	阿原山牧野	江刺市畜産公社	夏期放牧	194	193	171	0	260
江刺市	須川牧場	須川牧場組合	周年	301	283	78	0	310
平泉町	天狗岩牧野	大東町	夏期放牧	131	118	81	0	57
	御殿山牧野	岩手大東農協	採草	34	33	0	0	0
	室根高原牧野	室根高原牧野組合	周年	316	239	215	0	230
	東山町	東山町畜産センター	東山町	夏期放牧	30	29	29	0
藤沢町	館ヶ森	藤沢町農業開発公社	夏期放牧	64	37	37	0	26
大船渡市	五葉牧野	大船渡市農協	夏期放牧	49	49	49	0	60
陸前高田市	本宿牧野	本宿牧野組合	休止	19	12	0	7	0
	平根山牧野	平根山牧野組合	夏期放牧	47	31	31	15	11
	小黒山牧野	小黒山牧野組合	休止	47	18	0	29	0
住田町	県種山牧野	県種山牧野事務所	夏期放牧	506	255	145	250	172
	住田牧場	肉牛生産公社	休止	414	219	0	195	0
	住田第2牧場	肉牛生産公社	採草	686	283	0	403	0
三陸町	夏虫山・大窪山牧場	三陸町畜産公社	夏期放牧	623	311	298	77	161
	立石山牧場	三陸町農協	休止	40	20	0	20	0
遠野市	遠野哺育育成センター	遠野市畜産振興公社	周年	125	78	52	45	174
	荒川牧場	遠野市畜産振興公社	夏期放牧	1,560	420	404	1,140	436
	貞任牧野	遠野市畜産振興公社	夏期放牧	1,210	616	575	594	312
	大洞第1牧野	新崎牧野組合	採草	117	72	0	0	0
	大洞第2牧野	東禪寺牧野組合	夏期放牧	516	114	114	402	281
	高清水牧野	遠野市畜産振興公社	夏期放牧	179	86	86	93	327
	東種牧野	遠野市畜産振興公社	夏期放牧	200	50	50	150	108
	大出牧野	遠野市畜産振興公社	周年	241	101	101	140	64
	琴畑牧野	琴畑牧野組合	採草	142	89	0	0	0

岩手県内公共牧場の利用実態(続き)

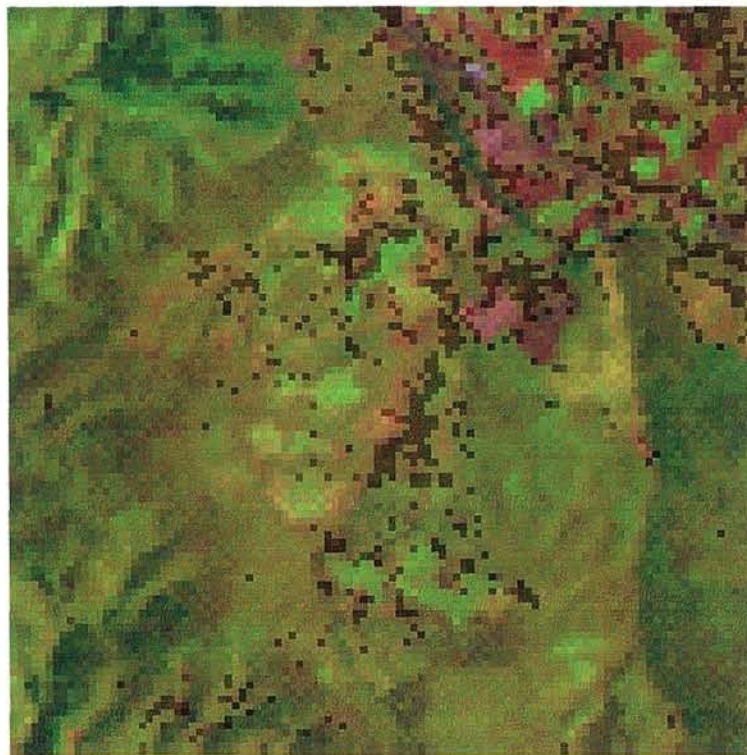
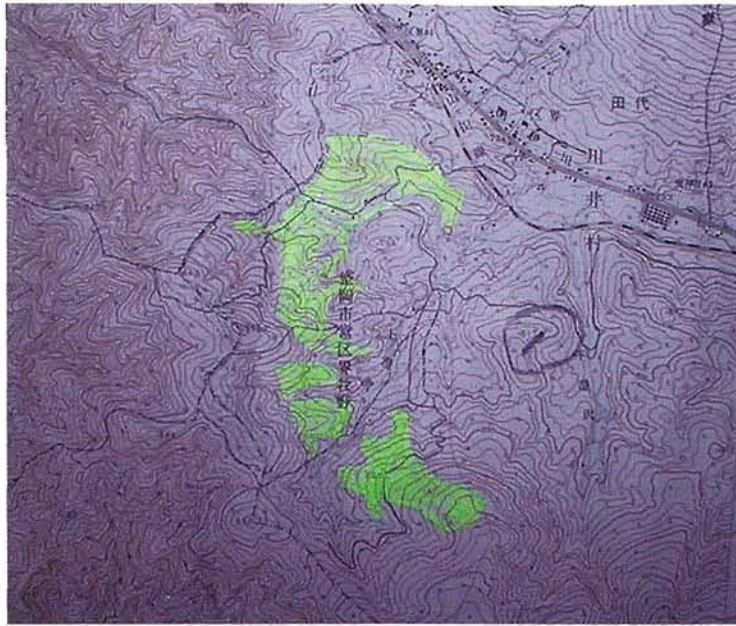
市町村	牧場名	管理主体	管理方式	総面積(ha)	牧草地(ha)	牧草放牧地(ha)	野草地(ha)	放牧頭数	
宮守村	村宮寺沢牧野	宮守村	夏期放牧	227	216	104	0	193	
釜石市	和山牧野	栗橋牧野農協	夏期放牧	835	350	306	485	490	
	釜石牧場	肉牛生産公社	休止	539	94	0	0	0	
	楠ノ木平牧場	とのお農協	夏期放牧	450	205	205	245	175	
大槌町	新山牧場	大槌町畜産振興公社	夏期放牧	853	430	360	94	70	
宮古市	亀ヶ森牧野	岩手宮古農協	夏期放牧	250	250	210	0	257	
	大野牧野	大野牧野組合	夏期放牧	53	16	16	37	35	
	東金沢山牧野	東金沢山牧野組合	夏期放牧	120	64	64	56	38	
田老町	飛山牧野	岩手宮古農協	夏期放牧	103	41	41	62	69	
山田町	山田町堂牧野	岩手宮古農協	休止	90	65	0	0	0	
新里村	和井内放牧場	和井内放牧組合	夏期放牧	136	38	38	98	43	
	新里放牧場	新里放牧組合	夏期放牧	237	112	112	261	112	
川井村	田代牧場	門馬牧野組合	休止	1,111	231	0	0	0	
	川内牧場	川内牧野組合	夏期放牧	678	95	95	583	89	
	三垂牧野	三垂牧野組合	採草	235	40	0	0	0	
	天野牧野	天野牧野組合	休止	619	30	0	0	0	
	つなぎ牧野	つなぎ牧野組合	夏期放牧	201	20	20	181	17	
	大仁田牧野	大仁田牧野組合	夏期放牧	251	68	68	183	83	
	新田牧野	新田牧野組合	夏期放牧	388	40	40	348	79	
	選定牛牧野	選定牛牧野組合	夏期放牧	107	68	68	39	77	
	箱石牧野	箱石牧野組合	夏期放牧	362	63	63	299	40	
	鈴久名牧野	鈴久名牧野組合	夏期放牧	191	115	115	76	94	
	片巢牧野	片巢牧野組合	夏期放牧	192	34	34	158	43	
	一杯森牧野	一杯森牧野組合	休止	288	14	0	0	0	
	青松牧野	青松牧野組合	夏期放牧	1,190	80	80	1,110	115	
	岩泉町	町宮大牛内育成牧場	岩泉町	周年	103	98	41	3	192
		水堀牧野	岩泉町	夏期放牧	49	49	49	0	57
		御大堂採草牧野	岩泉町	夏期放牧	89	58	58	0	34
町早坂指定産牧場		岩泉町	夏期放牧	350	20	20	330	31	
釜津田第1牧区		岩泉町	夏期放牧	127	127	127	0	78	
釜津田第2牧区		岩泉町	夏期放牧	60	60	60	0	36	
釜津田第3牧区		岩泉町	夏期放牧	60	20	20	40	47	
釜津田第4牧区		岩泉町	夏期放牧	370	153	153	217	64	
駒ヶ沢牧区		岩泉町	夏期放牧	359	99	99	260	177	
兜森牧野		岩泉町	休止	507	48	0	0	0	
鈴峠牧野		岩泉町	夏期放牧	389	19	19	370	37	
穴目山第2牧野		岩泉町	夏期放牧	51	23	23	28	34	
黒森山放牧場		岩泉町	夏期放牧	336	49	49	287	59	
上外川放牧場		岩泉町	夏期放牧	308	40	40	268	28	
田野畑村		村宮長嶺牧野	田野畑村	周年	162	103	52	55	78
久慈市	白樺平公共採草放牧地	久慈市畜産会発公社	夏期放牧	315	178	178	0	149	
種市町	滝沢牧野	滝沢牧野農協	夏期放牧	91	43	43	49	71	
	城内牧野	城内牧野農協	夏期放牧	38	32	32	6	12	
	伝吉牧野	伝吉牧野組合	夏期放牧	50	16	16	30	17	
野田村	大葛牧野	野田村農用馬生産組合	夏期放牧	14	14	14	0	22	
大野村	大野牧場	肉牛生産公社	周年	352	279	209	18	217	
	大野地区共同利用模範	大野村畜産公社	周年	285	177	90	0	248	
山形村	山形村短角牛基幹牧場	陸中農協	夏期放牧	123	62	62	30	122	
	平庭牧場	陸中農協	採草	73	73	0	0	0	
	霧畑牧野	霧畑牧野農協	夏期放牧	305	82	82	58	31	
	上外川牧野	山形村牧野農協	夏期放牧	484	69	69	415	90	
	類瀬牧野	霧畑肉用牛生産改良組合	夏期放牧	15	10	10	5	20	
	成谷牧野	成谷肉用牛生産改良組合	夏期放牧	38	25	25	13	30	
	倉野沢牧野	荷糞部肉用牛生産組合	夏期放牧	60	52	52	8	50	
	雨堤牧野	大峯草地利用管理組合	夏期放牧	30	23	23	7	92	
	小国牧野	小国牧野利用組合	休止	21	16	0	0	0	
	沼袋牧野	沼袋草地利用組合	夏期放牧	8	8	8	0	6	
	砂川牧野	砂川牧野組合	夏期放牧	5	5	5	0	14	
	白樺牧野	白樺牧野組合	夏期放牧	20	20	20	0	43	
	二戸市	二戸市宮牧野	二戸市	夏期放牧	90	58	4	21	110
		高森牧場	一戸町農協	夏期放牧	533	355	325	174	431
		西岳牧場	奥中山農協	採草	30	27	0	0	0
浄法寺町	宇別牧場	奥中山農協	周年	130	112	83	16	192	
	漆沢牧野	漆沢牧野	夏期放牧	83	35	35	48	76	
	梅ノ木牧野	梅ノ木牧野利用組合	夏期放牧	213	35	35	178	61	
	稲庭牧野	稲庭牧野農協	夏期放牧	88	83	83	5	263	
	太田牧野	太田牧野農協	夏期放牧	53	40	40	13	122	
	大清水牧野	大清水牧野農協	夏期放牧	106	102	102	4	192	
	高曲原団地	大清水牧野農協	採草	51	51	0	0	0	
	杉沢団地	大清水牧野農協	夏期放牧	22	22	22	0	3	
	湯沢牧野	湯沢牧野農協	夏期放牧	107	83	83	24	204	
	大又牧野	大又牧野利用組合	夏期放牧	117	17	17	100	61	
	筍平牧野	筍平牧野組合	夏期放牧	90	85	85	0	100	
	軽米町	鶴飼牧野	軽米町	夏期放牧	37	26	26	8	57
		米田矢木沢大平牧野	軽米町	夏期放牧	45	43	13	0	112
	九戸村	村宮五牧橋育成牛舎	九戸村	周年	6	5	5	0	56
		村宮戸田牧野	九戸村	夏期放牧	30	30	30	0	91
菅代村	ウネトリ牧場	菅代村自然休養村公社	周年	102	92	32	0	99	



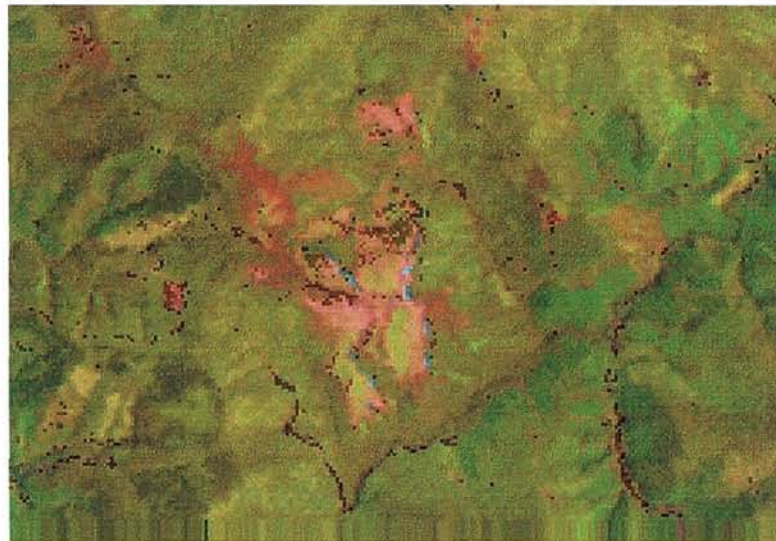
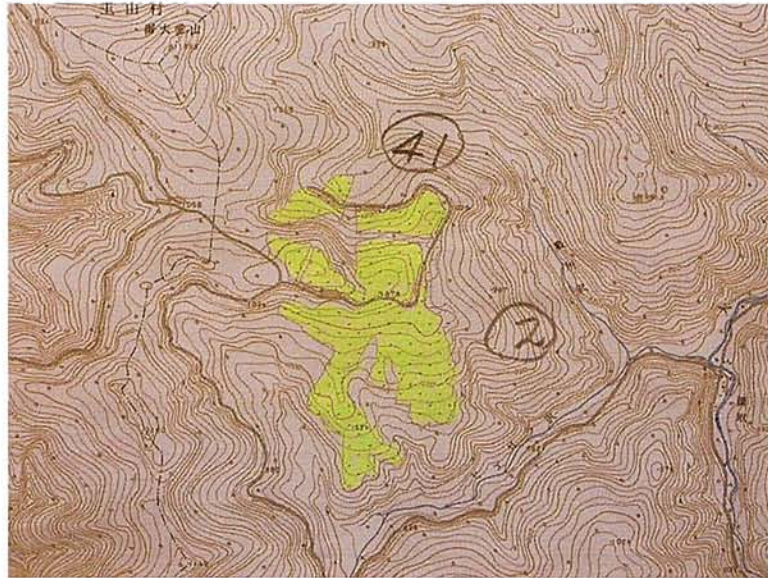
岩手県のLandsatTM画像（1996年5月27日）
赤：バンド5、緑：バンド4、青：バンド3



岩手県内のススキ草地の分布



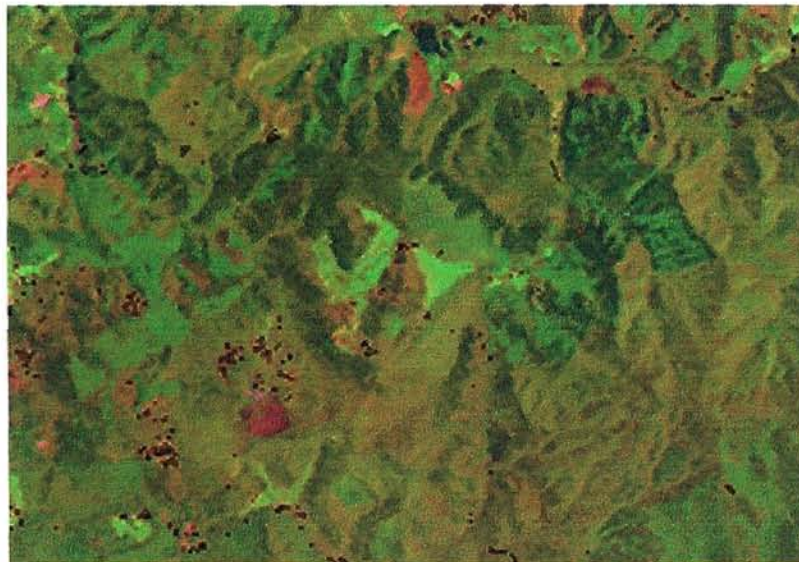
区界牧場



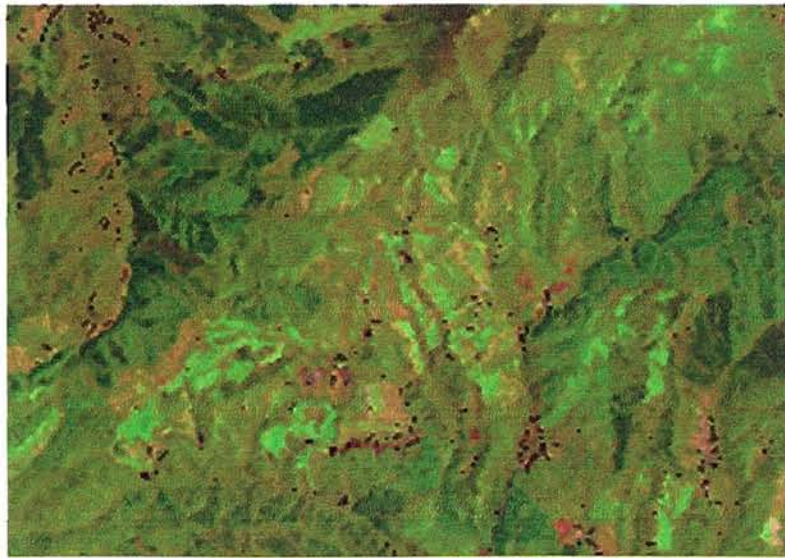
御大堂牧野



都南牧場



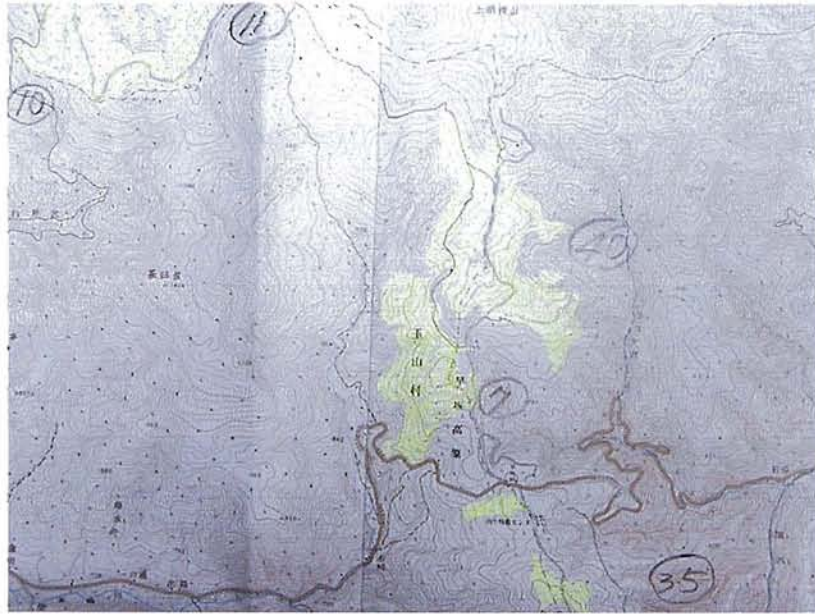
丸泉寺牧場



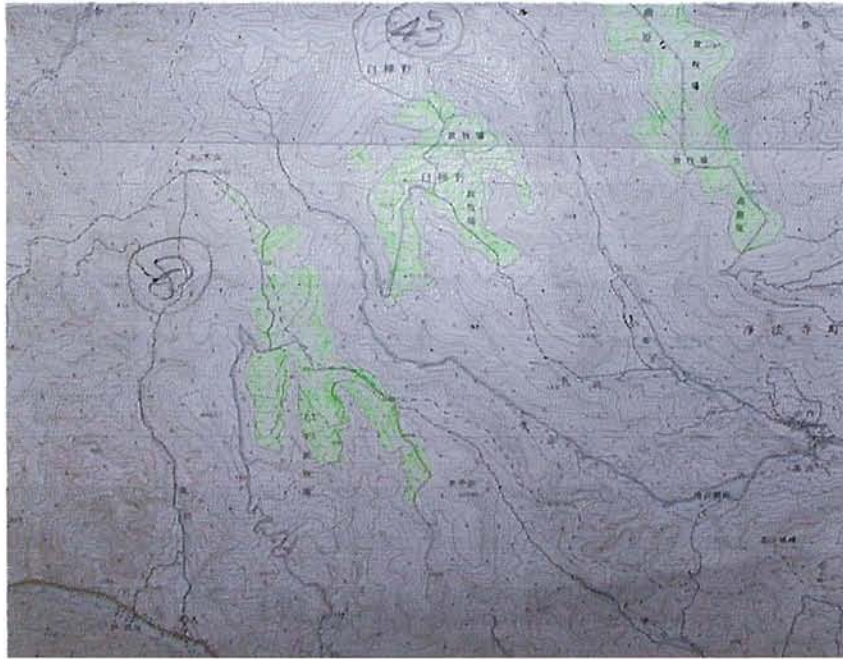
七時雨牧野



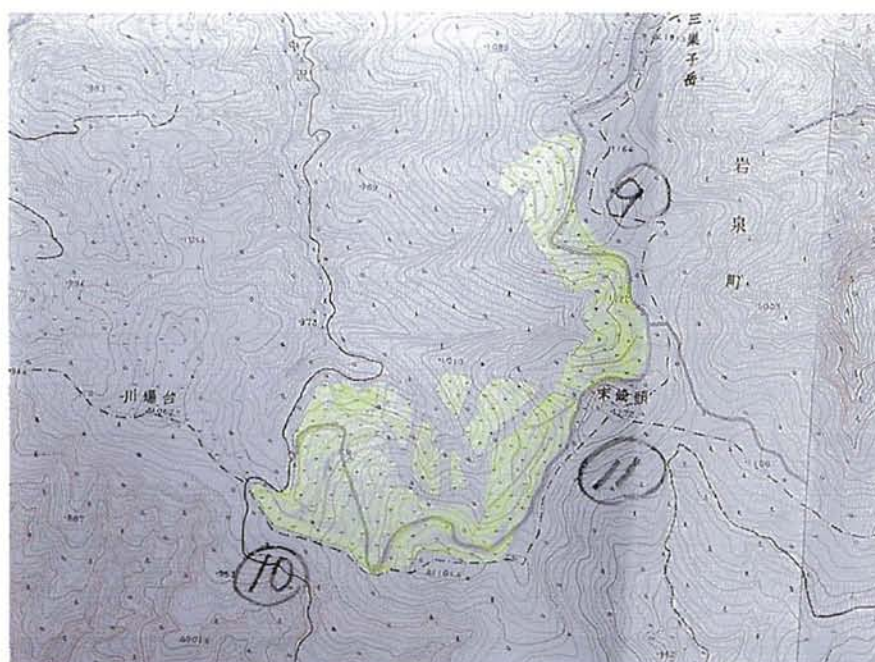
玉山牧場、日戸共有茅刈り場



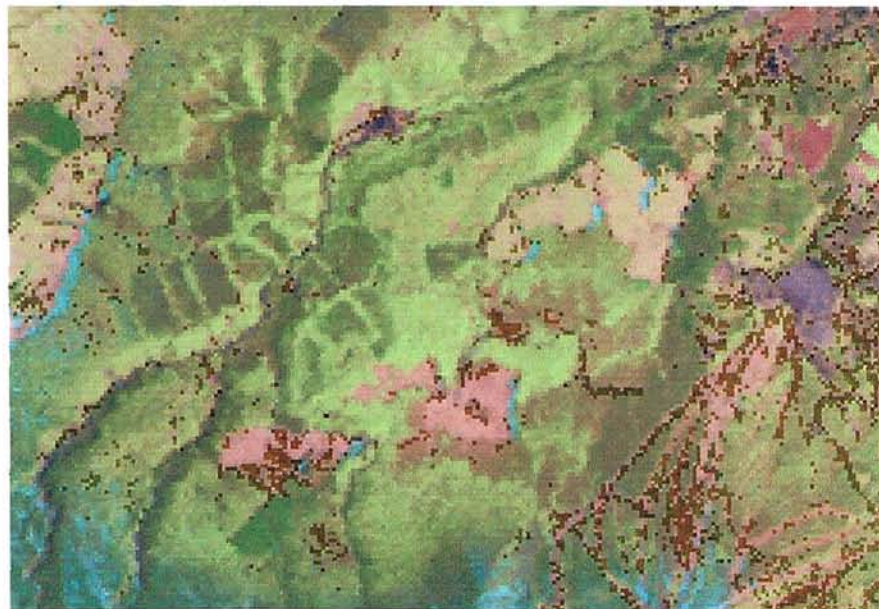
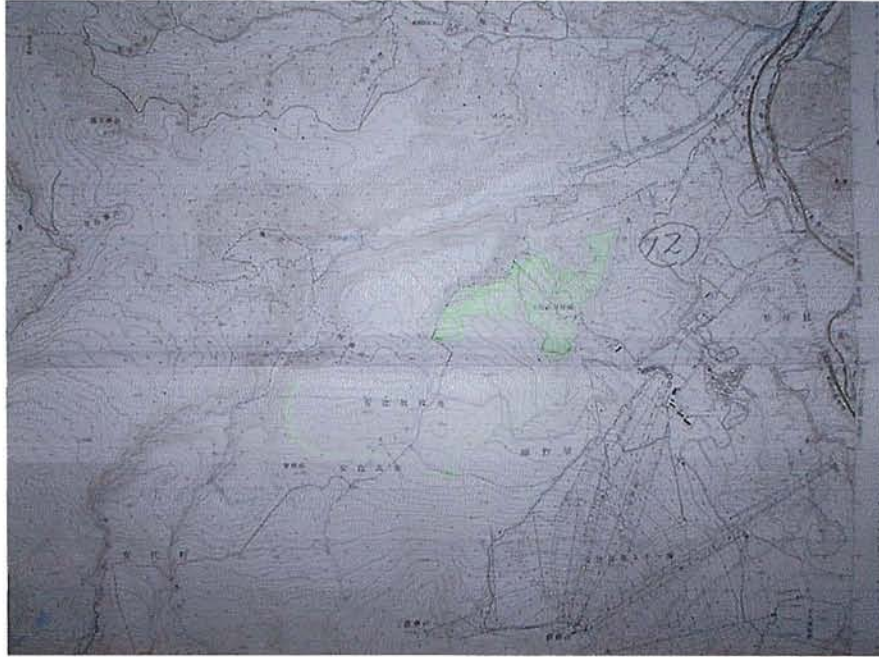
早坂放牧場、上外川放牧場



上平牧場 白樺野牧野



上外川牧場



安比牧野



根石牧場



田代平牧場、七時雨牧場



山谷川目牧野



宇瀬水牧野



金ヶ崎牧場



須川牧場



室根高原牧場



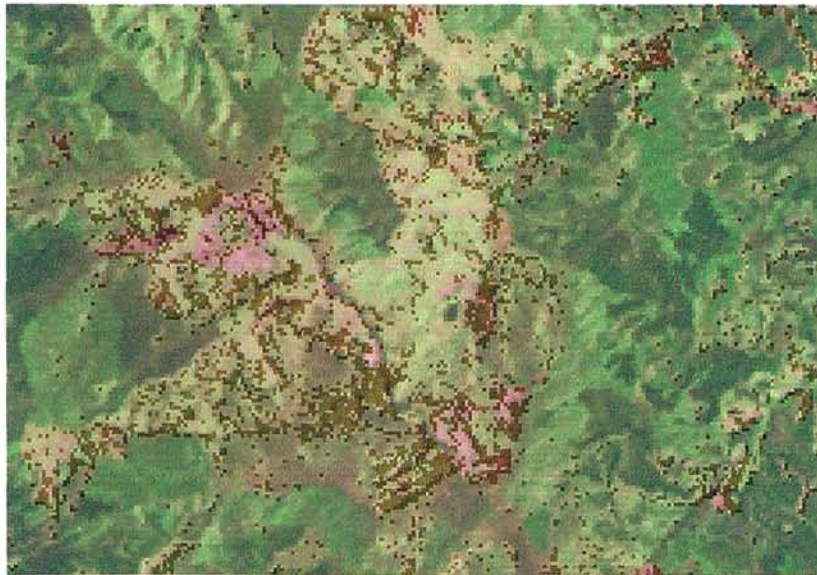
住田牧場



住田第2牧場

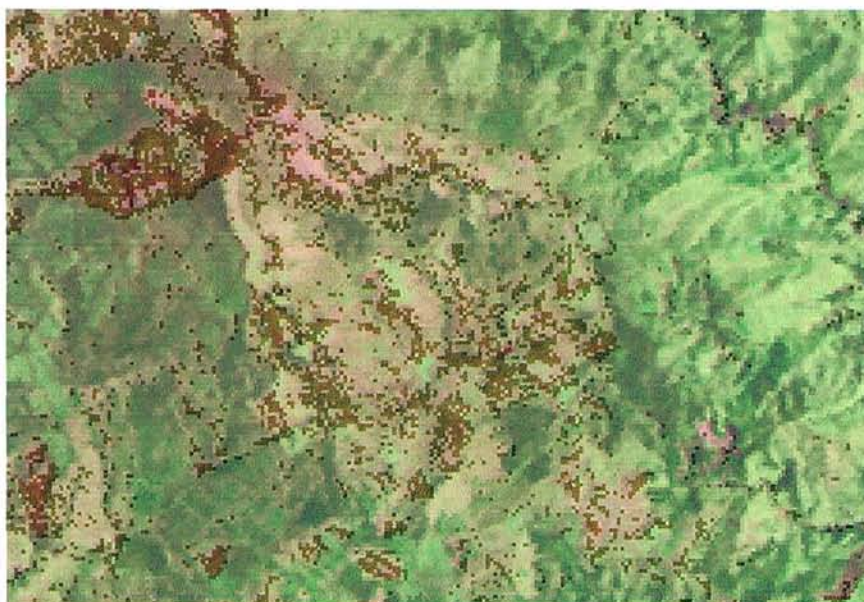


夏虫山放牧場

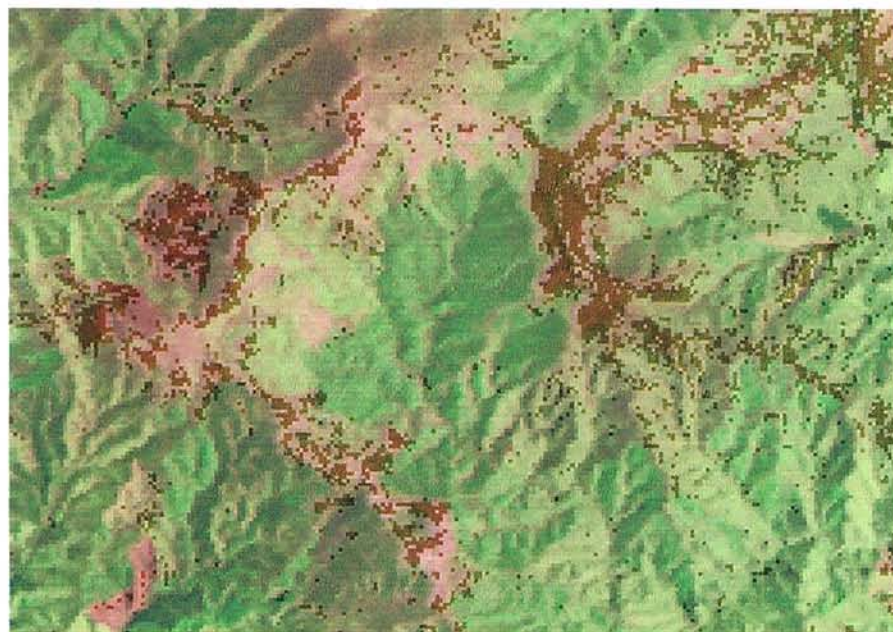
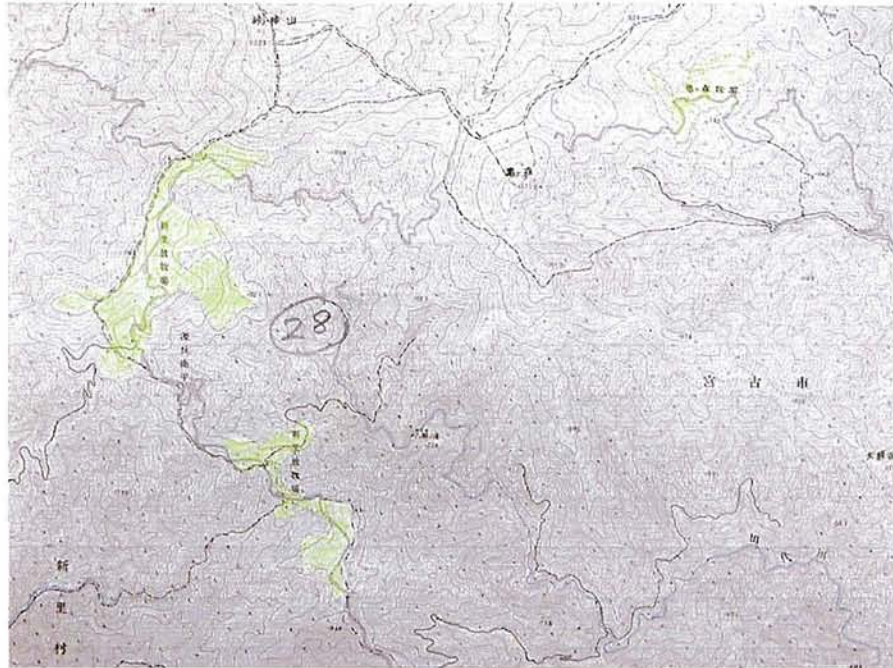


大洞第2牧場

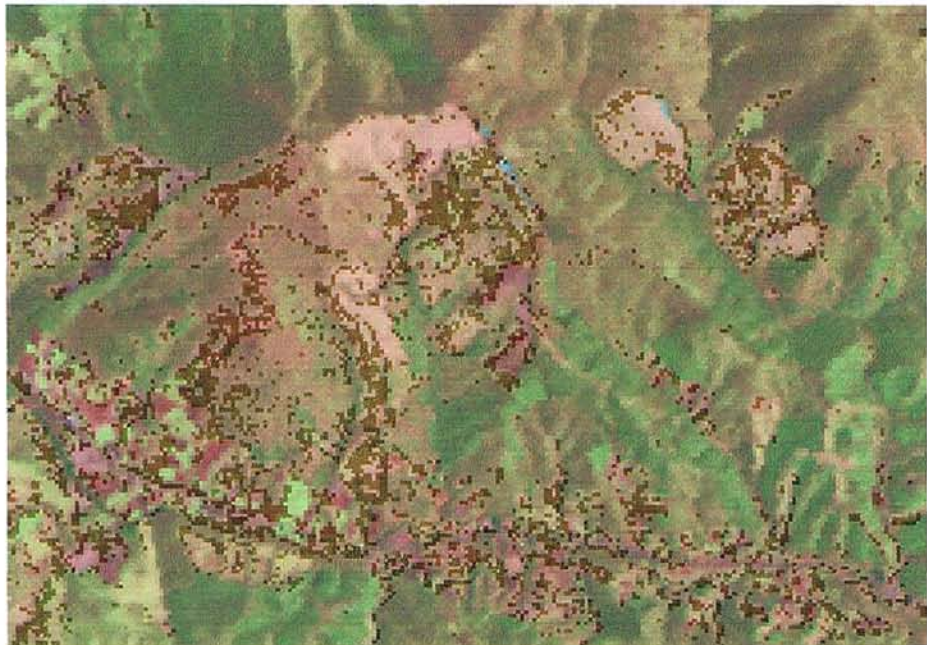
はしの (盛岡4号-4)



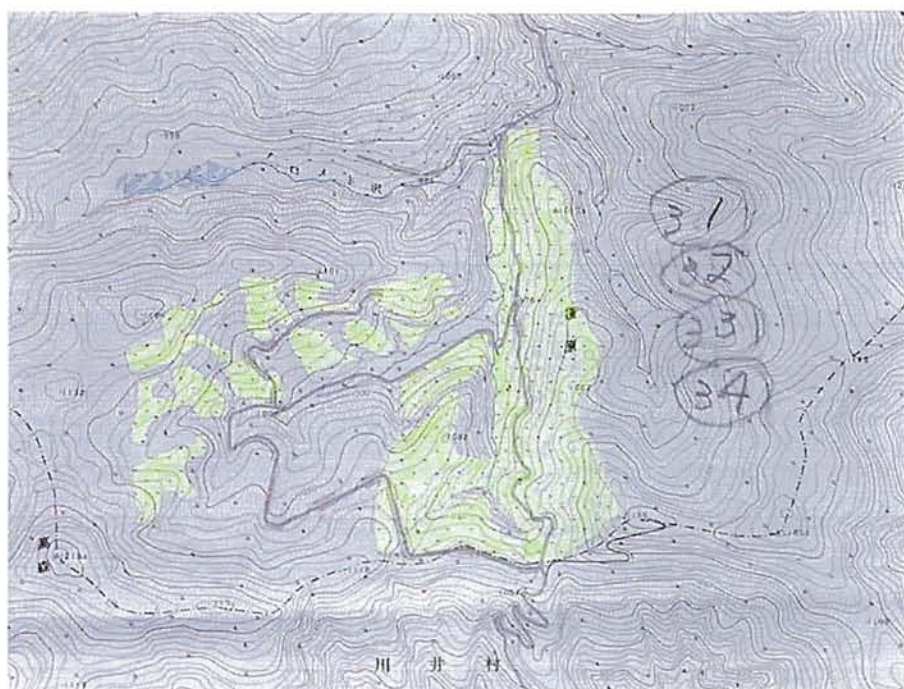
新山牧場



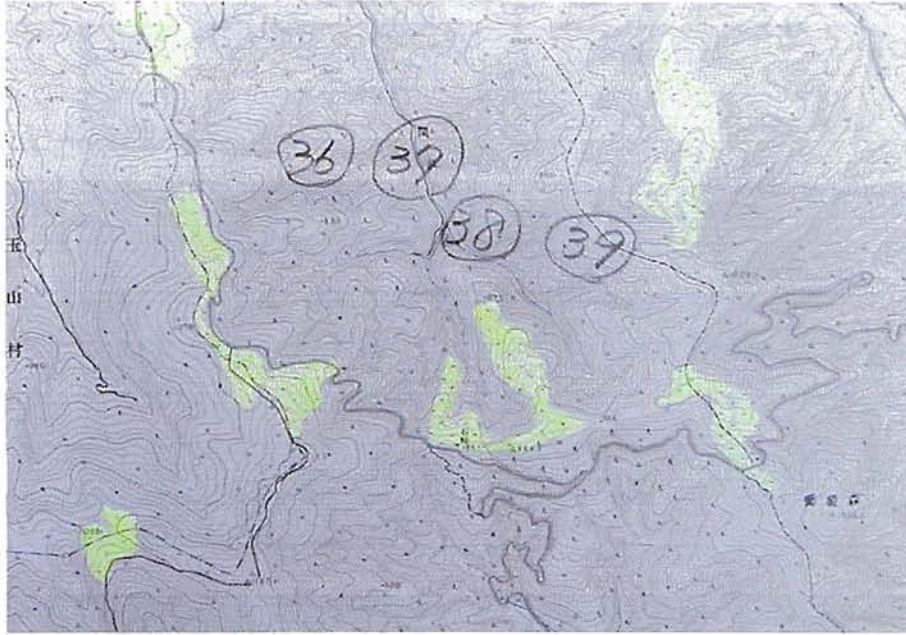
新里牧場



田代牧野



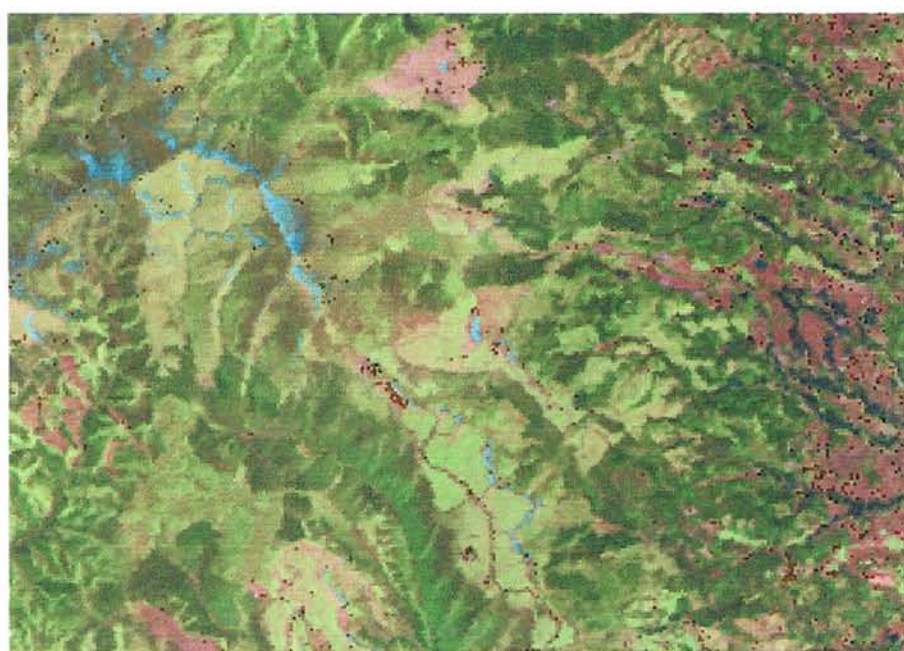
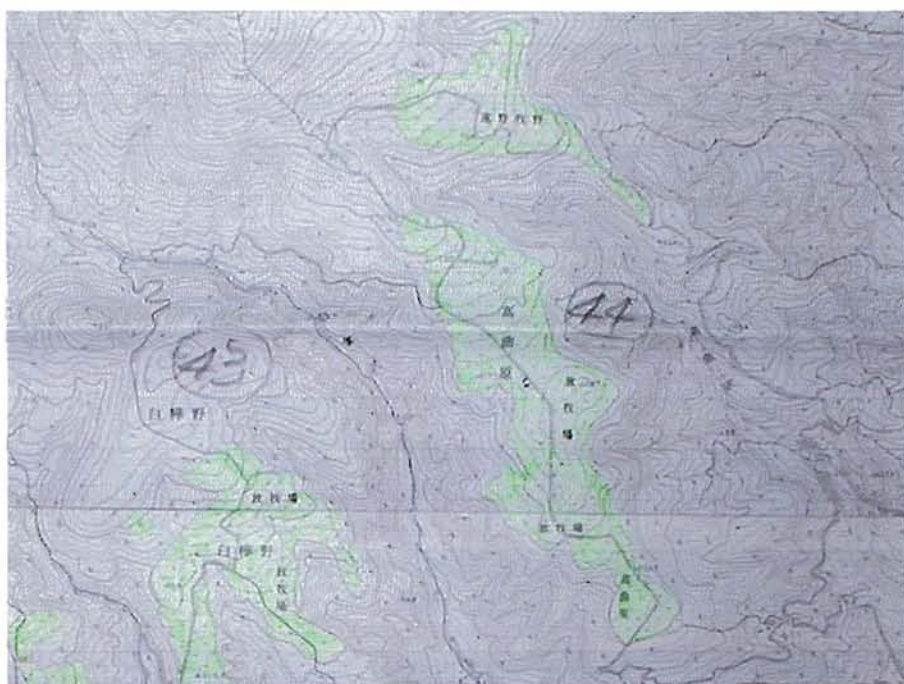
選定牛牧野、箱石牧野、鈴久名牧野、片巢牧野



釜津田牧区



高森牧場、筍平牧場



白樺野牧場、高曲原団地



漆野牧野

安比牧野における放牧休止後の植生の変化

1. 緒言

リモートセンシングは、離れた場所から目的地の状態を得ることのできる技術であるが、地表被覆分類の結果の検証と精度の向上のために、地上での調査によって得られたデータが非常に重要である(小南ら 1992)。

地表被覆分類においては教師となるピクセルのデータが必要であるし、収量予測では回帰式のためのデータが必要となる。植生変化の調査においては、現存量の変化のみならず、種構成の変化もあり、複雑である。

安比牧野は安比高原放牧組合によって管理されており、経営開始は昭和 42 年である。牧場総面積 472 haのうち牧草地は 91haで、すべて放牧に利用されている。その他の 376haは野草地である。牧草地では日本短角種 25 頭の夏季放牧が行われている。平成 8 年に制定された「岩手県公共牧場再編整備計画」では平成 17 年には短角種 100 頭を夏季放牧するとしている。安比牧野は日本短角種の放牧により長期間に渡りシバ型草地在維持されてきた(小南ら 1992)が、畜産農家の減少、農作業の機械化に伴い 1985 年ごろ「中の牧」では放牧が休止された。放牧の中断によりその植生が大きく変化している。

そこで本研究では、安比牧野における 1981 年と 2002 年の植生調査の結果を比較し、植生の変化を考察する。

2. 材料及び方法

調査地は岩手県安代町安比牧野「中の牧」で、東西 40m、南北 60m に区域に 1m 四方の調査枠を 12 箇所設置し、全出現植物の被度と草丈を記録した。

放牧下にあった 1981 年当時の調査と同じ地点において、2002 年 7 月 23 日に植生調査を行った。1981 年の調査と同様に、全出現植物に被度と草丈を記録し、2 つのデータを比較した。1981 年のデータは「草地の動態に関する研究 第 2 次中間報告 野草地編」から引用した。調査地点は安比牧野「中の牧」にあるブナの駅から南に 200 メートルの地点である。

被度はペンファウンドの被度階級を用いて 6 つの階級に分けた。すなわち、A:76~100%, B:51~75%, C:26~50%, D:6~25%, E:1~5%, F:1%以下、である。

1981 年と 2002 年の植生調査の結果をもとに、拡張積算優占度を求めた。被度についてはペンファウンドの被度階級の間値を取り、A:88%, B:63%, C:38%, D:15.5%, E:3%, F:0.5%、とした。全体の中でもっとも大きかった被度の値は 88%であったので、この値で正規化した。一方、草丈については、全体の中でもっとも大きかった値は 2002 年のワラビ(105cm)であったので、すべての種についてこの値で正規化した。

そしてこれら正規化した被度と草丈から以下の式により拡張積算優占度を求め、1981 年と 2002 年の結果を比較した。

$$SDR2 = \frac{C'+H'}{2}$$

ただし C'は正規化した被度、H'は正規化した草丈である。

また、12箇所設置したコドラートから3箇所を選び、コドラート内の植物を刈り取り、地上部現存量を測定した。刈り取った地上部を緑色部、枯死部に分け、緑色部はさらなシバ、スゲ、ワラビ、その他に分類し、70度で2昼夜通風乾燥後した後重量を測定した。こうして得られた結果を1981年以前の結果と比較し、地上部現存量及び草種別割合の推移を調査した。1981年のデータは「草地の動態に関する研究 第2次中間報告 野草地編」(農林水産省草地試験場 1985)から引用した。

3. 結果

1) 拡張積算優占度

安比牧野の1981年における拡張積算優占度を図1に示した。シバが最も高く、34.7であった。2位のシバスゲは18.8でシバと大きく差が開いていた。その後の12位のミツバツチグリまではほぼ等間隔で減少していた。13位のカニツリグサのところで再び段差が認められるが、その後はなだらかに減少している。拡張積算優占度の高かった種は、シバ(34.7)、シバスゲ(18.8)、ヤマヌカボ(17.3)、ニガナ(15.7)、ワラビ(14.1)、ケンタッキーブルーグラス(12.6)、ヒメスイバ(11.6)、スズメノヤリ(11.4)、ウマノアシガタ(9.7)、オトギリソウ(9.1)などである。シバを中心に放牧に適したシバ型草地を形成している。総出現種数は45であった。

2002年の拡張積算優占度を図2に示した。1位のワラビと2位のハルガヤが突出して高く、3位以降と大きな開きがある。3位以降の拡張積算優占度は緩やかに減少している。拡張積算優先度の高かった種は、ワラビ(53.7)、ハルガヤ(35.4)、ニガナ(15.1)、シバ図下(14.4)、ヤナギラン(12.7)、ズミ(11.9)、ミツバツチグリ(7.8)、ヒメタガソソウ(6.9)、ヤマカモジ(4.8)、シバ(4.6)などである。ワラビは1981年では5位であったが、2002年では1位となり、拡張積算優占度の値も大きく上昇していた。1981年の1位であったシバは10位になっていた。また2位のハルガヤは1981年の調査では観察されておらず、外部から侵入してきたと考えられる。木本のズミの拡張積算優占度が32位から6位上昇しており、大型化したことがわかる。1981年時では3位だったヤマカモジと8位だったスズメノヤリは2002年の調査では観察されなかった。一方、シバスゲ(2位→4位)やニガナ(4位→3位)のように、2時期においてそれほど拡張積算優占度に変化のなかった種もあった。1981年のみで観察された種は16種、2002年のみで観察された種が14種あり、群落の種構成が大きく変化したことがわかった。

主な種を抜き出して拡張積算優占度を比較したグラフを図3に示した。1981年から2002年にかけて拡張積算優占度が大きく減少した種は、シバ、ヤマヌカボ、ケンタッキーブルーグラス、ヒメスイバ、スズメノヤリ、ウマノアシガタ、ホワイトクローバで、このうちヤマヌカボとスズメノヤリは2002年には観察されなかった。拡張積算優占度が増加した種は、ワラビ、ヤナギラン、ズミ、オーチャードグラス、ハルガヤであった。このうち、ハルガヤは1981年には観察されていない。シバスゲとニガナには大きな変化は無かった。

2) 現存量調査

安比牧野の1981年と2002年における刈取り調査の結果を表1に示した。2002年の現存量の平均値は $144.0\text{g}/\text{m}^2$ で、1981年の $171.1\text{g}/\text{m}^2$ に比べやや低かった。現存量のうち緑色部の占める割合は、1981年では約67%であったのに対し、2002年では約97%と大きな差があり、緑色部の現存量は1981年では $114.5\text{g}/\text{m}^2$ 、2002年の平均では $139.6\text{g}/\text{m}^2$ であった。

緑色部のうちの草種別割合は、1981年ではシバが最も高く53.4%を占めていた。また、スゲが13.4%、ワラビが8.7%であった。一方、2002年では、すべてのコードラートにおいてワラビの割合が70%を超えており、平均では72.2%であった。シバは3つのコードラートのうち1つでのみ確認され、緑色部に占める割合は0.1%であった。スゲも平均で1.5%と減少していた。

1972年から1981年にかけての現存量及び草種別割合の推移を表2に示した。現存量は年によって変動があった。現存量のうち緑色部の重量は現存量と同様の推移を示したが、その割合は85%から65%までとやや変動し、現存量が多いと緑色部の割合が低下する傾向にあった。各草種別の現存量は1976年以降調査を行っている。緑色部に占める草種別の割合はシバが一番高く、50%以上を占めていた。次いでワラビが8~20%、スゲが10~17%であった。

4. 考察

1981年から2002年にかけてシバやその随伴種の被度が減少し、ワラビやハルガヤの被度の顕著な増加やズミの大型化が起きた。

須山らは1976年と1997年に撮影された安比牧野の空中写真をもとに、1976年当時の草原面積81haのうち、55%は草原のまま維持されたが、45%は林地へと変化したものと推定している。2002年の植生調査地の景観は一面にワラビが繁茂し、木本が散見され、放牧地の景観とは大きく異なっていた。放牧の休止による植生の荒廃が反映された結果となった。

また、1981年と2002年の現存量調査では1981年で最も優先していたシバが減少し、2002年ではワラビが優占しており植生調査の結果によく適合していた。2002年の現存量の平均は $144.8\text{g}/\text{m}^2$ で、1981年の $171.1\text{g}/\text{m}^2$ よりも少なかったが、1980年と1981年は放牧前の調査であり、若干の差移植後に調査を行った1973年~1978年の現存量はいずれも2002年の値を下回っている。このことから、安比牧野の現存量は1981年から2002年にかけて増加したと考えられる。

安比牧野は典型的なわが国の半自然草地として利用されてきたが、1980年代以降その利用率が低下してきている。今回の調査では、植生の変化のみを調査したが、このほかにも昆虫や鳥などの動植物やレンゲツツジなどの景観の変化についても調査されている。これらの草地の多面的機能は、九州の阿蘇や島根県の三瓶山など、各地の半自然草地で注目されており、そうした点からも草地の植生変化を把握することが重要である。

人工衛星によるリモートセンシングでは、ランドサットTMで画像解像度は約30mである。安比牧野の場合、面積は全体で約400ha、シバ草地で約100haあり、リモートセンシングで十分解析可能である。一方、今回の調査で、放牧に利用できないワラビやズミの増加が認められた。このような植生の変化は、リモート

センシングでの把握の際には十分考慮する必要があると考えられる。

引用文献

小南陽亮, 須山哲男, 西村 格 (1992) ランドサット TM データを用いた草地植生の判別と岩手県玉山村周辺の野草地の植生 東北農試研報 84 : 143-158.

農林水産省草地試験場 (1985) 草地の動態に関する研究 第2次中間報告 野草地編 : 46-59.

表1 安比牧野の1981年と2002年における地上部現存量(乾物)及び草種別割合

	1981年	2002年			平均
		コドラートNo.			
		5	8	11	
現存量(g/m ²)	171.1	135.7	188.9	107.5	144.0
うち					
枯死部(g/m ²)	56.6	4.2	6.7	2.5	4.5
緑色部(g/m ²)	114.5	131.5	182.2	105.0	139.6
緑色部のうちの草種別割合(%)					
シバ	53.4	-	0.1	-	0.1
スゲ	13.4	1.4	2.2	1.0	1.5
ワラビ	8.7	73.9	72.3	70.5	72.2
その他	24.5	24.7	25.4	28.5	26.2

表2 安比牧野シバ型草地地上部現存量(乾物)及び草種別割合の推移

	1972年	1973年	1974年	1975年	1976年	1977年	1978年	1979年	1980年	1981年	平均
現存量(g/m ²)	160.8	85.9	96.2	75.3	90.3	75.6	117.0	154.8	281.0	171.1	130.8
うち											
枯死部(g/m ²)	78.3				27.4	10.7	31.2	46.5	102.6	56.6	50.5
緑色部(g/m ²)	82.5				62.9	64.9	85.8	108.3	178.4	114.5	99.6
緑色部のうちの草種別割合(%)											
シバ					56.8	59.0	50.6	55.9	69.8	53.4	57.6
スゲ					13.1	16.9	17.0	14.0	10.5	13.4	14.2
ワラビ					14.8	8.2	9.4	20.6	8.2	8.7	11.7
その他					14.5	15.9	23.0	9.5	11.5	24.5	16.5

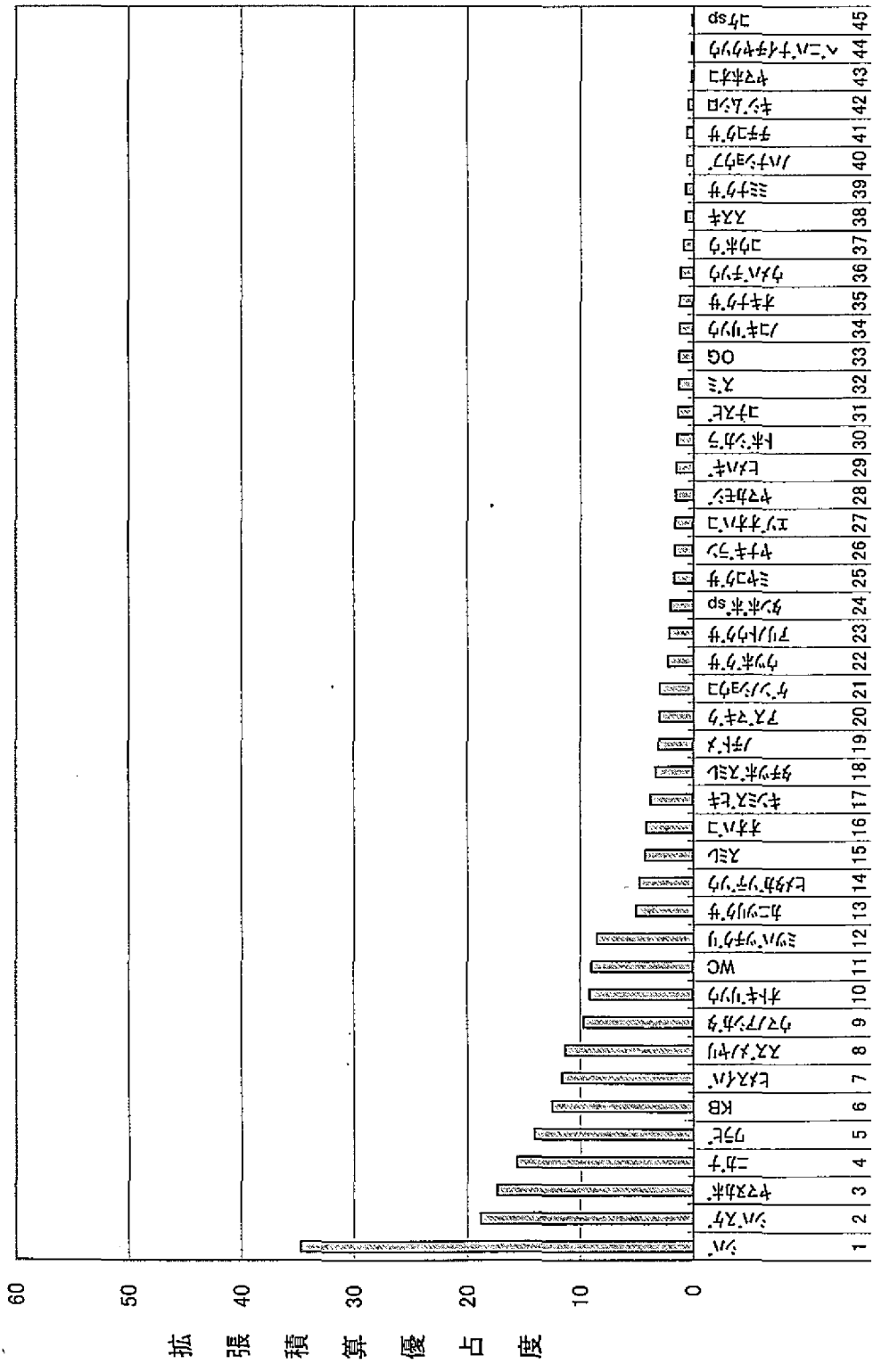


図1 安比牧野における1981年の積算優占度

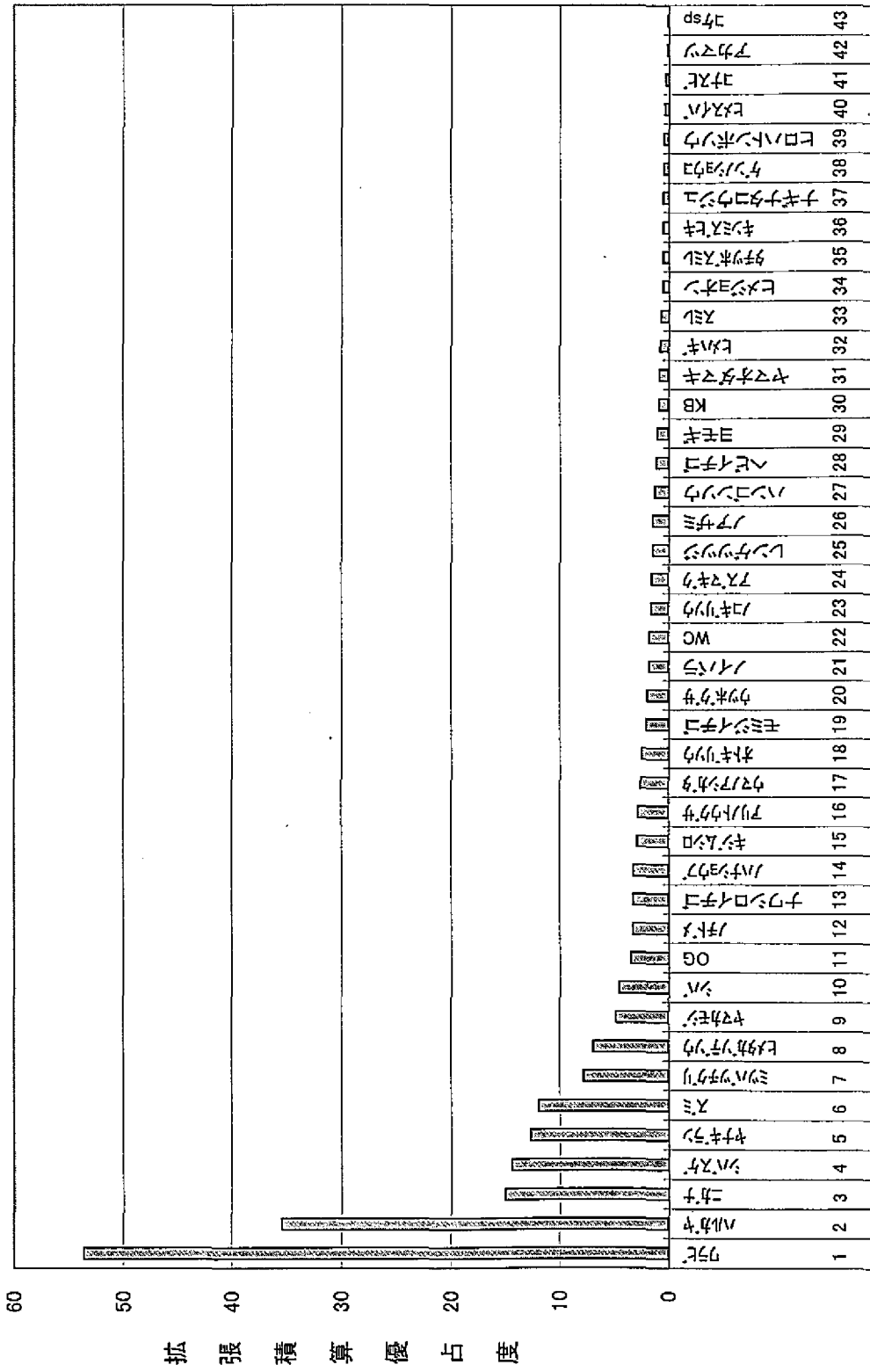


図2 安比牧野の2002年の積算優占度

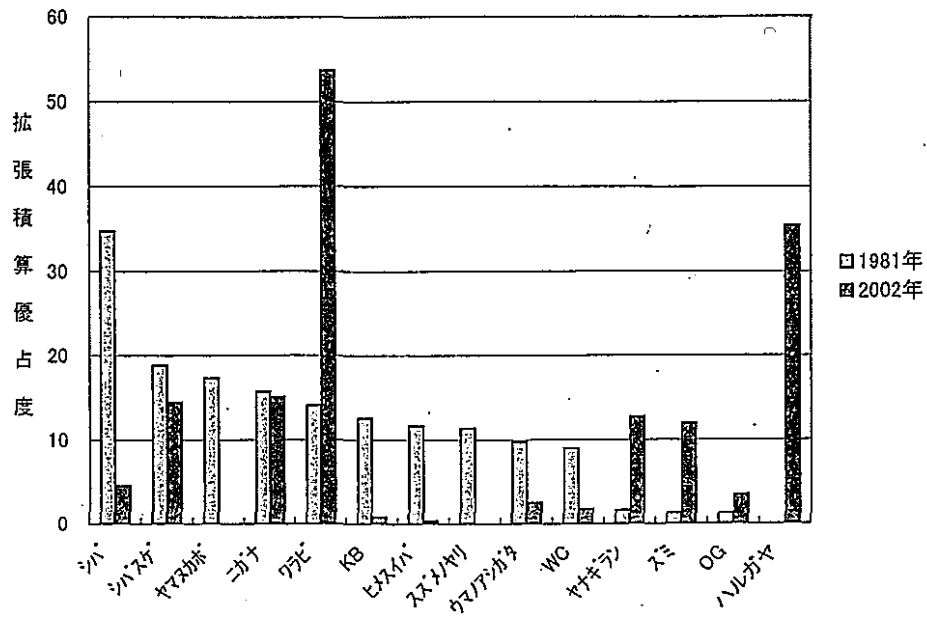


図3 主要植物種の積算優占度の1981年と2002年の比較

多時期リモートセンシングデータを用いた公共牧場の植生変化の推定

1. 緒言

農業基本法が改正され、食料の自給率向上が急務となっている。特に自給率の低い飼料作物については、その自給率の向上が重要である。また、牛肉の輸入自由化後、日本短角種は子牛価格及び枝肉価格が低迷したことから黒毛和種への品種転換が進行した。このため「夏山冬里」での飼養体系が崩れ、放牧頭数の減少による公共牧場、特に奥山等の条件不利な牧場の運営が困難になり、休牧による荒廃が拡大してきている。こうした公共牧場の利用率向上は、自給率のみならず、環境保全や中山間地の問題とも絡んで重要であるが、山間地に立地することや、面積が広大であるため、その実態を把握することが困難である。

リモートセンシングは、直接現地に行かなくても解析が行えるという特長があり、公共牧場の実態の把握に適した技術といえる。また、多時期の人工衛星データにより、公共牧場の植生の変化を把握することが可能になる。本章では、リモートセンシングを用いて公共牧場の利用実態の変化をとらえるとともに、より適切な利用形態について検討する。

2. 材料及び方法

1) 材料

解析には岩手県周辺のランドサット TM 画像(パス 107、ロウ 32 及び 33)を用いた。各画像の観測年月日は、1985 年 6 月 16 日、1985 年 10 月 22 日、1996 年 5 月 29 日、1997 年 10 月 23 日である。画像解析には ERDAS IMAGINE 8.4 を用いてパソコンで解析した。

2) 地表被覆分類

(1) 分類クラス

最尤法による教師付き分類を行い、それぞれのデータの地表被覆分類画像を作成した。分類クラスは、人工草地(GL)、刈取り後草地(AC)、自然草地(NG)、水田(PF)、土壌(SL)、森林(WL)、市街地(UA)、荒地(RS)、水域(WA)、雪(SN)、雲(CD)の 11 種類である。

(2) 教師データ

人工草地、刈取り後草地、土壌の教師データは岩手牧場用地略図を参考に取得した。また、取得された教師と同じ色で表示されている、小岩井農場、西根町営牧場の牧区からも教師データを取得した。土壌は耕起された牧区を教師とした。自然草地は玉山村日戸に、古くから火入れによって維持されているススキ方草地を教師とした¹⁸⁾。水田は北上川流域の水田地帯を教師とした。市街地は JR 盛岡駅前及び公園団地を教師とした。水域は太平洋、岩洞湖、田沢湖、南部片富士湖、御所湖十和田湖のピクセルを教師とした。雪は岩手山や奥羽山脈の積雪を教師とした。ただし、1997 年 10 月 23 日のデータについては、雪の領域が無かったため、分類クラスから除外した。雲は目視で雲と思われたピクセルを教師とした。

(3) 公共牧場

1997年10月23日に撮影された空中写真を参照し、各データにおいて、安比牧野「中の牧」についてポリゴンツールを用いてAOIを作成した。また、宮古地方振興局管内図を参考に、各画像において、田代牧場、立白牧場1～4牧区、達曽根牧場、御大堂採草牧場、駒ヶ岳牧野、早坂指定牧区・釜津田第1～4牧区、三垂・早池峰牧場第1牧区、新里牧野、亀ヶ牧野水掘牧野の10箇所の牧区を、ポリゴンツールを用いてAOIを作成し、それぞれの牧区の地表被覆分類の結果を調査した。また、Subsetツールを用いてそれぞれの牧区を切り抜いた。人工草地と刈取り後草地をあわせて人工草地とし、1985年6月16日と1996年5月29日、1985年10月22日と1997年10月23日をセットにして、人工草地と刈取り後草地と自然草地の年次変化を調査した。

(4) 正規化植生指数

植物体に含まれるクロロフィルは可視光域のうちの青(400-500nm)および赤(620-690nm)を効率よく吸収する。同時に、植物体は近赤外域(720-1200nm)の光を反射することが知られている。このような植生が持つ分光反射特性を利用し、衛星データから地表状態を推定するための植生指数がいくつか提案されている(泉川 2001)。中でも、正規化植生指数(Normalized Difference Vegetation Index、以下NDVIと略す)は近赤外域の分光反射値から可視域の赤の分光反射値を引いた値を、近赤外域の分光反射値を可視光の赤の分光反射値を足した値で割ることで求められ、-1から1の値をとる。NDVIは植生の現存量が多いほど、また活性が高いほど高い値を示し、ランドサットTMの場合は、次式によって計算ができる。

$$NDVI = \frac{(TM4 - TM3)}{(TM4 + TM3)}$$

ただし、TM3はランドサットTMのバンド3(可視光の赤)、TM4はランドサットTMのバンド4(近赤外)の分光反射値である。

IMAGINEのモデル作成ツールを用いて、各画像のNDVIを求めた。公共牧場のAOIに含まれるピクセルのNDVIの平均値をSignature Editorツールを用いて求め、年時間の変化を考察した。

3. 結果

1) 教師データの分類結果

1985年6月16日の分類結果を表1に示した。刈取り後草地を自然草地に、土壌を刈取り後草地に、森林を自然草地、人工草地に、荒地を水田に、それぞれ僅かづつ誤分類していた。全体の分類精度は99.9%であった。

1985年10月22日の分類結果を表2に示した。市街地が荒地にわずかに誤分類された。全体の分類精度は99.9%であった。

1996年5月29日の分類結果を表3に示した。荒地が市街地にわずかに誤分類された。全体の分類精

度は99.9%であった。

1997年10月23日の分類結果を表4に示した。刈取り後草地が自然草地に、自然草地が森林に、森林が自然草地に、市街地が土壌にそれぞれ若干誤分類された。全体では99.6%の分類精度であった。

2) 公共牧場の地表被覆分類

(1) 全体

1985年6月16日の結果を表5に示した。すべての牧区を合計したときに最も割合が高かったのは森林(38.3%)で、刈取り後草地が24.8%、自然草地が24.4%、人工草地が11.5%であった。他の分類クラスは1%以下であった。

1985年10月22日の結果を表6に示した。最も割合が高かった分類クラスは森林で、37.5%であった。神前草地が23.7%、人工草地が22.6%、刈取り後草地が11.0%であった。

1996年5月29日の結果を表7に示した。最も割合が高かったのは自然草地で、74.5%であった。森林は20.9%、人工草地は2.3%、刈取り後草地は1.6%であった。

1997年10月23日の結果を表8に示した。最も割合が高かったのは自然草地で60.4%であった。続いて森林が20.4%、刈取り後草地が7.1%、人工草地が4.4%であった。

(2) 安比牧野

安比牧野「中の牧」の1985年6月16日におけるランドサットTM画像(赤にバンド5、緑にバンド4、青にバンド3を割り振ったフォールスカラー表示、以下同様)を図1に、地表被覆分類画像を図2に示した。88.9%が刈取り後草地と分類された。牧区の周縁部と中央に自然草地と分類されたピクセルが、また、牧区の東北部に森林と分類されたピクセルがわずかに存在した。

安比牧野「中の牧」の1985年10月22日におけるランドサットTM画像を図3に、地表被覆分類画像を図4にそれぞれ示した。最も多くのピクセルが分類されたクラスは自然草地で、68.4%であった。牧区の中央部は刈取り後草地に分類されており、25.9%を占めていた。また、土壌と分類されたピクセルが点在し(3.0%)、牧区の南東部に森林と分類されたピクセルが存在した(2.6%)。

安比牧野「中の牧」の1996年5月29日におけるランドサットTM画像を図5に、地表被覆分類画像を図6にそれぞれ示した。牧区のほとんどが自然草地に分類された(94.7%)。牧区の東部と北西部に水田を分類されたピクセルが存在した。刈取り後草地と分類されたピクセルが点在し、また牧区の東北部に森林と分類されたピクセルが存在した。

安比牧野「中の牧」の1997年10月23日におけるランドサットTM画像を図7に、地表被覆分類画像を図8にそれぞれ示した。牧区に含まれるピクセルのうち、91.5%が自然草地に分類された。1985年10月22日の分類結果と同じく、牧区の北部と東南部に森林と分類されたピクセルが存在した。

(3) 田代牧場

田代牧場の1985年6月16日におけるランドサットTM画像(赤にバンド5、緑にバンド4、青にバンド3

を割り振ったフォールスカラー表示、以下同様)を図 9 に、地表被覆分類画像を図 10 に示した。森林(43.2%)、自然草地(30.5%)、人工草地(18.8%)、刈取り後草地(6.6%)が混在して分類されていた。土壌と市街地に分類されたピクセルがわずかに存在した。TM 画像で濃い緑で表示されているピクセルが人工草地に、赤く表示されているピクセルが自然草地や刈取り後草地に分類されている。

田代牧場の 1985 年 10 月 22 日におけるランドサット TM 画像を図 11 に、地表被覆分類画像を図 12 に示した。牧場に含まれるピクセルのうち 35.3%が森林に、33.4%が自然草地に、17.2%が人工草地に、12.0%が刈取り後草地に分類された。土壌(2.1%)、市街地(0.1%)、水田(0.0%)、荒地(0.0%)画に分類されたピクセルが点在していた。

田代牧場の 1996 年 5 月 29 日におけるランドサット TM 画像を図 13 に、地表被覆分類画像を図 14 に示した。他の分類結果に比べ自然草地の割合が高く、83.3%を占めていた。そのほかの分類クラスは、森林が 14.6%、刈取り後草地が 1.0%、土壌が 0.7%、などとなっていた。森林の分布の仕方は他の分類結果と類似していた。

田代牧場の 1997 年 10 月 23 日におけるランドサット TM 画像を図 15 に、地表被覆分類画像を図 16 に示した。自然草地に分類されたピクセルが最も多く、55.6%を占めていた。次に多かったのが森林で 26.7%を占め、人工草地(6.4%)、土壌(5.0%)、刈取り後草地(4.3%)などの結果となった。他の結果に比べ、土壌に分類されたピクセルが多かった。

3) 公共牧場に占める人工草地の割合

春の画像(1985 年 6 月 16 日及び 1996 年 5 月 29 日)から求めた公共牧場に占める人工草地の割合を図 17 に示した。この図においては、人工草地と刈取り後草地の二つの分類クラスを足して人工草地としている。すべての牧場において人工草地の割合は減少した。特に安比牧野は 1985 年の 88.9%から 1996 年の 1.0%へ減少し、最も差が大きかった。田代牧場は 1985 年では前牧苦衷最も人工草地の割合が少なかった。

秋の画像(1985 年 10 月 22 日及び 1997 年 10 月 23 日)から求めた公共牧場に占める人工草地の割合を図 18 に示した。春の画像と同じく、すべての牧場において人工草地の占める割合は減少した。安比牧野の 1985 年 10 月 22 日の画像における人工草地の占める割合は 25.9%で、春に比べて非常に少ない結果となった。田代牧場の 1985 年 10 月 22 日における人工草地の割合は 29.2%で、1985 年 6 月 16 日の 25.4%と大きな差はなかった。

1985 年 6 月と 10 月における人工草地の割合を比較すると、御大堂採草牧場と三垂牧野・早池峰牧場第一牧区で 6 月のほうが高く、駒ヶ岳僕野が 10 月の方が高かった。ほかの牧区では大きな変化はなかった。

1996 年 5 月と 1997 年 10 月における人工草地の割合を比較すると、田代牧場、立臼牧場、遼首部牧場、御大堂採草牧野、駒ヶ岳牧野、三垂牧野・早池峰第一牧区で、1997 年 10 月の方が高い値を示した。

4) 公共牧場に占める自然草地の年次変化

春の画像(1985 年 6 月 16 日及び 1996 年 5 月 29 日)における公共牧場に自然草地が占める割合を図

19 に示した。自然草地の割合はすべての牧区において増加している。安比牧野は最も増加率が高かった。1985年6月における自然草地の割合は、最も高かった達首部牧場の46.6%から、最も低かった新里牧野の8.5%まで変化に富んでいた。1996年5月における自然草地の割合は、9つの牧場が70%以上の非常に高いあたりだったが、亀ヶ森牧野(46.9%)と水堀牧場(55.6%)はやや低かった。

秋の画像(1985年10月22日及び1997年10月23日)における公共牧場に自然草地が占める割合を図20に示した。春の結果と同じく、すべての牧区において自然草地の割合は増加している。1985年と1997年の値は共にばらついている。1985年のもっとも大きい値は安比牧野の68.4%、最も低い値は達首部牧場の10.6%であった。1997年で最も高い値は安比牧野の91.5%、最も低い値は達首部牧場の48.3%であった。

1985年の6月と10月の値を比べると、6月のほうが高い値を示したのは立白牧場、達首部牧場で、10月の方が高かったのは、安比牧野、三垂牧野・早池峰牧場第一牧区、新里牧野だった。それ以外の7つの牧場では大きな違いはなかった。

1996年5月と1997年10月の値を比べると、1996年のほうが高かったのは田代牧場、立白牧場、達首部牧場、御大堂採草牧野、駒ヶ岳牧野、三垂牧野・早池峰牧場第一牧区であった。1997年のほうが高い値を示したのは、駒ヶ岳牧野、亀ヶ森牧野で、安比牧野、早坂指定牧区・釜津田牧野、水堀牧場では大きな差はなかった。

5) NDVI の比較

(1) 春画像

1985年6月16日及び1996年5月29日のランドサットTMデータより求めたNDVIの平均値を図21に示した。すべての牧区で1985年のほうが高い値を示し、その差は0.107から0.300までであった。1985年6月16日において、最もNDVIの平均値が高かったのは早坂指定牧区・釜津田牧野の0.671で、最も低かったのは安比牧野の0.306であった。1996年5月29日において最もNDVIの平均値が高かったのは水堀牧場の0.461で、最も低かったのは安比牧野の0.154であった。

(2) 秋画像

1985年10月22日と1997年10月23日のランドサットTMデータより求めたNDVIの平均値を図22に示した。1985年と1997年の値はほぼ同じで、大きな差はなかった。1985年10月22日において、最もNDVIの平均値が高かったのは新里牧野の0.392で、最も低かったのは安比牧野の0.187であった。1997年10月23日において最もNDVIの平均値が高かったのは達首部牧場の0.393で、最も低かったのは安比牧野の0.198であった。

すべての時期において、安比牧野のNDVIの平均値が最も低い値を示した。

4. 考察

1) 地表被覆分類

教師付き分類の教師データの分類精度はすべての分類クラスについて98.2%以上の精度で分類された。しかし、教師データ以外の部分では、雪や雲の領域の周縁部が市街地に分類されるなど明らかな誤分類も確認された。

1985年6月16日における安比牧野の分類結果では、牧区全体が刈取り後草地に分類されている。これは、放牧によって草丈が短くなっているシバ草地を、誤分類したものと考えられる。また、1996年5月29日における安比牧野(図4-5,6)の東端の、TM 画像では水色で表示されているピクセルは雪であると思われるが、水田と誤分類されている。一方、同じ AOI を用いて安比牧野の範囲を求めた春の画像、秋の画像を比較すると、森林はほぼ同じ位置、面積で分布しているという結果となっており、人工草地、刈取り後草地、自然草地の混同が起きていることがうかがえる。このことは田代牧場の分類結果画像(図10, 12, 14, 16)において、森林と分類されたピクセルの分布の仕方はほぼ同じであるのに対して、人工草地、刈取り後草地、自然草地と分類されたピクセルの分布や面積が画像によって違いがあることから推測できる。

また、1996年5月29日と1997年10月23日の分類結果(表7, 8)では、すべての公共牧場において、自然草地の割合が最も高くなっており、自然草地への分類過多が考えられる。1996年5月29日の田代牧場の分類結果(図20)では、自然草地が牧区の多くを占め、森林の面積が他の分類結果よりも少なくなっている。

人工草地、刈取り後草地、自然草地における誤分類は、季節の気象の違いや教師とした圃場や草地の状態が一定ではないことから起こると考えられる。

2) 公共牧場の植生の年次変化

すべての公共牧場において、人工草地が減少し、自然草地が増加していた。これは利用率の低下によって荒廃が進んでいる公共牧場の現状に沿ったものである。しかし、前述のような草地内の誤分類の問題もあり、今後さらに検討する必要がある。

3) NDVI の比較

図5におけるNDVIの比較では、1985年6月16日のほうが1996年5月29日よりも高くなっている。これは画像取得日が3週間近く離れているため、その間に植物が生長したためと考えられる。日付が一日しか違わない秋画像の比較(図22)では、NDVIに年次による違いはあまり見られなかった。

安比牧野のNDVIの平均値がすべての時期においてもっとも小さい値を示したのは、他の牧区に比べ、現存量の大きな森林が少ないためと考えられる。

4) 植生変化の推定

多時期リモートセンシングを用いた植生変化の推定は、中国内陸部における砂漠化の推定(今川 1996)など、近年盛んに取り組まれている。わが国においても、ランドサットTMよりも解像度の低いMSSを用いた植生の把握が試みられている。

リモートセンシングを用いた解析では、広域を一度に調査できるため、植生の変化をとらえる上で有効であ

る。一方問題点としては画像取得時の条件の違いがあげられる。これらの点を考慮して、今後もさらに検討していく必要がある。

引用文献

- 泉川裕一 (2001) 衛星リモートセンシングによる草地生産性の推定に関する研究 岩手大学大学院農学研究科 修士論文 : 1-111.
- 今川俊明 (1996) 地球環境モニタリング 秋山 侃, 福原道一, 斉藤元也深山一弥 編 農業リモートセンシング 養賢堂 東京 : 91-95.
- 築城幹典, 高橋繁男, 奥 俊樹 (1991) リモートセンシング技術の草地管理への応用 II. ランドサットTMデータによる地表被覆分類へのニューラルネットワークへの利用 草地試研報 45 : 1-10.

表1 教師付き分類による1985年6月16日の画像の分類精度

Classified data	Performance	Reference data											Row Total	
		GL	AC	NG	PF	SL	WL	UA	RS	WA	SN	CD		
GL	100.0%	840	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	841
AC	99.8%	-	970	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	971
NG	100.0%	-	2	185	-	-	14	-	-	-	-	-	-	201
PF	100.0%	-	-	-	430	-	-	-	1	-	-	-	-	431
SL	99.9%	-	-	-	-	687	-	-	-	-	-	-	-	687
WL	98.9%	-	-	-	-	-	1,309	-	-	-	-	-	-	1,309
UA	100.0%	-	-	-	-	-	-	345	-	-	-	-	-	345
RS	99.8%	-	-	-	-	-	-	-	549	-	-	-	-	549
WA	100.0%	-	-	-	-	-	-	-	-	14,425	-	-	-	14,425
SN	100.0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	-	-	39
CD	100.0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	786	-	786
Column Total	99.9%	840	972	185	430	688	1,324	345	550	14,425	39	786	20,584	

GL : Grassland. AC : After cutting grassland. NG : Natural grassland. PF : Paddy field. SL : Soil.
 WL : Woodland. UA : Urban area. RS : Rock surface. WA : Water. SN : Snow. CD : Cloud.

表2 教師付き分類による1985年10月22日の画像の分類精度

Classified data	Performance	Reference data											Row Total	
		GL	AC	NG	PF	SL	WL	UA	RS	WA	SN	CD		
GL	100.0%	896	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	896
AC	100.0%	-	210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	210
NG	100.0%	-	-	189	-	-	-	-	-	-	-	-	-	189
PF	100.0%	-	-	-	1,402	-	-	-	-	-	-	-	-	1,402
SL	100.0%	-	-	-	-	355	-	-	-	-	-	-	-	355
WL	100.0%	-	-	-	-	-	1,828	-	-	-	-	-	-	1,828
UA	99.6%	-	-	-	-	-	-	293	-	-	-	-	-	293
RS	100.0%	-	-	-	-	-	-	1	387	-	-	-	-	388
WA	100.0%	-	-	-	-	-	-	-	-	7,000	-	-	-	7,000
SN	100.0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	-	-	56
CD	100.0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81,304	-	81,304
Column Total	99.9%	896	210	189	1,402	355	1,828	294	387	7,000	56	81,304	81,304	

GL : Grassland. AC : After cutting grassland. NG : Natural grassland. PF : Paddy field. SL : Soil.
 WL : Woodland. UA : Urban area. RS : Rock surface. WA : Water. SN : Snow. CD : Cloud.

表3 教師付き分類による1996年5月29日の画像の分類精度

Classified data	Performance	Reference data											Row Total	
		GL	AC	NG	PF	SL	WL	UA	RS	WA	SN	CD		
GL	100.0%	590	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	590
AC	100.0%	-	157	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	160
NG	98.6%	-	-	212	-	-	-	-	-	-	-	-	-	212
PF	100.0%	-	-	-	232	-	-	-	-	-	-	-	-	232
SL	100.0%	-	-	-	-	222	-	-	-	-	-	-	-	222
WL	100.0%	-	-	-	-	-	844	-	-	-	-	-	-	844
UA	100.0%	-	-	-	-	-	-	98	1	-	-	-	-	99
RS	99.8%	-	-	-	-	-	-	-	452	-	-	-	-	452
WA	100.0%	-	-	-	-	-	-	-	-	5,911	-	-	-	5,911
SN	100.0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	359	-	-	359
CD	100.0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,974	-	1,974
Column Total	99.9%	590	157	215	232	222	844	98	453	5,911	359	1,974	11,055	

GL : Grassland. AC : After cutting grassland. NG : Natural grassland. PF : Paddy field. SL : Soil.
 WL : Woodland. UA : Urban area. RS : Rock surface. WA : Water. SN : Snow. CD : Cloud.

表4 教師付き分類による1997年10月23日の画像の分類精度

Classified data	Performance	Reference data											Row Total	
		GL	AC	NG	PF	SL	WL	UA	RS	WA	CD			
GL	100.0%	1,037	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,037
AC	98.4%	-	545	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	545
NG	99.6%	-	9	922	-	-	52	-	-	-	-	-	-	983
PF	100.0%	-	-	-	302	-	-	-	-	-	-	-	-	302
SL	100.0%	-	-	-	-	486	-	2	-	-	-	-	-	488
WL	98.2%	-	-	4	-	-	2,775	-	-	-	-	-	-	2,779
UA	99.5%	-	-	-	-	-	-	385	-	-	-	-	-	385
RS	100.0%	-	-	-	-	-	-	-	449	-	-	-	-	449
WA	100.0%	-	-	-	-	-	-	-	-	8,000	-	-	-	8,000
CD	100.0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,245	-	3,245
Column Total	99.6%	1,037	554	926	302	486	2,827	387	449	8,000	3,245	18,213		

GL : Grassland. AC : After cutting grassland. NG : Natural grassland. PF : Paddy field. SL : Soil.
 WL : Woodland. UA : Urban area. RS : Rock surface. WA : Water. SN : Snow. CD : Cloud.

表5 公共牧場の地表被覆分類(%) (1985年6月16日)

公共牧場	Count	GL	AC	NG	PF	SL	WL	UA	RS	WA	SN	CD
安比	397	-	88.9	10.3	-	-	0.8	-	-	-	-	-
田代	12,336	18.8	6.6	30.5	-	0.6	43.2	0.3	-	-	-	-
立臼	8,874	0.2	31.2	40.1	-	0.3	28.0	0.2	-	-	-	-
立曾部	2,446	0.4	26.9	46.6	-	0.1	25.9	0.1	-	-	-	-
御大堂	7,299	8.0	20.8	34.6	-	0.5	36.0	0.1	-	-	-	-
駒ヶ岳	6,584	19.5	12.8	33.8	-	1.7	32.0	0.2	-	-	-	-
早坂・釜津田	12,709	25.1	4.9	25.5	-	0.1	44.2	0.3	-	-	-	-
三垂・早池峰	8,039	2.1	60.8	13.7	-	0.0	23.1	0.3	-	-	-	-
新里	2,191	2.3	49.0	8.5	-	-	38.5	1.7	-	-	-	-
亀ヶ森	8,181	8.8	43.1	9.4	0.1	1.7	35.5	1.4	-	-	-	-
水堀	11,572	8.5	25.2	10.0	-	0.1	55.8	0.4	-	-	-	-
合計	80,628	11.5	24.8	24.4	0.0	0.5	38.3	0.4	-	-	-	-

GL : Grassland. AC : After cutting grassland. NG : Natural grassland. PF : Paddy field. SL : Soil.
 WL : Woodland. UA : Urban area. RS : Rock surface. WA : Water. SN : Snow. CD : Cloud.

表6 公共牧場の地表被覆分類(%) (1985年10月22日)

公共牧場	Count	GL	AC	NG	PF	SL	WL	UA	RS	WA	SN	CD
安比	494	-	25.9	68.4	-	3.0	2.6	-	-	-	-	-
田代	13,537	17.2	12.0	33.4	0.0	2.1	35.3	0.1	0.0	-	-	-
立臼	9,775	23.4	5.9	17.0	-	4.0	49.8	0.0	-	-	-	-
立曾部	2,716	22.6	8.4	10.6	-	6.7	51.8	-	-	-	-	-
御大堂	7,804	12.1	7.5	27.8	-	2.4	50.1	-	-	-	-	-
駒ヶ岳	7,167	31.3	10.9	28.0	-	2.2	27.3	0.1	0.0	0.0	-	-
早坂・釜津田	13,214	23.4	4.7	20.7	0.4	3.0	47.6	0.0	0.1	0.0	-	-
三垂・早池峰	8,400	15.1	20.2	44.2	0.4	5.1	15.1	-	-	-	-	-
新里	1,613	33.7	23.1	28.8	-	3.8	10.5	-	-	-	-	-
亀ヶ森	8,576	33.2	21.9	12.6	1.4	14.0	16.8	0.2	-	-	-	-
水堀	12,837	25.7	7.8	10.9	0.1	7.1	48.3	0.1	-	-	-	-
合計	86,133	22.6	11.0	23.7	0.2	4.9	37.5	0.1	0.0	0.0	-	-

GL : Grassland. AC : After cutting grassland. NG : Natural grassland. PF : Paddy field. SL : Soil.
 WL : Woodland. UA : Urban area. RS : Rock surface. WA : Water. SN : Snow. CD : Cloud.

表7 公共牧場の地表被覆分類(%) (1996年5月29日)

公共牧場	Count	GL	AC	NG	PF	SL	WL	UA	RS	WA	SN	CD
安比	397	-	1.0	94.7	4.0	-	0.3	-	-	-	-	-
田代	12,336	0.1	1.0	83.3	0.3	0.7	14.6	-	-	-	0.0	-
立臼	8,874	-	0.9	90.2	1.7	0.0	7.1	13.6	-	-	-	-
立曾部	2,446	-	0.4	88.2	2.9	-	8.5	-	-	-	-	-
御大堂	7,299	0.0	0.7	93.9	1.0	-	4.3	-	-	-	-	-
駒ヶ岳	6,584	0.5	0.1	71.1	0.0	-	28.3	-	-	-	0.0	-
早坂・釜津田	12,709	1.8	0.3	70.4	0.2	-	27.1	-	-	-	0.3	-
三垂・早池峰	8,039	0.5	1.5	82.8	0.2	-	15.0	-	-	-	-	-
新里	2,191	0.8	4.0	83.7	-	0.5	11.0	-	-	-	-	-
亀ヶ森	8,181	15.4	7.7	46.9	0.0	0.0	30.0	-	-	-	-	-
水堀	11,572	2.4	1.2	55.6	-	0.0	40.7	-	-	-	-	-
合計	80,628	2.3	1.6	74.5	0.5	0.1	20.9	1.5	-	-	0.0	-

GL : Grassland. AC : After cutting grassland. NG : Natural grassland. PF : Paddy field. SL : Soil.
 WL : Woodland. UA : Urban area. RS : Rock surface. WA : Water. SN : Snow. CD : Cloud.

表8 公共牧場の地表被覆分類(%) (1997年10月23日)

公共牧場	Count	GL	AC	NG	PF	SL	WL	UA	RS	WA	SN	CD
安比	497	-	0.2	91.5	-	1.4	5.4	0.2	-	-	-	-
田代	13,598	6.4	4.3	56.6	0.1	5.0	26.7	0.4	0.6	-	-	0.0
立臼	9,795	5.7	10.2	53.8	0.0	1.0	28.7	0.2	0.2	-	-	0.0
立曾部	2,708	4.3	12.1	48.3	-	0.5	34.6	0.0	0.1	-	-	-
御大堂	7,822	7.2	4.8	61.8	-	3.7	21.8	0.4	0.3	-	-	-
駒ヶ岳	7,148	2.3	6.4	79.5	-	3.9	6.7	0.9	0.3	-	-	-
早坂・釜津田	13,165	2.3	3.6	60.8	0.0	4.0	25.6	1.5	2.1	0.0	-	-
三垂・早池峰	8,408	4.9	12.2	58.1	0.1	0.7	23.8	0.1	0.1	-	-	-
新里	1,641	3.5	10.0	81.7	-	1.2	3.6	-	0.1	-	-	-
亀ヶ森	8,540	7.1	13.0	63.8	0.4	0.9	14.3	0.4	0.2	-	-	-
水堀	12,847	1.2	4.4	55.4	0.2	3.2	34.6	0.3	0.7	-	-	0.0
合計	86,169	4.4	7.1	60.4	0.1	2.9	24.0	0.5	0.6	0.0	-	0.0

GL : Grassland. AC : After cutting grassland. NG : Natural grassland. PF : Paddy field. SL : Soil.
 WL : Woodland. UA : Urban area. RS : Rock surface. WA : Water. SN : Snow. CD : Cloud.

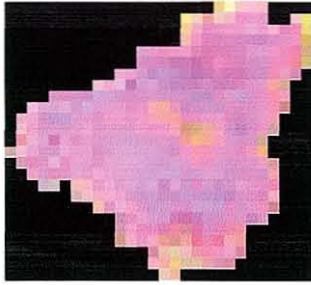


図1 安比牧野のランドサットTM画像
(1985年6月16日 バンド5,4,3)

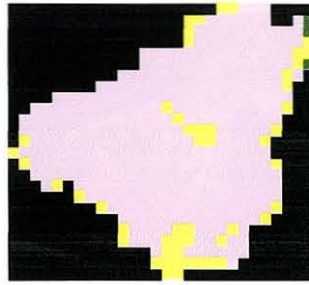


図2 安比牧野の地表被覆分類画像
(1985年6月16日)

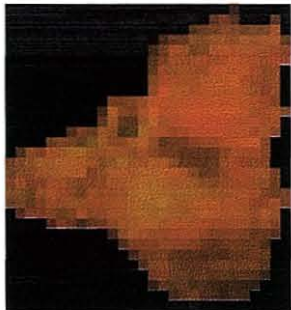


図3 安比牧野のランドサットTM画像
(1985年10月22日 バンド5,4,3)

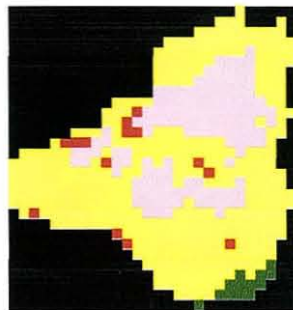


図4 安比牧野の地表被覆分類画像
(1985年10月22日)

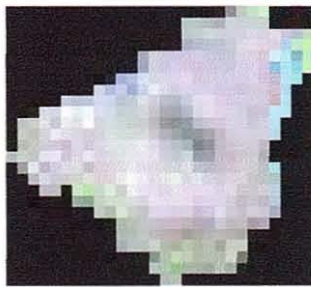


図5 安比牧野のランドサットTM画像
(1996年5月29日 バンド5,4,3)

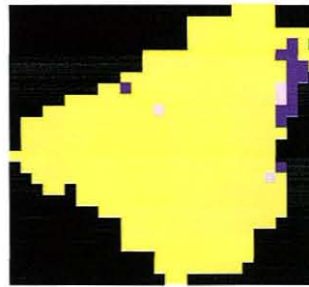


図6 安比牧野の地表被覆分類画像
(1996年5月29日)

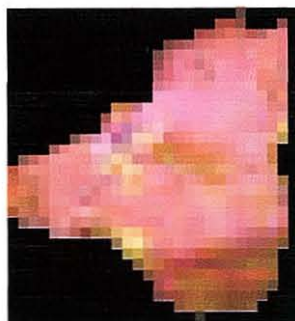


図7 安比牧野のランドサットTM画像
(1997年10月23日 バンド5,4,3)



図8 安比牧野の地表被覆分類画像
(1997年10月23日)

地表被覆分類画像の凡例：

- | | | |
|--|--|---|
|  刈取り後草地 |  自然草地 |  水田 |
|  土壌 |  森林 |  市街地 |

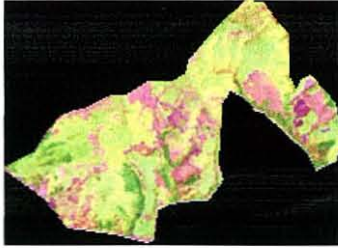


図9 田代牧場のランドサットTM画像
(1985年6月16日 バンド5,4,3)

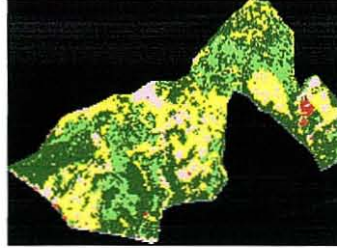


図10 田代牧場の地表被覆分類画像
(1985年6月16日)

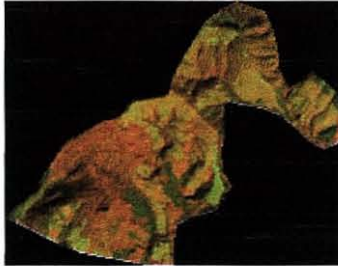


図11 田代牧場のランドサットTM画像
(1985年10月22日 バンド5,4,3)

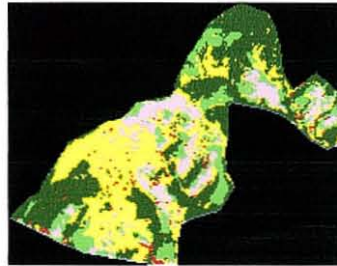


図12 田代牧場の地表被覆分類画像
(1985年10月22日)

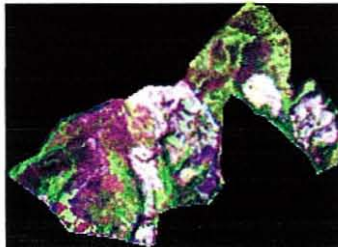


図13 田代牧場のランドサットTM画像
(1996年5月29日 バンド5,4,3)

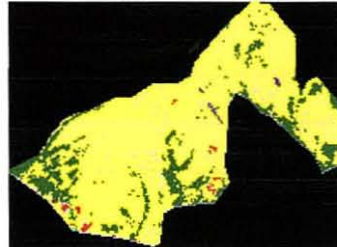


図14 田代牧場の地表被覆分類画像
(1996年5月29日)



図15 田代牧場のランドサットTM画像
(1997年10月23日 バンド5,4,3)

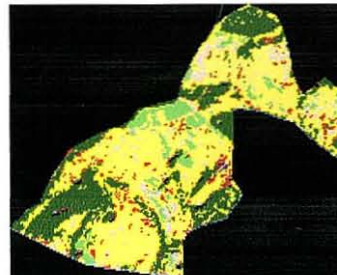
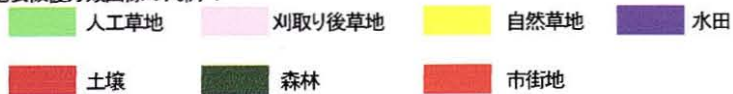


図16 田代牧場の地表被覆分類画像
(1997年10月23日)

地表被覆分類画像の凡例：



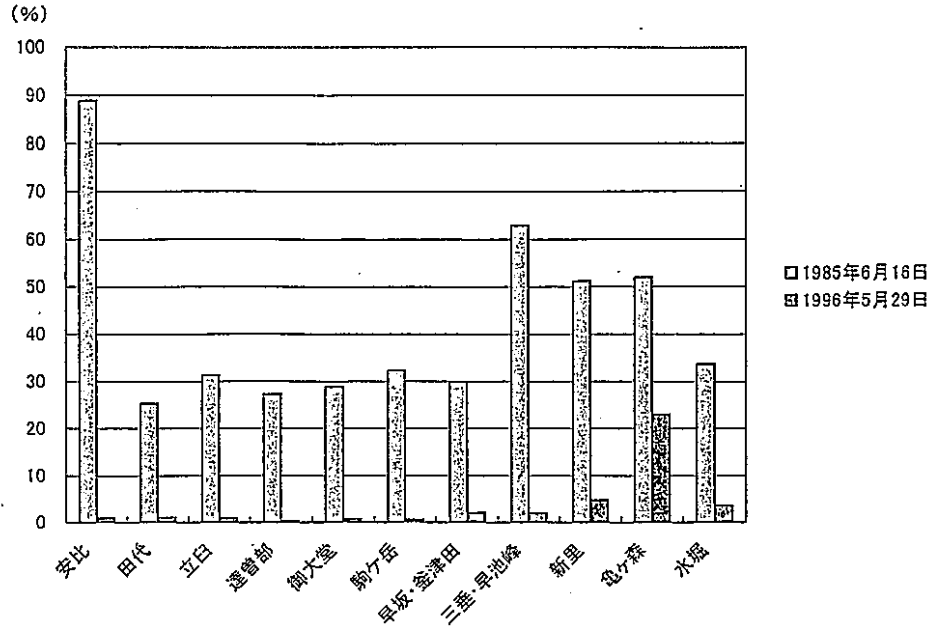


図17 春画像を用いた人工草地在公共牧場に占める割合の変化

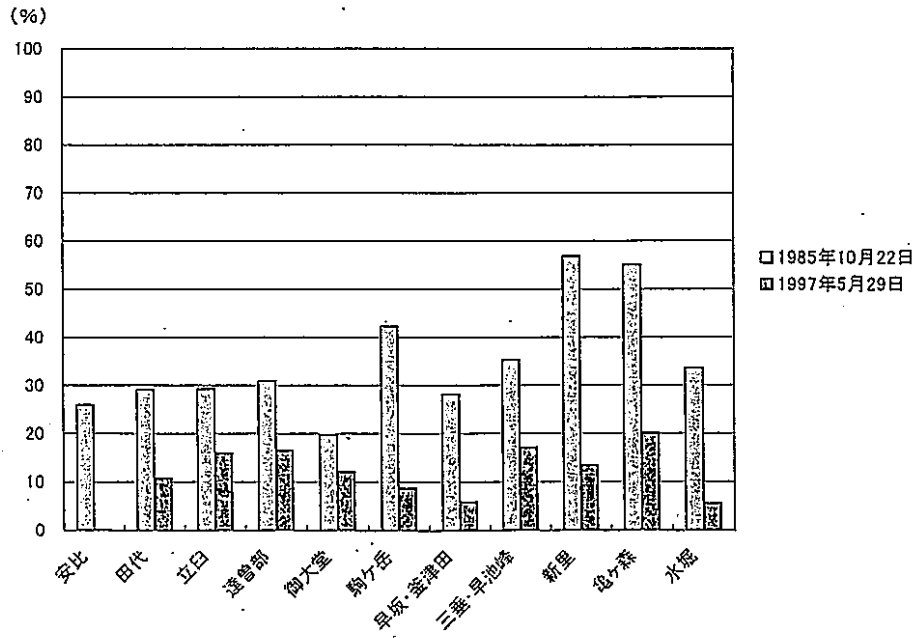


図18 秋画像を用いた人工草地在公共牧場に占める割合の変化

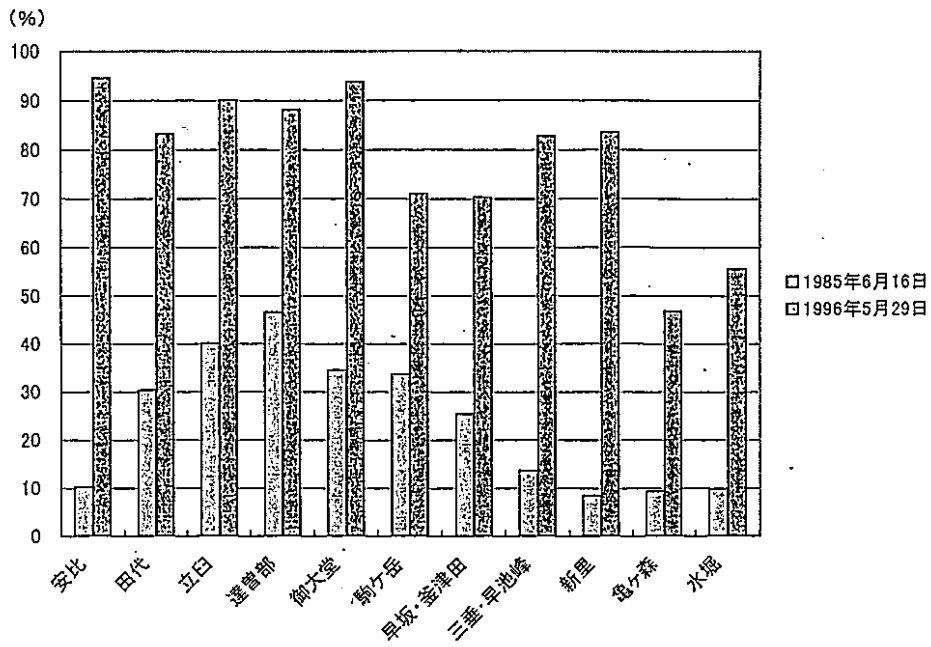


図19 春画像を用いた自然草地在公共牧場に占める割合の変化

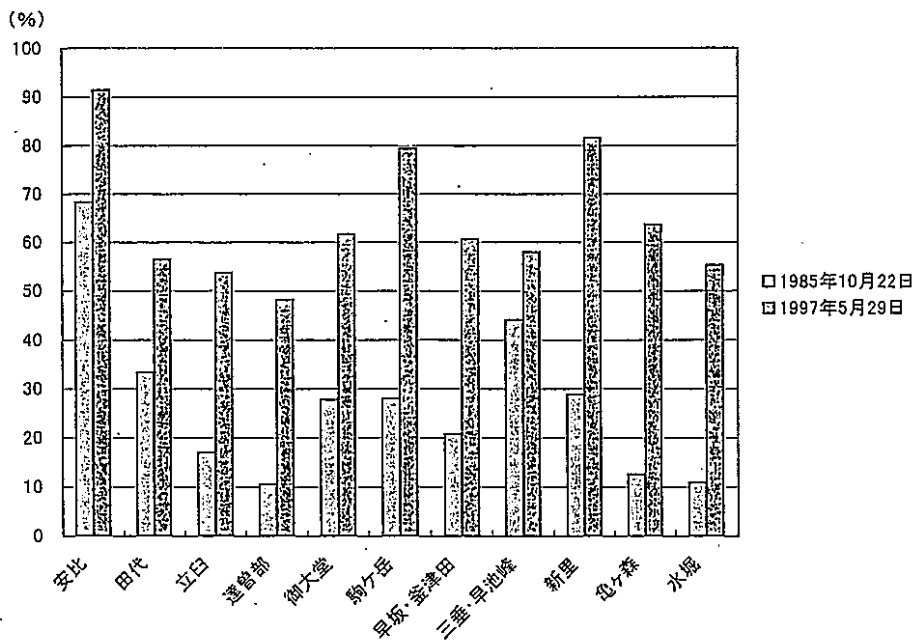


図20 秋画像を用いた自然草地在公共牧場に占める割合の変化

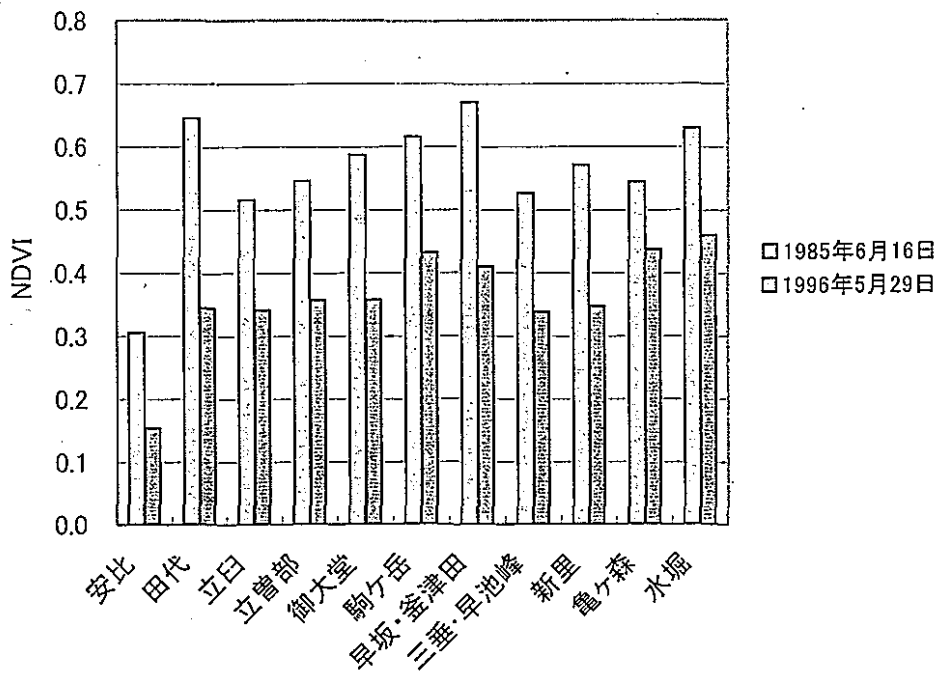


図21 各牧区のNDVIの平均値(春)

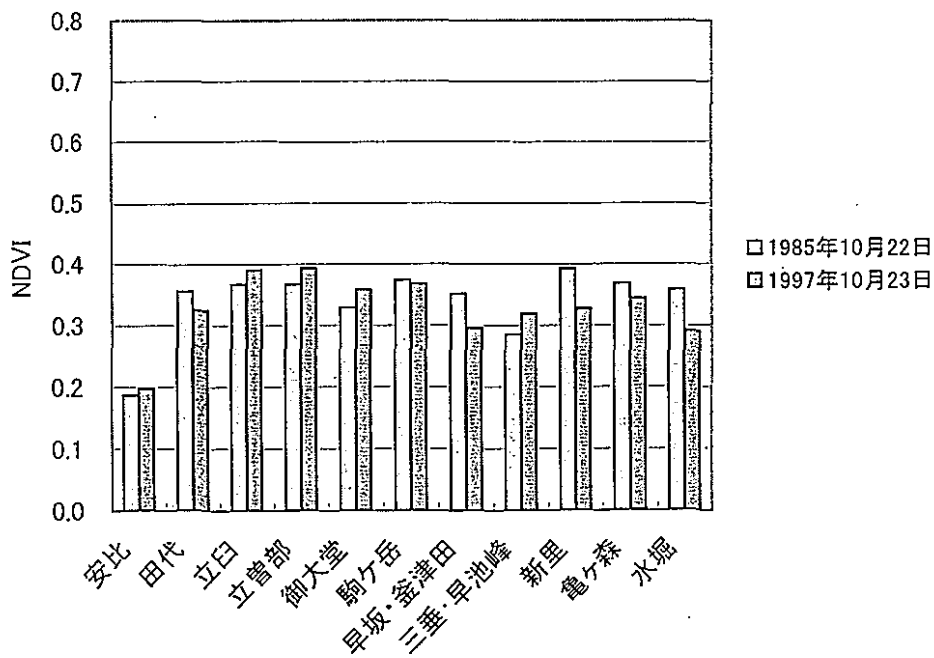


図22 各牧区のNDVIの平均値(秋)