

生物多様性調査

種の多様性調査
(北海道)報告書

平成18(2006)年3月

環境省自然環境局 生物多様性センター

はじめに

環境省自然環境局生物多様性センターは、全国的な観点からわが国における自然環境の現況及び改変状況を把握し、自然環境保全の施策を推進するための基礎資料を整備することを目的とし、「自然環境保全基礎調査」を実施している。調査範囲は陸域、陸水域、海域を含む国土全体を対象としている。

「自然環境保全基礎調査」は、環境庁（当時）が昭和 48(1973)年より自然環境保全法に基づいて行っているものであり、今回で 7 回を数える。一方、近年の生物多様性の重要性に対する認識の高まりにあわせ、平成 6(1994)年度より「生物多様性調査」が新たな枠組みとして開始された。

本調査は、「生物多様性調査」の一環である「種の多様性調査」という位置づけで実施され、国内の生物多様性保全施策の基礎となる資料を得ることを目的として、環境省が委託し、北海道が実施したものである。

本報告書は平成 17(2005)年度に行われた「種の多様性調査（北海道）」についての調査結果をとりまとめたものである。なお、本報告書において、環境省レッドデータブックに記載のある種の詳細な位置データについては非公開とした。

環境省自然環境局

生物多様性センター

目 次

はじめに

1. 目的と実施内容

(1) 目的	1
(2) 実施期間	1
(3) 実施項目	1
(4) 実施体制	1
(5) 実施フロー	2

2. 調査内容

(1) ヒグマ	3
1) 衛星画像による植生区分	3
1 a) はじめに	3
1 b) 知床半島	3
i) 現地植生相観調査	3
ii) Landsat による区分	4
iii) SPOT による区分	7
iv) 積雪分布の変化	10
1 c) 渡島半島	13
i) 現地植生相観調査	13
ii) Landsat による区分	14
iii) SPOT による区分	16
2) 知床半島	20
i) 調査地域	20
ii) ヒグマ GPS テレメトリー調査	20
iii) 生息地利用の分析	22
3) 渡島半島	27
i) 調査地域	27
ii) テレメトリーデータと利用環境調査	27
iii) 生息地利用の分析	28
(2) 湿原・草原性鳥類	36
1) 衛星画像による植生分類	36
i) はじめに	36
ii) 現地植生相観調査	36
iii) 方法	37
iv) 結果	38

2) 鳥類の生息状況と現地植生調査	40
i) 鳥類調査	40
ii) 現地植生調査	43
iii) 現地植生調査から分析した生息環境	44
iv) 衛星画像による植生分類から分析した生息環境	49
3. 考察	
(1) ヒグマ	53
1) 衛星画像による植生区分	53
2) 知床半島	56
3) 渡島半島	58
(2) 湿原・草原性鳥類	60
1) 衛星画像による植生区分	60
2) 湿原・草原性鳥類とその生息環境	61
4. まとめ	63
5. 文献	65
6. 資料	67

1. 目的と実施内容

(1) 目的

野生動物の適正な保護管理を行うためには個体群の管理のほかに、生息環境を的確に評価し、保全管理をしていくことが重要である。しかし、生息環境の評価を行うためには野生動物の生息状況のほかに、生息環境の利用スケールに応じた環境情報を収集、分析する必要がある。人工衛星画像は、近年の技術開発によって解像度が飛躍的に向上、自然環境の保全などへの活用が期待される。本研究では、湿原や草原に生息する鳥類と主に森林に生息するヒグマをモデルケースとして、リモートセンシングや GIS 等を用いた生息環境の評価手法の開発を行う。

(2) 実施期間

平成 17 年 4 月から平成 18 年 3 月まで

(3) 実施項目

これまでの調査研究で、サロベツ湿原などに生息する鳥類の分布状況、知床半島や渡島半島に生息するヒグマの電波追跡調査による行動追跡データといった、生息にかかる比較的詳細な位置情報が蓄積されつつある。今回の研究では、湿原・草原性鳥類とヒグマをモデルケースとし、人工衛星の画像データ等を使用した湿原、草原、森林などの植生分類を試みるとともに、併せて現地植生調査を実施することによって植生分類の精度向上を図る。これらの解析結果とこれまでに蓄積された位置情報等を元に、野生動物の生息環境利用状況について分析し、生息環境評価への活用を検討する。

(4) 実施体制

衛星画像等処理 高田雅之・布和敖斯尔・棗 庄輔（北海道環境科学研究センター）
鈴木透（NPO 法人 EnVision 環境保全事務所）

ヒグマ生息情報の整理・教師データ取得・利用環境調査分析

知床半島 小平真佐夫・岡田秀明・山中正実（(財) 知床財団）

渡島半島 釣賀一二三・富沢昌章（北海道環境科学研究センター）

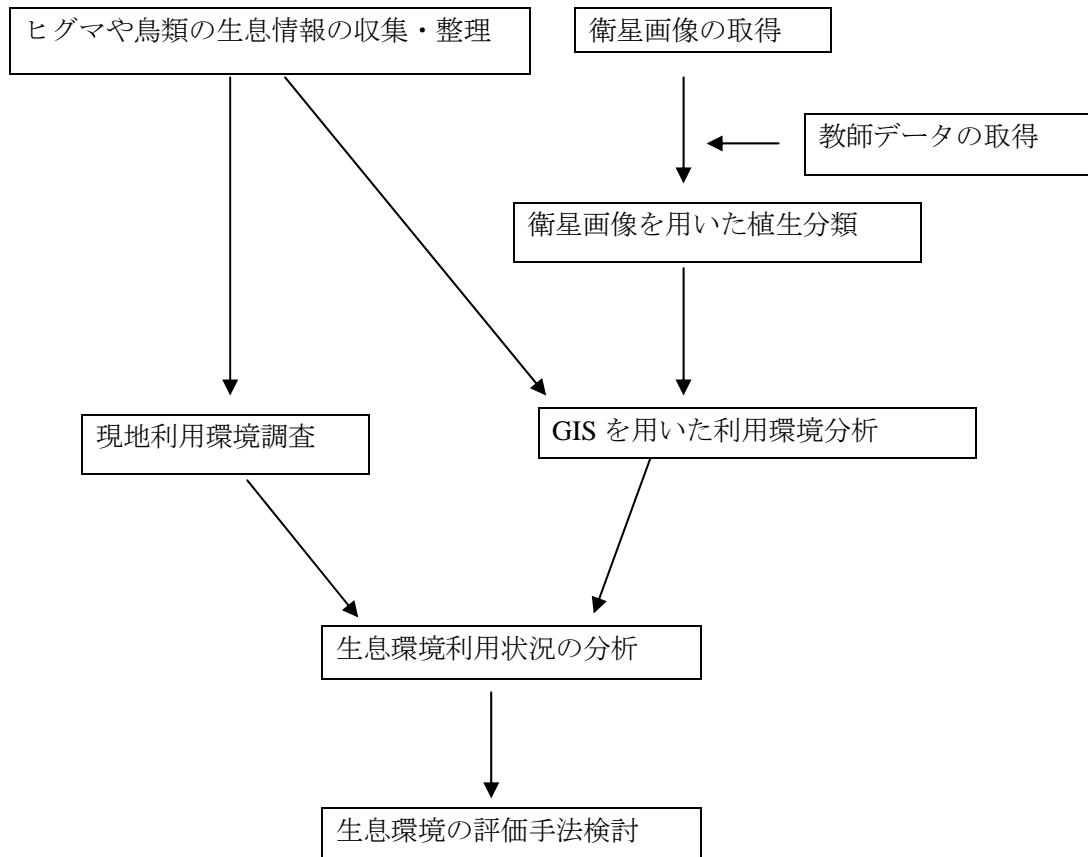
長坂晶子・小野寺賢介（北海道立林業試験場）

鳥類生息情報の整理・教師データ取得・利用環境調査分析

玉田克巳・布和敖斯尔（北海道環境科学研究センター）

鈴木透（NPO 法人 EnVision 環境保全事務所）

(5) 実施フロー



2. 調査内容

(1) ヒグマ

1) 衛星画像による植生区分

高田雅之・布和教斯尔(北海道環境科学研究センター)

鈴木 透 (NPO 法人 EnVision 環境保全事務所)

小平真佐夫 (知床財団)

1 a) はじめに

衛星画像から植生区分図を作成するための手法は、主にグランドトゥルース(現地植生相観調査)を使用しない場合(教師無分類など)と使用する場合(教師付分類、判別分析など)の2つに分類される。グランドトゥルースを使用しない教師無分類などは、衛星画像のバンド値やそれから計算される指数から対象地域における特徴を統計的に分類し、その分類結果を植生区分と主観的に対応させるため、分類結果の客観性や汎用性に問題がある。一方、グランドトゥルースを使用した教師付分類などは、客観的な分類結果は得られるが、教師となるグランドトゥルースの質や量が分類精度を規定しており、使用するグランドトゥルースにより分類結果が異なる。そのため、衛星画像を用いた植生区分図の多面的な実用性を考えると、比較的容易に得られるグランドトゥルースを用いて、一定程度の精度をもった分類手法の開発は非常に重要である。そこで本研究では、ヒグマの生息環境評価を行うことを目的として、知床半島においては手に入り易い既存のGISデータ(環境省植生図など)や簡素な現地調査を、渡島半島においては簡素な現地調査をグランドトゥルースとして用いて、衛星画像から植生区分図を作成する手法について検討を行った。

本検討では、可能な限り収集した対象地域に係る衛星画像(Landsat、ASTER、SPOT)から、雲及びヘイズの影響、撮影時期、画像の鮮明さ等を考慮して、2001年9月26日撮影のLandsat-ETM+(30m分解能)及び2005年8月13日撮影のSPOT-5(10m分解能)の2画像を選定して植生区分を試みた。併せて積雪分布の変化とヒグマの行動域との関連分析に寄与することを目的として、衛星画像MODIS(解像度500m)を用いて、知床半島地域において各年次における積雪分布線の抽出を試み、抽出したデータから積雪分布の変化を分析した。また、渡島半島では1999年8月9日撮影のLandsat-ETM+(30m分解能)及び2005年5月20日撮影のSPOT-5(10m分解能)の2画像を選定して植生区分を試みた。知床半島と渡島半島の解析対象地域をそれぞれ図2-1-1-1に示した。

1 b) 知床半島

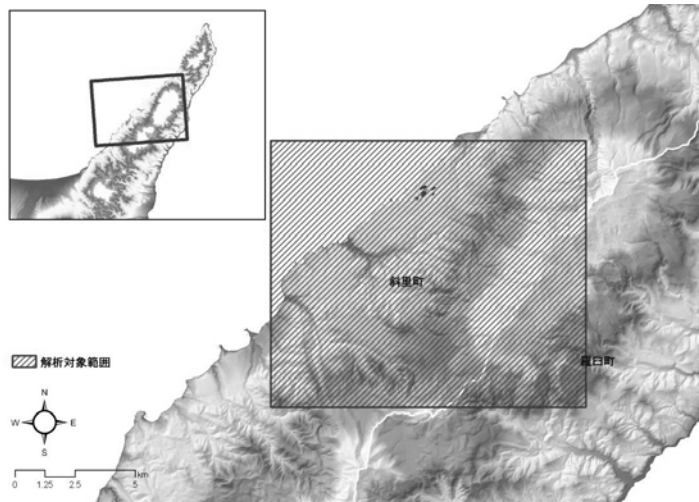
i) 現地植生相観調査

①方法

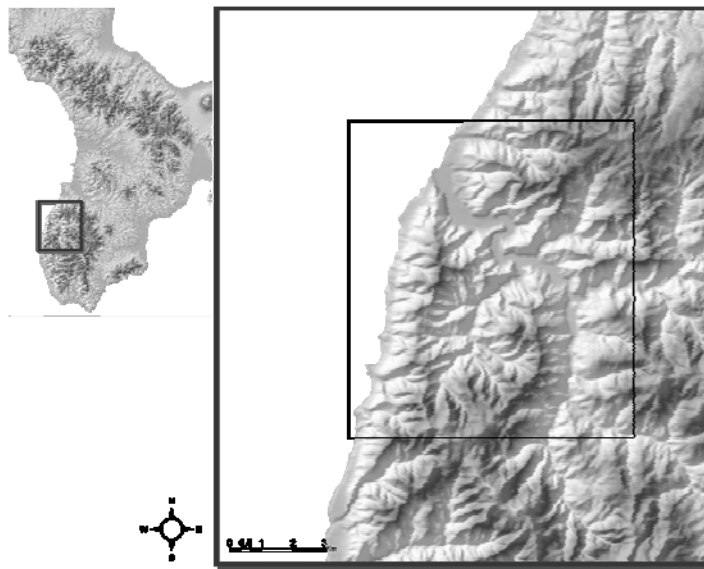
画像解析による植生区分のための教師データを得るため、現地植生相観調査(グランドトゥルース)を行った。今回はヒグマの生息環境解析とリモートセンシングによる植生分類を考慮して、調査は対象地域内の針広混交林、広葉樹林、河畔林、ダケカンバ林、ササ地、自然草原を対象に計20地点で実施した。地点の選定に当たっては、できるだけ地域的な偏りが生じないように配慮した。調査は2005年9月に行い、30~40m四方のほぼ均質の植生内に約15m四方の調査区を設定し、GPSで位置を記録するとともに林冠被度、林相(主要出現種及び優占割合)、群落高、立木密度、平均胸高直径、林床の状況を記録した。

②結果

針広混交林5地点、河畔林4地点、ダケカンバ林8地点、自然草原2地点、そして低標高に散在する広葉樹林1地点の合計20地点で所定の項目を記録した。調査地点の位置を図2-1-1-2に示す。調査結果を見ると、針広混交林を構成する主たる針葉樹はトマツであり、また河畔林を構成している主要樹種はケヤマハンノキとヤチダモであった。林床はササが多く、特にダケカンバ林では被度、群落高ともに高く顕著であった。



a 知床半島



b 渡島半島

図 2-1-1-1. 解析対象地域

ii) Landsat による区分

①方法

まず、植生区分目標として、9つの植生を設定した。すなわち、針広混交林、広葉樹林、針葉樹林、河畔林（ヤナギ類、ハンノキ等）、ダケカンバ林、ハイマツ林、ササ地、自然草原（禾本類）、その他草原である。これらは、ヒグマの生息環境を評価する視点から検討したものであり、衛星画像分類上、区分が困難な植生も想定される（例：針広混交林と針葉樹、自然草原とその他草原など）ことを踏まえて、分類が比較的容易な植生区分から順次区分していく手法を取ることにした。植生区分の流れを図 2-1-1-3 に示した。

なお本解析には、ERDAS Imagine（米 Leica Geosystems 社）と ArcGIS（米 ESRI 社）を主に使用し、Arcview（米 ESRI 社）、ENVI（米 RSI 社）を補助的に使用した。

①-1 画像の前処理

解析に際して衛星画像の前処理を行った。まず、幾何補正（WGS84, UTM55）を行い、Landsat-ETM+に含まれる各バンド（1～7）に加えて、NDVI を加えた合計 8 チャンネルのデータをレイヤースタックし、解析用のデータセットを作成した。

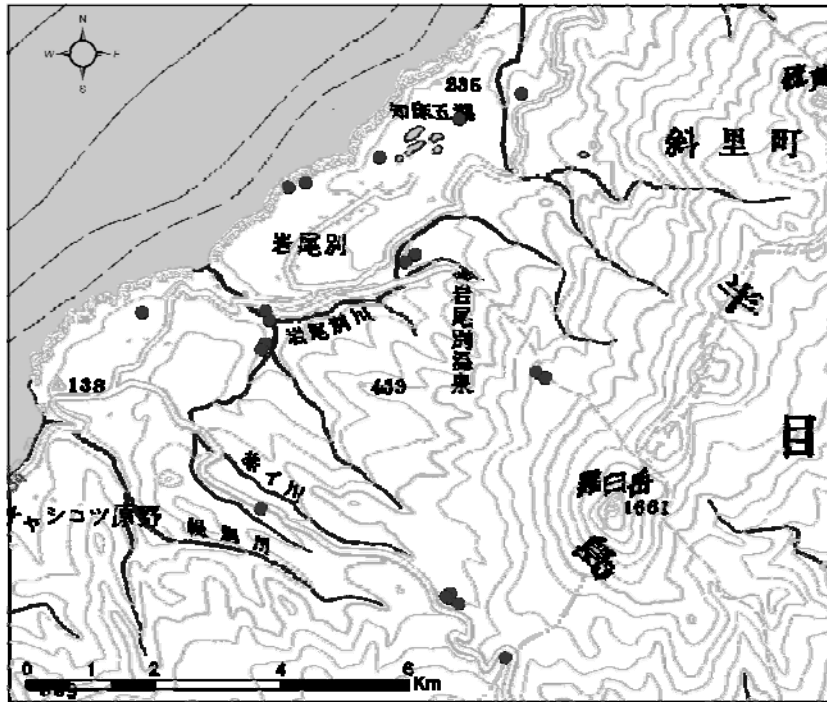


図 2-1-1-2. 現地植生相観調査地点の位置

次に、解析対象範囲の切り取り（クリッピング）を行った。解析対象範囲（図 2-1-1-1a）は、今回解析を行うヒグマのテレメトリーデータ及び現地植生相観調査地点を含む範囲となるように設定した。なお、地形補正については、今回は行わなかった。また、分類にあたっては、「しれとこ 100 平方メートル運動地（主に二次林と人工林）」をマスク処理した。

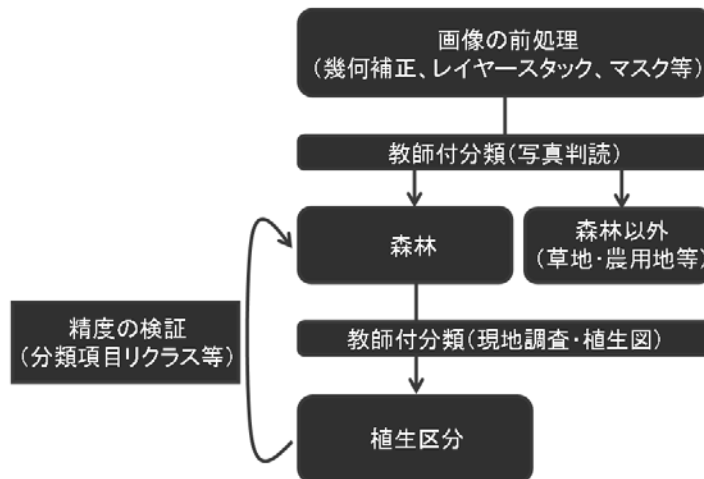


図 2-1-1-3. 植生区分の流れ

①-2 教師付分類（森林と森林以外の分類）

別途入手した空中写真（H16 年 11 月 8 日撮影、縮尺 1/20,000、地上解像度 40cm、著作権所有：株式会社インフォシーズ及び株式会社フォトテクノ）を用いて、まず森林域（針広混交林、河畔林、ダケカンバ林、広葉樹林、針葉樹林、ハイマツ林）と森林以外（ササ地、自然草原、その他草原）とを区分した。その際、設定した植生区分には含まれていない農用地や水域なども森林以外として

区分した。分類は、教師付分類により行った。分類方法は最尤法、マハラノビス距離法、最小距離法の3つの方法を比較した上で、分類精度の最も高かったマハラノビス距離法を採用した。

なお水域に関しては、NDVIにより容易に区分できるため、前もって水域とその他の区分を分類した。

①-3 教師付分類（森林の分類）

前記で区分した森林域を対象として、現地植生相観調査と環境省が今年度実施している第6回自然環境保全基礎調査（植生調査）の判読素図を入手し、これらを教師として、針広混交林、広葉樹林、針葉樹林、河畔林、ダケカンバ林、ハイマツ林を教師付分類により区分した。

①-4 精度の検証

今回使用した植生区分は、ヒグマの生息環境評価の視点からの区分であるが、衛星画像による分類は、必ずしもその精度に対応できるとは限らない。そのため、前述の環境省第6回自然環境保全基礎調査（植生調査）の判読素図とのクロス集計を行い、分類精度の検証を行うとともに、区分が困難な植生区分については、複数のクラスをひとつにまとめ（リクラス（再分類））、リクラスした区分を用いて再度教師付分類を行うことを繰り返すことで、分類精度の検証と向上を図った。最終的には、分類精度のもっとも高い植生区分手法を用いた。

また、植生区分は、Landsat-ETM+画像のピクセル（30×30m）ごとに分類されるため、植生として面積の微小な箇所が発生する。そこで、ピクセル単位での区分図に加えて、既存の植生図に近い表現の植生区分図を作成するため、3ピクセル以下の箇所を周辺の隣接の大きな箇所の植生区分で置き換えて（エリミネート処理）除去した植生区分図も併せて作成した。

②結果

②-1 水域の分類

NDVIは水域では低い値を示すことから、水域の分類はLandsat-ETM+から算出したNDVIを用いて行った。

②-2 森林と森林以外の区分

空中写真を教師として、森林域とその他（草原、ササ地、自然草原、農用地）を教師付分類により区分した。教師付分類の分類ルールについて、3つの手法（最尤法、マハラノビスの距離、最小距離）を比較検討した結果、第6回自然環境保全基礎調査（植生調査）の判読素図とのクロス集計による精度は、マハラノビスの距離による分類精度が最も高く約82%となったことから、この方法による区分を採用した。

②-3 森林の分類

現地調査と環境省植生図（第6回自然環境保全基礎調査）を教師として森林を区分した結果をもとに、植生区分をリクラスした結果、針葉樹林は針広混交林に、河畔林は分布形態が細長く抽出困難として広葉樹林に、そして森林以外については草地としてひとつにまとめた（表2-1-1-1参照）。また、分類ルール（最尤法、マハラノビスの距離、最小距離）について、前節同様の方法でクロス集計を行い、精度検証を行った結果、マハラノビスの距離を用いた分類でもっとも精度が高かった。表2-1-1-1にクロス集計結果を示した。広葉樹林については36%と低い傾向を示したが、それ以外の区分では比較的高い正当率を示し、一定の信頼性があるものと判断された。

表 2-1-1-1. 植生図とのクロス集計による精度検証

		分類結果					基の植生区分
		針広混交林	広葉樹林	ダケカンバ林	ハイマツ林	森林以外	
実測	針広混交林	81	11	5	0	2	針広混交林、針葉樹林
	広葉樹林	19	36	25	7	12	広葉樹林、河畔林
	ダケカンバ林	1	8	66	24	1	ダケカンバ林
	ハイマツ林	4	8	17	71	0	ハイマツ林
	森林以外	0	1	10	7	83	草原、ササ地、自然草原、農用地

*値は%

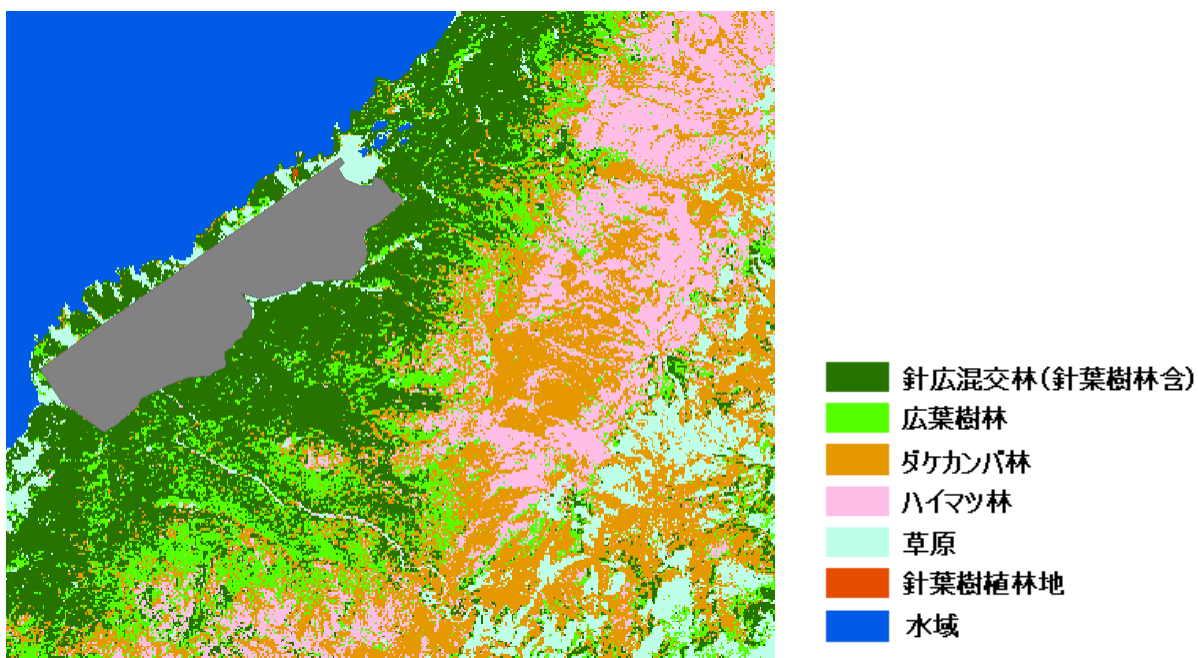


図 2-1-1-4. 画像分類結果 (Landsat-ETM+)

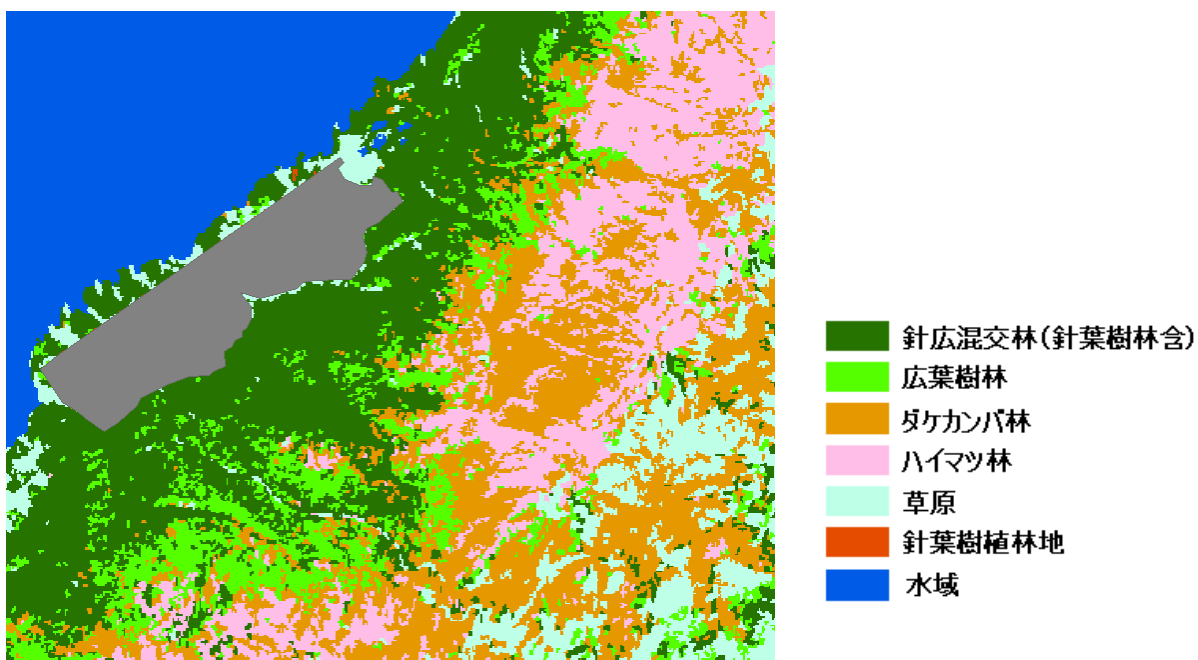


図 2-1-1-5. 画像分類結果 (Landsat-ETM+ : エリミネート処理済み)

②-4 分類結果画像

2001年9月26日のLandsat-ETM+を用いた画像分類結果を図2-1-1-4に、また、同画像に対してエリミネート処理を施して小ピクセルを除去した結果を図2-1-1-5に示した。

iii) SPOT による区分

①方法

植生区分目標として、前節のLandsatによる区分結果を踏まえて、針葉樹林及び河畔林を除くなどして、7つの植生を設定した。すなわち、針広混交林、広葉樹林、ダケカンバ林、ハイマツ林、草地・ササ地(低高度)、草地(高高度)、水域である。分類に際しては、標高に伴う植生の垂直分

布を生かして精度を上げるため、標高 400m 以上と以下で画像を区分して、それぞれに植生区分を行っていく手法を取ることにした。植生区分の流れを図 2-1-1-6 に示した。

なお本解析には、ERDAS Imagine 及び ATCOR2（いずれも米 Leica Geosystems 社）と ArcGIS（米 ESRI 社）を主に使用し、Arcview（米 ESRI 社）、ENVI（米 RSI 社）を補助的に使用した。

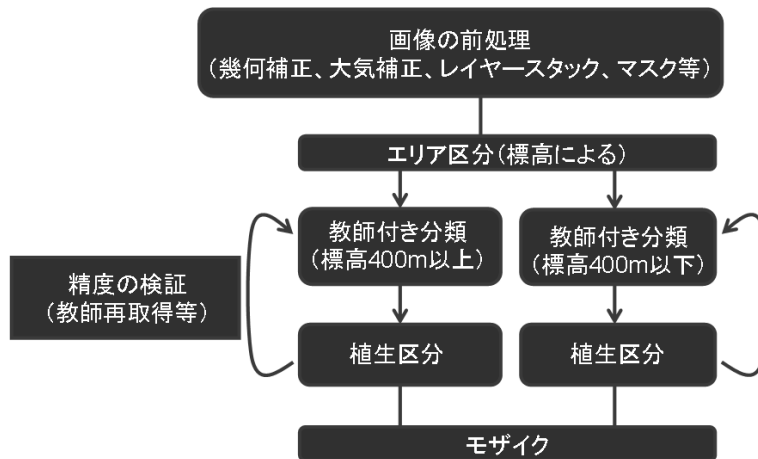


図 2-1-1-6. 植生区分の流れ

①-1 画像の前処理

解析に際して衛星画像の前処理を行った。まず、幾何補正（WGS84, UTM55）及び大気補正（ATCOR2 を使用）を行い、SPOT-5 に含まれる各バンド（1～4）に加えて、NDVI（近赤外と赤の差/和）、NDWI（赤と赤外の差/和）、DVI（近赤外-赤）を加えた合計 7 チャンネルのデータをレイヤースタックし、解析用のデータセットを作成した。次に、解析対象範囲（図 2-1-1-1a 参照）の切り取り（クリッピング）を行った。なお、地形補正については、今回は行わなかった。

分類にあたって、バンド 2（赤バンド）を二値化し、雲域・道路等を抽出しマスクングを行うとともに、「しれとこ 100 平方メートル運動地（主に二次林と人工林）」をマスク処理により取り除いた。水域については、Landsat における処理と同様に NDVI を利用して水域（一部、雪域も含む）を抽出することで前もって区分を行った。

①-2 教師付分類（標高 400m 以上）

国土地理院の標高 GIS データを用いて、標高 400m 以上のエリアを切り出したのち、最尤法による教師付き分類を行った。これは、ハイマツ林が低高度で誤分類として現れるのを防ぐため、ハイマツは他の樹種と比べ、特徴的なスペクトル特性を有し分類が比較的容易と思われるが、低地の裸地に分類される、あるいは一部の広葉樹林がハイマツ林に分類される可能性があることから、対象地域でハイマツ林が出現する標高 400m 以上の高高度地域に絞って抽出することで精度を上げようというものである。

分類項目を「針広混交林」、「広葉樹林」、「ダケカンバ林」、「ハイマツ林」、「草地（高高度）」の 5 項目に設定し、前節でも用いた空中写真及び環境省植生調査の判読素図、並びに現地植生相観調査データから、各分類項目の教師を約 20 点作成して分類を行った。

①-3 教師付分類（標高 400m 以下）

次に、前記と同様の方法で標高 400m 以下のエリアを切り出したのち、最尤法による教師付き分類を行った。

分類項目を「針広混交林」、「広葉樹林」、「ダケカンバ林」、「草地・ササ（低高度）」の 4 項目に設定し、前記同様に空中写真、植生判読素図、現地植生相観調査データを用いて、各分類項目の教師を約 20～30 点作成して分類を行った。

①-4 精度の検証

分類精度を向上させるため、各教師のスペクトル特性を確認し、同じ分類項目で似たような特性を示すものをまとめ、そうでない教師については、同じ分類項目でもまとめないという扱いで処理を行い、最終的に、目的とする分類項目ごとに1グループにまとめた。次に、分類過程で計算されたセパラビリティ（分離精度）の数値を確認して、最適なバンドを求めた結果、標高 400m 以上では2~4 バンド+NDVI+NDWI の5バンド、標高 400m 以下では1~4 バンド+NDVI の5バンドを選定した。

未確定なピクセルについては未分類とする教師付き分類を行い、教師としたエリア以外について、航空写真や現地植生相観調査データ等を使用し正しく分類されているかを確認した。その際、正しく分類されていない場合は、各項目の教師を再確認または追加して再度分類にかけることによって分類精度の検証と向上を図った。

以上の処理を繰り返し、妥当性の高い結果と判断されたところで、未分類を生成しない最尤法にて分類を行い、最終的な分類結果とし、標高 400m 以上と以下の画像を結合した。

また、植生区分は、SPOT 画像のピクセル (10×10m) ごとに分類されるため、植生として面積の微小な箇所が発生する。そこで、ピクセル単位での区分図に加えて、既存の植生図に近い表現の植生区分図を作成するため、微細領域を隣接値に置き換えるエリミネート処理を行った。エリミネート処理は8ピクセル以下に設定して行き、小ピクセルを除去した植生区分図も併せて作成した。

②結果

②-1 分類対象外のマスキング

赤バンドを二値化して、雲域・道路等を抽出し、さらに「しれとこ 100 平方メートル運動地」と併せてマスク処理を行った。二値化は目視判読により行き、薄雲部分も含まれるように判読した。道路についても同様に抽出した。

②-2 標高による画像の切り出し

全域で分類したところ、ハイマツ林のスペクトル特性と低高度に存在する一部の広葉樹林のスペクトル特性が似ており、誤分類が発生した。高い標高ではハイマツは他の樹種と比べ、特徴的なスペクトル特性を持っているが、本対象地域では標高 400m 以下にはハイマツ林が存在しないという既存知見を踏まえて標高 400m 以上のエリアを切り出し、ハイマツ林のみを抽出するという手法で行った。

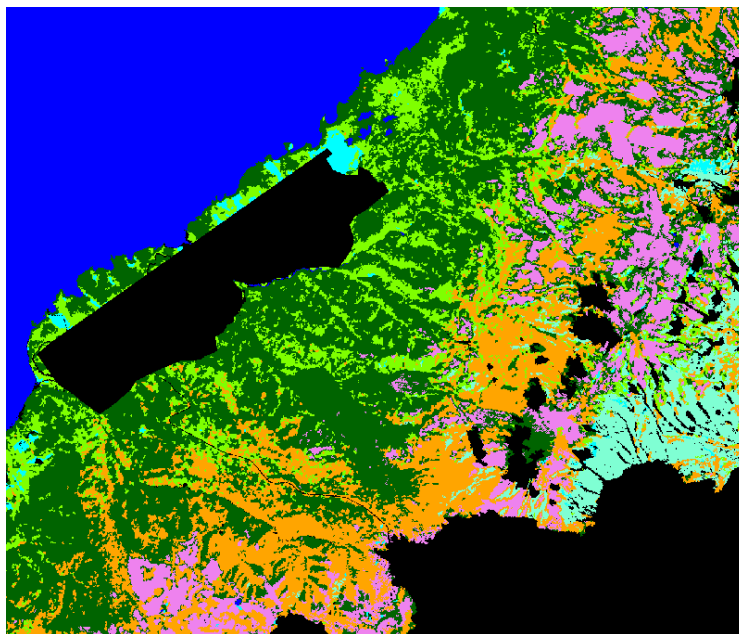
②-3 教師の取得と精度向上

空中写真、植生判読素図、現地植生相観調査データより教師を取得した。空中写真より教師を取る際、ダケカンバ林やハイマツ林のような純林的なところは比較的容易に取得できたが、針広混交林と広葉樹林については、混交の程度を判断する明確な根拠が存在しないことから、相対的な判断によりできるだけ典型的な箇所を選定して取得した。またスペクトル特性の分析で、イレギュラーな特性を示すサンプルは取り除いた。

精度向上のためのデータ検証を行った結果、ハイマツ林については教師の面積の9割以上がハイマツ林に分類された結果となり、その他の項目についても同様な結果となった。また現地調査データの一部を検証に用いた結果、1箇所のミズナラ確認地点にてミズナラ林と分類、3箇所のダケカンバ確認地点で3箇所ともダケカンバ林として分類されるなど、おおむね妥当な結果であると判断された。

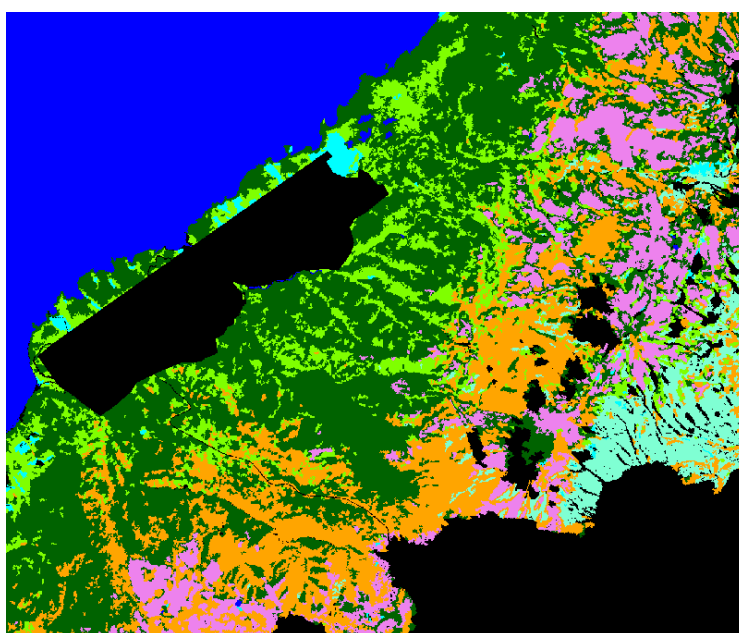
②-4 画像の分類

画像の分類手法における「Non-parametric Rule」においては、最尤法の Feature Space を用いた。これは、他の方法と比較して、ダケカンバ林と草地が適切に分類されたことから選定したものである。2005年8月13日のSPOT-5画像を用いた画像分類結果を図2-1-1-7に、また、同画像に対してエリミネート処理を施して小ピクセルを除去した結果を図2-1-1-8に示した。



- 針広混交林
- 広葉樹林
- ダケカンバ林
- ハイマツ林
- 草地・ササ地(低高度)
- 草地(高高度)
- 水域
- マスキング

図 2-1-1-7. 画像分類結果 (SPOT-5)



- 針広混交林
- 広葉樹林
- ダケカンバ林
- ハイマツ林
- 草地・ササ地(低高度)
- 草地(高高度)
- 水域
- マスキング

図 2-1-1-8. 画像分類結果 (SPOT-5 : エリミネート処理済み)

iv) 積雪分布の変化

①方法

衛星画像 MODIS (解像度 500m) を用いて、知床地域における 2003~2005 年の各年次における積雪分布線の抽出を試みた。抽出処理の流れを図 2-1-1-9 に示した。

なお本解析には、ERDAS Imagine (米 Leica Geosystems 社) と ArcGIS (米 ESRI 社) を主に使用し、Arcview (米 ESRI 社) を補助的に使用した。

①-1MODIS の画像処理

東京情報大学学術フロンティア共同研究推進センターにおいて受信、処理している MODIS 画像について、知床地域における 2003 年から 2005 年の各 4 月から 9 月にかけての、雲の少ない画像を

検索、収集した。収集した MODIS 画像は、HDF ファイルから IMG ファイル形式に変換し知床地域でサブセット化するとともに幾何補正処理を行った。

①-2 積雪分布線の抽出

画像処理を行った MODIS 画像を用いて、積雪分布線の抽出を行った。積雪分布線の抽出は 2003 年から 2005 年の 4 月から 9 月において、10 日ごとに雲のない画像を用いた。積雪分布線の抽出には、MODIS 画像と環境省自然環境情報 GIS を用いて行い、まず海域、陸域、積雪が遅くまで残りやすい高山域を識別し、これらをもとに教師データを作成して陸域、海域、雪、雲を分類した。雪と雲が重なっている場合は、10 日ごとの複数の画像を用いて、コンポジット分析（朴ほか、2005）を行うことにより、雪を補正・抽出した。最後に、分類した画像から、雪域だけを抽出し、積雪分布線のデータを作成した。

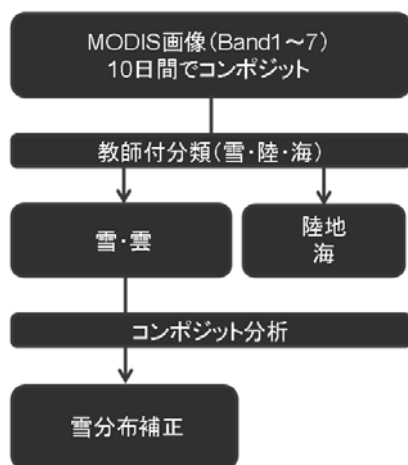


図 2-1-1-9. 抽出処理の流れ

②結果

②-1MODIS の画像処理

入手した MODIS 画像は 2003 年 50 枚、2004 年 44 枚、2005 年 29 枚の計 123 枚であった。そのうち、各年の 4 月下旬から 6 月末までの期間の 10 日ごとに、最も雲の少ない画像を選択した結果、2003 年は 6 シーン、2004 年は 4 シーン、2005 年は 7 シーンとなった。選択した画像の撮影日を表 2-1-1-2 に示す。

表 2-1-1-2. 使用した MODIS 画像撮影日

年	月	日	年	月	日	年	月	日
2003	4	25	2004	5	2	2005	4	27
2003	5	3	2004	5	23	2005	5	3
2003	5	15	2004	6	6	2005	5	12
2003	5	29	2004	6	28	2005	5	22
2003	6	5				2005	6	2
2003	6	19				2005	6	18
						2005	6	22

②-2 積雪分布線の抽出

前記画像を用いて、2003 年から 2005 年の各年に抽出した積雪分布域の変化を図 2-1-1-10~12 に示した。これらを見ると、2003 年は 4 月 25 日から 6 月 19 日にかけての 6 時期で、6 月下旬には雪が見られなくなった。2004 年は 5 月 2 日から 6 月 28 日にかけての 4 時期で、7 月上旬には雪が見られなくなった。また、2005 年は 4 月 27 日から 6 月 22 日にかけての 7 時期で、6 月下旬には雪が見られなくなったという結果となった。

本結果から、一部雲に覆われた期間では画像の利用ができなかったが、おおむね積雪分布線は 10 日ごとに抽出できることが明らかとなった。全道規模で積雪分布の時系列変化を抽出しようとした

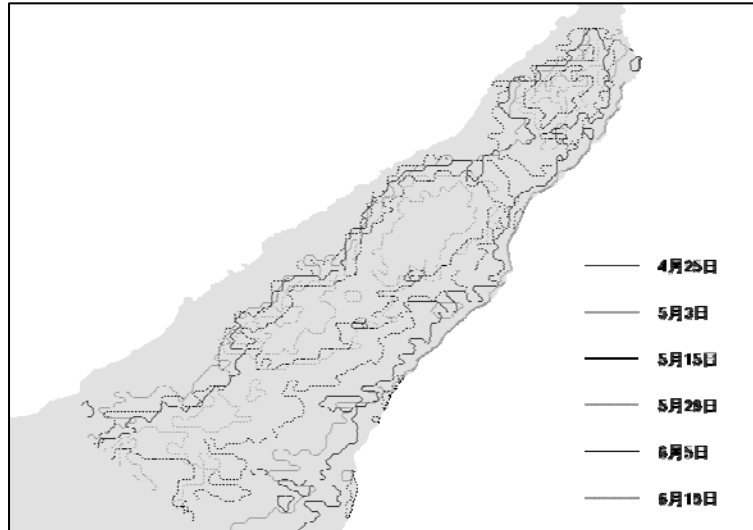


図 2-1-1-10. 2003 年の積雪分布線の変化

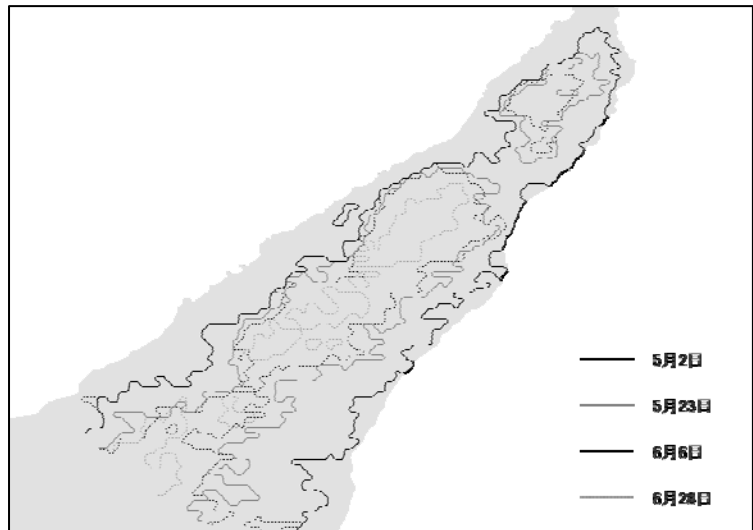


図 2-1-1-11. 2004 年の積雪分布線の変化

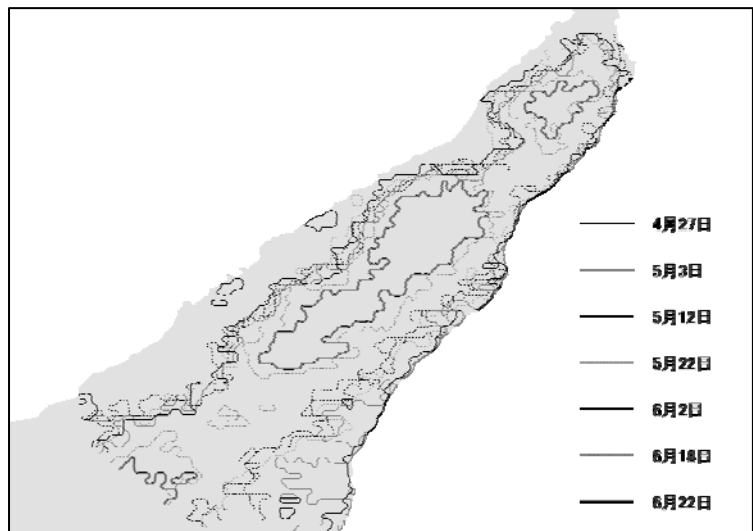


図 2-1-1-12. 2005 年の積雪分布線の変化

場合は、複数の時期の画像を合成するコンポジット分析が必要になってくるが、今回のような知床地域に限定した積雪分布線抽出の場合は、コンポジット分析の必要性は小さいものと考えられる。

1 c) 渡島半島

i) 現地植生相観調査

①方法

画像解析による植生区分のための教師データを得るため、現地植生相観調査（グラントゥールス）を行った。調査は対象地域内の、ブナ林、ミズナラ林、オニグルミ林、イタヤ・シナノキ林の4種類の植生区分を対象に、全部で17箇所において行った。地点の選定に当たっては、できるだけ地域的な偏りが生じないように配慮したが、林道が限られており、アクセスが困難な区域も多かった。

調査は2005年7～9月にかけて4回にわたって行い、各調査地では、30～40m四方のほぼ均質な植生内に約15m四方の調査区を設定し、携帯GPS装置で位置を記録し、毎木調査（樹種、胸高直径）を実施するとともに、林冠被度、樹種別の林冠占有度および樹冠高、立木密度、平均胸高直径を記録した。さらに調査区を中心付近に5mの方形区を設け、主要な林床植生の種類、被度および高さを記録した。

②結果

ブナ林5箇所、ミズナラ林6箇所、オニグルミ林5箇所およびイタヤ・シナノキ林1箇所について植生相観調査データを取得した。調査地点の位置を図2-1-1-13に示す。4種類の植生区分のうち、ブナ林については調査地域の海岸に接した斜面には存在しないことから、内陸部に限って調査を実施した。ブナ林5箇所の調査地点ではブナが樹冠の80～100%を占め、調査地3では平均胸高直径が70cmを越える大径のブナで構成されていた。オニグルミ林については調査地域に偏り無く存在しており、樹冠はオニグルミが75～100%を占めていた。平均胸高直径は、約10cm～40cmまで調査地間で構成する個体のサイズが異なっていた。ミズナラ林は、6箇所のうち3箇所でミズナラが樹冠全体に占める割合が55あるいは60%と低い場所があった。また、調査地4、5及び6は小径で樹高の低い個体で構成されていた。林床は、全般にササが多いものの、比較的多様性に富んだ種が出現した。

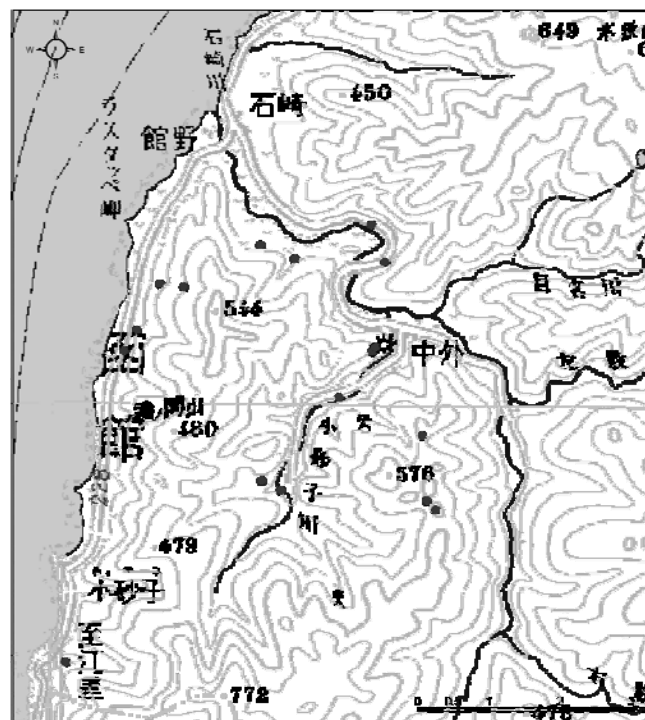


図 2-1-1-13. 現地植生相観調査地点の位置

ii) Landsat による区分

①方法

まず、植生区分目標として、植生調査を行ったブナ林、ミズナラ林、オニグルミ林、イタヤ・シナノキ林に加えて、針葉樹林、その他広葉樹林、草地（ササを含む）、市街地、道路、河川、湖沼、裸地、雲、雲の影の14の植生を設定した。ブナ林、ミズナラ林、オニグルミ林、イタヤ・シナノキ林の4植生は、ヒグマの生息環境を評価する視点から検討したものであり、衛星画像分類上、区分が困難な植生も想定される。例えば、ミズナラ林と他の広葉樹林と区分できるか、オニグルミ林は大面積に分布しないが抽出は可能かといった点である。これらのことを十分踏まえて、分類手法の検討に当たっては、試行錯誤的な手法を採用した。植生区分手法検討の流れを図2-1-1-14に示した。

なお本解析には、ERDAS Imagine 及び ATCOR2（いずれも米 Leica Geosystems 社）と ArcGIS（米 ESRI 社）を主に使用し、Arcview（米 ESRI 社）、ENVI（米 RSI 社）を補助的に使用した。

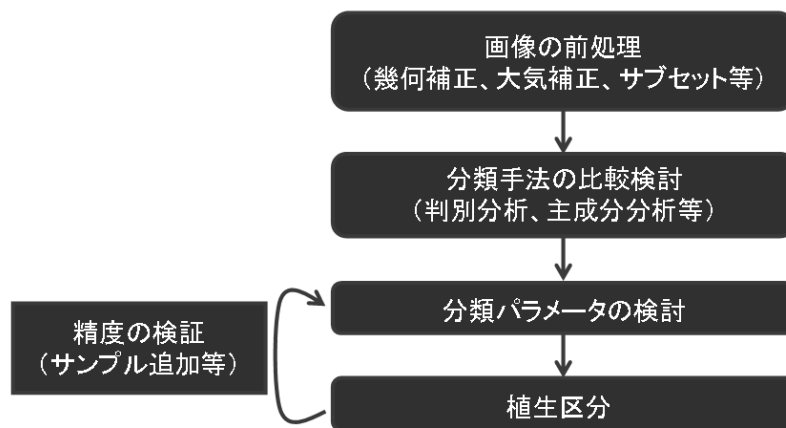


図 2-1-1-14. 植生区分の流れ

①-1 画像の前処理

解析に際して衛星画像の前処理を行った。まず、幾何補正（WGS84, UTM55）及び大気補正（ATCOR2 を使用）を行い、Landsat-ETM+に含まれる各バンド（1～7）に加えて、NDVI を加えた合計 8 チャンネルのデータをレイヤースタックし、解析用のデータセットを作成した。次に、解析対象範囲の切り取り（クリッピング）を行うとともに、海岸線に沿ったベクターデータを別途作成し、陸域のみを切り取るサブセット化を行った。解析対象範囲（図 2-1-1-1b）は、今回解析を行うヒグマのテレメトリーデータ及び現地植生相観調査地点を含む範囲となるように設定した。なお、地形補正については、今回は行わなかった。

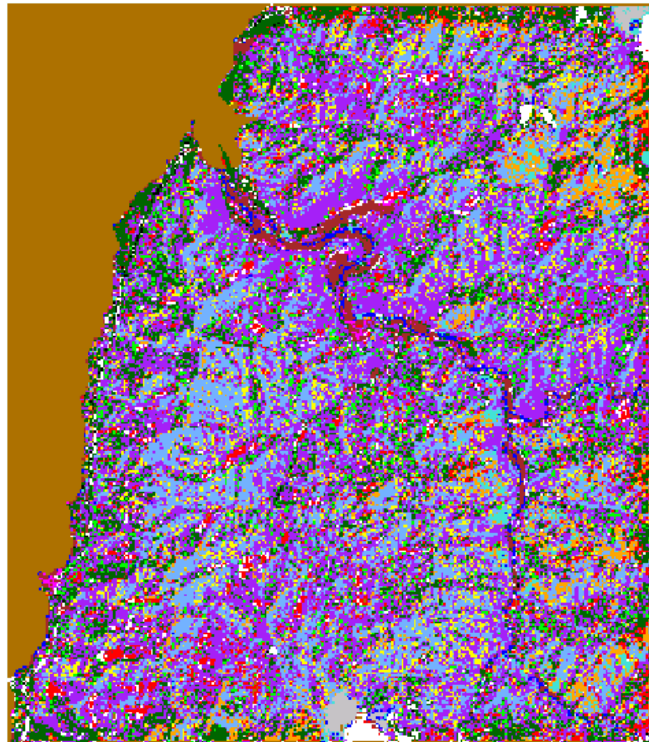
①-2 分類手法の比較検討

画像分類の方法として、①ステップワイズ判別分析、②マルチバンドデータによる教師付き分類、③主成分分析を併用した教師付分類、④多時期レイヤースタックを併用した教師付分類、の 4 つの方法について比較検討した。

いずれも、教師となるサンプルを質と量ともに十分確保できるかが重要となるが、今回の手法検討は、限られた現地調査データを用いることをひとつの狙いとしていることから、その兼ね合いについても検討を加えた。教師となるサンプルは、現地植生相観調査データ及び別途入手した空中写真（2003 年撮影、社団法人日本林業技術協会より入手）を用いて、できるだけ既知の植生と同質の植生域を広く取得するよう試みた。

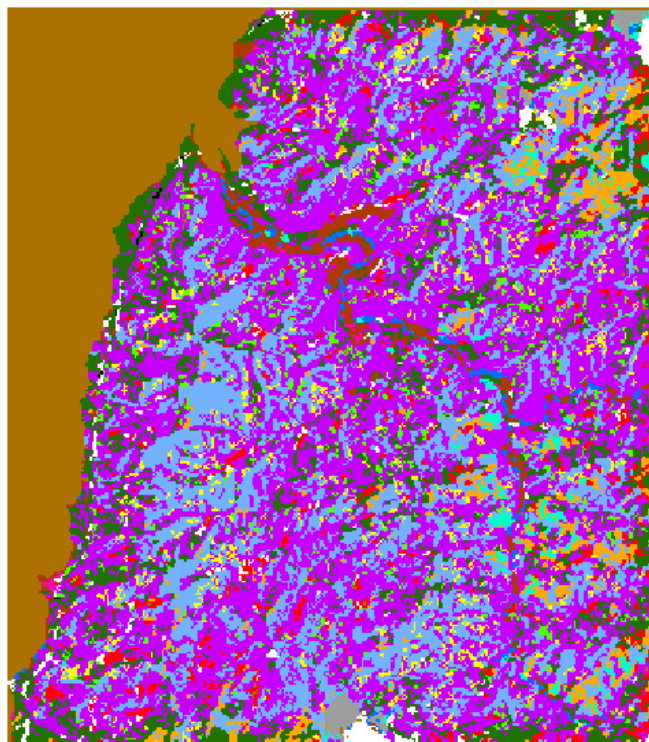
①-3 分類パラメータの検討

教師付き分類の分類方法として、ERDAS Imagine ではいくつかのパラメータが用意されている。まずピクセルに対してノンパラメトリックルールを適用するかどうかのパラメータとして、非適用



- ブナ林
- ミズナラ林
- オニグルミ林
- イタヤーシナノキ林
- 針葉樹林
- その他広葉樹林
- 草地(ササを含む)
- 市街地
- 道路
- 河川
- 湖沼
- 裸地
- 雲
- 雲の影

図 2-1-1-15. 画像分類結果 (Landsat-ETM+)



- ブナ林
- ミズナラ林
- オニグルミ林
- イタヤーシナノキ林
- 針葉樹林
- その他広葉樹林
- 草地(ササを含む)
- 市街地
- 道路
- 河川
- 湖沼
- 裸地
- 雲
- 雲の影

図 2-1-1-16. 画像分類結果 (Landsat-ETM+ : エリミネート処理済み)

(None)、特徴空間 (feature space)、多次元レベルスライス (parallelepiped) の 3 つのパラメータがあり、クラスを決定するパラメータとして、最尤法 (Maximum Likelihood)、マハラノビス距離 (Mahalanobis Distance)、最小距離 (Minimum Distance) の 3 つの方法がある。さらに、未分類クラスを設けるかどうかのパラメータがある。これらの組み合わせを比較した上で、分類精度の最も高い手法を適用することとした。

①-4 精度検証と画像分類

広域的な植生分類においては、教師サンプル数が不足する場合、それによる分類精度の低下がしばしば懸念される。そこで、分類された画像を現地の状況と照らし合わせながら、空中写真等を用いて必要な教師データの追加または削除を行い、試行錯誤しながら精度を上げていく手法をとった。また検証に関して、今回は限られた現地調査データを教師としていることから、検証用のデータを別に確保することが困難であった。そこで、別途実施した主としてブナ林に関する現地調査データを用いて教師付き分類画像との検証を行うこととした。

また、植生区分は、Landsat-ETM+画像のピクセル（30×30m）ごとに分類されるため、植生として面積の微小な箇所が発生する。そこで、ピクセル単位での区分図に加えて、既存の植生図に近い表現の植生区分図を作成するため、3ピクセル以下の箇所を周辺の隣接の大きな箇所の植生区分で置き換えて（エリミネート処理）除去した植生区分図も併せて作成した。

②結果

②-1 分類手法の比較検討

①ステップワイズ判別分析、②マルチバンドデータによる教師付き分類、③主成分分析を併用した教師付分類、④多時期レイヤースタックを併用した教師付分類、の4つの方法について比較検討した結果、主成分分析を併用した教師付分類が最も良好な結果を示したことから本手法を採用した。

ステップワイズ判別分析については、教師サンプルの判別正当率は、81.30%と比較的高い値を示したが、分類結果については、サンプルの絶対数の不足による誤差が見られた。また、マルチバンドデータ及び多時期レイヤースタックによる教師付分類についても、相応の分類精度が確認されたが、最終的に4つの方法を相対的に比較し、バンドのもつ特徴が顕著に抽出される主成分分析による教師付分類を採用することとした。

②-2 分類パラメータの検討

次に教師付き分類方法における手法パラメータとして、ピクセルに対してノンパラメトリックルールと、クラスを決定するパラメータとの組み合わせで結果を比較した、最終的に多次元レベルスライス（parallelepiped）、マハラノビス距離（Mahalanobis Distance）による区分方法を取ることとした。また、未分類クラスについては、十分な教師サンプルを取得していないことを踏まえて、これを設けるものとして分類を行うこととした。

②-3 分類結果画像

1999年8月9日のLandsat-ETM+を用いた画像分類結果を図2-1-1-15に、また、同画像に対してエリミネート処理を施して小ピクセルを除去した結果を図2-1-1-16に示した。

iii) SPOTによる区分

①方法

ブナはほかの広葉樹に比べて開葉が早いため、開葉時期の画像を用いることで、植生分類を行う上で、ほかの広葉樹と区別できる可能性がある。本画像は春期のブナの開葉時期に合わせて撮影リクエストを行い、2005年5月20日に撮影に成功して取得された画像であり、植生区分の目標は主としてブナ林の抽出である。併せて、その他広葉樹林、針葉樹林、草地・ササ地、水域、裸地・市街地の区分を行うこととし、全部で6つの植生区分を設定した。分類に際しては、ブナ林の抽出精度を上げるため、海岸に沿った道路より海岸域と山地域で画像を区分して、それぞれに植生区分を行っていく手法を取ることとした。植生区分の流れを図2-1-1-17に示した。

なお本解析には、ERDAS Imagine及びATCOR2（いずれも米Leica Geosystems社）とArcGIS（米ESRI社）を主に使用し、Arcview（米ESRI社）、ENVI（米RSI社）を補助的に使用した。

①-1 画像の前処理

解析に際して衛星画像の前処理を行った。まず、幾何補正（WGS84, UTM55）及び大気補正

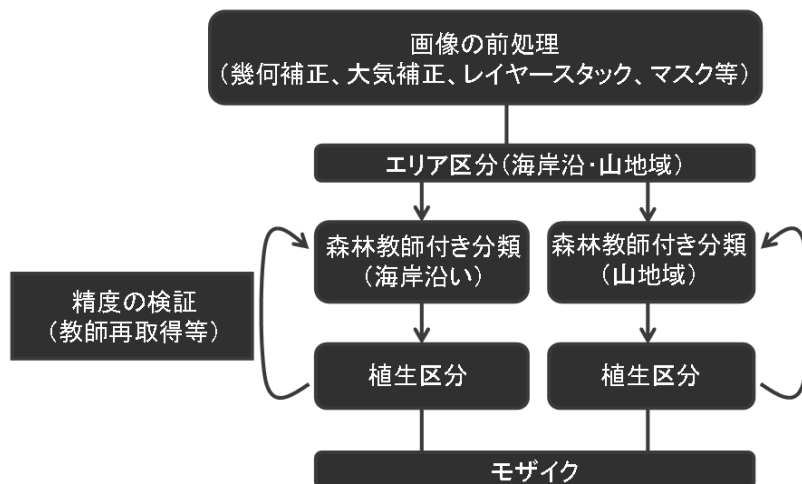


図 2-1-1-17. 植生区分の流れ

(ATCOR2 を使用) を行い、SPOT-5 に含まれる各バンド (1~4) に加えて、NDVI (近赤外と赤の差/和)、NDWI (赤と赤外の差/和)、DVI (近赤外-赤) を加えた合計 7 チャンネルのデータをレイヤースタックし、解析用のデータセットを作成した。次に、解析対象範囲 (図 2-1-1-1b) の切り取り (クリッピング) を行った。なお、地形補正については、今回は行わなかった。

分類にあたって、NDVI を利用して水域の抽出を行い、解析範囲を切り取った画像にマスキングを施した。

①-2 教師付分類 (海岸沿い)

海岸沿いの道路に沿ってベクターデータを作成し、道路から海岸側の区域を切り出したのち、最尤法による教師付き分類を行った。これは、ブナ林は道路から海岸側には分布していないにもかかわらず、海岸域の草地のスペクトル特性がブナと類似していることから誤分類を生じるおそれがあり、そこで、海岸域だけを先に切り出し、この部分についてブナを除いた植生分類を行い、ブナ林の誤分類を減らして分類精度を高めるためである。

分類項目は「その他広葉樹林」、「草地・ササ地」、「裸地・市街地」の 3 項目に設定し、前節でも活用した空中写真等を用いて、各分類項目の教師を 10~16 点作成して分類を行った。

①-3 教師付分類 (山地域)

次に、前記と同様の方法で道路から山地側 (内陸側) の区域を切り出したのち、最尤法による教師付き分類を行った。

分類項目を「ブナ林」、「針葉樹林」、「その他広葉樹林」、「草地・ササ地」、「裸地・市街地」の 5 項目に設定し、前記同様に空中写真等を用いて、各分類項目の教師を約 20~30 点作成して分類を行った。

①-4 精度の検証

分類精度を向上させるため、各教師のスペクトル特性を確認し、同じ分類項目で似たような特性を示すものはまとめ、そうでない教師については、同じ分類項目でもまとめないという扱いで処理を行い、最終的に、目的とする分類項目ごとに 1 グループにまとめた。次に、分類過程で計算されたセパラビリティ (分離精度) の数値を確認して、最適なバンドを求めた結果、海岸沿い及び山地域ともに 1~4 バンド+NDVI の 5 バンドを選定した。

未確定なピクセルについては未分類とする教師付き分類を行い、教師としたエリア以外について、空中写真や現地植生相観調査データ等を使用し正しく分類されているかを確認した。その際、正しく分類されていない場合は、各項目の教師を再確認または追加して再度分類にかけることによって

分類精度の検証と向上を図った。なお、広範囲の未分類部分については、空中写真にて確認可能なエリアについては教師を加えた。

以上の処理を繰り返し、妥当性の高い結果と判断されたところで、未分類を生成するケースと生成しないケースの両方で最尤法にて分類を行い、最終的な分類結果とし、最後に海岸沿いと山地域の画像をモザイク結合した。

また、植生区分は、SPOT 画像のピクセル (10×10m) ごとに分類されるため、植生として面積の微小な箇所が発生する。そこで、ピクセル単位での区分図に加えて、既存の植生図に近い表現の植生区分図を作成するため、微細領域を隣接値に置き換えるエリミネート処理を行った。エリミネート処理は 8 ピクセル以下に設定して行い、小ピクセルを除去した植生区分図も併せて作成した。

②結果

②-1 水域のマスキング

解析対象区域における NDVI の分布を見ると、平均値を中心とし、そこから標準偏差 2 つ分離れている中に水域が含まれる割合が 95% となることを利用して NDVI の閾値を決め水域を分離抽出しマスキングを行った。なお、一部において、河川周辺の裸地、砂州等も抽出されたが、今回の分類においては大きな支障はないものと判断した。

②-2 道路による画像の切り出し

海岸沿いの道路を境界として画像を 2 つに分離した。当初、全域で分類したところ、ブナが分布していない海岸沿いの地域で、ブナのスペクトル特性が一部の草地のスペクトル特性と似ており、誤分類が発生した。知床で行ったような標高で分ける方法も検討したが、ブナの分布は標高で分けることが困難であることから、海岸沿いの区域のみを別に切り出し、ブナ林を除いて抽出するという手法をとった。

②-3 教師の取得と精度向上

空中写真及び現地植生相観調査データより教師を取得した。裸地と市街地については、2 つの異なるスペクトル特性が見られ、それらを一つにグループ化することは、スペクトル特性が平均化されて全く違う教師となってしまいう可能性があるため、この時点ではグループ化は行わず、分類後の表示の際に統合した。

また、ブナ以外の開葉していない森林植生 (その他広葉樹林) については、基本的に「ブナ以外」の分類項目に当てはめたが、2 種類の低い NDVI のところがあり、便宜的に「その他広葉樹林 1」と「その他広葉樹林 2」に分けて教師を取った。両者は開葉前とはいえ、植生の違いを表している可能性も考えられるが、確認できる現地検証データがないため、今回はこの 2 つのグループを最終的に 1 つのグループに統合することとした。

そのほか、同じグループ内の教師間の比較で、スペクトル特性がイレギュラーなサンプルについては取り除いた。

②-4 画像の分類

2005 年 5 月 20 日の SPOT-5 画像を用いて最尤法の Feature Space により画像の分類を行った。画像分類結果を図 2-1-1-18~21 に示した。図 2-1-1-18 は未分類を生成するケースによる結果、図 2-1-1-19 はそれに対してエリミネート処理を施して小ピクセルを除去した結果、図 2-1-1-20 は未分類を生成しないケースによる結果、図 2-1-1-21 はそれに対してエリミネート処理を施して小ピクセルを除去した結果である。

未分類のエリアについては、今後現地調査による確認が必要と考えられるが、空中写真等から推定すると、未開葉のブナか、あるいは多様な広葉樹種が混在している箇所の可能性が考えられる。

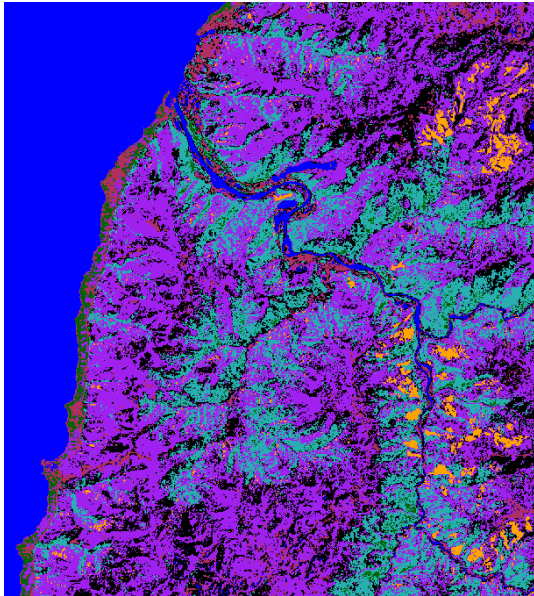


図 2-1-1-18. 画像分類結果
(SPOT-5 : 未分類あり)

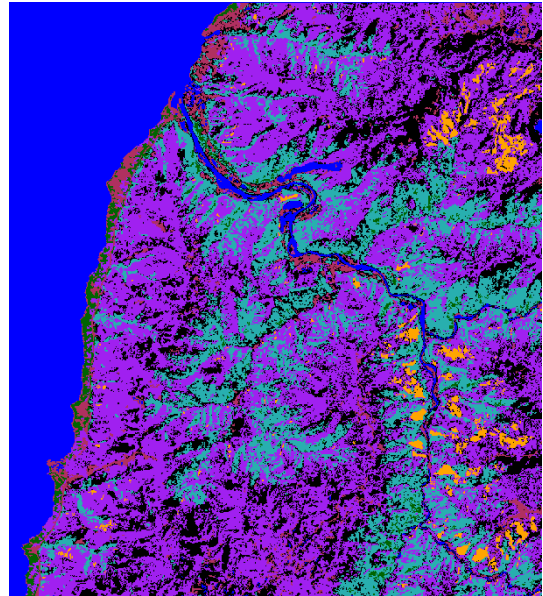


図 2-1-1-19. 画像分類結果
(SPOT-5 : 未分類なし、
エリミネート処理済み)

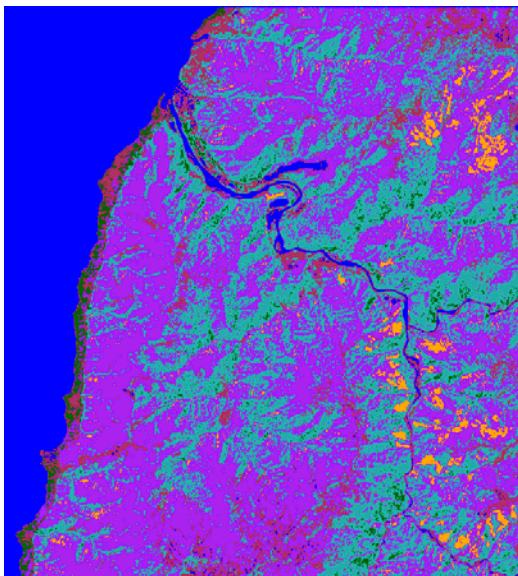


図 2-1-1-20. 画像分類結果.
(SPOT-5 : 未分類なし)

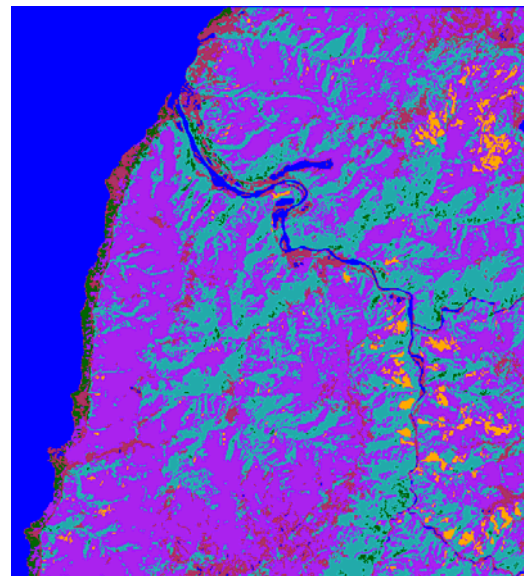


図 2-1-1-21. 画像分類結果
(SPOT-5 : 未分類あり、エリミネート処理済み)

- ブナ林
- その他広葉樹林
- 針葉樹林
- 草地・ササ地
- 裸地・市街地
- 水域
- 未分類

2) 知床半島

小平真佐夫・岡田秀明・山中正実（知床財団）

i) 調査地域

本調査は北海道斜里郡斜里町と羅臼町にまたがる知床国立公園（陸域 ca. 386 km²）、特にオホーツク海に面した北西側（斜里町側）の幌別台地・岩尾別台地を中心とした約 100 km²の地域を対象とした。これらの台地は標高 1500-1600 m に達する知床連山の火山活動からの溶岩流によって 2000-3000 年前に形成された比較的新しい地層を持つ。北西に向いた海岸線は急峻な岩壁が約 100 m の高低差を持って海へ落ち、その上は同半島でも少ない平坦な台地が標高 250m 前後まで広がり、そこから急傾斜となって脊梁山脈へと続く。気象庁による (<http://www.data.kishou.go.jp/>) ウトロ地区での過去 5 年間（2000-2004 年）の年平均気温は 5.96℃（最高平均 31.1℃、最低平均 -18.4℃）、年平均降水量は 1155 mm である。標高 500 m 前後までの低地はミズナラ、エゾイタヤ、ハリギリ、トドマツなどからなる針広混交林が優占し、それ以上では主にダケカンバ林、ハイマツ林となる。

知床半島のヒグマ個体群は小規模だが成長率は比較的高い（知床財団、未発表）。針広混交林から高山ハイマツ帯までの垂直分布が縦に凝縮された植物地理的・地形的要因に加え、特に国立公園内では道路や民家のない海岸線が餌場として利用できるという日本では極めて稀な状況が、年間を通して質の高い生息地をヒグマに提供している。特に 1980 年代より高密度に生息するエゾシカの利用（腐食・捕食）に加え、初夏のアリ類、セミの幼虫、そして秋に遡上するサケ類と、雑食性である同種の動物食への依存は比較的高い状態にあり、北海道の他の地域のそれとは大きく異なると推察される。分析にあたっては、生息地利用と植生が短絡的な因果関係を持たないことを留意する必要がある。

ii) ヒグマ GPS テレメトリー調査

①調査方法

この項の調査は平成 15・16 年度の同調査事業ですでに報告している（小平ほか, 2004; 間野ほか, 2005）。簡略に述べると、本年度の調査地域にバレルトラップ（ドラム缶ワナ）を設置、捕獲したヒグマに GPS 首輪（カナダ LOTEK 社製 GPS4000・GPS4400M）を装着して放獣した。首輪内部のメモリーに蓄積された測位データは UHF 交信で無線回収が可能であり、データ回収は地上と航空機から随時行った。平成 15 年度に装着した首輪は年度内にヒグマより無線脱落装置を作動させ回収した。平成 16 年度の捕獲では 2 年間装着を基本とした。

表 2-1-2-1. 知床国立公園における GPS 標識ヒグマの月別測位回数.

下線のデータセットが月別生息地分析に十分であった。最下段は分析可能な月数。

点線下の 3 頭は生息域が対象地域外であるため除外した。

ID	性齢	期間	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	Total
1. AD	♀SAD	2005		<u>45</u>	<u>31</u>	<u>25</u>	13	10	10				134
2. BN	♀SAD	2004			13	<u>45</u>	<u>68</u>	12	10				148
3. NK	♀AD	2003					<u>39</u>	<u>167</u>	<u>142</u>	<u>105</u>			453
4. PN	♀SAD	04-05	<u>25</u>	<u>91</u>	<u>52</u>	9	6	<u>27</u>	8	13	<u>35</u>	18	284
5. YP	♀AD	2003					<u>31</u>	<u>176</u>	<u>158</u>	<u>114</u>	18		497
SK	♀SAD	2004				33	51	46	4				134
ES	♀AD	04-05		18	43	48	24			16	9		198
PD	♀AD	04-05		139	106	12				2	10		269
			1	2	2	2	3	3	2	2	1		

②調査結果

2003年から2005年まで、本調査の対象となりうるヒグマは8頭捕獲され、植生分類の対象地域に行動圏が納まったのはそのうちメス成獣・亜成獣5頭であった(表2-1-2-1)。月別では3月から11月まで、延べ18ヶ月分が分析対象となった。年間推定行動圏は、MCP法(最小外郭法)で平均27.0 km²、95%FKN法(固定カーネル法)で平均20.6 km²であり、過去の同地域でのヒグマメス成獣の推定行動圏と大差なかった(表2-1-2-2)。月別行動圏面積の変化を見ると、MCP推定では3月、11月に最小、7-9月に最大となる一山分布の増減傾向が顕著に現れたが(図2-1-2-1)、FKN推

表2-1-2-2. ヒグマの年間行動圏の比較。推定はMCP法と95%・50%FKN法。

個体 ID	<i>n</i>	MCP	95%FKN	50%FKN
AD	134	26.7	18.0	1.8
BN	148	22.4	23.1	2.2
NK	453	25.0	17.6	1.9
PN	284	38.5	25.5	3.1
YP	497	22.5	18.7	1.1
平均	303	27.0	20.6	2.0

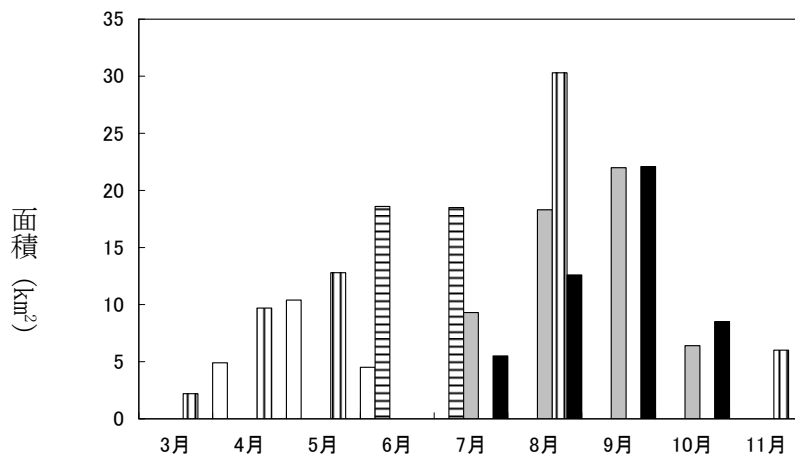


図2-1-2-1. MCP(最小外郭法)によるヒグマの推定生息圏面積の月別変化。個体1(AD)が白抜き、2(BN)が横線、3(NK)が灰色、4(PN)が縦線、5(YP)が黒。8月~9月に生息圏が最大になる。

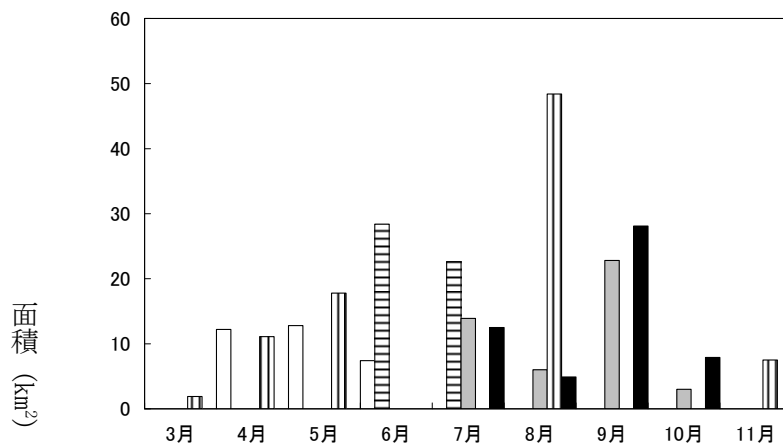


図2-1-2-2. 固定カーネル法によるヒグマの推定生息圏面積の月別変化。凡例は図2-1-2-1に同じ。夏期に向けての面積の増大傾向はMCP法ほど顕著でない。

定ではその傾向がややあいまいであった(図 2-1-2-2)。行動圏面積の変化は夏期に高標高帯の利用が増えるからと判断された。標識個体は夏期に高標高帯(500-1300 m)と低標高帯(<250 m)両方を利用するが、中程度の標高帯(300-500 m)をほとんど使っていない(図 2-1-2-3)。MCP 推定行動圏は移動経路上にあるこの中標高帯を含み、FKN 推定行動圏は利用頻度が低いこの地域を除外しているため傾向に差が現れたと見られる。さらに、FKN 推定による年間と月別の行動圏分布を追うと、月別行動圏は必ずしも年間行動圏の部分集合ではなく、集中利用が見られる地域も月ごとに大きく変化する(図 2-1-2-4)。

iii) 生息地利用の分析

①調査方法

調査地域内に通年生息するヒグマを対象とし、その年間行動圏を最小外郭法(MCP法)と固定カーネル法(FKN法: Worton, 1989)で、さらに月あたり25点以上の測位点がある場合はその月の行動圏を同様に推定し、季節変化を比較した。生息圏推定に必要な標本数は行動圏面積が和に達する数を用いる手法があるが、生息圏に季節的な変化が大きい場合には標本数を増やしてもその面積は和せず、この手法は適さない。必要標本数は経験的に25-30点の場合が多く、ここでは便宜的に25点とした。衛星画像については、Landsat-ETM+とSPOT-5それぞれの分類結果の植生区分面積比を求めて比較した。続いてJohnson(1980)の”Second-order selection”に対応するスケールとして、上記2種の画像による植生面積比を期待値(Availability)、MCP・95%FKN法による推定年間行動圏の植生面積比を利用値(Use)として両者に有意差があるかを検定した(Neu et al., 1974; Byers et al., 1984)。月別推定行動圏でも同様の比較検定を行った。検定の危険率は全体で5%となるようBonferroni修正を加えた(Byers et al., 1984)。

②調査結果

まず年間行動圏とLandsat-ETM+画像の比較では(表 2-1-2-3)、全体にハイマツ林・ダケカンバ林・草原の3区分の利用が少なく、針広混交林と運動地の利用が多いという傾向であった。SPOT-5でも同様の傾向が見られた上(表 2-1-2-4)、高標高の草原は避けるが低標高のそれは利用に有意差が出なかった。これは一見、高標高の植生を避け低標高の植生を好むとも読めるが、高標高地域の資源が利用できる時期が積雪や植物季節により限られていることを考えると至極当然の結果であり、高標高地域の重要性が低いわけではない。

続いて月別行動圏で比較していくと季節変化が明らかになる。どちらの画像の場合も(表 2-1-2-5、6)、高標高にあたる植生であるハイマツ林とダケカンバ林、SPOT-5ではさらに高標高草原の利用が3月から7月までは有意に少ないが、8-9月にハイマツ林の利用が有意に多いか有意差なしとなり、10月と11月はまた有意に少なくなる。図 2-1-2-3に見られた高標高の利用はおそらく夏期にするハイマツの球果や同所的に分布するクロマメノキ等の漿果類を求めてのものと推察される。ダケカンバ林に関しては、高標高の利用が見られる8-9月に限っても利用度の向上はハイマツ林ほど現れていない。これは垂直分布の構造上、ハイマツ林を利用するにはダケカンバ林を通過する必要があることで相対的利用度が高まった可能性が示唆される。

これらを総合すると、利用する期間が短いので年間行動圏としては利用度が低い、ハイマツ林は季節的に重要な生息域であり、ヒグマにとってハイマツ林とハイマツの球果(おそらくクロマメノキ等の漿果類も)は、餌資源量が増加する秋までの時期をつな、重要な資源と考えられる。

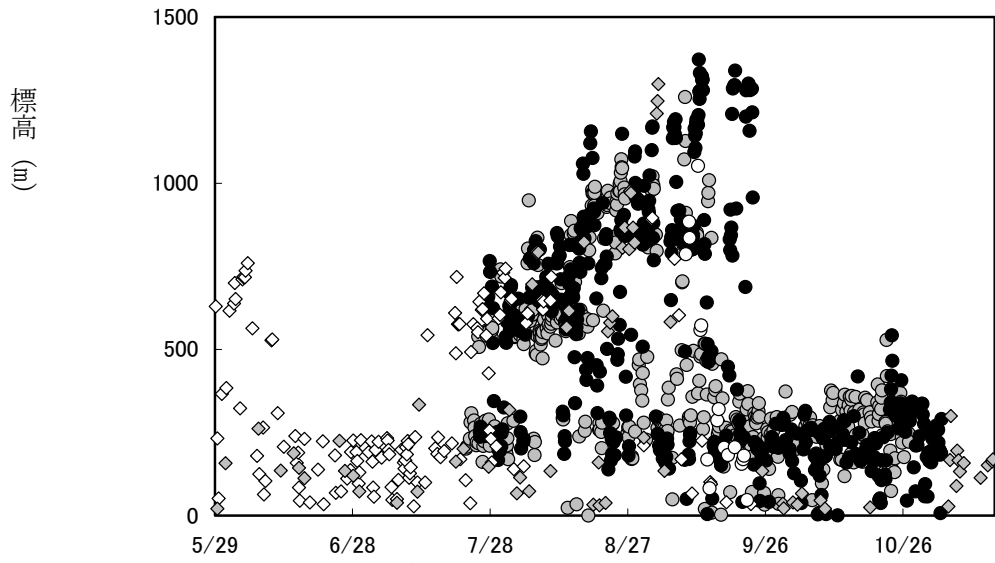


図 2-1-2-3. ヒグマの利用標高の季節変化. 個体 1 (AD) が白、2 (BN) が白、3 (NK) が灰、4 (PN) が灰、5 (YP) が黒。夏期にハイマツ林を利用している。

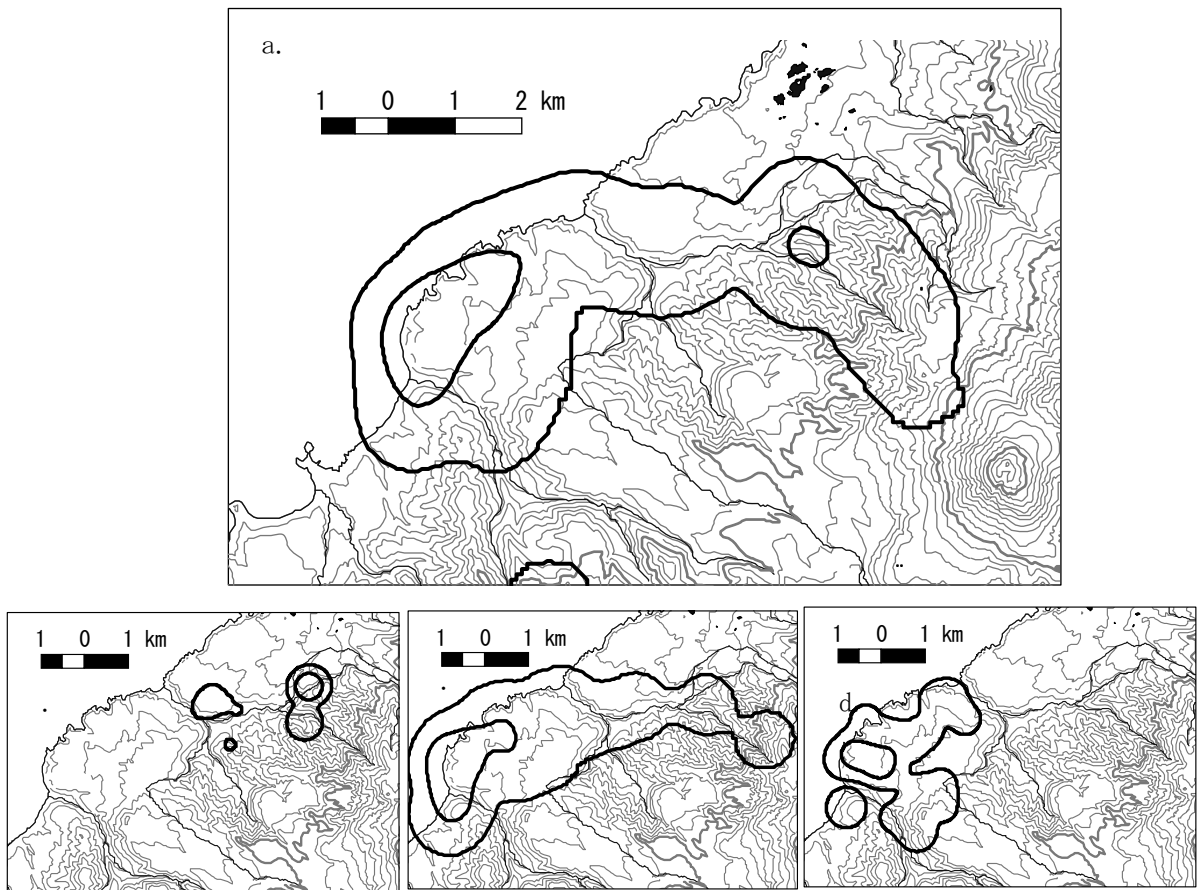


図 2-1-2-4. FKN 推定による生息圏の例. 年間行動圏 a より月間行動圏が広い場合。8月もあり、行動圏内で利用が集中する地域。内側の線、50%FKN も月によって大きく異なる。3月, d. 11月。

表 2-1-2-3. Landsat-ETM+画像による植生区分 (Avail.) に対するヒグマの年間行動圏に見る生息地の利用率. 年間行動圏は MCP 法と 95%固定カーネル (FKN) 法で推定. 利用度のマイナス記号つきは期待値より有意に少なく、プラスは有意に多かった.

植生区分	Avail.	Use MCP					Use FKN				
		AD	BN	NK	PN	YP	AD	BN	NK	PN	YP
ハイマツ林	.165	.165	.038-	.140	.052-	.164	.152	.069-	.086-	.064-	.173
ダケカンバ林	.243	.146-	.060-	.148-	.120-	.183-	.060-	.119-	.090-	.110-	.154-
草原	.098	.042-	.028-	.044-	.024-	.043-	.077	.036-	.058-	.047-	.041-
広葉樹林	.108	.094	.083	.091	.140	.080	.024-	.082	.108	.064-	.067-
針広混交林	.296	.404	.468+	.403+	.462+	.342	.341	.354	.465+	.377+	.313
運動地	.089	.149	.323+	.174+	.202+	.188+	.346+	.340+	.192+	.338+	.252+

表 2-1-2-4. SPOT-5 画像による植生区分 (Avail.) に対するヒグマの年間行動圏に見る生息地の利用率. 年間行動圏は MCP 法と 95%固定カーネル (FKN) 法で推定. 利用度のマイナス記号つきは期待値より有意に少なく、プラスは有意に多かった.

植生区分	Avail.	Use MCP					Use FKN				
		AD	BN	NK	PN	YP	AD	BN	NK	PN	YP
ハイマツ林	.114	.100	.009-	.079-	.020-	.086	.086	.021-	.077-	.030-	.090
ダケカンバ林	.193	.073-	.035-	.083-	.149	.095-	.035-	.070-	.033-	.072-	.092-
草原 (高)	.057	.004-	.001-	.003-	.003-	.005-	.004-	.003-	.003-	.002-	.005-
草原 (低)	.008	.019	.007	.020	.004	.020	.035	.009	.028	.010	.016
広葉樹林	.118	.204	.147	.204+	.137	.198+	.152	.139	.227+	.161	.174+
針広混交林	.414	.449	.470	.433	.479	.400	.338	.410	.437	.381	.360
運動地	.095	.151	.330+	.177+	.208+	.195+	.351+	.347+	.194+	.345+	.264+

表 2-1-2-5. ランドサット-ETM+画像による植生区分 (Avail.) に対するヒグマの月別行動圏に見る生息地の利用比率. 月別行動圏は 95%FKN 法により推定. 灰色部分はデータなし.

月	区分	Avail.	AD	BN	NK	PN	YP	月	AD	BN	NK	PN	YP
3	ハイマツ	.165				.000-		8			.222+	.121	.353+
	ダケカンバ	.243				.000-					.200	.203	.302+
	草原	.098				.031-					.013-	.031-	.021-
	広葉樹林	.108				.054-					.218+	.129	.136
	混交林	.296				.578+					.347	.343	.146-
	運動地	.089				.337+					.000-	.173+	.042-
4	ハイマツ	.165	.000-			.000-		9			.142		.189
	ダケカンバ	.243	.007-			.001-					.109-		.201
	草原	.098	.123			.089					.055-		.058-
	広葉樹林	.108	.020-			.012-					.075-		.066-
	混交林	.296	.314			.344					.383+		.286
	運動地	.089	.536+			.554					.236+		.199+
5	ハイマツ	.165	.013-			.022-		10			.000-		.000-
	ダケカンバ	.243	.044-			.053-					.014-		.004-
	草原	.098	.068			.067					.046-		.051-
	広葉樹林	.108	.039-			.024-					.074-		.038-
	混交林	.296	.465+			.353					.848+		.537+
	運動地	.089	.370+			.482+					.018-		.370+
6	ハイマツ	.165	.000-	.061-				11				.000-	
	ダケカンバ	.243	.008-	.134-								.001-	
	草原	.098	.136	.032-								.065-	
	広葉樹林	.108	.013-	.087								.026-	
	混交林	.296	.291	.407+								.405+	
	運動地	.089	.552+	.279+								.504+	
7	ハイマツ	.165		.065-	.054-		.097-						
	ダケカンバ	.243		.106-	.120-		.103-						
	草原	.098		.041-	.074		.056-						
	広葉樹林	.108		.093	.124		.096						
	混交林	.296		.323	.369+		.313						
	運動地	.089		.373+	.259+		.334+						

表 2-1-2-6. SPOT-5 画像による植生区分 (Avail.) に対するヒグマの月別行動圏に見る生息地の利用比率. 月別行動圏は 95%FKN 法により推定. 灰色部分はデータなし.

月	区分	Avail.	AD	BN	NK	PN	YP	月	AD	BN	NK	PN	YP	
3	ハイマツ	.114				.000-		8			.204+	.069-	.167+	
	ダケカンバ	.193				.000-					.083-	.199	.217	
	草原 (高)	.057				.000-					.007-	.007-	.006-	
	草原 (低)	.008				.003					.001-	.007	.013	
	広葉樹林	.118				.222+					.237+	.116	.178+	
	混交林	.414				.436					.469	.421	.375	
	運動地	.095				.338+					.000-	.181+	.044-	
4	ハイマツ	.114	.000-			.000-		9			.088		.110	
	ダケカンバ	.193	.000-			.003-					.070-		.110-	
	草原 (高)	.057	.000-			.000-					.004-		.019-	
	草原 (低)	.008	.060			.017					.024		.020	
	広葉樹林	.118	.145			.119					.187+		.181+	
	混交林	.414	.258-			.294-					.386		.349-	
	運動地	.095	.536+			.567+					.241+		.211+	
5	ハイマツ	.114	.002-			.005-		10			.000-		.000-	
	ダケカンバ	.193	.006-			.017-					.000-		.000-	
	草原 (高)	.057	.000-			.000-					.000-		.000-	
	草原 (低)	.008	.033			.014					.003		.012	
	広葉樹林	.118	.205			.149					.310+		.195+	
	混交林	.414	.382			.323-					.668+		.414	
	運動地	.095	.373+			.492+					.019-		.379+	
6	ハイマツ	.114	.000-	.017-				11				.000-		
	ダケカンバ	.193	.000-	.085-									.013-	
	草原 (高)	.057	.000-	.002-									.000-	
	草原 (低)	.008	.078+	.009									.016	
	広葉樹林	.118	.130	.154									.124	
	混交林	.414	.242-	.448									.336-	
	運動地	.095	.549+	.284+									.509+	
7	ハイマツ	.114		.020-	.060-		.051-							
	ダケカンバ	.193		.069-	.041-		.047-							
	草原 (高)	.057		.003-	.004-		.001-							
	草原 (低)	.008		.010	.041+		.032+							
	広葉樹林	.118		.126	.231+		.186+							
	混交林	.414		.391	.365		.346-							
	運動地	.095		.380+	.258+		.336+							

3) 渡島半島

釣賀一二三・富沢昌章（北海道環境科学研究センター）

i) 調査地域

北海道檜山郡上ノ国町の道有林渡島西部管理区の石崎川流域を中心とした森林地域で、渡島半島南西部日本海側に位置する。地形は一般に急峻で、地質は古生層を基盤として新第三紀層が重なっている（瀬川，1974）。気象は海洋の影響を強く受け、調査地域の北約20kmの日本海沿岸に位置する江差町では、平均気温は10.1℃、年間降水量は1,177mm、最深積雪深は2月の31cmで（気象庁HP，<http://www.data.kishou.go.jp>）、積雪は12月下旬から3月上旬まで見られるが、標高の高い山岳部では12月上旬から5月下旬までみられる。植生はブナを優占種とする落葉広葉樹林におおわれており、積雪の多い稜線近くの林床はチシマザサ、クマイザサが覆っている。峡谷にはトチノキ、サワグルミ、オニグルミ、オヒョウ等の河畔林が発達している。標高600m近傍より上部はダケカンバの多い上部広葉樹林帯となる。人工林は比較的緩やかな地形で標高が低い場所に多く、植栽樹種はトドマツ、スギ、カラマツである。

ii) テレメトリーデータと利用環境調査

①調査方法

テレメトリー調査については新たに標識・放逐作業を行わなかったことから、過去に通年の位置情報が得られている標識個体のデータを引用することとし（北海道環境科学研究センター，2004）、位置情報が比較的集中している場所を選定して植生調査を実施した。調査地点は地図上でヒグマの位置について緯度経度を測定し、携帯GPS装置を用いて現地を確認した。植生調査の方法は、調査地点に20m四方の調査区をとって毎木調査を行い、樹種と胸高直径を記録した。また、その中に5mの方形区2カ所をとり、高さ3m以内の植生に関して種名とそれぞれの被度を記録し、さらに1mの方形区4カ所をとり高さ1m以内の植生に関して種名、被度の記録を実施した。

②調査結果

過去に実施したテレメトリー調査で、通年の位置情報が得られている3個体のデータを引用した（北海道環境科学研究センター，2004）。これら3個体の位置情報が比較的集中している場所として8ヶ所を選定し（図2-1-3-1）、植生調査を実施した。調査は2005年7月から10月にかけて実施し、調査地点1から8までの調査結果を図2-1-3-2に示した。それぞれの調査地点の概要は以下の通りである。

春先の5月に利用頻度が高かった調査地6は海岸草原で、エゾニュウなどの高茎草本が優占していた。また、この調査地では高木が存在しなかったため20m方形区の調査は実施しなかった。7月によく利用されていた調査地5は海岸沿いの斜面で、中層にヤマグル、林床に高茎草本が占めていた。6月および10月に利用が見られた調査地4は沢左岸上方の緩やかな斜面で、イタヤカエデが優占しており林床はクマイザサでおおわれていた。5月から10月まで各季節で利用のあった調査地7は沢沿いの急斜面であり、高木の調査は地形的な制約により15mの方形区で実施した。イタヤカエデやサワシバの小径木で構成されており、林床はオニシモツケなどが散在していた。9月に利用が集中した調査地8は南向きの斜面の中腹にあり、ミズナラが優占する広葉樹林で林床はまばらなクマイザサやオオバクロモジなどに覆われていた。9月から10月に利用が集中した調査地1～3はお互いに近接した沢地形の中でオニグルミ優占あるいはオニグルミを含む広葉樹林で、いずれの場所も林床はチシマザサに覆われていた。

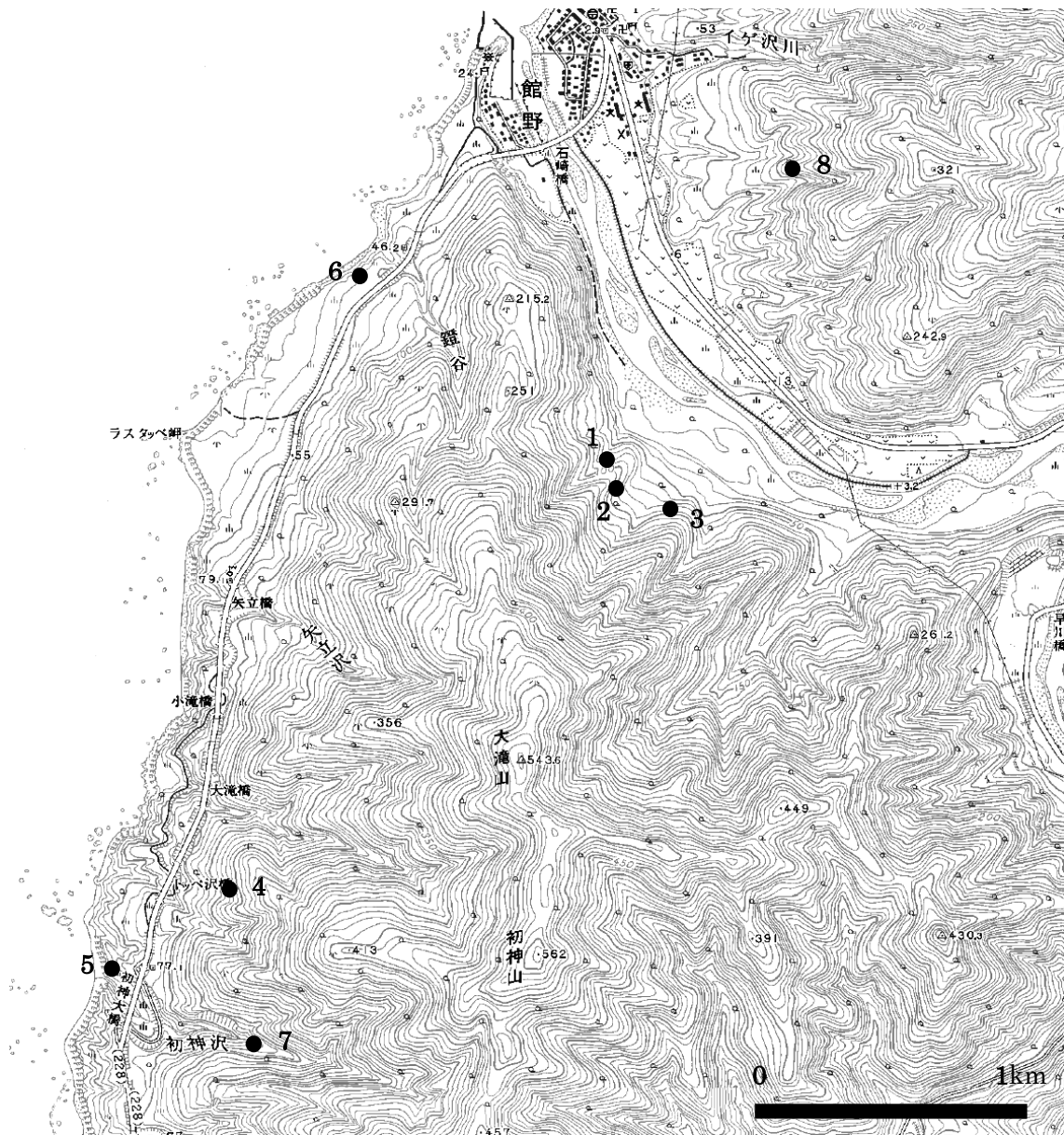


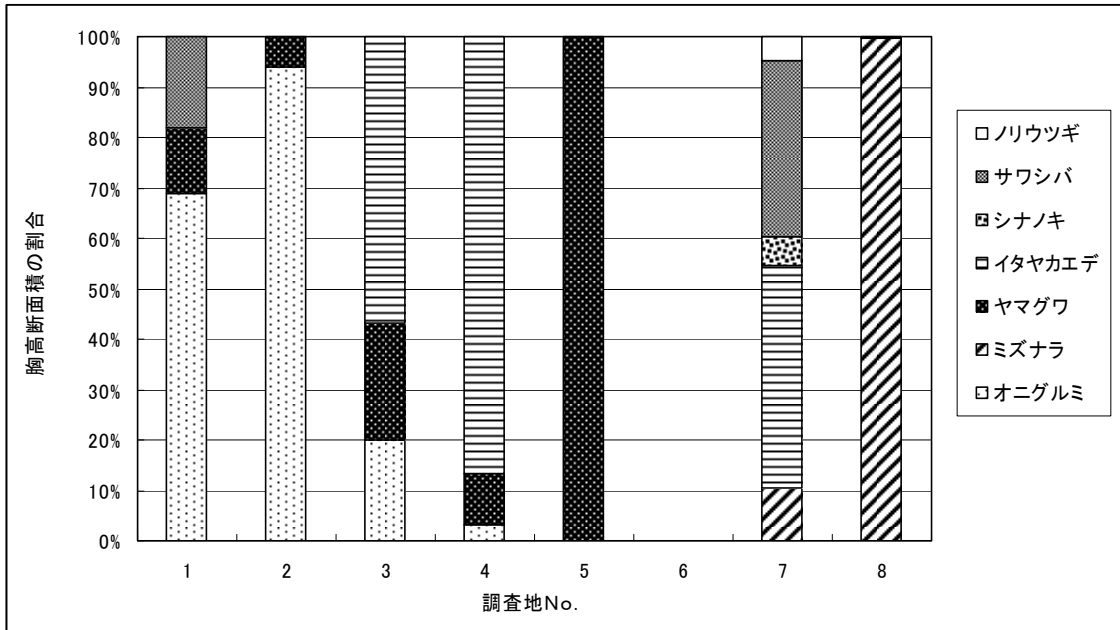
図 2-1-3-1 植生調査実施地点

iii) 生息地利用の分析

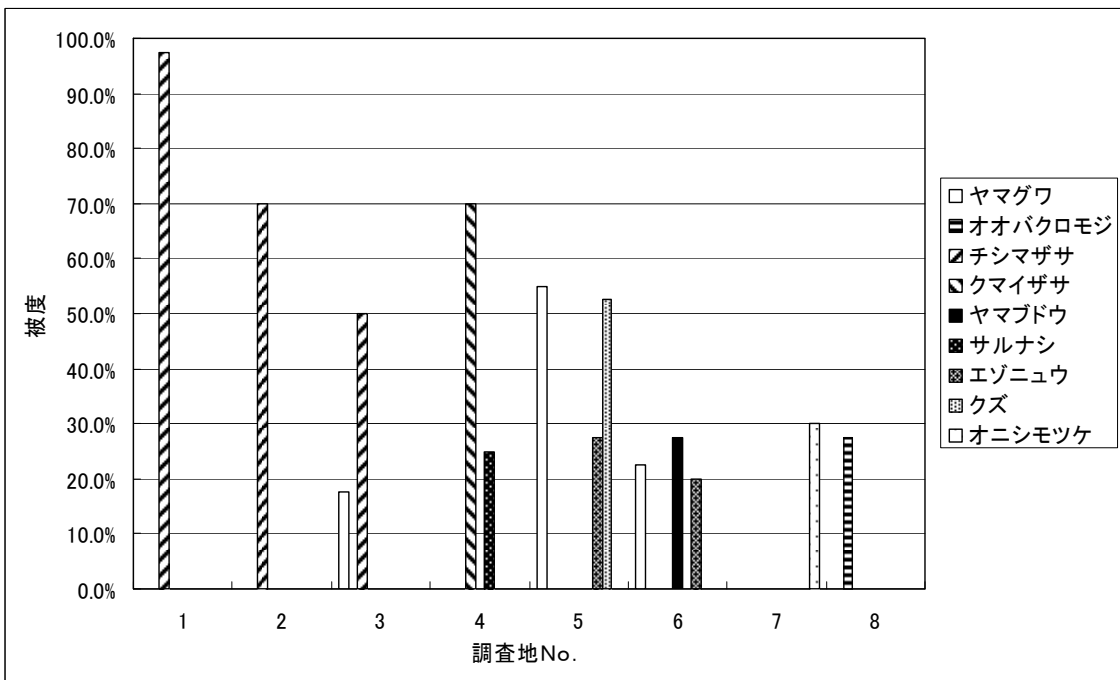
①調査方法

①-1 ブナの豊凶による行動の比較

ブナ科の堅果はヒグマにとって重要なエサ資源と考えられているが、ブナは北海道では渡島半島だけにみられ、この地域のヒグマの食性を特徴づける重要な種と考えられる (Aoi, 1985; 北海道生活環境部自然保護課, 1987)。ブナの種子生産には豊凶のあることが知られており、近年では 2002 年に豊作であったことが確認されている (今, 2003; Kon et al. 2005)。そこでブナの豊凶による生息地利用への影響について考察するため、過去の調査で得られたヒグマ電波標識個体の位置データ (北海道環境科学研究センター, 2004) を 2002 年とそれ以外に分けて比較を行った。調査地域におけるテレメトリーデータには 300m 程度の誤差があることがわかっており (Murakami & Mano, 1998)、それぞれの位置データには 300m のバッファー処理を行った。



a. 各調査地における毎木調査の結果.



b. 各調査地における中層 (5×5m 方形区) の植生調査結果

図 2-1-3-2. ヒグマの利用環境調査結果

バッファ処理を行ったヒグマ位置データと衛星画像 (Landsat-ETM+, SPOT-5) の解析による植生区分から、GIS を用いてブナ豊作年とそれ以外の年におけるヒグマの利用環境を解析した。なお、衛星画像の解析については、なるべく小面積の植生のまとまりについても識別する必要があることから、eliminate 処理をしないものを用いることとした。

①-2 季節による行動の比較

季節による利用環境の解析を行うために、これまでに得られたヒグマ電波追跡個体の位置データ

のうち、複数年にわたり年間を通したデータが得られた個体の位置データを用いた。季節の区分は過去に得られた糞分析の結果（横山，2005）から、春（5月、6月）、夏（7月、8月）、秋1（9月、10月前半）、秋2（10月後半以降）の4区分とした。個体ごとに季節ごとのデータをプールし、50%固定カーネル法（Worton，1989）によって季節ごとに利用が集中する場所とその面積を推定した。また、行動圏全体の植生面積比を推定する目的で、それぞれの個体について年間の行動圏を95%固定カーネル法により推定した。

これらの行動圏データと衛星画像（Landsat-ETM+, SPOT-5）の解析による植生区分から、GISを用いて行動圏全体における植生面積比（Availability）および季節ごとの利用場所における植生面積比（use）を求めた。

②調査結果

②-1 ブナの豊凶による行動の比較

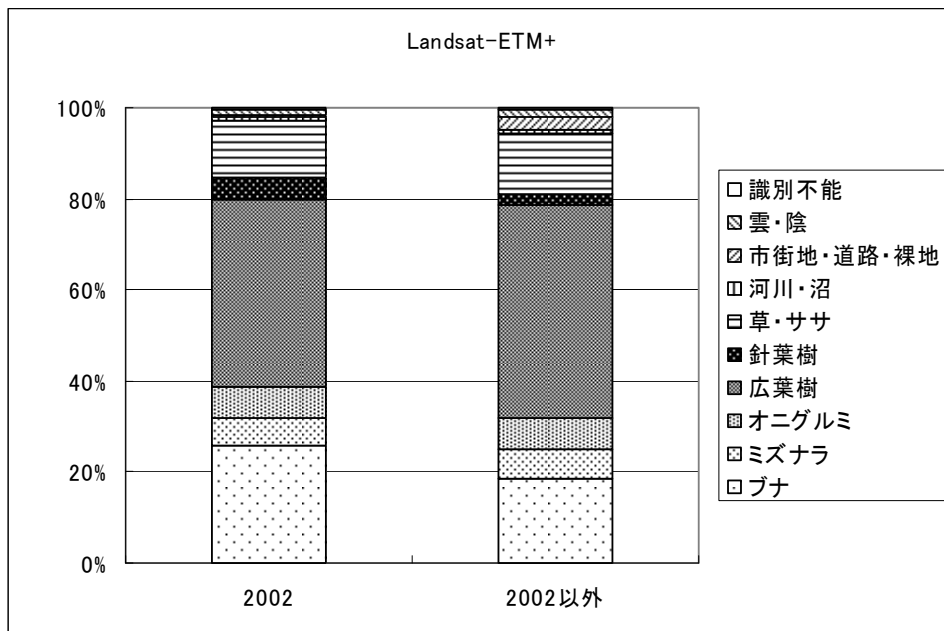
1999年から2002年までに得られたヒグマ電波追跡個体の位置データのうち、年間を通してデータが得られた7個体、延べ21セットを2002年（5セット）とそれ以外（16セット）に分け、それぞれの位置データにバッファ処理を行った（表2-1-3-1）。これらの位置データと衛星画像の解析結果から、GISを用いてヒグマの利用環境について解析した結果を図2-1-3-3に示した。Landsat-ETM+を用いた解析では、2002年以外に比べ2002年にブナ林をよく利用した傾向が見られた。ミズナラ、オニグルミ林を含めた広葉樹林全体では、2002年とそれ以外の年に差は見られなかった。一方SPOT-5を用いた解析では、2002年と2002年以外の間に異なった傾向は見られなかった。

表 2-1-3-1. 年度ごとの位置データ数。1999、2000、2002年は5個体、2001年は6個体のデータの総数。

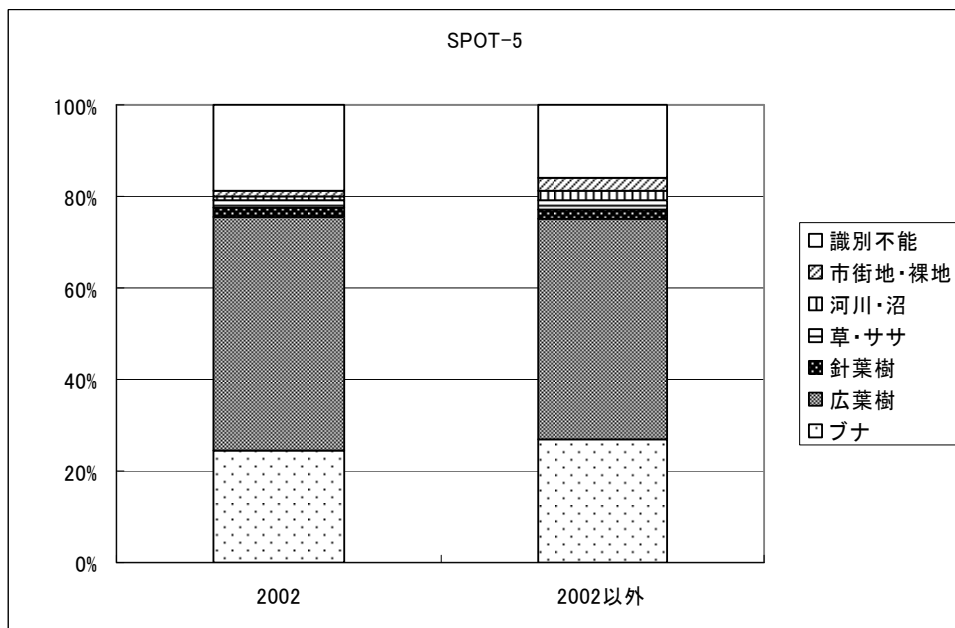
	1999年	2000年	2001年	2002年
位置データ数	260	148	269	274

②-2 季節による行動の比較

1999年から2002年までに得られたヒグマ電波追跡個体の位置データのうち、複数年にわたり年間を通したデータが得られた2個体を用いた（表2-1-3-2）。これら2個体について季節ごとに利用が集中する場所の面積を図2-1-3-4に示したが、No.3では夏と秋2に利用面積が広くなり（図2-1-3-5）、No.5では季節が進むごとに利用面積が小さくなる傾向が見られた。表2-1-3-3には今回用いた2種類の衛星画像について、2個体それぞれの年間行動圏における植生面積比を、表2-1-3-4、5には年間行動圏における植生面積比に対する、季節ごとの利用場所の植生面積比を、それぞれの衛星画像について示した。年間行動圏における植生面積比で、Landsat-ETM+画像では広葉樹林、草・ササ地に区分された面積が大きく、SPOT-5画像では河川・沼に区分された面積が大きい傾向が見られた。季節ごとの利用場所の植生面積比を見ると、Landsat-ETM+画像では秋1にブナ林、広葉樹林に利用頻度が高く、秋2には2個体それぞれ一方はブナ林を、他方は広葉樹林の利用比率が高い傾向が見られた。一方SPOT-5画像では、No.3が夏、秋1、秋2に、No.5は春、夏、秋1にブナ林を高頻度で利用する傾向が見られた。また、夏には両個体が、秋1にはNo.3、そして秋2にはNo.5が広葉樹林を頻繁に利用する傾向があった。



a. Landsat-ETM+を用いた場合



b. SPOT-5を用いた場合

図 2-1-3-3. ブナの豊凶による利用環境の変化

表 2-1-3-2. 個体ごと、季節ごとの位置データ数

	春	夏	秋 1	秋 2
No. 3	67	74	57	40
No. 5	46	35	49	26

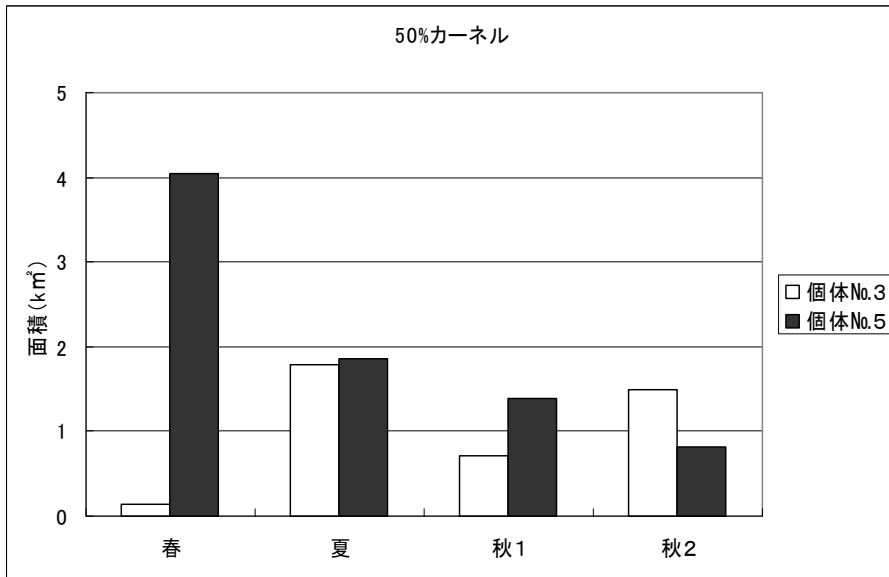


図 2-1-3-4. 50%固定カーネル法による季節ごとの推定行動圏面積の変化

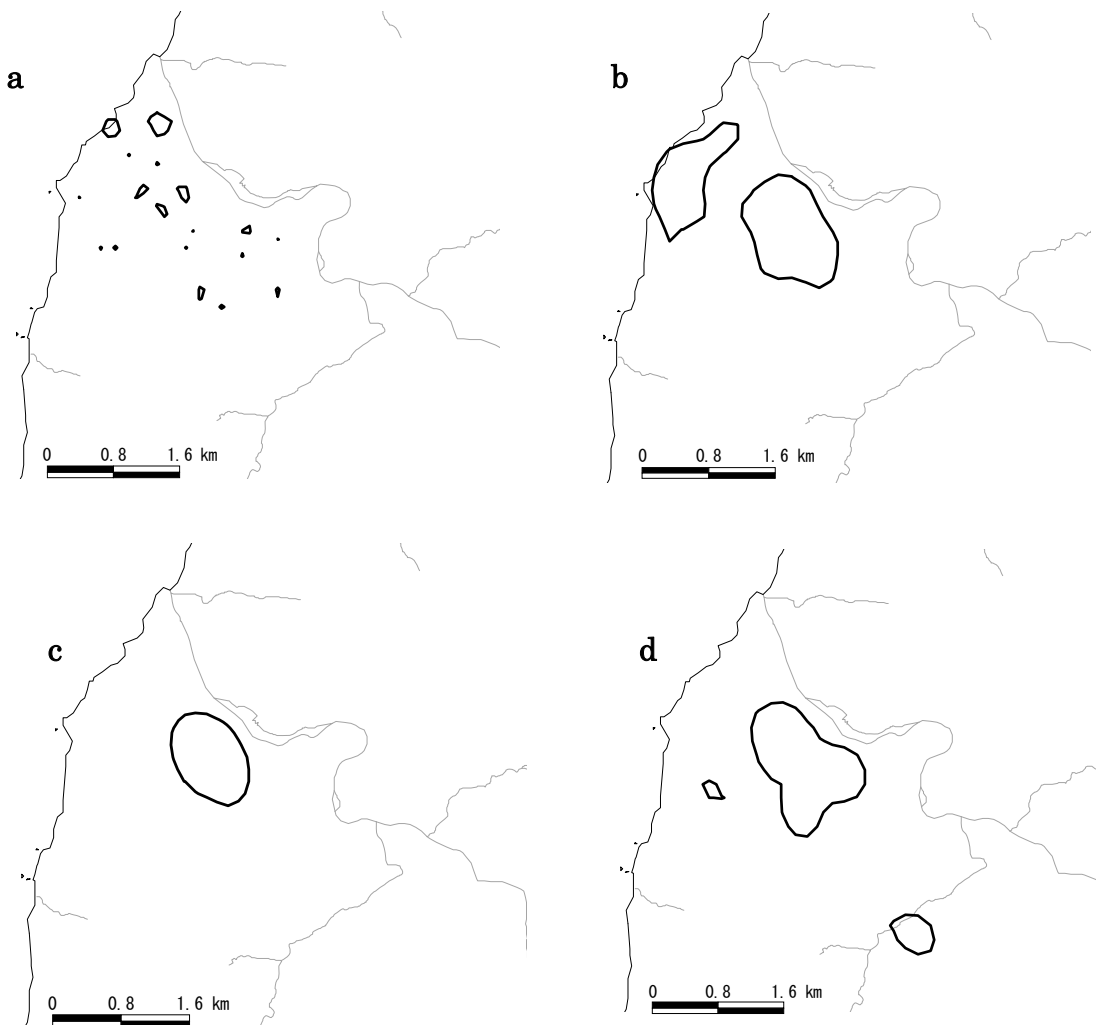


図 2-1-3-5. 50%固定カーネル法で推定した標識個体の季節ごと利用場所の一例 (No. 3)
(a: 春、b: 夏、c: 秋1、d: 秋2)

表 2-1-3-3. Landsat-ETM+と SPOT-5 衛星画像による年間行動圏内植生分類結果。下線の植生区分で大きな違いが見られた

植生区分	Landsat-ETM+		SPOT-5		Landsat-SPOT
	面積 (k m ²)	比率	面積 (k m ²)	比率	
ブナ林	1.053	0.178	1.256	0.212	-0.034
<u>広葉樹林</u>	3.133	0.529	2.799	0.473	<u>0.057</u>
針葉樹林	0.083	0.014	0.038	0.006	0.008
<u>草・ササ</u>	0.947	0.160	0.256	0.043	<u>0.117</u>
<u>河川・沼</u>	0.047	0.008	0.393	0.066	<u>-0.059</u>
市街地・道路・裸地	0.165	0.028	0.384	0.065	-0.037
雲・陰	0.116	0.020			
<u>識別不能</u>	0.377	0.064	0.794	0.134	<u>-0.071</u>
総計	5.921	1.000	5.921	1.000	

植生区分	Landsat-ETM+		SPOT-5		Landsat-SPOT
	面積 (k m ²)	比率	面積 (k m ²)	比率	
ブナ林	2.305	0.176	2.270	0.174	0.003
広葉樹林	6.579	0.503	6.271	0.480	0.024
針葉樹林	0.225	0.017	0.098	0.007	0.010
<u>草・ササ</u>	1.940	0.148	0.586	0.045	<u>0.104</u>
<u>河川・沼</u>	0.089	0.007	1.401	0.107	<u>-0.100</u>
市街地・道路・裸地	0.283	0.022	0.653	0.050	-0.028
雲・陰	0.269	0.021			
識別不能	1.381	0.106	1.792	0.137	-0.031
総計	13.071	1.000	13.071	1.000	

表 2-1-3-4. Landsat-ETM+画像による年間行動圏内植生分類結果 (Avail.) に対するヒグマの季節別行動圏に見る生息地の利用比率 (Use)。季節別行動圏は 50% 固定カーネルで推定。Avail. に対して Use が大きいものに下線を引いた。

季節	植生区分	No. 3			No. 5		
		Avail.	Use	Use-Avail.	Avail.	Use	Use-Avail.
春	ブナ林	0.178	0.172	-0.006	0.176	0.173	-0.004
	ミズナラ林	0.050	0.067	0.017	0.048	0.043	-0.004
	オニグルミ林	0.067	0.098	0.031	0.061	0.066	0.005
	広葉樹林	0.412	0.356	-0.056	0.395	0.397	0.002
	針葉樹林	0.014	0.031	0.017	0.017	0.019	0.002
	草・ササ	0.160	0.141	-0.019	0.148	0.171	0.023
	河川・沼	0.008	0.000	-0.008	0.007	0.005	-0.002
	市街地ほか	0.028	0.031	0.003	0.022	0.020	-0.002
	雲・影	0.020	0.000	-0.020	0.021	0.027	0.006
	識別不能	0.064	0.104	0.041	0.106	0.079	-0.027
夏	ブナ林	0.178	0.175	-0.003	0.176	0.140	-0.036
	ミズナラ林	0.050	0.031	-0.019	0.048	0.039	-0.008
	オニグルミ林	0.067	0.085	0.018	0.061	0.066	0.006
	広葉樹林	0.412	0.453	0.041	0.395	0.360	-0.035
	針葉樹林	0.014	0.008	-0.006	0.017	0.018	0.001
	草・ササ	0.160	0.177	0.017	0.148	0.181	0.033
	河川・沼	0.008	0.003	-0.005	0.007	0.009	0.002
	市街地ほか	0.028	0.023	-0.005	0.022	0.033	0.012
	雲・影	0.020	0.021	0.002	0.021	0.025	0.004
	識別不能	0.064	0.025	-0.039	0.106	0.128	0.023
秋 1	ブナ林	0.178	0.273	<u>0.095</u>	0.176	0.247	<u>0.071</u>
	ミズナラ林	0.050	0.043	-0.007	0.048	0.051	0.003
	オニグルミ林	0.067	0.069	0.002	0.061	0.083	0.023
	広葉樹林	0.412	0.505	<u>0.093</u>	0.395	0.451	<u>0.056</u>
	針葉樹林	0.014	0.014	0.000	0.017	0.018	0.000
	草・ササ	0.160	0.037	-0.123	0.148	0.109	-0.039
	河川・沼	0.008	0.003	-0.004	0.007	0.003	-0.004
	市街地ほか	0.028	0.012	-0.015	0.022	0.006	-0.016
	雲・影	0.020	0.031	0.011	0.021	0.025	0.004
	識別不能	0.064	0.014	-0.050	0.106	0.007	-0.099
秋 2	ブナ林	0.178	0.253	<u>0.075</u>	0.176	0.196	0.020
	ミズナラ林	0.050	0.041	-0.009	0.048	0.055	0.007
	オニグルミ林	0.067	0.076	0.009	0.061	0.071	0.011
	広葉樹林	0.412	0.524	<u>0.112</u>	0.395	0.463	<u>0.068</u>
	針葉樹林	0.014	0.014	0.000	0.017	0.032	0.015
	草・ササ	0.160	0.062	-0.098	0.148	0.145	-0.003
	河川・沼	0.008	0.002	-0.006	0.007	0.003	-0.004
	市街地ほか	0.028	0.001	-0.027	0.022	0.004	-0.018
	雲・影	0.020	0.021	0.002	0.021	0.028	0.007
	識別不能	0.064	0.007	-0.057	0.106	0.002	-0.104

表 2-1-3-5. SPOT-5 画像よる年間行動圏内植生分類結果 (Avail.) に対するヒグマの季節別行動圏に見る生息地の利用比率 (Use)。季節別行動圏は 50% 固定カーネルで推定。Avail. に対して Use が大きいものに下線を引いた。

季節	植生区分	No. 3			No. 5		
		Avail.	Use	Use-Avail.	Avail.	Use	Use-Avail.
春	ブナ林	0.212	0.212	0.000	0.212	0.148	-0.064
	広葉樹林	0.473	0.489	0.016	0.473	0.493	0.020
	針葉樹林	0.006	0.001	-0.005	0.006	0.007	0.000
	草・ササ	0.043	0.073	0.030	0.043	0.069	0.026
	河川・沼	0.066	0.099	0.033	0.066	0.071	0.004
	市街地ほか	0.065	0.051	-0.014	0.065	0.068	0.003
	識別不能	0.134	0.074	-0.060	0.134	0.145	0.011
夏	ブナ林	0.212	0.287	<u>0.075</u>	0.212	0.161	-0.051
	広葉樹林	0.473	0.383	-0.090	0.473	0.411	-0.062
	針葉樹林	0.006	0.009	0.002	0.006	0.004	-0.002
	草・ササ	0.043	0.074	0.031	0.043	0.129	<u>0.085</u>
	河川・沼	0.066	0.019	-0.047	0.066	0.117	<u>0.051</u>
	市街地ほか	0.065	0.117	<u>0.052</u>	0.065	0.092	0.027
	識別不能	0.134	0.112	-0.022	0.134	0.086	-0.049
秋 1	ブナ林	0.212	0.418	<u>0.206</u>	0.212	0.290	<u>0.078</u>
	広葉樹林	0.473	0.395	-0.078	0.473	0.514	0.041
	針葉樹林	0.006	0.019	0.012	0.006	0.013	0.006
	草・ササ	0.043	0.049	0.005	0.043	0.043	0.000
	河川・沼	0.066	0.000	-0.066	0.066	0.000	-0.066
	市街地ほか	0.065	0.005	-0.060	0.065	0.015	-0.050
	識別不能	0.134	0.116	-0.019	0.134	0.127	-0.008
秋 2	ブナ林	0.212	0.365	<u>0.152</u>	0.212	0.260	0.048
	広葉樹林	0.473	0.453	-0.020	0.473	0.599	<u>0.126</u>
	針葉樹林	0.006	0.016	0.009	0.006	0.012	0.006
	草・ササ	0.043	0.029	-0.015	0.043	0.006	-0.038
	河川・沼	0.066	0.000	-0.066	0.066	0.000	-0.066
	市街地ほか	0.065	0.006	-0.059	0.065	0.019	-0.046
	識別不能	0.134	0.132	-0.002	0.134	0.104	-0.030

(2) 湿原・草原性鳥類

1) 衛星画像による植生分類

高田雅之・布和敖斯尔・棗 庄輔 (北海道環境科学研究センター)

i) はじめに

衛星画像から実用的な植生区分図を作成する上で、グランドトゥルースデータ (現地植生相観調査データ) は不可欠であるが、山岳域や湿原域など、現地調査が困難なところや、対象地域が広域な場合などは、限られた現地調査データから、一定程度の精度をもった分類手法の開発は非常に重要である。そこで本研究では、サロベツ湿原地域における湿原性・草原性鳥類の生息環境評価に寄与することを目的として、簡素な現地調査をグランドトゥルースとして用いて、衛星画像から植生区分図を作成する手法について検討を行った。本検討においては、可能な限り収集した対象地域に係る衛星画像 (Landsat、ASTER など) のうちから、雲及びヘイズの影響、撮影時期、画像の鮮明さ、さらには区分対象のフェノロジー等を考慮して、2000年6月24日撮影の Landsat-ETM+ (30m 分解能) を選定して植生区分を試みた。今回の解析対象地域は、既存の植生図 (北海道開発局農業水産部農業計画課, 1992) との比較検証を行うため、この植生図作成範囲と同じ区域とした。サロベツ湿原の位置と解析対象地域を図2-2-1-1に示した。

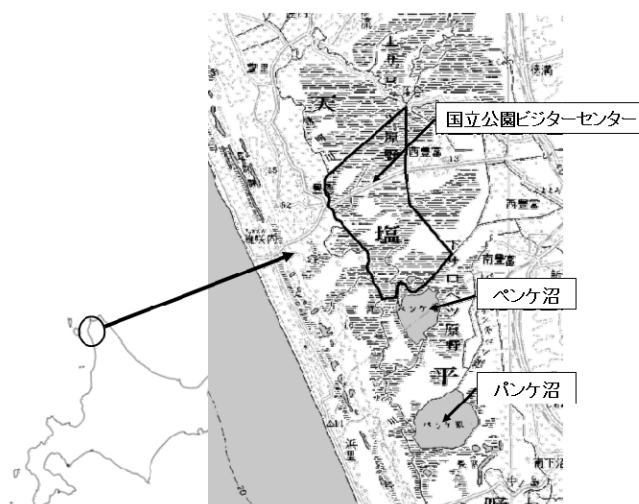


図2-2-1-1. サロベツ湿原の位置と解析対象地域

ii) 現地植生相観調査

①方法

画像解析による植生区分のための教師データを得るため、現地植生相観調査を行った。現地調査は2005年7～9月に3回、計84地点で実施し (7/19-21,8/31,9/20)、半径15m内がおおむね均一と考えられる地点において、植物種ごとの被度、群落高等を記録し、GPSによる位置情報を取得した。

植生調査の結果について、優占種をもとに後述する7区分の植生に分けた。分類は、最も優占する種の被度が、2番目に優占する種の被度の2倍以上の場合は優占種が属する主要植生区分とし、2倍に満たない場合は、最優占種と2番目の優占種との混合区分とした。区分内容は3)で述べる。

②結果

植生相観調査地点を図2-2-1-2に示した。湿原の奥部まで入り込むことは危険であり、比較的アクセスしやすいところを選定しつつ、できるだけ各植生区分のサンプル数が一定程度確保できるよう配慮して現地調査を行った。相観調査を行った結果をもとに分けられた植生区分ごとの調査地点数を表2-2-1-1に示した。スゲ区分の地点数が最も多いのは、ヌマガヤ、ホロムイスゲなど、比較的多岐にわたる群落サン

ブルを網羅した結果である。ササーミズゴケ区分の地点数が少ないのは、乾燥化の進んだ指標であるササと、高層湿原の指標種であるミズゴケとでは、生育環境が異なり、両者が同所的に見られるところが限られているからである。また、ヨシ区分の地点数が少ないのは、今回の対象地域内では、ヨシ、ハンノキ、イワノガリヤスなどの低層湿原種は、西側のサロベツ川に沿った地域に分布が偏在し、到達が困難であることによるものである。その他の区分では10～16地点と概ね同程度のサンプル数であった。



図 2-2-1-2. 現地植生相観調査地点の位置

表 2-2-1-1. 各区分の調査地点数

植生区分	地点数
ミズゴケ	12
スゲーミズゴケ	12
スゲ	22
ササーミズゴケ	4
ササスゲ	10
ササ	16
ヨシ	8
計	84

iii) 方法

植生区分目標としては、主要4植生（ミズゴケ植生、スゲ植生、ササ植生、ヨシ植生）とそれらが混合した3植生（スゲーミズゴケ植生、ササスゲ植生、ササーミズゴケ植生）を加えた7区分を設定した。この区分は、実際の湿原植生を念頭においた実用性の観点から行ったものであり、他の湿原域への応用も念頭に置いている。ただし、実際の種構成は複雑で、空間パターンもモザイク的に入り組んでいる場合が多い。そこで本研究においては、微小ピクセルを周囲の植生に応じて除去するエリミネート処理は行わず、ピクセルベースでの区分のみで評価することとした。植生区分手法検討の流れを図 2-2-1-3 に示した。なお本解析には ERDAS Imagine e 及び ATCOR2（いずれも米 Leica Geosystems 社）と ArcGIS（米 ESRI 社）を主に使用し、Arcview（米 ESRI 社）、ENVI（米 RSI 社）を補助的に使用した。

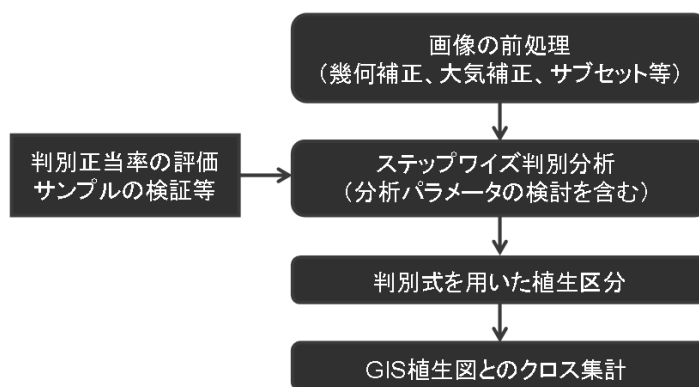


図 2-2-1-3. 植生区分の流れ

①画像の前処理

解析に際して衛星画像の前処理を行った。まず、幾何補正 (WGS84, UTM55) 及び大気補正 (ATCOR2 を使用) を行い、Landsat-ETM+に含まれる各バンド (1~7) のほか、バンド間演算により NDVI (植生指数)、NDWI (水指数)、NDSI (土壌指数)、RVI (比植生指数)、EVI (強調植生指数) を計算し解析用のデータセットを作成した。次に、解析対象範囲である既存植生図の外周域で切り取り (クリッピング) を行いサブセット化した。

②判別分析

ピクセルごとに有する多次元の情報を活用して分類する手法として、多変量解析の一手法であるマハラノビス汎距離を用いたステップワイズ判別分析を行った。ステップワイズ判別分析の手法を使用した理由は、比較的シンプルな手法でありサンプルの追加修正が容易であること（汎用性が高い）、判別に寄与している因子を把握できること、そして、判別率による評価が可能であることから、解析プロセスのデータベース化が可能となることによる。判別分析を用いてサンプルの区分正当率を求めるとともに、サンプルの分光特性に応じてイレギュラーなサンプルを除くなどの処理を行った。

③植生区分及びクロス集計

乾燥化に伴うササの侵入問題が指摘されている上サロベツ地域を対象に、空間分解能 30m の LandsatETM+ (2000.6.24) に対して、現地相観データセットによる判別分析の結果得られた判別式を用いて植生区分を行い、植生区分図を作成した。その結果と最新の植生図（北海道開発局農業水産部農業計画課, 1992）を別途 GIS 化したものとのクロス集計解析を行い結果を評価した。

iv) 結果

①判別分析結果

植生相観データセットに対して、マハラノビス汎距離を用いたステップワイズ判別分析を行った結果、区分正当率（判別正当率）は 66.3% となった。個別の判別率を表 2-2-1-2 に示した。7 区分のうちで最も高いのはヨシで 100%、次いでミズゴケの 83.3%、ササの 81.3% であった。これに対して、スゲを含む植生の正当率は相対的に低く、スゲ植生の取り扱いの難しさを裏付ける結果となった。判別に寄与している因子は、1 番目が NDSI、次いでバンド 4（近赤外）、バンド 5（中間赤外）、熱バンド、バンド 2（緑）の順であった。物理環境を示す指標である NDSI 及び熱バンドと植生を示す近赤外が両方見られた点は、湿原の特性を示している可能性があり、興味深い結果となった。

表2-2-1-2. 教師サンプルの判別正答率

		植 生 相 観							合計
		ミズゴケ	ミズゴケ-スゲ	スゲ	ササ-スゲ	ササ	ヨシ	ササ-ミズゴケ	
判 別 分 析	ミズゴケ	83.3	16.7	0	0	0	0	0	100
	ミズゴケ-スゲ	18.2	63.6	9.1	0	0	0	9.1	100
	スゲ	9.1	9.1	45.5	9.1	22.7	0	4.5	100
	ササ-スゲ	0	0	10	50	30	0	10	100
	ササ	0	0	0	6.3	81.3	0	12.5	100
	ヨシ	0	0	0	0	0	100	0	100
	ササ-ミズゴケ	0	25	0	25	0	0	50	100

*: 値は%

②植生区分

教師データによる判別分析の結果得られた判別式を用いて作成した植生区分図を、図 2-2-1-4a に示した。併せて図 2-2-1-4b には、既存の植生図（北海道開発局農業水産部農業計画課, 1992）を、GIS 化して、今回の植生区分に合わせて再編したものを示した。

全体的に見ると、おおむね良好に区分され妥当な結果が得られたものと判断された。特に東西に貫く道路をまたぐように見られる旧河川（ヨシ植生・スゲ植生）や、西側に沿って南北に流れるサロベツ川近傍域に見られる低層湿原、中央部を東西に分けるササ前線域などは、相当程度実際の植生を反映しているものと評価された。

これに対して、ほぼ東側半分南北に縦長に延びるスゲーミズゴケ湿原域を見ると、植生図ではほとんどミズゴケ植生となっているのに対して、衛星画像を区分した図では、北半分はミズゴケ植生となっており、これについては現地調査から、明らかに北半分と南半分で植生が異なっており、衛星画像を区分した図の方がより実情に近いように思われた。また、南橋のペンケ沼に流入する河川域一带を見ると、植生図ではほとんどヨシ植生となっているのに対して、衛星画像を区分した図では、スゲ植生がむしろ優占的となっていた。これについては、今後空中写真や可能であれば現地確認をするなどして、区分精度を高めていく必要があるものと考えられる。

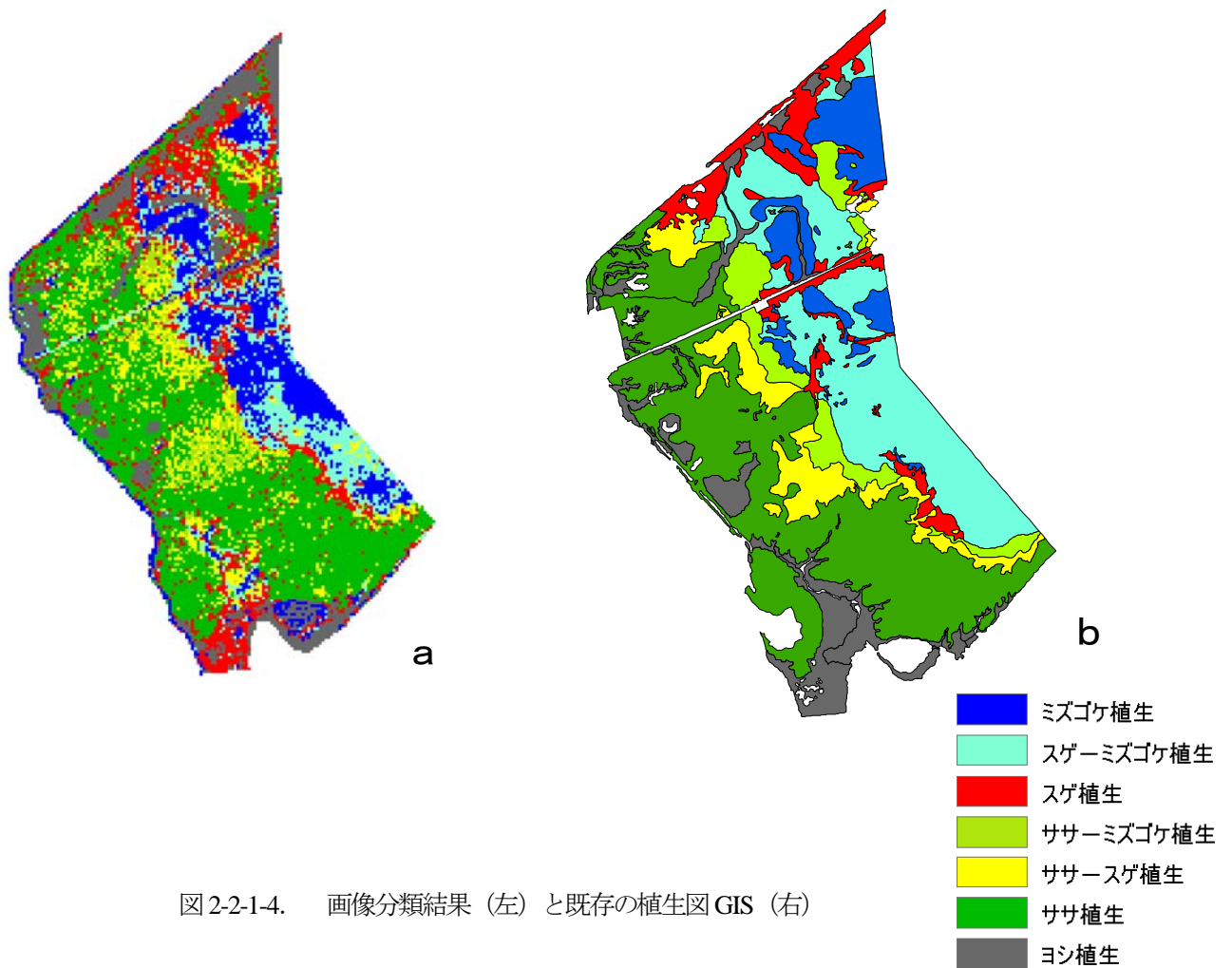


図2-2-1-4. 画像分類結果（左）と既存の植生図GIS（右）

③クロス集計

前節で区分した画像と、既存の植生図GISとのクロス集計を行った（表2-2-1-3）。その結果、全体正当率は46.4%となった。7区分のうちで最も正当率が高いのはササで69.8%、次いでミズゴケースゲの63.2%、ヨシの41.0%であった。これに対して、スゲ及びササースゲが低い結果となった。この評価については、前節で述べた東半分の高層湿原域や、ペンケ沼に流入する河川域一帯の差異が大きく効いていると考えられ、今後のさらなる検証が必要と考える。

表2-2-1-3. 既存植生図とのクロス集計

		植 生 図 G I S							合計
		ミズゴケ	ミズゴケースゲ	スゲ	ササースゲ	ササ	ヨシ	ササ-ミズゴケ	
画 像 区 分	ミズゴケ	22.7	64.2	3.2	0.0	1.8	8.0	0.1	100
	ミズゴケースゲ	20.0	63.2	4.7	0.1	2.1	8.8	1.0	100
	スゲ	15.2	23.2	18.5	3.1	14.5	21.1	4.3	100
	ササースゲ	4.4	7.1	2.6	18.6	38.4	7.5	21.3	100
	ササ	1.1	1.4	4.2	11.4	69.7	6.1	6.2	100
	ヨシ	3.6	18.3	29.4	0.7	6.4	41.0	0.6	100
	ササ-ミズゴケ	5.6	16.2	3.5	25.7	19.5	2.5	27.1	100

*: 値は%

2) 鳥類の生息状況と現地植生調査

玉田克巳（北海道環境科学研究センター）

鈴木 透（NPO 法人 EnVision 環境保全事務所）

i) 鳥類調査

①鳥類調査の方法

鳥類の生息状況を調べるために、サロベツ湿原と釧路湿原において、定点調査を行った。調査地点数はサロベツ湿原に 51 地点、釧路湿原に 40 地点である。

サロベツ湿原の調査地点は上サロベツ原野（6741-55）に 20 地点（S1～S20）、下サロベツ原野（6741-45）に 21 地点（S21～S41）、兜沼周辺（6741-65）に 10 地点（S42～S51）を設定した。釧路湿原においては温根内地区（6444-52）に 17 地点（K1～K17）、釧路川堤防下流地区（6444-43）に 8 地点（K18～K25）、安原地区（6444-42,43）に 5 地点（K26～K30）、コッタロ湿原地区（6444-63,53）に 10 地点（K31～K40）を設定した。調査地点はいずれも道路や木道上に設定した。地点の選定には、調査地点から半径 50m 内の植生が比較的均一である地域を選んだ。

定点調査は日の出から午前 8 時 30 分までの間に行い、調査時間は 1 地点 1 回につき 20 分間とした。サロベツ湿原では、各調査地点で 5 月下旬に 1 回、6 月中旬に 1 回、7 月上旬に 1 回の合計 3 回実施した。なお兜沼周辺においては、6 月中旬の調査は行わず、5 月下旬と 7 月上旬に 1 回ずつ合計 2 回実施した。釧路湿原においては 6 月の中旬と下旬にそれぞれ 1 回ずつ合計 2 回の調査を実施した。定点調査は、まず設定した調査地点から半径 50m の円をつくり、調査地点のある道路や木道を境界にした半円形の調査区を設定し、この半円形の調査区ごとに確認できた鳥類を記録した。また参考として 50m より外側で確認した種についても、道路や木道を境にして別々に記録した。なお、半円形の調査区には調査地点の番号に枝番号を付して区別した（たとえば調査地点番号 S1 の場合は、半円形ごとに調査区番号を S1-1 と S1-2 とした）。なお原則的に、1 調査地点に設定した 2 ヶ所の半円形の調査区は同時に鳥類調査を行ったが、調査地点を幅の広い道路などに設定した調査地点では、道路の両側に 1 ヶ所ずつ合計 2 ヶ所の調査地点を設定し、半円形の調査区を 1 ヶ所ずつ別々に調査を行った。このため、サロベツ湿原では調査地点数は 51 地点であるが、調査区数は 91 区画になった。鳥類の確認は、目視およびさえずりによって行い、調査にあたっては 10 倍の双眼鏡を用いた。また調査を行う前に、あらかじめレーザー距離計(Nikon LASER400)を用いて調査地点から 50m 付近にある目標物の位置を確認しておき、出現した鳥類までの距離が 50m 内であることを判断した。

②鳥類調査の結果

今回の調査で、サロベツ湿原では 49 種(不明カモを除く)、釧路湿原では 40 種の鳥類を確認した。鳥類の生息環境を解析するために、草原や湿原を主要な生息地とするヒバリ、ツメナガセキレイ、シマセンニュウ、コヨシキリ、シマアオジの 5 種に注目した。この 5 種について、各調査地点で 2～3 回行った定点調査で 1 回以上確認できたものをまとめて、表 2-2-2-1 と表 2-2-2-2 に示した。

サロベツ湿原で調査を行った 91 調査区のうち、ヒバリは半径 50m 内に 21 調査区（23%）で確認されたが、確認された調査区はすべて上サロベツ原野で、下サロベツ原野では 50m より外側でわずか 1 調査区で確認されただけで、兜沼周辺の調査地でも確認されなかった。ツメナガセキレイは 24 調査区（26%）で確認され、上サロベツ原野、下サロベツ原野でそれぞれ 41%、29%の調査区で確認されたが、兜沼周辺の調査地では確認されなかった。シマセンニュウは 35 調査区（38%）で確認され、上サロベツ原野では 34%の調査区で確認され、下サロベツ原野では 60%の調査区で確認されたが、兜沼周辺の調査地では確認されなかった。コヨシキリは 52 調査区（57%）で確認されが、上サロベツ原野、下サロベツ原野、兜沼周辺でそれぞれ 10%、81%、75%の調査区で確認され、サロベツ湿原全域で生息は確認されたが、上サロベツ原野では比較的少なく、下サロベツ原野と兜沼周辺で比較的多かった。シマアオジは 7 調査区（8%）で確認されたが、確認された調査区は上サロベツ原野だけで、下サロベツ原野と兜沼周辺の調査地では確認されなかった。

表2-2-2-1. サロベツ湿原における湿原・草原性鳥類の生息状況.

調査区	レイ					調査区	レイ					備考
	ヒバリ	ツメナ	ガセキ	ニシキ	ウ		ヒバリ	ツメナ	ガセキ	ニシキ	ウ	
S1-1	●		●	+	+	S1-2	●	●		●	上サロベツ原野	
S2-1		●	●	+	+	S2-2	●	●		●	上サロベツ原野	
S3-1	●		●		●	S3-2	+	+	+		上サロベツ原野	
S4-1	●		●		●	S4-2	+	●		●	上サロベツ原野	
S5-1	●				●	S5-2	●		+		上サロベツ原野	
S6-1	●				+	S6-2	●			+	上サロベツ原野	
S7-1	●	+			+	S7-2	●			+	上サロベツ原野	
S8-1	●					S8-2	●			+	上サロベツ原野	
S9-1	●			+	+	S9-2	●			+	上サロベツ原野	
S10-1	●	●		●	+	S10-2	-	-	-	-	上サロベツ原野	
S11-1	-	-	-	-	-	S11-2	+		●	●	+	上サロベツ原野
S12-1		●	●	+		S12-2	-	-	-	-	-	上サロベツ原野
S13-1	-	-	-	-	-	S13-2	+	●	●		+	上サロベツ原野
S14-1	+	●	●			S14-2	-	-	-	-	-	上サロベツ原野
S15-1	-	-	-	-	-	S15-2	+	●	●		+	上サロベツ原野
S16-1	●		●		+	S16-2	-	-	-	-	-	上サロベツ原野
S17-1	-	-	-	-	-	S17-2	●	●		+	+	上サロベツ原野
S18-1	●	●		+	+	S18-2	-	-	-	-	-	上サロベツ原野
S19-1	-	-	-	-	-	S19-2	●			+	●	上サロベツ原野
S20-1	●	●		●		S20-2	-	-	-	-	-	上サロベツ原野
S21-1		●	●	+		S21-2	●	●	●			下サロベツ原野
S22-1		●		●		S22-2	●	●	●			下サロベツ原野
S23-1		●		+		S23-2	●		●			下サロベツ原野
S24-1		●		●		S24-2	●	●	●			下サロベツ原野
S25-1		●		+		S25-2	●		●			下サロベツ原野
S26-1				+		S26-2		●	●			下サロベツ原野
S27-1				●		S27-2			●			下サロベツ原野
S28-1						S28-2		+	●			下サロベツ原野
S29-1			●	●		S29-2		●	●			下サロベツ原野
S30-1				●		S30-2			●			下サロベツ原野
S31-1			●	●		S31-2		●	●			下サロベツ原野
S32-1			●	●		S32-2			●			下サロベツ原野
S33-1			●	●		S33-2			●			下サロベツ原野
S34-1		●	●	●		S34-2		●	●			下サロベツ原野
S35-1			●	●		S35-2		●	●			下サロベツ原野
S36-1			●	●		S36-2		●	●			下サロベツ原野
S37-1			●	+		S37-2	+	●	+			下サロベツ原野
S38-1	+		●	●		S38-2		●	+			下サロベツ原野
S39-1			●	●		S39-2		●	●			下サロベツ原野
S40-1				●		S40-2		●	●			下サロベツ原野
S41-1			●	●		S41-2		●	●			下サロベツ原野
S42-1				●		S42-2						兜沼周辺
S43-1				●		S43-2			●			兜沼周辺
S44-1						S44-2			●			兜沼周辺
S45-1				●		S45-2						兜沼周辺
S46-1				●		S46-2			●			兜沼周辺
S47-1				●		S47-2				●		兜沼周辺
S48-1				●		S48-2				●		兜沼周辺
S49-1				●		S49-2				●		兜沼周辺
S50-1						S50-2				●		兜沼周辺
S51-1				●		S51-2				●		兜沼周辺

● : 50m内で確認
 + : 50m外で確認
 - : 調査未実施

表2-2-2-2. 釧路湿原における湿原・草原性鳥類の生息状況.

調査区	ヒバリ	ツメナガセキレイ	シマセンニュウ	コヨシキリ	シマアオジ	調査区	ヒバリ	ツメナガセキレイ	シマセンニュウ	コヨシキリ	シマアオジ	備考
K1-1						K1-2						温根内地区
K2-1						K2-2			●			温根内地区
K3-1			●			K3-2			●			温根内地区
K4-1						K4-2	+					温根内地区
K5-1						K5-2	+					温根内地区
K6-1						K6-2	+					温根内地区
K7-1				●		K7-2			●	●		温根内地区
K8-1				●		K8-2				●		温根内地区
K9-1				+		K9-2			+	+		温根内地区
K10-1			●	●		K10-2			●	●		温根内地区
K11-1			●	●		K11-2	●		●		+	温根内地区
K12-1			●	●		K12-2			●			温根内地区
K13-1	+		●	●		K13-2			●			温根内地区
K14-1	●		●	●		K14-2	+		●			温根内地区
K15-1	●		●	+		K15-2	●					温根内地区
K16-1	●			●		K16-2	+		●			温根内地区
K17-1				●		K17-2	●		●			温根内地区
K18-1	+		●	+		K18-2				●		釧路川堤防下流地区
K19-1	●					K19-2	●			●		釧路川堤防下流地区
K20-1	●			●		K20-2	+		●			釧路川堤防下流地区
K21-1			●	●		K21-2			●	●		釧路川堤防下流地区
K22-1			●	●		K22-2	+		●	●		釧路川堤防下流地区
K23-1	+		●	●		K23-2			●	●		釧路川堤防下流地区
K24-1			●	●		K24-2	●		●	●		釧路川堤防下流地区
K25-1	●		●	●		K25-2	●		●	●		釧路川堤防下流地区
K26-1			●	●		K26-2				●		安原地区
K27-1			●	●		K27-2			●			安原地区
K28-1			●	●		K28-2			●			安原地区
K29-1			●	●		K29-2				●		安原地区
K30-1			●	●		K30-2					+	安原地区
K31-1			●	●		K31-2			●	●		コッタロ湿原地区
K32-1			●	●		K32-2			●	●		コッタロ湿原地区
K33-1			●	●		K33-2			●	+		コッタロ湿原地区
K34-1			●	●		K34-2			●	●		コッタロ湿原地区
K35-1			●	●		K35-2			●	●		コッタロ湿原地区
K36-1			●	●		K36-2			●	●		コッタロ湿原地区
K37-1						K37-2			●	●		コッタロ湿原地区
K38-1						K38-2			●	●		コッタロ湿原地区
K39-1						K39-2			●	●		コッタロ湿原地区
K40-1						K40-2			●	●		コッタロ湿原地区

● : 50m内で確認
+ : 50m外で確認

釧路湿原の80調査区においては、ヒバリは12調査区(15%)で確認され、温根内地区と釧路川堤防下流地区でそれぞれ18%、38%が確認されただけで、安原地区とコッタロ湿原地区では確認できなかった。シマセンニュウは52調査区(65%)で確認され、温根内地区、釧路川堤防下流地区、安原地区、コッタロ湿原地区でそれぞれ50%、75%、70%、80%が確認され、釧路湿原全域で比較的多く確認された。コヨシキリは47調査区(52%)で確認され、温根内地区、釧路川堤防下流地区、安原地区、コッタロ湿原地区でそれぞれ35%、81%、70%、75%の調査区で確認され、温根内地区でやや確認割合が低い、釧路湿原全域比較的多く確認された。また、釧路湿原においてツメナガセキレイは確認されず、シマアオジについては温根内地区の1調査区において50mより外側で確認されたが、調査を行った50mの調査区内では確認されなかった。

ii) 現地植生調査

①現地植生調査の方法

現地植生調査は、鳥類の定点調査を行った調査区内で行った。すなわち、定点調査を行った半円形の調査区 1ヶ所につき、1×1m の方形区を 1ヶ所ずつ設定し、この方形区内で確認できた植物について、種ごとに被度と高さを記録した。植生調査は、サロベツ湿原においては 6月中旬、釧路湿原においては 6月下旬に行った。なお、鳥類調査を行った調査区が、水路などによって立ち入ることができなかった調査区や、半円形の調査区内がほとんど川や牧草地になっている調査区では、植生調査は行わなかった。また兜沼周辺の調査区では、沼側はヨシを中心とする低層湿原で立ち入ることが困難であり、山側は落葉広葉樹林であったため、植生調査は行わなかった。釧路湿原では、鳥類調査をハンノキ林内で行った地点もあるが、これらの調査区では林床の植物を調べた。

植生と鳥類の生息状況との関係を調べるために、各調査区で確認できた植物を次の種ごとに植物群にまとめ、調査区ごとにそれらの種について被度の合計を植物群の被度とした。スゲイネ類（ヤチスゲ、ヤラメスゲ、ホロムイスゲ、オオカサスゲ、オオカワズスゲ、ワタスゲ、イワノガリヤス、ヌマガヤ、不明イネ科）、ミズゴケ類（ミズゴケ類）、小低木類（ヤチヤナギ、ハイイヌツゲ、イソツツジ）、ヨシ群（ヨシ）、ササ類（チマキザサ）。また釧路湿原では、便宜的に湿原のタイプを以下の方法で 3つ区分した。イソツツジ、ミズゴケ、ヤチヤナギ、ワタスゲが確認できた調査区をタイプ A、ハンノキ林の林床に設定した調査区をタイプ B、それ以外の調査区をタイプ C とした。この湿原タイプは、タイプ A が高層湿原の要素が強い湿原タイプ、タイプ B が低層湿原としての要素が高く高木のある湿原タイプ、タイプ C が低層湿原としての要素が高く高木がない湿原タイプである。

②植生調査の結果

各植物群の被度ごとにまとめた調査区数と湿原タイプごとにまとめた調査区数をヒストグラムにして図 2-2-2-1 に示した。サロベツ湿原においてスゲイネ類は被度 0% が 32 区画でもっとも多かったが、41-70% の調査区も 6 区画あり、スゲイネ類は、被度が低い地域から比較的高い地域まで幅広く調査区が設定されていた。ミズゴケ類は被度 0% の調査区が 62 区画あり、1-10%、40-100% の調査区がそれぞれ 4 区画と 5 区画あったが、調査区は全体的にミズゴケ類がない地域に偏っていた。小低木類は被度 0% の調査区が 31 区画で多かったが、被度 41-50% の調査区も 4 区画あり、被度が低い地点から 50% 程度の調査区まで幅広く設定されていた。ヨシ群は被度 0% と 1-10% がそれぞれ 43 区画、24 区画であり、ヨシ群の被度が 11% を超える調査区は少なかった。ササ類は被度 0% の調査区が 30 区画と最も多く、被度が比較的高い 61-80%、81-100% の調査区もそれぞれ 17 区画、10 区画あったが、1-20%、21-40%、41-60% の調査区は、それぞれ 7 区画、3 区画、4 区画で、被度が 1~60% の調査区はあまり多くなかった。これらのことから、サロベツ湿原では、植物群によって調査区の設定状況は多少偏りがあり、スゲイネ類、小低木類、ササ類については比較的被度が低い地域から被度が高い地域まで広く設定できていたが、ミズゴケ類とヨシ群は被度が低い地域に調査区が偏っていた。

釧路湿原においてはスゲイネ類は被度 0% の調査区は 2 区画と少なかったが、被度 31% 以上の調査区は 6 区画あり、比較的被度が低い地域から 30% 程度までの地域に幅広く調査区を設定されていた。ミズゴケ類は被度 0% の調査区が 57 区画、1-10% の調査区が 5 区画で、調査区はミズゴケがない地域に多く設定されていた。小低木類は被度が 0% の調査区が 46 区画と多く、それ以外の被度区分は 3~5 区画であり、調査地は小低木類がない地域に多く設定されていた。ヨシ群は、被度 0% と 1-10% の調査区がそれぞれ 20 地点ずつでもっとも多かったが、41-80% の調査区も 4 区画あり、比較的被度の低い地域から 40% 程度の地域まで幅広く調査区が設定されていた。調査区を設定した湿原タイプは、比較的高層湿原としての要素が高いタイプ A の調査区が 14 区画、ハンノキ林内に設定したタイプ B の調査区が 16 区画、ハンノキの少ない低層湿原としての要素が高いタイプ C の調査区が 32 区画で、比較的各タイプに均等に調査地が設定されていた。

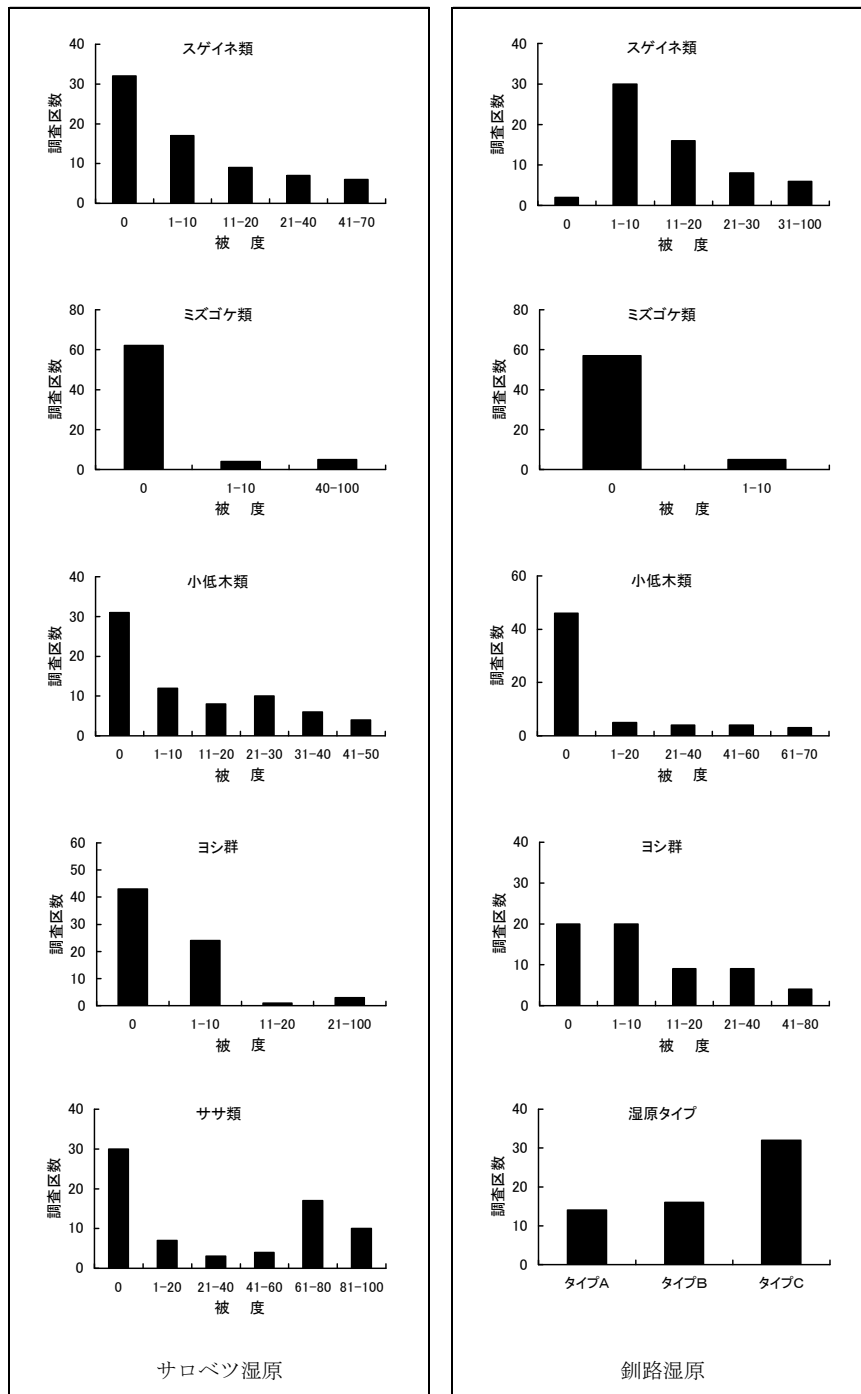


図 2-2-2-1. 各植物群の被度と湿原タイプの調査区画数

iii) 現地植生調査から分析した生息環境

湿原や草原を主要な生息地とする 5 種（ヒバリ、シマセンニュウ、コヨシキリ、ツメナガセキレイ、シマアオジ）について、現地植生調査に基づく各植物群の被度との関係を調べた。植物群の各被度ごとに、50m 内で確認できた鳥類の調査区数の割合を出現確率として図 2-2-2-2～5 に示した。また釧路湿原における湿原タイプごとの出現確率も同様に算出して示した。

ヒバリは、サロベツ湿原においてはスゲイネ類の被度が 0%の地域では出現確率が低く、1～40%の地域で出現確率が 50%を超えていたが、釧路湿原においてはスゲイネ類が 30%以下の地域での出現確率は低く、サロベツ湿原と異なる結果であった。小低木類は、サロベツ湿原では被度が 0～10%の地域では出現確率は 20%以下で低かったが、11～40%の地域では出現確率が 50%を超えていた。釧路湿原ではいずれの地域でも出現確率は 50%より低かったが、11～40%の地域で比較的高く、

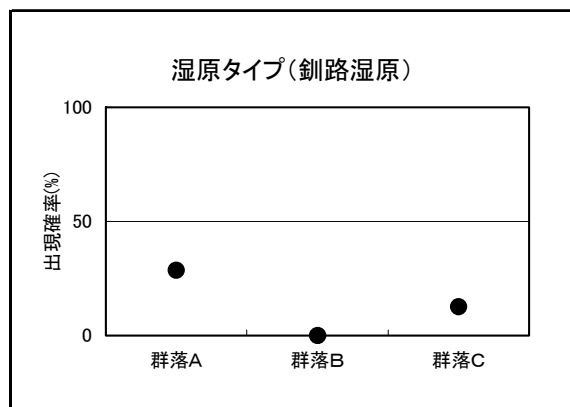
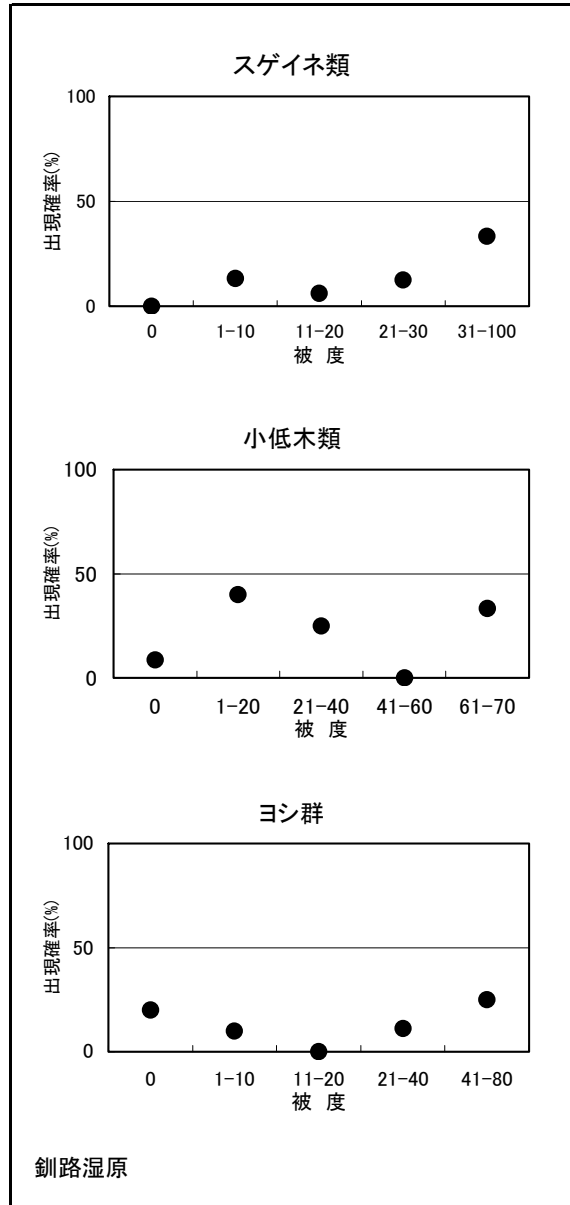
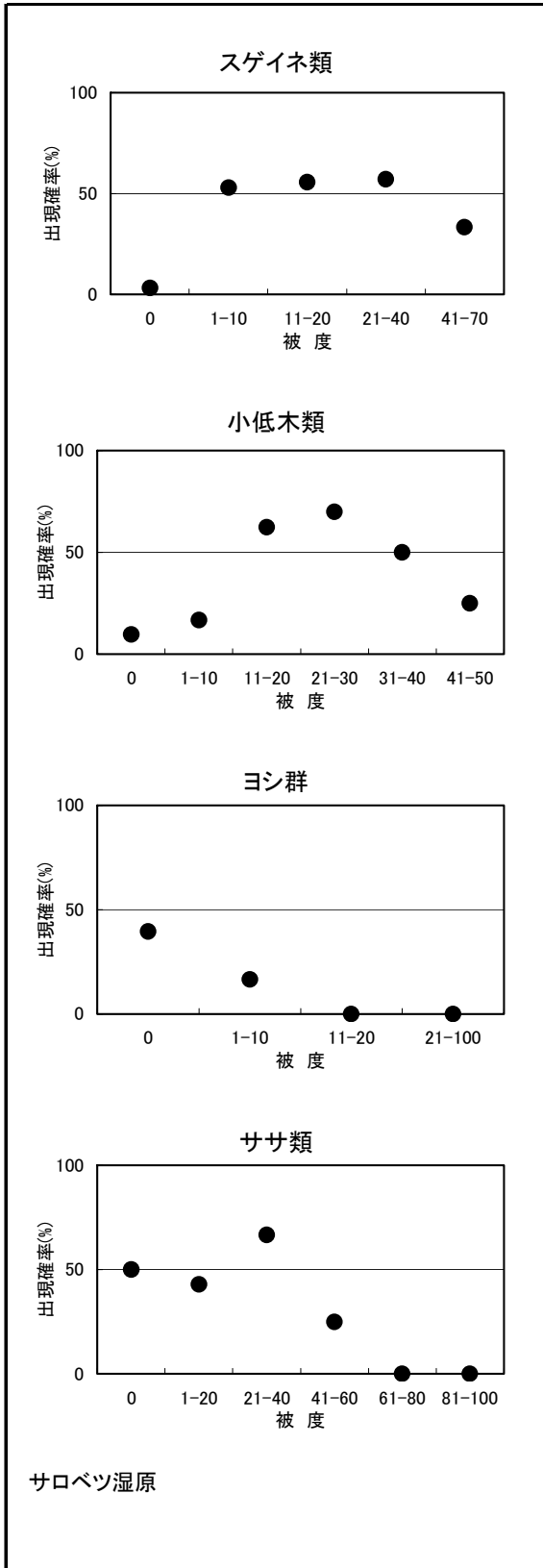


図2-2-2-2. 植物群の各被度と湿原タイプにおけるヒバリの出現確率.

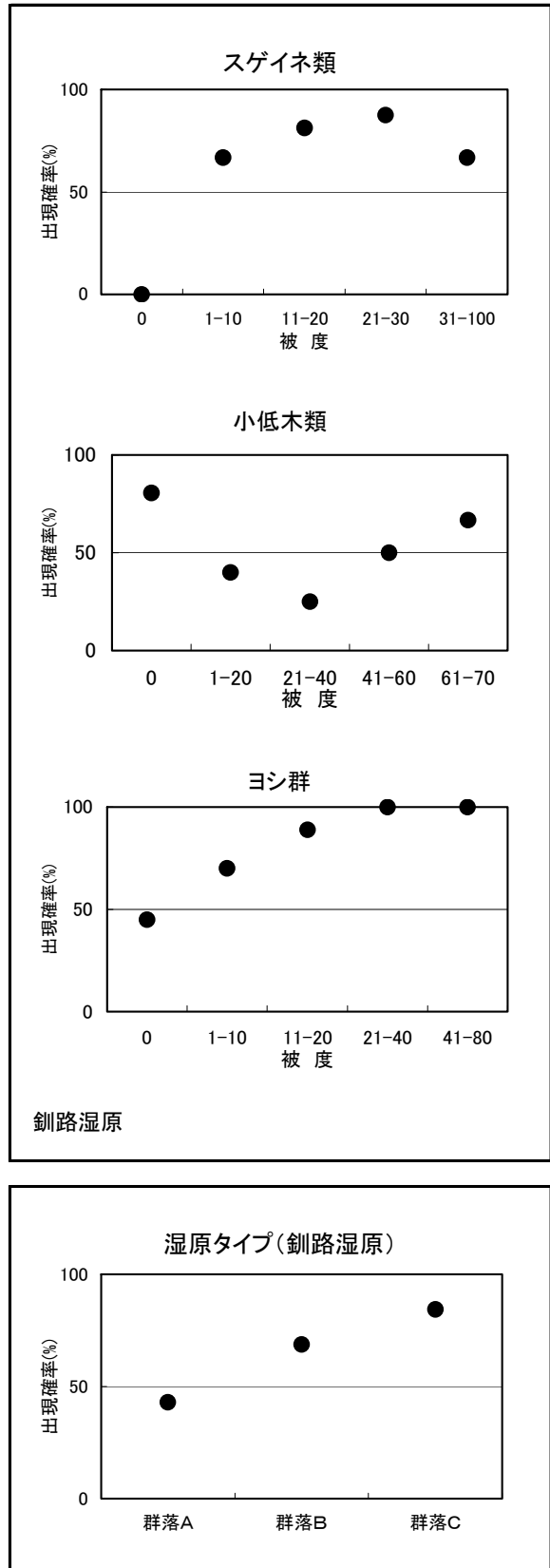
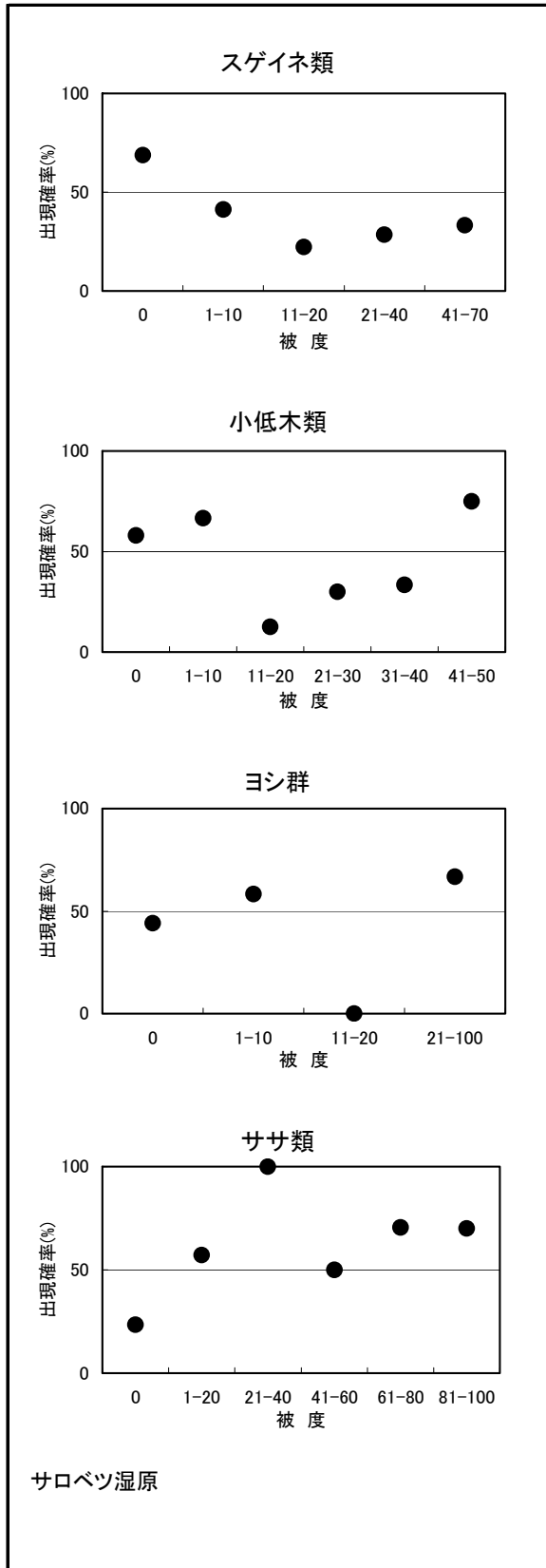


図2-2-2-3. 植物群の各被度と湿原タイプにおけるシマセンニュウの出現確率.

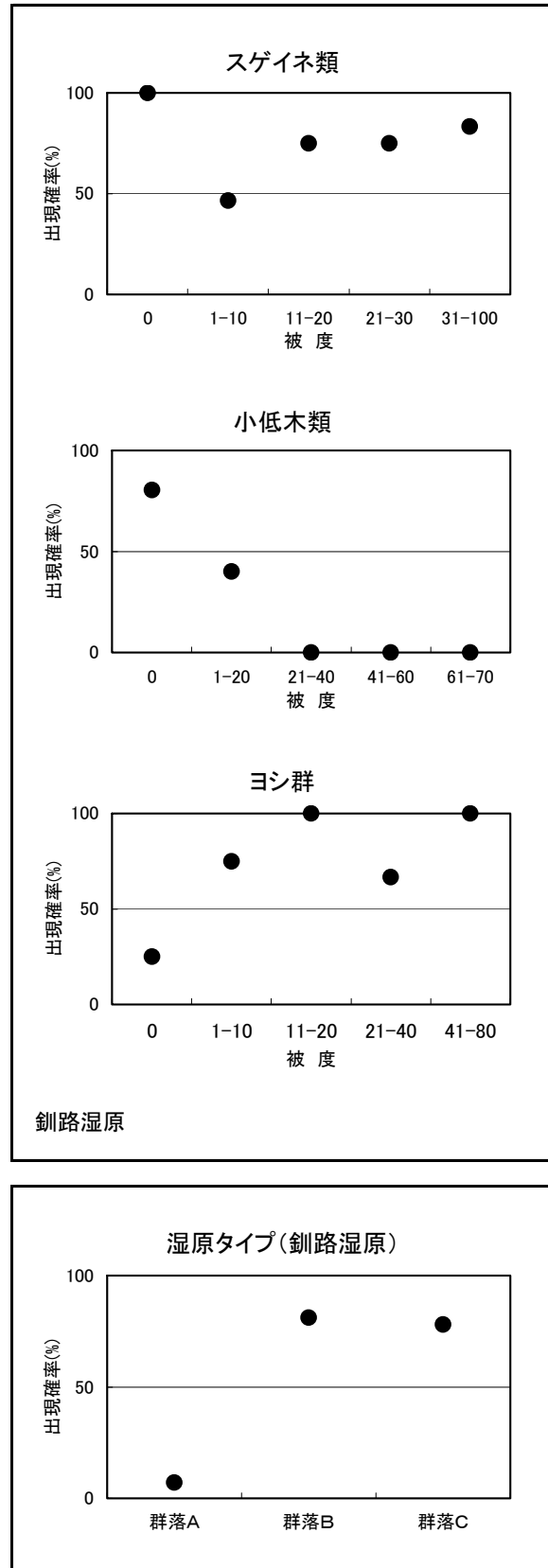
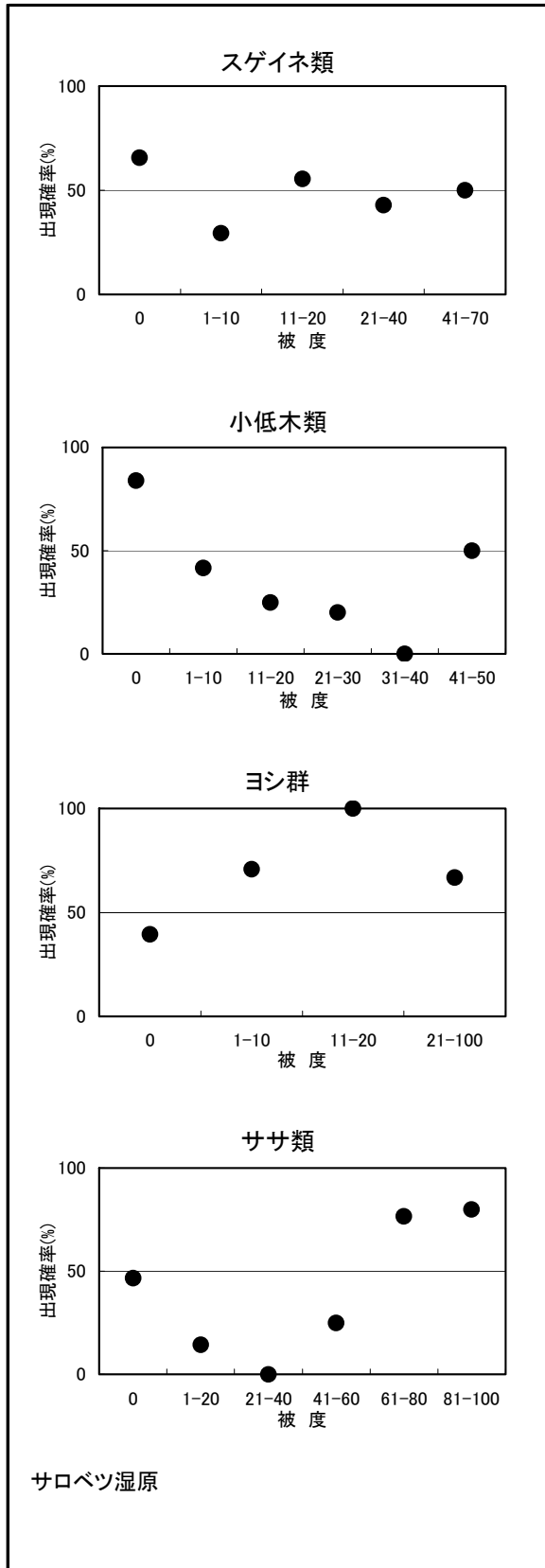


図2-2-2-4. 植物群の各被度と湿原タイプにおけるコヨシキリの出現確率.

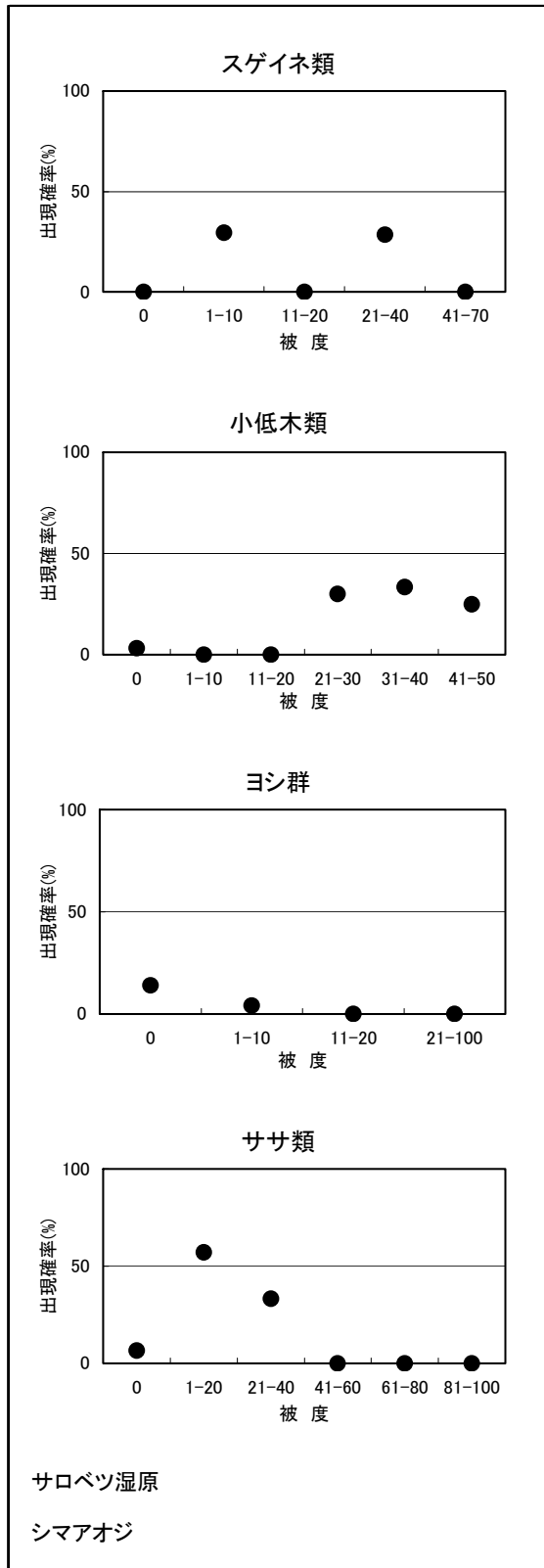
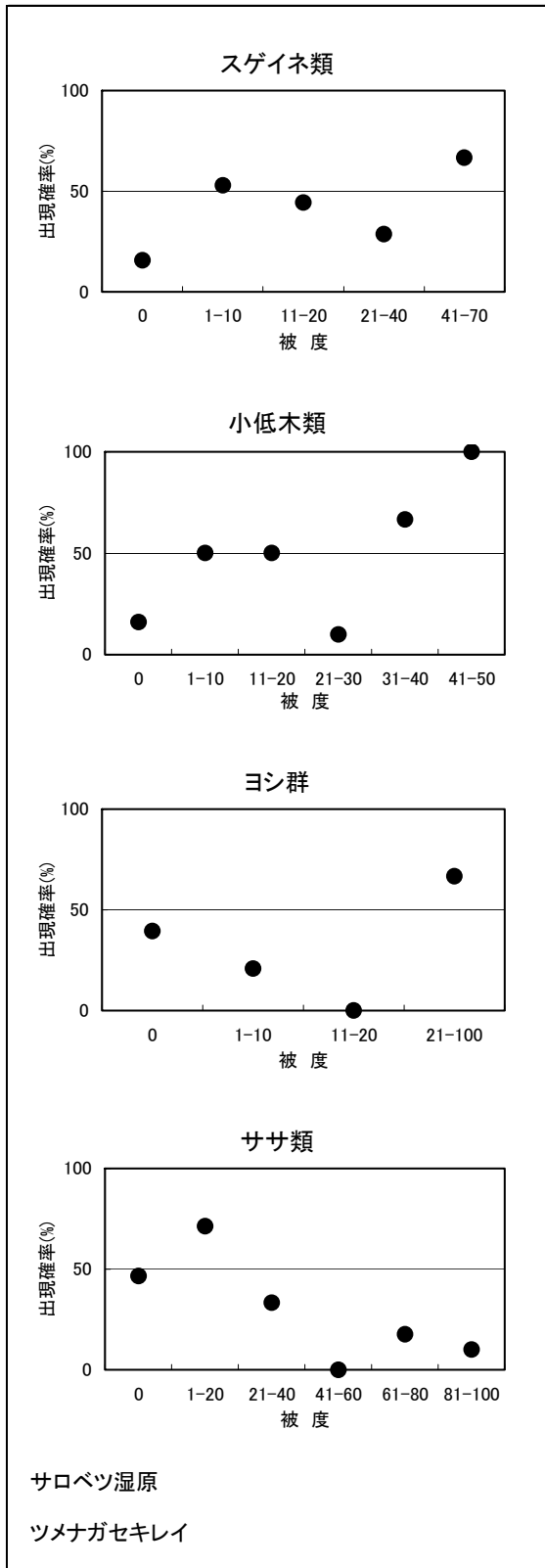


図2-2-2-5. 植物群の各被度におけるツメナガセキレイとシマアオジの出現確率.

ヒバリはサロベツ湿原と釧路湿原の両湿原において、小低木類が1~40%の地域に比較的多く生息していることが伺えた。ヨシ群については、サロベツ湿原、釧路湿原ともにいずれの被度においても出現確率は高くなかった。サロベツ湿原のササ類については、被度が40%より低い地域で出現確率が比較的高かったが、ササ類の被度が40%を超えると出現確率は下がり、60%より高い地域では確認されなかった。また釧路湿原における湿原タイプ別に出現確率をみると、タイプBとタイプCに比べて、高層湿原としての要素の高いタイプAで出現確率がやや高かった(図2-2-2-2)。

シマセンニュウは、サロベツ湿原においてはスゲイネ類の被度が0%の地域で出現確率が約70%と高く、スゲイネ類の被度が高くなると出現確率も低くなる傾向があったが、釧路湿原ではスゲイネ類の被度が0%の地域での出現せず、被度が1%以上の地域で出現確率は60~90%であり、両湿原でスゲイネ類の被度に対する出現確率の傾向が異なった。小低木類については、サロベツ湿原と釧路湿原の両湿原において、被度が0%の地域と40%を超える地域で出現確率が高いが、10~40%の地域で出現確率は低かった。ヨシ群については、サロベツ湿原では11~20%の地域では出現しなかったが、これ以外の地域では40~70%で比較的高く、釧路湿原においては全体的に高いが、ヨシの被度が高くなるに従って、出現確率が高くなる傾向がみられた。サロベツ湿原のササ類については、被度が0%の地域では23%で低かったが、それ以外の地域では出現確率は50%を超えた。また釧路湿原における湿原タイプでは、高層湿原としての要素の高いタイプAでは出現確率が43%でやや低かったが、タイプBとタイプCでは出現確率が高かった(図2-2-2-3)。

コヨシキリについてはサロベツ湿原、釧路湿原の両湿原においてスゲイネ類の被度と出現確率の関係に、明確な関係は見られなかったが、小低木類では、被度が低い地域で出現確率が高い傾向が見られ、ヨシ群の被度が0%の地域では出現確率が低かった。またササ類については被度が0%の地域で出現確率はやや高いが、1~60%の地域では出現確率は低く、61%以上の地域で出現確率が高かった。釧路湿原の湿原タイプについては、高層湿原の要素のが高いタイプAでは出現確率が7%で特に低く、タイプBとタイプCの出現確率は約80%で高かった(図2-2-2-4)。

ツメナガセキレイとシマアオジは定点調査の50m内で確認できたのはサロベツ湿原だけであるが、ツメナガセキレイはササ類の被度が0-40%の地域で出現確率が比較的高かったが、ササ類の被度が40%を超える地域では出現確率は低かった。またシマアオジについてはササ類の被度が1-40%の地域で出現確率が比較的高かったが、ササ類の被度が0%の地域では出現確率は低く、40%を超える地域では確認されず、ヤチヤナギやイソツツジといった小低木が21-50%程度の地域で出現確率が比較的高かった(図2-2-2-5)。

iv) 衛星画像による植生分類から分析した生息環境

①調査の方法

サロベツ湿原における鳥類調査51地点のうち、衛星画像による植生区分図が重なる20地点を対象として、衛星画像による植生分類から分析した鳥類の生息環境の解析を行った。分析対象とした種は、ヒバリ、ツメナガセキレイ、シマセンニュウ、コヨシキリ、シマアオジの5種である。

鳥類の生息環境を解析するために、衛星画像から分析した植生区分図は、鳥類の定点調査を行った調査地点から半径100m内(メソスケール)と500m内(マクロスケール)の2つのスケールで行った。生息環境の分析のパラメータは各植生区分の面積と分析範囲内の多様度(多様度指数H')、乾燥度(ササを含む植生の割合)、ハビタットのパッチ構造(平均パッチ面積、最大パッチ面積、最小パッチ面積、パッチ数)を各スケールごとに算出した値を用いた。また、対象種のハビタット(パッチ)はこれまでの知見から表2-2-2-3の植生区分とした。

生息環境分析は次の手順で行った。

- (ア) 各パラメータについて対象種の有無による違いを検定(Mann-WhitneyのU検定)。
- (イ) 有意なパラメータの相関関係を分析し(Spearmanの順位相関)、相関の強いパラメータを除く。
- (ウ) 上記(イ)において残ったパラメータを用いて、ロジスティック回帰分析を行う。

表2-2-2-3. 対象種のハビタット.

種名	ハビタットの植生区分
ヒバリ	ミズゴケ、ササ-ミズゴケ
ツメナガセキレイ	ミズゴケ、ササ-ミズゴケ、ミズゴケ-スゲ
シマセンニュウ	ヨシ
コヨシキリ	ヨシ
シマアオジ	ミズゴケ、ササ-ミズゴケ、ミズゴケ-スゲ

* 植生区分：ミズゴケ、ミズゴケ-スゲ、スゲ、ササ-スゲ、ササ、ヨシ、ササ-ミズゴケ（7タイプ）

②調査の結果

②-1 生息環境の比較

対象種の生息環境を比較するために 100m のメソスケールと 500m のマクロスケールにわけて、それぞれ生息が確認された地点と確認されなかった地点に分けて比較を行った。

ヒバリの生息の有無ごとに 100m 内の生息環境を比較したところ、ミズゴケ・ササ・ササ-ミズゴケの合計面積、平均・最大パッチ面積、パッチ数に有意差があった（表 2-2-2-4）。500m 内の生息環境で比較したところ、ミズゴケ・ミズゴケ-スゲ・ササ・スゲ・の合計面積、多様度、乾燥度、平均・最大パッチ面積、パッチ数に有意差があった（表 2-2-2-3）。ヒバリが確認された地点は、100m 内の生息環境としてミズゴケ・ササ-ミズゴケの面積、平均・最大パッチ面積が大きく、ササの面積が小さく、パッチ数が多い傾向を示し、500m 内の生息環境としてはミズゴケ・ミズゴケ-スゲ・スゲの面積、平均・最大パッチ面積が大きく、ササの面積が小さく、パッチ数が多い傾向を示した。

ツメナガセキレイの生息の有無ごとに 100m 内の生息環境を比較したところ、有意な関係は見られなかった（表 2-2-2-4）。500m 内の生息環境を比較したところ、多様度と最大パッチ面積で有意な関係は見られた（表 2-2-2-5）。ツメナガセキレイが確認された地点の 500m 内の生息環境では、多様度が低く、最大パッチ面積が大きい傾向を示した。

シマセンニュウの生息の有無ごとに 100m 内の生息環境を比較したところ、ミズゴケ・ミズゴケ-スゲ・ササ-スゲ・ササの合計面積、多様度、乾燥度に有意差があった（表 2-2-2-4）。500m 内の生息環境を比較したところ、ミズゴケ・ミズゴケ-スゲ・スゲ・ササ-スゲ・ササの合計面積、多様度、乾燥度、パッチ数に有意差があった（表 2-2-2-5）。シマセンニュウが確認された地点は、100m 内の生息環境ではミズゴケ・ミズゴケ-スゲの面積が小さく、ササ-スゲ・ササの合計面積、乾燥度が大きく、多様度が低い傾向を示し、500m 内の生息環境ではミズゴケ・ミズゴケ-スゲ・スゲの面積が小さく、ササ-スゲ・ササの合計面積、乾燥度が大きく、多様度が低く、パッチ数が少ない傾向を示した。

コヨシキリの生息の有無ごとに 100m 内の生息環境を比較したところ、ヨシの合計面積、平均パッチ面積、最大パッチ面積に有意差があった（表 2-2-2-4）。500m 内の生息環境を比較したところ、ササ-スゲの合計面積に有意差があった（表 2-2-2-5）。コヨシキリが確認された地点は、100m 内の生息環境ではヨシの合計面積、平均・最大パッチ面積が大きい傾向を示し、500m 内の生息環境ではササ-スゲの合計面積が小さい傾向を示した。

シマアオジの生息の有無ごとに 100m 内の生息環境を比較したところ、ミズゴケ-スゲの合計面積に有意な関係は見られた（表 2-2-2-4）。500m 内の生息環境を比較したところ、有意な関係は見られなかった（表 2-2-2-5）。シマアオジが確認された地点は、100m 内の生息環境として、ミズゴケ-スゲの面積が小さい傾向を示した。

②-2 ロジスティック回帰分析

次に対象種について、生息環境の有意なパラメータを用いて、ステップワイズの増加法を用いてロジスティック回帰分析を行った（表 2-2-2-6）。

表2-2-2-4 . 100m内の生息環境の比較

パラメーター	ヒバリ			ツメナガセキレイ			シマセンニュウ			コヨシキリ			シマアオジ						
	確認地点	未確認地点	P値	確認地点	未確認地点	P値	確認地点	未確認地点	P値	確認地点	未確認地点	P値	確認地点	未確認地点	P値				
合計面積	ミズゴケ	18.42	0.62	0.025	*	10.07	21.22	0.157	1.31	26.63	0.000	**	15.68	13.40	0.735	9.26	16.51	0.485	
	ミズゴケ - スゲ	18.23	17.45	1.000		15.01	23.66	0.311	9.59	26.48	0.004	**	20.51	17.21	0.612	9.79	22.47	0.030	*
	スゲ	12.22	8.99	0.672		11.79	10.71	0.588	8.02	14.80	0.089		8.64	12.33	0.553	11.99	11.10	0.699	
	ササ - スゲ	21.78	23.53	0.800		22.13	22.39	1.000	32.73	11.71	0.003	**	11.17	25.90	0.098	26.64	19.83	0.438	
	ササ	9.39	47.65	0.000	**	24.07	9.47	0.097	36.74	1.18	0.000	**	20.42	18.47	1.000	14.10	21.57	0.643	
	ヨシ	6.43	0.71	0.306		7.25	0.82	0.183	0.35	9.65	0.579		18.22	0.59	0.025	*	11.57	1.46	0.877
	ササ - ミズゴケ	13.53	1.05	0.000	**	9.69	11.74	0.351	11.26	9.56	0.631		5.38	12.09	0.119	16.65	7.05	0.067	
多様度		1.98	1.86	0.395		1.97	1.91	0.817	1.85	2.06	0.043	*	1.98	1.94	0.866	1.89	1.99	0.393	
乾燥度		44.71	72.22	0.306		55.88	43.60	0.643	80.72	22.45	0.000	**	36.96	56.46	0.197	57.40	48.46	0.485	
構造	平均パッチ面積	0.31	0.03	0.000	**	0.34	1.22	0.485	0.01	0.07	0.631		0.13	0.01	0.025	*	0.32	0.83	0.757
	最大パッチ面積	0.69	0.04	0.000	**	0.84	1.45	0.588	109.52	1658.69	0.579		301.24	151.73	0.025	*	0.72	1.23	0.311
	最小パッチ面積	0.15	0.01	0.168		0.02	1.14	0.536	109.52	129.84	0.912		244.84	77.96	0.098		0.03	0.62	0.699
	パッチ数	5.47	2.60	0.011	**	4.45	3.86	0.485	0.40	1.50	0.579		2.60	0.40	0.033	*	5.29	4.00	0.241

* : P<0.05, ** : P<0.01

表2-2-2-5 . 500m内の生息環境の比較

パラメーター	ヒバリ			ツメナガセキレイ			シマセンニュウ			コヨシキリ			シマアオジ						
	確認地点	未確認地点	P値	確認地点	未確認地点	P値	確認地点	未確認地点	P値	確認地点	未確認地点	P値	確認地点	未確認地点	P値				
合計面積	ミズゴケ	18.95	1.61	0.000	**	13.31	17.04	0.588	4.92	24.30	0.000	**	16.36	14.03	0.800	16.06	13.83	0.438	
	ミズゴケ - スゲ	17.01	3.82	0.000	**	12.52	15.92	0.588	6.71	20.71	0.000	**	14.62	13.41	0.735	14.66	13.20	0.485	
	スゲ	12.72	5.88	0.000	**	10.56	11.84	0.485	7.17	14.84	0.000	**	12.30	10.58	0.735	12.07	10.43	0.536	
	ササ - スゲ	18.71	23.23	0.445		18.86	21.66	0.699	24.78	14.90	0.000	**	14.50	21.62	0.042	*	20.40	19.53	0.157
	ササ	16.31	51.58	0.000	**	28.82	18.27	0.588	41.56	8.69	0.000	**	26.46	24.68	0.735	21.19	27.25	0.485	
	ヨシ	4.28	3.31	0.497		4.89	2.45	0.211	2.48	5.60	0.190		6.53	3.21	0.142	4.23	3.93	0.135	
	ササ - ミズゴケ	12.03	10.57	0.306		11.05	12.82	0.211	12.38	10.95	0.280		9.23	12.48	0.066	11.38	11.82	0.938	
多様度		0.77	0.60	0.000	**	0.70	0.77	0.030	*	0.67	0.78	0.000	**	0.68	0.74	0.553	0.74	0.71	0.817
乾燥度		47.05	85.38	0.000	**	58.72	52.74	0.588	78.72	34.54	0.000	**	50.19	58.78	0.735	52.97	58.60	0.485	
構造	平均パッチ面積	0.36	0.16	0.000	**	0.79	0.78	0.699	0.44	0.37	0.739		0.47	0.38	0.168	0.80	0.78	0.643	
	最大パッチ面積	7.10	0.96	0.000	**	11.92	21.16	0.019	**	1.55	1.67	0.853	2.53	1.30	0.053	17.03	14.15	0.699	
	最小パッチ面積	0.00	0.00	0.735		0.00	0.01	0.081	0.07	0.03	0.075		0.04	0.05	0.933	0.00	0.00	1.000	
	パッチ数	69.40	58.00	0.011	*	49.25	50.29	0.817	4.40	10.60	0.000	**	10.40	6.53	0.306	50.43	48.62	0.938	

* : P<0.05, ** : P<0.01

ヒバリは 100m のメソスケールでは、パラメータ間の相関を考慮してササの合計面積と平均パッチ面積をパラメータとして用いた。ロジスティック回帰分析の結果、ステップワイズの増加法でパラメータとしてササの合計面積が選択されたが、分析結果は有意でなかった ($P>0.05$)。次に 500m のマクロスケールで同様の分析を行った。ただし、パラメータ間の相関を考慮して多様度、乾燥度、平均パッチ面積をパラメータとして用いた。ロジスティック回帰分析の結果、ステップワイズの増加法で有意なパラメータは選択されなかった。まとめると、ヒバリはメソ・マクロの両スケールにおいても、乾燥度 (もしくはササ) がある程度低く、ミズゴケのある環境で生息する傾向を示した。

ツメナガセキレイは 100m 内のメソスケールにおいては、比較した生息環境では有意なパラメータが見られなかったため、ロジスティック回帰分析は行わなかった。500m 内のマクロスケールで、ステップワイズの増加法を用いたロジスティック回帰分析を行った結果、有意なパラメータは選択されなかった。ツメナガセキレイについては、今回の分析ではメソ・マクロスケールともに環境選択性は見られなかった

シマセンニュウは 100m 内のメソスケールでは、パラメータ間の相関を考慮して、乾燥度、多様度をパラメータとして用いた。ロジスティック回帰分析の結果、ステップワイズの増加法でパラメータとして乾燥度が選択されたが、分析結果は有意でなかった ($P>0.05$)。次に 500m のマクロスケールで同様の分析を行った。ただし、パラメータ間の相関を考慮して、乾燥度、多様度、パッチ数をパラメータとして用いた。ロジスティック回帰分析の結果、ステップワイズの増加法ではパラメータとして乾燥度が選択されたが、分析結果は有意でなかった ($P>0.05$)。シマセンニュウはメソ・マクロの両スケールにおいて、乾燥している環境を広域に選択していた。

コヨシキリは 100m 内のメソスケールでは、パラメータ間の相関を考慮して、最大パッチ面積は分析に用いるパラメータから除外した。ロジスティック回帰分析の結果、ステップワイズの増加法でパラメータとして平均パッチ面積が選択された。分析の結果は有意でなかったが、有意水準は比較的高く ($P=0.059>0.05$)、ロジスティック回帰分析の結果では平均パッチ面積が大きいほどコヨシキリの生息する確率が高いことを示した。次に 500m のマクロスケールで同様の分析を行った。ロジスティック回帰分析の結果、ステップワイズの増加法でパラメータとしてササ - スゲの合計面積が選択された。分析の結果は有意でなかったが、有意水準は比較的高く ($P=0.067>0.05$)、ロジスティック回帰分析の結果、ササ - スゲの合計面積が小さいほどコヨシキリの生息する確率が高いことを示した。コヨシキリは、メソスケールにおいて大きなヨシのパッチを選択している一方で、マクロスケールにおいてはササ - スゲの植生を避けた生息地選択をしている傾向を示した。

シマアオジは 100m 内のメソスケールでは、ロジスティック回帰分析の結果、有意な分析結果は得られなかった ($P>0.05$)。500m 内のマクロスケールでは生息環境の比較の結果、有意な関係は見られなかったのでロジスティック回帰分析は行わなかった。シマアオジはメソスケールにおいては、ミズゴケ - スゲを避けていたが、マクロスケールでは選択性は見られなかった。

表2-2-2-6. 生息環境を評価したロジスティック回帰分析の結果.

			B	標準誤差	Wald	自由度	有意確率
ヒバリ	100m内	ササ	-5.400	594.046	0.000	1	0.993
		定数	210.759	23251.545	0.000	1	0.993
シマセンニュウ	100m内	乾燥度	6.320	531.961	0.000	1	0.991
		定数	-427.076	36278.365	0.000	1	0.991
	500m内	乾燥度	2.460	505.689	0.000	1	0.996
		定数	-148.778	30730.447	0.000	1	0.996
コヨシキリ	100m内	平均パッチ面積	23.505	12.429	3.576	1	0.059
		定数	-2.224	0.824	7.290	1	0.007
	500m内	ササ - スゲ	-0.156	0.085	3.349	1	0.067
		定数	1.778	1.605	1.228	1	0.268
シマアオジ	100m内	ミズゴケ - スゲ	-0.108	0.055	3.815	1	0.051
		定数	1.091	0.956	1.302	1	0.254

3. 考察

(1) ヒグマ

1) 衛星画像による植生区分

高田雅之・布和敦斯尔（北海道環境科学研究センター）

鈴木 透（NPO 法人 EnVision 環境保全事務所）

小平真佐夫（知床財団）

i) 知床半島

まず分類手法について評価する。今回用いた分類手法は、目的とした植生区分を地域全体で一括的に分類するのではなく、段階的な分類を行った。Landsat では、森林とそれ以外をまず区分し、次いで森林内をさらに区分していくという手法を行った。一方、SPOT では、標高により 2 つの地域に区分し、それぞれに存在する植生を区分対象として設定するという手法を用いた。さらに、区分が困難な植生については統合する作業を併用しながら行った。こういった手法は、全体を一括的に分類する方法と比べて、手順はやや複雑で、ともすれば経験的・主観的になる面は否めないが、「どの植生区分が分類困難か」あるいは「どこまで分類可能か」といったことを常に踏まえることができるとともに、結果としてもよりよい精度の分類結果が得られることになるものと思われ、本研究を通じてそのことを実証できたものと評価される。

次に Landsat と SPOT の 2 つの分類画像を比較すると、SPOT の方が針広混交林面積比は約 10% 多く、その分 Landsat TM はハイマツ林とダケカンバ林が 5% ずつ多かった（表 3-1）。これは Landsat TM の方がより低い標高までハイマツ林とダケカンバ林に分類し、その分針広混交林が狭くなったと解釈できる。ヒグマの生息環境分析をする上で、Landsat の方が針広混交林をより多く利用し、SPOT の方が同植生をより少なく利用したという有意差が出るおそれがあり、ハイマツ林とダケカンバ林に関してはこの逆のバイアスがかかることも考えられる。2 つの分類画像で違いが生じた原因として考えられることとして、以下の点があげられる。

表 3-1. Landsat-ETM+と SPOT-5 衛星画像による調査地の植生分類結果。下線の植生区分で大きな違いが見られた。

	Landsat-ETM+		SPOT-5		Landsat - SPOT
	面積 (km ²)	比率	面積 (km ²)	比率	
ハイマツ	17.2	<u>0.165</u>	11.4	<u>0.114</u>	<u>0.051</u>
林					
ダケカン	25.3	<u>0.243</u>	19.2	<u>0.193</u>	<u>0.050</u>
バ林					
高地草原			5.7	0.057	
低地草原	10.3	0.098	0.8	0.008	0.033
広葉樹林	11.3	0.108	11.8	0.118	-0.010
針広混交	30.9	<u>0.296</u>	41.3	<u>0.414</u>	<u>-0.118</u>
林					
運動地*	9.3	0.089	9.5	0.095	-0.006
水域	25.3	—	25.2	—	
未分類	—	—	18.7	—	
計	129.6	0.999	143.6	0.999	

* 「運動地」はしれとこ 100 平方メートル運動地。人工林と二次林からなる。

- ①現地調査等に基づく教師データ数が十分でない
- ②教師データをもとにした AOI (Area of interest) の取り方の差異
- ③SPOT と Landsat の撮影時期、地上分解能及びカバーする波長帯の違い
- ④採用した分類ルールの違い (Landsat はマハラノビス距離法、SPOT は最尤法)
- ⑤その他

特に現地調査による教師データについては、衛星画像分類において極めて重要であるが、今回の対象地域のような山岳域などでは十分なサンプル数の確保が困難なところが多かった。このため既存の GIS データ (環境省植生判読粗図など) や空中写真を補完的に用いたが未区分や影と区分された凡例が少なくなく、利用には限界があった。今後、分類結果を検証するために必要なグランドトゥールースの地点数を検討し、各分類画像の精度を評価検討していくことが重要である。また差異が生じた2つの画像について、その原因を明らかにするべく、さらに分析を進めていくことが必要と考える。

分類ルールについては、今回は最尤法、マハラノビスの距離、最小距離の3つの分類ルールについて検討した。一般的に目的とする植生区分の教師が多く、かつ植生区分間のデジタルナンバーが大きく異なっている (分類しやすい) 場合は、3つの手法による結果の違いは見られない。しかし、今回は教師サンプル数が限られており、そのような場合には各植生区分の教師間のデジタルナンバー値にばらつき、偏りが見られることも考えられ、さらに植生区分の分類に利用した Landsat-ETM+ のバンド (1~7) と NDVI に相関関係がある場合も想定され、変数間のばらつき程度 (標準偏差) や相関を考慮したマハラノビス距離法と他の方法とで差異が生じた可能性も考えられる。この点についても、今後さらなる分析が必要と考える。

次に針葉樹と広葉樹が混ざった混交林の扱いについて考察する。知床地域においては、広葉樹林は針広混交林とダケカンバ林の中間 (遷移帯) にあるなど、全体として広葉樹林、針広混交林、ダケカンバ林がモザイク状に分布している。このようなところでは植生の誤分類が生じやすく、その原因としては、①教師として純粋な広葉樹林のデジタルナンバーを得ることが困難である、②1 ピクセルの中に様々な植生区分が混在 (ミックスピクセル) していることが考えられる。一方、植物社会学的に見ても針広混交林の定義は必ずしも明確ではなく、混交の程度に応じてさらに細かく区分する場合も考えられ、植物社会学的な観点との整合という点に関しても取り扱いが明確ではないのが現状である。技術的には、ミックスピクセルの分類手法の検討が求められるとともに、例えばピクセルベースで針葉樹と広葉樹を区分したものを、一定スケールのメッシュ (例えば 100m 区画など) 内での混交比率を出すといった方法も考えられる。今後、ヒグマの生息環境区分から求められる質的なニーズや、植物社会学的な観点にも留意しながら、針広混交林の取り扱いについて技術的な検討と実用的な手法の開発が必要であると考える。

最後に雪の分布変化 (積雪分布線) とヒグマの行動域との関係についてであるが、MODIS を用いることによって半島全体を対象とした広域的な積雪分布の変化については抽出することができたが、今回はヒグマの行動データが取得されている時期とは重ならなかった。今後 4~6 月に新たなヒグマのテレメトリーデータが取得できれば、行動分析に寄与することができるものと考えられる。

以上の結果、簡易な現地調査をグランドトゥールースデータとして、他の既存情報を補完的に用いることで、比較的信頼性の高い分類結果が得られ、今後の広域的で実用性のある植生区分手法の確立につながり得ることが明らかとなった。今後、現地調査を通じて精度の検証と定量化を行っていくとともに、分類手法や針広混交林の扱い等について技術的な改良を図っていくことが課題である。

ii) 渡島半島

まず、分類手法について評価する。Landsat については、多変量解析手法 (主成分分析など) を用いて全域を対象とした一括分類の手法を試み、SPOT については、特定のターゲットに主眼を置いた区分を試みた。特定のターゲットとは、具体的には春季のブナの開葉期で、ブナは他の広葉樹林

と比較して早く開葉するという生態学的特性を有し、この時間差を生かして区分を試みた。幸い SPOT が 5 月 20 日に撮影されたため、この画像を使用した。

多変量解析手法では、判別分析及び主成分分析などを用いて行い、いずれの結果も、今後の実用的な利用ができるものと判断されたが、限られた現地調査データでは教師となるサンプルが必ずしも十分ではなかったため、今後サンプル数を増やしていくことによって、より精度を高める余地があるものと判断された。

また、ブナをターゲットとした区分では、知床で行った画像を予め分離し、それぞれに想定される植生区分を設定したのちに区分する方法を併用したが、結果としてブナ林が過剰に抽出される傾向を示した。その理由としては、ブナ以外にヤナギ類や草本類など、既に開葉・生育をはじめた植物がブナ林として抽出されたことが考えられる。この精度を上げるためには、少なくともこれらのヤナギ類や草本類に係る教師データが必要であり、加えて、フェノロジーのばらつきや地域による開葉期のばらつき（例えば標高の違い、海岸と内陸、斜面方位）についての情報があることが望ましい。今回の SPOT の解析を通じて、植物の状態（開葉、生長、落葉など）が短期間で変化する時期にはこのような注意を要することが明らかとなり、今後衛星画像を用いて植生区分する際には、植物の状態が安定しているのか変化しているのかといった知見が、精度向上にとって重要であると判断された。

現地調査による教師データの数については、知床での考察にも述べたとおり、今回の対象地域のような山岳域などでは十分なサンプル数の確保が困難なところが多く、他の既存情報でどの程度補完できるかが重要となる。知床では、環境省の植生判読粗図があったのに対して、渡島半島ではそのような情報がなく、空中写真の判読を最大限活用するに留まった。今後、分類結果を検証するためのグランドトゥルースを加え、各分類画像の精度を評価した上で、現地調査データの必要量についてさらに検討を進めていくことが必要と考える。また分類ルールについても、教師サンプル数との兼ね合いで精度が異なってくるおそれがあり、議論は知床の考察で述べたとおりである。

最後に、衛星データの処理レベルに関して、オルソ補正を行う必要があるかどうかについて触れておきたい。今回調査対象としたような山岳域では、地形による画像の歪みが相当程度あるものと考えられ、現地調査時の GPS や他の参照地図とできるだけ精度よく重ね合わせるためには、SPOT のようにオルソ補正処理が可能なものについては、オルソ補正を行うべきであると思われる。航空写真オルソ画像などが既に存在し入手可能であれば、その航空写真を用いて GCP (Grand control point) を取得するのが有効であると思われる。

限られた現地調査データで分類がどこまで可能であるのかについて試みた結果、ある程度の分類はできたものと考えられる。しかしながら、より精度の高い区分を行うためには、少しでもサンプルを追加することが有効であり、他の調査データなども活用して効率的にデータを収集することが重要であると考えられる。いずれにしても、今後の実用的な植生区分手法の確立につながり得ることが明らかとなり、今後、現地調査を通じて精度の検証及び定量化を行っていくとともに、フェノロジー等を考慮した技術的な改良を図っていくことが課題であり、次なる課題として、渡島半島地区全体を視野に入れたさらなる広域適用化の可能性について取り組んでいく必要があるものと考えられる。

なお本研究に当たり、衛星画像の提供をいただいた東京情報大学環境情報学科の原慶太郎教授及び朴鍾杰講師、東京情報大学学術フロンティア共同研究推進センターの伊藤麻衣子氏、宇宙航空研究開発機構 (JAXA)、財団法人リモート・センシング技術センター (RESTEC) 及び衛星リモートセンシング推進委員会環境ワーキンググループに深甚の謝意を表します。また、解析支援をいただいた株式会社シン技術コンサルの齋藤健一主任技師、独立行政法人国立環境研究所地球環境研究センターの小熊宏之主任研究員、同 米 康充研究員及び同 福士亮太研究員、安井陽一氏、永井貴雄氏、加藤友隆氏、早坂洋介氏、空中写真の提供協力をいただいた株式会社インフォシーズ及び株式会社フォトテクノに心より謝意を表します。

2) 知床半島

小平真佐夫・岡田秀明・山中正実（知床財団）

本調査地のヒグマの場合、季節によって食性と行動が大きく変化する。このため年間行動圏のみをもって生息地の利用を考えてもその実態は掴めない。生息地利用を考える場合、経時的変化を捉えて分析を進める必要がある。本調査地におけるヒグマ（主にメス成獣）の生息地利用傾向を、季節を追って考えると以下のようなになる。考察の根拠は本年度調査に限らず、平成15・16年度の本業務報告を含む（小平ほか、2004；間野ほか、2005）。

3月中旬、クマは冬眠穴を出る（新生児を産んだメスはもう少し後）。従来、冬眠穴は標高0mの海岸から高山帯までの広い分布が見られたが（山中ほか、1995）、近年は春先大量に自然死するシカの死体が利用できるためか、低標高に集中する傾向が見られる。3月から5月にかけて、ヒグマはシカの死体を摂食、あるいは直接シカを捕食するため、この時期シカの分布が集中する幌別川下流右岸と岩尾別川右岸の2ヶ所にある規模の大きな道路法面の周辺を利用する。このため衛星画像の植生分類では針広混交林と運動地の利用が多くなる。5月から6月には、湿地や沢地のミズバショウやフキ等の植物、シカ新生児、アリの巣、セミ幼虫を利用する。新生児連れのメスが冬眠穴から出るのは餌の増えだす5月上旬に入ってからが多い。この時期の活動も低標高に限られ、植生区分上は3月から初夏まで生息地利用に変化は見られない。

高標高地域の利用は7月から始まる。おそらく植物季節的な新葉開出の標高上昇に合わせ、ヒグマの利用標高は500mから9月には1500mの稜線上までに達する。利用資源はハイマツ球果やクロマメノキ等の漿果である。この時期であっても、ヒグマは高標高に留まるのではなく数日周期で低標高と高標高を交互に利用する。したがって利用標高が最も高くなる9月頃の行動圏面積が最大となる。行動圏の大きさは餌資源量と繁殖活動に依存するが、行動圏の拡大が繁殖期のピークである5-6月ではなく7-9月にあることは、餌資源の変化が主要因であることを示唆している。7-8月はヒグマの活動期中で餌資源が最低に枯渇する端境期にあたるため、そして8-9月にはカラフトマスの遡上が始まる河口部と高標高部に分離した資源を求めめるために行動圏が広くなると推察される。

衛星画像による植生区分は、一部での現地調査結果を広域に外挿できるため大きなコスト削減が期待できるが、分類精度は現地調査に及ばない。そこで必要最小限の現地調査で使用目的が求める精度を達成するというバランスが必要となる。本調査で利用したLandsat-ETM+とSPOT-5の衛星画像2種は、ヒグマの生息地分析に関してほぼ同質の結果を示し、実用上どちらが優れるという差は認められなかった。分類結果を検証するグラウンドトルウスを行っていないのも判断できない理由である。その上で、改善可能と思われる点を幾つか述べる。

高標高地域に分布するハイマツ林は林冠うっ閉度が高い（開放度が低い）常緑樹林であり、太陽光の反射・吸収特性もほぼ均質と期待されたが、ハイマツ林の面積比はLandsat-ETM+では16.5%に対しSPOT-5は11.4%と5%の差が出た。この部分では分類の過程に相互チェックを行えばさらに精度を向上させられるはずである。

知床地域の生態系保全と野生動物管理の立場からリモートセンシングに期待したいのは、針広混交林における混交率の推定である。知床半島において混交林の占める面積は小さくなく、野生動物にとっても重要な生息地になっている。しかし、混交林といっても、広葉樹の割合が多いものから針葉樹の割合の多いものまで、混交率はさまざまである。混交率はある一つながりの植生に一様均質なのではなく、広葉樹と針葉樹の大小パッチがモザイク状に分布している。仮にそのモザイク分布がわかっても、どこで切り離すか、どの大きさで植生単位として分類するかによって混交率は変化する。この2段階の課題は、前半は解像度に関するものであり、後半はMMU（Minimum Mapping Unit: 最小地図単位）に関するものである。

前半の課題は解像度10mのSPOT-5画像でほぼ解決できると思われる。混交林を対象に、針葉樹・

広葉樹・混合の3者の区別をピクセル単位で行うことが可能であろう。これを基準に再分類し、ある区分内の混交率は求めることができる。後半の課題であるMMUは、使用目的に対応した植生図の縮尺（精度）と相対的な関係にある。州単位で生物多様性のGISデータベースを定期更新しているアメリカのギャップ分析（Scott et al., 1993）では、10万分の1の植生図に対しMMUが100 ha (=1 km²)を精度の基準としている（Jennings, 1993； Stoms, 2000）。つまり、同縮尺の地図上で1 cm²以下の事物（植生群落・生息域）は記述されずに背景に同化される。同比率で考えると2万5千分の1を基準とした植生図では地図上1 cm²にあたる6.25 haをMMUとする計算になるが、MMUの根拠は対象となる生物的事象に置くべきであろう。つまり、どれほどの面積を持つ植生パッチを独立した一区分として分類するのが正しいのかと考えると、一概には言えないが上記の6.25 haでも大きすぎるであろう。他の事物、内水面や河畔林を認識するためには2 ha程度までの分類が必要と思われるが、スタンダードとして設定するには使用目的に応じた議論と実験を踏まえる必要がある。一意的にあるMMUを提唱することは本調査の目的ではなく、今後の展開を期待したい。事実上最小のMMUは衛星画像の解像度であることは動かしようがなく、どこまで解像度を落とすのが対象動植物の分析（同種であっても個体群分布の分析か個体の生息地の分析かによって異なる）に実用上適当かという判断になっていくだろう。

3) 渡島半島

釣賀一二三・富沢昌章（北海道環境科学研究センター）

i) テレメトリーデータと利用環境調査

標識個体の位置データが集中している地点での植生調査によって、春にはエゾニュウなどの高茎草本が、夏にはヤマグワや高茎草本が優占する場所を利用していることが明らかになった。さらに9月、10月にはオニグルミ林やミズナラ林をよく利用していることも明らかになった。これらの結果は、過去の糞分析や利用可能な資源量に関して得られた結果と良く一致している（横山，2005）。これは春から夏にかけては草本を、9月以降はオニグルミやミズナラといった、季節ごとに重要と思われるエサ資源を標識個体が矛盾なく利用した結果であると考えられる。6月と10月に利用があった調査地4では、中層にオニグルミやミズナラと同様に秋の重要なエサ資源と思われるサルナシがみられ（北海道生活環境部自然保護課，1987）、この結果についても過去の報告と矛盾がない。一方で、6月の調査地4や通年位置情報があつた調査地7は特にエサ資源として重要と思われるものが存在せず、移動や休息といった利用であつたことが推測される。また、サルナシやヤマブドウといった漿果類については、調査地4を除いてこれらが利用可能な秋に優占率の高い場所を利用している、といった傾向が見られなかった。さらに今回調査を実施した場所には、秋の重要なエサ資源と考えられているブナが確認されなかった。一般的にサルナシなどの漿果類やブナには年によって豊凶が有ることが知られているが（今，2003；Kon et al. 2005）、そのことが今回の結果に影響したかもしれない。また、ブナについてはその分布が調査地域全体に一樣な可能性があることから、位置情報の集中が見られなかった可能性もある。

今回用いた位置データのほとんどが VHF 発信器を用いて得られたデータであつたため、データの取得頻度が多くても1日1回程度で、生息地利用について考察するには十分な量ではなかつた。このことは同時に移動に関する情報の乏しいことも示しており、標識個体が調査地点を滞在して利用したのか、あるいは移動の途中で利用したかは不明であつた。今後、より高頻度でデータを取得するために、GPSを用いたテレメトリー調査を実施することが望まれる。

ii) 生息地利用の分析

ii-1. ブナの豊凶による行動の比較

Landsat-ETM+画像を用いた解析では2002年にブナ林をよく利用している傾向が見られたが、これは渡島半島地域のヒグマにとってブナの堅果が重要なエサ資源であることを考えれば矛盾がない結果といえる。その一方で、SPOT-5画像を用いた解析では同様の傾向が見られなかった。今回取得したSPOT-5画像はブナ開葉期に撮影されたものであり、ブナ以外の広葉樹はヤナギなど数種を除いて開葉していないため、ブナについてはかなり高精度で区分が可能ではある。しかし実際の植生分類結果を見るとやや過剰にブナ林として区分されている傾向が見られる。2002年とそれ以外の年で広葉樹林の利用には差が見られないことから、ブナ林以外の広葉樹林がブナ林として区分されたことによって、SPOT-5画像では2002年にブナ林が利用された傾向が見られなかった可能性がある。今後は両衛星画像とも、教師データを充実させ、さらにそれぞれのデータを比較することで植生分類の精度を上げる必要がある。特にSPOT-5画像は精度が高く、より小規模な個体群サイズの森林を分類できる可能性があることから、Landsat-ETM+画像を用いた植生分類に有用な情報となるはずである。

ii-2. 季節による行動の比較

ヒグマは季節によって異なるエサ資源を利用しており、渡島半島地域では春に前年の堅果（ミズナラやブナの果実）、春から夏にかけては草本を、秋には堅果を含む果実類を利用することが知られている（北海道生活環境部自然保護課，1987）。今回調査を実施した地域においても、テレメトリーデータと利用環境調査の結果から季節ごとに利用するエサ資源が異なることが示唆された。これら

のエサ資源は草本類のように調査地域内に広く分布しているものと、ある程度集中して分布するものがあると考えられる。今回得られた衛星画像の植生分類結果からは、オニグルミ林が比較的集中して分布するのに対してミズナラ・ブナは広く分布している傾向が見られた。これらの堅果類を生産する樹種に対して、漿果類を生産するサルナシやヤマブドウといった樹種については、今回の衛星画像から分類することが出来なかったが、これらについても比較的広く分布するものと考えられる。

このようなエサ資源の分布の特徴は、ヒグマの季節ごとの行動圏の広さに影響すると考えられる。今回用いた標識個体の行動圏の季節変化については、No. 5では春に広い行動圏を利用する傾向が見られた。同じような結果が他の地域を利用する個体でも得られているが（北海道環境科学研究センター、2004）、その一方で No.3 では春に行動圏が狭いという結果が得られた。図 2-1-3-5 に示した No.3 の季節ごとの行動圏をみると、春の行動圏は狭い地域が散らばった形で分布しており、実際は広範な地域を利用していたことが見てとれる。これらの結果は、春～夏に主として利用すると考えられている草本が、調査地域に広く分布していることによるものと考えられ、標識個体が移動しながらそれらを利用したことが推測される。また、前年に落果したブナやミズナラの果実を利用している可能性もあるが、これらの分布も草本と同様であると考えられる。春に対して、秋 1 の行動圏は両個体とも集中しているが、植生分類結果からはブナ林あるいは広葉樹林を多く利用している傾向がみられる。両個体が頻繁に利用している地域はテレメトリーデータと利用環境調査の結果からオニグルミ林であることが明らかになっているが、Landsat-ETM+による植生分類結果からはオニグルミ林の利用を読みとることが出来なかった。画像の解析精度と位置データ精度の双方に問題があると考えられるが、オニグルミ林の多くが小面積であり他の植生区分に対して占める割合が低いことが、この結果の原因となっている可能性がある。秋 2 の行動圏については No.5 が集中して狭い場所を利用しているのに対して No.3 は比較的広い範囲を行動しており、傾向が異なる。植生分類結果からは、No.5 が広葉樹林を多く利用しているのに対し、No.3 の個体はブナ林を利用している傾向が見られた。今回用いた標識個体の位置データが 2002 年のブナ豊作年を含んでいること（今、2003；Kon et al. 2005）、そしてブナ林の分布が比較的一様であることが、No.3 の秋 2 における広い行動圏と係わっていることが推測される。しかしながら、堅果の豊凶とヒグマの行動パターンとの関係を考察するためには、より多くの例を観察する事が必要であり、今後長期にわたって標識個体の位置データをとり続けることが重要である。秋の利用環境に関して、秋 1 に利用が多いと思われるオニグルミが植生分類結果からうまく読み取れなかったのに対して、秋 2 に利用したブナ林・広葉樹林は相応の傾向を得ることが出来た。主に VHF 発信器を用いて取得した位置データと衛星画像を用いた解析では、小さい集団を検出することより広く分布する植生の利用状況を推定することに適しているのかも知れない。

今回用いた衛星画像の植生分類結果については、標識個体の年間行動圏内における植生面積比が、2つの衛星画像間で異なるものとなった。前項のブナ林の利用に関する解析の部分でも述べた通り、衛星画像における植生分類の精度を向上する必要がある。また、ヒグマの利用環境として重要な草地をササ地と分けるなど、目的に応じた植生区分の再検討も必要であろう。さらに精度の高い植生分類結果が得られれば、GPS を用いて得られた精度の高い位置データとともに解析することで、ヒグマの環境利用に関する新たな知見が得られる事が期待される。

(2) 湿原・草原性鳥類

1) 衛星画像による植生分類

高田雅之・布和敦斯ル・棗 庄輔(北海道環境科学研究センター)

分類手法について、今回は多変量解析の手法のひとつである判別分析手法を試みた結果、有効であることが示された。このことは、現地調査が必ずしも容易ではない地域を対象とした場合に、限られた現地調査(区分目的に応じた内容の調査)とGPSによる位置情報をもとに広域的な植生を推定するという汎用的手法の可能性を示したとともに、衛星リモートセンシングの特徴であるマルチバンドという多岐の情報を生かしたいわゆるデータマイニングの手法としての実用性の可能性を明らかにできたものと考えられる。

ただし、精度検証は本検討の中では定量的に行っていないことから、今後検証のための現地調査や空中写真(または高解像度衛星)の解析等を通じて定量的に精度を評価していくことが必要である。

植生区分の分類について、今回は北海道内の他の湿原に対して汎用的に応用することを念頭に、代表的な区分を設定した。しかしながら、湿原植生は小パッチ状に分布するものがあつたり、物理環境傾度に応じて連続的に種構成が変化したりと極めて複雑な分布を示すことから、できるだけシンプルな捉え方として、典型的な植生区分どうしの混合区分というものを設定した。実際には、一概にスゲと言っても、ホロムイスゲ、ヌマガヤ、ワタスゲなど様々で、群落を作るもの、株状に点在するものと分布形態も多様である。今後は、現地分光スペクトルデータの取得なども行い、植生構成の多様さを加味した合理的な区分方法について、さらに検討を行っていく必要があると考える。

衛星リモートセンシング技術のもつ特徴のひとつに、周期性がある。すなわち、時間変化の追跡が可能であるというものであり、今後湿原植生の時間的な変化抽出(モニタリング)への応用についても、技術的な検討を重ねていくことが望まれる。これは昨今大きな問題となっている移入種の検知への応用も期待できる。また、マルチバンド、特に中間赤外域に潜在すると言われる多くの情報を生かして、土壌水分や蒸発散特性などの物理環境因子の抽出・評価についても、湿原環境の変化(乾燥化や湿潤化など)を検知する上でさらなる研究の余地があるものと考えられる。

植生区分の妥当性、ミックスピクセルに関する技術的課題、及び定量的な検証の必要性といった課題はあるが、今回の手法によるリモートセンシング技術を用いた湿原植生区分については、広域を扱える点も考え併せて今後実用性が高いものと判断された。

なお本研究に当たり、衛星画像の提供をいただいた宇宙航空研究開発機構(JAXA)、財団法人リモート・センシング技術センター(RESTEC)及び衛星リモートセンシング推進委員会環境ワーキンググループに深甚の謝意を表します。また、解析支援をいただいた、安井陽一氏、加藤友隆氏に心より謝意を表します。

2) 湿原・草原性鳥類とその生息環境

玉田克巳（北海道環境科学研究センター）

鈴木 透（NPO 法人 EnVision 環境保全事務所）

今回の調査結果から、ヒバリは現地植生調査ではイソツツジやヤチヤナギなどが生え、ササが少ない高層湿原で出現確率が高く、ササの被度が高い地域では確認できなかった。衛星画像による分析からも、ミズゴケの割合が多く、ササの割合が少なく、乾燥度がある程度低い環境に生息する傾向があった。ヒバリは近年減少傾向が見られる種であるが（環境省自然環境局生物多様性センター，2004a、植田ほか，2005）、生息場所としては草丈の低い耕地や砂地などに広く分布するとされている（Brazil, 1991）。今回の調査結果からサロベツ湿原や釧路湿原ではササやヨシなどの高茎草本が多い地域では少なく、乾燥度の低い、高層湿原で多く観察された。高層湿原内の植生は草丈が低く、耕地や砂地以外にもこのような地域がヒバリにとって重要な生息環境であることが示唆された。

シマセンニュウは現地植生調査からヨシとササの被度が高い地域に多いが、イソツツジやヤチヤナギの生える高層湿原で少ない傾向があった。衛星画像の解析からもササの割合が高い地域で多く、ミズゴケなどのある高層湿原ではあまり確認できなかった。コヨシキリについてもヨシとササの被度の高い地域で出現確率が高く、高層湿原では少ない傾向が見られた。橋本（1986）は釧路湿原で調査を行い、コヨシキリは低層湿原で多く、一方シマセンニュウはヨシの繁茂する低層湿原では少なく、ヨシ以外の高茎草本が多くある地域で多いとしている。今回の調査結果ではコヨシキリはヨシの被度の高い低層湿原で多く、橋本（1986）と一致していたが、シマセンニュウについてもヨシの被度の高い低層湿原で多く見られた。しかしシマセンニュウとコヨシキリを比べるとシマセンニュウは高層湿原での出現確率がコヨシキリより高く、両種が同所的に生息する地域もあったが、シマセンニュウの方が比較的乾燥した地域にも生息していた。

ツメナガセキレイは、現地植生調査ではササ類の被度が低い地域で出現確率が比較的高く、被度が高い地域ではほとんど出現していなかった。しかし衛星画像による植生分類図からの分析では、100m のメソスケール、500m のマクロスケールともにササは有意なパラメータではなく、メソスケール、マクロスケールともに環境選択性は見られなかった。ツメナガセキレイは国内では北海道北部だけで繁殖するが（日本鳥学会，2000）、1970 年代の後半にサロベツ原野などで繁殖が確認され、近年分布を広げている種である（高野，1980）。生息環境に関する調査研究はほとんど行われていないが、主な生息環境は水域の近くの草原といわれている（Brazil, 1991）。今回の調査では、ツメナガセキレイの生息環境について十分な知見は得られなかったが、ササの被度が少ない地域を好む可能性が示唆された。

シマアオジは、今回の調査では確認数が少なく、現地植生調査との結果では、ササの被度が低く、イソツツジやヤチヤナギなどの小低木の被度が高い地域で確認された。衛星画像の分析からは、メソスケールにおいて、統計的には有意ではなかったがササーミズゴケの割合が高い環境で生息が確認されていた。シマアオジは 1980 年代まではごく普通に見られた草原性鳥類であるが、近年生息数が急激に減少し、各地で消滅した地域も増えている（川崎ほか，1997、環境省自然環境局生物多様性センター，2004a、環境省自然環境局生物多様性センター，2004b）。生息場所は平野で灌木のある草地や湿原、河川敷などとされており（高野，1980、藤巻，2000）、生息環境も草原や湿原に多く生息するとされているが（環境省自然環境局生物多様性センター，2004a）、湿原内のどのような地域を利用しているのかについての研究はほとんどない。今回の調査結果では、ササの被度が比較的低く、ササーミズゴケの環境を利用し、ササの被度が高い環境ではまったく観察されていなかった。また高層湿原のようなササが全くない環境でも観察数は少なく、サロベツ湿原では高層湿原とササ草原の境界付近で観察された。

コヨシキリはロジスティック回帰分析の結果、有意水準がメソスケールで $P=0.059$ 、マクロスケ

ールで $P=0.067$ で、統計的には有意でなかったが比較的高かった。このためコヨシキリを対象にしてメソスケールとマクروسケールの生息環境分析の結果をもとに、広域における潜在的な生息地を予測した。予測する範囲は衛星画像による植生区分を行った範囲とした。

予測する方法は、各スケールのロジスティック回帰分析の結果からそれぞれの生息地確率 (P_{100} 、 P_{500}) を 100m ごとの地点で推定し、推定した2つのスケールの幾何平均値を広域における潜在的な生息地確率とした (図 3-1)。

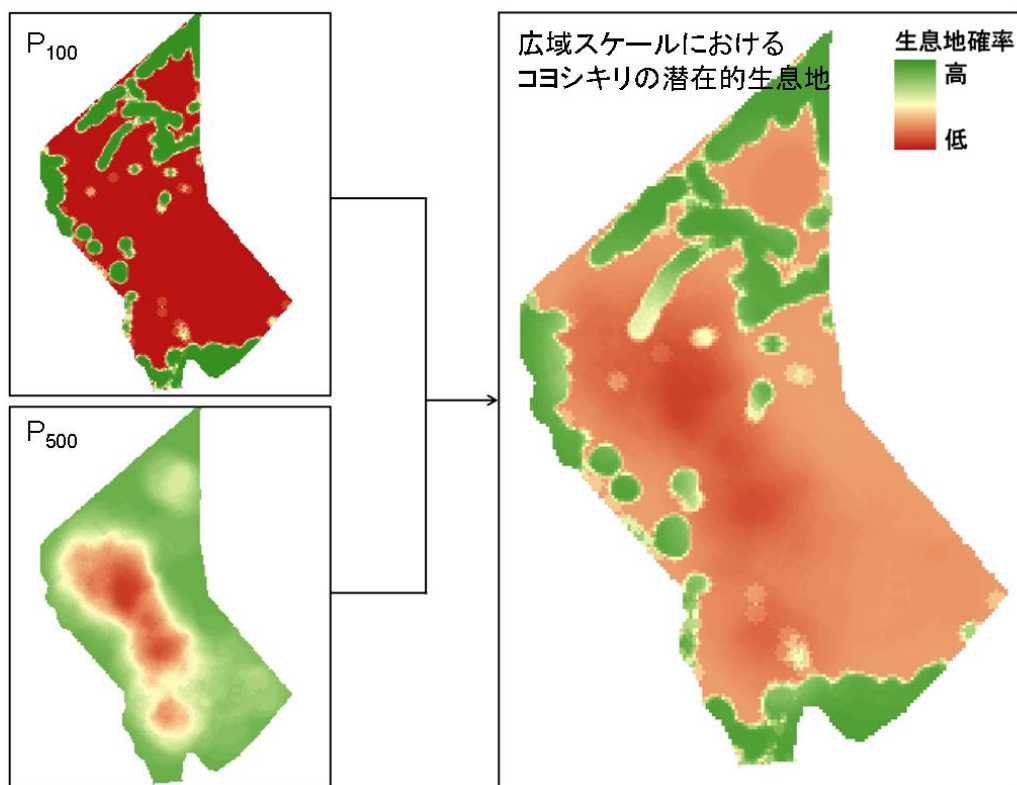


図 3-1. 広域スケールにおけるコヨシキリの潜在的な生息地

今回、衛星画像により推定した植生区分に基づき、広域スケールにおける湿原に生息する鳥類の生息環境を評価した。評価した結果については明確な環境選択性が見られない種もあった。この原因として、①衛星画像による植生区分を行った範囲内に鳥類の調査を行った調査地点数が少なかったこと、②パラメータの選択の影響が考えられる。特に、今回用いたパラメータは各植生区分の合計面積のように互いに相関が強いものを同時に使用した。そのため、多数の有意な違いが認められても多変量解析には用いることができない場合が多く存在した。今後は、現在の衛星画像について植生区分の精度向上を図ると共に、衛星画像による植生区分から生息環境分析の対象となる種のハビタットや地域における環境特性をうまく表現 (パラメータ化) する手法を開発、検討することが重要であると考えられた。

4. まとめ

衛星画像を活用する場合に、最初に課題となるのが、画像の取得である。これには、繁雑な手間と時間、画像によっては多大な購入コストを要する。その上、良好な画像の撮影頻度が低い場合も多く、複数の衛星を組み合わせて補うなどの方法も求められる。今回は、主に Landsat、SPOT、ASTER を対象に、解析対象となるヒグマや鳥類の季節移動やテレメ調査年次等を考慮して収集を行った。その結果、3 地域それぞれに 5 シーンを超える画像を入手できたが、中にはヘイズの影響を強く受けていると考えられるものや、地形効果が強く出ているものなどがあり、利用可能な衛星は結果として少数に限定された。このような前段の作業をいかに迅速に効率的に行うかは、画像のリクエストや購入の判断、予算管理も含めて極めて重要であり、研究の全体にも影響を及ぼすものである。今後の衛星画像の実利用に際しては、この点についてもひとつのプロセスとして捉え、機能的な支援システムや、効果的な手法の共有化が必要であると考え。この点に関して、先般打ち上げに成功した ALOS のデータ配布に今後期待をよせるものである。

次にいくつかの技術的な課題について述べる。まず、山岳域における地形効果の扱いについて、地形補正手法としてこれまで非ランベルト法のひとつ Minnaert 法などが提案されているが、使用に際しては専門的な側面が強く幅広い実用段階には必ずしも至っていないことから、今回は地形補正を行わずに分類に取り組んだ。結果としては、知床と渡島半島のいずれも地形効果はさほど強く表れていないものと判断された。これは今回選定した画像の質の高さによるものと推定される。

大気補正については、大気補正を施すことによる効果の出方がシーンごとに異なっていることから、一律行うのではなく、今回は各シーンで大気補正を施したのちに、シーンごとに補正前と補正後のどちらを採用するかを個別に判断した。今後ともこのように個別に判断していくのが望ましいものと判断される。

教師データの取得について、分類ルール（統計手法）にあったサンプリングをする必要がある。今回用いた 3 つの分類ルール（最尤法、マハラノビスの距離、最小距離）はいずれもパラメトリックな手法であり、できるだけサンプル間にサンプル数やデジタルナンバー値の偏りが出ないようにする必要がある。今回は、必ずしもこの点を重視しておらず、現場のアクセス等を勘案したが、今後の教師データの取得においては、できる限り下記の点に留意する必要がある。

①目的とする植生区分がピクセル内に全体に存在する箇所を選択し、ミックスピクセルなどはできる限り教師として用いない。

②植生区分による教師のピクセル数のばらつきを最小限にする。

知床の河畔林や渡島半島のオニグルミなどのような、細長い形状をもつなどの理由により、Landsat 等の中解像度衛星では抽出がしにくい場合について、形状を考慮したオブジェクトベースでの抽出を試みるか、あるいは高解像度衛星を併用する方法も考えられる。今後検討すべき手法として、ここでは提起のみしておきたい。

その他、知床及び渡島半島の植生区分結果に対して、今回小ピクセルを除去するエリミネート処理を行ったが、どれくらいのサイズのピクセルまでを除去するかによって、植生区分図が異なってくることから、除去サイズの決定に生物学的な視点が今後必要と考える。また、複数の時期（多時期）の衛星画像を併用した区分についても、釧路湿原で研究された例（山形ほか、1996）なども参考に、より精度を向上させる一手法としてさらに検討する余地があるものと考え。

本研究は、森林性の大型哺乳類であるヒグマと、湿原・草原性鳥類をモデルケースとして、衛星リモートセンシング及び GIS の技術を用いた植生区分とそれに基づく生息環境評価に係る手法検討を目的としたものである。リモートセンシング及び GIS といった空間技術は近年急速に発展してきたものであり、精度の確保等において課題もあるが、今後、野生生物の保護管理において、これらの空間技術を用いた広域的な分析の意義と重要性は一層高まるものと想定される。

空間技術を活用することの意義としては、①広域的な目的図の作成が可能である、②ピクセルス

ケールでのモザイク表現が可能である、③時間的な追跡を行うことで変化を抽出することができる、④そのほか連続的な空間変化や、混合的な植生の表現、水分や熱といった物理的な因子の抽出などが可能である、といったことがあげられる。

このような空間技術の特徴を生かすことによって、実用的なニーズに応える可能性が期待されている。例えば、植生変化モニタリング及び予測解析、自然災害による環境改変の抽出、そして今回行った野生生物の生息環境評価などである。今回、衛星リモートセンシングをはじめとする空間技術が、これらの実用的ニーズに対して汎用的に応用できるかどうかの主眼のひとつを置いて解析と評価を行った。すなわち、森林や湿原といった現地調査が困難で調査サンプル数が自ずと限定される生態系を対象に、現地植生相観調査と GPS データ取得から一定精度の植生広域区分が可能であるか、それによる生息環境分析結果は従来の知見と整合が図れる精度を有しているか、といった実用性に重きを置いた簡便な環境評価手法に寄与しようというものである。併せて、技術的限界や精度評価を行い、将来の野生動物の適正な保護管理のための生息ポテンシャル評価等につながることを期待するものである。

精度検証の余地を残しつつも、3 地域での植生区分はおおむね妥当な結果と判断され、派生した課題と併せて、今後の野生動物の生息環境評価手法の確立に向けて、相当程度の貢献が果たされたものとする。

なお現在、自然環境保全の最も基盤となる広域現存植生図や、地域ごとの詳細植生図を作成、更新する上で、衛星リモートセンシング技術の活用が進められているところであり、本研究の成果は、これらの検討にも寄与できるものになるであろうことを付記しておく。

5. 文献

- Aoi, T. 1985. Seasonal change in food habits of Ezo brown bear (*Ursus arctos yesoensis* LYDEKKER) in northern Hokkaido. Research Bulletins of the College Experiment Forests, Hokkaido University, 42: 721-732.
- Brazil MA. 1991. The birds of Japan. Christopher Helm, London.
- Byers, C. R., R. K. Steinhorst, and P. R. Krausman. 1984. Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. Journal of Wildlife Management 48: 1050-1053.
- 藤巻裕蔵. 2000. 北海道鳥類目録改訂2版. 帯広畜産大学野生動物管理学研究室, 帯広.
- 橋本正雄. 1986. 釧路湿原～釧路川築堤沿い～の鳥類センサスについて. 釧路市立博物館紀要 11 : 61-70.
- 北海道開発局農業水産部農業計画課. 1992. 平成3年度 環境保全対策調査報告書 北海道北部～サロベツ地区～. 北海道開発局農業水産部農業計画課, 札幌. 104pp.
- 北海道環境科学研究センター. 2004. 渡島半島地域ヒグマ対策推進事業調査研究報告書(1999～2003年度) 北海道環境科学研究センター, 札幌. 77+16pp.
- 北海道生活環境部自然保護課. 1987. 野生動物分布等実態調査報告書ーヒグマ生態等調査報告書ー. 北海道生活環境部自然保護課, 75pp.
- Jennings, M. D. 1993. Natural Terrestrial Cover Classification: Assumptions and Definitions. Gap Analysis Technical Bulletin 2, U. S. Fish and Wildlife Service, Moscow, ID.
- Johnson, D. H. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. Ecology 6: 65-71.
- 川崎慎二・加藤和明・樋口広芳・高田令子. 1997. 北海道東部・春国岱の繁殖期の鳥類相の変化. Strix 15:25-38.
- 環境省自然環境局生物多様性センター. 2004a. 生物多様性調査 生態系多様性地域調査(湿原生態系調査)報告書ー北海道夏鳥調査ー. 環境省自然保護局生物多様性センター, 富士吉田.
- 環境省自然環境局生物多様性センター. 2004b. 種の多様性調査 鳥類繁殖分布調査報告書. 環境省自然保護局生物多様性センター, 富士吉田.
- 小平真佐夫・岡田秀明・山中正実. 2004. GPS テレメトリーヒグマ生態調査報告書. (第6回自然環境保全基礎調査 生物多様性調査種の多様性調査(北海道) 報告書) pp. 15-32. 環境省自然環境局・生物多様性センター
- 今 博計. 2003. ブナの豊凶パターンを左右する要因は何か?～ブナ豊凶モニタリング13年の成果より～. Oshimanography 10: 10-15.
- Kon, H, T. Noda, K. Terazawa, H. Koyama and M. Yasaka. 2005. Evolutionary advantages of mast seeding in *Fagus crenata*. Journal of Ecology 93: 1148-1155.
- 気象庁 HP | 気象観測 (電子閲覧室), <http://www.data.kishou.go.jp/index.htm>.
- 間野勉・小平真佐夫・岡田秀明・山中正実. 2005. GPS テレメトリーヒグマ生態調査報告書. (第6回自然環境保全基礎調査 生物多様性調査種の多様性調査(北海道) 報告書) pp. 4-11. 環境省自然環境局・生物多様性センター
- Murakami, T. and T. Mano. 1998. Improvement of errors in radiotelemetry locations of brown bears, *Ursus arctos*, in Hokkaido, Japan. Mammal Study 23: 41-48.
- Neu, C. W., C. R. Byers, and J. M. Peek. 1974. A technique for analysis of utilization-availability data. Journal of Wildlife Management 38: 541-545.
- 日本鳥学会. 2000. 日本鳥類目録改訂第6版. 日本鳥学会, 帯広.
- 朴鍾杰・安田嘉純・浅沼市男・原慶太郎. 2005. 「スペクトル解析による MODIS データのコンポジ

- ット法」. 日本写真測量学会 年次学術講演会.
- Scott, J. M., F. Davis, B. Csuti, R. Noss, B. Butterfield, C. Groves, H. Anderson, S. Caicco, F. D'Erchia, T. C. Edwards, Jr., J. Ulliman, and R. G. Wright. 1993. Gap Analysis: A geographic approach to protection of biological diversity, *Wildlife Monographs* 123: 1-41.
- 瀬川秀良. 1974. 日本地形誌北海道地方. 朝倉書店. 東京. 303pp.
- Stoms D.M. 2000. Actual Vegetation Layer.
<http://www.gap.uidaho.edu/handbook/LandCoverMapping/default.htm>
- 高野伸二. 1980. 野鳥識別ハンドブック. 日本野鳥の会, 東京.
- 植田睦之・松野葉月・黒沢令子. 2005. 東京都におけるヒバリの急激な減少とその原因. *Bird Research* 1:1-8.
- Worton, B. J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology* 70: 164-168.
- 山形与志樹・小熊宏之・富士田裕子. 1996. 多時期のランドサット TM 画像を用いた湿原植生分類. *写真測量とリモートセンシング* 35(4) : 9-17.
- 山中正実・岡田秀明・増田泰・釣賀一二三・梶光一. 1995. 知床半島におけるヒグマの生息環境とその規模に関する研究. (平成 6 年度科学技術庁委託調査研究報告 自然度の高い生態系の保全を考慮した流域管理に関するランドスケープ生態学的研究) pp.122-130. 財団法人北海道森林技術センター, 札幌.
- 横山嶺央. 2005. ヒグマ (*Ursus arctos yesoensis*) における食性の季節変化の決定要因—餌の量と質に注目して—. 北海道大学大学院農学研究科修士論文. 20+9pp.

資 料

資料2-1-1-1a. 知床半島針広交混交林の教師データ

調査地No. 地名 標高	① JM付近 156.8m	② 幌別囲い区 137.8m	③ 盤の川分水尾根 210.2m	④ 盤の川分水尾根 242.4m	⑤ イダシュベツ右岸 276m
樹冠占有度					
全体	80 %	90 %	70 %	70 %	70 %
トマツ	30 %	20 %	10 %	30 %	30 %
仔イ			10 %		
ナカマト				5 %	5 %
エゾイタヤ	20 %		15 %	20 %	
ミスナラ	20 %	20 %	15 %		30 %
ハリギリ		30 %		5 %	
オオハホダイシユ		10 %	20 %	10 %	5 %
シウリサクラ		10 %			
樹冠高	15 m	20 m	15 m	20 m	20 m
密度	20 本	25 本	25 本	15 本	15 本
平均胸高直径	25 cm	30 cm	30 cm	40 cm	30 cm
ササ高	15 cm	40 cm	50 cm	30 cm	
林床の概況					
林床全体被度	30 %	70 %	80 %	50 %	60 %
クマイザサ	20 %	30 %	30 %	5 %	
ツタウルシ	10 %	20 %			10 %
シラネワラビ		10 %			
ミコウモリ					10 %
オンダ					10 %
エゾユスリハ		10 %	50 %	45 %	20 %

資料2-1-1-1b. 知床半島河畔林の教師データ

調査地No. 地名 標高	① 赤イ川上流 59.2m	② 赤イ川上流 79.7m	③ 赤イ川・白イ 川分岐下 78.5m	④ 岩尾別川分岐 27.3m
樹冠占有度				
全体	70 %	90 %	70 %	70 %
トマツ	10 %			
エゾマツ			10 %	
ヤチダモ			15 %	25 %
ケヤマハンノキ	50 %	90 %	30 %	20 %
カツラ	10 %		15 %	
オノエヤナギ				25 %
樹冠高	15 m	10 m	10 m	15 m
密度	10 本	15 本	20 本	20 本
平均胸高直径	40 cm	20 cm	30 cm	25 cm
ササ高		50 cm	40 cm	40 cm
林床の概況				
林床全体被度	80 %	40 %	50 %	80 %
クマイザサ		15 %	20 %	10 %
ミコウモリ	60 %	15 %	15 %	
エゾイチゴ				40 %
ハンゴンソウ	10 %	10 %		
オンダ	10 %		15 %	
禾本類				30 %

資料2-1-1-1c. 知床半島ダケカンバ林の教師データ

調査地No. 地名 標高	① 知床峠道H580付近 574.5 m	② 知床峠道H580付近 582.9 m	③ 知床峠道H580付近 561.5 m	④ 知床峠道H620付近 610.1 m	⑤ 知床峠道H720付近 720.9 m	⑥ 知床峠道H370付近 376.7 m	⑦ 極楽平 781.4 m	⑧ 極楽平 816.8 m
樹冠占有度								
全体	50 %	40 %	60 %	30 %	50 %	60 %	80 %	70 %
トマツ	5 %	5 %	5 %			10 %		
オガラハナ	5 %			10 %				
ミネカエデ							5 %	10 %
ダケカンバ	40 %	35 %	45 %	20 %	35 %	35 %	70 %	50 %
クナネナカマト					10 %			
ミヤマハンキ					5 %			
ウラシロナカマト							5 %	5 %
ナナカマト			10 %					
ミスナラ						10 %		
ハリギリ						10 %		
オオカメキ								5 %
樹冠高	15 m	15 m	15 m	5 m	5 m	15 m	3 m	4 m
密度	30 本	5 本	15 本	10 本	10 本	15 本	50 本	50 本
平均胸高直径	40 cm	50 cm	40 cm	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm
ササ高		200 cm	100 cm	150 cm	100 cm	150 cm		
林床の概況								
林床全体被度%	90 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	50 %	50 %
ワラビ							20 %	20 %
クマイザサ					100 %	50 %		
チシマザサ		100 %	95 %	100 %		50 %		
シラネワラビ	50 %		5 %					
禾本類	40 %							
その他木本稚樹							30 %	30 %

資料2-1-1-1d. 知床半島その他の教師データ

調査地No. 地名 標高	広葉樹林 知床五湖 269.5 m	草原 4湖奥 JM付近 159 m	ササ地 1湖脇 249.8 m
樹冠占有度			
全体	60 %	0 %	0 %
タケカンバ	25 %		
ヤチダモ	25 %		
エゾイタヤ	10 %		
樹冠高	15 m	0.5 m	0.6 m
密度	15 本		
平均胸高直径	30 cm		
ササ高	200 cm		60 cm
林床の概況			
林床全体被度	100 %	100 %	100 %
ワラビ		40 %	
ハンゴンソウ			5 %
クマイザサ			95 %
チシマザサ	100 %		
禾本類		60 %	

資料2-1-1-2a. 渡島半島ブナ林の毎木調査結果

ブナ① 7月21日		ブナ② 7月21日		ブナ③ 7月21日		ブナ④ 7月21日		ブナ⑤ 7月22日	
1 ブナ	50.4 cm	1 ブナ	48.2 cm	1 ブナ	85.4 cm	1 ブナ	3.2 cm	1 ブナ	100.8 cm
2 ブナ	48.2 cm	2 ブナ	41.4 cm	2 ブナ	38.4 cm	2 ブナ	32 cm	2 ブナ	23.2 cm
3 ブナ	47.5 cm	3 ブナ	26.2 cm	3 ブナ	89.5 cm	3 ブナ	66 cm	3 ブナ	57.4 cm
4 ブナ	17.8 cm	4 ブナ	22.8 cm	4 ブナ	70 cm	4 ブナ	7.4 cm	4 ブナ	49.7 cm
5 ブナ	17 cm	5 ブナ	22.5 cm	5 ブナ	77 cm	5 ブナ	4.8 cm	5 ブナ	7.2 cm
6 ブナ	16.6 cm	6 ブナ	21 cm			6 ブナ	19.2 cm	6 ブナ	48.6 cm
7 ブナ	14.6 cm	7 ブナ	20.8 cm			7 ブナ	10 cm	7 ブナ	20.8 cm
8 ブナ	10.6 cm	8 ブナ	20.6 cm			8 ブナ	5.2 cm	8 ブナ	4 cm
9 ブナ	5.2 cm	9 ブナ	19.8 cm			9 ブナ	40.5 cm	9 ブナ	33.4 cm
10 ブナ	4.5 cm	10 ブナ	17.6 cm			10 ブナ	17.2 cm	1 イタヤカエデ	9 cm
1 イタヤカエデ	18 cm	11 ブナ	14.8 cm			11 ブナ	31.8 cm	2 イタヤカエデ	13.2 cm
2 イタヤカエデ	11.8 cm	12 ブナ	14 cm			12 ブナ	4.8 cm	3 イタヤカエデ	4.6 cm
3 イタヤカエデ	11 cm	13 ブナ	14 cm			13 ブナ	4.4 cm	1 ハウチワカエデ	2.8 cm
4 イタヤカエデ	10.6 cm	14 ブナ	12.4 cm			14 ブナ	34 cm	1 ツリバナ	4.4 cm
5 イタヤカエデ	8.8 cm	15 ブナ	12.4 cm			15 ブナ	4.8 cm		
6 イタヤカエデ	4.8 cm	16 ブナ	10.8 cm			16 ブナ	38.6 cm		
1 コシアブラ	17.8 cm	17 ブナ	9.8 cm			17 ブナ	6.4 cm		
2 コシアブラ	9.4 cm	18 ブナ	9.8 cm			1 イタヤカエデ	10 cm		
1 ハウチワカエデ	9.6 cm	19 ブナ	9.2 cm			2 イタヤカエデ	5.5 cm		
2 ハウチワカエデ	4.8 cm	20 ブナ	8.8 cm			3 イタヤカエデ	4 cm		
1 ナナカマド	22.8 cm	21 ブナ	8.5 cm			4 イタヤカエデ	5.5 cm		
1 ホオノキ	19.4 cm	22 ブナ	6.8 cm			5 イタヤカエデ	4.2 cm		
1 アオダモ	6 cm	23 ブナ	5.8 cm			6 イタヤカエデ	16.2 cm		
		24 ブナ	5 cm			7 イタヤカエデ	9 cm		
		1 ケヤマハンノキ	42.5 cm			8 イタヤカエデ	5.2 cm		
		2 ケヤマハンノキ	31.2 cm			9 イタヤカエデ	4.5 cm		
		3 ケヤマハンノキ	28 cm			1 ハウチワカエデ	5 cm		
		4 ケヤマハンノキ	22.4 cm			2 ハウチワカエデ	4 cm		
		5 ケヤマハンノキ	22 cm			3 ハウチワカエデ	4.6 cm		
						4 ハウチワカエデ	6 cm		
						1 ミズナラ	20.2 cm		
						2 ミズナラ	24.8 cm		
						1 ハリギリ	4.2 cm		

資料2-1-1-2b. 渡島半島ミズナラ林の毎木調査結果

ミズナラ① 7月21日		ミズナラ② 8月22日		ミズナラ③ 9月1日		ミズナラ④ 9月30日		ミズナラ⑤ 9月30日		ミズナラ⑥ 9月30日	
1 ミズナラ	16.4 cm	1 ミズナラ	23.1 cm	1 ミズナラ	28.3 cm	1 ミズナラ	33 cm	1 アズキナシ	12.2 cm	1 イタヤカエデ	2.7 cm
2 ミズナラ	24.7 cm	2 ミズナラ	20 cm	2 ミズナラ	37.4 cm	2 ミズナラ	16.4 cm	1 イタヤカエデ	2 cm	2 イタヤカエデ	4.5 cm
3 ミズナラ	21.8 cm	3 ミズナラ	26.4 cm	3 ミズナラ	37.4 cm	3 ミズナラ	11.6 cm	2 イタヤカエデ	3 cm	3 イタヤカエデ	5.4 cm
4 ミズナラ	35.5 cm	4 ミズナラ	14.3 cm	4 ミズナラ	37.2 cm	4 ミズナラ	32.6 cm	3 イタヤカエデ	3 cm	4 イタヤカエデ	6.4 cm
5 ミズナラ	35 cm	5 ミズナラ	19.6 cm	5 ミズナラ	17.8 cm	5 ミズナラ	24.2 cm	4 イタヤカエデ	3.8 cm	5 イタヤカエデ	7.8 cm
6 ミズナラ	53.5 cm	6 ミズナラ	49.3 cm	6 ミズナラ	25.6 cm	6 ミズナラ	16.9 cm	5 イタヤカエデ	4.1 cm	6 イタヤカエデ	20.8 cm
1 イタヤカエデ	4.8 cm	7 ミズナラ	44.8 cm	7 ミズナラ	15.4 cm	7 ミズナラ	14.3 cm	6 イタヤカエデ	4.2 cm	1 シナノキ	9.3 cm
2 イタヤカエデ	10.2 cm	8 ミズナラ	10.6 cm	8 ミズナラ	39.4 cm	8 ミズナラ	20.7 cm	7 イタヤカエデ	4.7 cm	2 シナノキ	10.4 cm
3 イタヤカエデ	14 cm	9 ミズナラ	19 cm	9 ミズナラ	41.5 cm	9 ミズナラ	14.9 cm	8 イタヤカエデ	4.8 cm	3 シナノキ	12.8 cm
4 イタヤカエデ	12.6 cm	10 ミズナラ	15.2 cm	1 ハウチワカエデ	4.4 cm	10 ミズナラ	25.2 cm	9 イタヤカエデ	5.2 cm	4 シナノキ	14.4 cm
5 イタヤカエデ	4.2 cm	11 ミズナラ	35.7 cm	2 ハウチワカエデ	5.7 cm	11 ミズナラ	21.4 cm	10 イタヤカエデ	5.8 cm	5 シナノキ	14.8 cm
6 イタヤカエデ	15.5 cm	12 ミズナラ	35.5 cm	3 ハウチワカエデ	13 cm	12 ミズナラ	20 cm	11 イタヤカエデ	5.9 cm	6 シナノキ	15.2 cm
1 ハウチワカエデ	4.8 cm	13 ミズナラ	23.2 cm	4 ハウチワカエデ	15.6 cm	13 ミズナラ	16.4 cm	12 イタヤカエデ	6.4 cm	7 シナノキ	15.5 cm
2 ハウチワカエデ	5.6 cm	14 ミズナラ	25.6 cm	5 ハウチワカエデ	5.3 cm	14 ミズナラ	12 cm	13 イタヤカエデ	10.4 cm	8 シナノキ	15.5 cm
3 ハウチワカエデ	8 cm	15 ミズナラ	34.2 cm	6 ハウチワカエデ	3.3 cm	15 ミズナラ	24.5 cm	14 イタヤカエデ	12.5 cm	1 ミズナラ	8.2 cm
4 ハウチワカエデ	5 cm	16 ミズナラ	23.2 cm	7 ハウチワカエデ	5.6 cm	16 ミズナラ	16.5 cm	15 イタヤカエデ	12.8 cm	2 ミズナラ	10.3 cm
1 ブナ	11.6 cm	1 イタヤカエデ	7.7 cm	8 ハウチワカエデ	3.8 cm	17 ミズナラ	12.3 cm	16 イタヤカエデ	13 cm	3 ミズナラ	10.6 cm
1 ハリギリ	28.5 cm	2 イタヤカエデ	7.9 cm	1 サワシバ	3.2 cm	18 ミズナラ	21 cm	17 イタヤカエデ	14.2 cm	4 ミズナラ	10.9 cm
		3 イタヤカエデ	8.2 cm	2 サワシバ	8.2 cm	19 ミズナラ	21 cm	18 イタヤカエデ	14.6 cm	5 ミズナラ	11 cm
		4 イタヤカエデ	5.1 cm	3 サワシバ	9.6 cm	2 シナノキ	20 cm	19 イタヤカエデ	16.8 cm	6 ミズナラ	11.2 cm
		5 イタヤカエデ	9.9 cm	4 サワシバ	5.2 cm	3 シナノキ	10.4 cm	20 イタヤカエデ	19.7 cm	7 ミズナラ	11.5 cm
		6 イタヤカエデ	3.1 cm	5 サワシバ	4 cm	4 シナノキ	5.6 cm	1 オオカメノキ	1.4 cm	8 ミズナラ	12 cm
		7 イタヤカエデ	28.4 cm	6 サワシバ	7.5 cm	5 シナノキ	12.2 cm	2 オオカメノキ	2.2 cm	9 ミズナラ	12.2 cm
		8 イタヤカエデ	20.9 cm	7 サワシバ	9.6 cm	6 シナノキ	15.9 cm	3 オオカメノキ	2.8 cm	10 ミズナラ	12.3 cm
		9 イタヤカエデ	24 cm	8 サワシバ	8.4 cm	7 シナノキ	12.9 cm	4 オオカメノキ	3.2 cm	11 ミズナラ	12.7 cm
		10 イタヤカエデ	19.8 cm	9 サワシバ	13.2 cm	8 シナノキ	21 cm	5 オオカメノキ	4.3 cm	12 ミズナラ	13 cm
		11 イタヤカエデ	16 cm	10 サワシバ	4.2 cm	9 シナノキ	14.6 cm	1 キハダ	11 cm	13 ミズナラ	13 cm
		12 イタヤカエデ	4.2 cm	11 サワシバ	5.4 cm	10 シナノキ	9.6 cm	2 キハダ	11 cm	14 ミズナラ	13.6 cm
		13 イタヤカエデ	11.8 cm	12 サワシバ	3.6 cm	11 シナノキ	8.6 cm	3 キハダ	13 cm	15 ミズナラ	13.6 cm
		14 イタヤカエデ	10 cm	13 サワシバ	3.2 cm	12 シナノキ	6.8 cm	4 キハダ	13.4 cm	16 ミズナラ	13.9 cm
		1 サワシバ	4 cm	14 サワシバ	5.2 cm	13 シナノキ	12.1 cm	5 キハダ	14.2 cm	17 ミズナラ	13.9 cm
		2 サワシバ	6 cm	15 サワシバ	3.4 cm	1 キハダ	18 cm	6 キハダ	16.8 cm	18 ミズナラ	14 cm
		3 サワシバ	3.3 cm	16 サワシバ	3 cm	2 キハダ	15.5 cm	1 サワシバ	1.7 cm	19 ミズナラ	14.2 cm
		4 サワシバ	3.8 cm	17 サワシバ	12.5 cm	1 イタヤカエデ	15.8 cm	2 サワシバ	7.6 cm	20 ミズナラ	15 cm
		5 サワシバ	5.1 cm	18 サワシバ	5.7 cm	2 イタヤカエデ	19 cm	3 サワシバ	8.9 cm	21 ミズナラ	15.5 cm
		6 サワシバ	3.2 cm	19 サワシバ	9.8 cm	3 イタヤカエデ	12.9 cm	1 シナノキ	4.6 cm	22 ミズナラ	16.2 cm
		7 サワシバ	8 cm	20 サワシバ	6.5 cm			1 ダケカンバ	18.8 cm	23 ミズナラ	17 cm
		8 サワシバ	8.7 cm	21 サワシバ	6.9 cm			1 ホオノキ	4.9 cm	24 ミズナラ	17 cm
		9 サワシバ	6.8 cm	22 サワシバ	5.5 cm			1 ミズナラ	7.2 cm	25 ミズナラ	17.3 cm
		10 サワシバ	9.4 cm	23 サワシバ	6.8 cm			2 ミズナラ	8.2 cm	26 ミズナラ	19 cm
		11 サワシバ	4.4 cm	24 サワシバ	4.6 cm			3 ミズナラ	9.2 cm	27 ミズナラ	19.2 cm
		12 サワシバ	7.1 cm	25 サワシバ	19.4 cm			4 ミズナラ	10.5 cm	28 ミズナラ	21.6 cm
		13 サワシバ	7 cm	26 サワシバ	13.4 cm			5 ミズナラ	11 cm	29 ミズナラ	25 cm
		14 サワシバ	5.4 cm	27 サワシバ	4.2 cm			6 ミズナラ	11.5 cm	30 ミズナラ	26.2 cm
		1 シナノキ	10.6 cm	28 サワシバ	5.2 cm			7 ミズナラ	12.6 cm		
		2 シナノキ	23.5 cm	29 サワシバ	3.7 cm			8 ミズナラ	12.8 cm		
		3 シナノキ	33.3 cm	30 サワシバ	3 cm			9 ミズナラ	13 cm		
		4 シナノキ	12.4 cm	1 ブナ	14.6 cm			10 ミズナラ	13.2 cm		
		1 ハウチワカエデ	3.2 cm	2 ブナ	29 cm			11 ミズナラ	13.2 cm		
		2 ハウチワカエデ	5 cm	3 ブナ	17 cm			12 ミズナラ	14.6 cm		
		3 ハウチワカエデ	5.7 cm	4 ブナ	30.7 cm			13 ミズナラ	15.9 cm		
		1 ハリギリ	24.2 cm	1 エゾヤマザクラ	9.2 cm			14 ミズナラ	16.8 cm		
		2 ハリギリ	37.9 cm	2 エゾヤマザクラ	40.7 cm			15 ミズナラ	16.9 cm		
		1 ホオノキ	19.9 cm	3 エゾヤマザクラ	4 cm			16 ミズナラ	16.9 cm		
		1 ブナ	15.7 cm	1 ハリギリ	51.5 cm			17 ミズナラ	17.5 cm		
		1 ナナカマド	6.4 cm	1 アオダモ	6.6 cm			18 ミズナラ	18.6 cm		
		1 エゾヤマザクラ	6 cm	2 アオダモ	3.5 cm			19 ミズナラ	18.6 cm		
		1 ハクウンボク	3.9 cm	1 ハクウンボク	5.5 cm			20 ミズナラ	18.7 cm		
				2 ハクウンボク	5 cm			21 ミズナラ	20 cm		
				1 アズキナシ	3.4 cm			22 ミズナラ	21.4 cm		
				2 アズキナシ	5.4 cm			1 ヤマグワ	4.5 cm		
				1 イタヤカエデ	5.6 cm			2 ヤマグワ	4.5 cm		
				1 ナナカマド	2.4 cm						
				1 ヤマウルシ	8 cm						
				1 ツリバナ	4.4 cm						

資料2-1-1-2c. 渡島半島オニグルミ林の毎木調査結果

オニグルミ① 8月22日		オニグルミ② 8月22日		オニグルミ③ 8月22日		オニグルミ④ 9月1日		オニグルミ⑤ 9月1日	
1 オニグルミ	40.6 cm	1 オニグルミ	3.8 cm	1 オニグルミ	28 cm	1 オニグルミ	25 cm	1 オニグルミ	57.5 cm
2 オニグルミ	17.8 cm	2 オニグルミ	9.9 cm	2 オニグルミ	17 cm	2 オニグルミ	13.7 cm	2 オニグルミ	30.4 cm
3 オニグルミ	17.4 cm	3 オニグルミ	16 cm	3 オニグルミ	22.8 cm	3 オニグルミ	17 cm	3 オニグルミ	29.9 cm
4 オニグルミ	35.4 cm	4 オニグルミ	19.5 cm	4 オニグルミ	15 cm	4 オニグルミ	21.3 cm	4 オニグルミ	35 cm
5 オニグルミ	18 cm	5 オニグルミ	9.7 cm	5 オニグルミ	16.4 cm	5 オニグルミ	11.8 cm	5 オニグルミ	34 cm
6 オニグルミ	15.2 cm	6 オニグルミ	2.4 cm	6 オニグルミ	32.4 cm	6 オニグルミ	8.9 cm	6 オニグルミ	52.8 cm
7 オニグルミ	58.8 cm	7 オニグルミ	7.3 cm	7 オニグルミ	22 cm	7 オニグルミ	28.7 cm		
1 ヤマグワ	9.2 cm	8 オニグルミ	11 cm	8 オニグルミ	26.6 cm	1 ケヤマハンノキ	6.4 cm		
2 ヤマグワ	8.2 cm	9 オニグルミ	8.8 cm	9 オニグルミ	22 cm	2 ケヤマハンノキ	7 cm		
3 ヤマグワ	6 cm	10 オニグルミ	25.4 cm	1 イタヤカエデ	2.6 cm	1 ヤマモミジ	13.8 cm		
4 ヤマグワ	8.4 cm	1 ノリウツギ	5.8 cm	2 イタヤカエデ	2.2 cm				
5 ヤマグワ	9 cm	2 ノリウツギ	5 cm	3 イタヤカエデ	2.3 cm				
6 ヤマグワ	6.2 cm	3 ノリウツギ	3.8 cm	4 イタヤカエデ	1.7 cm				
7 ヤマグワ	6.8 cm	4 ノリウツギ	3.4 cm	5 イタヤカエデ	1.8 cm				
8 ヤマグワ	7.8 cm	5 ノリウツギ	4 cm	6 イタヤカエデ	1.8 cm				
9 ヤマグワ	5.4 cm	6 ノリウツギ	4.6 cm	7 イタヤカエデ	3.4 cm				
10 ヤマグワ	4.4 cm	7 ノリウツギ	4.2 cm	8 イタヤカエデ	2.5 cm				
11 ヤマグワ	7.6 cm	8 ノリウツギ	3.4 cm	9 イタヤカエデ	2.2 cm				
12 ヤマグワ	2.6 cm	1 ミズナラ	2.8 cm	10 イタヤカエデ	2.9 cm				
13 ヤマグワ	7 cm	2 ミズナラ	5.4 cm	11 イタヤカエデ	8.5 cm				
14 ヤマグワ	4.4 cm	3 ミズナラ	12.6 cm	12 イタヤカエデ	15 cm				
15 ヤマグワ	5.4 cm	4 ミズナラ	10.4 cm	13 イタヤカエデ	3.2 cm				
16 ヤマグワ	6.4 cm	1 ニフトコ	3.6 cm	1 ヤマグワ	5.8 cm				
1 イタヤカエデ	13.8 cm	2 ニフトコ	3.5 cm	2 ヤマグワ	4 cm				
2 イタヤカエデ	4.6 cm	3 ニフトコ	3.4 cm	3 ヤマグワ	4.6 cm				
3 イタヤカエデ	7 cm	4 ニフトコ	4.5 cm	4 ヤマグワ	4.6 cm				
4 イタヤカエデ	2.8 cm	1 シナノキ	16.2 cm	5 ヤマグワ	3.7 cm				
1 ウタゲカマツカ	10.6 cm	2 シナノキ	13.6 cm	6 ヤマグワ	3.2 cm				
1 ニフトコ	4.4 cm	3 シナノキ	5.2 cm	7 ヤマグワ	4.2 cm				
1 ミツバウツギ	3.8 cm	1 バッコヤナギ	8.2 cm	8 ヤマグワ	3.2 cm				
1 ニガキ	3.4 cm	2 バッコヤナギ	9 cm	9 ヤマグワ	3 cm				
		1 ヤマグワ	4.6 cm	10 ヤマグワ	8 cm				
		2 ヤマグワ	4.8 cm	11 ヤマグワ	7 cm				
				12 ヤマグワ	4.7 cm				
				13 ヤマグワ	4.2 cm				
				14 ヤマグワ	4 cm				
				15 ヤマグワ	5.4 cm				
				1 マユミ	2.3 cm				
				2 マユミ	3.8 cm				
				3 マユミ	5.9 cm				
				4 マユミ	4 cm				
				5 マユミ	4.9 cm				
				6 マユミ	5.3 cm				
				7 マユミ	5.3 cm				
				8 マユミ	4.5 cm				
				9 マユミ	2.8 cm				
				1 キハダ	10 cm				
				2 キハダ	17 cm				
				3 キハダ	7.6 cm				
				4 キハダ	15.5 cm				
				1 ケヤマハンノキ	26.8 cm				
				1 ヤナギ	12 cm				
				1 ニフトコ	11 cm				
				1 ハルニレ	6.5 cm				

資料2-1-1-2d. 渡島半島イタヤ・シナノキ林の毎木調査結果

イタヤ・シナノキ 7月22日	
1 ミズナラ	7 cm
2 ミズナラ	10.4 cm
3 ミズナラ	18.2 cm
4 ミズナラ	13 cm
5 ミズナラ	7.8 cm
6 ミズナラ	17.4 cm
1 イタヤカエデ	4.1 cm
2 イタヤカエデ	15.8 cm
3 イタヤカエデ	7.4 cm
4 イタヤカエデ	12.1 cm
5 イタヤカエデ	4.1 cm
6 イタヤカエデ	6.2 cm
7 イタヤカエデ	20.7 cm
8 イタヤカエデ	22 cm
9 イタヤカエデ	4.4 cm
10 イタヤカエデ	5.1 cm
11 イタヤカエデ	3.9 cm
12 イタヤカエデ	18.5 cm
13 イタヤカエデ	10.2 cm
14 イタヤカエデ	7.4 cm
15 イタヤカエデ	6 cm
16 イタヤカエデ	3.4 cm
17 イタヤカエデ	17 cm
18 イタヤカエデ	11.5 cm
19 イタヤカエデ	16.5 cm
20 イタヤカエデ	5.2 cm
21 イタヤカエデ	34.4 cm
22 イタヤカエデ	15.5 cm
23 イタヤカエデ	5.4 cm
24 イタヤカエデ	16.5 cm
25 イタヤカエデ	15 cm
26 イタヤカエデ	6.5 cm
27 イタヤカエデ	17.6 cm
28 イタヤカエデ	18.1 cm
29 イタヤカエデ	15.5 cm
1 シナノキ	14.2 cm
2 シナノキ	8.5 cm
3 シナノキ	23.2 cm
4 シナノキ	10.7 cm
5 シナノキ	20.9 cm
6 シナノキ	22.1 cm
7 シナノキ	9.1 cm
8 シナノキ	12.3 cm
9 シナノキ	24.6 cm
1 ヤマグワ	5.2 cm

資料2-1-1-3a. 渡島半島ブナ林の教師データ

調査地No.	①	②	③	④	⑤					
調査日	7月21日	7月21日	7月21日	7月21日	7月22日					
樹冠開放度合	10 %	20 %	5 %	15 %	5 %					
樹冠占有度										
ブナ	80 %	80 %	100 %	80 %	95 %					
ケヤマハンノキ		15 %								
ハリギリ				5 %						
イタヤカエデ	5 %									
ナナカマド	5 %									
ホオノキ	2 %									
コシアブラ	2 %									
樹冠高	17 m	17 m	18 m	22 m	21 m					
密度										
ブナ	10 本	24 本	5 本	17 本	9 本					
イタヤカエデ	6 本			9 本	3 本					
ハウチワカエデ	2 本			4 本	1 本					
コシアブラ	2 本									
ナナカマド	1 本									
ホオノキ	1 本									
アオダモ	1 本									
ケヤマハンノキ		5 本								
ミズナラ				2 本						
ハリギリ				1 本						
ツリバナ					1 本					
平均胸高直径										
ブナ	23.2 cm	16.8 cm	72.1 cm	19.4 cm	38.3 cm					
イタヤカエデ	10.8 cm			7.1 cm	8.9 cm					
ハウチワカエデ	7.2 cm			4.9 cm	2.8 cm					
コシアブラ	13.6 cm									
ナナカマド	22.8 cm									
ホオノキ	19.4 cm									
アオダモ	6.0 cm									
ケヤマハンノキ		29.2 cm								
ミズナラ				22.5 cm						
ハリギリ				4.2 cm						
ツリバナ					4.4 cm					
林床の概況										
ミヤコザサ	30 %	30 cm	100 %	90 cm	100 %	120 cm	60 %	60 cm	60 %	80 cm
オオバクロモジ	30 %	40 cm					15 %	100 cm	+	40 cm
ハウチワカエデ	5 %	30 cm					10 %	170 cm		
オオカメノキ	5 %	20 cm								
ハイイヌガヤ	5 %	15 cm							20 %	40 cm
アズキナシ									+	60 cm
スゲSP	5 %	10 cm								
ツツジSP	3 %	30 cm								

資料2-1-1-3b. 渡島半島ミズナラ林の教師データ

調査地No. 調査日	① 7月21日	② 8月22日	③ 9月1日	④ 9月30日	⑤ 9月30日	⑥ 9月30日	⑦ 5 %
樹冠の開放度合	0 %	5 %	0 %	0 %	5 %	5 %	5 %
樹冠占有度							
ミズナラ	95 %	60 %	80 %	55 %	60 %	80 %	90 %
イタヤカエデ		30 %			15 %		
ハリギリ		3 %	20 %			20 %	
キハダ				15 %	10 %		
シナノキ	2 %			10 %		10 %	
ダケカンバ					10 %		
ナナカマド						5 %	
ヤマモミジ	2 %						
ホオノキ		2 %					
樹冠の高さ	18 m	20 m	14 m	12.8 m	12 m	8.25 m	15 m
密度							
ミズナラ	6 本	16 本	9 本	18 本	22 本	30 本	21 本
イタヤカエデ	6 本	14 本	1 本	3 本	20 本	6 本	1 本
サウシバ		14 本	30 本		3 本	8 本	
シナノキ		4 本		13 本	1 本		
ハウチワカエデ	4 本	3 本	8 本				
ハリギリ		2 本	1 本				
キハダ				2 本	6 本		
ブナ	1 本	1 本	4 本				
ヤマモミジ	1 本						
ホオノキ		1 本			1 本		
ナナカマド		1 本	1 本				
エゾヤマザクラ		1 本	3 本				5 本
ハクウンボク		1 本	2 本				
アオダモ			2 本				
アズキナシ			2 本		1 本		
ヤマウルシ			1 本				
ツリバナ			1 本				
オオカメノキ					5 本		1 本
ダケカンバ					1 本		
ヤマグワ					2 本		1 本
クリ							1 本
平均胸高直径							
ミズナラ	31.2 cm	26.2 cm	31.1 cm	19.7 cm	14.5 cm	14.7 cm	23.6 cm
イタヤカエデ	10.2 cm	12.6 cm	5.6 cm	16.8 cm	8.3 cm	7.9 cm	35.2 cm
サウシバ		5.9 cm	6.8 cm		6.1 cm		
シナノキ		20 cm		13.1 cm	4.6 cm	13.5 cm	
ハウチワカエデ	5.9 cm	4.6 cm	7.1 cm				
ハリギリ		31.1 cm	51.5 cm				
キハダ				15.9 cm	13.2 cm		
ブナ	11.6 cm	15.7 cm	22.8 cm				
ヤマモミジ	28.5 cm						
ホオノキ		19.9 cm			4.9 cm		
ナナカマド		6.4 cm	2.4 cm				
エゾヤマザクラ		6 cm	18 cm				22.4 cm
ハクウンボク		3.9 cm	5.25 cm				
アオダモ			5.05 cm				
アズキナシ			4.4 cm		12.2 cm		
ヤマウルシ			8 cm				
ツリバナ			4.4 cm				
オオカメノキ					2.78 cm		4.2 cm
ダケカンバ					18.8 cm		
ヤマグワ					4.5 cm		6 cm
クリ							20.8 cm
林床の概況							
サウシバ		5 % 60 cm	10 % 100 cm				
ハウチワカエデ		20 % 80 cm	5 % 80 cm				
シナノキ					5 % 100 cm		
オオバクロモジ				5 % 80 cm	5 % 80 cm	5 % 30 cm	5 % 80 cm
オオカメノキ					10 % 200 cm		
ノリウツギ						+ 80 cm	
タニウツギ							5 % 250 cm
ツツジSP			5 % 70 cm				
チシマザサ	100 % 180 cm			90 % 100 cm			
クマイザサ		70 % 50 cm			60 % 100 cm		95 % 50 cm
ミヤコザサ			15 % 40 cm			85 % 50 cm	
コクワ						+ 30 cm	
ヤマブドウ				+ 30 cm			
イワガラミ		30 % 25 cm					
アキタブキ						5 % 50 cm	
エゾニューウ		30 % 120 cm				+ 40 cm	
ヨブスマソウ		20 % 130 cm					
トリカブト		5 % 80 cm					
フタリシズカ		3 % 20 cm		+ 15 cm	+ 30 cm		
ミヤママコナ			10 % 30 cm				
ヨツバヒヨドリ			5 % 20 cm				
スゲSP①			30 % 10 cm				
スゲSP②			30 % 10 cm			10 % 20 cm	

9月1日
資料2-1-1-3c. 渡島半島オニグルミ林の教師データ

調査地No. 調査日	① 8月22日	② 8月22日	③ 8月22日	④ 9月1日	⑤ 9月1日
樹冠の開放度合	5 %	5 %	5 %	5 %	0 %
樹冠占有度					
オニグルミ	90 %	90 %	75 %	90 %	80 %
ハルニレ					20 %
ケヤマハンノキ			10 %	3 %	
キハダ			10 %		
イタヤカエデ	5 %	5 %			
ヤマモミジ				2 %	
樹冠の高さ	16 m	11 m	15.3 m	12.8 m	20.5 m
密度					
オニグルミ	7 本	10 本	9 本	7 本	6 本
ヤマグワ	16 本	2 本	15 本		
イタヤカエデ	4 本		13 本		
マユミ			9 本		
ノリウツギ		8 本			
ミズナラ		4 本			
エゾニワトコ	1 本	4 本	1 本		
ワタゲカマツカ	1 本				
ミツバウツギ	1 本				
ニガキ	1 本				
シナノキ		3 本			
バッコヤナギ		2 本			
キハダ			4 本		
ケヤマハンノキ			1 本	2 本	
ハルニレ			1 本		
ヤナギ			1 本		
ヤマモミジ				1 本	
平均胸高直径					
オニグルミ	29 cm	11.4 cm	22.5 cm	18.1 cm	39.9 cm
ヤマグワ	6.6 cm	4.7 cm	4.6 cm		
イタヤカエデ	7.1 cm		3.9 cm		
マユミ			4.3 cm		
ノリウツギ		4.3 cm			
ミズナラ		7.8 cm			
エゾニワトコ	4.4 cm	3.8 cm	11 cm		
ワタゲカマツカ	10.6 cm				
ミツバウツギ	3.8 cm				
ニガキ	3.4 cm				
シナノキ		11.7 cm			
バッコヤナギ		8.6 cm			
キハダ			12.5 cm		
ケヤマハンノキ			26.8 cm	6.7 cm	
ハルニレ			11 cm		
ヤナギ			6.5 cm		
ヤマモミジ				13.8 cm	
林床の概況					
ミズキ					20 % 450 cm
ヤマグワ					10 % 180 cm
フッキソウ			100 % 80 cm		
チシマザサ			35 % 120 cm		60 % 130 cm
クマイザサ				5 % 130 cm	
イラクサ	50 % 120 cm		5 % 130 cm		
トリカブト	30 % 140 cm				
ヨブスマソウ	5 % 160 cm	10 % 150 cm	5 % 120 cm		5 % 200 cm
ハンゴンソウ		40 % 160 cm			
ヒヨドリバナ		30 % 130 cm			
アザミ		20 % 160 cm			10 % 150 cm
モミジガサ		10 % 100 cm			
ノコンギク		10 % 80 cm			
ヤブタバコ		5 % 120 cm			
カラマツソウ		5 % 80 cm			
ミズヒキ		5 % 70 cm			5 % 80 cm
コンロンソウ			35 % 60 cm		
ウマノミツバ			5 % 80 cm		
オオハンゴンソウ				90 % 140 cm	
オオイタドリ				15 % 200 cm	
ノブドウ				5 % 50 cm	
キンミズヒキ				+	120 cm
ミヤマニガウリ					30 % 100 cm
ムカゴイラクサ					5 % 100 cm
アカソ					5 % 100 cm
オンダ	10 % 50 cm				5 % 80 cm

資料2-1-1-3d. 渡島半島イタヤ・シナノキ林の教師データ

調査地No. 調査日	① 7月22日
樹冠の開放度合	10 %
樹冠占有度	
イタヤカエデ	50 %
シナノキ	35 %
ミズナラ	5 %
樹冠の高さ	9.5 m
密度	
イタヤカエデ	29 本
シナノキ	9 本
ミズナラ	6 本
ヤマグワ	1 本
平均胸高直径	
イタヤカエデ	11.9 cm
シナノキ	16.2 cm
ミズナラ	12.3 cm
ヤマグワ	5.2 cm
林床の概況	
ミヤコザサ	80 % 65 cm
ミツバウツギ	10 % 100 cm
アキタブキ	+
サルトリイバラ	+

資料2-1-3-1a. 利用環境調査結果（高木）.

調査地No. 調査年月日	1		2		3		4		5		6		7		8	
	2005/10/18		2005/9/26		2005/7/22		2005/9/26		2005/9/15		2005/10/13		2005/9/15		2005/10/18	
	密度 (本/ha)	断面積 (m ² /ha)	密度 (本/ha)	断面積 (m ² /ha)	密度 (本/ha)	断面積 (m ² /ha)	密度 (本/ha)	断面積 (m ² /ha)	密度 (本/ha)	断面積 (m ² /ha)	密度 (本/ha)	断面積 (m ² /ha)	密度 (本/ha)	断面積 (m ² /ha)	密度 (本/ha)	断面積 (m ² /ha)
オニグルミ	150	13.0	75	14.4	50	2.7	25	0.8			-	-				
ミズナラ													44	1.3	375	38.2
ヤマグワ	100	2.5	50	0.9	600	3.1	100	2.6	1,911	8.3	-	-			25	0.1
イタヤカエデ					250	7.6	375	22.4			-	-	311	5.4		
ハリギリ											-	-	133	3.3	50	5.0
キハダ	25	1.0	175	6.9							-	-			75	0.3
サワシバ	25	3.4									-	-	222	4.3		
ハルニレ					50	5.0					-	-				
ホオノキ											-	-	89	1.6	125	2.4
ミズキ					50	2.3					-	-				
エゾノバッコヤナギ					50	2.0					-	-				
オヒョウ	25	0.1			50	1.0					-	-			25	0.02
オノエヤナギ					25	0.9					-	-				
シナノキ											-	-	267	0.7	25	0.1
ノリウツギ											-	-	400	0.6		
ミツバウツギ	75	0.5									-	-	44	0.03		
アオダモ			50	0.4							-	-	44	0.01		
ガマズミ											-	-	44	0.02	425	0.2
トチノキ	25	0.2									-	-	44	0.03		
サワグルミ											-	-			25	0.1
エゾヤマザクラ											-	-	44	0.1		
クサギ							25	0.05			-	-				
タラノキ											-	-			25	0.03
ウリノキ	25	0.02									-	-				
カラマツ			25	1.9							-	-				

資料2-1-3-1b. 利用環境調査結果 (5m×5m)

調査地No.	1	2	3	4	5	6	7	8
種名								
ヤマグワ		5	17.5		5	55	22.5	
オオバクロモジ								27.5
ガマズミ							12.5	5
エゾニワトコ			2.5					7.5
シナノキ							5	+
ホオノキ							5	
ハリギリ			2.5					
コブシ								2.5
ノリウツギ							2.5	
オオカメノキ								2.5
タラノキ								2.5
トチノキ							+	
ミズキ			+					
サンショ								+
チシマザサ	97.5	70	50					
クマイザサ				70				
サルナシ				25				+
ヤマブドウ				+		27.5		
ノブドウ					+			2.5
サルトリイバラ								2.5
クズ				2.5	52.5			
エゾニユウ					27.5	20		
オニシモツケ							30	
オオイタドリ					20	10		
ヨシ						20		
ヨツバヒヨドリ						20		
ヨモギ						17.5		
ヨブスマソウ			15		+	7.5		
ウド						7.5		
アザミ			+			2.5	+	
シオデ						2.5		
イラクサ		5	2.5					
オオウバユリ			2.5					
コンロンソウ		2.5						
ムカゴイラクサ		2.5						
トリカブト			2.5					
イバラ			1.5					
ミズヒキ		+						
モミジガサ			+					
アキノキリンソウ							+	
アマニユウ							+	
オオアマドコロ							+	
キツリフネ							+	
トリアシショウマ								+
キク科SP								+
オシダ		2.5						2.5
コゴミ	2.5							

資料2-1-3-1c. 利用環境調査結果 (1m×1m)

調査地No.	1	2	3	4	5	6	7	8
種名								
ミズナラ								1.25
フッキソウ		7.5	6.25					
オオバクロモジ								6.25
エゾニワトコ								2.5
キブシ			1.25					
イタヤカエデ								+
シナノキ								+
コブシ								+
ミズキ			+					
クサギ			+					
ヤマハギ								+
サンショ								+
チシマザサ		5	3.75	1.25				
クマイザサ						25		41.3
サルナシ			1.25					
ツルマサキ		+			23.8			
ヤマブドウ			+				2.5	
ノブドウ							+	
クズ								2.5
ツタウルシ	+						+	1.25
イワガラミ								+
不明ツル	1.25							
イラクサ			10	16.3				
ミヤマニガウリ			20					
トリアシショウマ	1.25							18.8
ムカゴイラクサ	1.25	+						12.5
ユキザサ	+		+				10	
ノランジン						11.3		
ヨモギ			1.25				7.5	
ヨブスマソウ			1.25				3.75	1.25
アザミ							7.5	
オニシモツケ								5
ウマノミツバ			3.75					
エゾニユウ					2.5	1.25		
クルマバソウ				2.5				
ハエドクソウ				2.5				
タツナミソウ						2.5		
フキユキノシタ							2.5	
フタリシズカ								2.5
イバラ					1.25			
オオバナノエンレイソウ					1.25			
ホウチャクソウ					1.25			
アキノキリンソウ						1.25		
エゾノコンギク							1.25	
カワラマツバ							1.25	
キツリフネ							1.25	
シオデ							1.25	
ヨツバヒヨドリ							1.25	
オククルマムグラ								1.25
アイヌネギ						+		
アマチャヅル		+						
オオイタドリ						+		
カラマツソウ								+
ギョウジャニンニク								+
ヨシ							+	
スゲ科SP							12.5	1.25
不明					+			7.5
オシダ					27.5			13.8
コゴミ	23.8							
イワガネゼンマイ								3.75
ゼニゴケ							2.5	

資料2-2-1-1.サロベツ湿原における現地植生相観調査の結果

地点番号	調査日	植生区分	群落高(cm)	第一優占種(%)	第二優占種(%)	第三優占種(%)
P01	7月19日	ササ	100	ササ 100		
P02	7月19日	ササ	40	ササ 70	ヨシ 10	
P03	7月19日	ササ-スケ	35	ササ 60	ホロムイスケ 20	ヤチヤナキ 15
P04	7月19日	ササ-スケ	30	ササ 55	ホロムイスケ 15	ヤチヤナキ 10
P05	7月19日	ササ	28	ササ 65	ホロムイスケ 15	
P06	7月19日	ササ-スケ	25	ササ 40	ホロムイスケ 25	ミスゴケ 15
P07	7月19日	スケ	20	ホロムイスケ 25	ガンコウラン 20	ワタスケ 20
P08	7月19日	スケ	30	ホロムイスケ 30	ヤチヤナキ 18	ミスゴケ 10
P11	7月19日	ミスゴケ	10	ミスゴケ 60	イヌツゲ 15	ホロムイスケ 10
P12	7月19日	ミスゴケ-スケ	18	ミスゴケ 50	ホロムイスケ 30	
P13	7月19日	ミスゴケ		ミスゴケ 50	ホロムイスケ 15	ノハナ 15
P14	7月19日	ミスゴケ	20	ミスゴケ 65	ホロムイチゴ 20	
P15	7月19日	ミスゴケ	15	ミスゴケ 60	タチキホウシ 15	
P16	7月19日	ミスゴケ-スケ	30	ホロムイスケ 35	ミスゴケ 20	ヌマガヤ 20
P17	7月19日	スケ	40	ホロムイスケ 45	エゾカンゾウ 20	ヌマガヤ 20
P18	7月19日	スケ	40	ホロムイスケ 50	ササ 18	ヌマガヤ 10
P19	7月19日	ササ-スケ	50	ササ 45	ホロムイスケ 40	ヤチヤナキ 10
P20	7月19日	ササ	55	ササ 70	ヤチヤナキ 15	
P21	7月19日	ミスゴケ-スケ		ホロムイソウ	ミスゴケ	ツルクケモモ
P22	7月19日	ササ-スケ	40	ササ 40	ホロムイスケ 20	ヌマガヤ 15
P23	7月19日	ササ	55	ササ 80	ヤチヤナキ 15	
P24	7月19日	ササ	80	ササ 90	ヨシ 10	
P25	7月21日	スケ		ホロムイスケ 40	ヨシ 20	ミスゴケ 20
P26	7月21日	スケ		ホロムイスケ 30	ヨシ 15	ミスゴケ 15
P27	7月21日	ミスゴケ	20以下	ミスゴケ 50	ホロムイスケ 15	タチキホウシ 15
P28	7月21日	スケ		ホロムイスケ 60	ガンコウラン 20	ツルクケモモ 10
P29	7月21日	スケ		ホロムイスケ 40	ヌマガヤ 20	タチキホウシ 20
P30	7月21日	ミスゴケ-スケ		ガンコウラン 30	ホロムイスケ 25	ミスゴケ 25
P32	7月21日	ミスゴケ-スケ		ホロムイスケ 50	ミスゴケ 25	ツルクケモモ 10
P33	7月21日	ミスゴケ	20以下	ミスゴケ 60	ヒオウキ 10	タチキホウシ 10
P36	7月21日	スケ	30	ヌマガヤ 35	ホロムイスケ 35	タチキホウシ 10
T1_1	9月20日	ヨシ		ヨシ 85	イワノガリヤス 10	
T1_2	9月20日	ヨシ		ヨシ 85	イワノガリヤス 10	
T3	9月20日	ササ	55	ササ 95	ヌマガヤ 5	
T4	9月20日	ササ	30	ササ 70	ヌマガヤ 10	ワタスケ 10
T5	9月20日	ササ	33	ササ 65	ヌマガヤ 20	ヤチヤナキ 3
T6_1	9月20日	スケ		ホロムイスケ 80	ヌマガヤ 20	
T6_2	9月20日	スケ		ホロムイスケ 80	ヌマガヤ 20	
T7	9月20日	ササ	45	ササ 65	ヨシ 20	ヌマガヤ 10
T8_1	9月20日	ヨシ	150	ヨシ 100		
T8_2	9月20日	ヨシ	150	ヨシ 100		
T8_3	9月20日	ヨシ	150	ヨシ 100		
T8_4	9月20日	ヨシ	150	ヨシ 100		
T8_5	9月20日	ヨシ	150	ヨシ 100		
T9_1	9月20日	スケ	50	ヌマガヤ 70	ササ 10	ヤチヤナキ 5
T9_2	9月20日	スケ	50	ヌマガヤ 70	ササ 10	ヤチヤナキ 5
T9_3	9月20日	スケ	50	ヌマガヤ 70	ササ 10	ヤチヤナキ 5
T10_1	9月20日	ササ	50-90	ササ 55	ヨシ 30	ヤチヤナキ 15
T10_2	9月20日	ササ	50-91	ササ 55	ヨシ 30	ヤチヤナキ 15
T10_3	9月20日	ササ	50-92	ササ 55	ヨシ 30	ヤチヤナキ 15
T11	9月20日	ササ	30	ササ 60	ワタスケ 15	ヌマガヤ 10
T12	9月20日	ミスゴケ	15	ミスゴケ 70	ホロムイスケ 10	アヤメ 5
T13	9月20日	スケ	25	ヌマガヤ 40	ホロムイツツジ 35	ホロムイスケ 15
T14	9月20日	スケ	30	ヌマガヤ 85	ホロムイスケ 5	
T15	9月20日	スケ	35	ヌマガヤ 75	ホロムイスケ 10	ヤチヤナキ 3
T16	9月20日	スケ	40	ヌマガヤ 80	ホロムイスケ 15	
T17	9月20日	ヨシ	45-80	ヌマガヤ 45	イワノガリヤス 30	ホロムイスケ 10
T18	9月20日	ミスゴケ	15	ミスゴケ 65	ヌマガヤ 15	ホロムイスケ 15
B13	8月31日	ササ		クマイザサ 50	ヤチヤナキ 15	ハイヌツゲ 10
B14	8月31日	ササ		ヤチヤナキ 30	クマイザサ 20	ヤマドリセンマイ 3
B17	8月31日	ササ-スケ		クマイザサ 35	ヤチヤナキ 10	ワタスケ 10
B18	8月31日	ササ-スケ		クマイザサ 35	ヤチヤナキ 35	ヤマドリセンマイ 20
B19	8月31日	ササ-ミスゴケ		ヤチヤナキ 35	ミスゴケ 20	クマイザサ 20
B20	8月31日	ササ-スケ		クマイザサ 35	ヤチヤナキ 25	ハイヌツゲ 15
B21	8月31日	ササ-ミスゴケ		ミスゴケ 25	クマイザサ 20	ワタスケ 20
B22	8月31日	ササ-スケ		クマイザサ 40	ワタスケ 25	ミスゴケ 15
B23	8月31日	スケ		ワタスケ 30	ヤチヤナキ 20	イツツジ 20
B24	8月31日	スケ		ヌマガヤ 60	ワタスケ 15	ヤチヤナキ 10
B25	8月31日	スケ		ホロムイスケ 70	ガンコウラン 30	イツツジ 25
B26	8月31日	ミスゴケ-スケ		ミスゴケ 40	ガンコウラン 30	タチキホウシ 15
B27	8月31日	ミスゴケ		ミスゴケ 70	タチキホウシ 20	ガンコウラン 15
B28	8月31日	ミスゴケ-スケ		ミスゴケ 40	ヌマガヤ 20	ホロムイスケ 15
B29	8月31日	ミスゴケ-スケ		ミスゴケ 55	ワタスケ 35	ガンコウラン 10
B30	8月31日	ミスゴケ		ミスゴケ 65	ワタスケ 20	タチキホウシ 10
B31	8月31日	ミスゴケ		ミスゴケ 55	ワタスケ 25	イツツジ 10
B32	8月31日	ミスゴケ-スケ		ヌマガヤ 15	ミスゴケ 10	ワタスケ 10
B33	8月31日	ミスゴケ		ミスゴケ 70	ガンコウラン 20	ワタスケ 10
B44	8月31日	ササ-スケ		ワタスケ 40	ミスゴケ 20	クマイザサ 15
B45	8月31日	ササ-ミスゴケ		ミスゴケ 40	クマイザサ 30	ワタスケ 15
B46	8月31日	ミスゴケ-スケ		ミスゴケ 50	ワタスケ 35	タチキホウシ 5
B47	8月31日	ササ-ミスゴケ		ミスゴケ 55	クマイザサ 30	ヤチヤナキ 10
B48	8月31日	ミスゴケ-スケ		ミスゴケ 40	ワタスケ 25	ヤチヤナキ 20
B49	8月31日	ミスゴケ-スケ		ワタスケ 35	ミスゴケ 25	ガンコウラン 20
B50	8月31日	スケ		ワタスケ 40	ヤチヤナキ 25	ガンコウラン 20

資料2-2-2-1. (続き2)

種名	S10-1			S11-2			S12-1			S13-2			S14-1			S15-2			S16-1			S17-2		
	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬
ウミウ																								
アオサギ		+	+			+																		
マガモ	●													+										+
トビ						+																		
オジロワシ						+																		
クイナ																								●
オオジシギ	●	+		+	+		+						+	+		●	+		●	●			+	●
キジバト			+																					+
カッコウ		+		+			+					+	+			+	+						+	+
ツツドリ	+	+					+			+						+	+						+	+
アマツバメ															+									
アリスイ																			+					
ヒバリ	●					+							+											●
ツメナガセキレイ	●	●					●	+		●			●	+		●							●	●
ハクセキレイ			●							●								●						●
ノコマ																								
ノビタキ		●	●	●	●	+	●	●	+	●	●	●	●	●	●	●	●	+	●	●	●	●	●	●
ウグイス			+		+		+	+						+					+				+	+
エゾセンニュウ																								+
シマセンニュウ						●			●	●				●								●	●	
マキノセンニュウ		●				●				●								+				●	●	
コヨシキリ			●		●				+															+
ホオアカ																								●
シマアオジ	+	+	+			+																		+
オオジュリン	●			●	●	+	●	●	+	●			●	+	●							●	●	
カララヒフ															●									+
スズメ			●																					
ハシボソガラス		+			+									+										+
ハシブトガラス	+			●	●	+	●		+		+		+					●	●					+
不明カモ																								+

資料2-2-2-1. (続き3)

種名	S18-1			S19-2			S20-1		
	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬
ウミウ	+								
アオサギ			+			+			
マガモ									
トビ						●			
オジロワシ									
クイナ									
オオジシギ	●	+		+	+			+	
キジバト									
カッコウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ツツドリ	+	+		+	+	+	+		
アマツバメ									
アリスイ									
ヒバリ	●	+	●	+	●		●		
ツメナガセキレイ	●	●	●						●
ハクセキレイ									
ノコマ									
ノビタキ	●	+		●	+	+	●		
ウグイス	+	+	+	+	+	+	+		
エゾセンニュウ			+						
シマセンニュウ									
マキノセンニュウ		●			●	●		●	
コヨシキリ		+	+			+		●	●
ホオアカ									
シマアオジ			+		●	+			
オオジュリン		●	●						
カララヒフ									
スズメ									
ハシボソガラス	+			+	+	+	+	●	●
ハシブトガラス	+					+	+		
不明カモ									

資料2-2-2-1. (続き6)

種名	S29-1			S29-2			S30-1			S30-2			S31-1			S31-2			S32-1			S32-2		
	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬
アカエリカイツブリ																								
ウミウ						+		●		+			+		+		+				+	+	+	
アオサギ																								
マガモ																								
ヨシガモ																								
キンクロハジロ																								
トビ	+	+		+	+				+		+				+					+	+		+	
オジロワシ																								
チュウヒ									+						+									
オオジシギ																								
キジバト																								
カッコウ	+	+		+	+		+	+	+	+	+	+	+	●	+		●		●	●	+	+	+	+
ツツドリ		+	+																					
アマツバメ								●																
アリスイ				+	+		+	+	+	+	+	+	+											
ヒバリ																								
ショウドウツバメ								●				+	●									●		●
ツメナガセキレイ																								
モズ																								
ノゴマ	+			+								●	●					●		+				
ノビタキ																								
ウグイス	+	+		●	+		●	●	●				●	●	+		●	+		+			+	+
エゾセンニュウ												+												
シマセンニュウ			●																					
マキノセンニュウ																								
コヨシキリ	●	●	●	●	●	●		●	+	+	●	●		●	●		●		+	●	●	+	+	●
アオジ	+			+				●			●	●			+									
オオジュリン	●					●																		
カワラヒワ								●		●	●	●			●				+	●	●	●	●	●
ベニマシコ				+			+				●								+					
ムクドリ																								
ハンボンガラス					+					+					+								+	+
ハシブトガラス	+						●		+	+					+				+				+	+

資料2-2-2-1. (続き7)

種名	S33-1			S33-2			S34-1			S34-2			S35-1			S35-2			S36-1			S36-2			
	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	
アカエリカイツブリ	+																								
ウミウ																									
アオサギ			+																						
マガモ																									
ヨシガモ																									
キンクロハジロ	●																								
トビ	+		+	+	+																			+	
オジロワシ																									
チュウヒ	+		+						+			+													
オオジシギ		+																							
キジバト																									
カッコウ	+	+		+	+	+	●	+							●	+							+	+	+
ツツドリ	+								+										+	+	+			+	+
アマツバメ																									
アリスイ	+								+						+										
ヒバリ																									
ショウドウツバメ																									
ツメナガセキレイ																									
モズ																									
ノゴマ																									
ノビタキ																									
ウグイス	+	●	●	+	●	+	+	●	●		●	+	+	●	●	●	+	+	+	+	+	+	+	+	
エゾセンニュウ																									
シマセンニュウ			●												+										
マキノセンニュウ																									
コヨシキリ	+	●	+	+	●	●	+	●	+	●	●	●	●	●	+	+	●	●	+	+	●	+	+	●	
アオジ	+							●			●	●			●	●									
オオジュリン	●							●																	
カワラヒワ			●																						
ベニマシコ																									
ムクドリ																									
ハンボンガラス	+				+																		●	+	
ハシブトガラス																								+	

資料2-2-2-1. (続き8)

種名	S37-1			S37-2			S38-1			S38-2			S39-1			S39-2			S40-1			S40-2		
	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬
アカエリカイツブリ																								
ウミウ																								
アオサギ			+		●	+		+		+				+	+					+	+			
マガモ																							●	
ヨシガモ																								
キンクロハジロ																								
トビ	+							+	+	+													●	
オジロワシ														+	+							+		
チュウヒ	+																	+						
オオジシギ	+			+																				
キジバト	+			+							+			●								+	+	+
カッコウ	+	+		+	+						+			+	+					+	●	+	+	+
ツツドリ					+	+		+	+		+	+		+	+					+	+	+	+	+
アマツバメ																								
アリスイ					+					+														+
ヒバリ								+																
ショウドウツバメ																								
ツメナガセキレイ				+																				
モズ																								
ノゴマ					+			+		+													+	
ノビタキ	●		●	+	●			+	●		+	●		●			+			+			●	
ウグイス	+		+	+	+			+	+		+		●	●	+		●		+	●	+	+	+	+
エゾセンニュウ																								
シマセンニュウ		●	●		●				●		●						+	●						●
マキノセンニュウ																								
コヨシキリ	+	+	+		+	+		+	●		+		+		●	●		●	●		●	●	●	●
アオジ														+						●				
オオジュリン		●						●		●		●		●	●									
カワラヒワ							+		+		●		+		●					●		●		
ベニマシコ													+											
ムクドリ																								
ハンボソガラス		+	+		+			●	+		●								+					+
ハシブトガラス		+		+	+					+	+							+	+		+	+		+

資料2-2-2-1. (続き9)

種名	S41-1			S41-2		
	5月下旬	6月中旬	7月上旬	5月下旬	6月中旬	7月上旬
アカエリカイツブリ						
ウミウ						
アオサギ	+				+	
マガモ						
ヨシガモ						
キンクロハジロ						
トビ	+			+	+	
オジロワシ						
チュウヒ						
オオジシギ	+					
キジバト	+	+		+		
カッコウ	+			+	+	+
ツツドリ	+		+	+	+	+
アマツバメ						
アリスイ	+					
ヒバリ						
ショウドウツバメ						
ツメナガセキレイ						
モズ						
ノゴマ	●				●	
ノビタキ		+		+	●	●
ウグイス	●		+	+	+	+
エゾセンニュウ						
シマセンニュウ	●	●	●			●
マキノセンニュウ						
コヨシキリ	●	●			+	
アオジ						
オオジュリン						
カワラヒワ						
ベニマシコ						
ムクドリ						
ハンボソガラス	●				●	
ハシブトガラス			+		●	

資料2-2-2-1. (続き10)

地点	S42-1		S42-2		S43-1		S43-2		S44-1		S44-2		S45-1		S45-2		S46-1		S46-2		
	5月下旬	7月上旬	5月下旬	7月上旬	5月下旬	7月上旬	5月下旬	7月上旬	5月下旬	7月上旬	5月下旬	7月上旬	5月下旬	7月上旬	5月下旬	7月上旬	5月下旬	7月上旬	5月下旬	7月上旬	
種名																					
カイツブリ																					
アカエリカイツブリ	+				+				+					+							
アオサギ		+	+							+											
マガモ	●																		+		
トビ	●					+				+				+	+				+		+
オジロワシ																					+
チュウヒ		+				+								+							
オオジシギ																					+
キジバト		●	+	●				+	+				+	+		+	+	+	+	+	+
カッコウ	+	+	+	+	+			+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+
ツツドリ	+	+		+	+			+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+
アカゲラ								●					●								+
ノゴマ																			●		
アカハラ	+	+	●		+			+	+	+		+	+						●		
ウグイス	+	+	+	+	+			+	+	+					●	+			+		●
エゾセンニュウ			●					●				+									
コヨシキリ	●	●			●	●		●	●			+	●	●	●	●			●	●	●
センダイムシクイ			+																		
ハシブトガラ								●													+
ヒガラ			+									+									
アオジ		+	●		●		●		●		●		●		●	●		●	●	●	+
オオジュリン									+									+	●		
カワラヒワ									●		●		●		●					●	
ベニマシコ				●					●	●	●	+		●				+	+		+
ニュウナイスズメ																					
ハシボソガラス	+				+		+		+		+		+		+				+		
ハシブトガラス	●	+		●	+		●		+		+	+	+	+	+			+	+	+	+

資料2-2-2-1. (続き11)

地点	S47-1		S47-2		S48-1		S48-2		S49-1		S49-2		S50-1		S50-2		S51-1		S51-2		
	5月下旬	7月上旬	5月下旬	7月上旬	5月下旬	7月上旬	5月下旬	7月上旬	5月下旬	7月上旬	5月下旬	7月上旬	5月下旬	7月上旬	5月下旬	7月上旬	5月下旬	7月上旬	5月下旬	7月上旬	
種名																					
カイツブリ																					+
アカエリカイツブリ																					
アオサギ										+											+
マガモ																					
トビ				+	+			+		+		+			+			●		+	+
オジロワシ																					
チュウヒ																					
オオジシギ	+		+					+			+		+		●					+	●
キジバト				+				+	+	●		+	+		+	+		+	+	+	+
カッコウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ツツドリ	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
アカゲラ								●				+							●		
ノゴマ	●	●								●											●
アカハラ																			+		+
ウグイス		+	+	●	+		●	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+
エゾセンニュウ																					
コヨシキリ	+	●			●	●		●	●	●		●				●			●		●
センダイムシクイ																					
ハシブトガラ																					
ヒガラ																					
アオジ		●	●	+	●	●	●		●	+	●	●	●	●	●			●			
オオジュリン	●			●					●	●	●	●						●			
カワラヒワ	●								●		●	●									
ベニマシコ		●			●	+		+		●	+	●	+								+
ニュウナイスズメ																					
ハシボソガラス	+		+		+	+	+		+	+	+			+							+
ハシブトガラス	+				+	+		+	+	+	●		+		+			+			+

資料2-2-2-2. 釧路湿原における鳥類の定点調査の結果

種名	K1-1		K1-2		K2-1		K2-2		K3-1		K3-2		K4-1		K4-2		K5-1		K5-2	
	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半
アオサギ																				
トビ																				
タンチョウ				+				+		●		●								
オオジシギ									+											+
キジバト	+	+	+			+	+			+				+						+
アオバト																				
カッコウ		+	+	+		+	+	●		+	+		+	+	+	+	+	+	+	
ツツドリ				+		+	+	+		+	+		+	+	+	+	+	+	+	
アリスイ																				
アカゲラ			●	+																
ヒバリ																				
ショウドウツバメ										●			●		●	+		+		+
ビンズイ																				●
ノゴマ								+		+			+		+			+		●
ノビタキ										+	+		+	●	●		+	●	●	●
ウグイス		+	+	+	+	+		+		+	+		+				+	+		
シマセンニュウ								●		●	●		●							
マキノセンニュウ																●				
コヨシキリ																				
エゾムシクイ																				
センダイムシクイ	●	●	●	+	+	+								+	+					
キビタキ						+														
オオルリ	+						+													
エナガ	●		●																	
ヒガラ	●		●																	
アオジ	●	+	●	●		+							●	●				+	+	
オオジュリン										●	●	●	●							●
カワラヒワ						●		●												
ベニマシコ										●				●		●		●		
ニュウナイスズメ																				
ハシボソガラス				+			+				+									+
ハシブトガラス		+	+				+	+	+	+	+							●	+	●

資料2-2-2-2. (続き1)

種名	K6-1		K6-2		K7-1		K7-2		K8-1		K8-2		K9-1		K9-2		K10-1		K10-2	
	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半
アオサギ																				
トビ																				+
タンチョウ																				
オオジシギ				+				+												
キジバト	+					+		+		+										
アオバト																				
カッコウ	+	+	+	+		+	+		+	●	+		+	+		+	+	+		+
ツツドリ	+					+	+		+	+								+		
アリスイ						+		+		+										
アカゲラ													●							
ヒバリ																				
ショウドウツバメ	+					●				●		●		●		●		●		●
ビンズイ											+									
ノゴマ	+									●		●		●	●		●	+		●
ノビタキ		●	+	●						●		●		●	●		●	+		●
ウグイス	+						+				+	+		+	+					+
シマセンニュウ								●	●									●		●
マキノセンニュウ																				
コヨシキリ						●		●	●	●		●	●	+		+	●	●	●	●
エゾムシクイ																				
センダイムシクイ		+								●		●				+	+	+		+
キビタキ																				
オオルリ																				
エナガ																				
ヒガラ																+	+	+		
アオジ	+					●		●	●	●		●	●							
オオジュリン	●																			●
カワラヒワ								●												
ベニマシコ																				
ニュウナイスズメ																	●			
ハシボソガラス						+														+
ハシブトガラス	+	+	+	+		+				+	+		+					+	+	+

資料2-2-2-2. (続き2)

種名	K11-1		K11-2		K12-1		K12-2		K13-1		K13-2		K14-1		K14-2		K15-1		K15-2		
	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	
アオサギ		+							+	+		+						+	+		
タンチョウ		+																			
オオジシギ			●	●		+		+												+	
キジバト	+		+	●		+			+		●	+	+								+
カッコウ	+	+		+		●		●	+	+		●	+	+							+
ツツドリ						+															
アリスイ	+	+					+					+									
ヒバリ			●						+				●							●	+
ショウドウツバメ		+		●									●							●	
ノゴマ				●						●											
ノビタキ				●		●		●			●	●	●	●	+	●		●		●	+
ウグイス	+					+															
シマセンニュウ	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
マキノセンニュウ			●	●		●	●	+	●		●				●					●	
コヨシキリ	●	●			●	●			●	●			●	●							●
センダイムシクイ	+								+												
シマアオジ				+																	
アオジ			●	●			●				●	●				●		●	●		
オオジュリン										●											●
カワラヒワ			●			●				●	●	●	●							●	●
ベニマシコ									+	●			+		●			●	●	+	●
ハシボソガラス		+													+						
ハシブトガラス	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

資料2-2-2-2. (続き3)

種名	K16-1		K16-2		K17-1		K17-2	
	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半
アオサギ	+				+			
タンチョウ	●		+	+	●	●	●	+
オオジシギ	+	+			+			
キジバト	+	+			+	+		
カッコウ	+	+		+	+	+		+
ツツドリ								
アリスイ	+				+	+		
ヒバリ	●	●	+					●
ショウドウツバメ		●		●				
ノゴマ				●				
ノビタキ		●		●	●	●	●	
ウグイス								
シマセンニュウ			●	●			●	●
マキノセンニュウ	●	●	●	●			●	●
コヨシキリ	+	●			●	●		
センダイムシクイ								
シマアオジ								
アオジ		●				●		
オオジュリン	●	●	+	●				
カワラヒワ	●	●		●				●
ベニマシコ	●				●		●	●
ハシボソガラス		+						
ハシブトガラス					+			

資料2-2-2-2. (続き4)

種名	K18-1		K18-2		K19-1		K19-2		K20-1		K20-2		K21-1		K21-2		K22-1		K22-2	
	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半
アオサギ		+																		
マガモ		+																		
ヨシガモ														●				●	●	+
トビ		●				+	+	+		+	+									
オジロワシ		+																		
チュウヒ																				
タンチョウ							+								+					
チュウシャクシギ										+										
オオジシギ			●	+		+		+		+	+				+		+	+		
キジバト																				+
アオバト																				
カッコウ		+	+	+		+	+	+	+	+	+		+	+		+	+	+	+	+
ヒバリ		+					●	●	●	●	●	+								+
ショウドウツバメ								●												
ノゴマ			●														●			
ノビタキ		●						●		+	●									+
シマセンニュウ		●									●		●	●	●	●	●	●	●	●
マキノセンニュウ		●											●	●	●	●	●	●	●	●
コヨシキリ		+	+	●				●		●			●	●	●	+	●	●	●	●
アオジ																				
オオジュリン	●	●	●			●	●	●		●	●	●			●					
カワラヒワ		●				●												●		
ベニマシコ																				
ハシボソガラス	●	+				●				●			+				+			+
ハシブトガラス	●	+						+		+		+			+	+	+			+

資料2-2-2-2. (続き5)

種名	K23-1		K23-2		K24-1		K24-2		K25-1		K25-2		K26-1		K26-2		K27-1		K27-2	
	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半
アオサギ				+				+				+								
マガモ																				
ヨシガモ																				
トビ																				
オジロワシ																				
チュウヒ								+	+					+						
タンチョウ											●									
チュウシャクシギ																				
オオジシギ		+	+					+						+					+	
キジバト																				
アオバト				+																
カッコウ		+	+	+		+	+	●		+	+		+	+	+		●	+	●	
ヒバリ		+						●		●	●	●								
ショウドウツバメ																				
ノゴマ								●										●	●	
ノビタキ								●		+			+	+			+	●	●	
シマセンニュウ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
マキノセンニュウ			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
コヨシキリ	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	+	●	●	●	●	●	●	●	●
アオジ																				
オオジュリン										●								●		
カワラヒワ								+						●					●	
ベニマシコ																				
ハシボソガラス				+	+		●			+	●	+	+						●	●
ハシブトガラス	+							+					●	●	●	●			●	+

資料2-2-2-2. (続き6)

種名	K28-1		K28-2		K29-1		K29-2		K30-1		K30-2	
	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半	6月 上半	6月 下半
アオサギ		+										
マガモ		+										
ヨシガモ												
トビ												
オジロワシ												
チュウヒ		+										
タンチョウ												
チュウシャクシギ												
オオジシギ			+				+					
キジバト									●			
アオバト												
カッコウ			+	+		+	+		+	+	+	+
ヒバリ												
ショウドウツバメ												
ノゴマ	●	●							+	●		
ノビタキ	●					+			●	●		
シマセンニュウ	●	●	●		●	●			●	●		
マキノセンニュウ	●	●			●	●			●	●		
コヨシキリ	●	●			●	●		●	●	●	+	
アオジ						●						
オオジュリン				+		●			●	●		
カワラヒワ			+			●			●	●		
ベニマシコ	●					●						
ハシボソガラス				+					●	●		
ハシブトガラス	+		+		+	+	+		●	+		

資料2-2-2-2. (続き7)

種名	K31-1		K31-2		K32-1		K32-2		K33-1		K33-2		K34-1		K34-2		K35-1		K35-2	
	6月上旬	6月下旬	6月上旬	6月下旬	6月上旬	6月下旬	6月上旬	6月下旬	6月上旬	6月下旬	6月上旬	6月下旬	6月上旬	6月下旬	6月上旬	6月下旬	6月上旬	6月下旬	6月上旬	6月下旬
アオサギ	●							+						+						
マガモ	●																			
トビ	+				+	+														
タンチョウ							+	+			+									+
オオジシギ	+										+									
キジバト	+	+	+	+	+	+			+	+	+								+	+
アオバト					+															
カッコウ			+	+	+	+	+	+		+	+	+			●	+	+	+	+	+
ツツドリ					+										+	+				+
ヤマセミ																				●
アリスイ																				
ノゴマ																				●
ノビタキ			+				●													
ウグイス	+	+	+	+	+	+	+		+	+			+	●	+				+	+
エゾセンニュウ	+												+							●
シマセンニュウ		●		●	●	●	●	●		●	+	●	●	●	●	●	●	●	●	●
マキノセンニュウ							+													
コヨシキリ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	+		●	●	●	●	●	●	●	●
エゾムシクイ																				
センダイムシクイ	●				+		●			●			●	●	●	●	●	●	●	●
アオジ			●						●	●	+		●	●	●	●	●	●	●	●
オオジュリン													●							
カワラヒワ														●						
ベニマシコ										+				●						●
ニューナイスズメ																				●
ハシボソガラス	+		+							+										+
ハシブトガラス	+	+	+		+	+							+		●	+	●	+	●	●

資料2-2-2-2. (続き8)

種名	K36-1		K36-2		K37-1		K37-2		K38-1		K38-2		K39-1		K39-2		K40-1		K40-2	
	6月上旬	6月下旬	6月上旬	6月下旬	6月上旬	6月下旬	6月上旬	6月下旬	6月上旬	6月下旬	6月上旬	6月下旬	6月上旬	6月下旬	6月上旬	6月下旬	6月上旬	6月下旬	6月上旬	6月下旬
アオサギ				+																
マガモ																				●
トビ											+									
タンチョウ								+												
オオジシギ	●		+		+									+					+	+
キジバト		+				+	●	+		+					+	+				
アオバト						+														
カッコウ	+		+	+			+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+
ツツドリ												+								+
ヤマセミ																				+
アリスイ									+		+									+
ノゴマ	●		●		+	+					●									●
ノビタキ							●				●	+								
ウグイス	+	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
エゾセンニュウ		●				+							+	+						●
シマセンニュウ	●			●			●	●			●	●					●			●
マキノセンニュウ									+											
コヨシキリ	●	+	●				●	●			●	●			●	●				●
エゾムシクイ								+												
センダイムシクイ	●	●	●	●	●	+			●	●			●	●			●	●	●	●
アオジ			●	●			●			+			●	●			●	●	●	●
オオジュリン																				
カワラヒワ					●															
ベニマシコ	+						+				●									●
ニューナイスズメ																				●
ハシボソガラス			●	●	+	●			+											●
ハシブトガラス	+	+	●	●	+	●		+	+	●	+		+	+						+

資料2-2-2-3. サロベツ湿原における植生調査の結果

調査区番号	S1-1	S1-2	S2-1	S2-2	S3-1	S3-2	S4-1	S4-2	S5-1	S5-2	S6-1	S6-2	S7-1	S7-2	S8-1	S8-2	S9-1	S9-2	
	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	
全体	85	60	70	70	60	85	60	60	50	50	80	50	60	60	25	40	25	30	
マンネンシギ					+ 25		+ 17	+ 15		+ 20			1 15		2 20	+ 13	1 15		
ヌマガヤ																+ 15			
チマキザサ	40 26	20 23	30 43	20 32	20 25	60 34	25 34	20 19											
ホロムイヌゲ	1 37	+ 10			3 26				1 23	3 24	3 20	3 25	5 17	+ 22	10 20	5 19	5 16	3 24	
ワタスゲ	1 24	5 30		1 22	5 22	+ 16			2 39	5 31			30 29	40 22		10 28	3 16		
ショウジョウバカマ							2 39	+ 40							2 42	1 38			
ゼンテイカ	5 31	1 26	2 38	2 26	10 22	2 29	2 27												
タチギボウシ									5 20						2 25	3 18		3 23	
ヤチヤナギ	5 13	25 26	30 43	25 46	10 33	5 42	20 35	15 28	20 28	30 40	30 34	30 32	25 17	20 27	10 34	15 22	15 16	15 26	
ミツバオウレン									+ 6										
モウセンゴケ																	+ 2		
ホロムイイチゴ									1 10	1 13	+ 15			+ 10			+ 3	+ 10	
ナガボノシロワレモコウ	+ 24							3 25							2 32	3 25			
ハイイヌツゲ	35 23	15 22	15 45	2 10	15 21	15 33	10 23	10 23											
ヒメシヤクナゲ																		+ 5	
ヤチツツジ								1 22										+ 6	
イソツツジ				20 17	3 17	5 31		10 17	1 10	1 12	+ 22	1 23						10 15	
ツルコケモモ					1 17		+ 8		+ 5	+ 7	50 8	5 6	+ 5	2 5		1 4	+ 5	+ 4	
ガンコウラン									+ 6	+ 23	+ 12	10 16	+ 8	+ 10		1 7	+ 10	+ 8	
コツマトリソウ																			+ 10
ミズゴケ類							+ 2		70 3							5 1.5	50 2		

資料2-2-2-3. (続き1)

調査区番号	S10-1	S11-2	S12-1	S13-2	S14-1	S15-2	S16-1	S17-2	S18-1	S19-2	S20-1
	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ
全体	60	85	90	80	85	90	70	60	60	70	75
ヒメシダ										2 34	
ヨシ	3 50	1 85	5 89	3 70			3 60			1 69	10 90
チマキザサ		85 73	85 65	75 65	70 43	75 59	60 42				
ヤチスゲ										30 54	20 58
ホロムイヌゲ	10 40										
ゼンテイカ	2 37			+ 83	10 52	3 54	3 39		3 38		
タチギボウシ	5 27								3 28		2 32
コバイケイソウ											40 75
ヤチヤナギ	15 51			3 65	5 50	10 65	10 49	13 30			
ホロムイイチゴ	+ 14									30 17	3 22
ナガボノシロワレモコウ	20 31			2 55			+ 50		10 35	5 38	1 48
ハイイヌツゲ						2 26					
ツルコケモモ								20 5			
ガンコウラン								3 7			
コツマトリソウ									+ 6	+ 20	+ 25
エゾリンドウ										1 54	3 68
ミツガシワ										5 20	
不明(イネ科)	5 40							45 47	45 32		
ミズゴケ類								+ 2			

資料2-2-2-3. (続き2)

調査区番号	S21-1	S21-2	S22-1	S22-2	S23-1	S23-2	S24-1	S24-2	S25-1	S25-2	S26-1	S26-2	S27-1	S27-2
	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ
全体	60	60	40	70	50	40	50	35	60	50	60	60	90	75
ヤマドリゼンマイ	1 37					10 54	10 53		10 58	5 45	7 74			
ヨシ	1 43						+ 58					+ 85	5 99	15 120
チマキザサ	20 42	1 34											85 74	60 89
ホロムイスゲ			2 41	3 43	1 25	5 40	20 51	20 30	5 56	20 40	15 39	20 40		
ゼンテイカ	1 39	2 45		1 36										
タチギボウシ			5 59	5 26	1 20	1 16								
コバイケイソウ			10 60											
カキツバタ			1 18		2 27									
ヤチヤナギ	35 53	40 40	15 30	50 32	40 53	3 24	3 43	10 31	3 39	25 40	20 48	30 45		
ホロムイイチゴ	1 22	20 17	1 14	5 22	2 19	15 17	5 26	5 16	1 21	3 20	10 19	15 21		
ナガボノシロワレモコウ		1 26	8 37	1 28		2 42	1 33	1 31	3 32	4 35	15 31	3 33		
ハイイヌツゲ		2 14												
イソツツジ	+ 25													
ツルコケモモ			3 10	5 10	3 14	5 5	+ 5	3 8	20 14	+ 10	+ 11	1 13		
コツマトリソウ		+ 16	+ 15											
エゾリンドウ											+ 17			
ミツガシワ					1 18									
不明(イネ科)	2 30	1 33					15 30		40 50					
ミズゴケ類				3 3	40 3									

資料2-2-2-3. (続き3)

調査区番号	S28-1	S28-2	S29-1	S29-2	S30-1	S30-2	S31-1	S31-2	S32-1	S32-2	S33-1	S33-2	S34-1	S34-2
	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ
全体	85	80	95	85	90	75	90	90	85	75	75	75	90	80
ヒメシダ									1 26		+ 29	+ 26		1 27
ヨシ	2 101	10 117	+ 101	+ 66		1 100	+ 75	1 115	3 84	5 121	3 74	3 94	30 93	30 105
チマキザサ	85 90	70 105	95 92	85 126	90 93	75 115	90 107	90 110		70 95	70 68	75 93		
ヤラメスゲ									70 59				40 85	50 96
タチギボウシ									10 58				20 49	
カキツバタ														2 64
ナガボノシロワレモコウ									1 53				+ 61	
不明(イネ科)										2 43				

資料2-2-2-3. (続き4)

調査区番号	S35-1	S35-2	S36-1	S36-2	S37-1	S37-2	S38-1	S38-2	S39-1	S39-2	S40-1	S40-2	S41-1	S41-2
	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ
全体	60	70	75	75	80	70	70	65	90	85	90	80	85	80
ヒメシダ	+ 10	+ 13												
ヨシ	2 70	5 53	3 65	+ 63	+ 60	70 66	+ 75	3 69	+ 43	+ 56	1 80	1 60	1 32	
チマキザサ			75 69	75 75	75 55	3 59	70 65	60 60	85 76	80 69	75 96	80 62	80 94	75 68
ヤチスゲ	40 65	60 60												
ゼンテイカ														1 56
ヤチヤナギ					2 52		+ 73	2 40					5 61	5 60
ハンノキ									5 90	5 71	15 130			
ホロムイイチゴ						+ 16	+ 23						1 32	
ナガボノシロワレモコウ	1 53	+ 36						1 35						
ハイイヌツゲ					5 51	+ 37	+ 27	+ 12						
ミツガシワ	20 35													
ミズゴケ類	3 3	5 3												

資料2-2-2-4. 釧路湿原における植生調査の結果

調査区番号	K1-1	K1-2	K2-1	K2-2	K3-1	K3-2	K4-1	K4-2	K5-1	K5-2	K6-1	K6-2	K7-1	K7-2	K8-1	K8-2	K9-1	K9-2	K10-1	K10-2
	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ
全体	90	30	85	50	40	45	75	50	40	60	10	60	70	75	85	60	15	40	70	50
イヌスギナ	1 84										1 46	1 53	50 97	15 118	80 109	20 96				
ヒメシダ		5 44					+ 16				1 31	1 19		40 42		5 43	5 38	20 42	+ 26	20 42
イワノガリヤス	80 126	25 132						3 62	3 43	1 34	5 76	3 67		10 131		20 99	2 105	10 93	60 83	20 104
ヨシ		5 104			40 88	40 118							20 128	10 137	1 132	10 95	5 100	5 94	10 82	15 105
オオカサスゲ									5 49	5 31	1 36	3 48	1 24							
ワタスゲ			5 59	20 69	3 48	5 68					+ 63	+ 57	+ 75							
ヒメカイウ	5 42	1 36											5 28		3 41	1 40				
タチギボウシ								2 29												
ヤチヤナギ							40 24	25 37									3 33	5 57		
ハンノキ																				
ミゾソバ	1 21																			
ハナタネツケバナ						1 52														
ナガボノシロワレモコウ											2 37	20 41								
エゾノレンリソウ																			+ 39	3 41
ドクゼリ				+ 60																
ヤチツツジ											+ 20	1 39				5 67	5 75			
イソツツジ							30 24	20 26	40 40	60 31		40 53								
ツルコケモモ								+ 9												
ヤナギトラノオ	5 52																			
コツマトリソウ																				
ミツガシワ			80 44	30 53																
ミズゴケ類							3 1	3 2			2 2	5 2								

資料2-2-2-4. (続き1)

調査区番号	K11-2	K12-2	K13-2	K14-2	K15-2	K16-1	K16-2	K17-2
	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ
全体	25	60	70	40	40	40	60	75
イヌスギナ		1 71		+ 33				2 62
イワノガリヤス	5 93	2 54	7 73	1 57		2 56	5 63	
ヨシ		1 78			1 54			+ 62
オオカワズスゲ	1 41							
ワタスゲ	1 63	5 61	2 65	3 44	15 60		7 35	3 72
ヤチヤナギ	20 48	40 40	60 45	40 38	30 31	20 34	30 42	70 54
ナガボノシロワレモコウ	1 29				1 29		1 29	5 42
ヤチツツジ		2 28	5 36	1 22	2 20	+ 12		
イソツツジ		15 38	+ 10	1 33		20 32	20 37	
ガンコウラン						2 27		
ヤナギトラノオ								2 30
コツマトリソウ						+ 16		+ 11
ミズゴケ類							1 4	
ハナゴケ類						10 8		

資料2-2-2-4. (続き2)

調査区番号	K18-2	K19-2	K20-2	K21-1	K21-2	K22-1	K22-2	K23-1	K23-2	K24-1	K24-2	K25-1	K25-2
	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ
全体	85	100	90	60	80	95	50	70	80	80	80	70	75
イヌスギナ					1 70		5 84					2 88	5 84
ヒメシダ									20 55			5 60	2 25
イワノガリヤス				5 91	10 89	3 99	3 108	30 116	20 93	20 92	5 92	30 110	40 113
ヨシ				60 114	3 88	80 105	20 132	40 113	5 103	60 116	70 161	40 111	5 84
オオカサスゲ													
オオカワズスゲ	20 53	30 55	30 75										
キタフトイ	30 45												
クロアブラガヤ	5 55												
ミゾソバ	15 23		50 22			15 42							
ナガバツメクサ										+ 29			
フタマタイチゲ									30 65				
カラマツソウ													
エゾノレンリソウ												25 84	3 112
ヤナギトラノオ	15 27								20 72			10 70	
ヒメシロネ									10 43				
オオヨモギ													10 79

資料2-2-2-4. (続き3)

調査区番号	K26-1	K27-1	K28-1	K29-1	K30-1
	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ
全体	90	75	70	80	60
イヌスギナ		+ 60			
ヒメシダ		2 34			
コウヤワラビ				1 35	
イワノガリヤス	20 112	20 128	5 148	10 117	10 145
ヨシ		5 117	15 140	3 93	
ミゾソバ	+ 21				
ナガバツメクサ	+ 36				
ホザキシモツケ	70 163	50 140	50 168	70 175	50 152
コツマトリソウ		+ 21			

資料2-2-2-4. (続き4)

調査区番号	K31-1	K31-2	K32-1	K32-2	K33-1	K33-2	K34-1	K34-2	K35-1	K35-2	K36-1	K36-2	K37-2	K38-2	K39-2	K40-2
	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ	被度 高さ
全体	15	50	40	30	50	80	60	40	60	50	50	35	80	75	70	70
イヌスギナ	1 76	20 81	1 82		20 114	30 110	2 108	15 75	1 96	3 92	2 133	1 94	25 100	5 112	30 118	40 85
ヒメシダ		1 34				1 14		+ 33			1 29					
ヨシ	5 125	20 111	20 120	5 100	15 135	30 191	40 151	5 110	40 122	20 129	40 170	5 151	1 142	3 108	30 143	15 89
ヤラメスゲ			3 65													
ホロムイスゲ	1 58	10 72														
オオカサスゲ			3 76	20 80	15 134	20 107	20 109	20 102	10 99	30 88	10 127	30 110	60 105	70 106	10 111	15 84
オオカワズスゲ				10 43				5 55	10 58							
タチギボウシ						3 44										
カキツバタ			20 65													
ヤチヤナギ	10 66															
ミゾソバ													1 22			
オオヤマフスマ											+ 28					
ドクゼリ				2 45												
ハンゴンソウ											2 140	1 93				
不明(イネ科)											3 145					