

6.15 陸域生態系

6.15.1 調査

(1) 調査の概要

1) 現地調査

現地調査の概要は表-6.15.1に、調査位置は図-6.15.1に、調査方法は表-6.15.2に示しました。

表-6.15.1 陸域生態系の現地調査の概要

調査項目		調査位置	調査時期
動植物その他の自然環境に係る概況	上位性	ミサゴ 定点調査	図-6.15.1(1)に示す調査位置 令和3年3月31日～4月5日 令和3年4月25日～27日 令和3年5月22日～24日 令和3年6月15日～17日 令和3年7月13日～15日
	ノスリ	定点調査	図-6.15.1(1)に示す調査位置 令和3年11月13日～14日 令和3年12月7日～9日 令和4年1月20日～22日
複数の注目種等の生態、他の動植物との関係または生息若しくは生育環境の状況	典型性	シカ 定点観察及び踏査 食性調査等	図-6.15.1(2)に示す調査位置 令和3年3月31日 令和3年4月4日～6日 令和3年5月24日～26日、28日 令和3年8月3日～5日、8日 令和3年10月11日～15日 令和3年11月23日～25日 令和3年12月14日～16日、27日～29日
		利用環境調査等	図-6.15.1(2)に示す調査位置 令和3年4月10日～5月10日 令和3年6月1日～7月1日 令和3年9月1日～10月1日 令和3年11月26日～12月26日
	ホオジロ	ライセンス 定点調査	図-6.15.1(3)に示す調査位置 令和3年4月27日～29日(春・渡り期) 令和3年5月25日～26日(春・繁殖期) 令和3年7月13日～16日(夏) 令和3年10月6日～9日(秋) 令和4年1月7日～8日(冬)

表-6.15.2 (1) 調査方法

	調査項目	調査方法
上位性	ミサゴ	<p>・ 定点調査</p> <p>ミサゴの出現頻度が高い沿岸部や島内の移動を広く観察可能な島内の 8 箇所にて定点を設定し、ミサゴの行動範囲や繁殖状況、採餌に関する情報を取得するための調査を実施しました。</p> <p>定点調査は島内の 5～6 地点の同時観察とし、各地点に 1 名の調査員を配置し、8 時～16 時頃を基本として実施しました。ミサゴが確認された場合には、飛翔や止まりの位置を地図に記録し、確認時刻、個体数、年齢・性別、行動詳細、飛翔高度等を観察可能な限り記録しました。採餌や採餌行動が確認された場合には位置を記録し、捕えた餌の種類・大きさを可能な限り記録しました。必要に応じて定点から数十メートル移動し、繁殖巣を確認できる位置から繁殖状況の確認も行いました。</p> <p>観察には倍率 8 倍～10 倍程度の双眼鏡と、倍率 20 倍～60 倍程度の望遠鏡を使用し、可能な場合には 300mm～600mm 程度の望遠レンズ付きデジタル一眼レフカメラで撮影し個体の特徴を記録しました。ミサゴを確認した際には、他の地点に無線等で連絡し、同一個体の行動範囲を複数地点で追跡したり、別個体が同時に出現しているかどうかを確認したりすることで各個体の行動範囲の確認に努めました。</p>
	ノスリ	<p>・ 定点調査</p> <p>ノスリの出現頻度が高い島内の草地や樹林地を広く観察可能な島内の 8 箇所にて定点を設定し、ノスリの行動範囲や採餌に関する情報を取得するための調査を実施しました。</p> <p>定点調査は島内の 5～6 地点の同時観察とし、各地点に 1 名の調査員を配置し、8 時～16 時頃を基本として実施しました。ノスリが確認された場合には、飛翔や止まりの位置を地図に記録し、確認時刻、個体数、年齢・性別、行動詳細、飛翔高度等を観察可能な限り記録しました。採餌や採餌行動が確認された場合には位置を記録し、捕えた餌の種類・大きさを可能な限り記録しました。</p> <p>観察には倍率 8 倍～10 倍程度の双眼鏡と、倍率 20 倍～60 倍程度の望遠鏡を使用し、可能な場合には 300mm～600mm 程度の望遠レンズ付きデジタル一眼レフカメラで撮影し個体の特徴を記録しました。ノスリを確認した際には、他の地点に無線等で連絡し、同一個体の行動範囲を複数地点で追跡したり、別個体が同時に出現しているかどうかを確認したりすることで各個体の行動範囲の確認に努めました。</p>

表-6.15.2 (2) 調査方法

目 項 査 調	調査方法
典型性	<p>シカ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 個体数調査 <p>シカの視認が行いやすい裸地、草地、林縁部、低木地等の範囲において、定点観察及び踏査によりシカの個体数を確認しました。具体的には、見晴らしのよい定点を馬毛島の中央にある岳之腰（標高 71m）、南部及び南東部等の計 5 箇所を設置し、主に裸地や草地等において個体数を把握しました。定点観察には、約 8 倍～10 倍の双眼鏡及び約 20 倍～30 倍の望遠鏡を用いました。定点から観察できない林縁部、低木地等については踏査により個体数を把握しました。</p> <p>また、見通しの悪い常緑広葉樹二次林等、シカの視認が困難な範囲において、センサーカメラを用いた密度推定を行いました。センサーカメラは動画撮影モードとし、画角内に 3 m²の三角形の調査区を作成し、その中にシカが滞在した時間を計測しました。シカの滞在時間や動画の撮影頻度等から、REST モデル (Random Encounter and Staying Time model) により生息密度を推定しました。</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 食性調査 <p>シカの糞 (1 糞塊から 10 粒) を草地及び樹林地で各 10 サンプル採取しました。採取したサンプルについて、以下の手順のとおり糞分析法(ポイント枠法)により分析を行い、内容物を確認しました。①糞を 0.5mm 間隔のフルイ上で水洗しました。②フルイ上の植物片を 5mm 間隔の格子のあるシャーレ上に広げ光学顕微鏡で確認しました。③格子の交点に重なる植物片を 100 以上カウントしました。④植物片はシバの葉、イネ科の葉、イネ科の茎、スゲ等、常緑の葉、木本等のカテゴリーに分類しました。</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 利用環境調査 <p>調査範囲全域にセンサーカメラを計 44 台設置しました。設置位置は調査範囲内の植物群落の面積割合をふまえ、主に樹林地 (低木地含む)・草地及び裸地(人工裸地・自然裸地)に設置しました。</p> <p>センサーカメラによる撮影動画から、雌雄、成獣・当歳獣を識別し、それらの撮影頻度から、樹林地・草地及び裸地(人工裸地・自然裸地)の利用状況を整理しました。</p> <p>撮影頻度は、センサーカメラを動画撮影モードとし、画角内に 3 m²の三角形の調査区を作成し、その中に入ったシカの撮影回数から算出しました。</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 餌資源量調査 <p>シカが採食できないよう柵で囲ったコドラートを計 5 箇所設置しました。一定期間後、コドラート内・外で 20 cm³のシバを刈取りました。刈取り後にコドラートを移動させて再度設置し、さらに一定期間後コドラート内・外のシバを刈取りました。この作業を繰り返し行いました。刈取ったシバの乾燥重量を計測し、コドラート外の重量と一定期間後のコドラート内の重量の差分から、期間中のシバの生産量を算出しました。</p>

表-6.15.2 (3) 調査方法

調査項目		調査方法
典型性	シカ	<p>・DNA分析調査</p> <p>馬毛島とその周辺に生息するシカの集団遺伝学的な特徴を把握するために、馬毛島、種子島、屋久島、福岡県朝倉市、鹿児島県薩摩川内市、阿久根大島の6箇所(6集団)で糞等を用いたDNA分析調査を行いました。なお、阿久根大島のシカは馬毛島のシカを移入した記録があることから調査地点として選定しました。</p> <p>解析精度を確保するため、Luo et al. (2015)をふまえ、各集団からは20サンプル以上、計143サンプルの糞等を採取しました。各サンプルからのDNA抽出は、QIAGEN社製QIAamp Fast DNA Stool Mini Kitを用いました。マイクロサテライト多型解析には、Terada and Saitoh (2018)をふまえ、ニホンジカに汎用的に使用可能な16領域のマイクロサテライトマーカーを用いて、各集団の対立遺伝子データを決定しました。</p> <p>さらに、決定した対立遺伝子データを用いてSTRUCTURE解析により集団の遺伝構造を推定しました。その際、各集団の帰属確率を算出するモデルには、集団内に複数の集団由来の個体が存在している場合を想定した「Admixture model」を採用しました。また、解析用ソフトウェアGenAlEx 6.5及びMEGA Xを使用して集団間の遺伝的距離の算出や近隣結合法による系統樹を作成しました。</p>
	ホオジロ	<p>・ラインセンサス・定点調査</p> <p>ラインセンサス法、定点調査法により調査しました。ラインセンサス法では、植生タイプを考慮し調査ラインを8測線設定しました。調査時間帯は、調査時期や植生タイプに応じて適切に設定し、例えば春季の樹林地等では夜明け頃から午前中にかけて設定しました。記録は、調査地域内に設定した各2km前後のラインを時速2km程度で歩行しながら、ラインの両側約50mの範囲で確認されたホオジロの確認位置、個体数、行動、環境、高度等を記録しました。定点調査法では、眺望を考慮した調査地点を8地点設定しました。調査地点に30分間とどまり、確認された鳥類の種名、個体数等を記録しました。遠方まで観察できる調査地点を設定したため、調査地点から半径200m以内とそれ以遠を区別して記録しました。</p>

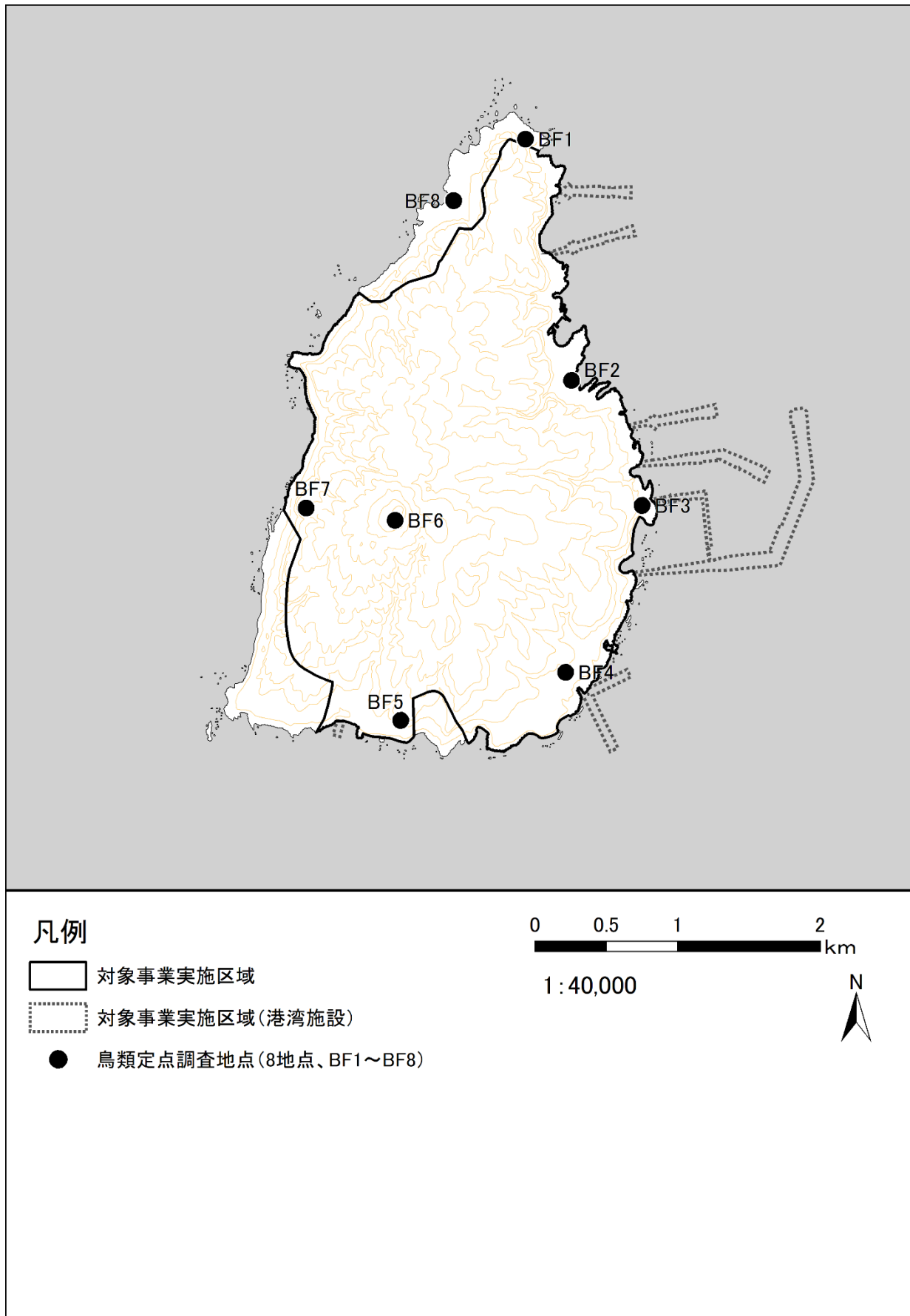


図-6. 15. 1(1) 陸域生態系の調査位置(上位性 ミサゴ・ノスリ)

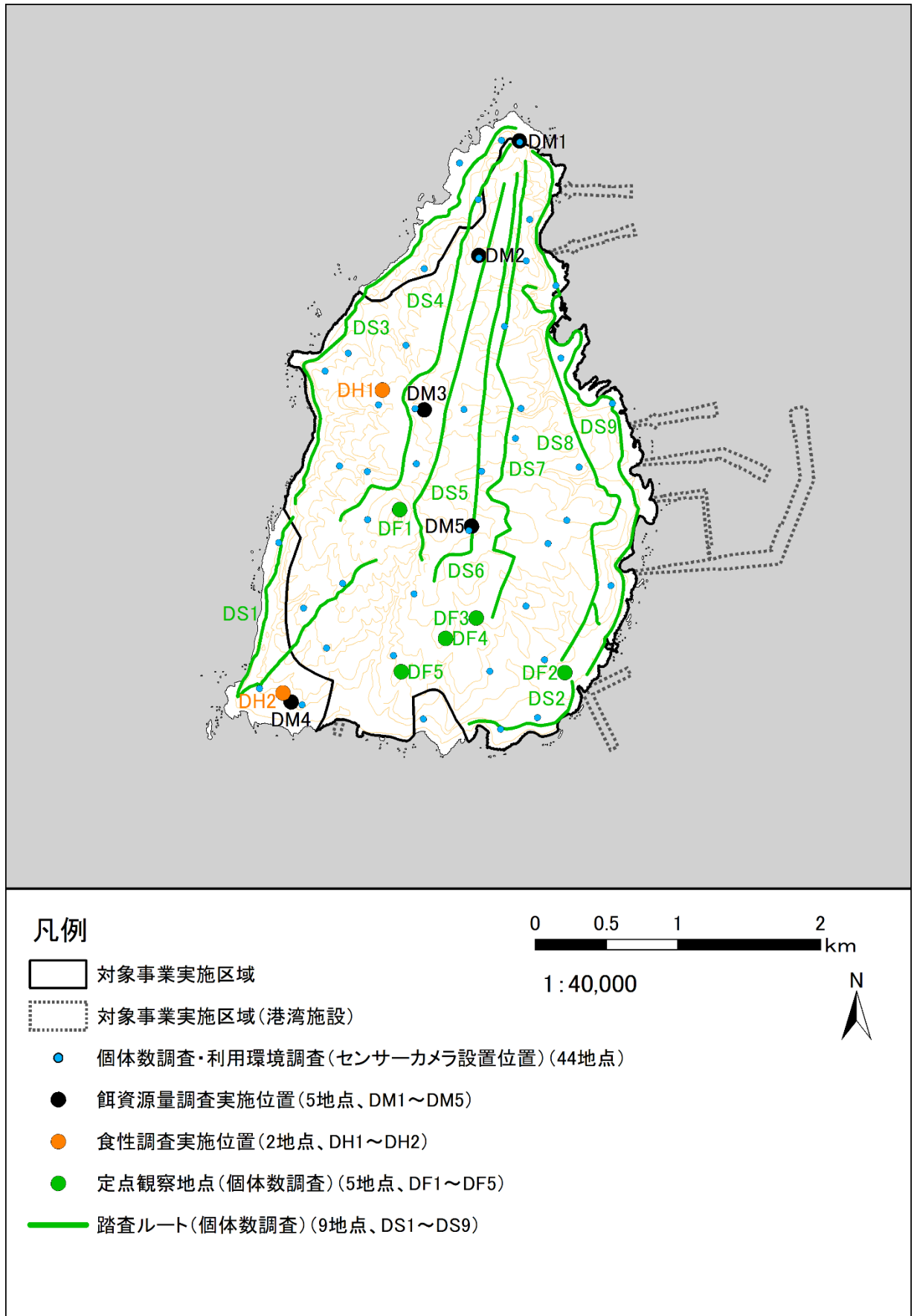


図-6.15.1(2) 陸域生態系の調査位置 (典型性 シカ)

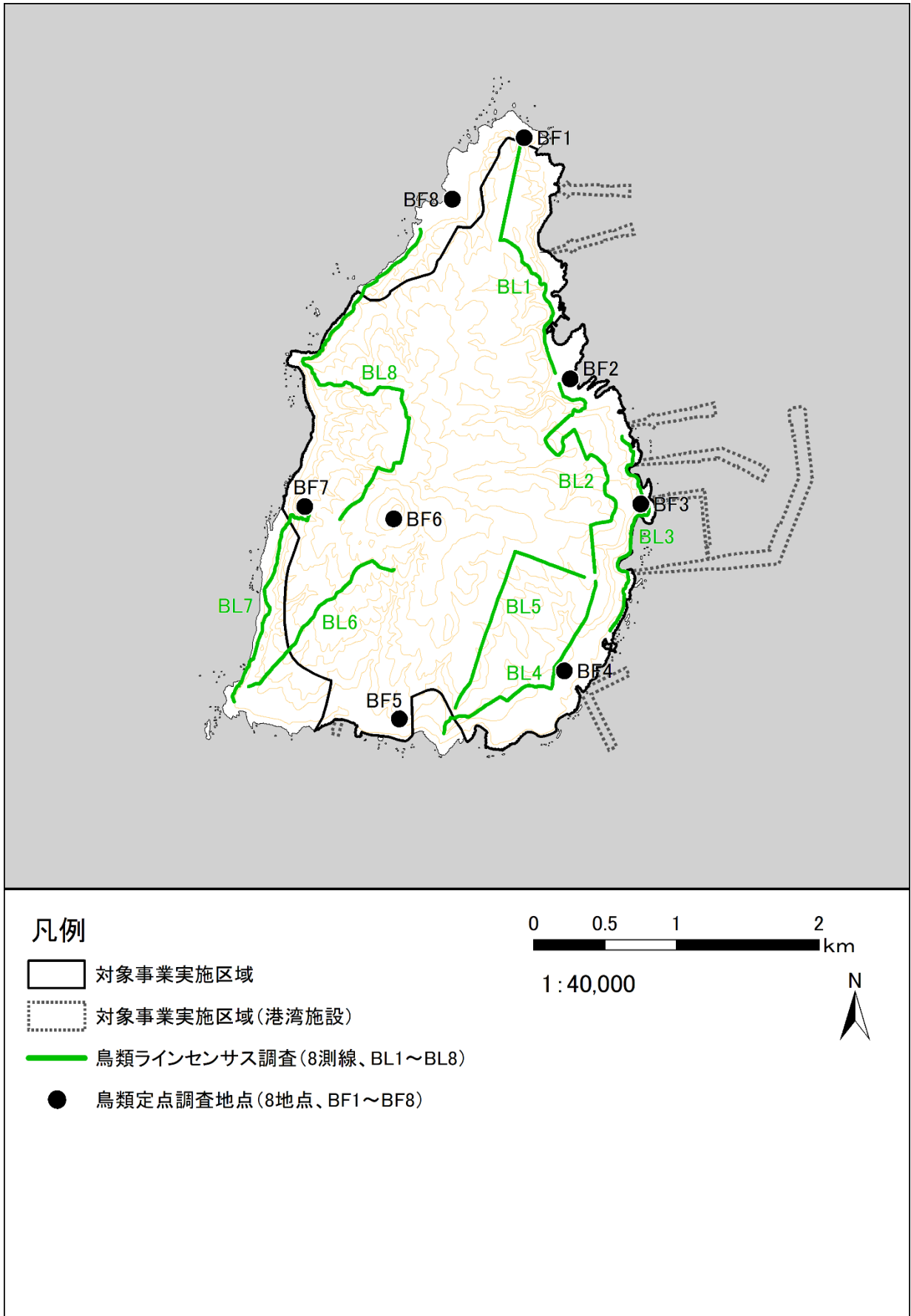


図-6. 15. 1(3) 陸域生態系の調査位置(典型性 ホオジロ)

(2) 調査結果

1) 基盤環境

当該地域の陸域生態系を形成する、基盤環境に関する調査結果をとりまとめました。

(a) 地域の特徴

対象事業実施区域である馬毛島は種子島の西約12kmに位置し、その地形は海成段丘の発達した平坦な島で、最高点は標高71mです。地形分類図によると、第三紀の堆積岩を基岩とする丘陵地域と、その上部を洪積世の堆積層及び火山灰の風積層で被覆したほぼ平坦な台地地域と、これらの丘陵間や台地間を流れる河川流域や海岸平坦地に発達した沖積地域がみられます。

地質は砂岩と砂岩・頁岩互層が、縦縞状に分布している様子がみられます。「土地分類基本調査 種子島（種子島南部・種子島中部・種子島北部）」（1980年、鹿児島県）によると、堅硬な砂岩・頁岩及びこれらの互層からなる古第三紀の熊毛層群が基底をなし、その上位を新第三紀の地層が不整合で覆っています。

土壌図によると、堆積岩に由来する黄色土壌が広範囲に分布し、丘陵地上には岩石が比較的浅い所に存在する残積性未熟土壌が分布しています。また、北部と中部には火山抛出处に由来する黒ボク土壌が分布しています。海岸は主に岩石地であり、中部の東側にグライ土が小面積で分布しています。

植生は、海岸風衝低木群落、亜熱帯低木群落、常緑広葉樹二次林、二次草原、湿原・河川・池沼植生、砂丘植生、海岸段崖地植生、礫浜植生、植林地、人工裸地・人工構造物、自然裸地、開放水面に大別されています。

海岸線沿いには礫浜植生・砂丘植生・海岸断崖地植生として、ハマゴウ群落、イワタイゲキ群落、タイトゴメ群落等が帯状に広く確認され、海岸の断崖から斜面にかけては、海岸風衝低木群落のハマヒサカキ群落と亜熱帯低木群落のソテツ群落がみられます。

内陸部では、常緑広葉樹二次林のモクタチバナ群落、植林地のクロマツ群落が北東側から北西側にかけて広く分布しています。また、低木群落としてカンコノキ群落、二次草原としてシバ群落、ススキ群落、ワラビ群落が広範囲にみられます。さらに湿原・河川周辺ではヒトモトススキ群落、トラノハナヒゲ群落がみられます。

島内にはシカやホオジロが広域に周年分布しています。また、魚食の猛禽類であるミサゴが周年生息し、西側の海岸では営巣が確認されています。さらに冬季には猛禽類であるノスリが渡来します。馬毛島ではこれら猛禽類が食物連鎖の上位とした生態系が形成されています。

(b) 基盤環境の区分

地形・植生の分布、動植物相調査をもとに、調査地域における陸域生態系の環境に関する類型区分を行いました。調査地域の類型区分の概要を表-6. 15. 3 に、区分に基づく調査地域の色分けは図-6. 15. 2 に、各区分に生息する動植物や植生の生物群集の特徴を表-6. 15. 4 にそれぞれ示します。

表-6. 15. 3 調査地域の類型区分の概要

類型区分	基盤環境	面積 ha	割合 %	構成する植生
草地	二次草原	321	39. 3	シバ群落、ススキ群落、ワラビ群落 コシダ群落
樹林地	植林地、常緑広葉樹二次林、海岸風衝低木群落、低木群落、亜熱帯低木群落	304	37. 3	クロマツ群落、ホルトノキ群落、ガジュマル群落、カニンガムモクマオウ群落、ナンキンハゼ群落、ソウシジュ群落、モクイチバナ群落、スダジイ群落、ハマサカキ群落、ハマボウ群落、マルバニッケイ群落、オオハマボウ群落、オキナワハイネズ群落、カンコノキ群落
湿地・河川等	湿地、河川、池沼植生、開放水面	16	1. 9	ヒトモトススキ群落、トラノハナヒゲ群落、ハンゲショウ群落、イグサ群落、マツバイ群落、開放水面
海岸植生	磯浜植生、砂丘植生、海岸断崖地植生	25	3. 1	ハマゴウ群落、イワタイゲキ群落 タイトゴメ群落、イボタクサギ群落 コウライシバ群落、シマチカラシバ群落
その他	人工裸地、人工構造物、自然裸地	151	18. 4	人工裸地・人工構造物、自然裸地
合計		817	100. 0	—

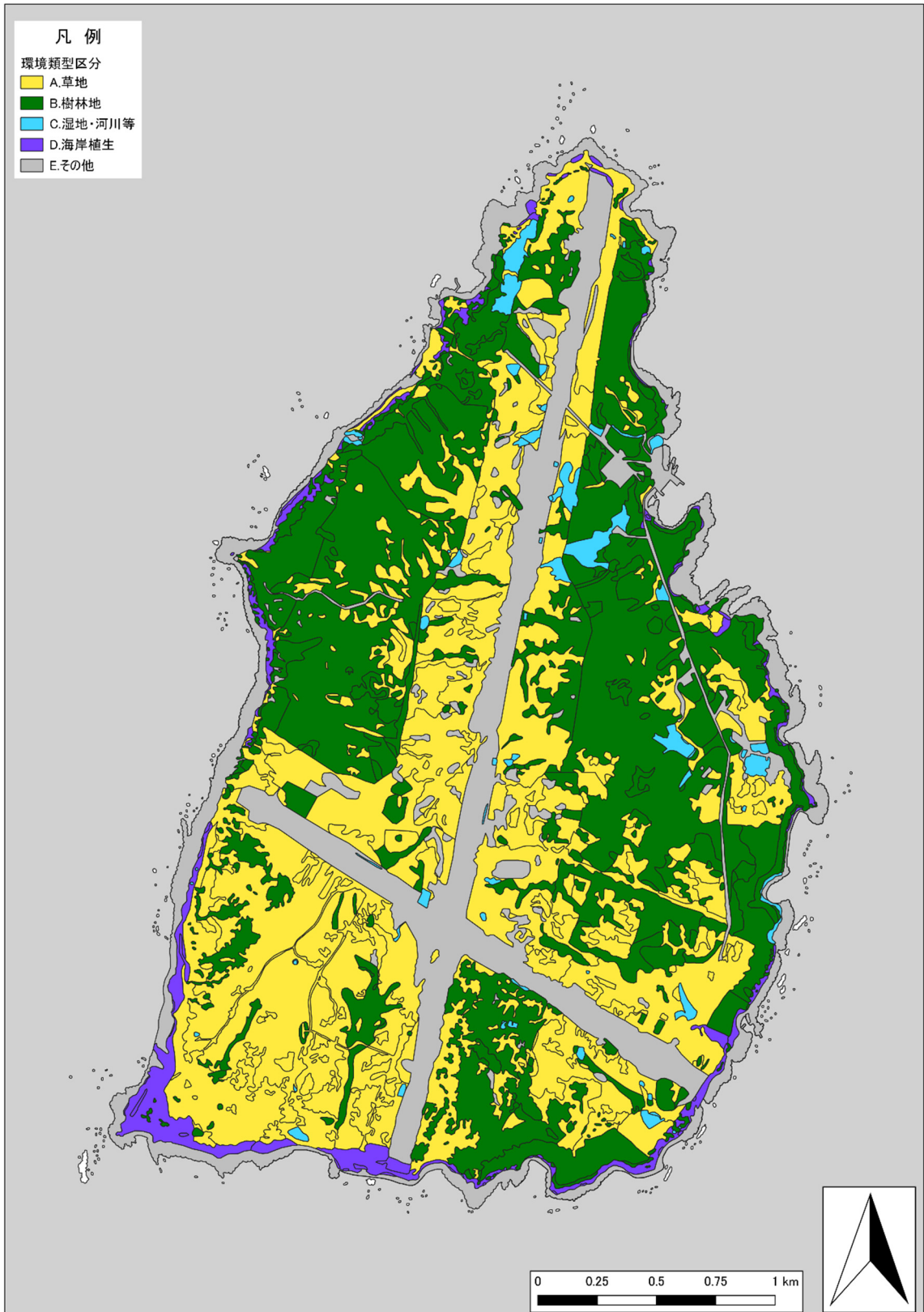


図-6.15.2 調査地域における環境の類型区分

表-6. 15. 4 類型区分別の生物群集の特徴

類型区分	草地	樹林地	湿地・河川等	海岸植生	その他
植物	シバ、ワラビ、スキ、コシダ、チガヤ	クロマツ、カニンガムモクマオウ、モクダチバナ、ハマヒサカキ	ヒトモトスキ、トラノハビゲ、ハンゲショウ、イグサ	ハマコウ、イワタイゲキ、イボタクサギ、タイトコメ、コウライシバ、シマチカラシバ	
鳥類	ノスリ、セッカ、ホオジロ、アオジ	ノスリ、ホオジロ、ハシブトガラス、ヒヨドリ、シロハラ、メジロ	ノスリ、ミサコ、ヒクイナ、ムナグロ	ノスリ、ミサコ	ノスリ、ミサコ
哺乳類	シカ、ジネズミ	シカ、ジネズミ	シカ	シカ	シカ
両生類	ニホンアカガエル	ニホンアカガエル、ニホンアカガエル	ニホンアカガエル、ニホンアカガエル		
爬虫類	ニホトカゲ、アオダイショウ	ニホトカゲ、アオダイショウ、ニホンマムシ	ニホトカゲ、アオダイショウ		ヤクヤモリ
昆虫類	トノサマハッパ、クルマハッパ、セグロイナコ、ヤマトシジミ本土亜種、カハマダラ、ヒメアカテハ、オオシロオビゾウムシ	サツマコキブリ、クマゼミ、ニニイセミ、チャハネアオカメムシ、クロマダラソテツシジミ、アマミウラナシシジミ、カハマダラ、コハンミョウ、コウワカタ屋久島亜種、アトウカネ、スジコカネ	ムシイトトンボ、シオカラトンボ、ベニトンボ、アメンボ、アサヒナコミズムシ、リュウキュウセシジメ、コローウ、コカタノゲンコロウ、ケシゲンコロウ、オオミズスマシ、ヤマトコマダラ、マカダシ	ウスハキトンボ、イチモンジセセリ、シロスジコカネ、ハマコウカメムシ、オオモンツチバチ、キムネクマバチ	ハマハサミムシ、イロハサミムシ、ナカヒョウタンコミムシ、シロハリハンミョウ、コハンミョウ、コスナコミムシ、ヤマトスナキバチ本土亜種
陸産貝類	オオスミスカワマイマイ、ヘソカトガイ属、チャイロマイマイ、クビキレガイ属、オカチョウジガイ属	アズキガイ、チャイロマイマイ、オオスミスカワマイマイ、ヘソカトガイ属、オカチョウジガイ属、クビキレガイ、ピントノミギセル	クビキレガイ、サツマカチヨウジガイ、ヒメベッコウガイ、ヤマメクジ	ヘソカトガイ属、オオスミスカワマイマイ、チャイロマイマイ、クビキレガイ、スナガイ	ヘソカトガイ属、オオスミスカワマイマイ、チャイロマイマイ、クビキレガイ、オオウスイロヘソカトガイ
魚類			クロヨシノボリ、オオウナギ、ミナメダカ、ゴクラクハゼ		
底生動物			ヤマトヌマエビ、トゲナシヌマエビ、カワナ、ヒメヒラマキミズマイマイ、ミズミズ科		
オヤトカガリ類		ムラサキオヤトカガリ、ナキオヤトカガリ、オヤトカガリ(海岸に近い樹林地)		ムラサキオヤトカガリ、ナキオヤトカガリ、オヤトカガリ	

2) その他の自然環境に係る概況

(a) 自然的人為的影響による時間的变化等

過去の写真から推定される陸域の状況を図-6. 15. 3 に示します。

記録によると馬毛島は明治以降、様々な人為的な影響を受けてきました。西之表市（1971、2017年）によれば、馬毛島には明治より政府の緬羊飼育の試験場が設けられました。明治末には600頭以上の羊が飼われていたとのこと。昭和22年の写真では、島の広範囲が牧場として利用されていたことがうかがえます。

戦後は農地解放により、政府が土地を買収し、その後、戦後の人口増加対策として馬毛島への入植事業が開始されました。農家の要望により、シカが獣害として捕獲されました。また、狩猟が解禁された期間もあり、シカの数が急速に減少しました。

昭和28年～昭和30年には榕城小・中学校馬毛島分校（後の馬毛島小・中学校）が開校し、島の人口は500人を超えていました。昭和41年の写真では、島の東側一帯が集落及び耕作地として広く利用されていたことがうかがえます。昭和44年には、西之表市の方針でシカはすべて種子島の若狭公園に移されました。その数は十数頭ほどであり、移動後には馬毛島にシカがいなくなったとの記載もあります。

昭和55年以降、馬毛島が無人的になると島の中央部を中心に樹林化が進み、平成元年の写真では、集落の道沿い等の樹木が成長しているのと、島の北側から西側にかけて低木が成長しつつあるのがうかがえます。シカはその後個体数が増加し、Tatsuzawa（2004）によれば、昭和63年に170個体でしたが、平成10年には467個体に増加しています。

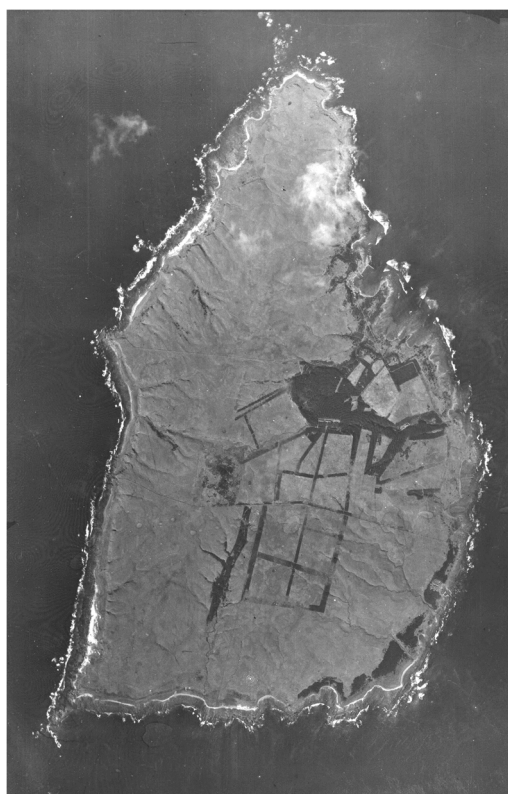
平成18年の写真では、島の北側を中心に広範囲で樹木が成長し、連続した樹林地が形成されていることがうかがえます。また、島の南側では草地が広がっている様子がうかがえます。

「2.2.2 対象事業実施区域の位置」に示された平成31年の写真では、島の中央南北東西で改変が行われ、島の北側の樹林地が不連続になったことがわかります。

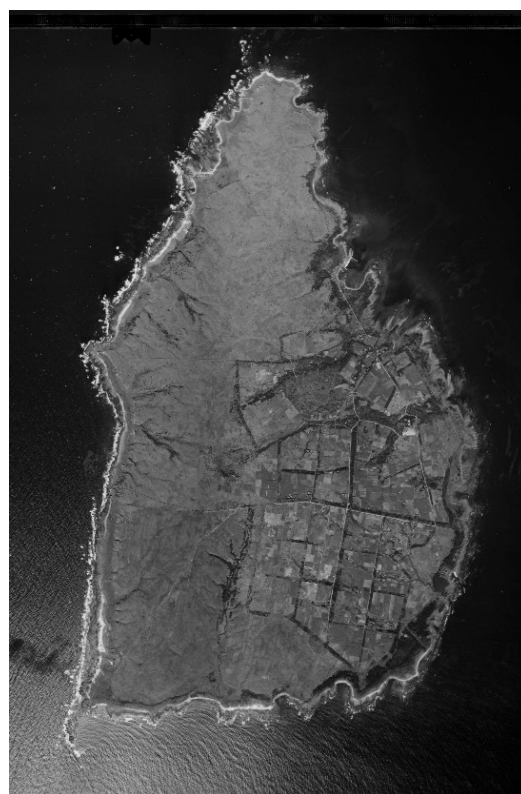
出典：西之表市（1971）. 西之表市百年史. 西之表市:1-528.

西之表市（2017）. 馬毛島活用に係る報告書【概要版】. 西之表市:1-24.

S. Tatsuzawa（2004）. The Process and Mechanism of Population Regulation in the Insular Sika Deer, *Cervus nippon mageshimae*. (Doctoral dissertation, Kyoto University)



1947年1月25日(昭和22年)



1966年10月19日(昭和41年)



1989年3月9日(平成元年)



2006年3月5日(平成18年)

図-6.15.3(1) 陸域環境の変化状況 (濃い部分は樹林、薄い部分は草地と推定)

3) 地域を特徴づける生態系の注目種

上位性及び典型性の各注目種に関する調査結果をとりまとめました。

(a) 生態系注目種の生態特性等

調査予測の対象となる注目種一覧を表-6.15.5 に、各注目種の一般生態を図-6.15.4 に示しました。

表-6.15.5 注目種一覧

種名		選定理由	
注目すべき種	上位性	ミサゴ	海岸・沿岸域を主な活動の場とし、水域で魚類を捕らえる上位捕食者である。馬毛島で繁殖している。
		ノスリ	開けた草地や林縁部を主な活動の場として越冬し、陸域で小型哺乳類、鳥類、昆虫類等を捕らえる上位捕食者である。
	典型性	シカ	海岸から内陸までの広域な場所（主に草地）を活動の場とする。採食圧により植物の生育等に影響を与え、他の草食動物等への波及効果を持つ。
		ホオジロ	林縁部から草地を主な活動の場として広く分布し、昆虫類や植物の種子を食べる。



ミサゴ（成鳥雌）

ミサゴ *Pandion haliaetus*

分類：タカ目ミサゴ科

分布：ほぼ全世界に分布し、日本では全国で繁殖するが、北日本では夏鳥で冬に少なく、沖縄では夏には少ない。鹿児島県内の分布は島嶼を含む全域の海岸や河口周辺。内陸部の高川ダム、鶴田ダム、高隈ダムでも記録がある。

大きさや特徴：トビ大の猛禽類で、背側が黒褐色で腹側は白い。翼は長めで尾羽はやや短い。

調査地域での生態的地位：上位性(海域)

食性：20cm～40cm 前後の魚類

活動場所：海岸、河口、大きな川、湖沼、ダム湖等の水域。

営巣場所：海岸近くの切り立った崖の上や斜面に突出した大木の枝又上

重要な種指定：環境省 NT、鹿児島県 準絶滅危惧



巣に止まるつがい



岩礁上の巣



魚を食べる成鳥

令和3年調査では以下のとおりの生息数が確認されました。

- ・繁殖つがい数：2つがい(島の南西部に1つがい、北西部に1つがい)が確認されました。
- ・繁殖成否：南西部つがい及び北西部つがい共に3羽の巣立ち雛(繁殖成功)が確認されました。
- ・非繁殖個体：上述の2つがいとは別に島の東部～南東部で成鳥雌雄が確認されました。
- ・繁殖した2つがいはそれぞれ概況調査時に確認した巣(2箇所)で繁殖しました。

【食物連鎖例】



図-6. 15. 4(1) 陸域生態系注目種の一般生態 (上位性 ミサゴ)