

## (イ) 食性調査

食性調査結果を図-6.15.7 に示します。

馬毛島のシカは、シバを含むイネ科草本を年平均 82%の割合で食べていることがわかりました。その他には常緑の葉、枝等の木本由来の餌等が年間約 18%の割合で含まれていました。

季節別にみると、シバを含むイネ科草本の割合は春季が約 72%、夏季・秋季がともに約 84%、冬季が約 89%で、春季には木本由来の割合がほかの季節より高くなりました。

シカは食べた餌を反芻するため、糞に含まれる植物片は非常に細かくなっています。分析でシバと識別できた植物片は葉の部分のみで季節平均 29%の割合ですが、イネ科の葉、茎と識別されたものの中にも、シバの植物片が多く含まれていると想定されます。

シカが多く分布する二次草原の中で、シバ群落は約 164ha あり、イネ科草本の植生面積の約 63%を占めます(表-6.15.10)。このことから、馬毛島ではシカは主にシバを餌として利用していると考えられます。

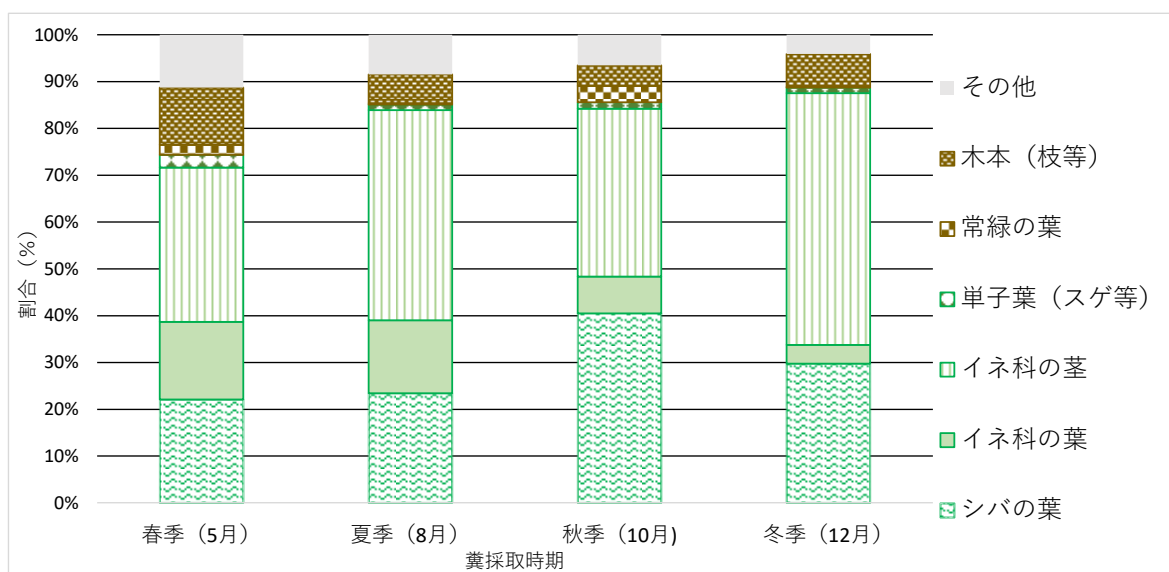


図-6.15.7 シカの食性の季節変化

表-6.15.10 イネ科草本群落の面積

植生区分	イネ科草本群落	面積 (ha)	割合 (%)
二次草原	シバ群落	164	62.9
	ススキ群落	95	36.6
	コウライシバ群落	1	0.4
	シマチカラシバ群落	0.5	0.2
合計		261	100

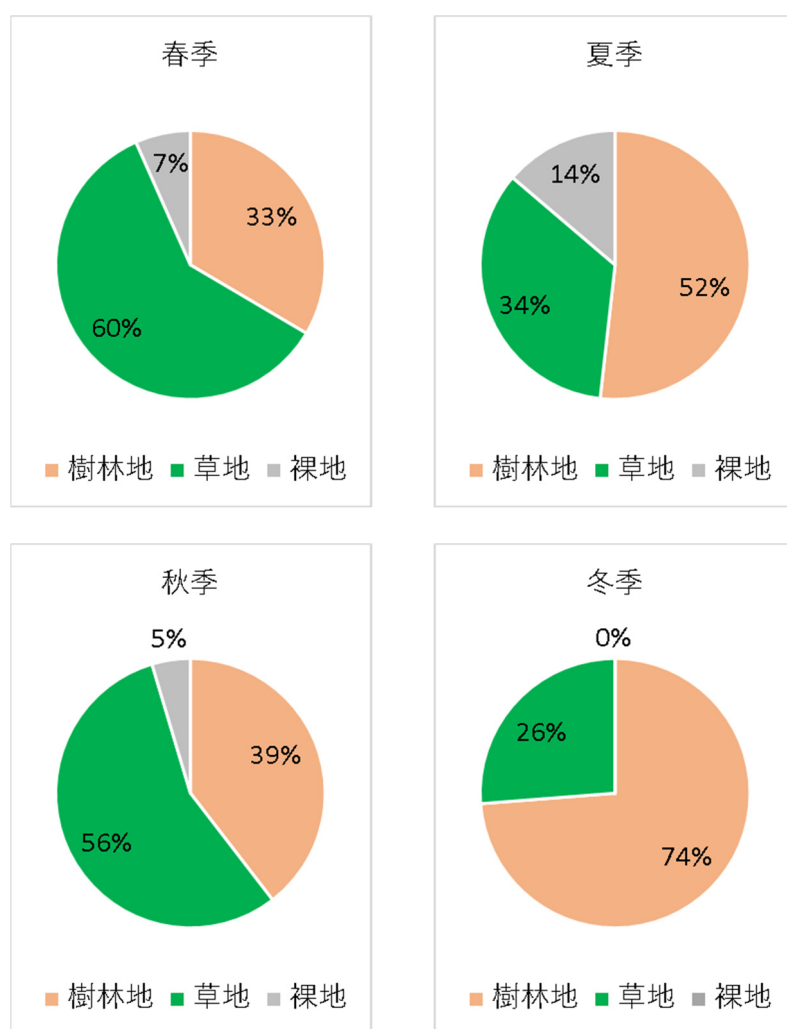
注) %の値は小数点第2位を四捨五入している為、合計が100%にならないことがあります。

## (ウ) 利用環境調査

季節・環境別のシカの撮影割合を図-6.15.8に示します。

環境別の撮影割合は、春季に樹林地が約33%、草地在約60%、裸地(人工裸地・自然裸地)が約7%、夏季に樹林地が約52%、草地在約34%、裸地(人工裸地・自然裸地)が約14%、秋季に樹林地が約39%、草地在約56%、裸地(人工裸地・自然裸地)が約5%、冬季に樹林地が約74%、草地在約26%、裸地(人工裸地・自然裸地)が0%となりました。

春季及び秋季は草地在多く利用しており、夏季及び冬季は樹林地を多く利用していることがわかりました。



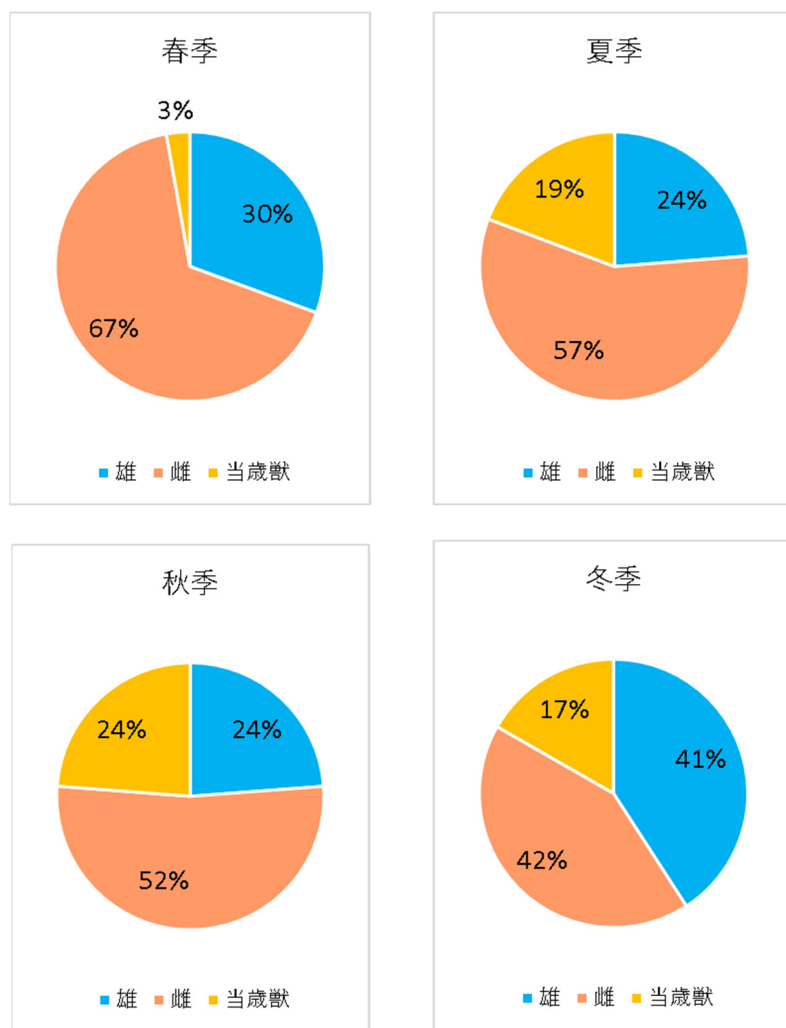
注)センサーカメラ1台あたりの平均撮影枚数を樹林地・草地・裸地別に示しています。

図-6.15.8 シカの環境別撮影割合の季節変化

季節・性齢別の撮影割合を図-6.15.9に示します。

雌・雄・当歳獣（当年生まれの個体）別の撮影割合は、春季に雄が約30%、雌が約67%、当歳獣が約3%、夏季に雄が約24%、雌が約57%、当歳獣が約19%、秋季に雄が約24%、雌が約52%、当歳獣が約24%、冬季に雄が約41%、雌が約42%、当歳獣が約17%となりました。

全季を通して雌が多く確認されました。出産は初夏頃であるため、春季は当歳獣の確認はほとんどありませんでした。全季を通した成獣と当歳獣の割合は、成獣が86%、当歳獣が14%となりました。

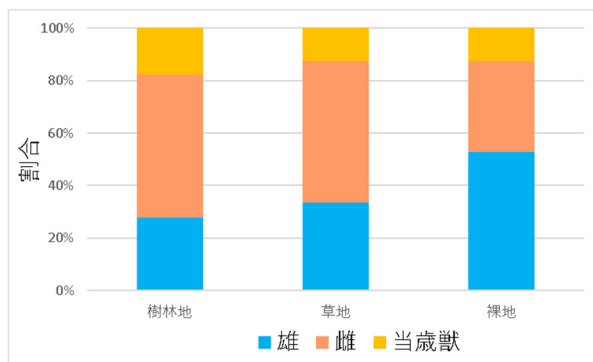


注) センサーカメラ1台あたりの平均撮影枚数を雄・雌・当歳獣別に示しています。

図-6.15.9 シカの性齢別撮影割合の季節変化

環境・性齢別の撮影割合を図-6. 15. 10 に示します。

樹林地での性・齢別の撮影割合は、年平均で雄が約 28%、雌が約 54%、当歳獣が約 18%で、雌が多く確認されました。草地での性・齢別の撮影割合は、季節平均で雄が約 34%、雌が約 54%、当歳獣が約 12%で、雌が多く確認されました。裸地での性・齢別の撮影割合は、季節平均で雄が約 52%、雌が約 35%、当歳獣が約 12%で、雄が多く確認されました。樹林地及び草地は雌が多く、裸地は雄が多く確認されました。

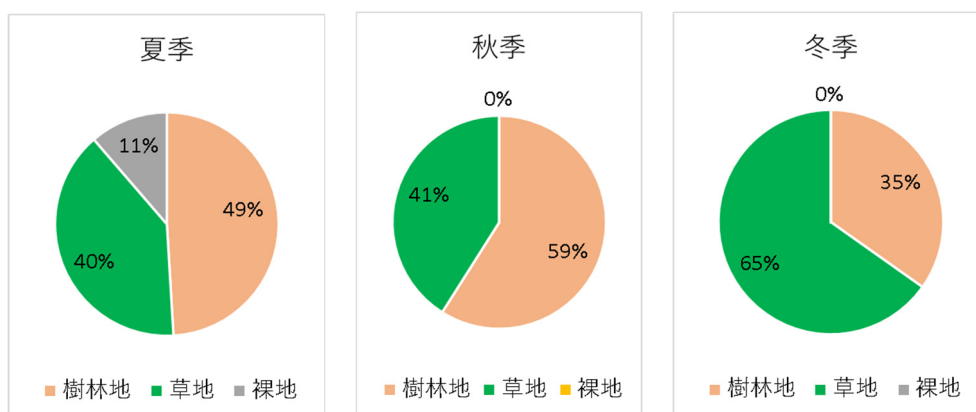


注) センサーカメラ 1 台あたりの平均撮影枚数を雄・雌・当歳獣別に示しています。

図-6. 15. 10 シカの環境別の撮影割合

季節・環境別の当歳獣撮影割合を図-6. 15. 11 に示します。

季節・環境別の当歳獣の撮影割合を、当歳獣がほとんど確認されていない春季を除いた夏季、秋季、冬季でみると、夏季は樹林地が約 49%、草地が約 40%、裸地(人工裸地・自然裸地)が約 11%、秋季は樹林地が約 59%、草地が約 41%、冬季は樹林地が約 35%、草地が約 65%となりました。夏季～秋季には樹林地で多く確認されました。



注) 1. センサーカメラ 1 台あたりの平均撮影枚数を樹林地・草地・裸地別に示しています。  
 注) 2. 春季は当歳獣がほとんど確認されていないため、図を示していません。

図-6. 15. 11 シカの当歳獣の環境別撮影割合の季節変化

## (イ) 餌資源量調査

シバの時期別の生産量を表-6. 15. 11、図-6. 15. 12 に示します。

「(イ)食性調査」の結果から、馬毛島ではシカはシバを主な餌として利用していると考えられます。

1ha あたりの日生産量が最も多かったのは、令和3年7月1日～8月4日の期間で25.7kg/ha でした。次いで令和3年8月5日～10月11日の期間が21.8 kg/ha、令和3年5月28日～6月30日の期間が8.4kg/ha でした。令和3年10月12日～12月27日の期間はシバの伸長がなく、生産量は0.0kg/ha となりました。

島内にはシバ群落が約164ha 存在します。島内全域でのシバの日生産量は、最も多い令和3年7月1日～8月4日が4,215kg、次いで令和3年8月5日～10月11日が3,575kg、令和3年5月28日～6月30日が1,378kg となりました。

表-6. 15. 11 期間ごとのシバの1日あたりの生産量

調査期間	1ha あたりの日生産量(kg/ha)	島内の日生産量(kg)
令和3年5月28日～6月30日	8.4	1,378
令和3年7月1日～8月4日	25.7	4,215
令和3年8月5日～10月11日	21.8	3,575
令和3年10月12日～12月27日	0.0	0

注)1. 島内のシバ群落面積：164ha

注)2. シバの生産量は乾燥重量で示しています。

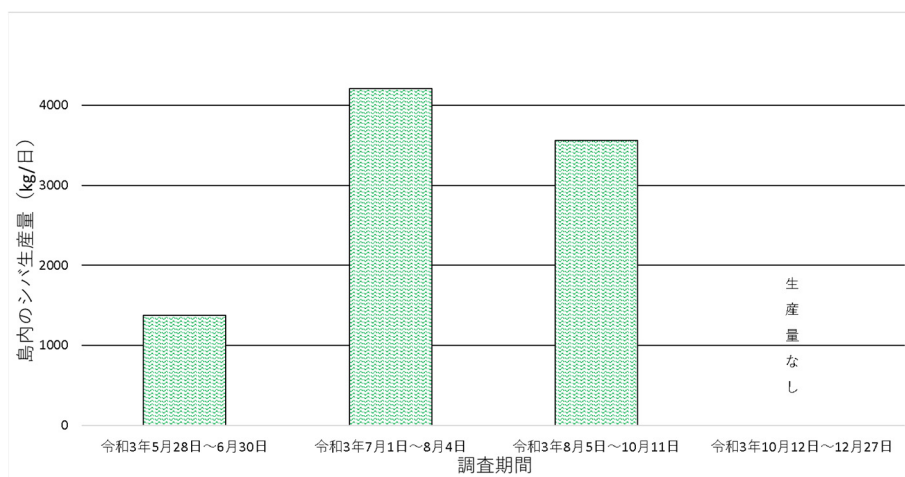


図-6. 15. 12 期間ごとのシバ日生産量(島内)

シバの生産量調査は奈良公園（鳥居他 2015）や金華山島（Ito & Takatsuki 2005）でも実施されており、概ね7月に生産量のピークを持つ正規分布を示すことが知られています。

本調査でも生産量のピークが7月にみられその前後では生産量が減少していることから、既往調査と同様に、シバの生産量は7月にピークを持つ正規分布を示すと想定されます。1年間のシバ生産量の算出イメージを図-6.15.13に示します。

本調査から、令和3年7月1日～8月4日の期間での島内のシバの総生産量は4,215kg×35日で約147,500kg、令和3年8月5日～10月11日は3,575kg×68日で約243,100kg、令和3年10月12日～12月27日は0なので、令和3年7月1日～12月27日の半年間でのシバの総生産量は約390,600kgになります。よって1年間のシバ生産量は2倍の約781,000kgと想定されます（図-6.15.13）。

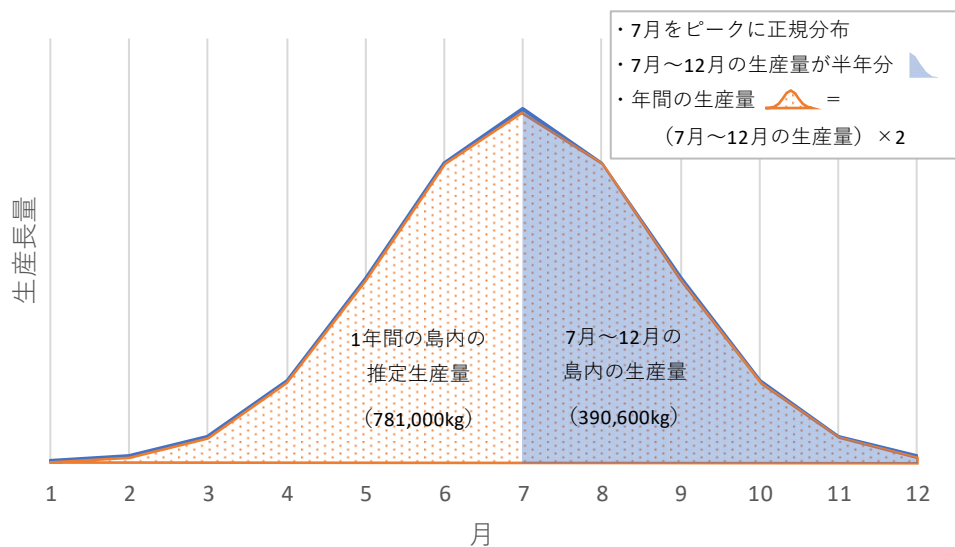


図-6.15.13 1年間のシバ生産量算出イメージ

「(ア)個体数調査」から、馬毛島には700～1,000個体程度が生息しており、「(ウ)利用環境調査」から、成獣は約86%、当歳獣は約14%の割合であることが把握されています。このことから、700個体の場合は成獣が602個体、当歳獣は98個体、1,000個体の場合は成獣が860個体、当歳獣は140個体となります。相馬(1998)をもとにシカの1日あたりの乾燥重量での採食量を算出すると、成獣で0.92kg、当歳獣で0.21kgとなります。これにより、島内の1日あたりの採食量は以下の式より約570～820kgとなります。

700個体の場合の島内の1日あたりのシカの採食量

$$0.92\text{kg} \times 602 \text{ 個体} + 0.21\text{kg} \times 98 \text{ 個体} = \text{約 } 570\text{kg}$$

1,000個体の場合の島内の1日あたりのシカの採食量

$$0.92\text{kg} \times 860 \text{ 個体} + 0.21\text{kg} \times 140 \text{ 個体} = \text{約 } 820\text{kg}$$

したがって、年間の採食量は700個体の場合の約 $570\text{kg} \times 365\text{日} = \text{約} 210,000\text{kg}$ から、1,000個体の場合の $820\text{kg} \times 365\text{日} = \text{約} 299,000\text{kg}$ となります。1年間のシバ生産量約781,000kgの約27%～約38%をシカが採食していると考えられます。

シバの生産量が最大となる7月は1日あたり4,200kg以上のシバが島内で生産されることから、シカにとって十分な餌資源があると考えられます。一方、10月中旬以降はシバの生産量がない、あるいは著しく減少するため、シカはそれまでに生産された餌資源を消費していると考えられました。なお、シバ以外にモクタチバナやカンコノキ等の樹木にシカの食痕が見られたことから、シバが不足する時期は樹木の枝や常緑の葉等を餌資源として利用していると考えられます。

出典：鳥居春己・高野彩子（2015）. 高密度にニホンジカ（*Cervus nippon*）が棲息する奈良公園におけるシバ地植生の生産量. 奈良教育大学自然環境教育センター紀要 16:37-43.

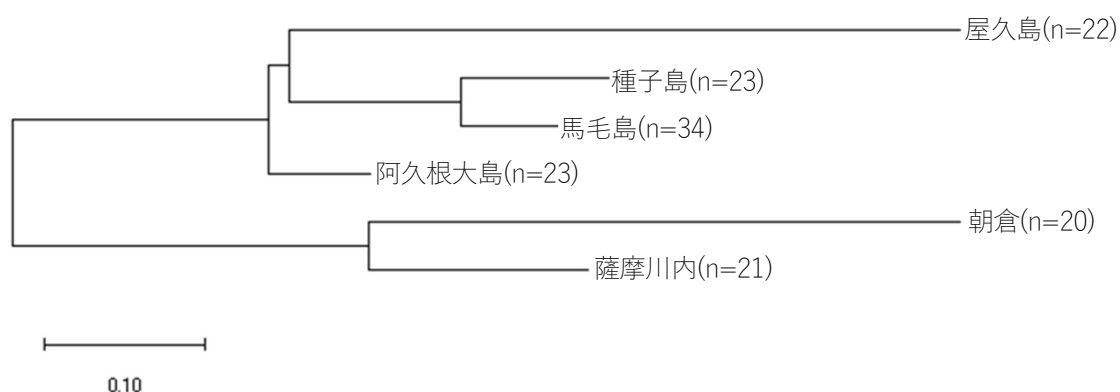
Y. Ito&S. Takatsuki (2005). Relationship between a high density of sika deer and productivity of the shod-grass (*Zoysia japonica*) community: a case study on Kinkazan Island, northern Japan. *Ecol Res* 20:573-579.

相馬幸作（1998）. エゾシカ（*Cervus nipponyesoensis*）における乾燥採食量の季節変化. 北海道畜産学会報 40:27-30.

## (オ) DNA 分析調査

Luo et al. (2015) 及び Terada and Saitoh (2018) をふまえ、16 領域のマイクロサテライトマーカーを用いて、6 集団 143 個体分の DNA サンプルを分析しました。その結果、馬毛島の個体群に特有の対立遺伝子は確認されませんでした。

解析用ソフトウェア GenAlEx 6.5 及び MEGA X を使用して各集団間の遺伝的距離を算出し、近隣結合法による系統樹を作成しました。その結果を図-6.15.14 に示します。九州の集団とその他の集団として、大きく 2 つの異なるクレード (共通の先祖から派生した子孫により構成される集団) に分けられました。また、その他の集団のクレードのうち、種子島及び馬毛島の集団が最も遺伝的に近いことが明らかとなりました。



注) 図中の()内の数字は、データ解析に使用したサンプル数を示した。スケールの数字は遺伝距離を示します。

図-6.15.14 各集団間の遺伝的距離を基に作成した近隣結合系統樹

また、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」を用い、母集団を構成する「分集団の数」を STRUCTURE 解析で求めた結果、今回 DNA 分析を実施した 6 集団は 3 つの分集団に分かれることが推定されました。そこで、本調査で採取したサンプルが各分集団に帰属する確率を求めた結果、6 箇所のサンプルは「①馬毛島、種子島、阿久根大島」、「②屋久島」、「③朝倉市、薩摩川内市」の 3 集団に帰属することがわかりました。

各分集団への帰属確率を図-6.15.15 及び図-6.15.16 に示します。



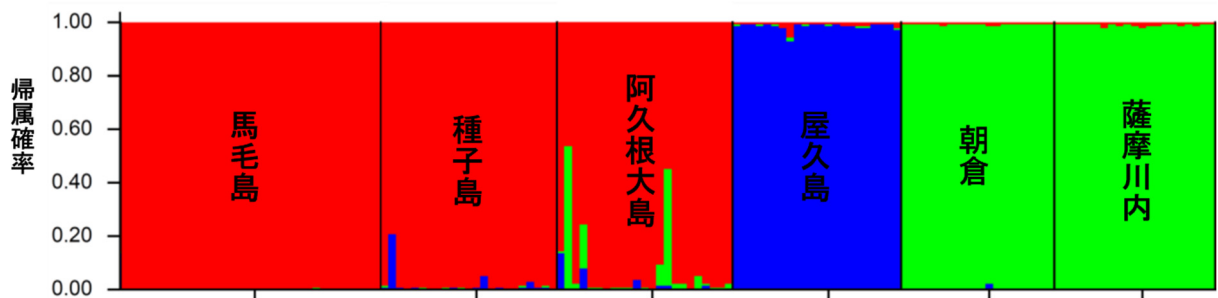


図-6. 15. 15 各分集団への帰属確率

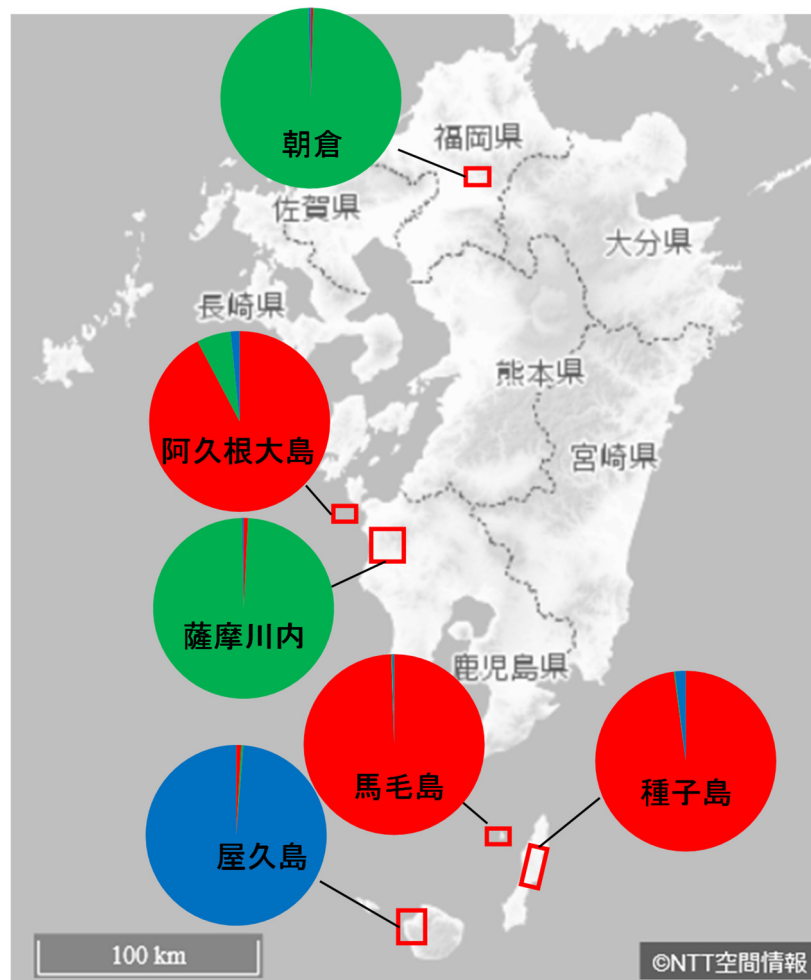


図-6. 15. 16 各集団における帰属確率の頻度分布

大泰司 (1986) や Goodman et al. (2001) では、種子島及び馬毛島の両集団をマゲシカ、屋久島の集団をヤクシカ、九州の集団をキュウシュウジカとして亜種を区分しています。本解析結果は、これらの報告を支持する結果となりました。

阿久根大島に生息する集団は、1925年に馬毛島から人為的に導入された12個体(6ペア)がその祖先であると言われており、本解析はこのこととも矛盾しない結果となりました。

出典 : A. Luo et al. (2015). A simulation study of sample size for DNA barcoding. *Ecology and Evolution* 5(24): 5869-5879.

C. Terada & T. Saitoh (2018). Phenotypic and genetic divergence among island populations of sika deer (*Cervus nippon*) in southern Japan: a test of the local adaptation hypothesis. *Population Ecology* 60(3): 211-221.

大泰司紀之 (1986) . ニホンジカにおける分類・分布・地理的変異の概要. *哺乳類科学* 53:13-17.

Goodman, Simon J., et al. (2001). Bottlenecks, drift and differentiation: the population structure and demographic history of sika deer (*Cervus nippon*) in the Japanese archipelago. *Molecular Ecology* 10(6):1357-1370.

e) 典型性 ホオジロ

(7) 生息状況調査

現地調査の結果を表-6. 15. 12 及び図-6. 15. 17 に示しました。

ホオジロは合計 191 回確認されました。ホオジロの繁殖期にあたる 4 月から 8 月はさえずる個体を多く確認しました。島のほぼ全域で確認され、特に樹林地と草地が混在する島の南東部や島の西部で多く確認されました。確認環境は樹林地（クロマツ群落やカニンガムモクマオウ群落）と草地（ススキ草地やワラビ草地等）が接する林縁部やハマヒサカキ等の低木が点在するススキ草地等、樹林地や草地でした。10 月は確認数が大幅に減少しました。

表-6. 15. 12 ホオジロの確認個体数

調査方法	4月	5月	7月	8月	10月	1月	計
ラインセンサス	29	65	26	-	3	30	153
定点調査	10	16	6	3	1		36
任意観察				2			2
合計	39	81	32	5	4	30	191

(4) 繁殖状況調査

ホオジロのさえずる雄の個体数を表-6. 15. 13 に示しました。

春季には多くの個体がさえずる姿を確認し、餌を集めながらくわえて運ぶ姿も確認したこと、夏季には巣立ち後と考えられる幼鳥を確認したことから、島内で繁殖していると考えられました。ただし、ホオジロの巣は低木や草の茂みの中であり、藪をかき分けて探す必要がありますが、このことが繁殖放棄等繁殖へ負の影響を与える可能性が高いことから、巣を特定する調査は実施しませんでした。代わりにホオジロを確認した際（特にさえずりや地鳴きを確認した際）には、姿を確認するように努め、重複なく正確な位置を記録するようにしました。その結果、さえずる雄を 4 月に 31 個体、5 月に 68 個体、7 月に 26 個体確認しました。異なる調査方法で記録した確認位置の重複（7 個体程度）を除いて、約 60 つがい繁殖している可能性があると考えられます。

表-6. 15. 13 ホオジロのさえずる雄の個体数

調査方法	4月	5月	7月	8月	10月	1月	計
ラインセンサス	21	53	20	-		1	95
定点調査	10	15	6				31
任意観察				1			1
合計	31	68	26	1	0	1	127

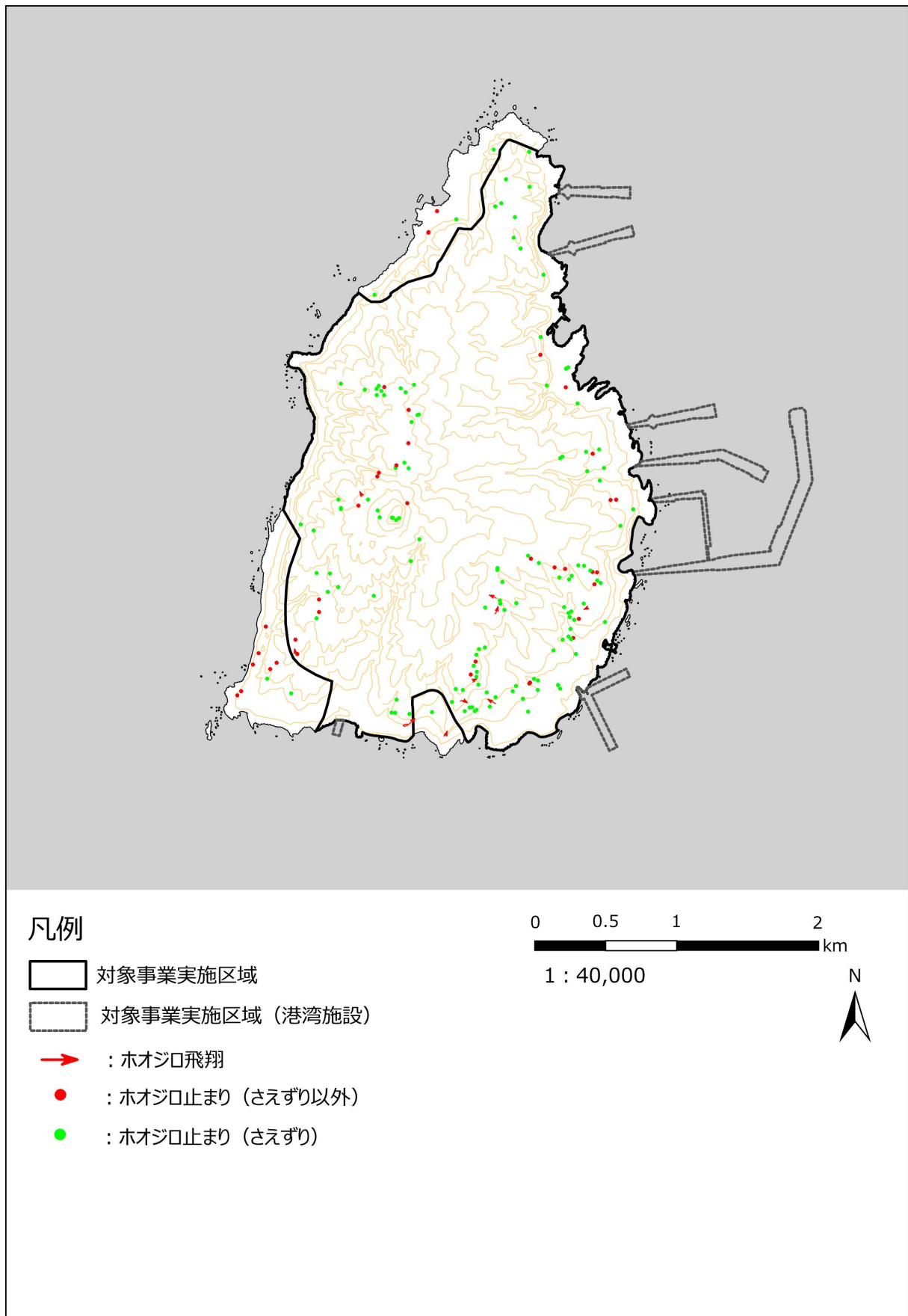


図-6.15.17 ホオジロの全確認位置

#### 4) 生態系の構造と機能

##### (a) 生態系の構造

調査地域の類型区分、植生・土地利用状況をもとに主要な生態系の類型区分と種の構成を表-6. 15. 14 に、陸域生態系の食物連鎖の構造の概要を図-6. 15. 18 にそれぞれ示しました。

表-6. 15. 14 生態系の類型区分と種の構成

類型区分	植生・土地利用	概要
草地	二次草原	背丈の低い草本類が生育する開放的な環境で、シバ、ススキ、ワラビ、コシダ、チガヤ等が生育します。草地を好むバッタ類、チョウ類が生息し、セッカやホオジロ等がこれを餌として利用します。アオジはイネ科植物の種子を、アオダイショウやノスリはジネズミやニホンアマガエル等を餌として利用します。
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	クロマツ、カニンガムモクマオウ、モクタチバナ、ハマヒカキ等が生育します。樹林を好むセミ類、クワガタ類、コガネムシ類が生息し、ハシブトガラスやヒヨドリ等がこれを餌として利用します。海岸に近い樹林地ではオカヤドカリ類が生息します。ジネズミやカエル類、トカゲ類をアオダイショウやニホンマムシ、ノスリ等が餌として利用します。樹林内では落葉層をアズキガイやチャイロマイマイ、オカチョウジガイ属等の陸産貝類が生息場所として利用します。
湿地・河川等	湿地、河川、池沼植生、開放水面	ヒトモトススキ、トラノハナヒゲ、ハンゲショウ、イグサが生育します。ミナミメダカ、クロヨシノボリ、ゴクラクハゼ等の魚類の他、カエル類やトンボ類、ゲンゴロウ類、エビ類、カワニナ等が生息し、オオウナギや、鳥類のヒクイナやムナグロがこれらの水生生物を餌として利用します。
海岸植生	磯浜植生、砂丘植生、海岸断崖地植生	海岸部に発達した環境で、塩分や風の影響を受けることから、ハマゴウ、イワタイゲキ、ボタクサギ、タイトゴメ等の耐潮性の種が生育します。これらの花にイチモンジセセリ、キムネクマバチ等が訪花します。海岸の砂地はシロスジコガネやオカヤドカリ類が生息場所として利用します。海岸の落葉層をクビキレガイが、海岸の風衝林をチャイロマイマイ等が生息場所として利用します。
その他	人工裸地、人工構造物、自然裸地	過去の造成地や旧住居建物、海岸部等が含まれ、ハマベハサミムシやイソハサミムシ、シロヘリハンミョウ、コハンミョウ、ナガヒョウタンゴミムシ、ヤマトスナハキバチ等の砂浜や海岸を好む昆虫類が生息・繁殖場所として利用しています。旧住居建物等ではヤクヤモリが生息します。

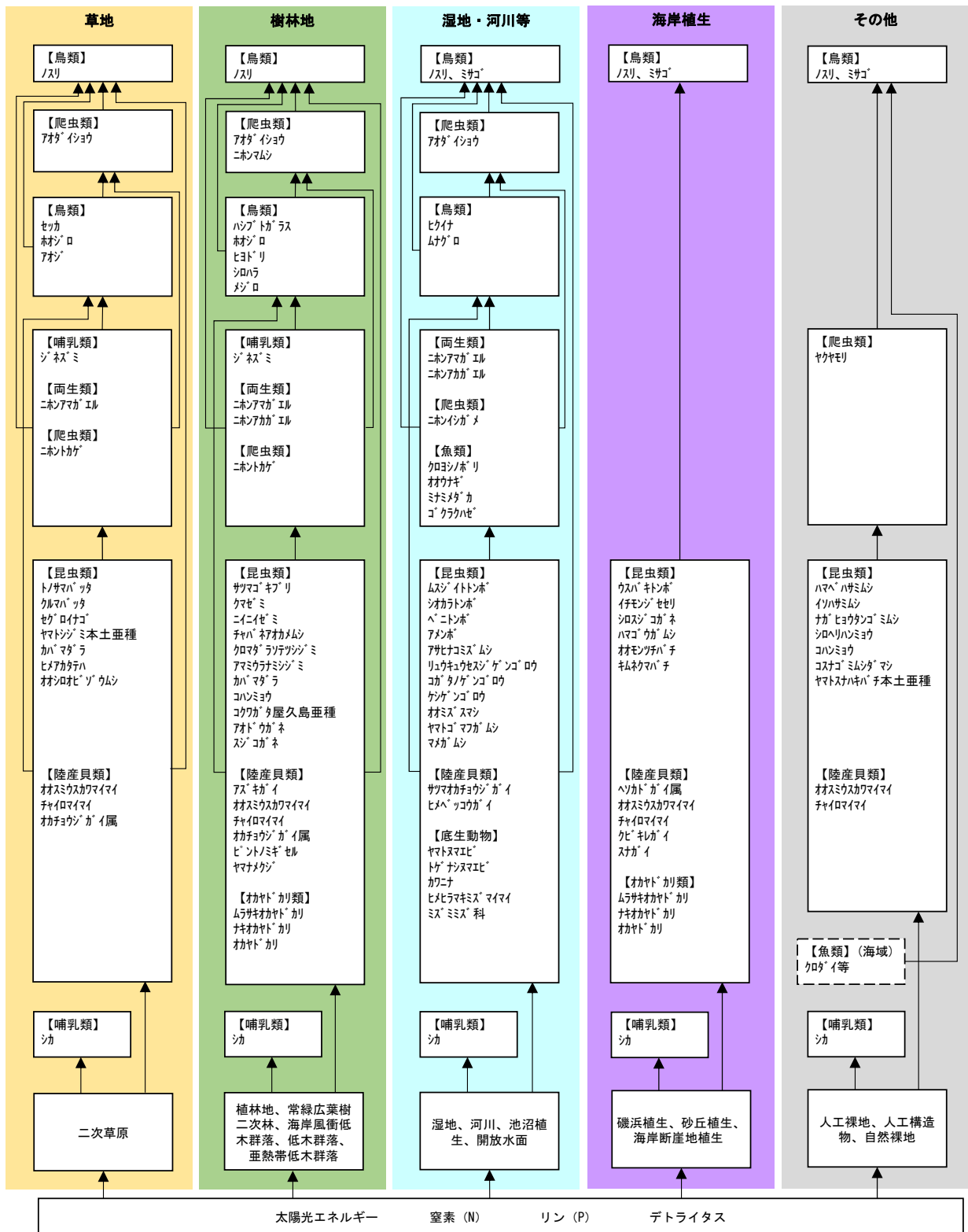


図-6.15.18 調査地域の食物連鎖の構造の概要

(b) 生態系の機能

生態系の機能には、生物的な機能、場としての機能、環境形成・維持の機能があります。生態系の類型区分ごとの機能を表-6. 15. 15 に示しました。

表-6. 15. 15 生態系の類型区分ごとの機能

類型区分	機能	
草地	生物的な機能	生物資源の生産、生物多様性の維持、遺伝子情報の維持、また主な陸生生物の生息・生育場としての機能があります。
	場としての機能	背丈の低い草本類が単層で生育する地域であるため、開放的な空間を有しています。産卵場所・繁殖場、避難(隠れ場)、採餌場、休息場としての機能を有します。
	環境形成・維持の機能	植物の光合成による酸素の供給、二酸化炭素の固定等、物質循環の機能を有します。降雨による表土の流出防止、雨水を土壤に浸透・貯留することで、地下水涵養機能や水源涵養機能等を有していると考えられます。
樹林地	生物的な機能	生物資源の生産、生物多様性の維持、遺伝子情報の維持の機能があります。他の類型区分と比較して自然度が高く、多様な生物の生息・生育場としての機能があります。
	場としての機能	産卵場所・繁殖場、避難(隠れ場)、採餌場、休息場としての機能を有します。特に鳥類やコウモリ等の樹林性動物に産卵、繁殖の場として利用されます。
	環境形成・維持の機能	植物の光合成による酸素の供給、二酸化炭素の固定等、物質循環の機能を有します。降雨による表土の流出防止、雨水を土壤に浸透・貯留することで、地下水涵養機能や水源涵養機能等を有していると考えられます。
湿地・河川等	生物的な機能	生物資源の生産、生物多様性の維持、遺伝子情報の維持の機能があります。陸域から供給される落ち葉等の有機物を水生昆虫類等が利用することで生態系が成り立っています。付着藻類や植物プランクトン等による一次生産量が増加し、底生動物等がこれらを利用するようになります。
	場としての機能	主に水生生物の産卵場所・繁殖場、避難(隠れ場)、採餌場、休息場としての機能を有します。河川は魚類や甲殻類に、湿地はシギ・チドリ類、カニ類や貝類等にそれぞれ利用されています。
	環境形成・維持の機能	湿地は保水・湧水機能による水量調整、窒素の吸収による水質浄化、酸素の供給、二酸化炭素の固定の機能を有します。河川は陸域と海域の連続性を担っており、河口周辺海域の生態系には栄養分を供給します。
海岸植生	生物的な機能	生物資源の生産、生物多様性の維持、遺伝子情報の維持、また主な陸生生物の生息・生育場としての機能があります。
	場としての機能	産卵場所・繁殖場、避難(隠れ場)、採餌場、休息場としての機能を有します。鳥類、オカヤドカリ類、カニ類等の水生動物の採餌場、休息場として利用されています。
	環境形成・維持の機能	海岸植生は酸素の供給、二酸化炭素の固定の機能を有します。飛砂を抑制し、植生が発達することで土壌形成機能を有します。また、降雨による表土の流出防止の他、雨水を土壤に浸透・貯留することで、地下水涵養機能や水源涵養機能等を有していると考えられます。
その他	生物的な機能	生物資源の生産、生物多様性の維持、遺伝子情報の維持、また主な陸生生物の生息・生育場としての機能があります。
	場としての機能	人工裸地(造成地)、人工構造物(建物・護岸等)及び自然裸地から構成され、基盤環境の中で最も自然度が低い場となっています。当該環境を好む生物の産卵場所・繁殖場、採餌場、休息場としての機能を有します。
	環境形成・維持の機能	雨水を土壤に浸透・貯留することで、地下水涵養機能や水源涵養機能等を有していると考えられます。





## 6.15.2 予測

### (1) 工事の実施

#### 1) 予測の概要

工事の実施による影響の予測について、陸域生態系に係る予測の概要を整理し、陸域生態系を構成する生物種に対して、対象事業の実施が及ぼす影響を定性的に予測しました。

工事の実施による陸域生態系の予測の概要は、表-6.15.16 に示すとおりです。

表-6.15.16 陸域生態系に係る予測の概要（工事の実施）

項目	内容
予測項目	陸域生態系
影響要因	[工事中] ・造成等の施工による一時的な影響 ・建設機械の稼働
予測地域	調査地域のうち、陸域生態系の特性及び注目種の生息状況を踏まえ、影響要因毎に注目種等に係る環境影響を受けるおそれがあると認められる地域とします。
予測対象時期等	陸域動植物、その他の自然環境の特性及び注目種等の特性を踏まえて生態系の構造・機能、注目種等に係る環境影響を的確に把握できる時期とします。 [工事中] 造成等の施工による一時的な影響及び建設機械の稼働による陸域生態系に係る影響を的確に把握できる時期とします。
予測の手法	陸域動植物の現地調査で得られた結果を整理解析し、陸域生態系の構造及び機能、相互間の関係についての情報と対象事業の特性に基づき、注目種の分布状況や生態、生息・生育環境、主要な生物及び生物群集間の相互関係等に及ぼす改変等の程度を踏まえ、類似の事例や既存の知見等を参考に、対象事業の実施等が陸域生態系に及ぼす影響を定性的に予測します。

## 2) 予測方法

### (a) 予測項目の選定

工事の実施による、陸域生態系の予測の概要を示した表-6.15.16 から、予測項目を検討するために図-6.15.20 を作成しました。この検討から、造成等の施工による一時的な影響については生息環境の減少、粉じん（降下ばいじん）、建設機械の稼働については、騒音による影響が考えられます。よって、これらを予測項目として選定し、表-6.15.17 に示します。

また、予測の前提を表-6.15.18 に示します。

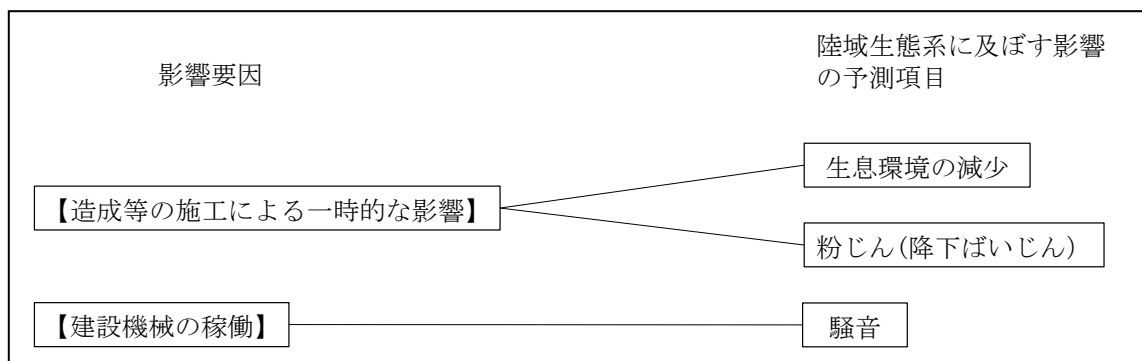


図-6.15.20 工事の実施における陸域生態系に対する予測項目の検討

表-6.15.17 工事の実施における陸域生態系に係る予測項目の選定

影響要因	予測項目
造成等の施工による一時的な影響	生息環境の減少 粉じん（降下ばいじん）
建設機械の稼働	騒音

表-6.15.18 (1) 予測の前提 (工事の実施)




予測の前提

変更範囲は下記に示すとおりです。

生息環境の減少



凡例

-  対象事業実施区域
-  対象事業実施区域(港湾施設)
-  変更区域

0 0.5 1 2 km

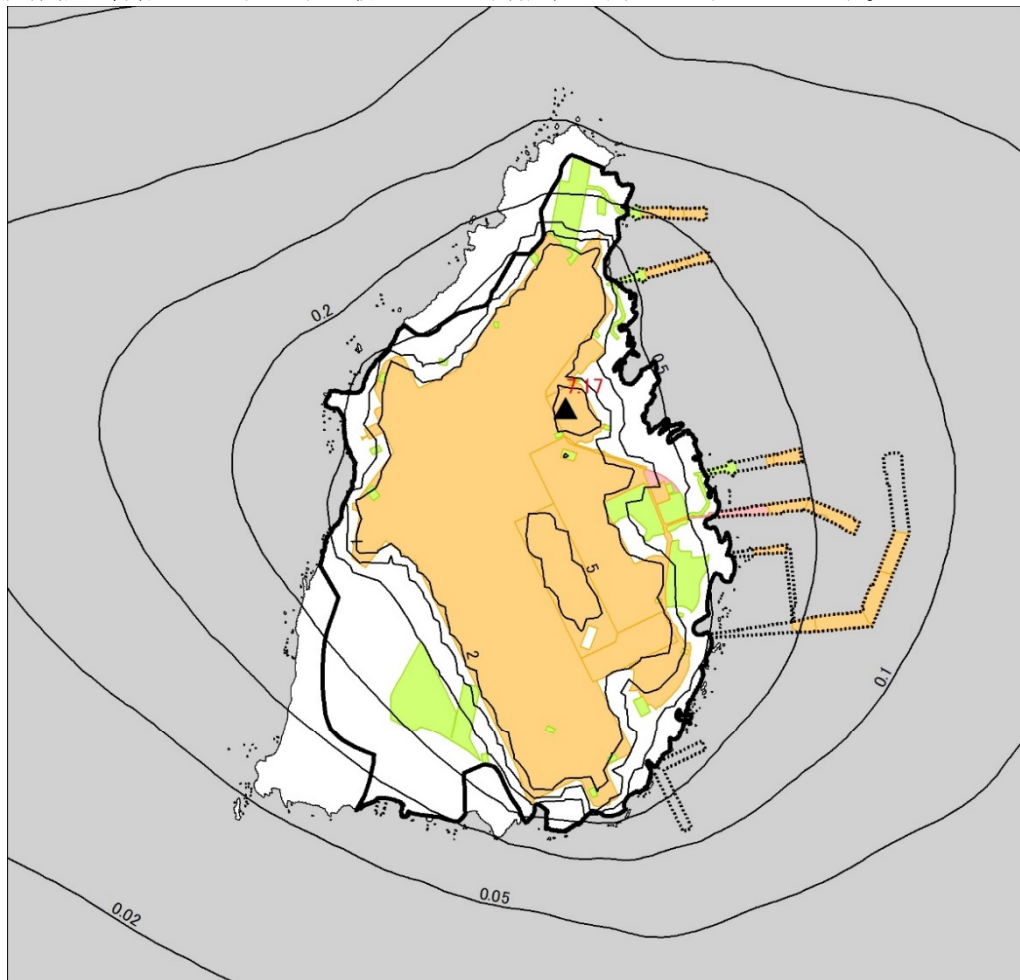


表-6.15.18 (2) 予測の前提 (工事の実施)

予測の前提

工事中のピーク時における粉じん (降下ばいじん) について予測を行いました。  
建設機械の稼働により発生する粉じんの予測結果は下記に示すとおりです。

粉じん (降下ばいじん)



凡例

- 対象事業実施区域
- 対象事業実施区域 (港湾施設)
- 施工範囲 (9ヶ月)
- 完了
- 工事着手
- 施工中
- 最大着地濃度 (赤数字: 排出量)
- 粉じん (夏季: t)

0 0.5 1 2 km



工事中のピーク時 (1年次9か月目) における粉じん発生状況