

衛星発信器により推定した北海道礼文島に 生息するゴマフアザラシ (*Phoca largha*) の 繁殖期および繁殖場

渋谷未央*・小林万里**†・佐々木理紗***・和田智竹***・大石康雄****

(平成 27 年 12 月 21 日受付 / 平成 28 年 3 月 11 日受理)

要約：礼文島を上陸場として利用するゴマフアザラシの繁殖期および繁殖場の推定を目的に、2009 年～2014 年に当島で本種の成獣（メス 3 個体およびオス 1 個体）と亜成獣（メス・オス各 2 個体）に衛星発信器を装着・放獣し、行動を追跡した。その結果、成獣はメス・オス共にタートル（間宮）海峡の海水域に 3 月を中心に滞在し、その分布域も重複する傾向が見られた。また、上陸割合を算出できた成獣メス 1 個体においては、その 3 月に海水上での上陸割合も高い値（日中：56.7%，夜間：23.9%）を示した。それ以外の成獣メス 2 個体の海水利用時期は 2 月～4 月であった。成獣オス 1 個体の上陸割合も 3 月に最高値（日中：47.2%，夜間：15.1%）を示しており、その時期が当個体の交尾期であったと推定された。以上の結果と、本種の繁殖は一般的に海水上で行われるとの既往知見から、礼文島を利用するゴマフアザラシの繁殖場は当海域であり、繁殖期は 2 月～4 月と推定された。さらに、成獣に装着した発信器は 4 月以降にタートル海峡で脱落したことから、成獣は換毛期までタートル海峡を利用していたと推測された。一方、亜成獣は 4 月に礼文海域で発信器が脱落したことに加え、上陸割合も最大となったことから、換毛期は 4 月と推定された。

キーワード：ゴマフアザラシ，衛星発信器，繁殖期，繁殖場，上陸割合

1. 緒 言

ゴマフアザラシ (*Phoca largha*) は北太平洋の固有種であり、広域を回遊し、海水上で繁殖を行うことが知られている¹⁾。本種の繁殖海域は、ベーリング海、オホーツク海、タートル（間宮）海峡、日本海および黄海北部である²⁾。新生仔はオホーツク海南部で 2～3 週間³⁾、それ以外の海域では 3～4 週間の授乳（育仔）期間³⁻⁵⁾を経て離乳する。一方、成獣メスは分娩後 2～3 週間以内に発情して¹⁾ オスと交尾する⁶⁾。そのため、成獣オスが育仔期間中から成獣メスの周囲に滞在し、離乳・発情を待っている様子が頻繁に観察される。交尾は、氷上で行うこともあるが、多くは水中で行われる^{6,7)}。メスは交尾後 2～3 ヶ月の着床遅延期間後に着床・妊娠する^{1,8)}。

本種は、海水期を境に生活が異なることが報告されている^{6,9-11)}。すなわち、繁殖および換毛を行う 12 月～4 月にかけては、海水域を中心に分布して海水を上陸場として利用し、海水が消失する 5 月～11 月の間は沿岸域に分布して、砂州や岩礁など海岸域を上陸場として利用する¹²⁾。また、亜成獣と成獣では海水期における上陸場の分布に違

いがあることも報告されており⁸⁾、亜成獣はパックアイスに上陸する一方で、成獣は海水の水縁部の近くに留まる¹⁾。海水への依存性が高いゴマフアザラシの分布および繁殖活動は、気候変動に影響を受けることが予想される。近年、オホーツク海周辺の海水面積の減少¹³⁾に伴い、北海道日本海側への本種の来遊状況は大きく変化していることが報告されている¹⁴⁾。1990 年代以前は礼文島のトド島周辺のみならず 300～400 頭が来遊していたのに対し、2000 年代後半に来遊範囲が北海道の積丹半島にまで南下拡大した。来遊頭数は数千頭にまで増加し¹⁴⁾、北部海域を中心に少なくとも 8 箇所を上陸場が形成された¹⁴⁾。1990 年代以前は来遊個体の大部分が亜成獣であったが^{14,15)}、2000 年代後半以降には成獣も確認されるようになった^{14,15)}。さらに礼文島では、近年ゴマフアザラシが周年観察されるようになり、稀に産毛を纏った新生仔も確認されている¹⁵⁾。しかし、礼文島に生息する成獣が主に利用する繁殖場は不明である。NAITO and NISHIWAKI²⁾は、北海道沿岸に分布する本種の主要繁殖場はオホーツク海南部と根室海峡の海水域であると述べた。しかしながら、日本海北部のサハリン西岸とロシアの沿海州に挟まれるタートル海峡にも、本種の繁殖場

* 東京農大学生物産業学専攻

** 東京農大学生物産業学部アクアバイオ学科

*** NPO 北の海の動物センター

**** 船泊漁業協同組合

† Corresponding author (E-mail : m3kobaya@bioindustry.nodai.ac.jp)

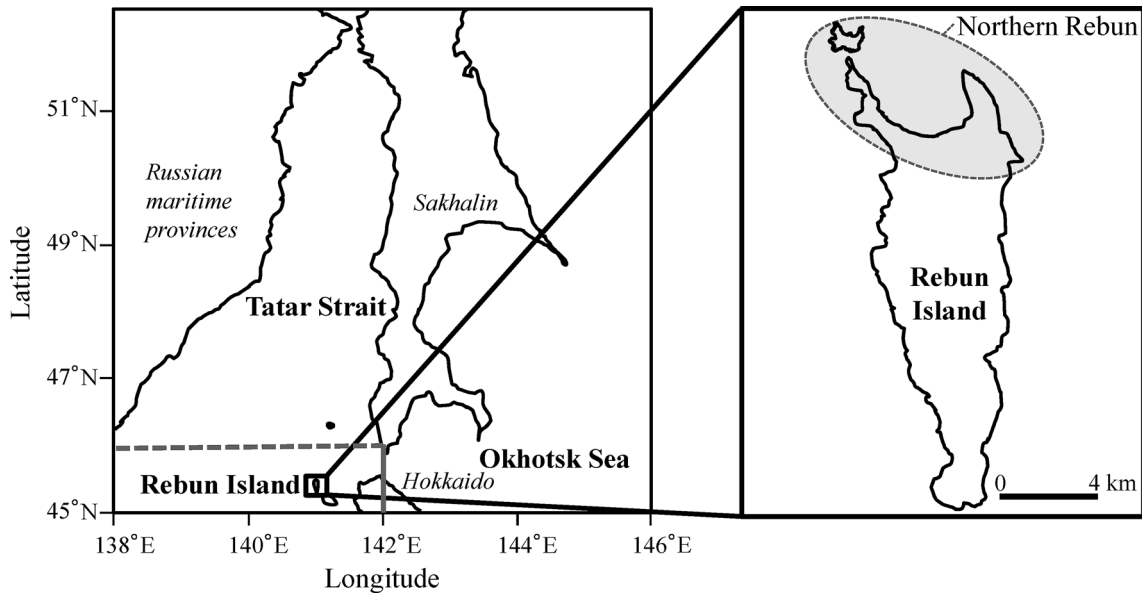


Fig. 1 Map showing the study area and definition of the area of migration
The “Tatar Strait” and “Rebun Area” were delineated by the northern latitude of 46 degree, whereas the “Rebun Area” was delineated from the “Okhotsk Sea” by the eastern latitude of 142 degree.

が存在する^{12,16)}。

オホーツク海南部とタタール海峡における出産時期のピークは3月中旬～4月中旬であり¹⁶⁾、一連の繁殖行動（出産・育児・交尾）が行われる期間は2月～4月と報告されているが¹²⁾、海域を分けた繁殖期の推定や2000年代後半以降の繁殖期に関する知見は存在しない。そこで本研究では、礼文島を上陸場として利用するゴマフアザラシの繁殖期と繁殖場の推定を目的とした。

2. 材料と方法

1) 捕獲場所と捕獲方法

2009年3月～2013年12月の期間、礼文島の北部でゴマフアザラシの学術捕獲を行い、研究に供した（Fig. 1）。捕獲には改良した刺網を用い、アザラシの上陸岩礁を囲うように設置した。アザラシが罹網した際は速やかに網を揚収した。

2) 捕獲個体への衛星発信器の装着

2009年3月～2013年12月までの間で計8個体が捕獲され、そのうちメスが5個体（成獣3個体および亜成獣2個体）、オスは3個体（成獣1個体および亜成獣2個体）だった。

捕獲個体に塩酸メドミジン（60 μg/kg）と塩酸ケタミン（3mg/kg）混合液を接種し不動化後、性判別や全長、体長、体重、胸部周囲長、臍部周囲長の計測を行った。次にエポキシ樹脂を使用して衛星発信器を装着した。MK10-AF（Wildlife Computers, WA, USA）は成獣メス1個体と成獣オス1個体、亜成獣メス2個体、亜成獣オス2個体に装着し、残りの成獣メス2個体にはSPOT5（Wildlife

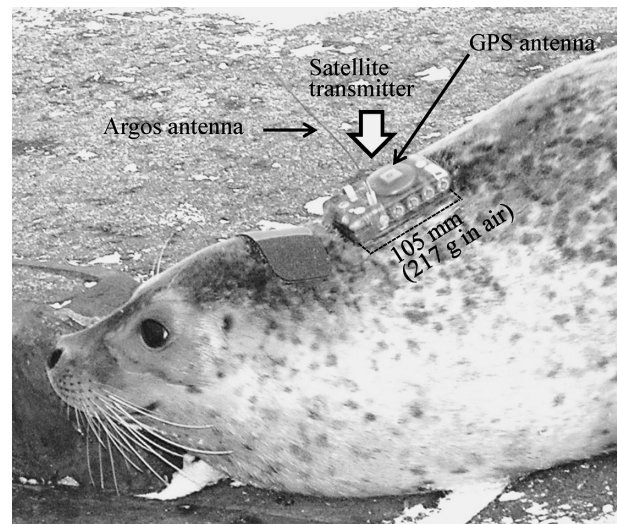


Fig. 2 A seal equipped with a satellite transmitter (MK10-AF)

Computers, WA, USA) を装着した。エポキシ樹脂が乾燥したのを確認後、拮抗薬として塩酸アチパメゾールを麻酔薬と等量投与し、回復後に放獣した。各個体の計測結果および衛星追跡やそれにより得られたデータの概要を Table 1 にまとめた。

一方、発信器はアザラシの背部に装着したことに加え、MK10-AF の GPS のアンテナは本体に埋め込まれていることから（Fig. 2）、GPS の位置情報が記録された場所はほぼ上陸していたと考えられる。小林¹⁰⁾ は知床周辺海域において、本種の繁殖期（3月～4月）には、朝～夕方ま

Table 1 List of spotted seals equipped with satellite transmitters in the present study

Argos ID	Growth stage	Sex	Transmitter model	Total body length (cm)	Body length (cm)	Weight (kg)	Tagging date	Date of last transmission	Total days operational	Number of location* records	Locations/day
91201	Sub-adult	Male	MK10-AF	123.0	108.0	47.0	5-Mar, 2009	5-Apr, 2009	32	89	2.78
59073	Sub-adult	Female	MK10-AF	141.5	127.1	-	9-Aug, 2012	23-Jan, 2013	168	298	1.77
130584	Adult	Female	MK10-AF	150.0 <	140.0 <	89.0	22-Oct, 2013	19-May, 2014	273	764	2.80
130586	Adult	Male	MK10-AF	167.0	148.0	87.0	29-Nov, 2013	1-May, 2014	154	198	1.29
130587	Sub-adult	Male	MK10-AF	158.0	137.0	70.5	29-Nov, 2013	29-Apr, 2014	152	247	1.63
130588	Sub-adult	Female	MK10-AF	128.0	116.0	45.0	23-Dec, 2013	19-Jan, 2014	28	41	1.46
121644	Adult	Female	SPOT5	161.5 <	146.0 <	-	26-Dec, 2013	1-May, 2014	127	127	1.00
121646	Adult	Female	SPOT5	156.0 <	141.0 <	-	26-Dec, 2013	4-Apr, 2014	100	63	0.63

*Number of location records of MK10-AF and SPOT5 show GPS and Argos data respectively.

での全ての時間帯で海水上で滞在が確認されたことを報告している。このことから、電池の消耗を抑えるためにも、MK10-AFのGPSデータサンプリングの時間帯を6時～18時に設定し、収集されたGPSデータを上陸位置と上陸割合の解析に使用した。

3) 解析方法

MK10-AFはArgos回線でGPSとArgosそれぞれの位置情報を収集でき、SPOT5はArgosによる位置情報を収集することができる。また、Argosによる衛星追跡では、取得できる位置精度(測定誤差)が、発信器の送信周波数の安定性や衛星が発信器の上空を通過する10分前後の間に電波を受信した回数などによって毎回異なり、3, 2, 1, 0, A, B, Zの7段階で表される。位置精度(測定誤差)は、それぞれ250m未満, 250-500m, 500-1,500m, 1,500m以上で、A, B, Zは誤差推定が不可能とされている。ある位置情報における精度が低い場合は、その個体がそこに上陸していない可能性を含んでおり、逆に上陸している場合は位置精度が高く、その上陸時間帯のサンプリング頻度も高くなる傾向がある。そこで、本研究では位置精度が高い1以上(測定誤差1,500m未満)のデータのみを上陸位置と上陸割合の解析に使用した。また、Argosの全位置情報について、事前にカルマンフィルタリングを行い、誤差補正したデータを解析に使用した。

繁殖期と繁殖場を把握するため、捕獲個体を成獣と亜成獣に区分した。体長や全長による区分は、計測時におけるアザラシの首の伸縮状態に影響され、計測誤差が大きくなると考えたため、体重が計測できた個体に関しては、体重を成長段階区分の指標として用いた。本研究ではBURNS⁹⁾に従い、メスが65kg以上、オスは85kg以上を成獣個体、それらに満たないものを亜成獣とした。一方、体重データが無い個体に関しては、BURNS⁹⁾に従い、メスは全長が151cm以上、オスは161cm以上の個体を成獣とした。本研究では、繁殖期と繁殖場を特定することが目的であるため、繁殖に参加しない亜成獣の雌雄差は考慮しなかった。得られた位置情報は、北緯46度以北をタタール(間宮)海峡、北緯46度以南を礼文周辺海域、東経142度以東をオホーツク海域に区分した(Fig. 1)。また、位置情報が得られた日数が3日未満の月は解析から除外した。データ解

析にはR(version 3.1.2, The R Foundation for Statistical Computing)を用いた。

3-1) 海水の動きと発信器個体の上陸位置

MK10-AFを装着した個体の上陸位置の解析にはGPSデータ(6時～18時)と夜間(18時～翌6時)のArgosデータを用い、SPOT5を装着した個体では、0時～24時までの全時間帯のArgosデータを用いた。位置情報のプロットではRのパッケージmarmapを用い、海水の動きに合わせて半月又は1ヶ月ごとの位置情報を、個体ごとに地図上にプロットした。また、海水データは気象庁webサイト¹⁷⁾から引用した。

3-2) 上陸割合

MK10-AFに装備された乾湿センサーを次のように設定した。30分以上乾燥状態が連続した後から1時間ごとの位置情報の取得が成功するまで、10分間隔で試みる。なお、ある位置情報と直後の位置情報の差が10m未満の場合、当該時間に上陸していたと仮定した。そのため、本研究では日中を含む6時～18時までの12時間のうち、上陸していた時間数の割合を日ごとの日中上陸割合とした。Popov¹⁸⁾によると、本種は繁殖期中には活発な摂餌活動を行わないため、海水域においては夜間にも上陸している可能性が考えられた。そこで、GPSによる位置情報を取得しなかった夜間(18時～6時)に関しても、MK10-AF装着個体についてはArgosデータを利用し、夜間の上陸割合を推定した。Argosデータは個体が海面上に現れた場合のみ得られるため、12時間のうち位置情報が得られた時間帯の割合を夜間の上陸割合とした。冬季～春季の間、3ヶ月以上にわたる位置情報を収集できた個体に関して、月別の平均上陸割合と95%信頼区間を算出し、当月の平均値に前後の月との間で有意差があるか、有意水準を5%に設定し、Man-Whitney's U-testにより検定した。上陸割合の解析に使用した個体のGPSデータと位置精度別ArgosデータをTable 2にまとめた。

3. 結 果

1) 利用海域の時期的変化

成獣オスAM1は12月上旬～4月下旬、成獣メスAF1は10月下旬～5月下旬、AF2は12月下旬～5月上旬、AF3は12月下旬～4月上旬まで行動を追跡できた(Fig.

3)。一方、亜成獣 SA1 は 3 月上旬～4 月上旬、SA2 は 12 月上旬～4 月下旬、SA3 は 8 月上旬～1 月下旬、SA4 は 12 月下旬～1 月上旬まで行動を追跡できた (Fig. 3)。タタール (間宮) 海峡を含むオホーツク海周辺の海水期となる 1 月～4 月の間で行動を追跡できた個体は 8 個体中 6 個体 (AM1, AF1, AF2, AF3, SA1, SA2) 存在した (Fig. 3)。

これら 6 個体全てがタタール海峡を利用していた一方、オホーツク海への移動は認められなかった (Fig. 3)。全ての成獣 ($n=4$) は 1 月～3 月下旬には礼文周辺海域からタタール海水域に移動し、その後少なくとも 1.5 ヶ月以上は海水域に滞在した (Fig. 3)。一方、亜成獣 2 個体のうち 1 個体 (SA2) は 3 月下旬にタタール海水域へ移動し、1 ヶ月程度滞在したが、SA1 は海水域には分布しなかった (Fig. 3)。成獣は亜成獣よりも早くタタール海水域へ移動する傾向が見られ、海水域での滞在期間も亜成獣より長期にわたる傾向が見られた (Fig. 3)。

2) 海氷の動きと発信器個体の上陸位置

3 月および 4 月には海氷位置の変動が大きかったため個体の位置情報を半月ごとに分けてプロットした (Fig. 4)。タタール海峡に滞在した個体は、1 月に 1 個体、2 月に 3 個体、3 月前半に 4 個体であった後、3 月後半に最大数の 5 個体となった。4 月前半にも引き続き 5 個体が分布した後、4 月後半には 2 個体に減少した (Fig. 4)。

1 月にタタール海水域で確認された AF1 は、海水域の

南端 (100～300m 等深線の海水付近) を上陸場として利用していたが、2 月～3 月上旬には AM1 と AF3 が、また 3 月下旬には AF2 が半径約 28 km の範囲内に上陸しており、3 月下旬まで成獣の分布は雌雄で重複する傾向が見られた。一方、3 月上旬にタタール海峡へ移動した SA1 は、海水域ではなくサハリン南西部に上陸した。また、3 月下旬にタタール海水域で確認された SA2 は、成獣が集中した氷域東側から 80 km 以上離れた氷域西側縁辺部を利用した。加えて、海水域が後退した 4 月上旬には、SA2 は沿海州の北緯 50° 付近の沿岸域や海上を上陸場として利用したのに対し、AF2 および AF3 はタタール海峡の北端に残存した海水域を利用した (Fig. 4)。さらに、AF1 はこの時期にサハリン西岸の北緯 50° 付近海域から礼文島周辺海域まで南下し、その後再度タタール海域に北上して同海域で発信が途絶えた (Fig. 3, Fig. 4)。その他の成獣は 4 月以降にタタール海峡で発信が途絶えたのに対し、亜成獣はタタール海峡から礼文海域に南下し、4 月中に礼文海域で発信が途絶えた (Fig. 3, Fig. 4)。

3) 上陸割合

上陸割合の解析に使用可能な位置精度を有するデータの数は、全 Argos データ中の 18.8% (661/2,854) であった。また、GPS により取得された使用可能なデータ数は Argos の使用可能データ数の 2.6 倍 (Argos data=661, GPS data=1,693) であった (Table 2)。

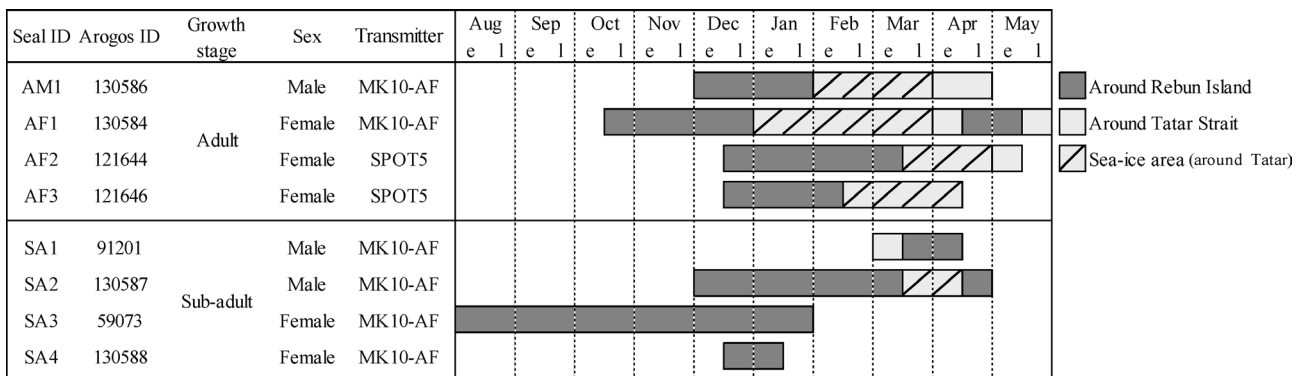


Fig. 3 Chart showing the areas utilized by individual seals during given periods : e ; early, l ; late

Table 2 List summarizing the number of Argos data for daytime (6 am-6 pm) with different degree of quality, and GPS data for nighttime (6 pm-6 am of the next day)

Seal ID	Argos (Daytime)					GPS (Night)
	Unused for analysis	Used for analysis of each LQ*				
	Sum	1	2	3	Sum	
AF1	1,770	80	115	147	342	767
AM1	512	18	40	40	98	218
SA2	572	37	81	103	221	255
Total	2,854	135	236	290	661	1,693

* LQ: Location quality of Argos data

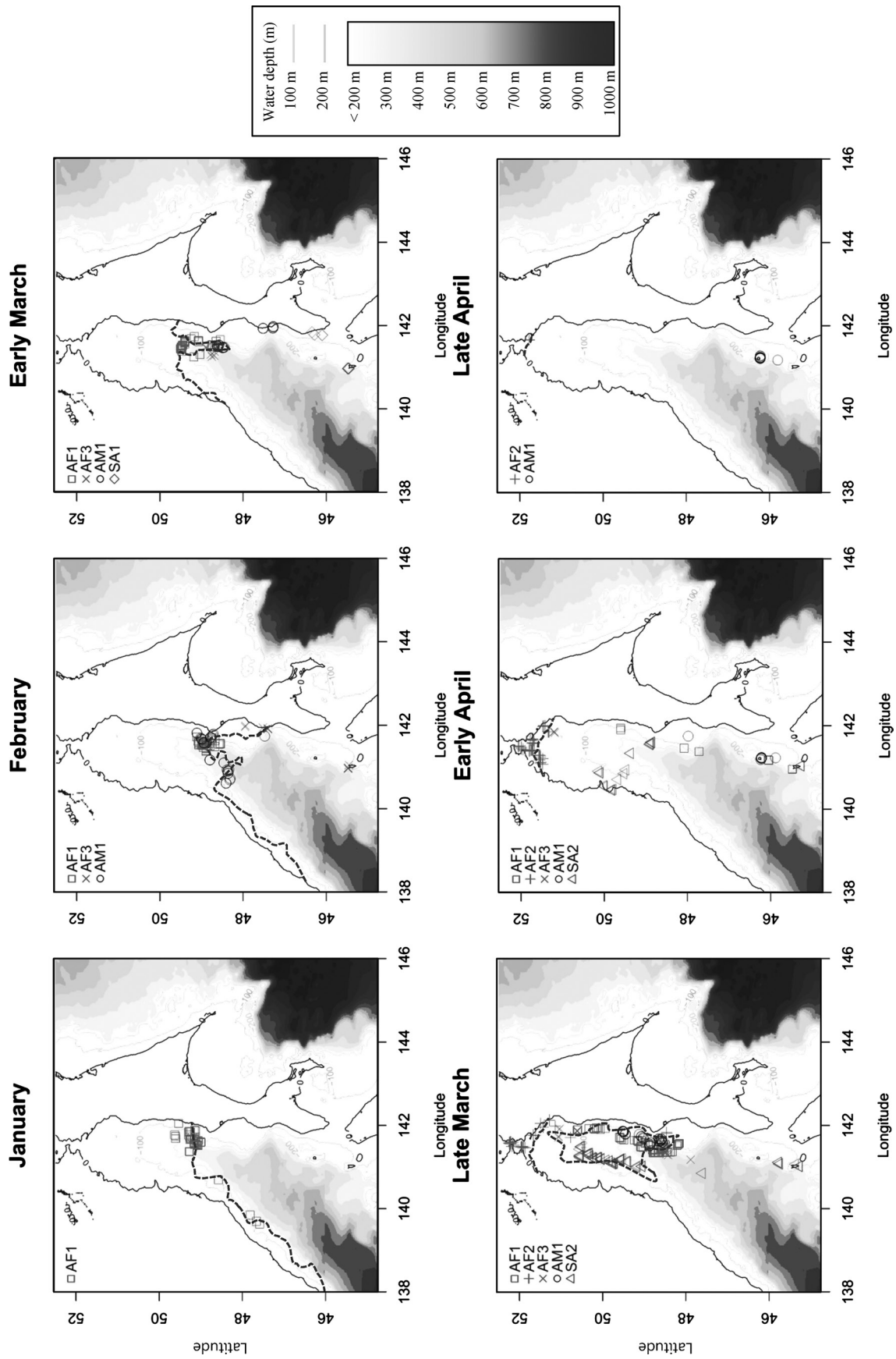


Fig. 4 Maps showing the locations of haul-out sites utilized by spotted seals in given periods. Note that different symbols indicate different individuals whereas the dashed lines in each panel show sea-ice edges. The color of the sea surface indicates water depth (m).

全ての個体において、日中は夜間よりも高い上陸割合を示した。AF1は礼文周辺海域に滞在中の10月～12月には日中の上陸割合に変化が見られなかったが、タタル海峡に移動した1月～3月の日中の上陸割合は $75.1\% \pm 9.2\% \sim 56.7\% \pm 16.3\%$ （平均値 $\pm 95\%$ 信頼区間）と前後の月よりも有意に高く、4月以降はいずれも40%未満とそれらの期間に比べ低い上陸割合を示した。一方、夜間の上陸割合も、タタル海峡への移動期を挟んだ12月～1月の間に有意に上昇し、3月（ $23.9\% \pm 3.6\%$ ）に最高値を示したが、4月には急激に減少した（Fig. 5-1）。AM1の日中の上陸割合は、タタル海峡に滞在した3月（ $47.2\% \pm 12.5\%$ ）に最高値を示した後、4月は急激に減少した。また、夜間の上陸割合も日中の上陸割合と同様の推移を示し、3月（ $15.1\% \pm 4.5\%$ ）に最高値を示した（Fig. 5-2）。一方、亜成獣（SA2）は成獣と異なり、主に礼文海域に滞在していた4月に昼間の上陸割合（ $42.2\% \pm 10.1\%$ ）も、夜間の上陸割合（ $16.8\% \pm 3.4\%$ ）も最高値を示した（Fig. 5-3）。

4. 考 察

海水期である1月～4月に行動追跡を行ったゴマフアザラシ6個体は、全てタタル（間宮）周辺海域を利用しており、オホーツク海に分布することはなかった（Fig. 3, Fig. 4）。また、全ての成獣はタタル海水域を利用していたことから、礼文島を上陸場として利用する成獣の多くは、繁殖場としてタタル海水域を利用すると考えられた。NAITO and NISHIWAKI²⁾は「北海道沿岸に來遊する本種の繁殖場はオホーツク海と根室海峡の海水上である」と述べたが、本研究では既往知見と異なる繁殖場が明らかとなった。ただし、本研究は4個体と限られた成熟個体の追跡結果に基づくため、礼文島來遊個体がオホーツク海を繁殖場として利用する可能性を否定できない。

タタル海峡における成獣の分布移動は海水の動きと連

動した。成獣メス1個体（AF1）は1月に、成獣オス（AM1）は2月に、成獣メス2個体（AF2, AF3）は2月下旬～3月下旬に、礼文からタタル海峡の海水域に移動した（Fig. 3）。また、2月～3月下旬において、タタル海峡の海水域における成獣の分布は雌雄で重複していたが、3月下旬において、亜成獣（SA2）は成獣と80 km以上離れた距離に分布した（Fig. 4）。さらに、海水がタタル海峡北端まで後退した4月上旬に亜成獣はタタル海峡から礼文海域へ南下した一方、多くの成獣はタタル海峡に滞在し続けた（Fig. 4）。亜成獣（SA2）は4月上旬において、海水域から離れ、沿岸域の海水上で滞在していたことから、バックアイスを上陸場として利用していた可能性が考えられた。それに対し、同時期に成獣4個体中2個体がタタル海峡北端の海水域を利用しており、亜成獣とは利用する海水の形状が異なる可能性が示された。以上をまとめると、タタル海峡へは亜成獣よりも成獣の方が早く移動し、滞在期間も長く、繁殖に参加しない亜成獣よりも繁殖を行う成獣の方が海水への依存性が強いと結論付けられた。また、海水期における成獣と亜成獣の分布が異なることも示され、既往知見⁸⁾とも一致した。この要因として、種内競争を避けるため亜成獣が繁殖場を避けた、あるいは亜成獣が上陸場に求める性質が成獣のそれとは異なることが考えられる。

上陸割合を算出した個体において、日中の上陸割合が夜間よりも常に高かったのは、ArgosはGPSよりも位置精度が低く、サンプリングされた位置情報でも解析に使用できないデータが多く存在し、日中の解析に使用したGPSデータ数が夜間の（位置精度が1以上）Argosデータ数よりも極めて多かった（Table 2）ことに起因すると考えられた。

NESTERENKO and KATIN¹¹⁾は、本種は繁殖中に上陸時間が長くなることを報告している。また、本種に限らず、

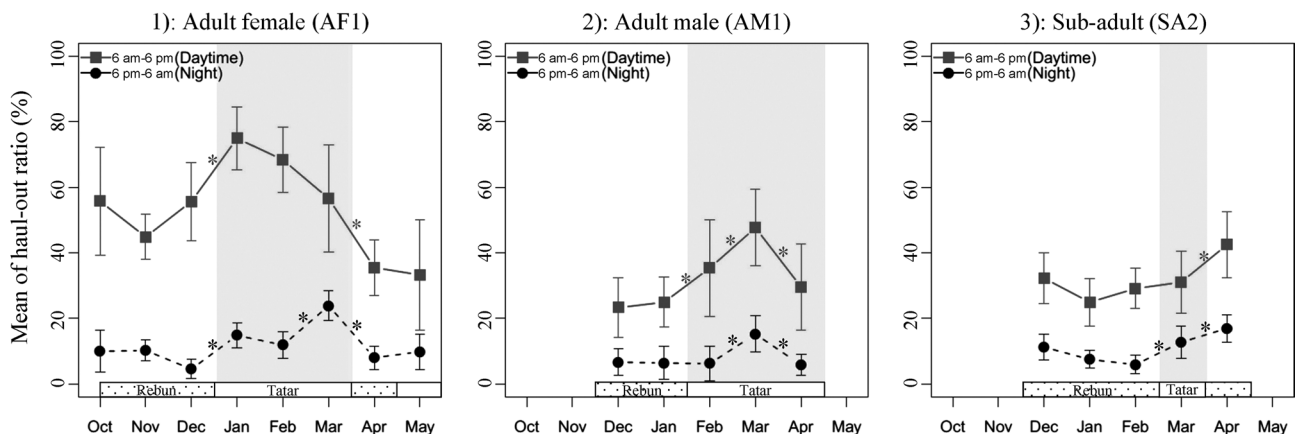


Fig. 5 Monthly change of mean daytime (red squares : 6 am-6 pm) and night haul-out ratio (black circles : 6 pm-6 am of the next day) of an adult female (AF1 : left), an adult male (AM1 : middle), and a sub-adult (SA2 : right)

Shaded area indicates the period when seals were distributed on the pack ice.

Stars indicate that the values differed significantly from the preceding period ($P < 0.05$; Mann-Whitney's U -test).

同属種である harbor seal (*Phoca vitulina*)¹⁹⁾ や同じ氷上繁殖型のハイイロアザラシ (*Halichoerus grypus*)^{20,21)}、ワモンアザラシ (*Pusa hispida*)²²⁻²⁹⁾、ウェッデルアザラシ (*Leptonychotes weddelli*)³⁰⁾ など繁殖期中の上陸頻度や上陸時間は他の時期よりも増加することが報告されている。本研究において、成獣メス (AF1) は3月の上陸割合が日中も夜間も高かった (Fig. 5-1) ことから、出産や育児のため集中的に上陸していたと考えられた。また、この成獣メス (AF1) 以外の成獣メス2個体 (AF2, AF3) が、タートル海域の海水上を利用しては2月~4月であったことから (Fig. 3, Fig. 4)、成獣メスの出産・育児期は2月~4月であると推定された。本種の交尾はメスが育児 (授乳) 終了後に発情するのを待ってから行われる^{1,6)}。そのため、3月が出産・育児期であると考えられた AF1 の交尾期は3月~4月であったと推察された。その3月~4月は、他の成獣メス2個体 (AF2, AF3) が海水上を利用した期間の終盤とも一致した (Fig. 3, Fig. 4)。一方、成獣オス (AM1) は2月~3月まで海水を利用しており、その期間の海水上の分布が成獣メスと重複したことに加え、日中と夜間の上陸割合も3月に増加した。成獣オスは、育児期中から成獣メスの周囲に滞在する様子が頻繁に観察される¹⁾ ことから、育児中から交尾前までの期間に上陸割合が高くなると推測された。従って AM1 の交尾期は3月であったと推定され、これは成獣メスから導き出した交尾期の推定結果が妥当であることを支持する結果であった。以上のように、限られたデータ数ではあるが、礼文島を利用する本種の交尾期は3月~4月であると推定された。BOVENG *et al.*¹²⁾ は、本種の生態をレビューし、オホーツク海南部およびタートル海峡における本種の繁殖期が2月~4月である述べたが、本研究では特に礼文島を上陸場として利用する個体の繁殖場と繁殖期を具体的なデータにより示すことができた。

春季以降の情報が得られた個体において、発信がほぼ同時期に途絶えたことから (Fig. 3)、換毛現象が要因となり発信器が脱落した可能性が高い³¹⁾。亜成獣2個体は4月の上陸割合が高かったことと (Fig. 5-3)、4月中旬に礼文島周辺海域で発信器が脱落していること (Fig. 3) を踏まえると、この時期が亜成獣の換毛期であることが推定され、亜成獣は春に換毛を行うとした既往知見¹²⁾ と一致した。それに対して、成獣は4月以降にタートル海峡で発信器が脱落したため (Fig. 3)、換毛期までタートル海峡を利用していたことが推測された。このことは、成獣が出産・育児・交尾といった一連の繁殖活動を終わると、そのまま海水上で換毛するというこれまでの報告^{3,9)} と一致した。繁殖終了時の成獣はエネルギー消耗割合が大きいこと、長距離移動を避け繁殖場付近に留まり、栄養状態の回復を待ちつつ換毛を行うものと考えられた。また、亜成獣は成獣よりも早く換毛を開始することが報告されており^{8,9,32)}、本研究で得られた同様の結論は妥当と考えられた。なお、既往知見ではゴマファザラシの換毛は繁殖期の直後に行われるとされる^{9,12)}。しかし、本研究で AF1 の発信器は5月下旬に脱落しており、この時期を換毛期であると考え、繁殖

期 (3月) の2ヶ月後に換毛期を迎えたと推定された。換毛現象は光周性により起こる生理作用であるが³²⁻³⁴⁾、環境要因による個体ごとの栄養状態の影響により、換毛期間には個体差が生じる³²⁻³⁵⁾。加えて、換毛が腹部あるいは背部のどちらの部位から開始するか^{34,35)} によっても、背部に装着した発信器の脱落時期に影響がでることも考えられた。

5. 結 論

近年、礼文島にはゴマファザラシの成獣が来遊するようになり、その繁殖場や時期についてはこれまで不明であった。本研究では、衛星発信器を用いた行動追跡により、その繁殖期と繁殖場を明らかにした。礼文島に生息する成獣の主な繁殖場はタートル (間宮) 海峡の海水上であり、繁殖期は2月~4月、換毛期は4月以降であると推定された。それに対して亜成獣は、タートル海域にその一部が移動するものの、当海域での滞在期間は短く、4月には礼文島に南下し換毛を行うと推定された。昨今における海水面積や海水氷形質の変動¹³⁾ により、海水依存性の高いゴマファザラシの分布や個体群動態、行動にどのような変化が生じるのか、今後も長期的なデータの蓄積が望まれる。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、学術捕獲調査に全面的にご協力いただいた船泊漁業協同組合の皆様にご厚く御礼申し上げます。また、本調査にご協力いただいた東京農業大学大野慧氏、下道弥生氏、加藤美緒氏、木内政寛氏に深く感謝致します。なお、本調査は北海道から鳥獣の捕獲等又は鳥類の卵の採取等許可証 (平成20年度第76号-119号、平成24年度第643号-787号、平成25年度第344号-478号) を取得して行いました。

引用文献

- 1) BIGG M A (1981) Harbour seal. *Phoca vitulina* Linnaeus, 1758 and *Phoca largha* Pollas, 1811. In (S. H. Ridgway and R. J. Harrison, eds.) Handbook of Marine Mammals Vol. 2. Seals, pp. 1-27. Academic Press, London.
- 2) NAITO Y, NISHIWAKI M (1972) The growth of two species of the harbour seal in the adjacent waters of Hokkaido. *Scientific Reports of the Whales Research Institute* 24 : 127-144.
- 3) TIKHOMIROV E A (1964) Distribution and biology of pinnipeds in the Bering Sea. In (P. A. Moiseev, ed.) Soviet Fisheries Investigations in the Northeast Pacific Part III, pp. 277-285. Pischevaya Promyshlennost (Food Industry), Moscow (in Russian).
- 4) BURNS J J (1973) Marine mammal report. Volume XIII, Protect Progress Report, pp. 29. Alaska Department Fish and Game, Alaska.
- 5) WANG P (1986) Distribution, ecology and resource conservation of the spotted seal in the Huanghai and Bohai Seas. *Acta Oceano!, Sinica* 5 (1) : 126-133.
- 6) 内藤靖彦 (1977) 日本の哺乳類 (13) : 食肉目 アザラシ科 ゴマファザラシ属. 哺乳類科学 35 : 1-12.
- 7) BEIER J C, WARTZOK D (1979) Mating behaviour of captive spotted seals (*Phoca largha*). *Animal Behaviour* 27 : 772-781.
- 8) HEPTNER L V G, CHAPSKII K K, ARSEN'EV V A, SOKOLOV V T

- (1976) Common seal, largha. *Phoca (Phoca) vitulina* Linnaeus, 1758. In (L. V. G. Heptner, N. P. Naumov and J. Mead, eds.) Mammals of the Soviet Union : Pinnipeds and Toothed Whales (Pinnipedia and Odontoceti) Vol. 2, pp. 307-369. Vysshaya Shkola Publishers, Moscow.
- 9) BURNS J J (2002) Harbour seal and spotted seal (*Phoca vitulina* and *P. largha*). In (W. F. Perrin, B. Würsig and J.G. M. Thewissen, eds.) Encyclopedia of Marine Mammals, pp. 552-560. Academic Press, San Diego.
- 10) 小林万里 (2008) 世界遺産知床半島の海獣類—アザラシ類の実態—。日本の哺乳類学③—水生哺乳類— (加藤秀弘, 編), pp. 75-98. 東京大学出版会, 東京.
- 11) NESTERENKO V A, KATIN I O (2009) Cycle of transformation of the spotted seal (*Phoca largha*, Pallas, 1811) onshore associations in Peter the Great Bay of the Sea of Japan. *Russian Journal of Marine Biology* 36 : 47-55.
- 12) BOVING P L, BENGTSON J L, BUCKLEY T W, CAMERON M F, DAHLE S P, KELLY B P, MARGERY B A, OVERLAND J E, WILLIAMSON N J (2009) Status Review of the Spotted Seal (*Phoca largha*). U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE, Alexandria, Virginia, 153 pp.
- 13) NAKANOWATARI T, OHSHIMA K, WAKATSUCHI M (2007) Warming and oxygen decrease of intermediate water in the northwestern North Pacific, originating from the Sea of Okhotsk 1955-2004. *Geophysical Research Letters* 34 (4) : 1-4.
- 14) 小林万里 (2011) アザラシの冬期利用の実態とアザラシによる漁業被害。オホーツク生態系保全日露協力シンポジウム報告書 (外務省・環境省, 編), pp. 239-245. 「オホーツク生態系保全・日露協力シンポジウム」事務局, 東京.
- 15) SHIBUYA M, KOBAYASHI M (2014) Use of haul-out sites by spotted seals (*Phoca largha*) on Rebun Island in the Japan Sea from 2008 to 2009. *Mammal Study* 39: 173-179.
- 16) MIZUNO A W, WADA A, ISHINAZAKA T, HATTORI K, WATANABE Y, OHTAISHI N (2002) Distribution and abundance of spotted seals *Phoca largha* and ribbon seals *Phoca fasciata* in the southern Sea of Okhotsk. *Ecological research* 17 : 79-96.
- 17) 気象庁 web サイト (<http://www.data.kishou.go.jp/db/seaice/dbindex.html>) (最終アクセス 2015 年 5 月 19 日)
- 18) POPOV L A (1976) Status of main ice forms of seals inhabiting waters of the USSR and adjacent to the country marine areas. In (Scientific Consultation on Marine Mammals, ed.) Food and Agriculture Organization of the United Nations, pp. 1-17. Bergen, Norway.
- 19) THOMPSON P M, FEDAK M A, MCCONNELL, NICHOLAS K S (1989) Seasonal and sex-related variation in the activity patterns common seals (*Phoca vitulina*). *Journal of Applied Ecology* 26 (2) : 521-535.
- 20) SUMMERS C F (1974) The grey seal (*Halichoerus grypus*) in Cornwall and the Isles of Scilly. *Biological Conservation* 6 : 285-291.
- 21) PRIME J H (1985) The current status of the grey seal *Halichoerus grypus* in Cornwall, England. *Biological Conservation* 33 : 81-87.
- 22) SMITH T G (1975) Ringed seals in James Bay and Hudson Bay : Population estimates and catch statistics. *Arctic* 28 : 170-182.
- 23) FINLEY K J (1979) Haul-out behaviour and densities of ringed seals (*Phoca hispida*) in the Barrow Strait area. N.W.T. *Canadian Journal of Zoology* 57 : 1985-1997.
- 24) SMITH T G, HAMMILL L (1981) Ecology of the ringed seal, *Phoca hispida*, in its fast ice breeding habitat. *Canadian Journal of Zoology* 59 : 965-981.
- 25) HAMMILL M O, SMITH T G (1990) Application of removal sampling to estimate density of ringed seals (*Phoca hispida*) in Barrow Strait, Northwest Territories. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 47 : 244-250.
- 26) KELLY B P, QUAKENBUSH L T (1990) Spatiotemporal use of lairs by ringed seals (*Phoca hispida*). *Canadian Journal of Zoology* 68 : 2503-2512.
- 27) LYDERSEN C (1991) Monitoring ringed seal (*Phoca hispida*) activity by means of acoustic telemetry. *Canadian Journal of Zoology* 69 : 1178-1182.
- 28) LYDERSEN C, HAMMILL M O, RYG M S (1993) Differences in haul-out pattern in two nursing ringed seal *Phoca hispida* pups. *Fauna norvegica Series A* 14 : 47-49.
- 29) BORN E W, TEILMANN J, RIGET F (2002) Haul-out activity of ringed seals (*Phoca hispida*) determined from satellite telemetry. *Marine Mammal Science* 18 (1) : 167-181.
- 30) LAKE S E, BURTON H R, HINDELL M A (1997) Influence of time of day and moth on Weddell seal haul-out patterns at the Vestfold Hills, Antarctica. *Polar biology* 18: 319-324.
- 31) LOWRY L F, FROST K J, DAVIS R, DEMASTER D P, SUYDAM R S (1998) Movements and behavior of satellite-tagged spotted seals (*Phoca largha*) in the Bering and Chukchi Seas. *Polar Biology* 19 (4) : 221-230.
- 32) ASHWEL-ERIKSON S, FAY F H, ELSNER R (1986) Metabolic and hormonal correlates of molting and regeneration of pelage in Alaskan harbor and spotted seals (*Phoca vitulina* and *Phoca largha*). *Canadian Journal of Zoology* 64 : 1086-1094.
- 33) THOMPSON P, ROTHERY P (1987) Age and sex differences in the timing of moult in the common seal, *Phoca vitulina*. *Journal of Zoology* 212 (4) : 597-603.
- 34) GIULIA M, CLAUDIA G (2000) Do photoperiod and temperature influence the molt cycle of *Phoca vitulina* captivity?. *Marine Mammal Science* 16 : 570-577.
- 35) RAYCHELLE G D, LAURI A J (2003) Molting phenology of harbor seals on Tugidak Island, Alaska. *Marine Mammal Science* 19 (1) : 128-140.

Breeding Period and Area of Spotted Seals (*Phoca largha*) Occurring at Rebun Island, as Determined by Satellite Tracking

By

Mio SHIBUYA^{*}, Mari KOBAYASHI^{**†}, Risa SASAKI^{***}, Tomotake WADA^{***} and
Yasuo OISHI^{****}

(Received December 21, 2015/Accepted March 11, 2016)

Summary : To determine the breeding period and area of spotted seals hauling out at Rebun Island, a total of 8 seals (4 adults and 4 sub adults) were equipped with satellite transmitters and were tracked. All of the adults stayed in the Tatar Strait during the sea-ice period for up to 4 months, and did not enter into the Okhotsk Sea. Of these, 3 adult females were distributed in the sea-ice area between January and April, and they often co-occurred within a relatively narrow distance (ca. 28 km). The distribution of an adult male overlapped well with the adult females during March, suggesting that mating of this male occurred during this month in the Tatar Strait. Daytime and night haul-out ratios obtained from an adult female were both highest during March. From the result of haul-out ratio, it was considered that the adult female gave birth and nursed in March. Thus, it has been concluded that the spotted seals occurring on Rebun Island breed during February through April in the Tatar Strait. In addition, the fact that the transmission of the satellite tags disconnected after April indicated that the molting of the seals occurs after April.

Key words : spotted seal, satellite transmitter, breeding period, breeding area, haul-out ratio

^{*} Graduate school of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture

^{**} Department of Aquatic Bioscience, Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture

^{***} NPO Marine Wildlife Center of JAPAN

^{****} Funadomari Fisheries Cooperative

[†] Corresponding author (E-mail : m3kobaya@bioindustry.nodai.ac.jp)