

御蔵島のオオミズナギドリの春から初夏の採食海域と

福島第1原発放射能汚染

岡 奈理子

公益財団法人 山階鳥類研究所 〒270-1145 千葉県我孫子市高野山 115

緒言

2011年3月11日の東日本大震災で、東京電力福島第1原子力発電所(37°25'N, 141°02'E、福島県双葉郡大熊町)の6基の原発の4基が破壊、爆発し、稼働中の3基は炉心溶融した。爆発で大気中へ放出された放射性物質の総量は77京ベクレル(Bq)(京は兆の1万倍)(2011年6月6日東電発表)ともいわれ、放射性セシウムで4京Bq(2012年2月28日、気象庁気象研究所が環境放射能研究会で発表)の数値も提出された。これらの3割が陸域へ、残り7割は海へ直接、降下したとされる。同気象研究所発表は海へ入った放射性物質はセシウムだけで2.4~3京Bqとした。これに加えて、壊れた原発から海に高濃度汚染水が流れ込んだ。フランス放射線防護原子力安全研究所(IRSN)はセシウムの1核種、 ^{137}Cs だけで2.7京Bqと推計する。今後、さまざまな試算が出るだろうが、福島第1原発から出た放射性物質量は天文学的な数字だったことに変わらない。

核種によっては物理的半減期が極めて長く(たとえば ^{137}Cs と、現時点でほとんど分析されていない ^{90}Sr ストロンチウムは共に約30年、同じく未分析な各核種 ^{238}U 、 ^{240}Pu 、 ^{239}Pu プルトニウムはそれぞれ88年、6,500年、2.4万年)、動植物の体への取り込まれ方や、生体での蓄積、挙動も異なることが知られる。海の除染は不可能に近く、覆水は盆に返らずの言葉に行き着くが、食物連鎖を通じた生態濃縮の過程や仕組みが、汚染源となった日本の周辺海域で短期、長期スケールで明らかにされていくことは、放射能災害後の推移を理解し、二次汚染の軽減を図る上で重要だろう。放射能物質は海流で環太平洋に広範囲に運ばれるため(青山・五十嵐 2011)、流出源の日本からの情報の持続的発信は欠かせない。

事故から1年を経ても、壊れた原発から高濃度汚染水の海洋流入が報じられ、私たちは過酷な原発災害が終息するまでの長い道程を覚悟し始めている。福島県、宮城県、栃木県、群馬県、茨城県、千葉県などの高濃度汚染域から、将来にわたって河川

や地下水経由で放射性物質が海へ移行することも、東日本の高濃度汚染地帯の沿岸生態系が抱える大きな課題になるだろう。

原発事故の起きた東日本の太平洋沿岸から沖合にかけての海域は、有数の生物生産性が高い海域の一つである。ここに生息する動物プランクトン、小魚、頭足類などの小型な海洋動物を捕食するために、南半球からの渡り性海鳥や日本周辺で繁殖する海鳥が滞在する数多くのバイオ・ホットスポットが形成されている。

本稿は、御蔵島(33°53' N,139°36'E)で繁殖する海鳥オオミズナギドリ *Calonectris leucomelas* が、福島第1原発が出した放射能汚染にどう関わるかを予測するため、福島県周辺の海洋環境と、放射能汚染が始まった春季から(第1次流出が終息する)初夏にかけてのオオミズナギドリの行動圏を紹介し、海洋の放射能汚染との関わりを考える。オオミズナギドリに馴染みのない人のために、彼らの分布、形態、生息状況、生態について、御蔵島繁殖集団に着目して稿を進める。なお、福島第一原発事故による放射能汚染の現況は、マスコミ報道やネットで公表されるもののなかから、発表機関が特定できる数値を抽出した。

オオミズナギドリの繁殖地の分布

オオミズナギドリ(ミズナギドリ目ミズナギドリ科オオミズナギドリ属)は北緯24~42°、東経121~142°にまたがる、主に東アジアの60余りの島で集団繁殖し、その多くが日本にある。最近、瀬戸内海の山口県宇和島で少数の繁殖が見つかった。ほとんどの繁殖島は暖流の黒潮あるいはその分枝流の対馬海流にある(図1)(岡 2004)。黒潮と寒流の親潮双方の流れで複雑な水塊が形成される混合域近くの岩手県三陸沿岸の島々に1980年代以降、大きな繁殖地ができつつある。

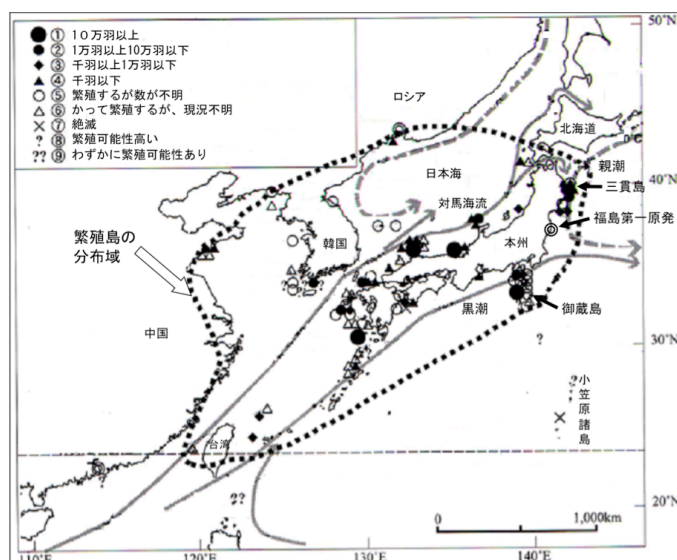


図1. オオミズナギドリの繁殖地の分布と規模(岡2004を改変)

御蔵島にどのくらい生息するか：課題

過去に一度でも繁殖数が推定された37島のうち、1万羽以上が繁殖する島数は、この3割にあたる11島である。ここで全体の98%強の鳥が繁殖し、残りの7割の島にわずかに2%弱が繁殖し、一極ならぬ少極集中の特徴を持つ(岡 2004)。御蔵島を除く36島には80万羽余りが繁殖する(岡 2004)。東京都(1980)が御蔵島で1978年に推定した繁殖数は175~350万羽にのぼるため、これを加算すると約260~430万羽になり、御蔵島の占める割合は本種の推定繁殖数全体の約7~8割を占めることになる(岡 2004)。このように御蔵島の推定繁殖数が本種の世界の生息数そのものを長く押し上げてきただけに、御蔵島での生息数の詳細で正確な調査が強く望まれる理由がある。

ちなみに、東京都(1980)の1978年の推定値は10m方形区13個の平均巣穴数0.368/m²に、巣穴に一晩立てた棒の倒伏率60%を巣利用率とし、島の森林面積1,739haの4分の1もしくは半分には巣穴が分布すると仮定し算出された。一方、1985年に島の北東部、大島分川の繁殖地3.6haの巣穴と植生、地形の関係を踏査した治田ら(1987)は、巣密度が高い(0.5/m²以上)のは面積にしてわずか2%に過ぎず、ほとんどが0.5~0.1/m²の中密度域(全体の47%)もしくは0.1/m²以下の低密度域(全体の51%)で占められたと報じている。調査地の推定巣穴数6,600個から算出した調査地全体の平均巣穴数0.184/m²に、御蔵島南郷でのヒナの在巣率20%で起算し、分布面積を東京都(1980)と同条件にすると、総繁殖個体数は32~64万羽となり、前述の推定繁殖数175~350万羽の実に8割減になる。現状では島内の繁殖分布域も把握されていないため、さらなる比較はあまり意味を持たない。

オオミズナギドリは斜面の土中に巣を掘るため、今後の生息数調査には、松本ら(2007)が岩手県三貫島でオオミズナギドリの個体数を推定したように、繁殖地の面積を平面ではなく、実相に近い斜面の表面面積を算出換算するGIS(地理情報システム)を用いた解析も、850mの山頂をもつ御蔵島の険しい地形の山岳島では必要条件の一つになるだろう。御蔵島では国の特別保護地区で、平清水川に沿ってV字谷を形成する川口地区の大斜面にオオミズナギドリはこれまで数多く繁殖してきたが、地形的な障壁でこの地域の繁殖数に関する情報が皆無である。地形が険しく、山道も廃れているこの地区の陸域調査を補完するために、鳥の帰島と離島時の行動特性に着目した、新たな海上での個体数推定法の開発が不可欠である。

近年、御蔵島では増加したノネコによって、多くのオオミズナギドリが捕食されてきた。平成17年度からは個体数抑制のためノネコを捕獲し、不妊去勢手術後に再び島に移送、放獣した。この頭数は御蔵島村役場の平成21年度、同22年度資料によると、平成23年度までに計323頭になる。捕獲対象の都道以外の山中を縄張

りにするノネコの自然増殖は今後も抑制できない。ノネコによるオオミズナギドリへの捕食圧は、オオミズナギドリが繁殖に戻る早春からヒナが生まれる夏の6ヶ月間は、集中的に親鳥と帰島し始める数歳以上の亜成鳥にむかうため、繁殖集団に与える影響は大きいと懸念される。

繁殖生態

オオミズナギドリは御蔵島へ2月末から帰巢し始め、3月以降、数を増す。この時期から産卵までの期間は、オスはメスより頻繁に帰島する。6月初旬～10日頃にかけて、メスは約2週間の長い索餌トリップへでかけ、戻った直後の6月半ばから下旬に1卵を産み、雌雄で約1週間ずつ交替しながら、延べ約50日抱卵する

(Yamamoto et al. in press)。雛は8月半ばにほとんどが孵化する。2羽の親のどちらかが最後に給餌に帰島するのが11月7日(平均)で、ヒナはその後、平均9日間、巣に留まり、11月中旬にはほぼ親の体重で巣立つ。この時の平均巣立ち日齢が90日である。孵化後10日齢で骨部位の成長速度が最大化し、体重の成長速度も20日齢で最大化する。尾翼の成長は後半に集中し、尾長は60日齢、翼長は75日齢で最大化し、翼は巣立ち期にも伸長を続けて飛行生活に入っていく (Oka et al. 2002)。親鳥の育雛期間は80日である。この間、毎夜のように帰島する連続給餌と、数日から10日間まったく帰島しない連続非給餌を繰り返す (Oka et al. 2002、Ochi et al. 2010)。島に戻らない期間、御蔵島の親鳥は房総・鹿島灘沖海域までの比較的近距离の海域と、三陸沖・北海道南部海域までの遠距離の海域を定期往復する (Ochi et al. 2010、Matsumoto et al. in press)。子育て期に遠く離れた海域で採食する御蔵島の親鳥の行動様式 (Oka et al. in prep.) は、ヒナが孵化するまでの親鳥の洋上行動にも共通してみられ、春の福島第1原発からの海洋大量放射能汚染と繁殖前期の御蔵島の親鳥が洋上でリンクする。

オオミズナギドリの形態と御蔵島繁殖集団の特徴

オオミズナギドリは羽色では雌雄が区分できないが、骨格と体重、鳴声で区分できる。オスはメスより骨格が有意に大きく、体重も重い。オスは声高で、メスは低音で、鳴き交わしのフレーズも大きく異なる。種としての遺伝的多様性は高かった一方で、北太平洋、日本海、東シナ海の繁殖集団間の遺伝的な差異はほとんどない (馬場・岡 未発表)。骨格の大きさにもほとんど差はみられないが、栄養状態の指標となる体重に、集団間で顕著な差が生じている。御蔵島の子育て期の繁殖鳥は雌雄ともに、たとえば、海洋環境の異なる繁殖地の、三陸沿岸の岩手県三貫島や、日本海の新潟県粟島などの子育て期の親鳥より、いずれも軽い。骨格と翼面積が集団間でほとんど変らなければ、翼荷重 (翼面積に対する体重)

が軽くなる分、御蔵島の繁殖鳥は移動に費やすエネルギーを少なくできる。体重は筋肉などの運動部位の増減でも変化するが、体脂肪割合が他の分類群の海鳥類よりもはるかに高いミズナギドリ類では、脂肪の増減でとりわけ大きく変化する（Oka 2008）。ヒナへの給餌期間に遠い餌場と御蔵島を定期往復する親鳥が、体重の軽量化で翼荷重を軽くし移動に費やすエネルギーコストを下げたことは十分考えられる。軽い体重は、栄養蓄積の面から考えれば、悪天候や海洋環境の変化などで生じる飢餓リスクへの備えが少ないことを意味する。御蔵島の繁殖集団は飢餓への生態リスクを持つことが予想される。

採食生態

温度、着水頻度、潜水深度などを連続的に記録するデータロガーを御蔵島の子育て中の親鳥 14 羽に装着し、延べ 74 日追跡した結果 (Matsumoto et al. in press)、洋上生活中の着水時間はほとんどが 1 日あたり 10% 前後で、最も着水比率が高い 1 羽も 1 日あたり 24% に過ぎなかった。着水回数は最多で平均 118 回/日、最少で平均 39 回/日で、着水時間は 1 回あたり平均 2~3 分に過ぎない。潜水の頻度はさらに下がり、1 日 10 回前後ですら回数としては多いほうで、平均 3~6 回/日がもっとも多い。1 回の潜水は平均わずか 5 秒程度で、最長潜水でも 18 秒であった。最も深く潜ったのは 6m で、ほとんどの鳥が最大でも水深 2~3m の潜水しかしない。中には 2 日間で 30cm という、ごく浅い個体もいた。帰島した親の胃内容物は表層魚が占め、なかでもカタクチイワシ(ニシン目カタクチイワシ科)が優占した。次いでトビウオ(ダツ目トビウオ科)、サンマ(ダツ目サンマ科)、スルメイカ(ツツイカ目アカイカ科)と、マサバ(スズキ目サバ科)、マルソウダ(同科)、シイラ(スズキ目シイラ科)などが加わる。魚種のなかでもカタクチイワシは 1 回の洋上トリップの長さに関係なく採食していたのに対し、サンマは長期間、帰島しなかった個体が採食していた。

こうした洋上の行動に関わる詳細な記録は、オオミズナギドリが日本の周辺海域でほとんどの時間、飛翔して過ごし、あまり潜水をせずに、短い着水を繰り返して、小型な海洋動物、とりわけ浮魚の仲間を採食していることを物語る。オオミズナギドリは生産性の高い海域のありかを熟知し、小型浮魚やイカが海面に集まってくる好機を得ているのだろう。暖流が寒流とぶつかる混合域は、イルカやクジラ、カツオ、マグロにとっても格好な採食場になっている。おそらくオオミズナギドリはこうした遊泳力のある高次捕食者の動きを注視し、彼らが浮魚を表層に追い上げて集群させたところを、タイミングよく海面に降りて採食していると考えられる。事実、東日本太平洋側沿岸から沖合の混合域では、イルカ類とオオミズナギドリが同じ場所で観察されることが多い。

福島県の海洋環境と、海洋での放射性物質拡散の特徴

福島県の位置する常磐沖から三陸沖にかけての海域は、北海道に沿って南下する寒流の親潮と、南から西日本に沿って北上する暖流の黒潮が混ざり合う。この黒潮親潮移行域では、暖水塊や暖水ストリーマ、暖水舌といった水塊が入り込むことで潮前線である海洋フロントが形成され、フロント近くでは動物プランクトン、植物プランクトン、魚卵、仔魚、稚魚の現存量が大きいことが知られている（久保田ら 2001 他）。二つの海流の勢いは季節的に変化するため、1年を通じて表層水温の変化が非常に大きいことが知られる。県の海岸全域に大きな湾や深い入り江がなく、陸棚（水深 200m 以浅）が沖に向かって 50~60km 張り出し、陸棚斜面が約 150km のびて日本海溝に落ち込む。海溝は太平洋プレートが沈み込み深度を増すが、3月11日に宮城県牡鹿半島の沖合の陸棚斜面でユーラシアプレートが跳ね上がり、最大でマグネチュード (M_w) 9 の地震を引き起こした（Yoshida et al. 2011）。

県の海岸の中央近くの原発から海に流入した放射能汚染水は、南へ向かう沿岸流で、かなりの量が茨城県南部の沿岸方向に輸送され、一部は仙台湾へも北上した。2011年4月上旬の福島第1原発沿岸表層水のセシウム濃度は $68 \times 10^6 \text{ Bq/m}^3$ を最高に、8月末までに $10^4 \sim 10^5 \text{ Bq/m}^3$ が測定された（Buesseler et al. 2011）。日本の原子力発電所の所在地 13 地域の沿岸の表層海水に含まれる放射性セシウム濃度が、1996年時点で全国いずれの採取地点でも 3 Bq/m^3 前後（Kasamatsu & Inatomi 1998）だったのに対して、セシウム濃度だけでも 3.11 後は、4~7 桁多い汚染状況を示した。2011年11月上旬でも福島沿岸域は $10^3 \sim 10^4 \text{ Bq/m}^3$ が測定され、福島第1原発から 30km 圏のすぐ外側でも $10^2 \sim 10^5 \text{ Bq/m}^3$ が測定され、汚染は広範囲に及んだ（文科省および福島県発表）。汚染は下層水にも進行し、2011年4月末、福島県いわき市沿岸の下層水でセシウム濃度 $114 \times 10^3 \text{ Bq/m}^3$ （文科省公表の放射能と原発関係のアーカイブサイト <http://atmc.jp/>）が記録された。

水生動物は魚類ではエラ呼吸時に海水から直接、採食時に餌生物を通して体内に取り込まれる。海産動物の蓄積濃度は、日本沿岸では 1986年のチェルノブイリ事故年に ^{137}Cs の最大が 0.8 Bq/kg 前後に上昇したが、概ね 0.4 Bq/kg 前後もしくはそれ以下で推移していた（笠松 1999）。3.11 以前（の平年時に）日本沿岸で検出され続けたこうした放射性物質は、主に 1950年代から 1960年代の核軍拡競争時代の大気圏内核実験で放出したものが海中に残存し、長期にわたってゆっくり崩壊し続けていることを示す（笠松 1999）。

2011年4月初旬、茨城沖で採取された表層魚のイカナゴにヨウ素が $4,000 \text{ Bq/kg}$ 、セシウム（以後 Cs と表記）が約 500 Bq/kg 検出された。福島県勿来沖では4月中旬、ヨウ素 $12,000 \text{ Bq/kg}$ 、Cs $12,500 \text{ Bq/kg}$ 、4月後半でもヨウ素が 800 Bq/kg 前

後、Cs が約 3,000Bq/ kg と軒並み高い値がイカナゴに検出され続けた（水産庁 2012）。5 月に入ると物理的半減期が 8 日と短いヨウ素は、ほとんどの海域で検出限界以下に落ちたが、原発から放出初期に浮魚の体内に高濃度に検出された Cs が底魚にも高い値で検出され始め、広範囲な魚種で高濃度が続いた。海中の底生生物も高濃度に汚染され始め、同 7 月にいわき市沖合 10km の底泥に生息するゴカイ類で Cs が 471Bq/ kg、ウニの仲間オカメブクで 854Bq/ kg が検出され、同年 10 月でも、ゴカイ類で 328Bq/ kg、オカメブクで 582Bq/ kg が検出された（東京海洋大の報道発表）。3.11 以後は、海産動物のセシウム蓄積量だけでもそれ以前に比較して千倍から 10 万倍高まっていたことが分かる。チェルノブイリ原発事故（旧ソ連、現ベラルーシ）発生の 1986 年に広域が汚染された北欧、ドイツなどで陸域の生物と淡水魚類を対象にした先行研究（Rowan et al. 1998 他）が示すように、海産生物においても、放射性物質が水と食物網を通じて小型生物から大型生物に生物移行し、濃縮されることが予想される。海産魚類の生体取り込みと濃縮、生態系での移行プロセスを知るための鍵核種となる ^{137}Cs に着眼した研究結果は笠松（1999）の総説論文によくまとめられている。現在ダウンロードが可能なウェブサイトを引用文献に併記したので、あわせて参照いただきたい。

主要餌種のカタクチイワシの放射性濃度

オオミズナギドリが頻繁にカタクチイワシを採食することは前々項の「採食生態」のところで述べた。日本の太平洋沿岸ではカタクチイワシは春季は黒潮域に分布の中心があり、晩春から混合域へ向かって北上移動することが知られる（久保田ら 2001、他）。市場で取引されるシラスはイワシ類の稚魚の総称である。資源量が減少したマイワシに替わって近年、カタクチイワシが多くを占めることが知られている。

水産庁(2012)の放射能汚染アーカイブデータでは日立・鹿島灘沖や福島沖にかけての海域のカタクチイワシの放射性物質の測定サンプル数は汚染が起こった 2011 年春以降、ごく限られる。4 月中旬の日立・鹿島灘沖でヨウ素が最大で 130 Bq/ kg、セシウムが最大で 170 Bq/ kg 検出されたのを除き、3 月下旬から 7 月末までの主に日立・鹿島灘沖の 25 サンプルのほとんどが、セシウムで数 10 Bq/ kg という、他の魚種に比べて相対的に低い値で推移した。この値は 3.11 以前の海産動物に比べると、2 桁高い値である。一方、シラスの測定サンプル数は比較的多く、福島沖の測定値はほとんどが 5、6 月に数百 Bq/ kg 台の値であった。5 月中旬にカタクチイワシでは最も高い 850Bq/ kg が検出された。茨城、千葉沖でも数十 Bq/ kg と、この海域での成魚のカタクチイワシと同程度の濃度であった。

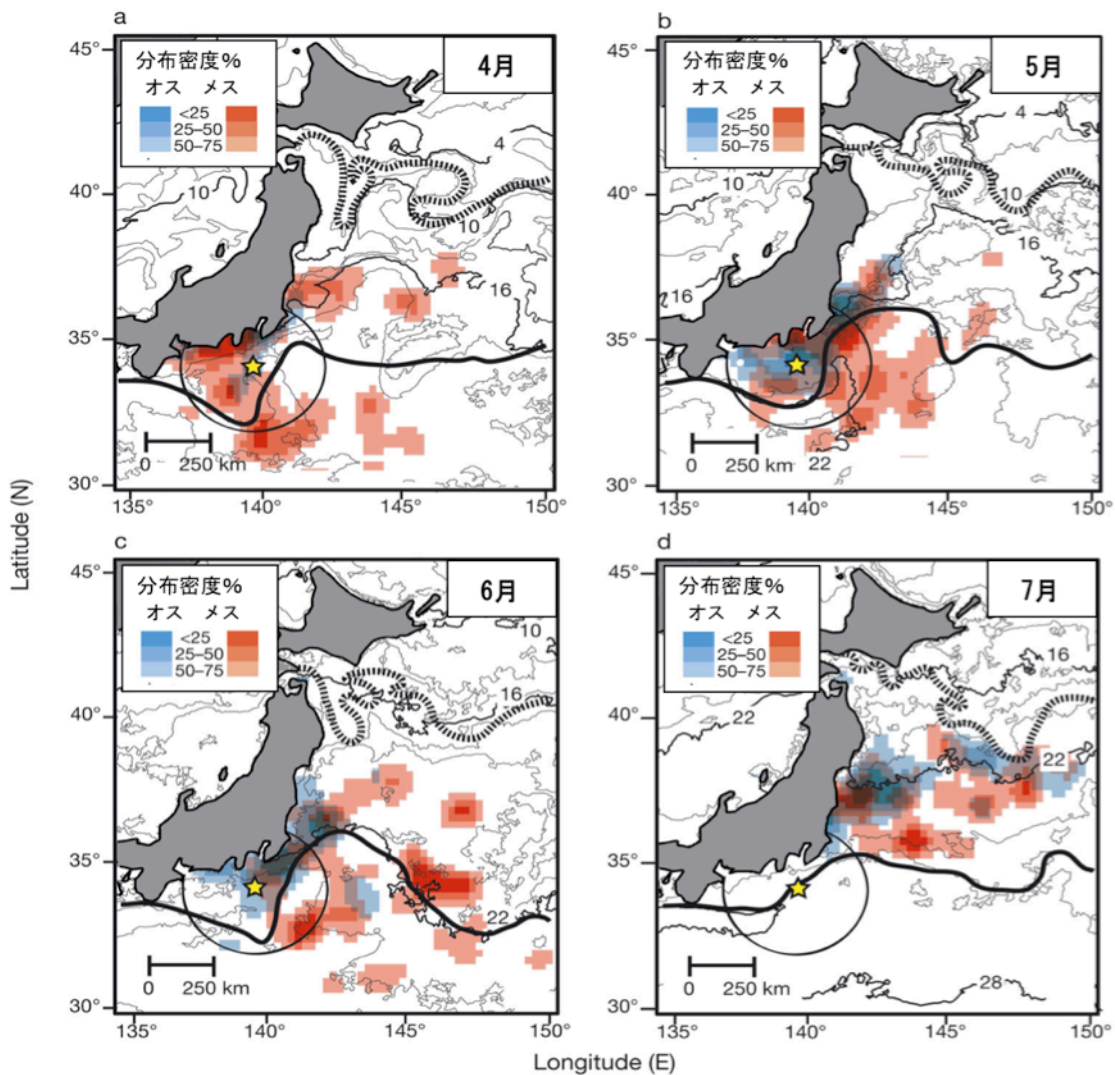


図 2. 御蔵島で繁殖するオオミズナギドリの 4 月から 7 月までの洋上分布 (Yamamoto et al. 2011 を改変)

こうしたカタクチイワシの稚魚や成魚、イカナゴは資源量が多く、他の海産魚類や海獣類、海鳥のような高次捕食者の格好な餌生物になっているため、生態濃縮の強力な駆動役になることが予想される。

私たちが形態と DNA で同定した胃内容物（前々項の採食生態を参照）は、彼らの食生活を語るものであるが、すべての餌ではない。その理由は、夜、御蔵島に帰島したところを捕獲し、吐き戻させた時点で、胃内容物はかなりの割合でペースト状になっていることが多く、同定が不可能な割合が高いためである。その

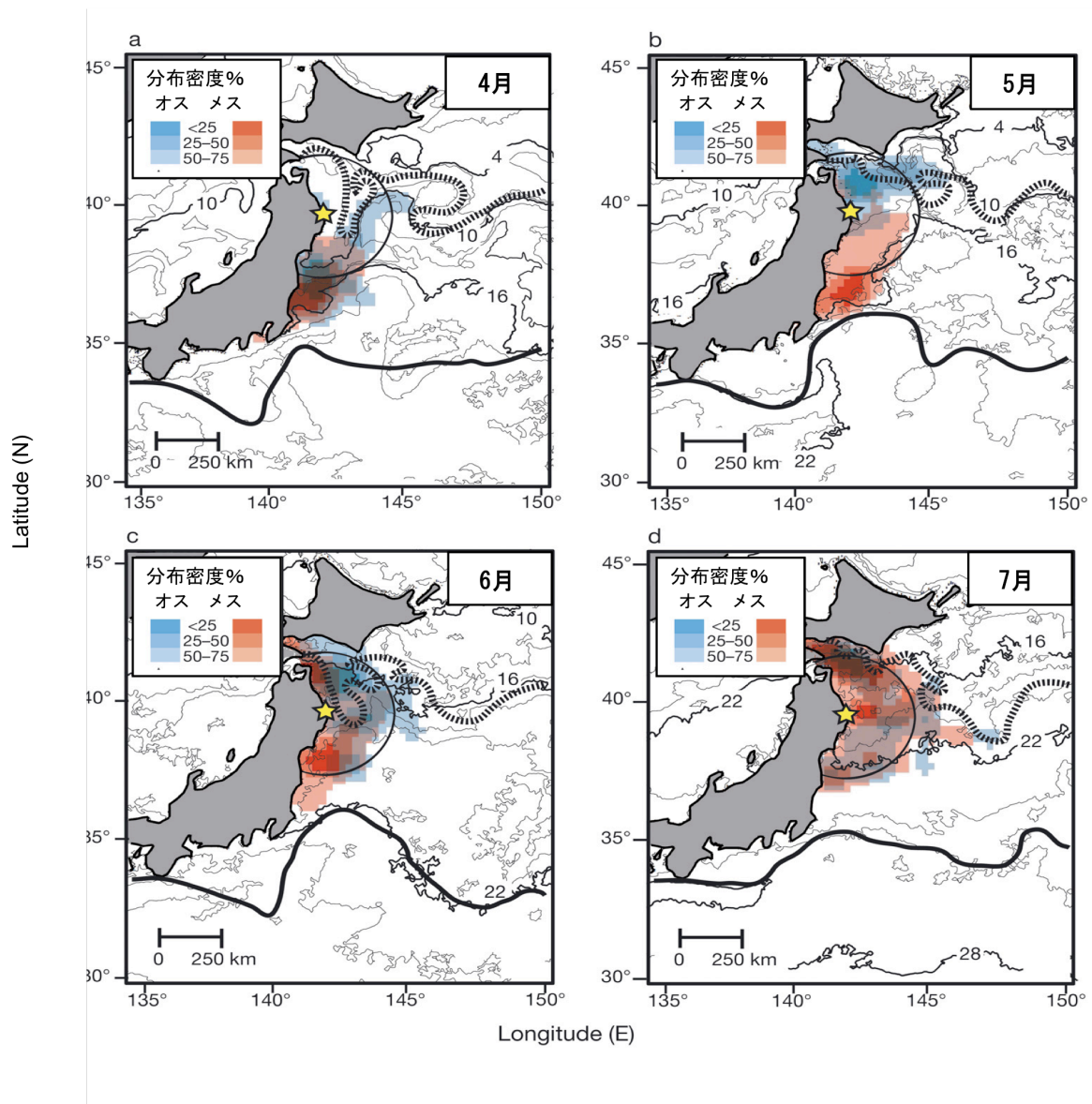


図 3. 三貫島で繁殖するオオミズナギドリの 4 月から 7 月までの洋上分布 (Yamamoto et al. 2011 を改変)

ため私たちが胃内容物から得た採食物メニューは彼らが実際に食べた餌生物の一部と認識するのが妥当である。ミズナギドリの仲間は、一般に長寿命であり、オオミズナギドリも例外ではない。海洋動物による放射性物質の取り込みと生態濃縮がこうした長寿命動物にどのように進むかを追跡するために、できるだけ簡便な手法の開発が必要である。一つには、分析手法は比較的簡便で半減期が長くモニタリングに向く ^{137}Cs など、先行研究が豊富な放射性核種を選ぶことが現実的だろう。

御蔵島のオオミズナギドリは春から夏、どこで採食するか

オオミズナギドリは、4月、オスは巣穴の占有を優先するために御蔵島から半径約300kmの海域に留まり、最も北でも鹿島灘周辺の沿岸域にかけて滞在するが、メスは御蔵島から遠くの海域へもでかけ、伊豆諸島鳥島から北は福島沿岸から沖合にかけての海域に滞在する。採食へ出かける最大距離は島から直線距離で500~600kmにもなる(図2 a)。5月もオスが島周辺の陸棚を中心に滞在するのに対して、メスは島から遠い黒潮続流以南の海域にも分布する。雌雄とも、混合域の、福島県沿岸から沖合に出現する水温勾配の大きい海域まで北上している。6月に入ると雌雄はさらに北進し、宮城県金華山沿岸と、メスは引き続き島から遠い沖合一帯に滞在する。抱卵期の7月には雌雄とも島周辺の海域にはいっさい滞在せず、房総半島の九十九里浜以北から、最も北では三陸の北緯40度付近の沿岸から沖合800kmの亜寒帯移行域一帯の混合域に滞在する(図2 bcd)(Yamamoto et al. 2011)。

御蔵島の繁殖鳥の分布の季節的变化をみる上で、もう一つの主要繁殖地、岩手県釜石市の三貫島(39°18' N, 141°59' E)の繁殖鳥と比較してみると、東日本太平洋側で繁殖するオオミズナギドリの分布の傾向がより明らかになる。三貫島の繁殖鳥は4月には雌雄ともに繁殖地よりも南の、三陸南部から茨城県の鹿島灘までの海域に滞在し、一部は北海道の南に形成される親潮フロントにそって沖合に滞在するが、滞在の重点海域は茨城、福島、宮城の沿岸から沖合である(図3 a)(Yamamoto et al. 2011)。5月には、オスは繁殖地周辺以北の親潮フロント、メスは福島沖に多く滞在し続け、6月には宮城沖にシフトする。7月には福島県沖以北から北海道南部にかけての海域に滞在している(図3 bcd)。島からの距離でいえば、三貫島の繁殖鳥は春は島からの距離が最大であったが、5、6月にかけて、とりわけオスは島周辺に滞在の比重を移し、抱卵期の7月には、雌雄とも抱卵当番の非番時に遠出ができるにもかかわらず、繁殖地から半径250~300kmの混合域の亜寒帯移行域から親潮フロントの、島周辺海域に滞在している。おそらく、一つには主要な餌生物の浮魚などの北上、あるいは沖合への移動にあわせ索餌回遊する海獣類などの動きにオオミズナギドリの親鳥が同調して、索餌海域を選択していると推定される。

こうしたオオミズナギドリの福島第1原発からの放射能物質による汚染海域との遭遇は、繁殖前期のオスとメスの役割分担の違いから、御蔵島の繁殖鳥では、沿岸域での滞在が多くなるオスにより被曝機会が増え、三貫島の繁殖鳥では4月には雌雄とも、5月から6月にかけてはメスにバイアスがかかった可能性がある。メスは産卵前の6月初旬から下旬まで平均2週間島へ戻らず(Yamamoto et al. in press)、卵形成のために栄養蓄積する。この時期には、御蔵島の親鳥も滞在海

域に、福島沿岸もしくは沖合が含まれる。抱卵開始の6月下旬からは、どちらの繁殖地の雌雄ともに、福島県沿岸から沖合にかけての汚染海域に滞在するため、被曝機会にさらされると考えられる。

今年も、あの3月が巡った。野生生物は季節の暦に忠実である。赤道海域からオオミズナギドリが次々に戻って来た。放射性物質による影響は、核種の半減期の長短にかかわらず、影響を見極めるのに時間が要する。かれら野生動物がどのくらいの割合で放射性物質を体内に取り込み、生態や生理にどう影響が及んでいくのか、それをモニタリングし、実相を知る手がかりを得ることは、私たち人間にとって必要なことだろう。再び「覆水は盆に返らず」の重い言葉を受け止めながら、長期的視点にたって調査が実施されていくことが望まれる。

引用文献

- 青山道夫・五十嵐康人. 2012. 福島第一原子力発電所事故に伴う大気・海洋の人工放射能の変動. 平成23年度気象研究所研究成果発表会講演要旨、9-11頁.
<http://www.mri-jma.go.jp/Topics/Happyoukai2011/2011Happyou05.pdf>
- Buesseler, K., M. Aoyama and M. Fukasawa. 2011. Impacts of the Fukushima nuclear power plants on marine radioactivity. *Environmental Science & Technology* 45(23):9931-9935.
- 治田則夫・丸山直樹・岡 奈理子・黒田長久. 1987. 御蔵島のオオミズナギドリのコロニー構造. 山階鳥類研究所研究報告 19: 56-76.
- Honda, M.C., T. Aono, M. Aoyama, Y. Hamajima, H. Kawakami, M. Kitamura, Y. Matsumoto, M. Takizawa, M. Takigawa and T. Saino. 2011. Dispersion of artificial caesium-134 and -137 in the western North Pacific one month after the Fukushima accident. *Geochemical Journal* 46:e1-e9.
- 笠松不二男. 1999. 海産生物と放射能－特に海産魚中の¹³⁷Cs濃度に影響を与える要因について－. *RADIOISOTOPES* 48: 266-282.
<http://www.journalarchive.jst.go.jp/jnlpdf.php?cdjournal=radioisotopes1952&cdvol=48&noissue=4&startpage=266&lang=ja&from=jnlabstractRT>
- Kasamatsu, F. and Y. Inatomi. 1998. The effective environmental half-life of ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs in coastal seawaters of Japan. *J. Geophys. Res.* 103:1209-1217.
- Kasamatsu, F. & Y. Ishikawa. 1997. Natural variation of radionuclide ¹³⁷Cs concentration in marine organisms with special reference to the effect of food habits and trophic level. *Marine Ecological Progress Series* 160:109-120.
- 久保田洋・大関芳沖・木村 量. 2001. MIKT採取による春季黒潮親潮移行域の暖水北辺における浮魚類仔稚魚の水平分布. *中央水研報* 16:57-73.

- 松本経・風間健太郎・佐藤克文・岡 奈理子. 2007. GIS 3次元表示を用いた岩手県三貫島オオミズナギドリ繁殖個体数の推定. 日本鳥学会誌 56:170-175.
- Matsumoto, K., N. Oka, D. Ochi, F. Muto, T. Satoh and Y. Watanuki (in press) Foraging behavior and diet of Streaked Shearwaters (*Calonectris leucomelas*) rearing chicks at Mikura I. Ornithological Science.
- Ochi, D., N. Oka and Y. Watanuki. 2010. Foraging trip decisions by the streaked shearwater *Calonectris leucomelas* depend on both parental and chick state. Journal of Ethology 28:313-321.
- 岡 奈理子. 2004. オオミズナギドリの繁殖島と繁殖個体数規模、および海域、表層水温との関係. 山階鳥類学雑誌 35:164-188.
- Oka, N. 2008. Nutrient reserve difference between young and adult Short-tailed Shearwaters, *Puffinus tenuirostris*, before and after trans-equatorial migration. *Papers and Proceedings of the Royal Society of Tasmania* 142(1): 197-204.
- Oka, N., H. Suginome, N. Maruyama and N. Jida. 2002. Chick growth and fledgling performance of Streaked Shearwaters *Calonectris leucomelas* on Mikura Island for two breeding seasons. Journal of Yamashina Institute for Ornithology 34:39-59.
- Rowan, D.J., L.A. Chant and B. Rasmussen. 1998. The fate of radiocesium in freshwater communities-Why is biomagnifications variable both within and between species? J. Environ. Radioact., 40: 15-36.
- 水産庁. 2012. 各都道府県等における水産物放射性物質調査結果.
- 東京都. 1980. オオミズナギドリ調査報告書. 東京都 (労働経済局)、東京.
- Yamamoto, T., A. Takahashi, N. Oka, T. Iida, N. Katsumata, K. Sato and PN. Trathan. 2011. Foraging areas of streaked shearwaters in relation to seasonal changes in the marine environment of Northwestern Pacific: Inter-colony and sexual differences. Marine Ecology Progress Series 424:191-204.
- Yamamoto, T., A. Takahashi, N. Oka, M. Shirai, M. Yamamoto, N. Katsumata, K. Sato, S. Watanabe and PN. Trathan. (in press) Inter-colony differences in the incubation pattern of streaked shearwaters in relation to the local marine environment. Waterbirds.
- Yoshida, Y., H. Ueno, D. Muto, and S. Aoki. 2011. Source process of the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku earthquake with the combination of teleseismic and strong motion data. Earth Planets Space 63:565-569.