

平成 22 年度 海ワシ類における
風力発電施設に係るバードストライク
防止策検討委託業務
報 告 書

平成 23 年 3 月

環境省 自然環境局

目次

1.業務の目的	1-1
2.業務の基本方針	2-1
3.検討結果	
3.1 立地環境条件による衝突リスクの検証	3-1
3.1.1 衝突実績をもとにした衝突リスクの評価	3-1
3.1.2 出現頻度をもとにした衝突リスクの評価	3-7
3.2 海ワシ類の渡り状況等による衝突リスクの検証	3-22
3.3 海ワシ類の気象条件等による衝突リスクの検証	3-27
3.3.1 海ワシ類が出現し易い気象条件(風向風速、視程)の把握	3-27
3.3.2 海ワシ類が風車に衝突した場合ならびに衝突個体の医学的剖検から 得られた衝突日時に基づく気象条件の整理	3-32
①処理簿に基づく死骸発見時の状況	3-37
②前日～当日に衝突したと推定された事例の気象状況	3-45
③2011 年 1 月に発生した苫前町における衝突事故(2 件)に関する詳細解析	3-55
3.4 衝突個体の医学的解剖による海ワシ類の衝突原因の考察	3-69
3.4.1 海ワシ類の医学的剖検結果	3-69
3.4.2 オオワシ・オジロワシの風車衝突事故－保全医学的考察－ (猛禽類医学研究所 代表 齊藤慶輔氏による講演 平成 22 年度海ワシ類における風力発電施設に 係るバードストライク防止策検討委員会)	3-105
3.5 室内実験による鳥類の視認性の把握実験	3-113
4.検討会	
4.1 平成 22 年度海ワシ類における風力発電施設に係るバードストライク防止策検討会	4-1

5.資料編

5.1 越冬時期の海ワシ類調査期間中における日射量、気温、湿度
(平成 23 年1月 31 日～2 月 4 日)

……資-2

5.2 道内に漂着した海獣類(ストランディング)の分布

……資-13

5.3 視程計による視程変化および風向風速

(平成 22 年 12 月 11 日～平成 23 年 3 月 15 日)

……資-18

和文要約

[業務目的]

平成 22 年 6 月に閣議決定されたエネルギー基本計画において、2020 年までに一次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合について 10%に達することを目指すとされた。風力発電施設において猛禽類をはじめとした鳥類が風車のブレードに衝突し死亡する事故(バードストライク)が生じている。レッドリストで絶滅危惧 IB 類に指定されるオジロワシでは風車へのバードストライクが 3 番目に多い死因となっている。

本業務は、風力発電の推進と希少な野生生物保護との両立を図るため、オジロワシ、オオワシ等の希少な海ワシ類の風力発電施設におけるバードストライクの防止策を検討するため、衝突リスクの検証等を行うものである。

[立地環境条件による衝突リスクの検証]

バードストライクと考えられる死亡事故例、および苫前町での現地調査による海ワシ類の飛行頻度を基に、衝突リスクの高い環境条件について検討した。その結果、海岸に近い場所がバードストライクのリスクが最も高く、川の近くもリスクが高いことがわかった。また、風車群の辺縁部の風車ほど衝突リスクが高いことがわかった。

[海ワシ類の渡り状況等による衝突リスクの検証]

これまでにあまり調査されていない海ワシ類の春の渡りについての調査を行なった。宗谷岬での2月下旬から3月下旬までの連続調査から、3月上旬中旬が渡りのピークとなっていることが明らかになった。また、日本海沿岸に位置する苫前調査ではほとんど渡り個体は観察されず、宗谷岬の観察での飛来方向とあわせて考えると、オホーツク海沿岸が春の主要な渡り経路になっている可能性が示唆された。

[海ワシ類の気象条件等による衝突リスクの検証]

バードストライクと考えられる死亡事故例、および苫前町での現地調査による海ワシ類の飛行頻度を基に海ワシ類の衝突リスクの高い気象条件について検討した。

風車周辺での死骸報告は 26 事例あり、オオワシ 1 事例を除くと、すべてオジロワシであった。このうち、前日～当日に衝突したと推定される 10 事例について推定事故日における気象状況を取りまとめた。その結果、衝突事象の気象条件は以下の 4 点に整理できた。

- 1)風速は 6.0m/s 以上あり、風車の安定回転時であった
- 2)風向は風車が立地する断崖に向かっており、強制上昇流が発生しやすかった
- 3)日照がないか、あっても少なかった
- 4)降水(もしくは降雪)が観測され、そのような気象条件がほぼ終日(6～18 時)継続していた

現地調査からも、ワシが頻繁に飛行するのは風が崖に向かって吹いているときであることが示された。

[衝突個体の医学的解剖による海ワシ類の衝突原因の考察]

平成 22 年度海ワシ類における風力発電施設に係るバードストライク防止策検討委員会において、猛禽類医学研究所の齊藤慶輔氏による講演が行われた。重要なこととして、以下の 3 点が指摘された。

- 1)ほとんどの場合、背側から降ってきたブレードによってたたき付けられて死亡していた。
- 2)鳥の視野は前方と下方に向いているので、上方向からのブレード接近が見えていない可能性が示唆される。
- 3)ワシが風車を回避しようとした場合、ブレードが脚の先や翼の先などをぶつかると考えられるが、ほとんどの事故例は体躯そのものにまともに当たっていることから、ワシにはブレードがみえていないか、あるいは危険なものと認識していないことが考えられる

[室内実験による鳥類の視認性の把握実験]

室内において一定期間訓練されたオオワシを用いて、コントラスト感度の測定を行った。その結果、Michelson Contrast で 0.37 がこの個体の認識の閾値と推定された。

[検討会]

2010 年 12 月 22 日に第一回の検討会が開催された。検討会は、検討委員 5 名、招待講演者 2 名および環境省と事務局で構成されている。検討会では、業務の趣旨説明、招待講演、事務局からの説明等があり、検討委員を中心に議論が交わされた。

Summary

Aim of the study

The Basic Act on Energy Policy (2010, June) aims at obtaining 10% of Japan's primary energy supply from renewable sources by 2020. In wind farms, on the other hand, birds including raptors have collided with wind turbines. In Japan, for instance, collisions with wind turbines are the third largest mortality cause of White-tailed Eagles, which are designated as an endangered species in the Red List.

This report intends to examine the turbine collision risks of endangered eagle species such as Steller's and White-tailed Eagles to develop measures to avoid or reduce collisions of birds with wind turbines and facilitate the harmonious coexistence of renewable energy promotion and wildlife conservation.

Assessment of eagle collision risks in relation to site conditions

We assessed the environmental conditions that enhance a collision risk, based on the case study of sea eagles killed in a collision with wind turbines as well as the data on their flight frequency

and altitude collected in a wind farm, Tomamae town, northern Hokkaido. The results suggest that the collision risk of sea eagles with wind turbines is the highest on the coast, followed by the vicinity of a river. It is also revealed that outer ones in a cluster of wind turbines pose a higher collision risk to eagles.

Assessment of eagle collision risks in relation to migration

The spring migration of sea eagles has been not well documented so far in Japan. Therefore, we carried out surveys on the seasonal movements of sea eagles between late February and mid-March in Cape Soya, northernmost Hokkaido. The result showed that the migration of sea eagles reached a peak in early and mid-March. It was also suggested that the major migration route was located along the coast of the Sea of Okhotsk, based on the observation of very few migratory eagles in Tomamae Town on the coast of the Japan Sea as well as the flight direction of eagles recorded in Cape Soya.

Assessment of eagle collision risk in relation to weather conditions

We assessed the effects of weather conditions on the collision risk of sea eagles with wind turbines based on the case study of sea eagles killed in a collision with wind turbines as well as the flight frequency and altitude of eagles in a wind farm, Tomamae, northern Hokkaido.

So far 26 sea eagle carcasses have been discovered in the vicinity of wind turbines in Japan. They are all White-tailed Eagles except one bird, which is a Steller's Sea Eagle. We examined the weather conditions of the estimated days of collision for the 10 eagle carcasses which were assumed to be discovered within two days of collision with wind turbines. The result indicates:

- 1) The wind velocity was more than 6.0m/s, allowing for the stable rotation of wind turbines.
- 2) The wind blew in the direction of the cliff where the wind turbines were located, which tended to produce the forced updraft.
- 3) There was few if any sunshine.
- 4) Rain or snow lasted almost the whole day (6 – 18 hours).

The field survey also showed that the eagles flew most frequently when the wind was blowing in the direction of the cliff.

Discussion on the collision causes based on the autopsy of eagles killed by wind turbines

Dr. Keisuke Saito of the Institute for Raptor Biomedicine Japan pointed out three important

points in the committee of countermeasures against the collision of sea eagles with wind turbines (2010). They are:

- 1) In most turbine collision cases of sea eagles, downward turbine blades struck them dorsally.
- 2) Since birds have predominantly forward and downward fields of vision, they may not notice the blades that are coming downwards from above.
- 3) If eagles try to avoid turbine blades, the blades will strike the tips of their legs or wings. However, most of the eagles killed in a collision with wind turbines were struck directly on their bodies, which suggests that they did not notice the approaching blades, or did not recognize the threat that the blades presented to them.

Indoor experiments to assess the visual perception of sea eagles

We measured the contrast detection ability of a Steller's Sea Eagle trained in a cage. The result suggested that this individual had a detection threshold of 0.37 Michelson Contrast.

Committee

The first meeting of the committee of countermeasures against the collision of sea eagles with wind turbines was held on December 22, 2010. The committee consists of five committee members, two guest lecturers, the staff of the Ministry of the Environment and the secretariat staff.

1.業務の目的

再生可能エネルギーについては、平成22年6月に閣議決定されたエネルギー基本計画において、2020年までに一次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合について10%に達することを目指すとされており、その特性や課題に留意しつつ、国民、事業者、地方自治体等と緊密な連携の下で取り組むとしている。

風力発電施設の設置については、猛禽類をはじめとした鳥類が風車のブレードに衝突し死亡する事故（バードストライク）が生じており、この課題に円滑に対応するためのデータ等が整備されていないため、風力発電施設設置の適否判断が長引く問題が生じている。

環境省においては平成19年度から平成21年度まで、風力発電施設に係わる適正整備推進事業を行い、風力発電施設の立地を検討していく上で、環境影響評価等の実施のポイントとその際に配慮すべき各種事項をとりまとめたところである（環境省 2011『鳥類等に関する風力発電施設立地適正化のための手引き』等）。

しかし、バードストライクに関する知見等は風力発電施設の立地を検討していく上で十分とはいえず、さらなる知見の収集を行うことが求められている。なかでも希少野生生物との共生の観点から、特に環境省が作成している RL で絶滅危惧 IB 類に分類されるオジロワシについては、判明している限り風車へのバードストライクが3番目に多い死因となっており、海ワシ類に関する知見を収集することは希少種保全上重要である。

本業務は、このような状況下において、風力発電の推進と希少な野生生物保護との両立を図り、国民の理解を得られる適切な配慮を実施することができるようにするために、オジロワシ、オオワシ等の希少な海ワシ類における風力発電施設におけるバードストライクの防止策を検討するための衝突リスクの検証等を行うものである。

2.業務の基本方針

オジロワシとオオワシは、天然記念物に指定され、オジロワシは環境省 RL 絶滅危惧 IB 類に、オオワシはⅡ類に分類される希少種である。2004 年(平成 16 年)、北海道苫前町においてオジロワシのバードストライクと推定される死骸が発見されてから、現在まで 20 個体を超える海ワシ類の死骸が風車近傍で発見・回収されている。一方、北海道の沿岸部には風況条件の適地が広がっており、今後風力発電事業の拡大のためには、海ワシ類の風車への衝突リスクを検証することが緊急の課題であるとする。

海ワシ類のバードストライクの発生は、他の鳥類と同様、直接その衝突を観察することは困難である。このことが衝突メカニズムの解明と有効な防止策の策定を遅らせる要因となっている。

このように制限された条件の中で、効率的に防止策を検討する基礎資料を得るためには、業務計画の立案にあたって、いくつかの着目点が必要であるとする。次頁に概念図と成果の活用可能性を示し、基本方針を記載する(図 1-1- 1 と図 1-1- 2)。

基本方針①:海ワシ類の衝突リスクの高い経路、立地・地形・気象条件等を整理する

海ワシ類の死骸が発見された場所について、地形、植生、風車規模・レイアウト等の環境特性を整理し、共通点を見出すこととした(3.1.1 衝突実績をもとにした衝突リスクの評価、3.3.2 海ワシ類が風車に衝突した場合ならびに衝突個体の医学的剖検から得られた衝突日時に基づく気象条件の整理)。

これに対して海ワシ類の飛翔頻度も衝突リスクに関係すると仮定し、地形条件や気象条件と飛翔頻度の関係についても、現地調査ならびに解析を進めることとした(3.1.2 出現頻度をもとにした衝突リスクの評価、3.3.1 海ワシ類が出現し易い気象条件の把握)。また春と秋の渡り時期に注目して、その渡り時期、渡り経路・中継地の推定、渡り時期における飛翔行動特性等を把握した(3.2 海ワシ類の渡り状況等による衝突リスクの検証について)

以上をとりまとめることで、海ワシ類の衝突リスクの高い環境条件、風車配列等が整理されるので、風力発電事業者にとっては、計画段階における衝突リスク低減のための検討材料として活用が期待できる。さらに衝突が発生しやすい時期(渡り時期を含む)、気象条件等も整理されるので、稼働中の風力発電事業者にとって注意の目安を知ることができる。

基本方針②:衝突メカニズムの解明を試みた

衝突時のメカニズムの解明は、過去、直接観察がなかったことを踏まえ、発見・回収された死骸の医学的剖検を通じて、衝突日の推定、衝突時の生理学的特性(胃内容物)、打突面の確認等を検討し、衝突メカニズムの推定を試みた(3.4 衝突個体の医学的剖検による海ワシ類の衝突原因の考察について)。バードストライクの衝突時(推定日時)における気象状況が記録できれば、衝突のメカニズムを解明する上で前進となろう。そこで視程計をはじめとした気象観測機器を用い、長期

基本方針③: 検討会での議論・評価を踏まえ、よりオーソライズした成果を目指した

```

graph LR
    A[渡り] --> C[飛行]
    B[越冬] --> C
    C --> D[衝突]
    E[地形条件] --> D
    F[気象条件] --> D
    D --> G[死骸]
    G --> E
    G --> F

```

(1) ①衝突実績をもとにした衝突リスクの評価

(2) ②出現頻度をもとにした衝突リスクの評価

(3) ①海ワシ類が出現しやすい気象条件の把握

(4) ②医学的剖検から得られた衝突日時に基づく気象条件の整理

(4) 衝突個体の医学的剖検による海ワシ類の衝突原因の考察について

2-2

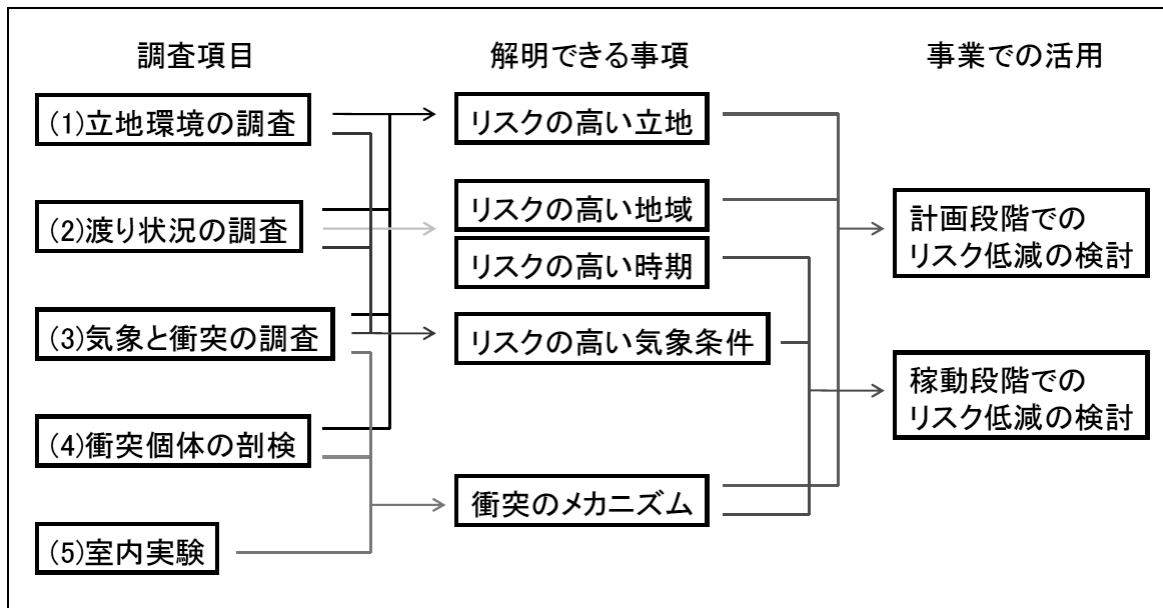


図 1-1- 2 業務における調査項目、解明できる事項ならびに事業での活用可能性

3.調査結果

3.1 立地環境条件による衝突リスクの検証

3.1.1 衝突実績をもとにした衝突リスクの評価

<調査・解析の方法>

本事業開始時点で 22 例の海ワシ類の風車付近での死亡例が報告されていた。これらの風車について 2011 年 1 月 17 から 19 日および 3.1.2, 3.2 の調査時に現地調査を行ない、その結果を 2 つの方向から分析し、その共通点を知ることで衝突リスクの高い風車について検討した。

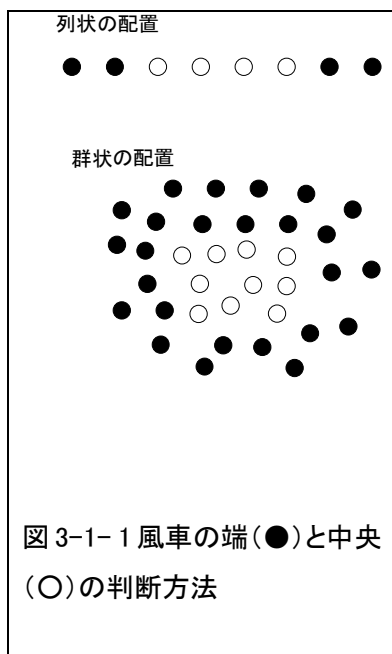


図 3-1-1 風車の端(●)と中央(○)の判断方法

1 つは衝突が確認された風車の特性である。現地調査により、周囲に海ワシ類を誘引するような環境要素がないかを調べると共に、事故の起きた風車のある風車群の規模(設置台数)、海ワシ類の採食地である海岸、港、川からの距離、周囲 5km 以内のオジロワシおよび海ワシ類の個体数、風車群における位置について集計を行なった。海ワシ類の個体数については、平成 18～20 年度の保護増殖事業で行なわれた越冬期の分布調査の結果を利用し、風車群における位置は、1 列に並んでいる風車については両端の 2 機を「端」、それ以外を「中央」、かたまってある風車群については、外縁部の 2 機を「端」、それ以外を「中央」として(図 3-1-1)、どちらの風車で事故が多いかを検討した。

解析にあたっては、事故の起きた風車群に含まれる風車一基一基を対象とし、それぞれの風車の事故数と規模や距離、海ワシ類の数といった要素とのあいだの相関関係を検討した。相関関係の検定は Kendall の順位相関係数を用いた。風車の位置における「端」と「中央」でどちらの事故が多いかの検定は、今回対象とした風車群には 137 基の風車があり、そのうち端に位置する風車が 69 基で、中央に位置する風車が 68 だったことをもとに検討した。もし端、中央に関係なく事故が起きると考えると、この 69 対 68 の比率、すなわち端で 11.08 回、中央で 10.92 回の事故が起きると考えられる(11.08+10.92=22)。この値を期待値とした χ^2 検定を用いて検定した。

2 つめは衝突実績のない場所の風車も含め、衝突実績のある風車とない風車の比較である。

NEDO(2010:<http://www.nedo.go.jp/library/fuuryoku/index.html>)から風車情報を整理し、2 万 5 千分の 1 地図や航空写真から、それらの風車の位置を特定することのできた北海道にある 268 基の風車について、海ワシ類の採食地である海岸、港、川からの距離、周囲 5km 以内のオジロワシおよび海ワシ類の合計個体数について集計した。海ワシ類の採食地である海岸、港、川からの距離、周囲 5km 以内のオジロワシおよび海ワシ類の個体数の 5 つの説明変数のうち、どの説明変数が事故の有無あるいは事故の回数に影響しているかの判断をモデル選択により行った。まず、説

明変数の全ての組み合わせ(全変数となる5変数を含むものから全く含まない 0 変数ものまでで、 $\sum_{n=0}^5 C_n = 32$ 通り)の一般化線形モデル(GLM)を、事故の有無、回数それぞれについて作成し、赤池情報量基準(AIC)の値の少ないものを「当てはまりの良いモデル」として、上位 10 のモデルを示し、それに含まれる説明変数をもとに出現に影響する説明変数を検討した。AIC はモデルの当てはまりの良し悪しを示す指数で、この値が小さいものほど「当てはまりの良いモデル」ということができる。上位のモデルに共通して採用された環境要素は、事故への影響が大きい要素と考えることができるので、それに基づき、事故へ影響する要素を検討した。計算は統計ソフト R(Ver. 2.8.1)を用いて行ない、モデルの確率分布は事故の有無については二項分布、事故の回数についてはポアソン分布とした。

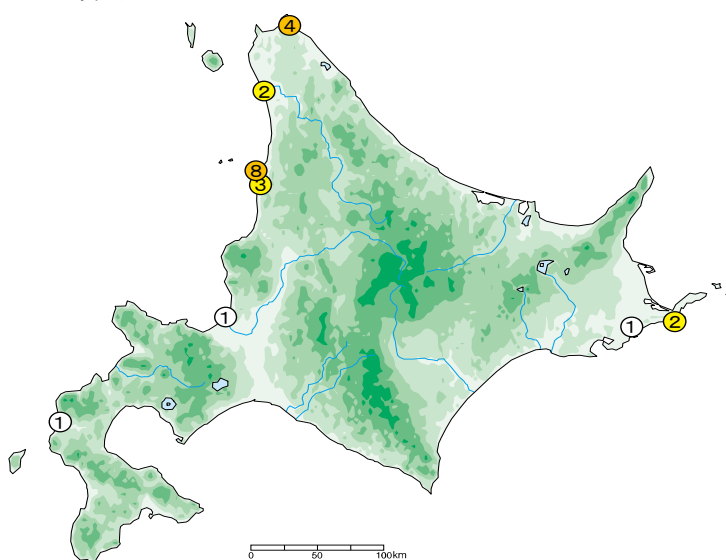


図 3-1-2 これまでに風車との衝突が確認されている風車の位置と事故数

<調査結果および考察>

・ 現地調査による事故風車の状況

A 風力発電施設

根室市にある6基の風力発電施設。2例の衝突事故が確認されている。近くに漁港があり、また温根沼の採食地、ねぐらに隣接した立地条件から、この場所を利用する海ワシ類は多い。断崖に生じる上昇気流を利用して海ワシ類が行き来している。その結果、衝突事故が生じた可能性が考えられる。



B 風力発電施設

浜中町の海岸から約 4km 内陸にある単基の風力発電所。1 例の衝突事故が確認されている。現地調査の際に海岸ではオオワシが飛行するのが観察されたが、風車の周囲を海ワシ類が飛行することは観察されなかった。写真でわかるように海岸から見て谷の奥に風車が位置しており、ねぐらへの出入りで風車のそばを飛ぶ可能性が考えられる。



C 風力発電施設

稚内市にある大規模な風力発電施設。4 例の衝突事故が確認されている。周囲の海岸が海ワシ類の越冬地にもなっており、点在する漁港にとまっているオジロワシやオオワシが観察された。また春秋期には北海道で越冬する海ワシ類のサハリンへの渡りの出入り口となっている。秋期の渡りはオホーツク海沿いを南下するために、やや内陸に位置している発電施設の危険性は低いと考えられ、その時期の事故は記録されていないが、春の渡りの際や越冬期のねぐら入りの際に衝突する可能性が考えられる。



D 風力発電施設

幌延町にある大規模な風力発電施設であり、2 例の衝突事故が確認されている。海岸線から 400m 程度入った平坦地に、海岸線と平行に風車が並んでいる。現地調査の際にも海岸線をオオワシとオジロワシが飛行するのが観察され、また天塩川の河口部に位置しているために、魚類が遡上する時期には好適な採食場所になっていると思われ、それが事故の要因となった可能性がある。



E 風力発電施設

苫前町の海岸段丘上に位置する3基の風力発電施設。8 例の衝突事故が確認されている。3.1.2 で示すように、海岸線に沿って風車が建ち並び、その脇を多くの海ワシ類が飛行していることから、事故が発生しやすいと考えられる。



F 風力発電施設

苫前町の E 風力発電施設の南 8km 程度の海岸段丘上に位置する大規模な風力発電施設。3 例の衝突事故が確認されている。3.1.2 で示すように、海岸線に沿って風車が建ち並び、その脇を多くの海ワシ類が飛行したり、一部は、断崖から切れ込んだ谷筋に入り込んだりすることから、事故が発生しやすいと考えられる。



G 風力発電施設

石狩新港の近くに位置する 3 基の風力発電施設。1 例の衝突事故が確認されている。風車のすぐそばに水産加工場があったが、生ゴミの管理はしっかりしており海ワシ類を誘引する要因にはなっていなかった。周囲で海ワシ類は観察できず、立地的にも衝突した原因はよくわからなかった。



H 風力発電施設

せたな町の海岸線に位置する中規模な風力発電施設。これまで唯一のオオワシの衝突事故が確認されている。調査実施時には海ワシ類は確認できなかった。海岸線にあり、港が隣接していることが事故の原因の1つと考えられるが、なぜここでのみオオワシの衝突死が生じたのかの原因はわからなかった。



・ 衝突が確認された風車の特性

衝突が確認された風車およびその風車群に属する 137 基の風車について、その特性について解析すると(図 3-1- 3)、1) 風車群の規模(設置台数)が小さいほど衝突が多い、2) 海岸との距離が近いほど衝突が多い、3) 風車群の端ほど衝突が多いという有意な傾向が認められた。また、図には示さなかったが、風車の大きさ(出力サイズ)と事故数には明確な関係は認められなかった。

海岸からの距離については、これまでの調査からも、海岸に近いほど海ワシ類が多く飛翔することが明らかになっているので(環境省 2009、Kitano 2009)、飛行頻度の高さが事故の多さにつながっている可能性が高い。また、海ワシ類は海岸部で採食することが多いため、海岸部での飛行は食物を探索しながら飛行することが多く、移動のための飛行よりも風車に気付かず衝突するなどといった事故が多くなる可能性がある。風車群における位置については、端ほど、風車に気付かずに近づいた個体が回避できずに衝突することがあるのかもしれない。風車群の規模については、規模が大きいほど安全になるというよりは、前述した2つの要因による作用でこの傾向が生じた可能性がある。つまり、規模が大きくなれば海岸からの距離が離れた風車も多くなる可能性が高く、また、中央に位置する風車も多くなる。そのため、規模の大きい風車群ほど事故のおきにくい風車が多くなるために、このような傾向が生じた可能性がある。この仮説が正しいのかあるいは規模が大きいほど海ワシ類が風車を認識しやすくなり衝突確率が下がるのかはわからないが、海岸付近で同じ台数を設置する計画があるなら、別々の場所に配置するよりはまとめて配置した方が、1基あたりの海ワシ類の衝突事故の確率は低くなるといえるだろう。

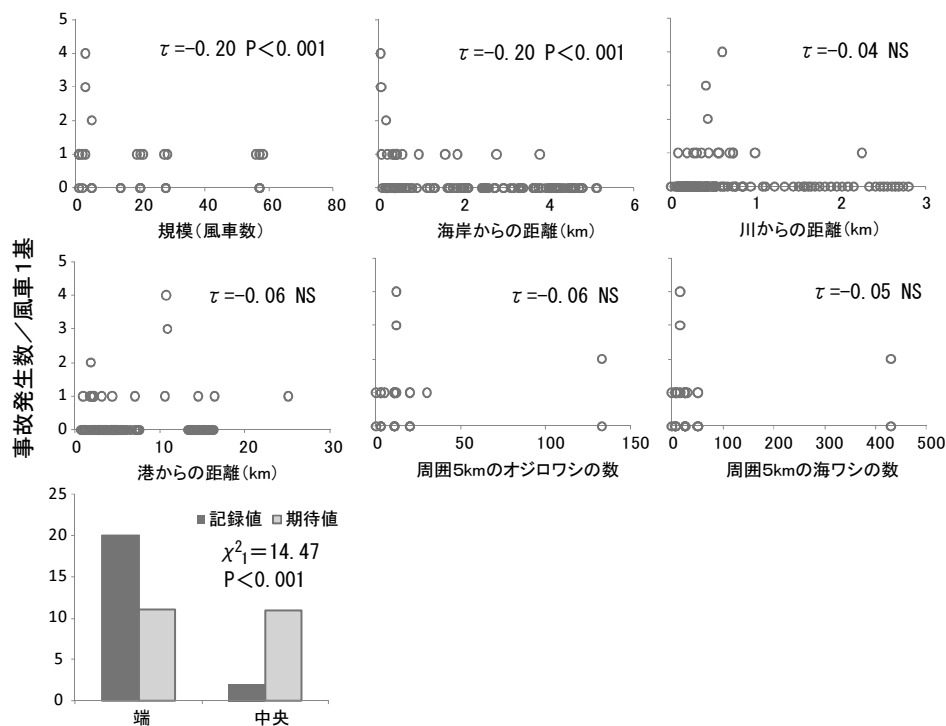


図 3-1- 3 ワシ類の風車への衝突事故の件数と各環境要素との関係

・ 事故風車と非事故風車の環境要素の比較

事故数および事故の有無それぞれについて、道内の事故が起きていない風車群の風車も含めて、モデル選択を行なったが、全てのモデルに海岸からの距離が採用された。それ以外の要因としては、川が採用されたモデル(衝突数のモデルでは上位 10 のうち、7 つで採用、衝突有無のモデルでは 8 つで採用された)が多かった。

衝突が確認された風車の特性でみても海岸線からの距離は関係が認められており、海岸線の近くは衝突の危険率が高いと言えるだろう。また、川からの距離については衝突が確認された風車の特性の解析では相関が見出されなかった。海岸からの距離が事故の有無に与える影響が強いため、風車と川との距離の単純な関係では影響が検出できなかったものと思われる。また、川はその規模や、サケの遡上の有無等により重要性が異なると考えられその影響も考えられる。

以上の2つの解析から、海岸に近い風車群、そして端にある風車は衝突リスクが高いと考えられ、海ワシ類の多い地域ではそのリスクはさらに高まると考えられ、風力発電施設の計画にあたっては、風況等のこれまでの計画のための視点とあわせて、海岸や川からの距離等も考慮しながらすすめると、海ワシ類のバードストライクの軽減につながると考えられる。また、海岸線など類似の環境に複数の風車を配置する場合は、風車を複数個所に散在させるよりは、集中させることで、1基あたりの事故数は減らすことができると考えられる。

表 3-1- 1 モデル選択により選ばれたバードストライクに関する環境要素

○が選択された環境要素で、AIC は数値の低いものが「当てはまりの良いモデル」であることを示す

	各環境からの距離(km)			周囲5km以内の		AIC
	海岸	港	川	オジロワシの数	海ワシの数	
事故数に対するモデル						
1	○		○	○	○	113.13
2	○	○		○	○	113.68
3	○	○	○			114.10
4	○	○	○	○		114.30
5	○	○	○		○	115.85
6	○	○			○	115.95
7	○		○			116.96
8	○		○	○		118.92
9	○		○		○	118.95
10	○			○	○	120.20
事故の有無に対するモデル						
1	○		○	○	○	84.32
2	○	○	○	○	○	85.28
3	○	○		○	○	86.09
4	○	○	○			90.62
5	○		○			91.46
6	○	○	○	○		92.57
7	○	○	○		○	92.62
8	○			○	○	93.13
9	○		○		○	93.33
10	○		○	○		93.45

3.1.2 出現頻度をもとにした衝突リスクの評価

これまでに、「風力発電施設立地適正化業務」(環境省 2009)や Kitano (2009)等により、断崖での衝突リスクが高いことが示唆されている。そこで、それを検証し、それ以外の衝突リスクを高める条件を明らかにするために、海ワシ類の飛行頻度の調査を行なった。

<調査・解析の方法>

調査は、2011 年1月 31 日～2 月 4 日にかけて北海道苫前町で実施した。午前 9 時から午後 3 時まで、海岸線沿いにある調査サイトAの風力発電施設と海岸より 1.5km 程度内陸にある調査サイトBの風力発電施設において調査を行ない、海ワシ類の出現頻度を比較した。また、両風力発電所は8km 程度離れており、周囲の環境も異なっているため、海岸からの距離ではなく、その環境の違いが出現頻度に影響している可能性がある。そこで、調査サイトAの風力発電施設から内陸に入った位置および調査サイトBの風力発電施設に近接する海岸線の部分にも定点を設け調査を実施した(図 3-1- 4)。

調査にあたっては、定点より海ワシ類を探索し、発見した場合は時刻と種名、年齢(成鳥、亜成鳥、若鳥)、飛行経路を地図上に記録した。また、海ワシ類の飛行地点が観察定点から近い場合は、レーザー距離計(Nikon レーザー550AS)を使って飛行高度を計測した。レーザー距離計が使えない場合は目視で記録したが、距離計での計測をしながらの目測なので、目測の記録もある程度の精度で記録できているものと思われる。解析にあたっては、海岸部と内陸部の比較では、定点からの見通しの違いの影響を最小限にするために、定点から 500m以内を通過した海ワシ類の数をもとに比較し、また、調査サイトBの風力発電所の定点は積雪でアクセスが悪く、調査開始時刻が遅くなってしまった日があり、調査時間が異なってしまったため、1時間あたりの飛行数に確認数を変換し、それを用いて比較を行なった。風車周辺での飛行高度の変化については、現地調査で記録した飛行高度を風車のある地点の地面を0mとした高さに変換し、それを 50m区切りに集計した。数は、海ワシ類の個体識別ができなかったので、一度個体を見失い再び現れた場合は別の記録として集計した。また、別の定点の記録は同一の個体であったとしても別の記録として集計した。

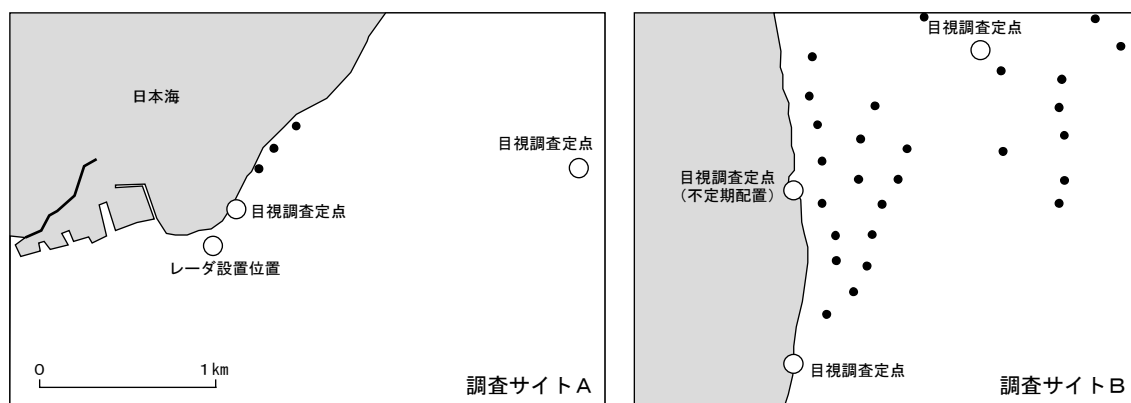


図 3-1- 4 定点および船舶レーダ設置場所と風力発電施設(黒点)

また、船舶レーダを使用した観測も行なった。船舶レーダは調査サイトAの風力発電施設を横から俯瞰できる場所(北緯:44.315311、東経:141.661664 付近:図 3-1- 5)に設置した。使用したレーダは「環境省 平成 19～20 年 バードストライク防止策実証業務」で開発された船舶レーダによる鳥類飛来監視システム(仮称)を用いた。これはレーダで観測した映像をパーソナルコンピュータに画像ファイルとして連続記録し、併せて動体監視ソフトにより、画像データ群から鳥類と判断される移動物体を抽出するものである(図 3-1- 6 にシステム構成図を示す)。



図 3-1- 5 レーダ記録部(左)と設置場所と対象風車

動体監視ソフトウェアの仕様は以下のとおりである。

●OS: 日本語版 Microsoft Windows XP Home Edition/Professional

(Windows XP Professional x64 Edition は非対応)

日本語版 Microsoft Windows Vista (Windows Vista x64 Edition は非対応)

●CPU: Pentium IV 以上 ●解像度: 1024×768 以上

●メモリ: 512MB 以上 ●その他: 内蔵または外付けのCDドライブ (Install 時のみ)

○データ形式

① 取り込み画像ファイル …“六桁の連続番号”.bmp/jpg

② 計測結果ファイル …***.btf(バイナリ形式)

③ 計測結果ファイル …***.csv(カンマ区切り)

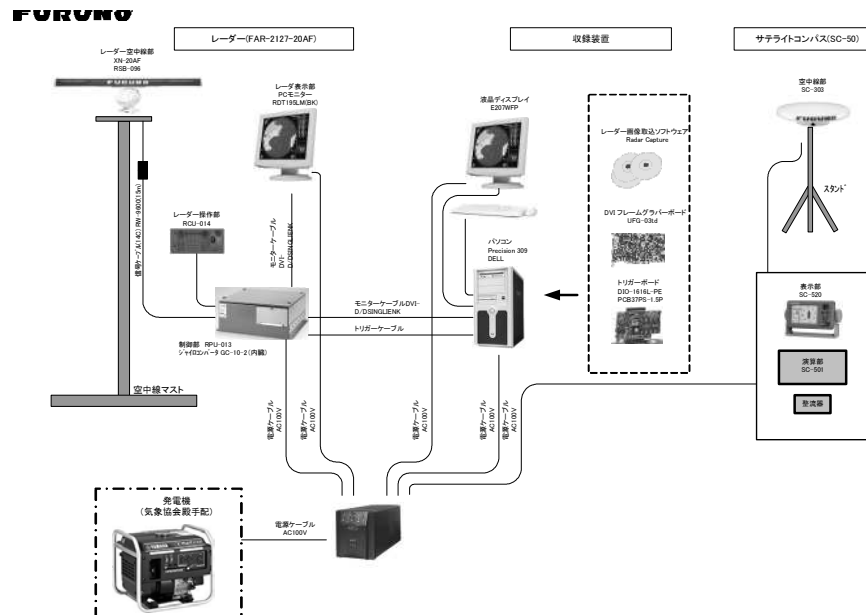


図 3-1- 6 船舶レーダのシステム構成図

観測期間は、平成 23 年 2 月 1～4 日:09 時～16 時(4 日は 12 時まで)とした。

船舶レーダの探査領域は、半径 1.5 キロとした。通常は半径 3km 程度が適当であるが、今回はレーダ設置場所と風力発電施設への離隔が 500mと相対的に接近していたため、この値とした。船舶レーダのパルス照射角度(仰角)は、表 3-1- 2 のとおりとした。通常は 0 度(水平)であるが、海域を含める場合、波浪による影響が大きいいため、海域の波浪状態に応じて、適宜変更することとした。

表 3-1- 2 観測期間・観測条件等

月日	天候	観測時刻	レーダ角度
1 月 31 日	晴時々曇	移動・設置	6 度(動作試験)
2 月 1 日	晴時々曇	09:00～15:00	20 度
2 月 2 日	晴時々曇	09:00～14:00	10 度
		14:00～16:00	20 度
2 月 3 日	晴時々曇	08:00～09:00	0 度
		09:00～15:00	0 度
2 月 4 日	晴時々曇	09:00～12:00～撤収	0 度

＜調査結果および考察＞

・ 海岸部と内陸部での海ワシ類の飛行頻度の違い

海岸部の定点と内陸部の定点との出現頻度を調査サイトAの風力発電施設、調査サイトBの風力発電施設それぞれで比較すると、両発電施設とも海岸部の出現頻度が高く、内陸部ではほとんど記録されなかった(図 3-1-7)。調査サイトAでは、内陸部ではまったく記録されず、また調査サイトBの内陸では2日の調査で記録されたが、いずれも1時間当たり 0.15 回と 0.39 回と少なかった。海岸部の飛行頻度は天候によって頻度が異なっていたが、最も飛行頻度の低かった2月1日でも1時間あたり0.39回飛んでおり、内陸部では飛行頻度が低いことがわかる。

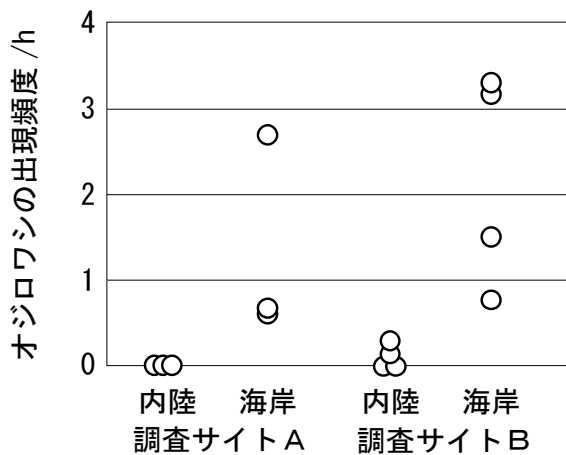


図 3-1-7 オジロワシの出現頻度の内陸と海岸での比較

・ 海岸部から内陸部への移動場所の地形

2月1日に3回、2月2日に2回、2月3日に3回、調査サイトBで海岸線から内陸へと入っていくオジロワシを観察した。その経路を図 3-1-8 に示したが、そのいずれもが、海岸部から谷状に切れ込んだ部分を経由して内陸部へと入っていったものだった。

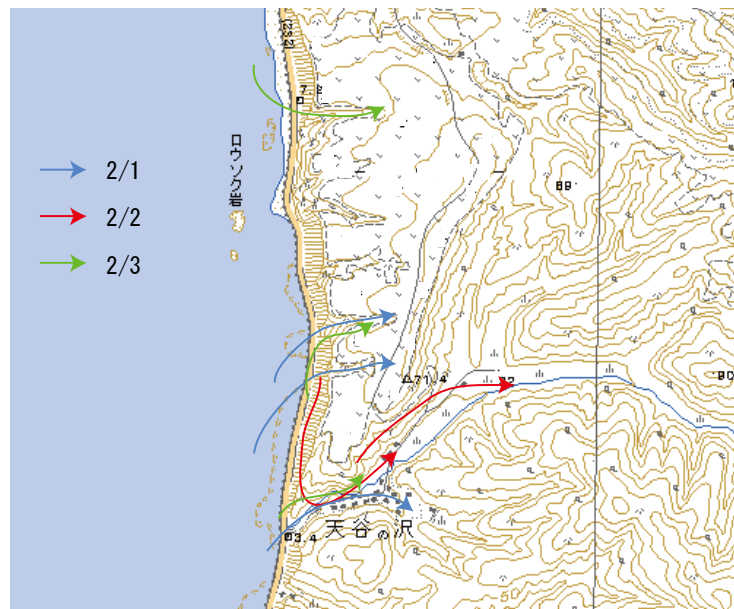


図 3-1-8 調査サイトB周辺でのオジロワシの内陸への移動経路

・ 風車周辺での海ワシ類の飛行高度

オジロワシの飛行高度は低高度のものが多く、50m以下の高さが 46% (N=114) を占めていた。この結果は、風車のない場所で調査された平成 19 年度および 20 年度の「渡り集結地衝突影響分析業務」(環境省)での北海道小平町での調査結果と同様で、風車の周辺でもオジロワシは飛行高度を大きく変えてはいないと考えられた。

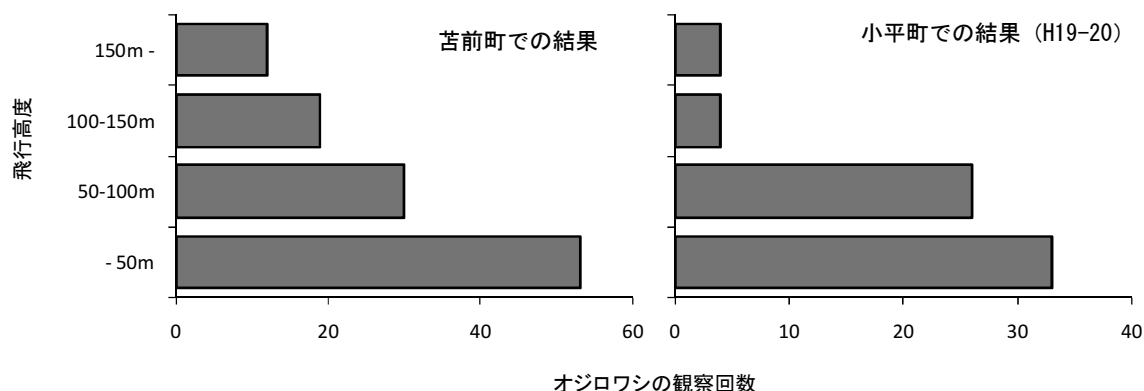


図 3-1- 9 苫前町および小平町(過年度調査)でのオジロワシの越冬期の飛行高度の頻度分布

以上のように、海岸部と内陸部での海ワシ類の飛行頻度の明確な違いは、海岸近くの風力発電施設がバードストライクの危険性が高いことを示している。海岸部でも海ワシ類の記録位置は段丘から海にかけての位置に集中しており、海岸から内陸側に風車の位置をずらすことにより、衝突リスクを大きく減少させることができると考えられる。このことは、「衝突実績をもとにした衝突リスクの評価」の項でも、「4.検討会」に掲載した北野雅人氏の調査結果でも示されている。

海岸部で海ワシ類が多く記録される理由として、1つは海岸部に食物が豊富にあることがあげられる。海岸には食物となる魚の死体などが打ち寄せられること、カモメ類、カモ類、魚類などの食物となる生物が生息していること、港などがあり、食物となる漁業資源から出る廃棄物があることがあげられる。また、もう1つには「3.3.1 海ワシ類が出現しやすい気象条件」の項でも示すが、海岸段丘で生じる上昇気流を利用することで、エネルギーを使うことなく飛行できることである。このような上昇気流は風向や風の強さにもよるが、段丘の部分や段丘よりも海よりの部分に生じる(図 3-1- 10)。

以上のように、海ワシ類の行動観察の面、衝突実績の面、またそれが生じる仕組みの面からみても、海岸に近い部分はバードストライクの危険性が高く、風車の位置を内陸にずらすことによりその危険性はかなり低減できると考えられる。この点は風車の配置を計画する上で十分に検討の必要な項目といえる。また、内陸部においては、海岸から内陸へと入る海ワシ類が、谷状になった部分を利用していた。おそらくあまり高度を上げずに内陸に入っていくことが可能なことと、斜面上昇風が生じていることなどがその理由と考えられる。内陸部に風車を設置する場合は、このような谷に近い部分を避けることにより、バードストライクの危険性をさらに低減できると考えられる。

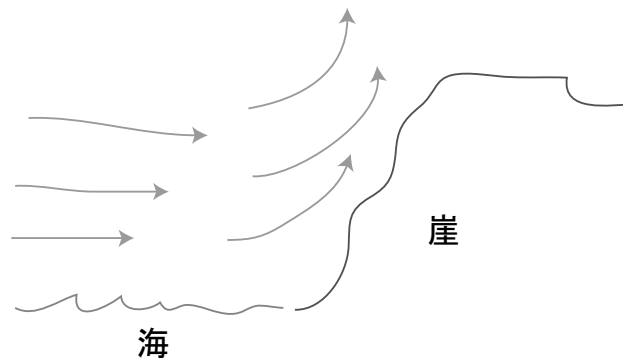


図 3-1- 10 海岸段丘で上昇気流が出る仕組み

・ 船舶レーダによる海ワシ類の移動状況

観測期間中、冬型の気圧配置が持続したため、現場海域の波が高く、レーダ画像は波浪の影響を受けた(図 3-1- 11)。

[目視調査結果との整合性]

波浪によるノイズが大量に記録されたものの、2 月 1 日については目視記録と比較することで、海ワシ類と想定される軌跡が 5 ケース確認された(表 3-1- 3)。

トレース番号 3、4、7 および 8 については、目視観測による確認時刻と、ほぼ同時刻で同じ場所でソアリングの軌跡が記録された(図 3-1- 12～図 3-1- 15)。

しかしながら、この他の目視事例については、同時刻、同じ場所で軌跡を精査したが、類似のものとは確認されなかった。このため、確認された軌跡の特性(速度等)を用いて、大量の軌跡データから条件に見合う軌跡を抽出する作業を行った。この作業は海鳥(主に海ワシ類)と陸鳥(主にカラス類)を対象にした。抽出作業の手順を表 3-1- 4～表 3-1- 5 に示すとともに、条件によって抽出された軌跡を図 3-1- 16 に示す。海ワシ類の飛翔条件に相当する軌跡は、大部分が海側に出現し、風力発電施設の前面海域で相対的に多かった。これに対して、陸鳥類(主にカラス類)の条件に相当する軌跡は、その大半が陸側に出現しており、広く分布していた。

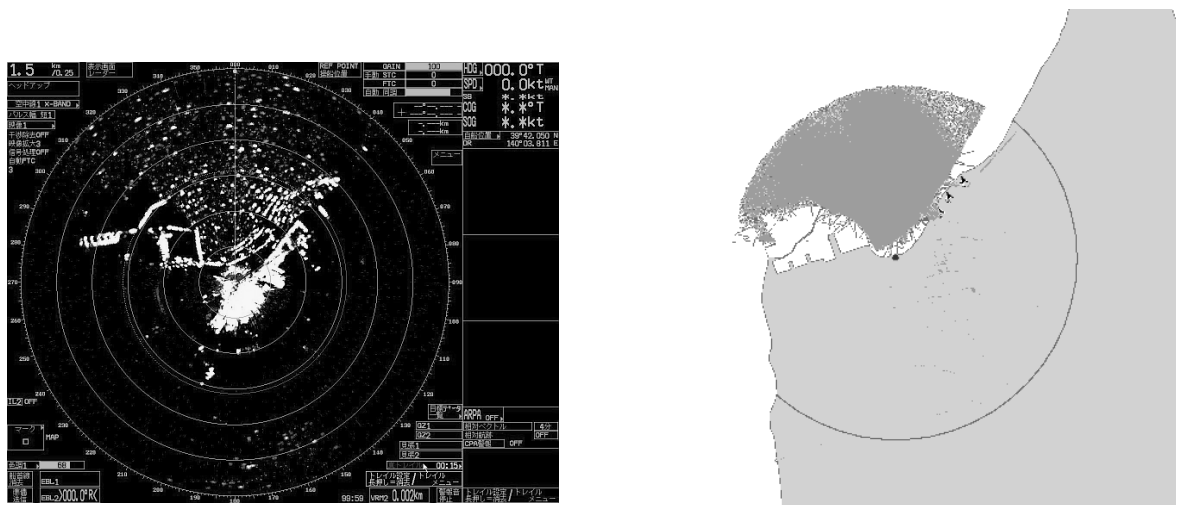


図 3-1- 11 観測開始直後のレーダ画像と、ノイズ処理を行わずに取得した飛行トレースデータ

表 3-1- 3 目視観測と船舶レーダとの比較結果

トレース	日付	時刻	種名	年齢	個体数	高度 1	高度 2	レーダ比較・ 検証結果	レーダ稼働・停止
1	2月1日	9:33	オジロワシ	A	1	50		×	稼働中
3	2月1日	12:31 12:43	オジロワシ	A	1	60	800	〇〇	稼働中
4	2月1日	12:55	オジロワシ	A	1	195		〇	稼働中
7	2月1日	13:44	オジロワシ	A	1	42		〇	稼働中
	2月1日	13:54	オジロワシ	A	1	96		〇	稼働中
8	2月1日	14:03	オジロワシ	A	1	30		〇	稼働中
2	2月2日	10:55	オジロワシ	J	1	30		×	稼働中
3	2月2日	10:58	オジロワシ	J	1	30		×	稼働中
4	2月2日	11:09	オジロワシ	J	1	30		×	稼働中
7	2月2日	11:43 11:45	オジロワシ	A	1			×	稼働中
8	2月2日	11:44 11:45	オジロワシ	A	1			×	稼働中
1	2月2日	12:49	オジロワシ		1	20		×	稼働中
1	2月2日	12:51	オジロワシ		1	70		×	稼働中
12	2月2日	13:06	オジロワシ	SA	1	60.8		×	停止
2	2月2日	13:09	オジロワシ	A	1	0		×	稼働中
1	2月2日	14:00	オジロワシ	A	1	20		×	停止
①	2月3日	8:14 8:22	オジロワシ	J	1	38.6		×	準備
②	2月3日	8:22 8:24	オオワシ	A	1	50		×	準備
③	2月3日	9:02	オジロワシ	A	1			×	停止
②	2月3日	9:21 9:23	オオワシ	SA	1	24		×	稼働中
⑥	2月3日	9:38 9:41	オジロワシ	A	1	32		×	稼働中
⑦	2月3日	9:45 9:47	オジロワシ	J	1	55.4		×	稼働中
⑧	2月3日	10:35	オジロワシ	U	1	70		図示されず	停止
10	2月3日	10:55	オジロワシ	U	1	50		×	稼働中
⑧	2月3日	11:06	オジロワシ	A	1	100		図示されず	稼働中
⑩	2月3日	14:29	オジロワシ	A	1	-5		×	稼働中
11	2月3日	14:35	オジロワシ	SA	1	-3.2		×	稼働中
⑧	2月3日	14:58	オジロワシ	A	1	150		図示されず	稼働中
1	2月4日	9:28	オジロワシ	SA	1	10		×	稼働中

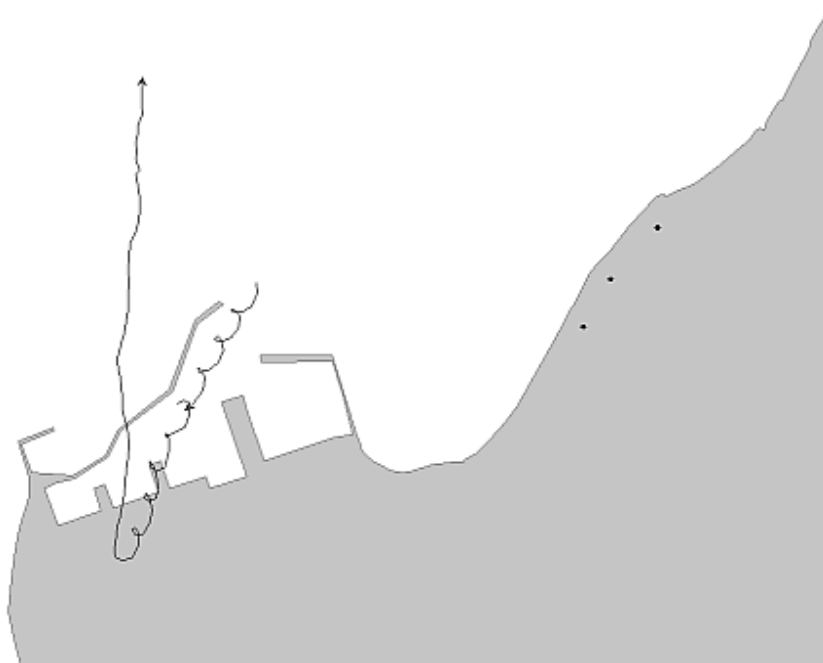


図 3-1-12 海ワシ類の目視結果と船舶レーダ観測で得られた軌跡(2月1日12時31分、43分)



図 3-1- 13 海ワシ類の目視結果と船舶レーダ観測で得られた軌跡(2 月 1 日 12 時 55 分)

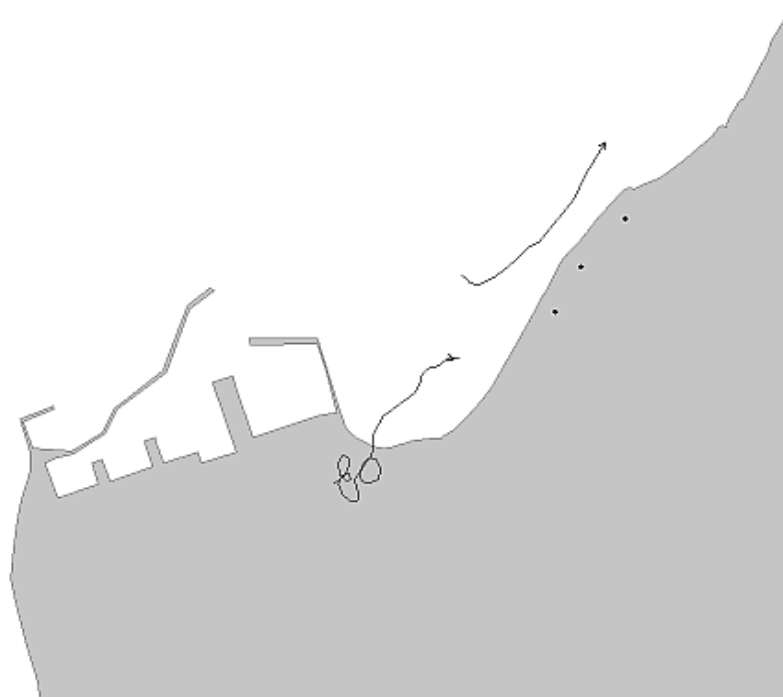


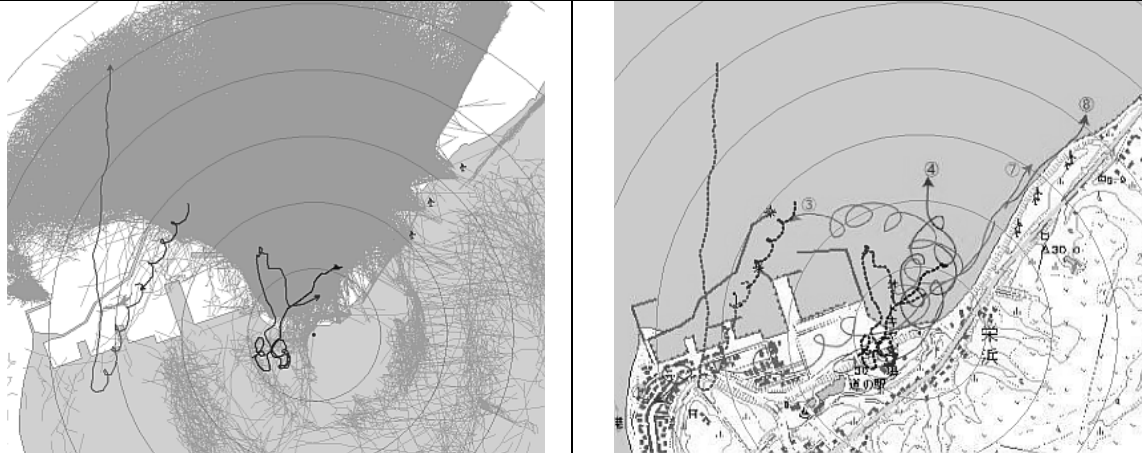
図 3-1-14 海ワシ類の目視結果と船舶レーダ観測で得られた軌跡(2月1日13時44分、54分)



図 3-1- 15 海ワシ類の目視結果と船舶レーダ観測で得られた軌跡(2 月 1 日 14 時 03 分)

表 3-1-4 飛翔トレースの整理手順(海鳥類の場合)

【第1段階】目視調査等による実測値と対応するレーダトレースデータの比較を行い、海鳥類と思われるトレースデータを4事例抜き出した。(下図は、2月1日のレーダトレース。このうち太線が、海鳥類と考えられる)

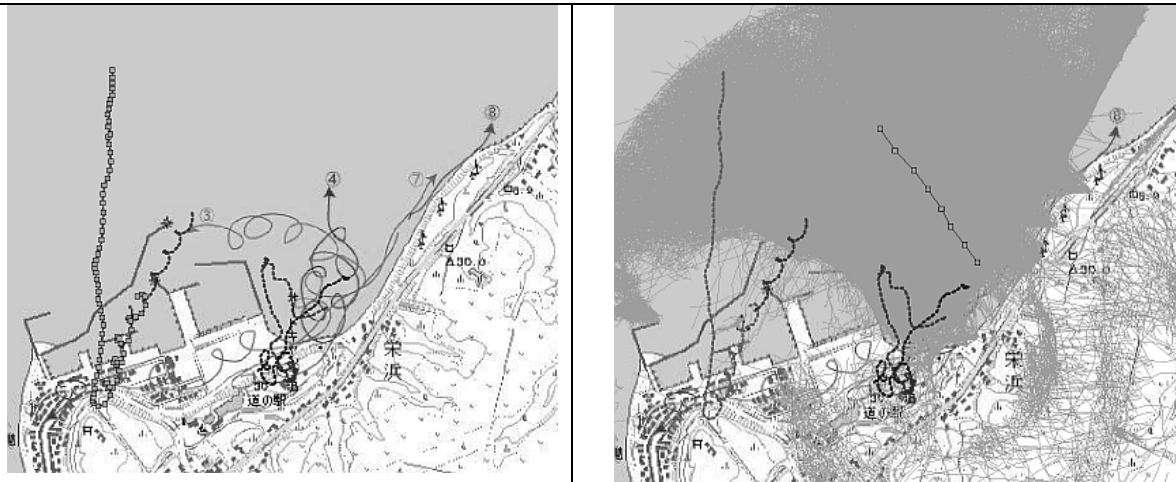


【第2段階】海鳥類と判定されたトレースデータを用いて判定基準を作成した。

下図は、トレースを構成するポイントを図示させたもの。レーダ画像は、2.5秒毎に得られることから、ポイントも2.5秒毎に移動する。下図(左)は海ワシ類と判定され、下図(右)は波浪を誤って追跡したもの。海ワシ類のほうが、ポイントの間隔が広く、波浪の速度と比較して、ゆっくり飛翔しているものと推定される。

この海鳥類と判断された4トレースから、平均移動距離と標準偏差を求め、これを基準値とした。

- ・平均移動距離: 21.72m/2.5 秒
- ・標準偏差: 8.4

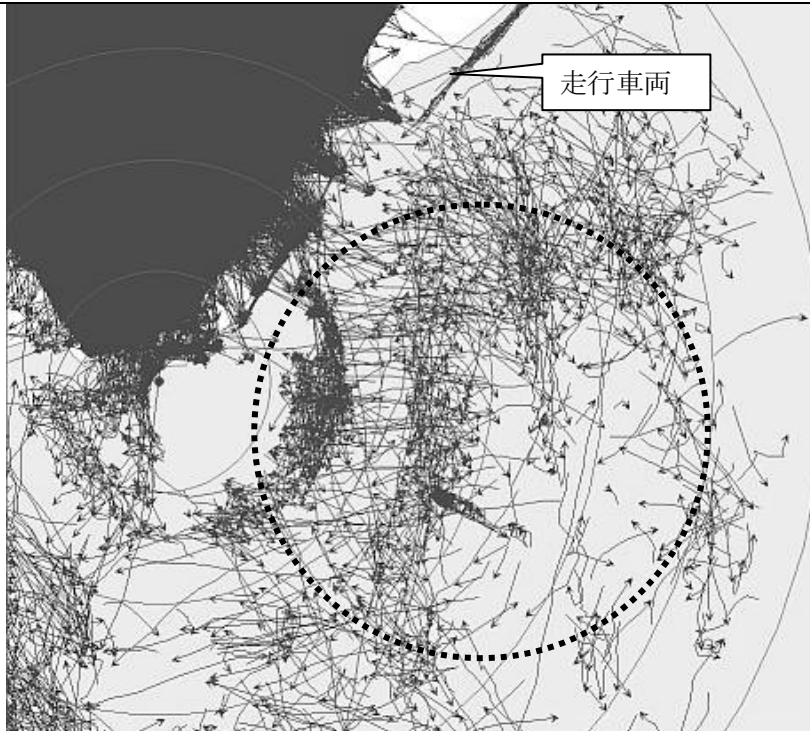


【第3段階】

この基準値を全てのトレースに当てはめて、海ワシ類の飛翔条件(平均移動距離±標準偏差)に該当するトレースを抽出したが、それでも相当数のトレースが残された(2月1日:14,861、2日:1,306、3日:3,515、4日:2,384)。日によって残ったトレースに差があるのは、波浪条件等に応じて、レーダのパラメタ(角度、映像)を適宜変更したため、画像条件が異なったためと考えられる。このためトレース長(飛翔軌跡の長さ)を用いて、日別に長いものから上位50トレースを抽出し、これを海鳥類と見なした。

表 3-1-5 飛翔トレースの整理手順(カラス等陸鳥類の場合)

【第1段階】内陸域の場合、波浪のように動くものは少なく(ただし道路を通行する自動車等に反応する)、そのほとんどはカラス等の陸鳥と見なして良いと思われる。(下図は、2月1日のレーダトレース。内陸で数多くのカラスが飛翔している。なお、沿岸沿に直線ラインがみえるのは走行車両である)



【第2段階】陸鳥(主にカラス類)と判定されたトレースデータを用いて判定基準を作成した。
上記の図から、円で囲った領域に含まれた全316トレースについて、平均移動距離と標準偏差を得た。
4トレースから、平均移動距離と標準偏差を求め、これを基準値とした。
・平均移動距離:40.2m/2.5秒
・標準偏差:9.12

【第3段階】

この基準値を全てのトレースに当てはめて、陸鳥類の飛翔条件(平均移動距離±標準偏差)に該当するトレースを抽出した。それでも相当数のトレースが残された(2月1日:6,726、2日:756、3日:3124、4日:1766)。このうちの大半が波浪によるノイズである。このため、海域のトレースは捨て、内陸のみを対象とした。

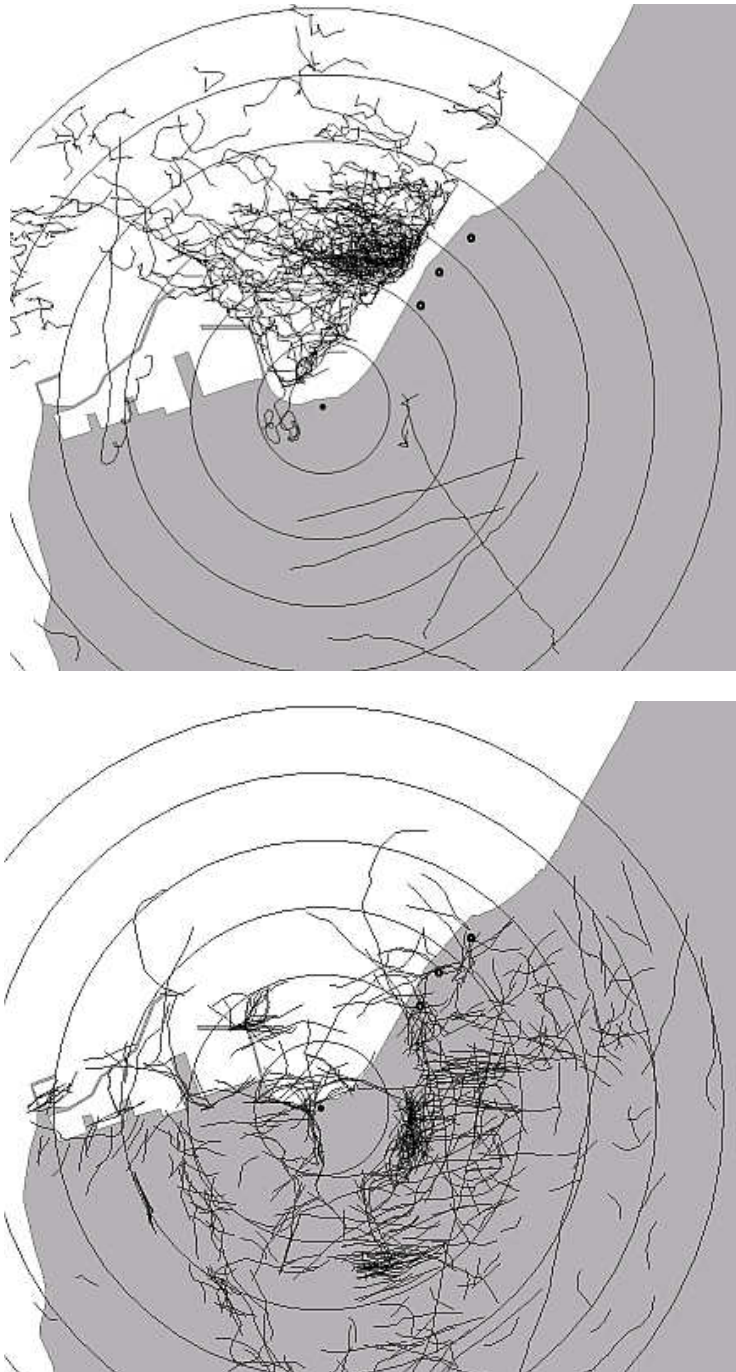


図 3-1- 16 条件によって抽出された軌跡(上:海ワシ類、下:陸鳥類(主にカラス類))
(●:レーダ、○:風力発電施設、同心円の距離は 250m)

[風力発電施設への接近状況]

前述した2月1～4日で抽出された陸鳥(主にカラス類)を用いて、風車への近接状況を整理した。風力発電施設より、半径 100m、200m、300mの領域を作成し(これをバッファと呼ぶ。図 3-1-17)、各バッファに含まれる飛翔軌跡数をカウントした。3つのバッファは面積が異なるため、面積当たりに換算し直した(表 3-1-6、図 3-1-18)。

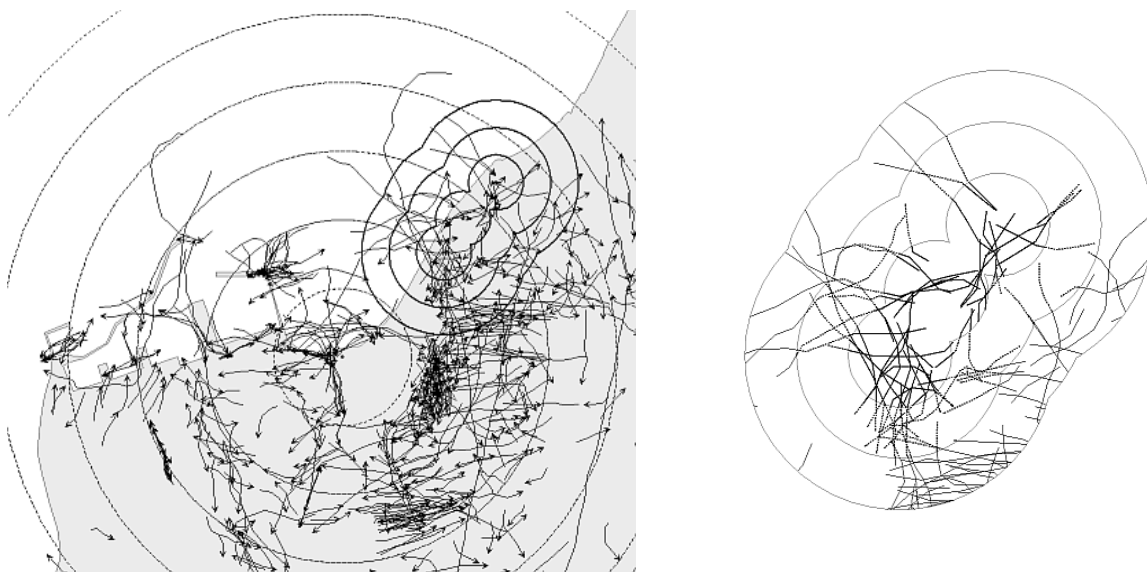


図 3-1-17 飛翔軌跡とバッファの関係

表 3-1-6 各バッファの面積、含まれる軌跡数、単位面積当たりの軌跡数

バッファ項目	バッファ面積 (ha)	軌跡数	軌跡数/ha
0～100m バッファ	8.7	49	5.63
100～200m バッファ	16.2	60	3.70
200～300m バッファ	22.2	64	2.89

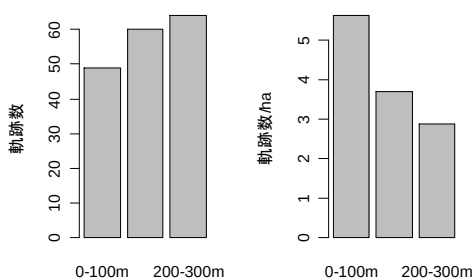


図 3-1-18 バッファ別軌跡数と単位面積当たりの軌跡数

3.2 海ワシ類の渡り状況等による衝突リスクの検証

これまで、秋の渡りについては、オオワシの渡りの時期について詳細に調査されている(伊藤 1991、植田ほか 2004)。また、「渡り集結地衝突影響分析業務」(環境省 2010)で衝突リスクと地形等の関係について検討がなされ、海を越えてきた到着地点や断崖の切れ目でリスクが高いことが示されている。しかし、春の渡りについては情報が不足しており、その渡りの経路、渡りの行動について十分な検討がなされていない。そこで、春の渡りの経路、飛行高度等を明らかにするために、稚内市宗谷岬と苫前町で調査を実施した。

＜調査・解析の方法＞

春の渡りの時期を明らかにするため、春の渡りの日本からの出口にあたる宗谷岬で調査を実施した。これまでの調査結果から、3月上旬から渡りが多くなることが知られているので、それよりやや早い2月20日より3月25日まで調査を実施した。日の出とともに岬を飛び立つ鳥がいることが知られているので、調査は6時頃から開始し、天候やその日の渡りの状況に応じて午後まで調査を実施した。なお、2月23、24日は諸事情により調査は実施していない。調査にあたっては、種別の個体数をかぞえた。また、飛行高度をレーザー距離計(Nikon レーザー 550AS)で計測したが、渡り個体が多くなった25日以降は、計測する余裕がなくなったため、0～50m、50～100m、100～200m、200～300m、それ以上に分けて目測で記録した。

また、風力発電施設が集中している日本海側が渡りの経路になっているかどうかを明らかにするため、2月28日から3月4日にかけて、苫前町でも調査を実施した。

＜調査結果および考察＞

▪ 宗谷岬における渡りの状況

調査を開始した2月20日にはすでに渡りが始まっており、11羽のオジロワシと28羽のオオワシが記録された。オオワシについては天候の悪かった、あるいは強風で飛行が困難だった2月25日、26日、3月2日、14日、19日、21日には記録数は少なかったものの、コンスタントに多くの渡りが記録された(図 3-2-1)。3月17日の961羽をピークにその後は3月24日を除き多数の渡りは記録されず、昨年(2019年)の調査(楠木憲一氏提供)で3月2日と10日に500羽を超える渡りが観察されたこととあわせて考えると、3月上旬から中旬にかけてがオオワシの渡りのピークの時期だと考えられる。それに対して、オジロワシは渡りの規模の大きい日が調査終了時期に向けて徐々に多くなっていた。したがって、3月下旬からそれ以降がオジロワシの渡りのピークになっていると考えられる。

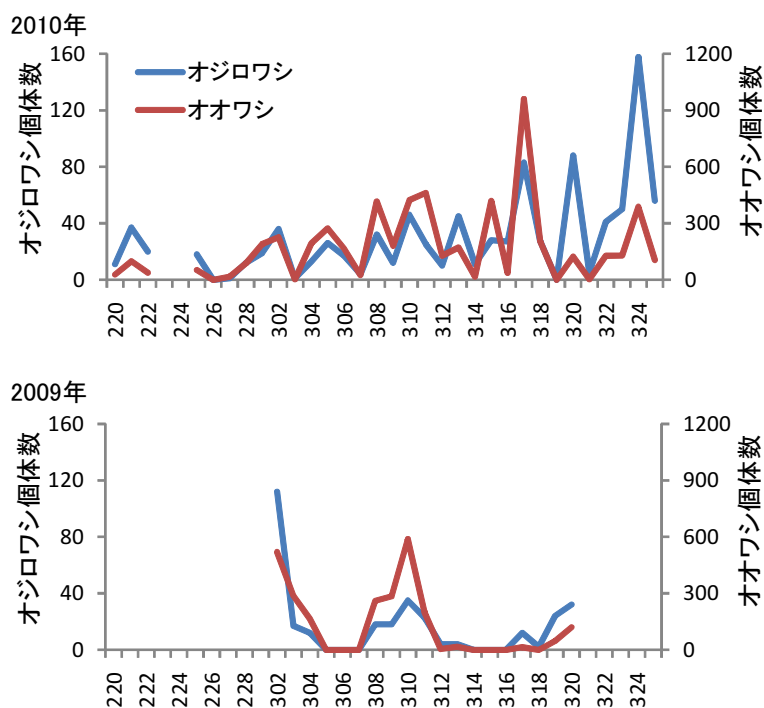


図 3-2- 1 2010 年と 2011 年春期の宗谷岬におけるワシ類の渡り数の変化

次に時系列別の渡り頻度を図 3-2- 2 に示した。オジロワシ、オオワシ共に日の出直後の6時台に1回目のピークがあり、その後 10 時頃に2回目のピークがあった。早朝は宗谷岬周辺でねぐらをとっていた個体が飛び立つものと考えられ、その後、近い位置にねぐらがいないために、記録数が少なくなり、遠くのねぐらからの個体が飛来するためにこのような時系列的な変化が見られるものと考えられる。

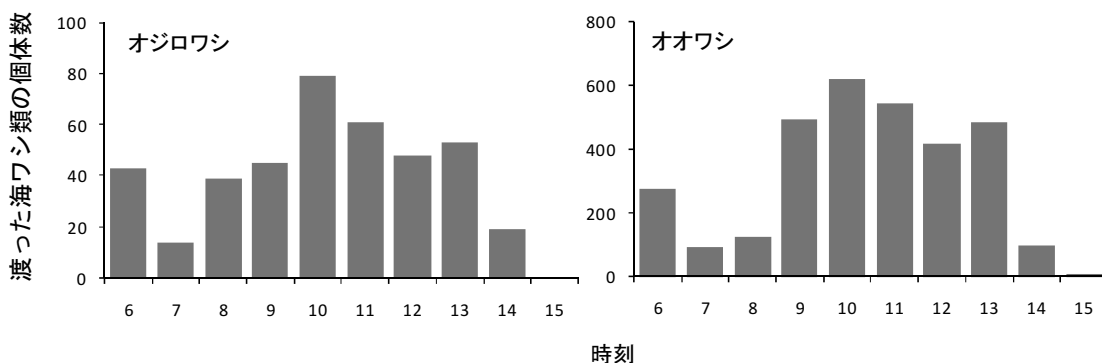


図 3-2- 2 2010 年と 2011 年春期の宗谷岬におけるワシ類の渡り数の変化

宗谷岬周辺でねぐらをとっていた個体の飛び立ち直後の飛行と、他地域から飛来してきた個体とでは、飛行高度が異なると考えられるので、時刻による飛行高度の変化を示した(図 3-2- 3)。飛

行高度で見ても、高度ランクで見ても8時くらいまでは飛行高度が低く、その後は飛行高度の高い海ワシ類が多くなってくることがわかり、8時までの個体は飛び立ったばかりで飛行高度が低い可能性が考えられた。ただし、この時間帯は気温が低いために風も弱く、またサーマルによる熱上昇流もないために遠くから飛来した鳥でも高度を上げられず、それが原因で飛行高度が低い可能性も考えられる。

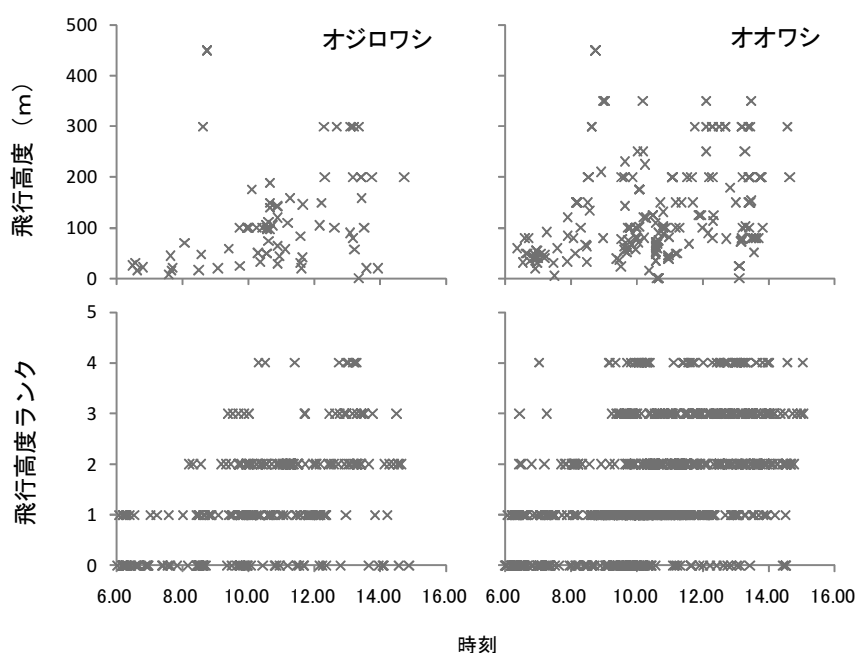


図 3-2- 3 時刻と飛行高度との関係。渡り数の多くなった 2 月 25 日以降は飛行高度ランク(0＝50m未満、1＝50～100m、2＝100～200m、3＝200～300m、3＝300m～)で記録した。

いずれにせよ、この時間帯は飛行行動が他の時間帯と異なるため、正確に飛行高度を計測した 25 日以前の 8 時以降の渡りの高度の頻度分布を図 3-2- 4 に示した。オジロワシとオオワシとを比べると、オオワシの方が高い高度を飛行していた。この結果は、過去の調査結果(植田ほか 2010 など)と一致する結果である。さらに、秋期の宗谷岬でのオオワシの渡り高度(秋期にはオジロワシの渡りが記録されていないので、オオワシのみ)と比べると、秋期には 50m 以下の飛行高度が 99% を占めており、春の方が飛行高度が高いことがわかった。秋期は、サハリンから海を横切ってきて到着したばかりなので、飛行高度が低いのだと思われる。そこで、沿岸を渡る秋期の一般的な飛行行動を示していると考えられる小平町の渡り高度と比較すると、オジロワシ、オオワシ共に、頻度パターンはよく似ていた。しかし、春の宗谷岬の渡りの方がやや渡り高度が低い傾向にあった。海ワシ類の春の渡りは繁殖地に早く到着する必要があるため、中継地での滞在を短くして速く渡ることが知られている(Ueta & Higuchi 2002)。つまり風など渡りにおける気象状況が悪い時も渡ることになる。このため、上昇気流を利用せずに渡ることも多くなるために、飛行高度が低い可能性がある。

このことは春の渡りの方がバードストライクの危険性のある高度を飛ぶことが多くなることを示唆している。宗谷岬はサハリンへの日本側の出口ということもあり、ほかの場所とは飛行行動が違う可能性が考えられるので、来年以降、宗谷岬以外の場所で春の渡りの行動を観察し、このことを検証すべきである。

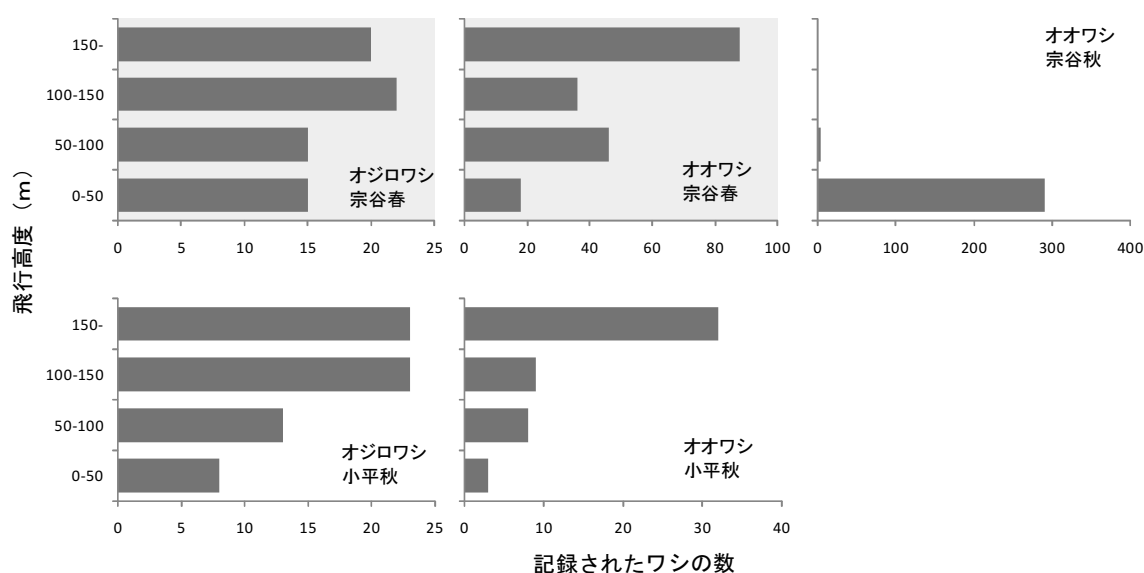


図 3-2- 4 宗谷岬および小平町における海ワシ類の飛行高度の比較

▪ 苫前町における春期の渡りの状況

2 月 28 日から 3 月 4 日までの調査で記録された渡りと考えられた個体は、2 月 28 日にオジロワシ 1 羽、オオワシ 2 羽、3 月 1 日 0 羽、3 月 2 日 オオワシ 2 羽、3 月 3 日 オジロワシ 1 羽のみだった。

この結果を宗谷岬での結果と比較してみる。苫前町から宗谷岬までは約 150km 離れており、時速 50km では 3 時間、時速 30km でも 5 時間あれば到達できる距離である。すなわちここを通過する海ワシ類は朝飛び立った鳥は昼には宗谷岬に到達する。昼に通過したものも、少なくとも翌日には宗谷岬を通過すると思われる。宗谷岬では 3 月 1 日に 19 羽のオジロワシと 191 羽のオオワシが通過し、2 日には 36 羽のオジロワシと 226 羽のオオワシが 4 日には 13 羽のオジロワシと 192 羽のオオワシが、5 日には 26 羽のオジロワシと 273 羽のオオワシが通過した。このように宗谷岬を多くの海ワシ類が通過しているにもかかわらず、苫前町でほとんど海ワシ類がみられなかったことは、苫前町が主要な渡りの経路とはなっておらず、ほかの場所に大きな渡り経路がある可能性を示している。

渡り集結地衝突影響分析業務では、2008 年 3 月 18 日から 21 日、2009 年 3 月 13 日から 17 日、2010 年 3 月 9 日から 11 日に、苫前町よりも南の日本海沿岸に位置する小平町で春の渡りの調査を実施している。この調査でも 2009 年にオジロワシが 14 羽、オオワシ 16 羽の渡りの可能性のある個体が記録されたが、それ以外の調査では渡り個体は記録されなかった。日本海沿岸の他所でも、

また、今回の調査時期よりもやや遅い時期の調査でも、大きな渡りが観察されなかったことは、時期的な問題や見落としの可能性よりも、日本海沿岸を渡る海ワシ類の数が多くない可能性が高いと考えられる。

今後、内陸の地域やオホーツク海沿岸で調査をすることで、主要な渡りの経路を明らかにすることが必要である。

3.3 海ワシ類の気象条件等による衝突リスクの検証

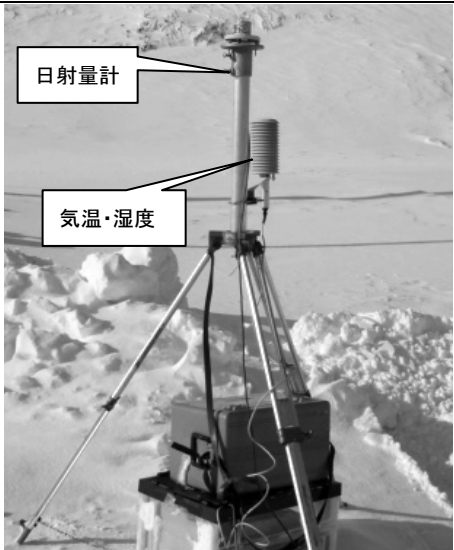
3.3.1 海ワシ類が出現し易い気象条件（風向風速、視程）の把握

海ワシ類は鳥類のなかでも最も体重が重い分類群の1つである。重い体重で空を飛ぶためには多くのエネルギーを必要とし、そのためその消耗を最小限に抑えるために風や上昇気流などを利用することが知られている。オジロワシにおいても、植田・福田(2010)が斜面上昇風の生じる気象条件でオジロワシとオオワシの飛行頻度が高くなることを示している。このように海ワシ類の飛行頻度の高い条件を明らかにすることができれば、衝突リスクの高い条件を知ることができ、そのような条件下での風車の運用を止めるなど対策を施すことを検討できる。しかし、植田・福田(2010)は現地の気象条件ではなく近隣のアメダス観測点の気象情報を利用している問題がある。そこで、海ワシ類の現地調査と気象観測を同時に行ない、それを明らかにすることを試みた。

＜調査・解析の方法＞

調査は、2011年1月31日～2月4日にかけて北海道苫前町で実施した。午前9時から午後3時まで、海岸線沿いにある調査サイトAと、その南に位置する調査サイトBの風力発電施設に近い海岸で海ワシ類の飛行頻度の記録を収集した。調査の詳細は3.1.2を参照されたい。また、海ワシ類調査と併せて、現地気象観測を実施した。海ワシ類が上昇流を利用していることから、日照に伴って発生する熱上昇流を想定して観測を行ったものである。観測要素、期間を表3-3-1に示した。

表 3-3- 1 観測要素・観測期間等

観測要素	日射量(10分間平均値、最高値および最低値)、気温(10分値)、湿度(10分値)	
観測期間	2011年1月31日16:00～2月4日12:00	
観測状況		

こうして得られた情報を9時～11時、11時～13時、13時～15時の3区間に分け、それぞれ確認個体数、気象情報を集計した。

海ワシ類の確認個体数はオジロワシのみを対象とした。オオワシは確認個体数が少なく、解析に十分な情報が得られなかったためである。海ワシ類の個体識別はある程度しかできなかったため、同一個体であっても一度飛び去り、見失ってから再び戻ってきた場合には、別の出現として集計した。

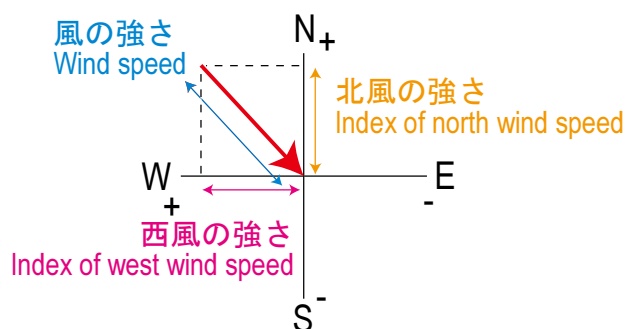


図 3-3- 1 各方位の風の強さの算出方法

気象状況は9時～11時といった区間内に複数の観測情報がある。そこでその平均値を解析に用いた。風速と風向についてはこの二つをあわせることで、風速の西ベクトルおよび北ベクトルを算出し(図 3-3- 1)、それぞれを西方向の風の強さ、北方向の風の強さとして説明変数に用いた。

風速の西ベクトル、北ベクトル、温度、湿度、日照の5つの説明変数のうち、どの説明変数がオジロワシの出現頻度に影響しているかの判断は、モデル選択により行なった。まず、調査サイトAと調査サイトBのそれぞれについて、説明変数の全ての組み合わせ(全ての変数を含むものから全く含まないものまで)の一般化線形モデル(GLM)を、種別、時期(越冬初期、終期)別に作成し、赤池情報量基準(AIC)の値の少ないものを「当てはまりの良いモデル」として、上位 10 のモデルを示し、それに含まれる説明変数をもとに出現に影響する説明変数を検討した。AIC はモデルの良し悪しを示す指数で、この値が小さいものほど「当てはまりの良いモデル」ということができる。上位のモデルに共通して採用された気象要素は、オジロワシの出現への影響が大きい要素と考えることができるので、それに基づき、オジロワシの出現に影響する要素を検討した。計算は統計ソフト R(Ver. 2.8.1)を用いて行ない、モデルの確率分布はポアソン分布とした。

＜調査結果および考察＞

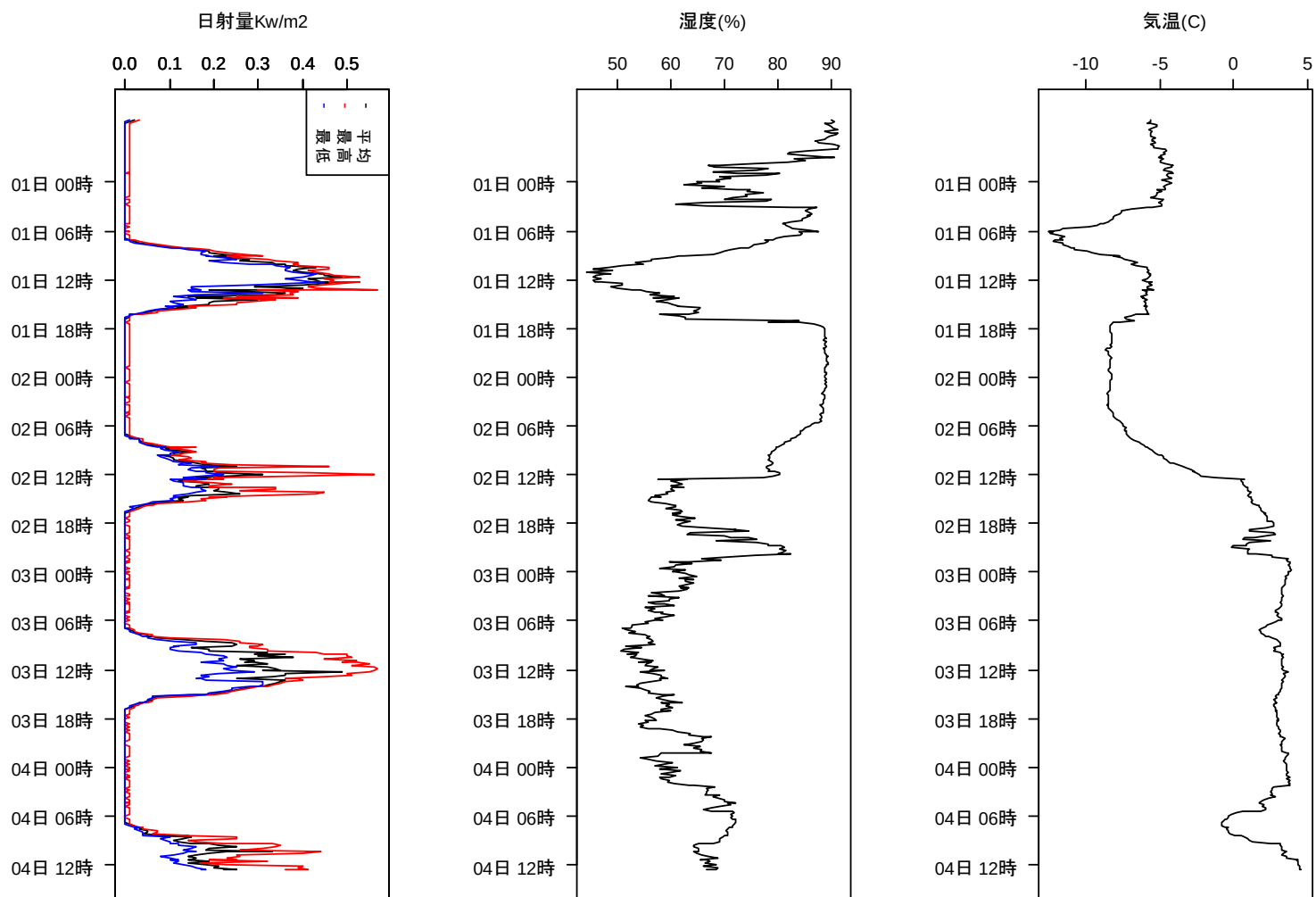
▪ 気象状況

観測結果の経時間変化を図 3-3-2 に示す。観測データは資料編に納めた。

▪ 海ワシ類の飛行頻度に関わる気象要素

モデル選択の結果、調査サイト A、調査サイト B の両調査地ともに北方向の風のベクトルが全ての上位モデルに含まれていた。これは北方向の風が海ワシ類の出現に強く影響していることを示し、北方向の風が強いほどオジロワシの出現頻度も高いという正の影響だった。また、両調査地ともに、1 番目のモデルに日射量が含まれており、モデルの AIC 値は 2 番目のモデルよりもかなり高かった。また、それ以下のモデルでも日射量は多く採用されていた。これは、日射量が少ないほど海ワシ類の出現頻度が高くなるという負の影響だった。一般的に、冬季の日本海で冬型が強まると、北西風が強まる（強制上昇流が発生しやすくなる）とともに雪雲がかかることから、日射量が少なくなる。これに対して、冬型がゆるむと北西風が弱まり（上昇流が発生しにくくなる）、陽がでてきて（日射量が大きくなる）穏やかな天気となる。このような傾向を示唆したものかも知れない。

図 3-3-2 観測結果の経時変化図(上:気温、中:湿度、下:日射量)



植田・福田(2010)は西方向のベクトルが海ワシ類の出現頻度に最も影響を与え、それは南北にのびる海岸段丘に吹き付ける風により斜面上昇風が発生するからだろうと考察している。調査サイトAの斜面方向は、南西から北東方向であり、北方向の風は斜面上昇風を発生させると考えられる。調査サイトBの斜面方向は南北であり、北方向の風は斜面上昇風を発生させない。ただ、現地調査で海ワシ類が多く記録された時間帯の調査サイトAに設置した風向風速計で記録された風向は北方向だったが、調査サイトBでは西方向から風が吹いていた。つまり調査サイトBでは斜面上昇風の生じる方向から風が吹いていたことになる。風向風速を計測した調査サイトAと調査サイトBは10km程度離れており、両調査地間で風向が異なっていたためにこのようなことが生じたと考えられる。

表 3-3-2 モデル選択により選ばれたオジロワシの出現頻度に関する環境要素

○が選択された環境要素で、AIC は数値の低いものが良いモデルであることを示す

調査サイトA						調査サイトB					
風向風速ベクトル		気温	湿度	日射	AIC	風向風速ベクトル		気温	湿度	日射	AIC
西	北					西	北				
1				○	30.48	1				○	47.93
2			○		31.10	2			○	○	49.02
3	○			○	31.77	3		○		○	49.26
4					31.79	4	○	○		○	49.63
5	○		○		31.95	5	○	○			50.54
6		○	○		31.96	6		○	○	○	50.81
7	○		○	○	32.08	7	○	○		○	50.98
8	○		○	○	32.15	8	○		○	○	51.01
9			○	○	32.22	9	○	○	○	○	52.26
10		○		○	32.27	10	○	○	○		52.43

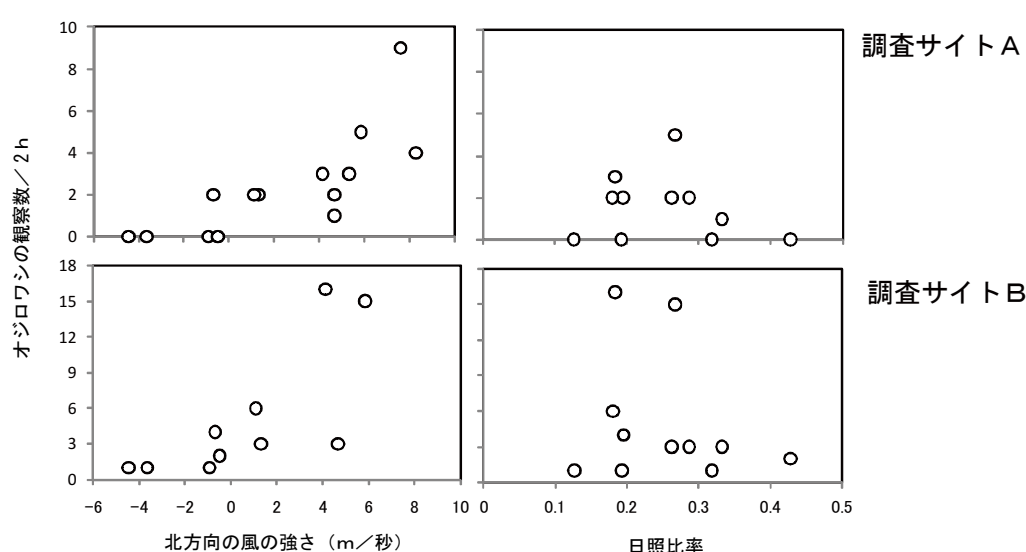


図 3-3-3 モデル選択により選ばれた北方向の風の強さと日照量とオジロワシの出現頻度との関係

3.3.2 海ワシ類が風車に衝突した場合ならびに衝突個体の医学的剖検から得られた衝突日時に基づく気象条件の整理

[調査目的]

傷病、死骸等で発見された海ワシ類は、環境省釧路湿原野生生物保護センター(Kushiro-shitsugen Wildlife Center :<http://www.env.go.jp/nature/yasei/guide/yaseiseibutsu.html>)に搬送される。発見事例別に調査票が作成され(これを処理簿と呼ぶ)、その後、死亡した個体および死骸で持ち込まれた個体は、獣医師によって解剖検査が行われ(これを剖検と呼ぶ)、解剖所見が作成される。

このうち処理簿は、図 3-3-4 のとおり、鳥獣種別、保護収容年月日、保護収容時の状況等が記載されている。海ワシ類が風車に衝突した場合の状況の手がかりを得るために、まず処理簿に記載されている情報を活用することが考えられる。衝突時の気象条件を把握するためには、衝突直後に発見されたと判断される事例が必要であり、その点でも処理簿の検討はきわめて重要である。

平成 22 年 12 月現在、野生生物保護センターに収容された海ワシ類の死亡個体のうち、風車に衝突死したとされるのは 26 事例である。このうち処理簿に整理されているものは 25 事例、残り 1 事例は、発見月と場所のみの情報であった。これら 26 事例の情報に基づき、死骸発見時の状況を表 3-3-5 のとおりとりまとめ、表の項目に基づいて整理を行った(3.3.2①海ワシ類の死骸処理簿に基づく、発見時の状況整理)。なお、死骸が損壊・死骸の一部のみの回収もあり、同一個体の可能性もある。

次に、処理簿から衝突直後に発見されたと判断される 8 事例について、発見時から 1～2 日程度さかのぼって気象条件を整理した(3.3.2②当日、前日～当日に衝突したと推定される事例の気象条件等の特性把握)。

最後に、2011 年 1 月に苫前町において海ワシ類(オジロワシ)の風車への衝突死と推定される事例が 2 件発生した。本業務においては、2010 年 12 月中旬より、視程計による視程観測、インターバルカメラによる撮影を実施し、事業者による風向風速データの提供を受けた。このため、衝突が発生したと推定される日(もしくは時刻)にどのような気象(視程)条件であったのかを把握した(3.3.2③2011 年 1 月に発生した苫前町における衝突事故(2 件)に関する詳細解析)。

以上のように、処理簿から全体把握→前日～当日に衝突したと推定される事例解析→衝突日(もしくは時刻)が推定される事例解析と、徐々にスケールダウンしながら、気象要因との関係を探ることとした。

野生鳥獣保護（収容）報告等処理簿

作成者

鳥獣の 種 類 性 別 等	鳥・獣	区 分	種類名	性 別	幼・成
	☒ 鳥類 ☐ 獣類	☒ 国内希少野生動物種 ☒ 天然記念物 ☒ 鳥獣法の希少鳥獣 ☐ その他	オジロワシ	☐ オス ☐ メス ☒ 不明	☒ 幼 ☐ 亜成 ☐ 成 ☐ 不明
保護収容 年 月 日 及 び 場 所	年 月 日・時間・天候		国指定鳥獣保護区	☐ 内 ☒ 外	メッシュ番号
	2009/4/27 11:28 天候晴れ		【GPS値】 N 45 度 分 秒 E 141 度 分 秒		R173
保護収容 時 状 態	状 態	原 因	【保護状況】		
	☒ 死亡 ☐ 負傷 ☐ 衰弱 ☐ その他	☐ 衝突 ☐ 交通事故 ☐ 列車事故 ☐ 感電 ☒ 風車衝突 ☐ スラリ転落 ☐ 捕食・捕殺 ☐ 餌取りミス ☐ 不明 ☐ その他...	事業者、 の委託調査員がワシ死体各部位を発見した。 ①風車(■-2)に至る作業道路、風車から110mで左翼。 ②風車から東に11mの地点で胴体及び頭部。 ③風車から南東に15mの地点で広範囲に広がる羽毛。 発見者の報告によると右翼は確認できず、またこれ らの部位は同一個体と思われる。発見時はカラスが群 がっており、内臓はほぼ捕食された状態。硬直してお らず腹腔内の血も乾いていなかったことから、比較的 新しい状態だと思われるとの事であった。		
保護者 (処理者)	経 路	住所・氏名	措 置 等		
	一次 ↓		ワシ死体の各部位を発見。 北海道地方環境事務所に通報。死体発送。		
	二次 ↓	釧路湿原野生生物保護センター	北海道地方環境事務所を經由して連絡を受け る。30日、個体収容。		
	三次 ↓				
	四次 ↓				
保護収容 経過等	治療・収容先	収容最終結果	経過等		
	☒ 野生生物保護センター ☐ 指定診療施設 ☐ 釧路市動物園 ☐ 博物館・水族館 ☐ 私設動物園 ☐ 鳥獣保護員 ☐ 支庁 ☐ その他...	☐ 放鳥獣 ☐ 他施設へ移動 ☒ 死亡・死体収容 ☐ その他...			
	2009/4/30	2009/4/30			
備 考	死亡個体冷凍のため、鳥インフルエンザ簡易検査は剖検時に行う予定。				発信機周波数
	個体番号 09-■-WTE-01 リングNo カラーリング				

図 3-3- 4 記入された処理簿(個人情報保護の観点から一部をマスキングしている)

[調査方法]

前述した3つの調査について、調査方法を表 3-3- 3 に示す。また、2011 年 1 月に発生した苫前町における衝突事故(2 件)に関する詳細解析のために用いた観測手法を表 3-3- 4 に示す。

表 3-3- 3 調査方法

調査項目	調査方法(概略)
① 海ワシ類の死骸処理簿に基づく、発見時の状況整理	・処理簿から発見日時、発見場所等の属性について整理し、その属性毎に集計した。なお一部はクロス集計を行った。集計処理は、R を用いた。 ・調査結果の概要を記述し、最後に考察を行った。
② 当日、前日～当日に衝突したと推定される事例の気象条件等の特性把握	・処理簿等で得られた死骸発見 26 事例のうち、発見者の聞き取り等から、前日～当日に衝突したと推定される事例を選び出し(8 事例)、これらについて推定事故日における気象状況を取りまとめた。 ・気象データは、最寄りの気象官署(有人)とし、それがない場合は、無人の観測施設である「地域気象観測システム(アメダス)」を用い、データを収集した。 ・収集した気象データは、時刻別の視程、風向、風速、日照時間、降水量、天気等である。 ・収集した気象データから、海ワシ類が衝突し易い気象条件(基準)を定め、それが発見日当日や前日にどの程度発生しているかを整理した。
③ 2011 年 1 月に発生した苫前町における衝突事故(2 件)に関する詳細解析	・当該 2 事例については、いずれも苫前町において発生・発見された。いずれも衝突日が推定されており、さらに1事例については、衝突時刻もほぼ推定されている。 ・当該地域においては、本業務で視程計ならびにインターバルカメラが稼働しており、これらに併せて、事業者より風向風速値を提供頂いた。 ・これらのデータを 10 分値(風向風速、インターバルカメラ)、5 分値(視程計)、1 分値(風向風速)等の時系列で整理し、衝突時の気象状況を再現し、衝突原因の検討を行った。(詳細な観測機器については、次表を参照)

表 3-3- 4 2011 年 1 月に発生した苫前町における衝突事故(2 件)に関する詳細解析のために用いた観測手法

項目	観測方法	写真等
風 向 風 速 (m/s)	1) E 発電所のナセル部に設置された風向風速計のデータを提供して頂いた。風向風速値は 1 分値のため、風速については 10 分間平均値に修正し、風向については 10 分間の最多風向を用いた。 2) F 発電所の事故風車のナセル部に設置された風向風速計のデータを提供して頂いた(衝突したと推定される 1 月 11 日)。提供された風向風速値は 10 分値である。	 http://www.ekokkuru-koto.jp/plant/images/img_02.jpg
視程(km)	1) 大気中に光を照射すると、大気中の粒子によって全周囲に光が散乱する。その散乱光の状態を受光し、電氣的に処理することで、従来人間の目で観測していた気象要素(天気現象や視程等)を、客観的な数値として表すことができる*。今回は 5 分間隔とした(5 分値)。	
インターバル 撮 影 による 現場写真	クリマテック社製(CH-IVCA13)を用いた。 撮影時間は、午前 5 時～午後 6 時までとし 12 月 15 日～1 月 15 日までは 10 分間隔、2 月 3 日～3 月 15 日までは 20 分間隔とした。なお、1 月 15 日～2 月 3 日にかけては風雪の影響で機械が故障したため欠測となった。	

*<http://www.asap-snow.com/shitei-genri.htm>

表 3-3- 5 海ワシ類の死骸発見時の状況(処理簿から抜粋、整理)

発見日	衝突推定時	発見時刻	発見時の天候	市町村	ウインドファーム名	風車 No	種類	性別	幼・成	作業中
2011/1/17**	当日	16:00	雪	苫前町	E 発電所	E-2	オジロワシ	不明	不明	整備点検中
2011/1/12**	前日	11:30	曇り	苫前町	F 発電所	F-10	オジロワシ	不明	不明	整備点検中
2010/5/12	不明	9:30	曇り	稚内市	C 発電所	W-4	オジロワシ	不明	不明	不明
2009/11/24	不明	12:00	晴れ	せたな町	H 発電所	H-1	オオワシ	不明	幼鳥	設備点検中
2009/5/25	少々時間経過	10:25	晴れ	稚内市	C 発電所	CW-8	オジロワシ	不明	不明	記載なし
2009/5/17*	不明	不明	不明	苫前町	E 発電所	E-不明	オジロワシ	不明	不明	記載なし
2009/4/27	比較的新しい	11:28	晴れ	稚内市	C 発電所	CW-2	オジロワシ	不明	幼鳥	調査員
2009/4/4	白骨化	11:00	晴れ	苫前町	E 発電所	E-3	オジロワシ	不明	亜成鳥	訪問者(偶然)
2009/3/23	白骨化	16:00	曇り	苫前町	E 発電所	E-2	オジロワシ	不明	不明	記載なし
2009/3/23	白骨化	16:00	曇り	苫前町	E 発電所	E-2	オジロワシ	不明	不明	記載なし
2009/2/19**	当日	9:00	晴れ	苫前町	F 発電所	F-9	オジロワシ	不明	不明	調査員
2009/1/6	乾燥化	12:15	記載なし	苫前町	E 発電所	E-3	オジロワシ	不明	不明	記載なし
2008/10/19	数日前	11:30	曇り	浜中町	B 発電所	B-1	オジロワシ	不明	成鳥	訪問者(偶然)
2008/2/26	不明	不明	不明	根室市	I 発電所	I-1	オジロワシ	不明	成鳥	不明
2008/1/14	記載なし	15:10	雪	幌延町	D 発電所	D-南端	オジロワシ	不明	幼鳥	記載なし
2007/12/26**	前日～当日	9:35	晴れ	苫前町	E 発電所	E-3	オジロワシ	不明	幼鳥	記載なし
2007/11/26	数日前	9:15	曇り	苫前町	E 発電所	E-2	オジロワシ	不明	亜成鳥	調査員
2007/4/28**	当日	13:45	晴れ	根室市	A 発電所	A-4	オジロワシ	不明	亜成鳥	設備点検中
2007/4/4	記載なし	13:00	記載なし	稚内市	C 発電所	CW-13	オジロワシ	不明	亜成鳥	調査員
2007/1/25**	前日～当日	13:00	雪	苫前町	E 発電所	E-1	オジロワシ	不明	幼鳥	除雪作業中
2006/6/8**	前日～当日	15:00	曇り	幌延町	D 発電所	D-5	オジロワシ	不明	幼鳥	設備点検中
2006/4/13	記載なし	16:00	曇り	苫前町	F 発電所	F-8	オジロワシ	不明	亜成鳥	設備点検中
2005/12/19	記載なし	15:30	曇り	石狩市	G 発電所	G-1	オジロワシ	オス	成鳥	記載なし
2004/12/10**	当日	9:00	曇り	根室市	A 発電所	A-4	オジロワシ	メス	成鳥	訪問者(偶然)
2004/3/15	記載なし	11:00	晴れ	苫前町	F 発電所	F-19	オジロワシ	不明	幼鳥	設備点検中
2004/2/5	記載なし	11:30	吹雪	苫前町	E 発電所	E-2	オジロワシ	不明	亜成鳥	記載なし

ウインドファーム名は、実名を避け、A～G 発電所をあてた *：事故リストにあるが、処理簿がない **：衝突直後に発見されたと判断される事例

3.3.2① 処理簿に基づく死骸発見時の状況

前掲表 3-3-5 の各項目について整理した。なお一部はクロス集計を行った。調査結果の概要を述べ、最後に考察を行った。

[発見年月]

発見年月について整理し、表 3-3-6 に示す。また、発見事例数を月別に整理したものを、図 3-3-5 に示す。

表 3-3-6 海ワシ類の月別死骸発見数(年別・月別、2011 年については 3 月まで)

年	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年計	越冬期*	非越冬期**
2004 年		1	1									1	3	2	
2005 年												1	1	1	
2006 年				1		1							2	2	1
2007 年	1			2							1	1	5	3	
2008 年	1	1								1			3	4	
2009 年	1	1	2	2	2						1		9	7	2
2010 年					1								1	1	1
2011 年	2			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
小 計	5	3	3	5	3	1				1	2	3	26	22	4
*前 10 月～当年 4 月(7 ヶ月間)				**当年 5～9 月(5 ヶ月間)								各期 1 ヶ月 当たり		0.39	0.11

月別の発見数についてみると、最多は 1 月と 4 月の 5 事例、次いで 12 月、2～3 月および 5 月が 3 事例と続く。7 月～9 月については発見されていない。ただし、4～5 月頃は融雪のため埋もれていたものが出てきている可能性が考えられる。

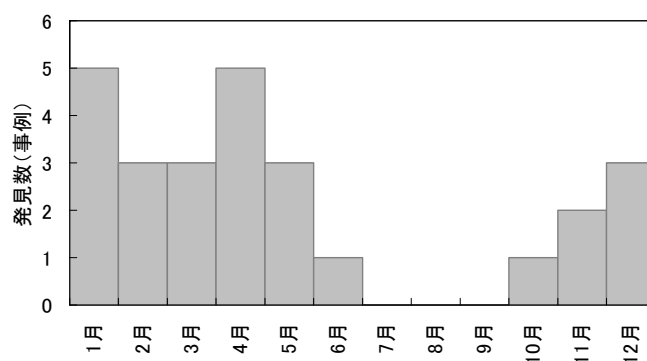


図 3-3-5 死骸発見事例数(月別:2004～2011 年)

年別の発見数についてみると、最多は 2009 年で 9 事例、次いで 2007 年の 5 事例、2004 年と 2008 年の 3 事例と続く。2004 年に最初の死骸が発見されて以降、死骸が発見されなかった年はない。

海ワシ類の越冬期を 10 月～翌年 4 月、非越冬期を 5 月～9 月とし、越冬年次別にみると、最多は、2009 年次の 9 事例(越冬期 7 事例、非越冬期 2 事例)、次いで、2008 年の 4 事例(越冬期 4 事例)と続く。やはり 2004 年以降、死骸が発見されなかった越冬年はない。

なお、越冬期と非越冬期の総発見数は、22 事例と 4 事例であった。月数が異なることから(越冬期:7ヶ月、非越冬期:5ヶ月)、これらを考慮して平均すると、ひと月あたりの発見数は、越冬期 0.39 事例/月(=22/(7ヶ月×8カ年))、非越冬期 0.11 事例/月(=4/(5ヶ月×7カ年))であった。

【衝突の発生日】

処理簿より、発見時の状況から衝突日を推定した記述部分を抜き出し、10 項目に類型化して、衝突時の新しいものから並べ替えて、図 3-3-6 に示す。記載なしが 6 事例と最多であるが、当日から前日にかけて衝突したと推定されるものは、8 事例あり、全体の 3 割程度(31%)を占めた。

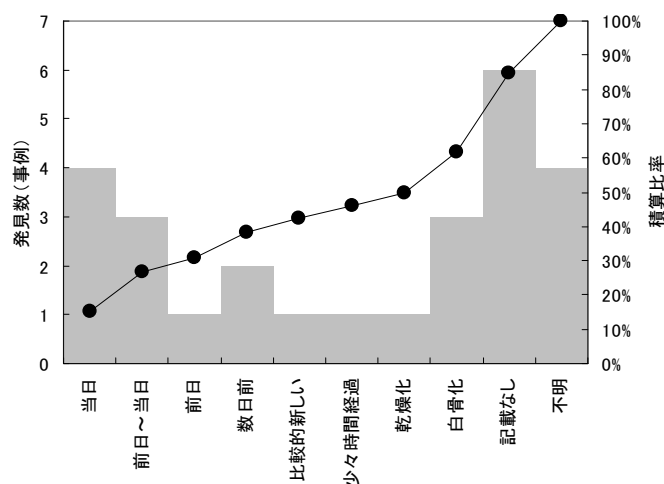


図 3-3-6 衝突の推定日

【市町村別・年別・月別にみた死骸発見数】

市町村別に発見数の占める割合を、図 3-3-7 に示す。最多は、苫前町で、14 事例であり、全体の過半数(53%)を占めた。次いで稚内市(4 事例、15%)、根室市(3 事例、12%)と続いた。

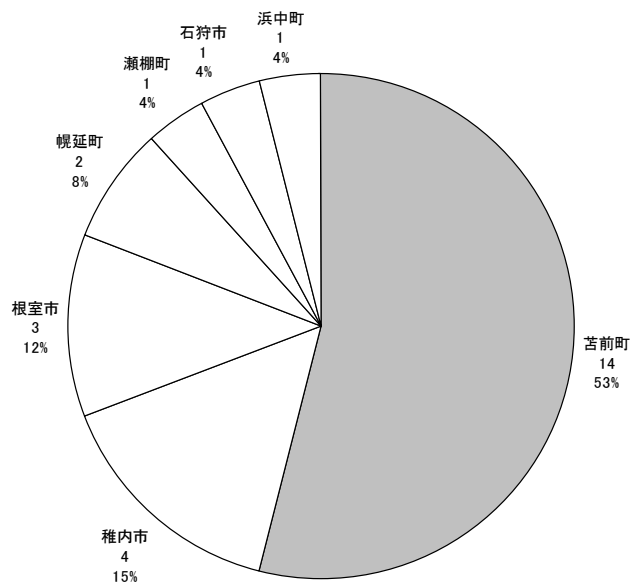


図 3-3- 7 死骸発見数の比較(市町村別、上:発見数、下:%)

[風力発電施設別にみた死骸発見数]

風力発電施設別に死骸発見数をとりまとめ、図 3-3- 8 に示す。最も多かったのは、E 発電所の 10 事例で全体の 38%を占めた。次いで、C 発電所と F 発電所の 4 事例(15%)であった。ただし、各事業所による調査努力量の影響もあると思われる。

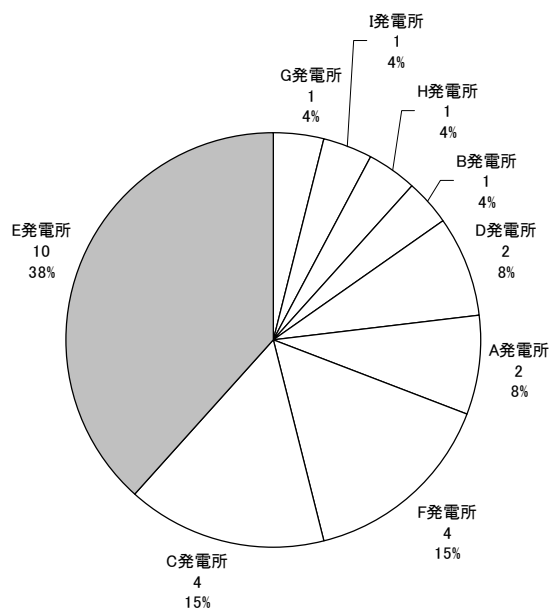


図 3-3- 8 死骸発見数の比較(風力発電施設別、上:事例数、下:%)

[風車別の死骸発見数]

風車別に死骸発見数を整理し、**図 3-3- 9** に示す。図中には、横軸に 1 基あたりの発見事例数、縦軸に基数を示した。発見事例報告のあった風車は延べ 19 基で、合計 26 件の発見事例がある。図によれば、発見事例が 5 回あった風車が 1 基、同 4 回はなく、同 3 回が 1 基、2 回が 1 基であり、この段階(延べ 3 基)で、発生件数の 38%($= (5+3+2) \div 26$)を占める。残り 16 基は全て 1 回であった。

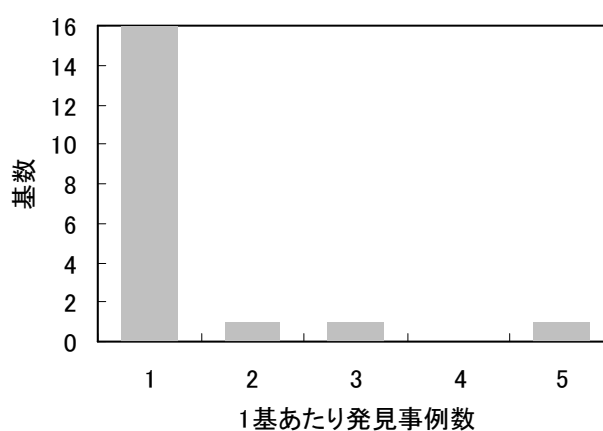


図 3-3- 9 発見事例数別にみた風車基数

風力発電施設毎に供用開始時期が異なるため、供用開始年と年別の発見数を整理し、**表 3-3- 7** に示す。供用開始直後に発見された事例(0 年とする)は、2 事例、1 年後はなく、2 年後～8 年後に各 1 事例となっていた。なお、国内ではじめてオジロワシが衝突した E 発電所は、供用開始から 7 年後に発見されている。ヒアリングを行ったところ、供用開始から継続的に機器メンテナンスに併せて死骸調査を実施していた、とのことであった。

表 3-3- 7 供用開始年と海ワシ類の発見数(発電所別)

	G 発電所	D 発電所	I 発電所	A 発電所	C 発電所	H 発電所	F 発電所	E 発電所	B 発電所
1998 年								供用	
1999 年							供用	—	
2000 年							—	—	供用
2001 年			供用				—	—	—
2002 年			—				—	—	—
2003 年		供用	—				—	—	—
2004 年		—	—	供用 1			1	1	—
2005 年	供用 1	—	—	—	供用	供用	—	—	—
2006 年	—	1	—	—	—	—	1	—	—
2007 年	—	—	—	1	1	—	—	3	—
2008 年	—	1	1	—	—	—	—	—	1
2009 年	—	—	—	—	2	1	1	5	—
2010 年	—	—	—	—	1	—	—	—	—
2011 年	—	—	—	—	—	—	1	1	—
小計	1	2	1	2	4	1	4	10	1

[発見された海ワシ類の種]

発見された海ワシ類は延べ 26 事例が報告されている。その内訳を種別、齢別に区分して、図 3-3- 10 に示す。オオワシ 1 事例に対して、オジロワシ 25 事例となり、後者が圧倒的に多かった(25/26=96%)。そのオジロワシについて齢別にみると、幼鳥が 6 事例(25%)、亜成鳥も 6 事例(25%)、成鳥が 4 事例(17%)および不明が 9 事例(35%)となっていた。

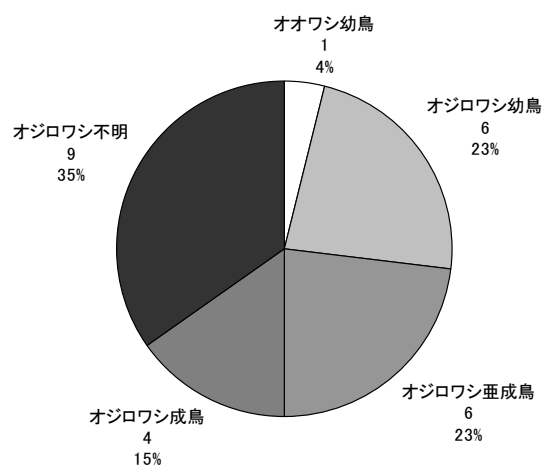


図 3-3- 10 死骸発見数の内訳(種別、成鳥、亜成鳥、幼鳥別、上:事例数、下:%)

[発見者の行動]

複数の施設が建ち並ぶウィンドファームは、管理棟や事務所等を持つことから、人の出入りは制限される可能性が高い。死骸発見者の行動を類別化して図 3-3- 11 と表 3-3- 8 に示す。記載なし、資料なし、不明等、情報が得られない場合が最多(合計 11 事例、42%)であった。具体的な行動についてみると、整備点検中が 7 事例(21%)、鳥類調査員によるものが 4 事例(17%)等でみられた。

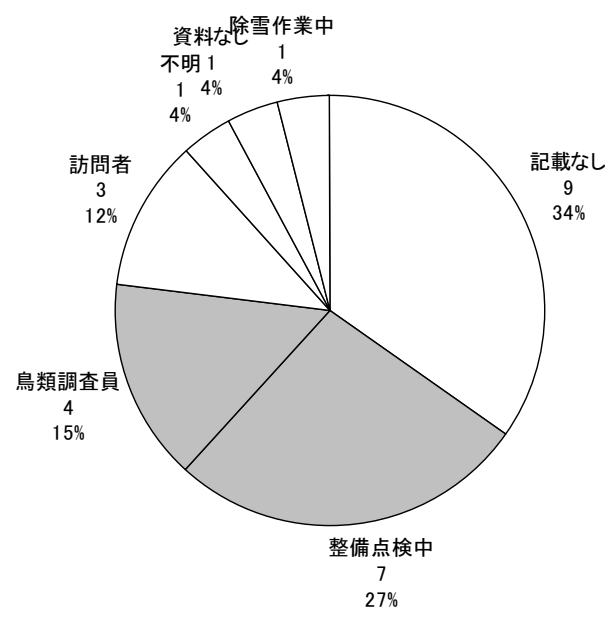


図 3-3- 11 死骸の発見者もしくは行動の内訳(上:事例数、下:%)

表 3-3- 8 死骸の衝突推定時刻と発見者の行動

項目	記載なし	資料なし	除雪 作業中	設備 点検中	調査員	不明	訪問者 (偶然)
乾燥化	1						
記載なし	3			2	1		
資料なし		1				1	
少々時間経過	1						
数日前					1		1
前日				1			
前日～当日	1		1	1			
当日				2	1		1
白骨化	2						1
比較的新しい					1		
不明	1			1			

[考察]

- ・ 現時点において発見事例数は、時期・場所ともバラツキが多い。道内における海ワシ類の分布状況等の差のほか、風力発電事業者間において、死骸調査努力に差があることも原因と考えられる。
- ・ **月別の発見数**についてみると、飛来期～越冬時期～飛去期に集中していることから、主に衝突するのは越冬群と考えられる。1 月以降の発見数が多いのは、この時期に越冬数が最大化していることも考えられるが、一方で、雪原に落下した場合、遮るものがなく死骸が発見されやすいことも一因として考えられる。ただし、死骸が直後の吹雪等で埋まってしまった場合は、融雪時まで発見されず、4 月以降の発見数に反映しているものと思われる。なお、暖候期における残留個体の被害についてみると、7～9 月における発見報告はないものの、5 月に 3 件、6 月に 1 件の発見があることから、衝突のリスクは残されている。
- ・ **年別の発見数、越冬期・非越冬期別**についてみると、2009 年が 9 事例と突出して多かった。この原因については不明であるが、2009 年度の渡来数、気象条件等について検討してみる必要があるかも知れない。
- ・ **衝突の推定時刻と発見者の行動**についてみると、前日～当日と推定される事例が 8 事例と全体の 30%を超えた点は着目すべきであろう。前日～当日と推定される事例の半数は設備点検中に発見されている(8 事例中 4 事例)。日常的に風力発電施設にアクセスすることで、比較的新鮮な衝突個体を発見しうる機会があることを示唆しており、定期的な死骸調査の必要性を支持する。
- ・ **市町村別の死骸発見数**についてみると、苫前町が全体の過半数を占めていた。苫前町の風力発電施設数は延べ 41 基であり、稚内市のほうが多い(74 基)ものの、死骸発見数では稚内市を上回る。これは風力発電施設の立地条件の違いと推察され、衝突リスクの高い地形条件に立地されている風力発電施設数が、稚内市のそれと比較して、相対的に多いことに起因すると推測される。
- ・ **風力発電施設別の死骸発見数**についてみると、E 発電所が 10 事例であり、全体の 4 割弱を占めている。
- ・ **風車別の死骸発見数**についてみると、発見事例報告のあった風車は延べ 19 基で、北海道に占める全風車 286 基(2010 年 3 月現在)の 6.3%にあたる。発見事例数の約 4 割(38%)は、3 基の風車に集中しており、全風車の 1.0%である。衝突事故が頻発する風車は比較的限定されており、ここに対策を取るだけで衝突率を 4 割近く減少させる可能性を示唆する。ただし、最初に述べたとおり、事業者間での調査努力に差があることも考慮すべきである。
- ・ **供用開始年と海ワシ類の発見数(発電所別)**についてみると、供用開始直後に発見された事例もある一方で、供用開始後 7 年間発見されなかった(担当者ヒアリングによる)事例もある。衝突事象は、稀な確率事象であるから、数年間発見されないことも起こりうるし、供用開始直後に発見されることもありうると考えられる。

- ・ **発見された海ワシ類**についてみると、オオワシ 1 事例を除き、残りは全てオジロワシであることは特徴的である。これについては、検討会でも議論がなされ、調査結果でも検討されているが、主に3点、①オジロワシとオオワシの飛翔特性の種間差、②道内の越冬時期におけるオジロワシとオオワシの分布の違い、および③風力発電施設の分布の違い(日本海側に多く、オホーツク側に少ない)が、組み合わさっていることに起因するものと考えられる。

3.3.2② 前日～当日に衝突したと推定された事例の気象状況

[はじめに]

前述した発見死骸 26 事例のうち、発見者の聞き取り等から、前日～当日に衝突したと推定される事例を選び出し(8 事例)、これらについて衝突の推定事故日における気象状況を取りまとめた。

気象データは、主に気象庁ホームページの「過去のデータ検索」(<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>)から、死骸が発見された場所に最も近接する気象官署もしくは無人観測施設(アメダス)の 1 時間値とした。データをとりまとめるにあたっては、発見日が衝突日の当日と推定されるものについては、当該日の一日の1時間値とし、それ以外の前日～当日と推定されるものについては、前日～発見日の当日の二日間にわたる 1 時間値とした。

収集した気象データについて、衝突事象を誘発する気象条件を定め(表 3-3- 9)、条件が前日～当日までの海ワシ類の活動時間帯(06～18 時とした)にどの程度発生しているかを整理した。また衝突の発生しやすい風向条件については、図 3-3- 12 に示すとおり、風力発電施設の位置する地形条件から主に断崖に着目し、強制上昇流が発生しやすい風向を読み取って判断した。

表 3-3- 9 衝突事象を誘発と思われる気象条件

気象要素	衝突事象を誘発と思われる気象条件	備考
視程	1km以下	視程悪化に関する基準はない。一つの目安として 1km 以下とした
風速	6.0m/s 以上	一般的に風力発電施設が一定の回転数に達する最低風速とした。
風向	図 3-3- 12 に示すとおり	風力発電施設の位置する地形条件から主に断崖に着目し、強制上昇が発生しやすい風向を読み取った。
日照時間	0.1 時間以下(0.1 もしくは 0)	曇天もしくは降雨・降雪状況を想定した
降水	降水が確認された場合	降雨・降雪によって視界が悪化することを想定した
天候	記載された気象現象より降水(降雪)に関する記述があったもの	降雨・降雪によって視界が悪化することを想定した

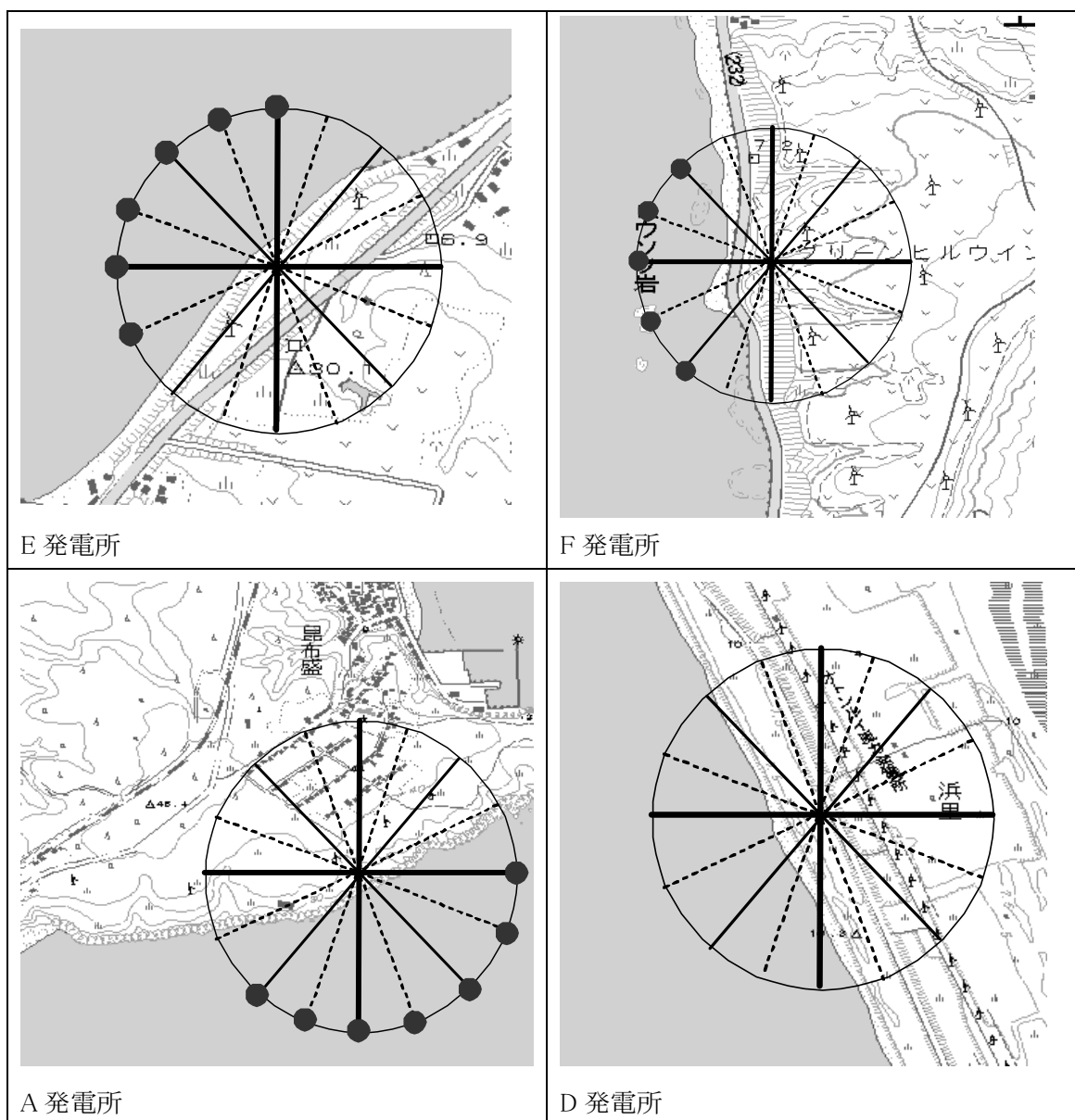


図 3-3- 12 立地条件からみた強制上昇の発生しやすい風向(E 発電所: 西南西～北、F 発電所: 南西～北西、A 発電所: 東～南西、D 発電所には断崖がないため判断できない)

なお、本業務の実施期間中に、苫前町で風車に衝突したと推定されるオジロワシ死骸が 2 事例発見された(発見日はそれぞれ 1 月 12 日と 17 日)。これらについては、視程計による観測、インターバルカメラによる景観撮影が行われていること、さらに事業者より該当風車の風向風速値の提供を頂いたことから、別途詳細な解析を試みることとした(3.3.2③ 2011 年 1 月に発生した苫前町における衝突事故 2 事例に関する詳細解析)。

表 3-3- 10 前日～当日に衝突したと推定される事例

No	発見時の状況								入手した気象資料等						
	年	月	日	衝突 推定時	発見時刻	発見時の 天候	市町村	推定根拠	視程	写真	風向	風速	日照	降水	天気
1	2011	1	17	当日	16:00	雪	苫前町	15 時に死骸はなく、その後 16 時に確認されたことから、15-16 時に衝突したと思われる	●○	× (欠測)	●○	●○	○	○	○
2	2009	2	19	当日	9:00	晴れ	苫前町	凍っていないことから当日(2/19)の朝と推定	—	—	○	○	○	○	—
3	2007	4	28	当日	13:45	晴れ	根室市	衝突音が聞こえた。南西風、2.7m/s	○	—	○	○	○	○	—
4	2004	12	10	当日	9:00	晴れ	根室市	生きていたが、その後死亡。発見時には左翼切断	○	—	○	○	○	○	○
5	2007	12	26	前日～当日	9:35	晴れ	苫前町	死骸上に積雪。昨夜の衝突の可能性あり。	○	—	○	○	○	○	○
6	2007	1	25	前日～当日	13:00	雪	苫前町	死骸凍結、下半身欠損。1/24 の 14 時にはなかったことから、同日夕方～25 朝までの間に事故発生と推定	○	—	○	○	○	○	○
7	2006	6	8	前日～当日	15:00	曇り	幌延町	前日 6/7 13:00 時で死骸なし。6/8 15:00 に発見	—	—	○	○	○	—	—
8	2011	1	12	前日以前	11:30	曇り	苫前町	完全凍結、積雪の上。前日強風・降雪であったことから	●○	●○	●○	●○	○	○	○
●:現地観測等により入手、○:周辺気象台・アメダス等により入手、—:観測項目がない、×:観測項目はあるが機器等の不具合にて欠測															