

平成 24 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 25 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 海ワシ類の諸条件による衝突リスクの検証	.....3-1
3.1.1 立地環境からみた衝突リスクの検証調査	.....3-1
3.1.2 ビデオ撮影調査	.....3-6
3.2 衝突個体の医学的解剖による衝突状況解明と飛翔状況からの原因考察	.....3-22
3.3 鳥類の視認性の把握実験	.....3-41
4.平成 22～24 年度における成果の概略	
4.1 立地環境からみた衝突リスク	.....4-1
4.2 海ワシ類の渡り状況等による衝突リスク	.....4-19
4.3 海ワシ類の気象条件等による衝突リスク	.....4-22
4.4 海ワシ類の衝突原因	.....4-26
4.5 室内実験からみた海ワシ類の視認性	.....4-33
5.効果的な防止策についての検討	.....5-1
6.検討会	
6.1 平成 24 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(第 1 回)	.....6-1
6.2 平成 24 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(第 2 回)	.....6-6
7.資料編	
7.1 視程計による視程変化および風向風速 (平成 24 年 12 月 1 日～平成 25 年 2 月 28 日)	.....資-1～33

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(平成 24 年8月改訂)で絶滅危惧Ⅱ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最も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]

昨年度までの調査で、海岸部と内陸部ではオジロワシ、オオワシともに海岸部での飛行頻度が高いことが明らかになったので本年度は海岸からの距離に応じてその飛行頻度がどのように変化するかを明らかにするための調査を行なった。道北日本海側の苫前と道東太平洋側の根室で調査を実施したところ、両調査地で両種とも海岸部で飛行頻度が高く、海岸からの距離が離れるにつれて飛行頻度が低くなることが明らかになった。このことは風車の立地を海岸から離せば離すほど衝突リスクが低くなることを示している。また、両調査地点を比べると、苫前の方が飛行頻度の海岸への偏りが顕著であった。根室では湖沼で行なわれている氷下漁からでる雑魚を食物とするなど、海岸以外でも採食するためこのような結果になったと考えられ、風車の立地地点で海ワシ類が何を食物としているかを知った上で、立地や対策を考えることが衝突リスクを減らすために重要といえる。

[ビデオ撮影調査]

昨年度の調査結果を踏まえ、道北日本海側の苫前において2台のビデオカメラによる1台の風車の監視・撮影を行った。撮影期間中に海ワシ類の衝突は発生しなかった。このため海ワシ類の出現しやすい気象条件から2日を選択し、映像に映った鳥類を確認した結果、2台のビデオカメラに共通して出現した率は10%程度と低かった。このことからビデオカメラによるモニタリングは、時間や気象条件を問わず連続観測できるという利点がある。しかしながら、ビデオカメラ1台では海ワシ類の風車周辺での飛行状況は把握できるものの、風車への衝突・接近時の距離感が把握できないため何らかの工夫が必要なこと、また、種別判定のためには、より高解像度のカメラを使う必要がある。

[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]

新たに風車周辺で4事例の海ワシ類の死骸が発見され、剖検所見を作成した。このうち1事例については、断崖地であり強風による上昇気流が発生しやすい地形であることが示唆された。衝突日がほぼ前日と特定できたため、気象条件を整理したところ、強風下であっても視程は良好であったものと推

定された。平成 22～24 年度に発見された海ワシの死骸は、全 33 事例にのぼる。このうち衝突時の気象条件が特定されたもの 11 事例について、天候悪化と判断されたものは 5 事例にとどまることから、衝突の原因を「天候悪化」のみに限定する可能性は小さいと考えられる。

[検討会]

検討会は、平成 24 年 8 月 21 日と平成 25 年 2 月 25 日の 2 回実施され、第 1 回目は過年度の振り返りと今年度調査の内容報告、2 回目は今年度調査結果の報告と、22 年度からの 3 力年の事業として分かったこと等を事務局等から説明し、検討委員による議論が交わされた。

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 in order 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.

The studies conducted until 2012 revealed that White-tailed and Steller's Sea Eagles were more frequent fliers to coastal areas than inland ones. Therefore, we studied the differences in the flight frequency of eagles according to the differential distances from the coast to inland areas. We selected as study sites Tomamae Town on the coast of the Japan Sea of northern Hokkaido and Nemuro City on the Pacific seaboard of eastern Hokkaido. Both eagle species used coastal areas selectively as their flight paths in the two study sites, and their flight frequencies declined as the distance from the coast increased. This result suggests that the collision risk of eagles with wind turbines will be reduced if wind farms are built farther away from the seaboard. Eagles flew more frequently along the coast of Tomamae Town than Nemuro City. In Nemuro eagles fed not only along the coast but in the ice-fishing sites of the inland lakes where small inedible fish were discarded by fishermen. It is also important, therefore, to locate the feeding sites of sea eagles around wind farms in order to reduce the collision risk with wind turbines.

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(『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 環境省 2011』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、特に環境省のレッドリスト(平成24年8月改訂)で絶滅危惧Ⅱ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最も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、ともに天然記念物に指定され、オジロワシ、オオワシは環境省作成のレッドリストで絶滅危惧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(平成24年3月末)まで30の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と海ワシ類の共生のためには、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考えられる。

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考えられる。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、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(平成22年度『3.1.1 衝突実績をもとにした衝突リスクの評価』、平成22、23年度『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』、平成24年度『3.2 衝突個体の医学的解剖による衝突状況解明と飛翔状況からの原因考察』、『4.1 立地環境からみた衝突リスク』)。

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(平成22年度『3.1.2 出現頻度をもとにした衝突リスクの評価』、平成22、23年度『3.3.1 海ワシ類が出現し易い気象条件の把握』、平成23年度『3.1.2 セオドライトによる飛翔追跡結果に基づく、風車の回避行動』、平成24年度『3.1 海ワシ類の諸条件による衝突リスクの検証』)。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(平成22、23年度『3.2 海ワシ類の渡り状況等による衝突リスクの検証』)。

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(平成 22、23 年度『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』、平成 24 年度『3.2 衝突個体の医学的解剖による衝突状況解明と飛翔状況からの原因考察』)。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、長期的な定点観測を行うとともに、過去の気象データを整理した(平成 22、23 年度『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』、平成 24 年度『』衝突個体の医学的解剖による衝突状況解明と飛翔状況からの原因考察』、および各年度の資料編『視程計による視程変化および風向風速』)。

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

以上の調査計画と実施にあたっては、猛禽類の専門家や風力発電事業関係者等による検討会を構成し、年度毎に調査着手時の段階で検討会を開催することで、より充実した事業内容の意見を頂戴し、よりよい成果を目指す。

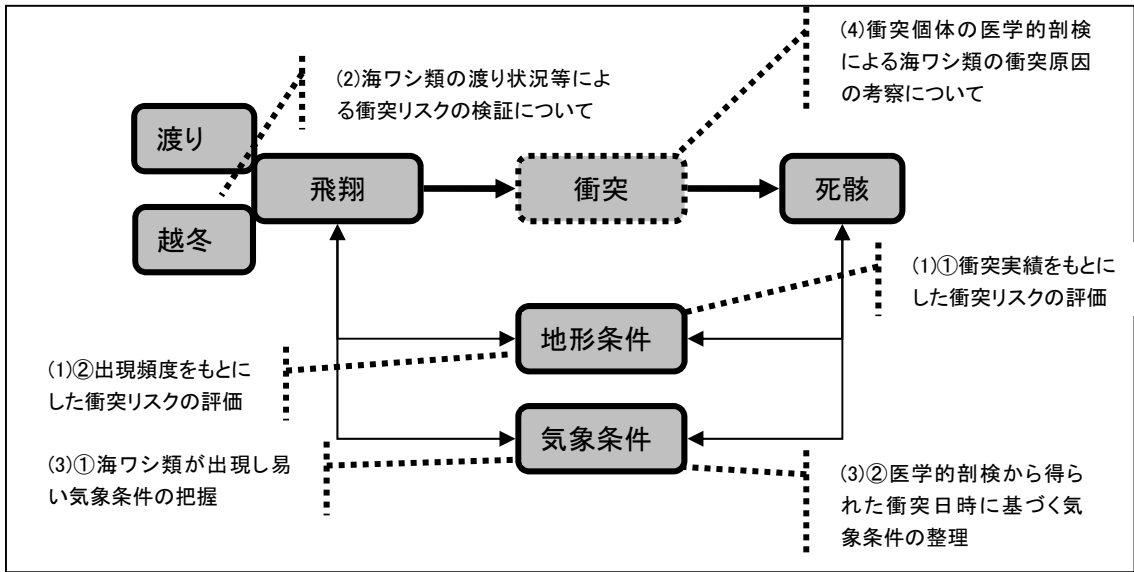


図 1-1-1 検討業務の概念図(番号は下図とリンク)

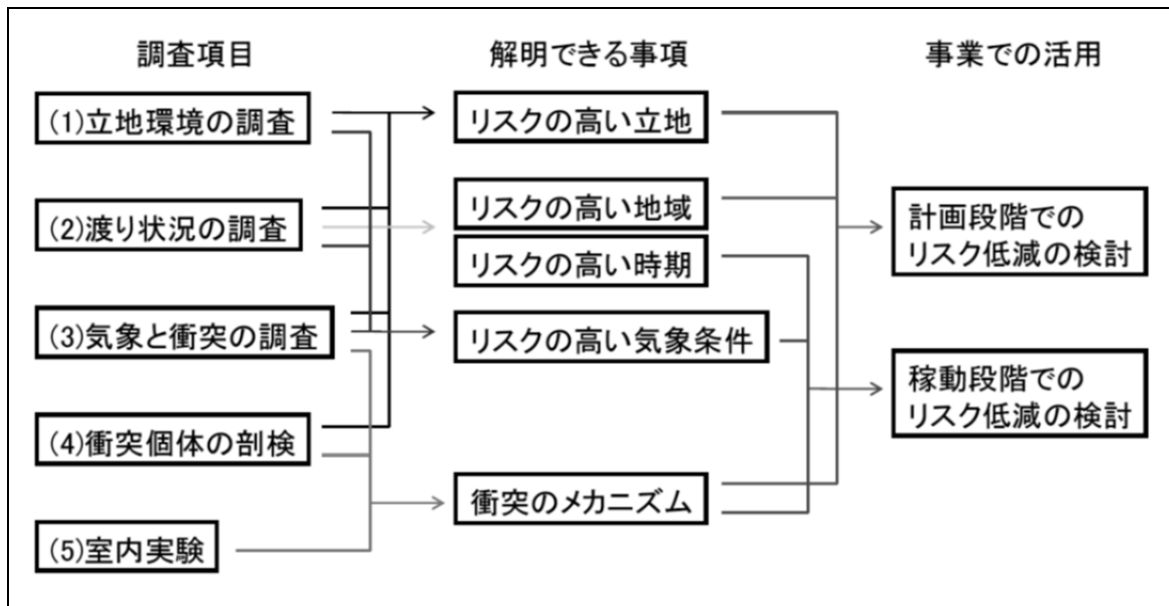


図 1-1-2 業務における調査項目、解明できる事項ならびに事業での活用可能性

3.1 海ワシ類の諸条件による衝突リスクの検証

3.1.1 立地環境からみた衝突リスクの検証調査

前年度までの調査で、海岸付近は内陸と比べて衝突リスクが高いことが明らかになった。しかし、海岸から内陸に向かってその距離に応じてリスクがどの程度減少していくのかについては明らかでない。また、日本海側の調査から、海岸で飛行頻度が高い原因は海岸段丘にぶつかってできる上昇風を利用するためであると推察されている（4.3章を参照）。したがって日本海側では海岸での衝突リスクは高いが、太平洋側ではそれほど高くないことも考えられる。そこで、本年度の調査では、海岸線からの距離に応じた海ワシ類の衝突リスクを検証するために、道北日本海側の苫前および道東太平洋側の根室で調査を行なった。

[調査方法]

・苫前町での調査

調査は苫前港の北東に位置する苫前町の風力発電施設周辺で2013年1月28日から2月1日に実施した。調査地の海岸は段丘になっており、内陸側は牧草地や畑が広がっている。1月28日は予備調査とし、海ワシ類の飛行状況を見ながら調査定点を定めた。1月29日からは9時から15時まで海岸段丘上および海岸線から約100m離れた位置に定点を配置し、オジロワシおよびオオワシを探索し、発見した場合は地図上に飛行経路を記録した。レーザー距離計（Nikon レーザー550AS）を使って海ワシ類と定点との距離を計測し、飛行経路の記録の精度を高めることに努めた。

調査の結果、オジロワシおよびオオワシは海岸に沿って飛行することが多かったため、岸からの距離を50m間隔で区切り、その距離区分をワシが通過した回数を記載した。

・根室市での調査

調査は根室市の友知湾において2013年2月11日から15日に実施した。調査地の海岸は砂浜になっており、内陸側は温根沼・タンネ沼（冬期は凍結）とその周辺は湿原になっており、湿原の奥は段丘状になった丘陵林となっている。2月11日は予備調査を行ない、苫前町と異なり、海岸沿いだけでなく広い範囲を海ワシ類が飛行していることがわかったので、海岸および海岸から1700m離れた場所に定点を定め、苫前と同様に9時から15時までオジロワシおよびオオワシを探索し、発見した場合は地図上に飛行経路を記録した。

オジロワシおよびオオワシは苫前とは異なり海岸に沿って飛行するという単純な動きではなく、海岸から内陸に入りまた戻るといった複雑な飛行をすることが多かったため、地図に記入した飛行経路をGISでトレースし、その距離を計測することとした。海ワシ類が帆翔していた際は、地図に飛行経路を円を描くように記録するが、その円の数は帆翔した回数ではなく、またGISに経路をトレース時に何回円を描くかによって飛行距離が大きく違ってきてしまう。そこで、トレースの際には円は描かずに曲線として描いた（図3-1-1）。

また、地図上の飛行経路は、定点からの距離が離れば離れるだけ距離感の把握が難しく、記入には誤差を伴う。そこで、そうした誤差が解析に及ぼす影響を最小限とするため、苫前での調査の解析では、海から 50m 間隔で調査結果を集計したが、根室の解析では 500m 間隔で集計を行なった。

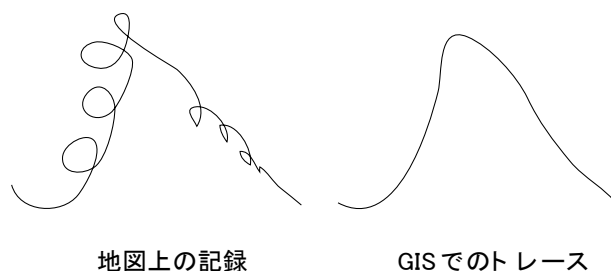


図 3-1-1 海ワシ類の帆翔観察時の地図上の記録と GIS でのトレースの例

[結果および考察]

・ 苫前町での調査

苫前町の調査地では、西方向の風が吹かないとワシはあまり飛行しない(4.3 章を参照)。今回の調査の期間、西方向の風が吹いたのは 1 月 30 日のみで、飛行記録のほとんどはこの日の記録だった。

海岸線を中心に、50m 間隔で飛行頻度を整理すると、オジロワシは海岸よりも海側で、オオワシは海岸よりも 50m 以上沖を多く飛んでおり、海岸より陸側を飛ぶ頻度は低かった(図 3-1-2)。オジロワシは、海岸から内陸側 50m 以内の場所を 2 度飛行したが、それより内陸側は 1 度飛行したのみだった。この飛行は内陸に向かって飛んで行ったもので、50-100m、100-150m、1250-200m、200m 以上の全ての距離区分の記録となった。また、オオワシも同様に内陸に向かって飛んで行った飛行が 1 度あり海岸から内陸の場所で 1 度の記録になった。途中で木の陰に隠れて追跡できなくなったために 150m 以上の記録区分は記録なしとなっている。

ただし、この結果は、海ワシ類が風車を避けること(4.1 章を参照)が影響を及ぼしている可能性がある。海ワシ類は風車のある場所で、海側に回避していることがわかっているので、本来の海ワシ類の飛行は、今回得られた結果よりもやや陸側を飛行すると考えられる。4.4 章に記載した風車のない場所での飛行行動を考えると、通常のワシ類の飛行位置は 50m あるいは 100m 陸側にシフトしたような頻度分布になると考えられる。したがって、海岸から 50~100m 内陸までは、風車との衝突リスクは非常に高く、少なくとも 100m 以上内陸ならばリスクは大きく減り、さらに内陸になればなるほど低くなると考えられる。

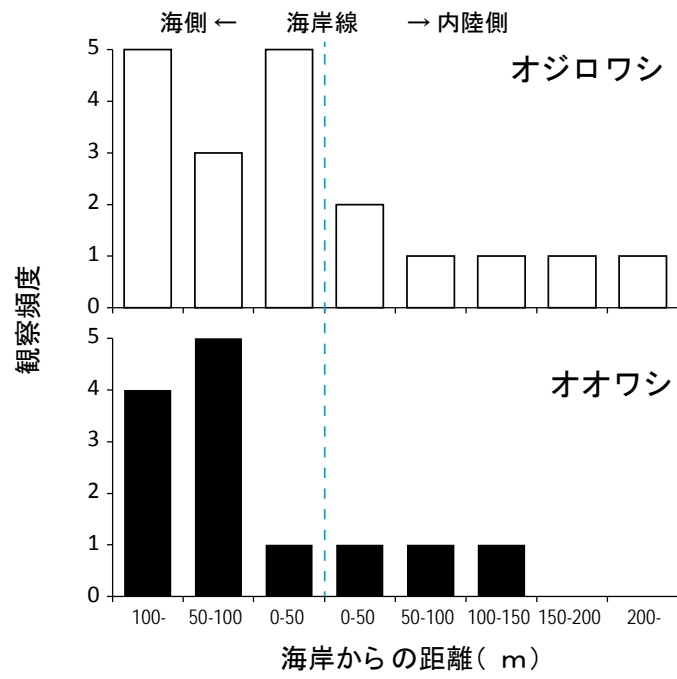


図 3-1-2 苫前におけるオジロワシとオオワシの飛行頻度と海岸からの距離との関係

・根室市での調査

根室市の調査では、2月12日はほぼ無風で、13日は東の風がやや強く、14日は北東の微風、15日は南東の風と風の状況は日により異なっていたが、毎日コンスタントに海ワシ類が記録された。

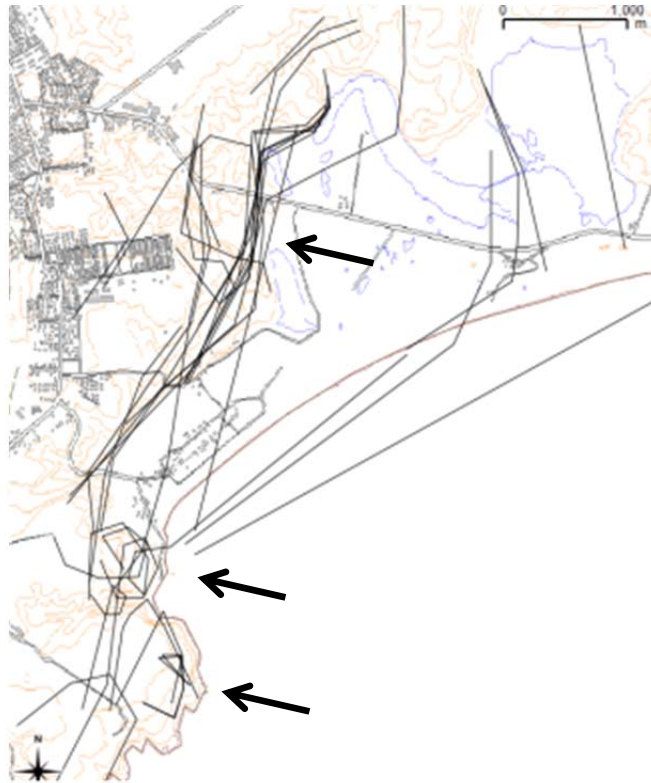


図 3-1-3 2月13日の海ワシ類の飛行トレース

2月13日のトレース結果を図3-1-3に示した。東の風がやや強かったこの日は、ほかの日よりも、東側が開けた海岸の段丘部や東側が湿地で開けた段丘の縁にそって海ワシ類が多く飛行していた（図3-1-3の矢印の部分）。こうした場所には斜面上昇風が発生していたと考えられ、道東の海ワシ類も日本海側の海ワシ類と同様に、こうした上昇風を利用して飛行するものと考えられる。ただし、道東ではこうした斜面上昇風の生じる気象状況は多くなく、また、地形的にも日本海側のように斜面上昇風の生じる地形が連続的に存在しているわけではない。そのため、日本海側のように海ワシ類が斜面上昇風の生じる日に活発に動き、それ以外の日は動かないということはなく、コンスタントに飛行していたと考えられる。

図3-1-4からもわかるように、根室のオジロワシとオオワシは海岸部のみに集中するのではなく、内陸も飛行していた。しかし、飛行頻度は海岸から近い場所が高く、オジロワシでは海岸から500m以内の場所が全体の55%を占め、500-1000mが29%、1000-1500mが

12%と離れるにつれて半減していった。オオワシも同様に海岸から 500m以内の場所が全体の 48%、500-1000mが 30%、1000-1500mが 15%と海岸から離れるにつれて飛行頻度は減少していった。また、苫前と比べると、海上の飛行は多くなかった。これは、根室の調査地の海岸に風車がなかったことがその理由となっている可能性がある。

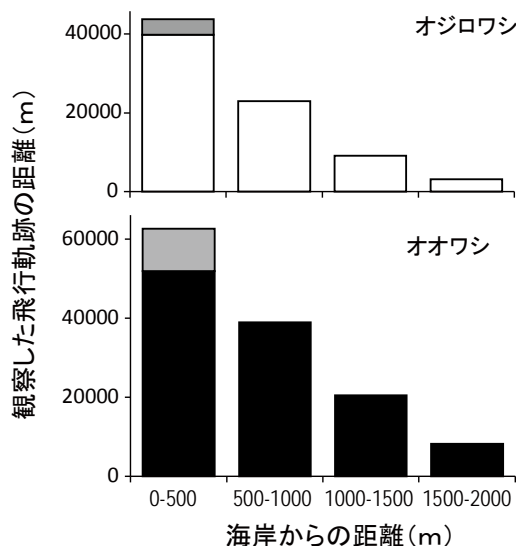


図 3-1-4 根室におけるオジロワシとオオワシの飛行頻度と海岸からの距離との関係。灰色は海上の飛行を示す

以上の結果は、日本海側でも、太平洋側でも海岸線は風車と海ワシ類との衝突リスクが高いことを示している。したがって、風車を建設するにあたり、海岸から風車を離して建設することができれば、その距離に応じて、バードストライクのリスクを減らすことができると考えられる。どれだけ離すことができるかは、風況や土地利用の状況によって変わるだろうが、風車の配置計画を立てる際には、この観点を持っておくことが重要である。

また、なぜ海岸のリスクが高いかという理由を理解する必要がある。海岸で海ワシ類の飛行頻度が高い最大の理由は多くの海ワシ類が海岸に打ち上げられる魚や海獣類などを食物としているからである。もし風車の立地地点の食物がこうした海岸にある食物ではなく、山間部のシカの死体だったり、ゴミ処理場の生ごみだったりした場合、あるいは、ねぐらがそばにある場合などは海ワシ類の動きが違ってくる可能性が高いので注意が必要である。

3.1.2 ビデオ撮影調査

海ワシ類の衝突リスクが高いと思われる冬季において、対象風車1台に対してビデオカメラを2台設置し3ヶ月間程度特に鳥類の衝突に関する動画を撮影し、衝突メカニズムの検証に資する映像を記録する。また、これと別に視程計1基を設置し視程を計測することとした。

・はじめに

平成23年度のビデオ撮影調査により、海ワシ類の風車への衝突と推定される画像が撮影され、衝突メカニズムと衝突時の視程・気象状況を把握する貴重な手がかりとなった。しかしながら、二つの課題が残された。

第一に、ビデオカメラの設置台数を風車1基につき1台としたことから、風車に接近する海ワシ類の距離感が把握できず、空間位置が極めて困難となった。そこで本年度は、風車1基について2台のビデオカメラを風車の両側に設置し、同時撮影することで、海ワシ類の衝突時の空間位置を把握することを試みた。

第二に、格納箱に収納した録画用パーソナルPCのトラブルにより、欠測が多発したことである。その原因として①格納箱の隙間から雪（土砂や海塩を含む）が侵入し、PCトラブルを誘発した。②風力発電施設から引いているAC電源が（何らかの理由により）不安定となり、PCトラブルを誘発したと考えられた。さらに③PCの動作確認を毎月1回程度としていたため、PCトラブルが発生しても、次の動作確認時まで復旧が出来ず、最大1ヶ月という長期間の欠測を生み出した。

そこで本年度は、格納箱については入念な目張りを施し、不安定なAC電源に対応するため無停電電源装置¹を設置した。さらに、2～3日間間隔で作業員が現地を訪れPC稼働状況の確認を行い、PCがダウンしていた場合は、速やかに復旧させることとした。

¹電池や発電機を内蔵し、停電時でもしばらくの間コンピュータに電気を供給する装置。UPSと呼ばれる。

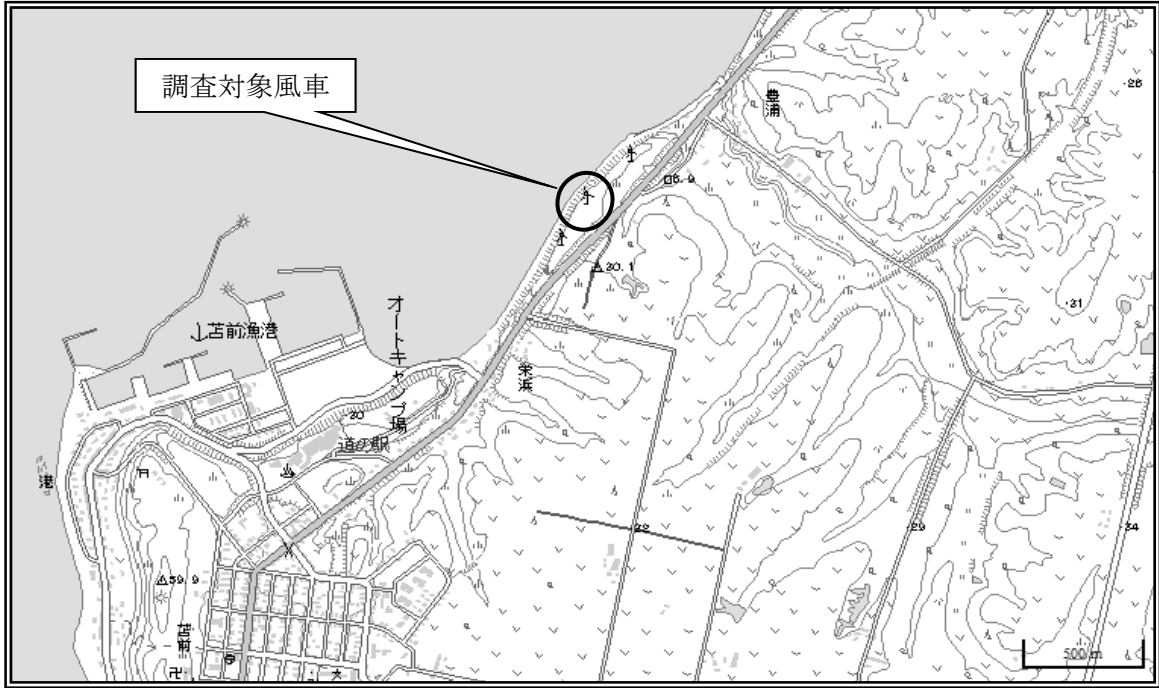


図 3-1-5 ビデオ設置位置図（苫前町風力発電施設 2 号機）

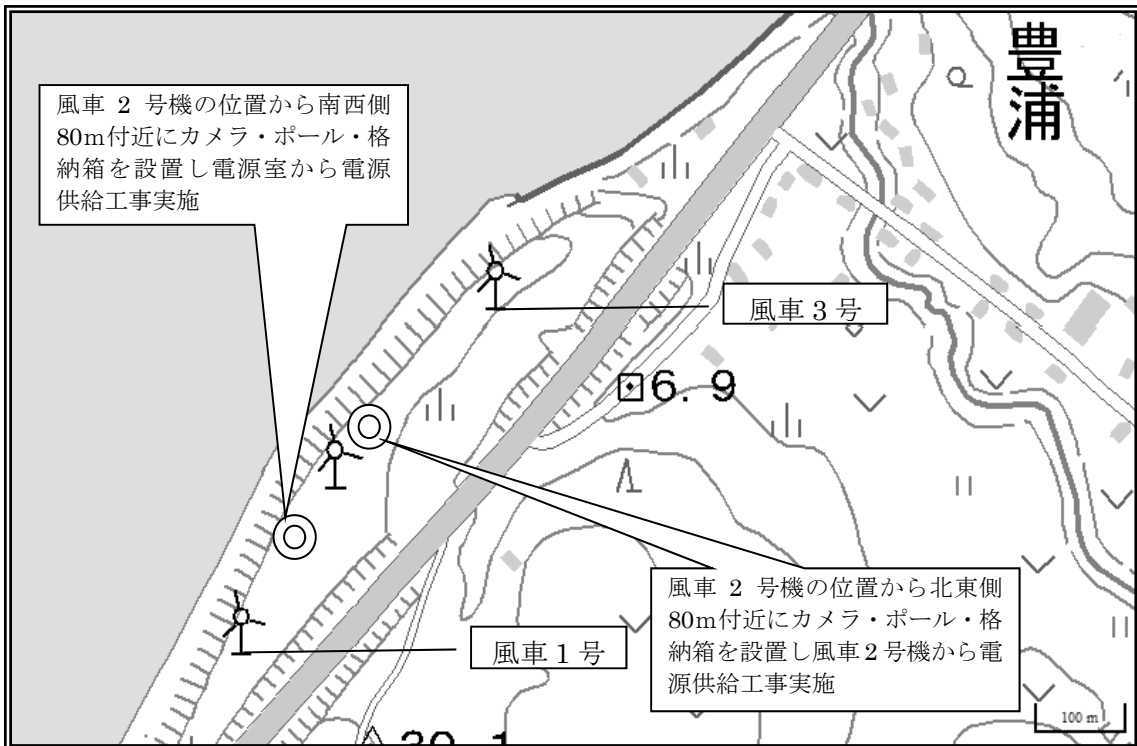


図 3-1-6 ビデオ設置位置図（拡大）



図 3-1-7 ビデオカメラ設置位置

(左列：苫前町側からみたアングル、右列：羽幌町側からみたアングル)

・撮影期間

平成 24 年 12 月 1 日 ～ 平成 25 年 2 月 28 日 (3 ヶ月間)

・撮影結果

本地点では、風力発電施設管理者がほぼ毎日風車メンテナンスのため現地にアクセスしており、さらに前述したとおりビデオカメラの簡易点検のため 2～3 日間隔で作業員が現地を訪問している。その間 (3 ヶ月間) の撮影期間中に海ワシ類の死骸は発見されなかったことから、衝突時の映像は記録されなかったと判断した²。そこで、2 台のビデオカメラによる海ワシ類の飛翔時の空間位置把握を検討することとした。現地 (苫前町風力発電施設) で海ワシ類の出現しやすい風向は、日本海沿いの断崖という地形条件に依存し、これまでの解析から北西系の風であることが明らかになっている。気象庁の気象統計情報 (<http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>) から、近隣アメダス (羽幌) の風向風速等を確認

² ただし、断崖沿いに建設されているため、衝突した海ワシ類が断崖下の海中に墜落する可能性は残されている。この場合、死骸は発見されない。

し、平成24年12月26日と平成25年2月9日を選定した（表3-1-1、表3-1-2）。当日のビデオ画像の日出から日没時まで画像を閲覧し、風車施設に接近する鳥類の空間位置を把握することとした。

表3-1-1 海ワシ類が出現しやすいと判定された日の気象推移：平成24年12月26日

羽幌 2012年12月26日														
時	気圧(hPa)		降水量 (mm)	気温	露点	蒸気圧 (hPa)	湿度 (%)	風向・風速		日照 時間	全天 日射量 (MJ/m ²)	雪(cm)		視程 (km)
	現地	海面		(°C)	温度 (°C)			風速	風向			(h)	降雪		積雪	天気	雲量
1	1000.2	1001.4	1	-6.1	-7.2	3.6	92	7.4	北北東			2	94	0.28
2	1001.4	1002.6	3	-5.5	-6.4	3.8	93	12	北北西			--	93	×
3	1003	1004.2	5	-5.7	-6.4	3.8	95	11.8	北北西			×	×	×
4	1003.9	1005.1	2.5	-6.1	-7.2	3.6	92	13.9	北西			×	×	×
5	1005.3	1006.5	1	-6.3	-7.8	3.4	89	14.5	北西			×	×	×
6	1006.5	1007.7	×	-6.8	-8.3	3.3	89	11.8	北西			×	×	×
7	1007.2	1008.4	0.5	-6.3	-10.1	2.8	74	10.8	北西			×	×	×
8	1007.8	1009	0	-6.4	-10.2	2.8	74	11.8	北西	0		×	98	6.86
9	1009	1010.2	0	-7.8	-9.3	3	89	13.5	北西	0		--	98	0.09
10	1009.8	1011	0	-6.9	-11.6	2.5	69	9.4	西北西	0		--	97	14.7
11	1010.1	1011.3	0	-7.3	-13.5	2.2	61	7.8	西北西	0		--	97	6.76
12	1010.5	1011.8	0	-8.5	-10.7	2.7	84	9.4	北西	0		--	97	0.28
13	1010.5	1011.7	0	-7.7	-11	2.6	77	9.3	西北西	0		--	97	1.86
14	1010.1	1011.3	0	-7.7	-16.6	1.7	49	7.8	西北西	0.2		--	97	20
15	1010.7	1011.9	0	-8.1	-13.5	2.2	65	7.7	西北西	0		--	96	7.81
16	1010.8	1012.1	0	-8.2	-14.4	2	61	7.9	西北西	0		--	96	20
17	1011.4	1012.7	0	-8.9	-12.8	2.3	73	8.8	北西			--	95	2.09
18	1011.7	1013	0	-8.8	-15.3	1.9	59	9	北西			--	95	17.9
19	1012.2	1013.5	0	-8.9	-14.6	2	63	10.4	西北西			--	94	1.96
20	1012.1	1013.4	0	-8.8	-14.9	1.9	61	8.5	西北西			--	94	20
21	1012.2	1013.5	0	-9.1	-15.2	1.9	61	8.6	西北西			--	94	20
22	1012	1013.3	0	-9	-13.6	2.1	69	8.5	北西			--	94	5.76
23	1012.5	1013.8	0.5	-9	-13.8	2.1	68	10.1	西北西			--	93	1.42
24	1013.1	1014.4	0	-9.4	-15.1	1.9	63	9.9	西北西			--	93	1.88

※気象庁『気象統計資料』より、一部抜粋

表 3-1-2 海ワシ類が出現しやすいと判定された日の気象推移 : 平成 25 年 2 月 9 日

羽幌 2013 年 2 月 9 日														
時	気圧(hPa)		降水量 (mm)	気温 (°C)	露点 温度 (°C)	蒸気圧 (hPa)	湿度 (%)	風向・風速(m/s)		日照 時間 (h)	全天 日射量 (MJ/m ²)	雪(cm)		視程 (km)
	現地	海面						風速	風向			降雪	積雪	
1	1006	1007.2	0	-3.3	-6.7	3.7	77	7.4	北西			--	77	2.88
2	1006.9	1008.1	0	-2.9	-6.7	3.7	75	10.1	北西			--	77	14.7
3	1007.3	1008.5	0	-3.3	-5.9	3.9	82	10.6	北西			--	77	5.06
4	1008.3	1009.5	0	-3.7	-4.9	4.2	91	9.5	北西			3	80	0.14
5	1008.8	1010	0	-3.6	-6.1	3.9	83	11.4	北西			--	79	1.09
6	1009.6	1010.8	0	-3.3	-7.3	3.5	74	11.4	北西			--	79	3.8
7	1010.3	1011.5	0	-3.2	-7.2	3.6	74	10.2	北西	0		--	79	12.5
8	1011.1	1012.3	0.5	-3.1	-5.9	3.9	81	9.9	北西	0		--	79	2.98
9	1011.3	1012.5	0	-2.7	-6.2	3.9	77	9.7	北西	0		--	79	12.3
10	1011.8	1013	0	-2.6	-5.9	3.9	78	9.6	北西	0		--	79	12.4
11	1012.2	1013.4	0	-2.8	-4.2	4.5	90	8.1	北西	0		2	81	0.43
12	1012.1	1013.3	0.5	-3.2	-4.6	4.3	90	2.7	北	0		4	85	11.3
13	1012.4	1013.6	1	-2.9	-4.1	4.5	91	1.8	北東	0		1	86	2.27
14	1012.7	1013.9	0	-3	-4.7	4.3	88	4.4	北	0		1	87	0.94
15	1013.3	1014.5	1	-3.4	-4.9	4.2	89	4.2	北西	0		2	89	1
16	1013.6	1014.8	1	-3	-5	4.2	86	4.1	北西	0		2	91	4.81
17	1014	1015.2	0.5	-3.6	-5	4.2	90	3.3	北西	0		--	91	1.91
18	1014.6	1015.8	0	-4.4	-5.8	4	90	1.8	東北東			--	91	20
19	1014.8	1016	0.5	-4.8	-6	3.9	91	2.2	東南東			--	91	20
20	1014.9	1016.1	0	-5.3	-6.4	3.8	92	1.8	東南東			--	91	20
21	1015	1016.2	0.5	-5.1	-6.2	3.9	92	0.9	東			2	93	2.49
22	1015.1	1016.3	0.5	-5.5	-6.4	3.8	93	1.5	南東			--	93	2.51
23	1014.9	1016.1	0	-6.5	-7.4	3.5	93	2.6	南東			--	93	17
24	1015	1016.3	0	-7.8	-8.9	3.1	92	1.4	東南東			--	93	17.9

※気象庁『気象統計資料』より、一部抜粋

・抽出結果

ビデオ画像は JPEG 形式で 1 分毎のフォルダに格納されている。このため 1 時間では 60 個のフォルダが作成されることとなる。1 分毎に画像を閲覧し、鳥類が映っている場合は、その 1 分間フォルダをチェックした。表 3-1-3、表 3-1-4 に、時間帯別（すなわち各時間帯 60 個のフォルダ中に）鳥類が映っていた 1 分間フォルダの数を示す。羽幌側と苫前側の同時刻の 1 分間フォルダに鳥類が映っていた場合を「共通」とした。

表 3-1-3 2 台のビデオカメラで得られた飛行頻度(12 月 26 日)

	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	計
羽幌	2	0	2	8	3	5	5	0	1	1	27
苫前	10	5	7	14	10	13	13	2	3	1	78
共通	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	4

表 3-1-4 2 台のビデオカメラで得られた飛行頻度(2 月 9 日)

	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	計
羽幌	10	11	3	3	0	1	0	1	2	2	33
苫前	16	18	7	7	0	0	0	3	3	2	55
共通	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4

12 月 26 日についてみると、羽幌側からみたアングルで出現した鳥類はフォルダ数で 27 であり、苫前のそれは 78 であった。

2 月 9 日についてみると、羽幌側からみたアングルで出現した鳥類はフォルダ数で 33 であり、苫前のそれは 55 であった。

両者に倍近い、もしくはそれ以上の差があったが、主な理由はビデオ取付け位置（アングル）によるものである。羽幌側アングルは、南西向きに設置されることから、逆光条件となる可能性が高く抽出率が低下し、差が生じたものと思われる。この地点での海ワシ類は主に風車の外側（断崖端から海側）を飛翔することから、本来は、陸側から海側を俯瞰する場所に 2 台を設置すべきだが、この場合、北西の季節風のためビデオカメラ前面に着雪する可能性が極めて高く、断念した。逆に、追い風となる北西側（海側）にビデオカメラを設置することも検討したが、風車から断崖まで 10m 程度しか離隔しておらず、回転するブレード全体をビデオフレームに収めるためには距離が不足していたため、これも断念せざるを得なかった。

12 月 26 日についてみると両者の 1 分間フォルダに共通して鳥類が出現したのは、10 時台に 2 フォルダ、12～13 時台に各 1 フォルダであった。2 地点別で共通した出現率は、苫前側が 5%（=4/78）、羽幌側は 15%（=4/27）に留まった。以下、4 フォルダに映った画

像を図 3-1-10～図 3-1-12 に示す。

2月9日についてみると両者の1分間フォルダに共通して鳥類が出現したのは、7時台に1フォルダ、8時台に3フォルダであった。2地点別で共通した出現率は、苫前側が7% (=4/55)、羽幌側は12% (=4/33) に留まった。以下、4フォルダに映った画像を図 3-1-13～図 3-1-15 に示す。これら共通出現時刻を表 3-1-5 に示す。

今回の調査結果から三つのことが言える。

第一に、ビデオカメラは、時間や気象条件を問わず連続観測できるという利点がある。ビデオカメラ1台であっても、風車周辺(近傍ではない)における鳥類の飛翔状況だけであれば把握することができる。図 3-1-16 に表 3-1-3～4 の散布図を示す。2台のビデオカメラへの出現状況は比較的良好に対応しており、同時刻(同一分フォルダ)に映ることは期待できないが、ほぼ同じ時間帯に出現していることが示唆される。

第二に、現地調査により海ワシ類の出現頻度と風向風速との関係等について検討したが、こうした連続観測の情報を使うことで、出現頻度と様々な気象要素との関係を解析できる可能性がでてきた。そのためには、膨大なデータの中からワシの飛行の有無を効率的に抽出する手法の開発が不可欠である。

また、衝突の瞬間の気象条件について、近隣の気象官署(アメダス等)を用いる場合は、衝突地点と気象官署の離隔程度、その観測時間間隔等を検討し、気象官署で得られた情報が必ずしも衝突地点を代表するものとは限らない点に留意する必要がある。

第三に、ビデオカメラ1台では、風車への衝突・接近時の距離感が把握できないため衝突の瞬間を正しく把握することは困難である。ビデオ2台による共通出現率が10%程度ということを考慮すれば、1台による計測は過大評価となる可能性が高いから、何らかの工夫が必要である。また、種別判定のためには、より高解像度のカメラを使う必要がある。

表 3-1-5 羽幌側と苫前側のビデオの共通出現時刻

12月26日	2月9日
10時25分	7時43分
10時45分	8時19分
12時39分	8時26分
13時22分	8時46分

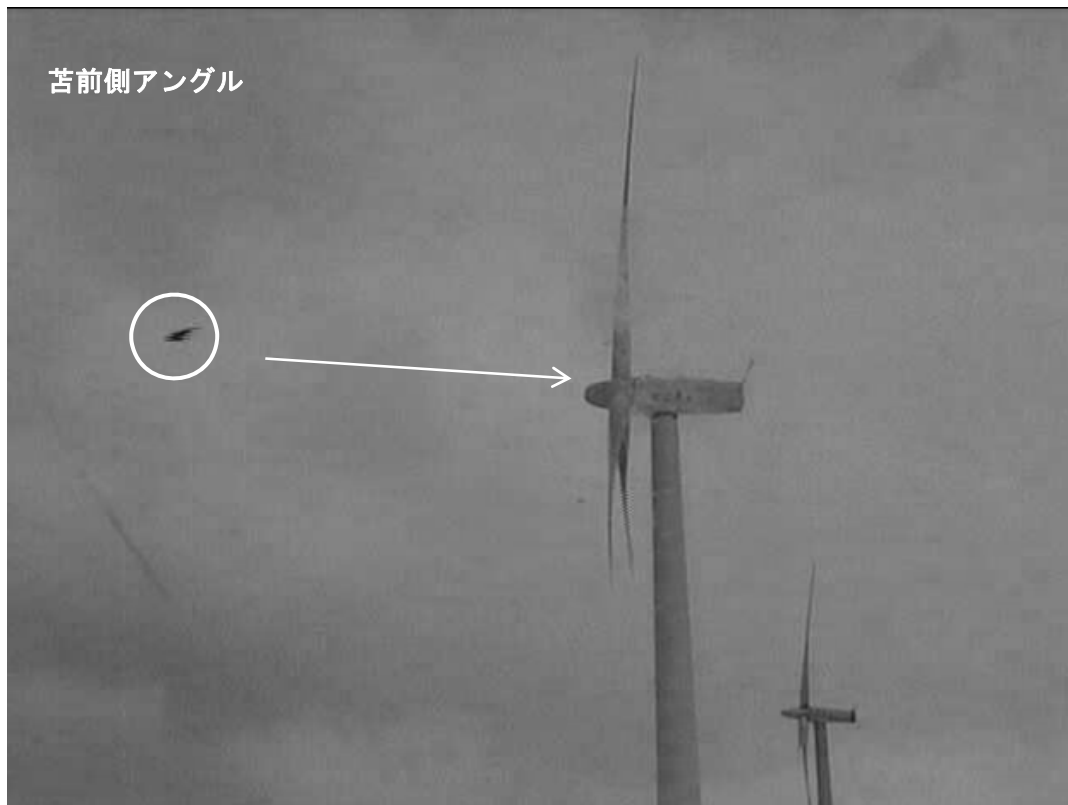
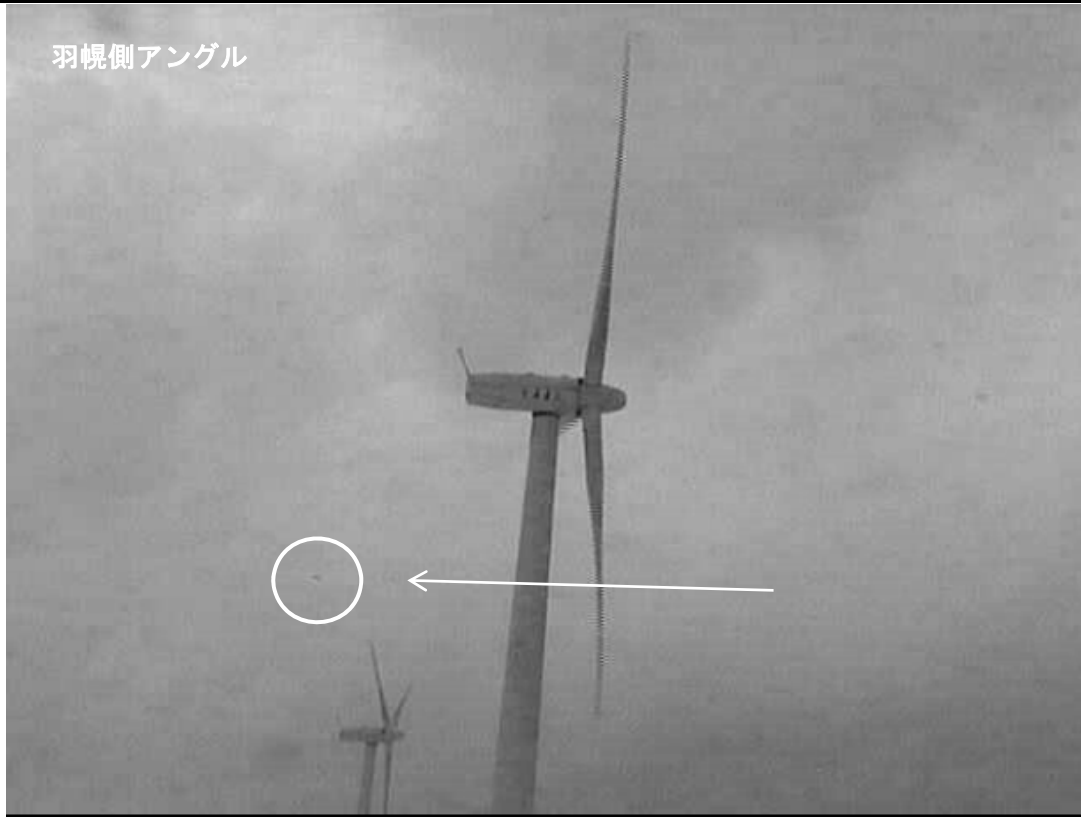


図 3-1-8 共通出現時刻における画像

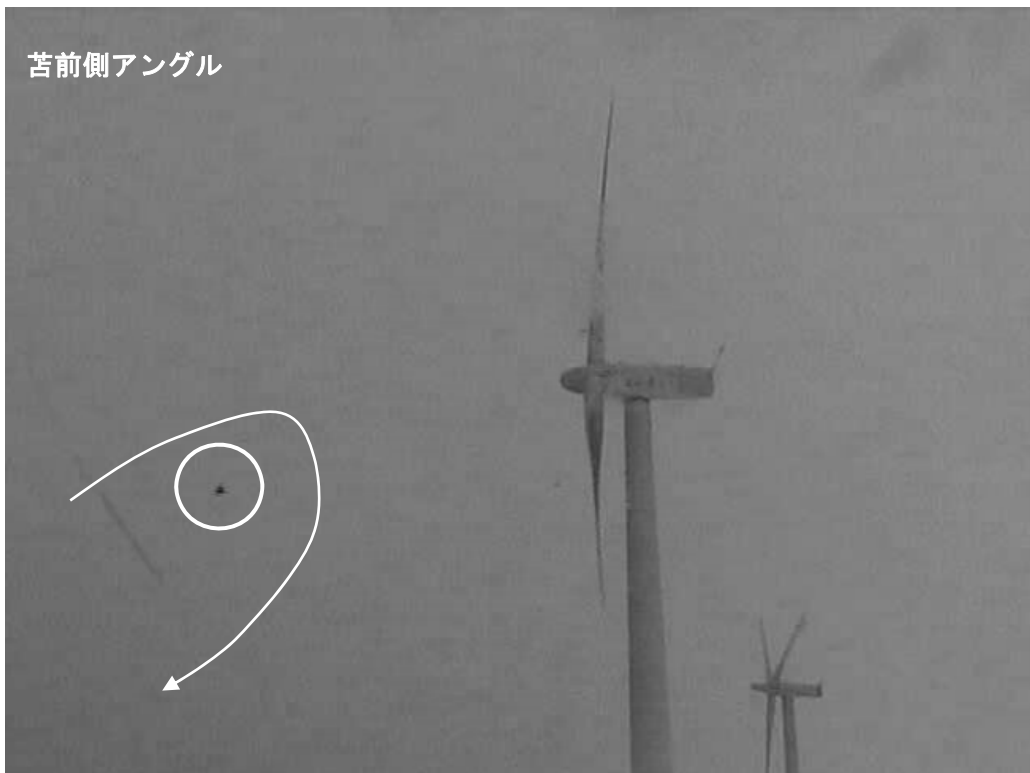


図 3-1-9 共通出現時刻における画像

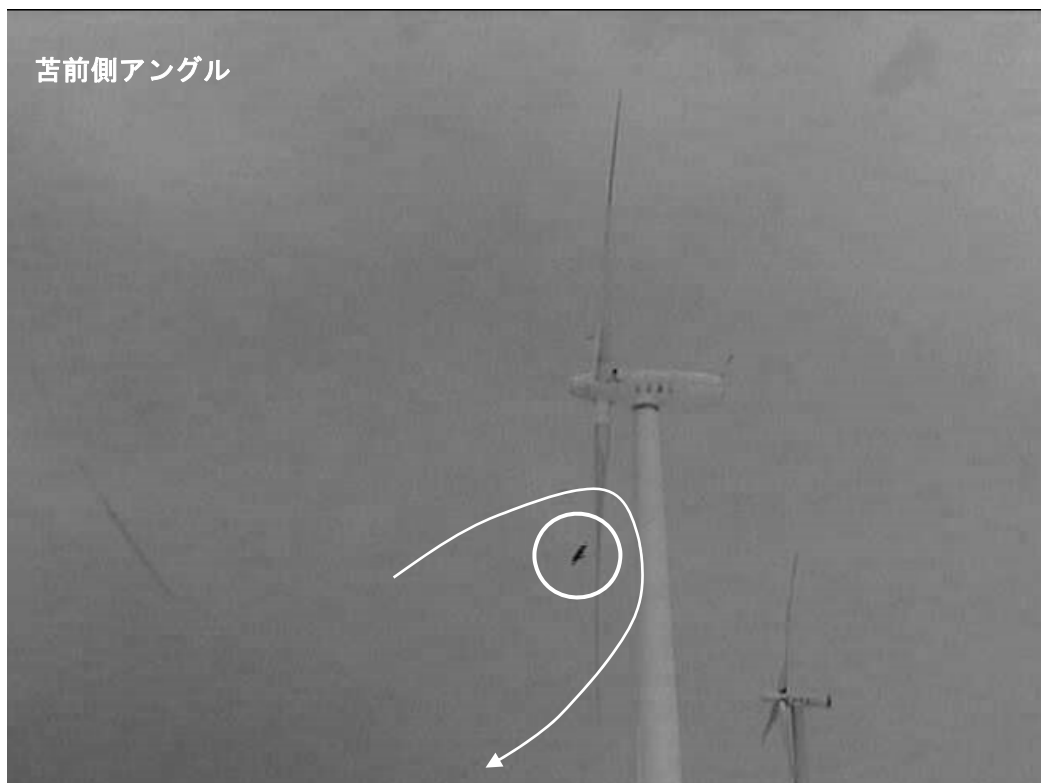


図 3-1-10 共通出現時刻における画像

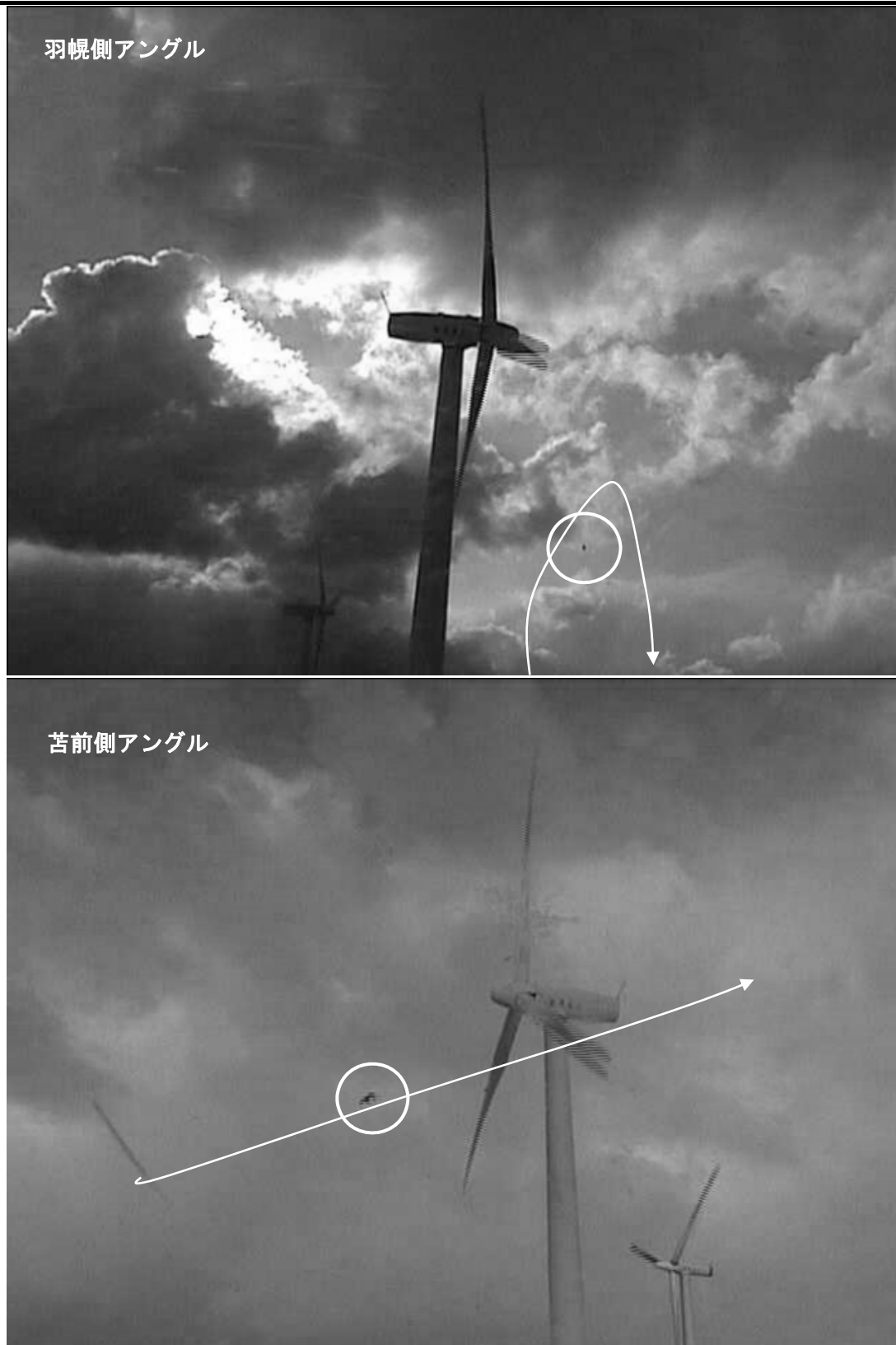


図 3-1-11 共通出現時刻における画像

平成 25 年 2 月 9 日 7 時 43 分

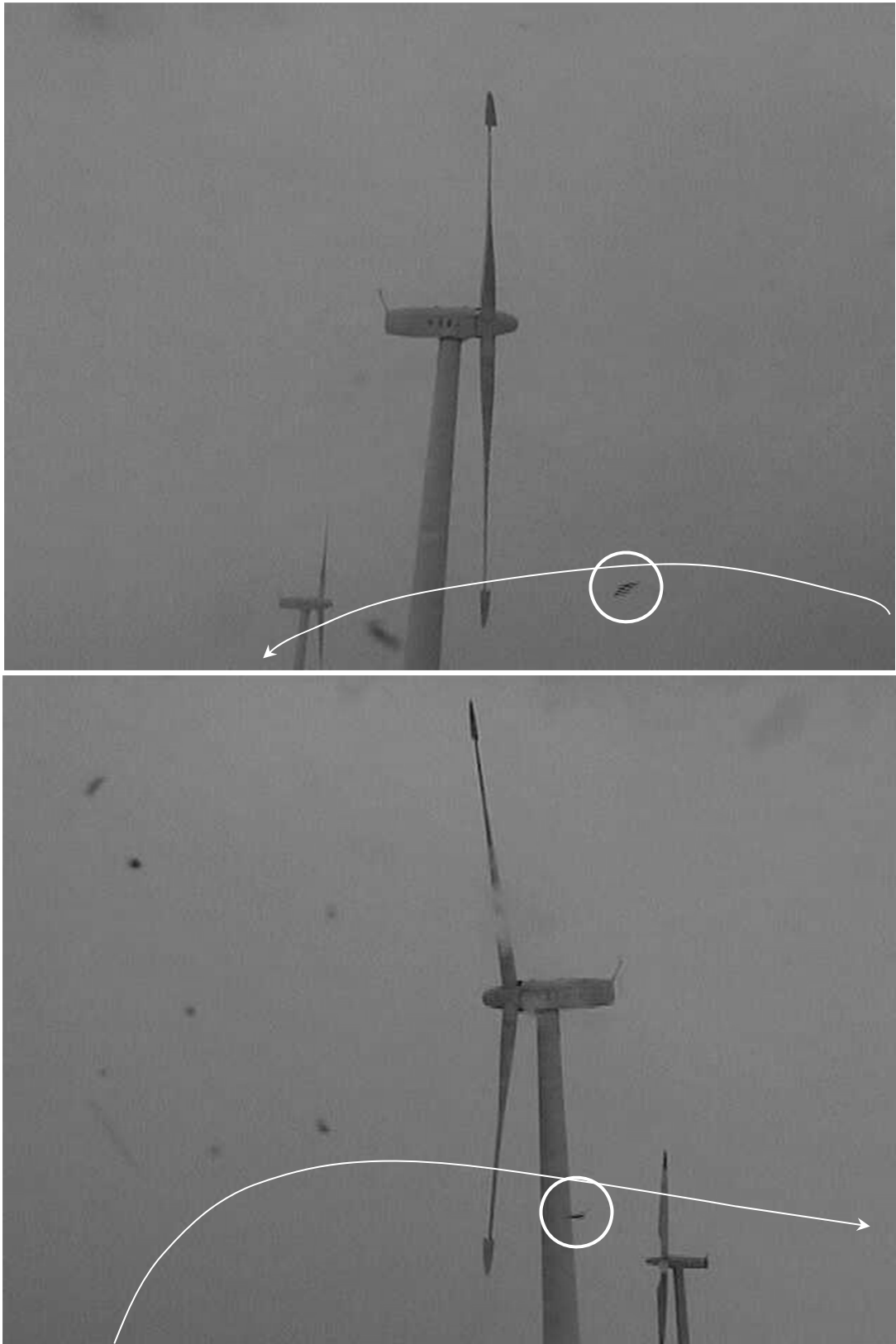


図 3-1-12 共通出現時刻における画像

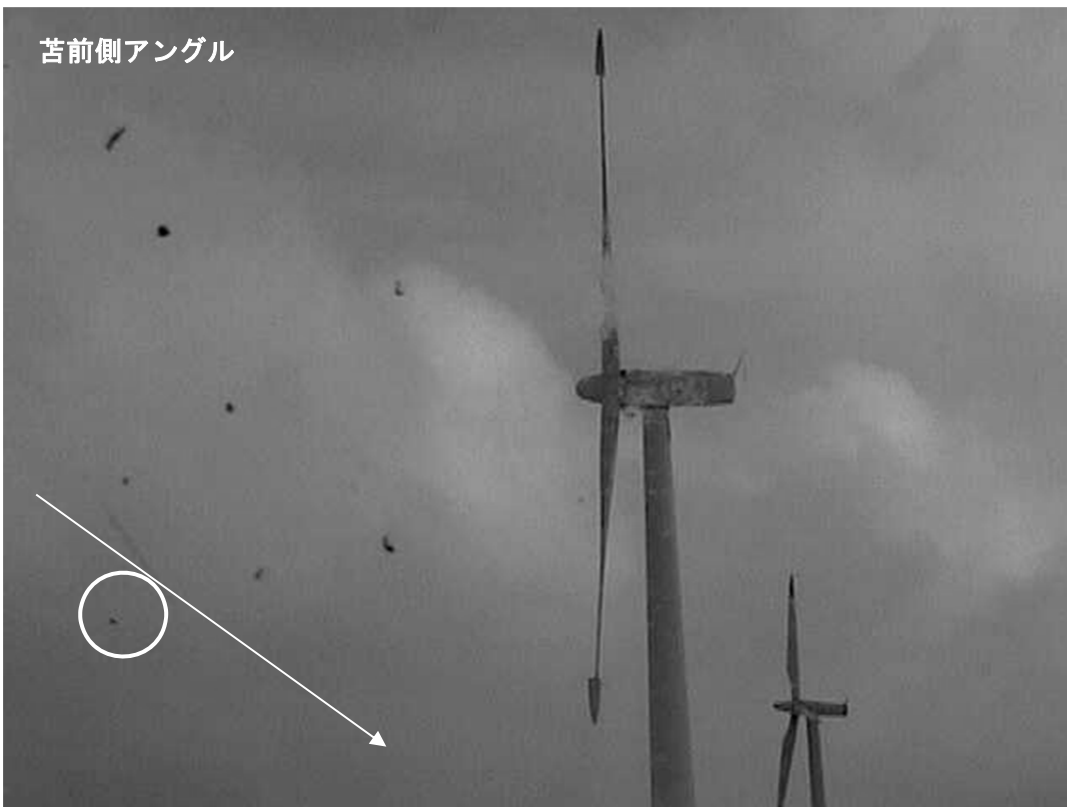


図 3-1-13 共通出現時刻における画像

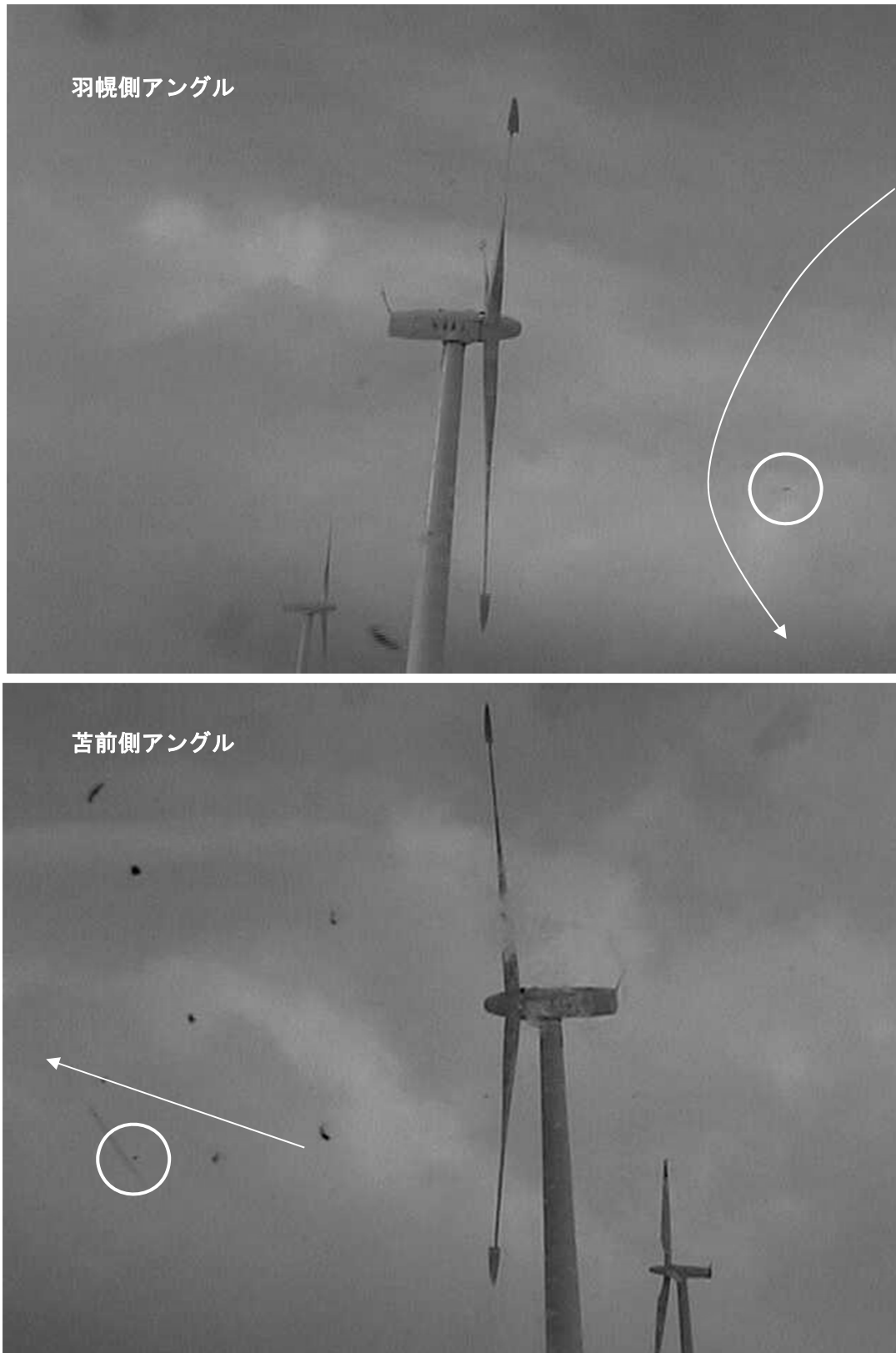


図 3-1-14 共通出現時刻における画像

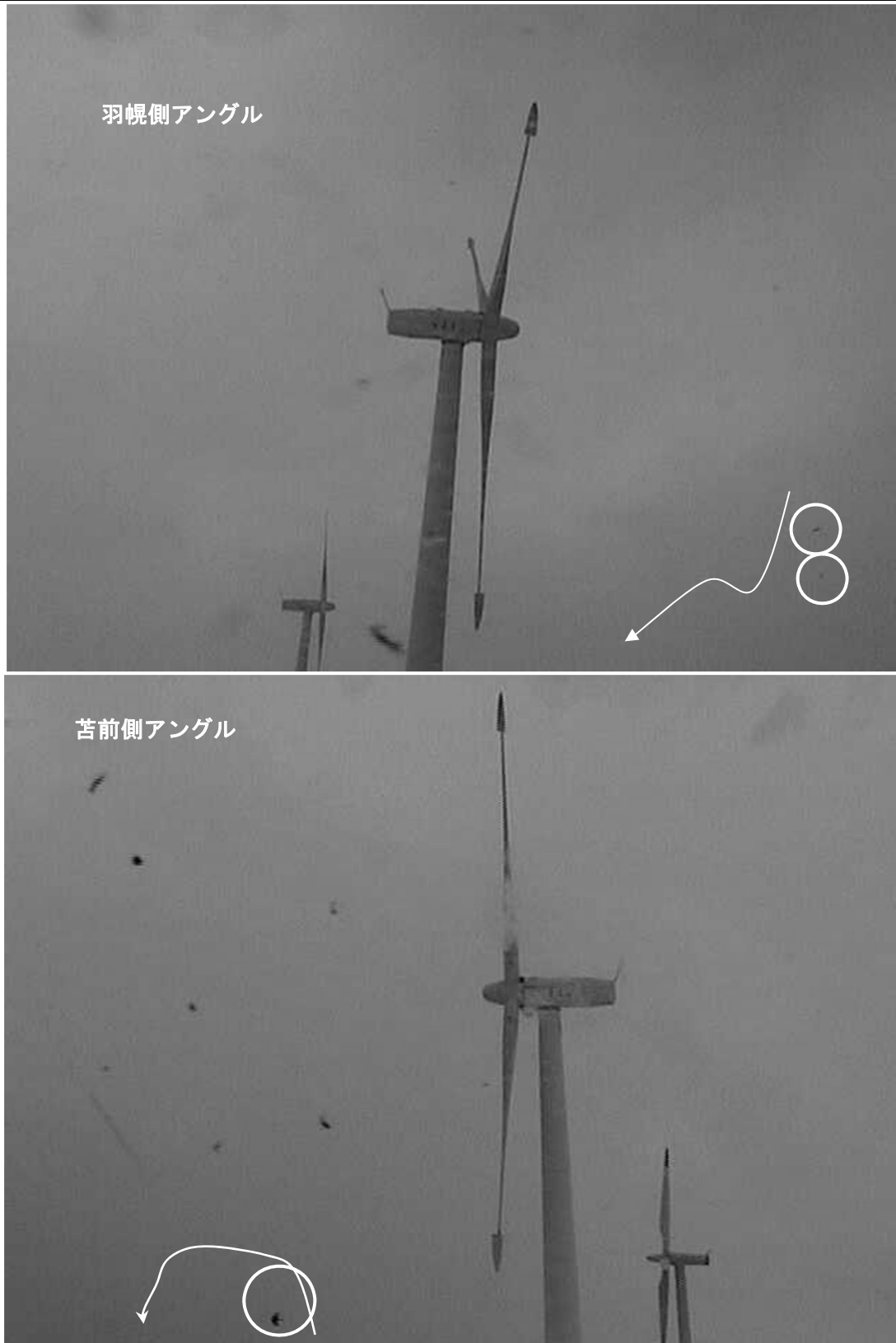


図 3-1-15 共通出現時刻における画像

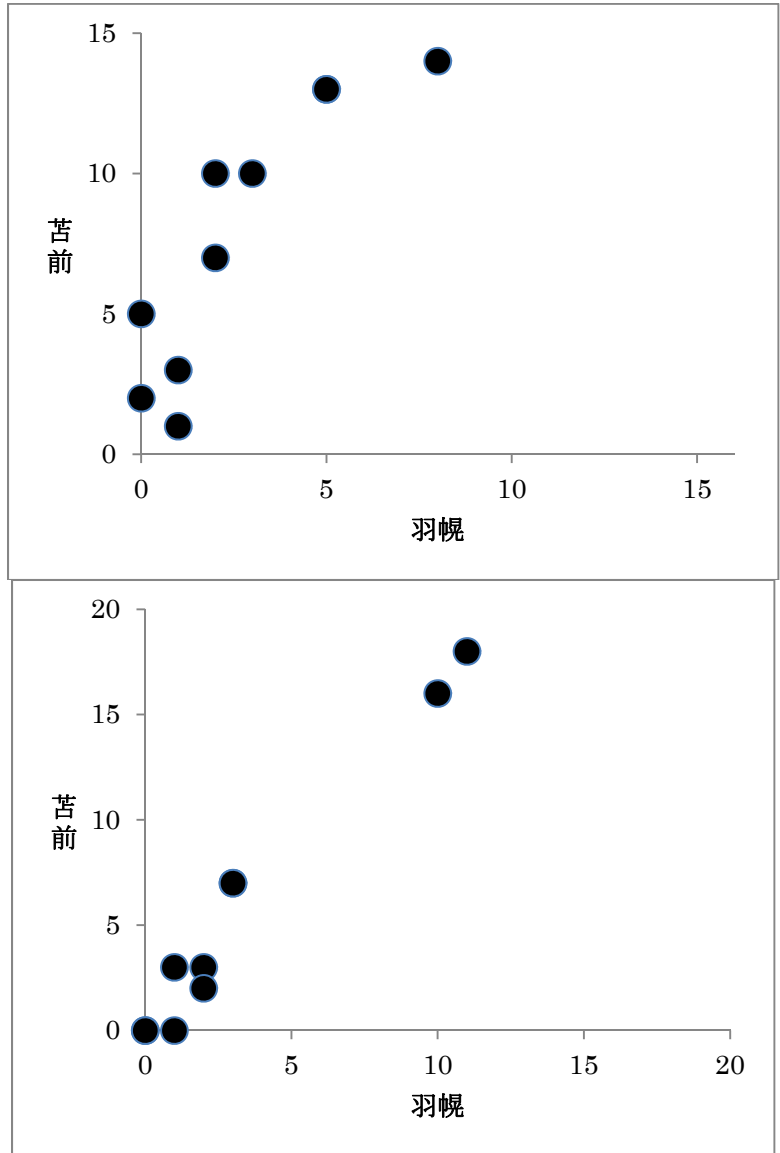


図 3-1-16 羽幌側と苫前側からみた 1 分フォルダ数の散布図
(上 : 12 月 26 日、下 : 2 月 9 日)

3.2 衝突個体の医学的解剖による衝突状況解明と飛翔状況からの原因考察

3.2.1 衝突推定日の気象状況

平成 24 年 3 月 16 日、青森県上北郡野辺地町でオジロワシの死骸が発見された。環境省より提供された「野生鳥類保護（収容）報告書等処理簿」には、保護（発見）状況として、

「事務所に戻る際、コンテナ上に鳥の死骸を発見した。死骸は首のない状態で、カラスによる食痕が確認された」、「昨日より、当該コンテナ上にカラスが群れているのを確認しており、昨日のものと思われる」

との記載があることから、前日（3 月 15 日）に衝突したものと推定し、気象状況を収集整理した。

・気象庁天気図、アメダスデータによる当日の気象状況

天気図をみると、3 月 14 日～15 日にかけて北日本付近は低気圧が通過した後、一時的に冬型の気圧配置になったものと思われる（図 3-2-1）。

15 日のアメダス（野辺地）の記録を（表 3-2-1）に示す。

低気圧通過～冬型の特徴は、風向にもあらわれている。午前 6 時までは南系であったが、午前 7 時以降は徐々に西系にかわり、その後西北西の風が卓越し風速も強まった。平均風速も 17 時に 10.8m/s を記録した。風車の稼働状況の情報は得られなかったが、14 時以降に平均 5～6m を超える強風が吹き出したことから、14 時まではゆっくりと回転していたものの発電に至る定格出力に至らなかったものと想定される。

降雪は午前 7 時に 3cm を記録したほかは、記録されていない。日照時間からみると、午前中は曇天もしくは一時雪だが、正午前の午前 11 時頃から急速に晴れたものと思われる。

急速に晴れてきたものの、これまでの雪で積雪は 73～81cm を記録しているから、午後からの強風により地吹雪が発生することも想定される。

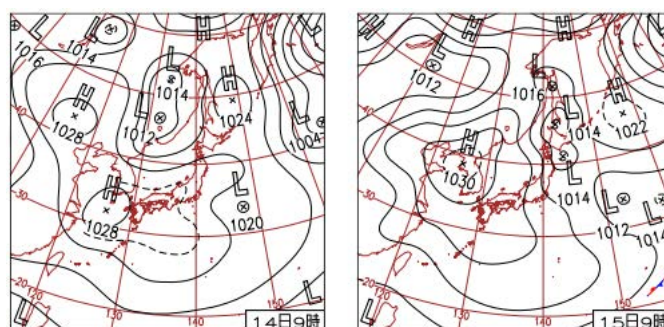


図 3-2-1 天気図(2012 年 3 月 14～15 日)

表 3-2-1 死骸発見地点付近における気象の経時変化（野辺地アメダス）

時	降水量 (mm)	気温(°C)	風向・風速(m/s)		日照 時間 (h)	雪(cm)	
			風速	風向		降雪	積雪
1	0	-0.2	2	南		0	79
2	0	0.2	1.8	南南東		0	79
3	0	0.1	2.5	南		0	79
4	0	-0.1	2.3	南南東		0	79
5	0	0.1	1.8	南南東		0	78
6	0	0	1.1	南	0	0	78
7	0.5	0	1.5	西	0	3	81
8	1	0.1	3.7	西北西	0	0	81
9	0	0.4	6.9	北西	0	0	81
10	0	1.1	4.4	西北西	0	0	80
11	0.5	0.9	4	西北西	0.3	0	80
12	0	1.9	3	西北西	0.7	0)	79
13	0	1.5	3.8	西	0.2	0	78
14	0	2.8	7.8	西北西	0.7	0)	77
15	0	2.6	7.9	西北西	0.9	0]	76
16	0	2.2	8	西北西	0.8	0)	75
17	0	1.4	10.8	北西	0.7	0	74
18	0	1.1	7.5	西北西	0	0	74
19	0	0.8	5.9	西北西		0	74
20	0	0.6	6.2	西北西		0	74
21	0	0.4	6.1	西北西		0	73
22	0	0.3	5.3	西北西		0	73
23	0	0.3	7.1	西北西		0	73
24	0	0.3	6.1	西北西		0	73

※：網掛けは文章中で着目した事象

海ワシ類の風車への衝突原因のひとつとして、吹雪等による視程条件の悪化が考えられる。それに基づけば「午後の強風により風車が定格状態となり、さらに地吹雪が発生したため視程が悪化して衝突を誘引した」という推測は成り立つ。しかしながら、地吹雪は地表面～目の高さ程度が目安である。2MW クラスの風車ブレードの最下端が地表面から 30～40m にあることを考えると、地吹雪で視程が悪化したとは考えにくい。さらに午前 11 時～午後 5 時(17 時)まで日照時間が記録されていることから、強風下であっても視程は良好であったものと推定される。

地形条件をみると(図 3-2-2)、周辺に断崖が存在し、その多くは西～北向きに位置する。冬型の気圧配置による北西系の強風で、断崖沿いに強制上昇流(上昇気流)が発生すると予想されることから、海ワシ類をはじめとする上昇気流をとらえ帆翔しながら採餌飛翔を

行う種にとっては好適な環境であったことが伺える。

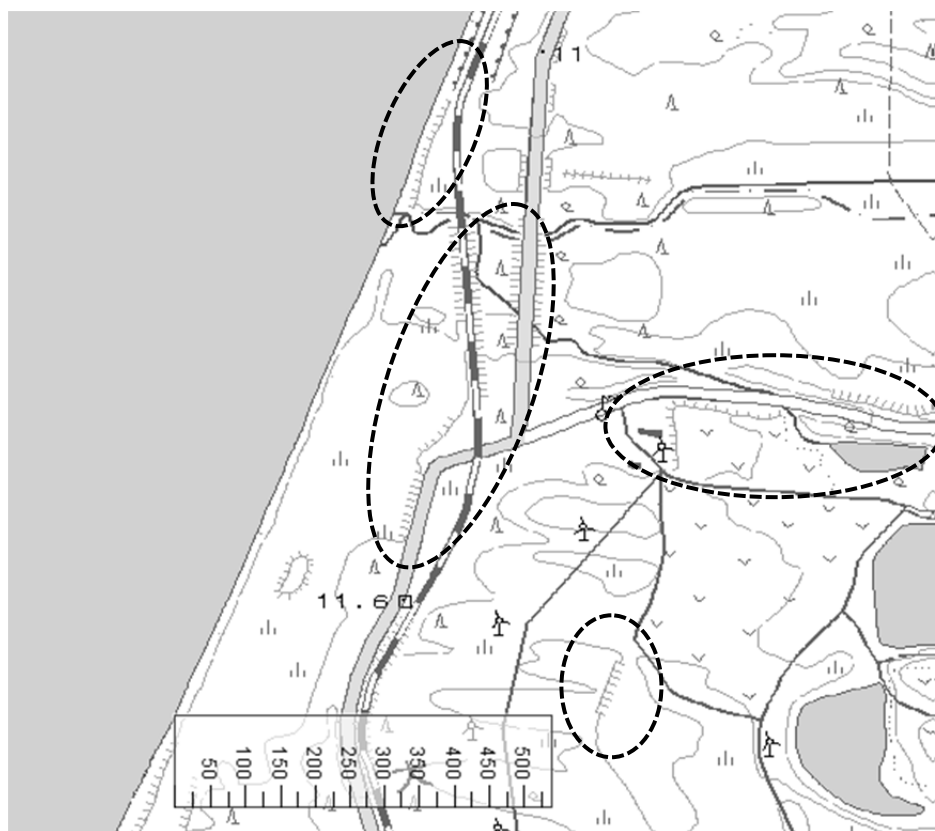


図 3-2-2 死骸発見地点の周辺地形図（崖地を破線円で囲んだ）

3.2.2 海ワシ類の医学的剖検結果

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。

今年度は猛禽類医学研究所により2個体の剖検が行われたので、以下にそれを掲載する。

（個人情報保護の観点から一部をマスクングしています）

個体番号 12 - 留 - WTE - 1
収容年月日 2012年1月27日
収容場所 苫前町 [REDACTED]
一次収容者 [REDACTED]
収容時の状態 死体
保存状態 冷蔵
状況 一般者から風車前の国道わきに羽が落ちていると苫前町役場に通報がある。苫前町役場職員が現場を確認したところ風車から30m離れた所にオジロワシの死体を発見。通報を受けた一時収容者が肢帯を回収し、釧路湿原野生生物保護センターへ送付。
被検体 オジロワシ 成鳥 雌
保存検体 剖検済み検体は凍結保存する（野生生物保護センター）。筋肉の一部はDNA判定用に凍結し東京農 [REDACTED] 研究室と、鉛濃度測定のため道立衛生研究所に送付する。
剖検日 2012年1月30日
剖検者 齊藤慶輔 猛禽類医学研究所 獣医師・ワシ類鉛中毒ネットワーク
渡辺有希子 猛禽類医学研究所 獣医師・ワシ類鉛中毒ネットワーク

1) 外貌所見

検体は、頭部と右翼が体部から離断し、左翼も肘関節のみ残存し皮膚で辛うじて体部とつながる状態である。

頭部は第六頸椎にて離断し、残存する頸骨の一部に食害を認める。眼球は陥没するが、軽度に湿潤し、検体は比較的新しいことが窺える。口腔内には血液が吐出し、上嘴及び下嘴の先端部に亀裂を認め、特に上嘴は亀裂に沿って出血を認める。

右翼は上腕骨のほぼ中央部にて斜骨折し、体部から離断する。上腕骨は肘関節に至るまで食害を受け、骨が完全に露出している。右橈尺骨は、肘関節から約7cmのところより手根部に至るまで粉碎骨折し、翼下面にて皮膚が裂開・欠損、骨折部が露出している。大部分の骨が骨片となり皮膚に付着及び消失している。反対に、翼上面は皮膚及び羽毛は残存する。右手根部も同様に粉碎骨折、翼下面にて皮膚が裂開し、骨および風切り羽基部が露出している。

左翼は、上腕骨が肘関節側から約10cm、また橈骨は肘関節から4cm、尺骨は6cmまでが残存し、先端は斜骨折し骨は完全に露出する。残存する骨、腱及び次列風切りは辛うじて皮膚で体部とつながる。

体部は前胸部にて、体幹に対しほぼ垂直に切断される。両足及び尾部は正常に体部に残

存している。左脚第二趾の爪半分が折損する。

2) X線所見

剖検前に X 線検査を実施した。検体には多数の散弾銃の弾丸が認められる。上嘴前方、両肩間、右肘関節、右手根関節、右鼠径部(2ヶ所)、右大腿部、右下腿部(2ヶ所)、左下腿部、左足根関節、右跗蹠、右第四趾の計 12ヶ所に直径約 3mm の散弾が認められる。また、第四-五、六-七胸椎間で骨折を認める。

3) 剖検所見

多量の皮下脂肪(厚み最大約 2.5cm)が蓄積し、胸筋の発達は良好である。左胸筋は上外側約 1/2 が食害を受け胸骨が露出、右胸筋は鬱血を認める。左第 2-4 肋骨は腹側部と背側部の接合部にて骨折・離断する。左右烏口骨は肩関節端が骨折・離断し、関節側の骨端は消失、骨折部周囲に重度の出血を認める。左右上腕骨頭の一部が体腔内に残存する。右第二-五肋骨の椎骨側と、第四-五、六--七胸椎間で骨折・離断を認める。胸椎骨折部の背側該当面に皮下の出血及び筋肉内出血認める。

気嚢は脂肪の蓄積を認めるが異常は認めず。左右肺は充鬱血し、頭側約 1/2 が虚脱する。特に右肺の背側面は重度の出血を認める。心臓は心尖部及び心底部に多量の脂肪蓄積、心臓周囲の血管は軽度の怒張を認める。左右の心房に中等度の血餅、左右の心室に少量の血餅が貯留する。

肝臓は右葉の頭側に一部挫滅と出血を認めるが、肝臓実質は乏血である。右葉と左葉の間及び胆嚢の周囲には多量の脂肪が蓄積する。胆嚢は母指頭大(約 5ml)で、胆汁の鉛濃度は 0.05ppm である。腎臓周囲にも多量の脂肪が蓄積する。腎臓周囲の血管は怒張を認めるが、腎臓実質は乏血である。副腎は軽度に鬱血する。脾臓は脆弱で血液に乏しい。右甲状腺は軽度に発赤・腫大、左甲状腺は消失する。卵巣・卵管はよく発達する。

腺胃・筋胃には小-中型哺乳類の肋骨 1 本、大型哺乳類の腸管様肉片(黄白色で不正形に区分されたゴム様の表面と反対側は腸粘膜様を呈する)が多数、また油成分、砂を含んでいた。腸間膜には多量の脂肪が付着、腸管全域にペースト状の内容物が貯留する。

被弾部は外観上の変化を認めず、該当部を切開すると散弾は薄く結合組織に包まれていた。体幹部、また後肢の散弾(9 個)は摘出したが、嘴と右翼に被弾した散弾は摘出困難のため残置した。

4) 考察

当該個体は臓器には脂肪が多量に蓄積し、栄養状態は良好であったこと、また消化管には食物の貯留を認めたことから、被検体は死亡する直前まで健常生活していたと考えられる。

頭部と右翼が離断していたこと、左翼が一部の皮膚のみで体部につながる状態であったこと、さらに脊椎にも骨折を認めることから、当該個体には何らかの著しい外力が加わっている。また大血管には軽度の怒張といった血液の滞留を認めたものの、肝臓や腎臓、脾臓といった本来血液に富む臓器が乏血していたことは、大量の出血に見舞われた結果と考える。体部から頭や翼が離断するといった特異的な所見は、線的な外力が推察され、現場の状況からも当該個体は風車のブレードと衝突したものと考えられる。

また、脊椎骨折部や右肺の背側面に出血を認めるが、胸骨には損傷がないことや翼の骨は粉碎骨折しているが、皮膚の裂開は翼下面にのみ認められたことから、外力は当該個体の背側から加わったと推測する。

一方、全身に認められた散弾はすでに結合組織の被膜に覆われており、周囲の組織にも炎症等の異常が認められなかったことから、銃撃後それなりの時間が経過したものと考えられる。また胆汁の鉛濃度は0.05ppmと正常範囲内であったことから、銃撃は今回の死亡原因には関連しないと推察する。

5) 診断

被検体は風車と衝突し死亡したものと診断する。

主要部位の外部計測値

体重 5245g
 全長 頭部切断のため不可
 翼開長 両翼切断・離解のため不可
 自然翼長 右翼離解のため不可
 最大翼長 右翼離解のため不可
 翼幅 右翼離解のため不可
 尾長 270mm (先欠)
 露出嘴峯長 71.25mm (蠟膜含)
 57.22mm (蠟膜無)
 全嘴峯長 78.50mm
 嘴高 37.65mm (鼻孔前端)
 嘴幅 27.26mm (鼻孔前端)
 Total Head 134.81mm
 ふ蹠長 112.35mm
 ふ蹠の径 18.66mm×20.55mm
 1・3 指間長 爪先 168.39mm 爪基 125.74mm
 第1指 外側 41.57mm 内側 31.00mm

翼式 長順 4,6,5,3,7,2,8,9,1,10

換羽

翼 (右)

S

P

1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
0										0	0	N	O	N	O	O	O	N	0
										0	0	N	O	N	O	O	O	N	0

尾羽

左

右

6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Fig.1 全体像



Fig.2 右翼下面の骨折、皮膚裂開部

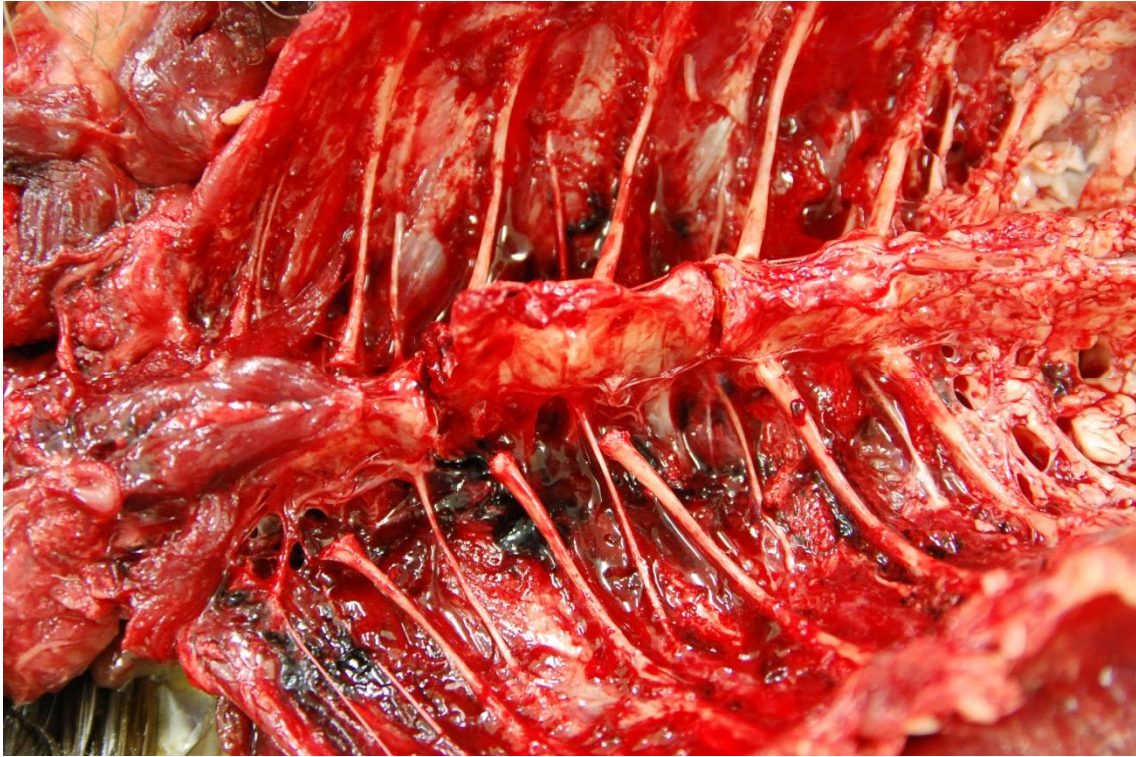


Fig.3 第四-五、六-七胸椎間における骨折・離断



Fig2 被弾部(レントゲン写真：体部，脚部)

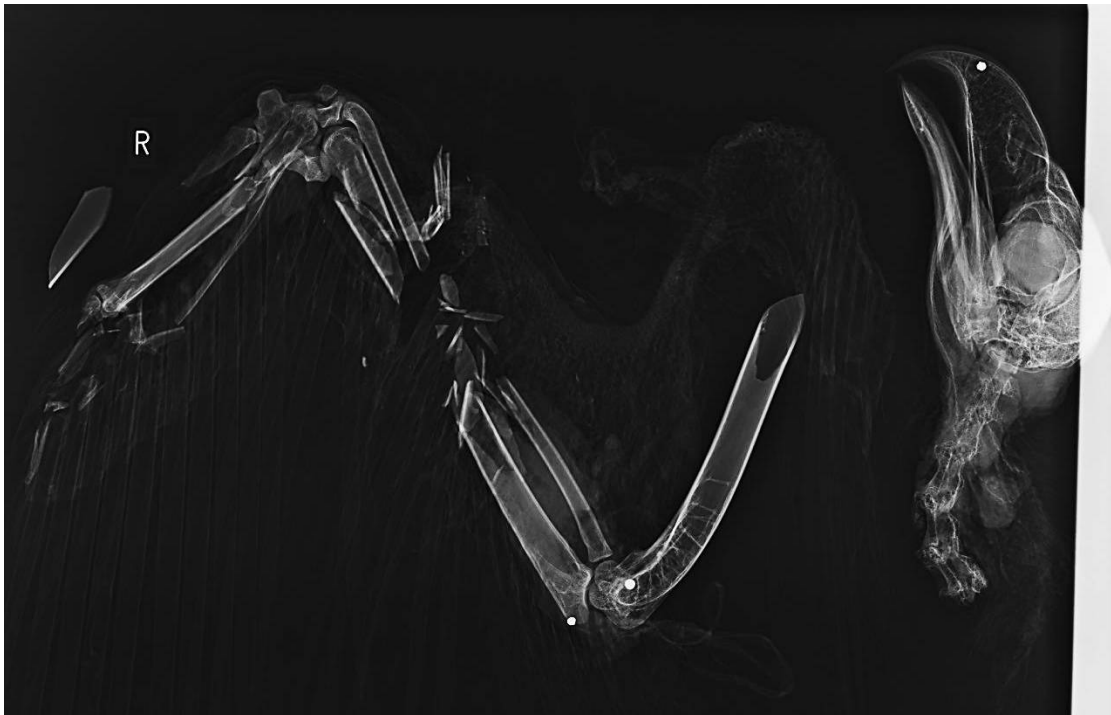


Fig.5 被弾部(レントゲン写真：右翼，頭部)



Fig.6 被弾部(左：右下腿部，右：左下腿部)