

希少猛禽類調査における新技術の活用について

林部 龍雅・谷保 和則

千曲川河川事務所 流域治水課（大町再編PT）（〒380-0903 長野県長野市鶴賀字峰村74 ）

大町ダム等再事業（土砂対策）の計画地である高瀬川上流域には、希少猛禽類のイヌワシ・クマタカが生息している。このため事業実施における生態系への影響等を把握するための調査を実施しているところであるが、調査には繁殖活動を早く正確に把握することが求められるため、専門的な技術力を育成するためには多くの時間と費用が必要である。

本論文では、調査業務の効率化等を図るための工夫として、新技術を活用による影響予測、業務改善に向けた取り組みを行ってきた。この取り組みについて報告するものである。

キーワード ダム事業、希少猛禽類書式、AI、3次元データ

1. はじめに

大町ダム等再編事業は、信濃川上流水系高瀬川に位置する東京電力リニューアブルパワー（株）（以下、東京電力RP）が管理する高瀬ダム、七倉ダムと国土交通省北陸地方整備局が管理する大町ダムの既存3つのダムを活用して、1）新たに洪水調節容量を確保、2）高瀬ダムに流入する不動沢・濁沢から流入する土砂から将来にわたり、洪水調節容量と発電容量を維持するための土砂搬出設備の整備を行うものである。（図-1,2）



図-1 位置図

土砂搬出対策として分級設備を設置する不動沢（写真-1）は、環境省中部山岳国立公園特別保護地区に位置し、設備の設置や土砂搬出作業を実施するには周辺の環境保全措置を適切に実施しなければならない。特に現場周辺

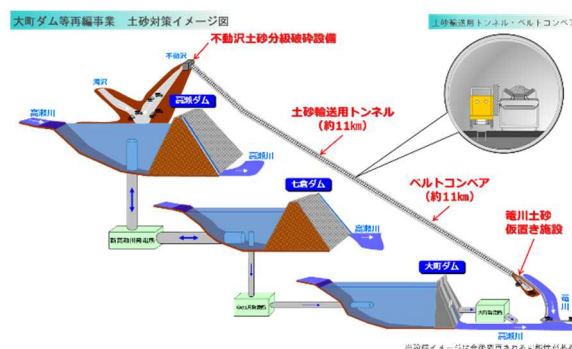


図-2 土砂対策イメージ図

は、希少猛禽類（イヌワシ・クマタカ）が生息する自然豊かな地域であり、特に留意が必要である。

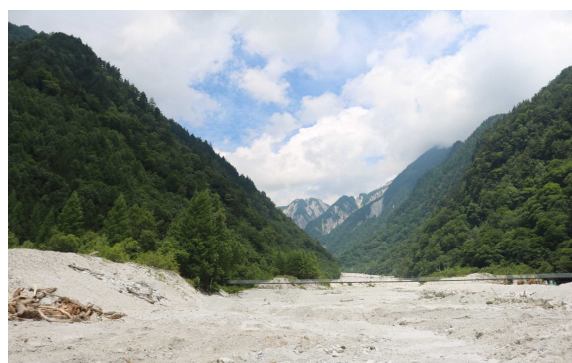


写真-1 不動沢

2. 再編事業実施における対策案作成の取り組み

(1) 猛禽類調査

千曲川河川事務所では、実施計画調査着手時の2015年（平成27年）から生息調査をイヌワシの生態に熟知した有識者から助言等を頂きながら実施してきている。特に

繁殖活動の判断として必要となる、営巣の有無については、今後事業実施する際の工程に直結する事案であるため、調査の実施にあたってはイヌワシへの影響と繁殖活動の判断を確実におこなえるよう、最善の配慮を行いながら実施してきている。この結果、2024年(令和6年)3月までの10年間の調査では、事業箇所周辺で生育するイヌワシのつがい2回繁殖活動を成功させ、幼鳥が巣立っていることを確認している。(写真-2)

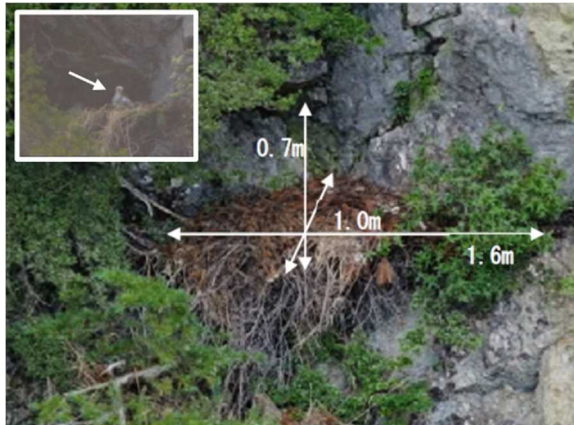


写真-2 イヌワシの営巣と幼鳥

(2) 保全措置計画案の作成

事業実施におけるイヌワシへの保全対応について、特に繁殖状況等を考慮した保全対応策として「工事実施時における対応方針(案)」を作成した。この方針案では、事業箇所とイヌワシ営巣箇所の位置関係を注視し、防音対策や繁殖活動にともなう工事施工期間対等について立案し、詳細設計(施工計画案)への反映を行っているところである。(図-4)

建設工事・土砂搬出(以下、工事)稼働期間		
	建設工事・土砂搬出期間案	備考
① 運行の直連電力土砂搬出期間を継続する案	4/4～12/16	・事業実施上、最小限の施設で確実に年間土砂搬出量が可能となる期間
② イヌワシに配慮する案	5/1～11/30	・4/4～4/30の作業回避：巣内育雛期初期への影響を回避、繁殖活動中断後のイヌワシの営巣地への執着への配慮 ・12/1～12/16：次期繁殖期の営巣活動への配慮

※ 供用時については、ビデオ撮影で不動巣1の繁殖状況を確認する。

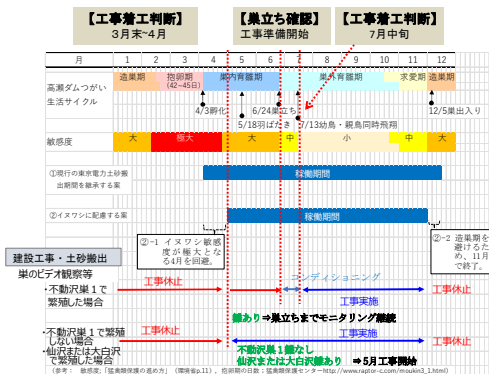


図-4 イヌワシの繁殖成否と工事開始時期(案)

3. 調査における現状の問題点

イヌワシにとっては、営巣期、とりわけ造巣期及び抱卵期が最も外部の刺激に影響されやすい時期である。この時期に営巣中心域でのあらゆる人間活動が、営巣放棄等繁殖に重大な影響をあたると考えられており、イヌワシの生態調査においても極めて慎重に対応をしなければならない。このような状況を踏まえ、当元年度における事業実施判断を行うにあたり、繁殖活動等の調査の実施にあつては、次のような問題点が挙げられる。

(1) 調査費用の増加

作成した保全措置計画案を確実に実施し、猛禽類を適切に保全していくためには、現地調査により猛禽類の行動圏、巣の位置を把握するとともに、工事計画と行動圏の利用状況(以下「内部構造」という)との関係を明らかにする必要がある。しかしながらイヌワシの行動圏は広く、その面積は約60km²以上と報告されている¹⁾。イヌワシの内部構造の把握には、繁殖や狩場等の指標行動のデータを多く取得する必要がある。行動圏内に多くの調査定点を配置することが理想的であるが、調査定点数の増加は調査費用の増加につながる。またイヌワシの生活活動(捕食や繁殖)状況を把握するための定点観測においては1回の調査は3日間の連続観察を基本としているが、イヌワシが一日中動かないこともあるほか、天候等により調査を実施することが困難となる場合もあり、場合によっては現地で待機するということもある。また繁殖期には段階によって行動範囲は異なることから、毎月観察を実施する必要がある。このようにイヌワシの行動状況を正確に把握するための調査費用は高額となる。

(2) 労働時間の負担

猛禽類が営巣した場合、繁殖及び日々実施される工事の影響についての把握が必要となる。このため詳細な生息状況を観測するためのビデオ撮影調査を実施している。(写真-3) ビデオ撮影調査では、継続的に約2ヶ月間を撮影し、映像から猛禽類の繁殖活動や孵化、忌避行動

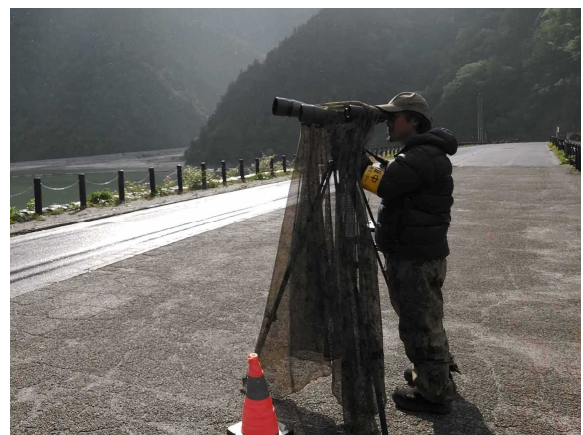


写真-3 現地調査(目視確認)

(異常な行動)を確認し、確認時の現場状況（工事記録等）を照合することによって、人為や工事の影響を明らかにすることができる。しかしながら、撮影した全期間の映像は膨大であり、目視確認作業には多大な時間と労力を要する。

4.新技術を活用した取り組み

調査における課題（費用、時間）の改善やイヌワシにおける影響評価を検討するために3次元データやAI技術を活用し、調査における改善や視認性等の影響評価検討を実施した。この取り組み事例について紹介する。

(1)3次元データを活用した取り組み

a)適正な調査定点配置の検討

イヌワシの行動圏を網羅でき、かつ、各調査定点の視野範囲が重複しない、最小限の調査定点数とその配置を検討を3次元データを活用して調査地点を選定した。

当該地域は山岳地帯であり、谷部などは尾根に遮られて視認できない場合がある。このため、3次元地形モデルを作成し、各調査定点から視認できる山肌及び上空の見える範囲を3次元で可視化した。また、実際の視野範囲は植生の成長等によって異なる場合があるため、現地へ赴き、360°カメラを用いて各調査定点の視野範囲を撮影(写真-4)し、撮影画像に基づき適宜修正を加え、視野範囲を明確にした3次元視野範囲図を作成した(図-5)。これを用いて、各地点の視野範囲の重複率が最小限となるよう調査定点配置を検討した。



写真-4 360°カメラで撮影した調査定点からの視野範囲

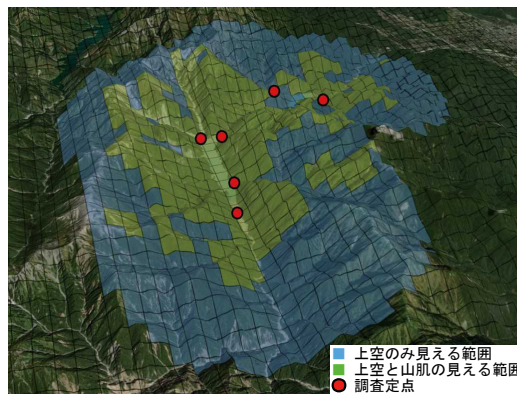


図-5 3次元視野範囲図による調査定点配置の検討

検討の結果、これまでの調査定点数を1定点減らした場合でもイヌワシの行動状況の把握が可能であることが確認でき、調査定点の減少による調査費用の低減を図ることができ、繁殖期によるイヌワシへの負荷軽減にも寄与できたと考えられる。

b)視覚的影響評価の検討

イヌワシの巣から工事箇所が視認できる場合、その工事が繁殖に与える影響が大きいと考えられるため、イヌワシの視点に立ち、上空の飛行時や巣からの視点でVR動画を作成した。

3次元地形モデルを作成して不動沢分級設備の施工計画、現地植生とのオーバーレイによりイヌワシの視覚的影響を可視化する試みを行った。猛禽類は色覚があり、人間と比較して6倍以上の視力を持つとされている²⁾。この生態を考慮してVR動画を作成し、イヌワシの上空飛行時や巣から視認性を確認した。(写真-5)



写真-5 VR画像による視認確認状況

イヌワシの上空飛行時からの視認状況を図-6に示す。イヌワシの行動圏内に工事箇所が位置しており、地上から上空1,000m以上を飛行している時もイヌワシから工事箇所が視認できることが分かる。巣からの視認状況を図-7に示す。巣から見ると工事箇所は尾根で遮られ、地形

的な遮蔽により工事箇所は視認できないことが分かる。イヌワシが最も敏感になる抱卵期から抱雛期は、巣内の親鳥から工事箇所が視認できず、巣からの視覚的影響は小さいことが確認できた。

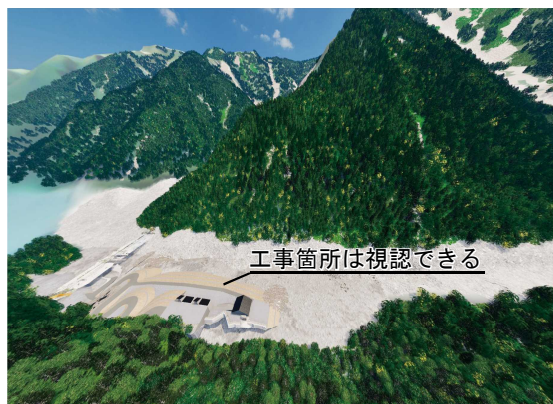


図-6 上空飛翔時からの視認状況 (VR 動画)



図-7 巣からの視認状況 (VR 動画)

これらの結果を踏まえ、イヌワシにおける生活状況から飛翔時には工事箇所が視認できるため、イヌワシへの視覚的な負担をできる限り低減する必要がある。①鮮やかな色彩の重機や作業服は避ける。②工事用機械の未使用時にはブームを下げておく。③基本的に夜間作業は実施せず、実施が必要な場合は照明範囲の最小化や遮蔽等



図-8 不動沢分級設備土砂対策完成イメージ図

の配慮を行う等、色合いや光の基本的な環境配慮を実施することとした。またこれらの視認等をふまえ、分級設備設計では施設構造の意匠(建物の色)も検討を実施した。(図-8)

(2)AIの活用によるビデオ判読調査

長時間の映像データを目視確認するには多大な時間を要するため、AI技術を活用し、映像データからイヌワシを自動判別する動態検出システムを構築し、調査員による解析作業の負担軽減を図った。

動態検出には、背景差分法やフレーム間差分法、Lucas-Kanade法など様々な手法が提案されている。今回は、大きな工事騒音が発生した際に親鳥が驚いて巣を飛び出す等の忌避行動を把握することを目的とするため、Lucas-Kanade法を用いてイヌワシの動きの大きさを検出できるシステムを構築した。

Lucas-Kanade法は、1つの画素についてフレーム間で差分を検出する方法であり、検出した差分をベクトルで算出することができる。この模式図は図-9に示すとおりであり、連続するフレーム間(映像をパラパラ漫画にした時の1フレーム目と2フレーム目)で画素の色見の変化量を算出した。

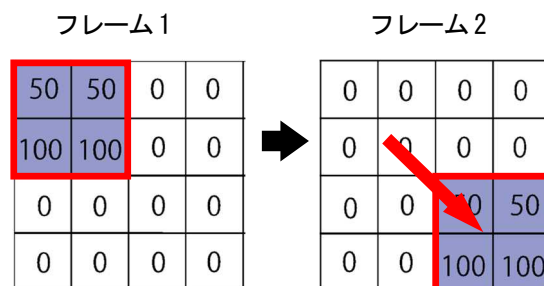


図-10 動態検知システムによりイヌワシを検出した様子

撮影した映像データにおいて、イヌワシの動きは樹木の葉の揺れと比較しベクトル値が大きくなる。そこで動態検出した結果を、縦軸にベクトルの最大値、横軸に時刻

としたグラフを作成することで、イヌワシの大きな動きが検出された時刻を一目で分かるようにした。

本システムによりイヌワシを検出した画像の例を図-10に、作成したグラフの例を図-11に示す。

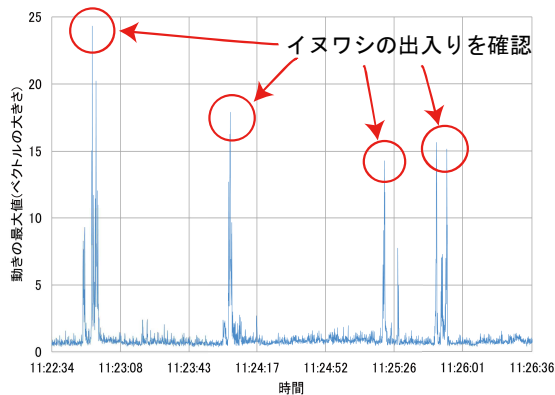


図-11 イヌワシの動きの大きさと確認時刻

グラフ上で大きい値を示す箇所が、映像でイヌワシの動きを検出した箇所である。これにより映像を最初から全て確認するのではなく、値が大きく反応している部分のみを確認すればよくなるため、映像確認の労力を大幅に短縮することができた。また、この時刻の工事記録を照合することによって、イヌワシが反応した際の工事内容の確認が可能となる。今回、イヌワシの営巣初期にあたる3月に約1箇月間ビデオを設置し、巣材運搬など巣に出入りするイヌワシの行動を本システムを用いて効率的に確認することができた。

5. 今後について

本論文では、猛禽類調査における問題点の改善に向けて新技術等を活用した取り組みについて紹介した。今回紹介したAIによる猛禽類の動態検出技術及び3次元データの活用は、長期間撮影したビデオ映像から時間をかけずに猛禽類の行動の検出・確認や調査地点の効率的な配置など、省力化を図る事が出来る。

また、猛禽類の行動を把握するには、熟練した調査員が必要である。調査員は、猛禽類の多くの行動例を目視する必要がある、多くの時間をかけて観察技術を習得しなければならない。しかし、今回この技術を利用することにより短時間で行動例を集積できるため、人材の確保の観点からも有効な手段として期待できる。また検証した映像を用いて猛禽類の特徴や識別方法を教育するなど、若手技術者の育成にも活用できると考えている。

事業実施予定箇所で猛禽類が生息している地域では、季節ごとの詳細な生息場所の利用を明らかにし、繁殖成績との関係を比較解析することによって、生息環境の質の評価を行うことが重要である。そのうえで、イヌワシの生息環境の改善に向けた具体的な方策を早急に構築す

ることが不可欠である。そのためにも今後も新技術を積極的に取り入れ、効率的かつ精度の高い猛禽類調査を実施し環境に配慮した事業を進めていきたいと考えている。

謝辞：本稿の執筆にあたり、有識者の皆様に心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 環境省自然環境局野生生物課：猛禽類保護の進め方(改訂版)―特にイヌワシ、クマタカ、オオタカについて―，2012.
- 2) 若尾親：クマタカ生態図鑑，平凡社，2023.
- 3) 樋口広芳：日本のタカ学生態と保全，東京大学出版会