

国営越後丘陵公園におけるデジタル技術を活用したクマ侵入対策システムの導入について

笹岡 和幸¹・細井 和生²・安達 久美²

¹国営越後丘陵公園事務所 (〒949-2043 新潟県長岡市宮本東方町字三ツ又1950番1)

²国営越後丘陵公園事務所 調査設計課 (〒949-2043 新潟県長岡市宮本東方町字三ツ又1950番1)

国営越後丘陵公園では、クマ・イノシシ等の大型哺乳類の出没による公園利用者の安全確保及び公園施設の被害軽減を目的とした総合的な獣害対策検討のため、園内に設置した「通信機能付きセンサーカメラ」と「AI解析機能付きクラウド」を組み合わせた「クマ侵入対策システム」を北陸で初めて導入した。この取り組みにより、出没の監視に関する人件費の大幅な削減と迅速な公園管理体制の構築が可能となった。本稿において、その取り組み事例を報告する。

キーワード 国営越後丘陵公園, 獣害対策, 通信機能付きセンサーカメラ, AI解析機能付きクラウド, クマ侵入対策システム

1. はじめに

国営越後丘陵公園（以下、「当公園」という。）は、北陸地方の広域レクリエーション需要に対応するため、全国で13番目、本州日本海側唯一の国営公園として、新潟県長岡市において「天に学び、地に遊び、人と集う、越の里」のテーマのもと平成元年度より事業を進め、約340haを開園している。整備構成は「健康ゾーン」（以下、「健康Z」という。）と「里山フィールドミュージアム」（以下、「里山FM」という。）の2つのエリアからなる（図-1）。

長岡市中心の西側に位置する当公園は十日町市の旧松之山町一帯の山地から連なる東頸城丘陵の末端に位置する丘陵地にあり、その北側は西山丘陵に接する。このような地理的条件により、長岡市街に接しながら、豊かな自然にふれあえる位置にある。

丘陵地として森林が連続する一方で、近年、園内へ周辺地域からやってくるツキノワグマ（以下、「クマ」という。）やイノシシなどの大型哺乳類の出没による公園利用者への安全面の懸念や公園施設への被害が顕在化してきており、その対策が緊急の課題となっている。

本稿では、園内の哺乳類の生息状況や獣害とその対策の概略に触れるとともに、令和4年度からデジタル技術を活用した「クマ侵入対策システム」を北陸で初めて導入し、クマの侵入監視に伴う人件費の大幅な削減と迅速な公園管理体制の構築を可能としたことから、これら取り組みの効果や課題について報告するものである。



図-1 国営越後丘陵公園 構成図

2. 獣害対策の概要

(1) 中・大型哺乳類の生息の現状

令和3年度の自動撮影カメラ（以下、「センサーカメラ」という。）による調査では、大型哺乳類としてクマ、イノシシのほか、カモシカとニホンジカが確認されている（表-1）。中型哺乳類としては、ノウサギ、タヌキ、キツネ、テン、イタチ、アナグマ、ハクビシンが確認されている。センサーカメラ（32台）で、R3. 6. 17～12.

3に撮影した個体数ではタヌキが極めて多く確認されており、次いで、ハクビシン、アナグマも確認されている。また外来種のアライグマが園内の痕跡調査により確認されている。

表-1 R3年度自動撮影調査 延べ撮影個体数

科名	種名	エリア		合計
		健康Z	里山FM	
ウサギ科	ノウサギ	52	42	94
リス科	ニホンリス	14	123	137
ネズミ科	ネズミ類	66	140	206
クマ科	ツキノワグマ	5	4	9
イヌ科	タヌキ	1466	1915	3381
	キツネ	112	145	257
イタチ科	テン	168	134	302
	イタチ	3	21	24
	アナグマ	207	289	496
ジャコウネコ科	ハクビシン	266	272	538
ネコ科	ネコ		14	14
イノシシ科	イノシシ	173	272	445
シカ科	ニホンジカ	42	35	77
ウシ科	カモシカ	98	79	177
-	種判別不能	183	199	382
合計		2855	3684	6539

(2) 獣害の発生状況

獣害として、顕在化しているものは、①クマ等大型哺乳類との遭遇による人身被害への懸念、②イノシシによる公園施設内の植生被害である。①は、公園内の森林部に設定されたトレイルランニングコース（以下、「トレランコース」という。）など遭遇の可能性の高い施設が閉鎖になることによる施設の利用制限、安全確認や爆竹による追い払いなどの安全管理のための負担などである。②は、イノシシによる園路沿いのヤマユリの球根への食害、芝生が掘り返されたり（写真-1右）、里山FMの「花の水辺区」や「山の水辺区」などの自然観察施設が荒らされるなどの被害が生じている。



写真-1 左:クマの爪痕(○内)、
右:イノシシにより荒らされた芝生

(3) 獣害対策の概要

当公園では、令和3年度は、センサーカメラによる行動調査や痕跡調査による生息状況の把握を通じて獣害対策を検討し、侵入防止のための物理柵の設置（写真-2左）や朝夕の爆竹を用いた追い払い、園路や遊具周辺の低木

類の刈り払いなどの緩衝帯整備（写真-2右）などの獣害対策を具体的に進めてきた。



写真-2 左:イノシシ侵入防止柵, 右:緩衝帯整備

また、当公園で従来から運用している「クマ対策基準」では、公園周辺や、園内のクマの痕跡や撮影を含む目撃情報があった場合、昼夜を問わず速やかに「自然探勝路」「散策路」「トレランコース」の立ち入り禁止措置を講じる等の対策を実施している。

3. クマ侵入対策システムの導入

(1) データ蓄積型センサーカメラによる監視（R3まで）

令和3年度当初のセンサーカメラ調査では、一般的な野生動物調査に使用されている赤外線センサーで動物を感知し撮影を行い、SDカードに画像を保存するタイプのカメラを園内30箇所以上に配置し、概ね1ヶ月毎にデータ回収を実施していた。しかし、7月20日の回収時において園内でのクマの撮影が4箇所ですべて5回確認（撮影日：6月20～22日、7月7日）された（写真-3）ため、当公園クマ対策基準に基づき7月21日より園内一部区間の閉鎖を当面の間実施することとした。



写真-3 令和3年度のクマ撮影画像

公園利用者の安全確保を図るためには、それ以後の回収頻度を上げる必要があり、撮影データを毎週、回収した結果、7月27日、8月3日、8月13日とその後もクマの撮影が確認されたため、園内の一部区間の閉鎖を継続しつつ9月1日まで毎週のデータ回収作業を実施し、8月14日以降約3週間の痕跡情報が無いことを確認した上で専門家の助言を基に9月5日より全面開放を行うに至った（一部閉園期間：46日間）。以降、データ回収の頻度を隔週とし監視を継続した。

(2) 通信機能付きセンサーカメラの導入 (R4から)

前述のとおり、従来のセンサーカメラによるクマの監視では、データ回収作業1回当たり調査員としての技術者2名分の人件費(経費込み約20万円)が発生し、最大で4~5回/月(約100万円)の大きな負担が発生した。

こうした課題を解決するため、比較検討によりデータ回収の必要が無い通信機能付きセンサーカメラ(写真4)に切り替え、令和4年度より20台を導入(7月より更に10台追加し、計30台)することとした。(図2)。

これにより、人件費については電池交換や動作確認に必要な月1回(約20万円)の最低限のメンテナンス費用で済ませることが可能となり最大、従来型の5分の1にコスト削減が図られた。



写真4 通信機能付きセンサーカメラ

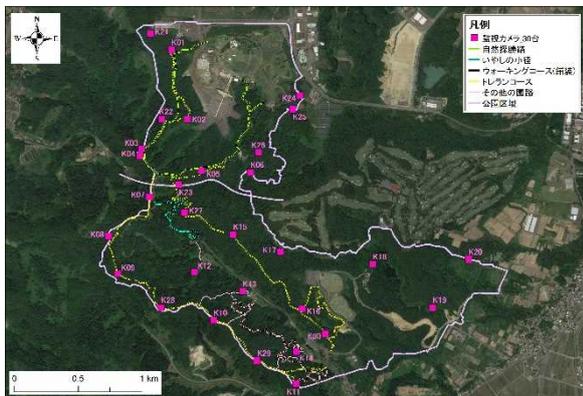


図2 通信機能付きセンサーカメラの設置状況

導入にあたっては、令和3年度中に2台設置し、機能性や誤作動による既定の通信容量を超えてしまうなどの問題が生じないことを確認したほか、携帯電話回線を使用するため、大手3キャリアの携帯電話の電波強度の現地確認を実施した(図3)。

(3) AI解析機能付きクラウドによる監視体制

通信機能付きセンサーカメラは、撮影した画像をメールで送信する方法とクラウドにアップロードし、PC等でクラウドにログインして閲覧する方法(図4)がある。メールの場合、設置台数が多いと画像確認の負担が大きいため、まとめて確認できるクラウドを選択した(図5)。またクラウドはAI(人工知能)による動物種の自

動判別が可能であり、クマと判別されると即時に管理者へメールで自動通知する機能を有しており、クマの侵入を確認してから閉園等の速やかな対応が可能となった。



図3 携帯電波強度の確認

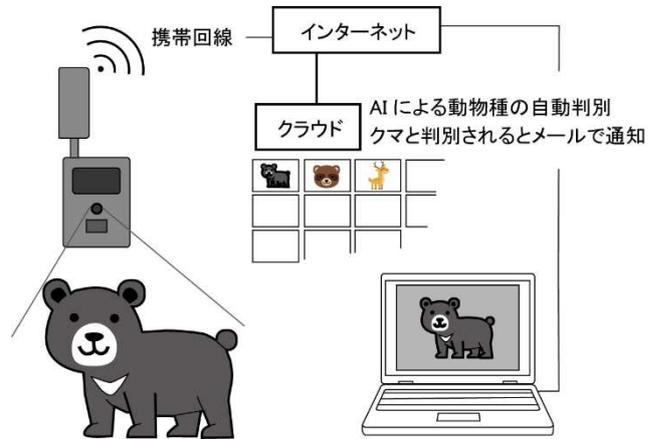


図4 クマ侵入対策システムの監視方法

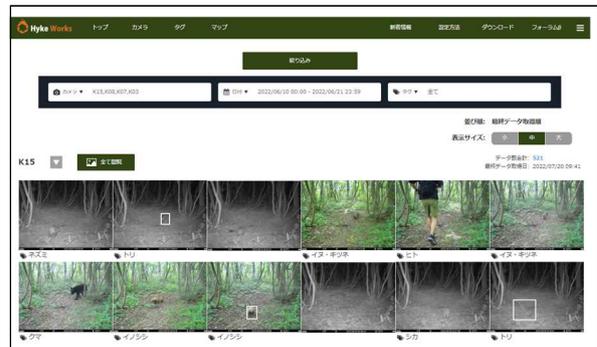


図5 クラウド上での確認画面

4. システム運用の結果

(1) ツキノワグマの撮影状況

通信機能付きセンサーカメラの運用が始まったR4年4月から7月20日までに、5月30日、6月4日、6月16日、6月21日、7月6日及び7月20日の計6回のクマの撮影があった。5月末から6月初めの期間は公園の隣接地域でもクマの目撃情報が出始めた時期であり、当公園内に侵入してきたクマを適切に監視・撮影できたものと考えられる。

(2) AIによる解析状況

R4運用開始後のクマ出没時AI判別正答率は、昼間（カラー）2回中1回(50%)、夜間（白黒）3回中1回(33%)であった。夜間は赤外線カメラ撮影（白黒）となり精度が大きく低下する傾向がうかがえる（写真-5）。

参考までにR3年度の自動撮影で撮影されたクマ画像について、当時はAI解析を実施していなかったが、まとめてクラウドシステムにアップロードしてAI判定を実施したところ、正答率はカラー7画像中6画像（86%）、白黒18画像中8画像（44%）であった。



写真-5 令和4年度のクマ撮影画像

一方で、タヌキ・アナグマ等の中型哺乳類を「クマ」判別することが非常に多いということが判明した。特に当公園ではタヌキの撮影頻度が高いために、メールの誤送信が頻発することが課題となっている。

以上のように、AI判別の解析精度に関しては全般的に未だ発展途上であり、今後の運用実績増加によるタヌキ等の中型哺乳類のカテゴリー化及びAI学習機能によるクマ判別の更なる精度向上が望まれる。

5. システム導入の効果

デジタル技術を活用したクマ侵入対策システムによる効果は以下の3点である。

(1) 人件費の削減

これまでのセンサーカメラでは1~2週間間隔でデータ回収していたものが、通信機能によってWEB上のクラウド画面で随時目視確認できるため、データ回収に伴う毎月の人件費が最大で令和3年度の5分の1程度まで削減された。

(2) 迅速な公園管理体制の構築

AI解析によりクマ等の判別が可能となってメール送信によるリアルタイムな情報が得られるとともに、クラウド画面での目視確認の併用によりクマ撮影後24時間以内の園内の一部区間の閉園措置等、迅速な公園管理体制の構築が可能（表-2）となった。

(3) クマ対策基準の見直し

今回のシステム導入と分析により、クマは夜間に出没

するケースがほとんどであることが判明したが、「クマは習性として人の気配や音を避ける」といった獣害被害対策の専門家からの助言を裏付けるものであった。

よって、園内で開園時間外にクマの痕跡や監視カメラによる撮影が確認された場合、公園利用者へのクマ鈴の携行呼びかけや、朝夕のパトロール時の爆竹使用等の安全対策を講じるとともに、比較の見通しが良くクマとの鉢合わせの可能性が低い舗装済みの「自然探勝路・散策路等」は閉鎖の対象外とするなど対策基準の一部緩和を行った（表-3：レベル2）。

今後、クラウドシステムの運用による、リアルタイムでの監視を継続し、クマの出没傾向の分析を重ねつつ専門家の助言を得ながらより良い公園管理体制の構築に向けた更なる対策基準の見直しも可能であると考えられる。

表-2 クマ侵入対策システムと従来手法との比較

手法	データ回収・メンテナンス	動物種判別	クマ対応
R3まで センサーカメラ	調査員が1~2週間ごとに 現地でSDカードを回収	調査員が回収ごとに 数百~数千枚を 目視	撮影後のタイ ムラグあり
R4から 通信機能付き センサーカメラ	画像がクラウドにアップ ロードされ、回収作業不要 (電池残量等も確認可能)	AIにより自動判別 (クラウド画面で随 時目視確認も可 能)	撮影後、迅速 に対応可能

表-3 国営越後丘陵公園
クマ対策基準（2022年7月現在）

体制	通常	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
		公園周辺で糞跡 又は目撃情報	公園内で糞跡情報 (フン、足跡、爪痕、 開園時間外の監視カ メラ映像等)	公園内で目撃情報 (開園時間内) 又は部分閉園 (開園時間内の 監視カメラ映像)	公園内で 人身被害
閉園	全面閉園	部分閉園	部分閉園	全面閉園 又は部分閉園	全面閉園
初動対応		①閉園時は速やかに立入 禁止措置区域内の来園者 を避難誘導	①-	①-	①-
巡回体制	①雁山FM及び 健康ゾーン巡回 各1名配置 ②AM・PM 各1回巡回 (軽1BOX・ 乗付)	①- ②- ③開園前・閉園時の巡回	①巡回2名配置 ②- ③-	①- ②- ③- ④連携して全面を継続 巡回	①- ②- ③- ④連携して全面を 継続巡回
立入禁止 措置		①未舗装の自然探勝路、 散策路、トランクスを閉鎖	①- ②糞跡場所などを考慮 して、③に加え舗装取 除きの閉鎖を検討	①全面閉園（臨時） ②全面閉園の影響を考 慮して、目撃場所を踏 まえ一部閉園（緑の干 渉敷周辺、駐車場、ス チこのあん路辺、あそ びの里）を検討	①全面閉園（臨時）

6. おわりに

野生動物による獣害の増加は全国的にみられる課題となっている。第三期新潟県ツキノワグマ管理計画（新潟県、令和4年3月）によると、新潟県内のクマの生息域は平成19年から平成28年までの10年間で1.5倍に拡大しており、里山地域へ拡大しているとされている。当公園もこうした地域に含まれており、クマの出没は今後とも続く可能性が高いと考えられる。クマの出没増加は人身被害の発生にもつながることから、公園利用者の安全確保のために、クマ侵入の監視体制を充実させるとともに、デジタル通信技術等を活用して迅速なクマ対応を図るためのシステム「クマ出没対応マニュアル（案）」を作成し、運用方法の検証を行いつつ今後の分析状況に合わせて適切に更新していく等の取り組みを一層進めていく必要がある。