

令和4年度  
頸城山塊ライチョウ個体群  
生息地実態把握調査事業  
報告書

令和5年3月  
新潟ライチョウ研究会

## 目次

I. 業務概要	1
I-1. 業務の目的	1
I-2. 業務の実施内容	1
(1) 繁殖期および非繁殖期におけるライチョウ個体数調査	1
<目的>	1
<調査場所および調査範囲>	2
<調査内容>	
・調査期間	3
・調査方法	4
(2) 雪上レクリエーション活動エリアにおける冬季のライチョウ生息状況調査	
<目的> <調査場所> <調査内容> <調査方法>	4
II. 調査の結果	5
(1) 繁殖期および非繁殖期におけるライチョウ個体数調査	
<火打山>	5
<焼山>	6
(2) 雪上レクリエーション活動エリアにおける冬季のライチョウ生息状況調査	7
III. 考察	8
(1) 繁殖期および非繁殖期におけるライチョウ個体数調査	
<火打山>	8
<焼山>	10
<精度の高い個体数推定に向けて>	10
(2) 雪上レクリエーション活動エリアでのライチョウ生息状況調査	11
IV. まとめ	12
V. 引用文献	13
VI. 付図（調査ルートおよびライチョウ確認位置）	15

## 1. 業務概要

### 1. 業務の目的

妙高市の火打山・焼山周辺（頸城山塊）には氷河期からの生き残りであり、国の特別天然記念物であるライチョウが生息している。頸城山塊の個体群は日本のライチョウ生息域の中でも最北限、最少の個体群でもあるために最も絶滅が危惧されている。2012年には環境省のレッドリストで絶滅危惧Ⅱ類から絶滅危惧ⅠB類にランクアップされ、国の保護増殖事業の対象種となった（環境省長野自然環境事務所 2014）。

これまで実施されてきた個体数調査により、火打山におけるライチョウの確認個体数は2014年以降12羽から24羽の間で、ベイズ推定法による推定個体数は23羽から34羽の間で推移している（新潟ライチョウ研究会 2022）。頸城山系におけるライチョウ個体群保全のためには、既知の生息域における個体数の動向を継続的に把握し、状況に応じて迅速に保全を図る必要があるため、継続的な生息状況調査の実施が欠かせない。特に近年は気候変動によるライチョウの生息域の減少が予測される中で（Hotta et al. 2019）、頸城山塊のライチョウ個体数がどのように変化していくのか継続的にモニタリングしていくことの重要性が高まっている。

また、妙高エリアは日本でも有数のスキーリゾートとしてバックカントリーエリアの利用圧が高まってきており、スキーおよび関連する雪上でのレクリエーション活動がライチョウの越冬生態におよぼす影響が懸念される（Arlettaz et al. 2007, Arlettaz et al. 2013）。さらに、妙高山東側の山麓にて地熱発電所建設の計画があり、ライチョウの生息に与える影響を最小限に抑えるためにもライチョウが冬季に利用するエリア（越冬エリア）の特定が重要である。昨年度（2021年度）に実施された雪上レクリエーション活動エリアでのライチョウ生息状況調査では、妙高山西側から南側にかけての山麓ではライチョウ個体や痕跡は発見されなかった（新潟ライチョウ研究会 2022）が、かつて妙高山東側の標高1,000m以下のいくつかの地点でライチョウ個体や痕跡の目撃例が報告されており（国際自然環境アウトドア専門学校 2017）、特に妙高山東側の山麓における冬季のライチョウ生息の有無を確認することが重要である。

そこで本事業では、頸城山塊におけるライチョウの主な繁殖山岳である火打山・焼山において1）繁殖期・非繁殖期におけるライチョウ個体数調査、2）雪上レクリエーション活動エリア、特に妙高山東側の山麓における冬季のライチョウ生息状況調査を実施した。

### 2. 業務の実施内容

#### （1）繁殖期および非繁殖期におけるライチョウ個体数調査

##### <目的>

頸城山塊におけるライチョウの主な繁殖地である火打山・焼山におけるライチョウの繁殖期および非繁殖期の個体数を明らかにするための現地調査を実施した。

<調査場所および調査範囲>

調査は火打山および焼山において、これまで主にライチョウが確認されている標高およそ2,150m以上のエリアを対象として実施した（図1～4）。

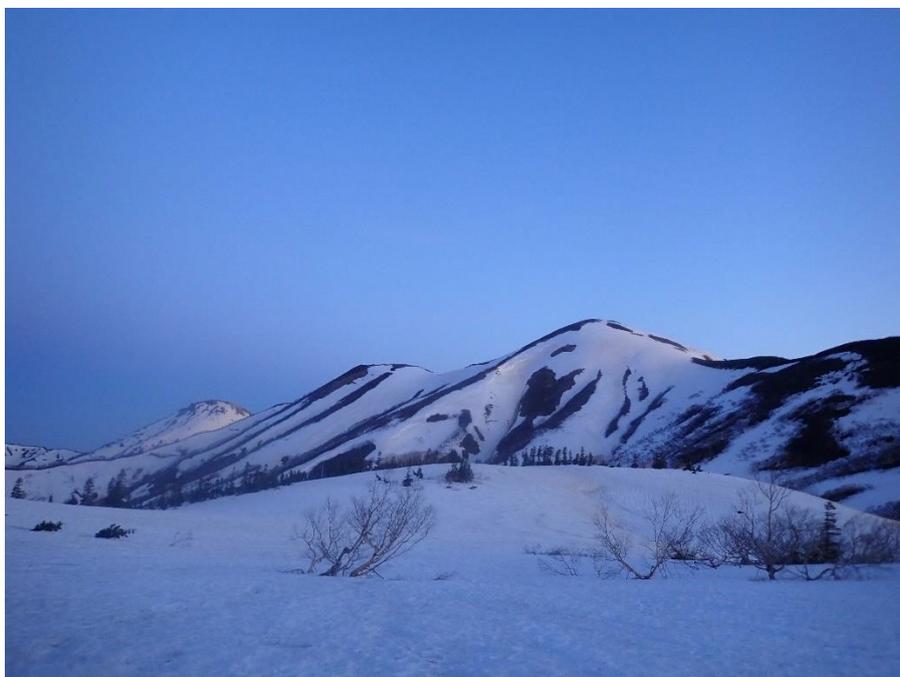


図1. 火打山（中央右）および影火打（中央左：左奥は焼山）2022年6月1日撮影

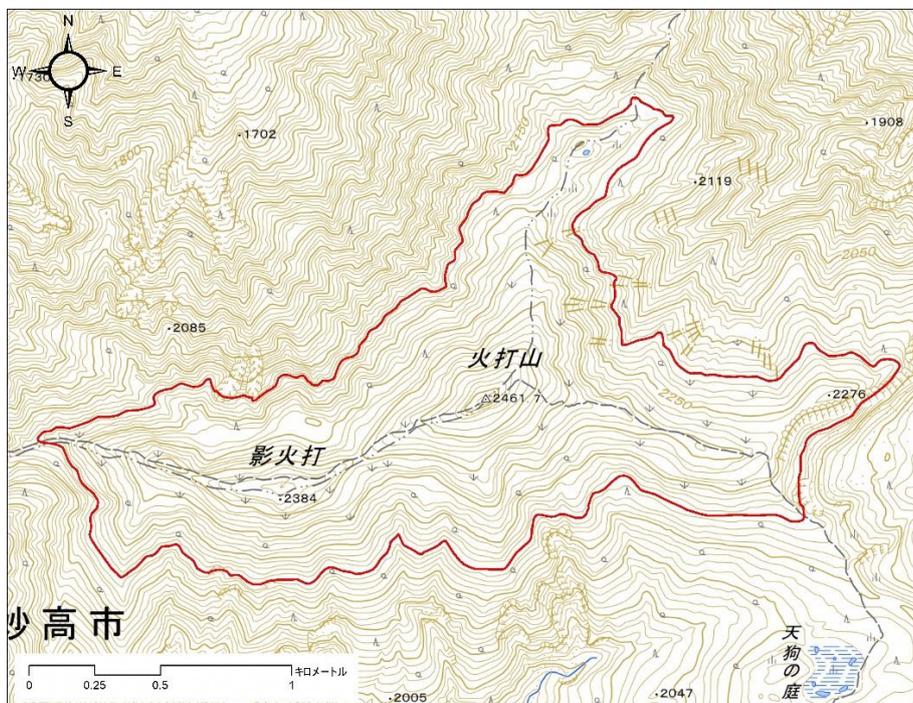


図2. 火打山の調査範囲（赤線で囲った範囲）

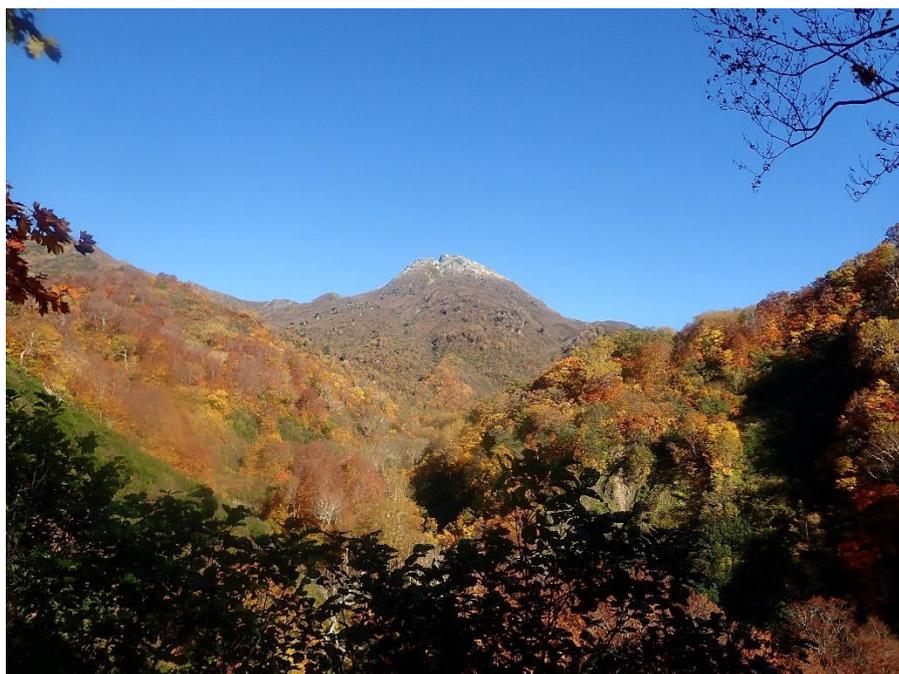


図 3. 調査地の焼山：2022 年 10 月 19 日撮影

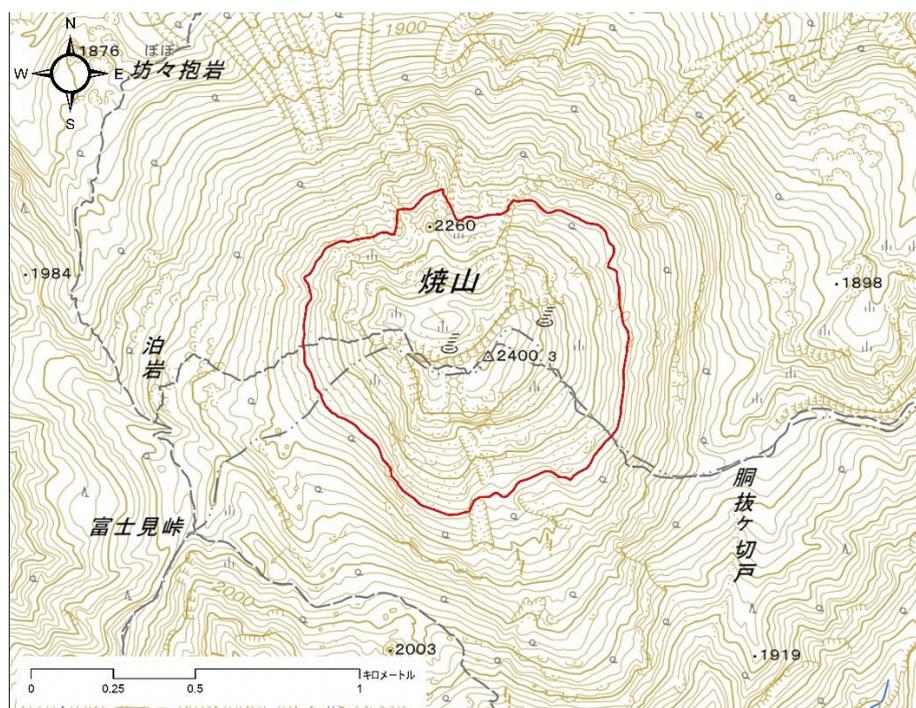


図 4. 焼山の調査範囲（赤線で囲った範囲）

<調査内容>

・調査期間

繁殖期の調査は、火打山では5月30日～6月3日および6月7日～10日に実施した。

また、焼山の調査は6月15～18日に実施した。非繁殖期の調査は、火打山では10月25日～28日に実施し、焼山では10月19日～21日に実施した。

#### ・調査方法

繁殖期、非繁殖期の調査ともに設定した調査範囲内において、急峻な地形やハイマツなどの樹木が密に生育して近接が困難な場所を除くエリアをくまなく踏査し、ライチョウを発見した場合には個体の雌雄、および環境省とその関係者によって装着されている色足環の有無とパターンを確認して記録した。また、個体発見場所の位置情報はハンディGPS (Garmin社製 GPSMAP64sc) で記録した。さらに、繁殖期調査では雌雄が同時に行動しているかどうか、またその行動内容から繁殖ペアであるかを確認するとともに、オスのおよそのなわばりの範囲を把握した。

一部の個体は色足環が装着されており個体識別が可能であった。また、未標識の個体についても、およそのなわばり位置内で観察された個体は同一個体とみなし、各個体について観察履歴を作成した。この観察履歴をもとに、個体の発見率に対する個体の効果（個体による発見率の違い）、時間の効果（調査ごとの発見率の違い）、行動反応の効果（一度遭遇した個体は警戒して出現しにくくなるなど）のいずれをも考慮した捕獲再捕獲モデル（Otis et al. 1978 の  $M_{tbh}$  モデル）を構築し、火打山と焼山のそれぞれについて、ソフトウェア R (Ver.4.2.2 URL:<http://www.r-project.org/>) および WinBUGS (Lunn et al. 2000) を用いてマルコフ連鎖モンテカルロ法（以下、MCMC法）により個体数をベイズ推定した（Kéry and Schaub 2012）。MCMC法による事後分布の推定は、3本の連鎖について5万回計算し、最初の1万回を除外したものについて、4回おきに結果を抽出して事後分布とした（事後分布の標本数は30,000）。事後分布の収束状況は Gelman-Rubin 統計量 (R-hat) で判断し、1.1 以下を収束と診断した（マッカーシー 2007）。

## (2) 雪上レクリエーション活動エリアにおける冬季のライチョウ生息状況調査

### <目的>

雪上でのレクリエーション活動の実施が予想され、地熱発電所の建設が予定されている妙高山東側の山麓における冬季のライチョウ生息状況を調査した。

### <調査場所>

妙高山東側の山麓にある5つのスキー場エリアを避けるとともに、急峻な地形によりアクセスが困難な場所および雪崩の危険が予見される場所を避けて踏査による目視調査を実施した。

### <調査内容>

調査は晴れもしくは曇りの日を選んで2月6日、12日、22日、24日に実施した。

### <調査方法>

ライチョウ個体のほか、足跡や糞、ライチョウの休息時に形成される雪穴などの痕跡の発見に努めた。これらが発見した場合には確認場所の位置情報をGPS機器にて記録する

ほか、ライチョウ個体を発見した場合には個体の雌雄、色足環の有無を確認して記録することとした。また、同時に雪上でのレクリエーション活動の状況等についても記録することとした。

## II. 調査の結果

### (1) 繁殖期および非繁殖期におけるライチョウ個体数調査

#### <火打山>

火打山におけるライチョウの確認状況を表1と表2に示した。個体を確認した位置については巻末に付図3~9として示した。

表1. 繁殖期の火打山におけるライチョウ確認状況

日付	天気	確認位置番号	時刻	確認個体数	備考
2022/5/31 4:10-15:40	雨 ↓	①	6:24	1	
		②	6:47	1	
		③	6:57	1	
	小雨 ↓	④	7:18	2	ペア
		⑤	7:54	1	
		⑥	8:14	1	
		⑦	8:19	1	
		⑧	9:08	1	
		⑨	9:42	2	ペア
	ガス ↓	⑩	10:03	1	
		⑪	11:49	1	
		⑫	13:56	1	
2022/6/1 4:00-15:55	晴れ ↓	①	4:51	1	
		②	5:54	1	
	↓	③	6:33	2	ペア
		④	7:09	1	
		⑤	7:43	1	
		⑥	9:00	2	
		⑦	10:44	1	⑧とは別個体
		⑧	10:48	1	5/31 ①と同一個体と思われる
		⑨	13:03	1	
		⑩	13:39	1	⑦と同一個体と思われる
2022/6/2 4:05-16:00	晴れ ↓	①	5:45	2	ペア
		①	5:57	1	5:45①とほぼ同一場所
	↓	②	9:48	1	
		③	10:18	1	
		④	10:43	1	
		⑤	12:32	1	
		⑥	14:13	2	ペア
2022/6/8 3:30-16:00	曇り ↓	①	5:54	3	
		②	6:58	2	ペア
	ガス ↓	③	8:22	2	
		④	8:32	1	③♂ノーマークをCHASE
		⑤	10:03	2	ペア
	曇り ↓	⑥	12:52	1	
		⑦	13:33	5	同一場所で休息、Call
		⑧	14:40	1	⑨と同一個体と思われる
		⑨	15:10	1	
2022/6/9 3:30-15:45	曇り ↓	①	4:35	1	
		②	6:15	3	
	↓ ガス ↓	③	7:17	1	
		④	9:30	1	6/1 ⑥♂と同一個体と思われる
		⑤	11:28	1	
		⑥	11:55	1	
		⑦	11:58	3	
		⑧	12:00	1	
		⑨	13:39	1	
			合計	66	

繁殖期に実施した火打山の調査では、46 地点でのべ 66 羽のライチョウが確認できた。

繁殖期の個体数調査の結果、火打山の調査範囲内において、足環の確認できた個体および未標識個体（確認位置から重複してカウントしたと思われる個体を除外した）の合計がオス 20 羽、メス 7 羽、計 27 羽であった（以下、カウント数とする）。

個体数のベイズ推定結果は、事後中央値 41 羽（95%信用区間 30-66 羽；これ以降、個体数推定値は事後中央値を示す）であった。ベイズ推定結果について、MCMC 法により抽出された事後分布の 3 本の連鎖は、時系列プロットの形状や Gelman-Rubin 統計量（R-hat）がほぼ 1.0 であったことから良く収束していると判断された。

表 2. 非繁殖期の火打山におけるライチョウ確認状況

日付	天気	確認位置番号	時刻	確認個体数	備考
2022/10/26	晴れ	①	5:40	1	
3:45-15:00	晴れ	②	6:45	5	
	晴れ	③	10:18	7	
	晴れ	④	12:25	1	
2022/10/27	晴れ	①	5:50	2	
4:15-15:45	晴れ	②	8:17	6	
	晴れ	③	11:05	2	①と同一個体
			合計	24	

非繁殖期に実施した火打山の調査では、7 地点でのべ 24 羽のライチョウが確認できた。非繁殖期のライチョウはなりなわばりを形成せず、群れで移動しながら採食することが多い。したがって繁殖期とは異なり、なわばり位置を指標として複数の未標識個体を同一個体とみなすことは不可能であったため、カウント数は算出できなかった。

### < 焼山 >

焼山におけるライチョウの確認状況を表 3 と表 4 に示した。個体を確認した位置については巻末に付図 10～12 として示した。

表 3. 繁殖期の焼山におけるライチョウ確認状況

日付	天気	個体位置番号	時刻	確認個体数	備考
2022/6/16	晴れ	①	6:35	1	オス
5:30-13:10	ガス	②	6:40	1	オス
	ガス	③	6:45	1	オス
	ガス	④	6:59	1	オス
	ガス	⑤	8:21	1	オス
	ガス	⑥	10:19	1	オス
2022/6/17	晴れ	①	7:27	1	オス
5:25-15:30	晴れ	②	8:37	1	オス
	ガス	③	11:05	2	オス ペア
					メス
			合計	10	

繁殖期に実施した焼山の調査では、9地点でのべ10羽のライチョウが確認できた。

繁殖期の個体数調査の結果、焼山の調査範囲内において、足環が確認できた個体および未標識個体（確認位置から重複してカウントしたと思われる未標識個体を除外した）の合計がオス5羽、メス1羽、計6羽であった。

個体数のベイズ推定結果は9羽（95%信用区間6-16羽）であった。ベイズ推定結果について、MCMC法により抽出された事後分布の3本の連鎖は、時系列プロットの形状やGelman-Rubin統計量（R-hat）がほぼ1.0であったことから良く収束していると判断された。

表4. 非繁殖期の焼山におけるライチョウ確認状況

日付	天気	個体確認位置番号	時刻	確認個体数	備考
2022/10/19	晴れ				
13:00-15:40					
2022/10/20	晴れ				
5:30-16:00					
2022/10/21	晴れ	①	5:15	6	6羽の♂が同時にSong Alt.2,100m>へ飛去
3:40-6:30		②	6:05	1	
			合計	7	

非繁殖期に実施した焼山の調査では、火打山と同様に未標識個体は個体の特定ができなかったが、2地点でのべ7羽のライチョウが確認できた。

## (2) 雪上レクリエーション活動エリアにおける冬季のライチョウ生息状況調査

冬期に実施したライチョウ生息状況調査において、ライチョウの個体および痕跡を発見することはできなかったが、ヤマドリのおス1個体とヤマドリの足あとを2地点で確認した（図5、図6）。

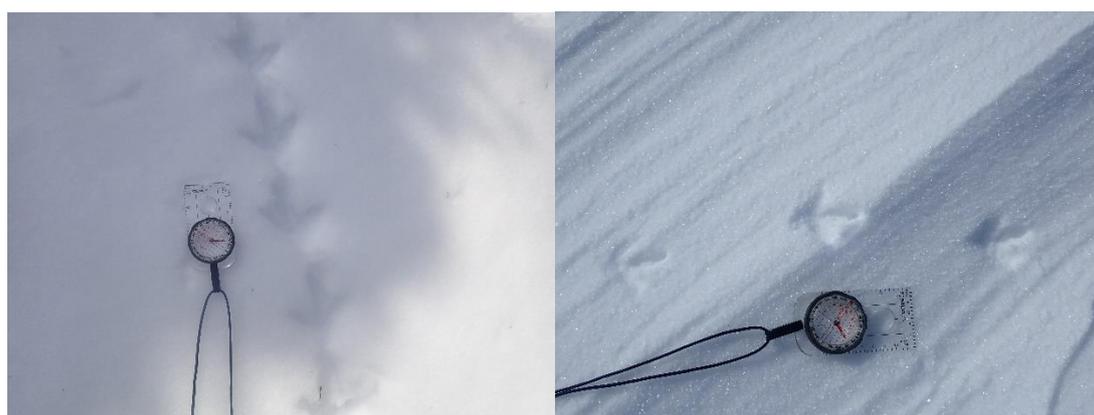


図5. 冬季ライチョウ生息状況調査にて確認されたヤマドリの足跡（左）とライチョウの足跡（右：2021/11/14 焼山にて撮影したもの）との比較

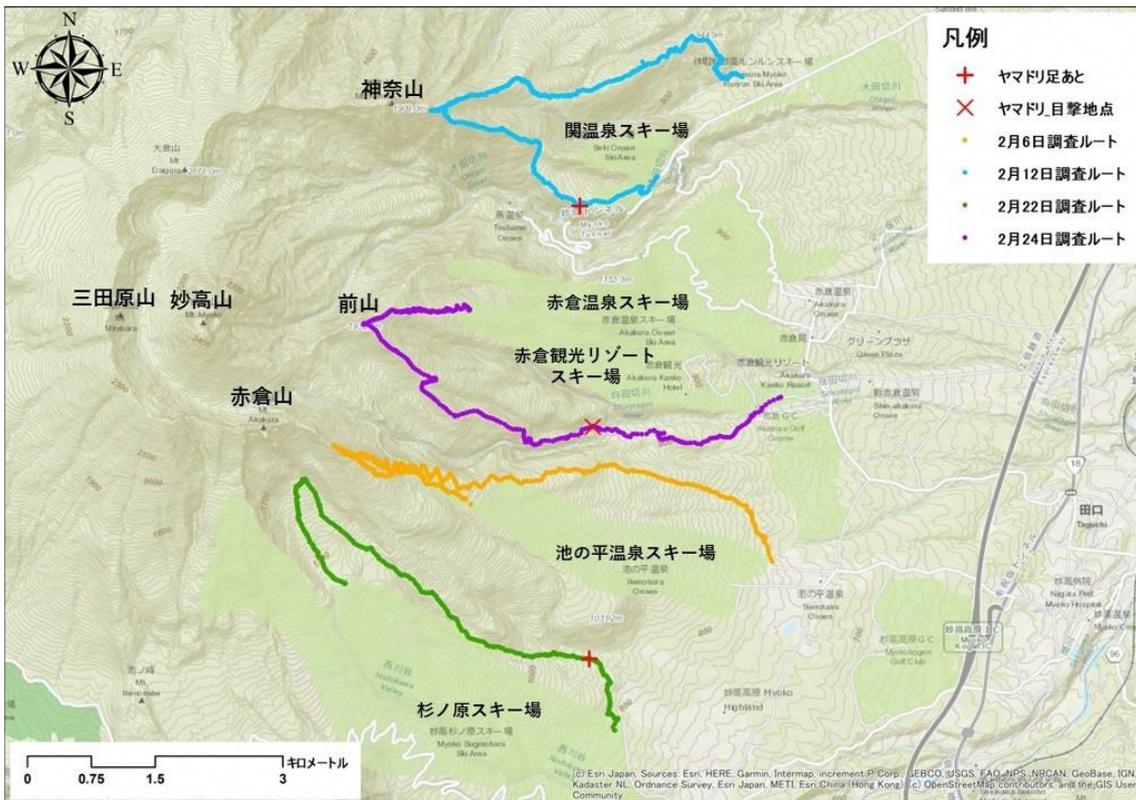


図 6. 冬季ライチョウ生息状況調査にて踏査したルートの軌跡および  
主なスキー場エリア

### III. 考察

#### (1) 繁殖期および非繁殖期におけるライチョウ個体数調査

##### <火打山>

繁殖期に実施した調査では、火打山にてオス 20 羽、メス 7 羽、計 27 羽のライチョウ個体が確認された。2007 年以前に火打山で実施された調査の結果では、1967 年にオス 11 羽、メス 7 羽、計 18 羽 (羽田ほか 1967)、1975 年にオス 14 羽、メス 6 羽、計 20 羽 (新潟県野鳥愛護会 1977)、2002 年にはオス 13 羽、メス 8 羽、計 21 羽 (中村ほか 2003) と 20 羽前後の個体数が報告されており、2008 年以降のライチョウカウント数も 12 羽から 33 羽の間で推移していた (図 8)。これらの結果から、カウント数でみる限り、現状では火打山のライチョウ個体数は増減があるものの安定して推移していると言える。

一方で、個体数のベイズ推定結果は 41 羽 (95%信用区間 30-66 羽) であった。今回実施した個体数のベイズ推定手法を過去のデータにも適用して再解析した結果、個体数推定を開始した 2010 年以降の推定個体数は 20 羽から 46 羽で推移した (図 8、注: 新潟ライチョウ研究会 (2022) では、データ拡大という手法を採用したが、年によってはデータ拡大が十分ではなく、事後分布が寸断された例があったため (Kéry and Schaub 2012)) に今回解析をやり直した)。しかし、95%の信用区間は非常に幅が大きく、推定精度は低い。今回実施

した5回の各調査日あたりの個体あたり発見率は日によって異なるが0.13~0.30と低く、推定精度も低い(図9)。2021年(平成3年)の調査でも調査日あたりの個体あたり発見率は0.08~0.42と低かった(新潟ライチョウ研究会2022)。低い発見率とその推定精度の低さは、生息数の少ない個体群を調査する際に一般的な問題となる可能性が高い(Lewis et al. 2022)。火打山においては個体の発見率が低いことが、個体数推定精度の不確実性が高い要因の一つであると考えられる。

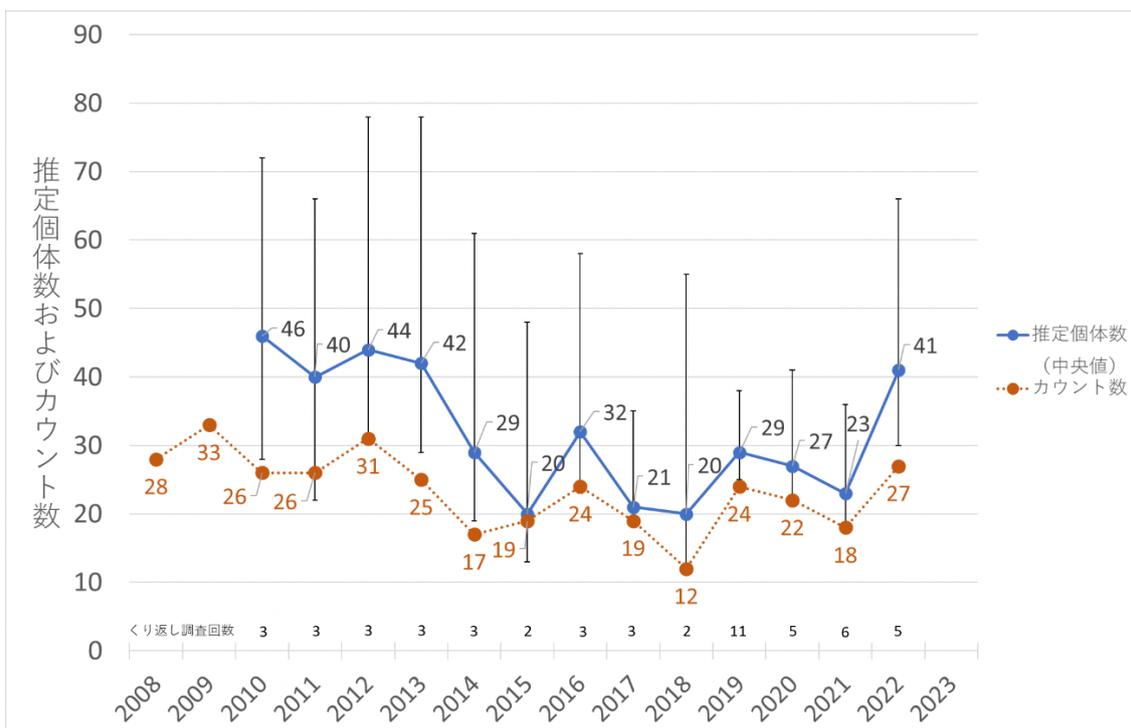


図8. 火打山で繁殖期(5月末~6月上旬)に確認された推定個体数およびカウント数の推移(エラーバーは推定個体数の95%の信用区間を表す)

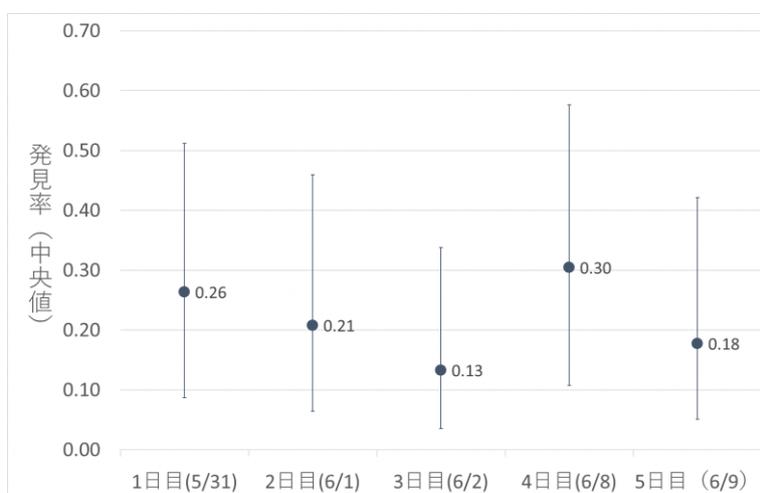


図9. 火打山における調査日ごとの個体発見率(事後分布の中央値±95%信用区間)

## <焼山>

繁殖期に実施した調査ではオス 5 羽、メス 1 羽、計 6 羽のライチョウ個体が確認された。これまで焼山で実施された調査の報告例は少ないが、1969 年 8 月 7 日に焼山山頂北斜面にて 4 羽のヒナを連れたメス 1 羽、5 羽のヒナを連れたメス 1 羽、および 6 羽のオス、計 17 羽（成鳥のみでは 8 羽）の確認が報告されている（妙高高原町 1972）ほか、1971 年にオス 2 羽、メス 2 羽、計 4 羽（丸山直樹ほか 1971）が確認された。2021 年に実施された調査においてもオス 7 羽、メス 1 羽、計 8 羽のライチョウ個体が確認された（新潟ライチョウ研究会 2022）。焼山はライチョウが主に生息すると考えられる標高 2,150m 以上のエリア面積が少ないため、火打山より生息個体数は少ないと考えられるが、今回確認された 6 羽のカウント数はこれらの結果と比較しても大きく異ならず、カウント数でみる限り、焼山ではライチョウ個体数の変動はあるものの比較的安定して推移していると思われる。

個体数のベイズ推定結果は 9 羽（95%信用区間 6-16 羽）であった。調査日あたりの個体の発見率は、6 月 16 日が 0.57（95%信用区間 0.16-0.93）、6 月 17 日が 0.44（同 0.05-0.95）であり、火打山の個体発見率よりも高かったが、いずれも信用区間の幅が広く推定精度は低い。火打山と同じく、個体の発見率が低いことが、個体数推定精度の不確実性が高い要因の一つであると考えられる。

## <精度の高い個体数推定に向けて>

野生動物の個体数を推定するためにこれまで様々なモデルが開発されてきており、Kéry and Schaub (2012)は“百花繚乱気味の捕獲再捕獲モデル”と表現している。しかし、捕獲（標識）再捕獲法の基本的な考え方は、識別可能な個体に対する遭遇のくり返しから検出率の情報を得て個体数を推定するものであり、その原理はすべて検出（発見）率の推定に行きつく。そのため、調査設計としてはくり返しの調査が必要である。Conroy and Carroll (2009)は、Otis et al (1978)の論文を引用し、経験則として精度良く個体数を推定するためには最低 5 回の調査が必要であるとしている。また、対象種の捕獲確率とくり返し調査回数を変化させ、個体数推定値の変動係数（CV：ばらつきの程度を表す指標の一つ）がどのように変化するかをシミュレーションによって求めた。その結果を当てはめると、調査エリア内の個体数が 25 羽とした場合、捕獲率（≒発見率）が今回の火打山での調査で最も高かった 0.3 とすると、変動係数を 0.11 に抑えるためには最低 6 回の調査が必要である。

個体数推定に用いる手法については、取得できたデータのタイプと構造を考慮し、モデル解析の前提に合致した推定手法を適用する必要がある。今回採用した Otis et al. (1978) モデルでは標識個体について、観察履歴のデータから個体数を推定するが、未標識個体の観察情報を推定のための情報として利用できない。そのため今回は、同一のなわばり内で確認されたと推定される未標識個体を同一個体とみなして Otis et al. (1978) モデルにより推定を試みたが、未標識個体が同一個体か別個体かを推定する根拠がおよそのなわばりの位置でしかなく、判断は恣意的にならざるを得なかった。今回の調査では未標識個体との遭遇がこれまでの調査で最も多い 16 回あり、同一個体を別個体として重複してカウントしてしまっ

ている例があると思われる。こうしたことが推定精度の低さの一因となっていると考えられる。

個体数が少ない火打山（頸城山塊）の個体群では、標識個体数を増やすことが個体数の推定精度を上げるための一つの方法だが、現状で得られるデータを基に個体数の推定精度を高めるための具体的な方策の一つとしては、調査の繰り返し数を増やすことが考えられる。頸城山塊のライチョウの個体数を精度良く推定するために、近年の個体数推定法の発展をレビューし、多くの推定手法の中から適切な手法について十分検討するとともに、調査日数を増やすことで推定精度を上げられるか等についても検証する必要がある。

## （２）雪上レクリエーション活動エリアにおける冬季のライチョウ生息状況調査

冬季ライチョウ生息状況調査では、ライチョウの個体および痕跡を発見することはできなかったが、1 地点でヤマドリのおス 1 個体が、2 地点でヤマドリの足あとが確認された（図 6）。これまで妙高山東側の標高 900m～950m 付近にて目撃や痕跡の確認例が報告されているが（国際自然環境アウトドア専門学校 2017）、確認されたとされる個体の目撃や糞、足跡等といった痕跡が、写真や GPS の位置情報等とともにライチョウのものであることが确实視される事例は、妙高山山頂付近での糞や足跡の確認と藤巻山における捕食された痕のみである。これまで目撃情報とされてきたものの中にはヤマドリ（特にメスはライチョウのメスの繁殖期の羽色に良く似る）を誤認した例もある可能性を否定できない。一方で、過去に報告されている火打山以外でのライチョウ目撃事例の報告（新潟県野鳥愛護会 1977）では、妙高山山頂や、妙高山の外輪山である赤倉山下でのライチョウ目撃例が報告されているほか、高谷池や富士見平にて糞塊などが確認されている（表 5）ものの、これまでライチョウが越冬するエリアは特定されていない。毎年ほぼ同じ場所で越冬するのか、異なる場所で越冬するのか、群れで越冬するのかあるいは個体ごとに越冬場所が異なるのか等、頸城山塊のライチョウの越冬生態についてはほとんどわかっていないのが現状である。

表 5. 冬季におけるライチョウ個体および糞等の確認記録

妙高山頂	1970年5月2, 3日	(♂1、♀2) 3羽	
	1970年10月25	(♂) 1羽	
	1976年4月17, 18日	糞塊の数々 6ヶ所	
赤倉山下	1962年3月31	(♀) 2羽	
高谷池、富士見峠		糞塊、その他糞	

（「頸城山塊のライチョウ」 新潟県野鳥愛護会 1977 p23 表 5 より作成）

バックカントリースキーツアーで良く利用される妙高山南側のエリアにおいて、昨年度に実施した冬季ライチョウ生息状況調査でも痕跡等は確認されず、今回の調査でも個体や痕跡の発見には至らなかった。しかし、踏査で確認できる面積は調査対象エリアに対してわずかであり、個体や痕跡が発見されないことが、このエリアでライチョウが越冬していない

と判断できる根拠とはならない。

イタリアやスイスアルプスでは、人間活動がライチョウの越冬生態におよぼす影響を調べるため、スキーなどの人間のかく乱強度が異なるエリアから採取されたクロライチョウの糞中に含まれるストレスホルモン（コルチコステロン）レベルを測定したところ、人間活動の強度が高いエリアでのレベルが高く、クロライチョウに大きな負の影響がおよんでいることが示唆された（Arlettaz et al. 2007, Formenti et al. 2015）。今回の調査では、2月6日に実施した池の平から赤倉山下に至る調査ルートを除く3つの調査ルートにて、いずれもバックカントリースキーをしている複数のグループに遭遇した。こうした人間活動の影響によりライチョウの越冬場所が制限されている可能性も現時点では否定できない。今後、笹ヶ峰高原を中心にバックカントリースキーツアー等、雪上レクリエーション活動の利用が増加していくことが予想されると同時に、妙高山の東側山麓にて地熱発電所の建設も予定されている。妙高の雪質は世界最高とも称され、海外から多くのスキーヤー・スノーボーダーも訪れている。地域振興のためには、近年盛んであるバックカントリーに分け入る利用者を受け入れるとともに、ライチョウの保全も同時に進めていかななくてはならない。そのためにも、頸城山塊のライチョウの越冬エリアの特定が急務である。

#### IV. まとめ

2022年の繁殖期における火打山のライチョウのカウント数は27羽、推定個体数は41羽、焼山のライチョウのカウント数は6羽、推定個体数9羽であった。これまで実施されてきた調査結果と比較しても、カウント数では火打山と焼山のライチョウ個体数は、増減はあるものの比較的安定して推移している。しかし、未標識個体が多数存在するために、カウント数においても未標識個体を重複してカウントしている可能性があるほか、個体数の推定精度も低い。たとえ標識個体数を増やしたとしても、調査エリア内の個体をすべて発見することは不可能であるため、カウント数は個体群サイズの真値の典型的な過少推定値となることが指摘されており（Kéry and Schaub 2012）、くり返し調査を行わなければ不完全な発見（個体がいるにもかかわらず、発見できないこと）を考慮した個体数推定はできない。個体数の推定精度を高めるためには、標識個体数を増やし、くり返し調査日数を増やすことが必要であるが、現状で実行可能な対処法としては、くり返し調査日数を増やし、未標識個体の情報をも取り入れることが可能な個体数推定手法の適用が必要である。

昨年度（2021年）に三田原山から笹ヶ峰高原にいたるエリアで実施した冬季ライチョウ生息状況調査とともに、今年度（2022年）に実施した妙高山東側の山麓における冬季ライチョウ生息状況調査においてもライチョウ個体や痕跡の発見にはいたらなかった。しかし、今回踏査できた範囲は調査対象エリアに対してわずかであり、こうしたエリアがライチョウの越冬地となっていないと判断するのは早計である。また、今回調査した4ルートのうち3ルートで複数のグループがバックカントリースキーのツアーを実施していた。海外の研究事例から、こうした人間活動が、ライチョウに負の影響をおよぼしている可能性も現時点では否定できない。頸城山塊のライチョウの越冬生態についてはほとんどわかっていな

いのが現状であり、雪上でのレクリエーション活動および地熱発電所の建設と、ライチョウ保全との両立を図るためにもライチョウの越冬エリアを特定することが急務である。

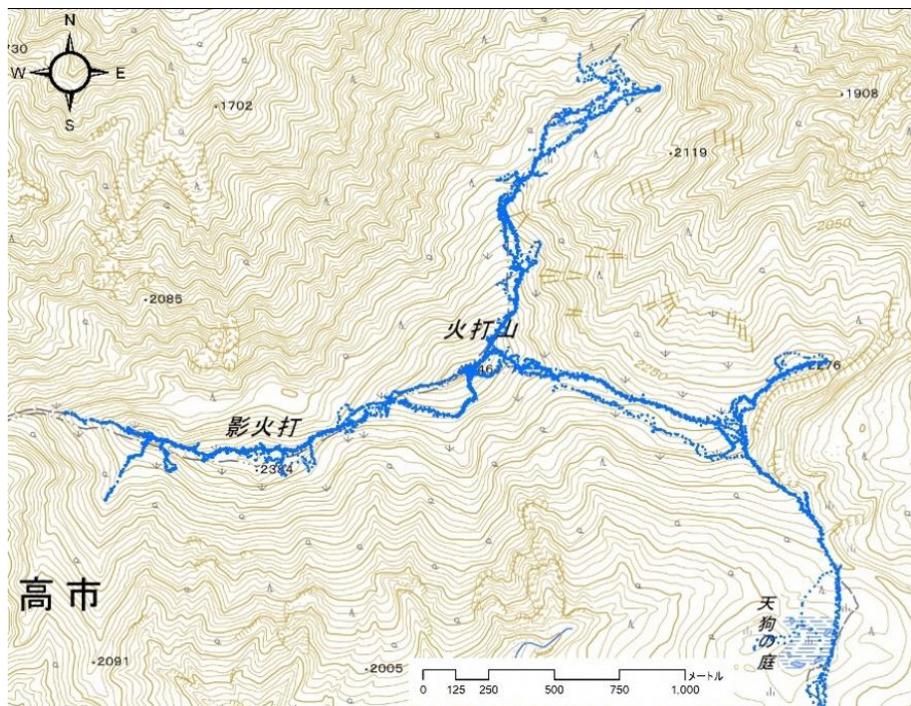
## V. 引用文献

- Arlettaz, R., P. Patthey, M. Baltic, T. Leu, M. Schub, R. Palme, S. Jenni-Eiermann (2007) Spreading free-riding snow sports represent a novel serious threat for wildlife. *Proceedings of the Royal Society B* 274: 1219-1224.
- Arlettaz, R., P. Patrick, V. Braunisch (2013) Impacts of Outdoor Winter Recreation on Alpine Wildlife and Mitigation Approaches: A Case Study of the Black Grouse. In Rixen, C. and Rolando, A. Eds. (2013) *The impact of skiing and related winter recreational activities on Mountain environments*. p137-154. Bentham Science Publishers. Oak Park, Illinois.
- Formenti, N., R. Vigano, R. Bionda, N. Ferrari, T. Trogu, P. Lanfranchi, R. Palme (2015) Increased hormonal stress reactions induced in an Alpine Black Grouse population by winter sports. *Journal of Ornithology* 156: 317-321.
- 羽田健三、植木久米雄、平林国男、中山冽 (1967) 火打山のライチョウ. 信州大学志賀教育研究施設研究業績 6: 49-60.
- Hotta, M., I. Tsuyama, K. Nakao, M. Ozeki, M. Higa, Y. Kominami, T. Hamada, T. Matsui, M. Yasuda, N. Tanaka (2019) Modeling future wildlife habitat suitability: serious climate change impacts on the potential distribution of the Rock Ptarmigan *Lagopus muta japonica* in Japan's northern Alps. *BMC Ecology*: 19:23
- 環境省長野自然環境事務所 (2014) 第一期ライチョウ保護増殖事業実施計画.
- Kéry, M., Schaub M. (2012) *Bayesian Population Analysis Using WinBUGS*. Academic Press. Oxford. 535pp.
- 国際自然環境アウトドア専門学校 (2017) 平成 28 年度グリーンエキスパート事業 (頸城山系ライチョウ個体群生息環境把握等調査事業) 報告書. 18pp. 長野市
- Lewis, W. B., R. B. Chandler, C. D. Delancey, E. Rushton, G. T. Wann, M. D. McConnell, J. A. Martin. (2022) Abundance and distribution of ruffed grouse *Bonasa umbellus* at the southern periphery of the range. *Wildlife Biology* 2022: e01017
- Lunn, D. J., A. Thomas, N. Best, and D. Spiegelhalter. (2000) WinBUGS—a Bayesian modelling framework: concepts, structure, and extensibility. *Statistics and Computing* 10: 325–337.
- マッカーシー, M. A. 2007. 生態学のためのベイズ法 (野間口眞太郎, 訳). 共立出版, 東京, 316pp.
- 丸山直樹、阿部學、三浦慎吾、半田俊考 (1971) 焼山におけるライチョウ *Lagopus mutus japonicus* 個体群. 鳥 20: 268-275.
- 妙高高原町 (1972) 妙高・火打・焼山の鳥相. 妙高々原町観光課. 35pp.
- 中村浩志、北原克宣、所洋一 (2003) 火打山におけるライチョウのなわばり分布と生息個体数. 信州大学教育学部附属志賀自然教育研究施設研究業績 40: 1-8.
- 新潟県野鳥愛護会 (1977) 頸城山塊のライチョウ. 新潟県・妙高高原町, 26pp.
- 新潟ライチョウ研究会 (2022) 令和 3 年度頸城山塊ライチョウ個体群生息地実態把握調査

事業 報告書. 妙高市 23pp.

Otis, D. L., K. P. Burnham, G. C. White, and D. R. Anderson. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs* 62: 1–135.

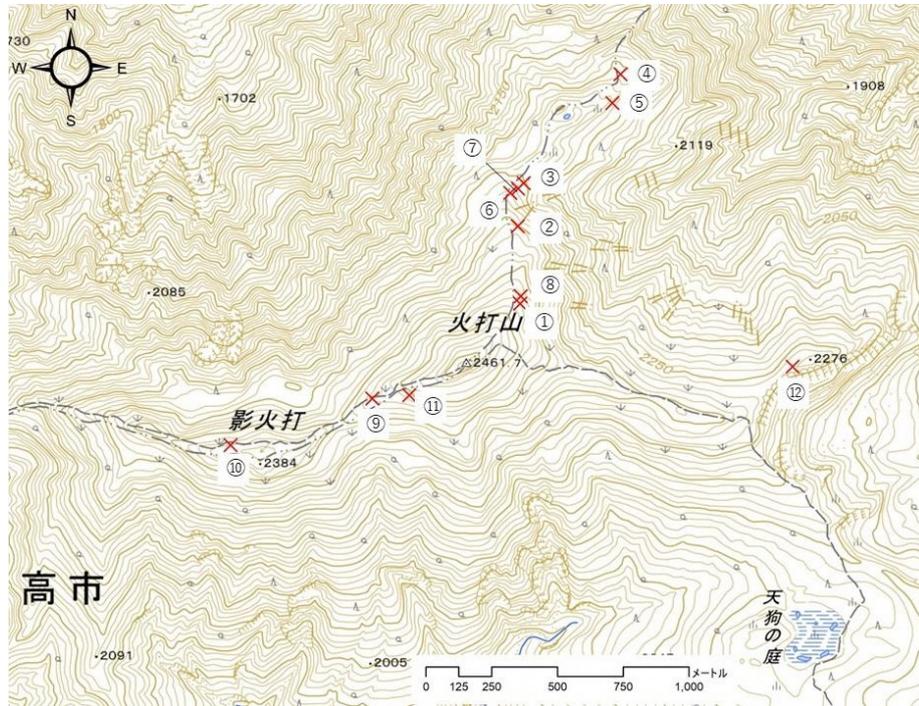
VI. 付図



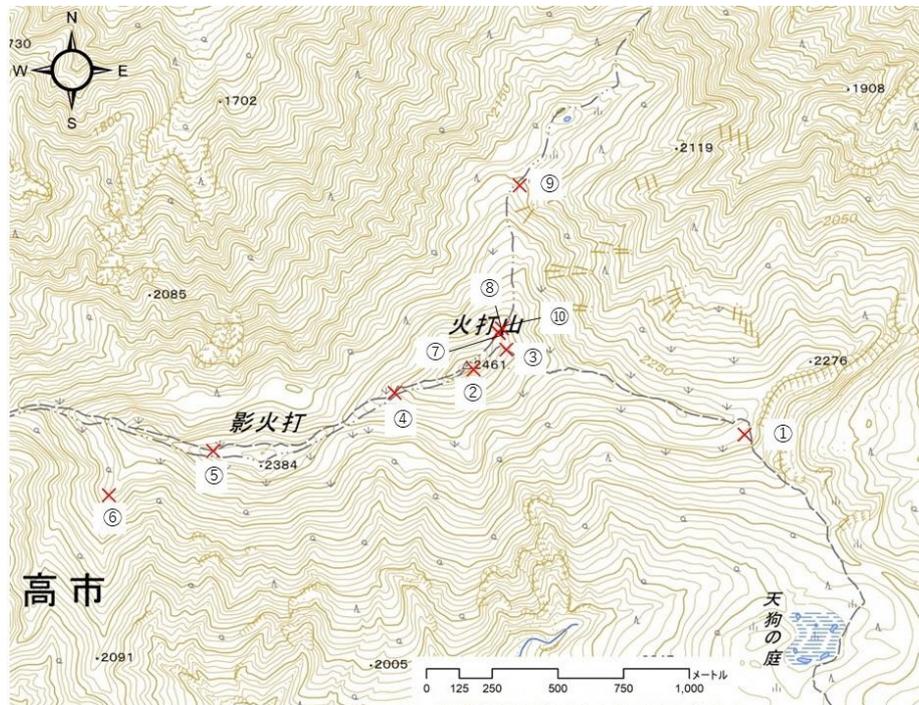
付図1. 火打山におけるライチョウ調査踏査ルート (2022 年全調査)



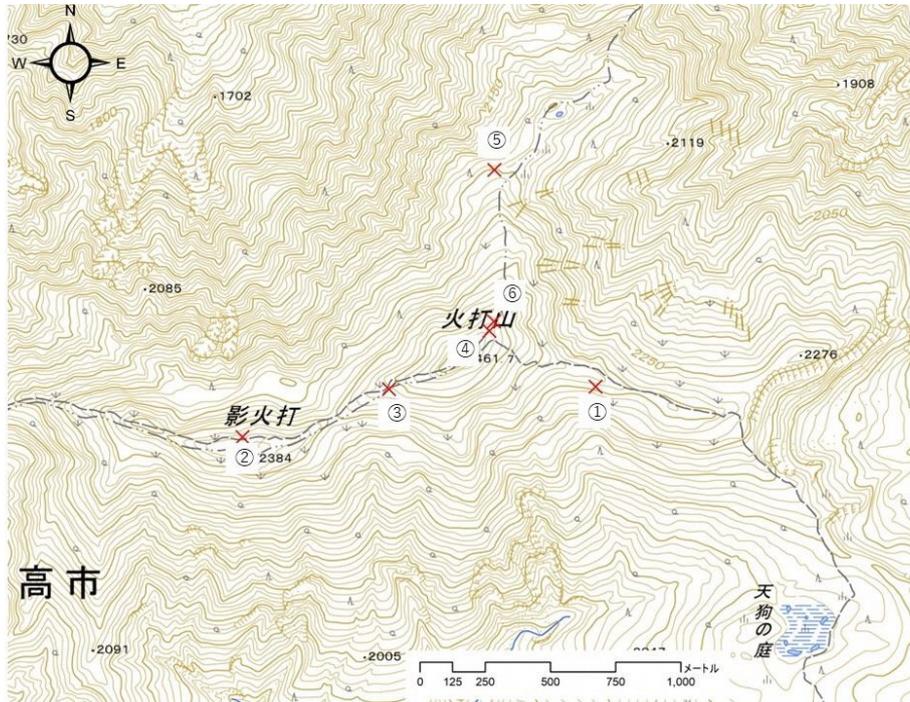
付図2. 焼山におけるライチョウ調査踏査ルート (2022 年全調査)



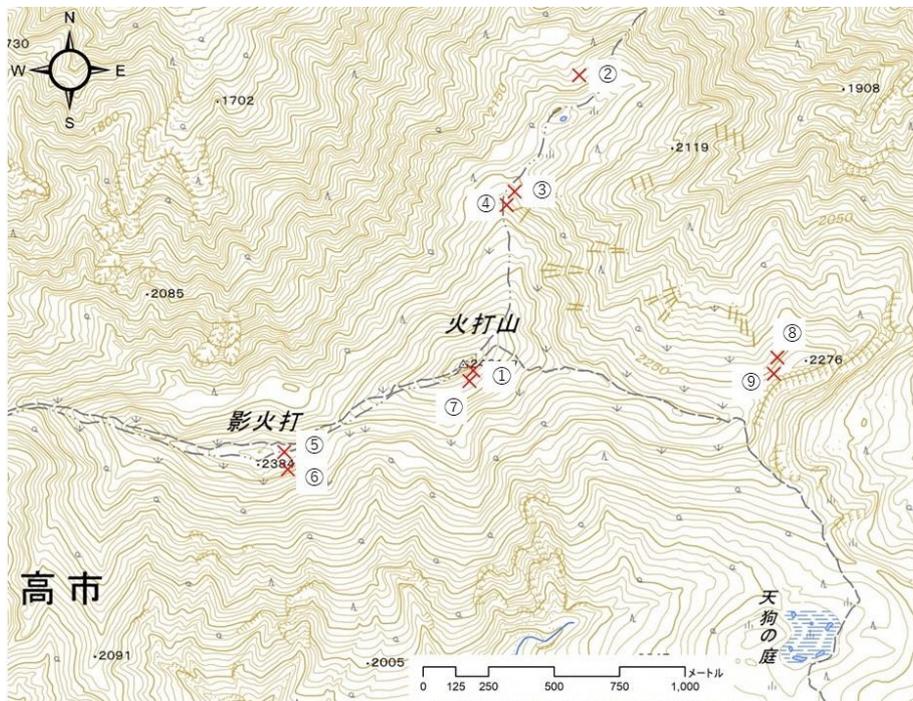
付図 3. 火打山におけるライチョウ個体確認位置 (2022 年 5 月 31 日)



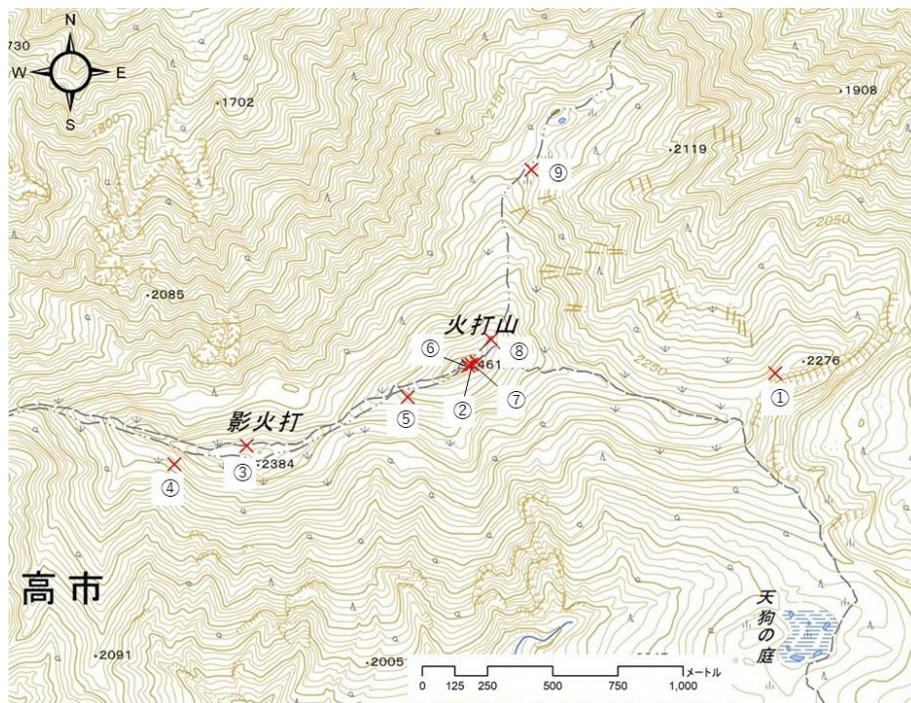
付図 4. 火打山におけるライチョウ個体確認位置 (2022 年 6 月 1 日)



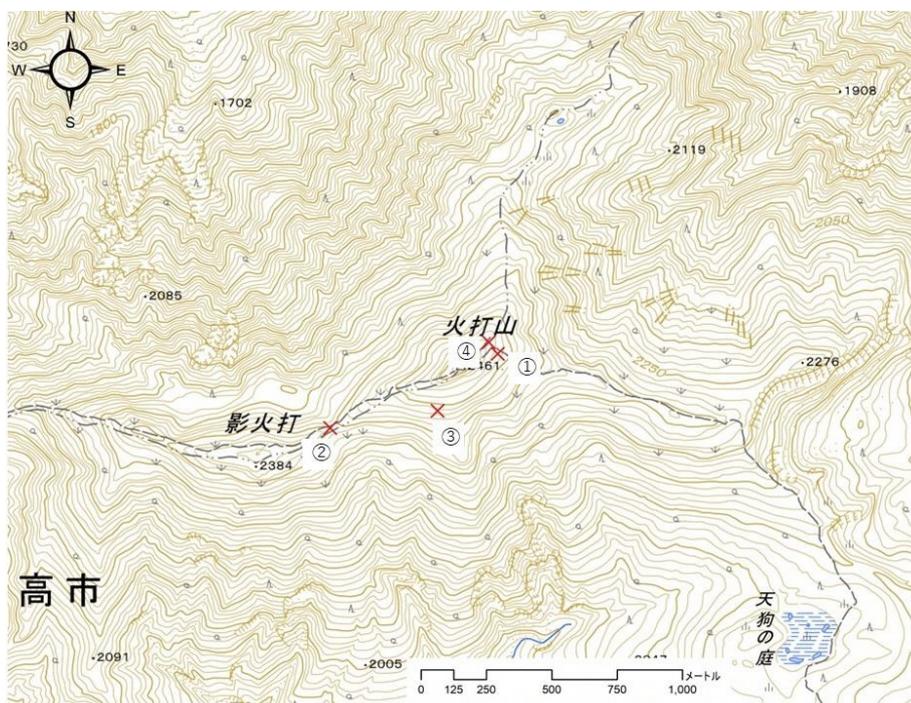
付図5. 火打山におけるライチョウ個体確認位置 (2022年6月2日)



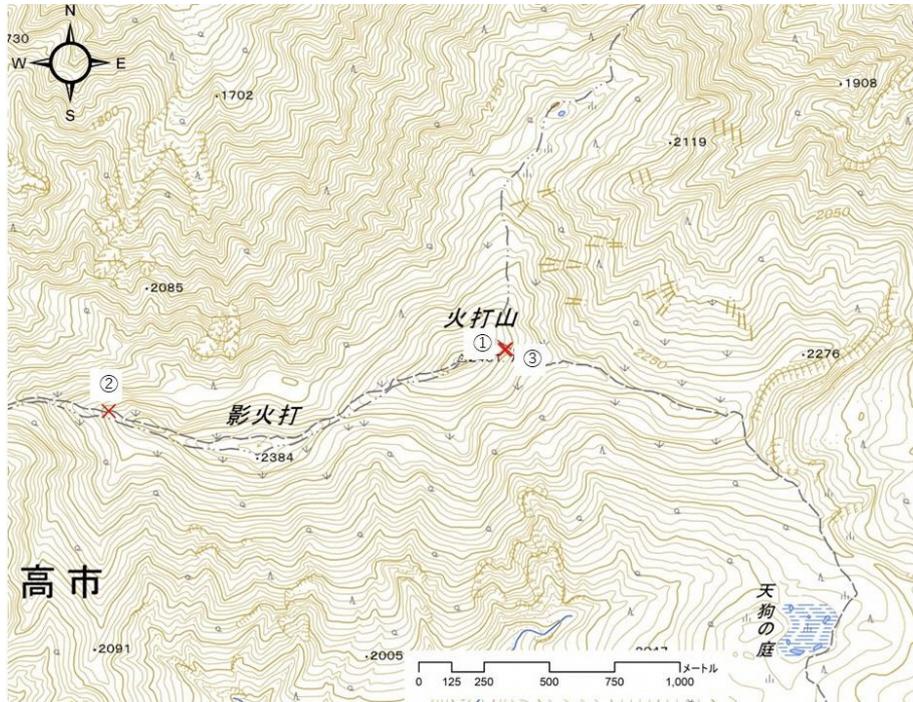
付図6. 火打山におけるライチョウ個体確認位置 (2022年6月8日)



付図7. 火打山におけるライチョウ個体確認位置 (2022年6月9日)



付図8. 火打山におけるライチョウ個体確認位置 (2022年10月26日)



付図9. 火打山におけるライチョウ個体確認位置 (2022年10月27日)



付図10. 焼山におけるライチョウ個体確認位置 (2022年6月16日)



付図 11. 焼山におけるライチョウ個体確認位置 (2022 年 6 月 17 日)



付図 12. 焼山におけるライチョウ個体確認位置 (2022 年 10 月 21 日)