

## 高山帯における絶滅危惧種ライチョウの専門家調査と登山ツアーによる市民調査の特徴比較

## Comparing Characteristics of Japanese Rock Ptarmigan Monitoring Operations by Researchers and Citizen-based Monitoring Tours

小川 結衣\*・武 正憲\*\*・神宮 翔真\*・長野 康之\*\*\*・佐方 啓介\*\*\*\*

Yui OGAWA, Masanori TAKE, Shoma JINGU, Yasuyuki NAGANO, and Keisuke SAKATA

**要旨**：本研究は、絶滅危惧種ライチョウを事例とし、調査精度、面積と傾斜角について、専門家による調査（専門家調査）と比較した登山ツアーによる市民調査（市民調査ツアー）の特徴を明らかにすることを目的とした。結果、専門家調査の面積（ha/日）を市民調査ツアーの1日の調査でまかなえず、傾斜地の調査活動も少なかったが、1時間あたりの同時期の専門家調査と面積、個体確認数とともに同程度で調査できていた。また、市民調査ツアーは個体群中の確認個体と、標識個体、非標識個体の比率の年変化を専門家調査と同程度に検出できた。したがって、専門家調査の調査範囲を広げる役割は期待できないが、専門家調査の調査回数を補えると明らかになった。

**キーワード**：市民調査、アクセス困難地、高山帯、調査範囲、GIS

**Abstract** : This study aims to clarify the characteristics of rock ptarmigan surveys conducted by citizen-based groups with those by professional researchers focusing on sensitivity, area coverage and terrain. We found daily area coverage (ha/day) or sloped area coverage in expert surveys cannot be met by citizen surveys, while hourly ptarmigan observations and area coverage were comparable in both survey types. Individual detection probability and sensitivity to detect change in proportion of unmarked individuals in citizen-based surveys were likewise comparable to those in expert surveys. We concluded that while citizen-based surveys cannot complement expert surveys' coverage area, it showed potential to augment expert surveys' frequency.

**Key Words** : citizen science, difficult to access, high mountain range, survey area, GIS

## はじめに

市民による調査（または市民調査）では、広域なデータを多くの市民によって取得できると期待されている（Cohn, 2008 ; Silvertown, 2009）。日本においても、環境省生物多様性センターが主導するモニタリングサイト1000<sup>1)</sup>をはじめとし、市民による生物調査が広がりつつある（Kadoya, *et al.*, 2009 ; 前角ら, 2010 ; Osawa, 2013 など）。一方、市民調査の重要性の認知、若い参加者の確保、持続性、データの精度の担保など、課題についても明らかにされつつある（大澤ら, 2001 ; 小松ら, 2016 ; Kobori, *et al.*, 2016 など）。

一方、高山帯に生息する種のモニタリング調査は、個体数や分布域等の変化をはじめとした生息情報を把握する上で重要であるため、同様に市民による調査が行われている（工藤ら, 2012a ; 工藤ら, 2012b など）。しかし、アクセスが困難な高山帯では、市民による調査が十分に行われているとは言い難い。例えばモニタリングサイト1000の高山帯モニタリングでは、アクセスの良さが調査

地選定の条件となっている（環境省生物多様性センター, 2014）。

高山帯では生物調査に対する高い技術と知識を有する市民でも、安全管理が十分にできるとは限らない。一方で、高山帯の登山技術を有していても、生物調査に対する高い技術と知識が不足している市民による調査ではデータの精度が担保できるとは限らない。つまり、アクセスの困難な高山帯での生物調査は、調査技術と登山技術が両立しなければ、安全で精度の高い調査の実現は難しい（国際自然環境アウトドア専門学校, 2014）。

アクセスの困難な高山帯での、専門家による調査と比べた市民調査の精度と空間的特徴を明らかにできれば、安全で精度の高い調査活動を推進するための一つの要素となり得るだろう。しかし、高山帯での市民調査が実施されている調査範囲の地形的特徴や調査に関わる負担に関する研究は乏しく、里地等での生物調査と区別なく市民調査への期待だけが大きくなっている。

そこで本研究は、高山帯に生息する絶滅危惧種ライチョウ *Lagopus muta japonica* を事例とした。調査精度、調査地における地形的特徴として調査者の体力や危険性

\* 筑波大学大学院 生命環境科学研究科 \*\*筑波大学 芸術系

\*\*\*国際自然環境アウトドア専門学校 \*\*\*\*筑波大学 生命環境系

に影響を与える調査面積と傾斜角について、調査専門家による調査と比べた登山ツアーによる市民調査の特徴を明らかにすることを目的とした。

## 1. 研究の方法

### 1. 1 研究対象

本研究ではアクセスが困難な場所であっても生息情報の収集が必要な種であり、すでに市民調査が実施されているライチョウ（小川ら，2017）に注目した。ライチョウは標高 2,000–2,400m 以上の高山帯にのみ生息している。環境省レッドリスト絶滅危惧 IB 類に指定されており、保護増殖事業の対象種である（環境省長野自然環境事務所，2014）。

研究対象地は、登山ツアーによるライチョウの市民調査（以下、市民調査ツアーと記す）と、ライチョウ調査専門家による調査地が重なる場所である、新潟県妙高市と糸魚川市にまたがる頸城山塊の火打山（2,462m）、焼山（2,400m）とした（図 1）。火打山と焼山は、妙高戸隠連山国立公園内に存在し、山頂付近などは特別保護地区に指定されている。対象地の地形は、山頂付近から東西方向と北に比較的なだらかな尾根が 3 つ伸びているが、山頂部や尾根筋を除くと、多くの場所は急峻な斜面である（中村ら，2003）。

頸城山塊では、ライチョウ調査専門家による調査（以下、専門家調査と記す）が 2007 年から年 2~3 回程度の頻度で継続されている。しかし、ライチョウの生息地である高山帯へのアクセスは容易ではない。したがって、調査活動ができる時間、頻度、地域等には限界がある（小川ら，2017）。そのような背景から、調査時間、頻度、地域等の不足を補うための仕組みの一つとして、市民調査ツアーを 2013 年から火打山で実施している（国際自然環境アウトドア専門学校，2014）。

専門家調査は、専門家 1 人と、専門家が指導する専門学校生等 1~22 人とともに実施される。専門学校生らは、高山帯での調査に必要な体力・能力・知識を身につけている。調査項目として、個体を発見した場合は個体数・性別・足環の有無とパターンを確認した後、写真撮影して GPS で位置情報を記録する（国際自然環境アウトドア



図 1 火打山、焼山の位置図

表 1 専門家調査と市民調査ツアーの基本情報

| 調査タイプ      | 専門家調査                | 市民調査ツアー       |
|------------|----------------------|---------------|
| 調査時期       | 残雪期、秋                | 秋             |
| スケジュール     | 調査 3 日、登山 2 日        | 調査 1 日、登山 1 日 |
| 参加人数（人/回）  | 2~23                 | 6~16          |
| 参加条件       | 体力・知識あり              | 体力あり・知識不要     |
| 調査時間（時間/日） | 7.2                  | 3.1           |
| 実施主体（共通）   | 専門学校                 |               |
| 調査内容（共通）   | 個体数・性別・足環確認、写真撮影、GPS |               |

専門学校，2014–2017）。過去に捕獲され、個体識別された個体には足環がついているが、非装着個体もある。そのため、調査ごとの正確な発見個体数を把握するのは難しいが、足環のついている個体（以下、標識個体と記す）を確認できれば、個体の行動、なわばりの把握、年齢構成の推定、最低生息個体数などを把握することができる。調査に要する時間やルートは過去の専門家調査の記録に基づき、事前に決められているが、天候などによって変更されることがあり、調査面積の目標値などは設定されていないが、調査範囲内を調査する。

一方、市民調査ツアーの目的は専門家調査で不足している調査時間、頻度、地域等を補うことで、専門家調査と同様の調査内容である。しかし、市民調査ツアーの調査実施時間、調査ルートは専門家調査に比べ、短時間、短距離である。調査時間、調査ルートは専門家調査と同様で、現地の状況により変更されることもある。なお、事前に目標とする調査面積は設定されていない。企画・運営主体は新潟アウトドア企画であり、日本山岳ガイド協会認定の登山ガイドが安全管理を行う。参加者はインターネット上で募集する。参加条件は 1 泊 2 日以上行程で 2,000m 級の山行経験のある人および装備を持った人とする。初日にライチョウに関する勉強会を行うため、ライチョウ調査の経験や事前知識は要求されていない（国際自然環境アウトドア専門学校，2014–2017）。

ライチョウ調査は、専門家調査と市民調査ツアーのいずれも登山道だけでなく、登山道外でも調査を行うため、環境省、林野庁に許可を得ている。専門家調査とツアーの実施主体やスケジュール等の違いは表 1 に整理した。

### 1. 2 方法

#### 1. 2. 1 軌跡の記録、時期・タイプごとの分類

市民調査ツアーが初めて開催された 2013 年から 2016 年までの 4 年間、調査の際に GPS ロガーを使用し調査者の軌跡を記録した。なお、調査活動は 1 チームないしは 2 チームで行われたため、GPS ロガーをチームごとに 1 台ずつ携帯させ、行動の軌跡を取得した。記録された軌跡を小川ら（2017）を参考に、調査時期、調査タイプごとに分類した。調査時期は 5 月下旬から 6 月上旬を「残雪期」、9 月下旬から 10 月中旬を「秋」とした。どちら

表2 調査年月日と調査時期・調査タイプ

| 年    | 月日      | 調査時期 | 調査タイプ      | 日数<br>(日) | チー<br>ム数 | 軌跡<br>数 | 参加人<br>数(人) | 確認個<br>体数 |
|------|---------|------|------------|-----------|----------|---------|-------------|-----------|
| 2013 | 9/28~29 | 秋    | 市民調査ツアー    | 2         | 1        | 2       | 7           | 1         |
|      | 10/8~10 | 秋    | 専門家調査      | 3         | 1        | 3       | 12          | 5         |
|      | 6/3~5   | 残雪期  | 専門家調査      | 3         | 2        | 6       | 17          | 37        |
| 2014 | 10/8~9  | 秋    | 専門家調査      | 2         | 1        | 2       | 9           | 8         |
|      | 10/12   | 秋    | 市民調査ツアー    | 1         | 2        | 2       | 16          | 2         |
|      | 6/2~3   | 残雪期  | 専門家調査      | 2         | 2        | 4       | 21          | 26        |
| 2015 | 10/7~8  | 秋    | 専門家調査      | 2         | 1        | 2       | 2           | 4         |
|      | 10/11   | 秋    | 市民調査ツアー    | 1         | 1        | 1       | 14          | 5         |
|      | 5/24~26 | 残雪期  | 専門家調査      | 3         | 2        | 6       | 23          | 31        |
| 2016 | 10/4    | 秋    | 専門家調査      | 1         | 1        | 1       | 8           | 11        |
|      | 10/9    | 秋    | 市民調査ツアー    | 1         | 1        | 1       | 6           | 16        |
|      |         |      | 専門家調査(残雪)  | 8         |          |         | 16          |           |
|      |         |      | 専門家調査(秋)   | 8         |          |         | 8           |           |
|      |         |      | 市民調査ツアー(秋) | 5         |          |         | 6           |           |
|      |         |      | 合計         | 21        |          |         | 30          |           |

の時期もライチョウ調査に適している。残雪期は雪の上を歩きながら調査でき、ライチョウがもつとも出現しやすく、秋はライチョウが群れて行動しているとされる。調査活動は、実施タイプにより「専門家による調査(専門家調査)」、「市民調査ツアー」と分けた。

それぞれの調査日数、調査時間等については、表2にまとめた。以下、残雪期の専門家調査を「専門家調査(残雪)」、秋の専門家調査を「専門家調査(秋)」、秋の市民調査ツアーを「市民調査ツアー(秋)」と記す。

### 1. 2. 2 調査ごとの調査面積、個体確認数、標識個体の割合

まず、調査時期、調査タイプごとの調査範囲を1チームごとに推定するために、それぞれの面積を算出した。火打山、焼山でライチョウが確認されるのは標高2,150m以上である(国際自然環境アウトドア専門学校, 2016)ことから、標高2,150m以上の軌跡のみを算出対象とした。まず、調査中に記録した軌跡をGIS(QGIS version2.8)に取り込んだ。次に、ライチョウは10mより近くで観察できる(中村, 2006)ことや、足環を双眼鏡で観察できる調査範囲を考慮し、軌跡の左右5mずつをバッファー距離として取り、その面積を1軌跡ごとに算出した。さらに、調査範囲の登山道を歩いた軌跡について、GPS軌跡の両側5mのバッファー距離を登山道の調査面積とし、登山道の調査面積と5mのバッファー距離をとった面積の差分をとることで登山道外の調査面積とした。登山道外の調査面積を比較するにあたり全ての調査軌跡を調査時期、調査タイプごとに1つの軌跡にし、算出した面積(以下、全調査面積と記す)のうち、登山道外に占める割合を算出した。また、調査時期、調査タイプごとの調査時間から1日、1時間あたりの調査面積の平均を算出し、比較した。なお、調査時間とは標高2,150m以上で活動した時間とする。

次に、調査時期、タイプごとの精度比較のため、2つ

の指標を用いた。1つは、確認努力量に対する個体確認数の割合(/日、/時間、/ha)であり、その差を調査時期、タイプごとにクラスカル・ウォリス検定を行い比較した。なお、個体確認数とは調査時間に個体を確認した総数(延べ個体数)とし、同じ個体であっても複数回カウントされる。2つ目は、標識個体と非標識個体の比率であり、調査タイプごとに算出した。比率とその変化は、個体群のなかの新規参入個体の比率と移出入の変化を検出するうえで重要な情報の一つである。専門家調査(秋)で検出されたその比率と変化をツアー調査(秋)と同様に検出できると示されれば、生物の保全上必要な情報を、ツアー調査(秋)でも得られる指標となる。したがって、市民調査ツアー(秋)と専門家調査(秋)で年ごとに標識個体と非標識個体の比率に差があるかをカイ二乗検定で確認した。また調査間の変化を同様に検出しているかを把握するために、市民調査ツアー(秋)と専門家調査(秋)について、標識個体・非標識個体比率の、年変化の関連性について相関係数を算出した。なお、統計解析はIBM SPSS statistics 24を用い、有意水準5%とした。

### 1. 2. 3 調査範囲の傾斜角の算出

調査時期、調査タイプによる調査範囲の傾斜角を比較した。傾斜角の算出には、国土地理院の数値標高モデル(DEM)を用いた。まず、GISに10mメッシュのDEMデータを読み込み、傾斜方位を求めた。次に、実際に歩いた場所の傾斜角を求めるために、左右0.5mずつバッファー距離をとった軌跡を重ね合わせ、調査範囲における傾斜角を算出した。また、調査範囲における、登山道と登山道外の傾斜角も比較した。算出した登山道の調査範囲と専門家調査(残雪)、専門家調査(秋)、市民調査ツアー(秋)の登山道外の調査範囲について、傾斜角を算出した。

## 2. 結果

### 2. 1 調査面積、個体確認数、標識個体割合の比較

専門家調査(残雪)、専門家調査(秋)、市民調査ツアー(秋)の面積を表3に示す。1日あたりの面積平均について、専門家調査(残雪)と専門家調査(秋)ではそれぞれ約4.52ha/日、4.46ha/日であり、ほぼ同面積であった。市民調査ツアー(秋)では約2.85ha/日であり、専門家調査(残雪)の63%、専門家調査(秋)の64%程度であった。一方、1時間あたりの面積平均は、専門家調査(残雪)と専門家調査(秋)ではそれぞれ約0.59ha/時間、0.60ha/時間であった。市民調査ツアー(秋)では約0.92ha/時間であり、専門家調査の153%以上の調査面積であった。また、市民調査ツアー(秋)は全調査面積に対する登山道外の面積割合が専門家調査に比べて

表3 各調査の面積平均, 登山道外の割合

| 調査             | 調査面積平均<br>均 (ha/日) | 調査面積平均<br>(ha/時間) | 全調査面積に占める<br>登山道外の割合 (%) |
|----------------|--------------------|-------------------|--------------------------|
| 専門家調査<br>(残雪)  | 4.52               | 0.59              | 86.4                     |
| 専門家調査<br>(秋)   | 4.46               | 0.60              | 67.8                     |
| 市民調査ツアー<br>(秋) | 2.85               | 0.92              | 57.7                     |

表4 個体確認数の合計と各調査の個体確認数平均

| 調査             | 調査時期, タイ<br>プごとの個体確<br>認数の合計 | 1日あたり<br>の個体確認<br>数 (/日) | 1時間あたり<br>の個体確認<br>数 (/時間) | 1haあたり<br>の個体確認<br>数 (/ha) |
|----------------|------------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 専門家調査<br>(残雪)  | 94                           | 5.88                     | 0.77                       | 1.30                       |
| 専門家調査<br>(秋)   | 28                           | 3.50                     | 0.47                       | 0.79                       |
| 市民調査ツアー<br>(秋) | 24                           | 4.00                     | 1.29                       | 1.40                       |

表5 標識個体の割合と統計量

| 年    | 標識個体と非標識個体の比率<br>(標識個体: 非標識個体) |             | カイ<br>二乗<br>値 | p 値  |
|------|--------------------------------|-------------|---------------|------|
|      | 専門家調査 (秋)                      | 市民調査ツアー (秋) |               |      |
| 2013 | 2:3                            | 0:1         | 0.60          | 0.44 |
| 2014 | 7:1                            | 2:0         | 0.28          | 0.60 |
| 2015 | 1:3                            | 1:4         | 0.03          | 0.86 |
| 2016 | 4:7                            | 3:14        | 1.25          | 0.26 |

表6 各調査の平均傾斜角

|             | 平均傾斜<br>(度) | 30度以上の<br>場所の割合 (%) |
|-------------|-------------|---------------------|
| 専門家調査 (残雪)  | 22.0        | 21.6                |
| 全体          |             |                     |
| 専門家調査 (秋)   | 23.5        | 26.0                |
| 市民調査ツアー (秋) | 22.4        | 19.4                |
| 登山道<br>外    |             |                     |
| 専門家調査 (残雪)  | 22.5        | 23.4                |
| 専門家調査 (秋)   | 26.5        | 35.4                |
| 市民調査ツアー (秋) | 24.0        | 19.7                |
| 登山道         | 23.4        | 21.2                |

18.6%以上少ない。さらに, 専門家調査 (残雪) (図3) と専門家調査 (秋) (図4) は火打山北斜面や雷菱方面などの登山道外での調査を行っているのに対し, 市民調査ツアー (秋) (図5) は調査を行っていない。したがって, 登山道外の調査が少ないとわかった。なお, 表1に示したように, 専門家調査 (残雪) の軌跡数は専門家調査 (秋) より多い。つまり, 軌跡の総距離に差があり, 全調査面積も違うが, 1日あたりの調査面積は同程度であった。

各調査の個体確認数の合計と努力量あたりの個体確認数の割合を表4に示す。1日あたりの個体確認数は, 専門家調査 (残雪) が 5.88/日ともっとも多く, 専門家調査 (秋) 3.50/日をもっとも少なかった。一方, 1時間あたりの個体確認数は, 市民調査ツアー (秋) が 1.29/時間ともっとも多く, 専門家調査 (秋) 0.47/時間をもっとも少なかった。1haあたりの個体確認数は市民調査ツアー (秋) が 1.40/haともっとも多く, 専門家調査 (秋) が 0.79/haともっとも少なかった。なお, それぞれの努

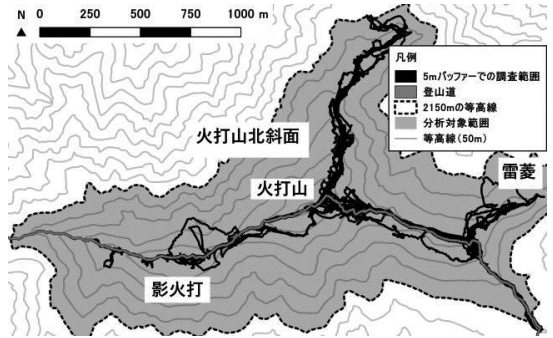


図3 専門家調査 (残雪) の調査範囲

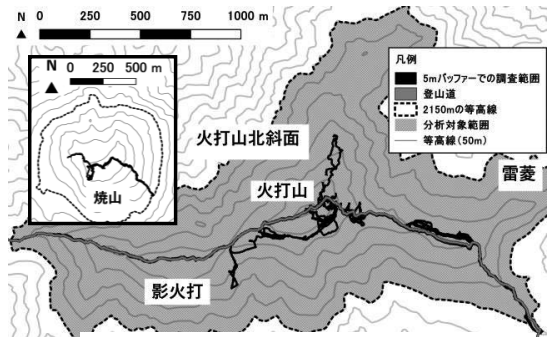


図4 専門家調査 (秋) の調査範囲

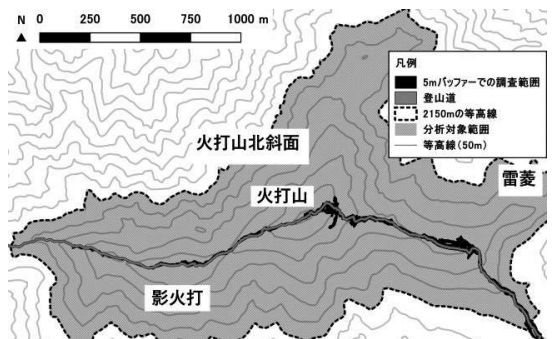


図5 市民調査ツアー (秋) の調査範囲

力量に対する個体確認数の割合に有意な差は認められなかった ( $\chi^2=3.71, p=0.16$ , /時間:  $\chi^2=2.71, p=0.26$ , /ha:  $\chi^2=2.84, p=0.24$ ).

標識個体と非標識個体の比率とその年変化について, 市民調査ツアー (秋) と専門家調査 (秋) の相関係数は  $R^2=0.92$  と強い相関があり, 市民調査ツアー (秋) は専門家調査 (秋) の標識個体と非標識個体の比率とその年変化を捕捉できているといえる。また, 表5に年ごとの市民調査ツアー (秋) と専門家調査 (秋) の標識個体と非標識個体の比率と統計量を示す。年ごとの比率に, 有意な差は認められなかった。

## 2.2 調査範囲の傾斜角の比較

専門家調査 (残雪), 専門家調査 (秋), 市民調査ツアー

一（秋）の調査軌跡（地）の傾斜角を表6に示す。調査範囲の傾斜角は、調査対象である2,150m以上の山域において登山道、登山道外ともに平均20度以上あった。また、急傾斜地とされる30度以上の場所<sup>3)</sup>は19%以上あった。

まず、調査軌跡全体を見ると、専門家調査（秋）の平均斜度23.5度をもっとも高く、専門家調査（残雪）22.0度をもっとも低かった。また、30度以上の場所は、専門家調査（秋）の26.0%をもっとも多く、市民調査ツアー（秋）の19.4%をもっとも少なかった。一方、登山道外における平均斜度でも、専門家調査（秋）の平均斜度26.5度をもっとも高く、専門家調査（残雪）の斜度22.5度をもっとも低かった。また、斜度30度以上の場所は、専門家調査（秋）35.4%をもっとも多く、市民調査ツアー（秋）19.7%をもっとも少なかった。さらに、2,150m以上の登山道では、専門家調査（秋）を除いて平均斜度が登山道外の斜度と同程度であることが明らかになった。

まとめると、市民調査ツアー（秋）は1日では専門家調査と同程度の面積で調査を行っておらず、登山道外での調査面積も少なかったが、1日あたりの個体確認数の割合は専門家調査と同程度であり、1時間あたりでは専門家調査（秋）と調査面積、個体確認数の割合ともに同程度で調査できていた。また、市民調査ツアー（秋）は標識個体の年ごとの比率、変化も専門家調査（秋）と同程度であった。調査範囲の傾斜角については、調査範囲内において登山道、登山道外ともに平均20度以上あり、30度以上の場所も19%以上あった。また、専門家調査（秋）は調査範囲全体、登山道外のどちらも、ほかの調査に比べて平均斜度が急な場所、30度以上の場所ともにもっとも多かった。専門家調査（残雪）は、平均斜度は専門家調査（秋）に比べて緩いものの、30度以上の場所へ行った割合は20%以上を占める。市民調査ツアー（秋）は、平均斜度は専門家調査（秋）に比べれば緩く、30度以上の調査範囲はもっとも少なかった<sup>6)</sup>。

### 3. 考察

調査範囲と調査精度の観点から、市民調査ツアー（秋）が専門家調査（秋）を補完する役割が果たし得るか考察する。まず、市民調査ツアー（秋）では、調査軌跡の平均斜度、30度以上の場所の割合のどちらも、専門家調査（秋）より小さかった。平均斜度について、専門家調査（残雪）よりは大きかったが、積雪期の歩行は、雪に足が沈むことを考えると、体感する傾斜角は算出された値よりも大きいと予想される。さらに、専門家調査（残雪）では雪による滑落等の危険を回避していると考えられる<sup>5)</sup>。なお、国立公園の登山道は、たとえ傾斜があっても

一定の安全が担保される必要がある（環境省自然環境局自然環境整備担当参事官室、2015）。さらに、火打山、焼山が含まれる妙高戸隠連山国立公園において登山道を外れることは想定されていない<sup>4)</sup>。したがって、登山道外において登山道と同程度の傾斜角であることは、転倒、滑落等の安全上のリスクが増大することを意味する。以上から、市民調査ツアー（秋）は専門家調査に比べて、リスクを避けて調査活動していると考えられる。

市民調査ツアー（秋）の1時間あたりでの調査面積は専門家調査より多かった一方、1日あたりではより狭かった。この要因は、まず、市民調査ツアー（秋）では1泊2日で調査、登山する日程上、専門家調査よりも調査時間を確保できないことにある。また、市民調査ツアー（秋）の参加者が2,000m級の山行経験があることと、登山道での調査割合が多いため調査中の山行に困難が生じにくかったことから、1時間あたりで調査面積が大きかったと考えられる。だが、市民調査ツアー（秋）で専門家調査と同程度の調査時間が確保できても、同条件、同範囲を調査できるとは言い切れない。さらに、市民調査ツアー（秋）参加者は、登山道で2,000m級の山行経験を有していても、登山道外の急傾斜地での活動経験がある者は少ない。そのため、市民調査ツアー（秋）はCohn（2008）やSilvertown（2009）の指摘通りにはならず、専門家調査の調査範囲を補完する役割は果たすことができないと考えられる。したがって、専門家調査の調査範囲を補完するためには傾斜で調査活動を行う点に課題がある。

一方で、市民調査ツアー（秋）は1日、1時間あたりの両方で専門家調査（秋）より多くの個体を確認していた。その要因と考えられるのは、まず、秋の個体確認数にばらつきがあることである。秋はライチョウが群れで生活する時期であり、群れに遭遇した場合は個体の確認ができるが、遭遇しない場合は記録されず、個体確認数に大きなばらつきが生じる（国際自然環境アウトドア専門学校、2014）。分析した4年間でいえば、専門家調査（秋）では市民調査ツアー（秋）に比べて個体を確認できていない。逆に市民調査ツアー（秋）は群れに遭遇できたので、より多くの個体を確認したと考えられる。次に、専門家調査（秋）は市民調査ツアー（秋）よりも傾斜のある場所で調査をしたため、傾斜地を移動するのに時間がかかり、1時間あたりの個体確認数が少なくなったと考えられる。小松ら（2016）が市民調査の精度を課題としているが、本研究結果では市民調査ツアー（秋）と専門家調査の精度は、本研究で比較した2指標に限っていえば同程度であることから、市民調査ツアー（秋）が、専門家調査（秋）の調査回数を補完することができるとい

える。ただし、4年分の結果では不十分な点もあるため、さらなるデータ蓄積が期待される。

## おわりに

本研究では、高山帯の絶滅危惧種ライチョウを事例に、専門家調査と比べた市民調査の調査面積、調査精度、調査範囲における傾斜角の特徴を明らかにした。本研究から、アクセスが困難な高山帯における市民調査では専門家調査の調査回数を補完できると示された。一方、専門家調査の調査範囲(面積)を広げる役割は期待できないことがわかった。さらに、調査活動は傾斜が増大することで体力の負担が大きくなることや、危険回避の観点でも課題があることも示された。

急傾斜地での調査活動が計画される場合は、安全上・体力上のリスクが想定される。そのため、市民に調査を一任せず、傾斜地での調査技術と知識をもった市民を育成する仕組みが必要であると考えられる。市民を育成するための具体的な方法については今後の課題とする。

## 謝辞

本研究を遂行するにあたって、国際自然環境アウトドア専門学校の教職員、学生の皆様に調査のご協力、また、何勤氏をはじめとした多くの学生の皆様に情報整理のご協力をいただいた。この場を借りて深く感謝申し上げる。

## 補注

- <sup>1)</sup> 環境省生物多様性センター モニタリングサイト1000 <<http://www.biodic.go.jp/moni1000/index.html>>, 2017. 5. 30 参照。
- <sup>2)</sup> 国土地理院 基盤地図情報ダウンロードサービス<<https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>>2017. 5. 25 参照。
- <sup>3)</sup> 急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律 第二条 この法律において「急傾斜地」とは、傾斜度が三十度以上である土地をいう。
- <sup>4)</sup> 環境省 環境省 妙高戸隠連山国立公園 利用上の注意! <<https://www.env.go.jp/park/myokotogakushi/attention.hhtm>>, 2017. 6. 1 参照。
- <sup>5)</sup> 山路風ネットワーク 快適な登山の知識「雪山の歩き方」<[http://www.yamajikaze.net/fbtozan/snow\\_03.html](http://www.yamajikaze.net/fbtozan/snow_03.html)>, 2017. 6. 1 参照。
- <sup>6)</sup> 本研究の結果は、ほかの山域やスキー場などで算出される傾斜角の平均と単純比較できない。理由は、使用したDEMデータは10mメッシュであるため、急傾斜地と判別されたすべての場所が実際に調査活動で歩いた場所とは言えないからである。ただ、少なくとも調査軌跡の周辺には急傾斜地が一定割合存在することはわかる。また、同じ調査範囲のなかでの傾斜比較の判断材料としては適切であると考えられる。

## 引用文献

- Cohn, J. P. (2008) Can volunteers do real research? *BioScience* 58, 192-197.
- Kadota, T., Ishii, H. S., Kikuchi, R., Suda, S. & Washitani, I. (2009)

Using monitoring data gathered by volunteers to predict the potential distribution of the invasive alien bumblebee *Bombus terrestris*. *Biological Conservation*. 142, 1011-1017.

環境省自然環境局自然環境整備担当参事官室 (2015) 自然公園等施設技術指針.

環境省生物多様性センター (2014) モニタリングサイト 1000 高山帯調査-重要生態系監視地域モニタリング推進事業-2008~2012 年度とりまとめ報告書.

Kobori, H., Dickinson, J., Washitani, I., Sakurai, R., Amano, T., Komatsu, N., Kitamura, W., Takagawa, S., Koyama, K., and Ogawara, T. M. (2016) Citizen science: a new approach to advance ecology, education, and conservation. *Ecological Research*. 31, 1-19.

国際自然環境アウトドア専門学校 (2014) 平成25年度グリーンワーカー事業 頸城山系ライチョウ個体群生息状況把握調査事業 報告書.

国際自然環境アウトドア専門学校 (2015) 平成26年度グリーンワーカー事業 頸城山系ライチョウ個体群生息状況調査事業 報告書.

国際自然環境アウトドア専門学校 (2016) 平成27年度グリーンワーカー事業 (頸城山系ライチョウ個体群生息状況把握等調査事業) 報告書.

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 (妙高戸隠連山国立公園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.

小松 直哉・小堀 洋美・北村 亘・小河原 孝生 (2016) Web 機能を用いた市民科学による個人住宅の生物調査の解析. *環境情報科学*, 44(4), 51-56.

工藤 岳・横須賀 邦子 (2012a) 高山植物群落の開花フェノロジー構造の場所間変動と年変動: 市民ボランティアによる高山生態系長期モニタリング調査. *保全生態学研究*, 17(1), 49-62.

工藤 岳・井本 哲雄 (2012b) 大雪山国立公園高山帯におけるマルハナバチ相のモニタリング調査. *保全生態学研究*, 17(2), 263-269.

前角 達彦・須田 真一・角谷 拓・鷲谷 いづみ (2010) 東京区部西縁3区におけるチョウ相の変化とその生態的要因の関係. *保全生態学研究*, 15, 241-254.

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. *信大志賀研究業績*, 40, 1-8.

小川 結衣・武 正憲・佐方 啓介・長野 康之 (2017) 火打山における1時間当たりの発見頻度(SPH)を用いたライチョウ調査ツアー実施時期及び時間帯の検討. *環境情報科学*, 46(2), 71-76.

大澤 啓志・勝野 武彦・葉山 嘉一 (2001) 市民による雑木林保全活動とその運営に関する研究. *環境情報科学*, 30(3), 62-72.

Osawa, T. (2013) Monitoring records of plant species in the Hakone region of Fuji-Hakone-Izu National Park, Japan, 2001-2010. *Ecological Research*, 28, 541.

Silvertown, J. (2009) A new dawn for citizen science. *Trends Ecology and Evolution*, 24(9), 467-71.