

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 12 日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24651003

研究課題名(和文)過去の写真で探る高山植生100年の変化

研究課題名(英文)Long-term change of alpine vegetation revealed by past photographs

## 研究代表者

下野 綾子 (SHIMONO, Ayako)

筑波大学・生命環境系・助教

研究者番号：30401194

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：近年、世界各地の高山帯で植物群集の変化が報告されるようになった。これらの変化は過去の記録があるからこそ検出できるのであり、多くの高山地域では変化の有無を判断する科学的知見が不足している。この不足を補えるのは、唯一過去に撮影された写真である。本研究は写真を活用した植生変化の解析手法を確立することを目的に、過去に撮影された撮影年月日の明らかな山岳写真を収集しデータベースを作成した。またこれらの写真と同じ場所および同じ季節に最新写真を撮影し、変化の認められる写真については、幾何補正により新旧写真で重ね合わせが可能な媒体にすることで、日本の高山植生の変化を定量的に評価した。

研究成果の概要(英文)：Recently, anthropogenic vegetation change has been documented in various mountain regions of the world. However, it's still not clear whether vegetation changes occur or not in most of Japanese mountains. One of the major reasons of such ambiguous knowledge is the lack of old vegetation investigations at the high altitude regions. Past photographs are potentially valuable to collect information about the vegetation change in mountain area by comparing recent photographs. Therefore, we made a database to store time series mountain photographs. I have retaken the new pictures at same place in same season with old pictures and compared the new one with old one. These pictures were geometrically corrected and utilized to detect vegetation change quantitatively.

研究分野：植物生態学

キーワード：植生変化 写真解析 山岳環境

### 1. 研究開始当初の背景

極地である高山帯は、将来の温暖化の影響が最も出やすい生態系の1つだとされている。実際に世界各地で種組成の変化あるいは動植物の分布標高の上昇等が報告されるようになった。日本のように互いに隔離し、ごく限られた高山帯を生育地とする植物は、逃げ場が無く、その存続が危ぶまれている。

例えば、アポイ岳ではハイマツの面積が広がり希少種が生育するお花畑が急速に減少した。南アルプスでは高山帯にまで登ってくるようになった鹿の食害で植生が変化している。大雪山五色ヶ原ではチシマザサの分布が拡大しており、融雪時期の早期化に伴う乾燥化が一因だとされている。

これらの変化は過去の記録があるからこそ検出できるのであり、多くの高山地域では変化の有無を判断する科学的知見が不足している。

この不足を補えるのは、過去に撮影された写真のみである。写真は調査記録に代わる客観的な記録となりえ、過去に撮った写真と最近撮った写真の比較ができれば、植生の変化を検討することが可能となる。

国土地理院や林野庁で撮影された航空写真は、無雪期の写真に限られるうえ、撮影時期が年により異なる。さらに判別できる植生タイプも限られることから、詳細な植生変化を検討できるデータセットを得るのは難しい。

一方、高山帯は昔から登山を楽しむ人々によって写真が撮られてきた場所である。山岳写真の多くは絶景とされるポイントで撮影されていること、映っている山がランドマークになりえることから、昔の写真でも比較的撮影場所を特定しやすい。つまり同じポイントから最新写真を撮影することが可能である。

### 2. 研究の目的

過去の調査記録に限られており、環境変化の有無を客観的に判断するための科学的知見が不足していることによるボトルネックを解消するために、過去に撮影された山岳写真を活用する。撮影年月日の明らかな写真を収集し、これらの写真と同じ場所および同じ季節に最新写真を撮影する。変化の認められる写真については、写真の歪みを取り除き、新旧写真の重ね合わせが可能な媒体にすることで、日本の高山植生の変化を定量的に評価する。

### 3. 研究の方法

新旧の写真比較により高山植生の変化を明らかにすることを目的に、以下のことを行う。

- (1) 公益社団法人日本山岳会やマスメディア(山岳雑誌の岳人、東京新聞発行)を通して登山者に呼びかけ、撮影日時と撮影場所が明らかな過去の山岳地域の写真を収

集し、デジタルデータ化を行い、データベースを作成する。

- (2) 同一場所で同一季節に最新撮影を行い、新旧の写真セットを整備する。
- (3) 変化が認められる場所については、新旧写真を重ねあわせる幾何補正を行う。
- (4) これらの幾何補正した写真を用いて植生変化の程度を定量化する。

### 4. 研究成果

公益社団法人日本山岳会やマスメディアとの協働で、撮影年月日の分かる山岳写真約2000枚を収集した。中には昭和28年に白馬岳登山を撮影したカラービデオも寄せられ、植生だけでなく当時の登山文化を知るうえでも貴重な記録が得られた。

これらの写真には撮影日、撮影者、撮影場所、位置情報をつけデータベースを作成し、昔の記録として万人が活用できるよう、ウェブサイト(<http://mountain-photo.org/>)で公開した。山の名前や撮影年月日から検索できるほか、地図上で見たい山の写真を探することができる。また閲覧者が写真を投稿できる機能も付けている。

収集された写真のうち、八甲田毛無岱の混原で38-39年前に撮影された写真を例に紹介する。これらの写真と同じものを撮り直し、新旧の写真画像上で、同一地点と思われる基準点を複数選定した。新旧写真では、撮影に使用したカメラのレンズの画角が大きく異なるため、拡大・縮小、平行移動、回転で構成されるヘルマート変換のような単純な幾何変換では、十分な精度で重ねあわせができない。そのため、以下の(1)式で表される射影変換を用いた。(1)式では、基準とする写真画像の画像座標を $(u_R, v_R)$ 、幾何変換の対象となる写真画像の画像座標を $(u_T, v_T)$ としている。なお、この手法Bではレンズの歪曲収差などに起因する画像の幾何歪みは無視することにしている。

$$\begin{cases} u_R = \frac{b_1 u_T + b_2 v_T + b_3}{b_7 u_T + b_8 v_T + 1} \\ v_R = \frac{b_4 u_T + b_5 v_T + b_6}{b_7 u_T + b_8 v_T + 1} \end{cases} \quad (1)$$

選定された基準点*i*の基準写真画像での画像座標 $(u_{Ri}, v_{Ri})$ 、対象写真画像での画像座標 $(u_{Ti}, v_{Ti})$ を計測し、計測された基準点の基準写真画像での画像座標 $(u_{Ri}, v_{Ri})$ と対象写真画像での画像座標 $(u_{Ti}, v_{Ti})$  ( $i = 1 \sim n$ )を用いて、座標変換式(1)式の係数 $b_1 \sim b_8$ を推定した。この係数を用いて(1)式に従って、対象写真画像データを幾何変換した。新旧写真を重ねあわせ植生の変化しているピクセルを抽出した(図1、図2)。

なお新旧写真の重ね合わせにおいて、レンズの歪みの違いや撮影地点のずれに起因す

る誤差が生じるので、詳細な定量化にはそれらの誤差を極力抑えるような手法の検討が必要であった。



図 1 . 2012 年に撮影された八甲田毛無岱。青い色は湿原部分を示す。

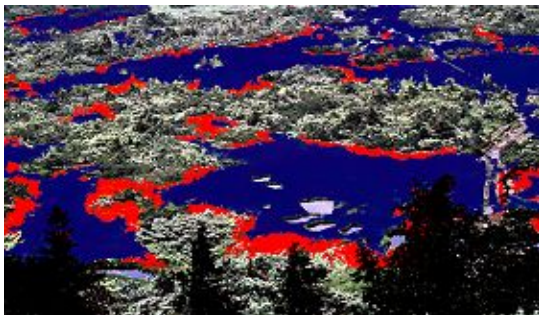


図 2 . 1974 年に撮影された八甲田毛無岱。2012 の湿原部分を重ね、赤い色は縮小した湿原部分を示す。

このほか、南アルプスで撮影された新旧写真の比較からは、近年問題になっているニホンジカの食害による植生変化が確認できた。

南アルプスでは、1990 年代以降ニホンジカによる食害が顕著となり、現在、多くの山域で高山植生の衰退が深刻な問題となっている。図 3 の写真は、深刻となっている場所の 1 つである聖岳から延びる主稜線上にある聖平と薊畑である。かつてそこにはセリ科植物の広がるお花畑が広がっていた(図 3)。しかし現在は、植生は短く刈りそろえたような景観となり、シカの嫌うマルバダケブキやバイケイソウが優先する植生と変化した(図 4)。



図 3 . 1987.8.4 に撮影された薊畑の写真



図 4 . 2013.8.10 に撮影された図 3 と同じ場所の写真

このほか、伊勢湾台風による攪乱後の植生回復の様子、人が草地として利用していた場所が放棄され森林化が進んでいる様子などを評価することができた。

写真は誰でも利用可能な記録ツールである。本研究を通じて国民の写真が有効活用できることが示されれば、国民にも自分達の接する自然を記録・監視していく視点を養えることが期待され、生物多様性の保全にも大きく貢献できる。

最新写真についてはカメラレンズの歪データを測定し、写真の歪みを取り除いた正射投影画像の作成(オルソ化)を試みている(図 5)。

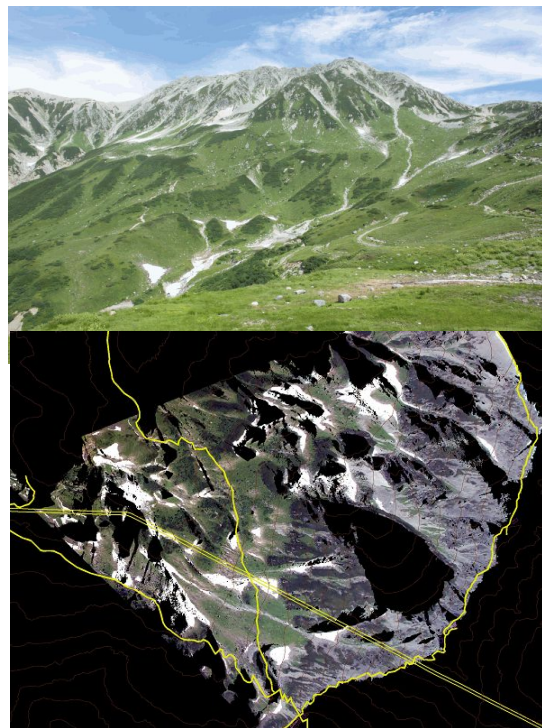


図 5 . 上 : 立山の写真、下 : カメラのレンズ校正パラメータ、地形データ等に基づいて作成した正射投影画像。黒い部分は写真に写っていない地帯。

なお、空中写真と異なり、限られた範囲を撮影しているスナップ写真のオルソ化には、レーザー測量による詳細な地形データが必要である。カメラの校正情報を用いて新しい写真をオルソ化し、旧写真を新写真と重ね合わせることも試みているが、旧写真はレンズの校正情報が不明なことや撮影地点のずれに起因する誤差により正確に重ね合わせることは難しい状態である。

しかしオルソ化により写真に地理座標がつくことで、新旧写真の植生変化を客観的・定量的に評価できるようになるだけでなく、航空写真、衛星画像、地理情報と直接比較することも可能となるため今後の課題として検討したい。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

### [雑誌論文](計2件)

下野 綾子 写真が語る山の自然 - 今・昔 - 南アルプスの植生変化, 岳人, 査読無, 東京新聞社, 東京. 2013, 12, 148-151. JANコード 4910023591231

下野 綾子 写真が語る山の自然 - 今・昔 -, 岳人, 査読無, 東京新聞社, 東京. 2013, 2, 94-97. JANコード 4910023590241

### [学会発表](計3件)

下野 綾子・小熊宏之・米康充 過去の写真で探る高の変化. 第60回日本生態学会 静岡県コンベンションアーツセンター, 静岡市, 2013年3月7日.

下野 綾子 更新世におけるキンロバイの繰り返された移入. 日本地球惑星科学連合 2013年大会 幕張メッセ国際会議場, 千葉県千葉市, 2013年5月21日.

下野 綾子 Photo database to recreate past mountain environments. UAAA 20<sup>th</sup> Anniversary Mountaineering Forum. アステールプラザ広島市国際青年会館, 広島県, 2014年11月23日.

### [その他]

ホームページ等

山岳写真データベース

<http://www.mountain-photo.org/>

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

下野 綾子 (Shimono, Ayako)

筑波大学・生命環境系・助教

研究者番号: 30401194

### (2)研究分担者

小熊 宏之 (Oguma, Hiroyuki)

国立研究開発法人国立環境研究所・環境計測研究センター・研究員

研究者番号: 10342734

### (3)連携研究者

米 康充 (Yone, Yasumichi)

島根大学・生物資源科学部・准教授

研究者番号: 30467716