

白山の高山帯・亜高山帯の植生地理とその長期変動 2. 弥陀ヶ原の雪田群落の最近約半世紀間の減少

古池博・白井伸和・吉本敦子

Vegetation Geography of Subalpine and Alpine Zone in Mt. Hakusan and its Long-term Changes.

2. Decrease of Snow-bed Vegetations in Midaga-hara plain in this Half - century.

Hiroshi FURUIKE, Nobukazu SHIRAI and Atsuko YOSHIMOTO

要旨

植物社会学的調査（現地調査）と空中写真判読により、白山の南龍ヶ馬場にひきつづき、約500m標高の高い弥陀ヶ原（2,333m～2,347m）を対象として、近年半世紀間の植生変動を同一の手法で解析した。空中写真は1955年、1977年、2000年に撮影されたもので、同平原の隅を結ぶ測線A、Bを、拡大した各空中写真上に引き、各測線を覆う植生分類単位のポリゴン（植生の括り線内部の領域）ごとに、その被覆線分の長さを計測した。各側線について撮影年次ごとに、各植生分類単位が側線上に占める割合を計算して、これを比較した。その結果、測線Bでは南龍ヶ馬場と同様に、1955年には88.3%であった雪田植生・湿原などは、2000年には47.2%に減少した。また、ササ群落・ササを含む低木林やナナカマド類・ハイマツ林は増加した。これに反し、1960年代から1970年代にかけて、大規模な植生破壊を受けた部位を通る測線Aでは、雪田植生・湿原などは1955年には40.9%を占めていたが、2000年には41.8%と微小な変化にとどまり、他の植生類型の割合もその変化はわずかであった。すなわち、弥陀ヶ原においても、この約半世紀間に雪田植生・湿田は減少傾向にあることが結論づけられるとともに、植生破壊の影響が約20年間を経過した後の遷移の進行に、影響を及ぼす可能性のあることが推定される。

Abstract

Aerial photointerpretation of Midaga-hara plain (2,333m - 2,347m) located at subalpine-alpine zone of Mt. Hakusan was carried out to make clear the long-term change of vegetation at the area, to compare the succession of vegetation at Minami-Ryuga-Baba plain.

The aerial photographs were taken at 1955, 1977 and 2000. Two straight lines A and B across the plain were drawn on the photographs. Sum of the lengths of straight line (segments) covered by the polygons of same vegetation types were measured.

On the line B, snow-bed vegetation /moor covered 88.3% at 1955, decreased to 47.2% at 2000. During the same period, *Sasa* community / *Sasa*-shrub mixed communities increased from 8% to 36.8%. To the contrary, on the line A, the changes of vegetation were very few. Along the line A, a serious distraction of the vegetation has been happened at 1960s~1970s. The distraction may be the cause of delay in the vegetation succession.

キーワード：白山，高山帯・亜高山帯，長期植生変化，遷移，空中写真判読

Key words: Mt. Hakusan, alpine/subalpine zone, long-term vegetation change, snow-bed vegetation, aerial photointerpretation

1. はじめに

南龍ヶ馬場、弥陀ヶ原、室堂平などは、白山山系においていわゆる「お花畑」が発達する代表的な地域であるが、近年、その面積の減少や衰退が指摘されている。しかし、これらの指摘は長年の経験にもとづく所見を根拠としているものであるが、実証的データは今までのところ整っていなかった。前報(古池・白井, 2014)は、白山の南龍ヶ馬場において、約半世紀の間隔をおいて撮影された空中写真の判読と、現地における植物社会学的調査を結合した実証的データにより、この指摘が事実であることを明らかにした。

本研究は、前報に引き続き、お花畑の衰退・減少の実証的データを得る目的で、白山の弥陀ヶ原(ほぼ中心の位置: $36^{\circ}8'41''N$, $136^{\circ}45'53''E$, 標高 2,333m)において、植物社会学的研究を実施したものである。その主な内容は、まず、現地調査による植物社会学的調査並びに植生地理学的調査を実施するとともに、相当期間(適切に撮影された空中写真の撮影間隔: 約 45 年)を隔てて撮影された新旧の空中写真について写真判読を行い、これを比較して最近ほぼ半世紀間の植生変動を明らかにすることにある。調査・研究の手法は、前報の場合と同様である。

研究の結果、最近約半世紀の期間に、弥陀ヶ原においても、雪田植生・湿原などの植生域の比率が停滞または縮小し、その縮小分はササ群落・ササを含む低木林などの植生域や、ナナカマド類・ハイマツ林などの低木林で埋められたことが実証された。

2. 調査対象区域とその地形的特性

調査対象とした弥陀ヶ原は、白山山系の主峰である御前峰(2,702m)の南西約 1.3km に位置する歪四辺形の平坦面である。北東を山地に囲まれ、長軸をなす長径は北北東—南南西方向で約 330m, 直交する最大幅員は西北—東南方向で約 120m, 面積は $5.48 \times 10^4 \text{m}^2$ 弱である。北東部～北部に御前峰～大汝峰につながり、冬の季節風の風背側となる。弥陀ヶ原の流水は、西側から湯の谷の上流の支流に流れ込み、東側からは万歳谷上流へ流出している。中心部の標高は前記の通り 2,333m 程度である。弥陀ヶ原の地形学的範囲はより広いが、ここでは、木道が架設された東西の登山路ならびに、南側の丘陵の山麓の傾斜変換線を境界とした。地質的には、新白山

火山期の大汝峰期の火砕岩・溶岩に被われた平坦面である。中央部の標高が周辺よりも 10m 程度低くなっており、多少の池塘も見られ、流水は概ね東側へ流れる。平坦地であることに、風背斜面の積雪の大きさが加わって、雪田植生が発達している。

3. 方法

3-1. 現地調査と調査地点

現地調査は弥陀ヶ原を対象地域として、二段階に分けて実施した。2004年10月6, 7日の2日間を費やして、白井伸和、吉本敦子により、調査地域の全体にわたり、植物社会学的調査をおこなった。調査対象地域に典型的な 24 地点にコドラートを設置して、拡大した空中写真上にその位置を記録するとともに、植物群落測定を行い、24 の植生調査票を得た。続いて、同月 14, 15 日、古池博が担当して集中的に測線上の調査を実施した。調査項目は、地形観察を含む植生地理学的調査、測線の設定、写真撮影、必要な植生調査(植物社会学的調査)などである。植生調査は、写真判読の裏付ける資料の収集を目的として実施した。測線の位置は、図 1(本報告集のグラビア 2 頁に掲載)の通りである。なお、図 1 に書き込まれた測線 A, 同 B は、後述の通り、植生域の変動を量的に把握する目的で設定したものである。

3-2. 植物群落の同定と植生類型への分類

方法は前報とほぼ同じであるが、以下にその概要を述べる。

植生調査によって植生調査票に記録された植物群落は、石川県植生誌編纂委員会(1997)の分類系により、種組成によって植物群落(群集またはそれに相当する植生単位)ごとに、同定・分類した。さらに、それぞれの植物群落(群集またはこれに相当する植生単位)は、空中写真判読が可能かつ正確になるように、相観により 6 つの植生類型に区分した。前報と異なり、新たに植生類型 II -2 を加えた。本調査区域では、特に測線上では南龍ヶ馬場のような植生類型 III (オオシラビソ・ダケカンバ林)は、ほとんど見られず、植生類型 II -2 (ナナカマド類・ハイマツ林)が、顕著であった。

これらの植生類型は、植生域への積雪、地表水、土壌の水分などの影響の程度に応じて植生がしめす対応によって区分したものである。特に背丈の低い植物群落におけるササの有無を重視してある。それ

表1-1 植生類型の区分

| 植生類型 | 主な植生 | 空中写真上の色彩 | 色彩凡例 |
|------------|---------------|----------------|------|
| 植生類型 I | 雪田植生・湿原など | 黄色～橙色 | 黄色 |
| 植生類型 II -1 | ササ群落・ササを含む低木林 | 緑青色 | 緑青色 |
| 植生類型 II -2 | ナナカマド類・ハイマツ林 | 暗緑色と赤色、黄色のモザイク | 赤色 |
| 植生類型 III | オオシラビソ・ダケカンバ林 | 紺色と赤色、黄色のモザイク | 紺色 |
| 植生類型 IV | 高茎草原など | 茶色 | 茶色 |
| 植生類型 V | 自然裸地など | 白色 | 白色 |

表1-2 植生類型への植物群落の分類

| 植生類型 | 相観 | 所属するか、それに近縁の群集、群落 | 植生調査票番号 |
|------------|-------------------|---|--|
| 植生類型 I | (42) 中間湿原植生 | 147. イワイチョウーショウジョウスゲ群集 | 14,16 |
| | (52) 亜高山帯広葉草原 | 171. ハクサンボウフーモミジカラマツ群集 | |
| | (53) 高層湿原植生 | 176. エゾホソイ群集 | 15 |
| | (55) 風衝矮生低木群落 | 179. コメバツガザクラーミネツオウ群落 | 7, (5, 20) |
| | (56) 雪田生矮生低木群落 | 180. タカネヤハズハハコーアオノツガザクラ群集 イワノガリヤスーアオノツガザクラ群集 | 1, 10, 11, 12, 24, (6,17,18,19,) 21 |
| 植生類型 II -1 | (46) 山地ササ草原 | 155. チシマザサ群集 | 3, 4, 8, 9 |
| 植生類型 II -2 | (50) 亜高山帯夏緑樹林 | 166. ミヤマハンノキーナナカマド類群落 | 23 |
| | (54) 高山風衝低木群落 | 178. コケモモーハイマツ群集 | 13, 22 |
| 植生類型 III | (49) 亜高山帯針葉樹林 | 162. オオシラビソ群集 | |
| | | 163. オオシラビソーダケカンバ群落 | |
| | (50) 亜高山帯夏緑樹林 | 165. ササーダケカンバ群集 | |
| 植生類型 IV | (52) 亜高山帯広葉草原 | 170. タテヤマアザミーホソバトリカブト群集 | |
| | (57) 高山荒原草本植生 | 181. オンタデ群落 | |
| | (58) 高山帯・亜高山帯代償植生 | 183. ヒロハノコメスキ群落 | 2 |
| 植生類型 V | 自然裸地 | | |
| | 雪渓 | | |
| | 開放水面 | | |

() 内は、チシマザサの侵入を受けているが、空中写真判読上はその判読が困難と推定される群落、本文を参照。

植生単位の名称と番号は、石川県植生誌編纂委員会(1997)に準拠。147.イワイチョウーショウジョウスゲ群集は、薄い泥炭層を伴うのが本来の姿であるが、南龍ヶ馬場では、これを伴わない場合がしばしばで、180.タカネヤハズハハコーアオノツガザクラ群集に連続的に接続する。同群集のアオノツガザクラ雪田植物社会(鈴木1970)は同地では稀で、ハクサンコザクラ雪田植物社会(鈴木1970)が圧倒的に優勢である。ここでは泥炭層がない場合には、一応矮性低木を伴わない場合には147に、伴う場合には180に区分したが今後の研究を要する。

表2 空中写真一覧表

| 撮影年 | 撮影機関 | 種別 | 記号 | 備考 |
|------|-------|-----|-----------------------------|--------|
| 1955 | 米軍 | 白黒 | 1216N-18, 19 | 解像度が悪い |
| 1977 | 国土地理院 | カラー | CCB-77-7 C8-19, 20 | |
| 2000 | 福井県 | 白黒 | 00-12 (第8フクイ) C2-18, 19, 20 | |

それぞれの植生調査票と植物群落がどの植生類型に区分したかをまとめて、表1-1, 1-2に示した。1~24の番号は、植生調査票に記載された測点番号である。

3-3. 空中写真の判読と植生区分図の作成

空中写真の判読は、実体鏡を使用して通常の通り

立体視を中心におこなった。

この研究に用いた空中写真は、過去約半世紀の間に各機関により撮影されたもので、10月1日を挟むそれぞれ前後約10日以内に撮影されたものである。時代的制約は免れないが、当時としてはそれぞれ

表3 弥陀ヶ原の植生変動（測線Aに占める比率%）

| 色彩 | 黄色～橙色 | 緑青色 | 暗緑色と赤色・黄色のモザイク | 紺色と赤色・黄色のモザイク | 茶色 | 白色 |
|------|-----------|---------------|----------------|-----------------|----------|------|
| 撮影年次 | 雪田植生・湿原など | ササ群落・ササを含む低木林 | ナナカマド類・ハイマツ林 | オオシラビソ・ダケカンバ林など | 高茎広葉草原など | 自然裸地 |
| 1955 | 40.9 | 40.9 | 16.1 | 0 | 2.2 | 0 |
| 1977 | 42.1 | 36.4 | 18.6 | 0 | 2.9 | 0 |
| 2000 | 41.8 | 44.3 | 10.7 | 0 | 3.3 | 0 |
| 変化量 | 0.9 | 3.4 | -5.4 | 0 | 1.1 | 0 |

表4 弥陀ヶ原の植生変動（測線Bに占める比率%）

| 色彩 | 黄色～橙色 | 緑青色 | 暗緑色と赤色・黄色のモザイク | 紺色と赤色・黄色のモザイク | 茶色 | 白色 |
|------|-----------|---------------|----------------|---------------|----------|------|
| 撮影年次 | 雪田植生・湿原など | ササ群落・ササを含む低木林 | ナナカマド類・ハイマツ林 | オオシラビソ・ダケカンバ林 | 高茎広葉草原など | 自然裸地 |
| 1955 | 88.3 | 8 | 2.2 | 0 | 1.5 | 0 |
| 1977 | 76.3 | 18.5 | 2.9 | 0 | 2.2 | 0 |
| 2000 | 47.2 | 36.8 | 12 | 0 | 4 | 0 |
| 変化量 | -41.1 | 28.8 | 9.8 | 0 | 2.5 | 0 |

鮮明な空中写真である。この約20日間は、地形上、この高度が紅葉期となるので、カラー写真では色彩が豊かになり、植物種や植物群落に関する情報量が最大になる。また、白黒写真においても、色彩が明度の多様性を反映するので、情報量が相対的に増加する。写真判読に用いた空中写真は、表2の通りである。

この研究に用いた植生区分図は、各空中写真の測線A、Bの始点と終点間の距離を250mm前後となるように拡大した複写写真で、これをそれぞれの基図として使用した。使用した空中写真は、密着またはその部分引き伸ばしであり、正規化（オルソ化）されていないので縮尺率は場所によって多少の相違がある（两点間の図上で計測した距離は、測線Aについては約405m、Bについては約443mで前記の通り約550mに相当する）。植生類型別に植生の範囲の境界を括り線（境界線）で描図してポリゴンとし、所定の色で彩色した。カラー写真はそのまま拡大して植生類型別に括り線を記入した。この場合は彩色しないで、カラー写真の色彩そのものを生かした。白黒写真の植生類型の色彩凡例は、カラー写真の植生類型の色彩に準じた。

このようにして作成した植生区分図（これは一種の植生図であるが、ここでは植生区分図と称する）を、1955年、1977年、2000年の年次ごとに作成した。これらの植生区分図は1977年を挟んで前後それぞれ22年乃至23年の時点での、弥陀ヶ原の植

生類型の分布状況を図示し、全体として約45年間の変遷を示している。なお、本論文ではこのうち、1977年撮影の空中写真（部分）を図2としてグラフィア（3頁）に掲載した。

3-4. 測線上の植生類型の比率の測定と時系列変動

作成した各年次の植生区分図上に、図1の通り時計回りに測線A、Bを記入した。各測線の諸元は次の通りである。数値はこのたび、国土地理院WEBサイト地図閲覧サービス上で計測したものである。なお、始点・測点は便宜上の呼称である。

測線A：弥陀ヶ原西北端通称三叉路～弥陀ヶ原南西端通称クロボコ岩付近

始点（北端測点）：36°08′45.64″N, 136°45′57.61″E, alt.2,344.4m

終点（南端測点）：36°08′39.04″N, 136°45′43.44″E, alt.2,326.4m

測線B：弥陀ヶ原三叉路東南東120m山麓谷部～弥陀ヶ原南東端エコーライン登山路南東転換点

始点（北端測点）：36°08′47.76″N, 136°45′53.89″E, alt.2,349.8m

終点（南端測点）：36°08′33.47″N, 136°45′53.83″E, alt.2,331.4m

植生区分図上で、測線ごとに始点を出発点とし、各ポリゴンの括り線ごとにその追加距離を正確に測定した。この追加距離は、各ポリゴンが被覆した測線上の距離（線分の長さ）を測定したことになる。測定には小型ノギスを使用した。各測定値は各植生

類型ごとに累計して、測線全体に占める各植生類型の比率(%表示)を求めた。この比率の時系列的変動を把握することにより、いわゆる「お花畑」の衰退・減少の進行を知ることができる。

結果は、測線Aについては表3、測線Bについては表4に掲げた。

4. 結果と考察

表3は測線Aの植生変動をまとめたものであるが、雪田植生・湿原など(植生類型I)は、1955年当時40.9%を占めていたが、微小な変動を経て、2000年には41.8%となった。この間の変化量は0.9%である。また、ササ群落・ササを含む低木林(植生類型II-1)は1955年当時の40.9%から多少の変動があった。2000年には44.3%となり、3.4%の増加であったが、変化量(減少量)はわずかである。ナナカマド類・ハイマツ林(植生類型II-2)は、1955年の16.1%以降、多少の変動があり、2000年には-5.4%の減少で、10.7%となった。

測線Aの通過する部位は、弥陀ヶ原における砂防新道の通過部位と隣接または通過して設定されている。よって、この植生変動の解釈には、1960～1970年代に引き起こされた登山道近傍の顕著な荒廃と、これを修復するために実施された植生復元事業(修復工事)の影響を考慮する必要がある。

表4は測線Bの植生変動を表3と同様にまとめたものであるが、1955年当時88.3%を占めていた植生類型Iは、2000年には47.2%に減少し、変化量は-41.1%であった。この区域はまだ植生類型III、IVの進出がない関係で、そのほとんど全部を植生類型IIが埋めている。

これは、前報で報告した南龍ヶ馬場の場合と同様で、植生類型I(雪田植生・湿原など)の減少と植生類型II(ササ群落・ササを含む低木林)の増加という共通の現象である。両者が高低差約500m離れていることを考え併せると、白山での共通の現象と認めることができよう。

前報でも触れたが、同地では高茎草原など(植生類型IV)は主として、河川の氾濫原やその周辺などに立地する植生である。また、自然裸地など(植生類型V)は、流水域などに生じた自然裸地や池塘などのものを含めて水面を指しているが、もともと面積が小さく、全体の局面にはほとんど影響を与えていない。

弥陀ヶ原測線Aがその例に従わないのは、1960年代～1970年代の弥陀ヶ原での登山路周辺の荒廃の影響である。これを修復するために1970年代後半に修復工事が実施され、10年後には景観上はあまり目立たなくなった(白山総合学術書編集委員会、1992)が、少なくとも2000年現在の空中写真判読によれば、遷移への影響は確実に残っているというべきであろう。

これも、前報でも述べたところであるが、この研究が行われた当時は、正規化(オルソ化)された空中写真の供給が行われておらず、正規化には高額の費用を要し、委託研究費の範囲ではこれを用いることができなかった。本研究が植生変動の量的比較を、測線を被覆するポリゴンの長さ(線分)の植生類型別比率の比較によっておこなったのは、この事情によるものである。

しかしながら、野外観察による相観や印象は、その植生単位が占める面積に基づくところが大きい。面積(二次元)の比率は、ここで求めた線的(一次元)な比率の2乗に比例するので、この約半世紀間の植生変動は、登山者などに劇的な印象を与えたと思われる。空中写真は中心投影であることから、正規化しない空中写真上で計測した数値は当然、歪みを生じる。この歪みによる本研究対象地域での誤差は、試算によると測線上で約2%と見積もられる。しかし、この試算はいくつかの仮定を置いているので、厳密なものではない。

5. 結び

この研究は、白山の植生変動の実態を把握することを目的としたものである。すなわち、前報の冒頭に述べたように、白山のいわゆる「お花畑」の代表的な植生である雪田植生や湿原が減少してきているという指摘に対して、実証的データを提供することがその目的であった。

結果としてこれが事実であることが、前報の通り南龍ヶ馬場においては実証され、雪田植生・湿原などがササ群落・ササを含む低木林に変化しつつあることが判明した。また、それを引き継いで実施した本報告によって、弥陀ヶ原においても事実であることが確かめられたと言えよう。

この研究は白山自然保護調査研究会の委託で2004年度に実施されたもので、その成果は同年度末に同会に提出された。石川県白山自然保護センタ

一研究報告にその要旨が記載されたほか、日本植物学会北陸支部大会で口頭発表が行われたが、その内容の全体は公表されていなかった。前報にも述べた通り、その成果は環境庁・環境省並びに石川県において白山の自然保護行政にすでに活かされているところであるが、引用する場合の不便もあることから、このたび、前報と同様、正式に発表することにした次第である。

また、原因の解明については積雪期間の短縮が疑われたので、後日、南龍ヶ馬場及び弥陀ヶ原で積雪期間の分布とササ群落をはじめ、立地する植生タイプの分布に関する研究を実施した。追ってこれらの成果を発表する予定である。

本研究では、古池博が写真判読・統計処理を含めて全般的にこれを担当し、白井伸和、吉本敦子が植物社会学的調査（植生調査）を分担した。この研究の研究費には、白山自然保護調査研究会の資金を充てたので、記して謝意を表す。

引用文献

古池 博・白井伸和 (2014). 白山の高山帯・亜高山帯の植生地理とその長期変動 1. 南龍ヶ馬

場の雪田群落の最近約半世紀間の減少. 石川県立自然史資料館研究報告 4: 17-22.

白山総合学術書編集委員会 (編) (1992). 白山—自然と文化—. 514pp., グラビア「写真13-1,13-2」(菅沼孝之撮影). 橋本確文堂・北国新聞社.

石川県白山自然保護センター (1990). 中部白山地域 (別当出会～白山山頂) 現存植生図 (1: 7,500) + 同説明書. 石川県白山自然保護センター.

石川県 (1995). 白山地域植生図及び同説明書, 2 図幅 (1: 25,000). 石川県.

石川県植生誌編纂委員会 (編纂) (1997). 石川県植生誌. 230pp. 石川県.

鈴木時夫 (1970). 白山の植生分布と垂直植生帯. 日本自然保護協会中部支部白山学術調査団 (編), 白山の自然, pp. 114-156. 石川県.

ホームページ

http://www.biodic.go.jp/vg_map/vg_html/jp/html/vg_map_frm.html (環境省植生調査情報提供ホームページ) 2015年1月10日参照