

短 報

立山の弥陀ヶ原追分の池塘の水循環と内部構造*

朴木 英治¹⁾, 坂井 奈緒子²⁾, 加藤 咲²⁾, 大宮 徹³⁾,
福井 幸太郎⁴⁾, 白石 俊明⁴⁾, 杉田 久志⁴⁾

¹⁾ 立山環境研究所 930-0952 富山県富山市町村 77-27

²⁾ 富山市科学博物館 939-8084 富山県富山市西中野町
一丁目8-31

³⁾ 富山県森林研究所 930-1362 富山県中新川郡立山町
吉峰3

⁴⁾ 富山県立山カルデラ砂防博物館 930-1405 富山県
中新川郡立山町芦峯寺字ブナ坂外68

A Water Circulation and Internal Construction of “Chito” in Oiwake Area of the Mt. Tateyama

Hideharu Honoki¹⁾, Naoko Sakai²⁾, Saki Kato²⁾,
Toru Ohmiya³⁾, Kotaro Fukui⁴⁾,
Toshiaki Shiraishi⁴⁾ and Hisashi Sugita⁴⁾

¹⁾ Tateyama Environment Research, 77-27 Machimura,
Toyama 930-0952, Japan

²⁾ Toyama Science Museum, 1-8-31 Nishinakano-machi,
Toyama 939-8084, Japan

³⁾ Toyama Prefectural Forestry Research Institute, 3
Yoshimine, Tateyama-machi 930-1362, Japan

⁴⁾ Tateyama Caldera Sabo Museum, 68 Bunazaka
Ashikuraji, Tateyama-machi 930-1405, Japan

1. はじめに

立山の弥陀ヶ原を中心とした亜高山帯を中心に、緩斜面上に泥炭が形成されている。これは立山に限らず、日本海側の多雪地域に共通して見られ、傾斜地泥炭地、山地貧養泥炭地などと呼ばれている(小泉, 1982)。この泥炭地の中で、池塘は緩傾斜地に限って見られる(小泉, 1982)。立山でも、弥陀ヶ原を中心に様々な形状の池塘が見られ、「餓鬼田」とも呼ばれている。こうした池塘の成因として、排水されにくい地形と地下の不透水層の存在によってくぼ地に水がたまり、その内部、周縁部、および、その周辺には微環境の違いによる植物社会が形成さ

れて典型的な「ガキの田」(池塘)となるという説がある(立山連峰の自然を守る会・富山大学自然環境保全グループ, 1974)。また、本多(1965)は立山一帯の池塘調査の結果から、池塘は標高1,600 m以上の山岳草原に点在するが、森林限界(標高2,000 m程度)より上の地域に多数分布する傾向がある点や池塘の構造変化を分類・整理して、池塘には発生期、成立期、老衰期、消滅期という「ガキ田の輪廻」が存在することを報告している。さらに、池塘の縮小・拡大は消雪期に支配され、ガキ田の縮小は気候の温暖化を告げるものと報告している(本多, 1965)。池塘の成因に関する別の報告として、池塘は地下土壌の凍土化と融解による構造土地跡地の湛水によって形成されるという説もある(石坂, 1996)。

さて、池塘は単にくぼ地が湛水しただけと考えられているためか、その内部構造と池塘を中心とした水循環に関する調査はこれまでほとんど行われていなかった。著者らは立山の池塘の成因や水環境などについて深く調べ、その成果を立山の自然の普及に役立ててもらう目的で、Tateyama 池塘探求プロジェクトを結成し、互いに連携・協力しながら調査を行っており、2018年に許可を得て撮影したドローンによる弥陀ヶ原追分の池塘と、その周辺の高解像度画像(図1)を解析したところ、池塘によっては、流入河川(流入部)や流出河川らしきものが存在したり、流入河川(流入部)があっても流出河川がなかったりすることが分かってきた。さらに、河川によって連結していると推定される池塘群も見られた。このことから、池塘の内部構造や降雨時の水の出入りなどを精査する必要があると思われた。

そこで本調査では、池塘の内部構造をピンポールで非破壊的に調査すると共に、降水量と池塘の水位変化との関係から、その水循環について検討した。

2. 調査方法

2.1 調査地点

調査を行った池塘は、追分駐車場から松尾峠に向かう遊歩道に面した場所に所在し(図1)、立山有料道路から250 m程南側の位置にある。池塘が分布する標高は1,850~1,865 mで、北西側が最も低く、南東側が最も高い。

この地域に比較的密集して存在している池塘のうち、池塘③(36°33′55.8″N, 137°32′54.1″E)でピンポール調査を行った。また、池塘④(36°33′55.8″N, 137°32′53.8″E)で水位調査を行った(図1)。

* 富山市科学博物館研究業績第566号

なお、池塘③、④は、他の池塘と比べて水面標高が高く、南側の斜面（図1の下側）から水路が接続しているようで、池塘④については2017年にピンポールを使った簡易調査で流入口らしき部分を確認しており、池塘③についても、調査時に流入口の存在を確認している。

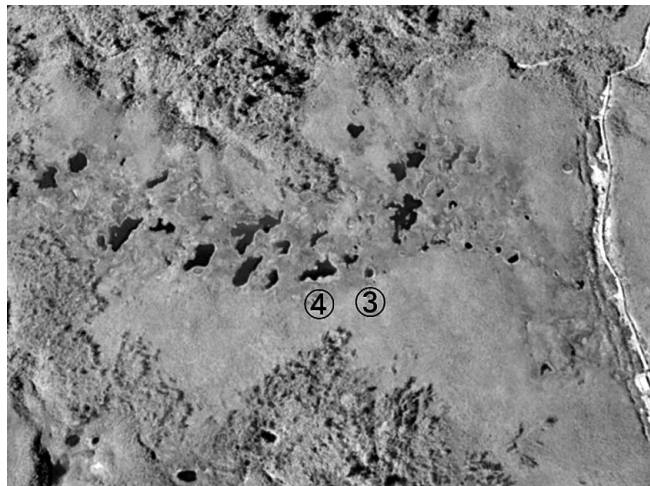


図1 調査地域の池塘の分布（2018年7月19日撮影。降水量が少なく、すでに水が干上がった池塘も見える）。

2.2 水位調査

池塘の水位の計測には、Onset社のHOBO U20ウォーターレベルロガーを使用した。このロガーは水压を計測して水位に換算するため、同じ型式のロガーをもう一台準備し、気温計測用のソーラーラジエーションシールドに入れ、水位補正用の気圧データと気温データを取得した。

2.3 ピンポール調査

泥炭層と粘土層の硬さの違いを利用して泥炭層の最下層に接する粘土層の最上層（以下、粘土層表層とする）の形状を知るため、長さ1,000 mm、直径8 mmのピンポー



図2 池塘③のピンポール調査（2019年10月1日）
調査員の右手に持っているものがメッセンジャー、左手の上がストッパー。

ル、バンドーン採水器用のメッセンジャー（重さ995 g）を準備した。ピンポールには先端から750 mmの位置にストッパーを取り付けた。調査時には、ピンポールを泥炭にゆっくり押し込み、ほぼ刺さらなくなったら、メッセンジャーをストッパーから20 cm上の位置まで持ち上げて落とした（図2）。これを数回繰り返し、メッセンジャーを落としてもピンポールがそれ以上刺さらなくなったら、刺さった深さを読み取った。

ピンポール調査は池塘③を対象として行い、この池塘の中心で交差するように南北方向は長さ4.5 m、東西方向は長さ4.05 mの調査基線を設定し、この基線に沿って15 cmごとに計測した。

3. 結果

3.1 追分における降水量と池塘の水位変化

図3は標高1,800 mに設置した酸性雨観測用の雨量計で記録された積算雨量（加藤，2020）の変化に対する池塘④の水位変化である。グラフ化した部分は、2019年7月22日～9月30日までである。実線が池塘の水位変化、点線は積算雨量の変化で、それぞれ、左目盛りと右目盛りに対応している。図3から、雨が降ると池塘の水位は速やかに上昇し、雨が止むと水位は2～3 cm程度急に低下したのち、徐々に低下した。

図4は、図3の8月2日午前0時から8月13日午前0時までについて拡大したものである。積算降水量は10 mm毎に、水位変化は1 cmごとに目盛りが入れているため、

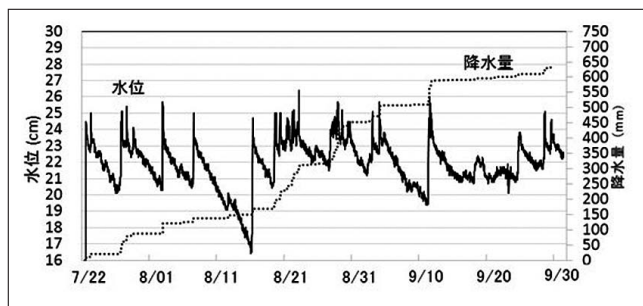


図3 追分（標高1,800 m）における積算降水量の変化と池塘④における水位変化（2019年7月22日～9月30日）。

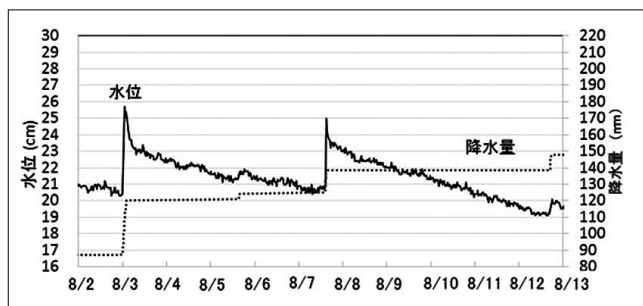


図4 図2の8月2日～13日分を拡大したもの。

そのまま対比できる。図4では8月3日午前0時頃と8月7日の日中にまとまった雨が降り、積算降水量が上昇した。これに対して池塘の水位は降水量以上に大きく上昇していた(図4)。

8月3日の0時以降のデータを見ると、降雨終了直後の最大水位は3日2時の25.4 cmで、2時30分には24.7 cmに低下し、最初の30分間で7 mm低下した。その後、4時には23.7 cmとなり、90分間で10 mmの低下であった。さらに、6時30分には23.1 cmとなり、150分間で6 mmの低下であった。水位が23.1 cm以下になると、水位の低下率はほぼ一定となり、1日あたり9 mm程度の水位低下であった。しかし、堤防上端から水面までの深さを計測していなかったため、各水位が堤防の上端からどの程度下がった位置になるのかについては計算できなかった。

3.2 ピンポール調査

図5はピンポール調査で得られた池塘③の南北方向、および、東西方向の泥炭層表面(以下、地表面とする)の凹凸と地表面からピンポールがそれ以上刺さらなくなった位置である粘土層表面の変化を示したものである。上図が南北方向、下図が東西方向の形状を示す。測量時には南北方向と東西方向の基準点を別々に設定したが、図5の作図の際に池塘の水面位置を利用し、上図と下図の比高0 cmの位置が同じ標高になるように作図した。

上図では、南側(S)の方が斜面の山側である。下図では、東側(E)の方が斜面の山側になる。東西方向は南北方向と比べて傾斜は緩やかであった。

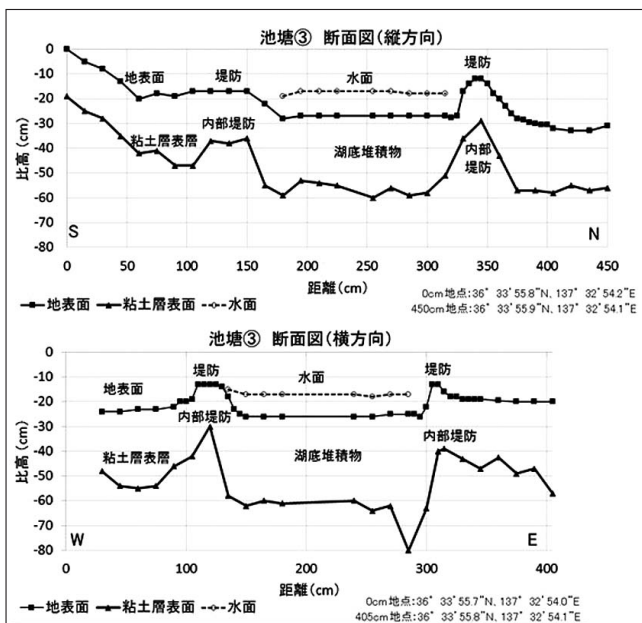


図5 池塘③の南北方向(上)と東西方向のピンポール調査結果。

上図では、距離(水平方向)100~150 cmの位置、および、330~375 cmの位置の地表面の凸部が池塘をとりまく堤防部分である。両者を比較すると、距離100~150 cmの位置は流入部になっていて平坦であるが、330~375 cmの部分は明らかに周囲よりも盛り上がり、堤防の形状になっていた。また、下図では、距離105~135 cmと300~325 cmの部分が明らかに周囲よりも盛り上がり、堤防の形状になっていた。しかも、垂直方向(比高)で見ると、上図の北側の堤防上面の比高と下図の東西両側の堤防上面の比高はほぼ同じで、流入部以外は堤防面の上部は水平になっていると言える。

これに対して、粘土層表面の形状は、地表面の形状と比較してやや凸凹していた。粘土層表面の特徴的な形状として、地表面に見える堤防のちょうど真下に内部堤防が形成されていることが分かった。しかも、北側の内部堤防の頂部(図5上図)の比高と西側の内部堤防の頂部(図5下図)の比高は同じであった。両者はいずれも斜面の谷側に位置している点で共通していた。

また、この池塘の内部に堆積した湖底堆積物の上面の比高は、内部堤防の中で堤防の比高が同程度になっている、北側と西側の内部堤防の堤頂の比高とほぼ同じであった。

池塘の本来の湖底面と考えられる粘土層表面の形状は、南北方向はやや波打っていたが、東西方向は比較的平坦で、東側の内部堤防近くに15 cmほど深くなった場所があった。

4. 考察

調査した池塘④の水位は、降水時には降水量以上に上昇することから、この池塘には泥炭に隠された流入河川が存在していると考えられる。しかも、池塘の水位は、降雨の開始とともに速やかに上昇していることから、池塘の南側に隣接する斜面の一部が集水域である可能性が高い。しかし、その集水域の面積がどの程度かについては、現在のところ不明である。

また、池塘④には明らかな流出河川が認められないため、池塘内に流入した水は池塘周囲の堤防内部を通過し、池塘外に流出したものと考えられる。8月3日の降雨終了後の池塘の水位低下速度は、7 mm/30分、10 mm/90分、6 mm/150分と、時間の経過とともに低下し、降雨停止から4時間30分後には9 mm/1日の一定速度で水位低下するようになった(図3)。また、8月7日の降雨時には、降水量が8月3日より少なく、その分、水位低下速度が9 mm/1日程度の一定値になるまでの時間が短かったことから、降雨終了後の急激な水位低下は、流入河川の流量低下によるものと考えられた。しかし、降

雨時の最大水位は25 cm程度が上限となる場合が多く、最大でも26.5 cmであったことから（図2）堤防の上部は下部と比べて透水係数が大きく、水がより通過しやすくなっている可能性もある。

これらを図4から検討すると、図4中に示した粘土層表層が難透水面となり、池塘内に流入した水は内部堤防の上に接する泥炭層を通過して外部に流出することになる。内部堤防の堤頂の比高は、南北方向、東西方向とも、斜面の谷側の方がやや高くなっており、しかも、北側の内部堤防と西側の内部堤防の堤頂の比高は同じであるので、この池塘の内部堤防の北側から西側にかけては水平になっている可能性もある。

この内部堤防の形成に関しては、池塘形成当初から現在の形状だったという考え方と、内部堤防の上の泥炭層を通過する池塘の水は山側よりも谷側に向かって多く流れると考えられることから、水に懸濁している粒子状物質が谷側の泥炭内で多く濾過されることにより、この部分の内部堤防が上方に向かって伸びているという考え方もある。

ところで、ピンポール調査した池塘③は降水がしばらくなかった2018年夏の一時期、水が干上がっていた。しかし、池塘の底面やそれに接して池塘を取り囲んでいる内部堤防は難透水面を形成していると考えられるため、雨が降らなくなって池塘の表面水が干上がってもしばらくは内部堤防の堤頂付近まで水が残っていた可能性がある。このように考えると、2018年の夏に水が枯れずに残っていた池塘は、③の池塘よりも内部堤防の堤頂が地表近くまで伸びていて貯水量が大きくなっている可能性もある。

さて、弥陀ヶ原迫分にはこれらの池塘の他、完全に堆積が完了して消滅期と考えられる池塘も存在している。これらの代表的な池塘の内部構造を調べ、内部堤防がどの池塘にも共通して存在しているのかどうかという点を

明らかにし、内部堤防が存在していた場合、その高さが形成されてから全く変化していないのか、少しずつ成長しているのかという点について検討することで池塘の成因とその進化の過程が見えてくる可能性がある。

さらに、調査地点周辺では泥炭層の最下層近くに約7300年前に飛来したアカホヤ火山灰層が存在していることが分かっており、これが池塘の堤防、内部堤防、湖底堆積物、そして、池塘周辺の泥炭のどの位置に存在しているかを調べ、必要に応じて、湖底堆積物の最下層、粘土層表面、内部堤防の堤頂と下部などの年代測定を行うことで、池塘の形成開始時期やその後の進化の速度などについて有用な情報が得られるものと考えられる。

5. 謝辞

調査に当たり、環境省立山公園管理官事務所、および、林野庁富山森林管理署の承諾・許可を得ました。厚くお礼申し上げます。

5. 引用文献

- 石坂久忠, 1996. 立山の湖沼. 立山自然ハンドブック-原生のままの自然を楽しむ-, pp. 65-68. 自由国民社.
- 加藤 咲, 2020. 立山における酸性雨観測結果 (2019). 富山市科学博物館研究報告, (44): 103-108.
- 小泉武栄, 1982. 化石周氷河斜面, 雪食凹地ならびに山地貧養泥炭地の形成から見た晩氷期以降の多雪化について. 第四紀研究, 21: 245-253.
- 立山連峰の自然を守る会・富山大学自然環境保全グループ, 1974. 富山大学自然環境保全グループ (編), 立山植生調査報告書, 第1号, pp. 5.
- 本多啓七, 1965. 日本北アルプスにおけるガキ田の生態. 北アルプスの自然, 富山大学学術調査団編, pp. 173-192. 古今書院.