

立山カルデラ内の堆積物試料から見る泥鱒池流域環境の変化

犬飼将成¹⁾、柏谷健二²⁾、米谷正広³⁾、室井克則³⁾、松岡玉衣¹⁾

1. はじめに

地球温暖化など種々の環境問題は山積しており多くの研究が行われてきている。環境問題への対処には今後の推定が不可欠である。推定のための有効な手がかりとして、金沢大学の水文地形学グループでは湖沼・池沼堆積物情報を用いてきた。湖沼・池沼堆積物情報は連続的な場合が多く、流域で侵食された土砂粒子の多くは下流部の池沼内に堆積し、それには域内の流出土砂量や侵食力の情報が含まれている。従って、堆積物情報の適切な処理により環境復元が可能となり、そこから得られる統計的・因果的諸関係により今後の推定が導かれるということになる(たとえば、柏谷ほか, 1988)。

研究対象地域の泥鱒池の流域は過去崩壊や土石流が多く発生している立山カルデラ内にあり、池沼堆積物にはこれらの情報が記録されている可能性がある。また、冬季には積雪量が多く、融雪による土砂粒子の侵食、運搬プロセスの解明の手がかりになりうる。ここでは、2004年6-7月の期間に起きた、泥鱒池への大量土砂流入についての報告を中心に泥鱒池での流域環境の変化について議論する。

2. 研究対象地域

調査地域である泥鱒池は、富山県常願寺川源流部の立山カルデラ内に位置し(図1)、立山カルデラは大きさが東西6.5km、南北4.5kmの楕円状のくぼ地である。また、立山カルデラは侵食カルデラと呼ばれ、立山火山の活動により約10万年前に形成されて以来、侵食と崩壊を繰り返してきたとされている(藤井, 1997)。とりわけ1958年の飛越地震時における鳶崩れは有名であり、それによって形成された堰止湖の崩壊は下流部の富山平野に洪水や土石流等の大きな被害をもたらした(立山カルデラ砂防博物館, 1998)。泥鱒池は、そのときに形成された堰止湖の一つとされ

ているが、その成因は未だに明確ではない。

現在の水域面積は1.92ha、池表面の標高は1310mである。泥鱒池流域の地形図を図2に、等水深線図を図3に示す。

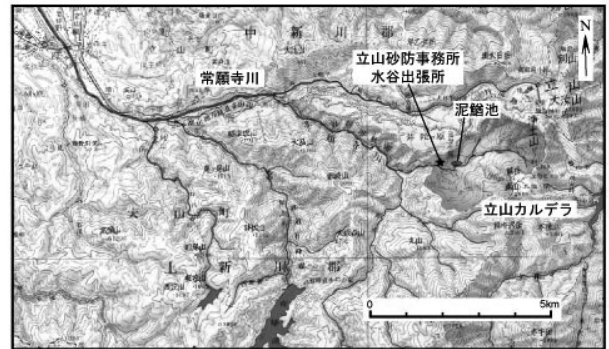


図1. 泥鱒池位置
国土地理院20万分の1「高山」地勢図使用

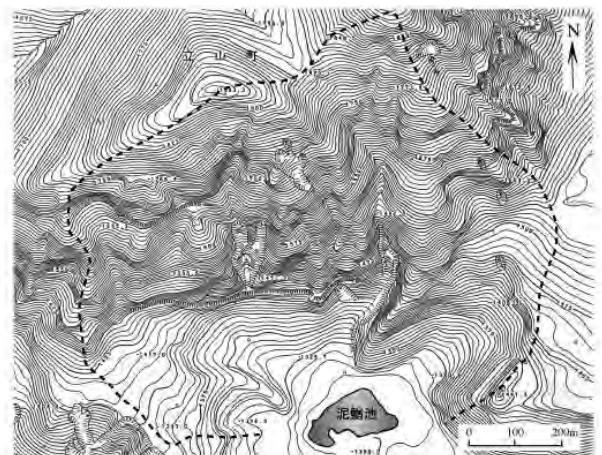


図2. 泥鱒池流域の地形図。点線は分水嶺

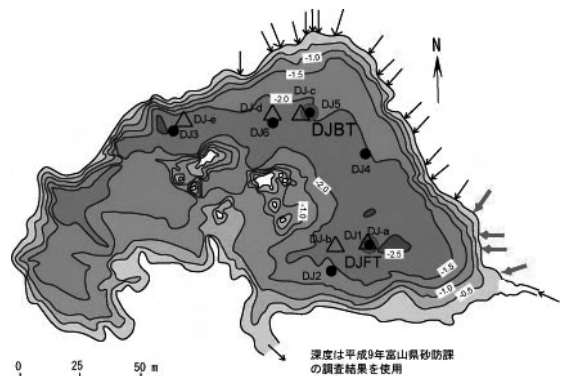


図3. 泥鱒池の等深線図及びサンプリングポイントと流入口位置
矢印は流入口を示し、太矢印は2004年に新たにできた流入口を示す

1) 金沢大学大学院 2) 金沢大学自然計測応用研究センター 3) 立山カルデラ砂防博物館

3. 分析

3.1 試料と資料

試料と採取法

試料は池底の堆積物コアサンプラーおよび堆積物採集装置（セディメントトラップ：図4）で採取したものをを用いた。コア試料は、内径5cm、長さ1mの柱状チューブを取り付けた堆積物コアサンプラー（離合社、佐竹式コアサンプラー）を用いて採取した。試料は2004年10月に5本（DJ-a～DJ-e）採取し、1cm毎に切断した後、各種分析を行った。セディメントトラップでの採取は2001年6月13日から最深部と流入口付近の2箇所（DJ-FT及びDJ-BT）で、6月から10月にかけて約1ヶ月の間隔で行った。

観測項目

流域内の侵食、運搬を検討するため降水量、水位および水温の資料が使われた。降水量のデータは立山砂防事務所の水谷出張所の観測値を利用した。水位の観測は静電圧式の水位計（Trutrack社SE-TR/WT500）を用いて測定した。測定間隔は通常10分で行い、冬季の期間は1時間間隔に設定した。また、同測定器では同様に水温も測定した。



図4. セディメントトラップの写真
（左図:2002年9月26日、右図:2004年7月22日）

3.2 分析・測定項目

堆積速度

セディメントトラップでの採取試料を110℃で乾燥させた後、重量を測定し、それを堆積期間で除し、堆積速度を求めた。

含水率

コア試料において1cm毎にスライス直後に測定したコア試料の湿潤質量（g）と、110℃で24時間以上炉乾燥させた後の乾燥質量（g）の測定から得られた重量百分率（%）を含水率とした。

粒子密度

粒子密度は乳鉢でコア試料を破壊しない程度にすりつぶし、110℃で24時間以上乾燥させた後に、Micromeritics社製AccuPyc1330を用いて測定した。

鉱物粒径

試料の粒度分析には、レーザー回折散乱法を用いた粒度分析計（島津製作所製SALD-200J）を使用した。堆積物試料には、一般的に流域起源の物質と、池内で生産される物質が含まれているが、流域の侵食物質の指標として鉱物粒径を採用した。この測定には鉱物粒子以外の主な成分である有機物と生物起源のシリカ除いた後の物質に関して粒径を測定した。有機物の除去には10%過酸化水素水を、また生物起源のシリカの除去は炭酸カルシウム水溶液を用いた。ここでの議論は中央粒径を粒径の代表値として用いる。

4. 分析結果

4.1 コア試料の結果

2004年の7月には観測開始以来最大の土砂流出が認められる。そこで、この大量流入で新たにどれだけ堆積したかを推定するために2003年に採られたコアと2004年10月に採られたコアを比較してみた（図5、6）。まず、ほぼ同一地点で採取されたDJ-1とDJ-aを比較する。含水率、粒子密度、鉱物粒径の変化の形状から同じ変化の傾向（図5の矢印）を対応させて考えると（正確には含水率を考慮しなければならないので相対値であるが）、この地点では10cm以上がこの間に堆積したものと推定される。また、別の地点のDJ-5とDJ-eを同様に比較すると、2cm程度の堆積が推定される。新たな堆積層が薄いDJ-5とDJ-eの地点は流入口からの流れに沿った地点であるために顕著な堆積が発生しにくい環境にあると考えられる。これとは対照的にDJ-1とDJ-aの地点では新たに堆積し

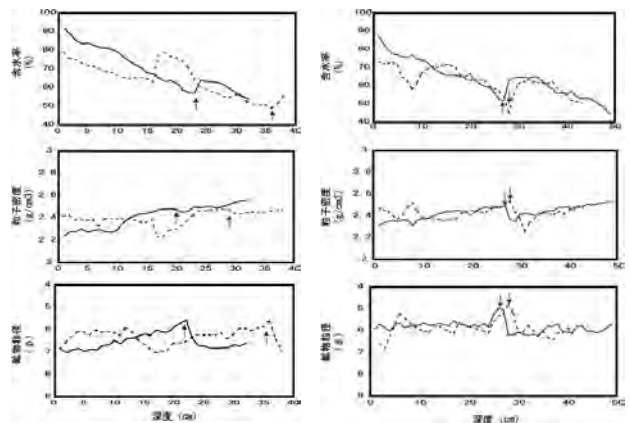


図5(左). DJ-1(実線, 2003年)とDJ-a(破線, 2004年)との比較
矢印がそれぞれ対応している箇所を指す
図6(右). DJ-5(実線, 2003年)とDJ-c(破線, 2004年)との比較
矢印がそれぞれ対応している箇所を指す

た層の厚さが大きい。これは、この位置が地形的な凹部となるので堆積しやすい環境にあったのではないかと推定される。

4.2 セディメントトラップ試料の結果

2004年6-7月の期間にはセディメントトラップからあふれるほどの土砂流入が発生した(図4右図)。この土砂流入では2つのセディメントトラップのいずれもが堆積物中に埋没しており、かなりの規模の土砂流入が考えられる。このことは、セディメントトラップの設置期間の最大時間降水量とその時の堆積速度との関係からも明らかである(図7)。この期間では約60mm/hの非常に大きな降水強度が観測されており、この大量の土砂流入に関係している。また、トラップ試料の堆積速度は大量の土砂流入で大きく増加する(図8)。

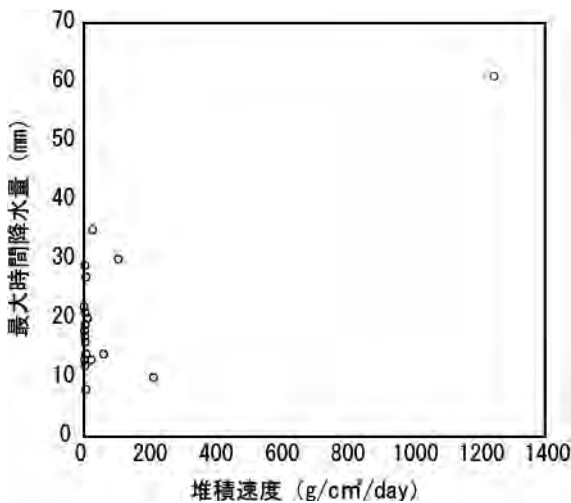


図7. 堆積速度と最大時間降水量の関係

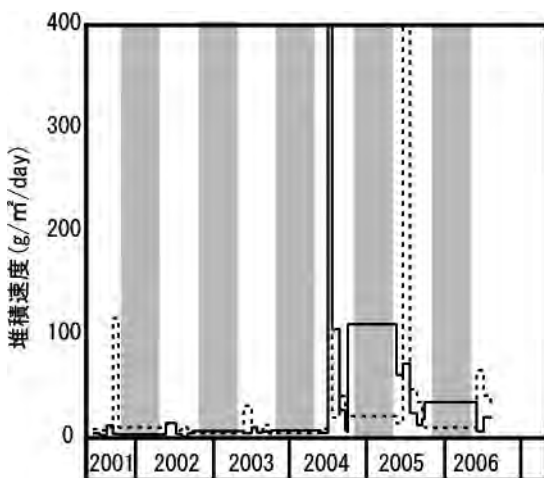


図8. セディメントトラップ設置期間の堆積速度
実線が手前トラップ、破線が奥トラップ網掛け部は積雪のある期間を示す

次に流域の環境変化を受蝕性(浸蝕の受けやすさ、土砂流出の容易さ)という観点から考えてみよう。流域における単位面積当たりの推定流出土砂量(R_s)を

$$R_s = S \cdot A_p / A_w$$

と仮定する。ここで、 S :トラップの堆積速度($g/m^2/day$)、 A_p :水域面積(m^2)、 A_w :流域面積(m^2)である。これを日降水量(mm/day) P で除した R_s/P 値は流域での受蝕性を示すものであり、この値が大きい場合には同一の降水量でもより多くの土砂流出が発生しやすい(浸蝕されやすい)ことを示す。この R_s/P 値は大量の土砂流出後に大きく上昇しており(図9)、それ以降土砂流出が容易な環境になっていることを示している。また、大量の土砂流入以前はDJ-BTの堆積速度がDJ-FTと比べて大きいか、または同等程度であったが、それ以後はDJ-FTの堆積速度のほうが高い状態である。また大量流入以後、DJ-FTに近い東岸に新たな流入口が形成されたことが確認されている(図3)。DJ-FTの堆積速度の増加は、新たな流入口から運ばれてきた土砂の増加も関係していると考えられる。

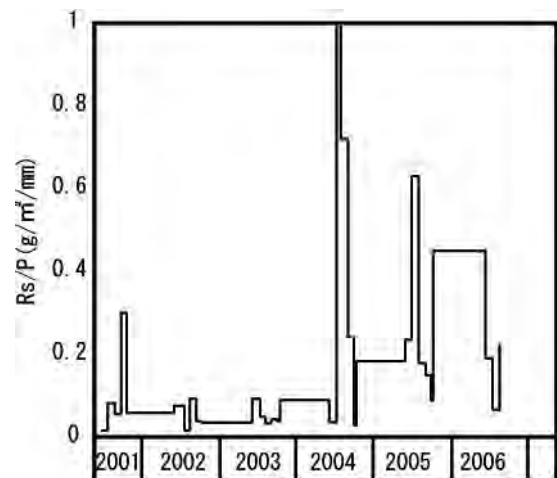


図9. トラップ設置期間ごとの R_s/P 値の変化

現在の泥鱒池では、2004年7月以前より高い堆積速度であるが、しかし、その後のDJ-FTの堆積速度がDJ-BTより大きいという関係は、2006年にはそれ以前と同様の関係になっている。この理由の1つとして流入口からの土砂流入が相対的に少なくなっていると考えられる。即ち、豪雨時に生産された流域内の土砂が減少してきていると想定される。

積雪あるいは融雪がある11月から6月までの約7ヶ月間の平均的な堆積速度はそのほかの時期に比べて高い傾向がある(図8、網掛け部)。一般的に堆積速

度が遅くなる池の結氷期間を含むにもかかわらず、大きな速度となることは融雪時の堆積量に関係すると思われる（西地ほか，2004）。実際の堆積速度を見積るためには結氷、融雪の時期に関する正確な知見が必要である。2005年から2006年の泥鰯池に設置した水位計のデータ（図10）によると2005年12月5日に水温が約4℃から0℃に急激に減少しており、この期間に泥鰯池が結氷したと考えられる。また2006年4月26日に水温が約0℃から5℃まで急激に上昇しており、同時に水位が10cm以上急激に上昇していることから、この時期に泥鰯池の池面は解氷し、融雪水も流入し始めたものと推測される。堆積速度を結氷以前はそれまでのものと同様とし（約23g/m²/day）、結氷期間は0と仮定すると、2006年の4月26日から6月30日の堆積速度は約93g/m²/dayとなる。2006年の他の期間の平均値が約18g/m²/dayであるので約5倍もの堆積速度になっている。

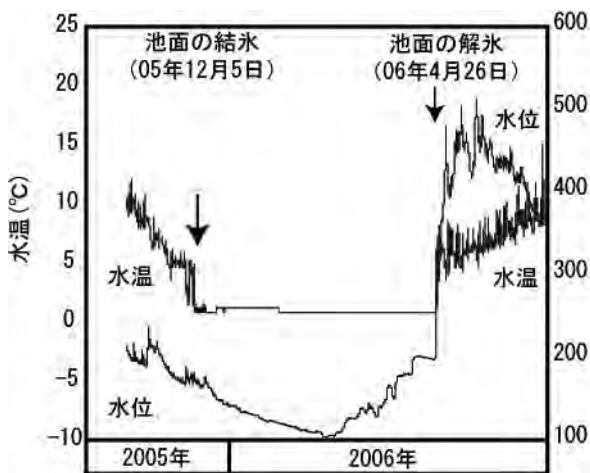


図10. 2005-2006年の水温、水位変化

5. 謝辞

本調査・研究を進める際には多くの方々にお世話になった。特に各種申請や調査にご同行いただいた立山カルデラ砂防博物館の皆様、多くの助言を頂いた金沢大学自然計測応用研究センター青田容明研究員、また調査において多くの助力を頂いた金沢大学水文地形環境研究室の院生・学生諸君に深い感謝の意を表す。

参考文献

- 藤井昭二 (1997)：立山カルデラの形成と崩壊；砂防学会誌、49、3-8。
- 柏谷健二・太井子宏和・川谷 健・沖村 孝 (1988)：六甲山系の湖沼堆積物の粒度組成の変動と崩壊環境；地形、9、193-200。
- 西地和貴・柏谷健二・室井克則・國香正稔 (2004)：立山カルデラ内の泥鰯池における堆積物試料の調査・分析報告；立山カルデラ-研究紀要、5、1-8。
- 立山カルデラ砂防博物館 (1998)：越中 立山大鳶崩れ—安政五年大地震大洪水の古絵図集成；立山カルデラ砂防博物館、1-5。

【要 旨】

流域環境と池沼堆積物との関係を明らかにするために、立山カルデラ内に位置する泥鰯池流域で調査及び分析を行った。堆積物試料には2004年7月18日の豪雨に起因する大きな土砂流入が認められた。また、その前後で堆積環境に変化が認められ、土砂流入が容易な環境に変化したことも明らかになった。また、水位・水温観測から2006年度の結氷、解氷時期が明らかになり、2006年度の融雪時期の堆積速度はその他の期間よりも約5倍の速い堆積速度になると推定された。