

新潟大学災害・復興科学研究所  
共同研究報告書

火山の酸性溪流における砂防施設の機能低下に関する研究

研究代表者氏名 斎藤 健志<sup>1)</sup>

研究分担者氏名 渡部 直喜<sup>2)</sup>

1) 埼玉大学大学院理工学研究科 2) 新潟大学災害・復興科学研究所

研究要旨

本研究では、火山地帯の酸性溪流である浦川流域（長野県白馬大池火山）、硫黄川流域（新潟県苗場山）、長瀬川流域（福島県安達太良山）、吾妻川流域（群馬県草津白根山）の4流域において、pHを中心とした水質特性（有害重金属類濃度も含む）の調査を実施した。このうち、特に長瀬川流域と吾妻川流域では、その最上流部において、pHが1.6～2.3と極めて低く、ECが3490～5130  $\mu\text{S}/\text{cm}$ と高い結果が得られた。同時に、最上流部では、As（ヒ素）やPb（鉛）、Al（アルミニウム）やFe（鉄）などの重金属類が比較的多く検出された。長瀬川流域では流下に伴い、また、吾妻川流域では中和処理により、それぞれpHは上昇、EC（電気伝導度）や重金属類濃度は低下する傾向が認められた。特に、重金属類については、長瀬川流域では流下に伴う河床ならびに猪苗代湖底への沈殿、また、吾妻川流域では中和処理に伴う中和生成物への移行が示唆された。

A. 研究目的

砂防堰堤に代表される砂防施設は、流域の土砂災害防止に不可欠であるが、設置後50年以上を経ている施設もあり、近年、その経年劣化や損傷等が問題となっている。具体的な事例としては、砂防堰堤の摩耗、変形、亀裂、剥離、漏水、基礎洗堀などが挙げられる。実際に、本研究で対象とした長野県白馬大池火山の浦川流域（姫川支流）では、調査中に、砂防堰堤の天端摩耗が確認された（図1）。



(図1) 浦川流域で確認された天端摩耗

一方、このような経年劣化とは別に、低いpHを有する酸性溪流では、砂防施設の劣化速度が極めて速く、コンクリートが溶解している事例も見受けられる。砂防施設の耐酸対策としては、塗布剤やシート、石材パネルなどによるコーティングや、混和剤・固化剤などの添加等がある。具体例として、本研究で対象とした群馬県草津白根山の吾妻川流域では、耐酸工法を採用している砂防堰堤が設置されている（例えば、谷沢川第三砂防堰堤）。

しかしながら、国内に多数存在する酸性溪流では、必ずしも砂防施設の耐酸対策が施されているわけではなく、また、その対策方法も不十分なケースもある。酸性溪流における砂防施設の将来的な腐食・損傷リスクを評価する上でも、また、新規に砂防施設を設置する際の耐酸対策を検討する上でも、酸性溪流のpHを中心とした各種の水質データを蓄積することは極めて重要である。また、酸性溪流は、抗腐水や温泉水（酸性泉）が原因となるケースもあり、As（ヒ素）やPb（鉛）などの有害重金属類を多く含有することもある。そ

ここで、本研究では、複数の火山地帯における酸性渓流を対象に、その pH を中心とした水質特性（有害重金属類濃度も含む）を調査することを目的とした。

## B. 研究方法

本研究対象地域は、長野県白馬大池火山の浦川流域（姫川支流）、新潟県苗場山の硫黄川流域（中津川支流）、福島県安達太良山の長瀬川流域、群馬県草津白根山の吾妻川流域である（図 2）。特に、長瀬川流域と吾妻川流域では、多数の調査地点を設定した。本研究で対象とした流域は、全て火山地帯に位置しており、火山岩類が広く分布している。



（図 2）研究対象地域（Google maps に加筆）  
（※ 各プロットが調査地点を示す）

現地では、渓流水の採取と同時に、水温、pH、EC（Electric Conductivity：電気伝導度）、濁度を測定した。採取した渓流水は、0.20  $\mu\text{m}$  のセルロースアセテートタイプメンブレンフィルター（東洋濾紙株式会社：DISMIC-25CS タイプ）で濾過した後、溶存無機炭素、主要溶存イオン類（ $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{F}^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ ）、微量元素・重金属類（Li, Al, Si, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Se, Sr, Cd, Pb）を対象に、その濃度を測定した。水温、pH、EC、濁度については校正済みの携帯式メーター、溶存無機炭素は TOC 分析計（株式会社島津製作所：TOC-V CSH）、主要溶存イオン類はイオンクロマトグラフ（日本ダイオネクス株式会社：ICS-1500）、微量元素・重金属類は ICP-MS（株式会社島津製作所：ICPM-8500）により、それぞれ分析を行った。

現地調査は、浦川流域では 2017 年 9 月と 10 月に、硫黄川流域では 2017 年 7 月と 10 月に、長瀬

川流域では 2017 年 7 月と 11 月に、吾妻川流域では 2017 年 6 月と 11 月、2018 年 2 月に、それぞれ実施した。

## C. 研究結果

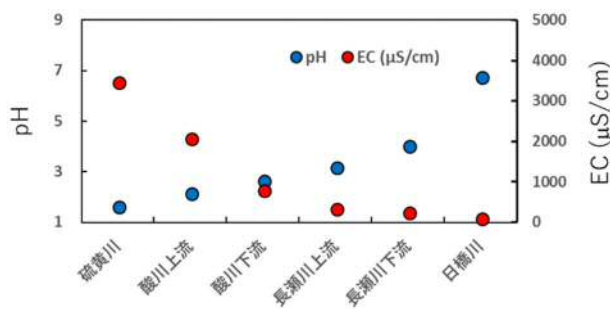
浦川流域では、特に荒廃の激しい金山沢において、水質調査を実施した。pH および EC は、2017 年 9 月には 6.8 と 851  $\mu\text{S}/\text{cm}$  を、2017 年 10 月には 5.6 と 609  $\mu\text{S}/\text{cm}$  をそれぞれ示し、それほど低い pH は呈さなかった。一方で、金山沢の特徴的な点としては、極めて高い濁度が得られたことである。すなわち、2017 年 9 月には 453 NTU を示し、2017 年 10 月には、濁度が低い純水で渓流水を 20 倍程度希釈して測定したが、300 NTU 程度と非常に高かった。2017 年 10 月の調査時には、その数日前から降雨があったため、その影響で濁度が特に高くなったことが考えられる。

硫黄川流域では、pH ならびに EC は、2017 年 7 月には 4.8 と 286  $\mu\text{S}/\text{cm}$  を、2017 年 10 月には 4.7 と 333  $\mu\text{S}/\text{cm}$  を、それぞれ示した。これは硫黄川本流の調査結果であり、それとは別に参考として、ごく近傍にある枝沢（後に、硫黄川本流と合流）の試料も採取した。この枝沢では、pH が 7 程度、EC は 40  $\mu\text{S}/\text{cm}$  と低い値を示した。硫黄川周辺の渓流水はこの一地点しか採取してはいないが、それと比較しても、硫黄川本流の pH は比較的低い値であったと言える。

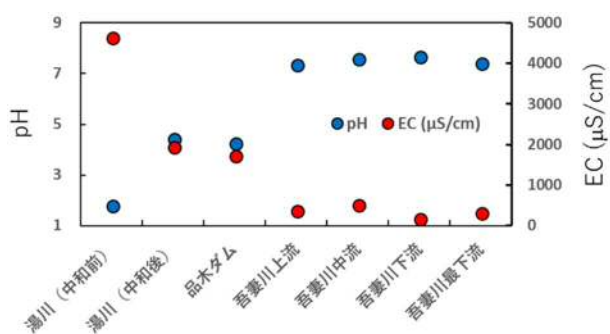
長瀬川流域では、安達太良山の西側から流出する硫黄川で、2017 年 7 月に pH が 1.7、EC が 3490  $\mu\text{S}/\text{cm}$  を、2017 年 11 月に pH が 2.3、EC が 3740  $\mu\text{S}/\text{cm}$  を、それぞれ示した。硫黄川は、流下する途中で裏磐梯方面からの流量に富む長瀬川と合流し、最終的には、猪苗代湖に流入する。この流下に伴い、希釈効果もあり、pH は多少上昇、EC も次第に低くなる結果が得られた（図 3）。猪苗代湖への流入直前の調査地点では、pH と EC は、2017 年 7 月には 4.1 と 268  $\mu\text{S}/\text{cm}$  を、2017 年 11 月には 3.5 と 320  $\mu\text{S}/\text{cm}$  をそれぞれ示した。その後、猪苗代湖の湖水は、流出河川である日橋川から阿賀川へと合流する。日橋川では、pH は中性（2017 年 7 月：6.8、2017 年 11 月：6.4）に近い値が得られた（図 3）。

吾妻川流域では、その上流部に草津白根山の東側から流出する大沢川と谷沢川、また、草津温泉

街を流れる湯川があり、いずれも pH が極めて低いため、国土交通省による中和事業が行われている。湯川の pH ならびに EC は、2017 年 6 月には 1.8 と 4670  $\mu\text{S}/\text{cm}$  を、2017 年 11 月には 1.9 と 4330  $\mu\text{S}/\text{cm}$  を、2018 年 2 月には 1.6 と 5130  $\mu\text{S}/\text{cm}$  をそれぞれ示し、安達太良山の硫黄川のように、pH が極めて低く、EC についても高い値が得られた。中和後における湯川の pH と EC は、2017 年 6 月には 4.5 と 1976  $\mu\text{S}/\text{cm}$  を、2017 年 11 月には 4.5 と 1825  $\mu\text{S}/\text{cm}$  を、また、2018 年 2 月には 4.9 と 2030  $\mu\text{S}/\text{cm}$  をそれぞれ示し、pH が上昇すると同時に EC も低下している。吾妻川流域では、中和事業が実施されていない酸性溪流が多数存在し、どの流域でも pH が 2~5 程度と低いものの、利根川合流直前の吾妻川最下流部では、その pH は中性に近づいていた (図 4)。具体的には、2017 年 6 月は 7.5 を、2017 年 11 月は 6.1 を、2018 年 2 月には 6.2 を、それぞれ示した。



(図 3) 長瀬川流域における pH と EC 変化  
(※ 2017 年 7 月のデータ)



(図 4) 吾妻川流域における pH と EC 変化  
(※ 2017 年 6 月のデータ)

#### D. 考察

長瀬川流域では、吾妻川流域のような中和処理は行われていないため、猪苗代湖の流入直前には、pH が 3~4 程度の比較的低い値 (図 3) を示すことが考えられる。一般的には、河川の pH が低いこ

とは、問題となるケースが多いが、長瀬川流域の場合には、その猪苗代湖への流入が猪苗代湖の水質維持に対して、重要な役割を担っている。すなわち、猪苗代湖は、1990 年頃までは、pH が 5 程度の酸性湖であり、水質も極めて良好であった。しかしながら、近年では、pH が 6.5 やそれ以上の値を示すようになり、中性化が問題となっている。その結果として、COD (化学的酸素要求量) の上昇や大腸菌数数の増加など、種々の問題が生じている。今後、猪苗代湖の水質悪化について、具体的な対策を講じる上でも、継続的な調査が不可欠である。

吾妻川流域では、最上流部の pH が極めて低い流域でのみ中和処理が実施されており、その中和に伴う生成物 (中和生成物) は、その直下にある品木ダムでトラップされる。品木ダムでは、3 回の調査結果より、pH は全て 5 前後を示し、十分に中性までは近づいていないことが分かった (図 4)。最終的には、利根川に合流する直前で、pH は 6~7 程度になっていた。しかしながら、この吾妻川最下流部では、2017 年 11 月には 6.1 を、2018 年 2 月には 6.2 を示したことから、継続的な調査が重要となる。

特に、これら長瀬川流域と吾妻川流域では、最上流部の pH が極めて低く、EC が高い酸性溪流において、As や Pb、Al (アルミニウム) や Fe (鉄) などの重金属類が比較的多く検出された。しかしながら、いずれの元素も、流下や中和処理に伴い、沈殿することで濃度は減少しているが、その河床および猪苗代湖底の沈殿物や中和生成物中には、有害な重金属類が高濃度に存在する可能性がある。よって、今後、酸性溪流における水質特性の時空間分布を継続的に調査すると同時に、長瀬川流域の河床や猪苗代湖底の沈殿物と吾妻川流域の中和生成物を対象にし、特に有害重金属類の全含有量測定と逐次抽出法による形態分画を行いたく検討している。

#### E. 結論

本研究では、火山地帯の酸性溪流である浦川流域、硫黄川流域、長瀬川流域、吾妻川流域の 4 流域において、pH を中心とした水質特性 (有害重金属類濃度も含む) の調査を実施した。このうち、特に長瀬川流域と吾妻川流域では、その最上流部

において、pH が 1.6～2.3 と極めて低く、EC が 3490～5130  $\mu\text{S}/\text{cm}$  と高い結果が得られた。同時に、最上流部では、As や Pb、Al や Fe などの重金属類が比較的多く検出された。長瀬川流域では流下に伴い、また、吾妻川流域では中和処理により、それぞれ pH は上昇、EC や重金属類濃度は低下する傾向が認められた。特に、重金属類については、長瀬川流域では流下に伴う河床ならびに猪苗代湖底への沈殿、また、吾妻川流域では中和処理に伴う中和生成物への移行が示唆された。

## **F. 研究発表**

### **1. 論文発表**

なし

### **2. 学会発表**

なし

## **G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）**

### **1. 特許取得**

なし

### **2. 実用新案登録**

なし

### **3. その他**

なし