

阿寒川水系の水と森林に関する調査研究

2013（H25）年度報告書

山形大学農学部

菊池 俊一

はじめに

マリモに代表される独自の湖水生態系を育む阿寒湖。また、その豊かな自然環境資源や特異な自然景観に立脚し営まれてきた阿寒地域の生活、阿寒地域の生業。人間の行為が自然環境に与えるインパクトは強大なものとなり得、今さら例を挙げるまでもなく、世界各地において自然環境の破壊が繰り返されてきた。立脚基盤を失った地域社会もまた、崩壊の一途をたどることとなった事例は数多い。

では、自然資源を利用しながら環境を保全することは不可能なのだろうか。そんなことはない。可能である。様々な方策が考えられるが、一例としては、資源利用が環境に与えるインパクトを長期モニタリングすることにより影響評価を行い、より低インパクトな行為内容となるように対応策を講ずるという手法がある。当調査研究の狙いはまさにここにある。

財団法人前田一步園財団所有の森林内を流れ、阿寒湖に流入する無数の小河川。2004（平成16）年度から始まった「阿寒川水系の水と森林に関する調査研究事業」では、小河川の中から2河川を選び、雨量、水位、土砂濃度等の連続観測を継続してきた。森林施業に伴う林道・作業道の開設・利用、林地表土の攪乱、植生構造の改変等の行為は陸域から水域への物質流入状況を変える可能性を持っている。物質流入は降雨状況により時間変動・日変動するが、突発的変化が生じた場合には、何故変化したのかを検討せねばならない。とりわけ人的行為との因果関係が推察されたならば、即時に対策を講ずる必要が出てくる。なぜならば、阿寒湖への過剰な土砂流入は独自の湖水生態系に大きな影響を及ぼす可能性を持つからである。阿寒川水系の環境保全のため、基礎的なデータの蓄積を地道に続けていきたい。

本報告は2013（平成25）年の観測結果のまとめである。

1. 調査・分析・解析項目

1.1 河川水自動採取装置、水位計、濁度計および雨量計の設置

河川流水に含まれる土砂・有機物等の濃度の連続観測のため、今年度も現地に河川水自動採取装置（以下、ウォーターサンプラー）を設置した。同時に河川水位、降雨量の観測のため、水位計と雨量計も設置した。ウォーターサンプラーは ISCO 社製 3700 型スタンダードサンプラー、水位計は Trutrack 社製 WT-HR、雨量計は大田計器製作所製転倒ます型雨量計を用いた。

ウォーターサンプラーと水位計の設置箇所は、チクショベツ川の標高 445m 地点とキネタンベツ川の標高 425m 地点の 2 ヶ所である。雨量計はチクショベツ川の標高 445m 地点のみである。水文観測地点より上流の流域面積はチクショベツ川が 890ha、キネタンベツ川が 550ha である。

ウォーターサンプラーは両地点において 2013 年 6 月 10 日から同年 11 月 11 日まで設置し、採水を行った。ただし、河川流量増加により採水口が移動したり、採水ボトル交換タイミングのずれが生じたことにより採水ができなかった期間が生じた。チクショベツ川では 6 月 10 日、9 月 16 日、9 月 19 日～9 月 23 日、11 月 9 日、11 月 11 日、キネタンベツ川では 10 月 18 日～10 月 20 日、11 月 2 日が欠測となった。水サンプル採取間隔は 24 時間に設定し、毎日正午（12 時）に採水した。

河川水位は、両河川とも 2013 年 6 月 12 日から同年 11 月 11 日までの観測データが得られた。観測間隔は 5 分に設定した。

降雨量は 2013 年 6 月 11 日から同年 11 月 11 日の観測データが得られた。ただし、期間途中におけるデータ回収が間に合わなかったため、9 月 16 日～9 月 24 日のデータは得られなかった。観測間隔は 5 分に設定した。

1.2 河川水の含有物質濃度分析

河川水サンプルは全て実験室に持ち帰り、含有物質重量を計測した。その手順は以下のとおりである。

まず、河川水サンプルを目開き 0.106mm の標準篩を通して濾し、粒径 0.1mm

以下の微細土（有機成分も含む）が含まれる濁水サンプルと、ふるい上に残る粒径 0.1mm より大きな浮遊砂（有機成分も含む）に分離した。この粒径 0.1mm は浮遊限界と掃流限界が等しくなる限界粒径であり、ウオッシュロードの最大粒径と見なすことができる（江頭・芦田、1981）。

ふるい上の浮遊砂は水で洗い流し、それらの物質が含まれる濁水サンプルを作成した。その後、あらかじめ秤量しておいたガラス繊維濾紙（Whatman 社製 GF/F フィルター、孔径 47mm）を装着した吸引濾過器を用いて濁水サンプルを濾過した。濾過後、ガラス繊維濾紙を 110℃で 24 時間乾燥させた後、デシケーター内で放熱させ、電子天秤により 0.1mg 単位まで秤量した。110℃乾燥後重量から各濾紙重量を差し引いた重量をサンプル水体积で除し、それぞれ微細土濃度（細粒物質、mg/l）と浮遊砂濃度（粗粒物質、mg/l）を求めた。

2. 結果・考察

2.1 降雨状況

図-1 に 2013 年 6 月 11 日～11 月 11 日の降雨状況を示した。観測期間 146 日間の総降雨量は 540mm であった。日降雨量 20mm/day を超える雨量が観測されたのは 6 月 15 日、7 月 30 日、8 月 10 日、8 月 21 日、9 月 15 日、9 月 25 日、10 月 25 日、11 月 10 日であった。なお、当観測において欠測期間となった 9 月 16 日～9 月 24 日には、アメダス阿寒湖畔観測地点において 9 月 16 日に日雨量 120.5mm、最大時間雨量 36.0mm の 2013 年最大の降雨イベントが記録されていることから、調査地においても同様の大雨が発生した可能性は高い。

2013 年の対象期間中に記録された最大降雨イベントは 10 月 25 日から 10 月 26 日にかけての降雨であった（図-2）。10 月 25 日に 31.5mm/day、翌 26 日には 16.5mm/day が記録され、合わせて 48.0mm となる降雨であった。ちなみに前出のアメダス阿寒湖畔観測地点においても 10 月 25 日に 107.0mm/day（最大時間雨量は 25.0mm/hr）、翌 26 日には 42.0mm/day（同 24.5mm/hr）の降雨量が観測されており、2013 年の二番目に大きな降雨イベントであった。

2013 年 10 月 25 日～10 月 26 日の降雨イベントにおける時間雨量の時系列変化を図-2 に示した。10 月 25 日の 4 時台から降りだした降雨がおおよそ 29 時間

継続したが、時間雨量は最大でも 6.0mm/hr であり、降雨強度はそれほど強く
なかった。

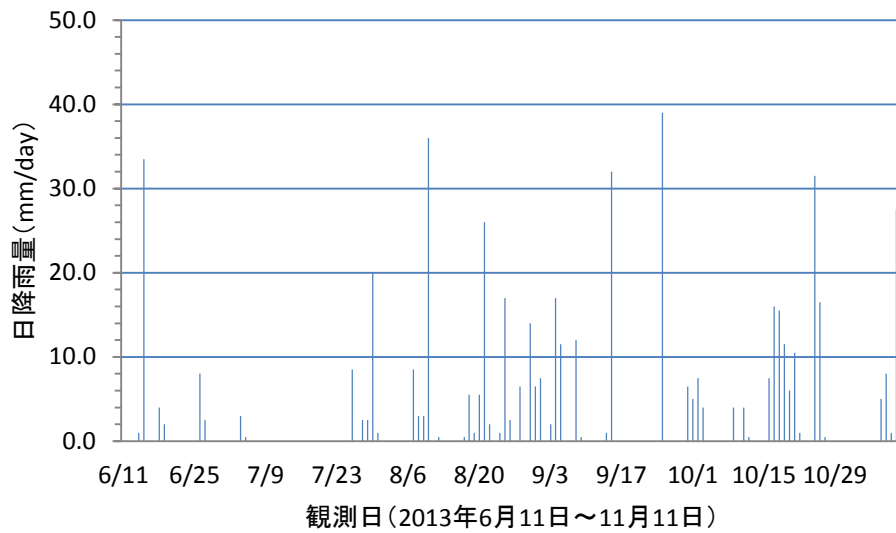


図-1 2013年の降雨状況

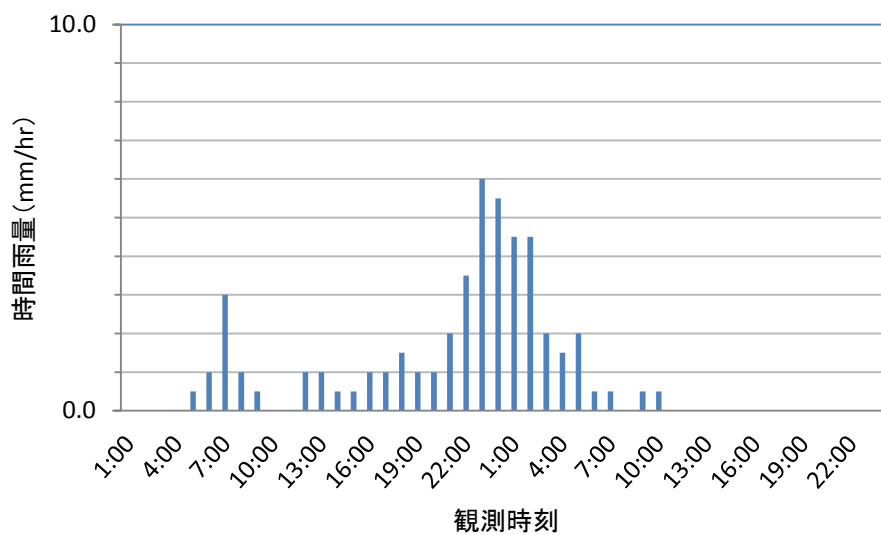


図-2 2013年10月25日～10月26日の降雨イベント

2.2 河川流況

チクショベツ川の水位の変動を図-3、キネタンベツ川を図-4 にそれぞれ示した。両河川とも先述のような降雨イベントに応答して水位が変動していた。観測された記録では10月25日～10月26日の降雨イベント時には両河川とも高い水位を示した。ただし、アメダス阿寒湖畔観測地点において2013年の最大日雨量が記録された9月16日周辺の水位が記録されていない。この9月16日には日雨量120.5mm/day、時間雨量36.0mm/hrが記録されていることから、このイベント時には両河川とも水位が10月25～26日のイベント時より高かったであろうことが推測される。

チクショベツ川では9月16日の降雨イベント発生後は9月24日から水位観測が再開されたが、それ以前の期間に比べると水位が高いまま推移しているように見える(図-3)。これは、9月16日の降雨に伴い水位計設置箇所(河床)が洗掘されたようで、水位計設置深がおよそ10cm深くなったことによる。

両河川の水位変動を比べるとチクショベツ川よりキネタンベツ川(図-4)の方が降雨に対してより明瞭に反応してピークを示し、その後の減少も速い傾向がみられた。

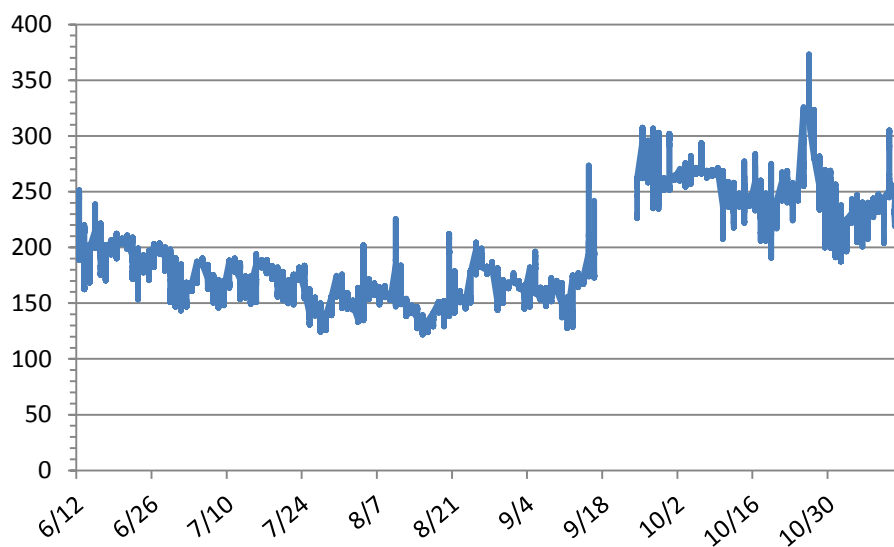


図-3 チクショベツ川の水位変動(2013年)

縦軸は水位(mm)、横軸は観測日を示す。

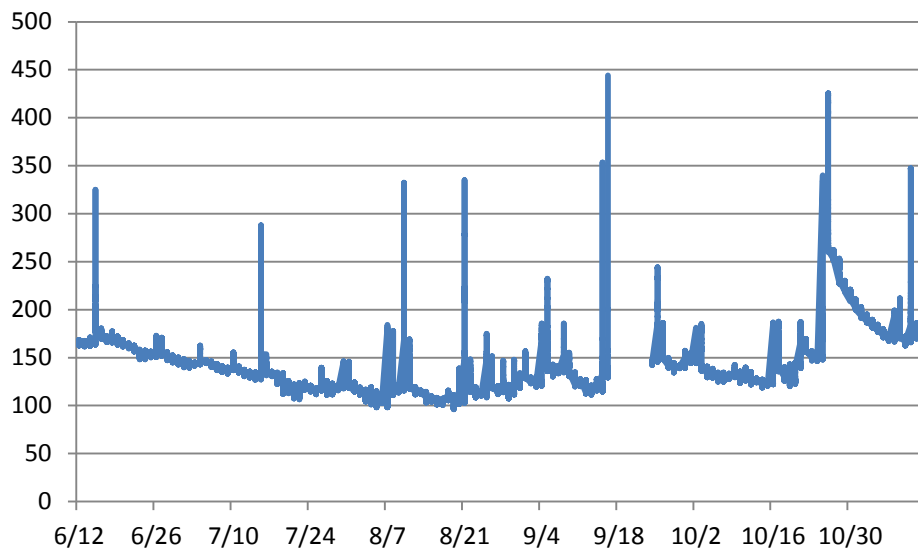


図-4 キネタンベツ川の水位変動（2013年）

縦軸は水位(mm)、横軸は観測日を示す。

2.3 河川水含有物質濃度の時系列変化

チクショベツ川の河川水含有物質濃度の時系列変化を図-5と図-6に示した。前者が粒径1mm以下の微細土の濃度を、後者は粒径が1mmより大きな浮遊砂の濃度を示す。

両者とも濃度の最高値を記録したのは9月17日で、微細土濃度は38.2mg/l、浮遊砂濃度は68.8mg/lで約2倍の値であった。ただ、翌日には微細土濃度は7.1mg/lに、浮遊砂濃度は34.7mg/lに急減した。残念ながら9月16日と9月19日～9月23日の河川水サンプルは採取できなかったため、濃度の連続変化を見ることはできない。降雨量も9月16日～9月24日のデータが記録されていなかったためアメダス阿寒湖畔観測地点の記録をみると、9月14日から降り出した雨は9月16日まで続き、その16日に2013年観測期間中の最大日雨量となった95.5mm/dayを記録した。この降雨状況から、水サンプルのない9月16日には9月17日以上の含有物質濃度が観測されたであろうことや、9月19日～9月23日には濃度が漸減したであろうことが推察された。

9月中旬以外には10月初旬以降、微細土濃度と浮遊砂濃度ともに数mg/l程

度の濃度が継続的に記録されていた。その期間では10月4日、10月18日、10月25日にピークが見られ、どれもある程度まとまった降雨があった時期と重なっていた。また、微細土より粒度の粗い土砂と有機物を含む浮遊砂濃度が高い値を記録していた。落葉期であることから考えると、これらは陸域から新たに生産された微細土砂の流入・流下により高濃度となったというより、ある程度分解された落葉・落枝等の有機物が河川に流入・流下したことにより濃度が高まったと推察された。

先述のように2013年の観測値は、期間最大値を記録した9月17日の濃度でも 10^1mg/l オーダーであり、最大値が 10^2mg/l オーダーを記録した2011年と2012年に比べると一桁低い値であった。その理由としては二つが考えられた。すなわち、降雨状況が異なったこと、あるいは陸域からの新たな土砂生産・流入が2013年にはほとんど無かったであろうことが示唆された。

同様に、キネタンベツ川の河川水の含有物質濃度の時系列変化について、図-7には粒径1mm以下の微細土の濃度を、図-8には粒径1mmより大きな浮遊砂の濃度を示した。

チクシヨベツ川の結果(図-5、図-6)と比べて最初に気づくのは、チクシヨベツ川で最高濃度を記録したのは9月17日~9月18日にキネタンベツ川では濃度の著しい変化は見られない点である。キネタンベツ川では降雨のない平水時と同様の数 mg/l の低濃度であった。

一方、10月14日~10月17日と10月26日~10月29日には微細土、浮遊砂ともに数十 mg/l の比較的高い濃度を示した。粒径の粗い浮遊砂濃度が高いことや、落葉期であること、数日前の10月12日には日平均で風速 4.2m/s の風が記録されている(アメダス阿寒湖畔観測地点)ことを考え合わせると、チクシヨベツ川同様に、ある程度分解された落葉・落枝等の有機物が河川に流入・流下したことにより濃度が高まったと推察された。また $80\sim 90\text{mg/l}$ の微細土濃度は、数十 mm/day の日雨量があった2012年10月~同年11月にも記録されていることから、落葉期に落葉・落枝等の有機物が河川に流入すると、各濃度がそのレベルまで上昇することが毎シーズン発生している可能性が示唆された。

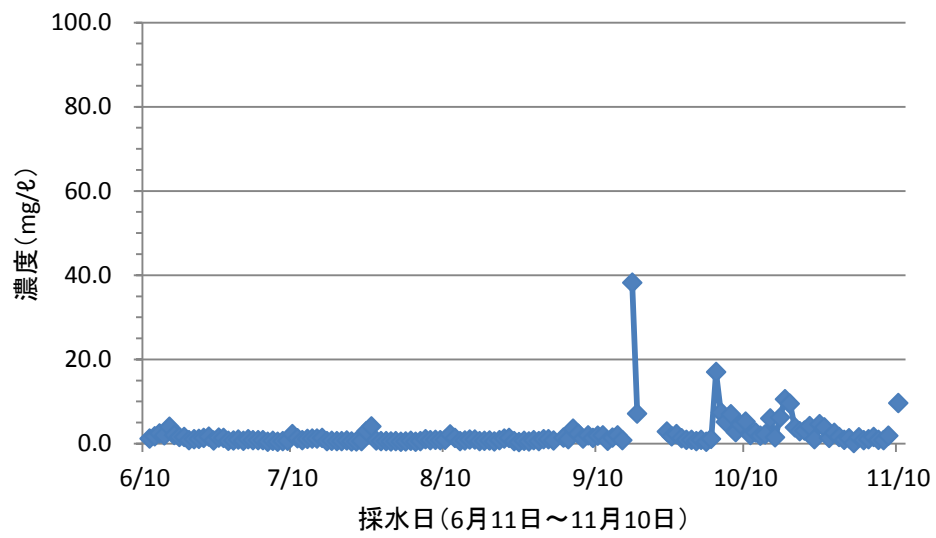


図-5 チクショベツ川の微細土濃度 (2013年)

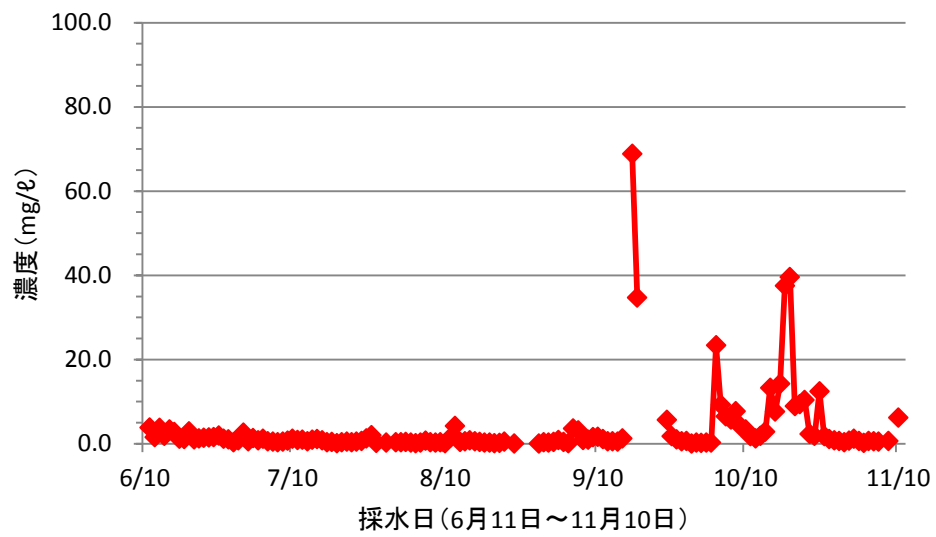


図-6 チクショベツ川の浮遊砂濃度 (2013年)

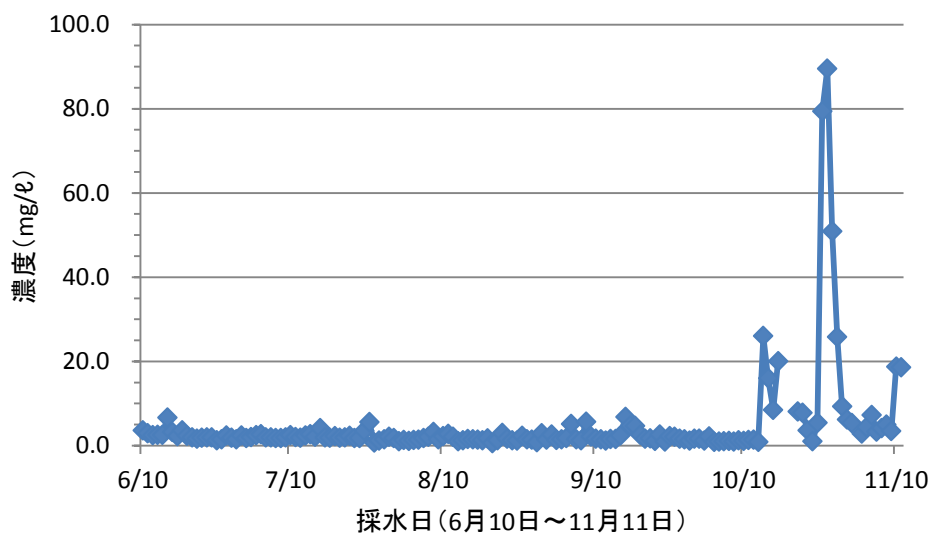


図-7 キネタンベツ川の微細土濃度 (2013年)

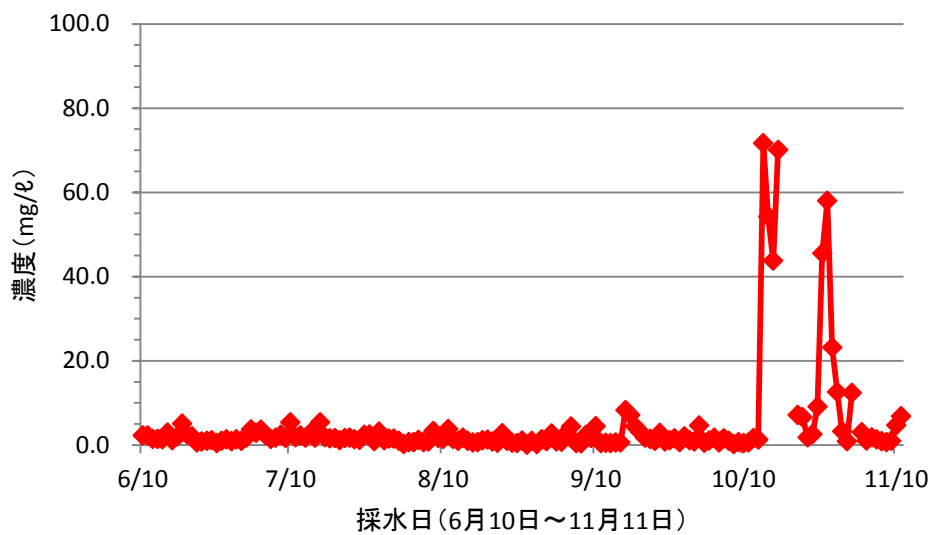


図-8 キネタンベツ川の浮遊砂濃度 (2013年)

2.4 降雨量と含有物質濃度の関係

日雨量と両含有物質濃度の関係について、河川別に図-9～図-12に示した。図中では6月～9月を着葉期、10月～11月を落葉期として違うマークで示した。両河川とも、どちらの粒径の物質も着葉期と落葉期の間に明瞭な差異が見られた。すなわち、日雨量が同程度であった場合には落葉期における濃度の方が着葉期より明らかに高い傾向が得られた。一方で、着葉期、落葉期ともに日雨量の増加に伴って濃度が高くなるような関係は不明瞭であった。特に落葉期ではほとんど日雨量が無い日においても両粒径の濃度が高かった事例が多く記録された。このことから、2013年に観測された両粒径の物質濃度の多くは落葉期において河川に流入した落葉・落枝等の有機物により構成されていた可能性が高いと考えられた。

では、2013年に両河川において観測された 10^1mg/l オーダーの物質濃度は他河川に比べて高いのであろうか。1992年4月～11月にかけて北海道南部の亀田半島の天然林小流域（流域面積 13km^2 ）において観測された事例では、平水時の浮遊砂濃度は平均値で $3\sim 6\text{mg/l}$ 、2日間の連続雨量 66.5mm の雨の際には最大値 238.4mg/l 、また二日間の連続雨量 109.0mm の雨発生時には最大値 307.5mg/l が記録された（柳井・寺沢、1995）。一方、2001年冬期に択伐が行われた森林小流域（流域面積 9.2ha ）において2001年6月～2002年11月まで行われた観測事例では、伐採実施年に微細砂濃度が最大で $2,048\text{mg/l}$ が記録され、伐採前の濃度が 100mg/l 未満であったのに比べると明らかに高い濃度が記録された（佐藤・寺澤、2004）。

すなわち、平水時には 10^0mg/l オーダー、まとまった降雨のあった増水時には $10^1\sim 10^2\text{mg/l}$ オーダー、施業等の地表攪乱があった際には 10^3mg/l オーダーの微細土・浮遊砂濃度が観測されている。当観測流域とは地質や流量、地表面被覆状況、降雨条件など様々な要因が異なるためこれら数値を直接的に比較することは難しい。しかしながら、平水時には 10^0mg/l オーダー、まとまった降雨のあった増水時には 10^1mg/l オーダーというレベルは、当対象流域にもあてはまると考えて良いであろう。

今後も観測を続け、当対象流域における施業内容、降雨状況と河川水含有物質濃度の関係についてデータ蓄積を進めていきたい。

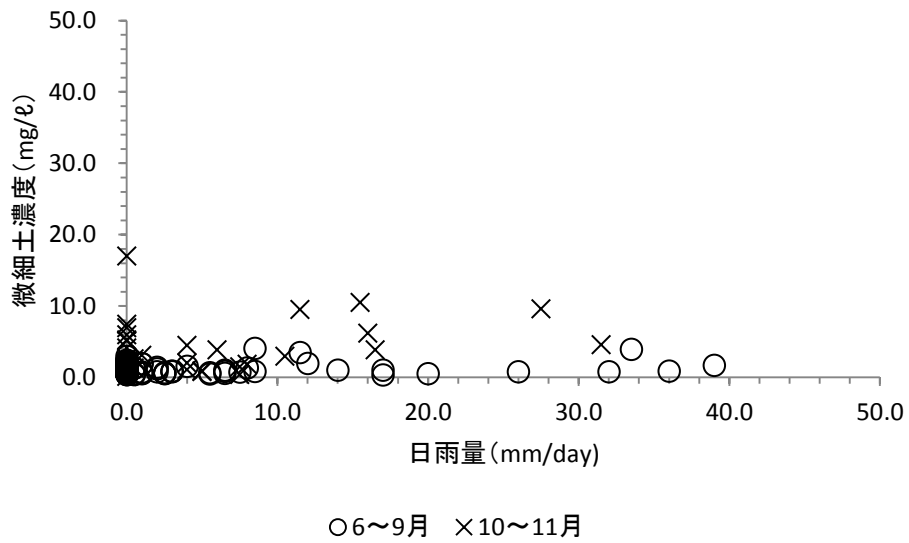


図-9 微細砂濃度と日雨量の関係 (チクショベツ川)

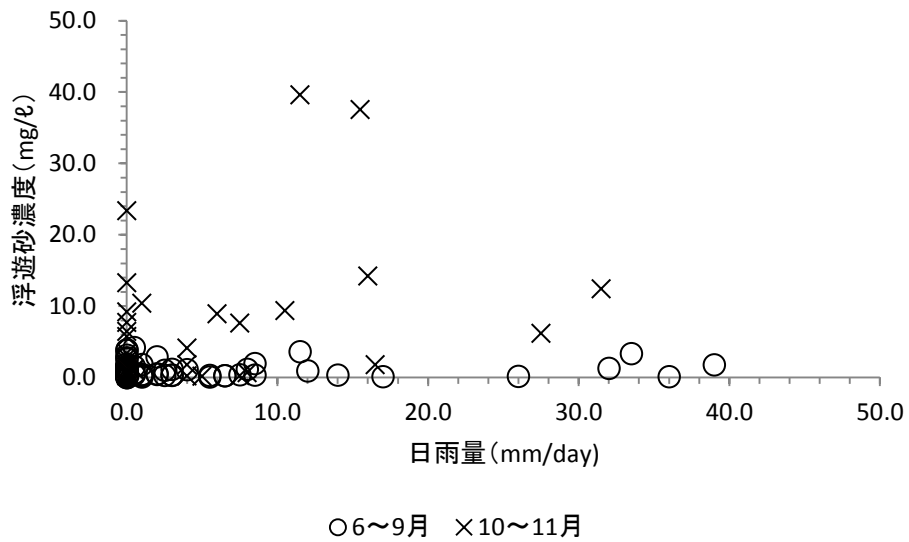


図-10 浮遊砂濃度と日雨量の関係 (チクショベツ川)

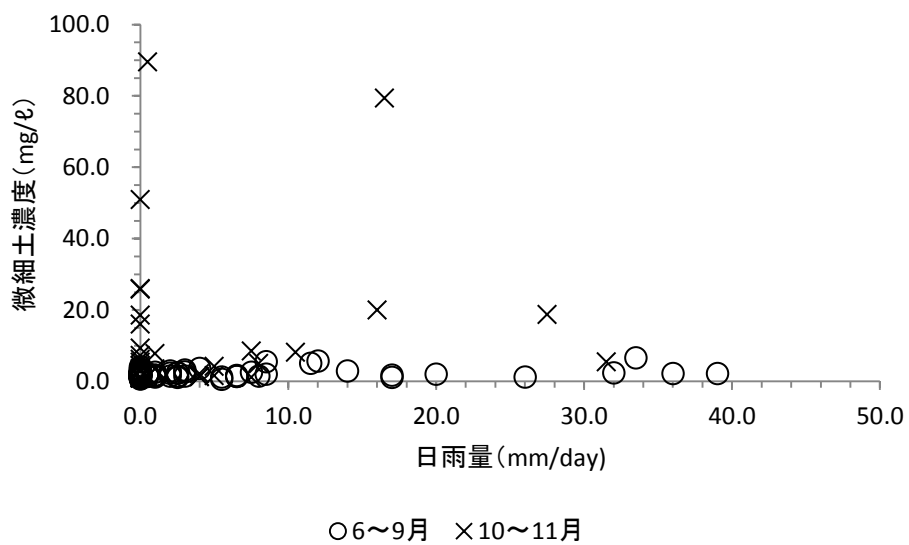


図-11 微細砂濃度と日雨量の関係 (キネタンベツ川)

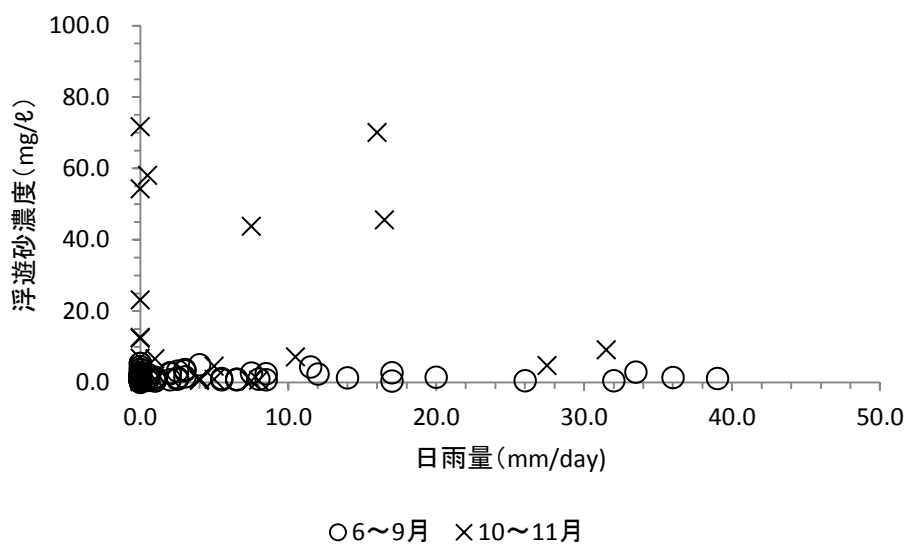


図-12 浮遊砂濃度と日雨量の関係 (キネタンベツ川)

おわりに

今年度も財団職員の皆様のご理解および献身的な現地作業により観測を継続することができた。財団および財団職員の皆さんに深謝の意を表したい。森林と水との関係は一朝一夕で答えの出るものではない。でき得る限り長期間の観測データを蓄積していきたい。

引用文献

- 江頭進治・芦田和男（1981）山地流域における微細土砂の生産場と流出過程に関する研究京都大学防災研究所年報 24、B-2、239-250
- 佐藤弘和・寺澤和彦（2004）択伐施業後における渓流水に含まれる微細土濃度の変化、日林誌、86(4)、349-357
- 柳井清治・寺澤和彦（1995）北海道南部沿岸山地流域における森林が河川および海域に及ぼす影響(I)—山地流域から津軽海峡に流出する浮遊土砂と有機物—、日林誌、77(5)、408-415