

阿寒川水系の水と森林に関する
調査研究事業報告書
(H16～H20年度)

H21年3月

財団法人 北海道森林保全協会

目次

1. はじめに

2. 方法

2.1 対象河川

2.2 調査・解析項目

2.2.1 水文観測

2.2.2 河川水に含まれる有機物・土砂濃度の分析

2.2.3 航空写真判読による林相変遷の時系列解析

3. 結果と考察

3.1 降雨状況

3.2 河川流況

3.3 濁度

3.4 河川水の土砂含有状況

3.5 林相の変遷

4. おわりに

1. 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。本調査研究事業の狙いはまさにここにある。

前田一步園の森林は、阿寒湖の集水域の大部分を占め、阿寒国立公園の景観および自然環境の保全の上で大きな役割を果たしている。2004（平成16）年度から始まった本調査研究事業では、阿寒湖に流入する無数の小河川の中から2河川を選び、雨量、水位、河川流水中の土砂濃度等を連続観測してきた。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管理者は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。阿寒川水系は、国の貴重な自然景観資源である阿寒国立公園の核心的要素である。その環境保全のため、森林と水に関わる基礎的データを着実に蓄積しつつ、その時系列変化を注視していきたい。そのような努力の成果は、今後の北海道の自然資源および生態系管理にとって大きな指針となるに違いない。

本報告書は、2008（平成20）年度を持って終了した上記事業の最終年度報告書である。

2. 方法

2.1 対象河川

財団所有森林内を流れる主な河川を2004年7月に踏査し、財団職員の日頃の流況観察を参考にしつつ、2本の小河川を調査対象河川に選んだ。118～119林班を流下するチクショベツ川と、110～113林班を流下するキネタンベツ川である（図-1）。前者はパンケトーから流下するイベシベツ川に合流した後、阿寒湖に流れ込み、後者は阿寒湖に直接流れ込む。財団職員の観察によれば、雨が降った際にひどく濁るのがチクショベツ川で、一方のキネタンベツ川はそれ程濁らないということであった。流域面積はチクショベツ川が9.9km²で、上流部は国有林となっている。一方のキネタンベツ川は7.5km²で、最上流の一部を除きほぼ全てが財団所有森林である。

2.2 調査・解析項目

2.2.1 水文観測

対象河川選定を行った翌年の2005(H16)年から2008(H20)年にかけて、両河川において河川水位や流水に含まれる土砂・有機物に関する水文観測を行った。

各種観測機器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地点である（図-1）。水文観測地点より上流の集水面積はチクショベツ川が8.9km²、キネタンベツ川が5.5km²である。毎年融雪出水が終わった時期に機器を現地に設置し、積雪が始まる前に機器保護のため撤収した。観測期間の詳細は後述する。設置箇所が阿寒国立公園特別保護地区内に位置するため、初年の機器設置は環境省の許可がおりた後に行った。

現地に設置した観測機器は自動採水装置（ISCO社製3700型スタンダード・サンプラー、以下、ウォーターサンプラーとする）、水位計（Intech社製WT-HR）、濁度計（北斗理研社製MA-212D）、転倒ます型雨量計（大田計器製作所製No.34-T(RA-1)）である。ウォーターサンプラー内には容量1,000mlの採水ボトルを24本セットすることができる。雨量計はチクショベツ川観測地点のみに設置した。他の機器は両地点とも設置した。これら機器により連続観測を行った項目は河川流水中に含まれる有機物・土砂の濃度、河川水位、河川水濁度、雨量である。観測間隔は5分～24時間で、観測項目あるいは観測年により異なる。詳細は後述する。

2005年には各水位観測地点においてレベル測量を行い、河道横断面形状を計測した。さらに各断面の複数点において流速を流速計（コスモ理研社製CR-7）により計測した。この河道横断面積と流速の積により流量を算出し、水位データとから水位流量曲線式を求めた。

2.2.2 河川水に含まれる有機物・土砂濃度の分析

24時間毎に採取された河川水サンプルは実験室に持ち帰り、 $\phi 0.106\text{m}$ の標準篩を用いて濾し、ウォッシュロードと浮遊砂に分離した。ただしこの手順は2005年採取サンプルについてのみ行い、2006～2008年採取サンプルについては行わなかった。次に、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）を装着した吸引濾過器によりサンプル水を濾過した。濾過後、ガラス繊維濾紙を 110°C で24時間乾燥させた後、デシケーター内で放熱させた。その後、電子天秤により含有物の付着した濾紙を 0.1mg 単位まで秤量した。この 110°C 乾燥後重量と濾過前重量の差を濾過水量で除した値をウォッシュロード（以下、WLとする）濃度（ mg/ℓ ）とした。

また $\phi 0.106\text{mm}$ 標準篩の残留物を蒸留水で別容器に洗い出し、それを上記同様に吸引濾過した。濾過後、 110°C 乾燥および放熱処理を行い、同様に秤量した。この 110°C 乾燥後重量と濾過前重量の差は、浮遊砂と有機物の合計重量となる。

残留物の付着した濾紙をるつぼに入れ、マッフル炉にて 550°C で3時間灼熱し、デシケーター内で放熱させた後、同様に秤量した。炉でるつぼを強熱する前後の重量差を有機物重量とし、それを 110°C 乾燥後重量から差し引いた重量を浮遊砂重量とした。各重量はサンプル水体积で除し、有機物濃度（ mg/ℓ ）、浮遊砂濃度（ mg/ℓ ）を求めた。また、WL濃度と浮遊砂濃度の和をTSS濃度とした。なお、2006～2008年採取サンプルは先述のように $\phi 0.106\text{mm}$ 篩による篩い分けを行っていないため、 550°C 強熱処理後の計算により得られたものはTSS重量とみなした。

2.2.3 航空写真判読による林相変遷の時系列解析

過去数十年間の林相変化と河川水質の関係について検討する基礎データとするため、上記2流域について、航空写真を用いた林相区分解析を行った。解析対象流域には、チクショベツ川流域、キネタンベツ川流域に加え、それら二流域で挟まれるポンチクショベツ川流域、チクショベツ川の東に隣接するパンケトー流域の四流域を選んだ。解析対象期間は、米軍撮影の1948～1953年、林野庁撮影の1968～1970年、同庁撮影の1999～2000年の三時期を選んだ。

林分区分の判別基準は階層構造、樹種、樹冠粗密度、上層木の樹高である。すなわち樹冠層が単層か、二段か、複層か、針葉樹林か、針広混交林か、広葉樹林か、樹幹の粗密度から密林、中林、疎林、散生林の四種類、上木層平均樹高が 15m を超える林分、 $5\sim 15\text{m}$ の林分、 5m 以下の林分の三種類という基準で全林分の林況を判読した。判別基準表は後掲する。

3. 結果と考察

3.1 降雨状況

表-1に降雨データの解析対象期間をまとめた。観測間隔は2005年は10分、2006～2008年は5分である。

図-2～図-5に各年の降雨状況を示した。2005年は7月24日～11月17日の降雨データが得られた(図-2)。観測期間中に日雨量20mm/dayを超える雨量として記録されたのは、7月27日の35.0mm/day、8月22日の27.5mm/day、9月7日の102.0mm/day、続く9月8日の30.5mm/day、10月8日の20.5mm/day、10月23日の25.0mm/day、11月7日の55.5mm/dayであった。なかでも9月7日から8日にかけての降雨は2005年の最大降雨イベントであり、連続雨量では132.5mmに達した。

2006年は8月3日～11月9日の降雨データが得られた(図-3)。ただし8月21日5:40～8月25日11:30と9月27日4:10～9月29日12:30は欠測となった。日雨量20mm/dayを超える雨量は、8月4日の54.0mm/day、8月18日の46.5mm/day、8月19日の36.0mm/day、8月30日の21.5mm/day、10月7日の156.0mm/day、10月8日の135.5mm/day、10月11日の28.0mm/day、11月7日の20.0mm/dayであった。2006年最大降雨イベントは10月7日から8日にかけて記録された降雨で、連続雨量が291.5mmに達した。この連続雨量は日雨量とともに2005～2008年の間では最大降雨記録となった。

2007年は7月15日～10月17日の降雨データが得られた(図-4)。日雨量20mm/dayを超える雨量は、7月22日の20.0mm/day、7月26日の32.0mm/day、7月28日の34.0mm/day、8月8日の39.0mm/day、9月7日の57.5mm/day、9月8日の35.5mm/day、9月16日の21.5mm/dayであった。連続雨量としては9月6～8日に104.5mm、9月15～16日に41.0mmが記録され、前者が2007年の最大降雨イベントとなった。

2008年は6月12日～10月26日の降雨データが得られた(図-5)。他の年に比較すると期間を通じて降雨量は少なく、日雨量20mm/dayを超える雨量は、8月27日に47.5mm/day、9月1日に23.0mm/day、9月12日に24.0mm/day、10月24日に33.0mm/dayが記録されたただけだった。2008年最大降雨イベントは8月27日に記録された47.5mm/dayの降雨であり、前日あるいは翌日に連続する降雨は無かった。

3.2 河川流況

表-2に河川水位データの解析対象期間をまとめた。観測間隔は2005年は10分、2006～2008年は5分である。

2005年におけるチクショベツ川の水位データの解析対象期間は7月26日～11月16日であった。一方のキネタンベツ川は7月29日～11月16日であった。ただしキネタンベツ川の8月6日～8月9日、9月9日～9月19日、10月13日～10月14日は異常値を示すかあるいは欠測であった。図-6と図-7にそれぞれの水位変動を示した。また、河

川断面積および水位の複数回計測から、両河川の水位－流量曲線を作成した（図－8、図－9）。

両河川の水位は、前述の降雨イベント（7月27日、8月22日、9月7日～9月8日、10月8日、10月23日、11月7日）に応答して変動していた。なかでも連続雨量132.5mmとなった9月7～8日のイベント時には最大水位を記録し、それに次ぐ記録は日降雨量55.5mm/dayの11月7日時であった。降雨に対する応答に関して両河川に明瞭な差違はみられなかった。

2006年における水位データの解析対象期間は両河川とも8月3日～11月9日であった。ただしそれぞれ欠測期間がある。チクショベツ川では8月24日23:35～8月25日10:50、10月12日11:00～12:40、一方のキネタンベツ川では8月24日23:55～8月25日10:05が欠測となった。また、10月7日～10月8日の降雨・出水イベントにより水位計設置箇所（河川断面形状が大きく変化したため、両地点とも10月12日に水位計を設置し直した。新しい箇所において計測を開始した時刻はチクショベツ川では10月12日12:40、キネタンベツ川では同日10:45であった。

2006年の両河川の水位変動を図－10と図－11に示した。両河川ともに変動傾向に違いは見られなく、日雨量20.0mm/day以上を記録した降雨（8月4日、8月18日～8月19日、8月30日、10月7日～10月8日、10月11日、11月7日）には応答を示していた。最大降雨イベントとなった10月7日～8日には両河川とも当年の最大ピークが記録された。さらに9月8日（日雨量17.0mm/day、最大時間雨量5.5mm/hr）と9月19日（13.0mm/day、2.0mm/hr）の降雨に対する応答もみられる。9月27日深夜（23時以降）から9月29日早朝（6時頃）までの期間に当年第三位となるピーク水位が記録されていることから、雨量が欠測となってしまったが、8月18日～8月19日のイベントよりは小規模の降雨イベントがこの期間に生じたことが推察された。

2007年における水位データの解析対象期間はチクショベツ川が7月15日～10月17日、キネタンベツ川が7月15日～10月14日であった。

2007年の両河川の水位変動を図－12と図－13に示した。両河川ともに、日雨量20mm/dayを超える降雨（7月22日、7月26日、7月28日、8月8日、9月7日～9月8日、9月16日）に対する応答がみられる。チクショベツ川ではこの年最大降雨イベントとなった9月7日～8日の降雨に対して最大ピークを示していた。一方のキネタンベツ川では8月8日降雨イベントに対して応答した後、水位が8月8日以前の値まで戻らない状態が観測終了時まで続いている。このことから、キネタンベツ川の8月8日以降の水位データにはエラーが含まれている可能性がある。

2008年における水位データの解析対象期間はチクショベツ川が6月19日～10月26日、キネタンベツ川が6月19日～7月16日であった。

2008年の両河川の水位変動を図－14と図－15に示した。図－15をみるとわかるが、キネタンベツ川の水位計は7月12日の日雨量10.5mm/dayの降雨に反応しているが、それ以外では降雨の有無に関係なく不規則な変動を繰り返していた。残念ながら、この年の水位データには観測開始当初から信頼性が無い結果となった。一方のチクショベツ川では他の年と同様、期間を通じて降雨に対する応答を示していた。この年は他に比較すると降雨量が少ない年だったが、日雨量20mm/dayを超える降雨（8

月27日，9月1日，9月12日，10月24日）に対する応答は明瞭なピーク水位として記録されていた。7月12日の日雨量は前述の通りそれほど大きく無いが，その前日にも9.0mm/dayの降雨があったため，小雨の2008年では目立つピークとして記録された。

3.3 濁度

チクショベツ川で濁度が記録された期間は2005年8月2日～9月7日，9月12日～10月13日，10月28日～10月29日，11月10日～11月17日であった。一方，キネタンベツ川で濁度が記録された期間は2005年7月25日～7月28日，8月2日～8月4日，8月15日～10月5日，10月12日～10月16日，10月21日～11月3日，11月7日～11月17日であった。濁度計で得られた濁度と，ウォータースンプラーにより採取された水サンプルの分析から得られたTSS濃度の間には強い相関関係が得られた（図-16）。

3.4 河川水の土砂含有状況

図-16に示した濁度データとTSS濃度の回帰式を用いて2005年観測期間中の10分間隔のTSS濃度を算出した。図-17にチクショベツ川，図-18にキネタンベツ川のTSS濃度計算値を示した。両河川ともに2005年最大降雨イベントであった9月7日～8日に年間最大ピークを記録した。チクショベツ川では1,000mg/lを超える値であり，キネタンベツ川においても900mg/l程度の高い値を記録した。

この2005年最大降雨イベントに注目し，この時のTSS濃度の時系列変化を図-19と図-20に示した。チクショベツ川のピークは二山型で，2回目のピークが高かった。一方のキネタンベツ川はピークが三つが視認でき，河川への土砂流入および流下過程において両河川間に違いが見られた。すなわち時間軸に沿ってTSS濃度変化をみると，チクショベツ川の1回目のピークより前に一つ低いピークがみられた。また，2回目のピークが最も高かった。

この時の降雨状況を図-21に示した。降雨は明らかな3つのピークをもって発生しており，キネタンベツ川のTSS濃度のピーク数と一致している。一方のチクショベツ川において1回目のピークが見えない理由は明らかではない。

2007年のTSS濃度および有機物濃度の時系列変化を図-22と図-23に示した。河川水のサンプリング間隔は24時間である。チクショベツ川のTSS濃度は7月22日と8月8日の降雨に反応した小さなピークがみられ，9月7日～9月9日の2007年最大降雨イベントへの反応は最も大きなピークとして記録された。TSS濃度年間最大値は9月8日の25.6mg/lであった。一方のキネタンベツ川におけるTSS濃度の時系列変化はチクショベツ川に比べると降雨反応がより顕著であった。すなわち，7月22日，7月27日，8月8日，9月7日～9月8日，9月16日はそれぞれ日雨量20mm/day以上の降雨に反応したピークがみられた。特に9月7日～9月9日の2007年最大降雨イベントへの反応は最大ピーク（約60mg/l）として記録されており，チクショベツ川の2倍強となっていた。また，9月16日のピーク以降の9月28日，10月3日，10月6日～10月9日に記録されたピークはチクショベツ川ではみられない。なかでも10月6日以降，4日間も20mg/lを超える値が継続した例はチクショベツ川ではみられない。このことから，9月16日の降雨イベントを契機に河川により多くの土砂が流入・流下する状況が生じた可能性が

ある。チクショベツ川に比べてキネタンベツ川の有機物濃度が高いのは水面幅が狭いため河畔樹木の樹冠被覆度が高いことも一因となっていると考えられる。

2008年のTSS濃度および有機物濃度の時系列変化を図-24と図-25に示した。前述のように2008年は他の年に比較すると期間を通じて降雨量は少なかったため、降雨に対する応答ピークはほとんどみられず、チクショベツ川では8月27日の47.5mm/dayの降雨への応答のみであった。一方、キネタンベツ川では7月11日にTSS濃度および有機物濃度のもう一つのピークが記録されており、その値は8月27日のほぼ2倍となっていた。チクショベツ川では機器不備によりサンプルが採取されなかったため、両河川間で土砂流下状況が違っていたかはわからない。しかし7月11日の降雨量が9.0mm/dayと小さいこと、翌日の7月12日にも10.5mm/dayの降雨があったがこれへの応答が記録されていないことを考慮すると、このピークを生じさせた物質流入は通常の降雨応答ではなく、例えば河畔樹木の落枝等、極めて局所的な現象であったと考えられた。

3.5 林相の変遷

表-3に林相区分の基準を示した。階層構造、樹種、樹冠粗密度、上層木の樹高の差違を航空写真から読み取り、林相を区分した。すなわち階層構造に関しては単層か、二段か、複層かを判読した。樹種については針葉樹林か、針広混交林か、広葉樹林かを区分した。また、樹幹の粗密度から密林、中林、疎林、散生林に四分類し、上木層の平均樹高からは樹高15mを超える林分、5~15mの林分、5m以下の林分の三つに分類した。

判読した航空写真は3時期に分けられる。米軍撮影の1948~1953年、林野庁撮影の1968~1970年、同庁撮影の1999~2000年の三時期である。判読対象流域はチクショベツ川流域、キネタンベツ川流域に加え、それら二流域で挟まれるポンチクショベツ川流域、チクショベツ川の東に隣接するパンケトー流域である。

図-26~図-29は4流域の林相区分図(1948~1953年)、表-4~表-7はそれら図に対応する林相区分表である。同様に1968~1970年の林相区分図は図-30~図-33、それに対応する林相区分表は表-8~表-11に示した。また1999~2000年に関しては林相区分の基準が一部異なるため、表-12に記した。この判読基準を用いた1999~2000年の林相区分図は図-34~図-37、林相区分表は表-13~表-16に示した。

4. おわりに

2004（平成16）年度に始まった本事業は、財団職員の皆様のご理解および献身的な現地作業等により実施することができた。財団および財団職員の皆さんに深謝の意を表したい。どの項目をどのように観測したら適当であるのか。普段目の届かぬ奥山における野外観測は不測の事態も多く、試行錯誤を繰り返しながらの実施ではあったが、本報告書にまとめたような貴重な観測データを蓄積することができた。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。阿寒川水系における自然環境資源および生態系の保全のため、管理主体である財団には、今後もでき得る限り観測を継続し、データを蓄積していくことを強く希望したい。