

## 釜淵森林理水試験地における間伐が融雪水量に及ぼす影響

久保田多余子<sup>1</sup>・阿部俊夫<sup>2</sup>・小川泰浩<sup>1</sup>・村上亘<sup>1</sup>

1 森林総合研究所

2 森林総合研究所東北支所

**要旨:** 釜淵森林理水試験地は積雪地域にあり、1号沢から4号沢まで4つの小流域で長期に流量観測が行われている。このうち2号沢と4号沢において2018年10月に間伐(計画では1伐3残列状間伐, 間伐率25%)が実施された。そこで、間伐が融雪期(3月から5月)の月流量に及ぼす影響を対照流域法によって調べた。この結果、間伐翌年の2号沢と4号沢の2019年の融雪水量には間伐の影響はみられなかった。この理由は主として間伐率が小さかったためと考えられる。

**キーワード:** 間伐, 多雪地域, 融雪流出, 対照流域法

## Effects of thinning on snow melt water runoff in Kamabuchi Experimental Watershed

Tayoko Kubota<sup>1</sup>, Toshio Abe<sup>2</sup>, Yasuhiro Ogawa<sup>1</sup>, Wataru Murakami<sup>1</sup>

Forestry and Forest Research Institute 1

Tohoku Research Center, Forestry and Forest Research Institute 2

**Abstract:** Kamabuchi Experimental Watershed is located in a heavy snowfall area and runoff have been observed at 4 small watersheds for a long period. The line thinning which cuts a line of trees and leaves three lines of trees has been conducted in No. 2 and No. 4 watersheds on October 2018. We examined the effects of the thinning on monthly snow melt water runoff during March to May by a paired catchment method. As the results, the effect of the thinning on snow melt water runoff was not clear. This is mainly because the tree reduction ratio was small.

**Key-word:** thinning, heavy snowfall area, snow melt water runoff, paired catchment method

## I はじめに

間伐などの森林施業により流域からの水流出を増加させることができると期待されている(3)。また、積雪地域における水資源は総量だけでなく、田植え期など水需要の高まる時期に供給されることも重要である。これまでの研究から、積雪地域において間伐や部分伐によって樹冠遮断を減らすことにより積雪量を増やし、伐採地周囲の樹冠の被陰効果で融雪期間を長期化できる可能性が示唆されている(1, 6)。しかしながら、積雪地域であるか否かにかかわらず、森林施業が水・土砂流出にどのような影響を及ぼすのかを調べた実証的な研究は未だに少ない。

このような中、積雪地域にあり複数の小流域で長期に流量観測を継続している、釜淵森林理水試験地(山形県)において、2018年10月末に間伐(当初の計画で1伐3

残列状間伐, 間伐率25%)が山形森林管理署により実施されることになった。そこで、この間伐が融雪水量に影響を及ぼすかどうかを対照流域法によって調べることとした。

## II 調査地と方法

**1. 調査地** 調査は森林総合研究所釜淵森林理水試験地(山形県最上郡真室川町大字釜淵鶴下田沢国有林, 北緯38°56', 東経140°1')において行った(図-1)。この試験地は1号沢から4号沢までの4つの小流域から成る。流域面積と林齢は表-1に示した通りである。林齢は間伐を実施した2018年当時のものである。植生はスギ, ブナ, ミズナラの針広混交林である。地質は凝灰岩および頁岩質凝灰岩より成る(4)。

**2. 調査項目** 1号沢と2号沢は1939年より、3号沢

と4号沢は1960年より流量観測を行っている。いずれの流域も観測施設は45°Vノッチの三角堰を設置し、磁歪式水位計(UIZ-GY-050LR, ウイジン株式会社製)により5分間隔で水位を計測し、電圧データロガー(UIZ5042, ウイジン株式会社製)に記録した。水位は水位-流量曲線(4)を用いて流量へ換算した。間伐前の流量データとして2011年~2018年, 間伐後のデータとして2019年のデータを使用した。

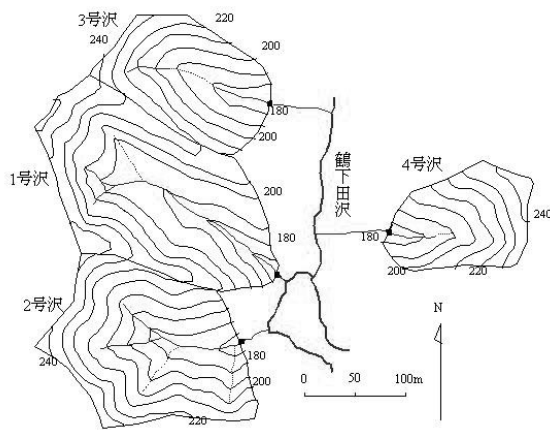


図-1. 釜淵森林理水試験地(7)  
Fig.1 Kamabuchi experimental watershed.

表-1. 釜淵森林理水試験地の流域面積と林齢(2018年当時)

Table 1 Watershed areas and forest ages at Kamabuchi Experimental Watershed in 2018.

	流域面積 (ha)	林齢 (年生)
1号沢	3.1	106
2号沢	2.5	55
3号沢	1.5	49
4号沢	1.1	49

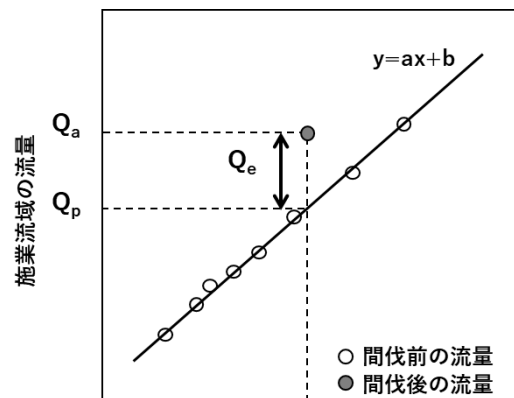
3. 対照流域法 融雪水量の変化を対照流域法(5)により求めた。対照流域法では地形, 地質, 植生等が類似している2つの流域において数年間流量を測定した後, 片方の流域(施業流域)を伐採し, 片方を対照流域として何もしないで残す。そして, その後も両流域において流量を測定する。まず, 図-2に模式的に示したように,

伐採前の両流域の流量の関係を調べておく(式(1))。なお, 図中のxとyはそれぞれ対照流域と施業流域の流量, aとbは係数である。Q<sub>e</sub>は施業による流量の変化量すなわち施業による効果であり, Q<sub>a</sub>は施業後の施業流域の流量, Q<sub>p</sub>は施業をしなかったと仮定したときの施業流域の流量である。間伐前の両流域の流量の関係式(1)は, 施業後には施業流域を施業しなかったと仮定した場合の施業流域と対照流域の関係式となる。

次に式(1)に伐採後の対照流域の流量を代入して, 施業流域を伐採しなかったと仮定した場合の施業流域の流量Q<sub>p</sub>を算出する。伐採後の施業流域の流量の実測値Q<sub>a</sub>と, Q<sub>p</sub>との差Q<sub>e</sub>が伐採による流量の変化である(式(2))。

$$y = ax + b \quad (1)$$

$$Q_e = Q_a - Q_p \quad (2)$$



対照(無施業)流域の流量

図-2. 対照流域法による森林施業が流量へ及ぼす効果の模式図。xとyはそれぞれ対照流域と施業流域の流量であり, aとbは係数である。

Fig.2 Schematic diagram of the effect of forest cutting on stream runoff by the paired catchment method. The characters x and y represent runoff in control and thinning watershed, respectively. The characters a and b represent coefficients.

### III 結果と考察

1. 間伐の実施 図-3にドローン(Phantom4, DJI社製)で撮影した融雪期の流域の写真を示した。図-3をもとに間伐と作業道の状況を説明する。間伐は当初の計画では流域内全体に渡り1伐3残列状間伐が実施される予定であった。しかし, 実際には2号沢においては流域

右岸側中腹から1号沢との境界付近まで、流域の尾根付近に沿って作業道が開設され、作業道上とその周辺の樹木が伐採されたものの、流域内では間伐が実施されなかった。4号沢においては右岸側から左岸側まで、流域中腹の等高線に沿って作業道が開設されるとともに、左岸側を中心に1伐3残の列状間伐が実施された。しかし右岸側については、2列程度伐採されたのみであった。なお、4号沢の列状間伐については、図-3には左岸側の明瞭に確認できる箇所のみ矢印で示したが、実際には右岸側と作業道より下流側にも間伐が入っている。また、図-3において面的に深く積雪しているように見える箇所は伐採跡ではなく、落葉広葉樹があるところである。また、間伐率は間伐前後の毎木調査を行っていないため、正確には分からないが当初計画されていた間伐率25%よりも小さいと推定される。

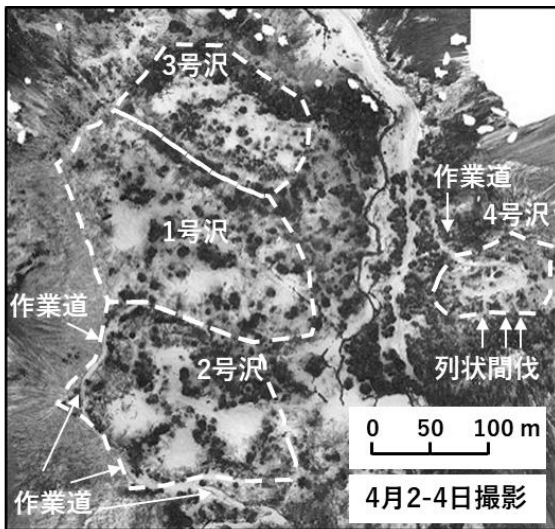


図-3. 融雪期の釜淵森林理水試験地  
Fig. 3 The Kamabuchi Experimental Watershed during snow melt period.

**2. 間伐による融雪水量の変化** 図-4に2015年1月から6月までの時間流量を示した。釜淵森林理水試験地積雪期の流量は、例年、2015年1月の流量のように流量が少なく変動も小さい。そして、2月の末から融雪流出が始まり5月の中旬まで続く。2月末から3月中は気温の高い日に融雪流出が生じ、気温の低い日は生じない。4月以降は気温の日変動に応じて融雪流出の日変動が見られ、流量が多い。その後、積雪がなくなるにつれて徐々に流量が減少していき、5月中旬までには融雪流出が終了する。

そこで、本研究では、融雪期である3月～5月の月流量を対象に、間伐によって融雪流出が変化するの否かを対照流域法によって調べた。1号沢を対照流域として、1号沢と2号沢および1号沢と4号沢の月流量の関係をそれぞれの調べた(図-5および図-6)。間伐前の1号沢と2号沢の月流量は線形の関係があり、良い相関があった。一方で1号沢と4号沢の月流量の関係はややばらつくが、線形の関係があり比較的良い相関があった。1号沢と4号沢の関係がばらつくのは、4号沢の量水槽に漏水がある可能性があり、4号沢の測水精度が悪いためと考えられる(2)。図-5および図-6に示したように、間伐後の対照流域と施業流域の流量の関係からは、間伐翌年の融雪水量には2号沢と4号沢ともに間伐の影響は明瞭ではなかった。これは間伐率が当初の計画よりも小さかった上、スギを対象に間伐されたことから、落葉広葉樹林の多い本試験地においては葉の無い積雪期において間伐の影響が非常に小さかったと考えられる。その結果、間伐によって期待される樹冠遮断量の減少がほとんどなかったために、積雪量(積雪水量)が増えず、融雪水量も増えなかったと考えられる。

**3. 今後の課題** 対照流域法による月流量の解析では、間伐翌年の融雪水量には間伐の影響が明瞭ではなかった。本研究では、3月から5月の月流量を用いたため、融雪開始時の2月の流量が考慮されておらず、また、5月の融雪終了後の流量が加わっており、融雪水量の見積もりが不正確であった。このため、今後は年ごとに融雪期間をハイドログラフ上で決め、その間の融雪水総量を正確に算出して解析する必要がある。また、間伐の実施から流量の増加までにタイムラグがあることがあるため(3)、流量観測を今後も継続していく。

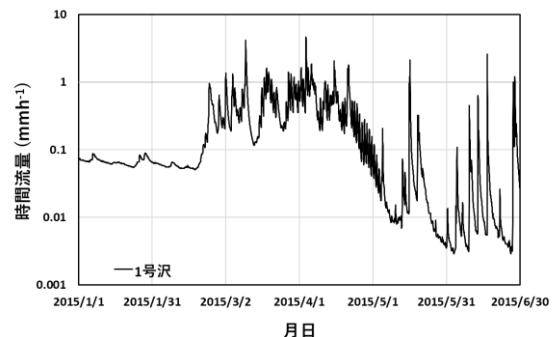
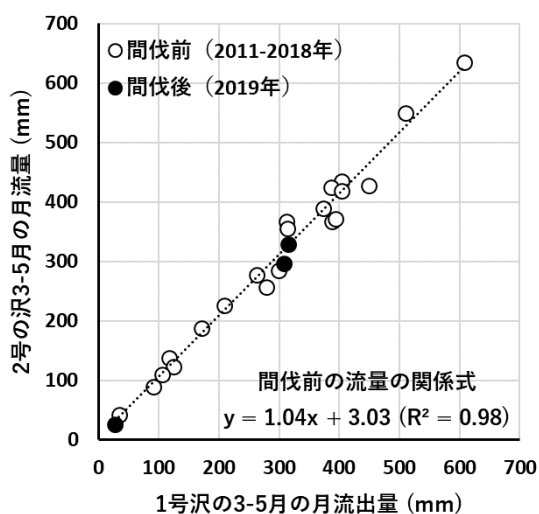
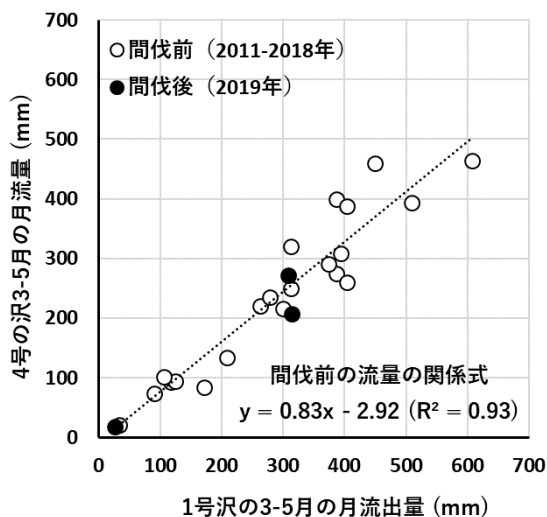


図-4. 2015年の釜淵森林理水試験地1号沢の時間流量  
Fig. 4 Hourly runoff in No.1 in Kamabuchi Experimental watershed on 2015.



図－5. 間伐前後の1号沢（無間伐流域）と2号沢（間伐流域）の融雪水量の関係。近似式中の  $x$  と  $y$  はそれぞれ無間伐流域と間伐流域の流量である。  
 Fig. 5 Relationship of snow melt water runoff before and after thinning between watershed No. 1 (control watershed) and No. 2 (thinning watershed). The characters  $x$  and  $y$  in the approximate straight line represent runoff in control watershed and thinning watershed, respectively.



図－6. 間伐前後の1号沢（無間伐流域）と4号沢（間伐流域）の融雪水量の関係。近似式中の  $x$  と  $y$  はそれぞれ無間伐流域と間伐流域の流量である。  
 Fig. 6 Relationship of snow melt water runoff before and after thinning between watershed No. 1 (control watershed) and No. 4 (thinning watershed). The characters  $x$  and  $y$  in the approximate straight line represent runoff in control watershed and thinning watershed, respectively.

謝辞：本研究は（国研）森林研究・整備機構森林総合研究所交付金プロジェクト(課題番号 201809)の研究成果である。山形森林管理署最上支所には試験地の運営において多大なるご協力を得ました。感謝申し上げます。

#### 引用文献

- (1) 阿部俊夫・久保田多余子・野口正二 (2016) 東北地方の多雪地帯における 2013/2014 年冬季の落葉広葉樹林, スギの降雪遮断特性および融雪特性. 東北森林科学会誌 21(1): 6-10
- (2) 細田育弘・村上亘 (2007) 釜淵森林理水試験地観測報告－3・4 号沢試験流域－ (1961 年 1 月～2000 年 12 月). 森林総合研究所研究報告, 6(3):163-213
- (3) Kubota T, Tsuboyama Y, Nobuhiro T (2018) Effects of thinning on canopy interception loss, evapotranspiration, and runoff in a small headwater *Chamaecyparis obtusa* catchment in Hitachi Ohta Experimental Watershed in Japan. Bulletin of FFPRI, 17(1):61-71
- (4) 農林省林業試験場 (1961) 森林理水試験地観測報告 (日降水量・日流出量). 農林省林業試験場, 225pp
- (5) 太田猛彦・服部重昭 (2002) 地球環境時代の水と森 どうまもり・はぐくめばいいのか. (株) 日本林業調査会 222pp
- (6) 志水俊夫・吉野昭一 (1996) 等高線にそった帯状伐採が融雪流出に及ぼす影響. 雪氷 58(1): 3-10
- (7) 森林総合研究所 (2019) 理水試験地データベース (FWDB) <https://www2.ffpri.go.jp/labs/fwdb/> (2019 年 10 月 23 日閲覧)
- (8) Tsuboyama Y, Shimizu A, Kubota K, Abe T, Kabeya N, Nobuhiro T (2008) Measurement of snow depth distribution in a mountainous watershed using an airborne laser scanner. Journal of Forest Planning 13:267-273