

森林伐採が渓流水温変化に及ぼす影響

林業試験場九州支場 真島 征夫

はじめに

森林の各種機能には水文環境を変える働きがあり、森林の処理が流域の流出水に量的にはもちろん、質的にも大きな影響を与える。たとえば森林処理のため水温の変化が起り、その結果河川生息生物の環境に変異を生じたとの報告^{1)・2)}がある。

ここでは、山地水源地带における森林の伐採が流出水温に及ぼす影響について解析を試みたので報告する。なお本報をとりまとめるに際し、観測資料等多大な便宜をいただいた東北支場山形分場多雪林業第二研究室の方々に深く謝意を表す次第である。

資料と対象流域の処理方法

対象流域は林業試験場東北支場山形分場釜淵理水試験地の1号沢と2号沢で、流域の処理方法はまず昭和14~21年まで両沢とも無処理のまま、つぎに2号沢が処理流域として22年に針葉樹、23年に広葉樹を伐採し、その後24~27年まで毎年6月と9月に全後生樹を伐採放置し、28~32年には4~5月に1回火入れが行われた。1号沢は対照流域として22年以降も無処理のまま放置された。また水温観測は棒状温度計で毎日午前8時(処理前は16時にも)に測定された。ここでは昭和14~16年を流域処理前期(以後前期と称す)、昭和24~29年を流域処理後(以後後期と称す)として水温・気温資料を解析した。なお気温は基地露場の観測値等を使用した。

結果と考察

1. 水温と気温の関係ならびに伐採処理効果

渓流水温の変化は流域のあらゆる環境因子の影響を受けるが、特に気温との関連性が大きく図-1に示すように気温の1次式で表わせる。

流域処理前期では1・2号沢間にほとんど差はないが、後期には勾配、切片ともに明らかな変化がみられる。気温は流域の処理前後で有意の差はなく、水温変化の主因としての流出水の熱収支機構が、森林の伐採により変化し、結果と

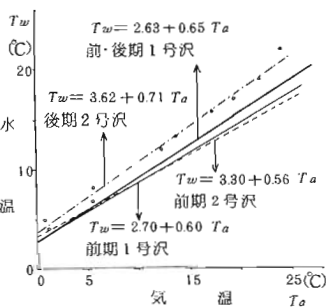


図-1 気温と水温の関係

して水温の上昇現象をひき起したと考えられる。

2. 水温の年変化に及ぼす伐採の影響

気温・水温の年変化は図-2に示すとおりである。いずれも1月が最低で8月にピークの現われる凸型カーブを示し、Johnson³⁾のいう sine curve で表わされる。

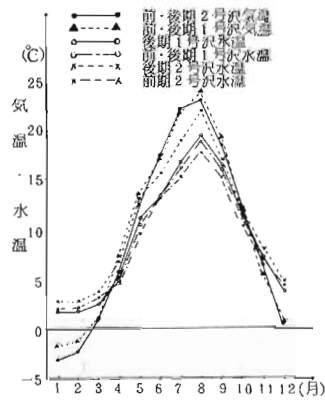


図-2 気温・水温の年変化

高温位を示していることから推察される。同様に水

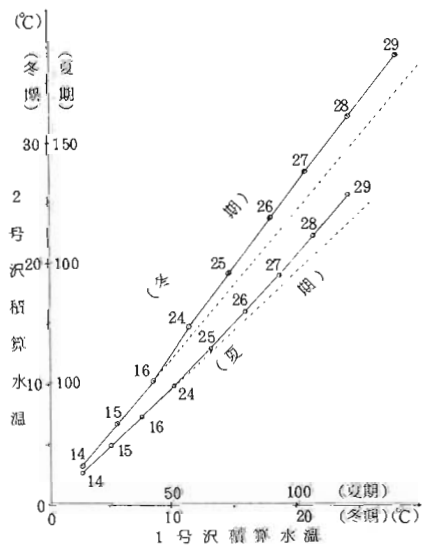


図-3 夏期・冬期水温の経年変化

温の経年変化を夏期(5~9月),冬期(11~3月)別にダブルマスカーブで表わすと図-3のようになった。

この図からも明らかなように,前期のプロットは夏期・冬期とも同一勾配上におり,伐採された24年以降その勾配に変化が現われている。すなわち2号沢の夏期水温も冬期水温も森林伐採で変化したことが裏づけられる。そしてその変化量は図上の24年以降の実線と破線の差で示され,両期とも2号沢の水温上昇の変化量となっている。結局水温を形成する日射の熱エネルギーの伝達が森林という遮へい物の除去で相対効果が高まったことによるといえる。しかしこれらを統計的に伐採前後での平均水温に差が生じたか検定すると,5%水準では有意の差はなかった。しかし夏期・冬期に区分してそれぞれの伐採前後の平均水温の検定では5%水準で両期とも有意となった。通年では有意差がなく,夏期・冬期別では有意となるのは4月,10月分を除いた結果で,図-2のとおり両月は気温と水温の関係がちょうど逆転する時期でこれが関連しているためか原因ははっきりしない。

3. 流出量と水温・気温の関係

水温を規制する因子として気温,流量が大きく関与しており,気温は水温と正の相関,流量は負の相関があり,1号沢,2号沢の前期,後期のこれらの重回帰式は次のようになった。

前期

$$T_w = 3.423 - 0.005q + 0.592 T_a \dots\dots (1号沢)$$

$$R = 0.9851$$

$$T_w = 4.091 - 0.005q + 0.549 T_a \dots\dots (2号沢)$$

$$R = 0.9860$$

後期

$$T_w = 3.621 - 0.006q + 0.658 T_a \dots\dots (1号沢)$$

$$R = 0.9897$$

$$T_w = 4.678 - 0.005q + 0.687 T_a \dots\dots (2号沢)$$

$$R = 0.9690$$

ただし, T_w :月平均水温(°C), q :月平均流出量(mm), T_a :月平均気温(°C)

水温に対する上式の独立変数の流出量と気温との相対的重要度を,流出量:気温の形で前期と後期との変化を比較すると1号沢の前期は1.0:6.8が後期1.0:9.5に,2号沢の前期1.0:6.1が後期1.0:10.9にそれぞれ変化し,ともに気温の水温に対する評価が1号沢で1.4倍,2号沢で1.8倍増加した。ところで1号沢では前後期とも流出量の増減はないが,2号沢では伐採によりわずかに増加している。したがって後期2号沢の気温の相対的评价が大きくなるのは当然であるが,この流出量の増加割合を考慮しても2号沢の水温に対する気温の相対的重要度は高く,森林の伐採で水温上昇に気温効果が現われたといえる。

また図-4は後期の月平均流出量の年変化とそれに対応する気温と流出水の水温の関係である。

図で明らかなように気温・水温の関係は,流出ステージに対応して次の三種類の勾配部分に区別される。ここでステージⅠは融雪出水期の1~4月,ステージⅡは低水期の5~9月,ステージⅢは10~12月の時期である。これに対応して気温・水温の関係もステージ

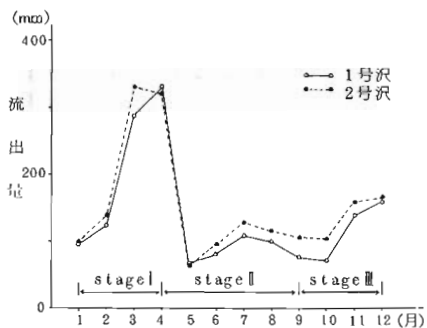
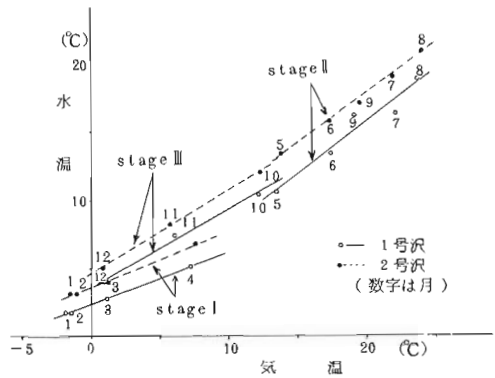


図-4 後期流出量の年変化と気温・水温の関係

Ⅰが最も緩な勾配で,ステージⅡは最急勾配,ステージⅢは両者の中間の勾配をそれぞれ呈している。この傾向は両沢とも同様である。また水温は伐採された2号沢が各ステージとも高く,融雪時期も早目に現われ,低水期の夏期にも20mm前後流出量が多いのが注目される。結局2号沢は先にも述べたが,流域の伐採処理により流出量も増加しながら水温も上昇したことがわかる。

以上,釜淵理水試験地における1・2号沢での水温の定時観測結果に基づいて,森林の処理方法と水温変化の態様を対比してみると,結果として森林伐採処理の影響は流量変化とも関連するが,流出水温の上昇にも及ぶことが確認された。このように流域の処理は幾多の水文現象に種々の影響を与えるものであり,適正な流域管理の重要性が再確認された。

引用文献

- (1) G. W. Brown et al: J. S. W. C., 22, 242 ~ 244, 1967
- (2) ———: W. R. R., 6, 1133~1139, 1970
- (3) F. A. Johnson: J. Hy., 14, 322~336, 1971
- (4) 西沢利栄ら:水資源ハンドブック, P. P. 695, 朝倉書店, 東京, 1962