

森林は溪流の水温にどのような影響を与えるか

佐藤 弘 和

はじめに

森林内を流れる溪流に手を入れると、ひんやりと冷たく感じます。特に川が流れ始める源流部では、名水と呼ばれるものがあります。これは水がきれいなだけでなく、その水が冷たいことにもよります（水をおいしく感じる温度は、各人の平均体温から 23.4 引いた温度といわれています）。

このような水温の違いは人だけではなく、水中に生息する生物も敏感に感じとっています。特にサクラマスやイワナなどは、低い水温を好む冷水魚です。夏には水温が低い溪流に生息しています。ところが最近では開発行為が河川の上流部にまでおよび、森林が伐採されることで川の水温が上昇し、魚の生息域に悪い影響を与えるとして注目されています。

このことから、溪流沿いの森林の取扱いについては、かなり注意する必要があるといえます。そこで、天然生林における渓流水温の特徴と、森林が水温に与える影響について調べることにしました。

試験流域のあらまし

試験流域は、美唄市の林業試験場光珠内実験林にあります。流域面積は 9.2ha で、植生はミズナラ・イタヤカエデ・サワシバなどの落葉広葉樹からなります。そして溪流はこれらの樹冠でほとんど覆われており、溪流内に立って上を見上げると、空があまり見えません。また、この溪流は1年中水が流れており、特に融雪時期（4～5月）と台風がくる時期（8～9月）に流量が増加します。

水温と気温の測定には、自動的に値を記録してくれる装置を使いました。また、落ちてくる葉の量を調べるために、リタートラップを設置しました。今回は 1993 年 6 月から 1994 年 1 月までの結果を示します。

気温と水温の季節変化

図 - 1 は気温と水温の季節変化を示したものです。日平均温度では、気温は 8 月上旬、水温は 8 月下旬くらいにピークに達し、その後両方とも低下していきます。ところが 11 月以降には気温が 0 を下回りますが、水温は気温のように 0 以下になる日はありません。しかも 12 月以降の水温は 2～5 で安定しています。なお、日最低気温においても 12 月以降の水温が 0 以下になることはありません。

では、なぜ冬期間の水温が 0 以下にならないのでしょうか。

森林土壌は裸地などに比べて、浸透性が高いので、森林流域に入った融雪水は、土壌表面を流れず地中に浸透します。したがって0℃の融雪水が地中にもぐった際、そこで地中の熱によって暖められます。このため冬期間の水温が0℃以下にならないといわれています。さらに冬期間には河道が完全に雪で覆われるため、水面が0℃以下の大気に触れることがないことも原因のひとつと考えられます。

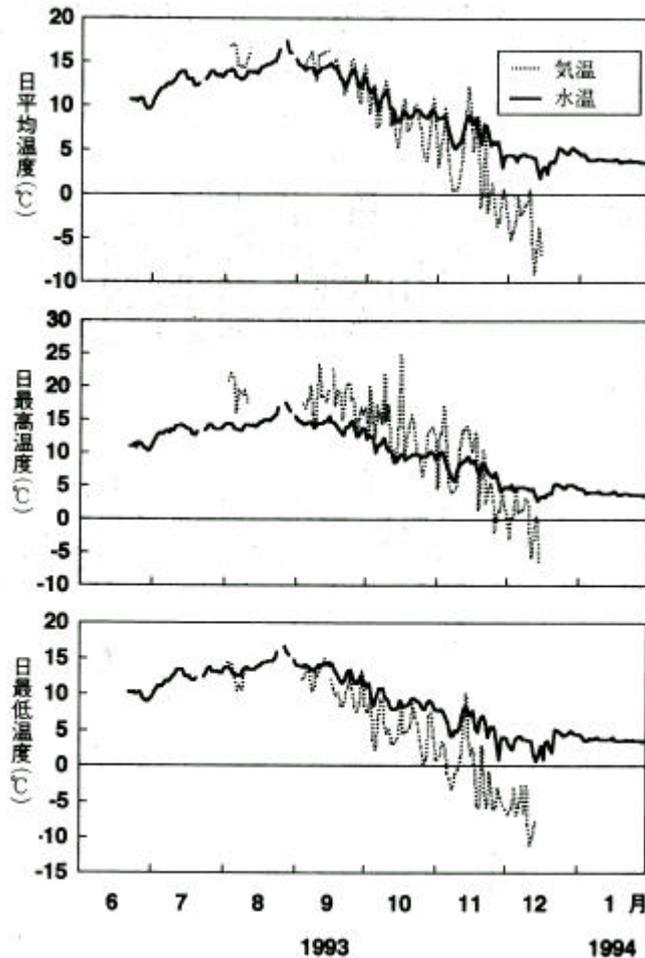


図 -1 水温と気温の季節変化

水は暖まりにくく冷めにくい

次に日最高温度と日最低温度の特徴をみてみましょう。図 -1 では8月から10月中旬までは、日最高水温が日最高気温より低い日が続きます。一方、日最低温度では観測期間中ほとんど水温が気温より高くなっています。このことから水が空気に比べ、暖まりにくく冷めにくいことがわかります。この理由については文末のコラムを参照して下さい。

日水温較差の季節変化

次に日水温較差について述べます。日水温較差は、日最高水温から日最低水温を引いたものです。なぜこのような値を用いたのかというと、人は砂漠のように昼と夜の気温較差が大きいところでは体に変調をきたしますが、これと同じことが水生生物と水温較差にもいえるからです。

図-2 に日水温較差と日照時間・市街地の日気温較差を示します。日照時間と市街地の日気温較差は、札幌管区气象台と石狩・空知・後志支庁発行の、石狩・空知・後志地方農業気象速報に掲載された、美唄の値を使いました。

日水温較差の季節変化をみてみましょう。まず7月下旬から9月上旬までは、日水温較差が1 未満で、その変動が小さく安定した状態になっています。この期間を便宜的に夏季安定期と呼びます。9月中旬から12月中旬にかけては、日水温較差の変動が大きくなり、その値が1 を上回る日がでてきます。この時期を秋季変動期とします。12月下旬以降になると、日水温較差は1 以下になり、その変動も観測期間中最も小さくなります。この期間を冬季安定期とします。次にこれらの季節変化の原因について考えてみましょう。

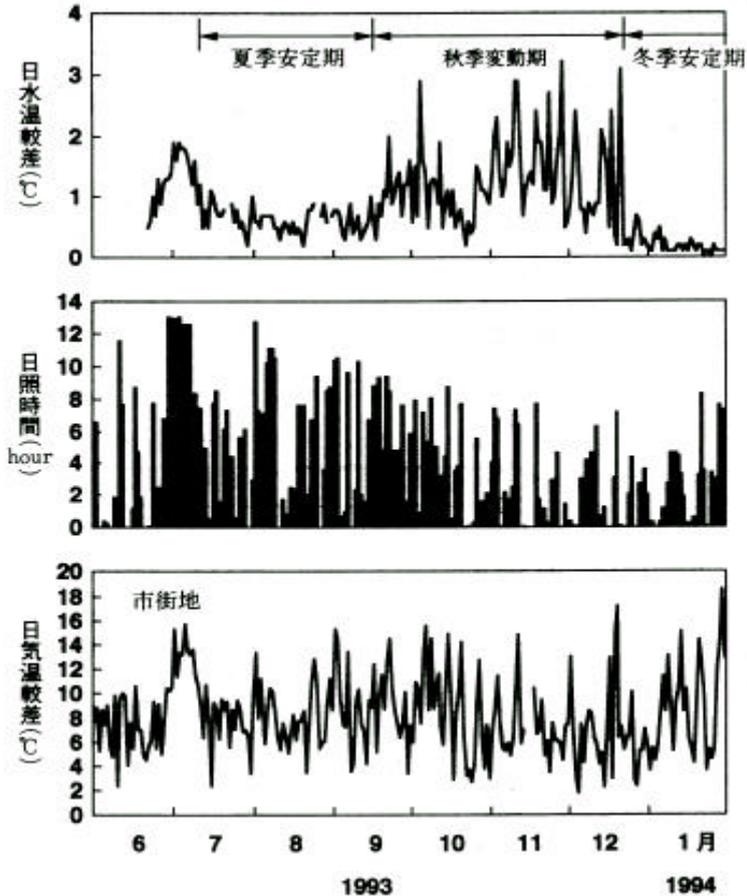


図-2 日水温較差・日照時間・市街地の日気温較差の季節変化

日水温較差の季節変化はなぜおこるのか

まず、夏季安定期と秋季変動期の原因を考えてみます。最初に考えられる原因としては、気象要因があります。つまりその年の日照時間・日気温較差と、日水温較差とが同じような季節変化になるのではないかということです。そこで図-2 の日照時間・日気温較差をみてみると、どうやら日水温較差のような明瞭な季節変化はないようです。日水温較差と日照時間・日

気温較差の相関も認められませんでした。この結果から，気象要因そのものが原因とは考えにくいことが分かります。

樹冠による日射の遮断効果

そこで次に考えられるものとして，樹冠による日射の遮断があります。夏は樹冠によって日射が遮られます。ところが秋から冬のはじめには，落葉することで樹冠が開放され，渓流水は日射の影響を強く受けるものと考えられます。そこで月ごとの落葉量と，月平均水温較差の関係をみてみました（図 - 3）。この図から8月から11月にかけて落葉量が増加するにつれ（つまり樹冠が開放されるにつれ），月平均水温較差も大きくなることが分かります。また他の研究例でも，樹冠カバー効果によって，開葉期は落葉期に比べて同じ日射量に対する較差がきわめて小さいとの報告があります。このことから樹冠による日射の遮断が，夏季安定期と秋季変動期を生み出す最も大きな原因であるといえます。

冬季安定期の原因は，河道が雪のために完全に覆われ，日射が遮断されることによるものです。1994年2月には谷底に1.8mもの雪が積もって，溪流を覆っていました。日水温較差の変動が観測期間中最も小さくなるのは，夏季安定期の着葉した樹冠による日射の遮断に比べ，積雪による遮断効果が相当大きいためと考えられます。

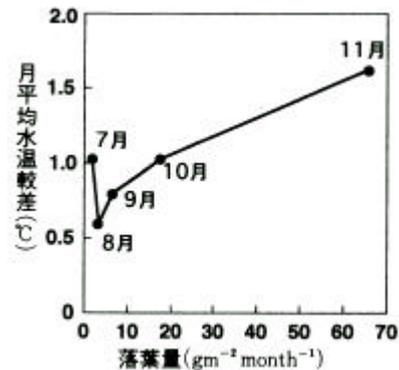


図 - 3 月平均水温較差と落葉量の関係

渓流水温と生物に与える影響

今回の結果から，森林内を流れる溪流，特に樹冠にほとんど覆われた溪流の水温変化にいくつかの特徴がみられました。まず0の融雪水が地中で暖められることによって，冬期間の水温が0を下回らないことです。これは水中で越冬する生物にとっては，非常にありがたいことです。そして1年の中で最も暑くなる夏と最も寒い冬には，日水温較差が小さく，その変動も小さいことが分かりました。これは水中に生息する生物にとっては，安定した環境といえるでしょう。特に夏において森林樹冠が日射を遮る日傘となることは，サクラマスやイワナのような冷温を好む魚にとって，住みやすい環境を提供しているようです。（流域保全科）

水が空気に比べ，暖まりにくく冷めにくいのは，水と空気の比熱容量が違うためです。比熱容量とは，1gの物質を1K（これは絶対温度の単位でケルビンと読み，温度間隔は1K=1となります）上昇するのに要する熱量で，単位はJ/K・g（ジュール毎ケルビン毎グラム）となります。そして一般に比熱容量の大きいものは，暖めにくく冷めにくいことが知られています。東京天文台発行の理科年表には，水の定圧比熱容量（一定圧力での比熱容量）が約4.2J/K・g，乾燥した空気では，1.006J/K・gという値が示されています。つまり水の方が空気に比べ，定圧比熱容量の値が大きいこととなります。これは1gの水と空気に同じ熱量を与えた場合，空気に比べ水の方は温度が高くなりにくいということです。