

川底にたまる有機物 出水時にはどう動くのか？

長 坂 晶 子

溪流生態系のなかでの有機物の位置づけ

近年、森 - 川 - 海の生態的つながりに対する関心が高まっている。しかし、「森」のどのような作用が川や海の生き物を育てているのか具体的には明らかにされていないのが実状である。そこで林業試験場では、平成 12 年度より中央水産試験場・水産孵化場と共同で、森林が河川水系網を通じて、沿岸域の生物にどのように作用しているのか調査研究を進めているところである。

「森 - 川 - 海をつながり」と言った場合、河畔林（あるいは溪畔林）と呼ばれる溪流沿いの森林がとくに川と密接に関わっていると考えられ、河畔林から川に様々な有機物（落ち葉、枝、幹、虫たちなど）が供給されることから始まるといえる。これらの有機物は川の中で水生生物による利用と分解を経て徐々に下流に運搬され、最終的には河口で海に流出し、沿岸域の生物によって利用されるというプロセスが予想される。図-1 は源流域において溪畔から川に供給された有機物が細粒化していく過程を模式的に表したものである。溪畔からはおもに粗粒有機物（落ち葉、枝、果実など 1mm 以上の有機物）と、地表水や地下水から溶存有機物（落ち葉や森林土壌から溶けだした有機物）が供給される。落ち葉を主体とする粗粒有機物の大部分は微生物の定着を経て、ガガンボの幼虫などに代表される破碎食者と呼ば

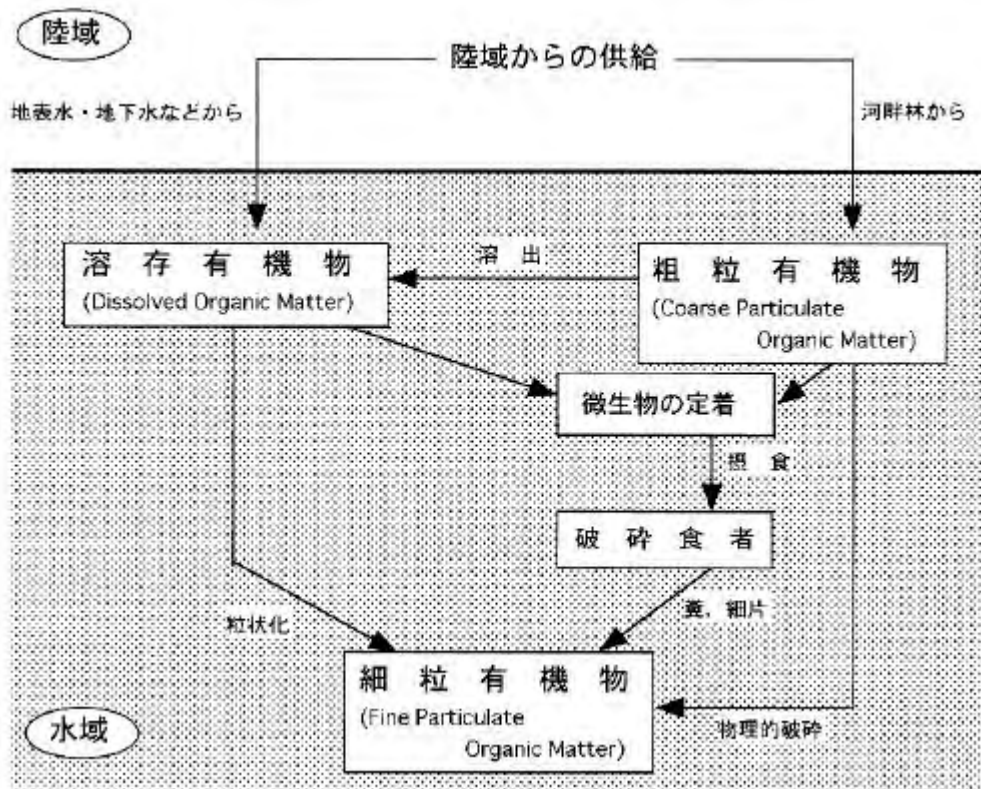


図 - 1 源流域での粗粒・溶存有機物の供給と細粒有機物への転換過程

れる水生生物に食べられ*，これらの糞や食べかす（細片）として細粒有機物（ $0.45\ \mu\text{m} \sim 1\text{mm}$ ）に転換される。また一部は水中で溶出して溶存有機物になる。溶存有機物も微生物により利用され，さらにこれら微生物を破碎食者が食べることで細粒有機物に転換される。細粒有機物は，粗粒有機物の物理的破碎や溶存有機物の粒状化によっても発生する。

川の中には，細粒有機物を主な餌として食べている水生生物（採集食者または濾過食者：マダラカゲロウやヒゲナガカワトビケラの幼虫など）も棲んでいるため，有機物の細粒化とは，微生物や破碎食者たちによって採集食者たちが利用できる大きさの餌資源が提供されることを意味している。また，我々人間が馬糞や鶏糞などを肥料として利用することを思い浮かべてみよう。食べたものが糞として出されるということではなく，単に粗いものが細かいものになるというだけではなく，より窒素分が付加され，高次のエネルギーに転換されることを意味する。これらの細粒有機物がさらに繰り返し食べられることで，有機物は質的にもより向上し，下流へと運搬されていく。このことを溪流生態系における腐食連鎖網と呼び，このシステムによって涵養される水生昆虫は，最終的にカジカやサクラマスなどの溪流魚を頂点とする溪流生態系のおもてなし網を支えているといえる。川幅が狭く，森林に覆われている溪畔域（写真-1）のような場所では，日光による藻類の繁茂（＝一次生産）が抑制されるため，溪流生態系のおもてなし資源はほとんどが溪畔林から供給される有機物に依存している。これが溪流生態系の大きな特徴であり，腐食連鎖網のはじまりとして溪畔林はきわめて重要な役割を果たしているといえる。



写真-1 溪畔の森林が豊かな上流域の景観

川底にたまる有機物 - 貯留有機物 - を採集する

川に供給された粗粒有機物は，上流域では流量も少ないためそのまま川底に留まる割合が多く，このような「貯留有機物」が水生生物のおもてなし資源として利用されていると考えられる。したがって，貯留有機物の粒径組成や量を調べれば，場所ごとの有機物の分解過程や，水生生物相，さらには溪流生態系のおもてなし生産性などを評価できるのではないだろうか。そこで，林業試験場の光珠内実験林を流れる小溪流で貯留有機物の採集を試みた。

一般的に有機物が貯留されやすい場所とは，流路内に倒流木などの障害物がある場所，あるいは水深が深く流速が遅い淵のような場所，そして礫の隙間，だと言われている。調査対象とした溪流では礫間の貯留が多く見られたため，その貯留形態を考慮した採集方法を考えた。ここでは，トレイ状の底質サンプラー（タテ20cm×ヨコ20cm×深さ10cm）を作成し，調査区間の川底に埋設してサンプラーにたまる有機物量をはかることにした。設置時，サンプラーには現地の川底から採取した礫（径5～10cm）をあらかじめ詰め，埋設箇所をサンプラーと同じ高さまで掘り下げ，礫を入れておいたサンプラーを静

* 破碎食者は，粗粒有機物に定着した微生物を摂食し，植物そのものは食べないと言われる。

かに沈めてサンプラーの上端が周囲の溪床面と同じ高さになるようにした（写真 - 2）。サンプラーは 0.4 mm メッシュのプランクトンネットで作り，サンプラーの内外で水の流れが遮断されないようにした。つまり，「擬似川底」をサンプラーの中に創り出し，有機物がたまることを期待したのである。1999 年 7 月 22 日にこのサンプラーを川幅 2m 程度の区間に 2m 間隔で 21 個埋設し，その後 2 日おきに 3 個ずつ回収して有機物量の変化を追跡することにした。回収時には，あらかじめ入れておいた礫は取り除き，それ以外の有機物や土砂をサンプルとして実験室に持ち帰り，ふるいで粗粒物（1 mm 以上）と細粒物（50 μ m 以上 1 mm 以下）に分け，有機物量をはかった。



写真 - 2 底質サンプラーの設置状況

貯留有機物は出水によってどのように変化するのか？

設置後 2 日目から 6 日目までの有機物量は，粗粒・細粒有機物ともに 10g/m² 程度で違いは見られず，設置期間が長くなるからといってサンプラーにたまる有機物量が延々と増えていくわけではないことがわかった（図 2 - A, B）。

この理由として，設置時はちょうど盛夏で溪畔林からの落葉が少ないことや，渇水期で川の流量が少なく上流から流れてくる有機物も少ないこと，また水生昆虫の世代交代の時期で，有機物の分解者そのものが少ないことなどが考えられた。したがって，サンプラー設置後すぐに隣接する川底の貯留有機物が浸入して，いわば平衡状態に達してしまうのだろうと考えた。

さて，この時点でまだ埋設したサンプラーは 12 個残っており，予定では 8 月 5 日まで継続して回収していくはずだった。ところが，設置後 8 日目の 7 月 30 日から 3 日間連続して，石狩・空知地方を大雨が襲った。実験林の溪流も増水し，サンプラーは全て流出してしまうのではと心配されたのだが・・・。

幸い，雨の降り始めた 7 月 30 日，8 月 1 日の段階ではまだサンプラーは流出しておらず，中にたまったサンプルが流されないよう気をつけながら，なんとか回収することができた。しかし出水のピークとなった 8 月 3 日には，さすがに残り 6 個のうち 3 個が流出していたため，当初設置したサンプラーはこの日で全て回収することにした。雨の降り始め，水位上昇に伴って流速も増したため（図 - 2C, D），貯留有機物は洗い流されて少なくなっているに違いないと予想された。しかし実際に有機物量を計ってみると，意外にも粗粒・細粒ともに増加する傾向が見られた（図 - 2A, B）。サンプラーの流出が見られた 8 月 3 日では，粗粒有機物は再び少なくなり，一時的に貯留された有機物が水の勢いで再び下流に流されたものと考えられた。細粒有機物はそれほど変化せず，出水時の 5 ~ 10 倍の量だった。

さて，この状況をどう捉えたものだろうか。雨も止んだことだし，これからはどんどん水位は下がっていくだろう。雨や出水は待っていてもなかなか思うように巡り会えるものでもないし，この際だから減水時の貯留有機物の挙動も押さえてみよう，と，8 月 5 日に再びサンプラーを 18 個設置し，7 日から同様に 2 日おきに回収することにした。すると，減水時にもとくに有機物量が減少することはなく，粗粒有機物で 80g/m² 程度，細粒有機物で 60 g /m² 程度の量で一定になる傾向が見られ，最終的に出水前に比べ貯留量が 6 ~ 8 倍も増加するという結果が得られた。

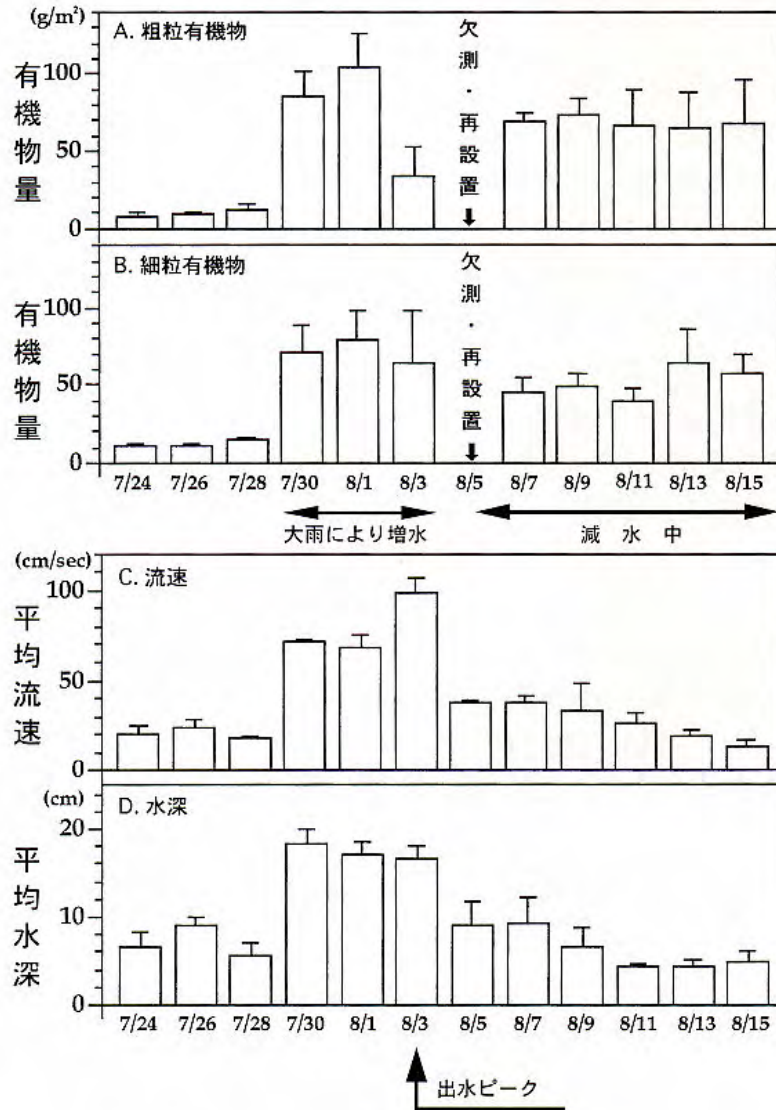


図 - 2 出水前後の貯留有機物量，平均流速，水深の変化
 値はそれぞれ3サンプルの平均，縦棒は平均誤差を表す

有機物の貯留・流出に果たす出水の役割

出水によって貯留有機物量が増えるという理屈は，出水に伴って水位が上昇した結果，普段は水に浸からない砂礫堆や溪岸の落ち葉や細粒有機物が川に供給されたことを反映したものと解釈できる。もちろん，出水規模がより大きく，出水の継続時間が長くなればなるほど，川底に一時的に留まった有機物や土砂は再び流出することが予想されるので，貯留有機物の動態は出水条件に左右されるともいえる。

北海道内の河川溪流は，本格的な落葉期（10月以降）を迎えるまでの7～9月の時期は溪流内の生物にとっていわば餌不足の状況下にある。今回の調査結果により，こうした時期の降雨出水が，単に下流域（沿岸河口域）に有機物を流出させているだけでなく，上流域の生物にとっても陸域からの有機物供給の機会として重要な役割を担っていることが示唆された。現在，年間を通した貯留有機物の季節変化を追跡調査しているところであり，こうして川の中に供給された有機物が，その後どのように利用され，変化していくのかについても機会を改めて報告したい。

（流域保全科）