

森林溪流水の溶存有機物質濃度変動に影響を及ぼす要因の検討

豊田工業高等専門学校 学生会員 ○佐藤 吉将
豊田工業高等専門学校 正会員 松本 嘉孝

1. 背景および目的

森林流域において、河川を経由し下流へ移動する有機物や窒素、リンなどの栄養塩を調査することは河川環境を把握する上で非常に重要である。その中でも、溶存有機炭素（DOC）は水生生物の餌資源となり生物活動の維持に欠かせない物質であると同時に、重金属や微量化学物質、栄養塩の輸送媒体としての役割をもつため、流域生態系および水質管理を行う上で重要な物質である^[1]。

河川流域内において流域内での DOC 移動過程を把握する際、国土の7割を占める森林に着目することは重要であり、その森林土壌には豊富な有機炭素の貯蔵量がある。さらに、陸域から水域への DOC 流出を考える上で、降雨時の森林流域では、地表流、地中流、地下水流などの様々な流出経路が発生することが確認されている。その中でも地表流が流れる地表面付近では DOC が多く存在するという研究結果が出ている^[2]。そのため降雨イベント時に発生する地表流などの流出経路が DOC を多く含んだ場所を通過することにより、溪流河川の DOC 濃度は変化すると考えられる。

このうち、溪流河川近傍に存在する河畔林には、DOC をはじめとした様々な物質が地表面に蓄積され、その場所はホットスポットと呼ばれている。このホットスポットからの物質流出を明らかにする際に注意しなければならないのが、ホットモーメントと呼ばれる短時間に流出が発生する現象であり、その時間的な濃度変動も考慮に入れた研究設計が必要である^[3]。

そこで本研究では、降雨にともなう溪流 DOC 濃度変動の主要因と考えられる、河川近傍の地表流に着目する。具体的には、DOC 流出源と考えられる DOC ホットスポットを通過してきた水流を特定し、降雨イベント時（ホットモーメント）における溪流河川流量の変化とホットスポットから流出する DOC 濃度変化の解析を目的とする。

2. 研究方法

2.1 研究手順

研究手順としては、まず自動採水器を使用し DOC 濃度の日観測を行い、降雨イベントの規模や種類による溪流 DOC 濃度の変化を解析する。さらに DOC ホットスポットを通過した地表流もしくは復帰流を特定し、その DOC 濃度を把握する。この両者の DOC 濃度測定結果を比較し、ホットスポットから流出する DOC 濃度と溪流水 DOC 濃度との関係を解析する。

2.2 調査地

本研究の調査地は豊田市御内町の豊田市有林内を流れる溪流を対象とする。調査地は豊田高専から東に約3kmの地点に位置し、流域面積は2.04km²、流域標高は655mから1120mの範囲である。また調査地付近は急峻な崖や露岩がみられ、降雨時には大きな流量変化が起こる河川であり、流域内の植生はスギやヒノキなどの針葉樹人工林である。

2.3 採水方法および水質分析

試料は自動採水器により日毎に採水したものを使用する。自動採水器で採水された試料は二週間に一度回収し、孔径 1μm のろ紙でろ過した後、TOC 計にて NPOC 法で DOC の計測を行う。さらに、ホットスポットを通過したと考えられる水（表-1）の試

表-1 ホットスポットを通過したと考えられる水を採水した地点付近の様子

採水地点	水の種類、付近の様子
I	河川付近の伏流水がたまっている地点。樹木、草本に囲まれているが、傾斜はほとんどない。
II	河畔林内の樹木に囲まれた地点を流れる復帰流。傾斜はほとんど無い。降雨時には流量の増加が顕著。
III	河畔林内の樹木に囲まれた地点を流れる地表流。傾斜はあまりないが、地点IIよりある。降雨時には流量の増加が見られる。

料として、調査地を訪れた際に溪流河川周辺に点在する浸出水や湧水の流出地点でも採水を行った。

3. 結果及び考察

図-1 は一日毎の流量および DOC 濃度の変化を示している。この結果から降雨の発生とともに流量が増加する際、DOC の濃度が上昇し、その後流量が減少すると濃度が低下する傾向にあることがわかる。さらに降雨後、上昇した DOC 濃度が降雨前の DOC 濃度以下になる場合があることも特徴として表れた。

また、8 月下旬に発生した大規模な降雨イベント以降の無降雨時および降雨時の DOC 濃度は、4 月から 7 月の値と比べ低い値であった。ただし、この期間の DOC 量は 4 月から 7 月の期間とほとんど変わらなかったため、流量増加により DOC 濃度が低下したことを示している。

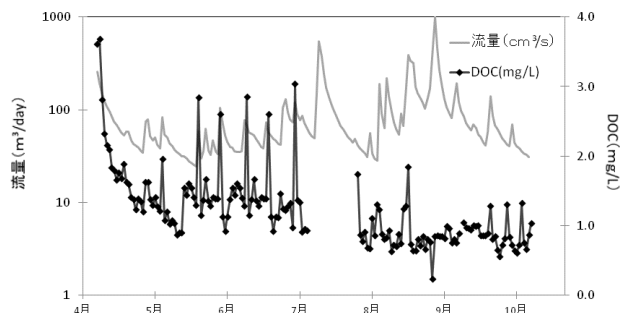


図-1 溪流流量および DOC 濃度の経日変化

次に溪流河川周辺のホットスポットを通過したと考えられる水の平均 DOC 濃度は、地点 I で 0.74 mg/L、地点 II で 1.20 mg/L、地点 III では 0.83 mg/L となった。無降雨時の平均 DOC 濃度は 0.6 から 0.8 mg/L であるため、今回採水した水はホットスポットを通過した水であると考えられる。そして、降雨時には、これらのホットスポットを通過した水の流出量が増加し、降雨時における溪流河川の DOC 濃度上昇に影響を与えていると考えられる。また、今回採水したホットスポットを通過した水の DOC 濃度上昇日が地点で異なることから、降雨時で発生する流出経路および流出量が異なり、溪流水 DOC 濃度変化に影響を与えていると考えられる。

さらに、降雨が始まる直前から次の降雨が発生する直前までの期間を 1 回の降雨イベントとし、イベント毎に流量と DOC 濃度の関係を解析した。その結果、DOC 濃度と流量との間には線形の関係が表れ

るパターン（図-2 左）と、流量の増加に従い DOC 濃度が上昇した後、DOC 濃度が先に低下し、流量が減少するヒステリシスパターン（図 2-右）の 2 つに分類することができた。図-2 左のような形は主に流量 100m³/day 以下の小規模な降雨イベントに多くみられた。また、図-2 右のような DOC 濃度が流量と比較し急激に低下する形は中規模または大規模な降雨イベントの中で最も多くみられた。これは、小規模の降雨イベントでは新たな流出経路の流量が少なく、ホットスポットの DOC が徐々に流出していくのに対し、中規模、大規模な降雨イベントでは DOC が一度に多く流出するためだと考えられる。

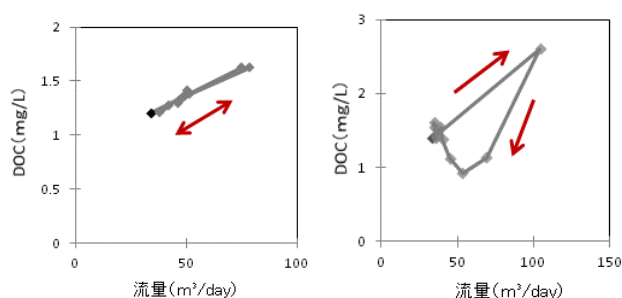


図-2 溪流流量と DOC 濃度 左：(5/11-18)、右 (6/11-21)

4. まとめ

以上より、DOC は無降雨時にホットスポットに蓄積され、降雨時に発生する流出経路により流出し、溪流 DOC 濃度を上昇させると考えられる。さらに小規模な降雨イベントでは流量と DOC 濃度は線形的な関係に対して、大規模な降雨イベントになるほど流量増加時に DOC 濃度が上昇した後、大きく減少する。また降雨イベントによって地表流の流出経路および流出量が異なることも溪流 DOC 濃度変化に影響を与えていることが示唆された。

5. 参考文献

- [1]西田継：森林域における溶存有機物の生成と流出、水環境学会誌，34，pp.145-150，2011。
- [2]大手信人・川崎雅俊：森林流域からの炭素流出のメカニズムと水文過程，地球環境，9，pp.101-111，2004。
- [3]Philippe V. et all, Hot spots and hot moments in riparian zones: potential for improved water quality management, JAWR, 46, pp.278-298, 2010。