

オカバルシ川流出試験地における降雨による水質成分負荷量

The load of chemical substances by rain in Okabarushi experimental basin.

北海学園大学工学部 ○学正員 今井圭介 (Keisuke Imai)
 北海学園大学工学部 学正員 山田俊則 (Toshinori Yamada)
 北海学園大学工学部 正員 余湖典昭 (Noriaki Yogo)

1. まえがき

著者らは、昨年度からオカバルシ川流域を対象として水および水質成分の流出機構について研究を開始した。昨年度実施した約1ヶ月半の調査結果によると、INPUTとして雨水による水質成分の負荷量が、流域での物質収支を考える上で重要であることが明らかになっている¹⁾。雨水中に含まれる主要な溶存成分は、化学的・生物化学的に安定な陽・陰イオンであるため、降雨から流出に至るプロセスのトレーサ的な役割も期待できる。

平成15年度は、5月から11月までの降雨を対象に調査を行い、数多くの雨水データを収集することができたので、その結果を報告する。

2. 流域の概要¹⁾

オカバルシ川は真簾峠付近にその源を発し、北流して豊平川右岸側に合流する渓流河川である。図-1にオカバルシ川流域を示す。試験地の流域面積は3.42km²、観測地点の標高は207m、源流部は370mで163mの標高差をおよそ3kmの河川で一気に下っている。上流部東側では標高651mの山が隣接し、崖地や急斜面となっている。そのため崩壊等による土砂生産が多く、砂防ダムや治山ダムが複数個設置されている。観測地点より下流側では国道230号線まで住宅地が広がっているが、上流側ではゴルフ場、スキー場、霊園があるのみでそれ以外は自然林となっている。

3. 観測項目

観測項目は以下の通りである。

降雨関連：0.5mm精度の自動観測雨量計×2台

群馬高専式雨水採水装置×2台

(いずれも図1、St.1、St.2に設置した)

雨水採水は降雨終了後適宜行い、雨量は10分間隔で自動観測を行った。雨水採水装置を写真-1に示す。

群馬高専式雨水採水装置²⁾は4つの雨水収納管を持ち、一つの管が満杯になると次の管へ雨水が送られるように工夫されている。これによって総降雨量30mm程度まで、降雨初期、中期、終期の雨水を区分することができ、雨水水質の履歴を把握することが可能である。雨量観測はSt.1については2003年5月から11月まで実施し、同地点の雨水採取は計40回実施した。またSt.2については2003年8月上旬から11月まで実施した。

雨水水質の測定項目は、塩化物イオン(Cl⁻)、硝酸イオン(NO₃⁻-N)、硫酸イオン(SO₄²⁻) (以上イオンクロマトグラフ法)、ナトリウムイオン(Na⁺)、カリウムイ

オン(K⁺)、カルシウムイオン(Ca²⁺)、マグネシウムイオン(Mg²⁺) (以上原子吸光光度法)、アンモニウムイオン(NH₄⁺-N) (インドフェノール法)である。試料採取量が一定でないため、試料量の少ないサンプルについては陰イオンを優先して分析を行った。

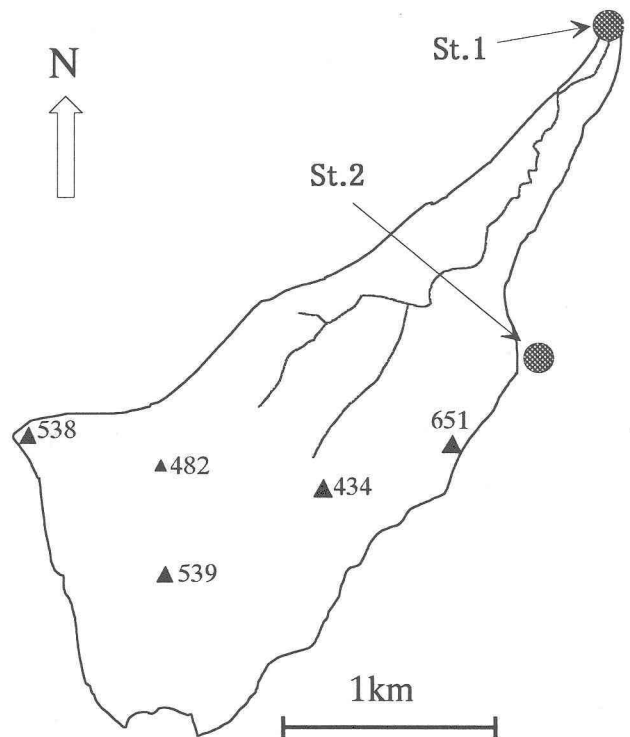


図-1 オカバルシ川流域と観測地点

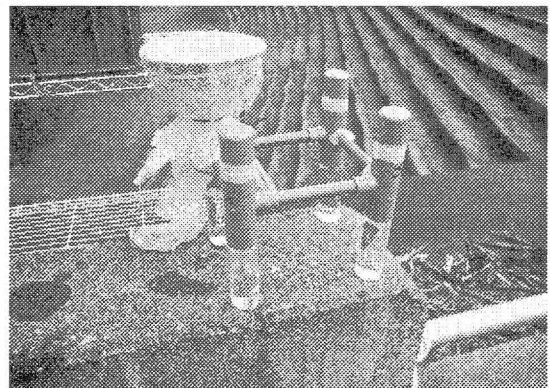


写真-1 群馬高専式雨水採取装置

4. 結果および考察

4. 1. 降雨量の観測結果

St.1における観測期間中の総量は、576mmであった。図2にSt.1における降雨量の観測結果を示した。降雨量はSt.1とSt.2の2ヶ所で測定したが、両地点の日雨量の関係を示すと図3が得られ、良い相関関係が認められた。回帰直線式で示されるように、St.1と比較してSt.2の日雨量は1.1倍と若干多くなった。St.2の観測期間が短いため、データの解析に当たっては、St.1の観測値を1.05倍して流域の平均雨量とした。

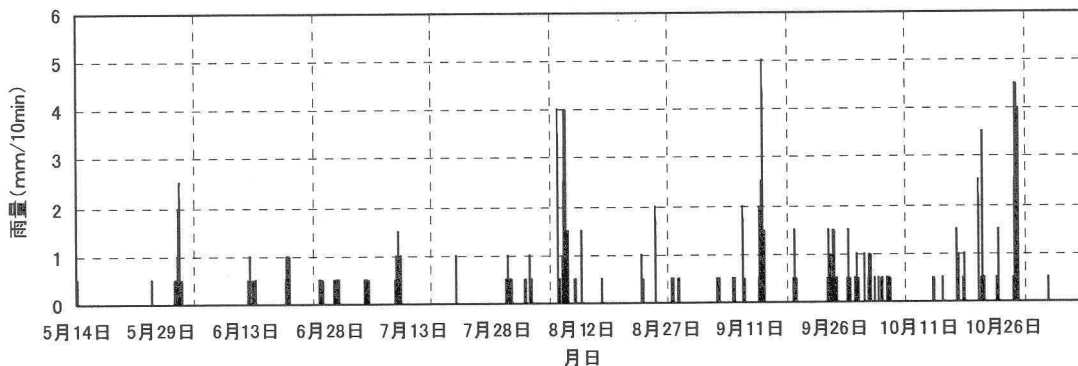


図2 10分間雨量の変化 (St.1、2003年5月14日～11月11日)

4. 2. 雨水の水質履歴

はじめに一降雨の水質履歴について触れておく。

図4に8月9日(2:50～11:50)の雨水分析結果を示す。各成分とも降雨初期(雨水サンプラー、ボトルNo.1)が最大濃度を示し、時間経過とともに濃度が低下していることがわかる。いくつか例外もみられたが、この傾向は多くの試料で観測されたことから、降雨の初期には大気中の成分を取り込むことがわかる。図中の水質成分の起源として硝酸窒素イオンは排気ガス、他の成分は海水(送風塩)が想定される。雨水中成分濃度は、季節、晴天継続日数、降水量、風向など様様な要因によって支配されると考えられるが、そのメカニズムは今後の検討課題である。

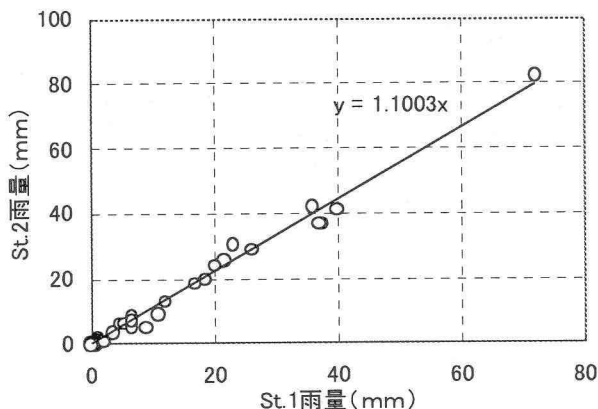


図3 St.1とSt.2の日雨量の関係

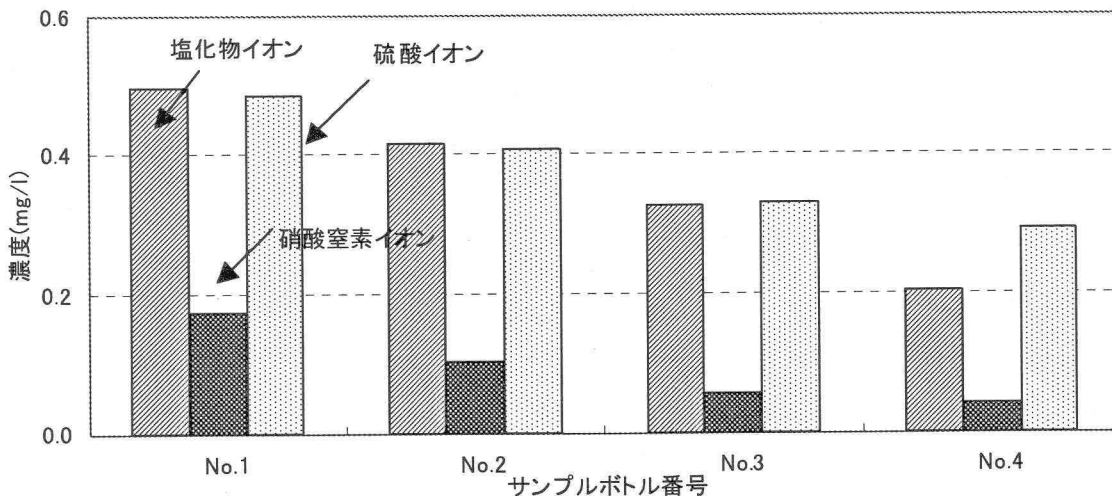


図4 雨水中陰イオン濃度の水質変化 (群馬高専式雨水サンプラー使用)

4. 3. 雨水の水質平均濃度、負荷量と降雨量の関係

雨水サンプラーによって採取した試料の水質成分平均濃度を容量加重平均によって求め、採取期間中の降雨量の関係を示すと図5が得られる。この図から、雨水平均濃度は降雨量の増加とともに大きく低下することがわかる。

図6に降雨量と、陰イオンの降雨による負荷量の関係を示す。負荷量は試料回収期間ごとの平均濃度と降雨量から

算出した。先に述べたように雨水中成分濃度は降雨とともに低下していくので平均濃度は雨量が少ないほど高くなる傾向にある。しかし負荷量として見ると、降雨量と陰イオン負荷量は比例関係にあることがわかる。したがって、降雨による水質成分の負荷量は一部の例外を除いて(後述)、雨量によって支配されると考えられる。

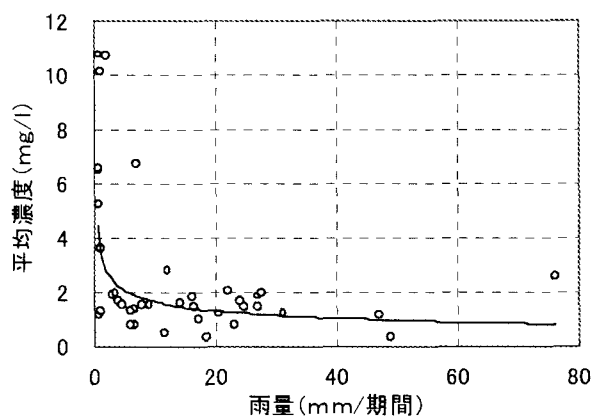


図5 雨量と雨水中硫酸イオン平均濃度の関係

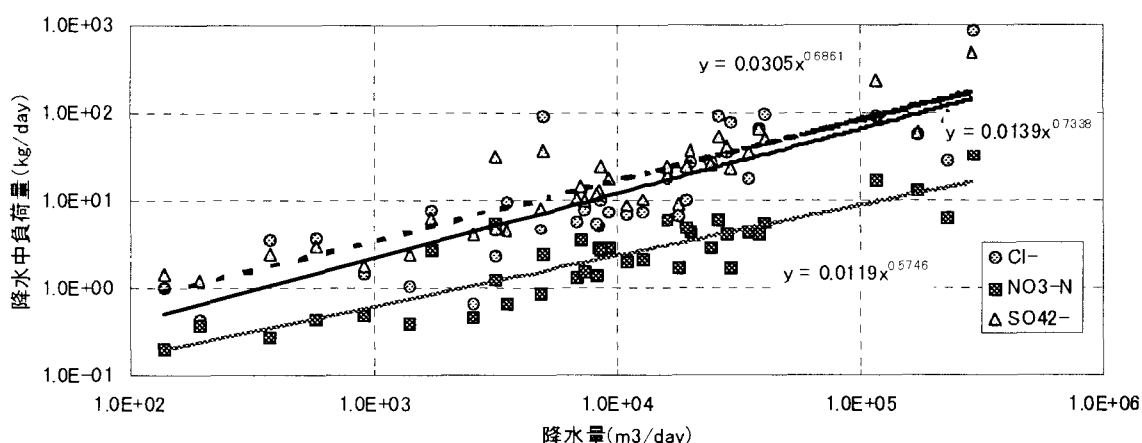


図6 降水量と降水中負荷量の関係

4.4 河川水質との関係

前節で述べたように、雨水による水質成分の負荷量は、雨量に比例する。しかし図7に10月22日～23日の雨量と塩化物イオン雨水負荷量の関係を示したように、降雨が連続した場合には比例関係は成立しない。これは先行降雨との間隔が短いために、いわゆる履歴効果により平均濃度が減少しているためと考えられる。同様の結果が8月8日～9日の雨についても観測された(図8)。

次にこのような現象が河川水質に与える影響について考えてみたい。図9にオカバルシ川の流量と塩化物イオンの流出負荷量の関係を示す。ほぼ直線的な近似曲線が描けたが、8月9日(14:00～17:50)と10月23日(0:20～11:10)の試料が近似曲線からはずれ、流量に対する負荷量が明らかに低くなっている。この原因は、降水中の塩化物イオンの濃度低下が原因と考えられ、雨水による水質成分の負荷量の変化が、河川水質に直接的に影響することを示している。

5. 結論.

以上の結果を要約する

- (1) 雨水の水質成分濃度は降雨初期に高く、降雨時間とともに低下する。
- (2) 雨水の水質成分の平均濃度は降雨量が少ないほど高くなる傾向があるが、雨水に含まれる陰イオン負荷量は降雨量に比例する。
- (3) 先行降雨との間隔が短い場合には履歴効果により平均濃度が減少し負荷量と降雨量の比例関係は成立しない。
- (4) 雨水に含まれる塩化物イオン負荷量の変化は、河川水質に直接影響する。

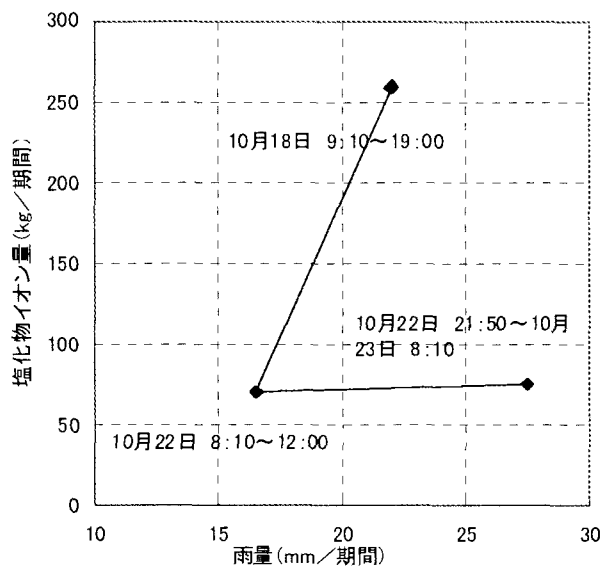


図7 雨量と塩化物イオン降水負荷量の関係 (10月)

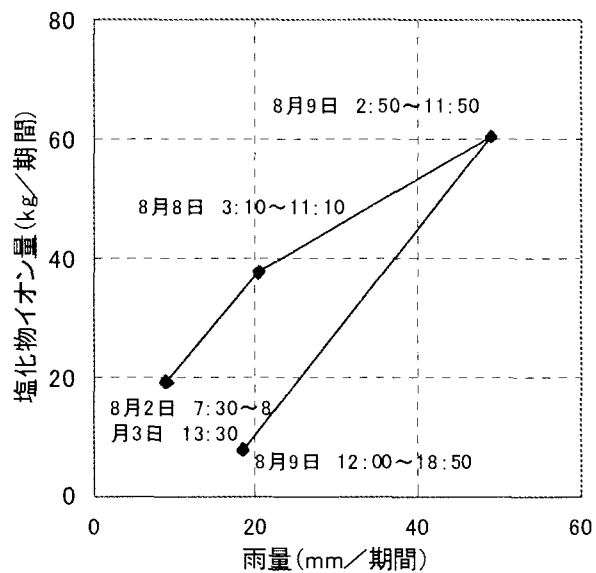


図8 雨量と塩化物イオン降水負荷量の関係 (8月)

6. 謝辞

本研究は、(財団法人)北海道河川防災研究センターの研究助成により遂行された。また、北海道開発局石狩川開発建設部札幌河川事務所には観測に際し多大なる協力を得た。ここに記して謝意を表します。

参考文献 ;

- 1) 阿彦陽介、嵯峨浩、余湖典昭；オカバルシ川流出試験地における基礎的研究平成 14 年度土木学会北海道支部年次技術研究発表会、2003.
- 2) 青井 透ほか(2002) 利根川支流鏑川水系の高い硝酸窒素濃度と降雨中窒素との関係、第 53 回全国水道研究発表会論文集、580-581.

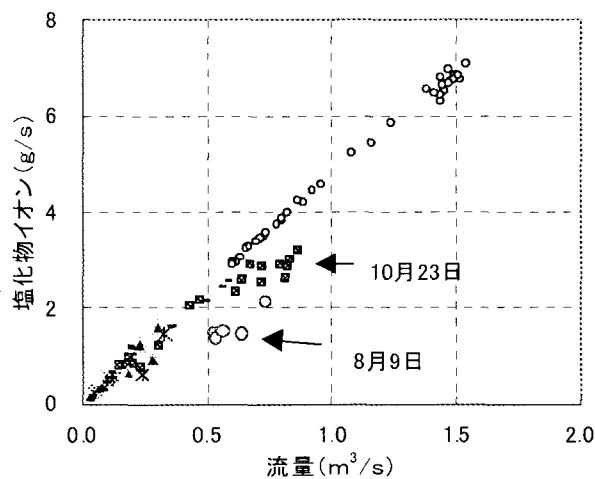


図9 流量と塩化物イオン流出負荷量 (オカバルシ川)