

オカバルシ川流出試験地における基礎的研究

Field observation of water quality and quantity in Okabarushi experimental basin.

北海学園大学工学部 ○学正員 阿彦 陽介 (Yohsuke Ahiko)
 北海学園大学工学部 正員 嵯峨 浩 (Hiroshi Saga)
 北海学園大学工学部 正員 余湖 典昭 (Noriaki Yogo)

1. まえがき

これまで全国各地で流出試験地が多数設置され、多くの優れた研究成果が得られている。しかし、大規模プロジェクトの試験地を除いて、降雨・流出プロセスに注目した観測項目が主であったり、水質に主眼を置いた観測形態が主であったりと両者に重点を置いた流出試験地はあまりみられない。本研究は、細かな現象まで目が届くような規模の小さな流域で、水質と水量の同時観測を行い水質と水の循環メカニズムの解明を目的としている。

流出試験地の選定は、アクセスが容易である事を第一条件とし、目配りが十分出来るような比較的小さな流域であることを考慮して、最終的に豊平川支流のオカバルシ川流域とした。本学工学部から 10km ほどの距離で車による所要時間は 20 分程度である。

観測機器を設置したのは、本年 10 月初旬であり、大規模な降雨は期待できない時期であったが、幸運にも例年のない 11 月の多雨に恵まれ、各種のデータを記録する事が出来たのでここに報告するものである。

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溪流河川である。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 の河川で一気の下っている。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

観測初年度であり、予算等の関係から当初の目的を十分に網羅する観測機器を設置する事は出来なかったが、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×1 台

群馬高専式雨水採水装置×1 台

水量関係：投げ込み式水位計×1 台

水質関係：YSI Model6000 水質モニタリングシステム

(水温、pH、DO、伝導度、濁度、ORP センサー)

土中水関係：ポーラスカップ付土壌水採取装置

(10、50、60 cm の深度で採取)

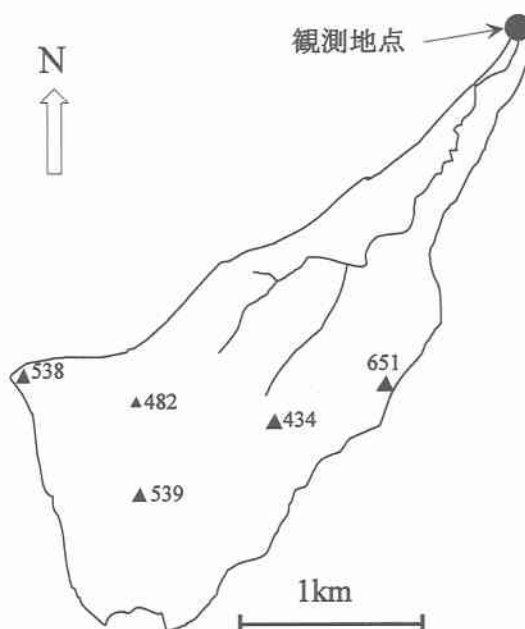


図-1 オカバルシ川流域



写真-1 観測地点の概況

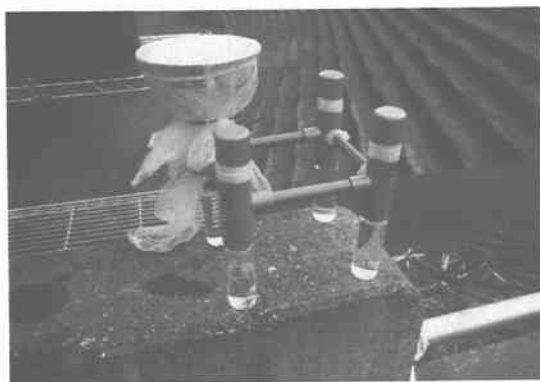


写真-2 群馬高専式雨水採取装置

雨水採水と土中水採水は降雨終了後適宜行うが、水位、雨量および水質は10分間隔で自動観測を行った。観測地点の概況と雨水採水装置を、写真-1と写真-2にそれぞれ示す。

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程度ならば、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。今回の調査では、10月21、24、29、30日、11月5、7、12日の合計7回サンプリングすることが出来た。

4. 観測結果と考察

10月初旬に観測機器を設置し、11月下旬まで観測を実施した。なお後述するように、10月末から試験地流域内で積雪があり、その影響が観測値に見られた。

(1) 降雨量と流量

観測期間中の総降水量は191mmに達し、特に11月の降水量は観測史上2番目の記録であった。図-2に10分間降雨量と河川流量の観測結果を示した。なお流量は、実測値をもとに作成したH-Q式により求めた。

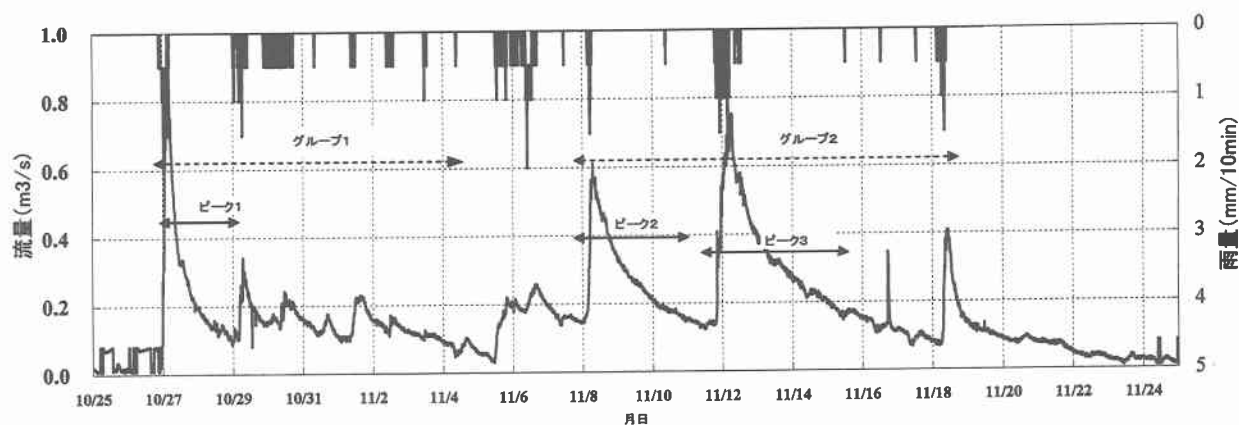


図-2 流量と雨量の観測結果(2002.10.25-11.24)

図-2から明らかなように、降雨に対して鋭い流量ピークが応答している。図-3には10月26日から27日の変化を拡大して示したが、この図から流達時間は30分以下と考えられ、極めて短いことが分かる。また、入力信号である降雨波形がロウ・パスフィルターである流域の変換をあまり受けず、同じような波形で出力されている。源流部が急峻な山腹斜面であることや河川の平均縦断勾配がかなりきつい効果が現れていると考えられ、典型的な溪流河川であることがわかる。

表-1に図-2内のグループあるいはピーク毎の流出率の計算結果を示した。最小流出率でも0.44であり、小規模流域ではかなり大きな値である。また、観測期間の後半であるピーク1、ピーク2では流出率が1より大きく2.69と通常考えられない値となっている。この原因として積雪と気温が関与していることが考えられる。図-4はオカバルシ川近傍の小金湯地点における積雪状況を示しているが、ピーク1では流域内に積雪が無い状況であり、ピーク2では前日までかなりの積雪が認められる。

表-1 期間ごとの流出率

計算期間	流出率(%)
グループ1 (10/26 9:00～11/5 11:00)	54
グループ2 (11/5 11:10～11/19 11:30)	86
ピーク1 (10/26 9:00～10/29 3:50)	44
ピーク2 (11/5 11:10～11/11 19:10)	269
ピーク3 (11/11 19:20～11/16 9:20)	126

また、ピーク3でも降雪があり気温も氷点下を記録する状態であった。このような状況から、降雨によって融雪がおこり流出率が1以上になったと考えられる。グループ1よりグループ2の方が、流出率が大きくなることも同様の理由で説明可能である

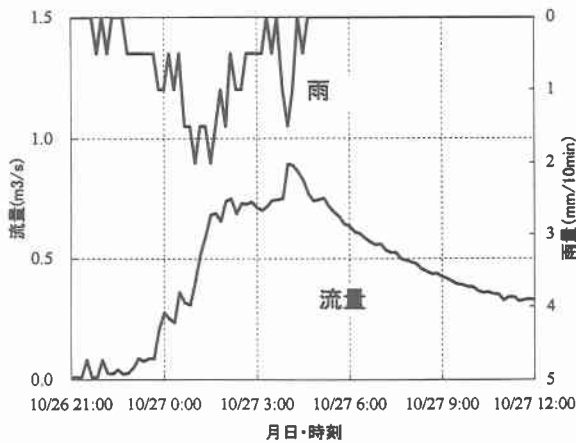


図-3 降雨と流量の経時変化(10月26-27日)

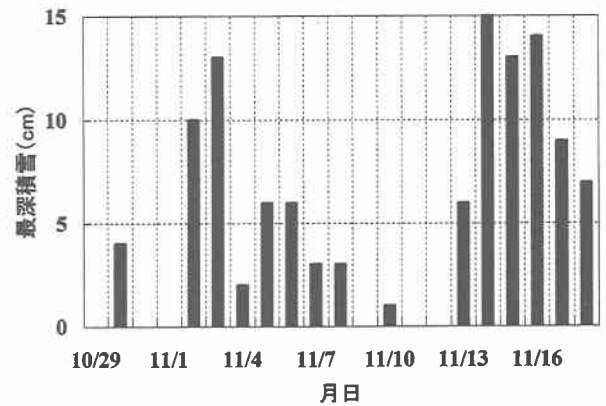


図-4 最深積雪の変化
(小金湯、10月29日～11月18日)

図-2 において 10 月 29 日の流量データが、急激に減少している。この原因は水質モニタリング計器の取り外しと再設置作業で水面を攪乱したため、水位計のセンサーが異常値を記録したものと思われる。また、10 月 25 日付近で、降雨が無いにも拘らず流量が変動している現象や、11 月 16 日の非常に鋭いピークの発生等の原因は不明である。

(2) 雨水と河川水の水質

雨水の分析結果の中から最も高い濃度が検出された 11 月 12 日の分析結果を表-2 に示す。いずれの成分も降雨初期 (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。データは省略するが、他の試料についてもこの傾向はほぼ同様であり、降雨初期に大気中の成分を取り込むことがわかる。表中の水質成分の起源としては、アンモニア窒素と硝酸窒素は排気ガス、その他の成分は海水 (送風塩) が推定される。雨水中成分濃度は、季節、晴天継続日数、降水量、風向・風速などの様々な要因によって支配されると考えられるが、現時点ではそのメカニズムは明らかではない。

表-2 雨水の分析結果の一例 (11 月 12 日採取試料)

種類	アンモニア窒素	硝酸窒素	カルシウムイオン	マグネシウムイオン	ナトリウムイオン	カリウムイオン	塩化物イオン	硫酸イオン
No.1	0.65	0.89	1.11	0.44	3.59	1.18	4.71	5.23
No.2	0.53	0.66	0.81	0.34	2.99	1.14	3.35	4.12
No.3	0.23	0.23	0.47	0.13	1.10	0.66	1.16	1.89

(注)2002年11月7日に設置し、11月12日サンプリングを行った。この間の降水量は36.5mm。(mg/l)

また表-3 には、観測地点におけるオカバルシ川の水質調査結果を示した。いずれの調査日も各成分の濃度に大きな違いは認められない。この結果は流域からの OUTPUT を示すものであり、INPUT である表-2 と比較するといくつかの点が明らかになる。すなわち、カルシウムイオン、マグネシウムイオン、ナトリウムイオン、硫酸イオンなどは、流下中に土壌から供給されて濃度が上昇することが明らかである。またアンモニア窒素、硝酸窒素については流下中に生物化学的な変化を受けるので雨水と河川水の濃度を直接比較することは適当でないが、雨水中濃度が比較的高いため、窒素の INPUT として無視できない量である。

表-3 河川水の分析結果

月日	アンモニア窒素	硝酸窒素	カルシウムイオン	マグネシウムイオン	ナトリウムイオン	カリウムイオン	塩化物イオン	硫酸イオン
10月10日	0.02	0.30	8.95	3.15	6.44	1.81	5.41	10.1
10月21日	0.01	0.16	10.20	3.75	6.89	1.72	4.59	11.0
10月29日	0.01	0.16	8.35	3.20	6.29	1.98	5.77	10.8
11月12日	0.01	0.29	7.50	2.70	5.39	1.92	4.51	11.0
11月12日	ND	0.28	7.45	2.60	5.43	1.90	4.44	10.8
11月12日	ND	0.31	7.25	2.60	5.52	1.90	4.45	10.5
11月19日	0.01	0.28	8.75	3.35	6.63	1.70	4.85	11.0
11月27日	0.01	0.28	7.80	2.80	5.92	1.69	4.67	10.4

(注)11月12日は3回採水を行った。(mg/l)

(3) 水質自動観測の結果

図-5 に水質自動観測結果を示した。濁度、pH、DO(%)、電気伝導度について示してある。1 カ月間にわたった観測では、ほぼ順調にデータを収集することが出来た。観測期間が短いためオカバルシ川の水質特性を十分把握したとは言えないが、増水時に濁度が大きな鋭いピークを持つことが最大の特徴としてあげられる。また、10 月の増水時には雨水の希釈効果による電気伝導度の低下が顕著に見られる。しかし、11 月には伝導度の低下が増水ピークと一致せず、DO(%)についても11月9日と13日頃に幅広い低下が生じている。この原因は明らかではないが、融雪が関係しているとも考えられる(前出図-4)。

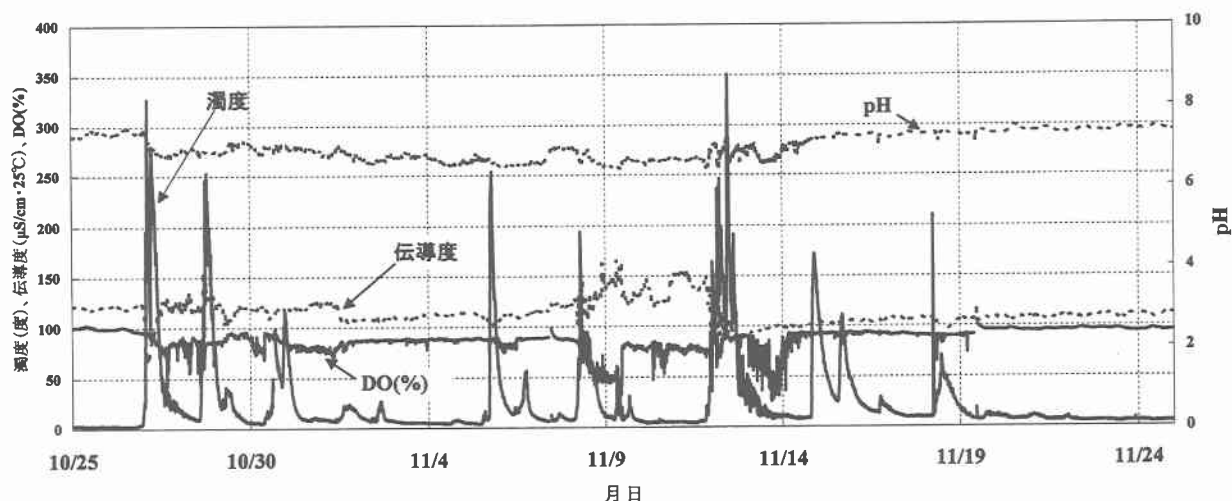


図-5 水質自動観測の結果(2002年10月25-11月24日、10分間隔)

表-4 期間毎の平均濁度

計算期間	平均濁度(度)
グループ1 (10/26 9:00~11/5 11:00)	48
グループ2 (11/5 11:10~11/19 11:30)	47
ピーク1 (10/26 9:00~10/29 3:50)	98
ピーク2 (11/5 11:10~11/11 19:10)	29
ピーク3 (11/11 19:20~11/16 9:20)	69

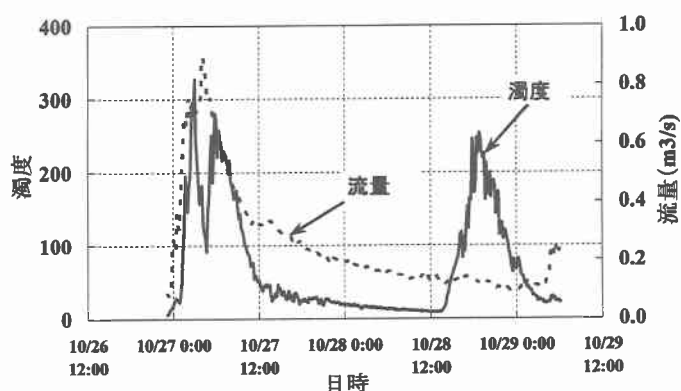


図-6 ピーク1の濁度と流量の変化

表-1 で、期間あるいはピーク毎の流出率を計算したが、同様の期間について平均濁度を計算すると表-4 が得られる。グループ1, 2 ではほぼ同様の平均濁度となったが、ピーク毎に計算するとピーク1の値が約2倍の98度となった。図-6にピーク1の濁度と流量の変化を示したが、10月28日夜に増水を伴わない濁度単独のピークが記録されており、これが平均濁度上昇の要因のひとつと考えられる。このような濁度単独のピークは、他にもいくつか見られ、流域内での斜面崩壊が原因と推定される。

5. 結論

水質成分は、生物化学的な安定性、土壌粒子への吸着特性やその強度などがそれぞれ異なる。見方を変えれば、各成分が個性を持ったトレーサーと考えることも出来る。来年度以降データをさらに蓄積し、流域への水質成分のINPUTとしての雨水の定量的な評価、OUTPUTとしての水質成分の流出特性を検討する予定である。

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) 豊平川砂防事業の内「オカバルシ川自然環境調査報告書」(1987) 財団法人北海道開発協会。
- 2) 青井 透ほか(2002) 利根川支流鐺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。