

## オカバルシ川流出試験地における水質成分の流出機構

Flush out of water quality elements in Okabarushi experimental basin.

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 学正員 今井 圭介 (Keisuke Imai)

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。

昨年度は10月下旬から約1ヶ月間調査を実施し、その結果はすでに報告したが<sup>1)</sup>、今年度は5月から11月までの長期間のデータ収集・調査を実施したのでその結果を報告する。

2. 流域の概要<sup>1)</sup>

オカバルシ川は真簾峠付近にその源を發し、北流して豊平川右岸側に合流する溪流河川である。試験地の流域面積は3.42km<sup>2</sup>、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

観測項目は以下のとおりである。

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

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)

土壌水関係：ポーラスカップ付土壌水採取装置

(10、50、60cmの深度で採取)

流速(流量)：電磁流速計使用(25回実施)

自動採水：ISCOオートサンプラー使用(10月)

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。観測地点の概況を写真-1に示す。

自動観測機のデータは原則として2週間に1度回収した。水質測定項目は、塩化物イオン(Cl<sup>-</sup>)、硝酸イオン(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N)、硫酸イオン(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) (以上イオンクロマトグラフ法)、ナトリウムイオン(Na<sup>+</sup>)、カリウムイオン(K<sup>+</sup>)、カルシウムイオン(Ca<sup>2+</sup>)、マグネシウムイオン(Mg<sup>2+</sup>) (以上原子吸光光度法)、アンモニアイオン(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N) (インドフェノール法)、全窒素、全リン(ペリオキシニ二硫酸カリウム分解法)、COD(過マンガン酸カリウム法)、SS(重量法)などである。



写真-1 観測地点の概況

#### 4. 結果および考察

##### 4. 1. 降雨量と流量の関係

図2に全観測期間(2003年5月14日~2003年11月10日)の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曲線(図3)より求めた。8月9日と10月29日に大きな増水があり、増水時のデータを採取することができた。なお6月末までは、融雪による流量増加が見られる。

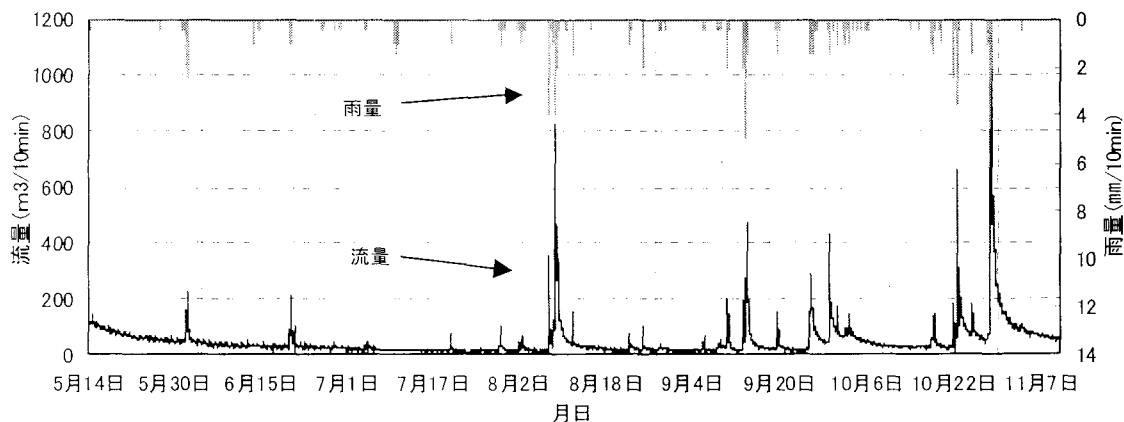


図2 流量と雨量観測結果(5/14~11/10)

##### 4. 2. 流出率について

表-1に降雨量と流量観測データによる流出率の計算結果を示した。

はじめに、融雪が終了した7月1日から11月10日までの流出率を求めると、52.0%となった。さらにこの期間を、9月2日を境界として2つに分けて(Group1, Group2)計算するとGroup1の流出率が44.2%、Group2の流出率が55.5%となり、流出率に10%以上の差がみられた。これは流出量として1197m³/dayであり、雨量に換算すると0.35mm/dayという値になった。この量はGroup1とGroup2における季節の違いによる蒸発散量の差と推定することができる。以上の結果より、オカバルシ川の流出率としては、44%~55%の範囲にあると考えることができるが、蒸発散量の季節変化については今後の検討が必要である。

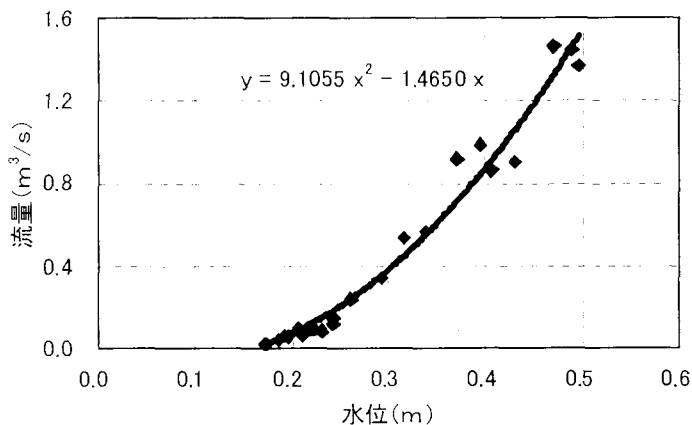


図3 観測地点のH-Q曲線

表-1 期間別の流出率

期間	流出率(%)
7月1日~11月10日	52.0
<b>Group1</b> (7月1日~9月2日10:20)	44.2
<b>Group2</b> (9月2日10:40~11月10日)	55.5

##### 4. 3. 河川水質の流出特性

ここでは流量と水質成分の流出負荷量の関係を整理して各水質成分の流出特性について検討する。

図4~8には、流量と塩化物イオン、硝酸窒素イオン、硫酸イオン、全リンとSSのそれぞれの流出負荷量との関係を示した。今年も昨年と同様にSSと全リンは指数関数的な曲線になり、塩化物イオンと硫酸イオンはほぼ直線的な近似曲線が描けた。しかし、硝酸窒素イオンにおいては、流量が増えると頭打ちの傾向にある。したがって、塩化物イオンと硫酸イオンは、降雨による流量の増加に比例して負荷量が増加することがわかり、硝酸窒素イオンは、降雨によって流出量が増えても限度があることがわかる。その理由は、降雨による供給量が少ないことと、流域内を流下中に生物化学的に変化を受けるためと考えられる。さらに、塩化物イオンと硝酸窒素イオンには近似曲線から外れている点があるが、これは降雨による供給量が少ないことが原因である<sup>2)</sup>。また、SSと全リンについては、同様の流出特性をもつことは昨年も報告したが、今年の調査結果も同様となった。さらに、SSと全リンの2本ある近似曲線のうち外側の1本は、10月29日の負荷量であり、この曲線が外側にある理由としては、直前の10月23日に流量の大きなピークがあり(図9)、そのときにほとんどの懸濁物質とその中に含まれる全リンが流れ出てしまったものと考えられる。

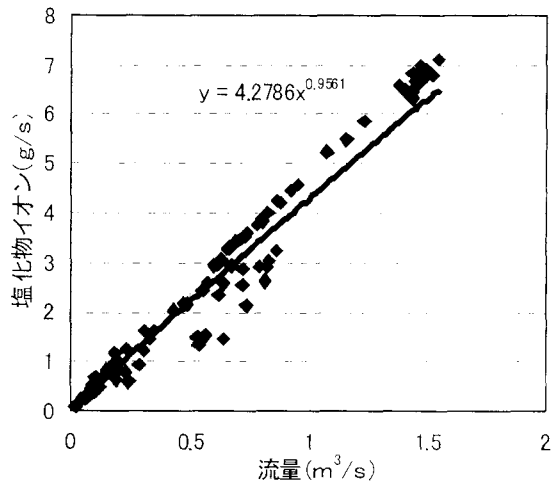


図4 流量と塩化物イオン負荷量

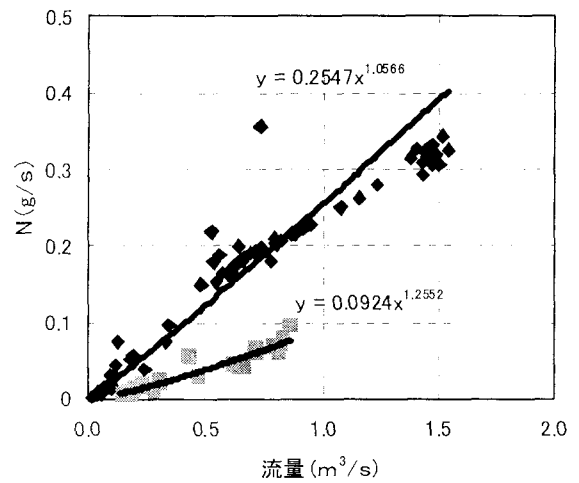


図5 流量と硝酸窒素イオン負荷量

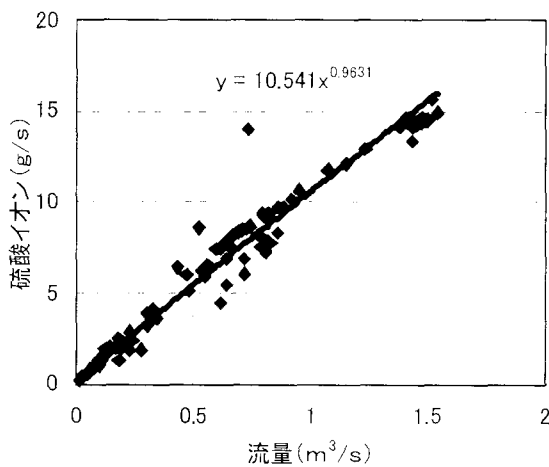


図6 流量と硫酸イオン負荷量

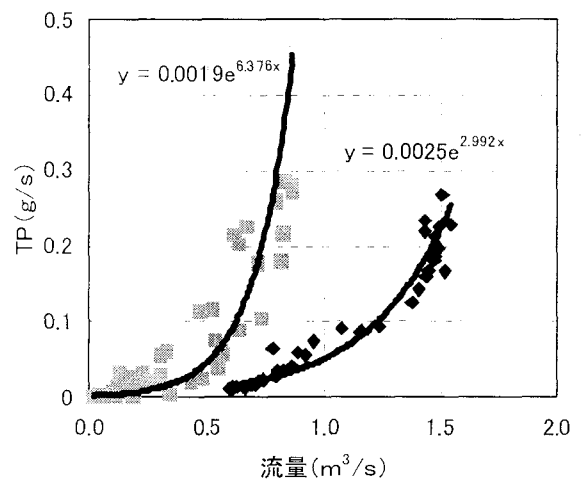


図7 流量と全リン負荷量

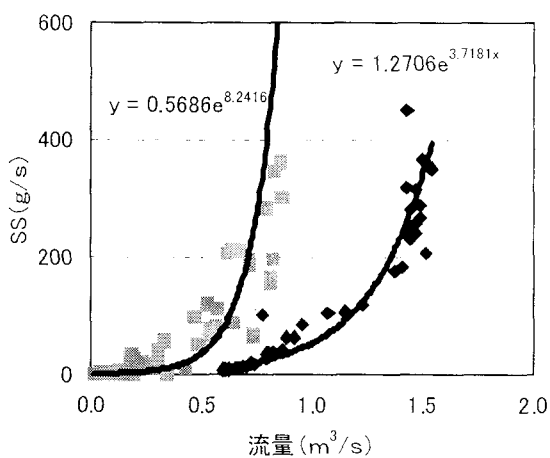


図8 流量とSS負荷量

#### 4. 4. 物質収支

ここではこれまでの結果を用いて、昨年と同様にオカバルシ川流域への水質成分の雨水からの負荷量と、河川水の流出負荷量を算定し、流域の物質収支について検討する。

雨水からの負荷量は、雨水の分析結果、雨量データ、流域面積から計算で求めた。また河川の流出負荷量は、図の曲線式（LQ 式）を用いて流量から流出負荷量を求めた。その結果を図 10 に示した。

この結果より、塩化物イオンは、雨水からの負荷量と河川流出量はほぼ同じ値となっているが、硫酸イオンは雨水負荷量よりも河川の流出量のはるかに大きい。しかし、硝酸窒素イオンについては、逆に流出量のほうが減っているのがわかる。塩化物イオンは、供給源が海からの送風塩であると考えられ、硫酸イオンは、降雨が流域内を流下する際に土壌や生物残渣から供給されるためであると考えられ

る。また、硝酸窒素イオンは、流域内を流下中に生物化学的变化を受けやすいため、雨水からの負荷量と流出量を直接比較することは適当ではない。これらの陰イオンの成分は負荷電の粘土粒子には吸着されないが、それ以外の影響を地中から受けていると考えられ、今後さらに他の成分と比較し、解析していく予定である。

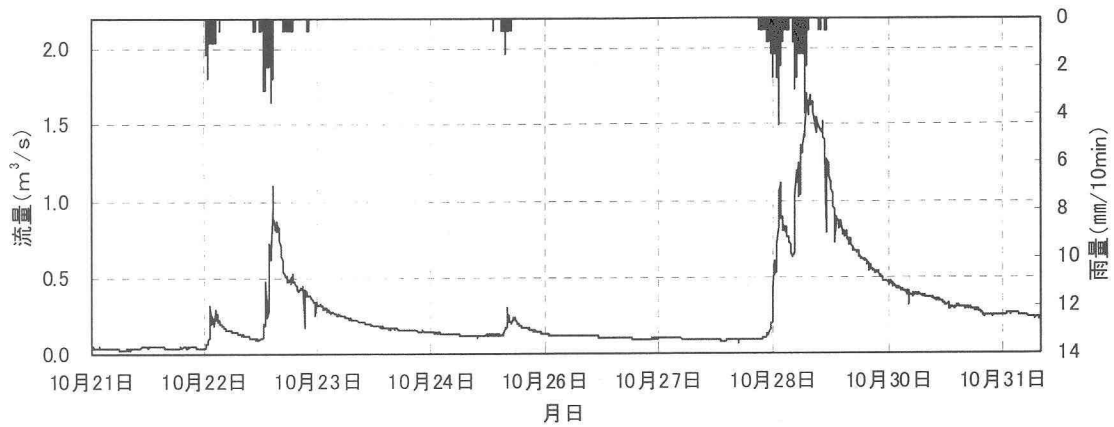


図9 10/15 8:50~11/10の雨量と流量の関係

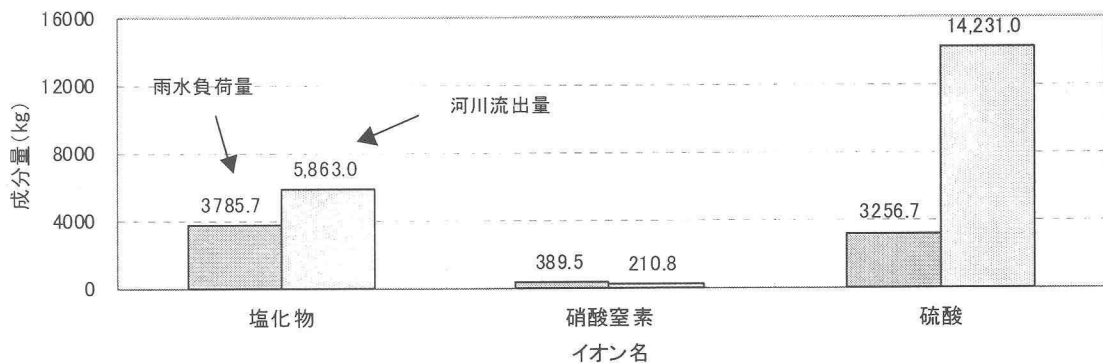


図10 主要イオンの雨水負荷量と河川流出量の比較(全期間)

## 5. 結論

昨年からおカバルシ川流域を対象に調査を行い、以上の結果を得ることができた。それらをまとめると以下ようになる。

- (1) 観測期間の流出率は44%~55%程度であると計算されるが、蒸発散量の違いにより季節により変化すると思われる。
- (2) 塩化物イオン、硫酸イオンの流出負荷量は基本的には流量と直線関係にある。しかし塩化物イオンについては、降雨間隔が短い場合には先行降雨の影響を受けて降雨による負荷量が減少し、流出量が低下することがある。
- (3) SSあるいは懸濁成分中に多く含まれる全リンの流出特性は良く一致し、流量の増加に伴って指数関数的に増加する。
- (4) SS、全リンの流出量は、大きな流量ピークが短期間に連続して発生した場合、履歴効果によって流出量が大きく減少することがある。
- (5) 雨水負荷量と河川流出量の比較を行った結果、雨水からの負荷量が無視できないことが確認された。

雨水、河川流出負荷量のいずれについても、先行降雨・増水による履歴効果を示すデータを収集することができた。この点については今後さらに検討を続けたい。

## 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) 今井圭介、山田俊則、余湖典昭；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、平成15年度土木学会北海道支部年次技術研究発表会、2004。