

秋田高専 正員 ○ 佐藤 悟

東北大学 正員 佐藤敦久

1. はじめに

河川のハイドログラフに与える流域の影響について、最近になり多数の研究発表が行われ、その定量的な把握法が確立されつつあるが、水利用の面での質的な変化に言及したものは、相対的に少ないと思われる。近年、閉鎖性水域での富栄養化、異臭味が問題となっている。これらは、流域内に存在する栄養塩が降雨により洗い出され集積するためと考えられ、その流出機構についての理解が必要と思われる。流域内の降雨は、降雨強度と土壌の浸透能により表面流出と中間、地下流出成分とに分配されるが、いずれも何らかの形で土壌との接触を行う。ここでは、この際に生じる水質変化について、主に表面流となり流下する水の水質について現地実験をもとに検討し、その水質変化パターンについて若干の考察を加えた。

2. 実験および分析方法

実験対象地は、仙台市郊外、菅生の山林内にある旧採石場跡地であり、現場には様々な傾斜をもつ草地と裸地とが混在している。ここに幅2.2m、流下方向10mにベニヤ板を打ち込み、内部で生起する表面流出水と雨水を採取する装置を設けた。3組の装置は、それぞれ図-1に示した条件を持つ斜面に設置し、昭和60年7月より11月までの約5ヵ月間採水を実施した。分析は一降雨が終了次第行い、すべて0.45 μ mのフィルターでろ過したものを対象とした。また、雨水の詳細な水質変化を検討するために、昨年度秋田において約半年間にわたり継続した、フラクションコレクターによる分析結果も一部加えた。

3. 結果および考察

図-2に、10分間の降水量と代表的な水質濃度の経時変化を示したが、各成分とも降雨初期に濃度が高く、時間とともに低下する様子がわかる。また、後半に2つ目の濃度ピークも現れているが、この現象は雨水による洗い出し効果に加え、雨雲や風向きの変化といった他の要因が影響したためと思われる。同様に10分間の降雨強度に対する $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度変化を示した図-3からは、強い降雨強度の場合は相対的に低濃度となる様子が認められる。これらより、雨水は時として平均的な河川の水質値よりも高い濃度の負荷をもたらす他、降雨中も極めて大きな幅で変化するため、特に不浸透部の多い流域では、雨水のもつ河川水質や閉鎖性水域への影響に

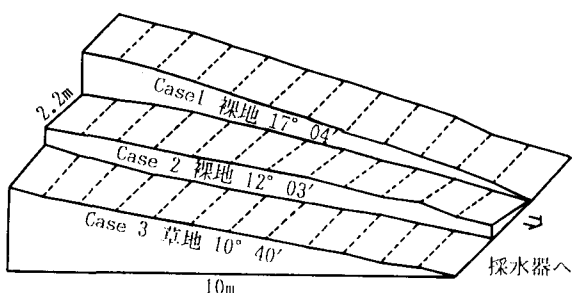


図-1 斜面の条件

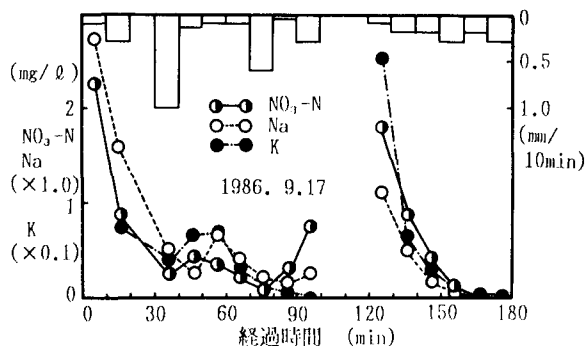


図-2 雨水水質の経時変化

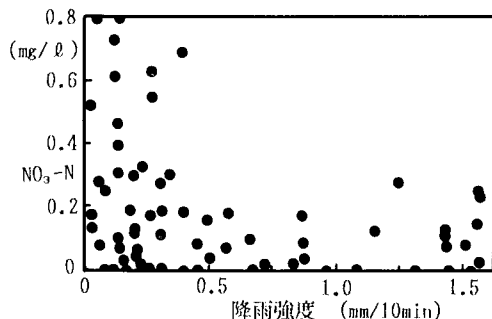


図-3 雨水水質と降雨強度の関係

についても十分な理解が必要と思われる。

次に、表面流出水への斜面の影響を検討するため、雨水の平均水質とをそれぞれ対比させ、図-4に示した。溶解性の KMnO_4 消費量では、すべての例で雨水の水質値を越えた他、斜面による相違もさほど認められず、極めて高濃度の流出となった。電気伝導率では、若干雨水よりも低い濃度の流出となる場合がある他は、先とほぼ同様な傾向であった。斜面の影響を比較的受けるものには、土壌とイオン交換を行うものや、降雨初期に高い負荷をもたらす水質に顕著であった。

表面流出水の水質には、様々な要因が関与すると思われるが、次に地表面での単位幅流量との関係について考察した。筆者らが数値フィルターを用い、河川水質値を表面流出と地下水流出成分に分離した結果によると、表面流出成分の水質が極めて大きな幅で変化する他、説明変数に表面流出量を選択した場合、両者が両対数上で比較的良好な直線関係を示すことを推定した。図-5は、秋田県中央部を流れる雄物川について実施した連続調査結果より、表面流出量と、同時に推定された表面流出成分である塩素イオン、および溶解性物質濃度を両対数上にプロットしたものである。地表面の大部分が雪で覆われる融雪期の流出が極めて特殊である点を除けば、各季節ともほぼ類似した傾向を示した。表面流出量とは若干概念が異なるが、実験現場での単位幅流量を算出するにあたっては、すべての表面流に等流形式のマニングの抵抗則が利用できるものと仮定する他、粗度係数には同様な条件下で行った文献を参考に、 $0.02\text{m}^{-1/3}\text{sec}$ を利用するとともに、今回は表面流出水深に降水量が比例するものとして行った。推定された単位幅流量と、実測の表面流出水の水質との関係の一例を図-6に示した。一部の水質には考察の困難なものもみられたが、図に示した溶解性の KMnO_4 消費量では、ある単位幅流量を境に流出の傾向が変化すると思われる様子が認められた。これは、雨水が斜面を流下する際に、地表面の物質を洗い出す作用と、雨水そのものが逆に希釈作用を及ぼす作用の、両者の効果が混在することを示すものと思われる。また、観測数は少ないが、両者は両対数上で一部直線関係を示す様子が図中より推察できた。表面流出水の水質変化には、他にも多くの要因が関与すると思われる、この検討については今後の課題とするつもりである。

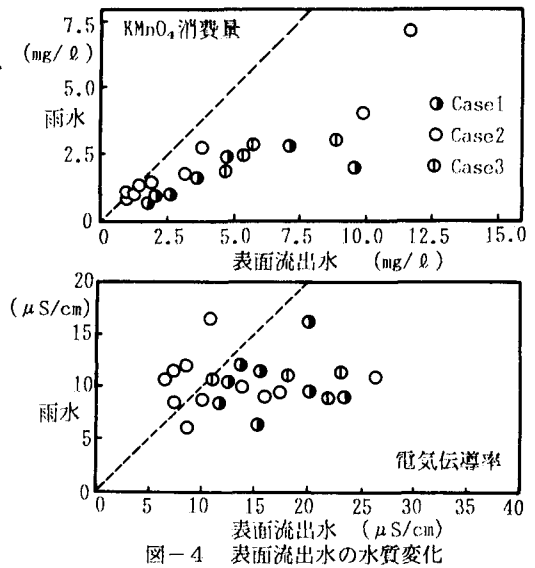


図-4 表面流出水の水質変化

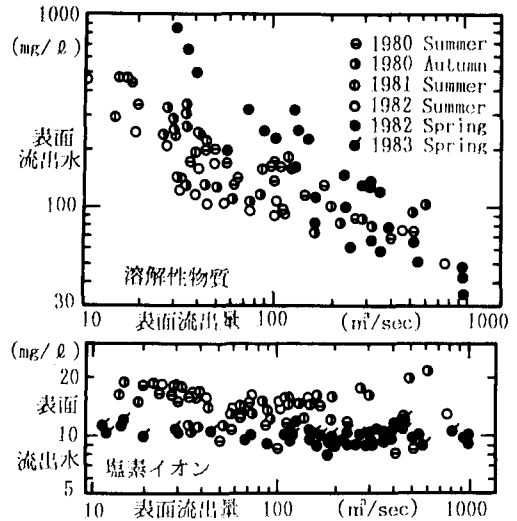


図-5 表面流出水の水質変化

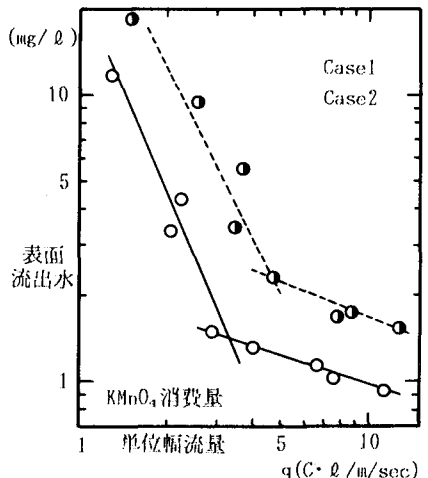


図-6 表面流出水の水質と単位幅流量