

小流出試験地における降雨・流出特性に関する基礎的研究

Characteristics on rainfall-runoff phenomena at small experimental basin.

北海学園大学大学院 ○学生員 今井圭介
 北海学園大学大学院 学生員 山田俊則
 北海学園大学工学部 正員 嵯峨 浩
 北海学園大学工学部 正員 余湖典昭

1. はじめに

小流域における流出特性を解明するため、オカバルシ川流域に流出試験地を設け、水質と流量、降雨量、土壌水分等の同時観測を行っている。降雨が河川に到る経路は土中を浸透する場合がほとんどであるが、その挙動については不明な点が多い。昨年度から土壌水分計を設置しており、土中水の採取も行っており水質を分析している。本研究は土壌の湿潤状態が流出に与える影響について検討を行ったものである。

2. 流域の概要

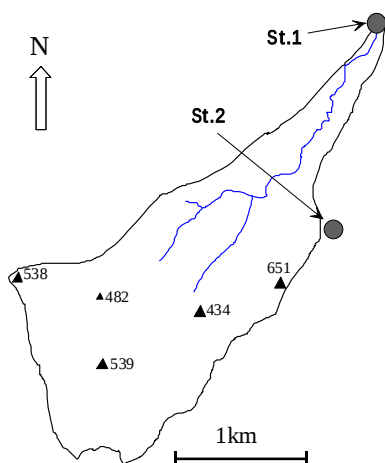


図1 - オカバルシ流域

オカバルシ川は札幌近郊にその源を発し、北流して豊平川右岸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、St.1 の標高は 207m、St.2 は 340m、源流部は 370mで 163mの標高差を約 3km で一気に下っている。

3. 観測項目

- ・ 0.5mm精度の自動観測雨量計
(St.1 と St.2 に設置)
- ・ 投げ込み式水位計
(St.1 に設置)
- ・ 土壌水分計
(St.2 に設置)

土壌水分計は地表から 40cm の地点に埋設した。水分計マニュアルによると、測定値の工学的意味が曖昧であったため室内実験を行い、含水比や飽和度と測定値との相関を求めた。その結果、測定値は飽和度であるとわかった。

観測期間は 2003 年 5 月～11 月、2004 年 5 月～11 月であるが 2004 年は土壌水分のデータが少なかったため、2003 年のデータを用いて検討を行った。

4. 結果及び考察

4. 1 実効降雨について

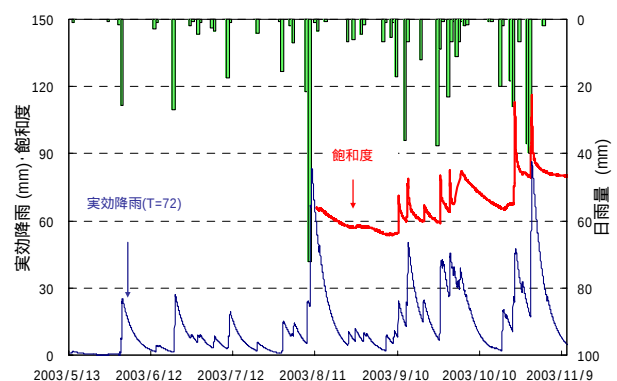


図-2 実効降雨と飽和度、雨量の関係

土壌の湿潤状態を表す指標に実効降雨があり、土砂崩れなど災害を引き起こす閾値として利用されている。実効降雨は次式で表される。

$$R_t = r_t + (a_1 \times r_{t-1} + a_2 \times r_{t-2} + \dots + a_{n-1} \times r_{t-n+1} + a_n \times r_{t-n})$$

$$a_n = 0.5^{\frac{n}{T}} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

ここに、 R_t ：時刻 t の実効降雨 r_t ：時刻 t の時間雨量
 α ：減少係数 T ：半減期

半減期 T の値は実効降雨の大きさと無降雨時の減少曲線の傾きに影響を与える項目である。 T を小さくすると実効降雨の値が急激に 0 近づき、大きくすると減少曲線の傾きが直線になっていき、飽和度の減少部とあわなくなる。

図-2 に観測期間中の実効降雨と飽和度の変化を示す。飽和度は 10 月頃に高くなっているが、これは降雨量が大いことが主な要因と考えられる。実効降雨は、雨量を用いて求められ、飽和度のたまかな傾向が表されていることがわかる。

図-3 に半減期 T の値による実効降雨の変化を示す。この図に示されるように適切な半減期 T を定めることによって、土壌水の状態を推定することが可能である。

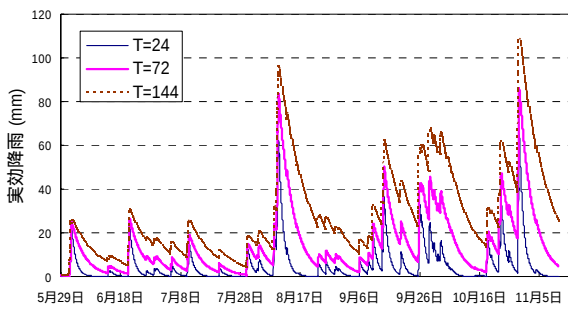


図-3 Tによる実効降雨の変化

他に土の湿潤状態を表す指標として、API (先行降雨指数)¹⁾がある。APIは次式で表される。

$$API = P_0 + kP_1 + k^2P_2 + k^3P_3 + \cdots + k^nP_n$$

P_0 : 直接流出開始直前の日雨量

P_n : 直接流出開始 n 日前の日雨量

k : 流域の特性と季節に関する常数

n : 対象とする降雨期間

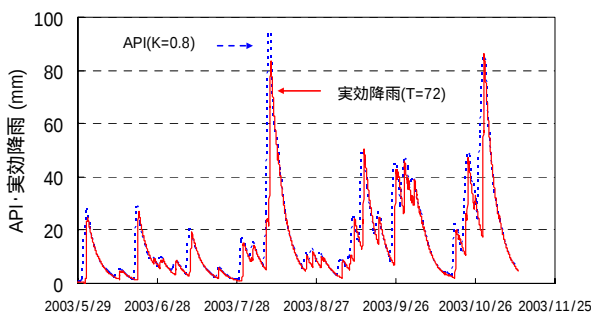


図-4 APIと実効降雨

図-4はAPI(K=0.8)と実効降雨(T=72)の変化を示したものである。但しAPIには日雨量データ、実効降雨には時間雨量データを使用した。図から両者の値はほぼ一致していることが見てとれる。ピークの時間にずれがみられるが、これは使用した雨量データが日雨量と時間雨量であることおきる差である。また、APIの物理量は雨量のみであることに比べ、実効降雨は半減期 T をとりいれている。よって実効降雨の方がより土壌水分を表していると思われる。

4. 2 流出特性

観測期間中の一洪水ごとに、実効降雨や流出率、飽和度との関係を求めた。直接流出成分はハイドログラフ立ち上がり点と第2折れ曲がり点を直線で結ぶ分離法を採用した。

図-5は実効降雨と流出率の関係を示したものである。実効降雨の大きい時(雨量の大きい時)に、流出率も高くなる傾向にあり、ばらつきもあるが流出率と実効降雨の相関が強いことがわかる。

図-6は流出率と初期飽和度の相関を示したものである。初期飽和度は流量立ち上がり時の飽和度とする。流

出率は飽和度に対して指数関数的に増加することがわか

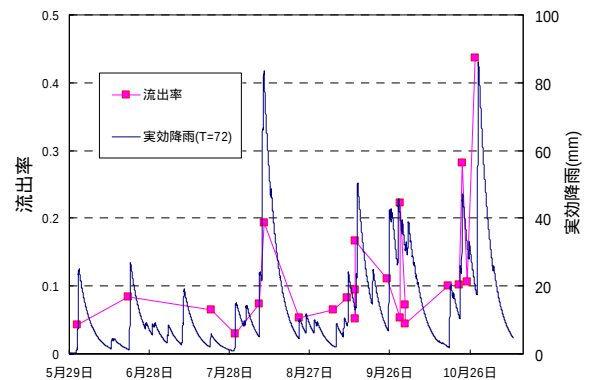


図-5 流出率と実効降雨の関係

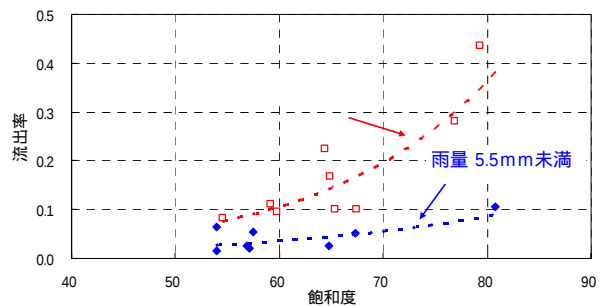


図-6 流出率と初期飽和度の相関

る。また一洪水時の総雨量 5.5mm 未満とそれ以上で区別すると、5.5mm 以上の場合は流出率の増加率が大きいことがわかった。なお最も大きな流出率は 2003 年 10 月 28 日の出水であり、観測期間中最大のものである。

5. まとめ

- 1) 実効降雨は先行降雨と半減期のみで、土壌の湿潤状態をおおまかに表すことができる。先行降雨指数としてのAPIより、物理的意味がより明白で、降雨の時間間隔においても実効降雨は有効である。
- 2) 流出率と初期飽和度には雨量をパラメーターとした相関関係がある。データを蓄積することによって、流出率をより詳細に表すことができると考えられる。

6. 参考文献

- 1) 日野幹雄・長谷部正彦 水文流出解析 (1985)
- 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発表会
- 3) 今井圭介・山田俊則・余湖典昭 雨水中水質成分の起源と流域への負荷量: 平成 16 年度水文水資源学会
- 4) 今井圭介・山田俊則・余湖典昭 小流域流出試験地における降雨による水質成分負荷量: 平成 16 年度土木学会全国年次技術発表会