

本明川流域における雨天時の汚濁負荷流出量の評価

長崎大学大学院 学生員 ○ 淵上雄作 長崎大学工学部 フェロー 野口正人
長崎大学工学部 正会員 西田 渉 長崎大学工学部 正会員 川池健司

1. はじめに

諫早湾湾奥部の締め切りにより、調整池の水質は悪くなり、水質指標である COD、T-N、T-P は、設定された環境基準値(それぞれ 5mg/L、1mg/L、0.1mg/L)を満たすことが難しい。このような閉鎖性水域で好ましい水環境を達成するためには、水域と共に流域でも早急な対策を講じなければならない。そこで、図-1 のように諫早湾調整池流域を 11 の河川流域に分け、各河川からの T-N 流出負荷量を求めた¹⁾。この結果から、諫早湾調整池流域から流出する T-N 負荷量を空間的に把握することができた。

上述の観測などは晴天時のものであるが、非点源汚濁負荷流出は雨天時にこそ顕著なものと予想される。よって、本研究では、先行・現行降雨といった一連の降雨によって剥離現象が起こることに着目し、ある降雨条件から剥離量を評価することを目的とし、調整池に流入する一級河川の本明川流域において検討した。さらに、市街化率が非常に高い長崎市の出島川流域でも同様の検討を行った。

2. 解析手法

L-Q 式は、流量と汚濁負荷量の平均的な関係性を評価するものであり、次式のように累乗の形式で表される。

$$L = a \cdot Q^b \quad (1)$$

ここで、係数 a, b は、流域の土地利用や先行降雨・現行降雨といった降雨時系列の状態に変化する係数である。(1)式は、流量の増加時・減少時を含めたある流量に対して平均的な汚濁量を求めることができるが、降雨によって剥離現象が卓越する場合に、大きな誤差が生じる問題を抱えている。よって、ある降雨条件から剥離量を評価するために、流出水の濃度を、剥離現象に影響する先行・現行降雨といった一連の降雨の関数で次式のように評価した。

$$C = 2.1697 \cdot f^{0.219} \quad (R_c > R_{c,pre}) \quad (2)$$

$$C = 1.6932 \cdot f^{-0.033} \quad (R_c \leq R_{c,pre}) \quad (3)$$

$$f = \frac{R_c}{R_a} \cdot \frac{R_c}{R_{c,pre}} \cdot \frac{1}{R_{pre}} \quad (4)$$

ここで、 C は T-N 濃度(mg/l)、 R_c は現行降雨強度(mm/h)、 $R_{c,pre}$ は現行降雨の前の時刻に起こった降雨 (mm/h)、 R_a は累積降雨量(mm)、 R_{pre} は 7 日前までを考慮して 1 日ごとに重みをつけて求めた降雨量(mm)である。ただし、初期降雨の場合、 R_a 、 $R_{c,pre}$ を 1.0 とした。

3. L-Q 式の算定とその妥当性

国土交通省によって、平成 13、14 年の実測データから本明川(天満公園前)における平均化された

L-Q 式が算定され、その結果を表-1 に示す²⁾。また、平成 12 年の平均流量が 1.6m³/s であったことから、通常時は洪水後の状態も含む。ここ

表-1 本明川で算定された LQ 式の係数値

L=aQ ^b	通常時	中間時	洪水時
流量区分(m ³ /s)	~ 6.9		28.6 ~
a	1.42	0.871	1.33
b	0.947	1.20	1.06

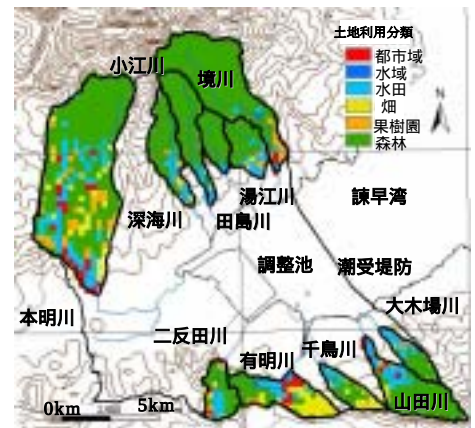


図-1 諫早湾調整池流域

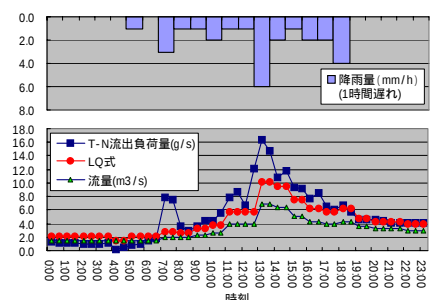


図-2 T-N の汚濁負荷流出量の計算結果

で、本明川の遅れ時間が1時間であることから、L-Q式を用いて計算を行う場合、洪水時を降雨終了後の1時間、中間時を初期降雨の間、通常時をそれ以外と仮定した。図-2に、1998年9月23日～24日の降雨時の観測値(裏山橋)とL-Q式を用いた計算値を示す。この結果から、洪水時の汚濁量の増減を精度良く評価できており、算定されたL-Q式が妥当であることがわかるが、降雨の影響で急激に汚濁量が増加する場合に過小評価になっている。

4. 剥離現象の評価とその妥当性

図-3から明らかなように、強い降雨時に流出水の濃度が大きくなっているが、強くても増加しない場合もある。これは、図-4から、累積降雨が増えれば、その降雨によって流域における汚濁負荷の蓄

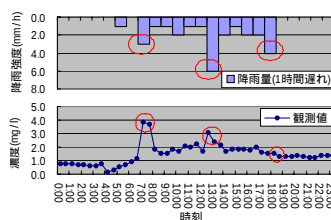


図-3 T-N濃度と降雨強度の関係

積量が減少するためと考えられる。つまり、降雨に伴うこの剥離量を評価するためには、現行・累積降雨といった一連の降雨を考慮しなければならない。よって、図-5に、現行降雨強度を累積降雨量で割った値と濃度の関係を示してみると、上述したようなことを評価することができている。また、降雨条件で変わる場合でも同様の評価が有効であるかを見るために、図-6に5回の観測が行われた出島川流域の結果を示すと共に、初期降雨に対して、式(4)の R_a 、 $R_{c,pre}$ をそれぞれ0.1とした。図-6から、降雨条件が大きく異なると、現行降雨のみ考慮しても、図-5のように単純に評価できていない。これは、図-6の7月と8月のように先行降雨がある場合と降雨強度の変化率をそれぞれ考慮していないからと考えられる。

よって、図-7に、降雨倍率と先行降雨量も考慮した場合を示し、さらに、初期降雨のみと初期降雨以外とに分け、初期降雨以外の降雨に対しては降雨倍率が1より大きい場合と1以下とに分けた。これから、初期降雨の場合では、高い相関が見られる一方、初期降雨以外の場合では、降雨倍率が1より大きい場合の線で囲んだような先行降雨が大きいときの更なる検討と、降雨倍率が1以下の場合の点線で囲んだような降雨強度が大きく増加した直後の降雨でも剥離が顕著に続くようなときに過小評価になる問題を除けば、相関関係を導くことができると考えられる。また、本明川流域の場合は、1つの降雨条件下のみであるが、図-8の結果から判断して、流域が浸透域の占める割合が多いため、ある程度強い降雨のときに剥離が卓越することが予想される。よって、出島川流域の降雨倍率が1以下の場合に問題になったことが、本明川流域では起きにくいと予想されるため、出島川流域よりさらに高い相関が得られることが考えられる。

5. まとめ

降雨条件が大きく異なる場合でも、その降雨条件から剥離量を評価することの有効性がわかった。よって、今後は、降雨時における諫早湾調整池流域から流出するT-N負荷量を求めるためにも、本明川を含め諫早湾調整池流域の北・南側においても、同様の観測を行う必要がある。

参考文献 1) 淵上雄作、野口正人、野村佐和美：諫早湾調整池流域における非点源汚濁負荷流出量の評価 土木学会西部支部年講、2003。 2) 諫早湾干拓地域環境調査委員会資料(2002):流入負荷量の算定結果

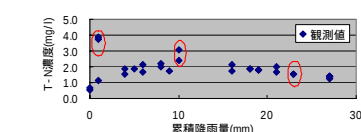


図-4 T-N濃度と累積降雨量の関係

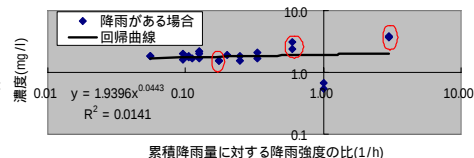


図-5 T-N濃度と降雨強度/累積降雨量の関係

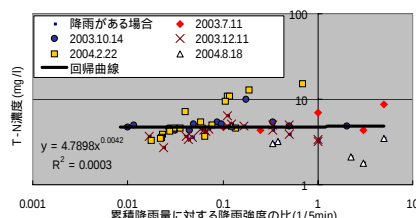


図-6 T-N濃度と降雨強度/累積降雨量の関係

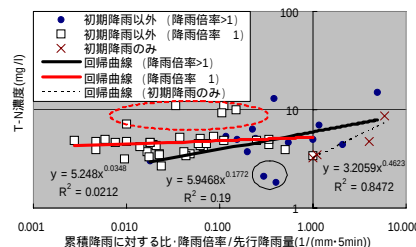
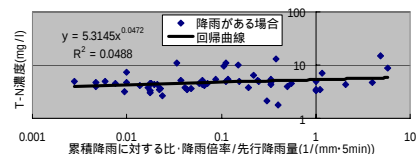


図-7 降雨倍率と先行降雨量も考慮

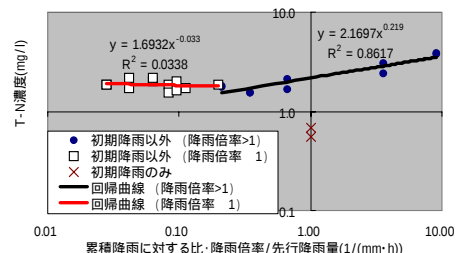
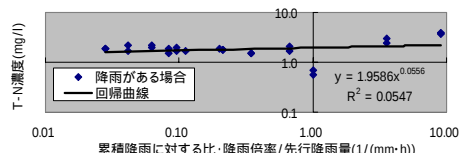


図-8 降雨倍率と先行降雨量も考慮