

II-104 畑地・草地からの汚濁負荷量算定に関する調査

東北大学工学部 学生○林 誠二

正員 佐藤 敦久

正員 千葉 信男

1. はじめに

近年、流域からの汚濁物質の流入により、閉鎖性水域に生じている富栄養化は慢性化しつつある。産業排水や下水処理水等の特定汚染源からの発生汚濁負荷に関しては、排出基準の見直しや処理技術の開発等、幾つかの対策がなされている一方で、森林や農地等の非特定汚染源からの汚濁負荷は、特に降雨時の流出特性の把握と、正確な負荷量算定が十分出来ていないのが現状である。今回、畑地・草地が主体である河川流域からの降雨時に於ける汚濁負荷量の算定に関して解析を試みた。

2. 調査地点、調査期間及び分析項目

調査は岩手県盛岡市郊外のダムに流入する河川、U沢（流域面積 5.59km²、土地利用形態 森林59.9%、畑地・草地38.8%、水田1.3%、標高 流域最高点840m、採水点260m）で1990年6月から11月に行った。調査点に、降雨感知式自動採水器（雨量計付き）と水位自動記録計を設置し、降雨時の河川水を2時間おきに採水した。分析項目は、SS, TN, NO₃-Nである。

表1 U沢流域における降雨特性

測定期間	測定No.	総降雨量 (mm)	降雨 継続時間 (hr)	最大降雨 強度 (mm/hr)	先行降雨量 (mm/week)
98/6/15-17	U1	69	39	13	28
98/6/21-23	U2	66	31	9	91
98/6/27-28	U3	95	22	7	104
98/9/19-21	U4	188	19	21	84
98/10/4-6	U5	30.6	9	6	17
98/10/8-10	U6	11	6	3	57
98/10/18-20	U7	17	26	3.5	13
98/10/26-28	U8	47	18	8.5	25
98/11/4-6	U9	87	18	18	8

3. 調査結果及び考察

3-1. 降雨流出特性 : 表1にU沢流域に於ける、一降雨毎の降雨特性を示した（U1, U2は水位データのみ）。H-Q式から作成したハイドログラフに於て、水平直線分離法、勾配変点法の両方を考慮し、降雨による直接流出と、間接流出を分離し直接流出分を流域面積で除し有効雨量を求め、それを更に降雨量で除して、降雨時の流出率を求めた。図1はU沢流域に於ける降雨量と、降雨流出率の関係を示したものであり、降雨量に対して流出率は、ばらつきはあるが下に凸の増加曲線を描く傾向を示した。同時期に調査した近接する森林域での降雨流出率が10~25%で、降雨量との関係も直線的になった事から、先行降雨、降雨強度等を考慮する必要があるが、畑地・草地の保水能は森林域のそれに比べて小さく、降雨による表面流出が生じ易い為の影響によると考えられる。

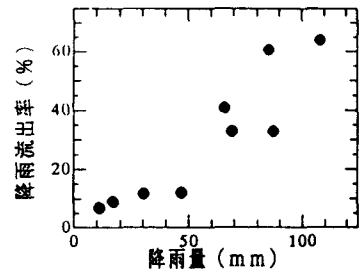


図1 降雨量と降雨流出率の関係

3-2. 流量と負荷量の関係 : 図2, 3, 4, は各々、SS, TN, NO₃-Nについて全調査期間中の降雨時に於ける流量と負荷量の関係を両対数紙上にプロットしたものである。両者の関係は各項目とも、両対数紙上で直線的な関係を呈している事から、従来通り回帰分析を用いL-Q式を算定した。各図の直線がそれであり、各項目毎のL-Q式を以下に示す。

$$SS : L = 10^{4.281} * Q^{2.167}$$

$$TN : L = 10^{3.813} * Q^{1.248}$$

$$NO_3-N : L = 10^{2.783} * Q^{1.119}$$

Q: 流量(m³/s), L: 負荷量(mg/s)

一方、図から明かの様に各項目毎に、回帰直線に対するばらつき具合は異なり、溶存態として流出するNO₃-Nは回帰直線に対してばらつきは差ほどないが、溶存態と懸濁態の和として表されるTNの流量と負

荷量の関係は、流量が大きくなれば直線に対する負荷量のばらつきは大きくなり、表面流出成分で懸濁態であるSSに於てその傾向は、より明かである。

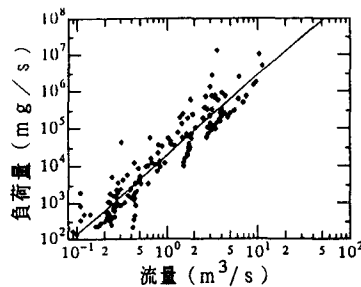


図2 流量と負荷量の関係: SS

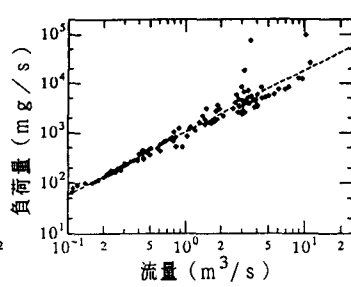


図3 流量と負荷量の関係: TN

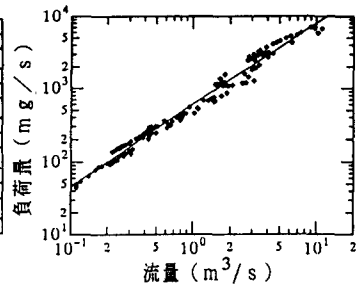


図4 流量と負荷量の関係: NO₃-N

3-3. 降雨量と総負荷量の関係並びに、L-Q式の検討 : 図5, 6, 7は降雨量により、各分析項目の流出総負荷量がどの様に变化するか、両対数紙上にプロットしたものである。又、同時に、3-2. で求めたL-Q式を用いて算出した総負荷量の値もプロットし、実測値と比較する事でL-Q式の検討を行った。L-Q式より算出した値は、いずれも実測値をかなり下回り、特にSSに於て顕著に表れており、各項目とも流出負荷量を正確に算定しているとは言い難い。これは特に懸濁態成分について言える事だが、降雨時の流量の増加時とピーク後の通減期では、同じ流量値でも濃度は全く異なる。又、保水能が小さい事から流量ピークまでの経過時間は短く、通減にかなりの時間を要する。これらから、図2, 3, 4の様に、流量と負荷量の実測値から求めたL-Q式では、降雨時における流量に対しての負荷量の値を過小評価し、L-Q式を用いた計算値の総負荷量と実測値とには、図のような差が生じたと考えられる。一方、各図に描かれた直線は、降雨量に対する総負荷量の回帰直線であり、各項目とも多少のばらつきはあるが、両者の関係は両対数紙上で直線で、すなわち、 $\Sigma L = a \cdot R^b$ (a, b は係数) という形である程度表されるという事が分かった。

4. おわりに

従来、流域からの汚濁負荷量の算定には、定期観測から求めた土地利用別の原単位、或は、L-Q式が用いられてきたが、原単位では、降雨時の流出負荷を正確に把握出来ず、又、上述の様にL-Q式も正確な負荷量の算定に十分対応出来るとは言えない事が分かった。今回の調査で、非特定汚染源からの汚濁負荷、特に大きなウェイトを占める降雨時の汚濁負荷の算定に関して、降雨量から負荷量を算出し得るのではないかとする結論を得た。しかし、観測の絶対数が少ない事、並びに、負荷量の流出への降雨特性、土壌特性等の影響が十分把握出来ていない事から、降雨量による負荷量の算定を式として表す事は現段階では無理があり、これらの影響を算定方法にどう反映させていくかが、今後の課題である。

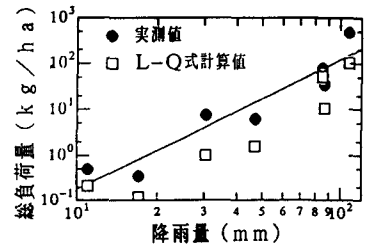


図5 降雨量と総負荷量の関係: SS

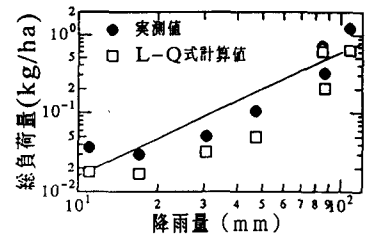


図6 降雨量と総負荷量の関係: TN

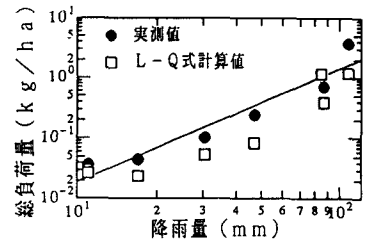


図7 降雨量と総負荷量の関係: NO₃-N