

降雨時における流域からの濁質流出に関する一考察

長崎大学工学部 学生員○水谷英徳 長崎大学工学部 フェロー 野口正人
長崎大学工学部 正 員 西田 渉 長崎大学大学院 学生員 矢代まゆみ

1. はじめに

良好な水環境を保つためには、これまでの量的な管理に加え、質的な管理が益々必要になってきた。最近、都市化が進み下水道が整備されると共に点源汚濁負荷が未処理で水域に放出されることは解消されつつあるが、非点源汚濁負荷の影響は必ずしも軽減されてはいない。

一般に、晴天時に堆積した汚濁物質は降雨時に集中して受水域に流出する。このようなことから、汚濁負荷流出量を正確に見積もるためには、降雨時の汚濁負荷流出量の評価が不可欠になる。したがって、本研究では降雨時に実流域（大井手川流域と昭和川流域）で観測を行い、流域特性の違いが濁質流出に与える影響を評価しようと試みた。

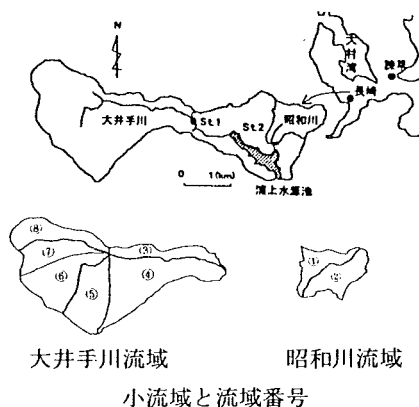
2. 現地観測の概要

観測は大井手川ならびに昭和川の各流域を対象にして平成9年9月25日に行われた（【図-1】）。両流域の面積は、それぞれ、約4.0km²と0.66 km²である。両河川は規模的には小さなものであるが、長崎市の水がめの1つである浦上水源池に流入するため清澄な水質を確保することが非常に重要になっている。そのため、流域における下水道整備率は84.9%と高くなっている。また、汚濁負荷量の大小に係る先行降雨としては観測日の9日前に26mmの降雨が記録されている。この雨は17時過ぎに降りだし、短時間で降り止んでいる。本観測では降雨による流域からの汚濁負荷流出量を求めようとしたため、流量と全窒素（T-N）の時間的変化が測定された。また、汚濁負荷流出は流域の土地利用状況等に強く影響されるため、【表-1】に示すように、小流域毎の土地利用別の面積と流域の勾配が調べられた。

3. 観測の結果と考察

【図-2】、【図-3】には、大井手川と昭和川で観測された降雨、比流量、T-N濃度、T-N負荷量の時間的変化が示されている。これらの図より、両流域とも降雨直後に量的、質的両側面で流出が起こっていることが分かる。これは流域がともに勾配が急であることに加え、下流域の不浸透面積率が高いためであると考えられる。

一方、両流域では比流量に大きな違いがあることが分かる。【表-1】を見れば両流域では類似の土地利用状況がされており、比流量の最大値は非常に近い値になると予想された。しかし、実際には昭和川の方がかなり大きな値が得られた。これは、大井手川と昭和川とでは流域面積の大きさに違いがあり、当然のことながら雨水流出の到達時間が異なる。ここで、Kraven式を用いてそれぞれの到達時間を求めれば、大井手川では約22分、昭和川では約6分となった。このようなことから、両流域で比流量が大きく異なる第一の理由として、実際の降雨継続時間が各流域の到達時間より大きいか否かが考えられる。

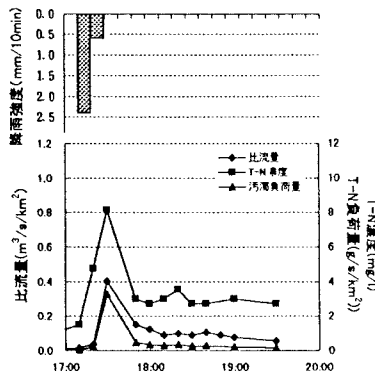


【図-1】 観測地点とその流域

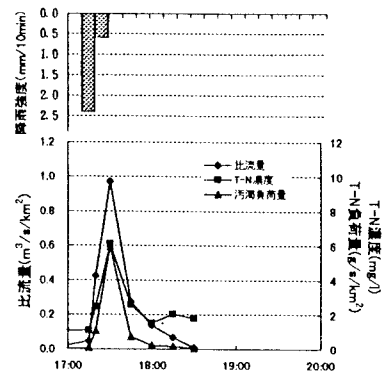
【表-1】 土地利用状況と斜面勾配

流域No	市街地	山地	計(km ²)	勾配
1	0.04	0.24	0.28	0.0467
2	0.29	0.09	0.38	0.0621
計	0.33	0.33	0.66	
(割合)	50%	50%		
3	0.33	0.04	0.37	0.2073
4	0.91	0.33	1.24	0.2073
5	0.24	0.49	0.73	0.0772
6	0.07	0.69	0.76	0.1723
7	0.07	0.40	0.47	0.0874
8	0.15	0.36	0.51	0.2709
計	1.77	23.1	4.08	
(割合)	43.4%	56.6%		

次に、昭和川の方が流量、汚濁負荷量とも、流出の割合は大きくなっている。しかし、T-N濃度は大井手川の方が高くなっていることが分かる。先に述べたように両流域の土地利用状況は類似しており、濃度の値も近い値になると予想された。したがって、今回行った観測では、採水は可能な限り10分間も



【図-2】大井手川の観測結果



【図-3】昭和川の観測結果

しくは15分間隔で行われたので、昭和川のT-N濃度のピークが十分に観測されていないことが考えられる。また、大井手川では洪水到達時間を考えた場合、上流域に分布する山地からの流出水は、今回観測を行った地点まで流出してきていないと考えられるが、一方の昭和川では山地からの流出水の影響を受けていると考えられる。T-N負荷量は山地からの流出水に多く含まれることから、昭和川における単位面積当たりのT-N負荷量のピークが大きくなっていると考えられる。

今回取り上げられた2つの流域は、土地利用状況などにおいては類似した傾向であった。しかし、流域の勾配や流路長など関係する洪水到達時間の違いによって、濁質流出の時間的变化が異なることが明らかとなった。

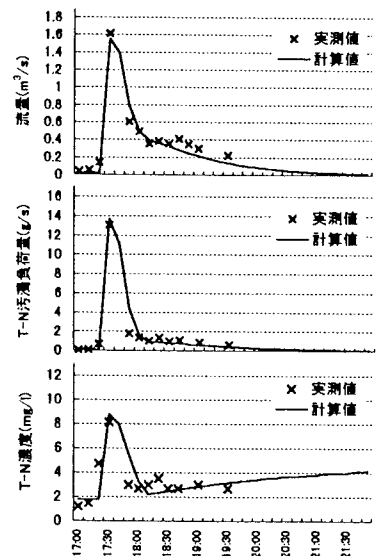
4. 汚濁負荷流出予測

つぎに、雨天時における流域からの流出水が水域の水質に及ぼす影響を評価するために、汚濁負荷流出用のタンクモデルを用いて流域から流出する汚濁負荷流出量を求めた。数値解析を行うに際して、雨水流出量に対する流出孔乗数、浸透孔乗数は観測結果を基に決定した。また、汚濁負荷流出に対する流出孔乗数の決定については、汚濁負荷流出の物理機構を勘案して、流出孔乗数を雨水流出量の関数とした。これは、汚濁負荷流出量が晴天日や降雨初期に補給される汚濁負荷、ならびに、降雨の大きさに関係している流出量に関係づけられた流出孔乗数の大小によって決定されることとなる。このようにして求められた結果のうち大井手川に対して求められたハイドログラフ、T-N負荷量、ならびにT-N濃度のポリュートグラフが【図-4】に示されている。今回計算に用いられた観測結果は、先に述べたように必ずしもピークは表示されたとおりになるとは限らない。したがって、観測データの数に限られているために、モデルに含まれたパラメータを十分に同定するには至っていない。

今後は、水質観測データの整備をはかると共に、汚濁負荷流出に大きく関係する初期汚濁負荷量等を評価していくことが重要であると考えられる。

5. おわりに

本研究では、実流域での観測を基に降雨時における濁質流出に関しての一考察を行った。今後は、水質観測データを蓄積し、モデルに含まれるパラメータの同定を行い、汚濁負荷流出量の定量化に向けて努力したいと考える。



【図-4】大井手川の計算結果