

住宅開発地区における雨天時汚濁負荷流出特性に関する研究

鳥取大学工学部 正会員 城戸由能
 鳥取大学工学部 正会員 細井由彦
 鳥取大学大学院 学生会員 ○上島光雄

1. 研究の背景と目的

近年、雨天時に地表面等に堆積した汚濁物質が洗い流され、公共用水域に流入することで発生する水質汚濁、いわゆる非特定汚染源(Non-Point Source あるいは Diffuse Pollution)に起因する水質汚濁が無視できない状況になってきている。特に都市域では不透水面の増加に伴って雨水流出量が増大し、河川等に流入する汚濁負荷量も大きくなる傾向にある。さらに、汚濁負荷が流入する公共用水域が閉鎖性の場合には非特定汚濁負荷の累積影響は大きくなるので、水質汚濁改善のためには土地利用特性や降雨特性を考慮したより広範な観測調査にもとづく流出解析が重要となる。そこで、開発中の住宅地に着目して流出特性の変化を時系列的に明らかにするための雨天時観測調査を開始した。本報では、特性の異なる他流域の観測結果と比較することによって住宅開発地区での流出特性を明らかにすることを目的としている。

2. 雨天時観測の概要

鳥取市西北部に位置する湖山池流域内のK住宅団地には、開発に伴う雨水調整池が団地区域内に3カ所設置されており、便宜上これらの調整池を北・中・南調整池と名付けた。この住宅団地にて雨天時に流量やCOD、SS、T-N、T-P等の各水質項目について流出観測を採水可能な2カ所の調整池直前の流入側溝を観測点として、計2回の降雨時に行った。当住宅団地は流域面積が約7.8haであり、団地内の半数以上の造成地に住宅が建設されており、残りは裸地状態である。なお生活排水は地区内にあるコンプラ施設で処理され、北調整池を介して定常的に放流されている。今回この北調整池への流出雨水は観測していない。開発区域および調整池では特に汚濁負荷削減の観点からの流出対策は行われておらず、調整池に流入した雨水は徐々に住宅地横の農業用水路へ流れ出し、最終的に湖山池へ流入する。

3. 他流域の概要

湖山池流域(北岸の排水路、東岸の農業用水路、三山口川、枝川、長柄川)や鳥取市街地(立川雨水排水路)と今回のK住宅団地で実施した雨天時流出観測の概要を表1に示す。このうち北岸、立川は市街地系流域、東岸は農地系、三山口、枝、長柄は山林系流域である。

表1 雨天時流出観測の概要

観測流域名称	K中I	K南I	K南II	北岸I	北岸II	東岸I	東岸II	三山口	枝I	枝II	長柄I	長柄II	立川I	立川II
観測開始日	98/11/27	98/12/23	94/06/14	94/06/27	94/10/20	94/11/18	94/11/18	92/10/20	92/11/20	92/11/20	92/10/20	92/11/20	97/11/12	97/12/06
観測時間(hr)	7.9	6.3	10.0	14.5	15.0	10.1	10.8	17.8	56.3	17.8	56.9	11.0	14.5	
先行晴天日数(日)	2.3	2.5	4.9	3.2	2.3	0.5	0.6	4.8	9.5	4.8	9.5	7.3	2.5	
総降雨量(mm)	13.5	9.5	9.0	52.0	27.5	11.5	11.5	43.5	92.5	43.5	92.5	6.0	4.0	
降雨継続時間(hr)	4.5	5.0	6.3	14.5	8.3	5.0	5.0	8.0	29.0	8.0	29.0	10.0	8.0	
最大降雨強度(mm/hr)	4.0	3.5	4.5	9.0	8.5	5.5	2.0	15.0	8.0	15.0	8.0	1.5	1.0	
平均降雨量(mm/hr)	3.0	1.9	1.4	3.6	3.3	2.3	2.3	5.4	3.2	5.4	3.2	0.6	0.5	
流域面積(km ²)	0.029	0.019	0.057	4.400	3.750	3.250	13.920	0.570						
市街地比率	0.959	0.937	0.044	0.134	0.032	0.082	0.029	0.821						
総流出量(m ³)	254.0	201.8	90.5	226.0	2154.0	7566.0	2640.9	1731.3	23971.4	104492.9	38584.4	293611.4	1767.2	1188.5
流出率	0.66	0.79	0.50	0.44	0.73	0.06	0.05	0.04	0.17	0.35	0.06	0.23	0.52	0.52
COD負荷(peak/平均)	5.12	3.73	8.18	10.14	4.32	1.96	3.94	5.64	2.42	5.84	3.02	6.35	2.35	2.50
SS負荷(peak/平均)	8.38	11.87	8.31	13.68	7.13	2.49	4.58	4.58	6.49	12.66	4.88	9.79	3.54	3.16
T-N負荷(peak/平均)	12.56	6.26	7.41	10.47	6.57	1.77	3.44	3.88	2.68	3.99	3.46	6.24	1.97	2.42
T-P負荷(peak/平均)	8.01	7.21	7.13	12.18	10.45	2.22	3.59	4.36	4.63	7.24	3.40	5.83	1.94	2.42
COD負荷量(g/ha・mm)	16.99	21.41	40.24	52.34	28.26	3.76	1.49	2.28	9.19	21.61	2.97	13.79	22.22	14.15
SS負荷量(g/ha・mm)	40.74	269.90	333.81	1166.38	7796.40	32.18	25.25	82.65	78.50	157.06	30.24	120.66	61.56	29.57
T-N負荷量(g/ha・mm)	5.53	6.23	13.55	24.84	21.48	2.51	0.56	0.65	4.89	9.88	0.70	3.27	9.23	6.53
T-P負荷量(g/ha・mm)	0.37	0.48	0.50	4.02	3.72	0.16	0.12	0.12	0.96	2.04	0.15	0.66	5.95	0.53

4. 流出特性の比較

雨水や汚濁負荷の流出特性は降雨特性と流域特性の二つに大きく支配される。ここでは降雨特性として総降雨量や先行晴天日数、流域特性として市街地比率等を取り上げ比較検討を行った(表1)。まず、降雨特性について総降雨量と流出率との関係を図1に示す。住宅地や市街地系流域のK住宅団地、北岸、立川では降雨量が多くても流出が激しい。一方、農地・山林等の自然系流域である東岸、三山口、枝、長柄の各流

域では降雨量が多くても流出しにくいことがわかる。さらに、図2に最大降雨強度を平均降雨強度で割った値とSS 負荷量の最大値を平均値で割った値(尖度指数と呼ぶ)との関係を示した。K住宅団地ではさほど瞬間的に強い降雨がなくとも負荷が高い。図3に先行晴天日数と COD 負荷量との関係をグラフで示した。負荷量は比較をし易くするため、単位面積・単位降雨量あたりの値にした。この図から、住宅・市街地系の流域では自然地系の流域と比べ、先行晴天日数が比較的短くても多くの負荷が流出していることが分かる。

次に、流域特性の影響として図4に市街地比率と COD 負荷量との関係をグラフで示した。ここでも負荷量は単位面積・単位降雨量あたりの値を用いる。図から市街地比率と COD 負荷量との間には正の相関がみられるが、北岸は生活排水が未処理で流入する流域であるため他流域と比べ負荷量が高くなっている。

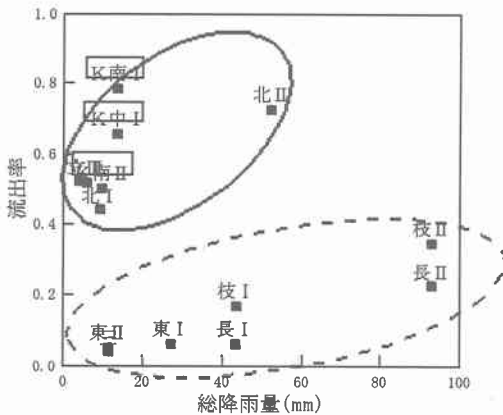


図1 総降雨量と流出率の関係

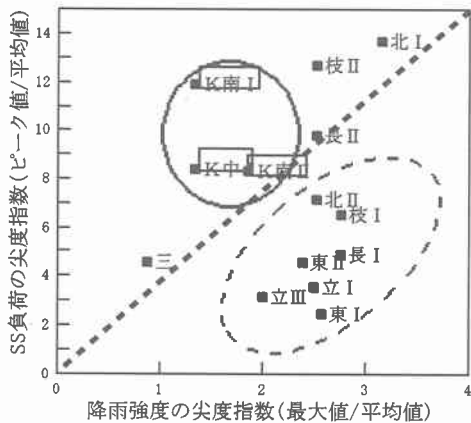


図2 降雨とSS 負荷の尖度指数の関係

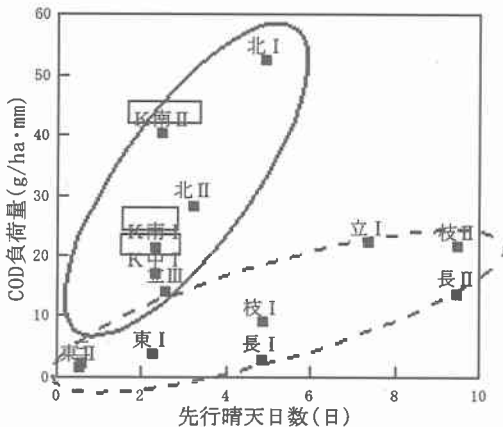


図3 先行晴天日数とCOD 負荷量の関係

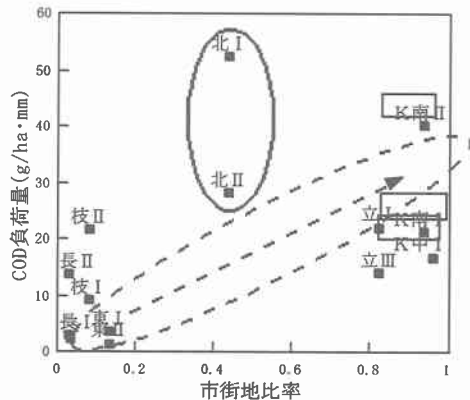


図4 市街地比率とCOD 負荷量の関係

5. まとめ

以上の結果、流出特性は降雨特性、流域特性のうちどちらか一方で説明しきることはできず、両方の要素が絡んでいることは明かであるが、降雨特性よりも流域特性のほうに影響を受けやすいことが示唆された。今後、降雨特性・流域特性とともに項目を増やした分析により、降雨特性・流域特性の双方が流出特性に与える影響を同時に評価できるような指標を検討する。

各流域の比較結果から、住宅開発地(K住宅団地)は降雨に対して流出が機敏な流域であるといえる。さらに T-P を除く負荷量、特に SS 負荷量が高く、生活排水が未処理で流入する北岸に比べても負荷量が高い。また、晴天時に流量が見られないため、堆積した汚濁負荷が降雨開始後初期に一気に流出する、いわゆるファーストフラッシュ現象が顕著である。そのため降雨開始初期での汚濁負荷削減策が重要であると思われる。当住宅団地は現在開発途中にあるため、今後住宅建築が進み裸地面積が減少することで土砂由来の SS 負荷量が減少することが予測できるが、逆に生活由来や植栽等からの栄養塩類や流出率は増加することが予想され、継続した観測によりその変化を把握する予定である。また、K住宅団地を流れる雨水は一度調整池に流れ込んでいるため、この調整池を利用した汚濁負荷削減策も検討すべきである。