都市域における路面堆積物の降雨流出挙動についての研究

日本大学大学院理工学研究科　学生会員　林　真史
日本大学理工学部　正会員　齋藤　利晃
日本大学理工学部　正会員　田中　和博

1、はじめに

都市域において、非点源汚濁負荷の発生源は主として道路面が大きな割合を占めていると考えられる。道路面から降雨時に流出する負荷には T-N、T-P、重金属等が含まれ、これらの物質が雨天時流出に伴う公共用水域の水環境、水域生態系への影響が懸念されている。これら非点源汚濁負荷対策は主として懸濁態の汚濁物質を対象とした、ろ過や沈殿処理を中心に行われているが、溶存態の汚濁負荷も相当量存在することが考えられる。そこで本調査は雨天時流出汚濁負荷の流出挙動について、汚濁負荷を懸濁態と溶存態に分けて調査し、路面堆積物調査と結びつけることで、堆積物負荷の流出特性を把握し、溶存態成分の流出も加味した汚濁負荷削減対策につなげることである。

2、調査内容

本調査は一般道路である本郷通りにおいて行った。調査地点の車線数は 2 車線、排水面積は 0.0276ha、車両交通量は平均 27793 台/day であり、清掃は降雨時を除き週 6 日行なわれている。晴天時堆積物調査は平成 13 年 8 月 10 日から 9 月 2 日の期間の内、8 日間調査を行なった。採取方法は側溝付近 2 m^2 の範囲において 15 分間ブラシを用いて堆積物を採取した。路面排水調査は平成 13 年 6 月 6 日、11 日、13 日、14 日の計 4 回の調査を行った。表 1 に各調査の降雨の諸元を示す。6 月 11 日を除く 3 回の調査は小雨であった。試料は流出開始時より採取し、pH、EC を採取直後、直ちに測定し、採取した試料の一部はガラス繊維ろ紙（GF/B）にてろ過を行い、ろ過試料（溶存態試料）と未ろ過試料（懸濁態試料+溶存態試料）とに分け、塩酸添加後、pH2 に調整し冷暗所にて保存した。測定項目は主に pH、EC、TS、TOC、T-N、T-P であり、路面排水における懸濁態濃度測定は、未ろ過試料とろ過試料の差から算出した。測定方法に関しては主に JIS（環境測定）に拠った。

表1　各調査日及び降雨の諸元

調査対象	調査時間 (min)	総降雨量 (mm)	最大降雨強度 (mm/hr)	総流出水量 (mm)	先行晴天時日数 (day)
2001.6.6	57	1.0	1.5	0.56	5.7
2001.6.11	60	6.5	18	2.6	3.1
2001.6.13	35	1.0	1.5	0.13	1.9
2001.6.14注)	80	3.5	1.0	0.33	0.23

注）2001.6.14は流出水を最後まで取ることができなかった。

3、晴天時堆積物調査

表 2 に路面堆積物の粒径別成分含有量を構成比とあわせて示す。表より、堆積物の粒径は 125～250μm が 40%と最も多く、他の粒径はほぼ 10%程度存在している。また、TOC、TN の含有量は粒径が小さくなると多くなる傾向が見られるのに比べ、TP では粒径が大きいほど、より含有量が大きくなるなど、路面堆積物は様々な粒径と組成を持った多様な粒子で構成されていることが示された。

表2　路面堆積物の粒径別成分含有量

粒子径 (μm)	構成比 (%)	TOC (mg/g)	TN (mg/g)	TP (mg/g)
850以上	12.9	13.6	0.36	0.68
850～425	8.5	15.9	0.99	0.51
425～250	14.5	13.0	1.09	0.38
250～125	38.2	11.1	1.09	0.37
125～75	15.1	14.4	1.48	0.25
75以下	10.8	25.7	1.98	0.09
全粒径	100	14.2	1.14	0.38

4、雨天時路面排水

図 1 に 6 月 6 日の固形物濃度（TS、SS、DS）の流出挙動の経時変化を示す。図より SS は流出水量のピークに呼応するように増加しているのに対し、DS は流出初期にピークがあり、時間経過と共に減少する傾向が見られ、流出挙動に違いが見られた。TOC、TN、TP についても懸濁態、溶存態との間にほぼ同様の傾向が見られた。

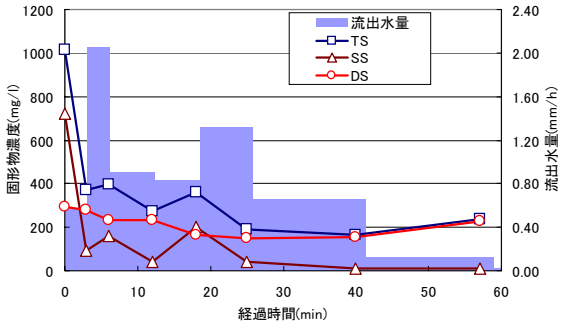

図 1　6 月 6 日固形物濃度の流出挙動の経時変化

キーワード　NPS　雨天時路面排水　路面堆積物　溶存態成分
〒101-8308　東京都千代田区神田駿河台 1-8-14　Tel03-3259-0875

表3 各調査日における懸濁態・溶存態の平均水質

調査日	TS (mg/l)	SS (mg/l)	DS (mg/l)	TOC (mg/l)	懸濁態TOC (mg/l)	溶存態TOC (mg/l)	T-N (mg/l)	懸濁態T-N (mg/l)	溶存態T-N (mg/l)	T-P (mg/l)	懸濁態T-P (mg/l)	溶存態T-P (mg/l)
2001.6.6	375	164	211	52	18	34	15	5.4	9.6	0.38	0.26	0.13
2001.6.11	154	66	96	84	68	16	13	4.6	8.4	0.46	0.37	0.086
2001.6.13	264	37	227	35	10	25	11	1.4	9.9	0.15	0.11	0.045
2001.6.14	196	45	150	31	15	16	9.0	1.8	7.1	0.086	0.059	0.027
平均	196	78	124	72	53	19	13	4.3	8.5	0.40	0.32	0.085

表 3 に各調査日における懸濁態・溶存態の平均水質を示す。表より、TS、TN はいずれの調査日においても、溶存態成分の流出濃度が懸濁態成分の濃度を上回っていたに対し、TP は懸濁態成分の流出濃度が溶存態流出濃度を上回っていた。また、TOC については調査日によって異なる傾向を示していることから、TS、TN については溶存態成分の、TP は懸濁態成分の寄与が大きく、TOC についてはどちらの性質も持つのではないかと考えられる。

各水質項目について流出水量によって溶存態、懸濁態としての流出のしやすさが異なると考えられるため、図 2 に流出水量と溶存態比率の関係を示す。図より、どの水質項目も流出水量 1（mm/hr）以下では、溶存態比率が大きく、流出水量の増加と共に減少しているのがわかる。また、TS、TN に関して今回調査した降雨では約 60％が溶存態として流出してくること、TP は流出水量 1（mm/h）以上になると約 20％で一定になること、TOC は溶存態比率が 20％程度になるまで徐々に減少するなど、各水質項目について異なった傾向を示した。よって、流出水量が大きくなれば TOC、TP における溶存態の影響は相対的に小さくなるが TS、TN では、溶存態成分の影響を考慮した対策が必要であることが示唆される。

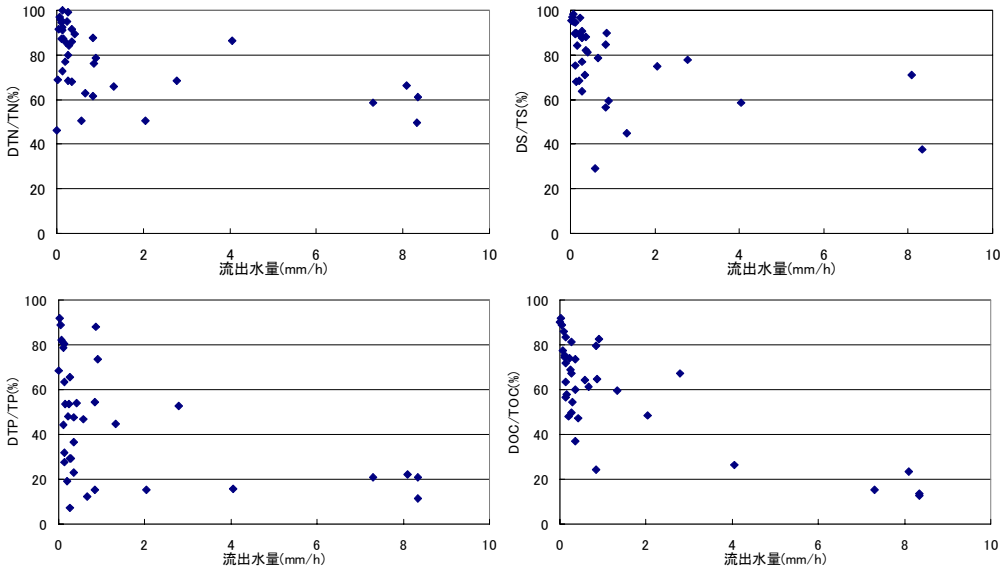

図 2 流出水量と溶存態比率との関係

4、路面堆積物流出過程の検討

表 4 に路面堆積物と路面排水の各水質項目に関する含有量を示す。表に示されるように、どの成分でも路面堆積物中の含有量に比べると、路面排水中の含有量が高くなっており、成分によって相違が見られるため、堆積物の流出の他に、路面に残存している堆積物からの溶出も考慮に入れた検討が必要であることが示唆された。また TOC、TN、TP それぞれ約 25、60、5 倍と TP＜TOC<TN の順になっている。表 1 の結果より、粒径が小さくなれば TN 含有量は大きくなり、TP 含有量は小さくなることから、比較的小さい粒子の路面堆積物が流出したと考えることができる。

表4 路面堆積物と路面排水の各水質項目に関する含有量(mg/g)

TOC			TN			TP		
懸濁態+溶存態 TOC/TS	懸濁態 POC/SS	溶存態 DOC/DS	懸濁態+溶存態 TN/TS	懸濁態 PTN/SS	溶存態 DTN/DS	懸濁態+溶存態 TP/TS	懸濁態 PTP/SS	溶存態 DTP/DS
368	679	154	66	56	69	2.0	4.0	0.69
路面堆積物 14.2			路面堆積物 1.14			路面堆積物 0.38		

5、まとめ

1） 路面堆積物は様々な粒径と組成を持った多様な粒子で構成されていることが示された。
2） 懸濁態、溶存態の流出挙動は異なっており、懸濁態は流出水量に影響を受ける傾向を示した。
3） 路面排水の TS、TN では流出水量の大小に関わらず、溶存態として流出してくることより、溶存態の影響を考慮した対策が必要であることが示唆された。
4） 路面堆積物、路面排水含有量より、残存する堆積物からの溶出も考慮に入れた検討が必要であると示唆された。

＜参考文献＞1）田中和博「非点源汚濁負荷の降雨流出特性に関する 3 地域間比較調査」平成 11～平成 13 年度基盤研究（C）(2)
2）川上真輔「都市域における非点源汚濁負荷の流出挙動に関する研究」日本大学修士論文、2002