

立命館大学理工学部 市木敦之
立命館大学大学院 ○長田恭典 安随幸一郎
八千代エンジニアリング(株) 嶋田智行

1. はじめに

高速道路は、自動車の高速走行や交通量の多さなどにより、都市系ノンポイントソースの中でもとりわけ汚濁のポテンシャルが高いとされている。本報告では、高速道路において堆積残土（路面清掃車による清掃除去物）および降雨時流出汚濁成分に関する実態調査を実施することにより、高速道路に由来する汚濁物の堆積・流出挙動特性について検討を試みた。

2. 調査の概要

2.1 清掃除去調査 名神高速道路（八日市I.C.～京都東I.C.間）を走行する路面清掃車が収集した堆積残土（Total Matter:TM）について粒度分布を求めるとともに、2000 μm フルイを通過した試料については、粒径区分別（74 μm 以下、74～250 μm 、250～2000 μm ）に含有成分（含水比、強熱減量、TN、TP、重金属）の分析を行った（表1）。また、1999年5月から11月にかけて同区間で行われた全ての路面清掃（51回）に関するデータ（清掃距離、TM除去量）も併せて解析データとした。

2.2 降雨時流出調査 高速道路排水口における降雨時流出水について、10分～2時間間隔で流出水量を測るとともに採水を行い、試料の水質成分（SS、COD、TOC、TN、TP、重金属）およびSSの粒度分布を分析した。調査は、1998年から2000年の7降雨について行い、うち4降雨は、流量比例によりコンボジットした試料について分析したものである（表2）。

3. 汚濁物の堆積現存特性

高速道路上における堆積汚濁負荷量は、路面清掃や降雨によって変化する。路面清掃車によるTM除去量と、その直前の清掃日からの経過日数（先行無清掃日数）の関係を、先行無清掃期間における降雨量（先行降雨量）別に整理して図1に示す。TM除去量は、先行無清掃日数の経過とともに、ある極限值に漸近するように増加している。先行無清掃期間におけるTM構成粒度の変化をみるため、粒径2000 μm 以下の粒子がTM中に占める比率と先行無清掃日数の関係を図2に示した。TMの過半数は粒径2000 μm 以下の粒子であるものの、日数の経過とともにその比率は減少しており、こうした細かい粒子の堆積は比較的早い時期に極限值に達しているものと推察される。図3は先行無清掃期間における汚濁物の粒径区分別含有率の変化を示したものである。いずれも、粒径74 μm 以下の細かい粒

表1 清掃除去調査の概要

調査コード	調査期日	清掃距離 (km)	TM除去量 (kg)
c990506	99/05/06	125.0	1666.8
c990510	99/05/10	86.2	1368.0
c990513	99/05/13	86.2	1441.6
c990517	99/05/17	125.0	616.0
c990520	99/05/20	61.0	451.5
c990601	99/06/01	125.0	1318.8
c990621	99/06/21	125.0	401.9
c990701	99/07/01	86.2	443.5
c990729	99/07/29	125.0	1132.3
c990805	99/08/05	125.0	695.2
c990819	99/08/19	125.0	941.6
c990826	99/08/26	125.0	1314.8
c990902	99/09/02	125.0	604.0
c990909	99/09/09	86.2	875.5
c990913	99/09/13	125.0	593.2
c990930	99/09/30	86.2	242.6
c991012	99/10/12	125.0	856.7
c991018	99/10/18	86.2	747.3
c991025	99/10/25	125.0	521.6
c000706	00/07/06-07	126.2	855.9
c000710	00/07/10-11	109.0	621.3
c000713	00/07/13-14	126.2	785.8
c000717	00/07/17	91.0	826.3
c000725	00/07/25-26	119.6	870.0
c000731	00/07/31	83.8	368.8
c000803	00/08/03-04	126.2	677.1
c000807	00/08/07	134.2	662.0
c000824	00/08/24-25	86.8	530.2
c000828	00/08/28-29	109.0	700.8

表2 降雨時流出調査の概要

調査コード	調査期日	先行無清掃日数 (day)	10mm降雨再起日数 (day)	降雨量 (mm)	平均降雨強度 (mm/h)	分析試料数
r980915	98/09/15-16	5.9	18.5	46.5	6.8	23
r981007	98/10/07-08	4.4	5.5	16.0	1.2	26
r981117	98/11/17	5.9	20.5	1.0	3.0	10
r991019	99/10/19-20	0.8	12.5	8.0	1.1	4*
r991027	99/10/27	1.1	20.0	28.0	2.0	5*
r000704	00/07/04	3.2	1.5	7.5	11.3	3*
r000725	00/07/25	9.3	22.0	11.0	4.1	4*

*：コンボジット試料

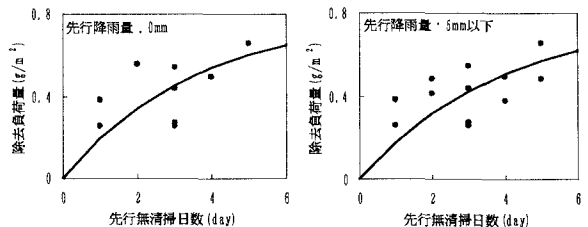


図1 先行無清掃日数とTM除去負荷量の関係

● 実測値
— 傾向線

子ほど、含有率が高く、かつ先行無清掃日数の経過とともに顕著な増加傾向が認められる。

4. 汚濁物の降雨時流出特性

降雨時の流出負荷量は、降雨量や路面上の汚濁ポテンシャルの影響を受けて大きく変動する。降雨時流出調査により得られた流出負荷量と有効降雨量の関係を図4に示す。粒径の細かい SS_{1-74} が降雨量に比例して流出する傾向にあるのに対して、粒径の粗い $SS_{150-2000}$ は 20mm 以上の降雨による掃流力を得てはじめて流出している。COD や TN、TP においては、いずれも 20mm までの比較的小さな降雨で降雨量比例型の流出負荷量であるものの、20mm を超えると流出特性が異なり、路面上の汚濁ポテンシャルなどの影響があるものと推察される。調査降雨の中で 10mm の降雨に対する再起日数が 18.5 日と 20.0 日で近く、かつともに比較的降雨量の大きかった降雨 r 980915 と降雨 r 991027 について、累加降雨量と累加流出負荷量比（降雨 r 980915 の総流出負荷量に対する累加流出負荷量の比）の関係を図5に示す。一般に、一雨における降雨時流出では、降雨量に対する累加流出負荷量の経時変化は流出末期に一定値に漸近するという増加の頭打ち現象が出現する¹⁾とされている。図5はこの現象をよく表しており、降雨量が 46.5mm と最も大きかった降雨 r 980915 で、路面上の汚濁ポテンシャルの全てが流出し尽くしていたものと考えられる。またこの場合、初期降雨 5mm で汚濁ポテンシャルの 16~34% が流出している。調査降雨について、有効降雨量 5mm までの累加流出負荷量と先行無清掃日数、10mm 降雨再起日数および先行 20 日間降雨量の関係の一例をそれぞれ図6に示す。汚濁指標によって違いはあるものの、おおむね高い相関を示しており、こうした要因をもって流出負荷量を定式化できる可能性を示している。

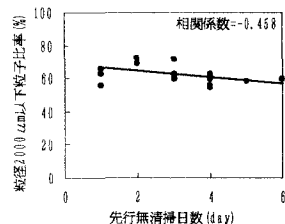


図2 先行無清掃日数と粒径 2000 μm 以下の TH 粒子比率

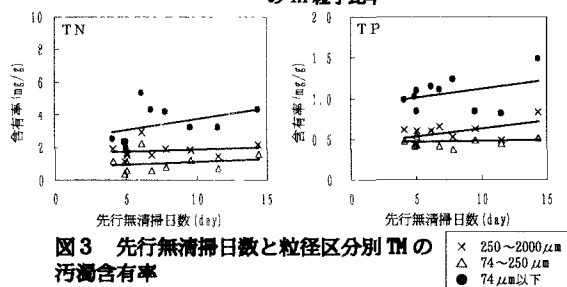


図3 先行無清掃日数と粒径区分別 TH の汚濁含有率

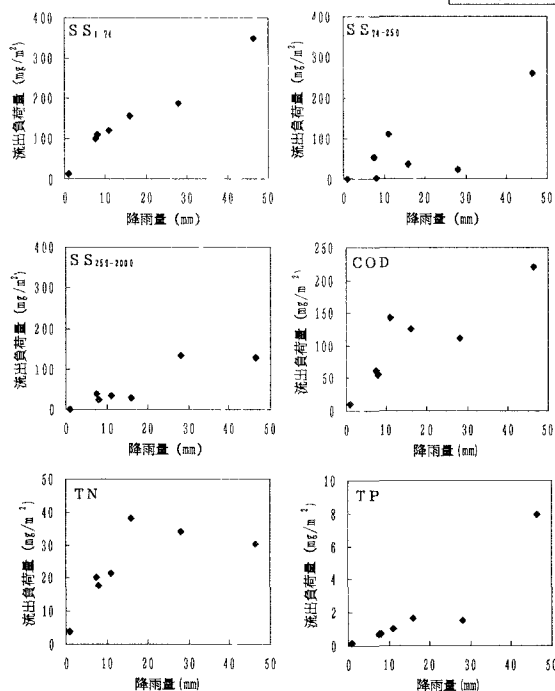


図4 降雨量と降雨時流出負荷量の関係

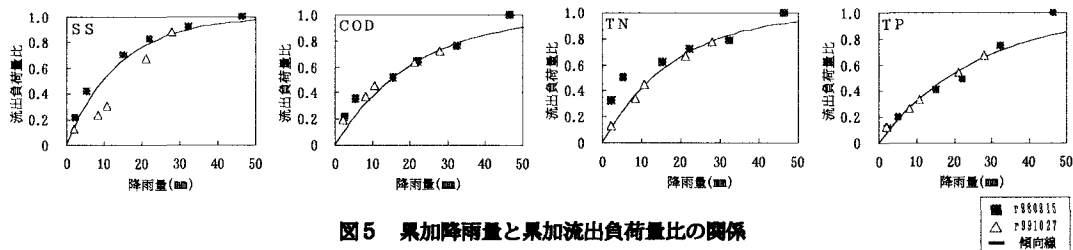


図5 累加降雨量と累加流出負荷量比の関係

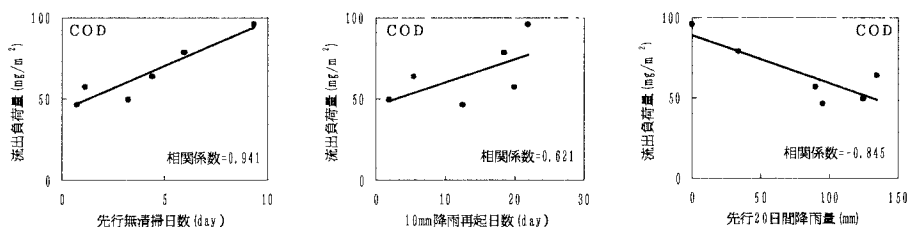


図6 各要因と5mm降雨時流出負荷量の関係

5. 清掃除去負荷量と降雨時流出負荷量の比較

清掃除去、降雨時流出に関する両調査の結果を用いてTMもしくはSS単位重量あたりの汚濁物含有率を計算して、図7に示した。ただし、清掃除去物の強熱減量はCODに換算²⁾している。いずれの汚濁項目についても、含有率は降雨時流出成分の方が清掃除去成分よりも平均値でみて4~21倍大きくっており、路面清掃によるこうした汚濁物の除去効率があまり高くないことがうかがえる。両調査結果を負荷量について整理して比較したものが図8である。TM、SSについては、清掃除去により比較的粗い粒径の成分を除去しているのに対して、降雨による流出成分は細かい粒径の方が卓越している。COD、TN、TPなどの汚濁物については、いずれも降雨時流出負荷量が清掃除去負荷量よりもはるかに大きくなっており、路面清掃によって充分除去されていない細かい粒子に吸着したこれらの汚濁物が降雨によって公共用水域へと流出していることがわかる。

6. まとめ

本報告では、高速道路における汚濁物の堆積・流出挙動の実態調査を行うことにより、汚濁物の挙動特性について検討した。今後は、こうした高速道路に由来する汚濁物の挙動をモデル式として記述し、シミュレーション解析を行っていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 海老瀬: 国公研所報, Vol. 50, 1984
- 2) 市木: 立命館大学学位論文, 1999. 6

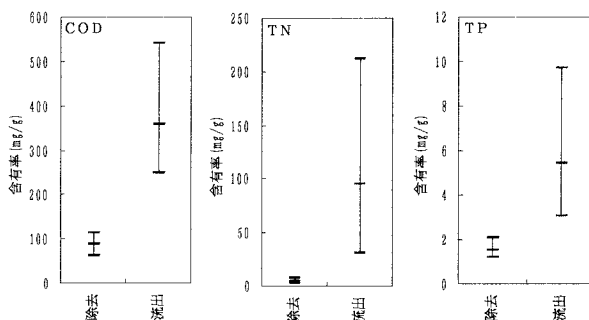


図7 汚濁含有率の比較

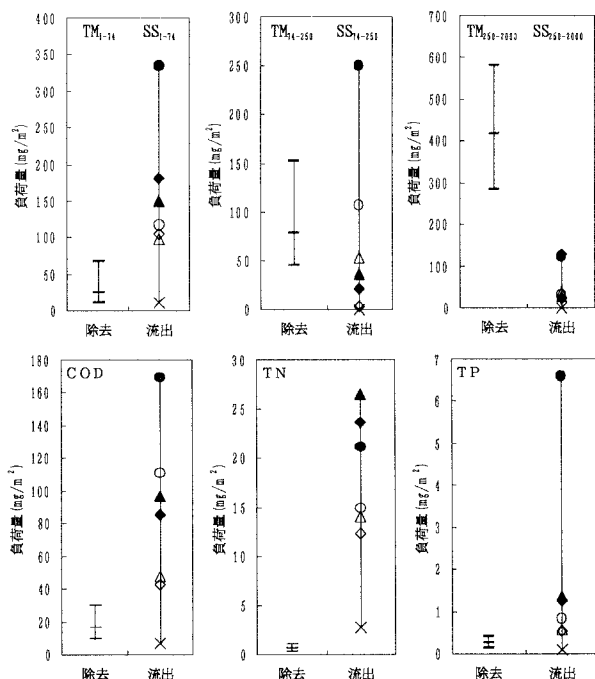


図8 清掃除去汚濁負荷量と降雨時流出負荷量の重量比較

