

対策番号	A-3 路面清掃		
区域	都市地域	削減対象とする負荷	市街地負荷のうちドライフォールアウト
出典または 基となるデータ	<p>①：平成 6 年度 琵琶湖の異常濁水の影響に関する調査研究報告書 平成 8 年 3 月 滋賀県琵琶湖研究所</p> <p>②：平成 13 年度 環境省委託業務結果報告書 湖沼非特定汚染源対策強化実証試験（千葉県） 平成 14 年 3 月</p> <p>③：平成 15 年度 非特定汚染源対策計画検討調査 平成 16 年 3 月 国土環境株式会社</p> <p>④：ノンポイントソース流出水の水質特性及び汚濁負荷流出モデル解析 下水道協会誌論文集 Vol.34,No.413 酒井彰、田中和博、住山真</p> <p>⑤：都市地域からの非特定汚染源負荷の削減 用水と廃水 Vol.32 No.10 和田安彦</p>		
<p><b>【具体的対策】</b></p> <p>路面清掃車で 3 日に 1 回、路面を清掃し、路面に堆積した負荷量を除去する。</p> <p>市街地負荷は、降雨由来の流出負荷（ウェットフォールアウト）と晴天時の大気降下物由来の流出負荷（ドライフォールアウト）の合計であるため、この対策は、市街地負荷のうち、ドライフォールアウトの部分を対象としている。また、土地利用別に見れば、清掃の対象は路面だけであるので、ドライフォールアウトのうちの、路面分のみを対象としている。</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD     A[大気] --&gt; B[大気降下物]     A --&gt; C[降雨負荷]     B --&gt; D[路面]     B --&gt; E[屋根]     B --&gt; F[間地]     D -- "(不浸透面)" --&gt; G["(流出)"]     F -- "(浸透面)" --&gt; G     G --&gt; H[市街地負荷] </pre> </div> <p>(市街地負荷) = (ウェットフォールアウト) + (ドライフォールアウト)</p>			
<p><b>【汚濁負荷量削減効果】</b></p> <p>市街地流出負荷のうち、路面堆積負荷由来の割合は、  <b>COD : 11~62%、T-N : 2~31%、T-P : 15~64%</b>  と推定され、路面清掃を実施することによって、降雨直前の路面堆積負荷量を、  <b>COD : 70%、T-N : 70%、T-P : 70%</b>  削減することが可能と見込まれる。</p>			

【対策効果を排出負荷量原単位に反映する方法】

対策後原単位(kg/ha/年) = 市街地原単位(kg/ha/年) ×

{路面負荷割合 × (1-除去率) + (1-路面負荷割合)}

【汚濁負荷量削減効果の根拠】

「平成6年度 琵琶湖の異常濁水の影響に関する調査研究報告書 平成8年3月 滋賀県琵琶湖研究所」では、滋賀県草津市内の市街地において、堆積量の実態調査を行っている。この実態調査結果を基に、先行無降雨日数との関連が分析されており、現存堆積量を推定するための式として、次の式が提案されている。

$$S = S_u(1 - \exp(-k_t \cdot T)) \times 10$$

S : 現存堆積量(mg/ha)、Su : 極限堆積量(g/m2)、kt : 堆積速度係数 (1/日)

T : 無降雨経過日数 (日)

表21 都市域地表面（不浸透面）堆積汚濁物調査概要

土地・表面利用	地域	試料数	採取方法	分析A数	分析B数	分析C数
幹線道路（国道）	草津工事	10	S	10	10	0
生活道路（住専）	草津市内	30	E	30	30	3~30
生活道路（住商）	草津市内	3	E	3	3	0~3
生活道路（工業）	草津市内	3	E	3	3	1~3
駐車場	草津市内	3	E	3	3	2~3
屋根	草津市内	2	E	2	2	0~2
合計		51		51	51	

採取方法 E : 家庭用掃除機、S : 道路清掃車

分析A : 粒径2mm以下、分析B : 粒径75μm以下 分析C : 75μm~2mm

表22 分析項目

固形物量、含水比、比重、粒度  
有機物、TN、TP  
Fe、Zn、Pb、Cd、Cr

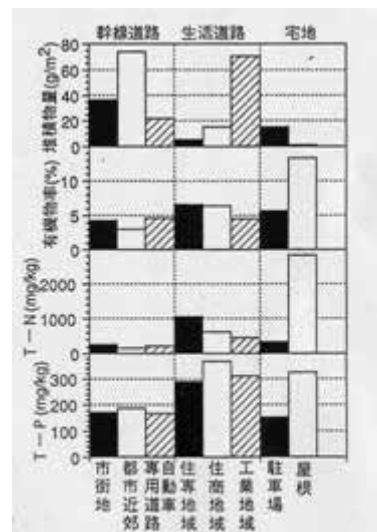
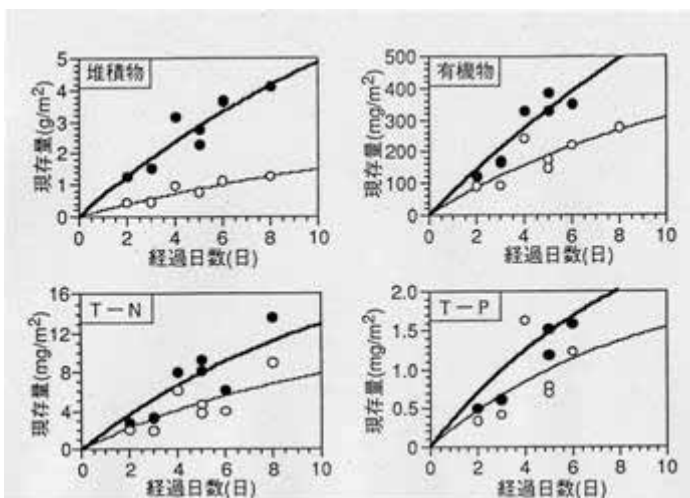


図9 土地利用別汚濁堆積物量

この文献①に示されたパラメータを用いて、無降雨経過日数が4日である場合の現存堆積量を算定すると次のとおりである。

表 実態調査結果に基づく土地利用別堆積量（先行無降雨日数を4日とした場合）  
（文献 を基に算定）

物質	kt(1/日)	項目	単位	幹線道路	住専道路	住商道路	工業道路	屋根	駐車場
堆積物	0.070	Su(極限堆積量)	mg/m <sup>2</sup>	78702	8301	26451	119142	1838	25973
		現存堆積量	g/ha	192,203	20,272	64,598	290,964	4,489	63,430
有機物 (COD)	0.054	Su(極限堆積量)	mg/m <sup>2</sup>	4913	1072	3381	9228	530	3020
		現存堆積量	g/ha	9,544	2,083	6,568	17,927	1,030	5,867
T-N	0.095	Su(極限堆積量)	mg/m <sup>2</sup>	18.94	13.67	27.8	63.59	7.49	11.97
		現存堆積量	g/ha	60	43	88	201	24	38
T-P	0.121	Su(極限堆積量)	mg/m <sup>2</sup>	15.81	2.51	13.89	27.12	0.69	4.84
		現存堆積量	g/ha	61	10	53	104	3	19

次に、「平成13年度 環境省委託業務結果報告書 湖沼非特定汚染源対策強化実証試験（千葉県）」で実態調査が行われたA市内集水域（34.18ha）の用途地域別面積比率を市街地における道路、屋根比率を算定するための基礎数値として、屋根、道路、間地に分割したところ、次のような値となった。（文献②による）

表 A市における市街地負荷調査地点集水域の用途地域別面積から推定した  
道路・屋根・間地面積（文献 を基に設定）

	各土地利用の割合			面積 (ha)	面積の内訳設定値(ha)			
	道路率	宅地率	うち屋根		不浸透域			浸透域
					生活道路	幹線道路	屋根	間地等
第1種低層住居専用地域	29%	71%	28%	27.9	8.09	0.00	7.92	11.89
第1種住居地域	29%	71%	43%	3.45	1.00	0.00	1.47	0.98
商業地域	44%	56%	56%	0.54	0.00	0.24	0.30	0.00
近隣商業地域	44%	56%	45%	0.46	0.00	0.20	0.21	0.05
公園	0%	0%	0%	1.83	0.00	0.00	0.00	1.83
合計				34.18	9.09	0.44	9.90	14.75

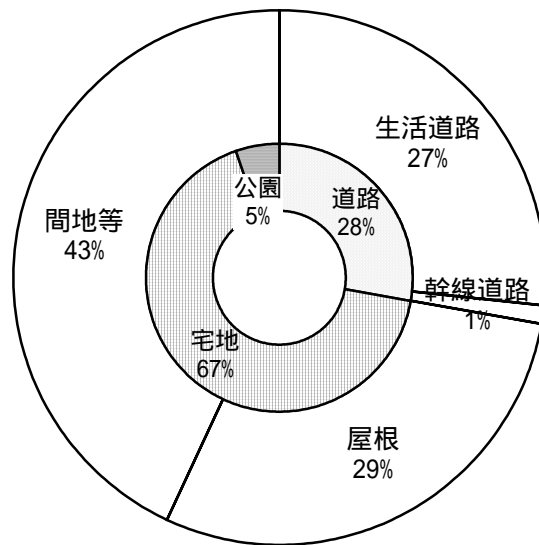


図 A 市における市街地負荷調査地点集水域の用途地域別面積から推定した道路・屋根・間地面積（文献 を基に設定）

これらの路面・屋根堆積量（文献①）、市街地の面積内訳（文献②）を基に、道路、屋根の堆積負荷量を算定し、年間降雨量  $1,200\text{mm}/\text{年} \div 20\text{mm}/1 \text{回} = 60 \text{回}/\text{年}$  の降雨イベントがあるとして、1回の降雨で流出する負荷量に 60 回を乗じて年間の流出負荷量を推定した。これに、文献③より、降雨負荷（ウェットフォールアウト）分を見込んで、年間の排出負荷量を算定した。降雨 1 回あたりの流出率は、文献④より、路面 21% に対し屋根 25% と設定した。

市街地負荷に占める路面堆積負荷の割合は、路面清掃なしの場合、

幹線道路では、COD : 11%、T-N : 2%、T-P : 15%

生活道路では、COD : 51%、T-N : 29%、T-P : 49%

生活道路と幹線道路では、COD : 62%、T-N : 31%、T-P : 64%

に相当する。

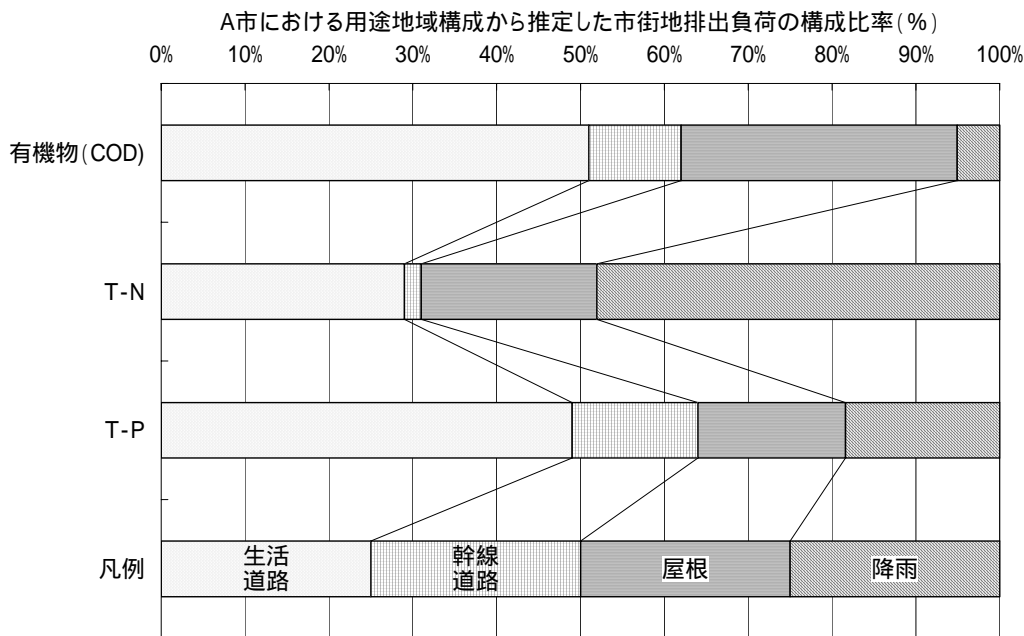


図 市街地排出負荷の構成比率推定結果 (文献⑤、⑥、⑦に基づく推定結果)

文献⑤より、路面清掃を3日に1回実施した場合、路面負荷の70%が除去されるとした事例を引用し、場合の年間の排出負荷量を算定したところ、排出負荷量全体の削減率は次のとおりとなった。

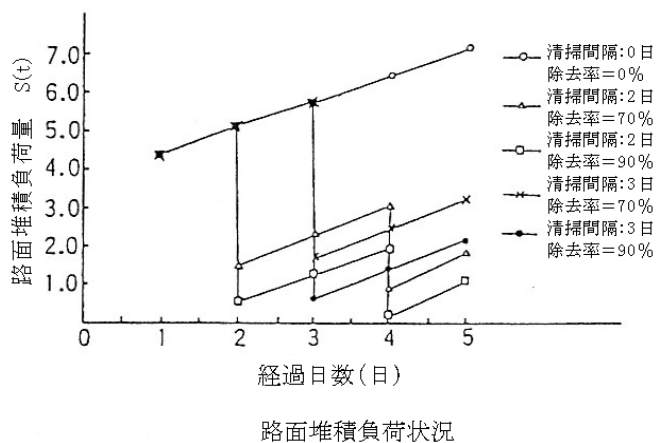


図 路面清掃による路面堆積負荷状況 (文献⑤より)

幹線道路のみ路面清掃を行った場合では、COD : 8%、T-N : 1%、T-P : 11%

生活道路のみ路面清掃を行った場合では、COD : 38%、T-N : 21%、T-P : 33%

生活道路と幹線道路で路面清掃を行った場合は、COD : 44%、T-N : 22%、T-P : 43%

表 年間の排出負荷量推計値（路面清掃無し、路面清掃あり）

	項目	堆積量合計		地域別			1回の降雨で流出する負荷量				年間の排出負荷量			流出負荷に占める割合				
		g	面積あたり g/ha	生活道路	幹線道路	屋根	生活道路	幹線道路	屋根	小計	掃流負荷	降雨負荷	合計	道路小計	生活道路	幹線道路	屋根	降雨
対策無し	堆積物	313,283	9165.7	184,276	84,569	44,438	38,698	17,760	11,110	67,567	4054.0	-	4054.0	83%	57%	26%	16%	1%
	有機物(COD)	33,323	974.9	18,930	4,199	10,193	3,975	882	2,548	7,405	444.3	20.0	464.3	62%	51%	11%	33%	5%
	T-N	654	19.1	393	26	234	82	6	59	147	8.8	8.0	16.8	31%	29%	2%	21%	48%
	T-P	140	4.1	88	27	26	18	6	7	31	1.83	0.40	2.23	64%	49%	15%	18%	18%
対策 幹線道路の 路面負荷 70%除去	堆積物	254,085	7433.7	184,276	25,371	44,438	38,698	5,328	11,110	55,135	3308.1	-	3308.1	80%	70%	10%	20%	0%
	有機物(COD)	30,383	888.9	18,930	1,260	10,193	3,975	265	2,548	6,788	407.3	20.0	427.3	60%	56%	4%	36%	4%
	T-N	635	18.6	393	8	234	82	2	59	143	8.6	8.0	16.6	31%	30%	1%	21%	48%
	T-P	122	3.6	88	8	26	18	2	7	27	1.60	0.40	2.00	60%	55%	5%	20%	20%
対策 生活道路の 路面負荷 70%除去	堆積物	184,290	5391.8	55,283	84,569	44,438	11,609	17,760	11,110	40,478	2428.7	-	2428.7	73%	29%	44%	27%	0%
	有機物(COD)	20,072	587.2	5,679	4,199	10,193	1,193	882	2,548	4,623	277.4	20.0	297.4	42%	24%	18%	51%	7%
	T-N	379	11.1	118	26	234	25	6	59	89	5.3	8.0	13.3	13%	11%	2%	26%	61%
	T-P	79	2.3	26	27	26	6	6	7	18	1.06	0.40	1.46	46%	23%	23%	27%	27%
対策 道路の 路面負荷 70%除去	堆積物	125,092	3659.8	55,283	25,371	44,438	11,609	5,328	11,110	28,047	1682.8	-	1682.8	60%	41%	19%	40%	0%
	有機物(COD)	17,132	501.2	5,679	1,260	10,193	1,193	265	2,548	4,005	240.3	20.0	260.3	33%	27%	6%	59%	8%
	T-N	360	10.5	118	8	234	25	2	59	85	5.1	8.0	13.1	12%	11%	1%	27%	61%
	T-P	60	1.8	26	8	26	6	2	7	14	0.82	0.40	1.22	35%	27%	8%	32%	33%
削減率 (対策)	堆積物	19%	19%	0%	70%	0%	0%	70%	0%	18%	18%	-	18%					
	有機物(COD)	9%	9%	0%	70%	0%	0%	70%	0%	8%	8%	0%	8%					
	T-N	3%	3%	0%	70%	0%	0%	70%	0%	3%	3%	0%	1%					
	T-P	13%	13%	0%	70%	0%	0%	70%	0%	13%	13%	0%	11%					
削減率 (対策)	堆積物	41%	41%	70%	0%	0%	70%	0%	0%	40%	40%	-	40%					
	有機物(COD)	40%	40%	70%	0%	0%	70%	0%	0%	38%	38%	0%	36%					
	T-N	42%	42%	70%	0%	0%	70%	0%	0%	39%	39%	0%	21%					
	T-P	44%	44%	70%	0%	0%	70%	0%	0%	42%	42%	0%	35%					
削減率 (対策)	堆積物	60%	60%	70%	70%	0%	70%	70%	0%	58%	58%	-	58%					
	有機物(COD)	49%	49%	70%	70%	0%	70%	70%	0%	46%	46%	0%	44%					
	T-N	45%	45%	70%	70%	0%	70%	70%	0%	42%	42%	0%	22%					
	T-P	57%	57%	70%	70%	0%	70%	70%	0%	55%	55%	0%	45%					

：降雨負荷については、「平成15年度 非特定汚染源対策計画検討調査 報告書 平成16年3月 国土環境株式会社」より、平均的な値を設定した。  
 対策 は幹線道路のみの対策、対策 は生活道路のみの対策、対策 は幹線道路、生活道路両方の対策を考慮した。