

大気からの物質沈着を考慮した屋上緑化施設の流出負荷特性

Characteristic of Load Runoff from Roof Planting Facility with Considering Atmospheric Deposition

○中桐貴生* 岡森俊一郎* 堀野治彦*

○NAKAGIRI Takao* OKAMORI Shun-ichiro* HORINO Haruhiko*

1. はじめに 屋上緑化施設には様々な環境改善効果があるとし、現在多くの自治体が屋上緑化を推奨しているが、屋上緑化施設の設置により、大気起源の汚濁負荷の流出特性にも変化が生じることが予想される。そこで本研究では、植栽の有無や土層厚といった条件の異なる試験プロットを作成し、屋上緑化施設が汚濁負荷の流出特性に及ぼし得る影響について実証的に検討した。

2. 研究方法 大阪府立大学生命環境科学部棟屋上に降雨・乾性降下物採取装置および **Table 1** に示す条件を具備する屋上緑化施設を模した試験プロット 3 基 (いずれも 98×65×30cm) を設置した。芝を植栽したプロットでは、元肥および追肥 (いずれも 1 プロット当たり $\text{NH}_4^+\text{-N}$: 4,400mg, $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$: 14,000mg) を行った。測定は降雨、乾性降下物洗浄水 (無降雨時に ϕ 30cm のロートを設置し、3~4 日おきに付着物を蒸留水で洗浄したもの)、流出水それぞれにおける水量および水質 (pH, SS, T-COD_{Mn}, T-N, T-P, 無機イオン) について行った。また、作土に用いたピバソイルの全窒素量、全炭素量についても分析を行った。なお、ここでは 2006 年 10 月~2009 年 9 月の観測データを用いて解析を行った。

3. 結果及び考察

(1) **大気からの負荷沈着特性** 全調査期間中における平均年間湿性・乾性沈着量を **Table 2** に示す。T-COD, T-N, T-P において、総沈着量中の 60~70% 程度が湿性沈着であった。また、T-N に関して、総沈着量中の約 60% が、植物が吸収可能な形態である無機態であった。一方、T-P においては、リン酸が直接検出されることは稀であり、ほぼすべて有機態であったと推察される。

(2) **流入および流出特性の比較** 年間流入・流出負荷について **Table 3** に整理した。なお、表中の "Input" はいずれも乾性および湿性降下物の負荷量の合計で、施肥分は計上していない。

T-COD, T-P については、どのプロットもほぼ全ての期間において流出負荷量が流入負荷量を上回り、施設が汚濁側に作用しているが、特に芝を植栽した P1, P3 でこの傾向が顕著であった。T-COD に関しては芝の生長活動が、T-P に関しては肥料の溶出がその主要因と推察される。

T-P について P1 と P3 で比較すると、P1の方が流出は小さい。これは、P1 は P3 に比べ土層が厚いため、プロット内にリン成分がより多く捕捉・蓄積された可能性が高

Table 1 Experimental plots condition

Plot ID	植栽	土層厚*	施肥
P1	芝	15cm	有り
P2	無し	15cm	無し
P3	芝	7.5cm	有り

*ピバソイル (上層) の土層厚を示す。下層にはパーライトを 5cm 敷き詰め、二層構造とした。

Table 2 Average of annual depositions (mg/m²)

	T-COD _{Mn}	T-N	Org-N	Inorg-N	T-P
Dry deposition	900	300	180	100	11
Wet deposition	1,500	800	250	530	16

Table 3 Annual input load and output load for experimental plots

	T-COD _{Mn} (mg/m ²)				T-N(mg/m ²)				T-P(mg/m ²)			
	Input	Output			Input	Output			Input	Output		
		P1	P2	P3		P1	P2	P3		P1	P2	P3
'06-'07	2,600	15,000	5,200	12,000	1,100	1,000	2,100	1,000	35	2,400	86	3,100
'07-'08	3,000	16,000	7,200	16,000	1,300	740	4,800	670	28	2,600	39	4,000
'08-'09	1,600	16,000	3,900	13,000	880	610	3,800	530	19	4,600	16	6,600

*大阪府立大学大学院生命環境科学研究科 Grad. School of Life and Environmental Sciences, Osaka Pref. Univ.

キーワード: 屋上緑化 大気沈着 流出特性 負荷量

い。また、T-COD では、P3 に比べ P1 の方が流出負荷は大きいですが、この流出負荷量の差は P1, P2 間の差に比べるとはるかに小さいことから、植栽の有無による影響に比べ土層厚の違いにより生じる影響は小さいといえる。

一方、T-N に関しては、全ての年において P1, P3 では流出が流入を下回って浄化側に作用し、P2 では汚濁側に作用するという結果となった。P1, P3 において浄化側に作用するのは芝の吸収によるものであると推察される。

pH については、Fig.1 に示すように雨水は全ての月で pH5.6 以下の酸性雨であるのに対し、流出水は全プロットで pH6~7 台であった。このことから、土層厚、植栽の有無にかかわらず酸性雨に対する緩衝能が期待できる。

(3) 流出特性に関する詳細な分析 流出水の水質を月別に見てみると (Fig.2), T-COD, T-N に関しては季節によって濃度が変動し、夏季に濃度が上昇する傾向が見られた。その主な要因の1つとして、地温の上昇に伴い土壌内の微生物活動が活発化し、より小さい分子塊へと分解された有機物や無機化された窒素が流出したことが挙げられる。

また、T-P については、元肥の影響で実験開始後間もなく濃度が上昇し、追肥後濃度は更に上昇した。追肥前 ('06.10.5~'08.6.20) の平均濃度は P1, P3 それぞれ 3.9mg/L, 5.4mg/L であるのに対して、追肥後 ('08.6.21~'09.9.30) は 6.7mg/L, 10mg/L となり、追肥前の 1.7 倍, 1.9 倍に達した。'06.10.5~'08.6.20 の間、濃度が経時的に低減する明確な傾向はみられず、元肥の影響が追肥時点においても持続しており、そこにさらに追肥がなされたことで、追肥分の影響が上乘せされ、T-P 濃度が 2 倍程度に上昇したと推察される。

一方、T-N については、T-P と異なり施肥後に濃度上昇は見られなかった。未使用のピバソイルにおける窒素含有量の測定結果に基づくと、各プロット内の土壌における窒素含有量は 46,000mg ないし 23,000mg となり、土壌中にもともと多くの窒素成分が存在しており、さらに肥料における窒素の主成分は吸着などの作用を受け流亡しにくい形態(NH₄⁺-N)であると考えられることから、今回の施肥量レベルでは流出窒素濃度に影響が及ばなかった可能性が高い。また、2度の施肥を行った P1, P3 よりも無施肥の P2 からの流出水における T-N 濃度の方が月平均で 2~15 倍高くなっていたことから、芝による窒素吸収の影響は大きいといえる。

4. おわりに 屋上緑化施設の設置により、窒素に関しては年間で総沈着量の 10~40%が保持され、また酸性雨の緩衝作用が期待できることがわかった。しかし、施設の培地として人工軽量土壌を用い、芝生などの植栽管理を行う場合、COD やリンの流出負荷量が気からの総沈着量に比べ顕著に大きくなり、基本的には施設が汚濁側に作用する可能性が高い。とくに、施肥によるリン成分の流出増大や、夏季における過灌水による T-COD の流出負荷増大などの影響は決して小さくなく、環境負荷軽減のためには、施設の管理方法にも配慮を要するといえる。

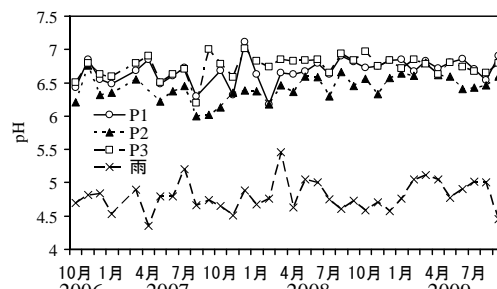


Fig.1 Monthly averages of pH for rain water and runoff water

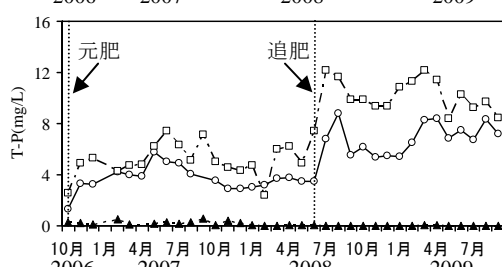
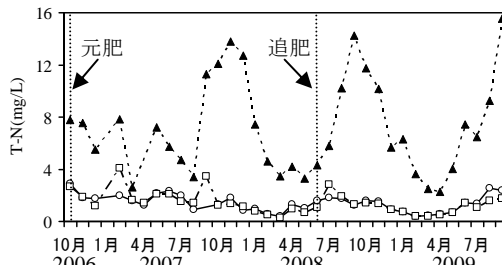
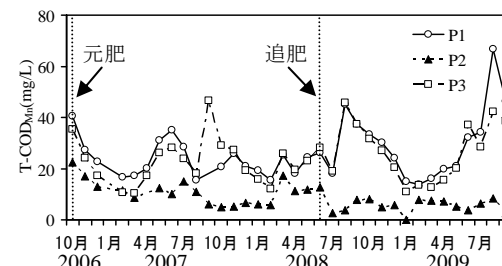


Fig.2 Historical changes in runoff water quality on each experimental plot