

ル板についても同様に試験を行った。

なお、平成10年度調査における試験対象建材の施工状況を図3.13に示した。

光触媒建材の表面では、表面から50cm程度離れた点に比べ、 NO_x 濃度は10～20%程度低下する現象がみられた。

建材別にみると、A建材で12～18%，B建材で5～14%，E建材で4～10%（23ヶ月後除く），建材表面から50cm離れた点での NO_x 濃度よりも低く，建材表面から5cmまでの間で大きく低下する傾向がみられた。

また，多くの場合， NO_x 濃度低下の大部分は NO 濃度の低下が占めており， NO_2 濃度では逆に建材表面の濃度が高くなる場合もあった。

また，光触媒を含まない塩化ビニル板については，23ヶ月後の調査では光触媒建材とは逆に建材表面における NO_x 濃度が建材表面から50cm離れた点での NO_x 濃度よりもかなり高くなったが，26ヶ月後の調査では

建材表面における NO_x 濃度が建材表面から50cm離れた点での NO_x 濃度よりも低くなった。

この結果については，図3.12に示すとおり，測定時の主風向が23ヶ月後では南南東から南南西で塩化ビニル板が最も風上側に位置していたのに対し，26ヶ月後では西北西から北西で塩化ビニル板が最も風下側であったため他の光触媒建材の影響を受けていたものと考えられる。

14. 雨水流出物調査

NO_x 分解建材表面に雨水が接触すると建材表面に蓄積した硝酸イオンが雨水中に取り込まれることから，建材からの雨水流出物は酸性が強くなることや高濃度の硝酸イオンを含むことが予想される。

建材を施工した当初の平成8年度調査では，高濃度

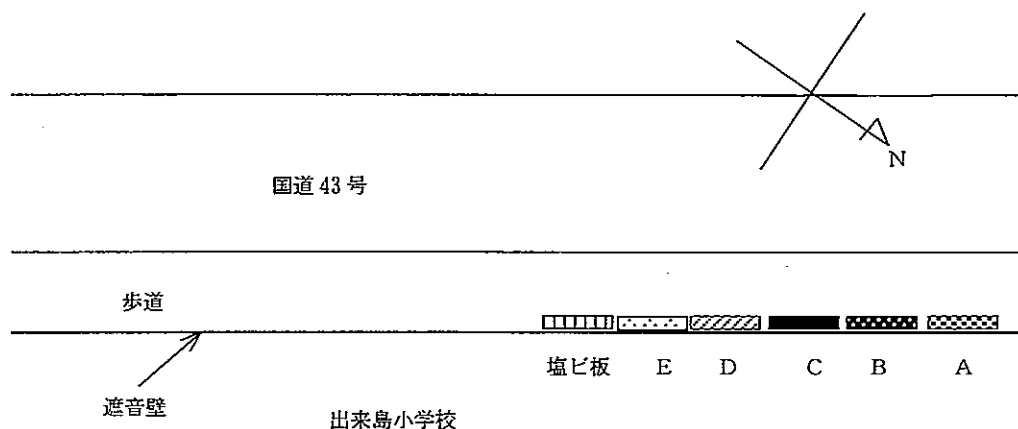


図3.13 試験建材の施工状況

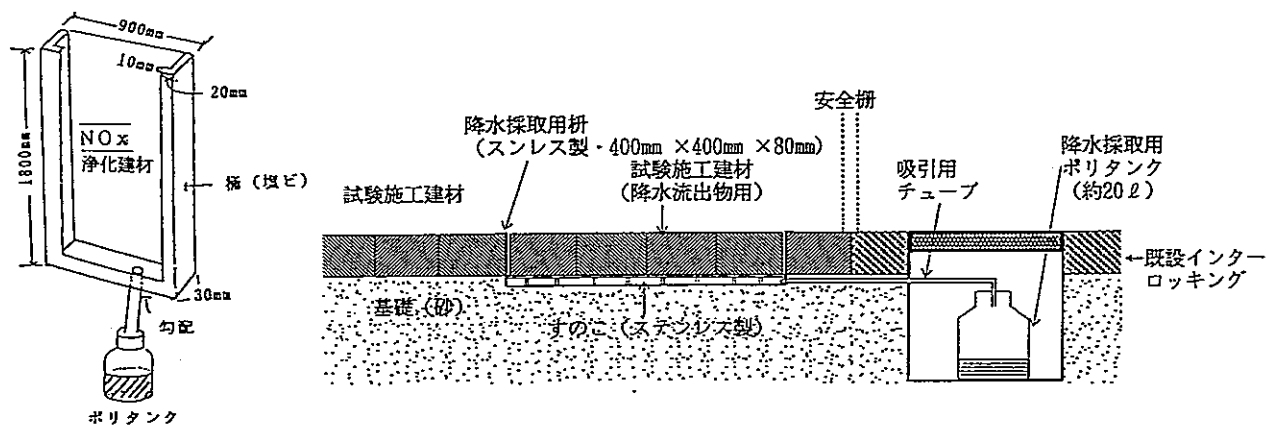


図3.14 雨水流出物の採取装置

の硝酸イオンを含む場合においてもpHは6～8のほぼ中性であったが、光触媒の作用により建材表面が改質されたり、建材に含まれるカルシウム等の陽イオンの影響によって、雨水流出物の性状が変化することも考えられるため、継続して建材表面に接触した降雨を捕集して分析し、雨水流出物の性状について調査した。

(1) 調査方法

仮設壁面に施工した大きさ0.9m×1.8mの建材（A～Fの6種類、対照建材として用意した塩化ビニル板及び平成9年9月に追加施工した改良D建材）の両側面及び下面に取り付けた幅30mmの雨水受けで建材表面に接触した雨水を捕集し、建材施工面の下に設置したポリタンク内にビニルホースで導入し、降雨毎にポリタンク内に捕集された流出物を回収した。

道路舗装材であるFについては、舗装面に埋設した約40cm×40cmの面積で深さ8cmのステンレス製雨水受け皿内に舗装材を8個（1個の大きさ10cm×20cm高さ6cm）施工し（図3.14参照）、建材表面に接触した雨水を捕集するとともに、地表面からの影響を受けないように地上に設置したプラスチック性の容器にも同様に8個の舗装材をいれて建材表面に接触した雨水を捕集した。

なお、対照建材として酸化チタンを混合しない舗装材も同様に施工し表面に接触した雨水を捕集した。

調査は、雨水の量、pH、亜硝酸・硝酸イオン濃度を測定し、対照建材である塩化ビニル板との比較を行った。

(2) 調査結果

1) 流出物の回収量

雨水流出物の回収量、雨水流出物の硝酸イオン及びpH等を分析し、その結果を表3.19及び図3.15と図3.16に示した。調査地点の期間中の全降水量は1073mm、降雨回数は39回、1降雨当たりの最大降水量は168mm、降雨時の風速は0m/s～2.7m/sで平均風速は約0.5m/s、降雨時の風向はほとんどが西北西～西南西の風で最多風向は西からの風であった。

雨水回収量は壁面の施工建材で約39l～63l（D1建材は除く）の総回収量があり、水平に設置したF建材の舗装面及び地上面では154l～190lの総回収量があった。

壁面の施工建材についてみると、C、D及びE建材で比較的回収量が多く、その中で最も多かったのはC建材の約62.8lであった。また、最も少なかったのはF建材の約39.0lであった。

このように建材により回収量の差が生じたのは建材表面の形状及び吸水性等の違いや、A及びB建材では周辺の樹木による影響等が考えられた。

表3.19 雨水流出物分析結果

		雨水回収量(ml)			NO ₂ +NO ₃ (mg-N/l)			pH			流出量(mg-NO ₃ /m ²)			
		最大値	最小値	総合計	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	総流出量
壁面 施工 建材	雨水	5240	50	32295	10.1	N. D.	0.9	8.10	4.67	6.85	1.52	0.05	0.54	20.34
	塩ビBlank	9670	0	68085	6.4	N. D.	1.3	7.77	5.70	6.91	6.54	0.20	2.00	76.19
	A	8380	0	43818	169.3	N. D.	30.2	8.29	6.64	7.48	403.99	0.09	46.98	1785.35
	B	7610	0	45843	134.1	N. D.	20.4	8.00	6.40	6.95	250.60	0.11	38.75	1472.65
	C	10000	0	62797	161.6	N. D.	21.7	8.19	4.27	6.59	114.72	0.17	28.02	1036.71
	D	9240	0	60272	24.4	N. D.	4.8	8.80	4.57	6.88	20.55	0.76	5.86	222.82
	D1	2360	0	19992	37.0	N. D.	7.2	7.70	6.31	7.19	19.60	0.26	5.31	116.86
	E	10480	0	60106	62.8	N. D.	11.5	8.13	6.49	7.30	561.07	0.01	46.64	1772.25
舗装 面	F	8100	0	38962	2.8	N. D.	1.0	9.09	6.71	7.60	29.96	0.00	2.54	88.74
	埋め込み	30310	0	190304	6.2	N. D.	0.7	8.22	6.79	7.48	132.00	0.00	37.03	1244.00
地 上 面	Blank	17220	81	176586	3.1	N. D.	0.7	8.40	6.80	7.58	129.08	0.00	30.73	1159.55
	薄切り	29640	61	158872	13.5	0.1	1.5	7.99	7.17	7.57	110.42	11.38	46.11	1660.18
	ウスキBlank	29385	109	171164	11.0	0.1	1.2	8.03	7.19	7.58	89.33	16.14	38.35	1455.44
	厚切り	28160	30	154488	12.2	0.2	1.5	8.57	7.32	7.80	149.78	7.52	48.86	1809.86
全降水量				1073mm			降雨時の平均風速				0.5m/s			
降雨回数				39回			降雨時の最高風速				2.7m/s			
1降雨当たりの最大降水量				168mm			降雨時の最多風向				西			
1降雨当たりの平均降水量				28mm										

注)D1は、9月27日の降水より測定を開始した。

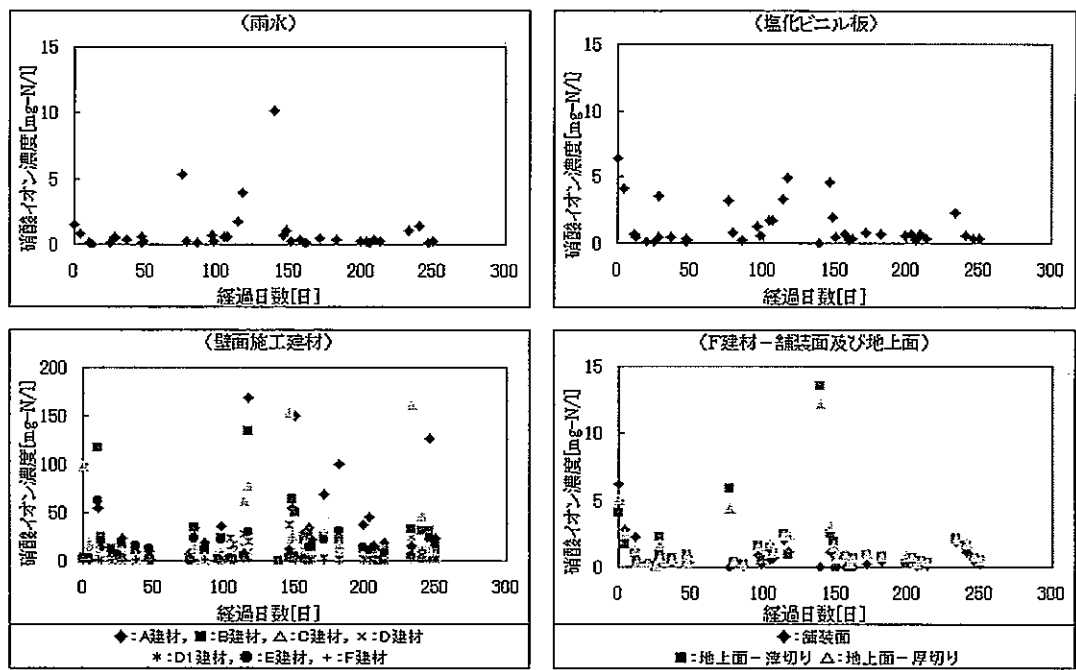


図 3.15 経過日数と硝酸イオン濃度の関係

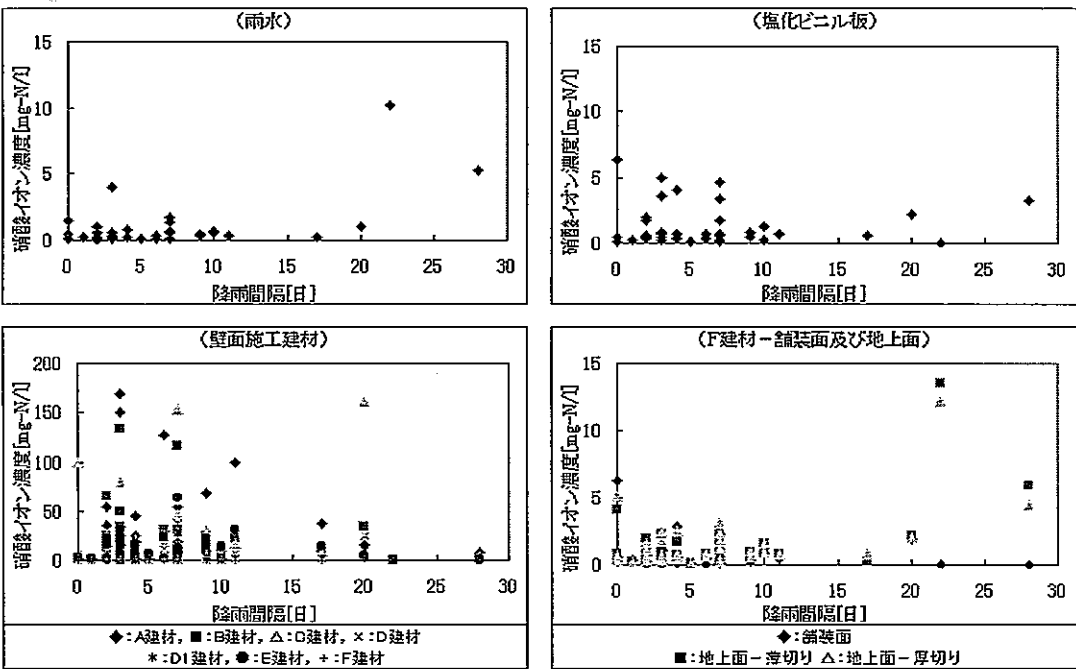


図 3.16 降雨間隔と硝酸イオン濃度の関係

2) 硝酸イオン濃度

雨水流出物中の亜硝酸イオン及び硝酸イオンの平均濃度（窒素換算）は、A、B及びC建材で20mg/l以上となっており、塩化ビニル板の20倍以上の濃度となっていた。なかでも、A建材は30.2mg/lで最も高かった。

また、最高濃度は10月15日のA建材の169.3mg/lであり、この日の降水量は4mmで、前回の降雨（2.5mm）からは4日経過していた。雨水中の硝酸イオン濃度もこの日は4.0mg/lと調査期間内で2番目に高く、他の建材でも平均値よりかなり高い濃度を示していた。

また、硝酸イオンの流出量の差に経時的な変化はみられなかった。

3) 雨水流出物の水素イオン濃度

施工建材における雨水流出物のpHはA、B、C、D及びE建材でpH4.27～pH8.80の範囲であり、C及びD建材ではpH5以下の低い値を示す場合があったが、概ね中性付近の値を示していた。

F建材ではpH6.57～pH8.57の範囲であり、平均的に弱アルカリ性を示していた。これは、F建材に含まれるコンクリート成分等の影響により、pHが高くなったものと考えられる。壁面と舗装面及び地上面との間にあまり差はみられなかった。

なお、調査時における雨水のpHはpH4.67～pH8.10の範囲で平均値は6.85と中性の値であった。雨水と施工建材のpHを比較すると、C建材では雨水より若干低めの傾向であったが、他の建材では同程度から若干高めの値を示していた。また、硝酸イオン濃度の増減によるpHへの影響は、全ての建材で全くみられず、硝酸イオンの増加に関わらずpHは一定値を示していた（図3.17）。また、pHの変化等に経時的な変化はみられなかった（図3.18）。

4) 分解NO_x量と硝酸イオン量の関係

壁面に設置した施工建材からの硝酸イオンの総流出量は、A、B、C及びE建材で1000mg-NO₂/m²以上と比較的多く、塩化ビニル板の約50倍以上で、A建材の1785mg-NO₂/m²が最も高く塩化ビニル板の約90倍であった。また、最も少なかったのはD建材で、塩化ビニル板の約6倍であった。

また、通気試験によるNO_x除去量から、夏期と秋

期の雨水流出物の調査期間中（252日分）の除去量を推定したところ、A、B、C、D、E及びF建材で6.0、5.3、1.3、0.67、2.4及び2.7mg-NO₂/m²であった。

この除去量を雨水による流出量と比較すると、全ての建材で流出量より少なく、A、B及びD建材で推定除去量の約30%、C建材では約80%、E建材で約70%、F建材で約3%であった。

F建材では推定除去量に対して流出量の割合はかなり小さく、建材により大きな差がみられたことから、雨水による流出量からNO_x浄化性能を推定することは困難であった。

なお、調査場所における雨水中の成分濃度は表3.20に示すとおりであり、国設大阪での成分濃度と比較するとpHがかなり高く、NH₄⁺、Na⁺を除く各成分で国設大阪における年間の最高値を上回る場合があり、道路端での雨水成分の濃度は粉じんや排ガス等の影響で通常の雨水とは若干異なるものと思われる。

15. 雨水流出物中のNO_x嫌気脱窒試験

(1) 試験方法

前項で述べたとおり、建材からの雨水流出物には高濃度の硝酸イオンを含むことが予想されることから、これらが下水等に放流された場合の影響を検討しておく必要がある。

そこで、建材からの雨水流出物を下水流入水もしくは合併浄化槽等の活性汚泥と混合することにより、硝酸イオンが変化を調査した。

試験は、平成9年11月27日に回収したA建材からの雨水流出物（硝酸イオン濃度34.0mg-N/l）を下水流入水及び合併浄化槽の活性汚泥と混合して密栓して攪拌し、一定時間経過後の混合溶液中の全窒素、アンモニウムイオン、亜硝酸イオン、硝酸イオン及び溶存酸素の濃度を測定する方法で行った。

なお、表3.21に示すとおり下水流入水との混合比あるいは測定間隔等の試験条件を5条件設定し、嫌気脱窒試験を行った。

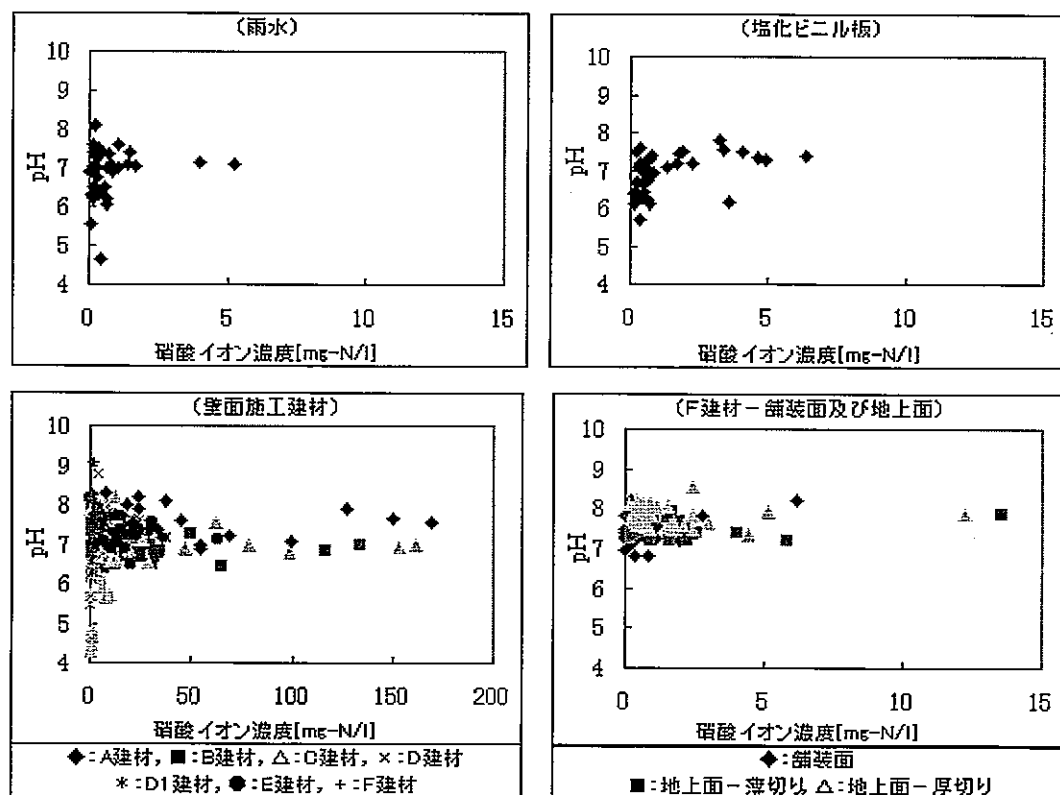


図 3.17 硝酸イオン濃度とpHの関係

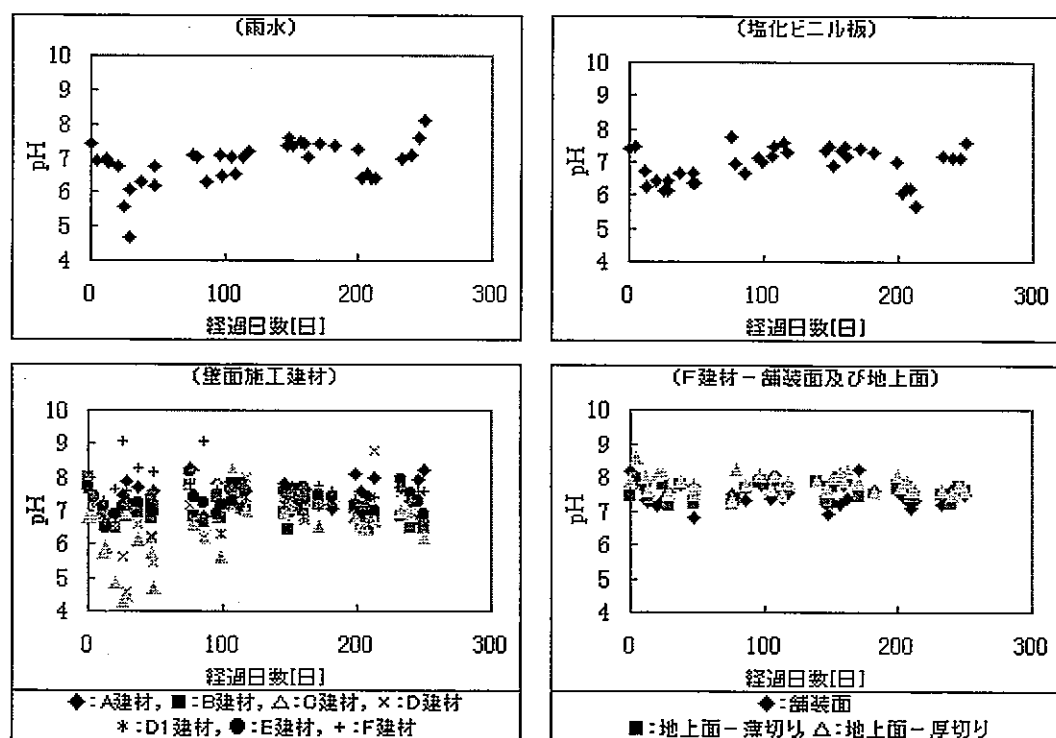


図 3.18 経過日数とpHの関係

表 3.20 雨水中の成分濃度

[単位: $\mu\text{g}/\text{ml}$ (pH 除く)]

調査場所	区分	pH	SO_4^{2+}	NO_3^-	Cl^-	NH_4^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+
出来島小学校	最高	8.1	28.50	22.70	13.10	2.54	18.00	1.40	3.90	6.40
	最低	4.7	0.23	0.01	0.20	0.04	0.33	0.04	0.05	0.12
	平均	6.9	5.11	2.72	2.13	0.59	3.34	0.21	0.61	1.15
国設大阪 (平成8年度)	最高	6.60	17.86	16.82	11.64	5.04	8.80	1.060	1.58	6.66
	最低	4.31	0.64	0.43	0.12	0.19	0.04	0.002	0.01	0.04
	平均	4.97	2.46	1.64	1.08	0.65	0.77	0.079	0.08	0.45

注) 国設大阪の値は、「大阪府環境白書 平成9年版」より抜粋

国設大阪の平均は加重平均による値である。

表 3.21 雨水流出物中 NO_x の嫌気脱窒試験条件

試験条件	混合に用いた試料	混 合 比 (雨水流出物を1とする)	測定時の攪拌時間 (時間)
1	降雨時の下水処理場初沈流入水	1 : 9	0, 1, 2
2	間欠曝気による脱窒処理を行っている合併処理浄化槽の活性汚泥	1 : 9	0, 0.5, 1, 2
3	降雨時の下水処理場初沈流入水	1 : 9	0, 1, 3, 18, 24, 36, 48
4	晴天時の下水処理場初沈流入水沈降物	1 : 9	0, 1, 2, 4, 6, 8, 10
5	晴天時の下水処理場初沈流入水沈降物	1 : 3	0, 1, 2, 4, 6, 8, 10

表 3.22 嫌気攪拌による脱窒試験結果

	攪拌時間 (時間)	T-N (mg-N/l)	$\text{NH}_4\text{-N}$ (mg-N/l)	$\text{NO}_2\text{-N}$ (mg-N/l)	$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg-N/l)	O r -N (mg-N/l)	DO (mg/l)
条件 1	0	21.2	8.4	<0.1	3.4	9.4	<0.5
	1	21.2	8.4	<0.1	3.4	9.4	<0.5
	2	20.9	8.3	<0.1	3.3	9.3	<0.5
条件 2	0	4.4	0.5	<0.1	3.4	0.5	<0.5
	0.5	2.0	0.5	<0.1	1.1	0.4	<0.5
	1	1.1	0.4	<0.1	0.4	0.3	<0.5
条件 3	2	1.0	0.5	<0.1	0.2	0.3	<0.5
	0	31.0	6.3	1.8	16.9	6.0	<0.5
	1	26.2	7.1	1.8	14.8	2.5	<0.5
	3	17.2	6.8	0.8	6.8	2.7	<0.5
	18	11.5	6.6	<0.1	<0.1	4.9	<0.5
	24	11.7	7.0	<0.1	<0.1	4.7	<0.5
	36	12.6	7.5	<0.1	<0.1	5.1	<0.5
条件 4	48	12.0	6.3	<0.1	<0.1	5.7	<0.5
	0	43.0	12.9	<0.1	9.7	20.4	<0.5
	1	50.4	14.1	<0.1	8.8	27.5	<0.5
	2	57.8	14.5	<0.1	8.7	34.6	<0.5
	4	62.0	15.9	<0.1	7.9	38.2	<0.5
	6	63.5	19.5	<0.1	8.3	35.7	<0.5
	8	61.2	21.2	<0.1	6.3	33.7	<0.5
条件 5	10	62.6	17.9	<0.1	8.3	36.4	<0.5
	0	49.5	12.2	<0.1	16.7	20.6	<0.5
	1	58.7	12.4	<0.1	16.2	30.1	<0.5
	2	51.8	11.6	<0.1	15.7	24.5	<0.5
	4	55.2	12.6	<0.1	15.9	26.7	<0.5
	6	73.1	11.0	<0.1	15.8	46.3	<0.5
	8	75.5	14.7	<0.1	14.7	46.1	<0.5
	10	71.2	17.9	<0.1	13.2	40.1	<0.5

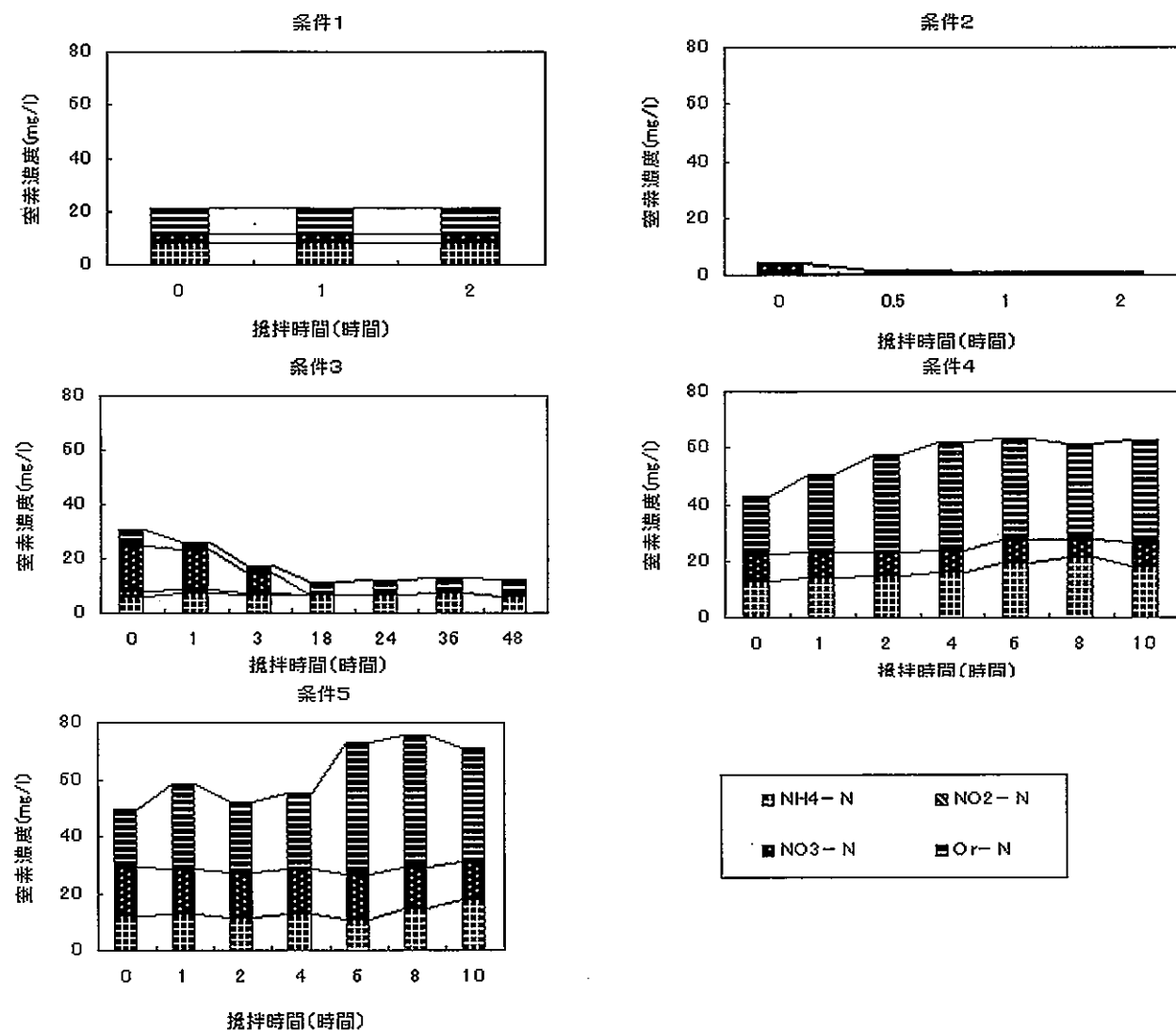


図 3.19 嫌気攪拌による混合物中の窒素成分濃度の推移

(2) 試験結果

嫌気攪拌による脱窒試験の結果は、表 3.22 及び図 3.19 に示すとおりである。

〔条件 1 (雨水流出物：降雨時の下水処理場初沈流入水 = 1 : 9)〕 2 時間の嫌気攪拌後においても硝酸性窒素及び他の窒素成分の濃度に変化は認められなかった。

〔条件 2 (雨水流出物：合併浄化槽曝気槽活性汚泥 = 1 : 9)〕 30 分の嫌気攪拌後には硝酸性窒素濃度は当初の 1/3 以下に減少し、1 時間後には 1/7、2 時間後には 1/17 にまで減少し、脱窒反応の進行が確認されたが、他の窒素成分にはあまり変化が見られなかった。

〔条件 3 (雨水流出物：降雨時の下水処理場初沈流入水 = 1 : 9)〕 条件 1 と同様の条件で長時間の嫌気

攪拌を行った条件 3 では、硝酸性窒素は 1 時間後にわずかに減少し、2 時間後には亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素は 1 時間後に比べ 1/2 以下となり、18 時間後以降では亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素は検出されず、脱窒反応の進行が確認された。

〔条件 4 (雨水流出物：晴天時の下水処理場初沈流入水沈降物 = 1 : 9)〕 硝酸性窒素はわずかに減少する場合が見受けられたが、有機性窒素やアンモニア性窒素は時間の経過とともに増加し、沈降物中からの溶出が大きく影響していると考えられる。

〔条件 5 (雨水流出物：晴天時の下水処理場初沈流入水沈降物 = 1 : 3)〕 硝酸性窒素はわずかに減少する場合が見受けられたが、有機性窒素やアンモニア性窒素は時間の経過とともに増加していた。

以上の結果から、下水と混合されると脱窒反応が進むことが確認されたが、雨天時の流達時間等を考慮すると硝酸イオンは残留することも考えられる。しかしながら、活性汚泥との混合では速やかに脱窒反応が進んでいることから、雨水から流出した硝酸イオンが下水処理場の処理工程に影響することはないものと思われる。

16. 建材によるアンモニアの酸化

(1) 試験方法

NO_x浄化建材の表面に蓄積した硝酸イオンが、アンモニア存在下において脱硝するか、以下の方法により、確認の調査を行った。

試験条件1：約1ヶ月間道路沿道で曝露した建材テストピース（E2-3）の表面に約5000ppmのアンモニア水もしくは蒸留水を吹き付けた後、デシケータ中で乾燥させた。なお、実験においては各条件でテストピース2枚を用い2重測定を行った。

試験条件2：約1ヶ月間道路沿道で曝露した建材テストピース（E2-2塗料をアルミ板に塗布したもの）をアンモニアガス充填したデシケータもしくは空気充填したデシケータに入れて、太陽光下に約6時間放置した。なお、実験においては各条件でテストピース2枚を用い

2重測定を行った。

両試験条件にて調整した後の建材テストピースを一定量の蒸留水中にて浸漬洗浄し、洗浄水中の硝酸イオンをイオンクロマトグラフで定量した。（図3.20）

(2) 試験結果

建材表面にアンモニア水もしくは蒸留水を添加した場合、アンモニア雰囲気中もしくは空気中で建材に光照射を行った場合の2通りについて試験を行い、建材テストピースから硝酸イオン脱離量をそれぞれの場合について対照区と比較した。

アンモニア水もしくは蒸留水を添加後、デシケータ中で乾燥させたテストピースから浸漬洗浄により脱離した硝酸イオン量を表3.23に示した。

アンモニア水添加区と蒸留水添加区における硝酸イオンの脱離量に差は認められなかった。

表3.23 アンモニア水・蒸留水を添加したテストピースからの硝酸イオン脱離量

試験条件	硝酸イオン脱離量 (mg)
アンモニア水添加	2.96 (2.57~3.34)
蒸留水添加	2.41 (2.21~2.60)

注) () 内は2重測定の下限～上限を示す。

備考：添加アンモニア量→10mg

洗浄液中のアンモニア量→1.7mg

次に、アンモニア雰囲気のデシケータもしくは空気雰囲気のデシケータ中で、約6時間太陽光下に放置し

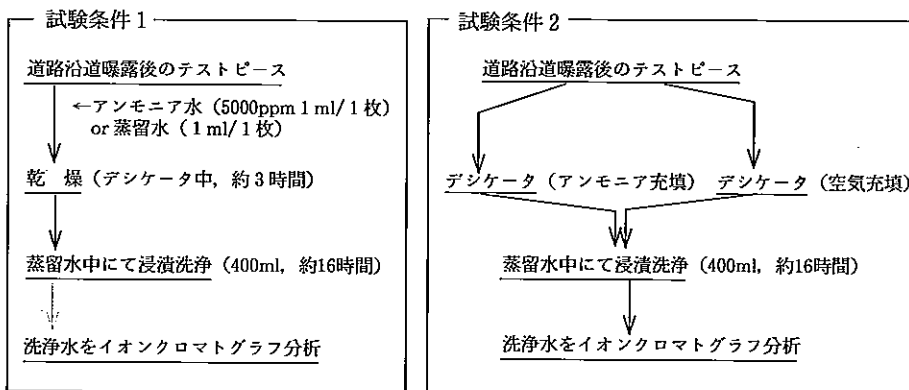


図3.20 テストピース中の硝酸イオン脱硝実験フロー

たテストピースから浸漬洗浄により脱離した硝酸イオン量を表3.24に示した。

ここでは、アンモニア雰囲気下で光照射を行ったテストピースからの硝酸イオン脱離量は、平均で2.27mgと空気雰囲気中で光照射したテストピース(0.35mg)の6.5倍を示し、脱窒よりもアンモニアを硝酸に酸化する反応が進行したのと考えられる。

表3.24 アンモニア・空気雰囲気中で光照射したテストピースからの硝酸イオン脱離量

試験条件	硝酸イオン脱離量 (mg)	試験数
アンモニア水添加	2.27 (2.10~2.40)	6
蒸留水添加	0.35 (0.33~0.39)	5

17. 建材の防汚性調査

(1) 調査方法

光触媒を用いたNO_x分解建材は、その光触媒作用により建材表面に付着した油分等の汚れの原因となる物質も分解するため通常の建材に比べて優れた防汚性を有していることが指摘されている。

そこで、平成8年度の施工時より、建材表面の白色度を指標として建材の防汚性の評価を行った。

白色度の測定は、ハンディー色差計MR3000（日本電色工業㈱製）を用いて、1.8m×1.8mの施工面（A

～E建材及び塩化ビニル板各1面）について、左側、中央、右側で上・中・下各3点の計9点での明度と色度を測定し、各施工面の平均白色度を算出することにより比較した。

(2) 調査結果

平成8年11月の光触媒建材の施工（出来島小学校防音壁）当初から平成10年12月までの2年間で白色度の測定をA、B、C及びE建材で行い、その結果を表3.25及び図3.21に示した。

A、B及びC建材では2年間経過後でも施工当初と比較して白色度の変化はほとんどみられず、2％程度の変化しかみられなかった。外観上でも表面の汚れはあまりみられなかった。

E建材では、2年間で8％程度の減少がみられており、外観上でも若干の汚れが目立って居たが、浄化係数低下の原因と考えられるALC（基材）の表面形状に起因する汚れが原因と考えられる

成分の付着を示唆する結果となっていた。また、ブランクとして測定した光触媒が入っていない塩化ビニル板は、日数が経つに連れて徐々に減少し、2年後には、どの建材よりも大きな減少率を示していた。表面の汚れも他の建材に比べて非常に目立っていた。

以上より白色度の測定結果から、A建材、B建材及びC建材では白色度の減少は全くみられず、光触媒作用により表面に付着した汚れが分解し、降雨等により洗浄され防汚性が保持されていることが明らかとなった。

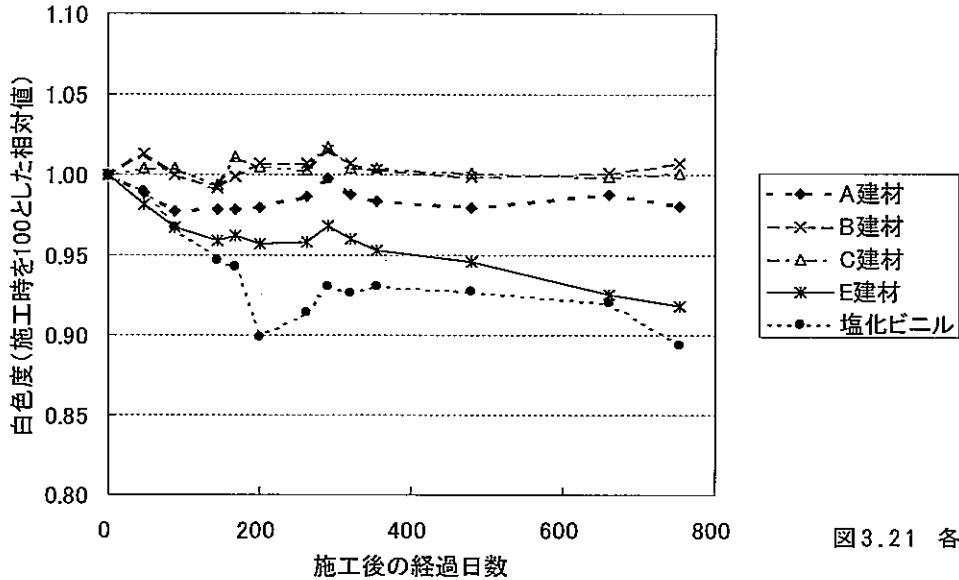


図3.21 各建材の相対白色度の経日変化

表 3.25 各建材の相対白色度の経日変化

測定年月日	1996	1997									1998		
	11/30	1/16	2/26	4/23	5/16	6/17	8/19	9/17	10/17	11/20	3/24	9/21	12/22
経過日数 [日]	0	47	88	144	167	199	262	291	321	355	479	660	752
A 建材	1.00	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	1.00	0.99	0.98	0.98	0.99	0.98
B 建材	1.00	1.01	1.00	0.99	1.00	1.01	1.01	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	1.01
C 建材	1.00	1.00	1.00	0.99	1.01	1.00	1.00	1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E 建材	1.00	0.98	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.96	0.95	0.95	0.93	0.92
塩化ビニル	1.00	0.99	0.97	0.95	0.94	0.90	0.91	0.93	0.93	0.93	0.93	0.92	0.89

18. 改良触媒によるNOガスの分解試験

(1) 試験方法

大気中の NO_x を N_2 へ還元することを目的として開発した改良触媒について、以下に示す装置を用いてNOガスの N_2 及び N_2O への還元性能の試験を行った。

試験に用いた改良触媒は表 3.26 に示すとおりであり、その一部については建材化し触媒改良建材として通気曝露試験等を実施している。

試験装置の概要を図 3.22 に示した。

光触媒反応の光源として東芝理化学用水銀灯SHL-100UVを用い、波長制御用色ガラスフィルター（東芝フィルター UV-27）により短波長のUV光をカットし、280nm 以上の光を照射して試験を行った。反応セルに触媒0.1gを入れて、室温で排気した後、吸着水の多くが脱離する523Kまで徐々に昇温排気、さらに723Kまで昇温し、同温で2時間排気した後、次に、酸素を20Torr以上導入して、723Kで2時間処理した。その後室温に戻し、再度ゆっくり473Kまで昇温し同温で2時間排気して光触媒として用いた。

以上の前処理を行った後、図3.21のA部に反応ガスであるNOを所定の圧（4.8Torr～5.2Torr範囲）導入し、A、B部に拡散させ、273KでUV光（UV-27 フィルター使用、 $\lambda > 280\text{nm}$ ）を照射した。

所定の時間UV光を照射した後反応物であるNOや生成物である N_2O を液体窒素でトラップし、トラップされない生成物の N_2 と O_2 をC部に拡散させ、ガスクロマトグラム（カラム：モレキュラーシーブ5A、4m）に導入し、TCD検出器で定性及び定量を行った。

液体窒素でトラップした生成物は上記の操作後、カラム設定を変えて、ガスクロマトグラム（カラム：PorapakQ+S、2m+2m）に導入し、TCD検出器で定性及び定量を行った。キャリアーガスはヘリウム、流速は60ml/minで測定した。

(2) 試験結果

本調査の施工建材や改良建材に用いられている二酸化チタン光触媒は、大気中の NO_x を酸化し、硝酸イオンとして大気中から除去しているが、新たに大気中の NO_x を N_2 へ還元することを目的として二酸化チタンと吸着剤やシリカ等の組み合わせによる改良触媒を開発し、それらについて N_2 及び N_2O への還元性能の試験

表 3.26 脱窒試験に用いた改良触媒

試料番号	主な改良点	備 考
S-1	従来型光触媒	
S-2	吸着剤の添加・光触媒活性の改良	触媒改良建材A2-3に使用
S-3	吸着剤の添加・光触媒活性の改良	触媒改良建材A2-2に使用
S-4	吸着剤の添加・光触媒活性の改良	
T-1	チタニア・シリカ系光触媒	触媒改良建材E2-2に使用
T-2	チタニア・シリカ系光触媒	触媒改良建材E2-3に使用
T-3	従来型光触媒	
T-4	チタニア・シリカ系光触媒	触媒改良建材E2-1に使用

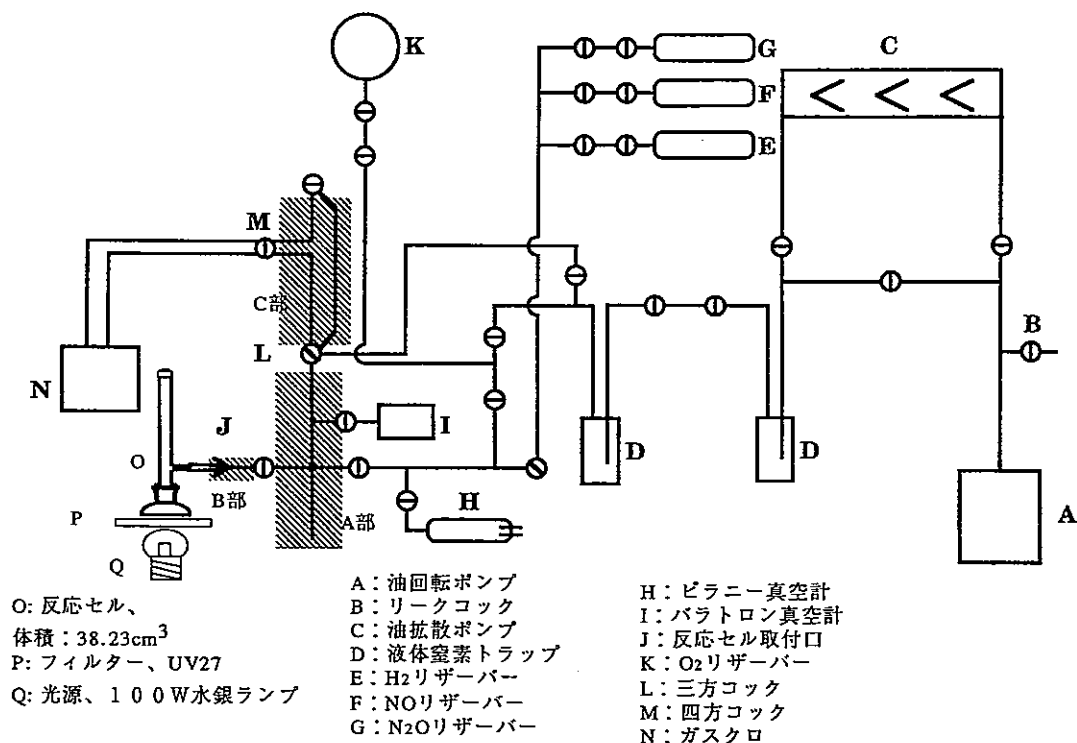


図3.22 試験装置の概要

を行った。

NOの分解によるN₂の生成量は図3.23に示すとおり、従来型の二酸化チタン光触媒であるT-3が最も多くなっているが、NOの分解量（N₂生成量+N₂O生成量）におけるN₂の選択性は図3.24に示すとおり、チタニア・シリカ系の触媒であるT-1及びT-4で高くなっていた。

これらの結果から、N₂への還元についてはT-1及びT-4のチタニア・シリカ系光触媒が有望であると考えられる。

また、本試験はNOガス雰囲気中で行った結果であり、炭化水素類等の還元性ガスが共存している沿道大気中では、N₂への還元効率がより高くなることが期待される。

19. その他の大気汚染物質の分解試験

(1) 試験方法

NO_x分解建材に用いられている二酸化チタン光触媒は、NO_xだけでなくSO₂や有機塩素化合物等他の大

気汚染物質に対しても酸化分解能を有することが知られている。

そこで、平成8、9年度の調査においてアルデヒド類及び各種炭化水素類について通気曝露による浄化試験を行ったが、建材成分の分解生成物と考えられるアルデヒド類等が検出され、他の物質についても明らかな浄化効果はみられなかった。

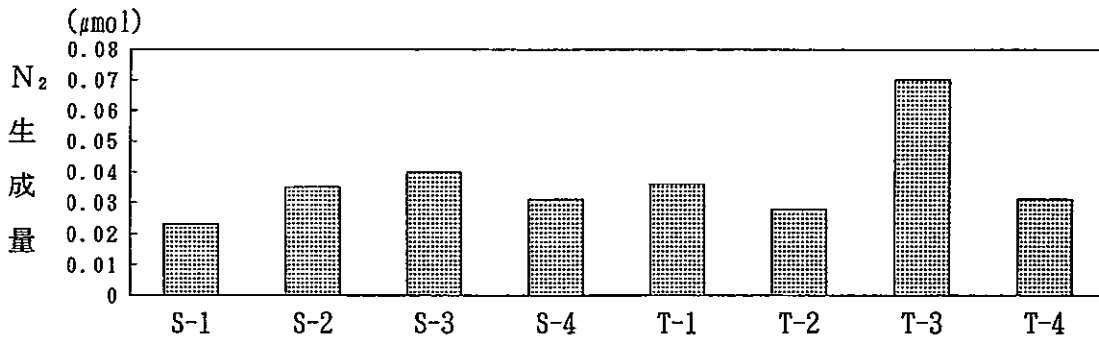
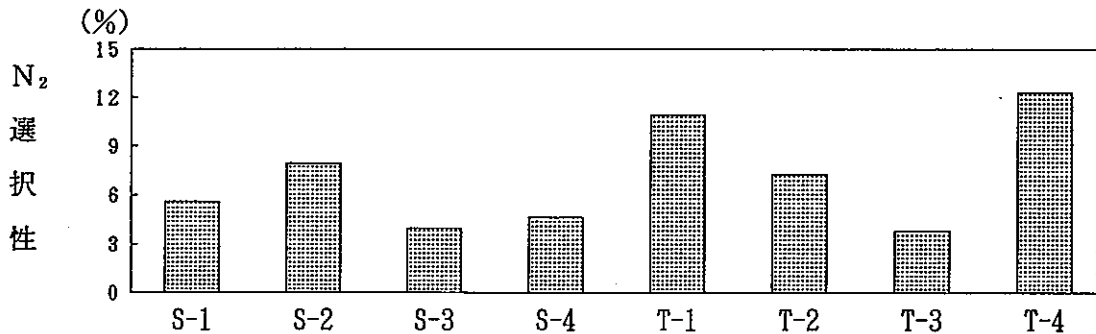
そこで、約9ヶ月間沿道大気に曝露した改良建材建材については、有機物が十分に分解されていると考えられることから、A1、B1、D1～F1の5種類及び触媒改良建材（E2-3）について通気曝露試験を行い、アルデヒド類及び炭化水素類に対する浄化効果の調査を行った。

試験は、前述した通気曝露試験装置を用いて沿道大気を通気し、入口側と出口側で同時に採取した大気中の各種炭化水素類・アルデヒド類の濃度を測定して建材による除去率を算出することとし、通気量は約4l/min（流速約0.2m/s）に設定して行った。

・試料採取方法

《炭化水素類》

反応容器入口側及び各反応容器出口に接続したテフロンチューブをT字型のガラス管（内径6mm）で分

図 3.23 改良触媒によるNOのN₂への分解図 3.24 改良触媒によるNOの分解反応におけるN₂の選択性

岐し、不活性化処理した内径0.53mm×長さ1mのUltra Alloyステンレス管をテフロンチューブの中まで挿入し、レデュースユニオンで接続した。キャピラリーステンレス管の他端は同様にレデュースユニオンを用いてステンレス製試料採取容器(SUMMA, SilocoCan及びSIS Canister 6l容量)に接続した。

内径0.53mm×長さ1mのキャピラリー管を用いた場合、採取容器(6l容量)が常圧に達する時間は約60min(平均流速:100ml/min)であるため、試料の採取は入口と6個の反応容器出口の計7ヶ所同時に開始し、1時間後に終了した。

《アルデヒド類》

アルデヒド類の分析試料の採取は、反応容器入口側及び各反応容器出口に接続したテフロンチューブに図3.25に示す装置を接続し固相捕集法で行った。試料の採取は、700ml/minの吸引速度で1時間行い、42lの大気を捕集した。

(2) 試験結果

改良建材のテストピース(6種類)についてアルデヒド類及び各種炭化水素類に対する浄化効果の調査を行い、その結果を入口濃度に対する比率として表3.27①～②に、有害大気汚染物質のうちベンゼン等の8種類について整理し図3.26に示した。

《有害大気汚染物質》

1-3ブタジエン、クロロホルムでは全ての建材で除去効果がみられ、中でもF1建材が最も除去率が優れており、次いでD1であった。

ホルムアルデヒド、ベンゼン、トリクロロエチレンでは建材により増加しているものもあるが、ほとんどの建材で除去効果がみられ、有害大気汚染物質対策として光触媒建材が有効であることが明らかとなった。

しかし、アセトアルデヒド、ジクロロメタン、テトラクロロエチレンについては、一部の建材には分解効果が認められたものの、ほとんどの建材で増加していた。

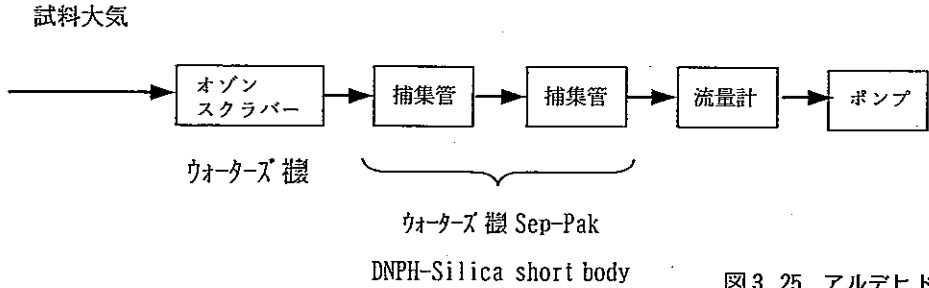


図 3.25 アルデヒド類の分析試料の採取装置

表 3.27① 大気汚染物質各成分の入リ口濃度と各建材による除去効果 (その 1)

(単位: %)

Compounds	Ent.	A1	B1	D1	E1	E2-3	F1
Aliphatic Saturated Hydrocarbons							
Propane	100	142	89	189	133	148	145
Isobutane	100	137	52	129	163	227	188
Butane	100	105	105	110	93	100	92
Isopentane	100	256	31	211	239	365	353
Pentane	100	102	107	71	84	93	72
2, 2-Dimethylbutane	100	104	109	67	86	91	76
2, 3-Dimethylbutane	100	99	122	17	57	56	28
2-Methylpentane	100	95	79	35	67	115	81
3-Methylpentane	100	95	117	29	59	68	39
Hexane	100	94	125	26	52	67	35
2, 4-Dimethylpentane	100	76	190	23	50	66	41
2-Methylhexane	100	83	32	73	80	18	102
2, 3-Dimethylpentane	100	85	112	16	50	72	24
3-Methylhexane	100	72	112	15	52	93	24
2, 2, 4-Trimethylpentane	100	82	99	24	53	78	53
Heptane	100	77	105	23	50	63	30
2, 3, 4-Trimethylpentane	100	62	128	25	45	53	40
2-Methylheptane	100	63	133	27	47	39	76
3-Methylheptane	100	52	135	0	31	41	23
Octane	100	70	115	57	59	75	34
Nonane	100	77	832	59	43	296	39
Aliphatic Unsaturated Hydrocarbons							
Propene	100	147	132	139	181	156	215
1-Butene	100	95	112	142	60	103	63
1, 3-Butadiene	100	76	96	26	54	93	23
Trans-2-Butene	100	85	110	10	32	47	25
cis-2-Butene	100	70	117	0	19	38	15
2-Methyl-2-butene	100	91	105	27	106	66	96
1-Pentene	100	93	96	30	54	84	44
Isoprene	100	27	183	25	32	13	32
Trans-2-Pentene	100	54	124	6	27	24	11
cis-2-Pentene	100	46	138	7	13	19	15
3-Methyl-1-butene	100	13	189	7	7	8	7
1-Hexene	100	49	147	31	0	39	50
Trans-2-Hexene	100	30	181	83	144	177	100
cis-2-Hexene	100	29	209	21	18	26	16
Alicyclic Hydrocarbons							
Cyclopentene	100	47	105	16	18	28	0
Cyclopentane	100	97	87	82	102	104	73
Methylcyclopentane	100	69	122	22	46	66	25
Cyclohexane	100	67	139	21	47	58	31
Methylcyclohexane	100	68	119	0	33	47	36

表 3.27② 大気汚染物質各成分の入り口濃度と各建材による除去効果（その 2）

（単位：%）

Compounds	Ent	A1	B1	D1	E1	E2-3	F1
Aromatic Hydrocarbons							
Benzene	100	101	85	38	82	113	53
Toluene	100	37	132	4	19	22	12
Ethylbenzene	100	18	208	7	25	30	16
m, p-Xylene	100	11	262	5	15	17	11
Styrene	100	20	152	18	28	50	20
o-Xylene	100	13	158	8	17	22	12
Isopropylbenzene	100	32	133	16	30	41	27
Propylbenzene	100	19	207	11	26	34	20
1, 3, 5-Trimethylbenzene	100	11	415	7	19	18	13
1, 2, 4-Trimethylbenzene	100	8	494	6	15	36	10
Halocarbons							
Freon-12	100	103	99	103	98	100	98
Chloromethane	100	144	144	320	173	170	157
Freon114	100	100	100	102	93	98	96
Freon11	100	104	97	98	97	99	95
Dichloromethane	100	122	118	147	115	136	93
Freon113	100	102	95	117	100	102	98
Chloroform	100	81	86	73	75	84	31
1, 1, 1-Trichloroethane	100	96	91	91	91	92	88
Carbontetrachloride	100	97	94	93	98	98	98
Trichloroethylene	100	100	105	42	84	97	74
Tetrachloroethylene	100	113	116	68	148	146	138
1, 1, 2, 2-Tetrachloroethane	100	98	136	57	74	145	160
p-Dichlorobenzene	100	72	84	18	70	68	62
o-Dichlorobenzene	100	47	62	21	42	48	33
1, 3, 5-Trichlorobenzene	100	64	53	0	49	60	0
Hexachloro-1, 3-Butadiene	100	20	45	33	42	128	27
Aldehydes							
Formaldehyde	100	66	98	81	24	199	50
Acetaldehyde	100	219	375	165	115	193	125
Propionaldehyde	100	200	487	350	229	300	136
iso-Butylaldehyde	100	-	-	-	-	-	-
iso-burelaldehyde	100	-	-	-	-	-	-

有機物の分解性能については、今後も検討を進めるとともに、有機物を含まないバインダーや材料開発を進める必要がある。

《炭化水素類》

各種炭化水素類では、各種建材により浄化効果に差がみられるが、B1を除く5種類の建材については、芳香族炭化水素、不飽和脂肪族及び脂環式炭化水素類で、比較的良好な除去効率を示す物質が多くみられた。

特に、D1建材（ガラス）で最も優れた除去率を示しており、次いでE1建材、F1建材の順であった。B1建材では入口濃度に対して増加する成分が多く、塗膜にセルフクリーニング機能を付与するために加えら

れた有機成分を分解することによりこれらの成分が生成されている可能性が考えられる。

飽和脂肪族とハロゲン化炭化水素では建材によって差は生じるが、多くの物質で分解・除去される傾向が認められた。

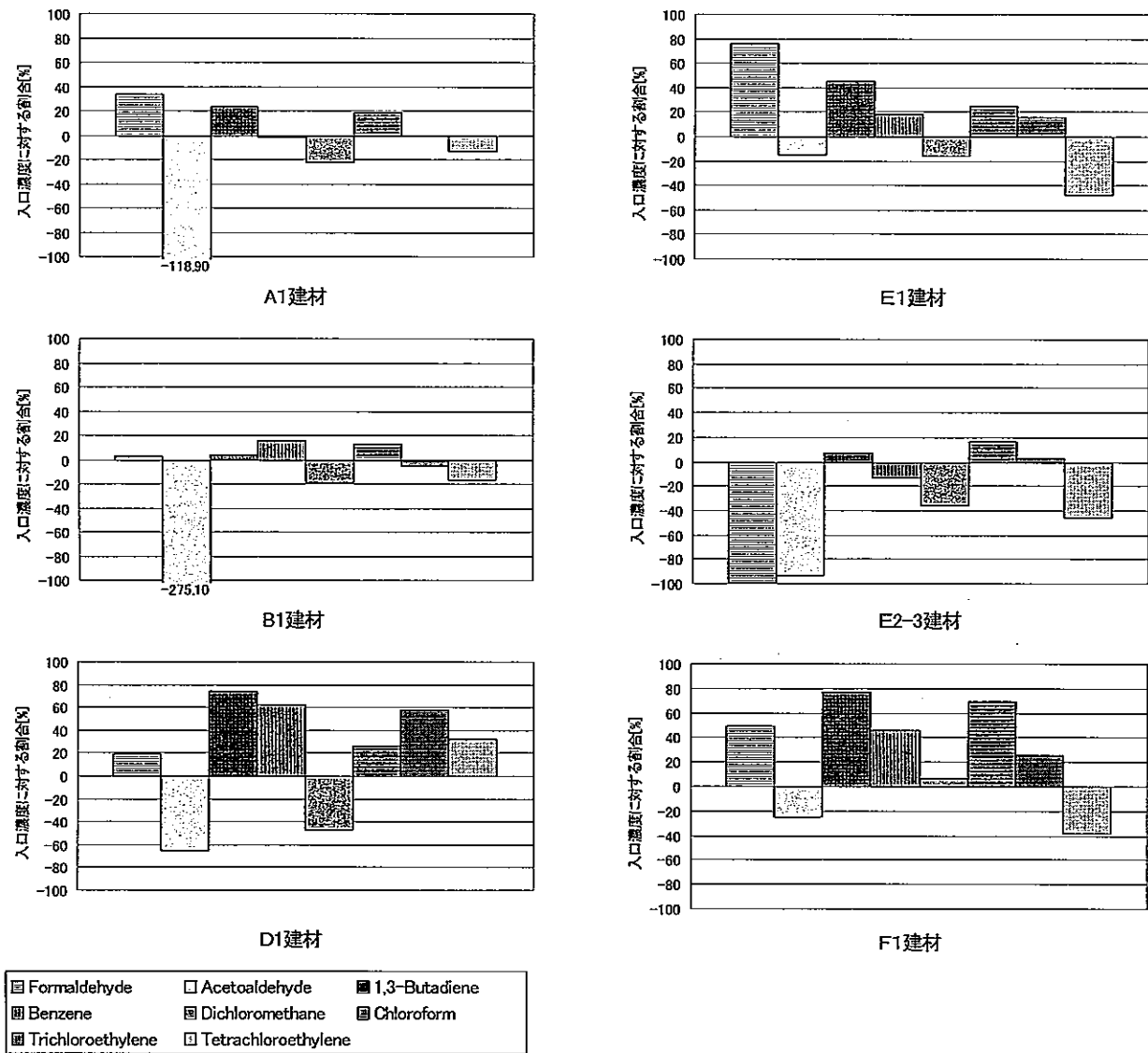


図 3.26 大気汚染物質の除去効果