

表 3.8 浄化係数の評価試験

	本調査の試験方法	比較試験
曝露大気濃度 (NO _x)	0.01~0.600ppm	0.01~0.600ppm
通気量 (m ³ /h)	1	1
建材面積 (m ²)	0.05	0.025
接触大気層の厚さ (mm)	5	5
接触時間 (秒)	約 1	約 1

(2) 浄化係数による評価

現状の試験条件における、性能の高い建材のNO_x除去率は概ね80%程度であり、沿道大気と比較すると反応容器から出てくる大気はかなり低濃度となっており、高濃度の大気に直接曝露した場合には浄化係数は高くなることが考えられる。

そこで、曝露する建材面積を半分 (0.025m²) にして通気試験を行い、浄化係数の変化について調査した。

大気中のNO_x濃度と建材のNO_x除去率の関係を図3.4②に、試験条件を表3.8に示した。

この結果、建材によるNO_x除去率は概ね60%に低下したものの、浄化係数は約1.6倍に増加した。

このことから、現在調査中の建材は、浄化係数による評価が、現実に施工した場合（拡散等によりNO_xが十分に建材表面に供給される）に比べて過小評価になっているものと考えられる。

(3) 今後の課題

現状の通気曝露試験では、建材の浄化係数が過小評価されている建材もあると考えられることから、正確な浄化係数を算定する場合には、通気面積を変化させ、外挿によって浄化係数を算出する必要がある。

しかしながら、本調査の通気試験方法は、建材の性能を安全サイドで評価していることになることから、通気試験は全て建材の面積を0.05m²として調査することとした。

6. 通気曝露試験結果

(1) 施工建材

施工建材の通気試験結果を表3.9に、NO_x濃度と除去率及び除去量の関係を図3.5①~⑥に示した。

A建材の浄化係数は、22.7~34.5の範囲で、15ヶ月後までは大きな変化もみられず、ほぼ初期の浄化性能を維持していたが、19ヶ月後では浄化係数が大きく低下していた。

また、B建材の浄化係数は4.0~30.1の範囲で、15ヶ月後以降で浄化係数が低下していく傾向が認められ、E建材は長期間道路沿道で曝露することにより浄化係数が徐々に低下していた。

次に、C建材の浄化係数は16.6~26.3の範囲にあり、A及びB建材に比べると係数は小さいものの比較的变化は少なかったが、5ヶ月曝露後の試験では除去率・除去量が負の値となる場合があり、図3.5③に示すとおりNO_x濃度が低いとほとんど除去されていない。また、ガラスの表面に加工したD建材の浄化係数は6種の施工建材中で最も小さかった。

F建材では長期間道路沿道で曝露することにより浄化係数が大きく低下しており、NO_x濃度が高い時期に除去率が低下していた。

NO_x除去率や除去量は、試験時の天候に大きく影響されることから各建材の性能劣化の度合いをみることはできない。しかし、浄化係数では同一の条件下で試験を行っている建材間の比較は可能であり、浄化係数の高いA建材及びB建材が他の4種の建材に比べて優れた分解性能を維持しているものと考えられる。

なお、19ヶ月の長期曝露により浄化係数が大きく低

表 3.9 通気曝露試験結果（施工建材）

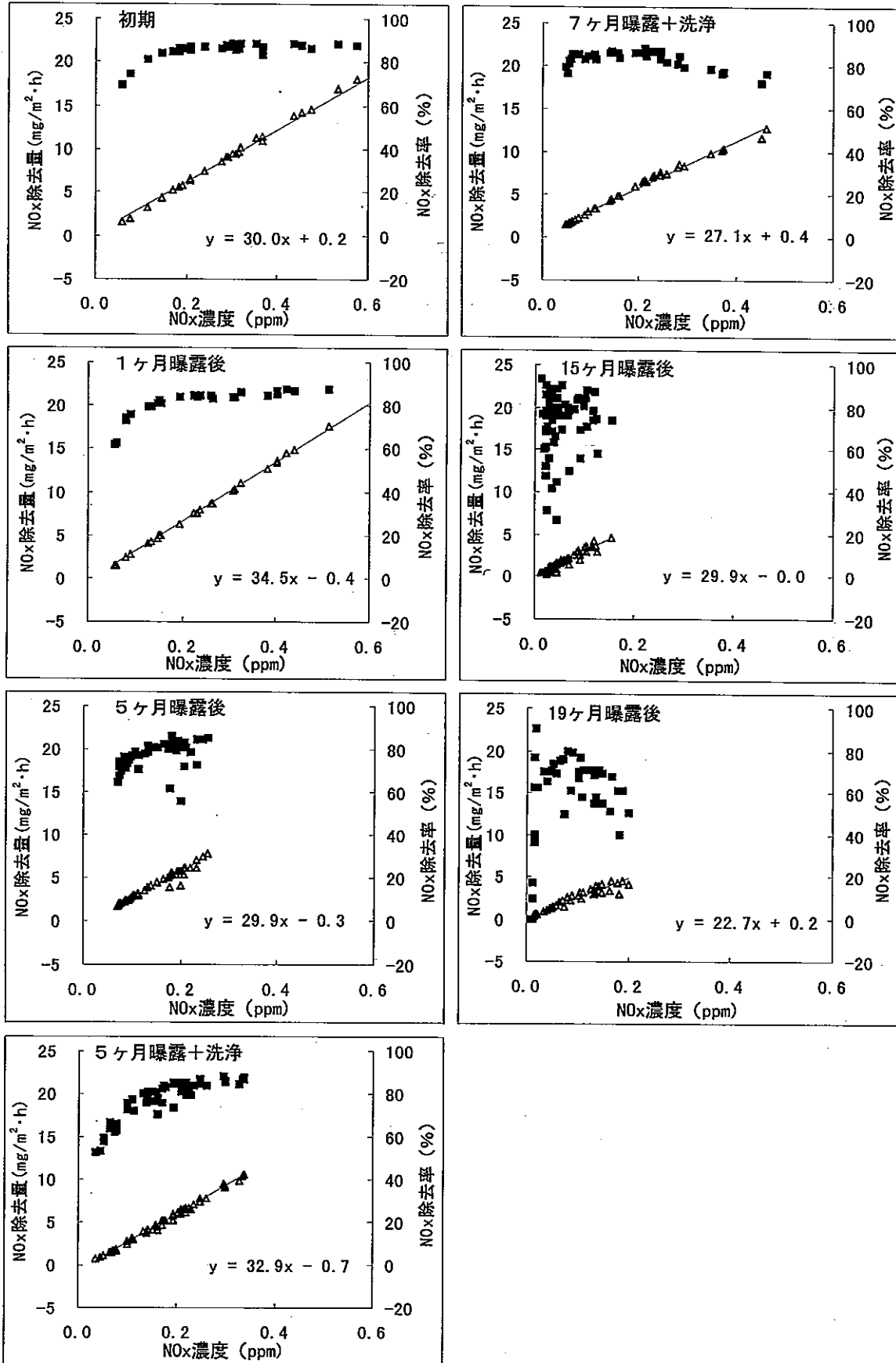
建材番号	調査時期	浄化係数	NOx 除去率 (%)		NOx 除去量 (mg/m ² ・d)		入口 NOx 濃度 (ppm)		積算日射量 (mW・h/cm ²)
			全日	昼間	全日	昼間	全日	昼間	
A	初期	30.0	25	35	37	37	0.188	0.226	1119
	1ヶ月曝露後	34.5	29	39	31	29	0.119	0.157	1125
	5ヶ月曝露後	29.9	21	26	17	15	0.093	0.120	2597
	5ヶ月曝露＋洗浄	32.9	34	46	28	27	0.090	0.119	2731
	7ヶ月曝露＋洗浄	27.1	24	35	26	24	0.121	0.139	1498
	15ヶ月曝露後	29.9	32	44	10	10	0.026	0.035	2536
	19ヶ月曝露後	22.7	13	17	7	5	0.053	0.061	1437
B	初期	29.9	16	24	27	27	0.188	0.226	1119
	1ヶ月曝露後	26.8	16	21	18	18	0.119	0.157	1125
	5ヶ月曝露後	25.7	16	22	15	14	0.093	0.120	2597
	5ヶ月曝露＋洗浄	30.1	21	32	20	20	0.090	0.119	2731
	7ヶ月曝露＋洗浄	26.5	23	37	28	27	0.121	0.139	1498
	15ヶ月曝露後	19.6	15	25	5	6	0.026	0.035	2536
	19ヶ月曝露後	4.0	5	6	3	2	0.053	0.061	1437
C	初期	16.6	7	11	13	13	0.188	0.226	1119
	1ヶ月曝露後	22.9	8	13	10	11	0.119	0.157	1125
	5ヶ月曝露後	22.5	-2	-4	-2	-2	0.093	0.120	2597
	5ヶ月曝露＋洗浄	26.3	7	11	7	7	0.090	0.119	2731
	7ヶ月曝露＋洗浄	17.7	8	15	10	11	0.121	0.139	1498
D	初期	10.1	5	9	11	11	0.188	0.226	1119
	1ヶ月曝露後	10.8	1	2	1	2	0.119	0.157	1125
	5ヶ月曝露後	12.6	3	4	3	2	0.093	0.120	2597
	5ヶ月曝露＋洗浄	19.3	4	7	4	4	0.090	0.119	2731
	7ヶ月曝露＋洗浄	10.7	1	2	1	1	0.121	0.139	1498
E	初期	27.5	24	36	41	41	0.188	0.226	1119
	1ヶ月曝露後	30.6	19	27	22	22	0.119	0.157	1125
	5ヶ月曝露後	18.8	12	12	11	8	0.093	0.120	2597
	5ヶ月曝露＋洗浄	20.8	13	17	10	10	0.090	0.119	2731
	7ヶ月曝露＋洗浄	10.1	7	5	8	4	0.121	0.139	1498
	15ヶ月曝露後	13.4	13	15	4	4	0.026	0.035	2536
F	19ヶ月曝露後	9.4	7	7	4	2	0.053	0.061	1437
	初期	26.8	19	25	34	30	0.188	0.226	1119
	1ヶ月曝露後	20.7	13	16	14	13	0.119	0.157	1125
	5ヶ月曝露後	12.2	8	8	7	5	0.093	0.120	2597
	5ヶ月曝露＋洗浄	17.7	16	18	12	11	0.090	0.119	2731
F	7ヶ月曝露＋洗浄	11.3	11	14	13	10	0.121	0.139	1498

注) 初期及び1ヶ月後は平成8年度調査、5ヶ月後及び7ヶ月後は平成9年度調査、15ヶ月及び19ヶ月は平成10年度調査の結果である。

NOx 浄化係数の算出は、日射量が 20mW/cm² 未満の時間帯及び 7～9 時の時間帯を除外して行った。

下していたが、建材に付着した硝酸イオンを洗浄しても分解性能は回復しておらず、触媒の劣化と基材からの剥離が原因と考えられた。

触媒やその加工方法についての更なる改良が必要である。


 図3.5① 入口 NO_x 濃度と NO_x 除去率及び除去量の関係 (A建材)

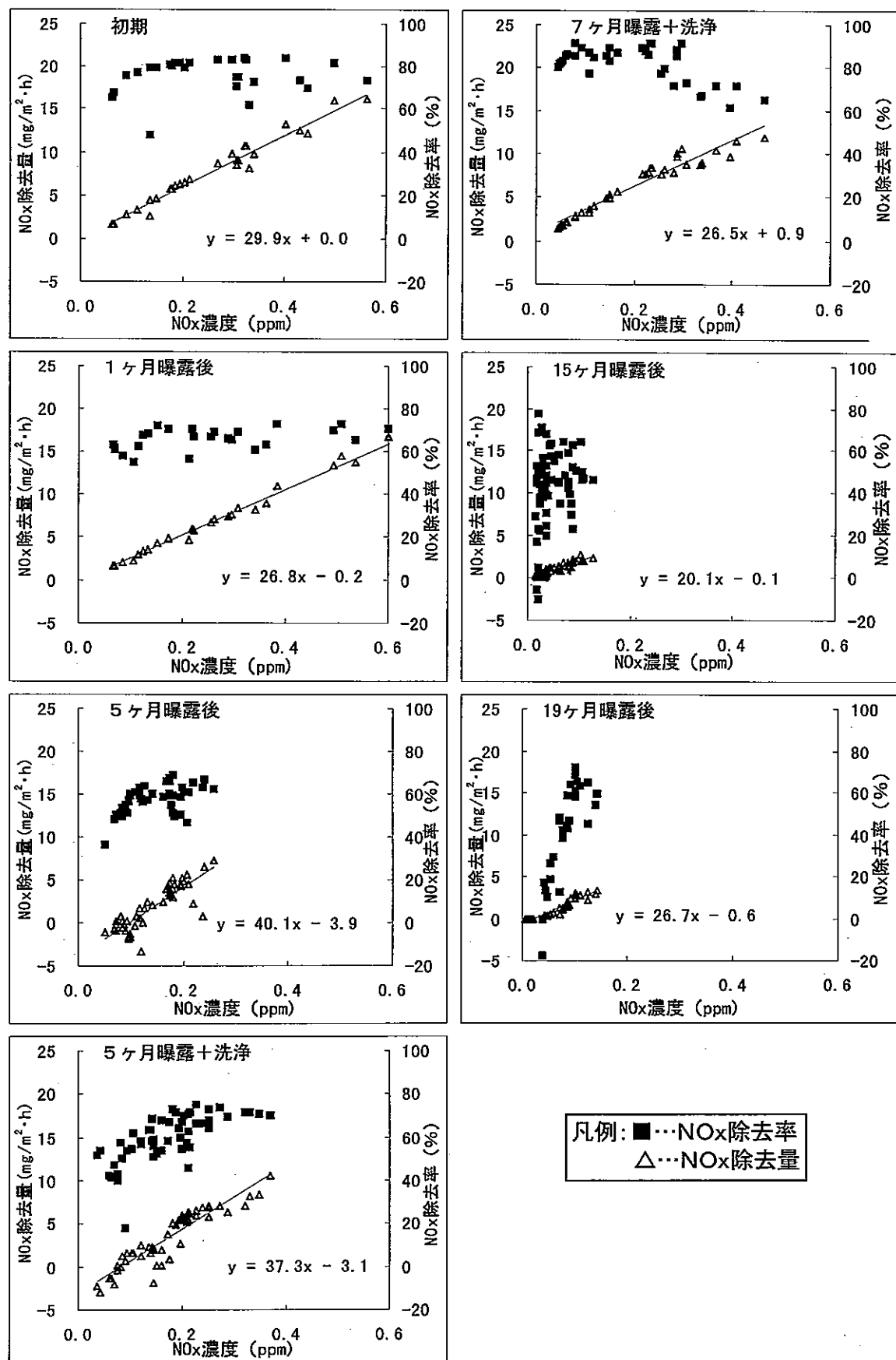
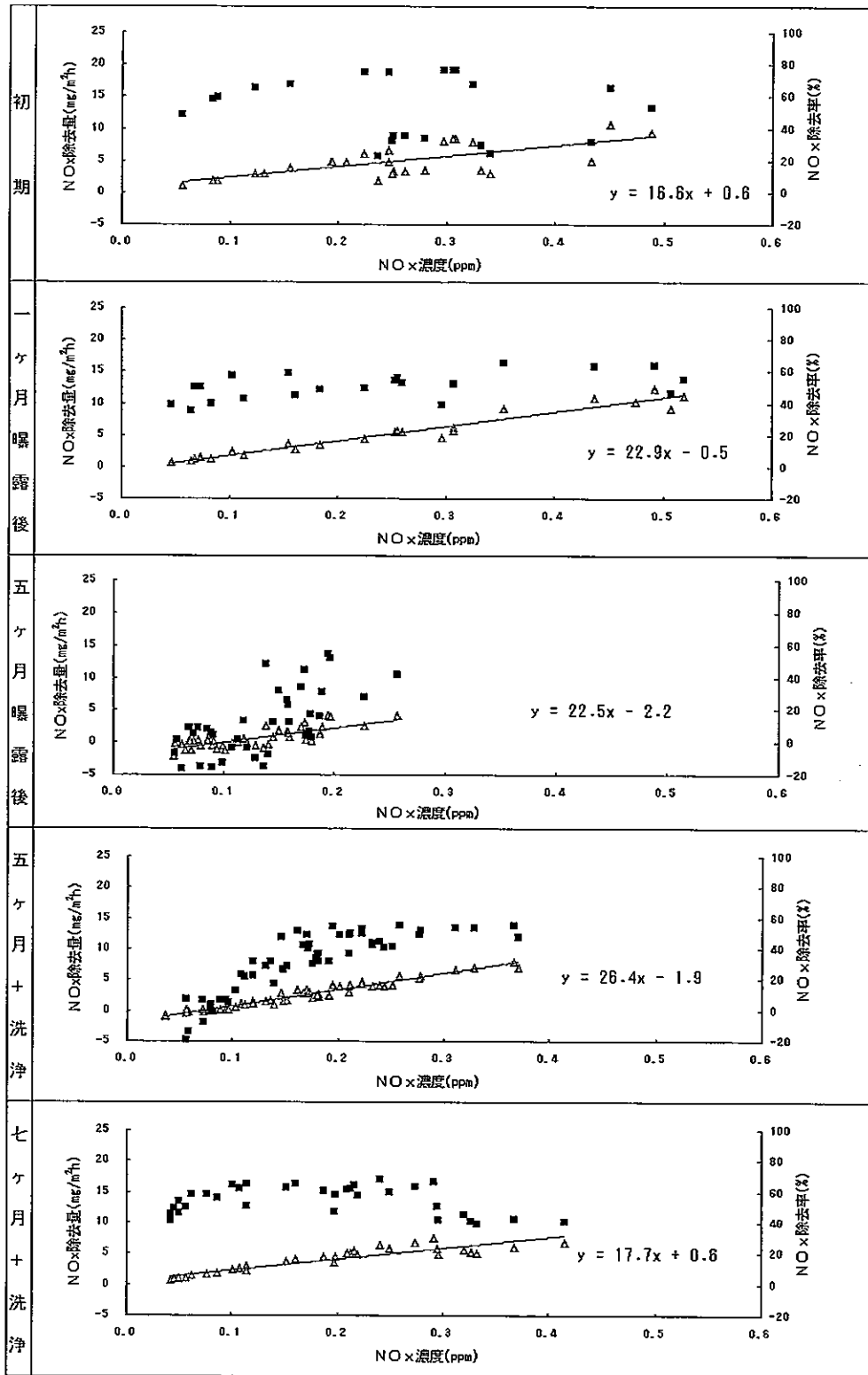


図 3.5② 入口NO_x濃度とNO_x除去率及び除去量の関係 (B建材)



注) 日射量 $20\text{mW}/\text{cm}^2$ 未満及び7時、8時と9時は除く。

■: NO_x 除去率
△: NO_x 除去量

図 3.5③ 入口 NO_x 濃度と NO_x 除去率及び除去量の関係 (C建材)

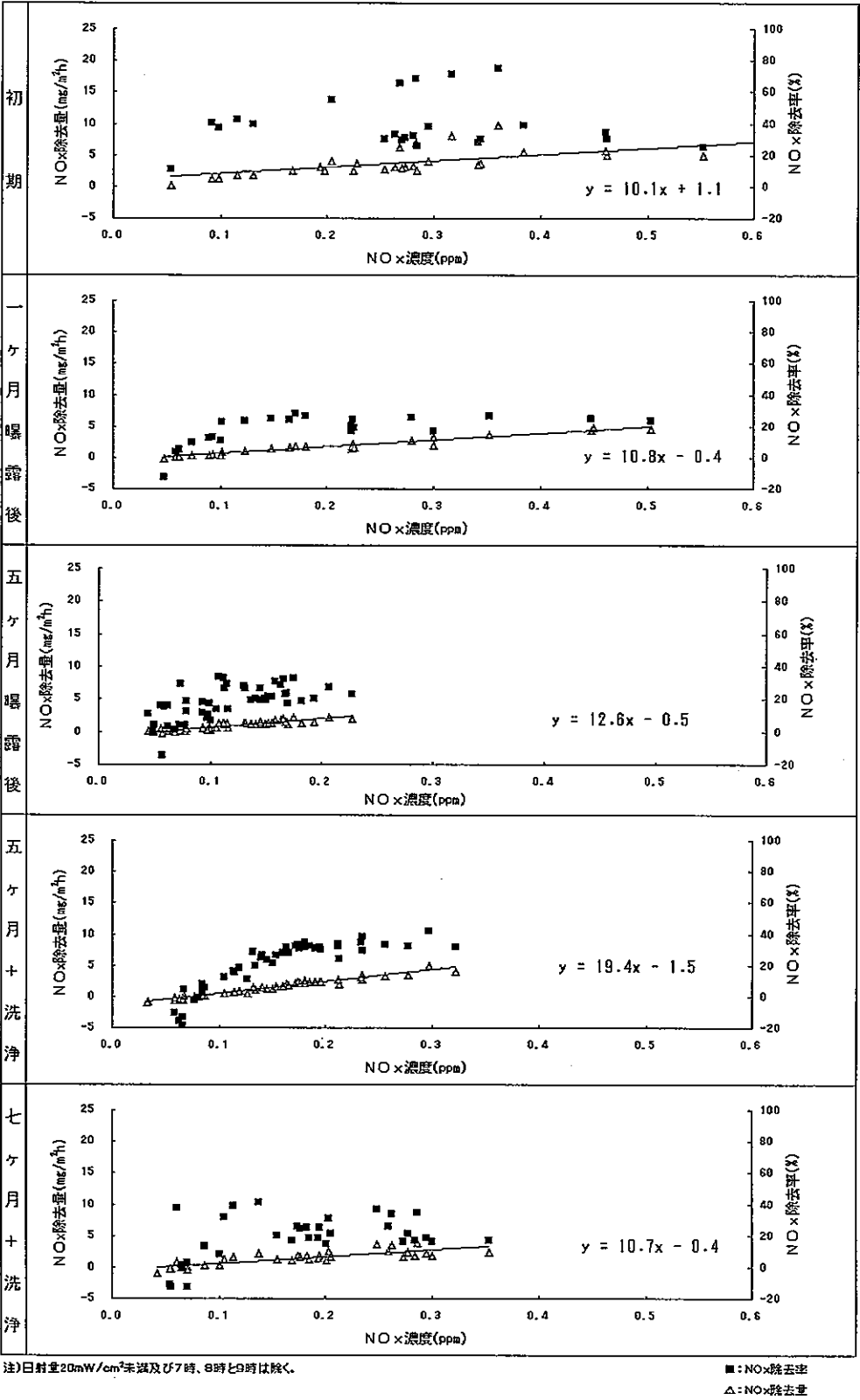


図 3. 5 ④ 入口NO_x濃度とNO_x除去率及び除去量の関係 (D建材)

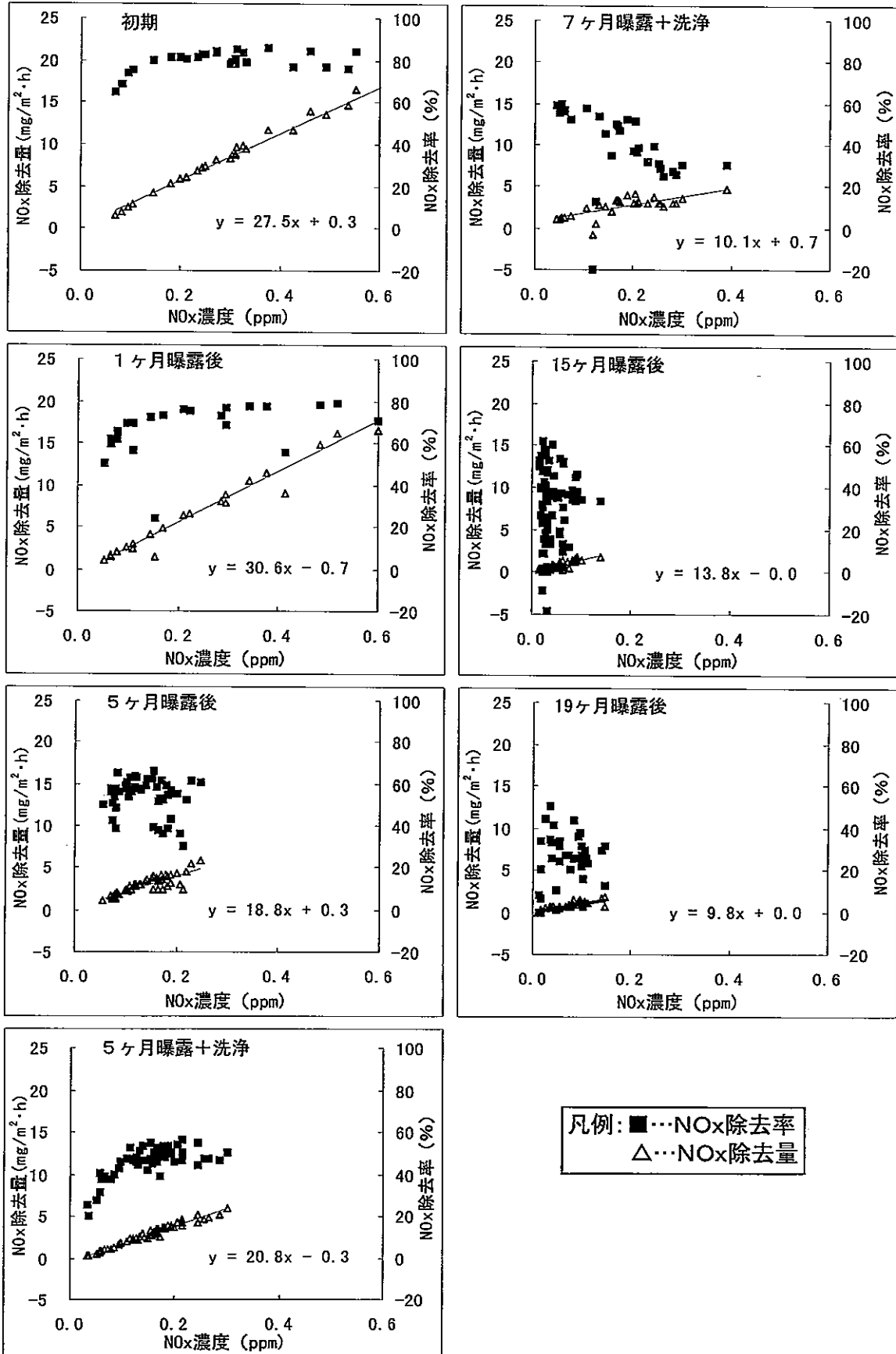


図 3.5 ⑤ 入口NO_x濃度とNO_x除去率及び除去量の関係 (E建材)

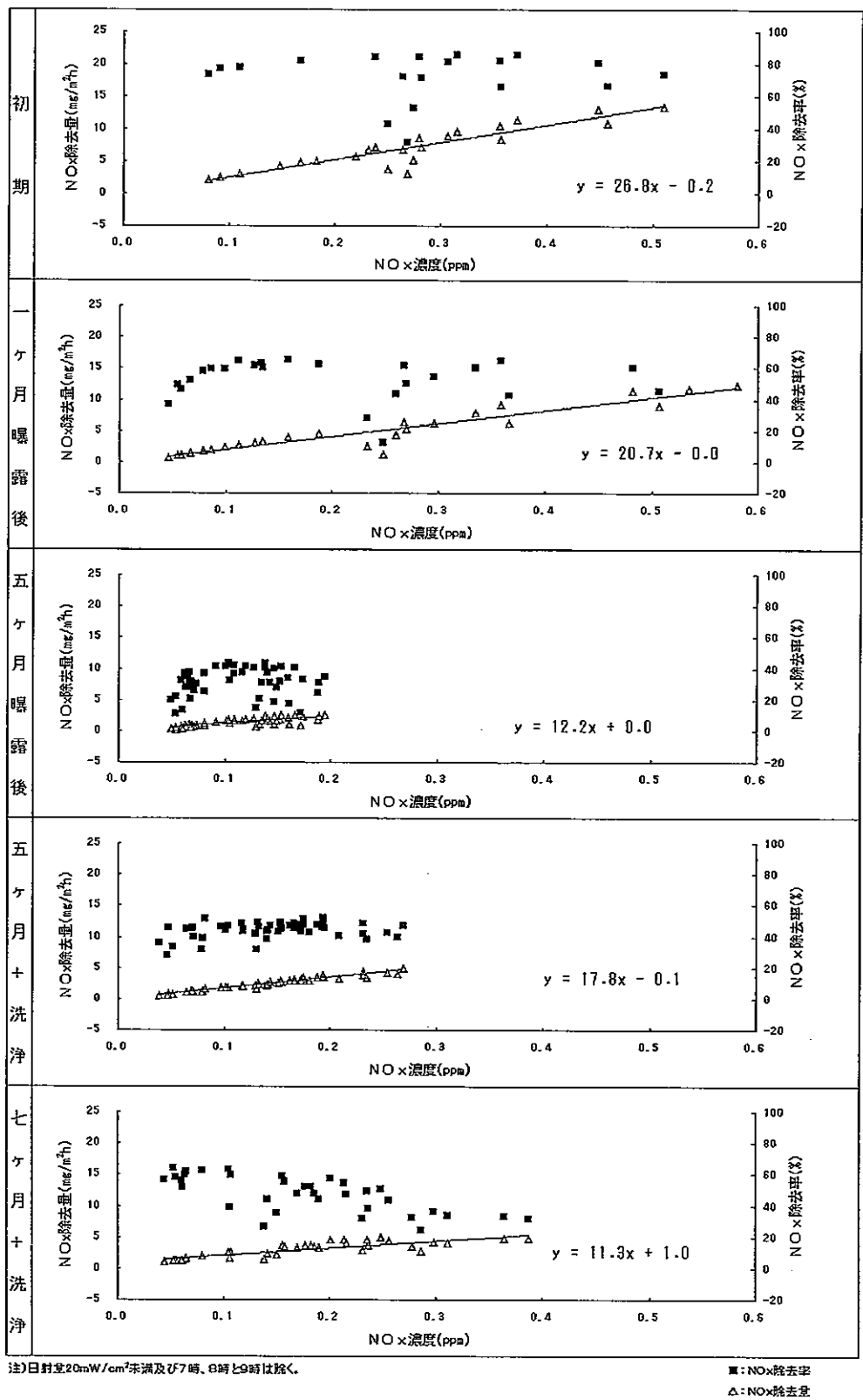


図 3. 5 ⑥ 入口 NO_x 濃度と NO_x 除去率及び除去量の関係 (F 建材)

(2) 改良建材

改良建材の通気試験結果を表3.10に、試験時における入口NO_x濃度（補正後）とNO_x除去率及び除去量の関係を図3.6①～⑥に示した。

C1及びD1は道路沿道で曝露した後ではほとんどNO_xを除去しない場合もみられた。この原因として触媒層厚が他の建材に比べて薄く反応生成物である硝酸による被毒の影響が大きいこと、塗膜表面が平滑で比表面積が小さいこと等が考えられている。

A1及びB1では9ヶ月後までは浄化係数が比較的高い値を維持していたが、12ヶ月以降では高濃度時の除去率低下が浄化係数を大きく低下させる結果となり、この原因についてA1では硝酸による被毒、塗膜性状の変化、B1では改良時に塗膜中の触媒含有量を増やしたことにより塗膜厚の減少及び塗膜の剥離が原因と考えられ、この点についての改良が必要である。

E1では、沿道での曝露が長くなると浄化係数が低下する（初期39.7→12ヶ月後27.4）傾向が見られ、バ

表3.10 通気曝露試験結果（改良建材）

建材番号	調査時期	浄化係数	NO _x 除去率 (%)		NO _x 除去量 (mg/m ² ・d)		入口 NO _x 濃度 (ppm)		積算日射量 (mW・h/cm ²)
			全日	昼間	全日	昼間	全日	昼間	
A 1	初 期	40.9	38	44	26	17	0.078	0.085	1571
	初期+洗浄	34.7	49	59	58	43	0.131	0.151	1901
	1ヶ月曝露後	31.9	22	30	31	26	0.152	0.172	1534
	4ヶ月曝露後	30.6	24	32	33	28	0.127	0.164	1936
	9ヶ月曝露後	27.4	27	33	11	9	0.035	0.045	3313
	12ヶ月曝露後	17.7	11	15	15	12	0.139	0.146	1673
B 1	初 期	40.6	19	26	14	12	0.078	0.085	1571
	初期+洗浄	32.3	34	44	44	35	0.131	0.151	1901
	1ヶ月曝露後	27.6	13	22	18	18	0.152	0.172	1534
	4ヶ月曝露後	27.2	19	26	26	23	0.127	0.164	1936
	9ヶ月曝露後	25.3	27	37	11	10	0.035	0.045	3313
	12ヶ月曝露後	17.8	10	15	14	8	0.139	0.146	1673
C 1	初 期	33.0	20	35	16	16	0.078	0.085	1571
	初期+洗浄	29.5	27	39	34	31	0.131	0.151	1901
	1ヶ月曝露後	26.1	-2	0	-3	-1	0.152	0.172	1534
	4ヶ月曝露後	22.4	9	12	11	10	0.127	0.164	1936
	9ヶ月曝露後	27.5	10	13	7	6	0.035	0.045	3313
	12ヶ月曝露後	18.8	9	13	11	7	0.139	0.146	1673
D 1	初 期	24.7	4	8	3	4	0.078	0.085	1571
	初期+洗浄	8.0	9	11	12	8	0.131	0.151	1901
	4ヶ月曝露後	9.7	0	-1	0	-1	0.127	0.164	1936
	9ヶ月曝露後	18.1	-7	-11	-1	-1	0.035	0.045	3313
	12ヶ月曝露後	18.5	5	6	6	3	0.139	0.146	1673
E 1	初 期	39.7	32	47	25	21	0.078	0.085	1571
	初期+洗浄	36.3	41	55	53	44	0.131	0.151	1901
	1ヶ月曝露後	33.8	22	37	30	30	0.152	0.172	1534
	4ヶ月曝露後	31.2	31	41	18	16	0.057	0.073	1773
	9ヶ月曝露後	24.1	26	29	11	8	0.035	0.045	3313
	12ヶ月曝露後	27.4	15	22	21	11	0.139	0.146	1673
F 1	初 期	40.7	35	50	27	23	0.078	0.085	1571
	初期+洗浄	35.9	47	64	61	51	0.131	0.151	1901
	4ヶ月曝露後	34.7	37	51	48	44	0.127	0.164	1936
	9ヶ月曝露後	34.2	45	57	18	16	0.035	0.045	3313
	12ヶ月曝露後	33.2	26	40	35	19	0.139	0.146	1673

注) 初期、1ヶ月後及び4ヶ月後は平成9年度調査、9ヶ月後及び12ヶ月後は平成10年度調査の結果である。

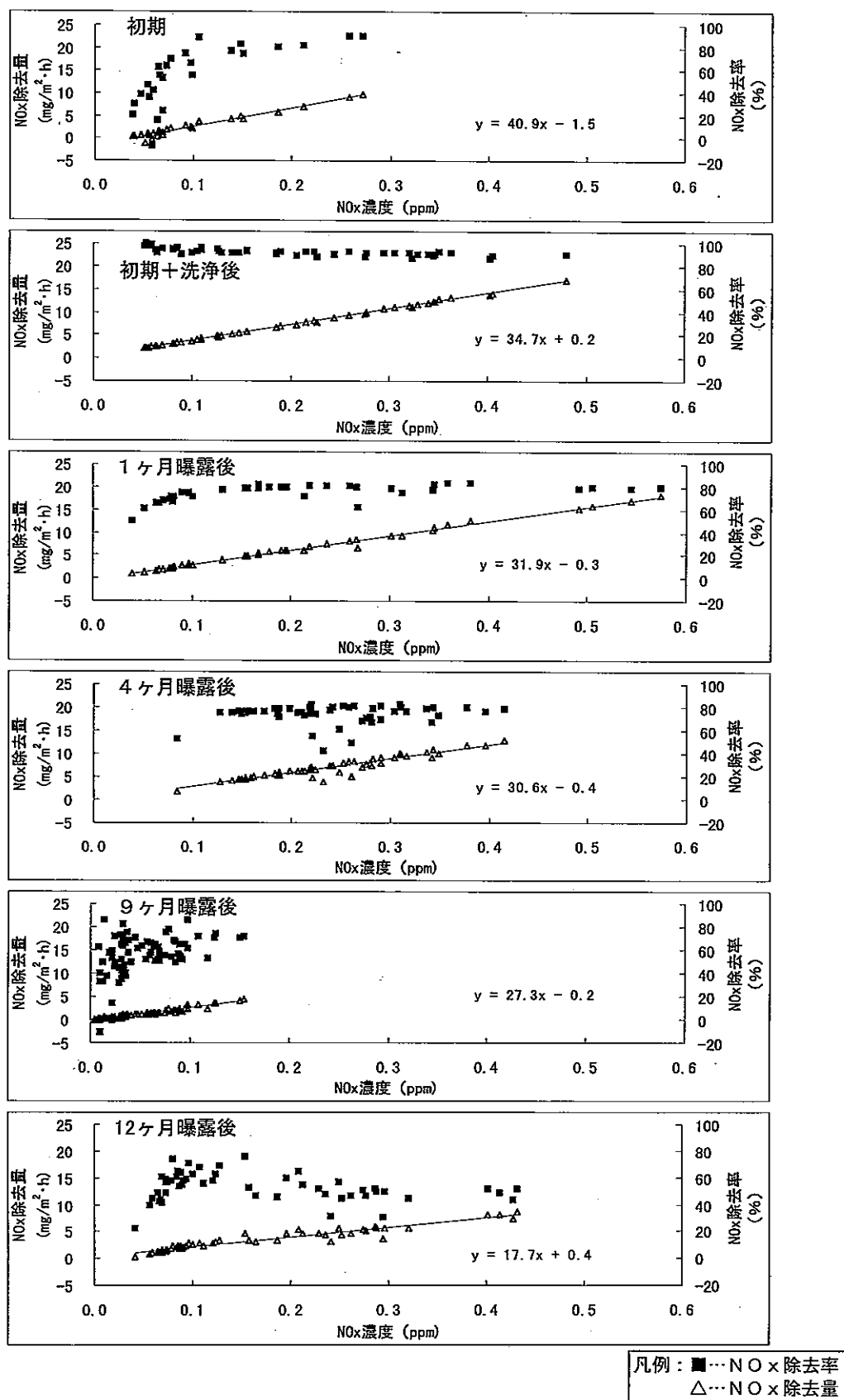
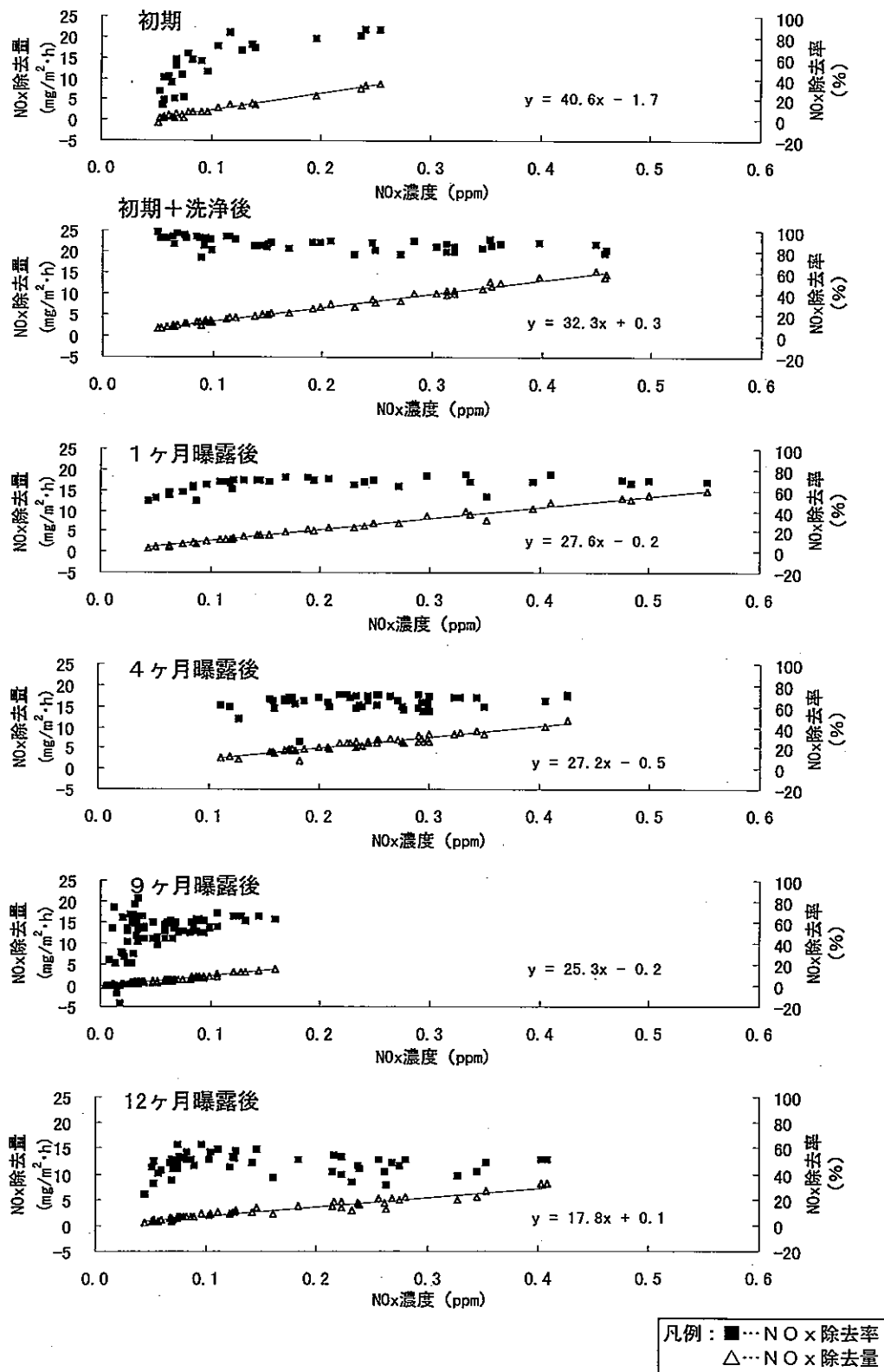


図3.6① 入口NO_x濃度とNO_x除去率及び除去量の関係 (A1建材)


 図3.6② 入口 NO_x 濃度と NO_x 除去率及び除去量の関係 (B1建材)

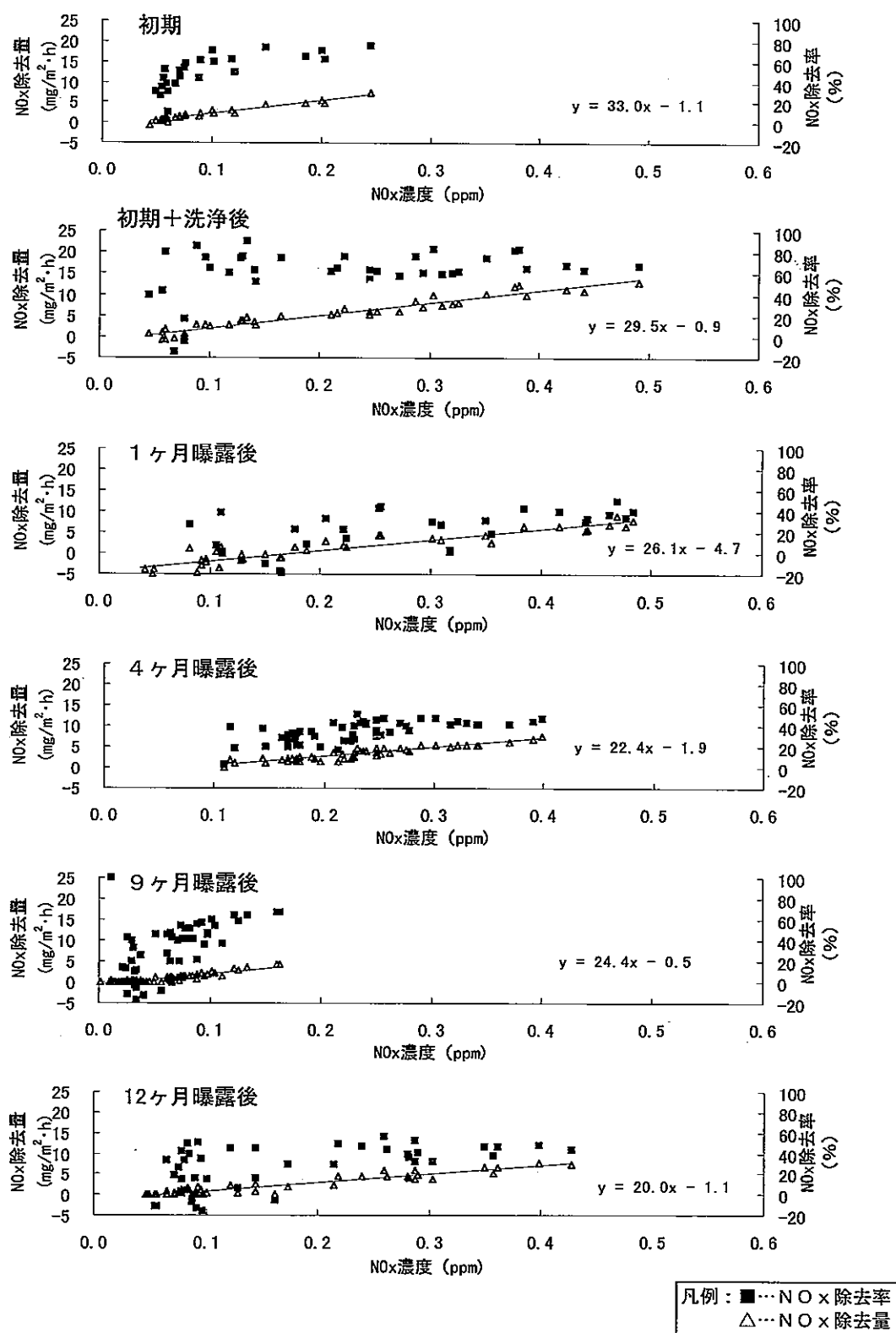


図3.6③ 入口NO_x濃度とNO_x除去率及び除去量の関係 (C1建材)

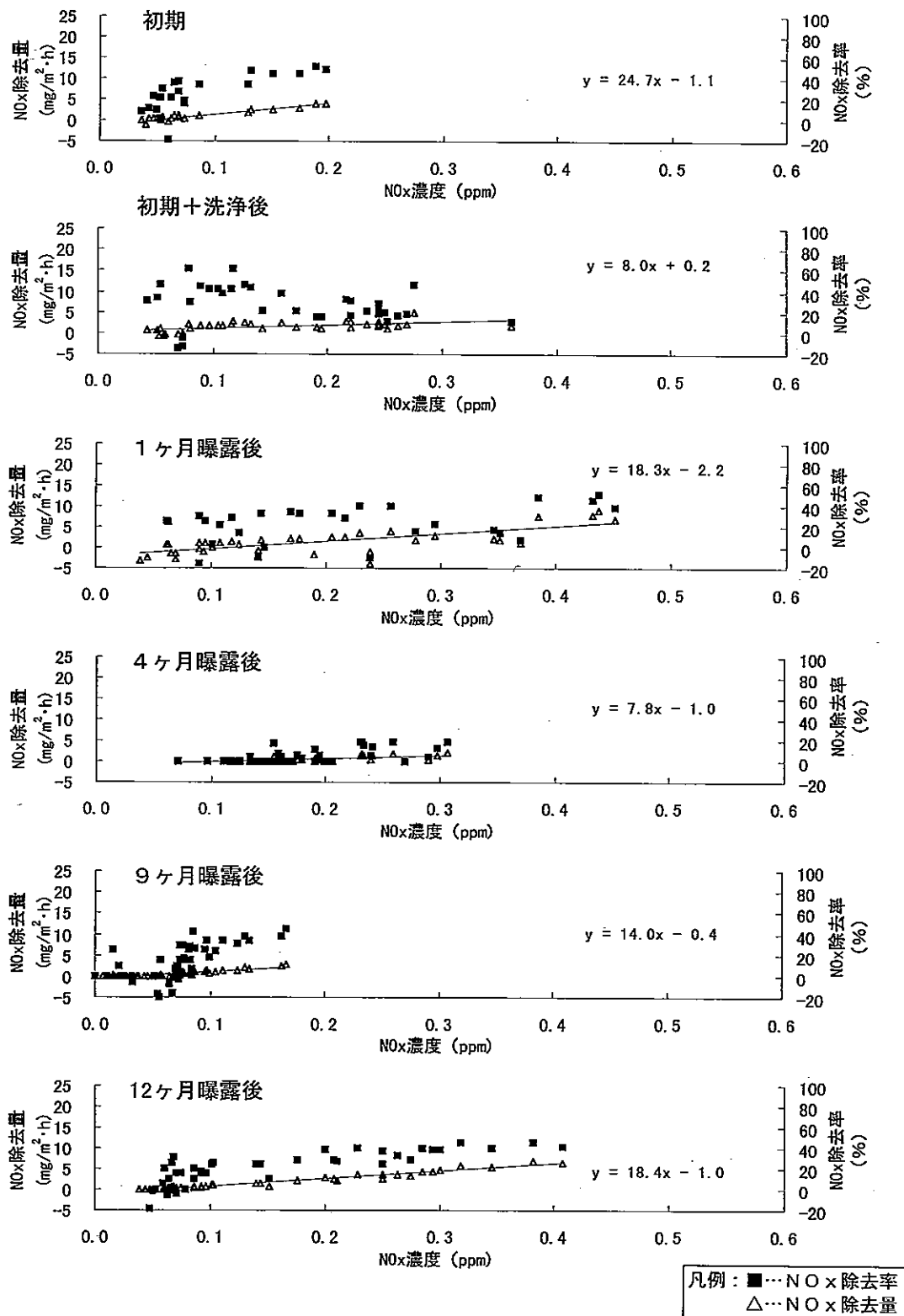


図3.6④ 入口NO_x濃度とNO_x除去率及び除去量の関係 (D1建材)

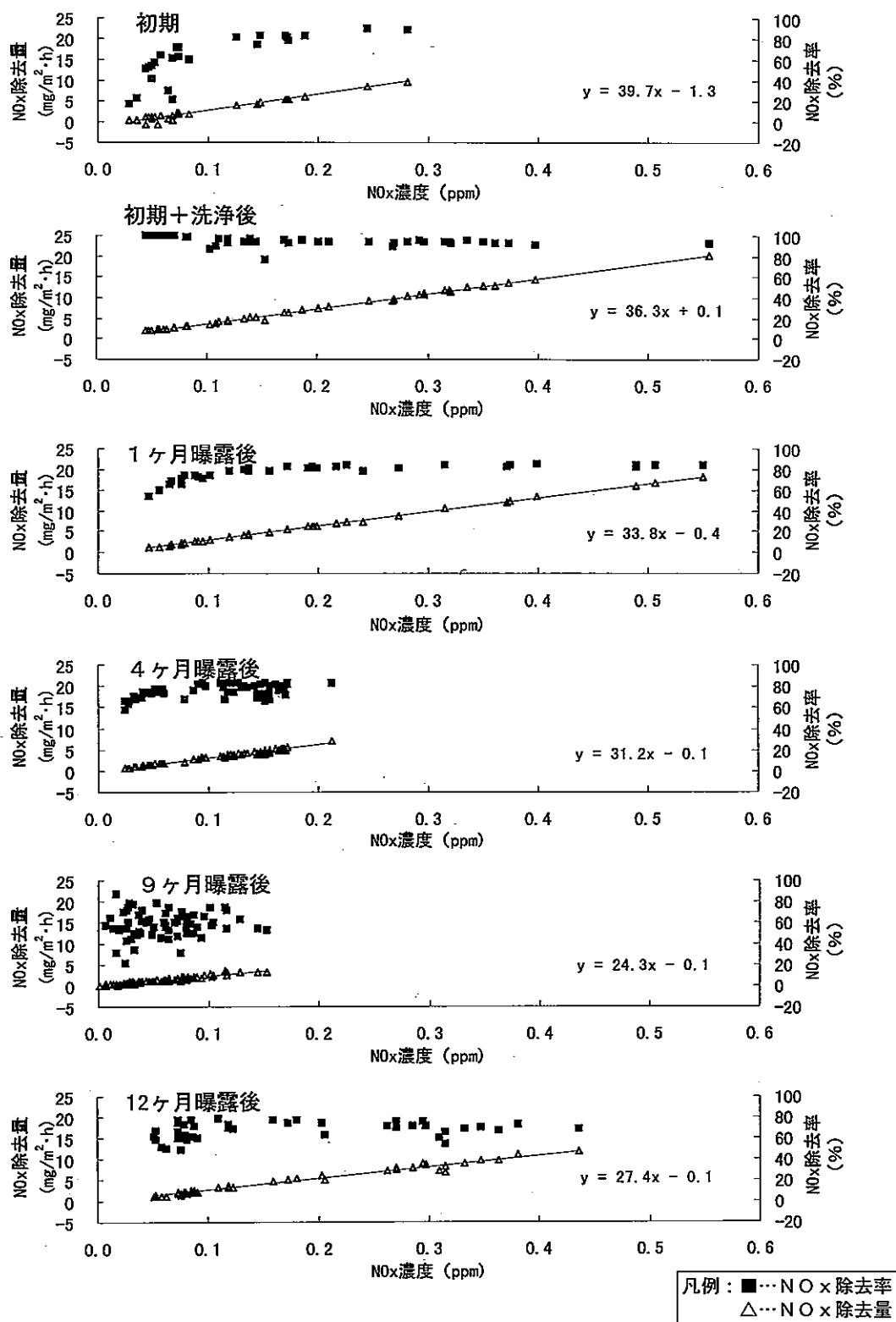


図3.6⑤ 入口NO_x濃度とNO_x除去率及び除去量の関係 (E1建材)

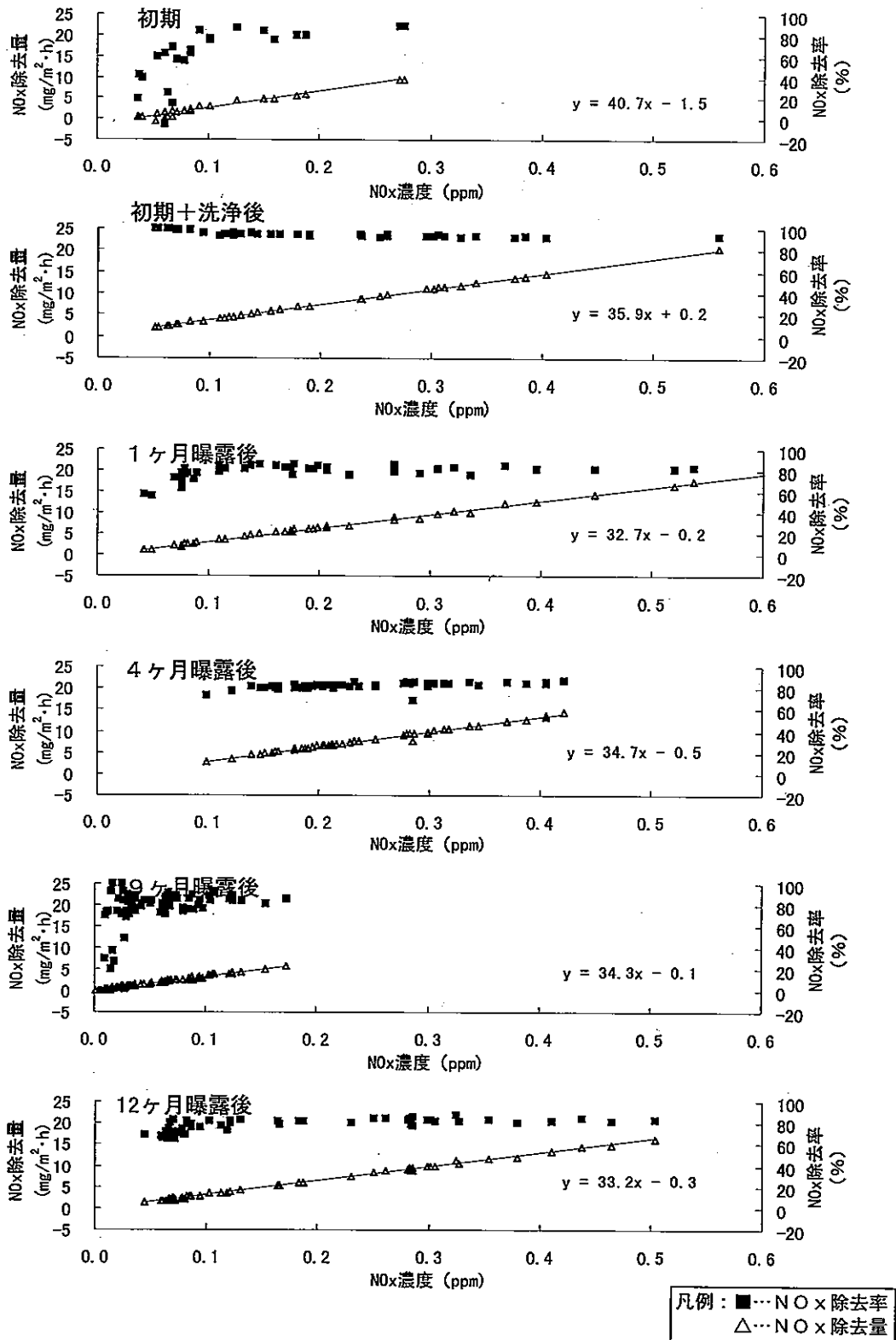


図3.6⑥ 入口NO_x濃度とNO_x除去率及び除去量の関係 (F1建材)

インダーの劣化及び基材のALC（発泡コンクリート）からの触媒粒子の脱離や汚れの付着が原因と考えられる。

F1については、浄化係数が徐々に低下する傾向が見られるものの12ヶ月後においても高い浄化係数(33.2)を維持しており、提供した企業では浄化係数低下の原因と考えられる粉塵等による目詰まりの対策を検討している。

においても浄化係数は低下していなかったものの、8ヶ月後から低下の傾向にあり、11ヶ月後には初期に比べ30%程度の浄化係数の低下が認められた。これは、洗浄をしても回復が認められなかったことから、硝酸イオンの蓄積が浄化係数低下の主要因ではなく、施工建材(E)及び改良建材(E1)と同様にバインダーの劣化等による触媒粒子の脱落や汚れの付着等が浄化係数を低下させたものと考えられる。

(3) 触媒改良建材

触媒改良建材の通気曝露試験結果を表3.11に、NO_x除去率及び除去量の関係を図3.7①～⑥に示した。

A2-3, E2-1～3の浄化係数は、初期においては30以上と高い値を示していた。しかし、3ヶ月曝露後の試験においては、A2-1～3については大幅に低下する傾向がみられており、触媒の改良方法について再度検討が必要であった。

また、E2-1～3については、3ヶ月の曝露後に

表3.11 通気曝露試験結果（触媒改良建材）

建材番号	調査時期	浄化係数	NO _x 除去率 (%)		NO _x 除去量 (mg/m ² -d)		入口 NO _x 濃度 (ppm)		積算日射量 (mW・h/cm ²)
			全日	昼間	全日	昼間	全日	昼間	
A2-1	初期	34.8	30	46	35	30	0.115	0.127	1422
	初期+洗浄	33.5	17	18	18	13	0.114	0.141	787
	3ヶ月曝露後	31.9	31	40	18	15	0.057	0.073	1773
A2-2	初期+洗浄	10.6	8	7	9	5	0.114	0.141	787
	3ヶ月曝露後	11.6	11	13	15	12	0.127	0.164	1936
A2-3	初期	33.6	32	46	37	30	0.115	0.127	1422
	初期+洗浄	23.0	9	10	10	7	0.114	0.141	787
	3ヶ月曝露後	24.0	24	29	13	11	0.057	0.073	1773
E2-1	初期	32.2	28	45	32	30	0.115	0.127	1422
	初期+洗浄	33.3	18	22	20	16	0.114	0.141	787
	3ヶ月曝露後	32.9	33	44	19	17	0.057	0.073	1773
	8ヶ月曝露後	23.4	21	26	6	6	0.026	0.035	2536
	11ヶ月曝露後	21.6	18	22	16	13	0.099	0.117	1548
E2-2	初期	34.0	30	48	34	32	0.115	0.127	1422
	初期+洗浄	35.6	15	18	16	13	0.114	0.141	787
	3ヶ月曝露後	31.5	32	44	18	16	0.057	0.073	1773
	8ヶ月曝露後	30.3	31	40	10	9	0.026	0.035	2536
	15ヶ月曝露後	24.6	20	24	18	14	0.099	0.117	1548
E2-3	初期	33.6	28	44	31	29	0.115	0.127	1422
	初期+洗浄	35.4	14	15	15	11	0.114	0.141	787
	3ヶ月曝露後	33.5	33	42	19	17	0.057	0.073	1773
	8ヶ月曝露後	30.8	48	55	14	12	0.026	0.035	2536
	15ヶ月曝露後	20.0	18	15	17	9	0.099	0.117	1548

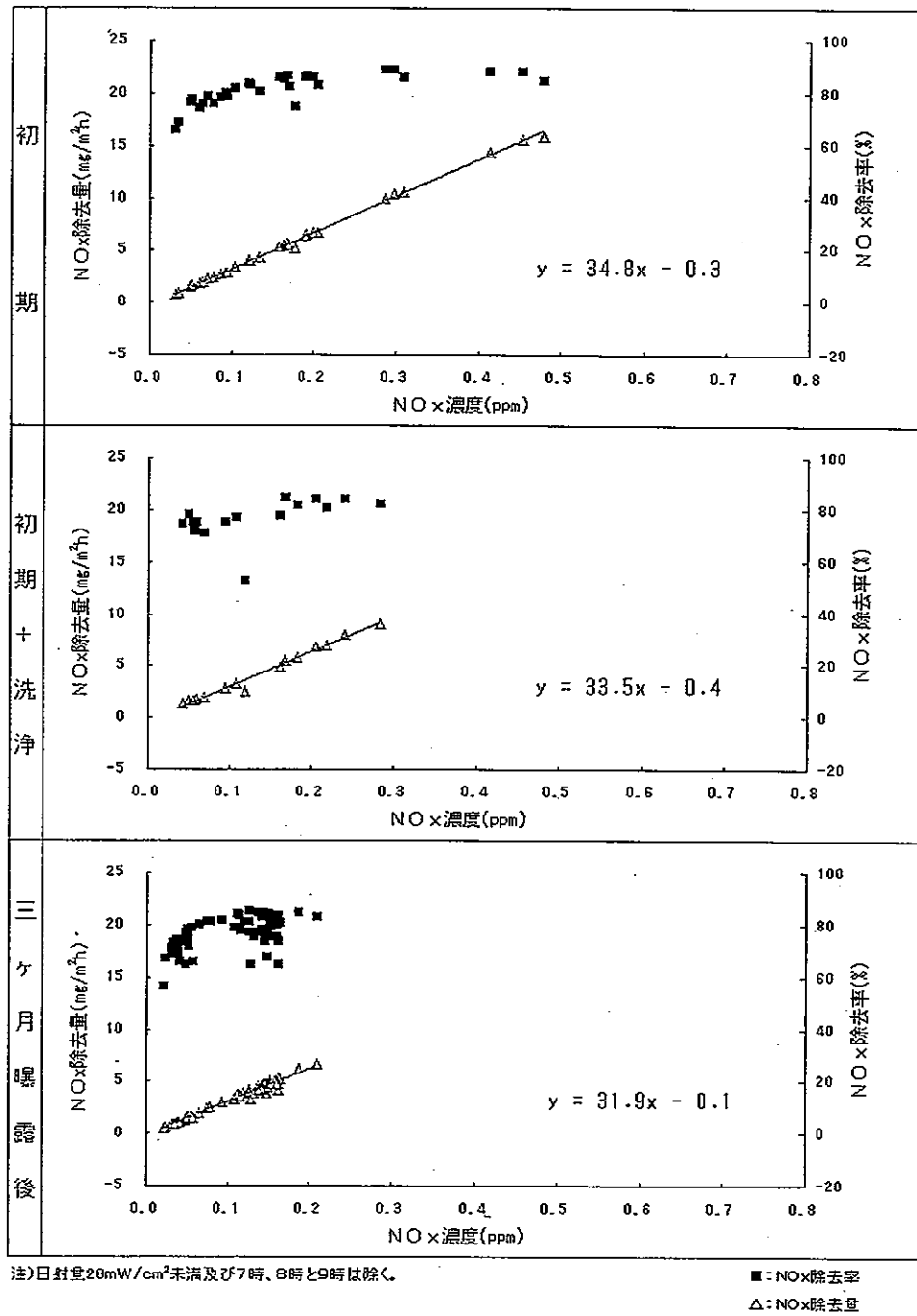


図3.7① 入口NO_x濃度とNO_x除去率及び除去量の関係 (A2-1建材)

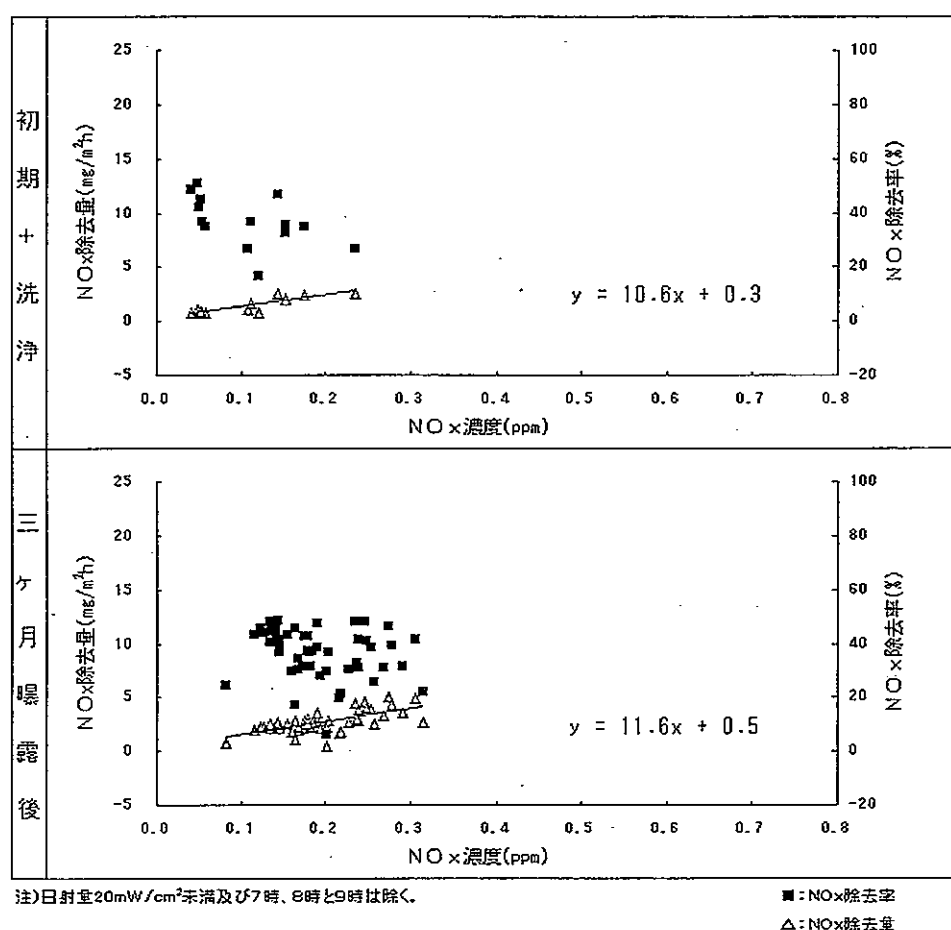


図3.7 ② 入口NO_x濃度とNO_x除去率及び除去量の関係 (A2-2 建材)

復性能について検討した。

7. 浄化性能の回復試験

(1) 試験方法

酸化チタン光触媒を用いたNO_x浄化建材は、建材表面に蓄積した硝酸イオンが雨水等で洗い流されることによってNO_x浄化性能が回復することから、長期間にわたる曝露により建材表面に硝酸イオンが蓄積したテストピースを洗浄・乾燥させて通気実験を行って浄化性能の回復について調査した。

持続性試験に用いた洗浄後のテストピースを遮光したデシケータ中で乾燥させた後、反応容器内に取り付け、1週間の通気試験を行った後、洗浄したものについて再度通気試験を行い、NO_xの除去率・除去量を初期性能と比較し、反応生成物の洗浄による触媒の回

(2) 試験結果

NO_x浄化性能の回復試験におけるNO_x除去率の一覧を表3.12に、NO_x除去量の一覧を表3.13に示す。なお、初期性能は、建材の最初の通気試験で得られた性能のことである。

初期性能と曝露後及び洗浄後の平均NO_x除去率を比較すると、A建材は35→36→40%、B建材が24→26→27%、C建材が11→15→16%と、それぞれ洗浄により除去率は上昇する傾向を示した。

しかし、D建材(ガラス)は9→4→3%、E建材が36→17→23%、F建材(インターロッキング材)が25→19→15%と逆に初期性能より除去率が低下する傾向にあった。

特にD建材は、回復試験では曝露初日以外は殆どNO_xを除去しておらず耐久性の面で改善の必要があ