

表 2 明度と光沢度 [%] の初期値

	T-0	T-1	T-2	T-3	T-P	Z-0	Z-1	Z-2	Z-F	Z-P
明 度	95.3	95.2	95.3	88.0	95.2	95.6	96.4	95.9	94.8	95.9
光沢度	91.1	59.5	92.4	92.4	80.9	87.2	56.6	106.1	73.9	79.4

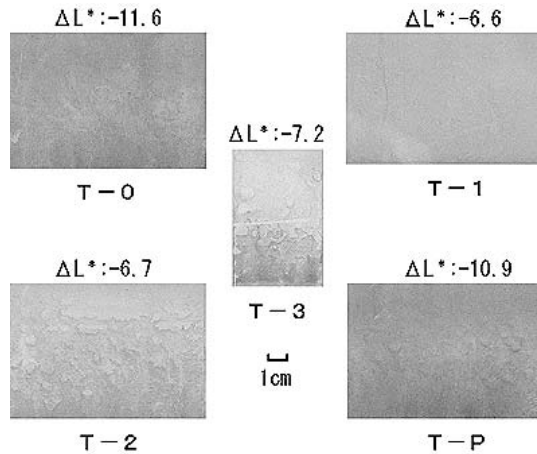


図 11 タイルの暴露 272 日目の表面写真 (A 地点)

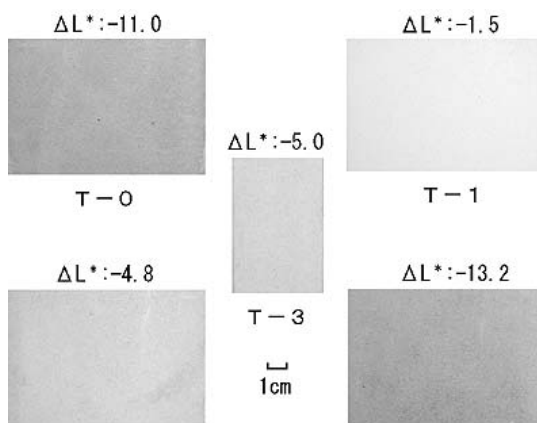


図 12 タイルの暴露 272 日目の表面写真 (B 地点)

3.2 暴露による汚れの分析結果

蛍光 X 線分析では広い面積を下地ごと測るので、汚れの組成元素が下地のそれと重なるとどちらからの信号か区別が付かない。そこで対比のため新品のタイルも測定し各元素の X 線強度の差を比較した。その結果 B 地点の汚れには炭素が含まれていることが分かった。これらの強度差を利用してファンダメンタルパラメーター法で半定量を行ったところ、約 70% が炭素だった。A 地点では新品との有意な違いは見いだせなかった。

表面の汚れ粒子に対して電子線微小分析を行った。2 地点の代表的な粒子の特性 X 線スペクトルを図 13, 14 に示す。なお図中の 2eV 近傍のピークは帯電防止のため蒸着した白金であり、試料由来のものではない。A 地点での汚れはけい

素、酸素、アルミニウムおよび微量のアルカリ、アルカリ土類金属からなり、土ぼこりなどに由来のアルミノけい酸塩鉱物と見られた。B 地点の粒子は、炭素が主なもの、A 地点と同様な構成のものおよび鉄と酸素からなるものの 3 群があったが、半分以上の粒子は炭素が主なものだった。蛍光 X 線の結果も合わせて考えると汚れ粒子の多くは排気ガス中の未燃カーボン (すす) と考えられる。

以上の結果をまとめると、A 地点では土ぼこり由来の無機物 (アルミノけい酸塩鉱物) が、B 地点では燃料の燃え残りの有機物 (すす) が、それぞれ主な汚れであるといえる。

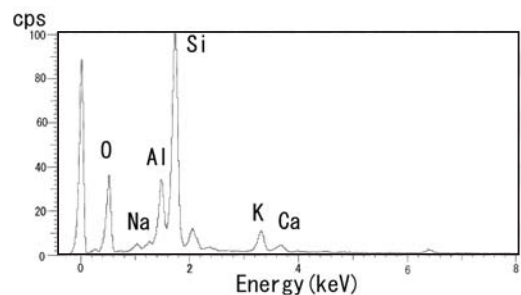


図 13 汚れ粒子の特性 X 線スペクトル (A 地点)

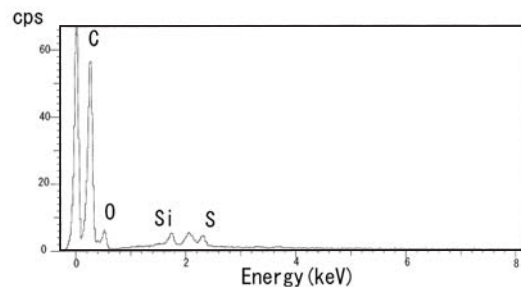


図 14 汚れ粒子の特性 X 線スペクトル (B 地点)

3.3 実験室での評価試験結果

3.3.1 湿式分解性能試験

タイルとトタンの試料についての結果を図 15, 16 に示す。横軸は紫外線の照射時間で縦軸はそのときのメチレンブルー濃度である。グラフの傾きが大きいほど時間とともにメチレンブルーが分解していることを表す。傾きから求まるそれぞれの試料の分解活性示数 R を表 3 に示す。

3.3.2 親水性性能試験

タイルとトタンのサンプルについての結果を図 17, 18 に示す。光触媒試料は紫外線照射時間とともに接触角が低下 (親水化) していくのが分かる。この試験方法は親水化していく速さを見る意味もあるが、親水化速度に対する解析方法ははっきりとは定められていないので今回は限界接触角 L だけを考察に用いた。また L は本来、紫外線を当ててもそれ以上接触角が下らない角度を示すが、今回は便宜上 48 時間後の

角度とした。トタン試料の Z-2 のみ接触角がもう少し下がりが
 そうな挙動であるが、他の全ての試料は限界にはほぼ達してい
 ると見られる。それぞれの試料の L を表 3 に示す。

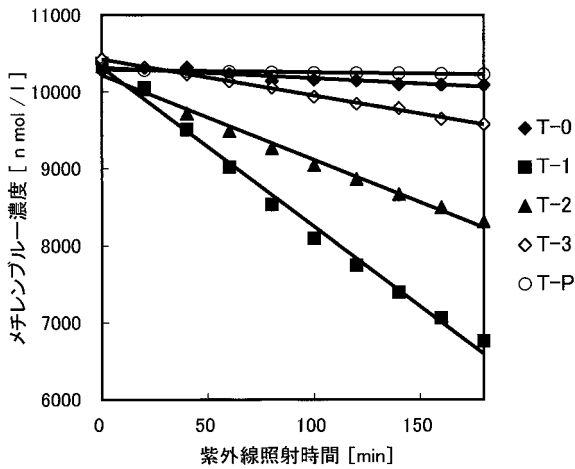


図 15 湿式分解性能試験結果 (タイル)

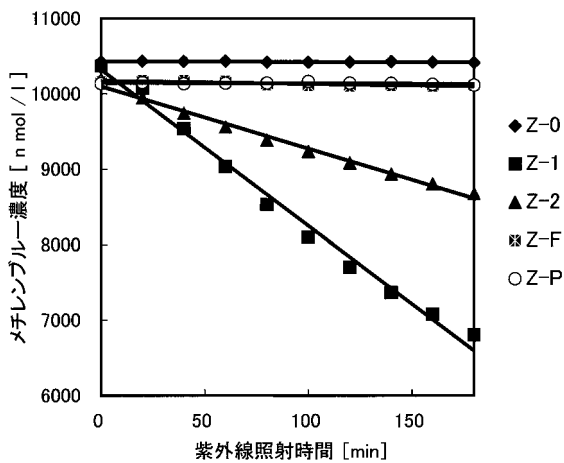


図 16 湿式分解性能試験結果 (トタン)

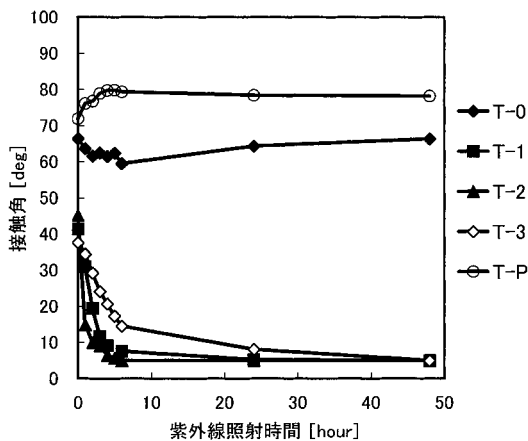


図 17 親水性能試験結果 (タイル)

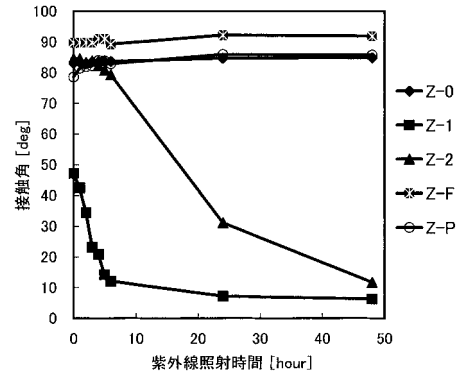


図 18 親水性能試験結果 (トタン)

表 3 実験室での評価試験結果

	T-0	T-1	T-2	T-3	T-P	Z-0	Z-1	Z-2	Z-F	Z-P
分解活性示数 R	0.0	21.1	11.2	4.8	0.3	0.1	20.7	8.3	0.4	0.1
限界接触角 L	66.3	5.0	5.0	5.0	78.2	84.8	6.2	11.7	91.9	85.7

3.4 暴露試験と評価試験結果の比較および考察

既に図 5～8 に示した明度変化で、272 日目までのデータを
 1 次式で近似したときの傾きの絶対値の 100 倍を δ と定義
 し、表 4 に示した。暴露のある時点での明度は、直前の降水
 の有無や土ぼこり・排気ガスのかかり方により同じ暴露日数
 でも異なってくると予想される。そこでこの影響を期間に
 渡って平均化するため傾きを取った。 δ が小さいほど汚れに
 くいことを意味する。

δ と、実験室の評価試験で得られた L, R を図 19～22 に
 比較した。図中には直線回帰の相関係数 R_c を入れた。図
 21, 22 の B 地点での相関を見ると L と R は δ とかなり相関
 を持っている。相関係数から言えば L の方が大きく汚れにく
 さを予測できる指標になるように見える。しかし図 21 で L
 が同じ 5 度以下のタイルでも δ が 0.5 程度の T-1 と 1.8 程度
 の T-2 および T-3 がある。すなわち L からはこれらの 2 群の
 汚れにくさの序列を予測できない。一方、R はこれらの 2 群
 の序列を反映しており、予測の指標として用いることができ
 る。ただし T-2 と T-3 は R の値がかなり違うがこれらの間
 では汚れに差がないので、小さい R どうして指標とできるか
 はさらに検証を要する。トタン (図 22) を見るとやはり R の
 方が指標に適していると考えられる。すなわち Z-1 の L は
 6.2 度、Z-2 のそれは 11.7 度となっているが、3.3.2 で述べた
 ように今回の実験では便宜的に 48 時間後の値としているだ
 けで Z-2 は紫外線照射でさらに接触角が下がると見られ、実
 際の限界と比較したときタイルと同じ問題が起こってくる。
 しかし R はトタンでも汚れにくさを反映した違いが出てい
 る。従って、有機物汚れに対しては限界接触角 L より分解活
 性示数 R が防汚性能を予測する指標として適当と思われる。

A 地点での比較を図 19, 20 で見ると、R の δ との相関は

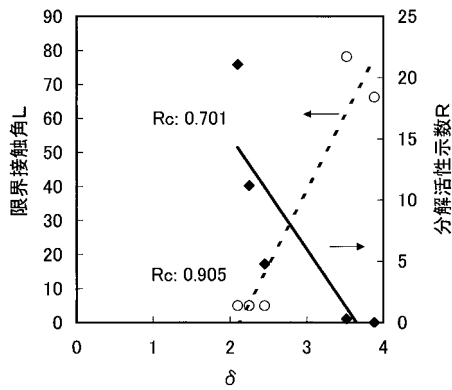


図19 A地点での δ とL, R (タイル)

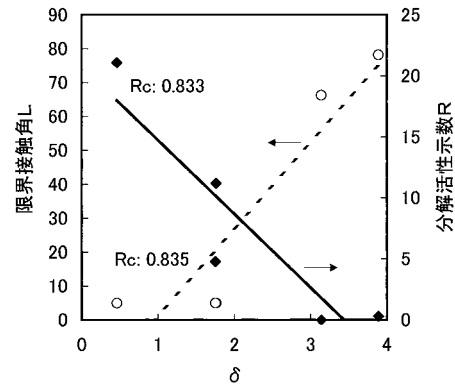


図21 B地点での δ とL, R (タイル)

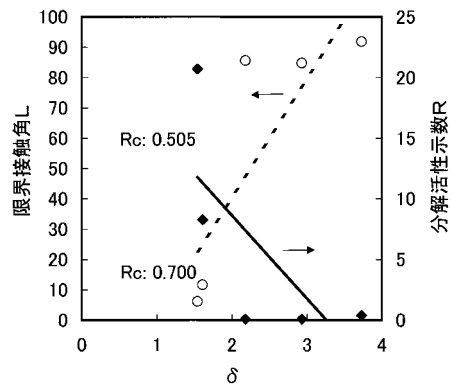


図20 A地点での δ とL, R (トタン)

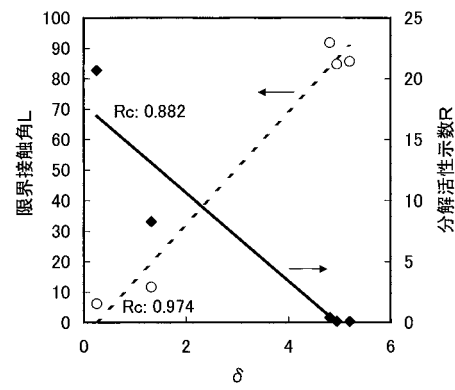


図22 B地点での δ とL, R (トタン)

表4 272日目までの明度変化の δ

	T-0	T-1	T-2	T-3	T-P	Z-0	Z-1	Z-2	Z-F	Z-P
A地点	3.88	2.10	2.25	2.45	3.52	2.93	1.54	1.61	3.73	2.18
B地点	3.14	0.46	1.76	1.75	3.89	4.95	0.25	1.32	4.81	5.20

低くなる。一方、タイルでのLは δ と相関が高く、Lが5度以下の3つは実際の汚れにくさも同程度であるため汚れを予測する指標となりうる。トタンの方はLの δ との相関はあまり高いとはいえない。しかし $\delta = 2.18$ で汚れ方が中間のT-Pは、市販の防汚塗料を施した試料で光触媒ではない。この1点を特異点として除けば相関係数は0.94となる。このときタイルと同様にLは汚れの序列を良く反映している。これらのことから光触媒の無機物汚れに対する汚れにくさは、親水性能が寄与している可能性が高い。

4. まとめ

防汚を目的として市販されている酸化チタン光触媒製品について、屋外暴露試験と実験室での2つの性能評価試験(湿式分解性能試験と親水性能試験)を行った結果、以下のことが分かった。

- 1) 有機物汚れに対しては湿式分解性能試験での分解活性示数Rが高いものほど汚れにくい傾向があることから、R値は相対的な防汚性能を予測する指標になると思われる。
 - 2) 無機物汚れに対しての汚れにくさは、R値よりも親水性能試験の限界接触角Lに依存している可能性が高い。
- 以上より、これらの2つの組み合わせは、各環境下での防汚性能を予測する評価試験方法として適用可能と思われるが、有機物汚れに対するRの低い試料どうしの汚れにくさの関係や無機物汚れに対する汚れにくさとLの関係などを今後さらに検証する必要がある。

謝 辞

光触媒の提供と加工をして頂いた各社の方々に対して、深くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) A. Fujishima, K. Honda; *Nature*, **238**, pp. 37 (1972)
- 2) 渡部俊也：セラミックス, **31**, pp.837-840, (1996)
- 3) 光触媒製品フォーラムホームページ：
<http://www.photocatalyst.gr.jp/>