

光触媒ビジネスの可能性

工学部生物化学工学科 教授 井原 辰彦

1. はじめに

今後形成されるマーケットの規模は 2 兆円との試算も話題になった光触媒であるが、環境関連商品が氾濫する中で、はたして「光触媒ビジネス」は成長産業として成り立つのであろうか。現段階では紹介当初の大きな期待とは裏腹にそのマーケットは期待通りの活況とは言い難い感がある。その原因は何処にあるのだろうか。あるいは、新たな用途が開発され、一層の脚光を浴びる素材として益々その成長の幅を広げてゆくのであろうか。または、多くの製品に見られるように、陽の目を見ることなくいつのまにか消えていく運命にあるのか。現在の段階での予測は難しいが、非常に高い関心をもたれている素材の一つであることには違いない。ここでは光触媒の現状を把握しながらこの素材の将来の展望を図りたい。

2. 光触媒の用途と問題点

図 1 に光触媒を利用した製品として紹介されることが多い用途を示した。一般消費者の立場から見てわかりやすい製品ものもあれば、専門性が高くほとんどなじみがない製品もある。一般消費者向けであっても消費者の意識改革を必要とするものもある。



図1 光触媒の主な応用例

最近では光触媒の入門図書も増え¹⁾⁵⁾、一般消費者への情報提供も積極的に進められているが、完成された商品といえる商品は数少なくまだまだ発展途上の技術であることは否めない。莫大な数の用途開発がなされる中それらが淘汰され、生き残れる用途・製品とは？光触媒の本質をよく見極める必要があると判断するが、まだまだ時間がかかりそうである。論文留まりの研究ならいくらでも提案できるが、収益につながると同時に人や環境に優しい技術になると企業においても大学においても非常に難しい。両者がしっかりとタイアップする必要がある。確かに光触媒は光の波長と光量が適切な環境下で使用するには優れた素材であるが、ここでは用途を考えるときの問題点をいくつか挙げてみる。光触媒の機能の詳細は入門図書を参照していただきたい。

図 1 で製品開発事例として一時もっとも多かったのは空気清浄機であった。タバコの煙のような人の嗅覚に敏感なニオイに対しては確かに効果が確認される。しかし、プラズマクラスターを搭載した機種が登場して以来、マーケットはこのタイプが圧巻している。昨年流行った鶏インフルエンザや今年の花粉対策には能動的なプラズマクラスターの即効性に軍配が上がる。光触媒単独で対応するには少しハードルが高い商品開発例と思われる。

本来、光触媒は光を受けてから効果を発揮する、そんな受動的用途が相応しい。効果を発揮させるために専用の紫外線光源を必要とする様では話にならない。室内でも室外でも自然光が利用できてこそ光触媒である。結論は太陽の直射日光を利用できない限り、可視光応答光触媒でないとはマーケットで勝ち残れる製品にはなれないと筆者は判断する。しかも価格とともに体感が重要である。

2003 年に改正された建築基準法に定められている揮発性有機物質(VOC)の濃度規制のうち、たとえば、ホルムアルデヒドの場合は 80 ppb と定められている。ppb であるので 10 億分の 80 以下という極めて希薄な濃度に抑えなければならない。このレベルの濃度になると、内装用建材である合板、木質フローリング、パーティクルボード、壁紙さらにはカーテン、じゅうたん、家具、防虫剤、芳香剤等、室内に存在するすべての物、例えば、住人が読む雑誌の印刷インクからの VOC 発生も影響する。このような環境下で光触媒が効くか効かないかを判断するのは難しく、さらに、アレルギーでお困りの住人に納得していただけるレベルとなるとさらに難しくなる。効果を体感できない技術に対して高い対価は受け入れられないのがマーケットである。そこで、私なりの結論から提案するのが以下の研究事例である。

3. 可視光応答型外壁用コーティング材

光触媒の機能は大きく分けて化学物質や微生物を CO₂ にまで酸化分解する力と表面に水滴がつかない超親水性を発揮する力の 2 つの機能である。後者についても可視光応答型は可視光で超親水性に近い効果を発揮することができる。この機能は親水性によって油分の付着を防ぎ、雨が降れば雨と一緒に油分も流れ落ちる仕組みが働き、降雨の機会毎にきれいな表面にリニューアルされる。この技術も多く企業が参入しているが、可視光応答型でない従来の光触媒を利用した製品では太陽の直射日光が当たらない北面の壁については防汚効果を出せない。我々の研究チームは低コストの可視光応答型酸化チタンコーティング剤“作空良 (SAKURA)”を開発した (審査請求中)。作空良は完全無機質コーティング材で、溶媒は水だけである。広島県内では JR 五日市駅北側ロータリーに面した建物への施

工例がある。施工前後の外壁の様子を図2に示した。

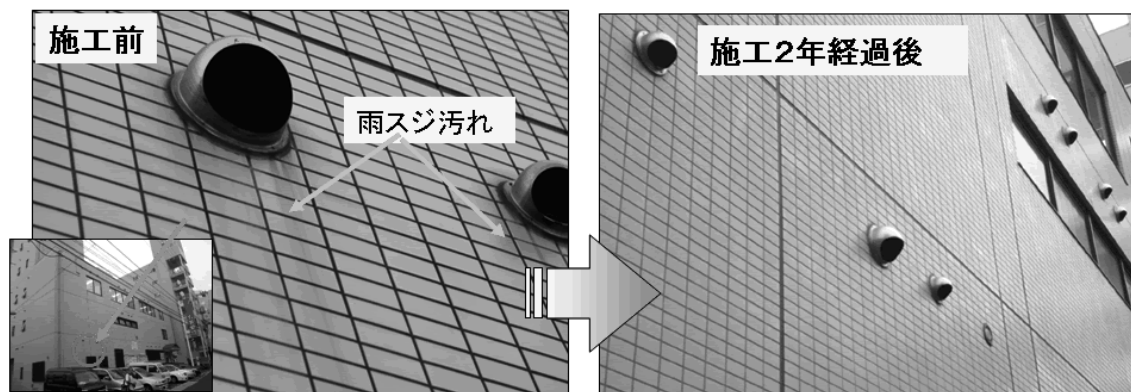


図2 北側壁面換気ダクト付近の外壁への施工前後の比較。
施工前：左側の写真，施工後：右側の写真。

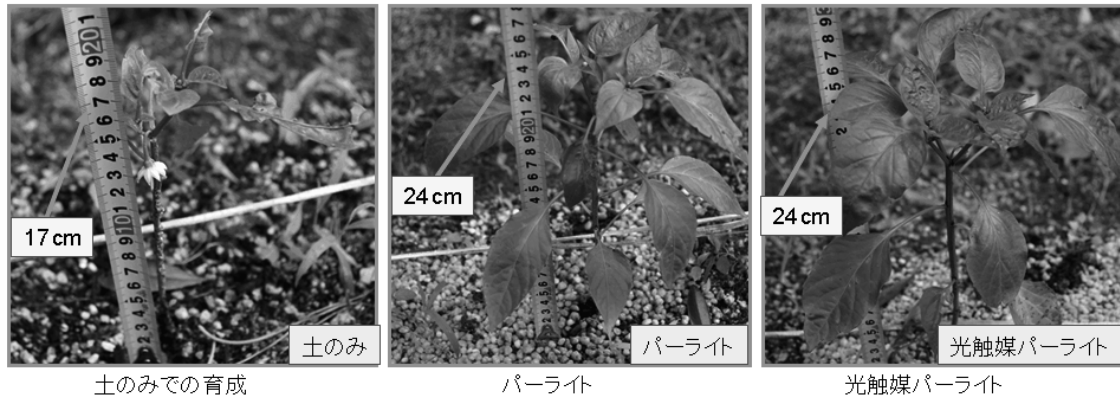
施工前の建物北側壁面の特に排気ダクトの下には雨筋が見られる。通常、建物壁面を洗浄しただけでは数ヶ月後には再び雨筋が現れるが、2年経過した現在も雨筋は一切発生することなく、施工時の綺麗な状態が維持されている。この作空良はこの施工例のようなタイル地の壁面には雑巾掛けの手法で塗布ができ、施工が楽で早いこと、周囲への飛散は一切発生せず、塗装工程も1回で済むなど大幅な工期短縮を実現した。また、施工によって壁面表面に形成された塗膜を調整することで干渉膜となり、光の干渉作用によって光沢を付与できるので、美観を引き立たせる効果を持つ。

4. 農業関連分野

太陽の直射日光を利用できることから農業関連分野が光触媒には都合がよい。多彩な用途を考案できる。天然の鉱物としてパーライトが園芸用としてDIYで販売されている。パーライトは多孔質で軽い。特に、黒曜石を原料とする白色のパーライトは水に浮くほど軽い。我々の研究チームはこの白色のパーライトに白色の酸化チタンをバインダーレスで固定する技術を開発した（特許取得済）。

衣食住関連の産業はいずれも廃れることはないが、特に食の問題は日本の食料事情を鑑みると自給率の点からも最優先・最重要課題である。目標は、光触媒を利用することで農薬や化学肥料を必要とせず高い収穫率を期待できる新しい農業技術の開発である。これまでに試みられた事例のうちの1つを以下に紹介する。

図3、図4はピーマンの生育に光触媒パーライトの効果を確認した実験結果で、それぞれ1ヶ月後および4ヶ月後である。図3では左は土のみの試験区、真中は土の表面にパーライトを散布した試験区、右は土の表面に光触媒パーライトを散布した試験区となっており、生育開始後1ヶ月が経過した時点での観察結果である。左の土のみの試験区で生育したピーマンは最も生育が悪く、葉が小さく、葉が昆虫に食われている。また、この試験区には昆虫が観察された。一方、真中のパーライトを散布した試験区で生育したピーマンは土のみの試験区と比較すると良好である。また、土のみの試験区と同様、昆虫が観察された。この時点でパーライトの状態を観察すると、パーライトの細孔に土や砂が入り込み、



◆試験に用いた2株とも生育が悪い。葉が小さく、昆虫に食われている
◆試験区には、昆虫などが観察された。

◆土での育成に比べて、良好である。(土壌表面が乾きやすく、湿度を好む菌が少ない?)
◆試験区には、昆虫が観察されたが、葉そのものには付着していない。
◆パーライト細孔に土・砂が入り込んでいる(土壌化)

◆パーライトと同様、土に比べて良好な生育である。
◆葉が大きく緑も濃い。
◆試験区には、昆虫が見られなかった。
◆光触媒により、パーライトへの土・砂成分の付着が少なく、白色のままである。

光触媒試験区が最も良好な生育状態

図3 光触媒パーライトによるピーマンの生育促進効果の確認実験 (1ヶ月後)

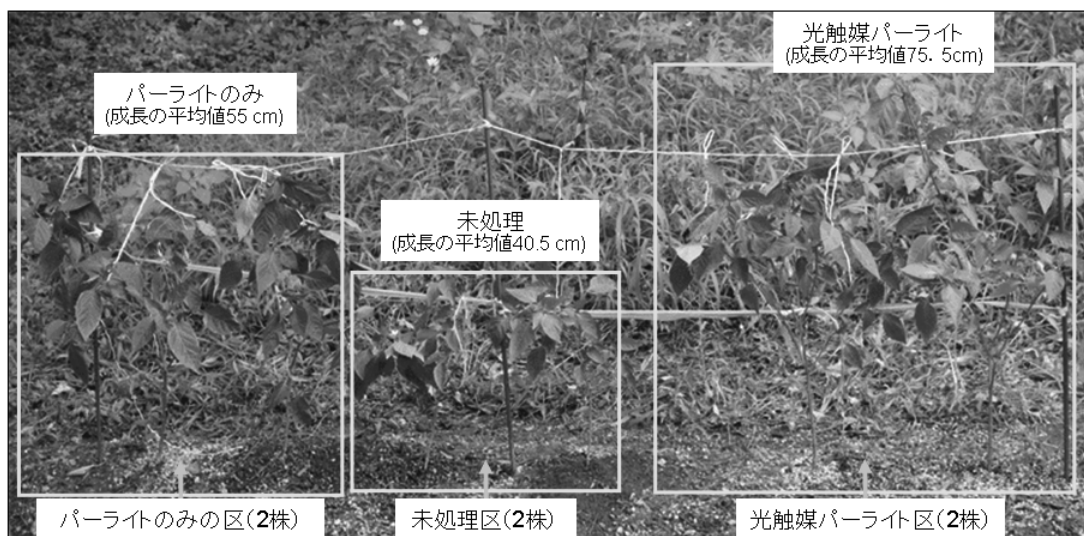


図4 光触媒パーライトによるピーマンの生育促進効果の確認実験 (4ヶ月後)

土壌化が進んでいる様子が伺える。他方、光触媒パーライトを散布した試験区のピーマンはパーライトと同等の 24 cm にまで生育しているが、葉が大きく、しかも、緑が濃いのがわかる。特筆したいのはこの試験区には昆虫が見られないことである。昆虫不在のメカニズムは明確では無いが、仲間を誘うための昆虫から分泌されるフェロモンが関係しているとすれば、太陽光と光触媒で完全に分解されてしまうため、機能しないと思われる。また、パーライト自体の防汚効果も働き、白さを維持している点も注目したい。土の表面が白いことは太陽光がパーライト表面で散乱しているため、葉の裏側からも照らされ、植物の生育促進につながる。図 4 に 4 ヶ月後の成長の様子を黄色の枠の大ききで示した。パーライトのみを地表に散布しても効果が見られる、光触媒パーライトはそれ以上の生育効果を発揮することがわかる。

5. おわりに

話は変わるが、筆者は以前に低温プラズマに関する研究を中心に行ってきた。この技術はすでに VLSI やメモリーなど、半導体製造プロセスをはじめ、表面処理、薄膜形成には欠かせない技術として成熟しているが、一時は世界中で注目を集め、プラズマを利用すると何でも可能であるようなイメージを抱かせていた時期があった。それから約 30 年が経過した現在、応用の可能性の広さを期待されたプラズマ技術も多くが衰退してしまった。しかし、生き残ったいくつかの技術には非常にすばらしいものがある。たとえば 1 ヶ月間連続装着可能なソフトコンタクトレンズもその 1 つであるが、米国のチバ・ビジョン社が開発した。これまでの使い捨てソフトコンタクトレンズとは格段上の使用感である。このように小さくて目に装着するソフトコンタクトレンズをプラズマで表面を均一に処理することができる連続真空プロセスがインドネシアで稼働している。このプロセスはプラズマ技術を知り尽くした有能な日本人技術者が開発したものである。ここでは基礎を無視して応用に先走ったプロセスや応用製品はいずれ衰退してしまうということを述べたいのである。プラズマや光触媒に限らずいずれの技術も土台をしっかりと固めてその本質を見極めないと、そのプロセスや素材に合致した材料開発や用途は淘汰されてしまう。日本発のオリジナル技術といわれている光触媒も今はまだ黎明期である。光触媒の将来も基礎研究の固め方次第で成熟の度合いも違ってくるであろう。

参考文献

- (1) 藤嶋昭, 橋本和仁, 渡邊俊也: 光触媒のしくみ, 日本実業出版社, (2000).
- (2) 埜田博史: トコトンやさしい光触媒の本, B&T ブックス, (2002).
- (3) 岸宣仁: 光触媒が日本を救う日一独創からの反撃, プレジデント社, (2003).
- (4) 竹内浩二: 光触媒ビジネス最前線, 工業調査会, (2001).
- (5) 秋山司郎, 埜田博史: 光触媒と関連技術ー 21 世紀企業のキーテクノロジー, 日刊工業新聞社, (2000).