

環境に優しい Stone-Sheet の開発と 農業資材への応用



企業レポート

宇山 浩*, 恩田 紘樹**, 西宮 祥行***

Development of Environmentally Benign Stone-Sheet and
Its Application to Agricultural Materials

Key Words : Composites, Plastics, Sheet, Agricultural Materials

1. はじめに

近年、環境問題が盛んに議論される中、我々の生活に必須のプラスチックに関わる地球環境との調和・融合は重要な課題である。すなわち、現状の汎用プラスチックのほぼ全てが石油由来であり、使用後の焼却により排出される二酸化炭素が地球温暖化につながるため、プラスチックのリサイクル技術やバイオ化技術がその解決手法として注目されている。しかし、実用的な観点から幅広く普及するに至っていない。

ない。

樹脂に安価な無機物（石灰等）を混合した複合材料は古くから知られているが、無機物含量が多くなると成形技術が格段に難しくなり、同時にプラスチック特有の柔らかさが低下する。そのため、多くのプラスチック複合製品では無機物含量は3割以下に留まる。しかし、プラスチックと同量以上の安価な無機物を複合した材料を自在に成形できれば、焼却時の二酸化炭素排出を減らすことができ、環境問題の解決に大きく貢献できる。また、プラスチック含有量が50%未満の製品は容器・包装リサイクル法の適用除外となるため、容器・包装リサイクル協会に納める負担金がなくなり、製造コストの実質的な削減につながる。そのため、無機物を50%以上含む複合材料が開発できれば、環境問題への貢献とコスト削減を一挙に達成できる。

このような背景の下、(株)アースクリエイトは炭酸カルシウム（石灰）を各種プラスチックに混合したマスターバッチを混練メーカー等と共同開発してきた。石灰を50%以上含む複合材料を「Stone-Sheet」として登録商標し、シート状のものを合成紙の代替として製品化している。既に大手百貨店の保冷包装紙として採用されるなど、Stone-Sheet 事業を積極的に推進してきた。Stone-Sheet を採用することで商品調達素材原価が大幅に削減され、製品が産業廃棄物扱いにならず、可燃ごみとして処分することができる。同時に合成紙の使用量を減らすことで二酸化炭素の発生の抑制につながり、更に上述のように容器・包装リサイクル法の適用除外となりコストを削減できる。

本稿では Stone-Sheet の特性と農業資材（マルチフィルム）への応用について述べる。



* Hiroshi UYAMA

1962年5月生
京都大学 大学院工学研究科合成化学専攻 修士課程修了
現在、大阪大学 大学院工学研究科応用化学専攻 教授 博士(工学) 高分子材料化学、バイオポリマー
TEL : 06-6879-7364
FAX : 06-6879-7367
E-mail : uyama@chem.eng.osaka-u.ac.jp



** Koki ONDA

1978年7月生
東京大学大学院農学生命科学研究科応用生命工学専攻 博士前期課程修了 (2003年)
現在、群馬県立群馬産業技術センター 環境・省エネ係 主任 博士(工学) 材料化学、触媒化学
TEL : 027-290-3030
FAX : 027-290-3040
E-mail : onda-kouki@pref.gunma.lg.jp



*** Yoshiyuki NISHIMIYA

1958年1月生
関西大学経済学部経済学科卒業 (1981年)
一般社団法人生産技術振興協会 アライアンス委員会委員 (2013年～)
現在、株式会社アースクリエイト 代表取締役
TEL : 06-6266-0177
FAX : 06-6266-0180
E-mail : stone-sheet@earth-create.net

2. Stone-Sheetの特性と用途展開

Stone-Sheetの樹脂成分として、汎用プラスチックである低密度ポリエチレン (LDPE)、高密度ポリエチレン (HDPE)、ポリプロピレン (PP) を用いている。樹脂の種類に加え、炭酸カルシウムの粒径や添加量を変えることで様々な用途に適用できるマスターバッチを開発した。製品例を図1に示す。紙製品の代替品となる様々な製品のみならず、薄物の成形品も開発している。樹脂の物性に合わせて多様な用途展開が見込まれている。

Stone-Sheetの主成分である無機物は炭酸カルシウムであり、焼却時に二酸化炭素が発生することを危惧する見方がある。しかし、可燃ゴミを燃やしている焼却炉ではダイオキシンの発生を抑えるために中和剤として、Stone-Sheetの主成分である石灰を添加しているのが現状である。一方、Stone-Sheetは石灰を50%以上含んだ製品であるため、Stone-Sheetを含む廃棄物の焼却ではその添加量を抑えることができるメリットがあり、Stone-Sheetでは樹

脂成分が少ない分だけ二酸化炭素の発生を真に抑制できる。

Stone-Sheetの購入側のメリットを以下にまとめる。

- ①二酸化炭素削減への貢献ができる。
- ②容器・包装リサイクル法の適用除外となる。
- ③産業廃棄物扱いとならない。

これら三つのメリットを享受したい食品大手企業や販売系大手企業のニーズに応える製品が開発できれば、多大な経済効果が見込まれる。Stone-Sheetを積極的に採用する企業戦略は、環境対応製品の知名度と市場を大きく拡張すると期待される。

3. 農業用マルチフィルムへの応用

肥料袋やマルチフィルム等の農業用廃プラスチックは、「廃棄物及び清掃に関する法律」により、産業廃棄物に分類されており、廃棄時には付着した土砂や水分を除去した上で廃棄物処理業者に有料で処分を依頼する必要がある。このため、これらの廃棄は農業従事者にとって労力的にも経済的にも負担と



図1 Stone-Sheetの製品例

なっている。Stone-Sheet を従来のマルチフィルムの代わりに使用できれば、廃棄にかかる労力の低減およびコスト削減が期待できる。そこで、Stone-Sheet の複合サイクルウェザーメーターを用いた促進耐候性試験を行い、マルチフィルムとしての用途可能性について検討した。

実験試料として、アースクリエイト製のHDPEに炭酸カルシウムが31.6 : 68.4の割合で混練された厚み100 μm のシート (以下、Stone-Sheet 1) および、HDPEに炭酸カルシウムと紫外線吸収剤がそれぞれ50 : 46.5 : 3.5の割合で混練された厚み30 μm のシート (以下、Stone-Sheet 2) を使用した。促進耐候性試験には複合サイクルウェザーメーター (スガ試験機製 SX75-S80S OG、光源：サンシャインカーボンアーク) を用いた。降雨・照射を18分間行った後、照射を102分行う工程を1サイクルとした。また、ブラックパネル温度は65 $^{\circ}\text{C}$ 、照射時の湿度は50%R.H.、放射照度は80W/m²とした。試料の表面観察は、低真空走査型電子顕微鏡 (日本電子製 JSM-5600LV/JED-2200) を用い、印加電圧は15kVとした。強伸度試験はヨコ方向25mm \times タテ方向50mmの大きさに裁断した試料をねじ式万能試験機 (東京試験機製 LSC-1/30-2) を用い、チャック間距離30mm、クロスヘッドスピード30mm/minの条件で行った。

3-1. 促進耐候性試験による Stone-Sheet の外觀変化

促進耐候性試験前および72サイクル後の Stone-Sheet の電子顕微鏡像を図2に示す。Stone-Sheet 1 では促進耐候性試験前および72サイクルの促進耐候性試験を行った後のいずれの試料でも表面に凹凸および無数の空隙が見られた。これは Stone-Sheet 1 ではHDPEに対する炭酸カルシウムの割合が多く、炭酸カルシウムが表面に浮き出したためであると考えられる。一方、Stone-Sheet 2は、促進耐候性試験前のものは Stone-Sheet 1と比較して表面が平滑で空隙も見られなかった。しかし、72サイクルの促進耐候性試験を行った後では空隙が形成されていた。この空隙はPEの劣化に伴い、表面の炭酸カルシウムが脱落したために形成されたと思われる。

3-2. 促進耐候性試験による Stone-Sheet の収縮

促進耐候性試験に伴う Stone-Sheet の収縮を調べた (図3)。なお、収縮率は210mm \times 294mmの大きさに裁断した試料について、促進耐候性試験前後の面積から以下の計算式によって算出した。

$$\text{収縮率 (\%)} = (S1 - S2) / S1 \times 100 \cdots \text{①}$$

ここで、S1は促進耐候性試験前の試料面積を、S2は促進耐候性試験後の試料面積をそれぞれ表す。

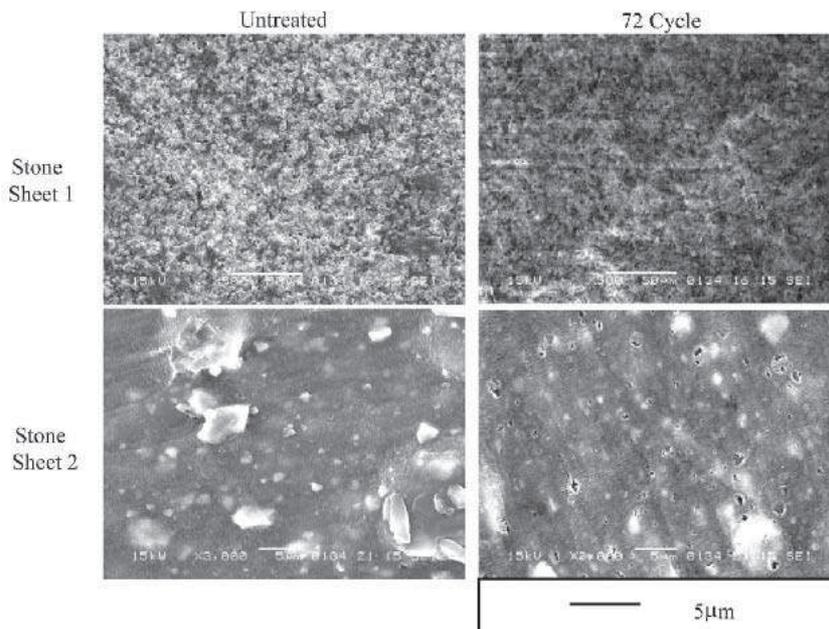


図2 促進耐候性試験前および72サイクルの促進耐候性試験後の Stone-Sheet 1 と Stone-Sheet 2 の電子顕微鏡像

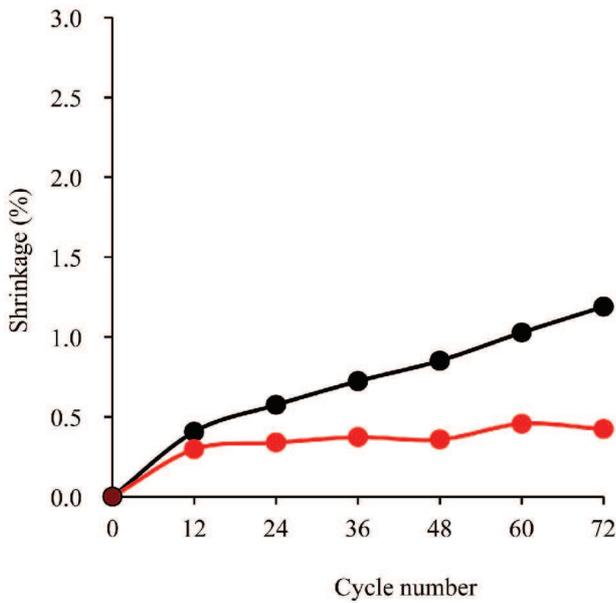


図3 Stone-Sheet 1 (●)と Stone-Sheet 2 (●)の促進耐候性試験に伴う収縮率変化

Stone-Sheet 1では促進耐候性試験のサイクル数が多くなるにつれ収縮率は高くなったが、Stone-

Sheet 2の収縮率は12サイクルの促進耐候性試験以降ではほぼ一定で、Stone-Sheet 1と比較して低かった。

3-3. 促進耐候性試験による Stone-Sheet の物性変化

促進耐候性試験に伴う Stone-Sheet の破断強度および破断伸度の変化を調べた (図4)。72サイクルの促進耐候性試験後の Stone-Sheet 1と Stone-Sheet 2の破断強度の低下率はそれぞれ24.1%および14.7%であり、72サイクルの促進耐候性試験後の破断伸度の低下率はそれぞれ99.8%および86.1%だった。Stone-Sheet 2のほうが Stone-Sheet 1と比較して破断強度が高く、促進耐候性試験に伴う破断強度および破断伸度の低下率も小さかった。

以上の結果から、Stone-Sheetの屋外使用では紫外線防止剤の添加が必須であり、樹脂含量の多いほうが耐久性は高いことがわかった。今後、長期の屋外暴露試験を含めた検討を継続し、Stone-Sheetの農業資材への用途展開の可能性を見極める。

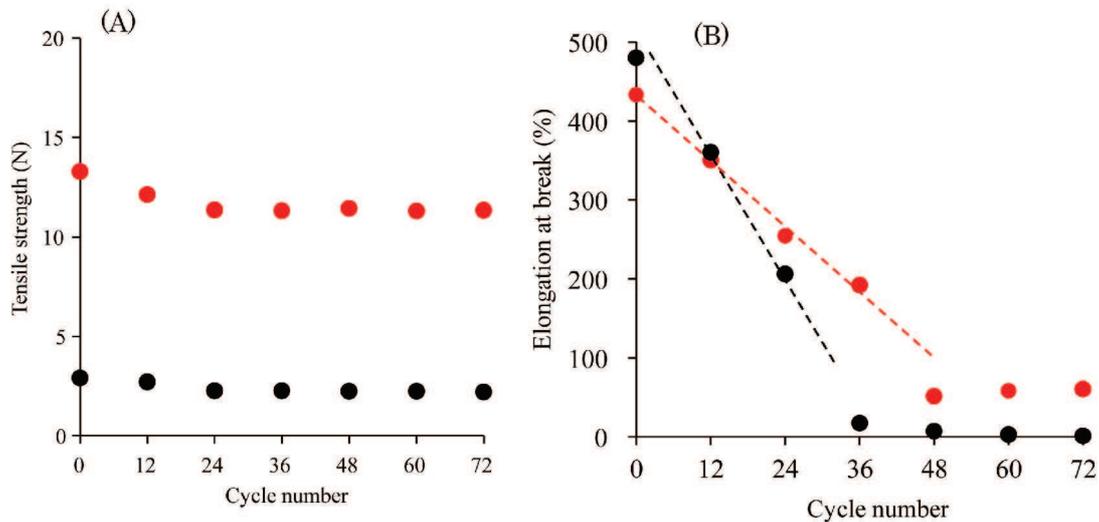


図4 Stone-Sheet 1 (●)と Stone-Sheet 2 (●)の促進耐候性試験に伴う破断強度 (A) 及び破断伸度 (B) の変化