

気象要因による生分解性プラスチックフィルムの崩壊特性

牧 浩之*・岩田 均**・大塩哲視*

要 約

三種類の生分解性プラスチックフィルムを用い、土壌の関与しない条件で、気象要因による崩壊特性をフレームに貼り付け、耐久性を調査した。

- 1 フィルムAの崩壊は早く、貼帳後40日程度で崩壊した。一方、フィルムB、フィルムCは4か月間、破れることなく形状を保った。またその際フィルムBを除き重量の変化は認められず、期間中に生分解を起こしている可能性は低かった。
- 2 3種の生分解性プラスチックフィルムは、2か月の間に延性が大きく低下したが、強度は低下しなかった。
- 3 フィルムBはガラスハウス内では4か月にわたって、延性の低下が認められず、紫外線の照射により延性が低下することから、紫外線の影響が強いと考えられた。
- 4 フィルムBとCは4か月間フィルムの形状を維持し、2か月目以降畝込みが可能になると考えられることから、マルチ栽培への適応が見込まれた。

The Decay Property of Biodegradable Plastic Films from Meteorological Factor.

Hiroyuki MAKI, Hitoshi IWATA and Tetsushi OOSHIO

Summary

The durability of three kinds of biodegradable plastic film (named film A, B and C, respectively) attached on frames were investigated under soil free conditions in order to evaluate their physicochemical decay properties from meteorological factor.

- (1) Film A decayed within about 40 days while film B and film C kept their shape for 4 months, during the processing in the field ward. In this period, the weight of film B decreased gradually but those of film A and C did not change significantly, suggesting a low possibility of their biodegradation.
- (2) During the 2 months of the test term the ductility decreased greatly but the strength was maintained for each film.
- (3) The ductility of film B did not change during 4 months in the glass house but was strongly lowered under the irradiation of ultraviolet rays. The shows that ultraviolet ray has an intensive effect on the collapse of film B.
- (4) From the above results, we concluded that film B and C are suited for mulching culture because they have a proper decay rate. It seems possible to cultivate themselves from the second month after setting them in the field.

キーワード：生分解性プラスチック、マルチ栽培、崩壊

緒 言

我が国の農業用のプラスチックの生産量は年間18万トンにのぼり¹⁾、栽培終了後の回収や処分が大きな問題となっている。生分解性プラスチックフィルムは、ほ場中で分解するため、回収の必要が無く、焼却・リサイクル等の処理も不要であるなどの特徴から注目されている。

生分解性プラスチックフィルムをマルチ栽培に利用す

る際の問題点として、分解が不均一で強度にムラができることがあげられる。特に土中に埋設された部分で分解が早く、約1か月程度で崩壊し、残った地表部分が風により飛散することがある。マルチフィルムとしては地中部も地表部も均等に崩壊し、飛散することなく、栽培終了後には廃資材をほ場に畝込めるものが望ましい。このような生分解性プラスチックフィルムの土壌中での分解は、土質による差が大きいものの、おおむね45日程度で分解が進み、崩壊することが知られているが²⁾、地表部で見られる気象的な要因による崩壊の定量的な評価はな

2001年8月30日受理

*中央農業技術センター **現南淡路農業改良普及センター

されていない。

著者らは野菜類のマルチ栽培への生分解性プラスチックフィルムの適応を目指して、土壤中での生分解的な崩壊特性、地表部での非生物的な崩壊特性の検討を続けている。ここでは、基本的な分解特性、特に土中に埋設されていない部分の気象要因による物理的な崩壊の特性について、重量や強度の変化から検討した。

材料及び方法

1 供試フィルム

供試フィルムは表1に示した通りで、いずれも農業用フィルムとして商品化を進めている資材である。対照にはポリエチレン製フィルムを用いた。

表1 供試プラスチックフィルムの種類

資材名	主原料	発売元	色	厚さ
生分解性フィルムA	ポリブチレンサクシネート	A社	黒	0.02mm
生分解性フィルムB	植物油, デンプン	N社	黒	0.02mm
生分解性フィルムC	ポリ乳酸	M社	黒	0.02mm
ポリエチレンフィルム(対照)	ポリエチレン	S社	黒	0.02mm

2 試験装置, 試験区

試験は木製のフレームを製作し、そこに25×15cmに裁断し、あらかじめ重量を測定したプラスチックフィルムを張り付け(図1)、重量、強度の変化を測定することで、各フィルムの崩壊性を評価した。試験期間は、生分解性プラスチックフィルムの適応が期待できる夏～秋まきレタス作を想定し、平成12年9月1日から翌13年1月4日までの4か月間とした。試料は1か月ごとに、3反復で回収した。

マルチフィルムを貼り付けたフレームは以下に示す3種類の異なる環境条件の元におき、崩壊性の変化を調査した。設置場所は、露地条件(以下野外区)を基本条件とし、黒寒冷紗を用いて遮光した区(以下50%遮光区)、ガラスハウス内(アルミ鉄骨、面積50㎡、以下ガラスハウス区)の3試験区とした。試験はいずれも県立中央農業技術センター内で行った。

3 調査項目

試験区間の気象条件の差異を知るため、10月1～10日の間、小型の自記式温度計(スリック、TR-71S)で気温を測定した。光環境は晴天時の最大照度を正午に照度計(日置電気、E-11)を用いて測定し、稲田³⁾の換算式から、光量子束密度に換算した。試験年の気候の概況は気象庁のアメダスデータ(福崎)を用い、最高・最低・平均気温、降水量、風速、日照時間等を、過去5年間の平均と比較した。

回収したプラスチックフィルムは蒸留水中で超音波洗浄機(シャープ、UC6200)で洗浄した後、乾燥して重量を測定した。

伸び率、強度の変化はJIS K 7113⁴⁾及びJIS K 7127⁵⁾によって測定した。すなわち、継続的に回収したプラスチックフィルムを、上下端15mm、中央部10mm、長さ120mmのダンベル型に打ち抜き、高延性試料物性測定装置(島津製作所、AG-1000D)を用い、引っ張り強度(試料を断裂させるときの最大負荷)と伸び率を測定した。測定は県立工業技術センターにおいて行った。

4 紫外線照射試験

フィルムBを用い、紫外線照射の影響を調査した。25×15cmに裁断し、あらかじめ重量を測定したフィルムに対して、15wの紫外線ランプ(日立GL-15)を、30cmの距離から照射し、5および10日後に回収し、延性、強度の変化を測定した。

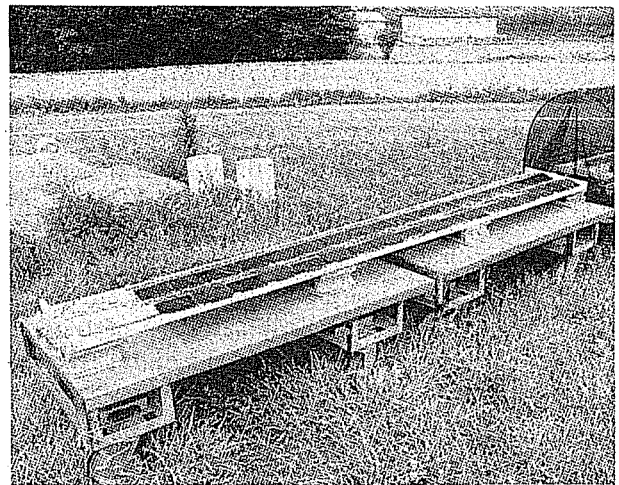


図1 生分解性プラスチックフィルムの崩壊性測定状況

結 果

1 気象概況

9～11月はやや高温で推移し、特に11月の平均気温は、過去5年の平均より0.7℃高温であった。また、台風の接近が無く、強風は例年より少く、降水量も9月は平均よりやや少なかった。その後の降水量はほぼ平均並みであった。日照時間は9月にやや多く、10月は少なかつたものの、試験期間を通じての積算日照時間は過去5年の平均値とほぼ同じであった(表2)。試験区間の気温を10月1～10日の間に測定したところ、ガラスハウス内では野外区に比べ、最高気温で約1.5℃高かった。また光量子束密度は野外区に比べ、50%遮光区ではほぼ半減し、ガラスハウス区においても、野外区に比べ約22%低下した(表3)。

2 マルチフィルムの重量の変化と崩壊

プラスチックフィルムの重量の推移の平均値を図2に示した。試験期間を通じて、フィルムA、フィルムC、慣行黒ポリエチレンでは重量の変化は認められなかった。唯一フィルムBは経時的に減少し、減少量は野外区>ガラスハウス区>50%遮光区の順であった。また強風が吹かない条件にも関わらずフィルムAの崩壊は早く、野外区では40日程度で崩壊が顕著になり、それ以降、物理性の測定試料を得られなくなった。そして3か月以降には

表2 試験期間中の気候

月	気温(°C)			降水量 mm/月	風速(m/s)		日照時間 時間/月
	平均	最高	最低		平均	最大	
9	23.7 (23.5)	28.7 (28.3)	19.5 (19.6)	164 (202)	1.3 (1.3)	5.0 (6.6)	171 (139)
10	17.9 (17.6)	22.4 (22.6)	13.9 (12.9)	126 (120)	0.9 (1.0)	5.0 (6.0)	136 (161)
11	12.2 (11.5)	16.9 (16.7)	7.1 (7.1)	94 (90)	1.1 (1.0)	4.0 (5.0)	130 (139)
12	6.0 (6.1)	11.2 (11.3)	1.2 (1.4)	26 (34)	1.1 (1.2)	5.0 (5.6)	156 (156)

カッコ内は過去5年間の平均

表3 10月上旬の気温、光条件

	気温(°C)			光量子束密度 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$
	平均	最低	最高	
野外区	18.9	12.5	23.5	1206
50%遮光区	18.8	12.7	22.5	629
ガラスハウス	19.8	13.4	25.0	936

1mm以上の降雨日数は2日 降水量27.5mm 日照時間合計は71.7時間

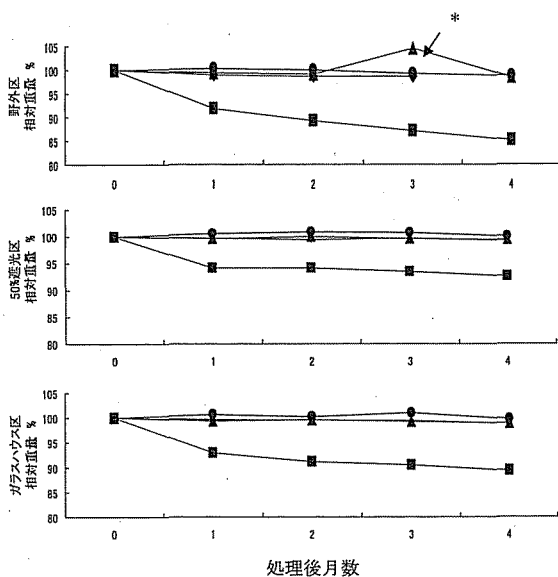


図2 生分解性プラスチック資材の重量の経時的変化

▲フィルムA ■フィルムB ◆フィルムC ●慣行ポリエチレン
* 4か月目のフィルムAは飛散により測定不能

風により飛散した。

3 引っ張り強度

引っ張り強度の推移の平均値を図3に示した。各フィルムは2~8Nの負荷で断裂し、期間中一定の値で推移した。特にフィルムBと慣行黒ポリエチレンは各処理区で安定して推移した。ただし、フィルムAは、野外において1か月程度で崩壊するものの、ガラスハウス内では3か月間にわたり、若干強度が増す傾向にあった。

4 伸び率の変化

伸び率の推移の平均値を図4に示した。伸び率はいずれの生分解性プラスチックフィルムでも、野外区では2

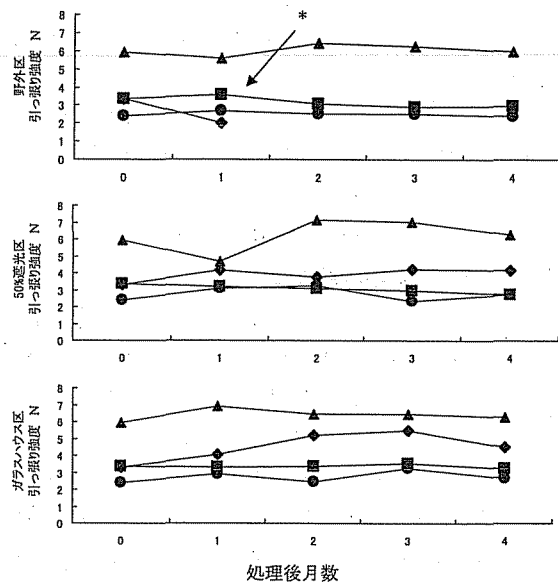


図3 生分解性プラスチック資材の引っ張り強度の経時的変化

▲フィルムA ■フィルムB ◆フィルムC ●慣行ポリエチレン
* 2か月目以降フィルムAは崩壊により測定不能

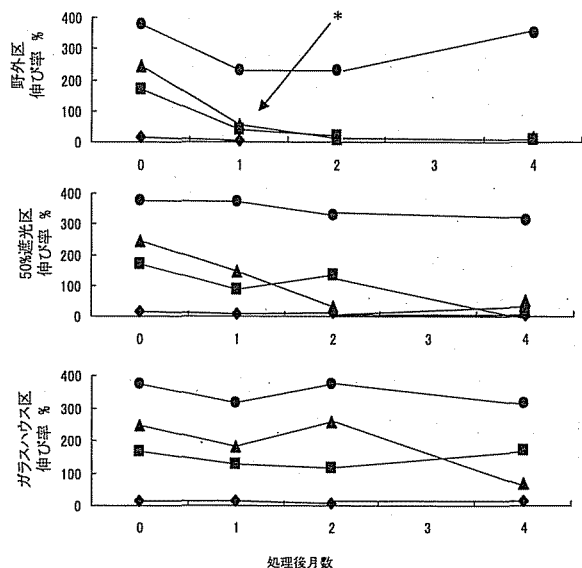


図4 生分解性プラスチック資材の伸び率の経時的変化

▲フィルムA ■フィルムB ◆フィルムC ●慣行ポリエチレン
* 2か月目以降フィルムAは崩壊により測定不能

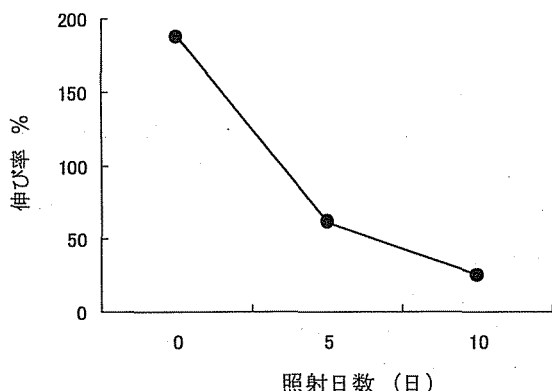


図5 紫外線照射がフィルムBの伸び率に及ぼす影響

か月の間に低下した。しかし、ガラスハウス区では、4か月間にわたり、フィルムBの伸び率の低下は認められなかった。次にフィルムBに対して紫外線照射が伸び率に及ぼす影響を検討した結果、20Wの紫外線ランプを用いて、照射5日で伸び率は約3分の1に低下した(図5)。

考 察

1 気象要因による物理的崩壊

生分解性プラスチックフィルムの気象的な影響による崩壊性の評価を試みた。土壌の介在しない今回の試験では、崩壊までフィルムAで40日程度、その他のフィルムでは4か月間、フィルム資材の形状を維持した。

試験期間中の重量もフィルムBを除き変化しなかった。林らは¹⁾、生分解性プラスチックフィルムの土壌への埋設や懸濁液中の試験で、重量法により崩壊性の評価を行っている。生分解の際には微生物により炭酸ガスや水に分解されるため、試料の重量減が認められるはずであるが、今回、認められなかった。このことから、試験期間中のフィルムの物理性の変化は、生分解ではなく、むしろ日射、降水、風等気象要因による物理・化学的な変質と考えられる。フィルムBについては、試験期間中に減量したが、このフィルムは室内での保存でも、2か月で5%程度の減量を示しており、非生物的な影響によって重量が減少したと推察される。

2 伸び率の低下

試験期間中に認められる物理性の変化としては、伸び率が低下する事が明らかになった。つまり、生分解性プラスチックフィルムは通常の気象条件下において、時間が経つごとに、柔軟性が低下し、伸びにくくなっていく事が明らかになった。この際に強度の変化はほとんど認められなかった。対照のポリエチレンフィルムにはこのような現象は認められなかった。

今回用いた3種類のフィルムの伸び率の低下は、野外区で最も大きく、1~2か月間に大きく低下した。次い

で、50%遮光区、ガラスハウス区の順であった。ガラスハウス区で崩壊が弱まることは、降水が無いことと、ガラスによる紫外線の遮蔽が影響したと考えられる。そこで、ガラスハウス区で伸び率の低下が認められなかったフィルムBを用いて、室内で紫外線の影響を検討したところ、5日間で伸び率が約3分の1に低下することから、崩壊に紫外線の影響が強いことが示唆された。

3 供試フィルムのマルチ栽培への適応性

3種類の生分解性プラスチックフィルムとも、気象要因の影響により、伸び率が低下することが明らかになった。栽培終了後に耕耘機等で畝込むことから、伸び率が高いままでは、トラクターのロータリー等に絡みつき作業性が低下すると思われる。そのため、伸び率の低下は必要な性質と考えられる。伸び率の推移から、機械による耕耘は設置して2か月後程度から可能と思われるが、伸び率とロータリー耕耘の作業性についてはさらに定量的な検討を進める必要がある。

生分解性プラスチックフィルムの崩壊速度からマルチ栽培への適応性を見ると、県下のマルチ栽培に、栽培期間が2か月以下の作目は存在しないので、約40日程度で崩壊するフィルムAについては、今後、崩壊期間の延長が必要と思われる。フィルムBとCは4か月間形状を維持し、概ね適正な崩壊期間と判断される。

マルチ栽培に設置されたフィルムの地表部は、土中部に比べて、生分解の影響が少ないと考えられるが、農業用マルチ資材としては、土壌中での生分解と、地表部の気象要因による崩壊が均等に進行することが望ましい。地表部の崩壊期間に比べ、土壌中での生分解がやや早いので、今後の改良点として重要となる。

引用文献

- (1) 林 英明・広本直樹・渡辺一正・更科かをる・斉藤敏雄。(2000): 堆肥懸濁液を用いた生分解性プラスチックの崩壊性評価: 園学雑 69 (別1), 296.
- (2) 稲田勝美編著 (1984): 光と植物生育 (養賢堂) 175
- (3) 日本工業標準調査会編 (1995): 日本工業規格 JIS K 7113. プラスチックの引張試験方法 (日本工業標準調査会)
- (4) 日本工業標準調査会編 (1999): 日本工業規格 JIS K 7127. プラスチック—引張特性の試験方法— 第3部 フィルム及びシートの試験条件 (日本工業標準調査会)
- (5) 大塩哲視 (2001): 生分解性マルチの崩壊特性とタマネギ栽培への適用: 今月の農業 (化学工業日報社) 7月号 26-30