

附件一

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成 果 報 告
 期中進度報告

計畫名稱：植物纖維補強生物分解性材料之製作及分析

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 92 - 2216 - E - 164 - 001 -

執行期間： 92 年 8 月 1 日至 93 年 7 月 31 日

計畫主持人：石燕鳳

共同主持人：黃加正、劉仁煥

計畫參與人員：李宛茜 等

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：修平技術學院

中 華 民 國 93 年 9 月 25 日

摘要

本研究擬在生物分解性塑膠中加入植物性纖維混練後製成複合材料型生物分解性塑膠。其中植物性纖維不僅能改善生物分解性塑膠的生分解，更進一步能夠提升材料的機械強度、耐熱、耐透濕性等。材料之熱性質及機械性質分別經由 DSC, TGA, LOI, UL-94, 熱卡計, DMA test 及抗張強度來做評估。結果顯示此種複合材料型生物分解性塑膠具有較佳的熱性質，且楊氏模數明顯增大，而經偶合劑處理之材料可增進生物分解性塑膠與纖維之相容性而使得抗張強度增加。且植物性纖維的有效運用不僅能降低生物分解性塑膠的成本、促進農業發展並減少農業廢棄物對於環境的負擔。

In this study, we incorporate the plant fiber into the biodegradable polymers to compose a biodegradable composite material. The thermal resistance and mechanical properties were investigated by DSC, TGA, LOI, UL-94, adiabatic calorimeter, DMA test and Instron. The results reveal that the thermal resistance and flame retardancy were improved as plant fiber was incorporated to the biodegradable polymers. Moreover, the Young's modulus was also increased with the adding of plant fiber.

一、前言

近年來由於環保的需求，生物分解性塑膠日漸受到重視，可以預期全球生物分解性塑膠的需求量會明顯的持續成長[1]。另外目前農業廢棄物的產量亦相當大，若是未能善加利用，不但造成能源資源之浪費，更導致環境污染問題[2]。近年來許多學者研究將天然纖維加入一般聚合物或生物分解性塑膠，以補強材料的耐熱及機械性質並取代玻纖、碳纖等人造纖維，如此除了可以降低材料成本且增進天然物之利用率，並對於整體環境之保護有助益，因為玻纖、碳纖等人造纖維在自然環境中的生物分解速率非常低[3]。Hill, Rao, Oksman, Liao, Stael, Pothan 及 Rong [4~11]等人分別研究將椰子、瓊麻、竹筍、香蕉葉、蔗渣等纖維加入如聚酯、聚胺酯、環氧樹脂、聚丙烯等一般聚合物中，發現有不錯的效果。另外 Iannace 及 Shibata [12,13]等人則分別將海藻、瓊麻纖維加入 Master-Bi®及 PBS 等生物分解性塑膠中。生物分解性塑膠目前除了價格偏高之外，其耐熱性及機械強度等性質還無法與傳統塑膠抗衡，因此這類產品目前仍鮮少應用於電氣、電子零件方面[14]。本研究擬在生物分解性塑膠中加入植物性纖維混練後製成複合材料型生物分解性塑膠。其中植物性纖維不僅能改善生物分解性塑膠的生分解，更進一步能夠提升材料的機械強度、耐熱、耐透濕性等。預期此種複合材料型生物分解性塑膠將具有優越的性質，使得生物分解性塑膠的不僅能應用在一般民生及農業用途，更進一步能應用到電子、光電材料方面，藉以提高生物分解性塑膠的附加價值。且植物性纖維的有效運用不僅能促進農業發展並減少農業廢棄物對於環境的負擔。

二、研究目的

本研究將植物纖維或粉末分別加入生物分解性塑膠當中，添加 silane coupling agent 改質植物纖維，並經由 DSC、TGA、FTIR、XPS、SEM、機械性質等測定，分析在纖維表面上 silane coupling agent 所儲存的機構及化學處理對複合材料機械強度的影響。由 XPS 及 FTIR 找出 silane coupling agent 與植物纖維的化學鍵結，因纖維表面與 silane coupling agent 有鍵結，可增加當纖維與生物可分解的聚酯材料形成複合物時會有更好的相互作用力。

三、實驗

1. 樣品介紹：

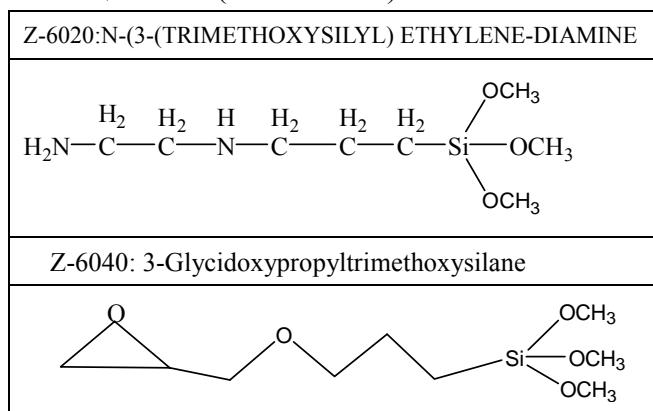
昭和分子株式會社 Bionolle # 1001

植物 A 粉碎後，經 80 mesh (0.175mm)篩選之粉末部份稱為 powder

植物 A 粉碎後，經篩選 40 mesh (0.3698mm)~80 mesh (0.175mm)之纖維部份稱為 fiber

coupling agent : Decuchem Co.,LTD.

Z6020、Z6040(矽烷偶合劑)



2. 樣品組成：如表 1-1

3. 分析儀器說明

- (1)熱重量分析儀(TGA):Seiko Instruments TG/DTA220, 氮氣流速 100 ml/min 下, 試樣(約 5 mg) 以 10 /min 的加熱速率加熱到 600 。
- (2)微差掃描卡計(DSC)：Seiko Instruments DSC220C，試樣(約 5 mg)於氮氣流速 50 c.c. / min 下以 10 /min 的加熱速率加熱至 250 。
- (3)傅立葉轉換式紅外線光譜儀(FT-IR)：PERKIN EIMER PARAGON 500 FT-IR。
- (4)固態核磁共振光譜儀(BRUKER DSX-400WB NMR SPECTROMETER，NMR/Solid 400)。
- (5)元素分析儀(EA): Elementar vario EL III Heraeus CHNOS Rapid F002。
- (6)熱重分析儀:TA Instruments 之 TGA Q500。
- (7)極限需氧量指數測定儀 (LOI)：Polymer Laboratories FTA，氣體總流速：17 L / min。
- (8)水平垂直燃燒試驗儀(UL-94)：FTT UL-94，樣品長 124 mm，寬 12.7 mm。以垂直燃燒方式置於本生燈之藍色火焰 10 秒鐘。
- (9)彈卡計：IKA_WERKE C4000，ASTM 240D 測定方法，但試樣採粉末狀且僅用 0.5 克，用苯甲酸(benzoic acid)做為校正物質，彈體中氧氣壓力為 3.04 MPa。
- (10)拉力試驗機：INSTRON5567，1.Sample Rate (pts/secs):10.00002.Full Scale Load Range:3059.149 kgf。
- (11)掃描式電子顯微鏡(SEM): TOPCON ABT-150S。
- (12) X 射線光電子能譜儀 (X-ray Photoelectron Spectroscopy, XPS): 英國 VG ESCA Scientific Theta Probe. XPS X-ray 源：Al K α (1486.6eV)，X-ray spot size：15 ~ 400 μ m。
- (13)雙螺桿押出機(Twin Screw Extruder): 神戶製鋼, KTX-30, 混練造粒, 螺桿直徑 30mm, L/D=43.5。
- (14)射出成型模具試模(Injection Molding Machine): 巴頓, BA750CD^{PLUS}。
- (15)動態機械分析儀 (DynamicMechanical Analyzer) : PERKIN ELMER DMA 7e。

四、結果與討論

1. DSC 實驗結果：

由 DSC 測得的熔點位置及計算所得之半高寬如表 1-2，可以發現有經過偶合劑處理後，半高寬皆比 Bionolle 寬；在加入同一種偶合劑時，含有 Powder 試樣的半高寬大於含有 Fiber

試樣，不論是使用 Z6020 或是 Z6040 的偶合劑皆是如此，表示在加入偶合劑後，對 powder 的親和力比對 Fiber 好；另外，在同樣含有 Powder 的試樣中，使用偶合劑 Z6040 的半高寬大於使用偶合劑 Z6020，在含有 Fiber 的試樣中也有同樣的情形，表示使用 Z6040 可較有效增進 Bionolle 和植物纖維的親和力。另外由圖 1-1 可以很明顯的看出玻璃轉移溫度的區間，在這區間的玻璃轉移溫度，如表 1-8 約在-36，這與文獻值 T_g 在-45 至-10 相吻合。

2. TGA 實驗結果：

由圖 1-2 可以發現 Bionolle (B)加熱到 700 後將近燒完，而由圖 1-3 纖維(F)還有約 30% 之焦炭含量，粉末(P)則還有高達 30%以上之焦炭含量，顯示纖維及粉末之耐熱耐燃性皆較 Bionolle 佳。另外 BP10Z6040 和 BP10Z6020 其焦炭量(約 4-5%)較 BF10Z6040 和 BF10Z6020(約 3.7%)為高，可見得在 Bionolle 中加入粉末的耐熱耐燃性比添加纖維為佳。

3. FT-IR 實驗結果：

由圖 1-4 在 3346cm⁻¹ 的位置有一很深很寬的穿透度，尤其是粉末比纖維強很多，推測粉末上有很多的 OH，且應該是有 hydrogen bonding 的鍵結。在圖 1-5 中，8FZ6040 表示偶合劑加入纖維中攪拌 8 小時，FZ6040 表示偶合劑加入纖維中攪拌 30 分鐘，攪拌時間越久，peak 向左移到 3400cm⁻¹ 左右的位置，表示纖維上的-OH 變為 free -OH；在 820 cm⁻¹ 很明顯多一根 peak，此應該是含有 epoxide 的偶合劑有與纖維有作用。圖 1-6 中的 FZ6020 和 FZ6040 在 900cm⁻¹ 附近皆有一穿透度，應為 Si-OH；在 1000-1100cm⁻¹ 間有很深的 peak，尤其在 FZ6040 的 peak 更寬，這個位置可能是 Si-O-Si 或是 Si-O-C 的鍵結，因此確定 silane coupling agent 有鍵結在纖維上。

4. EA 實驗結果：

由表 1-3 粉末與纖維的氫百分比、碳百分比與計算所得到的值相近。

5. Solid State NMR 實驗結果：

由圖 1-7 為纖維的固態核磁共振光譜儀，纖維的 C-1 在 105.82ppm，C-2,3,5 在 73.6ppm，C-4 在 84.75、89.01ppm，C-6 在 65.3ppm。對照圖 1-7 及表 1-4，可由 C-1 上的 peak 並無分岔，判斷所用的纖維應該屬於 cellulose I；圖 1-8 的文獻說明在 C-4 的 peak 寬且 peak 不明顯，如 D 圖，表示結晶度不高¹⁵，但圖 1-7 的 C-4 是較圖 1-8 的 D 圖 sharp，應是有較高的結晶度。

6. 熱劣解實驗結果：

分別以不同氮氣、空氣流量氣體熱分解纖維、粉末，進行動力學模式之研究，以期日後對熱處理操作及程序設計有所助益。圖 1-9 中，可以發現不管在哪種氣體下，powder 都比 fiber 的熱劣解活化能大，另外在 air 中 powder 與 fiber 之圖形相似，表示在 air 中的 powder 與 fiber 的熱劣解型態相似，而在 nitrogen 中 fiber 的活化能比較平坦變化，表示反應級數比較單純，而在轉化率大於 0.3(即較高溫下)可發現氮氣中之劣解活化能都較空氣中高。

7. X 射線光電子能譜儀：

如圖 1-10 由圖可以看出有經過 silane coupling agent 處理過的纖維，在全能掃描圖譜上可以發現在 100eV 及 150eV 附近有 Si2s、Si2p 軌域的鍵結。在表 1-5 分別為 C1s、O1s、Si2p 軌域鍵結的位置。而 Si2p 的面積也可以很明顯的看出加入 silane coupling agent 後，Si 在纖維上的含量有非常明顯的提升，且根據 [Composites Part B 30 (1999) 321-331] 有引述到："在大於 102eV 的時候，Si 原子旁有鍵結兩個以上的氧原子"，由圖 1-11 所示，FZ6020 與 FZ6040 皆大於 102eV，且此次用的 silane coupling agent 為矽原子旁接了三個氧原子，表示所用的 silane coupling agent 有鍵結在纖維上。

8. 機械性質測試：

表 1-6 拉伸性質測試中，發現添加粉末及纖維之材料，在加入偶合劑後，強度皆提高。尤其是經偶合劑 Z6040 處理之 BF10Z6040。而由表 1-7 可以發現所有添加粉末及纖維之材料

的 modulus 都顯著提高。可見在 bionolle 中加入纖維或粉末皆可增加材料之強度，另外加入經偶合劑處理之纖維，可有效增進 bionolle 與纖維之相容性而使得抗張強度增大。

9. SEM 分析：

圖 1-12 在掃描式電子顯微鏡下的 Bionolle 是很平坦的表面即使放大到 5000 倍還是一樣如圖 1-13，在加入纖維後如圖 1-14，可以看出纖維和 Bionolle 之間的親和力很差，他們之間有很大的空隙，但在加入 silane coupling agent 後的 BF10Z6020 與 BF10Z6040 如圖 1-15 與 1-16 圖，纖維與 Bionolle 間是緊密接合，表示加入偶合劑之後，有效改善了纖維與 Bionolle 間的介面作用力，產生良好的相容性。

10. DMA 分析：

由圖 1-17 發現 BP10 的 loss modulus 比純 bionolle 高，圖 1-18 則顯示加入 Z6020 與 Z6040 的粉末所得的 loss modulus 比 BP10 低，在圖 1-19 中，fiber 若未添加偶合劑則 loss modulus 下降，表示 fiber 與 bionolle 的相容性(compatibility)不好，但加入偶合劑後因增進 fiber 與 bionolle 的相容性，所以 loss modulus 有提升。在圖 1-20 中 BP10 的 storage modulus 較純 bionolle 高，在圖 1-21 中，添加 powder 的 storage modulus 有很明顯的提升，但添加偶合劑的 BP10Z6020 與 BP10Z6040 則與純 bionolle 相近。在圖 1-22 中，fiber 加入偶合劑後，在高溫和低溫 storage modulus 皆明顯比 bionolle 高，因此加入偶合劑可提高複合材料的強度。表 1-8 為 DSC 與 DMA 量到的玻璃轉移溫度，相同的試在不同儀器量到的 T_g 約相差十度。

11. 彈卡計及分析：

由燃燒熱測定結果(表 1-9)可發現粉末及纖維(P 及 F)，其燃燒熱遠低於 Bionolle。在 Bionolle 中加入此粉末及纖維的試樣，如 BR BF BP1Q BP10Z602Q BP10Z604Q BF10Z602Q BF10Z6040，其燃燒熱亦較 Bionolle 低，在火場中放熱量較小，使得溫度上升速度減慢，可提升火場中之安全性。另外數據亦顯示粉末之燃燒熱較纖維低，添加粉末可以更有效降低材料之燃燒熱。

12. 垂直燃燒測試 UL-94 結果分析：

表 1-9 顯示材料在加入粉末及纖維之後，由 UL-94 測試結果顯示，發現 Bionolle 垂滴嚴重、煙很多，在火場中可能容易引燃其他易燃物品，且大量煙之生成更會影響到人體。然而加入粉末及纖維之後，雖然燃燒等級與 Bionolle 一樣，但是垂滴現象有明顯降低，產生的煙量也減少，故可提升在火場上的安全性。

13. 元素分析：

由表 1-11 中經偶合劑處理之 fiber 其元素分析結果顯示，在 FZ6020 中因加入了含有 amine，所以氮的含量比較多有。在 O/C 比方面，在加入偶合劑後使得氧的含量減少，碳的含量增加，因此 O/C 比下降這趨勢是合理。

五、結論

由 DSC 結果顯示加入 Z6040 使 Bionolle 與 fiber 的親和力增加；FTIR 及 XPS 顯示有 Si-O-C 的鍵結形成；可以確定偶合劑確實有接到纖維上；抗張強度顯示 BF10Z6040 強度大，表示加入 Z6040 對 fiber 與 bionolle 是有提升相容性的效果；在 DMA 中，在 bionolle 中加入 powder 可以提升 storage modulus 與 loss modulus，但在加入偶合劑後卻降低，表示此偶合劑對增加 powder 與 bionolle 的相容性效果不佳；但在 fiber 加入偶合劑後 storage modulus 與 loss modulus 皆有提升，表示此偶合劑對 fiber 有較好的效果。研究結果發現此種台灣中部特有農業廢棄資材，其耐熱耐燃性相當好，不僅能夠做為材料機械性質的補強劑，並能夠提升材料的耐熱性質。在生物分解性塑膠中加入此種台灣中部特有農業廢棄資材，有效降低材料的燃燒熱，提高 LOI 值及焦炭含量，且減低垂滴現象及發煙量，有助於提升材料使用的安全性。

參考文獻

1. 洪世淇, 塑膠資訊, 1 頁, 2002 年 1 月
2. 曾士豪, 2002, 碩士論文, 中興大學食科學系
3. A. K. Mohanty, M. Misra, G. Hinrichsen, Macromol. Mater. Eng. 276/277, 1 (2000)
4. C. A. S. Hill, H. P. S. Abdul Khalil, J. Appl. Polym. Sci., 78, 1685 (2000)
5. Abhijit P. Deshpande, M. Bhaskar Rao, C. Lakshmana Rao, J. Appl. Polym. Sci., 76, 83 (2000)
6. K. Oksman, L. Wallstrom, L. A. Berglund, J. Appl. Polym. Sci., 84, 2358 (2002)
7. M. M. Thwe, K. Liao, Composites: Part A, 33, 43 (2002)
8. G. C. Stael, M. I. B. Tavares, Polym. Test. 19, 251 (2000)
9. L. A. Pothan, Z. Oommen, and S. Thomas, Comp. Sci. Technol., 63, 283 (2003)
10. L. A. Pothan and S. Thomas, Comp. Sci. Technol., 63, 1231 (2003)
11. M. Z. Rong, M. Q. Zhang, Y. Liu, G. C. Yang, and H. M. Zeng, Comp. Sci. Technol., 61, 1437 (2001)
12. S. Iannace, G. Nocilla, L. Nicolais, J. Appl. Polym. Sci., 73, 583 (1999)
13. M. Shibata, R. Makino, R. Yosomiya, Polym. Polym. Comp., 9(5), 333 (2001)
14. 華輝公司, 高分子工業, 59 頁, 2000 年 8 月

表 1-1 各試樣之成份重量比

代號	Bionolle	powder	fiber	coupling agent
B	100	0	0	0
P	0	100	0	0
F	0	0	100	0
FZ6020	0	0	50	Z6020: 48g
FZ6040	0	0	50	Z6040: 48g
BP10	100	10	0	0
BF10	100	0	10	0
BP10 Z6020	100	10	0	Z6020:0.5g
BP10 Z6040	100	10	0	Z6040:0.5g
BF10 Z6020	100	0	10	Z6020:9.6g
BF10 Z6040	100	0	10	Z6040:9.6g

表 1-2 各試樣之 DSC 熔點及半高寬

名稱	T _m (°C)	半高寬
Bionolle	114.62	6
BP10Z6020	113.42	7
BF10Z6020	114.08	6.7
BP10Z6040	114.01	8.1
BF10Z6040	114.07	7.7

表 1-3 纖維與粉末之元素分析

powder	N%	C%	H%
(1)	2.14	38.50	3.65
(2)	2.18	38.33	3.64
fiber	N%	C%	H%
(1)	0.67	39.72	3.78
(2)	0.61	39.70	3.92

表 1-4 ¹³C Chemical Shifts (ppm Relative to Me₄Si) from the 22.6-MHz CP/MAS of Solid Cellulose Polymer

	C-1	C-2, 3, 5	C-4	C-6
cellulose I	105.0	74.1, 72.0	90.0	67.0
cellulose II	107.9, 106.2	77.7, 76.0, 73.4	88.9	64.0

表 1-5 XPS 表面全能譜掃描纖維

	C 1s (eV)	O 1s (eV)	Si 2s (eV)	Si 2p (eV)
untreated fiber	285	533		
FZ6020	286	533	102	153
FZ6040	287	534	103	155

表 1-6 材料之 tensile test property

	% 張力 在最大負 荷 (%)	stress at max. load (kgf/mm ²)
種類	elongation	Stress
BP10	16.683	3.389
BF10	15.094	3.314
BP10Z6020	15.350	3.572
BF10Z6020	13.088	3.381
BP10Z6040	14.008	3.540
BF10Z6040	16.863	3.786

表 1-7 材料之 modulus test property

種類	Modulus (kgf/mm ²)	S.D.
B	23.840	0.512
BP10	36.857	1.934
BF10	35.086	0.278
BP10Z6020	34.008	0.505
BF10Z6020	33.969	0.292
BP10Z6040	33.601	0.237
BF10Z6040	32.640	0.277

表 1-8 DSC 與 DMA 分析下的玻璃轉移溫度

	DSC	DMA lossmo dulus	DMA tangent detal
B	-35.3	-29.42	-18.33
BP10	-35.9	-29.45	-21.78
BF10	-34.4	-29.54	-20.12
BP10Z6020	-36.3	-28.67	-21.39
BF10Z6020	-35.9	-29.40	-19.95
BP10Z6040	-35.8	-29.11	-20.41
BF10Z6040	-32.5	-28.91	-19.98

表 1-9 試樣之燃燒熱測定數據及結果

試樣名稱	燃燒熱 (kJ g ⁻¹)	UL-94
B	21902.6	V-2
P	14363.7	--
F	15693.3	--
BP10	21585.8	V-2
BF10	21615.2	V-2
BP10Z6020	20909.3	V-2
BP10Z6040	21173.4	V-2
BF10Z6020	21215.6	V-2
BF10Z6040	21422.3	V-2

表 1-10 各纖維的元素分析結果

FIBER	N%	C%	H%	O%	O/C
實驗值					
(1)	0.51	40.32	6.55	46.21	1.146
實驗值					
(2)	0.53	40.38	6.65	46.19	1.144
FZ6020	N%	C%	H%	O%	O/C
實驗值					
(1)	3.36	38.80	6.76	40.31	1.0389
實驗值					
(2)	3.32	38.69	6.54	40.22	1.0395
FZ6040	N%	C%	H%	O%	O/C
實驗值					
(1)	0.88	39.64	6.53	44.32	1.118
實驗值					
(2)	0.87	39.77	6.45	44.35	1.115

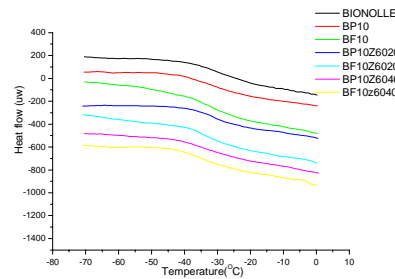


圖 1-1 各試樣在 DSC 下的玻璃轉移溫度

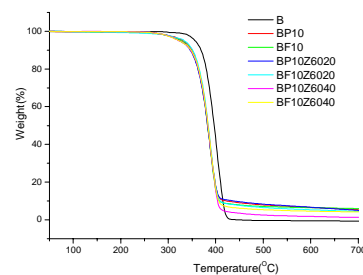


圖 1-2 材料之 TGA 分析

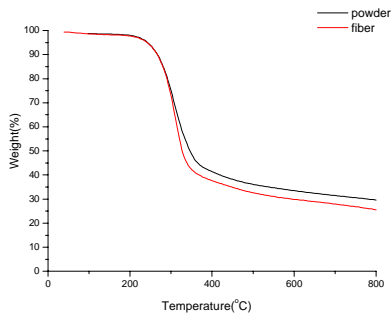


圖 1-3 未處理的 powder 及 fiber 之 TGA 分析

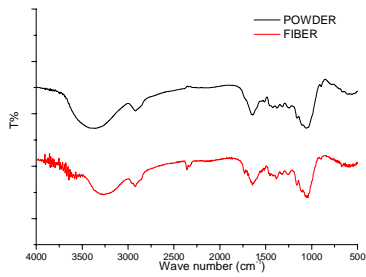


圖 1-4 未處理的纖維與粉末之 FT-IR 分析

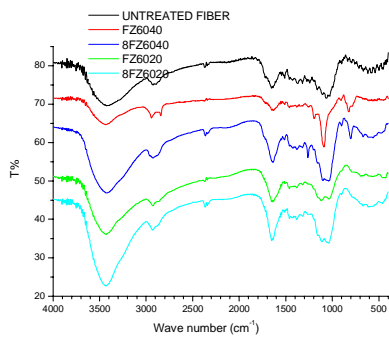


圖 1-5 不同時間長短經偶合劑處理的纖維之 FT-IR 分析圖

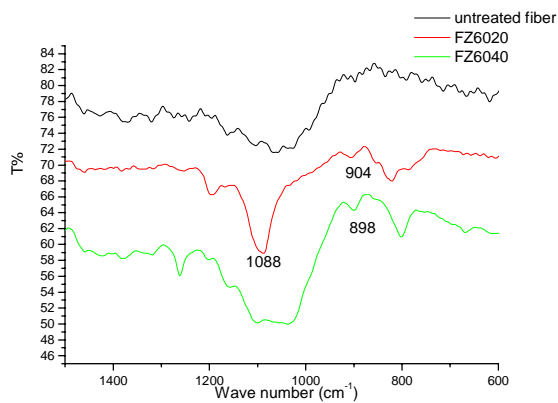


圖 1-6 偶合劑處理的纖維之 FT-IR 分析

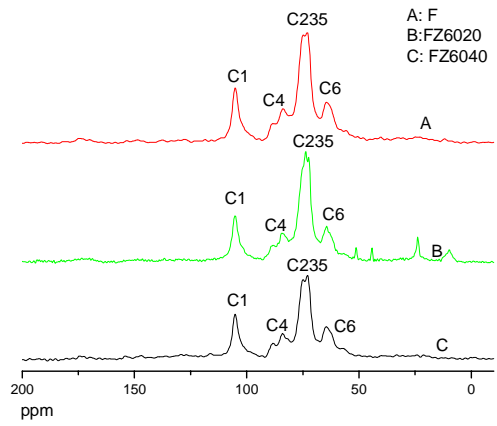


圖 1-7 纖維之 Solid State NMR

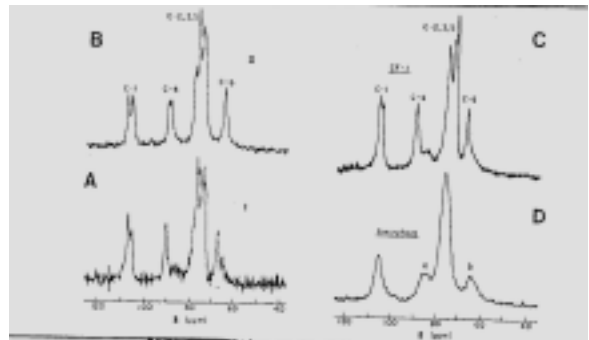


圖 1-8 各種 Cellulose structure 的 solid state NMR

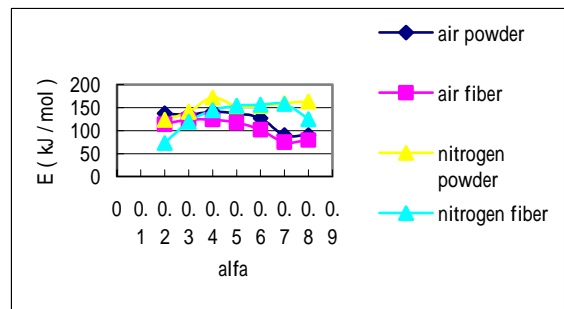


圖 1-9 各轉化率下在不同氣體下之劣解活化能

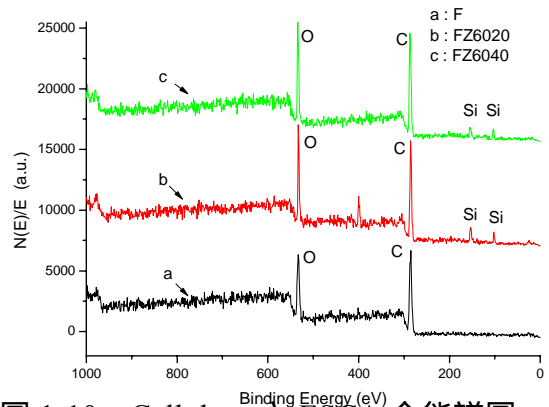


圖 1-10 Cellulose 之 ESCA 全能譜圖

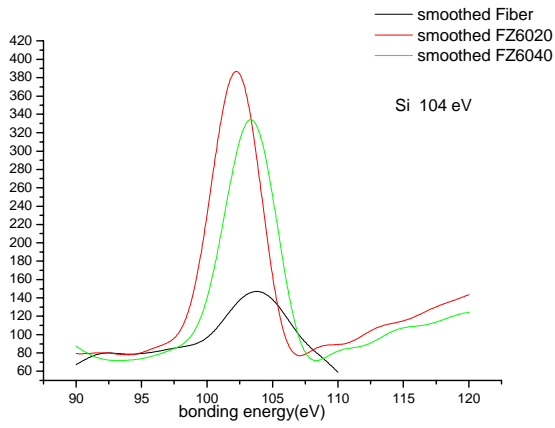


圖 1-11 ESCA of silicon peaks for fiber、FZ6020 and FZ6040

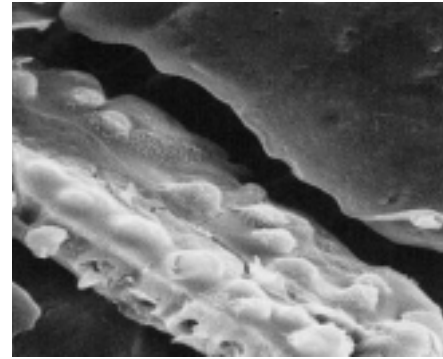


圖 1-14 BF10 放大 2000 倍的 SEM

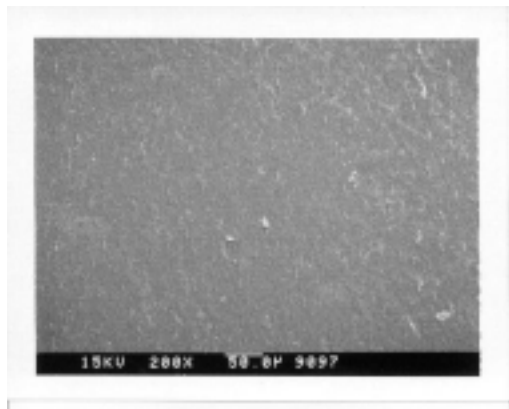


圖 1-12 bionolle 放大 200 倍下的 SEM

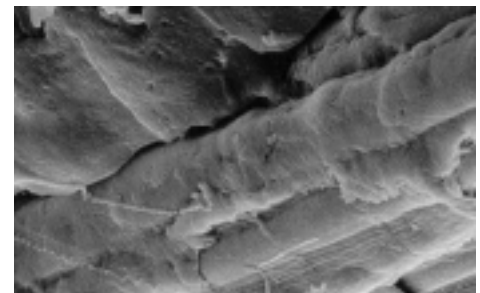


圖 1-15 BF10Z6020 放大 2000 倍的 SEM

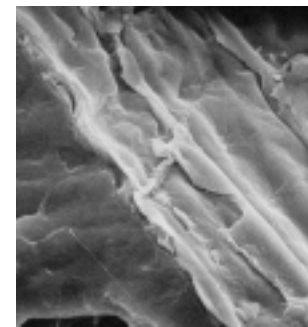


圖 1-16 BF10Z6040 放大 2000 倍的 SEM

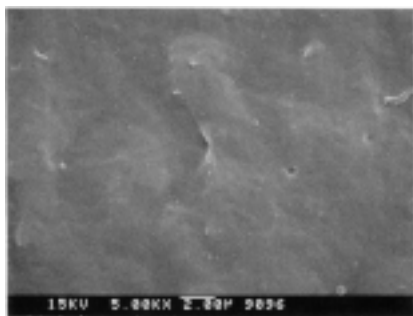


圖 1-13 bionolle 放大 5000 倍下的 SEM

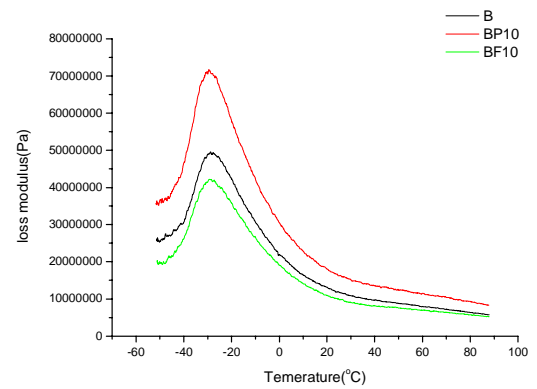


圖 1-17 未經偶合劑處理材料之 loss modulus 分析圖

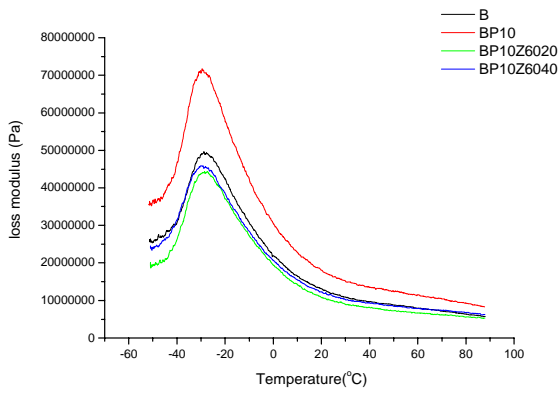


圖 1-18 含 powder 材料之 loss modulus 分析圖

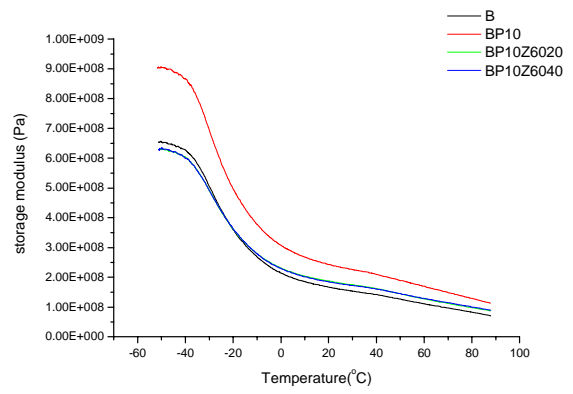


圖 1-21 含 powder 材料之 storage modulus 分析圖

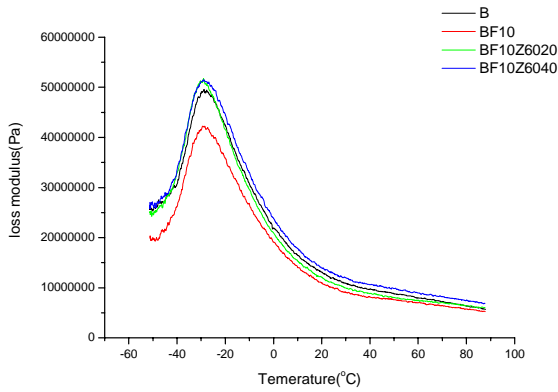


圖 1-19 含 fiber 材料之 loss modulus 分析圖

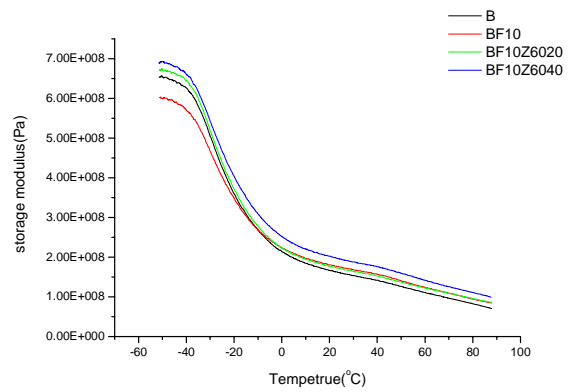


圖 1-22 含 fiber 材料之 storage modulus 分析圖

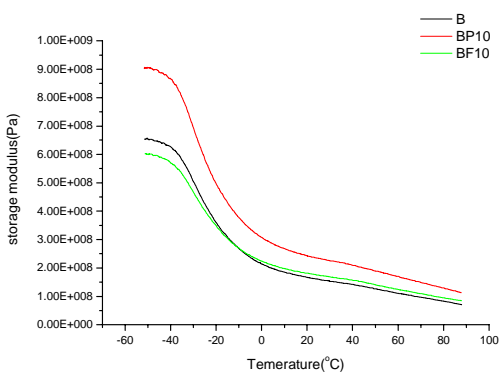


圖 1-20 未經偶合劑處理材料之 storage modulus 分析圖

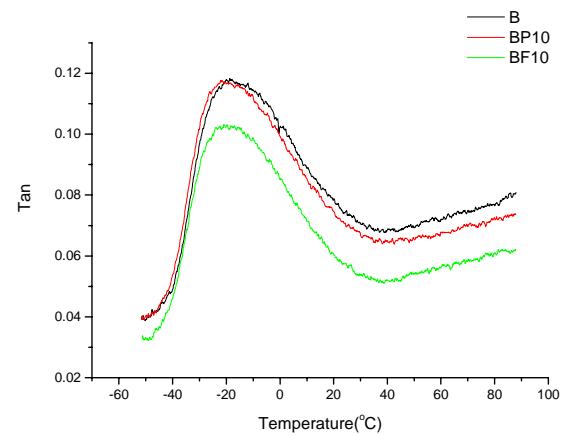


圖 1-23 未經偶合劑處理材料之 Tan δ 分析圖

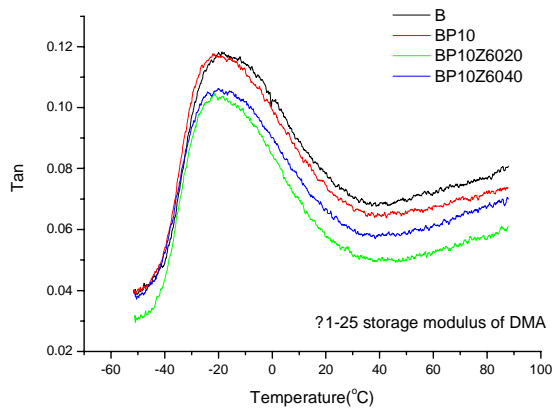


圖 1-24 含 powder 材料之 Tan δ 分析圖

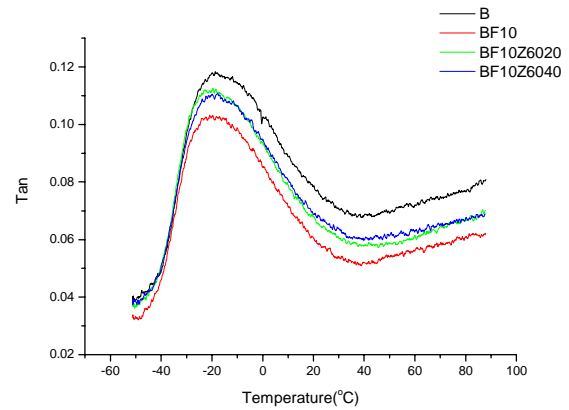


圖 1-25 含 fiber 材料之 Tan δ 分析圖

計畫成果自評

一、完成植物性纖維的鑑定

經由重量分析、FTIR、NMR、SEM 及各項物性分析結果，鑑定出纖維的基本物性及化性。

二、完成植物性纖維的改質及鑑定

經由重量分析、FTIR、NMR、SEM、XPS 及各項物性分析結果，鑑定出改質後纖維的基本物性及化性。

三、生物分解性塑膠及植物性纖維的混練

以科學儀器鑑定方式找出生物分解性塑膠及植物性纖維的混練的最佳加工條件。

四、完成材料結構及性質分析

包含生物分解性塑膠及植物性纖維結構的分析，另外將生物分解性塑膠、植物性纖維以及混練試片，分別做各項物性試驗，以比較材料在不同成份及混練比例下性質之差異。

計畫當中之各項測試除了生物分解性測試因為缺乏設備且費時長久，因此尚未完成，其餘部份幾已符合計畫之預定目標。

計畫之研究成果擬投稿國外 SCI 期刊兩篇：

- 一、植物纖維補強生物分解性材料之製作及分析
- 二、台灣中部特有農業廢棄資材之鑑定及分析

可供推廣之研發成果資料表

可申請專利

 可技術移轉

日期：93年9月25日

國科會補助計畫	計畫名稱：植物纖維補強生物分解性材料之製作及分析 計畫主持人：石燕鳳 計畫編號：NSC 92 - 2216 - E - 164 - 001 - 學門領域：高分子
技術/創作名稱	植物纖維補強生物分解性材料
發明人/創作人	石燕鳳
技術說明	<p>將台灣中部特有農業廢棄資材加入生物分解性塑膠當中，並改善兩材料間之相容性及接著性，增進生物分解性塑膠的耐熱性及機械性質。可有效運用台灣中部特有農業廢棄物，除了減少環境污染問題，並提高作物之經濟價值。另外經由此植物纖維補強之生物分解性塑膠，不僅性質獲得改善，材料成本亦降低，使其更具市場競爭力。</p> <p>In this study, we incorporate the plant fiber into the biodegradable polymers to compose a biodegradable composite material. The thermal resistance and mechanical properties were investigated by DSC, TGA, LOI, UL-94, adiabatic calorimeter, DMA test and Instron. The results reveal that the thermal resistance and flame retardancy were improved as plant fiber was incorporated to the biodegradable polymers. Moreover, the Young's modulus was also increased with the adding of plant fiber.</p>
可利用之產業及可開發之產品	綠色環保塑膠
技術特點	研究結果發現此種台灣中部特有農業廢棄資材，其耐熱耐燃性相當好，不僅能夠做為材料機械性質的補強劑，並能夠提升材料的耐熱性質。在生物分解性塑膠中加入此種台灣中部特有農業廢棄資材，有效降低材料的燃燒熱，提高 LOI 值及焦炭含量，且減低垂滴現象及發煙量，有助於提升材料使用的安全性。且楊氏模數皆明顯增加。
推廣及運用的價值	可運用於綠色環保塑膠，且經由植物纖維補強之性質獲得改善，材料成本亦降低，使生物分解性塑膠更具市場競爭力。

1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。

2. 本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。

3. 本表若不敷使用，請自行影印使用。