

# 漂流木應用於有機堆肥 對葉菜類生長的影響

文/圖 陳香如 ■ 工業技術研究院南分院生態材料技術研發部副研究員(通訊作者)  
張山蔚 ■ 國立嘉義大學農藝系講師  
彭姍翎 ■ 工業技術研究院南分院生態材料技術研發部副研究員

## 一、前言

莫拉克颱風強大風雨重創南台灣，災害遍布高雄、屏東、台東、台南、嘉義等15縣市、94鄉鎮，造成數拾萬公噸的漂流木漂流至農田，造成農地受損，使農民無法耕作，或漂流入海港，造成漁船損傷，並阻塞魚港，使漁民無法出海捕撈漁獲。其造成的漂流木數量高達152萬噸，涵蓋數百公頃，部分地方綿延幾公里。

這約百萬噸的漂流木，除於特定時間開放民眾自由拾取，及紅檜、扁柏、牛樟等國有珍貴木材則以市價較高標售利用外，其他雜木、枝梢殘材不具標售價值者仍佔大多數，且堆置於租用的臨時堆置場，如高縣協調的台糖公司土地做為臨時堆置場，年租金高達新台幣1,000萬元，所費不貲。因此，如能儘速將漂流木再

利用，將是當務之急。

有鑒於台灣高度密集利用土地耕作，導致土壤中的有機質快速分解消耗，土力耗弱。台灣先民早期即懂得將動物排泄廢棄物、植物之殘體，甚至收集野外植生加入農田(綠肥)，以永保土壤肥力，使之不至因耕作而消耗(吳聰賢，1990)。一般農林廢棄物均兼具污染性及資源性，如能妥為處理，則可將其轉化為農業生產系統中的養分源：氮、磷、鉀及能源(碳)(Chae and Tabatabai, 1986)。因此，可利用其他雜木、枝梢殘材等不具標售價值的漂流木將之進行處理，並接種微生物，經適當的堆肥，將其中不穩定的有機組成成分加以分解，轉換為安定的腐植質成分。

本研究將利用微生物分解方法進行漂流木堆肥，探討不同菌種發酵下，對漂流木堆肥化處理的可行性，並利用試驗腐熟之堆肥進行小

白菜植生檢驗針對株高、葉片數、上半部鮮重及下半部鮮重等進行檢測，藉以評估漂流木堆肥之效力。

## 二、材料及方法

### (一)堆肥試驗材料

本試驗材料主要為漂流木(取自堆積於嘉義大埔鄉外埤仔之漂流木)、黃豆粉及米糠。堆肥過程中，由於材料的粒徑太大會降低分解速率；粒徑太小則會降低堆肥體積的孔隙率導致空氣供應不足，因此，堆肥使用之漂流木以顎碎機進行顎碎至尺寸約3mm大小。另外，黃豆粉作為堆肥中所需氮的主要來源，其相較於使用動物糞便進行堆肥的製作，可減少對環境的污染及重金屬污染的疑慮，唯價格相對較高。

漂流木應用於有機堆肥試驗中所接種之微生物菌種為求於有限時間內達到堆肥發酵成效，將於坊間購置菌種進行發酵堆肥，研究選取市售風評頗佳的日本EM活性液EM1及活麗送FS-BIO-2作為菌種來源。

### (二)堆肥試驗方法

堆肥材料配比調製根據倪禮豐(1998)農場堆肥製作方法表示，堆置起始之碳氮比(C/N)約在30以上，但由於木屑為不易分解的物質，因此為能有效於短時間(90天)達到漂流木堆肥的分解效果，堆肥試驗之資材使用配比为漂流木:黃豆:米糠=2:1:4，估算之碳氮比值約為21.35，如表1所示。

將堆肥資材(漂流木:黃豆:米糠=2:1:4)攪拌均勻，倒入接種調配好之微生物菌種液(EM1原液1公升(或活麗送FS-BIO-21公斤)與糖蜜1公升加水3公升攪拌均勻後，再加水3公升攪拌。)，

將堆肥資材與微生物菌種液均勻攪拌後，再加入水，並調整堆肥水分至約60%。其後裝入發酵桶中密封，堆肥化期間每5日即進行翻堆，直至升溫為止。

堆肥試驗考量堆肥體積龐大，除堆置空間問題外，如採開放式堆肥也易造成環境污染問題，故各菌種之堆肥攪拌均勻後分裝於3個88公升之堆肥桶，並於桶外標示為A-1，A-2，A-3及B-1，B-2，B-3，如照片1所示。(A：接種EM1菌；B：接種活麗送FS-BIO-2)

表1 堆肥資材配比

資材	總有機碳 TOC(%)	總氮 TN(%)	用量 (Kg)	有機碳 (Kg)	氮 (Kg)	C/N
漂流木	52.08	0.447	20	10.415	0.089	116.5
黃豆	54.57	7.18	10	5.457	0.718	7.6
米糠	53.58	2.35	40	21.432	0.940	22.8
總量	-	-	70	37.304	1.747	21.35

### (三)小白菜種植試驗方法

將小白菜種子於穴盤以培養土種植7-8天，待其生長至適合移株時，將之移株種植於所規劃之田埂共28天，過程中定時澆注適量水分供其生長所需。

小白菜種植試驗之田埂分別有：拌入接種



堆肥桶堆肥狀況

EM1堆肥之田埂A，拌入接種活麗送FS-BIO-2堆肥之田埂B，以及不施加任何堆肥之對照田埂。每條田埂面積：8m<sup>2</sup>，拌入之堆肥量則依據有機質肥料施用量公式估算種植小白菜所需施用之堆肥量。

有機質肥料施用量公式：

有機質肥料施用量(公斤)=氮肥推薦量<sup>(註1)</sup>  
 $\times (100 \div \text{堆肥乾物中氮素成分}) \times (1 \div \text{堆肥乾物含量}) \times 2.0 \text{ 或 } 1.25^{\text{(註2)}}$

#### (四)小白菜種植收穫的測定

自小白菜移株至田埂栽種28天後，於每田埂各取5株(去除過大或太小部分，以平均生長狀態者為取樣原則)，進行植株物性調查，包含有

株高、葉片數、上半部鮮物重及下半部鮮物重。

## 三、結果與討論

### (一)微生物菌種醱酵堆肥

微生物菌種醱酵堆肥試驗取市售兩種菌種EM1及活麗送FS-BIO-2對漂流木等堆肥資材進行為期90天的醱酵堆肥。堆肥製作過程性質分析如表1及表2。微生物於堆肥過程中進行生長和代謝，並產生代謝熱，當產生熱量大於散失熱量時，堆肥的溫度就會上升，代表微生物分解旺盛。一般而言，堆肥過程中因進行生長和代謝，堆肥溫度會逐漸升高，並進入所謂的高

表2 接種EM1堆肥製作過程性質分析

天數	平均溫度(°C)	pH	水分 (%)	灰分(%)	總有機碳TOC(%)	總氮TN(%)	C/N	發芽率(%)
0	19.3	6.08	10.9	7.9	49.9	2.66	18.8	-
15	19.0	5.64	55.1	8.0	52.4	3.64	14.4	-
30	15.3	5.88	56.4	8.7	52.8	3.23	16.3	-
45	17.3	4.80	55.4	7.9	52.1	3.04	17.1	62%
60	22.0	5.72	55.4	8.2	53.0	3.17	16.7	66%
75	18.7	5.74	56.2	8.9	53.1	3.22	16.5	74%
90	21.0	5.41	55.8	7.8	52.9	3.46	15.3	92%

★天數0為未添加菌種及未調整水分前之堆肥資材混料的性質分析

★堆肥於醱酵第80天觀測，桶A-1長蛆，因此天數90之分析及小白菜種植僅取桶A-2及A-3

表3 接種活麗送FS-BIO-2堆肥製作過程性質分析

天數	平均溫度(°C)	pH	水分 (%)	灰分(%)	總有機碳TOC(%)	總氮TN(%)	C/N	發芽率(%)
0	19.3	6.02	10.8	7.2	49.6	2.94	16.9	-
15	18.0	4.34	58.4	7.9	50.0	2.45	20.4	-
30	15.5	4.10	57.9	8.3	53.0	2.96	17.9	-
45	17.3	4.24	60.1	8.4	52.0	2.75	18.9	36%
60	22.0	4.52	60.0	9.2	52.1	2.73	19.1	52%
75	19.0	5.14	59.3	8.8	52.2	2.81	18.6	62%
90	21.5	5.29	59.9	8.8	51.7	3.16	16.4	88%

★天數0為未添加菌種及未調整水分前之堆肥資材混料的性質分析

溫期，爾後溫度又會逐漸降低。此堆肥試驗過程中，監測觀察到之堆肥溫度並無明顯上升，約在20℃左右，且無高溫期現象產生，但堆肥表面觀察有菌絲生長現象。推估本次堆肥試驗利用88公升之堆肥桶，其堆肥體積太小易受環境影響升溫不易，且以木質材料為主之多碳材料分解慢，達不到高溫。

一般微生物發酵時會產生代謝水，本堆肥試驗使用的堆肥桶下方設計有排水空間，可讓多餘水分排出。堆肥試驗過程中，僅接種活麗送FS-BIO-2之堆肥有少量液體排出，而整體各堆肥之水分含量並無明顯變化及下降趨勢，推測應是試驗堆肥資材具有易吸水特性。堆肥資材pH值在未加入菌種前約6左右，在加入菌種進行發酵後，pH值下降至4點多，最後回升到5以上。生物堆肥堆積過程pH先降後升趨勢為微生物代謝產生有機酸造成，與許多堆肥或生物堆肥堆積過程相似。

灰分的部分，雖有先上後降的趨勢，但整體過程變化並不明顯，且相較於利用添加糞便做堆肥(楊盛行，2005)，明顯遠低於其灰分，應是堆肥材料均為植物性，木質成分較多，具可燃燒性。總有機碳與總氮在堆肥過程中並無整體呈現上升與下降趨勢，而是呈高低起伏的趨勢，微生物在堆肥發酵過程中會隨著好氣或厭氣、高溫或低溫、pH高或低會產生變化，進而影響分解過程中總有機碳與總氮的含量比例，但整體進行90天堆肥過程，堆肥資材C/N為18.8，加入EM1菌進行堆肥發酵，C/N降至15.3；堆肥資材C/N為16.9，加入活麗送FS-BIO-2進行堆肥發酵，堆肥C/N降至16.4。

生物堆肥製作過程因微生物消耗有機碳時

尚未完全分解，產生有機酸，或是代謝氮產生過多的氨，會影響種子發芽率，對作物根生長有不良影響，因此可利用種子發芽率此一較簡單的方法來判斷堆肥是否已達到完全腐熟。利用小白菜種子做發芽率測試，接種EM1菌之堆肥於堆積發酵第45天種子發芽率測試為62%，堆積第90天則達92%，顯示堆肥於90天進行微生物發酵後，對於抑制種子發芽之物質已被微生物代謝成穩定無害狀態。而接種活麗送FS-BIO-2之堆肥亦然，於堆積發酵第45天種子發芽率測試則為36%，堆積第90天則達88%，亦達腐熟狀態。

## (二)小白菜的生長

種植小白菜所需施用之堆肥量以有機質肥料施用量公式估算，其中小白菜施肥推薦量，氮素180-250公斤/公頃。

接種EM1堆肥之施用量：

$$180 \times (100 \div 3.46) \times (1 \div 0.442) \times 1.25 \div$$

$$14,712 \text{ 公斤/公頃} \div 11.77 \text{ 公斤/行}$$

$$250 \times (100 \div 3.46) \times (1 \div 0.442) \times 1.25 \div$$

$$20,434 \text{ 公斤/公頃} \div 16.35 \text{ 公斤/行}$$

得施用量約11.77-16.35公斤。

接種活麗送FS-BIO-2堆肥之施用量：

$$180 \times (100 \div 3.16) \times (1 \div 0.405) \times 1.25 \div$$

$$17,581 \text{ 公斤/公頃} \div 14.06 \text{ 公斤/行}$$

$$250 \times (100 \div 3.16) \times (1 \div 0.405) \times 1.25 \div$$

$$24,418 \text{ 公斤/公頃} \div 19.53 \text{ 公斤/行}$$

得施用量約14.06-19.53公斤。

統一取各堆肥施用量16公斤(介於兩種施用量估算範圍內)拌入土壤，並進行小白菜種植，藉由小白菜的生長情形來評估所製漂流木堆肥的效力。於種植28天後，各取5株進行變異數分

表4 各項植株物性平均值

	株高 (cm)	葉片數 (片)	上半部鮮重 (g)	下半部鮮重 (g)
A	36.08	14.8	93.222	1.404
B	32.9	14.4	73.136	1.884
對照組	22.34	10.8	22.176	0.638

表5 株高變異分析

變因	自由度 (d.f.)	平方和 (s.s.)	均方 (m.s.)	F
處理	2	517.356	258.678	36.99
機差	12	83.92	6.993	
總計	14	601.276		

表6 葉片數變異分析

變因	自由度 (d.f.)	平方和 (s.s.)	均方 (m.s.)	F
處理	2	48.533	24.267	5.52
機差	12	52.8	4.4	
總計	14	101.333		

表7 上半部鮮重變異分析

變因	自由度 (d.f.)	平方和 (s.s.)	均方 (m.s.)	F
處理	2	6627.645		14.36
機差	12	2769.672	3313.823	
總計	14	9397.318	230.806	

表8 下半部鮮重變異分析

變因	自由度 (d.f.)	平方和 (s.s.)	均方 (m.s.)	F
處理	2	3.949	1.975	12.25
機差	12	1.935	0.161	
總計	14	5.884		

析(ANOVA)。

表4為施種28天後小白菜之植株物性分析，表5-表8為田埂A、B與對照組進行變異分析(ANOVA)。由植株物性平均值結果顯示，有施加堆肥之田埂A及B，其小白菜生長收穫量均比未施加任何堆肥之對照田埂佳。此外，根據計算結果比較分析5%與1%顯著水準，結果除葉片數有顯著差異，其餘均呈現高度的顯著差異，顯示小白菜之生長會受堆肥的影響。

綜合上述分析結果，試驗選取之兩菌種EM1菌及活麗送FS-BIO2施用於此計畫以漂流木、黃豆粉及米糠為資材的堆肥配比進行90天的醱酵堆肥是可行的。且由小白菜種植試驗顯示，利用漂流木製成之堆肥應用施於土壤可提高小白菜生長收穫量。

## 四、結語

漂流木於莫拉克颱風後產生嚴重的堆置問題，除少數用於藝術創作外，如以燃燒或掩埋等方式處理，不僅浪費資源，也易造成環境污染，如能將之資源化製作成有機堆肥加以利用，不僅有助於改善土壤，且透過堆肥化處理方式也使漂流木達到減量化、資源化、安定化及產品衛生化等四項廢棄物處理原則，值得提供業者及農民應用參考。🌱

參考文獻(請逕洽作者)

註1 氮肥推薦量為作物肥手冊所推薦之各種蔬菜氮素用量。

註2 牛糞堆肥、豬糞堆肥及一般堆肥礦化率以50%，所以用2倍量；雞糞堆肥及豆粕堆肥礦化率以80%，所以用1.25倍量。