

研究報告

臺灣製材廠木質廢料量與處理現況調查分析

林俊成¹⁾ 詹為巽^{2,4)} 陳溢宏²⁾ 林柏亨³⁾

摘 要

本研究針對臺灣地區製材廠於產品加工過程中所產生之木質廢料比例，以及木質廢料之處理方式等現況進行調查，以提供未來運用木質廢料發展再生能源之原料潛量推估參考。於臺灣仍有營運之162家製材廠中，最終共完成134家製材廠訪查與資料蒐集，結果顯示約有60%之製材廠木質廢料比例介於11~25%，而製材業整體平均產生之木質廢料比例約21.6%，其中僅使用原木進行加工之製材廠木質廢料比例為24.5%，高於有搭配其他木質原料之17.3%。另外根據不同製材廠主要生產之產品屬性，又以生產建築用木製品之製材廠木質廢料比例最高達28.7%。最後，經分析各種木質廢料之處理現況與比例後，未來約有47.5%之製材廠木質廢料有潛力作為發展再生能源使用。

關鍵詞：製材業、木質廢料、再生能源。

林俊成、詹為巽、陳溢宏、林柏亨。2019。臺灣製材廠木質廢料量與處理現況調查分析。台灣林業科學34(3):197-206。

¹⁾ 林業試驗所主任秘書，100 台北市南海路53號 Chief Secretary, Taiwan Forestry Research Institute. 53 Nanhai Rd., Taipei 10066, Taiwan.

²⁾ 林業試驗所林業經濟組，10066台北市南海路53號 Division of Forestry Economics, Taiwan Forestry Research Institute. 53 Nanhai Rd., Taipei 10066, Taiwan.

³⁾ 林業試驗所林業經濟組，10066台北市南海路53號 Division of Forest Utilization, Taiwan Forestry Research Institute. 53 Nanhai Rd., Taipei 10066, Taiwan.

⁴⁾ 通訊作者 Corresponding author, e-mail: frog@tfri.gov.tw

2019年5月送審 2019年8月通過 Received May 2019, Accepted August 2019.

Research paper

An Investigation of the Quantity and Treatment Status of Woody Residues of Sawmills in Taiwan

Jiunn-Cheng Lin,¹⁾ Wei-Hsun Chan,^{2,4)} Yi-Hong Chen,²⁾ Po-Heng Lin³⁾

【 Summary 】

In this study, we provide potential proportions of raw materials for developing renewable energy using woody residues from Taiwan's sawmill industry. We investigated proportions of woody residues and current treatments that generated them during production processes in Taiwan's sawmills. In total, 134 sawmills were investigated from among 162 sawmills that are still operating in Taiwan. Results showed that the sawmill industry in Taiwan produces an average of a 21.6% woody residue ratio from production processes. About 60% of sawmills have woody residue ratios of 11%~25%. The woody residue ratio of sawmills that only use logs in the production process was 24.5%, which was higher than the ratio of 17.3% of sawmills that also use other woody materials. In addition, according to the main product type of each sawmill, the proportion of woody residues in the production of construction timber was up to 28.7%. We also analyzed proportions of current treatments of woody residues, and found that about 47.5% of woody residues from sawmills have potential to be used for renewable energy in the future.

Key words: sawmill industry, woody residue, renewable energy.

Lin JC, Chan WH, Chen YH, Lin PH. 2019. An investigation of the quantity and treatment status of woody residues of sawmills in Taiwan. *Taiwan J For Sci* 34(3):197-206.

緒言

由於人類面臨石油、煤礦與天然氣等能源逐漸枯竭，且近一世紀以來因使用化石燃料而釋放大量二氧化碳進入大氣中，導致地球溫室效應日益嚴重等問題，亟需尋找未來可提供人類永續使用之替代能源，因此運用各種可再生之資源已經逐漸成為已開發或開發中國家重要的能源替代選項(Lin et al. 2017)。其中森林為陸域生態系重要的可再生資源之一，且因林地屬性與農地不同，運用森林資源可以減少部分生質能源(如玉米酒精等)為人詬病的競爭糧食作物生產用地等問題，為相當具有潛力的永續資源。透過妥善經營森林除了可以永續的產出林木以提供加工製造各種木材產品外，當森林於進行林木於伐採作業，以及後續加工之鋸切、砂磨等過程中，勢必

會有如鋸屑、木絲、邊角材或下腳料等非主要目標產品之木質廢料產生，如果能將各種木質廢料妥善的回收循環再利用，並且運用木質廢料作為再生能源之原料，可以減少廢棄物回收處理工作(Wang 2000, Lin and Pan 2014)，亦減少了隨意焚燒或掩埋所增加的溫室氣體排放等環境問題(Sánchez et al. 2014)。

有關木質廢料作為能源之應用方面，主要以燃燒後產生熱能提供人類使用(Sánchez et al. 2014)，然而木材通常包含70%以上的空隙，因此體積大而需較高之成本進行收集、運輸及儲存等，同時於燃燒時空隙越多之燃料單位體積於鍋爐等反應器內產生的熱能越不經濟，導致直接使用未經處理之木質廢料並不利商業

模式運行。因此一般多將木質廢料進行破碎、壓縮處理，製成木顆粒、燃料磚等以減少其體積，並提高單位體積燃燒效率，Gaur and Reed (1998)曾比較一般木屑與木質顆粒之燃燒性質，因材質皆為木材故兩者之能量密度相同，但在密度方面兩者分別為0.19和0.68 kg L⁻¹，單位體積能量密度部分則分別為3.8和13.6 MJ L⁻¹，在密度與單位體積能量密度有明顯不同。另外Johansson et al. (2004)比較使用木質顆粒鍋爐與傳統木料燃燒鍋爐及燃油鍋爐等所排放氣體性質，木質顆粒鍋爐不論是懸浮粒子或其他如有機碳、多環芳香烴、揮發性有機物等排放均遠低於傳統燃料鍋爐。而木質顆粒之應用上，除了可以取代燃燒木材、木炭或其他各種化石燃料作為家庭、工廠鍋爐之燃料，亦可作為發電用之熱源(Alderman et al. 1999, Coban and Eker 2014, Sánchez et al. 2014)，例如英國之民營電廠便與奈及利亞政府簽訂了以興建利用製材廠鋸屑為燃料之發電廠的合作備忘錄，所產生之電力提供製材廠使用，多餘的電力則由政府收購(Agbro and Ogie 2012, Oluoti et al. 2014)。

近年來國內每年平均之木質原料(包含如原木、製材、木片及木質人造板等)需求量約為4~600萬m³(Lin and Chen 2015)，如能有效收集各木質產品加工廠於生產過程中產生之木質廢料並加以妥善利用，不僅可以減少廢棄物之處理工作，亦可降低因不當處理而產生之各種汙染物質及溫室氣體排放。例如前述透過將木質廢料加工為木質顆粒等各種壓縮燃料，替代國內現行使用之傳統鍋爐燃料，將為臺灣相當具潛力之可再生資源發展方向之一。而各種木質原料加工過程中，製材工作為原木於進行產品生產前除少數特殊用途外的第一步驟，且因原木非屬方正之型態，於加工過程產生之木質廢料占比理應較高。因此，本研究首先針對臺灣仍營運中之製材廠，調查各工廠使用之原料類型、數量，以及所產生之木質廢料比例、目前處理方式等資訊，期能了解臺灣製材業產生之木質廢料潛量，提供未來再生能源規劃之參考資訊。

材料與方法

研究對象

為了解國內製材業因生產加工過程所產生之木質廢料資訊，因此本研究以臺灣地區(不含澎湖、金門及馬祖等離島)仍在營運中之製材廠為主要研究對象進行調查。首先根據木材同業工會、經濟部工業司與商業司等所公布之臺灣木材加工相關廠商資料，彙整各縣市木材加工廠名單後，先透過電話初步訪問確認工廠屬性以及是否仍有營運，交叉比對彙整後最終以全臺共計162家仍有營運之製材廠為調查對象。經統計分析製材業者所在縣市資料，北部地區製材廠有33家，主要集中於新竹縣；中部地區有45家，集中於台中市及雲林縣；南部地區有54家，集中於嘉義縣市及高雄市；東部地區有30家，主要集中於宜蘭縣。

調查方法

為了解各製材廠於生產過程所產生之木質廢料量，以及木質廢料處理方式等資訊，本研究透過問卷調查方式進行。首先問卷設計分為三大部分，第一部分調查受訪廠商基本資料，包括員工數、工廠設備數量等資訊；第二部分調查各工廠生產所使用之原料類型、用量與來源，以及主要生產產品類型與流向等資訊；第三部分調查其生產過程所產生之木質廢料比例，以及處理方式等。本研究問卷設計完成後，由相關專家針對問卷各問項之內容及重要性進行討論後定稿，以確保各題目陳述清楚且容易作答。進行實際調查時，為能提升各廠商之間卷填答率以及結果正確性，本研究於2016年7月至9月間親赴各製材廠，與工廠負責人進行面對面訪談交流與問卷填答工作，最後將問卷結果資料輸入電腦建檔及進行資料處理與分析。

結果

廠商基本資料

本次訪查扣除部分不願受訪之工廠後，最終共獲得134份有效問卷，即完成調查約國內

83%仍營運中之製材廠資訊，而本次調查製材廠分布情形如Table 1。經統計各工廠之基本資料，首先各工廠的平均員工人數部份，國內製材廠員工數多介於6~10人(39.8%)，其次為5人以下(36.1%)，合計有超過75%之製材廠為員工10人以下之中小型工廠(詳如Table 2)；製材廠的加工設備部分以大剖及帶鋸機為主，分別有91.1%及97.0%之工廠擁有此兩項設備，其中多數擁有1台大剖為主，少部分大型工廠則會有2台或以上的大剖，而帶鋸機則根據工廠規模及生產產品種類以1~3台為主，少部分工廠擁有5台以上的帶鋸機。其他類型之設備則以多片鋸(34.8%)與單面刨(23.7%)為較多工廠擁有之加工機械；另外僅有約12.6%之工廠擁有乾燥窯，其中58.8%使用蒸氣窯。

製材廠生產所使用原料部分可分為原木、製材及其他木質原料等，有70.1%之工廠僅使用原木進行加工，其餘則有搭配使用製材、合板或纖維板等其他木質原料；原料用量部分以每年使用1001~3000 m³為大宗(38.1%)，而每年使

用原料量小於3000 m³ (含)之工廠共占約68%。最後工廠於生產加工過程所產生的木質廢料量部分，有34.3%製材廠木質廢料占生產原料之16~20%為主，並有約60%之工廠木質廢料比例介於11~25%。

原料來源與產品類型

經統計國內134家製材廠使用原料數量與來源等資訊，本研究調查之製材廠共使用397,997 m³之木質原料，並以使用原木為主，其用量約占有生產使用木質原料的77.1%，其餘則視其工廠生產產品類型不同，部分製材廠亦會搭配製材或合板等其他木質原料。而原料的來源部分，不論是原木或製材等其他木質原料，皆約有75%係向進口商或代理商購買，其次為自行進口原料(原木13.3%，製材與其他21.5%)，原木亦有6.5%係自行購買國產之原料，3.2%係由客戶提供原料(詳Table 3)。

各製材廠主要生產的產品類型與流向部分，本調查將產品分為6大類型，製材廠使用

Table 1. Location of sawmills in this study

Region	City/County	Raw material type		Total
		100% Logs	Logs, lumber, and others	
Northern	Keelung City	0	1	1
	Taipei City	1	1	2
	New Taipei City	3	1	4
	Taoyuan City	2	0	2
	Hsinchu County	7	3	10
	Miaoli County	1	2	3
Central	Taichung City	15	5	20
	Changhua County	4	1	5
	Nantou County	5	1	6
	Yunlin County	9	3	12
Southern	Chiayi City	8	3	11
	Chiayi County	8	1	9
	Tainan City	5	1	6
	Kaohsiung City	7	2	9
	Pingtung County	8	1	9
Eastern	Yilan County	10	9	19
	Hualien County	0	2	2
	Taitung County	1	3	4

Table 2. Profile of surveyed companies

Profile	Item	Percent (%)	
No. of employees	≤ 5	36.1	
	5~10	39.8	
	11~15	11.3	
	16~20	5.3	
	> 20	7.5	
Equipment (multiple choices)	Large-scale machine	91.1	
	Band saw	97.0	
	Multi-blade saw	34.8	
	Four-side planer	19.3	
	Double-side planer	15.6	
	Side planer	23.7	
	Other (hand press, cutoff saw, and chain saw)	18.5	
Drying facility	No	87.4	
	Yes	Electronic kiln	42.2
		Steam kiln	58.8
Raw material type	100% Logs	70.1	
	Logs, lumber, and others	29.9	
Amount of raw material in use (m ³)	≤ 1000	29.9	
	1001~3000	38.1	
	3001~5000	16.4	
	5001~10,000	11.1	
	> 10,000	4.5	
Woody residue from production processes (%)	≤5	11.2	
	6~10	9.7	
	11~15	13.4	
	16~20	34.3	
	21~25	11.9	
	> 30	8.2	

之原料主要以用於生產建築用木製品(如木門、模板及裝潢用材等)為大宗(63.2%)，其次為生產實木產品(製材或合板等)(13.5%)、其他木製品(木製工具、玩具等)(10.5%)、木質容器(如木箱)(7.5%)、木器(木雕、裝飾品等)(3.0%)以及木製家具及零件(2.3%)。產品的銷售流向部分主要為販售給營造業(18.4%)、出口(18.1%)、建築用木製品製造廠(17.7%)以及零售商(建材行)(17.6%)等。(詳Table 4)

木質廢料量與處理方式

國內製材廠原料用量與生產過程產生之木質廢料比例部分，首先依據各製材廠所使用的原料類型以及生產產品種類，以比較不同類型製材廠所產生之木質廢料量差異，詳細分析結果如Table 5所示。所有製材廠所產生之木質廢料占其生產原料平均為21.6%，即134家製材廠共產生86,857m³之木質廢料，如以使用原料類型區分，僅使用原木之製材廠產生之廢料比例平均為24.5%，如有搭配製材等其他木質原料進行

Table 3. Sources of raw materials

Source	Logs	Lumber and others
Self-imported raw materials	13.3 ¹⁾ (40,906) ²⁾	21.5 (19,554)
Self-purchased from domestic raw materials	6.5 (19,853)	0.1 (125)
Purchased from importers and agents	74.4 (228,230)	78.0 (71,014)
Supplied by customers	3.2 (9702)	0.4 (400)
Others	2.6 (8213)	0.0 (0)
Total	100.0 (306,904)	100.0 (91,093)

¹⁾ Proportion of raw material (%), ²⁾ amount of raw material (m³).

Table 4. Product categories and marketing channels

	Item	Percent (%)
Product categories	Wood products (e.g., lumber, plywood)	13.5 ¹⁾
	Construction timber	63.2
	Woodenware (e.g., wood sculpture, decorations)	3.0
	Wooden furniture and parts	2.3
	Wooden containers	7.5
	Others (e.g., toys, wooden tools)	10.5
Marketing channels	Production for own use	0.8
	Wooden furniture manufacturers	7.2
	Lumber industry	1.2
	Wooden container manufacturers	1.1
	Plywood or laminated wood manufacturers	1.3
	Construction timber manufacturers	17.7
	Other timber and bamboo product manufacturers	2.2
	Retailers (building material stores)	17.6
	Construction industry	18.4
	Exports	18.1
Others (e.g., landscape architecture)	14.4	

¹⁾ Proportion of the amount of raw materials.

生產之製材廠，其所產生之廢料比例平均則為17.3%。再以不同產品類型進行區分，產生木質廢料比例最高為生產建築用木製品(28.7%)，其次為生產其他木製品(如木製工具等)(20.1%)、生產木質容器(14.4%)，產生木質廢料比例最低的則為生產木質家具及零件之製材廠(4.6%)。

針對製材廠之木質廢料處理方式進行統計結果詳如Table 6，由於一製材廠可能有採取多種處理方式之情況，因此本部分依據採用不同處理方式之工廠數，以及各處理方式之木質廢料量兩部分進行統計。首先最多製材廠有採用之處理方式為將木質廢料提供為鍋爐燃料

使用(53.4%)，包含提供自身工廠鍋爐或提供其他工廠之鍋爐使用，惟多數工廠並未說明提供燃燒之細節，故本文均視為提供鍋爐燃料使用進行後續討論。其次依序為將木質廢料出售(26.5%)、提供為香菇太空包原料(16.7%)、作為堆肥(12.9%)、贈送(12.9%)、其他(如提煉精油等)(9.1%)、提供農用(如種植韭菜之木屑)(3.0%)、以及提供其他工廠、製作木炭及閒置/直接燃燒等各為2.3%。而木質廢料由各處理方式實際數量部分，同樣以作為鍋爐燃料使用為主(55.4%)，其次依序為出售(14.7%)、提供為香菇太空包原料(7.9%)、贈送(7.3%)、其他

(5%)、製作木炭(3.5%)、提供農用(2.6%)、作為堆肥(1.4%)以及提供其他木工廠及閒置/直接燃燒各1.1%。

最後，由於發展木質顆粒等生質能源之原料需採用未經加工之材料進行生產，如生產原料為含有膠合劑等其他物質所產生之木質廢料並不宜用於生質能源使用。因此本研究亦依據使用原料類型，針對純使用原木之製材廠以及有混合使用其他木質原料之製材廠，分別統計其不同木質廢料處理方式之數量與比例等結果詳如Table 7。結果顯示純使用原木之製材廠其木質廢料處理方式數量前三分別為提供為鍋爐燃料(66.3%)、出售(17%)以及提供香菇太空包原料(5.3%)；而有混合使用其他木質原料製材廠之木質廢料處理方式亦以提供鍋爐燃料使用

最高(32.5%)，其次為贈送(14.6%)及提供香菇太空包原料(13.4%)。

討論

臺灣製材業現況

根據本研究調查結果可以發現，國內製材廠有超過75%為員工人數10人以下，與經濟部統計處105年之工廠校正暨營運調查報告資料中製材業有71.9%之工廠從業人員數為9人以下之結果相近(Department of Statistics, MOEA 2018)，在生產使用之原料用量方面亦有超過70%之工廠平均年原料用量為3000 m³以下，由員工人數與原料用量可以顯示出臺灣製材業以小型工廠為主，與Wang and Lin (2011)及Lin et

Table 5. Woody residue from different raw materials and products

	Item	Woody residue
Different raw materials	Logs only	24.5 ¹⁾ (58,936) ²⁾
	Logs, lumber, and others	17.3 (27,921)
	Total	21.6 (86,857)
Different products	Wood products	9.6 (6680)
	Construction timber	28.7 (65,595)
	Woodenware	12.1 (616)
	Wooden furniture and components	4.6 (882)
	Wooden container	14.4 (7377)
	Others	20.1 (5707)

¹⁾ Proportion of woody residue from production processes (%), ²⁾ amount of woody residue (m³).

Table 6. Treatments of woody residues (multiple choice)

Treatment	Companies	Amount
Fuel for boilers	53.4 ¹⁾ (70) ²⁾	55.4 ¹⁾ (47,446) ³⁾
Compost	12.9 (17)	1.4 (1240)
Shiitake bags	16.7 (22)	7.9 (6754)
Idle/Burned	2.3 (3)	1.1 (911)
Sold	26.5 (35)	14.7 (12,562)
Provided to other timber product factories	2.3 (3)	1.1 (969)
Charcoal	2.3 (3)	3.5 (2988)
Given away	12.9 (17)	7.3 (6296)
Agricultural uses	3.0 (4)	2.6 (2272)
Others (e.g., essential oils)	9.1 (12)	5.0 (4258)

¹⁾ Percentage (%), ²⁾ no. of companies, ³⁾ cubic meters (m³).

Table 7. Amounts of different woody residue treatments by different raw material type

Treatment	100% Logs	Logs, lumber, and others
Fuel for boilers	66.3 ¹⁾ (38,450) ²⁾	32.5 (8996)
Compost	1.8 (1058)	0.7 (183)
Shiitake bags	5.3 (3061)	13.4 (3694)
Idle/Burned	0 (0)	3.3 (911)
Sold	17 (9893)	9.7 (2670)
Provided to other timber product factories	1.1 (654)	1.1 (315)
Charcoal	0.4 (218)	10 (2770)
Given away	3.9 (2258)	14.6 (4038)
Agricultural uses	0 (0)	8.2 (2272)
Others (e.g., essential oils)	4.2 (2445)	6.6 (1813)

¹⁾ Percentage (%), ²⁾ cubic meters (m³).

al. (2015)等調查臺灣木竹產品製造業之結果相比，製材廠之規模相對較小。另外，由於本研究係針對製材廠進行，產品生產大多自原木開始加工，且有超過70%之工廠僅使用原木進行產品生產，因此有90%以上的工廠擁有大剖台以及帶鋸機，少部分工廠因生產產品屬性則有搭配其他木質原料進行加工，整體製材廠生產所使用之原木與其他木質原料用量比約為3比1。而加工使用之木質原料來源部分，原木超過85%係使用進口原料，製材或其他木質原料更是99%以上使用進口原料，主要應係國內近20年來原木生產量不足，各工廠為能持續生產故僅能使用進口之原料。製材廠所生產之主要產品方面，以生產模板、裝潢用材等建築用木製品為大宗，占總量之60%以上，其次則為生產製材、集成材等實木產品，並且以銷售給營造業、其他建築用木製品製造廠以及零售商為主，主要生產各種建築、裝潢用材料以及木質半成品，再提供其他工廠加工。

製材業木質廢料發展再生能源潛力

本次調查結果顯示，國內約有60%之製材廠木質廢料占其原料用量之11~25%，製材廠整體平均之木質廢料則約占原料用量之21.6%，總量約8.6萬立方公尺，比例高於Lin et al. (2017)調查宜蘭地區木製品製造業之木質廢料平均約占原料用量之15%，同時製材廠中純使用原木之工廠產生之木質廢料比例亦高於有搭配其他

木質原料生產工廠(分別為24.5%及17.3%)，應係使用原木加工會產生較多之邊皮材等廢料，且為將原木裁切為產品之規格尺寸需經多次鋸切亦產生較多之鋸屑，因此木質廢料比例相對高於非使用原木加工之木製品製造業；而製材廠中有搭配其他木質原料進行生產之工廠，如使用製材或合板等其他原料，由於已經過初步處理之木質原料進行加工，因此其工廠之木質廢料比例相對較低。

另外，依製材廠之主要產品類型不同所產生之木質廢料量亦有相當之差異，其中又以生產建築用木製品之工廠所產生木質廢料比例最高(28.7%)。由調查結果可以發現國內製材廠原料用量約有63.2%用於生產建築用木製品，而生產建築用木製品工廠產生之木質廢料則占所有製材廠產生木質廢料之75.5%，主要係因建築用木製品多純使用原木進行加工，因此除了前述有關原木加工過程產生較多木質廢料之原因外，建築用木製品如模板、裝潢角材與木門等因有固定之尺寸大小，原木裁切後產生較多尺寸不符規格之下腳料，導致木質廢料比例較高。其他如生產實木產品、木器或木製家具與零件等工廠，因可組合不同尺寸之原料或以原木型態進行加工，因此產生之木質廢料相對較低。

根據目前木質廢料處理量較高之處理方式，本研究進一步探討有潛力作為未來發展如木質顆粒等再生能源產品之來源，提供木質廢料潛量推估之參考依據。調查結果顯示，目前

主要木質廢料處理方式有超過半數(55.4%)係作為鍋爐燃料使用，且於訪談時表示均屬於未經加工處理直接燃燒；處理量第二之方式為將木質廢料出售，大多為木質廢料加工廠收購；處理量第三則為提供作為香菇太空包原料使用，以使用木屑為主且有木材種類限制；處理量第四為贈送，經訪談各廠商贈送之原因，主要係部分製材廠地理位置較偏遠導致應用之廠商收集、搬運成本較高，如付費購買加上搬運成本將不符效益，因此製材廠為避免木質廢料大量堆置於廠內而直接贈送相關廠商使用；處理量第五為其他如提煉精油、製作金紙等用途，又以用於提煉精油為主，且大多為使用具有特殊氣味或成分材種之木質廢料。其餘如用於製作木炭、農用、製作堆肥及閒置/直接燃燒等處理方式所占比例則皆較低。經比較目前各種木質廢料處理方式與數量後，由於提供香菇太空包使用、提煉精油、製作木炭或農用等特定用途，以及出售處理之木質廢料，目前已具有一定之經濟效益，未來較不易轉變其處理方式。因此未來應以目前提供鍋爐燃料使用、贈送、閒置/直接燃燒等處理方式為較有潛力用於發展再生能源使用之木質廢料來源。

最後，由於混合使用原木與其他木質原料進行生產之製材廠，可能產生混合了合板、纖維板或木質人造板等含有膠合劑成分之木質廢料，不宜作為製造木質顆粒等生質能源使用，因此本研究採保守估計之方式，僅計算純使用原木之製材廠所產生之木質廢料作為提供發展再生能源潛力之木質廢料量估算。約有47.5%之製材廠木質廢料有潛力用於發展再生能源使用。

結論

本研究針對臺灣製材業所產生之木質廢料量比例以及目前之處理方式進行調查，結果顯示平均約有1/5用量之木質原料成為廢料，且其中又有超過半數未經處理即直接燃燒，因此如能將這些木質廢料妥善收集與加工處理為木質顆粒等高效率之燃料，除可降低以燃燒未處理木質廢料鍋爐之燃料運送、儲藏成本、改善燃

燒效率以及環境品質外，亦可提升木質廢料之價值，增加供應木質廢料之製材廠收益。而就目前製材業整體木質廢料而言，有47.5%具有潛力作為再生能源之原料使用，可提供未來國內運用木質廢料發展再生能源之原料推估參考依據。最後，根據2018年第6次全國農業會議之總結論，臺灣期望能於10年內達成木材自給率5%之目標，為能達成此一目標表示未來將有一定數量之國產原木進入臺灣木質產品加工產業鏈，而原木自林地運出後除少部分特殊用途外必須經過製材方能進一步加工利用，因此當國產原木增加後，透過製材廠加工為製材、集成材等國產木質半成品數量將提升，同時加工過程所產生之木質廢料同時也將增加，若能妥善收集再利用，將能作為再生能源發展一穩定的原料來源。

參考文獻

- Agbro EB, Ogie NA. 2012.** A comprehensive review of biomass resources and biofuel production potential in Nigeria. *Res J Eng Appl Sci* 1:149-55.
- Alderman DR, Smith RL, Reddy VS. 1999.** Assessing the availability of wood residues and residue markets in Virginia. *For Prod J* 49(4):47-55.
- Coban HO, Eker M. 2014.** A hierarchical approach to estimate spatially available potential of primary forest residues for bioenergy. *Bio Resour* 9(3):4076-93.
- Department of Statistics, MOEA. 2018.** Industrial production statistics: Survey Databases. Available at <https://dmz26.moea.gov.tw/GMWeb/investigate/InvestigateG.aspx>. Accessed 2018 December 30. Taipei, Taiwan: Ministry of Economic Affairs (MOEA).
- Gaur S., Reed TB. 1998.** Thermal data for natural and synthetic fuels. New York: Marcel Dekker.
- Johansson LS, Leckner B, Gustavsson L,**

- Cooper D, Tullin C, Potter A. 2004.** Emission characteristics of modern and old-type residential boilers fired with wood logs and wood pellets. *Atmos Environ* 38(25):4183-95.
- Lin JC, Chen YH. 2015.** Trading analysis of solid wood product in Taiwan-2003~2013. *Q J Chin For* 48(1):71-86. [in Chinese with English summary].
- Lin JC, Chen YH, Lin YJ, Lee CM. 2015.** Analysis of procurement factors and recognition of domestic timber supply by wood- and bamboo-based product manufacturers in Taiwan. *Taiwan J For Sci* 30(2):109-19. [in Chinese with English summary].
- Lin YJ, Pan WR. 2014.** The development status of international wood pellets. *For Res Newslett* 21(1):68-72. [in Chinese].
- Lin YJ, Yao SJ, Pan WR, Lin PH. 2017.** An investigation of woody wastes of the wood processing industry in Yilan county and its reuse assessment. *Taiwan J For Sci* 32(4): 349-60. [in Chinese with English summary].
- Oluoti K, Megwai G, Anita P, Richards T. 2014.** Nigerian wood waste: a dependable and renewable fuel option for power production. *World J Eng Technol* 2:234-48.
- Sánchez EA, Pasache MB, García ME. 2014.** Development of briquettes from waste wood (sawdust) for use in low-income households in Piura, Peru. *Proc World Congr Eng* 1(2):1-6.
- Wang SY. 2000.** Wood utilization and environment protection. *Wood Constr Build* 4:94-107. [in Chinese with English summary].
- Wang YC, Lin JC. 2011.** Analysis of timber supplier selection and domestic timber requirements of the forest products industry in Taiwan. *Taiwan J For Sci* 26(2):135-49.