

稻殼炭製造機之研究試驗

A Study on Machines for Making Rice-Husk Charcoal

臺中區農業改良場股長

梁 榮 良

一、前 言

近年來，由於天然瓦斯受各地民衆普遍應用，以及使用稻殼爲燃料時，有欠方便。故各農會所生產之稻殼，缺人購買，致各農會附近之稻殼堆積如山，此不惟影響環境整理，且亦容易發生火災。今各農會對稻殼之處理，不但未能如以前銷售得益，反而經常需花費大批經費僱工清除，似此稻殼之處理，對於農會而言，係一極大之贅累。

茲本省係稻米產區，年產稻穀約 250 萬公噸，碾成糙米後，所除之稻殼，今以稻殼數量 20% 計算，每年即達 50 萬公噸。按去(62)年十月初旬，中東戰事爆發，世界各國對於油源均感恐慌，按本省民衆目前所使用之熱源，(燃料)一爲電力，一爲瓦斯，有關電力方面，大都依靠火力發電，至於瓦斯亦需原油蒸煉，查自近半年來，原油已漲價數倍，而油源又成問題，此影響所及，至爲深遠，今吾人如將各農會現已成爲贅累之稻殼，加以利用，製成稻殼炭，供爲民衆燃料及代替工廠所使用重機油之需，則本省每年無形中可增加數十萬公噸稻殼炭(熱能)之利用，此對省內經濟建設之貢獻當至爲鉅大。

二、研 究 動 機

去(62)年九月中旬農林廳在高雄區農業改良場召開農機具改良試驗工作檢討會，是日參加之單位除廳屬各改良試驗場所外，對於現已設有農機科系之大專院校，及省內各農機具製造廠商，亦均有派員參加。會中農復會技正彭添松先生於致詞時，敘及：『現階段農機具研究人員。今後除應研改一般應用於田間作業之機具外，而凡對農業上有所需要之機械或器具，亦應加以研究及試驗，茲如目前省內各鄉鎮農會將稻穀碾成糙米後，其所餘留之稻殼，原可出售供爲農民燃料之需，現因缺人購買，致成農會贅品，今在座各位如能研究一種機具，以將現爲無用之稻殼以處理，使成爲有用之物資。果此；則亦爲對本省農業之一大貢獻……希各位多加研究試驗』。

會後，筆者感到對於處理稻殼一事，是否能仿照目前市面所用之木屑炭擠壓機，加以改良，俾將稻殼亦加以擠壓成炭，果能實現，當亦能成爲良好燃料之一種，是以返場後立即往洽木屑炭製造工廠，借供機具以爲試驗，茲據初試所得，即利用木屑炭擠壓機用來製造稻殼炭者，勉可應用，但每使用二三分鐘後，即發生堵塞現象，至此筆者即獲得以下二項結論：

- (一)將稻殼擠壓成條(如木屑炭形狀)已無問題。
- (二)利用現成木屑炭擠壓機用來製造稻殼炭者，大約經過三數分鐘後，即發生堵塞現象，今如找出堵塞原因，加以改良，使成爲能合於製造稻殼炭之應用，似非十分困難，是以隨即着手研製本機具。

三、機具之研製及構造

由於利用木屑炭擠壓機亦能將稻殼擠壓成條，唯其製作效率較差，今爲研改使能合於實用，故即着手研製一臺，(後、附側面圖及照片各一張)。茲將各部裝置及作用原理簡述於下：



附照片一：稻殼炭製造機側面圖照

- (一)動力裝置：稻殼之性質，至爲疏鬆，且各自形成個體，絲毫沒有彼此相互粘附狀態，今欲將其擠壓成條，所需壓力之大可想而知，故本機係採用十馬力之馬達所帶動。
- (二)傳動裝置：爲使機械效能得充分發揮，故本機採用直接傳動，至於迴轉速度，目前暫行設計爲 315 RPM 及 280 RPM 二種。

(三)機軸固定裝置：由於本機所需之壓力及馬達之動力均大，於操作時，為使機體能得穩定及耐用，故本機軸係採用單一之機軸箱以為固定，且為使於迴轉時滑潤良好，故軸箱中經常放入適量之潤滑油。

(四)給料裝置：為使稻殼裝於漏斗後其出量能配合擠壓速度，俾免稻殼堆積，而使螺旋後部通氣不良而成堵塞，故特研製本給料裝置，藉將稻殼之出量可予控制。

(五)擠壓裝置：稻殼通過給料裝置，落入於螺旋四週，即由旋桿之轉動將稻殼輸送，並加擠壓於加熱胴而使成條。

(六)加熱裝置：於擠壓時一則為使稻殼之性質稍為變軟，俾易結合成條，二則成條後其稻殼炭易於擠出，故於加熱胴之外週經常需予加熱，是以該胴於設計時特予加厚。

(七)通氣裝置：據測定稻殼之含水率約在 10.5% 左右，於製造稻殼炭時，因加熱胴需予加熱，是以含在稻殼內之水份即形蒸發。此在胴內所蒸發之水蒸氣，一部份經過炭條中間之圓孔噴出，另一部份水蒸氣即向後部而蒸出。此蒸出之水蒸氣，如未能順利使之逸出，則螺旋四週所積存之稻殼，即被蒸濕，茲以稻殼一旦被其蒸濕，於製造時即常生堵塞現象。

註一：經詳觀擠壓木屑炭時，其所以很少受到堵塞之原因，係木屑於製炭前已行乾燥，此乃減輕木屑之水份含量，使於製造時減少水蒸氣之蒸發，而免常受堵塞。

註二：筆者經託人測定經乾燥後之木屑其含水率為 7.22%，一般稻殼含水率為 10.47%。

四、稻殼炭製造方法與作業效能

本機具研製完成，即進行稻殼炭之製造，初製時，堵塞難免，後將給料裝置及通氣裝置二部份改良完成，始得順利操作，今將使用本機具之製炭方法簡述於下：

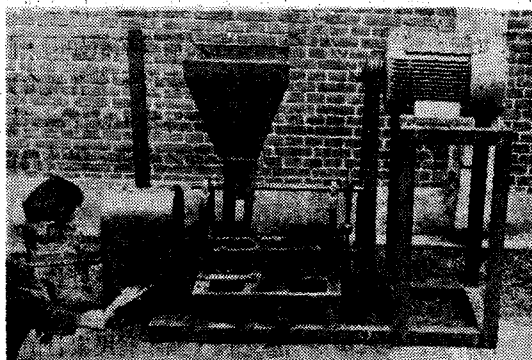
(一)準備稻殼：各農會現均有大量稻殼亟待清除，故祇準備麻袋與拖車即可在鄰近農會無限制之搬運。唯裝運稻殼以儘量選裝乾燥者為佳。

(二)機具安放：由於作業時，其加熱胴需行加熱，故機具以安放在地上平坦且較為通風之室內，或屬於室外而有屋頂之建物者為優。

(三)加入冷却水：於操作時因加熱胴需經常燃燒，為使機具不致發生過熱現象。故於使用前，應在冷却水口位置加入適量冷却水。（如附照片二、三、四）



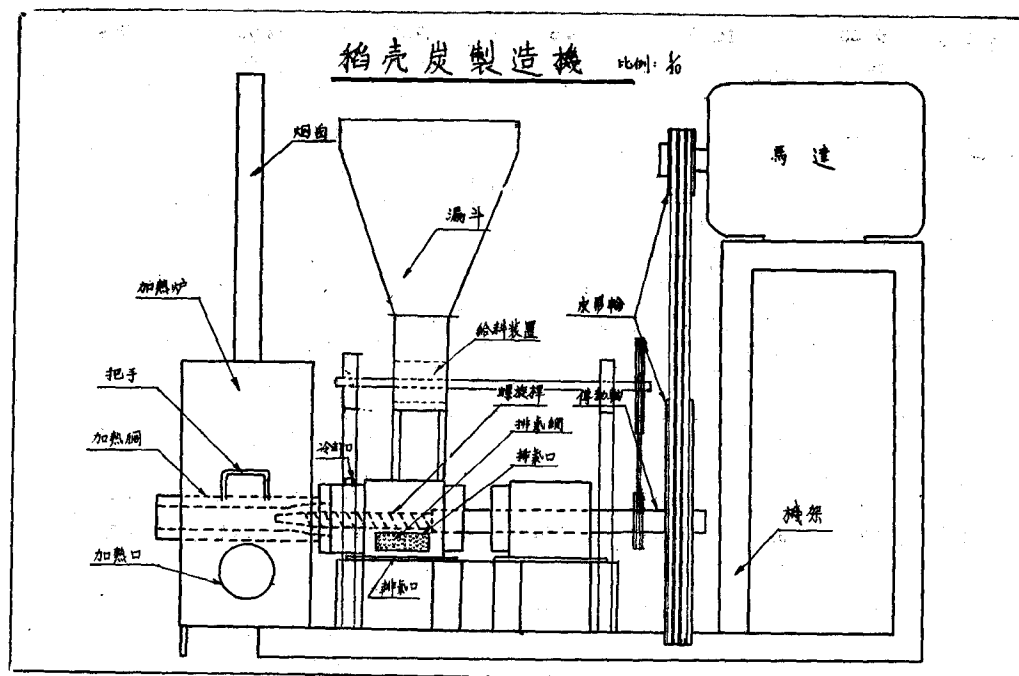
附照片二：製造稻殼炭前加水情形



附照片三：製造稻殼炭前火生情形



附照片四：製造稻殼炭應隨時注意稻殼之添加



第一圖

(四)生火加熱：為節省製炭成本，故本加熱室所需之加熱燃料，係將原由稻殼擠壓成之炭條充為燃料。似此；一則可得就地取材，二則對此製造成本可以減輕不少。

(五)裝置稻殼：將稻殼以人工或輸送機，輸送於漏斗內。

(六)開動馬達：加熱室燃燒約三十分鐘，或將舊報紙一張捲成條狀，伸入於加熱室內約五秒鐘，持出時，發現已成焦黑，即可開動馬達，開始作業。

(七)作業要項：作業時應經常注意稻殼之補充，加熱室不斷之加熱，及將製成之炭條（長度約50公分）持置於機具傍邊。

註三：本(63)年四月中旬經測定剛碾後之稻殼其含水率為9.47%，將碾後之稻殼堆積於室內乾燥之水泥地上。經過三天其含水率為10.50%，積存十天其含水率為11.65%，按本稻殼炭製造機於製作時，其作業效能與稻殼乾濕程度暨螺旋之迴轉速度關係至大，故今特將所試列表於下：

表一：稻殼含水率與製炭性能試驗

處理與重複	調查項目	315 R. P. m			280 R. P. m			備註
		製炭量 (公斤/小時)	製炭時所需燃料 (公斤/小時)	淨得稻殼炭數量 (公斤/小時)	製炭量 (公斤/小時)	製炭時所需燃料 (公斤/小時)	淨得稻殼炭數量 (公斤/小時)	
稻殼含水率 9.5%	1	114.40	13.50	100.90	101.40	13.00	88.40	
	2	109.30	14.10	95.20	103.10	13.20	89.90	
	3	115.20	14.80	100.40	109.20	15.20	94.00	
	4	118.20	15.00	103.20	102.50	13.00	89.50	
	平均	114.28	14.35	99.93	104.05	13.60	90.45	
稻殼含水率 10.5%	1	105.60	14.10	91.50	95.40	14.90	80.50	
	2	103.90	14.60	89.30	92.80	13.70	79.10	
	3	110.00	14.80	95.20	96.10	14.70	81.90	
	4	104.00	15.30	88.70	91.20	13.60	77.60	
	平均	105.88	14.70	91.18	93.88	14.10	79.78	

稻穀含水率 11.5%	1	99.30	14.70	84.60	89.40	14.00	75.40	
	2	98.50	15.10	83.40	90.30	15.80	74.50	
	3	101.00	14.90	86.10	91.00	15.10	75.90	
	4	96.90	16.30	80.60	90.60	13.80	76.80	
	平均	98.93	15.25	83.68	90.33	14.68	75.65	
總計	平均	106.36	14.77	91.59	96.09	14.13	81.96	

註四：上列每小時製炭淨得量平均分別為 91.59 及 81.96 公斤，按本機之製炭性能，雖直接關係到螺旋之轉速，但如長時間使用時，其對螺旋之材質及螺紋之角度，關係亦至為重大，故嗣後如將製作螺旋之材質加以改進，並酌予提高其轉速，則每小時製炭淨得量，將能達到 120~150 公斤。

表二 稻穀含水率與製炭率試驗

處理與重複	調查項目	315 R. P. m				280 R. P. m				備註
		稻穀數量 (公斤)	製成稻穀炭 數量 (公斤)	製炭率 (%)	成炭後 含水率 (%)	稻穀數量 (公斤)	製成稻穀炭 數量 (公斤)	製炭率 (%)	製炭後 含水率 (%)	
稻穀含水率 9.5%	1	43.60	35.90	82.34	7.92	41.90	34.40	82.10	7.95	
	2	41.00	33.80	82.44	7.88	48.30	40.10	83.02	7.72	
	3	49.30	41.30	83.77	8.09	42.40	35.20	83.02	7.22	
	4	42.10	34.50	81.95	8.13	42.80	35.70	83.41	7.48	
	平均	44.00	36.38	82.63	8.01	43.85	36.35	82.89	7.59	
稻穀含水率 10.5%	1	56.40	45.60	80.79	8.29	40.70	33.00	81.11	8.11	
	2	48.60	40.10	82.48	8.47	48.50	39.30	81.03	7.93	
	3	38.20	30.60	80.05	8.42	41.40	33.60	81.16	8.19	
	4	41.00	32.20	78.56	8.38	43.30	35.20	81.29	7.97	
	平均	46.05	37.12	80.47	8.39	43.48	35.28	81.15	8.05	
稻穀含水率 11.5%	1	45.10	35.10	77.83	8.54	40.50	32.30	79.75	8.28	
	2	48.40	37.80	78.10	8.84	39.40	31.50	79.95	8.56	
	3	38.30	31.10	81.20	8.51	39.50	31.70	80.25	8.31	
	4	40.40	32.20	79.70	8.38	45.70	36.60	80.09	8.21	
	平均	43.05	34.05	79.21	8.57	41.28	33.03	80.01	8.34	
總計	平均	44.37	35.99	80.77	8.32	42.87	34.89	81.35	7.99	

五、稻穀炭燃燒效能試驗

視出稻穀炭之燃燒效能，並不亞於木屑炭。

如前所述本省目前各農會積存之稻穀頗多，今如加以製造成為稻穀炭，則其熱能究為若干？故筆者即將本機所製成之稻穀炭，與目前市面一般民衆普遍使用之木屑炭及相思木炭，作燃燒效能之比較，茲將本比較所作之方法結果及燃燒現象，錄述如下，此即可

(一)試驗方法：

- ①準備公升裝鋁質茶壺六個，分二組進行，每個每次裝自來水四公升。
- ②準備火爐三個，分別燃燒木炭、木屑炭、稻穀炭等三種。

炭別	燃燒次數	生火時間	第一壺 燃燒時間	第二壺 燃燒時間	第三壺 燃燒時間	第四壺 燃燒時間	第五壺 燃燒時間	第六壺 燃燒時間	第七壺 燃燒時間	第八壺 燃燒時間	第九壺 燃燒時間	備註
稻穀炭	4'00"	17'00" (100°C)	18'00" (100°C)	30'00" (82°C)								
木屑炭	3'00"	16'00" (100°C)	20'00" (100°C)	30'00" (88°C)								
相思木炭	5'00"	23'00" (100°C)	15'00" (100°C)	12'00" (100°C)	15'00" (100°C)	14'00" (100°C)	14'00" (100°C)	27'00" (100°C)	30'00" (76°C)			

⑧將相思木炭、木屑炭、稻殼炭各稱二臺斤，分別在火爐中燃燒。

④待火爐中，各燃料開始着火燃燒時，即將裝水「四公升」之茶壺放置於火爐上，待水開後，立即另換一壺。按此輪換，直至各爐二臺斤燃料全部燃完為止，以觀察其火力旺盛及耐久。

⑤試驗前水溫 24°C。

(二)試驗結果：

(三)燃燒現象：

①稻殼炭燃燒時較為不烈，但自始至終其火力均甚平均。

②木炭屑着火快，但一經燃燒火力至烈，唯經過20分鐘後，則火力逐漸衰退。

③相思木炭着火慢，但一經着火於開始25分鐘前，其火力仍甚欠烈，唯25分鐘過後，其熾烈之火，可持續一小時，俟一小時過後，火勢又轉不烈。

六、經濟效益初步分析

目前各農會或私營碾米工廠之稻殼均需僱人清除，故本機具所需原料（稻殼）一項，其成本暫可不必計入，茲今以購有本稻殼炭製造機一臺，則其每天可得之收益列表說明於下：

支 出			收 入		
項 目	說 明	金 額	項 目	說 明	金 額
1.機具利息負擔及折舊費用	稻殼擠壓機一臺包括十馬力馬達一個。依現值約 50,000 元，該機使用壽命暫定三年，每年工作 300 天，另加修護費，每年為機具總價值之 15%，其計算公式：（機具價值「加」二年利息「加」二年修護費用）÷ 900。代入即得 $[50,000 + (50,000 \times 12\% \times 3 \text{ 年}) + 50,000 \times 15\% \times 3 \text{ 年}] \div 900 \text{ 天}$ 。	100.55 元	稻殼炭（成品）	每臺擠壓機一小時可製作 150 臺斤（90 公斤），今每日以工作 8 小時故每天以保守之估計，可製成品 1200 臺斤。 現木炭市售最低批發價格每臺斤為 5.00 元，今此稻殼炭祇以木炭約 $\frac{1}{2}$ 價格出售，則每臺斤值 0.60 元，即 1200 臺斤 $\times 0.60$ 元。	720 元
2.原 料	稻殼現為各農會廢棄物品暫不予計價，且於製作時可在穀倉附近，故亦不必運費。	—			
3.電 力 費	使用 10 馬力馬達，每天工作 8 小時每度工業用電費 0.81 元，其計算法：10 馬力 $\times 8$ 小時 $\times 0.75$ 度 0.81 元	48.60 元			
4.人 工 費	僱用作業工一人，每天工作 8 小時工資。	180 元			
5.倉 庫	堆存稻殼炭之成品，以利用農會現有倉庫，今以是項倉庫每年修繕費用 3,000 元即 3,000 元 $\div 300$ 天。	10 元			
6.加熱費用	利用製作時，其斷折之稻殼炭為燃料可不必要計算。	—			
7.其他雜費	包括税金，用具添購，生火時之火種、木屑、冷却水等。	60 元			
合 計		399.15 元	合 計		720 元

由上列收支二項計算，一臺機具每天約可收益 320.85 元。

七、觀察與檢討

(一)本機具於製就並舉行試用時，由於給料裝置，及通氣裝置尚未改進完成，致操作時，常有堵塞現象發生，但自上列二項裝置改良後，其操作至為順利，此可視出，因稻殼之含水率較高，於作業時，其炭條通過加熱胴而產生大量蒸氣，此蒸氣雖大部份由成炭中間之圓孔噴出，但另有小部份蒸氣由螺旋後

部逸出，似此，則待製之稻殼一遇蒸氣蒸濕，而於擠壓時，即成堵塞，故上列二項裝置，對於本機之製作效能，其關係至為重大。

(二)本稻殼炭製造機，於製作試驗時，其所選稻殼，係選用含水率 9.5%、10.5%、11.5% 三種，按此三種含水率之稻殼，可即代表農會將稻殼碾成糙米而所餘留之稻殼，放存於室內，大約經過十日左右之稻殼為試驗樣品，故本機將來於推廣時，對於稻殼乾濕之適應程度，當不致受到較大之限制。

由觀表一，及表二：稻殼含水率自9.5%至11.5%，不論螺旋迴轉速度為 315 R. P. m. 或 280 R. P. m.，其製炭率皆在80%以上，今如扣除製炭時，其部份炭條約15%充為燃料（加熱胴之燃燒）則以本省每年可生產稻殼50萬公噸。今如加以製造為稻殼炭，則每年可充裕本省能源（燃料）30萬公噸以上。

四另觀稻殼炭燃燒後，其所產生之熱能試驗，結果及略述經濟效益，表內所載；即稻殼炭與木屑炭之燃燒值相差極微，但如與相思木炭比較，雖相差較大，今如以價格而論，則木屑炭現市售每臺斤為一元，相思木炭每臺斤為五元，而稻殼炭，每臺斤祇折值六角而已。是則使用者，改用稻殼炭之燃料者，仍極合算。

五本機具研製至此，可謂已獲初步完成，但目前尚需加以解決者，係螺旋之磨損較快，對此，除已央請經濟部金屬工業研究所提供製造鋼材外，筆者目前亦正多方鑄製不同材質之鑄鐵，加以試驗中，諒近期內，對此問題，當可獲得解決。

八、結論與展望

(一)本省係屬海島，能源素缺，今將稻殼加以製炭一事，業獲初步成功。今後為免龐大數量之稻殼任其廢棄，對此機具，似應即予推廣，果此；則本省每年當可獲得30萬公噸以上能源之供應。

(二)按目前省內民衆由於歷年來使用瓦斯或電氣用具已成習慣，今如將稻殼製成炭，大量供應市售，恐一時未能暢銷。為此；是否即可採用下列步驟：

- ①利用各級農會家政指導員，勸導農村家庭主婦，利用稻殼炭以代替現所使用之電氣及瓦斯為燃料。
- ②擴大宣傳，使都市民衆對於浴室用水，儘量以稻殼炭代替電熱爐或瓦斯爐。
- ③對特殊用戶，如旅社、公共浴室或工廠，經常舉辦稻殼炭應用觀摩會，以資推廣應用。

上列三項如一一推行，省內每年所製作之稻殼炭，當能順利而銷售。果此；每年無形中可增加數十萬公噸燃料之利用。是以對於經建一項，當獲益不少。

Summary

At present, all farmers' associations in Taiwan have met a serious problem on "how to deal with rice husk". The development of machines for making rice husk charcoal is therefore urgently needed.

So far, a prototype machine has been constructed and equipped with a feeder and a ventilator. This may matter much in processing even wet rice husk into charcoal. And, it may reduce many unnecessary procedures in the operation.

According to the primary test results, the heat content of rice husk charcoal bars is not less than that of wood-chips charcoal. However, this machine still has some problems, especially in the screw conveyer. The writer is continuing the test to find suitable materials for making an enduring screw conveyer. He thinks the problems will be solved in the near future.

圖書消息

本會承各機關團體及會員陸續捐贈書刊，茲將贈書者大名刊登以表謝意。

捐 贈 者	書	名	冊	數
金屬工業發展中心	金 工 第八卷 第三、四期	1974. 5. 7	2	
經濟部中央標準局	商標公報 第一卷 第六、七、八期	63. 6. 7. 8.	3	
經濟部中央標準局	專利公報 第一卷 第六、七、八期	63. 6. 7. 8.	3	
經濟部中央標準局	標 準 第 260, 261, 262期	63. 6. 7. 8.	3	
經濟部中央標準局	新編國家標準目錄		3	份
中國工程師學會	工 程 第四七卷 第八期	63. 8.	1	
臺灣省農業試驗所	農業研究 第二三卷 第一期	63. 3.	1	
中山學術文化基金會	中山學術文化集刊	63. 3. 12.	1	
Finnish Journal of Water Economy.	Vesitalous Vol.15 No 2	1974	1	
Hydraulic and Agricultural Engineering				