

日本對生質材料在能源上利用與在生質酒精上應用現況及展望

蘇裕昌*

Status and Outlooks of Biomass Energy Utilization and Bioethanol Applications in Japan

Yu-Chang Su*

一、前言

1. 生質材料應用的各種面相

生質資源 (Biomass) 的種類及可能用途可整理如表 1 的 5 個 F，如食糧 (Food)、纖維 (Fiber)、飼料 (Feed)、肥料 (Fertilizer)、燃料 (Fuel)。其中以能源利用的優先順位最低，排列在其他用途之後，或作為其他用途利用時有困難度時才考慮作為能源用途。依據開發中國家的狀況，當然是優先將生質資源做為食用、衣著利用等。但是，近年生質資源作為能源的用途急速廣為注目，此原因為化石燃料枯竭、及價格日趨高昂所導致、或化石燃料燃燒對生成二氧化碳的增加，而使用生質資源不會危及對地球溫暖化的影響。只要有太陽光及水，生質資源可藉由光合作用生產，為再生可能的資源，而且為具碳中性(Carbon neutral)(即使將其燃燒，只是將取自大氣中進行光合作用所固定的二氧化碳再送回大氣中，對二氧化碳的增減不會有影響)之優越的性質之能源材料。另外、多數由生質材料所發生的廢棄物，為了降低廢棄物的最終處理量、或降低處理成本，因而進行熱能的回收 (Thermal recovery)，以作為能源的利用，因其可行性也最被積極的進行探討。

2. 目前的廢棄生質資源的利用狀況

在使用生質材料中往往會有副產物、中間產物的發生，或在其他用途利用後廢棄，此類材料合稱廢棄生質資源。廢棄生質資源同樣的也是由植物經光合作用所生產的物質。生質材料被動物食用、同化作用後、經排泄、或再經過人為的加工等改變成各種不同的形態。不同廢棄生質材料的種類其產生的場所、分布密度、水分含有量、純度、及化學組成等也各有不同。表 2 為目前尚未利用的生質資源，在日本國內所發生的廢棄生質材料其發生量與可能再利用的狀況整理如表 3 發生量多的廢棄生質材料如家畜排泄物、下水道污泥、廢紙等，這些材料都是由不同的生質材料經過不同的用途使用後所產生的廢棄物。其中利用率高的廢棄材料如家畜排泄物、下水污泥、製材殘材、製紙黑液等。這些廢棄物均在特定場所密集性的產生，而且其組成相對的也較固定，較容易進行再利用。相對的，食品廢棄物、間伐材、林地殘材等利用率較低。食品廢棄物(特別是廚餘的利用率低，其最大的理由為組成不安定。間伐材等的產發生密度較低，主要為自山上林地搬出到平地的作業，其運搬費用的負擔，阻礙其利用率。

表 1. 生質資源的用途中的 5 個 F

應用領域		應用項目
1. Food	食糧	健康食品、食用油、精油、香料、食品添加物等
2. Fiber	纖維	衣物、寢具、汽車零件、斷熱材等
3. Feed	飼料	油渣、植物莖、加工殘渣等
4. Fertilizer	肥料	炭化或碳化(土壤改良劑、水質淨化劑等)、堆肥等
5. Fuel	燃料	生質酒精、顆粒燃料等

表 2 未充分利用生質資源的分類 (資源)

生質資源	資源種類	來源
木質類	森林生質資源、製材殘材、建築廢材、其他木質系生質資源	林地殘材、間伐材等
製紙類	廢紙、製紙汙泥、黑液	回收廢紙、紙廠廢棄物
農業殘渣	稻作殘渣、麥桿、蔗渣、其他農業殘渣	稻草、稻殼
糞尿·汙泥	家畜排泄物、下水道汙泥、屎尿淨化槽汙泥	雞鴨豚牛等的糞尿等
食品類	食品加工廢棄物、食品販賣廢棄物廚餘、廢食用油	批發市場廢棄物、食品小賣業廢棄物、家庭廚餘、事業系廚餘

表 3. 日本廢棄生質材料發生量與利用狀況

廢棄生質材料	發生量 (萬噸/年)	利用率%	目前的用途等	目前使用及限制
家畜排泄物	9,100	≒80	大半為堆肥	在畜產生產量多地區還原到農地有其極限
食品廢棄物	1,900	< 10	肥料或飼料	多數焚化及掩埋
廢紙	3,100	≒55	再生紙	大多焚化
製紙黑液	1,400 (乾重)	100	能源 (主要為直接燃燒)	
下水道汙泥	7,600 (濃縮)	≒60	建設資材、堆肥	大多掩埋
屎尿汙泥	3,200	幾乎 0	一部分堆肥利用	大多焚化、掩埋
製材工場殘材等	610	≒100	能源、肥料	
間伐材、林地殘材	390	幾乎 0	留在林地	幾乎未利用
建築物等發生之廢材	480	≒40	製紙原料、板材原料、家畜墊料、能(主要為直接燃燒)	
稻草、稻殼等 (農作物非食用部分)	1,300	≒30	堆肥、飼料、畜產墊料等	

二、木質生質材料作為能源利用的課題

1. 木質生質材料、能源材料的形態

本章節整理討論廢棄木質生質材料的能源利用，及開創生產事業的可能性。木質生質材料除了製材工場等殘材以外，其利用率極低，由林業或振興農山村的觀點，開發木材的用途之一的能源利用是一項值得期待的領域。木質生質材料的能源利用的形態有很多種，可將其中主要的其大分為(1). 直接燃燒。(2). 熱化學的變換。(3). 生物化學的變換等 3 類。

(1) 直接燃燒

木質生質材料做為直接燃燒是以薪材或木片等形態，即以生質材料固體的原樣將其燃燒，提供熱源或作為發電利

用。是最傳統的利用方法，自古至今各國均有使用。此方式的利用在目前也供給熱與發電的同時也進行汽電共生。最近以高溫、加熱的方法將木質材料製備成木質顆粒燃料已經甚為普及。木質顆粒燃料的粒度或水分含有率極為安定、流動性亦佳，因此，木質顆粒燃料可自動點火且操作性優。木質顆粒燃料製造的先進國家之一的瑞典，在 1996 年以前顆粒燃料製造工場僅有兩家，到 2001 年時已經增加為 24 家，說不定，幾年後甚至所有個人住宅的暖氣用燃料，有可能全部由使用油為燃料全轉換到以木質顆粒燃料作為熱源的燃料，2011 年增加為 53 家。(日本木質ペレット協會，http://www.mokushin.com/jpa/news/news_01.html)

表 4 日本的能源單價

種類	價格	發熱量	每 1,000kcal 的價格
木質顆粒燃料	45 円/kg	4,500kcal/kg	10 円
柴油	97 円/L	8,320kcal/L	11.7 円
A 重油	87 円/L	8,700kcal/L	10 円
電氣	23 円/kw	880kcal/kw	26.7 円
液態瓦斯 L P G	488/m ³	21,800kcal/m ³	18.7 円

※本表為試算表（2007 年 12 月）（<http://www.woodpellet.jp/wppc/pellet01.htm>）

(2) 熱化學的變換

熱化學的變換方法是將木材加熱轉換為氣體、或液體，做為燃料應用的方法。轉換成氣體或液體得目的是比直接燃燒時有較安定，較高效率的優點。由於「將木質材料氣化發電」的技術開發的盛行，將木質生質材料在悶燒的狀態蝦將其氣化，再將其燃燒已取得熱源作為發電的熱能的方法。

日本國有林的能源利用檢討會等積極的發展進行「木質材料氣化發電」、複數的日本國內廠商也積極進行研究開發。但是、原料氣化過程所發生的副產物焦油（Tar）、焦炭（char）等的處理為主要的技術開發上的課題。氣化後的改質工程、發電安定處理、補助燃料的控制等也是重要的探討的課題。「氣化生產甲醇」的技術是將燃燒木材所形成之氣體如氫氣、與一氧化碳等氣體在調整其組成後，再利用觸媒合成甲醇的製程（本庄,2011；三輪, 2011）。雖然此製程技術達到的工業化尚需臨門一腳，但由於液體燃料方便運輸及高附加價值，工業實用化的可行性是可期待的。日本國內對此專題的研究開發已在積極進行，世界各國也已經有進行商業規模的氣化甲醇的生產。

(3) 生物化學性的轉換

以生物化學性的轉換是利用微生物發酵等生產甲醇或乙醇做為燃料的利用。家畜的糞尿或生廚餘等的發酵使其生成甲烷做為燃料的利用方法在印度、中國、尼泊爾等過開發中國家已經非常盛行作為家庭用的燃料，目前也積極的使用發電設備進行發電。但是、木質生質材料不適宜發酵生產甲烷。乙醇的生產與與製酒的方法相同。只是，使用為製酒的原料為米、麥等穀類，為含糖分較高的原料，以木質生質材料生產酒精必須先進行適當的的前處理，使其轉換成糖類以後再進行發酵至得酒精。以木質生質材料的醱化處理大略可分為個階段。首先自主要組成木質素與纖維素的木質生質材料將木質素分離，只將纖維素分離出來。接著將纖維素以酸水解成酵素水解成寡糖或單糖。此前處理的方法漸漸的轉

變為以製漿所得紙漿、甚至自廢紙糖化生產酒精的研究開發。

2. 木質生質材料能源的推廣及普及的課題

前述木質生質材料的能源化技術，有很多種方式，但是其中多數或尚未達工業應用階段、即使技術的達到實用化階段也未達直接應用。雖然今後的研究開發結果，漸漸的其利用技術可預想的其工業應用可行性也會增高，但是最終的問題為能源生產單位或設備的設置，經營上及經濟上的可行性等。木質生質材料的能源上的利用，確保經濟上的可行性極為困難的課題列舉如表 5。

三、木質生質材料能源利用課題的解決對策

由林業振興觀點木質生質材料能源利用是值得期待的，但是，也不能一廂情願，因此，為了解決在能源利用上的課題可由下述的 5 點對策進行。

1. 選擇高附加價值的木質生質材料能源利用

首先在可能實現的範圍內，必須選擇高附加價值的木質生質材料能源利用，而且必須選擇高能源效率的工廠。因為木質生質材料的直接燃燒熱值低之故，選擇能源效率高的新技術（或既存技術中能源效率最高的）是必要條件。其次，為了提高能源效率，必須檢討汽電共生（Co-generation）、或碳化與供熱複合系統、燒灰堆肥化等。不單是為了能源單一目的，而是複合式的利用（也稱瀑布式（Cascade）利用。但是，汽電共生（Co-generation）等其規模與成本的關係，必須達到一定規模以上則無法達到經濟性，小規模的能源回收系統已單獨供熱方式為佳。間伐材的資源化做為能源燃料其單獨利用是否能達到經濟性，及能源的利用很重要，但多功能利用如殘渣也能利用為能源用途。能源形態中假設沒有充分的保證電價格，液體燃料化的附加價值最高，與氣體燃料或固體燃料比較，液體燃料的熱值較高，且運輸、貯藏性均優。

表 5. 木質生質材料在能源利用上的課題

項目	現況
能源化技術的研究開發或達實際驗證階段	在開發中國能源化工廠製造技術已經達到實際驗證階段，但初期投資成本高，而且，木質生質材料的燃燒熱值低、能源效率低。
木質生質材料的分布分散、收集搬運成本高	木質生質材料呈分散型儲存、收集成本高。特別是林業振興等觀點尤其是能源利用是可期待的項目，到林地殘材等因地處山上搬到作業場、或搬出到工廠的搬運成本高。
無法發揮規模節約收集成本	能源工廠規模越大奇晶靜性越高。但是設施越大規模化，分散儲存的木質生質材料的收集成本越高，確保價廉且安定供給的原料極為困難、因此無法實現到大規模的要求。
木質生質材料的品質不安定	林地殘材的含水率高、建設廢材往往有經防腐處理因此可能有重金屬等的殘留、或廢塑膠等混入等的問題發生。因此、進入能源工廠使用前必須經過前處理、副產物處理等，其設備、處理費用等導致成本過高。
安定供給木質生質材料量不易計畫	造林皆集中在同一時期，所產生之間伐材也集中再同一時期。為了因應此現象，能源化設備往往會有規模過大，原料供給減少時，可能會有經濟性的問題。
社會對木質生質材料能源利用尚無禮遇的制度	木質生質材料的能源利用，以目前的現況，無法達到預期的經濟性，但是，為了林業振興、廢棄物的有效利用（或降低廢棄物處理成本）、地球溫暖化或資源・能源枯竭問題的因應等觀，本事業是具公益性，其公益性效果必須得到社會的認同。

2. 適當的生產規模

第二個重點是選擇適當規模的生產工廠。一般木質生質材料為分散性的存在，且體積大，不適宜長距離運輸。因此進行越大規模的生產則其材料取得的收集成本愈高，反而越大規模的工廠對材料收集成本越不利的影響。相反的，能源工廠越大規模則投資效率越佳的優點。由此二相反的觀點，確立最適規模大小的木質生質材料能源工廠。木質生質材料的能源化設施的技術藍圖，各種燃料化技術，有其適當的規模，如作為生質燃料的原料的量並不多時，宜採用將燃料顆粒化、木片化、後續的直接燃燒發電（或汽電共生 Co-generation）方式的應用。當供給生質燃料的原料的量達到一定規模以上，時則採用木質材料的氣化發電、氣化甲醇、煤碳混燒等方式燃料化，可達較高的能源效率。

3. 木質生質材料運輸的合理化

要達到木質生質材料有效的燃料生產，材料運輸的合理化是不可缺少的條件。木質生質材料水分高，體積大、如何將運輸系統的合理化、效率化是主要的重點。考量自林地搬出、運輸的方便性，間伐材的運輸的困難度最高。相反的，在市區內所產生的製材殘材、或修枝枝條等是方便運輸的原料。

使用間伐材搬出林地之運輸合理化的方法，(1)在伐採現場放置俟其乾燥。(2)以移動式打片機在林地內將其製被

成木片後，在林內裝入移動式小型貨櫃。(3)運到林道邊再裝上大型運送用貨車運輸到工廠之的方式。雖然本法是國外常使用的方式但是不見得適合本地。也可在林邊作業場導入高性能移動式切片機，同時導入能容易進行間伐方式的列狀間伐手法進行間伐，則可能以低運輸成本將原料運出林地。

由振興林業上的觀點優先順位最高的為間伐材的用途開發利用，但事實上不僅是以間伐材為原料，相對的運輸較為容易的製材屑、修枝廢材等也必須收集作為原料。而且木質生質材料的收集據點也具有木材市場的機能，當然也可作為地區內殘材等能源用途以外的材料的流通據點。由於具有木材市場的機能，也可收集到不符合市場規格的等外材，既存原木市場也可活用為木質生質材料的收集據點。

4. 農村地區景氣的提升

木質生質材料能源事業，具可以提升振興農村地區景氣的可性，但必須把產業對提升振興效果增大到相當程度。因此，儘量利用木質生質材料的能源利用的契機，與其他領域各界形成策略性的合作夥伴，將產業的名氣、效率、生產提升深。策略性的合作夥伴的例如表 6 所示。短期進行與行政中心展開合作，階段性的再與其他行政、事業領域展開合作計畫。

表 6. 以木質生質材料進行能源化事業之策略性合作夥伴之一例

合作對象		合作目的	合作的優點	
			合作對象側	能源供給側
與行政以外領域的合作	住宅領域	將木質熱能直接供給住宅等開拓市場（振興地方景氣之策略之一例）	住宅附加價值提升與開拓市場	直接開拓市場
	教育領域	森林教育、環境教育等教材的利用	活用為生質材料循環利用的教材	敦親睦鄰（長期的觀點也可開拓市場）
	觀光	活用木材或燃燒木材生產能源的魅力展開生質材料利用的觀光	觀光業新魅力的附加	長期市場的開拓
	醫療・福祉領域	具有健康相關機能上的活用	增加醫療・福利設施的魅力	市場直接的開拓
	環境領域	賦予廢棄物對策、溫暖化防止對策等環境面的誘因	廢棄物減量化、代替能源等防止地球溫暖化效果	獲得形成市場的誘因
	農業領域	活用燒灰、開發特產農產物等	新特產農產物的創出	開拓副產物市場等
其他工作領域的合作	設備廠商	共同國產相關機器設備等的共同開發	整廠、機器設備的開發	形成市場
	NPO	開辦研討會、使用者組織化	餐與非營利團體(NPO)的活動	間接市場開拓促進
	商店等	生成燃料等的宣傳販賣合作	增加新商品品目	確保販賣流通路
	肥料製造廠商	燒灰的託販賣等	利用燒灰肥料的開發	燒灰處理的效率提升
	農業合作社等	燒灰的收集・燒灰的利用促進	燒灰利用農業振興	燒灰處理の效率提升

5. 將公益性納入企業內部組織體系

為了提高木質生質材料在能源上的利用的經濟可行性，必須將公益性（外部經濟性）也納入經濟性的計算才可。那就是說該事業體必須將對該地方的林業振興（間伐促進）、廢棄物的有效利用（或降低廢棄物處理成本）、地球溫暖化或資源、能源枯竭等問題有益的觀點所得到的公益性利益納入企業的內部的經濟性評估。將此公益性納入企業內部的措施為導入炭稅（地球環境稅）、綠色電力制度註1的導入與運用。炭稅的導入，以國家規模導入在世界上有很多國家已經在檢討中只是實施的時期未定，目前已經朝導入的方向進行。綠色電力制度若規定電氣事業者必須以含有生質材料作為新能源利用定為義務，則可賣電的價格會有上升的可能。除此之外，木質生質材料作為能源利用事業的事業經濟性評估時，必須導入公益性加算之會計制度，如將間伐材搬出等的雇用創出效果、廢棄物處理成本的降低效果等公益性加算也列入會計的計算。另外，為了降低事業之經營成本、間伐材的搬出技術（移動式打片機等）等的效率提升技術及經營模式的導入的同時，志工等人力資源的有效活用也是使事業成功之不可缺的因素。例如，焚化所產生的燒

灰、或副產品木酢液等可由地區住民帶回。

註1：綠色電力制度是日本對電氣事業者在新能源等利用有關之特別法，對電氣事業者設有必須使用新能源等電力的義務。如九州電力公司有購買 3.9 億 kWh 的新能源的義務。

（注1 グリーン電力制度は、『電氣事業者による新能源等の利用に關する特別措置法』註2（RPS法）に基づき、平成15年4月1日から、運用されている。對電氣事業者設有必須使用新能源等電力的義務。）

註2：日本電氣事業者による新エネルギー等の利用に關する特別措置法

（平成十四年六月七日法律第六十二号）最終改正：平成二十一年七月八日法律第七〇号

<http://law.e-gov.go.jp/htldata/H14/H14HO062.html>

四、木質生質材料在能源上的利用的導入

木質生質材料的能源利用的開發日新月異，但是必須階

段性的導入。短期性的導入可能方法為製材工場等所產生之木屑為原材料以直接進行燃燒（供熱、或供熱、電）為宜，能源需求多的製材工場等可自家供給，且必須有適當規模以確保經濟性。生質炭製造等雖然是老技術、但是高溫燃燒木竹生成之優質炭、適合各種民生用途。品質量較差的炭可供製鐵公司的高爐燃料或火力發電所等混合燒等使用。短期事業化目標是優先考量以在公共設施或觀光設施等展示利用顆粒燃燒爐等的宣導效果、或合作夥伴效果。

中長期的目標則以材料的氣化得到的氣體進行甲醇等液體燃料製造、或木質氣發電的應用、炭化氣化同時進行的技術（換句話說，汽化殘渣以炭回用、或利用在製炭過程所發生氣體發電等）被期望開發應用。這些技術等的導入在目前尚無充分的實績，必須再進一步的技術開發與實際驗證。除此之外，因為導入的必要條件之一，為必須有相當以上的處理規模，間伐材或建設廢材等多樣的原材料收集已是可能，且能源上之應用為大需要量者，因此可想像出大規模的原木市場等隨之導入。

由上述說明，木質生質材料的能源利用對林業振興、廢棄物的有效利用、地球溫暖化防止等公益的面期待，其事業經濟性的採算的課題之解決為實行的依重要因子。為了進一步提高經季效率性，摸索徹底進行複數設計的組合的施行方法，同時將對有關公益性效果最大化方法是不可缺少的。木質生質材料為容易親近住民的燃料的優點，由都市住民或地區等住民等的參加，為展開事業的方法之一。但是大量生

產、大量消費、大量廢棄型的生活型態及支持上述的系統必須評估是否正確，若循環利用量超過森林的生產力時森林並不能無限的再生，只會導致森林減少的後果。

五、生質酒精的製造

生質資源是「生物性的資源，動植物等自然衍生、再生可能的有機性資源。此「生質酒精製造設備」可使用建設廢木材、古紙、或如豆渣等之食品廢棄物進行酒精的製造。最近、生質資源的再利用有相當多的研究在過各國進行，期待能有希望的活用方法。所謂生質酒精是利用甘蔗渣、玉米、廢木材等生質資源的發酵、再經蒸餾置備成之植物性乙醇，為極受注目的一種新的燃料用能源。「生質酒精製造設備」製備之酒精，可應用為汽車或鍋爐等的燃料。

1. 使用生質酒精的優點

目前一般生質酒精與石油的混合使用，日本目前的法律規定最大混合量為最多 3%。由於與石油的混合使用可達到減少二氧化碳的排放量、對防止地球溫暖化有貢獻。同時、也可以減少石油使用量以確保能源資源 (Energy resource)，更可達到對廢棄物減量，是之對地球具親和性能源。

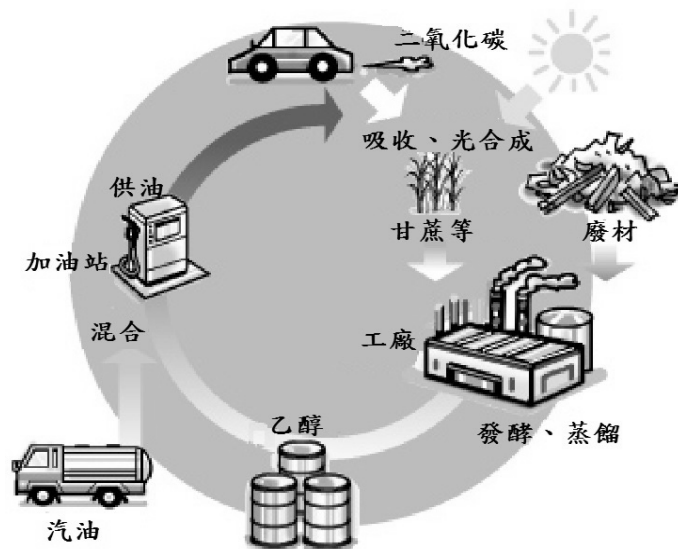


圖 1. 生質酒精的製造與利用

2. 世界各國製造生質酒精的生產現況

(1) 巴西

巴西的酒精生產量為 1,580 萬千公升是世界的首位。巴西主要以甘蔗製造酒精，其中的 80% 做為國內消費的燃料用。具體的應用方法是在汽油中添加

25% 左右的生質酒精混合使用。在巴西 2006 年所販賣的新車中的 80% 有使用酒精。日本汽車製造商中也生產生質酒精混合使用的車種 註 3。

註 3：FFV (Flexible Fuel Vehicle) 為可以使用 ①.汽油、②.酒精燃料、③.汽油與酒精的混合燃料等的其中之一種做為能源。

(2) 美國

美國的酒精的生產量 1,400 萬千公升，僅次於巴西，消費量也高、無法滿足國內的需求。主要的原料為玉米。美國為了降低對石油的依賴，積極的尋求替代能源，活用生質酒精為其推廣項目。具體的作法為擬在 10 年以內降低 20% 汽油消費量為目標。

(3) 歐州

在歐州使用生質酒精並不直接與汽油直接混合，生質酒精(添加量超過 3%)註 4 與汽油混合時容易發生層分離的現象，而以 2-氧乙基 2-甲基丙烷 (Ethyl tertiary butyl ether : ETBE ; 2-ethoxy-2-methyl propane) 的型態使用。EU (歐聯) 以在 2012 年自汽車排出之二氧化碳排放量降低 25% 為

目標。其中的 20% 由汽車製造商的技術開發達成，殘餘的 5% 擬由 ETBE 等替代燃料的使用來完成。

註 4：3% 生質酒精混合之汽油 (稱之「E3」) 若有水分 0.1% 以上混合時則容易產生分層的現象 (財團法人 石油產業活性化センター「JPCC News (2005 March)」)、石油連盟以生質酒精做為原料生產 ETBE (甲基叔丁基醚 ; Ethyl tertiary butyl ester)，計劃使用 ETBE 混合汽油做為汽車燃料使用。

(4) 日本

日本政府全國為了降低溫室氣體排放量削減的對策之一，為降低自運輸用燃料的二氧化碳排放量。因此，除了提高汽車的燃料效率以外，並決定在所使用的汽燃料加入生質燃料。具體的目標數值為，在 2010 年在運送用燃料中導入換算原油 50 萬 (千升) 的生質燃料。日本已經開始進行生質酒精的生產。位於大阪的生質酒精・Japan・關西株式會社在 2007 年 1 月 使用建築廢材等生物資源 (Biomass) 以稀硫酸處理、醱化後、再以特殊的菌株進行發酵、製造酒精的工廠已經製式進行上業生產。以往被稱為以廢材製造酒精極為困難，該公司以木質系生質材料為主原料，自 4~ 5 萬噸的廢材生產 1,400 千公升的生質酒精，計劃做為燃料用酒精上市。

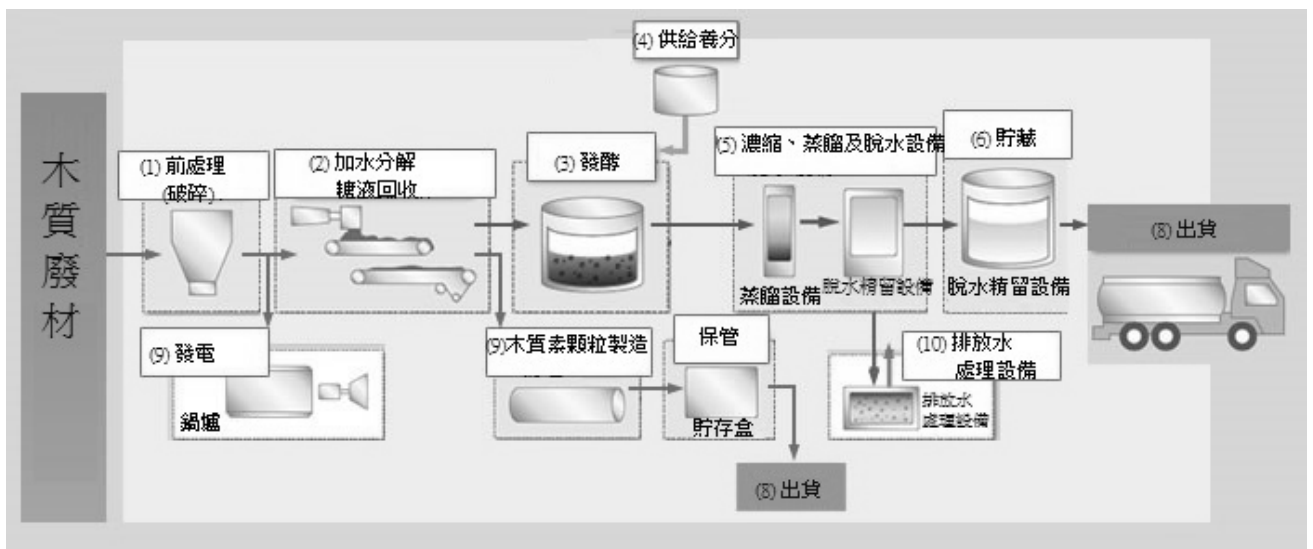


圖 2. 生質酒精其製備流程圖

六、生質酒精的工業製程

日本生質酒精・關西(株) 在 2011 年併入(株)DINS 堺，使用木質類生質材料（建設廢木材、木屑、樹木修枝等）為主要原料製造燃料用酒精。為了要求提高生質材料的回收率等及將建設廢木材等有效活用，以建立循環型社會為目標，製造石油等化石燃料的替代能源，與削減溫室氣體排放量，而達到防止地球溫暖化的貢獻。以如細圖所述的製程不只能將建設廢材等生質材料製造生質酒精，製造過程所產生的木材殘渣等也同時可做為生質燃料再利用。下圖為生質酒精其製備流程圖。

① 前處理：將建設廢材粉碎成細木片，再將其區分為生質酒精原料及鍋爐用燃料。

② 加水分解/糖液的回收

在酒精原料用木片加入水及硫酸，以化學反應進行木片的酸加水分解，將其分解成含有糖分的水解液與未分解的木材殘渣。分解液由過濾設備分離、回收、中和後製備為發酵生產酒精的糖液。



(1)廢材細粉碎成木片



(2)發酵設備

③ 發酵

在原料糖液加入酒精發酵菌後進行發酵。

④ 供給養分

酒精發酵菌有效的將糖分發酵轉換成酒精。



(3) 發酵設備



(4) 濃縮、蒸餾、脫水設備

⑤ 濃縮、蒸餾、脫水

將發酵所得之低濃度酒精，進行濃縮、蒸餾、脫水等操作，且將酒精濃縮製備成能添加到汽油中的濃度的成品酒精。

⑥ 貯藏

成品酒精的貯藏。

⑦ 上市出貨

成品酒精使用各種容器裝填、堆載、出貨。



(5) 酒精成品槽



(6) 木質素燃燒顆粒製造設備

⑧ 發電

前處理設備分別出的燃料木片經生質燃料鍋爐燃料用燃燒、生產蒸氣。所產生的蒸氣除了在工場內使用外並轉換成電使用。

⑨ 木質素顆粒(pellet)的製造

在加水分解設備中所產生的未分解木材殘渣，經成形製成顆粒成型後，以木質素顆粒狀貯藏。木質素顆粒可做為在廠內鍋爐的燃料使用，也可以做為生質燃料的販賣。

⑩ 排放水處理設備

工場內廢水經排放水處理設備淨化後再循環利用。

七、參考文獻

1. 日本電子政府(2009)日本電氣事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法
<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H14/H14HO062.html>
2. (資料)生質エネルギー導入ガイドブック第2版(NEDO (2005))
3. 大栄環境グループ (株)DINS 堺 (2011)
http://www.dinsgr.co.jp/dins_sakai/business/baio_business/index.html
4. 三輪浩司(2011)建設廃木材からのエタノール生産の事業化 APEC 環境技術交流バーチャルセンター
http://www.apec-vc.or.jp/j/modules/tinyd00/index.php?id=87&kh_open_cid_00=36
5. 住友信託銀行 調査月報 2007 年 3 月号 産業界の動き～廃木材からの生質アルコール製造
6. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 NEDO (2005)「バイオマスエネルギー導入ガイドブック(第2版)」
7. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 NeDO (2010)「バイオマスエネルギー導入ガイドブック(第3版)」
8. 本庄孝子 (2011) バイオガス・バイオマスエネルギー APEC 環境技術交流バーチャルセンター
http://www.apec-vc.or.jp/j/modules/tinyd00/index.php?id=83&kh_open_cid_00=3

*蘇裕昌 國立中興大學森林學系教授

*Dr. Yu-Chang Su, Professor, Dept. Of Forestry,
National Chung Hsing University.