

第 2 3 回 酒米座談會講演要旨集

最近的碾米技術 關於最近的碾米機性能

前言

一般來講、碾米造酒最初可上溯到元祿時代現在的伊丹市的鴻池家族。

古時碾米方法是採用用腳來碾裝在臼里的米的原始方式。人力作業不可能大量碾米、之後出現了用水車作動力的水車碾米。水車碾米出現於江戶時代中期、明治初期並行出現了蒸氣機、電力碾米、明治中期為最盛時、一直存統到大正末期。

投入粗米 15 公斤、碾米比率 85% 時人力碾米的時間約需 40 小時。

為解決山間水車碾米所的交通和管理的不便、賞試進行了把水車換成新的動力、明治中期酒造場周圍開設的碾米所、使用和水車碾米同樣的投搗機、投入粗米 15 公斤、碾米比率 85% 時只需 15 小時。

之後、大正 10 年引進了外國製的碾米機、大正末期兵庫縣灘的機械製造商將此機國產化。

昭和 12 年日本國內的機械製造商達到了 8 家。

有資料證明當時的豎型碾米機、金剛滾子直徑 13 英尺、粗米裝入量 300 公斤、碾米比率 65% 時約需 15 個半小時。

之後滾子直徑增加到 13、16、18、20 英尺。

機器可以 2 段、4 段變速、昭和 56 年開發了 25 英尺的無段變速機、昭和 58 年開始出售帶電腦的自動碾米機、直至今日。

釀造用碾米機的研磨砥石

人類最古的加工技術是用石塊相互撞擊作成想要的形狀、即打製石器。之後進步到研磨石器。前者為舊石器時代、後者為新石器時代。當時不僅只用硬鈹石來研磨作為工具的石塊、還用筋砥石、棒狀砥石來成形、用砥石粒來研磨加工。經過大量試驗摸索什麼樣的岩石最適合作砥石、作研磨石、作工具和裝飾性的圓珠。進入青銅器、鐵器時代後、砥石、石榴石、金鋼砂等研磨材料的重要性增大、為了研磨大量象徵王朝貴族的裝飾品和作為武力的刀劍、研磨成為最重要的加工技術。

明治 34 年（1891 年）Edward Goodrich Acheson 博士在美國為制作人工金鋼石進行了長期實驗。

在實驗過程中無意中得到大的結晶、他斷定是炭和鋼玉的結合物、命名炭化硅。

經化學分析的結果認定是炭與硅的結晶物。炭化硅的制作方法改良為用硅砂和焦炭的混合物在電爐內加熱到電弧熱 2000 攝氏度以上、並由 Carborundum 公司實現了工業化。

可溶性 Alumina 也是在人造紅寶石的制作過程中被發見、用作砥粒的。明治 40 年（1897

年) Bauxite 用 鋁石取得了成功、這即是現在的 A 砥粒。

碳化硅、Alumina 是現在最常用的兩種一般砥粒。兩者都是在 20 世紀初開始工業化製造的。利用建造於尼亞加拉瀑布的大型發電所的廉價電力、美國的人造砥粒隨着工業技術的發達稱霸世界。

在我國、明治 41 年、於現在的廣島市南區南蟹屋 1 丁目由在日本最初使用人造砥粒的美國 Norton 公司和日本企業合資設立了砥石製造公司。

當時吳市因有向建造了“戰艦大和”的吳海軍工廠的交納運送、來自美國的原料運送、以及當時作為高熱能燃料只能限定在九州的三池炭鋁的煤炭的輸送所需要的港灣而被選定。

我國沒有進行砥粒的國產化、而是設立了 Norton 公司的當地生產工廠。

昭和 7 年 (1932 年) 於昭和電工塩尻工廠開辦了褐色可溶性 Almina A 砥粒、昭和 9 年開辦了碳化硅 C 砥粒。

現在我國的砥石製造商除了日本最大的 Kure-Norton 公司以外、都是從砥粒製造商 (昭和電工、日本研磨材、太平洋金屬、其他 1-2 廠家) 購進砥粒來製造砥石的。

現在在我國“Ceramics”這個詞好象高級品、優質品的代名詞一樣、本來在日本從明治時代開始稱 Ceramics 工業為“窯業”、陶磁器、耐火物、玻璃、衛陶、紅磚、磁磚、瓦等都是 Ceramics。

即有燒成工程的東西為 Ceramics、砥石也是 Ceramics 的一員。作為 Ceramics 的定義、用地球上自然存在的鋁物燒成的東西稱古 Ceramics、用自然界里不存在、通過精製和化學變化得到的鋁物燒成的東西稱新 Ceramics。

砥石是新 Ceramics 的一員。作為新 Ceramics 材料的碳化硅的微粉也是有代表性的新 Ceramics 材料。

從大正末期到昭和 10 年左右的釀造用碾米機的滾子是用進口砥粒製造的高價品。砥粒的主流是褐色可溶性 Almina 砥粒(A)、我公司保管有當時的製品。

在昭和 12 年也有用玻璃 (磁器) 代替金剛滾子的機器。

研削用砥石的 3 要素

研削用砥石由砥粒、粘合劑、氣孔 3 要素構成。

砥粒是切削對象物 (米、麥、其他) 的刀刃、粘合劑是刀刃的支台、氣孔是除廢屑 (糠) 用的空隙。

研削用砥石的最大特徵如下

- 1 使用中鈍化的砥粒會消耗、脫落、不斷有新刀刃出現。金屬刀具是不可能這樣一直保持新刀刃的、這種現象稱為砥粒的自生作用。
- 2 刀刃極多、研削速度很快、切的很細、但能率很高。

研削用砥石的構成

(1) 砥粒的種類

砥粒要比切削對象物硬、並具有高度的耐磨損性。

用於碾米、碾麥用的砥石的砥粒分 Alumina 化和炭化硅兩種

砥粒的種類和記号 制法和性状

Alumina 化研削劑

褐色 Alumina 研削劑 主要是將來自 土砥的 Al 質原料投入電爐內溶解還元、凝固、把主成分為 Al、含適量 化タイ的塊狀固體粉碎整粒後制成的、由含 化タイ的硅結晶構成、整體帶褐色。

白色 Alumina 研削劑 用拜爾法（濕式提取 化呂的方法）精製成的 Alumina 在電爐內溶解、凝固成塊後經粉碎整粒後制成的、由硅結晶構成、整體帶白色。

炭化硅研削劑

黑色炭化硅研削劑 主要是將由硅石、硅砂組成的 化硅原料和焦炭在電阻爐內反應生成的固體粉碎整粒而成。由 α 型炭化硅結晶組成、整體帶黑色。

綠色炭化硅研削劑 主要是將由硅石、硅砂組成的 化硅原料和焦炭在電阻爐內反應生成的固體粉碎整粒而成。由 α 型炭化硅結晶組成、比 C 純度高、整體帶綠色。

電子顯微鏡照片

(2) 粒度 砥粒的大小稱粒度、種類見表

粒度的種類 粗粒、微粒

粒度表示砥粒的大小、用分砥粒時使用的篩子号來表示

舉例來說、被分成 # 60 的砥粒是指可通過在 1 英尺 (25.4mm) 距離內有 60 個篩孔的篩子、通不過在 1 英尺 (25.4mm) 距離內有 70 個篩孔 (# 70 篩子) 的篩子。

下限是指通不過 # 54 篩子的砥粒稱 #60 砥粒。

我公司使用比 JIS 更嚴格的公司內篩子機進行選別。

(3) 粘劑 一般較常用的是 Vitrified 粘劑和 Resinoid 粘劑。Resinoid 砥石是用樹脂

粉末和砥粒混合後在低溫（約 180°C）下壓製成形而成。作為高速生研削、切斷、自由研削的砥石得到廣範利用。

碾米機用的砥石使用 V : Vitrified 粘劑。

粘劑主要由長石、陶石、硅石、粘土和溶媒劑構成。加入粘土和溶媒劑有下降燒成溫度的作用。可在 1250°C 的低溫下燒成。

舉例來講、好象在蕎麥粉里加入小麥粉作為蕎麥粉的粘劑一樣、用於降低燒成溫度。

我公司的粘劑不使用粘土和溶媒劑、用 Vitrified 粘劑在 1300°C 以上花 2 週（15 日）時間高溫燒成。這樣作增加了砥粒的持久力。燒成爐的主流是瓦斯爐和油爐、理由是用燃燒爐的氣壓使空氣對流來保持一定的爐內溫度。

電爐因沒有爐內對流、產生上下溫度差、難以保持溫度安定、中性、還元燒成的控制也

較難。

(4) 砥石的粒度和硬度

選擇砥石時要確認是由多大小的研削材製成的。前面講過、一般砥粒的大小稱粒度、以 #60 等方式記入砥石。粒度號和實際的平均大小的關係見表。粗研削時用粗粒的、細研削時用細粒的砥石。

粒度號碼和砥粒的大小

大孔、中孔、細孔、極細孔、微孔

一般用於釀造的多用 # 46 ~ # 80、碾麥多用 # 24 ~ # 36。

關於硬度、粘合劑多的粒子結合較硬、相反粘合劑少的粒子易分離、較軟。

下記的表用口ウ馬字順序表示硬度

砥石硬度的表示記號 堅硬程度、極軟、軟、中等、硬、極硬

一般來講、釀造多用 R、S、碾麥多用 O

(5) 組織

組織是指砥石內部的砥粒的密度。

如果粒度標準相同、一定容積內粒度越大組織越密、相反越小越粗。

JAS 規格指定砥粒和砥粒的間隔以小為密、以大為粗、由密至粗的順序分 15 種由數字 0 ~ 14 表示

砥粒率和組織

釀造一般多用 5 ~ 8

千代田式碾米機的碾米室的概念

在設計碾米室時採用了透明的碾米室、並進行了實際碾米、觀察找到米的停滯處、決定了阻抗片的間隔。理論上根據摩擦係數和靜止角的法則、經理論和實踐雙方面的種種研究、實現了現在的樣子。

1 摩擦係數和靜止角的法則

注：傾斜角等於摩擦係數時、物體靜止於斜面、不會從斜面上滑下。角 λ 稱摩擦角、靜止角。

接觸面、角度 λ 木材和木材 金屬和木材 金屬和皮革 木材和皮革 金屬和金屬

2 根據上述法則、因米和金屬的摩擦係數較小、我公司採用了 17° 以下的理想下滑角度。碾米室的構造合理、沒有浪費、米可順利排出、並實現了保持米原形的碾米。

3 各公司的概略圖

千代田式、摩擦角、靜止角處於均衡狀態、可原形碾米。

A 式、從摩擦係數來看、因自重而落下、越往碾米室下部壓力越高、米的豎長方向被任意磨削、碾米後的白米呈圓形。

B 式、到中間部分為止保持理想的形狀、最下部外徑變大、受阻停滯處發生高壓力、和 A 式一樣米的豎長方向被任意磨削、碾米後的白米呈圓形。

用右圖比較 3 式的相互加算壓力的形狀、主研削處和滾子的研削效率一目瞭然。（但是、

這只是滾子形狀的比較、根據碾米室的形狀會發生很大差異。)

滾子形狀、來自自重的壓力、來自離心力的壓力、相互加算壓力

造酒用碾米機使用的滾子形狀

千代田式、A 式、B 式、米的移動狀態、對米的壓力、削米強度、滾子周速、平均切削力

最近的碾米機

(菊) HS-20 型 CNC

關於電腦碾米機、以前就有將碾米比率設定後、自動碾米機會按此目標碾米的裝置、並進入了實用化。但以前的自動碾米機需根據碾米比率輸入控制數據(流量、負荷值、旋轉數)來找出碾米時的碾米比率、按碾米模式來改變控制數據。為設定碾米模式需有碾米的知識和經驗、最近熟練的碾米作業員越來越少、而且因用鍵盤輸入數據來設定碾米模式、操作較複雜。

比率表示、比率設定、碾米強弱、微調、手動、自動、操作、停止、暫停、白米開關、碾米庫、百葉窗、碾米機、篩子、米糠、變換器、電動機、昇降機、篩子風扇、米糠開關、變換器回復、回復正常、

操作步驟、A 表示現在的碾米比率、B 有 3 位數可用來設定比率。設定好希望的碾米比率後、用 C 來設定強、中、弱 3 種碾米模式。碾米模式由控制器內的存貯器預先設定。比方說、碾米模式“強”時、流量、負荷值、旋轉數均為較大數值、適合目標碾米比率 70% 的設定。碾米模式“中”適合目標碾米比率 60%。碾米模式“弱”的設定對象為目標碾米比率 35%、流量、負荷值、旋轉數均為較小數值。

還設有微調手段 D、為旋轉式從 100% 至 70% 每 5% 為一階段。設定 100% 時、碾米機按預先設定的碾米模式值運作、設定為 95% 時旋轉數和電流值減少到 95%、設定為 90% 時上述數值減少到 90%。

設定微調的原因有以下的理由。按碾米模式 A 一旦設定了碾米模式之後有需要變更的情況。米的性質、形狀等等根據產地、收穫年度有微妙的不同、預先設定的碾米模式不一定是最佳值、因此碾米途中出現預期不到的碎米、變形米、使碎米量增加。在這種情況下需要變更碾米模式。要改變以前的碾米裝置的碾米模式、需有碾米的知識、經驗、會操作鍵盤。而用微調(D)即使作業中也可簡單地調整根據碾米模式設定的數據。運作方法為先選取碾米模式的“強”“中”“弱”、用微調調整後、按開始鍵、即使不是熟練工也會簡單地操作這種自動碾米機。

(櫻) HS25-CNC III

以前的機器記憶有 1 ~ 30 種碾米模式、這次的機器按米的特性分類、記憶有各自的碾米模式。根據米的名稱、號碼瞬間調出碾米模式。大致分 6 種基本模式。

適合造酒米、白心出現率、白心形狀、粳米、存留量

為對應品種的因地區、年度不同而具有的性質、設定了微調開關。並為對應由米的性質

產生的水分含量的差異、設置了水分補正開關。兩開關合起來、一種模式可有 27 種變化。(全部可有 486 種變化)用米名調出模式時、選擇品種開關、画面上會出現名称順序、用品種號碼也能選擇所需模式、操作簡單。

歸納起來、這次的機器是具有設置了粗米性質情報輸入手段、根据前回輸入的粗米性質情報設定碾米模式、設置了碾米模式的設定手段等特徵的自動碾米裝置。

選擇自動開關後、和以前的機器一樣可用於機械選擇模式。

(櫻) HS-26W 頭型

以前的豎型碾米機一般有 1 個碾米室、在 1 個碾米室內完成碾米。碾米比率 70% 以下時、根据因碾米減少的米的大小設置 2, 3 台有碾米機能的機器順序碾米。特殊的例子有實用審案專利昭 33-3067 号、一根直立軸上有大小 2 個碾米室、大在上、小在下、垂直重疊設置。上部的碾米室能力大、下部的小、和糠混在一起碾來防止過度碾米、提高存留量。還有的如實用審案專利昭 31-11366 号、1 個碾米室直立有 3 根碾米滾子疊壓在一根軸上來追求碾米能力的提高。

碾米機的碾米室內有旋轉的研削砥石、從碾米室流下的米粒在通過碾米室內壁和砥石外圍的空隙時、与砥石外圍接觸被研削、因此根据米粒的大小和空隙大小、碾米能力有很大變化。

近年的高品質化要求造酒米的碾米比率超過 50%、提高到 30%。在這種高碾米比率的情況下、只用一個碾米室會出現随着碾米比率的提高米粒變小、在通過碾米室內壁和砥石外圍的空隙時、不接觸研削砥石外圍的比率變高、研削能力降低、碾米時間顯著增大的問題。

一台碾米機設 2 至 3 個碾米室、除碾米室以外的構成機構由各碾米室共用、用廉價的設備迅速達到和以前連設 2, 3 台碾米機一樣的高碾米比率。而且設備小型、專用設置場所變小。

關於砥石、因有左右 2 個碾米室、可選擇粒度、硬度、組織各異的砥石、實現高效率碾米。

碾米数据(HS-26W)

這是用平成 10 年兵庫縣生產的山田錦特等 (15 俵)、1 等 (15 俵)、合計 1800 公斤 (30 俵) 以 45% 的碾米比率來碾米得到的資料。

原料米的重量分布圖 米粒的重量 粗米 白米 百分比

形状分布圖 白米長度、粗米長度、厚度、寬度

表面碾米比率、真正碾米比率、無効碾米比率 粗米千粒重量、形状尺寸

近年的碾米处理系統

大型碾米工廠開發出了備有中央管理室、可操作數台碾米機的处理系統。

內容包括輸入粗米、輸出白米、作成碾米機運作表和預約運作、可進行超過 10 回的預約運作。

無人運作的碾米機和生產線發生異常時、可通過電話線將異常處通告負責人、三菱電機系統服務（株）可通過 NTT 電話線修改異常處和軟件。

因為管理我公司的對應省力化、省人化的 CNC（電腦數據控制器）碾米機的無人運作碾米系統。

導入 CAM（電腦生產系統）概念、安全地支援碾米機的 24 小時作業。

我公司的制控制品是和三菱電機出全資的三菱電機系統服務（株）共同開發的。三菱電機系統服務（株）在全國的 16 個支店展開服務。

電話線路警報連絡和遠距離監視系統圖

顧客、情報連絡裝置（無人運作異常警報）、遠距離監視單元主控局、專局號、開關（變換器）、現場管理室、廠內變換器、無人運作異常警報、打電話給各負責人、可打往任意 8 處。電話線路、電腦、異常處、正常處

碾米處理系統構成圖

第一圖像畫面、印刷機、生產線圖像控電盤、光纖導線有正副回路

圖像顯示器、1 號碾米機、碾米機台數無限制、粗米處理控制盤、白米處理控制盤、米糠處理控制盤、負荷計量器、粗米分配計量器、白米計量器、白米送出計量器

中央管理盤機能

- 1 作成預約操作數據、把粗米從粗米庫調出、把白米送入白米庫、作成碾米機的運作日程、從白米庫搬出（需每次設定）、運作系統整體的起動和停止、作成日報、月報（粗米、白米、糠的情況）、顯示生產線的異常
- 2 控制碾米機的運作狀況（控制全體、控制子機）、作成碾米機的碾米模式、變更操作中的碾米模式內容、顯示碾米機的異常、
- 3 印刷 1 號印刷機、日報、月報、碾米模式等、2 號印刷機、印刷碾米機的運作情況、異常情況、數據保管機能、將作成的碾米模式等資料記錄到存貯器、万一數據被消去還能復元。遠距離監視機能、用電話線路在遠距離控制現在的情況、修正程序

圖像控電盤機能

- 1 全生產線（電動機、百葉窗、倉庫的情況）的動作可一目瞭然的顯示盤、控制操作狀況、表示異常所在。
- 2 從控制室可手動操作各控制器、窗門。

現場操作盤機能

- 1 手動操作各盤可操作控制器、窗門
- 2 各盤有機器動作的表示
- 3 各盤的單獨起動、停止
- 4 圖像顯示面、修正各盤的現在數據及異常表示
追記、使用中央管理盤來集中操作有操作性、作業性面的優勢（只需粗米、白米、米糠

的各自处理盤的空間大小即可)

後記

碾米機的最基本、最重要的價值是由機械的堅固性、安全性、操作性、砥石的研削性、電動機械的信賴性的整体均衡來實現的。

舉 1 個機械部件的例子、支住研削砥石的主軸是用 鋼製作的、強度是普通鋼材的 1.8 倍。

1 1 個運作工程的最後工程的驅動滑輪、軸承壓入部、研削砥石的組合部是由高級機械的研削盤來精密加工的、最後鍍上工業用硬質クローム。

基於長期使用軸承的設計想法、選定了驅動電機使用軸承的 3 倍強度的軸承。

研削砥石使用我國最悠久最高品質的昭和電工的產品、粘合劑使用高純度的不使用溶媒劑、粘土的 、砥石用 1300°C 以上的高溫長期燒成的有耐久性又鋒利的優良砥石、至於操作性、當初開發 CNC 時就達到象電算器一樣可簡單操作。

電器使用三菱電機的產品、軟件開發、服務面和三菱系統服務共同合作、提供服務。

綜合以上各方面完成了具有機械整体均衡的高性能碾米機。

参考文献 (書いてないものは原文のままがいい)

- 1 小原省三郎 日本酒釀造法 大正 8 年
- 2 勝目 英 釀造機械学 日本釀造協会 昭和 12 年
- 3 飛永 甚治 力学和材料力学 産業図書(株) 昭和 32 年
- 4 山口吾郎 鉍物和窯業的化學 大日本図書(株) 昭和 34 年
- 5 福田力也 研削作業法 理工社 昭和 39 年 平成 3 年
- 6 素木洋一 工業用陶磁器 技報堂 昭和 44 年
- 7 蔭山公雄 灘酒の用語集 灘酒研究会 昭和 54 年
- 8 大西政太郎 陶藝和土和燒窯 理工学社 昭和 58 年
- 9 精密工業会 研削工学 (株)オーム社 昭和 64 年
- 10 丸山弘志 工具の選択法、使用法 日本規格協会 平成元年
- 11 素木洋一 陶藝の科学 建設綜合資料社 平成 3 年
- 12 前田 清 日本の水車和文化 玉川大学出版部 平成 4 年
- 13 広島市教育委員会 広島研削砥石工業の歴史和技術 広島市郷土資料館 平成 6 年
- 14 中島利勝、鳴瀧則彦 機械加工学 コロナ社 平成 7 年
- 15 世古晴美、池上 勝 酒米出現白心の品種間差異 兵庫県立中央農業技術中心 平成 7 年
- 16 横川和彦、横川宗彦 研削加工の進展方法 工業調査会 平成 7 年
- 17 長坂克巳、斎藤太一 陶磁窯炉 協立出版(株) 平成 10 年
- 18 金井 実 研削盤活用手册 (株)大河出版 平成 10 年

1 9 日本研削機工業 5 0 年的進程

2 0 橫川和彦、橫川宗彦 CBN 旋轉研削加工技術 工業調査会 平成 1 0 年

2 1 昭和電工(株) 昭和電工陶磁事業部製品の紹介 昭和電工 平成 1 1 年

資料提供

1. 昭和電工株式会社、 株式会社 TKX (吉岡嗣郎氏)