

林業和畜產業之結合媒介—竹粉

◎林業試驗所退休人員·汪大雄 (dhwang616@yahoo.com.tw)

◎畜產試驗所新竹分所·王思涵

臺灣盛產竹，但因受限傳統竹材利用方式，無法大量活用竹林資源，因此必須開發竹材新之利用方式。日本在開發竹材新利用上不遺餘力，其中竹粉跨領域之利用有相當之進展。值得國人參考，故為文介紹。

日本竹粉飼料化研究之緣由

依據日本林野廳資料2002年日本全國竹林面積為156,000公頃，約占全國森林面積之1%。其中有半數分佈在九州、中國和四國。九州鹿兒島縣竹林是為全國最大之竹面積縣。近年來因淺山地區農村人口外流和高齡化，荒廢之竹林日趨擴大，侵入耕作地、人工林和次生林。全國有半數之竹林現成荒廢狀態，竹林荒廢和伐竹竹材廢棄物處理成為鹿兒島森林管理上之問題。另一方面鹿兒島縣是全國數一數二之畜產業縣，在多數畜產現場是依賴進口飼料餵食家畜，最近飼料價格高漲，對無法自行生產之畜產農戶造成嚴酷之經營逆境。

林業上和畜產業上問題，過去都是個別解決，抱著結合兩領域可能有利於問題解決之想法，鹿兒島縣進行林業和畜產業結合之研究。充分發揮竹資源潛在價值，不僅能作為食用和工藝品外，還能夠農業和畜產業提供多方利用(如飼料、資材和肥料)。如此，可提高飼料自給率，推進進入農業資源循環和建構資源循環利用之社會。

日本竹粉飼料化研究之近況

竹粉是將竹材破碎後打成粉末狀態，依

據竹粉顆粒大小可分成毫米(10^{-3} m)級、微米級(10^{-6} m)和奈米級(10^{-9} m)三種大小。文獻指出不同尺度之顆粒有不同之使用方式，微米級之竹粉可用做堆肥和土壤改良劑，微米級可做為飼料添加劑供家禽與家畜食用，奈米級和紡織業結合製成衣物。茲說明微米級竹粉在家禽和家畜飼料化之應用如下：

竹飼料化在日本並不是新話題，因為日本常見牛羊等家畜在放牧地吃野草和莎莎，竹和莎莎同科，因此竹作為飼料之可能性，絕無問題。雖然竹飼料在各地有不同利用，但近年為從提升飼料自給率必要性和從有效利用地域未利用資源之觀點，日本很注重竹飼料化之開發技術。

竹纖維量占50%，若以原物直接餵食，會有消化不良問題，必須使用物理、化學或生物處理方式改善竹養分。1980年代京都大學木材研究所、德島縣肉畜試驗場和熊本縣畜產試驗場阿蘇支場，進行利用物理處理之蒸煮法將孟宗竹飼料化之試驗。之後，為提升竹飼料供給和營養面之附加價值，鹿兒島大學和靜岡縣中小家畜試驗場進行竹粉顆粒化和青貯飼料試驗，並觀察對牛和雞生產性之效果。

肉牛方面1990~1992年鹿兒島大學萬田正治博士等將孟宗竹粉末添加甘薯燒酎粕(殘渣)製成之青貯飼料，牛之嗜好性高。和全部用飼料(對照組)相比，以10%竹青貯配合飼料之牛在體重增加上雖沒有太大差異，但能降低飼料成本。

乳牛方面2006年愛媛縣畜產試驗場在愛媛縣生產之飼料中，以竹顆粒取代部份牧乾草之乳牛與吃牧乾草乳牛，在乳量上沒有差異，但會提升高泌乳牛之乳脂肪率。

雞隻方面2004~2005年靜岡縣中小家畜產試驗場，大古利之研究員將竹材粉化後，進行肉雞和蛋雞飼養試驗。試驗結果顯示添加5%竹粉之雞隻嗜好性和發育良好，對產蛋無不良影響，並且可以抑制排泄物之惡臭。

豬隻方面森林總合研究所戶澤一宏等研究顯示竹粉添加飼料對豬隻之發育沒有不良影響，在豬隻分娩時使用竹粉當鋪料，可提高小豬之生存率和離乳率。

為竹飼料化，2004年京都大學熊谷元博士和神鋼造機公司平田和男技術顧問共同開發新物理處理法之解纖處理技術(2004年特許出願)。解纖處理是將破竹後之竹材經破碎機細斷後，使用神鋼造機會社製造之植纖機將竹材成艾草狀加壓、破碎和膨潤，以改善竹飼料嗜好性和消化性問題。

鹿兒島大學中西良孝教授等從林學、畜產學和農業市場學觀點，進行跨學科之竹材有效利用之研究計畫，建立經由竹材將林業和畜產業結合，活化淺山地區之模式。研究計畫之一環，竹飼料化，2005~2006年中西良孝研究團隊為提高解纖處理材之保存性、嗜好性和營養性，除竹材內加入甘薯燒耐粕外，還增添糟糠進行青貯飼料調製，所得之物較萬田博士在竹粉只加甘薯燒耐粕開發出之孟宗竹青貯，在發酵品質和營養成份之附加價值更高。如此，可將竹材養份提升到與國產稻草同樣程度。

除研究機構在實驗上得到發酵品質和營

養成份優良之青貯，日本企業也發展竹粉機械，如丸大鐵工場開發常溫生竹微粉末製造機PANDA(專利特許第3967931號)，將竹特有之針狀纖維完全切削，將竹材變成5~500 μ (微米)超微粉末。此機械開發之成功，產生除竹筍以外，竹作為食材之可能性。

PANDA法最大特徵是在常溫下進行切削，和以前剪斷解纖方式不同，製造時溫度不發生變化，不需加熱。因此，由PANDA製造出之竹微粉保有竹本身存在之乳酸菌，成粉後，不須人工去添加乳酸菌，成為良質之竹青貯飼料。2006~2008年農林水產省委託有關PANDA竹微粉在畜產飼料和厭氣肥料活用之研究中，確認PANDA竹微粉青貯飼料(silage)化之手法和效能。現在全國許多飼料製造業申請成為PANDA使用者，並以孟宗優酪乳之商標進行販售。

PANDA製造出之竹微粉保留竹蜂巢狀之大小孔穴，孔穴內聚居竹本身提供之乳酸菌，因此孟宗優酪乳在可供豬牛羊食用時，孔穴內乳酸菌不會被胃內強酸侵入，而達至腸，就像藥外層有膠囊保護一樣。

在孟宗優酪乳5%添加飼料給雞飼食之試驗中，驗證嗜好性佳、腹腔內脂肪減少、提升抗酸化、增強免疫力、降低排泄物惡臭和腸內惡生菌減少等之附加效果。換言之，吃了添加孟宗優酪乳後飼料之雞不但增強雞抗病力、生產健康美味雞肉外，因不使用抗菌劑，故能生產安心和安全雞肉。同時排泄物惡臭減少，大量改善飼養地域環境之清潔衛生，符合考慮地域環境之畜產經營，如此成為竹之新附加價值。同時，使用解纖處理後之竹粉鋪設畜舍地面，牛隻身體上之汙穢，



圖1 微米(10^{-6} m)級大小之竹粉。(汪大雄 攝)



圖2 雞農之雞舍。(汪大雄 攝)

表1 竹粉營養成份分析

分析項目	分析值(%)	分析方法
水分	9.29	CNS-2770-3
粗蛋白質	1.06	CNS2770-5
粗脂肪	0.40	CNS2770-4
粗纖維	41.68	CNS2770-8
酸洗纖維	53.42	AOAC 973.18
中洗纖維	69.64	AOAC 2002.04
粗灰分	4.37	CNS2770-9

在一個月後就看不見了。此外，食用孟宗優酪乳育成家畜所產生雞糞、豬糞和牛糞經堆肥處理可成為肥料，具有提升蔬菜、水果新鮮度和美味之效果。

臺灣竹粉飼料化研究之近況

過去國內少有竹粉之研究，尤其針對微米級和微米級之利用。鑑於綠竹竹材目前都無利用，砍伐後之竹材置放林地，為開發綠竹竹材利用，林業試驗所進行綠竹竹粉飼料化之研究。首先將綠竹竹材破碎後打成碎片

再用磨碎機磨成微米(10^{-6} m)級大小之竹粉(圖1)，委請農委會畜產試驗所進行竹粉營養成份分析，分析成果如表1所示。

由表1可得知竹粉中之纖維量高、蛋白質低。日本研究資料顯示，竹粉若作為家禽主要飼料，因食好性低、造成營養不足，但因竹粉中含多量之天然酵母菌，尤其有助家禽腸胃內益生菌之繁殖，因此適合作為家禽飼料添加劑，一般以添加5%竹粉效果最佳。現在日本加入竹粉之飼料成品已商業化，為日本省下大量進口飼料之花費。本研究為印證日本研究結



圖3 以小型青貯桶製作完成之竹粉青貯。(王思涵 攝)



圖4 竹粉試驗組牛群採食照片。(王思涵 攝)

表2 乳牛飼糧添加竹粉青貯對於產乳量及乳品質之影響

	對照組	竹粉青貯組
產乳量(kg)	23.05	23.03
乳脂肪(%)	3.47	3.74
乳蛋白(%)	3.58	3.60
乳糖(%)	5.11	5.07
無脂固形物(%)	9.39	9.37
總固形物(%)	11.81	12.37
尿素氮mg/dL	13.61	15.36
檸檬酸mg/dL	137.12	137.08

論，特委請苗栗雞農協助進行家禽飼料添加竹粉之研究(圖2)。研究結果顯示飼料中添加5%竹粉可顯著增加雞蛋重量($p = 0.006$)並可降低雞糞阿摩尼亞濃度，達到減少雞糞臭味效果。

竹粉除可作家禽類飼料添加劑外，本研究委請畜產試驗所新竹分所進行竹粉青貯製作之研究，和進行竹粉青貯應用於泌乳牛之試驗。竹粉青貯是利用，竹粉20%、脫水啤酒粕68%及水12%製作，混合均勻後經壓實密封於小型青貯桶兩個月後而成(圖3)。研究結果

顯示竹粉青貯後，粗蛋白質由原來之1.06%增為13.0%，粗脂肪由原來之0.40%增為3.8%，可見竹粉經青貯後之營養大為改善。在乳牛飼糧添加竹粉青貯對於乾物質採食量之影響試驗中，乾物質採食量對照組為18.2 kg，竹粉青貯組19.3 kg，顯示竹粉青貯可增加乳牛之採食量(圖4)。此外竹粉青貯對於產乳量及乳品質之影響，雖然產乳量沒有差異，但乳脂肪和乳蛋白，竹粉青貯組有增加(表2)。