

出國報告

出國類別：研究

生質能源材料與技術開發-青飼料對肉豬肉質及
生產性能之影響

服務機關：行政院農業委員會畜產試驗所
花蓮種畜繁殖場

姓名職稱：莊璧華助理研究員兼系主任

派赴國家：日本

出國期間：101年10月28日至101年11月10日

報告日期：101年12月4日

摘 要

全球氣候異常，農作物收成波動大，隨著世界性糧食短缺的波動，飼料價格亦節節高升，動物飼養成本增加，導致物價上漲。加上部份農作物移做生質能源之材料，使糧食不足之情形更形惡化。為了解決這問題，各國均積極尋找取代性飼料，希望能解決農民及政府所面臨的窘境。

本次有機會至日本東京農業大學（Tokyo University of Agriculture）進行研習，在信岡誠治博士農場經營管理研究室，研習日本研究取代性飼料之現況及家畜禽之飼養環境、相關管理規範及作業流程等。日本畜產品以牛，豬及雞為主，部份飼料原料如玉米等，如同台灣般，大部份的飼料原料需仰賴國外進口，目前自給率僅有12%。日本政府希望能在2020能達到粗飼料100%自給率及濃厚飼料19%自給率之目標（農林水產省，2012）。信岡誠治博士近年來最受注目的研究主題是飼料米的栽種，利用水稻休耕地，種植與稻米類似條件之高產量飼料米，以取代部份玉米飼料原料，降低對進口農作物之依賴。於信岡誠治博士及其研究生之講解下，了解日本如何利用不同農作物，取代部份大家所熟悉的飼料原料，降低成品及維持畜產品的品質。

研習期間另經由北關東產官學研究會會長根津紀久雄先生之引薦，至群馬大學（Gunma University）工學部工學研究所之機械引擎工學研究室及應用生物化學研究室參訪，了解該校之醫學遺傳工程研究現況及生質柴油技術運用於引擎科技上之研究進度。

藉由本次之研習，了解日本畜牧產業之走向及相關研究課題，並與不同學校進行交流，對於日後單位間之學術交流及發展研究主題，皆有很好的啟發。

目次

	頁碼
壹、目的	4
貳、過程	5
參、心得	6
肆、建議事項	23

壹、目的

日本畜牧業飼養的主要畜禽有奶牛、肉牛、蛋雞、肉雞和豬，農業年生產值為81,214億日元（2010），部份畜禽飼料原料來源如粗飼料（註1），可由日本國內提供大部份之需求，自給率為77%，但在濃厚飼料（註2），目前自給率僅有12%。日本政府希望能在2020能達到粗飼料100%自給率及濃厚飼料19%自給率之目標（農林水產省，2012）。另有關日本從事農牧的人口，亦因高齡化、都市化的影響及畜牧業給人的三K刻板印象（髒亂kitanai、勞力kitsui及危險kiken）而逐漸減少，仰賴農產品進口之情形下，日本休耕地之面積增加。為鼓勵年輕人重新回歸農牧業，日本政府提出了多項活化休耕地之計畫，如補助、農業訓練班，大型企業的贊助，並與教育部合作，從小學至高中在課業皆有農業體驗課程，在小學階段，家長均需參與該課程，使農業能深入民心，提倡地產地銷及國產活化，以促進區域性之經濟活化。使民眾對國產農畜產品具向心力。

本次研習即是了解日本農民如何利用農副產品如鳳梨渣等，取代部份飼料原料。或是利用水稻休耕地，種植與稻米類似條件之高產量飼料米，取代部份玉米飼料原料，降低成本並改善畜產品的品質。除此之外，針對如何利用農產品之廢料進行生質能源之開發、畜禽飼養管理及日本動物福祉之推動等議題，進行參訪。

本計畫執行主要目的有二，一為加強本場與該兩所大學實驗室間之交流，二為研習日方畜禽取代性飼料之技術。此次參訪該等大學為第一次接觸，感謝所有老師及同學的熱誠接待，無私的提供許多資訊，使我能從中習得寶貴的成果與技術。期望未來能加強進行雙邊交流與人員互訪，利用相關技術之開發，對未來降低本國飼料成本之研究能有所助益。

註 1：粗飼料包括

1. 青草：水份在 80%以上，可直接供畜禽使用，如牧草、根果、菜類、樹葉等。
2. 青貯料：發酵儲存。
3. 乾草：水份在 15%以下
4. 農副產品：米與大麥桿，以肉用牛使用較多。

註 2：濃厚飼料包括

1. 具高蛋白質飼料原料，以玉米、大麥、小麥、米之種子為主。
2. 其他如魚粉、肉骨粉包含在內之原料。

貳、過程

日期	活動紀要
2012/10/28	啓程至東京羽田機場
2012/10/29~11/04	東京農業大學參訪研習
2012/11/05	參訪黑富士農場
2012/11/06	參訪群馬大學
2012/11/07~09	東京農業大學參訪研習
2012/11/10	回程至臺灣

參、心得

一、日本東京農業大學（Tokyo University of Agriculture）簡介

東京農業大學創建於 1891 年，是一個以農業為專業的大學（圖 1）（以下簡稱東農），創始者榎本武揚先生，曾任文部、外務、農商務以及通信大臣，致力於實用的應用技術，並倡導「實學」之重要性的科學家。初任校長橫井時敬先生，遵循榎本先生之精神，對於農學的研究教育所抱持的態度是徹底實行的「實學主義」。如「稻子的事就去問稻子，農業的事就去問農民」、「農學若繁榮、農業則滅亡」、「將人還於田野」等主張，重視從實際學習的態度。



圖 1. 東京農業大學正門及後門

大學部設有農學部、應用生物科學部、地域環境科學部、國際食料情報學部及糧食研究及生物產業學部。研究所則分設農學研究所及應用生物科學研究所等 7 個研究所。每年的 11 月第 1 個星期六、日為該校之收穫祭，昔日物資缺乏時，學校學生會將校內飼養的畜禽做為實習肉製品的材料，於收穫祭時出售給市民，或免費贈送種植的蔬菜，為當地一大盛事。該校的“大根舞”是收穫祭表演的一大特色。本次特定安排於收穫祭前至東農研習，於研習期間可與同學們一同參與資料討論，了解近年來實驗之進度，並參觀收穫祭之成果展。



圖 2. 東京農業大學收穫祭

二、畜產學科畜產農場經營管理研究室

本次承蒙信岡誠治博士（圖3）的同意，於其研究室研習多日，信岡博士畢業於岐阜大學農學研究科，專長為畜產經營學、飼料營養及動物福祉研究，目前最主要的研究課題為「飼料米」的推廣。以下就日本青飼料、農副產品及飼料米之利用進行說明。



圖3. 信岡誠治博士及其研究室

（一） 狼尾草

日本常見的牧草品種如 Timothy grass（貓尾草—多用於幼畜）及 Italian ryegrass（義大利黑麥草—用於成畜）等，其他如甜菜，甘蔗等，亦被利用於家畜飼料。至於國內畜牧業常使用之狼尾草（如本所開發台畜 2 號牧草青飼料），具有多汁性與適口性，含豐富微量礦物質。由於氣候及緯度之影響，屬於海洋性季風氣候的日本，溫和多雨，大部份國土處於北溫帶，除南部島嶼外，其他地方均是四季分明。因此狼尾草生長在日本較南端的島嶼—如九洲、沖繩。（宮誠悅生，1987；小田良助，2004）。九洲地區將和牛以輪牧方式放牧於狼尾草區；沖

繩地區以 130-160 天為輪牧區間，狼尾草高約 100-110cm，輪牧之放牧區可利用 5 年，但目前狼尾草尚未普及使用於肉豬。

(二) 鳳梨

如何妥善處理或利用農副產品，避免對環境造成2次性污染，一直是待解決的問題。於沖繩生產的鳳梨，農民利用搾取鳳梨汁後，所剩的鳳梨渣、鳳梨皮及鳳梨心等，進行粉碎乾燥後，餵飼當地所培育的新豬種—純，此種方式，成功的創造出知名品牌（<http://kanemasa-jun.com/SHOP/JUN-OS.html>），豬肉價格可達NT\$500（1,500円）/100公克。來自沖繩的研究室同學，熱心的提供鳳梨渣原料圖片如圖4。



圖4. 沖繩鳳梨渣

於豬隻上市前1~2個月，利用鳳梨渣餵飼豬隻，可獲得良好的效果。鳳梨豬好吃的秘密有下列數點：1．水及飼料：當地農民使用靜電水餵飼豬隻，飼料中添加鳳梨渣，由於鳳梨富含鳳梨酵素（Bromelain），其可有效分解蛋白質，使豬隻肉質變軟。2．豬肉肉質似牛肉：因為脂肪具甜味、色白及軟，十分適合用來做涮涮鍋。與當地培育新品種豬肉”純”相互幫襯下，獲得大眾的讚賞，故名為鳳梨豬”純”。3．豬肉所含卡路里及脂質下降20%，相反的，維他命B2增加1.5倍，胺基酸（甜度）增加4~5倍。不飽合脂肪酸增加2倍。（表1）

表1. 沖繩豬純與其他豬之肉質比較

	沖繩島豬純	一般豬肉
卡路里	265kcal	291kcal
脂質	18.5g/100g	22.6g/100g
維他命 B2	1.04	0.7

（三） 飼料米

為何要發展飼料米？信岡博士語重心長的表示，由於現在使用玉米原料大部份是由美國所產基因玉米，另一方面，美國為了避免石油來源被中東國家所掌握之戰略考量，所以開始玉米生質能源之開發，由於這二個原因，再加上氣候之因素，可以想像日後的玉米價格只會上升。另一間接因素是生產玉米大國－中國，因為上述原因，為了保護其國內產業，反而停止玉米輸出，開始進口玉米。種種因素，使得玉米做為飼料原料之窘境日漸嚴重。有鑑於此，日本研究單位數年前便開始進行稻米品種之選育工作，利用菲律賓、越南等國及日本的稻米品種，選育出所謂“是米又不米”的「飼料米」。但是為了國與國之貿易平衡，日本政府並未將美方視為貿易敵手，清楚與美方表達立場，並對於「飼料米」的研究及結果，向美方進行詳細說明與溝通，獲得相互諒解。日本政府將「飼料米」計畫視為重要國家戰略政策，每年編列約20億円進行各項研究及產業輔導。尤其在311大地震後，災區中有種植飼料米之養畜殖戶，並未因運輸中斷而缺糧，更彰顯飼料米之重要性。

飼料米經多年來的選育結果，培育的品種可分為早生、大粒、無毛、多收、莖葉繁茂及耐伏倒型共13種，視區域、地型及氣候等來選擇適合種植的品種（圖5-7）。栽種期以日本而言，是從五月中旬至下旬直至11月下旬。信岡博士建議臺灣可自行選育所需的稻米品種，由於臺灣地處亞熱帶，加上全球暖化之趨勢，可利用熱帶地區之品種或臺灣本地之原生品種，加以雜交選育抗旱多產品種，供臺灣農民耕種使用。

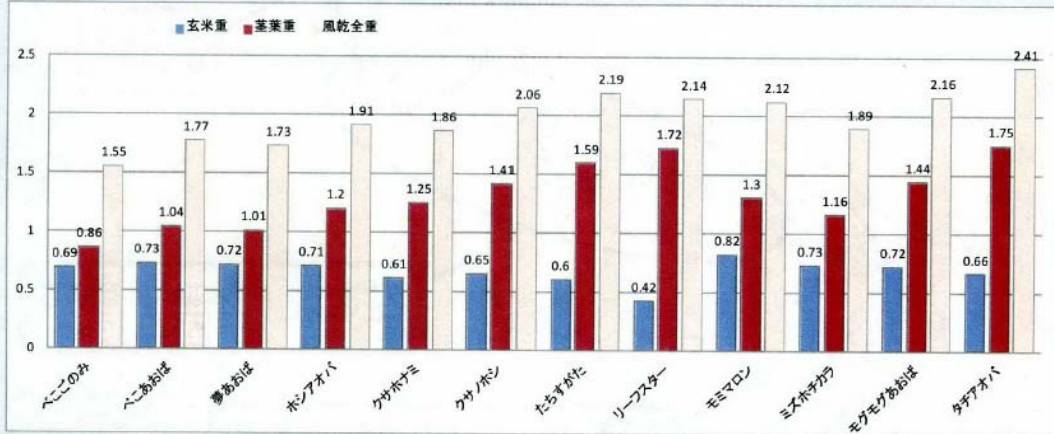
飼料用イネ品種の特性一覧

1. 品種別粒数早見表

(社) 日本草地畜産種子協会生産種子平均

項目	コシヒカリ	リーフスター	べこのみ	ミスホチカラ	クサホナミ	タチアオバ	モミマロン	クサノホシ	夢あおば	たちすがた	ホシアオバ	モグモグあおば	べこあおば
粒千粒重 (g)	24.7	24.9	25.7	26.9	27.8	28.0	28.7	30.1	31.1	32.1	33.1	35.8	37.3
コシヒカリに対する比率 (%)	100	101	104	109	113	113	116	122	126	130	134	145	151
200g (粒)	8,090	8,030	7,780	7,430	7,190	7,140	6,960	6,640	6,430	6,230	6,040	5,580	5,360
190g (粒)	7,690	7,630	7,390	7,060	6,830	6,780	6,620	6,310	6,100	5,910	5,740	5,300	5,090
180g (粒)	7,280	7,220	7,000	6,690	6,470	6,420	6,270	5,980	5,780	5,600	5,430	5,020	4,820
170g (粒)	6,880	6,820	6,610	6,310	6,110	6,070	5,920	5,640	5,460	5,290	5,130	4,740	4,550
160g (粒)	6,470	6,420	6,220	5,940	5,750	5,710	5,570	5,310	5,140	4,980	4,830	4,460	4,280
150g (粒)	6,070	6,020	5,830	5,570	5,390	5,350	5,220	4,980	4,820	4,670	4,530	4,180	4,020

2. 品種別収穫量



3. 品種特性表

品種名	栽培地域	用途 (飼料用)		形質				耐病性			栽培上の注意
		サイレージ	飼料水	生育性	穂長	穂型	倒伏性	いもち病	白葉枯病	穂腐病	
べこのみ	東北中北部及びそれ以南	○	○	早	中	穂重型	強	強	弱	警戒性	いもち病には強いが、抵抗性の変化には注意を要する。
べこあおば	東北中南部、北陸、中部	○	○	早	短	穂重型	強	強 (圃場抵抗性)	弱	警戒性	いもち病抵抗性があり、いもち病には強いが、抵抗性の変化には注意を要する。大粒種子のため播種量を多めにする。
夢あおば	東北中南部、北陸、中部	○	○	早	中	穂重型	強	強	強	抵抗性	いもち病には強いが、抵抗性の変化には注意を要する。
ホシアオバ	東北中南部、北陸、関東-九州	○	○	中	長	穂重型	やや強	強	強	抵抗性	いもち病には強いが、抵抗性の変化には注意を要する。ニカメイガの適期防除に努めること。穂腐病多肥は避けること。
クサホナミ	関東-中国、四国	○	○	晩	長	穂重型	強	強	やや強	抵抗性	いもち病には強いが、抵抗性の変化には注意を要する。穂腐病多肥は避けること。
クサノホシ	関東-中国、四国	○	○	穂晩	長	穂重型	やや強	強	強	抵抗性	いもち病には強いが、抵抗性の変化には注意を要する。ニカメイガの適期防除に努めること。穂腐病多肥は避けること。
たちすがた	関東-中国、四国	○	×	中	穂長	穂重型	強	不明	やや強	警戒性	いもち病には強いが、いもち病抵抗性が不明であるので、抵抗性の変化には注意を要する。
リーフスター	関東-中国、四国	○	×	穂晩	穂長	全量型	強	中	中	警戒性	穂腐病多肥は避けること。いもち病には基幹防除を要する。
モミマロン	関東-中国、四国	○	○	中晩	やや短	穂重型	強	強	不明	警戒性	いもち病には強いが、いもち病抵抗性が不明であるので、病歴のレースの変化に注意する。また、白葉枯病、穂腐病に罹病性があるので、発生地での作付は避ける。ベンゾビシクロンを成分に含む除草剤は使用しない。
ミスホチカラ	九州	×	○	中晩	短	穂重型	強	不明	弱	警戒性	いもち病には強いが、いもち病抵抗性が不明であるので、抵抗性の変化には注意を要する。ベンゾビシクロンを成分に含む除草剤は使用しない。
モグモグあおば	九州	○	○	中晩	長	穂重型	強	不明	やや弱	抵抗性	いもち病には強いが、いもち病抵抗性が不明であるので、抵抗性の変化には注意を要する。
タチアオバ	九州	○	○	穂晩	穂長	穂重型	強	中	やや弱	抵抗性	いもち病には基幹防除を要する。

10

図5. 13種飼料米品種結穂数、収穫量及特性

飼料用イネ品種の地域適応性

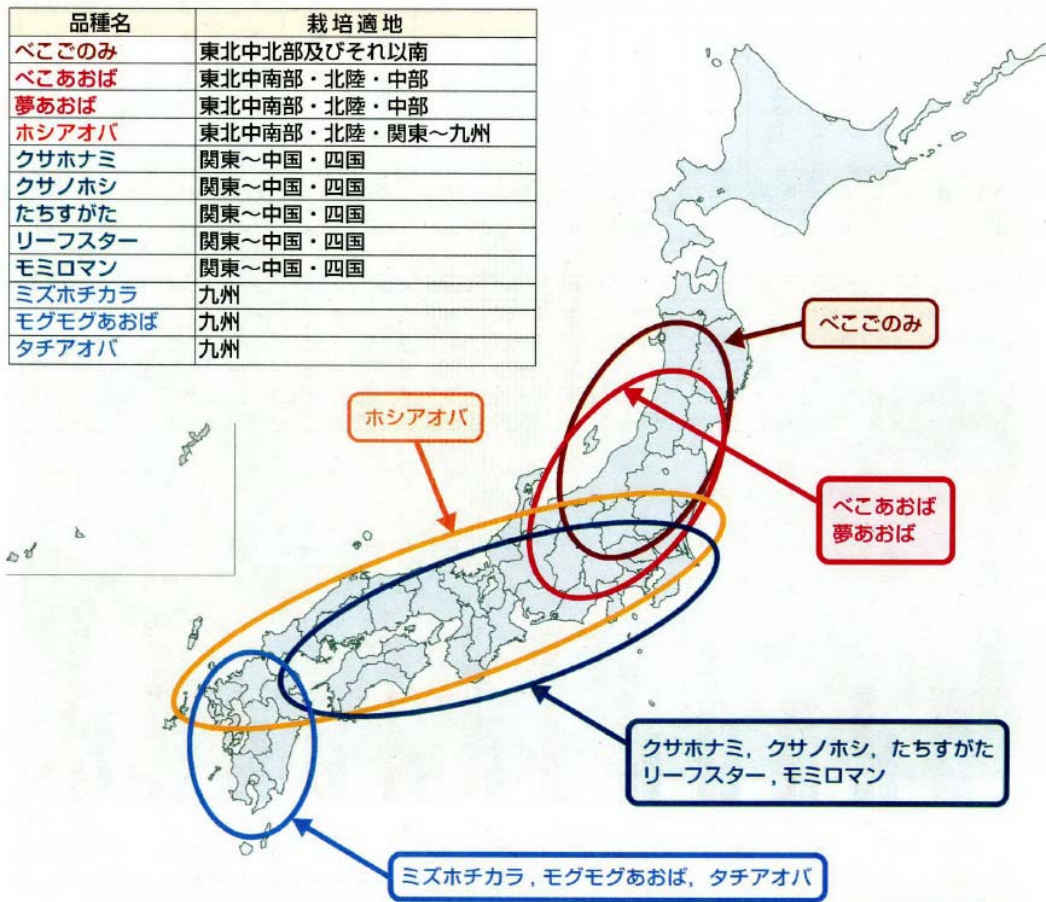


圖6. 日本地區種植之飼料米品種

夢あおば (北陸187号)
耐倒伏性極強の早生品種

【特徴】

- 「コシヒカリ」よりも早い早生熟期で、東北中南部・北陸・中部向き。
- 莖葉収量が高く、草型は穂重型で飼料用米にも利用可。
- 耐倒伏性は極強で、湛水直播栽培に適する。
- 脱粒性は難で、糶葉枯病に抵抗性がある。

【栽培のポイント】

- 多肥栽培に適するが、極端な多肥には留意する。
- いもち病に強いが、抵抗性の変化には注意を要する。
- 湛水直播栽培で多収である。
- 耐冷性が弱いため、冷害の常襲地での栽培は避ける。
- 造粒への播種量は多めに。(P10、品種別粒数参照)

ホシアオバ (中国146号)
中生の大粒品種

【特徴】

- 中生熟期で、東北中南部・北陸・関東～九州向き。
- 莖葉と子実収量の両方が高く、草型は穂重型で飼料用米にも利用可。
- 稈長は高いが、耐倒伏性はやや強である。
- 脱粒性はやや難で、糶葉枯病に抵抗性がある。

【栽培のポイント】

- 多肥栽培に適するが、極端な多肥には留意する。
- いもち病に強いが、抵抗性の変化には注意を要する。
- 播種量を慣行法より30%程度増量する。(P10、品種別粒数参照)

クサホナミ (関東飼206号)
晩生の無毛品種

【特徴】

- 晩生熟期で、関東～中国・四国向き。
- 莖葉と子実収量の両方が高く、草型は穂重型で飼料用米にも利用可。葉や籾は無毛である。
- 稈長は高いが、稈質は強く、耐倒伏性は強である。
- 脱粒性は難で、糶葉枯病に抵抗性がある。

【栽培のポイント】

- 多肥栽培に適するが、極端な多肥には留意する。
- いもち病に強いが、抵抗性の変化には注意を要する。

モミロマン (関東飼226号)
耐倒伏性に優れた中晩生品種

【特徴】

- 日本病より遅い熟期。関東～中国・四国向き。
- 粗玄米収量が高くTDN収量も高い。飼料用米にも利用可。
- 耐倒伏性に優れ、直播栽培でも多収。
- 脱粒性は難で、玄米品質は著しく劣り食用イネと識別性がある。

【栽培のポイント】

- いもち病に強いが、抵抗性の変化には注意を要する。
- 白葉枯病と糶葉枯病常発地帯では作付けしない。
- 水稲用除草剤使用にあたっては、感受性のある成分を含む農薬があるので注意を要する。

圖7. 4種不同品種飼料米

1. 飼料米的特色

- (1) 超多收米：飼料米又稱為超多收米，具有驚人的收穫量，其稻梗、葉至穗重量高度等都較正常稻米多2倍（圖8），一公頃可收1,000公斤米量。
- (2) 不好吃的米：與食用米相比，飼料米不好吃，因為其所含蛋白質高，反而適合家畜食用。



圖8. 飼料米與一般米結穗量比較

2. 飼料米生產的意義

- (1) 調整水田的有效利用，帶動飼糧供給率的提高。
- (2) 水田機能維持良好，可確保食糧的穩定供給。
- (3) 農家收入的增加，可帶動永續農業。
- (4) 生產飼料米，可帶動新的商業生產模式。

3. 飼料米生產的利益

- (1) 對水稻生產農家的利益：水田的有效利用，從種植至收割，飼料米與食用米相同，不用投入新的農機具，不會有連作障礙。（圖9）
- (2) 對畜產農家的利益：不會受到國際穀物價格波動的影響，可穩定經營，長

期保存飼料之可能性較高，經由畜產農家及耕作農家，可帶動社區之活化。

- (3) 對國民國土的利益：可提高食物的供給率，飼料安全保障，提供安心健康的食糧。減少輸入玉米的費用，將該經費使用於本國農業。日本於2006年飼料米種植面積為104公頃，經過6年後的努力，已增加至35,000公頃（由北海道至沖繩），為了減少過剩米問題，亦鼓勵農戶改種植飼料米，因為其耕種條件及機器類似，不需再花經費增購設備，也是讓飼料米廣為農戶接受之原因。日本農林水產省將飼料米視為戰略作物，因此也提供補助予農民8萬円／公頃，讓休耕地再度活化。



圖9. 飼料米之種植與推廣

4. 飼料米與玉米成分比較如表2所示。

表2. 帶殼飼料米、去殼飼料米及玉粉之成分比較

種類	水分	粗 蛋 白質	粗脂肪	NFE	粗纖維	粗灰份	可消化養分總量		
							牛	豬	雞
帶殼米	13.7	6.5	2.2	63.6	8.6	5.4	67.1	64.0	65.0
去殼米	14.8	7.5	2.7	72.9	0.7	1.4	80.9	82.0	80.3
玉米	14.5	7.6	3.8	71.3	1.7	1.2	80.0	80.8	77.8

5. 飼料米使用於畜禽現況

目前日本使用飼料米之畜禽為雞、豬、牛、羊。針對不同動物對飼料米之適應性及對生長表現影響分述如下：

(1) 雞

雞可食用全粒飼料米比例達60%，根據日本科學飼料協會的試驗結果，於小雞開始餵飼全粒飼料米（60%），飼料米嗜口性佳，小雞於消化未發達前，會主動挑選飼料米食用。與食用玉米的小雞進行內臟比較，其差異點為A·筋胃（砂囊）肌肉厚度約2倍（圖10）。B·砂囊發展快、消化速率快、小腸長度變短。由此得知，尋求好吃的飼料是生物的本能。若將3-6週的雞隻食用飼料米10~20%，其結果並不影響其增重，但飼料採食量及飼料要求率降低。雞筋胃壁增厚，腸道變短，但腸道菌像不會改變、對於肉雞的生產是非常有效的生產。食用飼料米的雞隻，其生長速率加快、肌肉風味爽口、各項表現數值均衡。肌肉Glutamic acid 含量高，肌肉具甜味。另所含油酸，可使肉質變轉，降低膽固醇。脂肪酸的分析結果，不飽和脂肪酸（n=6）含量很少，油酸（Oil acid）含量增加。

蛋雞使用飼料米含量20、40及60%，對於達到90%產蛋日齡、60g蛋重及存活率等評估表現均無影響。雞蛋的品質分析，其蛋殼強度不變，蛋黃顏色變較白（Brix）（圖11），但可利用添加唐辛子或菊科植物（如萬壽菊）增加其色素。蛋黃的脂肪酸的分析結果，不飽和脂肪酸（n=6）含量很少，油酸（Oil acid）增加，是健康取向的蛋。雞蛋品評則是氣味佳、爽口、各項表現指數均衡。由於日人喜食生蛋，該雞蛋腥味降低，甜味上升，蛋香濃厚，可不需太多調味料。因此可知飼料米對

於雞隻之生長、產蛋等皆無影響，且可視為健康食肉，產品附加價值提升（圖12）。
 （後藤美津夫and 信岡誠治；日本種雞孵卵協會，2011）

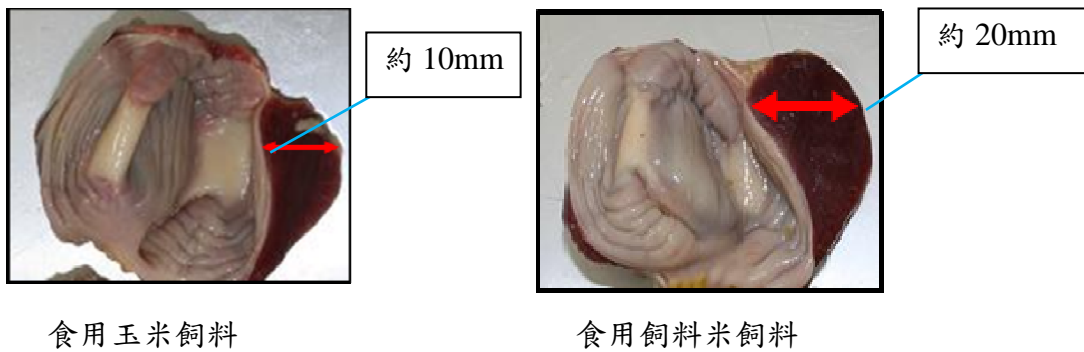


圖 10. 食用飼料米之雞隻，其筋胃（砂囊）肌肉厚度約 2 倍



圖 11. 食用飼料米之雞隻，其蛋黃顏色較淡



圖 12. 市售飼料米雞蛋

(2) 豬

豬隻需餵飼磨碎的全米飼料米（圖13），避免腸道受損，可於豬隻出售前60天，將15%玉米改為飼料米，對其精肉重量、精肉率、皮下脂肪厚度等並無影響。

屠體分析結果，肌肉成份胺基酸改變不大，脂肪顏色變白，具油光。更重要的是於銷售時，標示其為食用飼料米豬，反而使國民接受度高。肥育豬可利用粉碎去穀料米取代玉米80%，其發育良好，但背脂變厚。脂肪中之Oleic acid增加，該成分可改善動脈硬化、高血壓等。不飽和亞麻油酸 linoleic acid會減少。(血中亞麻油酸 linoleic acid 會使高密度及低密度膽固醇同時減少，造成動脈硬化、血栓等)(畜產草地研究所，2009)



圖13. 利用機器將飼料米磨碎及磨碎後的飼料米

(3) 乳牛

將飼料米使用於乳牛時，第一胃的澱粉分解速度比較，飼料米介於大麥及玉米之間（大麥最佳）。使用粉碎的飼料米40%，對於乳牛體重、肉質、泌乳量皆不會有影響。泌乳中期及後期使用發酵的飼料米加入TMR中，可取代全飼料中25%之小麥及大麥，其採食量、乳量、乳脂肪率、乳蛋白、飼料效率、瘤胃環境等皆不會受到影響。泌乳前期使用飼料米TMR，採食量增加，泌乳量及血液性狀無影響。肥育牛使用飼料米5%，懷孕母牛使用20-30%，乳牛使用20-30%，對其發情不會有影響（山本泰也；日本草地畜產種子協會，2009）。

6. 蛋雞飼料集約社區參訪

研習過程中，信岡博士安排我們去拜訪位於學校附近的一處蛋雞飼養集約社區及其飼料廠，該區約有40戶蛋雞飼養戶，集合大眾的力量，自產自銷該地區之農牧產品如雞蛋及雞蛋之加工產品（圖14，15）。飼料集中於社區飼料廠，需要使用飼料米之農戶，將飼料車開至飼料廠載運飼料米（圖16，17），可有效管理倉庫之庫存量。



圖14. 蛋集飼料集約社區



圖15. 該區之農民市集及販售中心



圖16. 飼料米儲存區



圖17. 飼料米下貨區

7. 飼料米應用於生質能源

為因應全球性能源不足之問題，近年來生質能源技術開發日新月異，原料從使用農作物發展至利用農用廢棄產物及藻類。其中第二代的纖維酒精製造，是將植物纖維分離成纖維素與木質素，再進一步將纖維素提煉出木糖與葡萄糖，發酵後可製作酒精後再利用，但成本昂貴且技術仍有待突破（圖18）。

第一代至第三代生質能源比較表

	石化燃料	第一代生質能源		第二代生質能源	第三代生質能源	
原料	石油	植物油 脂肪 廢食用油	蔗糖 玉米澱粉	木材、狼尾草、牧草 等木質纖維；廢稻桿 、甘蔗渣等農林廢棄 物	大型海藻— 龍鬚菜 馬尾藻	微藻— 綠藻 矽藻
生產程序	以蒸餾或裂解 方式提煉	酯交換	醇化與 發酵作用	利用纖維素分解酵素 ，將纖維素水解成葡 萄糖，再經發酵與蒸 餾、脫水後成酒精	酸前處理與水解過程	
產物	石油 各式副產品	生質柴油	糖質酒精 澱粉酒精	纖維酒精	纖維酒精 甲烷	生質 柴油
優點	成本低廉且技術純 熟、效率高	技術成熟已可商業化生產，產量多、 產能大、成本較低		不與民爭糧、有效處 理廢棄物	萃取率比陸生植物更 有效率、淨化水源	
缺點	有枯竭之虞、造成 空氣污染、溫室氣 體排放	與民爭糧，造成糧食價格上漲、成本 高於石化燃料		生產成本無法與第一 代生質酒精相競爭	成本偏高、產量不足 技術仍不成熟 受自然環境影響極大	
成本	較為低廉，每公升 約為10餘元	美國—20元/公升 德國—30元/公升 台灣—40元/公升	巴西—6元/公升 美國—15元/公升 台灣—22元/公升	加拿大—約12元/公升 美國—約10元/公升 台灣—約18元/公升	每公升至少30元	
代表國家	沙烏地阿拉伯 伊拉克 阿拉伯聯合大公國 俄羅斯	德國 美國	巴西 (占全球35%) 美國 (占全球37%)	加拿大 美國 瑞典	挪威、荷蘭、日本、 美國	

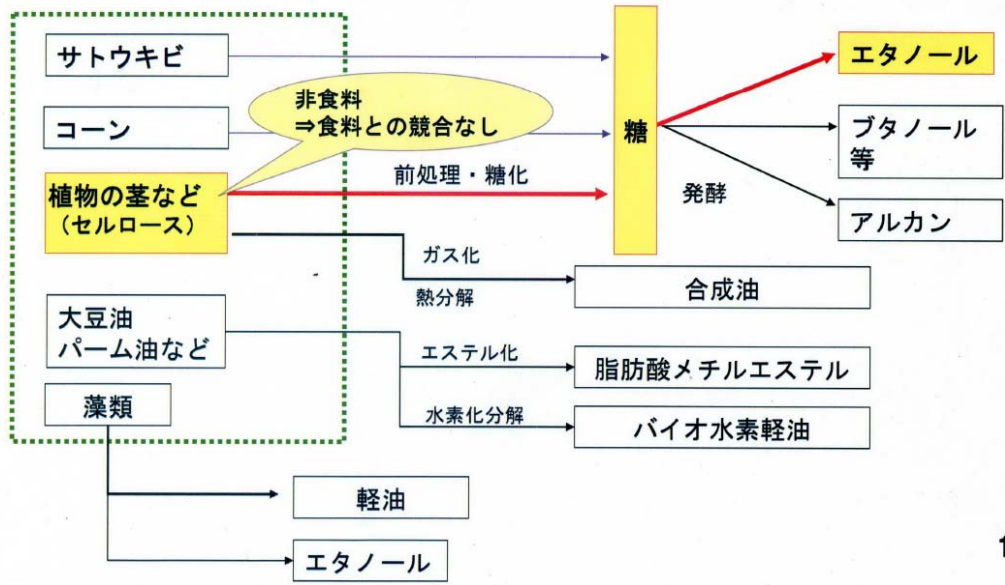
(製表：黃馨儀)

圖 18. 傳統能源與一至三代生質能源比較 (資料來源：中國時報，2008)

日本政府能源政策走向，原是以發展核能為主，但自從311大地震後，核能污染之嚴重性，迫使日本政府重新思考其他的能源替代方案。目前亦是著力於開發農產品廢棄物再利用製成生質酒精之技術(圖19)。飼料米之莖、葉產量較一般稻米高，但目前仍有轉換技術上的問題，若能突破發酵及萃取技術上之瓶頸，將可大量利用於生質能源之製造(圖20)。

バイオ燃料（セルロースエタノール）の詳細説明

非食料を原料とするバイオ燃料⇒セルロースエタノール



1

圖19. 生質酒精之提煉及利用



圖 20. 利用飼料米稻桿，利用酵母菌進行發酵純化後的酒精成品

三、日本動物福祉推動及黑富士農場訪問

出發至日本前，聯絡安排行程中最大問題，即是農場實際參訪。由於日本政府嚴格禁止來自口蹄疫或禽流感疫區之外國人士參訪農場，因此並無法至畜禽戶訪問。於東農研習期，有機會參加動物福祉之講堂，該課程由日本獸醫生命科學大學教授永松美希博士主講（圖 21）。課後和永松教授討論日本推動動物福祉情況，永松教授表示於要推動動物福祉於日本亦遭遇到很大的阻力，因為農民認為目前該議題為非主要及急迫需解決的問題，但他們仍會一步一步的與農民進行溝通與執行。永松教授表示前陣子臺灣防檢局人員和她亦有進行學術交流，很樂意和臺灣保持友好的關係。



圖 21. 永松美希教授及上課情況

透過永松老師的推薦，加上本人已於日本停留 1 週以上，位於山梨縣之黑富士農場方向同意我們進行參訪。黑富士農場 (<http://www.kurofuj.com/nojyo/nojyo.htm>) 位於山梨縣甲斐市之深山中，該地質區以前為活火山區，與外隔絕，農場飼養 6 萬隻蛋雞，採用籠飼及平飼放牧方式飼養蛋雞（圖 22）。其飼養理念，即是讓動物與當地常在菌共存（圖 23），將樹葉與泥土混合發酵（圖 24），再與蛋雞舍泥土地相混合，直至該批蛋雞出售，再更換畜舍內的泥土，畜舍內泥土再回歸大自然栽種樹苗或果樹。農場主人向山茂德先生（圖 25）表示，30 年前曾至台灣及歐洲等國遊歷，看到歐洲人將雞放牧吃草，他覺得值得學習，回國後，就以輪牧方式飼養蛋雞迄今，算是動物福祉推動的先驅。其禽群所食飼料亦是仿效歐洲食用發酵飼料。因此，向山先生非常認真的自行研發或和各大學教授合作發展各類天然食材及發酵飼料，如利用太陽能、風力發電等設備培養綠球藻，或是使用乳酸菌將竹子、蝦子及海草等食材進行發酵，再與飼料混合後（圖 26），供蛋雞食用。由於黑富士農場利用自然工法及特色性飼料飼養，因此市場極具競爭力，10 顆蛋可賣 570 円（一般市售蛋 180 円／10 顆）（圖 27），於香港已有其產品販售點。



圖 22. 平飼放牧蛋雞舍



圖 23. 動物與環境中菌群和平共存



圖 24. 發酵的泥土及樹葉等



圖 25. 農場主人向山茂徳先生



圖 26. 混合飼料設備



圖27. 位於山腳下之販售點及雞蛋商品 (共有3處營業點)

四、日本群馬大學簡介

群馬大學（Gunma University）（圖 28）前身是 1873 年設立的小學校教員講習所，於 1949 年設立群馬國立大學。有四個學院和四個研究所分設教育學院（研究所）、社會情報學院（研究所）、醫學院（研究所）及工學院（研究所）。群馬大學的醫學院排名為日本國前 10 名，而且化工及機械引擎研究亦負盛名。本次經由北關東產官學研究會會長根津紀久雄教授之引薦，除了與工學部部長板橋英之教授會面（圖 29），並由工學研究所志賀聖一教授帶領，至工學研究所之機械引擎材料工學研究室及應用生物化學研究室參訪，了解該校之醫學遺傳工程研究現況及沼氣生產技術運用於引擎上之研究進度。



圖 28. 國立群馬大學



圖 29. 與根津紀久雄教授（圖左二）、板橋英之院長（圖右三）及志賀聖一教授（圖右一）合照

參訪之工學部應用生物化學研究室，與美國國家衛生研究院合作，對於肝臟分泌之訊息傳遞及表現，有深入的研究。機械引擎材料工學研究室則是針對各類引擎科技，包括：油氣分子大小及均勻度影像分析系統、多點燃火提升燃油效率之探討、MDA 新式燃料促進引擎燃燒及排氣淨化功能之探討及航太噴射引擎霧化與溫度梯度效應等，分別有多組研究人員進行研究。該研究室亦對經由豬糞堆肥，以特殊菌種發酵所收集產出之沼氣，進行生產最佳化條件測試。並更進一步提高沼氣中甲烷之純度，探討其應用於商用引擎功率效能。較為遺憾的是，由於該實驗室為重點研究區，進行的試驗均具有高度機密性，因此無法進行拍照紀錄。

肆、建議事項

本次研習所得到的有關取代性飼料原料資訊，頗值得國內借鏡及成為未來研究發展的課題。尤其臺灣面臨的飼料原料價格高漲、休耕地問題及農用廢棄物處理等問題，與日本皆有類似之情況。建議可採其選育飼料米品種及推廣方式解決類似問題。

飼料之選育及推廣：日本飼料米的研究及推廣過程，當飼料米的品種由日本農作物研究所研發出來後，本於稻米已為人類所食用千年，安全較無慮之情況下，日本政府為解燃眉之急，直接就將飼料米推廣給農民使用。因此飼料米對於畜禽動物之營養效益研究，是在邊推廣邊試驗的過程中，逐漸累積經驗及資料，但研究單位將資訊透明化，隨時更新資訊，提供農民利用。加上耕種條件及機器與種植稻米類似，不需再花經費增購設備，也是讓飼料米廣為農戶接受的主因。

飼料米於臺灣會面臨之問題，可能涉及國家糧食安全議題及收購米制度之健全化等，但若眾人齊心，一定可找到最佳之解決方法。為解決國內飼料原料價格高居不下及休耕地之問題，應儘速找到適合國內生長環境之取代性飼料作物或農作物，提高飼料自給自足率，用以供應國內畜禽食用，除可穩定市場原料價格及畜產品價格，對於國土之再利用或農民收益等，均有所幫助。