出國報告（出國類別：參訪）

赴日本參訪「九州大學農學部遺傳資源研究中心家蠶遺傳研究室」及「農業生物資源研究所遺傳資源中心家蠶保存組」

服務機關：行政院農業委員會苗栗區農業改良場
姓名職稱：吳姿嫻　副研究員兼課長
　　詹雲貞　助理研究員
參訪國家：日本
出國期間：中華民國 105 年 8 月 29 日至 9 月 2 日
報告日期：中華民國 105 年 11 月

目次

摘要.....3

壹、前言.....5

貳、參訪行程.....10

參、九州大學農學部遺傳資源研究中心家蠶遺傳研究室.....11

肆、農業生物資源研究所遺傳資源中心家蠶保存組.....15

伍、心得及建議.....19

摘要

本次參訪日本「九州大學農學部遺傳資源研究中心家蠶遺傳研究室」及「農業生物資源研究所遺傳資源中心家蠶保存組」等兩個機構，目的在瞭解日本家蠶種原庫繼代與飼養技術，探究高度多樣性之日本家蠶種原保育及運作機制。

九州大學農學部遺傳資源研究中心家蠶遺傳研究室為日本三大家蠶種原庫之一，保有近 800 個家蠶品系(種)，所有種原每年僅繼代一次，繼代繁殖的蠶卵保存於室溫(30℃以下)中約長達半年，與台灣蠶卵保存條件與繼代次數迥然不同。同時，伴野豐教授目前進行液態氮冷凍保存家蠶之精子、卵巢與人工授精等相關技術之研究，作為未來家蠶長期保種運用之基礎。另參訪位於山梨縣北社市之農業生物資源研究所遺傳資源中心家蠶保存組，該中心為保有舊家蠶品系(種)之基地，共保有 540 個家蠶品系(種)，其中 170 個品系(種)與九州大學相同；540 個品系(種)分三季繼代，每次繼代約 140 至 200 個品系(種)，所有品系(種)每年僅繼代一次；繼代繁殖的蠶卵在保存過程中最低溫度達-2.5℃，經一年長期保存之蠶卵，其孵化率仍可達 50%以上。

藉由此次實地參訪了解日本兩大家蠶種原庫保育及運作模式，並檢視台灣目前家蠶種原庫保育及營運方式，比較兩國間之差異性，作

為本場家蠶種原保育及運作管理之參考。若本場能克服家蠶種原每年需繼代兩次之技術門檻，改為一年繼代一次，將可減少種原保育所需人力的負擔與經費支出，增加家蠶其他利用之研究，期能活化仍具潛力之蠶桑產業。

壹、前言

一、日本家蠶發展歷史

日本家蠶史可追溯至西元前 300 年左右，中國人將家蠶及紡織技術傳入日本。當時品種已無法確認是否改良作為日本早期純種。雖然古時候的文獻記載在 1700 年代日本留下了不少家蠶品種（系），大多數的品種（系）並非純種，且品種性狀不穩定。1859 年日本解除了鎖國政策後，橫濱港開港進行貿易，蠶絲工業從此進入日本。然而當時日本蠶種與絲品質不穩定，引起主要市場美國的許多怨言。因此，日本政府在 1937 年至 1998 年間，禁止農戶飼養未經核准的品種(系)，在當時飼養家蠶與蠶種分配是要政府許可的。進口蠶品種（系）在日本的養蠶業可說非常重要，自 1859 年有許多蠶種自國外輸入日本並在日本成功飼育，這些新的品種建立了純系品種（系）以供生產 F1 雜交種。隨後在 20 世紀初，主要用來生產蠶繭的品種（系）轉以 F1 雜交種來生產。

在 19 世紀或更早之前，日本多數的蠶繭生產，主要供應於國內市場多於外銷。在當時，主要的家蠶為日本系統舊品種（系），自從 1870 年日本政府鼓勵養蠶，蠶繭的產量就逐漸增加，家蠶品種也逐漸轉而使用日本系統舊品種（系）與國外輸入的雜交種作為生產蠶繭

的品種。1920 年代蠶繭的產量達到高峰，每年可生產超過 35 萬公噸。但在 1941 年爆發太平洋戰爭後出口量急遽下降，戰後蠶繭生產逐漸蕭條，終至每年約剩下 1300 公噸產量。

在 1800 年代，家蠶飼育是由農家自主性的進行。在日本蠶業被區分成兩個目的，一是生產蠶繭另一是製種業。從 1859 年開始生絲出口，1937 年政府除了准許可生產高穩定品質生絲的蠶種飼育外，禁止其他不被許可的蠶種飼育。因而建立一套認證系統，管理製種場及其分布，且禁止農場自由飼育家蠶，大多數養蠶轉型成研究單位及私人公司。同時，飼育的目標多聚焦於高產及家蠶的健康，增進生絲品質的穩定。從 1970 年起日本蠶繭的生產，因國外輸入生絲的衝擊而減少，生產蠶繭的收入不足供應農戶的生活，貿易上的改變使得養蠶戶以特殊蠶種改變養蠶的目的。

從 19 世紀至 20 世紀，自義大利、法國、韓國及中國輸入許多家蠶品種，此後這些品種就與日本原原種進行雜交。近來這些品種(系)已超過 500 種，輸入 新品種已非必要。就以日本學者近來的國際活動，就是在印度這個飼養多化性品種的地區，透過技術上的合作來推廣，將日本與印度二化性品種結合的養蠶方式。

二、日本家蠶遺傳資源保存與選育利用

近年來，遺傳資源的保育逐漸受到日本政府的重視，因此由日本農林漁業部出資支持農業生物資源研究所(NIAS)保存許多農業上的遺傳資源，包括作物、動物及昆蟲等，家蠶遺傳資源就是其中一項。我們所訪問的九州大學農學部遺傳資源研究中心及位於山梨縣國家農業生物資源研究所即是參與家蠶保存計畫之單位。在日本家蠶品種（系）分為三大項目，一種是原原種，一種是改良品種，另一種則是經過突變改造的品種。由 NAIS 飼養的家蠶分三類，分別是家蠶種原庫、製種群及一般推廣種；後兩者不涵蓋在保存種原庫內，因為他們會依大眾對品種的需求來育種，才將蠶種分配給製種者。這樣的品種將來也可能會成為基因庫中的一部分。而家蠶突變種，主要保存於九州大學的遺傳資源中心，在 NAIS 僅有 172 個突變品種，而大部份流通的品種，通常是私人企業所選育及擁有的。原原種以不同區域來源分，有日本種、中國種、歐洲種及熱帶種。改良品種又區分成日本改良種、中國改良種及歐洲改良種等三類。保存突變種主要是用來進行試驗，有些中間型是因為尚未完成育種，成為一個品種，但是確認這個品系與其他一般商業品系有些性狀上的差異。為維持大量的家蠶種原及突變品種等試驗調查計畫，日本政府投入大量資金與人力進行保育，以維持保存上千個家蠶品種（系），並分散保存於九州大學、茨城縣及山梨縣之國家農業生物資源研究所。日本家蠶利用亦由國家農

業生物資源研究所主持，並持續發展能穩定生產生絲及其他加值利用的品種（系），例如生產繭層厚品種、纖度細品種、廣食性品種及抗病毒品種等。另一方面，NIAS 亦選育適用於利用核多角體病毒，以家蠶作為生物反應器量產生理活性產物之品種，這品種期望能為日本造就更好的產業。NIAS 的 Tamura（2000）成功研發出轉基因家蠶新品系，希望提高大眾對轉基因家蠶利用上的需求。

三、家蠶種原庫保存與應用關鍵技術

日本位處環太平洋地區，地震和颱風等天然災害發生頻繁，在 2011 年 311 地震發生後，政府更積極面對種種天然災害可能造成之傷害，提高對自然資源保育之重視。投入更多的經費研究日本家蠶種原庫的保存技術，並逐一分析保存家蠶遺傳基因，加上長久飼育及利用家蠶經濟生產的歷史，日本對於家蠶種原的保存方法，除早期與台灣量產蠶繭出口時期運作模式相同外，近期的研究，發展出創新且符合現代的保存方法，透過分子生物技術篩選基因保存。在有限的人力下，以最精簡的方式維持基因庫的多樣化性狀，在具特殊需求時，以現代化的分子選育技術，將所需性狀自家蠶基因庫提出，以最有效率且安全的方式保存家蠶種原。相關的技術與調節模式，非常值得本場學習，本計畫欲透過赴日交流研習，汲取日方家蠶種原庫保育經驗，

並瞭解相關飼育與蠶卵保存技術，作為本場家蠶種原庫未來運作之修正。

貳、參訪行程

本次赴日參訪行程從8月29日至9月2日止，共計5天，參訪行程如表一所示。

表一、參訪行程表

日期	行程	參訪單位
8 月 29 日	桃園機場-日本福岡機場	出發
8 月 30 日	福岡縣福岡市	九州大學農學部遺傳資源研究中心家蠶遺傳研究室伴野豐博士
8 月 31 日	福岡縣-山梨	前往本州山梨縣
9 月 1 日	山梨縣-東京	農業生物資源研究所遺傳資源中心家蠶保存組小瀨川英一博士
9 月 2 日	東京成田機場-桃園機場	回國

參、九州大學農學部遺傳資源研究中心家蠶遺傳研究室

日本九州大學農學部遺傳資源研究中心家蠶遺傳研究室位於福岡縣福岡市，為日本家蠶種原保育研究機關之一。茲將本次參訪內容分述如下：

一、編制人員及蠶室環境

研究蠶和桑的編制人員，共有4位員工和8～10位臨時工。蠶室共有6間，1間可飼養100個品系(種)。蠶室內有鐵製的梯形蠶架、圓形蠶箔、線網、溫濕度計、給桑架及冷氣機等相關蠶具及設備。

二、家蠶飼育技術

該校家蠶遺傳研究室目前共保有家蠶800個品系(種)，全部品系(種)一年僅在春蠶期(5月)繼代飼育和繁殖一次；另外，在6月、8月、9月和11月各飼育1次，目的以進行試驗研究。

收蟻時 ，以45蛾區混合收蟻和飼養，當飼養至4-5齡時，每品系(種)選取300頭健康的幼蟲，繼續飼育至上簇結繭。家蠶飼育方法在稚蠶期(1-3齡)採用剉葉育(即將桑葉切成適合該齡幼蟲大小的飼育方法)，壯蠶期(4-5齡)採用全葉育(即整片桑葉飼育的方法)。給桑次數為1日2次，即每天上下午各給桑1次。在幼蟲飼育溫度方面，1-5齡分別為30℃、29℃、28℃、26℃及25-26℃；由於飼育溫度較高，幼蟲的

發育日數相對亦縮短。

蠶箔方面，稚蠶期(1-3齡)採用木板和鋁製的長方形蠶箔，隔離成4小區，可飼育4個品系(種)；壯蠶期(4-5齡)則採用竹製圓形蠶箔。使用圓形蠶箔的優點為蠶箔之間接觸邊緣較短，減少蠶兒爬到隔壁蠶箔內的機會，避免品系(種)間混雜而不純；除沙用的蠶網採用圓形線網，因配合圓形蠶箔之故；上簇則採用塑膠製之萬年簇。

製種時，每品系(種)置放約100-200個蠶蛹在塑膠籃內，讓其進行自行交配；製種方式採框製，每品系(種)製種總蛾數為45蛾，即共製3張蠶種(15蛾/張)。

三、蠶卵保存技術

在蠶卵保存方面，採用春製春用之長期冷藏保存模式；即6月份製種完成之各品系(種)蠶卵，一直到12月上旬均保護在30℃以下室溫中，期間長達6個月之久，但最佳的保護溫度約為24～26 ℃，濕度維持在90％以上；12月中旬～翌年1月移至5℃冷藏保存；2～4月中旬移至2.5℃冷藏保存；4月下旬將蠶卵取出，置於25～26℃之催青室中進行催青，準備進行春蠶期飼育。據研究室伴野豐教授轉述，各品系(種)之孵化率仍高達80％以上。

由於日本地處地震帶地區，經常發生大地震，造成人類、經濟和財務等嚴重的傷亡和損失，各種物種亦面臨滅種之疑慮。根據伴野豐

教授轉述，2011年日本發生311大地震之故，日本政府有鑑於家蠶種原可能面臨滅種之危機，故由政府提供經費予九州大學家蠶遺傳研究室，由伴野豐教授主持計畫，目前正進行使用液態氮保存家蠶之精子和卵巢等相關技術之研究，精子和卵巢解凍再以人工受精方式將基因導入，目前研究結果成功率已達50%。

四、桑園

該研究室供應家蠶飼育的桑園總面積共3公頃，栽種10個桑品種；桑園分布在蠶室附近，有的甚至靠近馬路和高速公路邊，方便就近採桑餵蠶。

五、建置專門網站

九州大學家蠶遺傳研究室已建置家蠶專屬網站(http://silkworm.nbrp.jp/)，將家蠶種原保存的457個品系(種)之蠶卵、幼蟲、蠶繭、蠶蛹和蠶蛾等遺傳相關性狀及照片，非常完整的建置在該種原資料庫網站。另外還提供家蠶之蠶卵、幼蟲、蠶蛹、蠶繭、成蟲、DNA、凍結卵巢、凍結精子、凍結精巢和桑葉等材料之販售，每種材料販售之數量及價格均訂定基準，價格分為學術機關及非學術機關二種；日本國內使用者只需填寫生物遺傳資源提供同意書，並支付運費，即可取得家蠶各階段的材料及桑葉等。該網站可提供日本國內外人士上網搜尋家蠶相關資料，並提供日本國內之家蠶研究學

者、社會大眾或產業界應用之材料。

肆、農業生物資源研究所遺傳資源中心家蠶保存組

農業生物資源研究所遺傳資源中心家蠶保存組位於山梨縣北社市小淵澤町，亦是日本家蠶種原保育機關之一，隸屬於國立研究開發法人。茲將本次參訪內容分述如下：

一、編制人員及蠶室環境

該研究所家蠶保存組研究家蠶的編制人員，共有3位員工和4位臨時工；桑的編制人員，共有2位技工和2位臨時工。蠶室共有5間，包括蠶室、製種室、儲桑室及器具室等。蠶室內有鋅管製的梯形蠶架、給桑架、加濕器及冷氣機等相關蠶具及設備。

二、家蠶飼育技術

該所家蠶保存組目前共保有家蠶540個品系(種)，依分類方法不同而異；就依產地分，包括中國種、日本種、歐洲種、熱帶種及眠性種等5種；依化性分，包括一化性、二化性及多化性等；依血統分，包括原原種、雜交種及突變種等。不論是蠶卵、幼蟲、蠶繭、蠶蛹及蠶蛾等，遺傳資源非常多樣性。

該種原庫之全部品系(種)一年僅繼代飼育和繁殖一次，但分3個蠶期進行飼育，今年(105年)春蠶期(5月20日)及初秋蠶期(7月15日)各飼育200個品系(種)，晚秋蠶期(9月9日)飼育140個品系(種)；另外

6個多化性品系則一年飼育4次。

收蟻時，以60蛾區混合收蟻和飼養，當飼養至4-5齡時，每品系(種)選取130頭健康的幼蟲，繼續飼育至上簇結繭。家蠶飼育方法在稚蠶期(1-3齡)採用剉葉育(即將桑葉切成適合該齡幼蟲大小的飼育方法)，壯蠶期(4-5齡)採用全葉育(即整片桑葉飼育的方法)。給桑次數為1日2次，即每天上下午各給桑1次。在幼蟲飼育溫度方面，1-5齡分別為28℃、27℃、26℃、25℃及24-25℃。

蠶箔方面，1-5齡採用木板和不鏽鋼細網或鋁網混製的長方形蠶箔飼育；除沙用的蠶網，則採用長方形的線網；上簇則採用塑膠製之萬年簇。

製種時有專門的製種室，每品系(種)選取雌雄蠶蛹各60個置於蠶箔內，讓其進行自行交配；製種方式採框製，每品系(種)製種總蛾數為60蛾，即共製2張蠶種(28蛾/張)。種框採用特別訂製之鋁框，1個大框中套28個圓形小框，1個圓形小框置放1隻完成交配之母蠶蛾，讓其在小框內產卵。

三、蠶卵保存技術

在蠶卵保存方面，採用春製春用之長期冷藏保存模式；即6月份製種完成之各品系(種)蠶卵，一直至11月均保護在30℃以下室溫中，期間長達5個月之久，但最佳的保護溫度約為24～26 ℃；12月移至5

℃冷藏保存；翌年1～2月移至0℃冷藏保存，濕度維持在90％以上；翌年3～4月上旬移至-2.5℃；4月中旬～5月上旬移至5℃冷藏；5月中旬蠶卵從冷藏庫取出，每品系(種)每蛾逢機選取約15～60粒不等之蠶卵，黏貼在另一張紙上，裝在CD盒內，置於25～26℃、80％濕度及每日照明18小時的之催青室中進行催青，準備進行春蠶期飼育。據該所小瀨川英一博士轉述，各品系(種)之孵化率仍可達50％以上。

蠶種冷藏庫共有6小間，內設走廊、1小間催青室及5小間蠶種冷藏室，每小間可任意調整目的溫濕度，確保達到冷藏保存蠶卵之目的。每品系(種)之蠶種分別剪成長條狀，依每品系(種)之代號順序排列，分別整齊存放在該品系(種)代號之木箱內，木箱至於分層鐵架上，依目的溫濕度長期冷藏保存在蠶種冷藏室中。

四、桑園及桑葉品種

該研究所供應家蠶飼育的桑園總面積共3公頃，桑園的土壤肥沃，肥培管理優良。栽種的桑品種，分別為一之瀨、新一之瀨及しんけんもち等3個品種，其中一之瀨桑品種即原產自山梨縣。3個品種之桑葉葉色均為深綠色，葉片都非常大且葉肉厚，營養價值豐富，為飼育家蠶之最佳食物。

五、建置專門網站

農業生物資源研究所遺傳資源中心家蠶保存組亦建置家蠶專屬

種原資料庫網站(http://www.gene.affrc.go.jp/ex-nises/)，分別將453個保存蠶品種及261個實用蠶品種之蠶卵、幼蟲、蠶繭及蠶蛹等遺傳相關性狀，以及蠶卵、幼蟲及蠶繭等照片，非常完整的建置在該種原資料庫網站。該網站可提供日本國內外人士上網搜尋家蠶相關資料，作為學術研究、社會大眾或產業界應用之參考。

伍、心得及建議

此次實地參訪日本家蠶種原保育之「九州大學農學部遺傳資源研究中心家蠶遺傳研究室」及「農業生物資源研究所遺傳資源中心家蠶保存組」等兩個機構，目的在瞭解日本家蠶種原保育及運作模式，比較日本及臺灣之差異性，作為本場家蠶種原保育及運作管理之參考。對於此次之參訪心得及建議分述如下：

一、在蠶卵保存技術方面，日本兩個家蠶種原保育機關，均採用春製春用之長期冷藏保存模式，因其保育之全部品系(種)一年僅繼代飼育和繁殖一次，與台灣蠶種冷藏保存模式迴然不同。本場擬進行蠶卵保存相關試驗，仿效日本以溫度變化作蠶卵長期冷藏保存技術，期望未來本場能克服家蠶種原每年僅需繼代一次之技術門檻；既可減少種原保育所需人物力的負擔與經費支出，並可將節省之人力投入到其他家蠶相關試驗研究上，期能活化仍具潛力之蠶桑產業。

二、本場保育家蠶種原136個品系(種)，每年均需進行繼代飼育和繁殖2～4次；4-5齡時，每個品系(種)至少飼育400頭或400頭以上，每年均需投入許多人物力在種原保育工作上，造成人物力不小之負荷。因此，可考慮仿效日本減少每個品系(種)之飼育總頭數，可減少人物力之負荷，並能達到永續保存種原且不弱化之目的。

三、農業生物資源研究所遺傳資源中心家蠶保存組將其保育之所有家蠶品系(種)之切口蠶繭，依產地及品系代號分門別類，整齊排列展示在該家蠶保存組之蠶室走廊牆壁上。每個品系(種)之切口蠶繭分別裝在封口袋中，並貼上包括品系代號、品種名及條碼等的標籤。本場為臺灣蠶蜂昆蟲教育園區並有蠶業文化館的展示平台，故可參考日本之蠶繭展示模式，將本場保育的136個品系(種)之蠶繭，以不同方式展示在蠶業文化館內，讓參觀之民眾了解臺灣家蠶種原之多樣性，並能達到教育及推廣之目的。

四、日本九州大學農學部遺傳資源研究中心家蠶遺傳研究室之伴野豐博士耗費時間與心力致力於家蠶精卵保存及人工授精等技術，並願意不藏私地傳授本場液態氮保存家蠶之精子及卵巢等相關新技術與寶貴經驗。建議在經費允許下邀請伴野豐博士來台講授，能讓更多研究人員參與學習此技術，期望能永續保存家蠶種原之遺傳基因，分散種原滅種之風險。

圖 1.與九州大學農學部家蠶遺傳研究室伴野豐教授合影

圖 2.伴野豐教授解說蠶室設備及家蠶飼育相關技術

圖 3. 蠶箔整齊安插在蠶架上之情形

圖 4. 1-3 齡使用木板和鋁製長方形蠶箔飼育家蠶

圖 5.4-5 齡使用竹製圓形蠶箔飼育家蠶

圖 6.九州大學飼育之五齡雜交種家蠶之一

圖 7. 九州大學飼育之五齡雜交種家蠶之一

圖 8. 飼育人員進行除沙工作之情形

圖 9. 日光曝曬線網和蠶箔等蠶具之情形

圖 10. 使用萬年簇上簇之情形

圖 11. 伴野豐教授解說地下室保存蠶種之相關技術

圖 12. 蠶種儲存在木製蠶種保存櫃之情形

圖 13. 九州大學的桑園之一及桑樹生長情形

圖 14. 九州大學的桑園之一及桑樹生長情形

圖 15.與農業生物資源研究所遺傳資源中心家蠶保存組小瀨川英一博士及員工合影

圖 16.小瀨川英一博士解說蠶室設備及示範蠶箔使用情形

圖 17. 小瀨川英一博士解說各種蠶具之使用及儲放情形

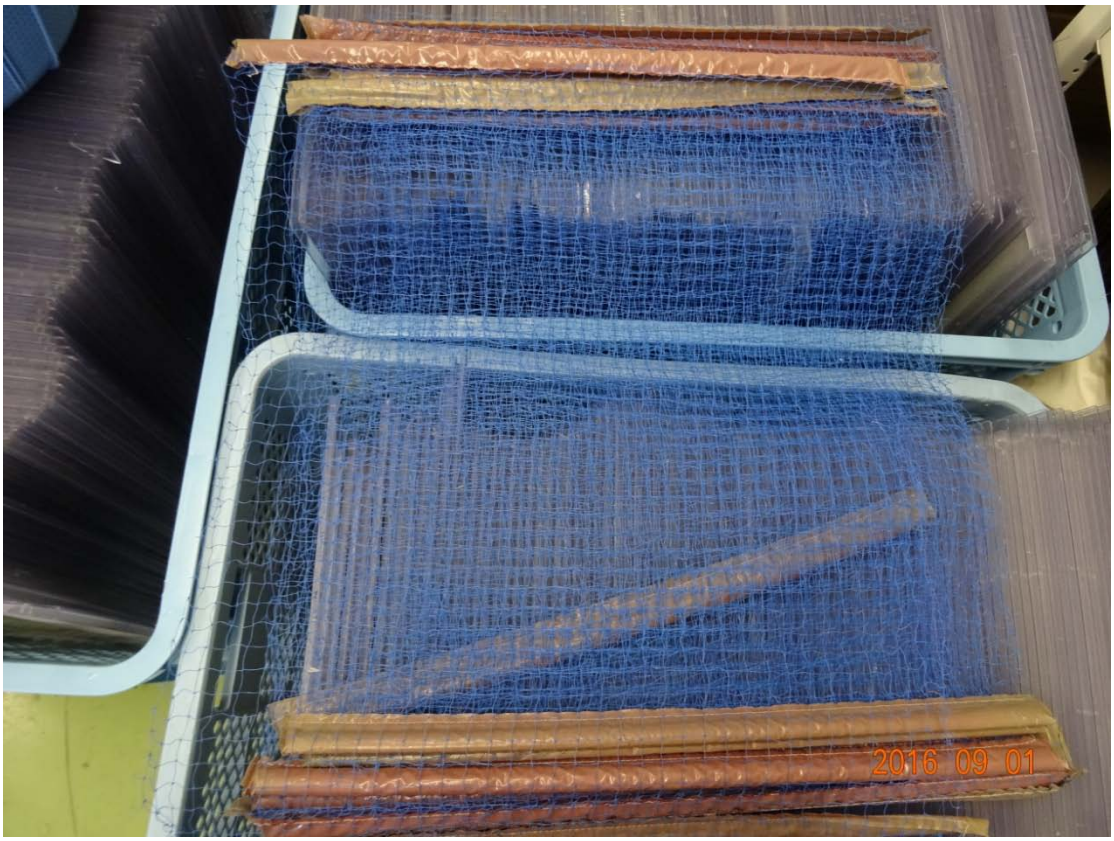

圖 18. 除沙用的線網

圖 19.上簇用的萬年簇

圖 20.不鏽鋼製種架

圖 21. 小瀨川英一博士解說製種之情形

圖 22. 鋁製之種框

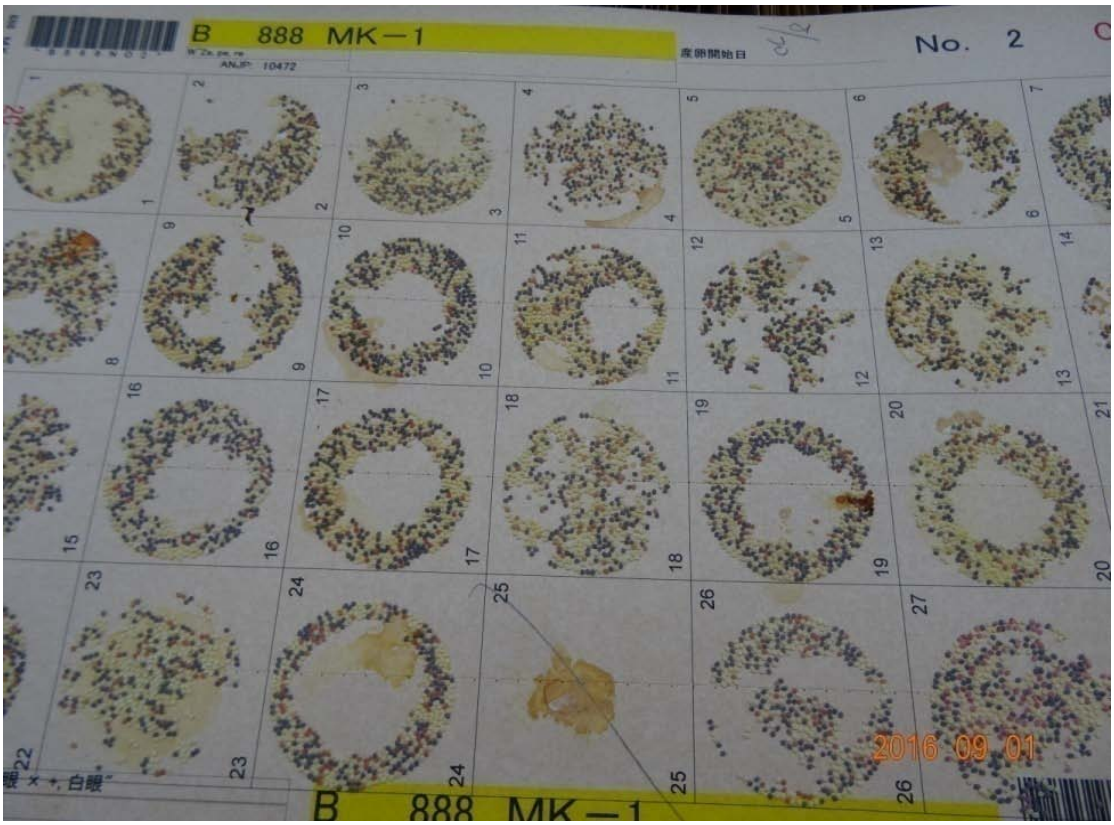

圖 23. 多樣性蠶卵之一

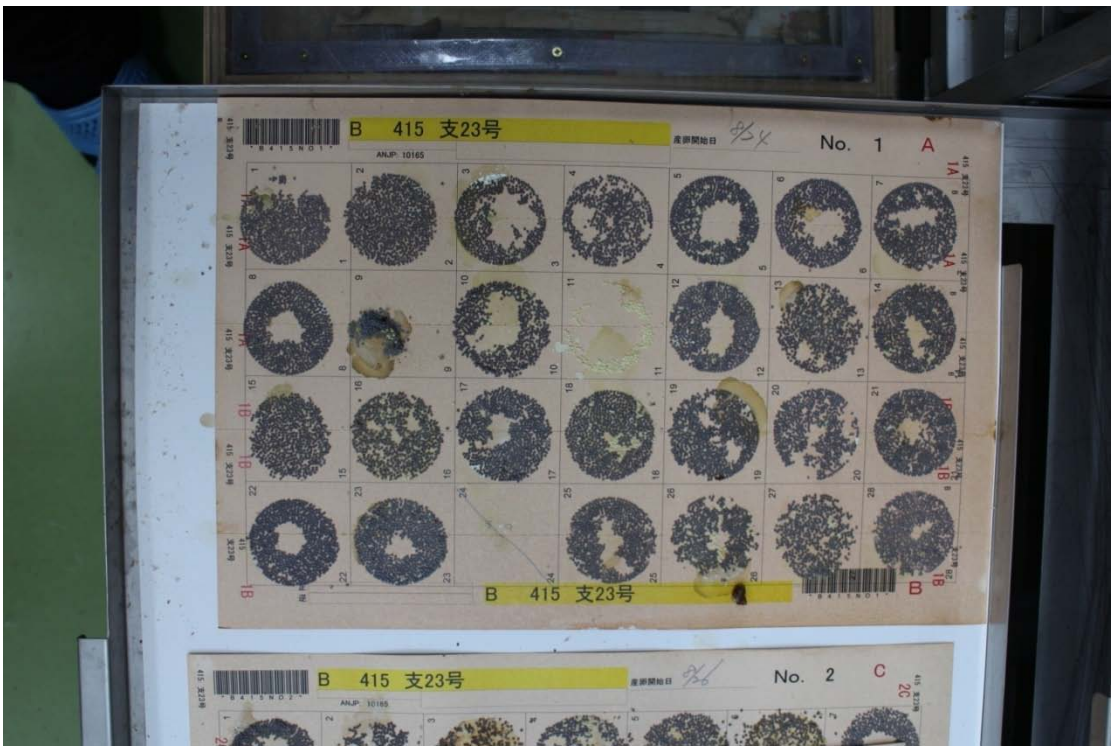

圖 24. 多樣性蠶卵之一

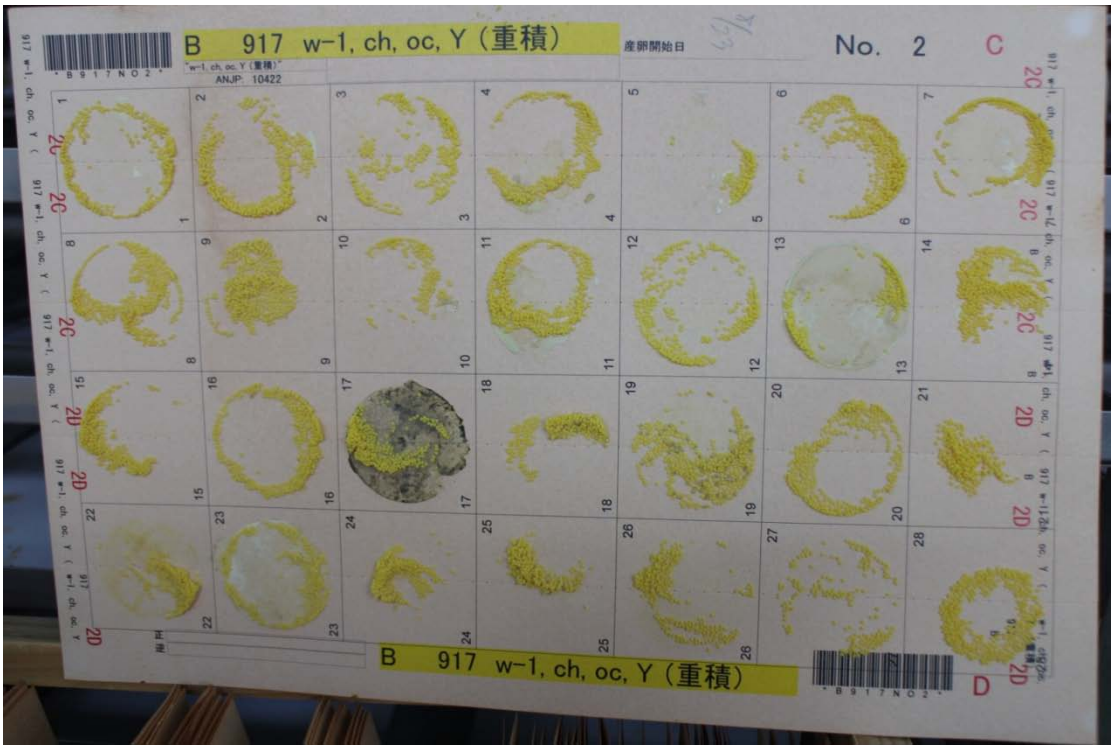

圖 25. 多樣性蠶卵之一

圖 26. 農資所之蠶種冷藏庫

圖 27. 蠶卵置於木箱冷藏保存之情形

圖 28. 蠶卵整齊置於木箱儲放之情形

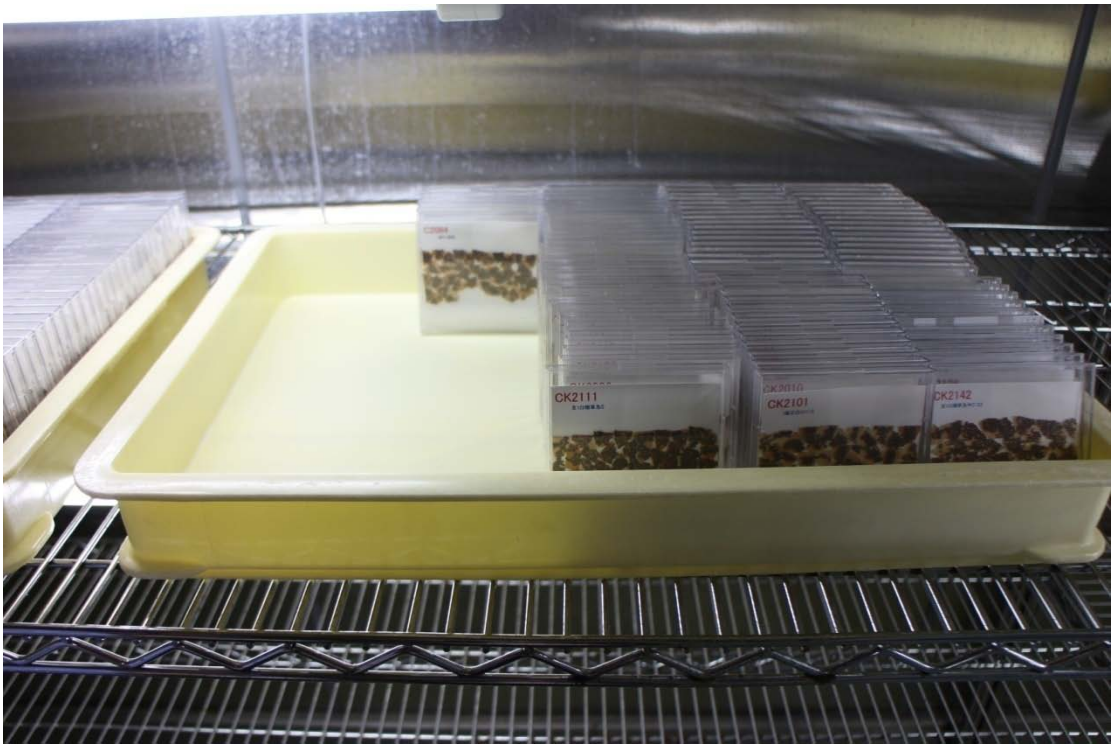

圖 29.蠶卵置於 CD 盒進行催青之情形

圖 30.家蠶種原各品系(種)之蠶繭展示於牆壁上之情形

圖 31. 家蠶種原各品系(種)之蠶繭展示於牆壁上之情形

圖 32. 農資所種植之一の瀬桑品種及生長情形

圖 33. 農資所種植之しんけんもち桑品種及生長情形

圖 34. 農資所種植之新一の瀬桑品種及生長情形