

# 最古老的紡織者—— 蠶寶寶

黃玲娉

西元前三千多年，黃帝的妻子嫫祖就開始「養蠶取絲」，用蠶絲織出布料，裁縫成衣裳。這個歷史悠久的古老行業發展到現代的紡織業，一切都要歸功於蠶寶寶。

## 化學纖維產業之母

蠶絲來自蠶寶寶所吐的絲，相傳早於西元前三千多年，黃帝的妻子嫫祖就開始「養蠶取絲」，用蠶絲織出衣裳。從那時候起，男耕女織，家家植桑養蠶，使得蠶桑事業一代比一代發達。河南安陽小屯出土的西元前二千多年的殷墟「甲骨文」刻有「桑」、「蠶」、「絲」等字。西元前 500 年春秋戰國時期飾有採桑圖紋的青銅器，生動地反映了當時蠶業生產情況。

中國古三代（夏商周）時期，稱蠶絲織物為「帛」（麻織物則名為布）；至漢代多名為「繒」，到唐代多稱作「絹」。在漫長的紡織歷史中，中國還壟斷了全球絲綢貿易一段非常久的時間。絲綢在羅馬時代傳到歐洲，當時歐洲人不知道這麼美麗的布料是怎麼做出來的，商人運送到歐洲的絲織品甚至與黃金同價，歐亞大陸之間的貿易路線還被稱為絲綢之路（silk road，絲路）。



甲骨文中的桑、蠶、絲。（圖片來源：kepu.net.cn）



戰國時期銅器上的採桑圖（圖片來源：瑜揚，小人物的卑微身影，明倫社，minlun.org.tw）

人們模仿天然纖維的發想與實現，發展出紡絲技術以及各式各樣的人造纖維。

## 印度大蠶



(資料來源：commons.wikimedia.org)

古代人把棲息在桑樹叢林中的野蠶馴化成家蠶，並從孵化後開始飼養牠們，一直到結繭、抽取蠶絲，織成布，裁縫成衣裳。過程中需要非常多的人參與，也需要不斷開發各種技術來獲得更好的蠶絲、更好的布料，以及更好看的衣服，形成今天所稱的紡織業。

在西元 1891 年開始工業化生產以前，紡織業完全依賴像是蠶絲、羊毛、棉、麻之類的天然纖維。但由於人口不斷增加，天然纖維不夠使用，科學家開始想方設法，看能不能用什麼方式來模仿天然纖維，以人造的方式大量製造纖維。人們模仿天然纖維的發想與實現，發展出紡絲技術以及各式各樣的人造纖維。

在模仿的過程中，第一個引起科學家興趣的就是蠶寶寶吐絲的方式，後來演變成利用金屬小孔（噴絲孔）紡絲的技術。而耐隆（nylon）纖維的發明，就是為了想以人造方式創造出蠶絲的各種性質。所以說「蠶寶寶是化學纖維產業之母」，一點也不為過。



(圖片來源：Harald Süpfle, commons.wikimedia.org, <http://tpittaway.tripod.com>，安曇野市天蚕振興会)

## 蠶寶寶有多少種

現在飼養來吐絲的蠶寶寶是一種統稱為家蠶或野蠶的昆蟲。家蠶由古野蠶經由人工選育而來，專吃桑葉，因此也叫做桑蠶。牠們好幾千年來一直都靠著人類飼養繁殖



日本與中國大陸主要的家蠶種類（圖片來源：東京農工大學）

下一代，已經完全失去野外生活的能力了。家蠶以外，還有天蠶、樟蠶、柞蠶、皇蛾和蓖麻蠶這些不易飼養的蠶寶寶，也都會吐絲都叫野蠶。不論家蠶或野蠶，都是屬於鱗翅目的昆蟲。

不同的蠶有不同的生態及經濟價值。家蠶經濟價值高，飼養的最多。也有人想辦法培育野蠶，像是專吃蓖麻葉子的蓖麻蠶，已經可以養在室內。天蠶及柞蠶飼養的方法就比較不同，需要放在柵樹、栗樹林裡；牠們的繭絲有很好的延展性，光澤也非常漂亮，有人稱作「綠色鑽石」。

另外，還有一種來自印度阿薩姆省的栗色王蛾（印度大蠶），因牠吐的絲結繭呈淡黃褐色，淺綠帶點黃色，會有自然的金閃閃光澤，所以又稱為金蠶絲。這種金蠶絲質地柔滑，色彩金黃獨特，而且耐洗，每次清洗後光澤就愈燦爛。

或許有人擔心，野蠶食量大，會不會把樹葉都吃光？其實不用擔心，柵樹或栗樹之類的殼斗科落葉喬木，就算是樹葉被吃光也不影響生長，因此野蠶對森林資源的影響甚微。

目前市面上所買得到的蠶絲品，幾乎都來自吃桑葉的家蠶，野蠶絲做的紡織品因為數量非常少，通常要到特殊的店家才買得到。



各種顏色的蠶繭（圖片來源：NPO法人 里山の學校）

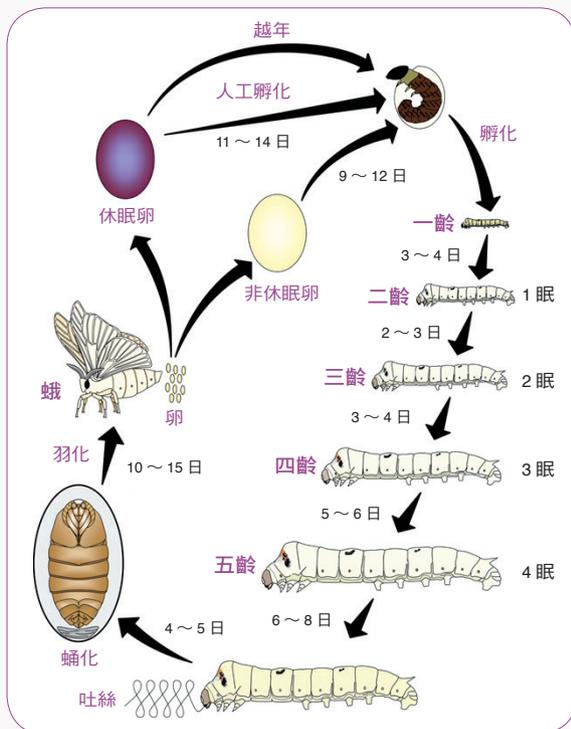
接下來介紹家蠶，以及牠如何造就最古老的紡織業。大家別小看家蠶，台灣人工養殖保存的蠶種就有 136 種，家族龐大，有白的、黑的、褐色的、斑紋的，還有其他不同顏色的，連牠們繭的顏色都不同。

## 蠶寶寶傳奇的一生

常見的家蠶屬完全變態昆蟲，在一個世代中，經過卵、幼蟲、蛹、成蟲（蛾）4 個形態完全不同的發育階段。一生（生命週期）大概只有 50 ~ 60 天左右，時間長短會因為品種和氣溫及養殖情形而異。

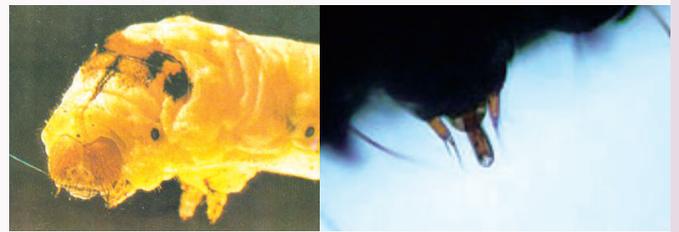


家蠶及羽化成蛾後的模樣（圖片來源：ailovei.com）



家蠶的一生（圖片來源：養蠶，財團法人大日本蠶絲會蠶業技術研究所）

為了長大，蠶寶寶會脫上 4 次皮，每當蛻皮時，幼蟲會吐絲把自己的足固定在蠶座上，其間不食也不動，這種現象稱作「眠」。在眠期，蠶寶寶形成新皮，並褪下舊皮。每蛻一次皮就增加一齡，通常從幼蟲至成蟲須蛻 4 次皮，總共有五齡。蠶一直大量地吃桑葉，為的就是接下來的吐絲結繭。結繭 4 天後，在繭中蛻第 5 次皮變成咖啡色的蛹，最後破繭而出繁衍下一代。



蠶寶寶下唇前端中央的吐絲孔（圖片來源：cgris.net、東京農工大學農学部生物生産学科蚕学研究室、國立自然科學博物館）

蠶寶寶開始吐絲前，蠶體收縮變成透明的模樣。吐絲時會用下唇前端中央的吐絲口排出絲液並凝固成絲，邊吐邊搖頭繞 S 形或以平躺 8 字形的不斷吐絲。蠶從吐絲到結繭差不多需要兩、三天的時間。

## 蠶絲的祕密

**天然纖維中唯一的長纖維** 蠶寶寶所吐的絲藏著很多祕密。首先蠶絲屬於天然的動物蛋白質纖維，是天然纖維中唯一的長纖維。可以用來做成衣服或紡織品的天然纖維很多，可約略分類成植物纖維、動物纖維與礦物纖維。植物纖維最有名的就是棉與麻，動物纖維則是綿羊毛、獸毛、蠶絲等，礦物纖維則有石綿纖維等。但是除了蠶絲外，這些天然纖維的長度都不長，大多短短一小截而已。一個蠶繭通常可以繅出 800 到 1,500 公尺長的蠶絲，大概可以繞奧運運動場 2 ~ 4 圈。

## 蠶絲屬於天然的動物蛋白質纖維，是天然纖維中唯一的長纖維。

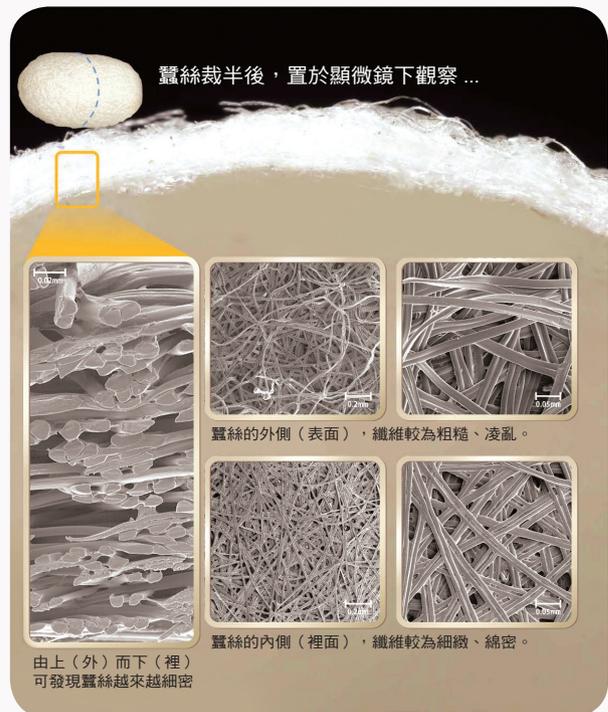
**蠶寶寶吐絲是越吐越細** 如果把蠶繭切開來放在顯微鏡下觀察會發現，外層比較早吐出的絲會比內層的絲來得粗，簡單地說，蠶寶寶吐絲是越吐越細。這也說明了源於自然界的天然纖維最大特徵：構造上不均一。

天然纖維會因品種、產地以及天候的不同而異，很難得到完全一模一樣的構造。舉例來說，同一品種的綿羊生長在澳洲或紐西蘭，羊毛品質可能大不相同。同樣是美國的棉花，今年的收成可能就和去年有差異。蠶絲也一樣，蠶寶寶前半段吐的絲跟後半段吐的絲有點不一樣，而且每隻蠶寶寶吐出的絲也不會完全一樣。

**蠶絲特殊光澤的祕密** 蠶絲跟其他纖維最大的不同在於特殊的光澤，很容易分辨，這光澤來自蠶寶寶所吐出的絲跟別的纖維有著不一樣的成分與結構。如果把蠶絲放到顯微鏡下觀看，很容易就發現一條蠶絲看起來像是由2條併在一起。如果觀察蠶絲的橫斷面，會更清楚地看到有2條三角形的纖維包在裡頭。

分析蠶絲的化學組成後會發現，那2條包在裡頭三角形的纖維是由一種「纖維蛋白質」所組成，一般稱作「絲質」（或絲素），不溶於水（疏水性）。包覆在三角形絲質外頭的物質，成分是「球形蛋白質」，一般稱作「絲膠」，易溶於水（親水性）。絲膠分層包緊膠黏著絲質，可以抵抗外界的熱、光、酸、鹼及氧化，發揮保護作用。

蠶絲有珍珠般的特殊光澤，非常高雅，而這光澤就是來自精練過後所剩下的絲質。由於絲質呈三角形，能讓布料有如三稜鏡



顯微鏡下觀察到的蠶繭斷面（圖片來源：新開孝，ぜんぶわかる！カイコ，しぜんのひみつ写真館5）

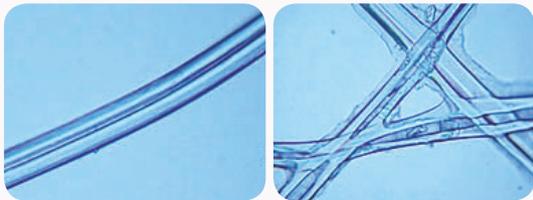
般的效果以不同的角度折射光線。蠶絲布料柔軟、懸垂性佳、手感涼爽、質感特殊，摩擦時還會有獨特的沙沙聲，這就是「絲鳴」現象。

**蠶絲的特性** 蠶絲不會熔融而燙傷皮膚。雖然蠶絲拉伸強度好，但在高溫下還是容易產生劣化現象，整燙時如果用熨斗熱壓會變黃，因此建議用蒸氣整燙。但因為怕鹼、不耐鹽水浸蝕，所以不宜用含氯漂白劑或洗滌劑處理。

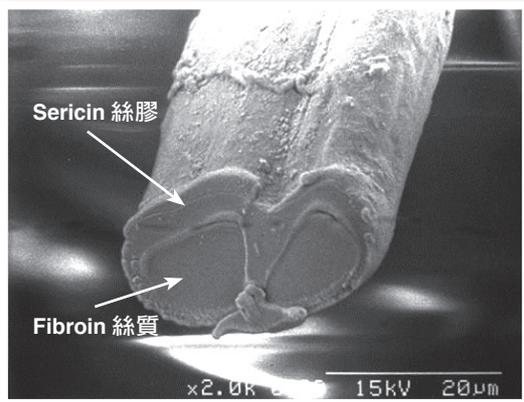
一般買賣蠶絲織物，不但要算面積，而且要計重量。由於蠶繭在熱液中繅絲或



蠶絲織物的特殊光澤（圖片來源：kingofwallpapers.com、wallpapersafari.com、combiboilersleeds.com）



顯微鏡下的蠶絲，很明顯地每根蠶絲都是由2條纖維併在一起。（圖片來源：東京農工大学農学部生物生産学科蚕学研究室）



蠶絲的橫截面（圖片來源：iGEM）

練漂時，會使蠶絲上的絲膠減失，因此有些商人可能會在隨後的加工工序中進行「加重整理」，使織物吸附如氯化錫的金屬鹽類，以彌補脫膠的重量。只是蠶絲如經過

加重整理，會減弱拉伸強度，對光線和汗水也較敏感。

## 織造過程

製絲經過了好幾千年的經驗累積，有非常大的進步，但無論如何，由繭製絲都需經乾繭→混繭→剝繭→選繭→煮繭→纈絲→複搖→整理→生絲→精練→織造等過程，這裡頭有幾個非常關鍵的工序。

**煮繭** 蠶寶寶吐絲其實是分泌由蛋白質組成的絲液，邊吐邊凝固，慢慢地把自己包起來結成繭，這種吐出的連續長纖維也稱作「繭絲」。蠶繭放入溫水中煮過後，絲線頭就會露出，這個過程稱作「煮繭」。使用溫水的作用是能減少繭絲間的膠，不要讓繭絲全黏在一起，有時也會添加化學藥劑讓這個程序加速進行。經過煮繭，繭絲周邊的絲膠會膨潤、變軟和溶解，也順便增強了繭絲的強度，變得不容易斷，這樣在纈絲時繭絲就能順利連續不斷地依次離解。

**纈絲** 煮繭時一次拉起數條繭絲，集合它們順序離解捲繞、假撚成線，並不斷補充新的煮熟繭，纈成生絲，這個過程稱作「纈絲」。以前纈絲的方法多以人工進行，

蠶絲具有珍珠般的特殊光澤，非常高雅，而這光澤就是來自精練過後所剩下的絲質。



精練脫膠（圖片來源：driveplaza.com）



精練前的生絲（上）與精練後的熟絲（下）。（圖片來源：driveplaza.com）



各種繅絲方式（圖片來源：driveplaza.com，碓氷製糸農業協同組合）

後來演進到自動繅絲，以機械化方式進行。自動繅絲採用低溫、高速方式，以機械或水流把繅絲過程連貫成自動控制的方法，繅絲技術的好壞對將來紡織時的實用性與生絲的品質影響很大。

**精練** 精練這個工序會在加熱的肥皂（或合成洗滌劑）與碳酸鈉（純鹼）的混合溶液內進行，目的是為了除去絲膠留下絲質，因此又稱為脫膠。

一般把未經精練的蠶絲稱為生絲，脫膠精練後稱為熟絲或精練絲。其實煮繭繅絲時就會流失一些絲膠，但流失的不多，



煮繭工序（圖片來源：sai kimono-gakuin，富岡製糸場）



用螢光絲製成的西陣織作品（圖片來源：日本国立科学博物館，獨立行政法人農業生物資源研究所）



螢光蠶絲燈具；左側燈具以普通蠶絲製作，中間及右側是以紅色及綠螢光蠶絲製作的絲燈具；上圖以普通白光照明，下圖則以 LED 照明。（圖片來源：日本獨立行政法人農業生物資源研究所）

大部分絲膠仍在。精練這個工序並不一定要在織布前進行，可以在生絲直接織造成布後再脫膠，也可以使用熟絲（精練絲）織成布匹。通常看到的蠶絲紗線多是脫膠後的精練絲，您會發現它的光澤與生絲不同，較為光亮，也比較柔軟。

## 你不知道的現代蠶業科技

**平面繭** 一般蠶寶寶吐絲會自然結成圓型繭把自己包覆起來，現在國內有業者為了減少加工程序，讓成千上百隻的蠶寶寶一起吐絲到一個平面的大模具上，形成一張綿密的大網布，稱作平面繭。這樣的平面繭不需要繅絲，可直接精練脫膠。若干張的平面繭疊在一起後，可以製作蠶絲被等寢具。

**螢光蠶及其蠶繭** 桿狀病毒只會感染昆蟲，因此透過基因工程技術，讓蠶寶寶導入從水母與紅珊瑚中抽取的螢光蛋白基因與桿狀病毒後，化身成為閃閃發亮的「螢光戰士」。螢光蠶繭在製成絲後，可應用在各式產品上。



平面繭的飼養與製作的蠶絲被（圖片來源：金蠶吐絲蛹乾坤～用蠶打造的生態王國，iTaiwan 愛台灣部落格）



利用螢光絲製成的作品（資料來源：epochal.or.jp，日本獨立行政法人農業生物資源研究所）



螢光蠶繭（圖片來源：飯塚哲也，The Huffington Post Japan, Ltd.，nias.affrc.go.jp，日本獨立行政法人農業生物資源研究所）

### 家蠶不再只吃桑葉

透過實驗，科學家發現家蠶會選擇攝食的植物有 41 種，但是能讓家蠶正常成長結繭的只有桑葉，而且要用新鮮桑葉蠶寶寶才會健康。但有時受氣候影響新鮮桑葉不易取得，於是科學家開始改良家蠶品種，儘量能夠雜食，也做了各種人工飼料的研究。目前人工飼料的發展以日本做得最好，改良能進食人工飼料的家蠶品種也最多。

蠶寶寶的一生除了吃大量的桑葉外，從蠶蛹、蠶絲，一直到排泄物，都有用處，沒有一絲浪費。目前也可應用基因工程，把蜘蛛的基因注入蠶卵中，使蠶絲具有蜘蛛絲的部分成分和性能。

蠶幼蟲做成的全蠶凍乾粉，具有治療糖尿病的功效。利用蠶生產的抗菌蛋白及其基因，可以做為醫用實驗性抗癌劑。蠶蛹可用於食用、藥用或生產冬蟲夏草。蠶絲蛋白對人體具有安全性、親和性、無過敏反應等優點，也已大量開發成保健食品、化妝品、外科手術縫線。蠶沙（糞）在外科上用於化膿性創傷、火燙傷、齒槽膿漏、除口臭、蓄膿症都有效果。

蠶寶寶一生短暫，卻是人類的好朋友，偉大的昆蟲。

黃玲娣

紡織產業綜合研究所