

文·圖 顧世紅

高等動物在外形、生理及行為上雌雄有別，蠶寶寶是否也存在類似的情形呢？科學家的研究顯示，原來蠶寶寶在許多性狀上雌雄間也存在有顯著的差異，例如，雄蠶寶寶身體強健，容易飼養，吃得少，吐的絲卻比雌蠶多20%以上，如果專養雄蠶寶寶真是好處多多。

### 家蠶的性別與染色體

我們人類有46條染色體，可配對成23對，其中22對染色體在男性和女性是一樣的，稱常染色體，另一對為性染色體，在女性成對（XX），而在男性，X染色體只有一條，另一條性染色體很小，稱Y染色體。但家蠶的性別屬ZW型，家蠶共有28對染色體，其中27對常染色體在雌雄蠶為相同，但另一對性染色體雌雄蠶不同，雌蠶為ZW型，而雄蠶則為ZZ型。在生殖細胞形成過程中，經減數分裂，成對的染色體分開，雌性產生兩種卵子（Z和W），而雄性只產生一種精子（Z）。受精時卵子與精子隨機相結合。因此正常條件下，雌雄蠶的比例大體相同，即雌：雄 = 1：1（圖1）。

### 雌雄蠶寶寶的形態差異

一般來說，蠶寶寶在卵及幼蟲之早期，雌雄間形態上沒有顯著的差異，但到了5齡期，因為生殖芽的發育而逐漸表現雌雄間形態上的差異，在幼蟲腹部之腹面

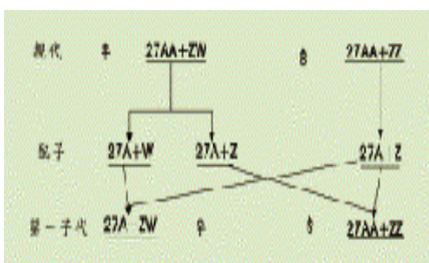


圖1.家蠶的性別決定

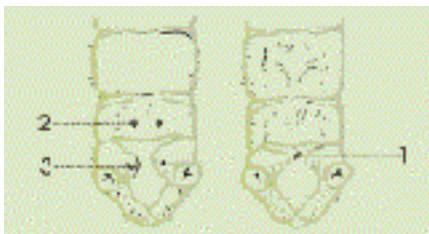


圖2.雌（左）雄（右）蠶寶寶的外部特徵。1.赫氏腺；2.石渡氏前腺；3.石渡氏後腺。

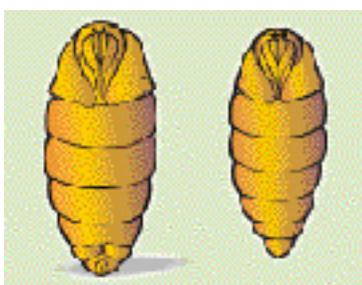


圖3.雌蛹（左）及雄蛹（右）的外部特徵



圖4.雌蛹（左）及雄蛹（右）之差異



圖5.雌蛾羽化後，伸出腹部末端之引誘腺，釋放心費洛蒙（家蠶醇）。

圖7.家蠶在短暫的二十多天幼蟲期體重增加一萬多倍。

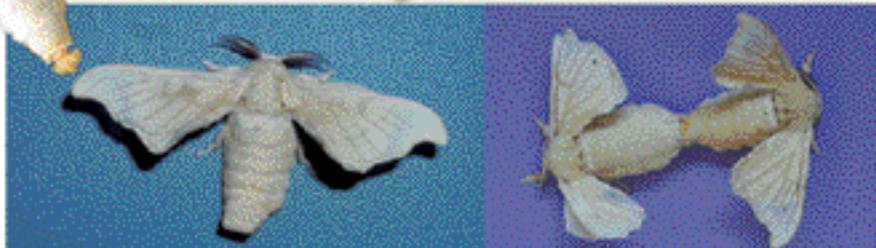


圖6.雄蛾羽化後，不斷振翅（左），移向雌蛾與之交配（右）。

有雌雄生殖芽。在雌蠶的第11和第12環節腹面各有一對乳白色的點狀體，稱石渡氏前腺和石渡氏後腺。而雄蠶的生殖芽位於第12環節腹面的前緣中央，是一個附在體壁內面的乳白色瓢形囊狀體，稱赫氏腺。這些生殖芽是成蟲生殖器的原基，到5齡期肉眼容易認出，可用以鑑別幼蟲期蠶寶寶的雌雄（圖2）。

在蛹期，雌雄間外部特徵更為明顯，雌蛹腹部肥大，末端鈍圓，在第8腹節腹面的正中有X形線紋。雄蛹腹部瘦小，末端較尖，在第9腹節腹面的中央有一個褐色小點（圖3、4）。羽化成蛾後，雌雄間在外部特徵及行為上表現不同，雌蛾的腹部比雄蛾大，雌蛾會伸出腹部末端之引誘腺，釋放心費洛蒙（家蠶醇），雄蛾則不斷振翅，移向雌蛾與之交配（圖5、6）。

### 為什麼雄蠶會吐更多絲？

知道了蠶寶寶雌雄間形態上的差異後，接下來讓我們探討一下雌雄蠶寶寶在生理上的差異以及為什麼雄蠶會吐更多絲這一問題。一般來說，蠶寶寶吃下桑葉後，經過消化、吸收，一部分以能源供給體內組織器官的代謝及本身的運動等，而剩下的其他部分則儲存起來，用於本身組織器官的生長及發育（圖7）。在5齡後期，蠶寶寶的組織器官要進行很大的改組，許多組織器官分解

消失，而絲腺則迅速膨大，從而吐絲結繭，以準備進入下一個發育時期。但對雌蠶而言，除了吐絲結繭

外，牠還有另一重要任務，就是要完成繁衍後代的任務。因此，為了完成這一重任，體內所消化、吸收的營養物質的很大一部分要作為卵的生長及發育之用，所以其吐絲的量，自然就減少了。

而雄蠶消耗體內物質的情況，基本上和雌蠶相同，但對雄蠶而言，精子生長發育所需的營養物質較少，因此就可以多分配到一些物質，用以吐絲和結繭了。

### 專養雄蠶的研究

由於雄蠶具有強健、容易飼養、吃的桑葉少而吐的絲卻較多等優點，因此，科學家們一直致力於開發專養雄蠶的研究，但這些研究大部分僅為理論上的探討，實際應用成功的不多，現介紹如下。

通常，卵細胞不受精就不能發育而死亡，但自然界也存在卵細胞不經過受精而單獨發育成新個體的現象，這就是所謂的孤雌生殖（或單性生殖）。家蠶為行兩性生殖的昆蟲，但也可通過高溫、離心及鹽酸等物理及化學方法人為地誘導單性生殖。研究顯示，將交配後剛產下的卵用X射線照射及高溫處理，可誘導雄核發育，即進入卵內的精核不和卵核結合，而是兩個精核結合發育成個體。如上所述，家蠶的性別屬ZW型，雌蠶產生兩種卵子（Z

和W），而雄蠶只產生一種精子（Z），因此，兩個精核結合發育而成的個體都是ZZ，即全部為雄蠶。但由於通過這一方法所誘導的雄蠶孵化率低及雄蠶生活力弱等，目前很難達到實際應用。

家蠶的遺傳資源十分豐富，其卵的顏色、幼蟲的斑紋及繭色等都有許多突變體（圖8）。如卵的顏色有白色、黑色及褐色等多種類型，通過輻射誘變的方法，可使常染色體上的卵色（黑色）基因，易位（轉移）到W染色體上，因為只有雌蠶有W染色體，從而獲得限性黑卵突變系，即黑卵全部為雌蠶，而白卵則全部為雄蠶，但這類品種的雄卵孵化率低，作為專養雄蠶難於推廣應用。後來，通過輻射誘發基因突變及雜交改良等，加深雄卵的顏色，終於育成了雌蠶為白卵，雄蠶為黑卵的品種，上述限性卵色品種因雌雄間卵色截然不同，故可用光電分卵儀，將雌雄卵分開，控制蠶的性別十分方便，具有實用價值。也可通過輻射誘變的方法，使常染色體上的黃繭（黃色）基因，易位（轉移）到W染色體上，從而獲得限性黃繭突變系，即結黃繭的全部為雌蠶，而結白繭的則全部為雄蠶，但此一限性黃繭突變系僅適用於利用繭色區分雌雄。

有關專養雄蠶的研究最有名的例子即為性連鎖平衡致死系，俄國學者Strunnikov應用輻射誘變的方法，誘發一系列位於Z染色體上的胚胎期隱性致死基因（如11、12、13等），當兩條Z染色體上各含有一個不同位點的性連鎖平衡致死基因的雄性個體（ZZ）與正常的雌性交配（ZW），所產生的後代雌性個體（ZW），因其Z染色體上的隱性致死基因得到表現（W染色體上沒有Z染色體上相對應的基因），因而雌蠶全部死亡，而雄蠶（ZZ）因帶有來自正常雌性的Z染色體，隱性致死基因沒有表現，因此孵化的都是雄蠶。一般認為，利用性連鎖平衡致死系專養雄蠶為一有效及可行的途徑，目前已將該系統由俄國引進中國大陸等地，通過不斷的性狀改良，可望推廣應用。



圖8.目前一般飼養的蠶寶寶之繭色為白色（左），但也存在有金黃色繭（右）等突變種，這些性狀都由遺傳基因所控制。