

馴化是保護野生生物的解方嗎？ 魚苗放流可能復育資源嗎？（中）

圖、文 / 臺灣國立海洋大學水產養殖系 郭金泉

專題報導 》 魚類生態

3. 馴化最主要的後果是什麼

3.1. 哺乳類的馴化

1 萬 2 千年前，在世界上九個不同生產食物的地方：兩河流域的肥沃月灣（Crescent）、中國、中美洲的安地斯山脈 / 亞馬遜、美國東部、非洲薩赫勒（Sahel）、熱帶西非、伊索比亞及新幾內亞出現人類最早馴化的陸上動物。馴化動物從這些主要糧食生產的地方移動傳播至世界各處。馴化一開始是以東西向擴展，再來則是南北向瀰漫（主要是因為物種在同緯度的馴化比在不同經度的馴化，物種必須經歷的演化改變或付出的適應較少）。以下這五種馴化動物：牛（*Bos taurus* 和 *B. indicus*）、豬（*Sus domesticus*）、綿羊（*Ovis aries*）、山羊（*Capra hircus*）、馬（*Equus caballus*），最初的引進，最後變成世界上人類主要的食物來源，從此人類的肉食依賴這小部分、千年前就被馴化的陸上野生哺乳類，牠們也同時提供人類大量的動物製品（奶和肉），目前在世界各地仍被廣泛大量的消費和利用。

馴化是人類歷史上最具有指標性的文化及發展的演變。確實，馴化是新石器時代（Neolithisation）改變人類社會的生活方式（定居）促使人口增加，而主導社會結構產生重大變化。幾乎世界各地狩獵採集社會（hunter-gatherer communities）逐漸被農業社會（farming society）取代，食物生產提供農夫在人口、科技、政治及軍事上的巨大優勢。馴化也導致生物圈（biosphere）的

演化從根本上起變化，最主要是因為農業的發展，農業改變了地球表面約 40% 的地貌。今日人類是地質上及環境上的一股主要力量，至少跟自然演變一樣重要，甚至有人覺得地球已經進入了叫做人類世（Anthropocene）的新時期。

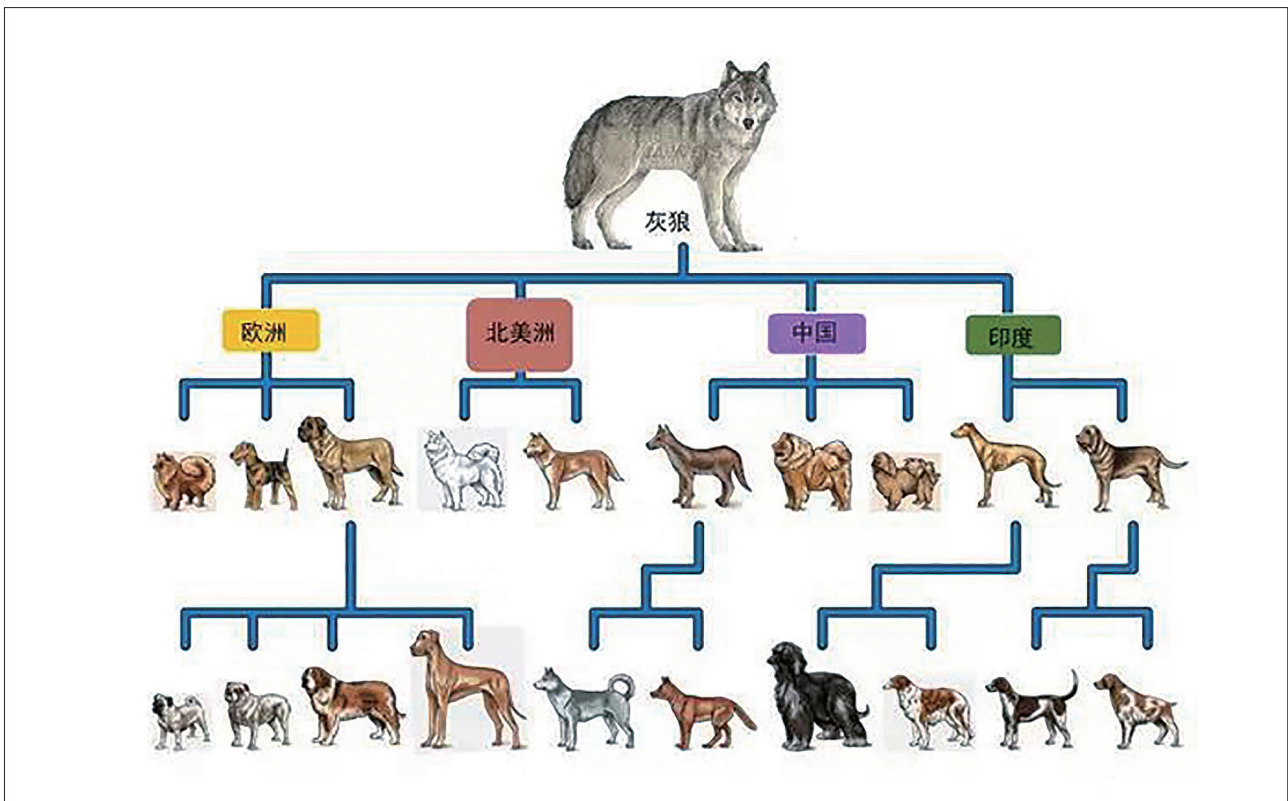
在演化的過程中，野生動物在行為、生理、形態和基因上被徹底的改變。在馴化的過程中野生動物第一個被改變的是行為。然而行為之形態特徵（trait）不會憑空出現或無故消失，而是根據牠們的行為表現的閾值（threshold）。在每個被馴化生物上可見最明顯的行為改變，就是對人類靠近的忍耐度（或是完全不害怕）。而且，因為人類提供保護和餵食，被馴化的生物顯示出對掠食者（人類）較小的反制行為，和較低的積極性自主覓食。心情、表情、社交行為、社會連繫越來越全面地，都會在被人類馴化的過程中改變。因此，馴化動物會比牠們的野外同類來的早熟（precocious）；而且其生殖系統的能力提高，與天然環境的光週期相對較無關，馴化後，獲得了能在任何季節繁殖的能力，且往往一年繁殖不止一次，與野生的祖先不同。最後，最引人注目的變化可能是形態上的，包括整體體型（矮小或巨大化）與其比例（較少的脊椎，較短的尾巴）；毛皮的顏色、長度及質感；或其他幼態延續（neoteny）的表現（外形仍是幼體但已性成熟可以繁殖產生下一代，性成熟可繁殖的幼體：幼形成熟）。



偶爾會有物種，其特定形質 (trait) 的變異範圍會超過整個科或目，比如狗 (*Canis familiaris*) 的某些特定的形質 (如白色斑點、鬆軟的耳朵及捲曲的尾巴) 可被稱為馴化的形態標記 (morphological markers of domestication)。在大多數被馴化物種中，頭或腦的大小已經變小，這些形態上的變化都可能與馴化動物對外部刺激的反應降低有關。最近，分子遺傳學的工具，如微衛星或數量性狀基因座 (Quantitative trait locus; 簡稱 QTL)，已被用於研究基因頻率在野生動物和家畜以及品種之間的變化程度。結果發現，除了某些品種外，家畜具有很高的遺傳多樣性。這主要是因為野生的和圈養 / 家畜之間的交流在馴化的最早階段經常發生，且可能持續了幾個世紀。因此，野生和圈養族群之間的完全分離是相對較晚，尚且有區域特异性。家畜遺傳多樣性的同質性和窄化，只有於十八世紀中期當品種形成時才開始，隨後應用現代育種方法，如人工授精。在過去幾十年中，馴化物種有效

族群大小 (N_e , 藉由雌性和雄性繁殖族群來估算族群基本大小) 下降，導致某些品種有強烈的瓶頸效應 (bottlenecks) 多樣性下滑。

總而言之，馴化是一個非常強大的過程，使人類能夠育種出各種家畜，這些家畜現在構成了我們肉食的大部分，即牛、豬、馬、山羊和綿羊。從 1 萬 2 千年前開始，在這漫長且複雜的馴化過程中，馴化的動物發生了劇烈的變化，導致許多品種 (breed) 具有自己特定的性狀特徵 (characteristics)。此外，牠們的數目也大幅增加：每經過一次五大滅絕之一就有約 10 億獨立個體產生。現今，野生和馴養的哺乳動物物種之間似乎存在明顯的二分法，這就解釋了為什麼研究人員給一些馴養的哺乳動物新的科學名稱。然而，當馴養的與親代野生族群處於同域 (sympatric) 時 (如果野生族群仍然存在)，牠們通常可以一起種內雜交繁殖。因此，在生物物種概念的框架下，不應將馴化族群視為與其野生祖先是不同的物種。



犬的進化樹。

比較馴養動物與其野生祖先有助於研究馴化如何改變動物。只有少數研究評估的馴化對哺乳動物物種其早期變化，其中最著名的例子是位於俄羅斯新西伯利亞細胞學和遺傳學研究所的赤狐 (*Vulpes vulpes*) 研究 (注：赤狐又叫作火狐，英文名字 red fox，學名 *Vulpes vulpes*，銀狐是赤狐的一種變種。 <https://pansci.asia/archives/146396>)。在過去 50 多年的歲月，大約有 1 萬 500 隻狐狸被用來作為親代 5 萬隻後代狐狸被選擇來進行馴化的可馴性或適應性試驗。

在一個行為測試實驗中，只有少於 10% 的被馴服的個體被選為培育下個世代的親代。這種選擇的壓力 (selection pressure) 是十分嚴厲的。結果，在嚴厲的選汰之下，赤狐原本具有的野生侵略性和恐懼又傾向逃避人類的行為，經過 2~3 個世代後就被人擇完全淘汰掉了。赤狐經過 18 個世代選育後，生育力 (在一整年任何時候都可以生殖的能力)、毛皮顏色模式，與其他型態的形質 (垂耳、捲尾)，

和人類的應對關係及若干行為性狀 (搖擺的頻率、特定的發聲、身體的姿勢和尾巴、耳朵...等) 已經非常接近馴化的狗。這個例子顯示馴化可以非常快速地改變圈養動物。然而在這個例子中，動物都是事先人為挑選過的溫馴動物，因此可能加速了這些性狀的演化。然而這個研究並不適用特定的從大自然過渡到圈養動物的研究。因為此研究用的赤狐早在這項研究開展前 50 年前就已經圈養在農場內了。(注：基因決定馴化。超過 60% 馴養狐狸的基因裡，擁有相同的 SorCS1 (sortilin related VPS10 domain containing receptor 1) 變體基因。但這種變體基因在侵略性狐狸及繁殖場狐狸的後代中，並沒有出現。侵略性狐狸之間，則共享另一種 SorCS1 基因變體。SorCS1 基因，很可能牽涉狐狸行為的改變，不過仍不清楚是如何影響的。目前的推論是此一基因參與了神經傳導，或許因此而涉及行為之變化。研究員 Kukekova 總結：「我們證明 SorCS1 這特別的基因，確實對赤狐行為產生影響，使得狐狸更加溫馴。」)



赤狐 (左) 與其變種 - 銀狐 (右)。圖 / sunnyskyz