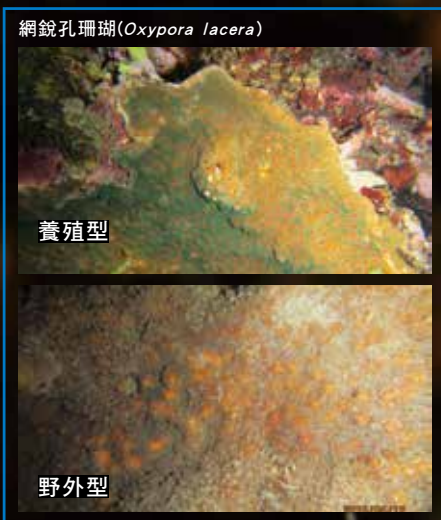


珊瑚蛋蛋大不同

文圖提供——林家興博士——海生館企劃研究組
採訪整理報導——曾子橙、雷思瑜、彭紹恩——海生館出版中心

國立海洋生物博物館進行珊瑚人工養殖多年，並於2014年正式紀錄到多種珊瑚在缸內自然產卵的現象，自此海生館研究人員得以使用人工培養的多種珊瑚如菊珊瑚等來進行研究。由於海生館珊瑚人工培養的環境穩定，每年的珊瑚產卵季都可以觀察到缸內所養的珊瑚與野外珊瑚在相近時期同步產卵之奇觀，因此自2015年起陸續有相關新聞報導。目前所知，海生館是國際上唯一能在大型水缸養珊瑚至自然產卵，並利用這些卵來做科學研究的研究單位。讓養殖型珊瑚產卵其實是非常困難的事，培養過程中要顧及符合珊瑚生長的环境因子：如光照、溫度、營養鹽、飼養條件、水流、水質等等，只有這些條件都完備了，才能創造出讓珊瑚培育下



本研究之珊瑚外觀生態圖。

一代的環境。珊瑚人工養殖時，其成長速度通常較自然環境的珊瑚慢，有可能是因為需要支出更多能量來適應養殖的環境，所以能觀察到養殖型的珊瑚產卵，就代表其健康狀態以及養殖的環境已經達到一定水準。但是人工培養珊瑚所產的卵和野生珊瑚自然產的卵有何不同呢？在型態及特性、生理與生化性質有無差異？在此之前，並沒有科學家進行這方面的研究。

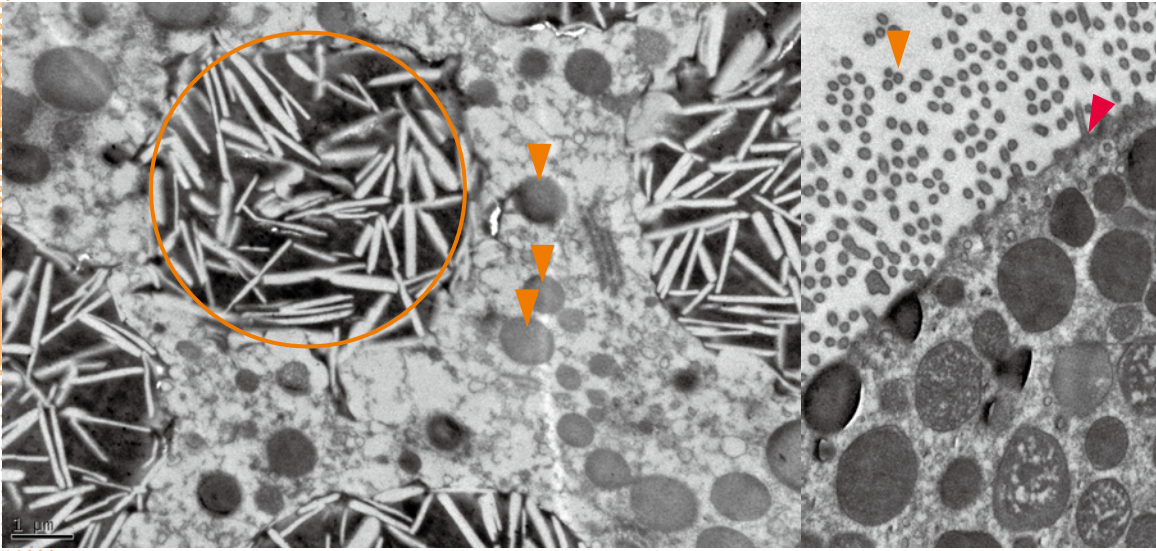
為了深入瞭解珊瑚的「蛋蛋」有何不同，做為發展珊瑚人工繁養殖及冷凍保存技術的相關研究基礎，我們收集海生館人工養殖珊瑚所產的卵，以及野外同一種珊瑚所產的卵，帶回實驗室，經由清洗、樣本固定、樹脂包埋、超薄切片等過程，再用海生

館的穿透式電子顯微鏡(Transmission Electron Microscope,TEM)來觀察珊瑚蛋蛋的超微結構。

結果發現，人工培養及野外珊瑚的蛋蛋(卵母細胞)大大不同！主要的差別在於卵母細胞的大小與表面微絨毛層的厚薄、脂質體及卵黃的含量、珊瑚母體內所含共生藻的密度及葉綠素含量等。

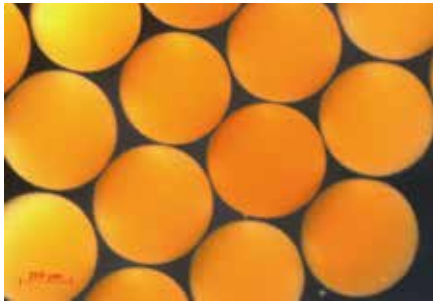
為什麼野外珊瑚所產的卵比較大呢？有什麼影響呢？我們推測野外珊瑚的食物來源較充足，可以捕食海水中的小型浮游生物，但在海生館人工養殖的環境下，海水有經過"過濾"程序，所以供應的海水內沒有浮游生物可供珊瑚捕食，加上人工的環境終究很難控制到與天然環境完全相同，所以天然的珊瑚蛋蛋比較大。根據研究

海生館水族缸內正在產卵的聯合真葉珊瑚 (*Euphyllia cristata*)。(蔡宗泓攝)



卵母細胞中的脂質體(橘色圓圈處)以及卵黃(箭頭處)。樣本：小芽棘孔珊瑚(*Echinopora gemmacea*)

珊瑚卵母細胞表面微絨毛的型態(圖中左上角處)，多數為橫切面(橘箭頭處，呈圓形)，少數為縱切面(紅箭頭處，呈長條形並連於卵細胞表面)。樣本：網銳孔珊瑚(*Oxypora lacera*)



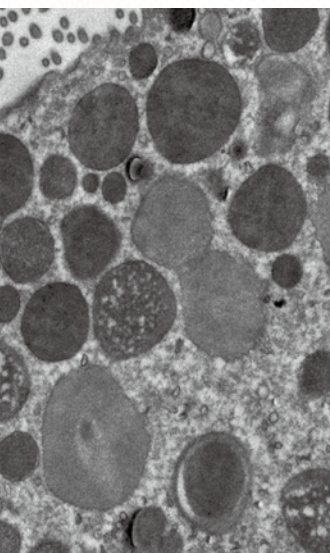
珊瑚卵母細胞的外觀特寫。
樣本：網銳孔珊瑚(*Oxypora lacera*)

報導，同一種海洋生物的卵愈大愈有利於繁衍後代，因為卵的體積大就代表可以儲存更多的養分，不僅可讓卵存活更久，同時更有利於受精後的胚胎發育，可供應較充足的養分，發育成更大的個體等好處。

關於珊瑚蛋蛋上的絨毛層，有甚麼功能呢？為什麼人工養殖珊瑚的比

較厚呢？其實珊瑚蛋蛋表面的絨毛層非常重要，具有促進養分吸收及影響精卵受精的過程，是珊瑚蛋蛋能否成功受精，進而發育成新個體、繁衍後代的重要構造，至於為什麼人工養殖珊瑚蛋蛋的絨毛層較厚呢？推測可能是珊瑚為了適應人工養殖環境所存在的“逆境”(指的是環境條件較差，不如其所喜歡的天然棲地)，所發展出的特化現象，但增厚的絨毛層對於珊瑚蛋蛋而言是好是壞呢？我們很好奇但也還沒有答案，這需要再進一步實驗分析才能得知。

那關於珊瑚蛋蛋的卵黃及脂質體含量，人工養殖的為什麼比較多呢？首先說明一下它們的構造，由電子顯微鏡觀察，可見到珊瑚蛋蛋中的脂質



人工養殖與野生珊瑚蛋蛋(卵母細胞)大PK

1. 卵母細胞大小	人工 < 野生 大	○ V.S ○
2. 微絨毛層厚薄	厚 人工 > 野生	☀ V.S ○
3. 卵黃及油脂含量比例	高 人工 > 野生	● V.S ●
4. 珊瑚母體的共生藻密度	密 人工 > 野生	👤 V.S 👤
5. 珊瑚母體共生藻內的葉綠素含量	高 人工 > 野生	🔄 V.S 🔄

製表繪圖：曾子橙、雷思瑜

體有複雜的結構，代表其含有特性不同的脂質等物質，而卵黃的構造也與其他生物不同。為什麼人工養殖的珊瑚蛋蛋含量較多呢？推測可能是人工養殖環境所引發的珊瑚生理變化，因為根據研究，在食物缺乏時，珊瑚體內的共生藻(與珊瑚共生的植物細胞)會受到所謂的"氮源限制作用"，白話說就是缺乏氮肥(植物生長三大養分之一)，這種"逆境"就會改變共生藻的生理代謝，產生及堆積更多的脂質，或許共生藻就將其傳送給珊瑚而儲存於蛋蛋中，也或許是珊瑚在缺乏食物的養殖環境下同樣也會傾向合成儲存更多脂質，以應所需並傳送於蛋蛋中。

最後談到珊瑚母體內的共生藻密度及所含葉綠素濃度。為什麼要特別

比較這個項目呢？因為珊瑚最令人驚訝的秘密在於能在體內"種菜"(就是共生藻)，並賴以維生，是動物與植物間特殊的互利共生現象。對於造礁珊瑚而言，與共生藻的互利共生可說是維繫其健康的基礎，不可或缺。研究發現，在深水域的珊瑚，為了適應光線較弱的環境，體內共生藻的密度及所含葉綠素濃度都較淺水域珊瑚來得高，以提高吸收陽光的效率。這或許可用來解釋為什麼人工養殖珊瑚母體的共生藻及葉綠素含量比野外珊瑚來的高。

(本研究已發表於國際期刊，
論文題目:The effects of aquarium culture on coral oocyte ultrastructure 出處: Scientific Reports 11;8(1), 15159; doi: 10.1038/s41598-018-33341-x)