

繽紛有趣的動物 排遺世界——糞生菌

黃郁文

國立臺灣師範大學生物研究所學生

一、擔任食物網重要的一員

當您帶學生到野外時，或許會有人一脚踩入牛糞裡，這時大多數人的反應都會掩鼻而逃或大聲唾罵。然而，觀察力敏銳的您，可別輕易地走開！仔細瞧瞧那堆黑乾瘦癟的牛糞，您將意外發現另一個多采繽紛的生物世界——糞生菌（*Coprophilous fungi*）。

動物不能消化利用的物質由肛門排放回歸大自然，這些物質稱為排遺（*dung*）。草食性動物（*herbivore*）對養分（*nutrient*）的利用效率甚低，排遺殘存的能量（*energy*）相當高。以長鬃山羊（*Capricornis crispus*）為例，其食物中80%能量未被消化利用即被排放掉。既然仍有這麼高的能量未被善加利用，細菌（*bacteria*）及真菌（*fungi*）便負起分解排遺的任務，完成元素循環工作。

現在您也許開始對糞生菌發生興趣了。底下將提供一項簡易的實驗方法，您就能在原本以為惡臭的排遺中，尋找另一神奇的生物世界。

二、糞生菌的演化適應性（*Adaptation*）

糞生菌包括真菌及細菌，由於細菌不易培養，因此我們將重點擺在糞生真菌。

糞生菌為適應在排遺中，演化出一些特殊生理現象。大部份糞生菌具有孢子構造（*spore-bearing structure*）擁有向光特性（*phototropism*）；孢子儲藏在孢子囊（*sporangia*）內，經由光刺激（*light stimulus*）、膨壓（*turgor pressure*）改變、或其他物理化學因子的變化，得以散佈釋放到附近植物體上。草食性動物無意中吃

食這些植物，助長糞生菌的散佈；況且有很多菌類的孢子必須經由這些動物消化道的刺激，未來才有萌發可能。排遺中彈射出來的孢子，其表面常具黏液性（mucilaginous），便利附著在植物體，以免落到貧營養性（oligotrophic）的土壤中。此外，孢子壁（spore wall）通常具有黑色素粒（dark pigments）；如此一來可以避免孢子內原生質（protoplasm）受到紫外線的破壞。

三、草食性動物排遺中的真菌消長（Fungal succession）

把草食性動物排遺放在PDA（Potato Dextrose Agar）培養基，三天左右就可以觀察到排遺上面長滿各式各樣的菌絲。培養糞生菌的溫度不同，例如高溫28°C及低溫16°C下，所長出的菌也會有所差異。這種現象是溫度影響孢子萌芽的結果。

糞生菌的消長作用，一般從低等到高等菌種。培養約1~3天內觀察到的為低等結合菌綱（Zygomycetes），如毛黴（*Mucour*）、倚囊黴（*Pilaira*）及水玉黴（*Pilobolus*）等菌絲。這些菌絲大抵維持兩星期生長作用。然而，大部份在七天以後開始衰微。培養日起第5~6天，會有其他菌絲發生，如盤菌（*Apothecia*）、糞盤菌（*Ascobolus*）、*Coprobia*及*Rhyparobius*；這些菌可持續三~四個星期。在低等結合菌綱開始衰微時期，另一類子囊菌取而代之，例如瓶狀菌（*Perithecia* of *Ascomycetes*）中的糞殼菌（*Sordaria*）、柄孢殼（*Podospora*）、及毛殼菌（*Chaetomium*）。消長末期，較高等的擔子菌（*Basidiomycetes*）如墨菌（*Coprinus*）、球菌菇（*Stropharia*）及斑褶菇（*Panaeolus*）幾乎完全取代其他糞生菌（圖一）。

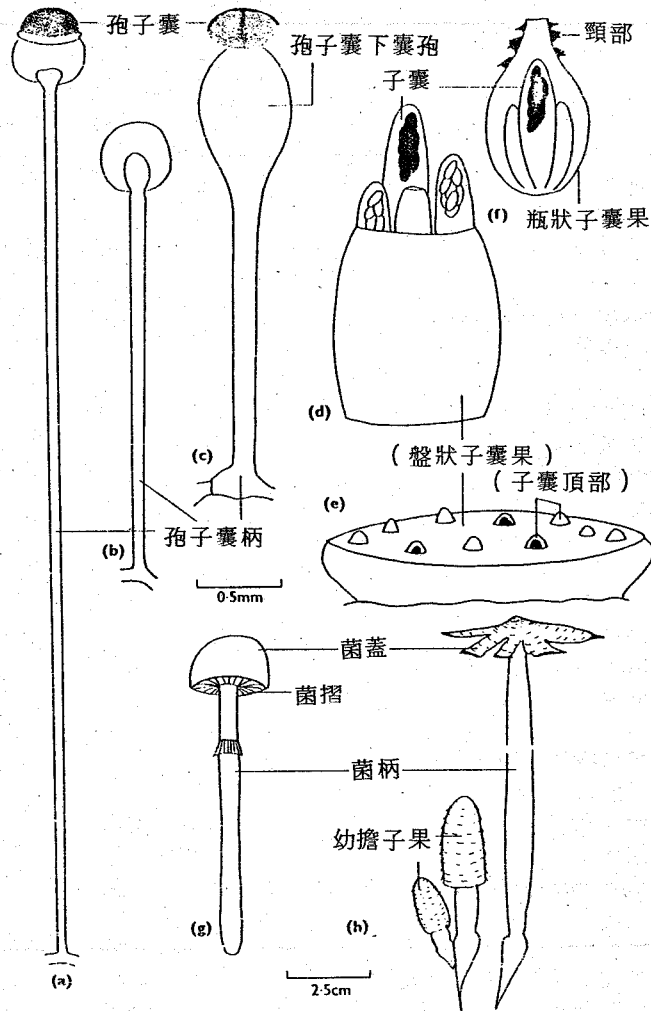
雖然有時溫度會干擾糞生菌的消長秩序，但是大抵依循接合菌、子囊菌、擔子菌的順序（表一）。

四、糞生菌的培養方法及實驗製作

糞生菌的培養除了受到溫度的影響之外，培養基（Medium）的選擇也非常重要。因此實驗時可以設計各種不同溫度、培養基的對照組，其所培養出來的糞生菌也將有所差異。

底下提供一簡易方法，其步驟如下：

1. 從野外收集新鮮的草食性動物排遺；收集時盡量用乾淨封口袋以反抓式拿取。



圖一 糞生菌。(a)倚囊菌，(b)毛菌，(c)水玉菌，
(d)和(e)糞盤菌，(f)柄孢殼，(g)球菌菇
(h)墨菌

2. 以滅菌過的鑷子夾取少量排遺分別置入 4 個含有 PDA 及 NM 培養基（註）的皿中。

3. 將其中兩個 PDA 及 NM 培養皿置入 16°C 的恒溫箱中，其他則置入 28°C 恒溫箱中。

4. 每日取出先用解剖顯微鏡觀察記錄糞生菌的外形、顏色及菌落（colony）狀況。再使用消毒過的鑷子夾取其孢子囊（sporangia）放置載玻片上加一滴甘油，蓋上蓋玻片順勢向一方輕輕推擠，放在顯微鏡下，由低倍而高倍觀察記錄孢子顏色、形狀、

	生殖前生 長天數	潛伏時間 (小時)	芽管生長 速率 (μmh^{-1})	直線生長 速率 (mm day^{-1})
ZYGOMYCETES				
(接合菌綱)				
<i>Mucor mucedo</i>	2	5-8	18.7	9.1
(毛黴菌屬)				
<i>Pilobolus crystallinus</i>	4	6-9	10.0	4.8
(水玉黴屬)				
ASCOMYCETES				
(子囊菌綱)				
<i>Ascobolus glaber</i>	11-12	4-6	44.1	12.0
(糞盤菌屬)				
<i>Rhyarobius dubius</i>	6	6-8	10.8	1.8
(糞殼菌屬)				
<i>Sordaria fimicola</i>	9	4-6	63.7	19.0
(柄孢殼菌屬)				
<i>Podospora minuta</i>	9-11	4-6	27.5	1.8
(柄孢殼菌屬)				
BASIDIOMYCETES				
(擔子菌綱)				
<i>Coprinus heptemerus</i>	9-13	5-8	15.8	3.2
(墨菌屬)				
<i>Coprinus patouillardii</i>	37	10-12	3.7	3.7
(墨菌屬)				

表一 各種常見糞生菌的消長情形
(節自Harper, J. E. and Webster, J., 1964)

條紋。

5. 使用檢索表查出所培養糞生菌的學名。

註：PDA (Potato Dextrose Agar) 培養基配製方法如下：

Thinly sliced, peeled white potatoes	500 g
Glucose	20 g
Agar	15 g
Distilled water	1000ml

將Potato 加熱到 60°C 維持一小時，以紗布過濾；加水至 1000ml 並逐步加入其他成份。繼續煮沸一小時，然後滅菌。

NM (Natural Media) 培養基配製方法如下：

V-8 juice	200ml
Agar	20 g
CaCO ₃	3 g
Distilled water	1000ml

將Agar 煮沸，以紗布過濾，加水至 1000ml。逐步加入其他成份，放入滅菌箱中滅菌。