

不剛正，不屌！破解袋熊的「方便」之謎

2019搞笑諾貝爾物理獎

適用國中自然【七上】生物體的恆定

【不剛正，不扁！破解袋熊的「方便」之謎】2019搞笑諾貝爾物理獎

科學生

科學閱讀素養課程

今年搞笑諾貝爾獎的物理學獎得主，頒給了研究「生物流體力學」的楊佩良（Patricia Yang）與胡立德（David Hu）團隊，以表彰他們破解了袋熊的「方便」之謎。

矮矮胖胖、圓呼呼、毛茸茸的袋熊有著自然界中最叛逆的絕技——把便便拉成方的。很久以前人們就知道袋熊會製造布朗尼（X）排出接近立方體



【不剛正，不屌！破解袋熊的「方便」之謎】2019搞笑諾貝爾物理獎

科學生

科學閱讀素養課程

的便便（○）。但一來，不知道牠們是怎麼辦到的，二來不清楚這些特殊便便到底可以滿足什麼需求，這事也就成了生物學的一樁懸案。

Wombat poo is cube shaped so they can mark their territory with it but no one knows how they make their poo square [#advancedwombattechnology pic.twitter.com/flvMhyRo](https://twitter.com/flvMhyRo)
WS

— Diana S. Fleischman (@sentientist) [2016年11月3日](#)

含水多寡，形狀有差

還記得上次看到便便是什麼時候嗎？應該是最近一次「回眸一看沖水聲」的時候吧。小時候每當洋洋得意地對著媽媽炫耀：「你看！我拉出了葡萄便便！」媽媽總會碎念幾句：最近是不是水喝太少啦？等等先去多喝一杯水。

實際上便便的形狀也真和水分有關。在 1997 年英國布里斯托皇家醫院（Bristol Royal Infirmary）就針對人類的便便提出了大便量表

(Bristol Stool Scale)，將便便分成七種型態，協助醫師在臨床上初步判斷患者是便秘、正常或拉肚子等症狀。

在布里斯托大便量表中，第一型指的是「外型如堅果、難以通過的單獨硬塊」，第二型表示「成團塊狀的香腸形」，這兩型都代表著便秘的跡象；而在2016年，英國科學家Tosin Onabanjo的團隊在研究把人類大便當作燃料的時候，順便測量了一下整張大便量表的含水率，至此我們

知道了人類第一、第二型的便便大約含有50% 以下、50 至 65% 的水分。¹

當便便趨於乾燥時體積會縮小，如同龜裂一樣裂成了小塊，因此我們才會看到馬桶中出現了一顆顆「葡萄」。

你猜怎麼著？正常袋熊便便的含水量正好在 55% 左右，這可要比正常人類的80% 要乾的多啦！為什麼袋熊的便便這麼乾呢？原因出在袋熊奇低的身體代謝率與飲水量上。

不愛喝水 便便特乾

在野外袋熊的代謝率（ Filed metabolic rate ）只有科學家對哺乳類預期

值的四成，飲水量更是只有同體型草食動物的四分之一²。原來袋熊穴居在澳洲東南部的森林與草原之中，飲食有超過九成五都是青草，其中又以灰早熟禾（*Poa sieberiana*）和澳洲早熟禾（*P. labillardieri*）為主²。

這些青草的豐富度會隨著季節漲落，袋熊或許正是適應了飲食豐度的季節變化，才有了這般低落的身體代謝率與飲水量²——吃一頓飯可以消化個兩個禮拜呢。順帶一提，袋熊的近親是同在袋熊亞目

（Vombatiformes）的無尾熊，這傢伙與袋熊一樣以不愛喝水出名，二者都以食物當作主要的水分攝取來源。

既然飲食中有豐富的纖維，消化時間又特別長、把便便榨得特別乾，這下就不難理解袋熊的便便為何是一小塊一小塊的了。

不過在動物界中便便乾燥的可不只你袋熊一家呀，你瞧生活在非洲的斑馬，便便的含水率只有 49%、飛羚（*Aepyceros melampus*）也只有也只有 30%，長頸鹿更來到了 27% 的超乾燥便便³，怎麼就袋熊你能拉出方塊便便呢？

腸道肌肉的厚此薄彼

科學家看著眼前的布朗尼，想起同樣跟烘焙有關的擠花袋來了（誤）——方形的便便該不會是因為袋熊的肛門是方形的吧？當便便被排擠的時候，就會因為肛門的形狀而變成方塊狀了。

這個假說甚囂塵上了好一陣子，也不見有誰提出紮實的證據出來。楊佩良團隊本來也是這麼想，但他們將袋熊麻醉後用電腦斷層（CT）從頭掃過一次，咦？這袋熊的肛門明明也是圓孔呀！這下「方肛假說」可就不攻自破了。

不過肛門不是方的不要緊，腸子是方的不也成嗎？於是研究團隊解剖了被路殺的袋熊，將腸子從頭到尾檢查了一次，這可就找到了些貓膩。

從解剖可知，袋熊的便便一開始也是一團鬆軟，要直到腸道末端才逐漸變硬、變方，而要形成我們所見到的方塊便便，則大約是到了腸道末端8%左右的地方才能見到。

隨著組織切片的結果出爐，才發現原來袋熊的腸道肌肉發育的並不均勻。在腸道環周上，有兩處的環狀肌（Circular muscle）比起其他地方更厚

了五成，使得這些地方的剛性（stiffness，描述材料因為受力而變形的難易度）相較於它處高上三倍。

也就是說，當便便通過腸道時，來自周圍擠壓的力量並不均等，才讓便便有稜有角起來。研究團隊也利用布片的厚度差異，縫製了一段模擬腸道，並塞入保麗龍球看看形狀會如何變化。果不其然，在部分區間有加厚模擬腸道，填入保麗龍球後出現了稜角！

方型的便便方便堆高宣告主權？

根據野外觀察，袋熊雖然是生活在草地的動物，但每天晚上排出的八十到一百個便便，會特別安置在岩石、倒木上方，讓牠做好的布朗尼高高在上。其實這也不稀罕，許多動物都會利用排遺的氣味，向同類宣示這兒是誰當家做主、向異性打聲招呼「安安，幾歲，找？」。

把便便放高點當然這布告欄的效果也就特別好了，不過袋熊這乾燥便便要是圓不溜丟，一下就從高處滾下了，效果未免差了些，而或許這就是

袋熊演化出方形便便的推力——既然不能保有溼便便直接黏好黏滿，那就把形狀弄得穩固些吧，別屎掉了。

這下總算解開了袋熊的百年布朗尼配方（X），不過這也不是楊佩良與夥伴第一次得到搞笑諾貝爾獎，還記得2015年榮獲搞笑諾貝爾物理獎的「哺乳類平均的尿尿時間為21秒」研究嗎？答對了，這也是楊佩良傑出的一手，連續兩度獲得這「乍看荒唐，卻引人深思」的獎項，真稱得上是搞笑諾貝爾獎的瑪麗亞·斯克沃多夫斯卡-居禮呀！

參考資料

1. Onabanjo, T., Kolios, A. J., Patchigolla, K., Wagland, S. T., Fidalgo, B., Jurado, N., ... & Williams, L. (2016). An experimental investigation of the combustion performance of human faeces. *Fuel*, 184, 780-791.
2. Evans, M. C., Macgregor, C., & Jarman, P. J. (2006). Diet and feeding selectivity of common wombats. *Wildlife Research*, 33(4), 321-330.
3. Ndlela, L. L., & Schmidt, S. (2016). Evaluation of wild herbivore faeces from South Africa as a potential source of hydrolytically active microorganisms. *SpringerPlus*, 5(1), 118.