

紅松鼠的甜點

Bernd Heinrich 著

陳景亭譯

林業試驗所森林保護系

在緬因州樹林中，我那小屋北邊原是一片老舊已遭廢棄的蘋果園；如今則被生長快速又繁盛的落葉林所取代，其中生長最茂盛的是紅楓和糖楓兩種樹。在這兒，林木很快就收回了原本屬於它們的土地，所以我得爲了在小屋的周圍保留一些空間和陽光，不停地和樹木們爭戰。在去除小樹好讓樹的密度降低一些的同時，我特別把糖楓樹留了下來，希望哪天能取到些樹汁。一直到了一個冬日我才發覺，我那些小糖楓所流出的樹汁早被人家取走了。

我一直在觀察大烏鴉，但就像以前常發生的一樣，最有趣的事情常常是意外地產生的。在一月底，經過了一個只有華氏五度（攝氏零下十五度）的夜晚之後，陽光普照的下午，我見到了一隻紅松鼠在小楓樹之間繞來繞去，不停地在小樹之間跳上跳下。刺眼的陽光正好將深雪反射到黃褐色光滑的樹皮上，我認爲這種天氣是最適合來採收楓糖的，不禁閉目想像一下我未來的娛樂。不過仔細一想，採收季節似乎提早了一個月。在緬因州這兒，大部分製糖的人要等到二月底、三月初才會鑿洞取樹汁。所謂的「大部分」指的是除了我現在正在觀察的紅松鼠以外的人。我看著牠停了下來，到底牠是不是正在小口小口的啃著樹枝？這會兒這隻松鼠可引起我的注意了。我看到牠不僅迅速地上上下下，還會在幾個固定點停頓一下，就是在那些與乾燥、淡色樹皮相對映的灰暗、潮濕的條紋上停頓。再慢條絲理地用牠那粉紅色的小舌頭一路舐著那些條紋。這下子，我不只是注意而已，我整個人都被吸引住了。

在小木屋的附近，至少有一隻紅松鼠已經對我的出現習以爲常了。事實上，去年夏天就有一窩小松鼠被養在小木屋旁邊一個餵小鳥食物的鳥屋裡。通常紅松鼠是惹人討厭的傢伙，因為牠們老是將木屋牆壁上木條之間的填充物抽走，做爲松鼠窩的襯裡。這麼一來，紅松鼠弄暖和了牠們的住處，却凍壞了我。我一直想把牠們給趕走，却徒勞無功。我敢說，至少到目前爲止，我所做的一切努力只有讓牠們更大膽而已。也許我只讓牠們學習到一點，就是我除了虛張聲勢之外，壓根兒傷害不了牠們。另一方面，我則接受了紅松鼠的溫馴——讓我可以觀察到牠們既渴切又專心地從一棵楓樹跳到另一棵楓樹——

做為我對牠們寬容的報酬。

從距離牠只有約2公尺左右的地方觀察，我看到一隻紅松鼠鮮明的粉紅色舌頭猛烈地舐動著。小傢伙從一枝樹條爬上去，然後再連跑帶跳地爬上另一枝枝條。要不然就是以頭朝下腳在上的姿勢，直線地跳躍到另一棵樹上去。這幅景象，讓我覺得牠就像一個小孩子走進糖果店裡興奮極了的樣子。到底牠們——馬上我就看到三隻了——是不是真的在糖楓樹上鑿孔好讓樹汁流出來，還是正巧樹枝被暴風折斷，使得樹汁從斷口流下來，牠們才去喝那些樹汁？

由於當時我對松鼠的行為一無所知，才會產生那麼幼稚的問題。如果我事先對松鼠的研究文獻有所了解的話，就不會在意我所見到的現象了。我會認為牠們只不過在舐舐樹枝而已，不會再去看第二眼的。但事實如此，我決定做進一步的調查。

後來我才知道，原來紅松鼠“鑿洞”取樹汁的現象，早就不是新聞了。在1929年羅伯·海特 (Robert T. Hatt) 老早就很詳細的描述過這種動物了。他敘述道：「紅松鼠會從受傷的枝條、啄木鳥的洞，甚至牠們自己切開的切口處飲用那些流出來的樹汁。」除此之外他還引用自然學家華頓 (M. A. Walton) 在1903年時描述他心愛的紅松鼠說：「每個春天，俾斯麥都會在我的小木屋周圍鑿洞取樹汁。牠一定從楓樹開始，最後才到樺樹。如果樹太小時牠就鑿樹幹的部分，當樹較大時牠就對著枝條下手。牠會咬穿樹皮再深入木質的部分，然後爬到樹枝或樹幹切口的下方舐著甜甜的樹汁。只要樹皮上有了破口讓樹汁流了出來時，俾斯麥一定不會放過它的。」

還有很多其他的文章多多少少都提到紅松鼠“鑿”樹或“舐樹汁”的事情。詹姆斯·萊恩 (James N. Layne) 在1954年發表有關紅松鼠生物學的論文中提到：「當居住的地方水分供應不足時，利用樹汁對牠們可能是很重要的事。」

然而從觀察到的行為看來，我並不認同松鼠舐樹汁只是為了解渴的說法。可以肯定的是，楓樹汁中含水量一般至少有98%。但對那些冬天在新英格蘭區活動的動物而言，水却不是稀少的必需品。因為到處都是雪和雪融化形成的水。如果松鼠要喝水的話，牠們不需要大費周章地在壓硬了的雪地上跑個老遠，再從一棵樹爬到另一棵樹去取得水來喝。牠們的腳底下就有得是牠們所要的水了！

我猜想牠們需要糖分做為能量的來源。由於我對動物熱力學很有興趣，我實在不能想像松鼠為什麼要費那麼大的勁去吃一種含水量高達98%的東西以取得能量。大家都知道松鼠一向喜歡高能量的食物。根據克里斯多夫·史密斯 (Christopher Smith) 在堪薩斯大學的研究發現，一隻紅松鼠每天至少需要117大卡的能量。我估計了一下，如

果一隻松鼠光靠喝樹汁過日子的話，牠一天至少要喝下四十加侖的樹汁才夠。很顯然地，這必然超過任何一隻松鼠所能負荷的量。當我愈想要澈底搞清楚松鼠行爲的時候；我就變得更入迷。

假如像我所想的，松鼠只是爲了要得到糖分，而不是爲了喝水的話，牠們是怎麼辨認出糖楓樹的呢？牠們又是怎麼把樹汁中的糖分給粹取出來？在我所住的小木屋附近，一般常見的樹就不下二十種。在冬天生產樹汁的只有紅楓及糖楓兩種樹，其餘的樹都在夏天生產樹汁，而且紅楓的樹汁又只有糖楓樹汁一半的濃度。在這種情況之下，一個高明的採糖人必須在沒有樹葉的情形之下，區分出糖楓、紅楓以及其他的樹種來。

接下來的一個問題是如何取到樹汁？這對擁有一對銳利門牙的松鼠似乎不是什麼大問題。大部分的樹，只要將樹皮內的形成層弄個缺口就能取得樹汁了。然而楓樹中具有糖分的組織並不在樹皮的內層，而是在形成層裡面的木質部。這就是爲什麼收集糖分的農夫通常要打一個深入樹中約7公分的洞的原因了。但是當我模仿著松鼠的動作，只在樹上挖個淺淺的切口時，我意外地發現在冬天裡，僅僅將楓樹表面剝去一點樹皮根本吸取不到樹汁。

對想要採收糖分的動物，另一個面臨的問題是如何掌握樹汁流出的時間。經過長久以來的經驗以及詳盡的研究調查，人們現在知道必須經過溫度大幅度的起伏之後，才能誘導糖楓汁持續地流出來。冬天和初春時樹汁在樹裡流動，到了夜間結霜的秋天，樹汁就比較不流動了，只有在經過冰凍、酷寒的夜間，次日溫度回升的日子裡才會有樹汁產生。不過即使冰霜持續不斷，在樹發芽或發芽之前，樹汁還是不會流動。

從這許多特性以及樹汁流動的時間性看來，要採收到楓糖需要一套特殊行爲的組合，而不僅僅是逢機就能取得。爲了解渴而胡亂地舐食從樹上流出的汁液則是一回極不相同的事。這些念頭雖然在我腦中，却大都還沒有成型，不過倒引發我有系統的去進行松鼠行爲的觀察。

松鼠所舐食的那些由樹汁流出所形成的濕淋淋條紋（圖）和旁邊小糖楓樹暗灰色的樹皮兩相對照顯得黑而發亮。表面上看起來就像水形成的條紋一樣，仔細觀察才發現不是那麼回事。有那麼一天，當樹汁源源不斷地流了出來時，我拿了一支通常酒商以及從事授粉的生態學家研究花蜜所使用的隨身折射計，測量了六十個鑿孔所含的糖分濃度。在幾根橫枝條上有一些切口，我趁樹汁滴到地面以前，在枝子的下方一滴一滴地收集樹汁。這些切口流出的樹汁含有大約4~5%的糖。對還沒有處理過的樹汁來說，這種濃度已經高得不比尋常，不過喝起來還是相當的淡。大部分切口的樹汁會沿著傾斜的枝

條或直立的樹幹流下形成細條，平均的長度約有 32 公分。這麼一來，樹汁立刻被樹皮的表面張力所“扣留”，形成一條好像漸漸乾了的燈心。樹皮將樹汁展延成一大片的表面積，以利樹汁蒸散。這些細條上面糖分的濃度幾乎都高於 6%，在某些部分甚至高過 55%——也就是我的折射計所能讀到的最上限。我所觀察到的松鼠幾乎都在那些細條上面舐食，似乎還會避開那些正從切口流出來比較淡薄的樹汁。在那些細條上面的糖漿已經快乾時，形成一層黏稠的透明片，松鼠們就用牠們的牙齒和舌頭一起把糖和黏附在上面的一層薄薄的樹皮給啃了下來。

兩天以後我的觀察證實了松鼠主要吃的是固體而不是那些樹汁。當天，氣象預報說



溫度仍將維持在零度以下，所以根本不會有樹汁流出。可是我所檢視的那六十個切口的含糖濃度都高過 55%。沒有那些新鮮而流動的樹汁似乎對松鼠一點也不礙事，而這也是我第一次見到五隻松鼠同時在進食。牠們所採收的幾乎是百分之百的糖，完全不必費神去對付那些阻礙進食的大量水分。回想起來，我的這個發現一點也不稀奇。在冬天時因為低溫使水濃縮，所以空氣較乾燥。當天氣暖和起來時（就像一個溫暖、陽光普照樹汁會流動的日子）空氣能立刻吸收較多的濕氣，使得蒸散作用進行得特別迅速。這麼一來，樹汁流出的最理想狀況正好和進行蒸散作用最理想的狀況相吻合。因此蒸散作用也就使得樹汁的分泌更流暢了。

紅松鼠特別造訪樹上有糖的切口處絕不是偶然的。牠們會想盡辦法把樹弄個切口做為糖水流出的地方。我從來沒有見過一個“自然產生”的切口。我所見到松鼠去過的數以百計的切口，沒有一個不是牠們自己鑿的，而且每一個切口都很明顯，易於辨認。

雖然從表面看起來好像是雜亂無章，其實松鼠鑿洞可是很有系統的。通常牠會在造訪舊切口的附近稍作停頓，啃一小口樹的幹或枝條。一個無意間啃出來的切口絕不會產生樹汁。就像前面所敘述的，要讓樹汁流出不僅需要穿透樹皮，還要深入木質部。每一個切口就只要啃那麼一下，利用牠那上下對稱的牙齒，像鑿子般乾淨俐落地一舉完成，

形成一個大約二毫米寬的深溝。當兩排牙齒穿過樹皮咬了下去之後，通常會把中間的樹皮擠得凸了起來。鑿洞並不是爲了要吃樹皮，松鼠們可是一點也不想鑿洞之時帶走任何東西；牠們甚至咬了一口樹皮之後馬上就離開，壓根不會留下來等待流出的樹汁，反倒是在幾個小時或者幾天以後再回到原來的切口處。在緬因州和佛蒙特州我一共檢視了三十二個在糖楓樹苗上的切口，其中有十幾個鑿痕是相同的。

松鼠對選來鑿洞的樹種具有高度的選擇性。一月廿八日在小木屋周圍我一共觀察了十五棵糖楓，其中共有一百五十八個鑿痕。相對的，其他的七十三棵（二十五棵紅楓、二十棵白楊、二十棵白樺樹及八棵蘋果樹）却一個切口也沒有。當我在一個月之後再去調查時，每一棵糖楓樹上的切口數目都比原來增加了兩倍，而其他的樹種仍然一個切口也找不著。整個夏天都沒有新的切口出現。但十一月底，在連續兩個白天溫暖、夜晚酷寒的日子之後，松鼠們又開始鑿洞了。

松鼠們能夠區分出紅楓和糖楓的不同令我非常地驚訝（因爲在冬季班的大四生態學測驗中，同樣的題目考倒了大部分的學生）。不過我猜想松鼠有部分是靠化學的方法對樹木加以分類，不像人類是以芽或樹皮的形態來分類的。松鼠能由氣味偵測出食物的本領早爲人所知。因此牠們到底是嗅出樹裡汁液的氣味，還是和我們一樣，根據適當的氣候去鑿洞？

松鼠通常是覓食完畢之後立即鑿洞。所以當前一個切口有糖產生時，那棵樹上馬上會有第二個切口出現，如此形成了一個正向的回饋途徑，亦即含糖濃度較高的樹上的切口數節節上升。在一棵紅楓樹上我從未發現超過六個的切口，然而在一小棵糖楓樹上的切口則高達一百零二個。

每一棵糖楓樹產生樹汁的量和濃度都不相同。例如生長在濃密森林裡，樹冠狹窄的糖楓樹所產生的樹汁要比生長在開濶地區（比方說我住的小木屋附近）的糖楓樹要少。這就可以解釋松鼠爲什麼會從附近的針葉林中跑到我木屋附近的糖樹叢來。在茂密的樹林中，我只能在樹上看到少數的切口，這是因爲那些成熟的樹都長得很高大，實在難以觀察切口到底有多少，所以我也沒有辦法獲得切口的數目。不過，松鼠們的活動範圍大都侷限在當時產糖量最多的樹木附近。

露西亞·傑克柏絲 (Lucia Jacobs) 在1989年十月號的自然史雜誌中描述到灰松鼠有很好的記性以及會爲自己貯藏食物以過冬的現象，紅松鼠也會貯藏食物，而且一定能牢牢地記得食物的貯藏地點。的確，在我印象中有些松鼠（特別是在我木屋附近那隻溫馴的松鼠）會固定地走一條“採集路線”。這個印象又從雪地上足跡的形式間接地得

以支持。經過一夜小雪，大約一公分厚的雪落在原先已經積得很厚而且被壓平的雪上面。我隨著那些足跡來回於我那些會產糖的樹叢中以找出那些松鼠最常去的樹木。當小傢伙們一吃完牠們早上的甜點回到樹林之後（有很多隻會在傍晚再回去吃），我隨即進行我的調查，時間是上午十點到十一點之間。雪地已記錄了牠們所作的選擇。在九十三棵有切口的糖楓樹中他們造訪了七十四棵，而其餘十五棵沒有切口的糖楓樹則無法吸引到任何松鼠。另外一百一十三棵沒有切口的其他樹木當中，則只有七棵曾經被松鼠爬過。可見松鼠專到那些牠們曾經鑿過洞的糖楓樹。

經過幾個小時之後，每個切口產生的糖量會有巨大的變化。然而我測量出來每個切口的平均產糖量為 81 毫克。以每 1 毫克糖可以產生 3.7 卡的熱來計算，一隻松鼠每鑿一個洞將可以得到 300 卡的熱量。雖然松鼠很容易就可以取得那麼多的糖，但以一隻成熟的雄松鼠一天需要 117 大卡的能量來看，這點糖實在算不得什麼。很顯然地，小傢伙們可不能光靠這麼少的甜點當做固定的飲食；在冬天時往往好幾個星期都沒有樹汁產生，更何況在松鼠依賴針葉樹種子以過冬的棲息地不見得找得到糖楓樹。

雖然鑿洞可能會滿足少部分（但也許很重要）松鼠所需要的能量需求，但却可能是生物社會中一些其他成員主要的食物來源。在糖楓樹生長的北美地區也能找到大約十二到十五種在冬天時活動的冬夜蛾亞科(Cuculiinae)蛾類。這些蛾類在活動時可以代謝作用維持體溫，因此是溫血的。由於牠們的代謝旺盛，需要大量的食物能源。大部分的蛾類和蝴蝶類都是以花蜜為食，雖然抹在樹上的糖漿能強烈吸引冬夜蛾，所以有人懷疑到糖楓的樹汁就是冬夜蛾的能量來源，不過冬夜蛾的能量來源過去一直不為人知。如果蛾類真的是以松鼠們提供的楓糖漿為食物的話，我們就可以解開部分冬夜蛾何以在冬天活動的謎了。

我已經瞭解紅松鼠並不是採取樹汁來飲用，牠們主要是採收楓糖做為食物。這個事實令我疑惑：從前的人怎麼知道從楓樹那幾乎無味的水溶液中可以提煉出好吃的東西來？觀察過松鼠之後，我認為很可能是松鼠引導人類的想法。如果真是如此的話，那麼松鼠當初的發現可就是價值千百萬美元楓糖產業的基石了。