

# 臺灣的節慶與化學：廟宇的過火儀式

陸冠輝

國立台中高級工業職業學校化工科

[luhgh@tcts1.seed.net.tw](mailto:luhgh@tcts1.seed.net.tw)

## ■ 何謂「過火」？

過火 ( Firewalking ) 是一種以赤腳的方式走過熱燙的木炭堆或石頭堆，這種儀式在全世界各地有一些人們或文化中在進行著，最早的過火儀式大約可以追溯至約紀元前 1200 年的印度鐵器時代，那是用來對個人力量及勇氣的測試儀式，也是對一個人在宗教上信念的檢定方式。過火在臺灣是民間常見的一種廟會活動，藉由這樣的儀式，神明可以更新神力、強化神威，而信徒可以除穢氣去厄運、消災解禍。

從許多節目及影片中看見，過火不可否認是一項具有危險性的宗教儀式，也經常發生許多燙傷的意外事件，而一般民眾都把這樣的傷害原因歸咎於「不淨」所造成的，但這種說法亦存有諸多疑問，那些能夠腳踩著

紅通通木炭的人們，為什麼一點事情也沒有，真的是神明有保佑呢？還是另有玄機呢？還是有科學的原理在其中呢？

## ■ 過火的儀式

在臺灣經常有過火的宗教活動，其中在宜蘭的二結鄉於每年農曆十一月十五日古公三王中三王公誕辰都會照例舉辦盛大的過火儀式，筆者於 2012 年有機會與王公廟董事長張明華訪問時提到，這是二結地區最具特色的民俗活動，已被宜蘭縣政府列為無形文化資產。這裡過火所用的木炭高達一萬多台斤以上，是全國最具規模的過火儀式，也吸引了許多民眾來觀賞。

在事前的準備工作，首先要施法、勒符，這目的是用以維護火場安全，並且安定過火



圖 1：過火前，施法、勒符，以維護火場安全



圖 2：過火時所用的鹽米（左）和摔鹽米（右）

信徒的心理作用，如圖 1 所示。另外一個重要的儀式就是「摔鹽米」，這在宗教的信念中，「鹽」「米」分別代表著「雷電」和「火石」，具有驅逐惡煞的功能，因此廣泛應用於各種除煞的儀式中，如圖 2 所示。但經本人的實地觀察，過火活動所用的鹽是海鹽，也就是含有大量水分的粗鹽，而米也是有泡過水的處理，這在科學上都具有降低溫度，減低過火人員燙傷的可能性。

張董事長說道：過火儀式是有一些禁忌的，例如事前要吃素三天、不近女色...等，這都顯示過火的神聖性。進行過火時會由執黑令旗者「開火路」衝過火堆，試探是否安全，然後神轎和信徒分別跑過火堆，如圖 3

所示。活動之後，不能親自參加過火的信眾也會帶著衣服在火堆上揮舞，祈求解消穢氣及厄運；甚至也有信眾取回灰燼，以庇佑宅第平安，如圖 4 所示。

## ■ 過火的科學原理

### 過火與熱的傳導

首先要了解熱的傳播有三種基本的途徑：「對流 ( convection )、輻射 ( radiation )、及傳導 ( conduction )」。

「對流」主要發生於氣體和液體，也就是流體，這是發生在密度大且較冷的流體取代密度小且較熱的流體之過程，也就是熱空



圖 3：神轎（左）和信徒（右）踏上炭火堆過火



圖 4：信眾帶著衣服在火堆上揮舞（左）和取回灰燼（右），祈求平安

氣上升，冷空氣下降的意思。在過火的儀式中，「對流」是不存在的，因為沒有任何的氣體或液體明顯地涉及其中。

「輻射」就像是電磁波一樣，不需要任何介質就可以進行的熱傳播，也就是過火時，周圍的人們會感受到炭火很燙的原因；然而，在實際的過火當中，「輻射」並沒有傳遞很多的熱量到腳上，因為在木炭上有一層薄薄的灰燼會阻隔輻射熱的傳遞，而且在過火時，腳掌與炭火的接觸時間是非常短的。

「傳導」是兩個物體相互接觸，熱量由高溫處傳遞至低溫處的現象。具體地說，金屬具有良好熱傳導性，既使著了火的木炭的非金屬是不良的熱傳體，大多數金屬的熱傳導度是非金屬如木炭或皮膚的幾千倍；再進一步地說，木炭的表面形狀是粗糙的，並沒有整個腳掌都接觸在炭火上，因此有技巧性地行走於炭火堆是可以避免燙傷的。

### 比熱和熱傳導性

下面有許多因素可以說明過火儀式的可行性：

1. 水是具有高比熱(  $1 \text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$  或  $4.184 \text{ J/g}\cdot\text{K}$  ) 的物質，而木炭的比熱是很低的，因此腳底（含有水）的溫度變化會比木炭來得小很多。
2. 水也是一種高熱傳導性的物質，與上一點結合說明，腳部的大量血液會帶走熱量並且傳遞散開來。從另一方面來說，木炭是低熱傳導性的物質，因此腳底部的皮膚只會接收到來自木炭的很少熱量。
3. 當炭火被降溫時，它的溫度就會低於閃火點 ( flash point )，因此就會停止燃燒，也就不再有熱量產生了。
4. 過火時人們是不斷地在行走，並沒有在炭火上停留太長的時間。

### 萊頓弗羅斯特效應

在物理學中，有一個科學名詞「萊頓弗羅斯特效應 ( Leidenfrost effect )」，這是德國科學家 [Johann Gottlieb Leidenfrost](#) 在 1756 年發現的一種效應，當水滴落在溫度超過  $200^{\circ}\text{C}$  滾燙的金屬板上時，水滴與金屬接觸的表

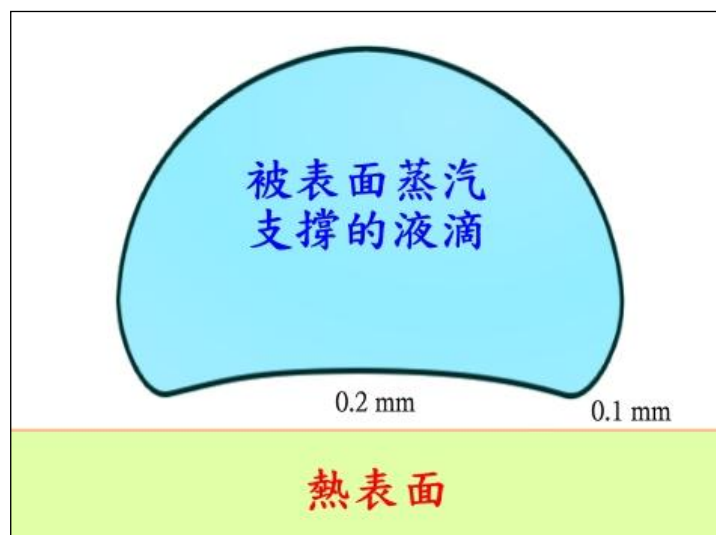


圖 5：萊頓弗羅斯特效應示意圖

影片 1：The Leidenfrost Effect - Growing a droplet, YouTube, [https://www.youtube.com/watch?v=Kt1eRy8x\\_Us](https://www.youtube.com/watch?v=Kt1eRy8x_Us).

面會瞬間蒸發產生蒸汽，蒸汽上浮的力量會托住水滴，使水滴懸空，讓水滴與金屬板之間產生隔熱效果（因水蒸汽的熱傳導率大約只有水的 1/10），水滴反而不容易蒸散，大大地降低水滴沸騰的速率，如圖 5 和影片 1 所示。

在民間的過火儀式中，人們可以跑過火

紅的木炭堆有同樣的效應。燒得紅通通的炭火溫度（大約有六、七百度）遠遠超過水的沸點，過火者的腳底先保持潮濕，再快速地跑過炭火時，汽化的水會在腳底形成保護膜，使得熱量不容易傳到過火者的腳部，這樣就不會被燙傷了。萊頓弗羅斯特效應的原理，在探索頻道（Discovery）的「流言終結者」節目也做過類似的實驗，他們是拿香腸放入燒鎔的鉛中，當接觸時間控制得當時，香腸真的可放入

高達 454°C 的熔鉛中而不會被煮熟。在日常生活中，廚師也常常利用這個原理來進行烹飪測試，就在炒鍋上灑了幾滴的水，如果會形成一顆顆的小水滴在炒鍋上跳來跳去，那麼表示溫度已經夠高了，可以開始炒菜囉。

### 炭火堆去水和紮實

據筆者在宜蘭二結王公過火現場的觀察，在過火儀式前，若木炭沒有燒到足夠的時間或沒有達到火紅的程度時，反而容易燙傷；這是因為木炭含有水分，會增加它的熱含量和熱傳導性，水分一定要完全地去除。因此，過火的準備工作一大早就開始，一直到下午才開始過火的活動，如圖 6（左）所示。在開始過火前，廟方會有專人用長竹竿在炭火堆上敲打，其主要目的是使炭火堆變得更緊實，以免過火時腳會陷入炭火中，如圖 6（右）所示。

度時，反而容易燙傷；這是因為木炭含有水分，會增加它的熱含量和熱傳導性，水分一定要完全地去除。因此，過火的準備工作一大早就開始，一直到下午才開始過火的活動，如圖 6（左）所示。在開始過火前，廟方會有專人用長竹竿在炭火堆上敲打，其主要目的是使炭火堆變得更緊實，以免過火時腳會陷入炭火中，如圖 6（右）所示。



圖 6：木炭燒成火紅，以完全去除水分（左）；及用竹竿敲打炭火堆使其緊實，以免過火時腳陷入炭火堆中（右）

### 變量設定點

為什麼人們可以赤足走在熱燙的木炭堆上呢？在大多的生物學領域中，可以用變量設定點（variable set point）的概念來說明，因為人們大部分的行為過程都是基於一個維持體內平衡或調節平衡的想法，而這個生物平衡的變量點可被視為我們身體的設定點（set points），這說明了體溫就是由下視丘（hypothalamus）所控制。

下視丘，是調節身體內臟活動和內分泌活動的高級神經中樞所在，又稱丘腦下部；它位於丘腦的下方，腦幹的上方，控制著身體的多項功能。在人體中，它和杏仁核的大小相當。下視丘腺體可以調節體溫、血糖、水的平衡、脂肪代謝、攝食習慣、睡眠、性行為、情緒、荷爾蒙（如：腎上腺素）的製造，以及自主神經系統。它接收從自主神經系統而來的訊號，並決定相應的行動。當人類遇到恐懼或興奮的事情，身體的自主神經系統會向視丘下部腺體發出訊號，從而使身體加速心跳和呼吸、瞳孔擴張，並增加血液流量，

以使身體能夠及時作出相應的行動。總之，其功能十分多樣化，整合及控制自主神經的活性、調節內分泌、與憤怒及攻擊的情緒有關、水分的代謝、調節食物攝取量、為恆定最高中樞與體溫調節中樞。

這些設置點的變量性可以說明松鼠如何能在冰天雪地下生存，也可說明人們發燒時為什麼會畏寒發抖。這些人體忍耐所引起現象的原因是丘腦下部重新分別建立較低和較高的設定點。人們可以赤足走在熱燙的木炭堆上的原因是丘腦下部重新建立較高的設定點。

### 生物回饋機制

另外，在生物學上還有一個概念可以用來說明人們可以進行過火儀式的原因，那就是生物回饋機制（biofeedback）。現今科學發達，各種神奇的特異功能雖然不存在，而我們又沒有辦法憑著思考或想像去改變外界事物，但可以透過電子儀器的幫助，搭配深呼吸、冥想、自我對話等放鬆技巧的練習，也就是生物回饋法，學會如何用「心」調整體

內生理反應，降低壓力造成的傷害。當我們遭遇壓力時，便會激發交感神經運作，促使身體進入備戰狀態，常見的反應有心跳與呼吸加快、血壓升高、肌肉緊繃、胃腸蠕動與尿液減少等。這樣的興奮狀態，能讓我們當下有足夠的能量對付外界威脅。但若持續過久或慢性化，則易因身心資源耗竭，導致疾病發生。而生物回饋就是將壓力引起的諸多生理活動，轉變為感官可察覺到的物理訊號，並藉由反制約的原理，並且利用意志自我控制，進而達到紓壓的效果。

目前實驗心理學家與生理學家之間的努力研究下，很明顯地可以透過使用心理技術對患者的醫療問題來達成某些戲劇性的收益。如果心理技術有可能被用於改善醫療條件，那麼類似的技術也可以被用來讓人們在他們的腳下忍受高溫，這樣看起來過火儀式是非常可行的。

## ■ 結語

廟宇節慶的過火可以用：(1) 水的高比熱和高熱傳導性與木炭的低比熱低熱傳導性，和(2) 萊頓弗羅斯特效應等科學原理來詮釋。在過火時，如果信徒與炭火的接觸時間過長，就會造成熱傳導效應的增長。因此，過火時的行走速度必須適當，不可太慢，否則會增加燙傷的機會。

以民俗的角度觀之，廟宇的過火儀式係藉由宗教的信仰力量使信徒有勇氣踏越熱通通的炭火堆。透過過火的儀式，信徒原本對神明的信心，轉化成對自己的信心，運用意志自我控制，進而達到紓壓的效果。這樣具

有勇於接受挑戰、撫慰自我心靈及重建自我信心等功能的過火儀式似乎可以用：(1) 人的丘腦下部重新建立較高的設定點，和(2) 生理學上的生物回饋機制並搭配實驗心理學的技術來詮釋。

## ■ 參考資料

1. Firewalking, Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Firewalking>.
2. Firewalking Myth vs Physics, <http://www.pitt.edu/~dwilley/Fire/FireTxt/fire.html>.
3. The Physics of Firewalking, <http://io9.com/5928230/the-physics-of-fire-walking>.
4. Why Fire Walking Doesn't Burn: Science or Spirituality? [http://news.nationalgeographic.com/news/2005/09/0901\\_050901\\_firewalking.html](http://news.nationalgeographic.com/news/2005/09/0901_050901_firewalking.html).
5. Fire Walking Explained, <http://www.skeptics.com.au/publications/articles/fire-walking-explained/>.
6. Firewalking: A Theory Based on Biofeedback and Variable Set Points, <http://serendip.brynmawr.edu/bb/neuro/neuro00/web2/Shaw.html>.