

震撼世人的通古斯事件

文/ 張桂蘭

在所有人類已知可能是由小天體造成的撞擊事件中，最著名的莫過於通古斯事件（Tunguska event）。

爆炸

1908年6月30日¹，晴朗無風無雲的清晨，俄羅斯西伯利亞中部貝加爾湖西北方通古斯河下游（Lower Tunguska River）及勒那河（Lena）流域，居民正在享用早餐之際，剎那間天空有個幾與太陽等亮的巨大火球呼嘯而過，於當地時間7:14在高空引發劇烈爆炸與森林大火，歐亞大陸上各地震觀測站都測量到明顯的地震波；而爆炸造成的大氣震波至少環繞地球兩圈才平息。

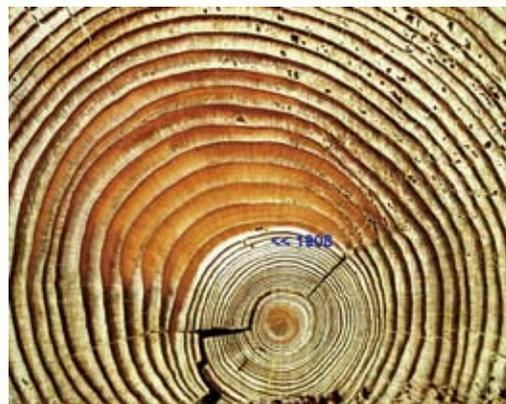


圖1. 科學家在通古斯地區研究樹木年輪，發現1908年後的年輪有明顯增寬現象，顯示爆炸的高溫促使樹木快速生長。

◎¹此處所用日期與時間均為格里曆的通古斯河當地時間（國際標準時+7小時），與臺灣地區（國際標準時+8小時）時差為1小時。1908年6月30日相當於俄羅斯當時使用的儒略曆6月17日。

Tunguska Event

通古斯事件100週年誌

當地農民表示：爆炸前，幾乎整個北邊天空都籠罩在大火中，感覺到乾燥熾熱的風猛然襲來，彷彿身上的衣物著火了，並不時聽到爆裂聲。爆炸時，他們聽到好幾聲劇烈爆炸聲，之後還被震波震飛了好幾公尺遠而昏厥，窗破屋毀者不在少數，並看到蘑菇狀濃煙翻滾，塵雲蔽日，地表搖晃不已，彷彿世界末日降臨。

從6月30日到7月2日，俄羅斯與北歐地區天空明亮不已，夜晚時的雲朵都在發光，暮光顏色也相當怪異。由當時德國和英格蘭的光譜觀測顯示，這些輝夜（nightglow）發光現象與一般極光不同；數個月之後美國史密松尼恩天文物理台（Smithsonian Astrophysical Observatory）和威爾遜山天文台（Mount Wilson Observatory）觀測到大氣透明度才漸漸改善。法國光學天文學家Felliks de Rua後來首度提出6月30日的通古斯事件，應是受到來自太空塵雲襲擊的結果。

驚 嚇

由於通古斯偏僻而獨立，再加上當時俄羅斯連續經歷了第一次世界大戰、1917年革命和內戰，早期即使有通古斯事件的相關記錄也可能都已逸散。直到1921年之後，俄羅斯礦物學家Leonid Kulik才假藉要研究從隕石提煉鐵礦以挽救蘇維埃工業之名而進行調查。

他們於1927年抵達爆炸事件發生的區域，調查工作持續10年以上，並於1938年安排空照偵測，發現疑為爆炸點處的原始林，有高達2150平方公里、8000多萬顆的樹木成放射狀傾倒，這個



通古斯的樹木傾倒方式與範圍如蝴蝶狀。

蝴蝶狀的受害範圍只比臺北市加臺北縣的總面積稍小一些，相當驚人。然而在中心點附近卻只見範圍廣達50平方公里的燒焦樹林，沒有明顯的隕石坑，更遑論他們企盼的隕鐵。不過奇怪的是，在這個災區中心裡有少數挺立未倒的樹木，其樹幹和樹枝上的樹皮都被剝離。

從現場樹木倒塌的範圍、程度和歷史紀錄的狀況，科學家們推測爆炸威力高達10~15百萬噸TNT炸藥—約為廣島原子彈爆炸威力的1000倍左右，在當地造成的芮氏地震規模高達5.0。這是人類有紀錄以來，規模最大的撞擊事件；如果撞擊的地點不是西伯利亞這樣地廣人稀之處，而是再稍偏一點的俄羅斯或歐洲人口稠密地區，其威力足以摧毀一個大型都市，死傷人數將無法計數。

猜 測

事件發生至今，當人們愈瞭解這個事件，才愈驚覺其嚴重性，導致各種猜測紛紛出籠。有人認為是上帝即將使世界滅亡的徵兆，有人認為是外星

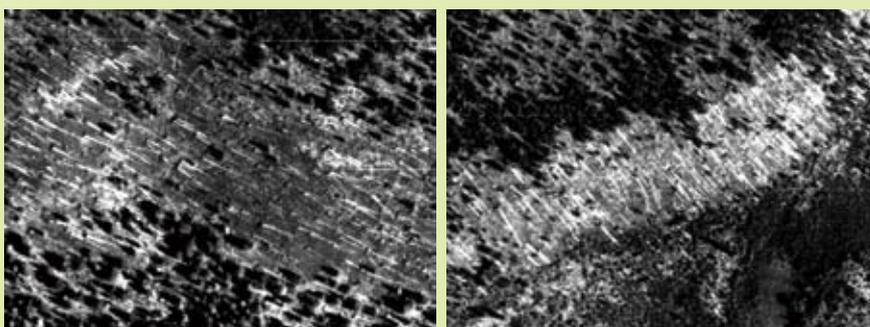


Leonid Kulik



1928年通古斯探測隊的工作狀況。

1938年Kulik以空照方式觀測通古斯地區的照片



爆炸現場處處可見樹木傾倒折斷的景象。



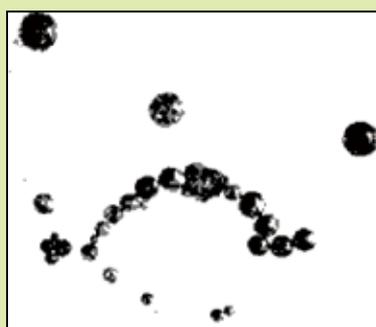
人攻擊事件。有訪查結果指出爆炸點方圓100公里範圍內的居民因受到衝擊而相繼死去，也有科學家指出此地於爆炸後曾有段時間天花蔓延。

在1950~1960年代歷次探勘中，科學家從該地土壤中篩出微小的玻璃球體，化學分析顯示球體中的鎳和鈦等元素含量極高；通常在隕石中才有如此狀況，科學家因而確認這起撞擊事件的肇事者確來自地球以外。唯所爭議者，是撞擊者究竟是流星體、黑洞、小行星、彗星、反物質組成的天體還是外星人的太空船墜機事件。目前科學界主流意見認為是有個流星體在地表上空約5~10公里之處爆炸的結果。

A. 流星體

每天落進地球大氣中的流星體非常多，大都非常小，偶有大流星體。當流星體進入地球大氣，通常會在大氣中燃燒殆盡或產生爆炸。一顆直徑約10公尺的流星體會產生2萬噸的爆炸威力，平均約1年發生1次以上這樣的爆炸，但多半發生在大氣上層；如通古斯事件這樣的百萬噸級事件則相當稀少，估計約每300年才會發生1次。

科學家曾在1950年代和1960年代嘗試以實驗重現通古斯事件爆炸現場。結果顯示大爆炸引起的震波會垂直地將爆炸正下方的樹皮扯開，稍遠



在通古斯地區土壤篩出的微小玻璃球體，是疑似來自隕石的遺物。

一點的樹木則會受到近地水平向外傳播的震波而呈輻射狀傾倒。另外，用火柴製成的模型森林及電線製造出小型爆炸，模擬爆炸後的傾倒狀況類似通古斯的蝴蝶狀傾倒模式，結果顯示這個天體以方位角約115度、仰角約30度的角度接近通古斯地區，最後在半空中爆炸。

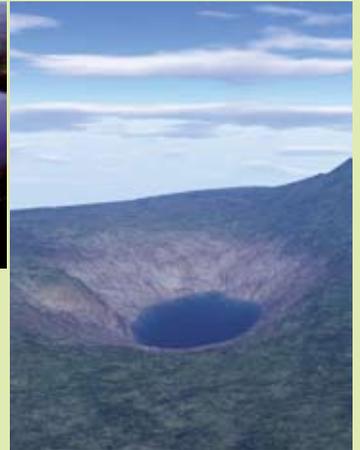
B. 小行星或彗星？

不過，科學家對這個流星體的真身一直爭議不斷。英國天文學家惠爾普（F.J.W. Whipple）曾在1930年提出「小彗星假說」：彗狀流星體主要是由冰與塵埃組成，在與地球大氣衝撞過程中完全蒸發，無法留下明顯的痕跡；而殘留在大氣上層中的彗尾冰粒與塵埃也可引起歐亞地區撞擊後數天的輝夜現象。有天文學家於1978年提出建議，認為通古斯天體可能是恩克彗星（2P/Encke）的碎核，因為

直到現今，森林雖已逐漸恢復生機(上)，但仍處處可見受爆炸影響，燒毀、蟻曲的樹幹。(下)



齊哥湖 (Lake Cheko, 上) 及學者探測後繪製的湖底立體圖 (右)。



影響的受害範圍則將相當廣泛。

義大利學者於1990年代於撞擊區採集樹幹中的樹脂樣本，檢測其中於1908年捕捉到的粒子，發現其中絕大多數的成分在岩質小行星相當常見，但在彗星中則相當少見。



義大利學者於1990年代採集的通古斯樹脂樣本。

通古斯事件發生時間恰好與恩克彗星引起的金牛座Beta流星雨極大期吻合，天體軌跡也近似。

1983年，天文學家Zdeněk Sekanina反駁認為：彗星物質組成的天體以這麼淺的角度穿越地球大氣時應會完全崩解，不應如通古斯天體般接近地表，因此通古斯天體應是來自小行星、質地比較密的岩質天體。2001年有新研究結果顯示這個天體應來自小行星帶，強烈支持Sekanina的小行星假說。但彗星假說的擁護者則認為死亡彗星遺留下的岩質彗核，也還是可能像通古斯天體那樣穿越大氣至接近地面之處。

小行星假說的主要問題在於：按理來說，岩質天體應該會在地面遺留下一個明顯的隕石坑；然而數次調查卻都沒有發現。有人提出假設：可能是大氣壓力和高溫恰好達到使小行星幾乎完全崩解爆炸的臨界點，因而沒有遺留下任何明顯的隕坑；爆炸的碎片散佈至上層大氣中而引起輝夜。1993年科學家的模擬結果顯示：這顆岩質天體的直徑約60公尺左右，其物理性質應介在一般的球粒隕石 (chondrite) 和碳質球粒隕石之間。

有科學家解釋：岩質流星體潛入地球大氣的過程中，當阻力大於天體物質之間的黏滯力時便會崩解飛散，一次將所有的能量釋放完；這種狀況下不會遺留任何隕坑，而受到爆炸震波和熱力

C. 發現隕坑？

2007年6月，義大利波隆納大學的科學家宣布：通古斯爆炸點北北西方約8公里遠處的齊哥湖 (Lake Cheko) 底部有個小型的碗狀結構，極有可能是通古斯撞擊留下的隕坑。但另有學者指出：早在1961年的探勘中，就已測量出齊哥湖底厚達數公尺的沈積物至少有5000年之久，因而將齊哥湖排除在通古斯事件的隕坑名單外。不過，這些科學家並不氣餒，繼續在齊哥湖尋找這個碗狀結構的起源。

D. 其他假說

天然氫彈

有科學家曾在1989-1990年建議：某些進入地球大氣的彗星若含有大量的「重氫 (氘)」成分，可能會產生核融合反應，合成碳14。這個天然氫彈會釋放大量能量而產生劇烈爆炸。不過這

個觀點與目前已知的彗星組成成分和點燃核融合反應所需的溫度壓力狀況都不吻合。

黑洞

美國德州大學物理學家Albert A. Jackson和Michael P. Ryan於1973年指出：通古斯事件很可能是個質量約 10^{17} - 10^{19} 公斤的小黑洞穿越地球時引起的。不過並沒有發生小黑洞從地球另一側穿出時引發的第二次大爆炸，將地球內部的物質拋向太空或是爆炸引發的地震，因此這個理論後來也被捨棄了。不過，這個理論後來被Larry Niven用在科幻小說「The Borderland of Sol」中，還有David Brin的長篇小說「Earth」與Bill DeSmedt的小說「Singularity」中。

反物質 (Antimatter)

Cowan、Atluri和Libby三位物理學家於1965年提出理論，認為通古斯事件是因一團反物質從太空掉落地球而引起的。不過這個假說無法符合前述特殊礦物檢測結果，所以也被踢出局了。此外，也沒有天文證據顯示我們宇宙中存有這種反物質團；如果有這種反物質天體的話，應該經常會在星際介質中與一般物質對滅而產生許多高能伽瑪射線。

幽浮墜毀

許多幽浮迷宣稱通古斯事件是外星人太空船爆炸的結果，甚至宣稱是外星武器阻止了一場毀滅地球的威脅。這些故事似乎都是起源自蘇聯工程師Alexander Kazantsev於1946年所寫的科幻小說中一火星人的核能太空船到貝加爾湖尋求新鮮水源時，不幸在半空爆炸。後來陸續有科幻小說家採用這個概念，讓許多幽浮迷最後認為通古斯事件根本就是「俄羅斯的羅斯威爾事件 (the Russian Roswell)」，甚至有發現外星人太空船的傳聞。不過因通古斯地區恰好位在俄羅斯白寇努爾宇宙發射場 (Baikonur Cosmodrome) 的火箭路徑上，當然會留有許多俄羅斯太空船殘骸——大部分是1960年12月22日發射失敗的東方5號 (fifth Vostok) 殘骸。

參考資料：

<http://www.tunguska.ru/>

abob.libs.uga.edu/bobk/tungmet.html

<http://www-th.bo.infn.it/tunguska/index.html>

張桂蘭：任職於臺北市立天文科學教育館

由隕石撞擊地面的可能性談

隕石和太陽系的形成

文/ 劉名章

緒論

太陽系的形成，一直以來都是天文學家與行星科學家相當感興趣的一門課題。天文學家透過地面或太空望遠鏡，觀測恆星形成區，希望藉由其他恆星的形成，來回推四十六億年前太陽系形成時的環境與現象，並且試著印證天文物理學家的優美（或龐大）數學式下的恆星形成物理。

一般而言，恆星的形成可以粗分為幾個階段，從緻密分子雲核心的塌縮，到原恆星吸積（即恆星周邊物質不斷往原恆星上面疊加）與吸積盤（原恆星盤）的形成，到原恆星持續吸積，增加質量，同時吸積盤逐漸消失，最後到星球的中心溫度足以點燃核融合，吸積盤物質