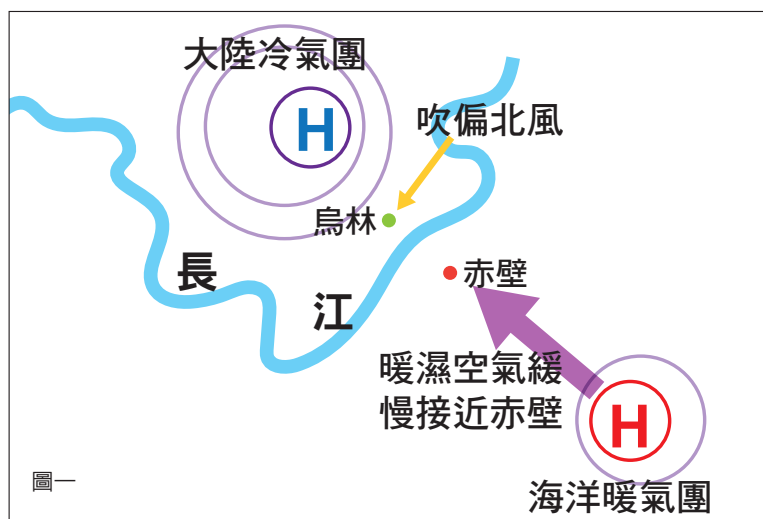


草船借箭有玄機

三國時期大小戰役不勝枚舉，各國霸主旗下英雄豪傑人才輩出。每場戰役中的鬥智、鬥勇堪稱一絕。小說中虛虛實實，除了以文學價值判斷，若能以科學探究精神切入文學，亦能有意想不到的收穫與體會。

文 / 邱上容、盧素靖暨跨域團隊 (嘉義市大業國中)



圖一



三國是影劇、電玩愛用的題材，圖為吳宇森執導的《赤壁》。(圖 / 福斯提供)

已知暖空氣接近 推算三日起大霧

三國演義故事情節寫到：

肅曰：「先生真神人也！何以知今日如此大霧？」孔明曰：「為將而不通天文，不識地理，不知奇門，不曉陰陽，不看陣圖，不明兵勢，是庸才也。亮於三日前已算定今日有大霧，因此敢任三日之限。」

孔明透過觀察赤壁附近陸上天氣由乾燥轉成微風潮濕，推算出南方一定有大量暖濕空氣慢慢接近赤壁，當暖濕空氣接近到冷的江面必會起大霧。孔明再依暖濕空氣移動的速度推算，即可算出三日內長江必起大霧。

以「氣象學」的觀點看「長江起大霧」事件，濃霧形成的條件是有充足的水氣、低溫的陸面或水面，以及微風。推論如圖一所示，赤壁的東南方有暖氣團緩慢靠近，提供足夠的水氣量，恰逢冬季長江江面呈低溫狀態，外加上有偏北的微風(3-5m/s)，皆有助於濃霧的形成，此種霧在氣象學稱為平流輻射霧。

孔明借對東風 一把火擊潰曹軍

根據《三國志》記載，曹軍以80萬大軍在赤壁與孫劉聯軍對壘，雖然後人考證曹軍實際數量約17、18萬，不過相對於孫劉聯軍的5萬人，兩方軍力差距仍大大降低孫劉聯軍的勝算。生長於北方的曹軍接連發生水土不服、染疫、暈船等事件，曹操將軍隊部署在長江北岸的烏林，為避免船艦的搖晃讓士兵身體不適，船艦之間還以鐵鍊相連，孫劉聯軍則位於長江南岸的赤壁與曹軍形成雙方對峙的陣仗。

赤壁之戰的那一把火，徹底擊垮曹操一統中國的雄心。那一把火之所以能讓曹軍船艦毀於一旦，歸功於那一陣風，風向不對則火攻無效。所謂的東風是指來自東方的風。赤壁(圖一的紅點)位於烏林(圖一的綠點)的東南方，所以「孔明借東風」裡的「東風」正確說法應該是「東南風」。

知識BOX

平流輻射霧

兼備平流霧與輻射霧性質的霧。平流輻射霧的形成過程中，一開始主要由暖濕空氣平流作用供應充足水氣，入夜後，因輻射冷卻在深夜時氣溫會達到最低，使得空氣中水氣飽和，凝結成小水滴量亦達最大，此時微風吹拂江面容易生成濃霧。平流輻射霧是濃霧的常見主因，多產於江面上或沿海陸地。

氣團

當龐大空氣團停留在一、兩千公里以上廣大地區一段時間後，會形成溫度、濕度與密度等性質相似且均勻的空氣。一般而言，氣團都是高壓系統，所以大陸冷氣團是冷高壓，海洋暖氣團是暖高壓。

比熱

使1公克物質上升或下降1°C所吸收或放出的熱量。因物質的組成成分不同，物質的比熱也不同，砂的比熱值0.19卡/公克·°C明顯小於水的比熱值1.0卡/公克·°C。比熱小的物質具有「易冷易熱」的特性。

孔明如何借東風

小說裡描述孔明搭建9尺高的七星壇，召集120人搖旗作法向天借風，讀者想必理解這段描述多屬文學誇飾，若要進一步考究，西元208年黃蓋詐降的那一晚，赤壁之戰的東南風究竟從何而來？本文試探兩種可能。

空氣 從高壓往低壓 風向 恰好是東南方

如圖二所示，烏林附近曾有中國歷史上最大的淡水湖「雲夢澤」，它最大時水域面積有四萬平方公里，含水量很多。赤壁附近有座幕阜山海拔約1600公尺，占地6500公頃，呈東北西南走向。夜晚，幕阜山（主要成分：

砂）因比熱小降溫速度較快，冷空氣因密度大而下沉，於是在幕阜山形成高壓區。相對的，雲夢澤（主要成分：水）形成低壓區，空氣很自然的由高壓區往低壓區流動，風向恰好是東南方，如圖二的白色箭頭。

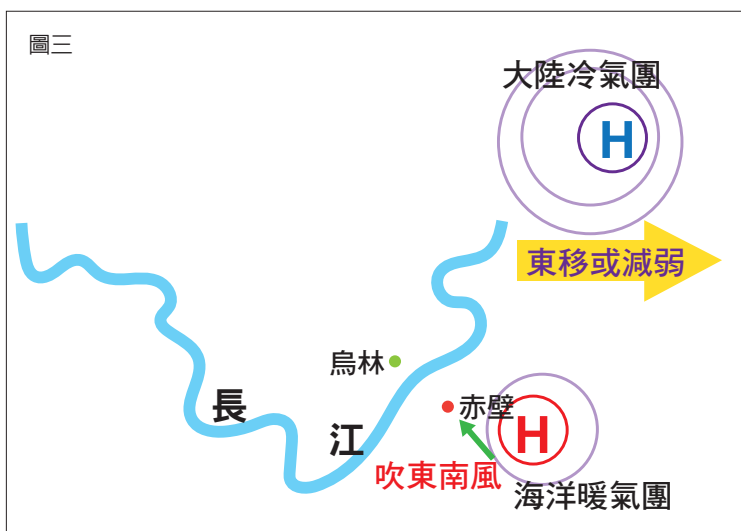


大陸冷氣團 如果減弱 海洋暖氣團 移向赤壁

一般而言，冬季中國大陸主要受到蒙古大陸冷氣團（冷高壓）的影響，盛行偏北季風，天氣寒冷乾燥。夏季主要受到海洋暖氣團（暖高壓）的影響，盛行東南季風，天氣溫暖潮濕。

孔明借東南風的季節是農曆11月，時序入冬，曹營烏林一帶吹偏北風又

屬寒冷乾燥的天氣。假設北方的大陸冷氣團勢力減弱或東移，這樣會導致赤壁東南方的暖氣團有機會緩慢靠近赤壁（如圖三所示），風向則由原本的偏北風轉成東南風，天氣型態由冷乾轉成暖濕。



反間計先殺蔡瑁張允 讓曹營無人洞悉天機

三國時期「草船借箭」和「孔明借東風」兩個事件，同時都能以「氣團」來解釋，其實氣團的移動是有跡可循的自然現象。例如：草船借箭時，長江深夜起大霧，「起大霧」在氣象學上所代表的意義是天氣型態即將有所改變，進而可能引起風向的改變。孔明知道、周瑜知道，曹營水軍中的蔡瑁、張允兩位將軍也知道。

故周瑜先用反間計，殺了兩位將軍，讓曹營中無人知道長江起大霧後，風向可能即將改變轉吹東南風，不利駐守長江北岸曹操水軍的攻防。而後，東南風一起，周瑜利用風勢火燒曹營連環船，曹軍被打得落荒而逃，造就大家耳熟能詳的赤壁之戰，以及隨後的三分天下。

三國看更多

三國歷經無數改編，吸引讀者百讀不厭，IP經濟帶來跨界影響力，是經典再造的絕佳典範。好讀週報與聯合學苑推出「玩轉經典 跨領域三國」系列活動，結合閱讀、直播、遊戲、文創等活動，詳情可上「聯合學苑」。



鄰近三國赤壁戰場的仿古建築。(圖/聯合報教育事業部提供)