



生存魔術師

水熊蟲

學生：許禮東
指導老師：齊德珍
班級：303

創思組112級108學年報告作品

目錄

- 壹、研究動機
- 貳、研究目的
- 參、研究方法
- 肆、研究內容
- 伍、研究結果
- 陸、參考資料
- 柒、爸媽的話

壹、我想探討「水熊蟲」是因為.....

我在七歲的時候就知道「水熊蟲」這種生物能忍耐各種環境，那時候剛好有顯微鏡，於是我採集了苔蘚回家觀察，但是都沒有看到牠。當要決定研究主題時，我想起了牠，我期待更進一步的觀察牠並了解牠的知識，另外我覺得牠很厲害、很可愛，於是我決定要研究「水熊蟲」。

貳、關於「水熊蟲」，我想要了解

- 一、水熊蟲的生存特色
- 二、水熊蟲的外表
- 三、水熊蟲的器官系統
- 四、水熊蟲的生長
- 五、水熊蟲的種類

參、為了完成研究任務，我用的方法有.....

- 一、圖書館主題書籍
- 二、網路資料

肆、經過了努力的研究，我發現了……

一、水熊蟲的生存特色

(一)真空

2007年，兩種水熊蟲被帶到外太空，分為三組，第一組在真空和有宇宙射線的環境內，第二組在真空，宇宙射線和兩種紫外線照射的環境，第三組更厲害了，水熊蟲被放到真空、宇宙射線和全部種類的紫外線下！但令人驚訝的是三組水熊蟲都有存活並回到地球的個體！由此可知水熊蟲可以抵抗許多人類無法存活的环境，有：真空、高溫、低溫、壓力、紫外線、微波、倫琴射線、宇宙射線、太陽風、乾旱、輻射和化學溶劑，因為牠們會「隱生」。

(二)隱生

隱生是指生物脫水，降低新成代謝。水熊蟲在隱生時，新成代謝會降低到10%以下，1995年，兩位科學家在浮沉子裡裝隱生的水熊蟲和二氧化碳吸收劑，當氣體的成分或體積發生變化，也就是說如果水熊蟲在隱生時，繼續呼吸，會將氧氣消耗轉化成二氧化碳，成份發生改變，浮沉子就會下沉。實驗證實水熊蟲在隱生時也會有新陳代謝。另外，水熊蟲在隱生時，會讓海藻糖——昆蟲的血糖——佔體重的2%，水熊蟲在正常狀態下，海藻糖只有0.1%的比例。

水熊蟲有四種隱生，最常見的是「無水隱生」，水熊蟲用它來對抗乾燥，當人類的血管有高滲透壓，人類會死亡，但水熊蟲用「變滲隱生」來對抗它。無氧時，水熊蟲使用「缺氧隱生」，低溫時，水熊蟲會用「低溫隱生」。但當牠隱生時，細胞應該會乾掉，也會被氧化而脆化，可是水熊蟲的身體有一種抗氧化的酵素系統，讓水熊蟲的細胞不被氧化，科學家認為水熊蟲在脫水時，有一種蛋白質持續運作，不讓細胞核損壞，水熊蟲也有兩種蛋白質可以讓細胞耐熱。另外，水熊蟲從出生到死亡都可以進行隱生。

圖1.隱生時的水熊蟲



(三)乾旱

水熊蟲在無水隱生時，除了有兩種蛋白質讓牠耐乾燥，海藻糖也會結晶並保護水熊蟲的細胞不會因缺水而乾掉、變形。另外，也有科學家說水熊蟲的所有品種只要環境很快變乾燥，來不及隱生便會死亡，但即使乾燥過程變慢，有些長期活在水裡，而且不需要擔心環境變乾的水熊蟲缺

乏無水隱生的能力，就會死亡。

(四)輻射

輻射包含紫外線、微波、倫琴射線...。隱生時的水熊蟲能忍耐連續6小時連續照射，但正常的水熊蟲只能忍受1個半小時，微波正常的水熊蟲因為體內含有水分子，會振動，數秒就會死亡，但隱生時水熊蟲毫無水分子，所以牠安然無恙。另外，人類只要500倫琴的x射線就會死亡，但水熊蟲要57萬倫琴才致命，那是因為水熊蟲有一種獨特蛋白質可以保護牠的DNA，有科學家將這種蛋白質轉植到人類的腎臟細胞，發現比一般的腎臟細胞多承受 $\frac{2}{5}$ 的x光。

(五)溫度

水熊蟲可以忍受高達151度的高溫 and -273.1425度的低溫，有科學家在冰凍30年的冰塊標本解凍後發現裡面的水熊蟲還可以活動。有人做過實驗證明水熊蟲在極端溫度變化：151度15分鐘到-190度5小時都不會死亡。

(六)化學溶劑

水熊蟲可以在百分之0.4%的鹽水中活動，在百分之15的鹽水中，他們可以在10秒內進入變滲隱生。2001年，科學家把水熊蟲泡進乙醇中，牠們會全部死亡，但如果放入有疏水性的己醇和丁醇，水熊蟲還不會死亡。

(七)壓力

水熊蟲可以承受到7萬5000大氣壓才會死亡，深海還可以活動。

二、水熊蟲的外表

(一)長度

很多人說水熊蟲是多細胞微生物，牠雖然只有一毫米左右的大小，還是屬於「緩步動物門」的動物。目前發現過最大的水熊蟲有1.2毫米(成年)，最小的有0.05毫米(幼蟲)，一般的水熊蟲是0.1毫米到1毫米(成年)。

(二)顏色

水熊蟲的顏色取決於牠吃什麼食物，例如：吃了胡蘿蔔素的食物，橘色的色素沉澱在水熊蟲體內，水熊蟲就變成橘色了。水熊蟲的色素排出去後，就是透明的。但水熊蟲其實各種不同品種都有不同的顏色。

圖2.水熊蟲的外表

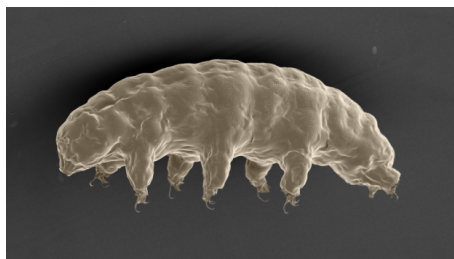


圖3.吃了苔蘚的水熊蟲和苔蘚生物在光學顯微鏡下的樣子

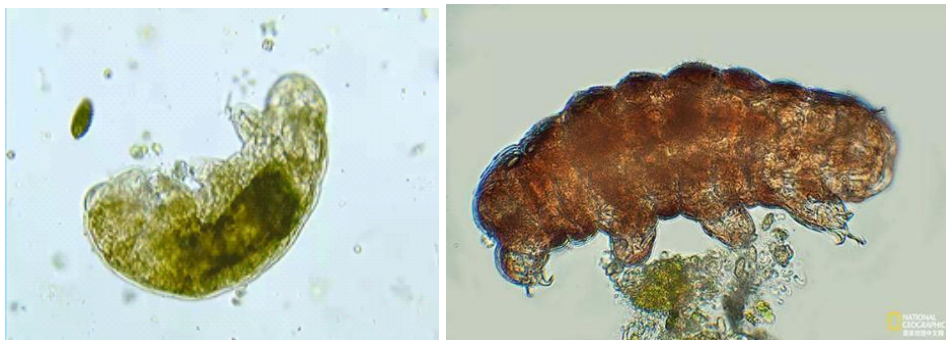


圖4.紅色的水熊蟲，可能吃了含有胡蘿蔔素的食物

三、水熊蟲的器官系統

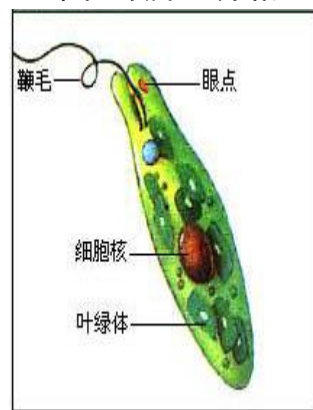
(一)消化系統

科學家因為水熊蟲太小無法解剖並觀察消化系統，所以認為水熊蟲圓盤狀而且裡面有鋸齒的口器充分摩擦食物後，經過管道吸收養分後排出體外，就是牠的消化過程。簡單來說水熊蟲的消化系統只有口器和可以吸收養分的管道而已。

(二)神經系統

水熊蟲很小，但是牠的神經系統非常複雜，遍佈頭、八隻腳、身體內部和腹部、背部...全身。大部分的水熊蟲有四個神經節(神經細胞)互相連通，其中靠近頭部的神經節最複雜，有連通到稱為「眼點」的器官，目前還不知道眼點的功用。另外，水熊蟲頭部的神經節也有連到在眼點附近的凸起物或短硬毛，科學家認為那兩個凸起物有偵測食物或周圍空氣流動的功用。

圖5.眼點的介紹



(三)呼吸系統

水熊蟲是如何呼吸的呢？牠的體積太小，不可能有肺或鰓，科學家認為水熊蟲藉由「擴散作

用」將周圍空氣或水中的水分中的氧氣吸入水熊蟲外皮上的小洞，所以水熊蟲不算是陸生動物，因為牠沒有在隱生時，還需要在外皮維持一點點水分。

四、水熊蟲的生長

(一)卵

水熊蟲的卵非常小，外皮也非常堅硬，科學家常用卵的形狀區分物種的不同。而且水熊蟲的卵也可以在惡劣的環境存活兩個月以上才孵化，或繼續不孵化直到死亡；在良好的生活環境卵只要兩周就能孵化。最後，水熊蟲最多能產出18顆卵，平均3-4顆。

圖6.水熊蟲堅硬的卵



(二)脫皮

水熊蟲為了生長也會脫皮，當水熊蟲孵化時，就算脫一次皮了，稱為「一齡」的幼蟲，當雌性的水熊蟲脫第三次皮以後，每次脫皮就會順便產卵，產完後會和卵一起待在皮蛻內，三齡的雌性

水熊蟲一定要爬出皮蛻，否則會因呼吸消耗氧氣而死，如果皮裡面的卵孵化了，也要爬出皮蛻外，不然也會死亡。水熊蟲的外皮是由強韌的角質組成，所以脫下來的皮等於是死細胞，會自動腐爛。另外，只要水熊蟲過了三齡，就算成蟲了。

(三)排泄

水熊蟲的排泄物會從兩隻後腳中間排出，體積非常驚人，是牠身體的三分之二大，將糞便壓下去，可以看到水熊蟲的食物殘骸。

(四)食物

水熊蟲有分草食和肉食，草食的水熊蟲口器中有一根尖刺，草食水熊蟲用尖刺刺穿水生植物的細胞壁，吸取裡面的汁液當食物，有時牠們也棲息於水藻或青苔中，方便取得食物。肉食性的水熊蟲在淡水中會吸食跟牠差不多大的動物——輪蟲和線蟲。水熊蟲會吸住牠們，用刀狀的口器切片後運送至食道消化，但有時輪蟲也會吸食水熊蟲。其他比較小的肉食性水熊蟲會吸食原生動物或水生微生物。有些水熊蟲是雜食性的，什麼都吃。

五、水熊蟲的種類

(一)數量

在1983年的時候，已經發現584種水熊蟲，20年後已經增加到900多種，現在已經超過1000種了。科學家估計世界上應該有超過十億以上的水熊蟲。

(二)分類

水熊蟲是屬於動物界的，因為牠們實在太多

種類了，所以自成一門，叫「緩步動物門」，裡面有三個綱，分別是「異緩步綱」、「真緩步綱」與「中緩步綱」，異緩步綱的水熊蟲都住在海裡，全身都有刺毛與凸起；真緩步綱的水熊蟲大部分都很光滑，有些也有凸起或刺毛，和異緩步綱不同的是，異緩步綱有口器旁特別長的刺毛，真緩步綱沒有。牠們都有種類會隱生。另外，中緩步綱非常神秘，只發現過一種，是在日本長崎縣雲仙地區的溫泉發現的，沒有任何標本或物種被保存下來，牠的型態介於真緩步綱和異緩步綱之間。

伍、結果大公開

一、我的研究發現

經過這次的研究，我發現水熊蟲跟輪蟲一樣，都有強大的生存能力，而且在隱生時，水熊蟲還會釋放我從來沒聽過的血糖——海藻糖，也會持續呼吸，很驚人！我本來以為只有一種水熊蟲，經過這次的研究，我發現有超過1000種水熊蟲！

二、我的研究心得

我覺得水熊蟲的生存能力非比尋常，很驚人！我也很慶幸充實了更多關於水熊蟲的知識，不僅如此，從只知道有「水熊蟲」這種生物到了解牠的所有基本知識，我的收穫除了知識，還有更多成就感！在這次的研究中，我覺得最困難的地方是開始寫研究內容的時候，因為要把資料統整、改編並寫出來，那時候壓力很大，但後來，寫得越來越順手，最後就寫出了讓我覺得心滿意足的研究報告！

陸、參考資料

圖書資料

作者	年代	書名	出版地點	出版商
鈴木忠	2007	熊蟲 地表最強	台北市	遠流

作者	年代	書名	出版地點	出版商
克里夫·吉福德	2016	動物求生大驚奇	台北市	小天下

作者	年代	書名	出版地點	出版商
尼古拉·戴維斯	2006	超級悍將：動物求生大驚奇	新竹縣	和英

作者	年代	書名	出版地點	出版商
剛特·鮑利	2010	藍色革命：愛地球的100個商業創新	台北市	天下雜誌

作者	年代	書名	出版地點	出版商
メレ山メレ子	2015	大人的昆蟲學	新北市	世茂

作者	年代	書名	出版地點	出版商
約翰·伍德沃德	2017	超能力昆蟲百科	台北市	大石

作者	年代	書名	出版地點	出版商
德瑞克·哈維	2016	超能力動物百科	台北市	大石

網路資料

文章名稱：緩步動物門
網站名稱：維基百科
網址： https://zh.wikipedia.org/wiki/
線上檢索日期：

文章名稱：地球上的最強王者
網站名稱：每日頭條
網址： https://kknews.cc/zh-sg/science/vpgk8a4.amp
線上檢索日期：2019.12.31

文章名稱:堅不可摧的小生物~水熊蟲
網站名稱: GENEONLINE
網址: https://geneonline.news/index.php/2016/10/18/
線上檢索日期:2020.03.02

圖片資料

- 1.封面圖片=<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/science-49278619>
- 2.隱生時的水熊蟲 =<https://kknews.cc/zh-tw/science/6pjvvl.html>
- 3.水熊蟲的外表
=<http://technews.tw/2016/09/22/tardigrade-can-survive-in-space-because-of-its-gene/>
- 4.吃了苔蘚的水熊蟲和苔蘚生物在光學顯微鏡下的樣子
=<https://kknews.cc/science/rq8oavv.htm>
- 5.紅色的水熊蟲,可能吃了含有胡蘿蔔素的食物=<https://pttnews.cc/e6ee12898b>
- 6.眼點的介紹
=http://www.pep.com.cn/gzsw/rjgzsw/tp/201009/t20100915_1513173.shtml
- 7.水熊蟲堅硬的卵=<http://www.astrosurf.com/luxorion/tardigrade.htm>

柒、爸媽的話

看著禮東先是對熊蟲發生了興趣後,接著正巧創思組給了他機會,讓他把他對熊蟲的熱情與理解寫成了一分報告,過程中的學習與成長對他而言真是一個難得的體驗與成就。作為一個家長,心中自然是滿滿的欣慰,而對一路給予他指引的老師們更是感謝。

這份報告的製作,都是禮東自己上網google,圖書館找書蒐集資料,戶外採集樣本,利用顯微鏡觀察記錄,開始問問題,與老師爸媽的討論,著手寫大綱摘要,並開始動手一個字一個字的打字輸入,最終完成報告,期望禮東未來知識的探索,

能抱持這份自動自發的研究精神、精益求精。