

投稿類別：生物類

篇名：

黑白花斑底下的秘密

作者：

李宜潔。國立員林高中。高三 3 班。

黃琪閔。國立員林高中。高三 3 班。

指導老師：

楊雅如老師

壹●前言

日常生活中，走在放學回家必經的巷子裡，總能見到貓盤踞於圍牆上，用那明亮澄淨的雙眼傲視經過的路人，但吸引我目光的往往是那黑白相間如乳牛般的毛色，這時心中都會出現一個疑問——為甚麼會有花斑貓的存在呢？是甚麼原因造成的呢？

為了解開長久的疑惑，於是上網搜尋與之相關的資料，得知因為色素細胞於生物體在子宮發育期間，分裂速度變慢(KIT 基因突變)導致未有足夠的色素細胞遍佈全身，因而產生花斑。

在尋找訊息的途中不時出現許多的困惑——色素細胞是甚麼？KIT 突變的影響？是否所有的生物都會有花斑的現象？在秉持著求學打破砂鍋問到底的精神下，於是和同學以此作為基礎，試著撰寫一篇小論文，藉此進一步了解生物領域，學習課堂上所接觸不到的知識，從而提升自我能力，充實內在涵養！

貳●正文

一、什麼原因造成黑白花斑

「黑白花斑是動物在子宮內發育時，色素細胞的分裂變慢所造成的。」(註一)一般來說，色素細胞會從背部擴散到全身，包括肚子，但在花斑哺乳動物身上，色素細胞不足以覆蓋全身，所以會留下大片白色的毛髮，一般肚子和額頭會是白色的。色素細胞分裂變慢，是因為一種稱 KIT 的基因突變所導致的，最終因為沒有足夠的色素細胞可以覆蓋全身，才形成黑白花斑。

(一) 色素細胞

色素細胞 (*Chromatophores*)，又稱色素體，是兩棲動物、魚類、爬行動物、甲殼動物、頭足綱動物身體中一種含有生物色素的細胞。對變溫動物來說，色素細胞是由胚胎中的神經脊發展而來，對於產生皮膚色彩和眼睛色彩扮演重要角色。色素細胞依據白光下所呈現的顏色，可以分為白色素細胞、黑色素細胞、黃色素細胞、紅色素細胞、藍色素細胞與彩虹色素細胞。色素細胞也指光合細菌中的有色細胞器 (如囊泡)。

有些生物的色素細胞，能夠透過色素位置的改變，以及反光結構方向的重新定位，達到快速改變色彩的目的。不同物種有不同的改變色彩方法，例如：頭足類的章魚，是利用肌肉來控制結構複雜的色素細胞器官；脊椎動物的變色龍，則

是利用細胞信號達到變色的目的。

恆溫動物中的鳥類和哺乳類，與變溫動物的色素細胞不同，只擁有一種類似色素細胞的黑素細胞 (*melanocyte*)，可以製造黑色素及一些紅色和黃色的色素。而變溫動物身上與黑素細胞作用相當的「載黑素細胞」(*melanophore*)，則只能製造黑色的色素，且被科學家作為研究人類疾病以及開發藥物的一種工具。例如：

1、軍事用途：

光學迷彩，是一種利用衣服上的納米計算機採集周圍信息後，以改變服裝自身形狀或顏色，達到和周圍環境融為一體的效果。

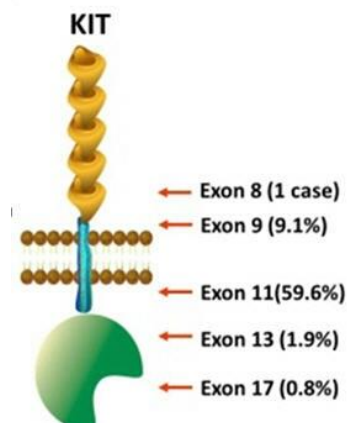
2、生物感測器：

百日咳毒素會阻礙魚類的黑色素細胞的色素擴張，藉此科學家便可利用此現象來檢驗病患是否感染百日咳。更有製藥廠將非洲爪蟾的黑色素細胞，發展出能快速辨識化合物有無具有生物活性的生物檢定。

3、醫學領域：

黑色素細胞的研究有利於理解和掌握產生黑色素機制和它的調節，在美容和化妝品領域可以製造新的美白產品，在醫學領域可以治療白化病、白癜風、黑毒腫。

(二) KIT 基因 (圖一)



圖一、KIT 基因結構

KIT 幹細胞生長因子受體 (*c-kit receptor*) 是細胞表面上眾多信號接收器 (受

體分子) 中的重要一員。正常情況下, KIT 接收外部特定信息後活化, 並傳遞到細胞內部, 指導細胞有序地生長和增殖。由於某些原因, KIT 可能發生異常, 奇特的是, 與一般我們所認知基因突變於性染色體而遺傳給下一代不同, KIT 突變是發生在體染色體的顯性遺傳模式, 當生物體擁有 KIT 缺陷基因時, 不論性別都會有 1/2 的機率罹病。而長期處於過度活躍的狀態或持續傳遞生長增殖信號, 將會導致細胞異常增多和腫瘤的發生。

KIT 基因編碼了受體酪氨酸激酶 (*Receptor Tyrosine Kinase*, 簡稱 RTK), 是一種膜蛋白受體, 膜外部分功能為受體, 膜內部分為酪氨酸激酶, 可將目標蛋白的酪胺酸 (*Tyr*) 部分磷酸化, 有很多生長因子藉此傳遞訊號, 在細胞生長、增殖、分化中具有重要作用。

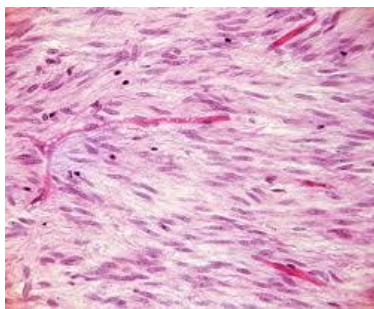
二、花斑會造成的危害

雖然花斑不會造成疾病, 但更嚴重的 KIT 基因突變會造成胃腸道基質腫瘤 (*gastrointestinal stromal tumor*, 簡稱 GIST) (圖二) (圖三)。

「GIST 是胃腸道惡性肉瘤的一種, 源自胃腸道的節律細胞。」(註二) 這個節律細胞我們稱為 Cajal 氏間質細胞 (*interstitial cells of Cajal*, 簡稱 ICCs)。

ICCs 的生長受到 c-KIT 基因的調控, 因為 c-KIT 基因會影響其癌細胞表面上一種名為 KIT 或 PDGFRA 的蛋白質, 這兩種蛋白質為細胞膜上帶有酪胺酸激酶功能的受體 (*transmembrane tyrosine kinase receptor*), 在 GIST 癌細胞發生活化性突變 (*activating mutation*)。一般來看, 正常的 c-KIT 基因需要結合外來的配體來活化細胞內的酪胺酸激酶, 促使 ICCs 生長; 但突變的 c-KIT 基因將不需結合配體, 即會不斷發出信號活化酪胺酸激酶, 而導致 ICCs 細胞過度增生, 進而造成腫瘤發生。

將近 60% 的 GIST 發生在胃部, 25% 發生於小腸, 5% 發生在大腸, 另外 10% 則在胃腸道的其他位置。



圖二、紡錘狀細胞



圖三、上皮狀細胞

三、其他哺乳動物的黑白花紋

以下再介紹些動物身上的黑白花紋，事實上卻與上述造成黑白貓花斑的情形不同，藉此再探討為何造成如此原因。

(一) 斑馬 (圖四)

常聽及旁人言斑馬是以白色為底色，長出黑色長條的紋路，其實，斑馬為黑色皮膚並長有黑毛和白毛相間，而斑紋在在頭、頸、前半身的條紋為豎直的，而後半身及腳的部分則是橫紋，並且每一匹斑馬的花紋不全然相同，換句話說，無法找到兩匹有相同條紋的斑馬。

研究顯示，某些斑馬能改變身上的條紋，生活在較溫暖地方的斑馬條紋比較多，那麼條紋是做什麼用的？斑馬的黑白色條紋能調節身體溫度，可以說是天氣愈熱，斑馬身上的條紋就愈多，天然的空調系統，當空氣接觸到斑馬的身體時，黑色部分上方的氣流會比較強、比較快速（白色反光使其降溫，黑色吸光提升體溫），白色部分上方的氣流則比較慢。「在這兩股反向氣流的交會處，可能會形成小小的氣漩，具有冷卻斑馬皮膚的效果，稱作「冷卻渦旋」理論。」(註三)

斑紋不僅可防範啣噬蠅（以吸食脊椎動物的血液為生）等害蟲的寄生，更能擾亂掠食性動物的視覺（貓科動物視網膜桿細胞的夜視能力強，但錐細胞的辨色力較差，因而所見事物為黑白色）。而當斑馬成群結隊時，獅子見到的影像則會呈現模糊的狀態，變得毫無間隔。












圖四、斑馬

(二) 賓朗豬的毛色遺傳

賓朗豬 (*Binlang*) 是一種白色小型豬，為了探討賓朗豬全白毛色的基因與蘭

嶼豬全黑毛色及畜試花斑豬花斑毛色基因是否有無顯隱性關係，進行賓朗豬之 KIT 交替基因之序列分析，以確認賓朗豬是否為 KIT 交替基因之遺傳型(圖五)。

「民國 69 年引入的黑色蘭嶼豬群中，帶有具花斑與白色的雜合子個體，在後續的育種過程中被分離純化出來。」(註四)

	♂	E	Ep	e
♀				
E				
Ep				
e				

圖五、賓朗豬遺傳組合

結果顯示，「賓朗豬的白色外觀屬於純子隱性遺傳，而 KIT 交替基因序列顯示為非顯性白色。」(註五)

參●結論

綜合以上資料，可以得知貓身上之所以會有花斑的產生，是因為生物體在子宮發育時，KIT 基因突變導致色素細胞在細胞分裂的速度比正常情況緩慢，而未能產生足夠的色素細胞，使其遍佈全身，所以出現肚子的部分為白色的現象。除了探討花斑的原因，更論及色素細胞出現於兩棲動物、魚類、爬蟲類、甲殼動物、頭足綱動物等身上，為含生物色素細胞，與皮膚色彩、眼睛色彩相關，有些動物的皮膚顏色轉換便是受到色素細胞位置改變影響，如：章魚、變色龍，以及 KIT 基因為一種膜蛋白受體，受體是膜外部分的功能，酪氨酸激酶（將目標蛋白酪氨酸部分磷酸化，藉此傳遞訊息）則位於膜內，再者，談及 KIT 基因突變（不須結合配體，直接活化酪氨酸激酶）所造成的疾病。在查找資料時，因訊息的來源為今年新發表的論文，因此所能得到的資訊有限，並且需閱讀原文才能了解整體的思維模式，使得有些疑問未受解答，例如：

- 1、擁有花斑的物種會遺傳給下一代？
- 2、為甚麼鳥類和哺乳類與變溫動物的色素細胞不同？
- 3、甚麼原因導致 KIT 異常？

未來，若能更進一步研究相關議題，將探討這些內容，期望讓人類對花斑的認識有所助益！

肆● 引註資料

註一、CASE 讀報。〔寵物短消息〕黑白花斑貓的遺傳之謎。2016年2月3日。
撰文：黃貞祥。取自，<http://case.ntu.edu.tw/blog/?p=23618>

註二、疾病資料庫。取自，
http://www.genes-at-taiwan.com.tw/genehelp/database/Disease/ICCs_Neuronal_970521.htm

註三、國家地理雜誌中文網。斑馬為什麼會有條紋？新研究認為跟溫度有關。
取自，<http://www.natgeomedia.com/news/ngnews/11119>

註四、台東種畜繁殖場：生醫用小型豬新品種成果發表會。取自，
<http://www.angrin.tlri.gov.tw/pig/meeting/20110218Binlang.pdf>

註五、賓朗豬之毛色遺傳與繁殖及生長性能。作者：張之維、洪俊偉、張俊達、
朱有田、林正鏞、吳明哲、朱賢斌。頁次：89。出刊日期：2012年6月。

圖一、GIST 具有 PDGFR 阿爾法突變。取自，
<http://www.gistsupport.org/ask-the-professional/gist-with-pdgfr-alpha-mutations.php>

圖二、胃腸道基質瘤（GIST）醫療講座，GIST 癌細胞的主要型態。取自，
http://www.landseedhospital.com.tw/lishin/doc_target_drugs/Targeted%20therapy/1%20Imatinib%20-%20GLIVEC/Glivec%20-%20Clinical%20Trials.pdf

圖三、胃腸道基質瘤（GIST）醫療講座，GIST 癌細胞的主要型態。取自，
http://www.landseedhospital.com.tw/lishin/doc_target_drugs/Targeted%20therapy/1%20Imatinib%20-%20GLIVEC/Glivec%20-%20Clinical%20Trials.pdf

圖四、互動百科，斑馬的條紋是怎樣形成的？取自，
<http://w.baike.com/8594f83042044e63a122df61a4b98705.html>

圖五、台東種畜繁殖場：生醫用小型豬新品種成果發表會。取自，
<http://www.angrin.tlri.gov.tw/pig/meeting/20110218Binlang.pdf>

參考資料：

1、藥學雜誌第 30 卷／第 3 期／第 120 冊，胃腸道基質瘤之簡介及治療。作者：中山醫學大學醫學系，蔡敏鈴、中山醫學大學附設醫院藥劑科藥師，吳俊男。出版日期：2014 年 9 月 30 號。

2、新小牛頓 9 月 2016 年，第 144 期。出版社：好頭腦文教。

3、中文版《國家地理雜誌》躍動的草原斑馬，2003 年 9 月號。出版社：大石國際。