

第三屆原住民華碩科教獎 研究成果報告

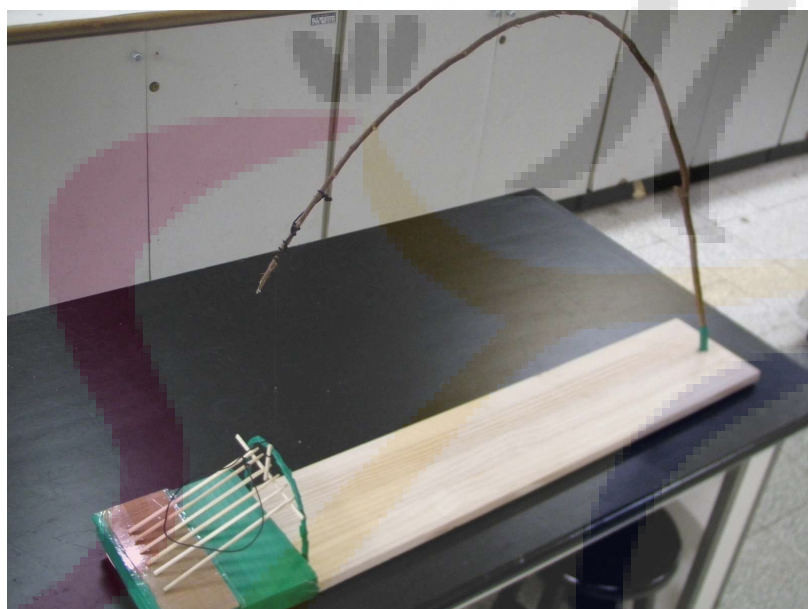
團隊編號：2011007

主辦單位：華碩文教基金會
國立清華大學
行政院原住民族委員會
原住民族電視台



第三屆原住民華碩科教獎作品說明書

作品名稱：rusa 的威力



團隊名稱：烏來國民中小學

組別：國中組

編號：YABIT2011007

指導老師：李文旗、劉亞汶、趙元均

參賽學生：宋偉成、宋嘉柔、沈祁霖、沈子璇



作品名稱：rusa 的威力

摘要

泰雅族素以男子武勇善獵，女子長於織布著稱。rusa 則是泰雅族人最常使用的狩獵陷阱，用以捕捉山豬、山羌等大型獵物。本實驗透過科學方法，讓大家認識 rusa 設置的科學原理，並找出設置 rusa 的最佳化條件。本實驗發現九芎為最佳彈力柱的材料，而黑色中國結繩則為機關繩的最佳選擇，此研究結果呼應了傳統泰雅人的智慧。

壹、研究動機

一、傳承泰雅族人的狩獵文化

泰雅狩獵的意義除了維持一般生計需求外，另一層意義為訓練未成年男子膽識及認識泰雅傳統狩獵文化，更深層的意涵是學習如何維繫族人與自然永續相互依存的關係。

(一)狩獵時間的選擇

以台灣的氣候而言，四、五、六月是野獸鳥類繁殖的最盛期，這時幼獸幼鳥存活率最高，泰雅族為了使獵物能生生不息的繁殖，盡量減少打獵，經過四至十月這七個月的成長，到了十一月份至翌年三月才開始打獵活動，每年周而復始。不但讓動物得以喘息，間接地也維持生態平衡，因此傳統泰雅族進行狩獵時已具有自然生態保育行為。

(二)狩獵的禁忌

泰雅族有許多的禁忌，在狩獵方面，每年有一定的時期是狩獵季節，並非天天打獵；在狩獵前更有嚴謹的狩獵儀式，如果在祈福或占卜(鳥占:ssiliq)中預知不祥的徵兆，絕不能貿然上山狩獵。

1. 捕獲的獵物一定要分配公平分給每一個獵人，不可以貪心，尤其是「Bukin」更要清楚。
2. 在居家上嚴禁婦女跨越或觸摸獵具，以免觸怒山神。
3. 夫妻要和睦相處，尤其是臨行時說一些叮嚀祝福話語，以安心保平安。
4. 泰雅族人深信祖訓，必須侍奉父母，因此家中有人傷病事故時，不可出門狩獵。
5. 同一獵團成員應意見相同，信心一致，並且並同接受 GAGA 的規範。
6. 請族群中人格高尚及信仰堅定的長者祈福，祈求祖靈改造因「犯規」所造成捕獲不佳的壞運。
7. 路途中遇到 Silig 啾啾叫聲，或跟隨獵人之後，是吉利的象徵；若由獵人前方穿越是不吉利的事。
8. 狩獵途中發生事故，應立即回家。例如：人被蛇咬、獵犬被山豬咬、或摔傷等。



9. 遇見熊時當避開之，因為你的貪心射殺後，將要償命。
10. 出發及回途中遇到族人必需互相寒暄，並將所攜帶或捕獲獵物共同分享，以避免「TringamuTux」

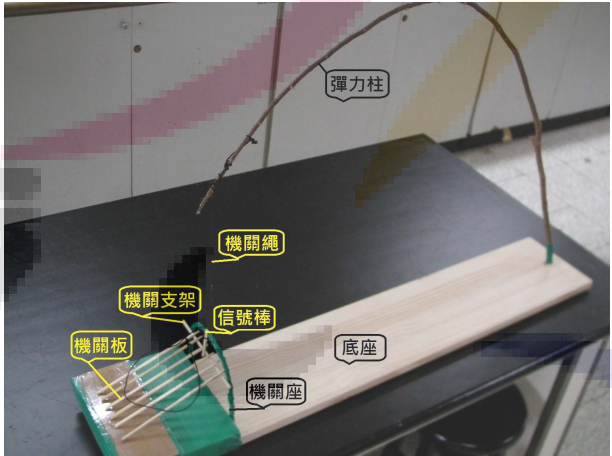
- 二、藉由本實驗來認識狩獵陷阱的構造及製做方式，並探討其科學原理。
- 三、尋找製作狩獵陷阱的最佳化條件並組成最有威力的 rusa。

貳、研究目的

- 一、以科學的角度來詮釋泰雅祖先的智慧，並了解狩獵陷阱作用的力學原理。
- 二、探討狩獵陷阱製作的最佳化條件，組成最有威力的 rusa。
- 三、狩獵是傳統原住民部落的重要活動，卻因時代變遷及法令限制逐漸式微，希望藉由此研究來引起大家的重視，並尋求改善之道。

參、研究設備及器材

一、 rusa 的構造介紹

rusa 圖片	構造說明
<p data-bbox="180 1059 802 1283">rusa 以信號棒和機關繩牽制住彈力柱的彈力，機關板上面以草與樹葉加以掩飾，當野獸踩到機關板，壓掉信號棒的牽制作用，彈力柱彈起，機關繩將野獸套住倒吊，就可以獲得獵物了。</p> 	<p data-bbox="826 1048 1169 1081">rusa 的結構分成五個部分</p> <ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="826 1088 1444 1200">1.彈力柱 一根長長的樹枝，必須具有足夠的彈性及韌性，才能彎曲卻又不容易斷。 <li data-bbox="826 1211 1444 1447">2.機關繩 彈力柱前端綁上一條足以束縛獵物腳足的軟繩，並在軟繩的1/3段繞圈綁一個信號棒(約4cm)(垂直)架在機關架(平行)信號棒上(足以涵蓋機關支架)。軟繩剩餘之2/3 段製成圓形套索置於機關板上。 <li data-bbox="826 1458 1444 1536">3.底座(長條木板)：長條木板所替代的就是土地。 <li data-bbox="826 1547 1444 1648">4.固定座及機關支架 半圓形的為固定座，在固定座下方橫放一條機關支架。 <li data-bbox="826 1659 1444 1738">5.信號棒：信號棒有了繩子的拉力，能夠把機關支架輕輕地夾住。 <li data-bbox="826 1749 1444 1895">6.機關板：一片一片輕輕地架在機關架上，當獵物踩下機關板時，信號棒瞬間彈開，機關繩被向上拉的同時，獵物的腳也瞬間被繩索套緊並往上吊。



二、rusa製作教學

rusa的製作	rusa製作的教學照片	完成圖
(一)機關繩的結繩方法		
(二)燒製固定座		
(三)將信號棒固定於機關繩上		
(四)rusa實作		









三、彈力柱樹種介紹：

樹名	照片	簡介
九芎		<p>(一) 科別：千屈菜科 (二) 學名：<i>Lagerstroemia subcostata</i> (三) 別名：苞飯花、小果紫薇、猴滑樹、怕癢樹、猴不爬。 (四) 特徵：九芎為落葉喬木，也因其樹皮具剝落性，樹幹極為光滑，連猴子都不易攀爬，所以有「猴不爬樹」之稱，在林間極易辨識。材質含水量較低，適合於野地中直接取用生火，故在山林間活動的人，稱其為救荒植物。另外材質韌性佳又較硬，且乾燥後少反翹和起裂，所以為建築、農具之用材。扦插成活率高，又耐旱瘠，在崩塌地可用來扦插綠化，為良好水土保持植物。樹皮光滑，相當特殊，極具觀賞性，可作為景觀植物。</p>
山櫻花		<p>(一) 科別：薔薇科 (二) 學名：<i>Prunus campanulata</i> (三) 別名：山櫻桃、緋寒櫻 (四) 特徵：落葉喬木。葉倒卵形至長橢圓狀橢圓形，先端漸尖，密重鋸齒緣，光滑。花下垂，單生或數朵簇生；花萼與花瓣均呈紅色。</p>
珊瑚刺桐		<p>(一) 科別：蝶形花科 (二) 學名：<i>Erythrina coralloidndron L</i> (三) 特徵：為落葉或半落葉小喬木，高 3-5 m，樹幹和枝條均散生不明顯的皮刺。三出複葉，互生，有長柄；小葉卵狀菱形，小葉柄粗短，基部有一對腺體。總狀花序腋生，花多數；花萼鐘形，暗紅色；花瓣鮮紅色，蝶形。莢果長約 10 cm，具柄，先端有喙。</p>
水同木		<p>(一) 科別：桑科 (二) 學名：<i>Ficus ficulosa Reinw</i> (三) 別名：大有樹、豬母乳或牛乳樹。 (四) 特徵：常綠大喬木。葉長橢圓形或倒卵形，葉基心形，長15~25公分，寬8~15公分，全緣或波浪緣。葉柄長1~3公分，被覆褐色毛。榕果腋生或著生幹上，卵形或球形，直徑約1.5公分，成熟時橙紅色。</p>




四、機關繩種類介紹：

(一)粉紫色縫衣線	(二)粉橘色毛線	(三)白色棉線
		
(四)白色燈心帶	(五)黑色中國結繩	
		

五、設備：電子天平、fisher 科學積木、1kgw 的環保鉛塊數個。

肆、研究過程或方法

一、製作模擬獵物

實 驗 步 驟 說 明	實 驗 過 程 照 片
<p>以科學積木製作成滑車，並於滑車上加環保鉛塊調整重量。</p>	

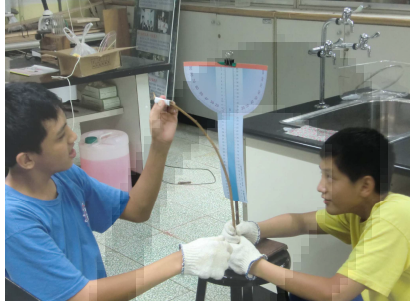
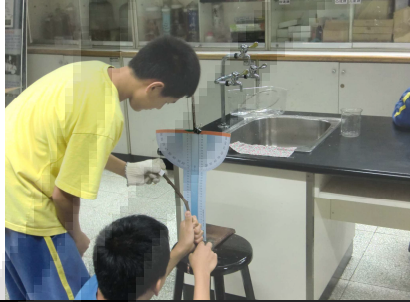



二、製作 rusa 模型


實 驗 步 驟 說 明	實 驗 過 程 照 片
(一)將木板切割成底座	
(二)在木板上釘釘子作為彈力柱及固定座的定位點	
(三)加上彈力柱及機關支架，綁上機關繩	
(四)完成 rusa 的設置	



三、彈力柱的彈力測量



實 驗 步 驟 說 明	實 驗 過 程 照 片
<p>(一) 將樹枝基部固定，將小紙片製於樹枝末端 (二) 用手將樹枝彎曲，並以量角器測量將樹枝彎曲至相同程度。</p>	
<p>(三) 放手讓小紙片自由彈出</p>	
<p>(四) 測量紙片飛行距離 (五) 每個樹枝重複測量 10 次取平均值</p>	

四、彈力柱的彈性係數測量


實 驗 步 驟 說 明	實 驗 過 程 照 片
<p>(一) 將樹枝平放於等距的鐵夾間，在樹枝中間懸掛不同重量的砝碼及鉛塊。 (二) 測量樹枝中心點下降的高度並記錄。</p>	




五、基座深度及樹枝粗細對九芎彈力柱承受物重極限的影響

實 驗 步 驟 說 明	實 驗 過 程 照 片
<p>(三)將不同粗細的樹枝以膠帶及燈心帶固定於鐵架上，分別固定 5cm、15cm、25cm。</p>	
<p>(四)以彈簧秤拉樹枝頂端至斷裂為止，記錄斷裂時的拉力數值。</p>	

六、機關繩的彈力測量


實 驗 步 驟 說 明	實 驗 過 程 照 片
<p>(一)取等長(150cm)的繩子，將繩子兩端各掛一個 100gw 的砝碼。 (二)將繩子自由懸掛於分隔等距的鐵架上，並懸掛不同重量的砝碼，測量繩子下降的距離，至 500gw 為止。</p>	

七、機關繩的張力測量(懸掛靜物)


實 驗 步 驟 說 明	實 驗 過 程 照 片
<p>將繩子繫於鐵架上，於靜止的情況下懸掛不同重量的砝碼，至繩子斷裂為止。</p>	



八、機關繩的張力測量(自由落體)

實 驗 步 驟 說 明	實 驗 過 程 照 片
將繩子繫於鐵架上，懸掛不同重量的砝碼，讓砝碼自等高處自由落下，至繩子斷裂為止。	

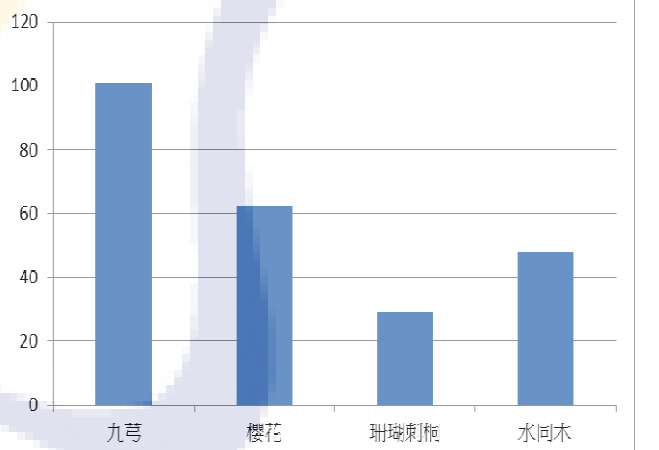
九、機關繩顏色選擇

實 驗 步 驟 說 明	實 驗 過 程 照 片
將粉紫色縫衣線、粉橘色毛線、白色棉線、白色燈心帶及黑色中國結繩，放至於黑色背景上，觀察何者偽裝效果最佳。	

伍、研究結果

一、彈力柱的彈力測量

彈力柱樹種	紙片平均飛行距離(cm)
九芎	101.2
山櫻花	62
珊瑚刺桐	29
水同木	48



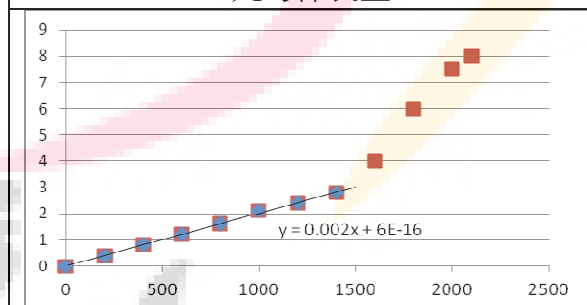
結果：彈力大小為九芎>山櫻花>水同木>珊瑚刺桐，九芎為彈力較佳的彈力柱樹種選擇。



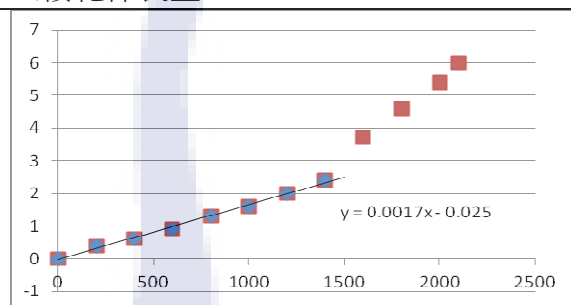
二、彈力柱的彈性係數測量

重量 (gw)	九芎伸長量 (cm)	山櫻花伸長量 (cm)	珊瑚刺桐伸長量 (cm)	水同木伸長量 (cm)
0	0	0	0	0
200	0.4	0.4		
400	0.8	0.6		
500			0	
600	1.2	0.9		
800	1.6	1.3		
1000	2.1	1.6	0.3	0
1200	2.4	2.0		
1400	2.8	2.4		
1500			1.4	
1600	4	3.7		
1800	6	4.6		
2000	7.5	5.4	1.6	0
2100	8	6		
2500			3.5	
2800			4.5	
3000				1.5
4000				3
5000				4
6000				5
7000				6
8000				7
9000				8
10000				9

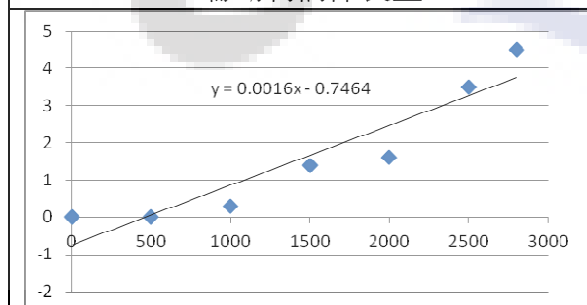
九芎伸長量



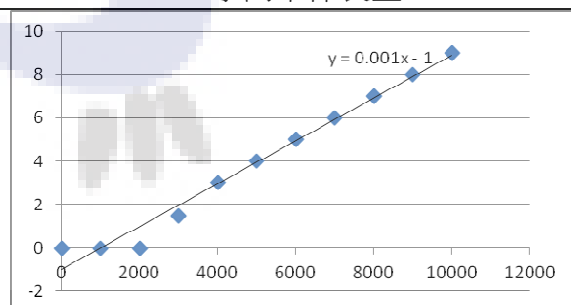
山櫻花伸長量



珊瑚刺桐伸長量



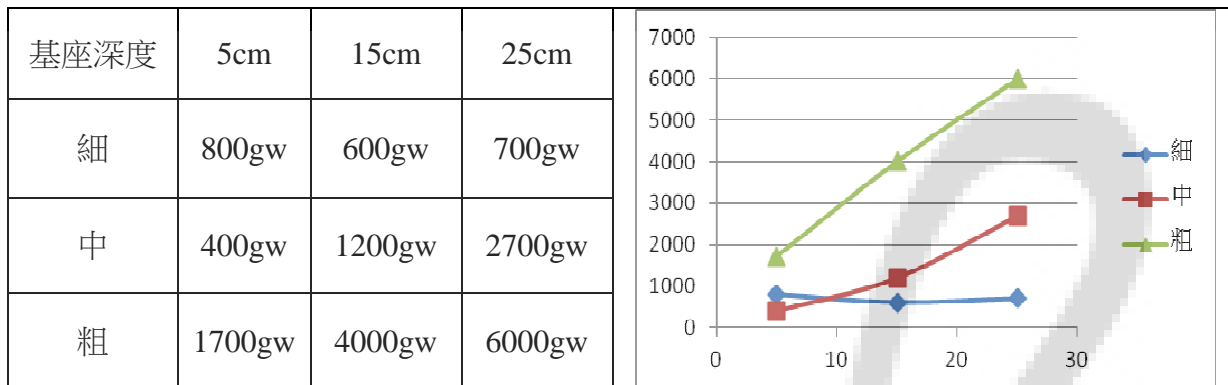
水同木伸長量



結果:九芎的彈性係數最大，九芎為較佳的彈力柱樹種選擇。

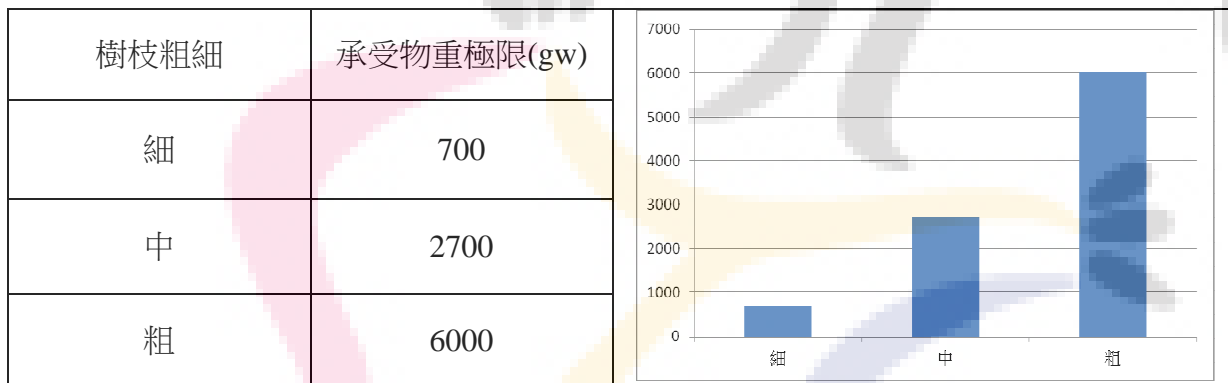


三、基座深度對九芎彈力柱承受物重極限的影響



結果：細的彈力柱在不同基座深度時承受物重極限未出現顯著差異，但較粗的彈力柱則基座愈深，承受物重極限愈大。

四、九芎彈力柱粗細對承受物重的影響



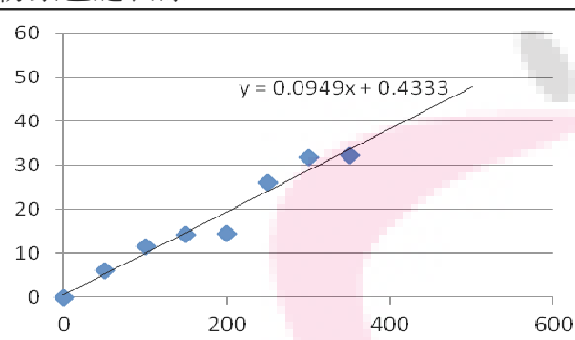
結果：九芎彈力柱愈粗，承受物重極限愈大。



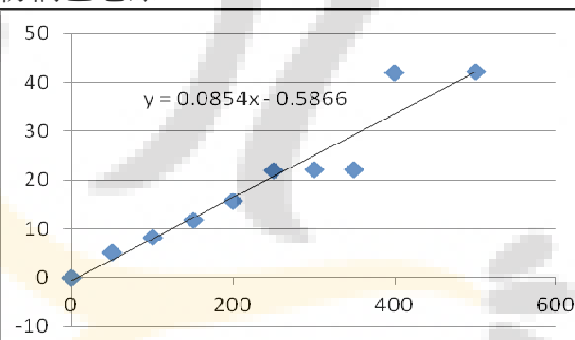
五、機關繩彈性係數測量

砝碼重量 (gw)	縫衣繩伸長量 (cm)	棉線伸長量 (cm)	毛線伸長量 (cm)	燈心帶伸長量 (cm)	中國結繩伸長量 (cm)
50	6	5.1	4.9	4.8	4.5
100	11.5	8.2	9.9	10.5	7
150	14.3	11.7	13.5	13.8	10
200	14.4	15.6	14	13.9	12
250	26	21.9	24	21	14.5
300	31.9	22	28.1	21.1	18
350	32.2	22.1	34.2	34.7	18.1
400		41.9	43	34.8	30.9
450		42		35	31
500		42.1		35.1	41.5

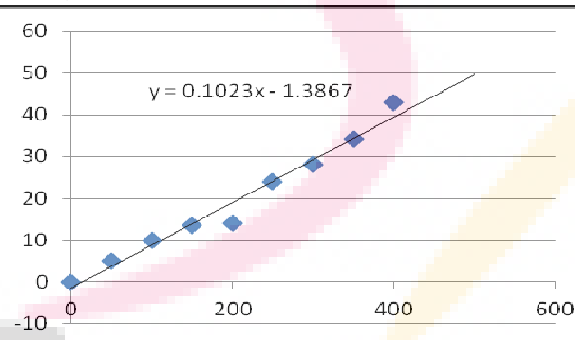
粉紫色縫衣繩



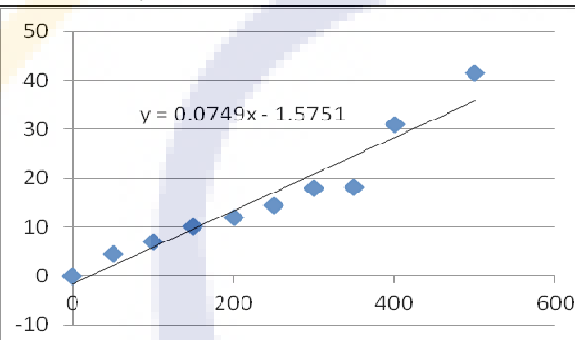
粉橘色毛線



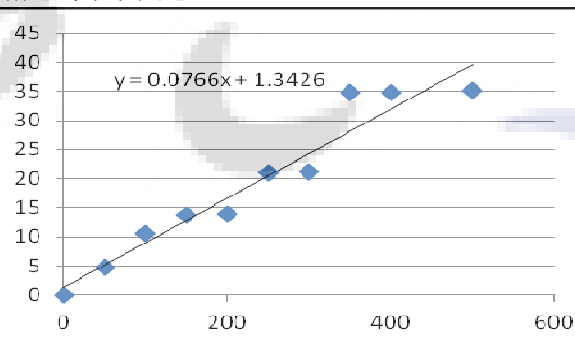
白色棉線



白色燈心帶



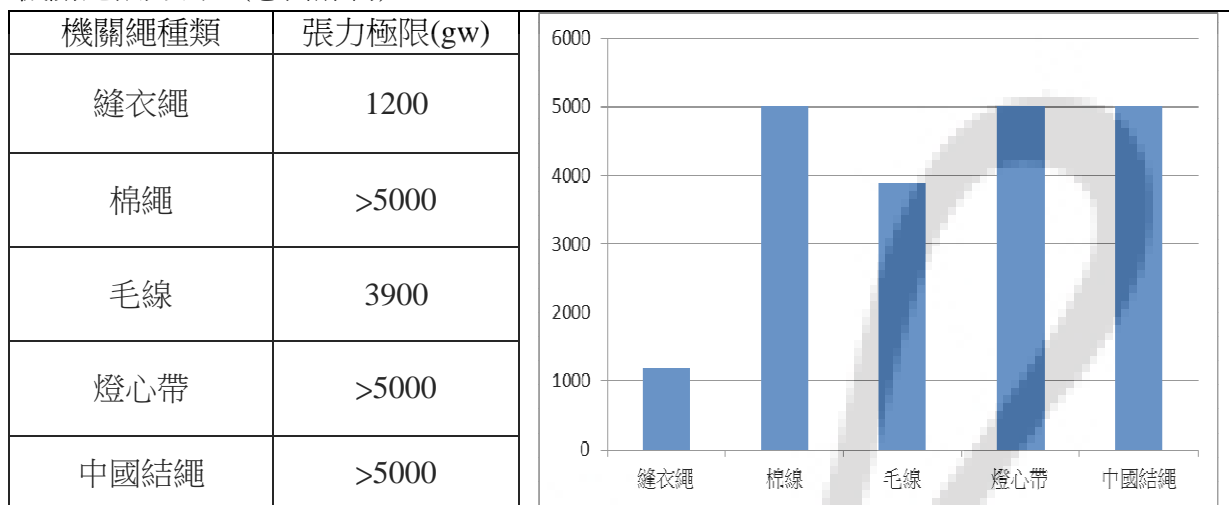
黑色中國結繩



結果：彈性係數大小順序為白色棉線 > 粉紫色縫衣繩 > 粉橘色毛線 > 黑色中國結繩 > 白色燈心帶。

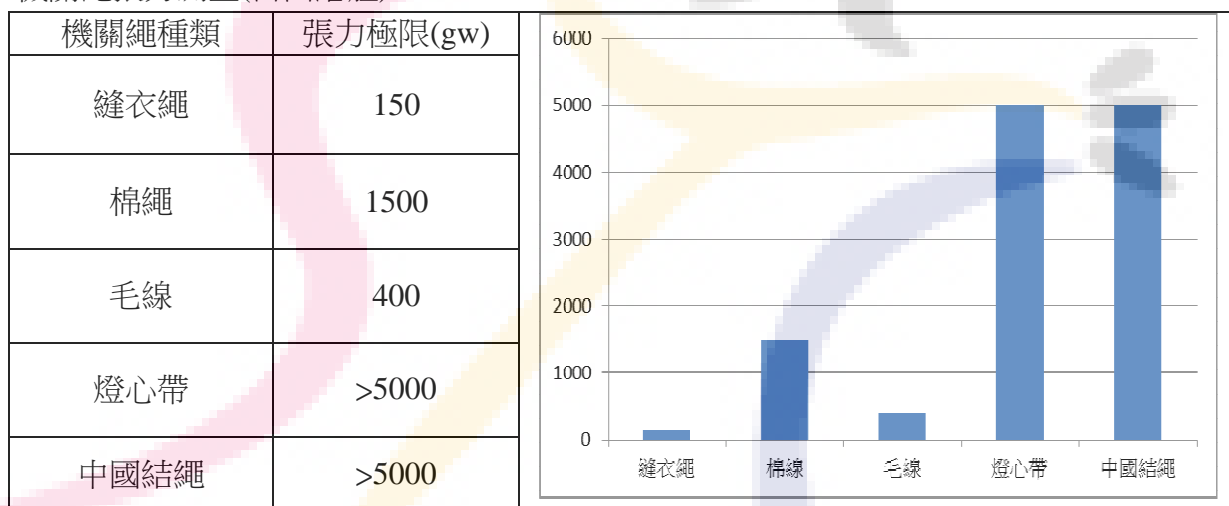


六、機關繩張力測量(懸掛靜物)



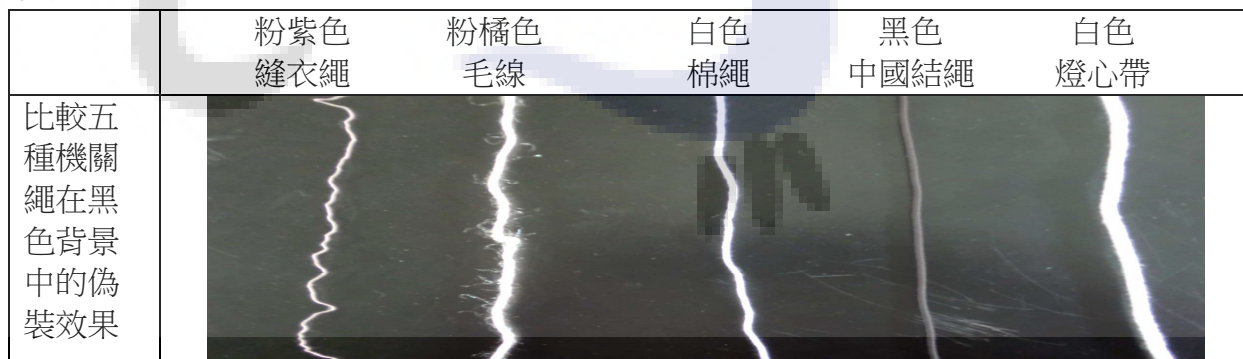
結果：機關繩懸掛靜物張力極限大小，白色棉繩、白色燈心帶及黑色中國結繩>5kgw>粉橘色毛線>粉紫色縫衣繩。

七、機關繩張力測量(自由落體)



結果：機關繩懸掛靜物張力極限大小，燈心帶及中國結繩>5kgw>棉繩>毛線>縫衣繩。

八、機關繩顏色的選擇



結果：在陰暗環境中偽裝效果最佳的為黑色中國結繩。



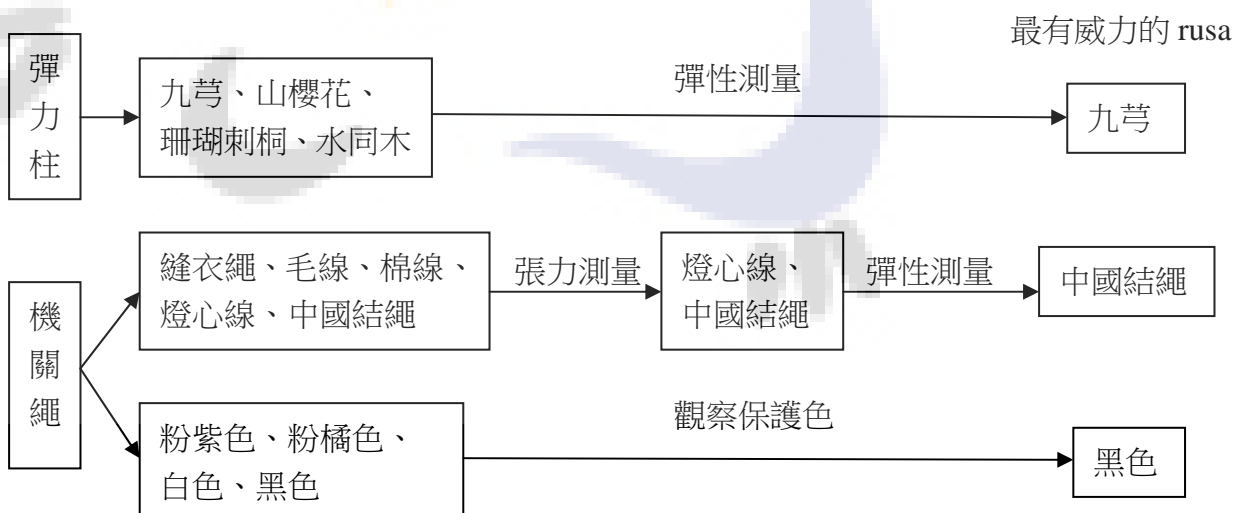
陸、討論

- 一、*rusa*的動作原理是當用手出力折彎彈力柱樹枝的過程中，手部用力的能量以彈力位能的形式儲存在樹枝中。當信號棒鬆開時，彈力柱樹枝迅速恢復未彎曲時的平衡狀態，儲存在樹枝的彈力位能被釋放，轉變為拉扯套索的拉力，套緊獵物。
- 二、在本實驗中彈力柱樹種的選擇，以九芎的彈性最佳，也是泰雅獵人在狩獵時常用的樹種之一。中低海拔常見的九芎，不僅彈性好，砍下的樹幹插入土中，容易萌發出新的枝芽，使動物不易辨別真偽而誤入陷阱，是泰雅獵人常用的彈力柱材料。
- 三、彈力柱基座深度會影響彈力柱受力極限大小，基座愈深愈穩固，因此受力極限愈大；但基座深度太淺時(如 5 cm)，則因基座受力後易鬆脫，而無法呈現顯著差異。
- 四、彈力柱愈粗，受力極限愈大。
- 五、在懸掛靜物時，白色棉繩、黑色中國結繩與白色燈心帶的張力極限均大於五公斤；但若物體以自由落體方式墜落時，僅中國結繩與燈心帶的張力極限大於五公斤。就張力極限而言，兩者皆適合做為 *rusa* 的機關繩。
- 六、比較機關繩材質彈性係數比較結果為棉線 > 縫衣繩 > 毛線 > 中國結繩 > 燈心帶。綜合張力極限及彈性測量的結果，中國結繩的韌性較燈心帶佳，負載重物時可能較不易斷裂，是機關繩較佳的選擇。
- 七、在本實驗中機關繩顏色的選擇，以黑色為最佳。由於在森林底層太陽光線不易穿透，環境背景色較為陰暗，因此黑色的中國結繩是機關繩的最佳選擇，也是泰雅獵人常用的機關繩材料。

柒、結論

要製作一門具有威力的 *rusa*，第一要件是選擇彈性好的樹木作為彈力柱，讓踏入陷阱的獵物不易掙脫；第二要件是韌性強的機關繩，當彈力柱彈起時，機關繩須有足夠的韌性及張力去承受套緊獵物的拉力；第三要件是需要良好的偽裝，否則很可能被動物識破而繞道通行。

依據本實驗的研究結果，可以下列方式檢視 *rusa* 的威力：





捌、參考資料及其他

- 一、原住民兒童數理教學與學習資訊網簡訊(民98年12月)。陷阱比一比。取自：
<http://210.240.178.13>
- 二、董景生，王光玉，林麗君（民94）。狩獵。載於財團法人台灣環境資訊協會主編，綠色葛雷扇—南澳泰雅的民俗植物（126-137頁）。臺北市：行政院農業委員會林務局。
- 三、行政院農委會林業試驗所（民93年3月22日）。九芎。取自：
<http://www.tfri.gov.tw/book/sp106/sp106-24.htm>
- 四、特有生物保育中心(民100年11月20日)。山櫻花。取自：
<http://plant.tesri.gov.tw/plant/WebShowBPlant.aspx?tno=407020030&spkind=1>
- 五、行政院農業委員會特有生物研究保育中心(民95)。綠滿鄉野——農村社區常見植物解說手冊。南投縣：蘇錦松。
- 六、中央研究院數位典藏資訊網(民100年11月20日)。珊瑚刺桐。取自：
http://digiarch.sinica.edu.tw/content.jsp?option_id=2442&index_info_id=1404
- 七、比亞外—狩獵文化(民100年12月2日)。取自：
<http://www.e-tribe.org.tw/piyaway/DesktopDefault.aspx?tabId=155>
- 八、戀戀TAYAL~心繫RYOHEN(民100年12月2日)。泰雅狩獵文化。取自：
<http://library.taiwanschoolnet.org/cyberfair2005/jyes/html/narrative/narrative.htm>
- 九、隋安莉、陳正治、陳青浩(民96)。物理暨生物科學教育：髮力無邊—頭髮張力的測量與展現。亞太科學教育論壇，第八期，第一冊，文章十四。
- 十、鷹目樺道(民年12月2日)。獵人思想與行動實踐—泰雅。

玖、謝誌

感謝宋福生先生及葉志煌先生協助傳統泰雅狩獵文化的教學活動，使本實驗能順利完成，特此誌謝。