

baki' 耆老的山林 陷阱

施力臂

施力支點角度

抗力臂



指導耆老: 風健福

指導老師: 葉致良

學生: 風睿昇 高僑君 黃叡寧 董嘉琪

團隊名稱: 東河國小



目錄

摘要	5
壹、 研究動機	5
貳、 研究目的	5
參、 研究設備及器材	5
肆、 研究過程或方法	6
伍、 研究結果	14
陸、 討論	17
柒、 結論	18
捌、 參考資料及其他	19

表目錄

表 參-1 研究設備與器材.....	5
表 肆-1 變數設定表.....	8
表 肆-2 實驗變因：抗力臂長度實驗統計表	10
表 肆-3 實驗變因：施力臂長度實驗統計表	11
表 肆-4 實驗變因：施力支點角度實驗統計表	11
表 肆-5 實驗變因：土壤濕度實驗統計表.....	12
表 肆-6 實驗變因：竹子直徑長度實驗統計表	12

圖目錄

圖 肆-1 實驗研究流程圖	6
圖 肆-2 賽夏文物館資料	7
圖 肆-3 訪問部落耆老	7
圖 肆-4 設計實驗變因	8
圖 肆-5 土壤探測器	8
圖 肆-6 採集實驗器材	8
圖 肆-7 製作陷阱地面的觸發裝置	9
圖 肆-8 運用分度尺測量角度	9
圖 肆-9 紀錄實驗結果	9
圖 肆-10 操作變因示意圖	10
圖 伍-1 實驗變因：抗力臂長度分析圖	14
圖 伍-2 實驗變因：施力臂長度的分析圖	14
圖 伍-3 實驗變因：施力支點角度的分析圖	15
圖 伍-4 實驗變因：土壤濕度的分析圖	15
圖 伍-5 實驗變因：竹子直徑（弓的粗細）的分析圖	16

摘要

狩獵是賽夏族男子於農閒期間最重要的活動，一旦到了農閒季節，部落的男子除老少外，其餘則組織獵團到獵區狩獵，獵區所獲取的獵物，如山豬、山羊、飛鼠等動物為主要的獵物，其他如飛禽、貓頭鷹、雉雞等的小型動物，僅是部落為防止作物受到侵害而設置的陷阱所獲取者，為次要的獵品。食用的肉類大多是靠狩獵之獵物供給來的，雖然狩獵活動多在農閒時進行，但是它的重要性可與農耕活動相提並論。

壹、研究動機

在賽夏族的傳統上，狩獵代表一個男人擁有雄壯的體魄得以養家活口。於物資缺乏的年代，有能力供給家人或族人足夠的營養，也間接影響了全族的興亡，故亦是榮譽和尊貴的表現。平常上山打獵若有好收穫，賽夏族人會一起分享。

此專題不僅探討賽夏族狩獵文化，亦想分析並研究賽夏族狩獵中的山獵之科學與文化緊密的關係，並運用現代科學原理探討原住民知識體系科學，及保留傳統科學原理更希望進一步改良其技術。

貳、研究目的

- 一、訪問部落耆老，找尋各個賽夏傳統狩獵陷阱不同的製作方式。
- 二、觀察使用不同實驗變因製作的差異。
- 三、藉由研究所觀察的成果，探討不同變因方式差異性。
- 四、找出最適合製作陷阱的所有條件。
- 五、傳承部落傳統陷阱技術，讓文化與技術源遠流長。

參、研究設備及器材

表 參-1 研究設備與器材

主要材料	竹子、鋼索、木板、鋸子、鏟子
測量工具	長尺、分度尺、皮尺、土壤測量計、拉力計
紀錄工具	標籤紙、筆、尺、紀錄紙、相機

肆、研究過程或方法

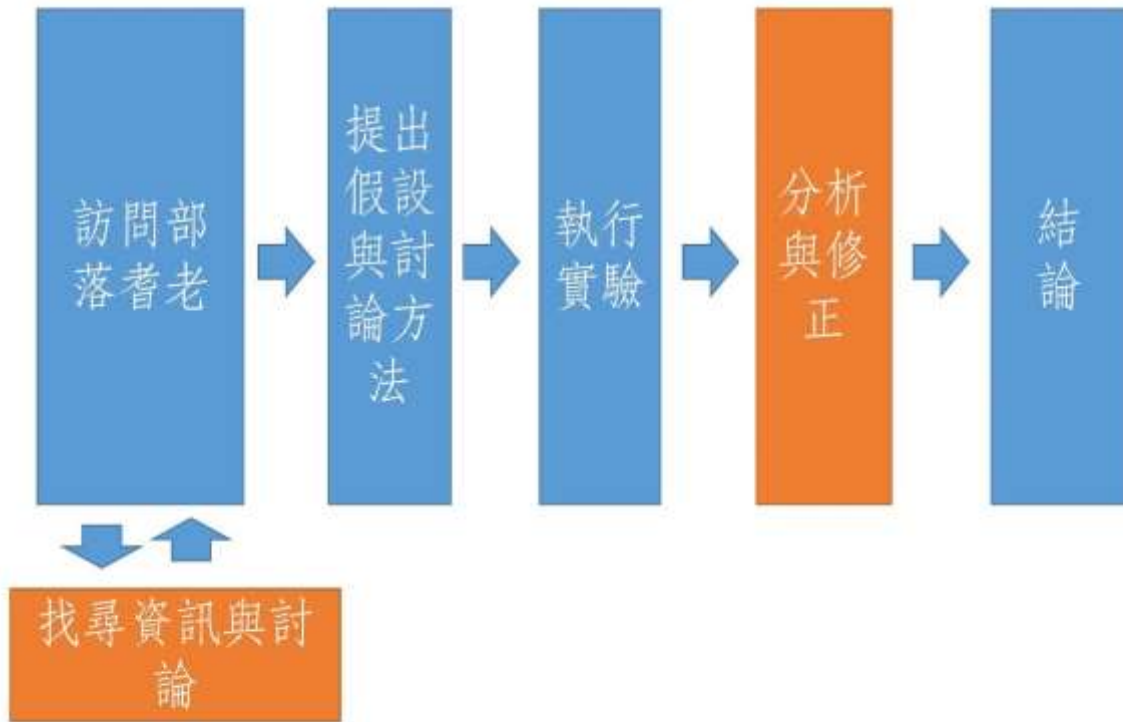


圖 肆-1 實驗研究流程圖

一、訪問部落耆老以及查閱書籍、找尋賽夏傳統獵捕獵物與陷阱製作方式

1. 網路與書籍資料查詢



圖 肆-2 賽夏文物館資料

找尋賽夏文物博物館、學校圖書館及網路資訊，蒐集關於賽夏傳統狩獵陷阱知識。

2. 訪談部落耆老



圖 肆-3 訪問部落耆老

(一) 與耆老討論與分析各種獵物習性(動物與禽類)。

日行性生物:

名稱	猴子	山豬	山羊	雉雞	藍腹鵝
賽夏名稱	hosong	waliSan	Siri	katakak	ma'anga'
食物來源	雜食、農作物	雜食、農作物	草、冷清草、山蘇	烏心石果實、小昆蟲	金線蓮

夜行性生物:

名稱	飛鼠	果子狸	鼬獾	隼	貓頭鷹
賽夏名稱	hapis	botol	tat'es	kakmo:ok	kak'oe'
食物來源	雜食、鳥類	果實、茄冬	蚯、蚓、小昆蟲	小動物	老鼠、蛇、小動物

(二)綜合所蒐集的資料，拜訪部落耆老，探討其真實與正確性，並討論如何重現傳統陷阱製作方式。

3. 判斷獵物蹤跡與種類



學會判斷野生動物的蹤跡，才能夠在適合的地方與時間設下陷阱，除了可以用野生動物的食物來源判斷其路徑外，更可以藉由野生動物所走過的腳印深度判斷出，此野生動物是否為帶蹄的動物。

二、設計不同變因，並採購準備相關材料：

1.設計不同變因



圖 肆-4 設計實驗變因

各單項因素的變數設定如下：

表 肆-1 變數設定表

因素	對照組	實驗組
抗力臂長度	30cm	20,25,35,40cm
施力臂長度	150cm	110,130,170,190cm
施力支點角度	60 度	40.50,70,80 度
土壤溼度	Normal	Wet+,Wet,Dry,Dry +
竹子直徑	2-2.3cm	1.1-1.9 , 1.3-1.5 , 2.2-4.2 , 3.4-5.2 cm

2.採購實驗設備



圖 肆-5 土壤探測器

根據設計不同的實驗變因，採用不同的實驗設備以進行實驗分析。

3.採集實驗器材



圖 肆-6 採集實驗器材

本次實驗的原料需用到大量的山林資源，因此需要特別到山上採集原料與實驗器材。

三、根據設計的實驗變因進行實驗流程

1.根據不同變因架設實驗環境



圖 肆-7 製作陷阱地面的觸發裝置

製作傳統陷阱需要有弓（本實驗使用竹子），並且需要在地面放置懸空竹片、木片，並利用弓綁上繩索（鋼索），綁在地面懸空的竹片上，作為觸發陷阱的裝置。

2.使用設備測量



圖 肆-8 運用分度尺測量角度

根據不同的實驗變因設置陷阱，並運用測量工具測量（抗力臂、施力臂長度、施力支點角度、土壤濕度、竹子直徑等）。

3.將實驗結果記錄下來



圖 肆-9 紀錄實驗結果

將測量的結果記錄下來，以便後來的檢討，便根據測量數據提出疑問，向耆老詢問。

四、紀錄與分析統整資料

※共分成五組實驗變因進行實驗：抗力臂長度、施力臂長度、施力支點角度、土壤濕度與竹子（弓）直徑（粗細）。

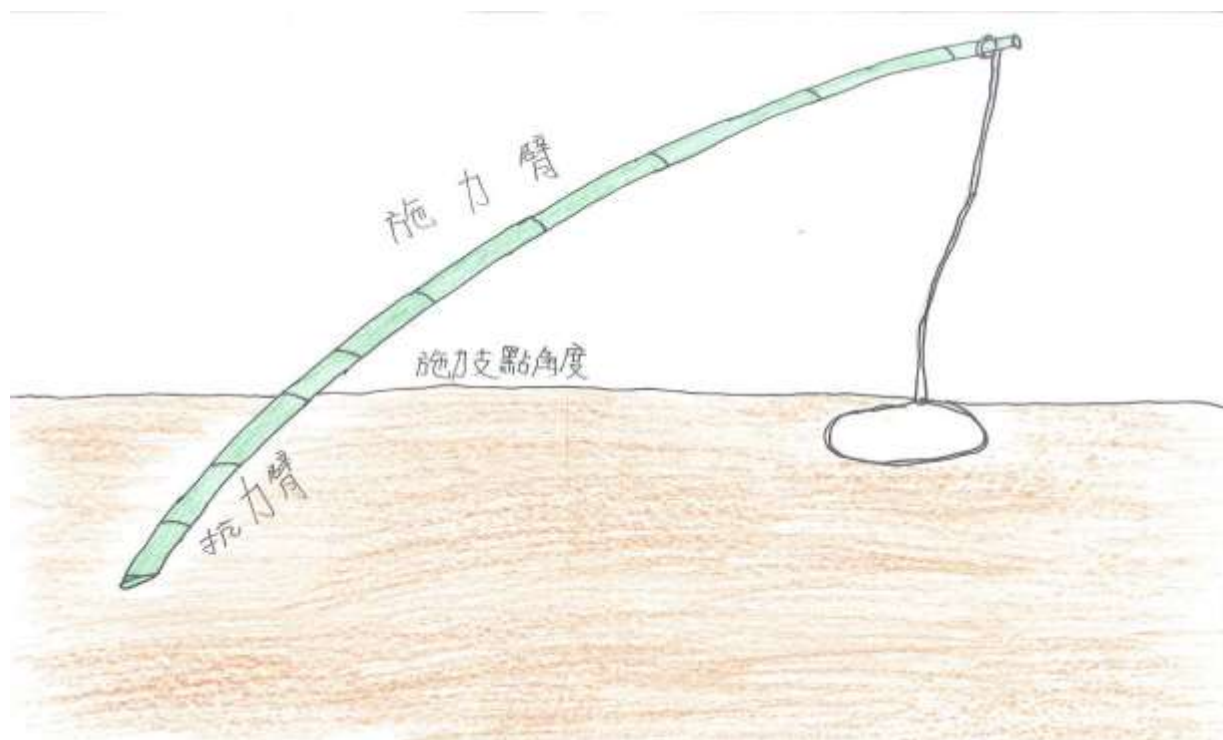


圖 肆-10 操作變因示意圖

(一)實驗變因：抗力臂長度

表 肆-2 實驗變因：抗力臂長度實驗統計表

抗力臂長度 (cm)	施力臂長度 (cm)	施力支點角度 (度)	土壤濕度 (刻度)	竹子直徑 (cm)	拉力 (kg)
20 cm	150	60	Nor	2 - 2.3	1.39
25 cm					1.53
30 cm					2.445
35 cm					2.945
40 cm					4.185

(二) 實驗變因：施力臂長度

表 肆-3 實驗變因：施力臂長度實驗統計表

施力臂長度 (cm)	抗力臂長度 (cm)	施力支點角度 (度)	土壤濕度 (刻度)	竹子直徑 (cm)	拉力 (kg)
110 cm	30	60	Nor	2 - 2.3	3.385
130 cm					2.64
150 cm					2.445
170 cm					2.085
190 cm					1.01

(三) 實驗變因：施力支點角度

表 肆-4 實驗變因：施力支點角度實驗統計表

施力支點角度 (度)	抗力臂長度 (cm)	施力臂長度 (cm)	土壤濕度 (刻度)	竹子直徑 (cm)	拉力 (kg)
40 度	30	150	Nor	2 - 2.3	X
50 度					3.55
60 度					2.445
70 度					1.265
80 度					0.68

(四) 實驗變因：土壤濕度刻度

表 肆-5 實驗變因：土壤濕度實驗統計表

土壤濕度 (刻度)	抗力臂長 度 (cm)	施力臂長 度 (cm)	施力支點 角度 (度)	竹子直徑 (cm)	拉力 (kg)
Wet+	30	150	60	2 – 2.3	3.24
Wet					3.17
Nor					2.445
Dry					2.15
Dry+					1.9

(五) 實驗變因：竹子直徑 (測量數值為竹子兩端的直徑)

表 肆-6 實驗變因：竹子直徑長度實驗統計表

竹子直徑 (cm)	抗力臂長 度 (cm)	施力臂長 度 (cm)	施力支點 角度 (度)	土壤濕度 (刻度)	拉力 (kg)
1 – 1.9	30	150	60	Nor	1.6
1.3 – 1.5					1.88
2 – 2.3					2.445
2.2 – 4.2					4.035
3.4 – 5.2					10.25

五、遇到問題與實驗限制

<p>1.遇到問題訪問耆老或查詢相關資料</p> 	<p>(一) 遇到的問題：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 經由耆老的口述以及書面資料，運用天然資源製作陷阱，因不知道所有製作陷阱時所需元件的適合尺寸，因此起初陷阱並無足夠作用力。2. 一開始在進行陷阱實驗時，還不知道作用力的大小約多少牛頓，因此買了許多支不同刻度且不適用的拉力計。
<p>2.將解決問題的方法記下，並且在下次實驗中嘗試與改進</p> 	<p>(二) 解決的方法：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 經過多次的陷阱製作，大家對於需要製作為陷阱的元件尺寸越來越有經驗，包括製作為弓的竹子與設置在地上懸空的木片。2. 經過多次的實驗與陷阱製作修正，購買最適合測量此實驗的拉力計刻度。
<p>3.未解決的實驗限制</p>	<p>(三) 實驗限制：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 力的真正運算公式為 $F = ma$，代表的是一段時間內的加速度與力量的內積，因此在真實陷阱啟動後的力量，必須包含陷阱繩的收縮速度以及摩擦力，然而此實驗礙於測量設備以及中小學生的自然科學領域教授，未能加上這些的測量。2. 雖然知道越粗的竹子能夠產生越大的力量，但是越粗的竹子相對在彎曲的角度彈性並不能像細的竹子一樣好，因此此實驗未能完成測驗竹子粗細所能承受的表面張力力矩，當進行竹子粗細實驗變因的實驗時，更是遇到粗的竹子在彎曲過程中就斷裂的情況。

六、結論與檢討

<p>團隊討論與檢討</p>	<p>根據以上實驗結果，進行組員與老師的會議研討及分析，並提出研究結論與建議（在後面的研究與討論呈現）。</p>
----------------	--

伍、研究結果

一、實驗變因：抗力臂長度分析圖

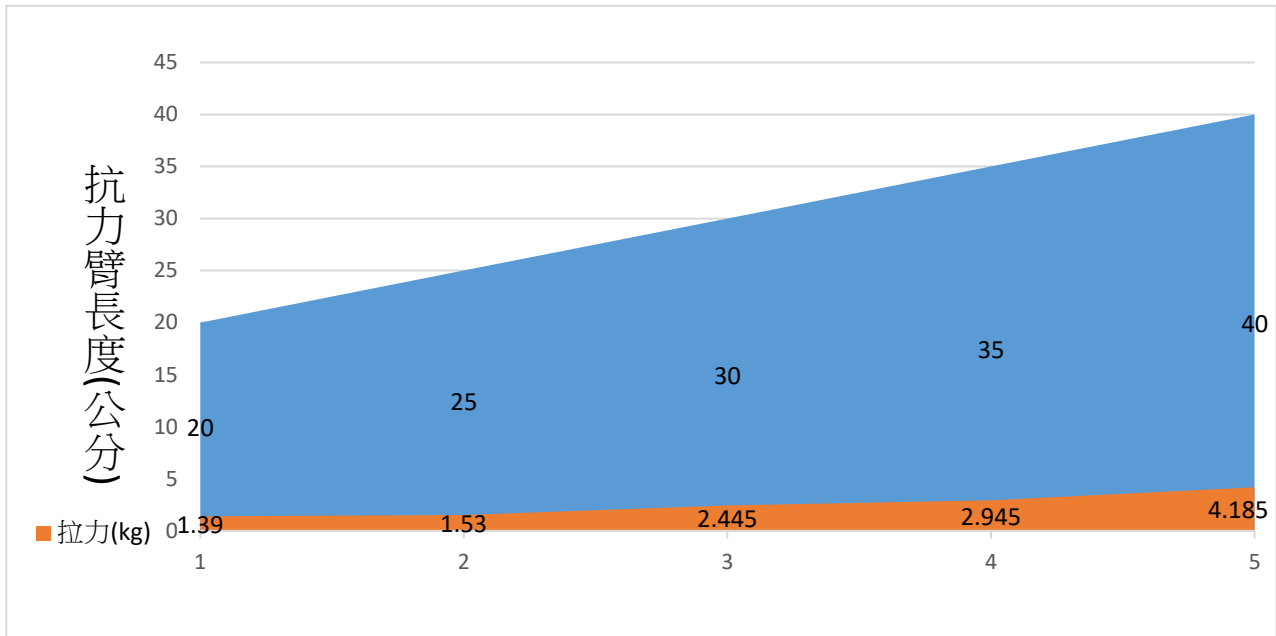


圖 伍-1 實驗變因：抗力臂長度分析圖

二、實驗變因：施力臂長度的分析圖

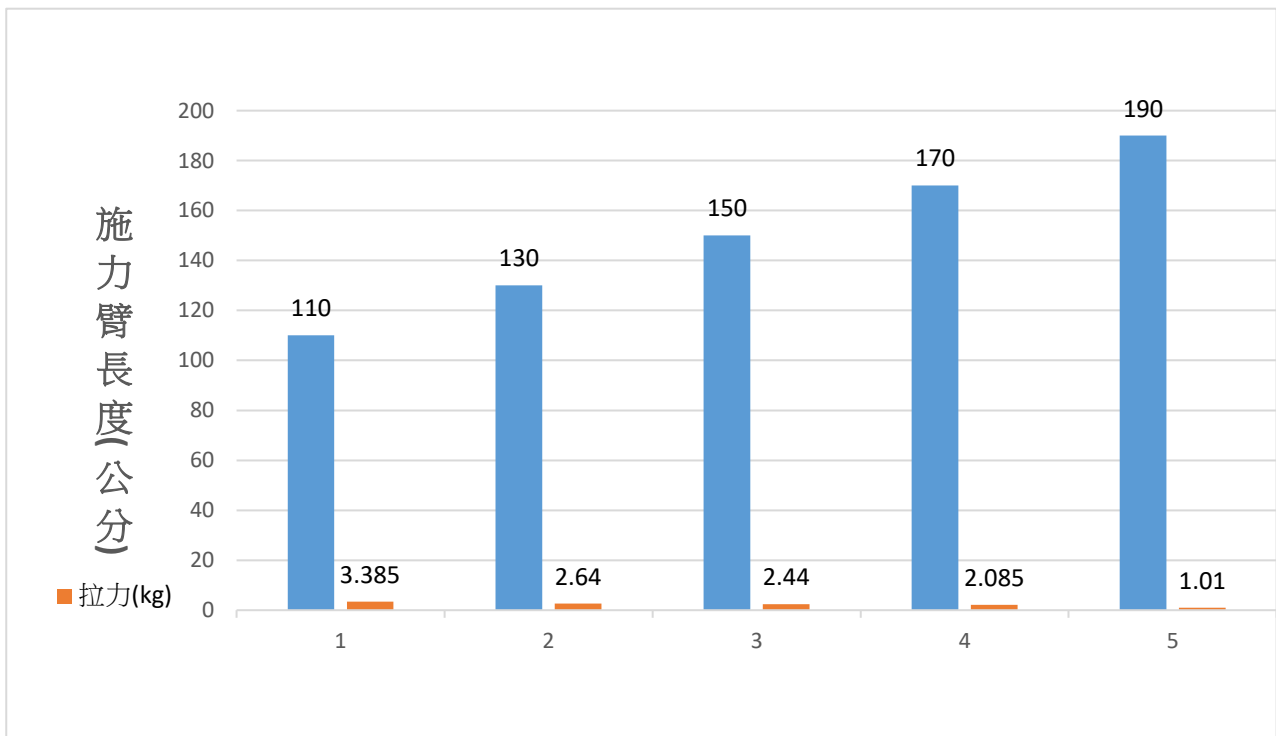


圖 伍-2 實驗變因：施力臂長度的分析圖

三、實驗變因：施力支點角度的分析圖

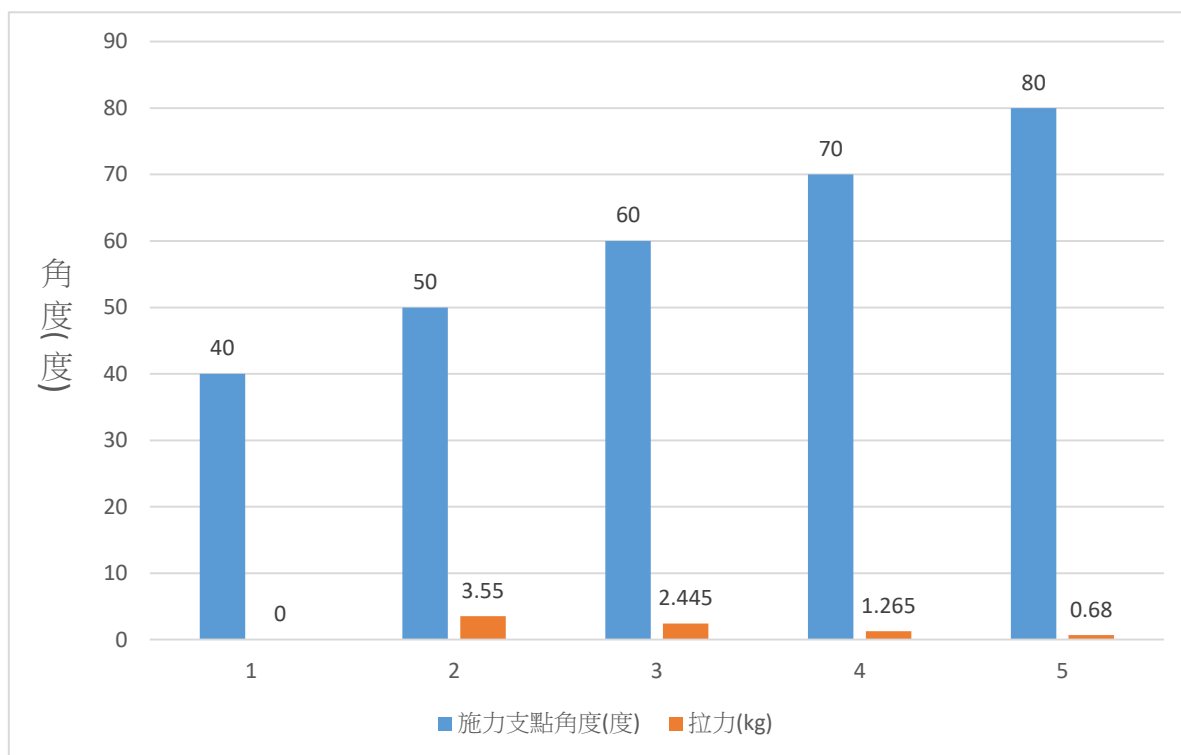


圖 伍-3 實驗變因：施力支點角度的分析圖

四、實驗變因：土壤濕度的分析圖（Wet+最潮濕、Wet 潮濕、Nor 一般、Dry 乾燥、Dry+最乾燥）

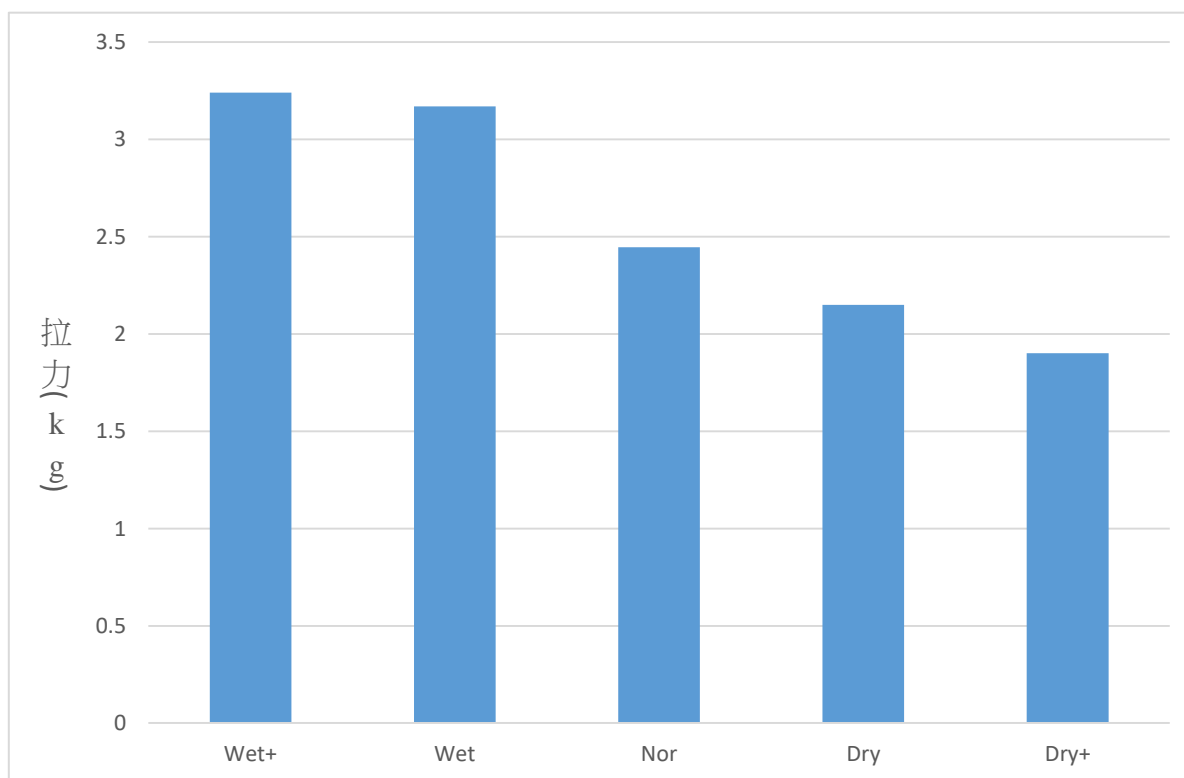


圖 伍-4 實驗變因：土壤濕度的分析圖

五、實驗變因：竹子直徑（弓的粗細）的分析圖（測量數值為竹子兩端的直徑）

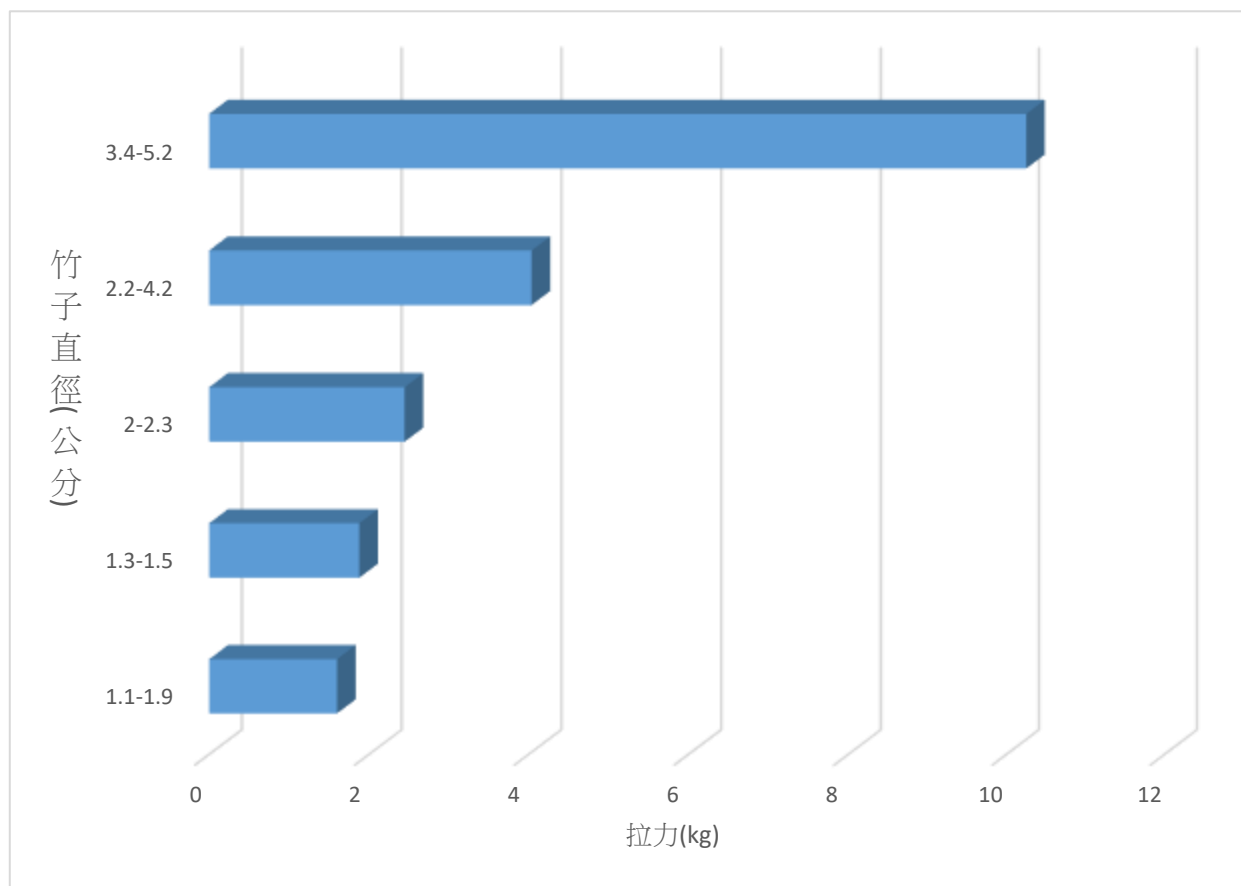


圖 伍-5 實驗變因：竹子直徑（弓的粗細）的分析圖

陸、討論

一、根據實驗變因：抗力臂長度分析圖可以得知

1. 將竹子（弓）插在土裡越深，**抗力臂長度越長，所得到的施力力量越大。**
2. 因此如果在打獵時，目標為較大型的動物時，則可以在製作陷阱時，將弓放置更深的泥土處。

二、根據實驗變因：施力臂長度分析圖可以得知

1. 離支點越近，施力臂越短的地方，拉力越大，反之，離支點越遠的地方，**施力臂越長所測得施力力量越小。**
2. 雖然得知施力臂越小作用力越大，但耆老告知在實際狩獵的場地，有時會礙於場地，或者為了要不讓野生動物發現陷阱，其實施力臂都還需要與支點保持一定距離以上，以防備野生動物發現陷阱。
3. 本次的實驗限制並不能測得在製作陷阱中，施力臂不同長短時，陷阱繩索所產生的加速度，因此當陷阱發生時，所產生完整的牛頓作用力，並不能在此實驗中測得。

三、根據實驗變因：施力支點角度分析圖可以得知

1. 當施力支點角度越大時，產生的拉力越小；反之，當施力支點角度越小、越接近地面時，產生的拉力越大。
2. 本次實驗在進行支點角度為40度的測量時，當弓拉低於45度，明顯聽到竹子斷裂聲，因此後來測得的拉力數字並沒有作為採計。
3. 本次實驗中的實驗限制並無法詳細測得不同粗細、年份、部位的竹子，表面所能承受的最大彎曲角度與力矩。

四、根據實驗變因：土壤濕度的分析圖可以得知

1. 根據圖表可以得知，雖然此實驗所運用的土壤探測計並無法詳細測得土壤濕度，但根據五種顯示的刻度與測量，還是可以明顯看出，越潮濕的土壤（樹蔭下）製作出的陷阱作用力越大。
2. 土壤含水量間接影響到插在泥土裡的竹子與泥土的接觸面積，**越潮濕的泥土黏著性較高，相對接觸竹子的面積也越大，摩擦力也就越大，使的抗力的力量越大。**

五、實驗變因：竹子直徑（弓的粗細）的分析圖可以得知

1. 竹子直徑越細，所產生的靜態作用力越小；反之，竹子直徑越粗，所產生的作用力越大。
2. 在此實驗中的限制，因無法找到頭尾直徑相同的竹子，因此同時計載竹子兩端的數字。

柒、結論

- 一、根據此實驗可以發現，若要在製作陷阱時，使弓的作用力越大，有以下幾種方法：
 1. 將抗力臂增加，意即將弓或竹子插在越深的泥土裡，深度與所得的拉力成正比。
 2. 減少施力臂的距離，意即陷阱的繩索不宜離支點太遠，只要能達到偽裝陷阱的安全距離即可，施力臂長度與所得的拉力成反比。
 3. 將施力支點角度減少，意即將製作陷阱時的弓壓往越接近地面的角度，但要注意各種粗細不同的竹子，能夠承受的最大彎曲角度，以防竹子發生斷裂。
 4. 越潮濕的土地，所能產生的作用力越大，因此在野外時，可以觀察地形與泥土的濕度，以判斷所需要的施力臂長度（插在泥土的深度）。
 5. 越粗的竹子所能帶來的反作用力越大，但是相對的越粗的竹子，能承受的彎曲角度越小，因此在設定狩獵目標時，除非要狩獵較大型的動物，盡可能用隱密性較高、彈性也較好的細竹子即可。

- 二、根據六年級自然科第二學期教科書所編列力單元裡的槓桿原理，我們可以得知， $\text{施力臂} \times \text{施力力量} = \text{抗力臂} \times \text{抗力力量}$ ，與此實驗的實驗結果不謀而合。

- 三、根據本次研究的結果，我們可以得知，如果以物理力學角度，如何能在最有利的條件下，製作出作用力最大的陷阱，已讓野生動物在觸發陷阱時，弓能在最短時間內拉起動物；但耆老告訴我們，其實狩獵智慧中不僅僅是物理陷阱的製作，更包含了動物習性的生物學，因野生動物的習性不同，不同季節會行經的路徑也不同，甚至更聰明的野生動物如山豬，都能夠判斷周圍是否有人的氣味，因此在製作陷阱時，不單單要控制物理學的設計，更要包含生物學的智慧在其中，可見賽夏祖先的狩獵智慧，包含了生活經驗及豐富的與大自然共處的知識，更經過了源遠流長的經驗傳承與修正。

- 四、在進行此實驗時，我們也陸續發現幾樣實驗限制，包括弓拉起的速度測量、完整牛頓作用力的計算、實際狩捕野生動物的經驗與機率……等等，因此當大家將來升上中學時，學到更多關於力學的知識，再回來將此實驗中的限制一一打破，除了是設備的限制外，在實際到野外設計陷阱時也有許多安全考量，所以希望此實驗能夠引導這些孩子了解原住民的傳統狩獵智慧外，更希望孩子們將來，能夠繼續探索與解開原民傳統的科學智慧。

捌、參考資料及其他

- [1] 原住民委員會資訊網 <https://www.apc.gov.tw/portal/index.html>
- [2] 台灣原住民知識網
<http://www.knowledge.ipc.gov.taipei/ct.asp?xItem=1001177&CtNode=17310&mp=cb01>
- [3] 維基百科 - 狩獵陷阱
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%8B%A9%E7%8D%B5%E9%99%B7%E9%98%B1>
- [4] 台灣原住民-百年文學地圖 http://fasdd97.cca.gov.tw/world_query1.pHp
- [5] 維基百科-力 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8A%9B>
- [6] 牛頓運動定律 - <http://ezphysics.nchu.edu.tw/ccp/kinematics/k3.htm>
- [7] 106 學年度康軒自然科教科書第十二冊