

童玩竹蟬——聲音的探討

邵國志

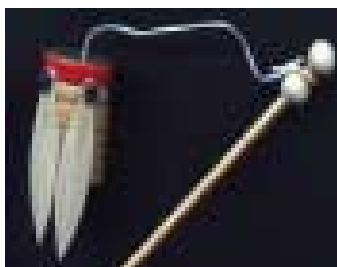
屏東縣廣興國小主任

壹、前言

在農業社會中，小朋友所擁有的童玩，皆就近取材於大自然；竹蟬即是我國民俗古玩之一，由於把玩時它會發出如夏蟬之鳴叫聲，材料又使用容易取得的竹子，因此名為「竹蟬」，也稱為「夏蟬」、「河童蟬」、「哮耳仔」、「喇雷底」。竹蟬是靠繩子與竹棒上的松香磨擦產生聲音，聲音藉著繩子傳到竹筒裏，利用筒內空間產生共鳴的效果，把聲音放大。我們探討各種影響竹蟬聲音大小的變因，希望能製成效果最佳，聲音最類似蟬鳴聲的竹蟬。此外，利用資源回收的物品做成各種不同聲音及造型不同的竹蟬，透過竹蟬的聲音的不同，做出各種不同的動物造型，更譜出一首首美妙動聽的夏日交響樂。也可以提供日後教師在科學教育上的研究參考。

貳、實驗動機

有一次，我們班的小朋友在觀光區的攤販中發現了這個童玩，覺得很好奇，它為什麼會發出聲音？還記得四下的自然課本中提到聲音的奧秘，教我們探討聲音發聲的原理；此外，在上學期的自然課中，我們學會用各種容器來製作樂器，如將綠豆放在兩個養樂多瓶中，做成會發聲的沙鈴，因此這個童玩引起了小朋友想要研究它的興趣。在上網及查閱相關資料後，小朋友才知道這個玩具叫做「竹蟬」，於是想要知道竹蟬鳴叫的原因（原理）。幾位有興趣的小朋友就找了我，要我跟他們一同進行研究，想知道影響竹蟬發聲的原因（原理）。其中有一位熱愛音樂的同學甚至提議用竹蟬來創作屬於它的交響樂，利用資源回收的物品做成各種不同聲音及造型不同的竹蟬，透過竹蟬的聲音的不同，做出各種不同的動物造型，更譜出一首首美妙動聽的夏日交響樂，真是令人期待。



圖一：童玩竹蟬

參、實驗目的

當小朋友在轉動竹蟬時，棒子與線相互摩擦產生振動，藉由繩子傳到鼓皮（竹蟬），因而發出聲音。由於他們判定聲音由竹蟬部分發生，再加上竹蟬發聲原理的資料收集，經過小朋友們整理討論後，竹蟬的發聲方式是藉由傳聲線和支桿上的松膠摩擦，使傳聲線產生振動，使共鳴皮上的音架發出不同音程的聲音，再藉共鳴箱的共鳴作用，把聲音增大，比原聲優美悅耳，於是小朋友們就提出一些假定如傳聲筒直徑大小、傳聲筒的長短、不同材質的傳聲筒、傳聲筒重量不同、繩子的打結數（線的鬆緊度）、繩子的長短、不同材質的繩子和發出的聲音有何關係，於是我們把它整理成以下八項實驗目的：

- 一、探討傳聲筒直徑大小與竹蟬聲音大小的關係。
- 二、探討傳聲筒的長短與竹蟬聲音大小的關係。
- 三、探討不同材質的傳聲筒與竹蟬聲音大小的關係。
- 四、探討傳聲筒重量不同與竹蟬聲音大小的關係。
- 五、探討繩子的打結數與竹蟬聲音大小的關係。
- 六、探討繩子的長短與竹蟬聲音大小的關係。
- 七、探討繩子的粗細與聲音大小的關係。
- 八、探討不同材質的繩子與竹蟬聲音大小的關係。

肆、實驗器材及設備

器 材 名 稱	數 量	器 材 名 稱	數 量
塑膠杯	1 個	塑膠水管	數個
布丁盒	1 個	尼龍繩	1 小捆
養樂多瓶	1 個	細麻繩	1 小捆
鐵罐	1 個	棉線	1 小捆
紙杯	1 個	塑膠繩	1 小捆
牛奶盒	1 個	粗麻繩	1 小捆
餅乾盒	1 個	厚紙板	一張
寶特瓶	1 個	熱熔膠	數條
冰淇淋盒	1 個	熱熔槍	一把
竹筷	1 包	松香	少許
牙籤	1 包	噪音分貝計	1 個

伍、實驗過程與方法

一、竹蟬的製作過程：（如下圖二）

- （一）利用鋸子擷取適當長度的塑膠管。
- （二）切割下適當大小的厚紙板，並在厚紙板中央打洞。
- （三）將線的一端穿過厚紙板中央的小孔，並用牙籤將線固定在厚紙板中央上。
- （四）在竹筷子的兩端黏上一圈熱熔膠〈以防繩子轉動時飛出〉。
- （五）將步驟四完成的竹筷子於加熱溶解的松香中轉動。
- （六）將線綁在步驟五中的竹筷子上。
- （七）竹蟬完成。



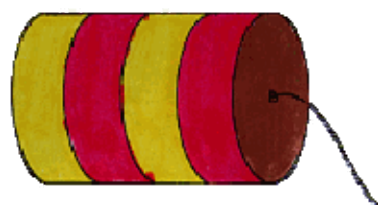
利用鋸子擷取適當長度的塑膠管



切割下適當大小的厚紙板，並在厚紙板中央打洞，將線的一端穿過厚紙板中央的小孔，並用牙籤將線固定在厚紙板中央上



在竹筷子的兩端黏上一圈熱熔膠〈以防繩子轉動時飛出〉，竹筷子於加熱熔解的松香中轉動



將線綁在竹筷子上，竹蟬完成



裁厚紙板



在厚紙板上穿孔



綁上牙籤



紙板貼在塑膠管上



上熱熔膠



上松香



繩子套上竹筷子



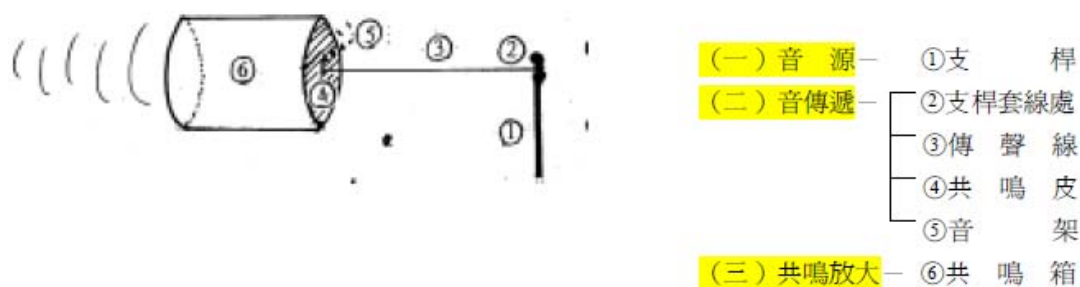
竹蟬完成〈試轉〉

圖二：竹蟬的製作過程

二、竹蟬發聲原理：

竹蟬各部位命名共分六個部位如下圖，整個構造包括發聲器、線及傳聲筒，竹蟬會發出聲音的原理是由於線摩擦松香發出聲音，並透過傳聲筒將聲音放

大，使我們能聽到響亮的聲音。竹蟬的發聲方式是藉由傳聲線和支桿上的松膠摩擦，使傳聲線產生振動，使共鳴皮上的音架發出不同音程的聲音，再藉共鳴箱的共鳴作用，把聲音增大，比原聲優美悅耳；其發聲原理簡單來講就是手握竹棒繞動時→繩子與竹棒的松香摩擦產生聲音→聲音藉由快速振動的繩子傳到竹蟬上的薄膜→薄膜振動並使筒內空氣振動（共鳴）放大聲音。



三、竹蟬聲音大小分貝的測量：

實驗中所要探討的是各個變因與竹蟬發聲的關係，我們紀錄發聲的聲音分貝大小及每個竹蟬的音品。在測量聲音分貝的大小中，我們向「屏東縣環保局」借「噪音分貝計」來測量，感謝校長及總務主任的支持，協助我們能順利借到這個器材。以下各個竹蟬聲音分貝的紀錄是控制在每 10 秒 20 轉，分貝計距離竹蟬 50 公分，並正對竹蟬筷子中心所做的紀錄。三項數據分別包括 10 秒內聲音最大值、最小值及 10 秒內的平均值。

陸、實驗結果

一、探討傳聲筒直徑大小與竹蟬聲音大小的關係。(以塑膠水管)

表一

傳聲筒直徑 (公分)	竹蟬聲音大小 (分貝)			音質	音色
	最大值	最小值	平均值		
最大.10 公分	89	70	77.1	低沉 ↓ 清脆	牛鳴
中.6 公分	91.1	70	79.9		蛙鳴
小 3.5 公分	95.2	72.9	84.2		蟬鳴
最小 2.5 公分	88.5	70	73.4		蚊鳴

◎討論：以塑膠水管材質，傳聲筒固定7公分長，我們發現竹蟬傳聲筒的直徑較小〈當直徑3.5公分以上〉，它所發出的聲音較大，聲音較清脆。



直徑不同的竹蟬

二、探討傳聲筒的長短與竹蟬聲音大小的關係。(以半徑 3.5 公分的塑膠管)

表二

傳聲筒長短 (公分)	竹蟬聲音大小 (分貝)			音質	音色
	最大值	最小值	平均值		
12 公分	91.7	70	76	低沉 ↓ 清脆	蛙鳴
9 公分	87.9	70	76.6		鳥鳴
6.5 公分	87.8	70	78.8		蟋蟀鳴
3 公分	87	70	72.6		虫鳴

◎討論：使用半徑為3.5公分的塑膠水管，裁成各種長度的傳聲筒我們發現傳聲筒的長度愈長，竹蟬的聲音愈大。



長短不同的竹蟬

三、探討不同材質的傳聲筒與竹蟬聲音大小的關係。

表三

傳聲筒材質	竹蟬聲音大小（分貝）			音色
	最大值	最小值	平均值	
布丁盒	86.4	50	69.5	蛙聲
養樂多瓶	83.6	60.2	72.5	風聲
紙杯	84.3	69.6	76.2	蜜蜂
鋁罐	86.8	56.9	74	虫鳴
寶特瓶半個	72.6	50	59.4	夜晚青蛙聲
City 紙盒(有蓋)	89.8	58.3	77.4	蜜蜂
City 紙盒(無蓋)	69.7	50	55.5	幼牛聲
塑膠餅乾盒(有蓋)	70	50	56.5	豬叫聲
短鐵罐	84.7	50.6	71.6	清脆的鐵摩擦聲
長鐵罐	85.4	56.4	72.3	低沉的鐵摩擦聲

◎討論：

- 〈一〉不同材質的傳聲筒，所發出的聲音大小不同，它的音色更是有明顯的差別。
- 〈二〉傳聲筒的開口打開及封閉的聲音大小不同，音色也不同，封起來的聲音較大聲。



傳聲筒材質不同的竹蟬

四、探討傳聲筒重量不同與竹蟬聲音大小的關係。

表四

傳聲筒重量	竹蟬聲音大小（分貝）			音質
	最大值	最小值	平均值	
四個夾子	93.9	80.8	86.6	低沉 ↓ 清脆
三個夾子	94.2	81.8	86.7	
二個夾子	95.4	81.5	85.1	
一個夾子	95.0	81.3	84	
零個夾子	105.4	89.1	94.3	

◎討論：以塑膠水管材質，我們發現竹蟬傳聲筒的重量愈輕，它所發出的聲音較大，音質 較清脆。



夾有四個夾子重量的傳聲筒

五、探討繩子的打結數與竹蟬聲音大小的關係。

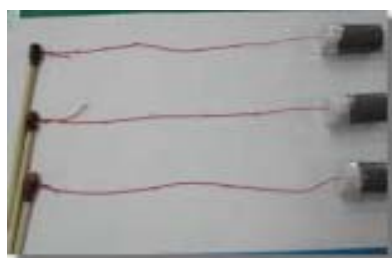
表五

繩子打結數	竹蟬聲音大小（分貝）			音質
	最大值	最小值	平均值	
3 個	87.1	70	72.1	清脆 ↓ 低沉
5 個	87	70	73.5	
7 個	87.0	70	79	

◎討論：使用同一個竹蟬，繩子打結後長度皆為10公分，我們發現繩子的打結數與竹蟬聲音大小沒有很明顯的關係，只是音質上有些差異。



繩子打結的傳聲筒



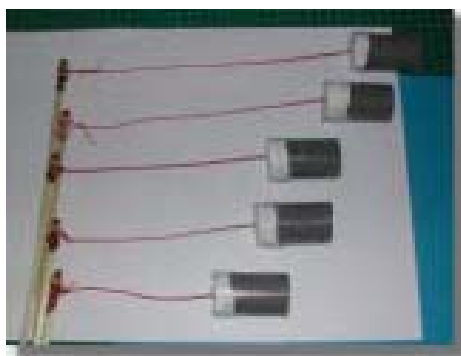
繩子打結數不同的竹蟬

六、探討繩子的長短與竹蟬聲音大小的關係。

表六

傳聲筒長短 〈公分〉	竹蟬聲音大小（分貝）			音質
	最大值	最小值	平均值	
13.5	86.3	70	77.5	清脆 ↓ 低沉
17	86.2	70	73.5	
20	86.1	70	72.4	
24	86	70	76	
27	86.1	70	76.6	

◎討論：使用同一個竹蟬，只改變繩子長度的變因，我們發現繩子愈短，竹蟬聲音有愈小的趨勢。



繩子長短不同的竹蟬

七、探討繩子的粗細與聲音大小的關係。

表七

繩子粗細	竹蟬聲音大小（分貝）			音質
	最大值	最小值	平均值	
1 條	112.7	92.5	103.5	清脆 ↓ 低沉
2 條合在一起	83.2	70	73.7	
3 條合在一起	93.2	80	87.1	

◎討論：使用同一個竹蟬，只改變繩子粗細的變因，我們發現繩子愈粗聲音愈小；繩子愈細，聲音愈大。此外，當繩子過粗時則不好固定於松香上。

八、探討不同材質的繩子與竹蟬聲音大小的關係。

表八

繩子名稱	竹蟬聲音大小（分貝）			音色
	最大值	最小值	平均值	
尼龍繩(細)	91.1	77.2	83.1	蟬鳴聲
尼龍繩(粗)	88.7	72.0	80.2	蒼蠅聲
幸運線	90.9	67.1	79.1	蟬鳴聲
縫衣線(會卡住)	89.9	72.1	82.5	豬叫聲
細毛線	87.1	68.0	75.8	嬰兒哭聲
粗毛線	85.6	67.2	76.7	牛蛙聲

◎討論：

〈一〉使用同一個竹蟬，繩子長度皆為10公分，我們發現不同材質的繩子所發出的聲音大小不同，聲音的音色也有很大的差異。

〈二〉在「粗、細尼龍繩」中及「粗、細毛線」中，我們發現竹蟬聲音大小相差較大；由此可知「繩子粗細的變因」比「繩子材質不同的變因」對竹蟬聲音大小的影響更大。



不同材質的線做成的竹蟬

九、其他延伸部分

- (一) 用竹蟬做成可愛的造型：我們用各種資源回收的容器做成不同音色的竹蟬，再根據音色的特性製成不同的動物造型，讓竹蟬看起來更加豐富活潑。
- (二) 將各種竹蟬的聲音譜成美妙的音樂：我們將完成的竹蟬加以分類，共分成四組，譜成了竹蟬四部曲，供大家欣賞。

柒、結論

- 一、竹蟬的傳聲筒的直徑越小、長度越長、重量越輕聲音越大。
- 二、不同粗細、材質的繩子所做成的竹蟬聲音大小會不同，繩子越細，聲音越大，音色越尖銳。
- 三、繩子的打結數與長短和聲音大小沒有直接關係。
- 四、用直徑3.5公分塑膠水管當傳聲筒，並用幸運繩線摩擦松香所發出的聲音最接近蟬鳴聲。
- 五、可以用不同材質的竹蟬聲音，組成一首美妙的交響樂曲。
- 六、利用資源回收的物品，可以製作成各式各樣不同造型的竹蟬。

捌、參考書目

- 一、Rober W Wood (2001) 著〈陳文明譯〉，聲音，台北市，麥格羅希爾出版。
- 二、Winston S. Priest (1998) 著，動物在行動，香港，時代—生活叢書出版社，第 13 頁。

姓名：邵國志

職稱：總務主任

服務單位：屏東縣廣興國小

通訊處：屏東縣高樹鄉廣興村中正路 28 號