

美輪美奐

初小組應用科學科第三名

台北縣江翠國民小學

作者：陳建璋、葉哲璋、廖仁偉

指導教師：莊玉屏、劉翠薇

一、研究動機

這學期我們參加自然科學組的分組活動，十月份的研討主題是水土保持。有一天，老師帶我們去參觀木柵貓空水土保持戶外教室，在沿路的兩旁，我們發現有不同的山坡地不同的處理方式。其中有一處是「格柵植生護坡」，它是在坡地上興建鋼筋水泥格柵，再植入草花來整治山坡地。我們想，是不是還有其他方法可以作好水土保持的工作呢？

後來在學校旁，看到人行道上有人利用廢輪胎種植花木。我們想到是不是可以用廢輪胎當作格柵來種植草木維護土地資源？所以在老師的指導下我們開始收集資料，進行實驗。

二、研究目的

(一)廢輪胎污染的危害

(二)坡地保育的尖兵

1. 坡地災害的教訓
2. 植生覆蓋與土壤沖蝕觀察
3. 拿坡輪治山護水

(三)化腐朽為神奇

1. 原型利用
2. 加工利用
3. 燃燒利用

(四)問卷調查

1. 橡膠製品的種類
2. 廢輪胎處理的方法
3. 家長的意見與建議

三、研究器具

人工降雨沖蝕槽、汽車機車廢輪胎、玩具輪胎、橡膠環、土壤、山芥菜、玩具翹翹板、燒杯、塑膠罐、保特瓶、碼表、量筒、白板、量尺、揮發油。

四、研究過程

(一)廢輪胎污染的危害

國內每年大約產生七萬噸的汽車、機車廢輪胎，這些千年不會腐化的廢輪胎如果任意丟棄放置，會引起以下的問題：

- 1.廢棄物大量增加，造成垃圾無去處汙染的問題。
- 2.因其不容易清除，容易孳生病媒，造成環境衛生問題，例如：登革熱疫情。
- 3.隨意焚化燃燒，造成空氣汙染，危害人體健康。
- 4.沒有妥善處理，容易發生火災。

(二)坡地保育的尖兵

1.坡地災害的教訓

近幾年台灣旱潦災害頻繁，主要原因，人爲的生態破壞，將天災的損害推到極點：

- (1)台灣全島因颱風造成的水患，各地區傳出的災情實在慘不忍睹。
- (2)再當颱風過門不入時，造成的乾旱連連，水庫見底，以至缺水到必須分區供水、農田休耕的困境。

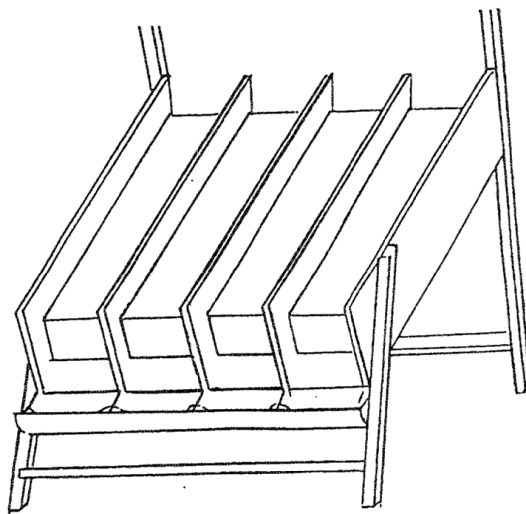
2.植生覆蓋與土壤沖蝕的觀察

準備：(1)自然科教具人工降雨沖蝕槽

(2)約30,000立方公分（100×30×10）四份

(3)山芥菜

(4)塑膠瓶4個，底部鑽洞，洞的個數、大小相同（代表相同降雨形式）



實驗：佈置人工降雨沖蝕槽：每區面積0.3平方公尺（100×30公分），高10公分，坡度20°，四區分別不同的處理：

- (1)第一區：全區土壤裸露未有任何處理

(2)第二區：坡面由砂岩和土壤混合構成，土壤裸露，下築擋土牆，高過土面一公分

(3)第三區：設置平台階段，台面上種植草類，台壁用藤條編織柵欄構築

(4)第四區：坡面全區種植小草

(5)處理坡內由上而下，分別在1/4和3/4的位置插入一支竹棒為測點
 ㄅ、ㄆ，測定各測點沖蝕的程度。

(6)各處理區槽下方，各放一保特瓶，收集流出的水和泥沙。

沖蝕槽放置走廊二星期實驗觀察（為讓小草適應、成長）

觀察一：1,000公撮水量噴灑，沖蝕情形觀察（用手觸摸土面，覺得微乾後做，
 85. 11. 30）

	第一區	第二區	第三區	第四區
水流出的時間	34 秒	—	—	—
水流出的量	85c. c.	—	—	—
流出的泥沙量	5c. c.	—	—	—

觀察二：2,000公撮水量沖蝕情形觀察（待土面微乾後作，85. 12. 3）

	第一區	第二區	第三區	第四區
水流出的時間	20 秒	45 秒	1分15秒	1分10秒
水流出的量	370c. c.	92c. c.	171c. c.	186c. c.
流出的泥沙量	17 c. c.	6. 5c. c.	2c. c.	3. 5c. c.

	第一區	第二區	第三區	第四區
測點原始高度	10 公分	10 公分	12/8公分	10 公分
ㄅ坡道上方	9. 5 公分	9. 2 公分	12公分	10 公分
ㄆ坡道下方	10. 2公分	10. 5公分	8 公分	10 公分

觀察三：3,000公撮水量沖蝕情形觀察（待土面微乾後作，85.12.5）

	第一區	第二區	第三區	第四區
水流出的時間	18 秒	32 秒	1分	56秒
水流出的量	450c. c.	360c. c.	314c. c.	326c. c.
流出的泥沙量	25.5c. c.	22 c. c.	3 c. c.	4.5c. c.

	第一區	第二區	第三區	第四區
測點原始高度	10 公分	10 公分	12/8公分	10 公分
ㄅ坡道上方	8.2 公分	8.0公分	11.7公分	9.8 公分
ㄆ坡道下方	11.5公分	11.5公分	8.2 公分	10.6公分

結果：

- (1)第一區和第二區流出的水混濁，第三區和第四區流出清澈的水。
- (2)比較水流出的時間和收集到的水量、泥沙量，第三區和第四區水土保持效果比較理想。
- (3)第二區2,000公撮的水沖蝕下，大小砂岩、土壤和水一部分越過擋土牆。到3,000公撮的水量時，上方的砂岩和土壤一部分流失，到坡面下方，土和水從擋土牆上流出來。

3.拿坡輪治山護水

(1)輪胎的邊坡穩定植生綠化效果

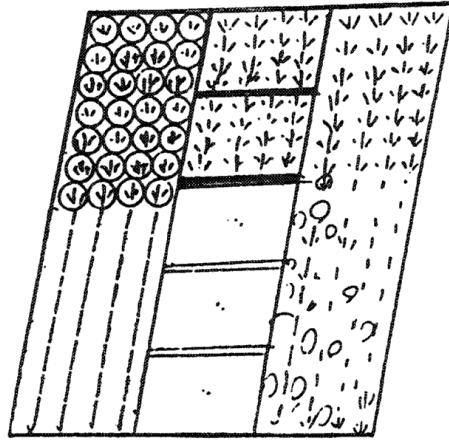
實驗：同(二)2.植生覆蓋與土壤觀察的人工降雨沖蝕槽

①第一區內鋪8公分高的土壤

- A. 整齊的排上玩具輪胎和橡膠圈共62個
- B. 在輪胎中空部分及輪胎和輪胎間空隙：植入一棵棵小草，約75棵
- C. 再填入土壤，坡面高為10公分

②第二區平台階段，植草覆蓋：小草約76棵

③第三區粗粒大小不同砂岩混合砂土構成，再全面植草覆蓋：小草約73棵。由上而下分別在1/4和3/4的地方各插一根竹籤當測點



觀察一：2,000公撮水量，沖蝕情形觀察（85.12.18）

	第一區	第二區	第三區
水流出的時間	1分03秒	1分10秒	32秒
水流出的量	168c. c.	166c. c.	335c. c.
流出的泥沙量	1.5 c. c.	2 c. c.	6 c. c.

觀察二：3,000公撮水量沖蝕情形觀察（85.12.20）

	第一區	第二區	第三區
水流出的時間	1分	1分02秒	26秒
水流出的量	290c. c.	305c. c.	620c. c.
流出的泥沙量	3 c. c.	3 c. c.	11c. c.

討論：①平台階段是坡地開發利用的最佳水土保持方法，而輪胎穩定坡面的效果不比它差。

②第三區土石不安定，植草和土石明顯流失

(2)廢輪胎的新天地

準備：人工降雨沖蝕槽，共分三區，每區30,000立方公分（100×30×10公分）。坡度，300，分別不同的處理：

①第一區布置山邊溝：填入8公分高的土壤

在坡面上每隔11公分築一淺三角溝，溝面2.5公分寬。另在兩邊各築一條縱向排水溝寬2.5公分。

②第二區全區平面布置：填入8公分高的土壤

在坡面上每隔22公分築一段台面，台壁3公分高。台面高度依序3、6、9、12、15公分高。

③第三區布置平台階段：填入8公分高的土壤

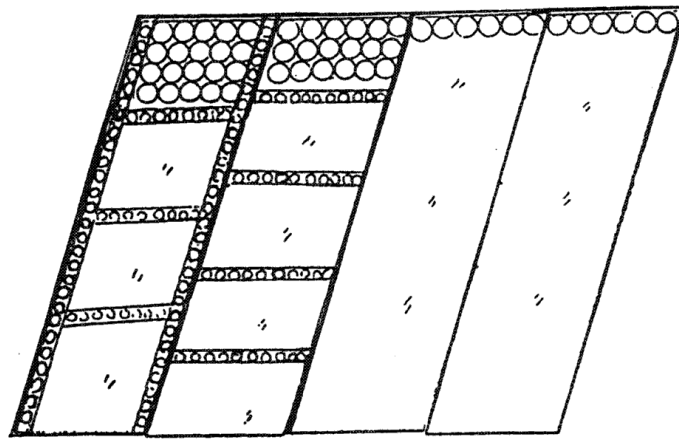
④第四區大小不同的砂岩和沙土混合，舖設8公分高，在坡腳栽植小灌木。

⑤用外徑4.8公分高2公分的橡膠圈代替輪胎舖坡面，以外徑2.4公分高0.6公分的玩具輪胎舖溝面和台壁。

實驗：①第一區以輪胎橫向五個縱向二個，第三、四區用輪胎橫向六個，縱向二個，鐵絲串聯，舖在坡面上，鐵絲嵌入土層固定。

②在輪胎中空位置種植草類，最後在其中及輪胎間的空隙填入1公分高的土壤。

③第一區的溝底和第三區的台壁用小輪胎六個串聯舖排，鐵絲插入土層固定。



觀察一：2,000公撮水量沖蝕情形（86.1.8）

	第一區	第二區	第三區	第四區
流出的時間	1分20秒	1分15秒	1分12秒	57秒
流出的水量	240c. c.	246c. c.	263c. c.	270c. c.
流出的泥沙量	1 c. c.	1 c. c.	2 c. c.	1 c. c.

觀察二：3,000公撮水量沖蝕情形（86.1.15）

	第一區	第二區	第三區	第四區
流出的時間	1分08秒	1分05秒	58 秒	53 秒
流出的水量	265c. c.	270c. c.	280c. c.	294c. c.
流出的泥沙量	1.5 c. c.	2 c. c.	3 c. c.	2.5c. c.

討論：山坡地以輪胎鋪排，降低泥沙的流失，提高土壤涵養水量。

- ①山邊溝是爲了減小從坡地上流下的水量避免土壤沖蝕。排水溝內鋪上小輪胎，更可以穩定溝底的土壤。
- ②平台階段台壁鋪輪胎處理，防止台壁沖蝕保護階段安全。
- ③在坡腳栽植灌木，可以防止土石萬一崩落時阻擋用，以及綠化美化。

(三)化腐朽爲神奇

廢輪胎除了可以大量使用在水土保持的用途外，另外有達到資源再利用的其他方法：

1.原型利用

就是將回收得來的廢輪胎不經切割再拿來利用，有以下的用途：

(1)美化環境：當作花盆種植花木

準備：① 汽機車廢輪胎 ②土壤 ③鐵絲

實驗：①每二個輪胎疊放起來

②每二個輪胎間用鐵絲作成 型，當作鉤釘固定

③在輪胎圈內倒入約1/2高度的土壤

④植入花木

⑤再倒入土壤填平

討論：我們發覺輪胎花盆有幾個優點：

①節省經費：做到廢物利用，節省購買花盆的費用。

②垃圾減量：原來是廢棄物，我們回收再利用，可以降低垃圾處理問題。

③堅固耐用：和塑膠花盆、陶土盆比較起來，輪胎花盆不會破裂。

(2)當防護墊使用：

準備：①翹翹板32公分長②小量杯二個各裝20公撮的水③50公克砝碼

④翹翹板甲，在桌面上粘橡皮墊1.5公分高⑤乙沒有橡皮墊
實驗翹翹板甲：

①在木板末端放上量杯 ②在右量杯前放上50公克的砝碼

③結果左邊上右邊下 ④觀察量杯裡剩下的水量 ⑤重覆做三次

實驗翹翹板乙：同樣的實驗步驟

觀察：

	實驗 甲	實驗 乙
第一次	18 c. c.	17 c. c.
第二次	17 c. c.	15 c. c.
第三次	17 c. c.	14 c. c.

討論：①翹翹板甲的量杯水量濺出3公撮，剩下17公撮

②翹翹板乙的水量濺出6公撮，只剩下14公撮

所以廢輪胎當防護墊使用可避免撞擊及彈跳的危險，也可以固定在輪船船身，貨車車廂內。

(3)遊樂器材：用在兒童遊戲場，實例有：鞦韆和跳躍用的設施。

(4)防坡堤覆蓋物：防坡堤上覆蓋輪胎，可以減輕波浪對防坡堤的侵蝕，延長使用的年限。例如：高雄大林蒲廢輪胎護岸工程，用廢輪胎和混凝土結合成各類型狀結構物保護新生地及保護海岸。

(5)邊坡防崩：在斜坡下面，數個輪胎堆放一堆，在一堆堆的輪胎中空部位灌入泥漿，發揮擋土牆的作用。

2.加工利用

把廢輪胎切片研磨後，得到再生膠粉，有以下的用途：

(1)製成膠條

①防滑效果：

準備：勺、500C. C. 燒杯二個，甲燒杯杯底有橡皮條，乙燒杯杯底沒有橡皮條

勺、白板60公分長

實驗：勺、作成300斜角的坡道 勺、二個燒杯放在坡頂

勺、手放開，觀察杯子滑動的情形

觀察：

	燒杯甲	燒杯乙
空燒杯	—	8公分
裝 200C. C. 水	—	20.5公分
裝 300C. C. 水	0.5公分	28.5公分

討論：甲杯黏住膠條，移動一點。乙杯往下滑動了。

②密封效果：

實驗：ㄉ、塑膠瓶甲，瓶口黏封橡膠條。塑膠瓶乙，瓶口沒有膠條
ㄎ、各裝100公撮揮發油，蓋塑膠蓋

結果：

	塑膠瓶甲	塑膠瓶乙
第一天	100c. c.	100c. c.
第三天	100c. c.	97c. c.
第五天	100c. c.	93c. c.

討論：有黏橡膠條的塑膠罐，密封效果比較理想

- (2)鋪設道路：是在瀝青中添加廢輪胎粉末，可以加強黏結性，避免道路龜裂，提高道路的使用壽命，以及降低路面噪音。在新竹縣芎林有一段由中華民國廢輪胎處理基金會提供，與學術研究單位合作實驗的橡膠瀝青鋪設的路段。
- (3)橡膠板：在我們學校的遊戲場上有60公分正方的橡膠板鋪成18塊大方形的地板。
- (4)橡膠墊：例如：腳踏墊、階梯上的墊片、椅墊。
- (5)防撞護欄：在高速公路戰備跑道的護欄。
- (6)鞋底：有運動鞋和拖鞋的鞋底。

3. 燃燒法

輪胎本身所含能量非常高，作為替代性的能源，是各先進國家未來規劃的趨勢。目前常用廢輪胎熱利用的可行技術，有幾種方式：

1. 橡膠製品的種類

依我們所列橡膠用品項目除了球類、橡皮管、活塞環及轉輪皮帶條，目前不是用再生膠粉製作以外，家長們又提供了幾項的一般用品，都是再生膠粉製成的產品：屋頂防護墊、煙灰缸、汽車橡膠零件、浴缸栓、人造草皮、汽車踏墊。

2. 廢輪胎處理的方法：

從回收的資料統計，家長回答：

不知道占82% 丟棄占13% 回收占4% 再利用占1%

3. 家長的意見與建議

綜合家長對於廢輪胎處理的意見：

- (1)有關廢輪胎處理方法的資訊不普及。
- (2)要作資源回收，再生利用。
- (3)多設立回收站，方便民衆丟置。
- (4)多宣導讓民衆配合。

討論：一般大眾對廢輪胎回收再利用的方法，多不清楚，雖有環保觀念，但不知道怎麼做。所以須要提高民衆對廢輪胎處理方式的認識。

五、研究結果

廢輪胎能經由不同處理方式再利用及資源化：

- (一) 1. 植草覆蓋可以保護表土，積蓄水源，又能增進綠化美化景觀。地表裸露，會加速土壤沖蝕，破壞土壤涵養水源及淨化水質的效果，又影響自然景觀。
2. 實施坡地防災綠化，尤其是地表被破壞或透水性低的土壤，先用汰舊輪胎穩定坡面，填入適宜的土壤，再種植適宜的植物可以保護表土，防止崩坍及洪水災害，而且作到：
 - (1)資源回收
 - (2)經濟省錢
 - (3)消耗大量的廢輪胎，讓垃圾減量。
3. 廢輪胎可以大量的原型利用在建設工程中，讓廢輪胎處理得到順利解決。
4. 切碎研磨後的橡膠粉再加工製成各種成品，有富彈性、安全、密封、不易老化等的優點。
5. 輪胎在製造過程中，添加有化學葯劑，燃燒時容易產生黑煙和化學物質，污染空氣，所以「廢棄物清理法」禁止露天任意焚燒廢輪胎。但在以燃燒設備做好污染防治的處理時，利用燃燒法和熱解法可將廢輪胎的能源發揮最大的效用，也能消耗大量的輪胎。

(二)經過這段期間，對於廢棄輪胎的探討，我們讓全校的老師和同學認識：日常生活中，許多橡膠製品是由廢輪胎回收再利用所製成的。

六、結 論

廢棄輪胎本身也是一種資源，若將其掩埋是資源上的浪費：

- (一)政府和有關單位為執行廢輪胎回收工作，成立兩個基金會負責回收。但是，
 - (1)回收的量和廢橡膠品的量仍不能完全平衡
 - (2)回收的項目只限汽車、機車的外胎，至於腳踏車、兒童三輪車、推車等報廢的輪胎仍然當垃圾丟棄。
- (二)其他的橡膠產品也沒有作分類回收，和一般垃圾一樣處理。所以如何回收並大量利用這些再生資源，滿足環保要求，是政府、橡膠業和社會大眾應關切的課題。

七、參考資料

中華民國廢輪胎處理基金會
聯合廢輪胎處理基金會
台灣區橡膠公會
屏東技術學院水土保持技術系 邱創益教授
環保之聲 第72期
行政院環境保護署 垃圾減量、資源回收手冊

評 語

本作品先對於廢輪胎的再利用，作一些調查與了解，並做一些實驗，其中特別是以廢輪胎覆被山坡地並植草，作為水土保持，是相當好的想法。針對這個想法，做出模型實驗，是一項相當完整的研究實驗，以證明此法可行。這項作品是給環保單位一個很好的建議，有助於提升一般人的環保意識。