

灰藏奇妙—排灣族小米梗的文化、應用與科學原理

類別：自然理工類

單元名稱：灰藏奇妙—排灣族小米梗的文化、應用與科學原理

設計人：張捷

研習編號：WOLF12122

教學年段：國中二年級下學期

教學總時數：6 hr

教學前準備：

學生 3 至 5 人一組(學生自行分組或由教師分配)

印製附圖一(每套 9 張圖片)

小米梗多把、酒精燈、打火機、坩堝鉗、燒杯、濾紙、漏斗、蒸發皿、水、酸鹼指示劑、石蕊試紙、三角架、陶瓷纖維網、濾紙、簡易燈泡電池組、烘箱。

一、 傳承傳統世界觀 — 小米梗在排灣族文化上的意義

(一) 主要學習概念、學習活動目標與分段能力指標

1. 主要學習概念

- (1) 排灣族五年祭前祭流程
- (2) 小米梗的排灣族語([singijl](#))
- (3) 燃燒小米梗的傳說
- (4) 小米梗灰的取得與應用

2. 學習活動目標

- (1) 了解排灣族五年祭的流程
- (2) 了解小米梗在五年祭中的象徵意義
- (3) 學會小米梗的排灣族語([singijl](#))
- (4) 了解如何取得小米梗
- (5) 了解排灣族如何使用小米梗灰

3. 分段能力指標

- 原 1-3-10-10 藉由學習其他族群語文，瞭解彼此語文的異同，並養成尊重的態度。
- 社 1-3-2-6 了解各地風俗民情的形成背景、傳統的節令、禮俗的意義及其在生活中的重要性。
- 社 1-3-1 了解不同生活環境差異之處，並能尊重及欣賞其間的不同特色。
- 社 9-1-2-6 察覺並尊重不同文化間的歧異性。
- 社 9-2-2-6 比較不同文化背景者闡釋經驗、事物和表達的方式，並能欣賞文化的多樣性。
- 藝 3-3-1-6 比較本地(縣市)與其他地區文物、古蹟及民俗文物，並說明其文化特色。
- 藝 3-4-1-6 瞭解各族群的藝術特質，懂得珍惜與尊重地方文化資源。

(二) 學習活動

1. 教師製作投影片配合講述的方式，簡介排灣族五年祭的流程。教師發給各組學生圖卡(附圖一)。

根據「台東縣土坂村 [Maljeveq](http://www.dmtip.gov.tw/event/Maljeveq)五年祭」網站¹中的資訊，教師將五年祭分為九個主要部分。此活動著重於第九部分—pasarut(驅除邪穢)的燃燒小米梗。

pasarut (驅除邪穢)儀式的目的在去除所有不潔物。女巫用祭葉在刺球臺、祭竿和祭場擦拭，表示去除所有沾染的穢物。做完儀式後，眾人回到祖靈屋內準備祭葉和束成一把的小米梗。將小米梗點燃後，眾人再回到祭場，祭司用小米梗燃燒的煙燻將平放在地上的祭竿，從底部分成三段掃過去，稱parhaketu，代表惡靈或所有不潔物都被煙燻掃過，再將小米梗如垃圾般的丟往祭場外，表示拋開這些不潔物。²

2. 觀賞排灣族五年祭前祭影片(約 16 分鐘)。³
3. 教師展示小米梗束後，發給各組學生數支小米梗。
4. 教師指導學生說出小米(Masuvagu)與小米梗(singijl)的排灣族語。
5. 教師使用投影片配合講述，介紹排灣族小米梗灰的應用與習俗。講述內容概要如“附件一”

(三) 學習評量

1. 分組討論評量

教師將五年祭前祭中各部分重要場景照片製成約 A4 大小圖卡(附圖一)，學生各組個別發下一套圖卡，由學生各組競賽排列出正確的順序。根據完成的順序在黑板上給予各組別分數。

教師要求學生各組抽出一張圖卡，選擇一位代表陳述該圖卡上的內容。教師根據學生表現之正確性、完整性進行初評，並說明評分標準。同時要求每位學生投票選出 2 組覺得表現較好的組別。教師再依據票選結果給予各組分數。

二、表達自我世界觀 — 小米梗與小米梗灰與生活的連結

(一) 主要學習概念、學習活動目標與分段能力指標

1. 主要學習概念

- (1) 小米梗與小米梗灰的成分
- (2) 燃燒的科學原理
- (3) 生活上的燃燒行為舉例

2. 學習活動目標

- (1) 學生能夠觀察小米梗與小米梗灰，分別猜測內含的成分
- (2) 學生能夠說出小米梗為何可以燃燒以及煙霧的成因
- (3) 學生能夠思考小米梗灰在排灣族應用上的科學原理
- (4) 學生能夠說出日常生活中觀察到有關燃燒的例子

3. 分段能力指標

- | | |
|-------------|----------------------|
| 自 1-1-5-2-4 | 嘗試由別人對事物特徵的描述，知曉事物 |
| 自 1-1-5-1-4 | 學習運用合適的語彙，來表達所觀察到的事物 |
| 自 1-1-1-1-4 | 運用五官觀察物體的特徵 |

¹ 台東縣土坂村 Maljeveq 五年祭 <http://www.dmtip.gov.tw/event/Maljeveq/menu-4-4-8.html>

² 台東縣土坂村 Maljeveq 五年祭 <http://www.dmtip.gov.tw/event/Maljeveq/menu-4-4-8.html>

³ 台東縣土坂村 Maljeveq 五年祭—影片記錄—前祭 <http://www.dmtip.gov.tw/event/Maljeveq/wmv/3.wmv>

- 自 1-3-5-4-4 願意與同儕相互溝通，共享活動的樂趣
- 自 1-3-5-5-4 傾聽別人的報告，並做適當的回應
- 自 1-4-4-1-8 藉由資料、情境傳來的訊息，形成可試驗的假設
- 自 1-4-3-2-8 依資料推測其屬性及其因果關係
- 自 1-4-1-1-4 能由不同的角度或方法做觀察
- 自 2-3-3-4 認識促進氧化反應的環境
- 自 2-3-3-2 探討氧及二氧化碳；氧的製造、燃燒之瞭解、氧化(生鏽等)，二氧化碳的製造、溶於水的特性、空氣污染等現象
- 自 2-4-8-3 認識各種天然與人造材料及其在生活中的應用，並嚐試對各種材料進行加工與運用。
- 自 3-1-1-4 能依照自己所觀察到的現象說出來
- 自 6-2-1-1-9 能由「這是什麼？」、「怎麼會這樣？」等角度詢問，提出可探討的問題
- 自 7-4-1-2 察覺每日生活活動中運用到許多相關的科學概念

(二) 學習活動

1. 教師詢問：「我們還可以使用小米梗做什麼呢？」
學生各自發表小米梗應用的想法，有發表的組別將獲得加分。教師將學生所舉的例子或提問記錄在黑板上。
2. 教師詢問：「為什麼小米梗燃燒後會有煙？煙的成分是什麼？又為什麼會有小米梗灰？小米梗灰的成分又是什麼？為何在排灣族上有這些應用呢？」
學生各自發表小米梗灰在排灣族應用上的科學原理。教師將學生所舉的例子或提問記錄在黑板上。
3. 教師詢問：「生活上是否有類似的燃燒例子？」
學生各自發表生活中燃燒的例子，有發表的組別將獲得加分。教師將學生所舉的例子或提問記錄在黑板上。
4. 若學生在上述回答中有包含酸、鹼、電解質的答案，則教師提問：「小米梗灰溶在水中是呈酸性還是鹼性？」若並未提到，則教師可引導學生回想氧化物溶於水後 pH 值改變的觀念，或直接進入操作實驗。
教師保留答案，給予學生操作實驗（見“三、探索世界觀”）。
5. 黑板上的舉例或提問將用於“四、形成新世界觀”。

(三) 學習評量

1. 教師根據個別學生是否有表達、提問、發言作為評分標準，正確性與否暫時不給予評論。

三、探索世界觀 — 小米梗燃燒與小米梗灰的觀察記錄

(一) 主要學習概念、學習活動目標與分段能力指標

1. 主要學習概念
 - (1) 準備燃燒實驗材料

- (2) 操作燃燒實驗並搜集灰燼
- (3) 小米梗灰溶於水會改變酸鹼值
- (4) 鹽類溶於水會增加水的導電度
- 2. 學習活動目標
 - (1) 學生能夠指出燃燒實驗需要的材料
 - (2) 學生自行架設與操作燃燒實驗並搜集灰燼
 - (3) 學生瞭解如何從灰燼中純化鹽類。
 - (4) 學生從實驗中發現小米梗灰溶於水會使水的酸鹼值改變
 - (5) 學生從實驗中發現小米梗灰溶於水中會使水的導電度改變
- 3. 分段能力指標
 - 自 1-1-1-2-4 察覺物體有些屬性會因某變因改變而發生變化
 - 自 1-2-4-1-7 由實驗的資料中整理出規則，提出結果
 - 自 1-2-3-3-7 能在試驗時控制變因，做定性的觀察
 - 自 1-2-1-1-4 察覺事物具有可辨識的特徵和屬性
 - 自 1-3-5-1-4 將資料用合適的圖表來表達
 - 自 1-3-3-1-7 實驗時確認相關的變因，做操控運作
 - 自 1-3-1-1-4 能依規畫的實驗步驟來執行操作
 - 自 1-4-4-2-9 由實驗的結果，獲得研判的論點
 - 自 1-4-4-4-9 能執行實驗，依結果去批判或瞭解概念、理論、模型的適用性
 - 自 3-1-1-4 能依照自己所觀察到的現象說出來
 - 自 3-2-1-9 知道可用驗證或試驗的方法來查核想法
 - 自 6-3-2-3-10 面對問題時，能做多方思考，提出解決方法
 - 自 6-4-5-1-7 能設計實驗來驗證假設
 - 自 7-1-2 學習操作各種簡單儀器

(二) 學習活動

1. 教師以講述的方式說明燃燒時的注意事項。
2. 教師將活動前準備材料放置於講桌前，詢問：「燃燒實驗需要哪些材料？」各組學生依照“附件二”所述實驗步驟，自行統計、領取所需要的材料於“學習單一”，開始操作實驗。
3. 各組學生取得小米梗灰之後，教師給予各組裝有水的蒸發皿、石蕊試紙與酸鹼指示劑。學生將小米梗灰置入水中攪拌後測量酸鹼值變化。
4. 教師發給各組學生漏斗與濾紙，由學生操作純化鹽類步驟。
5. 教師將簡易燈泡電池組發給各組學生。學生測量水中有無加入小米梗灰的導電度差異。
6. 學生觀察、記錄實驗過程與結果，並填寫於“學習單一”。

(三) 學習評量

1. 教師根據學生實驗過程的正確性、效率、合作程度進行記錄與評量。
2. 教師在課後將“學習單一”收回、評分。

四、形成新世界觀 — 用科學的方法分析實驗結果

(一) 主要學習概念、學習活動目標與分段能力指標

1. 主要學習概念

- (1) 植物燃燒後灰燼含有鹽類—草木灰(K_2CO_3)
- (2) 植物燃燒灰燼中的鹽類呈弱鹼性
- (3) 部分鹽類溶於水呈弱鹼性
- (4) 鹽類溶於水中可增加水的導電性

2. 學習活動目標

- (1) 學生可以分析、闡述實驗結果
- (2) 學生用實驗結果證明假說、回答問題
- (3) 學生瞭解弱鹼性電解質的性質與原理

3. 分段能力指標

- | | |
|-------------|--|
| 自 1-1-1-2-4 | 察覺物體有些屬性會因某變因改變而發生變化 |
| 自 1-2-5-2-4 | 能傾聽別人的報告，並能清楚的表達自己的意思 |
| 自 1-2-4-2-9 | 運用實驗結果去解釋發生的現象或推測可能發生的事 |
| 自 1-2-4-1-7 | 由實驗的資料中整理出規則，提出結果 |
| 自 1-3-5-4-4 | 願意與同儕相互溝通，共享活動的樂趣 |
| 自 1-3-5-5-4 | 傾聽別人的報告，並做適當的回應 |
| 自 1-3-5-3-4 | 清楚的傳述科學探究的過程和結果 |
| 自 1-3-4-4-9 | 由實驗的結果，獲得研判的論點 |
| 自 1-3-4-2-9 | 辨識出資料的特徵及通性並作詮釋 |
| 自 1-4-4-4-9 | 能執行實驗，依結果去批判或瞭解概念、理論、模型的適用性 |
| 自 1-4-4-3-9 | 由資料的變化趨勢，看出其蘊含的意義及形成概念 |
| 自 1-4-2-1-9 | 若相同的研究得到不同的結果，研判此不同是否具有關鍵性 |
| 自 2-3-3-3 | 探討物質的溶解性質、水溶液的導電性、酸鹼性、蒸發、擴散、脹縮、軟硬等。 |
| 自 2-3-3-2 | 探討氧及二氧化碳；氧的製造、燃燒之瞭解、氧化(生鏽等)，二氧化碳的製造、溶於水的特性、空氣污染等現象 |
| 自 2-4-5-5 | 認識酸、鹼、鹽與水溶液中氫離子與氫氧離子的關係，及 pH 值的大小與酸鹼反應的變化。 |
| 自 3-2-2-9 | 察覺只要實驗的情況相同，產生的結果會很相近 |
| 自 3-3-5-9 | 察覺有時實驗情況雖然相同，也可能因存在著未能控制的因素之影響，使得產生的結果有差異 |
| 自 3-4-8-10 | 認識作精確信實的紀錄、開放的心胸、與可重做實驗來證實等，是維持「科學知識」可信賴性的基礎。 |
| 自 3-4-3-10 | 察覺有些理論彼此之間邏輯上不相關連，甚至相互矛盾，表示尚不完備。好的理論應是有邏輯的、協調一致、且經過考驗的知識體系 |

(二) 學習活動

1. 教師發還“學習單一”給學生。

2. 學生各組上台報告 5~8 分鐘，2 分鐘時間由台下學生提問，講述重點包含下列幾項：
 - 實驗過程中的發現、結果的分析
 - 實驗結果是否能回答黑板上提出的問題（於“二、表達自我世界觀”提出）
 - 實驗失敗的原因或改進實驗的方法
 - 實驗中是否有發現其他的問題
3. 教師將學生報告重點彙整、寫於黑板上；學生將討論過程記錄於“學習單一”。
4. 教師使用黑板配合講述“附件三”的內容。
5. 討論“學習單一”的內容，指導各組學生思考與說出小米梗更多的應用方式。
6. 討論各組學生報告中提出的問題，教師引導學生想出解決問題的方法，學生將方法記錄於“學習單一”。

（三）學習評量

1. 教師依各組上台報告的內容完整度進行評分。
2. 每個學生可舉手選出表現最好的兩個組別，教師將統計結果記錄於黑板上與評量中，得票最高的兩組可加較多的分數。
3. 教師收回學習單一，對於實驗過後填寫的部分，評量學生對於此實驗的認知程度與情意。

五、連結排灣族世界觀與科學世界觀 — 草木灰的科學性質與農業上的應用

（一）主要學習概念、學習活動目標與分段能力指標

1. 主要學習概念
 - (1) 排灣族在小米耕地的砍燒耕種
 - (2) 平地農地的砍燒耕種
 - (3) 土壤分層與土壤酸化
2. 學習活動目標
 - (1) 瞭解小米梗灰在排灣族小米耕種上的應用
 - (2) 瞭解平地農地燃燒雜草的目的
 - (3) 瞭解土壤分層
 - (4) 瞭解草木灰維持土壤酸鹼值的作用
3. 分段能力指標

社 9-1-2-6	察覺並尊重不同文化間的歧異性
社 9-2-2-6	比較不同文化背景者闡釋經驗、事物和表達的方式，並能欣賞文化的多樣性
自 2-3-3-3	探討物質的溶解性質、水溶液的導電性、酸鹼性、蒸發、擴散、脹縮、軟硬等
自 2-3-3-2	探討氧及二氧化碳；氧的製造、燃燒之瞭解、氧化(生鏽等)，二氧化碳的製造、溶於水的特性、空氣污染等現象
自 2-4-8-3	認識各種天然與人造材料及其在生活中的應用，並嚐試對各種材料進行加工與運用
自 4-7-1-2	察覺每日生活活動中運用到許多相關的科學概念

(二) 學習活動

1. 教師使用投影片講解“附件三—草木灰與農業”的內容。
2. 教師將草木灰溶於水的反應式寫在黑板上。
3. 教師請各組學生分別針對一項小米梗或小米梗灰的應用提出科學解釋，各組學生須指派一位代表上講台作三分鐘以內的陳述。

(三) 學習評量

1. 教師統計黑板上各組學生的得分情形，得分最高的兩組給予獎勵。
2. 每位學生針對自己小組內組員的表現分別做 1~5 分的評分，並寫出同組組員的優點或優良表現。
3. 教師收回組內評分，根據組內評分分析學生的學習狀況與小組合作情形。

六、參考資料

- 鄭漢文等，《排灣族民族植物》，台北市：農委會林試所，民 93。
- 《番族慣習調查報告書·第五卷—排灣族·第一冊》，台灣總督府臨時台灣舊慣調查會原著，中央研究院民族學研究所編譯，台北市：中研院民族所，民 92。
- 台東縣土坂村Maljeveq五年祭 <http://www.dmtip.gov.tw/event/Maljeveq/menu-4-4-8.html>
- 博物館紀錄各地五年祭的差異性 <http://www.peopo.org/a851022/post/44707>
- 台灣原住民族歷史語言文化大辭典—小米梗
http://citing.hohayan.net.tw/citing_content.asp?id=1545&keyword=%AF%BE%A4%E2
- 2008 全球原住民文化會議—台灣原住民—排灣族
http://indigenous.pristine.net/peoples/paiwan/index_zh-tw.html
- 向人間國寶～文手鑿齒老人致敬特展
<http://beta.nmp.gov.tw/main/04/4-3/4-3i/4-gmain/4-2g-3/4-2g-3.htm>
- 排灣族音樂網：佳興村的手紋調查 http://salulji.blogspot.tw/2010/04/blog-post_19.html
- 田野日誌 07—碧斯蔚·梓佑填寫於古樓部落 http://fasdt.moc.gov.tw/paiwan/ch/p02_2_1_07.html
- 台灣原住民歲時祭儀數位典藏知識網
http://210.241.123.26/dispPageBox/SNCP.aspx?ddsPageID=DCCONTENT&sid=apc1100003_sacr_%20pwa%2020110807005_049o
- 作者不詳（1988-12-05）。[中文名:小米梗(0000002380.)]。《數位典藏與數位學習聯合目錄》。
<http://catalog.digitalarchives.tw/item/00/19/01/37.html>
- 排灣原鄉 | 佳興部落：紋手的步驟 http://gasing2010.blogspot.tw/2010/01/blog-post_6502.html

- 台灣原住民族歷史語言文化大辭典—五年祭
http://citing.hohayan.net.tw/citing_content.asp?id=3094&keyword=%A4%AD%A6~
- 台灣原住民族歷史語言文化大辭典—紋手
http://citing.hohayan.net.tw/citing_content.asp?id=3111&keyword=%AF%BE%A4%E2
- 祖靈的印記 -01 『尊貴的排灣紋手』
<http://www.wretch.cc/blog/evin1210/11542173>
- 燒小米梗儀式 - 獵人學校 <http://tw.myblog.yahoo.com/hunterskul/photo?pid=644>
- 自然與人文數位博物館 知識單元
<http://digimuse.nmns.edu.tw/DigiMuse/NewModule.aspx?ObjectId=0b000001801b595a&ParentID=0b000001801b595a>

七、附錄

附圖一（正面）



附圖一（背面）

seman djuljat 製作祭竿	seman qapudrun 製作祭球	paserem 遮蔽、保護
seman tsakal 製作刺球臺	seman dridri 殺豬	pakivangavan tua maqatsuvuntsuvun 給未成年的神靈刺球
pasumus 輪神靈和祖靈練習刺球	pakiqetseng 阻擋	pasarut 驅除邪穢

圖片來源：

台東縣土坂村 Maljeveq 五年祭 <http://www.dmtip.gov.tw/event/Maljeveq/menu-4-4-8.html>

博物館紀錄各地五年祭的差異性 <http://www.peopo.org/a851022/post/44707>

附件一 排灣族小米梗灰的應用與習俗

● 小米的採收方式

小米是排灣族神聖的主要作物，每年進行的收穫祭也都是在於慶祝小米的豐收。同時各家族富裕與否，也常以論把來決定小米採收的多寡，因此小米梗的處理就極為重要。當小米成熟要採收時，傳統上必須用手抓住小米梗，以抽穗的方式將整穗的小米抽出，不可以用小刀切斷小米梗。⁴

● 與祖靈溝通

小米梗與火的傳說：

排灣族古早對自己的稱呼是「阿底旦」指土地的朋友的意思，那時的人遵從與天神的約定，每天都在屋裡燃燒小米梗，透過上昇的飄煙，讓天神知道心中的祈求。排灣族最初沒有貴族階級，沒有部落制度，只有一個非常純粹的關係，人與土地上的關係。

然而後來人們逐漸生出貪婪心，不再相信風、雷、太陽和雨神的大自然力量。天地也開始反常，時而雷雨大作，時而久旱不雨，有時黃昏颳大風，雷火轟轟，把大地燒成灰色，不久又遭突如其來的洪水把地上種植的一切沖走。

有人受天神指示，把芒草綁成一把把草柱，而後將芋頭、蕃薯和乾糧等食物放在草柱上藏好。又一陣雷雨大作之後，大水淹沒大地，得到指示的人把草柱集結在一起，成為大海上的浮地，在浮草地上生起火來。

大水退時，竹筏上的人獲救了，繼續在土地上生活，地上的人和天上的神聯繫的方式，就靠灶頭上生的孃孃輕煙。因此，後來地上的人也透過不斷的燃燒小米梗，讓天神知道地上人們生活的祈求。

有一天忽然天神收回了使用火苗的權力，因為飄上來的煙挾帶一股怪味，原來是地上的有人在灶頭上灑了尿。今天排灣族常告誡小孩，要讓火自然的熄滅，也訓示孩子對灶火抱持尊敬的態度。⁵

燃燒小米梗所產的煙，也是用來與神靈溝通的訊號。傳統上排灣族的家屋，屋內的女人會不時在非烹飪的時段，在灶火裡添入小米梗，讓火堆上的薰煙裊裊飄向天際，意在告知太陽神這家人仍活著，因為沒有煙的屋子，則表示神靈離開了這個家屋。因此，家家屋頂輕煙繚繞是不能斷的。

● 驅蟲

乾燥的小米梗可以用來燃燒使其不停的冒煙，煙薰的效果使得擾人的蚊子遠離。⁶

● 洗滌

小米梗燃燒成的灰燼—小米梗灰也可以用來洗頭髮。

● 文手

文手通常在冬天進行，因為天氣較冷，傷口不容易感染，另一方面冬天生產活動較少，文手之後，可以有充分的休息。施術者先用以沾了炭末或板頁岩粉的小刀背在手背描繪

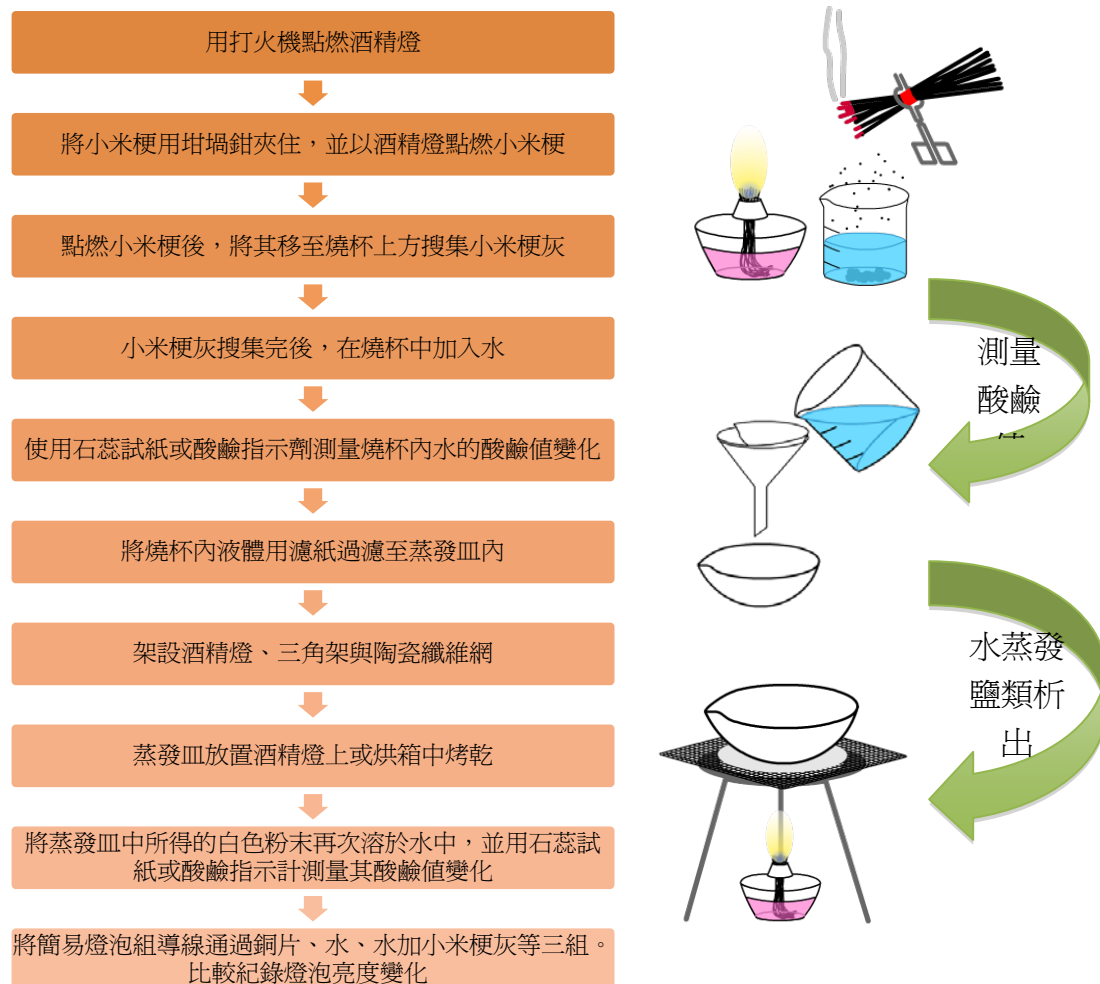
⁴ 台灣原住民族歷史語言文化大辭典—小米梗
http://citing.hohayan.net.tw/citing_content.asp?id=1545&keyword=%AF%BE%A4%E2

⁵ 2008 全球原住民文化會議 — 台灣原住民 — 排灣族
http://indigenous.pristine.net/peoples/paiwan/index_zh-tw.html

⁶ 台灣原住民族歷史語言文化大辭典—小米梗
http://citing.hohayan.net.tw/citing_content.asp?id=1545&keyword=%AF%BE%A4%E2

圖案，先文左手手紋，其次為手指，最後文手腕。每處要作三到四次。文手時用檳榔汁止血。刺完一段用刀刮去血液，塗上鍋灰或是龍葵果實的汁液，全部塗完後塗小米梗灰，最後用冷水洗乾淨。文手需兩到三天，修養約十天後可以恢復正常生活，以後可塗上紅辣椒葉作成的泥使花紋更鮮明。⁷

附件二 燃燒實驗步驟與檢測酸鹼值、導電度的方式



附件三

草木灰的由來

植物有許多生理作用需要礦物質的參與，其中最主要影響植物生長、發根、開花的礦物質就屬於鉀(K)離子。

植物自根部吸收土壤中的鉀離子來滿足生長所需。但若上相當密集的長滿了植物，鉀離子的量自然會逐漸不足。特別是種滿作物的農地，最容易因為土壤中礦物質的流失而造成土壤酸化。植物在缺乏鉀離子的土壤上生長也會受阻。

現今在補充土地礦物質的方式上多使用合成的化學原料（鉀肥），但早期沒有肥料的時代則是透過休耕、翻土以及燒墾過後產生的



⁷ 向人間國寶～文手鑿齒老人致敬特展

<http://beta.nmp.gov.tw/main/04/4-3/4-3i/4-gmain/4-2g-3/4-2g-3.htm>

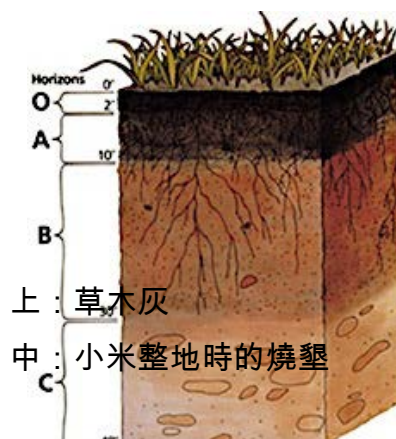
“草木灰”。

草木灰(K_2CO_3)，中文化學名稱為“碳酸鉀”，是燃燒山草、禾稈、樹枝一類的灰燼的主要成分。由於植物體大多是由碳、氫、氧三個元素構成的碳水化合物，故燃燒後便會產生大量的水氣與二氧化碳，反應式如下： $C_x(H_2O)_y \rightarrow x CO_2 + y H_2O$

燃燒後的二氧化碳一部分溶於土壤中的水中，使水呈現弱酸性，一方面繼續使土壤中母岩中的鉀離子被溶出，另一方面也將植物燃燒灰燼中的鉀離子重新回歸到土壤，形成 K_2CO_3 以中和土壤的酸性。

右圖下為一般土壤分層的情形，O 為表土層，通常含有許多的枯枝落葉與植物的地上部；A 為腐殖層，含有大量分解後的有機物質；B 為澱積層，雨水會將由 O 層淋溶出來的礦物質帶到此曾澱積，是主要土壤礦物質的分佈層；C 層為風化層，自母岩崩解後的小石塊與顆粒較細的石塊會在這層堆積。

我們可以從右圖下看出，一般植物的根部皆可到達 B 層以吸收所需的礦物質，但隨著植物越來越多此處的礦物質也就越來越缺乏。所以在農耕上以燒墾的方式將雜草燒去產生草木灰，再透過翻土將草木灰含有的礦物質碳酸鹽類重新翻入 B 層，重新補充表土上作物的所需礦物質。

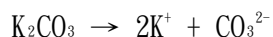


草木灰與農業

不論台灣或國外，其實有許多民族都持續在耕地上使用草木灰。包括像是台灣的排灣族、熱帶雨林的原住民族都使用砍燒耕種（燒墾）的方式，一方面是清除整地過後的雜草，一方面燃燒後留下的草木灰就隨即作為作物的肥料。透過數年轉移耕地，使地力得以維持。現今我們也常看到在農地有燃燒雜草的行為，也是產生草木灰的一個方式。

為何 K_2CO_3 溶於水中呈鹼性？

當 K_2CO_3 溶於水時，會產生下列的解離反應：



由於 H_2CO_3 為弱酸，可能因為解離度較低而有下列反應式的各項產物：



而我們知道 K_2CO_3 是不會解離出氫離子的，故上列反應中的氫離子便是由水解離而來，如此便造成水中氫離子濃度 $[H^+]$ 下降，pH值上升。

由此我們知道，碳酸根離子與金屬離子合成的鹽類會因為碳酸根離子的特性而使溶液呈鹼性，所以若是植物中的其他金屬離子形成碳酸鹽類，只要不沈澱，溶於水中便會使水溶液呈鹼性。我們利用石蕊試紙的顏色改變就可以檢測溶液的酸鹼性。

為何加入鹽類可以增加水的導電性？

我們知道當電路通過含有鹽類的水溶液時，水中的陽離子會向負極聚集以得到電子；水中的陰離子則會向正極移動以丟出電子，此時電路便可以流通。但以純水來說，在 25 度室的溫度下， $[H^+]$ 與 $[OH^-]$ 都僅有 10^{-7} 解離，故純水為不良導體。而加入鹽類之後可以大大提升陰、陽離子的濃度，也就可以提升導電度，實驗中的燈泡組也就能夠發亮。也正因為如此，鹽類也是屬於“電解質”的一類。

草木灰的用處

草木灰除了可提供農地作為鉀肥之用之外，也因為其水溶液呈鹼性的特質而有其他特別的使用方式。對排灣族來說以小米梗灰最為常用，早期用無患子當做洗滌材料時也常加入小米梗灰來提供更多地皂鹼成分，可以更有效地除去油污；或是在進行“文手”儀式時，將小米梗灰灑在上好塗料的手上作為定色之用，可讓染料維持更長一段時間。

而在網路上草木灰也有防治植物葉片病蟲害的功能或是作為中藥材使用，甚至有人利用其為電解質的特性，取代製作豆腐過程中的石膏（ CaSO_4 ），製成別具風味的草木灰豆腐。

學習單一

灰藏奇妙—排灣族小米梗 實驗學習單

班級： 座號： 姓名：

一、想想看，有哪些方法可以獲得小米梗灰？請將所需要的材料一一列出。

二、燃燒屬於何種化學反應？物質在反應前後分別有什麼特性？又有什麼物質特性有所改變？

三、根據“附件二”，請列出整個小米梗灰的實驗所需的材料，列出後請至講台處領取。

四、根據“附件二”，請將小米梗灰的實驗步驟寫下來。

五、實驗觀察：

1. 燃燒小米梗時，有什麼現象產生？
2. 小米梗灰呈現何種顏色？
3. 小米梗灰溶於水後，溶液讓石蕊試紙產生什麼變化？溶液的 pH 值又是如何變化？
4. 直接將小米梗溶於水是否也會使溶液產生相同的變化？
5. 過濾後的溶液成什麼顏色？
6. 溶液於蒸發皿中蒸乾後是否有產物？請描述此產物。
7. 蒸乾的產物溶於水後，溶液會產生何種變化？試以實驗結果說明。
8. 蒸乾的產物溶於水後，溶液的導電度是否有產生改變？試以實驗結果說明。

六、根據以上實驗結果，我們已經知道小米梗灰有哪些特性。想想看，小米梗灰是否還可以有其他的應用方式呢？

七、請寫下你對這次實驗的心得與改進方法，實驗未成功也請提出可能的原因或是過程中發現的問題。