

屏東縣第65屆國民中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：物理科

組 別：國小組

作品名稱：北排灣族 Temapi 的溫度保持方法

關鍵詞：北排灣族、保溫、Temapi

編號：A2025

北排灣族 Temapi 的溫度保持方法

摘要

Temapi 是排灣族在田裡常使用的烹煮食物的方式，關於 temapi 的製作方是卻很少在現在的排灣族社會中看見。因此我們透過本次實驗嘗試排灣族 temapi 的方法完整記錄，並透過實驗找到 temapi 的科學原理。

實驗發現，因過去在山裡的工作地點取水不容易，如果要帶鍋子或是帶水上山烹煮食物非常不方便，因此透過 temapi 的方式，讓大家在工作完後，有食物可以吃。

另外我們也發現不同洞口的深度及寬度都會影響 temapi 的溫度保持，其中深度愈淺的洞口溫度保持越好；寬度愈窄的溫度保持愈好。

壹、前言

我們在四年級的上學期的自然課有學過溫度對於物質的影響，也認識到了排灣族的各樣烹煮食物的方式。排灣族的煮熟食物的方式有很多種，有使用水煮或是火烤還有烘乾等各種方式。我們在三年級時有上過排灣族飲食文化的課程，在課程中，我們到校外的部落(三地門鄉 tjukuvul 部落)看著 vuvu(排灣族長輩的稱呼)在幫我們 temapi。temapi 的目的是要悶熟食物，如果直接用火烤會很容易烤焦，而且需要搭架子，不好操作，而且使用 temapi 的方法會嚐到到不一樣的味道。

因為 temapi 煮熟食物的方式是靠溫度來悶熟，所以溫度很重要。temapi 烹煮食物的這個方法讓我們好奇，我們想著，如果改變放置的順序，會不會影響溫度? temapi 的製作方式是什麼?洞口的大小會不會影響?

一、不同深度的洞口，是否會影響 temapi 的保溫效果。

二、不同寬度的洞口，是否會影響 temapi 的保溫效果

在實驗前，我們透過擬定半截構式的訪談大綱訪談耆老收集關於 temapi 的資料，並實際與部落長輩學習如何 temapi。



圖1:實際操作 temapi。



圖2:整理訪談資料。

藉由訪談，我們了解了部落長輩是如何 temapi，需要挖掘的洞穴大約長、寬為多少？以此，作為我們實驗的基準。在訪談過程中，我們也了解了使用 temapi 來烹煮食物就是利用木材燃燒後，所產生的熱，然後透過石板及周圍的土壤保留這些溫度，然後再將食物悶熟。利用 temapi 來煮熟食物需要花費不少時間，因此這種方式大多會出現在田裡旁邊，不會是家裡常用的煮食方式。田裡旁邊有很多的木材和葉子，可以直接拿來使用，而且要準備工作前先開始 temapi，然後工作完以後就可以直接吃了。石板和土壤這些東西都可以重複利用，挖的洞也可以不用填平，下一次還可以使用。

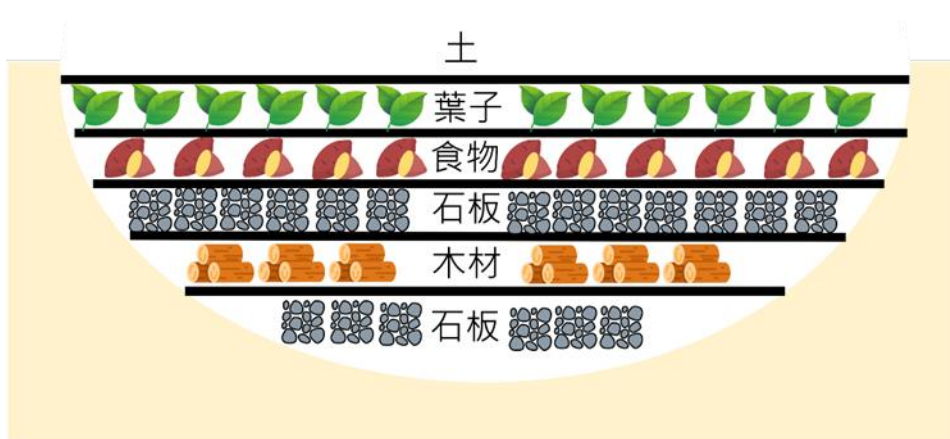


圖3:temapi 示意圖。

貳、研究設備及器材

			
▲ 相思木 學名: <i>Acacia confusa</i>	▲ 石板	▲ 魯班尺 型號: SEN TAN 神田	▲ 稜榕果葉 學名: <i>Ficus septica</i>
			
▲ 血桐 學名: <i>Macaranga tanarius</i>	▲ 噴燈 型號: 卡式瓦斯噴燈	▲ 溫度槍 型號: Soonkoda GM50	▲ 大鋤頭
			
▲ 小鋤頭			

參、研究過程或方法

北排灣族傳統 temapi 的方法

1. 挖洞(深約 30 公分，寬約 120 公分)▼



2. 鋪上數片扁平石板。▼



3. 放上木材，只要是乾木材皆可。大部分會使用相思木(學名:*Acacia confusa*)，因為相思物容易取得，也比較容易燒起來，依據耆老說法，相思木材中裡面有油脂。▼



4. 蓋上數片石板。▼



5. 將木材點燃。▼



6. 木材燃燒完後可以透過石板是否已經塌陷(約 35 分鐘)。

7. 用長木叉將石板搬開放食物，食物可以是地瓜、芋頭、南瓜等這些有皮的作物。食物也可以使用月桃葉(學名: *Alpinia zerumbet*)包起來。▼



8. 將燒熱的石板覆蓋回去。▼



9. 放上生的葉子。常使用的葉子為血桐(學名:*Macaranga tanarius*)、稜榕果葉(學名:*Ficus septica*)，這種比較大片的葉子。葉子要蓋到看不到石板還有洞口。▼



10. 蓋上泥土，泥土要蓋得很密，幾乎看不到葉子才可以。▼



11. 悶約一個小時後，土上會冒濕濕的，vuvu說就很像它在流汗。

12. 將泥土、葉子及石板移除，食物就可以吃了。▼



本次實驗目的為研究 temapi 保溫效果，然而，擔心裡面使用的食物讓我們的實驗變因增加太多，以及食物的狀態非常不好控制，因此本次實驗把食物剷除。其他步驟則依照北排灣族傳統的 temapi 步驟來進行實驗。

本次實驗為了解洞口深度是否會影響 temapi 的溫度。我們用 vuvu 挖的洞口當作標準，深度為30公分，寬度為120公分，作為比較。每一次使用的石板的重量皆相同，底下的石板為90公斤，上層使用的石板也是90公斤，木材重量也相同，每一次使用的木材皆為80公斤的相思木。盡可能在相同的氣溫與風速條件下進行實驗，以減少外界環境對溫度散失的影響。實驗過程無任何明顯的風，氣溫也都在20度。

(一) 實驗步驟:

1. 挖一個深度 30 公分，寬度 120 公分的洞口。
2. 在最底下鋪上扁平的石板數片，共 90 公斤。
3. 放入 80 公斤的相思木
4. 蓋上石板數片，共 90 公斤。
5. 起火。
6. 木材燃燒 35 分鐘後，木材搬開，第一次測量溫度。
7. 蓋回去石板。
8. 放上血桐葉，鋪蓋住洞口至完全看不到底下石板。
9. 蓋上土壤。
10. 一小時後翻開土壤、葉子及石板測量溫度。
11. 接著重複步驟 1 到 10 的順序。分別挖出深度 15 公分及 50 公分的洞口。

12. 另外一個實驗同樣接著重複步驟 1 到 10 的順序。再分別挖出寬度 90 公分及 150 公分的洞口。

13. 所有實驗皆在相同條件下，重複三次。



圖4:測量洞寬

肆、研究結果

本研究皆使用80公斤的相思木作為燒材，下層石板為90公斤，上層石板為90公斤。覆土前溫度測量時間為燃燒35分鐘後；開土後溫度測量時間為1個小時。

熱量的公式為(劉維，2023):

$$H(\text{熱量})=M(\text{質量}) \cdot S(\text{比熱}) \cdot \Delta T(\text{溫差})$$

因為大家使用的材質與質量相同，因此只看溫差即可推論熱量的散失情況。

一、不同深度對 Temapi 保溫效果的影響

標準洞口---洞口寬度:120cm；洞口深度:30cm

洞口編號	標準洞口 1	標準洞口 2	標準洞口 3	平均(小數點後一位)
寬度(單位:cm)	120	120	120	
深度(單位:cm)	30	30	30	
覆土前溫度(單位:攝氏)	520	518.8	521	519.9
開土後溫度(單位:攝氏)	152	150	151.2	151
溫差	368	368.8	369.8	368.8

實驗洞口 A---洞口寬度:120cm；洞口深度:15cm

洞口編號	實驗洞口 A1	實驗洞口 A2	實驗洞口 A3	平均(小數點後一位)
寬度(單位:cm)	120	120	120	
深度(單位:cm)	15	15	15	
覆土前溫度(單位:攝氏)	430.4	432	428	430.1
開土後溫度(單位:攝氏)	143	142.7	143.5	143
溫差	287.4	289.3	284.5	287.1

實驗洞口 B---洞口寬度:120cm；洞口深度:50cm

洞口編號	實驗洞口 B1	實驗洞口 B2	實驗洞口 B3	平均(小數點後一位)
寬度(單位:cm)	120	120	120	
深度(單位:cm)	50	50	50	
覆土前溫度(單位:攝氏)	531	524	530	528.3
開土後溫度(單位:攝氏)	212.1	210.9	212.2	211.7
溫差	318.9	313.1	317.8	316.6

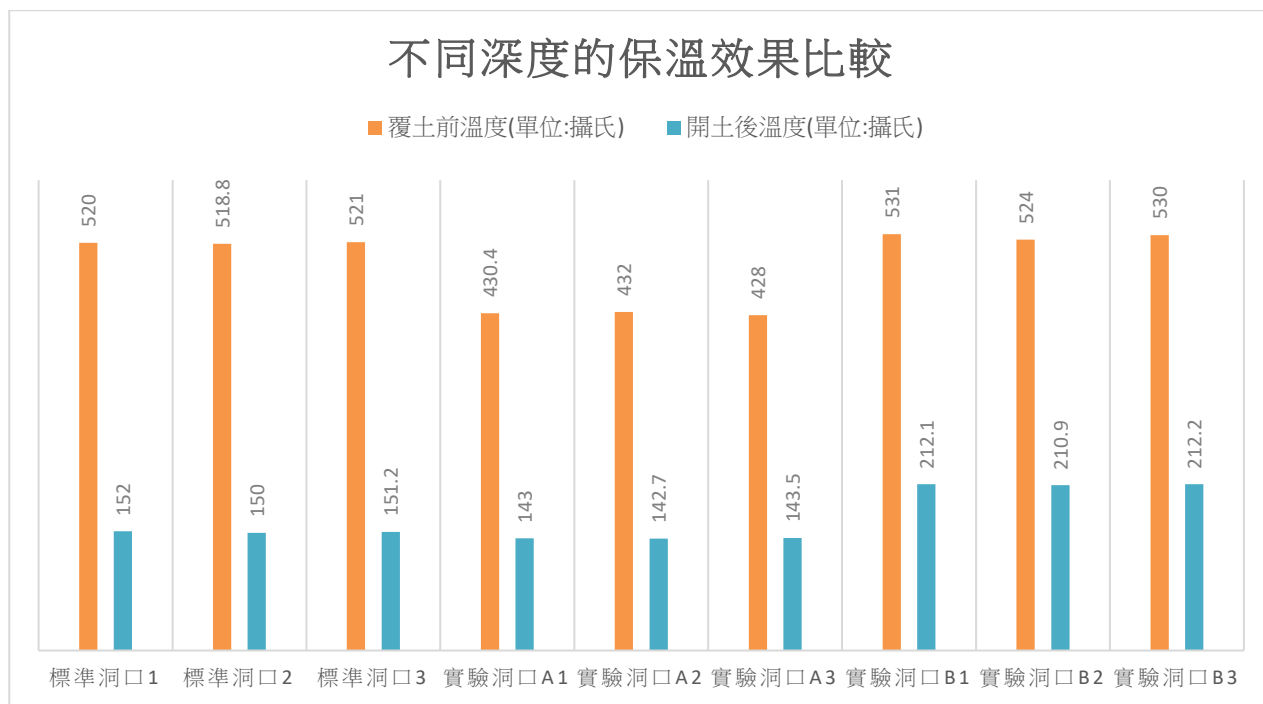


圖5: 不同深度對 Temapi 保溫效果比較長條圖 ▲

一、不同深度對 Temapi 保溫效果的影響

(一)覆土前溫度比較：

- 50公分的洞口覆土前溫度最高（528.3°C），顯示較深的洞口能夠累積更多熱量。
- 30公分的洞口次之（519.9°C），15公分最低（430.1°C）。
- 推論：深度較深時，熱量更集中且不易散失，因此溫度較高。

(二)開土後溫度比較：

- 50公分的洞口開土後溫度最高（212.1°C），表明較深的洞口對熱量保持較好。
- 30公分的洞口次之（151.6°C），15公分最低（143.0°C）。
- 推論：較深的洞口，熱量散失較慢，因此能保持較高溫度。

(三)溫差比較：

- 30公分的洞口溫差最大（368.8°C），顯示中等深度的洞口保溫效果最差。
- 15公分的洞口溫差最小（287.1°C），表明較淺的洞口散熱較少，但溫度本身較低。
- 50公分的洞口溫差中等（318.9°C），顯示較深的洞口雖然溫度較高，但散熱較快。

三、不同寬度對 Temapi 保溫效果的影響

本研究皆使用80公斤的相思木作為燒材，下層石板為90公斤，上層石板為90公斤。覆土前溫度測量時間為燃燒35分鐘後；開土後溫度測量時間為1個小時。

熱量的公式為(劉維，2023):

$$H(\text{熱量})=M(\text{質量}) \cdot S(\text{比熱}) \cdot \Delta T(\text{溫差})$$

因為大家使用的材質與質量相同，因此只看溫差即可推論熱量的散失情況。

標準洞口---洞口寬度:120cm；洞口深度:30cm

洞口編號	標準洞口 1	標準洞口 2	標準洞口 3	平均(小數點後一位)
寬度(單位:cm)	120	120	120	
深度(單位:cm)	30	30	30	
覆土前溫度(單位:攝氏)	520	518.8	521	519.9
開土後溫度(單位:攝氏)	152	150	151.2	151
溫差	368	368.8	369.8	368.8

實驗洞口 C---洞口寬度:85cm；洞口深度:30cm

洞口編號	實驗洞口 C1	實驗洞口 C2	實驗洞口 C3	平均(小數點後一位)
寬度(單位:cm)	85	85	85	
深度(單位:cm)	30	30	30	
覆土前溫度(單位:攝氏)	344.8	344	346	344.9
開土後溫度(單位:攝氏)	97.3	97.6	98	97.6
溫差	247.5	246.4	248	247.3

實驗洞口 D---洞口寬度:150cm；洞口深度:30cm

洞口編號	實驗洞口 D1	實驗洞口 D2	實驗洞口 D3	平均(小數點後一位)
寬度(單位:cm)	150	150	150	
深度(單位:cm)	30	30	30	
覆土前溫度(單位:攝氏)	531.5	532.1	531.8	531.8
開土後溫度(單位:攝氏)	151.5	152	150.7	151.4
溫差	380	380.1	381.1	380.4

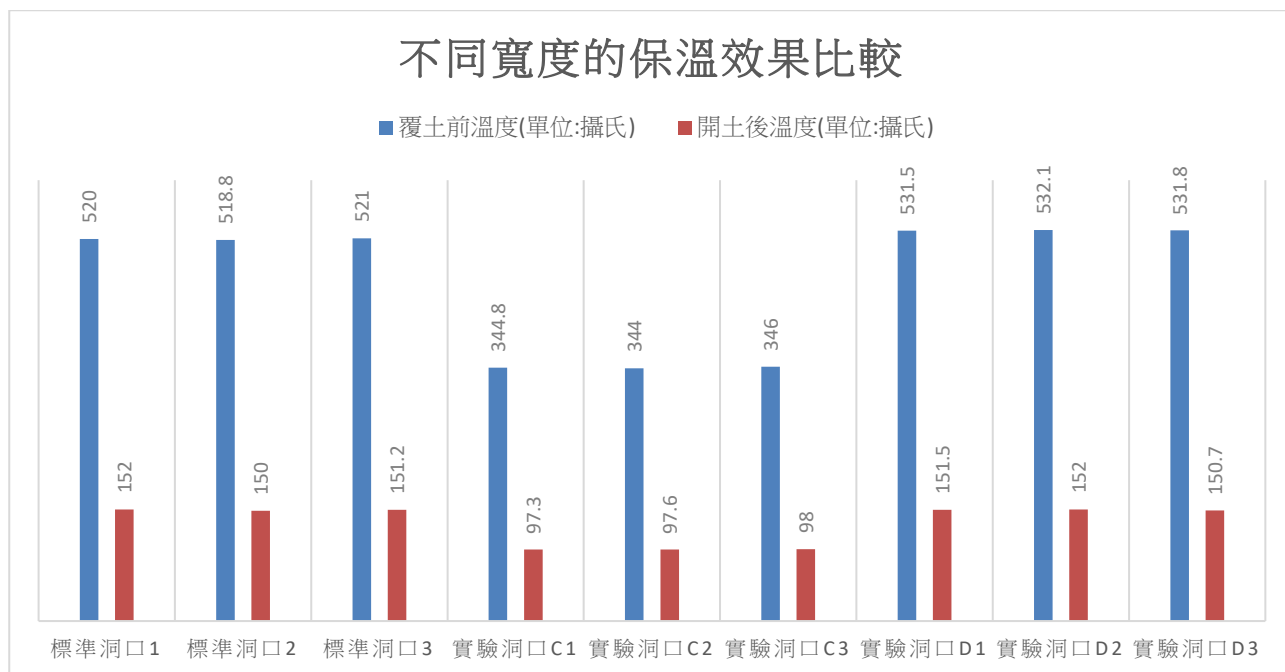


圖5: 不同寬度對 Temapi 保溫效果比較長條圖 ▲

不同寬度對 Temapi 保溫效果的影響

(一)覆土前溫度比較：

- 150公分的洞口覆土前溫度最高 (531.8°C)
- 120公分的洞口次之 (519.9°C)
- 85公分最低 (344.8°C)。
- 推論：寬度越大，空氣流通越好，燃燒更旺，因此覆土前的溫度較高。

(二)開土後溫度比較：

- 120公分的洞口與150公分的洞口溫度相近，皆為151.5°C 左右。85公分的洞口開土後溫度最低 (97.4°C)，顯示 較窄的洞口 保溫效果較好。
- 推論：窄洞口的散熱較慢，因此溫度較高。

(三)溫差比較：

- 150 公分的洞口溫差最大 (380.3°C)，表示 寬洞口 雖然覆土前溫度高，但散熱也快。
- 85 公分的洞口溫差最小 (247.3°C)，顯示 窄洞口 散熱較少，保溫效果最好。
- 推論：寬度越窄，熱量不易散失，溫差較小。

伍、討論

本研究聚焦於傳統 Temapi 技術中洞口幾何結構（深度與寬度）對保溫效果的影響，並以實驗數據證明調整洞口參數可顯著影響烹煮溫度的分布。從數據來看，15 公分深的洞口呈現較小的溫差（287.1°C），而 30 公分和 50 公分深的洞口則分別展現較大（368.8°C）和中等（318.9°C）的溫差；而在寬度方面，85 公分的窄洞口則維持最小溫差（247.3°C），相比之下 120 公分與 150 公分的洞口溫差顯著增大。這些結果明確證明，洞口幾何形狀直接影響熱能保留與散失的效率，從而決定了最終的烹煮效果。

這項研究受到重視的原因在於它不僅量化了傳統烹飪技術中的熱傳導與對流現象，還填補了過去文獻在技術參數與溫控機制上的理由。透過實驗設計與數據比對，本研究清楚展示了如何透過調整洞口的深度與寬度，達到不同的保溫效果，從而為該領域提供了一個新的、可量化的評估模型。

研究結果也顯示不同洞口適用於不同種類的食材：

一、淺洞（15 cm）+ 窄洞（85 cm）→ 適合低溫長時間悶煮

- 由於溫度下降較慢，適合需要長時間熟成的食材，如芋頭、地瓜、山藥、南瓜。
- 這類食物能在穩定的低溫環境中慢慢軟化，提升風味。

二、中等深度洞（30 cm）+ 標準寬度（120 cm）→ 適合短時間內完成的烹調

- 溫度變化較大，適合玉米、香蕉葉包裹的食物（如小型肉類或蔬菜）。
- 因為熱量流失較快，適合需要短時間高溫燜煮但又不會燜太久的食材。

三、深洞（50 cm）+ 寬洞（150 cm）→ 適合高溫快速悶熟

- 高溫環境適合需要快速烹調的食材，如根莖類（如馬鈴薯）、肉類（如田鼠或魚類），這些食物能在高溫下快速熟成。
- 傳統上，這種類型的 Temapi 也適用於烤大型食材，如以葉子包裹的大型魚或肉類。

陸、結論

本研究結果部分與現有基於熱傳導公式的文獻（如劉維，2023）相符，證實了洞口尺寸對 Temapi 保溫效果具有顯著影響。然而，本研究也揭示了預期之外的現象：在某些情況下，較深或較寬的洞口雖然能達到更高的初始溫度，但卻不一定能保持更佳的保溫效果，這可能是由於散熱面積增加所致。這些發現強調了傳統技藝中選穴的精妙之處，也顯示出在無法引入食物等變因的實驗設計下，洞口尺寸依然是影響最關鍵的參數。

研究顯示，在不同深度及寬度的洞口中，洞口尺寸與保溫效果呈現明顯差異，這不僅驗證了傳統經驗中的選穴原則，也為現代理解該方法背後的物理原理提供了依據。以深度實驗來看，雖然較深的洞口能使覆土前溫度達到較高數值，但在實際保溫表現上卻因散熱效應而產生不同的溫差；而在寬度實驗中，較窄的洞口（85 公分）雖然初始溫度較低，但最終保溫效果最佳。這些結果清楚地回答了我們在前言中提出的問題：如何利用洞口尺寸調控 Temapi 的熱保留效果，以及不同尺寸組合如何達到最佳的溫度平衡。該新發現證明，傳統 Temapi 技藝中所選用的洞口尺寸，可能是基於對熱傳導與熱散失的深刻直覺，並啟發我們重新審視現代熱管理設計中的自然法則。這項研究不僅將傳統知識與現代科學之間連了起來，也為未來在可持續熱能利用與原住民傳統技藝復興領域提供了新的研究契機，進而擴展了人類對於自然熱能轉換與保留機制的認知。

最後，實驗未引入食材，使得真實烹飪環境中的熱動態未能全面模擬；以及，外部環境因素及材料特性之變異也可能對結果產生影響。未來研究可針對這兩方面進一步探討，以期更完整地驗證 Temapi 保溫機制。

柒、參考資料及其他

伍麗華（2020）。排灣族本位自然與收活科技教材，第三冊。屏東縣政府，屏東。

劉維（主編）（2023）。國民中學自然與生活科技備課指引（修訂版），第四冊。康軒文教事業股份有限公司，新北。