



# 冷鏈技術加持

美國也能吃到臺灣爽脆清甜番石榴

文·圖／洪良政 財團法人農業科技研究院產業發展中心組長  
林慧玲 國立中興大學園藝學系教授

番石榴在臺灣經過多年品種改良，爽脆清甜的口感跟高營養價值的特性，已成為最受國人喜愛的水果之一，亦是旅外僑胞或外國觀光客來臺灣必吃的水果，加上幾乎是周年可生產的特性，使得番石榴不但是臺灣的國民水果，也是具備外銷潛力特性的果品。在行政院農業委員會（簡稱農委會）經過近10年的諮商爭取，美國於2019年10月通過檢疫規範、同意臺灣番石榴鮮果輸入美國，然而過去保鮮技術無法克服使得出口量一直無法擴大，所幸農委會科技處投入冷鏈技術研發、開發出番石榴輸美的技術條件，在產官學研公私協力下，於去（2022）年12月實際海運出口，以40呎貨櫃運至美國洛杉磯，既符合檢疫條件又確保到貨品質優良，順利進入美國通路販售，終於在美國也能吃到臺灣爽脆清甜的番石榴。

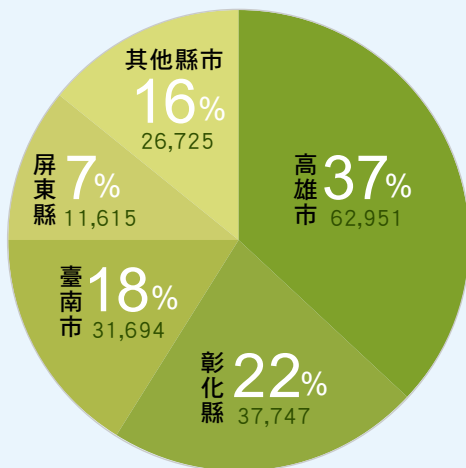
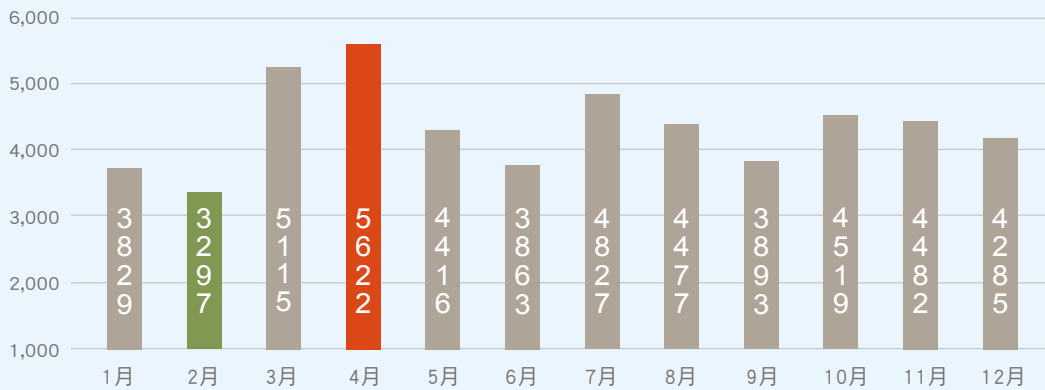
## 口味多元

### 周年生產的臺灣番石榴

番石榴為臺灣重要果樹，經過多年改良與發展，栽培技術成熟、可達到周年生產，一年四季都可買得到臺灣番石榴；從2010~2020年間農業統計資料查詢顯示，國內番石榴平均栽培面積為7,258公頃，平均年產量達17萬公噸，

主要栽培品種為珍珠拔，市場流通還有紅肉（西瓜拔）、帝王、世紀、水晶少子及其他多元品種，口味相當多元。主要四大產區為高雄市（37%）、彰化縣（22%）、臺南市（18%）及屏東縣（11%），而就產出而言，從批發市場交易量觀察，各月仍差異並不懸殊，最高出現在4月，最低出現在2月。

#### 2010 ~ 2020年臺灣番石榴各月批發市場平均交易量（公噸）



#### 2010 ~ 2020年臺灣番石榴平均產量及地區分布（公噸）

品種	交易量(公噸)	比例
珍珠拔	50,332	95.4%
帝王	1,107	2.1%
紅肉	862	1.6%
水晶少子	370	0.7%
世紀	3	0.0%
其他	108	0.2%
合計	52,782公噸	100.0%

#### 2010 ~ 2020年臺灣番石榴批發市場平均交易量（公噸）

（資料來源／農業統計資料、農委會110年農產品冷鏈計畫「番石榴外銷全鏈串接推廣手冊」）

## 10年磋商 看得到卻不易吃到的美國市場

臺灣於2009年提送資料向美國申請輸銷番石榴，經美方完成書面資料審查、派員來臺實地查證，雙方多次協商溝通，美國於2019年10月通過檢疫規範、同意臺灣番石榴鮮果輸入美國，而在此之前，臺灣番石榴鮮果實已可輸銷至加拿大、港澳中國大陸、馬來西亞、汶萊、阿拉伯聯合大公國、巴林、印尼及荷蘭等國家地區，臺灣為亞洲第一個可輸銷番石榴鮮果實至美國的國家，但因臺灣為東方果實蠅、瓜實蠅及南瓜實蠅疫區，番石榴為該等果實蠅寄主，輸銷美國必須克服檢疫障礙。

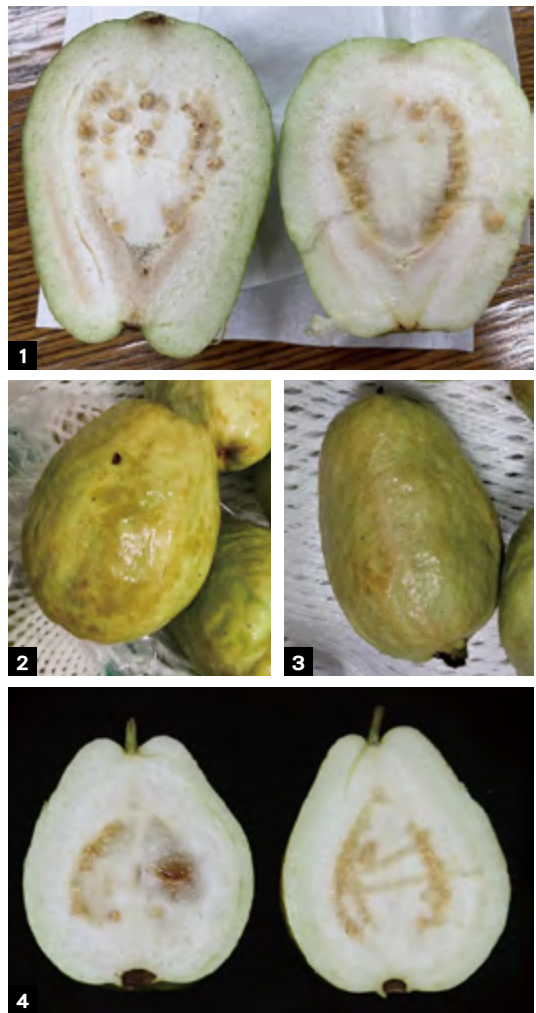
美國農業部（USDA）檢疫條件之一，同時也是最大挑戰，即是要求果品果心溫度需達成連續17天低於1°C，對屬於熱帶水果的番石榴而言，如何達成此檢疫條件又不使果實寒害是一大挑戰。過去國內業者出口至美國，亦受挫於為符合檢疫條件卻無法維持到貨品質、實際可售率偏低、貯架壽命太短，以致無利可圖甚至虧本，後因疫情導致運輸船期過長、運費大漲，致使臺灣番石榴於美國市場未能擴大。

## 研發投入 解決產業技術問題

自2020年起，農委會科技處推動農產品冷鏈保鮮技術科技研究計畫，希望

建構國內重要蔬果產品冷鏈全鏈技術，維持品質、降低損耗並延長貯架壽命，番石榴即為其中重要品項之一，輸美品質則為關鍵指標。

在中興大學園藝學系林慧玲教授及其研究團隊針對問題分析、不斷重覆實驗、測試努力下，從果實成熟度、



過往輸美番石榴果品常見損耗徵狀：①維管束褐化②機械傷害③果皮褐化④凍傷。（資料來源／中興大學園藝學系）

## 輸美番石榴外銷供貨及輸出檢疫作業流程

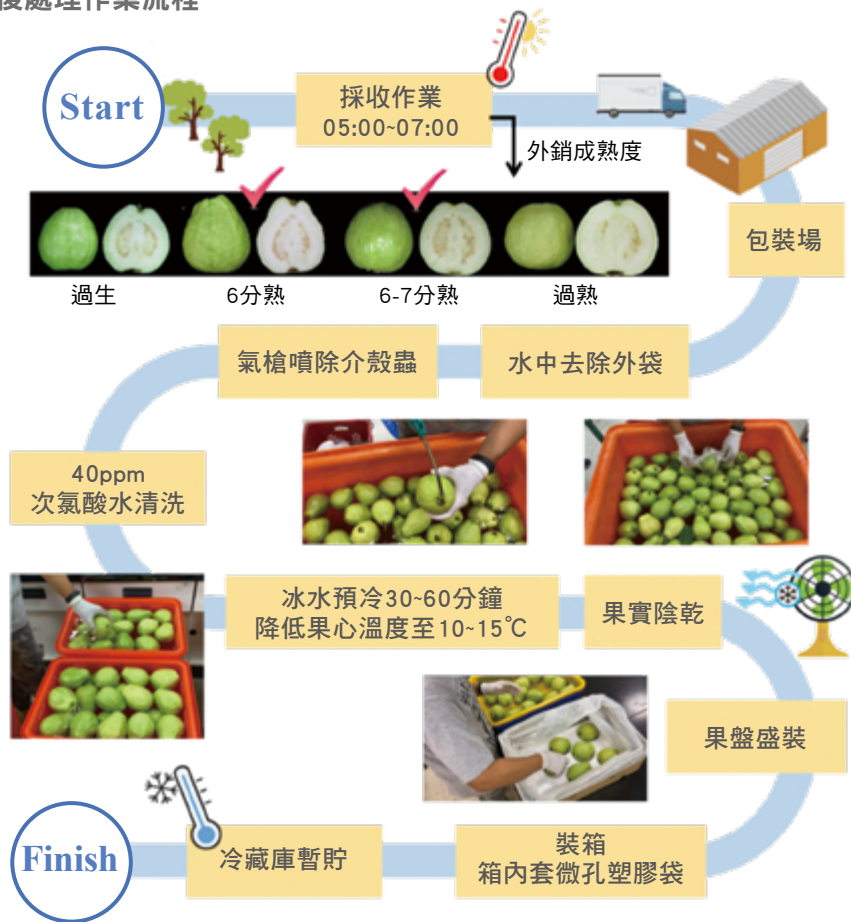
### 重要注意事項

採收	<p>番石榴採收自農糧署認可的輸美番石榴供果園 田間管理及農藥殘留檢測應符合規定 自採收前30日起由防檢局定期檢查並確認符合規定</p>	<p>輸美供果園應經農糧署登錄認可。</p>
集貨	<p>番石榴集貨場初級選果、分級</p>	<p>輸入人應向美申請輸入許可證。</p>
包裝	<p>番石榴載運至認可包裝場後 除袋、剔除被害果並清潔</p> <p>番石榴分級並進行包裝</p>	<p>檢疫處理設施包裝場經防檢局登錄認可。</p> <p>收穫後24小時內如未包裝，則須冷藏或置放於防蟲地點。並與輸往其他地區番石榴應有適當區隔至少1公尺。</p>
檢疫	<p>輸出業者向防檢局申請輸出檢疫</p> <p>核對冷藏貨櫃號碼及確認果實預冷溫度</p> <p>檢查鮮果實是否罹染有害生物</p> <p>裝櫃作業</p> <p>溫度探針插入及封櫃</p> <p>簽發輸出植物檢疫證明書 並登錄美國檢疫處理作業（556）系統</p>	<p>採用美國農業部認可的冷藏貨櫃。</p> <p>不同果品種類或不同包裝者，不可混同一貨櫃進行處理。</p> <p>輸出植物檢疫證明書上需加註處理方式、溫度及天數；加註經檢疫未罹染番石榴瘡痂病菌及番石榴黑星病菌。</p>
輸出	<p>運輸途中低溫檢疫殺蟲處理</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1°C以下持續17天殺滅東方果實蠅、瓜實蠅及南瓜實蠅（T-107n）</li> <li>0°C以下持續12天、1°C以下持續15天殺滅東方果實蠅，並於田間針對瓜實蠅及南瓜實蠅採行系統性管理（T-107m）</li> </ol>
抵美	<p>番石榴抵達美國申報輸入檢疫</p> <p>臺灣番石榴於美國本土販售</p>	<p>不得輸銷及配售夏威夷、波多黎各自由邦。</p>

（資料來源／行政院農業委員會動植物防疫檢疫局）



## 番石榴採後處理作業流程



(資料來源／農委會110年農產品冷鏈計畫「番石榴外銷全鏈串接推廣手冊」)

採收時機、採後預冷、包裝方式、貯存溫度、海運貨櫃運輸溫度、到港斷鏈影響，一直到貯架溫度、販售貯架回溫果品的品質變化等，逐步實驗每個階段的技術條件，過程中農委會冷鏈技術專家輔導團隊多次與研究團隊互動，提供相關改善建議，加速了實驗數據的收斂與建立。

財團法人農業科技研究院（簡稱農

科院）冷鏈團隊，則依據中興大學實驗室所建立數據，於2021年結合供果園、採後處理包裝場域、精準冷藏溫度控制及海運業者，並商請防檢局檢疫官協助，以符合USDA規範的20呎低溫處理檢疫貨櫃、按實際出口作業流程及航運時間，進行模擬輸美海運實驗，進一步確認了冷鏈技術條件在實際貨櫃裝運作業的有效性與可行性，也對技術落實產業

應用更具信心。過程中，幸得萬海航運股份有限公司（簡稱萬海公司）協助免費出借空調貨櫃，並協助配合實驗溫度數據控制與收集。台灣省青果運銷合作社台中分社提供作業場域、預冷、低溫貯藏及模擬運輸貨櫃監控，對模擬貯運的成功提供了莫大的助力。經過各方的努力，建立了番石榴輸美海運的標準作業流程及採後處理作業流程。

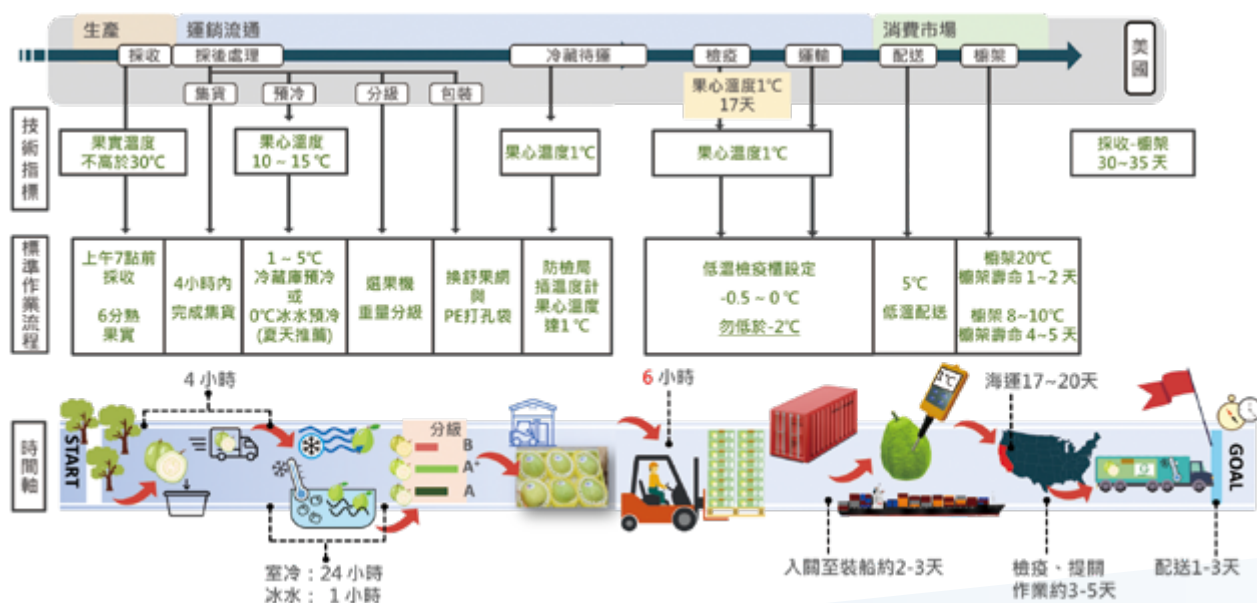
## 公私協力 共創出口實績

農委會科技處投入農產品冷鏈技術研發，最終重點仍是希望落實生鮮蔬果採後處理科研技術於產業的導入應用，

2022年在計畫支持下，農科院、中興大學研究團隊，結合了產業，進行番石榴外銷保鮮技術美國海運長程冷鏈運輸實證試驗，如前述輸美番石榴外銷供貨及輸出檢疫作業流程，需有合格供果園、包裝場域、出口商、USDA認證的貨櫃並配合出國檢疫作業，而出口到貨品質的追蹤及通路實際販售品質，是檢視實證試驗是否成功最直接的成果呈現。

在公私協力並有志一同希望見證臺灣番石榴輸美品質提升的期望下，國內水果出口極具經驗的盈全國際開發有限公司（簡稱盈全國際）董事長陳盈貴熱心的願意投入並承擔風險，而試驗過程中一直合作協助的萬海公司亦再次地共

### 番石榴輸美標準作業流程



(資料來源／農委會110年農產品冷鏈計畫「番石榴外銷全鏈串接推廣手冊」，作者整理)

同合作。

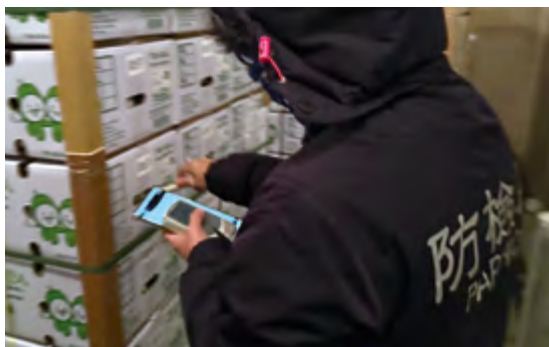
本次番石榴美國海運試驗試銷作業，以實際商業運轉為前提，依照前述輸出檢疫作業流程，借重盈全公司對果實採收及品質管制的經驗，於2022年

11月17日開始採收果品集貨、選別、包裝、棧板作業，導入冷鏈技術開發團隊中興大學園藝系的外銷採後處理技術，以階段式降溫於暫存庫，於11月23日採用萬海公司符合美國USDA核可的40呎檢

### 出口作業（本次實驗實地拍攝）：



1 集貨低溫貯存



2 檢疫官檢查果心溫度



3 檢疫官果品檢查



4 檢疫官溫度計及系統校正確認



5 裝櫃USDA溫度計插針



6 封櫃

## 番石榴輸美海運試驗果品果心溫度變化情形（紅線為檢疫臨界點）



（資料來源／萬海航運依監控數據提供，作者整理）

疫貨櫃，會同防檢局檢疫官抽測、確認果品、貨櫃及系統溫度條件後，裝運20個棧板、依USDA規範溫度計插針監測果心溫度後封櫃，開始全程溫控、監測，11月24日抵達台北港，11月26日出港，以海運方式運輸至美國，於12月14日抵達美國加州洛杉磯長堤港；過程中冷鏈技術條件的維持，得力於萬海公司精準的溫度控制及全程持續的狀況回饋並即時作出調整，讓運輸過程在符合檢疫規範條件下，USDA溫度計的果心溫度，幾乎均控制在0.4~0.7°C內，符合美國低溫檢疫規範。

滿載番石榴的貨櫃在通過美國檢疫作業後，於12月17日（當地時間12月16日）提關領櫃，當地時間12月18日於進口商倉庫懷著忐忑的心情進行開櫃，

經棧板作業進入低溫倉庫，從抵港、檢疫、提關運輸到入庫過程，同樣保持冷鏈不斷鏈；研究人員於開櫃後隨即抽樣檢測試驗樣本進行開櫃品質調查，包含外觀品質檢測、評估可售率，並以自臺灣實驗室攜帶的硬度及糖度計檢測果品狀況，同時拍照記錄。開櫃後的品質檢測，果品外觀、硬度、糖度，果品品質良好、品評口感相當好，品質與新鮮時差不多，硬度及脆度均佳，糖度9~10°Brix、脆口，果心軟化0或輕微。自此，確認了冷鏈技術條件維持番石榴海運美國的品質是實證可行，在場研究人員、出口商、進口商均對此一結果感到欣慰。另外，收集數個棧板樣本，攜回冷藏，並每日檢測果品冷藏以及回溫後品質。



## 到貨品質良好 在美也吃得到爽脆清甜的臺灣番石榴

本次實際於當地檢測調查，到貨果品可售率預估可達99%；除開櫃當日，研究團隊並持續6日檢測果實保存及回溫後的品質；與當地業者座談討論中，業

者表示此次到貨品質為迄今最佳狀態，而果品到貨品質良好提高了通路鋪貨的接受度、降低客訴扣款的機率，對開拓市場更具信心。本次合作的出口商，在實際了解到架品質後也表示將再規畫後續出口事宜。實際追蹤本次果品出貨情形，果品實際出貨至3個品牌通路、1個

### 開櫃及到貨品質檢測（本次實驗實地拍攝）：



1 貨櫃提關到庫



2 開櫃



3 棧板作業入庫



4 到貨品質檢測



5 到貨果心無凍傷



6 到貨外觀及硬度檢測



1



2



3



4



5



6

番石榴於美國洛杉磯通路品質調查：

①通路冷藏開架銷售於99 Ranch Market ②通路常溫開架銷售於99 Ranch Market ③通路常溫開架銷售於99 Ranch Market ④通路常溫開架銷售於168 Market ⑤冷藏販售貯架4天回溫1天⑥常溫販售貯架2天回溫1天（資料來源／本次試驗美國洛杉磯實地拍攝）

### 美國洛杉磯通路番石榴銷售方式及價格

通路	品項	單位	售價(USD)	貯架方式	備註
ABC Supermarket	紅肉番石榴	LB	4.49	常溫	本次輸美番石榴有少量上架，售價為4.99 各店長可決定訂價 本次調查有1分店於開架式冷藏櫃販售
168 Market	本次輸美番石榴		4.99		
H Mart	紅肉番石榴		3.99		
99 Ranch Market	本次輸美番石榴		3.99~5.99		

（資料來源／作者提供）



番石榴與數種水果的健康指標分數（Health Index Score HI Score）比較。（資料來源／中興大學園藝學系植物營養分析室）

電商平臺，直接對接當地團購通路，在開櫃後3天內，除保留部分因應電商所需外，已全數出貨到通路販售。

研究團隊走訪了洛杉磯當地13個通路品牌、18個門市點，追蹤果品上架時間，實際赴有上架的通路點調查果品貯架品質及販售情形，並於99 Ranch Market及168 Market超市通路採購果品攜回測試。實際調查與檢測顯示，果品到貨貯架品質良好，通路上架數日後，部分果品表面出現褐化現象，但口感仍可維持，果心亦無出現水晶狀凍傷現象，其品質狀況與研究人員抽樣攜回樣品的測試品質相當一致，其中於冷藏櫃販售的果品至12月24日，品質仍維持良好。研究團隊在結束實地調查回國後，追蹤當

地進口商果品販售情形，得到「全數販售完畢，僅有極少數客訴」的答案，臺灣番石榴成功地克服了輸美品質問題。

### 健康營養美味 市場發展可期

在本次美國洛杉磯實際通路調查中發現，番石榴鮮果只出現在99 Ranch Market、168 Market、H Mart及ABC Supermarket等當地通稱亞洲超市的通路販售，當地美國人似乎尚未有消費食用番石榴的習慣，在克服番石榴輸美品質問題後，應可持續開發當地美國人消費市場。

美國人習於食用香腸、培根、火腿、熱狗及烤肉，因這類加工製品添加亞硝酸鹽，經常食用影響身體健康，應多吃高抗氧化力的水果來清除，而番石榴便是其中的佼佼者，根據農委會農業試驗所鳳山分所2019年針對29種水果取樣、測試後公布抗氧化力水果排行，番石榴便包辦了前3名，其中本次輸美的珍珠拔品種更是高居第1名，食用1顆珍珠芭樂，約可清除17~18條中式香腸的亞硝酸鹽，健康概念驚人。不僅如此，番石榴對身體還有降血壓、幫助消化、提升免疫力的好處。相信不僅國人，在日益注重健康的美國市場，從健康的角度切入，市場發展應相當可期，也期待日後到美國時，同樣可以吃到爽脆清甜美味的臺灣番石榴。■