

P.44 電業法修正邁出一小步 限電危機有解？  
需量反應 能幫台灣省多少電？

P.66 《遠見》第三屆智慧城市大調查揭曉  
雙北蟬聯冠亞軍 高雄居第三

Global Views 前進的動力

# 遠見

2017年3月出刊 369



## 變調的水果王國

霸王寒流、接連強颶、最熱冬至……  
極端天氣摧殘，讓台灣水果變少、變貴、  
口感也變了，該怎麼辦？



掃描看數位專題

台灣新南向首選 帶你透視3兆爆發商機

# 泰國4.0

## 未來20年 錢潮都在這！

台灣新南向政策，  
碰上「泰國4.0」起跑，  
力推十大新興產業：  
生醫、物聯網、綠能生化、數位、  
農業、新世代汽車……，  
錢進泰國、放眼東協，  
就趁現在！



定價220元 特價198元

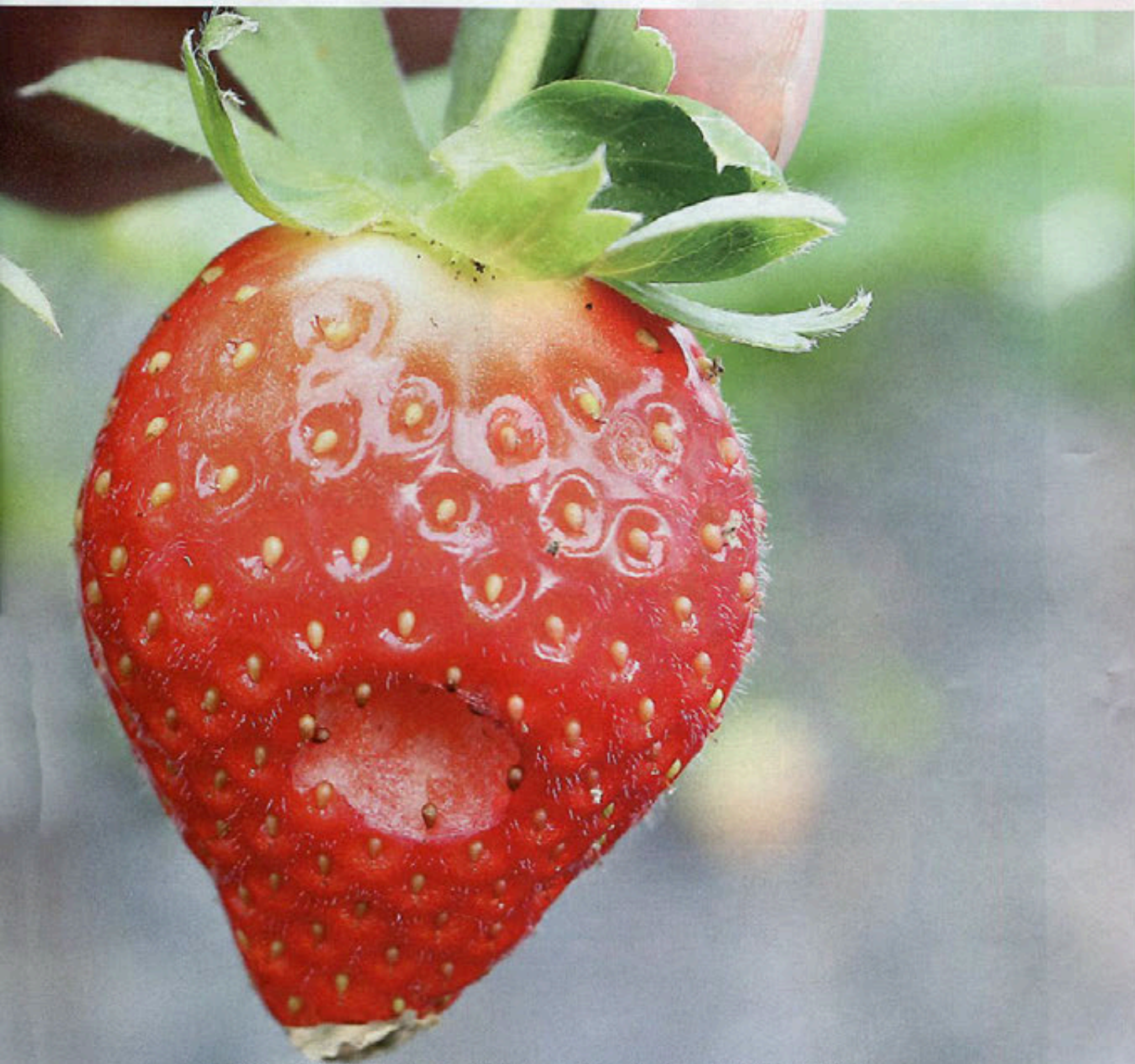
加入遠見LINE



變少、變貴、口感也變了

# 變調的 水果王國

企畫、撰文／陳芳毓  
攝影／關立衡  
責任編輯／劉宗翰  
責任美編／劉麗堅



寶島台灣，素以「水果王國」聞名世界，但近年來，這個美名卻逐漸變調。

走到水果攤，選擇與數量變少了，拿到秤上一秤，價錢也賣得嚇人。20年前，一公斤才10元的芒果，現在沒有200塊買不到；香蕉也更「嬌」貴了，一串要價200元。想吃到口感更好的水果，得付出更高代價。

全台食物價格飛漲，遠遠超過其他消費物價，2017年1月公布的行政院物價指數，蔬菜、水果漲幅領先所有食物，年增率也創11年新高。

水果王國怎麼了？農業學者、氣象專家與第一線農民，將禍首指向極端氣候。當颱風、寒流、暴雨發生在農作成長關鍵期，收成就會大減，2016年，台灣就碰上一個霸王寒流、兩個強颱，加上68年來最熱的冬至；極端氣候的摧殘，讓水果變少、變貴、口感變了。

極端天氣來了，便宜的水果回不去了！我們要開始習慣「極端」成為新常態。農業與消費思惟如何因應？台灣水果王國的封號，是否還找得回來？

**香**蕉變貴了。有著五歲與兩歲孩子的江太太，年前去桃園最大的南門市場買水果，原本想買兒子最愛的香蕉，一看，一串200元，嚇得她立刻縮手，「香蕉，真『嬌』啊！」

番茄不甜了。剛出社會一年的陳先生，想買盒聖女小番茄補充維他命，沒想到一斤竟要200元。他咋舌抱怨，「淡淡的，一點都不甜！」

芒果，也遲到了！台北永康街起家的「芒果冰始祖」、冰店Ice Monster創辦人羅駿樺賣冰20年，去年第一次，6月才等到第一箱愛文芒果，比過去晚兩個月；到了9月就缺貨，比以往早三個月。更慘的是，「一公斤240元，還要去產地搶才有貨！」他一臉不可置信。20年前，芒果一公斤才10元。

### 水果變貴又走味 極端氣候苦了農民

變少、變貴、口感變了，是2016年以來，台灣人對水果的共同記憶。

「過去是少量、特定作物價格上漲，今年卻是全面上漲，」常下廚做飯的農業立委蔡培慧觀察。

近年來，全台食物價格不斷飛漲，遠遠超過其他消費物價（頁96表1），2017年1月公布的行政院物價指數，蔬菜、水果漲幅也領先所有食物，年增率也創11年新高（頁97表2）。

根據農委會農產品批發市場交易行情站，2016年，芒果、蓮霧等59種台灣常見水果，有41種價格創十年新高。價格飛漲，但產量爆跌，59種水果中，有21種產量跌進十年新低，占35.6%（頁99表3、4）。

如愛文芒果，到貨量較2015年跌2/3，價格從一公斤44元飆到100元；一張百元鈔原本能買五顆芒果，2016年只剩兩顆；新北市民更可能吃不到，新北農產批發市場只到貨150萬公斤，平均每人分不到一顆。

「水果王國」怎麼了？農業學者、氣象專家與第

一線農民，將禍首指向極端氣候。

「農業部門受氣候變遷影響最嚴重，」農委會副主委、重要農經學者陳吉仲在論文指出。

「台灣是小島，氣候變化的影響是全面的，」氣象專家彭啓明說。

尤其，當極端天氣發生在農作成長關鍵期，





2016年，小番茄一公斤批發價要76元，創下十年新高。

例如抽芽、開花當週遇到寒流、暴雨，「結果率都會大大降低，影響收成，」台大農藝系退休教授郭華仁憂心。

兩個要素，在2016年碰上了。台灣遭逢一個霸王寒流、兩個強颱，加上68年來最熱的冬至；極端氣候，對需要穩定的農業造成極端破壞，推升出極

端價格。

從穀物雜糧到蔬菜水果，收成全部重挫。尤其是一年一收的水果，一次天災，全年遭殃。2016年，農委會發出71億元農損現金補助，全年農損總額預估上看350億元，創歷史新高。

氣候變遷影響的，不再是千里之外的北極熊或

某太平洋小島被滅國；它其實也闖進台灣的菜市場，坐上了台灣人的餐桌。

### 「氣候黑天鵝」讓預報方式全失靈

不只台灣，2016年，「氣候黑天鵝」無預警降臨世界各地，北海道下6月雪，美國卻傳出46°C高溫，成為史上最熱的一年。

2017年1月底在瑞士達沃斯舉辦的世界經濟論壇，已連續四年將「極端天氣」列為發生率最高的全球五大風險，今年更升至第一名。

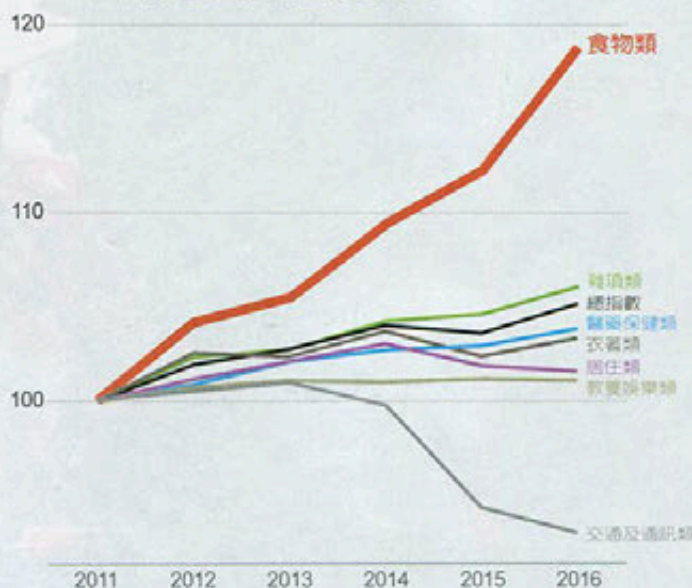
全球氣象機構都亟欲找出氣候變遷與極端天氣的關聯。德國波茲坦大學海洋物理學教授史蒂芬·藍斯多福(Stefan Rahmstorf)，將極端天氣分為兩種，一種可預測，如暖化；另一種出人意料，如熱浪、洪水、颶風等。氣候變遷雖不見得與每一種極端天氣事件有關，但趨勢上，「全球暖化的確將加重極端天氣。」

1850年後，工業化製造出的二氧化碳持續累積，造成全球暖化，而陸地增溫速度又超過海洋。由於緊鄰歐亞大陸，台灣暖化尤其明顯。百年來，全球均溫升高0.8°C，台灣北部均溫卻上升1.6°C，將近全球的兩倍(頁100表5)。



Ice Monster創辦人羅駿樺說，往年5月上市的芒果冰，2016年6月底才上市。

表1 台灣食物價格飆漲，大幅超出其他物價！



資料來源：主計總處 整理：李達興

許多人好奇，「一天溫差有時就超過8°C，均溫上升1.6°C，何需大驚小怪？」

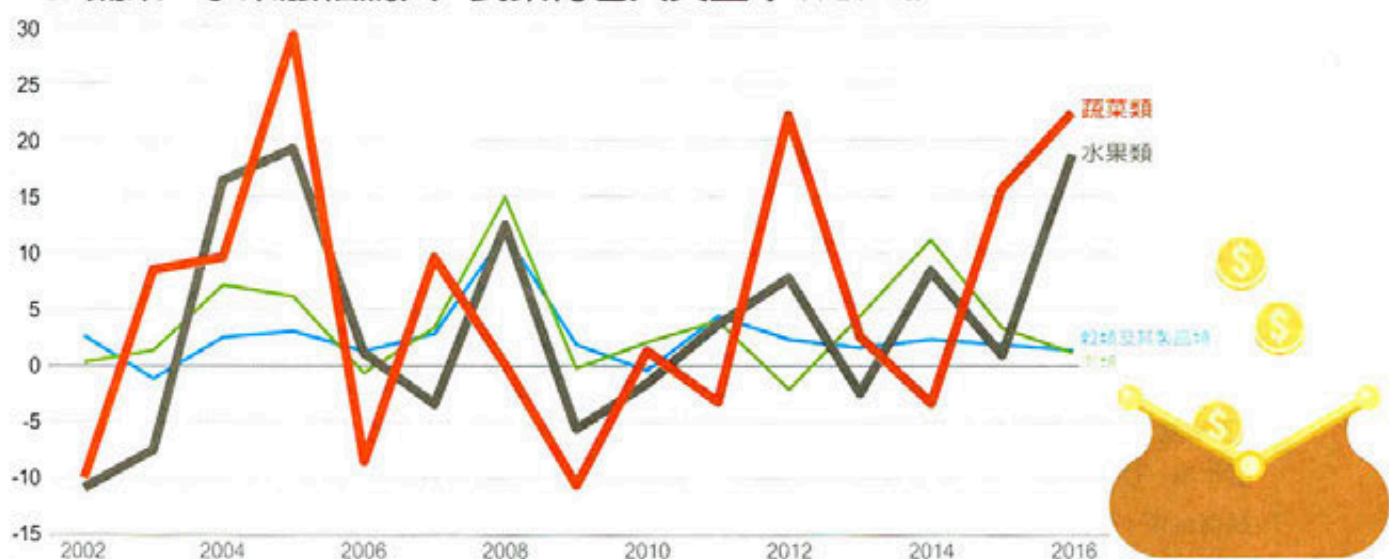
「溫度，只是體現氣候變遷的方便指標，」中央氣象局預報中心前主任鄭明典解釋，降雨、雲量改變，都會影響溫度。地球的範圍如此大，平均值變動，代表極端值已出現極大改變。

而當舊規律被溫室效應破壞、新模式又尚未穩定，使前所未見的極端天氣頻頻出現。鄭明典認為，去年多個極端天氣現象難脫巧合，「但氣溫升高的趨勢，提高了巧合的發生機率。」

成功大學台灣文學系教授陳玉峯將劇烈天氣變化，傳神形容為「鯊魚齒牙般的震盪效應」，「這個劇烈震盪，使20世紀建立的氣候方程式，統統不管用！」

隨時竄出的「氣候黑天鵝」，近幾年來持續打亂

表2 蔬菜、水果漲幅驚人，民衆荷包大失血！ (年增率，%)



資料來源：行政院主計總處 註：消費者基本物價年增率 整理：陳芳毓

老祖宗智慧寫下的農民曆，也使全台果樹的生長，幾乎全都亂了步調。

## 震撼 1 ..... 霸王寒流突襲 水果結冰再退冰

例如2016年的冬天，整個台灣彷彿洗了場三溫暖。2015年12月中，台北還高達30°C；34天後，氣溫遽降至4°C，海拔僅800公尺的陽明山，降下大雪。中央氣象局統計發現，1月24日，全台均溫僅7°C的機率，130多年才發生一次。

家住內湖山邊的冰店Ice Monster創辦人羅駿樺，那天興奮衝上後山玩了一頓雪，之後才意識到恐怖：「水果要溫差大才會甜，但下雪，根本是『結冰後再退冰』，比颱風影響還大！」

他心目中最甜美的愛文芒果，來自屏東枋山。那是台灣芒果的南界，由於地形狹長鄰海，海風的鹹味更提煉出芒果的甜。但這七成居民靠芒果為生

的芒果之鄉，2016年就遭遇了兩次的滅絕式天氣突襲。

當地芒果農民合作社負責人陳明賢記得，1月23日清早，老農就拿著溫度計奔相走告，「只有4°C！」大家都嚇傻了，因為與枋山緯度相近的台東大武，1981到2010年1月均溫是20.3°C。

但芒果的理想授粉溫度是18°C，突來的寒流，凍掉正在抽長的芒果花，沒掉的則變成結不出果的「空包彈」；少數挺過寒流，又被緊接而來、高達30°C的南風，烤成焦黑的「酥花」。

一株樹，原本可結200顆芒果，最後只長出三、五顆。農會估計全鄉減產五成，但算算農民領走、一顆芒果一個的套袋，陳明賢估計只有兩成果實掛樹梢。心灰意冷下，他告訴來台看貨的日本貿易商，「免來啦，沒芒果怎麼看？」

結果物以稀為貴，去年，台灣芒果在日本百貨公司飆出一顆台幣400元天價。

## 震撼2

## 強烈颱風肆虐 農業災損擴大

2013年，聯合國政府間氣候變化專門委員會（IPCC）報告指出，海水暖化，將使北大西洋和西北太平洋的熱帶風暴更頻繁出現。而台灣，正位於西北太平洋風暴的路徑上。

根據中央氣象局資料，近年侵台颱風數量與路徑並無明顯變化，但強度提高了。1958年以來，平均每年1.07個強颱侵台，「去年連續兩個強颱，算是特例。」但預報中心前主任鄭明典警告，颱風多了，強颱數也可能增加。

去年第一個強颱尼伯特，結構結實地撞進台東，等待收成的釋迦全毀。

第二個強颱莫蘭蒂，風場籠罩全台，擦撞南、高、屏果倉；9月底的梅姬是中颱，但因為橫貫台灣，在多處創下強風紀錄。

比如南投埔里，是凹地，又有中央山脈屏障，「台中的東北季風都比埔里的颱風大！」茭白筍農葉春田半開玩笑。但這樣一個農業搖籃，2016年香蕉樹卻倒成一片，「風好像會旋轉！」來自南投的農業立委蔡培慧瞪大眼睛，手繞圈比劃著。

屏東枋山的芒果樹也不例外，挺過了春天的寒流，卻沒挺過夏天的颱風。

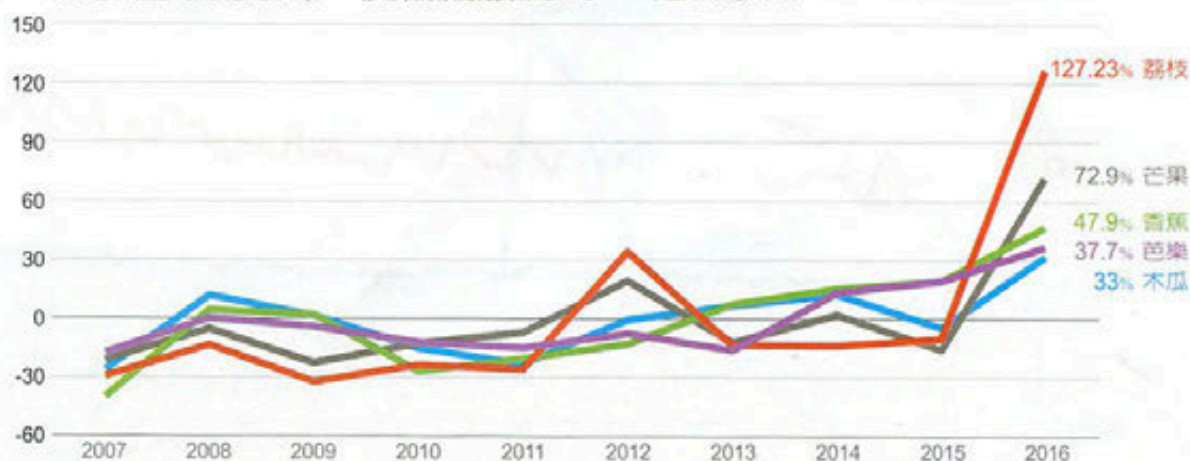
去年9月中，由於雲系沒被中央山脈破壞，強烈颱風莫蘭蒂扎扎实實撞進恆春半島，枋山靠海的優勢，頓時成了災

去年夏天，台東的釋迦受  
颱風侵襲，批發市場交易量大  
跌三成。 謝國平攝



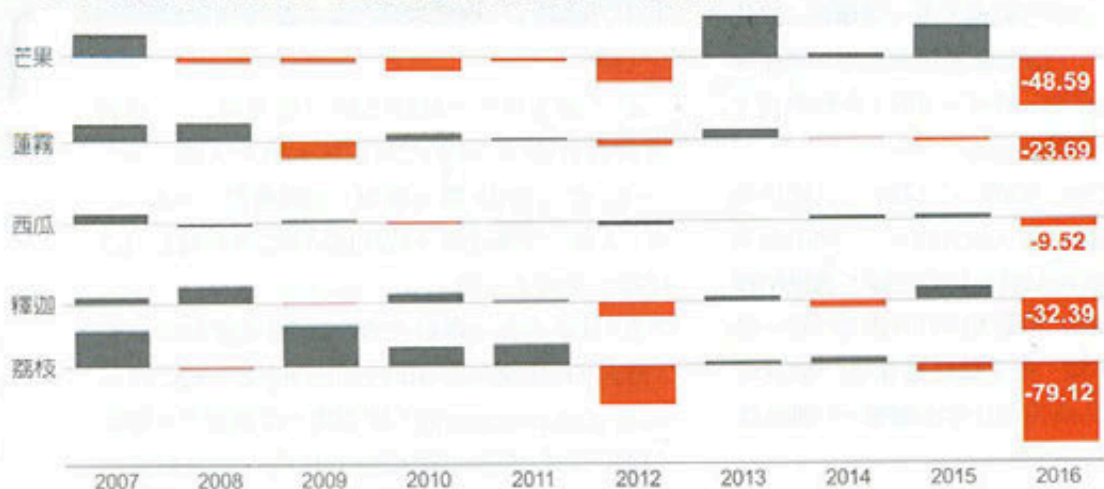


表3 多種常見水果，價格飆漲33%~127% (%)



資料來源：農委會 整理：丁新一

表4 多種常見水果，到貨量暴跌9%~79% (%)



資料來源：農委會 整理：丁新一



Shutterstock.com

難。「種芒果25年，第一次遇到這麼強的颱風！」陳明賢驚呼。

他的兒子記得，當天風稍歇，父親立刻帶他和哥哥衝進果園，揮刀將所有折損枝條「剃光頭」。

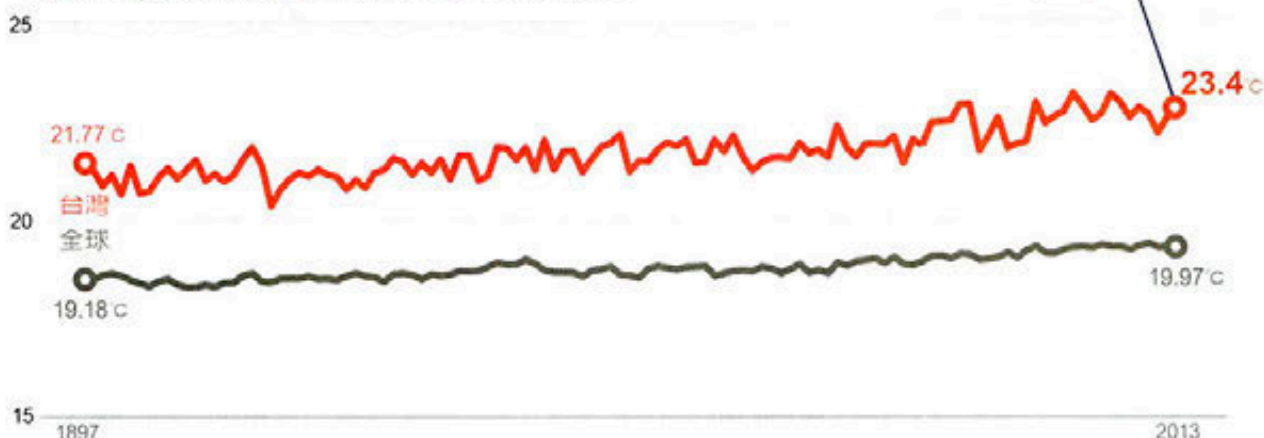
「我大概是全枋山第一個把果樹枝條砍光的

人，」陳明賢一邊轉動手臂、一邊解釋，當強風吹在茂密的枝葉上，會扭轉枝條，造成撕裂傷；如果不緊急處理傷口，可能會引發細菌感染，然後蔓延根部。

由於砍枝後，果樹要重新抽枝，會拖慢開花速



表5 台灣百年升溫1.6°C，為全球兩倍



資料來源：台灣氣候變遷推估與資訊平台、美國國家海洋暨大氣總署（NOAA） 註：台灣均溫為台北測站數據 整理：丁新一

度，所以多數農民態度觀望；且根據以往經驗，天氣放晴後，傷枝會自然乾燥，不一定要砍。沒想到，雨一下就十多天，梅姬颱風接踵而至，果樹傷口惡化，枝條迅速掉葉、轉黑。這時，多數農民才開始慌忙修枝，但果樹已元氣大傷。

往年12月，芒果樹已完成三次「透紅」（即指抽三節新枝，新枝為磚紅色，故有此名），開出黃黃白白的小花。但跟著陳明賢在枋山山腳下芒果田繞巡，放眼卻是一片綠，九成果樹只長出第一節，稀疏的枝葉有如小平頭，至少要比往年晚一個月收成。擔心不敷成本的農民索性整園廢棄，只剩一片鏽色的倒樹斷枝。

### 震撼3

#### 暖冬打亂果樹生理時鐘

由於當機立斷，陳明賢的果樹已經開始第三次透紅，進度遙遙領先。然而，他還有另一層擔憂：暖冬。

當《遠見》記者來到屏東，已是2016年隆冬12月底，過去此時均溫約20°C，這一天卻達26°C。人們

穿著短袖，東北風微弱吹著，霧霾不散，遠遠看大武山彷彿隔了一層毛玻璃，原本銳利的山稜線，起了毛邊。

許多論文指出，低緯度區只要升溫2°C，就會導致農作產量下降。2007年，學者大衛·洛伯（David Lobell）等人發現，氣溫愈高，玉米、小麥、大麥之產量愈低，估計1981年以來，暖化已造成每年50億美元損失。

2004年，另一篇研究夜溫與稻米產量的論文（Rice yields decline with higher night temperature from global warming）則指出，在菲律賓，乾季（1月至4月）日最低溫度每上升1°C，稻米就減產10%。

台灣增溫明顯，而夜晚增溫速度又高過白天。1970年代，台灣平均只有70天的夜晚超過25°C，2000年後卻衝破140天。

夜晚熱，人可以吹冷氣；對需要降溫減少能量耗損的植物，卻是致命傷。「植物晚上無法休息，就長不好，」鄭明典解釋。

去年這時候，陳明賢正在果園裡疏花；這天，



2015年春季大旱，桃園新屋土地乾裂，一期稻作被迫休耕。  
賴永祥攝

他卻在家整理集貨場。「12月還超過20°C，樹葉根本無法『睡覺』，怎麼開花？」他沒好氣地抱怨。

原來，果樹也需要冬眠。當氣溫逐漸下降，果樹停止抽芽，葉片轉為深綠，開始儲糧過冬。待春天腳步近，果樹便會甦醒，開始抽花。

暖冬打亂了果樹的生理時鐘。高溫，使得果樹以為仍然是夏天，很「嗨」地拚命抽芽，主幹上滿是亂竄的徒長枝，把開花結果所需的能量，全部都耗光了。

「今年大概2月才會開花，」陳明賢扳著手指算，時程比往例晚兩個月，至少到6月，才有芒果上市。今年，「台灣最早上市的芒果」頭銜，得讓給枋山之北、受災較少的枋寮。

看來，台北觀光客眼巴巴盼了一年的愛文芒果

冰，又要遲到了。

## 震撼4

### 缺水危機 雨患寡還患不均

除了三大有感極端天氣，還有一個醞釀中的隱形風暴——缺水。

三年一小旱，十年一大旱。2015年初，春雨不來，石門水庫蓄水率創歷史新低，新北市、高雄等八縣市分區限水，許多人記憶猶新。2002年也曾發生限水危機，上萬公頃農田休耕。

南投埔里的茭白筍農陳新豪記得，2015年，因湧泉出水減少，滿田的茭白筍等不到水降溫，農民們竟為了搶水，大打出手。

缺水，又碰到高溫，而高溫將造成更快、更多水分蒸發。國外文獻指出，氣溫上升已使80年代全

影音、圖文整合 顛覆閱讀習慣

## 《遠見》數位創新體驗 帶你直擊果農困境

數位時代，什麼是適合深度報導的閱讀型態？  
數位載具，如何與紙本雜誌互補搭配？

這些問題，連國際媒體都沒有答案；《遠見》決定創新，端出第一個紙本與數位協作專題〈變調的水國王國〉。

議題挖掘與深度報導，是《遠見》的強項，為找出氣候變遷如何衝擊農業，我們跨越五個縣市、採訪了兩個月，產出近30頁、兩萬字紙本報導。

至於數位版，我們非將文字原封不動貼上網，而是將根據電腦與手機使用者的習慣，重新裁剪、編排，加入動態圖表與影音，製成為網路閱讀而生的多媒體敘事。

在這當中，讀者能透過影音，去到屏東佳冬蓮霧

園。不用像記者冒著遠採訪、遠披綠頭蒼蠅撞進嘴裡的風險，就能看到溫差落果的慘況；也能動動滑鼠，即可從互動圖表中發現颱風造成的災損，如何年年創新高。

本次專題，從紙本到圖、文、影音與數位圖表的整合，創造讀者身歷其境的閱讀經驗，讓讀者從平面到數位載具上都能看到：台灣，已為氣候變遷付出代價！而挑選水果為主題，是因為水果是台灣人最熟悉又最喜愛的美食，感受一定特別深。

3月1日起，《遠見》官網、臉書、LINE、  
《遠見》每日報App，同步上線



球作物所需灌溉量增加20%；若乾旱持續發生，2050年全球主要作物將減產五成。

在台灣，雨，不只患寡，還患不均。

鄭明典分析，1951年至今，台灣年雨量不變，降雨時數卻每年減少三小時，雨量更集中，「毛毛雨少了，暴雨多了，對農作很不利。」

麻煩的是，降雨地區與時間也集中化。台灣西南部大糧倉，冬春乾季愈乾，甚至有沙漠化疑慮；夏秋濕季雨量增加，動輒豪雨。對需要穩定供水的農業，傷害無法估計。

### 極端天氣變常態 全球都該正視

水危機，也是全球危機。農業是全球最大用水，占總用水量七成；將水用於發電，勢必減少農業用水。聯合國水組織（UN-Water）指出，水、食物與能源，環環相扣。「沒水，就沒糧食。水資源的爭奪，比糧食危機更嚴重，」前農委會科技處長、台

大農藝系教授盧虎生預測。

未來，還會有更多「氣候黑天鵝」嗎？2017年，強烈聖嬰年後，全球理當降溫，颱風偏弱。但鄭明典警告，全球暖化趨勢已成，西太平洋海溫持續增溫，颱風生成機率不見得會下降。

再看更遠的未來，台灣氣候變遷與未來資訊平台推估，世紀末2100年，台灣均溫最多可能再上升5°C；春雨將減少5%至15%，但夏季降雨增加10%至30%，乾旱與暴雨將更頻繁。

極端天氣來了，便宜水果回不去了。滷肉飯從35元漲1%，差點被行政院請「喝咖啡」；水果價格長了兩、三倍，難道，要請老天喝咖啡？

或許我們得開始習慣，極端，將成為新常態。在新常態下，台灣水果王國的封號已逐漸變調。

該怎麼恢復？從宏觀看，這是全世界氣候變遷的問題；而台灣本身，則需要啟動新的農業與消費思惟來因應。E

農作物悲歌1

屏東縣佳冬鄉

# 颱風動搖果樹根本 蓮霧只剩一半大

文／陳芳毓

許多台灣人將「蓮霧」與「屏東林邊」畫上等號。但其實，林邊隔壁的佳冬鄉，也是台灣最大蓮霧產區之一。近年栽種面積突飛猛進，還有林邊農民來佳冬租地種蓮霧。

蓮霧原本產季是夏天，但台灣南部冬天乾涼，農民使用改良技術種出11月到隔年3月收成的冬果，以減少颱風侵襲。

2017年跨年之際，在佳冬種了25年蓮霧的羅喜隆與太太，正忙著採收蓮霧。年齡相加超過120歲的夫婦兩人，熟練地撕開套袋，將蓮霧依大、中、小分三等，放進簍子。

大顆的裝入禮盒，最大、最紅的頂級蓮霧，會被送到農會集貨場，統一以「透紅佳人」品牌包裝，送到台北的SOGO百貨、微風超市銷售。中、小顆則會裝進紙箱，由行口載去嘉義的市場賣。

強颶動搖果樹的根，使蓮霧的個頭變小了，果農羅喜隆無奈嘆息。 葉立衡攝



只是，這次的收成讓他們一點也高興不起來，因為蓮霧都變小了。

羅喜隆把幾天來收到最大的一顆蓮霧，托上電子秤，紅色數字飛快往上跳了幾下，停在「193.8」，就不動了。他等了幾秒，確定數字不再往上跳，只能嘆口氣，將它輕輕放入鋪著塑膠軟墊的盒子。

### 樹木為求保命 先將養分供養新葉

前一年收成時，羅家果園最大的蓮霧可重達330公克，九顆就裝滿一個兩公斤禮盒，賣1100元。但今年，重量大多只剩一半，11、12顆才能裝滿一個禮盒。雖然甜度、色澤依然誘人，但個頭小了，價格就得砍半，一盒只剩550元。

羅太太一邊撿一邊叨念，「本來可坐『頭等艙』的，現在只能坐『經濟艙』了！」她「喇」地，順手將一顆腐爛的蓮霧丟進垃圾桶，垃圾桶裡原本數十隻吸吮果蜜的綠頭蒼蠅，一轟而散。

佳冬農會集貨場裡，這個冬天每位農民送來的蓮霧都變小了，前一年的蓮霧冠軍農民也不例外。

不只小，產量也少很多。「前一年，禮盒可以擺到停車場，」農會供銷部主任張勤梅指著外面，今年連1/5個集貨場都擺不滿。

採訪這天，農藥行業務與農業學者站在羅家果園七嘴八舌討論著，為何之前還能種出一手無法掌握的巨無霸蓮霧，今年突然縮成了侏儒？

羅喜隆推測，應是夏天連兩個颱風嚴重動搖了樹體。外表看來，果樹好似沒事，但原本緊抓土壤的根已鬆動，導致養分、水分供應不足。

嘉義大學園藝系教授李堂察推測，許多枝葉被颱風掃落，樹木為求保命，只得先將養分用來長新葉，以維持光合作用。此外，蓮霧正常採收期是夏季，冬果是人為調節結果，變小，可能也與先天體質偏弱有關。

該如何因應變化無常的氣候，考驗著相關專家的智慧。



## 農作物悲歌2

高雄市旗山區

# 風災大雨播種遲 毛豆產量大減35%

文／陳芳毓

**相**較於水果，蔬菜生長季短，價量恢復較快；但劇烈天氣變化，使農民愈來愈常慨嘆，「播了種，卻全被老天收走了！」

「2016年的毛豆，差點被老天收完了！」電話裡，位於高雄市旗山區的百賢農產董事長侯兆百扯著嗓門說。他來自全台最大毛豆家族，在雲嘉南、高雄耕地加起來超過600公頃，占全台毛豆產量的1/4。



侯兆百希望與農改場合作，研發出更強壯的毛豆品種，抵抗極端氣候帶來的衝擊。圖：謝維

毛豆是台灣外銷金額最大的可食用作物，主要出口日本。但去年來遇上寒害與颱風，年產量掉35%。「是多年來第一次減少，」種豆25年的侯兆百說，2016年原預估全台產值上看9000萬美元，後來只站穩8000萬。

### 極端氣候摧殘 三年才一次好收成

他翻過農民曆，運勢寫的是「十日得辛」，意即「很晚才有收成」。去年8月兩個颱風，使原本8、9月中開種的毛豆，拖到10月中才播種，2017年1月才收成。早被氣候變遷打亂的農民曆，竟神準了。「以前三年遇到一次颱風，現在三年只有一次好收成！」侯兆百說，極端天氣的頻率，愈來愈高。

除了極端氣候，長期的氣候變遷趨勢更令人憂心。由於毛豆生長期短，受氣候影響大，一進百賢農場，就能看到一個一人高的大白板，密密麻麻記錄農場上的每天溫、濕度和雨水變化，數據顯示，變化愈來愈劇烈。侯兆百皺眉細數，前兩年乾旱，去年卻水災，年降雨量超過平常水準，暴起暴落，

耕作是愈來愈辛苦了。

百賢農產的最大賣點是「台灣9號」毛豆，莢大、飽滿，綠珍珠般的豆仁彷彿招得出水。但綠珍珠有致命缺點：雨水耐受度低。濕度高，炭疽病、立孤病等真菌引起的傳染病就會蔓延，讓豆株葉片發黑，雖還直挺挺的，卻已枯萎。

南部農田通常在二期稻作收成後、一期稻作插秧前，兼種毛豆。2016年8月颱風大雨後，土壤滿是水氣，理應不該播種。但眼看節氣過了一個多月，再不播種，恐要拖慢插秧；而且冬天將至，天冷，豆子就長不高，屆時無法機器收成，只能靠人工，又是一大筆費用，農民真是急壞了。

「農作有節奏，無法收成，不只影響這一季，還影響下一季，環環相扣，」侯兆百解釋。但土還沒乾透就播種，不但容易得病，發芽率也低。雨一停，就趕緊讓大型機具將土翻成大塊，加快水分蒸發。那段時間，他幾乎天天蹲在田邊等土乾。

眼看氣候愈來愈難預測，他正和附近農改場合作，研發更強壯的毛豆品種，適應氣候變遷。 **G**

農作物悲歌3

彰化縣二林鎮

# 寒流、颱風、高溫 白米受害變「彩色」

文／陳芳毓

許多人不知道，早在數十年前，暖化，已逐漸影響稻米品質。而2016年多次天災，更使這種台灣種植面積最大的農作，品質遭受前所未見的衝擊。

彰化二林一帶是全台最大越光米產區。其中大橋稻米產銷專業區，有600位契作農戶，契作面積超過1000公頃。除了種越光米，也種最常做為超商飯糰的台梗9號等五種米。

## 一種顏色 代表一種天氣衝擊

產銷班的核心是經營碾米廠的陳肇浩。每年6月與10月，農民會把收割的稻穀運來碾米廠，脫成糙米與白米。

但是，「這幾年的碾率卻一直掉，」陳肇浩搖頭。碾率，是稻穀成白米的轉換率。過去1000斤稻穀能碾出680斤白米，碾率68%；但近年來這個數字卻節節下滑，今年只剩約六成。

消失的80斤哪裡去了？不是品質不佳，就是只有稻殼、沒有穀實的「空包彈」。

「2016年大概是收成最糟的一年，」收米22年，陳肇浩說，以前氣候穩定，至少九成是完整白米粒。但近年來由於品質不良的米實在太多了，大橋產銷班花了台幣近500萬元，從日本進口一台色彩選別機來挑米。



採訪這天，他找出一小袋五顏六色的米，「這是今年收到品質最差的一袋，只有不到兩成是透明圓潤的完整白米，」其餘全是「被害粒」，包括被蟲咬變黑、感染細菌呈褐色的「著色粒」、黃色的「熱損害粒」、胚乳部裂開的「胴割粒」、綠色的「死米」、還有乳白色的「白粉質粒」等。

這包米，是氣候變遷迫害農作的鐵證，每一種顏色，代表一種天氣衝擊。陳肇浩觀察，過去十年才會遇一次春天寒害，但近五年就出現兩次。

例如2016年的第一個衝擊是3月底的寒流，足足三天，二林溫度降到15°C以下。當時正值水稻抽穗期，就像母親懷孕一樣，是決定稻米品質的關鍵，





一盤五顏六色的稻米，是農作受氣候變遷影響的鐵證，經營碾米廠的陳肇浩（左圖）道出辛酸。圖：黃江攝

一旦風不調、雨不順，稻實都可能畸形，甚至「流產」。

65歲的老農楊遵重說，暴冷讓那三天內抽穗的稻子大受影響，「都凍成了空包彈！」一公頃地原能收割1300台斤，只收了900台斤。但還好只冷三天，若冷一個禮拜，所有稻子都會遭殃，產量將化為零。

### 颱風若是急症 高溫就像慢性病

2016年還有另一個更大的衝擊，是對著二期稻作而來。8月，二期稻作正準備要開花結穗，卻連來兩個颱風。靠海的二林沒有下大雨，但從海上颳來帶強烈鹽分的「鹹水風」，卻把稻子「醃」成一片焦黃，稻穀水分被抽乾，成了乾爛的「死米」，產量一下大減七、八成。

陳肇浩說，氣候穩定時，製作量跟著市場需求走，很好估量；但近幾年來卻愈來愈失準，「很亂！種的時間很亂、採收時間很亂、市場價格也亂！」

如果說，颱風是急症，高溫就像慢性病。

台大農藝系教授盧虎生研究，稻穗抽花兩週內，若日均溫持續超過26°C，稻米就會因成長過快，澱粉堆疊不夠扎實，而顯得霧霧白白，稱為「心腹白」。這個現象開始變得明顯，是近十年來的事。

心腹白不影響營養價值，但會使米的結構變脆弱，碾米時容易崩解碎裂，只能打成飼料用的次等米。陳肇浩估計，這些年，每100公斤米中至少有5公斤，會因心腹白被剔除，這足夠一家四口一天一餐，吃上一個月。

過高的白粉質粒，甚至迫使農委會調整一等米

的CNS標準，將原本最高限度「白粉質粒5%、被害粒1%」的規定，調整為「被害粒1%、熱損害粒0.1%，被害粒與白粉質粒合計10%」，將白粉質粒提高至8.9%，使更多外觀不佳但營養無虞的米，

還是能賣好價。

這作法是務實、降低農業改良的動力，還是影響消費者權益？見仁見智。但可確定的是，氣候變遷來襲，連種稻新秩序都待重建。



嘉義縣水上鄉

## 暖冬殃及茂谷柑 蟲害肆虐、爛果滿地

文／陳芳毓

來到嘉義縣水上鄉，計程車出了高速公路下的涵洞，眼前豁然開朗，深深淺淺的綠，是高麗菜、馬鈴薯、玉米筍田；唯獨有座被防風網圍起的黑色城堡，那是退休教授林芳存的茂谷柑園。

嘉義大學農藝系退休後，林芳存是名符其實「卸甲歸田」，大學教果樹，退休就種茂谷柑。

### 果實蠅叮咬 爛果扔掉逾十噸

但是常常有人說，他開的不是「果園」，而是「公園」。別人的果園，地上被除草劑毒得寸草不生，但他的果園卻長滿翠綠的地毯草，這是他與妻子花了三年，一株一株，打插種下的。夫婦倆認為，草，是捍衛土壤的勤勞小兵，「再大的雨，從我這兒流出去的水都是清澈的！」林芳存說。

八年來照著教科書種果樹，林芳存說，理論與實務沒太大落差，唯獨從沒有遇過2016年至2017年初這樣熱的冬天，有時溫度近30°C，南部「幾乎



沒冷到」！

不冷，深深影響柑橘成長。最大問題是蟲害多了。林芳存說，2015年他的柑橘園幾乎沒爛果；但2016年，跟妻子天天撿掉在地上的柑橘，一天可裝滿12到14個尼龍袋，「被果實蠅叮咬丟掉的水果，超過十噸！」這個數字，是總收穫量的1/5。

八年來，林芳存會在採收前三個月，就停止噴農



辛苦耕耘的果園內，有1/5的茂谷柑被果實蠅叮咬發爛，林芳存拾起落果，萬般不捨（左圖）。葉心康攝。

藥，改用物理方法抓蟲。晚風中，每棵果樹下都吊著一個塗上黏膠的礦泉水瓶，搖搖晃晃，黑壓壓地黏滿各種小蟲，「之前效果不錯，但2016年根本黏不完！」

跟著林芳存在果園裡走了一圈，每棵樹上，都停著幾隻粉膚色的東方果實蠅，有些還在交配、產卵。隆冬季節，這種小生物理應消聲匿跡，為何仍活躍？林芳存觀察，可能有兩個原因：2016年夏天的兩個強烈颱風，把果園附近的香瓜、番茄吹夷為平地，果實蠅攜家帶眷躲進了枝繁葉茂的果園。加上冬天不冷，果實蠅持續繁殖，族群數量暴增。

「怎麼一採回去就爛了？」面對近來採果遊客的抱怨，林芳存也十分無奈。果實蠅叮過三、五天後，柑橘就會掉到地上；若在掉落前被遊客採走，難免被認為品質控管出問題。

除了病蟲害增加，柑橘易爛外，氣候異常，讓柑橘也不紅了。柑橘有類胡蘿蔔素，天氣冷的話，類胡蘿蔔素會被活化，會「吃掉」葉綠色，讓雜色體

表現出來，柑橘才會變紅。但若氣溫不夠低，柳丁、椪柑轉色不全，就無法變成飽滿的橙紅色。

### 甜到不耐放 還得配礦泉水吃

柑橘也不酸了。「之前是甜中帶酸，今年柑橘甜到要配礦泉水！」林芳存苦笑。一般人乍聽可能疑惑：甜而不酸，豈不正好？其實，柑橘太甜就不耐放，容易爛；民眾也易在不知不覺中吃進過多糖分，造成身體負擔。

暖冬後遺症多，炎夏問題也不少。「高溫把柑橘曬傷了！」林芳存說，柑橘幼果期正值夏天，高溫伴隨強烈日照，把稚嫩的果皮細胞曬成黑黑、皺皺的一塊斑，稱為「日燒」，該處就會乾乾的，不好吃。為了顧賣相，農民得幫柑橘噴上一層碳酸鈣「面膜」防曬。

氣候變遷下，你是否也發現，柑橘也變得易爛、變色、變味了？



買不起、賠不完、釀國際衝突

# 氣候變遷三大衝擊 農業面臨生存浩劫

文／陳芳毓

「極端天氣事件已經減少糧食產量，」2014年，聯合國政府間氣候變化專門委員會（IPCC）第二工作小組（WG2）報告，為「極端天氣是否真影響糧食安全」的長久爭議，一錘定音。

報告指出，氣溫升高，儘管會讓原本不適合務農的溫帶地區，因生長季拉長而增加農作產量，但暴雨、乾旱、颶風等極端天氣事件的影響，終究弊多於利。

尤其，全球主要糧食產區，在遭受極端天氣肆虐後，帶動糧食價格暴漲，對低緯度地區與貧窮居民，為害尤其。

## 衝擊1.....

### 新鮮蔬果貴，愈窮愈胖

很難想像，當作物變少、食物變貴，階級差距也會快速變大。

2004年，美國臨床營養期刊（The American Journal of Clinical Nutrition）發現，一美元能買1200卡的洋芋片，卻只能買到250卡的新鮮胡蘿蔔及170卡新鮮水果。2011年另一項調查顯示，全美居民最胖的十個州中，五個恰巧是最窮的州。

為什麼，愈貧窮，卻愈胖？

根據恩格爾定律（Engel's Law），家庭收入愈少，購買食物的支出占比就愈高。而新鮮蔬果昂

貴，窮人無法負擔，只好吃便宜的高糖、高脂肪加工食物。

營養不均，對兒童戕害尤其大。2008年，美國有167萬兒童住在貧窮、附近沒賣新鮮蔬果的「食物沙漠」，吃不到足量的水果、蔬菜與穀類。貧窮造成的肥胖，引起美國前第一夫人蜜雪兒·歐巴馬的注意，發起「Let's Move」行動，由政府資助貧窮地區小商店販賣新鮮蔬果，消滅「階級肥胖」。

無獨有偶。2012年，台灣國健署發布類似調查，居民過重率最高的台東縣與雲林縣，正好也是家戶收入最低的兩縣。

更嚴重的是，台灣人不只營養不均，還吃不飽。依據家庭收入及用於糧食消費的比例，農委會估計，2009年，台灣有6.8%的人熱量攝取不足；2011年更上升至7.1%，有163萬人在餓肚子。

## 衝擊2.....

### 農損擴大，2016年估破350億元

全世界都在承受狂暴大自然對農作的肆虐。尤其，許多天氣觀測現象與強度前所未見，防災技術與氣象預報無用武之地，農損持續擴大。

1997至1998年聖嬰現象，在全美造成100億至250億美元經濟損失；但光是2014年加州史上最大乾旱，就造成110億美元農業損失。某些以農業為主的小鎮，失業率飆高到45%。

農損在美國愈來愈嚴重。2016年，美國共發生



前往嘉義太保的農村，農民正在挖芋薯。一位婦人告訴記者，今年的芋薯也變小了！

葉立衡攝

15次天災，包括乾旱、洪水、颶風等，每一次損失都超過10億美元。

美國農業部秘書湯姆·威薩克 (Tom Vilsack) 說，「氣候變遷已經危害到農民。」

氣候變遷，不只害到農民，而是全民要分擔的代價。農經學者、農委會副主委陳吉仲研究發現，1991年到2000年，天災在台灣造成每年約台幣100億元農損；2001年到2010年成長至160億元。每年，農委會發出約40億現金補助，「但去年已經發出71億元。」他憂心，最終農損統計雖未出爐，但推估可能達350億元，創下歷史新高。

當氣候變遷過大，作物不再適合原本的栽種區，產業甚至可能因此翻轉。

例如葡萄。南歐的西班牙、法國、義大利，原是傳統主要葡萄酒產區；但氣候暖化，這些地區種出

的葡萄失去了酸澀平衡，酒精濃度也愈來愈高，大大影響了品質。但北方歐洲國家，如英國、丹麥、瑞典，甚至最北方的挪威，卻因為高溫將葡萄生長的界線持續北推，開始種植葡萄。

美國國家科學院院刊Proceedings of the National Academy of Sciences研究推估，2050年時，北美與北歐葡萄酒產區最多可能分別擴張231%與99%；屆時，地中海地區可能痛失葡萄酒鄉王座。

### 衝擊3

#### 動物棲地北移，險釀國際衝突

生態系由動植物共同組成；植被改變，可能觸發生態圈蝴蝶效應，引發動物遷徙。

成功大學台灣文學系教授陳玉峯指出，其中利



氣候暖化，原本棲息南部的疣胸琉璃蟻跨越北回歸線，開始在南投、苗栗落地生根。

蘇義傑攝

害關係就像「一條曲線甩過，千千萬萬條曲線都會被擾動！」

台灣島同時有熱帶、亞熱帶與溫帶氣候，環境更敏感。氣溫升高，猶如北回歸線北移，三個氣候帶的動植物，全跟著大風吹。有種其貌不揚的小生物，也悄悄改變了棲地。

2015年冬天，螞蟻專家、彰化師範大學生物系副教授林宗岐，接到求救電話，說苗栗西湖與南投集集，突然有大量油亮的黑螞蟻，沿著水管、電線，成群結隊爬進房舍。

埔里草莓農陳祈華說，螞蟻常成群躲在草莓葉片背面，雖不會咬人或叮食農作，但總把採果遊客嚇得大叫。

小小螞蟻，真有這麼嚴重？南投農業立委蔡培慧秀出影片，當地居民得在天花板上掛蚊帳，才不會「吃飯配螞蟻」，令人直起雞皮疙瘩。

這體長不到0.4公分的黑色大軍，是疣胸琉璃蟻，百年來主要棲息在高雄與台南。這兩年在雲林、南投現蹤，甚至跨越北回歸線，長征苗栗山

區，也與暖化有關。

林宗岐說，螞蟻可能因貿易往來頻仍而擴張棲地，「但如果氣候不適合，也無法存活。」螞蟻遷移，只造成居家困擾；但遷移的若是高經濟價值動物，則可能衍生成國際衝突。

十年前，北歐與歐盟各國根據科學家建議分配捕撈鯖魚配額。但隨著氣候暖化，暖水區北移，原本在夏天北游至冰島繁殖的鯖魚，竟在當地生根。金融風暴後正需重振經濟的冰島漁民，紛紛加入捕撈，2011年漁獲達14.6萬噸，比歐盟規劃多出7萬多噸。冰島則自認對漁業依存率高，歐盟國家獨占九成配額，並不公平。

吵了五年，鯖魚配額去年底暫告一段落。但不久前，同樣因海水暖化，原棲在法國北部的鯉魚，往北游至英格蘭南岸，引來法國和西班牙漁船覬覦。北海的「鯖魚之戰」才剛落幕，南歐的「鯉魚之爭」卻一觸即發。

再不設法減緩氣候變遷，我們的食物與荷包，只能等著遭殃。❏

防蟲育種、強化設施、農業保險、適時適吃

# 四招救農業 用智慧戰勝天氣

文／陳芳毓

面對嚴峻挑戰，總不能都靠老天吃飯！《遠見》整理出四大解方，提供因應之道。包含加強防蟲育種，讓作物威脅降低；強化農業設施，蓋溫室抵抗天災；推廣農業保險，讓災損時多層保障，也能減少政府負擔；推廣當令水果、適時適吃，把優良農產品推銷出去。氣候變遷不能改變，但可以用智慧與科技化解危機。

**無**法與老天討價還價，農業，該如何因應氣候變遷？

2016年底來台訪問的諾貝爾獎得主、德州A&M大學教授布魯斯·麥卡爾（Bruce McClure），為台灣的農業提出建議。他認為，台灣可以從自然與社會兩個層面著手，例如育

種、蓋溫室、保險。

### 解方 1 > 加強防蟲育種

「育種，才是因應氣候變遷根本的辦法，」農委會副主委陳吉仲為解方定調。

1月初，《遠見》來到台南善化的

王品集團副總沈榮祿退休後，投入千萬蓋溫室種洋香瓜。  
葉口衛攝





世界蔬菜中心，這是聯合國為了解決熱帶開發中國家糧食不均問題，設在台灣的熱帶蔬菜研究機構。100多公頃良田上，1000多個蔬菜品種正在進行改良實驗。

頂著暖冬超過20°C高溫，美籍博士彼得·韓森（Peter Hanson）帶著《遠見》記者在田裡檢視番茄，有的葉片扭成一團，有的果實偏綠，「太熱，番茄會落花，影響授粉，也容易裂果。」

來台26年，冬季愈來愈熱，番茄愈熟愈早，改變了他的工作行程，「以前這時候，我可以做研究，現在卻要照顧番茄。」

韓森正試圖從世界蔬菜中心8000多種番茄品種中，找出耐熱、抗病基因；也試圖讓食用番茄保有野生番茄的毛和蜜露，小蟲無法棲停，就無法傳染疾病。

因為，生態圈環環相扣，農作成熟快，害蟲繁殖速度也加速。

其中，毒素病是近年全球共同病害，「毒素病是作物的『癌症』，不是以前沒有，而是現在變異快，擴散也加快，」世界蔬菜中心副主任張瀛福警告，20多年前，台灣木瓜集體染上毒素病，就是靠育種與網室才救回來。

毒素病的傳播主是粉蝨和薊馬。2016年台灣農民求助的蟲害，27%與牠們有關。研究病蟲害的張瀛福推論，害蟲只能在一定溫度以上繁衍；溫度升高，活動時間拉長，「繁衍快，族群加大、個體變異多，容易產生抗藥性，才會噴農藥都無效！」

其實，農業，就是以人為干預生態系，將同一種作物，大量種在一個地區，才會造成生態失衡。

失衡如何解？答案，藏在自然界。

位於台中霧峰的農委會農試所，有全台灣最大的種原中心。八萬多種種子依照使用頻率，一包包凍在0°C與-20°C的倉庫裡。

冷凍庫裡最老的一顆種子，可以追溯到121年

前。作物種原組組長溫英杰解釋，種原就像調色盤，顏料愈多，調出的顏色就愈多。最近幾年，有耐熱、耐旱、抗病特性的種子，特別常被學者調出來做實驗。

病蟲害破壞明確，但緩慢而寧靜的乾旱，卻易令人掉以輕心。

農委會台南農改場副研究員陳榮坤估計，農業用水占台灣整體用水七成，水稻又占其中六成。水稻插秧期在冬末，正是缺水期；延後插秧，又會遇到夏季高溫與颱風。現在，他正在研發減水栽培，並培育生長期較短的水稻品種，「如果能減少一成用水，就很驚人！」

育種是長期抗戰，動輒超過十年。然而，攤開農委會2016年預算，台幣950億元預算中，補助與津貼就高達520億元，科研預算僅1.2億元，不時還得「以緩濟急」。2016年初，霸王級寒流發出的農損補助就超過40億元，金額之龐大，使許多研究計畫臨時叫停。

「科技預算要重新思考，基礎研發每年都要投入，」陳吉仲宣示，明年科研預算會回到2億元。

## 解方2 強化農業設施：蓋溫室

而在民間，為對抗天災，溫室已成現代農民的基本配備。

退休後開始務農的沈榮福，剛贏得農委會台南改良場主辦的「2016年健康優質設施小果番茄競賽」冠軍，別人番茄一斤200元，他的賣到380元。採訪這天，他的手機響個不停，全是來訂購番茄的民眾。

這是沈榮福第八年種番茄。猶記小時候，嘉義太保處處是番茄園，「插幾根竹枝，番茄就順順地往上爬！」第一年，他也露天栽種，結果被颱風吹個精光，嚇得他立刻蓋溫室，「病、蟲、風、雨，非得蓋溫室。」這幾年，露天番茄園在太保幾乎絕

跡，取而代之的是一座座白蒼蒼溫室。

他的弟弟、剛退休的王品集團採購副總沈榮祿，退休後也種起洋香瓜。他的溫室是「帝寶級」：施工的是幫六輕搭廠房的廠商；別的溫室，早上10點，人就熱得待不住，而他的溫室高達六公尺，通風散熱，能一直工作到中午。

為頂住強勁的西南風，柱子採工字鋼梁，打進地底90公分，屋頂則有斜撐，2016年三個颱風，溫室毫髮無傷。而百餘公尺外的一座簡易溫室，西南面近百支鋼架，整齊折成90度角，不難想見瞬間疾風的威力。

然而，安度颱風的代價不低。一般溫室一分地造價70萬元，沈榮祿的要150萬元，兩倍有餘。

去年，政府提高溫網室補助比例至五成，鼓勵農民蓋溫室。陳吉仲認為，農業技術進步，減緩了天災破壞；過去十年農損雖節節升高，農作單位產量卻不受影響。

然而，農作生產成本仍被天災愈墊愈高，要吃到

便宜水果，更難了。

### 解方3 推廣農業保險

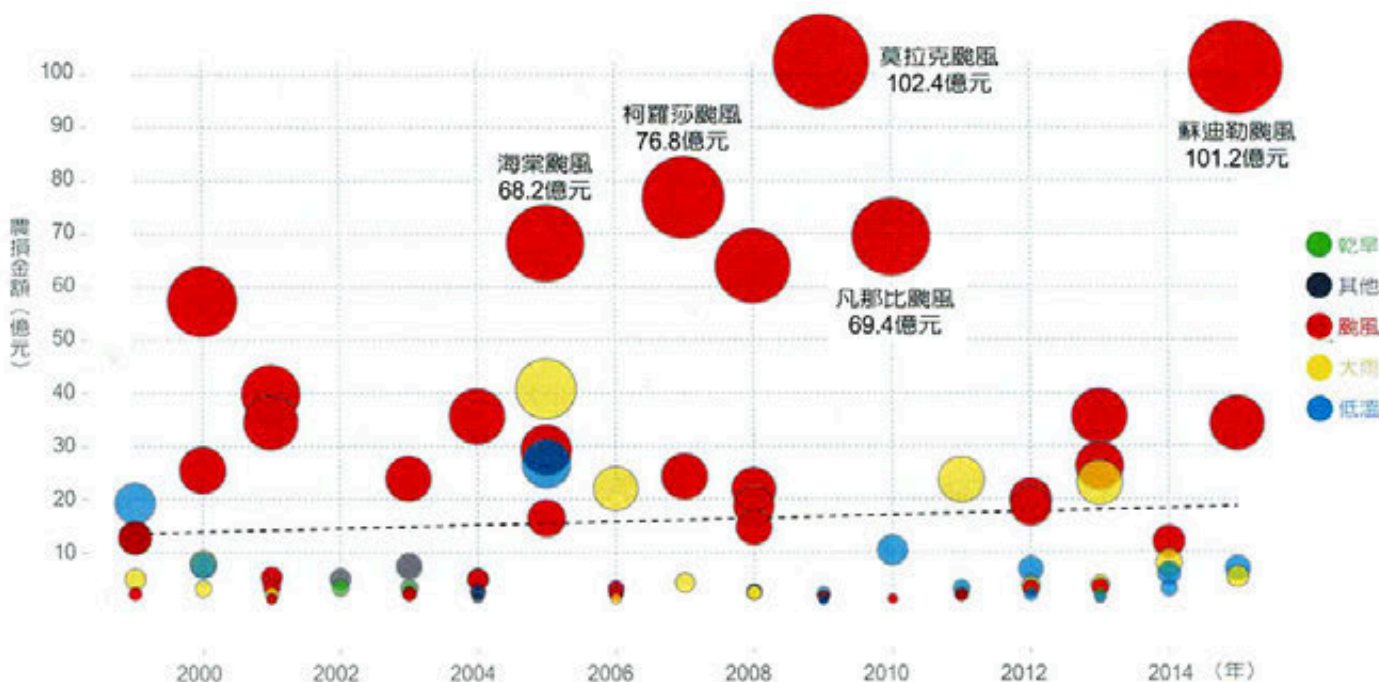
為因應氣候變遷，第三個因應之道是降低政府農損負擔。2015年，農委會開辦高接梨作物保險；2016年11月，國泰產險也推出國內第一張「芒果保單」，從芒果開花期到果實採收期，只要遇到颱風、豪雨和寒流，都能在條件下申請理賠，農民多了保障，也能減少政府的補助負擔。水稻、釋迦、養殖魚類保險也都在規劃中，由農民、縣市政府與中央，共同負擔保費。

政府和保險公司一頭熱，農民卻仍在觀望。台中東勢有上千戶種高接梨，買保險的不到20戶，東勢果樹96班班長郭榮華反問，保費五萬多元，賠償才六萬元，「要是你，會保嗎？」

農委會農試所作物組組長楊純明認為，氣候變遷，沒有所有作物一體適用的解方，不同氣候因子影響不同地區，不同地區又有不同作物，「最好的

## 天災愈來愈多，近十年兩大颱風農損破百億元

資料來源：農委會 整理：陳芳敏、丁新一





世界蔬菜中心副主任張瀛福說，害蟲孳生造成的番茄毒素病，已成世界共通問題。圖為張瀛福。

解方，是回歸適地適種。」否則，一窩蜂搶種高價水果，沒考慮當地地形與氣候，後果，就得全民承擔。

#### 解方4 > 多挑當令水果，適時適吃

其實，氣候變遷，不只農民要調適，消費者也要改變消費行為。

眼看老天不給討價還價，動得快的企業，已啓動因應措施。例如台北東區知名芒果冰店Ice Monster，是日本觀光客的最愛，「（氣候變遷）不能改變，就順勢而為，」創辦人羅駿樺說。

去年，全台芒果供應量少了四成，其他鮮果也供貨不穩、品質變差，衝擊店家的成本控管力。一

般餐飲業，食材成本約占三成；去年Ice Monster原物料成本卻高達45%，

「對賣新鮮原物料的廠商來說，成本只會愈來愈高，」羅駿樺說，就算花一公斤300多元，買到的還是外軟內硬的催熟芒果，根本不能吃。

因此他痛定思痛，3月，Ice Monster的菜單將大翻新，隨著四季開發本土季節食材商品，冬天番薯、春天鳳梨、秋天柚子，還有紅豆、芝麻、花生等五穀雜糧；甚至增加「與氣候無關」的商品，例如珍珠奶茶冰。最終目的，就是把芒果品項的營收占比，從78%持續往下拉，順勢把台灣其他農產品推出去。「儘量吃當令水果吧，最美味，價錢也最便宜，」羅駿樺說。☐

農民解方1

分子育種改良品質

# 無「薪」插柳拚研究 學者催生台版越光米

文／陳芳毓

2016年12月底，彰化二林稻米產銷班在一間海鮮餐廳辦尾牙，順便「上課」。700、800位稻農聚精會神，聽台上一位黝黑瘦高男子，操流利台語講解種稻眉角，「稻子為什麼會倒？氮肥太多！」照片一秀，台下同聲發出「喔……」，恍然大悟。

台上演講的人，是農委會台南農改場嘉義分場副研究員陳榮坤。這個產銷班，共種植600公頃稻田，超過1/6種的是他與台大副教授林彥蓉合作育種的「台南16號」米。

傳統命名的背後，藏著國際化而高科技的身世：它是台灣第一個使用分子輔助選育的品種，暱稱「台版越光米」。

## 下班摸黑巡水田 記錄稻米生長

談到好米，許多人最先想到越光米。它晶瑩剔透、口感Q彈，1970年代被引進台灣，最大產區就在二林。但越光米在台種植面積，始終無法突破。

原來，越光米最著名的產地是日本新潟，川端康成的小說《雪國》便以此地為背景。

當雪國名米來到熱島台灣，自然水土不服。日本越光要五個月才抽穗，台灣日照時數短，短短三個月，稻子還沒長高就抽穗，稻穀產量稀少，導致許多農民不愛種。

同時間，台灣本土米也面臨溫室效應的挑戰。台灣屬亞熱帶氣候，適合種長長的秈稻；但日據時代，重視口感的日本人，將生長在溫帶、圓胖的粳稻引進台灣，使台灣成為全球粳稻的最南界。

但氣候愈來愈熱，十多年前，日本研究就已經發現，日本粳稻的心腹部分，漸漸從透明轉成白色，雖然營養不變，但一進碾米機就碎裂。

「白肚」的問題，在台灣更嚴重。有些米種100斤稻穀，碾出60斤白米，就有10斤碎米，只能當飼料，衝擊碾米廠生意。「台灣，種得出有越光米般好吃、如本土米般多產，又不會『白肚』的品種嗎？」這個問題，經常在陳榮坤腦中轉著。

陳榮坤是稻米養大的小孩。父親的工作是替人插秧，從小，無論寒風刺骨或豔陽炙人，他都得下田，彎腰反覆走30趟，才能插完一分地。

這樣的成長背景，使陳榮坤對稻米很有感情。他所在的嘉義分場，轄下有全台最大糧倉雲嘉南。作為研究員，他就像第一線「農作醫師」；不是在田間勘災、宣導，就是回應接不完的電話，五花八門的水稻栽種疑問，農民都找他釋疑。一通電話，「醫師」就得立刻去田間「診斷」，揪出究竟是飛蟲作怪，還是施肥不足。

這種工作型態，使陳榮坤一週難得幾小時能專注研發，多數育種工作都在下班後。他會在晚上就著路燈，觀察光線對稻米生長的影響。點開手機，裡面數千行Excel資料，密碼般的數字與英文



陳榮坤

## 陳榮坤

學歷：台大農藝系研究所、中興大學農藝所博士班  
現職：台南農改場副研究員

字母，是數十年育種水稻的紀錄。

過去的稻米改良使用傳統育種，一年，陳榮坤就要觀察上萬個水稻樣本。外觀畸形的，丟掉；看起來可以的，種出來吃吃看，好吃才能留下。好吃的，若病蟲害嚴重也不能過關，畢竟栽培過程若使用太多農藥，成本高，對環境也不好。

### 好隊友技術互補 一步步克服難題

「育種很容易白花時間，」曾育種出全台最多人食用的台梗9號與台中194號米，剛退休的台中農改場研究員許志聖分析，由於結果難以控制，傳統育種往往實驗多年仍種不出理想品種，「(育種)我們通常不會做太多，但陳榮坤做得比我還多！」

2007年，陳榮坤找到技術互補的好隊友，屏東佳冬農村長大的台大農藝系副教授林彥蓉。

當時，台灣還沒有人以分子育種培育新品種農作。但在一場日本學者關於「越光米分子育種」演講後，巧遇的兩人拿著紙筆圈圈畫畫，當下就決定要試，甚至沒申請國科會計畫補助。林彥蓉打趣道，「是無心插柳，也是無『薪』插柳。」

陳榮坤在台南做田間實驗，將越光米與台農67號米雜交，再將子株葉片剪下，送到林彥蓉在台大的實驗室，用機器找出帶有「晚熟」基因的植株，再與越光米回交，強化基因。待基因穩定後，再種出稻穗確認品質。

在田間，陳榮坤的挑戰來自種子有限。因為越光米穗短，一束稻穗上只有幾十朵花，開花時間還不同。他得小心翼翼地來回收集花粉，才能培育足夠的種苗給林彥蓉篩選。在台北，台大特地為分子選別育種添購數百萬元的新機器，一萬個樣本，只要四小時就能精確找出目標基因。

「找基因，是最難的部分，」林彥蓉曾以分子育



林彥蓉

學歷：德州農工大學博士  
現職：台大農藝系副教授

簡口南攝

種培育早熟的青花菜，花四年才找出兩個關鍵基因。但由於日本學者已找出控制水稻抽穗時間的基因，所以他們只花五年，便確認初三組關鍵基因，「踏在別人的基礎研究往下走，所以做得快。」

### 基因篩選特定植株 精準又省時

許多人不解，分子育種，與爭議頗大的基因改良，有何不同？基因改良，是將外來的基因植入農作，易有突變風險。分子育種則是透過基因篩選，挑出帶有特定基因的植株，好處是精準、省時，比傳統育種至少省一半時間。

例如，要延後越光米開花時間，第一步，挑出控制這個特徵的所有基因。但基因分顯性與隱性，能延後開花的「光鈍感」基因是隱性，提早開花的「光敏感」基因則是顯性。

傳統育種用肉眼觀察水稻外表，根本挑不出隱性基因。需要透過基因篩選找出有「光鈍感」基因

的植株，持續與越光米回交，才能培育出兼具越光米口感與台灣米晚熟特徵的新品種。

終於，在努力五年後，2012年，台版越光米育種成功，以「台南16號」命名。

這款米種，一上市就造就農民、米廠、消費者三贏：抽穗時間比越光米晚了近20天，產量近越光米的三倍；以食味計測，口感軟、光澤高，分數甚至高過越光米；碾米率達七成，心腹白則不到5%。「幾乎可以百分百選入一等米，不需用機器挑！」陳榮坤很自豪。


為鼓勵農民種好米，提升食米人口，彰化二林的大橋稻米

產銷班負責人陳肇浩，以一般米種1.5倍高價，與農民製作台南16號，使種植面積兩年內大增五倍。

台大也將這款米命名為「鹿鳴米」，引自《詩經·小雅》的「呦呦鹿鳴，食野之苹。我有嘉賓，鼓瑟吹笙」，象徵呼朋引伴、共享美食。

這個突破性的研究，最後論文是發表在中文期刊，而非英文，「希望台灣有分子輔助選育的氛圍出來，」林彥蓉不覺得可惜。她過去做研究都只產出論文，這次卻做出了好吃、又增加農民收入的成果，「感覺特別踏實。」她的研究室天花板，還吊著一束金黃色的台南16號稻穗。

得獎後，陳榮坤與林彥蓉回到各自的研究崗位。林彥蓉繼續用分子育種，培育有大胚芽、含花青素的營養紫米；陳榮坤則想培育生長季短、需水量低的稻作，為愈來愈頻繁的旱災做準備。

氣候變遷愈演愈烈，農業專家要用分子育種，與老天賽跑。 

農民解方2

溫室結合雲端平台

# 現代農民曆發威 微氣候App種出好草莓

文／陳芳毓

天氣失控，已造成全台農作物的產量與品質起伏不定。如果，天氣能被「控制」呢？

在南投埔里，一位農民與一位工程師，兩人在溫室實驗了兩年。用三種晶片偵測器、雲端數據平台，加上一個手機App，「控制」出最適合草莓生長氣候的代價，只要台幣5萬元。

## 溫室遮陰擋雨 比一般草莓多產兩個月

露天栽培的草莓會被春雨打壞，只能摘到4月；但陳祈華的草莓溫室，有天窗遮陰、溫室擋雨，能一路摘到6月。因為產期長、產量穩定，雖是有機種植，一斤只要400元，比一般草莓貴不到50元。

陳祈華飛快地盤算：一株草莓收一斤，一斤400元，一萬株草莓就有400萬元收成。即使氣候不佳，也能回收五、六成，收入不會暴起暴落。

來到陳祈華的草莓溫室，看起來科技感十足。

3200株紅豔豔的草莓，從一個個長型黑色網袋探出頭，一袋袋「掛」在半人高的鐵架上。這是陳祈華研發出的離地栽培，網袋裡裝的不是一般土壤，而是介質土。每個袋子裡都插著一根細軟管，時間一到，水就混著設定好氮、磷、鎂等養分比例的肥料，從水槽汨汨流進網袋。

好處是，採草莓不必彎腰，農民更省力；袋袋分離，病菌也無法再透過土壤「一傳十、十傳百」。

「『少量多餐』施肥，可以從頭到尾維持相同品質，」陳祈華解釋，種在地上的草莓，肥料堆在草莓旁，愈早採收的果實，品質愈好，價格愈高；但隨著肥料被吸收，品質與價格都會節節滑落。

會尋求科技，是因為吃過老天的大虧。21年前開始務農時，陳祈華種了1000株四季豆，盤算著，「一株收一斤，就會賺錢！」沒想到一開花，先被白頭翁吃了一半；結莢後，又被鑽心蟲吃光豆仁，最後收成不到200斤。做了防蟲網，還是遇到土壤病蟲害，使他決心研究計畫生產與離地栽培。

然而，溫室能將天災、蟲害擋去一大半，卻無法偵測微小的氣候變化。

陳祈華說，過去只能設定灌溉行程為「早上9點開始灌溉，一次三分鐘，每小時一次。」全自動看起來省力，卻少了彈性，若是遇到陰天，這樣的設定會太濕，也浪費肥料；大熱天，水又不夠。

有沒有可能讓機器變聰明，像老農一樣學看天氣？正好，陳祈華的姻親焦盛明是軟體工程師，剛從國外返台定居，他將陳祈華20多年的務農經驗，轉換成上百行程式碼，寫成App。焦盛明笑說，寫App不難，但兩年來大改過四、五次，「最困難的是我不懂農業，他不懂科技。」

兩人做出的App第一個功能，是用溫室裡的感測器偵測濕度，據此啟動或停止灌溉馬達；接著，依溫度開啓窗戶通風、依光照程度啟動遮蔭簾的功能，也一個個加了上去。



## 陳祈華

出生：1971年

務農資歷：21年

栽種作物：草莓、玉女番茄、小黃瓜、美濃瓜

焦盛明快速點幾下手機，頭頂便傳來「嗡嗡」聲。抬頭一看，黑色的遮蔭棚緩緩像紅海一樣分開，射進耀眼的陽光。

### 能為不同作物 量身打造微氣候

原以為這樣功能已足夠，但老天不斷出難題。2016年春天，埔里斷斷續續下了三個月的雨，連續出太陽的時間不到一週。溫室雖沒有農損，但日照不足，草莓沒有香氣、也不甜，「吃起來淡淡的，連送人都不敢，很大顆喔，全丟掉！」陳祈華憤憤地說。他決定今年加裝LED燈，增加日照功能。

控制的下一步，是打造適合草莓的氣候環境。

「照顧農作就像照顧小孩，」陳祈華笑著說，作

陳祈華（中）與焦盛明（右）合作開發App，讓人人都能像老農一樣懂得看天氣。

蘇麗傑攝

物餓了、渴了都不會說，就跟小嬰兒一樣，但科技可以幫忙，適時適量給作物營養。

他持續記錄每一批草莓成長期的溫度、日照時數等氣候因子，找出培育出最佳品質的氣候條件，以人工將溫室環境控制在那個條件下。

「作農，要盡量減少不可控制因素，」陳祈華認為，溫室調控，使九成氣候因素能被掌控，想收成1000斤，至少能收900斤。陳祈華與焦盛明一邊務農、一邊研發，App預計今年可付費下載，只要重新設定參數，就能為不同作物打造適合的微氣候。

一位農民說，這幾年，常有科技大廠來埔里鎮上推銷氣候監測設備，但動輒上百萬；焦盛明的這套設備只要1/20價格，功能簡單卻夠用。

溫室效應打亂了農民曆，但透過科技，農民又能夠為田間微氣候，寫一本量身打造的現代農民曆。 **E**