

紅外線熱影像技術應用於乳牛疾病偵測

1
李國華

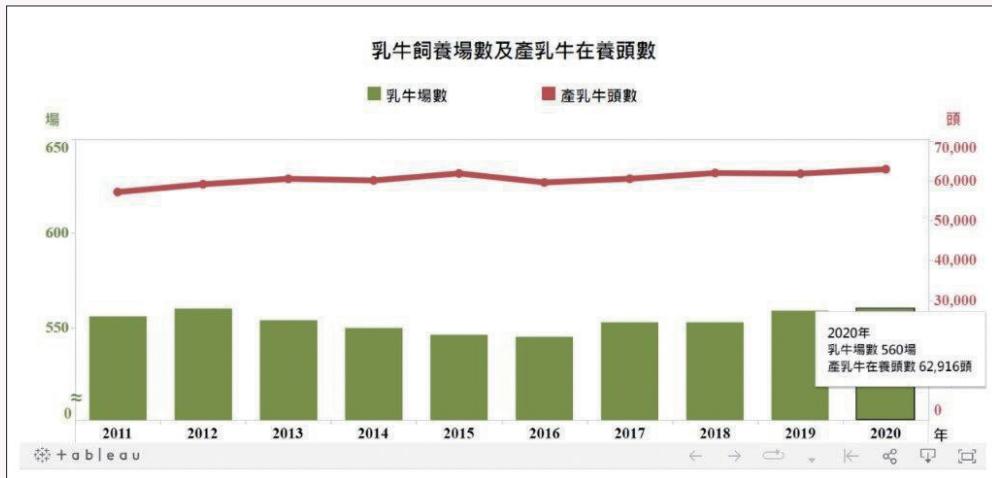
一、前言

依據行政院農業委員會（簡稱農委會）統計資料，109年臺灣共有560個乳牛場，乳牛在養頭數達到62,916頭，牛乳產量達到43萬7,155公噸，產值達到115億元，是國內相當重要的畜牧產業。

臺灣有相當優秀的乳牛飼養技術，不過由於臺灣所飼養的乳牛品種主要為荷蘭牛，屬於溫帶品種的牛隻，適宜的外在環境溫度範圍為



註1：行政院農業委員會畜產試驗所。



臺灣2020年乳牛飼養場數及在養頭數。

攝氏-5~21度，而以15度為最適宜荷蘭牛的環境溫度。但臺灣氣候卻是高溫多濕，每年至少有8~9個月的月均溫超過21度，而乳牛飼養地區又有85%在更偏濕熱的中南部地區，高溫多濕的環境，容易造成細菌孳生，影響乳牛的生理情形，所以對乳牛的健康狀態造成相當大的威脅。

自然狀態下，荷蘭牛的壽命可達15~20歲，根據農委會畜產試驗所（簡稱畜試所）研究，臺灣乳牛使用年限平均為5.4歲，約生2~3胎。而造成乳牛淘汰的原因，41%為泌乳問題，19%為蹄病問題，11.6%是繁殖障礙，其中泌乳問題的主因則是乳房炎，占了泌乳問題的95.1%。引起乳牛生病的因素有很多，例如牛舍環境不舒適，供乳牛躺臥的地面沒有鋪設舒適的墊料或沒有保持乾爽清潔，

讓乳牛的乳房直接接觸糞尿，或者不潔的地面，就容易造成微生物感染，而引起乳房炎。但要發現乳牛是否生病，則是一項相當不容易的工作，雖然跟人一樣，乳牛生病也會發燒，在獸醫學上稱為「發熱」，發熱是恆溫動物在致熱源（可能是疾病造成的發炎現象）的刺激下，造成體溫調節中樞機能紊亂，引起溫度升高的全身適應性反應。牛的正常體溫比人類稍高，成年牛的正常體溫為攝氏38.5~39.5度，犢牛為38.5~39.8度，所以超過這個範圍都屬於發燒，也就是生病了。

從牛的體溫一般就能判斷出是病牛還是健康牛，所以在乳牛飼養過程中，經常測量乳牛的體溫就顯得非常重要。傳統測量乳牛是否發燒，都是採用肛門直接檢測法，只是測量肛

溫的方式非常麻煩，一個乳牛場動輒200～300頭以上的泌乳牛，要定期測量乳牛肛溫來檢測乳牛是否發燒生病，實屬不易。尤其是現在乳牛場人力嚴重缺乏，這種需要大量人力的工作，對乳牛場來說是非常大的負擔，所以就很難做到幫乳牛定期量測肛溫，進行疾病預防管理，往往都是較被動知道乳牛產生病了，才會發現牛隻生病了，這時就已經不容易快速治癒了，造成酪農朋友相當多的損失。所以，如果可以發展一套自動化的乳牛發燒偵測機制，對酪農朋友來說，將會是一個相當大的福音。

二、乳牛發燒的現象與原因

牛的正常體溫為攝氏38.5～39.5度，健康牛的體溫早晚略有變化，正常從夜間1時～中午11時體溫較低，中午以後體溫略高，溫差大約在1度以內，假如溫度差高出這個範疇，就可以視為發燒。高溫是乳牛疾病正在形成的預警系統，體溫會在疾病其他症狀表現前24～36小時迅速上升。依據乳牛體溫的變化，可將發燒分成低熱、中熱、高燒。低熱是指體溫升高1度以內，中熱是指體溫升高超過1～2度，高燒則是指體溫超過2度之上。發燒是乳牛身體為抵制病原的生理反應，因此，當發現乳牛體溫升高時，就需要第一時間進行診斷及處理，就可以早期因應，早期預防，避

免乳牛真正表現出病狀時（例如：食慾不好、泌乳量減少及精神不振等），就可能需要耗費更多精力與費用才能治癒。

發現乳牛發燒的因應方式則可以遵照下列步驟：

- (一) 如果發現乳牛是短期低熱或中熱，可以不用先使用退燒藥品，透過讓發燒乳牛有充分的休息、足夠的營養，讓乳牛身體產生自癒能力。除非發燒持續過久，再來使用退燒藥品。
- (二) 如果發現是高燒病牛，就需要儘早使用退燒藥品，以減少發燒對乳牛中樞神系統的影響，造成無法挽救的傷害。
- (三) 乳牛發燒時，身體的新陳代謝速度會降低，所以需要補充足夠的維他命及微量元素，以增加乳牛的抵抗力，同時要給予充足的飲水。
- (四) 發燒多與病菌感染有關，所以發現乳牛發燒，就需要盡早確定病因、病原體，然後對症下藥。

傳統測量乳牛是否發燒，都是採用肛門直測法。也就是將乳牛專用的體溫計甩到35度以下，然後拴上線，一頭拴個夾子用來固定，再把體溫計放點潤滑劑，然後用左手拉起尾巴露出肛門，再用右手拿起體溫計慢慢插入乳牛肛門進行測量，待3～5分鐘後拿出體溫計，所測量出來的肛溫，即是乳牛的體溫狀態。只是肛門侵入式



乳牛場應用之紅外線熱像儀。

溫度量測方式需耗費人力與時間並具危險性，對於疾病偵測與早發治療常事倍功半。所以農委會畜產試驗所新竹分所發展將紅外線熱影像技術應用於乳牛疾病偵測，期望能有效協助酪農朋友解決乳牛體溫量測的需求。

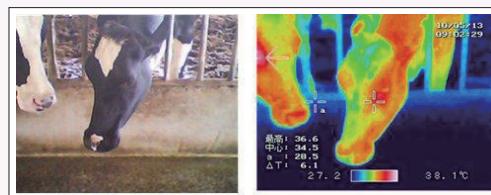
三、紅外線熱影像技術應用於乳牛疾病偵測

紅外線熱影像是物體表面各點等效溫度 (Effective Temperature) 的分布狀況 (熱影像圖)，最後應用熱影像分析軟體得知該物體之表面的實際溫度值，另外也可得知物體表面各部位之特定點的溫度或特定區域的平均溫度，並獲得最大及最小溫度值。紅外線熱影像可以透過紅外線熱像儀 (Infrared Thermography, IRT) 進行偵測，IRT 可以偵測物體發射出的熱輻射之特定紅外線波段訊號 (人類肉眼看不到)，接收特定波段訊號後，再將訊號轉換成人類可辨識之熱影像圖形。

目前 IRT 被應用作為人類的體溫量測器，可以讓機場、高鐵、臺鐵及

捷運等交通運輸系統迅速篩檢測量大量人群的皮表溫度，當體溫顯示高於正常範圍的人，可將其隔離並安排進一步的評估，以協助預防疾病 (例如新冠肺炎) 之擴散。畜試所新竹分所即將該項技術應用於進行乳牛溫度偵測，以期能早期發現乳牛發燒狀況。

只是乳牛的體溫狀態一般是以肛溫為主，肛溫量測卻相當不易，所以畜試所新竹分所從 105 年開始，在農委會資訊中心 e 化計畫支持下，首先利用 IRT 對乳牛進行體溫測試，針對牛隻不同部位進行體溫量測，並同時比對量測直腸溫度，藉以找出與直腸溫度最相近的體表部位。量測方式為牛隻採食時，距離牛隻約 1.5 公尺處以手持式紅外線熱像儀拍攝牛隻側面軀體 (包含前胸、三角窩及臀部等部位)，並於近距約 0.5 公尺處拍攝牛隻頭部，同時以體溫計測量牛隻當下的直腸溫度。試驗結果發現，以體溫計測量牛隻的直腸平均溫度是攝氏 38.6 度。以紅外線熱像儀測量牛隻不同部位的體表溫度則不盡相同，在牛隻的眼睛、前胸、三角窩及臀部等部位的平均溫度分別是 38.1 度、34.2 度、



以紅外線熱像儀拍攝乳牛頭部，其中呈現乳牛之可見光照片 (左圖) 及熱影像照片 (右圖)，可得眼睛部位之熱影像溫度。



於乳牛場擠乳通道及休息區，應用紅外線熱影像技術於乳牛疾病偵測，左圖為偵測乳房部位溫度，右圖為偵測眼窩部位溫度。

臺灣乳牛場導入紅外線熱像儀。

圖片提供：畜試所新竹分所。

34.8度及35.2度，顯示眼睛周圍的溫度變化與直腸溫度最具關連性。

新竹分所進一步於擠乳通道前3.0公尺處安裝2組雙鏡頭（紅外線鏡頭及可見光鏡頭）攝影式IRT，一組IRT拍攝乳牛眼窩部位，另一組IRT則拍攝乳房部位，再利用可見光鏡頭應用AI技術進行牛隻特定部位影像辨識，以接續熱像儀鏡頭自動鎖定與偵測牛隻眼窩溫度及乳房溫度，並記錄於電腦管理軟體系統，資料收集為期1個月。結果顯示，每頭牛之眼窩熱像圖計28次，平均溫度為38.2度，平均最低溫度為38.1度，平均溫度為38.4度，試驗期間編號104F727牛隻被偵測到發燒，眼窩溫度為39.2度。試驗結果證實可以利用IRT來進行全天候自動偵測乳牛體溫，以快速精準掌握牛群體溫及異常體溫之牛隻。

四、臺灣乳牛場導入紅外線熱像儀

臺灣的氣候型態屬於高熱高濕，容易助長環境微生物的孳生及侵害牛隻，乳牛若感染了疾病（如牛流行熱、乳房炎及子宮炎等），全身或局

部的體溫可上升至攝氏39.5以上。而體溫是判識動物健康與否的重要指標，以牛流行熱 (Bovine Ephemeral Fever) 為例，是由牛流行熱病毒所引起的急性發熱傳染病，牛隻感染後經過3~8天的潛伏期，會突然出現41度以上的高燒，四肢關節浮腫與疼痛，有些會併發嚴重肺炎或無法站立而預後不良，若錯過黃金治療期，除了病情會延長以外，嚴重時可能導致被淘汰或死亡。另外以乳房炎為例，依據國立中興大學莊士德老師的研究統計，每年臺灣因為乳房炎導致的經濟損失（包含因為乳房炎所廢棄的乳量、減產的乳量、早期淘汰的母牛，及治療乳房炎的藥品成本）初步估計即達新臺幣10億7千萬元，這些乳牛疾病都造成酪農重大的經濟損失。

所以畜試所新竹分所推動將紅外線熱影像技術導入到民間乳牛場，應用於乳牛個別牛隻狀態疾病預防偵測。將IRT安裝於乳牛場的擠乳通道，於每日2次擠乳時進行眼窩溫度及乳房溫度監測，屬於連續性資料，會依照個別牛隻的溫度變化，建立牛隻個體常態溫度，以判識個別牛隻是

否有發燒現象，目前已經推廣至日發牧場、常青牧場、仁義牧場及母親牧場等民間乳牛場，幫助酪農朋友建立乳牛健康狀態的預防偵測機制。

五、結論

臺灣酪農在乳牛飼養管理方面仍面臨著許多極大的挑戰與需求，農委會雖於88年跟隨世界趨勢，推動「乳牛群性能改良計畫」，委託中華民國乳業協會及畜試所協助酪農蒐集資料進行乳牛性能改良，但在乳牛疾病的主動偵測管理有其限制。牛隻因疾病而產生的生理反應，需靠酪農與獸醫定期檢視、觸診或肛門侵入式溫度量測作為診斷依據，但臺灣酪農經營以家族傳承為主，乳牛場人力匱乏，專業

照護人力不足，全臺乳牛獸醫師也僅不到30位，易錯失治療時效；而酪農使用電子健康監控系統管理乳牛健康的 proportion 也極低，35%有購買電腦管理系統的乳牛場中，有「疾病警示系統」僅占38.5%；也就是說全臺有超過8成以上的乳牛場，沒有辦法即時偵測乳牛的健康及營養狀況。所以對於乳牛疾病（如牛流行熱及乳房炎）等疾病偵測需求迫切，如何透過早期疾病偵測以降低龐大疾病治療費用，減少酪農之重大經濟損失實為當務之急。畜試所新竹分所成功應用紅外線熱影像技術，以非侵入式、精準及快速取得乳牛體表溫度，用以評估乳牛是否發燒或發炎，以作為牛隻疾病徵兆的預警管理，將有效幫助酪農朋友進行乳牛疾病偵測，達到事半功倍的成果。

