

紅外線熱像儀可以偵測乳牛發燒嗎？

新竹分所 李國華 陳志毅 葉亦馨 林宗毅

一、前言

目前紅外線熱像儀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。人類可以這樣做，那動物呢？特別是高經濟價值的乳牛，是否也可以應用紅外線熱像儀來偵測乳牛發燒呢？

二、紅外線熱像儀簡介

紅外線熱像儀 (**infrared thermography, IRT**) 可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，將訊號轉換成人類可辨識之影像圖形。一般熱紅外線 (**thermal infrared**) 的波長為 **3 ~15 μ m**，在這波段內的電磁輻射主要來自物體本身的熱輻射，換句話說，紅外線熱像儀輸出的影像是物體表面各點等效溫度 (**effective temperature**) 的分佈狀況（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。

三、酪農面臨的挑戰與需求

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，首先是（一）對乳牛疾病偵測需求迫切：例如牛流行熱及乳房炎等疾病，造成酪農之重大經濟損失。如何透過早期疾病偵測以降低龐大疾病治療費用實為當務之急。（二）乳牛場人力匱乏易錯失治療時效：因現場人力缺乏，牛隻因疾病而產生的生理反應，常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，惟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。

四、國外應用紅外線熱像儀之研究

依據國外學者研究，紅外線熱像儀是可以做為動物表面溫度檢測之工具，用以評估家畜是否感染口蹄疫病毒？如 **Gloster** 等人 (2011) 針對 19 頭牛隻進行紅外線熱像儀檢測，特別針對腳蹄冠狀動脈溫度（病變發展的常見部位）和眼睛溫度（作為基礎體溫）進行檢查，評估腳蹄和眼睛部位之溫度變化，藉以判定牛隻有無罹患口蹄疫。另外，**Poikalainen** 等人 (2012) 利用紅外線熱像儀觀察乳牛的外陰部及口鼻部之溫度變化，其研究成果顯示紅外線熱像儀具預測乳牛發情之效果與潛能。**Polat** 等人 (2010) 之研究成果指出，紅外線熱像儀是一種非侵入性和快速的工具，且靈敏度夠，可以檢測由非臨床性乳房炎引起的乳房的淺表熱變化，非臨床性乳房炎的乳區溫度比健康乳區溫度增加 2.35°C 。

五、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 39.5°C 以上。體溫是辨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，突然出現 41°C 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。一般進行乳牛體溫的量測大多採由肛門插入體溫計來測得直腸溫度，此方法相當費時及費力，因此，常常於牛隻發生不採食、行動不便及乳量減少時，再進行體溫量測，此時牛隻的病情可能已較嚴重，錯失黃金治療期，除了病情會延長以外，嚴重時可能導致被淘汰或死亡，造成酪農重大的經濟損失。近年來畜產試驗所新竹分所應用紅外線熱像儀及熱影像辨識技術於乳牛健康監測之研究，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，並作為牛隻疾病徵

兆的預警管理。

(一) 於 105 年進行「智慧化監控乳牛健康之管理系統」計畫，嘗試利用紅外線熱像儀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（如表 1）發現，以體溫計測量牛隻的直腸平均溫度是 38.6°C。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，在牛隻的前胸、三角窩及臀部等部位的平均溫度分別是 34.2°C、34.8°C 及 35.2°C。此外，近距離拍攝牛隻頭部所得的熱像圖（如圖 1），分析其眼睛周圍平均溫度是 38.1°C，與直腸溫度最為相近，顯示眼睛周圍的溫度變化與直腸溫度最具關連性。

(二) 乳牛熱影像檢測辨識技術導入乳牛場域實務應用

109 年應用紅外線熱影像儀建置自動偵測乳牛體溫之場域試驗，與高雄科技大學李財福教授之研究團隊合作，以新竹分所乳牛場之機器人擠乳區作為試驗場域，計 14 頭泌乳牛採全天候自動走入擠乳通道及擠乳區進行機器人擠乳，在距擠乳通道前 3.0 m 處安裝 1 組雙鏡頭攝影式紅外線熱像儀（離地面高度 2.5 m），其解析度為 384 x 288 像素、視角為 25° x 19°、量測溫度範圍為 -20°C 至 +150°C，利用另一可見光鏡頭進行牛隻身份辨識，接續熱像儀鏡頭自動鎖定與偵測牛隻眼窩溫度（如圖 2 及圖 3），並紀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°C，平均最低溫度為 38.1°C，平均溫度為 38.4°C，試驗期間編號 104F727 牛隻被偵測到發燒，眼窩溫度為 39.2°C。本乳牛紅外線熱像儀場域的建置，可全天候自動偵測乳牛體溫，快速精準掌握牛群體溫及異常體溫之牛隻，顯示乳牛熱影像技術未來可應用於乳牛健康之監測深具潛力。

表 1. 以體溫計測量牛隻直腸溫度及紅外線熱像儀測量牛隻各部位溫度之比較

項目	紅外線熱像儀				體溫計
	眼睛	前胸	三角窩	臀部	直腸
量測部位	眼睛	前胸	三角窩	臀部	直腸
溫度 (°C)	38.1	34.2	34.8	35.2	38.6

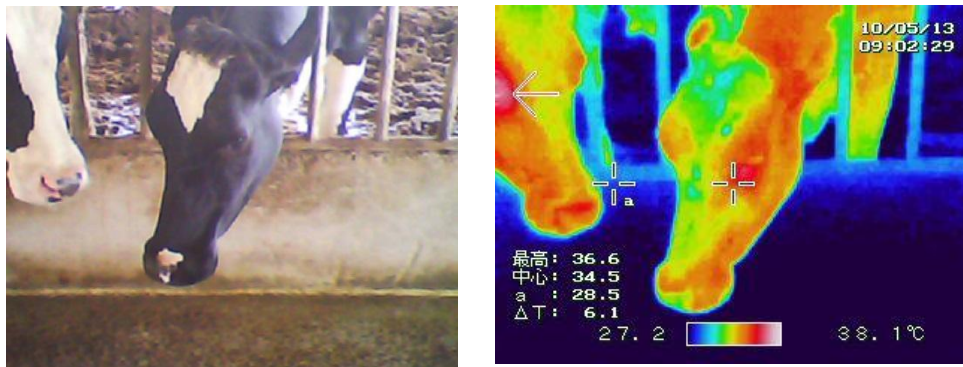


圖 1. 以紅外線熱像儀拍攝乳牛頭部，其中呈現乳牛之可見光照片（左圖）及熱影像照片（右圖），可得眼睛部位之熱影像溫度。



圖 2. 紅外線熱像儀設置於機器人擠乳區之通道，自動偵測乳牛熱影像溫度，其中呈現乳牛之可見光照片（左圖）及熱影像照片（右圖）。



圖 3. 紅外線熱像儀設置於擠乳區之通道，自動偵測乳牛眼窩之區域位置（綠色矩形框）及顯示該區之最高熱影像溫度（37.9°C）。

六、參考文獻

Gloster, J., K. Ebert, S. Gubbins, J. Bashiruddin and D. J. Paton. 2011. Normal variation in thermal radiated temperature in cattle: implications for foot-and-mouth disease detection. *BMC Veterinary Research* 7: 73-80.

Poikalainen, V., J. Praks, I. Veermae and E. Kokin. 2012. Infrared temperature patterns of cow's body as an indicator for health control at precision cattle farming. *Agr. Res. Bio. Engineering* 10: 187-194.

Polat B., Colak A., Cengiz M., Yanmaz L.E., Oral H., Bastan A., Kaya S., Hayirli A. 2010. Sensitivity and specificity of infrared thermography in detection of subclinical mastitis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93: 3525-3532.