

出國報告（出國類別：考察）

赴紐西蘭考察國際間國產與進口畜禽  
產品分流管理技術之穩定同位素鑑識  
畜禽產品原產地研究資料蒐集與探討

服務機關：行政院農業委員會

姓名職稱：周文玲 技正

派赴國家：紐西蘭

出國期間：106年10月07日至106年10月12日

報告日期：107年01月02日

## 摘 要

為保護生產及消費權益，國際先進國家積極發展產品原產地標示之科學性鑑識技術，其中穩定同位素比值分析法因具明確的產地指向性，已廣受重視與運用。又國際經貿高度自由化，國產畜禽產品面臨價格競爭壓力勢必加劇，為預防業者以進口低價產品混充國產品或防止產地標示不實，確有導入前開關鍵技術及建立我國畜禽產品穩定同位素比值資料庫之必要性，期能做為市場區隔之有效檢測工具。

鑒於紐西蘭在穩定同位素應用已有長足經驗，且設有國家級專屬實驗室，透過本次考察學習紐國在穩定同位素鑑識技術之發展情形、穩定同位素資料庫之建置與維持、原產地鑑識技術之運用、相關法令與管理機制，以及政府居中扮演的角色。

本次考察透過實地參訪國家級穩定同位素實驗室，學習穩定同位素比值質譜儀相關分析技術，深入討論建置實驗室及資料庫可能遭遇困難與瓶頸，尋求可能之解決方式，並分享檢測數據分析研判上之實務經驗；基於雙方建立之良好互動管道，後續將持續推動科研合作，以精進我國運用穩定同位素為產源辨識之檢驗能量及技術水平。另對紐國科研機構落實跨域整合，透過國家級實驗室之主導運作，有效將精密儀器集中管理使用，大幅提高實驗室營運效能，亦能發揮長期聘任常設專業人員與穩定培育技術能力等顯著成效印象深刻，實應以此作為我方標竿學習的參考。

本次亦安排會晤紐國初級產業部，與貿易政策、市場進入及食品風險評估等部門人員進行意見交流，該國經食品風險評估後，係將穩定同位素檢測技術作為偽摻或標示不實案件之證據處理工具，尚未列入法定強制之必檢項目，以避免增加業者之產品檢驗成本。又紐國秉於農產品出口導向，政府以捍衛食品安全、提高生產效能、增加資源利用及創造出口利基為原則，官方負責制定法令與標準、審查及核可食品管制計畫及認證驗證單位等，另為因應政府人力不足，亦委託獨立公正第三方機構進行食安管理稽查及驗證程序，也連結產學研領域建置商業公司，授予執行官方委託業務，深化企業自主管理，賦予食品業者更多責任，以確實保障消費者權益，均為我國後續可學習參考之作法。

關鍵字：穩定同位素鑑識技術、穩定同位素比值質譜儀、原產地辨識、摻偽檢驗

# 目 錄

	頁次
壹、 緣起及目的-----	4
貳、 行程紀要-----	4
參、 考察內容紀實-----	5
肆、 心得與建議-----	24

# 赴紐西蘭考察國際間國產與進口畜禽產品分流管理技術之 穩定同位素鑑識畜禽產品原產地研究資料蒐集與探討之 出國報告

## 壹、緣起及目的

為保護生產及消費權益，國際先進國家積極發展產品原產地標示之科學性鑑識技術，其中穩定同位素比值分析法因具明確之產地指向性，已廣受重視與運用。又國際經貿高度自由化，我國持續推動簽署雙邊/多邊經貿協議，國產畜禽產品面臨價格競爭壓力勢必加劇，為預防業者以進口低價產品混充國產品或防止產地標示不實，確有導入前開關鍵技術及建立我國畜禽產品穩定同位素比值資料庫之必要性，期能做為區隔進口產品之有效檢測工具。

鑒於紐西蘭在穩定同位素應用已有長足經驗，且設有國家級專屬實驗室，自 104 年起我國國立臺灣大學、國立成功大學及財團法人中央畜產會等單位亦協同辦理 3 場次研討會議，數次邀請紐西蘭專家學者來台進行學術交流，已累積初步成果。

本次考察擬進一步瞭解學習紐西蘭在穩定同位素鑑識技術的發展情形、穩定同位素資料庫之建置與維持、原產地鑑識技術之運用、相關法令與管理機制，以及政府居中扮演的角色，俾為我國施政規劃之參考。

## 貳、行程紀要

案為赴紐西蘭考察國際間國產與進口畜禽產品分流管理技術之穩定同位素鑑識畜禽產品原產地研究資料蒐集與探討，出國行程為期 6 天（106 年 10 月 7 日至 12 日），考察參訪行程為 3 天（10 月 9 日至 11 日），行程紀要如下表：

日期	考察參訪之行程紀要
10 月 7 日(六) 至 10 月 8 日(日)	搭機前往紐西蘭，由奧克蘭再行轉機至威靈頓。

10月9日(一)	<p>上午：參訪紐西蘭國家地質與核能科學研究所（Institute of Geological and Nuclear Sciences, GNS）轄下之國家級同位素中心（National Isotope Centre），會晤該中心負責人 Mr. Mike Sim，並與 GNS 驗證研究團隊及原產地鑑定服務負責人 Dr. Karyne Rogers 進行意見交流。</p> <p>下午：參與 Dr. Karyne Rogers 辦理之科普教育活動，對象為社區民眾，介紹穩定同位素技術如何應用在生活與食品檢測。</p>
10月10日(二)	<p>與穩定同位素實驗室（Stable Isotope Laboratory）之工作團隊（負責人 Dr. Karyne Rogers、實驗室技術經理 Mr. Andy Philips 及相關技術人員），就運用穩定同位素鑑識畜禽產品原產地之制度面及技術面進行研討，並細部瞭解各項實驗設備及相關運作方式。</p>
10月11日(三)	<p>由駐紐西蘭台北經濟文化代表處（經濟組楊健明組長及鍾昇宏專員）協助聯繫，安排拜訪紐西蘭官方單位，即其初級產業部（Ministry for Primary Industries, MPI），就產品原產地或摻假鑑定業務進行意見交換，會晤名單如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mr. Neil McLeod：Principal Market Access Advisor, Market Access North, Policy and Trade, MPI</li> <li>2. Mr. Bruno Dingemans：Specialist Advisor, Market Access North, Policy and Trade, MPI</li> <li>3. Mr. Andrew Pearson：Specialist Advisor (Environmental Chemistry &amp; Toxicology), Biosecurity Science, Food Science &amp; Risk Assessment Directorate, Regulation &amp; Assurance Branch, MPI</li> <li>4. Mr. Bill Kaye-Blake：Director-Consulting, PricewaterhouseCoopers</li> </ol> <p>傍晚由紐西蘭威靈頓搭機至澳洲雪梨轉機</p>
10月12日(三)	<p>由澳洲雪梨轉機返回台北</p>

### 參、考察內容紀實

為強化本次考察計畫之執行效益，邀請國立中興大學動物科學系譚發瑞教

授、財團法人中央畜產會林松筠顧問，以及國立成功大學地球科學系穩定同位素實驗室之李傳斌經理，一同參與本次考察行程。

### 一、 106 年 10 月 9 日上午：參訪國家地質與核能科學研究所 (Institute of Geological and Nuclear Sciences, GNS)轄下之紐 西蘭國家級同位素中心 (National Isotope Centre, NIC)

會晤該中心負責人 Mr. Mike Sim，並與 GNS 驗證研究團隊及原產地鑑定服務負責人 Dr. Karyne Rogers 進行意見交流，先由我方簡要介紹國內畜禽產業概況，並將我方引進穩定同位素技術之應用面向（包括生乳、禽肉、豬肉及大蒜等）的初步研究成果與紐方專家請益，接續由 Dr. Karyne Rogers 進行 GNS 及 NIC 之簡介，並說明紐國在穩定同位素技術之科技發展及實際產業之運用效益。



圖 1. 本次考察人員與 Dr. Karyne Rogers 於國家級同位素中心合影



圖 2. 會晤國家級同位素中心負責人 Mr. Mike Sim、穩定同位素實驗室負責人 Dr. Karyne Rogers，以及實驗室技術經理 Mr. Andy Philips

## (一) GNS 之摘要說明

1. 為政府所有之國家級研究單位，直接隸屬於科技部，政府與 GNS 之間係以 7 年長期契約方式約定業務之服務範疇。
2. GNS 現職職員約 390 位，半數擁有博士學位，年預算為紐幣 8 千萬元 (折合約新台幣 17.6 億元)，60%由政府負擔、30%由國家科研計畫支應，以及 10%為接受外界委託檢驗收費。
3. GNS 由 4 個單位組成，包括總部 (250 人) 及同位素中心 (60 人) 均位於威靈頓(Wellington)、北邊的陶波(Taupo)中心 (60 人，負責火山研究)，以及南島但尼丁(Dunedin)中心 (20 人，負責南島採樣蒐集)。
4. GNS 負責紐國之地質水文變化調查 (如火山、地震、海嘯等)、地質資源開發 (如石油、地熱、礦物、海洋)、自然有害物質監測 (包括飲水及空氣污染等)、放射性碳定年/離子束/奈米等技術運用 (如用於古物拍賣年份鑑定、原產地辨識、過期食品檢測等)。

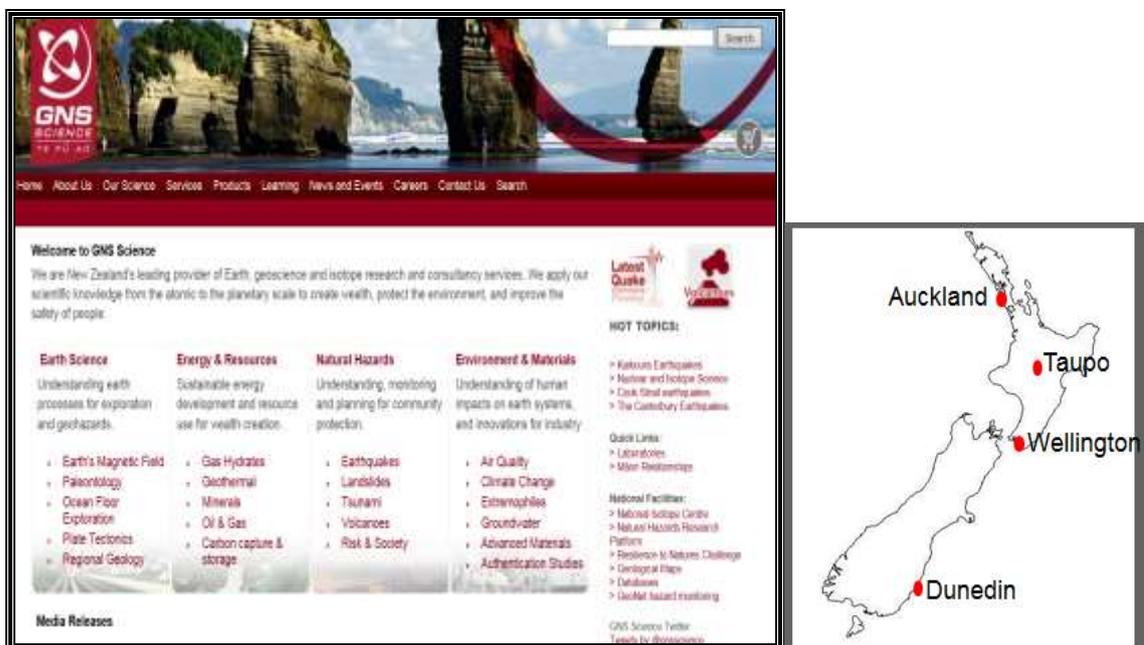


圖 3. GNS 官方網頁(<https://www.gns.cri.nz/>)及該機構之座落地區

## (二) NIC 之摘要說明

1. 國家級同位素中心已有逾 60 年歷史，運用放射性或穩定性同位素進行

研究，並隨科技進展，亦納入微量元素(trace elements)及生物標誌(biomarker)之測定技術，並與世界重量級類似實驗機構合作，已成為重要之實驗室分析比對中心。

2. 該單位與位於紐國南島但尼丁的 University of Otago 也有合作機制，接受聯合國糧農組織 (FAO) 與國際原子能源組織 (International Atomic Energy Agency, IAEA) 聯合設置的食品與農業核子技術分部 (Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture) 的多年期委託計畫，輔導聯合國各會員國進行農產品產地辨識之同位素技術訓練及實驗室建置，並發揮各會員國的農產品資料庫串連，進行特性比對。
3. NIC 也提供外國學者或實驗室人員 (如研究人員、技術人員、博士後研究員等) 之技術訓練課程，該實驗室可協助安排 2~6 個月的技術訓練，通常建議至少為期 3 個月，僅收費紐幣 5 千元，NIC 也附有免費(含水電)之宿舍可供學員使用，透過此研習訓練可讓學員熟悉儀器操作及參與樣品實務分析、累積實作經驗，廣受好評。

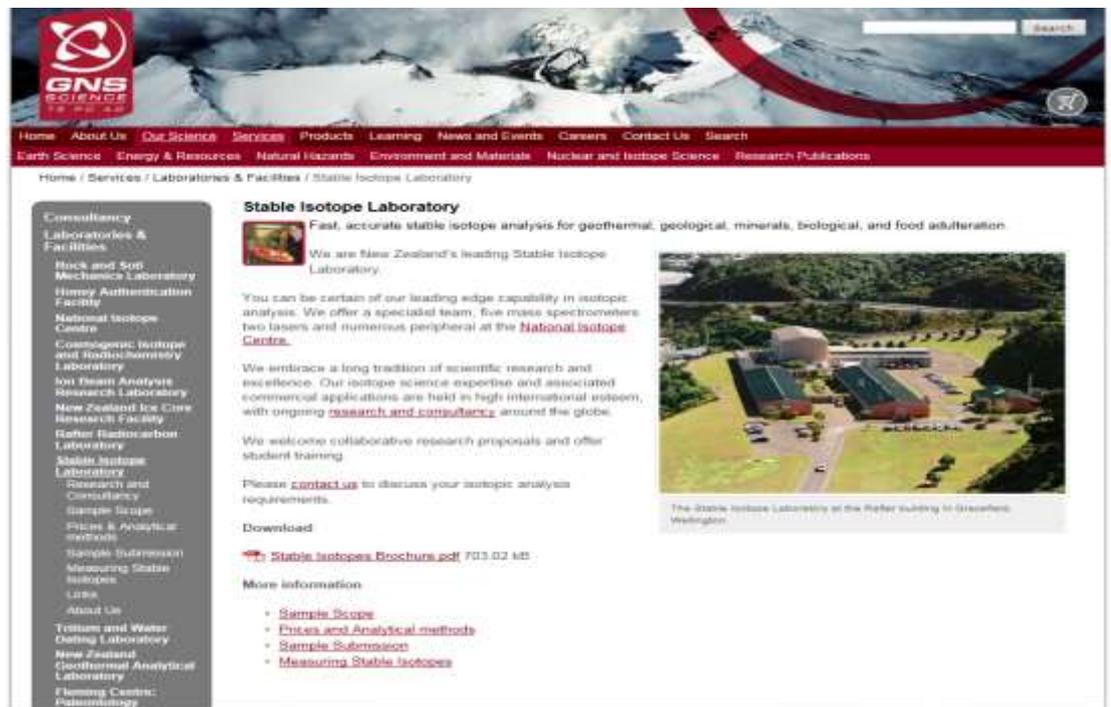


圖 4. NIC 官方網頁(<https://www.gns.cri.nz/Home/Services/Laboratories-Facilities/Stable-Isotope-Laboratory>)

4. NIC 主要業務包括：(1)紐國環境因子之追蹤監控（地質/水文變化、氣候變遷）；(2)原產地辨識（蜂蜜、牛乳、鹿茸、果汁等）及食品摻假鑑識，對於使用天然或人工合成肥料、有機或非有機生產、籠飼/平飼/放牧等不同生產模式的產品均可以運用穩定性同位素技術進行定性鑑別（本技術無法進行偽摻之定量分析），可接受政府或業者對疑似偽造摻假品項進行檢測，以穩定性同位素比值作為判斷依據，倘前開數值偏離國產品項之正常範疇者，即可啟動相關行政調查程序；(3)石油探勘及相關汙染物質(空氣/水質)監控。
5. 目前主要運用的辨識工具為穩定同位素（碳  $^{13}\text{C}$ 、氮  $^{15}\text{N}$ 、氫  $^2\text{H}$ 、氧  $^{18}\text{O}$ 、硫  $^{34}\text{S}$  等）及微量元素（銻 Sr、鉻 Cr、鎘 Cd、錳 Mn、鈷 Co、鉛 Pb 等）。 $^2\text{H}$  與  $^{18}\text{O}$  是利用氣候及降雨量的差異， $^{13}\text{C}$  與  $^{15}\text{N}$  是利用動植物之碳/氮循環的變動， $^{34}\text{S}$  則與土壤肥力有較大的關聯性。當穩定同位素比值仍然無法明確鑑識時，則須再行尋找該地區因地質或環境變化所造成的微量元素含量的高低。

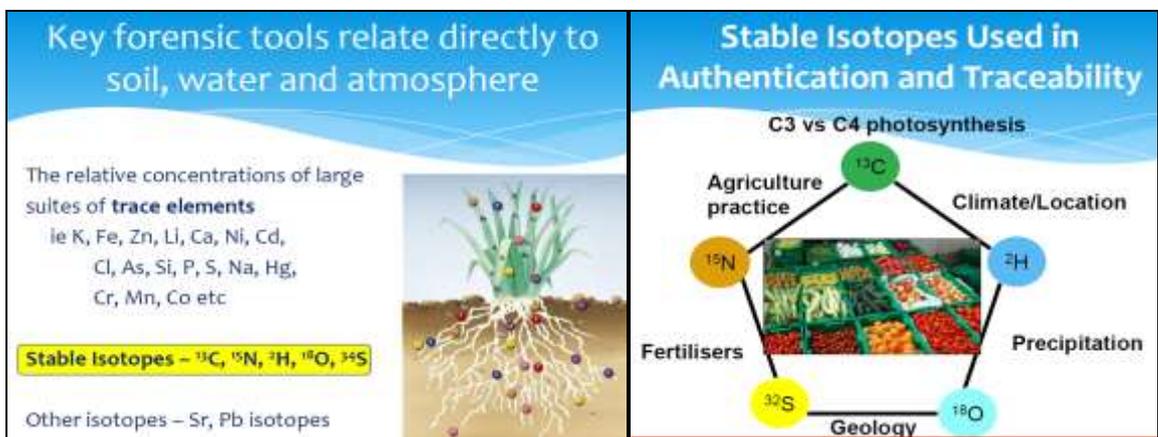


圖 5. 使用於產源辨識或追蹤之穩定同位素及微量元素

## 二、 106 年 10 月 9 日下午：參與 Dr. Karyne Rogers 辦理之科普教育活動，對象為社區民眾，介紹穩定同位素技術如何應用在生活與食品檢測

紐西蘭在科普教育或食農教育一向著力甚深，除與各級學校之教育體系

連結外，對於一般民眾的終身學習也常透過社區組織或科研機構來協力推動。在本次考察行程中，適遇 GNS 驗證研究團隊及原產地鑑定服務負責人 Dr. Karyne Rogers 受邀參與社區民眾之科普教育，計有約 60 位參加。



圖 6. GNS 與當地社區合作運用教會場所進行民眾之科普教育

Dr. Karyne Rogers 以人們平常隨處可及的食品為例，用消費者選購及如何避免買到偽摻假食品的角度切入，用深入淺出的方式介紹，讓一般民眾能輕鬆瞭解穩定同位素檢測這個複雜的科學技術，在 1 小時的講座後，與會民眾非常積極的提出詢問，讓人對紐國民眾的求知慾及打破砂鍋問到底的精神印象極為深刻，將當日講座內容摘要如下：

(一) 國際上前 10 大最容易出現食品詐欺的產品依序是橄欖油、魚產品、有機食品、乳品、穀類、蜂蜜/楓糖漿、咖啡/茶類、香料、酒品及果汁；紐西蘭基於農業出口大國，特別需要在麥盧卡蜂蜜(Manuka honey)、乳粉、奇異果、牛羊肉、羊毛等重要出口品項進行原產地辨識證明，來有效保護紐國的優質產品避免被低價品混充。

1. 講者先以麥盧卡蜂蜜為例，此種蜂蜜為紐西蘭原住民的特色產品，因具有特殊抗菌力而一夕爆紅，每年產能約 2 千公噸，但在國際市場上竟有超過萬噸的產品都標榜是麥盧卡蜂蜜，甚至還發現惡質業者以外加抗生素來偽造抗菌性，造成消費者對紐國產品產生疑慮。為解決本項議題，紐國投入研究能量採用穩定同位素比值鑑別技術，基於蜂蜜之蜜源植物多為 C3 型植物，而一般摻假的蜂蜜都是使用蔗糖或玉米

高果糖漿 (C4 型植物)，會與純蜂蜜出現碳同位素比值之顯著差異。

2. 講者接續以紐西蘭乳粉為例，因為紐國所生產的生乳，只有 5% 供國內消費，95% 都製成乳製品 (尤其以乳粉為主力商品) 輸銷國外，約 80% 乳粉銷往中國大陸，由於不肖廠商以其他產源假冒紐國產品，引起官方與民間酪農組織 Dairy Board 高度關切，自 1985 年起開始投入研究，經與水文(雨水/地下水)穩定同位素資料 ( $^2\text{H}/^{18}\text{O}$ ) 比對，再加上牛隻採食草料與飼糧之  $^{13}\text{C}$  與  $^{15}\text{N}$ ，紐國乳粉已建置完善之穩定同位素比值資料庫，可精準區分北島及南島所生產之乳粉，藉以保護其出口利益。

(二) 在世界上不同地區產品確實可用穩定性同位素檢測技術進行原產地辨識：以可口可樂、九孔、鹿茸、果汁等為例，可口可樂因製程中有用水，以  $^2\text{H}/^{18}\text{O}$  為檢測因子；九孔因飼養水域深度及溫度不同，用  $^{18}\text{O}$  來定位；鹿茸用  $^{13}\text{C}$  與  $^{34}\text{S}$  來區分來自紐西蘭、中國大陸、加拿大、蘇俄、韓國等地產品；果汁以因植物碳循環及緯度的不同，分別應用  $^{13}\text{C}$  及  $^{18}\text{O}$  來區分。

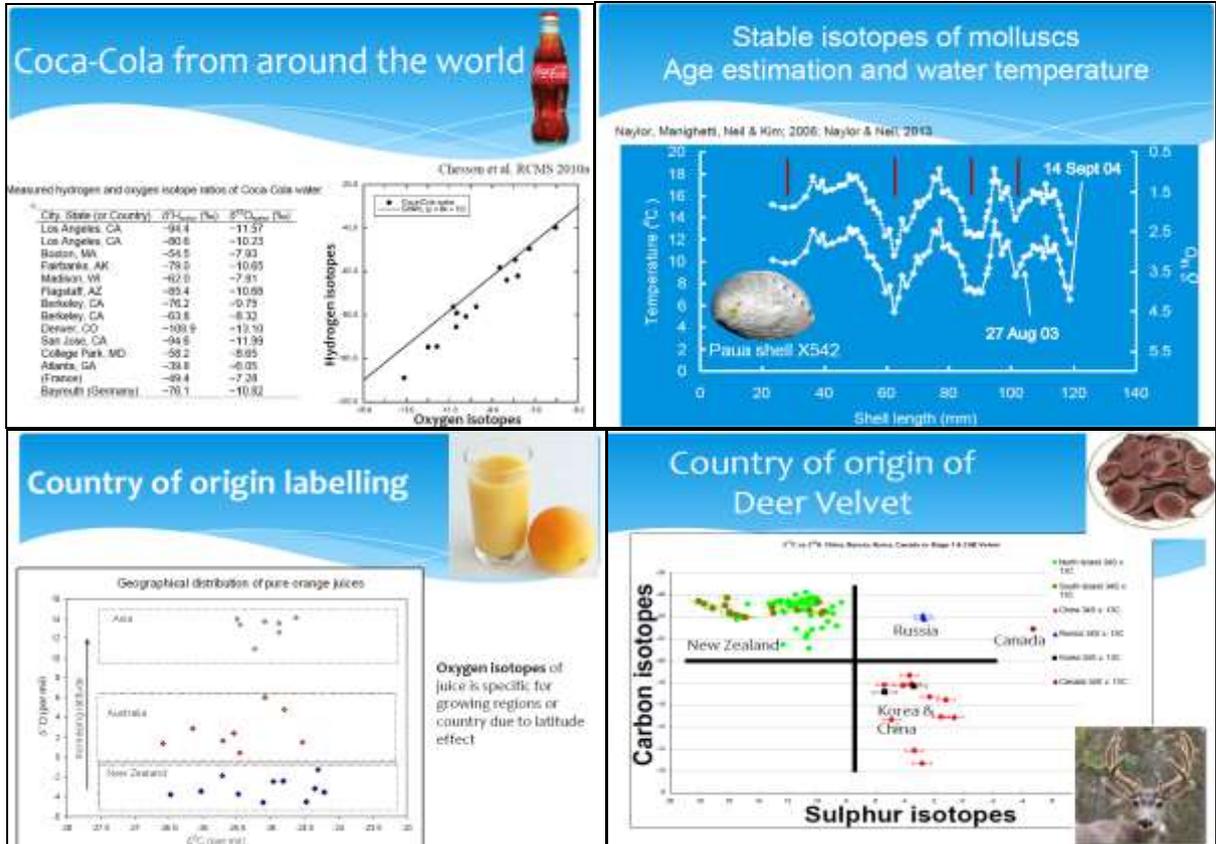


圖 7. 以穩定性同位素檢測技術進行原產地辨識(可口可樂、九孔、鹿茸、果汁)

(三) 食品摻假或標示不實確實可用穩定性同位素檢測技術進行釐清與查證

1. 有機或非有機生產，因使用天然或人工合成肥料的不同，可以用  $^{13}\text{C}$  與  $^{15}\text{N}$  來區分。

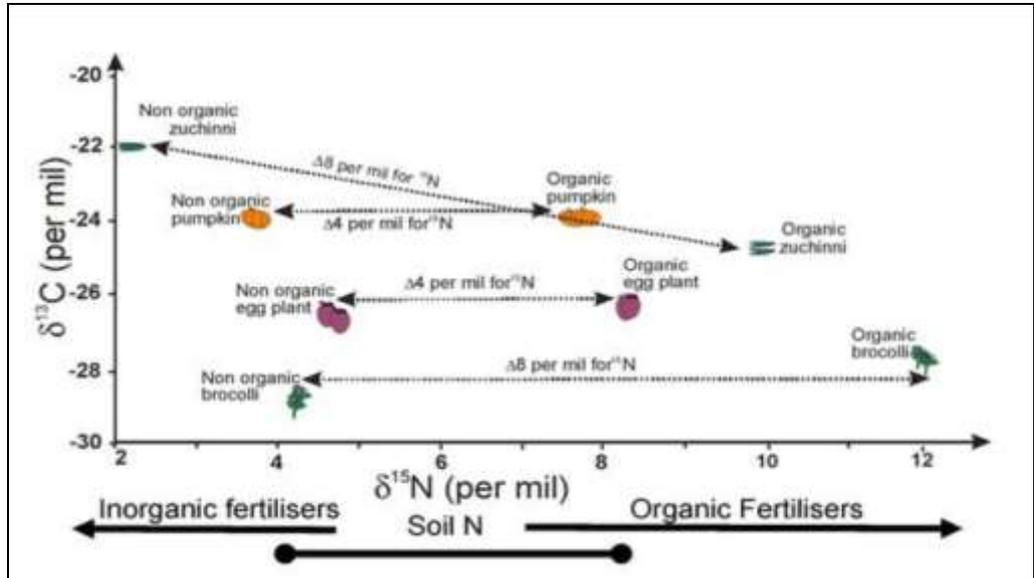


圖 8. 以穩定性同位素區分有機/非有機蔬菜(櫛瓜、南瓜、綠花椰菜、茄子)

2. 利用檢測果汁之  $^{13}\text{C}$  與  $^{18}\text{O}$ ，可以區分 100%純果汁、濃縮果汁還原、或添加蔗糖或玉米高果糖漿（C4 型植物）之假果汁。

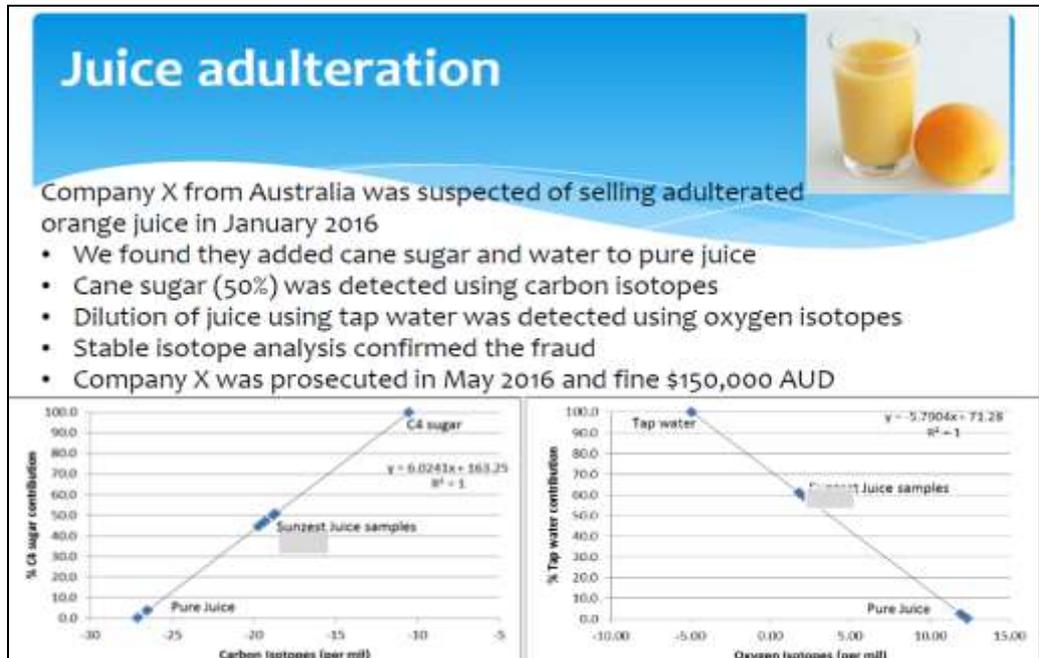


圖 9. 以穩定性同位素技術進行果汁偽摻案件之鑑識

3. 採取籠飼、平飼、放牧、有機等不同雞蛋生產模式，因為售價存有差異，常見有標示不實之情事，紐西蘭在 2009 年已經可以從雞蛋之蛋黃、白蛋白及蛋殼膜之  $^{13}\text{C}$  與  $^{15}\text{N}$  可有效區分不同的生產模式，荷蘭在 2015 年也有相關研究。

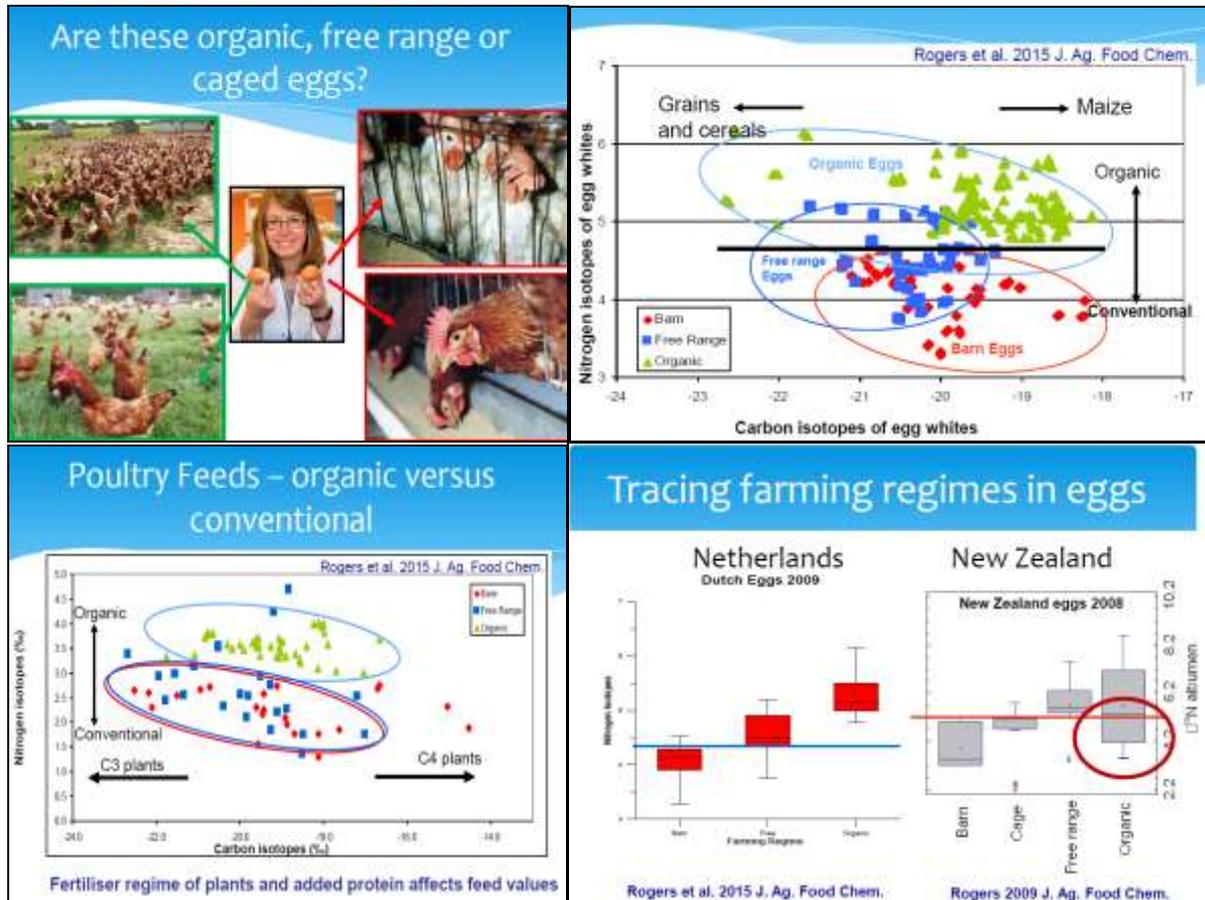


圖 10. 以穩定性同位素技術區分雞蛋生產模式(籠飼、平飼、放牧、有機)

### 三、 106 年 10 月 10 日：進行實驗室參訪，細部瞭解各項實驗設備及相關技術，並就實驗室運作制度及資料庫建置進行交流

與穩定同位素實驗室 (Stable Isotope Laboratory) 之工作團隊 (負責人 Dr. Karyne Rogers、實驗室技術經理 Mr. Andy Philips 及相關技術人員)，就運用穩定同位素鑑識畜禽產品原產地之制度面及技術面進行研討，並細部瞭解各項實驗設備及相關運作方式。

#### (一) 穩定同位素原理與分析技術之摘要說明

近 20 年來，由於氣相穩定同位素比值質譜儀（Stable Isotope Ratio Mass Spectrometer，IRMS）之持續改良與精進，加以創新分析技術之不斷開發，IRMS 已廣泛被運用於地質、海洋、環境變遷、環境汙染、醫藥及藥檢、農業、生態及鑑識科學等領域。穩定同位素研究技術（特別是氫、氧、碳、氮及硫等穩定同位素）已實質增加人們對於這些元素在自然生態系中運作迴圈之瞭解，並加以廣泛應用於農業及相關生態環境上之各項研究工作。另外，同位素溯源技術也已成爲國際間目前用於追溯不同來源食品和實施產地保護的有效工具之一，在食品汙染物溯源領域亦有廣闊之應用前景，先進國家均大力開展此領域之研究，其中以紐西蘭與歐盟組織最爲積極。

#### 1. 同位素分化作用：

- (1) 同種元素雖進行相同化學反應，但輕、重同位素間因質量、鍵結能的差異，而導致化學或物理作用的反應速率不同，這就是所謂的同位素分化作用。也就是說，當物質發生某種物理或化學變化時，產物的同位素組成與原反應物間存在差異，藉由相關元素之同位素組成變化，即可以探討大氣圈、水圈、岩石圈及生物圈等自然環境變遷之訊息及意義。
- (2) 以植物之光合作用為例，因參與光合作用途徑不同，所以 C3 型與 C4 型植物之穩定碳同位素比值就會有所差異。這就是國際普遍使用穩定碳同位素比質來檢驗蜂蜜真偽的基礎，因為蜜源植物爲 C3 型植物，而一般摻假的蜂蜜都是使用蔗糖或玉米高果糖漿（C4 型植物），會與純蜂蜜出現碳同位素比質之差異。
- (3) 由於各國之地理位置、氣候條件及土壤母質不同，不同產地的農產品之穩定同位素組成與微量元素特徵就會存有差異，紐西蘭以穩定同位素（碳、氮、氧、氫、硫）比質作爲鑑識乳粉原產地工具，在建置紐國乳品穩定同位素比質資料庫時，同步與地球科學

穩定同位素比值分布圖進行疊合分析，發現紐西蘭南島與北島不同產地所生產之牛乳，其碳、氮同位素比值與飼料有關聯，而氫、氧同位素比值則與各地區之降雨或水文存有高相關性，現行研究結果發現以牛乳中的  $^{13}\text{C}$  及  $^2\text{H}$  同時檢測，所得辨識效果最佳。另外，法國研究也顯示牛乳中水分之  $^{18}\text{O}$ 、 $^2\text{H}$  資料也可以區分在山地與平地飼養牛群之牛乳差異，美國的研究也有類似的效果。

- (4) 但在肉品原產地研究分析中則發現，單靠穩定同位素比值測定尚無法精確鑑識肉品原產地，通常還需要進一步增加微量元素(Trace elements) 或生物標誌(Biomarkers) 之檢測才能明確區別。

## 2. 穩定同位素比值質譜儀之運用：

- (1) 穩定同位素研究主要是利用穩定同位素比值質譜儀。所謂同位素比值就是質譜儀分析所得之結果以同位素間的含量比與標準品之差值表示。採用穩定同位素比值的原因，是因為量測同位素之絕對含量並不容易，需要仰賴精密複雜的質譜設備進行原子級物理分析才能達成，所以，採用相對比值分析才能務實運用此項技術。
- (2) 由於量測樣品之穩定同位素比值時，即使使用相同之質譜儀，但不同實驗室或不同時間的測定結果，恐會因操作(或儀器)誤差造成影響，故目前國際上均採用標準品作為參數標準，即可消除儀器誤差進而比較樣品與標準品之差值，因此，同位素測定慣以  $\delta$  表示之，其定義為如下列公式。因為同位素分化作用所造成之同位素含量變化是極微量的，因此一般係以千分比(‰)為單位。公式中的  $R$  為  $^2\text{H}/^1\text{H}$ 、 $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 、 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 、 $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ， $R_{\text{sample}}$  為樣品之同位素比值， $R_{\text{reference}}$  為參考標準的同位素比值。

$$\delta = \left( \frac{R_{\text{sample}}}{R_{\text{reference}}} - 1 \right) \times 1000$$

(二) NIC 穩定同位素實驗室之硬體設置、檢測能量及人力維持

1. 目前 NIC 之穩定同位素實驗室團隊負責人為 Dr. Karyne Rogers，實驗室由技術經理 Mr. Andy Philips 擔任總管理人，配置 4 名技術人員，每年至少能完成 1 萬件樣品的分析。Mr. Andy Phillips 是實驗室的靈魂人物，他原為同位素分析儀器公司的資深技術經理，對於儀器設計原理與功能瞭若指掌，甚至能夠改裝或增添自行設計的附件，讓儀器分析功能更快速穩定。
2. 該實驗室進行穩定同位素檢測之硬體儀器計有 8 個完整儀器套組，包括 5 台穩定同位素比值質譜儀(IRMS)、2 台量子雷射環盪光譜儀(LCRDS)及 1 台氣相層析質譜儀(GCMS)；IRMS 依不同測量元素之特性尚須進行附加儀器的串接，如元素分析儀(EA)或熱裂解元素分析儀(TCEA)。

編號	儀器名稱	分析樣品型態及測定元素
No.1	IRMS 串接萃取/純化設備	測量無機物之 CO <sub>2</sub> ，應用 <sup>13</sup> C， <sup>18</sup> O 同位素探討環境氣候變遷
No.2	IRMS 串接 No.8 之 GCMS	測量有機化合物 <sup>13</sup> C
No.3	IRMS 串接 EA	測量有機物之 <sup>13</sup> C， <sup>15</sup> N， <sup>34</sup> S
No.4	IRMS 串接 EA	測量有機物之 <sup>13</sup> C， <sup>15</sup> N， <sup>34</sup> S
No.5	IRMS 串接 TCEA	測量有機物之 <sup>2</sup> H， <sup>18</sup> O
No.6	Laser Cavity Ring-Down Spectroscopy (LCRDS)	分析水樣品之 <sup>2</sup> H， <sup>18</sup> O
No.7	Laser Cavity Ring-Down Spectroscopy(LCRDS)	分析氣體樣品之 <sup>2</sup> H， <sup>18</sup> O，
No.8	GCMS	分析有機化合物

- (1) 同位素質譜儀(IRMS)之分析原理：IRMS 內部主要由離子源、扇形磁場和偵測器所組成的，運作原理是利用各種離子之質荷比（質量與電荷）不同，當通過扇形磁場時偏轉半徑不同，進而進入不

同接收器測量出個別粒子數，進而求出比值。

- (2) 元素分析儀(EA)之分析原理：將固體樣品在高溫（ $\sim 1200^{\circ}\text{C}$ ）下，利用氧氣與氧化劑（氧化鉻、氧化鈷等）將其完全燃燒，轉變成二氧化碳、水、氮之氧化物；再利用銅將氮之氧化物還原成氮，並以 GC 氣體層析管柱將二氧化碳及氮氣分離，並以過氯酸鎂以吸收水分，與氫氧化鈉吸收管以吸收二氧化碳，並利用連續氣流裝置（Continuous Flow）或雙進氣裝置（Dual Inlet），將二氧化碳（或氮氣、或二氧化硫）送入同位素質譜儀，進行樣品中穩定同位素比值  $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 、 $\delta^{34}\text{S}$  之分析。
- (3) 熱裂解元素分析儀(TCEA)之分析原理：將分析樣品在高溫下（ $\sim 1400^{\circ}\text{C}$ ）裂解轉化成 H 及 O，並利用還原作用產生氫氣及一氧化碳，並利用連續氣流裝置(Continuous Flow)或雙進氣裝置(Dual Inlet)，將氫氣或一氧化碳送入同位素質譜儀，進行樣品中穩定同位素比值  $\delta^{2}\text{H}$  及  $\delta^{18}\text{O}$  之分析。

(1) No.1~ No.4 IRMS



(2) No.5 IRMS



(3) No.6~ No.7 LCRDS



(4) No.8 GCMS



圖 11. 參訪紐西蘭國家穩定同位素中心之重要儀器

3. 該團隊具有紐國最完整的穩定同位素檢測儀器，負責國家級之監測計畫，並為其他領域或行業提供實用且能營利的專業技術服務，為發揮實驗室儀器與人力組合的最大經濟效益，該團隊就各類元素之分析模組進行標準作業程序分類，對可用相同分析條件之多重元素即用高效率儀器來節省分析時間，另須調整不同分析條件的元素項目，就同時聯動多台儀器進行分工運作，讓樣品在一天內就可以安排完成 10 多種元素分析。
4. 透過實驗室的穩定營運即能長期聘用專業技術人員，累積對儀器的性能掌控及操作技術經驗，而且專業技術人員因為長期接觸各種樣品分析過程之多元挑戰，對於分析條件的細微調整亦具解決能量，充分展現快速因應的傑出技術能力，自然源源不斷吸引新客戶並留住舊客戶。
5. 另外，透過完整長期經營之國家實驗室組織可以有效進行資料庫數據累積作業，不會產生資料庫分散、中斷或缺乏統一標準品校正等缺陷。反觀國內科研實驗室林立，但儀器重複且分散、技術人員無法累積經驗、樣品分析效率難以提升，的確需要透過多年期的跨領域統合計畫，將所有檢驗能量進行整合，以作為建置產源鑑定技術與制度之基盤，應是急迫需要關注的議題。

### (三) 建置穩定同位素有效資料庫之樣品分布與資料筆數

1. 為確保目標品項之穩定同位素比值資料庫具代表性與實質應用性，且須去除區域或季節因素，建議應自全國就該目標品項進行 10~30%之採樣數量，須就地域差異進行分配採樣，並在不同季節持續分析，倘能與地質或水文背景值比對尤佳，通常某品項之完整資料庫建置約需 2 至 3 年。倘受經費限縮或建置時間縮短要求，至少宜在具代表性區域內抽樣 50 件次，期掌握穩定同位素比值之基本數據。另外，由於近年來氣候變遷速度加劇，每 1 至 2 年宜再進行 10 至 30 件次之逢機抽樣，作為資料庫分析資料曲線的比對與確認。

2. 我國自 104 年起開始引進穩定同位素檢測技術，並持續與 NIC 團隊互動與請益，預計在 105~107 年間以碳( $^{13}\text{C}$ )、氮( $^{15}\text{N}$ )、氫( $^2\text{H}$ )、氧( $^{18}\text{O}$ )，逐步建立國產牛乳之穩定同位素比值資料庫，做為產源辨識工具。

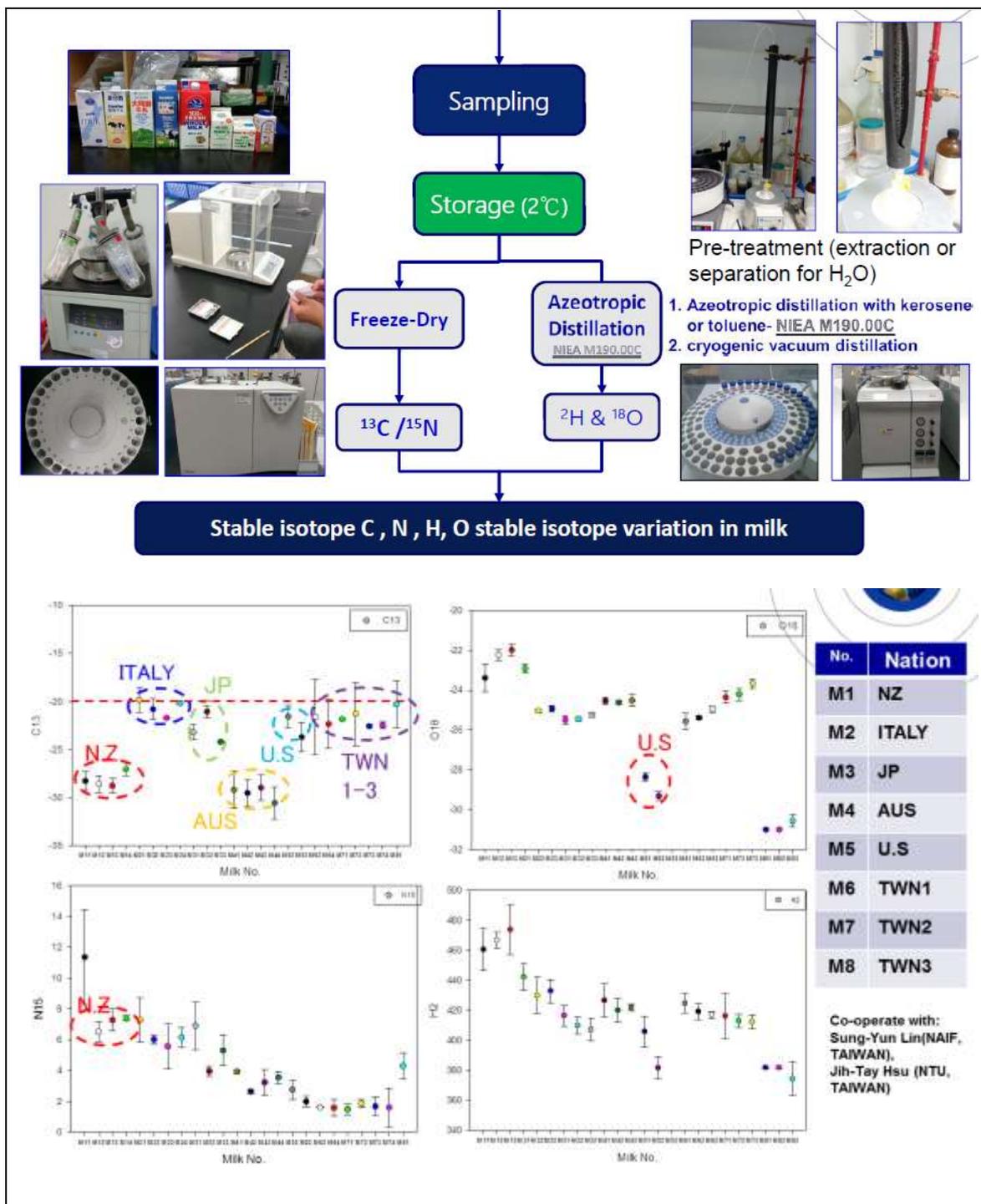


圖 12. 我國引進穩定同位素技術及建構國產牛乳資料庫之初步成果

#### 四、 106 年 10 月 11 日：會晤紐西蘭官方單位-初級產業部(Ministry for Primary Industries, MPI)，與貿易政策、市場進入及食品風險評估等部門人員進行意見交流

由駐紐西蘭台北經濟文化代表處（經濟組楊健明組長及鍾昇宏專員）協助聯繫，安排拜訪紐西蘭官方單位，即其初級產業部（Ministry for Primary Industries, MPI），就產品原產地或摻假鑑定業務進行意見交換。



圖 13. 在紐西蘭初級產業部前合影  
(左 1 為駐紐西蘭台北經濟文化代表處鍾昇宏專員)

(一) 當天會晤之 MPI 代表主要來自政策貿易市場進入部門 (Mr. Neil McLeod 與 Mr. Bruno Dingemans) 及食品風險評估部門 (Mr. Andrew Pearson) 的承辦高階專員，會晤名單如下：

1. Mr. Neil McLeod : Principal Market Access Advisor, Market Access North, Policy and Trade, MPI
2. Mr. Bruno Dingemans : Specialist Advisor, Market Access North, Policy and Trade, MPI
3. Mr. Andrew Pearson : Specialist Advisor (Environmental Chemistry & Toxicology), Biosecurity Science, Food Science & Risk Assessment Directorate, Regulation & Assurance Branch, MPI
4. Mr. Bill Kaye-Blake : Director-Consulting, PricewaterhouseCoopers



圖 14. 與 MPI 之意見交流會議

自左至右依序為 Dr. Karyne Rogers、周文玲技正、Mr. Neil McLeod、Mr. Bruno Dingemans、Mr. Bill Kaye-Blake、Mr. Andrew Pearson、林松筠顧問、譚發瑞教授、李傳斌博士



圖 15. 我方與 MPI 進行簡報與意見交流

## (二) MPI 之摘要說明

1. MPI 成立於 2012 年 4 月 30 日，是合併了農林部 (Ministry of Agriculture and Forestry, MAF，包括生物安全動植物檢疫)、紐西蘭食品安全局 (New Zealand Food Safety Authority, NZFSA) 及漁業部 (Ministry of Fisheries) 的巨大機構。初級產業部總部設在北島的威靈頓，在全紐西蘭共有 22 處區域辦公室，員工約有 2,300 人。
2. 在合併前，紐國食品安全及動植物檢疫分由不同機關負責，MAF 主要職責為動植物健康及福利、出口植物及活動物之產品安全；NZFSA 負責初級產品之生產及所有食品之出口、食品於國內市場之販售、進口

食品之檢查及農藥動物用藥等農業用化學物質之登記及殘留標準訂定等業務。

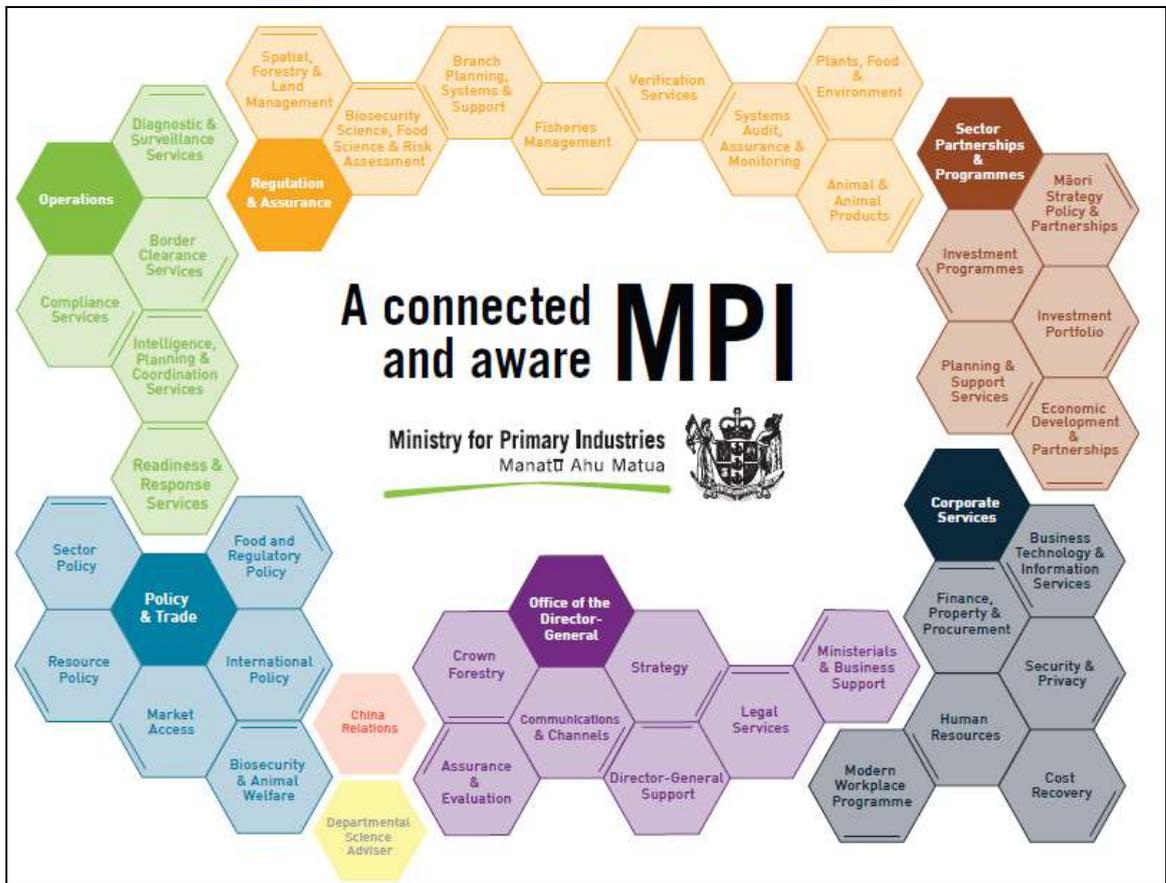


圖 16. 紐西蘭初級產業部是整併農林部、紐西蘭食品安全局及漁業部之巨大機構

3. 合併的目的即在整合機構間之管理應變能力，捍衛並創造紐國農產品之最大出口利基，MPI 也立即在 2013 年面對牛乳檢出微量雙氰胺（Dicyandiamide, DCD）殘留事件，啟動迅速且積極的有效作為，包括：(1)公告 DCD 用途為使用在環境中可減少硝酸鹽進入土壤，並減少農業所產生的溫室氣體之藥劑；(2)確認牛乳中殘留微量 DCD 雖不致於危害健康，仍主動停用；(3)對主要貿易國展開系列風險溝通工作，有效讓各國對紐西蘭乳品之疑慮降至最低，避免貿易國對紐國乳品採取限制措施，對出口衝擊降到最低。

(三) 紐國政府運用穩定同位素比值技術之經驗與未來發展

1. 紐西蘭是以農畜產品出口為主的國家，乳粉屬高度重要品項，廣受各國消費者青睞，2015 年出口總值達紐幣 180 億元(相當於新台幣 3,960 億元)，然而，由於產品輸銷非常暢銷，導致存有不肖廠商以其他乳粉產源假冒為紐西蘭產品，引起紐國政府與民間酪農組織 Dairy Board 的高度關切，自 1985 年起，開始投入研究鑑識乳粉原產地之檢測技術與方法，藉以保護該國酪農產業及奶粉出口利益。
2. 透過國家級穩定同位素中心等研究機構、學術單位 University of Otago，以及民間檢驗機構 Oritan 公司的協同合作計畫，對紐西蘭乳粉已建置完善之穩定同位素資料庫，並進一步利用生物標誌(牛乳 4 種脂肪酸 C4:0, C14:0, C16:0, C18:1)，可精準辨識紐西蘭北島及南島所生產之乳粉產品。
3. 2014 年 11 月紐西蘭發生嬰兒配方乳粉千面人威脅(以氟乙酸鈉毒化)案件，MPI 立即啟動食品調查，並運用穩定同位素指紋辨識技術展開大規模比對，快速掌握污染情形並提交證據，續於 2015 年 10 月即將犯行人責處相關刑責。
4. 目前 MPI 尚未將穩定同位素列入法定之必要檢驗項目，係因經食品風險評估後，認為本項技術用於偽摻或不實標示案件之證據處理已可發揮官方監控效益，無須增加業者之產品檢驗成本。
5. 近年紐西蘭酒類輸銷美國之量值屢創新高，2017 年已成為僅次於法國及義大利之第 3 位出口國，由於紐國各區域生產之酒類品項具相當差異性，建立地區性各類酒品之穩定同位素指紋資料庫將具產源辨識及高度經濟效益。

## 肆、心得與建議

本次考察學習紐國在穩定同位素鑑識技術之發展情形、穩定同位素資料庫之建置與維持、原產地鑑識技術之運用、相關法令與管理機制，以及政府居中

扮演的角色。整體考察行程天數雖少但非常緊湊順暢，整體內容兼具理論與實務的平衡性與多元性，獲益良多，可作為後續業務推動之參據。對紐西蘭產官學研各領域間之緊密互動及優質合作互惠留下深刻印象，亦對紐國政府為協助產業發展，拓展農產品出口商機的做法，務實兼顧法令管理強度及給予業者自主彈性掌握商機之作法深為感佩，整理重點心得，列述如下：

- (一) 紐西蘭在科研機構的確落實跨域整合，有效透過國家級實驗室之運作制度與主導性，有效將精密儀器集中管理使用，避免各單位自行重複投資購置類似儀器設備，以提高實驗室營運效能，供以長期聘任常設專業人員，穩定培育技術能力，避免衍生像國內諸多學術單位之購置精密儀器易因研究計畫結束而廢置無用的窘境。
- (二) 在與 MPI 官方機構的交流中也發現，由於紐西蘭是農產品出口導向的國家，故在法規架構上均本於保護紐國產品免於生物性危害、製造最大的出口機會、增進生產效力及增加資源利用等原則。政府以捍衛食品安全為任，主要擔任管理者的角色，負責制定法令與標準、審查及核可食品管制計畫及認證驗證單位等；由於政府機關的人力不足，也會委託獨立公正第三者機構進行食品安全管理之稽查及相關驗證程序等；並持續透過法令修正，基於風險控管理念，強化企業自主管理，賦予食品操作者更多責任、以提供消費者更多保障。另外，紐西蘭政府也積極透過與產學研等領域之有效連結，建置隸屬於官方的商業公司，執行官方委託業務，包括對重要農產品之國家之農業用化學物質、動物用藥及化學品殘留等污染監測計畫。

本次考察透過實地參訪國家級穩定同位素實驗室，學習穩定同位素比值質譜儀相關分析技術，深入討論建置實驗室及資料庫可能遭遇困難與瓶頸，尋求可能之解決方式，並分享檢測數據分析研判上之實務經驗；並安排會晤紐國初級產業部，與貿易政策、市場進入及食品風險評估等部門人員進行意見交流，

謹提出以下幾點建議：

- (一) 基於我方已與紐西蘭國家級同位素中心(NIC) 建立良好之互動管道，後續可共同推動科研合作，以精進我國運用穩定同位素檢測為產源辨識之檢驗能量及技術水平。將可針對國產之生乳、豬肉、禽肉、牛肉及羊肉等類別，基於進口產品價格衝擊考量及產業實務需求，逐步建置穩定同位素比值指紋資料庫，作為我國畜產品與進口產品市場區隔之產源辨識科學判定之有效工具。
- (二) 紐國科研機構落實跨域整合，透過國家級實驗室之主導運作，有效將精密儀器集中管理使用，大幅提高實驗室營運效能，亦能發揮長期聘任常設專業人員與穩定培育技術能力等良效，可作為我方標竿學習之參考。
- (三) 紐國秉於農產品出口導向，政府以捍衛食品安全、提高生產效能、增加資源利用及創造出口利基為原則，官方負責制定法令與標準、審查及核可食品管制計畫及認證驗證單位等，另為因應政府人力不足，亦委託獨立公正第三方機構進行食安管理稽查及驗證程序，也連結產學研領域建置商業公司，授予執行官方委託業務，深化企業自主管理，賦予食品業者更多責任，以確實保障消費者權益，均可為我方施政之參據。
- (四) 在穩定同位素檢測技術應用方面，紐國官方經食品風險評估後，係將穩定同位素檢測技術作為偽摻或標示不實案件之證據處理工具，尚未列入法定強制之必檢項目，以避免增加業者之產品檢驗成本，此種兼顧法令管理強度及給予業者彈性掌握商機之作法，值得我方審慎思考。