

行政院農業委員會畜產試驗所出國報告  
(出國類別：實習)

近紅外線反射光譜分析在日本農業及飼料品管上之應用  
與日本畜牧相關組織參訪心得

出國人 服務機關： 行政院農業委員會畜產試驗所  
職 稱： 副研究員  
姓 名： 李 免 蓮  
出國地區： 日 本  
出國期間： 中華民國九十年九月十七日至十月十六日  
報告日期： 中華民國九十年十二月十日

# 近紅外線反射光譜分析在日本農業及飼料品管上之應用 與日本畜牧相關組織參訪心得

## 摘要

近紅外線反射光譜分析儀 (Near Infrared Reflectance Spectroscopy, 簡稱 NIRS) 發源於美國，日本引進之後，學習之、實用之、更發揚之，目前此設備正應用於食品、農業、醫學、化工業、生物工業等。我國近年來利用 NIRS 在農業上有多方面之研究，如麵粉、茶葉、豆類、米、飼料等。日本畜牧產業自 1980 年代前期，為了粗飼料分析而導入 NIRS 此一設備，至目前止各都道府縣之畜產相關機關、農業團體、飼料工廠都有此一設備，並成為各區域性之分析中心，廣泛為農民服務。本次研習目的在了解日本如何將一個非本國發明的儀器設備在他們的國家發展與生根，並參訪相關檢驗機構及農戶等，以供國內參考。

本研習過程首先進行 NIRS 快速估測玉米中之胺基酸組成分之試驗，試驗結果顯示，白胺酸(Leu)之檢量線相關係數(R 值)為 0.9828 最佳，依序為組胺酸(His)、纈胺酸(Val)、異白胺酸(Ile)、酪胺酸(Tyr)、苯丙胺酸(Phe)、脯胺酸(Pro)，R 值可達 0.9 以上。若以 NIRS 估測飼料中之胺基酸，則檢測時間將可大幅縮減，達快速品管之目的。

參訪農業相關機構，包括獨立行政法人食品總合研究所、獨立行政法人國際農林水產農業研究、福岡縣農業總合試驗場畜產試驗所、獨立行政法人肥飼料檢查所、福岡縣筑後農林事務所，其他尚參訪福岡縣酪農戶、日本 BRAN+LUEBBE 公司及 NIRECO 公司等，了解日本農業機構以 NIRS 估測粗飼料之流程與效果，以及飼料檢驗構之相關事宜，以供國內參考。

# 目 次

	頁 碼
目 的	3
前 言	3
日本在 NIRS 方面之研發與成就	4
一、NIRS 在日本之發展	4
二、NIRS 利用之成功實例	4
三、日本在 NIRS 應用上發表之趨勢	5
四、NIRS 在各分野之研究主題	5
五、NIRS 在日本畜牧產業上之應用	6
研習過程	6
.NIRS 快速估測玉米中之胺基酸組成分之試驗研究	6
一、前言：	6
二、試驗材料與方法	7
三、結果與討論	9
.使用 NIRS 快速估測之相關機構參訪	9
一、日本畜產草地研究所	9
二、獨立行政法人食品總合研究所	13
三、福岡縣農業總合試驗場畜產試驗所	15
.研習主題之三：相關機構參訪	16
一、獨立行政法人國際農林水產農業研究	16
二、獨立行政法人肥飼料檢查所	17
三、福岡縣筑後農林事務所及酪農戶參訪	19
四、日本 BRAN+LUEBBE 公司及 NIRECO 公司	20
心 得	20
建 議	21
相關資料	22

# 近紅外線反射光譜分析在日本農業及飼料品管上之應用 與日本畜牧相關組織參訪心得

## 目 的

日本為我國之近邦，其經濟、科技方面均有相當發展，且日本人向有青出於藍而勝於藍之能耐。近紅外線反射光譜分析儀 (Near Infrared Reflectance Spectroscopy, 簡稱 NIRS) 發源於美國，日本引進之後，學習之、實用之、更發揚之，目前此設備正應用於食品、農業、醫學、化工業、生物工業等。

我國在飼料中營養成分之分析方法在傳統上已到成熟階段，但傳統分析大都需使用化學試劑處理樣品以分析其化學組成分如粗蛋白質等，由取樣至完成分析一般均需費時數小時，較浪費時間。NIRS 是利用近紅外線光譜照射在物質上，由於物質內分子的運動，不同官能基將吸收不同波長之光能，經由各種數學模式以不破壞樣品之方式快速求得分析值。近年來在農業上有多方面之研究，如麵粉、茶葉、豆類、米、飼料等，但都在研究階段。本次研習目的在了解日本如何將一個非本國發明的儀器設備在他們的國家發展與生根，並參訪相關檢驗機構及農戶等，以供國內參考。

## 前 言

日本為亞洲先進國家之一，與我國最為鄰近，二次大戰後，日本在百廢中慢慢站起來，二十一世紀的日本，其經濟為亞洲之最，確實有值得我國學習之處。近紅外線反射光譜分析儀 (Near Infrared Reflectance Spectroscopy, 簡稱 NIRS) 之研究始於美國，自 1960 年代起至今已有近四十年歷史。K.Norris 博士，由食品中水分、蛋白質及油脂等非破壞性之分析研究開始，直至 1970 年代市場才了解到其價值。

日本從事 NIRS 方面之研究約有 25 年時間，主要應用在農產品之成分分析，1989 第二屆 NIRS 國際研討會於日本舉辦時，日本在食品及農業上大約有 500 台的 NIR 儀器，1993 達 1724 台，大部分的設備利用其多功及非破壞性的分析為目的，也有特殊其他用途如水分的測定等。1993 年中 75% 的設備在食品界，用來測定穀物及種子(46%)、食品加工品(14%)、蔬果類(8%)、乳肉品(4%)及飲料(3%)。農業上的應用佔 11%，主要在芻料及土壤的測定，其他分野則只佔 10% 以下。醫

學方面之應用在 80 年代中期才開始接著其他分野如藥劑及石化等。

日本線上感應器之研發組織成立於 1986，這是一個政府補助的組織，目的在發展一套食品工業上易於操作的線上品管系統，共有 36 個私人公司加入合作族群，在這計畫中 NIRS 發揮了最大潛能，1991 研發組織接著往智慧型控制系統發展，結合感應器與自動化，10 年來成就非凡。

日本畜產在乳牛之泌乳能力已明顯上升，檢定牛群年間產乳量可達 8600 公斤，乳牛需要精密的飼料及飼養管理，為達到安定且維持畜產乳量之目的，必需提供適當之化學組成及營養分之飼糧。飼糧之營養組成雖然在日本標準飼糧成分表中均有詳列，但乳牛等反芻動物所需之牧草及飼料作物等粗飼料由於品種、刈期、調製方法與條件、區域與氣候條件及土壤之不同而所含營養成分變異很大，因此每一個農家所使用之粗飼料需加以直接評估。由於農戶數多且使用之飼料種類亦繁多，且分析時間及勞力方面均需相配合，因此如何快速檢測為一共同目標。日本於是在 NIRS 上努力研究，使此一又快速又簡單的分析方法能在現場上直接利用。畜牧產業自 1980 年代前期，為了粗飼料分析而導入 NIRS 此一設備，至目前止各都道府縣之畜產相關機關、農業團體、飼料工廠都有此一設備，並成為各區域性之分析中心，廣泛為農民服務。

## 日本在 NIRS 方面之研發與成就

### 一、NIRS 在日本之發展

日本自 1985 年開始每年舉辦 NIRS 研討會，研討會早期只有 10-20 篇論文，至 1988 第四次研討會時已有 100 篇報告，1990 年更高達 200-250 篇，至 1994 年第 10 週年紀念時開始有一天的訓練課程，也同時邀請一位海外演講者。並頒發「NIRS 貢獻獎」以感謝一些研發有成的年輕研究人員。1989 年 5 月 29 日至 6 月 2 日第二次國際 NIRS 研討會在筑波舉辦。此時為一重要轉戾點，使 NIRS 在日本被公認為一有希望的科技。NIRS 在基礎科學的應用，較新的是在聚合體及生物工業上之研究，而醫學方面的應用研究也日漸頻繁。

### 二、NIRS 利用之成功實例

NIR 在食品界成功的兩個例子，1993 日本醬油釀造協會接受以 NIRS 做為分析總氮、固體成分、鹽及酒精成分之官方分析法，這些成分在醬油上為重要之組

成分，這些分析方法均合乎日本農業標準 (JAS) 之規範。在 1991-1993 政府補助計畫下，製糖業方面亦完成 NIRS 快速分析甘蔗汁中之糖分含量，此一計畫解決的問題有前處理溫度控制及自動清洗液槽等，此一研究成果目前至少有 21 家製糖廠正在使用，每一測試分析只需 3 分鐘。

食米品質之分析在日本也是一大代表，利用食米中蛋白質、水分、脂肪酸及礦物質等主成分即可快速判定米之品質以取代耗時的官能品評試驗。早期大家使用進口儀器，近來則開發特殊需要如食米品質分析用的光學系統等，更有公司競爭於開發果實甜度之分類機器等。而較少公司願意去發展類似進口機器一般多功的 NIRS。

### 三、日本在 NIRS 應用上發表之趨勢

日本科學工業情報中心的資料指出，1981-1994 之 14 年間全國中共有 453 篇 NIRS 相關報告(其中不包括非日文的著作)，其中 60% 為原作，餘為 review。原著中，半數以上的報告與食品相關如穀物及種子類占 14%、蔬果占 14%、加工食品 12%、茶 47% 等。其他食品及農業方面又占 30% 左右，在醫學及製藥方面有漸增趨勢。

### 四、NIRS 在各分野之研究主題

- (1) 基礎研究上之應用：「以 NIRS 研究高壓下水及冰之結構」及「有機溶劑中之水結構」。
- (2) 食品及農業上之應用：「水成分之 NIRS 圖譜分析」、「蛋白質第二結構對 NIRS 圖譜之影響」、「澱粉膠化分析」、「梨子及柑橘中可溶固體物質之測定」、「大豆醬油中之成分分析：食鹽、全氮、酒精、乳酸等」、「甘蔗汁品質測定之 NIRS 標準方法建立」、「米麴中菌絲重之測定」、「NIRS 監視器在農場中生物體之應用」、「麵粉廠中 NIRS 線上品管系統之開發」、「木材次表面結構之測定」等。
- (3) 醫學上之應用：最近 10 年來 NIRS 在醫學應用研究上漸次活躍，包含有「NIRS 在組織中氧氣之監控」、「膽汁閉鎖之篩選」、「肝病之診斷」等。
- (4) 聚合體科學與工業、生物工業及紡織品之應用等。

NIRS 在日本發展亦有 20 多年的時間，在基礎研究上仍不夠強大，雖然有些學校亦加入研究行列。1990 年來 NIRS 之發展非常快，尤其一些公司在工廠線上

作業系統之開發到醫學界上感應器之研發，世界各國在 NIRS 的合作也在蓬勃發展中。

## 五、NIRS 在日本畜牧產業上之應用

提供乳牛用之飼料有牧草、飼料作物、根菜類、稻草等生草及乾燥調製品、青貯調製品、穀物、豆類等濃原飼料、粕類、動物性飼料原類、油脂類等。而其中可以 NIRS 來測定的有牧草、飼料作物、稻草等乾燥調製品、青貯調製品、穀物等濃原飼料、粕類及其混合物等。

NIRS 所使用之樣品經 0.5mm 粉碎後即可分析每一樣品測試時間只要 2 分鐘。分析成分有水分、粗蛋白質(CP)、粗脂肪(EE)、無氮抽出物(FNE)、粗纖維(CF)、粗灰分(Ash)等，反芻動物具有分解纖維質並吸收利用之能力，因此粗飼料中中洗纖維(NDF)、酸洗纖維(ADF)、酸洗木質素(ADL)、細胞內容物(OCC)、細胞壁物質(OCW)、高消化性纖維(Oa)及低消化性纖維(Ob)均為重要分析項目。

飼料之營養評估一般以可消化養分總量(TDN)表示為多，亦有以代謝能(ME)及真代謝能(NE)表示者。營養值的評估要使用到動物試驗(in vivo)或以人工消化試驗(in vitro)求得，但需相當大之工程，所以一般都以日本標準飼料成分表之消化率計算之或由各種一般分析成分值套取公式計算之。日本在禾木科及豆科牧草、青貯牧草、青貯玉米、青貯大豆、稻草及氨氣處理稻草、粕類、粗飼料與濃厚飼料混合之完全混合日糧的一般成分如水分、粗蛋白質、粗脂肪、纖維成分、細胞內容物、澱粉等之分析結果可提供飼糧平衡診斷之參考。

使用 NIRS 分析時樣品製作之粉碎粗細度、粉碎機種類、試料裝填密度、測定時之環境條件等均會影響分析值，雖然現在的設備均可將其影響降至最低，但因各中心樣品很多，因此如何尋求一更快速、簡便之分析方法為各界所盼。另一方面在小麥及米方面已有可利用 NIRS 全粒分析之報告出來，因此進行一些無粉碎之乾草試驗，試驗結果顯示乾牧草如果切成 5 公分長，則在 CP、OCW、OCC、NDF、ADF 之分析上不經粉碎也可得到相當可靠之分析值。

## 研習過程

### 1. NIRS 快速估測玉米中之胺基酸組成分之試驗研究

#### 一、前言：

近紅外線反射光譜分析儀 (NIRS)在美加二國官方上公認可以此種方法來分析小麥中蛋白質之含量，我國自 1980 年起，也開始從事這方面之研究。中研院曾做高粱、大豆、玉米、小麥等穀物之水分、蛋白質及油脂之測定，其預測值之標準偏差 (SD) 除大豆油脂為 0.63% 外，其餘均在 0.08 - 0.39%，其準確性高達傳統化學分析法之 0.99 (許與袁，1984)。李與徐(1993)以近紅外線反射光譜分析儀 (NIRS)估測玉米、大豆粕及魚粉等飼料原料之水分、粗蛋白質及粗脂肪含量，結果估測值與化學分析值之間相關性高達 0.97；以豬隻配合飼料為材料，所得估測結果相關性為 0.96 (李與徐，1994)。而以 NIRS 測定小麥及大麥之各種胺基酸含量時，其 Lys 相關達 0.92、Met 及 Tyr 為 0.94 外，餘如 Ala、His、Arg、Pro、Gly、Val、Phe、Ile、Leu、Ser、Thr 均高達 0.96 至 0.99 之相關係數(Williams et al., 1984)。在測定茶中之胺機酸含量時，則總胺機酸含量之估測相關可達 0.991，標準偏差 (SE)為 0.086%。(Yang and Dufour, 1989)

NIRS 可快速地分析飼料、牧草及食品等之營養成分，每一樣品在 1 - 2 分鐘內，可以不破壞原樣品、不需化學藥劑之方法同時估測出數種成分之含量；其分析速度快，分析費低，且與化學分析值之相關性很高，很有發展潛力。本試驗目的在探討 NIRS 於玉米之胺基酸估測上之可行性。

## 二：試驗材料與方法

(一)試驗材料：採集日本由各國輸入之玉米共 96 個樣品，通過 0.5 mesh 篩網粉碎後裝罐待測。

(二)分析項目：水解胺基酸組成分，含 Asp, Thr, Ser, Glu, Gly, Val, Ile, Leu, Tyr, Phe, His, Arg, Pro, Lys。

(三)儀器設備：

1. 近紅外線分析儀：NIRSystem 6500 之全光譜掃描，由 1100 至 2500 nm，每 2nm 截取一吸收值。
2. 胺基酸分析儀：使用 L-8500A Amino acid analyzer (Hitachi)。



(四)試驗方法：

圖：試驗用之 NIRS 儀器

1. 玉米樣品經近紅外線分析儀 (NIRSystem 6500) 掃描。



2. 由光譜選擇 32 個樣品進行化學分析。

3. 胺基酸分析流程：

(1) 稱取樣品 (約 0.1 克左右，需精稱)。

(2) 加入 6N HCl 10 mL。

(3) 抽氣下封缶。

(4) 110 °C 下加熱 24 小時。

(5) 分解後之樣品轉入 50 mL 定量瓶，過濾並定量之。

(6) 取濾液 4 mL，濃縮去除酸液，並用水洗再濃縮二次後，以 0.02N 稀鹽酸液 4 mL 定量之。

(7) 試液經 0.2um 過濾後，上機分析。

(8) 計算各成分分析值。

4. 分析值輸入 NIRSsystem 中。

5. 使用 NSAS 軟體，分別以重複線性迴歸(MLR)及部份最小平方迴歸(PLS)製作檢量線並估測已知樣品。

(1) 由 32 個樣品中選取 22 個樣品做為檢量線樣品，餘 10 個樣品則做為估測樣品。

(2) 各胺基酸之檢量線分析結果如下表：



樣品加熱酸解處理

玉米中各胺基酸組成分之檢量線分析結果

胺基酸	化學分析				MLR			PLS		
	平均值	SD	Min	Max	R	SEC	SEP	R	SEC	SEP
纈胺酸 Val	0.32	0.03	0.27	0.38	0.9573	0.01	0.02	0.9490	0.01	0.01
異白胺酸 Ile	0.22	0.03	0.18	0.28	0.9433	0.01	0.01	0.9344	0.01	0.01
白胺酸 Leu	0.97	0.13	0.75	1.31	0.9828	0.03	0.04	0.9606	0.04	0.03
酪胺酸 Tyr	0.29	0.03	0.22	0.38	0.9430	0.01	0.02	0.9205	0.02	0.02
苯丙胺酸 Phe	0.39	0.05	0.29	0.50	0.9383	0.02	0.03	0.8952	0.02	0.03
組胺酸 His	0.21	0.02	0.18	0.25	0.9618	0.00	0.01	0.8755	0.01	0.01
精胺酸 Arg	0.36	0.02	0.30	0.40	0.8097	0.01	0.01	0.7525	0.02	0.02
脯胺酸 Pro	0.91	0.20	0.70	1.38	0.9224	0.08	0.12	0.8766	0.10	0.09
離胺酸 Lys	0.23	0.02	0.19	0.29	0.6957	0.02	0.03	0.4433	0.02	0.02

### 三、結果與討論

由於胺基酸分析儀之分析效果不佳，無法取得正確之 Asp, Thr, Ser, Glu, Gly 等成分之化學分析值，故無法進行 NIRS 之軟體分析。

由表所示，玉米之各胺基酸成分含量平均在 1% 以下，且含量範圍很小，

除 Leu 及 Pro 外，成分範圍均在 0.2% 以下。

檢量線分析結果，以 Leu 之檢量線相關係 R 值 0.9828 為最佳，依序為 His、Val、Ile、Tyr、Phe、Pro，相關係數 R 值可達 0.9 以上，Arg 及 Lys 較差。校正偏差(SEC)及估測偏差(SEP)以 Pro 達 0.1% 為最高外，其餘項目都在小數點第二位，均屬可接受範圍。本試驗因受限於時間，無法擴大樣品數，且玉米之各胺基酸含量範圍小，故無法進一步探討，但 NIRS 在胺基酸之估測上，應可達到快速、低成本之目的。

## ．使用 NIRS 快速估測之相關機構參訪

### 一、日本畜產草地研究所

畜產草地研究所生產良質且健康之畜產物品及提高畜產自給率為目標，有效利用國土資源，藉由草地飼料作物之生產，利用來生產家畜進而推動排泄物之處理與利用等一序列資源循環利用之生產技術之開發，由舊有畜產試驗場及草地試驗場合併成一個組織，於 2001 年 4 月開始新的旅程。共有筑波(TSUKUBA)研究學園都市、? 木縣的那須(NASU)及長野縣的御代田(MIYOTA)三個研究據點。該所以生產優質、健全畜產物及自給率提昇為目標，國土資源有效利用為基盤，企圖統合飼料生產和家畜生產，由草地、飼料作物生產、利用開始，到家畜生產及排泄物處理、利用止，進行一連串生產技術的研究與開發。



(一)2001 年至 2005 年之主要研究目標如下(五年中期目標)：

1. 提昇優良家畜增殖技術
2. 精確之家畜營養管理技術
3. 省力、低成本之家畜管理技術之提昇
4. 因應多樣性需求之高品質畜產物的穩定生產技術之開發
5. 利用高科技育種技術選育高品質飼料作物品種
6. 省力、低成本的飼料生產、利用技術提高

7. 擴大飼料生產基盤之土地利用技術的開發
8. 提高家畜排泄物處理、利用技術
9. 利用自然循環機能的草地畜產永續經之草地生態研究
10. 提高自然資源循環之自給飼料生產及家畜管理體系

(二)研究重點：

1. 飼料自給率之提高

- (1) 新型牧草之開發
- (2) 水稻青貯之實用化
- (3) 玉米圓筒打包技術之實用化
- (4) 利用休耕地之日本型放牧技術
- (5) 食品副產物的飼料化技術研發

2. 生產高品質畜產品

- (1) 提高醱酵畜產品品質之有用乳酸菌之探討
- (2) 口服疫苗之研究
- (3) 機能性飼料特性研究
- (4) 品質控制基因之標定及定位育種方法
- (5) 複製技術研發
- (6) 瘤胃微生物生態機制
- (7) 荷爾蒙機制研發
- (8) 搾乳自動化

3. 家畜排泄物處理、利用及環保問題

- (1) 利用甲烷發酵之畜舍污水處理技術
- (2) 降低環保污染因子
- (3) 堆肥有效利用
- (4) 堆肥流通技術
- (5) 畜舍環境改善

(三)組織體系

所長、副所長下設

- 企畫調整部：所內總合企畫、調整，國內外相關機構之研究合作與交流，圖

書資料及關連情報收集、整理、提供，研究成果情報、研究報告等之發行，研究成果廣宣、研究技術情報資料建檔、電腦網路維持管理等，並擔任研究用家畜飼養管理及飼料作物生產。

- 家畜育種繁殖部：因應消費需求生產低價畜產動物，依據能力評價改良家畜遺能力，提高增殖效率為重要課題。牛、豬、雞、蜜蜂等新育種材料及高精密度育種改良方法之研發，受精卵移殖及複製技術等高效率繁殖技術之開發。
- 家畜生理營養部：為生產高品質低價位之畜產品，了解家畜之生理機能及調節機構並謀求管理精密化為主要課題。對乳、肉、卵之營養調節機制、反芻胃內之微生物生態研究及了解飼料、營養成分多種功能之研究。
- 品質開發部：提高乳、肉、卵等之利用時之安全性及品質以達消費者需求。新產品之開發使資源有效利用。該部門除從事畜產品之品質評價、新加工技術之開發研究外，並進行動物細胞、乳酸菌特性研究及降低乳、肉、卵中過敏性及有利於擴大利用之基礎研究。
- 家畜生產管理部：進行飼料評價與調製、家畜飼養相關之飼料資源有效利用試驗。尤其是乳牛群管理及草地利用後資源之循環研究、利用效率低或尚未利用之有機物資源的飼料特性了解與評估、利用有用微生物調製高品質青貯料之技術、飼料調製及給飼作業之省力化、有效活用自給粗飼料之飼養技術、家畜管理技術精密化等研究之進行。
- 畜產環境部：為發展配合環境、不增加環境負擔之畜產業，進行降低家畜排泄物中環境負荷物質、淨化畜舍排水、去除惡臭、堆肥化等家畜排泄物的處理、利用技術之開發與研究。又，畜排泄物處理過程中造成環境負荷物質之產生、抑制及調和等之評估系統開發、排泄物處理過程中資源回收技術之開發等研究。
- 飼料作物開發部：牧草、玉米等飼料作物之育種及育種方法相關試驗研究之進行。種源收集及評估、利用分生科技的新育種法、基因轉換作物之研究，以選育在品質、耐病、永續性等適合日本氣候環

境之優良品種。

- 飼料生產管理部：飼料作物生產機械化，生產氣象條件、病虫害等研究。
- 放牧管理部：放牧為世界上廣被使用之省力的家畜飼養方式。研究方向為使用新牧草種類牧草地之建立及符合牧草營養現況之飼養方式。更進一步尋求適合日本的新放牧方法之開發。
- 草地生態部：日光、土壤、草地、作物、家畜、糞尿、微生物間之食物鏈，其生態平衡過程與條件，草地的生產性與大氣、水、景觀、生物間生態的平衡維持和保全，草地生態系的活用及經營等研究。
- 山地畜產研究部：山坡地上省力且環保之草地管理技術以及草地、耕地、林地綜合土地利用系統之開發等。

#### (四)NIRS 在飼料分析上之最新成果

1. 以 NIRS 測定牧草、飼料作物、稻草等乾燥調製品、青貯調製品、穀物等濃原飼料、粕類及其混合物等。分析項目有水分、粗蛋白質、粗脂肪、無氮抽出物、粗纖維、中洗纖維、酸洗纖維、酸洗木質素、細胞內容物、細胞壁物質、高消化性纖維、低消化性纖維、灰分等。
2. 禾木科及豆科牧草、青貯牧草、青貯玉米、青貯大豆、稻草及氨氣處理稻草、粕類、粗飼料及濃原飼料混合之完全混合日糧的一般成分如水分、粗蛋白質、粗脂肪、纖維成分、細胞內容物、澱粉等之分析，結果可提供飼糧平衡診斷之參考。
3. 使用 NIRS 更快速、簡便之分析方法之研發。採國產乾草 30 件，進口乾草 19 件。使用 NIRS syst-6500 儀器，1100-2500nm 之掃描範圍，使用 10 ×10 ×45mm 之樣品填充盒，乾草打粒樣品以原樣充填，塊狀樣品則打鬆後填入其他樣品則切成 5 cm 左右以利充填，樣品盒中儘量壓擠以減少空隙，樣品重量隨試料種類而異，大約在 10-20g 左右，每一減料均重複掃描 5 次光譜經平滑處理並平均之。逢機取其中 31 點作校正，18 點做估測，結果水分 CP、OCW、OCC、NDF、ADF 之化學分析值與 NIRS 估測值相係數 (r) 0.89-0.96 標準偏差 (SEC) 則在 0.74-3.27%。ADL 及粗灰分則分別為 r 0.79、0.8.，SEC 為 0.99：1.60，其他成分則較差。估測分析結

果則顯示 CP、OCW、OCC、NDF 之  $r$  值在 0.94-0.98 SEP s1f 1.60-2.45 , 水分、ADF 之  $r$  0.89 , SEP 分別 1.06 及 1.85。ADL 則估測結果較差。由此試驗可知乾牧草如果切成 5 cm 長, 則在 CP、OCW、OCC、NDF、ADF 之分析上不經粉碎也可得到相當可靠之分析值。

## 二、 獨立行政法人食品總合研究所

國立食品總合研究所為全日本在 NIRS 研究上屬於領導地位, 且於全國 NIRS 技術上扮演重要腳色。食品工業為日本第三大產業, 是最先將 NIR 技術導入品管的一個產業。其相關研究報告如下:

### 1. 以 NIRS 探討澱粉糊化過程中結構變化 (恩田等, 1994)

不同糊化程度之澱粉, 其 NIRS 光譜二次微分後, 在 1204, 1368, 1436, 1700, 1748, 1784, 1924, 2088, 2280, 2320 及 2348 nm 附近之吸收度變化較大, 尤其是 2088 及 2280 nm 更隨著糊化作用之進行有複雜之變動。

澱粉沒有吸收帶, 但與 1807 nm 有極高相關性, 其原因之一應來自粒度大小之物理性狀。糊化與粒子大小間有極高相關 ( $r=0.96$ ), 澱粉粒子之大小隨糊化程度, 而漸次增大。

### 2. 使用 NIRS 及溫度補償非破壞性測定梨子甜度之研究 (河野等, 1995)

當樣品溫度變化之情況下, 預測方程式之預估效果不穩定。NIRS 圖譜隨樣品溫度之上升, 在 841 及 966 nm 之吸收會加強, 此現象與水相似。水之吸收光譜也很容易受溫度影響, 因此水應該是造成 bias 變化之最大原因。樣品溫度控制在 21-31 之間, 檢量線之預估值準確度高。

### 3. 在日本使用非破壞性做蔬果之品質評估 (河野等, 1998)

(1) 不顯著的表面擦傷及新鮮度: 以螢光檢測桔子不明顯的表面擦傷, 利用果表油脂細胞破裂後, 在紫外燈下 (565nm) 有強烈螢光反應, 而完整之表皮細胞則無反應。新鮮小黃瓜及新鮮蛋有強烈的紅色螢光。

(2) 使用 "HIT counter" 可將奇異果其分為過熟、成熟或未熟三級。

(3) 內部腐敗: 鳳梨外表表現與內部品質無直接關係, 使用可見穿透光線, 以電 100w 鹵素鎢絲燈為燈源由透過光強度來判斷, 當透過光很弱即未成熟, 透過光很強且有水心時即太熟, 透光性中度即為成熟品。

- (4) 澀味：柿子因含有可溶性單寧酸故有澀味，但經 CO<sub>2</sub> 處理後，可溶性單寧變成不可溶，則柿子變甜，但不溶性單寧則留下一些黑色斑點造成透度下降。
- (5) 含糖類 (可溶性固體)：以 NIRS 光纖測定梨子甜度及 NIRS 透光方式測定桔子甜度。
- (6) 水果分級機器：1985 即發展以顏色、缺失、形狀、大小做分級依據，以聲音做西瓜分級。
- (7) 甜度分級：以 NIRS 放射固定波長，每秒可處理 3 個果實。

4. 以 NIRS 及 PCA 統計模式做不同用途別之麵粉分類 (千葉等, 1995)

以 NIRS 掃瞄麵包用、中華麵用、餅乾用及拉麵用四種麵粉共 701 點，利用二次微分光譜及 PCA 數學處理模式，由第 1 及第 3 主成分即可將四種麵粉加以分類。第 1 主成分與粒子粗細度較有關連，第 3 主成分則與澱粉成分相關性較高。

5. NIRS 之 PCA 方法製則大豆之老化程度 (草間等, 1997)

經 3 日、5 日、7 日老化處理之大豆，隨老化時間，觀學 800-1100 nm 之圖譜變化。以 PCA 處理則以第 3 主成分可將老化粒及正常粒加以區別。識別依據與粒重、水分、蛋白質含量無關。第 3 主成分與脂質之圖譜相似，老化粒中總脂質量不變，但磷脂含量減半，因此第 3 主成分應與磷脂變化有關。

7. NIRS 非破壞測定溫州蜜柑之糖度 (Kawano etc, 1993)

以 NIRS 二次微分光譜與糖度 (Brix) 做複迴歸分析，使用 914, 769, 745 及 786 nm 之波長測定精確度達最高，相關係數為 0.989，效正偏差 0.28 Brix，預估偏差 0.32 Brix。

8. NIRS 測定甘蔗汁之蔗糖含量 (阿部等, 1996)

以 HPLC 分析甘蔗汁之蔗糖成分並與 NIRS 光譜進行複迴歸結果相關係數可達 0.990-0.997，預測偏差值為 0.31-3.45%，二法間之分析經統計分析沒有顯著差異性存在。

### 三、福岡縣農業總合試驗場畜產試驗所

福岡縣政府於 1981 年將



縣內農業試驗場、園藝試驗場、種畜場及種雞場等四個單位合併，成立綜合試驗場，以「縣農業計畫」為基礎，制定四大研究開發主題：

1. 開發促進農畜產品之高品質化，高附加價值的技術

培養獨特優良品種，提高農畜產品功能性，開發保鮮技術和發揮功能性的加工品。例如：培育肉嫩味香的「博多一號雞」

2. 開發新的農業技術力求省力、操作輕便

利用生物工程進行品種改良、開發大量增殖優良種苗、家畜之技術以及經由管理操作機械化以達到操作輕便化之技術開發。如多奶子牛之誕生。

3. 充分發揮地方特色、開發農產品之生產技術

培養選育適應地理條件之品種、開發利用山區資源之生產技術和茶、燈芯草栽培與加工技術。如高級草席座墊之開發。

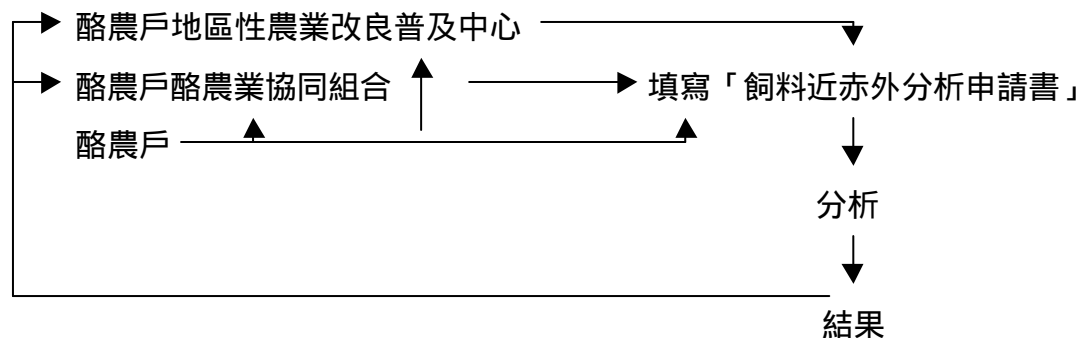
4. 環保農業技術之開發

利用天敵、微生物防治病蟲害的技術，堆肥粒狀化，僅量減少化學肥料之施用及有機肥之利用等調和自然生能之農業技術。例如：堆肥打粒機。

畜產研究所內設大家畜部、中小家畜部及飼料部，共有研究人員 31 人，技工 27 人。拜訪飼料部，該部從事牧草及青貯料等粗飼料之營養評價已有 18 年之歷史。粗飼料之品質隨草種、品種、土壤條件、氣候條件、採收期、調製方法等之不同而異，因此為提供家畜適當之給飼配方，必需具備正確粗飼料之品質資料。該所設有飼料分析中心對於轄內農家提供飼料分析診斷。

### 飼料分析診斷

#### 1. 申請流程



(整個流程約四個工作天)



2. 分析粗飼料種類有：青貯料、牧草(含進口草料)
3. 分析項目：水分、CP、粗脂肪、無氮抽出物、粗纖維、粗灰分、OCC、OCW、Oa、Ob、ADF、DCP、TDN
4. 分析結果直接交付輔導人員並對農戶進行檢討與建議。
5. 本項服務經費由研究單位編列預算，對農戶提供免費服務，目前年間測試量約 500 件左右。

### · 研習主題之三：相關機構參訪

#### 一、獨立行政法人國際農林水產農業研究(Japan International Research Center for Agricultural Science)

##### (一)目的：

為尋求世界糧食之安定供給、自然生態調和及永續農林水產業之振興，從事農林水產業之研究推進與農林水產相關之自然科學及社會科學之學際間研究，開發中國家及國際機構共同研究專題等之實施。

該機關以 1970 年設立之農林省熱帶農業研究中心為母體，於 1993 年 10 月改組為農林水產省 JIRCAS，並於 2001 年 4 月改為獨立行政法人 JIRCAS，對於世界及開發中地區之農業、食物及環境問題，積極提供國際貢獻。

##### (二)主要活動：

- (1)派遣研究人員與發展中國家進行國際共同研究。
- (2)支援海外研究之國內研究。
- (3)招募海外研究人員進行共同研究。
- (4)研究相關之情報收集、分析及報告。
- (5)國際專題研討會議，工作群組之召開。
- (6)發展中國家技術援助之助言、參畫及支援。
- (7)有關食物、環境問題等技術研究之智囊團。

##### (三)組織：

設有理事長、理事及監事，下分企劃調整部、總務部、國際情報部、生物

資源部、生產環境部、畜產草地部、食料利用部、林業部、水產部以及沖繩支所。

(四)國際共同研究主要形態：

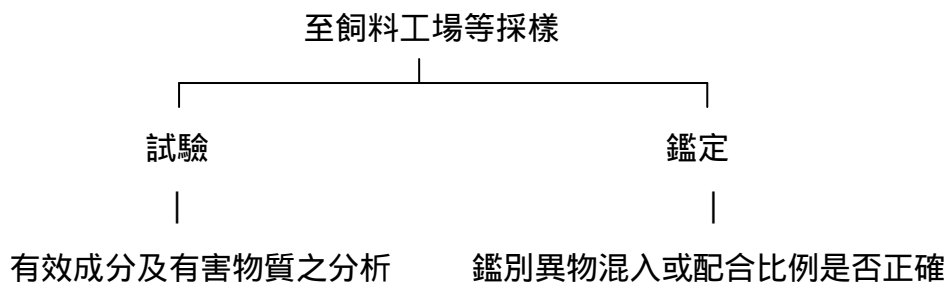
- (1) 總合專題 一分地域總合型、國家總合型及廣域總合型。
- (2) 各別專題。
- (3) 法人專題。
- (4) 國際農林水產業研究機關等之共同研究。
- (5) 其他

## 二、獨立行政法人肥飼料檢查所

(一)主要業務內容：

- 1.登記及暫時登記申請案之調查(肥料)
- 2.有關公定規格修正之檢討 (肥料)
- 3.現場檢查相關製造原料及業務有關文件、帳冊，並取樣供分析或鑑定之用。
- 4.現場取回樣品之分析、鑑定及試驗 (肥料、土壤改良資材、飼料、飼料添加物)。
- 5.檢查結果處理 (肥料、土壤改良資材、飼料、飼料添加物)。
- 6.特定添加物之檢定 (飼料、飼料添加物)
- 7.標準製劑之公布 (飼料添加物)
- 8.指定檢定機關之技術指導 (飼料)
- 9.GLP 檢核 (飼料添加物)
- 10.分析、鑑定方法之研發 ((肥料、土壤改良資材、飼料、飼料添加物)。
- 11.國內外技術支援 (肥料、土壤改良資材、飼料、飼料添加物)。

(二)飼料及飼料添加物之試驗、鑑定



項目有

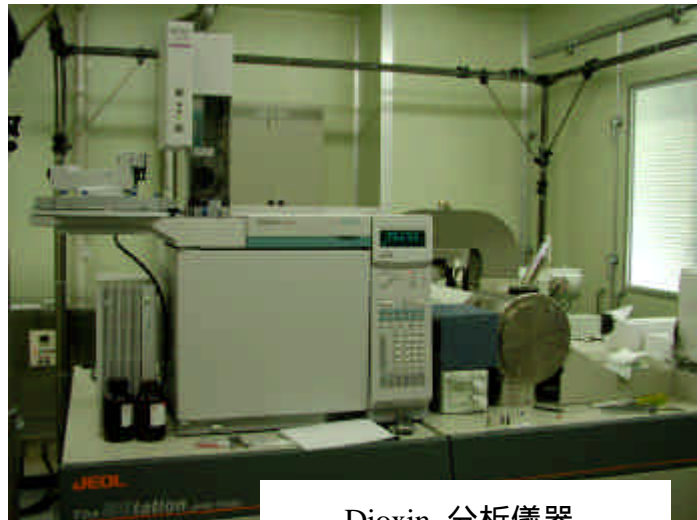
分別肉眼鑑定及顯微鏡鑑定

(1)有效成份：抗生物質、合成抗菌劑、抗氧化劑等

(2)有害物質：殘留農藥、重金屬、病原微生物、黴菌毒素等

### (三)實驗室及相關研究

1.Dioxin 分析：設備 1 億，氣壓設備 1 億，前處理 4 天，上機分析時間 3 天，一年處理量約 100 件。



Dioxin 分析儀器

2.GMO 檢測：以 PCR 及 KIT 方式同步進行分析。Starlink 之檢出量已下降至 1% 以下。年

處理量約 150 件。玉米大都自美國，儘可能兩國同時申請認定，只要經過認定就可不再檢查。

3.骨粉

(1)以  $\text{CCl}_4$  將樣品分離取骨頭部份經鹼處理後鏡檢之。

(2)以 ELISA kit 檢查牛肉粉成分。

4.農業藥分析、毒素分析等 (黃麴毒素限量 20ppb，小鴨及牛乳為 10ppb)。

### (四)實驗室規畫：

1. 每間單位約為 9.6m×6m。

2. 氣體排氣管以顏色區。紅—熱、黃—酸、藍—有機。

3. 各室只有小桌供分析



人員操作資料分析等。

- 4.排氣、液等所有管路均有建築以顏色及共同管路管理排廢氣與廢液。
- 5.廢液由藥業廠家處理。
- 6.鑑定樣品均保有樣品供參考。
- 7.部份實驗室設雙色燈，供怕見光之成分分析用。
- 8.氣體有送氣管路，鋼瓶他室存放。
- 9.各室電話均立於門邊。
- 10.行政與實驗大樓分開，操作人員行政處理均回行政大樓。

### 三、福岡縣筑後農林事務所及酪農戶參訪

福岡縣有 500 萬人口，公務人員一萬人，佔 0.5%，全縣有福岡、八幡、行橋、飯塚、甘木及筑後六個農林事務所，縣內以農業為主為九州主要米倉，由於農作副產物之利用而有畜產之發展，區內有牛、豬、雞之飼養，僅有蛋粉類為輸入品。參訪下列兩戶酪農戶：

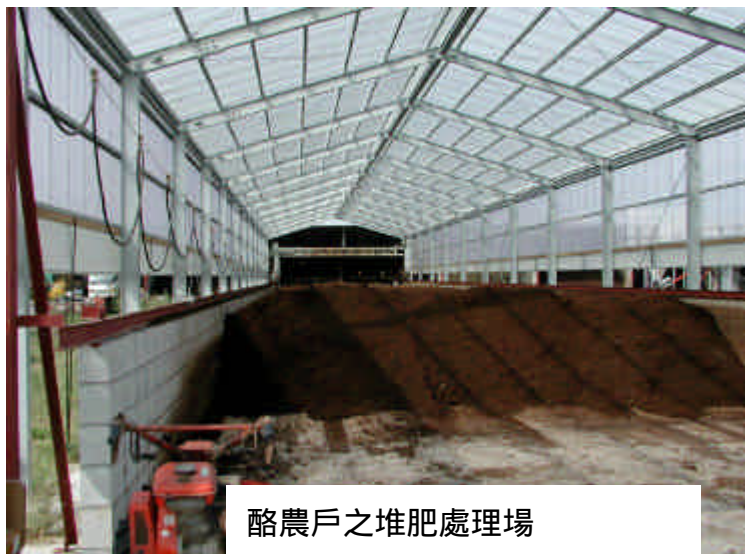
#### 1. 酪農戶：江上 (八女地區)

該場共飼養乳牛 70 頭左右，使用青貯料、乾草及飼料，由夫婦及兒子三人共同經營。牛舍有 180 坪，堆肥場 110 坪，堆肥場之建造費用 ¥ 1500 萬元，其中自付 50% 縣政府補助 40%，市役所補助 10%。牛產乳量納約 560,000kg。堆肥處理：由牛糞尿加木屑做堆肥醱酵，製造完全之堆肥加入新木屑後再放回牛舍，每隔 2 週清洗一次，送入堆肥場醱酵，剩餘堆肥出售供果樹園等之用。

#### 2. 酪農戶：今村 ???? 牧場

本場共飼有乳牛 160 頭，工作人員 5 名。

日本之酪農戶大都以青貯草配合穀物等製作 TMR 飼料來餵飼牛隻，各場均有集乳設備，且各集乳場之洗滌用水均需經過污水處理系統方可



酪農戶之堆肥處理場

流放。

早期酪農使用小型鐵製青貯容器製作青貯料，目前最常見者為打包機打包後之青草料覆被塑膠 4 層後就地放置，可供一年之青貯料用，但最怕鳥啄破壞塑膠之保護。

#### 四、日本 BRAN+LUEBBE 公司及 NIRECO 公司

此二司為日本主要之 NIRS 系統代理公司，除出售儀器外，自己亦進行一些相關試驗，為客戶提供服務。如：

- (1) 應用 NIRS 從事不同水質產品之品牌判別。
- (2) NIRS 使用於判別產品功能，以藥劑類為多。
- (3) PCA、SIMCA 等方法在食米分級上之應用。
- (4) 味道成分之分析，共有 18 種味覺成分之感應器，樣品抽出後在加熱狀態下抽取氣體成分分析，可快速判定氣體強度及類。在農食品方面可供食品原料、加工食品及煙之品質管理、香味判定、時間變化及產地判別。在環境方法可做公害相關之大氣調查、異臭追蹤等等。

### 心 得

1. NIRS 發源於歐美，但日本引進後應用之，更舉一反三集合公私各界人力物力，將光學之快速定量、定性特徵應用於農業、食品、醫學及工業界等，在政府經費補助下以團隊的力量進行各項研發，並實用之。其成功不只是能力之表現更是團隊彼此配合之成就，我國研究人員之能力絕不亞於日本，但在彼此協調與合作上則需向日人稍作學習。
2. NIRS 在日本畜牧界之應用以牧草及青貯料之品質分析為主，對牧草品質做詳細分類並加以快速分析，確實掌握乳、肉牛之營養需求與餵飼，以達到高乳質、高產量之目標。但其在 NIRS 製作上，由試驗單位與輔導單位、農協組織互相配合，以便適時取得適當樣品進行分析，每一草類之檢量線之製作時間需 2-3 年，在長期廣泛收集下，使檢量線之適用性達到最穩定的狀態。之後之應用仍由試驗單位、輔導人員與農戶之間互動，以達推廣與為民服務之目的。
3. 研究機構中行政與技術研究人員之工作劃分清楚，各守本份做好崗位上的工

作，試驗研究人員自行處理試驗相關事宜，由試驗設計、飼料配製、檢驗分析、統計報告書寫均由計畫主持人自行動手，確實掌握試驗進度及過程。

4. 國內研修制度；日本畜草研究所屬於國家級研究機構，而各縣之畜產研究所屬於地方公務人員，兩種制度不可互相切換，而地方公務人員可以在地方政府編列預算下，到國家級研究機構研修，期限以三個月為多。這些研修人力是畜草所研究人員的一大助力，以進行部份試驗計畫。
5. 由本次向日本畜產草地研究所之申請過程，更可看出日本人在分工上的有司有責。本研究申請由企畫組的交流課負責，由課長安排、協調、決定整個研習課程，單一窗口，並負責到底。日本在分層負責上似乎比我國清楚。
6. 日本農林水產方面之研究機構及檢查單位於 2001 年 4 月均改為獨立行政法人，政府給予大部份之管理費用為期五年，並將於五年後進行檢討改制之得失。日本政府企圖以研究組織法人化，以發揮研究人員之獨創性，藉由成果競爭性、有組織且集中之研究，彼此培養良好協調與合作，達公正透明之營運目標。他們在組織結構上注重企畫協調，以著重組織間之溝通與配合，減化行政程序力求工作效率化，這在政府力求精減人力之企圖下，研究機構生存之必行之道。

## 建 議

1. NIRS 在飼料及芻料之品質估測上確實有其可行性，國內相關研究也很多，但零散之研究如何加以整合與付之實施，政府需要給予時間與經費支持，研究人員要付出更多努力。農委會畜牧處每年委託學術界進行 NIRS 之研討會，此股力量應可加以擴大與整合，或可學習日本，利用每年研討會之時，同時進行訓練班，以培養新進人員。更進而由政府整合產學力量，將 NIRS 之特性與業界需求結合，達快速品管之目的。
2. 研究單位之研究與行政應清楚劃分，各有所司，崗位分明，彼此協調與支援。研究需要長時間及持續的思考與試驗，若有太多行政工作加以干擾，到底是研究人員能力不足或是環境太差，責任無法歸屬。給予適當研究環境，確切要求成果，才能正確予以評價。
3. 企畫與協調為研究工作成功之母，我國研究單位缺乏強而有力之企畫族群，無

法整合分散的研究力量實屬可惜，國家研究力量之培養應在團隊而非僅限於個人。

4. 日本以組織法人化來刺激僵化的龐大研究組織，但在求利之需求上，將導致研究方向之偏跛。我國雖尚未到此地步，但研究人員應扮演好自己的腳色，於公於私才可雙贏。
5. 日本公務人員之輪調制度，一方面使每種工作都能隨時儲備人才，培養後進，似乎也是防弊之舉，是否為良策，有待操盤者自思之！

## 相關資料

甘利雅擴、梅田剛利、上田宏一郎、橙木茂彥、寺田文典、阿部 亮。2000。乳牛に？けるイタリアンライグラスロールベールラップサイレージの自由採食量と飼料成分、第一胃内滞留時間、消化率、消化速度との關係。日本草地學會誌 46(3-4)：254-260。

甘利雅擴。2000。近赤外分光法による飼料分析の最近の成果。農業技術 55(9)：414-417。

甘利雅擴、橙木茂彥、阿部 亮。1998。近赤外分析法による乾草？よび牧草サイレージの TDN 推定。日本草地學會誌 44(1)：61-66。

甘利雅擴、森 登、新宮博行、橙木茂彥、阿部 亮。1998。乳牛に？けるチモシー乾草の自由採食量と飼料組成、第一胃内滞留時間、消化率、消化速度との關係。日本草地學會誌 44(3)：248-254。

甘利 雅擴、A. Purnomoadi。1996。ビール粕の牛用飼料としての飼料價值と消化特性。畜産試験場研究報告 57：39-46。甘利 雅擴、阿部 亮。1995。中性デタージェント纖維(NDF)の定量値に及ぼ？エチレングリコールモノエチルエーテルの影響。畜産試験場研究報告 55：49-51。

甘利 雅擴、古賀 照章、阿部 亮。1994。豆腐粕の牛用飼料としての飼料價值と消化特性。畜産試験場研究報告 54：35-42。

甘利雅擴。1993。飼料分析-近赤外分析法を中心に。日本分析化學會。ぶんせき 2：112-116。

- 甘利雅擴、阿部 亮、河野澄夫、趙 來光。1991。近赤外スペクトルに? ける粗飼料中の纖維性成分の吸収特性。畜産試験場研究報告 51 : 17-27。
- 甘利雅擴、阿部 亮。1991。牧草の細胞壁物質の in situ ? よびセルラーゼ可消化分畫に? ける近赤外吸収特性。畜産試験場研究報告 51 : 29-36。
- 甘利雅擴、阿部 亮、芹澤駿治、古賀照章。1989。近赤外分析法による粗飼料の成分分析と營養價の推定法 .成分分析値からの TDN 推定と直接 TDN 推定法の検討。日本草地學會誌 34(4) : 271-279。
- 甘利雅擴、阿部 亮、田野良衛、橙木茂彦、芹澤駿治、古賀照章。1987。近赤外分析法による粗飼料の成分分析と營養價の推定法 . キャリブレーションの精度と未知飼料の推定精度。日本草地學會誌第 33(3) : 219-226。
- 阿部英幸、河野澄夫、武原清隆、岩元睦夫。1996。近赤外分光法によるサトウキビ搾汁液中のショ糖の定量分析。食總研報 60 : 31-36。
- 阿部 亮。1988。炭水化物成分を中心とした飼料分析法とその飼料營養價評價法への應用。畜産試験場研究資料第 2 號。
- 恩田 匠、阿部英幸、松永曉子、小宮山美弘、河野澄夫。1994。近赤外分光法によるデンプン糊化の解析。日本食品工業學會誌 41(12) : 886-890。
- 草間豐子、阿部英幸、河野澄夫、岩元睦夫。1997。近赤外スペクトルの主成分分析? よび主成分スコアを用いた判別分析による老化大豆子實の識別。44(8) : 569-578。
- 千葉 實、南澤正敏、河野澄夫、岩元睦夫。1995。近赤外スペクトルの主成分分析による用途特性の異なる小麵粉の分類。日本食品工業學會誌 42(10) : 796 - 801。
- 自給飼料品質評價研究會編。2001。粗飼料の品質評價 Guide Book。日本草地畜産種子協會。
- Kawano, S., H. Abe, and M. Iwamoto. 1995. Development of a calibration equation with temperature compensation for determining the Brix value in intact peaches. J. Near Infrared Spectrosc 3:211-218.
- Kawano, S. 1998. New Application of Nondestructive Methods for Quality Evaluation of Fruits and Vegetables in Japan. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 67(6):1176-1179.



- Kawano, S., T. Fujiwara and M. Iwamoto. 1993. Nondestructive Determination of Sugar Content in Satsuma Mandarin using Near Infrared (NIR) Transmittance. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 62(2):465-470.
- Iwamoto, M., S. Kawano and Y. Ozaki. 1995. An overview of research and development of near infrared spectroscopy in Japan. Journal of Near Infrared Spectroscopy 3:179-189.