

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：考察)

中荷農業科技合作 -

(1)減低肥料投入之實施策略及養分動態研究

服務機關：行政院農業委員會農業試驗所農化系

出國人職 稱：助理研究員

姓 名：陳琦玲

出國地區：荷蘭

出國期間：90年5月7日至90年5月16日

報告日期：90年8月15日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：中荷農業科技合作 - (1)減低肥料投入之實施策略及養分動態研究

頁數 24 含附件：☒是☐否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：陳琦玲//行政院農業委員會農業試驗所/農化系/助理研究員/04-23302301 轉 415

出國類別：☒1 考察☐2 進修☐3 研究☐4 實習☐5 其他

出國期間：90/5/7 至 90/5/16 出國地區：荷蘭

報告日期：90/8/15

分類號 / 目

關鍵詞：肥料、策略、養分動態

內容摘要：

由於集約的農業經營，使荷蘭的環境面臨相當的衝擊，特別是過量的肥料與禽畜糞尿流失於環境中，導致地面水優養化，地下水質惡化，以及禽畜糞尿氮揮散，導致土壤酸化與自然區域的雜草入侵。由於荷蘭每年產生的禽畜糞已超過農田所能承載的量，荷蘭政府於 1980 年起即擬訂政策來減輕環境中礦物質過剩的問題，從 1998 年起，議會更通過更嚴謹的農田管理政策的修正案，首先是確認環境的目標，並以農田過多的營養元素不能超過失標準的 MINAS (Minerals Accounting System) 系統及禽畜糞尿處理契約制度，來管制農場的養分管理及禽畜的飼養頭數，以減輕環境的負荷。台灣的環境負荷並不亞於荷蘭，但考量現實條件，全面實施 MINAS 系統恐不易，唯採用其污染者附費的觀念且將禽畜糞尿直接注入農田的施用方式，應有其可行性，值得進一步評估。

目次

一、摘要	2
—	
二、考察目的	2
—	
三、考察行程	3
—	
四、考察內容	5
—	
五、台灣與荷蘭禽畜糞尿處理之比較	18
—	
六、心得	21
—	
七、建議	22
—	
八、附錄	24
—	

中荷農業科技合作 - (1)減低肥料投入之實施策略及養分動態研究

一、摘要：

由於集約的農業經營，使荷蘭的環境面臨相當的衝擊，特別是過量的肥料與禽畜糞尿流失於環境中，導致地面水優養化，地下水質惡化，以及禽畜糞尿氮揮散，導致土壤酸化與自然區域的雜草入侵。由於荷蘭每年產生的禽畜糞已超過農田所能承載的量，荷蘭政府於 1980 年起即擬訂政策來減輕環境中礦物質過剩的問題，從 1998 年起，議會更通過更嚴謹的農田管理政策的修正案，首先是確認環境的目標，並以農田過多的營養元素不能超過失標準的 MINAS (Minerals Accounting System) 系統及禽畜糞尿處理契約制度，來管制農場的養分管理及禽畜的飼養頭數，以減輕環境的負荷。台灣的環境負荷並不亞於荷蘭，但考量現實條件，全面實施 MINAS 系統恐不易，唯採用其污染者附費的觀念且將禽畜糞尿直接注入農田的施用方式，應有其可行性，值得進一步評估。

關鍵詞：肥料、策略、養分動態

二、考察目的

(一)了解荷蘭減低肥料投入之實施策略與執行。

(環境保護的養分管理策略)

(二)了解荷蘭在養分動態方面的研究。

三、考察行程

5/7	12:00	離開台灣
5/8	9:50	抵達荷蘭阿姆斯特丹（斯基浦）機場
海牙(Hague)	12:00~14:00	與台北駐荷辦事處經濟組張光裕組長、與侯文奇祕書餐敘
海牙(Hague)	15:00~17:00	與荷蘭農漁部 Mr. Herman Snijders 討論 Topic: Manure policy in the Netherlands.
5/9 海牙(Hague)	8:00~	離開海牙至雷利斯泰
雷利斯泰 (Lelystad)	11:00~15:30	參觀 Applied Plant Research 之試驗田，並與 Mr. J.J.de Haan 討論 Topic: Development of farming systems.
瓦罕尼罕 (Wageningen)	15:30~	離開 Lelystad 至 Wageningen
5/10 瓦罕尼罕 (Wageningen)	9:45	從 WICC 至 Alterra - Research Institute for the Green World
	10:00	與 Alterra 之 Dr. Oene Oenema 與 Gerard Velthof 討論 Topic: (1)Leaching of nitrate from agriculture to groundwater.(2)Nitrogen and phosphorus losses form agriculture into surface waters.
	14:00~17:00	前往 Plant Research International 與 Dr. Jaap Schroder 討論 Topic: Legislation on manure and fertilizer use in the Netherlands and Europe
5/11 瓦罕尼罕 (Wageningen)	11:00	訪問 International Agricultural Centre 之 Director Pieter L. Gooren. Topic: The Introduction of International Agricultural Centre.
5/12 海牙(Hague)		假日
5/13 海牙(Hague)		假日
5/14 貝斯歐文 (Bilthoven)	9:00~	離開海牙至 Bilthoven
	12:30~16:30	與 RIVM - National Institute for Public Health and the

Environment 之 Dr. Henk Westhoek 討論		
Topic: Nutrient Management of Agricultural Land in the Netherlands		
Utrecht	16:30	離開 Bilthoven 至 Utrecht
5/15 亞德(Ede)	8:00~	離開 Utrecht 至 Ede
	11:00~16:00	與 Expertise Centre 之 Mrs. Gerty H. Horeman, Mr. W. J. Bruins, Mr. C. J. Kloet 討論有關荷蘭養分管理之決策與執行過程
	16:00	離開 Ede 返回 Utrecht
5/16 瓦罕尼罕	8:00~	離開 Utrecht 至 Wageningen
(Wageningen)	11:00~14:00	考察 Alterra - Research Institute for the Green World. 軟體工程小組(Mr. Tonny Otjens)之研究整合與決策輔助軟體之建構
	14:00	返回 Utrecht
5/17 烏登	9:00	離開 Utrecht 至 Woeden
(Woeden)		
海牙(Hague)	12:00	參觀荷蘭西部溫室區訪問:
(休假)		(1)栽培甜椒農戶(Leo and Loil vander Lans)
		(2)栽培花卉農戶(van der Lans Cerberas)
	16:00	返回 Woeden
5/18 斯基浦	7:00	離開 Woeden 至斯基浦機場
(休假)	12:20	離開荷蘭
5/19 桃園	11:50	抵達台灣

四、考察內容：

(一)荷蘭環境保護的養分管理策略與執行

1、荷蘭主要的禽畜糞尿問題

荷蘭是歐洲人口與禽畜密度最高的國家，因此荷蘭人著重如何利用每一寸國土。荷蘭農業生產者善於應用最新的科技與方法，使其國家在農業經營方面有很高的聲譽。但由大量施用有機與化學肥料所帶來的農業高產值，也相對帶來環境的負荷。因此，政府擬定嚴格的環境政策以減緩集約農藝與園藝生產對環境的負面影響，近年來更加速擬定環境目標，這對農民而言，在未來幾年將面臨相當大的挑戰。

(1)集約農業生產

荷蘭農地（農業與園藝）約有二百萬公頃，而約有一半是飼養牛隻的草地，飼料玉米種植面積超過二十萬公頃，其他農藝作物的穀類作物，馬鈴薯和甜菜等大約有 70 萬公頃。農業生產力高，小麥平均產量為 8 - 9Mg/ha，酪農的牧草地則每一生長季有 5 次收穫，這對歐洲其他地方而言，僅是夢想。

對一小國而言，荷蘭擁有太多的家禽畜頭數：4.2 百萬頭牛、14 百萬頭豬，108 百萬隻家禽和 1.4 百萬隻羊。實際的飼養密度因各農場經營與禽畜種類而異，相對於酪農的飼養情形，飼養家禽和豬隻的農場都有相當高的飼養密度。禽畜密度是以每公頃的禽畜單位（LU，livestock unit）來表示。LU 估算方式是以 1 頭牛為 1LU，而其他禽畜則以其每日糞尿中 P_2O_5 與牛糞尿中 P_2O_5 之比例為其 LU。每一農戶的總禽畜密度是各種禽畜飼養密度的總和。雖然荷蘭各地區的飼養密度相差很大，但總平均 3.9LU，是全歐洲各國中最高的。

禽畜糞尿與化學肥料的大量要素如氮、磷、鉀等，是植物生長的必需要素，此外，所含的微量要素也是植物或動物生理過程必需的，如銅與鋅是必要元素，而鎘則會造成毒害。另一方面，過量的營養要素或微量元素會對環境造成衝擊。氮若轉化成硝酸態氮而淋洗至地下水，會污染水質。氮和磷亦會污染地面水，造成藻類過量繁殖生長，使動、植物生長受到阻礙。優氧化問題亦是北海嚴重的威脅。從禽畜糞尿揮散的氨，也會導致環境的優氧化（Eutrophication）與酸化（Acidification），酸化特別影響自然生態中的生物多樣性。

來自農業的污染，特別是來自禽畜糞尿和肥料，分別佔荷蘭境內水體磷酸根與硝酸根污染源的 40% 與 56%，來自農業的氨逸散是佔荷蘭境內酸化來源的 42%。雖然各地區的氨沉降有很大的差異，但平均值將近 3000mole/ha，還高於自然環境品

表一、磷和氮的環境目標

地下水品質目標		氮酸化
氮	50 mg NO ₃ /l (一般)	逸散目標
	25 mg NO ₃ /l (目標)	在 2000-2005 年期間的逸散量要低於
磷	0.15mg P/l	1980 年逸散量的 70%
地面水品質目標		氮沉降目標
氮	2.2 mg N/l, 易優氧化之不流動水 (夏季平均)	2000 年目標：1600 mole N/ha (全荷蘭的平均值)
磷	0.15 mg P/l, 各種標的水 (年平均)	2010 年目標：1000 mole N/ha (林地平均值*)
逸散降低目標 (北海)		* 農耕 (氮) 和交通 (氮氧化物) 是氮逸
氮	1985 年逸散量的 50%	散的主要來源
磷	1985 年逸散量的 50%	

質的考量基準。因此，政府依各種環境基準擬定一系列的政策（表一），來維護環境品質。

(2)每公頃高氮產量

高的禽畜飼養密度，必然導致單位面積高的禽畜糞尿產量。平均而言，禽畜飼養將產生每公頃 340Kg 的氮量。而且集約耕作農地又施用化學肥料，如此高的氮投入自然有產生高氮的農產，包括作物、肉與牛奶，因此，也有相當高的氮量流失到環境中。

(3)重金屬

除了使用禽畜糞尿，農民也使用其他的有機肥料，大部份是廚餘堆肥與社區污泥，這些肥料可能包含重金屬及砷，而污染土壤。政府為維持土壤多項功能為原則，判定重金屬的基準，使土地可適於各種形態的利用，包括生產食物。因此，廚餘堆肥與社區污泥亦制定品質標準。

(4)歐洲硝酸根管制標準

荷蘭政府的環境基準和政策不能僅考慮國內的需求，歐洲硝酸根管理基準也是荷蘭和其他會員國擬定政策時必需要考慮的。這個管理基準是於 1991 年擬定的，但大部份國家都是最近才執行這個環境基準。荷蘭政府企圖使整個國土都能符合歐洲硝酸根管制的嚴格標準，歐盟最近也致力於氨逸散的降低。另外，荷蘭政府積極參與其他國際的環境協定，如 1985 年北海協定，將降低 50 % 的氮和磷流入北海。

2、荷蘭礦物質養分策略

荷蘭政府慎重地處理養分過多的問題，為減緩養分流失對土壤、地下水與地面水的負面影響，嚴格的環境標準是政策的一部份。藉著減少禽畜的飼養頭數與針對養分流失超過標準的農戶處以很高的稅徵以解決養分過多的問題，另外，也有關於動物廄舍、禽畜糞尿貯存與農田施用策略，以降低氨逸散問題，關於降低溫室氣體排放的政策也正擬定中。

(1)荷蘭政府養分政策的推展

為了達到環境目標，政府逐步執行養分管理政策，使農民能逐步調整其管理系統，以符合新的環境法規。荷蘭政府在 1980 年間提出減少禽畜糞尿負面衝擊的措施。第一階段(1987-1990) 著重於防止禽畜糞尿過多的擴大。第二階段(1990-1998) 政府著力於減少禽畜糞尿過剩的環境負荷。第三階段起始於 1998/1/1，目的在使氮與磷的供需達到平衡，並建立環境可承載的流失基準。

(2)措施

以下為荷蘭養分政策的重要架構：

- 1)嚴格限制禽畜飼養頭數的增加。
- 2)強迫性的減少 10 % 的豬隻飼養頭數。
- 3)由政府購買禽畜生產權。
- 4)執行養分計算系統 (Minerale Accounting System , Minas) ，更多的集約禽畜飼養農戶必須每年繳交養分收支表，Minas 的執行可促進真實養分流失的估算，到 2001 年時，所有農藝與園藝生產者都被強迫執行 Minas。
- 5)每年的秋、冬季禁止施用禽畜糞尿。
- 6)禽畜糞尿的施用，必須採用注入農田的方式，以減少氨逸散。
- 7)禽畜糞尿的貯藏必須覆蓋。
- 8)集約禽畜飼養廄舍有嚴格的要求，以減少氨逸散。新農戶的申請必須符合減少氨

逸散的環境法規。

9)廚餘堆肥，社區污泥與其他有機肥料的品質要求，以減少土壤重金屬污染。

10)優良農田管理方式的推廣。

(3)減少化學肥料的施用

自 1985 年起，藉著肥料推薦系統的引用，已減少 20%的化肥使用量，並增加禽畜糞尿的施用。Minas 於 1998 年開始執行，將更進一步減少化學肥料施用及減少環境負荷。

其他政策包括藉著國內契約或輸出的禽畜糞尿處理，及減少飼料的礦物含量。藉著改變豬隻飼料的組成分，即可減少 30%豬糞尿的磷濃度。

產生過多豬與家禽糞尿的農場，現在需更有效率地將其禽畜糞尿，分散於國內其他農田，目前約有 15 百萬噸的禽畜糞尿，被運到低禽畜飼養密度的地區。另外，藉著家禽糞尿的輸出亦減少幾百萬公斤的磷。

(4)監測系統

近年來，定期監測並分析砂地農田的地下水位及水質，從分析結果顯示這些地區的 85%，其地下水的硝酸根都超過 50mg/l。監測系統將在最近幾年更加強，以評估養分計算系統（Minas）的效率，並向歐盟提出報告，說明荷蘭對硝酸根控制的關切與執行。除此之外，對於泥炭土層與粘土層的地下水監測，亦有一些先驅性試驗在進行。

(5)溫室氣體

由於溫室氣體的逸散所導致的溫室效應與全球氣候變遷，正為世界各國所關切。科學家目前知道的溫室氣體如下：(1)二氧化碳（CO₂）：主要來自石化燃料的燃燒，(2)甲烷（CH₄），(3)笑氣（N₂O）。據估計，荷蘭農業活動佔全國 CH₄與 N₂O 釋出量的 45%與 35-40%。CH₄ 主要是動物消化作用反芻時釋出；農田施用有機與無機肥料則是 N₂O 的主要來源。

在 1997 年的京都協議，全球各國政府都同意降低溫室氣體的排放，荷蘭政府正研擬如何執行這協議，目前設定的目標是在 2008-2012 年間，降低 6%的溫室氣體排放量。法令正在農業部門擬定與執行，如禽畜廄舍訂定嚴格的排放基準，所謂綠色標籤（Green Label）的廄舍即是其氨逸散較少，將來亦將規定其溫室氣體的釋出基準。

3、養分計算系統（ The Minerals Accounting System, Minas ）

荷蘭政府發展一獨一系統，稱為養分計算系統（ The Minerals Accounting System, Minas ）以降低國家禽畜糞的過剩問題。起初這系統只約束集約禽畜飼養農戶，但到 2001 年所有的農民都必須加入這系統。Minas 將有助於農民管理的農田。藉著高稅徵（ Levy ）迫使農民以積極的態度去降低養分過剩問題。在此系統下，農民必須有正確的農田輸入（ Input ）輸出（ Output ）的記錄。如果養分過剩逐年增加，則稅額會逐年增加。

(1)Minas 的優點

相較於以往的荷蘭養分管理政策，Minas 擁有許多項優點。以往的政策焦點在降低磷量，因此氮素減量只是間接效應，且僅注重畜牧糞尿的處理，並未注意化學肥料的減量。也未注意畜牧廢棄物之產量與物種間廢棄物成分的差別。然而這些因素在 Minas 中都已考慮到，以補足過去政策的缺點，並且刺激農民有更優質的養分管理。當 Minas 在 1998 年施行時，荷蘭農民即體認他們必須面對一個全新的養分管理政策：

- 1)新政策不僅注意磷量的控制，更特別注重氮素問題。
- 2)新政策以過剩的養分來管制肥料使用量，包括畜牧糞尿 化學肥料與有機肥料(如堆肥等)。
- 3)新政策的焦點在於減低過剩的養分，農民可自由的選擇各種管理方式，只要達到環境目標即可，但仍有一些限制規定，如動物糞尿何時及如何施於農田、如何運送到其他農地、運送的糞尿必須強制採樣與稱重等。

(2)Minas 的原則

氮與磷幾乎是所有農場產物（動物糞尿、飼料、作物、牛奶、肉品等）的成分。在 Minas 制度下，每一農民都必須詳實的記錄農田有多少氮與磷的輸入（ Input ）與輸出(Output)。輸入與輸出間的差異即是農田養分的損失(Loss)或是過剩(Surplus)，這些營養成分將流失於環境中。農民必須每年申報其農田養分的收支表。

由於施用禽畜糞尿於農田或飼養禽畜過程，一定會有相當量的養分流失於環境中，因此 Minas 中所設定的“流失基準”（ Loss Standards ）就是考慮這些無法避免的流失。流失基準乃以每公頃多少公斤的氮與磷來表示，如果某一農田的損失超過了流失基準，則農民必須負相當高的稅額給政府，且超過愈多，需繳的稅額愈高。也正因稅額非常高，使農民認知必須留意並計算如何降低其農田的養分流失，才較

經濟。Minas 也正是沿用此方式來降低農田的養分流失。流失基準將逐年下降，將於 2003 年達到最高的要求。

Minas 也不僅僅只是回報系統，它也可以幫助農民來調整其養分管理，發展適合於某一特定農田的最佳養分管理方式。

(3)輸入與輸出類別

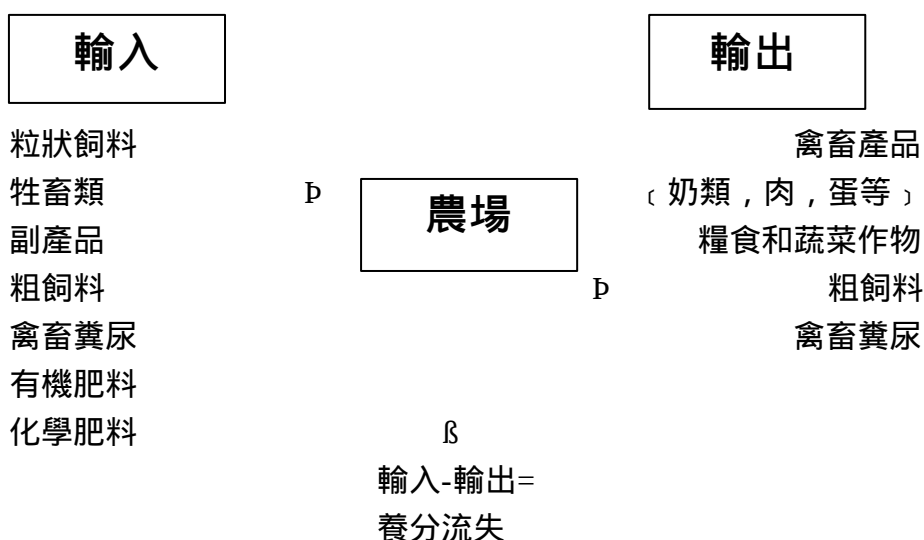
輸入與輸出類別即是通過農場大門的種類。換句話說，Minas 忽略在農田的養分流通(Mineral Flows)，如施用禽畜糞尿來栽培飼料作物，此作物又用來飼養禽畜等。

Minas 的目的在於對每一農場有正確的氮與磷輸入與輸出的記錄。如化學肥料、有機質肥料、顆粒飼料等。供應商必須提供正確的養分成分含量。禽畜糞尿的養分含量必須由認證過的實驗室採樣並分析。每一運出農場的禽畜糞尿必須稱重，採樣並分析，輸出與輸入之禽畜與禽畜產品的養分含量必須以標準單位含量計算。作物的養分含量則必須以每公頃的標準含量計算。

(4)流失基準

流失基準(Loss Standards)即每年允許的氮與磷流失量，將逐年下降，直到符合歐洲硝酸根的管制目標，包括地下水的硝酸根必須低於 50ppm (表二)。

圖一、荷蘭養分計算系統 (MINAS)，農戶必須詳實記錄農場氮和磷的輸入與輸出量，如下所述：



表二、磷和氮的流失基準 (kg/ha/yr)

年份	磷流失基準		氮流失基準					
	耕地	草地	耕地	耕地	耕地	草地	草地和	草地
				粘/泥炭土	砂/黃土		粘/泥炭土	砂/黃土
1998-1999	40		175			300		
2000	35		150			275		
2001	35		125	150	125	250		
2002	30	25	110	150	100	220		190
2003	20		110		60	180		140

(5)增加稅徵 (Levies)

對於超過氮與磷流失基準的農民而言，稅徵使他們感到受挫，但也強迫他們逐步減少其農田養分流失。其中一個可能性即是增加養分的利用效率，以致減少化學肥料或飼料的使用量。農民亦可以買低營養分的飼料。稅徵是限制性的徵收高稅額，特別針對超過 P 限量的農民，稅額相當高，甚至高過昂貴的禽畜糞尿處置費用(表三)。

(6)Minas 的執执行程序

荷蘭強迫性地執行的營養成分計算系統是按步就班逐步施行的。1998 年首先針對對環境衝擊較大的農戶，如集約禽畜飼養農戶，強迫要求其執行 Minas。2001 年則將強迫荷蘭所有農民都要執行 Minas。實施計畫如下：

表三、超過流失基準要付的稅額 (荷蘭幣/公斤)

	1998-1999	2000-2001	2002	2003>
磷				
0 – 10 kg/ha	2,50	5,-	20,-	20,-
> 10 kg/ha	10,-	20,-	20,-	20,-
氮				
0 – 40 kg/ha	1,50	1,50	2,50	5,-
> 40 kg/ha	1,50	1,50	5,-	5,-

1)從 1998 年起，強迫每公頃飼養 2.5 頭 (LU) 禽畜的農戶執行 Minas，事實上，這

幾乎包含了所有荷蘭豬、家禽及大部分集約飼養的酪農。

- 2)從 2001 年起，強迫所有農戶，包括僅生產作物的農戶（Arable farmer），及其他開放農場（Open-field）的生產者。

(7)查核與執行

每年農戶必須繳交養分收支表給農漁部的稅徵辦公室（Levies office），養分收支表乃基於農場所有養分輸出與輸入的註冊登記，包括禽畜糞尿運輸收據，及實驗室檢驗的成分報表。

在 2000 年，每公頃飼養頭數超過 2.5LU 的農戶，應該提出審核說明（Audit Statement），以證明他們的申報，但乃屬於自願申報階段。在荷蘭，審核是容易執行的，因為養分的輸出與輸入都是財務與養分交易，而農戶的財務管理與養分記錄有清楚的連結。

稅徵辦公室查証養分收支表：

- 1)比較農場間的記錄，如某農場的輸出（禽畜糞尿或飼料）應是另一農場的輸入。
- 2)比較各個農場的輸入記錄與供應量的記錄。
- 3)檢查農戶的審核說明（Audit Statement）。
- 4)比較農戶的飼養經營密度與其養分記錄。

除此以外，農漁部的審查服務部門（General Inspection Service）會詳審農戶的審核說明與 Minas 系統環中的各部分，特別是管理審核中不符規定者。每一農戶大約每六年會有一次被審查服務部門詳審一次。但稅徵辦公室的查核是每年都進行的。

4、禽畜糞尿的市場平衡

荷蘭政府對於禽畜糞尿的管理原則，乃是禽畜糞尿的產生量必須有足夠的農地來承載，且每公頃農地的禽畜糞尿施用量不能超過限值。此限值為歐洲對於硝酸根的管制限值，即每公頃的氮施用不能超過 170kg，荷蘭政府對於草地有較寬的限值，以維持牧草的生長。

荷蘭對於禽畜糞尿的管理，乃是避免禽畜糞尿的產生量超過農田所能承載的量。為禽畜糞尿的產生量超過需求量越多，環境承受的風險亦愈大。為了防止這樣的情形發生，荷蘭政府採取下列措施：

- 1.引用禽畜糞尿施用契約制度。
- 2.減少禽畜的飼養頭數，主要是藉著購買豬隻的餵養數，因為較低的飼養密度，禽

畜糞尿的產生量亦較低。

(1) 豬隻與家禽產生大部分的禽畜糞尿

在荷蘭，相當大數目的豬隻和家禽飼養在很小的農地上，因此這些集約飼養豬與家禽的農戶，必須提供禽畜糞尿給禽畜糞尿短缺的農戶，特別是栽培作物的農作農戶(Arable farmer)，按新的養分政策估計，將會有 27000Mg 磷超過流失基準(表四)。

(2) 減少禽畜的飼養頭數

很明顯地，禽畜糞尿市場的供需平衡的一個重要方法，就是減少禽畜的飼養密度。過去常用的方法就是精減牛奶配額與禽畜糞尿的生產權 (Production Right)。原則上，集約飼養不再增加，但農戶可藉購買禽畜糞尿與豬隻生產權，而擴大他們所持有的 (holding)。每一次豬集交易時，政府都減少 60% 的生產權，其他物種則是 25%。這種措施最終將減少禽畜的飼養頭數。政府也購買生產權，這對減少禽畜飼養頭數與氮、磷流失將有顯著的效益。最後，政府也全面性地強迫一般農戶必須減少 10% 的豬隻生產權。

由於 1998 年豬隻與禽畜糞尿生產權的購買與禽畜飼養面積的減量政策，政府已經處理了 5500Mg 超過流失基準的磷量。為了在 2003/1/1 可達到禽畜糞尿的供需平衡，政府還需購買另外的 21500Mg 的禽畜糞尿生產權中的磷量。

表四、預期荷蘭在 2003 年過剩的禽畜糞尿 (百萬公斤氮)

	2003
禽畜的氮生產量	419
包括 牛 (包括小牛)	270
豬	90
家禽	43
綿羊和小羊	14
有毛的動物和兔子	2
荷蘭糞肥的農地處置	347
家禽糞肥的輸出	18
全國過剩禽畜糞尿的氮量	54
全國過剩禽畜糞尿的磷量	27

(3) 禽畜糞尿生產限量

由於歐洲硝酸根管制標準允許遞減要求，荷蘭也要求草地必須有一較寬的施用基準。但為了在 2003 年能達到歐洲的硝酸根管制標準，即每公頃只能施用 170Kg/ha 的氮，對於每一農場的禽畜糞尿產生量，必須設定一限量，農民必須有足夠的農田來消納禽畜糞尿，如果農場的禽畜糞尿產生量超過允許施用基準，就必須送到禽畜糞尿較少之農戶的農田處理。

牧草地的劣化仍有許多爭議，首先，無論就何種土壤而言，牧草都有很高的氮吸收量，且在荷蘭的氣候條件下，牧草長得特別好且生長期很長，農民可以施用較多的禽畜糞尿而不必擔心環境問題。歐洲硝酸根管制標準的目的也是為了保護環境，因此荷蘭的牧草地可以放寬標準，荷蘭政府為了達到不對環境產生衝擊的禽畜糞尿國內平衡，而研擬的施用標準如表五。

(4)禽畜糞尿處置契約

產生太多禽畜糞尿的農戶必須與農作農戶或禽畜糞尿的處理者簽約，而將多餘的禽畜糞尿運送至別人的農地，沒有能力處理多餘禽畜糞尿的農戶則必須減少飼養頭數。

在與人簽約前，農民必須計算每一頭禽畜會產生多少氮，這個計算是基於飼養頭數與不同物種複雜的氮含量計算的。農戶藉此計算即可知道他的農田可以處置多少禽畜糞尿，而還有多少禽畜糞尿必須輸出到別人的農田。農戶必須與合法的禽畜糞尿處理公司簽約。

如果一農戶每年飼養 2000 頭肉豬，而每一頭豬會產生 8Kg 氮，因此整個農場每年將產生 16000Kg 氮，而他自己有 10 公頃玉米農田，可處置 1700Kg 氮(170×10 Kg N/ha)。其餘的 14300Kg 氮必須送到其他農作農戶之農地處置。而農作農戶也必須按照規定，每公頃最多只能施用 170Kg 氮，因此他必須有 84 公頃的農地來消納禽畜糞尿。

表五、禽畜糞尿氮施用量限值 (kg/ha/yr)

	2002	2003
草地	300	250
可耕地	210	170
玉米田	210	170

(5)有效的禽畜糞尿的處置分佈

禽畜糞尿處置契約制度，必須使荷蘭的禽畜糞尿有一較有效率的處置分佈。沒有或擁有極小農地的畜牧農戶，通常是豬集與家禽飼養戶或集約經營的酪農，必須將他們的禽畜糞尿賣給沒有或極少禽畜糞尿產生的農作農戶（Arable farms）或較大的酪農。以國家策略而言，這制度可有效地約束農地的禽畜生產，這制度最終也將達到禽畜糞尿的供需平衡。

5、肥料的施用

在荷蘭，土壤保護法案（Soil Protection Act）使土壤免於受到污染，在此法案下，有一些規定在農民施用禽畜糞尿時期必須實行。另外一些規定則包括社區污泥（Sewage sludge）與堆肥（Compost）的品質（表六）。

農田肥料的施用應視下列情形而定

- ①土壤型態（soil type）：為了淋洗調適
- ②土地利用（soil use）：如草地、農作地、處女地
- ③區域的狀態（status of an area）：如特定區域

表六、堆肥和污泥的組成成分，與施用污泥耕地的重金屬和砷的最大限值許可標準（mg/kg 乾物）

	污泥	堆肥	純淨堆肥	農地的調查*
有機質(乾物)	>50%	>20%	>20%	
酸中和能力	>25%			
鎘(Cd)	1.25	1	0.7	0.45
鉻(Cr)	75	50	50	56
銅(Cu)	75	60	25	17
汞(Hg)	0.75	0.3	0.2	0.2
鎳(Ni)	30	20	10	13
鉛(Pb)	100	100	65	55
鋅(Zn)	300	200	75	61
砷(As)	15	15	5	17

*農地的許可標準(重金屬和砷的最大含量)，與純淨土壤是同等的目標值，由含 3%的 lutum 和含 1.5%的腐植質的土壤計算而得。

地方政府可以指定某些地區可受到特定的保護，這是對土壤與地下水，特別是飲

用水的保護，因此禽畜糞尿的施用，必須符合某些更嚴謹的規定。禽畜糞尿的施用期間也必須縮短。

(1)施用禽畜糞尿的規定

如果禽畜糞尿在作物生長期施用禽畜糞尿，則作物對養分的吸收較高，因此養分淋洗至地下水或流入地面水的機率亦較低，因此春天和夏天是較佳的農田施用禽畜糞尿時期。在九月一日至二月一日間，農田禁止施用肥料，因此這段時間作物的吸收量太低。而草地可以施用至九月十六日，但是特定區域，特別是砂土除外，因為其氮素淋洗特別明顯。在秋天及冬天施用化學肥料在不久的將來也將禁止。

在冰凍土壤或白雪覆蓋的農地都禁止施用禽畜糞尿，因為雪水溶化後，溶於雪水中的養分將隨逕流污染地面水，這種禁止規定適用於全年及各種形態的土壤。為了避免於禁止施用時期施用禽畜糞尿，禽畜糞尿產生者必須有足夠的貯存容量。坡地（坡度 > 7%）禽畜糞尿的施用，也將有新的規定，以防止山區的養分淋洗。

(2)其他的有機質肥料

在禽畜糞尿與化學肥料之外的社區污染與堆肥，如蔬菜、水果或庭園的廢棄物所堆製的，也必須遵循政府研定的品質標準，這些標準包括重金屬和砷的限值(Table 六)，政府也規定這些肥料的施用量和方式（表七），社區污泥的施用規定則與禽畜糞尿相同。

表七、有機肥的最大施用量(Mg 乾物/ha)

	污水	固態污泥	污泥堆肥	純淨的堆肥
可耕地或玉米田	2 噸/年	4 噸/2 年	6 噸/年或 12 噸/2 年	受限於 Minas 標準
草地	1 噸/年	2 噸/2 年	3 噸/年或 6 噸/2 年	受限於 Minas 標準
其他地	不允許	不允許	6 噸/年或 12 噸/2 年	受限於 Minas 標準
自然區域	不允許	不允許	不允許	不允許

來源：決定於品質和其他有機質肥料的使用

6、防止氨的逸散（ Preventing Ammonia Emissions ）

禽畜糞尿的氨逸散，將危害環境，因其導致酸化（ Acidification ）與優養化

(Eutrophication)。政府氮管制政策的目的，是減少農田施用禽畜糞尿時與貯存禽畜糞尿時的氮逸散。對於集約飼養禽畜農戶的嚴格規定已於 2001 年開始執行，農戶必須蓋造低氮逸散的禽畜糞尿貯存設備。地方政府也有責任草擬區域計畫以擬定那裡可以設置禽畜糞尿的貯存設備。地方政府也必須研擬環境基準，且要求農戶達到要求。

(1)雙軌政策

荷蘭的氮管制政策的目標是循兩個軌道達到的，因此，對於禽畜糞尿的貯存與施用時期及方式都有許多規定，其目的在減少氮的逸散，而減低空氣中的氮濃度，且因農田的特殊情形，有不同的規定。

1)在施用禽畜糞尿時減少氮逸散

農民不允許將禽畜糞尿撒施於表土，因為這樣是導致高的氮逸散。禽畜糞尿施用法令規定必須使用減少氮逸散的方法來施用禽畜糞尿。對於牧草地，必須將禽畜糞尿注入土壤中，在農地則必須在撒施後以正確的方式犁入土壤中。

2)在禽畜糞尿的貯存過程中減少氮逸散

由於禽畜糞尿只能在允許的時期，主要是春天和夏天，施用於農田。農戶必須在一年中的其他時段，有足夠的空間來儲存禽畜糞尿，在禽畜舍旁貯存禽畜糞尿將比在舍廄下面貯存導致最高的氮逸散，因此戶外的貯存只有在有覆蓋的情形下才被允許。

(2)環境執照

荷蘭的禽畜飼養業者必須向農場所在的自治區申請環境執照，這執照認可農場的狀況可滿足地方政治設定的環境基準，包括氮逸散。

(3)減少房舍的氮逸散

政府的綠色標籤（Green Label）計劃促進低逸散廠舍的發展與建造，政府亦提供減稅與補助計劃來鼓勵低逸散房舍的蓋造。在 2001 年最新的廠舍法令則強制執行低逸散廠舍的蓋造，嚴格要求動物廠舍的氮逸散必須基於 ALARA 原則（As Low Reasonable Achievable），即經濟價值與環境利益必須平衡。而在 2008 年，所有豬隻與家禽都必須在低逸散廠舍飼養。

(4)氮管制政策

藉著相互的磋商，歐洲各國最近都同意造成環境酸化之各種物質的管制，荷蘭的氮逸散上限是每年 128Mg，希望在 2010 年能達到此目標。

歐盟最近草擬酸化的管制原則，包括所有酸化物質的允許逸散量。歐盟希望在

2001 年達到 104Mg 氨逸散的門檻。

(二)決策輔助系統

1.決策輔助軟體 (ANIMO Model)

為了完成一全國性評估尺度的模式，以協助環境政策的釐定，荷蘭歷經多個研究單位 20 多年的努力，其中參與的程式設計師即有 16，參與的研究人員則更多（至少 20-30 人），共同研發一國家級尺度的機制性模式，稱之為 ANIMO 模式（Agricultural Nutrient model）此模式將全國分為 6000 個網格，分析每一個網格的氮與磷在土壤 - 水 - 植物系統的轉化與傳導過程，並與 GLS 結合，以圖面展示分析結果。此模式可應用於地下水與地面水系統的污染源量化分析，並且估算農田土壤與水分管理對不同反應過程的影響，亦可應用於不同環境條件下的氨逸散估算，及以區域尺度模擬不同集水區，不同的氣候、土壤、作物栽培與肥培管理下之氮與磷的循環。此模式的預測結果也經過荷蘭境內多處田間尺度試驗的驗證。決策者可利用此模式在短時間內評估在不同的決策下，對環境的衝擊，而釐定較為合理的決策，以保護環境，是一相當有用的決策輔助工具。

2.專家中心

在荷蘭農漁部編制下有一專家中心，約 200 人，依決策者的需求，從各方面收集並解析資料，以提供決策者作決策之參考，對於決策的釐定有相當的建議，有關其國內環境中養分的管理策略，該中心即有 20 人左右參與。。

五、台灣與荷蘭環境養分管理之比較

藉由表八台灣與荷蘭在環境養分管理之比較，可以明顯看出我國環境的污染承載量應比荷蘭大，但我國對於環境管理的關心程度卻不及荷蘭。

(一)環境背景

荷蘭雖也是小國，但我國的領土與農地還不及荷蘭之面積，卻又飼養相當多的禽畜，因此豬與家禽單位面積密度更甚於荷蘭。

(二)環境目標

表八、臺灣與荷蘭環境養分管理之比較

	荷蘭	台灣	備註
一、環境背景			

人口 (Million)	17	23	
土地 (km ²)	41526	35981	
農地 [ha]	2x10 ⁶	0.86x10 ⁶	
土地利用	旱田	水田(50%),旱田(50%)	
豬 (頭)	14x10 ⁶ (7)	9x10 ⁶ (10)	〔 括弧內為禽畜密度 (頭/公頃) 〕
家禽 (頭)	108x10 ⁶ (54)	91x10 ⁶ (106)	
牛 (頭)	4.2x10 ⁶ , (2.1)	0.1x10 ⁶ (0.1)	
羊 (頭)	1.4x10 ⁶ (0.7)	0.07x10 ⁶ (0.08)	
畜牧廢棄物 Mg N/yr	0.4x10 ⁶	0.15x10 ⁶	
平均化肥價格 (元/kg)	20	10	
二、環境目標			
1.地下水	NO ₃ <50ppm	NO ₃ -N<10ppm	
2.地面水	T-N<2.2 ppm	T-N<3 ppm(灌溉水)	
3.氮逸散	1985 年逸散量的 50%	- [未定]	
三、環境管理與法令			
1.農田養分管理	MINAS	- (未定)	
2.罰則	Levy	- (未定)	
四、廢棄物處理方法			
1.處理	直接打入土壤 (沒有寄生蟲、臭味、 鹽分累積等問題)	製成堆肥再施用	台灣方法缺點 1.污染者不付費。 2.氮素損失 3.耗時
2.價格	2-3 USD(65-95 元/Mg) (由畜牧業者付費)	4 元/Kg 堆肥 (由農民付費)	
3.運輸公司	1000 家(大小不一)	- (沒有)	
五、法令執行			
1.推廣	顧問公司專員	(合理化施肥宣導) 農會職員,改良場所研究人員	
2.運輸與檢驗	每一車均採樣檢定	-	
3.bookeeping	600 人	-	
六、監測系統			
1.農田監測	1500	150(農試所)	
2.環境監測			
地面水	150	2902(1464)(水利會)	
地下水	900 口井	95(環保處)	
飲用水	200 處(45-60m 深井)		

我國在地下水與地面水的環境目標與荷蘭相近，但是相關氮的逸散則沒有管制。地下水與地面水雖有部分監測，但是並沒有嚴格的管制，因此環境仍持續惡化，根據水利會的監測資料，每年的灌溉水監測點中有 40% 不合格。

(三)環境管理與法令

有關環境中養分的管理與法令，我國並沒有任何規定，農民可隨意施用過量的肥料，並沒有任何管制。荷蘭則有 Minas 系統加以管制，不合規定者必須處以高額的稅金。

(四)廢棄物處理方法

荷蘭人認為將廢棄物堆肥化過程，將會使氮素揮散於環境中且消耗人力，因此並不主張將畜產廢棄物堆置成堆肥後再施用，而是直接將廢棄物注入土壤中作為肥料。按其經驗，這樣的使用方法，並沒有寄生蟲、臭味與鹽分累積等問題。台灣則大都製成堆肥再施用，大部分學者提出的理由是必須藉堆置過程中產生的高溫殺寄生蟲或滅菌等理由。

另一方面，荷蘭雖然亦談有機農業，但是仍認為“污染者付費”，畜牧業者必須付費處理其產生的廢棄物，因此必須與可處理其禽畜糞尿的農戶簽約，以處理其廢棄物並且付費（約 65-95 元新台幣 / Mg）。台灣則農民必須付費（4 元新台幣 / Mg）來買堆肥，實不合理。

針對直接將禽畜糞尿施入土壤中，台灣目前並沒有廢棄物運輸或處理公司來協助處理，亦沒有此類直接將禽畜糞尿直接注入土壤的機器。

(五)法令執行

荷蘭原亦有類似我國各區農業改良場的單位，來執行政令或法令的宣導。但組織調適後，則沒有類似單位來執行推廣工作，而主要由一家約有 250 人之農業顧問公司負責推廣與宣導工作，政府則按件付費。

在荷蘭執行 Minas 之後，廢棄物運輸或處理公司在每一次運輸都必須詳細記錄其運輸量，並且採樣送合格的檢驗室進行分析。

為了執行 Minas，每一農場必須每年向政府申報其農場的輸入與輸出資料，以計算其農田的養分管理是否低於流失基準。政府也為了執行 Minas，而用了 600 人來處理全國農戶每年的申報資料並且審查其可靠性。台灣則沒有此方面人力的配置。

(六)監測系統

由表八的比較，我國的農田與環境的監測密度各有多寡。雖然荷蘭和我國一樣，監測資料並沒有用於稽查或檢舉，但因荷蘭另有環境的管制機制，因此環境管理的效率優於我國。

六、心得

1、荷蘭環境管理機制運作靈活而有效率，值得我國學習

- (1)整合的研究評估團隊。
- (2)提供決策輔助的專家中心。
- (3)審慎的環境目標與執行策略釐定。
- (4)政策全面宣導。
- (5)執行與按部就班且徹底的政策推展與執行。
- (6)嚴格的計畫推展評估與檢討。（每年進行計畫檢討，而每四年進行一次總檢討，重新分配經費）

2、荷蘭人亦談有機農耕(organic farming)，且畜牧業是其國家相當重要的產業，但他們仍然認為畜牧廢棄物之處理，應由畜牧業者來負責且付費。因此施用禽畜糞尿的農民反可獲得畜牧業者給付的處理費。施用禽畜糞尿是解決環境問題，而不是有機農業之必要條件。我國政府反補貼農民購買有機肥料，等於用全民付的稅款及農民來解決畜牧業者應負擔之環境成本，並不合理。

3、荷蘭隨著政策調整或提高效率常有組織調適，以進行目標導向工作，而政府的政策目標非常明確。雖然在組織調適時，造成12-30%失業，但對於提高組織機能與工作效率，確有一定程度的貢獻。

4、荷蘭目標導向的研究團隊，使個人的專家發揮到極致，並藉著和諧的分工與定期的檢討，調整研究方向，而達成目標。如目前的模式的決策輔助系統 (ANIMO 模式)，即由許多組織與研究人員（至少有20-30人）參與工作，另有16位系統設計工程師參與軟體建置工作，花費20年時間才完成。此系統建立不易，卻提供政府部門決策者相當有用的參考資訊。

5、這次考察由荷蘭農業部安排，雖然一次小的考察行程，但農業部盡力的安排各相關單位，使我們對荷蘭在環境保護的養分管理策略能有概略的了解，而各單位研究人員都對其負責的部分有詳實的說明，即使是到田間參觀都一一說明，足見荷蘭人的敬業精神。並且從討論中即有許多收穫。國內研究人員對於相關研究工作，若能常有小組討論，我想對研究素質的提升、工作的整合、資源的節省，都應有相當的助益。

七、建議

- 1、雖然基於經濟發展與民生需求的考量，我國環境保護工作較遲緩，但面對環境的逐漸惡化，我國也應學習荷蘭政府正視環保問題，而逐步擬定環境目標與管理策略，以減緩污染性高的產量對環境的衝擊。如從供需層面、農業發展與台灣可承受的環境負荷來評估禽畜的飼養頭數，並擬定逐年遞減的策略以及評估農田可容許的養分流失基準、可容許的投入量及廢棄物的處理方式與制度化等，並加以管制，以減緩產量發展對環境造成的衝擊，以保護我國的環境，並使農業可以永續發展。
- 2、我國畜牧業廢棄物對環境造成的負荷並不亞於荷蘭，荷蘭政府與人民為保護其環境惡化，而採行的環境養分管理與執行，值得我們效仿。但以台灣目前現狀，要在短期內如荷蘭執行Minas，實不容易，如要求農民每年繳交其農場的養分收支表，或統計局中必需有600位人力來處理農民每年繳交的養分收支表，以達環境管理目標，在台灣恐不易執行。但在禽畜糞尿的處置上，應可採用荷蘭污染者付費與直接注入土壤中的方式來處理，以降低化肥的使用，減少氮流失，亦省工省時。
- 3、我國目前尚未對農田的養分管理有任何管制，若以荷蘭預計在2003年，達到耕地氮肥用量低於170Kg/ha之目標，台灣因作物栽培指數較高，或可加倍。若按氮素需求340Kg/ha/yr計算（我國目前氮素平均施用量亦為340Kg/ha/yr左右），欲將台灣每年產生的禽畜糞尿直接施於土壤中，初步估算平均約需有44萬公頃農地來處置。以目前農地86萬公頃而言，應有足夠的農地可消納禽畜糞尿，又可減少化學肥料的施用。不過因農田施肥時間有限，仍有貯存的需要。
- 4、在台灣執行荷蘭禽畜糞尿直接注入土壤的處置方式，仍需評估下列幾方面：
 - (1)禽畜糞尿中是否有寄生蟲問題。
 - (2)重金屬含量的管制。
 - (3)施用後是否有鹽分累積問題
 - (4)我國溫度較荷蘭高，禽畜糞尿施用時期與作物種植時間需加以評估。
 - (5)評估水田是否適合直接將禽畜糞尿注入土壤中，或施用時期，以避免糞尿發酵，傷害根系特別是一、二期作間休閒期短。
- 5、若要採用荷蘭禽畜糞尿直接注入土壤，我國還需在下列幾方向努力：
 - (1)污染者付費觀念之宣導，此作法雖將使肉品價格上揚，但應是合理的。
 - (2)現行養豬舍是否適宜禽畜廢尿的收集，貯存與運輸。
 - (3)禽畜糞尿運輸與處置公司的成立或由政府單位執行。

(4)引進或研發適於我國使用的施肥機。

- 6、荷蘭政府為了解其國內的養分動態與循環，有完善的監測系統，但不是為稽查養分管理不佳的農戶，因為養分，特別是氮素在土壤中的轉化快速，不宜作為處罰之佐證。但完整的環境資料可提供其國人對環境保護的認知，並提供決策者有用的資訊，以輔助決策的釐定。我國對於灌溉水、井水與農田亦都有監測網，只是執行上不如荷蘭徹底與切實，亦沒有一專責的機構如荷蘭農業部之專家中心，來整合這些資料以提供決策者參考。國內某些單位或可調整其部分業務而整合國內監測資料並加以評估，以供政策釐定之參考。
- 7、此次考察期間因荷蘭畜牧業正遭口蹄症侵襲，因此不能前往參觀低氨逸散的廠舍，及禽畜糞尿的貯存方式，建議畜牧處再派員考察。
- 8、本次前往荷蘭考察，才獲知荷蘭農漁部的Herman Snijders先生曾於2000年受邀來台，針對其國內環境礦物質及畜牧廢棄物管理策略提出報告。筆者不知國內是否已針對其提出的荷蘭經驗，進行國內的可行性評估，以降低畜牧農業對環境造成的衝擊。本報告僅針對自己的考察心得提出挫見。
- 9、在本次考察過程中，曾得Alterra Dr. Oene Oenema之建議，向荷蘭農漁部提出中荷合作計畫初步構想，期望藉由荷蘭對其環境管理的經驗，能協助我國提升環境的品質。合作計畫初步構想書如附錄。

八、附錄

Preliminary cooperation project between the Netherlands and Taiwan

We appreciate the arrangement of visiting program by ministry of Agriculture, Nature Resource and Fishing. Through the visiting program, we have a inspiration from the whole process of preventing environmental impact in the Netherlands. Especially in five respects as followings:

- (1) Integrated strategy and methodology, reaching the goal step by step.
- (2) Goal oriented and integrated research teamwork.
- (3) Application of expert system and GIS.
- (4) Extension Network.
- (5) Completely execution of environmental management strategy.

Although the climate, soil and farming practice in the Netherlands is not quite similar that in Taiwan, the knowledge, methodology and technique would be useful and efficient to reduce the environmental impact in Taiwan.

We will strongly suggest our government to have a operation project between the Netherlands and Taiwan within two years due to the budget and a government agreement. The content of the project mainly including two respects:

- (1) The expert of the Netherlands would be invited to Taiwan to share the whole process of preventing environmental impact and make a executable policy of nutrient management,
- (2) The researcher would study the expert system and GIS system in the Netherlands and evaluate the possibility of the application of those system in Taiwan (Tropical and Subtropical).

Chiling Chen

Department of Agricultural Chemistry

Taiwan Agricultural Research Institute