

非點源污染最佳管理作業規劃手冊講習會

農業活動非點源污染最佳管理作業手冊

報 告 者：溫清光

名譽教授，國立成功大學環境工程學系



大綱

一、農業非點源污染來源與種類

二、農業非點源污染最佳管理作業



金門高粱(溫攝)



阿里山高山茶(溫攝)



一、農業非點源污染來源與種類

❖ 地之開墾與土壤翻動；休耕時地表裸露；灌溉過程，尤其是畦灌，所造成的土壤沖蝕更是嚴重

1. 污染物種類

❖ 養分 (Nutrient)

- 施肥，氮和磷是造成農業用地非點源污染的主要來源。

❖ 農藥

❖ 耗氧物質

- 牲畜糞尿排泄物、作物殘株及有機肥



農業非點源污染之形成 (3)

❖ 微生物

- 飽含細菌和病原體，會出現在人類和動物的排泄廢物中。
 - 來源包含污水處理系統、飼育場和化糞池。

❖ 肥料

❖ 油脂

- 農用機具漏油。

❖ 固體廢棄物

- 農藥、肥料包裝袋。

❖ 其他

- 農業活動導致土壤鹽分增加，灌溉尾水溫度升高



2. 農業非點源污染之來源



沉積物



養份



農藥



耗氧物質



2. 農業非點源污染之來源

曾文水庫集水區之茶園、檳榔園和山葵園(溫攝)





2. 農業非點源污染之來源



德基水庫上游高冷蔬菜(溫攝)

2. 農業非點源污染之來源



曾文水庫集水區之放山雞場(溫攝)



金門太湖集水區養牛場



動物的畜養



3. 農業非點源污染造成的影響

- ❖ 土壤侵蝕
- ❖ 水庫及水路淤積
- ❖ 洪峰增加，到達時間縮短
- ❖ 影響水質：台灣水庫主要之來源
近數十年來農業逐漸由平地往山坡地擴展，山坡地被開墾成果園、茶園、菜園、檳榔園或山葵園
水庫TN、TP 有5-15%來自點源，85-95%來自非點源，其中75-90%來自林地，5-10%來自農業。
- ❖ 污染地下水：對地下水之污染比地面水嚴重，硫酸鹽、氨氮、硝酸鹽增加，硝酸氮常超過飲用水之標準(10 mg/L)



●地下水硝酸鹽污染主要來自農業的非點源污染：

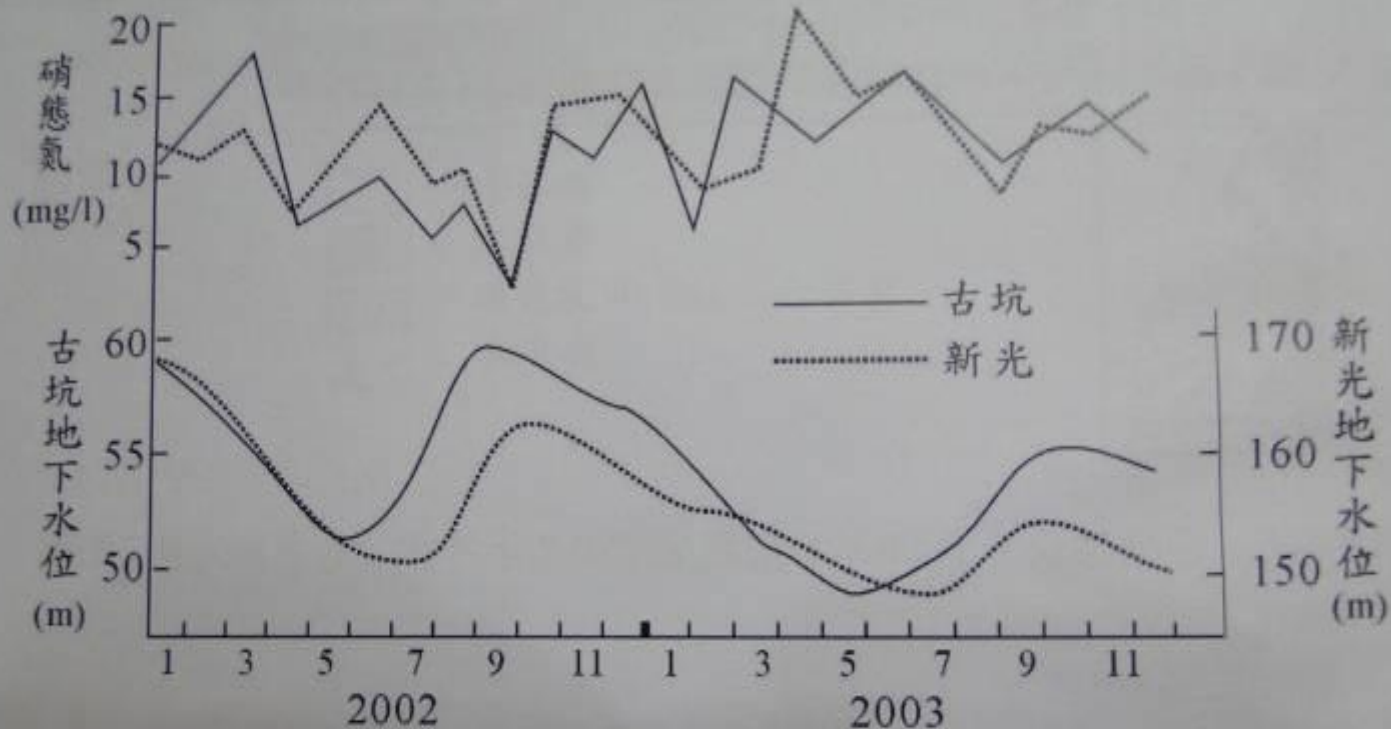
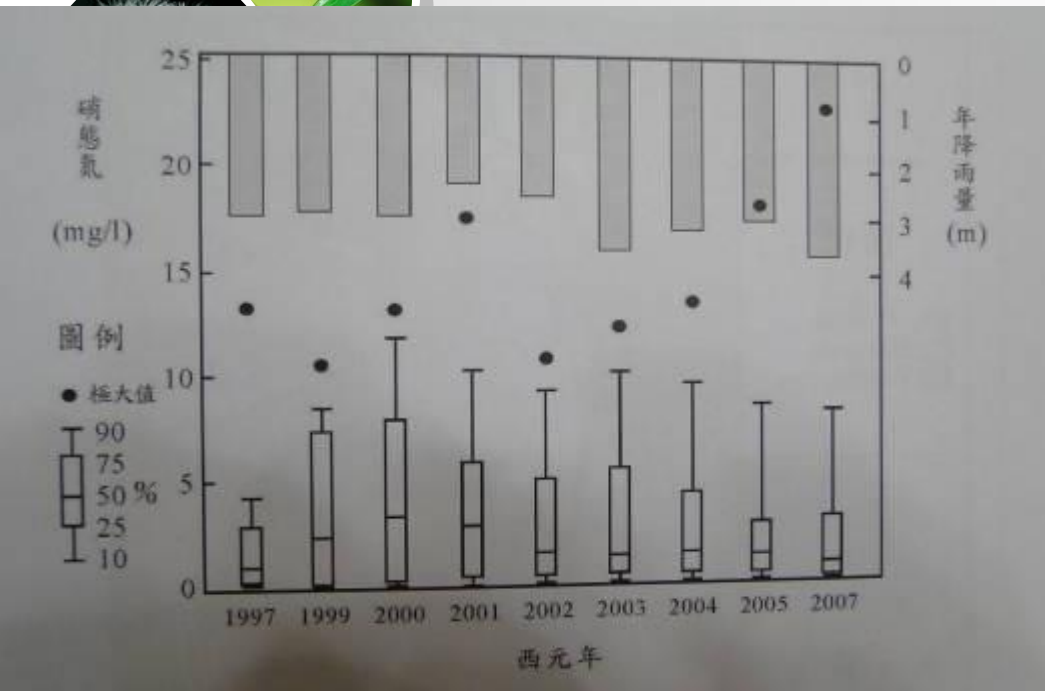


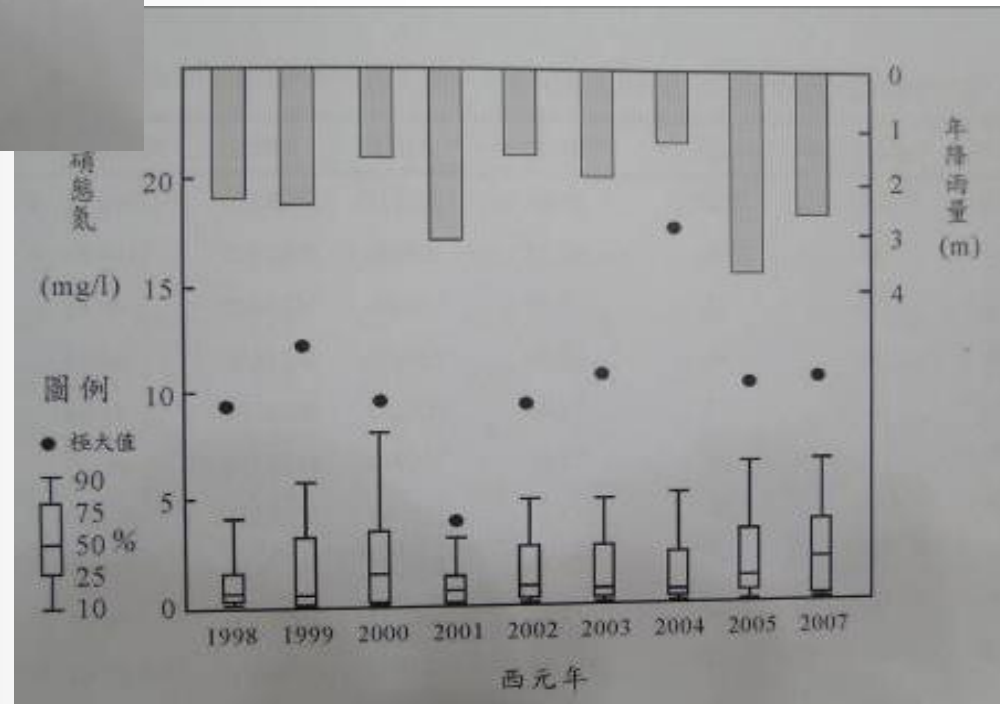
圖 5. 古坑及新光井硝態氮濃度與地下水位

1998-2007地下水硝酸氮濃度



圖：濁水溪補注區

(摘自陳文福、呂學論, 2008)



圖：屏東平原



TOC增加

金門水塘及河道上之濕地植物的興衰(溫攝)



夏季植物
生長茂盛



冬季植物
枯死，釋
放耗氧物
質



造成下游水
庫**TOC**濃度
高，溶養降
低、魚類死

金門水庫之TOC平均濃度8~10 mg/L，是台灣水庫的5倍。



二、農業非點源污染最佳管理作業

- 5.1 一般農場管理
- 5.2 畜牧廢棄物管理
- 5.3 灌溉用水管理
- 5.4 畦條作物管理與收成
- 5.5 濕地及溪流保護與管理



5.1 一般農場管理

- 5.1.1 土壤鹽份管理
- 5.1.2 地下水位控制
- 5.1.3 農業廢污管理
- 5.1.4 田間防風林
- 5.1.5 草及豆科植物之間作
- 5.1.6 農業化學之堆積、處理及處置
- 5.1.7 整體性的農藥管理
- 5.1.8 池塘
- 5.1.9 草料收成管理
- 5.1.10 牧草種植保護
- 5.1.11 屋頂逕流截水設施
- 5.1.12 行車通道



5.2 畜牧廢棄物管理

5.2.1 動物殘骸處理設施

5.2.2 厭氧分解槽

5.2.3 籬笆與限制使用

5.2.4 常使用區域的保護

5.2.5 河道穿越設施

5.2.6 替代水源結構物

5.3 灌溉用水管理

5.3.1 灌溉用水管理

5.3.2 調節性排水系統

5.3.3 灌溉系統；尾水回收

5.3.4 水量管制結構物

5.3.5 滴灌

5.3.6 地表下流道



5.4 畦條作物管理與收成

5.4.1 田間邊界

5.4.2 田間帶狀耕作

5.4.3 保育耕作

5.4.4 等高耕作

5.4.5 等高帶狀耕種

5.4.6 過濾帶(緩衝帶)

5.4.7 覆蓋作物

5.4.8 輪作

5.4.9 草溝

5.4.10 分水工

5.4.11 階段穩定

5.5 濕地及溪流保護 與管理

5.5.1 濕地開發與復育

5.5.2 調節暨攔砂池

5.5.3 逕流管理系統

5.5.4 水岸森林緩衝



xxx肥料管理-最重要之原頭控制

❖ 定義：

- 確認作物所需的肥份、最佳使用量、使用頻率及時間，使流失於地表水或地下水的肥份減至最少。

❖ 目的：可減少肥料損失、保持土壤肥份、增加作物產量、降低成本。

❖ 污染物去除效率（高●，中◎，低○，不確定△）：

1. 地表水水質

- ○鹽份 ○溫度 ○泥砂
- ●可溶性肥料 ●吸附性肥料 ○可溶性農藥
- ○吸附性農藥 ○需氧量 ○病源

2. 地表水水量

- ○尖峰逕流量 ○逕流體積

3. 地下水水質

- ●養份 ○農藥



範例：茶樹合理化施肥

❖ 植物生長肥料需求量

- 三要素：氮素、磷酐、氧化鉀
- 施肥量 (kg) × 肥料要素含量 (%) = 要素量(kg)

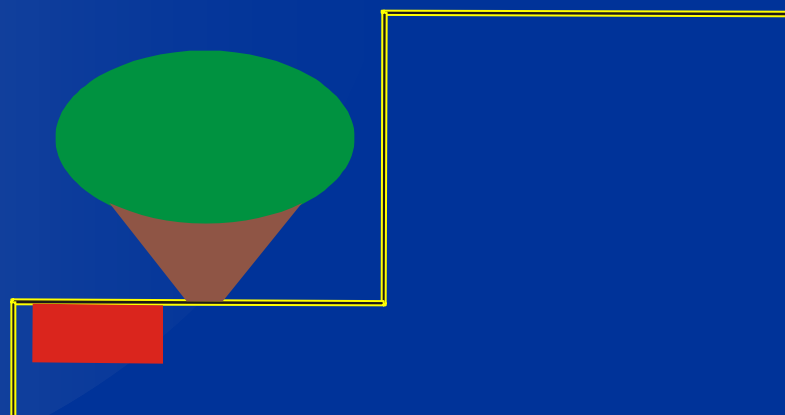
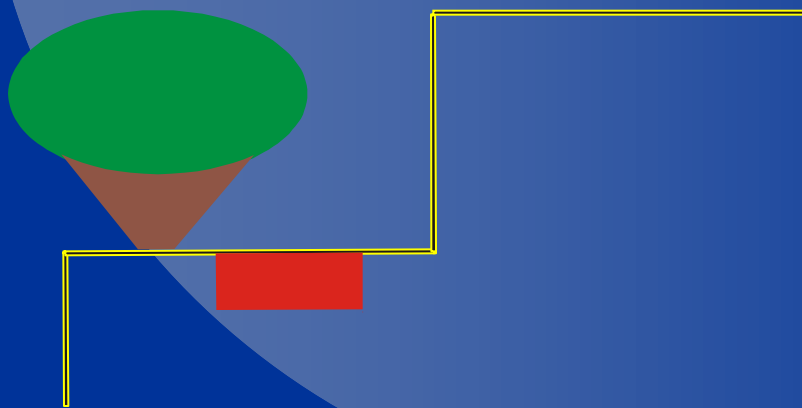
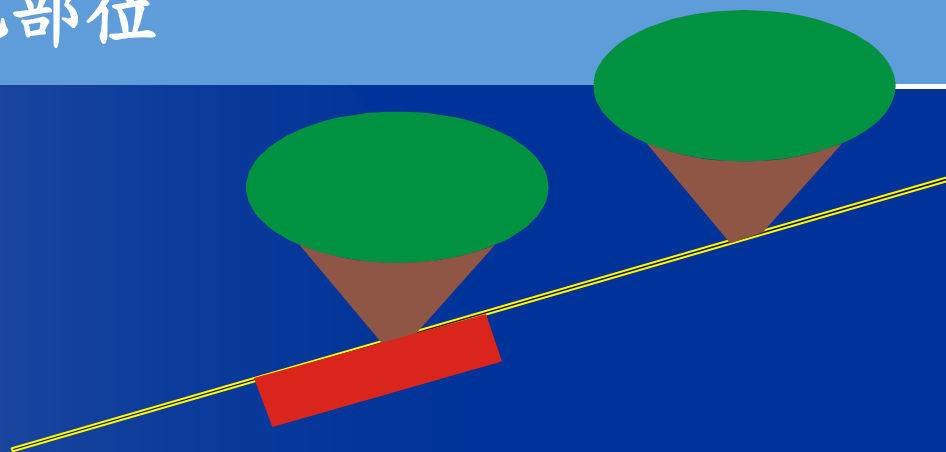
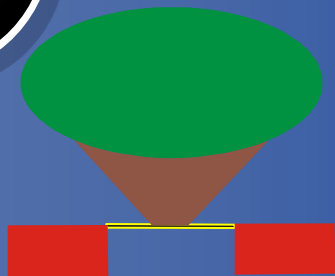
❖ 合理化施肥

- 實際施肥量600kg-N/ha-yr
- 建議施肥量400kg-N/ha-yr
- 減少20%施肥量並不會影響茶葉品質及產量

❖ 施肥過量對茶樹的影響



a. 施肥部位





茶樹扦插株的根系位置

地形	位置	根系分佈	施 肥
平地	併排	覆蓋式淺盤	樹 裙
階梯	種植 中內	內：根粗數少	
		外：根細數多	主對象
	種植 外側	內：根細數多	主對象
		外：根細但短	
緩坡	上坡	量少而深	
	下坡	量多而淺	主對象



b.時機、用量與比率

- a) 施肥**4-6**個月後，才能在茶樹上發揮最大肥效。
- b) 少量多施減少流失，增加利用率。
- c) 土壤貧瘠之地可增加有機質用量。
- d) 中剪茶園應改用**43**號肥。
- e) 切記施肥後，一定要在**4-6**個月後，才能驗收成果。



5.1.1 土壤鹽份管理

- ❖ 定義：
- ❖ 管理非灌溉地區的土地、水，和植物，達到控制表土層或根層的鹽份。
- ❖ 目的：
- ❖ 增進土壤生產力、降低土壤和地下水的鹽份濃度、控制鹽份地的形成、改善作物生長環境。
- ❖ 污染物去除效率（高●，中◎，低○，不確定△）：

1. 地表水水質

- | | | |
|----------|--------|--------|
| ■ ●鹽份 | ○溫度 | ◎泥砂 |
| ■ ◎可溶性肥料 | ◎吸附性肥料 | ◎可溶性農藥 |
| ■ ◎吸附性農藥 | ○需氧量 | ○病源 |

2. 地表水水量

- | | |
|----------|-------|
| ■ ○尖峰逕流量 | ○逕流體積 |
|----------|-------|

3. 地下水水質

- | | |
|-------|-----|
| ■ ○養份 | ○農藥 |
|-------|-----|





5.1.3 農業廢污管理

- ❖ 定義：
- ❖ 結合管理作業，暫時存放農業廢污以供未來所需，農業廢污包括糞肥、牛奶房清洗水，和飼育排水。農業廢污管理可能包括濕地、水道、分水工、柵欄、過濾帶、排水、逕流管理、廢污儲存設施、廢污處理設施，和廢污利用。
- ❖ 目的：
- ❖ 降低肥料需求、改善土壤、養份之循環利用、降低疾病之傳播潛力、節約能源。
- ❖ 污染物去除效率（高●，中◎，低○，不確定△）：

1. 地表水水質

- ○鹽份 ○溫度 ●泥砂
- ●可溶性肥料 ●吸附性肥料 ○可溶性農藥
- ○吸附性農藥 ●需氧量 ●病原

2. 地表水水量

- ○尖峰逕流量 ○逕流體積

3. 地下水水質

- ●養份 ○農藥





5.1.4 田間防風林

❖ 適用地點：

- 風蝕或強風地區之坡面
- 栽植易受風害作物之農地
- 適用植物以枝條富彈性、萌芽力強、抗風力強枝植物為宜
 - 木麻黃、長枝竹、朱槿、觀音竹、黃楓、夾竹桃、甜根子草、林投等。
 - 防風林帶之方向，一般是與主風向垂直最具防風效果。迎風面所受風力過大可能危害防風林本身之安全，故防風林之方向，宜依其風速之大小而作適量之改變。

❖ 維護需求：

- 種植後遇有缺株即應補植，樹木須加修剪，竹林應切去不必要枝桠或竹桿，使再萌發密茂小枝，期加強防風效能。
- 防風草帶在風季宜立支柱及編柵，以加強防風效能。
- 為防止林帶與主作物爭奪水分，在林帶與耕地間宜掘溝，並必須作適度修剪，以防止影響作物生長。



5.1.7 整體性的農藥管理

除了用傳統的化學性農藥之外，亦可利用一些生物上和化學上的特殊來控制，例如，透過微生物、生物，和化學系統的整合，有效控制作物病蟲害，以減少農藥的使用量及使用頻率，降低農藥的流失。

可以促進作物生長、控制病蟲害、減少農藥使用量，降低農藥到地表和地下水的污染量以及降低成本。

1. 地表水水質

- ○鹽份
- ○可溶性肥料
- ●**吸附性農藥**
- 溫度
- 吸附性肥料
- 需氧量
- 可溶性農藥**
- 病源
- 泥砂

2. 地表水水量

- 尖峰逕流量 ●逕流體積

3. 地下水水質

- 養份
●農藥



5.2.2 厭氧分解槽

1. 解說：分解槽為畜牧廢棄物處理系統，將新鮮糞便收集再利用，可分為未加熱的室溫分解槽和有溫度控管(35°C)的厭氧分解槽。一次分解作用單日可削減90%的大腸桿菌。
2. 目的：改善大腸桿菌、營養鹽。
3. 使用限制
 - (1) 其設計和操作需符合政府規範。
 - (2) 可考慮於分解槽上鋪設植物覆蓋層，作視覺上的美化功效
 - (3) 需注意設置方式和維護措施的正確性，以免造成臭味溢散



4.設計準則

- (1) 設置位置應愈接近糞便來源愈好，並與公共區域保持300呎以上距離、與常年或漸歇水流保持25呎以上距離。
- (2) 雨水應導流，避免經過分解槽。
- (3) 家畜糞便應先以固液分離處理，再導入分解槽中，所產出的堆肥具有高濃度的離子態氮肥，為作物吸收良好的營養

5.維護需求

- (1) 建立標準作業流程，注意操作管理。
- (2) 監測分解槽反應程序。

6.執行需求

所需經費較高，視建設材料、施工，和規模而定。



厭氧分解槽



5.2.3 籬笆與限制使用

1. 簡介

籬笆可削減60%氮、75%沉積顆粒、50-90%懸浮固體，將家畜與小範圍或二級的水源阻隔，可削減99%大腸桿菌

2. 目的

改善沖蝕和沉積、大腸桿菌、營養鹽

3. 使用限制

應利用籬笆將動物與水源隔開，達到限制使用的效果。

4. 設計準則

- (1) 需具有適當的高度與材料，
- (2) 將家畜維持在放牧區中，
- (3) 同時應提供充





- (2) 籬笆可由刺鐵絲、圍籬，或通電圍籬材料組成，其選擇以使家畜無法脫逃為目標。
- (3) 限制使用的架設針對嚴重污染區域，其界線可以天然或人工的材料設置，並以維護2年為期或直到植被覆蓋恢復。
- (4) 需考慮設置完成後的水質污染，並於設置時盡量減低對野生生物和周遭環境的衝擊，必要時應建立替代水源結構物隨時支應。

5. 維護需求

定期檢查籬笆的圍欄效果

6. 執行需求

- (1) 經費需求包含場址準備、架設材料、人力成本與維護
- (2) 籬笆的價格與材料和總拉行距離有關
- (3) 限制使用經費不高，端視材料費用而定。



5.3.1 灌溉用水管理

❖ 定義：

控制灌溉的速度、時間，和用水量確保作物得到所需的水份，不浪費水資源，以達到非點源最佳控制，其中並包含了肥料、農藥施放與灌溉系統的整合。

❖ 目的：

❖ 滿足作物所需的水分、降低土壤沖蝕、減少用水及其損失、減緩肥料及農藥等在水中的移動速度。

❖ 污染物去除效率（高●，中◎，低○，不確定△）：

1. 地表水水質

- ●鹽份 ○溫度 ●泥砂
- ●可溶性肥料 ●吸附性肥料 ●可溶性農藥
- ●吸附性農藥 ○需氧量 ○病源

2. 地表水水量

- ◎尖峰逕流量 ◎逕流體積

3. 地下水水質

- ◎養份 ◎農藥





5.3.3 灌溉系統：尾水回收



❖ 收集、儲存、運輸灌溉尾水再利用之設施。

❖ 污染物去除效率

❖ (高●，中◎，低○，不確定Δ)：

1. 地表水水質

- ●鹽份 Δ溫度 ●泥砂
- ●可溶性肥料 ●吸附性肥料
- ●可溶性農藥 ●吸附性農藥
- ○需氧量 ○病源

2. 地表水水量

- ◎尖峰逕流量 ◎逕流體積

3. 地下水水質

- Δ養份 Δ農藥



5.3.4 水量管制結構物



❖ 用在灌溉、排水或其他管理系統的結構物，以控制水流的水位、速率與流量。

❖ 污染物去除效率

❖ (高●，中◎，低○，不確定Δ)：

1. 地表水水質

- ○鹽份 ●溫度 ●泥砂
- ○可溶性肥料 ●吸附性肥料
- ○可溶性農藥 ○吸附性農藥
- ◎需氧量 ○病源

2. 地表水水量

- ●尖峰逕流量 ●逕流體積

3. 地下水水質

- ○養份 ○農藥



5.4.3 保育耕犁

- ❖ 定義：
- ❖ 任何位於敏感沖蝕地區，可以將植物殘株留在地表或降低耕犁次數的方法。
- ❖ 目的：
- ❖ 避免耕地土壤沖蝕、改善土壤品質、節省燃料耗費量、保持土壤水份、降低逕流以及增加入滲。
- ❖ 污染物去除效率（高●，中◎，低○，不確定△）：

1. 地表水水質

- | | | |
|----------|--------|--------|
| ■ ○鹽份 | ○溫度 | ●泥砂 |
| ■ ○可溶性肥料 | ●吸附性肥料 | ○可溶性農藥 |
| ■ ●吸附性農藥 | ○需氧量 | ○病源 |

2. 地表水水量

- | | |
|----------|-------|
| ■ ◎尖峰逕流量 | ◎逕流體積 |
|----------|-------|

3. 地下水水質

- | | |
|-------|-----|
| ■ △養份 | △農藥 |
|-------|-----|





5.4.4 等高耕種

- ❖ 定義：
耕耘、播種、翻土、收成均沿著一等高方向的耕種方法，亦即是梯田的耕種方式。
 - ❖ 目的：
此種耕種方式在較不陡峭的斜坡可減少土壤流失、保持土壤水份、增加入滲。
 - ❖ 污染物去除效率（高●，中◎，低○，不確定△）：
1. 地表水水質
 - ○鹽份 ○溫度 ●泥砂
 - ◎可溶性肥料 ●吸附性肥料 ◎可溶性農藥
 - ●吸附性農藥 ◎需氧量 ◎病源
 2. 地表水水量
 - ◎尖峰逕流量 ◎逕流體積
 3. 地下水水質
 - △養份 △農藥





等高耕作 (階段)





阿里山茶樹之種植



平台階段與等高種植之茶樹
照片：溫清光, 2003



5.4.5 等高帶狀耕種

-



等高帶狀耕種



茶樹植草與裸露

照片：范正成, 2000



5.4.8 保育輪作

- ❖ 定義：
- ❖ 作物的輪作，用來提供改善土質，提供所需的有機養份，減少化學肥料的使用量。
- ❖ 目的：
- ❖ 可以改良土質、改善使用水的效率，幫助控制雜草、害蟲、疾病，保護土壤降低沖蝕，瓦解雜草、害蟲、疾病的再生。
- ❖ 污染物去除效率(高●，中◎，低○，不確定△)：

1. 地表水水質

- | | | |
|----------|--------|--------|
| ■ ◎鹽份 | ○溫度 | ●泥砂 |
| ■ ◎可溶性肥料 | ●吸附性肥料 | ◎可溶性農藥 |
| ■ ●吸附性農藥 | ○需氧量 | ○病源 |

2. 地表水水量

- | | |
|----------|-------|
| ■ ○尖峰逕流量 | ○逕流體積 |
|----------|-------|

3. 地下水水質

- | | |
|-------|-----|
| ■ ◎養份 | ◎農藥 |
|-------|-----|





5.4.9 草溝



❖ 一種栽植草類之自然或人工渠道，以集中暴雨逕流達到保護土壤的目的。



❖ 污染物去除效率

❖ (高●，中◎，低○，不確定Δ)：

1. 地表水水質

- ○鹽份 ○溫度 ◎泥砂
- ○可溶性肥料 ◎吸附性肥料
- ○可溶性農藥 ◎吸附性農藥
- ○需氧量 ○病源

2. 地表水水量

- ◎尖峰逕流量 ◎逕流體積

3. 地下水水質

- ○養份 ○農藥



5.4.10 分水工



雲林-林內，分水工

❖ **橫跨於被保護土地或保護物之上游**，以攔截逕流，將地區多餘剩水分流至另一區域，使其可被使用或安全地排出的人工或植草渠道。

❖ 污染物去除效率

❖ (高●，中◎，低○，不確定Δ)：

1. 地表水水質

- ○鹽份 Δ溫度 ◎泥砂
- ○可溶性肥料 ◎吸附性肥料
- ○可溶性農藥 ◎吸附性農藥
- ○需氧量 ◎病源

2. 地表水水量

- ●尖峰逕流量 ●逕流體積

3. 地下水水質

- ○養份 ○農藥



5.5.1 濕地開發與復舊



❖ 開發或維持自然的濕地，利用濕地對污水進行處理。這一系統消耗能量少，投資和運轉管理費用低，處理效果好。特別是對經處理廠難以去除的營養元素有較好的淨化效果。

❖ 污染物去除效率

❖ (高●，中◎，低○，不確定Δ)：

1. 地表水水質

- ○鹽份 ◎溫度 ●泥砂
- ◎可溶性肥料 ●吸附性肥料
- ◎可溶性農藥 ●吸附性農藥
- ●需氧量 ◎病源

2. 地表水水量

- ●尖峰逕流量 ●逕流體積

3. 地下水水質

- ●養份 ○農藥



5.5.2 調節暨攔砂池



坪林，攔砂池

❖ 築於次要河川之橫向土提，用以攔截暨沈澱泥砂。

❖ 污染物去除效率

❖ (高●，中◎，低○，不確定△)：

1. 地表水水質

- ○鹽份 △溫度
- ○可溶性肥料
- ○可溶性農藥
- ◎需氧量

- 泥砂
- 吸附性肥料
- 吸附性農藥
- 病源

2. 地表水水量

- ●尖峰逕流量

- 逕流體積

3. 地下水水質

- △養份

- △農藥

謝謝聆聽



馬太安濕地



花蓮豐濱