

台灣地區磷資源流佈現況 及議題討論

馬鴻文

台灣大學環境工程學研究所

綱要

- * 磷資源之重要性
- * 台灣地區磷資源流佈現況
- * 目前台灣地區磷資源回收現況
- * 現況初步分析
- * 議題討論



美國佛羅里達州磷礦田

磷重要性

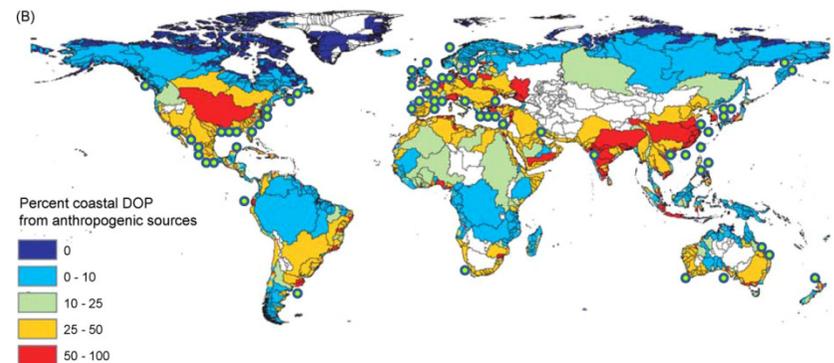
- * 為生物體必要之營養鹽
 - * 人體組織及骨骼
 - * 其他動物之骨骼及組織
 - * 磷為所有植物所必需，為肥料三要素之一
- * 工業製程所需
 - * 肥料工廠製造
 - * 飼料工廠製造
 - * 半導體業(LED及金屬表面)
 - * 火藥



磷的燃燒相對緩慢,所以可以在天空製造出流星的效果

磷重要性

- * 磷礦為不可再生資源，有資源耗竭危機(Cordell, 2008)
 - * 全球磷礦開採90%用於糧食生產
 - * 全球蘊藏量僅約使用50-100年
 - * 無替代品
- * 磷為有限資源，在農業及化學工業上為重要資源
- * 磷礦目前生產主要三個國家
 - * 美國:24.7%
 - * 中國:20.7%
 - * 摩洛哥:17.1%



世界磷礦產產量
(Patricia M. Glibert, 2008)

磷重要性

- * 磷需求量成長
 - * 食物需求量成長
 - * 工業發展成長
- * 磷於水體易產生優養化問題
- * 資源散佈於土壤水體中難以回收
- * 恐造成資源匱乏及汙染問題



磷重要性

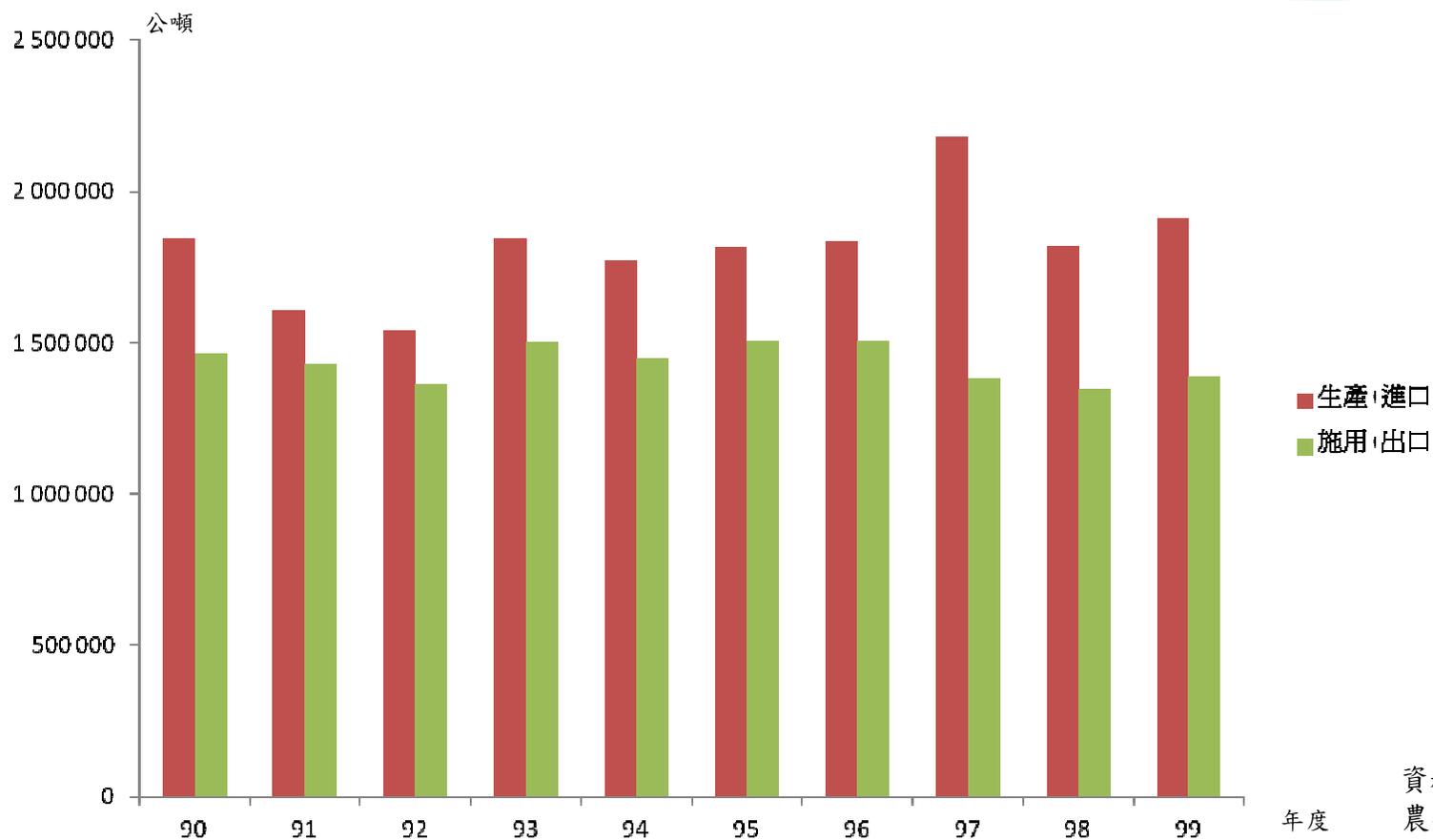
- * 中國國務院關稅稅則委員會於2008年開始加重磷相關礦石及產品輸出之關稅
- * 台灣經濟發展主要仰賴進出口貿易，礦產幾乎仰賴進口，有限資源價格若調漲，將對台灣產業造成衝擊



黃磷鐵礦

台灣地區農業使用肥料現況

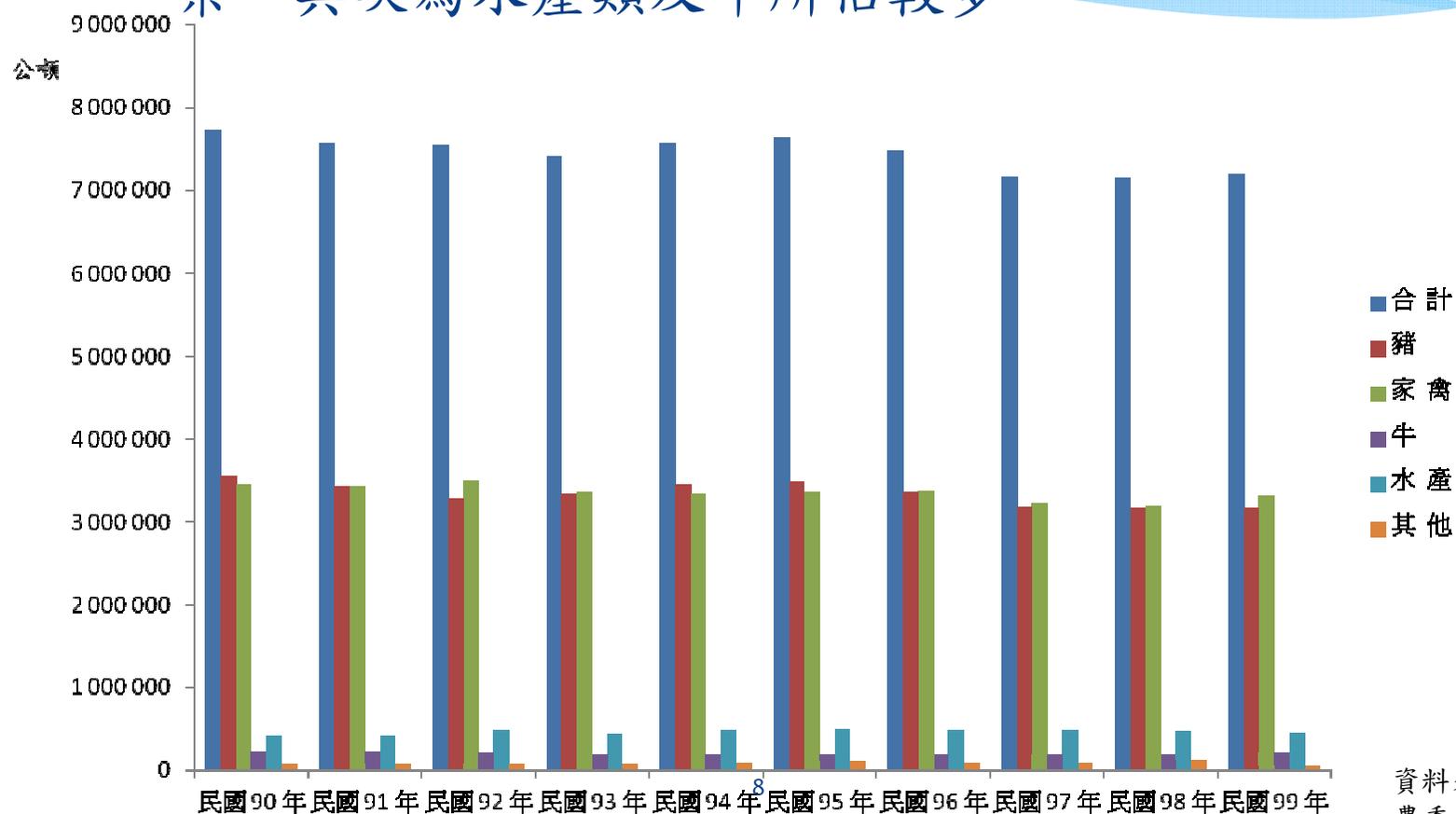
* 平均一百五十萬公噸以上進入台灣地區肥料使用，
平均施用及出口量卻低於進入台灣地區量



資料來源：98年
農委會統計年報

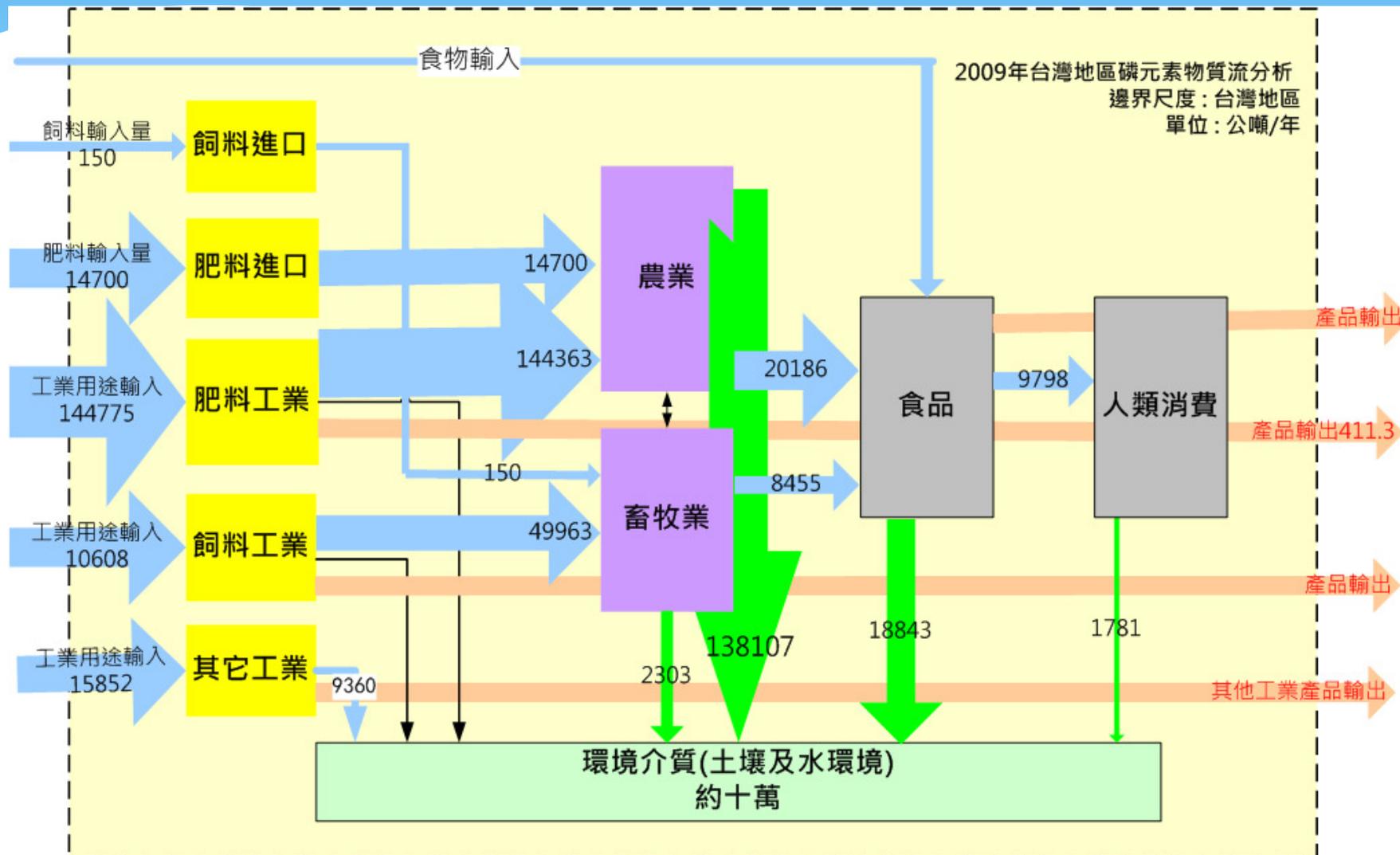
台灣地區畜牧業使用飼料現況

* 近十年來平均豬隻及家禽類所使用磷資源占最大宗，其次為水產類及牛所佔較多



資料來源：98年
農委會統計年報

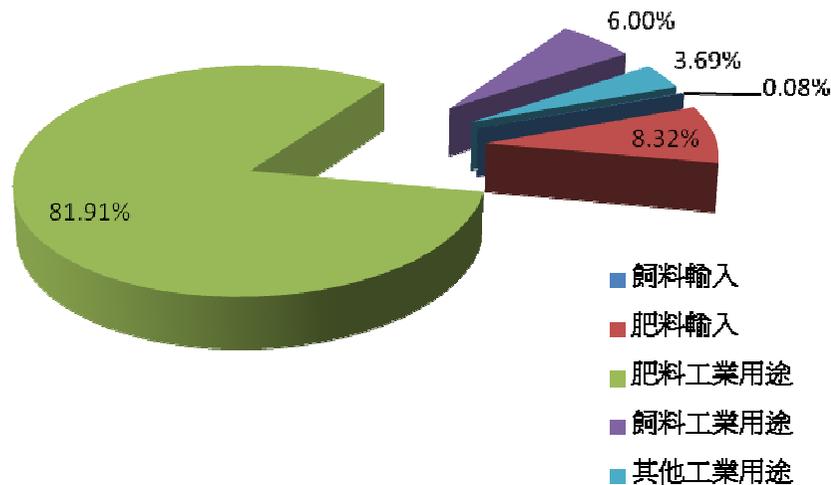
台灣地區磷物質流現況



台灣地區磷物質流現況

磷礦進口用途

- * 肥料工業用途為最大宗輸入，其次為肥料直接輸入，畜牧飼料工業用途占第三大量



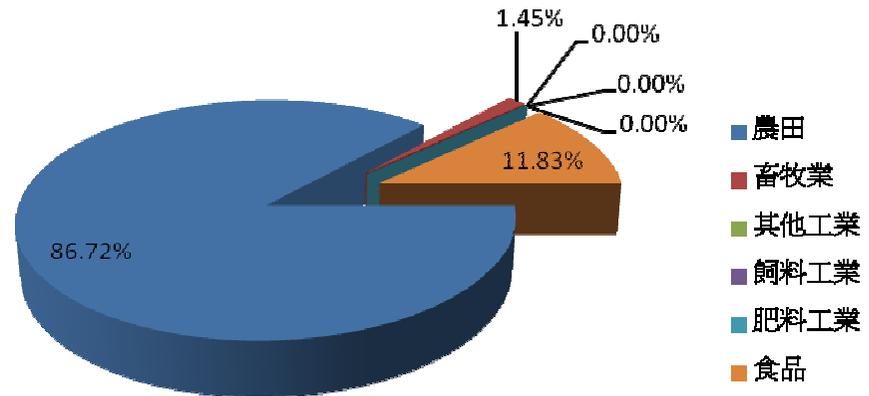
磷礦出口用途

- * 此部分因數據不足，故量化呈現需繼續研究
- * 肥料產品輸出
- * 飼料產品輸出
- * 食品輸出
 - * 食品或食物輸出至國外
- * 其他工業輸出
 - * 半導體業或其他產業輸出

台灣地區磷物質流現況

各階段磷進入環境介質結果

- * 以農田施用肥料時進入環境介質比例占最大宗，其次為畜牧業進入環境介質比例較大
- * 工業直接排放進入環境介質量較小
- * 磷經由農田進入環境介質而導致環境問題



磷於台灣地區主要用途

- * 農業肥料
 - * 各種農作物均使用肥料栽種
- * 飼料
 - * 台灣畜牧業以養豬業為大宗，其次為家禽
 - * 台灣地區畜牧業飼料配方以農委會建議配方需磷含量為0.7%以上



磷於台灣地區主要用途

- * 少部分為其他工業使用
 - * 光電產業
 - * 清潔用品因政府長期推廣無磷清潔用品，因此磷用量較少
 - * 鋼鐵業在煉鋼原料中也含有磷；以中鋼為例其廢棄物(高爐石及轉爐石)所含磷排出量為9360.44公噸，但原料輸入之含磷量目前尚未了解；而其產出產品含磷量及輸出量亦為可能需關注部分

可回收磷的廢棄物種類

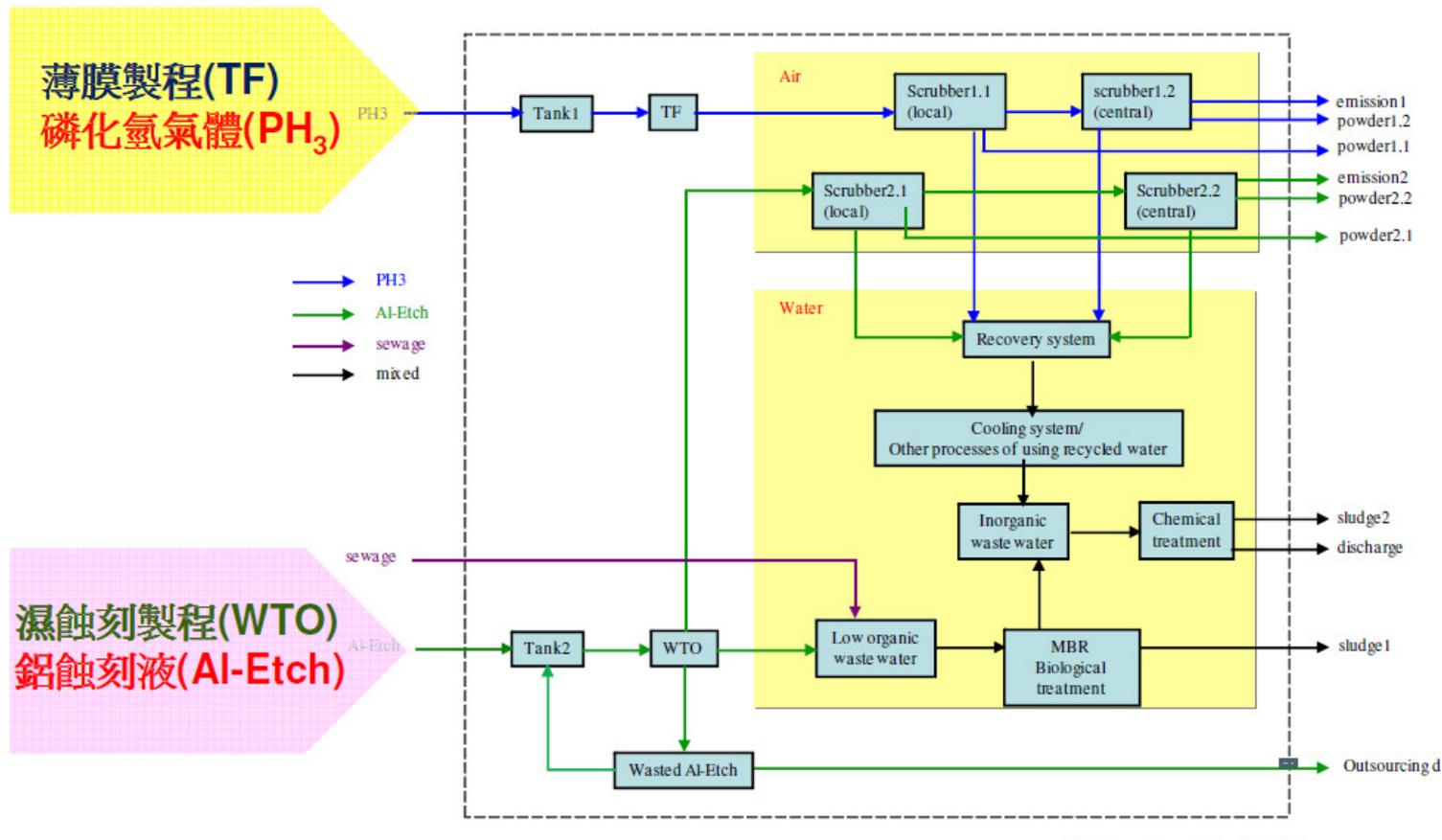
- * 廢水
 - * 污水處理廠污泥進行回收
- * 污泥
 - * 使用技術濃縮後回收
 - * 直接運至農地當作肥料
- * 家畜禽類糞便
- * 光電廠及鋼鐵業廢水、廢棄物回收(製程進行回收)
 - * 某光電為例，有特定設備進行回收

台灣地區磷回收可行性

| 介質 | 可行回收方式 | 台灣是否有進行回收使用 | 回收方式及現況 |
|------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------------|
| 農田 | 減少使用量，合理化施肥 | 無 | 無 |
| 畜牧業 | 1.勿過量給予飼料及配方 2.動物糞便可給予植物使用 | 有 | 糞便等可直接運至農田肥料使用 |
| 肥料、飼料及其他工業 | 依不同化學廢棄物型態給予不同回收方式 | 有 | 此部分因依不同工業進行回收，故若有確切執行回收效果較佳也較容易收集執行 |
| 鋼鐵工業 | 依不同化學廢棄物型態給予不同回收方式 | 有 | 1.廠內利用技術進行回收 2.部分廢棄物為掩埋或建材使用 |
| 食品 | 廚餘以清潔隊收集進行回收 | 有 | 近年政府積極推廣辦理 |
| 人類消費 | 將汙水處理廠廢水及汙泥進行磷回收再用 | 無 | 無 |

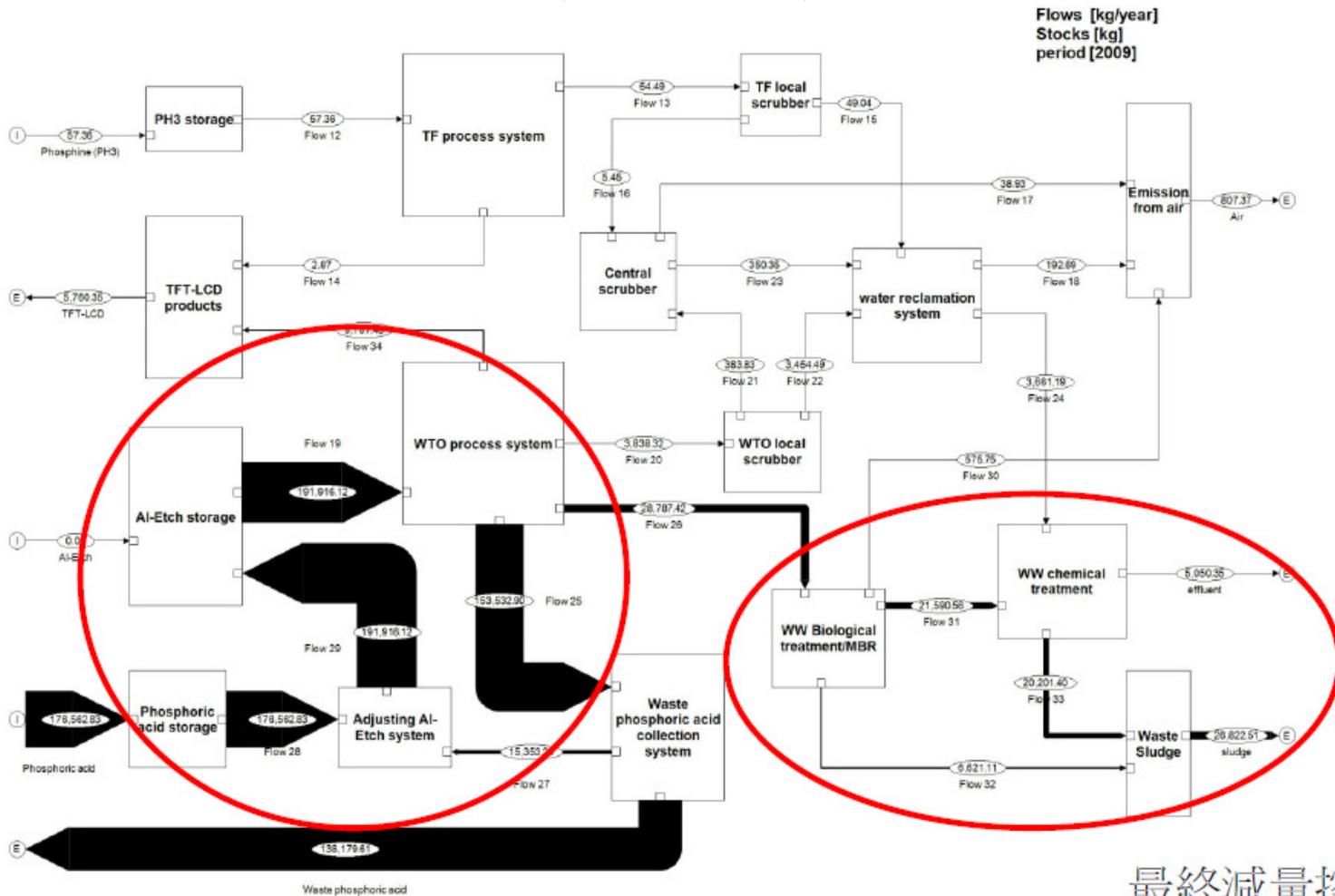
回收案例

- * 此廠中含磷的原料主要從薄膜製程(TF)與濕蝕刻製程(WTO)而來



回收案例

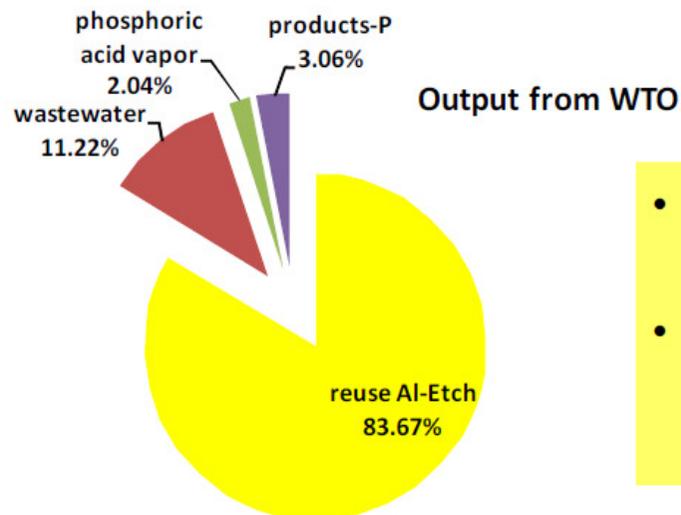
* 找出須先解決製程(蝕刻製程)及廢棄物狀態為廢水



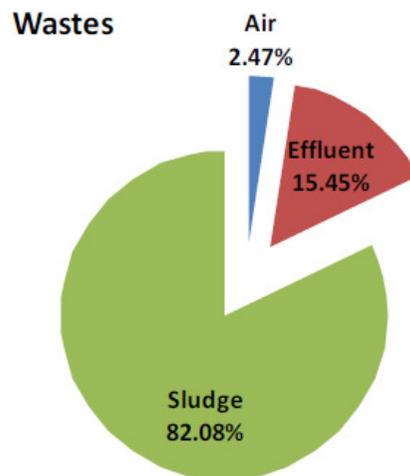
最終減量控制之step

回收案例

* 以物質流方法分析後了解回收方法及效果



- Reuse Al-Etch 達83.67%，是否有提高比例之可行性(延長使用時間)
- WTO製程之Wastewater_P 為主要資源廢棄來源，嘗試降低該比例，將可直接改變環境負荷



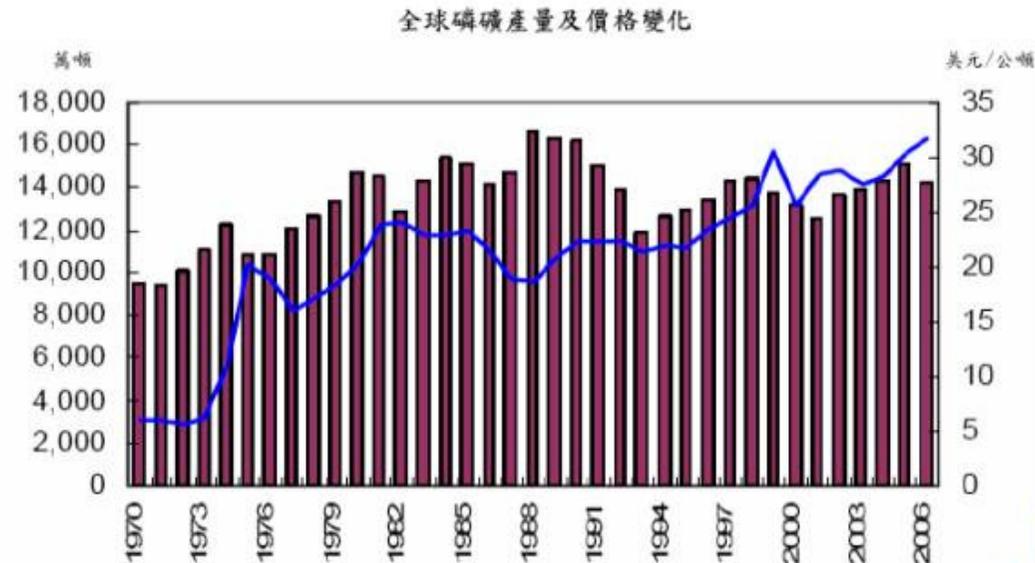
- 若以Waste_P中分析貢獻來源，以污泥為主要output (佔82%)
- 其中化學污泥又佔極高比例，可討論化學污泥以接近原礦型態回收之可行性，如鳥糞石($MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$)、高純度磷酸鈣等，則可增加資源回收比例(列為副產品用於其他產業)

台灣面臨問題與挑戰

- * 國內對於磷所做研究較少
 - * 資料較為不足，但許多其他國家針對此議題已有多多年研究
- * 台灣地區對於磷資源流佈掌握度相較其他國家低許多
 - * 磷為重要生命體營養鹽之一，若疏於掌握磷資源，將產生基本民生問題；對於資源是否能永續利用之評估亦為重大尚未評估部分

台灣面臨問題與挑戰

- * 台灣不生產磷，國際磷資源情勢影響台灣甚鉅
- * 長期趨勢磷礦產量雖未特別降低，但磷礦價格攀升甚快
- * 台灣為完全進口磷資源，磷資源量減少，影響台灣產業生產大，因此如何因應未來資源缺乏問題應盡早討論



資料來源：IBTS彙整

台灣面臨問題與挑戰

- * 尚未針對磷建立回收機制
- * 應盡早研究可循環使用方法及回收方法
- * 國內僅有工業製程及工廠層級自行進行回收，而最大宗排放至環境的農業端卻尚未有任何政策及改善方法，如此台灣地區未來面對磷資源缺乏所造成衝擊可能相當大

台灣地區磷資源議題討論

- * 台灣磷資源回收現況
 - * 目前無特定回收工廠及方法
 - * 僅部分工廠廠內進行回收
 - * 是否需再加強製程回收磷研究之相關議題探討?
 - * 磷資源使用狀況尚未充分討論
- * 台灣磷資源需求是否過量或有其他政策面的改善方法?
 - * 磷價格雖然成長，但相對收益仍可負擔?
 - * 肥料使用過當問題
 - * 農業及畜牧業占國內產業比例政策是否需調整?