質量平衡在農業上之應用

◎鳳山熱帶園藝試驗分所　王子慶

質量平衡(Material balance)觀念原是工程學之重要基礎概念之一，一般工業製造作業流程可分為(1)批式法(Batch process)：由一次操作所需生產的製品量，即將一定量原料加入裝置內，操作一定時間，到達目的後取出，重新加入新原料的方式，與(2)連續法(Continuous process)：原料及其他物質之供給與生成物之取出，是在一定狀態下連續進行的操作方式；另外，亦有一種半連續法(Semi-continuous process)，即加入於裝置內之物質，在一定時間內，與按一定量連續通過裝置內之物質間，進行熱交換、物質移動或化學反應等之操作方式。由於因應經濟及其他因素之考量，工業上早已朝向定常狀態(Steady state)的連續方式發展，而就物質總量的觀點來看，不論利用上述何種作業方式，仍需遵守物質不滅定律，亦即：

Inflow=Outflow+ Accumulation

在農業上亦經常運用到質量平衡觀念者，諸如園產品採後處理、加工和貯藏及農藥與肥料之調製方面等，故質量平衡不僅為工程學上重要概念，在農業上之應用也相當多，茲舉數個例子說明之：

從事以上農業相關試

例一、稻殼收割後為便於處理、貯藏，必需由含水量28%乾燥至13%，則每1公噸稻殼有多少水分移除?

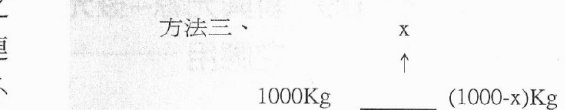
解：方法一、 1000*(100-28)%=720

720÷(100-13)%=827.59

1000-827.59=172.41(kg)

方法二、〔1000*(28-13)%〕÷(100-13)%=172.41(kg)

方法三、



$$\frac{1000*28\%-x}{1000-x}*100\%=13\%$$

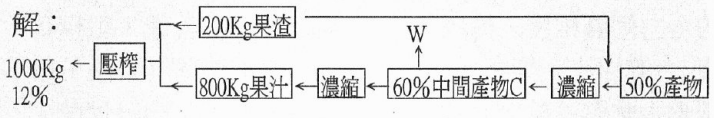
∴x=172.41 Kg (水分移除量)

例二、某園產品之蒸散係數為570mg/Kg・hr・mmHg，現貯藏在5℃，90%RH下，則3天後失水百分比為多少?(已知5℃，100 %RH時之蒸氣壓為6.5mmHg)

解：570mg/Kg・hr・mmHg*6.5mmHg * (100-90)% * 3day * 24hr/day *Kg/1000g * g/1000mg *100% =2.67% (失水百分比)

例三、濃縮某含水分88%之水果 1公噸，先經壓榨後得800Kg果汁及200Kg果渣；初步濃縮果汁使之含60%固形物後加入果渣，再濃縮含50 %水分，求操作過程中水分蒸發量、濃縮果汁量、果汁濃縮率、果渣濃縮率。

解：



設w為水分蒸發量，C為中間產物量

∵1000=W+C+200

1000*(100-88)%=W*0%+(C=200)*(100-50)%

∴W=760Kg

C=40Kg

故果汁濃縮量為240Kg

又設果渣濃縮率為Fx，果汁濃縮率Fy

∵40*60%+200*Fx=240*(100-50)%

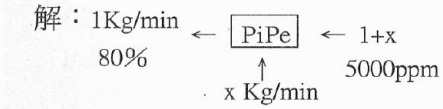
1000*(100-88)%=800*Fy+200*Fx

∴Fx=48%

Fy=3%

例四、某農藥含有效濃度為80%，以流速 1kg/min經過管路，今欲由支管加水將之稀釋成5000ppm，求水之流速?

解：



$$\frac{1*80\%+x}{1+x} = 100\%-5000ppm$$

∴ x=39(Kg/min) (水之流速)

例五、調配有機肥料時採用含有效成分40%之 200公斤成分 A，及含有效成分7 %之成分 B，今需調配成 1公噸此有機肥料，需要多少成分 B及肥料中有效成分之百分比?

解：設需成分xBKg

∵200+x=1000

∴x=800Kg

設肥料中有效成分百分比為y

∵200*40%+800*70%=1000*y

∴y=64%

驗，在質量平衡計算時，為方便認清課題，除了質量不滅定律外，下列重要守則或觀念，我們均需納入考慮，才不致造成試驗結果產生偏差：

1. 固定反應單元：所參與之各個單元，如原料、添加物等，均在控制之下進行反應，未參與者不可列入。
2. 劃分系統邊界：各系統如混合、壓榨、乾燥、濃縮等必需有一明確之定義與劃分，以確定其操作邊界。
3. 分量平衡與總量平衡：即各個參與反應的單元在反應時，必需遵守本身分量平衡及全系統總量平衡之定律。
4. 關鍵基量之選取：先釐清何單元在反應全系統中具有關鍵性之角色，確定其實際參與之基量，並藉以規定其他單元之基量。
5. 其他：如所給予或應注意的限制、定常或非定常狀態(Unsteady state)等，一般而言，在農業上應用者多為複雜性較低之定常狀態。