



張漢聖教授榮退研討會

養殖漁業與 超集約 循環水養殖工程

方煒

台大生物產業機電工程學系

2002/6/13



養殖漁業發展趨勢

1. 世界人口激增(21世紀初，突破50億)，造成對食品的需求激增。
2. 對營養健康要求日高，造成對魚肉的需求日增。
3. 海洋漁獲日減，造成對養殖漁業的依賴日深。
4. FAO 千禧年養殖漁業發展報告(2001/12)指出養殖漁業在未來20年，對全球糧食安全之貢獻將會增加。



魚蝦貝： 理想的食物

- ◆ 高蛋白、低熱量(含脂量低於紅肉)
- ◆ 有效生長，低污染：長1公斤肉(濕重) 只需低於2公斤飼料(乾重) (FCR < 2, 家禽家畜之FCR > 6)



美國人每人每年的食肉量

■ Poultry	40 kg
– Turkey	10 kg
■ Beef	30 kg
■ Pork	20 kg
■ Fish	7.5kg
Total	97kg

Per day basis = 0.27 kg



各國人民食魚量

Country	kg/year/person
JAPAN	85
NORWAY	52
PHILLIPINES	31
ISRAEL	17
USA	7.5
INDIA, YUGOSLAVIA	3



未來水產養殖業發展之挑戰

- ◆ 確保實現水產養殖之全部潛能，
- ◆ 生產可為社會各階層供應、接受及取得有營養、安全及品質佳之產品。

未來對水產養殖工程人員的挑戰

- 發展新方法、新設備，以利於消耗更少資源(空間、時間、人力、水、電、飼料等)，生產更多食物，且對環境之影響為愈小。



超集約循環水養殖

創造生產與環保雙贏

優點：

- 節約用水
- 排放污染小
- 節省用地
- 高產能

缺點：

- 投資成本高
- 技術密集



什麼是超集約？

養殖密度

傳統漁塭

1 - 2 **kg 魚/噸水**

循環水養殖魚塭

2 -15

集約養殖

15 - 50

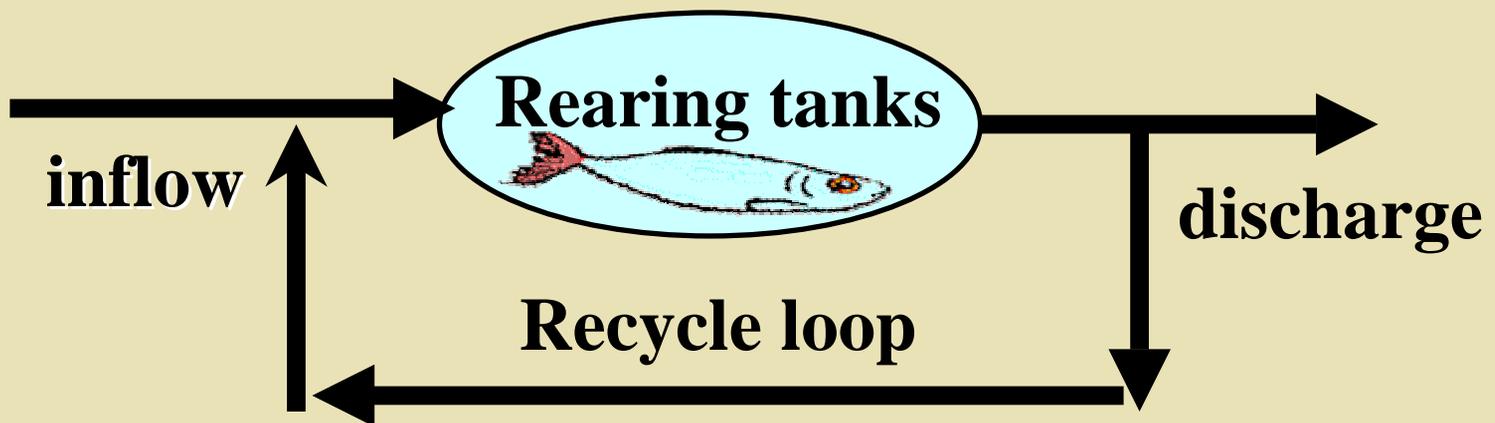
超集約養殖

> 80

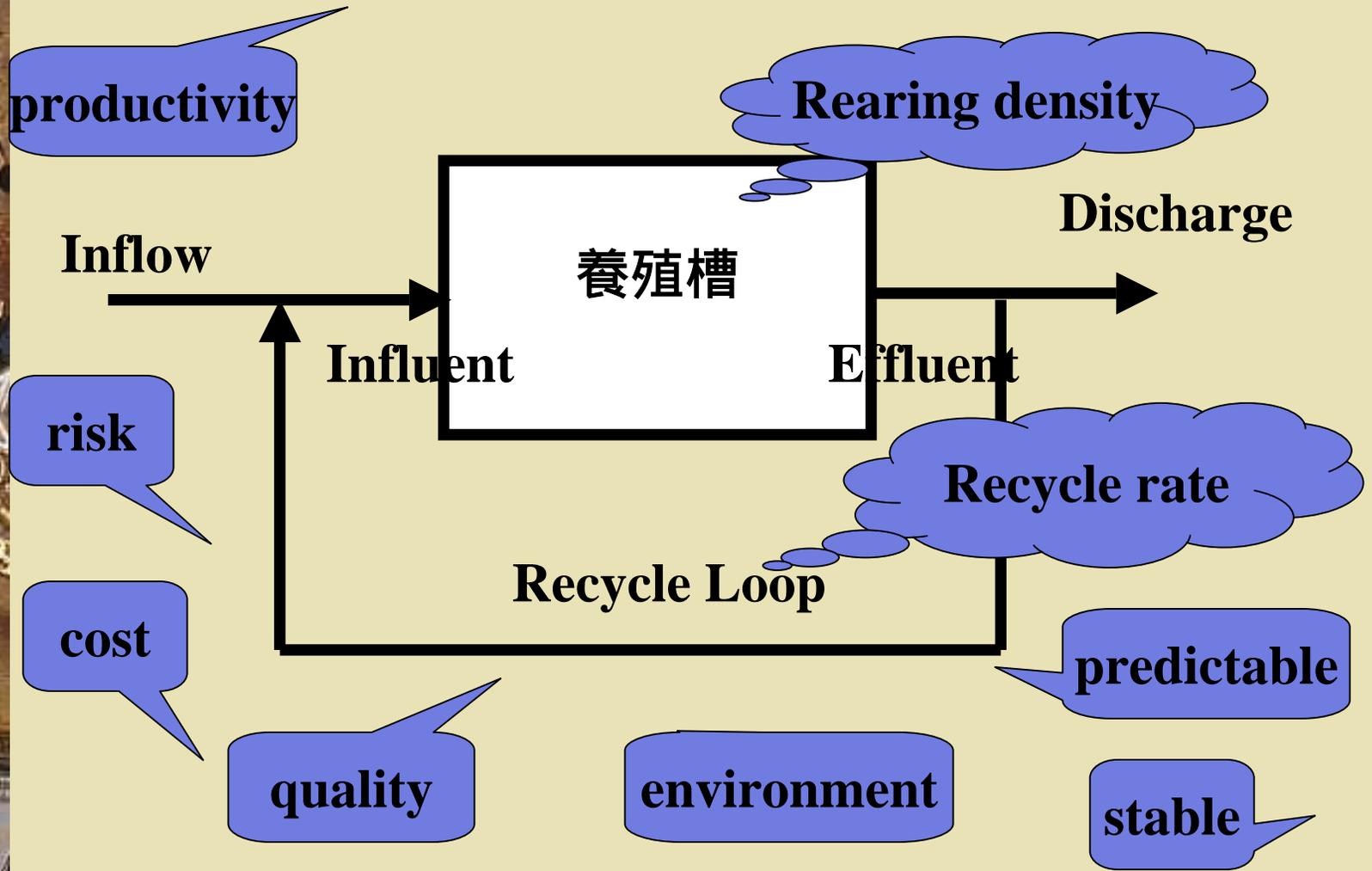
什麼是循環水？

循環比例

- (Semi) flow through system : < 15 %
- Partial recycle system : 15-80 %
- (Semi) closed system: > 80 %

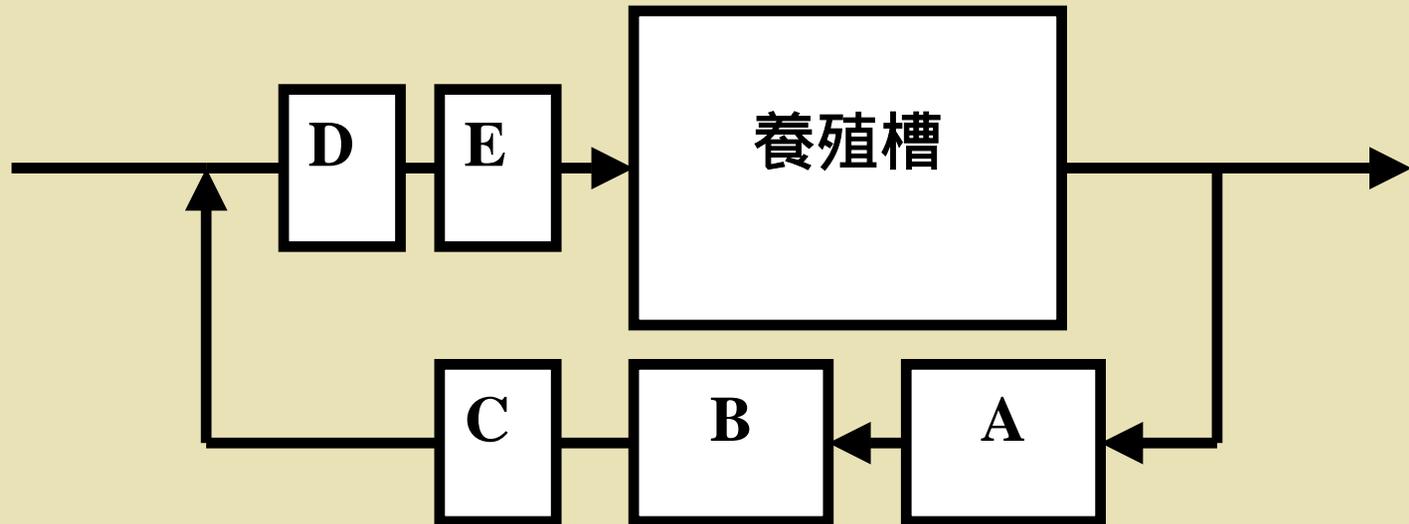


對工程人員的挑戰



Engineering Efforts

不增加用水的前提下，加入各型處理設備，
來提昇產品品質或產量。



養殖系統可能具備一種或多種處理設備

A: settling basin or other means

B: Biofilters

C: Degassing unit

D: Disinfection unit

E: Oxygenation unit



養殖系統的 用水用電量(對水電資源的消耗) 與廢水產生量(對環境的影響)

是 養殖用水循環比例的函數
與 各型處理設備之種類
與效率直接相關

飼料對水質之影響

1 kg Feed

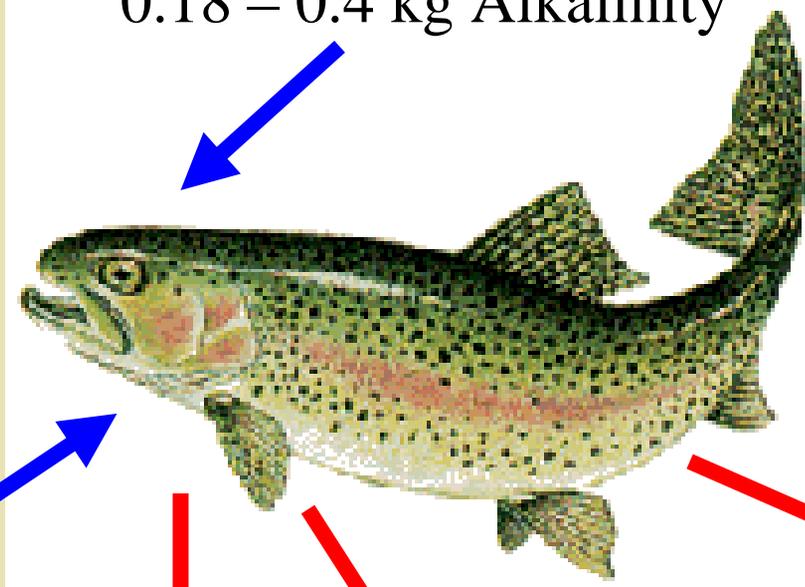
0.18 – 0.4 kg Alkalinity

0.25 – 1 kg O₂

0.25 – 1 kg CO₂

Total Ammonia (TAN: NH₃/NH₄)
0.02 – 0.04 kg

0.25 – 0.5 kg
waste solids,
0.01 kg P



各水質因子的適當範圍

Temperature 24~28

pH 6~9.5

養殖池

TAN 0.015~5 ppm

DO > 6 ppm

NO₂⁻ 0.2~5 ppm

CO₂ < 20 ppm

NO₃⁻ < 1000 ppm

Alkalinity > 20 ppm





設計與操作上的挑戰

- 維持適當的水質
 - 適當的溶氧量
 - 低氨氮含量
 - 低固形物濃度
 - 低二氧化碳濃度
 - 適當的酸鹼度
 - 適當的溫度
- 運作穩定、可靠
- 低成本
- 對環境影響小

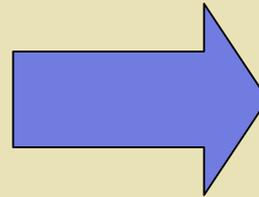
成功的養殖系統必定是平衡的生態系

飼料

消費者

養殖魚蝦貝類

產生有機廢棄物

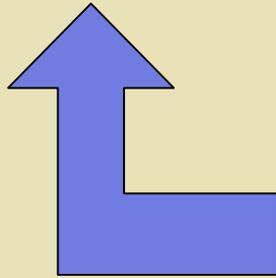


分解者

異營微生物轉化

有機物為無機鹽

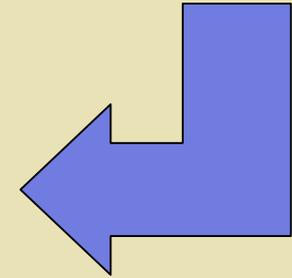
(NH_3 , NH_4)



生產者

自營微生物轉化

無機鹽為 NO_2 , NO_3



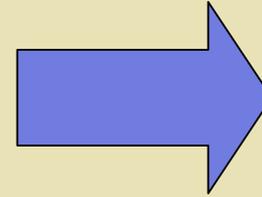
不平衡的生態系：一大兩小

飼料

消費者

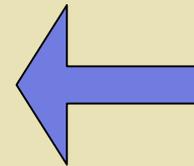
養殖魚蝦貝類

產生有機廢棄物



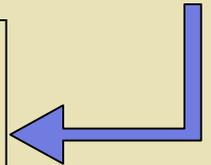
分解者

異營微生物



生產者

自營微生物

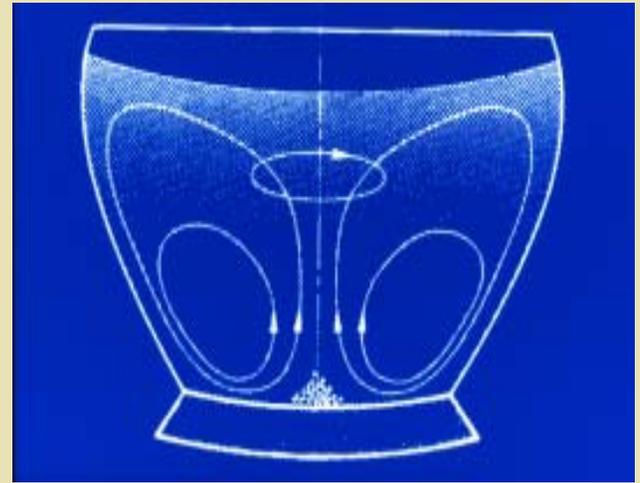
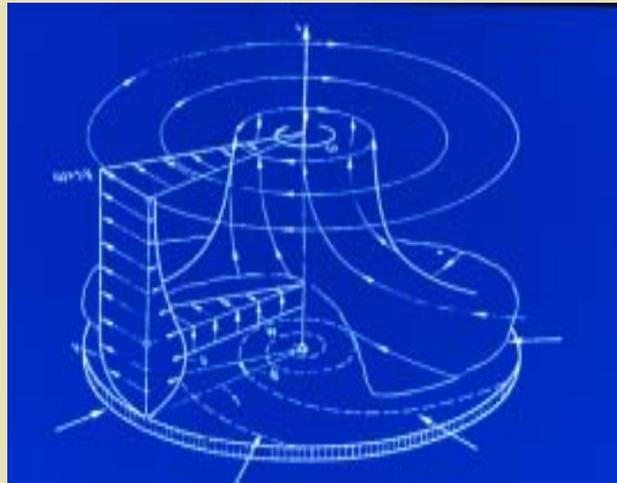


- ◆ 為了提高產能
 - 大量投餌
- ◆ 為了穩定生產
 - 大量用藥
 - 大量換水

可抑制問題爆發，
但不能解決矛盾，
更對環境不利
且增加成本

改善之道：1.儘早排污

- ◆ 改良水流系統設計使二次流發揮作用，在水底中央集中污物，並儘早使污物與養殖水體分離。
- ◆ 加強過濾與沉澱去除有機廢棄物。





改善之道：2.強化分解者

- ◆ 添加有益微生物加強分解
 - 東江菌（以高溫放線菌為主的菌群，S40），轉化高分子有機物(蛋白質等)為低分子有機物(氨基酸等)
 - 蠟狀芽孢桿菌（SOD），轉化低分子有機物為 $\text{NH}_3\text{-N}$
 - 光合菌（PSB）還原 CO_2 。
- ◆ 栽培水生植物或投入沸石粉吸收銨態氮 $\text{NH}_4\text{-N}$



改善之道：3.促進生產者

- ◆ 使用生物濾床培養硝化菌，去除亞硝酸態氮 $\text{NO}_2\text{-N}$ 與硝酸態氮 $\text{NO}_3\text{-N}$ 。
- ◆ 添加硝化菌加強硝化作用進行。
- ◆ 栽培植物吸收硝酸態氮 $\text{NO}_3\text{-N}$ 。
- ◆ 培養藻類吸收硝酸態氮 $\text{NO}_3\text{-N}$ 。



改善之道：4.穩定消費者

- ◆ 維持系統於穩態需做到
 - 加強養殖物免疫力
 - 控制每日餵飼量
 - 控制每日養殖量
 - 掌握定期銷售量

結論

- ◆ 超集約循環水養殖系統已被認同為可應用於多種養殖物的可行的生產工具，而非只是實驗室的用具。
- ◆ 許多新技術不斷的研發，多數證實有用。
- ◆ 複合養殖具高度潛力(養藻減少人工飼料，降低對生物濾床硝化菌的依賴)。
- ◆ 添加免疫激活物抑菌劑(葡聚多醣體)與益生菌為趨勢。
- ◆ 系統整合與工程設計應持續研發。





過去的相關研發成果

- ◆ 水質自動監控系統與供氧系統改良
- ◆ 養殖間降溫與環境監控
- ◆ 智慧型自動餵飼系統
- ◆ 智慧型停餌控制系統
- ◆ 空中管路輸送自動秤重與補餌系統

- ◆ 循環水水流配送設計軟體
- ◆ 生物濾床系統設計軟體
- ◆ 穩態複合養殖系統設計軟體

