



邱英华 学士

- ▷ 新加坡南洋大学生物系
- ▷ 新加坡国立大学渔业水产养殖系
- ▷ 马来西亚水产养殖商公会会长
- ▷ 雪隆中华工商总会农业咨询组组长
- ▷ 雪邦今日水产养殖人力资源培训中心有限公司董事主席及讲师



养殖水质变异及对策良方

人工养殖水产的水域生态环境常受到外界各种因素的影响，因此业者必须进一步了解与分析其养殖环境的水质，并寻求合适的对策方案，才可避免相关问题不停地重复而造成巨大损失，同时还有助于增加产量。

沿海水产养殖业者一般采用的方法和品种包括了池塘养殖海虾、鱼和蟹类及水上浮箱网养殖各种鱼类等，然而附近海域的水质和土壤常会影响这些人工养殖类的生产量，即许多海虾养殖业者都经历过在大雨后池虾食欲大减；而水上浮箱网的业者则会有网中的鱼类在深夜期间整批浮上水面，清晨时刻便翻肚死亡的痛苦经历。人工养殖水域中的生态环境受到

外界各种气候变化的影响，因此业者必须进一步地了解与分析其养殖环境所产生的紧迫后果，才可避免有关问题不停地重复而造成巨大损失。

解决水质问题提高产量

2007年3月至7月，STAC被汶莱渔业局聘请为水产专业顾问团，在汶莱全国沿海海鱼与海虾各养殖区进行为期5个月的详细海上浮箱网水质分析、泥底土质分析与海虾池塘养殖水与废水分析的详细报告，目地是为汶莱各养殖业者解决养殖发生的各种问题。由于近年来国际油价大起，汶莱政府国库收入大幅增加，因此也增加了对水产养殖业的各项拨款，并在养殖地区增设基本建设，积极鼓励私人界进场投资水产养殖。因此，STAC水产专家负起

了这重任，在全汶莱各养殖区作一完整的水质与土质分析及改进报告，以促使汶莱海各养殖区进一步了解有关问题及各种解决方案以增加产量，有关产品除可提供当地消费外，也可出口外销。

有关这项水质与土质分析工程的事项包括：

1) 在沿海各养虾区各养殖池的进水沟及排水沟水质进行分析，而每项分析必须包括大潮涨潮、退潮及死潮时的水质，另外也分别在雨天与旱天进行水质分析；

2) 在海上浮箱网养殖区分析养殖海域周边水质及浮箱网中水质变化，及潮涨潮落幅度、海流速度、养殖海域浮箱网底下泥层化学分析；

3) 养虾区池水内各种浮游生物变化与鉴定。

水质分析内容概括

完成后须对各项因素加以分析及提出如何改进及防范。水质分析概括了化学因子、物理因子和生物因子：

化学因子包括溶氧(D. O.)、pH、盐度、含钙、氨、亚硝酸盐、硝酸盐、水银、镉、生物耗氧量(B.O.D)。

物理因子包括海流速度、混浊度、总浮悬物、温度、潮汐变化。

生物因子包括浮游生物的品种：

- a) 浮游植物(phytoplankton)、
- b) 浮游动物(zooplankton)。

• 化学因子分析

溶氧(D. O.)

鱼、虾、蟹在水中以鳃作为溶氧与二氧化碳交替作用的器官，即水中溶氧由鳃渗入体内，而二氧化碳则



汶莱政府增加了对水产养殖业的各项拨款，积极鼓励私人界进场投资水产养殖。

透过血液渗透体外。水中溶氧含量超出4 ppm，水中鱼、虾、蟹便可健康地生活在这环境中；如水中溶氧由3 ppm减少至0 ppm，水中鱼、虾、蟹则因缺氧而窒息。

2005年9月间因印尼林火造成我国许多地区白天也浓雾密布，一些高密度养殖的非洲鱼在白天也发生池鱼浮出水面，大量死于缺氧。水中缺氧时，使用增氧机和增氧化合物可减低水中溶氧不足造成的损失。

水中溶氧的来源：

① 风力

强风激起水面浪波，大气中的氧气便渗透入水中，在强风吹袭之下，水中溶氧会随着增加。池塘养殖和湖泊、水库浮箱网养殖在风力强吹下水中溶氧特高。

② 水流速度

海上浮箱网海域环境潮涨与潮退时因水流速度也会增加水中溶氧，这在河口及海湾环境最为显着。每当农历初九、初十、十一及廿一、廿二、廿三死潮时，水流速度缓慢或完全静止，则水中溶氧最低。

③ 白昼强光

水域藻类在白天大量滋生情况下，藻类叶绿素因强光照射而进行光合作用，放出很多氧气而溶入水中，增加了水中溶氧。根据估计，白天水中80%溶氧是由藻类光合作用所产生，常超出饱和状态达20ppm之多；但在黑夜里，藻类光合作用完全停顿，而且水中养殖类及藻类呼吸作用大量放出二氧化碳，使之含量速增，因此溶氧也会呈日夜周期变异，白天高而黑夜低。



潮汐起落会带来污垢和杂物是海上浮箱网养殖面对的问题之一。

④ 利用机械增加水中溶氧

利用电动打水车和鼓风机增加水中溶氧已普遍应用在世界各国的池塘养殖业上。我国沿海养虾区，一些电流供应不到的养殖场则利用柴油机拉动打水车或鼓风机以增加水中溶氧，而抽水机也可在紧急缺氧时使用。

pH

pH 也是水产养殖化学因子之一。海水养殖虾、鱼及蟹类最适pH介于7.5至8.5之间；而淡水鱼与淡水虾最适pH则介于6.5至8之间。pH在水中亦呈日夜周期变异，白天在强光照射下，水中浮游植物的微小藻类因光合作用非常活跃，二氧化碳被吸取产生藻类的碳水化合物，pH因此而变高；入夜后，太阳下山，微小藻类因光合作用停顿，及呼吸作用而大量排出二氧化碳并溶于水中，形成碳酸(carbonic acid)而降低水中pH。

开掘红树林 Gelam (加榄) 树群，池塘因硫酸土(acid sulfate soil)的关系常也会造成池水pH降低。森美兰州与马六甲州分界的零宜



养殖网再循环使用之前必须以高压水枪清洗干净。



在雨季来临前沿着池塘斜坡撒石灰可以改善水质。

河(Linggi)上的浮箱网养鱼业者也曾经历过大雨后河岸两边雨水流入而使河水pH大降，影响浮箱网中鱼类成长。

盐度

养殖场池塘或浮箱网养殖靠近河口，也常在大雨后因雨水大量由岸边陆地流入而使水域中盐度大降。盐度变化对培育幼苗业影响严重，一般培育海水鱼、海虾与蟹盐度超过30ppt。老虎虾和南美白虾成虾养殖在盐度降至10ppt则不会受任何影响，中国与泰国一些离海边较远的内陆地区业者也采用低盐度(5-7 ppt)池水养殖老虎虾和南美白虾，收成量不差。

盐度变化对金目鲈影响也不大，因为金目鲈属广盐性的河口鱼类，澳洲一家室内循环水金目鲈养殖系统则采用全淡水养殖技术。石斑鱼类的老鼠斑与星斑则属高盐度品种，半岛和砂拉越一些海上浮箱网业者也曾试较低盐度养老鼠斑与星斑，但两种石斑成长不理想。

氨、亚硝酸盐、硝酸盐

氨(ammonia)在水域中的含量如超出危险水平，养殖类将食欲大减、失去游动活力而浮上水面，一两天后即大量死亡。养殖池塘或海域环境的氨化合物源自有机物，如鱼虾的排泄物、食物残留、浮游生物腐烂尸体等。水域中氨含量高会破坏养殖类的鳃呼吸器官组织，造成鱼虾蟹呼吸困难而死亡。氨致死分量因水域中pH和水温高低而定。近几年来，良菌如光合菌、乳酸菌、酵母菌和芽孢杆菌等的利用，可以解决氨在水产养殖池累积的问题。

水溶铁(soluble iron)由泥土渗入水域中会被溶氧还原凝结成浮悬小颗粒，当鱼、虾或蟹在水中呼吸时，鳃鳃便会被浮悬不溶水铁小颗粒卡着，导致呼吸作用受阻，影响健康成长。

水中碱度相等于碳酸钙含量，一般海水中含量100ppm以上属硬水，雨水含量介于0—5 ppm属软水。碱度对水产养殖类很重要，占甲壳类的老虎虾、南美白虾、螃蟹等的甲壳中化学成分9成以上，起着甲壳类外骨骼的硬化作用。碳酸钙的供应由水中吸取，如水中碱度不够，甲壳类外骨骼不能硬化，从而影响成长。

碱度高低对水域中pH的缓冲作用(buffer action)有关系密切。碱度低则pH很不稳定，淡水虾池塘养殖为例，由于淡水水源碱度低(少过30ppm)，池虾除大量出现肢足断脱外，池水pH也会在中午时刻至太阳下山前特高。业者可在每次大雨过后施用石粉，以增加钙元素。

氨在不同细菌的作用下会产生亚硝酸盐，亚硝酸盐在水域中对养殖类有害，但在另一群细菌作用下又转变成硝酸盐，硝酸盐含量越高则表示水域越肥沃。

水银、镉

水银与镉的浓度以ppb为单位，当水质受到工业污染这两种化学原素含量才会高，巴生河河口水质含水银与镉就超过大马水质标准。

生物耗氧量(B.O.D)

生物耗氧量(Biological Oxygen Demand)的单位以ppm计算，根据报告，油棕厂和养猪场的废水生物耗氧量超出3,000ppm。高浓度生物耗氧量造成河川或海洋污染严重。养虾场和养鱼场从池塘流出的池水生物耗氧量少过5 ppm，但池底的淤泥则介于300—500ppm，直接排入河川将造成环境污染。

• 物理因子分析

海流速度

海上或河上浮箱网养殖水流速度太急或太慢也会影响箱网中的生态环境，海上或河上浮箱网养殖网目被有机物滋生使网孔变小，阻碍水流速度，溶氧交换减少，生长受阻。

混浊度、总悬浮物

混浊度与总悬浮物也是水产养殖业者必须注意的环境因子之一。混浊度一般指由细小泥土颗粒悬浮于水中一段时期，过后才沉淀在土层，而总悬浮物则指细小泥土颗粒外也包括浮游生物。混浊度与总悬浮物会影响水域中的透明度。

温度

大马池塘环境水中的温度白天介于29—30℃，而夜间则下降至26—27℃，一般在大马的温度环境下不会造成鱼虾大量死亡，但在中国大陆、台湾和越南今年年初分别发生大雪灾与寒流，造成养殖场鱼虾大量死亡。鱼苗与虾苗繁殖场在雨季时水中温度下降，会影响幼苗存活率及受精卵的孵化率。

潮汐变化

潮汐变化对水产养殖业者很重要，池塘养鱼与养虾抽水作池水交换，潮涨时的水质最好，而退潮后因水位不高，抽水不易，死潮时又逢下雨，则水质最差。在大马许多沿海地区潮汐变化的时间表可从大马潮汐表检查，在网络的许多网站也可找寻相关沿海潮汐变化表。业者可到谷歌、雅虎网站寻找，其他如Tide Calendar of Port Dickson、Tide Schedule of Labuan、Tide Calendar of Pasir Gudang等也能找到。



利用电动打水车增加水中溶氧已普遍应用在世界各国的池塘养殖业上。



(从左到右)涡鞭毛藻 (*Dinophysis*)、裸鞭毛虫 (*Gymnodinium*) 与夜光虫 (*Noctiluca*) 等是会造成赤潮的有害浮游生物品种。

• 生物因子分析

浮游植物 (phytoplankton)、

浮游动物 (zooplankton)

浮游生物的品种可分为浮游植物与浮游动物。养殖池或浮箱网的水域中常会滋生了许多浮游生物，这些浮游生物可分为有益品种和有害品种。有益品种包括矽藻类的角毛藻、骨藻、盒形藻及绿藻类的扁藻和小球藻，在人工繁殖幼苗业如海虾一般采用角毛藻、骨藻，而海鱼则用扁藻和小球藻作为轮虫的饵料。

有害品种包括造成赤潮或也称为红潮的双鞭藻 (*Dinoflagellate*) 的长角鞭藻 (*Ceratium*)、涡鞭毛藻 (*Dinophysis*)、夜光虫 (*Noctiluca*)、盔形藻 (*Peridinium*)、裸鞭毛虫 (*Gymnodinium*)、核藻 (*Goniaulax*) 等。双鞭藻在水域中可自由游动，但细胞内又含叶绿素可在白天进行光合作用。在生物分类学上动物学家把它归属为动物门，而植物学家则把它归属植物门。双鞭藻造成水产养殖的经济损失很大，因有些红潮的双鞭藻含毒，有些在夜间消耗溶氧，更有些会卡在鱼虾蟹鳃系上，使其呼吸困难而死亡。当养虾池氨含量增高时，蓝绿藻的鱼腥藻 (*Anabaenopsis*) 和微

囊藻 (*Microcystis*) 便呈优势藻相，池面浮现如浮芸蓝绿悬浮物，造成池塘生态环境失衡，影响生产量。◆

以下列出汶莱其中两家海上浮箱网养殖的海域与网内水质分析测定 (表 1) 和某养虾场的进水沟、养殖池与出水沟的水质分析测定 (表 2) 比较表 (有关测定时间刚好是涨潮后，潮水将要倒退的时刻进行)：

表 1 ■ 海域与浮箱网内水质分析测定

水深	A 养殖场				B 养殖场			
	海域(箱网外) 5 米		箱网内 2 米		海域(箱网外) 6 米		箱网内 2 米	
	11.30am	8 pm	11.40am	8.15pm	10.45am	7.50pm	10.50am	7.55pm
溶氧	5.5ppm	4.6ppm	5.3ppm	3.8ppm	4.9ppm	4.2ppm	5.4ppm	3.3ppm
pH	8.1	7.9	7.9	7.8	8.0	7.8	7.8	7.6
盐度	20ppt	20ppt	21ppt	21ppt	25ppt	25ppt	25ppt	25ppt
温度	31.2°C	29.7°C	31.1°C	29.6°C	31.3°C	29.5°C	31.2°C	29.7°C
氨	0.41ppm	0.38ppm	0.56ppm	0.51ppm	0.71ppm	0.78ppm	0.68ppm	0.56ppm
磷	0.10ppm	0.09ppm	0.11ppm	0.12ppm	0.14ppm	0.15ppm	0.08ppm	0.11ppm
硝酸盐	0ppm	0ppm	0ppm	0ppm	0ppm	0ppm	0ppm	0ppm
总悬浮物度	1ppm	0ppm	0ppm	0ppm	0ppm	0ppm	0ppm	0ppm
水溶铁	0ppm	0ppm	0ppm	0ppm	0ppm	0ppm	0ppm	0ppm

表 2 ■ 汶莱某养虾场水质与土质分析比较表 (测定时间 7.50am—8.50am)

	进水沟	养殖池	出水沟
溶氧	5.5ppm	7.5ppm	4.5ppm
pH	7.1	7.9	7.6
盐度	15	18	16
温度	30.1	32.2	30.2
磷	0.11ppm	0.28ppm	0.12ppm
硝酸盐	0.00ppm	0.87ppm	0.4ppm
氨	0.26ppm	0.76ppm	0.51ppm
总悬浮物度	11.00ppm	15ppm	2 ppm
水溶铁	0.07ppm	0.00ppm	0.00ppm
水银	0.00ppb	0.00ppb	0.00ppb
镉	0.03ppm	0.00ppm	0.00ppm
生物耗氧量	0 ppm	0 ppm	0.53ppm
含钙	100ppm	120ppm	110ppm