

ไม่มากนัก (ค่า BOD เกิน ๑๐ ppm เป็นน้ำที่ไม่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของสัตว์น้ำแล้ว) ระบบกรองชีวภาพจึงเป็นแบบปริมาณสารอินทรีย์ต่ำ ตามเอกสารอ้างอิงต่างๆ กำหนดให้มวลน้ำทั้งหมดไหลเวียนผ่านไป ยังระบบกรองชีวภาพ มากกว่า ๑๐ รอบต่อวัน ขับเคลื่อนสารอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำ หมุนวนไปให้สิ่งมีชีวิตที่เกาะอาศัยบนผิวของ Bio-ball ดูดซับไปใช้ประโยชน์ และกำจัดตะกอนออกทิ้งไป ไม่ให้น้ำขุ่น หมายถึง การใช้พลังงานไฟฟ้าขับเคลื่อนเครื่องจักรตลอดเวลา



ภาพที่ ๗ ใบพัดปั้มน้ำแบบ axial flow

๒.๑ ระดับน้ำในชุดกรองชีวภาพกับระดับน้ำในตู้แสดง

พันธุ์สัตว์น้ำไม่ควรแตกต่างกันมากนัก และถ้าให้ตีควรรอยขีดติดกัน เพื่อให้สามารถใช้เครื่องสูบน้ำแบบแรงดันต่ำแต่มีปริมาตรน้ำไหลมากๆ ได้ เป็นการประหยัดพลังงานในระยะยาว ใบพัดเครื่องสูบน้ำจะเป็นแบบ Axial flow หรือภาษาไทยเรียกว่า “ท่อพญานาค” ผู้ดูแลระบบในยุโรป และอเมริกาบางท่านแนะนำท่อดูดน้ำที่มีใบพัดแบบเกลียวส่วนหมุนรอบ ซ้ำ ซึ่งมีข้อดีตรงที่มันทำอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในน้ำอีกด้วย

ใบพัดเครื่องสูบน้ำ Centrifugal ที่ทำงานโดยใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง หรือภาษาไทยเรียกว่า “ปั้มหอยโข่ง” ให้กำลังขับเคลื่อนสูง สามารถใช้ร่วมกับกรองละเอียดทำให้น้ำใสแบบ Crystal clear แต่

หากนำมาใช้เพื่อขับเคลื่อนมวลน้ำทั้งระบบ ย่อมสิ้นเปลืองพลังงาน นอกจากหลีกเลี่ยงไม่ได้จากการออกแบบที่กำหนดให้ชุดกรองห่างไกลจากตู้แสดงมากหรืออยู่คนละระดับกัน

การออกแบบระบบที่ดีต้องมีการเลือกใช้เครื่องมือ การเรียงลำดับก่อนหลังของเครื่องมือ การแยกส่วนระบบไปตามหน้าที่ และกำหนดขนาดเครื่องมือตามภาระของการจัดแสดงสัตว์น้ำแต่ละแบบ

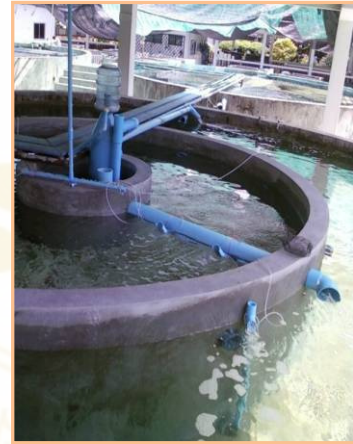
๒.๒ ตู้แสดงสัตว์น้ำขนาดใหญ่ที่มีความลึกมากๆ นั้น หากเติมอากาศลงไปทีกันตู้ แรงดันของน้ำที่ระดับความลึกมากๆ จะทำให้ต้องใช้เครื่องอัดอากาศแรงดันสูง (Air compressor) แทนที่จะเป็นเครื่องเป่าอากาศแรงดันต่ำ (Air blower) เครื่องอัดอากาศใช้พลังงานมาก มีเสียงดังมากเกินไป การสึกหรอสูง ต้องใช้น้ำมันหล่อลื่นที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพสัตว์น้ำ นอกจากนี้ เมื่อฟองอากาศถูกปล่อยออกจากอุปกรณ์จ่ายอากาศที่ระดับความลึกมากๆ จะขยายตัวอย่างรวดเร็ว แล้วรวมเข้าด้วยกันเป็นฟองอากาศขนาดใหญ่ ยกตัวขึ้นผิวน้ำอย่างรวดเร็วและรุนแรง เป็นภาพที่ไม่สวยงาม นอกจากจะใช้จานจ่ายอากาศแบบละเอียดมากๆ ซึ่งก็มีจุดอ่อนที่อาจจะอุดตันโดยฝุ่นละอองได้ง่าย

การเติมอากาศลงในน้ำควรได้ประโยชน์ในการเคลื่อนมวลน้ำด้วย เราสามารถออกแบบท่อหมุนเวียนน้ำด้วยแรงยกของฟองอากาศได้อย่างง่าย โดยใช้ท่อ PVC ขนาด ๑ นิ้ว หรือ ๑ ¼ นิ้ว เจาะรูเติมอากาศเข้าในท่อที่ระดับความลึกประมาณ ๘๐ - ๑๐๐ เซนติเมตร จากระดับผิวน้ำ ใช้สายยางเติมอากาศขนาดปกติที่มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด การเติมอากาศในระดับน้ำตื้นจะทำให้สามารถใช้อุปกรณ์เป่าอากาศได้ เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในระยะยาว ลดมลภาวะทางเสียง หากเป็นตู้แสดงพันธุ์สัตว์น้ำขนาดใหญ่ที่มีความลึกมากๆ เราสามารถต่อปลายท่อด้านล่างลงไปลึกแค่ไหนก็ได้ หรือต่อไป



ภาพที่ ๘ เจ้าปลาหมึกยักษ์ ๑๒ ขา มีกำลังหมุนเวียนน้ำมากกว่า ๘ ตันต่อชั่วโมง ที่ทุกระดับความลึก โดยใช้แรงดันอากาศต่ำ

คูน้ำตรงที่อาจเป็นจุดอับ (Dead zone) ขึ้นมาได้อีกด้วย โดยซ่อนท่อไว้หลังผนังหินเทียม หรือออกแบบให้อยู่ในสิ่งตกแต่งภูมิทัศน์ใต้น้ำ ส่วนทางน้ำออกด้านบนควรรวมเข้าด้วยกันหลายๆ ท่อ เพื่อให้เกิดแรงผลักดัน กระแสน้ำ ไหลวนเวียนในทิศทางที่ต้องการ การใช้เครื่องจักรอย่าง พุ่มเฟื่อยโดยไม่สมควรแก่เหตุ ทั้งความร้อนสะสมไว้ในระบบน้ำ



ภาพที่ ๙ รวมทางน้ำออก จากท่อ Air water lift เข้าด้วยกัน สร้างกระแสน้ำในทิศทางที่ต้องการ

๒.๓ การศึกษาตัวอย่างจากแบบสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำของประเทศต่างๆ ที่พัฒนามานาน ย่อมมีผลดีในการป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้น เช่น การออกแบบระบบกรองน้ำของประเทศสหราชอาณาจักร ต้องห้ามด้วยฉนวนหนาสองชั้น ต้องใช้ Heat exchanger และ Gas burner ขนาดใหญ่เพื่ออุ่นน้ำ ส่วนสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำที่กรุงปักกิ่ง ออกแบบให้ฝังไว้ใต้ดินทั้งอาคาร เพื่อให้การรักษาอุณหภูมิในหน้าหนาวที่มีหิมะทับถมอยู่ยาวนานทำได้โดยประหยัด หรือ การใช้ประโยชน์จากธรรมชาติอย่างชาญฉลาดของ Eilat Aquarium และ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่ เป็นต้น

การจัดแสดงควรเริ่มต้นแนวคิดจากชีวิตความเป็นอยู่ของสัตว์น้ำ เช่น อาหารการกิน สิ่งขับถ่าย ประกอบกับมุมมองที่ต้องการให้ผู้ชมได้ศึกษา เช่น การว่ายน้ำ สังคมแบบฝูงของสัตว์น้ำ การพรางตัวกับพื้นท้องน้ำ เป็นต้น แล้วจึงเติมให้เต็มสมบูรณ์ด้วยวิศวกรรม สถาปัตยกรรม และการตกแต่งภายใน โดยใช้ประโยชน์จากแสง อุณหภูมิ บรรยากาศ ธรรมชาติ ฯลฯ ดัดแปลงให้เข้ากับภูมิอากาศเมืองร้อนแบบประเทศไทยด้วยแล้ว น่าจะดีกว่า



ภาพที่ ๑๐ Eilat Aquarium ประเทศอิสราเอล ย้ายปะการังมาไว้รอบๆ ท้องแสดงที่สร้างลงไปทะเลแดง ลงทุนครั้งเดียวแล้วไม่มีค่าจ่ายอะไรอีกเลย www.placeonline/asia/Israel/Eilat

การออกแบบ บ่อ ตู้แสดง เพื่อให้สัตว์น้ำอยู่อาศัยอย่างมีความสุข แตกต่างอย่างสิ้นเชิงกับ อ่างอาบน้ำ สระว่ายน้ำ การออกแบบอาคารที่ต้องการเพียงเอกลักษณ์ความโดดเด่นเสริมฮวงจุ้ย การเลือกจุดเด่นของการจัดแสดงที่ไม่สอดคล้องกับภูมิอากาศ หรือการจัดแสดงที่บรรยากาศความหนาแน่นไม่สอดคล้องกับการยังชีพของพืชและสัตว์ต่างๆ เหล่านี้ ทำให้ Curator ต้องทำงานแบบฝืนธรรมชาติมากเกินไป สัตว์น้ำที่จัดแสดงมักจะมีอายุสั้น ต้องย้อนกลับไปจับมาจากธรรมชาติบ่อยๆ สร้างภาพลักษณ์ที่ไม่ดีให้แก่สถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำ

สัตว์น้ำมีอายุยืนยาว กล่าวกันว่า ปลาการ์ฟญี่ปุ่นแต่ละตัวเลี้ยงกันยาวนาน ปุ่มอบเป็นมรดกตกทอดถึงหลาน สถาบันสมิธโซเนียนเผยแพร่ข้อมูล Sea anemone เลี้ยงไว้นานกว่า ๑๒๐ ปี ตั้งแต่เริ่มก่อตั้งสถาบัน ยังมีสุขภาพดี (สืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต) พ่อแม่ปลาการ์ตูนของศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร เลี้ยงมานานกว่า ๑๐ ปี ยังมีสีสวยสด

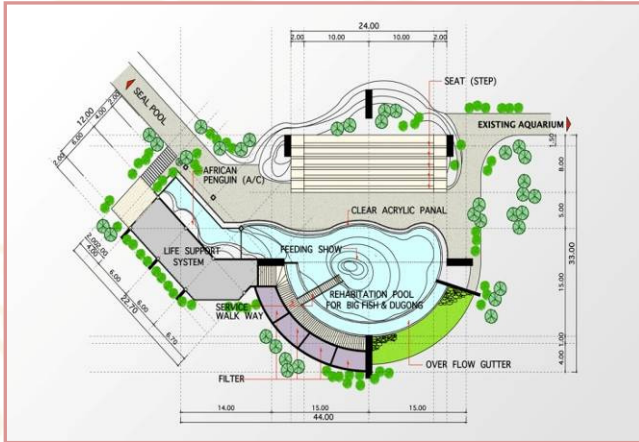
และแข็งแรงคึกคัก วางไข่เดือนละ ๒-๓ ครั้ง/คู่ ยังคงผลิตลูกปลาได้มากมาย

๓. **วัฏจักรของน้ำ**บนพื้นผิวโลกไม่เคยหยุดนิ่ง ความร้อนจากแสงแดดระเหยน้ำกลายเป็นไอน้ำรวมกันเป็นเมฆ กระแสลมพัดพาก้อนเมฆไปตกเป็นน้ำฝนยังสถานที่ต่างๆ น้ำไหลลงสู่ลำธาร แม่น้ำ และ

ทะเล ตามแรงโน้มถ่วงของโลก น้ำทะเลขึ้นลงทุกวันตามอิทธิพลของดวงจันทร์ และน้ำในมหาสมุทรไหลเวียนเคลื่อนที่โดยพลังงานธรรมชาติตลอดเวลา

เป็นข้อสังเกตว่า น้ำที่ใช้ในระบบกรองระบบใดก็ตามระยะเวลาที่นานพอควรแล้ว สมควรหมุนเวียนไปสู่ระบบนิเวศแหล่งน้ำแบบอื่นบ้าง เช่นเดียวกับวัฏจักรน้ำของโลก หรือนำออกมาฝั่งให้ฟื้นคืนสภาพ (ไม่มีระบบกรองชีวภาพระบบใดที่คงทนนิรันดร์กาล โดยไม่ต้องมีการบำรุงรักษา)

๓.๑ ความต่อเนื่องของระบบกรองชีวภาพเป็นสิ่งที่ยั่งยืน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในตู้แสดงพันธุ์สัตว์น้ำขนาดใหญ่ (Big tank) ที่นิยมจัดแสดงสัตว์น้ำขนาดใหญ่หรือฝูงใหญ่ หลังจากใส่สัตว์น้ำลงเลี้ยงแล้วไม่สามารถเคลื่อนย้ายสัตว์น้ำได้ตาม



อำเภอใจ หากเกิดการสะดุดของระบบ เราไม่สามารถหาน้ำดีในปริมาณที่มากพอมาเปลี่ยนถ่ายได้ทั้งวันทั้งคืน จนกว่าระบบจะกลับมาสมดุลอีกครั้งหนึ่ง

ดังนั้น ควรแบ่งแยกระบบกรองชีวภาพออกเป็นหลายชุดย่อย โดยที่ ๓ ใน ๔ ของชุด ก็ยังเพียงพอในการรักษาสมดุลในสถานที่จัดแสดงนั้นได้ เรามีเวลาพอที่จะหยุดย่อยชุดใดชุดหนึ่งเพื่อทำความสะอาด ถ้างตงคอนที่ตกค้าง แล้ว Reboot ระบบของชุดย่อยนั้นใหม่ได้ เมื่อระบบเดินตามปกติแล้ว ควรหยุดชุดย่อยถัดๆ ไป เพื่อล้างทำความสะอาดเรียงลำดับไปเหมือนลูกกระนวด

ภาพที่ ๑๑ การออกแบบระบบกรองชีวภาพที่มีการแยกเป็นชุดย่อย (ที่มา: www.aquatica.co.th)

๓.๒ น้ำต้นทุน Curator ทุกคนพยายามหาน้ำที่ใกล้เคียงธรรมชาติที่สะอาดที่สุด บางท่านไปสูบน้ำทะเลมาจากเกาะที่ห่างไกล มีการใช้เครื่อง Reverse osmosis เพื่อให้ได้น้ำจืดที่เป็นน้ำอ่อนที่มีสารละลายเจือปนน้อยที่สุด วิธีนี้ย่อมสิ้นเปลืองวัสดุอุปกรณ์และกำลังคนมาก มีแนวคิดในการจัดหาน้ำต้นทุนตามสภาพพื้นที่บางประการ ดังนี้

กรณีที่สถานแสดงพันธุ์สัตว์ทะเลตั้งอยู่ในพื้นที่ใกล้ฝั่ง มีน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลธรรมชาติสามารถใช้บ่อรูปวงรี (Raceway) ชุดให้ลึก ๒ เมตรขึ้นไป ปลูกสาหร่าย ใช้พลังงานน้อยในการหมุนเวียนน้ำด้วยกังหันน้ำรอบข้าง เราสามารถฟื้นฟูคุณภาพน้ำใกล้ฝั่งให้เหมาะสมสำหรับการใช้งานจัดแสดงได้ รวมทั้งสามารถใช้เป็นที่ฟื้นฟูคุณภาพน้ำที่ใช้แล้วให้คืนสภาพ เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ในกรณีที่ใช้น้ำทะเลปริมาณไม่มาก สามารถฟื้นฟูคุณภาพน้ำในบ่อคอนกรีตได้ สาหร่ายยังใช้เป็นอาหารหรือเป็นส่วนประกอบอาหารสัตว์น้ำได้เป็นอย่างดี

๓.๓ ตะกอนและน้ำทิ้ง น้ำเมื่อใช้ไปๆ จะมีไนเตรทและฟอสเฟตเหลือตกค้างมากขึ้น ตามระยะเวลาและความหนาแน่นของสัตว์น้ำ จนถึงระดับที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ ระดับความเข้มข้นที่เป็นพิษจะไม่เท่ากันในสัตว์น้ำแต่ละชนิด นอกจากนั้น สัตว์น้ำที่เลี้ยงมาพร้อมระบบแต่แรก เมื่อระบบเริ่มสะสมสารอินทรีย์ตกค้างอย่างช้าๆ สัตว์น้ำจะพัฒนาความทนทานตามขึ้นมาได้ ในกรณีนี้ หากนำสัตว์น้ำตัวใหม่จากธรรมชาติมาใส่เพิ่มลงในตู้แสดงเก่าที่มีการสะสมสารอินทรีย์มานานแล้ว สัตว์น้ำตัวใหม่นั้นจะทนไม่ได้และตายในระยะเวลาสั้นๆ ถึงแม้จะเป็นชนิดเดียวกันกับตัวที่เลี้ยงมาแต่แรกก็ตาม

การจัดการสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำแบบระบบ
ปิดสมบูรณ์นั้นสามารถออกแบบได้ แต่ต้องการระบบที่ใหญ่โต
ซับซ้อน ควบคุมยาก รวมทั้งอาจต้องพึ่งพาสารเคมีที่มีค่าใช้จ่าย
สูง เช่น การกำจัดฟอสเฟต หรือการสร้างถังกำจัดไนเตรท เป็น
ต้น การหาทางนำตะกอนสารอินทรีย์และน้ำทิ้งไปใช้ประโยชน์
ในกิจกรรมอื่นๆ น่าจะให้ผลตอบแทนที่ดีกว่า โดยเฉพาะประเทศ
ไทยที่ตั้งอยู่ในเขตร้อน ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพให้เลือก
มาก และยังมีพื้นที่ที่จัดสร้างระบบได้ ตัวอย่าง เช่น

I. การเลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์หรืออาร์ทีเมีย โดย
นำน้ำทะเลที่ใช้แล้วมาตากให้ระเหย จนได้ความเค็มสูงประมาณ ๑๕๐
ppt ขึ้นไป เติมอากาศเล็กน้อย มีแสงแดดพอสมควร ควบคุม pH ให้
สูงกว่า ๘ ใช้บ่อเลี้ยงที่ลึกพอสมควร จัดให้เป็นระบบนิเวศจำเพาะ
แบบ Hyper saline

อาร์ทีเมียกินแบคทีเรียเป็นอาหาร สร้างแหล่ง
อาหารได้โดยหมักสารอินทรีย์ความเข้มข้นสูง ในน้ำความเค็มสูง
ควบคุม pH เติมอากาศเล็กน้อย และให้ถูกแสงแดดจ้า เมื่อเกิดการเน่าสลายโดยสมบูรณ์ จะเกิดแบคทีเรีย
เฉพาะชนิด น้ำเปลี่ยนเป็นสีชมพู สามารถใช้เลี้ยงอาร์ทีเมียตัว
เต็มวัยเพื่อเป็นอาหารสัตว์น้ำได้เป็นอย่างดี (ในน้ำจืดก็หมัก
แบคทีเรียแบบนี้ได้เช่นกัน)



ภาพที่ ๑๔ บึงประดิษฐ์ (มุมล่างซ้าย)



ภาพที่ ๑๒-๑๓ ผลผลิตอาร์ทีเมีย
และน้ำหมักสีชมพู

II. การใช้บึงประดิษฐ์ จัดการกับน้ำทิ้ง
เข้มข้นและตะกอน (Sludge) ขั้นสุดท้าย ตัวอย่างบึงประดิษฐ์
บำบัดน้ำในการทำฟาร์มแบบไม่มีของเสียทิ้งออกนอกระบบ
(Zero-waste farming) ของ Bluewater Flatfish Company
ประเทศสหราชอาณาจักร ที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติ
ทางทะเลที่เข้มงวดมากๆ ในการควบคุมสิ่งแวดล้อม สามารถผลิต
ปลามากกว่า ๑๐๐ ตัน ต่อ เดือน

สรุป สถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำที่ดี ควรเป็นคลังขององค์ความรู้ในการดำรงไว้ซึ่งความ
หลากหลายทางชีวภาพของพืชและสัตว์น้ำ

เรื่องและภาพประกอบ สุทธิชัย ฤทธิธรรม (เมษายน ๒๕๕๔)