

흰다리새우 맑은물 RAS 양식 시스템 및 AI 융합 기술 보고서

1. 맑은물 RAS 시스템 개요

순환여과식 양식시스템(Recirculating Aquaculture System, RAS)은 사육수를 여과하여 재사용함으로써 물 사용량을 최소화하고 외부 환경의 영향을 차단하는 첨단 양식 기법입니다. 그 중에서도 '맑은물 RAS'는 고형물 제거 효율을 극대화하여 수조 내부를 탁도 없이 투명하게 유지하는 방식을 말합니다.

흰다리새우 양식에서 맑은물 RAS 환경은 기존의 탁도가 높은 바이오플락(Biofloc) 방식이나 노지 양식과는 차별화된 여러 이점을 제공합니다. 맑은 수질은 용존 산소의 효율적 전달을 돕고, 병원균의 서식처가 될 수 있는 유기물을 최소화하여 질병 관리에 유리합니다. 무엇보다 수중 시야가 확보됨에 따라 정밀한 개체 모니터링이 가능해져 생존율을 획기적으로 향상시킬 수 있습니다.

구분	맑은물 RAS	바이오플락(BFT)	노지 양식
수질 탁도	매우 낮음 (투명)	매우 높음 (갈색/녹색)	높음 (녹조/부유물)
관찰 용이성	육안/카메라 관찰 가능	관찰 불가능	제한적 관찰
질병 제어	유입수 살균 및 통제 용이	미생물 총 관리에 의존	외부 유입 차단 어려움
AI 적용	적용 최적화 (영상분석)적용	적용 불가 (시야 차단)	적용 난해 (환경 변수)

2. 맑은물 유지를 위한 핵심 요인

맑은물 RAS의 성공 여부는 수조 내 부유 물질을 얼마나 신속하고 효율적으로 제거하는지에 달려 있습니다. 이를 위해서는 물리적 여과와 생물학적 여과가 균형을 이루어야 합니다.

- 엄격한 고형물 제거: 사료 찌꺼기와 새우의 배설물은 부패하면서 암모니아를 발생시키고 수질을 혼탁하게 만듭니다. 이를 1시간 이내에 시스템 밖으로 배출시키는 고효율 드럼 필터나 침전조가 필수적입니다.
- 생물학적/화학적 수질 안정화: 용존 유기물을 분해하고 암모니아를 질산염으로 전환하는 생

물학적 여과조(Bio-filter)의 성능이 유지되어야 합니다. 또한, pH, 알칼리도, DO(용존산소) 등을 일정하게 유지하여 미생물 활성을 돕고 물의 투명도를 확보해야 합니다.

- 미세 입자 제어: 단순 여과로는 걸러지지 않는 미세 부유물은 오존 처리나 단백질스키머(Protein Skimmer)를 통해 제거하여 탁도를 1NTU 이하로 관리하는 것이 이상적입니다.

3. 맑은물 RAS 구현을 위한 혁신 기술

당사가 개발한 5가지 핵심 기술은 맑은물 RAS 환경을 조성하고 유지하는 데 결정적인 역할을 수행합니다. 각 기술은 수질 오염의 원인을 원천 차단하거나, 처리 효율을 극대화하는 방향으로 설계되었습니다.

1) 탈피 수집장치

새우는 성장 과정에서 주기적으로 탈피를 하며, 탈피한 껍질(Exuviae)은 수조 바닥에 가라앉아 부패하거나 배수관을 막는 주원인이 됩니다. 방치된 껍질은 미세하게 부서져 탁도를 높이는 주 요 오염원이 됩니다. 본 기술은 수조 내 수류를 이용하여 탈피 껍데기를 특정 구역으로 모으고, 이를 자동으로 수집·배출하는 장치입니다. 이를 통해 유기물 부하를 줄이고 투명한 수질을 유지합니다.

2) 사료 균일 살포 기술

사료가 특정 구역에 집중되면 새우 간의 먹이 경쟁이 심화되고, 섭취되지 못한 잉여 사료가 바닥에 쌓여 급격한 수질 악화를 초래합니다. 당사의 사료 균일 살포 기술은 수조 전면에서 사료를 고르게 분사하여 모든 개체가 균등하게 섭취할 수 있도록 합니다. 이는 사료 잔여물을 최소화하여 수질 오염을 예방하고, 사료 효율(FCR)을 극대화하는 경제적인 기술입니다.

3) 미생물 활용 암모니아 절감 기술

맑은물 시스템에서는 바이오플락처럼 부유 미생물을 활용할 수 없으므로, 여과조 내 부착 미생물의 역할이 중요합니다. 당사는 특화된 질산화 박테리아 및 유기물 분해 미생물을 활용하여 암모니아와 아질산을 신속하게 무해화하는 기술을 적용합니다. 이는 화학적 처리 비용을 줄이면 서도 생물학적으로 안정된 맑은 물을 유지하는 핵심 솔루션입니다.

4) 식수 수준의 외부 유입수 살균장치

외부에서 유입되는 해수는 각종 병원균(WSSV, EHP 등)의 유입 경로가 될 수 있습니다. 당사는 반영구적 미세필터, UV(자외선) 살균 및 전기 분해 기술 등을 복합적으로 적용하여 유입수를 음용수 수준으로 살균 처리합니다. 이는 초기 병원균 유입을 원천 봉쇄하여 맑고 청정한 사육 환경을 보장하며, 질병 발생으로 인한 경제적 손실을 막아줍니다.

5) 변 형태 변형 사료기술 (원형 고품질 형성)

일반적인 새우의 변은 가늘고 긴 형태로 잘 부서져 여과망을 통과하거나 물에 쉽게 풀어져 탁도를 높입니다. 당사는 특수 제조한 사료 기술을 통해 새우의 변을 단단한 원형의 고품질 (Pellet 형태)로 배출되도록 유도합니다. 이렇게 변형된 변은 물에 잘 풀리지 않고 여과 장치에서 90% 이상 쉽게 걸러지므로, 수질 탁도를 획기적으로 개선하고 여과 시스템의 부하를 줄여줍니다.

4. 맑은물 RAS 환경에서의 AI 기술 적용

맑은물 RAS의 가장 큰 장점 중 하나는 영상 기반의 인공지능(AI) 기술을 접목할 수 있다는 점입니다. 탁도가 높은 바이오플락이나 노지 양식에서는 수중 시야가 확보되지 않아 카메라를 이용한 정밀 분석이 불가능합니다.

1) 탁도 높은 시스템의 한계

바이오플락(Biofloc) 방식은 미생물 덩어리(플락)로 인해 물이 갈색 흙탕물처럼 보이며, 시야가 수 센티미터에 불과합니다. 노지 양식 또한 녹조나 기상 변화로 인해 수중 촬영이 불가능합니다. 이러한 환경에서는 센서 데이터(DO, pH) 외에 새우의 상태를 직접 눈으로 확인하거나 영상으로 분석하는 것이 불가능하여 정밀 양식(Precision Aquaculture) 구현에 한계가 있습니다.

2) 실시간 새우 크기 측정 AI 기술

맑은물 환경에서는 고해상도 수중 카메라를 통해 새우의 영상을 실시간으로 획득할 수 있습니다. 컴퓨터 비전(Computer Vision) 기술을 적용하여 유영하는 새우의 윤곽선을 추출하고, 머신 러닝 알고리즘을 통해 개체별 길이와 무게를 추정합니다.

- 정밀 사료 관리: 실시간으로 파악된 새우의 평균 체중과 총 바이오매스(Biomass)를 기반으로 최적 사료량을 산출하여 급이합니다. 과도한 급이를 막아 수질 오염을 예방하고 사료 비용을 절감합니다.
- 성장 모니터링: 일일 성장률(ADG)을 자동으로 기록하여 출하 시기를 과학적으로 예측할 수 있습니다.

3) 새우 표피 영상분석 질병 감시 기술

투명한 수질 덕분에 새우의 표피 상태를 영상으로 정밀하게 분석할 수 있습니다. AI 모델은 정상 새우와 질병 감염 새우의 표피 패턴을 학습하여 이상 징후를 조기에 포착합니다.

- 질병 조기 탐지: 백반병(White Spot)의 흰 반점, 간체장 괴사 등 외관상 변화를 미세한 단계에서 감지하여 관리자에게 알립니다.

- 활동성 분석: 새우의 수영 속도나 패턴이 비정상적으로 느려지거나 불규칙할 경우 건강 이상 신호로 간주하여 경고합니다.

5. 결론 및 기대효과

당사의 맑은물 RAS 시스템은 단순한 양식조가 아닌, 5가지 혁신적인 수질 관리 기술과 최첨단 AI 기술이 결합된 통합 솔루션입니다. 변 형태 변형 사료와 탈피 껍질 수집 장치 등을 통해 구현된 완벽한 맑은물 환경은, 기존 양식법에서는 불가능했던 '보이는 양식'을 가능하게 합니다.

이러한 투명한 환경은 AI 기반의 실시간 모니터링 시스템을 도입할 수 있는 기반이 되며, 이는 다음과 같은 기대효과를 창출합니다.

- 생산성 극대화: 정밀 급이와 최적 환경 유지로 성장 속도 향상 및 생존율 증대
- 경제성 확보: 사료 효율 개선, 인건비 절감, 질병으로 인한 대량 폐사 리스크 감소
- 지속 가능성: 물 사용량 최소화 및 오염 배출 저감을 통한 친환경 양식 실현

결론적으로, 맑은물 RAS와 AI 기술의 융합은 노동 집약적이고 경험에 의존하던 기존 양식업을 데이터 기반의 첨단 스마트 산업으로 전환하는 핵심 열쇠가 될 것입니다.