

수소분압이 슬러지 입상화 및 입상슬러지 활성도에 미치는 영향

정병근

군산대학교 해양환경학과

1. 서론

일반적으로 UASB공정과 같이 입상슬러지를 반응조내에 생성시켜 처리하는 공법은 물론 혐기성 여상과 같은 생물막 공법에 있어서도 상향류식 반응조의 경우 처리의 대부분은 반응조 하부에 생성되는 입상슬러지에 의해 일어나며 이러한 입상슬러지들은 열역학적 측면에서 반응이 불가능한 높은 수소분압하에서도 프로피온산과 부틸산등을 아세트산으로 전환시킬 수 있는 독특한 능력이 있다는 것이 밝혀졌다. 그러나 이와같은 상향류식 혐기성 반응조내에서 입상슬러지를 생성시키는데는 상당히 긴시간을 요하며 유입수 특성에 따라 입상슬러지의 생성이 대단히 어렵거나 전혀되지 않는등 start-up 기간이 대단히 까다롭고 길다는 것이 가장 큰 문제이다.

입상슬러지 생성 및 배양에 영향을 주는 인자로는 식종슬러지의 특성 및 식종량, 초기 start-up 기간중 적용된 운전형태, 유입폐수 특성 및 기타 환경인자들이 있으나 각 인자들이 미치는 영향 및 슬러지 입상화를 위한 최적 조건등에 관해서는 서로 다른 결과들이 보고되고 있으며 아울러 이와 같은 입상슬러지의 생성메카니즘 및 특성등에 관해서도 아직 완전하게 규명되지 않은 상태이다. 따라서 본 연구는 입상슬러지의 생성기작과 입상슬러지의 활성도 변화를 연구하기 위하여 입상슬러지 생성 및 그 활성변화에 대단히 중요한 환경요소로 인식되어지나 그 영향에 관해서는 서로다른 학설들이 제시되고 있고 또 거의 규명되어 있지 않은 수소분압과의 상관성을 통하여 수소분압이 슬러지 입상화 및 입상슬러지 활성도에 미치는 영향에 관해 연구하였다.

2. 실험방법 및 내용

수소분압이 슬러지 입상화 및 입상슬러지 활성도에 미치는 영향을 규명하기 위하여 실험을 4단계로 나누어 수행하였다. 1 단계에서는 수소분압이 입상슬러지의 형성에 어떠한 영향을 미치는가를 조사하고 슬러지 입상화의 근본 기작을 연구하기 위하여 수소분압 조건을 각각 달리해 반응조내의 수소분압이 다르게 유지되도록한 3개의 반응조를 이용하여 각 운전형태에 따른 슬러지 입상화 정도를 평가하였다. 즉 먼저 수소주입 반응조와 수소탈기 반응조를 대조 반응조와 같이 병행 운전하면서 수소분압에 따른 입상화를 평가하였고 다음에는 서로 다른 수소분압조건하에서 약 2주일간 운전시킨 반응조를 동시에 각 반응조 공히 대조 반응조와 같은 조건으로 운전하여 각 조건에 따른 입상화 정도를 평가하였다. 2단계 실험에서는 1단계 연구결과를 기초로 하여 그 실험결과를 확인하고 입상화 기작을 좀더 자세히 규명하기 위하여 4개의 반응조에 수소주입형태를 달리하여 실험하였다. 즉 동일량 수소주입상태에서 결핍기간을 달리하여 결핍기간비에 따른 영향을 조사하고 동일 결핍기간에 수소주입기간을 달리하여 주입기간비에 따른 영향을 평가한후 1단계 실험에서와 같이 수소주입을 중단하고 대조반응조와 같은 조건으로 운전하여 주입기간비 변화가 장기간 수소 결핍시 슬러지 입상화 및 반응조 운전 효율에 어떠한 영향을 주는지를 평가하였다. 3단계 실험에서는 입상화된 슬러지의 활성도에 수소분압이 미치는 영향을 파악하기 위하여 회분식 반응기를 이용하여 수소분압 및 입상슬러지 조성을 각각 달리하여 운전하면서 각 조건에 따른 입상슬러지의 활성도 변화를 유기물 제거측면에서 평가하였다. 4단계 실험에서는 3단계 회분식 실험결과를 확인하고 입상슬러지의 활성도 변화를 좀더 자세히 규명하기 위하여 실험실 규모의 UASB 반응조를 제작 운전하면서 반응에 따른 입상슬러지 활성도 변화 및 그 변화의 근본 원리를 연구하였고, 또 유기물 자체에서 야기된 수소분압에 의해 입상슬러지의 활성도가 어떻게 변하는가를 살펴보기 위해 각 유입 유기물의 농도를 달리하면서 실험을 수행하여 수소분압이 입상 슬러지의 활성도에 미치는 영향을 평가하였다.

3. 결론

1) 슬러지 입상화는 반응조내 수소분압과 밀접한 연관을 가지고 있으며, 수소기질이 충분한 상태에서나 수소기질이 많이 결핍되어 있는 상태에서는 슬러지의 입상화가 촉진되지 않는 것으로 평가되었다.

2) 동일 수소량을 주입한 조건에서 수소기질 결핍기간을 달리할 경우 기질 결핍기간이 길수록 슬러지 입상화 속도가 크게 나타났으며, 유기물 제거효율 역시 기질 결핍기간이 길수록 좋았다. 수소기질 결핍기간을 동일하게 하고, 수소 주입량을 달리할 경우 수소 주입 기간이 길수록 슬러지 입상화가 저조하였으며, 유기물 제거효율 또한 낮게 나타났으나 기질공급을 중단하여 장기간 수소기질을 결핍시킨 경우에는 수소 주입기간이 길었던 반응조에서의 입상화 속도가 가장 빨랐으며, 유기물 제거효율도 크게 향상되었다.

3) 반응조내 수소 이용 박테리아를 과잉 증식시킨 단계에서 수소 결핍환경을 만들어 주면 슬러지 입상화가 가속될 수 있음을 확인할 수 있었으며, 이러한 일련의 실험결과를 통하여 슬러지 입상화는 수소 이용 박테리아가 수소 결핍상태에서 수소를 생성하는 산 형성 박테리아와 상호공생을 위한 결합에 의해 이루어지는 것으로 평가되었다.

4) 아세트산과 프로피온산을 기질로 이용한 활성도 실험 및 상향유속 차이에 따른 고품물 유실율은 슬러지 입상화를 평가할 수 있는 효율적인 방법으로 사료된다.

5) 반응조내에 수소분압이 증가함에 따라 입상슬러지의 유기물 제거속도가 감소하였으며, 이러한 감소현상은 유기물이 저농도인 경우에는 그 영향이 작았으나 유기물 농도가 증가할수록 그 영향이 크게 나타났다.

6) 입상 슬러지만을 식종한 반응조와 입상 및 부유 미생물이 혼재된 슬러지를 식종한 반응조와의 비교실험 결과, 입상 슬러지만을 식종한 반응조에서의 유기물 제거효율이 높게 나타나고 있어 슬러지 입도분포 차이에 따른 슬러지 활성도에 차이가 나타나고 있음을 확인할 수 있었고, 이러한 결과는 UASB 반응조내에서 유출수 재순환을 통한 반송은 반응조내 입상슬러지의 크기에 따른 수직적 배열을 형성시키므로써 반응조내의 유기물제거효율을 향상시키는 데도 기여하고 있는 것으로 판단된다.

7) UASB 반응조의 효율적인 운전을 위해서는 유출수 반송이 필수적이며, 유입 유기물이 저농도 보다는 고농도일수록 그 영향이 큰 것으로 평가되었다.