

초임계수 산화(Supercritical Water Oxidation)를 이용한 고농도 난분해성 폐수 처리 기술

연구기관:한화석유화학(주) 중앙연구소,
참여기업:한화석유화학(주)

한승호, 한주희, 노민정, 정창모, 신영호

기술개발요약

한화석유화학(주) 중앙연구소는 1994년부터 고농도, 난분해성 및 독성폐수 처리에 99.9% 이상의 탁월한 COD 처리효과를 나타내는 초임계수 산화 기술을 순수 국내 기술로 개발하는 연구를 추진하여 왔다. 한화종합화학(주) 중앙연구소에서는 서강대학교와 한국화학연구소가 보유한 실험실 단계의 초임계 유체 기술과 SCWO 기술을 공동 연구를 통하여 5년 동안 자체적으로 기술 개발을 진행하였고, 제0585호 국산신기술인증(KT)을 받았으며, 현재 Pilot Plant 단계의 기술 개발을 완료하고 본격적인 상업화를 추진하고 있다.

1. 서 론

현재 대부분의 산업체 및 공단의 종말처리장에서 폭넓게 활용되고 있는 산업 폐수 처리 방식은 생물학적 처리 방안이다. 그러나, 산업 현장에 따라서는 생물학적 처리로는 적절히 처리하기 곤란한 고농도 난분해성 폐수가 대량으로 발생되고 있다. 고농도 난분해성 폐수는 단일 사업장에서 대규모로 배출되는 경우도 있으나, 주로 화학공정의 일부 단일 공정에서 배출되는 경우가 대부분이다. 현재 공단 및 단위 사업장에 설치되어 있는 폐수 종말 처리 설비는 고농

도 난분해성 폐수와 저농도 폐수가 혼합되어 처리되기 때문에 처리장의 규모가 대규모로 될 수밖에 없는 현실이다.

생물학적 폐수 처리 방법은 저렴한 운전 비용으로 대용량의 폐수를 처리할 수 있는 장점이 있으나 난분해성 물질과 독성 물질의 처리에는 높은 효율을 기대하기 어렵고, 폐수 처리 시간이 많이 소요(6~24시간)되기 때문에 폐수 처리 시설이 넓은 면적을 차지하는 단점을 포함하고 있다.

그리고, 생물학적 폐수장에서는 다량의 오니(Sludge)가 발생되는데, 이러한 오니는 지정 폐기물로 매립이 점차 불가능해지고 있고, 따라서 새로운 산업 폐기물이 대량으로 배

출되는 단점이 존재한다. 또한, 산업 현장의 불안정한 상황에 따라 배출되는 폐수의 농도가 크게 변하기 때문에 폐수 처리장의 운전에 많은 어려움이 있는 단점도 포함한다. 따라서, 생물학적으로 폐수를 처리하기 위해서는 폐수에 따라서 물리적 또는 화학적 처리가 선행되고 있다.

화학적 처리는 pH의 조정, 플로이드형 불순물(황산알루미늄, 황화철 또는 고분자전해질 등을 사용)의 응결, 용해 오염물질의 침전(수산화물이나 탄화물 등에 의하여 금속물의 제거), 산화(O₃, NaOCl, H₂O₂나 O₂ 등)나 환원 처리 등이 사용되고 있다. 그러나 이와 같은 화학적 처리 방법은 보통 처리해야 할 폐수의 양이 너무 많거나, 특히 폐수의 오염원이 주로 유기물인 경우 엄청난 처리 비용이 필요하게 된다. 이와 같은 관점에서 화학적 처리 방법은 통상 pH 조정, 색도 제거 또는 독성성분의 제거 등 생물학적 처리를 위한 전 단계로 고려하게 된다.

일반적인 화학 처리법에 비해 산화력을 증가시키기 위해 사용하는 방안이 오존 및 고급 산화법(Advanced Oxidation Process, AOP)이다. AOP란 OH라디칼을 중간 생성물질로 생성하여 수중 오염물질인 유기물을 산화 처리하는 진보된 화학 처리법으로 오존에 pH를 조절하거나, 과산화수소, UV에너지 등을 첨가하여 산화력을 증대시키는 방법을 말한다. AOP는 기존의 화학 처리법에 비해 강한 산화력을 가진 OH라디칼을 산화제로 사용하기 때문에 유기물을 산화시키는데 매우 효율적이지만, 유기물의 제거율이 완벽하지 못하기 때문에 생물학적 처리법의 전처리로 활용될 수밖에 없고 고농도 유기물 함유 폐수 처리에는 한계가 있는 단점이 있다. 특히, AOP에 사용되는 산화제가 오존, 과산화수소 등 고가의 물질을 사용하기 때문에 고농도 폐수와 대량의 산업 폐수를 처리하기 위해서는 많은 비용이 투입되는 단점이 있다.

현재 국내에서 고농도의 난분해성 폐수 처리에 가장 넓게 활용되는 기술이 소각법이다. 소각법이란 폐수를 고온의 소각로에서 보조 연료를 첨가하여 태워버리는 방법으로 대부분의 난분해성 유기물이 분해될 수 있다. 그러나, 소각

법의 경우에는 고온(1000℃ 이상)에서 운전되기 때문에 많은 에너지가 사용되어야 하고, NO_x, SO_x, 다이옥신 등의 2차 대기 오염 물질의 배출을 막기 위한 방지 설비들이 대규모로 설치되어야 하는 관계로 처리 설비의 초기 투자비가 크고, 운전 비용이 과다하게 소요되는 단점을 포함하고 있다.

이러한 소각법의 2차 대기 오염 물질의 배출 문제를 해결할 수 있는 기술로 넓게 사용되는 폐수 처리 기술이 습식산화법(Wet Air Oxidation, WAO)이다. WAO는 대표적으로 공기와 같은 기상의 산소 원을 사용하여 고온(125-320℃)과 고압(0.5-20MPa) 하에서 유기물이나 산화 가능한 무기물을 용액 상에서 산화시키는 방법이다. 일반적으로 고온 고압의 물은 다량의 산소를 용해시키고 용해된 산소가 오염 물질을 산화시킬 수 있는 높은 유도력을 제공한다. 공정 내 높은 압력으로 인하여 산화 과정동안 물이 액상을 유지하게 되며 열 전달을 도와주는 매체의 역할을 담당한다.

또, 증발에 의하여 과잉 열에너지를 제거해 주는 장점이 있다. WAO에서는 대부분의 유기물들을 CO₂와 저분자량의 유기물(초산 등)로 분해시켜 주며, 질소 성분을 암모니아나 NO₃ 등으로 분해시켜 버리게 된다. 앞에서 언급한 바와 같이 WAO가 가지는 다양한 장점에도 불구하고 WAO에 의한 폐수 처리 방안은 몇 가지 문제점을 포함하고 있다. 대표적으로 처리수에 포함된 난분해성 저분자량의 유기물(초산 등)의 문제이다. 이들 물질은 큰 독성은 없으나 악취를 발생시키고, 분해 시간이 길기 때문에 생물학적 처리장과 같은 2차 처리 설비가 필요로 된다. 또한, 암모니아 성분의 잔류도 WAO의 대표적인 단점이 될 수 있다. 암모니아 성분은 생물학적 처리로 상당량이 제거될 수 있으나, 농도가 높을 경우 악취 문제가 발생되므로 WAO 단독으로 질소 성분을 다량 함유한 폐수를 처리하는 것은 곤란하다고 할 수 있다.

따라서, 이러한 2차 오염 물질의 생성이 없이 단일 설비로 폐수를 효과적으로 처리할 수 있는 산화법의 연구가 진행되어 왔으며, 이의 대표적인 방법이 초임계수 산화법

(Supercritical water oxidation, SCWO)이다.

2. 연구방법

순수한 물질은 그림 1에서 보인 바와 같이 온도와 압력의 변화에 대해 고체, 액체, 기체(또는 증기)의 특성을 나타낸다. 온도와 압력을 상승시키면 액체와 증기의 두 상의 밀도는 같아지고 액체와 증기 사이의 구분이 없어지는 지점이 나타나는데 이 점을 임계점(Critical point)이라고 한다. 초임계 상태(Supercritical state)란 임계점 이상의 온도와 압력의 상태를 말하고, 초임계 유체(Supercritical fluid, SCF)란 초임계 상태의 유체를 말한다. 초임계 유체는 액체에 비해서 점도가 낮고, 기체에 비해서는 밀도가 매우 커서 액체와 기체의 특성을 모두 가지고 있고, 특히 어떤 물질의 용해도(Solubility)와 혼합도(Miscibility)가 액체나 기체에 비해 매우 다른 특성을 보이기 때문에 새로운 청정 기술의 요소 기술로 많은 연구가 진행되고 있다.

초임계 상태에서 물의 밀도는 380℃ 이상에서 온도 증가에 따라 410℃가 될 때까지 급격히 감소한다(그림 2). 그러나, 410℃ 이상이 되면 밀도가 감소하는 폭은 둔화된다. 또한, 물의 쌍극자 모멘트(물의 극성)는 밀도가 감소함에 따라 감소한다. 따라서, 이 영역에서 초임계수는 비 수용성 유체와 같이 거동하며 알칸(Alkanes)이나 방향족(Aromatics)과 같은 비극성 화합물을 용해시키는 성질을 갖게 된다. 일반적으로 대부분의 유기 물질들은 초임계 조건하에서 물과 완전히 혼합하는 성질을 갖는다. 그러므로, 초임계 상태에서 물과 유기물간에는 계면(Boundary layer)이 존재하지 않게 된다. 반면에 NaCl과 같은 무기물은 물의 쌍극자 모멘트를 잃어버리게 되므로 거의 용해력을 갖지 못한다. 또, 산소는 초임계수에 대하여 전 농도범위에 대하여 혼합 성질을 갖는다. 따라서, 물과 산소 사이에 존재하는 계면 역시 사라지게 된다.

초임계수는 수소결합의 영향이 감소하게 되어 물 분자당 수소 결합의 수는 액상에 비하여 약 1/3 수준으로 감소한

다. 초임계 조건에서 밀도가 일정할 때, 온도가 증가함에 따라 수소결합의 이완으로 쌍극자 모멘트 상수는 감소한다. 그러나 초임계 상태 하에서도 물은 배위 성향(Association)을 갖고 있으며 이 성질은 온도와 압력에 따라 변화한다. 이와 같은 배위 성질은 용질의 용해도, 산화 반응 그리고 장치의 부식에 커다란 영향을 미치게 된다.

이러한 임계점 주변에서의 물의 대표적인 특성 변화 중의 하나가 물의 열용량(Heat capacity, Cp)이 급격히 증가하는 현상이다. 따라서 이 지점에서 엔탈피의 변화도 불균일한 특성을 보이게 된다. 따라서, 초임계수를 이용하는 공정을 설계할 때에 이러한 물의 특성을 충분히 고려하여야 한다.

초임계수를 산화매체로 사용하는 공정이 약 400~500℃ 범위에서 조업되기 때문에 공정 내 오염물질의 체류 시간이 1~5min 일 경우 약 99.9%의 대부분 유기 오염 물질들이 산화 파괴된다.

또, 산화온도를 600~650℃범위에 조정하는 경우 평균 체류 시간 수초이내에 오염물질의 99.9999% 이상으로 완전 분해 처리가 가능하다. 그 결과, SCWO는 WAO로 처리할 수 있는 모든 종류의 오염 물질들(폐수 오나, 펄프폐수 등)을 보다 신속하고 완전하게 분해시킬 수 있다. 뿐만아니라, SCWO 기술은 유기화학 물질에 대한 강력한 산화력을 이용하기 때문에 난분해성 화학 물질의 분해에 탁월한 성능을 보인다. 또한, 모든 유기물을 99.9% 이상 완벽히 분해할 수 있기 때문에 독성 물질을 함유한 폐수와 고농도 폐수 처리에 적합한 기술이다.

폐기물 소각과는 달리 SCWO는 닫힌 계(Closed system)이므로 반응 중에 대기 중으로 배출되는 성분이 없으며, 만약 공정이 잘못 작동되는 경우 비교적 쉽게 차단이 가능하다. SCWO는 그밖에 몇 가지의 장점을 지니게 된다. 소각로의 경우 대부분 공정 온도가 1000℃ 이상인데 반하여 초임계 산화 공정 온도는 통상 400~600℃ 에서 수행된다. 이와 같이 비교적 낮은 산화 온도에서는 소각에서와는 다르게 질소산화물(NOx)의 생성량이 극히 적으며 소각에 비하여 적은 에너지만을 필요로 한다. 특히, 폐기물의 탄소함량

10% 이하인 경우 소각법으로 폐수를 처리하기 위해서는 다량의 에너지원(보조 연료)을 필요로 하는데 비해, SCWO 공정은 낮은 온도에서 조업하고, 반응후 처리수의 열에너지가 충분히 회수할 수 있기 때문에 소각법에 비하여 충분한 경제성을 갖는다.

이러한 SCWO 기술의 특성 때문에 화학 무기와 같은 독성 난분해성 유기물의 분해와 폭약 및 추진제 등의 위험물질 등의 처리에 활용하기 위해 미국을 중심으로 선진국들이 연구를 진행해 왔다. 미국의 경우 에너지성(Department of Energy, DOE)과 국방성(Department of Defense, DOD)의 지원 하에 국립연구소, 대학교 및 기업의 연구가 활발히 진행되어 왔고, 현재는 상업화 단계에 도달하여있는 상황이다. 현재 외국에서 진행되고 있는 연구는 SCWO 반응기 설계의 개선, 반응기 재질 부식 방지, 염화 오염물의 산화로부터 유발하는 고형분 염(Salts)의 반응기, 장치 및 파이프라인의 침적물 처리기술, 장치 효율 증대를 위한 촉매 개발 등에 심혈을 기울이고 있고, 공정의 최적화와 기존의 공정설계 정보나 데이터를 수집 체계화하는 일, 그리고 오염물질을 산화 분해하는 반응 기구의 해석과 속도론 등에 관심을 집중하고 있다.

한국에서는 몇몇 대학교와 정부 출연연구소에서 실험실 규모의 연구 설비를 이용하여 모델 폐수를 산화 분해하는 연구를 일부 추진하여 왔으나, 본격적으로 기업 연구소에서 상업화를 위한 연구를 추진해 온 것은 한화석유화학(주) 중앙연구소가 유일하다. 한화석유화학(주) 중앙연구소에서 1994년부터 SCWO 기술을 순수 국내 기술로 개발하는 연구를 추진하여 왔다. 한화석유화학(주) 중앙연구소에서는 서강대학교와 한국화학연구소에서 보유한 실험실 단계의 초임계 유체 기술과 SCWO 기술을 공동 연구를 통하여 5년 동안 자체적으로 기술 개발을 진행하여 왔고, Pilot Plant 단계의 기술 개발을 완료하고 본격적인 상업화를 추진하고 있다. 본 기술의 Scale-up 기술은 (주)한화/건설의 Plant 사업부와 한화석유화학(주) 중앙연구소에서 공동으로 개발하여 상용화 설비의 설계를 완료하였으며, 1998년에 남해화

학(주) 여천 공장의 DNT 공정 폐수 처리 설비 및 1999년에는 델라민 공정 폐수 처리 설비의 설치 계약을 체결한 바 있다. 그림 3에 한화에서 개발한 SCWO Pilot Plant의 사진과 Pilot Plant에서 처리한 폐수와 처리수의 사진을 게시하였다. 한화 SCWO 공정은 고농도 유기성 폐수를 99.9% 이상 분해하여 처리수의 COD를 0 ppm까지도 낮출 수 있고, 최근 국내 산업 현장에 문제가 되고 있는 고농도 질소 함유 폐수의 처리에도 탁월한 성능을 보여 총질소(T-N) 성분도 99% 정도까지 제거가 되는 훌륭한 결과를 보이고 있다.

특히, 한화의 SCWO 기술은 총 질소의 주된 원인이 되는 유기성 질소 성분과 암모니아 성분을 제거하는 우수성을 보유하고 있기 때문에 최근 문제가 되고 있는 산업 폐수의 총질소 규제에 적절한 해결 방안이라고 할 수 있다.

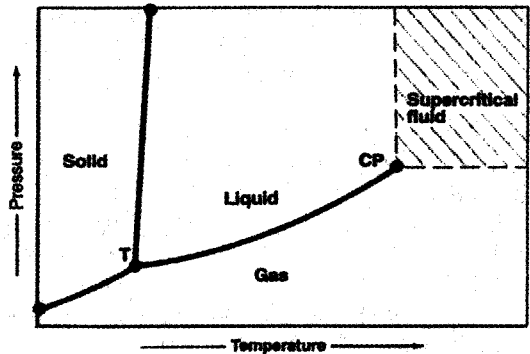


그림 1. Phase diagram of a pure substance.

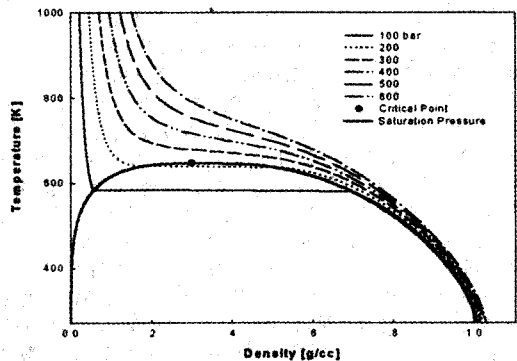


그림 2. Variation of density of water.



그림 3. Hanwha's SCWO pilot plant and samples of waste and treated waters.

- 산화제로 사용될 물질의 선정 및 주입 방법
- 압력과 온도의 조절 방법과 에너지 최적화 방안
- 배출물의 분리 및 보관 설비
- 비정상적 처리수와 발생 기체의 처리 방안
- 비상시 대처 방안
- 간결하고 효율적으로 설비를 안정적으로 조절할 수 있는 제어 방안

3. 연구 개발 결과

3.1 공정 개발의 원리

3.1.1 공정 설계의 주요 인자

SCWO 공정이 여러 가지 장점을 보유하고 있음에도 불구하고, 고온 고압의 공정이므로 적용과 운전시 많은 어려움이 존재한다. 따라서, 본 절에서는 SCWO 공정의 설계시 고려하여야 할 주된 설계 인자와 고려 사항을 언급하고자 한다. 초임계수 산화 공정의 설계시 고려하여야 할 주된 설계 인자는 아래와 같다.

- 폐수자료 확보 : 폐수의 성상 분석, 가능한 물리/화학적 전처리, 적절한 보관 설비 용량
- 주입 설비 : 고압주입 펌프 및 적절한 주입 배관의 선정
- 가열기의 선정 : 가열기 종류, 재질, 연료
- 반응기 설계 : 반응기 체류 시간, 온도, 고온, 고압 및 부식에 강한 반응기 재질 선정, 반응기 성상, 유량, 생성되는 고형 물질의 처리
- 열 교환기의 설계 : 적합한 열 교환기 종류 선정, 재질 및 전달될 열량
- 대기 방출시 필요로 되는 에너지 제거에 관한 사항

3.1.2 공정 설계시 고려 사항

3.1.2.1 부식

SCWO는 산화력이 매우 강한 반면에 다량의 산소가 용해되어 있고, 고온 고압으로 유지되기 때문에 반응기 및 공정 재질의 부식도 유발할 수 있다. 특히, 반응이 진행되면서 또는 최종 생성물에 산(HCl, H₂SO₄ 등)이 생성되는 경우에는 재질의 선정과 반응기 운전 및 공정 설계시 부식의 문제를 심도 있게 고려하여야 한다. 일반적으로 가장 부식이 강한 조건은 아임계 영역인 300℃와 pH=2.1인 조건으로 알려져 있으며, 이러한 현상은 유전 상수가 매우 높아 용해되는 이온이 매우 많기 때문으로 알려져 있다. 반면, 온도가 증가하는 경우에는 pH와 관계없이 부식이 증가하게 된다.

즉, 300℃에서 강한 부식력은 물이 아임계 영역에서 보여주는 강한 전해력에 의한 전기 화학적인 반응에 의해 발생되지만, 400℃이상에서는 물의 유전 상수는 급격히 감소되어 전해 물질이 고형분으로 석출되게 되고, 따라서 부식은 pH와 무관하게 화학 반응에 의해 진행되게 된다.

3.1.2.2 고형 물질의 제거

초임계수는 유기물과 기체의 용해도는 매우 커지는 반면에 약 전해질로 전환되기 때문에 무기물의 석출이 따르게 된다. 따라서, 석출된 무기물들은 반응기와 기타 공정에 막히는 문제와 설비의 마모를 유발 할 수 있다. 초임계수 산화

공정에서 발생하는 고형 물질은 금속 산화물과 무기염들이며, 특히 무기염의 경우에는 아임계(Subcritical state)에서는 잘 용해되지만 초임계 상태에서 용해도가 급격하게 감소하게 되므로 반응기 막힘 현상의 주된 요인으로 작용할 수 있기 때문에 고형 물질의 생성 조건에 대한 연구 및 제거 방안에 대한 연구가 필수적으로 수행되어야 한다. 고형 물질의 제거 방안으로는 hydrocyclone이 가장 간결하고, 효과적인 것으로 보고되고 있으며, 거의 80% 정도까지 고형 물질의 제거가 가능한 것으로 알려져 있다.

3.1.2.3 열전달

임계점 부근에서 물의 모든 특성이 급격하게 변화되기 때문에 초임계수 산화 공정 설계시 열전달에 대한 사항이 충분히 고려되어야 한다. 물이 임계점에 접근하면 물의 비열이 급격하게 상승하여 거의 무한대 값에 이르는 현상을 볼 수 있다. 이는 임계점 근처에서 물의 열용량이 급격하게 상승하고, 따라서 물이 매우 큰 열 매체로 작용할 수 있다는 것을 의미한다. 그러나, 임계점을 통과하면서 열전달이 급격히 감소하게 되는 데 이는 물의 물리적인 특성이 변하면서 물과 열전달 표면간에 물리적 특성의 급격한 변화에 기인하는 것으로 알려져 있다. 즉, 아임계 영역에서는 임계점 근처에서 동점도가 급격하게 저하되어 자연 대류 효과가 증가되어 열전달 계수가 급격하게 증가되지만, 초임계 상태로 진행되면서 물의 물리적 특성이 급격하게 변하게 되어 annulus 형태의 2차 흐름이 발생되게 되고, 이는 film boiling과 유사한 상태가 되게 되어 열전달의 급격한 저하가 발생하는 것으로 해석하고 있다. 이와 같은 열전달 특성의 급격한 변화는 공정 설계시 매우 어려움을 주는 요인으로 작용하게 되고, 특히 반응기에 필요한 에너지를 공급하는 설비의 설계시 신중히 검토하여야 할 사항으로 지적되고 있다.

4. 기술 개발 효과 및 적용분야

4.1 기술 개발 효과

- 초임계수 산화기술 완전 독립 : 현재 국내에서 보유한 SCWO 기술은 당 연구팀에서 보유한 것으로, 고농도 무기염과 고부식성 물질 함유 폐수 처리에는 한계가 있음. 본 기술의 개발로 이러한 SCWO 기술의 한계를 극복하여 세계 최고 수준의 SCWO 기술이 확보 됨.
- 고온·고압 공정 기술 확보 : 국내의 고온·고압 공정 기술은 매우 열악한 상황임. 대부분의 고온·고압 기술은 선진국에서 도입한 것으로 기술 종속이 심화되어 있음. 본 기술의 개발로 고온·고압 공정 기술의 자립이 가능해 짐.
- 부식 억제 기술 보유 : SCWO 공정에서 부식 억제 기술을 확보함으로써, 화학 공정에서 전반적으로 문제가 되 되는 고온 부식의 억제 기술 활용이 기대됨.
- Scale 억제 기술 보유 : 화학공정에서 다수 발생하는 scale 문제를 본 기술 개발로 해결할 수 있음.
- 고압설비의 안전 기술 확보 : 현재 국내 기술의 취약점 중에 하나인 고압 공정의 안전 설계·운영 기술을 확보 하여 산업 전반의 기술 발전에 기여할 수 있음.
- 환경 기술의 해외 종속 탈피 : 환경 산업에서 해외로 유출된 기술료는 1994년까지 482억원에 이른다[1998 환경백서]. 본 기술의 개발로 특히 많이 수입되는 고농도 난분해성 폐수 처리 기술에 대한 기술료를 절감하고, 국내 환경 산업 육성을 기대할 수 있음.

4.2 적용분야

- 석유화학/정밀화학 업체 폐수 처리 가능성 확인 : 울산, 여수, 온산, 부산, 안산, 시화공단에 있는 20여개 업체로부터 폐수 처리 가능성 확인 요청을 받아 실험실적으로 처리가능성을 확인하여 Commercial Plant 사업을 진행하고 있다. 이 중 2개 업체 폐수는 현재 보유 기술로 상

G-7 환경기술

업화가 가능함을 확인하였으나, 다른 폐수는 부식성 물질과 무기염을 다량 함유하여 지속적인 기술개발이 필요한 것으로 파악되었음. 실험실비로 폐수 분해 연구를 실시한 결과 유기물 분해가 완벽히 되었지만, 부식 및 무기염 석출 문제가 해결된다면 상입화에는 문제가 없는 것으로 확인됨.

- 수도권 매립지 침출수 처리 : 수도권 매립지에서 발생되는 폐수는 현재 다양한 방법으로 처리하고 있으나, 만족할 만한 처리가 되지 못하는 상황이다. 매립지에서 발생되는 폐수에는 다양한 난분해성 유기물들이 포함되어 있어 생물학적 처리의 전 처리로 화학적 처리법을 사용하고 있다. 본 연구에서는 수도권 매립지 침출수의 새로운 처리가능성을 확인하고자 실험실적으로 처리하여 완벽한 처리율(99.9%이상)을 확인할 수 있었다.

그러나 이 기술은 고온·고압에서 운전해야하고, 고부식성인 조건에 의해 특수한 합금을 여러 공정에 사용하여야 하는 관계로 엄청난 초기 연구 투자비가 필요한 제약을 갖고 있다. 그 결과, 국내에서는 이 기술의 중요성을 인지하면서도 연구개발이 지연되고 있는 분야이다.

국내에서 이와 같은 고난도의 고온·고압 기술을 순수한 자체 기술로 개발에 성공한 사례는 매우 고무적이라 할 수 있고, 향후 환경 기술의 독립을 통해 기술 수출은 물론 국내 환경 보호에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대한다. 이와 같은 우수한 신 환경 기술이 국내 산업계에 널리 확산되기 위해서는 환경 기술이 단지 규제 수준만을 만족시키면 된다는 소극적인 자세에서 벗어나 적극적으로 우수한 기술을 개발 육성한다는 정부와 업계의 꾸준한 의식 전환이 필요하다고 생각한다.

5. 결론 및 향후 전망

SCWO 기술은 모든 유기물들을 완벽하게 분해할 수 있는 매우 훌륭한 기술로 인정받고 있다.

특히 고농도, 난분해성 물질, 독성 물질 등이 포함된 폐수 처리에 탁월한 성능이 밝혀져 현재 선진국들을 중심으로 상업화를 본격적으로 진행하고 있는 상황이다. 이러한 선진국들의 앞선 기술을 빨리 파악하여 환경 기술의 예속화를 예방하고, 좀더 나은 환경 보호 기술을 개발하고자 많은 투자와 연구가 이루어 졌다.

참여기업 소개

기업명	한화석유화학(주) 중앙연구소	대표자	신 수 범
주소	대전 유성구 신성동 6	연락처	042-865-6400
설립년월일	1987년3월24일	주된업종	석유화학
기술보유현황		주요생산제품	
신촉매, 고기능성 제품 개발 수용성 고분자, 형광체 개발 난분해성 폐수 처리 기술 음식폐기물 처리기술 및 에너지 절감기술		가성소다, 폴리에틸렌, 합성수지 기공	
홈페이지	www.hanwha.co.kr		



월간 『환경관리인』을 읽으면 국가의 환경보전이 빨라집니다.