수질오염방지기술 최신특허기술동향

기술의 주요 구성도

수처리 기술은 처리방법에 따라 물리적, 화학적, 생물학적 처리로 구분된다. 오염물질별로 보면 자연분리에 의한 오염물은 물리적 처리에 의해 제거되고, 수용성 오염물질 및 콜로이드성 입자는 화학적 및 생물학적 처리, 그리고 질소, 인, 미량의 유기물과 무기물은 생물학적 처리 또는 분리막 등의 고도처리에서 제거된다. 수처리 방식은 화학적 처리방식에서 약품사용을 줄일 수 있는 생물학적 처리방식으로 전환되어 왔으나, 난분해성 폐수의 경우 물리화학적인 전처리 과정이 필요하고 최근에 들어 오존, 과산화수소 등을 이용한 화학적 산화방법도 이용되고 있다.

여기에서는 국내외 기술동향을 고려하여 현재, 수질오염 방지기술 가운데 가장 핵심적인 문제로 남아있는 영양염류의 질소, 인 제거를 위한 고도처리기술과 고농도 유기성 슬러지 처리 및 축산폐수 처리기술에 관하여 분석하였다.

기술발전동향

환경기술은 크게 사후처리기술, 청정/사전오염예방기술, 환경복원/재생기술의 단계로 발전한다고 볼 수 있는데, 우리나라의 전반적인 환경기술은 선진국에 비해 30~60%에 불과한 실정이다. 다만, 오폐수 처리기술과 같은 전통적인 사후처리기술 중 일부는 독자적 위치를 차지하고 있다. 그러나, 여전히 핵심사후처리기술과 사전오염예방기술은 상대적으로 낙후되어 있으며, 민간의 경우 원천 및 요소기술을 자체 개발하기보다는 외국기술의 응용 내지 단순도입과 운영기술 습득에 주력하고 있는 실정이다. 산업화와 자원개발에 따라 환경 오염이 불가피해졌으며, 이러한 환경오염을 제거하기 위해 개발된 환경기술은, 오염을 감소시키고, 예방하고자 하는 방향으로 발전되어 왔다. 산업폐수 처리의 경우, 과거에는 폐수 방류지역의 하천오염을 방지하고 수질을 개선하는 목적으로 BOD(Biochemical Oxygen Demand: 생물학적 산소요구량) 저감에 중점을 두었으나, 부영양화 방지 등의 이유로 최근에는 영양염류의 질소, 인 등의 고도처리가 요구되고 있으며, 이를 법률로 규제하게 되었다.

산업폐수는 하천수계에 심각한 오염부하를 유발시키는 주원인이며, 산업화에 따라 배출량이 증가하고 있다. 미국을 비롯한 선진국에서의 산업폐수처리는 업종별 개별처리에 의한 각각의 기준을 적용받는데, 연방정부는 규제기준의 설정을 위해 BPT(Best Practicable Control Technology), BAT(Best Available Technology economically

achievable), BCT(Best Conventional Technology) 등으로 기존에 개발된 기술수준의 정도를 고려하여 방류수 기준을 적용해 시행하고 있다. 또한 후처리 기술에 의한 환경오염 저감에 그치지 않고, 사전예방에 의한 오염물질의 발생을 극소화시키고 환경오염을 감소시키는 청정기술로 환경기술의 중심이 변화하고 있다.

산업시장동향

생물학적 고도처리기술 관련 시장현황

하천수, 호수, 저수지, 해역 등 수환경관리 및 일반환경설비 시장규모는 자연환경과 산업의 특수성으로 정확한 통계자료를 추정하기가 쉽지 않으나, 약 11조원 정도로 추산된다. (자료: 2000년 환경백서, 환경통계연감-환경부 /1999년 한국해양환경 조사연보- 해양수산부)

국내 환경산업의 세부 분야별 시장규모 중 수처리 부분의 시장규모는 다음과 같다. 먼저 수처리 용역분야는 1995년 7,110억원, 1999년 11,060억원, 2005년 23,640억원으로 연평균 15% 이상의 성장률을 보일 것으로 전망되며, 수처리 설비분야의 경우에는 1995년 6,200억원, 1999년 9,910억원, 2005년에는 20,090억원으로 연평균 12.5%의 성장률을 보일 것으로 전망된다. (국립환경연구원, 산업연구원 등의 자료를 근거로 삼성지구환경연구소에서 추정)

1998년 환경부에 의하면, 92개 하수종말처리장을 대상으로 운영비를 조사한 결과 약품비용은 전체의 20% 정도에 이르는 것으로 파악되고 있고 이중 미생물제제가 그 일부를 차지하고 있을 것으로 예상된다. 한 미생물제제 생산업체의 자체 예상에 의하면, 1999년 미생물제제 소비량이 연간 20,000톤에 이르며 시장규모가 1,000억에 이른다는 긍정적인 보고도 있다. 국내의 바이오환경산업의 기술수준은 선진국의 30~50% 정도에 이르는 것으로 알려지고 있으며, 향후 선진국의 고정미생물 기술과 유전공학적 기술의 적극적인 도입이 필요할 것이다.

다공성 담체를 이용한 오 · 폐수 처리기술에 있어서 필요한 담체의 시장규모는 2000년도 300억원, 2005년에는 400억원, 2010년에는 500억원으로 추산되며, 2010년까지 연평균 10%의 성장률을 예상하고 있다.

물리화학적 처리기술 관련 시장현황

물리화학적 처리공정에 해당하는 단일기술에 대해 상세한 시장 규모는 제시되어 있지 않으며, 국내에 적용되는 물리화학적 처리기술중 시장규모가 파악되는 이온교환 처리기술에 대한 시장규모를 살펴보면 다음과 같다. 현재 우리나라에서 이온교환 수지 소요액은 연간 30~40억원에 상당하며 양이온 교환수지는 ㈜삼양사에서 일본과의 기술제휴로 생산하고 있으나, 음이온 교환수지는 전량 외국으로부터 수입하고 있는 실정이다. 음이온 교환수지는 양이온 교환수지에 비하여 3배정도 고가이고 연간 150만달러 상당량을 수입하고 있으므로 국내 개발이 시급한 실정이다.

슬러지 처리기술 관련 시장현황

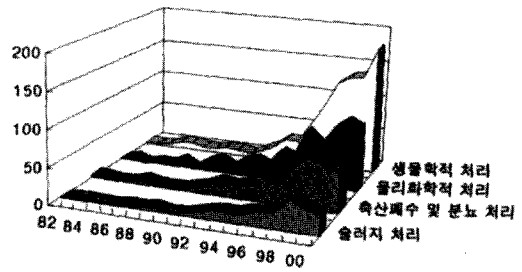
하수슬러지는 통상 다량의 수분(75%)과 유기물(25%)로 구성되는데, 하수슬러지에 함유된 수분을 적정수준까지 낮출 경우에는 고농도의 유기물 덩어리가 되며, 수분을 낮춘 이후에 적용되는 자원화기술에 따라 산업시설의 보조연료, 농경지 토지개량제, 폐수처리시설 처리보조제 등으로 사용할 수 있어 자원으로서의 가치가 높은 것으로 알려져 있다.

국내의 하수종말처리시설의 슬러지 처리현황을 살펴보면, 연간 슬러지 처리비용은 350억원 이

상으로 슬러지 1톤당 약 25,000원 정도가 소요되므로 이를 기준으로 하 · 폐수처리시설에서 발생되는 슬러지의 처리에 소요되는 비용을 계산하면 연간 1,770억원 (19,416 톤/일× 25,000원/톤 × 365 일/년) 정도로 추정된다.

주요국 특허출원동향

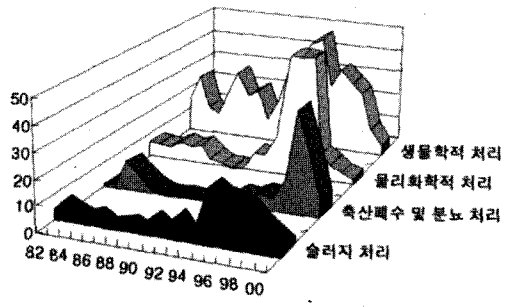
한국의 경우 각 기술분야에 대해 90년 이후 출원건수가 급격히 증가하였으며, 생물학적 고도처리기술의 경우, 90년대 후반 이후에 출원되어 최근 국내에서 가장 연구, 개발이 활발한 기술 분야임을 알 수 있다.



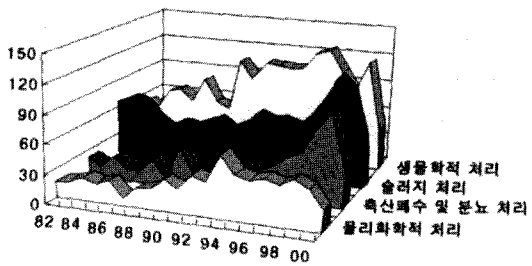
(그림 1) 한국의 특허출원동향

미국의 경우 생물학적 고도처리기술분야에 대하여 90년대 초반에는 출원이 거의 없었고, 90년대 후반에 출원 건수가 급격히 증가하는 경향을 보였으며, 이러한 경향은 슬러지 처리기술, 축산폐수 및 분뇨처리기술에 대해서도 유사하게 나타났다. 또한, 축산폐수 및 분뇨처리 기술은 90년대 후반이후에 갑자기 출원건수가 증가하였다.

일본의 경우, 80년대 초반에는 생물학적 처리기술과 슬러지 처리기술이 주로 출원되었으며, 90년대 이후에는 생물학적 처리기술이 주로 출원되었다. 또한, 슬러지 처리기술과 축산폐수 및 분뇨처리 기술은 90년대 후반에 출원건수가 크게 증가하였다.

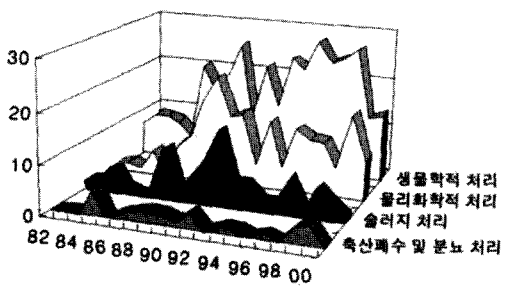


(그림 2) 미국의 특허출원동향



(그림 3) 일본의 특허출원동향

유럽의 경우, 영양염류의 질소, 인 제거를 위한 생물학적 고도처리 기술이 80년대 초반부터 출원이 활발했으며, 상대적으로 고농도 유기성 슬러지 처리, 축산폐수 및 분뇨처리 기술에 대한 특허 출원 건수는 낮게 나타나고 있음을 알 수 있다.



(그림 4) 유럽의 특허출원동향

향후 전망

기 술	세 부 기 술	향 후 전 망
생물학적 고도처리	A2O 계열	• 전체 하수처리공정의 소요시간을 줄이는 기술 • 별도의 인(P) 제거용 혐기성 공정으로 화학약품을 사용하지 않는 기술 • 유입수의 성상변화와 수온변화에 영향없이 질산화가 이루어지기 위하여 질산화조를 분리 운전하는 기술 • 혐기조에서 인방출에 저해 영향을 많이 받는 단점을 극복하기 위해 슬러지 탈질조를 설치하는 기술 • 국내에 적용할 경우 문제점으로 되고 있는 겨울철 수온저하, 여름철 저농도에서 처리의 불확실성을 해결하는 기술
	SBR 계열	• 하나의 SBR 프로세스에서 슬러지 발생을 최소화하는 기술 • 벌킹 방지를 위한 간헐폭기를 보다 정교하고 효율적으로 제어할 수 있는 기준을 검출 및 예측하는 기술 개발 • SBR 전 공정의 자동화
	생물막 계열	• 처리수의 C/N 비에 큰 영향을 받지 않는 처리기술로서 높은 발전 가능성을 가지고 있다고 전망됨
	생물담체	• 활성슬러지 미생물에 대한 전반적인 고정화기술에서 나아가, 질산화 또는 탈질 미생물을 선택적으로 분리 배양 한 후 담체에 고정하는, 선택적 미생물 고정 기술
	미생물 제재	• 분자생물학적 기술을 수처리 기술에 접목하여 난분해성 물질을 제거할 수 있는 미생물들의 분리나 유전자 조작에 의한 우수균주 개발
	수생식물	• 암모니아나 살충제와 같은 독성 화학물질에 저항성이 강한 식물 종자 개발 • 장기간 운영에 대한 기술 개발
물리화학적 고도처리	흡착처리	• 선택성이 뛰어난 흡착제의 개발 • 흡착제의 재생, 흡착제 회수 기술
	이온교환	• 이온교환 수지의 재생 • 기존 방법으로 처리가 어려운 오염물질 제거를 위한 새로운 이온교환수지의 개발
	전기분해	• 고도처리시 응집, 침강 특성이 우수하고 상온,상압에서 슬러지 발생량이 적으므로 고도처리 분야에 대한 지속적인 적용이 예상됨
	응집처리	• 새로운 응집보조제의 개발, • 폐수 처리 공정에서 응집, 침전조의 효율적인 운전조건 도출 • 친환경적 응집제 개발
	산화처리	• 광촉매나 플라즈마 등을 이용한 처리 기술
슬러지 처리	혐기성 소화	• 혐기성 소화 기술의 집약 발전된 형태의 조작이 간편한 저비용 소화조 개발 • 혐기성 반응조 운영조건의 최적화 기술(체류시간, 처리 효율, 온도변화에 대한 적응성 등) • 산업폐수 등 특정 물질의 혐기성 소화 기술 • 에너지 및 생체고형물의 재활용 기술
	호기성 소화	• 자동온도 호기성 소화법 • 잉여슬러지(소화슬러지)의 발생량이 혐기성 소화법 보다 많으므로, 슬러지의 탈수성을 개선하는 기술 개발 • 온도, 입지, 반응조 형태, 유입수 고형물의 성분, 교반 및 폭기 장치의 종류, 반응조 재질 등 공정조건 개선
	탈수건조	• 특수 롤러와 기계적 공법을 이용 역류현상 차단 • 성능과 재질이 개선된 필터 개발
축산폐수 및 분뇨처리	축산폐수 처리	• 액상비료로의 전환 등 적극적인 재활용 기술
	분뇨처리	• 미생물 담체를 이용하는 기술 • 질소 및 인 화합물의 처리를 고려한 고도처리형 정화조 개발