

전기화학적 방법과 활성오니 공정의 병합에 의한 농공단지폐수 처리

이홍재* · 서동철 · 조주식¹⁾ · 박현건²⁾ · 이춘식²⁾ · 허종수

경상대학교 응용생명과학부, ¹⁾순천대학교 환경농업과학부, ²⁾진주산업대학교 환경공학과

(2001년 7월 5일 접수, 2001년 12월 13일 수리)

Treatment of Wastewater from Agricultural Industrial Complex by Combination of Electrochemical and Activated Sludge Process Systems

Hong-Jae Lee*, Dong-Cheol Seo, ¹⁾Ju-Sik Cho, ²⁾Hyun-Geoun Park, ²⁾Chun-Sik Lee and Jong-Soo Heo (Division of Applied Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea, ¹⁾School of Environment and Agricultural Science, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea, ²⁾Dept. of Environmental Engineering, Chinju National University, Jinju 660-758, Korea)

Abstract : The effects of HRT and effluent time on removals of pollutants in the electrochemical pilot were investigated. COD removal after 8 hour electrochemical reaction time in HRT 30 and 60 minutes were higher than that of 15 minute HRT. Turbidity removal was 90% or greater regardless of conditions during effluent time. Removals of T-N and T-P during effluent time in HRT 30 and 60 minutes were 71~74% and 85~98%, respectively. To evaluate the combination of activated sludge process and continuous electrochemical as pretreatment, the removal efficiencies of pollutants was investigated. In two treatment processes of a single activated sludge system and a electrolysis pilot plus activated sludge systems, SVI and MLSS during effluent time were kept with 82~112 and 1,230~1,750 mg/L, respectively. COD removal was approximately 90% at early effluent time for both treatment systems, but COD removal in a single activated sludge was slightly decreased as effluent time went by, compared with the single activated sludge COD removal was slightly increased in the early stage of the electrolysis plus activated sludge system. Turbidity removal during effluent time was higher than 95% for both treatment systems. T-N removals during effluent time in a single activated sludge system and a electrolysis pilot plus activated sludge systems were 62~74% and 72~86%, respectively. T-P removal in a electrolysis pilot plus activated sludge systems was increased by 9% at early effluent time and 15% after 72 hours of effluent time in compared with a single activated sludge system.

Key Word : electrochemical, activated sludge system, COD removal, T-N, T-P

서론

우리나라의 농공단지 299개소로서 면적은 1,300만평, 농공단지 입주업체수는 약 3,700개이고, 신설 및 증설되는 단지가 증가함에 따라 폐수발생량도 매년 약 9%이상 증가하고 있는 실정이다^{1,2)}.

현행 농공단지 폐수는 물리화학적 및 생물학적 처리방법으로 처리되고 있으며, 수질환경기준이 강화됨에 따라 고도처리방식을 연계하는 처리방법을 채택하고 있다. 그러나 이들 공법들은 질소 및 인의 처리율이 매우 낮아 수질오염을 가중시키는 원인이 되고 있다³⁾.

농공단지 폐수 등 폐수처리에 과산화수소, 오존, Fenton시약, UV/H₂O₂, EDTA등을 이용한 화학적 산화 공정이 여러 분야에서

연구·이용되어 왔으며^{4,5)}, 무기성 또는 유기성 전해질을 함유한 폐수를 전극사이에 흐르게 하여 폐수중의 여러 가지 오염물질을 동시에 제거하는 전기화학적방법에 의한 폐수 처리가 주목을 받고 있다^{6,7)}.

폐수의 전기화학적 처리방식의 원리는 가용성 전극인 Al, Fe 및 불용성 전극으로 폐수 중 오염물을 용집 또는 부상방식에 의해 처리하는 방법과 불용성 전극으로 오염물을 전해산화 또는 환원에 의해 구조 및 물성자체를 변형 또는 분해하는 방식으로 구분되며⁸⁾, 전해처리 방법은 전극주변에서 직접적인 전자 전달이 행해져서 산화, 환원, 분해 및 석출 등이 일어나는 1차 전극반응과 전극반응 생성물이 폐수 중의 성분과 반응하는 2차 반응이 있다^{6,9)}.

이러한 전기화학적 반응에 의하여 오염물질이 제거되는 반응 mechanism은 주로 전기적 용집, 전기적 부상, 전기적 산화, 표면착화, 정전기적 인력, 화학전환 및 화학침전 등에 의하여 오염물질이 제거된다고 하였으며, 특히 전기용집반응과 전기적 산화에

*연락처:

Tel : +82-55-751-5470 Fax : +82-55-757-0178

E-mail : jsheo@nongae.gsnu.ac.kr

의한 전기분해반응이 주된 반응이라 알려져 있다^{10,11)}.

본 연구는 전기화학적 방법을 이용한 농공단지 폐수의 효과적인 처리를 위하여 스테인레스 전극판을 이용한 pilot실험장치에서의 체류시간에 따른 오염물질 처리 효율, 현행 농공단지 폐수의 처리공법인 생물학적 공정과 연계가능성을 검토하위 위하여 전기화학 반응조를 활성슬러지 공정의 전처리과정으로 도입하여 유기물질, 총질소 및 총인 등의 오염물질 제거효율을 조사하였다.

재료 및 방법

공시재료

공시수질

공시수질시료는 경남 사천시 사남농공단지내에서 발생하는 오수 및 폐수를 사용하였으며, 시료는 오수와 각 폐수를 사남농공단지 공동폐수종말처리장의 유입수량에 근거하여 일정한 비율로 혼합한 다음 4℃에서 냉장보관하여 사용하였다.

본 실험에서 사용한 농공단지 폐수의 이화학적 특성은 Table 1과 같다.

공시 전극판

난용성의 스테인레스판 (SUS 316L, 100 mm×150 mm×2 mm)을 전극판으로 사용하였다. 그리고 스테인레스판은 사용전에 10% 수산화나트륨과 황산용액에 각각 24시간씩 침지시킨 후 중류수로 수 회 세척하여 dry oven으로 105℃, 3시간 건조한 다음 사용하였다.

실험장치

실험에 사용한 전기화학반응조의 크기는 200 mm×110 mm×140 mm로서 5 mm두께의 투명 아크릴수지로 제작하였다. 그리고 공시폐수를 일정하게 주입하기 위하여 정량펌프를 사용하였고, 폐수의 주입은 340, 170 및 85 mL/min로 하여 수리학적 체류시간을 15, 30 및 60분으로 조절하였다. 또한 전기화학반응조에 NaCl주입농도를 일정하게 유지하기 위하여 Micro 정량펌프를 사용하였으며, 전기화학반응조내의 공시폐수를 균등한 조건으로 하기 위하여 stirrer를 이용하여 교반하였다.

Table 1. Characteristic of wastewater from agricultural industrial complex

	Temperature (℃)	pH	EC (mS/cm)	COD (mg/L)	Turbidity (NTU)	T-N T-P	
						—(mg/L)—	
Max.	26	6.8	2.4	562	966	94	24
Min.	23	5.2	1.1	234	441	53	2.3
Av.	25	6.8	1.6	402	632	78	13

전기화학반응조를 통과한 처리수는 완속교반조, 급속교반조 및 침전조를 통과한 처리수를 최종 처리수로 하여 수처리 효율을 조사하였다.

전기화학반응조를 생물공정의 전처리과정에 연계하여 수처리 효율을 조사하기 위한 수처리공정은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 농공단지 폐수의 전기화학반응조의 수리학적 체류시간을 30분으로 하였으며, 전기화학반응조를 통과한 처리수는 폭기조, 침전조 순으로 통과시켜 처리효율을 조사하였다. 그리고 대조구로서 전기화학반응조를 거치지 않고 생물공정으로 처리 처리수의 처리효율을 조사하였다.

생물공정에서의 폭기조의 크기는 직경 500 mm×높이 600 mm로서 플라스틱 원통형으로 제작하였고 폭기조의 공기공급은 blower를 이용 다공성 산기관을 통하여 하부에서 공급하였고 수리학적 체류시간은 18시간으로 하였으며 폭기조내 폐수 주입은 방류구의 대각선 하부에서 주입하였다. 그리고 처리수내의 활성슬러지가 충분한 체류시간에 의하여 자연침강됨으로써 원활한 고액분리가 이루어질 수 있도록 하기 위하여 직경 250 mm×높이 400 mm의 원통형 침전조를 설치하였고 침전조의 하부에 드레인 밸브를 달아 주기적으로 잉여슬러지를 인발하였으며 일부는 포기조에 재투입하였다.

분석방법

수질분석은 환경오염공정시험법¹²⁾과 APHA의 standard method¹³⁾에 준하여 다음과 같이 분석하였다.

pH는 초자전극법, EC는 EC meter (Orion, Model 160, Germany)로서 측정하였으며, COD는 산성KMnO₄법으로 분석하였고,

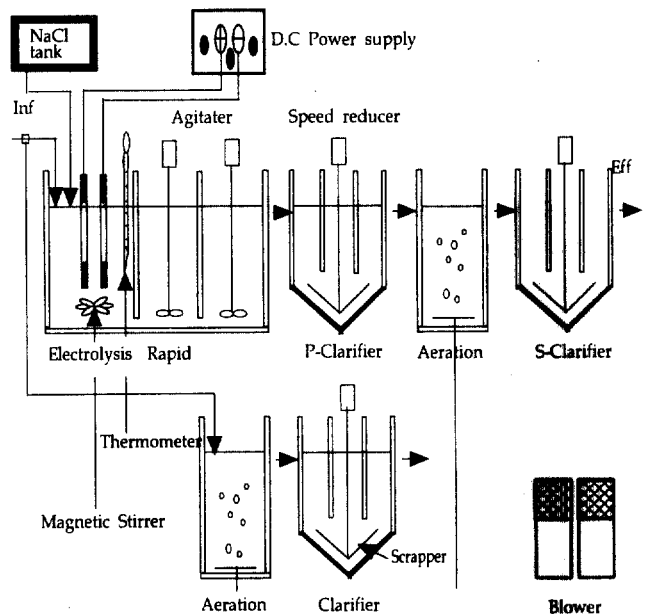


Fig. 1. Schematic diagram of electrolysis pilot plus activated sludge system.

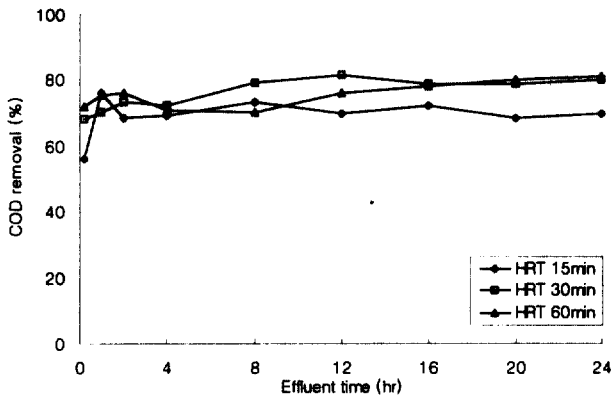


Fig. 2. COD removal according to the effluent time and HRT in the electrolysis pilot. The experiment was conducted under the conditions of 1 cm of distance between two electrodes and 20 voltage, and 500 mg/L of NaCl concentration.

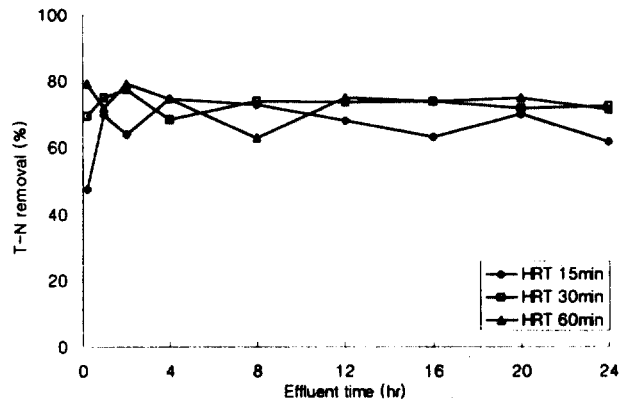


Fig. 4. T-N removal according to the effluent time and HRT in the electrolysis pilot. The experiment was conducted under the conditions of 1 cm of distance between two electrodes and 20 voltage, and 500 mg/L of NaCl concentration.

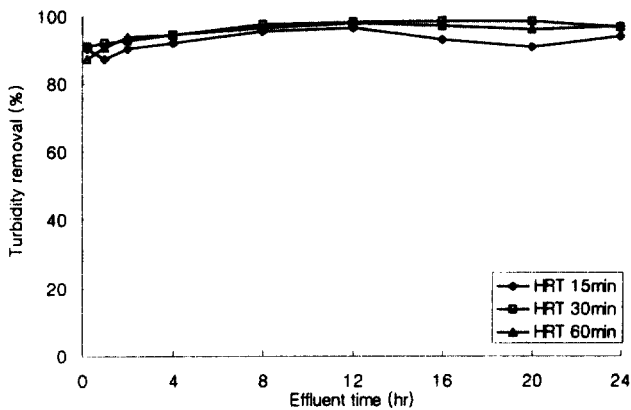


Fig. 3. Turbidity removal according to the effluent time and HRT in the electrolysis pilot. The experiment was conducted under the conditions of 1 cm of distance between two electrodes and 20 voltage, and 500 mg/L of NaCl concentration.

탁도는 portable turbidimeter (HACH, Model 2100P, USA)를 사용하여 측정하였다. T-N는 자외선흡광도법, T-P는 아스코르빈산 환원법로 분석하였다.

결과 및 고찰

Pilot 전기화학반응조에서의 수처리 효율

COD 처리율

채류시간별 유출시간에 따른 COD 처리율을 조사한 결과는 Fig. 2에서 보는 바와 같다. 채류시간 15, 30 및 60분에서의 유출 초기 COD 처리율은 각각 약 56, 68 및 71%로서 채류시간이 길

수록 처리율이 약간 증가하였다. 그 후 유출시간이 경과할수록 유출 24시간까지 거의 비슷하거나 약간 증가하는 경향으로 채류시간 15, 30 및 60분에서의 COD 처리율은 각각 약 69, 80 및 81%로서 채류시간 15분과 30분은 거의 비슷한 처리율을 나타내었다. 이와 같이 채류시간에 따른 결과는 이 등¹⁴⁾과 비슷한 경향을 보였으나, 전반적으로 Toshio 등¹⁵⁾의 약 93%의 처리율보다는 다소 낮았다.

탁도 처리율

채류시간별 유출시간에 따른 탁도 처리율을 조사한 결과는 Fig. 3에서 보는 바와 같다. 탁도 처리율은 채류시간별 모든 조건에서 유출초기에 약 90%이상으로 나타났으며 유출시간이 경과할수록 그 처리율이 약간씩 증가하는 경향을 보였고, 채류시간 30분에서 유출시간 20시간의 탁도 처리율은 약 98%로서 가장 높은 반면, 채류시간 15분에서 유출시간 12시간 이후부터는 약간씩 감소하여 유출시간 20시간에서의 탁도 처리율이 약 91%로 다른 채류시간의 조건에 비하여 낮았다. 이와 같은 결과는 콜로이드 입자는 약한 전류에서도 중화 또는 sweep 응집 등으로 대부분 빠른 시간내에 침전·제거되었기 때문인 것으로 사료되었다¹⁶⁾.

T-N 처리율

채류시간별 유출시간에 따른 T-N 처리율을 조사한 결과는 Fig. 4에서 보는 바와 같다. 먼저 유입폐수의 T-N함량은 평균 78 mg/L정도이었고, pilot 전기화학반응조 내의 채류시간별 유출시간에 따른 T-N 처리율은 채류시간 15, 30 및 60분에서의 유출 초기에서는 각각 약 47, 69 및 79%로서 채류시간이 길수록 처리율이 증가하였다. 채류시간 30분에서는 유출시간 8시간 이후부터 채류시간 60분에서는 유출시간 12시간 이후부터 처리율이 약 71~74%로 거의 비슷한 수준을 유지하였으며, T-N 처리율이 안정

한 경향을 나타내었다. 체류시간 15분에서는 유출초기에서 유출 시간 24시간까지 T-N 처리율이 증가와 감소를 반복하는 불안정한 경향을 보였으며, 유출시간 16시간에서는 약 63%의 처리율을 보였고, 체류시간 30 및 60분에 비하여 대체적으로 낮았다. 유출 24시간 후에 체류시간 15, 30 및 60분에서의 T-N 처리율은 각각 약 61, 72 및 71%로서 체류시간 30분과 60분에서 거의 비슷한 경향이었다.

T-P 처리율

체류시간별 유출시간에 따른 T-P 처리율을 조사한 결과는 Fig. 5에서 보는 바와 같다. 체류시간 15, 30 및 60분에서의 유출 8시간 후 T-P 처리율은 각각 약 85, 90 및 92%로서 모든 체류시간에서 85%이상이었다. 그후 체류시간 30 및 60분에서는 유출 24시간까지 약간 T-P 처리율이 증가하는 경향이였으며, 체류시간 15분에서는 유출 4시간까지 약간 감소한 다음 증가하는 경향으로서 유출 24시간 후에 체류시간 15, 30 및 60분에서의 T-P 처리율은 각각 약 91, 98 및 96%로서 모든 조건에서 약 90%이상이었다. 이러한 결과는 Groterud 등¹⁷⁾의 T-P의 효율적인 처리를 위해서는 적어도 2~3분의 반응시간을 필요로 하였으나 대체로 유출초기에 처리효율이 급격히 증가한다는 보고와 비슷한 경향이었다.

Pilot 전기화학반응조와 활성오니공정의 병합에 따른 수처리효율

SVI 및 MLSS 변화

단독 활성슬러지 공정과 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서의 유출시간에 따른 SVI 변화 및 MLSS 농도 변화를 조사한 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다.

슬러지 용적지수인 SVI 변화를 살펴보면 단독 활성슬러지 공정에서는 유출시간 12시간까지 조금씩 감소하였으나 유출 12시간 이후부터 유출 48시간까지는 증가하는 경향이었고 유출 48시간

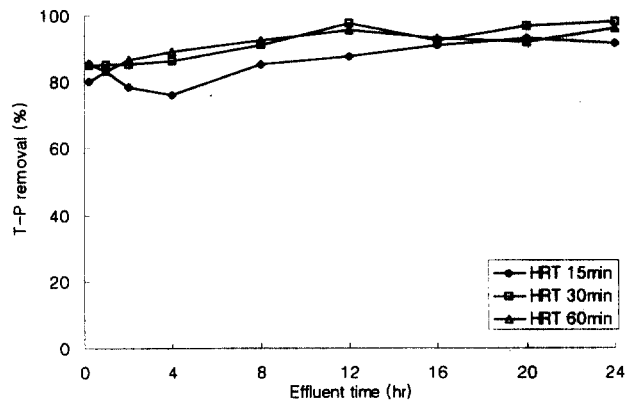


Fig. 5. T-P removal according to the effluent time and HRT in the electrolysis pilot. The experiment was conducted under the conditions of 1 cm of distance between two electrodes and 20 voltage, and 500 mg/L of NaCl concentration.

이후에서는 다시 감소하였으며 유출 전 기간 동안에는 다소 불안정한 경향을 보였다.

전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서는 유출시간 8시간까지는 약간씩 감소하는 경향이었고 유출시간 8시간에서의 SVI가 82.8로서 가장 낮았으나 유출시간 8시간 이후부터는 유출시간이 경과할수록 다시 조금씩 증가하는 경향이였으며 단독 활성슬러지 공정보다는 유출시간의 경과에 따라 다소 안정한 양상을 보였다. 그리고 두 처리공정 모두 유출 전 기간 동안 SVI의 안정범위인 50~150을 만족시켰고 이는 두 공정 모두 각 유입수에 대하여 활성슬러지가 적용하고 있는 것으로 판단되었다¹⁸⁾.

MLSS변화를 조사한 결과는 단독 활성슬러지 공정의 경우 유출 1시간의 MLSS 1,720 mg/L에 비해 유출 4시간일 때 약간 증가하였으나 유출 4시간 이후부터 유출 24시간까지는 점차로 감소

Table 2. Variations of SVI and MLSS according to the effluent time in the electrolysis plus activated sludge process systems^a

	Effluent time (hrs)						
	1	4	8	12	24	48	72
	SVI						
Activated sludge process	112.2	100.2	92.2	86.9	100.6	139.1	88.8
Electrolysis plus activated sludge systems	110.5	111.7	82.8	89.4	98.4	101.2	103.1
	MLSS (mg/L)						
Activated sludge process	1,720	1,840	1,735	1,495	1,490	1,750	1,575
Electrolysis plus activated sludge systems	1,690	1,680	1,570	1,230	1,625	1,580	1,745

^a The electrolysis experiment was conducted under the conditions of 1 cm of distance between two electrodes and 20 voltage, and 500 mg/L of NaCl concentration.

하였고 유출 48시간에서는 1,750 mg/L로서 유출초기보다 약간 증가하였으나 유출 48시간 이후에는 다시 감소하는 경향이였다.

전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정의 경우 MLSS는 유출 8시간까지는 큰 변화없이 조금씩 감소하는 경향이였고 거의 일정한 농도를 유지하였으나 유출 12시간에서는 1,230 mg/L로서 유출 1시간의 MLSS 1,690 mg/L에 비하여 다소 많이 감소하였으며 유출 24시간에서 1,625 mg/L로 다시 증가하여 유출 24시간 이후에는 유출시간의 경과에 대하여 별 변화 없이 비슷한 수준을 유지하였다. 유출시간의 경과에 따른 MLSS는 두 처리공정 모두 큰 변화 없이 안정한 상태를 유지하였다.

COD 처리율

단독 활성슬러지 공정과 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서의 유출시간에 따른 유출 72시간까지 COD 처리율을 조사한 결과는 Fig. 6에서 보는 바와 같다.

단독 활성슬러지 공정과 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정 모두 유출초기에는 약 90%이상의 COD 처리율을 보였으나 유출시간이 경과함에 따라 단독 활성슬러지 공정에서는 COD 처리율이 약간씩 감소하는 경향이였다. 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서는 COD 처리율이 시간이 경과할수록 미미하게 증가하는 경향이였다. 그리고 유출 72시간 후의 COD 처리율은 단독 활성슬러지 공정 및 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서 각각 약 87 및 95%로서 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서 단독 활성슬러지 공정에 비하여 약 8% 증가하였다.

탁도 처리율

단독 활성슬러지 공정과 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을

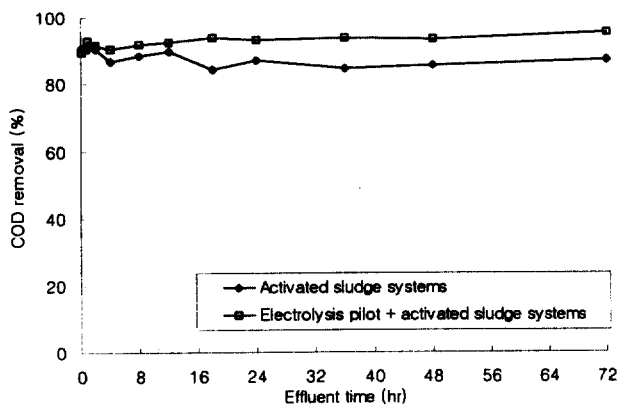


Fig. 6. COD removal according to the effluent time in the electrolysis plus activated sludge process systems. The electrolysis experiment was conducted under the conditions of 1 cm of distance between two electrodes and 20 voltage, and 500 mg/L of NaCl concentration.

연계한 처리공정에서의 유출시간에 따른 탁도 처리율을 조사한 결과는 Fig. 7에서 보는 바와 같다.

탁도 처리율은 단독 활성슬러지 공정의 경우 유출 전 기간 동안 약 95~99%의 높은 처리율을 나타내었으며 유출초기에 비하여 유출시간 24시간 이후부터는 미미하게 감소하였으나 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서의 탁도 처리율은 유출 전 기간 동안 약 96~99%로서 단독 활성슬러지 공정과 마찬가지로 매우 높았고 유출 4시간 이후부터는 전반적으로 미미하게 증가하는 경향이였으나 큰 변화 없었다. 탁도 처리율은 두 처리 공정 모두에서 약 95%이상의 높은 처리율을 보였다.

T-N 처리율

단독 활성슬러지 공정과 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서의 유출시간에 따른 T-N 처리율을 조사한 결과는 Fig. 8에서 보는 바와 같다.

T-N 처리율은 단독 활성슬러지 공정과 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서 유출 초기 각각 약 66 및 77%로서 전기화학반응조와 연계한 처리공정에서 약 11% 이상 증가되었고 그후 두 공정 모두 T-N 처리율이 유출 18시간까지 약간 증가되어 각각 약 84 및 86%이었다. 그리고 두 공정 모두 유출 72시간까지 그 처리율이 큰 변화가 없었다.

T-P 처리율

단독 활성슬러지 공정과 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서의 유출시간에 따른 T-P 처리율을 조사한 결과는 Fig. 9에서 보는 바와 같다.

T-P 처리율은 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정 및 단독의 활성슬러지 공정에서 유출초기에 각각 약 90

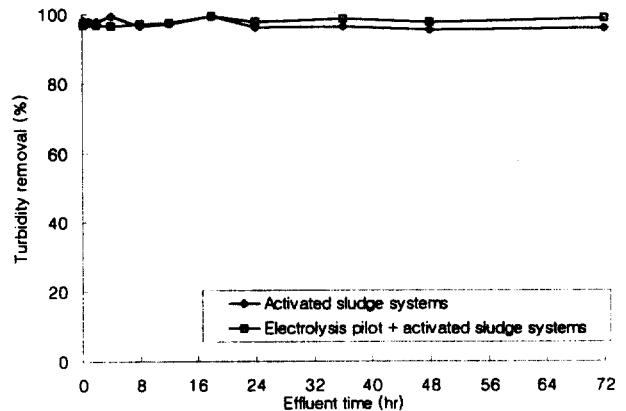


Fig. 7. Turbidity removal according to the effluent time in the electrolysis plus activated sludge process systems. The electrolysis experiment was conducted under the conditions of 1 cm of distance between two electrodes and 20 voltage, and 500 mg/L of NaCl concentration.

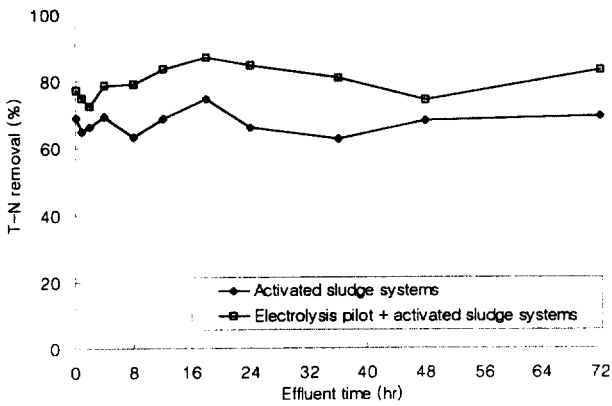


Fig. 8. T-N removal according to the effluent time in the electrolysis plus activated sludge process systems. The electrolysis experiment was conducted under the conditions of 1 cm of distance between two electrodes and 20 voltage, and 500 mg/L of NaCl concentration.

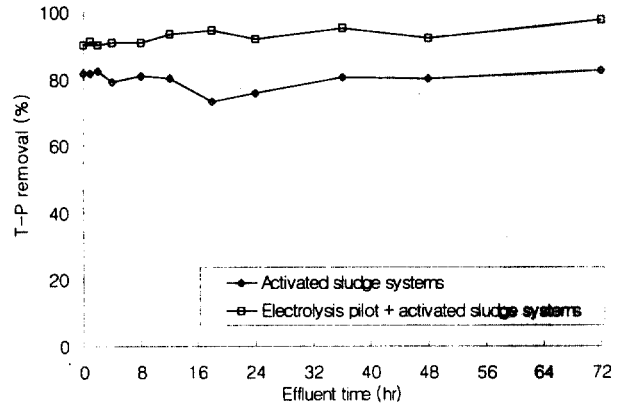


Fig. 9. T-P removal according to the effluent time in the electrolysis plus activated sludge process systems. The electrolysis experiment was conducted under the conditions of 1 cm of distance between two electrodes and 20 voltage, and 500 mg/L of NaCl concentration.

및 81%로서 약 9%의 차이를 보였고 이러한 경향은 유출 전 기간 동안 뚜렷하게 나타났다. 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서는 유출시간이 경과함에 따라 유출 전 기간 동안 대체적으로 조금씩 증가하는 경향이었으나 단독 활성슬러지 공정의 경우에는 유출시간 18시간까지는 감소하다가 증가하는 경향이였다. 그리고 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정 및 단독의 활성슬러지 공정에서 유출시간 72시간에서의 T-P 처리율이 약 97 및 82%로서 전기화학반응조와 활성슬러지

공정을 연계한 처리공정에서 약 15%이상 높았다. 이와 같은 결과는 Whang 등³⁶⁾의 철봉의 전기분해를 이용한 생물학적 처리 공정의 결과 보다 인의 처리율이 다소 높았다.

단독 활성슬러지 공정 및 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서 유출 전 기간 각각 약 62~74% 및 72~86%로서 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서 단독 활성슬러지 공정보다 T-N 처리율이 전반적으로 약 10%이상 증가하였다.

Table 3. Variations of NH₄-N and NO₃-N according to the effluent time in the electrolysis plus activated sludge process systems^b

	Initial conc. (mg/L)	Effluent time (hrs)						
		1	4	8	12	24	48	72
NH₄-N (mg/L)								
Activated sludge process	18.1	23.4 (129)	20.3 (112)	15.7 (87.0)	9.0 (49.9)	6.8 (37.5)	10.9 (57.7)	12.9 (71.5)
Electrolysis plus activated sludge systems	(100 ^a)	4.9 (27.4)	3.9 (22.0)	3.3 (18.5)	4.4 (24.7)	5.3 (29.7)	11.7 (65.0)	8.19 (45.2)
NO₃-N (mg/L)								
Activated sludge process	2.97	4.7 (160)	3.7 (127)	2.4 (80.1)	3.5 (117)	0.8 (28.2)	0.5 (18.8)	1.2 (42.4)
Electrolysis plus activated sludge systems	(100 ^a)	6.4 (216)	4.74 (193)	5.25 (176)	4.97 (163)	3.9 (134)	2.3 (80.1)	2.1 (70.7)

^a Index (%)

^b The electrolysis experiment was conducted under the conditions of 1 cm of distance between two electrodes and 20 voltage, and 500 mg/L of NaCl concentration.

NH₄-N 및 NO₃-N 변화

단독 활성슬러지 공정과 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서의 유출시간에 따른 NH₄-N 및 NO₃-N함량 변화를 조사한 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다.

먼저 NH₄-N함량은 단독 활성슬러지 공정에서는 원수농도 18.1 mg/L에 비하여 유출초기에 23.4 mg/L로서 오히려 약 29% 증가하였고 유출 1시간 이후부터 유출 24시간까지는 유출시간의 경과에 따라 감소하는 경향이었으며 그후 유출 72시간까지 서서히 증가하여 원폐수에 비해 약 22% 감소하였다.

전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정의 경우 NH₄-N함량은 유출 1시간 후 4.9 mg/L로 단독 활성슬러지 공정과는 대조적으로 원수에 비해 약 72%이상 급격히 감소한 다음 유출 8시간까지도 서서히 감소하였다. 그후 유출 72시간까지 서서히 증가하는 경향으로서 유출 72시간 후 유출수중 NH₄-N함량은 원폐수에 비해 약 55% 감소하였다.

NO₃-N함량은 유출 1시간 후 단독 활성슬러지 공정 및 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서 각각 약 4.7 및 6.4 mg/L로서 원폐수 2.9 mg/L에 비해 NO₃-N함량이 각각 약 60 및 116% 증가하였다. 유출시간의 경과에 따른 NO₃-N함량은 단독 활성슬러지 공정에서는 증가와 감소를 반복하는 불안정한 경향을 보였고 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서는 꾸준히 감소하는 경향으로서 두 처리공정 모두 유출시간이 경과할수록 원폐수에 비하여 전반적으로 감소하는 경향이였다. 그리고 NO₃-N함량은 유출 72시간 후 단독 활성슬러지 공정 및 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서는 원폐수에 비해 각각 약 58 및 29% 감소하였다.

요 약

농공단지 폐수의 효과적인 처리를 위하여 스테인레스 전극판을 이용한 전기화학적 방법에 의한 pilot 실험 및 pilot 전기화학반응조를 생물공정의 전처리 과정으로 도입하여 이들 두 공정을 연계처리 실험을 하여 오염물질 제거효율을 조사하여, 이들 두 공정의 연계가능성을 조사한 결과는 다음과 같다.

전기화학방법에 의한 pilot 실험장치에서의 체류시간별 유출시간에 따른 COD 처리율은 체류시간 30분 및 60분에서 유출시간 8시간 이후부터 약 78~81%로 체류시간 15분으로 하였을 경우에 비해 그 처리율이 높았고, 탁도 처리율은 모든 조건에서 전기반응시간 초기부터 90%이상이었다. T-N 및 T-P 처리율은 체류시간 30 및 60분에서 유출 전 기간 동안 처리율이 각각 약 71~74 및 85~98%로서 체류시간 15분에 비해 약간 높았다. 전기화학적 처리공정을 생물학적 처리공정의 전처리과정으로 도입한 실험과 단독 생물학적 처리공정의 실험을 동시에 실시한 결과에서의 SVI 및 MLSS의 농도변화는 유출 전 기간 동안 두 처리 공정 모두 각각 약 82~112와 1,230~1,750 mg/L로서 전반적으로 안정한 경향이였으며, SVI는 안정범위인 50~150을 충족시켰다. COD 처리율

은 두 처리공정 모두 유출초기에 약 90%로 높았고 유출시간이 경과할수록 단독 활성슬러지 공정에서는 처리율이 미미하게 감소하였으나 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서는 미미하게 증가하여, 유출시간 72시간 후 COD 처리율은 각각 약 87 및 95%로서 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서 약 8% 증가하였다. 탁도 처리율은 두 처리공정 모두 유출 전 기간 동안 약 95%이상 높게 처리되었다. T-N 처리율은 유출 전 기간 동안 단독 활성슬러지 공정 및 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서 각각 약 62~74 및 72~86%로서 연계한 공정에서 T-N 처리율이 10%이상 증가되었다. T-P 처리율은 전기반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정에서 단독 활성슬러지 공정에 비해 유출 72시간후에는 각각 약 97 및 82%로서 전기화학반응조와 활성슬러지 공정을 연계한 처리공정이 약 15%이상 높았다.

참 고 문 헌

1. 한국산업단지공단 입지정보센터. (1998) 한국산업단지총람.
2. 진주산업대학교 부설 환경문제연구소, (1996) 환경관계 기술자를 위한 폐하수 및 폐기물처리 기술(III), 2-8.
3. An, M. S., (2000) Treatment of wastewater from agricultural industrial complex by electrochemical method, Degree of master thesis, Gyeongsang Nati. Univ.
4. Jeong, T. U., (1999) Treatment of livestock wastewater by electrochemical method, Degree of doctor thesis, Gyeongsang Nati. Univ.
5. Hong, J. S., (1996) A study on chemical and electric oxidation process for the treatment of the municipal waste landfill leachate, Degree of doctor thesis, Dankook Nati. Univ.
6. Lee, M. K., Kang H. L. and Kim Y. C. (1997) The nitrogen removal in the tannery wastewater by the electrolysis treatment process, *J. of Env. Sci. and Tech. Res. Center, Kyungsung Univ.* 7(1), 1-15.
7. 전기기술문화사 (1978) 전기 기술자를 위한 전기화학, 82-84.
8. 김대중, 이승무 (1983) 빵 효모제조폐수의 전해탈색에 관한 연구, *환경과 공해*, 6(5), 256-261.
9. 국립공업기술원 (1993) 공장폐수 처리에 관한 연구(I, II), 60~84.
10. Kim, S. J. (1996) Characteristics of Removal Efficiency and Kinetics in the Electrolytic Decolorizing Process of Dye Wastewater, 단국대학교 박사학위논문.
11. Lidia, S., Jeremi N. and Francesco Z. G. (1994) Application of electrochemical processes for tannery wastewater treatment, *Toxicol. Environ. Chem.* 44, 189-202.
12. 김종택 (1997) 수질오염공정시험방법해설, 신탄출판사.

13. Lenore, S. C., Arnold E. G. and Trusslee R. R. (1989) Standard methods for the examination of water and wastewater, APHA- AWWA-WPCF.
14. Lee, H. J., Lee T. Y. and Park S. C. (1991) Pretreatment of landfill leachate of refuse by electrocoagulation, *DEPRI*, 14(2), 89-112.
15. Toshio, S., Masayoshi K. and Sankichi T. (1980) Development of water re-use treatment system for municipal wastewater, *Desalination*, 32, 373-382.
16. Yi, P. I., Hwang S. H., Lee D. H. and Kim D. M. (1994) A study on the pretreatment of municipal landfill leachate by electrolysis. *J. Korean Environ. Sci. Soc.* 3(4), 417-425.
17. Groterud, O. and Smoczynski L. (1986) Phosphorus removal from water by means of electrolysis, *Wat. Res.* 20(5), 667-669.
18. Whang, G. D. and Kim B. H. (1994) Phosphorus removal by electrolysis with the iron electrodes in activated sludge process, *J. KSWQ*, 10(4), 412-420.