

## 전기화학적 방법에 의한 축산폐수의 처리

허종수 · 정태욱 · 이흥재 · 백송범 · 조주식<sup>1)</sup>  
경상대학교 농화학과, <sup>1)</sup>순천대학교 농화학과

### Treatment of Livestock Wastewater by Electrochemical Method

Jong-Soo Heo, Tae-Uk Chung, Hong-Jae Lee, Song-Bum Baek and Ju-Sik Cho<sup>1)</sup>(Dept. of Agricultural Chemistry, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea ; <sup>1)</sup>Dept. of Agricultural Chemistry, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea)

**ABSTRACT** : To treat livestock wastewater effectively by electrochemical method using a stainless steel electrode or an aluminum electrode, the effects of voltage, distance of electrodes and PACS(Poly Aluminum Chloride Silicate) dosage on removals of pollutants in batch experiment for investigation the optimum treatment conditions of livestock wastewater were investigated. The results were summarized as follows ;

On the effect of voltage, temperature and pH in electrochemical reactor were increased with increase in voltage but EC was a reverse in both electrodes. Removals of COD and T-N were increased with increase in voltage in both electrodes. SS removal was greater than 90% regardless of voltage without doing electrochemical reaction over 15min at 20V or 12min at 30V in both electrodes. T-P removal was over 90% regardless of voltage in both electrodes.

On the effect of distance between two electrodes, removals of COD, T-N and T-P were increased with closeness in distance between two electrodes, and SS removal was greater than 90% regardless of distance between two electrodes in both electrodes.

On the effect of PACS dosage, removals of COD, T-N and T-P were increased with increased in PACS dosage up to 200mg/ℓ in both electrodes. SS removal was greater than 90% regardless of PACS dosage in both electrodes.

**Key words** : Electrochemical, Livestock wastewater, COD, SS, T-N, T-P

## 서 론

현재 국내에서 발생하는 축산폐수는 1일 약 19만 7천톤 정도이며 축산물 수요의 증가에 따른 가축사육두수의 증가로 인하여 그 발생량이 꾸준히 증가하고 있는 추세이다<sup>1)</sup>. 특히 축산폐수는 발생량에 비하여 오염부하량이 매우 높기 때문에 미처리 방류시 하천의 부영양화를 초래하며 상수원 및 농업용수를 오염시킬 뿐만 아니라 악취 및 해충의 피해 등으로 인하여 쾌적한 생활환경을 해치는 요인이 되고 있다<sup>1)</sup>. 그러나 우리나라 축산농가는 대부분 규모가 영세하고 농업의 부업으로 운영되고 있으며 축산폐수의 발생원이 전국에 걸쳐 산재되어 있기 때문에 효율적인 처리가 어려운 실정이다<sup>2)</sup>.

축산폐수의 처리방법에는 생물학적 처리방법, 물리·화학적 처리방법 및 액상부식법 등이 있으며<sup>3)</sup>, 현장에서 적용되고 있는 처리방법은 주로 생물학적 처리방법인 활성슬러지공법이며 이 공

법은 운전시 폭기조 내의 거품 및 sludge bulking 문제가 자주 발생하고 슬러지의 침전성이 불량하며 유지관리비가 높아 대규모의 처리장에서나 운전이 가능하며 중규모 또는 그 이하 규모에서는 처리장치의 운전이 기술적·경제적 난점이 많은 것으로 알려져 있다<sup>4)</sup>. 물리·화학적 처리방법은 저류조와 스크린 및 침사지를 거쳐 적정 pH와 적정 접촉시간을 조절한 응집조를 거친 다음 형성된 floc.을 분리하는 방법으로써 약품처리에 의한 비경제성과 응집으로 생성된 다량의 슬러지 처리문제 및 약품투입 등으로 인한 2차 오염 등의 문제점이 있다.

또한 이러한 처리공법으로 방류수 수질기준에 적합하게 처리했다 하더라도 최종 방류수에는 처리되지 않는 미량의 유기물, 질소, 인, 무기염류 및 색소성분 등이 함유되어 있어 하천이나 호소에 방류될 경우 부영양화가 야기되며 색도의 증가로 광투시도가 저하되고 이에 따른 하천이나 호소의 자정능력이 감소되며, 특히 축산폐수 처리장의 대부분은 하천주변에 있기 때문에 처리장

Table 1. Characteristic of livestock wastewater.

	Temperature (°C)	pH	EC (ms/cm)	COD (mg/l)	SS (Unit)	Color (mg/l)	T-N (mg/l)	T-P (mg/l)
Max.	24.5	7.84	3.03	282	510	1,747	261	24.9
Min.	17.0	7.24	2.53	172	390	1,004	167	18.8
Mean	22.0	7.62	2.78	235	420	1,263	212	21.8

방류수를 하천에 직접 방류하고 있어 이에 따른 많은 문제점이 여러 곳에서 야기되고 있는 실정이다<sup>56)</sup>.

본 연구는 전기화학적 방법에 의한 축산폐수의 효과적인 처리를 위하여 스테인레스 전극판 및 알루미늄 전극판을 이용하여 회분식 실험에서 전압, 전극판 간격 및 전해용액 주입농도별 오염물질의 처리효율을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 공시재료

#### 공시수질

공시수질시료는 진주시 수곡면 축산단지의 축산폐수처리장에서 채취하였으며, 채취한 시료는 원폐수에 수도물을 1 : 3으로 희석한 다음 4°C에서 냉장보관하여 사용하였다.

본 실험에서 사용한 축산폐수의 이화학적 특성은 Table 1과 같다.

#### 공시전극판

불용성 전극인 판상의 스테인레스 전극(SUS, 100mm×150mm×2mm)과 가용성 전극인 판상의 알루미늄 전극(Al, 100mm×150mm×2mm)을 각각 사용하였다.

#### 실험장치 및 방법

본 연구에서 사용한 회분식 전기화학반응조의 실험장치는 전극판을 수직으로 배열한 120mm×120mm×160mm 크기의 전기화학반응조를 제작하였으며 전극판의 간격을 조절할 수 있도록 하였다. 그리고 전기화학반응조 내부를 관찰할 수 있도록 5mm 두께의 투명 아크릴 수지를 사용하였다.

또한 D.C power supply를 사용하여 전기화학반응조에 직류전원을 공급하였으며 통전되는 전력을 안정적으로 공급하기 위하여 전압안정기 및 접지를 하였다. 전해액의 교반은 양극과 음극에서 발생하는 산소와 수소기포의 대류에 의하여 자연적으로 이루어지지만 반응을 촉진시키기 위하여 magnetic stirrer를 사용하였으며, 전기화학반응조 내의 전류, 전압 및 온도를 측정하기 위하여 ammeter, voltmeter 및 thermometer를 각각 사용하였다.

회분식 실험은 공시수질시료인 축산폐수의 1회 처리량을 2,000 ml씩 전기화학반응조에 주입하여 실험하였다. 그리고 전극판은 10% 수산화나트륨과 황산용액에 각각 24시간씩 침적시킨 후 증류수로 수 회 세척한 다음 dry oven에서 105°C로 3시간 건조 후 사용하였으며, 또한 전기화학반응시 전극판 표면의 피막형성, 전

극판의 오손으로 인한 수질오염물질들의 처리효율 저하 및 전력의 손실을 최소화하기 위하여 자동제어기를 사용하여 양극과 음극을 각각 20초 간격으로 전환하여 사용하였다.

각 조건별 축산폐수처리 효율을 조사하기 위한 조건은 전압을 각각 10, 20 및 30V로, 전극판간격은 1, 2 및 3cm 및 전해용액 주입농도에 따라서는 전해용액으로써 PACS를 50, 100, 200, 300, 400 및 500mg/l로 각각 변화시키면서 스테인레스 전극판과 알루미늄 전극판으로 구분하여 조사하였다.

#### 수질분석방법

수질분석은 환경오염공정시험법<sup>7)</sup>과 APHA의 Standard Method<sup>8)</sup>에 준하여 다음과 같이 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 전압별 수처리효율

전압별 전기반응시간에 따른 온도, pH 및 EC변화를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 온도변화는 스테인레스 전극판을 사용하였을 때는 전압이 높을수록 그리고 전기반응시간이 경과할수록 온도가 상승하는 경향이었으며 알루미늄 전극판을 사용하였을 때에도 스테인레스 전극판을 사용하였을 때와 비슷한 경향이였다.

이러한 결과는 전압이 높을수록 전기화학반응조 내의 저항이 증가하여 열이 많이 발생되었기 때문인 것으로 사료되었으며, 일반적으로 전압이 높을수록 그리고 전기반응시간이 경과할수록 온도가 더 많이 상승한다고 보고한 연구결과와 비슷한 경향이였다<sup>56,9)</sup>.

pH변화는 스테인레스 전극판을 사용하였을 때는 10 및 20V에서는 전기반응시간에 따라서는 별 변화가 없었으나 30V에서는 전기반응시간 6분 후부터 큰 폭으로 상승하여 전기반응시간 15분 후에는 pH가 약 8.2까지 상승하였다. 그리고 알루미늄 전극판을 사용하였을 때는 전압이 높을수록 그리고 전기반응시간이 경과할수록 pH가 상승하여 10, 20 및 30V에서 전기반응시간 15분 후 각각 약 pH 7.4, 8.2 및 8.9였다.

이와 같은 결과는 전압이 높을수록 그리고 전기반응시간이 경과할수록 전기화학반응으로 인하여 음극에서 OH<sup>-</sup>이온이 많이 생성되었기 때문인 것으로 사료되었으며, 이는 전기화학반응에 의하여 음극에서 수소가스가 발생하여 상대적으로 수소이온의 농도가 낮아지기 때문에 pH가 상승한다는 보고와 비슷한 경향이였다<sup>10,11)</sup>.

EC변화는 스테인레스 전극판을 사용하였을 때는 전압이 높을수록 그리고 전기반응시간이 경과할수록 계속해서 감소하여 10, 20 및 30V에서 전기반응시간 15분 후 각각 약 4.3, 4.2 및 3.7ms/cm로 원수에 비하여 각각 약 5, 7 및 18% 감소하였다. 그리고 알루미늄 전극판을 사용하였을 때는 스테인레스 전극판을 사용하였을 때와 비슷한 경향으로써 10, 20 및 30V에서 전기반응시간 15분 후 EC는 각각 약 4.2, 4.0 및 3.5ms/cm로써 원수에 비하여 각각 약 7, 11 및 22% 감소하였다.

Table 2. Variation of temperature, pH and EC in livestock wastewater under different voltage.

Voltage (V)	SUS electrode					Al electrode				
	Electrolysis time (min)									
	3	6	9	12	15	3	6	9	12	15
Temperature (°C)										
10	15.8	15.5	17.0	18.0	18.0	17.5	18.5	19.0	19.0	19.5
20	17.5	21.5	24.5	27.0	31.0	18.5	22.0	27.0	30.5	36.0
30	27.0	31.5	43.0	53.0	62.0	29.0	35.0	49.0	58.0	76.0
pH										
10	7.12	7.14	7.16	7.20	7.27	7.15	7.18	7.22	7.30	7.35
20	7.19	7.30	7.26	7.30	7.35	7.30	7.42	7.80	8.04	8.21
30	7.27	7.38	7.59	8.01	8.24	7.49	7.75	8.07	8.61	8.90
EC (ms/cm)										
10	4.45	4.45	4.42	4.37	4.30	4.38	4.32	4.28	4.24	4.22
20	4.39	4.30	4.25	4.18	4.16	4.34	4.27	4.16	4.07	4.03
30	4.36	4.24	4.11	3.90	3.71	4.21	4.01	3.97	3.80	3.53

The experiment was conducted under the conditions of 1cm of distance between two electrodes and 200mg/l of PACS dosage

이와 같은 결과는 폐수 중의 이온들이 전기화학반응을 통하여 응집·침전되었기 때문인 것으로 사료되었다.

전압별 전기반응시간에 따른 COD처리율을 조사한 결과는 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 스테인레스 전극판을 사용하였을 때의 COD처리율은 전압이 높을수록 그리고 전기반응시간이 경과할수록 증가하는 경향으로써 10, 20 및 30V에서 전기반응시간 12분 후 각각 약 55, 59 및 79%였다. 그리고 알루미늄 전극판을 사용하였을 때의 COD처리율도 스테인레스 전극판을 사용하였을 때와 비슷한 경향으로써 10, 20 및 30V에서 전기반응시간 12분 후 각각 약 56, 67 및 77%였으며 두 가지 전극재질 모두 전기반응시간 12분 이상에서는 COD처리율이 별 변화가 없었다.

이와 같은 결과는 전기화학반응에 의하여 제거될 수 있는 유기물질은 전기반응 12분 이내에 거의 응집 혹은 분해되었기 때문인 것으로 사료되었다. 일반적으로 전기화학반응에 의한 COD처리율은 폐수 중의 유기물질의 종류와 농도 및 전압의 세기에 따라 다르지만 대부분은 전기반응시간 15분 이내에 제거되는 것으로 알려져 있으며<sup>12,13)</sup>, 전기반응시간에 따른 온도의 상승으로 인한 반응속도의 증가 때문에 전압이 높을수록 그리고 전기반응시간이 경과할수록 어느 시간까지는 COD처리율이 증가하고<sup>9)</sup>, 가용성 전극을 사용할 경우 전압이 증가할수록 전극에서 용출되는 이온의 양이 증가하여 colloid 입자간의 이중층 압축, 흡착, 전하의 중화 및 sweep 응집 등이 더 효율적으로 이루어지기 때문에 전압이 증가할수록 COD가 더 많이 처리되는 것으로 알려져 있다<sup>11)</sup>.

전압별 전기반응시간에 따른 SS처리율을 조사한 결과는 Fig. 2에서 보는 바와 같다. 스테인레스 전극판을 사용하였을 때는 각 전압 모두에서 전기반응시간 3분만에 SS가 약 90% 이상 처리되

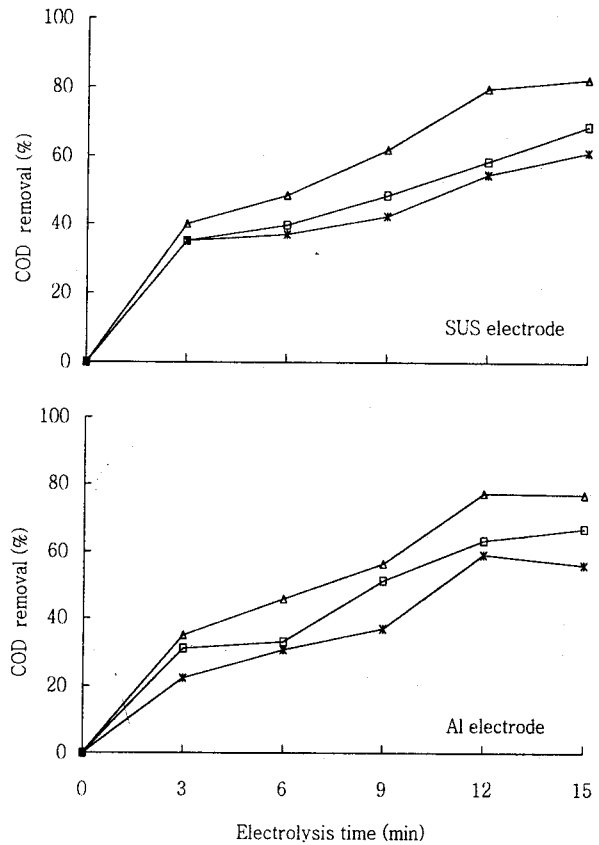


Fig.1. COD removal on electrolysis time under different voltage. The experiment was conducted under the conditions of 1cm of distance between two electrodes and 200mg/l of PACS dosage.

◆ 10 V    ◻ 20 V    ▲ 30 V

어 전압에 따라서는 별 차이가 없었으며, 알루미늄 전극판을 사용하였을 때의 SS처리율도 스테인레스 전극판을 사용하였을 때와 비슷한 경향이었다. 그러나 두가지 전극재질 모두 30V에서 전기반응시간 9분 이후부터는 SS처리율이 점차 감소하는 경향이었는 데 이는 과다한 전압을 적용시켰을 경우 염의 생성 및 지나친 온도의 상승으로 인하여 이미 형성된 flocc의 재탁현상이 일어났기 때문인 것으로 사료되었다<sup>5)</sup>.

전압별 전기반응시간에 따른 T-N 및 T-P처리율을 조사한 결과는 각각 Fig. 4 및 5에서 보는 바와 같다. 먼저 T-N처리율은 스테인레스 전극판을 사용하였을 때는 10, 20 및 30V에서 전기반응시간 3분 후 각각 약 31, 33 및 30%였으나 전기반응시간 15분 후에는 각각 약 48, 54 및 62%로써 전압이 높을수록 그리고 전기반응시간이 경과할수록 대체적으로 약간씩 증가하는 경향이었으며, 알루미늄 전극판을 사용하였을 때는 10, 20 및 30V에서 전기반응시간 3분 후 각각 약 44, 44 및 49%였으나 전기반응시간 15

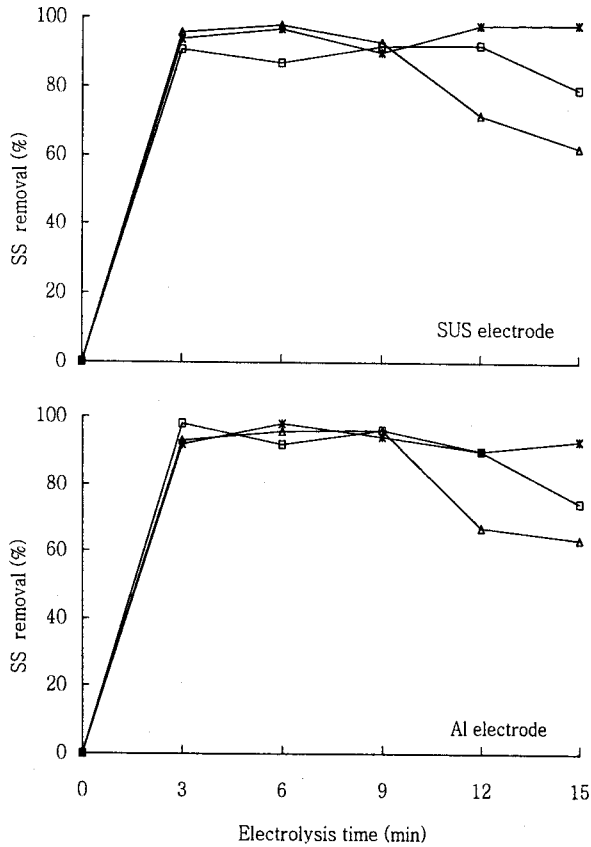


Fig.2. SS removal on electrolysis time under different voltage. The experiment was conducted under the conditions of 1cm of distance between two electrodes and 200mg/ℓ of PACS dosage.

—x— 10 V —□— 20 V —△— 30 V

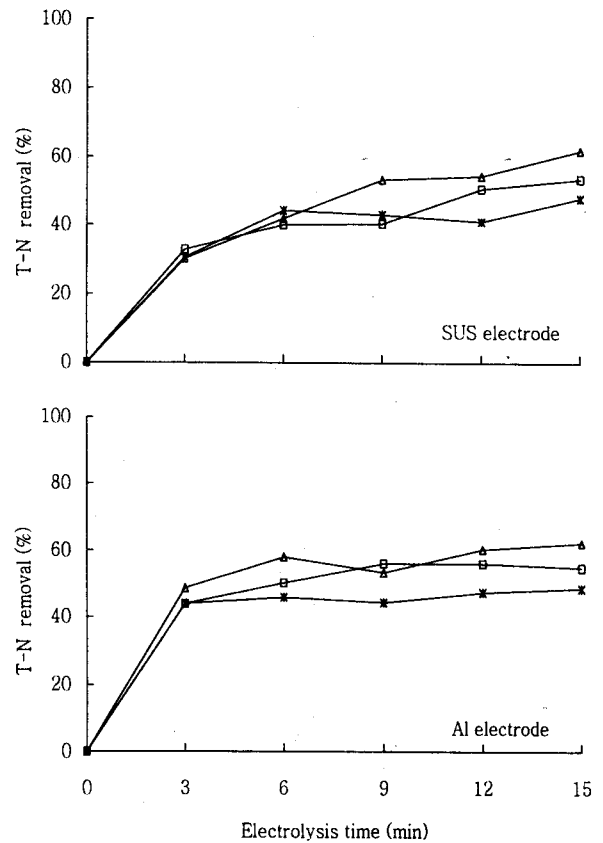


Fig.3. T-N removal on electrolysis time under different voltage. The experiment was conducted under the conditions of 1cm of distance between two electrodes and 200mg/ℓ of PACS dosage.

—x— 10 V —□— 20 V —△— 30 V

분 후에는 각각 약 49, 55 및 62%로써 스테인레스 전극판을 사용하였을 때와 비슷한 경향이였다.

T-P처리율은 스테인레스 전극판을 사용하였을 때는 10, 20 및 30V에서 전기반응시간 3분 후 각각 약 68, 72 및 81%였고 그 후 전기반응시간이 경과할수록 약간씩 증가하여 전기반응시간 15분 후에는 각각 약 92, 89 및 96%였으며, 알루미늄 전극판을 사용하였을 때는 10, 20 및 30V에서 전기반응시간 3분 후 각각 약 79, 85 및 90%였고 전기반응시간 15분 후 각각 약 87, 91 및 93%로써 스테인레스 전극판을 사용하였을 때와 비슷한 경향이였다.

이와 같은 결과는 폐수 중의 인성분이 전극에서 용출된 금속이온 및 폐수 중의 양이온들과 결합하여 착화합물을 형성하여 침전·제거되기 때문인 것으로 사료되었다<sup>(14)</sup>.

이상의 전압별 축산폐수 처리효율을 조사한 결과 전반적으로 전압이 높을수록 수질오염물질 처리효율이 양호하였으나 전압을 30V로 적용시켰을 경우에는 전기화학반응조 내 온도가 지나치게

상승하여 폐수처리가 부적합할 것으로 판단되었다. 따라서 축산폐수의 효과적인 처리를 위하여는 전압을 20V로 조절하는 것이 가장 좋을 것으로 판단되었다.

#### 전극판 간격별 수처리효율

전극판 간격별 전기반응시간에 따른 수처리 효율을 조사한 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다. 스테인레스 전극판을 사용하였을 때의 COD처리율은 전극판 간격이 좁을수록 그리고 전기반응시간이 경과할수록 증가하는 경향으로써 전극판 간격 1, 2 및 3cm에서 전기반응시간 15분 후 각각 약 71, 60 및 55%였다. 그리고 알루미늄 전극판을 사용하였을 때의 COD처리율도 스테인레스 전극판을 사용하였을 때와 비슷한 경향으로써 전극판 간격 1, 2 및 3cm에서 전기반응시간 15분 후 각각 약 67, 50 및 44%로 나타나 두가지 전극재질 모두 전극판 간격이 좁을수록 그리고 전기반응시간이 경과할수록 COD처리율이 증가하였다. 이와 같은 결과

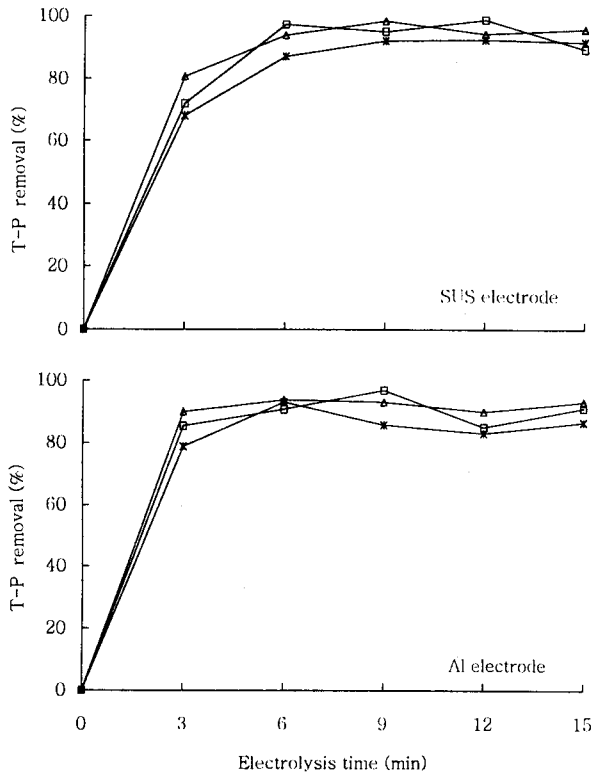
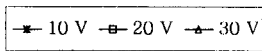


Fig.4. T-P removal on electrolysis time under different voltage. The experiment was conducted under the conditions of 1cm of distance between two electrodes and 200mg/l of PACS dosage.



는 동일한 전압에서는 전극판 간격이 좁을수록 전류가 상대적으로 상승하여 폐수 중의 유기물질들의 산화가 많이 이루어졌기 때문인 것으로 사료되었다<sup>9)</sup>.

SS처리를 조사한 결과는 두가지 전극재질 모두 전극판 간격에 관계없이 전기반응시간 3분 후 약 87~99%의 SS가 처리되었으며 그 후 전기반응시간에 따라서는 별 변화가 없었으며 또한 전극판 간격에 따라서도 별 차이가 없었다.

일반적으로 콜로이드 입자는 약한 전류에서도 중화 또는 sweep 응집 등으로 대부분 침전·제거되는 것으로 알려져 있다<sup>15)</sup>. 그러나 본 실험 결과 두가지 전극재질 모두 전극판 간격 1cm에서 전기반응시간 15분 후에는 SS처리가 다시 감소하였는데 이러한 결과는 이 부분에서의 온도의 상승으로 인하여 이미 형성된 floc.들의 재탁현상이 일어났기 때문인 것으로 사료되었다<sup>9)</sup>.

T-N처리는 스테인레스 전극판을 사용하였을 때는 전기반응시간 6분까지는 전극판 간격에 따라 별 차이가 없었으나 그 후부터는 전극판 간격이 좁을수록 증가하여 전극판 간격 1, 2 및 3cm에서 전기반응시간 15분 후 각각 약 59, 51 및 39%였다. 알루미늄 전극판을 사용하였을 때의 T-N처리율도 스테인레스 전극판을

사용하였을 때와 비슷한 경향으로써 전극판 간격 1, 2 및 3cm에서 전기반응시간 15분 후 각각 약 58, 51 및 37%였다.

T-P처리는 스테인레스 전극판을 사용하였을 때는 전기반응시간 3분 후에는 전극판 간격에 관계없이 약 80~93%였으며, 전극판 간격 1, 2 및 3cm에서 전기반응시간 15분 후에는 각각 약 89, 83 및 87%로써 전반적으로 전극판 간격을 2 및 3cm로 하는 것에 비하여 1cm로 하는 것이 T-P처리율이 높았으나 별 차이는 없었다. 그리고 알루미늄 전극판을 사용하였을 때의 T-P처리율도 스테인레스 전극판을 사용하였을 때와 비슷한 경향이였다.

이상의 전극판 간격별 축산폐수 처리효율을 조사한 결과 전반적으로 전극판 간격이 좁을수록 양호한 것으로 나타났다. 따라서 축산폐수의 효과적인 처리를 위해서는 전극판 간격을 1cm로 하는 것이 가장 효과적일 것으로 판단되었다.

전해용액 주입농도별 수처리효율

전해용액인 PACS의 주입농도별 수처리효율을 조사한 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다. 먼저 전극판을 사용하지 않고 PACS만 주입하였을 경우 PACS의 주입농도가 증가할수록 COD 처리율이 전반적으로 증가하여 PACS를 300mg/l 주입하였을 경우 약 42%였으나 그 이상의 주입농도에서는 별 차이를 보이지 않았다. PACS를 주입하지 않고 스테인레스 전극판과 알루미늄 전극판을 각각 사용하였을 때의 COD처리율은 각각 약 45 및 47%였으나 PACS를 주입하였을 때에는 PACS의 주입농도가 증

Table 3. The removal rate of pollutants in livestock wastewater under different distance between two electrodes.

		(unit : mg/l)									
Distance (cm)	Electrolysis time (min)	SUS electrode					Al electrode				
		Electrolysis time (min)									
		3	6	9	12	15	3	6	9	12	15
<b>COD</b>											
1	3	35.1	39.8	54.2	61.8	71.4	31.0	39.0	51.2	63.4	66.8
2	3	40.1	45.6	47.1	57.1	60.3	35.2	39.7	42.1	41.6	49.5
3	3	42.2	45.8	47.2	52.4	55.2	29.7	34.8	36.7	43.5	43.7
<b>SS</b>											
1	3	96.8	94.9	96.0	88.5	78.3	98.0	92.0	96.0	90.0	83.0
2	3	87.4	98.0	99.0	99.4	98.7	99.1	93.5	94.5	97.0	95.0
3	3	94.9	91.7	99.3	98.1	96.4	92.0	97.0	97.5	93.8	91.2
<b>T-N</b>											
1	3	34.9	44.9	47.3	56.0	59.2	26.6	43.3	44.5	46.2	58.0
2	3	39.1	43.2	37.4	44.0	50.9	30.8	37.3	35.9	45.0	50.9
3	3	28.0	39.8	42.0	37.8	38.5	23.7	28.0	38.5	36.7	36.7
<b>T-P</b>											
1	3	92.9	94.5	91.3	95.3	89.3	89.3	93.3	95.8	90.1	94.4
2	3	86.0	92.0	95.4	91.2	82.7	82.5	91.1	94.4	94.4	90.1
3	3	80.3	88.8	83.1	85.5	86.9	85.4	96.8	92.0	87.7	83.8

The experiment was conducted under the conditions of 20 voltage and 200mg/l of PACS dosage

Table 4. The removal rate of pollutants in livestock wastewater on PACS dosage at 15min after electrolysis.

Electrolysis	PACS dosage (mg/ℓ)						
	0	50	100	200	300	400	500
<b>COD</b>							
No	-	28.0	33.0	37.0	42.0	39.0	40.0
SUS	45.0	53.0	58.0	69.4	71.6	62.5	62.5
Al	47.0	47.0	56.0	71.6	65.9	70.0	65.0
<b>SS</b>							
No	10.0	33.0	30.0	38.0	44.0	40.0	41.0
SUS	89.0	97.0	95.0	90.3	99.0	95.0	91.0
Al	93.0	98.0	91.0	93.0	96.0	94.0	92.0
<b>T-N</b>							
No	0.0	15.0	18.0	18.0	23.0	26.0	21.0
SUS	36.7	45.2	52.0	60.4	62.7	60.4	60.4
Al	34.0	46.7	50.3	61.5	60.0	58.6	56.0
<b>T-P</b>							
No	0.0	11.0	18.0	21.0	21.0	16.0	18.0
SUS	76.0	90.0	90.4	96.0	96.2	90.0	92.5
Al	79.0	93.7	88.0	93.7	99.2	94.1	91.6

The experiment was conducted under the conditions of 20 Voltage and 1cm of distance between two electrodes

가할수록 COD처리율이 증가하여 PACS를 200mg/ℓ 주입하였을 때 스테인레스와 알루미늄 전극판을 사용하였을 경우 각각 약 69 및 72%였으며 그 이상의 주입농도에서는 별 변화가 없었다.

이와 같이 전극판을 사용하지 않고 PACS만 주입하였을 경우 COD처리율이 매우 낮은 것은 전극판을 사용하였을 경우에 비하여 폐수 중의 유기물질이 응집제인 PACS와 응집반응이 잘 일어나지 않았기 때문인 것으로 사료되었다<sup>11)</sup>.

SS처리율을 조사한 결과 전극판을 사용하지 않고 PACS만 주입하였을 경우 SS처리율이 매우 낮았다. 그러나 PACS의 주입농도가 증가할수록 SS처리율이 약간씩 증가하여 PACS를 300mg/ℓ 주입하였을 경우 약 44%였으며 그 이상의 주입농도에서는 별 변화가 없었다. 그러나 스테인레스 전극판과 알루미늄 전극판을 사용하였을 경우의 SS처리율은 모든 PACS의 주입농도에서 약 90% 이상으로써 PACS의 주입농도에 따라서는 SS처리율이 별 차이가 없었다.

T-N처리율은 전극판을 사용하지 않고 PACS만 주입하였을 경우 PACS의 주입농도에 따라 약간의 차이는 있었으나 전반적으로 T-N처리율은 약 15~26%였다. 그러나 스테인레스 전극판과 알루미늄 전극판을 각각 사용하였을 때의 T-N처리율은 PACS를 주입하지 않았을 경우 각각 약 37 및 34%였고 PACS의 주입농도가 증가할수록 T-N처리율이 계속해서 증가하여 PACS를 200mg/ℓ 주입하였을 경우 각각 약 60 및 62%였으며 그 이상의 주입농도에서는 별 변화가 없었다.

T-P처리율은 전극판을 사용하지 않고 PACS만 주입하였을 경우 PACS의 주입농도에 따라 다소 차이는 있었으나 전반적으

로 T-P처리율은 11~21%였다. 스테인레스 전극판과 알루미늄 전극판을 사용하였을 때는 PACS를 50mg/ℓ 주입하였을 경우 각각 약 90 %였으며 그 이상의 주입농도에서는 별 변화가 없었다.

## 요 약

전기화학적 방법에 의한 축산폐수의 효과적인 처리를 위하여 스테인레스 전극판 및 알루미늄 전극판을 이용한 회분식 실험에서는 전압, 전극판 간격 및 전해용액 주입농도별 오염물질의 처리효율을 조사한 결과는 다음과 같다.

전압별 전기화학반응 실험 결과 두가지 전극재질 모두 전압이 높을수록 전기화학반응조 내의 온도 및 pH는 상승하였으나, EC는 감소하는 경향이었다. COD 및 T-N처리율은 두가지 전극재질 모두 전압이 높을수록 전반적으로 증가하였고, SS처리율은 두가지 전극재질 모두에서 전압의 세기에 관계없이 반응초기에 약 90% 이상이었으나 20V에서는 15분 그리고 30V에서는 12분 이상 전기화학반응을 시켰을 경우에는 그 처리율이 80% 이하로 감소되었다. T-P처리율은 두가지 전극재질 모두에서 전압의 세기에 관계없이 약 90% 이상이었다.

전극판 간격별 전기반응 실험 결과 COD, T-N 및 T-P처리율은 두가지 전극재질 모두 전극판 간격이 좁을수록 대체적으로 증가하였으며, SS처리율은 두가지 전극재질 모두 전극판 간격에 관계없이 반응초기에 약 90% 이상이었다.

전해용액인 PACS의 주입농도별 전기반응 실험 결과 COD, T-N 및 T-P처리율은 PACS의 주입농도가 증가할수록 대체적으로 증가하였으나 PACS의 주입농도가 200mg/ℓ 이상에서는 오염물질의 처리효율이 별 차이가 없었고, SS처리율은 두가지 전극재질 모두 약 90% 이상이었다.

이상의 회분식 실험결과 전기화학적 방법에 의한 축산폐수의 최적 처리 조건은 전압 20V, 전극판 간격 1cm 그리고 PACS 주입농도 200mg/ℓ 인 것으로 판단되었다.

## 감사의 글

본 연구는 1997년도 교육부 학술연구 조성비(기초과학 농업분야)에 의해 수행되었음.

## 참고 문헌

1. 환경부 (1998) 환경백서.
2. 통계청 (1996) 한국의 환경통계평가보고서.
3. Park, W. C. (1997) An effective means for livestock wastewater treatment. In the 10th anniversary seminar of EMC foundation. Environmental Management Corporation.
4. 김복현 (1997) 생물학적 공정에서 철의 전기분해를 이용한

- 오 · 폐수중 질소와 인의 제거 (7). 환경관리인연합회보, 128 : 20~27.
5. Chung, K. J., Kim D. M. and Lee D. H. (1995) An experimental study on the application of electrolysis to nightsoil treatment plant effluent, as a means of advanced treatment technology. *대한상하수도공학회*, 9(2) : 77~83.
  6. Whang, G. D., Kim M. H. and Cho C. H. (1997) Phosphorus removal and nitrification of swine wastewater by electrolysis with the iron electrodes in activated sludge process. *J. of KSEE*, 19(10) : 1333~1344.
  7. 김종택 (1996) 수질오염공정시험방법해설. 신광출판사.
  8. Lenore, S. C., Arnold E. G. and Trusslee R. R. (1989) Standard methods for the examination of water and wastewater. APHA- AWWA-WPCF.
  9. 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, Kyungshung Univ.*, 7(1) : 1~15.
  10. Lidia, S., Jeremi N. and Francesco Z. G. (1994) Application of electrochemical processes for tannery wastewater treatment. *Toxicological and Environmental Chemistry*, 44 : 189~202.
  11. Lee, H. J. and Park S. C. (1991) Pretreatment of landfill leachate of refuse by electrocoagulation. *DEPRI*, 14(2) : 89~112.
  12. Sheng, H. L. and Chi F. P. (1994) Treatment of textile wastewater by electrochemical method. *Wat. Res.*, 28(2) : 277~282.
  13. Jorge, G. I., Singh M. M., Pike R. M. and Szafran Z. (1997) Laboratory experiments on electrochemical remediation of the environment. Part 2 : Microscale indirect electrolytic destruction of organic wastes. *J. of Chemical Education*, 74(12) : 1449~1450.
  14. 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.
  15. 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. of the Korean Environmental Sciences Society*, 3(4) : 417~425.