

제강슬래그를 이용한 돈사폐수 처리 시설 개발

이건주[†] · 이종은 · 김순영 · 김태희* · 백승철**

안동대학교 생물학과 · 안동대학교 재료공학부* · 안동대학교 토목환경공학과**
(2000. 9. 19. 접수 / 2000. 11. 21. 채택)

Development of Treatment Facilities for Swinery Wastewater Using Steel-making Slag

Kon-Ju Lee[†] · Jong-Eun Lee · Soon-Young Kim · Tae-Heui Kim* · Seung-Cheol Baek**

Department of Biology, Andong National University

*Division of Materials Science & Engineering, Andong National University

**Department of Civil & Environmental Engineering, Andong National University

(Received September 19, 2000 / Accepted November 21, 2000)

Abstract : The incomplete treatment of the swinery wastewater is one of the major factors of the river contamination resulting from an eutrophication. Even through many treatments were considered to reduce the contamination of the river by the swinery wastewater, the most effective treatment was not developed yet. Therefore, this project was focused on the development of the treatment that was a low cost and a high efficiency using a steel-making slag. The swinery wastewater was passed through a U-type tube packing the slag in the laboratory. And the swinery wastewater was cleaned effectively in the laboratory experiment. Based on these laboratory results, the treatment facility in a stock farm was constructed to confirm the effect of slag on the first-treated swinery wastewater. After the treatment of the first-treated swinery wastewater through the slag, the water quality of the river was improved and the biodiversity was increased.

Key Words : swinery wastewater, steel-making slag, facilities, biodiversity

1. 서 론

환경부는 2000년부터 생활오수와 축산폐수 등에 대한 방류 관리를 대폭 강화하였다. 환경부는 1998년말 현재 전국의 생활오수 발생량은 하루 평균 1,546.7톤, 분뇨는 47,162톤 및 축산폐수 발생량도 1일 평균 193,000톤으로 발표하였다. 축산폐수의 경우 지난 97년에 비해 평균 1%씩 증가한 것이다. 이처럼 생활오수와 축산폐수 등이 늘어난 것은 인구증가와 생활수준 향상에 따른 것으로 분석되며, 특히 축산폐수의 경우 농가수(79만 가구)는 축산물 수입개방 등으로 97년보다 40% 가량 줄어든 반면 사육 두수(665만 마리)는 사육 농가의 대형화와 전문화 등에 의해 전년도 보다 56% 가량 증가한

것으로 보고 있다. 이에 따라 환경부는 생활오수와 축산폐수가 하천에 방류되는 등 오염을 가중시키지 않도록 폐수 방류기준을 강화하기로 한 것이다.

현재 축산폐수는 방류수의 처리가 완전하지 않아 부영양화를 비롯한 하천오염의 주범 역할을 하고 있다. 축산단지에 배출된 방류수가 하천에 유입되면, 방류지역의 대부분의 하천이 오염되어 생물이 서식하지 못하고, 주역 주민의 민원의 대상이 되고 있다. 얼마 전 강원도 원주시 상수원인 섬강에 20여톤의 축산분뇨가 유입되어 수돗물에서 심한 냄새가 나자 34,000여 가구의 수돗물 공급이 중단된 사례도 있다.

축산폐수의 경우 화학적 산소요구량이 부하량에 비해 높은 영양염류 부하량을 나타내고 있어 하천수 이용에 대한 경제적 부담과 부영양화에 영향을 미친다.¹⁾ 대단위 축사가 대부분 상수원보다 상류지역에 위치하며 전국에 산재하고 있어 이를 효

[†] To whom correspondence should be addressed.
kjlee@andong.ac.kr

과적으로 제어하는데 장애 요인이 되고 있다. 비점 오염원으로 산재해 있는 대부분의 소규모 축사의 경우 정화조형 처리시설에 의존하고 있어 처리상태가 불량하고 관리가 제대로 이루어지고 있지 않아 축산폐수 배출은 하천 오염의 원인을 제공하며, 폐수의 성상도 다양해져 폐수처리에 대한 어려움이 심화되고 있는 실정이다. 이에 축산폐수에 의한 하천오염을 저감시키는 방법이 다각도로 검토되고 있으나 지금까지는 효과적인 처리방법이 개발되지 못하였다. 또한 2000년 1월부터 지금까지 적용되는 처리기준이 강화되어 기준에 맞게 축산폐수를 처리하여 방류하려면 축산농가의 경제적 부담이 가중될 것으로 사료된다. 특히 본 연구 지점인 안동은 안동댐과 임하댐이 있으며, 두 댐은 현재 축산폐수에 의한 수질오염이 매우 심각한 상태인 것으로 조사되고 있다.

따라서 본 연구에서는 슬러리 돈사폐수를 활성오니법으로 처리한 후 방류되는 돈사폐수가 완벽한 처리가 되지 못해 발생하는 수질오염 문제를 해결하고, 적은 비용으로 운영할 수 있는 처리 시설을 개발하는 것이 목적이다. 그 방법으로 현재 운영되고 있는 처리 방법에 제강슬래그를 이용한 혐기성 배양조를 설치 1차 처리된 폐수를 재처리하여 강화된 처리기준에 적합한 방류수 배출을 모색하였다. 이를 위하여 실험실에서 제강슬래그를 여재로한 배수로관 형태의 접촉 여과장치를 설치, 제강슬래그의 처리 여재 특성을 조사하여 제강슬래그가 정화여재로서 적합한가를 확인하였고, 안동시 와룡면 서현 양돈단지내에 실제 처리시설을 축조하여 저 비용의 재처리 시설 개발과 처리수가 방류되는 하천의 생물상을 조사하여 폐수처리 개선 효과를 확인하였다.

2. 실험재료 및 방법

2.1. 현재의 돈사폐수 처리방법

현재 서현 양돈단지의 축산폐수 처리방법은 축사 분뇨와 청소용수에 응집제를 첨가하여 응집된 부분은 톱밥과 섞어 비료로 만들어 배출하며, 액부분은 호기성 미생물을 이용한 생물학적 처리를 한 후 배출하고 있다. 그러나 현재의 환경부²⁾ 방류기준(Table 1)에 적합하게 축산폐수를 방류하는 것이 현재 기술로는 어렵다. 방류수가 유입되는 하천에는 생물이 거의 발견되지 않고 있으며, 실제로 연구

Table 1. Discharge criterion of swinery wastewater

구 분	설치허가를 받은 자가 설치		설치 신고를 한 자가 설치		
특정 지역	BOD(mg/l)	50 이하	50 이하	350 이하	150 이하
	SS(mg/l)	50 이하	50 이하	350 이하	150 이하
	Total N(mg/l)	-	250 이하	-	-
	Total P(mg/l)	-	50 이하	-	-
기타 지역	BOD(mg/l)	150 이하	150 이하	500 이하	350 이하
	SS(mg/l)	150 이하	150 이하	500 이하	350 이하
비 고		before Dec. 31, 1999	after Jan. 1, 2000	before Dec. 31, 1999	after Jan. 1, 2000

가 진행되기 전 서현 양돈단지에도 방류 지점부터 약 4km 하류까지 생물이 거의 발견되지 않았다. 또한 2000년 1월부터 환경오염의 문제성이 날로 심각해져 처리수의 방류기준이 대폭 강화되어(기술부족으로 1~2년 유예) 현 축산폐수 처리시설의 대폭적인 개선이 필요한 실정이다.

2.2. 시료의 특성

실험에 사용한 제강슬래그의 구성성분과 결정상은 EDS와 XRD를 이용하여 분석하였으며 그 결과를 Table 2와 Fig. 1에 각각 나타내었다.

Table 2의 EDS 분석 결과로부터 실험에 사용한 제강슬래그의 주된 구성 원소는 Ca, Si, Al, Fe, Mg 등이며 소량의 Mn과 P, S 등을 포함하고 있으며, 제강슬래그는 고온의 열처리 과정을 거쳐 발생하므로 대부분 산화물로 존재하며 CaO가 주성분이 될 수 있었다.

Fig. 1의 XRD 분석결과에서 제강슬래그를 구성하는 원소들은 Ca₂SiO₄, Ca₃SiO₅, CaFeSi₂O₅, 등 시멘트 구성광물과 CaCO₃, Ca(OH)₂, CaSO₄, Fe₂O₃ 등의 형태로 존재하고 있으며, 인 성분은 Ca₅(PO₄)₃(OH)를 형성하고 있는 것을 확인하였다. 실험에 사용한 제강슬래그는 장기간의 야적처리를 통해 대부분의 free-CaO가 Ca(OH)₂로 안정화되어 XRD 분석 결과

Table 2. Composition of the steel-making slag used in the experiment

(atomic%)								
Ca	Si	Al	Fe	Mg	Mn	P	S	O
22.67	6.24	4.97	5.38	3.00	0.56	0.55	0.26	56.37

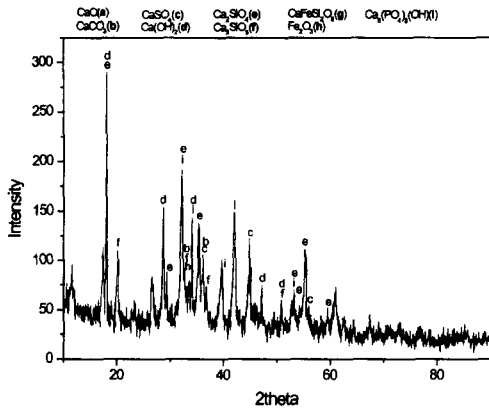


Fig. 1. XRD pattern of the steel-making slag used in the experiment

과에서는 CaO의 피크는 찾을 수 없었다. 그러나 뒤의 언급되는 pH 측정 결과를 보면 free-CaO 성분이 존재하고 있음이 분명하며 그 양이 적어 XRD 분석에서는 나타나지 않았다고 생각된다.

또한 실험에 이용된 폐수는 돈사의 분뇨와 세척수를 응집제로 고액분리 한 후 활성오니법으로 처리하여 배출하는 것을 1차 처리한 방류수이다. 방류수의 성질은 BOD 50~200mg/l, SS 50~500mg/l, 질소는 1000mg/l 이상, 인은 0.01mg/l 으로 1차 처리수는 배출 허용기준보다 약간 높게 나왔다.

2.3. 분석항목 및 방법

제강슬래그의 여재 특성을 확인하기 위한 시험에 이용된 시료는 활성오니법으로 처리한 방류수 약 20 l 정도를 채취하여 수질오염 공정시험법에 따라 실험하였으며, 실험 적용실험에 이용된 시료는 현장 측정항목이 아닌 경우에는 약 2 l 를 채취·운반하여 실험실에서 분석하였다. 이 경우 즉시 분석할 수 없는 경우에는 수질오염 공정시험법의 시료 보존 방법에 따라 보존하여 규정된 시간 내

에 분석하였다. 분석항목 및 방법에 대하여는 Table 3에 나타내었다.

3. 결 과

3.1. 제강슬래그의 여재 특성

실험실에서 사용한 폐수처리장치는 투명한 아크릴관을 이용하여 조립한 U자형 관과 폐수저장용기로 구성되었다. U자형 관에 접촉 여재로 지름이 10~15mm인 제강슬래그를 충전하여 폐수처리장치를 제작하여 실험하였다. 이 때 수중펌프를 사용하여 양돈폐수를 제강슬래그 여재가 충전된 부분으로 이송하여 제강슬래그와 접촉이 이루어지게 하였다.^{3,4)}

Fig. 2는 축산단지에서 1차 처리한 방류수를 채집하여 실험실에서 측정한 폐수처리 특성이다. Fig. 2의 (a)는 제강슬래그와 접촉시킨 일수에 따른 pH 변화를 나타낸 것이다. 제강슬래그에 존재하는 free-CaO가 물과 반응하여 pH가 높아진 것으로 판단된다.

Fig. 2의 (b)는 실험실용 폐수처리장치를 이용하여 제강슬래그와 접촉시킨 일수에 따른 용존산소량의 변화를 나타낸 것으로 시간이 지남에 따라 오염물질들이 제거되고 미소의 용존산소량이 증가하는 것을 알 수 있다. Fig. 2의 (c), (d), (e) 및 (f)는 제강슬래그와 접촉시킨 일수에 따른 인, 질소, BOD, COD의 변화를 나타낸 것이다. 축산폐수 중의 인과 질소 성분은 제강슬래그와 접촉하면서 효과적으로 제거됨을 알 수 있었고, COD와 BOD도 처리시간에 따라 농도가 점차 감소하였음을 확인하였다.

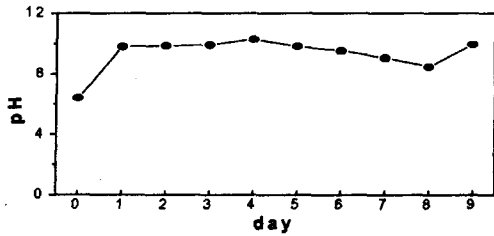
축산폐수에 대한 여재 특성을 확인하는 실내실험 결과 제강슬래그는 질소, 인을 감소시킬 수 있는 여재로 판단되며, BOD, COD 등을 감소시키는 특성을 지니고 있음을 확인하였다.

3.2. 실험 적용실험

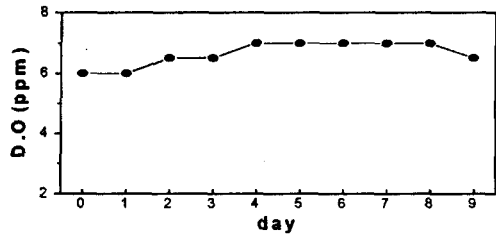
저가의 비용으로 수질오염을 저감시킬 수 있는 방법을 개발하기 위하여 자정작용에 의한 하천의 직접정화법을 응용한 혐기성 배양조와 수로를 설치, 1차 처리된 축산폐수를 재처리하였다(Fig.3). 현장 실험을 위하여 안동 서현 양돈단지 내의 공간을 정지하여 실험용 폐수처리 장치를 제작하였다. 현장 실험에서는 양돈단지 내의 활성오니법에 의한 폐수처리 장치로부터 연결관을 장치하여 1차

Table 3. Analysis methods of swinery wastewater

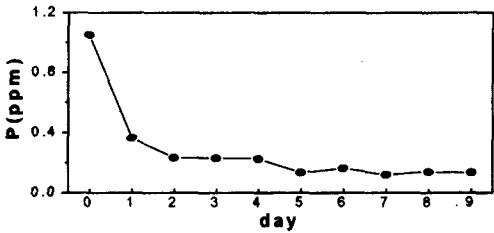
항목	분석방법
COD	과망간산칼륨법
BOD	20°C, 5일간 배양후 DO 차이로 산정
SS	유리섬유 여지(GF/C)에 의한 중량법
DO	Winkler Azide 변법
T-P	아스코르빈산 환원법
T-N	자외선 흡광광도법
pH	TOA pH meter(HM-12P) - 기기명



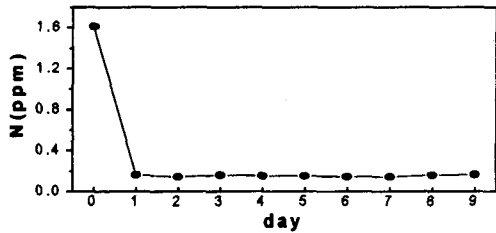
(a) Variation of pH by time



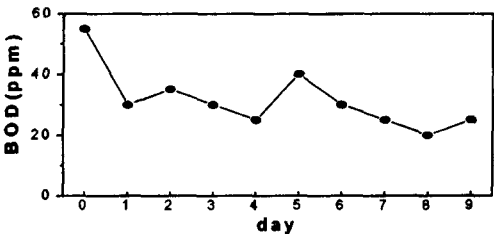
(b) Variation of DO by time



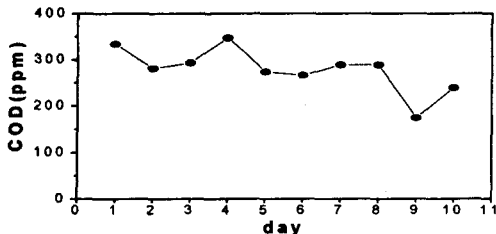
(c) Variation of P by time



(d) Variation of N by time



(e) Variation of BOD by time



(f) Variation of COD by time

Fig. 2. Characteristics of filter media by each analytical parameters

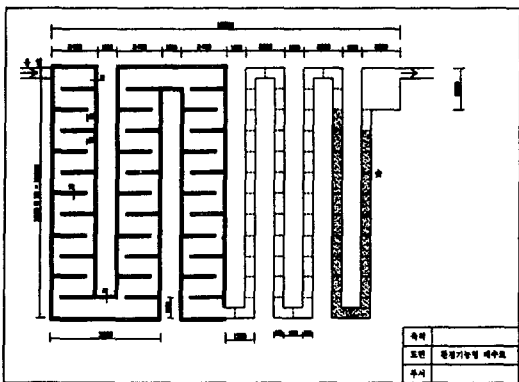


Fig. 3. Wastewater treatment facilities in the collective swinery

처리된 축산폐수가 유입되어 제강슬래그를 충전한 폐수처리 장치를 통과하여 방류되도록 하면서 1차 처리를 거친 유입수와 재처리수의 오염농도를 비교하였다. 혐기성 배양조는 12×2.4×1.2m(길이×폭×높이) 크기로 3조를 제작하였으며 배양조에

는 지름이 약 50~100mm의 제강슬래그를 접촉용 여재로 약 150톤 정도를 충전하였다. 또한 배양조에서 흘러나온 처리수의 배출을 위하여 50m 정도의 수로를 설치하였으며, 이 수로에도 제강슬래그와 숯을 충전하였다. 제강슬래그는 산업폐기물로 매년 발생량이 증가하여 주 처리 방법인 매립보다 미처리량이 많아 수질정화에 이용하는 방안을 모색한 것이고, 또한 다공성인 물질인 관계로 폐수정화처리에 적합한 여재로 활용할 수 있는 것으로 판단하였다. 시설물 설치는 1999년 8월 12일에 완료하여 1차 처리된 축산폐수를 투입하여 생물막의 형성을 유도하였다. 생물막의 유도를 위하여 폐수처리용 종균제를 2kg 접종하였고, 일부 영양염류(인산, 유황, 칼리)를 첨가하였다.

개선된 축산폐수 처리시설에 의한 방류수 처리 결과는 Table 4와 같다. 실험은 10월 2일 처음 시작하여 익년 2월 26일까지 개략 15일 간격으로 총 10회를 실시하였다. Table 4에서와 같이 개선된 처리

Table 4. Results of field test

구분		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COD (mg/l)	in	543	154	76	67	96	212	140	192	120	171
	out	24	90	60	58	76	106	108	136	100	138
BOD (mg/l)	in	362	45	74	48	93	84	93	40	25	37
	out	16	20	17	21	46	41	72	32	18	10
DO (mg/l)	in	7.75	8.00	9.12	7.50	9.01	8.16	8.67	7.93	7.86	7.15
	out	7.45	6.89	7.39	8.21	8.51	7.55	8.45	7.83	7.45	9.87
SS (mg/l)	in	4800	208	100	107	160	8120	210	250	145	160
	out	60	18	20	36	40	230	123	89	115	90
pH	in	7.78	7.63	7.00	7.77	8.26	8.27	8.31	8.36	8.33	8.08
	out	8.33	8.41	8.12	8.10	8.10	8.34	8.18	8.34	8.43	8.22

시설을 통과한 후 COD는 감소하였다. 9회 측정결과(1회 제외) 투입수 평균 COD가 136.6mg/l로 나타나고 방류수의 평균 COD는 96mg/l로 나타나서 제강슬래그의 생물막을 통과함으로써 30% 정도 감소하는 것으로 나타났다. BOD는 축산폐수의 특징 때문에 시간대별로 일정하지 않은 문제점이 있으나 9회(1회 측정치 제외) 측정된 투입수의 평균이 60.8mg/l 이고, 방류수 평균이 30.8mg/l으로 나타나서 50%가 감소한 것으로 나타났다. BOD의 감소는 세균이 증식하면서 활성오니법에 의하여 처리되고 남은 유기물을 이용하여 유기물의 양이 감소된 때문으로 생각된다. 즉 활성오니조에서 C, N, P의 불균형으로 유기물과 질소가 과잉인 상태에서 인 고갈로 미생물 증식이 중단되었다가 본 실험에 이용된 제강슬래그에 함유된 인으로 인하여 미생물 증식이 다시 진행됨으로서 유기물과 질소가 급격하게 줄게된 것으로 판단된다. 따라서 배양조의 크기가 늘어나면 기준 범위내로 처리가 가능한 것으로 판단된다. 활성오니법으로 처리된 방류수는 거의 세균 증식이 되지 않는 것으로 알려져 있는데 이는 장내에서 이미 미생물에 의하여 혐기성 분해를 받고 다시 활성오니조에서 호기성 분해를 받고 남은 것이기 때문이다.⁵⁾

활성 옹니법으로 처리한 후의 투입수는 산소가 포화되어 있는 것으로 나타났고, 제강슬래그 생물막을 통과하는 중에 약간의 감소는 일어났으나 방류수는 생물이 생존하는데 영향을 주지 않는 정도의 용존산소를 함유하고 있었다. 투입수의 평균은 8.12mg/l으로 나타나고 방류수의 용존산소는 7.96

mg/l로 약간 감소하였는데 이는 미생물에 의한 유기물질 분해 작용에 기인된 것으로 판단된다.

부유물질(SS)은 축산폐수의 방류기준에 규제되는 항목으로 입성 물질의 양을 말한다. 입자성 물질의 변화를 보면 변화가 심한데 활성 옹니조의 주기적인 청소로 인하여 입자성 물질이 다량 배출되는 경우가 있었다. 전반적으로 입자성 물질이 여과되고 응집되어 감소하나 조의 크기가 한정되어 일정 시간이 지나면 잉여 오니가 과잉으로 증식하는 문제점이 있었다. 조의 크기를 키우는 것이 필요하고 잉여 오니의 제거 방법이 고안될 필요성이 있었다. 투입수의 부유물질의 평균(1차와 6차 제외) 167.5 mg/l로 조사되었으며, 방류수는 66.4mg/l로 조사되어 60% 정도 감소하는 것으로 나타났다. 부유물질의 경우 투입수는 주로 세균성 입자 종이 주종을 이루었으나, 방류수는 조류가 증식되어 조류가 덩어리를 이루며 배출됨으로 크기를 키워서 먹이사슬을 이용하면 될 것으로 생각된다. 즉 방류수 중의 유기물이 미생물 증식으로 미생물 군체로 전환되고 미생물 군체를 처리조 내의 소동물이 포식함으로써 먹이사슬이 형성되며, 곤충류 등이 미생물 먹이가 생기므로 출현될 것으로 판단된다.

수소이온 농도는 유입수나 방류수 사이에 큰 차이는 없었다. 유입수의 경우 7.0~7.36 사이로 나타났고, 방류수의 pH는 8.1~8.41 사이로 나타났는데, 제강슬래그 자체의 무기염류가 알칼리성을 나타내는 것에 기인하여 방류수가 약간 높은 것으로 나타났다.

3.3. 생물상의 변화

수서생물을 이용하여 안동주변 수계의 수환경 변화에 관한 연구⁶⁾ 결과는 있으나, 축산폐수와 동물상의 서식유무에 대한 연구는 처음 실시되었다. 생물의 서식상태 조사는 제강슬래그로 충전된 재처리 장치의 중간 부분, 끝 옹덩이 및 재처리 장치를 통과한 후 최종 방류되어 1km 하류 지점의 3곳을 조사지점으로 선정하여 걸쳐 관찰하였다.

현장 실험장치의 중간부의 여재로 충전된 제강슬래그 덩어리 사이에 미세한 입자의 오니가 침전된 곳에서는 오염에 강한 깔따구와 각다귀의 유충이 소수 서식하였으며, 유숙이 늦고 와류가 형성되는 수로의 각이진 곳에서는 모기의 유충과 번데기가 주로 발견되었다.

1차 처리된 폐수가 제강슬래그로 충전된 재처리

Table 5. List of animals in surveyed sites

1) Vertebrates 척추동물
Phylum Chordata 척삭동물문
Class Amphibia 양서류
Order Salientia 개구리목
Family Ranidae 개구리과
<i>Rana nigromaculata</i> 개구리
Class Actinopterygii 조기강
Order Cypriniformes 잉어목
Family Cobitidae 기름종개과
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> 미꾸리
2) Invertebrates 무척추동물
Phylum Annelida 환형동물문
Class Oligochaeta 빈모강
Order Archiologochaeta 물지렁이목
Family Tubificidae 실지렁이과
<i>Limnodrilus gotoi</i> 실지렁이
Phylum Mollusca 연체동물문
Class Gastropoda 복족강
Order Basommatophora 기안목
Family Lymnaeidae 물달팽이과
<i>Radix auricularia</i> 물달팽이
Phylum Arthropoda 절지동물문
Class Insecta 곤충강
Order Odonata
Family Libellulidae 잠자리과
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i> 밀잠자리 유충
Order Hemiptera 노린재목
Family Belostomatidae 물장군과
<i>Muljarus japonicus</i> 물자라
Order Diptera 파리목
Family Chironomidae 갈따구과
<i>Chironomus</i> sp. 갈따구류
Family Tipulidae 각다귀과
<i>Tipula</i> KUa 각다귀류
Family Culicidae 모기과
<i>Culex (Culex)</i> sp. 모기류
Order Lepidoptera 나비목
Family Pyralidae 명나방과
<i>Crambus</i> sp. 명나방류 유충
Order Coleoptera 딱정벌레목
Family Dytiscidae 물방개과
Subfamily Hydroporinae 알물방개아과
<i>Hyphidrus japonicus</i> 알물방개
<i>Neonectes natrix</i> 노랑무늬물방개
Subfamily Colymbetinae 등줄물방개아과
<i>Rhantus (R.) pulverosus</i> 애기물방개
<i>Agabus</i> sp. 줄물방개류

장치를 완전히 통과된 후에 설치된 웅덩이에서는 수서 갑충인 물뽕뽕이와 환형동물인 실지렁이가 서식하고 있는 것이 관찰되었다. 또한 웅덩이가 가장 자리에 밀생된 잡초에 밀잠자리와 된장잠자리가 비행하며 이들 식물의 줄기에 산란하는 것이 관찰되었으나 이들 잠자리의 유충이 물 속에서는 관찰

되지 않았다.

제강슬래그를 충전한 폐수처리장치를 통과한 처리수가 축산단지 밖의 실개천(유량이 미미하여, 주로 건천 상태이나 양돈단지의 방류수에 의해 일 정량의 유량이 확보되고 있는 상태임)에 합류하는 지점에서 약 1km 하류 지점에서는 수서 척추동물 로는 양서류인 개구리와 어류인 미꾸리가 발견되 었다. 그리고 수서 무척추동물로는 연체동물에 속 하는 물달팽이를 제외하고는 밀잠자리의 유충, 물 자라, 갈따구(적색), 알물방개, 애기물방개, 노랑무 늬물방개, 물방개류, 각다귀류 유충, 명나방류 유 충 등 수서 곤충류의 서식이 관찰되었다(Table 5). 제강슬래그를 충전한 돈사폐수 재처리장치가 설 치되기 전에 실시된 예비조사에서는 2킬로 지점에 서 개천에서 모기의 유충과 번데기만 발견되었으 며 양돈단지 밖의 실개천의 경우에는 주변 논에서 발견된 개구리와 어류 그리고 단지 배출구에서 약 4km 이상 떨어진 하류 지점(다른 지류와 합류되는 곳)에서 발견된 실지렁이를 제외하고는 다른 수서 동물이 발견되지 않았다. 이는 1차 처리된 돈사폐 수가 실개천에 지속적으로 유입되어 수서생물이 서식할 수 없는 상태가 된 것을 의미하는 것이다.

그러나 1차 처리된 돈사폐수가 제강슬래그를 충 전한 폐수 재처리장치를 통과한 후 실개천으로 합 류된 결과, 비록 종 다양도는 낮고, 용존산소가 낮 으며, 비교적 오염된 곳을 선호하는 종이라 할지라 도 여러 종의 생물이 서식하고 있었다. 이것은 제강 슬래그를 이용한 재처리에 의해 수서생물이 서식 할 수 있는 상태로 수질회복이 진행되어 가고 있음 을 의미하는 것이다.

따라서 1차 처리된 돈사폐수가 제강슬래그를 접 촉여개로 충전한 폐수처리장치를 통과한 후 하천 에 유입되면서 서식하는 생물의 종수도 조금씩 늘 어나는 경향을 보였다. 이 결과로부터 제강슬래그 를 이용한 폐수처리장치를 통과한 후 하천의 미생 물과 플랑크톤, 수서무척추동물, 어류, 양서류 등 의 하천의 먹이사슬이 회복되고 있다는 것을 알 수 있었다.

4. 결 론

제강슬래그를 첨가한 혐기성 반응조에 의한 돈 사폐수를 처리한 실험 결과 다음과 같은 결론이 도 출되었다.

1) 제강슬래그 여재를 통과한 돈사폐수는 질소, 부유물질, BOD 및 COD가 감소하였고, pH는 제강슬래그 특성에 의해 약간 증가하였다. 또한 용존산소는 큰 변화없이 일정함을 알 수 있었다. 따라서 제강슬래그를 돈사폐수 처리용 여재로 활용할 수 있다고 판단된다.

2) 실제 처리시설을 안동시 와룡면 서현단지에 축조하여 1차 처리된 돈사폐수를 재처리한 결과도 BOD, COD 및 부유물질을 효과적으로 제거하였고, 용존산소와 pH는 실내실험과 유사한 경향을 나타내었다. 제강슬래그를 이용한 처리법이 돈사 폐수의 활성오니법 처리의 보완처리법으로 가능한 것으로 나타났다.

3) 개발된 처리시설을 통과하기 전후의 생물상을 조사한 결과 처리 후 종 다양도는 낮고, 비교적 오염된 곳을 선호하는 종이지만 여러 종의 생물이 발견되었다. 이는 제강슬래그를 여재로 한 돈사폐수 처리시설을 통과한 수질이 수서생물이 서식할 수 있는 상태로 진행되어 가고 있음을 의미하는 것으로 판단된다.

4) 제강슬래그를 이용한 돈사폐수 처리시설은 접촉용 수로방식으로 축조 비용이 저가이며, 시설이 간단하다. 따라서 더 많은 연구와 현장적용을 실

시하여 문제점을 보완하면 저비용, 고효율 축산폐수 정화시스템이 될 것으로 판단된다.

감사의 글 : 본 연구는 중소기업청과 경상북도 청 공동 프로그램인 산학연 공동기술개발 컨소시엄 사업비에 의하여 지원되었으며, 이에 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- 1) 김진아 외, 축산폐수 중 암모니아 질소의 MAP 결정을 통한 제거, *Applied Chemistry*, 1(2), pp. 437~440, 1998.
- 2) 환경부, 오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률개정, 1999.
- 3) 김태희 외, 제강슬래그를 활용한 환경개선 자원화 연구(II), 포항제철(주), p. 305, 1998.
- 4) 김태희 외, 제강슬래그 특성을 이용한 오폐수처리장치 개발, 광호개발(주), p.124, 2000.
- 5) 이국희 외, 축산폐수의 효율적 처리를 위한 혐기성 소화생물 반응기의 성능 비교 연구, 대한환경공학회지, Nov., pp. 8~9, 1997.
- 6) 이종은 외, 안동 주변수계의 저서성 대형무척추동물의 군집변동과 생물학적 수질평가, 안동대 기초과학연구소 논문집, Vol. 7, pp.101~114, 1996.