

발 간 등 록 번 호

11-1390906-000304-01

# 착유 세정수 정화처리 기술 지침서



농촌진흥청  
국립축산과학원



# 발 간 사

지난 1902년 홀스타인 품종이 도입되면서부터 시작된 우리나라 낙농업은 타 축종에 비해 그 역사가 짧지만 그동안 낙농인들의 지속적인 노력에 힘입어 괄목할만한 성장을 이루어 왔고, 그 결과로 우리나라 젖소의 능력은 세계적인 수준에 도달될 수 있게 되었습니다.

그러나 최근 우리 낙농업은 국내외적으로 많은 어려움에 직면하고 있습니다. 외적으로는 낙농 선진국과의 FTA 체결에 따른 시장개방, 수입에 의존하고 있는 사료가격의 급등 등이 문제가 되고 있고, 내적으로는 국내산 시유의 소비량 감소, 수입 유제품과의 시장경쟁 등의 문제, 그리고 분뇨관련 환경규제 강화에 대한 대비 등 풀어나가야 할 과제가 많습니다.

이에 따라 정부에서도 지속가능한 낙농업 발전을 위해 「낙농산업 발전 종합대책」을 수립하여 정책적인 지원방안을 모색하고 있고, 낙농업계도 젖소 생산성 향상과 유제품 품질향상 그리고 유제품 소비 증대 등 낙농경쟁력 강화를 위해 최선의 노력을 다하고 있습니다.

이렇게 낙농업계가 자구적인 노력을 강화하고 있는 가운데 최근 들어서 착유 세정수의 정화처리 문제가 시급히 해결해야 될 과제로 대두되었습니다. 현재 많은 낙농가들이 착유과정에서 발생하는 세정수 처리문제로 어려움을 겪고 있는 실정입니다. 이러한 문제를 해소하기 위하여 국립축산과학원에서는 『착유 세정수 정화처리 기술지침서』를 발간하게 되었습니다.

이 책자가 현장에서 쉽고 유용하게 활용되어 착유 세정수 처리와 관련된 낙농인들의 어려움을 해소하는데 도움이 될 수 있기를 바랍니다. 아울러 국내 낙농업이 현재의 어려움을 딛고 일어서서 우리 낙농인들이 기쁘고 활기차게 낙농업을 이어나갈 수 있게 되기를 진심으로 기원합니다.

국립축산과학원장 오 성 종



# 목 차

## 제 1장 착유 유형별 세정수 발생량 및 특성

- 1.1. 착유 세정수 발생량 ..... 8
- 1.2. 착유 세정수의 이화학적 특성 ..... 13
- 1.3. 착유 유형별 세정수 처리용량 산정 ..... 14

## 제 2장 착유 세정수 정화처리 원리와 이해

- 2.1. 물리적 처리 ..... 18
- 2.2. 화학적 처리 ..... 22
- 2.3. 생물학적 처리 ..... 26

## 제 3장 착유 세정수 정화처리 시설 운영 메뉴얼

- 3.1. 착유 세정수 정화처리 시설 구성 및 설치 방법 ..... 31
- 3.2. 정화처리 시설 유지 및 관리 방법 ..... 55
- 3.3. 정화처리 시설 운영 사례 ..... 79

## 제 4장 착유 세정수 정화처리 관련 법령 및 제도

- 4.1. 방류수 수질기준 ..... 90
- 4.2. 규모별 허가 및 신고기준 ..... 93
- 4.3. 정화처리 시설 설치 및 관리 기록 ..... 95
- 4.4. 정화처리 시설 유지 관리 ..... 99

## 제 5장 용어 설명 ..... 102



# 제 1장 착유 유형별 세정수 발생량 및 특성



## 제 1장 착유 유형별 세정수 발생량 및 특성

### 1.1. 착유 세정수 발생량

손착유, 바켓식 착유가 주를 이루던 1960년대 말에 도입된 파이프라인식 착유는 많은 낙농가들의 착유환경을 개선하는데 크게 기여하였지만, 착유기 세척과 소독에 많은 양의 물이 소요되어 결과적으로 농가에서 처리해야 할 다량의 착유 세정수가 발생하는 문제가 나타났다. 그러다가 1990년대 이후로 환경보전에 대한 국가적 관심이 급격히 높아지면서 최근에는 착유 세정수 정화처리에 대한 사회적 필요성이 높아진 상황이다.

우리나라의 착유 유형은 바켓식, 파이프라인식, 텐덤식, 헤링본식, 로봇착유식 등 5가지 유형으로 대별할 수 있으나, 현재 바켓식 착유는 거의 사용되지 않고 있으며, 착유로봇의 경우도 80여 낙농가에 보급되어 전체 낙농가에 비하면 적용비율이 매우 낮다. 따라서 우리나라 대부분의 낙농가 착유형태는 파이프라인식, 텐덤식, 헤링본식 등 크게 3가지 유형으로 볼 수 있다.

착유 세정수는 착유작업 과정에 따라 착유기 세척, 냉각기 세척, 유방 세척, 착유실 바닥 세척, 기타 단계에서 발생되며, 착유실에서 매일 사용되는 세정수의 양은 착유우 두수와 착유 시스템 형태에 따라 다르다. 따라서 본 지침서에는 농촌진흥청 국립축산과학원에서 2007년~2008년에 조사한 자료를 바탕으로 하여 우리나라 낙농가들이 보유하고 있는 착유 시스템 유형별(바켓식, 파이프라인식, 텐덤식, 헤링본식)로 각각의 작업과정에서 발생하는 세정수 발생량과 특성을 제시하였다.

#### 1.1.1. 착유 유형별 세정수 발생량

우리나라 낙농농가에 발생하는 착유세정수 발생량을 알아보기 위해 바켓식,



파이프라인식, 텐덤식 및 헤링본식 착유시스템을 보유하고 있는 각각의 낙농가를 대상으로 착유 유형별 착유세정수 발생량을 조사한 결과는 <표1.1>과 같다.

<표 1.1> 착유 유형별 세정수 발생량 조사 농가수 (단위 : 호)

구분	바켓식	파이프라인식	착 유 실		계
			텐덤식	헤링본식	
봄	3	3	3	3	12
여름	3	3	3	3	12
가을	3	3	3	3	12
겨울	3	3	3	3	12
계	12	12	12	12	48

바켓식, 파이프라인식, 텐덤식, 헤링본식 등 착유 유형별 세정수 발생량을 조사한 결과, 착유시설 및 착유과정 그리고 계절적 요인 등의 다양한 조건에 따라 다소간의 차이가 발생하는 것으로 나타났다.

자동으로 세척이 이루어지는 파이프라인식, 텐덤식, 헤링본식 착유라인과 냉각기의 세정수량은 계절에 관계없이 거의 일정한 양이 소요되는 것으로 나타났으나, 착유우 유방세척, 착유실 바닥세척 작업에 소요되는 세정수량은 젖소의 방목 여부, 계절이나 강우 유무 등에 따라 영향을 많이 받는 것으로 나타났다.

착유작업 과정 중 착유기 세척은 바켓식 36.4~40.7 리터, 파이프라인식 247.0~249.7 리터, 텐덤식 392.0~398.8 리터, 헤링본식은 404.6~410.1 리터를 사용하는 것으로 조사되어 착유 유형에 따라 차이가 있었으나 계절 간에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

원유냉각기 세정수 발생량은 바켓식이 13.8~16.2 리터로 가장 적었고, 텐덤식 128.3~129.5 리터, 헤링본식 132.9~137.8 리터로 많았다. 이와 같은 차이는 바켓식의 경우 조사대상 대부분의 농가가 1톤 이하의 소규모 냉각기를 소유하고 있어 세정수가 적게 소요되는 반면에, 용량이 큰 밀폐형 냉각기를 갖고 있는 농가의 경우, 산, 알카리 등 반복적인 세척처리에 들어가는 세정수량이 많이 소요되기 때문인 것으로 판단된다.

유방세척 과정에서 발생하는 세정수량은 바켓식 28.6~36.2 리터로 가장 적었으며, 파이프라인식, 텐덤식 및 헤링본식은 각각 41.3~69.0, 59.7~83.1, 56.9~78.6 리터로 비슷한 경향을 나타내었다.

또한, 착유실 바닥청소 과정에서 발생하는 세정수량은 텐덤식과 헤링본식이 각각 157.7~206.1, 119.6~157.7 리터로 텐덤식이 헤링본식에 비해 많았으며, 계류식 우사에서 착유를 하는 바켓식과 파이프라인식은 모든 조사대상 농가들이 착유실 바닥청소를 하지 않는 것으로 조사되어 세정수 발생량이 없는 것으로 나타났다.

기타 작업과정에서 발생하는 세정수량은 바켓식 53.1~63.7 리터, 파이프라인식 61.4~110.5 리터, 텐덤식 131.9~142.0 리터, 헤링본식은 82.9~116.2 리터로 착유 유형별로 차이는 있었지만 계절별 차이는 크지 않았다.

착유 유형에 따른 일일 세정수 사용량을 보면 바켓식 134.9~150.4 리터, 파이프라인식 457.0~513.1 리터, 텐덤식 893.2~934.2 리터, 헤링본식 847.0~864.1 리터로 조사되었으며 텐덤식과 헤링본식이 다른 착유 유형에 비하여 세정수 발생량이 많았다.

이상의 조사결과를 종합해 보면 착유 유형별 세정수 발생량은 바켓식, 파이프라인식, 텐덤식 및 헤링본식이 각각 143.9, 487.9, 914.0, 856.7 리터였으며, 이에 따라 착유 유형 및 착유우 사육두수에 따라 낙농가도 농가실정에 맞는 세정수 처리시설 및 용량을 확보해야 할 것으로 판단된다.

참고적으로 일본에서 젖소농가를 대상으로 조사했던 결과를 보면 착유두수가 30~50두인 계류식 우사에서의 두당 세정수량이 총 20~29 리터가 소요되며, 착유두수가 50~80두인 방사식 우사에서의 두당 총 세정수량이 21~36 리터가 소요되는 것으로 나타났다(우에노, 1988). 이와 같은 결과와 비교해 보면 우리나라 낙농농가들이 세정수를 더 적게 소요하는 것으로 나타났는데, 이는 착유 세정수를 충분하게 처리할 만한 농경지가 부족한 우리나라 대부분의 낙농가가 착유과정에서 발생하는 세정수량을 최소화하기 위해 노력을 한 결과로 판단된다.

미국에서 착유시설별로 소요되는 세정수량을 조사한 결과, 자동형 밀폐 원유 냉각기에 소요되는 세정수량이 1회당 190~227 리터, 팔러(parlor)식 착유기는 284~474 리터, 바켓식 착유기는 114~152 리터이었고 원유저장실 바닥 38~76

리터, 착유실 바닥 76~114 리터, 기타 114 리터가 소요된다고 보고하였다(MWPS, 1985). 이와 같은 결과는 본 조사결과에서 제시한 착유 유형별 세정수 발생량과 비슷한 경향이였다.

### 1.1.2. 착유 유형에 따른 계절별 세정수 발생량

우리나라 낙농농가의 착유 유형에 따른 계절별 세정수 발생량 조사결과는 다음과 같다.

〈표 1.2〉 착유 유형별 봄철 세정수 발생량 비교

(단위 : 리터/일)

구 분	바켓식	파이프라인식	착 유 실	
			텐덤식	헤링본식
착유기	40.3	247.0	392.0	410.1
착유실 바닥	-	-	172.1	119.6
원유 냉각기	16.2	87.4	128.3	137.8
유방 세척	36.2	41.3	66.2	63.3
기 타	57.7	102.3	134.5	116.2
계	150.4	478.0	893.2	847.0

〈표 1.3〉 착유 유형별 여름철 세정수 발생량 비교

(단위 : 리터/일)

구 분	바켓식	파이프라인식	착 유 실	
			텐덤식	헤링본식
착유기	40.7	248.7	398.8	407.7
착유실 바닥	-	-	190.6	134.6
원유 냉각기	13.9	89.3	128.7	132.9
유방 세척	30.3	64.7	74.1	68.9
기 타	63.7	110.5	142.0	112.0
계	148.6	513.1	934.2	856.1

〈표 1.4〉 착유 유형별 가을철 세정수 발생량 비교

(단위 : 리터/일)

구 분	바켓식	파이프라인식	착 유 실	
			텐덤식	헤링본식
착유기	29.6	249.7	395.4	404.6
착유실 바닥	-	-	206.1	154.4
원유 냉각기	10.7	91.3	129.5	135.5
유방 세척	22.7	69.0	59.7	56.9
기 타	63.1	93.6	137.7	112.7
계	126.1	503.6	928.4	864.1

〈표 1.5〉 착유 유형별 겨울철 세정수 발생량 비교

(단위 : 리터/일)

구 분	바켓식	파이프라인식	착 유 실	
			텐덤식	헤링본식
착유기	27.8	248.7	398.8	407.7
착유실 바닥	-	-	157.7	157.7
원유 냉각기	13.4	90.3	128.7	132.9
유방 세척	25.2	56.6	83.1	78.6
기 타	50.5	61.4	131.9	82.9
계	116.9	457.0	900.2	859.7

〈표 1.6〉 착유 유형별 평균 세정수 발생량 비교

(단위 : 리터/일)

구 분	바켓식	파이프라인식	착 유 실	
			텐덤식	헤링본식
봄	150.4	478.0	893.2	847.0
여름	148.6	513.1	934.2	856.1
가을	126.1	503.6	928.4	864.1
겨울	116.9	457.0	900.2	859.7
계	135.5	487.9	914.0	856.7

## 1.2. 착유 세정수의 이화학적 특성

착유작업 과정에서 발생하는 세정수의 이화학적 특성을 분석한 결과, pH는 착유기 세척과 원유냉각기 세척 시 각각 8.2와 8.0으로 높았으며, 착유실 바닥세척, 유방세척, 기타작업 시 발생하는 세정수의 pH는 7.3~7.7인 것으로 나타났다. 이와 같은 차이는 착유기 세척과 원유냉각기 세척 시에 들어가는 세척제가 원인인 것으로 추정된다.

생물화학적산소요구량(BOD<sub>5</sub>)은 착유실 바닥세척 시 발생하는 세정수에서 906.4 mg/L로 가장 높았으며, 유두 세척 시의 세정수는 212.4 mg/L로 가장 낮았다. 화학적산소요구량(COD<sub>Mn</sub>), 부유물질(SS) 등도 BOD<sub>5</sub>와 마찬가지로 착유실 바닥세척 시 각각 971.3, 1,934.4 mg/L로 가장 높았으며, 유두세척 시에는 각각 260.3, 330.8 mg/L로 가장 낮게 나타났다.

총 질소(T-N)는 착유실 바닥세정수에서 236.7 mg/L로 가장 높았으나 그 외의 착유작업 세정수에서는 29.8~45.9 mg/L로 비슷하게 나타났으며, 총 인(T-P)은 착유기, 원유냉각기 및 착유실 바닥 세정수에서 18.0~24.2 mg/L로 비슷하였고, 유방세척 및 기타에서 낮게 나타났다.

〈표 1.7〉 착유작업 과정별 발생 세정수의 이화학적 특성

(단위 : mg/L)

구 분	pH	BOD <sub>5</sub> <sup>1)</sup>	COD <sub>Mn</sub> <sup>2)</sup>	SS <sup>3)</sup>	T-N <sup>4)</sup>	T-P <sup>5)</sup>
착유기	8.2	831.9	376.3	514.4	39.9	20.6
원유냉각기	8.0	808.6	460.6	463.7	45.9	24.2
착유실 바닥	7.7	906.4	971.3	1934.4	236.7	18.0
유방 세척	7.3	212.4	260.3	330.8	29.8	3.3
기타	7.4	896.8	326.3	514.4	43.4	7.5

<sup>1)</sup> BOD(Biochemical Oxygen Demand) : 생물화학적 산소요구량

<sup>2)</sup> COD(Chemical Oxygen Demand) : 화학적 산소요구량

<sup>3)</sup> SS(Suspended Solids) : 부유물질

<sup>4)</sup> T-N(Total Nitrogen) : 총 질소

<sup>5)</sup> T-P(Total Phosphorus) : 총 인

### 1.3. 착유 유형별 세정수 처리용량 산정

착유실에서 배출되는 세정수량은 착유 유형에 따라 다르게 나타나며, 유방과 바닥의 세척방법에 따라서 결정된다. 착유실을 호스로 청소할 경우에는 일일 304 리터의 물이 소비되지만, 수세식 방법을 택할 경우에는 일일 1,520 리터의 물이 소비되며, 소규모의 착유장일수록 바닥과 장비를 청소하는데 소모되는 물의 양이 감소하지만 일일 두당으로 계산하면 물 소모량은 증가한다(MWPS, 1985).

〈표 1.8〉 착유시설로부터 발생하는 세정수 발생량 추정

착유 작업별		세정수량(리터/일)	
		범 위	평 균
착유기	자 동	247.0~410.1	366.3
	수 동	36.4~40.7	39.5
원유 냉각기	자 동	87.4~137.8	122.2
	수 동	13.8~16.2	15.4
착유실 바닥	자 동	119.6~206.1	184.1
	수 동	-	-
기타	자 동	61.4~142.0	123.9
	수 동	53.1~63.7	59.4
유방 세척(두당)	자 동	1.05~1.70	1.5
	수 동	1.25~2.78	2.1

착유장에서 매일 발생하는 세정수는 양이 많기 때문에 분뇨와 같이 저장조에 혼합하여 저장하기에 어려움이 있다. 따라서 착유실에서 발생하는 세정수는 따로 수거하여 처리하는 것이 더 효율적일 것이라고 판단되며, 처리용량을 정확히 추정하기 위해서는 낙농농가의 착유 유형과 사육두수를 파악하여 처리용량에 맞는 정화시설을 설치하여야 한다.

따라서, 착유우 50두에 자동착유 시스템을 보유하고 있는 낙농가는 착유우 유두 세척에 75.0 리터, 착유기 세척 366.3 리터, 원유냉각기 세척 122.2 리터, 착유실 바닥세척 184.1 리터, 기타 123.9 리터의 세정수가 소요되어 총 871.5 리터의

세정수가 착유장으로부터 배출되는 것으로 추정할 수 있다.

〈표 1.9〉 젖소 자동착유시 소요되는 세정수량 추정

착유 작업별		세정수 소요량(리터/일)
착유 준비 자동 착유스톨(평균 세정수 사용량)		75.0
기타 세척	착유기	366.3
	원유 냉각기	122.2
	착유실 바닥	184.1
	기타	123.9
	계	796.5
일일 세정수 사용량		871.5

\* 착유 유형 : 착유실 자동착유 시스템, 착유두수 : 50두



〈파이프라인 착유실〉



〈로봇착유시스템〉

〈그림 1.1〉 낙농가 착유시설





# 제 2장 착유 세정수 정화처리 원리와 이해



## 제 2장 착유 세정수 정화처리 원리와 이해

정화(淨化)처리란 오염성 물질이 포함된 물, 토양, 공기 등을 다양한 처리방법에 의해 오염성 물질을 줄이거나 제거하여 처리대상물을 원래의 깨끗한 상태로 되돌리기 위한 일련의 처리과정을 말한다.

가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률에서는 “정화처리는 가축분뇨를 침전·분해 등 환경부령이 정하는 방법에 따라 처리하는 것”으로 규정하고 있다. 환경부령에서 정하는 정화방법은 호기성 생물학적 방법, 혐기성 또는 혐기성 생물학적 방법, 물리·화학적 방법 그리고, 상기 3가지 방법을 조합한 방법 등으로 규정한다.

착유 세정수, 축산분뇨 및 오수에 함유된 오염성 물질은 대부분 생물학적으로 분해가 가능하기 때문에 생물학적 처리과정이 주를 이루게 하고, 이 생물학적 처리효율을 높이기 위하여 물리·화학적 처리과정을 추가한다.

본 장에서는 낙농가들이 정화처리의 일반적인 방식과 원리를 이해할 수 있도록 물리적, 화학적, 생물학적 정화처리의 원리에 대해 정리하였다.

### 2.1. 물리적 처리

착유 세정수의 정화처리에 있어서 물리적 처리는 체거름이나 여과 그리고 응집, 침전 등의 방법을 이용하여 세정수 중의 고형성 물질과 액상물을 분리하는 것이다.

물리적 처리방법은 처리대상을 유동시켜 고형물을 분리하는 스크린과 처리대상의 유동을 정지 또는 감속시켜 고형물을 분리하는 단위조작법으로서 침사지, 균등조, 분쇄기, 침전지, 부상조, 여과시설 등으로 구분된다.

물리적 처리는 화학적 방법이나 생물학적 방법에 비하면 상대적으로 간단하고 저렴하게 운영되지만 제거 가능한 물질에 한계가 있고 효율이 낮다는 문제가 있다.

물리적 처리방법을 처리형태별로 구분하면 다음과 같다.

### 2.1.1. 스크린(거름망, 체)

스크린은 미세한 틈을 통해 물만 빠져나가게 하고 스크린(거름망)에 걸린 고형성 물질은 수거하여 별도로 처리하는 장치로서 일반적으로 정화처리 시설의 전 단계에 설치한다.

스크린은 정화처리 시설로 유입되는 원수 중에 포함된 부유협잡물을 제거하여 후속공정으로 이어지는 약품처리 또는 생물학적 처리공정의 부하를 줄이고 펌프 및 기계류를 보호하여 협잡물에 의한 관로의 막힘 현상을 방지하는 효과를 가진다.

스크린의 종류는 다음과 같다.

- 형상에 따른 분류 : 막대 스크린, 격자 스크린, 망 스크린으로 구분
- 눈의 크기에 따른 분류 : 세목 스크린, 조목 스크린
  - 세목 스크린 눈의 간격은 25~50 mm
  - 조목 스크린 눈의 간격은 60~150 mm
- 조목 스크린은 유입측의 거칠고 큰 부유협잡물의 제거에 사용
- 세목 스크린은 조목 스크린을 통과한 부유협잡물의 2차 제거에 사용

### 2.1.2. 침사지

침사지는 처리대상 물질에 존재하는 자갈, 모래, 금속류, 기타 무기물 등 물보다 무거운 물질을 가라앉히는 방법으로 제거하여 펌프나 배관의 막힘, 또는 고장 등을 일으킬 우려가 있는 물질을 제거하기 위해 설치한다. 침사지는 일반적으로 스크린 공정 다음이나 침전지 전 단계에 설치하는 것이 일반적이다.

침사지의 종류는 다음과 같다.

- 수로형 침사지 : 처리대상수가 수로의 형태로 된 침사지를 수평방향으로 흘러가는 동안에 무거운 부유물이 침전되는 방식
- 폭기식 침사지 : 폭기 방법을 이용하여 유기성 입자물질은 다시 부유시키고 밀도가 큰 무기성 물질만 제거하는 방식
  - 폭기식 침사지의 경우 조 내의 처리수가 호기성 상태를 유지하므로 유기물이 혐기성에 의한 부패 방지효과가 있음.

### 2.1.3. 유량 조정조(균등조)

유량 조절시설로서 처리대상의 유량 및 농도의 변화가 심한 경우에 설치하여 활성오니조로 유입되는 처리수의 양을 일정하게 조절하는 시설이다.

### 2.1.4. 분쇄기 및 예비 폭기

분쇄기는 유입수내에 포함된 고형물에 의해 펌프나 후속처리 시설의 막힘현상을 미리 방지하기 위해 유입수내의 고형물을 파쇄 하는 장치로서 아래와 같은 특성을 갖는다.

- 부유물을 0.5~1cm크기로 파쇄한 후, 후속처리 과정에서 제거하게 함.
- 예비 폭기는 유입수의 냄새 제거, 유지류 제거, 부유물 덩어리 형성, BOD와 SS의 제거율 증진 및 후속처리 시설에 있어서의 용존산소 공급을 목적으로 함.

### 2.1.5. 혼합 및 응집시설

혼합 및 응집시설은 유입수 중에 포함된 오염물질과 응집제가 서로 잘 반응하여 침전성이 좋은 덩어리(플록)을 생성하도록 슬러리를 저어서 섞어주는 역할을 하는 시설로서 그 효과는 아래와 같다.

- 유입수 중의 작은 물질들을 서로 엉겨 붙게 하여 미립자의 크기를 증대시켜 침강속도를 빠르게 함으로써 착유 세정수 처리효율을 개선함.

### 2.1.6. 침전

부유물 (입자의 크기가 작아 물속에 떠있는 상태로 존재하는 미세 고형물) 중에서 중력에 의해서 제거 될 수 있는 침전성 고형물을 제거하는 것을 의미하며 침강 혹은 농축을 포함하는 의미로 사용된다.

주로 화학적 처리나 생물학적 처리과정 전에 유입수내의 부유 물질을 제거하는데 사용되며 다음과 같이 구분할 수 있다.

- 1차 침전지 : 최초 유입되는 유입수를 침전시키기 위한 침전지
- 2차 침전지 : 폭기조 다음 단계에 설치하는 침전지로서 종말 침전지라고도 함.

### 2.1.7. 부상 분리

유입수 내에 존재하는 물보다 가벼운 물질인 유지류, 부유고형물, 미생물 슬러지 등의 표면에 작은 공기방울을 부착시켜 겉보기 비중을 물보다 작게 하여 수면위로 뜨게 하여 분리 제거하는 공정이다.

### 2.1.8. 여과

공극이 있는 다공질의 매질 층에 액체를 통과시켜 부유물, 특히 침전과정에서 제거되지 않은 미세한 입자를 제거하는 공정을 의미하며, 다공질 여재의 재료로는 모래, 무연탄(분쇄되지 않은 것), 규조토 혹은 촘촘하게 짜인 섬유(여포) 등이 사용된다.

여과에 의한 고형물의 제거과정은 다음과 작용에 의해 일어난다.

- 거름작용(straining)
- 충돌(impaction)
- 침전(sedimentation)
- 차단(interception)과 부착(adhesion)
- 화학적 흡착과 상호응집 등

여과 방법에 따라서 다음과 같이 분류할 수 있다.

- 흐름(통과) 방향에 의한 분류 : 하향식여과, 상향식 여과, 양방향 여과
- 여상의 형태에 따른 분류 : 단층여과, 다층여과
- 여상의 추진력에 의한 분류 : 중력식 여과, 압력식 여과
- 유량조절 방법에 따른 분류 : 일정유량 여과, 감소유량 여과
- 여과속도에 따른 분류 : 완속여과, 급속여과

### 2.1.9. 흡착

정화처리에서 흡착공정은 폐수의 생물학적 처리를 방해하는 약품폐기물, 생물학적 분해가 불가능한 화학물질, 미량의 독성물질 등을 흡착제를 사용하여 제거하는 공정이다. 흡착제로 가장 많이 사용되는 것으로서 활성탄(activated carbon)을 예로 들 수 있다.

흡착방법은 다음과 같은 용도로 사용할 수 있다.

- 정수장에서는 주로 원수의 맛과 냄새나 기타 유독성 유기물 제거
- 폐수처리장에서는 주로 생물학적 처리를 거친 처리수의 미처리 유기물 제거
- 착유 세정수의 처리 시 최종 방류 전 처리수에 적용할 수 있음.

## 2.2. 화학적 처리

화학적 처리란 착유세정수 내 용존 불순물을 처리 대상수로부터 제거 또는 안정화시키기 위해 약품 등을 사용하는 화학적 방법을 적용하여 응집, 중화, 살균 등의 처리를 하는 방법이다.

화학적 처리방법의 종류로는 중화, 응집, 산화, 환원, 이온교환, 살균 등이 있으며, 화학적 처리방법은 인의 제거에 특히 유용하게 활용되어질 수 있다.

화학적 처리방법은 다음과 같은 특성을 지닌다.

- 다른 처리법에 비해 체류시간이 짧음.
- 넓은 부지를 필요로 하지 않으며 일정규모의 장치를 적용할 수 있음.
- 운전을 위한 초기 시간이 필요하지 않음.
- 적은 용량으로도 많은 양의 처리대상수를 처리할 수 있음.
- 처리 효과가 비교적 안정적임.
- 다른 처리공정과 연결시키거나 또는 우회가 가능하며 일시적으로 많은 양의 폐수를 처리할 수 있음.
- 화학약품 사용에 따른 슬러지가 많이 발생함.
- 처리방식이나 사용약품에 따라 운영비가 비싸질 수 있음.

생물학적 처리과정에서는 독성물질이 있을 경우 미생물의 활력이 저하되어 정상적인 정화처리가 불가능한 반면에 화학처리 공정은 원수에 독성이 있다 하더라도 화학적 작용에 방해가 되지 않는다면 적용이 가능하다.

### 2.2.1. 화학적 응집, 침전

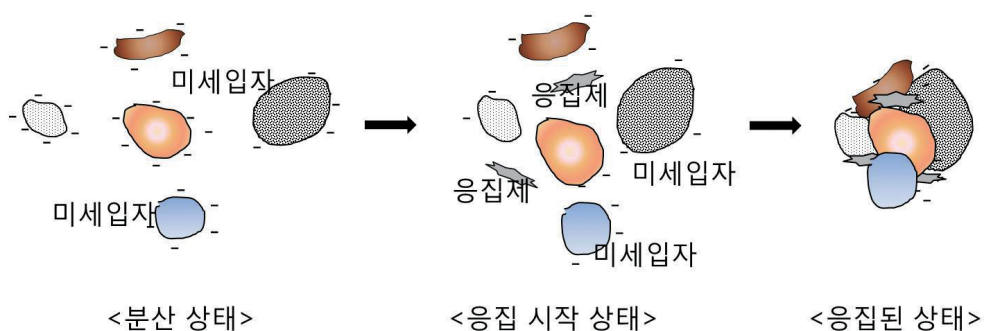
응집, 침전은 처리 대상수 중에 존재하는 미세한 고형물을 서로 뭉치게 함으로써 무게가 증가되도록 하여 가라앉기 쉽게 하는 공정이다. 미세한 부유물 입자 간에 서로 같은 전기적 성질 (예 : 음전하와 음전하)을 띠고 있어 뭉쳐지기 어려운 경우에 응집제 투여 등 화학적 방법에 의해 서로 쉽게 뭉쳐지게 하는 효과를 볼 수 있다.

화학적 응집 침전 공정은 다음과 같다.

- 응집공정 : 응집제를 첨가하여 반고체상의 형태를 만드는 공정
- 침전 : 덩어리진 반 고체성 물질을 중력 등에 의해 가라앉히는 공정
- 여과공정 : 농축된 침전물을 걸러서 제거하는 공정

화학적 침전 약품의 종류로는 명반(Alum), 석회(lime), 황산철(Ⅱ)(FeSO<sub>4</sub>), 염화철(Ⅲ), 황산철(Ⅲ) 등이 있다.

<그림 2.1>은 흩어져 있던 미세입자들이 응집제가 투입된 후 뭉쳐지는 응집 과정을 도식화한 것이다.



<그림 2.1> 응집 과정

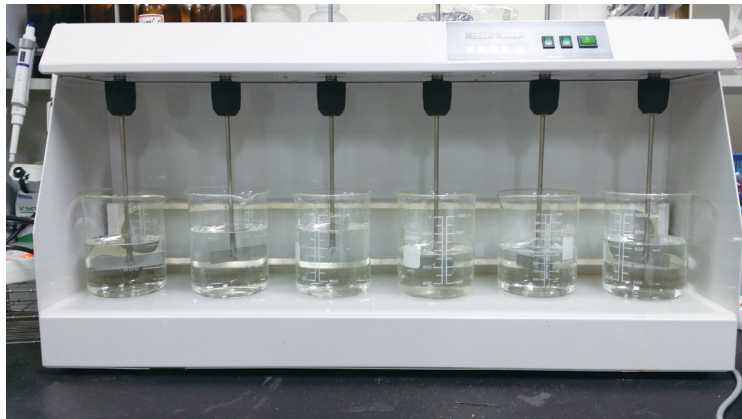
### 2.1.1.1. 응집 실험 (Jar Test)

착유실에서 발생하는 세정수는 각종 용해성 물질과 이온 등의 구성성분이 다르기 때문에 자기농장의 폐수가 어떤 상태의 pH, 응집제의 종류 및 응집제 첨가수준에서 최상의 응집상태를 나타내는지를 알아야 한다.

이 수준을 알기 위하여 수행하는 응집시험 방법을 자 테스트 (Jar Test)라고 한다.

자 테스트(Jar Test)를 수행하는 방법은 다음과 같다.

- 동일량 (500 mL 또는 1 L)의 처리대상 폐수를 4~6개의 비커에 취함.
- 교반기로 급속 혼합(분당 120~150회전)시킴.
- pH조정용 약품과 응집제를 짧은 시간에 주입한다. 이때 응집제의 주입량을 왼쪽비커에서 오른쪽 비커 순으로 증가시킴(통상적으로 3번째 비커가 응집이 가장 잘 되도록 약품주입량 조절).
- 교반기의 회전 속도를 줄이고(분당 20~70회전) 10~30분간 유지
- 응집된 덩어리 (플록, floc)이 생기는 시간을 기록
- 약 30~60분간 침전시킨 후 상징수를 분석



〈그림 2.2〉 자 테스트(Jar Test) 장치

### 2.2.2. 중화

중화란 산과 염기가 반응하여 염과 물을 생성하는 반응을 말하지만, 정화처리의 경우 pH 7의 개념보다 넓은 의미에서 볼 때 pH를 필요한 수준으로 조절한다는



의미로 볼 수 있다.

중화제의 종류는 <표 2.1>에 나타난 바와 같다.

<표 2.1> 중화제의 종류

처리수 특성	중화제 구분	중화제	특성
산성	알칼리 금속염	수산화나트륨(NaOH) 소다회(Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	- 용해도가 크므로 용액 주입이 용이하고 반응력이 큼 - 반응이 빠르고 pH조정이 정확함 - 반응생성물이 가용성이 많음
	알칼리토 금속염	소석회(Ca(OH) <sub>2</sub> ) 생석회(CaO)	- 용해도가 낮아서 미분말 또는 slurry상태 주입 가능 - 응집효과는 있으나 불용성 성분이 많음
	탄산염	석회석(CaCO <sub>3</sub> ) Dolomite (CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	- 반응시간이 김
알칼리성	황산	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	- 부식성이 강함 - 주입시 안전에 유의해야 함
	염산	HCl	- 황산에 비해 휘발성이 높고 부식성도 강함

### 2.2.3. 소독(살균)

살균은 처리수 중의 유해미생물을 제거하는 것을 말한다. 살균이란 유해 미생물을 선택적으로 제거하는 것으로서 모든 미생물을 다 죽이는 멸균과는 구분되어 사용된다.

화학적 살균방법에 사용되는 약품은 다음과 같다.

- 할로겐족 산화제 주입(액화염소, 차아염소산나트륨, 클로라민, 유기염소제, 이산화염소 등 각종 염소화합물, 브롬)
- 비 할로겐족 산화제 주입(오존, 과산화수소, 과망간산칼륨 등)
- 금속이온 투입(은이온, 동이온 등)
- 계면활성제, 산, 알카리 투입(pH의 변화), 이온교환수지, 이온 교환막 사용 방법 등

## 2.3. 생물학적 처리

정화처리의 생물학적 처리란 처리 대상수에 포함되어 있는 탄소화합물, 질소, 인 등의 오염성 물질을 미생물이 섭취하게 하고, 이들 미생물이 작은 덩어리 형태로 뭉쳐서 반응조 바닥으로 침전되어 생성된 슬러지를 반응조 외부로 제거함으로써 처리 대상수의 오염성 물질을 제거하여 정화하는 공정이다.

생물학적 처리에 의한 정화공정은 호기성 공정, 준호기성 공정, 혐기성 공정 등으로 구분할 수 있다. 또한 복합적인 형태로 혐기조, 무산소조, 폭기조 등으로 구성되어지는 몇 개의 반응조에서 생물학적 처리가 이루어 질 수 있다.

### 2.3.1. 호기성 공정

호기성 미생물의 성장과정 중 처리 대상수 내에 포함된 탄소성물질, 질소, 인 등의 오염성 물질을 에너지원이나 세포증식을 위한 영양원으로 이용하게 함으로써 오염물질을 제거하는 공정을 말한다.

호기성 공정을 처리형태에 따라 분류하면 다음과 같다.

- 부유성장 처리공법, 부착성장 처리공법, 혼합형 처리공법
  - 부유성장 처리공법의 종류에는 활성슬러지 공정, 연속회분식 공정, 심층 폭기법, 순 산소 폭기법 등이 있음.
  - 부착성장 처리공법은 살수여상법, 회전원판법, 충전상 반응기 등이 있음.
  - 혼합형 처리공법은 생물막 활성슬러지, 살수여상 활성슬러지 혼합공정 등임.

### 2.3.2. 무산소적(준 호기성) 공정

무산소적 공정은 결합산소가 존재하는 반응조를 이용한 처리공정으로써, 질소를 가스 상태로 만들어 공기 중으로 날려 보내는 공정이다.

무산소 공정을 처리형태에 따라 분류하면 다음과 같다.

- 부유성장 처리공법(부유성장 탈질화)
- 부착성장 처리공법(생물막 탈질화)

### 2.3.3. 혐기성 공정

정화처리에서 혐기성 공정은 인을 제거하기 위한 목적으로 이용되어진다. 혐기성 공정은 생물학적 정화처리 시설의 도입부에 설치되는 것이 일반적이다. 혐기성 공정은 폭기장치를 설치하지 않는 것이 일반적이고, 침전물이 생기는 것을 감소시키기 위하여 교반장치를 설치하는 경우가 있다.

인을 제거하기 위해서는 혐기적 공정의 다음 과정에 반드시 호기적 공정이 뒤따라야만 한다.

혐기적 공정에서 인이 제거되는 과정은 다음과 같다.

- 혐기적 공정에서는 미생물이 체내에 있는 인을 분해하여 생존에 필요한 에너지를 얻으며 활동한다. 이 과정에서 미생물 체내의 인을 수중에 방출하는 현상이 일어난다.
- 그러다가 호기적 조건이 되면 방출했던 인보다 더 많은 양의 인을 흡수함으로써 수중의 인 농도를 감소시킨다.



# 제 3장 착유 세정수 정화처리 시설 운영 메뉴얼



## 제 3장 착유 세정수 정화처리 시설 운영 메뉴얼

정화처리 시설은 처리대상 물질의 특성과 정화처리 시설의 구성요소 그리고 정화처리 시설을 운영하는 방법과 관리기술에 따라 처리효율이 크게 달라진다.

처리대상 물질의 오염성분 농도가 높을수록 처리시설의 구성요소가 늘고 그 규모도 커지며 정화처리에 소요되는 기간도 길어지게 된다. 또한 정화처리 시설을 운영, 관리하는 수준에 따라 동일한 규모의 정화시설에서 처리할 수 있는 처리량과 처리효율이 달라질 수 있다.

젖소 착유 세정수는 돼지분뇨 슬러리를 비롯한 가축분뇨에 비하여 오염성 물질의 농도가 상대적으로 낮기 때문에 정화처리 시설을 적절하게 운영, 관리한다면 착유 세정수를 처리 후 방류 또는 재이용하는 데에 큰 어려움은 없을 것이다.

착유 세정수는 부유물질(SS)이나 BOD 그리고 질소 등을 비롯한 오염성 물질의 농도가 비교적 높지 않고 1일 발생유량이 많지는 않지만 정화처리에 필수적으로 요구되는 시설이 구비되어야 한다.

따라서 본 장에서는 낙농가들의 정화처리 시설에 대한 이해를 돕고자 착유 세정수 정화처리 시설의 구성과 설치방법 그리고 운영관리 방법 등에 대한 기술적 고려요소에 대해 서술하였다.



〈그림 3.1〉 일반 젖소목장

### 3.1. 착유 세정수 정화처리 시설 구성 및 설치방법

정화처리 시설은 처리대상 물질이 투입된 후에 각 처리시설을 순차적으로 거치는 과정에서 오염성 물질의 농도가 점차 낮아지게 되고 최종적으로 정화처리 방류수 수질 기준 이하로 되어 방류할 수 있도록 시설을 설치하고, 운영되어야 한다.

정화처리 시설은 투입되는 처리 대상수의 오염성 물질농도와 방류수의 농도 기준 그리고 처리하려고 하는 정도에 따라 정화처리 시설의 구성과 크기, 그리고 설치방법과 운영관리 기술 등이 달라진다.

따라서 낙농가에서 정화처리 시설을 설치하고자 할 때는 <표 3.1>의 사항을 고려하여야 한다.

<표 3.1> 착유 세정수 정화처리 시설 설치 시 고려해야 할 사항

주요 고려사항	세부 고려사항
정화처리 시설 설치위치 선정	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 세정수 유입과 처리 후 방류가 용이한가</li> <li>- 빗물, 토사 유입 등 지형적 문제발생 위험은 없는가</li> <li>- 고온이나 한랭으로 인한 영향으로부터 안전한가</li> <li>- 청정지역, 상수원보호구역 등 지리적 여건은 어떠한가</li> </ul>
시설 설치여건	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전기 등 필요시설의 설치가 용이한가</li> <li>- 공사, 시공이 용이한가</li> <li>- 시설의 운영과 관리에 문제가 없겠는가</li> <li>- 설치, 관리 비용이 최소화 될 수 있는가</li> <li>- 장치 확장 가능성이 있는가</li> </ul>
지역 여건	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정화처리 및 방류관련 주민민원 발생가능성은 없는가</li> <li>- 시설설치 시 행정적 문제는 없는가 (해당 지자체에 문의)</li> </ul>
시설설치시 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 설치비용은 적절한 수준인가</li> <li>- 시설의 크기와 구성은 적절한가</li> <li>- 설치업체의 시공능력은 충분한가 (*전문기관에 문의)</li> <li>- 설계대로 시공이 이루어지고 있는가</li> </ul>

\*전문기관 : 축산환경관리원, 농업기술센터, 농협 축산사이버컨설팅부 등

정화처리 시설은 일단 설치하고 난 뒤에는 처리용량을 늘리거나 정화처리 시설의

구성변경 또는 처리방식의 변경이 쉽지 않다. 그러므로 처음 설치할 때에 자기 목장에서 발생하는 폐수의 특성과 처리량을 세밀하게 고려하여 정화처리 시설의 설치 설계에 반영하여야 한다.

낙농가의 경우에는 처리 대상물인 착유 세정수 중에 함유된 오염성 물질의 농도가 일반 분뇨에 비해 비교적 낮고 하루 세정수 발생량도 많지 않기 때문에 일반적인 정화처리 시설에 비해 구성이 간단하고 그 규모도 작으며 시설의 운영도 상대적으로 쉽다.

〈그림 3.2〉는 낙농가의 착유실에서 배출된 착유 세정수를 저장탱크에 1차로 저장하여 둔 상태의 모습이다.



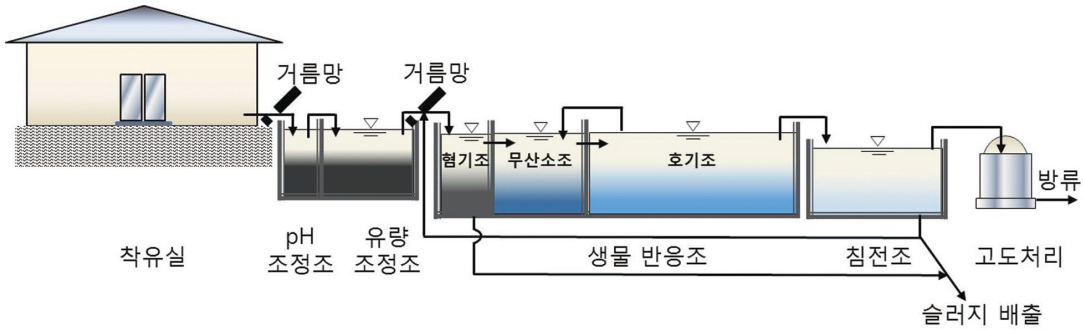
〈그림 3.2〉 착유 세정수

위의 그림에서와 같이 착유 세정수는 오염물질 함유량이 높지 않기 때문에 정화처리 시설을 적정하게 구성하고 정화처리 시설 운영관리 방법에 따라 처리한다면 효율적인 착유 세정수 처리를 할 수 있을 것이다.



### 3.1.1. 착유 세정수 정화처리 시설의 구성

일반적인 착유 세정수 정화처리 시설의 주요 구성을 순서대로 나열하면 <그림 3.3>에 나타난 바와 같다.



<그림 3.3> 착유 세정수 정화처리 시설 구성도

낙농가에서 적용할 수 있는 착유 세정수 정화처리 시설의 기본적인 구성은 위의 그림과 같지만 농가 사정과 주변 여건에 따라 시설을 단순화하거나 추가할 수 있다.

그러나 낙농가가 유의할 점은 정화처리 시설이 제대로 된 역할을 할 수 있도록 시설을 구성하여야 착유 세정수를 정화 처리하는데 있어 어려움을 겪지 않는다는 것이다.

착유 세정수를 처리하기 위한 일반적인 정화처리 시설의 구성은 <그림 3.4>와 같다.



<그림 3.4> 착유 세정수 정화처리 시설 설치 순서도

#### 3.1.1.1. 착유실 거름망 구성 및 설치

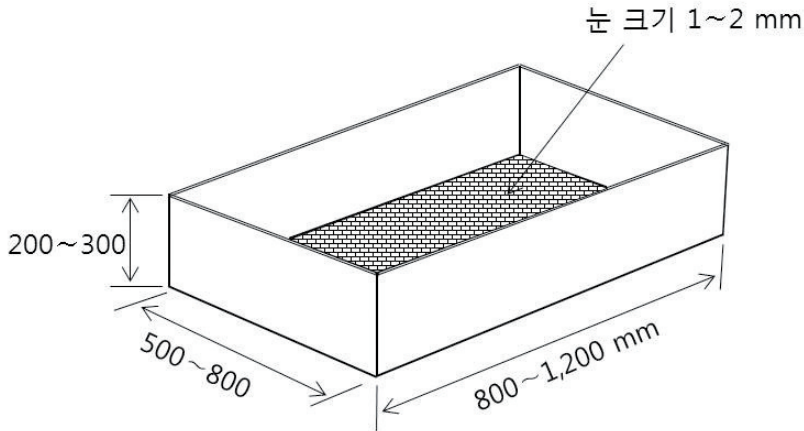
착유실 거름망은 세정수 정화처리 시설의 첫 번째 구성요소이다. 착유실에서 발생하는 세정수에는 젖소에서 떨어져 나온 이물질이나 흙과 같은 고형물이 함유되어 있다. 이런 물질들이 정화처리 시설로 들어가면 정화효율이 나빠지므로 거름망을

설치하여 이물질을 제거해주어야 한다.

### 가. 착유실 거름망의 구성

거름망은 착유과정에서 발생하는 세정수를 여과하는 작용을 하며 그 크기는 낙농가의 착유실에서 발생하는 세정수가 거름망을 넘치지 않고 자연스럽게 통과할 수 있는 정도면 된다.

〈그림 3.5〉는 1일 1톤 정도의 착유 세정수가 발생하는 낙농가에서 간단하게 사용할 수 있는 착유실 거름망의 구성 형태를 나타낸 것이다.



〈그림 3.5〉 착유실 거름망

#### ■ 착유실 거름망 설치규격은 아래와 같이 결정한다.

- 크기는 세정수의 양과 세정수에 함유된 이물질의 양에 따라 결정함.
- 체의 눈 크기는 1~2 mm 이고 재질은 스텐리스 철로 함.
- 거름망은 가로 1 m 내외, 세로 65 cm 내외, 높이 25 cm 내외를 기준으로 하고 낙농가의 착유 세정수 형태에 따라 적절하게 조절함.

### 나. 착유실 거름망 설치

거름망은 일정한 눈 크기를 가진 체를 의미한다. 거름망의 역할은 털이나 큰

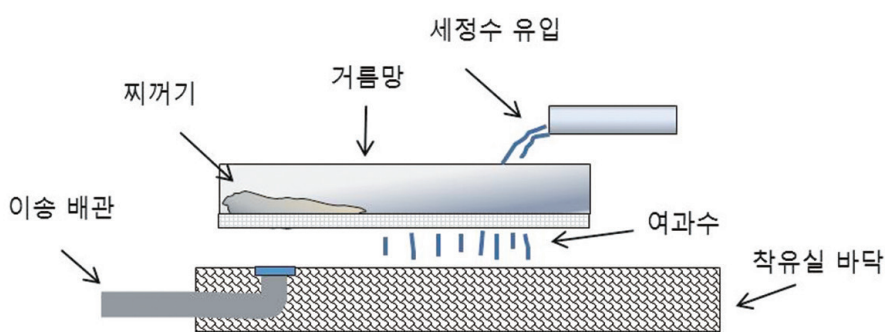
입자성 물질은 체에 걸리게 하는 반면에 물과 고운 입자는 통과하게 해서 정화처리 시설에 이물질이 들어가지 못하도록 하는 것이다.

착유실 거름망은 착유 세정수가 pH 조정조로 유입되는 이송배관이 시작되는 곳에 설치하여 정화시설로 이물질이 유입되는 것을 최대한 억제하도록 한다.

착유 세정수 정화처리 시설에서는 기계식 거름망보다는 단순한 그물망식 체를 직사각형 틀에 부착하여 만든 간단한 형태의 거름망을 사용하여도 무방하다.

그물망식 체는 외곽 틀에 단단하게 부착하여 오래 사용하여도 파손되지 않도록 설치한다. 거름망의 모든 부분은 스테인리스 철을 사용하여 내구성을 가지도록 하여야 한다.

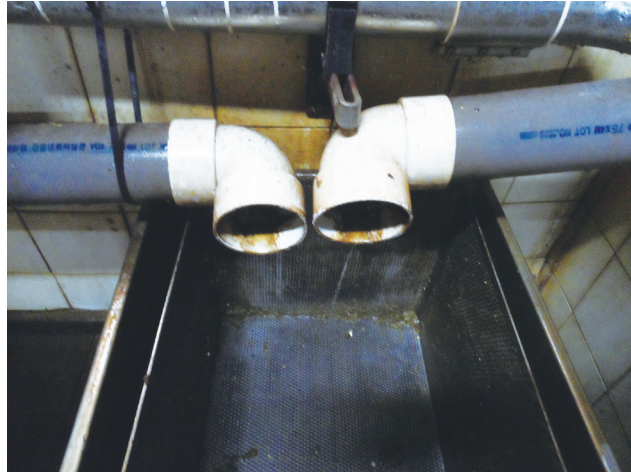
거름망 설치는 수평으로 하고 착유실 세정수 전체가 거름망을 거쳐서 나갈 수 있도록 배관을 한다.



〈그림 3.6〉 착유실 거름망 설치 방법

이용기간이 길어짐에 따라 거름망 바닥에 쌓이는 찌꺼기를 평삽으로 제거하거나 거름망을 들어내어 청소할 수 있도록 거름망을 착탈식으로 설치한다.

〈그림 3.7〉은 국내 농가에서 설치, 운영하는 착유실 거름망의 모습이다.



〈그림 3.7〉 착유실 거름망 설치 사례

위 그림은 착유실 양측에 설치된 착유시설에서 발생한 세정수가 배관을 통하여 착유실 거름망 위로 유입되게 함으로써 이물질이 걸러낼 수 있도록 설치된 사례이다. 걸러진 이물질은 주기적으로 제거하여 퇴비화하고 여과된 세정수는 배관을 통하여 pH 조정조로 이송한다.

#### ■ 착유실 거름망 설치방법

- 착유실 거름망은 착유 세정수가 pH 조정조로 유입되는 이송 배관이 시작되는 곳에 설치함.
- 설치하는 수평으로 하고 거름망에 걸러진 찌꺼기를 청소할 수 있도록 함.
- 착유시설에서 발생한 세정수가 배관을 통하여 착유실 거름망 위로 유입되게 함.
- 겨울철에 거름망의 세정수가 얼지 않도록 가급적 착유실 내에 설치함.

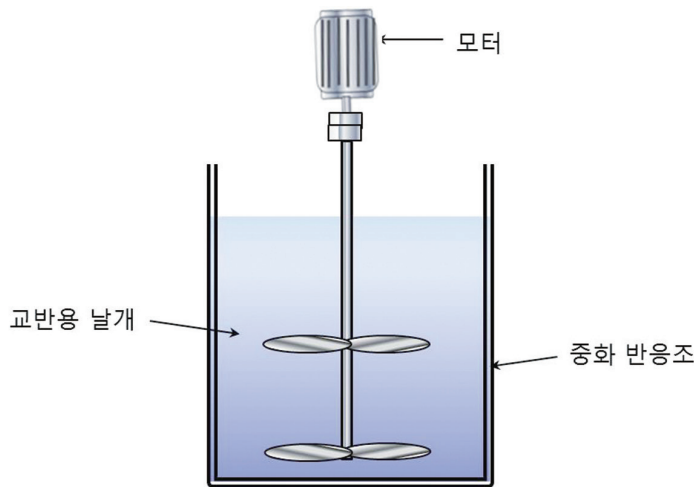
### 3.1.1.2. pH 조정조 구성 및 설치

정화처리 공정에서 주된 역할을 하는 생물 반응조(혐기조, 무산소조, 호기조 등)에 서식하는 정화관련 미생물은 pH 6~8 사이의 적정 범위가 되어야 활력을 제대로 발휘할 수 있다. 따라서 처리대상 세정수의 pH 조정은 착유 세정수 정화처리의 효과여부를 결정하는 중요 요소이다.

## 가. pH 조정조의 구성

착유 세정수의 pH를 조정하기 위해서는 세정수를 담을 수 있는 혼합용 반응조가 필요하다. 반응조에 채워진 세정수의 pH를 조정할 때 산과 알칼리 간의 반응은 빠르게 이루어지지만 그러기 위해서는 세정수를 잘 저어서 혼합이 될 수 있도록 하여야 한다. 따라서 pH 조정조에는 프로펠러와 같이 생긴 교반 장치를 설치하여야 한다.

〈그림 3.8〉은 착유 세정수 정화처리 시설에 설치되는 pH 조정조의 구성을 나타낸 것이다.



〈그림 3.8〉 pH 조정조

교반용 모터에는 감속기를 부착하여 교반용 프로펠러의 회전속도를 조절한다. 착유 세정수 pH 조정 시 정확도를 향상시키기 위하여 pH 감지 센서를 부착하여 중화제의 투입량을 조절하는 장치와 연계하여 작동토록 하면 정확하고 용이한 pH 조정이 가능하다.

착유 세정수 정화시설에서 중화라고 함은 pH를 정확하게 7로 맞추는 것보다 적정 pH 범위(6~8)로 조절하는 것으로 보면 된다.

## 나. pH 조정조 설치

착유 세정수의 경우 중화용 약품을 연속적으로 주입하는 연속식 중화보다는 발생하는 양을 중화조에 모았다가 한 번에 중화하여 유량조정조로 이송하는 방법을 사용하는 것이 유리하다.

매일 중화작업을 실시할 경우에 중화조의 크기는 1일의 착유 작업 시 배출되는 세정수의 양을 기준으로 하되 안정적인 운영을 위해서는 1일 배출량의 1.5~2.0배 내외의 크기로 설치한다.

중화용 회전 장치로는 분당 120 회전 내외 정도로 감속하는 모터와 감속기 결합제품이 시중에 판매되고 있지만 pH 조정조 내의 세정수를 충분히 혼합시킬 수 있는 회전속도면 크게 문제되지 않는다.

중화작업은 센서와 약품주입 장치를 결합하여 자동화할 수 있으나 그럴 경우 설비비용이 추가된다. 중화조는 약품에 의해 녹이 슬 수 있으므로 내 부식성 철제를 사용한다.

교반용 프로펠러의 회전에 따른 물의 반작용으로 발생하는 진동에 의해 교반장치가 파손될 수 있으므로 교반용 모터는 중화조 상부 골조에 단단히 부착하도록 한다.

### ■ pH 조정조 구성 및 설치 시 고려사항

- pH 조정조에는 교반 장치를 설치하여야 함.
- 중화용 회전장치는 pH 조정조 내의 세정수를 충분히 혼합시킬 수 있는 회전속도면 됨.
- 중화조는 약품에 의해 녹이 슬 수 있으므로 내 부식성 철제를 사용함.
- 교반용 모터는 중화조 상부 골조에 단단히 부착함.

### 3.1.1.3. 유량 조정조 구성 및 설치

유량 조정조는 생물 반응조에 유입되는 착유 세정수량을 일정하게 유지할 수 있도록 하는 역할을 하는 저장조이다.

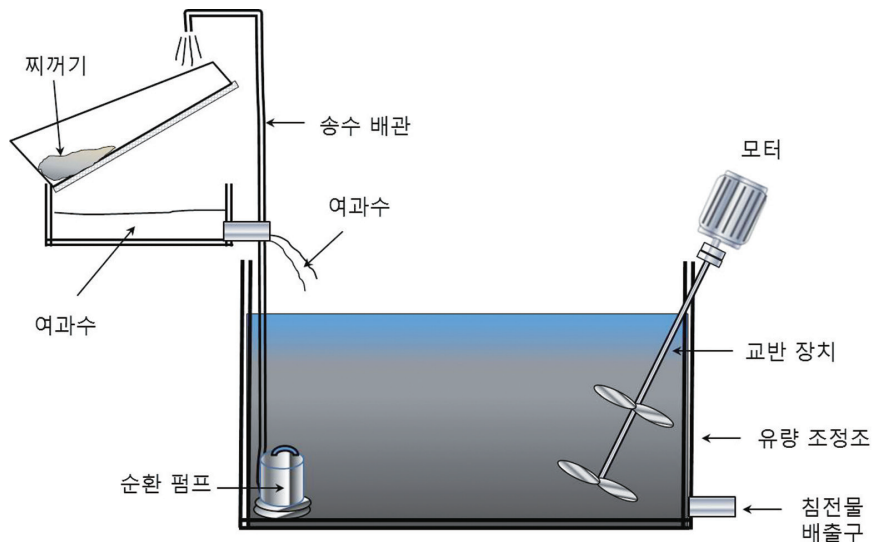
유량 조정조는 생물 반응조의 옆에 위치하며 고액분리기에서 배출된 액상물질을

저장하는 역할을 한다. 생물 반응조 내의 정화관련 미생물은 영양분이 너무 많이 유입되거나 너무 적게 유입되는 경우에 활력이 낮아지므로 유량 조정조에 저장된 액상물을 일정량씩 생물 반응조에 주입한다.

### 가. 유량 조정조의 구성

유량 조정조에는 처리대상 세정수를 혼합하거나 침전물이 생성되지 않도록 하기 위한 교반장치 또는 폭기장치를 설치하도록 한다. 순환펌프를 설치하여 유량 조정조 내부의 세정수를 순환시키는 방법도 사용할 수도 있다. 이때 순환과정에서 거름망을 이용하여 고형물을 걸러내는 장치를 구성하면 정화처리 효율개선에 도움이 된다.

유량 조정조의 구성은 <그림 3.9>와 같다.



<그림 3.9> 유량 조정조의 구성

### 나. 유량 조정조 설치

유량 조정조의 형태는 직사각형 또는 사각형으로 하되 현장상황에 따라 필요 시 원형으로 할 수도 있는 등 형태에 얽매일 필요는 없다.

재질도 콘크리트나 화학수지 등 내 부식성과 내구성이 높은 재질로 만들어진 제품은 모두 사용할 수 있다.

유량 조정조의 용량이 크면 좋지만 비용과 효율측면에서 고려하면 낙농가에서 발생하는 착유 세정수를 2일 이상 저장할 수 있는 용량으로 설치하도록 한다.

유량 조정조는 착유실에서 세정수가 자연유하 할 수 있도록 하고 겨울철 동결 방지 그리고 냄새발산 방지와 미관적 요인 등 여러 가지 요인에 의해 지하에 설치되는 경우가 많다.

이 경우 유량 조정조의 상단부가 지면보다 약간 높도록 하여야 빗물이나 흙 그리고 작은 동물 등을 비롯한 이물질이 들어가는 것을 방지할 수 있다.

〈그림 3.10〉은 유량 조정조가 지면보다 낮게 설치된 사례이다. 이런 경우에는 시멘트로 테두리를 만들거나 구경이 맞는 파이프를 설치하여 지면보다 높게 한 다음에 뚜껑을 덮는 방식으로 개선할 수 있다.



〈그림 3.10〉 상단부가 지면보다 낮게 설치된 유량 조정조

유량 조정조의 뚜껑은 단단한 재질로 설치하여야 안전하게 장기간 사용할 수 있다.

그리고 착유세정수는 보통 1일 2회 정도 발생하기 때문에 자연흐름식으로 유량 조정조를 설치하게 되면 폭기조 내 과부하가 올 수 있으므로 반드시 유량 조절용 V노치 (V-notch) 또는 밸브를 설치하고 펌프를 이용하여 24시간 균등하게 착유세정수가 폭기조로 유입될 수 있도록 해야 한다.

부지가 충분하다면 유량 조정조 앞 단계에 세정수를 임시로 저장할 수 있는 1차 저류조를 설치하면 안정적인 유량 조정조 운영에 도움이 된다.



■ 유량 조정조 구성 및 설치시 고려사항

- 유량 조정조에는 처리대상 세정수를 혼합하거나 침전물이 생성되지 않도록 하기 위한 교반장치 또는 폭기장치를 설치하도록 함.
- 순환펌프를 설치하여 유량 조정조 내부의 세정수를 순환시키는 방법을 사용할 시에는 순환과정에서 거름망을 이용하여 고형물을 걸러내는 장치를 구성하면 정화처리 효율개선에 도움이 됨.
- 지하에 설치된 유량 조정조는 상단부가 지면보다 약간 높게 하여야 빗물이나 흙 그리고 작은 동물 등을 비롯한 이물질이 들어가는 것을 방지할 수 있음.
- 유량 조정조에서 폭기조로 이송 시 착유세정수가 24시간 균등 공급될 수 있도록 이송용 펌프를 설치해야 함.

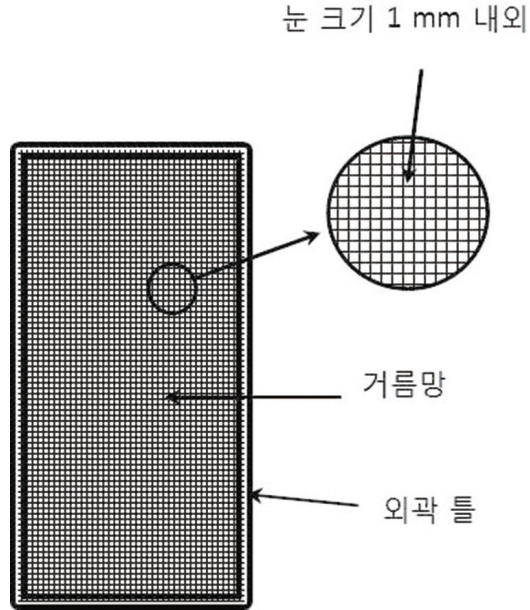
3.1.1.4. 생물 반응조 유입부 거름망 구성 및 설치

착유 세정수에 가축의 털 또는 비닐조각이나 각종 찌꺼기 등과 같은 거친 물질이 있으면 처리시설의 파이프나 펌프 등의 고장을 일으키는 원인이 된다. 그러므로 이 단계에서 처리 대상물 중의 거친 물질과 미세한 입자성 물질 (부유물질 또는 SS라고 함)을 잘 제거해 주면 후단에 이어지는 생물 반응조 그리고 그 이후의 처리단계에서의 정화효율이 높아져서 방류수 수질을 개선하는데 크게 기여하게 된다.

가. 생물 반응조 유입부 거름망의 구성

유량 조정조에서 생물 반응조로 유입되는 중간부분에 거름망을 설치하여 생물 반응조로 유입되는 입자가 큰 고형물을 제거하도록 한다. 생물 반응조에 입자 직경이 큰 고형물이 유입되면 정화효율이 떨어지고 침전물 형성량이 많아지는 문제가 발생한다. 따라서 생물 반응조 유입부에 눈 크기 1 mm 내외의 거름망을 구성하도록 한다.

〈그림 3.11〉은 생물 반응조 유입부 거름망을 위에서 본 모습이다.

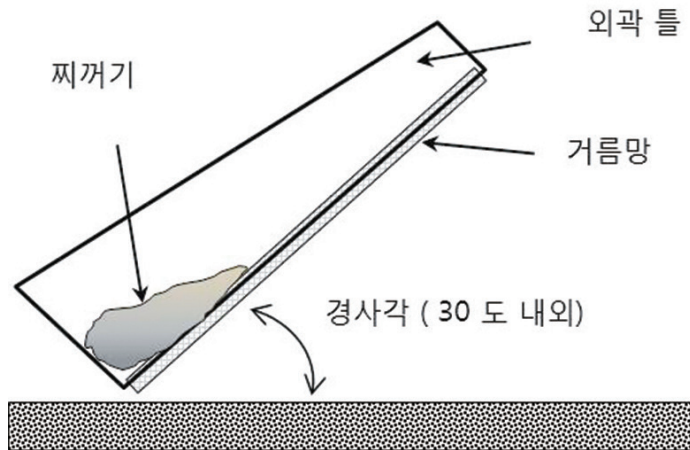


〈그림 3.11〉 생물 반응조 유입부 거름망 평면도

#### 나. 생물 반응조 유입부 거름망 설치

생물 반응조 유입부 거름망은 수평으로 설치하기보다는 약간 경사지게 설치(설치각도 30도 내외)하는 것이 유지, 관리 및 이용효율 측면에서 더 바람직하다.

〈그림 3.12〉는 생물 반응조 유입부 거름망의 설치방법을 나타낸 것이다.



〈그림 3.12〉 생물 반응조 유입부 거름망 설치 방법

생물 반응조 유입부 거름망의 경사각은 낙농가의 착유 세정수 특성에 따라 늘이거나 줄일 수 있다.

생물 반응조 유입부 거름망은 위 그림대로 사용하여도 되고 또한 시중에서 판매하는 기계식 여과기를 사용해도 되므로 낙농가의 판단에 따라 선택적으로 설치하면 된다.

■ 생물 반응조 유입부 거름망의 구성 및 설치 시 고려사항

- 생물 반응조 유입부에 눈 크기 1 mm 내외의 거름망을 구성하도록 함.
- 생물반응조 유입부 거름망은 수평으로 설치하기 보다는 약간 경사지게 설치하는 것이 유지, 관리 및 이용효율 측면에서 더 바람직 함.

### 3.1.1.5. 생물 반응조 구성 및 설치

착유 세정수 정화처리 시설에서 가장 중심이 되는 구성요소는 생물 반응조이다. 생물 반응조에서는 처리 대상물 중에 함유되어 있는 질소와 인 그리고 탄소성 물질을 포함한 각종 오염성 물질이 생물 반응조 내에 서식하고 있는 정화처리 미생물(박테리아, 미세 조류, 유훈류 등)의 분해, 흡수, 동화작용 등에 의해 세정수가 정화되는 작용이 일어난다.

생물 반응조는 <표 3.2>와 같이 크게 3가지 형태로 구분하여 구성할 수 있다.

<표 3.2> 생물 반응조의 종류

구분	특징	주역할
혐기 반응조	산소가 전혀 없음	인 제거 효율 개선
무산소 반응조	다른 분자와 결합된 산소가 존재함 (예 : 질산성 질소 등)	질소제거 효율증가
호기적 반응조	산소가 존재함 (용존산소 함량 0.5~2.0 mg/L)	질소, 인, 탄소 동시제거

위 표에 나타난 바와 같이 생물 반응조는 그 형태마다 각기 다른 특성을 지니며, 주요 처리대상 물질도 다르므로 낙농가의 필요에 따라 생물 반응조를 구성할 수 있다.

### 가. 생물 반응조의 구성

생물 반응조는 일반적으로 혐기조, 무산소조, 호기조의 순으로 구성할 수 있으며 필요에 따라 생물 반응조 간의 위치를 바꾸거나 호기조 수를 필요한 만큼 늘릴 수도 있다.

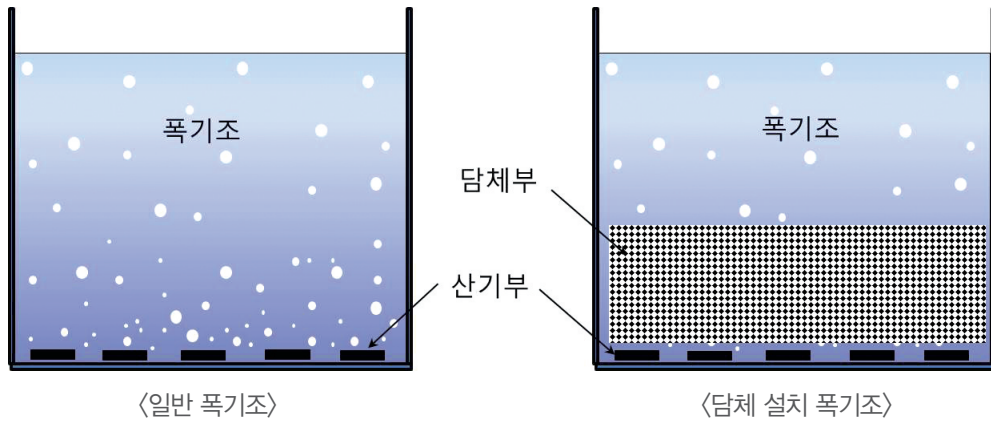
낙농가가 정화처리 시설 설치 시 생물 반응조를 구성함에 있어서 각 처리 대상 성분별로 목표를 정할 경우에는 <표 3.3>의 사항을 고려하여 생물 반응조를 구성하도록 한다.

<표 3.3> 착유 세정수 정화처리 시설 생물 반응조 특성

처리 목표	생물 반응조 구성 방법
인 제거	- 혐기적, 호기적 생물 반응조를 설치
질소 제거	- 호기조만으로 구성하는 것보다는 무산소조와 호기조를 설치하는 방법을 적용함. - 호기조만으로 구성된 경우에는 일정주기로 폭기 장치를 가동, 정지하는 간헐폭기 방식을 적용함.
탄소(BOD)제거	- 호기적 생물 반응조를 설치
질소, 탄소 동시제거	- 무산소적, 호기적 생물 반응조를 설치
질소, 탄소, 인 동시제거	- 혐기적, 무산소적, 호기적 생물 반응조를 설치

생물 반응조의 구성 배열은 낙농가의 상황과 처리목적에 따라 다르지만 질소와 인 그리고 탄소(BOD, COD)함량을 동시에 낮추고자 한다면 혐기조 → 무산소조 → 호기조의 순서로 구성하는 방식을 택하도록 한다.

<그림 3.13>은 세정수 정화시설에서의 호기적 생물 반응조(폭기조)의 구성을 나타낸 것이다.



〈그림 3.13〉 호기적 생물 반응조(폭기조)

호기적 생물 반응조(폭기조)는 반응조 본체가 설치되고 그 바닥에는 공기를 공급할 수 있는 산기장치를 설치하여 정화관련 미생물이 높은 활력을 유지할 수 있도록 구성되어 있다.

일반적으로 낙농가 착유 세정수 폭기조의 깊이는 3~4 m 정도로 한다. 주입된 공기방울이 너무 크면 빠르게 상승하여 미생물이 산소를 이용할 수 있는 여건이 나빠지므로 가급적 공기방울의 크기가 작게 형성될 수 있는 산기장치로 구성하는 것이 공기 중의 산소가 세정수에 더 잘 녹아들어가게 하는 효과를 얻을 수 있다.

호기적 생물 반응조(폭기조)에 담체를 설치하면 정화 미생물 농도를 더 높게 유지할 수 있어 정화효율이 개선되는 효과가 있다.

생물 반응조 후단에 설치하도록 하고 호기조의 크기를 상대적으로 크게 하거나 그 수를 늘려서 충분한 정화효과가 나타날 수 있도록 한다. 호기조에서는 질소와 인 그리고 탄소의 제거가 동시에 일어난다.

정화처리 시설 후단에 설치된 두 개의 호기조 사이에 무산소조를 두거나 최 후단 호기조를 간헐 폭기조로 이용하면 질소가 제거되는 효과가 높아질 수 있다.

## ■ 착유 세정수 정화처리 시설의 생물 반응조 구성 방법

- 질소와 인 그리고 탄소(BOD, COD)함량을 동시에 낮추고자 한다면 혐기조 → 무산소조 → 호기조의 순서로 구성함.
- 공기방울의 크기가 작게 형성될 수 있는 산기장치로 구성하는 것이 공기 중의 산소가 세정수에 더 잘 녹아들어가게 함.
- 호기조(폭기조)에 담체를 설치하면 정화 미생물 농도를 더 높게 유지할 수 있어 정화효율이 개선됨.
- 낙농가 착유 세정수 폭기조의 깊이는 3~4m 정도로 함.

## 나. 생물 반응조 설치

정화처리 시설의 생물 반응조는 혐기조, 무산소조, 호기조(폭기조)로 구성되어 있으며 주 처리시설은 호기조이다.

혐기조가 필요할 경우에는 1차 저류조를 사용하거나 별도로 혐기조를 추가 설치하여 사용할 수도 있다.

무산소조가 필요하면 호기조 전 단계에 무산소조를 설치하는 것이 유리하며 호기조의 슬러지를 유입(반송) 시켜주면 질소가 가스형태로 공기 중으로 방출되는 탈질작용이 일어나는데 도움이 된다.

호기조(폭기조)는 선택사항인 혐기조와 무산소조와는 달리 세정수 정화처리 시설에서 반드시 갖추어져야 할 필수시설이다.

호기조는 시설고장이나 호기조 상태악화에 대비하여 최소 2개 이상의 반응조를 설치하여 같이 운영하는 것이 좋다.

폭기조는 일반 폭기조와 담체 설치 폭기조로 구분할 수 있다. 두 종류의 폭기조가 모두 다 바닥에 공기를 공급하는 산기장치가 설치되어있는 점은 같지만 담체 폭기조는 폭기조 내에 담체를 채워 넣는 점이 다르다.

〈그림 3.14〉는 낙농가에서 운영하는 정화처리 시설의 폭기반응조에 설치된 담체<sup>1)</sup>의 모습이다.

1) 담체 : 생물반응조 내부에 미생물이 잘 증식하고 성장하도록 하기 위하여 부착표면을 넓히는 재질



〈그림 3.14〉 폭기조 내에 설치된 담체

담체는 폭기조 바닥에 가라앉혀 설치할 수도 있고 망이나 케이스에 담아 폭기조 중층이나 상층부에 설치할 수도 있다.

담체나 폭기조 내의 침전물 관리 측면에서 보면 바닥 설치형보다는 중층이나 상층부에 담체를 설치하는 것이 더 유리할 수 있다.

생물 반응조에는 바닥에 쌓인 침전물을 인출할 수 있도록 하는 슬러지 인출 배관을 설치하도록 한다.

생물 반응조에 서식하는 정화관련 미생물은 수온이 20~35℃ 의 온도 조건일 때 활발하게 활동하고 그 온도 대를 벗어나면 활력이 낮아지므로 생물 반응조의 온도를 유지할 수 있는 보온재를 설치하는 것이 좋다.

생물 반응조의 크기는 호기조가 가장 커야 하며 그 다음이 무산소조 그리고, 혐기조의 순으로 한다. 호기조의 재질은 규모가 클 경우에는 콘크리트로 토목공사를 하는 것이 일반적이다.

그러나 착유 세정수 정화처리 시설처럼 1일 처리량이 1.5 톤 내외일 경우에는 폭기조 내 체류시간을 고려하여 1일 발생량의 10~15배 정도 크기의 폭기조를 설치하는 것이 좋다.

## ■ 착유 세정수 정화처리 시설의 생물 반응조 설치

- 호기조는 시설고장이나 호기조 상태악화에 대비하여 최소 2개 이상의 반응조를 설치함.
- 담체는 폭기조 바닥에 가라앉혀 설치할 수도 있고 망이나 케이스에 담아 폭기조 중층이나 상층에 설치할 수도 있음.
- 반응조에는 바닥에 쌓인 침전물을 인출할 수 있도록 하는 슬러지 인출 배관을 설치함.
- 생물 반응조의 온도를 유지할 수 있는 보온재를 설치함.
- 생물 반응조의 크기는 호기조가 가장 커야하며 그 다음이 무산소조 그리고, 혐기조의 순으로 함.

### 3.1.1.6. 침전조 구성 및 설치

침전조는 생물 반응조에서 정화과정을 거친 착유 세정수를 일정량씩 유입시켜 고형물 등을 침전시킨 후에 상층부의 정화 처리된 처리수 만을 방류하는 시설이다.

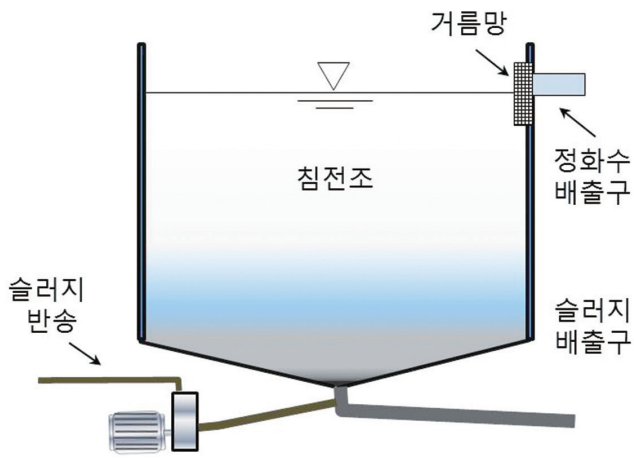
생물 반응조에서 침전조로 넘어오는 세정수에는 정화처리 관련 미생물을 비롯한 유기성 또는 무기성 부유물질이 많다. 이런 물질들을 침전시켜 제거하는 역할을 하는 시설이 침전조이다.

침전조의 기능이 원활하게 유지되지 못하면 방류수의 부유물질(SS) 농도가 높아지는 원인이 된다. 생물 반응조에서 침전조로 이송되어지는 세정수의 양이 1일 착유 세정수 정화처리량이 된다.

#### 가. 침전조의 구성

착유세정수 정화처리 시설의 최종 침전조의 형태는 직사각형인 장방형 또는 원형으로 한다. 침전조의 구성은 <그림 3.15>와 같다.





〈그림 3.15〉 침전조의 구성

침전조에서는 미세 입자형태인 부유물질이 바닥으로 가라앉기 때문에 상층부에는 정화된 상태의 물이 존재하게 된다. 착유 세정수 정화처리 시설의 침전조 깊이는 2 m 내외 정도로 하여 침전조의 기능이 정상적으로 유지되도록 한다.

**나. 침전조 설치**

침전조 상층부위에는 정화된 물을 자연스럽게 배출할 수 있는 배출구를 설치한다. 배출구 위치는 침전조의 수표면이 된다. 배출구에는 철망이나 기타 재질로 된 거름망을 설치하여 침전조 상층부에 떠있는 이물질(스컴)이 침전조 상층수와 함께 배출되지 않도록 한다.

침전조의 바닥에 가라앉은 침전물을 주기적으로 인출할 수 있는 배관을 설치하여야 한다.

침전된 오니를 연속적으로 생물 반응조로 돌려보내는 반송장치를 설치한다. 반송장치는 펌프와 배관으로 구성된다.

침전조의 수표면에 부유성 물질이 떠 있는 경우가 발생할 수 있으므로 이를 제거할 수 있는 도구를 설치한다.

## ■ 침전조 구성 및 설치

- 침전조의 형태는 직사각형인 장방형 또는 원형으로 하고 내구성 있는 재질을 사용하여 설치함.
- 침전조의 깊이는 2 m 내외 정도로 함.
- 침전조 상층부위에 처리수 배출구를 설치하고 배출구 입구에는 철망이나 기타 재질로 된 거름망을 설치함.
- 침전조 하부에는 슬러지를 생물반응조로 보내는 반송장치를 설치함.
- 침전조 바닥의 슬러지를 인출하여 폐기하는 슬러지 배출구를 설치함.

### 3.1.1.7. 고도처리 시설 구성 및 설치

일반적으로 침전조에서 입자성 물질을 가라앉힌 후에 반응조 상층부의 물을 방류하게 되지만 정화처리 반응조의 운전에 문제가 생길 경우에는 방류수의 수질에 문제가 발생할 수 있다. 따라서 근래 들어서는 정화처리 (2차 처리) 과정에서 미처 제거되지 않은 오염물질 또는 염류성 물질이나 색도 등을 추가로 제거하기 위하여 고도처리 (3차 처리) 시설을 설치하는 경우가 늘어나고 있다.

착유 세정수 정화처리 시설에 고도처리 시설을 설치할지의 여부는 낙농가의 정화처리 시설에서 방류되는 처리수의 수질과 지역적 특성 등 여러 가지 요소를 고려하여 결정하도록 한다.

## ■ 고도처리시설 선택 시 고려사항

- 가. 시설을 운영할 기술을 갖출 수 있는가.
- 나. 설비비용과 운영비용은 타당한가.
- 다. 실용적 운용가능 기간은 어느 정도인가.
- 라. 내 목장에 정말 필요한 시설인가.

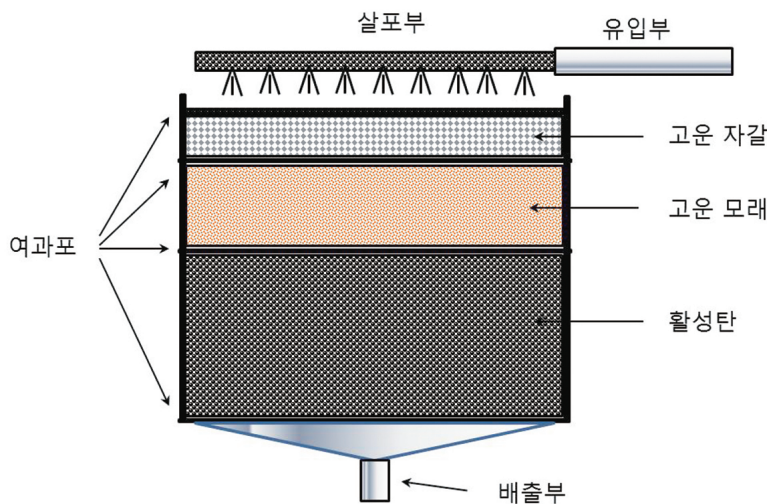
## 가. 고도처리 시설의 구성

착유 세정수 정화처리 시설에 적용될 수 있는 고도처리 시설로서는 이온교환.

미세 여과, 활성탄, 전기분해, 오존 등 다양한 방법이 있다. 그 중에서 낙농가 수준에서 이용하기 적절한 방법은 활성탄 여과법이다.

최근에는 전기분해법을 사용하는 농가도 있다. 고도처리 시설은 정화처리 방류수의 처리효율을 개선하여 방류수 수질측면에서의 부담을 완화해 줄 수 있지만 시설 설치비용이 소요된다는 점과 시설의 유지, 관리에 관심을 가져야 한다는 점을 고려하여야 한다.

〈그림 3.16〉는 정화처리 시설에 설치할 수 있는 활성탄 여과장치 구조를 나타낸 것이다.



〈그림 3.16〉 활성탄 여과장치

착유 세정수를 처리하는 낙농가에서는 고도처리 방식으로 활성탄을 사용한 흡착, 여과방식을 이용하는 경우가 있다. 낙농가에서 사용하는 활성탄 여과조는 상자형으로 구성하고 내부에 활성탄을 넣은 다음 그 위에 보조 여과 재료로서 모래나 여과포 등을 덮어 여과효과를 높이고 활성탄의 수명을 연장하는 방법을 사용할 수 있다.

#### 나. 고도처리 시설의 설치

활성탄 여과시설을 설치할 경우에는 활성탄 여과조가 경사지지 않도록 해야 여과작용이 활성탄 여과조의 한 편으로 치우치지 않고 전 면적에서 고르게 일어난다.

여과조 상부에 살포부를 설치하여 여과조 상부 전 면적에 균등하게 살포하도록 한다. 활성탄 상부에 여과포를 설치하여 주면 여과시설을 더 효율적으로 그리고 더 오래 동안 사용할 수 있다.

여과포는 활성탄 여과조 내부의 모래 여과층 위에 그리고 활성탄 여과층 위에도 설치하고 활성탄 바닥층에도 깔아주면 활성탄 교환이나 유지관리 시 작업이 쉬워진다. 또한 활성탄이 방류구로 유출되는 것도 막아준다.

활성탄은 시중에 분말형과 입자형이 유통되고 있는데 활성탄 여과조에는 입자형을 쓰는 것이 관리하기가 용이하다.

활성탄 여과조에서 배출되는 유출수의 상태를 수시로 확인하여 처리수의 상태가 좋지 않으면 활성탄 여과조를 점검하고 필요시 활성탄이나 모래 등의 보조여과재를 교체하도록 한다.

#### ■ 고도 처리시설 구성 및 설치

- 활성탄 여과조는 상자형으로 구성하고 내부에 활성탄을 넣은 다음 그 위에 보조 여과 재료로서 모래나 여과포 등을 덮어 사용함.
- 활성탄 여과시설을 설치시 활성탄 여과조가 경사지지 않도록 함.
- 활성탄 여과조에는 입자형을 쓰는 것이 관리하기가 용이함.
- 처리수의 상태가 좋지 않으면 활성탄 여과조를 점검하고 필요시 활성탄이나 모래 등의 여과재를 교체함.

### 3.1.1.8. 방류구 구성 및 설치

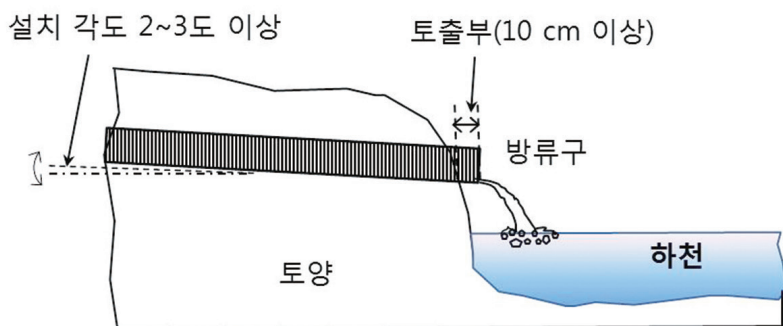
최종 방류구는 낙농가 내부의 정화처리 시설과 외부 하천이나 강 등 일반 수계와의 접촉점이다. 또한 일반인들의 눈과 코에 의해 정화시설의 효율을 직접적으로 평가받는 곳이기도 하다.

따라서 정화처리 시설을 운영하는 낙농가는 최종 방류구의 설치와 관리에 관심을 가져야 한다.

## 가. 방류구의 구성

일반적으로 최종 침전조나 고도처리 시설 배출수를 파이프를 통해 배출하도록 설치하는데 지형적으로 가능하다면 구배를 크게 하여 소량의 방류수라도 정체하지 않고 빠른 속도로 흘러나가도록 최소 2~3 도 이상의 경사를 주는 것이 좋다.

그 이하의 각도로 설치해야 된다면 방류관 내에 물의 흐름이 흙가루가 완벽하게 떠내려갈 수 있도록 하는 속도가 되도록 구성하여야 한다. <그림 3.17>은 방류구 설치 방법의 일례이다.



<그림 3.17> 방류구 설치 일례

위의 그림에 나타난 바와 같이 방류구의 최종 토출부 위치는 제방이나 하천변 등 방류구가 설치된 지역의 표면보다 10 cm 정도는 길게 나오도록 하여 토사의 유입이 없도록 한다.

## 나. 방류구 설치

방류구는 하천의 수면보다 높이 설치하여야 하며 폭우 시 하천 수량이 불어나는 것을 고려하여 최종 배출구 위치를 설정한다. 방류구 주변의 풀이나 잡목을 제거하여 방류구가 풀 더미 등으로 인해 막히지 않도록 한다.

가능하다면 방류구에 수압으로 인해 열리는 방식의 개폐식 뚜껑을 설치하면 쥐나 조류 그리고 잡풀 등의 유입, 동결현상으로부터 방류구를 보호할 수 있다.

겨울철에 방류수가 얼어붙는 현상을 최소화하기 위하여 햇볕이 잘 드는 위치에 방류구를 설치하고, 지형적으로 가능하다면 동결심도 이하로 매설하는 것도 고려해볼 수 있다.

방류수 배관 파이프 직경이 너무 크면 설치비용이 증가할 뿐만 아니라 유속이 느려지는 현상이 발생하고, 반대로 구경이 너무 좁으면 방류수 흐름이 원활하지 않고 막힘 현상이 유발될 수 있다. 따라서 최대로 방류 시 배관 내를 흐르는 방류수 수면이 배관 직경의 절반을 넘지 않도록 한다.

### ■ 방류구 구성 및 설치

- 방류수가 정체하지 않고 빠른 속도로 흘러나가도록 최소 2~3 도 이상의 물매각도를 가지도록 구성함.
- 방류구의 최종 토출부 위치는 제방이나 하천변 등 방류구가 설치된 지역의 표면보다 10 cm 정도는 길게 나오도록 함.
- 방류구는 하천의 수면보다 높이 설치하여야 하며 폭우시 하천 수량이 불어나는 것을 고려하여 최종 배출구 위치를 설정함.

〈표 3.4〉는 착유 세정수 정화처리 시설 설치기준을 요약한 것이다.

〈표 3.4〉 착유 세정수 정화처리 시설의 세부구조 및 규격

세부 구조	세 부 규 격
거름망 (스크린)	- 유입된 세정수가 고이지 않고 통과할 정도의 면적 확보. - 1일 1톤 규모 정화처리 시설의 경우 각 거름망당 0.65 m <sup>2</sup>
유량 조정조	- 유효용량은 유입폐수가 충분히 균질화 될 수 있도록 함. - 펌프이용 이송 시 일정한 수위를 유지토록 함. - 1일 1톤 규모 정화처리 시설의 경우 2 톤 정도의 용량 확보
중화시설 (pH 조정조)	- 중화조 체류시간이 10 ~ 20분 정도 되게 함. - 조의 규격은 가로와 세로보다 깊이가 더 깊게 함. - 교반기의 회전속도는 분당 120 회전 내외 정도로 함.
응집시설	- 유효용량은 체류시간이 15 ~ 20분 정도 되게 함. - 패들형 교반기로 완속 교반을 행하며 교반 속도는 분당 40~60회전 - 약품탱크와 정량주입펌프(예비용 포함)를 설치함.
폭기시설	- BOD 용적부하는 0.3 ~ 0.8 kg/m <sup>3</sup> . 일 정도로 함. - BOD 슬러지 부하는 0.3 kg BOD / kg. MLSS. 일 내외로 함. - 공기의 공급은 폭기조의 DO가 0.5-2 mg/L 정도가 되게 함.

### 3.2. 정화처리 시설 유지 및 관리 방법

정화처리 시설은 각기 다른 형태인 물리적, 화학적, 생물학적 처리방법이 상호 연계된 시스템이다. 따라서 각각의 반응조가 최상의 효과를 발휘하게 하기 위해서는 정화처리 시설을 적정하게 유지, 관리하여야 한다.

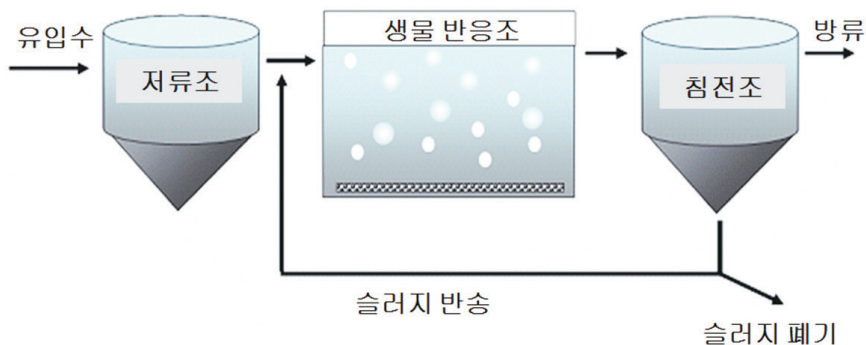
정화처리 시설 중에서 생물 반응조는 그 내부에 존재하는 미생물의 활동에 의해 폐수가 처리되므로 미생물의 활력이 높게 유지될 수 있도록 하는 조건을 조성하여 주고, 그 상태가 지속될 수 있도록 관리에 유의하여야 한다. 생물 반응조는 정화처리 시설의 주를 이루는 공정이므로 정화 관련 미생물의 활력증진을 위한 관리기술이 적용되어야 한다.

생물 반응조는 그 내부에 존재하는 미생물이 정화대상 물질을 활발하게 처리할 수 있는 조건을 유지하여야 한다. 그러기 위해서는 낙농가가 정화처리 시설에 대해 알아야 하고 최적 조건을 잡아줄 수도 있어야 한다.

생물 반응조 뿐만 아니라 화학적 처리방법과 관련시설의 운전 방법도 알아야 하고 물리적 정화 처리시설 역시 능숙하게 유지, 관리할 수 있는 정도의 지식을 가져야 낙농 착유 세정수 정화처리에 어려움이 없을 것이다.

따라서 본 장에서는 낙농가 수준에서 적용할 수 있는 착유 세정수 정화처리 시설의 유지와 관리기술에 대해 서술하였다.

〈그림 3.18〉은 일반적인 정화처리 시설의 생물 반응조를 도식화한 것이다.



〈그림 3.18〉 정화처리 생물 반응조

### 3.2.1. 정화처리 시설 세부 관리방법

착유 세정수 정화처리 시설은 앞 장에서 서술하였듯이 착유 세정수가 발생하여 정화처리 후 방류되어지기까지 여러 단계의 과정을 거치게 된다. 각 단계별로 정화처리 시설을 어떻게 운영하고 유지, 관리하는가에 따라 전체적인 정화처리 효율이 달라지기 때문에 낙농가는 정화처리의 전체 시스템의 유지, 관리 방법을 알아야 할 필요가 있다.

따라서 본 장에서는 낙농가들이 알아야 할 착유 세정수 정화처리 시스템의 특성과 유지방법에 대해 각 처리 단계별로 서술하였다.

#### 3.2.1.1. 착유실 유지, 관리방법

착유실은 세정수 정화처리의 시작점이다. 착유실에서의 물과 이물질 관리는 원유의 위생관리 측면에서도 대단히 중요하지만 정화처리 효율에도 큰 영향을 미치는 요소이다.

착유실은 세정수와 오염성 물질이 발생하는 발원점이므로 착유실을 청결하게 유지하고 각종 이물질이 정화처리 시설로 배출되지 않도록 유의하여야 한다.

〈그림 3.19〉는 관리상태가 좋은 착유실의 모습이다.



〈그림 3.19〉 관리상태가 좋은 착유실



■ 착유 시 오염물질(분뇨, 우유, 젖소 털, 뱃짚, 흙 등 각종 이물질)이 정화처리 시설에 유입될 시에 발생할 수 있는 문제점은 다음과 같다.

- 가. 분뇨와 우유가 세정수에 혼입되는 양이 많아지면 오염부하량이 높아져서 정화처리 효율이 낮아짐.
- 나. 젖소 털과 뱃짚을 비롯한 섬유상 물질이나 비닐 또는 천 조각 등이 유입되면 정화처리 시설의 배관을 막거나 펌프의 고장을 일으킴.
- 다. 흙이나 모래 등과 같이 물보다 무거운 물질이 유입되면 배관이나 반응조의 바닥에 침전되어 처리효율을 저하시키거나 각종 기계장치의 마모 또는 고장을 발생시키는 원인이 됨.

따라서 낙농가는 착유실 내부를 청결하게 유지하고 착유자의 신발이나 의복 등에 이물질이 묻어있지 않도록 하며, 착유실에 들어오는 젖소의 축체에도 축사 깔짚이나 분변 또는 이물질이 묻어있지 않도록 한다.

착유완료 후 착유실 바닥에 이물질이 존재할 시에는 빗자루와 쓰레받기를 이용하여 수거하는 것이 좋다. 배수구에는 고운 체로 이루어진 뚜껑을 덮어 이물질을 분리해 내도록 한다.

■ 착유실 유지관리 방법

- 착유자의 착유실에 들어오는 젖소의 축체에 이물질이 묻어있지 않도록 청결하게 관리함.
- 착유실에서 정화처리 시설로 세정수가 유입되는 배관 유입부에는 거름망을 설치하여 이물질을 분리해 냄.

### 3.2.1.2. 거름망 (스크린, Screen) 유지 방법

생물학적 정화처리 시설(폭기조 등)은 물과 같은 액상물질 중의 유기성 물질을 처리대상으로 하는 시설이다. 따라서 가축의 털이나 분뇨 찌꺼기 등의 고형상 물질은 처리하지 못한다. 그러므로 처리 대상수가 생물학적 정화처리 시설에 유입되기 전에 처리 대상물에 함유되어 있는 고형상 이물질을 물리적 방법을 사용하여 제거하여야 한다.

낙농가들이 간과하기 쉬운 부분이 착유실에서의 세정수 발생 관리와 착유실 바닥의 이물질 관리이다. 젖소의 털이나 분뇨와 같은 이물질은 정화처리에 부정적 요소로 작용하기 때문에 실제로 착유 세정수 정화처리는 착유실부터 시작된다고 보아야 한다.

따라서 착유실에서 배출되는 세정수에 포함된 이물질을 걸러주는 거름망(스크린)이 반드시 설치되어야 한다.

착유 세정수 처리에 있어 거름망은 저렴하고 간단한 시설이지만 그 효과는 매우 크다. 거름망에 걸리는 젖소 털이나 분뇨 찌꺼기 또는 섬유질 물질과 기타 물질들은 정화효율에 직접적으로 부정적인 영향을 줄 뿐만 아니라 정화 시설의 고장을 유발할 가능성이 있으므로 거름망 유지 관리에 주의를 기울여야 한다.

〈그림 3.20〉은 낙농가에서 운영 중인 착유실 거름망의 모습이다.



〈그림 3.20〉 착유실 거름망

거름망은 낙농가가 정화처리 효율을 높이고 싶다면 반드시 설치하여야 할 시설이다.

〈그림 3.21〉은 거름망을 이용한 경우와 그렇지 않은 경우의 착유실에서 배출된 착유 세정수의 모습이다.



〈거름망 사용〉



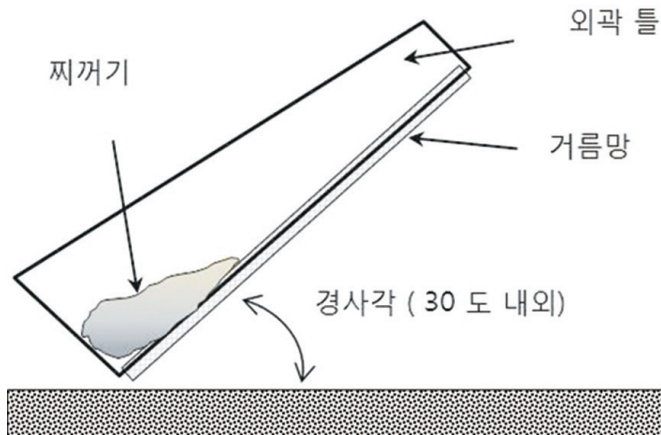
〈거름망 비사용〉

〈그림 3.21〉 거름망 설치여부에 따른 착유 세정수 비교

〈그림 3.21〉과 같이 거름망을 사용했을 경우 부유물질이 많이 제거되어진다. 따라서 동일한 생물 반응조 운영 시 정화효과가 좋아질 수 있다.

유량 조정조에서 생물 반응조로 유입되는 세정수를 초과하는 거름망은 생물 반응조의 효율향상에 긍정적인 영향을 준다.

이 거름망의 설치 방법은 〈그림 3.22〉와 같다.



〈그림 3.22〉 거름망 설치방법

유량 조정조와 생물 반응조 사이에 설치하는 거름망의 눈 크기는 1 mm 내외로 한다. 거름망은 수평으로 설치하기 보다는 약간 경사지게 (경사각 30도 내외) 설치하는 것이 유지, 관리 및 이용효율 측면에서 더 바람직하다.

거름망 상단부위에 착유 세정수를 유입시키면 물은 체를 통과하고 찌꺼기는 거름망의 하단부 쪽에 더 많이 모이게 된다, 찌꺼기는 평삽을 사용하여 주기적으로 제거해 준다.

체의 눈이 찌꺼기에 의해 막히지 않도록 유지하기 위해서는 찌꺼기가 젖은 상태에서 물로 세척해주거나 아니면 찌꺼기가 마른 상태에서 거친 빗자루로 털어주면 된다.

착유실과 유량 조정조 사이에 설치하는 거름망의 눈 크기는 1~2 mm 내외로 하고 유량 조정조와 생물 반응조 사이에 설치하는 거름망의 눈 크기는 1 mm 내외로 한다.

#### ■ 거름망의 유지, 관리 방법

- 거름망은 수평으로 설치하기 보다는 약간 경사지게 설치함.
- 거름망 상단부위에 착유 세정수를 유입시켜서 물은 체를 통과하고 찌꺼기는 거름망의 하단부 쪽에 더 많이 모이게 함.
- 찌꺼기는 평삽을 사용하여 주기적으로 제거해 줌.
- 평삽을 사용하여 찌꺼기를 제거한 다음 남은 잔류물은 찌꺼기가 젖은 상태에서 물로 세척해주거나 아니면 찌꺼기가 마른상태에서 거친 빗자루로 털어줌.

### 3.2.1.3. 세정수 pH 유지, 관리방법

착유배관이나 원유저장조를 세척할 때 세척보조제를 사용하는 관계로 착유 세정수를 정화처리 시설에 유입시키기 전에 pH를 조정하도록 한다.

생물 반응조에 유입되는 착유 세정수의 pH는 6~8 사이를 유지하여야 정상적인 정화처리 효율이 유지될 수 있다. 또한 정상적으로 잘 운영되던 생물반응조도 유입수의 pH가 산성이나 알칼리성인 경우에는 그 효율이 급격하게 낮아지므로 유입수의 pH를 적정하게 유지하는 것이 필수적이다. 낙농가에서 pH 조절이 안 된다면 “착유 세정수 정화처리는 무척 어려운 작업이다” 라고 느끼게 될 것이다.

반면에 pH 조절이 잘 이루어지는 낙농가는 정화처리의 여러 중요 요소 중 한 단계를 가볍게 넘어선 것으로 볼 수 있다.

낙농가 수준에서의 pH 측정은 일반적으로 널리 사용되는 리트머스 시험지와 같은

간이방법을 사용할 수 있다. 휴대용 pH 측정기를 사용하면 더 정확한 결과를 쉽게 얻을 수 있지만 수십만원에 달하는 측정기 구매비용이 문제가 된다.

pH 측정은 현장에서 즉시 측정하는 것이 원칙이다. 따라서 시료를 채취하여 분석기관에 의뢰하고자 하는 경우에는 시료를 채취한 후 냉장상태로 최단시간 내에 분석기관에 도착하여 즉시 측정을 하여야 한다.

낙농가의 착유 세정수 pH 측정 결과가 산성인지 아니면 알칼리성인지에 따라 중화용 약품을 결정하여야 한다.

pH가 산성으로 판명되었을 경우에는 수산화나트륨과 같은 알칼리성 용액을 첨가하여 중화시켜야 한다. 반대로 착유 세정수 pH가 알칼리성일 경우에는 황산이나 염산용액과 같은 산성용액을 첨가하여 중화하도록 한다.

진한 산이나 진한 알칼리 용액은 취급하기가 어렵고 위험하므로 희석된 상태의 묽은 산이나 알칼리 용액을 사용하여야 한다.

중화는 빠르게 이루어지지만 그러기 위해서는 세정수를 잘 저어서 혼합이 될 수 있도록 하여야 한다. 따라서 중화조에는 선풍기 날개와 같이 생긴 교반 장치를 설치하도록 한다.

중화용 약품 투입량은 세정수의 pH와 세정수의 양에 의해 결정된다. 만약 낙농가에서 매일 발생하는 세정수의 양과 pH가 거의 비슷하다면 매일 주입해야 하는 약품투입량도 일정하게 된다.

따라서 낙농가는 자신이 발생시키는 세정수의 특성을 알고 있다면 투입해야 할 약품의 양도 경험적으로 알 수 있게 된다.

그러나 정확한 중화 결과를 얻기 위해서는 리트머스 시험지나 휴대용 pH 측정기를 사용하는 것이 좋다.

〈그림 3.23〉은 시중에서 쉽게 구해 사용할 수 있는 리트머스 시험지이다.



〈그림 3.23〉 리트머스 시험지와 pH 측정 결과

세정수에 시험지를 담그면 세정수의 pH 수준에 따라 〈그림 3.23〉의 오른쪽처럼 리트머스 시험지의 색깔이 변한다. 이 색깔을 리트머스 시험지 곁에 인쇄된 색과 대조하여 pH 수준을 판단할 수 있다.

#### ■ 세정수 pH 유지, 관리방법.

- 낙농가 수준에서의 pH 측정은 일반적으로 널리 사용되는 리트머스 시험지 측정법과 같은 간이방법을 사용할 수 있음.
- pH 측정은 현장에서 즉시 측정하는 것이 원칙임.
- 중화용 약품 투입량은 세정수의 pH와 세정수의 양에 의해 결정되므로 낙농가에서 매일 발생하는 세정수의 양과 pH가 거의 비슷하다면 매일 주입해야 하는 약품투입량도 일정하게 됨.  
- 따라서 낙농가가 자기농장에서 발생하는 세정수의 특성을 알고 있다면 투입해야 할 약품의 양도 경험적으로 알 수 있게 됨.

#### 3.2.1.4. 유량 조정조 유지, 관리 방법

유량 조정조에 유입된 세정수는 낙농가가 운영하는 생물 반응조 폭기조의 처리유량에 맞춰 일정한 유량을 생물 반응조로 유입시켜야 한다.

유량 조정조에서 생물 반응조로 유입시키는 세정수의 양은 착유실에서 배출하는 세정수 중의 오염성 물질 (BOD 등)의 농도가 일정하면 일정한 유량으로 고정해도 되지만 오염 물질의 농도가 낮아졌거나 높아졌다면 생물 반응조에서 수용할 수 있는 오염부하량에 맞춰야 하므로 유입량을 늘이거나 줄여야 한다.

$$\text{오염 부하량} = \text{유입수량} \times \text{유입수 중의 오염성 물질 농도}$$

유량 조정조는 후단에 이어지는 생물 반응조의 안정적 운영을 위해서 필요한 시설이다. 따라서 착유실에서 배출되는 세정수를 저장하였다가 24시간 균등 배분하여 생물 반응조로 유입시키도록 한다.

유량 조정조를 반 지하식으로 설치한 경우에는 흙이나 돌 등이 유량 조정조로 들어가지 않도록 유지, 관리하도록 한다.

착유실에서 배출되는 착유 세정수를 1차로 저장하면서 생물 반응조에서 처리하여 24시간 동안 같은 양의 착유세정수가 생물 반응조로 일정하게 이송하여 주도록 한다.

■ 유량 조정조 유지, 관리방법

- 유량 조정조 바닥에 침전물이 형성되지 않도록 교반하여 주거나 순환펌프를 사용하여 잘 혼합해 줌.
- 가능하다면 유량 조정조를 생물 반응조보다 높은 위치에 설치하고 밸브를 열어 자연 흐름식 착유 세정수를 이송함. 이때 밸브 설치부분은 유량 조정조의 2/3 지점 높이 근처로 하는 것이 밸브 막힘이나 찌꺼기 유입현상을 방지하는데 유리함.
- 유량 조정조에서 펌프를 이용해서 이송하고, 펌프는 고장을 대비해 여분을 준비하거나 수리 대책을 수립함.
- 외부로부터 유량 조정조에 흙이나 돌 등의 이물질이 유입되지 않도록 관리함.
- 교반용 모터나 수중모터와 같은 교반장치를 설치하여 유량 조정조 바닥에 침전물이 형성되지 않도록 함.

### 3.2.1.5. 생물 반응조 유지, 관리 방법

활성오니법 (活性汚泥法)이란 영어 Activated(활성) Sludge(침전물) Process (공정)를 한자로 표현한 것이다. 활성오니법은 처리대상 오염물 유입 → 생물 반응조 내의 미생물에 의한 오염물 감소 → 미생물과 오염성 물질의 침전 (가라앉음) → 상층부 물을 방류하는 순으로 요약 할 수 있다.

■ 착유 세정수 활성오니법의 주요 반응순서는 아래 표와 같다.

1. 착유 세정수 유입
2. 물리, 화학적 반응(중화, 교반, 여과 등)
3. 생물 반응조 내의 미생물에 의한 오염물 감소
4. 미생물과 오염성 물질의 침전 (가라앉음)
5. 상층부 물은 침전조로 이송

활성오니법의 생물 반응조에서는 정화관련 미생물이 오염성 물질을 산화, 분해, 섭취하면서 이산화탄소와 암모니아, 물 등을 비롯한 여러 가지 물질을 생성시키면서 미생물 자체도 증식, 성장한 뒤에 오염물질과 함께 가라앉아서 슬러지(침전물) 형태로 배출되고 상층부의 정화된 물은 방류하는 것이다.

생물 반응조 내에서는 정화관련 박테리아가 주된 역할을 하지만 원생동물이나 확대경으로 쉽게 관찰할 수 있는 윤충류 등도 존재 할 수 있다. 호기성 생물 반응조 (폭기조)를 운영함에 있어 중요한 요소는 산소, 온도, pH, 영양소 공급이고 이 조건들에 따라 생물 반응조의 운전조건이 결정되어진다. 생물 반응조 내의 정화관련 미생물은 공기 중의 산소를 이용하여 호흡을 하면서 유기물을 자신의 체조직으로 합성하는 동화작용을 하는 특성을 가진다. 따라서 생물 반응조 내에 공기를 불어 넣어주는 것이 필수요소이다.

공기 주입량은 호기성 생물반응조 (폭기조) 내의 세정수에 함유된 산소의 농도 (용존산소 농도= DO 농도)가 최저 0.5~2.0 mg/L 정도가 되어야 한다. 용존산소 농도가 0.5 mg/L 보다 낮으면 정화처리가 잘 이루어지지 않게 되고, 반대로 2.0 mg/L 보다 높으면 침전이 잘 이루어지지 않고 미생물의 자기산화 현상이 발생할 수 있다. 또한 불필요한 전력의 낭비가 발생한다.



### 가. 생물 반응조 형태별 관리 방법

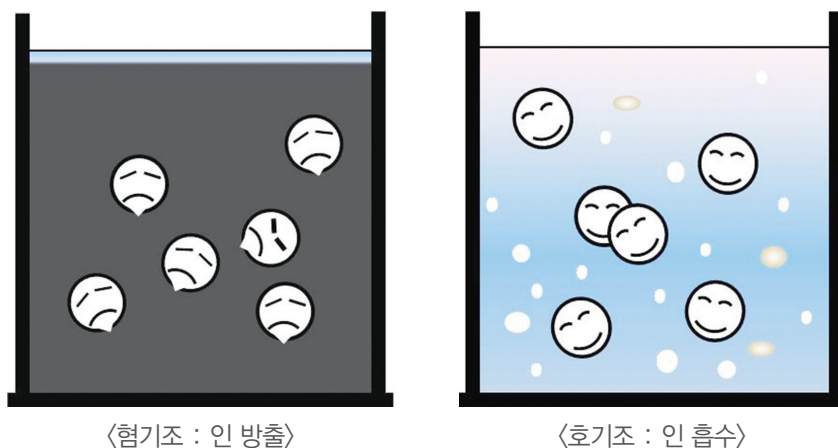
생물 반응조는 혐기반응조, 무산소 반응조, 호기 반응조로 구분할 수 있다. 외부공기와 완전 차단된 밀폐된 상태로 반응시키는 시설은 혐기성 반응조라 하고, 유량 조정조에서 이송되어진 세정수를 비폭기 상태로 유지시키는 반응조는 무산소 반응조로 구분할 수 있다. 각 시설의 관리 방법은 다음과 같다.

#### ■ 혐기성 반응조와 무산소 반응조

- 별도의 특이적인 관리 사항은 없고 필요 시 교반용 프로펠러 장치나 순환펌프 등으로 교반을 해줌.
- 정체된 부분의 배관이 막히지 않도록 관리해야 함.
- 유기물에서 발생된 가스압이 과다하게 높아지지 않도록 하고 필요 시 가스 배출작업을 해야 함.
- 가스 배출작업 시 작업자의 호흡기를 통해 배출가스를 흡입하지 않도록 유의

혐기조는 처리 대상물 중의 인을 감소시키는 목적으로 설치된다.

혐기조에서 인 제거에 관련되는 미생물들은 체내에 있는 인을 분해하여 얻은 에너지를 사용하여 처리 대상물중의 유기물을 섭취하면서 분해된 인을 처리대상액 중에 방출한 뒤 호기적 조건이 되면 방출했던 인보다 훨씬 더 많은 인을 섭취함으로써 처리대상액 중의 인을 제거한다.



〈그림 3.24〉 생물학적 인 제거

낙농가에서 운영하는 생물 반응조는 호기적 반응조인 경우가 많다. 호기 반응조의 운전조건은 활성오니 시설 유형에 따라 다르지만 일반적인 표준 활성 슬러지법을 기준으로 하여 반응조를 운영할 때의 반응조 관리방법은 다음과 같다.

#### ■ 호기적 반응조 관리 방법

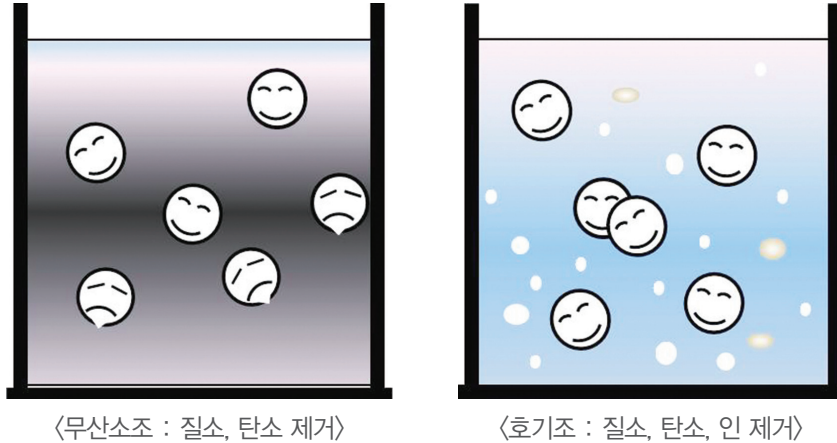
- pH를 6~8 정도로 유지할 것
- 온도를 20~35°C 정도로 유지할 것
- BOD : N : P의 비율은 100 : 5 : 1 정도로 유지할 것
- 독성물질이 유입되지 않도록 할 것
- 슬러지의 침전성이 좋게 할 것

호기적 반응조는 생물 반응조의 주요소이고 대부분의 오염물 제거가 호기 반응조에서 이루어진다.

이 반응조의 주요 공정은 유입된 세정수에 공기를 불어넣어 호기성 정화 미생물의 작용에 의해 유기물을 산화, 분해하면서 미생물 자체도 증식하는 과정에서 오염성 물질을 제거하는 것이다.

이 미생물은 이후 다음 단계인 침전조로 이송되어 작은 덩어리(플록)를 형성하여 부유물질과 함께 바닥에 가라앉은 후 침전 슬러지 형태로 외부로 배출되어진다. 바닥에 가라앉은 슬러지는 폐기처분 되지만 그중 일부는 폭기조로 되돌려 보내져 미생물 공급원이나 영양소원으로 사용될 수 있다.

정화처리 시설에서의 생물 반응조의 주요 구성은 호기 반응조이다. 호기 반응조는 공기 이송용 펌프에 의해 반응조 내로 공기가 공급되어지기 때문에 미생물이 이용할 수 있는 산소가 처리대상 폐수 속에 녹아있다. 따라서 호기 반응조에서는 질소와 인 그리고 탄소성 물질과 무기성분 등이 미생물에 의해 활발하게 흡수, 산화, 분해되어진다.



〈그림 3.25〉 생물 반응조 역할

공기를 불어 넣어주지 않는 무산소 반응조에서는 폐수 중의 질소가 가스상태로 변화되어 공기 중으로 날아감으로써 처리대상 폐수 속의 질소가 감소하게 된다. 이 과정에서 질소를 가스로 날려 보내는 미생물이 폐수 중의 유기물을 소비하게 된다.

#### 나. 생물 반응조 온도 관리 방법

정화관련 미생물도 생물이기 때문에 반응조 내부의 온도조건에 영향을 받는다. 적정온도는 약 20~35℃ 이므로 이 온도대가 유지될 수 있도록 정화시설을 유지, 관리하도록 한다. 특히 외기 온도가 낮아지는 겨울철에는 정화시설의 온도가 내려가지 않도록 보온대책을 철저히 세워야 한다.

겨울철이 되면 유입되는 세정수의 온도도 낮아지기 때문에 생물 반응조의 온도를 떨어뜨릴 수 있다. 따라서 겨울철에는 유입수의 온도가 낮아지지 않도록 주의하고, 생물 반응조에 투입하는 유입수량도 여러 차례에 나눠서 고르게 들어가도록 한다.

온도가 낮은 시기에는 배관이 얼어서 터질 우려가 있기 때문에 배관을 보온재로 감싸서 동파가 발생하지 않도록 유지, 관리하여야 한다.

생물 반응조의 온도가 10℃ 이하로 내려가면 정화효율을 거의 기대할 수 없으므로 생물 반응조를 보온할 수 있는 단열재로 냉기를 막아주도록 하고 가능하면 보온이 되는 구조물을 지어 생물 반응조를 보온하도록 한다.

〈그림 3.26〉은 생물 반응조를 보온하여 운영하고 있는 농가의 시설이다



〈그림 3.26〉 생물 반응조 보온시설

#### 다. 생물 반응조 공기공급 관리 방법

낙농가가 자신의 정화처리 시설에 설치된 폭기조에 공급하여야 할 산소량을 정확하게 계산해내기 위한 과정은 다음과 같다.

##### ■ 공기 공급량 설정 방법

- 일정량의 세정수에서 감소되는 BOD 량(kg/1일) 측정 값 ————— ①
- BOD 제거량중 산화분해되는 비율인 계수 0.35~0.55 ————— ②
- 슬러지 자기 산화계수 0.05~0.20 ————— ③
- 폭기조내 활성오니량 {폭기조 용량×폭기조내 MLSS(kg/m<sup>3</sup>) 농도} ————— ④
- 폭기조에서 필요로 하는 산소량(kg/ 1일) = (① × ②) + (③ × ④)
- 위와 같이 필요산소량이 결정되면 산소용해율과 공기 중의 산소량을 고려하여 공기 공급량을 설정함.
  - 일반적 상황에서 산소 1kg 필요를 충족할 수 있는 공기의 부피는 대략 4.2 m<sup>3</sup> 정도에 해당하는 것으로 보고 산소 용해율(5% 정도로 가정함)을 높이는 방향으로 관리하는 것이 필요함.

■ 공기 공급량 산출(예)

- 공기 공급량 산출의 예 = 산출된 필요 산소량 X 4.2 X 20
- 4.2 = 산소 1 kg에 해당하는 공기 부피 (일반 조건으로 가정한 수치)
- 20 = 산소 용해율 5% 를 적용한 계수 (일반 조건으로 가정한 수치)
- ※ 위의 식에서 적용한 4.2와 20은 예를 들어 가정한 수치이므로 현장 상황에 따라 달라질 수 있음.

용존 산소농도는 계측기나 화학분석법에 준하여 측정하기 때문에 낙농가가 알기 어려운 항목이다. 따라서 농가가 자신의 정화처리 시설의 현상을 근거로 하여 운영 상태를 파악할 수 있어야 하고, 보다 정밀한 진단은 전문가의 조언을 구하도록 한다.

1) 폭기조 내 산기기 관리 방법

산기장치는 호기 반응조 내의 미생물에게 산소를 공급하여 주는 중요장치이다. 따라서 정화처리 시설을 잘 운영하고자 하면 산기장치 관리에 주의를 기울여야 한다.

■ 산기장치 점검사항

- 산기장치와 배관이 파손된 곳이 있는가.
- 공기공급 모터와 공기펌프는 정상적으로 가동되는가.
- 폭기조 수표면에 공기방울이 전체적으로 고르게 올라오는가.
- 필터나 배관이 먼지 등으로 막힐 우려는 없는가.
- 전기 배선 등이 벗겨지거나 합선 우려는 없는가.

## 2) 폭기조 관리 방법

폭기조 내에서 처리되고 있는 세정수의 상태는 폭기조의 운영상태를 알 수 있는 중요 요소이다. 폭기조의 상태를 보고 정화처리 시설의 현황을 파악 할 수 있는 사항은 다음과 같다.

### ■ 폭기조 상태가 좋을 때

- 폭기조에서 나는 냄새가 덜함.
- 폭기조 표면에 거품이 많이 생기지 않음.
- 폭기액 색깔이 갈색에 가까움.
- 폭기액을 떠서 방치하면 미세한 덩어리들이 가라앉음.

### ■ 폭기조 상태가 나쁠 때

- pH가 6~8 사이를 벗어남.
- 폭기 액 색깔이 흑색이나 흑회색임.
- 수온이 20~35℃ 사이를 벗어남.
- 흰 거품이 많이 생기고 잘 없어지지 않음.
- 악취가 남.
- 폭기조 표면에 공기방울이 부분적으로 올라오지 않음.

낙농가는 이상의 현상을 근거로 하여 자기목장 폭기조의 상태를 파악하고 필요한 조치를 취하도록 한다.

유의 할 사항은 위에 제시된 사항은 일반적인 상태에 대한 사항이므로 정화처리 시설에 중대한 문제가 발생하였을 경우에는 전문가의 정확한 진단을 받아 운영 상태를 개선하도록 한다.

### 3.2.1.6. 기타 사항 유지 관리 방법

착유 세정수 정화처리 시설을 포함한 각각의 정화처리 시설은 지속적인 관리를 해주어야 정상적인 기능을 제대로 발휘할 수 있다. 따라서 주요 시설뿐만 아니라 기타 관련 요소에 대한 관리도 중요하다.

#### 가. 세정수 관리 방법

낙농가가 운영하는 정화처리 시설은 거의 대부분이 착유 세정수를 처리하는 목적으로 운용되어진다. 그러므로 처리 대상인 착유 세정수 관리가 잘 되어야만 낙농가의 정화처리 시설의 효율이 높아질 수 있다.

세정수는 일반적인 가축분뇨에 비해서 오염물 농도는 낮은 반면에 pH 수준이 정화시설의 적정 pH 범위인 6~8 사이를 벗어나는 경우가 발생한다.

이는 착유실의 착유라인이나 원유저장 탱크 세척과정에서 발생하는 세정수 때문이다.

낙농가들이 정화처리를 어렵게 여기는 이유도 바로 pH 수준이 맞지 않기 때문인데 실제로 정화처리 대상 폐수의 pH가 적정범위를 벗어나게 되면 정화 미생물의 활력이 크게 위축되어 정상적인 정화처리 효율을 발휘할 수가 없다.

따라서 착유 세정수 정화처리를 잘하기 위한 첫 번째 발걸음은 세정수 관리에서부터 시작된다. 착유 세정수를 잘 관리하기 위한 요소는 아래의 내용과 같다.

#### 1) 착유실에서의 청결 관리

정화처리는 처리해야 할 유기물량이 많을수록 정화에 소요되는 시간이 오래 걸리고 정화처리 시설의 규모도 커져야 한다.

그러므로 착유단계에서 분뇨나 우유 또는 깔짚, 흙 등이 정화시설로 유입되지 않도록 착유실로 들어오는 젖소의 축체나 착유자의 신발 등의 청결 상태를 깨끗이 하여 정화처리 시설에 불필요한 오염물이 유입되지 않게 한다.

## 2) 세척제 관리

착유라인이나 원유 저장조 청소는 위생상 세척이 필수적으로 요구되므로 세척제의 사용이 불가피하지만 따라서 위생상 문제가 없을 정도의 적정량을 사용하는 것이 중요하다.

반면에 착유실 바닥 청소를 할 때에는 세제 등의 사용을 최대한 억제하고 물만을 이용하여 세척하고 착유실 환기를 잘 시켜서 청결한 상태를 유지 하도록 한다.

## 3) 약품 관리

소독제는 정화시설의 미생물에 나쁜 영향을 미치므로 소독제 등이 세정수와 혼합되어 정화처리 시설에 유입되지 않도록 주의하여야 한다. 축사 소독제 등을 사용하였을 때 남은 소독제를 정화시설로 유입시키지 않도록 한다.

## 4) 미생물 제제 관리

미생물은 공생을 하는 경우도 있지만 대부분은 영양소 획득이나 생존, 번식을 위한 경쟁을 한다.

따라서 미생물 제제를 정화시설에 주입하면 생물 반응조의 안정된 상태를 깨트려서 정화조 효율을 떨어뜨릴 우려가 있으므로 착유 세정수에 무작위로 미생물 제제가 유입되지 않도록 한다.

또한 생물 반응조의 안정을 해칠 수 있는 미생물 제제를 생물 반응조에 주입하지 않도록 한다.

## 5) pH 관리

착유 세정수의 pH 조정은 매일 단위로 해야 하고 정화처리 효율이 미치는 영향이 매우 크기 때문에 착유 세정수 관리 차원에서 핵심적 요소이다.

낙농가가 정화처리를 어려워하는 중요한 이유 중의 하나가 바로 착유 세정수의 pH 조정이 제대로 되지 못한데 기인한다.



pH 조정은 어렵지 않은 작업이기 때문에 본 책자에 서술된 pH 조정조 유지 방법을 참조하여 적정 범위의 pH 수준을 가진 착유 세정수가 정화처리 시설에 유입되도록 조치한다.

pH 조정조 내에서는 침전이 일어나지 않도록 하고 pH 조정조 내에 pH 측정기를 장치하여 자동으로 pH를 조절하는 경우에는 pH 측정기의 전극에 부유물이 부착되어 감도가 저하되지 않도록 주기적으로 점검, 관리 한다.

### 나. 침전조 관리 방법

최종 침전조는 방류수의 부유물질 농도에 관계되는 시설이며 최종 침전조가 잘 운영되지 못하면 정화처리 효율을 나쁘게 만드는 요인이 된다.

■ 침전조의 관리상 유의점은 다음 사항과 같다.

- 침전조 내의 세정수를 채취하여 침전상태를 확인함.
- 고온기에는 수온이 상승하지 않도록 하고 반대로 저온기에는 결빙이 생기지 않도록 관리함.
- 야외에 설치되어 있을 경우 눈, 비가 들이치지 않도록 해야 함.
- 강한 바람이나 진동으로 인해 수면에 교란이 일어나지 않도록 함.
- 충분한 침전시간을 유지하도록 함.
- 침전 슬러지 배출을 주기적으로 해서 바닥에 침전물이 과도하게 형성되지 않도록 함.
- 침전조 하부에서 거품이 올라오거나 슬러지가 상승하는 현상이 발생하면 신속하게 침전 슬러지 배출작업을 함.

### 다. 활성탄 여과시설 관리 방법

활성탄 여과 시설은 침전조의 세정수 배출 상태가 좋지 않을 때 후단처리공정으로 사용할 수 있는 시설이다. 활성탄 여과조는 부유물질 뿐만 아니라 유기물, 색도, 염류, 냄새 등 여러 가지 항목의 농도를 동시에 감소시키는 역할을 한다.

그러나 관리상태가 나쁘거나 활성탄의 수명이 다 된 경우에는 처리효과가 급감하며 때로는 오히려 활성탄 여과조로부터 오염물이 배출되는 경우도 있을 수 있으므로 주의 깊은 관리가 필요하다.

## ■ 활성탄 여과조 관리 방법

- 활성탄 여과시설이 수평상태를 유지하고 있는가.
- 활성탄 여과조 전 면적에 고르게 여과작용이 일어나고 있는가.
- 여과단 상부에 물이 고이고 잘 빠져나가지 않는 현상이 있는가.
- 여과조에서 냄새가 심하게 나지 않는가.
- 여과수의 상태가 좋은가.

이상의 상태를 종합적으로 판단하여 여과조의 상태가 좋지 않으면 활성탄 여과조를 비우고 새 활성탄으로 갈아 넣은 다음 상기 사항을 점검하도록 한다.

〈표 3.5〉는 정화시설 효율 증대를 위한 적정 관리조건을 나타낸 것이다.

〈표 3.5〉 정상운영(미생물활성)을 위한 관리조건

구분	관 리 조 건
영양소	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미생물은 C,H,O,N,P,S 그리고 기타 무기물 (Ca, Mg, K, Na 등)로 구성되므로 이와 같은 물질이 적정량 존재하여야 함.</li> <li>- 일반적인 포기조 유입수의 BOD : N : P 비율은 100 : 5 : 1 이 최적임.</li> </ul>
D.O	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 용존산소(DO)는 미생물의 호흡과 유기물의 산화에 필요함.</li> <li>- 활성슬러지법의 통상 DO 수준은 0.5 ~ 2.0 mg/L 범위에서 운전함.</li> </ul>
온도	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 적정온도는 20~35℃가 알맞고 10℃이하 35℃이상 시 효율이 저하됨.</li> </ul>
pH	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대체로 pH 6~8에서 가장 효율적임.</li> </ul>
MLSS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 적당한 MLSS를 유지하기 위해서는 반송슬러지 농도와 잉여슬러지 양을 잘 조정(1,500~2,000 mg/L 정도)</li> </ul>
폭기조 색상	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미생물 상태가 양호한 상태는 대개 갈색(밤색).</li> <li>- 세정수가 흑색을 띠고 악취가 나면 용존산소(DO)가 부족한 상태임.</li> <li>- 세정수가 백색을 띠면 사상균(곰팡이 종류)이 발생된 상황임. 이럴 경우에는 공기공급량을 늘려서 DO가 2 mg/L 수준이 되게 함.</li> </ul>

### 3.2.1.7. 정화처리 시설 주요 문제발생과 해결 방안

낙농가가 정화처리 시설의 폭기조 운영 상태를 보고 취할 조치사항에 대해 <표 3.6 ~ 표 3.9>에 정리하였다. 유의할 사항은 표에 나타난 사항은 일반적인 상태에 대한 조치사항이므로 정화처리 시설에 문제가 발생하였을 경우에는 전문가의 정확한 진단을 받아 운영 상태를 개선하도록 한다.

<표 3.6> 공기공급시설(블로워)의 가동 상태 관련 운영관리 방법

현상	원인	조치 방법
- 폭기조 내의 슬러리가 검은색을 띠	- 공기량이 부족함 - 원수 투입량이 많음	- 송풍기(블로워) 가동 정도를 높임 - 원수 투입량을 줄임
- 슬러리 표면에 얇은 하얀 막 형태의 물질이 형성됨	- 공기량이 부족한 상태가 길게 지속됨	- 송풍기(블로워) 가동 정도를 높임
- 냄새가 많이 남	- 공기량이 부족함 - 원수 투입량이 많음	- 송풍기(블로워) 가동 정도를 높임 - 원수 투입량을 줄임

〈표 3.7〉 폭기액 특성에 의한 폭기조 운영, 관리 기준

가동 상태	현상	원인	조치방법
비 폭 기 시	- 미세한 기포가 많이 올라옴	- 침전층 형성 - 공기량 부족	- 침전물 형성이 진행됨 - 송풍량(블로워 가동)을 늘림
	- 동전보다 약간 작은 기포가 여기 저기서 올라옴	- 침전층 형성 - 공기량 부족	- 침전물 형성이 진행됨 - 송풍량(블로워 가동)을 늘림
	- 비 주기적으로 커다란 기포가 용솨음 치 듯이 올라오고 굵은 입자성 물질이 사방으로 흩어짐	- 침전층 형성 - 공기량 부족	- 침전물이 두껍게 형성됨 - 송풍량(블로워 가동)을 늘림 - 폭기조 침전물 제거작업 검토
폭 기 시	- 폭기조 하단으로부터 검은색 부유물이 올라옴	- 공기량 부족 - 침전층 형성	- 송풍량(블로워 가동)을 늘림 - 침전물 제거작업
	- 냄새가 많이 남	- 공기량 부족 - 슬러지 부패	- 송풍량(블로워 가동)을 늘림 - 원수 유입량을 줄임
	- 폭기조 가장자리 부분에 부유성 물질층이 형성됨 - 폭기조 가장자리 부분에 부유성 물질층이 형성됨	- 부유층이 검은색 이나 회색이면 공기량 부족 - 침전층 형성	- 송풍량(블로워 가동)을 늘림 - 원수 유입량을 줄임
		- 부유층이 갈색 이면 과도산화 - 침전층 형성	- 원수 유입량을 늘려도 됨
	- 슬러리가 걸쭉한 느낌이 듦	- 고형물 과다유입 - 침전 슬러지 부상	- 고형물 함량이 낮거나 고액분리한 슬러리를 장기간 동안 주입하여 함유되어 있는 고형물 농도를 낮춤 - 송풍량(블로워 가동)을 늘림
	- 부분적으로 큰 기포가 꿀렁꿀렁 올라옴(잠시 후에 검은색 찌꺼기가 따라 올라옴)	- 침전층 형성	- 과도한 침전물 형성 가능성이 있으므로 침전물 제거 검토 - 송풍량(블로워 가동)을 늘림
	- 표면으로의 기포상승이 안되는 부분이 있음	- 침전층 형성 - 산기관 막힘	- 침전물 형성이 많이 진행된 상태임 - 송풍량(블로워 가동)을 늘림 - 침전물 제거 수행

폭기시	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기포상승이 안되는 부분이 많고 폭기조 내 액체의 유동이 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 침전층 형성</li> <li>- 산기관 막힘</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 침전물이 두껍게 형성된 상태임</li> <li>- 침전물을 제거한 후 재 가동함</li> <li>- 산기관 수리, 교체 검토</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 폭기조를 넘쳐흐를 정도로 많은 거품이 발생함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 원수유입량 과다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 원수유입량 조절</li> <li>- 소포장치 가동</li> </ul>

〈표 3.8〉 폭기조 운영상 문제점 및 대책

현상	원인	조치방법
슬러지 팽화 (Sludge Bulking)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유기물 과부하.</li> <li>- 원수의 수질 변화 및 활성 저해물질 유입.</li> <li>- 영양소(N, P 등) 불균형.</li> <li>- DO 감소, MLSS 증가.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 초기 반송 슬러지에 염소, 오존, 과산화수소 등 살균제 투입.</li> <li>- MLSS 농도를 높여 F/M비를 낮게 (0.3이하) 운전.</li> <li>- SVI를 150 이하로 유지.</li> <li>- 공기공급량을 늘림</li> </ul>
슬러지 부상 (Sludge Rising)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과도한 탈질 현상으로 인한 질소 가스 및 이산화탄소 발생.</li> <li>- SVI가 높음.</li> <li>- 긴 슬러지 체류시간.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 반송 슬러지량 증가.</li> <li>- 슬러지 체류시간 감소.</li> </ul>
Floc 해체	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 질소, 인 등의 영양소 불균형.</li> <li>- DO 수준이 낮음.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 원수 유입량을 증가 및 필요 시 식종(Seeding)을 실시함.</li> </ul>
거품발생	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 흰색거품 : SRT가 너무 짧음.</li> <li>- 갈색거품 : SRT가 너무 김(과도산화).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 흰색 거품 발생시에는 SRT와 MLSS 농도 증가.</li> <li>- 갈색 거품 발생시에는 SRT와 MLSS 농도 감소</li> </ul>
활성슬러지의 미숙	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 원수 유입량 및 농도의 변이가 커 충격부하 발생.</li> <li>- 폭기조 유효용량 또는 DO농도 부족.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유입 원수량과 영양소 농도를 균등하게 유지함.</li> <li>- 폭기량을 늘리거나 폭기조 용량을 늘임</li> </ul>
Pin Floc 형성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SRT가 너무 김.</li> <li>- 미생물 활동저해 물질 유입</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SRT를 감소시킴.</li> <li>- 원수 유입 성상 점검</li> </ul>

〈표 3.9〉 산기설비 운영 관리

현상	원인	조치방법
- 부분적으로 큰 기포가 꿀렁꿀렁 올라옴	- 산기관이 깨지거나 산기구 막이 찢어짐	- 문제된 산기관이나 산기구 교체
- 송풍모터 소리가 평소보다 큼	- 산기관 막힘 - 산기구 막힘 - 침전층 형성	- 산기구, 산기관 수리
- 송풍모터는 이상없고 슬러지 침전현상이 없는데 폭기조 기포상승이 약함	- 배관이 중간에 깨졌거나 새는 곳이 있음 - 산기구 막힘 - 침전층 형성	- 배관이나 산기구 수리 - 송풍량(블로워 가동)을 늘림

### 3.3. 정화처리 시설 운영 사례

낙농가들이 정화처리 시설의 운영에 대해 어려움을 느끼고 있다고 하지만 국내에서 정화처리 시설을 운영하고 있는 농가들이 이미 상당 수 있다. 정화처리 시설을 운영하고 있는 농가들은 착유 세정수 처리에 대해 나름대로의 대처 방안을 가지고 정화처리 시설을 효과적으로 운영하고 있으며 착유 세정수 처리로 인해 애로점을 느끼지 않는 경우도 있었다.

본 장에서는 국내 낙농가에 설치되어 운영되고 있는 착유 세정수 정화처리 시설의 형태와 운영 현황에 대해 소개함으로써 국내 낙농가들이 착유 세정수 정화처리 시설을 새로이 설치하거나 기존의 시설을 운영하는데 참고자료로 활용할 수 있도록 하였다.

#### 3.3.1. 농가형 착유 세정수 정화처리 시설 사례 I

이 농가의 정화처리 시설은 규모는 1일 1톤 규모이지만 정화처리의 기본적인 필요시설을 구비하고 운영하는 농가이다.

- 목장 위치 : 경기도 화성군
- 착유 세정수 발생량 : 1일 1톤
- 정화처리 방법 : 활성오니법

- 사례 I 농가는 사육두수 50두 규모의 농가로서 착유 세정수 정화처리 시설의 운영 및 관리를 목장주가 스스로 하고 있다.
- 시설 설치는 2015년에 하였고 지금도 처리효율 향상을 위한 시설 개선에 투자를 하고 있다.

- 이 농장의 정화처리 시설 처리공정은 <그림 3.27>과 같다.



<그림 3.27> 정화처리 시설 처리공정

- 정화처리 시설을 자신의 목장 부지 경계 내에 설치하였으며 정화처리 시설을 통해 배출된 최종 처리수는 방류하든지 아니면 자신의 농장 내에서 재활용할 수도 있는 처리형태를 갖추고 있다.
- 농가가 설치한 정화처리 시설의 유형은 비록 규모는 작다고 할지라도 전형적인 활성오니 처리시설 형태를 갖춘 시설이다.
- 이 농가가 정화처리 시설을 운영하는 기본 원칙은 다음과 같다.

- 착유실 관리를 철저히 한다.
- 정화처리를 잘하기 위해서 세정수의 pH 조정을 정확히 한다.
- 보유하고 있는 정화처리 시설의 한계를 초과하여 운용하지 않는다.
- 활성탄 여과를 하여 방류수 수질을 더 향상시킨다.



이 농가가 운영하는 시설의 공정을 요약하면 <그림 3.28 ~ 3.31>과 같다.



<착유실>

<착유실 거름망>

<그림 3.28> 착유실 및 착유실 내 거름망

가. 착유실을 청결하게 유지하고 물 사용량을 줄인다.  
 나. 착유실에서 발생하는 이물질은 철저히 걸러낸다.



<저류조 2차 거름망>

<유량 조정조>

<그림 3.29> 저류조 2차 거름망 및 유량 조정조

다. 저류조에서 2차 걸름 작업을 실시하여 부유물질 양을 줄인 다음 여과된 세정수를 유량조정조로 유입시킨다.  
 라. 유량 조정조에서 일정량씩 생물 반응조(폭기조)로 유입시킨다.

- 시간당 폭기조 유입수량 결정의 예 : 폭기조의 전체 용량을 처리일수 (또는 체류일수)로 나눈 값 × 24 (시간/일) × 0.8 (여유용량을 고려한 값)



〈폭기조와 송기 장치〉



〈폭기조 내 담체〉

〈그림 3.30〉 폭기조와 송기장치, 폭기조 내 담체

마. 5톤 규모로 제작된 폭기조와 송기장치 모두 보온을 하여 운영한다.

바. 폭기조 내에는 담체(플라스틱 또는 실리콘 재질 등)를 설치하여 정화 효과를 높인다.



활성탄 여과조



방류수

〈그림 3.31〉 활성탄 여과조 및 최종 방류수

사. 사각형의 활성탄 여과조(가로 세로 각 1 m 내외, 깊이 80 cm 내외)의 상단부에 여과포(눈 크기 1 mm 내외)를 덮고 생물 반응조 유출수를 유입시킨다.

아. 활성탄 여과조를 통과시킨 후 방류한다.

- 이 낙농가의 세정수 정화처리 시설은 정화처리 시설의 규모만 늘린다면 대규모 낙농목장에도 적용이 가능할 것으로 판단된다.
- 또한 낙농가가 분뇨처리의 중요성에 대한 확신이 강하고 정화처리에 대한 이해도 깊어서 시설이 잘 운용되고 있다.

### 3.3.2. 농가형 착유 세정수 정화처리 시설 사례 Ⅱ

이 농가는 컨테이너 내부에 설치된 정화처리 시설을 운영하고 있으며 고도처리 방법으로 전기분해법을 적용하였다.

- 목장 위치 : 충청남도 세종시
- 착유 세정수 발생량 : 1일 1톤
- 정화처리 방법 : 여과-호기조-무산소조-전기분해 병합시스템

- 사례 Ⅱ 농가는 사육두수 50두 규모의 낙농가로서 착유 세정수 정화처리 시설의 운영 및 관리를 시설 설치업체에 위탁운영하고 있다.
- 시설 설치는 2015년에 하였고 현재 시설을 운영 중이다.
- 이 농장의 정화처리 시설 처리공정은 <그림 3.32>와 같다.



<그림 3.32> 정화처리 시설 처리공정

이 농가는 컨테이너 내부에 설치된 정화처리 시설을 운영하고 있으며 고도처리 방법으로 전기분해법을 적용하였다.

- 사례 Ⅱ 농가는 사육두수 50두 규모의 낙농가로서 착유 세정수 정화처리 시설의 운영 및 관리를 시설 설치업체에 위탁운영하고 있다.
- 시설 설치는 2015년에 하였고 현재 시설을 운영 중이다.
- 정화처리 시설은 컨테이너 안에 구성하고, 우사 인근에 컨테이너를 설치하여 운영하고 있었다.
- 컨테이너의 규격은 길이 6.5m, 넓이 2.2m, 높이 3m 크기이고 유량조정조는 컨테이너 외부에 별도로 설치되어 있다.
- 정화처리 시설에 세정수가 유입되면 먼저 중화, 여과 → 호기조 → 무산소조

→ 전기분해 → 여과의 순으로 정화처리가 진행된다.(공정별 용량은 농가 1일 처리수량에 따라 결정함)

- 이 형태의 정화처리 시설의 운영 현황은 <그림 3.33~그림 3.35>와 같다.



<정화조 컨테이너>

<중화조>

<그림 3.33> 정화조 컨테이너 및 중화조

가. 정화시설이 컨테이너 안에 설치되어 있다.

나. 컨테이너 안에 설치된 저류조 및 중화조의 모습을 나타낸 것이고 오른쪽의 흰색 원형은 여과조의 윗 모습이다.



<여과조>

<호기조>

<그림 3.34> 여과조 및 호기조

다. 여과조는 둥근 원형으로 되어있으며 여과조의 상단부위에 설치된 여과포가 여과작용의 중요 역할을 한다.

라. 호기조는 상단이 개방되어 있으며 용존산소 농도를 5 mg/L 수준으로 폭기 강도를 설정하여 운영하고 있다.



〈무산소조〉

〈전기분해조〉

〈그림 3.35〉 무산소조 및 전기분해조

마. 호기조에서 무산소조로 이송되는 처리단계를 거치는 생물반응조 시스템으로 구성되었다.

바. 무산소조에서 배출 되는 유출수는 무산소조 옆에 설치되어 있는 전기분해조로 유입되어 전기분해를 거친 후 방류된다.

- 이 시스템은 컨테이너 안에 설치할 수 있어서 외관이 깨끗하고 추위에 대비하기가 용이하다.
- 전기분해를 거치므로 방류수질이 좋지만 전기분해조의 처리용량이 1일 정화처리 수량을 결정하는 요소가 된다.
- 폭기조 내 용존산소 농도 5 mg/L 수준, MLSS(혼합액상 부유고형물)를 10,000 mg/L 수준으로 높게 유지하고 있어서 운전조건을 농가 상황에 따라 조절할 필요가 있다.

### 3.3.3. 농가형 착유 세정수 정화처리 시설 사례 Ⅲ

이 농가는 착유 세정수를 1차 저류조에 저장한 다음 일정 유량을 폭기조에 이송한 후, 폭기과정을 거친 처리수를 침전, 방류하는 방법을 적용하였다.

- 목장 위치 : 경기도 이천시
- 착유 세정수 발생량 : 1일 1톤
- 정화처리 방법 : 1차 저류조 - 호기조 1 - 호기조 2 - 침전조 - 방류

- 사례 Ⅲ 농가는 사육두수가 50두 미만인 농가에서도 적용할 수 있는 시설로서 비교적 간단한 구조를 가지고 있다.
- 정화처리 시설은 콘크리트 구조로 설치하였다.
- 1차 저류조와 폭기조가 모두 지하형으로 설치하는 형태의 시설이다.
- 이 농장의 정화처리 시설 처리공정은 <그림 3.36>과 같다.



<그림 3.36> 정화처리 시설 처리공정

- 이 형태의 정화처리 시설의 운영 현황은 <그림 3.37>, <그림 3.38>과 같다.



<1차 저류조>

<폭기조 외관>

<그림 3.37> 1차 저류조 및 폭기조 외관

가. 1차 저류조가 폭기조 전단에 설치되어 있으며 유량 조정조의 역할을 겸하는 구조로 되어있다.

나. 정화시설은 시멘트 구조로 이루어져 있으며 폭기조의 상단부는 지면보다 높게 설치되었다.



폭기조



송풍 장치

〈그림 3. 38〉 폭기조 및 송풍 장치

다. 폭기조의 바닥부에 산기장치를 설치하여 폭기를 실시하는 방식이다.

라. 송풍장치는 폭기조 상부에 설치되어 있으며 2기의 송풍펌프를 병렬로 운영하는 형태로 구성되었다.

- 이 시스템은 구조적으로 간단하며 50두 미만의 낙농가에서도 적용하는 구조로 되어있다.
- 정화시설이 지하에 설치되는 구조이므로 한랭기에 외기의 영향으로 덜 받는 효과가 있다.

이상의 세 가지 정화처리 시설의 특징을 요약하면 <표 3.10>과 같다.

<표 3.10> 정화처리 시설 운영 사례별 특징

운영 사례	특징	장점
- 사례 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 착유실 관리를 철저히 함.</li> <li>- 세정수의 pH 조절을 정확히 함.</li> <li>- 착유실과 저류조에서 2 단계로 걸름 작업을 실시한 세정수를 유량 조정조에 유입.</li> <li>- 폭기조 내에는 담체(플라스틱 재질 등)를 설치하여 정화효과를 높임.</li> <li>- 사각형의 활성탄 여과조(가로 세로 각 1 m 내외, 깊이 80 cm 내외)의 상단부에 여과포(눈 크기 1 mm 내외)를 덮고 여과함.</li> </ul>	<p>이 형태의 세정수 정화처리 시설은 규모만 늘린다면 대규모 낙농목장에도 적용이 가능함.</p>
- 사례 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 컨테이너 내부에 정화처리 시설을 설치, 운영하고 있으며 고도처리 방법으로 전기 분해법을 적용.</li> <li>- 여과조는 둥근 원형이며 여과조의 상단부위에 설치된 여과포가 여과작용을 함.</li> <li>- 폭기조는 상단이 개방되었으며 DO 농도를 5 mg/L, 수준으로 유지함.</li> <li>- 무산소조에서 배출 되는 유출수는 전기분해 정치로 유입되어 전기분해 후 방류함.</li> </ul>	<p>이 시스템은 컨테이너 안에 설치할 수 있어서 외관이 깨끗하고, 추위에 대비하기 용이하며, 처리수가 전기분해를 거치므로 방류수질이 좋음.</p>
- 사례 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 콘크리트 구조로 설치된 정화처리 시설이 모두 지하형이지만 폭기조의 상단부는 지면보다 높게 설치됨.</li> <li>- 폭기조의 바닥부에 산기장치를 설치하여 폭기를 실시하는 방식임.</li> <li>- 송풍장치는 폭기조 상부에 설치되었으며 2기의 송풍 펌프를 병렬로 운영함.</li> </ul>	<p>비교적 간단한 구조로 구성된 시설로서 사육두수가 50두 미만인 농가에서도 적용이 가능한 형태임.</p>



# 제 4장 착유 세정수 정화처리 관련 법령 및 제도



## 제 4장 착유 세정수 정화처리 관련 법령 및 제도

착유 세정수 정화처리와 방류수 배출기준은 가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률(환경부 2015)의 규정에 따라 관리된다.

### 4.1. 방류수 수질기준

최근 환경에 대한 관심이 고조되면서 방류수 수질기준이 강화되는 추세에 있어서 정화처리 시설을 설치, 운영하는 낙농가는 방류수 수질기준을 충족하기 위한 정화처리 수준을 유지하여야 한다. 방류수 수질기준은 1999년까지는 BOD와 SS(허가대상)만 수질기준으로 규정되었으나, 그 이후부터는 총질소와 총인기준까지 포함되었다. 그 변화 추이는 <표 4.1>에 나타난 바와 같다.

<표 4.1> 연도별 방류수 수질기준 변경 내역

구 분		년 도 별											
		'81년도		'87년도		'91년도		'93년도		'97년도		'99년도	
		일반 지역	상수원 지역	일반 지역	상수원 지역	일반 지역	상수원 지역	일반 지역	특정 지역	일반 지역	특정 지역	일반 지역	특정 지역
허가 대상	BOD	150	50	150	50	150	50	150	50	150	50	150	50
	SS	150	50	150	50	150	50	150	50	150	50	150	50
	T-N												260
	T-P												50
신고 대상	BOD			2,000	-	1,500	-	500	350	350	150	350	150
	SS							500	350	350	150		
간이 대상	BOD							1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500

\* 특정지역은 상수원보호구역 상수원 취수시설로부터 유한거리 4km이내 상류 지역 등

현재의 정화시설의 방류수수질기준(가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행규칙 제11조 제1항) <표 4.2>와 같다.

<표 4.2> 정화시설 방류수 수질기준

지역	구분 항목	허가대상배출시설을 설치한 자가 설치한 처리시설	신고대상배출시설을 설치한 자가 설치한 처리시설
		특정지역	생물화학적 산소요구량(mg/L)
	부유물질량(mg/L)	40 이하	120 이하
	총 질소(mg/L)	120 이하	250 이하
	총인(mg/L)	40 이하	100 이하
기타지역	생물화학적 산소요구량(mg/L)	120 이하	150 이하
	부유물질량(mg/L)	120 이하	150 이하
	총 질소(mg/L)	250 이하	400 이하
	총인(mg/L)	100 이하	100 이하

비고 : 1. 이 표에서 특정지역은 영 제12조제1호부터 제5호까지 및 제8호에 해당하는 지역 또는 구역으로 한다.

2. 기타지역이 특정구역으로 변경된 경우에는 변경 당시 그 지역에 설치된 처리시설에 대하여 그 변경일 부터 3년까지는 기타지역의 방류수수질기준을 적용한다.

\* 특정지역은 상수원보호구역 상수원 취수시설로부터 유한거리 4km이내 상류 지역 등

정화시설의 방류수 수질기준의 변화 내역은(가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행규칙 제11조 제1항) <표 4.3>과 같다

<표 4.3> 정화시설 방류수 수질기준 변화 내역

구분	특정지역			기타지역			
	현행 (2015.12.31까지)	2016.1.1~ 2018.12.31	2019. 1. 1 부터	현행 (2015.12.31까지)	2016.1.1~ 2018.12.31	2019. 1. 1 부터	
허가대상	BOD	50	40	좌동	150	120	좌동
	SS	50	40	좌동	150	120	좌동
	T-N	260	120	좌동	850	500	250
	T-P	50	40	좌동	200	100	좌동
신고대상	BOD	150	120	좌동	350	150	좌동
	SS	150	120	좌동	350	150	좌동
	T-N	850	500	250	-	600	400
	T-P	200	100	좌동	-	100	좌동

## 4.2. 규모별 허가 및 신고기준

정화처리 시설의 방류수 수질기준은 낙농가의 규모에 따라 신고규모와 허가규모로 구분되어 진다.

년도별 가축사육 허가 및 신고대상 기준변경내역은 <표 4.4>와 같다.

<표 4.4> 년도별 규제규모 변경내역(허가 및 신고규모)

구 분		'81년도	'87년도	'91년도	'93년도	'97년도	'99년도
		환경보전법	폐기물관리법	오분법	동법1차 개정	동법2차 개정	동법3차 개정
허가 대상	소·말	1,200㎡, 100두이상	좌동	1,200㎡	900㎡	900㎡ 젖소운동장 2,700㎡	좌동
	돼지	1,400㎡, 1000두이상 *특정구역은 1/2규모		1,400㎡ *좌동	1,000㎡ *특정지역은 1/2규모	1,000㎡이상 *특정지역은1/2규모	
신고 대상	소·말	-	1,200-700㎡	1,200-350㎡	900-350㎡이상	900-200㎡이상 젖소운동장2,700-600㎡	(소·말) 900-100㎡이상
	돼지 닭,양 오리		1,400-500㎡ 1,000㎡이상 *특별청소 구역은1/2	1,400-250㎡ 500㎡	1,000-250㎡이상 500㎡이상	1,000-140㎡이상 500㎡이상 *특정지역은 1/2규모	(젖소운동장) 2,700-300㎡ (돼지)1000-50㎡ (닭,양,오리) 500-150㎡이상
법규 제 미 만	소·말	-	-	-	350-120㎡이상	소,말:200-100㎡이상	(사슴) 500㎡
	돼지	-	-	-	250-70㎡이상	젖소운동장600-300㎡	*특정지역은
	닭·양	-	-	-	500-150㎡이상	돼지 : 140-50㎡이상	1/2규모
	오리 사슴	-	-	-	500-150㎡이상 *특정지역만해당	닭 : 500-150㎡이상 사슴 : 500㎡이상	

젓소사육 허가대상과 신고대상을 구분하는 현행 기준은 <표 4.5>와 같다.

<표 4.5> 허가대상과 신고대상 구분 기준

구분	구분 기준
허가 대상	축사 면적 900㎡ 이상 또는 운동장 면적 2,700㎡ 이상. 다만, 수질보전특별대책지역 등에서는 축사 면적 450㎡ 이상 또는 운동장 면적 1,350㎡ 이상으로 한다.
신고 대상	축사 면적 100㎡ 이상 900㎡ 미만 또는 운동장 면적 300㎡ 이상 2,700㎡ 미만. 다만, 수질보전특별대책지역 등에서는 축사 면적 100㎡ 이상 450㎡ 미만 또는 운동장 면적 300㎡ 이상 1,350㎡ 미만으로 한다.

- 비고 : 1. “수질보전특별대책지역 등”이란 제12조 제1호부터 제5호까지 및 제8호에 해당하는 지역 또는 구역을 말한다.
2. “운동장”이란 휴식이나 운동을 목적으로 소·젓소가 일시적으로 머무르는 곳을 말한다. 다만, 소·젓소가 운동장에서 1일 8시간 이상 상시적으로 머무르는 경우에는 이를 축사로 본다.
3. 동일 사업장에 같은 종류의 시설이 둘 이상 있는 경우에는 각 시설의 면적을 합산한 것을 해당 시설의 규모로 한다.
4. 동일 사업장에 다른 종류의 시설이 둘 이상 있는 경우에는 다음 계산식에 따라 산출한 수치의 합이 1 이상이면 허가대상 배출시설로 본다.

$$\frac{\text{제1 배출시설의 실제 면적}}{\text{해당 배출시설의 기준 면적}} + \frac{\text{제2 배출시설의 실제 면적}}{\text{해당 배출시설의 기준 면적}} + \dots$$

### 4.3. 정화처리 시설 설치 및 관리 기록

낙농가가 정화처리 시설을 설치하고 운영할 시에는 다음의 사항을 준수하여야 한다.

#### 가. 일반적인 기준(가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행규칙 제 10조 관련)

- 1) 구조물은 토압, 수압, 자체중량, 그 밖에 무게에 견딜 수 있는 구조이어야 하고 부식되거나 변형되지 아니하는 재료를 사용하여야 한다.
- 2) 처리시설의 천장, 바닥 및 벽은 물 또는 가축분뇨 등이 스며들거나 흘러나오지 아니하도록 방수재료로 만들거나 방수재를 사용하여야 한다.
- 3) 가축분뇨 및 생산된 퇴비·액비·가축분뇨 고체연료를 저장·보관할 때에는 가축분뇨 및 퇴비·액비·가축분뇨 고체연료가 빗물·지표수로 유출되지 아니하도록 비 가림 시설이나 유출 방지턱 등 필요한 설비를 설치하여야 하고, 가축사육과정 중 운동장을 설치하는 경우에는 가축분뇨가 밖으로 유출되지 않도록 가축분뇨 유출 방지턱 등 필요한 설비를 설치하여야 한다.
- 4) 가축분뇨를 용이하게 투입할 수 있는 구조로 설치하여야 하며, 점검, 보수 및 오니·스컴·찌꺼기의 청소를 쉽고 안전하게 할 수 있는 구조이어야 한다.
- 5) 펌프 등 기계류는 계속하여 가동될 수 있는 내구성이 있는 구조로 하되 소음과 진동을 방지할 수 있어야 한다.
- 6) 가축분뇨의 배관은 튼튼하고 내구력을 가진 구조이어야 하며, 처리과정 중 막힘, 역류 및 누수를 방지할 수 있는 구조이어야 한다.
- 7) 가스배출장치는 이물질이 유입되지 아니하고 발생가스가 충분히 배출될 수 있도록 설치하여야 한다.
- 8) 악취가 날 우려가 있는 부분은 밀폐하거나 악취를 방지할 수 있는 시설을 설치하여야 한다. 다만, 약품 등을 이용하여 악취를 제거할 수 있는 경우에는 그러하지 아니하다.
- 9) 가축분뇨의 유입량이 증감되어도 처리시설에는 일정량이 유입되어 처리기능에 지장을 주지 아니하는 구조로 설치하여야 한다(생물학적 처리방법, 물리·화학적 처리방법의 경우에만 해당한다).

## 나. 정화처리 시설 설치 기준

가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 제12조의 2 (처리시설의 설치기준 등)의 ③에는 “정화시설을 설치하는 자는 환경부령으로 정하는 바에 따라 가축분뇨를 분과 요로 분리·저장할 수 있는 시설을 설치하여야 한다. 다만, 분과 요를 분리·저장하지 아니하여도 제13조에 따른 방류수수질기준(이하 “방류수수질기준”이라 한다)을 준수할 수 있는 경우 등 대통령령으로 정하는 일정한 요건을 충족하는 경우에는 그러하지 아니하다” 라고 규정되어 있다.

법은 시대적 상황과 사회적 요구에 따라 변천하는 것이므로 정확한 법적 사항은 관할 지자체 담당자나 관련 중앙 행정기관 담당자 또는 관련전문가와 협의하도록 한다.



### 다. 정화처리 시설 관리 일지

정화처리 시설을 운영하는 경우에는 시설운영 관리일지를 작성하도록 한다. 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행규칙 [별지 제21호서식]에서 정하고 있는 정화처리 시설 관리일지의 형태는 <그림 4.1>과 같다.

■ 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행규칙 [별지 제21호서식]

(앞쪽)

결 재				

### 가축분뇨 정화처리시설 관리일지

년    월    일    요일 :    날씨 :    온도 :

(지역 :    )

#### 1. 처리시설 운영

가. 처리시설 가동시간대 (처리방법 :    )

구분 \ 시간	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

시간대별 근무자 직·성명 :

- ※ ① 구분란은 1, 2, 3차 시설로 구분되어 설치된 경우 구분표시
- ② 처리시간대 표시는 검은색 또는 사선 등으로 표시할 것

나. 처리용량(m<sup>3</sup>/일) :

다. 전력사용량 : 전일            (kWh)                            금일            (kWh)

기기명	규격	가동 시간	사용량 (kWh)	기기명	규격	가동 시간	사용량 (kWh)	적산전력계 지침	참고 사항
								검침시간	

210mm×297mm[백상지 80g/m<sup>2</sup>(재활용품)]

착유 세정수 정화처리 관련 법령 및 제도

## 라. 약품사용량

약품명	구입량	소모량	잔고량	약품명	구입량	소모량	잔고량

## 마. 방류수수질검사

(단위 : mg/L)

구분	BOD	SS	T-N	T-P	분석일	분석자명
최적 방류수						

## 2. 용수 공급원별 사용량

구분	항목	전일지침(m <sup>3</sup> )	금일지침(m <sup>3</sup> )	사용량(m <sup>3</sup> /일)	검침 시간대
	상수도				
지하수					
기 타					

## 3. 축분 및 오니 처리내용

축분·오니 발생량(m <sup>3</sup> )	처리량(m <sup>3</sup> )	보관량(m <sup>3</sup> )	함수량(%)	보관장소	내부청소일

※ 자가처리장:

위탁처리업소명:

## 4. 처리시설 고장 유무 및 특기사항

## 5. 지도·점검을 받은 사항

〈그림 4.1〉 정화처리 시설 관리일지

## 4.4. 정화처리 시설 유지 관리

낙농가가 정화처리 시설을 설치하고 유지관리 할 때에는 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 시행규칙 별표 6에 따라 다음의 「배출시설 및 처리시설 등의 관리기준 사항」을 준수하여야 한다.

가. 배출시설을 운영하는 경우에는 처리시설을 항상 가동할 것.

나. 배출시설의 설치허가를 받은 자, 배출시설의 설치신고를 한 자 또는 법 제28조 제1항 제2호에 따른 가축분뇨처리업자 등이 설치한 처리시설 중 정화시설의 경우 처리시설 운영, 용수 공급원별 사용량, 축분 및 오니 처리내용 등을 별지 제21호 서식의 가축분뇨 정화처리시설 관리일지에 매일 기록하고, 기록한 날부터 3년 동안 보관할 것.

다. 배출시설 설치·운영자는 처리시설로부터 생산되는 퇴비·액비의 성분, 방류되는 방류수의 수질을 다음 각 목의 구분에 따른 기간마다 「비료관리법」 제4조의2에 따른 비료 시험연구기관으로 지정받은 자가 검사 또는 분석하게 하거나 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제16조에 따른 측정대행업자가 검사 또는 측정하게 하고, 그 결과를 기록하여 3년 동안 보관할 것.

- 1) 배출시설의 설치허가를 받은 자가 설치한 처리시설: 3개월(퇴비·액비화시설 설치자는 6개월).
- 2) 배출시설의 설치신고를 한 자가 설치한 처리시설: 6개월(퇴비·액비화시설 설치자는 12개월).

라. 처리시설의 기능을 유지하기 위하여 침전오니·스컴(scum) 및 찌꺼기의 제거 등 내부청소를 연 1회 이상 하고, 청소과정에서 발생한 오니는 다음 각 목의 어느 하나의 방법으로 처리할 것.

- 1) 「폐기물관리법」 제13조에 따른 기준과 방법에 따라 탈수하거나 퇴비화하여 처리하는 방법.
- 2) 재활용신고자나 법 제28조제1항제1호에 따른 가축분뇨수집·운반업의 허가를 받은 자에게 위탁하여 처리하는 방법.



# 제 5장 용어 설명



## 제 5장 용어 설명

- **결합산소(Bonding Oxygen)** : 질산이온과 황산이온 중의 산소와 같이 산화물 중에 결합하고 있는 산소.
- **고도처리(advanced treatment)** : 표준 2차 처리에서 얻을 수 있는 이상의 수질을 확보하기 위한 처리로써, 수처리에서는 주로 질소와 인을 처리하는데 중점을 두는 경우가 많음.
- **담체(Media)** : 생물반응조 내부에 미생물이 잘 증식하고 성장하도록 하기 위하여 부착 표면을 제공하는 매체이며, 기질(substrate)과 미생물의 접촉기회를 증진시키기 위한 물체.
- **리트머스 시험지(litmus test paper)** : 리트머스 용액을 여과지에 흡수시켜 건조시킨 시험지. 이 시험지는 빨강과 파랑의 두 색이 있고 청색은 pH 5.0보다 산성쪽에서 붉게 변하고 적색은 pH 8.0보다 알칼리쪽에서 청색으로 변함.
- **산(Acid)** : 물에 녹아 산성(pH<7)을 나타내는 물질.
- **산기기(Aerator)** : 물속에 공기를 분사시키는 노즐의 일종으로서 송풍장치에서 공급받은 공기를 물속에 작은 공기방울 형태로 분출하는 역할을 함.
- **산화(Oxidation)** : 어떤 물질이 산소와 화합하는 것 또는 수소를 포함하는 화합물이 수소를 잃어버리는 것.
- **살균(Sterilization)** : 미생물에 물리적·화학적 자극을 가하여 이를 단시간 내에 멸살(滅殺)시키는 현상.
- **스컴(Scum)** : 정화처리 시 수면위에 생기는 부유물.
- **스크린(Screen)** : 물리적 폐수처리의 한 가지로, 유입 수로를 통해 폐수처리장



- **헤링본(Herring-Bone) 착유실** : 헤링본 착유실은 착유스틀이 물고기 뼈 모양으로 배열된 구조로 구미 유럽에서 가장 흔히 사용되고 있는 착유실의 대표적인 형식, 소가 한꺼번에 들어왔다가 모든 소의 착유가 끝난 후 한꺼번에 나가는 시스템이기 때문에 전업규모에 적합한 형태임.
- **혐기성(Anaerobic)** : 산소를 싫어하여 공기 중에서 잘 자라지 않는 성질.
- **호기성(Aerobic)** : 공기나 유리상태의 산소가 있는 상태를 말하며 혐기성의 반대 의미임.
- **환원(Reduction)** : 산화의 역반응을 말함. 일반적인 좁은 의미로는 수소가 가해지는 것 또는 산소를 주는 경우를 말하지만, 넓게는 전자를 얻었을 때 환원되었다고 함.
- **활성오니(Activated Sludge)** : 유기성 폐액의 호기적 생물 처리에서 유기물의 산화에 작용하는 미생물 및 현탁입자 등의 혼합물.
- **활성탄(Activated Carbon)** : 숯에 수증기 또는 약품을 사용하여 표면적을 증가시킨 소재로서 다공성이므로 표면적이 넓어 물이나 기체, 미세 고형물 등을 흡착하는 성질이 강한 물질.
- **흡착(Adsorption)** : 고체 표면의 얇은 층에 기체 분자나 용액 중의 물질 또는 액체의 분자·원자·이온이 붙어 있는 현상.
- **BOD(Biochemical Oxygen Demand, 생물화학적 산소요구량)** : 호기성 미생물이 일정 기간 동안 물속에 있는 유기물을 분해할 때 소비하는 산소의 양을 말함. 물의 오염된 정도를 표시하는 지표로 사용됨.
- **COD(Chemical Oxygen Demand, 화학적 산소요구량)** : 유기물 등의 오염 물질을 화학적 산화제로 산화 분해시키는데 소비되는 산소량을 ppm(part per million 백만분율)또는 mg/ℓ 로 나타냄.
- **MLSS(Mixed Liquer Suspended Solid)** : 활성 오니법에서 폭기조 내 혼합액의 평균 부유물 농도[mg/ℓ]를 말함. 양호한 오니 처리를 하기 위해서는 MLSS를 적절한 범위로 조절할 필요가 있음.
- **pH** : 특정 물질의 산성이나 알칼리성의 정도를 나타내는 수치로서 수소 이온 농도의 지수.



- **SS(Suspended Solids)** : 부유물질, 입자 지름이 2mm 이하로 물에 용해되지 않는 물질을 일컫는 말로 오염된 물의 수질을 표시하는 지표.
- **SVI(Sludge Volume Index)** : 오니의 용량지표를 말하며 활성오니법의 폭기조 내의 혼합액을 메스실린더(1,000ml)에 취해 30분간 정치 후의 오니 1g이 점유하는 용적(ml)을 말함.
- **T-N(Total Nitrogen, 총질소)** : 유기성 질소와 무기성 질소 등을 합한 질소 화합물의 총량으로서 수질측면에서는 하천, 호소 등의 부영양화와 관계됨.
- **T-P(Total Phosphorus, 총인)** : 유기성인과 무기성 인을 합한 인의 총량을 의미하며 수질측면에서는 하천, 호소 등의 부영양화와 관계됨.

## 참고문헌

---

1. 고광백, 김영관, 윤주환, 이병헌, 임봉수, 임재명, 한무영. 폐수처리공학, 동화기술
2. 권응기, 이현준, 정일병, 황보종, 곽정훈, 최동윤. 2008. 가축분뇨 발생량 및 주요성분 재 설정. 국립축산과학원.
3. 농림수산식품부(구), 환경부, 농협중앙회. 2000. 가축분뇨자원화시설 표준 설계도.
4. 박민수. 1996. 젓소의 착유시설 형태 및 전업규모별 경제성 분석, 농촌진흥청 농업경영관실 시험연구사업보고서.
5. 조병락, 양용운, 김윤갑, 이선하, 이진시, 서정인, 김재현, 권진하. 폐수처리 시설 설계 및 유지관리. 동화기술
6. House, H. K. 1993. Manure and Waste Management, Milking Centre Wastewater Disposal, Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
7. Lo, K. V., N. R. Bulley & Kwong, E. 1985. Sequencing Aerobic Batch Reactor Treatment of Milking Parlour Wastewater. Agricultural Wastes 13 : 131~136.
8. Porges. 1955. Water Treatment by Optimal Aeration—theory and Praticce in Dairy Waste Disposal. J. Milk & Food Technol., 18, 34~38.

## 집 필 진

---

구분	분야	소속	성명
1장	착유 유형별 세정수 발생량 및 특성	국립축산과학원	농학박사 최동윤
2장	착유 세정수 정화처리 원리와 이해	국립축산과학원	공학박사 김중곤
3장	착유 세정수 정화처리 시설 운영 메뉴얼	국립축산과학원	공학박사 정광화
4장	착유 세정수 정화처리 관련 법령 및 제도	국립축산과학원	농학박사 조원모
5장	용어 설명	국립축산과학원	농업연구사 이동준

- 기획, 편집 : 정광화, 조원모, 김중곤, 이동준, 최동윤
- 감수 : 곽정훈

## 착유 세정수 정화처리 기술 지침서

---

발행처 : 농촌진흥청 국립축산과학원

발행인 : 오성종

인쇄처 : 도서출판 학예사

발행일 : 2016. 09. 28