

정책연구 2011-8

# 제주지역 특성에 맞는 가축분뇨 적정 관리 로드맵 수립

강 진 영



# 발 간 사

제주지역의 산업구조는 1차 산업과 3차 산업이 대부분을 차지하고 있으며, 1차 산업에서 축산업의 조수입은 2010년도 6,578억원으로서, 2010년도 제주특별자치도 GRDP의 약 6.4%를 차지하고 있으며, 2010년 1차 산업 조수입의 약 22.2%를 차지할 정도로 제주지역의 경제에 있어서 큰 비중을 차지하고 있습니다.

더욱이 2011년도에는 전국적으로 확산된 구제역으로 인하여 제주지역의 축산업은 타 지역에 비해 더욱 더 각광을 받게 되었습니다.

그러나 제주지역에서의 축산업이 차지하는 비중만큼이나 여러 가지 문제점들도 야기시키는데, 축산업에서 발생하는 가축분뇨로 인하여 범지구적으로는 온실가스 배출문제를, 국가적으로는 청정이미지의 훼손을, 제주지역에서는 생명수인 지하수의 잠재적 오염원인 동시에 악취로 인한 주변 민원 발생 및 관광산업에 피해를 주는 사례가 발생하고 있습니다.

이에 환경부에서는 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」에 따라 가축분뇨 관리 기본 계획을 매 10년마다 수립하도록 하고 있으며, 2009년도에는 ‘가축분뇨 관리 기본 계획 수립 지침’을 마련하여 각 지자체에서 기본 계획을 수립하도록 하였습니다.

이에 본 연구에서는 ‘가축분뇨 관리 기본 계획 수립 지침’에 따라 가축분뇨 발생 현황 및 처리실태에 대해서 조사를 실시하였고, 2020년에 향후 가축분뇨 발생량에 대해서 예측을 하였습니다. 또한 예측된 가축분뇨 발생량에 대해서 체계적으로 관리하기 위한 시설확충계획과 더불어 소요재원에 대한 연구, 그리고 제주지역 특성에 맞는 가축분뇨 처리시스템에 대해서도 제시를 하였습니다.

아무쪼록 본 연구가 제주지역 축산업의 발전과 더불어 축산업으로 인해 발생하는 가축분뇨를 체계적으로 관리할 수 있는 근간이 되기를 바랍니다.

끝으로 본 연구를 위해서 많은 협조와 조언을 해주신 모든 분들께 감사의 말씀을 드립니다.

2011년 11월

제주발전연구원  
원장 양 영 오

## 연구요약

### □ 연구 배경

#### ○ 환경적 관점

- 전국적으로 약 2천만톤 오·폐수 발생
- 국내에서 발생하는 총 오·폐수 발생량 중에서 가축분뇨가 차지하는 비율은 0.6% 내외에 불과하지만 가축분뇨가 수계에 미치는 오염부하율은 25.8%
- 축산농가는 제주지역 전역에 분포하고 있으며, 지하수 및 주변지역 잠재오염원으로 작용하고, 가축분뇨로 인한 악취 및 해충은 인근 주민의 건강 및 위생에 위협을 줌

#### ○ 행정적 관점

- 가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률 개정에 따라 가축분뇨의 적정 관리 및 처리를 위한 장기적 정책목표 및 방향 제시 필요

#### ○ 법률적 관점

- 가축분뇨 처리기준의 강화와 더불어 처리위주에서 자원화로의 정책기조 변화

### □ 연구 목적

- 제주지역 내 가축 사육농가의 현황 및 가축분뇨의 처리에 대한 기초 데이터를 확보하고, 적정 관리 및 처리방안을 제시함으로써 가축분뇨 처리를 자원순환형으로 전환하고, 효율적이고 장기적인 환경정책을 통하여 날로 악화되어 가는 환경의 질 향상 및 주민에게 쾌적한 환경을 제공코자 함

### □ 주요 연구 내용

- 제주지역 가축사육 현황 및 밀식현황
- 제주지역 가축분뇨 발생 현황 및 전망
- 제주지역 가축분뇨 오염부하량 및 전망

○ 가축분뇨 관리목표

- 연도별 가축분뇨 처리시설 신규설치 계획
- 가축분뇨 자원화 방향, 자원화측면에서 가축분뇨 관리방안

○ 제주지역 특성에 맞는 가축분뇨 처리시설 및 시스템 구축 방안

## □ 연구 결과

○ 가축사육 현황

- 가축수 및 가축분뇨 발생량 : 1,981,559두, 3,603m<sup>3</sup>/d

○ 가축사육 밀식 현황

- 돼지 0.78(제주시 0.72, 서귀포시 0.83)
- 젓소 0.07(제주시 0.06, 서귀포시 0.08)
- 한우 0.09(제주시 0.09, 서귀포시 0.09)

○ 가축 축종별 사육두수 및 분뇨 발생량(2009년 기준) 및 전망 (2020년 기준)

구 분	사육두수		분뇨발생량(m <sup>3</sup> /d)	
	2009	2020	2009	2020
한육우	28,192	55,259	387	757
젓 소	4,696	3,848	177	145
돼 지	509,270	510,378	2,597	2,603

○ 가축 축종별 오염부하량(2009년 기준) 및 전망(2020년 기준)

구분	BOD(ton/d)		T-N(ton/d)		T-P(ton/d)	
	2009	2020	2009	2020	2009	2020
한육우	12.4	24.2	3.1	6.1	0.8	1.5
젓 소	2.1	1.8	0.6	0.52	0.2	0.18
돼 지	32.9	33.0	8.4	8.4	3.7	3.7

### ○ 가축분뇨 자원화 방향

- ‘지원은 적극적으로, 농가관리는 철저히’ 정책 기조로 체계 정립
- 농가에서의 가축분뇨 처리의 어려움을 공공 또는 공동처리시설로 전량 전환
- 유기질 비료(퇴비) 보조확대 및 친환경농산물 생산과 연계함으로써 가축분뇨의 자원화 추진 및 이용도 제고
- 가축분뇨 처리시설의 계획적인 정비 추진
- 퇴비유통 및 이용 촉진화를 통한 자원화 활성화

### ○ 가축분뇨 관리 및 목표

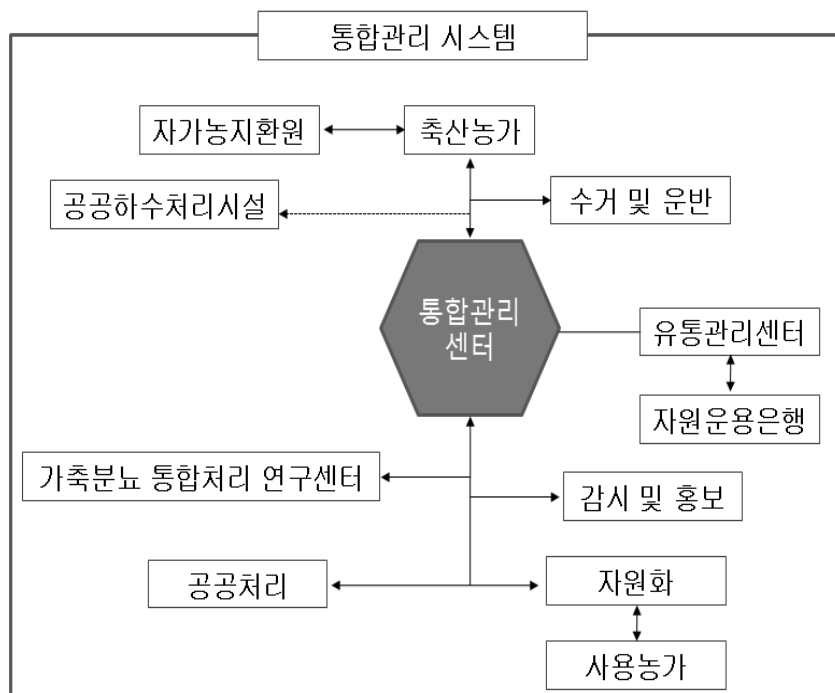
- 자체 처리시설을 점차 줄이는 대신 공공(동)처리시설의 확충
- 2014년까지 제주지역에서 발생하는 가축분뇨 80%를 공공(동)처리시설에서 처리
- 2017년까지 제주지역에서 발생하는 가축분뇨 90%를 공공(동)처리시설에서 처리
- 가축분뇨 공공(동) 처리시설 장기 추진 계획 및 확충 방향

(단위 : m³)

구분 \ 년도	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
공공처리	400	400	400	700	700	700	700	700	700	700
공공자원화	750	950	1,200	1,382.4	1,469.2	1,555.9	1,642.7	1,729.5	1,816.3	1,903
자체처리	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
자체자원화	1,453	1,253	1,003	520.6	433.8	347.1	260.3	173.5	86.7	0
해양배출	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## □ 정책제언

- 제주지역에서 발생하는 가축분뇨의 양과 사용되고 있는 화학비료의 양(질소 기준)의 비교시 많은 차이가 없기 때문에 자원화와 정화처리를 병행하는 것이 바람직할 것으로 판단됨
- 가축분뇨의 자원화와 정화처리는 과정이 아니라 하나의 시스템으로 의식을 전환하여야 하며, 이를 위한 시스템으로 가축분뇨 통합관리시스템을 구축할 필요가 있음
- 가축분뇨 통합관리시스템을 위한 시설로는 유통관리센터 및 자원운용은행, 가축분뇨 통합처리 연구센터 등이 요구됨
- 가축분뇨 통합관리 시스템 모식도



## ○ 각각의 기능으로

- 유통관리센터 및 자원운용은행 : 가축분뇨 유통과 관련해서 판매 네트워크 구축을 통해 수요와 공급 정보 제공 및 관리 등을 수행



- 가축분뇨 통합처리 연구센터 : 지역별 토양성분 분석, 퇴비와 액비의 작물별 시용기준 및 이용기술, 지역 특성에 맞는 가축분뇨 처리시스템 개발, 퇴액비 성분 분석, 액비의 농지 살포를 위한 기기 또는 장비 개발 등을 수행
- 통합관리센터 : 유통관리센터 및 자원운용은행과 가축분뇨 통합처리 연구센터를 총괄적으로 운영하면서, 가축분뇨를 종합적으로 관리
- 가축분뇨 통합관리 시스템에 있어서 위의 모식도에 따라 체계적으로 추진하기 위해서는 가축분뇨의 발생에서 최종처분(자원화)까지의 전 과정을 파악할 수 있는 시스템(가축분뇨 전과정 평가 시스템) 구축을 통해 가축분뇨 처리의 신뢰성을 확보할 수 있으며, 민원발생 저감과 더불어 지하수의 잠재오염원으로서의 오염부하율 저감을 기대할 수 있을 것임
- 그리고 가축분뇨를 처리함에 있어서 기본 원칙은 자원화에 있지만 자원화가 어려운 시기와 계절이 있기 때문에 정화처리시설의 확충 및 공공하수도처리시설과의 연계를 통해 제주지역에서 발생하는 가축분뇨를 적정 처리토록 하여야 함
- 결과적으로 제주지역의 가축분뇨를 좀 더 체계적으로 관리하고 자원화하기 위해서는 이러한 통합관리시스템을 총괄적으로 운영·관리할 수 있는 별도의 주체 또는 기관으로 가축분뇨 통합관리센터(가칭) 설립이 필요함



# 차 례

<b>제 1 장 연구개요</b>	<b>1</b>
1. 연구의 배경 및 목적	1
1.1 환경적 관점	1
1.2 행정적 관점	1
1.3 법률적 관점	2
1.4 연구 목적	2
2. 연구의 범위	3
3. 연구추진체계	4
4. 본 연구의 활용	5
 <b>제 2 장 일반 현황</b>	 <b>6</b>
1. 자연환경	6
1.1 위치·면적	6
1.2 기상	7
1.3 지형 및 지질	8
1.4 하천	11
2. 사회·경제환경	13
2.1 인구·가구	13
2.2 경제 및 산업구조	14
2.3 교통	15
3. 생활환경	16
3.1 토지이용	16
3.2 상수도	18
3.3 하수도	18
4. 오염원 및 오염물질 발생량	19
4.1 오수	19

4.2 분 노 .....	19
4.3 산업폐수 .....	20
4.4 가축사육현황 .....	21
<b>제 3 장 가축분뇨 발생 현황 및 예측 .....</b>	<b>32</b>
1. 가축 축종별 사육 현황 및 전망 .....	32
1.1 한육우 사육 현황 및 전망 .....	32
1.2 젓소 사육 현황 및 전망 .....	34
1.3 돼지 사육 현황 및 전망 .....	35
2. 가축 축종별 가축분뇨 발생 현황 및 전망 .....	37
2.1 가축분뇨 발생특성 및 원단위 .....	37
2.2 가축분뇨 발생에 영향을 미치는 인자 .....	42
2.3 가축분뇨 발생에 따른 성상 조사 .....	45
2.4 축종별 가축분뇨 발생량 현황 및 전망 .....	47
3. 가축분뇨 오염부하량 및 예측 .....	53
3.1 한육우 분뇨 오염부하량 및 예측 .....	55
3.2 젓소 분뇨 오염부하량 및 예측 .....	57
3.3 돼지 분뇨 오염부하량 및 예측 .....	60
<b>제 4 장 가축분뇨 처리 및 관리 .....</b>	<b>63</b>
1. 가축분뇨 처리 체계 .....	63
2. 가축분뇨 처리 현황 .....	64
2.1 축산농가 분포 현황 .....	64
2.2 가축분뇨 처리 방법별 발생량 현황 .....	64
3. 가축분뇨 자체 처리시설 .....	66
3.1 가축분뇨 자체 처리시설 개요 .....	66
3.2 가축분뇨 자체 처리시설 현황 .....	68
3.3 가축분뇨 자체 처리시설 문제점 .....	70
3.4 가축분뇨 자체 처리 개선 방안 .....	71
4. 가축분뇨 공공 정화처리시설 .....	72

4.1 가축분뇨 공공 정화처리시설 일반현황 .....	72
4.2 가축분뇨 처리공법 .....	72
4.3 제주지역 가축분뇨 공공 정화처리시설 처리공법 분포 및 비교 ...	86
4.4 가축분뇨 공공 정화처리시설 관리현황 .....	86
4.5 가축분뇨 공공 정화처리시설 운영현황 .....	90
4.6 가축분뇨 공공 정화처리시설 가동율 현황 .....	91
4.7 가축분뇨 공공 정화처리시설 단독/연계 처리시설 비교 .....	91
4.8 가축분뇨 공공 정화처리시설 관리, 운영상 문제점 및 대책 ....	92
4.9 가축분뇨 수거 및 운반 .....	94
4.10 가축분뇨 공공 정화처리시설 개선 계획 .....	98
5. 가축분뇨 관리를 위한 지도·점검 현황 및 계획 .....	101
5.1 가축분뇨 배출 및 처리시설 지속적 지도·관리 .....	101
5.2 가축분뇨 지도·점검 행정처분의 사후관리 .....	101
5.3 가축분뇨 지도·점검 홍보 및 축산 산업체 관리 방안 .....	103
<b>제 5 장 가축분뇨 자원화 .....</b>	<b>104</b>
1. 가축분뇨 자원화의 필요성 .....	104
2. 가축분뇨의 자원가치 .....	104
3. 가축분뇨 자원화방법 .....	105
3.1 퇴비화 .....	105
3.2 액비화 .....	108
3.3 바이오 가스화 .....	113
3.4 자원화 방법의 장·단점 .....	116
4. 가축분뇨 자원화 현황 및 적정성 검토 .....	117
4.1 가축분뇨 자원화 현황 .....	117
4.2 가축분뇨 자원화의 적정성 검토 .....	117
5. 가축분뇨 자원화의 문제점 .....	120
5.1 생산측면에서의 문제점 .....	120
5.2 유통에서의 문제점 .....	122
5.3 기타 제약요인 .....	122

6. 가축분뇨 자원화를 위한 개선점 .....	124
6.1 생산적 측면에서의 개선점 .....	124
6.2 유통과정에서의 개선점 .....	126
6.3 기타 개선점 .....	127
7. 가축분뇨 자원화 방향 .....	129
7.1 가축분뇨의 자원화를 위해 고려할 사항 .....	129
7.2 자원화를 위한 가축분뇨 적정처리 방안 .....	129
7.3 가축분뇨의 자원화 추진 및 이용도 제고 .....	130
7.4 자원화의 개선 노력 필요 .....	130
7.5 가축분뇨 처리시설의 계획적인 정비추진 .....	131
7.6 퇴비유통 및 이용 촉진화를 통한 자원화 활성화 .....	131
 <b>제 6 장 가축분뇨 관리 계획 .....</b>	<b>133</b>
1. 축산환경과 정책의 변화 .....	133
1.1 축종별 사육두수의 변화 .....	133
1.2 사육농가 규모의 변화 .....	133
1.3 축산환경 정책 변화 .....	134
2. 외국 가축분뇨 관리 정책 .....	136
2.1 유럽 축산정책 .....	136
2.2 일본 축산정책 .....	140
2.3 미국 축산정책 .....	140
3. 가축분뇨 처리시설 개선 계획 .....	141
3.1 소규모 농가 개선 계획 .....	141
3.2 대규모 농가 개선 계획 .....	142
3.3 공공처리시설 개선 계획 .....	144
4. 가축분뇨 자원화 개선 계획 .....	145
5. 가축분뇨 수거 및 운반 개선 계획 .....	147
6. 가축분뇨 관리 계획 및 목표 .....	148
6.1 가축분뇨 관리 계획 .....	148
6.2 가축분뇨 관리 목표 .....	149

<b>제 7 장 가축분뇨 자원 산정 .....</b>	<b>152</b>
1. 가축분뇨에 대한 자원화 용량평가 .....	152
1.1 가축분뇨 발생량에 대한 자원화 용량평가 방법 .....	152
1.2 자원화 용량평가를 위한 비료 사용 현황 .....	153
2. 가축분뇨에 대한 자원화 용량평가 .....	154
3. 공공처리시설 운영에 따른 소요자원 산정 .....	155
3.1 가축분뇨 공공 정화처리시설 증설에 따른 재원산정 .....	155
3.2 가축분뇨 공공자원화시설 증설에 따른 재원 산정 .....	157
 <b>제 8 장 가축분뇨 장기계획 수립 .....</b>	 <b>159</b>
1. 장기종합계획 방향 .....	159
1.1 장기종합계획에 따른 처리방법별 가축분뇨 변화 추이 예측 .....	159
1.2 장기종합계획 상 중점 고려 사항 .....	160
2. 제주지역 특성에 맞는 시설 및 시스템 구축 .....	161
2.1 가축분뇨 전과정 평가 시스템 .....	161
2.2 가축분뇨 공동자원화 및 공공처리시설 증축 .....	163
2.3 제주지역 가축분뇨 유통관리센터 설립 .....	164
2.4 가축분뇨의 하수처리장 연계시스템 구축 .....	165
2.5 기 타 .....	166
2.6 통합관리센터(가칭) 설립 및 통합관리시스템 구축 .....	167
3. 장기종합계획 수립 .....	168
3.1 연차별 증축시설 용량 .....	168
3.2 연차별 소요 재원 .....	168
4. 장기종합계획 수립을 위한 단계별 중점 과제 .....	170
 <b>참 고 문 헌 .....</b>	 <b>172</b>

## 표 차 례

표 1	하천현황 .....	11
표 2	시별 인구현황 .....	13
표 3	인구 남·여 구성비 .....	13
표 4	연도별 세대 증가추세 .....	14
표 5	산업부문별 고용구조 .....	14
표 6	도로 및 자동차 현황 .....	15
표 7	도시관리계획 현황 .....	16
표 8	보전지역 지정현황 .....	17
표 9	제주지역 지목별 면적현황 .....	17
표 10	행정시별 오수발생량 .....	19
표 11	행정시별 분뇨발생량 .....	19
표 12	분뇨처리시설 현황 .....	20
표 13	종별 폐수배출업소 현황(2009. 12. 31 현재) .....	20
표 14	행정시별 가축분뇨처리시설 현황 .....	21
표 15	가축수 및 가축분뇨 발생량(축종별) .....	22
표 16	가축분뇨법상 미규제 동물 사육 현황 .....	22
표 17	가축사육시설 단위면적당 적정 가축사육기준 .....	23
표 18	제주시 사육두수에 따른 가축밀식 현황 .....	27
표 19	서귀포시 사육두수에 따른 가축밀식 현황 .....	28
표 20	가축사육제한 읍면동지역 현황 .....	31
표 21	가축종류별 일평균 분뇨발생량 .....	37
표 22	과거 국내외 가축분뇨 배출원단위 .....	39
표 23	최근 국내의 가축분뇨 원단위 발생량 .....	39
표 24	가축별 가축분뇨 배출원단위 .....	40
표 25	국내 각 문헌상 제시된 가축분뇨 오염발생원단위 .....	40
표 26	환경부 고시 가축분뇨 오염발생원단위 .....	42
표 27	가축분뇨 성상분석 .....	46
표 28	축종별 가축분뇨 오염부하량 .....	53



표 29	축종별 가축분뇨 발생량(2009년도 기준) .....	65
표 30	가축분뇨 처리실태(2009년도 기준) .....	65
표 31	돈사시설에서의 축사형태에 따른 분뇨처리방법 및 소요시설 ...	66
표 32	축산농가의 자체 정화처리시설 적용 현황 .....	67
표 33	가축분뇨 퇴·액비화의 장·단점 .....	69
표 34	제주지역 가축분뇨 공공(동)처리시설 현황 .....	72
표 35	단독처리와 연계처리의 비교 검토 .....	92
표 36	수거방식별 비교 .....	95
표 37	개별 및 공동수거 방식의 장, 단점 .....	96
표 38	가축분뇨 계획 수거량 산정 기준 .....	97
표 39	가축분뇨 지도·점검 행정처분의 사후관리기준 .....	102
표 40	가축분뇨 정기지도·점검 기준 .....	103
표 41	가축분뇨 중 비료성분 함유량 .....	105
표 42	퇴비화 공법 장·단점 .....	107
표 43	액비화와 퇴비화의 장·단점 비교 .....	113
표 44	자원화 방법의 장·단점 .....	116
표 45	제주지역 가축분뇨 공공 자원화시설 현황 .....	117
표 46	가축분뇨 비료 성분별 발생량 .....	118
표 47	액비 살포시 농경지 확보 요구면적 .....	119
표 48	가축분뇨 비료공장 유형별 비용 수익분석 .....	121
표 49	가축분뇨 자원화의 제약요인 .....	123
표 50	가축분뇨 관리 계획 .....	148
표 51	가축분뇨 관리 목표 .....	150
표 52	비료 사용 현황 .....	154
표 53	장기종합계획 방향 .....	159
표 54	제주지역 연도별 지하수관정 원상복구 추진 내역 .....	162
표 55	연차별 중축시설 용량 .....	168
표 56	연차별 사업비 소요재원 .....	169
표 57	연차별 운영비 소요재원 .....	169
표 58	연차별 수거운반비 소요재원 .....	169
표 59	연차별 총 소요재원 .....	169

## 그림 차례

그림 1	연구 추진체계 .....	4
그림 2	하천수질 현황 .....	12
그림 3	제주지역 가축사육 제한지역 지형도면 .....	29
그림 4	한육우 사육두수 및 사육농가 현황 .....	33
그림 5	한육우 사육두수 전망 .....	33
그림 6	젃소 사육두수 및 사육농가 현황 .....	34
그림 7	젃소 사육두수 전망 .....	35
그림 8	돼지 사육두수 및 사육농가 현황 .....	36
그림 9	돼지 사육두수 전망 .....	36
그림 10	한육우 분뇨 발생 유량 .....	48
그림 11	한육우 가축분뇨 연도별 발생 예측량 .....	49
그림 12	젃소 분뇨 발생 유량 .....	50
그림 13	젃소 가축분뇨 연도별 발생 예측량 .....	50
그림 14	돼지 분뇨 발생 유량 .....	51
그림 15	돼지 가축분뇨 연도별 발생 예측량 .....	52
그림 16	축종별 BOD <sub>5</sub> 부하량 .....	54
그림 17	축종별 T-N 부하량 .....	54
그림 18	축종별 T-P 부하량 .....	54
그림 19	한육우 발생 BOD <sub>5</sub> 부하량 .....	55
그림 20	한육우 발생 T-N 부하량 .....	55
그림 21	한육우 발생 T-P 부하량 .....	56
그림 22	연도별 한육우 발생 BOD <sub>5</sub> 부하량 .....	56
그림 23	연도별 한육우 발생 T-N 부하량 .....	57
그림 24	연도별 한육우 발생 T-P 부하량 .....	57
그림 25	젃소 발생 BOD <sub>5</sub> 부하량 .....	57
그림 26	젃소 발생 T-N 부하량 .....	58
그림 27	젃소 발생 T-P 부하량 .....	58

그림 28	연도별 젓소 발생 BOD <sub>5</sub> 부하량 .....	59
그림 29	연도별 젓소 발생 T-N 부하량 .....	59
그림 30	연도별 젓소 발생 T-P 부하량 .....	59
그림 31	돼지 발생 BOD <sub>5</sub> 부하량 .....	60
그림 32	돼지 발생 T-N 부하량 .....	60
그림 33	돼지 발생 T-P 부하량 .....	61
그림 34	연도별 돼지 발생 BOD <sub>5</sub> 부하량 .....	61
그림 35	연도별 돼지 발생 T-N 부하량 .....	62
그림 36	연도별 돼지 발생 T-P 부하량 .....	62
그림 37	가축분뇨 처리체계 및 방법 .....	63
그림 38	가축분뇨 처리 실태 .....	65
그림 39	퇴비화 과정 .....	68
그림 40	가축분뇨 야외 적치사진 .....	68
그림 41	가축분뇨 부적정 관리 .....	69
그림 42	호기성 액비 발효 .....	69
그림 43	U/F 막 분리 공법 처리 공정도 .....	85
그림 44	활성오니법 처리 공정도 .....	85
그림 45	HAF(메디아) 공법 처리 공정도 .....	86
그림 46	제주시 가축분뇨 공공처리시설 처리 공정 .....	87
그림 47	서귀포시 가축분뇨 공공처리시설 전경 및 처리 공정 .....	89
그림 48	수거 및 운반체계 수립에 대한 기준 .....	95
그림 49	가축분뇨 수거 및 운반 시 행정체계 .....	97
그림 50	공공처리시설 효율화 방안 개요도 .....	99
그림 51	소규모 농가 개선 계획 .....	142
그림 52	대규모 농가 개선 계획 .....	143
그림 53	공공처리시설 개선 계획 .....	145
그림 54	제주지역 자원화 개선 계획 .....	147
그림 55	가축분뇨 자원화 용량 평가 방법 .....	153
그림 56	통합관리 시스템 모식도 .....	167
그림 57	계획 단계별 중점사항 .....	170



# 제 1 장 연구개요

## 1. 연구의 배경 및 목적

### 1.1 환경적 관점

- 우리나라는 전국적으로 일일 약 2천만 톤의 오폐수가 발생되고 있으며 이 가운데 생활하수가 70%이고, 나머지는 산업폐수와 가축분뇨가 발생원으로 조사됨<sup>1)</sup>
- 가축분뇨는 그 특성상 일반 오폐수와는 달리 고농도 유기물과 질소, 인 등 영양염류를 함유하고 있는 부패성 물질로 가축분뇨가 처리되지 않고 그대로 방류될 경우 생활하수보다 더 수질오염 영향이 크다<sup>2)</sup>고 할 수 있음
- 더욱이 국내에서 발생하는 총 오폐수의 발생량 중에서 차지하는 비율은 0.6% 내외에 불과하지만, 수계에 미치는 오염부하율은 25.8%에 달하는 것으로 알려져 있음<sup>3)</sup>
- 과다한 유기물을 함유하는 축산 농가는 제주도 전역에 분포하고 있으며, 이로 인해 지하수 또는 주변지역에 잠재오염원으로 존재함으로써 체계적인 관리가 이루어지지 않을 경우 하천 또는 해양 및 지하수에 영향을 끼칠 수 있음
- 가축분뇨에서 발생하는 악취 및 해충의 번식은 인근 주민의 건강 및 위생을 위협하며, 주민들의 생활환경을 악화시켜 주민들의 민원대상이 되는 경우가 빈번하므로 이에 대한 체계적 관리가 필요함

### 1.2 행정적 관점

- 가축분뇨는 현재까지 수질오염 방지를 위한 정화에 주안점을 두고 법

---

1) 환경부, 환경백서(2003)

2) 김경배, 환경농업을 위한 가축분뇨 자원화 방안(2001)

3) 김명운, 양주시 축산폐수 발생에 따른 처리실태 조사 및 공공처리시설 설치 타당성 검토에 관한 연구, 경기지역환경기술개발센터(2005)

제가 운영되어 왔으나, 앞으로는 가축분뇨의 발생을 저감할 수 있는 사전 예방대책 및 가축분뇨를 퇴비 또는 액비로 자원화 할 수 있는 방안 마련 등과 같은 친환경적 개념이 강화된 “가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률”이 2006년 9월에 제정됨

- 동법의 제정에 부응하여 가축분뇨의 적정관리 및 처리를 위한 장기적 정책목표 및 방향을 제시하고, 동법의 원활한 추진 및 이행을 담보하기 위한 실천계획 및 행정적, 제도적, 기술적으로 축산 농가를 관리·지원할 수 있는 “가축분뇨 관리 및 이용 기본계획” 수립이 절실한 상태임
- 가축분뇨 발생현황 및 처리현황, 자원화 현황, 현재 가축분뇨 관리와 이용에 대한 문제점 분석 및 장래 추이 등에 대한 종합적인 자료 분석 및 정리가 필요함
- 가축 사육농가 현장에서의 방류수질과 처리효율 등에 대한 실측자료를 확보하고 기존의 자료와 비교, 분석함으로써 실효성 있는 기본계획이 수립되어야 함

### 1.3 법률적 관점

- 1986년에 “폐기물 관리법”을 제정하여 가축분뇨 처리기준을 마련하였으나, 가축분뇨를 단순히 폐기물로 분류하여 통합 관리하는 것으로는 실효성을 거둘 수 없다는 판단 하에 1991년 “오수, 분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률”을 제정하여 분뇨 및 축산폐수에 관한 사항을 독립시킴으로써 가축분뇨의 처리기준을 강화함
- 1999년의 개정안에서는 자원화를 명기하여 처리위주에서 자원화로 정책기조를 변화시켰으며, 2006년에는 “가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률”로 개정되어 친환경적 개념이 한층 강화됨

### 1.4 연구 목적

- 제주지역 내 가축 사육농가의 현황 및 가축분뇨의 처리에 대한 기초 데이터를 확보
- 적정 관리 및 처리 방안을 제시
- 가축분뇨 처리를 자원순환형으로 이용할 수 있도록 하는 가축분뇨 관리·이용 기본계획 수립에 활용

- 궁극적으로 효율적이고 장기적인 환경정책을 통하여 날로 악화되어가는 환경의 질을 향상시키고, 주민들에게 쾌적한 환경을 제공하기 위한 노력의 일환임

## 2. 연구의 범위

- 공간적 범위 : 제주특별자치도 전 지역
- 시간적 범위
  - 기준년도 : 2009년
  - 목표연도 : 2020년
  - 세부계획 : 1단계(기준년도) ⇒ 2012년~2014년(3개년)  
2단계(지표년도) ⇒ 2015년~2017년(3개년)  
3단계(목표년도) ⇒ 2018년~2020년(3개년)
- 내용적 범위
  - 제주특별자치도 일반현황 조사
    - 인문, 사회, 지리, 지형적 특성
    - 기상현황, 토지이용 현황 등
    - 축산농가 현황 및 가축사육 현황 등
  - 가축분뇨의 발생량 및 처리현황, 장래 추이
    - 규모별(허가대상, 신고대상, 신고미만), 축종별, 지역별 가축분뇨 발생량
    - 가축분뇨 발생량 중 정화처리, 재활용, 해양투기 등 실제로 처리되는 상황(보관, 수집, 운반 포함)과 장래 추이
  - 가축분뇨 재활용 등 자원화 현황, 실태와 향후 대책
    - 퇴비 및 액비 이동상황 등
    - 축분의 바이오에너지 및 전력 등 친환경 대체에너지 활용방안과 선진국의 활용사례
  - 가축분뇨 공공처리시설 운영(유지관리 포함) 및 재원확보 방안, 기타 가축분뇨 처리에 필요한 사항
    - 가축분뇨 공공처리시설 노후 및 개선, 하수처리시설과의 연계처리

- 현황(최근 5년 이상), 시설의 기록 및 점검사항, 기술진단 실적 등
- 반입비율(분뇨 및 가축분뇨 병합처리), 유입수질농도, 유입수량, 가동률, 슬러지 처리 등 운영상의 문제점과 대책
  - 기타 가축분뇨의 처리에 관하여 필요한 사항 등

### 3. 연구추진체계

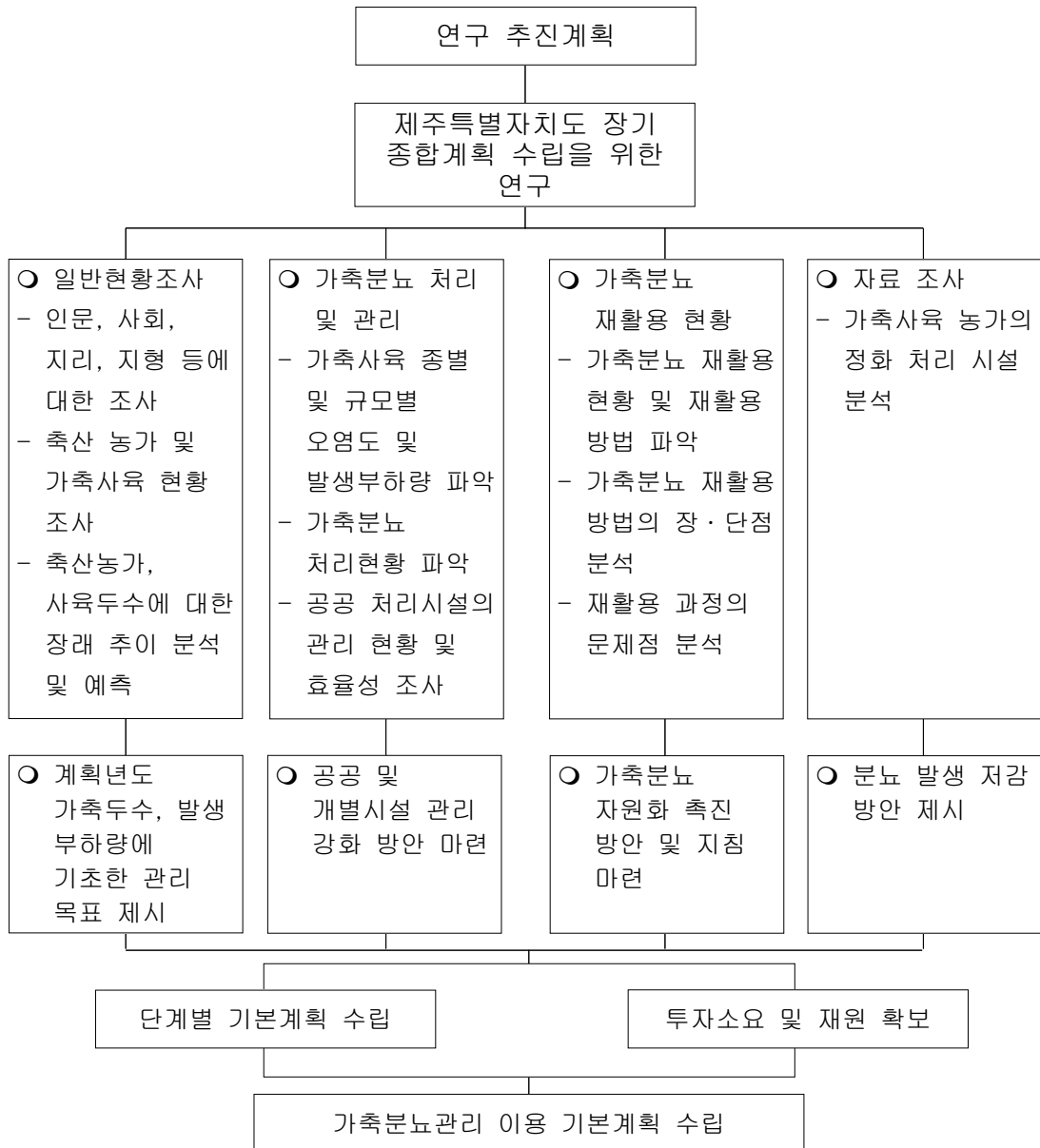


그림 1 연구 추진체계



- 그림 1은 본 연구의 추진체계를 나타내고 있는데, 우선적으로 제주특별자치도의 일반현황과 가축분뇨의 처리 및 관리, 가축분뇨의 재활용 현황, 문헌조사 및 통계자료를 통해 문제점 도출
- 제주특별자치도 축산농가 및 가축분뇨 발생량, 장래예측 결과, 처리현황 등에서 파악된 문제점을 중심으로 개선점과 가축분뇨 발생저감 방안을 제시
- 최종적으로 단계별 기본계획을 수립하고, 사업진행을 위한 투자소요 및 재원확보를 통한 실질적인 장기종합계획을 수립할 수 있도록 연구추진

#### 4. 본 연구의 활용

- 제주특별자치도 가축분뇨 관리 및 이용 기본계획 수립을 위한 기초연구로, 제주특별자치도의 가축분뇨에 관한 장기종합계획을 수립하는데 있어 기초자료로 활용
- 본 연구에서 도출된 가축분뇨의 관리 및 이용에 있어서의 문제점을 해결하고 가축분뇨로부터 발생하는 오염물질을 저감하는데 이용함으로써 생활환경개선에 활용될 수 있음

## 제 2 장 일반 현황

### 1. 자연 환경

#### 1.1 위치·면적

##### 1.1.1 위 치

- 제주특별자치도는 한반도의 남서 해상에 위치하여 본도(부속도서 제외)를 기준으로 경도의 극점은 극서지점인 제주시 한경면 고산리(한장동)  $126^{\circ} 09' 47''$  에 놓여있으며, 위도의 극점은 극남지점인 서귀포시 대정읍 하모리  $33^{\circ} 11' 27''$  에서 극북지점인 제주시 구좌읍 김녕리  $33^{\circ} 33' 50''$  에 위치하고 있음
- 부속도서를 포함 했을 때 경도의 극점은 극서지점인 제주시 한경면 차귀도의  $126^{\circ} 08' 43''$  에서 극동지점인 제주시 우도면 조일리  $126^{\circ} 58' 20''$  이며, 위도의 극점인 극남 지점은 서귀포시 대정읍 마라도  $33^{\circ} 06' 37''$  에서 극북지점인 제주시 추자면 시루여  $34^{\circ} 00' 00''$  에 놓여 있으며, 목포 154km, 부산 304km, 일본 대마도와는 255.1km 떨어져서 위치하고 있음

##### 1.1.2 면 적

- 제주특별자치도의 총면적은  $1,848.72\text{km}^2$ 로, 8개의 유인도와 55개의 무인도로 구성됨
- 면적은 남한 전체면적  $99,434.26\text{km}^2$ 의 1.86%이며, 이는 가장 넓은 경상북도의 1/10, 우리도 다음으로 큰 충청북도의 1/4에 해당되는 면적임

## 1.2 기 상

### 1.2.1 기 온

- 제주특별자치도는 수리적 위치, 난류의 영향, 해양상의 섬 등의 이유로 해양성기후를 나타내는데, 기온의 연교차나 일교차가 육지에 비하여 작으며 해륙풍의 발생빈도가 높고, 제주특별자치도를 둘러싼 바다에는 안개 끼는 날이 많음
- 한라산의 지형 효과로 풍상측과 풍하측의 날씨가 상반되는 경우가 많으며 풍계에 따라 기온과 강수량에 많은 차이가 나타내는 특징을 가지고 있으며, 특히 경사도가 급한 남쪽과 북쪽사면의 날씨에 많은 변화가 나타남
- 2009년 제주지역 연평균기온은 15.4~17.2℃로 제주 16.0℃, 서귀포 17.2℃, 성산 15.4℃, 고산 15.7℃로 성산지역이 가장 낮은 연평균 기온을 나타냈으며, 서귀포지역이 가장 높은 연평균 기온을 나타냄
- 최고기온은 극값은 서귀포지역에서 33.8℃로 가장 높게 나타났으며, 최저기온 극값은 1월 하순에 서귀포지역에서 기록된 영하 3.9℃이었음

### 1.2.2 강수량

- 2009년도 연강수량은 1,133.0~2,006.8mm의 분포로 제주와 성산은 평년보다 약간 적고, 서귀포와 고산은 평년보다 조금 많이 기록하였으며, 평년값과 비교하면 제주 -152.2mm, 서귀포 +156.1mm, 성산 -87.4mm, 고산 +38.3mm로 대체적으로 평년과 비슷한 수준의 강수량을 기록하였음
- 1일 최다강수량(00~24시)은 서귀포가 6월 30일 139.5mm로 가장 많이 기록하였고, 고산이 6월 30일 88.5mm로 가장 적게 기록하였는데, 태풍의 영향을 받지 않아 200mm이상의 집중호우는 발생하지 않았음

### 1.2.3 바 람

- 2009년 연평균풍속은 제주·서귀포·성산지역은 2.7~3.8m/s로 비슷한 분포를 보인 반면, 고산지역은 6.9m/s로 다른 지역에 비해 2배 이상

강하게 나타남

- 최대풍속과 최대순간풍속 극값은 성산과 고산에서 대륙고기압이 확장하는 시기인 늦가을에서 이른 봄철 사이에 나타났으나, 제주와 서귀포 지역은 각각 2월과 5월에 발달한 저기압의 영향을 받을 때 기록됨

#### 1.2.4 날 씨

- 2009년 제주지역 평균운량은 6.0~6.1로 평균적으로 구름 많은 날씨를 보였으며, 맑은 날은 45~50일, 흐린 날은 129~148일로 나타남
- 지역별로 안개 현상은 10~29일, 뇌전 현상은 11~17일, 봄철 황사는 5일로 나타났으며, 특히 겨울철 눈 현상은 평년의 3배 이상인 15~17일로 대륙고기압의 확장에 의한 한파의 영향을 많이 받았음을 알 수 있음

#### 1.2.5 장 마

- 2009년 장마는 평년보다 2일 늦은 6월 21일에 시작하여 평년보다 14일 늦은 8월 3일에 종료되어 장마기간은 평년에 비하여 14일 길게 나타남
- 장마기간 동안 제주지방의 강수량은 제주 336.4mm, 서귀포 603.1mm, 고산 296.8mm, 성산 468.1mm로 제주와 서귀포지역은 평년과 비슷했으며, 고산과 서귀포지역은 평년보다 50mm 많게 나타남
- 장마기간 중 강수일수(0.1mm 이상)는 제주 22일, 서귀포 24일, 고산 20일, 성산 26일로 평년보다 3~11일 많았으며, 평년보다 장마기간이 길기는 하였지만, 강수량은 그렇게 많지 않았음

### 1.3 지형 및 지질

#### 1.3.1 지 형

- 제주지역은 신생대 제3기 플라이오세(Pliocene Epoch) 말부터 역사시대에 걸쳐 활동한 화산분출물로 형성됨
- 제주지역의 수계, 산계 및 해안 지형은 제주도를 형성한 화산의 활동시기 및 활동양상과 관련되어 다양한 특징을 나타냄

- 제주지역은 장축방향이 N70°E인 타원형이며, 이는 한반도의 남해안선과 나란하고, 한반도 지체구조 방향 중, 하나인 요동방향과 일치함
- 섬의 중앙부에 있는 한라산을 중심으로 전체적으로 순상화산체를 이루며, 동-서 사면은 경사가 매우 완만(3~5°)하며, 남-북 사면의 경사는 이보다 약간 급(5~10°)함
- 해안은 총 길이가 약 419.95km(육지부-약 308.32km, 도서부-약 111.63km)로서, 전체적으로 단조로우며 대부분은 화산암이 노출되어 있으며, 국지적으로 소규모 해변(pocket beach)과 해안사구가 발달함
- 제주지역의 전체적인 지형은 해안저지대에 발달한 용암대지, 중앙부의 한라산 순상화산체 및 그 위에 발달한 단성화산(單成火山 monogenetic volcanoes)으로 크게 구분됨
- 한라산의 정상부에는 장경 550m, 단경 375m인 산정분화구(백록담)가 있고, 섬의 장축 방향에는 약 360여 개의 단성화산(單成火山)이 산재하여 제주도의 전체 지형 및 경관을 지배함
- 대부분의 단성화산체들은 분석구(scoria cone)로 생성 당시의 형태를 잘 간직하고 있음
- 해안에는 수성화산활동에 의한 응회구 및 응회환이 소수 분포하는데, 이들 수성화산체들은 해수의 침식작용으로 독특한 해안 지형을 보임
- 제주도에는 2003년까지 160여개의 용암동굴이 발견되었는데, 이는 단성화산으로부터 흘러나온 점성이 작고 유동성이 큰 현무암질 용암이 흘러가면서 그 표면이 굳고 그 하부의 용암이 빠져나면서 형성된 공간으로, 제주도의 동쪽과 서쪽의 용암대지 지역에 많이 분포함
- 용암동굴의 이러한 분포적 특징은 제주도의 동쪽과 서쪽지역이 더 완만하고 넓은 대지의 형태를 띠는 것과 깊은 관련이 있음
- 수계는 한라산을 정점으로 방사상수계를 이루고 있는데, 경사가 완만한 한라산 동-서 사면으로는 넓은 용암대지가 발달하여 수계의 발달이 빈약하고, 대부분의 하천들은 남-북사면에 발달하여, 남류 혹은 북류하고 있음
- 화산지질의 특성상 하천 중 연중 물이 흐르는 곳은 없음
- 상류에서 유출하던 물은 용암류 경계에 발달하는 투수층이나 하상의

절리 등을 따라 지하로 침투되어 흐름

- 지하수는 해안 부근에서 다시 용출하여 폭포를 이루기도 하지만, 대부분의 하천은 건천을 이루고 있음

### 1.3.2 지 질

- 제주도 지표에는 현무암에서 조면암에 걸친 용암류가 광범위하게 지표에 분포하고, 섬의 중앙부에는 한라산(해발고도 1,950m)이 위치하며, 그 주위로 약 360 여개의 단성화산체(오름)들이 산재함
- 제주도 지표의 단성화산체(오름)는 약 십여 개의 수성화산(응회환 및 응회구)을 제외하면 대부분이 분석구임
- 수성화산체의 경우 제주도 용암대지와의 층서적 관계에 따라 크게 2 개의 부류로 나뉘짐
- 용암대지 위에 놓여있는 수월봉, 송악산, 일출봉 및 우도는 생성시기가 젊은 것에 해당되며, 연대측정 결과에 의하면 홀로세(Holo世 ; Hococene Epoch)에 형성된 것으로 보고됨
- 생성시기가 오래된 것들은 해발고도가 낮고 용암의 두께가 상대적으로 얇은(50~60m) 제주도 남서쪽 지역 용암대지의 지표에 노출됨
- 제주도의 기반암은 한반도의 남서부와 유사하게 선캄브리아누대의 변성암류, 쥐라기에서 백악기의 화강암과 산성 화산암류 등으로 구성됨
- 기반암의 상부에는 분급이 좋은 석영 모래와 진흙이 70~250m의 두께로 쌓여 형성된 U층(미고결퇴적층)이 놓여 있음
- 제주도 전역에 걸쳐 U층의 상부에는 현무암질 화산쇄설물과 화석이 다량 포함되어 있는 약 100m 두께의 서귀포층이 분포함
- 지표에서 서귀포층은 제주도의 남부 지역(서귀포시 해안)에만 노출되어 있음
- 서귀포층은 제주도 형성초기에 대륙붕환경에서 형성된 수성화산체(응회환과 응회구)와 이들 화산체가 침식되고 다시 퇴적되어 형성된 해성퇴적암 등으로 구성됨

## 1.4 하 천

- 제주도는 장축(長軸)의 길이 73km, 단축의 길이 31km의 타원형으로서 한라산을 정점으로 하여 방사상 형태의 수계를 이룸
- 하천의 형태는 남북사면에 걸쳐 많이 발달해 있고, 동서 양측에서는 수계의 발달이 미약함
- 도내 모든 하천은 대부분 깊이가 40~50m이고 하천의 폭이 20~30m의 계곡을 형성하여 V자 형태의 건천이며, 긴 하천이라고 해도 그 길이는 겨우 30km에 불과하고, 대부분 15km내외임
- 하천의 근원지는 한라산을 정점으로 대부분 중산간 지대로서(해발 200~600m), 막대한 양의 지하수가 부존되어 있음
- 조면암, 조면질안산암, 현무암 및 약간의 퇴적암으로 이루어져 있고, 면적으로 볼 때 현무암이 약 90%로 토양 내에서 투수속도가 0.5cm/hr로 매우 큼
- 하천의 시작점과 중류지점은 지하수와 용출수를 만들 수 있는 중요한 지점이며, 도 면적의 약 31.5%(557.0km<sup>2</sup>)로 지하수 부존 지대인 동시에 하천을 오염시킬 수 있는 취약지역이라고 볼 수 있음
- 토양은 토양층의 깊이가 얇고 자갈 함량이 10~35%로 많고 점토 함량이 20%이하로 적으며, 소립상의 입단구조를 가지고 있어서 용출밀도가 매우 낮고 공극률이 크며 토양 내에서 투수속도가 다른 지대에 비해 매우 큼
- 하천은 지방하천이 60개소, 소하천이 82개소로 제주시는 각각 26, 35개소로서 61개소, 서귀포시는 각각 34, 47개소로서 총 81개소임

표 1 하천현황

(2009. 12. 31 현재)

구 분	합계		제주시		서귀포시	
	개소	연장(km)	개소	연장(km)	개소	연장(km)
합 계	142	828.8	61	352.94	81	475.86
지방하천	60	603.7	26	255.80	34	347.90
소 하 천	82	225.1	35	97.14	47	127.96

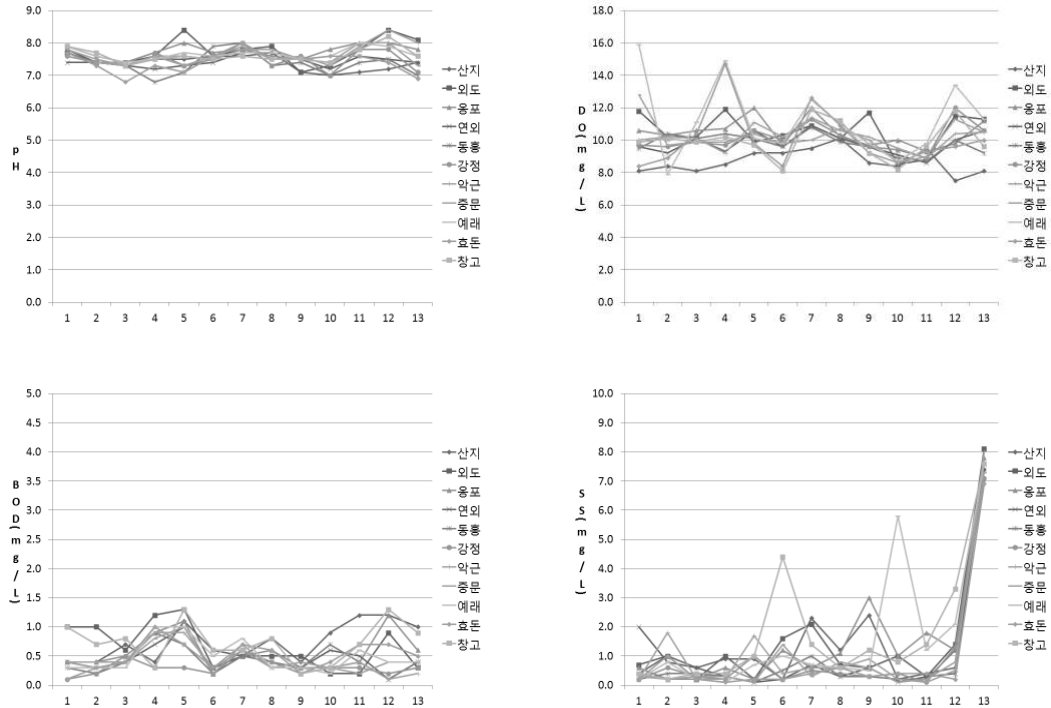


그림 2 하천수질 현황

- 대표적인 11개소의 하천에 대해서 분기별로 1회 pH, DO, BOD 그리고 SS에 대해서 분석이 이루어지고 있으며, 2009년부터는 11개 하천 외에 대왕수천이 추가되어 분석이 이루어지고 있는 상황임
- 하천수질에 대한 그래프는 2008년 5월부터 2011년 5월까지의 하천수 질로서, 2010년부터는 기존 항목 이외에 COD, T-P 그리고 대장균군이 추가되어 분석이 이루어졌음
- 대부분 하천수 생활환경기준 등급에서 좋음 또는 매우 좋음으로 나타났으며, 특별히 상승하거나 지속적으로 증가하는 곳은 없는 것으로 나타남



## 2. 사회·경제환경

### 2.1 인구·가구

#### 2.1.1 인 구

- 2010년도말 제주특별자치도의 인구는 577,187명으로 2009년도 보다 9,667명이 증가하여 1.7%의 증가율을 보이고 있어 하루 평균 26.5명이 증가함
- 성별로는 남자가 288,917명으로 약 50.1%이고, 여자는 288,270명으로 약 49.9%를 차지하고 있음
- 행정시별 인구변동 추세를 보면 전년 대비 제주시 7,567명이, 서귀포시는 1,707명이 증가한 것으로 나타남

표 2 시별 인구현황

(단위 : 명)

구 분		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
총 계		553,864	557,235	559,747	561,695	563,388	565,520	567,913	577,187
시 지 역	소 계	376,433	381,060	387,885	561,695	563,388	565,520	567,913	577,187
	제 주 시	292,908	296,990	304,510	405,819	408,364	410,915	414,116	421,683
	서귀포시	83,525	84,070	83,375	155,876	155,024	154,605	153,797	155,504
군 지 역	소 계	177,431	176,175	171,862	-	-	-		
	북제주군	102,189	102,342	97,744	-	-	-		
	남제주군	75,242	73,833	74,118	-	-	-		

표 3 인구 남·여 구성비

(단위 : 명)

연도	구분	인 구			여자 100명에 대한 남자수
		계	남	여	
2007		563,388	281,576	281,812	99.9
2008		565,520	282,937	282,583	100.1
2009		567,913	284,256	283,657	100.2
2010		577,187	288,917	288,270	100.2

## 2.1.2 세 대

- 제주특별자치도의 세대수는 2010년도 말 현재 224,713세대로 전년대비 7,002세대가 증가하여 3.2%의 증가율을 보이고 있고, 1일 19.2세대가 늘어나는 것으로 나타나고 있으며, 세대당 평균 인구수는 2.6명으로 나타남

표 4 연도별 세대 증가추세

(단위 : 세대)

구 분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
세대수	194,855	199,989	204,635	208,424	211,850	214,681	217,711	224,713

## 2.2 경제 및 산업구조

- 2009년 지역 내 총생산액은 9조 6,478억원으로서, 제주특별자치도의 산업별 경제활동 취업인구는 2010년 말 현재 283천명으로 농·림·어업 등 1차 산업에 19.6%, 광공업, 제조업 등 2차 산업에 3.4%, 건설업 등 3차 산업에 77.0%가 종사하고 있음

표 5 산업부문별 고용구조

연 도	1차산업(%) (농림·어업)	2차산업(%) (광공업·제조업)	3차산업(%) (SOC 기타)	취업인구 (천명)
2003	25.6	4.3	70.1	281
2004	24.5	4.3	71.2	278
2005	23.6	4.2	72.2	284
2006	22.1	3.5	74.4	289
2007	21.2	3.4	75.4	289
2008	20.6	3.4	76.0	290
2009	19.3	3.9	76.8	289
2010	19.6	3.4	77.0	

※ 자료 : 통계청(경제활동인구연보)

## 2.3 교 통

표 6 도로 및 자동차 현황

구 분	도 로(km)	자 동 차	
		대 수	증가율(%)
2003	3,199.5	199,976	4.9
2004	3,200.2	206,328	3.1
2005	3,198.9	213,310	3.3
2006	3,202.9	222,025	4.1
2007	3,205.6	228,858	3.1
2008	3,205.6	233,518	2.0
2009	3,206.2	241,651	3.4
2010	3,206.2	250,794	3.8

※ 자료 : 건설과, 교통행정과

- 2010년 12월 현재 제주도 도로는 총 노선수 4,391개 노선, 총연장 3,206.18km로서 구국도 5개 노선 453.02km, 국가지원지방도 1개 노선 35.90km, 지방도 10개 노선 264.2km, 시·군도로는 4,375개 노선 2,453.06km이며 포장율은 83.9%임
- 자동차는 2010년 12월 현재 250,794대로 승용차 168,357대, 승합차 18,872대, 화물차 63,015대, 특수차량 517대이며 우리도는 1명당 0.43대(2010. 12월 기준)로 높은 보유대수를 나타냄

### 3. 생활환경

#### 3.1 토지이용

- 2009년 말 기준 총면적 중 임야가 890.02km<sup>2</sup>로 전체의 48.14%를 차지하며 다음은 전, 과수원, 목장용지 등의 순으로 면적을 나타내고 있음
- 토지이용 변화 추이를 보면 대지와 도로도 생활여건의 변동에 따라 계속하여 증가하는 추세임
- 목장, 임야는 면적이 감소되고 있는데 이는 제주도지역 특성상 과수원 조성 및 인구증가에 따른 주택부지 그리고 각종 개발사업 시행 등의 영향으로 보고 있음
- 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 의한 도시관리계획상 용도지역별 지정 면적은 2009년 기준으로 2,071.0km<sup>2</sup>로서, 이 중에서 관리지역이 1,115.7km<sup>2</sup>로 약 53.9%를 차지함

표 7 도시관리계획 현황

(단위 : m<sup>2</sup>)

구 분	총 면 적	제 주 시	서 귀 포 시
계	2,071,035	1,108,049	962,986
도 시 지 역	392,216	213,936	178,280
관 리 지 역	1,115,682	594,138	521,544
농 립 지 역	150,594	54,995	95,599
자연환경보전지역	397,207	235,656	161,551
미 지 정	15,336	9,324	6,012

※ 자료 : 제주특별자치도 2010통계연보

- 제주도지역 자연환경의 고유한 특성을 보호하고 적절한 개발을 유도해 나가기 위하여 제주국제자유도시특별법에 의거 도전체 면적의 10.9%인 201.034km<sup>2</sup>에 대해서 절대·상대보전 지역으로 지정 고시하여 무분별한 개발을 방지하고 체계적으로 자연환경을 관리해 나가고 있음

표 8 보전지역 지정현황

(단위 : m<sup>2</sup>)

구 분	면 적	대 상 지 역	비 고
계	201,033,941		도 전체면적의 10.9%
절대보전지역	187,770,075	도시지역, 한라산, 도서 (추자도, 마라도, 지귀도)	
상대보전지역	13,263,866	도시지역, 도서(추자도)	

자료 : 도시계획과(제주도 고시 제2010-83호, 2010.7.28), 제주특별자치도 환경백서(2010)

표 9 제주지역 지목별 면적현황

(단위 : m<sup>2</sup>)

지 목 별	합 계	제 주 시	서귀포시
합 계	1,848,848,979.5	977,979,703.5	870,869,276.0
전	368,473,292.5	211,507,823.5	156,965,469.0
답	7,272,591.0	2,858,435.0	4,414,156.0
과 수 원	164,827,016.0	60,343,451.0	104,483,565.0
목 장 용 지	163,580,316.0	105,102,384.0	58,477,932.0
임 야	887,528,119.0	451,539,289.0	435,988,830.0
대 지	56,072,154.7	33,038,846.0	23,033,308.7
공 장 용 지	2,988,494.1	1,829,742.6	1,158,751.5
학 교 용 지	5,998,656.3	3,824,593.8	2,174,062.5
주 차 장 용 지	643,562.4	525,359.9	118,202.5
주 유 소 용 지	355,054.4	261,767.1	93,287.3
창 고 용 지	1,907,974.4	1,120,534.0	787,440.4
도 로	79,938,185.2	45,065,715.3	34,872,469.9
제 방	271,931.8	166,887.8	105,044.0
하 천	24,034,581.4	11,005,474.4	13,029,107.0
구 거	3,380,296.4	1,197,686.3	2,182,610.1
유 지	2,485,575.3	1,681,491.6	804,083.7
양 어 장	1,990,298.0	644,741.0	1,345,557.0
수 도 용 지	961,874.4	649,261.2	312,613.2
공 원	1,621,859.0	1,297,443.4	324,415.6
체 육 용 지	30,557,055.0	17,689,444.0	12,867,611.0
유 원 지	1,496,278.6	1,052,731.6	443,547.0
종 교 용 지	949,500.3	571,361.9	378,138.4
사 적 지	64,479.0	51,599.0	12,880.0
묘 지	16,806,246.0	8,613,613.0	8,192,633.0
잡 종 지	24,643,588.3	16,340,027.1	8,303,561.2

- 제주지역의 지목별 토지이용을 살펴보면 임야가 887.5km<sup>2</sup>(전체면적의 48.0%)로서 가장 높고, 다음은 전이 368.5km<sup>2</sup>(전체면적의 19.9%), 과수원이 164.8km<sup>2</sup>(전체 면적의 8.9%), 목장용지가 163.6km<sup>2</sup>(8.8%), 도로가 79.9km<sup>2</sup>(전체 면적의 4.3%), 대지가 56.1km<sup>2</sup>(3.0%)로서, 전체 면적의 약 93.1%를 차지함

### 3.2 상 수 도

- 제주특별자치도의 상수도는 2009년 말 현재 총인구 567,913명에 대해서 급수인구는 567,913명으로서, 상수도 보급률은 100%이며, 시설용량은 512,625m<sup>3</sup>/일로서 급수량은 195,416m<sup>3</sup>/일로 나타나고 있으며, 1인 1일 급수량은 2009년도말 현재 345ℓ임

### 3.3 하 수 도

- 제주특별자치도의 하수도는 기존 시가지를 중심으로 대부분 우수와 생활하수를 처리하기 위한 합류식 하수관거시설로 설치되어 있으며, 최근 들어 하수관거 정비 사업 및 BTL민자투자사업 등을 통하여 우수와 오수를 분리 처리할 수 있는 분류식 하수관거를 시설하고 있음
- 2009년말 현재 제주도의 하수도시설 현황을 살펴보면 하수관거 시설율 82.5%, 인구보급율 84.8%이며 분류식 하수관거시설로 정비가 필요한 실정임

## 4. 오염원 및 오염물질 발생량

### 4.1 오 수

- 인구증가 및 생활수준의 향상과 도시화의 진전 등에 따라 대도시 중심으로 오수의 발생량은 매년 증가하고 있으며, 우리도의 오수 발생량은 2009년도 170,200㎥/일로써 하수처리 구역 내가 전체의 89.5%인 152,300㎥/일이고, 하수처리구역외가 17,900㎥/일임

표 10 행정시별 오수발생량

(단위 : ㎥/일)

구 분	2009		
	계	하수처리구 역 내	하수처리구 역 외
계	170,200	152,300	17,900
제 주 시	133,999	119,500	14,499
서귀포시	36,201	32,800	3,401

### 4.2 분 뇨

- 행정시별 분뇨 발생량은 2009년 말 제주시 586㎥/일, 서귀포시 129㎥/일으로 전년대비 제주시의 경우 줄어든 반면, 서귀포시의 경우 증가한 경향을 나타냄

표 11 행정시별 분뇨발생량

(단위 : ㎥/일)

구 분	2008			2009		
	계	수거식	수세식	계	수거식	수세식
계	742	17	725	715	11	704
제 주 시	618	12	606	586	8	578
서귀포시	124	5	119	129	3	126

- 분뇨처리시설은 8개소이며 1일 처리능력은 887.5㎥/일이나, 고농도 오

염물질인 분뇨를 처리하는 분뇨처리시설은 다른 환경기초시설 보다 기계설비 부식이 빠르며, 일정기간 내구연한이 지난 시설은 각종 기기 및 구조물 등의 노후로 분뇨처리 능력이 저하됨

표 12 분뇨처리시설 현황

(단위 : 개소)

시 설 명		위 치	처리능력(㎥/일)	처리방법
계		8개소	887.5	-
제 주 시	제주	도두2동1125	600	하수처리장 연계처리
	동부	조천읍 선흘리 137-1	40	액상부식법
	서부	한림읍 금악리 544	40	〃
	우도	우도면 연평리 638	2.5	메탄화 처리(무방류)
	추자	추자면 신양리 산 120-2	5	〃
서귀포시	호근	호근동 1634	130	호기성소화법(하수처리장 연계처리)
	대정	대정읍 하모리 142	35	하수처리장 연계처리
	신산	성산읍 신산리 48	35	〃

### 4.3 산업폐수

- 2009년 말 현재 도내 폐수 배출업소는 697개소로써 폐수량을 기준으로 1종부터 5종으로 구분하여 관리하고 있으며, 대형폐수배출업소는 계절 가동업소인 감귤가공공장, 전분공장 등이 차지하는 비중이 큼

표 13 종별 폐수배출업소 현황(2009. 12. 31 현재)

(단위 : 개소)

구분		계	도	제 주 시	서귀포시
소 계		697	24	516	157
수 질	1종	-	-	-	-
	2종	9	9	-	-
	3종	9	9	-	-
	4종	41	2	29	10
	5종	638	4	487	147



#### 4.4 가축사육현황

##### 4.4.1 가축분뇨법상 규제동물 사육 현황

- 가축분뇨는 대부분 퇴비화시설·액비화시설 등에서 자원화하여 비료 등으로 사용되고 있으며, 2009년 12월 31일 현재 도내 축산폐수처리 시설은 총 1,002개소이며 행정시별 가축분뇨처리시설은 제주도 718개소, 서귀포시 284개소로 나타남

표 14 행정시별 가축분뇨처리시설 현황

(단위 : 개소)

구 분	계	허 가 대 상					신 고 대 상				
		소계	정화처리 시 설	퇴비화 시 설	저장액비화 시 설	해양 배출	소계	정화처리 시 설	퇴비화 시 설	저장액비화 시 설	해양 배출
계	1,002	484	2	231	251	-	518	-	481	37	-
제 주 시	718	366	2	190	174	-	352	-	341	11	-
서귀포시	284	118	-	41	77	-	166	-	140	26	-

- 2009년도 도내 주요 축산농가는 총 1,002개소 중 돼지사육 농가가 35.2% (353개소)를 차지하고 있으며, 가축사육 두수에서도 돼지사육 두수는 509,270두로 소·말(젖소 포함) 사육두수(54,166두)의 9.4배를 차지함
- 가축분뇨 발생량 역시 전체 발생량 3,600톤/일 중 돼지사육시설에서 발생하는 가축분뇨가 2,597톤/일으로 전체 발생량의 약 72.1%를 차지함

표 15 가축수 및 가축분뇨 발생량(축종별)

축종별		가축수(두)	가축분뇨발생량(㎥/일)	가축분뇨발생율(%)	비고
계		1,981,559	3,600	100	
소	소·말	49,470	677	18.8	
	젖 소	4,696	178	5.0	
돼 지		509,270	2,597	72.1	
닭·오리		1,418,123	148	4.1	

※ 가축두당 분뇨발생량(1일) : 소·말 13.7ℓ, 젖소 37.7ℓ, 돼지 5.1ℓ, 닭·오리 0.12ℓ

#### 4. 4. 2 가축분뇨법상 미규제 동물 사육 현황

표 16 가축분뇨법상 미규제 동물 사육 현황

축종별	'07. 12월		'08. 12월		'09. 12월		비고(전년 대비)	
	호수	두수	호수	두수	호수	두수	호수	두수
토 끼	16	1,497	23	2,556	33	2,054	10	△502
칠면조	2	17	2	14	1	12	1	△2
거 위	4	4,304	4	606	5	187	1	△419
메추리	1	60,500	1	50,500	1	60,000	0	9,500
꿀벌(군)	396	61,596	409	66,912	416	69,583	7	2,671
관상조	4	979	3	535	3	613	0	78
타 조	8	204	9	162	8	73	△1	△89
오소리	6	143	7	93	7	56	0	△37
뉴트리아	-	-	-	-	-	-	-	-
평	9	34,062	10	43,093	9	16,418	△1	△26,675
지렁이	3	1,139㎡	2	1,996㎡	2	1,996㎡	-	-
계	449	163,302	470	164,471	485	148,996	21	△39,973

자료 : 제주특별자치도 내부자료

- 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률에 따르면 가축이라 함은 소·돼지·말·닭 그밖에 대통령령이 정하는 사육동물을 말하며, 대통령령이 정하는 사육동물은 젓소, 오리, 양, 사슴 및 개를 말함
- 이외에 사육되어지는 동물은 미규제 대상이며, 제주지역에서 조사되어지는 미규제 대상동물은 토끼, 칠면조 등 11개 동물로 조사되어지고 있으며, 2007년도 449호에서 163,302두이었다가, 2008년도에는 조금 증가하였다가 2009년도에는 감소하는 추세를 보임

## 4. 4. 3 사육밀식 현황

표 17 가축사육시설 단위면적당 적정 가축사육기준

가축사육시설 단위면적당 적정 가축사육기준			
[시행 2009. 9. 16] [농림수산물식품부고시 제2009-361호, 2009. 9. 16, 일부개정]			
<b>농림수산물식품부</b>			
규제개혁법무담당관 02-500-2050			
농림수산물식품부고시 제2009-361호			
「축산법 시행규칙」 제30조 제3호의 규정에 의거 가축사육시설 단위면적당 적정 사육기준을 다음과 같이 고시합니다.			
2009년 9월 16일			
농림수산물식품부장관			
가축사육시설 단위면적당 적정 가축사육기준 개정			
가. 한·육우			
(1) 성장단계별 두당 가축사육시설 소요면적			
(단위 : m <sup>2</sup> )			
시설형태	번식우	비육우	송아지
방 사 식	10.0	7.0	2.5
계 류 식	5.0	5.0	2.5
(2) 두당 가축사육시설 소요면적 산정방법			
① 육성우는 성우로 환산하여 계산함(성우 1두 = 육성우 2두)			
② 송아지는 번식우(어미소)와 함께 사육하지 않는 두수를 기준으로 함(포유중인 송아지는 두수에서 제외)			

③ 성장단계는 다음 기준을 적용하여 구분함

(단위 : m<sup>2</sup>)

시설형태	번식우	비육우	송아지
방사식	10.0	7.0	2.5
계류식	5.0	5.0	2.5

나. 젖 소

(1) 성장단계별 두당 가축사육시설 소요면적

(단위 : m<sup>2</sup>)

시설형태	경산우		초임우 (13~24월령)	육성우 (7~12월령)	송아지 (3~6월령)
	착유우	건유우			
깔짚	16.5	13.5	10.8	6.4	4.3
계류식	8.4	8.4	8.4	6.4	4.3
후리스톨	8.3	8.3	8.3	6.4	4.3

(2) 일관사육시 두당 가축사육시설 소요면적

시설형태	깔짚	계류식 <sup>1)</sup>	후리스톨 <sup>2)</sup>
두당평균면적	12.8	8.6	9.0

1) 계류식 : 착유·건유우는 계류식, 나머지는 깔짚인 경우를 포함

2) 후리스톨 : 착유우는 후리스톨, 나머지는 깔짚인 경우를 포함

(3) 두당 가축사육시설 소요면적 산정방법

① (1) 및 (2)의 기준 중 택일하여 적용함

② 송아지는 번식우(어미소)와 함께 사육하지 않는 두수를 기준으로 함(포유중인 송아지는 두수에서 제외)

다. 돼지

(1) 성장단계별 두당 가축사육시설 소요면적

(단위 : m<sup>2</sup>)

구분	웅돈	번식돈				비육			
		임신돈	분만돈	종부대기돈	후보돈	자돈		육성돈	비육돈
						초기	후기		
두당소 요면적	6.0	1.4	3.9	1.4(스틀) 2.6(군사)	2.3(군사)	0.2	0.3	0.45	0.8

## (2) 경영형태별 두당 가축사육시설 소요면적

(단위 :  $\text{m}^2$ )

일관경영	번식경영-1	번식경영-2	비육경영-1	비육경영-2
0.79	2.42	0.90	0.62	0.73

## (3) 두당 가축사육시설 소요면적 산정방법

- ① (1) 및 (2)의 중 택일하여 적용함
- ② 자돈은 번식돈(어미돼지)과 함께 사육하지 않는 두수를 기준으로 함(포유중인 자돈은 두수에서 제외)
- ③ 성장단계는 다음 기준을 적용하여 구분함

구분	자돈		육성돈	비육돈
	초기	후기		
성장단계	20kg미만	20kg~30kg미만	30kg~60kg미만	60kg미만

- ④ 경영형태는 다음 기준을 적용하여 구분함

구분	경영형태(유형)
일관경영	번식→분만→자돈→비육
번식경영-1	번식→분만
번식경영-2	번식→분만→자돈
비육경영-1	자돈→비육
비육경영-2	비육

## 라. 닭

## (1) 수당 가축사육시설 소요면적

구분	시설형태	소요면적	비고
산 란 계	케이지	$0.042\text{m}^2/\text{수}$	
	평사	$0.11\text{m}^2/\text{수}$	
산란육성계	케이지	$0.025\text{m}^2/\text{수}$	100일령까지 사육
육 계	무창계사		$39\text{kg}/\text{m}^2$
	개방계사	강제환기	$36\text{kg}/\text{m}^2$
		자연환기	$33\text{kg}/\text{m}^2$

(2) 수당 가축사육시설 소요면적 산정방법

- ① 육성계와 병아리는 성계로 환산하여 계산함  
(성계 1수 = 육성계 2수 = 병아리 4수)
- ② 토종닭은 육계 소요면적을 기준으로 함
- ③ 성장단계는 다음 기준을 적용하여 구분함

구분	병아리	육성계	성계
산란계·종계	3주령 미만	3주령~18주령 미만	18주령 이상

마. 오리

(1) 수당 가축사육시설 소요면적

구분	수당면적	비고
산란용 오리	0.333㎡/수	
육용오리	0.246㎡/수	다만, 무창 또는 고상식 시설은 0.15㎡/수 적용

(2) 수당 가축사육시설 소요면적 산정방법

- ① 육성오리와 새끼오리는 성오리로 환산하여 계산함  
(성오리 1수 = 육성오리 2수 = 새끼오리 4수)
- ② 성장단계는 다음 기준을 적용하여 구분함

구분	새끼오리	육성오리	성오리
산란용 오리	3주령 미만	3주령 이상 ~ 18주령 미만	18주령 이상
육용오리	3주령 미만	3주령 이상 ~ 6주령 미만	6주령 이상

부 칙

1. (시행일) 이 고시는 고시한 날부터 시행한다.
2. (재검토기한) 이 고시는 2012년 9월 15일까지 “훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정(대통령훈령 제248호)” 제7조제3항제2호에 따라 재검토하여야 한다.

표 18 제주시 사육두수에 따른 가축밀식 현황

구분	지역	종류	사육두수(A)	사육면적(B)	밀식(A/B)
제 주 시	동지역	돼지	8,700	16,492	0.53
		젓소	646	10,502	0.06
		한우	2,109	30,069	0.07
	구좌읍	돼지	25,075	57,681	0.43
		젓소	984	12,053	0.08
		한우	3,204	26,925	0.12
	조천읍	돼지	18,998	24,073	0.79
		젓소	578	7,970	0.07
		한우	3,245	38,067	0.09
	애월읍	돼지	39,031	44,438	0.88
		젓소	428	6,485	0.07
		한우	2,479	30,733	0.08
	한림읍	돼지	207,601	247,755	0.84
		젓소	2,238	138,614	0.02
		한우	2,678	40,451	0.07
	한경면	돼지	22,450	26,876	0.84
		한우	1,160	14,269	0.08
	평 균	돼지	53,643	69,553	0.72
		젓소	975	35,125	0.06
		한우	2,479	30,086	0.09

- 가축사육 현황에서 읍면지역별 가축사육현황을 통해서 사육두수와 사육면적으로 사육밀식 현황을 산출한 결과 평균적으로 제주시는 돼지의 경우 0.72, 젓소의 경우 0.06 그리고 한우의 경우 0.09두/㎡으로 나타났으며, 서귀포시는 돼지의 경우 0.83, 젓소의 경우 0.08 그리고 한우의 경우 0.09로 나타남
- 제주시의 경우보다 서귀포시의 경우가 돼지와 젓소를 밀식 사육하는 것으로 나타났으나 대체적으로 농림수산식품부에서 고시한 가축사육시설 적정 가축사육기준에 만족하는 것으로 나타남

표 19 서귀포시 사육두수에 따른 가축밀식 현황

구분	지역	종류	사육두수(A)	사육면적(B)	밀식(A/B)
서 귀 포 시	동지역	돼지	23,339	28,696	0.81
		한우	1,173	17,878	0.07
	남원읍	돼지	15,090	19,278	0.78
		한우	1,797	26,843	0.07
	대정읍	돼지	63,555	66,541	0.96
		한우	2,212	29,408	0.08
	성산읍	돼지	9,790	12,740	0.77
		젓소	62	611	0.10
		한우	1,691	16,940	0.10
	안덕면	돼지	5,950	6,780	0.88
		젓소	342	5,694	0.06
		한우	3,226	32,341	0.10
	표선면	돼지	11,250	14,940	0.75
		한우	1,882	17,266	0.11
	평 균	돼지	21,496	24,829	0.83
		젓소	202	3,153	0.08
		한우	1,997	23,446	0.09

#### 4. 4. 4 가축사육 제한지역 현황

- 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 제8조(가축사육의 제한 등)에 따라 지역주민의 생활환경보전 또는 상수원의 수질보전을 위하여 제한이 필요하다고 인정되는 지역에 대하여는 당해 지방자치단체의 조례가 정하는 바에 따라 일정한 구역을 지정하여 가축의 사육을 제한할 수 있음



**가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 제8조  
(가축분뇨사육의 제한 등)**

- ① 시장·군수·구청장은 지역주민의 생활환경보전 또는 상수원의 수질보전을 위하여 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 지역 중 가축사육의 제한이 필요하다고 인정되는 지역에 대하여는 당해 지방자치단체의 조례가 정하는 바에 따라 일정한 구역을 지정하여 가축의 사육을 제한할 수 있다.
  1. 주거 밀집지역으로 생활환경의 보호가 필요한 지역
  2. 「수도법」 제5조의 규정에 따른 상수원보호구역, 「환경정책기본법」 제22조의 규정에 따른 특별대책지역 및 그 밖에 이에 준하는 수질환경보전이 필요한 지역
  3. 「환경정책기본법」 제10조의 규정에 따른 환경기준을 초과한 지역
- ② 시장·군수·구청장은 제1항의 규정에 따라 지정한 가축사육제한구역(이하 “제한구역”이라 한다)에서 가축을 사육하는 자에 대하여 축사의 이전 그 밖에 위해의 제거 등 필요한 조치를 명할 수 있다.
- ③ 시장·군수·구청장은 제2항의 규정에 따라 축사의 이전을 명할 때에는 1년 이상의 유예기간을 주어야 하며, 대통령령이 정하는 기준 및 절차에 따라 이전에 따른 재정적 지원, 부지알선 등 정당한 보상을 실시하여야 한다.

- 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률 제8조(가축사육의 제한 등)에 따라 제주특별자치도 가축분뇨의 관리에 관한 조례에서는 다음과 같은 지역에 대해서 가축사육을 제한함

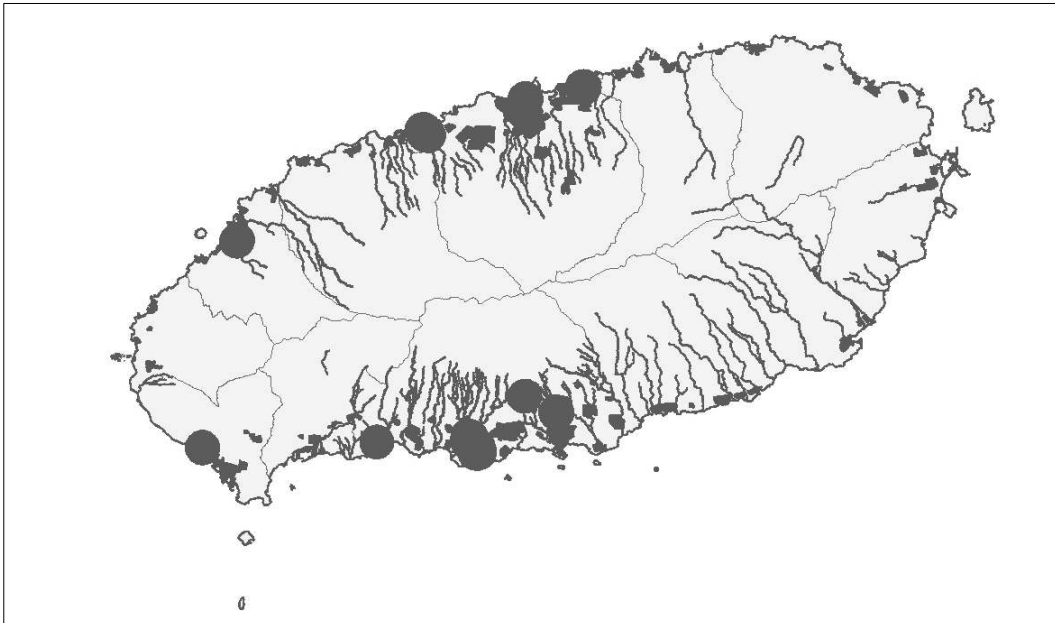


그림 3 제주지역 가축사육 제한지역 지형도면

- 가축분뇨의 관리에 관한 조례 제 2조 제1항에 따라 제주지역 가축사육 제한지역은 그림 3과 같고, 가축사육제한지역에 대해서 읍·면·동 지역별로 현황을 살펴보면 표 20과 같음
- 제주지역 내 가축사육 제한지역 면적은 총 약 363.4km<sup>2</sup>이며, 제주지역 면적의 약 16.1%를 차지하고 있으며, 이중 가축사육 제한구역으로 가장 큰 면적을 차지하는 지역은 서귀포시 동지역으로 약 90.3km<sup>2</sup>으로 나타났다으며, 다음으로 제주시 동지역으로 63.4km<sup>2</sup>으로 조사되었음

제주특별자치도 가축분뇨의 관리에 관한 조례  
가축분뇨사육의 제한 등

제2조(가축사육의 제한) ① 제주특별자치도지사(이하 “도지사”라 한다)가 「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」(이하 “법”이라 한다) 제8조제1항에 따라 지역주민의 생활환경보전 또는 상수원의 수질 보전을 위하여 가축사육을 제한하는 지역은 다음과 같다.

가 축 사 육 제 한 지 역

1. 상수원보호구역 경계로부터 직선거리 1.5킬로미터 이내의 지역
2. 「하천법」 제2조에 따른 하천, 「소하천정비법」에 따른 소하천 및 바다의 경계로부터 직선거리 100미터이내의 지역
3. 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제6조에 따른 도시지역 중 주거지역, 상업지역, 공업지역의 경계로부터 직선거리 100미터이내의 지역
4. 추자 제4수원지, 우도수원지 경계로부터 100미터 이내의 지역
5. 천지연 폭포 상류수질에 영향을 미치는 하논농업용수로의 경계로부터 100미터 이내의 지역
6. 그 밖에 도지사가 필요하다고 인정하여 지정 고시하는 지역

② 제1항에 따라 가축사육이 제한되는 지역 안에서는 법 제2조에 따른 가축을 사육할 수 없다. 다만, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그러하지 아니하다.

1. 학교 및 시험연구기관 등에서 학습 또는 시험의 목적으로 사육하는 가축
2. 수의사 및 가축인공수정사가 진료·인공수정 등의 목적으로 사육 또는 계류(繫留)하는 가축
3. 개별법에 따라 설치된 농·축산물 도매시장, 도축장 및 부화장 내에 계류하는 가축
4. 애완용, 방범용 및 농사용으로 사육하는 가축. 다만, 판매목적으로 다수의 가축을 애완용, 방범용으로 사육하는 경우에는 제외한다.
5. 법 제11조에 따라 이미 가축분뇨배출시설에 대한 설치허가 등을 받거나 신고대상 배출시설 규모 미만의 시설에서 사육하는 가축
6. 그 밖에 도지사가 필요하다고 인정하는 경우

제3조(가축분뇨배출시설의 제한) 제2조에 따라 가축사육 제한지역으로 지정된 지역에서는 가축분뇨배출시설을 증축 또는 증설할 수 없다.

- 양돈농가가 밀집되어 있는 한림읍, 애월읍, 구좌읍 그리고 대정읍에 있어서는 각각 12.5km<sup>2</sup>, 23.2km<sup>2</sup>, 9.9km<sup>2</sup> 그리고 12.3km<sup>2</sup>으로서 읍 면적 대비 약 13.7%, 11.5%, 5.3% 그리고 15.7%를 차지하는 것으로 나타남

표 20 가축사육 제한 읍면동지역 현황

구분		면적(㎡)		
		지역별면적(A)	가축사육 제한면적(B)	비율(B/A×100)
총계		1,848,728,339	363,380,657(298,300,976)	16.1
제주시	동지역	255,460,005	63,356,686	24.8
	한림읍	91,204,169	12,536,579	13.7
	애월읍	202,203,088	23,244,274	11.5
	구좌읍	185,941,330	9,863,187	5.3
	조천읍	150,678,400	9,357,897	6.2
	한경면	79,107,123	4,616,454	5.8
	추자면	7,160,407	5,887,840	82.2
	우도면	6,181,216	1,395,913	22.6
서귀포시	동지역	254,924,486	90,273,233	35.4
	대정읍	78,610,673	12,339,398	15.7
	남원읍	188,698,847	28,564,534	15.1
	성산읍	107,779,158	13,732,009	12.7
	안덕면	105,601,636	6,975,213	6.6
	표선면	135,177,801	16,157,759	12.0
공유수면			65,079,681	

주) 가축사육 제한면적 비율산정시 공유수면 면적 제외함

## 제 3 장 가축분뇨 발생 현황 및 예측

### 1. 가축 축종별 사육 현황 및 전망

- 제주특별자치도 주요 축종인 한육우, 젓소, 돼지 사육 농가 현황은 2009년 12월 기준으로 사육농가와 사육두수는 제주시인 경우 각각 797호, 381,589두수이며, 서귀포시인 경우 528호, 160,569두수이며, 제주지역 전체적으로 사육농가는 1,325호이며, 사육두수는 542,158두수로 조사됨

#### 1.1 한육우 사육 현황 및 전망

- 제주특별자치도 주요 축종인 한육우인 경우 사육농가는 1996년도 2,580호에서 2002년까지 점차 감소하다가 2003년도 이후에는 큰 변동이 없는 경향을 나타내어 2009년 현재 약 965호로 조사되었으며, 사육두수의 경우는 1996년도 33,691두수에서 2002년까지 점차 감소하다가 2003년도 이후로는 점차 증가하는 추세를 나타내어 2009년 현재 28,192두수로 조사됨
- 2009년 12월 기준으로 사육농가와 사육두수는 제주시인 경우 각각 531호, 16,559두수이며, 서귀포시인 경우 434호, 11,633두수이며, 제주지역 전체적으로 사육농가는 965호이며, 사육두수는 28,192마리로 조사됨
- 2008년도 12월 기준으로 농가수는 84호가 감소한 반면, 사육두수는 1,378두수가 증가한 것으로 이러한 경향은 일정기간동안 지속될 것으로 판단됨

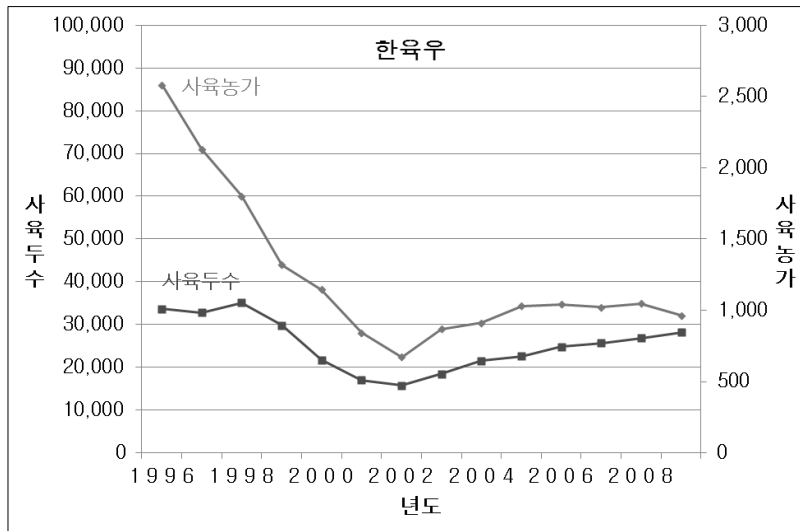


그림 4 한육우 사육두수 및 사육농가 현황

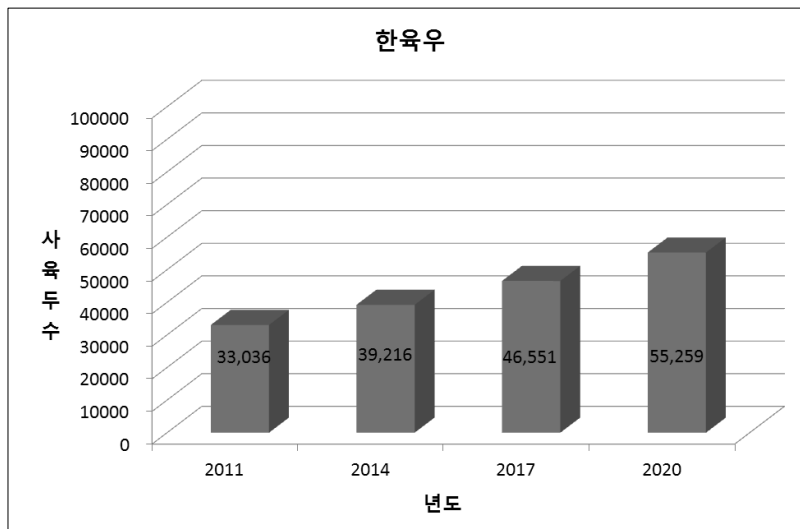


그림 5 한육우 사육두수 전망

- 2002년 이후 지속적인 증가추세는 어느 일정기간까지는 일정하게 증가할 것으로 예측됨에 따라 이러한 경향을 바탕으로 전망한 2020년 한육우 사육두수는 약 55,259마리까지 증가할 것으로 예측됨<sup>4)</sup>

4) 최근 증가 추세의 평균 1.0588 적용

## 1.2 젓소 사육 현황 및 전망

- 제주특별자치도 주요 축종인 젓소인 경우 사육농가와 사육두수는 지속적으로 감소하는 경향을 나타냄

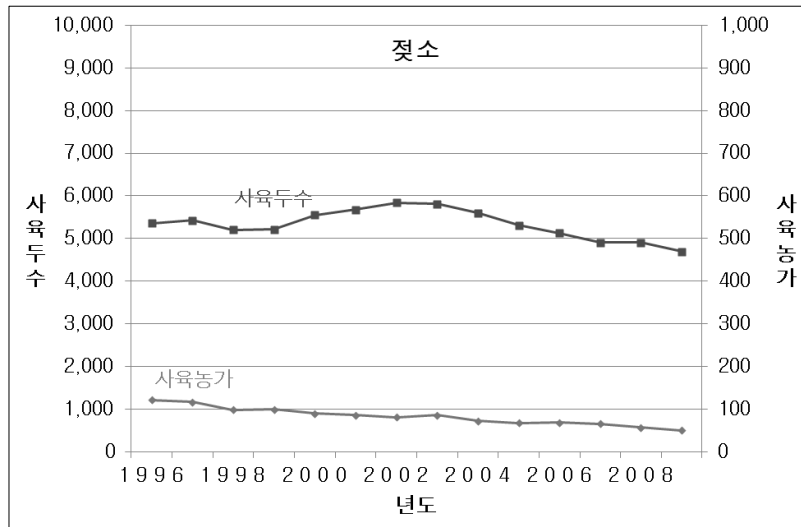


그림 6 젓소 사육두수 및 사육농가 현황

- 2009년 12월 기준으로 사육농가와 사육두수는 제주시인 경우 각각 48호, 4,402두수이며, 서귀포시인 경우 3호, 294두수이며, 제주지역 전체적으로 사육농가는 51호이며, 사육두수는 4,696마리로 조사됨
- 2008년도 12월 기준으로 농가수는 6호가 감소하고, 사육두수 또한 211두수가 감소한 것으로 이러한 경향은 일정기간동안 지속될 것으로 판단됨에 따라 이에 대한 경향을 고려하여 예측
- 예측된 결과는 지속적인 감소추세<sup>5)</sup>에 따라 2020년 젓소의 사육두수는 약 3,848마리로 전망됨

5) 최근 감소 추세의 평균 0.9820 적용

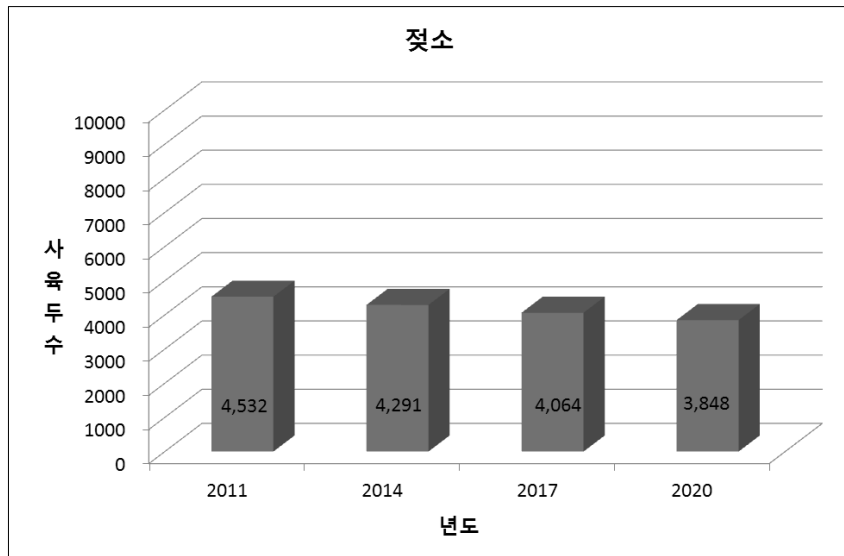


그림 7 젖소 사육두수 전망

### 1.3 돼지 사육 현황 및 전망

- 제주특별자치도 주요 축종인 돼지인 경우 사육농가는 큰 변화가 없고, 사육두수는 지속적으로 증가하는 추세를 나타냄
- 사육농가수는 일반적으로 큰 폭으로 차이는 없지만 지속적으로 감소하는 추세를 보이고 있는 반면, 사육두수는 지속적으로 증가하는 경향을 나타냄
- 축산환경에 대한 민원의 증가와 사료가격의 상승 등 여러 요인에 의한 것으로 판단되나, 제주지역의 청정이미지와 흑돼지의 브랜드가치의 상승으로 상대적으로 사육두수는 증가한 것으로 판단됨
- 2009년 12월 기준으로 사육농가와 사육두수는 제주시인 경우 각각 218호, 360,628두수이며, 서귀포시인 경우 91호, 148,642두수이며, 제주 지역 전체적으로 사육농가는 309호이며, 사육두수는 509,270마리로 조사됨
- 2008년도 12월 기준으로 농가수는 17호가 감소한 반면, 사육두수는 4,694두수가 증가한 것으로 이러한 경향은 일정기간동안 지속될 것으로 판단됨

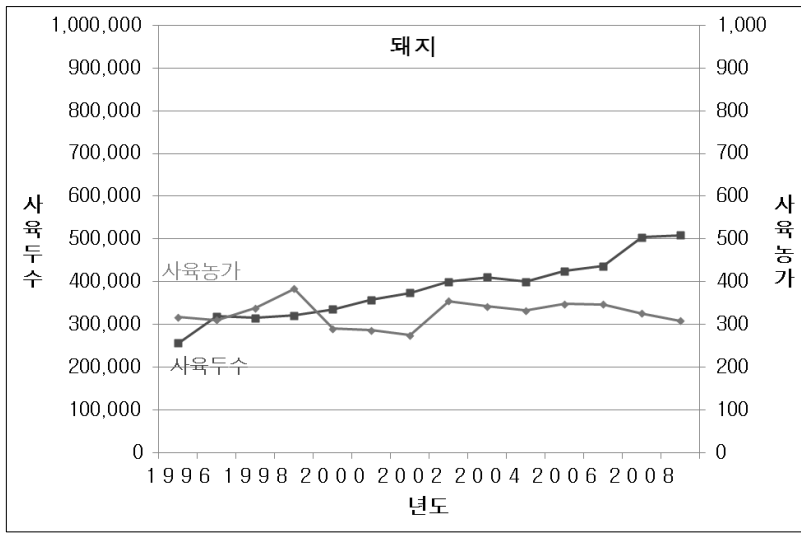


그림 8 돼지 사육두수 및 사육농가 현황

- 이러한 증가 추세를 바탕으로 변화율의 평균<sup>6)</sup>을 산정하여 2020년 사육두수는 전망하였을 경우, 약 510,379마리로 예측됨

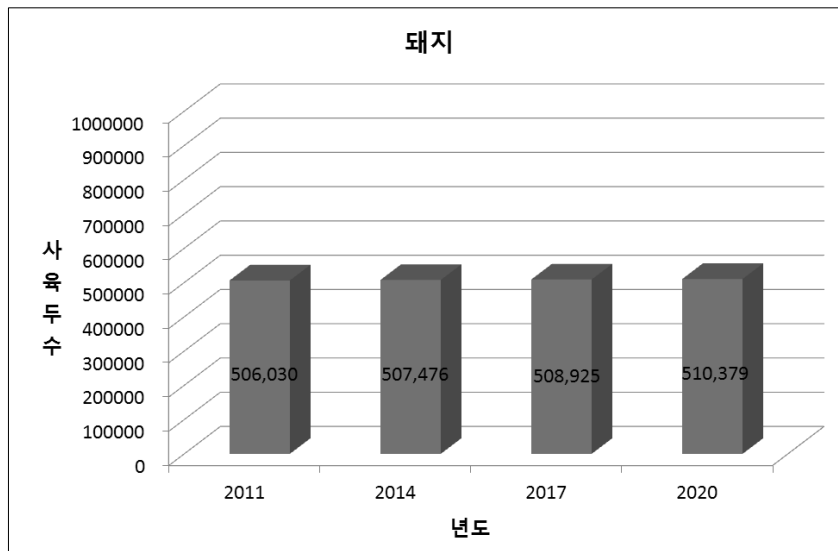


그림 9 돼지 사육두수 전망

6) 최근 증가 추세의 평균 1.001 적용



## 2. 가축 축종별 가축분뇨 발생 현황 및 전망

### 2.1 가축분뇨 발생특성 및 원단위

#### 2.1.1 가축분뇨 발생특성

표 21 가축 종류별 일평균 분뇨발생량

(단위 : kg/두 · 일)

구 분	연령 및 체중	분	뇨	계
한 우	자우 (6 개월 미만)	4.5	1.5	6.0
	육성우 (6~12 개월)	11.5	4.0	15.5
	성우 (12 개월 이상)	22.0	5.5	27.5
	평 균	12.7	3.7	16.4
젖 소	calf (6 개월 미만)	4.5	1.5	6.0
	heifer (6~12 개월)	12.0	3.0	15.0
	heifer (12~24 개월)	14.4	5.1	19.5
	cow (24 개월 이상)	35.4	13.0	48.4
	평 균	16.6	5.65	22.2
육 우	자우 (6 개월 미만)	4.5	1.5	6.0
	육성우 (6~12 개월)	10.5	3.5	14.0
	성우 (12 개월 이상)	22.5	6.5	29.0
	평 균	12.5	3.83	16.3
돼 지	자 돈 (30)	1.3	2.0	3.3
	육성돈 (60)	2.3	3.5	5.8
	성 돈 (90)	2.7	5.0	7.7
	종 돈 (250)	3.3	5.5	8.8
	평 균	2.4	4.0	6.4

자료 : 전국가축분뇨 적정관리대책 연구, 한국과학기술연구원, 1990

- 가축분뇨의 발생량 및 성상은 급여사료의 종류, 급여방법, 가축의 체중, 사육규모, 축사관리 방법 등의 직접적인 영향 및 계절적인 변동과 같은 간접적인 영향에 따라 그 특성 변화가 매우 다양함
- 한우와 육우는 3단계로 나누어 분뇨발생량을 구분하였으며, 젓소와 돼지는 4단계 성장기간으로 분리하여 분뇨발생량을 구분함
- 국내에서도 많은 기관에서 가축분뇨의 발생원단위를 제시하고 있으나, 이에 대한 정확한 근거나 세부적인 산출내역 등이 명시되어 있지 않다는 문제점이 있음

### 2.1.2 가축분뇨 발생원단위 선정

- 축사에서 발생하는 가축분뇨 발생량은 축산시설의 형태, 분 분리 작업, 청소방법 및 사용수량 등에 의해 달라짐
- 또한, 사육규모, 축사의 관리방법 및 계절적인 변동 등 간접적인 영향에 따라 그 차이가 심하게 나타남
- 가축분뇨 배출량에 영향을 미치는 요소를 일일이 산정하는 것은 매우 어렵고 상당한 시간이 소요됨
- 축산구조별로 몇 개의 농가를 선정하여 실제 폐수발생량을 측정하는 것은 축산농가 규모 및 농가수의 변화가 커 증감추이를 예측할 수 없기 때문에 이를 설계 원단위로 적용하는 것은 어려운 실정임
- 건설기술연구원에서는 가축분뇨 관리의 효율성 및 경제성 향상방안 연구(1999)에서 가축분뇨의 원단위 발생량으로 한우와 젓소는 각각 20.0ℓ/두·일, 32.0ℓ/두·일, 돼지는 6.0ℓ/두·일로 제시함
- 세정수량의 산정부문에서도 젓소와 한우의 경우 각각 33.0ℓ/두·일, 22.0ℓ/두·일, 돼지는 8.0ℓ/두·일로서 가축분뇨 배출원단위의 150~200%까지 세정수를 가산하여 제시함

표 22 과거 국내·외 가축분뇨 배출원단위

(단위 : kg/일·두)

구 분		육우	젖소	돼지
가축배설물의 처리와 기술 (일본 농림성, 1978)	분	14.0	20.0	1.9
	뇨	9.8	13.8	3.9
	계	23.8	33.8	5.8
전국 가축분뇨 적정관리대책연구 (한국과학기술 연구원, 1990)	분	12.7	16.6	2.4
	뇨	3.7	5.6	4.0
	계	16.4	22.2	6.4
유역별 하수도정비 종합계획 조사지침과 해설 (일본하수도협회, 1990)	분	25.0	25.0	3.5
	뇨	6.0	6.0	3.2
	계	31.0	31.0	6.7
소규모 가축분뇨 처리장치의 개발 (한국과학기술 연구원, 1993)	분	12.7	21.9	2.2
	뇨	3.7	11.1	3.6
	계	16.4	33.0	5.8
하수처리장의 분뇨, 정화조폐액, 가축분뇨 연계처리 방안에 관한 연구 (환경부, 1994)	분	12.7	21.9	2.4
	뇨	3.7	11.1	4.0
	계	16.4	33.0	6.4

표 23 최근 국내의 가축분뇨 원단위 발생량

(단위 : l/두·일)

구 분		한우	젖소	돼지	비 고
가축분뇨 배출원단위	분	15.0	22.0	2.5	A
	뇨	5.0	10.0	3.5	B
	계	20.0	32.0	6.0	C = A+B
분 80% 분리시 가축분뇨 배출량	분	3.0	4.4	0.5	$A' = A \times 0.2$
	뇨	5.0	10.0	3.5	-
	계	8.0	14.4	4.0	$C' = A' + B$
세정수량		22.0	33.0	8.0	D
가축분뇨 배출원단위		30.0	47.4	12.0	$E = C' + D$

※ 자료 : 가축분뇨관리의 효율성 및 경제성 향상방안 연구, 1999, 한국건설기술연구원

- 환경부에서는 가축별 배출원단위에 대해서 다음과 같이 제시하고 있는데, 가축분뇨 발생량의 현실성을 고려하면, 환경부 고시자료에 의해 가축분뇨 발생량을 산정하는 것이 신뢰성이 높다고 판단됨

표 24 가축별 가축분뇨 배출원단위

축종별(단위)		환경부 고시('99)				'08 배출원단위 조사결과			
		분	뇨	세정수	계(a)	분	뇨	세정수	계(b)
소·말(L/d·두)		10.1	4.5	0	14.6	8.0	5.7	0	13.7
젖 소(L/d·두)		24.6	11.0	10	45.6	19.2	10.9	7.6	37.7
돼 지(L/d·두)		1.6	2.6	4.4	8.6	0.87	1.74	2.49	5.1
닭	산란계(L/1,000수·일)	미고시				124.7			124.7
	육 계(L/1,000수·일)	미고시				85.5			85.5

자료 : 환경부 수생태보전과-869('08.12.23)

### 2. 1. 3 가축분뇨 오염발생원단위 선정

- 국내 문헌상에 제시된 가축분뇨의 오염발생원단위를 조사하여 표 25에 제시하였으며, 표 26은 환경부에서 제시한 오염발생원단위를 나타냄

표 25 국내 각 문헌상 제시된 가축분뇨 오염발생원단위

구 분	발생량(g/두 · 일)						비 고
	구 분	BOD	COD	SS	T-N	T-P	
낙동강유역 환경보전 종합계획사업 최종보고서 (1985. 11)	소 돼지	640 125	-	3,800 356	128 16.8	72.0 20.4	환 경 부
전국 환경보전 장기 종합계획보고서 (1986. 12)	한우 젖소 돼지	640 170 125	-	3,800 4,345 356	-	-	환 경 부
전국오염하천 정확화를 위한 조사보고서 (1987. 9)	소 돼지	640 125	-	3,800 356	-	-	환 경 부
한강주운타당성 조사 사업 환경조사 (1988)	한우 젖소 돼지	640 170 125	-	3,800 4,345 356	128.0 126.5 20.4	72.0 187 16.8	한 국 과학기술원

7) 강진영, 제주지역 양돈분뇨의 적정관리를 위한 발생원단위 산정, 제주발전연구원(2009)

구 분	발생량(g/두·일)						비 고
	구 분	BOD	COD	SS	T-N	T-P	
가축 노·오수 처리 이용기술과 사례 (1989)	돼지	130	-	430	37.0	14.7	일본 중앙축산회
전국 가축분뇨 적정관리대책 (1990. 1)	한우	640	-	3,500	128.0	72.0	한국 과학기술원
	젖소	170		4,345	126.5	187	
	돼지	125		356	20.4	16.8	
한강상류의 수질예측과 관리대책 (1991. 8)	소	640	-	3,800	290.0	48.0	한강연구소
	돼지	125		356	40.4	25.0	
영양염류 원단위 산정에 관한 연구 (1991. 8)	소	640	-	3,800	125.0	72.0	한국환경과학 연구협의회
	돼지	170		356	20.4	16.8	
수환경정책 자료집(1994)	한우	640	-	3,800	128.0	72.0	환 경 부
	젖소	170		4,345	126.5	187	
	돼지	125		356	20.4	16.8	
수출돈 생산단지의 분뇨처리시설 표준화에 관한 연구 (1995. 12)	돼지	132	-	434	37.0	14.7	한국육류 수출입협회
	분	114		418	19.0	13.3	
	뇨	18		16	18.0	1.4	
새로운 가축분뇨 처리기술 (1997. 4)	돼지	130	-	430	37.0	14.7	축산기술 연구소
제주지역 양돈분뇨의 적정관리를 위한 발생원단위 산정 <sup>7)</sup> (2009. 10)	돼지	168	115	177	126	4	스크래퍼돈사
		150	97	226	96	5	슬러리돈사
		85	56	120	50	3	자체순환돈사

- 국내 문헌상에 제시된 가축분뇨의 오염발생원단위를 살펴보면, 대부분 한우 또는 소, 돼지, 젖소에 대해서 연구가 이루어짐
- 한우 또는 소에 있어서는 BOD가 640kg/두·d로 제시하고 있으며, SS에 대해서는 3,500~3,800kg/두·d, T-N에 있어서는 125~128kg/두·d, T-P에 있어서는 48~72kg/두·d로 나타내고 있음
- 젖소에 대해서는 BOD가 170kg/두·d로 제시하고 있으며, SS에 대해서는 4,345kg/두·d, T-N에 있어서는 126.5kg/두·d, T-P에 있어서는 187kg/두·d로 나타냄
- 돼지에 대해서는 BOD가 85~170kg/두·d로 제시하고 있으며, COD에 있어서는 56~115kg/두·d, SS에 대해서는 120~434kg/두·d, T-N에 있어서는 16.8~126kg/두·d, T-P에 있어서는 3~25kg/두·d로 나타냄
- 환경부에 고시된 오염발생원단위는 축종에 따라 분, 뇨, 세정수로 구분되며, BOD, T-N, T-P에 대하여 농도 및 오염부하로 구분하여 제시됨

- 환경부고시 가축분뇨 오염발생원단위에 나타난 바와 같이 우분의 경우, 한우의 BOD가 48,000mg/L, 젖소의 BOD가 21,000mg/L의 범위에 있고, 돈분의 경우 60,000mg/L로 우분에 비해 더 높은 값을 나타내고 있음

표 26 환경부 고시 가축분뇨 오염발생원단위

(단위 : g/두·일)

구 분		발생량 (L/ 일·두)	BOD		총질소(T-N)		총인(T-P)	
			농도 (㎎/ℓ)	오염부하	농도 (㎎/ℓ)	오염부하	농도 (㎎/ℓ)	오염부하
돼지	계	8.6	12,674	109.0	3,221	27.7	1,423	12.2
	분	1.6	60,000	96.0	10,000	16.0	7,000	11.2
	뇨	2.6	5,000	13.0	4,500	11.7	400	1.0
	세정수	4.4	-	-	-	-	-	-
한우	계	14.6	36,164	528.0	8,000	116.8	2,475	36.1
	분	10.1	48,000	484.8	8,000	80.8	3,400	34.3
	뇨	4.5	9,600	43.2	8,000	36.0	400	1.8
젖소	계	45.6	12,197	556.2	3,549	161.8	1,242	56.7
	분	24.6	21,000	516.6	4,700	115.6	2,200	54.1
	뇨	11.0	3,600	39.6	4,200	46.2	230	2.5
	세정수	10.0	-	-	-	-	-	-
닭		0.12	65,400	7.8	13,596	1.6	5,075	0.6

자료 : 1. 발생량 : 가축별 배출원단위(환경부고시 제1999-109호) 및 내부자료  
2. 오염 농도·부하 : 수계 오염총량 관리기술 지침(국립환경연구원, '02)

## 2.2 가축분뇨 발생에 영향을 미치는 인자

- 축산시설에서 발생하는 가축분뇨의 발생특성은 가축 및 사료의 종류와 양, 축사구조 및 관리방법에 따라 변화하며, 오염물의 부하량도 그때의 상황에 따라 현저하게 변동함
- 가축분뇨는 연속적으로 발생하지 않고 하루 중 1~2회의 청소시간에만 집중적으로 발생되며, 가축의 식수 및 청소에 이용된 물에 가축의

털 및 사료찌꺼기 등이 포함되어 있으므로 처리함에 있어서도 어려움이 따름

- 돈사의 경우 분리형 돈사(재래식돈사, 분리형 스크래퍼돈사, 벨트식돈사)와 미분리형 돈사(슬러리돈사, 미분리형 스크래퍼돈사) 등 사육 농가의 돈사 구조에 따라 사육형태 및 돈사 청소방법이 달라 발생폐수의 농도에 현격한 차이가 발생함으로 대상지역의 처리시설의 부하량을 설정하는데 중요한 요인인 돈사구조 및 오물 관리 작업을 조사하고 이에 대해 충분히 고려하여야 함
- 가축분뇨 발생량에 크게 영향을 미치는 인자는 축사의 청소방법, 분,뇨 분리작업의 유무, 가축분뇨 수거방법, 사료의 종류 및 급식방법으로 각각에 인자에 대한 영향은 다음과 같음

### 2.2.1 축사의 청소방법에 따른 영향

- 축사의 청소횟수는 사육규모, 분,뇨 분리작업의 유무, 바닥의 청소방법 등에 따라 다르지만, 통상 1일에 1~2회 아침, 저녁 중 작업이 이루어기 때문에 하루에 발생하는 전체 가축분뇨 배출량의 70~80% 이상이 청소에 의해 배출되고 있음
- 축사바닥 청소방법은 고정 노즐식 및 이동 노즐식 고무호스를 이용하여 각 축사를 순차적으로 세척하는 방법이 주로 쓰이며, 세척방법과 세척시간에 따라 폐수발생량이 좌우됨
- 돼지의 경우 세척수량은 10~20L/두·일 이며, 한국과학기술원에서 발표된 자료에 의하면, 축산시설에서 발생하는 폐수발생량은 젓소 약 40L/두·일 정도, 육우 약 30~40L/두·일, 돼지의 경우 10~15L/두·일로 제시함
- 환경부 고시 가축분뇨 배출원단위와는 다소 차이가 있는데, 2003년 말 기준 4대 축종의 가축분뇨 1일 발생량(세정수 포함)은 136,500톤이며, 축종별로 보면 한우 21,600톤, 젓소 23,700톤, 돼지 79,400톤, 닭 11,900톤으로 돼지의 분뇨발생량이 58.1%를 차지함

### 2.2.2 분(糞) 분리작업의 유무

- 분 분리 배출작업은 축사 내에서 발생하는 분과 뇨 중 분 만을 별도로 분리하여 반출하는 작업으로, 폐수발생량 및 부하량을 감소시킬 수 있음
- 분과 뇨의 분리작업을 어떻게 하느냐에 따라서 처리시설의 규모가 큰 영향을 받을 수 있는데, 소의 경우는 비교적 분 분리작업이 쉬워 대부분의 소 사육시설에서 이루어지고 있으며, 분 회수율이 90% 정도에 이름

### 2.2.3 가축분뇨 수거방법

- 가축분뇨는 수거방법(수거식 또는 관거식)에 따라 처리시설에 유입되는 농도가 매우 상이하게 나타나는데, 관거를 통해 유입되는 가축분뇨의 경우 관거의 상태에 따라 지하수나 우수의 유입으로 인하여 농도가 감소될 수 있으며, 수거식의 경우 사육농가의 저류조에서 상등수만을 수거할 경우와 하부에 침전된 슬러리까지 수거할 경우와는 큰 농도차를 나타냄
- 수거되는 가축분뇨의 농도는 전적으로 수거자의 수거형태에 따라 결정되며, 슬러지 돈사의 저류조 하부에서 취수할 경우 농도는 상당히 높아질 것이고, 반대로 상부에서 취수할 경우 농도는 낮아질 것임
- 대부분 지역에서 가축분뇨 처리시설로 반입되는 가축분뇨는 분과 뇨가 혼합된 사육농가의 저류조에서 펌핑(pumping)차량에 의한 수거로 이루어지므로 반입농도가 높은 경향을 나타냄

### 2.2.4 사료의 종류 및 급식방법

- 가축에 급식되는 사료 중 소화율이 나쁜 사료가 많이 함유될수록 가축분의 부유물질함유량이 많이 발생하는데, 돼지의 사료 조성은 섬유소 혹은 리그닌 등이 적고 전분단백질이 많음
- 소의 사료는 섬유소, 리그닌 및 K의 함량이 높고 N·P 혹은 Ca·Mg의 함량은 낮은 경향이 있어 질소의 비료효과가 낮아 토양개선제로서



이용됨

- 돼지의 경우는 배급 사료의 의존도가 크기 때문에 사료의 종류에 따른 분뇨조성의 영향은 비교적 적지만, 소의 경우 사료 의존도가 큰 방목소와 농후사료에 의존하는 도시근교의 낙농을 비교할 때 분의 화학조성과 분해성에는 상당한 차이가 있는 것으로 나타남
- 돼지 분의 유기물 함량은 소보다 약간 적은 편이나 질소·인의 함량은 높고 분해도 비교적 빠름
- 돼지 분 중의 수분은 사료에 따라 다소 다르지만 75~80% 범위이며, 뇨 중에 배설되는 N의 대부분이 요소의 형태로 포함됨

## 2.3 가축분뇨 발생에 따른 성상 조사

- 가축분뇨는 고농도 유기성분으로 비료로서의 가치로서 높이 평가받고 있으나, 고농도의 오염물질 발생원으로서 가축분뇨에 의한 하천수의 오염, 상수원의 오염, 축사주변의 쥐와 파리의 번식 및 악취발생 등의 환경오염을 야기 시킴
- 환경에 악영향을 최소화하기 위한 가축분뇨 처리를 위해서는 그 성상을 제대로 파악하는 것은 매우 중요하나, 가축분뇨의 이·화학적 성상은 가축의 종류, 사료의 종류 및 양, 축사구조의 관리방법, 계절적인 변동 등에 따라 그 특성의 변화가 매우 다양하므로 정량적인 실태파악이 곤란한 실정임
- 표 27은 국내 각종 가축분뇨 성상분석 자료에 대한 내용으로서 분과 뇨 그리고 혼합되었을 때의 성상을 나타냄
- 젓소의 경우 분에 있어서는 BOD 20,821~24,000mg/L, COD 200,000~200,710mg/L, SS 118,667~120,000mg/L, T-N 4,300~4,706mg/L 그리고 T-P 1,700~2,206mg/L이며, 뇨의 경우 BOD 3,575~4,000mg/L, COD 11,000~11,368mg/L, SS 25~5,000mg/L, T-N 22~8,000mg/L 그리고 T-P 150~4,205mg/L로 제시하고 있음
- 혼합된 성분에 있어서는 BOD 16,000mg/L, SS 74,000mg/L, T-N 5,800mg/L 그리고 T-P 1,100mg/L로 제시하고 있음

- 한우의 경우 분에 있어서는 BOD 24,000~24,456mg/L, COD 120,000~172,872mg/L, SS 120,000~156,800mg/L, T-N 6,000~6,080mg/L 그리고 T-P 3,400~3,446mg/L이며, 뇨의 경우 BOD 4,000~4,640mg/L, COD 19,992~20,000mg/L, SS 35~5,000mg/L, T-N 30~5,000mg/L 그리고 T-P 300~5,005mg/L로 제시하고 있음

표 27 가축분뇨 성상분석

(단위 : mg/l)

축종별		구분	BOD	CODcr	SS	T-N	T-P
자료 1)	젖소	분	21,000	200,000	120,000	4,700	2,200
		뇨	4,000	11,000	25~5,000	4,200	230~250
	한우	분	24,000	120,000~170,000	120,000~156,000	6,000	3,400
		뇨	4,000~4,600	20,000	3,500~5,000	5,000	300
	돼지	분	60,000~61,000	262,000	183,000~223,000	10,000	4,100
		뇨	4,000~5,000	9,000	425~4,500	4,400	320
자료 2)	젖소	분	20,821	200,712	118,667	4,706	2,206
		뇨	3,575	11,368	25	22	4,205
	한우	분	24,456	172,872	156,800	6,080	3,446
		뇨	4,640	19,992	35	30	5,005
	돼지	분	59,875	261,926	183,000	9,790	4,205
		뇨	4,009	9,065	425	340	4,500
자료 3)	젖소	분	24,000	-	120,000	-	-
		뇨	4,000	-	5,000	-	-
	돼지	분	61,000	-	223,000	-	-
		뇨	5,000	-	4,500	-	-
자료 4)	젖소	분	24,000	-	120,000	4,300	1,700
		뇨	4,000	-	5,000	8,000	150
		혼합	16,000	-	74,000	5,800	1,100
	돼지	분	60,000	-	220,000	100,000	7,000
		뇨	5,000	-	4,500	5,000	400
		혼합	24,000	-	80,000	6,800	2,700

자료1) : 가축분뇨정화시설 표준설계도서 작성 용역보고서, 환경부, 1995. 11

자료2) : 전국 가축분뇨 적정관리대책 연구, 한국과학기술원, 1990.

자료3) : 가축배설물처리 이용기술, 축산업 협동조합 중앙회, 1991.

자료4) : 가축분뇨의 발생부하 원단위와 농도, 서개흙, 1997.

- 돼지의 경우 분에 있어서는 BOD 59,875~61,000mg/L, COD 261,926~262,000mg/L, SS 183,000~223,000mg/L, T-N 9,790~100,000mg/L 그리고 T-P 4,100~7,000mg/L이며, 뇨의 경우 BOD 4,000~5,000mg/L, COD 9,000~9,065mg/L, SS 425~4,500mg/L, T-N 340~5,000mg/L 그리고 T-P 320~4,500mg/L로 제시하고 있음
- 혼합된 성분에 있어서는 BOD 24,000mg/L, SS 80,000mg/L, T-N 6,800mg/L 그리고 T-P 2,700mg/L로 제시하고 있음

## 2.4 축종별 가축분뇨 발생량 현황 및 전망

- 축사에서 발생하는 가축분뇨 발생량은 축산시설의 형태, 분 분리 작업, 청소방법 및 사용수량 등에 의해 많이 변하며, 또한 사육규모, 축사의 관리방법 및 계절적인 변동 등 간접적인 영향에 따라 그 차이가 심하게 나타남
- 가축분뇨 배출량에 영향을 미치는 요소를 일일이 산정하는 것은 매우 어렵고 상당한 시간이 소요될 뿐 만 아니라, 축산구조별로 몇 개의 농가를 선정하여 실제 폐수발생량을 측정하는 것은 축산농가 규모 및 농가수의 변화가 커 증감추이를 예측할 수 없기 때문에 이를 설계 원단위로 적용하는 것은 어려움이 따름
- 환경부에서 고시한 가축별 배출원단위(수생태보전과-869('08.12.23))를 적용하는 것이 신뢰성이 높을 것이라고 판단하였기 때문에 고시된 배출원단위를 바탕으로 한육우, 젖소 그리고 돼지에서 발생하는 가축분뇨 발생량을 산출함

### 2.4.1 한육우 분뇨 발생량 현황 및 전망

- 한육우에 의해서 발생되어지는 가축분뇨의 양은 환경부 수생태보전과에서 고시된 자료를 바탕으로 한육우의 배출원단위를 적용함으로써 산출할 수 있음
- 발생유량 산정 시 분과 뇨 그리고 세정수로 나누어 산출할 수 있으나 한육우의 경우 사용되어지는 세정수의 양이 없으므로 총 발생하는 유

량은 분과 뇨를 합한 양으로 산출할 수 있음

- 2009년을 기준으로 하루에 발생하는 분의 양은 약  $226\text{m}^3/\text{d}$ 로 나타났고, 뇨의 발생량은 약  $161\text{m}^3/\text{d}$ 로 나타났으며, 한육우로 인하여 발생되어지는 총 가축분뇨는 약  $387\text{m}^3/\text{d}$ 로 나타남

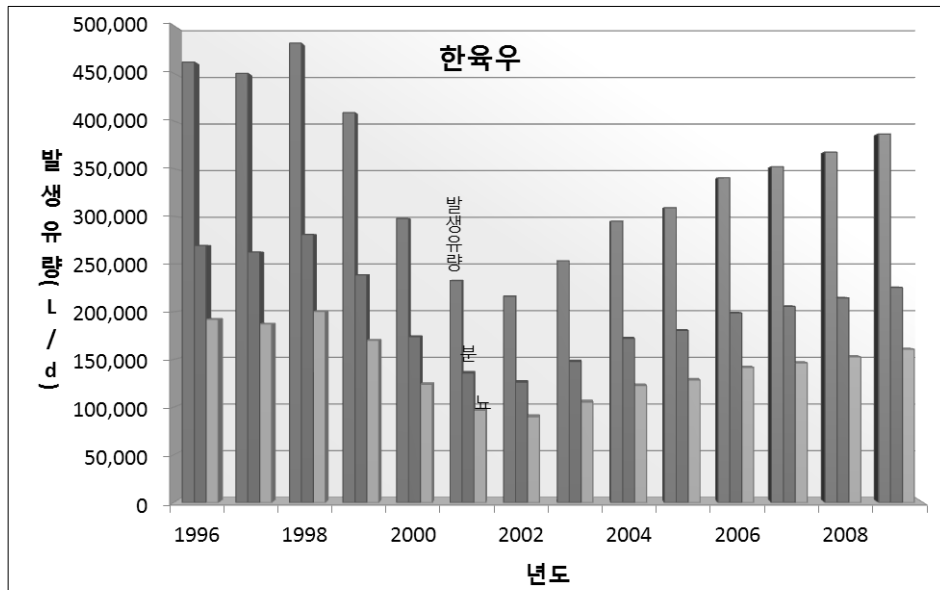


그림 10 한육우 분뇨 발생 유량

- 발생유량 산정 시 분과 뇨 그리고 세정수로 나누어 산출할 수 있으나 한육우의 경우 사용되어지는 세정수의 양이 없으므로 총 발생하는 유량은 분과 뇨를 합한 양으로 산출할 수 있음
- 한육우 분뇨 발생량 예측은 한육우 사육두수 전망치<sup>8)</sup>에 대하여 환경부 수생태보전과에서 고시된 자료를 바탕으로 가축별 가축분뇨 배출원단위를 적용함으로써 산출할 수 있음
- 2020년을 기준으로 하루에 발생하는 분의 양은 약  $442\text{m}^3/\text{d}$ 로 나타났고, 뇨의 발생량은 약  $315\text{m}^3/\text{d}$ 로 나타났으며, 한육우로 인하여 발생되어지는 총 가축분뇨는 약  $757\text{m}^3/\text{d}$ 로 나타남
- 2011년을 기준으로 하였을 때 보다 약  $304\text{m}^3/\text{d}$ 가 증가한 것으로 한육우 가축분뇨의 경우 점차 증가하는 것으로 전망됨

8) 2020년 한육우 사육두수 전망치 : 55,259두수

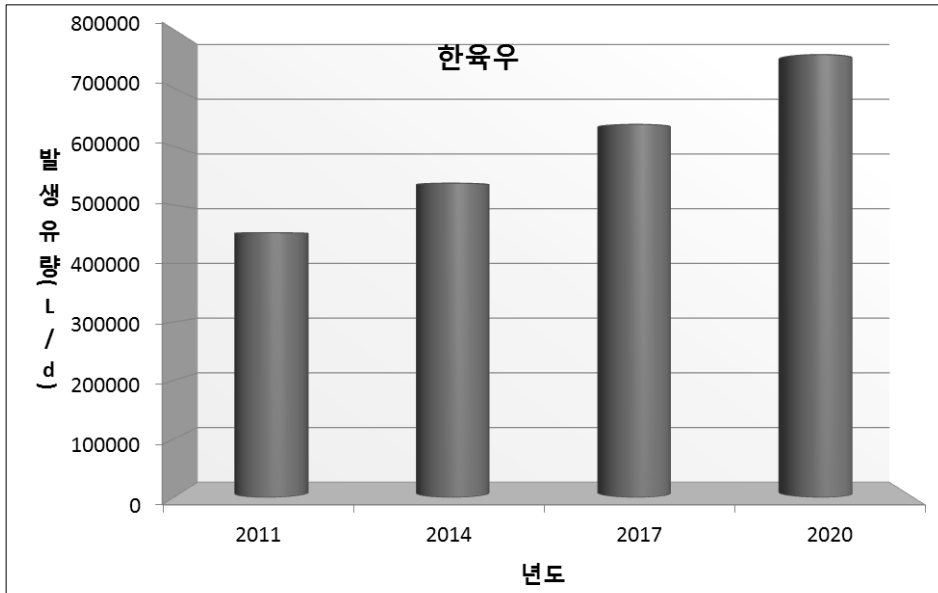


그림 11 한육우 가축분뇨 연도별 발생 예측량

#### 2.4.2 젖소 분뇨 발생량 현황 및 전망

- 젖소에 의해서 발생되어지는 가축분뇨의 양은 환경부 수생태보전과에서 고시된 자료를 바탕으로 젖소의 배출원단위를 적용함으로써 산출할 수 있는데, 발생유량 산정 시 젖소의 경우 분과 뇨 그리고 세정수로 나누어 산출할 수 있으며, 총 발생하는 유량은 분과 뇨 그리고 세정수의 양을 합한 값으로 산출할 수 있음
- 2009년 현재 하루에 발생하는 분의 양은 약 89m<sup>3</sup>/d로 나타났고, 뇨의 발생량은 약 51m<sup>3</sup>/d로 나타났으며, 세정수로 인한 발생량은 약 37m<sup>3</sup>/d 정도로서, 젖소로 인하여 발생되어지는 총 가축분뇨는 약 177m<sup>3</sup>/d로 나타남
- 젖소 분뇨 발생 전망도 위의 한육우의 발생량 전망과 같은 방법으로 2020년 전망한 사육두수<sup>9)</sup>에 대하여 젖소의 배출원단위를 적용함으로써 산출할 수 있음
- 2020년을 기준으로 하루에 발생하는 분의 양은 약 74m<sup>3</sup>/d로 나타났고, 뇨의 발생량은 약 42m<sup>3</sup>/d로 나타났으며, 세정수로 인한 발생량은 약

9) 2020년 젖소 사육두수 전망치 : 3,848두수

29m<sup>3</sup>/d정도로서, 젖소로 인하여 발생되어지는 총 가축분뇨는 약 145m<sup>3</sup>/d로 나타남

- 2011년을 기준으로 하였을 때 보다 약 26m<sup>3</sup>/d가 감소한 것으로 젖소 가축분뇨의 경우 점차 감소하는 것으로 전망됨

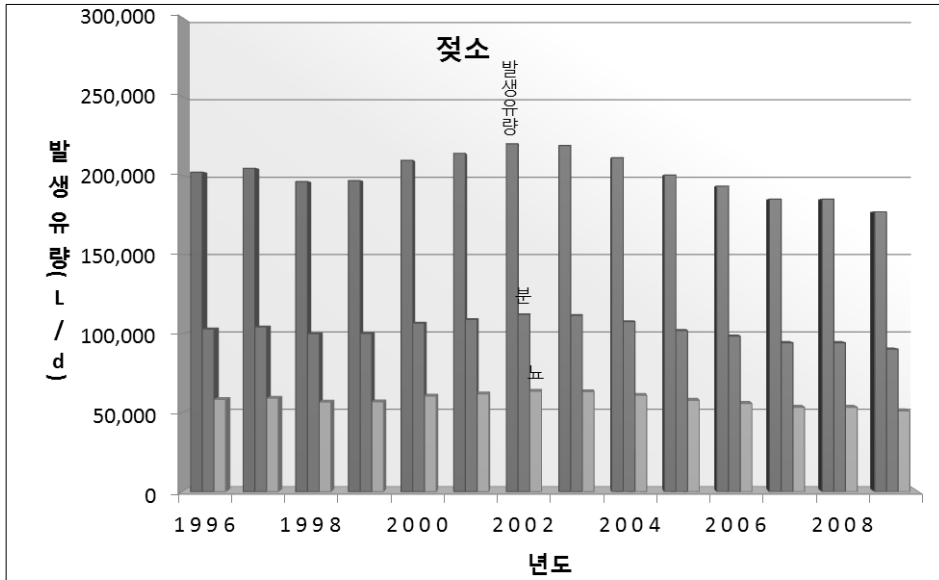


그림 12 젖소 분뇨 발생 유량

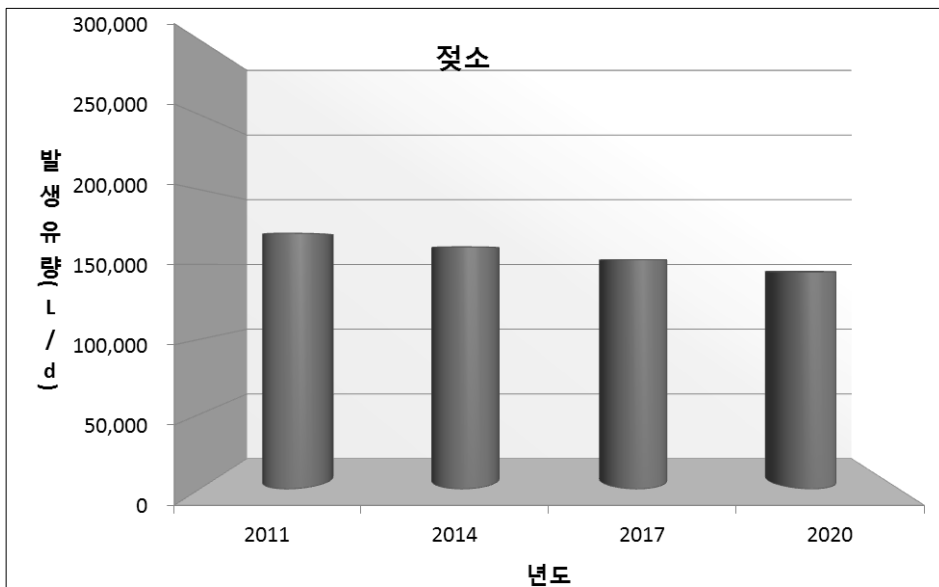


그림 13 젖소 가축분뇨 연도별 발생 예측량

### 2.4.3 돼지 분뇨 발생량 현황 및 전망

- 돼지에 의해서 발생되어지는 가축분뇨의 양 또한 환경부 수생태보전과에서 고시된 자료를 바탕으로 돼지의 배출원단위를 적용함으로써 산출할 수 있다. 발생유량 산정 시 돼지의 경우 분과 뇨 그리고 세정수로 나누어 산출할 수 있으며, 총 발생하는 유량은 분과 뇨 그리고 세정수의 양을 합한 값으로 산출할 수 있음
- 2009년 현재 하루에 발생하는 분의 양은 약 443㎥/d로 나타났고, 뇨의 발생량은 약 886㎥/d로 나타났으며, 세정수로 인한 발생량은 약 1,268㎥/d정도로서, 젓소로 인하여 발생되어지는 총 가축분뇨는 약 2,597㎥/d로 나타남

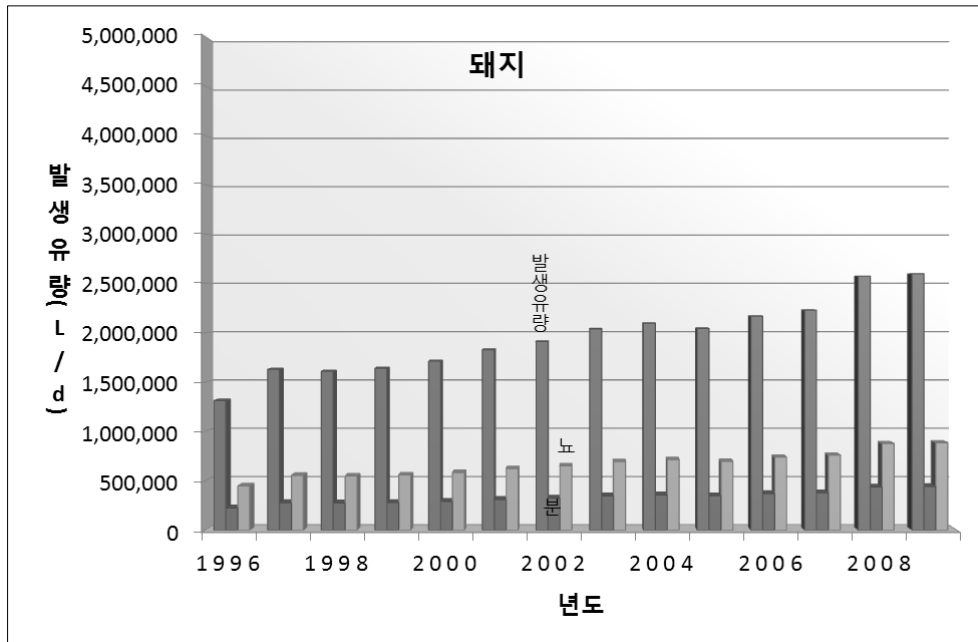


그림 14 돼지 분뇨 발생 유량

- 돼지의 경우도 2020년 사육두수 전망치<sup>10)</sup>에 대하여 배출원단위의 적용을 통해 산출할 수 있으며, 산출시 젓소와 마찬가지로 분과 뇨 그리고 세정수로 나누어 산출할 수 있음

10) 2020년 돼지 사육두수 전망치 : 510,379두수

- 결국 총 발생하는 유량은 분과 뇨 그리고 세정수의 양을 합한 값으로 산출할 수 있음
- 2020년을 기준으로 하루에 발생하는 분의 양은 약 444m<sup>3</sup>/d로 나타났고, 뇨의 발생량은 약 888m<sup>3</sup>/d로 나타났으며, 세정수로 인한 발생량은 약 1,271m<sup>3</sup>/d정도로서, 돼지로 인하여 발생되어지는 총 가축분뇨는 약 2,603 m<sup>3</sup>/d로 나타났다. 이는 2011년을 기준으로 하였을 때 보다 약 22m<sup>3</sup>/d가 증가한 것으로 돼지 가축분뇨의 경우 점차 증가하는 것으로 전망됨

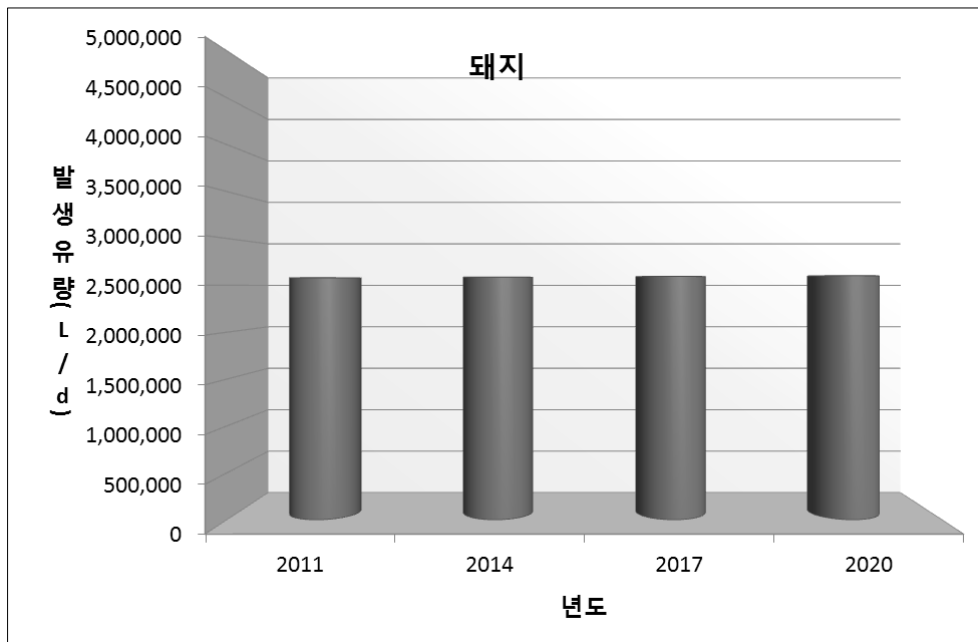


그림 15 돼지 가축분뇨 연도별 발생 예측량



### 3. 가축분뇨 오염부하량 및 예측

- 가축분뇨로부터 발생하는 오염부하량은 조사된 각 축종별 마리수에 대해서 환경부에서 고시한 발생원단위를 이용하여 산정할 수 있으며, 이를 이용하여 2009년 기준으로 제주지역에서 일일 발생하는 오염부하량은 BOD 47.4ton/d, T-N 12.1ton/d, 그리고 T-P 4.7ton/d으로 나타남

표 28 축종별 가축분뇨 오염부하량

(단위 : ton / 일)

구 분	BOD	T-N	T-P
총 계	47.4	12.1	4.7
한육우	12.4	3.1	0.8
젓 소	2.1	0.6	0.2
돼 지	32.9	8.4	3.7

- 가축분뇨로부터 발생하는 오염부하량은 각 축종별 마리수와 환경부 고시 발생원단위를 이용하여 산정하였으며, 축종별로 오염부하량을 산정한 결과 모든 항목에서 돼지가 오염부하량이 가장 큰 것으로 조사됨
- 한육우, 젓소 그리고 돼지에 대해서 발생하는 가축분뇨 오염부하량에 있어서 산정된 BOD<sub>5</sub>는 47.4ton/일로서, 한육우가 26%, 젓소가 5% 그리고 돼지가 69%의 비율로 나타남
- T-N에 대해서는 총 발생되어지는 부하량은 12.1ton/일로서, 한육우가 26%, 젓소가 5% 그리고 돼지가 69%의 비율로 나타남
- T-P에 있어서는 총 발생되어지는 부하량은 4.7ton/일로서, 한육우가 17%, 젓소가 4% 그리고 돼지가 79%의 비율로 나타남
- 제주지역에서 가축분뇨에 의해서 발생되어지는 오염부하량은 한육우, 젓소 그리고 돼지 3종에 대해서 살펴보았을 때 부하량은 돼지, 한육우 그리고 젓소 순으로 나타남

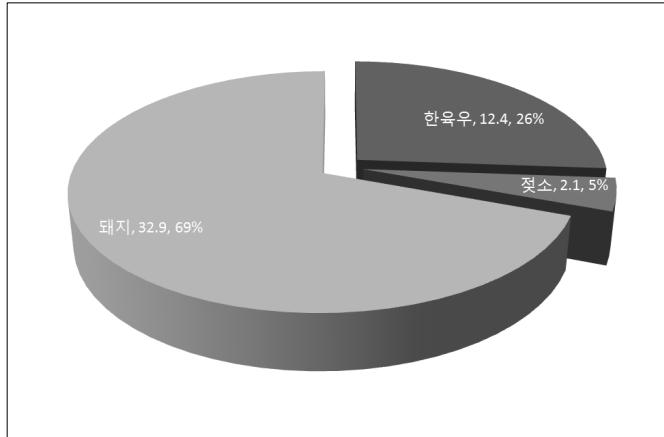


그림 16 축종별 BOD<sub>5</sub>부하량

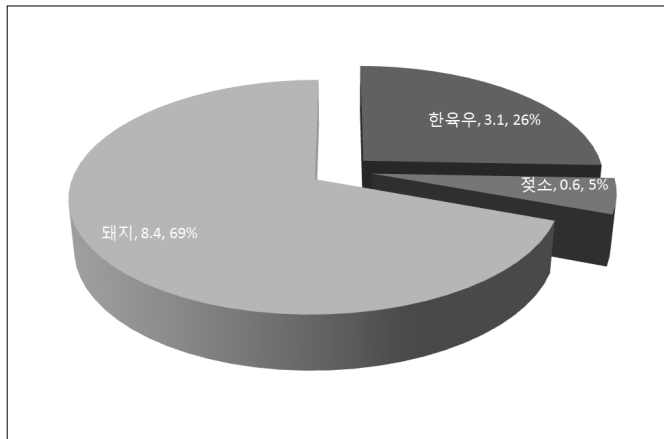


그림 17 축종별 T-N 부하량

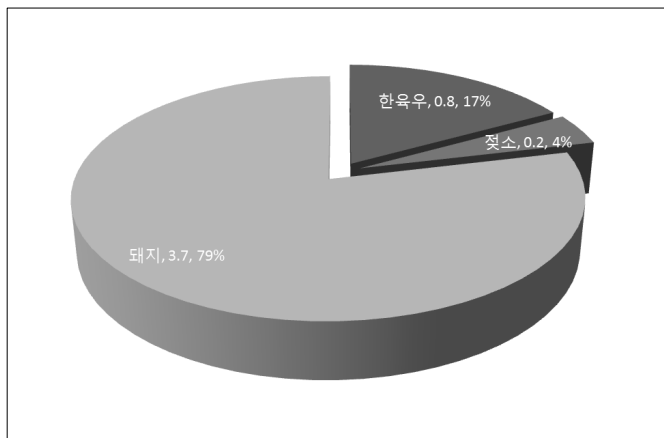


그림 18 축종별 T-P 부하량

### 3.1 한육우 분뇨 오염부하량 및 예측

- 한육우에 의해 발생하는 오염부하량을 1996년부터 2009년까지 산출한 결과 BOD<sub>5</sub>의 경우 6.9ton/d~15.4ton/d의 범위를 나타내었고, T-N의 경우 1.7ton/d~3.8ton/d의 범위를 나타내었으며, T-P의 경우 0.4ton/d~1.0ton/d범위를 나타냄

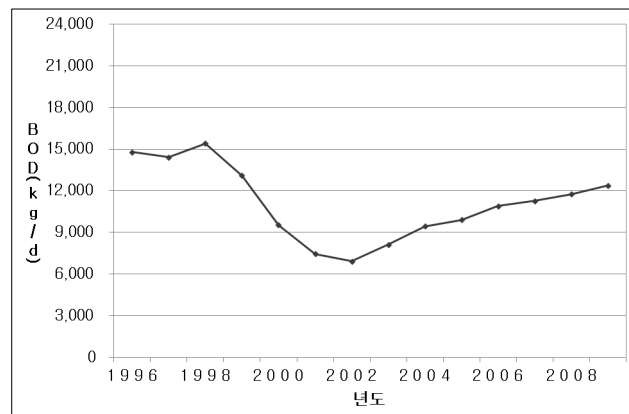


그림 19 한육우 발생 BOD<sub>5</sub>부하량

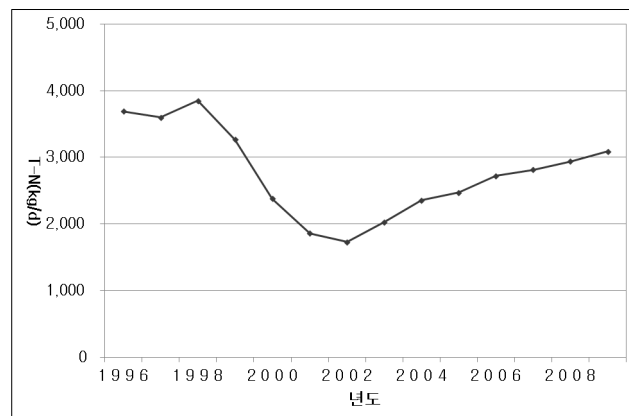


그림 20 한육우 발생 T-N 부하량

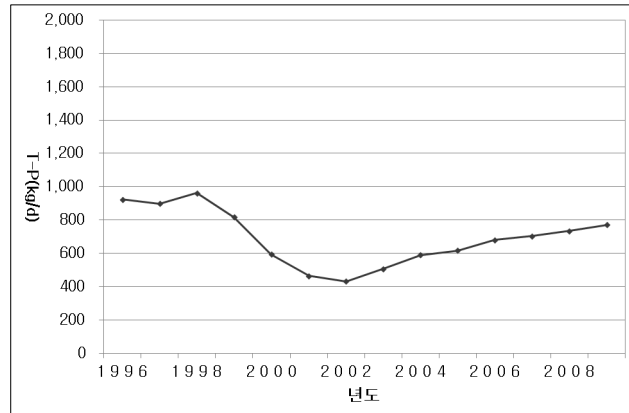


그림 21 한육우 발생 T-P 부하량

- 한육우에 있어서 발생유량에 따른 한육우 오염부하량 적용시 BOD<sub>5</sub>의 경우 2011년 하루에 발생하는 양은 약 14.5ton/d로 나타났고, 2020년에는 약 24.2ton/d 정도가 발생할 것으로 예측되었으며, T-N의 경우 2011년 하루에 발생하는 양은 약 3.6ton/d로 나타났으며, 2020년에는 약 6.1ton/d 정도가 발생할 것으로 예측됨
- T-P의 경우 2011년 하루에 발생하는 양은 약 0.9ton/d로 나타났으며, 2020년에는 약 1.5ton/d 정도가 발생할 것으로 예측됨

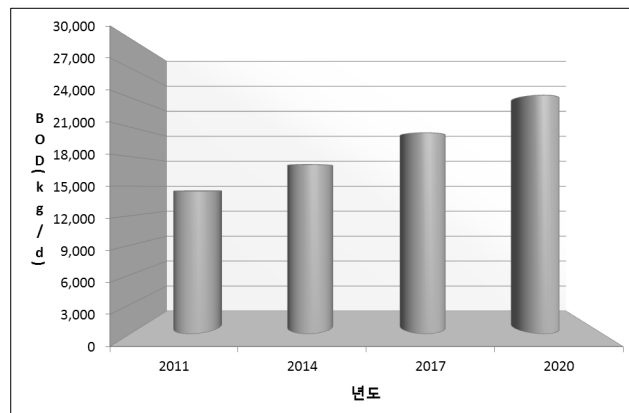


그림 22 연도별 한육우 발생 BOD<sub>5</sub>부하량

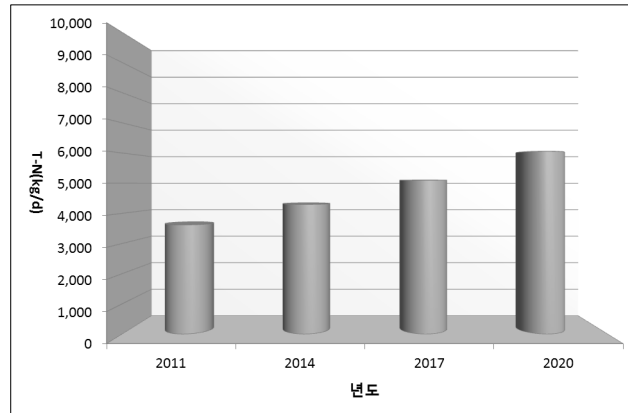


그림 23 연도별 한육우 발생 T-N 부하량

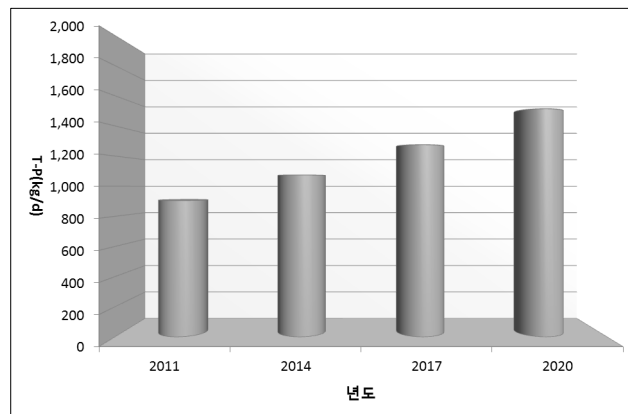


그림 24 연도별 한육우 발생 T-P 부하량

### 3.2 젖소 분뇨 오염부하량 및 예측

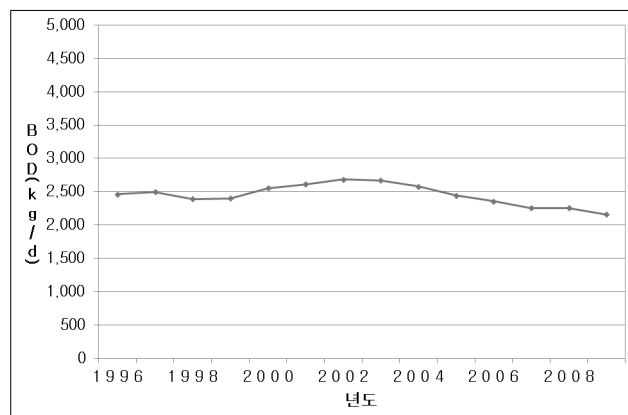


그림 25 젖소 발생 BOD<sub>5</sub>부하량

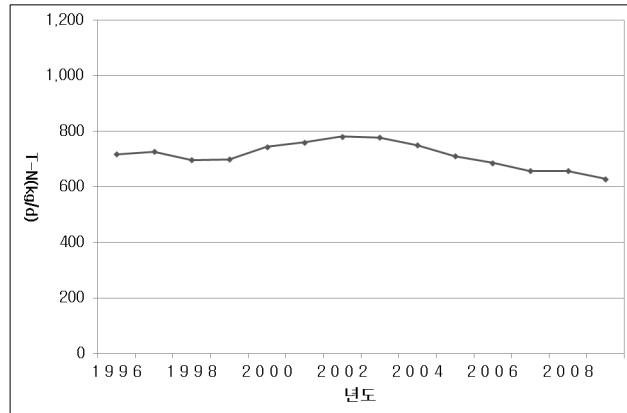


그림 26 젖소 발생 T-N 부하량

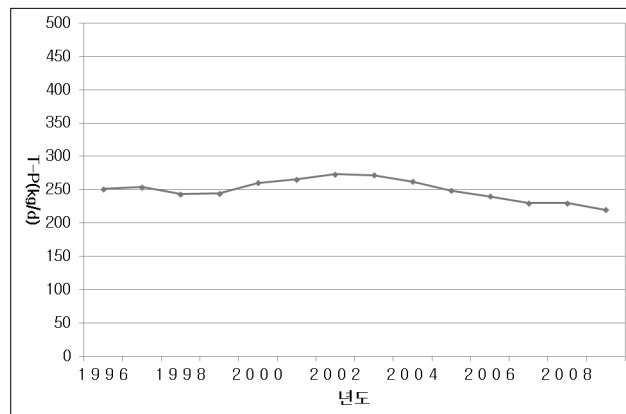


그림 27 젖소 발생 T-P 부하량

- 젖소에 의해 발생하는 오염부하량을 1996년부터 2009년까지 산출한 결과 BOD<sub>5</sub>의 경우 2.2ton/d~2.7ton/d의 범위를 나타내었고, T-N의 경우 0.6ton/d~0.8ton/d의 범위를 나타내었으며, T-P의 경우 0.2ton/d~0.3ton/d 범위를 나타냄
- 젖소에 있어서 발생유량에 따른 젖소 오염부하량 적용시 BOD<sub>5</sub>의 경우 2011년 하루에 발생하는 양은 약 2.1ton/d로 나타났고, 2020년에는 약 1.8ton/d 정도로 점차 감소할 것으로 예측되었으며, T-N의 경우 2011년 하루에 발생하는 양은 약 0.61ton/d로 나타났고, 2020년에는 약 0.52ton/d 정도로 점차 감소할 것으로 예측됨
- T-P의 경우 2011년 하루에 발생하는 양은 약 0.21ton/d로 나타났으며, 2020년에는 약 0.18ton/d 정도로 점차 감소할 것으로 예측됨

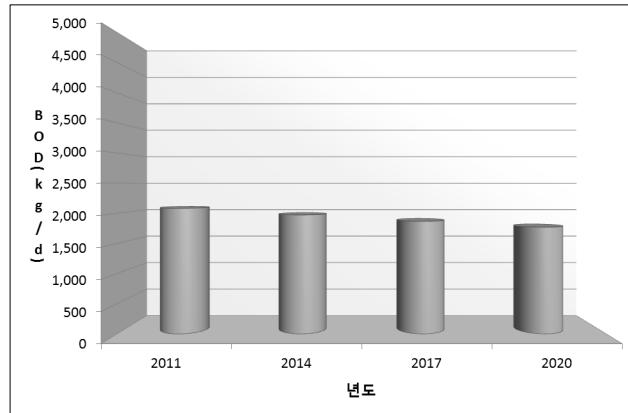


그림 28 연도별 젖소 발생 BOD<sub>5</sub>부하량

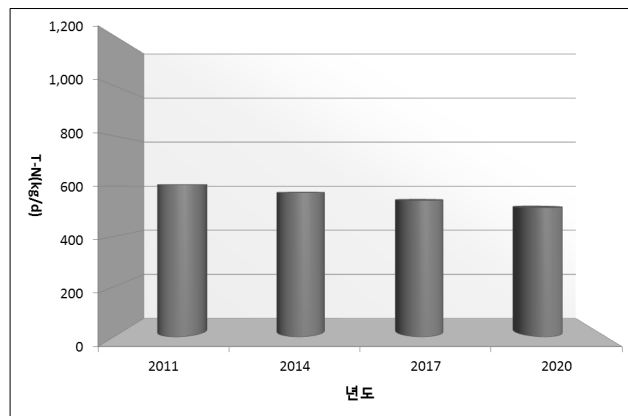


그림 29 연도별 젖소 발생 T-N 부하량

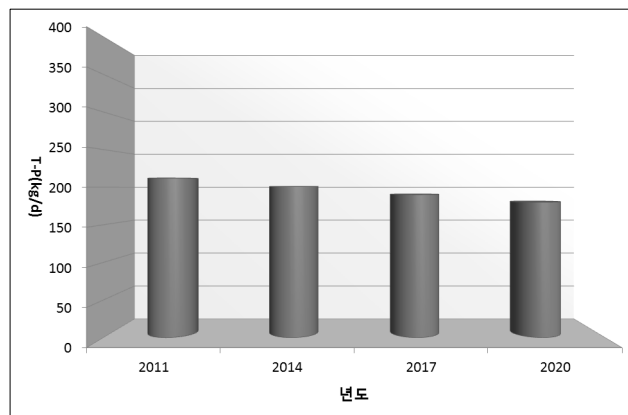


그림 30 연도별 젖소 발생 T-P 부하량

### 3.3 돼지 분뇨 오염부하량 및 예측

- 돼지에 의해 발생하는 오염부하량을 1996년부터 2009년까지 산출한 결과 BOD<sub>5</sub>의 경우 16.7ton/d~32.9ton/d의 범위를 나타내었고, T-N의 경우 4.2ton/d~8.4ton/d의 범위를 나타내었으며, T-P의 경우 1.9ton/d~3.7ton/d 범위를 나타냄

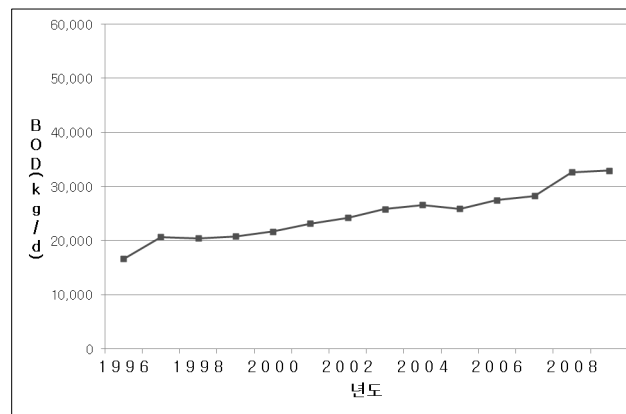


그림 31 돼지에서 발생하는 BOD<sub>5</sub>부하량

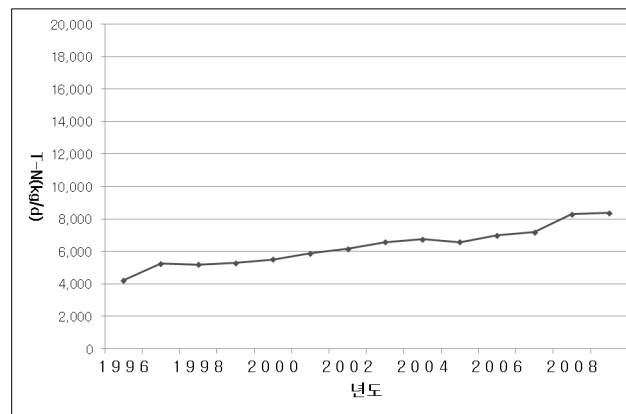


그림 32 돼지에서 발생하는 T-N 부하량



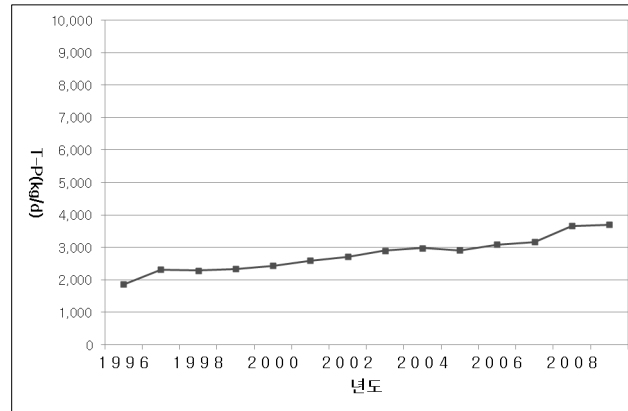
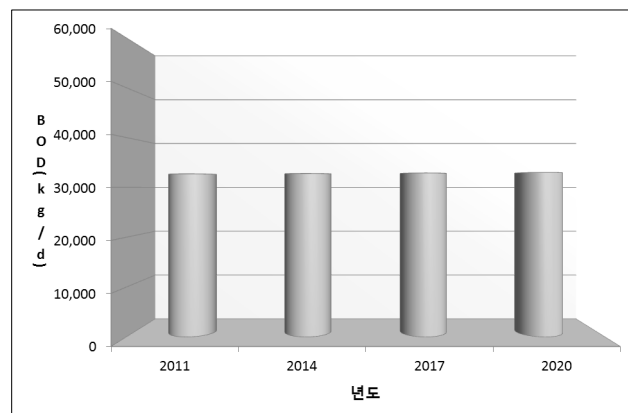


그림 33 돼지에서 발생하는 T-P 부하량

- 돼지에 있어서 발생 유량에 따른 오염부하량 적용시 BOD<sub>5</sub>의 경우 2011년 하루에 발생하는 양은 약 32.7ton/d로 나타났고, 2020년에는 약 33.0ton/d 정도가 발생할 것으로 예측되었으며, T-N의 경우 2011년 하루에 발생하는 양은 약 8.3ton/d로 나타났으며, 2020년에는 약 8.4ton/d 정도가 발생할 것으로 예측됨
- T-P의 경우 2011년 하루에 발생하는 양은 약 3.6ton/d로 나타났으며, 2020년에는 약 3.7ton/d 정도가 발생할 것으로 전망됨

그림 34 연도별 돼지 발생 BOD<sub>5</sub>부하량

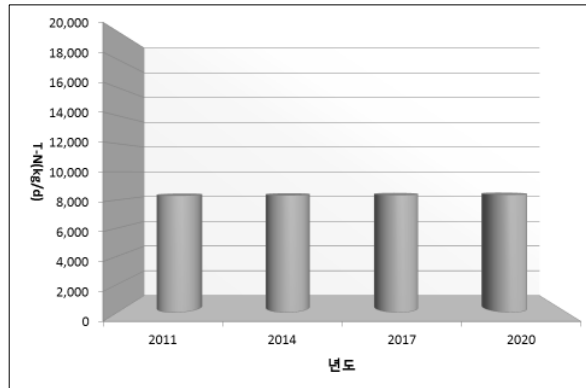


그림 35 연도별 돼지 발생 T-N 부하량

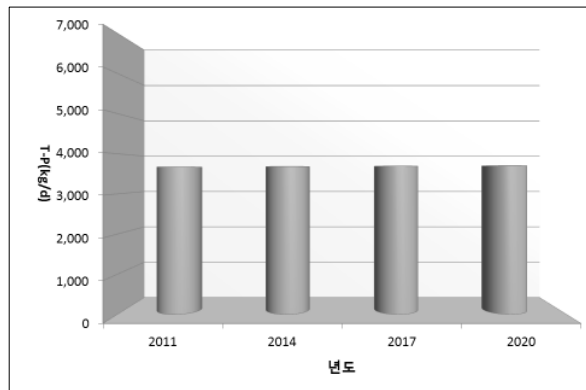


그림 36 연도별 돼지 발생 T-P 부하량

## 제 4 장 가축분뇨 처리 및 관리

### 1. 가축분뇨 처리 체계

- 가축분뇨의 처리방법은 사육규모 및 방법, 축사구조, 지역여건 등을 고려하여 선택하게 되며, 처리방법의 구분은 크게 정화처리, 액비화, 퇴비화로 대별되며, 그림 37에 가축분뇨의 처리체계 및 방법을 나타냄

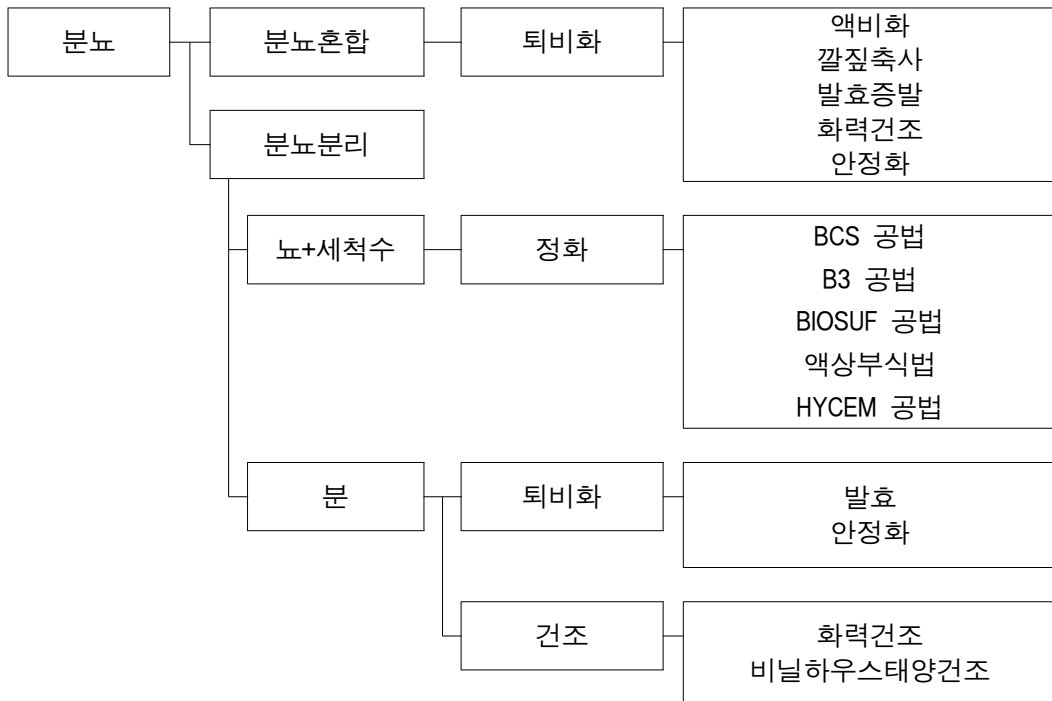


그림 37 가축분뇨 처리체계 및 방법

## 2. 가축분뇨 처리 현황

### 2.1 축산농가 분포 현황

- 가축분뇨 사육농가는 2009년 기준 제주시 7,147호로 한림읍 851, 애월읍 843, 구좌읍 286, 조천읍 800, 한경면 156, 추자면 76, 우도면 395, 제주시 동지역 3,740호로 분포됨
- 대표적인 사육동물로서, 한육우, 젓소, 돼지 사육농가수는 797개소로 한림읍 258, 애월읍 162, 구좌읍 106, 조천읍 81, 한경면 76, 우도면 7 그리고 제주시 동지역 107호가 분포된 것으로 조사됨
- 서귀포시지역에 있어서 2009년 기준 사육농가는 3,116호로 대정읍 164, 남원읍 515, 성산읍 468, 안덕면 703, 표선면 213 그리고 서귀포시 동지역 1,053호로 조사되었으며, 대표적 사육동물인 한육우, 젓소, 돼지 사육농가수는 528호로 대정읍 125, 남원읍 100, 성산읍 71, 안덕면 101, 표선면 56 그리고 서귀포시 동지역 75호로 조사됨

### 2.2 가축분뇨 처리 방법별 발생량 현황

- 제주지역 가축분뇨 발생량은 2008년도 기준 총 1,640천 $m^3$ /년이며, 이 중에서 445천 $m^3$ /년은 퇴비로, 539천 $m^3$ /년은 액비로, 560천 $m^3$ /년은 세척수 및 기타로, 73천 $m^3$ /년은 공공처리로, 23천 $m^3$ /년은 공해상 배출로 처리되는 것으로 조사됨
- 2009년도 한육우, 젓소, 말, 돼지, 닭에 의해서 발생된 가축분뇨는 총 1,314천 $m^3$ 으로 나타났으며, 축종별 발생량은 한육우 141천 $m^3$ , 젓소 65천 $m^3$ , 말 106천 $m^3$ , 돼지 948천 $m^3$ , 닭 54천 $m^3$ 으로 조사되었으며, 이에 대한 처리방법으로는 퇴비와 액비로 자원화 하는 방안과 더불어 공공처리, 공해상 배출 그리고 세척수 등으로 사용하는 방법으로 나눌 수 있는데, 2009년도 기준으로 자원화 1,045천 $m^3$ (79.5%), 공공처리 78천 $m^3$ (5.9%), 공해상배출 2천 $m^3$ (0.2%) 그리고 세척수 등으로 189천 $m^3$ (14.4%) 이 처리된 것으로 나타남

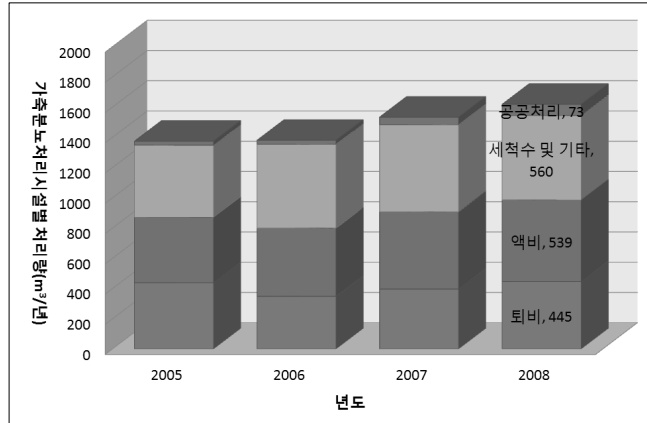


그림 38 가축분뇨 처리 실태

표 29 축종별 가축분뇨 발생량(2009년도 기준)

(단위 : 천 m³)

축종별		사육두수	발 생 량			
			계	분	뇨	세정수
계			1,314	393	445	476
소	한육우	28,192	141	82	59	
	젖 소	4,696	65	33	19	13
말		21,278	106	62	44	
돼 지		509,270	948	162	323	463
닭		1,418,123	54	54		

표 30 가축분뇨 처리실태(2009년도 기준)

(단위 : 천 m³)

계	자 원 화			공공 처리	공해상 배 출	세척수 · 기타
	소계	퇴비	액비			
1,314(100%)	1,045(79.5%)	393(29.9%)	652(49.6%)	78(5.9%)	2(0.2%)	189(14.4%)

### 3. 가축분뇨 자체 처리시설

#### 3.1 가축분뇨 자체 처리시설 개요

- 표 31은 돈사시설에서의 축사형태에 따른 분뇨처리방법 및 소요시설을 나타냄
- 실제 가축사육농가에서 축사시설에 따른 분뇨의 발생량 및 성상이 달라지는데, 특히 돈사시설의 경우는 사육규모와 축사시설형태에 따라 분뇨의 수거 및 처리방법 그리고 소요시설 등이 결정됨
- 축사형태는 인력수거방식, 스크레퍼식(분뇨 분리 및 혼합) 그리고 슬러리 돈사식으로 구분하였는데, 분뇨의 처리방법은 분의 경우 퇴비화 및 건조방법 등의 자원화법을 이용하고 있으며, 뇨와 세정수는 정화처리 및 저장액비화 시설을 적용하고 있고, 퇴비돈사의 경우는 분리되는 분뇨의 형태(함수율)에 따라 면적이 달리 산출됨

표 31 돈사시설에서 축사형태에 따른 분뇨처리방법 및 소요시설

사육 규모	축사형태	분수거 형태	처리방법	소요시설	처리공정
전업 소규모 500두	스크레퍼식 인력식 (평면바닥)	분뇨 분리	분 : 퇴비화	퇴비사 건조 : 자연건조	분 + 톱밥 → 건조, 퇴비화 → 경지환원
			뇨 : 액비화, 정화처리조	저장액비조 간이정화조	뇨 → 액비저장조 또는 정화방류
	슬러리 돈사	분뇨 혼합	퇴비화	퇴비사	분 + 톱밥 → 건조, 퇴비화 → 경지환원
			액비화	저장액비조	혼합액 → 액비저장조 → 경지환원
전업 중규모 1,000두	스크레퍼식 돈사 (기계식수거)	분뇨 분리	정화방류 퇴비화	뇨 및 세정수 : 활성슬러지조	뇨 → 포기조 → 정화방류
	슬러리 돈사	분뇨 혼합		퇴비화 통풍식 : 발효조 퇴비사 건조장	분 + 톱밥 → 퇴비화 → 경지환원
전업 대규모 3,000두 (2,000 ~ 4,000)	스크레퍼식 돈사 (기계식수거)	분뇨 분리	분 : 퇴비화	교반식 : 발효조 퇴비사	분 + 톱밥 → 퇴비화 → 경지환원
			뇨 : 정화방류	활성슬러지법	뇨, 오수 → 정화 → 방류
	슬러리 돈사	분뇨 혼합	분 : 퇴비화	교반식 : 발효조 퇴비사	분 + 톱밥 → 퇴비화 → 경지환원

사육 규모	축사형태	분수거 형 태	처리방법	소요시설	처리과정
단지 규모 10,000 두 이상	스크레퍼식 돈사 (기계식수거)	분뇨 분리	분 : 퇴비화	교반식 : 발효조 퇴비사	분 + 톱밥 → 퇴비화 → 경지환원
			뇨 : 정화방류	활성슬러지법	뇨, 오수 → 정화 → 방류
	슬러리 돈사	분뇨 혼합	퇴비화	교반식 : 발효조퇴비사 건조 : 90톤 × 2조	분 + 톱밥 → 퇴비화 → 경지환원

\* 자료 : 축협중앙회

- 분뇨의 관리 또는 처리방법은 기본적으로 깔짚을 이용한 깔짚축사와 깔짚을 이용하지 않은 상태에서의 분뇨혼합식으로 구분하였는데, 한우와 젖소의 축사시설은 대부분 깔짚을 이용한 분뇨 혼합의 형태로서 ‘분+뇨+깔짚’식으로 분뇨가 발생됨에 따라 처리시설의 경우는 자원화를 위한 퇴비사와 건조장 또는 저장액비화 시설 등이 설치됨
- 톱밥우사의 경우는 톱밥우사+간이정화조, 톱밥우사+자연발효퇴비사로 이루어지며, 깔짚을 이용하지 않은 경우에는 간이정화조+자연발효퇴비사식으로 처리되어 최종적으로는 자체농경지에 조사료를 위한 농경지에 퇴비로서 환원됨

표 32 축산농가 자체 정화처리시설 적용 현황

축 종	사 육 규 모	처 리 체 계	기 타
한우 (비육우)	전업소규모 : 50두 미만 전업중규모 : 51~100두 미만 전업대규모 : 100두 이상	자연발효퇴비사 톱밥우사+간이정화조 톱밥우사+자연발효퇴비사 간이정화조+자연발효퇴비사	분뇨혼합 : 자체소유의 농경지(조사료 생산)에 살포
젖소 (낙농)	전업소규모 : 30두 미만 전업중규모 : 31~75두 미만 전업대규모 : 75두 이상	저장조+자연발효퇴비사 간이저장조+야적 슬러리축사+야적 간이정화조+자연발효퇴비사 슬러리축사+저장조+자연발효 퇴비사	분뇨혼합 : 자체소유의 농경지(조사료생산)에 살포 수분조절재 : 톱밥, 왕겨 등
돼지	전업소규모 : 500두 미만 전업중규모 : 500~1,000두 미만 전업대규모 : 3,000두 단지규모 : 10,000두 이상	저장조+자연발효퇴비사 톱밥발효돈사+저장조+자연발 효퇴비사 활성오니법+자연발효퇴비사 슬러리돈사+저장조	수분조절재 : 톱밥, 왕겨 등

\* 자료 : 새로운 가축분뇨 처리기술, 축산기술연구소

### 3.2 가축분뇨 자체 처리시설 현황

- 가축분뇨 처리는 신고미만, 신고대상, 허가대상을 기준으로 일부는 공공(동)처리시설로 수집·운반 후 공공(동)처리시설에 유입하여 처리하고 있음
- 현재 도입된 자체 처리시설은 대부분 활성슬러지법 또는 기타 공법의 변형된 공법을 이용함
- 일부 농가에서는 시설관리자를 두고 있으나 전문적인 시설에 대한 지식이 없고, 기술적 문제에 대한 해결능력이 부족한 것으로 파악되고 있으며, 더욱이 시설에 대한 이해가 낮은 관계로 시설이 방치되거나, 노후화가 빨리 진행되는 경우도 있음

#### 3.2.1 소, 젖소 가축분뇨 자체 처리시설 현황

- 제주지역에서의 한육우 또는 젖소에서 발생하는 가축분뇨는 대부분 바닥에 깔짚이나 톱밥 등을 깔고 가축을 사육하면서 배설되는 분뇨는 깔짚이나 톱밥 위에 쌓이게 되고, 쌓인 가축분뇨는 1차적으로 자연 건조되고, 이렇게 1차적으로 건조된 분뇨는 퇴비사로 운반되어 최종 건조시키게 되는데, 발효처리 된 최종 산물은 전량 퇴비화하여 자가 이용 또는 경종농가에 공급하여 이용하게끔 함
- 일부 농가는 발생한 분뇨의 적정 처리시설을 갖추지 않고 야외 적치하는 등 부적정 관리로 인해 오염원으로 작용하는 경우도 있음



그림 39 퇴비화 과정



그림 40 가축분뇨 야외 적치사진



### 3.2.2 돼지 가축분뇨 자체 처리시설 현황

- 제주지역에서 돼지에 의해 발생하는 가축분뇨는 대부분 분은 퇴비화하고 노는 호기성 발효과정을 거쳐 액비화하여 자원화하고 있는 실정임
- 액비화는 퇴비화와 달리 속효성인 비료효과를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 노력시간, 처리비용적인 측면에서 퇴비화보다 훨씬 유리하며, 가축분뇨 액비화 이용시 화학비료의 일부 또는 전부를 대체함으로써 가축분뇨로 인한 환경오염을 최소화하고 경종농가의 화학비료 사용량을 절감시킬 수 있다는 장점을 가짐

표 33 가축분뇨 퇴·액비화 장·단점

구 분	퇴 비 화	액 비 화
장 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고형 폐기물 처리에 효과적</li> <li>- 가축분뇨 장거리 수송 가능</li> <li>- 분뇨의 상품화 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 액상분뇨 처리에 효과적</li> <li>- 처리비용 절감</li> <li>- 대기오염 경감, 메탄가스 회수 대체에너지, 지구온난화 저감</li> </ul>
단 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 질소손실 과다</li> <li>- 처리비용 과다</li> <li>- 대기오염 유발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 장거리 수송 제한</li> <li>- 살포시 취급이 불편</li> <li>- 분뇨의 상품화 곤란</li> </ul>



그림 41 가축분뇨 부적정 관리



그림 42 호기성 액비 발효

### 3.3 가축분뇨 자체 처리시설 문제점

- 가축분뇨 처리시설의 구조나 규모에 대해 규제하는 방법이 미흡하며, 자체 처리에 대한 점검 및 지도가 부족한 실정으로, 가축분뇨의 자체 처리는 가축분뇨 규제를 시작하는 단계에 있어 체계적인 관리방법이 없는 실정임
- 축산농가의 경제적 취약성과 소규모 자영농 등을 고려하면 비용적 측면으로도 고비용이며, 오염부하량이 큰 것이 문제점으로 지적할 수 있음
- 시설적인 측면을 떠나서 가축분뇨를 활용하면 자원이 되고 그렇지 않으면 오염원이 된다는 가축 사육 농가의 환경보전의식이 아직 부족하다고 판단되며 교육이나 포럼 등과 같은 정기적인 홍보프로그램을 개발하고 환경에 대한 인식을 높일 수 있는 방안 마련이 필요함
- 가축사육으로 인해 발생하는 가축분뇨는 사육농가에만 피해를 주는데 그치지 않고 주변 환경을 심각하게 오염시켜 주민의 건강과 생활터전을 파괴하고 있다고 판단됨에 따라, 축산업 경영자는 환경보전의 의무가 막대함을 깨달아 분뇨 청소 및 관리에 세심한 주의를 기울여야 하지만 의무에 대한 적절한 법적 조치가 미약한 실정임
- 가축분뇨 자체 처리시설에서 오염물을 저감시키지 못하고 살포하는 경우가 발생할 것으로 사료되는데, 자체 처리시설의 경우, 전문 인력이 상주하는 경우가 드물어 시설의 이상발생 시 신속하게 대응하기 어려울 뿐만 아니라 자체 처리시설은 대부분 활성슬러지 또는 기타 공법의 변법을 활용하고 있으나 시설업체가 대단히 많고 기술도 다양해 일반 농가가 기술을 선정하는데 어려움이 있으며, 일부 시설에서는 기술적 문제점도 있는 것으로 파악됨

### 3.4 가축분뇨 자체 처리 개선 방안

- 가축분뇨 규제를 시작하는 단계에 있어 체계적인 관리방법이 없는 실정이기 때문에 규제를 할 수 있는 조례가 필요하며, 또한 사육 농가의 환경보전의식 고취를 위한 교육을 주기적으로 실시하는 것이 바람직하다고 판단됨
- 가축사육으로 인해 발생하는 분뇨는 사육농가에만 피해를 주는데 그치지 않고 주변 환경을 심각하게 오염시켜 주민의 건강과 생활터전을 파괴할 우려가 있기 때문에 처리 시설을 보완하고 노후화된 시설을 교체하는데 적극적인 지원이 필요하다고 사료됨
- 축산농가에 있어서, 가축분뇨 처리시설에 대한 전문기술 또는 지식이 모자란 상황에서 가축분뇨 자체 처리시설에 대한 기술지원을 신속하고 원활히 수행할 수 있도록 관련 연구기관을 설치하거나 전문가 인력풀을 구성하고 활용할 수 있는 방안 도입이 필요함
- 자체 처리시설에 대한 기술적 평가 및 검토를 위한 전문위원회를 조직하고 시설성능에 대한 검증과정을 거치는 방안마련이 필요하다고 판단됨

## 4. 가축분뇨 공공 정화처리시설

### 4.1 가축분뇨 공공 정화처리시설 일반현황

- 현재 운영되고 있는 가축분뇨 공공 정화처리시설은 2곳임
- 서귀포시 가축분뇨 공공처리시설은 하수종말처리장과 연계하여 처리하고 있으며, 제주시 가축분뇨 공공처리시설은 단독으로 정화하여 방류하는 것으로 나타남
- 제주지역 가축분뇨 공공처리시설의 경우 비교적 가축분뇨가 많이 발생하는 지역인 대정과 한림에 위치함

표 34 제주지역 가축분뇨 공공(동)처리시설 현황

(단위 : m<sup>3</sup>/일)

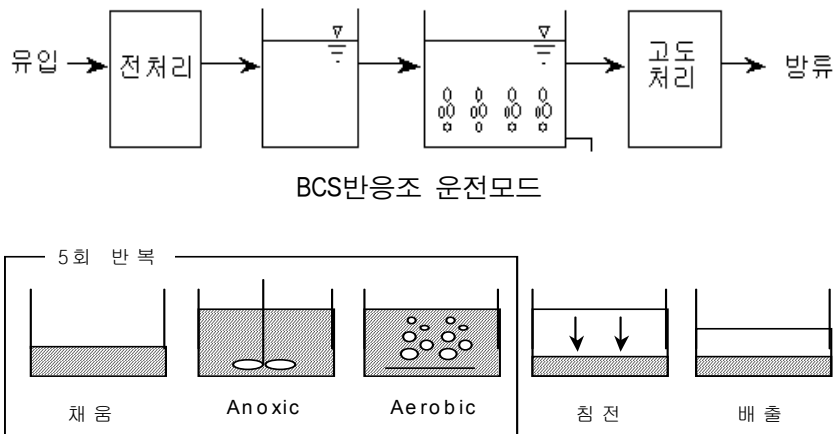
시 설 명	설치 년월일	소 재 지	처 리 방 식	처리용량
제주시가축분뇨 공공처리시설	'05년 2월	한림읍 금악리	단독정화방류	100
서귀포시가축분뇨 공공처리시설	'07년 6월	대정읍 동일리	하수연계처리	200

※제주시 가축분뇨 공공처리시설인 경우 추가로 100m<sup>3</sup>/일이 증축중임

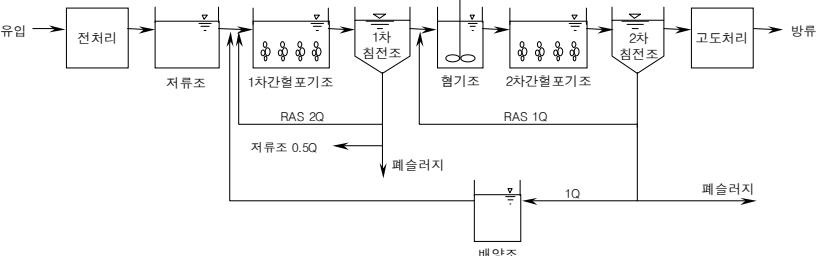
### 4.2 가축분뇨 처리공법

- 가축분뇨에 이용되는 공법에 대한 이해를 높이고 정화처리공법을 효과적으로 선택하기 위한 자료로 활용할 수 있도록, 전국적으로 많이 이용되어지는 가축분뇨의 정화처리기술들을 조사하여 정리하였음

## 4. 2. 1 BCS(Bio-Ceramic SBR System) 공법

구 분	BCS(Bio-Ceramic SBR System)
공정개요	바이오세라믹 담체를 포함한 연속회분식반응조에 의한 생물학적 처리공정으로 회분식 반응조에서 혐기/무산소/호기 조건을 시간적으로 변화시키면서 유기물 및 질소, 인을 제거하는 고도처리공정
공정구분	연속회분식 부유·부착 복합증식공정
처리공정 모식도	 <p style="text-align: center;">BCS반응조 운전모드</p> <p>※ 처리수 배출을 위한 Decanter시설 설치</p>
주요구조물 및 설비·약품	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 유량조정조, SBR반응조, 처리수조</li> <li>✓ 유입펌프, 송풍기 및 수중포기기, 디켄터, 슬러지 인발펌프, Bio ceramic media</li> </ul>
특징 및 장·단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 고농도 가축분뇨를 침전조가 불필요한 단일 반응조 형태로 내부반송, 슬러지반송 없이 유기물, 질소 및 인 제거</li> <li>✓ 희석 없이 유기물 및 질소·인을 효율적으로 제거</li> <li>✓ 바이오세라믹 담체 충전에 의한 질소 제거효율 증대</li> <li>✓ 완전 정지상태에서 침전이 이루어지므로 침전효율 극대화</li> <li>✓ 공정 구성이 간단하고 자동제어가 가능하여 운전용이</li> <li>✓ 간헐포기 및 회분식 운전에 따른 반응조 온도제어 용이</li> <li>✓ 바이오세라믹 담체 사용에 따른 초기 공사비 상승</li> <li>✓ 가축분뇨 대상의 환경신기술지정 기술</li> <li>✓ 가축분뇨 등 고농도 공공처리시설의 다수 실적보유</li> </ul>

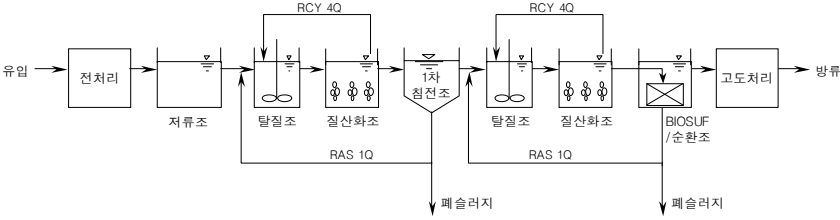
#### 4. 2. 2 HBR- II (Hanmee Bio Reactor- II ) 공법

구 분	HBR- II (Hanmee Bio Reactor- II )
공정개요	<p>생물반응조를 혐기/간헐포기/배양조로 구성하여 혐기조에서는 인방출을 유도하고 간헐포기조에서는 포기/비포기 주기를 적용하여 포기시 질산화와 인 과잉섭취, 비포기시 탈질화를 시켜 유기물 및 질소, 인을 제거하고, 배양조에 미생물활성제(pellet/stone)를 침지하여 저산소, 저부하 조건의 슬러지를 혐기조로 순환시킴으로써 악취발생을 감소시키는 고도처리공정</p>
공정구분	특수미생물공법
처리공정 모식도	 <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 1차 간헐포기/침전조, 혐기조, 2차간헐포기/침전조로 구성</li> <li>✓ 배양조의 토양미생물(바실러스 등)을 저류조, 포기조 등에 공급</li> <li>✓ 미생물 증식을 위해 2차 침전슬러지를 배양조에 1Q 반송</li> <li>✓ 간헐포기에 의해 혐기/무산소/호기조건이 형성되어 질소와 인, 유기물을 제거</li> <li>✓ 배양조에는 제올라이트, 맥반석계통의 pellet을 수중 또는 지상에 설치하고 미생물이 부착할 수 있는 쇠석종류의 stone을 설치하며, 소량의 공기를 공급하여 임의성 상태를 유지시킴으로써 토양미생물을 활성화 시킴</li> </ul>
주요구조물 및 설비·약품	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 저류조, 1차간헐포기조, 1차침전조, 혐기조, 2차간헐포기조, 2차침전조, 배양조</li> <li>✓ 유입·내부순환 및 슬러지 반송 펌프, 송풍기 및 산기관, 미생물활성제(Pellet/Stone)</li> </ul>
특징 및 장·단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 배양조에서 토양미생물을 배양하여 반응조 및 저류조에 투입 → 처리효율 안정적, 악취저감, 슬러지 발생량 감소</li> <li>✓ 배양조에 고농도의 MLSS가 일정시간 체류되므로 유입부하의 변동에 대처가능</li> <li>✓ 1, 2차 슬러지 반송, 저류조 및 배양조로의 반송 등 공정구성 및 반송라인이 복잡</li> <li>✓ 고농도 MLSS 침전을 위해 매우 긴 침전조 HRT 소요</li> <li>✓ 슬러지 라이징(sludge rising) 현상에 의한 침전조 기능 미약</li> <li>✓ 담체설치에 의한 초기 공사비 상승</li> <li>✓ 주기적인 미생물활성제 교환(10%)에 의한 유지관리비 상승</li> </ul>

## 4. 2. 3 B3(Bio-Best Bacillus System) 공법

구 분	B3(Bio-Best Bacillus System)
공정개요	바실러스균의 포자화 성질을 이용하여 B3 반응조 내에서 각 실별 점감포기를 실시하여 바실러스균을 우점선택 배양함으로써 유기물과 질소, 인을 제거하는 고도처리공정
공정구분	호기성 소화 공법
처리공정 모식도	<p>         ✓ 고농도 가축분뇨처리를 위해 1반응조/침전조, 2반응조/침전조로 구성          ✓ 포기조에 미생물 활성제(Mg, Si)를 공급하고, 점감포기를 실시하여 바실러스속 세균을 우점화          ✓ 제1반응조와 제2반응조의 2개 폭기조 시스템이 필요          ✓ 제1반응조는 4개의 실로 구분되어 각 실마다 폭기량을 조절(점감폭기)          ✓ 제1반응조와 제2반응조 사이에 별도의 침전조가 필요          ✓ 제1반응조의 탈질 : 내부반송 1.5~3Q          ✓ 반응조의 MLSS 유지 : 1차 침전조 ⇒ 제1반응조 1Q          ✓ 슬러지 반송 #1 : 2차 침전조 ⇒ 제2반응조 2~4Q          ✓ 슬러지 반송 #2 : 2차 침전조 ⇒ 제1반응조 1.5~3Q          ✓ 저류조 악취 제거를 위한 슬러지 반송 : 2~3Q       </p>
주요구조물 및 설비·약품	<p>           ✓ 저류조, 제1반응조, 1차침전조, 제2반응조, 2차침전조            ✓ 유입·내부순환 및 슬러지 반송 펌프, 송풍기 및 산기관, 무기 영양제         </p>
특징 및 장·단점	<p>           ✓ 바실러스에 의한 처리로 악취발생이 적으며, 잉여슬러지의 발생량이 적음            ✓ 미생물 활성제의 지속적인 주입이 필요하며, 이로 인한 유지관리비 상승            ✓ 4개의 반응라인 가동으로 동력비가 상승하고, 라인별 반송비의 차이로 인한 운전 및 유지관리 어려움            ✓ 바실러스균의 우점화가 이루어지지 않을 경우 정상 처리 곤란            ✓ 제2반응조로 유입되는 폐수의 농도가 높을 경우 적정 농도를 위해 희석 필요            ✓ 바실러스균에 의한 질소, 인 제거 메카니즘이 이론적으로 규명되지 않음            ✓ 고농도 MLSS 침전을 위해 매우 긴 침전조 HRT 소요            ✓ 슬러지 라이징(sludge rising) 현상에 의한 침전조 기능 미약         </p>

#### 4. 2. 4 BIOSUF 공법

구 분	BIOSUF
공정개요	탈질조와 질산화조를 연속으로 설치하고 질산화조 유출수를 탈질조로 내부 순환되는 전형적인 MLE 프로세스를 근간으로 하며, 처리수의 고액분리를 위해 침전조를 대신 질산화조에 housing이 없는 UF막을 설치하여 고액분리를 실시하고, 고농도로 분리된 슬러지를 탈질조로 순환시켜 12,000mg/L의 MLSS 농도를 유지하도록 하는 고도처리공정
공정구분	MBR 공법
처리공정 모식도	 <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 고농도 가축분뇨공정에 적용시 2단계 MLE 프로세스로 적용되며 후단공정에 2차 침전조대신 UF막을 설치하여 고액분리</li> <li>✓ 탈질을 위해 질산화조에서 탈질조로 4Q의 내부반송을 실시하며 반응조내 MLSS 유지를 위해 1Q의 침전슬러지 반송</li> <li>✓ 2차 MLE 공정에서 침전조 대신 Housing이 없는 Tubular type UF막을 조내에 침지하여 가압펌프를 통해 막분리를 하므로써 고농도의 슬러지를 고액분리</li> </ul>
주요구조물 및 설비·약품	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 저류조, 탈질조, 질산화조, 1차침전조, 탈질조, 질산화조, 한외여과막(U/F), 순환조</li> <li>✓ 유입펌프, 내부반송 펌프, 슬러지반송펌프</li> </ul>
특징 및 장·단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 한외여과막에 의한 막분리로 부유물질의 대부분이 제거되기 때문에 처리수질이 슬러지의 침강성에 의해 전혀 좌우되지 않음</li> <li>✓ 막에 의해 걸러진 고농도의 슬러지를 탈질조로 반송시킴으로써 반응조 내 미생물을 12,000mg/L 가량으로 고농도로 유지하여 SRT를 길게 유지</li> <li>✓ 질산화균과 같이 증식속도가 늦은 미생물의 증식 및 고농도 유지가 용이하여 질소제거 용이함</li> <li>✓ 매우 긴 SRT 유지에 따라 미생물 활성도 저하 및 미생물의 by-product에 의한 처리수 COD 상승 가능</li> <li>✓ 고농도의 MLSS 유지에 의한 막의 fouling 현상 잦은 세정 및 막 교체(여과막 수명 3년)로 인해 유지관리비 고가</li> <li>✓ 내부순환(4Q), 슬러지반송(1Q) 및 막분리용 가압펌프의 사용으로 동력비 상승</li> </ul>



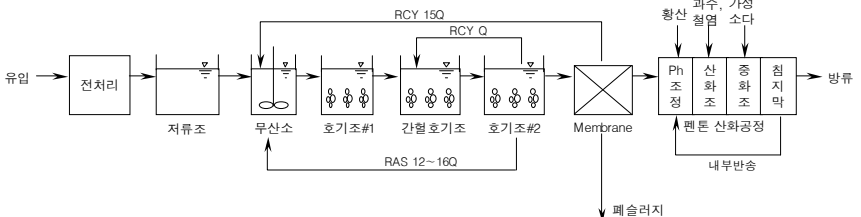
## 4. 2. 5 액상부식법

구 분	액상부식법
공정개요	탈질조와 질산화조를 연속으로 설치하고 질산화조에서 탈질조로 3V(질산화조 용적, 20Q에 해당)를 내부순환하여 탈질을 유도하며 회분식으로 하루 1회(1시간 이내) 처리수를 유출시켜 별도의 침전공정없이 약품응집 반응 후 벨트프레스에 의해 강제 탈수하여 고액분리를 함.
공정구분	호기성 소화공정
처리공정 모식도	<p>         ✓ 체류시간 25~30일 가량의 액상부식조를 설치하고 탈질조(전체 용적의 1/3), 질산화조(전체 용적의 2/3)를 연속적으로 설치하며, 질산화된 폐수를 3V<sub>질산화조</sub>(약 20Q 가량) 내부반송하여 탈질 유도          ✓ 하루 1회(1시간 이내) 처리수를 배출하여 일시 혼합조에 저류시킨 후 무기응집제, pH조정제, 유기응집제를 순차적으로 투입하여 응집 후 처리수를 전량 탈수함으로써 고액 분리함          ✓ 탈수기 가동시 약 1~2Q의 지하수를 세척수로 사용하며 따라서 방류되는 처리수량은 2~3Q가 됨          ✓ 탈수 후 탈리액은 pH조정후 고도처리 하도록 함       </p>
주요구조물 및 설비·약품	<p>           ✓ 액상부식조, 혼합조, 응집반응조, 탈수기, 중화조            ✓ 유입 및 내부반송 펌프, 탈수기, 무기/유기응집제, 중화제         </p>
특징 및 장·단점	<p>           ✓ 액상부식조와 탈수시설이 설치되며 침전지가 없어 시설이 비교적 간단하나 탈수설비의 운전이 까다로움            ✓ 화학응집 및 기계적인 고액분리로 고농도 폐수에서 침전성과 무관하게 고액분리가 가능하며 별도의 슬러지 처리공정이 불필요            ✓ 탈질을 위해서 질산화 된 폐수를 3~4V<sub>질산화조</sub>(약 20Q가량) 반송함에 따라 동력비 상승            ✓ 체류시간이 30일 이상으로 소요부지가 큼            ✓ 온도 상승 및 거품발생량이 많음            ✓ 가축분뇨 등 고농도 공공처리시설 다수의 실적보유            ✓ 과거 고농도 폐수의 적용실적이 많았으나 질소, 인 제거가 요구되어지면서 적용이 감소되는 추세         </p>

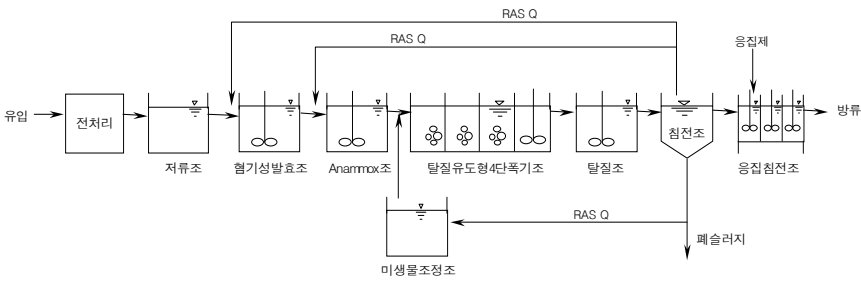
#### 4. 2. 6 HYCEM(Hybrid Wastewater Treatment with Ceramic Media) 공법

구 분	HYCEM (Hybrid Wastewater Treatment with Ceramic Media)
공정개요	<p>혐기성 소화조, 질산화 폭기조, SBR을 순차적으로 배열하여 유기물 및 질소성분을 제거하는 방법으로 혐기성 소화조는 상부에 세라믹 담체를 충전하고, 하부에 sludge bed 및 sludge blanket을 형성시켜 유기물을 제거하는데 주목적을 둠, 후단의 폭기조는 암모니아를 질산염 형태로 전환시키는 질산화조 역할을 수행하며, 침전조를 거친 처리수 중 일부는 혐기성 소화조로 반송됨</p>
공정구분	혐기성 소화공정 + 호기성 공정(폭기조+SBR)
처리공정 모식도	<div data-bbox="489 662 1092 995"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 혐기성 소화조는 유기물을 제거하는데 주목적</li> <li>✓ 후단의 폭기조는 질산화조 역할 수행</li> <li>✓ 침전조를 거친 처리수중 일부는 혐기성 소화조로 반송됨</li> <li>✓ 마지막 SBR에서 추가적인 생물학적 처리 실시</li> </ul>
주요구조물 및 설비·약품	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 혐기성 소화조, 폭기조, 침전지, SBR</li> <li>✓ 유입 및 내부반송 펌프, 세라믹 담체</li> </ul>
특징 및 장·단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 혐기성 소화조를 통하여 유기물의 안정적인 제거</li> <li>✓ 혐기성 처리이므로 공기공급을 위한 소요동력비 절감</li> <li>✓ 소화가스 발생시 재이용 가능</li> <li>✓ 소화조 하부의 granule 형성에 매우 장기간 소요</li> <li>✓ media층이 폐색될 경우 단회로의 가능성이 있으며, 역세척하기 어려움</li> <li>✓ 질산화조 폭기조 유출수의 일부를 혐기성 소화조로 반송시켜 유기 산을 탄소원으로 탈질을 유도하는 방법이지만, 혐기성 소화조의 주목적이 유기물 제거이므로 질소 제거는 부수적 효과임</li> <li>✓ 소화조에서 유기물이 대부분 제거된 후 SBR을 통해 탈질하므로 외부탄소원이 과다하게 필요함</li> <li>✓ 생물학적 인 제거가 어려움</li> </ul>

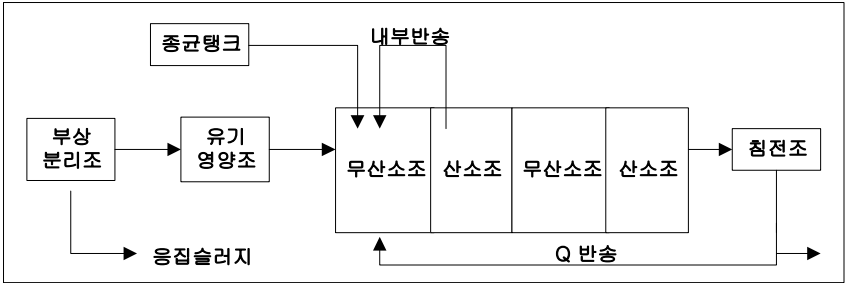
## 4. 2. 7 MBR(Membrane Bioreactor) 공법

구 분	MBR(Membrane Bioreactor)
공정개요	막분리결합활성슬러지 공정(Membrane Bioreactor)과 잔류유기물 및 색도를 제거하기 위한 펜톤산화공정의 결합공정
공정구분	생물반응조와 MBR처리시스템
처리공정 모식도	 <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ MBR 공정은 무산소공정, 호기1공정, 간헐호기공정 및 호기2공정으로 구성</li> <li>✓ 호기2공정에서 질산화 된 미생물혼합액을 소정 비율로 무산소공정과 간헐호기공정으로 내부반송</li> <li>✓ 호기2공정으로부터 미생물혼합액을 분리막을 이용하여 고액분리 후 분리된 고형물질을 소정의 비율로 무산소공정으로 반송</li> <li>✓ MBR 공정에서 미처리된 유기·무기물질, 색도 제거를 위한 펜톤산화공정</li> </ul>
주요구조물 및 설비·약품	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 저류조, 무산소조, 호기조#1, 간헐호기조, 호기조#2, Membrane, 펜톤산화공정</li> </ul>
특징 및 장·단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 막분리 공정의 적용으로 미생물을 높게 유지시켜 고부하 조건에서도 안정적인 처리수질 확보</li> <li>✓ 질산화미생물을 확실하게 유지시킬 수 있어 질소 등의 영양염류 제거율이 높음</li> <li>✓ 내부반송, 슬러지 반송 등에 따른 전력비 상승</li> <li>✓ 펜톤산화 처리공정으로 안정적인 COD<sub>Mn</sub> 방류수질 유지</li> <li>✓ 막분리 설비의 주기적인 세척필요 및 유지관리가 어려움</li> <li>✓ 분리막의 주기적인 교환에 따른 유지관리비 상승</li> <li>✓ 펜톤산화처리에 의한 약품량이 과다하게 소모</li> <li>✓ 펜톤산화처리 후 색도 발생과 SS 유출 방지를 위한 추가시설(활성탄, 모래여과) 필요</li> </ul>

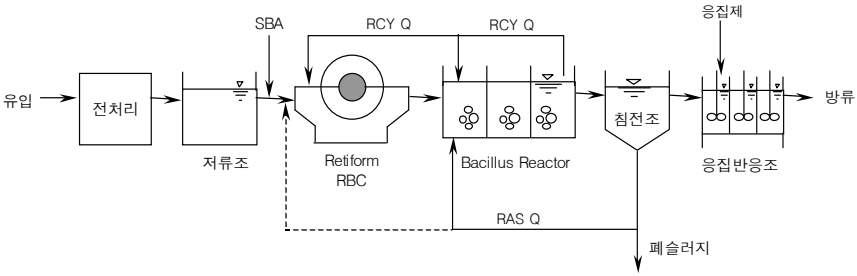
#### 4. 2. 8 KHTS(Kist High-quality Treatment System) 공법

구 분	KHTS(Kist High-quality Treatment System)
공정개요	질소 성분과 인 성분이 높은 고농도의 가축분뇨를 토양미생물을 고형화한 바이오컴프를 충전한 바이오메이커를 장착하여 미생물의 활성을 촉진하여 처리효율을 향상시킨 폐수처리 방법
공정구분	호기성 소화공정
처리공정 모식도	 <p>✓ 미생물조정조(바이오폰드)에 존재하는 고형화 된 토양 미생물을 활성화시켜 탈질유도형 폭기조에 공급하여 조 내의 호기성 미생물에 의해 유기물을 분해하고 질산화 후 탈질을 유도하는 탈질 유도형 폭기단계</p> <p>✓ 외부탄소원 투입없이 탈질조에서 미생물의 내생호흡 단계에서 탈질 유도</p>
주요구조물 및 설비·약품	<p>✓ 혐기성발효조, Anammox조폭기조, 탈질조, 응집반응조, 미생물조정조</p> <p>✓ 내부반송펌프, 슬러지반송펌프, 약품주입시설</p>
특징 및 장·단점	<p>✓ 유기물 농도가 높은 부유물질의 농도를 희석대신 약품 고액분리 시킴</p> <p>✓ 유기물 농도는 변화시키지 않고 암모니아만을 선택적으로 제거하는 암모니아 스트립핑조</p> <p>✓ 침전슬러지를 혐기성 발효조에서 유기산으로 발효시켜 인 제거에 활용</p> <p>✓ 침전조의 상징액을 반송하여 <math>\text{NH}_4^+\text{-N}</math>과 <math>\text{NO}_2^-\text{-N}</math>이 산화되어 질소 가스로 처리되는 Anammox조 운영</p> <p>✓ 토양미생물을 고형화한 바이오컴프를 충전하여 바이오메이커를 장착하고, 미생물을 활성화하여 후속 호기성 미생물의 활성을 촉진하여 처리 효율을 향상시킬 수 있는 미생물조정조</p> <p>✓ 바이오폰드는 바이오메이커와 산기장치로 구성, 바이오메이커는 바이오컴프와 채석층을 포함하는 미생물 활성화 장치, 바이오컴프는 토양미생물을 고정화시킨 미생물 고정체</p>

## 4.2.9 고효율산화법

구 분	고효율산화법
공정개요	호기성 세균중 홍색 비유황세균 계열인 로도슈도모나스 캡슐레이터스(광합성세균)를 간헐적으로 일정량씩 투입시켜 공생균의 출현환경을 조성함으로써 공생작용에 의한 유기물의 분해를 극대화시킨다. 또한 무산소조, 산소조를 반복적으로 병행함으로써 질산화와 탈질화를 유도
공정구분	부유성장식 공법
처리공정 모식도	 <p>         ✓ 산소조의 질산화수를 무산소조로 내부반송          ✓ 종균탱크 필요       </p>
주요구조물 및 설비·약품	<p>           ✓ 고효율산화조, 침전조, 유기영양조, 종균탱크            ✓ 유입 및 내부반송 펌프, 미생물 공급펌프         </p>
특징 및 장·단점	<p>           ✓ 폭기조 용적이 적어 토목 구조물이 적음            ✓ 홍색 비유황세균인 로도슈도모나스 캡슐레이터스(광합성세균)의 우점화가 어려움            ✓ 미생물 균주 투입장치 설비로 인한 초기 건설비가 증가하며, 종균탱크에 지속적으로 영양원을 제공해야함            ✓ 생물학적 인 제거를 위한 기작이 명확하지 않음            ✓ 시설이 복잡하며, 종균탱크의 운전에 숙련된 운전자가 필요하고, 유지관리가 어려움         </p>

#### 4. 2. 10 RABC(Rotating Activated Bacillus Contactor) 공법

구 분	RABC(Rotating Activated Bacillus Contactor)
공정개요	포자화된 바실러스종 혼합균을 회전미생물접촉조와 생물반응조(1실)에 반응하고 세일바실러스 활성제(SBA)를 주입함으로써 바실러스종 혼합균을 우점화시켜 가축분뇨 중의 고농도 유기물 및 영양염류를 제거할 수 있는 고도처리기술
공정구분	부착성장식 공법
처리공정 모식도	 <p>✓ Retiform RBC 장치는 고농도의 부착 미생물을 호기성 상태로 유지시킬 수 있는 특수 망상형 회전체로 구성</p>
주요구조물 및 설비·약품	<p>✓ 저류조, 망상형 회전미생물접촉조(Retiform RBC), 생물반응조(1실/2실/3실 : Bacillus Reactor), 침전조, 응집반응조</p>
특징 및 장·단점	<p>✓ 질산화/탈질에 의한 질소제거가 아닌 용존산소 농도를 낮게 유지시켜 미생물 섭취에 의한 질소 및 인 제거</p> <p>✓ 유량 변동 및 유기물 부하에 적응하는 능력이 우수하며 Biomass가 두텁고 망상형에 부착되어 있어 저온에 강함</p> <p>✓ 별도의 약취제거를 위한 탈취시설이 필요없음</p> <p>✓ 미생물활성제의 지속적인 투입이 필요</p> <p>✓ 바실러스 혼합균의 활성화 및 포자화 조건을 유지하기 위한 내부 반응, 슬러지 반응 조정이 어려움</p> <p>✓ 용존산소 농도를 0.5mg/L로 유지하여 미생물 섭취에 의한 인 제거를 제시하지만, 조건 형성에 따라 인 제거 기작이 불분명함</p>

## 4. 2. 11 자연정화법(Bio-reactor)

구 분	자연정화법(Bio-reactor)
공정개요	내부순환이 포함된 A/O공정을 기본으로 하고 토양미생물을 우점화하여 폐수를 처리하는 공법으로 토양 미생물군의 유기물분해 특성 및 부식물질의 중·축합, 고분자화 반응을 이용하여 수중의 유기성물질을 제거하고, 특수한 활성 규산염을 토양미생물군의 배양 촉매제로 운영하는 방식
공정구분	호기성 부유성장 공법
처리공정 모식도	<p>✓ 배양조의 배양액을 탈질조와 폭기조에 모두 공급함</p> <p>✓ 침전조의 슬러지는 배양조로 반송시킴</p>
주요구조물 및 설비·약품	<p>✓ 저류조, 유량조정조, 배양조, 혐기조, 간헐포기조</p> <p>✓ 유입 및 내부반송 펌프, 미생물 배양촉매제</p>
특징 및 장·단점	<p>✓ 악취발생이 적음</p> <p>✓ 배양조 운영, 내부수 순환, 슬러지반송 등의 운전인자가 비교적 복잡</p> <p>✓ 토양미생물 배양에 이상 발생시 전체시스템에 파급되는 악영향 우려</p> <p>✓ 충격부하에 약함</p> <p>✓ Bio reactor의 충전물인 토양미생물 펠렛을 일본에서 제작 공급받음</p> <p>✓ 초기 미생물 배양이 어려워 철저한 기술관리가 필요</p>

#### 4. 2. 12 SEIL BIO SYSTEM 공법

구 분	SEIL BIO SYSTEM
공정개요	폴리비니리덴 크로라이드 섬유를 사용한 특수망상형회전 미생물 접촉제에 바실러스종 혼합균을 부착시켜, 배양·증식하면서 유입되는 하수·폐수와 접촉시켜 유기물 및 질소·인을 제거하고 동시에 탈취까지 되는 고도처리기술
공정구분	부착성장식 방법
처리공정 모식도	<p>✓ SEIL-BC장치는 고농도의 부착 미생물을 호기성상태로 유지시킬 수 있는 특수 망상형회전체로 구성</p>
주요구조물 및 설비·약품	<p>✓ 저류조, SEIL-BC 장치, 생물반응조, 침전조, 응집반응조</p> <p>✓ 미생물 활성제(산화칼슘, 규산, 황산마그네슘, 황산망간 함유)</p>
특징 및 장·단점	<p>✓ 질산화/탈질에 의한 질소제거가 아닌 용존산소 농도를 낮게 유지시켜 미생물 섭취에 의한 질소 및 인 제거</p> <p>✓ 유량 변동 및 유기물 부하에 적응하는 능력이 우수하며 Biomass가 두텁고 망상형에 부착되어 있어 저온에 강함</p> <p>✓ 별도의 악취제거를 위한 탈취시설이 필요 없음</p> <p>✓ 미생물활성제의 지속적인 투입이 필요</p> <p>✓ 바실러스 혼합균의 활성화 및 포자화 조건을 유지하기 위한 내부반송, 슬러지 반송 조정이 어려움</p> <p>✓ 용존산소 농도를 0.5mg/L로 유지하여 미생물 섭취에 의한 인 제거를 제시하지만, 조건 형성에 따라 인 제거 기작이 불분명함</p>



#### 4. 2. 13 U/F(Ultra Filtration Filter, 한외여과) 막 분리법 공법

- 한외여과는 반투막을 이용하여 용액 내 물질의 크기에 따라 분리하는 방법으로써, U/F 막 분리법 공법의 특징은 침전조가 필요 없고 질소 제거에 효과적임
- 폭기조 내 MLSS농도를 높게 유지하고 수리학적 체류시간을 길게 운전할 수 있으며 활성 슬러지의 침강성과 관계없이 안정적인 처리수를 얻을 수 있다는 장점을 가짐

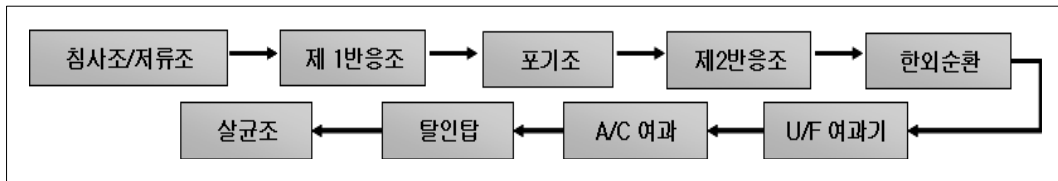


그림 43 U/F 막 분리 공법 처리 공정도

#### 4. 2. 14 활성오니법

- 가장 일반적으로 이용되고 있는 공법으로써, 활성오니법의 장점은 침전성이 좋은 슬러지가 얻어지며 정상적인 기능이 기대될 수 있는 공법임
- 흡착 및 산화 작용의 처리 등이 원활하며 건설비가 적게 든다는 장점이 있는 반면에 활성오니법의 단점은 슬러지 발생량이 많고 MLSS 농도에 대해서 인위적인 관리가 필요함

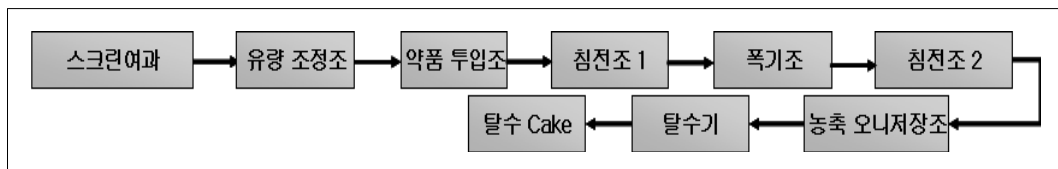


그림 44 활성오니법 처리 공정도

#### 4. 2. 15 HAF(메디아) 공법

- 국내에서 개발된 부착 증식형 혐기성 소화법으로써, HAF(메디아) 공법의 장점은 혐기성 미생물 접종 후 반응조를 가동하면 혐기성 미생물

이 접촉 여재 표면에 부착되며 매체 사이의 저부 전면에서 고농도로 부유하게 되어 유기물을 처리함

- HAF(메디아) 공법의 단점은 숙련된 운전 기술이 요구되며 고농도 고형물에 의한 접촉제의 막힘 우려가 있음

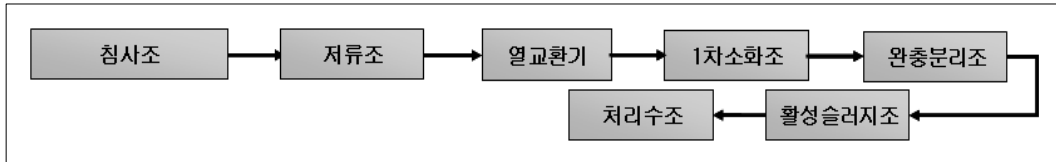


그림 45 HAF(메디아) 공법 처리 공정도

### 4.3 제주지역 가축분뇨 공공 정화처리시설 처리공법 분포 및 비교

- 제주지역의 가축분뇨 공공 정화처리시설은 제주시 가축분뇨공공처리시설과 서귀포시 가축분뇨 공공 처리시설이 있으며, 제주시 가축분뇨 공공 처리시설의 경우 HYCEM-AN공법을 적용하고 있으며, 서귀포시 가축분뇨 공공 처리시설의 경우 BCS-SBR공법을 적용하고 있음
- 제주시 가축분뇨 공공 처리시설은 현재 하루 100톤의 처리용량을 가지고 있고, 단독정화처리를 하고 있으나, 100톤의 용량을 추가로 증축하고 있으며, 이 경우 하수종말처리장과 연계 처리하는 방안을 검토 중인 것으로 나타남
- 서귀포시 가축분뇨 공공 처리시설의 경우 하루 200톤의 처리용량을 가지고 있으며, 대정읍에 있는 하수처리장과 연계처리하고 있음

### 4.4 가축분뇨 공공 정화처리시설 관리현황

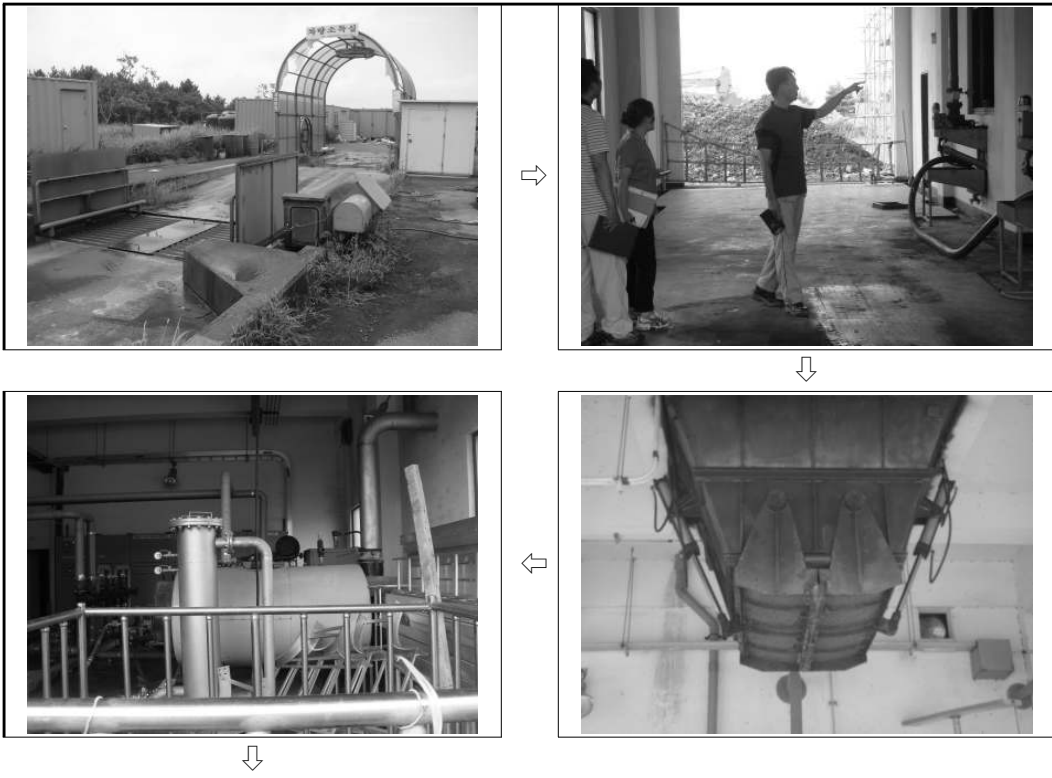
- 제주지역에 가축분뇨 공공 정화처리시설은 제주시와 서귀포시에 있으며, 각각의 시설에 대한 관리 현황은 다음과 같음

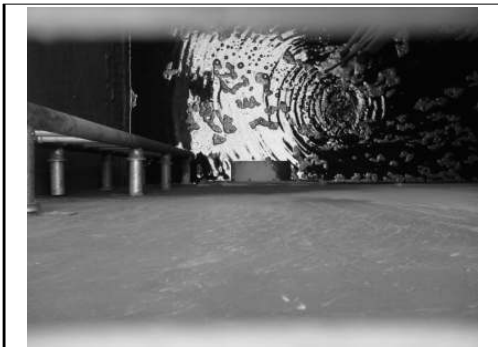
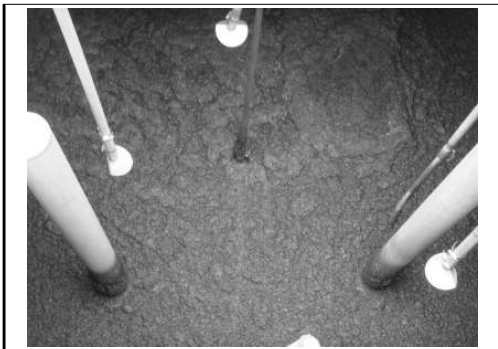
#### 4.4.1 제주시 가축분뇨 공공 정화처리시설 관리현황

- 제주시 가축분뇨 공공 정화처리시설 용량은 100m<sup>3</sup>/일로 조사되었으며,

현재 시설용량을 100㎥/일 증축하는 것으로 조사됨

- 제주시 가축분뇨 공공 정화처리시설 공법은 앞에서 언급한 여러 공법 중에서 HYCEM-AN공법을 적용하고 있으며, 시설에 따른 사업비는 국고 또는 지방양여금이 9,275백만원이며 지방비는 2,424백만원으로 조사됨
- 처리방법은 현재 단독처리 방법으로 하수처리장 연계 처리를 하지 않는 것으로 조사되었으나, 현재 증축되는 시설과 더불어 향후에는 하수처리장과 연계 처리하는 방안을 검토 중인 것으로 현장 조사시에 알 수 있었음
- 현재 단독처리 방법이므로 방류수계는 금성천을 통해서 바다로 방류되고 있으며, 처리공정은 투입→협잡물처리기→1저류조→고액분리기→2저류기→HYCEM소화조→질산화포기조→SBR반응조→1차오존접촉기→미생물접촉조→응집반응조→모래여과→2차오존접촉조→활성탄여과의 처리과정을 거쳐 방류되고 있는 실정임





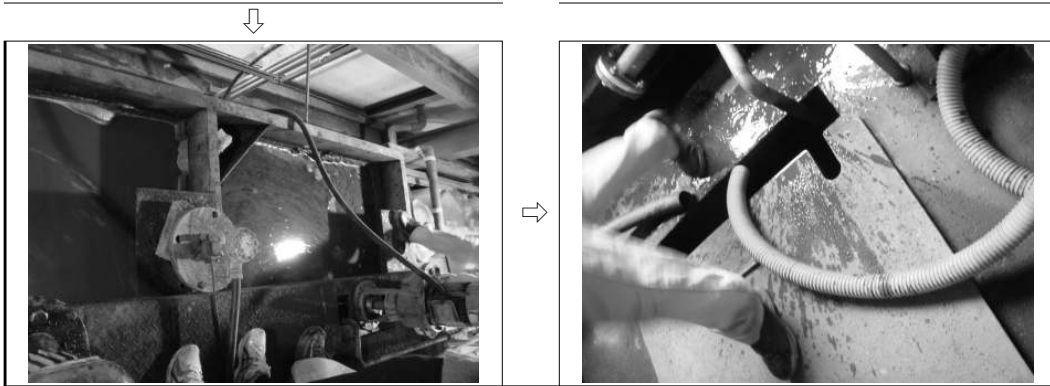
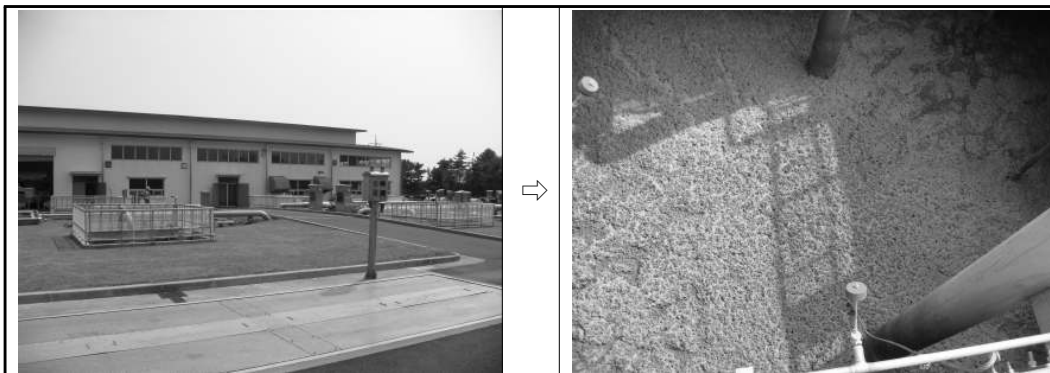


그림 46 제주시 가축분뇨 공공처리시설 처리 공정

#### 4.4.2 서귀포시 가축분뇨 공공 정화처리시설 관리현황

- 서귀포시 가축분뇨 공공처리장 시설용량은 200㎥/일로 조사되었으며, 서귀포시 가축분뇨 공공처리시설 공법은 앞에서 언급한 공법 중 BCS - SBR공법을 적용하고 있는 실정임
- 사업비는 국고 또는 지방양여금이 12,046백만원이며 지방비는 3,012백만원으로 조사되었으며, 처리방법은 가축분뇨 단독처리 후 하수처리장 연계 처리하는 것으로 조사됨
- 방류수계는 대정 하수처리장과 연계 처리되어 바다로 방류되어지며, 처리공정은 투입→협잡물중합처리기→저류조→고액분리기→유량조정조→BCS반응조→BCS처리수조→가압부상조→가압부상처리수조→오존접촉조→오존접촉처리수조→탈질여과조→하수연계조에서 대정 하수처리장을 통해서 바다로 방류되는 실정임



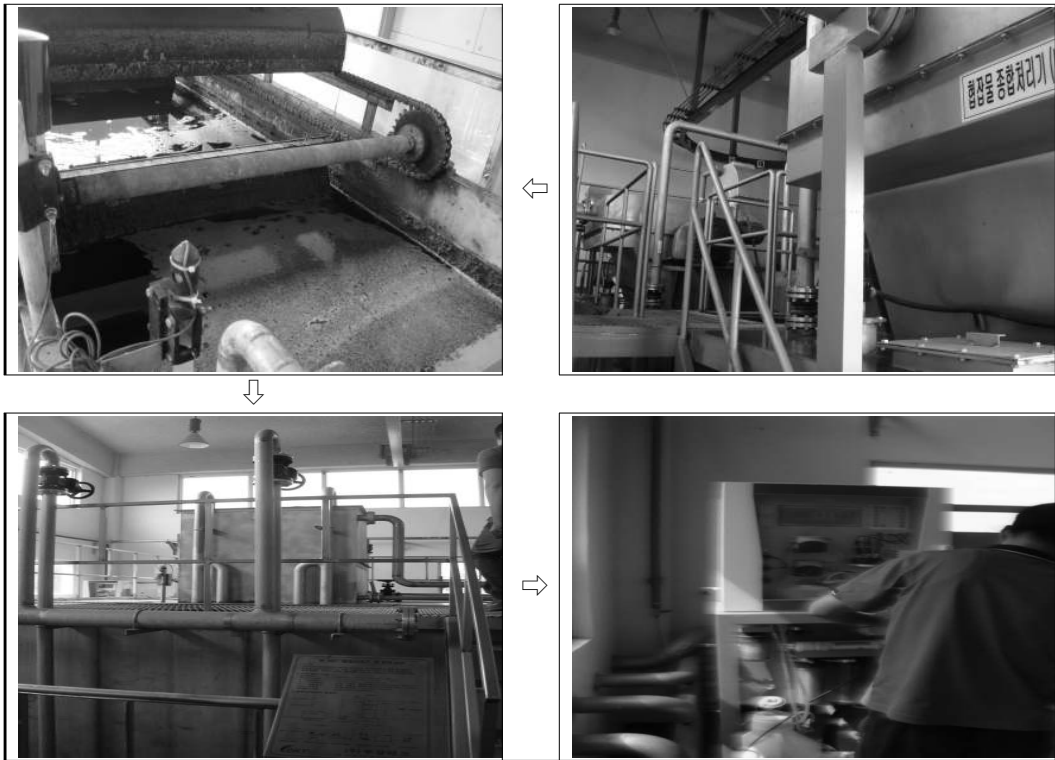


그림 47 서귀포시 가축분뇨 공공처리시설 전경 및 처리 공정

## 4.5 가축분뇨 공공 정화처리시설 운영현황

### 4.5.1 제주시 가축분뇨 공공 정화처리시설

- 제주시 가축분뇨 공공 정화처리시설 운영비는 2007년에 1,031백만원, 2008년에 1,031백만원이었으나 2009년도에는 1,292백만원으로 증가한 것으로 조사되었으며, 비용별로는 위탁운영비, 시설유지 보수비 순으로 비용지출이 이루어지는 것으로 나타남
- 가축분뇨 공공 정화처리시설 운영 인력은 관리인원 10명으로 축산분야 8명(환경 3명, 기계 1명, 전기 1명, 기타 3명), 기타분야 2명으로 조사됨

#### 4.5.2 서귀포시 가축분뇨 공공 정화처리시설

- 서귀포시 가축분뇨 공공 정화처리시설 운영비는 2008년에 1,214백만원, 2009년에 1,327백만원으로 증가한 것으로 조사되었으며, 비용별로는 약품비, 인건비, 슬러지처리비, 시험분석비, 수선유지비 순으로 비용지출이 컸음
- 가축분뇨 공공 정화처리시설 운영 인력은 관리인원 8명으로 환경 2명, 위험물관리, 기계, 전기, 분석 인원으로 각각 1명, 그리고 기타 인원 2명으로 조사됨

#### 4.6 가축분뇨 공공 정화처리시설 가동율 현황

- 제주지역 가축분뇨 공공 정화처리시설 중에서 가동율이 100%넘는 시설은 없는 것으로 조사되었으며, 제주시 가축분뇨 공공 정화처리시설의 가동율은 2007년도 79.2%, 2008년도 79.1%로 조사되었으며, 서귀포시 가축분뇨 공공 정화처리시설의 가동율은 2007년 기준(시험 가동기간)으로 49%, 2008년도 71.4%로 조사됨

#### 4.7 가축분뇨 공공 정화처리시설 단독/연계 처리시설 비교

- 가축분뇨 공공 정화처리시설의 단독처리와 연계처리에 대한 시설 설치에 대한 비교를 하였으며, 가축분뇨 공공 정화처리시설의 단독 처리와 연계처리에 대한 기술적, 경제적, 유지관리 측면을 비교 검토함
- 방류수의 수질적 관점에서는 단독처리가, 비용적 측면에서는 연계처리가 유리한 것으로 나타남

표 35 단독처리와 연계처리 비교

구분	단독처리	연계처리
기술적	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ 법적 방류수 수질기준 이하로 처리해야함</li> <li>♦ 관련 시설인 하수종말처리장에 부담을 줄 우려가 없음</li> <li>♦ 부하 변동 시 처리효율을 유지하기가 어려움</li> <li>♦ 소요 부지면적이 큼</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ 전처리 개념이므로 처리공정이 단순함</li> <li>♦ 관련 시설인 하수종말처리장의 유효 용량이 확보되지 않을 경우 부담을 줄 우려가 있음</li> <li>♦ 부하 변동 시에도 처리효율에 미치는 영향이 적음</li> <li>♦ 처리장 유지 관리가 단순 용이함</li> <li>♦ 소요 부지를 최소화 할 수 있음</li> </ul>
경제적	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ 초기 공사비가 많이 소요됨</li> <li>♦ 완전 처리를 요구하므로 약품 사용량 및 전력사용량이 많이 소요됨</li> <li>♦ 유지관리 인원이 많이 필요함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ 시설물이 단순하여 공사비가 저렴함</li> <li>♦ 처리 공정이 단독처리보다는 많이 축소됨에 따라 약품사용량 및 전력사용량이 적게 소요됨</li> <li>♦ 유지관리 인원이 적게 소요됨</li> </ul>
유지 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ 하천에 직접 방류해야 되므로 방류 수질 조건에 부합되기 위해 연계처리방식에 비해 복잡한 처리시설이 요구되며, 그에 따른 유지 관리가 힘들고 유지관리 인원도 많이 소요됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ 가축분뇨처리시설에서 어느 정도 처리 후 하수처리장으로 연계됨으로 처리시설이 비교적 단순함</li> <li>♦ 유지관리가 간단하고 유지관리 인원도 최소인원으로 계획</li> </ul>

#### 4.8 가축분뇨 공공 정화처리시설 관리, 운영상 문제점 및 대책

- 가축분뇨 공공 정화처리시설의 경우 7년 이상 된 시설물은 없어 시설의 노후화에 따른 문제점은 크게 나타나지 않을 것으로 조사되었으나, 가축분뇨의 특성상 노후화는 다른 타 시설에 비해 빠르게 진행될 것으로 판단됨

##### 4.8.1 당면 현안 문제 및 대책

- 가축분뇨가 많이 발생되고 있으나 처리 용량이 부족으로 인하여 주변 농가의 가축분뇨를 해소하지 못하는 것으로 조사되었으며, 가축분뇨 공공 정화처리시설 용량산정에 있어서 농가의 여건을 좀 더 자세히



조사하고 이를 해소하기 위한 방안을 마련하여야 하나 조사의 미비로 인하여 분의 함량이 높게 유입됨으로써 가동율을 낮게 만드는 것으로 조사됨

- 연계처리 시 가축분뇨와 하수처리장 건설에 따른 시설용량 배분 문제가 대두될 것으로 판단되며, 현재 개별농가에서 처리하고 있는 가축분뇨에 대해 도민의 신뢰가 낮기 때문에 신뢰를 높이기 위해서는 가축분뇨 공공 처리시설 증설이 필요할 것으로 판단됨
- 가축분뇨 발생량에 대한 세심한 사전 검토가 필요할 것으로 판단됨
- 가축분뇨 공공 정화처리시설의 필요성을 홍보하고, 악취발생 등과 같이 민원이 발생 될 수 있는 요인에 대한 대책을 적극적으로 마련해야 할 것으로 판단됨
- 현재의 가동율을 높이기 위해서는 시설의 효율적인 관리와 운전이 이루어질 수 있도록 하여야 하며 고액 분리 및 수거·운반과 연계해서 해결해야 할 것으로 사료됨

#### 4.8.2 기계 및 전기 유지관리상의 문제 및 대책

- 가축분뇨 공공 정화처리시설 시설물이 노후화되기 전에 증축 또는 개축 및 주기적인 점검실시가 필요할 뿐만 아니라, 연속 가동으로 인하여 향후 마모율 증가 및 빈번한 고장발생이 발생할 것으로 판단되기 때문에, 향후 이에 대한 예비기구 및 기술인력 확보로 효과적인 시설 개선이 필요하다고 판단됨

#### 4.8.3 가축분뇨 투입 상 문제 및 대책

- 축사 및 가축 세정수의 용량증가로 가축분뇨 공공 정화처리시설의 효율적 운전에 장애 요인이 되고 있기 때문에 불필요한 세정수량의 증가를 막기 위한 홍보 활동이 필요하며, 필요시 세정수량을 하수종말처리장으로 유도하여 처리하는 방안을 검토하는 것이 필요한 것으로 사료되며, 각종 협잡물이 함유된 가축분뇨 투입으로 인한 문제점이 발생하기 때문에 홍보 및 교육 등을 통해서 가축분뇨 수거 시 협잡물이 포함되지 않도록 주지시키는 점도 필요할 것으로 판단됨

#### 4.8.4 가동율 제고를 위한 문제 및 대책

- 가동율의 저하는 가축분뇨 발생량 예측이 잘못되었거나, 시설의 효율적 관리의 어려움, 수거운반체계의 불합리성, 홍보부족 등으로 발생한 문제로 판단됨으로 이에 대한 보완이 필요할 것으로 판단됨

#### 4.8.5 기 타

- 악취 및 가스 등에 의한 비위생적 작업 환경이 문제가 되고 있기 때문에 탈취설비를 설치하거나 근로 의욕 고취(복지시설 확충)가 필요하다고 판단되고 여름철 파리, 모기 등 해충이 발생할 수 있기 때문에 처리시설물을 밀폐하거나 주기적인 소독을 실시하는 것도 좋은 방법 중의 하나라고 판단됨

### 4.9 가축분뇨 수거 및 운반

#### 4.9.1 가축분뇨 수거 및 운반체계

- 기본방침
  - 현재 가동 또는 예정중인 가축분뇨 공공 처리시설 설치지역에서 발생하는 가축분뇨의 개략적인 수거 및 운반체계는 우선 수거희망농가(간이대상 및 법 규제미만 규모)를 대상으로 하여 지자체별로 일정 기준을 갖춘 민간 대행업자가 축산농가의 저류조 또는 저장조에 모인뇨와 오수를 수거 후 가축분뇨 공공 처리시설에 유입시켜 처리하게 됨
  - 지역적으로 차이는 있겠지만 상기의 개별 축산농가들이 광범위하게 분포되어 배출되는뇨 및 오수를 발생원에서 최종처리시설까지 효율적으로 수거·운반하기에는 많은 어려움이 있으나뇨 배출원 및 축산시설로부터 배출되는 분,뇨 및 오수의 발생원에서 최종처리시설까지의 수거, 운반체계의 수립은 매우 중요한 부분이므로 이에 대한 종합적인 분석이 필요함
  - 수거 및 운반은 아래의 그림과 같이 발생원에서 부터 운반체계를 종합적으로 고려하여 기본 방침이 설정되어야 함

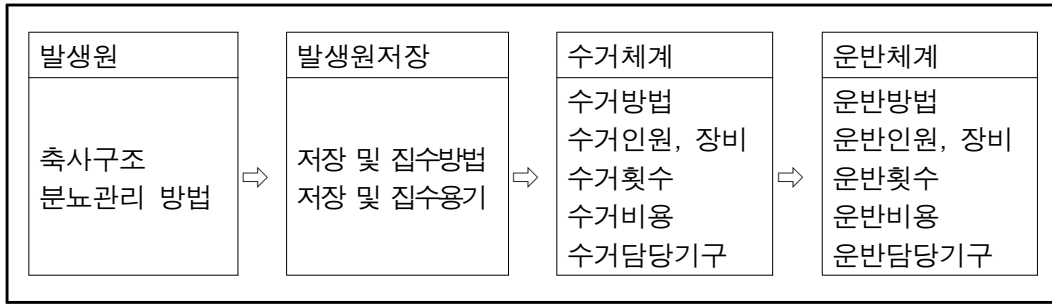


그림 48 수거 및 운반체계 수립 기준

## ○ 수거 및 운반체계

- 축사에서 발생하여 각 농가가 농지환원 등으로 사용하는 것은 수거 및 운반에서 제외 하였으며, 또한 현재 국내의 사육 축종 중에서 소의 경우, 한우와 젖소농가 대부분은 축사바닥에 깔짚이나 톱밥, 왕겨 등의 수분조절재를 깔아놓아 발생하는 분뇨를 자체 농경지나 인근의 농가에 비료로 환원하는 방식으로 처분하는 형태를 취하고 있어 가축분뇨 공공 처리시설로 유입되는 사례는 거의 없는 것으로 알려져 있음

표 36 수거방식별 비교

구 분	밀 집 지 역	산 재 지 역
수거방식	◆ 공동저류조 + 수거차량	◆ 개별 수거차량
수거방법	◆ 관로이용 ◆ 발생원 → 공동저류조 → 수거차량 → 저류조	◆ 발생원 → 수거차량
장 · 단점	◆ 소량 발생농가 및 차량진입이 곤란한 농가에 효과적임 ◆ 수거효율의 증대 ◆ 단시간 내에 수거 가능	◆ 대량 발생농가에 적합 ◆ 수거시간 및 차량소요가 많음
비 고	◆ 오염물의 유출의 사전 차단 및 장래 점차적인 확대 ◆ 계획 시 수거효율이 향상될 것으로 판단	◆ 수거효율이 공동저류시설에 비해 저조할 것으로 보이나 산재된 지역에 한하여 계획용량을 수거

- 가축분뇨의 수거 및 운반은 양돈 농가에 한정되는 경우가 많으며, 농가의 밀집상태에 따라 자체적으로 계획된 저장시설까지 운반토

록 하여 비교적 좁은 지역에 밀집시켜 수거하거나, 지형 조건상 관거설치가 용이하면 차집관거를 이용해 공동 저류시설에 저류하여 처리장으로 수거토록 할 수 있음

- 제주지역은 지형적 또는 거리상 관거 설치가 불합리한 경우가 많아 일정한 기준을 갖춘 민간 대행업체가 각각의 농가를 대상으로 개별 차량에 의해 수거하여 최종처리시설로 운반하고 있으며, 가축분뇨는 탱크로리형 흡인식 수거차량을 이용하는 것으로 나타남
- 운반방식은 개별농가로부터 수거차량을 이용하여 공동처리시설까지 최단거리의 수거노선에 따라 운반해야 함

표 37 개별 및 공동수거 방식 장·단점

구 분	개별수거	공동수거
장 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 설치비 및 유지관리비가 적음</li> <li>◆ 농가에 설치된 시설을 최대한 이용할 수 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 수거비용을 줄일 수 있음</li> <li>◆ 오염원의 사전 수거가 용이함</li> </ul>
단 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 수거비용이 증가됨</li> <li>◆ 오염원의 수거가 미흡함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 시설비가 추가적으로 소요됨</li> </ul>

#### 4.9.2 가축분뇨 수거 및 운반의 처리비용 현황

##### ○ 가축분뇨의 수거 및 운반의 행정절차

- 아래의 그림은 현재 가축분뇨 공공 처리시설 설치지역에서 민간수거업체에 한 가축분뇨의 수거·운반 시 관할 행정시와 축산농가와 의 비용납부 및 제반 행정절차를 나타낸 것으로써, 소규모 농가의 경우 폐수처리비용에 대한 가중한 부담으로 대개는 지역의 축협과 관할 행정시에서 일부 보조를 해주고 있음

##### ○ 수거 및 운반의 계획수거량 산정

- 가축분뇨의 계획 수거량을 산정하기 위해서 축산농가의 증감추이, 관련 법규, 가축분뇨 처리실태, 수거체계 등 여러 가지 제반여건을 고려해야 하나 계획수거량을 산정하기 위한 수거대상 분류기준은 오수·분뇨 및 가축분뇨의 처리에 관한 법률에서 규정되어 있지 않기 때문에 가축분뇨 자원화 정책에 맞추어 퇴비화로 인한 농지

환원율을 높이는 것을 전제로 하고 반입희망 농가에서 가축분뇨의 고·액 분리 실시 후 반입하도록 해야 하며, 가축분뇨 계획 수거량 산정기준에 따라 수거량을 계획하여야 함

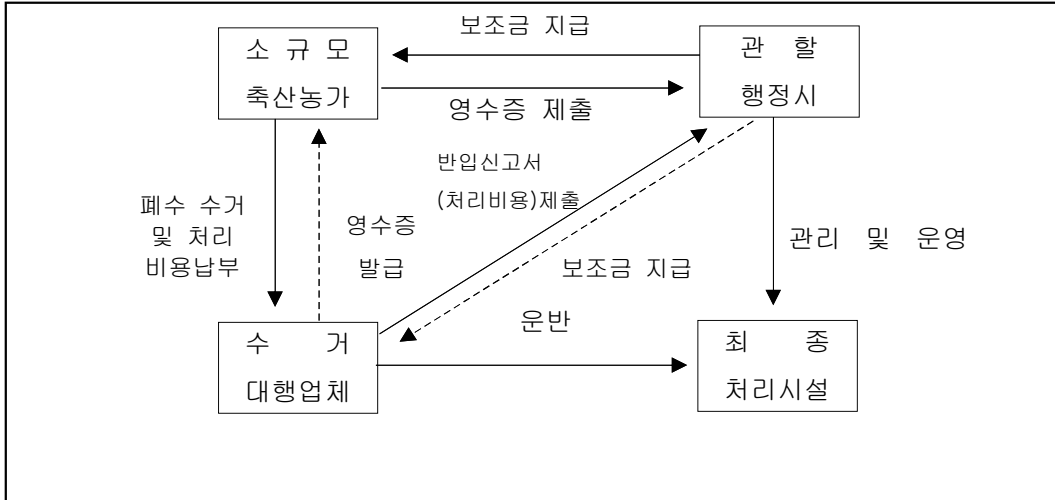


그림 49 가축분뇨 수거 및 운반 시 행정체계

표 38 가축분뇨 계획 수거량 산정 기준

구분		처리 대상 산정 기준	
		소	돼지
허가대상 농가		해당농가 없음	법적 처리기준에 적합하게 자체 처리토록 정화시설, 퇴비화시설 등을 설치하도록 유도함으로써 수거대상에서 제외함
신고대상 농가		한우, 젖소의 경우 주 사육형태가 농경지와 관련이 있고 비료의 요소인 질소, 인이 다량 함유되어 있어 가축분뇨 전량을 퇴비화로 활용 할 수 있는 가능성이 높은 점을 고려하여 수거대상에서 제외	정화시설과 액비와 시설이 정상운영 될 수 있도록 유도하는 것을 원칙으로 하되 일부 비정상 운영 농가에 대하여 고액분리 실시한 후 일부 반입을 허용함
신고미만 농가			기존 퇴비화 시설을 적극 활용할 수 있도록 유도하며, 영세농가로서 정화시설, 액비화 시설이 없는 농가를 대상으로 고·액 분리를 실시하여 반입을 허용함 (단, 10두 미만의 농가는 수거대상에서 제외)
처리대상 농가 산정기준	신고대상 농가	-	가축분뇨발생량 × 비정상운영율(0.1) × 고액분리(0.8)
	신고미만 농가	-	가축분뇨발생량 × 퇴비화율 × (1-농지 환원율(0.7))×고액분리(0.8)

○ 수거 및 운반 처리비용 현황

- 현재 운영 중인 가축분뇨 공공 처리시설 운영·관리카드를 살펴보면, 허가 및 신고대상 그리고 신고미만 대상을 일률적으로 수거비 6,000원/ton으로 적용하고 있는 것으로 나타남

#### 4.9.3 가축분뇨 수거 및 운반체계 문제점 및 개선방안

- 축산분뇨 및 오수의 수거에 앞서 고려되어야 할 사항은 발생원 즉, 축사시설의 구조와 함께 가축을 사육하는 경영주의 분뇨 관리방법에 따라 저장 방법 및 수거·운반체계가 결정되는데, 간이대상이나 법 규제미만 농가의 경우는 경영비의 악화 등으로 부분적으로는 톱밥 돈사 또는 기계식 분뇨 분리시설 등이 설치되어 있기는 하지만 역시 상당수의 농가가 가족단위의 인력에 의한 분뇨수거형태를 취하고 있어 간단한 건조시설(단순한 퇴비사 또는 건조장 등)에 수거된 분을 건조시킨 후 인근 농경지에 살포시키고,뇨는 미처리 된 상태로 방류되거나 간이정화조를 거친 후 방류하고 있는 실정임
- 분뇨의 분리가 가능하도록 축사구조의 개선과 함께 분리된뇨에 대해서는 비교적 고가의 간이정화 시설보다는 대략 3~5일 정도 저장이 이루어 질 수 있는 간단한 저류조를 수거가 용이한 위치에 설치하도록 지원해야 할 것으로 판단됨
- 일부 수거대행 업체에서는 시골 소규모 축산농가의 수거운반에 드는 손익비용을 고려하여 수거하길 꺼려하는 경우도 존재하기 때문에 이에 대한 대책이 필요하며, 거리에 따른 비용도 고려할만한 것으로 판단되어짐

#### 4.10 가축분뇨 공공 정화처리시설 개선 계획

##### 4.10.1 시설보완 방안

- 가축분뇨 공공처리시설 설치사업 초기단계에 설치된 시설들의 경우 주기적으로 시설을 보완할 필요가 있으며, 지속적으로 보완사항들을 확인하여 시설들을 보완해 나가야 할 것임

#### 4. 10. 2 가축분뇨 공공 정화처리시설에 반입하는 축산시설 관리방안

- 개별 축산 농가와 가축분뇨 공공처리시설에 대한 시설운영 및 관리 상태를 검토함으로써 기존의 비효율적·비경제적인 측면에 대한 대안을 마련함이 시급하다고 사료되고, 향후 변화될 축산환경에 효율적으로 대처하기 위한 적절한 대안을 검토하고 가축분뇨 공공 정화처리시설 증설의 필요 여부를 판단하여야 할 것으로 판단됨

#### 4. 10. 3 가축분뇨 공공 정화처리시설 효율화 방안

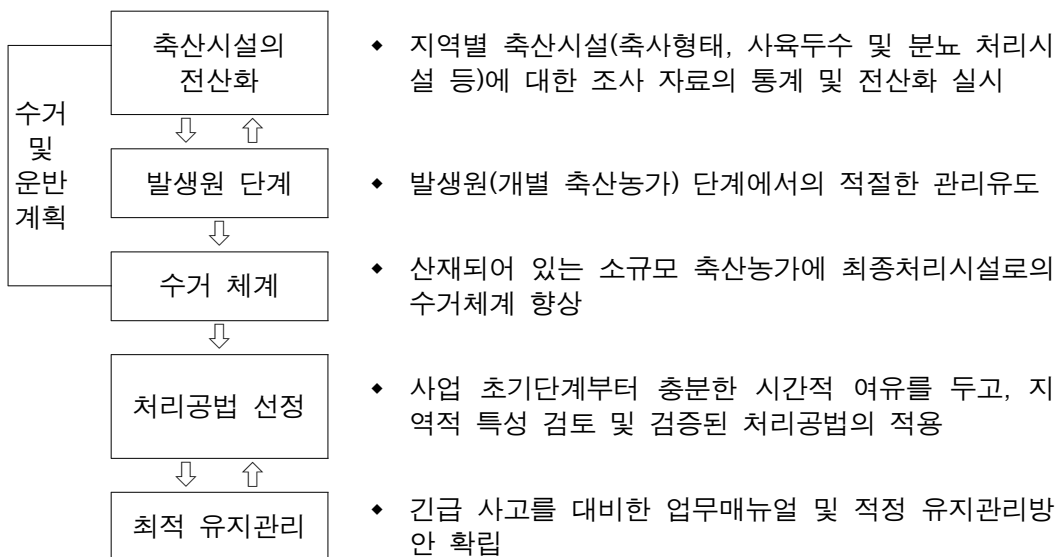


그림 50 공공처리시설 효율화 방안 개요도

- 발생원 단계를 포함한 공공처리시설의 효율화 방안을 나타낸 것으로써, 가축분뇨 공공 정화처리시설의 문제점을 해결하기 위해서는 우선 발생원 단계에서부터 체계적이고 신속한 관리가 필수적임
- 소규모 농가의 경우 복잡한 처리시설의 보급보다는 우선적으로 분뇨의 분리수거 및 저장이 가능하도록 축사구조의 개선 및 일정기간 저장할 수 있는 저장조를 지원하는 등 발생원 단계에서의 적정관리가 필요하다고 사료됨
- 지역별로 분포되어 있는 축산농가 및 시설에 대하여 축종별(오염물질

배출 기여도에 따라 소와 돼지를 우선적으로 고려) 사육규모별로 축사 시설 형태 및 구조, 평균 사육두수 및 축산분뇨 처리실태 등 기 조사된 자료의 통계화 및 전산화가 우선적으로 이루어져야 할 것으로 사료됨

- 가축에 대한 정보의 체계화와 신속한 현황파악이 바탕이 되어야 최근과 같은 축산업의 변화(신고대상 이하의 축산농가 감소 및 대규모 축산농가의 증가 등)에 대해서 제주지역 내 가축사육두수의 조절 및 가축분뇨의 관리를 위한 정책적인 결정 등에 있어서 보다 신속하고 효율적으로 대처할 수 있을 것으로 판단되기 때문임



## 5. 가축분뇨 관리를 위한 지도·점검 현황 및 계획

### 5.1 가축분뇨 배출 및 처리시설 지속적 지도·관리

- 통합지도·점검 계획을 수립하여 효율적인 지도·점검이 이루어지도록 해야 하고, 도에서는 취약 및 문제업소 중심으로 합동점검 실시하는데, 횟수 및 방법 그리고 대상은 다음과 같음
  - 점검횟수 : 년 2회 이상(정기, 수시)
  - 점검방법 : 도·행정시 합동점검
  - 점검대상 : 가축분뇨 배출시설 중 취약 및 문제업소, 가축분뇨 공공처리시설
- 시설에 대한 지도·점검 계획 시 포함되어야 할 시설현황은 다음과 같음
  - 일반현황(지역특성을 포함), 사업장(대상 사업장 및 시설) 현황
  - 사업장 분류, 등급별·규모별·축종별, 사업장별 연료 및 용수사용량, 가축분뇨 발생량
  - 민원발생 건수 및 민원의 종류별 분류 등을 포함
- 시설의 지도·점검 시 검토되어야 할 사항은 다음과 같음
  - 당해 연도 지도·점검 추진계획(담당직원에 대한 교육계획 등 포함)
  - 무허가(미신고) 시설 적발 및 근절대책
  - 중점관리시설 및 관할사업장의 통합지도·점검 대상시설 현황
  - 취약지역 및 취약시기 점검계획
  - 신고규모 미만의 가축분뇨 배출시설 관리방안
- 도내 가축분뇨 처리시설에 대한 지도점검을 통하여 오염물질의 적정 처리를 유도할 수 있을 것이며 또한 환경오염에 대한 사전 예방이 가능할 것으로 판단됨

### 5.2 가축분뇨 지도·점검 행정처분의 사후관리

- 점검기관은 행정처분한 사업장에 대하여 행정처분 이행 완료 시까지 처분내용에 대한 이행여부를 관리하여야 하며, 이행상태가 부실하거나

처분사항을 이행하지 아니한 경우에는 관계규정에 따라 필요한 조치를 취해야 함

- 처분내용에 대한 이행여부를 확인하여야 할 행정처분은 조업정지·영업정지·사용중지·폐쇄명령·허가(등록, 인가 등 포함)취소 등 그 처분에 의해 당해시설의 설치, 가동 또는 영업행위 등이 중단되는 처분으로 나눌 수 있으며, 점검기관은 행정처분 사후관리기준에 따라 사후관리를 실시하여야 함

표 39 가축분뇨 지도·점검 행정처분 사후관리기준

행 정 처 분 사 항		확 인 시 기		확인횟수 (확인주기)
처분명	처분기간	최초확인	최종확인	
조업 또는 영업정지	1개월 미만	처분개시일로부터 2일 이내	처분종료일	2회 이상
	1개월~6개월 미만	위와 같음	처분종료일 이전 3일 이내	3회 이상
	6개월 이상	위와 같음	위와 같음	4회 이상
사용중지, 폐쇄명령, 허가취소		위와 같음	행정명령이행 완료 시 까지	(처분개시일로부터 1개월 간격)

- 비고 : 1) 행정처분기간 중 불법 사업 활동 등으로 인하여 사람 또는 환경에 심대한 위해가 초래될 수 있는 경우는 확인횟수(확인주기)를 늘려야 함
- 2) 행정명령 이행여부를 확인한 경우 행정처분 이행실태 확인결과 보고서를 작성하고, 이를 5년간 보존하여야 함
- 3) 이 기준에 명시되지 아니한 사항으로서 그 처분의 대상이 되는 사항은 이 기준 중 가장 유사한 사항에 따라 처분하여야 함

표 40 가축분뇨 정가지도 · 점검 기준

(단위 : 회/년)

구 분 \ 지 역			특정지역	기타지역
가축분뇨 배출시설 및 가축분뇨 처리시설	청색 (위탁)	허가대상 시설	2	1
		신고대상 시설	1	1/2년
	녹색	허가대상 시설	4	2
		신고대상 시설	2	1
	적색	허가대상 시설	4	4
		신고대상 시설	4	2
가축분뇨 공공 처리시설			4	

비고 : 1) 특정지역은 오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률 시행령 제2조의2 제1호 내지 제7호에 해당하는 구역 또는 지역으로 함

2) 분뇨처리시설 및 가축분뇨 공공 처리시설 중 하수종말 처리시설 등으로 연계 처리하는 시설은 2회

### 5.3 가축분뇨 지도·점검 홍보 및 축산 산업체 관리 방안

- 가축분뇨 발생량이 많은 지역부터 분기별 가축분뇨 관련자 교육을 실시하여 운영하고, 가축분뇨 관련자들을 대상으로 분기별 교육 및 Workshop, Seminar 등을 개최하고 홍보하여야 할 것으로 판단됨
- 축산 산업체는 현재 자율 경쟁에 의해 관리되고 있으며, 지금보다 큰 증가는 없을 것으로 예상됨
- 축산 산업체 교육을 실시하여 자율 경쟁이 더 건전하고 원활하게 진행될 수 있도록 관리 및 감독하는 것이 필요할 것으로 판단됨

## 제 5 장 가축분뇨 자원화

### 1. 가축분뇨 자원화의 필요성

- 현재 축산농가에서는 자체 처리 및 공공 정화처리를 통해 가축분뇨를 처리하여 방류하거나, 해양투기를 통해 가축분뇨가 주변하천에 방류되지 않도록 함
- 해양투기가 전면 금지되고, 자체 처리는 중, 소규모의 농가에 재정적, 기술적 부담으로 작용할 수 있으므로 실효성을 거두는데 한계가 있는 것으로 판단되며, 또한 현재 정부에서는 가축분뇨에 의한 오염현상을 억제하고 합리적으로 처리하기 위하여 가축분뇨의 자원화에 정책적 초점을 맞추고 있음
- 자원화는 가축분뇨에 포함되어 있는 질소 및 인과 같은 영양물질을 농지에 공급하여 생물생산량을 증대하고, 방류하는데 따른 주변 수질 및 환경질의 저하를 억제하며, 정화처리에 드는 비용을 절감할 수 있다는 점 등의 여러 가지 관점에서 장점을 가짐
- 가능한 무방류 방식의 자원화로 축산 농가를 유도하는 것이 가장 바람직할 것으로 판단되나, 현재 과도한 화학비료의 사용 등으로 인한 과도한 비료사용은 가축분뇨를 자원화 하는데 있어서 중요한 제약요인으로 작용하고 있는 게 사실임
- 가축분뇨를 자원화 하는 과정에서 나타날 수 있는 문제점의 도출 및 이에 대한 대안, 앞으로 나아가야 할 방향 등에 대한 세심한 연구노력이 필요함

### 2. 가축분뇨의 자원가치

- 가축분뇨는 그 이용방법에 따라 폐기물이 될 수도 있고, 자원으로서의 가치를 가질 수 있음

- 가축분뇨를 토지개량제 또는 비료성분으로 이용할 경우, 문헌조사를 통해 나타난 분뇨에 포함된 질소, 인산, 칼륨의 함유량은 다음의 표와 같음

표 41 가축분뇨 중 비료성분 함유량

(단위 : %)

축종별	구분	함수율	질소	인산	칼륨
젖소	분	83.9	0.26	0.11	0.14
	뇨	95.1	0.34	0.003	0.31
한우	분	81.0	0.34	0.25	0.09
	뇨	95.4	0.45	0.006	0.47
돼지	분	74.7	0.85	0.37	0.23
	뇨	98.4	1.02	0.07	0.28
닭	분	80.9	0.91	0.37	0.46

자료 : 농림부, 가축분뇨자원화 및 이용기술 개발(2000)

- 질소와 칼륨은 뇨에 포함된 양이 많은 반면, 인산은 분에 더 많은 양이 함유되어 있으며, 닭의 경우 뇨로 배출되는 양은 전혀 없으나, 상대적으로 돼지의 분뇨에 비료성분 함유량이 많은 것을 알 수 있음

### 3. 가축분뇨 자원화방법

#### 3.1 퇴비화

- 퇴비화란 “유기물이 미생물에 의하여 분해되어 안정화되는 과정이며, 그 최종 물질은 환경에 영향을 주지 않아야 하고, 토양에 사용할 수 있어야 하며, 저장하기에 충분한 부식도 상태의 물질로 변화된 생화학적 공정”이라고 할 수 있음
- 퇴비화에는 두 가지의 목적이 있는데 다음과 같음
  - 가축분의 취급을 용이하게 하고 위생적으로 안전하게 하는 것
  - 가축분을 작물에 안전한 상태로 만드는 것
- 퇴비화에 있어서 가장 중요한 것은 가축분뇨의 함수율이며, 이는 얼마나 고액분리가 잘 되느냐에 달려있음

- 임의적으로 분뇨의 수분함량을 조절하기 위하여 수분함량이 낮은 톱밥이나 왕겨를 수분조절제로서 혼합하여 주는데, 분뇨의 수분이 흡수되어 입자간 공극이 증가되고 미생물 활동이 높아지면서 호기발효가 일어나게 됨
- 수분조절제는 분뇨의 수분을 흡수 조절하는 기능 외에도 입자간의 매트릭스를 지지하여 퇴비형상을 유지시켜주고, pH조절 및 탄소원 공급에 의해 C/N비를 조절하게 됨
- 현재 국내의 퇴비화 공정은 대부분 호기성 공정으로 진행되며, 호기성 퇴비화공법은 크게 재래식 퇴비단 공법, 기계식 교반법, 퇴적 송풍식 퇴비화 공법 등이 있고, 기본적인 반응은 모두 동일하며 단순히 퇴비화에 소요되는 시간을 단축하는데 그 목적을 둔 것임

### 3.1.1 재래식 퇴비단 공법

- 재래식 퇴비단 공법은 예전부터 농가에서 흔히 사용하던 방법으로 가축분에 볏짚, 낙엽 등의 수분조절제를 투입하여 적절히 수분함량을 조절한 후 1.2~1.5m 높이로 퇴적시키면 자연적으로 유기물이 발효되어 온도가 상승하면서 퇴비화가 진행됨
- 퇴적 후 2~3주일이 경과되면 1회 뒤집기 작업을 실시하고, 이후 3~4주째 2회 정도 뒤집기를 실시하면서 통기를 시켜줌
- 다시 1개월 후 뒤집기를 해주면 3~6개월 사이에 안정화되면서 퇴비가 완성됨

### 3.1.2 기계 교반식 발효법

- 돼지사육시설의 경우 대규모(2,000두 이상 사육) 농가에 적용 가능한 방법으로서, 기계교반 방식으로는 소규모 퇴비화에 주로 사용되는 로터리식과 대규모 축분 퇴비제조시설 등에서 많은 양의 퇴비를 교반하는 에스컬레이터식 등이 있음
- 기계식 교반 방식은 발생된 분뇨 중 분리된 축분을 1차 저장조에서 수분조절제와 혼합한 후, 발효조로 운반하여 통기 및 교반하면서 약 15일간 1차 발효하고 퇴적장으로 옮겨 약 60~90일간 2차 발효시키는 방법임
- 기계식 교반 방식에 있어서 악취포집 및 제어장치가 설치되어 있지 않

을 경우, 퇴비 제조 시 발생하는 악취 등으로 인해 민원문제가 발생됨

### 3.1.3 퇴적 송풍식 발효법

- 퇴적 송풍식 발효법에서는 발생된 분뇨 중 분리된 축분을 1차 저장조에서 수분조절제 등을 첨가하여 수분함량을 65%로 조정한 후, 발효조로 운반하여 강제통기 등으로 1차 발효(15일간)하고 퇴적장으로 옮겨 대략 60~90일간 2차 발효시키는 방법으로써, 발효조 내의 온도는 재료 투입 1일 경과 후 70~80℃ 까지 상승하였다가 서서히 온도가 감소되어 15일경에는 40~50℃ 정도로 유지됨
- 퇴비화 작업 중 철판망 사이에 수분이 많은 상태에서 계속 작업을 하면 공기통로가 막힐 우려가 있으므로 발효조에 로더 등을 이용하여 안쪽부터 쌓아 나오며 과도한 퇴적은 피해야 함
- 축종별 발효조 용량은 소의 경우 축사 100㎡ 당 7㎡ 이상, 돼지의 경우는 10㎡ 이상 설치해야 함

### 3.1.4 공법별 장 · 단점

표 42 퇴비화 공법 장 · 단점

구분	재래식 퇴비단 공법	퇴적 송풍식 퇴비화 공법	기계식 교반법
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 퇴비단을 뒤집음으로써 수분 방출이 빨라 건조도 빠름</li> <li>◆ Bulking Agent 회수율이 높고 분리가 쉬움</li> <li>◆ 처리용량이 큼</li> <li>◆ 안정된 퇴비생산 가능</li> <li>◆ 상대적으로 낮은 시설투자비</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 낮은 시설비용</li> <li>◆ 높은 병원균 사멸율</li> <li>◆ 안정된 퇴비생산 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 공간의 효율성</li> <li>◆ 소요 부지면적 적음</li> <li>◆ 발효기간이 짧음</li> <li>◆ 공정조절이 용이함</li> <li>◆ 주위 환경에 미치는 영향이 적음</li> <li>◆ 악취조절 가능</li> <li>◆ 열회수 가능</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 공간 활용도가 낮음</li> <li>◆ 퇴비단 사이에 거리가 필요하나, 높이 쌓을 수 있음</li> <li>◆ 투자비용이 상대적으로 낮지만 유지비용이 많이 듦</li> <li>◆ 온도와 폭기를 적당히 하기 위해 많은 Monitoring 필요</li> <li>◆ 혐기발효로 냄새 심함</li> <li>◆ 기온, 날씨 등 주위 환경에 민감</li> <li>◆ Bulking Agent 요구량이 큼</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 기계식 공법보다 부지요구량이 큼</li> <li>◆ 운전관리상 환경의 변화의 영향 받음</li> <li>◆ 발효기간이 김</li> <li>◆ 악취 문제로 민원 발생</li> <li>◆ 기온, 날씨 등 주위 환경에 민감함</li> <li>◆ Bulking Agent의 요구량이 큼</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 높은 투자비용</li> <li>◆ 운전형태에 유동성이 적음</li> <li>◆ 기계장치가 타 공법에 비하여 많음</li> </ul>

### 3.2 액비화

- 가축분뇨는 고형물과 액상으로 구분되며, 이 중 액상분뇨는 액비화 공정을 적용하여 자원화 할 수 있도록 검토해야 하는데, 액비화 처리방법에는 혐기성 처리법과 호기성 처리법이 있음
- 분뇨를 유기질 액비로서 이용하는 경우 악취제거 문제가 발생할 수 있기 때문에 취기제거와 비료효과를 높이기 위해 일반적으로 호기성 처리법이 이용됨

#### 3.2.1 액상분뇨의 개념 및 형태

- 액상분뇨란 가축의 분, 뇨 그리고 가축이 섭취하고 남은 사료, 짚, 청소수가 혼합된 것으로 여건에 따라 다양한 수분함량을 보유하는데, 액상분뇨는 보통 수분함량이 85% 이상인 액상물로서 혐기상태 또는 폭기나 교반상태에서 부숙되어 분해가 종료된 안정화된 것임
- 액상분뇨의 형태는 부숙방법에 따라 통성혐기성 부숙액비, 혐기적·호기적 부숙액비 그리고 첨가제에 의한 부숙액비로 분리됨

#### 3.2.2 가축분뇨 액비화의 필요성

- 축산농가에서 가축분뇨 관리방법은 축사의 입지, 축산농가의 환경 및 각종 환경규제 등 주변 여건에 따라 각기 다르기 때문에 어떤 특정한 분뇨처리 수단을 일관되게 모든 축종과 축산농가에 공통으로 적용하는 것은 현실적으로 불가능함
- 액비화는 가축분뇨를 액상으로 처리하여 부재료 구입의 문제점을 최소화 할 수 있을 뿐만 아니라, 분뇨처리 비용을 퇴비화보다 크게 절감시킬 수 있는 방법임
- 축사의 뇨 폐수는 정화처리 후 방류 시 현행 수질규제기준을 충족시키는데 한계가 있으므로 정화처리 시설을 설치한 축산농가도 정화한 방류수를 액비화로 처리한다면 환경측면에서 매우 바람직한 수단임
- 슬러리 형태 축사의 경우, 외국에서 액비화는 농경지에 직접 살포할 목적으로 활용하는 분뇨처리 수단으로 국내에서는 액비화에 대한 실



효성을 고려하지 않고 도입됨으로써 슬러리 축사를 이용하는 농가가 현재 어려움을 겪고 있기 때문에 액비화는 이러한 농가의 어려움을 해결해 줄 수 있는 하나의 방법임

### 3.2.3 가축분뇨 액비제조 방법

- 액상의 가축분뇨도 미생물에 의해 분해가 이루어지는 것으로 알려져 있으며, 가축분뇨의 액비 제조방법에는 폭기 유무에 따라 호기성 방식과 혐기성 방식으로 구분함
- 혐기성 소화 시 액상물의 상태와 외부환경에 따라 2~6개월간의 부숙기간이 필요하기 때문에, 일반적으로 대규모 축산농가나 밀집축산지역과 같이 다량의 액상분뇨가 발생하는 경우는 부숙기간을 단축시키기 위하여 호기성 소화방법이 많이 이용됨

#### 가) 호기성 액비화

- 호기성 액비화 방식이란 액상 축산분뇨를 교반하면서 공기를 공급하면(폭기 처리) 퇴비화와 같이 호기성 미생물에 의한 분해가 진행되는 데 이를 호기성 방식이라 함
- 호기성 처리는 산소의 존재 하에서 생육하는 호기성 미생물이 산소를 이용하여 유기물을 분해하는 생화학 반응을 이용한 방법임
- 반응과정에서 유기물은 최종적으로 탄산가스, 수분, 암모니아로 분해되고 동시에 반응열이 발생되는데, 호기성 처리방식은 분뇨중의 이분해성 유기물의 분해를 촉진시켜 단기간에 완숙된 액비를 제조할 수 있다는 장점이 있으나, 폭기 중에 질소성분의 손실이 크기 때문에 액비 이용측면에서는 불리한 면도 있음
- 호기성 발효를 위해서는 미생물의 영양원이 되는 유기물, 호흡을 위한 산소, 활동에 적당한 온도 및 수분 등의 4가지 조건을 만족시켜야 하는데, 호기성 액비화를 위한 미생물의 영양원은 분뇨에 포함되어 있는 유기물임
- 가축으로부터 분뇨가 배출될 때 분이 혼합되지 않도록 오줌(뇨)만을 분리할 수 있으나, 실제로 축사에서 분과 뇨를 분리시킨다고 해도 분

의 일부가 뇨 속에 포함되어 있기 때문에 액비제조에 필요한 고품 유기물은 보통 큰 문제가 되지 않음

- 액상분뇨는 호기성 미생물이 액 중의 용존산소를 쉽게 이용하기 때문에 액 중에 용존산소가 거의 없으므로 공기를 액 중에 강제적으로 공급하는 폭기처리를 하지 않으면 호기성 미생물이 활동할 수 없게 됨
- 공기 주입방식에 따라 호기성 처리방법은 연속폭기방식과 간헐폭기방식이 있으며, 일부에서는 에너지 사용을 절감시키기 위하여 저장조에 저장 후 살포직전에 폭기와 교반을 하여 악취를 감소시킨 후 농경지에 이용함
- 액비화 과정에서 미생물이 최초로 활동하기 위해서는 적당한 온도가 유지되어야 하며, 일단 미생물이 유기물을 분해하면 분해될 때 발생하는 열로 온도가 상승되므로 그 이후부터는 외부에서 특별히 가온할 필요가 없음
- 호기성 발효는 이분해성 유기물의 분해와 함께 온도가 상승하여 악취와 병원균이 소멸된 유동성이 좋은 흑갈색의 액비를 생성할 수 있음
- 액비는 액상의 상태에서 제조되기 때문에 미생물의 활동에 필요한 수분은 문제가 되지 않으나, 폭기 시 충분한 유동성을 유지하기 위해서는 함수율 관리가 필요함

#### 나) 혐기성 액비화

- 분뇨 혼합물을 저류조에 투입하면 미 소화물 등의 부유물질이 부상하여 스크럼층을 형성하고, 하부의 액상물에는 산소가 부족하여 혐기성 세균이 발육하므로 유기물의 혐기성 분해가 진행됨
- 혐기성 방식은 이와 같이 분뇨에 포함된 유기물을 산소가 없는 상태에서 분해시키는 과정을 이용한 것으로 혐기성 소화라고 하며, 가축분뇨가 이 과정을 거치면 혐기성 액비화라고 함
- 혐기성 조건에서도 유기물은 지방 분해균, 섬유소 분해균, 단백질 분해균에 의하여 가용성 물질로 전환되며 이를 1단계 분해라고 하는데, 1단계 분해산물은 산생성균에 의하여 유기산으로 전환되며, 최종단계에서는 메탄균에 의해 산이 메탄이나 탄산가스로 전환되고 난분해성

물질은 잔류하게 됨

- 혐기성 액비화 공정은 결국 메탄가스 발생을 수반하기 때문에 메탄발효라고도 하며, 초기에는 황화수소나 암모니아와 같은 악취물질이 생성되나 혐기성 분해가 완료되면 호기성 액비화와 동일하게 악취가 없는 안정한 액비가 제조됨
- 호기성 액비화는 1~2단계 분해과정으로 액비가 제조되나 혐기성 방식에서는 3단계 분해과정을 거쳐 최종 액비가 생산되기 때문에 철저한 혐기조건이 아니면 액비화에 오랜 시일이 요구됨
- 국내에서는 폭기 처리를 하지 않는 경우 일반적으로 혐기성 처리라고 인식하고 있으나, 가축분뇨 저장조가 공기에 노출되어 있으면 혐기조건으로 볼 수 없으며 효율도 낮음
- 액상 가축분뇨의 혐기성 방식에는 호기성 방식과 달리 공기를 차단하는 시설을 설치하는 것 이외에는 큰 차이가 없으나, 혐기적 처리방식은 저장조를 완전히 밀폐시켜 공기를 차단하여 처리하기 때문에 분해과정 중 부수적으로 메탄가스를 생산 이용할 수 있는 장점이 있음
- 제주지역도 가축분뇨를 직접 퇴비나 액비로 이용하는 대신 혐기발효를 거쳐 에너지(메탄가스)를 생산하는 시범사업을 진행하였으며, 또한 혐기발효를 통해 발생하는 소화액을 액비로 이용하는 사업을 점차 확대시켜 나간다면, 최근 범지구적 환경문제인 지구 온난화 원인으로 손꼽히는 온실가스 저감을 위한 저감계획 뿐만 아니라 현재 우리나라에서 경제성장의 패러다임으로 내세우는 저탄소 녹색성장의 내용을 포함한 기술체계를 확보할 수 있음

### 3.2.4 가축분뇨의 액비 직접 이용기술

#### 가) 가축분뇨 액비 시용량 결정

- 작물별로 가축분뇨 액비 시용량 결정에 고려할 점은 토양의 비옥도와 액비중의 비료성분 함량에 대한 분석결과임
- 토양의 특성을 고려하여 액비 시용량은 차별화 될 수 있는데, 가축분뇨에 의한 액비는 질소성분이 높고, 질소 무기화율이 화학비료와 비슷하기 때문에 액비 중 질소성분을 기준으로 시용량을 결정함

- 인산 기준으로 액비 시용량을 결정할 경우 액비 시용량에 따른 질소 비료 과다 투입으로 작물의 병해충 발생 및 도복, 등숙률 저하가 우려되며, 질산염 등이 지하수로 침투되어 환경을 오염시킬 수 있으므로 항상 사용 시에는 액비 중 비료성분함량을 분석하여 적정량을 준수하여야 함
- 액비 시용량 계산 : 액비 시용량 및 액비 중 비료량 계산
  - 액비 시용량( l /10a)
  - ⇒ [질소시비량(kg/10a) ÷ 액비 중 T-N함량(%)] × 100

#### 나) 액비 살포기술

- 액비살포는 토양표면 살포방식과 주입식 살포방식이 활용되고 있는데, 표면살포의 경우 악취에 의한 민원발생의 원인으로 주거지역 인근에서는 활용에 제약요인이 되고 있기 때문에 주입식 살포방식이 바람직함
- 가축분뇨 액비활용에 가장 큰 장애요인은 적정한 액비 살포기가 개발되지 못하고 있음
- 악취에 대한 거부감이 큰 국내 현실을 감안하여 토양 주입식 액비살포기 개발이용은 금후 해결하여야 할 시급한 연구 과제임

#### 다) 액비살포 시 주의 사항

- 액비살포 시 액비가 흘러내려 환경오염을 유발하지 않도록 살포해야 하는데, 부숙도 판정은 부숙방법과 원료의 질에 따라 상이하여 일정한 기준을 적용하기 곤란하므로 구체적인 안이 마련되기까지 악취가 많이 나지 않을 정도의 것을 부숙액비로 함
- 시용 대상은 초지나 사료작물 등 비식용작물 포장과 과수 등 연년생 작물재배 포장의 시용을 원칙으로 하고 양분집적 등의 우려가 있는 시설재배나 채소류 등에는 시험성적에 근거한 구체안을 마련하기까지 가급적 사용을 지양해야 함
- 시용기준은 각 작물별로 작성하되 각 액비 종류별로 함유된 총 질소량을 환산하여 작물별 질소 시비적량 수준을 최대 살포 허용량으로 하고, 작기 중에 거름기가 떨어질 경우에만 추비로 화학비료 사용을

허용하는 것으로 해야 함

- 토양이 얼어붙은 겨울철 및 비가 많이 오는 여름철에는 환경오염 우려가 있으므로 사용을 지양해야 하며, 악취가 나는 액비는 민가에서 200m이상 격리된 지역에서 사용하고 살포 후 경운 및 로터리작업을 하여 악취를 제거해야 함
- 미숙액비 살포시 악취로 인한 인근농가의 민원발생 및 세균성 기생충 감염이 우려되므로 충분히 발효시켜 사용해야 함
- 액비의 운반살포는 비용이 적게 들면서도 고르게 시용이 되고 운반 중에 악취 등으로 인한 민원이 없도록 가급적 액비살포기를 사용해야 함
- 액비는 화학비료와 같이 속효성이므로 성분량을 기준하여 질소 시비 추천량을 초과하지 않도록 해야 함
- 액비시용 토양은 토양검정을 실시하여 염류집적을 사전에 방지해야 함

표 43 액비화와 퇴비화 장·단점

처리방법	시비효과	부숙과정 중 양분 손실	처리비용	살포장비	악취	농경지 확보
저장액비화	크다	적다	적다	필수	미부숙시 발생	많다
퇴비화	크다	크다	중간	-	거의 없다	중간

\* 자료 : 류종원, 저장액비화를 위한 효율적 분뇨처리 방안

\* 자료 : 가축분뇨의 합리적인 자원화 방안, 축협중앙회, 1998.6

### 3.3 바이오 가스화

- 가축분뇨를 유효하게 활용할 수 있는 방안으로 가축분뇨에 포함되어 있는 바이오매스를 에너지로 전환시키는 방법으로 가장 대표적인 것은 가축분뇨를 메탄 발효시켜 바이오가스를 추출하고, 추출한 바이오가스를 연소시켜 에너지로 전환하는 방법임
- 바이오가스를 생성시키는 설비를 바이오가스 플랜트라고 하는데, EU 가맹국들 중에서 덴마크와 독일에서는 바이오가스 플랜트의 보급이 1990년대 초부터 본격적으로 이루어지고 있으며, 일본에서도 2000년

대 이후 바이오가스 플랜트의 보급이 점진적으로 늘고 있음

- 바이오 가스는 가축분뇨를 에너지로 활용한다는 점에서 최근 석유가격의 급등 등과 같은 세계정세를 고려할 때 에너지 비용부담을 줄일 수 있는 좋은 방법인 동시에, 자원의 순환 측면에서 바이오가스를 추출하고 남은 소화액으로 화학비료를 대체하여 농가에 이용할 수 있으므로 가축분뇨의 배출저감을 꾀하여 주변 환경개선에 이바지할 수 있는 장점이 있음
- 이와 같은 장점 때문에 우리나라에서도 바이오 가스플랜트에 대한 관심이 높아지고 있으나 가축분뇨를 바이오가스화하는 사업은 시범사업이며, 현재까지는 활성화되지 못하고 있는 실정임

### 3.3.1 바이오가스의 정의

- 가축분뇨나 생활쓰레기 등의 바이오매스(biomass; 유기물)를 메탄발효 시킴으로써 얻을 수 있는 가스이며, 주로 메탄( $\text{CH}_4$  : 약 60%)과 이산화탄소( $\text{CO}_2$  : 약 40%)로 구성됨
- 원료로는 다양한 유기성 폐기물(가축분뇨, 가정·식품 산업에서 발생하는 음식물쓰레기, 식품 산업에서 발생하는 유기성물질, 하수오니 등)을 이용할 수 있지만, 바이오가스화는 가축분뇨의 유효 활용방법 중 하나로 주목받음
- 메탄 발효 후 남은 원료를 소화액이라고 하는데, 소화액에는 비료 성분이 남아 있기 때문에 액체 비료 혹은 퇴비로서 이용함
- 바이오가스를 생성시키는 설비를 바이오가스 플랜트라고 하며, 가축분뇨만을 원료로 하는 경우가 있고 현재 일본 대부분의 바이오가스 플랜트는 이 유형에 속하는 것으로 조사됨
- 가축분뇨와 음식물 쓰레기 등과 같은 유기성 폐기물을 혼합하여 발효시키는 경우와 같은 유형의 가장 큰 이점은 가축분뇨만을 원료로 하는 경우보다 더 많은 바이오가스를 생성시킬 수 있다는 점이며, 대부분의 덴마크 및 독일의 바이오가스 플랜트가 이 유형에 속함
- 바이오가스의 활용방법도 바이오가스 플랜트 안에 CHP(Combined Heat & Power) 또는 발전기를 설치하여 바이오가스를 연소시켜 발전(폐열을

회수)함으로써 전기와 열을 얻어 플랜트에서 자급하거나 판매하여 수익을 획득할 수 있음

- 바이오가스를 지역 난방회사 등에 판매함으로써 수익을 획득할 수도 있음
- 덴마크의 경우 정책적으로 지역난방회사의 원료를 천연가스에서 바이오가스로 전환하고 있는 가운데, 조사한 바이오가스 플랜트들은 바이오가스를 지역 난방회사 등에 판매하여 수익을 획득하고 있는 것으로 나타남

### 3.3.2 바이오가스의 이점

- 메탄을 에너지원으로 이용
  - 바이오가스 발열량은 약  $5,500\text{kcal}/\text{m}^3$ 이며, 도시가스 5A규격에 해당하는데, 바이오가스를 연소시킴으로써 전기와 열을 얻을 수 있으며, 스웨덴에서는 바이오가스를 자동차 연료로 이용하고 있는 것으로 조사되었으며, 최근에는 우리나라에서도 매립가스를 자동차 연료로 이용하는 시범사업도 진행 중인 것으로 보도됨
- 지구 온난화 가스 삭감
  - 가축분뇨를 퇴비화 하는 과정에서 메탄이 발생하여 대기 중에 방출되는데, 메탄은 이산화탄소보다 상대적으로 지구 온난화를 더 가속화시키는 물질로, 메탄 발효의 경우, 밀폐된 발효조 안에서 발효하기 때문에 메탄을 대기 중에 방출하지 않는다는 장점을 가지고 있고, 또한 메탄을 에너지원으로 이용함으로써, 화석연료의 소비를 삭감할 수가 있으며, 화석연료의 연소 과정에서 발생하는 지구 온난화 가스를 삭감할 수 있음
- 유기성 자원의 순환적 이용
  - 소화액은 분뇨원액에 비해 성분이 안정되어 있고, 취급이나 살포가 용이하며, 고온 발효( $50\sim 60^\circ\text{C}$ )의 경우, 잡초 종자나 병원균이 박멸되기 때문에 안전한 비료로서 사용할 수 있음
- 악취 확산 방지
  - 소화액을 살포할 때 냄새가 거의 나지 않기 때문에 일반 시민들로

부터 혐오감을 줄일 수 있음

○ 수질오염 방지

- 바이오가스화를 거친 가축분뇨는 그 자체로 감량의 효과가 있으며, 남은 액상의 물질은 액비화를 통해 농지환원이 실시되므로 수질오염방지에 기여할 수 있음

### 3.4 자원화 방법의 장·단점

- 각 자원화 방법의 장·단점을 요약하면 표 44와 같음
- 자원화 방안은 단일 방법으로만 유도할 수 없으며, 서로의 장·단점을 면밀히 검토하여 서로 연계하여 가축분뇨를 처리해 나가는 것이 보다 바람직한 것으로 판단됨

표 44 자원화 방법 장·단점

구 분	장점	단점
퇴비화	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고품질폐기물 처리에 효과적임</li> <li>- 가축분뇨의 장거리 수송이 가능</li> <li>- 분뇨의 상품화가 가능함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 질소 손실이 과다함</li> <li>- 농경지의 인산과다 집적 유발</li> <li>- 처리비용이 과다하게 소요됨</li> <li>- 대기오염을 유발할 수 있음</li> </ul>
액비화	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 액상분뇨 처리에 효과적임</li> <li>- 처리비용의 절감 효과</li> <li>- 대기오염을 절감할 수 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 장거리 수송에 제한적임</li> <li>- 살포 시 취급이 불편함</li> <li>- 미숙성 시 악취 발생 우려</li> <li>- 소요면적이 많이 필요함</li> </ul>
바이오 가스화	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 에너지를 생산함</li> <li>- 메탄과 암모니아의 공기 중 확산을 방지할 수 있음</li> <li>- 가축분뇨의 악취 절감</li> <li>- 영양원 손실의 감소</li> <li>- 유기성 폐기물의 소화와 처리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시설비용 및 운전비용이 과다하게 소요됨</li> <li>- 운전관리에 있어 전문성이 많이 요구됨</li> <li>- 소화액을 시용함에 있어 여러 가지 제약요인이 있음</li> </ul>



## 4. 가축분뇨 자원화 현황 및 적정성 검토

### 4.1 가축분뇨 자원화 현황

- 제주지역 가축분뇨 자원화 시설은 크게 자체 자원화시설과 공공 자원화시설로 나눌 수 있으며, 이중 공공 자원화시설은 5개소가 2011년 기준으로 가동 중에 있으며, 2개소에 대해서는 건설 중인 것으로 조사됨
- 현재 자원화율은 2008년도 기준 총 발생량의 94.1%를 차지하고 있는 것으로 조사되었으며, 2009년도 기준 총 발생량의 93.9%를 차지하는 것으로 조사됨
- 가축분뇨 자원화에 있어서 퇴비화, 액비화, 세척수 및 기타 그리고 바이오가스화를 자원화로, 공공처리 또는 공해상배출을 비자원화로 하여 산정한 것임

표 45 제주지역 가축분뇨 공공 자원화시설 현황

(단위 : m<sup>3</sup>/일)

시 설 명	설치년월일	소 재 지	처 리 방 식	처리용량
양돈축협공동자원화시설	'08년 5월	한림읍 상대리	퇴·액비화	100
EM(영) 공동자원화시설	'09년 3월	한림읍 상대리	퇴·액비화	100
이호친환경(영)공동자원화시설	'09년 3월	한림읍 금악리	액비화	100
세미(영)공동자원화시설	'09년 6월	대정읍 동일리	퇴·액비화	100
한라산(영)공동자원화시설	'09년 12월	남원읍 신례리	퇴·액비화	100
제주양돈농협	추진 중	구좌읍 세화	퇴·액비화	100
칠성영농조합	추진 중	표선면 세화	퇴·액비화	100

### 4.2 가축분뇨 자원화의 적정성 검토

#### 4.2.1 비료성분 발생량 및 현재 사용량의 비교

- 제주지역의 화학비료 사용량은 2008년 기준으로 요소 6,585톤/년, 용성 인비 1,905톤/년, 용과린 401톤/년, 염화加里 928톤/년, 복합비료 35,894

톤/년, 유안 112톤/년 등인 것으로 조사되었으며, 2009년 기준으로는  
 요소 7,952톤/년, 용성인비 1,518톤/년, 용과린 222톤/년, 염화가리 689  
 톤/년, 복합비료 32,981톤/년, 유안 71톤/년 등인 것으로 2008년에 비해  
 2009년도 화학비료 판매량은 감소한 것으로 조사됨

- 반대로 부산물비료인 경우 2007년도 기준 23,662톤/일, 2008년도 기준  
 28,257톤/일 그리고 2009년도 기준 29,257톤/일로서 판매량이 점차 증  
 가하는 것으로 나타남

표 46 가축분뇨 비료 성분별 발생량

축종별	구분	발생량 (kg/일)	사육두수 (두, 수)	분뇨 발생량 (톤/년)	비료성분별 발생량(톤/년)		
					질소	인산	칼륨
한육우	분	225,536	28,192	82,321	214	91	115
	뇨	160,694		58,653	199	2	182
젖소	분	90,163	4,696	32,910	112	82	30
	뇨	51,186		18,683	84	1	88
돼지	분	443,065	509,270	161,719	1,375	598	372
	뇨	886,130		323,437	3,299	226	906
합계				677,723	5,283	1,000	1,693
연간 화학비료 사용량 (2009년 기준)					3,578	392	557

주 1) 가축분뇨 생산량을 비료로 환산하였음

2) 연간 화학비료 사용량은 비료 공정규격설정 및 지정에 따라 성분함유량을  
 근거로 산출

3) 복합비료에 의한 비료성분 제외

※ 요소 : 질소전량 45%, 용성인비 및 용과린 : 인산 17%, 염화가리 : 칼륨 60%

- 가축 사육현황 자료를 이용하여 가축분뇨의 유기비료 성분 분석을 토  
 대로 제주지역에서 발생하는 가축분뇨를 전량 비료로 사용할 경우의  
 비료의 성분량을 계산함
- 가축분뇨에서 발생하는 질소, 인산, 칼륨의 양은 각각 5,283톤/년, 1,000  
 톤/년, 1,692톤/년으로 2009년 기준 연간 비료사용량과 비교할 때 많이  
 발생하는 것으로 나타남<sup>11)</sup>

11) 가축분뇨내 휘발되는 질소의 양 미고려

#### 4.2.2 액비살포에 필요한 농경지 확보 요구면적과 실측면적의 비교

##### 가) 필요 농경지 면적 산정

- 현재 가축분뇨를 액비화한 후 액비를 살포하기 위해 확보되어야 할 농경지의 요구면적이 환경부 고시(제 1999-110호, 1999.7)로 책정되어 있으며, 액비 살포 시 농경지 확보 요구면적은 소·말의 경우 두당 논이 990㎡, 밭이 640㎡이며, 젓소는 논이 3,080㎡, 밭이 1,990㎡이고, 돼지는 논이 640㎡, 밭이 420㎡임

표 47 액비 살포시 농경지 확보 요구면적

구 분	초지	농 경 지	
		논	밭
소·말	520㎡이상/두 (157평이상/두)	990㎡이상/두 (300평이상/두)	640㎡이상/두 (193평이상/두)
젓 소	1,610㎡이상/두 (487평이상/두)	3,080㎡이상/두 (933평이상/두)	1,990㎡이상/두 (603평이상/두)
돼 지	340㎡이상/두 (103평이상/두)	640㎡이상/두 (193평이상/두)	420㎡이상/두 (127평이상/두)

자료 : 환경부고시 제 1999-110호(1999.7.8)

##### 나) 액비발생량의 적정성 검토

- 액비살포 시 농경지확보 요구면적은 계산을 편리하게 하기 위하여 소, 말을 520㎡로, 젓소를 1,610㎡ 그리고 돼지를 340㎡로 가정하여 계산 하였으며, 경작지는 감귤 등과 같은 과수를 제외한 밭과 초지를 대상으로 함
- 액비살포 시 농경지 확보 요구면적을 밭과 초지를 대상으로 한 이유는 제주지역은 다른 타 지역에 비해 논이 차지하는 비중이 적을 뿐만 아니라 대부분 액비의 경우 대부분 논이 아니라 농경지나 초지에 살포하며 특히 농경지에 비해 초지에 많은 양을 살포하는 것으로 조사됨
- 한육우로 인한 액비 살포 면적은 18km<sup>2</sup>, 젓소 사육으로 인한 액비살포면적은 7.6km<sup>2</sup>, 양돈으로 인한 액비살포면적은 173.2km<sup>2</sup>이상으로 총 액비 살포시 농경지 확보 요구 면적으로 198.8km<sup>2</sup>이 필요한 것으로 나타남

- 제주지역의 토지이용 현황을 살펴보면 전이 369.2km<sup>2</sup>, 답이 7.4km<sup>2</sup>, 목장 용지가 164.6km<sup>2</sup>, 대지가 55.0km<sup>2</sup>로서 액비 살포에 필요한 면적은 확보할 수 있는 것으로 나타남
- 유용자원인 액비를 더 효과적으로 활용하기 위해서는 초지보다는 경작지(밭)에 액비를 살포하는 것이 더 바람직스러우나 현재 장비 등의 여건에 의해 그러하지 못하는 문제점 등을 내포하고 있기 때문에 이러한 문제를 해결하기 위해서는 가축분뇨 통합처리 연구센터(가칭)등의 기관의 설립 및 운영을 통한 액비살포장비에 대한 연구가 이루어져야 함

## 5. 가축분뇨 자원화의 문제점

- 퇴비화 및 액비화는 앞에서 언급된 바와 같이 가축으로부터 발생하는 질소, 인 등의 비료성분이 토양의 요구량에 비해 높게 나타나는 경우 토양 및 지하수, 하천 등의 지역 환경에 악영향을 미침
- 가축분뇨의 자원화는 농가의 계절별, 토지별, 재배작물별, 유통형태별 등과 같은 제반 여건을 종합적으로 고려하여 수립되어야 하며, 가축분뇨 자원화에 있어서 문제점을 고찰해 볼 때, 생산에서의 문제점, 유통에서의 문제점 등으로 구별됨

### 5.1 생산측면에서의 문제점

#### 5.1.1 생산업체의 낮은 가동율

- 업체별 1일 생산능력을 기준으로 평균 생산량을 비교한 공장 가동율을 보면, 전체평균 가동율은 51% 수준으로 나타났으며<sup>12)</sup>, 생산시설의 가동율이 낮은 것은 생산측면에서는 생산설비 규모에 비해 가축분뇨의 공급부족과 수분조절재로 이용되고 있는 톱밥 가격이 높고 시설의

12) 이명규, 환경친화형 가축분뇨처리기술에 관한 심포지움-가축분뇨의 발효증발 처리시설의 발전방향, 축산기술연구소(1998)

처리효율이 낮기 때문임

- 소비측면에서는 정부지원금을 받는 화학비료에 비해 농가에서 상대적으로 높은 비용부담을 느낄 뿐만 아니라, 특히 소비가 과수나 원예농가에 치중되어 있고 봄·가을 계절적 수요의 한계성으로 인해 재고가 누적되는데 있음

### 5.1.2 낮은 수익성

- 1997년 기준 가축분뇨 비료 생산 및 판매단가를 보면, 포당 생산단가는 2,378~3,552원이고 판매단가는 2,222~2,764원으로 포당 147~787원의 손실이 발생되고 있는 것으로 나타났으며, 농업과학기술원(1996)의 자료에 의하면 시중에 유통 중인 유기질 및 부산물 비료가격은 대체로 20kg당 2,000~6,000원 범위인 것으로 나타남
- 유기질 및 부산물 비료 함유된 질소성분량을 기준으로 질소 100kg에 해당하는 부산물 비료 가격은 28~84만원인 반면, 동일한 질소를 요소로 구입할 경우에는 비료 가격에 있어서 많은 차이가 남

표 48 가축분뇨 비료공장 유형별 비용 수익분석

구 분	비용 (원)				판매단가 (원)	포당손실 (원)
	원료비	노임비	관리비	생산단가		
공장전체	1,016(36.2)	512(18.2)	1,278(45.6)	2,806(100)	2,377	-429
축협공장	868(24.4)	623(17.5)	2,061(58.1)	3,552(100)	2,764	-787
농협공장	1,007(37.9)	456(17.1)	1,192(44.9)	2,655(100)	2,222	-433
개인공장	1,139(47.9)	483(20.3)	756(31.8)	2,378(100)	2,231	-147

\* 자료 : 축분비료의 생산 이용활성화 방안, 한국농촌경제연구원(1998)

### 5.1.3 자원화 시설 전문성 결여

- 현재 제주지역에 공공 자원화시설이 5개 있으며, 처리방식은 퇴·액비 시설임
- 그러나 공공 자원화시설을 관리하는 주체는 퇴·액비에 대한 전공 지식이 없더라도 누구나 운영할 수 있도록 되어 있음

- 이는 결국 자원의 질적인 부분에 있어서 상품성을 저하시킬 수 있는 잠재적 문제점과 더불어 저품질의 액비 또는 퇴비는 민원의 소지와 더불어 주변 환경에 악영향을 끼칠 수 있는 잠재성을 소지하고 있음

## 5.2 유통에서의 문제점

- 대부분 농가 직접 판매와 대리점, 중간상을 통해 이루어지고 있는 것으로 조사되었으나, 영세 소규모 부산물비료 생산업체로서는 자체유통망을 갖추지 못하고 있기 때문에 업주가 직접 농가를 확보하기 위해 동분서주하거나, 중간상(대리점)을 통해 거래처를 확보하는 경우는 중간마진을 부담하게 되어 경쟁력을 약화시키는 결과를 초래함

## 5.3 기타 제약요인

- 액비화는 제도적으로 살포할 수 있는 면적 확보가 전제되어야 하며, 또한 액비를 살포함에 있어서 한 지역에만 집중하여서는 안됨
- 제주지역인 경우 한 지역에만 집중하였을 시 지하수에 영향을 줄 수 있기 때문에 더욱 중요하나 현실적으로 이러한 실태에 대해서 확인하거나 감시할 방법이 없어 이에 대한 보완이 필요함
- 가축분뇨의 자원화를 위해서는 농경지의 양분 수용 능력을 고려하여야 하는데, 가축분뇨를 포함한 전체 비료량이 양분 수요량을 초과하고 있는 지역이 늘고 있음
- 가축분뇨 처리시설의 운영 측면에서는 수분조절제(톱밥 등)의 가격 상승과 수급곤란, 시설·장비의 조기 노후화, 사육두수를 초과한 자가 처리능력 등을 꼽을 수 있으며, 무엇보다 중요한 문제가 경종·축산농가의 연계를 통한 자연순환시스템의 활성화가 잘 이루어지고 있지 않으며, 가축분뇨 퇴비가 화학비료보다 비싸고, 살포 등에 노동력이 더 투입되고, 액비화의 경우 악취발생 등으로 인근 주민들로 부터 민원이 야기됨
- 일반 국민들이 축산에 대한 애정과 이해도가 낮고, 또한 축산농가의

책임과 의무에 대한 자기반성과 기술 및 관리수준이 취약하다는 면에서 아직도 보완할 점이 많음

표 49 가축분뇨 자원화 제약요인

고려사항		현황 및 문제점
생 산 투 자 요 소	수분조절제	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 톱밥 등 수분조절제의 구입이 어렵고 계속해서 가격 상승함</li> <li>- 퇴비화 시설이 증가함에 따라 톱밥수요의 지속적인 증가로 종전의 톱밥생산량으로는 부족함</li> <li>- 지역별로 수급이 불균형하여 지역간 가격 격차가 큼</li> </ul>
	고용 및 인력	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가축분뇨 처리시설의 열악한 작업환경으로 고용노동력의 확보가 힘들고 확보되더라도 인건비가 매우 높음</li> <li>- 허가대상 규모에서 대부분 운영하고 있는 기계식 퇴비화 시설의 경우 전문 인력확보의 어려움</li> </ul>
	부지확보 및 토지구입비	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 양돈 및 낙농의 경우 대도시권에 인접하여 사육되고 있어 가축분뇨 처리시설 설치를 위한 토지구입 비용이 큼</li> </ul>
	유지관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 새로운 정화시설의 도입 및 발효과정에서 발생하는 암모니아 가스로 인한 시설 내구년수의 단축 등에 따른 자원화 시설의 재투자가 요구됨</li> </ul>
생 산 물 의 유통	퇴비가격	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공동처리장 등 가축분뇨 처리시설에서 생산된 유기질 비료는 계절에 따라 가격 격차가 심함</li> </ul>
	공급 및 자금	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 판매처가 일정하지 않아 판로확보가 어려움</li> <li>- 후 지불의 대금 결제방식이 대다수로 자금회수에 장시간이 소요됨</li> </ul>
	액비	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지역별로 차이는 있으나 시장가격이 형성되지 않아 대부분 무상으로 제공하고 있음</li> </ul>
기 타	액비살포의 집중화	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 장거리 이동은 유류비 등 경제적인 이유로 꺼려하고 가까운 곳을 선호하기 때문에 액비살포 면적은 확보되었지만 살포지역은 근거지 지역에 집중됨</li> </ul>
	자연순환 시스템 비활성화	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가축분뇨 살포 등 노동력 투입, 액비의 경우 악취발생 등의 민원 야기 등의 어려움으로 인해 경종·축산농가 연계 비활성화</li> </ul>

## 6. 가축분뇨 자원화를 위한 개선점

### 6.1 생산적 측면에서의 개선점

#### 6.1.1 자원화업체 및 유기질비료에 대한 지원 범위 확대

- 가축분뇨에 대한 개념을 환경오염원의 정화처리 뿐 만 아니라 자원화 측면으로의 인식전환이 우선적으로 필요함
- 대부분의 자원화 업체는 적자운영 및 열악한 작업환경 뿐 만 아니라 자원화율은 저조한 상태에 있기 때문에 가축분뇨의 자원화를 위해서는 축산오염원의 처리·처분이라는 측면에서 인센티브를 제공하는 방안을 모색하여야 함
- 예를 들어 현재의 자원화 업체를 비영리기관으로 분류함으로써 자원화 업체의 운영적 측면을 보조할 수도 있을 것임
- 비영리기관으로 분류한다는 것은 자원화시설의 설치 및 운영 시 비과세를 적용함으로써 가축분뇨에 대한 자원화를 활성화시키는 하나의 방법이 될 수 있으며, 이러한 방법과 같은 여러 가지 인센티브를 부여함으로써 향후 가축분뇨의 자원화율을 높여나갈 수 있을 것으로 사료됨
- 구체적으로는 살펴보면 가축분뇨 처리기계에 대한 부가가치세에 대한 영세율 적용 및 금리 인하, 가축분뇨처리시설의 전기료를 산업용에서 농업용으로 전환, 가축분뇨 유기질비료 구입에 대한 보조 지원 등이 요구됨
- 유기질 비료의 구입 시 화학비료나 부산물비료에 비해 가격경쟁력이 약한 상태이므로 화학비료에 의한 토양 산성화 방지와 고품질의 안전한 농산물 생산 수질오염 방지에 기여측면의 고려와 자원 재이용의 활성화를 위해 경종농가 및 특용작물 재배업체 등의 수요자에게 유기질비료 구입을 권장하고 구입비용에 대한 지원을 확대하여야 할 뿐만 아니라 토양의 양분상태를 검사하여 적정량을 시비하도록 유도하는 것이 바람직할 것으로 사료됨



### 6.1.2 축산업의 노동력 확보와 선진화 추진

- 축산업은 악취와 먼지 등 작업여건이 열악한 3D업종 중에 하나로 인식됨에 따라 그러한 환경에서의 근무를 기피하는 경향이 있기 때문에 노동력의 확보에 있어서 어려움이 따를 것으로 예상됨
- 단기적인 인력확보의 방안으로 동남아 등 외국인 연수자 등을 고용하는 사례가 주변에 많이 발견됨에 따라 이러한 방안을 검토하고 확대시킬 필요가 있다고 사료되며, 또한 동시에 인력소요를 줄이기 위해서는 자동화를 유도하고 지역별로 필요장비를 공동 사용할 수 있는 장비관리 센터를 설치하여 지원하는 방안이 고려될 수 있음

### 6.1.3 자원화시설 운영주체의 전문성 제고

- 공공자원화시설의 운영하는 주체의 전문성 결여는 향후 잠재적 문제점을 소지하고 있음
- 이러한 잠재적인 문제점 등을 해결하고 고품질의 퇴·액비를 생산할 수 있도록 교육과정을 개설하거나 또는 별도의 교육을 통해 전문성을 제고시키거나 퇴·액비 자격 소지자에 한해 지원하는 정책을 전개함으로써 전문성을 제고

### 6.1.4 수분조절제 확보

- 수분조절제의 안정적인 수급을 위해서는 단기적으로는 톱밥생산에 대한 정부의 지원방안과 함께 톱밥 대체재 및 수분조절재를 사용하지 않는 퇴비화 시스템의 개발·도입이 필요하다고 판단됨
- 현실적인 여건을 고려할 때 수분조절제의 안정적인 확보를 위해서는 톱밥생산자에게 간헐목 수집비용 및 수송비 등에 대해 정부가 부분적으로 보조함으로써 톱밥의 원가를 낮추는 방법이 고려될 수 있을 것이며, 장기적으로는 톱밥을 대체할 수 있는 수분조절재를 개발·보급하여야 함

## 6.2 유통과정에서의 개선점

### 6.2.1 유통체계 구축

- 퇴비품질의 안정과 소비촉진을 가져올 수 있는 유통체계의 확립이 요구되는데, 생산자인 축산농가나 생산업체와 소비자인 경종농가 사이의 연결 관리를 해 주는 것이 1차적 목적이 되겠지만, 더 나아가 지역단위 및 전국단위에서의 지역별·계절별 수급균형을 조정할 수 있어야 하여 지역 네트워크 관리 및 조정 역할도 담당할 수 있어야 함
- 농림부에서는 농·축협과 같은 생산자단체에 가축분뇨 퇴비 유통센터 23개소(2001년 6월)를 설치 운영토록 하고 있지만, 아직은 유명무실한 단계로써 조속히 체계화하고 활성화할 수 있는 방안 강구가 시급함

### 6.2.2 유통정보망 구축

- 유통체계가 합리적으로 구축하고, 최종단계의 소비자인 경종농가에게 다양한 제품으로부터의 선택권을 부여하기 위해서는 광범위하고 정확한 정보전달 체계와 정보서비스망을 구축해야 함
- 유통정보 서비스는 관련기관의 통신망(인터넷 등)에 구축이 가능하고 이것을 농림부에서 추진하고 있는 농업통합 데이터베이스(DB)와 연계 추진할 수 있음
- 농·축협 등 가축분뇨 부산물비료(퇴비) 등록업체를 대상으로 정보를 제공토록 하고, 2차적으로는 미등록 업체일지라도 제품품질 검사를 실시하여 합격한 업체에 대해서도 정보를 제공할 수 있도록 확대하여야 함
- 소비자인 농민을 대상으로 부산물비료의 이용효율을 향상시키기 위해서 지역별 토양성분 분석 정보, 퇴비와 액비의 작물별 시용기준 및 이용기술정보 그리고 불량퇴비에 대해 신고처리 기능 부여와 상담 등을 가능하도록 하면 퇴비생산 및 유통의 활성화와 경종농가에 이용편의를 제공할 수 있을 것으로 사료됨

### 6.3 기타 개선점

#### 6.3.1 가축분뇨 자원화를 위한 행정체제의 일원화

- 가축분뇨 처리와 이용에 관련된 행정업무 중 농림부는 가축분뇨의 자원화에 중점을 두고 있는 반면, 정화처리 등의 관리업무는 환경부에서 담당하고 있어 행정체계가 이원화되어 있기 때문에 관련업무 처리가 효율적이지 못한 실정임
- 행정 처리의 이원화와 가축분뇨에 대한 처리 시각의 차이로 인한 것으로 자원화가 가능한 시기와 계절이 있으며, 또한 자원화가 가능하지 않은 시기와 계절이 있기 때문에 이에 대한 방안을 마련함으로써, 자원화에 있어서는 생산에서 소비에 이르기까지 관리체계의 효율을 제고하고, 자원화에 어려움을 해결하기 위한 방안으로 정화처리 또는 하수처리장과의 연계처리를 하는 행정체계를 마련할 필요가 있음

#### 6.3.2 퇴비 및 액비 안전사용 기준 설정

- 가축분뇨 사용기준은 농업현장의 퇴비 이용목적에 고려할 때 작물에 대한 양분공급과 토양개량이라는 것을 고려해야 하기 때문에 정확한 퇴비 사용량 결정과 토양의 질 관리를 위해서는 축종별 차별화된 퇴비 및 액비의 사용기준이 설정되어야 함
- 사용기준을 설정함에 있어 고려할 사항은 토양과 작물 종류별 세부 사용지침서 작성이라고 판단됨
- 그러기 위해서는 지역별 토양 분석 자료와 연계함으로써, 보다 합리적인 시비기준이 설정될 것이고 이러한 설정 기준에 따라 경종농가에서는 보다 적극적인 수용 태도가 이루어질 것이라 판단됨

#### 6.3.3 저장액비화 시설 설치를 위한 액비저장조 용량 제고

- 축산농가에서 저장액비화 시설을 설치할 경우 폐수 발생 원단위의 결정은 액비저장조의 용량결정에 중요한 인자가 될 수 있으며, 사육축종 중 양돈에 대하여 사육두수를 기준으로 할 때 액비저장조의 적정

한 용량에 대한 검토가 필요하다고 사료됨

- 액비저장조의 용량을 산출하기 위해서는 양돈농가에서의 모돈(母豚)과 비육돈(肥肉豚 또는 성돈), 자돈(仔豚)의 비율을 정확히 파악해야 하며, 일정한 사육규모에서 모돈과 비육돈 및 자돈의 비율산정은 축사에서 배출되는 가축분뇨의 산정에 영향을 미치는 인자로서 고려되어야 함
- 기존의 돈사시설에서 저장액비화 시설을 적용할 경우 단순히 상시 사육두수에 따른 용량산출보다는 기존의 축사시설 형태 및 사육형태를 고려하여 적절한 용량을 산정함<sup>13)</sup>

#### 6.3.4 액비 살포시 위치추적 시스템 마련

- 액비저장조의 용량산정 문제와 함께 실제 축산농가에서 저장액비화법의 적용 시 문제점은 생산된 액비를 농경지 등에 살포하기 위한 초지 또는 농경지를 확보하여야 하며, 이때 이러한 면적 확보를 위해서 액비저장시설과 먼 지역도 포함시키게 되는데, 대부분이 농가와 먼 지역에 살포하기보다 공공연히 가까운 곳에 살포하는 문제점을 나타내고 있기 때문에 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 발생에서부터 최종 처분까지의 일련의 과정을 파악할 수 있는 시스템이 요구됨
- 제주지역의 경우 한 곳에 집중적으로 살포하였을 경우 제주지역의 생명수인 지하수에 영향을 끼칠 수 있기 때문에 이러한 시스템은 더욱 필요함
- 농경지 이용현황, 사육두수, 화학비료 사용량 등 다각적인 측면을 고려하여 일률적인 산정이 아닌 지역특성에 적합하도록 저장액비의 살포면적을 재조정하고, 살포에 대한 전과정을 파악할 수 있는 시스템이 마련되어야 함
- 지역별 살포면적의 구체적인 산정 등과 더불어 효율적인 살포장비의 개발 등은 추후 지속적인 연구가 이루어져야 함

---

13) 강진영, 제주지역 양돈분뇨의 적정관리를 위한 발생원단위 산정, 제주발전연구원(2009)

### 6.3.5 바이오 플랜트 확대 방안 마련

- 현재의 정부의 정책방향을 고려할 때 바이오가스 설치 시 비용부담에 대한 지원 및 에너지의 매전가를 높여 지급함으로써 바이오가스화로 유도하는 것이 바람직하다고 판단되어지고, 더욱이 바이오가스화는 환경 및 에너지 관점에서 훌륭한 대안으로 판단됨
- 그러한 시점에서 문제점으로 지적될 수 있는 부분이 바이오가스에서 발생하는 소화액을 효과적으로 자원화 할 수 있어야 하며, 또한 이러한 소화액을 적정 지역에 살포할 수 있도록 유도해야 함
- 현재로서는 이러한 자원화를 위한 법적 기술적인 부분을 재고하며 기술적·경제적 효과를 창출할 수 있는 자원화 방안을 검토해야 함
- 바이오가스를 제주지역 여건에 적용할 수 있도록 지속적인 연구개발이 필요하고 시범사업을 확대 및 바이오가스 플랜트를 점차 확대해 나갈 필요가 있음

## 7. 가축분뇨 자원화 방향

### 7.1 가축분뇨의 자원화를 위해 고려할 사항

- 장기적으로 볼 때 축산농가에서도 사료급여와 사양관리 단계에서부터 영양성분(비료성분) 감소전략을 나름대로 수립하고, 농장운영과 관련된 기장(장부)정리의 생활화와 비축산농가 또는 일반국민의 입장을 좀 더 헤아리는 지혜와 좋은 품질의 퇴(액)비를 생산하여 친환경적인 경종농업을 영위할 수 있도록 상생하는 노력과 환경보전관련 주체들이 우려하는 오염부하량 증가에 대하여 과학적인 대응과 균형적인 양분 관리에 동참하여야 함

### 7.2 자원화를 위한 가축분뇨 적정처리 방안

- 정부에서는 가축분뇨 처리시설 설치 및 개선에 지원을 확대할 계획으

로 사료되며, 특히 농가부담 완화를 위하여 지원 보조율을 확대하여 추진 중에 있는데 이러한 정책은 “지원은 적극적으로, 농가관리는 철저히”하는 체계 정립이 필요함

- 단기적인 대안에 급급하기 보다는 농가 여건에 맞게 분뇨처리 시설설치와 관리에 최선을 다하는 양돈농가의 노력과 환경정책 또는 지원이 지속적으로 이루어져야 함
- 현재 각 농가에 설치되어 있는 분뇨 자원화 처리 시설에 대해서 장기적으로 공동(공)처리시설 증축을 통해 처리할 수 있도록 힘을 써야함

### 7.3 가축분뇨의 자원화 추진 및 이용도 제고

- 가축분뇨 퇴(액)비 수요확대가 무엇보다도 시급한데 화학비료 차손보전 중단 및 유기질 비료(퇴비) 보조지원 확대는 매우 중요한 정책으로, 실제 수요자인 경종농가에서 작물생산에 의한 수익저하(경영악화)로 수요확대가 쉽지 않은 실정이나 친환경농산물 생산과 연계시켜 점차 확대할 필요가 있음

### 7.4 자원화의 개선 노력 필요

- 가축분뇨의 자원화는 시스템(종합화 된 상품)이지 하나의 과정(부속물)이 아니라는 개념에서 인식을 같이하고 대안을 강구하여야 함
- 가축이 배설된 분뇨에서 처리와 이용에 대한 전략을 수립하는 것이 아니라 사료의 원료와 배합, 축사관리, 분뇨수거와 저장, 농경지 환원 그리고 악취관리를 포함한 국가 환경관리 계획까지 큰 틀에서 움직여야 하는 것이며, 우리 축산 농가만이 주체가 아닌 국민 모두가 주체라는 개념에서 지원과 개선 노력이 필요함
- 우리나라도 축산농가와 환경보전 주체가 공감하는 친환경적인 가축분뇨관리 전략(A Strategy for Sustainable Manure Management)을 보다 구체적으로 수립하고 실천에 노력해야 하며, 가축분뇨에 대해 몇 가지 보장해야 할 사항으로는 우리나라의 가축분뇨 처리 및 자원화 전문연

구 인력이 매우 부족한데, 연구소를 포함하여 국내 대학 등에서 축산 환경연구와 관련된 전문가는 극소수이며, 또한 외국의 연구영역과 인력을 비교하여 보면, 가축분뇨를 경지에 환원시킴에 따라 작물에 대한 생리반응 및 동태, 토양(수질)환경에 대한 영향 평가 등에 대한 전문가는 전무하다고 하여도 과언이 아님

- 가축분뇨와 관련된 행정 또는 지도업무를 담당하는 일선 지자체의 경우 민원다발 등(3D 업종)의 이유로 업무를 회피하거나 다른 부서로 자리를 옮기려는 현상이 지속되는 한 친환경적인 축산과 가축분뇨 자원화의 효율적인 실현은 쉽지 않을 것으로 사료됨
- 국가 또는 생산자 단체 차원에서 축산환경 전문가 보강과 관련분야에 종사하는 전문 인력에 대한 차별화된 인센티브 강구와 효율적인 관리가 요구됨

## 7.5 가축분뇨 처리시설의 계획적인 정비추진

- 가축분뇨의 관리 적정화 및 이용촉진을 위해 가축분뇨시설을 계획적으로 정비해야 하며, 지역별 가축분뇨 발생량, 퇴비수요량, 축산업 경영자의 분포상황 등 지역의 실정을 충분히 고려해 정비주체(축산업 경영자에 의한 개인처리시설이나 영농집단과 농협 등에 의한 공동처리시설), 시설종류(퇴비사, 건조시설, 액비화 시설, 정화처리시설 등)에 대한 목표설정이 중요함

## 7.6 퇴비유통 및 이용 촉진화를 통한 자원화 활성화

- 가축분뇨의 경우는 퇴(액)비로 이용하는 것을 기본원칙으로 이를 위해서는 축산과 농업의 연계를 도모하는 것이 아주 중요하며, 이를 위한 퇴비의 유통 및 이용을 촉진하기 위해서는 농가에서 퇴비사용량을 정확하게 파악할 수 있도록 퇴비성분을 분석·표시하는 시설, 가축분뇨 통합처리 연구센터(가칭)설립과 동시에 유통관리센터가 수동 살포기 등의 기계·장비를 정비해 농가를 대상으로 한 퇴비 살포 서비스를

적극적으로 실시하는 것이 중요함

- 퇴비의 수급정보를 쉽게 파악할 수 있는 네트워크 시스템을 마련하고 퇴비이용촉진을 위한 다양한 장치를 마련하는 것도 중요함
- 퇴비관련 기관에서의 퇴비성분 분석, 농가의 퇴비 살포에 보조비지급 등의 대책을 강구하여야 할 것으로 판단되며, 퇴비 수급도에 대한 퇴비투입 효과를 전시하여 알리고 퇴비의 유통을 촉진하는 대책을 마련해야 함



## 제 6 장 가축분뇨 관리 계획

### 1. 축산환경과 정책의 변화

#### 1.1 축종별 사육두수의 변화

- 우리나라에서는 1970년대부터 축산진흥을 위한 정책적 지원을 실시하면서 1980년대를 지나면서 축산업 사육규모가 급격하게 증가함
- 한육우의 경우 1975년에 15만 6천두이었던 것이 10년 후인 1985년에 1,538%나 증가한 255만 4천두로 증가하였고, 젖소는 1975년 8만 6천두에서 1985년 39만두로 급속한 성장을 보임
- 축산업의 사업규모는 1990년 이후 UR(Uruguay Round, 우루과이라운드) 협상이나 WTO(World Trade Organization, 세계무역기구) 협상으로 인하여 우리나라 축산물 시장이 개방되면서 양축 농가들의 퇴출이 증가하고 경영규모를 축소하는 경향이 나타나기 시작해 1995년을 정점으로 점점 가축사육 두수의 감소경향을 보임
- 제주지역의 경우 앞에서 가축두수의 현황을 언급하였듯이 UR 또는 WTO 협상에 영향을 많이 받지 않은 것으로 나타났는데, 이는 청정미지 확산 및 제주 흑돼지의 브랜드가치의 상승으로 인한 것으로 판단되어지며, 이러한 상승으로 인하여 가축사육두수는 매년 증가하는 경향을 보임

#### 1.2 사육농가 규모의 변화

- 사육농가 및 사육두수, 사육두수대비 농가수의 비의 변화를 1998년부터 2005년도까지의 데이터를 토대로 작성된 것으로서, 사육농가는 2001년 증가한 것을 제외하면 꾸준히 감소하는 것으로 나타난 반면 사육두수는 지속적으로 완만하게 증가한 것으로 조사됨
- 사육두수/농가수의 비는 2001년도 863에서 2005년도 2,226으로 크게

증가하였는데, 이는 곧 축산농가의 규모가 대형화로 가고 있음을 반영함

### 1.3 축산환경 정책 변화

- 우리나라 축산환경 정책은 경제개발계획의 추진과 관련하여 공해방지법을 제정(1963년)하였으나, 이 법률은 환경오염방지에 대한 선언적 의미를 지닌 것으로 법의 실효성은 결여됨
- 경제규모가 확대되면서 생활환경이 변화되고 위생법적인 의미를 지닌 종전의 공해방지법을 폐기하면서 환경보전에 관한 종합적 내용을 담은 환경보전법이 제정(1977년)됨
- 1986년 환경보전법을 개정하면서 일정 면적 이상의 축산시설에 대한 가축분뇨 처리시설의 설치를 의무화(기업축산규제)하였고, 1989년 가축분뇨 관리시설의 설치의무기준을 환경보전법 및 폐기물관리법에서 명시하고, 가축분뇨관리시설에 대한 표준설계도를 작성하여 배포한 후 환경처에서는 축산농가 가축분뇨관리시설 미비 또는 불량 가축농가에 대하여 개선명령, 조업정지, 이전명령, 폐쇄 등의 행정명령이 내려졌으며, 또한 몇몇 지역의 양축가가 벌금형, 또는 구속에 이르게 되는 심각한 사태가 발생함
- 1990년 1월, 상수원오염의 한 원인으로 가축분뇨 문제가 사회적으로 거론되자, 국무총리를 위원장으로 하는 환경보전위원회에서는 상수원 보호대책의 일환으로 환경보전법에 근거하여 팔당 대청호 유역 10개 군, 읍, 면 총 2,831km를 상수원 수질보전특별대책지역으로 지정하였고, 1990년 8월, 환경정책기본법(산지의 개발제한), 수질환경보전법(기업축산규제 및 가두리 양식장규제), 대기환경보전법(축사 내 청결의무 부여) 등을 제정함
- 1991년 3월, 기존 오물로 정의되던 가축분뇨에 대한 정의를 명확히 하고, 국가 및 지방자치단체의 책무 및 광역관리규정, 가축사육시설(가축분뇨 배출시설)규모에 따른 허가·신고제 도입, 가축분뇨처리 의무화 및 설치·관리기준 마련, 가축분뇨공공처리시설 도입, 상수원보호구역

등에 간이 가축분뇨 정화조 설치, 가축분뇨 재활용, 배출부과금제도 등 체계적인 관리 제도를 마련함

- 1993년에는 간이 가축분뇨 정화조 설치대상지역을 상수원보호구역 등 특정지역으로 한정하던 것을 전국적으로 확대하였으며, 간이 가축분뇨 정화조의 설치대상 규모를 돼지사육시설을 70㎡에서 50㎡로, 소 사육시설을 120㎡에서 100㎡으로 조정함
- 1997년에는 가축분뇨 배출시설의 허가 및 신고대상시설을 축사 면적만을 기준으로 정하던 것을 젓소의 사육시설에 운동장을 포함시켜 기준을 정하도록 하고, 신고대상 가축분뇨배출시설의 규모를 돼지사육시설의 경우 축사면적을 250㎡에서 140㎡로, 소사육시설의 경우 축사면적을 350㎡에서 200㎡ 이상으로 조정함
- 1998년 2월에는 호소수질관리법 시행규칙에 간이 가축분뇨 정화조 설치대상 규모 미만의 가축분뇨 배출시설의 경우에는 가축분뇨가 흘러나오지 아니하도록 덮개 등을 설치할 것과 가축분뇨를 외부로 유출시키지 아니할 것으로 공포(수도법 중 상수원관리규칙)되었으며, 상수원보호구역 안에서 행위허가 기준 중 허가할 수 있는 시설로 젓소운동장(비가림 시설 : 기존 축사면적의 3배 이내)은 설치가 가능한 것으로 제시됨
- 1999년 3월에는 간이 가축분뇨 정화조 설치대상을 신고대상으로 포함, 모든 축산농가에 가축분뇨를 처리하지 않는 상태로는 공공 수역으로 배출하지 못하도록 가축분뇨 관리의무를 부과, 허가대상농가에 대한 관리업무를 시장·군수·구청장에게 이양하였으며, 정화처리 설치자에 대해서는 가축분뇨 분리·저장시설 설치를 의무화하였고, 축산폐수 공공 처리시설에 여유용량이 있는 경우 허가대상 가축분뇨의 유입대상을 확대함
- 신고대상농가의 해양배출업자 위탁 처리 시 가축분뇨 처리시설 설치를 면제하였으며, 재활용 시설의 액비처리에 대한 농지확보 규정 및 개선명령 근거를 마련함
- 우리의 생활환경에 있어 오염물의 배출이 상대적으로 많은 가축분뇨를 저감해 나가기 위하여 정부에서는 1991년 “오수, 분뇨 및 가축분뇨

의 처리에 관한 법률”을 제정하여 분뇨 및 가축분뇨에 관한 사항을 독립시킴으로써 가축분뇨 처리기준을 강화하였으며, 1999년의 “오수, 분뇨 및 가축분뇨의 처리에 관한 법률” 개정안에서는 자원화를 명기하여 처리위주에서 자원화로 정책기조를 변화시킴

- 2006년에는 “가축분뇨 관리 및 이용에 관한 법률”로 개정되어 친환경적 개념이 강화되었고 나아가 현행 시행되고 있는 해양투기에 대하여 2012년에 전면 금지시킴으로서 축산농가의 환경에 대한 인식의 전환을 요구함
- 현재 발생되고 있는 많은 가축분뇨의 환경오염 부하량을 효과적으로 억제 또는 저감시킬 목적으로 가축분뇨의 자원화가 앞으로 더욱 강화될 것으로 판단되며, 실제로 2002년 환경부에서는 가축분뇨 공공처리시설 및 운영관리 지침을 통하여 처리방식의 결정시 정화처리방식보다는 퇴비 또는 액비 등으로 재활용하는 방안을 우선적으로 검토할 것을 권고함
- 농림부에서도 가축분뇨는 환경친화적 방법으로 최대한 자원화하여 퇴비 또는 액비로써 재활용하고, 나머지 불가피하게 발생하는 가축분뇨 및 세정수 등의 가축분뇨는 안전하게 정화 처리하여 수질오염을 방지하도록 할 것을 유도하고 있는 바, 가축분뇨 공공처리 시설계획 시 적극적으로 자원화 방안을 도입하는 것이 바람직함

## 2. 외국 가축분뇨 관리 정책

### 2.1 유럽 축산정책

#### 2.1.1 EU 축산정책

- EU의 축산정책을 살펴보면 우선적으로 EU위원회에 의하여 환경이 규제되어지는데, 첫째로 가축분뇨 살포시기를 제한하였으며, 이에 따라 일정 저장능력을 갖춘 가축분뇨 저장시설의 설치를 의무화함
- 가축분뇨의 살포량은 처음 4년간은 질소 환산 210kg/ha, 이후는 170

kg/ha를 상한치로 함

- 지하수의 질산염 농도가 50mg/L이상 또는 우려가 있는 지역에 대해서 질산염 민감 지역을 지정함으로써 수질오염의 원인이 되는 질산염의 침투, 유출방지, 가축사육을 제한하고 있는 실정임
- 종합 환경관리지령(1995년)에서는 질산염이 고도로 진행된 네덜란드, 덴마크, 독일북부 등의 질산염 민감 지역 내에서 고밀축산농가(가축단위 100이상)를 대상으로 물, 토양, 대기 등 종합적 접근을 통해 오염물의 방출(가축분뇨 살포)을 최소화하는 특별대책을 실시함

### 2.1.2 독일 축산정책

- 독일의 축산현황을 보면 집약적 축산이 번창하여 약 1,800만 마리의 소와 2,700만 마리의 돼지로부터 연간 1억 8천만~2억m<sup>3</sup>의 분뇨가 발생하나 농지사용에 대한 환경규제 강화로 국지적으로 과잉의 분뇨가 발생함
- 농지면적과 작물의 총양분 요구량을 고려하면 네덜란드와 벨기에와 같이 가축분뇨 발생량이 과잉은 아니지만 국지적으로 분뇨과잉이 발생함
- 가축분뇨는 슬러리 상태로 토양환원을 원칙으로 하며 퇴비단침출수, 슬러지 침출수도 비료로만 사용하도록 함
- 독일의 축산관련 법규에서는 연방폐기물법에서 “분뇨조례”를 제정할 수 있는 권한을 각 주에 위임하고 있고, 대규모가축분뇨저장시설은 허가제를 도입하고 있으며 최소 6개월 이상의 저장시설을 확보하도록 되어 있음
- 동절기 11월 15일~1월 15일까지 살포금지 및 적설농지, 동결토양, 인산/칼륨함량이 높은 토양은 살포를 금지하고 있으며, 살포제한지역으로 경사지, 토양품질에 따라 표층수와 이격거리 확보를 규정함

### 2.1.3 네덜란드 축산정책

- 네덜란드의 축산현황을 보면 집약적 특성을 가지며 배합사료의 80%가 해외에서 수입에 의존함
- 1960년부터 1990년의 30년 동안 사료의 생산 및 소비량은 350% 증가

하였고, 가축분뇨 생산량은 180%가 증가함

- 네덜란드는 경작지 ha당 질소부하량이 507kg(축분에 의한 질소부하량 280kg, 화학비료 227kg)으로서 집약적 농업국가임
- 네덜란드의 축산관련법규를 살펴보면, 저장시설은 밀폐해야 하며, 기업적 축산생산자에 대해 축사 증설을 금지( $125 \text{ P}_2\text{O}_5 \text{ kg/ha/년}$  이상)하고 있음
- 가축분뇨 발생량과 시비량에 대한 기록과 보관은 의무화되어 있으며, 동절기 9월 1일~2월 1일까지 가축분의 살포금지 및 슬러리의 지표살포에 대해서 금지하고 있음
- 환경축산 지원프로그램에 있어서는 대규모 가축분뇨 처리시설에 대해서 총 투자액의 35%를 보조하고 있으며, 환경대책 투자지원금 조성과 35세 이하의 청년에 대해서는 추가 보조를 하고 있음

#### 2.1.4 덴마크 축산정책

- 덴마크는 축산업이 주력산업이기 때문에 질산염에 의한 지하수, 호소 등 부영양화가 심각한데, 음용 지하수원 중 18%가 질소농도  $25\text{mg/L}$  이상이고, 8%가  $50\text{mg/L}$  이상임
- 덴마크의 축산관련법규를 살펴보면, 250LU 이상의 축산시설의 신설 및 확장은 허가를 받아야 하고, 모든 300두 이하의 축사는 발생분뇨의 최저 25%를 소비할 수 있는 농경지를 확보해야 하고, 750두 이상은 최저 60%를 소비할 수 있는 농경지를 확보해야 할 뿐만 아니라 시비계획서 작성이 의무화 되어 있음
- 1988년 4월 돼지 사육두수 감소법 의결에 따라 1998년 말까지 10% 감축, 2000년 말까지 추가 15% 감축하기로 되어 있음

#### 2.1.5 프랑스 축산정책

- 프랑스의 축산관련 법규를 살펴보면, 4개월 이상 저장할 수 있는 저장시설 확보가 가능해야하며, 축사, 축분 저장시설의 입지규제 때문에 하천, 우물, 수원, 주택으로부터 이격 거리를 확보해야 함
- 대규모 축산시설은 허가제이며 축분 발생량에 대한 기록보존 및 시용

계획 작성을 의무화하고 있음

- 축분 퇴비 살포량을 250kgN/ha/년, 2003년부터 170kgN/ha/년으로 규제하고 있으며, 살포시기 또한 11월 1일~1월 15일간은 살포를 금지함
- 이에 대해 규정을 준수하지 않은 농가에 대한 부과금이 부과됨
- 환경축산 보조프로그램으로 축산시설의 총 투자액의 30%에 대해서 투자 보조가 이루어짐

### 2.1.6 영국 축산정책

- 영국의 축산관련법규를 살펴보면, 4개월 이상 저장할 수 있는 저장시설 확보해야 하고, 축사 및 축분 저장시설의 입지규제가 있기 때문에 내수, 연안수에서 10m 이상, 주택으로부터는 400m의 이격거리 확보가 필요함
- 모든 농가가 비료 축분 살포에 대하여 기록하고 이에 대해 보관을 의무화 함
- 축분 퇴비 살포량을 250kgN/ha/년, 2003년부터 170kgN/ha/년, 슬러리살포 최대량 50톤/ha/1회로 규제하고 있으며, 살포시기를 방초지 9월 1일~11월 1일, 농경지 8월 1일~11월 1일 살포를 금지하도록 규제함
- 저습지, 홍수지, 동결토양, 경사지, 수로인접농지에는 살포를 금지하고 있는 실정임
- 환경축산 보조프로그램으로는 가축분뇨처리·저장시설에 대해서 설치보조를 하고 있음

### 2.1.7 스위스 축산정책

- 스위스의 축산은 가축의 과다사육으로 토양, 지표수, 지하수오염, 대기오염으로 인한 문제점이 대두되고 있으며, 이에 대한 환경축산 보조프로그램으로 1950년대에는 전국농지의 85%가 인 결핍 지역이었으나, 1980년대에는 55%의 농지가 인 과잉지로 바뀌면서 1993년부터 생태농업에 대한 보조금지급을 하고 있으며, 대부분의 지원금(61.6%)을 축산농가에 지급함

## 2.2 일본 축산정책

- 일본의 축산정책을 살펴보면, 공해대책기본법과 환경오염방지관리법을 상위법으로 하고 있으며, 축산관련사항을 다루는 법에는 “수질오탁방지법”, “악취방지법”, “폐기물의 처리 및 청소에 관한 법률”, “하천법”, “호소수질보전특별조치법”, “대기오염방지법” 등이 있음
- 1997년 7월 일본 농림부에서 축산경영의 전업화 증가와 사료의 수입으로 토양악화를 우려하여 “가축분뇨 관리의 적정화 및 이용촉진에 관한 법률”에서는 양분 balance를 강조하기도 하였음
- “폐기물 처리 및 청소에 관한 법률”에서는 산업폐기물 사업자에 의한 처리의 의무화, 불법투기의 금지, 발효, 건조 등을 통한 분뇨 사용방법의 제한에 대해 다루고 있으며, “수질오염방지법”에서는 둔사면적 50㎡이상 및 우사면적 200㎡ 이상의 농가에 대한 신고의무, 공공수역에 50㎡/일 이상의 배수를 할 경우 BOD 160mg/L 이하로 정함

## 2.3 미국 축산정책

- 1999년 3월 9일, USDA(United States Department of Agriculture, 미국 농무부), EPA(Environmental Protection Agency, 《미》 환경 보호국)는 최종적인 AFOs(Animal Feeding Operations)에 대한 국가전략을 발표하였는데, CNMPs(Comprehensive Nutrient Management Plans)개발 및 수행을 위한 능력을 배양하고, 자발적 시행을 위해 노력함
- CAFOs(Concentrated Animal Feeding Operations)에 대한 기존의 규제 프로그램을 수행 및 개선을 하고 있으며, 공동연구, 기술개발, 적용, 기술이전의 조화를 이룸
- 환경보전에 선도적 위치를 점유하기 위한 가축산업 지도육성을 하고 있으며, 자료공유 및 축정에 대한 의무화를 실시하고 있음
- CAFOs(Concentrated Animal Feeding Operations)에 대한 전략은 2단계로 나누어져 있으며 1단계는 2000~2005년까지이며, 이 기간 동안은 기존과 같이 NPDES(National Pollutant Discharge Elimination System)



허가를 하고 2단계인 2005년부터는 개정방류수 지침과 개정된 NPDES 그리고 기타 새로운 정보에 근거하여 CAFOs에게 NPDES의 재허가를 하도록 하고 있음

### 3. 가축분뇨 처리시설 개선 계획

#### 3.1 소규모 농가 개선 계획

- 소규모 농가 개선을 하기 위해서는 축산농가에 대한 사후 관리가 개선되어야 한다고 사료되는데, 소규모 농가의 경우, 생산성 및 경제성이 대규모 농가에 비하여 경쟁력이 떨어지므로 지자체의 지속적인 지원이 필요함
- 환경부에서는 소규모농가 가축분뇨처리 지원을 위하여 가축분뇨 공공처리시설을 설치하여 운영하고 있으며, 모든 농가에 시설을 이용하게 하기 위해서는 더 많은 증설이 필요함
- 소규모농가 지원을 위한 지자체 가축분뇨 공공처리시설을 증설하면 설치개별농가의 가축분뇨 적정처리 어려움을 해결할 수 있을 것으로 판단되며, 가축분뇨 공공처리시설 증설 및 운영을 개선하고 소규모농가의 가축분뇨 처리 현황 등을 고려하여 신규시설을 지속적으로 지원하거나 지역 내 자원화-정화처리 통합관리를 위한 사업을 추진하는 방법이 좋은 대안으로 판단됨
- 소규모농가로부터의 원활한 수거를 위해서는 저장조 설치에 드는 비용의 일부를 제주특별자치도에서 지원할 필요가 있음
- 소규모농가에 대한 예측과 수거방향이 적정한지 여부, 여유용량을 지나치게 과다하게 산정하지를 않았는지 여부 등을 지속적으로 모니터링을 하고 효과적이고 적절한 지원이 이루어질 수 있도록 지속적 관리가 필요함
- 소규모농가는 분뇨 분리저장시설이 설치되어 있지 않고, 수거량도 적어, 수거가 곤란하거나 전문수거업체에서 수거를 기피하는 현상도 일어남

- 소규모농가 수거를 원활히 하기 위해 지자체가 자체 차량을 확보하여 직접 수거하는 방법을 통한 개선도 필요함
- 장기적 관점에서 FTA 등의 체결로 인하여 소규모 농가는 생산적인 측면에서 경쟁력이 상실될 것으로 판단되는바, 도비의 지속적인 소모를 막는 차원에서도 소규모 농가의 전업 또는 대형화를 유도할 수 있도록 방안을 마련하는 것도 고려되어야함
- 소규모 농가의 개선 계획으로 다음과 같이 장기 관점과 단기 관점으로 나누어 나타낼 수 있음

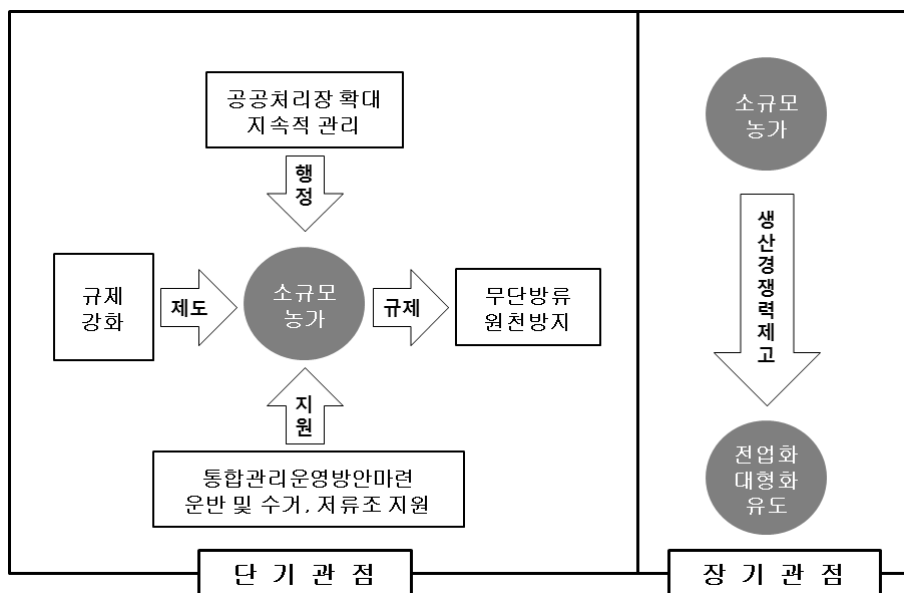


그림 51 소규모 농가 개선 계획

### 3.2 대규모 농가 개선 계획

- 대규모 축산농가에 대해서도 지도 및 점검 체제를 강화해야 하는데, 특히 민원빈발지역 및 취약시간대 집중 점검으로 무단 방류, 분뇨 방치, 퇴비 노천야적 등 불법행위에 대한 엄중한 처분이 필요함
- 자체 처리시설에 대한 점검을 강화해야 하며, 이를 통하여 시설관리의 내실화 및 환경오염부하를 저감시켜나가야 하는데, 대부분의 자체 처리시설을 운영하는 축산농가에는 전문 관리 인력이 없기 때문에 시설

에 이상이 발생하거나 처리능력이 현저히 떨어져도 이에 따른 신속한 대처가 어려움

- 자체 정화처리시설 농가에 전문 인력을 확보할 수 있도록 유도하고, 정기적으로 시설관리에 필요한 교육프로그램을 개발해야함
- 제주특별자치도 산하기관에 가축분뇨에 관련된 전문가 집단의 인력풀을 확보하고 정기적인 기술지원 및 진단지원을 실시하는 것도 좋은 방법으로 사료됨
- 다양한 가축분뇨 관리 및 처리, 자원화 기술을 축적하여 축산농가의 어려운 점을 보완해 줄 수 있는 연구기관(가축분뇨 통합처리 연구센터)의 설립도 필요함
- 현재 축산농가의 규모기준이 사육시설의 면적으로 되어 있어, 실제 농가에서는 표준설계시설의 사육두수 이상으로 밀식 사육하는 사례가 많은데, 설계기준 이상의 가축분뇨 발생은 처리시설의 효율 및 기계적 문제점을 일으킬 수 있기 때문에 이에 대한 제도적 보완책도 마련되어야함

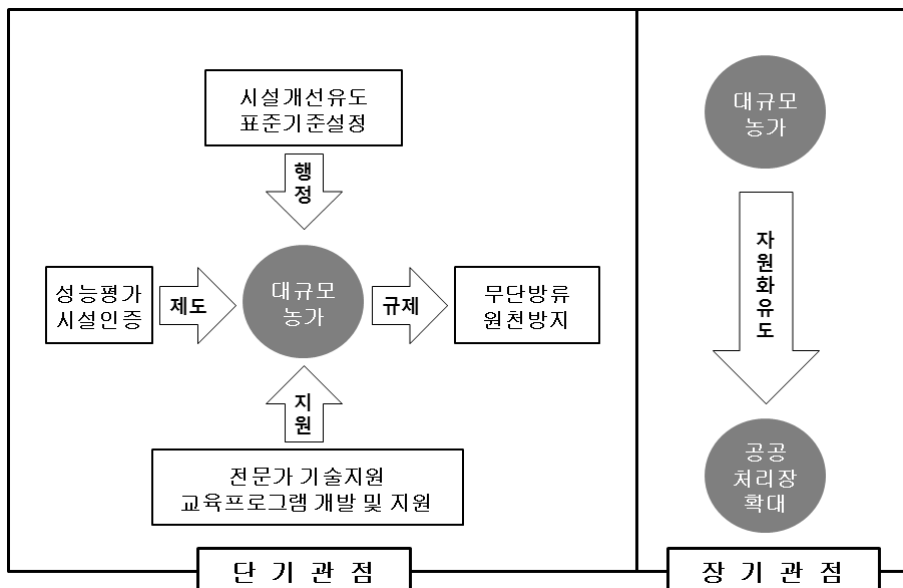


그림 52 대규모 농가 개선 계획

- 돈사폐수의 경우 신고미만 및 신고대상의 경우는 공공처리장에서 수

거 후 처리가 가능하나, 허가대상 시설은 자가 관리가 우선이므로 대상시설에 대해 경제적 및 기술적 지원이 필요하다고 판단되며, 지원효과를 얻기 위한 방향으로 제주지역에서 추진 중인 개별 오수처리시설에 대한 환경공영제를 Bench making하면 가시적인 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단됨

- 허가대상 시설에 대한 유지관리를 전문 위탁관리자로 하여금 유급 위탁관리를 실시함으로써, 대규모 농가의 시설개선이나 기술진단은 제주 지역 내 기술지원팀을 신설하여 수 처리 전문행정을 실시하고 이에 대한 농가의 실현성을 평가한다면 가시적인 성과를 얻을 수 있을 것으로 판단됨
- 기술지원팀은 하수, 오수, 가축분뇨 전반에 대한 기술진단을 포괄적으로 수행할 수 있도록 업무범위를 정하면 점오염원에 대한 기술진단 시스템이 구축되어 오염부하량 감소효과가 클 것으로 판단됨

### 3.3 공공처리시설 개선 계획

- 공공처리시설의 경우, 일부 시설용량보다 처리량이 적은 시설이 있으며, 이로 인하여 처리시설의 효율적 이용의 저해요인으로 작용하고 있으므로 전반적인 시설검토가 필요함
- 지역에 따라서는 사용농가의 수요보다 공공처리시설의 용량이 적어 문제가 되거나, 축산농가가 제법 있음에도 불구하고 공공처리시설이 없는 지역도 있으므로 이들 지역에 대한 공공처리장 확대 건설이 필요함
- 가축분뇨 처리시설의 경우 악취물질로 인한 시설의 노후화가 급속히 이루어지고, 이로 인해 처리효율이 현저히 떨어지는 등의 문제가 있으므로 시설관리 및 개선을 위한 지속적 지원이 필요함

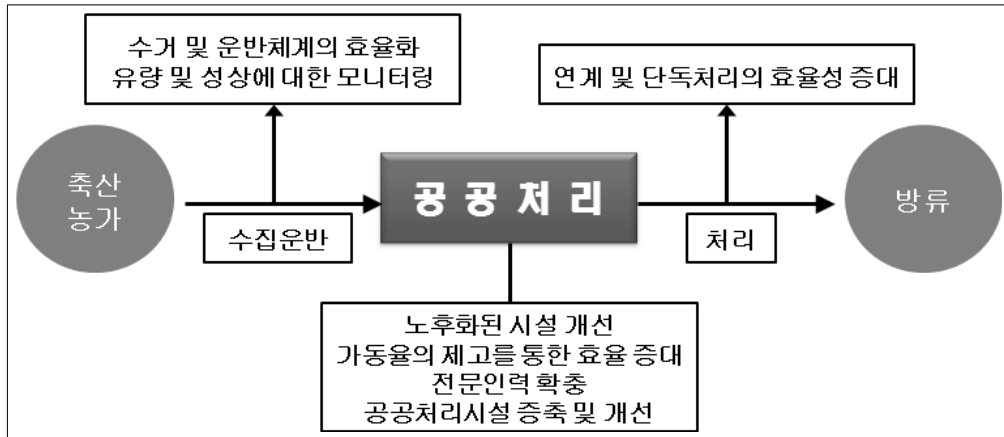


그림 53 공공처리시설 개선 계획

- 가축분뇨 공공처리시설은 하수종말처리장과 연계처리 시 가축분뇨의 용량 및 방류수질을 적정하게 유지할 필요가 있으며 공법선정에도 신중을 기해야함
- 수집된 유입 가축분뇨에 대한 수질 및 성상에 대한 모니터링을 체계적으로 실시하여 유입수질로 인한 운전상의 문제점이 발생하지 않도록 사전예방에 노력을 기울여야함

#### 4. 가축분뇨 자원화 개선 계획

- 가축분뇨의 자원화는 발생하는 환경오염물질의 감소 및 유효자원의 효율적 이용이라는 관점에서 정부가 적극적으로 축산농가를 장려하고 지원해 나가야 할 분야로서, 자원화 확대의 가장 큰 걸림돌은 현재 낮은 경제성 및 판로개척이 어렵다는 점이며, 따라서 이를 해소할 수 있는 제도적 개선마련 노력이 필요함
- 이를 위해서는 생산에서부터 유통까지 통합적으로 관리 운영할 수 있는 통합유통센터(가칭)의 설립 및 자원운용은행과 같은 제도적 정비도 필요함
- 현재 가축분뇨만으로 생산할 수 있는 비료의 양이 제주지역에서 사용

되는 화학비료의 양에 비해 많기 때문에 이러한 점을 고려하여, 제조 비용이 많이 들고, 비료성분 함유량이 적은 축분은 토양개량제로 활용을 제한하고, 액비생산량을 확대하는 방안도 고려될 필요가 있음

- 단위 농가에서의 자원화는 제조기술의 미비로 비료의 질이 떨어지고, 생산단가가 높아지며, 판로의 어려움이 있으므로 액비화 시설을 대형화하고 전문적으로 생산할 수 있도록 유도하는 것도 좋은 방법임
- 현재 제주지역의 개별농가에 액비저장시설을 지원해 주고 있으나, 액비생산에 대한 기술적 미비로 실효를 거두기 어려우므로 이에 대해 기술적인 부분에 있어서 지원해 줄 필요가 있음
- 액비생산량을 계절적, 지역적 수요에 대해 면밀히 검토한 후 적정 생산량을 유지할 수 있도록 해야 하며, 특히 강우량이 많은 하절기에 있어서 급증하는 가축분뇨의 양의 적정처리와 더불어 비료 사용량이 적은 동절기에 대한 적절한 대응책을 마련하는 것도 중요한 일이라 생각됨
- 액비의 경우 계절적 수요의 편차가 크므로 비수기를 고려하여 저장탱크의 용량이 커져야 한다는 단점이 있거나, 비수기에는 분뇨를 정화처리 하여 방류해야하는 이중의 비용손실이 발생될 수 있으므로 이를 보완할 수 있는 시설개발이나 시스템이 마련되어야 함
- 예를 들어 액비시설과 정화처리시설을 병행할 수 있는 기술개발을 적극 지원한다든가, 아니면 공공처리시설을 신축할 때 자원화 시설과 정화처리시설을 같이 설치하여 수요와 공급을 고려하여 가동하는 방법 등을 제시할 수 있음
- 바이오가스의 경우, 기술은 현재 시범사업단계로 많은 시설비 및 운영관리비가 소요될 것으로 여겨지나, 바이오가스가 환경개선 및 에너지의 효율화, 고유가시대의 대체에너지 확보라는 대승적 관점에서 지속적인 연구 및 지원이 필요할 것으로 사료됨
- 바이오가스는 현행 기술 및 제도 하에서 보급이 가능할 수 있도록 끊임 없는 기술개발과 아울러 매전가를 높이고, 기술설치에 따른 세제혜택 및 시설비 지원 등과 같은 체계적인 제도적 지원방안을 도입해야 함

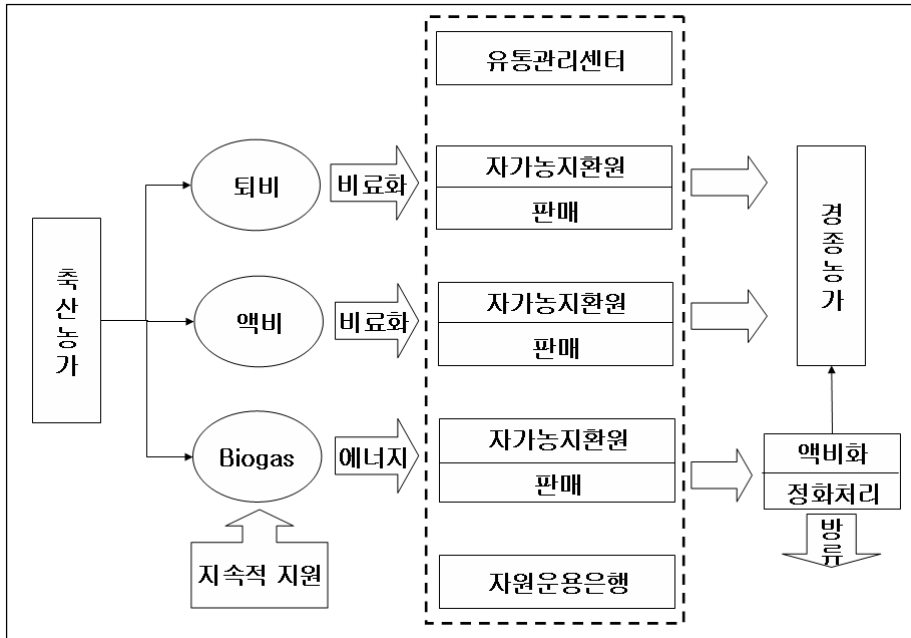


그림 54 제주지역 자원화 개선 계획

## 5. 가축분뇨 수거 및 운반 개선 계획

- 가축분뇨의 수거 및 운반에 소요되는 비용에 대해서 축산농가의 수익성, 규모 등을 고려하여 선별적인 지원은 유지되어야 할 것으로 판단됨
- 영세한 소규모 농가에 대한 지원은 계속 필요할 것으로 판단되나, 현재의 가축분뇨 성상 및 양, 횟수에 관계하지 않고 지원하는 것은 문제가 있는 것으로 사료됨
- 가축분뇨 발생량의 저감, 원활한 처리시설의 운영 및 재정확보, 수거 및 운반비의 저감 등을 위해서는 발생농가의 책임 있는 배출이 필요하며, 제도적으로도 이를 위한 기준 설정이 필요함
- 수거 및 운반이 원활할 수 있도록 필요 저류조 용량(3~5일분)을 확보하도록 하고, 지역적인 특성을 배제한 일률적인 방식이 아닌 향후 축산환경의 변화 즉 소규모 축산농가의 자연적인 감소 및 대규모 전업농의 증가 등과 같은 변화요인을 면밀하게 고려하여 가장 경제적이고 효율적인 방식으로 운영되어야 할 것임

## 6. 가축분뇨 관리 계획 및 목표

### 6.1 가축분뇨 관리 계획

#### 6.1.1 공공 정화처리

- 지역에 따라서는 사용농가의 수요보다 공공처리시설의 용량이 적어 문제가 되거나, 축산농가가 제법 있음에도 불구하고 공공처리시설이 없는 지역도 있으므로 이들 지역에 대한 공공처리장 확대 건설이 필요함
- 시설의 노후화로 인해 처리효율이 현저히 떨어질 수 있는 문제가 있으므로 시설관리 및 개선을 위한 지속적 지원이 필요하며, 이와 더불어 수거 및 운반 효율을 높일 수 있도록 방법을 강구하여야 함
- 제주지역 내 지역별로 분포되어 있는 축산농가 및 시설에 대하여 축종별(오염물질 배출 기여도에 따라 소와 돼지를 우선적으로 고려) 사육 규모별로 축사시설 형태 및 구조, 평균 사육두수 및 축산분뇨 처리 실태 등 기 조사된 자료의 통계화 및 전산화가 우선적으로 이루어져야 함

표 50 가축분뇨 관리 계획

구 분	가축분뇨 관리 계획
소규모 농가	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 생산성 증대 및 경쟁력 강화를 위한 적극적인 지원</li> <li>◆ 현재 운영 중인 공공처리장의 시설개선 및 공공처리장의 증축</li> <li>◆ 공공처리장 반입 농가의 발생량, 수질에 대한 인센티브제</li> <li>◆ 소규모 농가의 저장조 설치비용에 대한 지원</li> <li>◆ 가축분뇨의 무단 방류에 대한 단속 강화 및 제도적 개선 마련</li> <li>◆ 소규모 농가의 전업 또는 대형화를 유도</li> </ul>
대규모 농가	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 대규모 농가에 대한 지도 및 점검체계가 강화</li> <li>◆ 축산농가 규모에 대한 제도 보완</li> <li>◆ 처리 시설에 대한 성능평가 실시 및 기준 강화</li> <li>◆ 정기적인 기술지원 및 진단지원 실시 (예: 환경공영제)</li> </ul>



구 분	가축분뇨 관리 계획
공공처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전반적인 시설 검토</li> <li>• 공공처리장 확대 건설 및 합리적 공법선정</li> <li>• 시설 관리 및 개선을 위한 지속적 노력 및 지원</li> <li>• 유입 가축분뇨에 대한 수질 및 성상에 대한 모니터링</li> <li>• 시설관리 기준 강화 및 효율적 지원체계 수립</li> <li>• 유입 가축분뇨에 대한 수질 및 성상에 대한 모니터링</li> </ul>
자원화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자원화 축산농가의 장려 및 지원</li> <li>• 제도적 개선 (통합유통센터 및 자원운용은행 설립)</li> <li>• 비료사용의 효율화</li> <li>• 축산 농가의 비료생산 기술 보급</li> <li>• 공공 자원화 시설 확대</li> <li>• 액비시설과 정화처리시설을 병행할 수 있는 기술개발 및 지원</li> <li>• 공공처리시설 신축 시 자원화시설과 정화처리시설을 병행 설치하여 수요에 탄력적 대응</li> <li>• 액비에 대한 전과정 평가 시스템 마련</li> <li>• 바이오가스에 대한 지속적인 연구 및 지원</li> <li>• 바이오가스 시설설치에 대한 체계적인 제도적 지원방안 마련</li> </ul>

### 6.1.2 자원화

- 가축분뇨의 관리 정책상에 있어서 자원화를 확대시키는 방향으로 관리하고, 필요시에는 정화처리와 액비화가 가능한 시설개발을 유도해야함
- 궁극적으로 바이오 에너지로 활용할 수 있도록 기술 개발 지원이 필요한데, 자원화 확대의 가장 큰 걸림돌은 현재 낮은 경제성 및 판로개척이 어렵다는 점이며, 따라서 이를 해소할 수 있는 제도적 개선으로 생산에서부터 유통까지 통합적으로 관리 운영할 수 있는 통합유통센터(가칭)의 설립 및 자원운용은행과 같은 제도적 정비도 필요함

### 6.2 가축분뇨 관리 목표

- 어떤 계획이든 간에 기본 관리 목표를 설정하여야 하며, 이러한 측면에서 제주지역 가축분뇨의 관리에 대한 목표 설정이 필요함

표 51 가축분뇨 관리 목표

(단위 : %)

구분 \ 년도	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
공공 정화처리	15.4	15.4	15.4	26.9	26.9	26.9	26.9	26.9	26.9	26.9
공동 자원화	28.8	36.5	46.1	53.1	56.4	59.8	63.1	66.4	69.8	73.1
자체 정화처리	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
자체 자원화	55.8	48.1	38.5	20	16.7	13.3	10	6.7	3.3	-
해양 배출		-	-	-	-	-	-	-	-	-

주 : 가축분뇨 관리 목표는 시설 용량에 대한 %임

- 관리목표는 가축분뇨 발생량 및 지역적 특성(자원화 및 정화처리), 예산분배 등을 다각적으로 고려하여 산정하여야 하며, 이를 근거로 가축분뇨 관리 목표치를 계량화하여 제시하고, 각 해마다 처리율을 나타내야 함
- 2011년을 기준으로 가축분뇨 관리 중 현재 가동 중인 시설용량은 300㎥/일로서 전체 양돈분뇨 발생량 중에 11.5%를 차지하고 있으며, 현재 100㎥/일이 증설 중이므로 2011년말에는 400㎥/일으로 15.4%의 비율을 차지함
- 공공정화처리에 있어서는 약 435억원을 투자해 300㎥/일 규모의 공공처리시설을 신규로 설치할 계획으로 설정함
- 가축분뇨를 자원화하는 측면에서 그리고 민원 발생 및 가축분뇨에 따른 잠재오염원을 줄이는 측면에서 전문지식 또는 기술이 부족한 시설 즉, 자체 처리를 하는 시설에 대해서는 점차 줄이는 대신에 공공자원화시설을 지속적으로 증가시켜 2014년 기준으로 가축분뇨 공공정화처리시설 또는 공동자원화시설 확보비율을 현재 발생량의 약 80%를 처리할 수 있도록 하고, 2017년까지 약 90%를 처리할 수 있는 시설을 확보하는 것으로 목표를 설정함
- 2014년까지 공동자원화시설에 대해서 100㎥/일 규모 시설을 4개 확충하는 계획과 더불어 현재 50㎥/일밖에 되지 않는 바이오가스 에너지화 시설에 대해서 100㎥/일 규모시설을 2개 더 확충하는 계획으로 설정함

- 목표 설정에 있어서 공공 정화처리시설 관리 및 개선을 위한 지속적인 노력 및 지원, 시설관리 기준 강화 및 효율적 지원체계 수립 등으로 관리해야 하며, 자원화는 자원화 축산농가의 장려 및 지원, 제도적 개선 (통합유통센터 및 자원운용은행 설립), 공공 자원화 시설 확대, 액비시설과 정화처리시설을 병행할 수 있는 기술개발 및 지원 등으로 관리해야 함
- 제주지역은 지역여건을 고려하여 우선적으로 자원화를 유도하는 것으로 목표를 설정함

## 제 7 장 가축분뇨 자원 산정

### 1. 가축분뇨에 대한 자원화 용량평가

#### 1.1 가축분뇨 발생량에 대한 자원화 용량평가 방법

- 자원화 용량평가란 가축분뇨의 발생량을 자원화 했을 경우 발생하는 질소 성분량과 각 지역의 재배작목별 시비면적에 대한 질소 필요량을 비교·검토함으로써 앞으로 제주지역의 자원화 및 정화처리 방향을 설정하기 위함
- 제주지역 내 가축분뇨 발생량에 대한 자원화 용량평가는 작목별 시비에 필요한 질소성분량을 월별로 평가하고 총 시비 가능한 질소량과 가축분뇨 발생량의 질소함유량을 비교하여 평가하여야 하나 본 연구에서는 필요한 비료량은 2009년도 비료 사용 현황을 통해 질소필요량을 산정하였으며, 발생하는 질소량은 가축분뇨 발생량을 질소성분량으로 환산하여 이를 토대로 자원화 용량을 평가함
- 이러한 평가로부터 얻은 결과에서 가축분뇨로부터 발생하는 질소량이 사용되어지는 화학비료의 양보다 많은 경우에는 초과하는 양만큼 정화처리 해야 한다는 것을 의미하며, 반대의 경우는 자원화 용량이 남아 있으므로 자원화가 가능한 것을 나타냄
- 이러한 평가는 앞으로 가축분뇨를 자원화 할 것인지 정화처리 할 것인지를 결정하기 위한 평가방법으로 활용됨
- 제주지역 가축분뇨 발생량에 대한 재원소요 산정에 있어서도 가축분뇨에 대한 자원화 용량평가가 선행되고 이에 따른 가축분뇨 관리 계획을 수립함으로써 재원소요를 산정함
- 본 자원화 용량 평가에서는 제주지역 내 모든 가축분뇨에 대해서 검토되어야 하나 현실적으로 가장 민원이 많고 비중이 큰 양돈분뇨에 대해서 이루어졌으며, 산출하는 부분에 있어서도 질소성분에 한해서 환산함

- 본 연구에서 산출된 질소성분량은 양돈분뇨 발생량을 환산한 것이며, 이러한 부분에 있어서는 현재 처리에 있어 돼지에 의해 발생하는 가축분뇨의 처리가 가장 어렵고, 제주지역에서 가축분뇨 발생량 중 양돈분뇨가 가장 많기 때문임
- 가축분뇨에 대한 자원화 용량평가 방법의 절차는 다음 그림과 같음

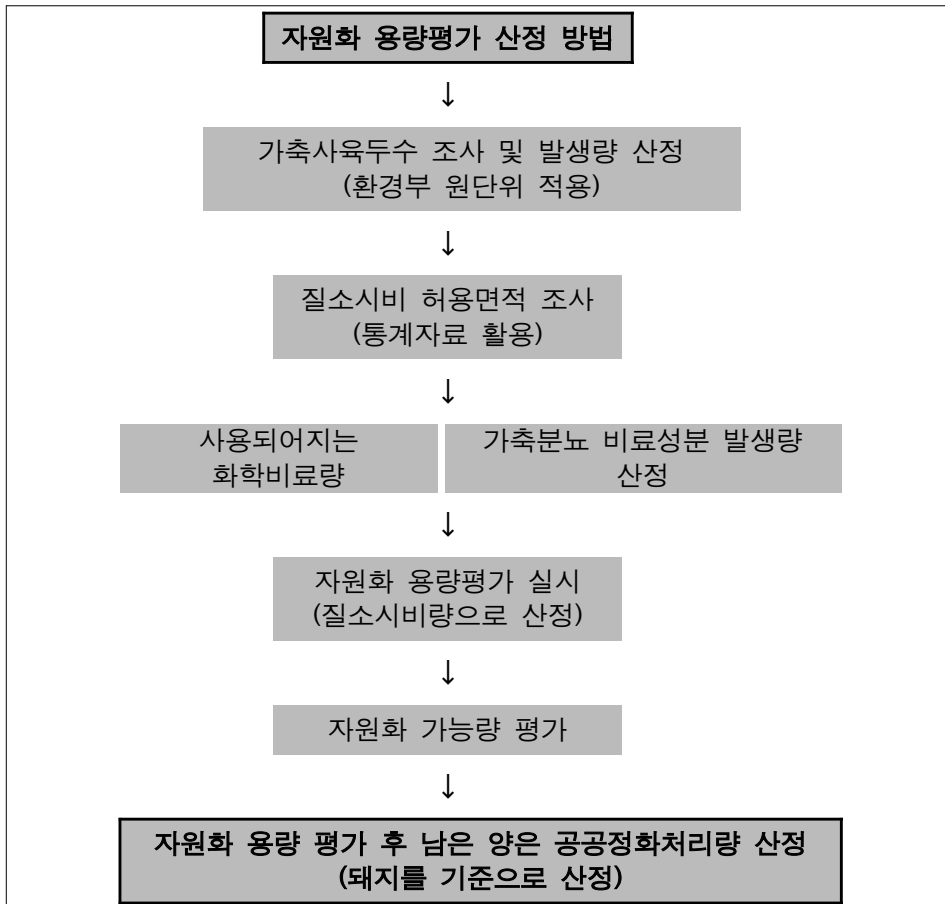


그림 55 가축분뇨 자원화 용량 평가 방법

## 1.2 자원화 용량평가를 위한 비료 사용 현황

- 본 연구에서는 자원화 된 가축분뇨의 질소성분 함유량을 0.32%로 하여 산정함

- 질소성분의 휘산율은 축산연구소 2000년도 자료를 활용하여 40%로 계산함

표 52 비료 사용 현황

(단위 : 톤, 백만원)

구 분		2008년		2009년		2010년	
		판매량	금 액	판매량	금액	판매량	금 액
합 계		191,297	99,579	155,203	96,298	130,563	74,131
화 학 비 료	소 계	45,835	31,750	43,362	26,085	27,631	21,609
	요 소	6,585	5,047	7,952	4,462	4,451	3,112
	용성인비	1,905	851	1,518	1,452	1,090	689
	용과린	401	175	222	138	210	134
	염화가리	938	624	689	741	486	555
	복합비료	35,894	25,021	32,981	19,269	21,304	17,092
	유 안	112	32	71	23	90	27
유기질 및 기타 비료	소 계	145,462	67,829	111,841	70,213	102,932	52,522
	복합비료	41,211	22,740	9,741	29,113	6,589	14,754
	유기질비료	52,006	34,514	17,918	24,241	52,299	23,001
	석회질비료	23,141	2,951	29,327	2,990	20,053	3,605
	부산물비료	28,257	6,643	29,257	5,680	20,344	6,197
	미량요소	98	555	18,775	6,269	69	1,626
	기 타	749	426	6,823	1,920	3,578	3,339

- 제주특별자치도 비료 사용 현황을 살펴보면 2009년도 요소비료의 경우 판매량이 7,952톤이며, 2010년도의 경우 판매량이 4,451톤으로 감소함

## 2. 가축분뇨에 대한 자원화 용량평가

- 자원화 용량평가 실시 결과, 2009년도 제주지역에서 발생하는 가축분뇨의 양 2,597톤/일 중 질소함유량 0.3%(3,221mg/L)이기 때문에 가축분

뇨(양돈분뇨)중에 포함된 질소의 양은 9,524kg/d이고, 질소성분 중 40%가 휘발하기 때문에 5,714kg/d로서, 가축분뇨에서 회수할 수 있는 질소의 양은 최종적으로 2,085톤/년으로 산출됨

- 제주지역에서 사용되어지는 요소의 양을 질소(45%)로 환산하였을 경우 3,278톤/년으로 나타남에 따라 전량 자원화가 가능한 것으로 나타남
- 제주지역은 2009년 현재 가축분뇨 발생량이 약 2,597㎥/일이며, 점차 증가하는 것으로 나타남
- 제주지역의 경우, 전량 자원화 해도 이용이 가능한 것으로 나타났지만, 시비가 불가능한 시기와 계절을 고려하였을 때, 제주지역은 자원화시설과 정화처리시설을 둘 다 증설·확충하는 계획이 필요할 것으로 판단되며, 이에 대한 비율은 대략 8 : 2 정도로 사료됨

### 3. 공공처리시설 운영에 따른 소요자원 산정

#### 3.1 가축분뇨 공공 정화처리시설 증설에 따른 자원산정

##### 3.1.1 가축분뇨 공공 정화처리시설의 설치 사업비

- 2011년 현재 운영 중인 가축분뇨 공공처리장의 경우 제주시 가축분뇨 공공처리시설이 100㎥/일이고, 서귀포시 공공처리시설이 200㎥/일인데, 현재 제주시 가축분뇨 공공 처리시설을 100㎥/일을 증설하고 있음
- 2014년까지 가축분뇨 공공 정화처리시설에 대한 확충은 300㎥/일 시설 용량의 1개 시설을 추가적으로 설치할 계획임
- 공공 정화처리시설에 대한 설치 사업비는 약 435억원이 소요될 것으로 산정됨

##### 3.1.2 운영비 산정

- 현재 제주시 가축분뇨 공공 처리시설을 100㎥/일을 증설하고 있으므로 운영비 기준을 서귀포시 가축분뇨 공공 처리시설을 대상으로 2009년 기준 실제 운영비를 토대로 산정하였을 때 톤당 약 27,309원/톤으로

조사됨

- 이를 근거로 700m<sup>3</sup>/일을 처리하는데 소요되는 운영비는 연간 69.8억원이 소요되는 것으로 산정됨

### 3.1.3 수거 및 처리비 산정

- 수거비용과 처리비용은 2011년 8월 17일 개정된 조례에 의하면 2013년 1월 1일부터 적용할 수수료는 허가대상 및 신고대상 그리고 허가 또는 신고 미만으로 구분하여 비용을 산출하는데 수거·운반비는 허가대상 및 신고대상 그리고 허가 및 신고 미만에 대해 일률적으로 6,000원/톤으로 수수료를 징수하는 것으로 조사되었으며, 처리비용은 허가대상인 경우 10,000원/톤이고, 신고대상인 경우 8,000원/톤이며, 허가 또는 신고 미만인 경우는 6,000원/톤으로 조사되었으며, 2012년 1월 1일부터 12월 31일까지는 처리비에 대해서는 90%를 적용하여 수수료를 부과 산정함
- 2020년 기준으로 하여 수거 및 처리비를 산정할 경우 현재 보다 유류비 및 물가 등이 상승할 것으로 판단되기 때문에 현재의 가장 높은 가격(수집·운반비 : 6,000원, 처리비 10,000원)으로 일괄적으로 산정하였을 경우 40.9억원으로 산정됨

### 3.1.4 총 소요재원

- 2020년 기준으로 공공정화시설을 증설하는데 소요되는 비용은 435억원이 소요될 것으로 산정되었으며, 이에 따른 운영비를 2020년을 기준으로 일괄적으로 계산하였을 경우 연간 소요되는 비용이 69.8억원이기 때문에 69.8억원이 소요될 것이며, 수거운반비는 수입원에서 제외하여 처리비용만을 수입원으로 산정하였을 경우 연간 25.5억원으로 일괄적으로 적용하였을 경우 25.5억원의 수익이 생기는 것으로 산정됨
- 가축분뇨 공공정화시설을 증설하고 운영하는데 소요되는 비용은 2020년까지 약 878억원이 소요될 것으로 산정됨



### 3.2 가축분뇨 공공자원화시설 증설에 따른 자원 산정

#### 3.2.1 가축분뇨 공공자원화 처리시설의 설치 사업비

- 공공자원화 처리시설을 증설하는데 소요되는 비용을 산정해 보았을 때 본 연구에서는 공동자원화 시설의 확충과 더불어 바이오가스 에너지화 시설에 따른 제반 비용의 산정만으로 한정함
- 공공자원화시설의 경우 최근의 설치비용을 참고로 설치비용을 산정하였을 때, 톤당 설치비용을 30백만원으로 산정하였으며, 2014년까지 공동자원화 시설을 400m<sup>3</sup>/일 증설하는 것을 목표로 하고 있기 때문에 설치비용은 약 120억원으로 책정됨
- 바이오가스 에너지화 시설에 대해서는 톤당 70백만원으로 200m<sup>3</sup>/일에 대해서 약 140억원이 소요될 것으로 판단됨
- 2014년까지 제주지역에서 발생하는 양돈분뇨에 대해서 처리시설을 설치하는데 필요한 시설 즉, 공공자원화시설 그리고 바이오가스 에너지화 시설 증설에 드는 총 사업비용은 약 260억원인 것으로 조사됨
- 2017년까지 제주지역에서 발생하는 양돈분뇨에 대해서 90%를 처리할 수 있는 시설을 확충하는데, 192.5억원이 소요될 것으로 산정되었으며, 2020년까지 100%를 처리하는 시설을 확충하는데 192.5억원이 소요될 것으로 산정됨
- 2020년까지 제주지역 양돈시설에서 발생되어지는 분뇨를 100%처리하는 것을 목표로 설정하였을 경우 가축분뇨 공공자원화시설 및 바이오가스 에너지화 시설에 소요되는 설치비는 약 645억원이 소요될 것으로 산정됨

#### 3.2.2 운영비 산정

- 공공자원화시설 증설에 따른 운영비 소요 비용도 톤당 22,746원을 기준으로 산정하였을 때, 전체 공공자원화시설의 총 운영비용은 연간 약 157.8억원으로 산정됨

### 3.2.3 수거 및 처리비 산정

- 공공처리장 자원화 시설 확대에 수거 및 운반비용이 증가할 것으로 판단되나, 수거 운반비용은 처리시설 및 거리에 따라 다소 차이가 발생하는데, 현재 수거 및 처리비는 15,000~22,000원을 수수료로 징수함
- 2020년까지는 지속적으로 수거 및 처리비는 상승할 것으로 판단됨에 따라 현재의 최고 가격인 22,000원/톤을 적용하였을 시 수거 및 처리비는 152.6억원정도 수입이 생길 것으로 산출됨

### 3.2.4 총 소요재원

- 목표연도인 2020년까지 공공자원화시설 증설에 따른 총 소요비용을 산정함에 있어서 총 소요비용은 사업비와 시설의 운영비, 수거·운반비를 포함한 금액이며, 예산이 실제 소요되는 2011년부터 2020년까지 소요되는 비용을 합산하여 계산함
- 산정된 목표연도까지 소요되는 제주지역 공공자원화 시설에 총 소요되는 비용은 약 650.2억원인 것으로 계산됨

## 제 8 장 가축분뇨 장기계획 수립

### 1. 장기종합계획 방향

#### 1.1 장기종합계획에 따른 처리방법별 가축분뇨 변화 추이 예측

- 아래의 표는 장기종합계획에 의한 가축분뇨 발생량의 변화추이를 보여주는 것으로서, 목표연도에 맞추어 작물시비 질소요구량을 최대한 만족시킬 수 있도록 자원화를 지향하되, 환경을 고려하여 공공처리시설 증설도 같이 병행하는 것으로 계획함
- 장기종합계획에 따른 처리방법별 가축분뇨 변화추이를 보면, 공공처리용량 및 자원화 용량이 꾸준히 증가하는 것을 볼 수 있으며, 결국 공공 자원화시설의 지속적인 증가량은 제주지역 양돈농가에서 배출되어지는 모든 양돈분뇨에 대해서 지속적으로 흡수하는 정책을 나타낸 것이며, 또한 우선적으로 자체자원화시설을 감소시키는 기본방향을 설정함

표 53 장기종합계획 방향

(단위 : m³)

구분 \ 년도	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
공공정화처리	400	400	400	700	700	700	700	700	700	700
공공자원화	750	950	1,200	1,382.4	1,469.2	1,555.9	1,642.7	1,729.5	1,816.3	1,903
자체정화처리	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
자체자원화	1,453	1,253	1,003	520.6	433.8	347.1	260.3	173.5	86.7	0
해양 배출	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

주 : 장기종합계획 방향은 시설 용량을 나타냄

## 1.2 장기종합계획 상 중점 고려 사항

### 1.2.1 바이오가스화 계획

- 바이오가스화는 현재 시설비 및 유지관리비용이 타 시설에 비하여 상당히 높아 경제성에 문제가 있으나 바이오가스화는 현 시점에서 무리하게 계획을 수립하기 보다는 제도의 보완 및 행정적 지원, 기반여건 조성, 연구활동 지원 등을 통한 기술축적 등을 통하여 지속적이며 장기적 관점에서 접근해야 할 사안으로 판단됨
- 바이오가스화는 자원화 또는 정화처리시설과 연계되어야 하는 특성이 있으므로 장기종합계획 상 자원화 및 공공처리시설의 증설에 중점을 두고 정부의 에너지 정책, 국제적 에너지 수급상황 등 주변 환경여건의 변화를 고려하여 탄력적이면서 지속적으로 수행해 나갈 필요가 있음
- 현재 50m<sup>3</sup>/일의 시범사업이 진행 중이며, 이를 바탕으로 점차 확대해 나가는 것이 바람직할 것으로 판단되나 현 시점에서의 전면적 도입은 현실적으로 어려움이 있을 것으로 판단되므로 지속적인 기술축적을 통해서 점차 확대시켜 나가는 것이 바람직함

### 1.2.2 양질의 자원화 기술 확보 및 보급

- 현재 자원화에 가장 큰 걸림돌은 판매망 구축이나 그 근본적 원인은 사용자가 가축분뇨로 생산된 퇴액비에 대한 불신도 중요한 몫을 차지하고 있기 때문에 퇴액비의 품질향상을 위한 연구사업을 추진하고, 품질인증을 객관적 평가를 토대로 실시하여 홍보하는 등의 노력이 필요함
- 가축분뇨를 자원화하기 위해서는 우선적으로 경종농가에서의 화학비료 사용량을 구조적으로 저감할 수 있도록 유도하는 것이 선결되어야 하며, 또한 퇴액비의 보급을 위하여 이러한 역할을 할 기관 또는 센터의 설립이 필요함
- 퇴액비의 계절적 수요의 편차로 인한 처리문제를 해결하기 위한 방안도 마련되어야 하며, 퇴액비 기술과 정화처리기술이 접목된 효과적인 기술 개발도 필요함

### 1.2.3 공동 정화처리시설

- 자체 정화처리시설 농가에 대한 지원책으로 지역의 특성, 밀집정도 등을 고려하여 공동정화처리시설 설치를 제도적으로 장려하는 것도 가축분뇨 정책과정에서 고려할 수 있는 한 방법임

### 1.2.4 악취로 인한 민원발생 최소화

- 공공처리시설의 경우 악취를 방지할 수 있는 시설이 도입되어 있으므로 시설가동 및 관리에 만전을 기함으로써 근본적으로 민원이 발생되지 않도록 시설관리자가 노력해야 함
- 또한 시설지역에서 출입 차량 및 주변요인으로부터 발생하는 악취는 통제에 어려움이 있으므로 입·출입 차량으로부터 새지 않도록 주의하며, 항시 시설의 청결함을 유지해야함

## 2. 제주지역 특성에 맞는 시설 및 시스템 구축

### 2.1 가축분뇨 전과정 평가 시스템

- 제주의 생명수라 할 수 있는 지하수에 있어서 영향을 끼칠 수 있는 부분들로는 생활하수, 폐수, 폐기물, 가축분뇨, 화학비료 등 많은 인자들이 작용하겠지만 이중 가장 우려하는 부분이 가축분뇨와 화학비료 사용으로 인한 지하수중의 질산성 질소의 상승이라 할 수 있음
- 제주특별자치도 보건환경연구원보에 의하면, 질산성 질소의 경우 4년간(2004~2007년)간 서부지역이 최대값 19.6mg/L으로 가장 높게 조사되었으며, 이의 원인으로 비료와 축산분뇨로 제시함<sup>14)</sup>
- 2008년도 조사결과에 따르면 제주도내 182개 지하수 및 용천수를 대상으로 분기별 1회씩 모니터링을 실시한 결과 질산성 질소의 경우 여름과 가을에 높아지고 겨울에 다시 낮아지는 현상을 보였는데, 이는

14) 제주특별자치도, 2007년보건환경연구원보(2007)

강우에 의해 비료, 축산분뇨와 폐기물에서 유래한 질소 성분이 강수에 의해 지하로 유입되는 것과 온도가 높은 여름철에 미생물에 의한 질소의 산화작용 때문에 나타나는 현상으로 해석됨

- 지하수관정(163개)의 검출농도 범위는 0.1~18.9mg/L이며, 농업용 관정 2개소에서 먹는물 수질기준(10.0mg/L이하)을 초과한 것으로 나타났으며, 또한 용천수 19개소의 경우 1.9~19.5mg/L로서 먹는물 수질기준에 적합한 용천수는 11개이고, 나머지 8개소는 먹는물 수질 기준을 초과하였다는 조사결과를 제시함<sup>15)</sup>
- 축산시설이 밀집된 한림지역의 지하수 관정 27개소를 대상으로 총 80개의 수질시료를 채수하여 질산성질소 농도 변화를 측정한 결과 먹는물 수질기준(10.0mg/L)를 초과한 시료는 총 80개 중 20개로 전 조사 횟수의 25%로 나타남
- 이중 외부오염물질에 의한 영향으로 추정되는 5mg/L이상의 시료를 대상으로 오염 원인을 분석한 결과 화학비료와 가축분뇨 그리고 생활하수 등으로 나타남<sup>16)</sup>

표 54 제주지역 연도별 지하수관정 원상복구 추진 내역

년도	계	도	시, 자체	비 고
		공 수		
계	739	257	482	
'92~'05년	411	117	294	
2006년	33	15	18	
2007년	49	22	27	
2008년	139	53	86	
2009년	41	31	10	
2010년	66	19	47	

※ 원상복구 유형별 현황

- 용도상실 : 311공(경작폐쇄, 공장폐쇄, 시설이전)
- 개발사업 : 127공(건물신축, 구획정리, 도로확장, 택지개발 등)
- 수질문제 : 115공(수질불량, 염도저하, 염분과다, 토사유출 등)
- 수량부족 : 53공(수량부족)
- 무허가공 : 64공(무허가)
- 기 타 : 69공(개발실패, 관정붕괴 등)

자료 : 제주특별자치도 내부자료

15) 제주특별자치도, 2008환경자원연구원보(2008)

16) 제주특별자치도, 2010보건환경연구원보(2010)

- 제주특별자치도 내부 자료에 의하면 지하수관정에 대해서 원상복구 관정이 수질문제로 인하여 약 115공이었다는 점에서 가축분뇨와 화학비료에 대한 체계적인 관리가 필요함
- 화학비료인 경우 농경지가 정해져 있지만, 가축분뇨의 경우 운영비 및 기타 경제적인 이유로 인해서 가까운 살포지역에 액비를 집중적으로 살포할 가능성도 있음
- 이와 더불어 덜 부숙되어진 액비를 살포할 가능성이 항상 내재되어 있는데, 이는 제주의 생명수인 지하수를 오염시킬 수 있으며, 결국 피해자는 우리 자신이 될 수 있음
- 가축분뇨에 대한 체계적인 관리를 위해서는 발생에서부터 최종처분까지의 전과정을 투명하게 관리할 수 있는 시스템이 필요함
- 이동단말기 등을 활용하여 수거량을 체크하고 살수 차량에 대해서는 GPS를 장착하여 차량의 위치 파악과 더불어 배출량을 체크함으로써 선진적인 가축분뇨 처리체계가 실현될 것으로 판단됨

## 2.2 가축분뇨 공동자원화 및 공공처리시설 증축

- 자원화 및 공공처리장 증축과 관련해서는 우선적으로 제주지역에서 발생하는 가축분뇨에 대한 자원화 용량을 먼저 파악하고, 자원화 가능한 양은 자원화로 유도
- 남은 분뇨에 대해서는 공공처리장을 증설하여 모든 축산농가로부터 발생하는 분뇨의 처리를 목적으로 하는데, 산정된 가축분뇨 발생량 대비 자원화로 활용될 수 있는 비료성분의 양을 비교, 검토
- 비교, 검토한 결과 발생하는 가축분뇨의 발생량은 전량 자원화 할 수 있는 것으로 산출됨에 따라 자원화 부분에 있어서 가축분뇨를 자원으로 적극 활용할 수 있도록 경종농가에 지원체계를 구축해야 하며, 화학비료의 사용량을 최대한 억제할 수 있도록 유도해야함
- 바이오 가스화에 있어서도 기술개발 범위를 확대함으로써 가축분뇨로부터 에너지를 생산할 수 있고, 최근의 불안한 석유에너지의 사용량을 감축하는 부가적 효과도 거둘 수 있으며, 자원의 순환 측면에서도 가

축분뇨에서 바이오가스를 추출하고 남은 소화액으로 화학비료를 대체하여 축산농가에 이용될 수 있으므로 효율적임

- 바이오가스는 가축분뇨의 배출저감 및 주변 환경개선에 이바지할 수 있다는 점 등의 장점이 있기 때문에 향후 많은 기술개발이 이루어질 것으로 사료되며, 바이오 가스 소화액은 액비시설 또는 정화처리시설과 연관 지어 활용할 수 있도록 하여 환경에 유익하도록 개발되어야 함
- 가축분뇨의 자원화는 제주지역의 가축분뇨 정책의 핵심이며, 이는 정부 정책에도 부합되는 것으로 판단됨

## 2.3 제주지역 가축분뇨 유통관리센터 설립

- 가축분뇨 유통과 관련해서 판매 네트워크는 유통관리센터를 통해 수요와 공급을 파악하여 서로 유기적으로 지원할 수 있는 체계가 구축되어야 하며, 축산농가로부터 모아지는 자원은 유통센터가 통합적으로 관리하므로 가축분뇨를 생산하는 농가는 가축분뇨 처리로부터 부담이 적어지고 사용농가는 유기비료를 필요한 만큼 저렴한 가격에 이용할 수 있기 때문에 이러한 업무를 수행하고, 가축분뇨의 자원화를 유도하기 위한 핵심기구로 제주지역 유통관리센터 구축이 필요함
- 유통관리센터의 주된 기능은 자원화로 인해 발생하는 퇴비, 액비, 바이오가스의 생산 및 수요의 균형을 유지하고, 공급을 원활히 하는 것으로 제한해야 하며, 원활한 유통체계를 구축하기 위한 일환으로 제주지역 유통관리센터는 자원운용 은행을 산하기구로 설치 운용하는 것도 한 방법임
- 자원운용은행의 설립은 가축분뇨에서 발생하는 자원의 계절적 편향성을 억제하고 원활한 공급을 위한 것이기 때문에 자원운용은행의 설립 시 액비에 대한 과부족 현상을 정확히 파악하고 진단하는 것이 중요함
- 축산농가의 인식개선을 통한 자원운용은행 설립 취지 및 자원운용은행 활용방안을 제시하여 많은 축산농가가 이용할 수 있도록 적극적으로 추진하는 것이 좋을 것으로 판단되며, 축산농가에 의한 액비수거, 중계, 저장, 지도사업으로 액비의 경제적 효율성 증대의 효과를 창출



할 수 있도록 하여야함

## 2.4 가축분뇨의 하수처리장 연계시스템 구축

- 제주지역에서의 하수종말처리시설은 전역을 8개의 하수처리 구역으로 구분하여 각 하수처리 구역별 공공하수처리시설을 설치하여 가동 중에 있으며, 총 시설용량은 2009년 현재 약 197천  $m^3/d$ 로 나타남
- 현재 제주지역에서 가축분뇨 공공 처리시설은 2개소로 서귀포시 가축분뇨 공공 처리시설은 공공하수처리시설과 연계하여 가동 중에 있으며, 제주시 가축분뇨 공공 처리시설은 단독정화 처리하는 실정임
- 실제적으로 서귀포시 가축분뇨 공공 처리시설은 공공하수처리시설과 연계처리하고 있으나 단독 정화처리 하여도 무방할 정도로 방류수 수질기준에 만족하는 실정이나 공공하수처리시설과 연계 처리함
- 이는 처리하지 않아도 되는 불필요한 부분을 처리하는 실정이므로 이에 대한 개선이 필요함
- 제주시 가축분뇨 공공 처리시설의 경우도 현재 증축 중이며, 현재는 단독정화 처리시설로 되어 있으나 공공하수처리시설과 연계하여 처리할 계획인 것으로 조사됨
- 가축분뇨 관리상에 있어서 가축분뇨 처리에 있어서 도민에게 투명성과 신뢰성 제고를 위하여 향후 가축분뇨 공동 자원화시설과 가축분뇨 공공 처리시설을 확충할 계획임
- 가축분뇨를 액비로 만들 경우 4계절 살포할 수 없으며, 특히 비가 많이 내리는 하절기와 액비를 살포하지 않는 동절기에는 가축분뇨 처리에 대한 대책이 필요함
- 제주지역에는 8개의 공공하수처리시설이 있으며, 가축분뇨를 처리함에 있어서 이러한 공공하수처리시설을 적절하게 활용하는 방안도 검토할 필요가 있으며, 향후 점진적으로 이러한 부분에 대해서 추진할 필요가 있음

## 2.5 기타

- 감시 및 홍보는 유통과정의 원활성 여부, 가축분뇨 처리 및 자원화 이행 여부, 유통센터를 축산 농가에 홍보하고 교육하는 업무를 담당하여 제주지역 통합관리 유통센터의 체계화에 기여할 수 있도록 하여야 할 것이며, 감시를 위한 상시 모니터링 시스템을 구축하여 공정거래를 할 수 있는 기틀을 마련해야함
- 감시는 처리시설 및 자원화 시설, 유통구조 등과 같은 통합관리센터에 관련된 모든 것이 될 수 있으며, 시스템의 완성도를 높이기 위한 조언 자적 특성을 가지도록 함
- 축산농가 및 경종농가에 통합관리시스템의 구성 및 취지를 적극적으로 알리고 활용할 수 있도록 유도하는 역할을 하여야 하는데, 홍보는 농가에 대한 교육서비스 지원, 기술세미나 개최, 책자발간, 농가참여 포럼개최 등 다양한 방법을 적극 활용함
- 가축분뇨 발생 성분이나 발생량에 대하여 상시 모니터링하고, 축산의 종별, 규모별로 구분하여 할당량을 배분하여 적정량 초과 시 처리비용에 따른 과태료를 부과하는 방안을 마련하는 것이 장기적이고 효율적인 관리 관점에서 바람직할 것으로 사료됨
- 가축분뇨 발생 오염 농도의 모니터링 체계를 구축하고 일정 농도 이상일 경우 과태료를 부과하고 과태료는 수거 및 운반체계를 잘 지키는 축산 농가에게 혜택을 줄 수 있도록 기반구축사업에 활용하는 것이 바람직할 것으로 사료됨
- 지속가능한 축산업의 발전을 위해서는 현재의 가축분뇨 처리시스템에 있어서 특히 자원화 하는 측면에 있어서 문제점 등을 앞에서 언급함
- 예를 들어 부산물비료의 이용효율을 향상시키기 위한 방안으로 지역별 토양 성분 분석, 퇴비와 액비의 작물별 시용기준 및 이용기술, 그리고 퇴액비의 성분 분석 등과 같은 연구와 더불어 현재 밭에 액비 살포하기에는 장비상에 문제가 있기 때문에 이러한 문제점 등에 대한 해결방안을 연구하는 가축분뇨 통합처리 연구센터(가칭) 등이 필요함

## 2.6 통합관리센터(가칭) 설립 및 통합관리시스템 구축

- 가축분뇨의 유통 활성화를 위해 일정 지역 밖으로 가축분뇨를 반출하거나 지역 내에서 활용할 때, 유통 센터가 중심이 되어 청정 액비의 운반 및 살포 등을 조직적으로 수행함으로써 효율적인 가축분뇨의 이용 및 관리에 기여할 수 있을 것으로 사료됨
- 통합관리시스템은 경종농가와 축산농가간의 연계를 기본으로 하여 설정된 것이며, 축산과 농업이 연계된 경제적 순환체계를 목표로 함
- 아래의 그림은 앞에서 설명한 기관과 시스템을 체계적으로 추진해 나갈 수 있도록 통합관리시스템의 모식도를 보여줌

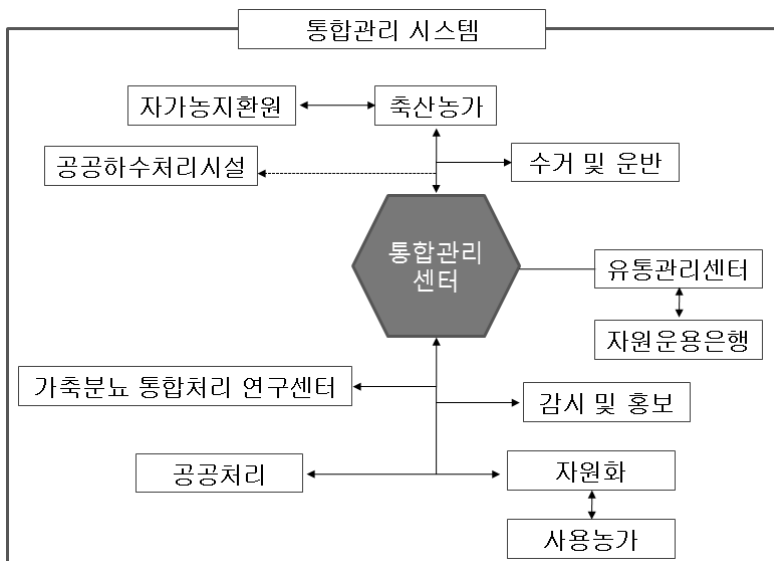


그림 56 통합관리 시스템 모식도

- 통합관리 시스템이 잘 이루어지기 위해서는 각 분야별로 유기적인 관계를 맺고 제주도의 적극적인 주도과 농가의 적극적인 참여가 필요함
- 통합관리 시스템은 궁극적으로 자원화를 위한 것이며, 또한 생활환경의 질을 향상하고, 축산농가의 가축분뇨 처리에 대한 부담을 저감하여 앞으로 축산농가의 경쟁력을 향상시키기 위한 방안으로 앞에서 설명한 가축분뇨 전과정 평가 시스템, 공공처리 및 자원화시설 증축, 자원화를 위한 정보 제공 및 연구개발을 위한 가축분뇨 통합처리 연구센터

터, 그리고 유통관리센터 및 자원운용은행 등과 더불어 이를 체계적으로 운용할 수 있는 민관이 성격을 갖는 조직체 즉, 가축분뇨 통합관리센터(가칭) 설립이 필요하며, 이를 중심으로 가축분뇨 관리에 대한 장기적이고 체계적인 관리를 수행해야 할 것으로 사료됨

### 3. 장기종합계획 수립

#### 3.1 연차별 증축시설 용량

- 아래의 표는 연차별 증축시설 용량을 나타낸 것으로서, 본 장기종합계획 년도 내에 증축되어야 하는 공공정화 처리시설은 300㎥/일이고 공공 자원화처리시설 용량은 1150㎥/일인 산정되었으며, 공공 자원화량이 공공정화 처리량 보다 비중이 큰 것은 제주지역의 자원화로의 전환이 유용하기 때문임

표 55 연차별 증축시설 용량

(단위 : ㎥/일)

구분 \ 년도	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
공공 정화처리	-	-	300	-	-	-	-	-	-
공공 자원화	200	250	182.4	86.7	86.8	86.8	86.8	86.8	-

#### 3.2 연차별 소요 자원

- 아래의 표는 연차별 소요자원을 나타낸 것으로서 연차별 소요자원은 가능한 균등하게 배분되도록 구성하였으며, 실제 예산은 2012년부터 집행되는 관계로 2012년부터 산정함
- 가축분뇨 관리에 있어서 유효자원의 자원화에 초점을 두고 진행하되, 공공정화시설 증설은 300㎥/일 1개소에 대해서 증설하고 그 외 공공 자원화시설에 중심을 두어 비율을 높이는 방향으로 수립함

- 소요재원은 시설비, 운영비, 수거·운반비의 총합으로 구성하였으며, 이에 따른 각 연차별 소요재원의 범위는 396.2억~496.1억이며, 총 10년간 소요되는 비용 총액은 약 3,978.7억원 정도인 것으로 나타남

표 56 연차별 사업비 소요재원

(단위 : 억원)

구분 \ 년도	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	계
공공 정화처리	145	145	145	-	-	-	-	-	-	435
공공 자원화	80	80	100	65	65	65	65	65	60	645
합 계	225	225	245	65	65	65	65	65	60	1,080

표 57 연차별 운영비 소요재원

(단위 : 억원)

구분 \ 년도	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	계
공공 정화처리	39.9	39.9	39.9	69.8	69.8	69.8	69.8	69.8	69.8	538.5
공공 자원화	62.3	78.9	95.5	112.1	121.2	130.4	139.5	148.7	157.8	1,046.4
합 계	102.2	118.8	135.4	181.9	191	200.2	209.3	218.5	227.6	1,584.9

표 58 연차별 수거운반비 소요재원

(단위 : 억원)

구분 \ 년도	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	계
공공 정화처리	21.9	23.4	23.4	40.9	40.9	40.9	40.9	40.9	40.9	314.1
공공 자원화	60.2	76.3	92.3	108.4	116.4	124.5	132.5	140.5	148.6	999.7
합 계	82.1	99.7	115.7	149.3	157.3	165.4	173.4	181.4	189.5	1,313.8

표 59 연차별 총 소요재원

(단위 : 억원)

구분 \ 년도	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	계
공공 정화처리	206.8	208.3	208.3	110.7	110.7	110.7	110.7	110.7	110.7	1,287.6
공공 자원화	202.5	235.2	287.8	285.5	302.6	319.9	337	354.2	366.4	2,691.1
합 계	409.3	443.5	496.1	396.2	413.3	430.6	447.7	464.9	477.1	3,978.7

#### 4. 장기종합계획 수립을 위한 단계별 중점 과제

○ 아래 그림에는 장기종합계획 수립을 위한 단계별 중점 과제를 제시함

단계별 중점사항	기간	계획단계별 중점사항
1단계 (기준년도)	2012~2014	<div>환경기초 시설확충</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주요 축산농가 집중지역 공공처리시설 확충</li> <li>- 처리기술에 대한 기술점검 및 관리</li> <li>- 퇴비, 액비 자원화의 유통체계확립</li> </ul> <div>퇴액비의 자원화 활성화</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유통과정의 합리화와 통합관리시스템의 정립</li> <li>- 비료성분 인증 및 자원대책</li> </ul> <div>자원화 체계구축</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유통현의제 및 통합관리시스템 정착을 위한 행정적, 제도적, 기술적 지원 사업</li> </ul> <div>바이오가스</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기술향상을 위한 지원</li> <li>- 제도개선 방안 마련</li> </ul>
2단계 (지표년도)	2015~2017	<div>환경기초 시설확충</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자원화를 위한 공공자원화 시설 확충</li> </ul> <div>무방류 시스템 구축</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 토양, 지하수, 하천 등의 매개체를 종합적으로 관리</li> </ul> <div>자원화 시범사업</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자원화 시범사업 확대에 의한 바이오가스 활용의 활성화</li> </ul>
3단계 (목표년도)	2018~2020	<div>환경기초 시설확충</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 공공 자원화 시설 확충</li> </ul> <div>자원화 체계정착</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 바이오가스 정착</li> <li>- 바이오가스의 현장 적용 및 확대</li> </ul> <div>무방류 시스템 정착</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 상시 감시 체계망 구축</li> <li>- 법적, 제도적 체계 구축</li> </ul>

그림 57 계획 단계별 중점사항

○ 장기종합계획 수립을 위해서는 1단계에서는 환경기초시설의 확충, 퇴액비의 자원화 활성화 유도 및 정착, 자원화 체계 구축 그리고 바이오

가스화를 위한 시범사업 진행 및 기술개발 등이 필요하며, 2단계에서는 1단계에서 진행된 사업에 대해서 지속적으로 진행해 나가야 하며, 이러한 부분에 있어서 토양과 지하수와 관련된 부분에 대해서도 연계해 나갈 수 있는 시스템이 필요함

- 다음으로 3단계에서는 2단계에서 진행되는 사업에 대해서도 지속적으로 진행하면서 감시 및 관리가 가능할 수 있는 시스템 정착이 필요할 것으로 판단됨

## 참 고 문 헌

- 경기도, 경기도 가축분뇨 관리 및 이용 기본계획 수립, 2006
- 김우영, 축산폐수 처리이용과 대책, 1996
- 농림부, 국내여건에 적합한 축산폐수 바이오가스 생산 최적 시스템연구, 농정연구센터, 2006
- 농림부, 축 분뇨의 분리 및 정화 기술 개발, 아주대학교, p51~65, 2000
- 농업기반공사, 가축분뇨 에너지 자원화 이용 기술, 2002
- 농촌 진흥청, 축산폐수 액비 사용기술, 2002
- 농촌진흥청, 가축분뇨의 자원화와 환경보전 : 가축분뇨의 비료적 가치와 농경지 활용방안, 1994
- 대전발전연구원, 가축분뇨관리 기본계획 수립(가축분뇨 중장기 관리방안 연구), 2009
- 축산기술연구소, 새로운 가축분뇨 처리기술, 1997
- 한국과학기술연구원, 전국축산분뇨 적정관리대책 연구, 1990
- 한국과학기술원, 전국 축산분뇨 적정관리대책, 1990
- 한국농촌경제연구원, 가축 사육두수 총량제의 도입방안에 관한 연구, 2004
- 한국농촌경제연구원, 가축분뇨 자원화 촉진을 위한 제도개선연구, 2000
- 한국농촌경제연구원, 가축분뇨처리시설의 시설비 및 운영비 조사 연구, 2000
- 한국농촌경제연구원, 가축분뇨 비료의 생산 및 유통 활성화 방안, 1995
- 한국환경과학연구협의회, 영양염류 원단위 산정에 관한 연구, 1991
- 한국환경정책·평가연구원, 지역특성별 축산폐수관리모델 개발에 관한 연구, 2001
- 행정자치부, 지적통계연보, 토지정보과, 2004
- 환경부, 국립환경연구원, 오수·분뇨 및 축산폐수처리 통계, 1997~2004
- 환경부, 낙동강유역 환경보전 종합계획사업 최종보고서, 1985
- 환경부, 물관리 종합대책. 2006
- 환경부, 오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률, 1997~2004
- 환경부, 전국 환경보전 장기 종합계획보고서, 1986



환경부, 축산폐수공공처리시설 설치 및 운영·관리 지침, 2003

환경부, 축산폐수공공처리시설 설치 및 운영·관리지침 개정안, 2005

## <ABSTRACT>

# Establishment of Proper Road Map of Livestock Excretions Suitable for Features of Jeju Area

Jin-Young Kang

Industrial structure of Jeju area is mostly taken up by primary and tertiary industry and in primary industry, gross income of livestock industry in 2010 was 657.8Bil. that accounts for app. 6.4% of GRDP of Jeju Special Self-Governing Province in 2010 and this livestock industry takes up big share of Jeju area economy so much as to occupy app. 22.2% of gross income of primary industry.

Moreover, in 2011, due to foot-and-mouth disease that had been widespread throughout the country, livestock industry of Jeju area became more popular than any other areas.

However, various problems have also been taken place as much as the share taken up by livestock industry in Jeju area and these problems caused by livestock excretions generated from livestock industry lead to an issue of greenhouse gases emission on a global level, damage to clean image on a national level and occurrence case of surrounding residents' complaint and damage to tourism industry due to foul smell as well as a potential source of polluting underground water, a living water, on the level of Jeju area.

Ministry of Environment has obliged to establish a basic plan for livestock excretions control every 10 years according to 'An act of control and use of livestock excretions' and in 2009, obliged local governments to establish basic plan by furnishing 'A guideline for establishment of Basic Plan for Livestock Excretions Control'.

In line with this, this study had performed a survey for generation

status and its treatment reality of livestock excretions based on such guideline and forecasted generating volume of livestock excretions in 2020 in the future. In addition, a research on a scheme for controlling generated volume of forecasted livestock excretions systematically was performed and we wish to present a policy proposal as follows.

As there is no significance difference when comparing the volume of livestock excretions generated at Jeju area and the volume of chemical fertilizer (based on nitrogen) being used, it is judged to be desirable to perform resources recovery and purification treatment in parallel and therefore, facility for such recovery and treatment is required and additionally, establishment of treatment facility of livestock excretions and its system suitable for the features of Jeju area are required. Under this perspective, a recognition conversion that resources recovery and purified treatment of livestock excretions are not a process but one system is required and for this system, it is required to establish an integrated control system for livestock excretions.

As a facility for such system, distribution control center, resources operation bank and integrated treatment research center for livestock excretions are required and each function is as follows.

- Distribution control operation center and resources operation bank: with respect to distribution of livestock excretions, provision and control of information for demand and supply through sales network construct
- Integrated treatment research center for livestock excretions: analysis of soil property per each region, trial (test) standard of compost and liquid fertilizer depending on each crops and its utilization technique, development of treatment system for livestock excretions to be suitable for regional features, analysis of compost, liquid fertilizer property, development of device or equipment for spraying liquid fertilizer on agricultural land
- Integrated control center: While operating distribution control center,

resources operation bank and integrated treatment research center as a whole, control livestock excretions comprehensively.

In order to control livestock excretions systematically in integrated control system of livestock excretions, reliability of livestock excretions treatment could be secured through establishment of a system (assessment system for whole process of livestock excretions) that may identify whole process from the generation stage of livestock excretions to final treatment (resources recovery) stage and reduction of pollution load factor from potential source of pollution of underground water along with reduction of public complaint occurrence could be expected.

And a basic principle in treating livestock excretions is to attain resources recovery but as the time and season when resources recovery are difficult exist, livestock excretions generated at Jeju area shall be treated properly through linkage with expansion of purification treatment facility and public sewage treatment facility.

Resultantly, in order to control and recover livestock excretions of Jeju area systematically as resources, establishment of integrated control center of livestock excretions (tentative name) as a main body or institution that may operate and control this integrated control system as a whole is required.

## 연구진

---

연구책임    강 진 영    제주발전연구원 책임연구원

---

자문위원    고 한 중    제주특별자치도 축정과 전문위원

---

정책연구 2011-8

## 제주지역 특성에 맞는 가축분뇨 적정 관리 로드맵 수립

---

발행인    ||    양 영 오

발행일    ||    2011년 11월

발행처    ||    제주발전연구원

690-029 제주도 청사로1길 18-4번지

전화 : (064) 726-0500 팩스 : (064) 751-2168

홈페이지 : [www.jdi.re.kr](http://www.jdi.re.kr)

인쇄처    ||    하나CNC출판

---

ISBN : 978-89-6010-230-9 93530

□ 이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서, 제주특별자치도의 정책적 입장과는 다를 수 있습니다. 또한 이 보고서는 출처를 밝히는 한 자유로이 인용할 수 있으나 무단전재나 복제는 금합니다.