



## 돼지 축분자원화물의 발생 및 배출부하 원단위 산정에 관한 연구

한기봉<sup>†</sup>, 강영희, 윤지현, 임재명\*, 원철희\*, 최승철\*  
가톨릭대학교 생명공학부 환경공학전공, 강원대학교 환경공학과\*  
(2006년 8월 21일 접수, 2006년 9월 4일 채택)

### A study on the estimation of unit load generation and discharge from livestock resources of piggery

Gee-Bong Han<sup>†</sup>, Young-Hee Kang, Ji-Hyun Yoon, Jay-Myoung Rim\*, Chul-Hee Won\*, Seung-Chul Choi\*

Department of biotechnology Environmental engineering division, The Catholic university of Korea, Department of environmental engineering, Kangwon university\*

#### ABSTRACT

In this study, the characterization of unit load generation and discharge from various type stall of piggery was conducted by investigation and analysis of contaminants loading from piggery urine, manure and wastewater. The results are summarized as follows:

The unit load generation of filth increases as piggery grow older, but there was not large enough difference among those values of unit load evaluated for various stall types if mean values of each type of stall are considered.

The generation amounts of manure and urine were total 4.57kg/head/d of 1.49kg manure/head/d and 3.08kg urine/head/d with consideration of 3 seasons and live weight. The finalized mean unit load generation of filth were estimated at BOD 199.5g/head/d, COD<sub>Cr</sub> 413.5g/head/d, T-N 27.8g/head/d, T-P 5.3g/head/d with consideration of seasons and the type of stalls.

The wastewater unit loads discharged from cement type stall were estimated at BOD 31.3g/head/d, COD<sub>Cr</sub> 95.6g/head/d, T-N 8.9g/head/d, T-P 3.1g/head/d. The sum of manure unit load generation considered with manure collection ratio(80%, 90%) and wastewater unit load was almost similar when compared to the unit load discharged from slurry type stall even though more or less difference were appeared according to each contaminants and parameters

Keywords: Coagulation, Sludge, Settling Velocity, CR, MLSS

<sup>†</sup>Corresponding author (geebhan@catholic.ac.kr)

## 초 록

본 연구에서는 돼지 분·뇨 및 폐수의 오염물 부하를 조사 및 분석함으로써 다양한 형태의 돼지 돈사로부터 발생 및 배출되는 오염물 부하 원단위를 산정한 결과는 다음과 같다.

오염물질의 발생부하 원단위는 돼지의 성장단계에 비례하여 증가하였으나, 돈사의 형태에 따른 발생부하 원단위는 각 돈사별 평균값을 고려할 때 큰 차이를 보이지 않았다.

3계절과 생체 증량을 고려한 평균 분뇨 발생량은 분이 1.49kg/head/d, 뇨가 3.08kg/head/d로서 총 4.57kg/head/d가 발생하였다. 돈사의 형태와 계절을 고려한 최종적인 평균 오염물질 발생부하 원단위는 BOD 199.5g/head/d, COD<sub>Cr</sub> 413.5g/head/d, T-N 27.8g/head/d, T-P가 5.3g/head/d로 나타났다.

시멘트 돈사에서 배출되는 폐수의 배출부하 원단위는 BOD 31.3g/head/d, COD<sub>Cr</sub> 95.6g/head/d, T-N 8.9g/head/d, T-P가 3.1g/head/d로 조사되었다. 분의 수거율(80%, 90%)을 고려한 분의 발생부하 원단위와 시멘트 돈사의 폐수발생 원단위의 합을 슬러리 돈사의 배출부하 원단위와 비교 시, 오염물질과 항목별로 다소의 차이는 있으나 거의 유사하였다.

핵심용어 : 발생부하원단위, 배출부하원단위, 돼지, 돈사의 형태, 분·뇨

## 1. 서론

축산 분뇨는 고농도의 유기물과 영양염류를 함유하고 있어 자원화에 유리한 점을 지니고 있으나, 미처리된 상태로 수계에 유입되면 하천의 수질악화 및 호소의 부영양화를 유발하여 용수의 질적 저하를 초래한다. 뿐만 아니라 축산분뇨가 무단 폐기될 경우 토양오염 및 지하수의 오염을 유발하여 악취 및 해충의 번식으로 인한 전반적인 생활환경을 악화시키게 되며 사회환경 및 경제에 악영향을 초래하게 된다.

이와 관련하여 국내의 경우 축산폐수와 관련된 법의 적용은 1977년 환경보전법을 시작으로 해서 1990년 8월 "환경정척기본법"과 "수질환경보전법" 그리고 "대기환경보전법" 등에 의해 환경영향평가와 산지의 개발제한 및 악취부문에서 규제를 실시하였다. 그리고 1991년 3월 비로소 "오수분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률"로 일원화하여 축산폐수 규제대상과 방류수 수질기준을 강화하는 등 법적 제도를 재정비하여 시행하고 있다<sup>1)</sup>. 그러나 소규모 축산시설의 경우 재정 및 기술상의 취약점 등으로 대부분 현재 방류수 수질기준을 만족시키지 못하고 있다. 2002년 말 현재 규제미만 및 신

고대상의 축산농가에서 배출되는 축산폐수가 총 발생량의 48.8%를 차지하고 있어 이에 대한 관리와 지원이 시급한 실정이다<sup>2, 3)</sup>.

축산계 오염물질에 의한 환경오염 관련 연구의 경우 1980년대부터 관련 연구가 수행되었는데, 1981년과 1983년 한우, 닭 및 돼지의 분뇨에 의한 BOD 발생부하 원단위가 산정되었고<sup>4, 5)</sup>. 1986년에는 한우 및 돼지의 분뇨에 의한 BOD, T-N, T-P의 발생농도 및 발생부하량이 산정되었다<sup>6)</sup>. 그 외에 폐수처리 효율이나 현황에 관하여 단편적인 조사연구가 수행되어 오다가 1987년부터 1989년까지 3개년에 걸쳐 수행된 26개 업종에 관련된 배출시설별 원단위 조사연구 중에 포함되어 축산폐수 배출원단위가 산정되었고<sup>7)</sup>, 1989년 및 1992년에도 한우 및 돼지 분뇨에 의한 BOD, T-N 및 T-P의 발생농도와 발생부하원단위가 산정되었다<sup>8, 9)</sup>.

한편, 1990년 한우 및 돼지의 분뇨에 의한 BOD, T-N, T-P의 발생농도 및 발생부하량을 산정하는 연구가 수행되었으나 이때 부하량 산정 시 농도는 1986년에 수행된 연구자료를 이용하였다<sup>10)</sup>. 1991년에는 그동안 수행된 자료를 분석하여 한우, 닭 및 돼지에 대한 오염발생부하 원단위가 산정되

어 발표되었다<sup>11)</sup>.

이렇듯 축산계 오염물질에 의한 환경오염 부하에 대한 연구는 환경오염의 심화와 경제발전에 따른 국민들의 더 나은 삶의 질에 대한 요구의 증가로 우리나라의 주요 식수원인 4대강의 수질보전을 주요 목표로 한 오염총량제의 시행과 더불어 오염원에 대하여 더욱 강화된 관리에 따라 축산업 관련 업무를 직접 담당하고 있는 농림부에서도 관련 연구를 수행하기 시작하였다. 그리하여 2000년 소(한우, 젓소), 돼지(자돈, 육성돈, 비육돈, 임신돈, 포유모돈) 및 닭(산란계, 육계)에 대한 오염물 총 부하량을 항목별(BOD, COD, SS, T-N, T-P)로 산정하여 제시하였다<sup>12)</sup>. 이러한 연구로 그동안 기본적인 항목에 머물던 축산계 오염물질의 오염부하량 산정이 확대되어 조사·연구하게 되었다.

그렇지만 지금까지 수행되던 연구는 이전 연구에서 수행되었던 내용에 대한 일부 중복 또는 단편적인 반복 연구 등에 머물렀으며, 근래 첨단기술의 빠른 발달과 전 산업분야의 눈부신 발전으로 인하여 축산업계를 포함한 모든 분야에서 많은 변화가 일어났다. 이로 인하여 기존의 자료 및 조사결과를 현실에 맞게 조정 및 보완하고 이제까지 산발적으로 수행되던 연구를 종합 분석함으로써 향후 연구에서는 기존 연구를 바탕으로 필요한 부분에 대한 세부적인 연구가 수행되도록 하는 것이 모두를 위해 바람직한 상황으로 대두되었다.

또한 현재 추진 중인 수질오염총량제에도 필요사항인 오염원 파악과 배출용량의 신뢰성 제고 및 효율적 관리를 위하여 축산계 오염물질의 발생부터 폐수 및 자원화물로 배출될 때까지와 환경에서의 경로별 배출특성 등에 대하여 현장조사를 통한 종합적인 분석이 수행될 필요성도 대두되고 있는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 ①축산계 오염물질의 가축별 분뇨 발생량과 성분의 특성 등에 대한 기초자료를 수집 종합하고, ②관련 처리시설의 용량이나 처리조건의 적정화에 필요한 자료로 활용될 수 있도록 축산계 오염물질의 각 오염부하 수준을 평가하며, ③축종별 발생량 및 농도 등의 배출특성을

세부적으로 조사하고 대표성 있는 원단위를 산정함으로써 현재 한강수계를 중심으로 시행 중에 있는 수질오염 총량관리 실시에 필요한 기초자료를 제공코자 하였다. 그러므로 본 연구의 결과를 이용하면 오염물질 발생량을 미리 예측할 수 있고, 더 나아가 한강수계 오염총량관리제 시행을 위한 수질보전 정책수립에 필요한 기본 자료로도 활용할 수 있을 것이다.

## 2. 조사연구 및 시험분석 방법

### 2.1 돼지 오염물질의 발생 및 배출량 조사

돼지가 하루 동안 발생하는 뇨의 양을 기준으로 수집하여 총 발생량을 조사하였고, 분의 경우는 1일 발생량을 측정하여 전체 사육두수로 나누어 측정을 하되, 분과 뇨는 각 3마리씩에 해당되는 발생량을 각각 측정하여 그 평균값을 사용하였다. 또한 계절별로 구분하여 축종별로 필요시 가을, 겨울, 봄철의 3계절로 각각 구분하여 조사하였으며, 돼지의 경우 생체 중량별 발생량을 구분하였고 축사 형태별로 발생 세정수량을 측정하여 총 배출량을 산정하였다.

### 2.2 돼지 발생 오염물질의 종류별 농도분석

돼지로부터 발생된 오염물질의 종류별 농도분석 항목은 BOD<sub>5</sub>, COD<sub>Cr</sub>, COD<sub>Mn</sub>, SS, T-N, T-P, TOC의 7개 항목을 대상으로 분석하였고, 분석횟수는 각 항목별, 시료별로 3회씩 분석하여 표준편차를 산정하여 나타내었으며, 분석방법은 수질오염공정시험법 및 Standard Methods에 제시된 시험법을 적용하였다.

### 2.3 돼지 발생 오염물질의 배출부하 원단위 산정

돼지로부터 발생된 오염물질의 배출부하 원단위 산정은 축종별 축산계 오염물질의 발생량 및 배출량을 조사하고 이렇게 얻어진 발생량 및 배출량에 채취된 분뇨 시료를 분석하여 얻어진 오염물 농도를 곱하여 산정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 축산 분뇨의 발생 현황

2002년 말 현재 4대 축종(젓소, 소, 말, 돼지)의 1일 축산 분뇨의 발생량은 138,989m<sup>3</sup>/day로서 연간 50,731천톤 정도가 발생하고 있다. 축종별 분뇨 발생량은 젓소의 경우 25,692m<sup>3</sup>/day로서 총 발생량의 18.5%를 차지하고 있으며, 소말은 23,691m<sup>3</sup>/day로서 총 발생량의 17.0%로 나타났다. 돼지에 의한 분뇨 발생량은 젓소, 소말의 발생량보다 월등히 높은 89,606m<sup>3</sup>/day로 나타났으며, 총 발생량의 64.5%를 차지하고 있었다. 또한, 발생량이 많은 돼지의 규제 대상에 따른 분뇨 발생량을 살펴보면, 허가대상이 57,948m<sup>3</sup>/day로서 축산 분뇨 발생량의 41.7%를 차지하고 있으며, 신고대상은 18.5%로서 젓소 및 소말의 발생량과 유사하였다.

한편, 2002년을 기준으로 1일 생활오수 발생량은 15,023천톤으로서 총 오·폐수 발생량의 64.9%를 차지하고 있으며, 산업폐수는 7,971천톤으로서 34.5%, 축산폐수는 139천톤으로 총 오·폐수 발생량의 약 0.6% 정도를 차지하고 있다. 그러나 1일 BOD부하량을 기준으로 살펴보면 생활오수는 3,004톤으로서 1일 총 발생 BOD 부하량의

46.5%를 차지하고 있으며, 산업폐수는 2,392톤으로 37.0%, 축산폐수는 1,065톤으로서 발생량 면에서는 약 0.6%이나 부하량 면에서는 16.5%로 매우 높게 발생되고 있다.

#### 3.2 돼지 발생분뇨의 오염물질 발생원단위

돼지의 오염물질 발생원단위는 분뇨의 오염물질 농도와 발생량에 기초하여 축사의 형태에 따라 생체중량별로 산정하였다. 시멘트형 돈사, 스크레퍼 돈사, 슬러리 돈사의 생체중량별 오염물질 발생원단위 산정결과는 [Table 1], [Table 2], [Table 3]에 나타내었다.

재래식 시멘트형 돈사의 오염물질 발생부하 원단위의 경우 BOD는 115.2~294.7g/head/d의 범위를 보였으며, COD<sub>Cr</sub>는 225.4~483.5g/head/d, T-N은 11.5~40.7g/head/d, T-P는 2.1~5.5g/head/d의 범위로서 자돈에서 가장 낮은 원단위를 보였다. 이후 생체중량이 증가함에 따라 원단위도 점차적으로 증가하였으며, 비육말기의 성돈과 모돈에서는 거의 유사하였다. 그러나 T-N은 모돈에서 감소하는 것으로 조사되었는데, 이는 배합사료내의 성분 차이에 기인하는 것으로 판단된다. 즉, NRC (1980) 및 국내의 배합사료 기준을 보면 모돈, 포유돈, 종돈에서의 단백질 함량은 12~15%로서 자

[Table 1] Unit Load Generation of Filth From Conventional Cement type Stall For Piggery

(unit: g/head/d)

		BOD <sub>5</sub>	COD <sub>Mn</sub>	COD <sub>Cr</sub>	SS
Cement type stall	Young	115.2±32.17	83.6±44.42	225.4±66.61	190.2±29.20
	Nuturing	208.5±41.17	188.3±46.12	387.8±64.84	328.9±107.78
	Matured	294.7±62.55	223.2±153.13	481.1±61.06	348.7±111.27
	Adult	264.0±79.17	195.6±145.99	483.5±75.12	416.9±175.10
	Mean	220.6±78.80	172.7±61.28	394.5±121.21	321.2±95.08

		T-N	T-P	TOC
Cement type stall	Young	11.5±3.24	2.1±0.58	166.9±34.11
	Nuturing	33.4±12.72	5.6±2.31	342.9±54.30
	Matured	40.7±11.56	6.6±2.48	424.5±57.33
	Adult	28.8±12.79	5.5±1.81	426.6±63.22
	Mean	28.6±12.43	4.9±1.97	340.2±121.93

[Table2] Unit Load Generation of Filth From Conventional Scraper Type Stall For Piggery

(unit: g/head/d)

		BOD <sub>5</sub>	COD <sub>Mn</sub>	COD <sub>Cr</sub>	SS
Scraper type stall	Young	127.0±41.55	90.2±36.04	258.7±69.06	197.6±64.36
	Nuturing	173.5±64.00	136.8±56.23	399.3±50.47	338.1±108.73
	Matured	217.9±51.93	175.2±65.33	478.3±43.79	340.8±57.70
	Adult	239.2±82.62	183.4±71.02	479.5±111.18	397.9±91.82
	Mean	189.4±49.80	146.4±42.64	404.0±103.85	317.6±85.25

		T-N	T-P	TOC
Scraper type stall	Young	24.4±17.38	4.6±1.79	190.0±22.54
	Nuturing	29.3±20.25	6.0±3.46	380.6±31.04
	Matured	28.2±17.67	5.7±2.00	433.4±45.34
	Adult	31.3±19.36	6.5±3.02	429.4±51.24
	Mean	28.3±2.88	5.7±0.82	358.6±114.34

[Table3] Unit Load Generation of Filth From Conventional Slurry Type Stall For Piggery

(unit: g/head/d)

		BOD <sub>5</sub>	COD <sub>Mn</sub>	COD <sub>Cr</sub>	SS
Scraper type stall	Young	118.1±24.14	115.8±27.15	333.1±75.77	233.1±31.44
	Nuturing	168.7±18.14	162.4±17.72	416.9±142.34	236.4±86.13
	Matured	215.7±51.09	167.3±37.09	669.9±170.33	316.9±3.97
	Adult	252.0±36.79	237.3±55.69	555.7±103.63	384.5±66.17
	Mean	188.6±58.06	170.7±50.09	442.1±92.85	292.7±72.40

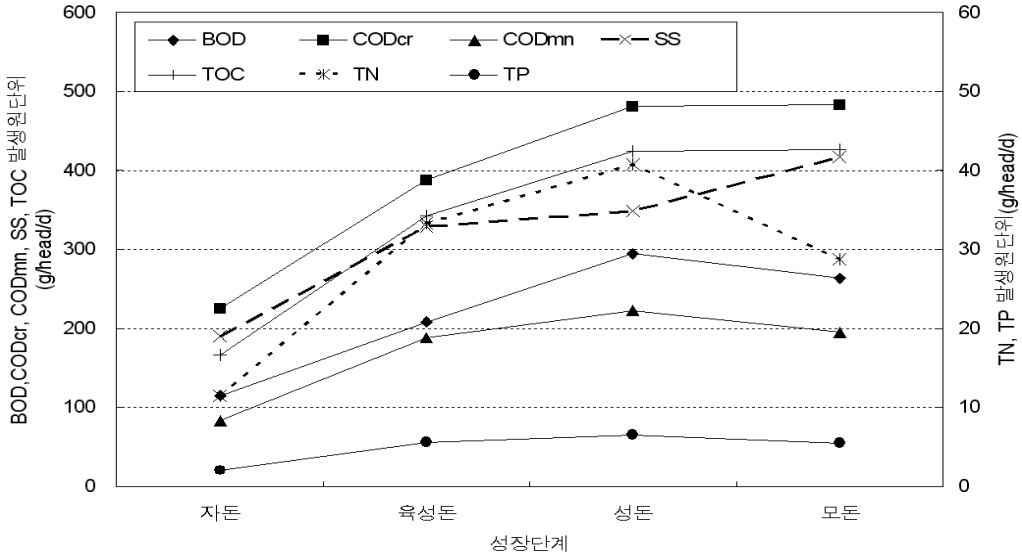
		T-N	T-P	TOC
Scraper type stall	Young	23.5±17.21	4.3±1.64	258.6±34.43
	Nuturing	27.7±17.16	5.5±1.60	331.1±54.24
	Matured	24.7±17.32	4.7±1.74	330.7±23.74
	Adult	30.8±17.48	6.4±1.86	501.2±102.65
	Mean	26.7±3.27	5.2±0.93	355.4±103.00

돈, 육성돈, 성돈의 13~20%에 비하여 상대적으로 낮고 이로 인하여 소화 후 분뇨로 배출되는 질소성분의 감소에 원인이 있는 것으로 판단된다. 또한 온도, 습도 등을 포함하는 환경인자와 지역적 인자, 그리고 개별 돼지의 생리적 특성의 차이에 기인하는 것으로 해석된다.

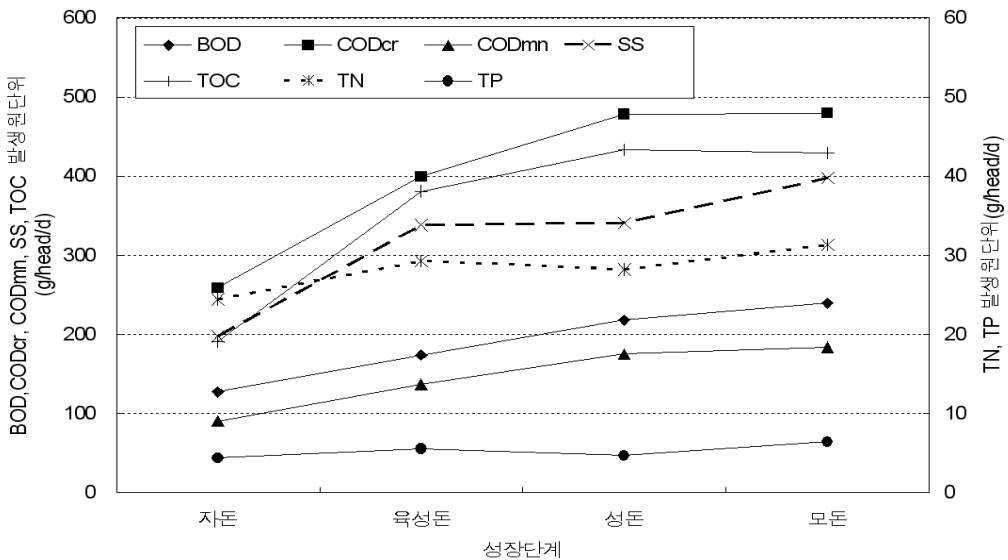
[Fig. 1], [Fig. 2]에는 각각 시멘트형 및 스크레퍼형 돈사의 성장단계에 따른 오염물질 발생원단위의 변화를 나타내었다. 스크레퍼형 돈사의 오염물질 발생부하 원단위는 시멘트 돈사와 유사한 경향을 보였는데, 성돈까지는 급격히 증가하였으며 모돈에서는 성돈과 유사하거나 다소 감소하였

다. [Fig. 3]에는 슬러리형 돈사의 성장단계에 따른 오염물질 발생원단위의 변화를 나타내었는데

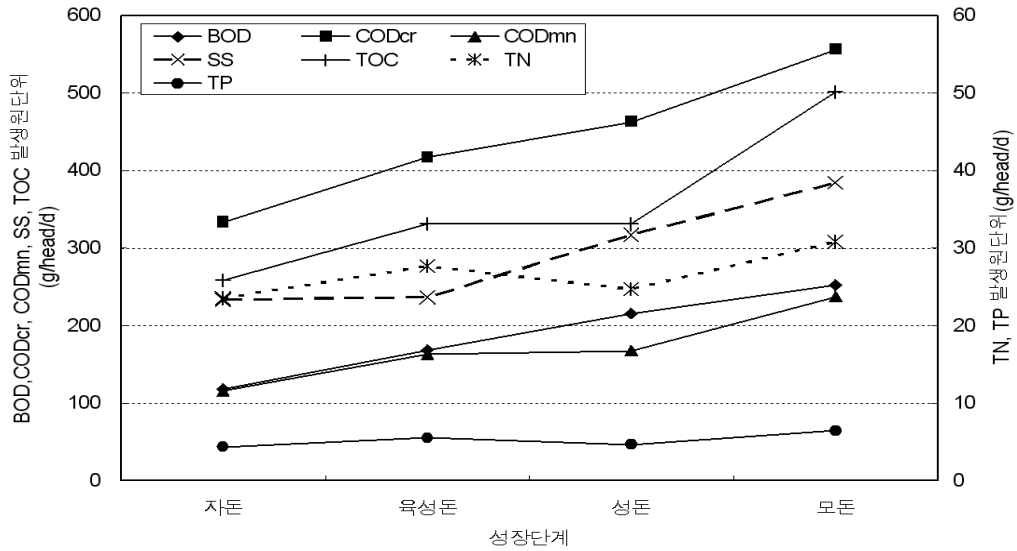
슬러리 돈사는 돼지가 성장함에 따라 오염물질의 발생부하 원단위도 증가하였다.



[Fig. 1] Profile of unit load generation of filth from conventional cement type stall for piggery.



[Fig. 2] Profile of unit load generation of filth from conventional scraper type stall for piggery.



[Fig. 3] Profile of unit load generation of filth from conventional slurry type stall for piggery.

한편, 돈사의 형태에 따른 평균 오염물질 발생부하 원단위를 살펴보면, 시멘트 돈사의 발생부하 원단위는 BOD 220g/head/d, COD<sub>Cr</sub> 394.5g/head/d, T-N 28.6g/head/d, T-P는 4.9g/head/d로 조사되었으며, 스크레퍼 돈사에서는 BOD 189.4g/head/d, COD<sub>Cr</sub> 404.0, T-N 28.3g/head/d, T-P는 5.7g/head/d로 나타났다. 슬러리 돈사에서 발생부하 원단위는 BOD 188.6g/head/d, COD<sub>Cr</sub> 442.1g/head/d, T-N 26.7g/head/d, T-P 5.2g/head/d로서 평균값을 고려하면 돈사의 형태에 따라 큰 차이는 보이지 않았다.

본 연구에서 조사된 생체중량에 따른 오염물질의 발생부하 원단위와 문헌상의 발생부하 원단위를 [Table 4]에 비교하여 제시하였다.

본 연구에서 자돈의 평균 BOD 발생부하 원단위는 120g/head/d로서 문헌에 발표된 125g/head/d와 비교 시 유사하였으나, 육성돈, 성돈, 모돈에서의 발생량은 184~252g/head/d의 범위로서 최고 2배정도 높게 나타났다<sup>14)</sup>. 그러나, 2001년에 발표된 연구결과의 346.2g/head/d와 비교 시 모든 생체중량에서 낮게 나타났으며, 평균값인 200g/

head/d를 고려할 경우 2001년에 발표된 연구결과가 약 1.5배 높은 것으로 나타났다<sup>18)</sup>.

생체중량별 COD<sub>Cr</sub>의 평균 발생부하 원단위는 272~506g/head/d의 범위로서 1992년에 발표된 연구결과의 250g/head/d보다는 높았으며<sup>14)</sup>, 1991년에 발표된 영양염류 원단위 산정과 관련된 연구의 508g/head/d와 비교 시 유사하거나 낮게 나타났다<sup>15)</sup>.

질소는 자돈에서 19.8g/head/d로 조사되었으며, 육성돈, 성돈, 모돈에서의 발생부하 원단위는 30.1~31.2g/head/d의 범위로서 생체중량에 따라 큰 차이를 보이지 않았다. 또한 평균값을 고려한 T-N의 발생부하 원단위는 27.8g/head/d로서 2002년 제시된 오염총량관리계획 수립지침의 27.7g/head/d과는 유사하였으며<sup>13)</sup>, 1992년 환경처에서 발표한 20.4g/head/d와 2000년 농림부에서 발표한 21.0g/head/d보다는 높게 나타났다<sup>14, 17)</sup>. 그러나 1991년 발표된 45.9g/head/d와 비교 시 일일 두당 약 18g이 적게 발생되었으며<sup>15)</sup>, 2001년 발표된 124.9g/head/d와 비교 시에는 약 22%정도만 발생하는 것으로 나타났다<sup>18)</sup>.

T-P는 3.7~6.2g/head/d의 범위로 조사되었는데 1991년 연구에서 제시한 4.0g/head/d와 유사하였으며<sup>15)</sup>, 1990, 1992, 및 2001년의 연구에서 보고된 16.8~30.9g/head/d보다는 낮은 것으로 나타났다<sup>10, 14, 18)</sup>.

3.3 발생폐수의 오염물질 배출부하 원단위

돈사에서 배출되는 오염물질의 배출부하 원단위는 시멘트 돈사와 슬러리 돈사로 구분하여 실측한 폐수량과 폐수의 농도에 기초하여 산정하였으며, 그 결과를 [Table 5]에 제시하였다. 시멘트 돈사에서 배출되는 폐수의 오염물질 배출부하 원단위는 BOD가 31.3g/head/d로 조사되었으며, COD<sub>Cr</sub>은 95.6g/head/d, T-N은 8.9g/head/d, T-P는 3.1g/head/d로 나타났다. 이는 환경부 고시(1999-143)에서 제시한 BOD 32g/head/d,

T-N 14.9, T-P 3.3과 비교시 BOD와 T-P는 거의 유사하였으며, T-N은 낮게 나타났다. 슬러리 돈사의 오염물질 배출부하 원단위는 BOD 197.3g/head/d, COD<sub>Cr</sub> 426.6g/head/d, T-N은 28.0g/head/d, T-P는 6.4g/head/d로서 [Table 3]의 슬러리 돈사의 평균 오염물질 발생부하 원단위와 유사하였다.

[Table 6]에는 시멘트 돈사의 분 수거율에 따른 분의 오염물질 발생부하 원단위와 시멘트 돈사에서 배출되는 폐수의 오염물질 배출부하 원단위를 합산한 결과와 시멘트 돈사에서 발생하는 오염물질 발생부하 원단위를 비교하여 제시하였다.

돈사에서 배출되는 분의 80%가 수거된다고 가정할 때 80%의 분과 폐수가 유발하는 오염물질의 배출부하 원단위는 BOD의 경우 196.7g/head/d로 나타났다으며, COD<sub>Cr</sub>은 388.6g/head/d, T-N은

[Table4] Unit Load Generation of Filth in The Literatures

(unit: g/head/d)

		BOD	COD <sub>Cr</sub>	COD <sub>Mn</sub>	SS	T-N	T-P	TOC
This study	Young	120.1 ±6.16	272.4 ±55.12	96.5 ±17.02	207.0 ±22.93	19.8 ±7.23	3.7 ±1.38	205.5 ±47.52
	Nuturing	183.6 ±21.76	401.4 ±14.67	162.5 ±25.79	301.1 ±56.23	30.1 ±2.94	5.7 ±0.24	351.5 ±25.87
	Matured	242.8 ±44.97	474.1 ±9.91	188.5 ±30.26	335.5 ±16.52	31.2 ±8.44	5.6 ±0.95	396.2 ±56.90
	Adult	251.7 ±12.39	506.3 ±42.89	205.4 ±28.24	399.8 ±16.29	30.3 ±1.32	6.2 ±0.55	452.4 ±42.27
	Mean	199.5 ±59.42	413.5 ±98.80	163.2 ±48.58	310.8 ±77.83	27.8 ±6.94	5.3 ±1.26	351.4 ±102.87
Ref.13)		109	-	-	-	27.7	12.2	-
Ref.14)		125	250	-	-	20.4	16.8	-
Ref.15)		149.3	508	-	-	45.9	4.0	-
Ref.16)		132	-	-	-	37	14.7	-
Ref.17)		117.4	-	118.1	390.9	21.0	4.6	-
Ref.18)		346.2	853.4	-	-	124.9	30.9	-

[Table5] Unit load generation of filth from cement & slurry type stall for piggery

(unit: g/head/d)

	BOD	COD <sub>Cr</sub>	COD <sub>Mn</sub>	SS	T-N	T-P
Cement type	31.3	95.6	24.9	28.0	8.9	3.1
Slurry type	197.3	426.6	158.2	269.3	28.0	6.4
M.O.E (No. 1999-143)	32	-	-	-	14.9	3.3



19.3g/head/d, T-P는 6.09g/head/d로 조사되었다. 분의 90%가 수거된다고 가정할 때 오염물질의 배출부하 원단위는 BOD의 경우 217.3g/head/d, COD<sub>Cr</sub>은 425.3g/head/d, T-N은 20.6g/head/d, T-P는 6.43g/head/d로서 시멘트 돈사의 평균 오염물질 발생부하 원단위(BOD 220.6, COD<sub>Cr</sub> 394.5, T-N 28.6, T-P 4.9g/head/d)와 정확히 일치하지는 않으나 각 생체중량별 범위는 만족하는 것으로 나타났다. 또한, [Fig. 4]의 분 수거율에 따른 시멘트 돈사의 배출부하 원단위와 슬러리 돈사에서 배출부하 원단위를 살펴보면 오염물질별로 다소의 차이는 있으나 거의 유사한 것으로 나타났다.

#### 4. 결론

재래식 시멘트형 돈사를 대상으로 돼지의 분뇨 발생량을 측정한 결과, 분 발생량은 생체 중량에 비례하여 증가하였으며, 가을철에 가장 높은 발생량을 보였고 겨울철에 가장 낮았다. 뇨 발생량은 생체 중량에 비례하여 증가하였으나 계절별 영향은 뚜렷이 나타나지 않았다. 3계절과 생체 중량을 고려한 평균 분뇨 발생량은 분이 1.49kg/head/d, 뇨가 3.08kg/head/d로서 총 4.57kg/head/d가 발생하였다.

돈사 내 세정수량 파악을 위한 설문조사 결과, 사

[Table 6] Unit Load Discharge of Filth From Cement Stall According to Collection Ratio of Manure

(unit: g/head/d)

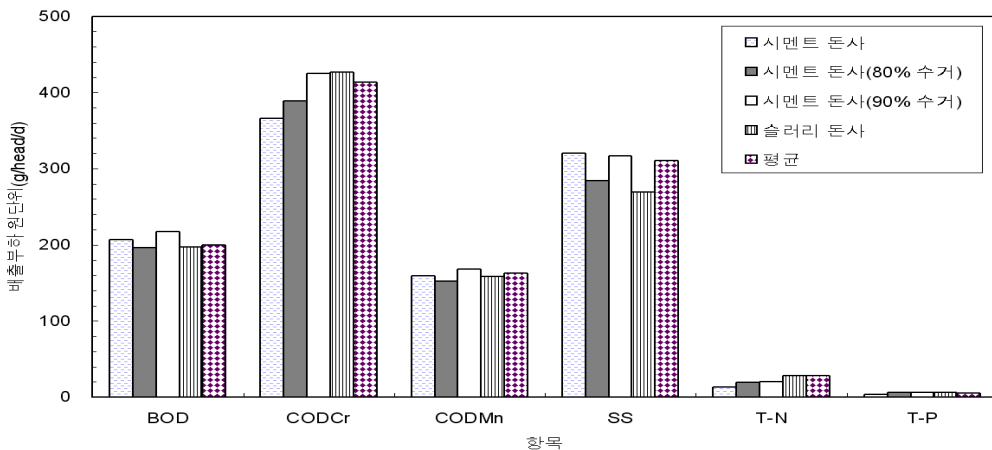
		BOD	COD <sub>Cr</sub>	COD <sub>Mn</sub>	SS	T-N	T-P
Cement	Manure	206.7	366.3	159.4	320.4	13.0	3.7
	Urine	13.9	28.2	13.3	0.8	15.6	1.2
	Total	220.7	394.5	172.7	321.2	28.6	4.9
Collection ratio of manure 80%	Manure <sup>1)</sup>	165.4	293.0	127.5	256.3	10.4	2.96
	Manure+wastewater <sup>2)</sup>	196.7	388.6	152.4	284.3	19.3	6.09
Collection ratio of manure 90%	Manure <sup>3)</sup>	186.0	329.7	143.5	288.4	11.7	3.33
	Manure+wastewater <sup>4)</sup>	217.3	425.3	168.4	316.4	20.6	6.43

1) : unit load generation from cement stall×0.8

2) : unit load generation from cement stall×0.8 + unit load discharge from cement stall

3) : unit load generation from cement stall×0.9

4) : unit load generation from cement stall×0.9 + unit load discharge from cement stall



[Fig.4] Comparison of unit load discharge according to collection ratio of dung.

육두수 1,000두 이상의 돈사에서 주 1.7회 세척을 실시하고 있으며, 1회 세척시 사용되는 물량은 2.2m<sup>3</sup>으로서 주당 평균 3.74m<sup>3</sup> 세정수가 이용되고 있었다. 일일 두당 세정수량은 0.14~0.64L/head/d의 범위로서 환경부 고시에 제시된 4.4L/head/d는 순수한 세정수량이 아니며, 폐지의 식수가 포함된 수량으로 판단된다. 시멘트 돈사의 폐수 발생량은 11.5~12.9L/head/d의 범위로 조사되었으며, 슬러리 돈사에서는 5.4~6.0L/head/d의 범위를 보였다.

돈사의 형태와 계절을 고려한 최종적인 평균 오염물질 발생부하 원단위는 BOD 199.5g/head/d, COD<sub>Cr</sub> 413.5g/head/d, T-N 27.8g/head/d, T-P가 5.3g/head/d로서 BOD를 제외한 기타 오염물질의 발생부하 원단위는 기존 문헌상의 값과 유사하였다. 자돈의 BOD 발생부하 원단위는 120g/head/d로서 환경치의 125g/head/d와 유사하였으나, 이후의 성장단계에서는 최고 2배 정도 높은 값을 보였다.

시멘트 돈사에서 배출되는 폐수의 배출부하 원단위는 BOD 31.3g/head/d, COD<sub>Cr</sub> 95.6g/head/d, T-N 8.9g/head/d, T-P가 3.1g/head/d로 조사되었다. 분의 수거율(80%, 90%)을 고려한 분의 발생부하 원단위와 시멘트 돈사의 폐수발생 원단위의 합을 슬러리 돈사의 배출부하 원단위와 비교시, 오염물질과 항목별로 다소의 차이는 있으나 거의 유사하였다.

## 사사

본 연구는 2004년도 한강수계관리위원회, 국립환경과학원 한강물환경연구소에서 시행한 환경기초조사 사업의 지원으로 이루어졌음.

## 참고문헌

1. 축산폐수배출시설 및 처리시설 관리개선 방안 연구. 환경부. (2003).
2. 오수·분뇨 및 축산폐수처리 통계. 환경부. (2003).
3. 환경부, 수질보전특별대책지역 환경자료. (2003).
4. 국립환경연구원, 전국주요하천기초조사(I). (1983).
5. 국립환경연구원, 폐수배출시설별 배출허용기준의 적정화에 관한 연구. (1981).
6. 국립환경연구원, 축산폐기물 현황과 환경에 미치는 영향 연구. (1986).
7. 국립환경연구원, 폐수배출시설 표준 원단위 조사연구(I,II,III). (1987~9).
8. 국립환경연구원, 수질환경기준 달성 최적화 방안 에 관한 연구(I). (1989).
9. 국립환경연구원, 한강유역을 중심으로 한 환경관리 기술개발. (1992).
10. 한국과학기술연구원, 전국 분뇨 적정관리 대책연구. (1990).
11. 한국환경과학협의회, 영양염류 원단위 산정에 관한 연구. (1991).
12. 축산기술연구소, 가축분뇨 자원화 및 이용기술개발 연구. (2000).
13. 오염총량관리계획 수립지침. 환경부. (2002).
14. 수질보전장기종합계획수립. 환경처. (1992).
15. 영양염류 원단위 산정에 관한 연구. 한국환경과학연구협의회. (1991).
16. 수출돈 생산단지의 분뇨처리기술 표준화에 관한 연구. 한국육류 수출입협회. (1995).
17. 가축분뇨 자원화 및 이용기술 개발 농림부. (2000).
18. 최의소, 음영진, 지속발전을 위한 축산분뇨의 문제점과 개선방향. 한국환경과학연구협의회. (2001). 