

## 식품폐수처리시설의 설비효율 개선에 따른 온실가스 배출량 평가

안상형\*, 송장현, 김산, 정진도  
호서대학교 에너지기후융합기술학과

### Estimation of GHGs Emission to Improvement of Facility Efficiency in the Food wastewater Treatment Process

Sang-Hyung An\*, Jang-Heon Song, San Kim, Jin-Do Chung  
Department of Energy&Climate Fusion Technology, Hoseo University

**요약** 식품 폐수 처리 설비중 폐수처리장 폭기조 송풍 설비 개선을 통한 수질개선 효과 및 전기사용량 변화에 따른 온실가스 발생량을 평가 하였으며, 식품 폐수처리장에서 발생하는 슬러지를 탈수, 보관, 이송하는 설비의 효율적인 개선을 통한 전기사용량 개선전과 개선후 변화에 따른 온실가스 발생량도 함께 평가하였다. 폐수처리장 설비 개선에 따른 온실가스 배출량 평가는 폐수처리 공정으로 부터의 직접배출과 전력사용으로부터의 간접배출량으로 구분 된다. 폐수처리장 수질 개선 효과는 BOD 제거율이 63.3%, COD 제거율 42.0%, SS 제거율 71.0%, T-N제거율이 39.6%로 나타났으며, 폐수처리에 의한 온실가스 직접배출량(Scope 1)과 전력소비량 변화에 대한 온실가스 간접배출량(Scope 2)을 적용하여 온실가스 배출량을 산정한 결과 설비 개선전 3,668.8tCO<sub>2</sub>eq./yr 에서 설비 개선후 3,392.8tCO<sub>2</sub>eq./yr 으로 감소 하여 총 276.0tCO<sub>2</sub>eq./yr (8.0%)의 온실가스 감축 효과가 있는 것으로 평가 되었다. 이상의 결과는 배출원의 수질 개선 효과로 인한 것이 아니라 전기사용량 감소로 인해 온실가스 배출량이 감소하였기 때문이다.

**Abstract** In the food wastewater treatment facilities, the water quality improvement effect and the greenhouse gas emission amount followed by the change in electricity usage through a change of the aeration tank ventilation system were evaluated. also, the amount of greenhouse gas emission followed by the change in electricity usage through the change of the sludge dewatering, storage, transporting method was also evaluated. The total GHG emission from food wastewater treatment facility improvement were divided into direct emissions from the treatment processes and indirect ones from electricity usage. The water quality improvement effect of wastewater treatment plant was found to be 63.3% for BOD removal rate, 42.0% for COD removal rate, 71.0% for SS removal rate and 39.6% for T-N removal rate. and according to the results of calculating output by applying both direct emissions of greenhouse gas (Scope 1) and the indirect emission (Scope 2) of greenhouse gas followed by changes in power consumption. It was estimated that there was a total of 276.0tCO<sub>2</sub>eq./yr(7.5%) greenhouse gas reduction effect from 3,668.8tCO<sub>2</sub>eq./yr before improvement to 3,392.8tCO<sub>2</sub>eq./yr after improvement. In this result is not due to the effects of water quality improvement of emission source, but because the reduction in electricity use has reduced the amount of greenhouse gas emissions

**Keywords** : GHGs, Food wastewater treatment, Scope 1, Scope 2, Emission source

---

Corresponding Author : Sang-Hyung An(Hoseo Univ.)

Tel: +82-10-5306-7675 email: kjsmi@nongshim.com

Received October 16, 2018

Revised January 23, 2019

Accepted February 1, 2019

Published February 28, 2019

## 1. 서론

이 온실가스 배출량에 미치는 영향에 대하여 연구하였다.

### 1.1 연구배경

우리나라는 2015년 파리협정 체결로 2020년 이후 적용될 신기후체제(Post-2020)에 대응하기 위해 “2030년 온실가스 배출전망치(BAU) 대비 37% 감축” 목표를 부문별·업종별로 구체화한 “2030 국가 온실가스 감축 기본 로드맵”을 확정하바 있다[1]. 국가 온실가스 목표를 달성하기 위한 법적 체계로서 2010년 “저탄소 녹색성장 기본법”을 제정 하고 “온실가스-에너지 목표 관리제”를 도입하였으며, 2015년부터 “온실가스 배출권거래제”를 본격 시행하고 있다.

음식료품부문 폐수발생량은 357천m<sup>3</sup>/일로 전체 산업 폐수 발생량 4,951천m<sup>3</sup>/일의 7.2%를 차지하고 있으며, BOD발생 부하량은 666천kg/일로 산업폐수 전체 부하량 2,226천kg/일의 29.9%를 보이고 있다[2]. 음식료품 제조공정에서 발생하는 폐수는 유기물 부하량이 가장 높은 수준을 유지하고 있으며, 물환경보전법에서 요구하는 방류수의 배출허용기준 강화에 따라 폐수처리 설비에 대한 투자가 증가하고 있는 추세에 있다.

온실가스 배출권거래제의 대상업체인 각 기업에서는 할당받은 온실가스 목표를 달성하기 위하여 신재생에너지 설치 및 사용, 고효율모터 교체, LED전등교체 등 고효율 설비투자를 확대하고 있으며, 할당목표에 미달 될 경우 배출권을 구매해야 하는 것이 현실이다.

폐수처리시설의 설비 및 공정개선은 수처리 효율 개선뿐만 아니라 에너지 사용량 절감 및 온실가스 배출량 저감에도 크게 기여할 수 있을 것으로 판단되고 있다.

### 1.2 연구목적

본 연구에서는 A시에 위치한 N식품회사 폐수처리장을 대상으로 수처리 효율 증대 및 에너지 소비량을 낮추기 위하여 폭기조 송풍기와 슬러지 탈수과정에 대하여 최적의 설비개선 방안을 도출하였고, 이에 따른 온실가스 배출량 평가를 위하여 첫째로 폭기조에 공급하는 기종의 축류형 송풍기인 Roots blower를 고효율인 Turbo blower로 교체하여 수질개선 및 에너지 사용량을 비교 분석 하였다. 둘째로 폐수처리 공정에서 발생된 슬러지를 Belt Press에서 탈수한 후 이송하는 기존의 공정을 에너지를 최소화 할 수 있는 시스템으로 개선하여 현장에 적용하고 효과를 비교 분석 하였다. 또한 상기 공정개선

## 2. 연구방법

### 2.1 대상시설

대상 사업장은 식품폐수 2,351m<sup>3</sup>/일가 발생되며, 물리·화학적 처리시설과 생물학적 처리시설(활성슬러지법)으로 폐수를 처리하고 있다.

식품제조시설에서 배출되는 폐수는 주로 유기물질을 많이 함유하고 있으므로 폭기조의 생물학적 처리 전에 화학적처리 과정을 거쳐 유기물질을 40-50% 제거한 후 미생물 처리 후 2차침전조의 상등수를 모래여과기, 활성탄 여과기를 거쳐 고도처리 공정을 거치게 된다.

### 2.2 온실가스 배출량 산정방법

일반적으로 폐수처리시설에서 발생하는 온실가스는 폐수처리 공정에 의한 직접배출원과 전력사용으로 인한 간접배출원이 대부분을 차지하는 것으로 알려져 있다. 온실가스 배출원은 폐수처리공정에 의한 메탄(CH<sub>4</sub>), 아산화질소(N<sub>2</sub>O)의 직접 배출원(Scope1)과 전기사용에 의한 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 메탄(CH<sub>4</sub>), 아산화질소(N<sub>2</sub>O)의 간접 배출원(Scope2)으로 구분되며 각각의 배출원에서 발생하는 온실가스 배출량을 온난화지수(GWP)를 고려하여 이산화탄소(CO<sub>2</sub>eq.)로 환산된다. 현재 온실가스-에너지목표관리제[3]에서는 폐수처리 공정 중 호기성에 의한 폐수처리는 배출량 산정을 하지 않는다. 때문에 2006 IPCC 가이드라인의 산정방법을 이용하였으며, 메탄(CH<sub>4</sub>)과 아산화질소(N<sub>2</sub>O)의 배출계수는 IPCC 가이드라인에서 제시하는 기본 값인 0.25kg-CH<sub>4</sub>/kg-COD, 0.005kg-N<sub>2</sub>O/kg-N을 사용하였다[4].

전기사용에 의한 배출량 산정은 IPCC 가이드라인에서 구체적인 배출계수를 제시하지 않았기 때문에 온실가스-에너지목표관리제에서 제시하는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 0.4653ton-CO<sub>2</sub>/MWh, 메탄(CH<sub>4</sub>) 0.0054kg-CH<sub>4</sub>/MWh, 아산화질소(N<sub>2</sub>O) 0.0027kg-N<sub>2</sub>O/kg-N의 국가배출계수를 이용하였으며 설비효율 개선에 따른 전기 절감량을 고려하였다[5]. 배출원별 온실가스 배출량은 온난화지수(GWP)를 적용하여 산정하였으며, 산정방법은 Table 1.에 나타내었다.

Table 1. Calculation tool of GHGs emission by scope 1 and scope 2

Emission Sources	GHGs	Method
Wastewater treatment (Scope1)	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub> emissions $= (COD_{in} \times Q_{in} - COD_{out} \times Q_{out}) \times 10^{-6} \times EF - R \times F_j$ CH <sub>4</sub> emissions : CH <sub>4</sub> emissions from wastewater treatment(Ton·CO <sub>2eq</sub> ) COD <sub>in</sub> : COD concentration in the influent wastewater(mg/L) COD <sub>out</sub> : COD concentration in the effluent wastewater(mg/L) Q <sub>in</sub> : influent wastewater flows(m <sup>3</sup> /yr) Q <sub>out</sub> : effluent wastewater flows(m <sup>3</sup> /yr) EF : Emission factor((Ton·CH <sub>4</sub> /Ton·COD) R : Methane recovery amount((Ton·CH <sub>4</sub> ) F <sub>j</sub> : Greenhousegas(j) GWP(CH <sub>4</sub> =21, N <sub>2</sub> O=310)
	N <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub> O emissions = $(TN_{in} \times Q_{in} - TN_{out} \times Q_{out}) \times 10^{-6} \times EF \times 1.571 \times F_j$ N <sub>2</sub> O emissions : N <sub>2</sub> O emissions from wastewater treatment(Ton·CO <sub>2eq</sub> ) TN <sub>in</sub> : TN concentration in the influent wastewater(mg-T-N/L) TN <sub>out</sub> : TN concentration in the effluent wastewater(mg-T-N/L) Q <sub>in</sub> : influent wastewater flows(m <sup>3</sup> /yr) Q <sub>out</sub> : Effluent wastewater flows(m <sup>3</sup> /yr) EF : Emission factor((kgN <sub>2</sub> O-N/kg-T-N) 1.571 : kg·N <sub>2</sub> O-N → kg·N <sub>2</sub> O conversion factor
Electricity (Scope2)	CO <sub>2</sub> CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O	$ER = \sum(\Delta E \times EF \times F_j)$ ER : Reductions of GHGs emissions ΔE : Reduction of Electricity(MWh) EF : Emission factor(Ton · GHG/Mwh) F <sub>j</sub> : Greenhousegas(j) GWP(CO <sub>2</sub> =1, CH <sub>4</sub> =21, N <sub>2</sub> O=310)

### 3. 폐수처리시설 설비효율 개선

#### 3.1 산소 공급용 송풍기 설비개선

식품폐수와 같이 유기물 농도가 높은 폐수는 부패방지를 위하여 유량조정조에 부패방지를 위한 충분한 산소를 공급해 주어야 하며, 활성슬러지공법의 폭기조에 충분한 산소를 공급해 주어야 생물학적 산화반응이 잘 일어난다.

산소공급을 위한 송풍방식은 축형 Blower인 Roots blower가 현재 가장 많이 사용되고 있다. 그러나 Roots blower는 소음과 진동이 발생되고, 유지관리에 많은 비용이 드는 문제와 에너지 손실이 높아 송풍효율이 저하되는 가장 큰 단점을 가지고 있다. 이에 따라 N식품 폐수처리시설에서는 높은 효율을 가지고 사용이 편리한 구조의 송풍기의 도입이 필요하여 송풍방식을 항공기의 엔진 기술을 폐수처리분야에 접목시킨 신기술의 고효율 Turbo blower로 개선하였다.

#### 3.2 슬러지 이송시스템 개선

N식품 공장은 감자원료를 가공하여 감자칩을 만드는 주요 공정을 가지고 있으며 고농도 폐수의 특성상 함수율 99%이상의 슬러지가 240m<sup>3</sup>/일 발생된다. 슬러지 탈수방식은 Filter press, Belt press, 원심탈수기, 유동판 탈수기 등이 널리 사용되고 있으며, N식품에서는 Belt

press 방식을 사용하고 있다.

Belt press는 6단의 롤러를 거쳐 함수율 75-80% 상태로 처리되어 진다. 탈수된 cake는 ‘공기압 컨베이어 이송시스템’에 의하여 슬러지 보관 hopper에 이송되어 지게 된다. 이송방식은 벨트나 스크류 컨베이어에 의하여 슬러지 압력 탱크에 이송하고, 이송된 슬러지는 일정간격 고압의 공기압으로 cake hopper에 이송하는 방식으로 구성되어 있다.

현재 우리나라 대부분의 하수 및 폐수처리장에서 이 방식을 사용하고 있으며, 이 방식은 슬러지를 탈수, 이송에 공기압을 사용하기 위한 콤프레샤를 가동하는데 많은 전력이 소요되는 구조로 되어 있다. 슬러지 이송과정에 소요되는 동력을 절감하기 위하여 Belt press와 슬러지 보관 박스의 낙차를 이용하여 슬러지를 공급하는 시스템으로 Fig. 1.과 같이 변경하였다.

첫째로 탈수기에서 발생된 슬러지를 낙차를 이용 보관탱크에 받기 위하여 탈수기 본체를 H빔으로 3,500mm 높이로 올려서 설치하였다. 둘째 Cake hopper를 철거하고 운반하는 암롤박스를 제작하여 탈수기 하부에서 직접 탈수 Cake를 보관한 후, 암롤 차량으로 직접 견인하여 운반해 갈수 있도록 하였다. 셋째로 암롤박스에 쌓이는 슬러지의 적체를 방지하기 위하여 암롤박스 하부에 레일을 설치하여 이동할 수 있도록 하였으며, 운반차량이 암롤박스 상·하차시 이동할 수 있도록 시스템을 개선하였다.

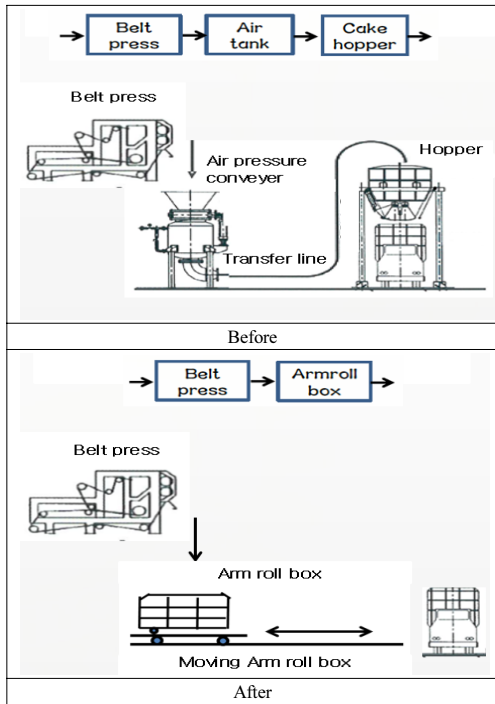


Fig. 1. Schematic diagram of Sludge process in the Sludge hydroextractor

## 4. 결과 및 고찰

### 4.1 설비개선에 따른 온실가스 배출량 산정

#### 4.1.1 산소 공급용 송풍기 설비개선

폐수처리시설의 산소공급을 위한 송풍방식은 2015년에 Roots blower를 Turbo blower로 전량 교체하여 가동한 결과 송풍량을 기준으로 Turboblower의 전력소모량은 폭기조에서 37.0%, 수위변동이 있는 유량조정조에서는 63.0%의 전력이 줄었으며, 전체 전력소비량은 연평균 사용량이 교체 이전(2013-2015) 8,585kWh/day에서 교체이후(2016-2017) 4,569kWh/day로 4,016kWh/day (46.8%) 가 감소하는 효과를 나타내었다.

또한, 기존의 Roots blower는 부로아에서 생산된 일정한 공기를 배출하는 방식인데 비하여 Turbo blower는 인버터에 의한 연동으로 적정한 산소를 공급할 수 있도록 설계되어 폐수처리 효율을 극대화 시켜 BOD 제거율이 63.3%, COD 제거율 42.0%, SS 제거율 71.0%, T-N 제거율이 39.6%로 수질개선에 크게 기여하였으며, 전력 감소 및 효율개선 뿐만 아니라 소음과 진동의 혁신적인

개선으로 민원 문제와 작업환경도 개선하는 효과를 가져올 수 있었다. 유량조정조 및 폭기조의 산소 공급을 위한 송풍방식 변경에 따른 연간 메탄(CH<sub>4</sub>), 아산화질소(N<sub>2</sub>O)와 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)의 배출량을 폐수처리 수질 개선으로 인한 직접배출량(Scope1)과 전력사용량으로 인한 간접배출량(Scope2)로 구분하여 산정하였으며, 산정결과를 Table 2.에 나타내었다.

폐수처리 수질 개선으로 인한 직접배출량(Scope1)은 메탄(CH<sub>4</sub>)의 경우 2,136.5tCO<sub>2</sub>eq./yr에서 2,593.3tCO<sub>2</sub>eq./yr으로 456.8tCO<sub>2</sub>eq./yr(21.4%)이 증가하였으며, 아산화질소(N<sub>2</sub>O)는 77.9tCO<sub>2</sub>eq./yr에서 72.5tCO<sub>2</sub>eq./yr으로 5.4tCO<sub>2</sub>eq./yr에(6.9%) 감소하는 것으로 산정되었다.

Table 2. Total reduction of GHGs to the Improvement of blower type in food wastewater process

(Units : tCO<sub>2</sub>eq./yr)

Emission Sources	GHGs	Before	After	Reduction
Waste water treatment (Scope 1)	CH <sub>4</sub>	2,136.5	2,593.3	-456.8
	N <sub>2</sub> O	77.9	72.5	5.4
	Sub -Total	2,214.4	2,665.8	-451.4
Electricity (Scope 2)	CO <sub>2</sub>	365.7	194.6	171.0
	CH <sub>4</sub>	82.5	43.9	38.6
	N <sub>2</sub> O	657.8	350.1	307.6
	Sub -Total	1,106.0	588.7	517.3
Total		3,320.4	3,254.5	65.9

전기사용량 절감에 따른 간접배출량(Scope2)은 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 365.7tCO<sub>2</sub>eq./yr에서 194.6tCO<sub>2</sub>eq./yr으로 171.0tCO<sub>2</sub>eq./yr이 감소하였고, 메탄(CH<sub>4</sub>)경우 82.5tCO<sub>2</sub>eq./yr에서 43.9tCO<sub>2</sub>eq./yr으로 38.6tCO<sub>2</sub>eq./yr이 감소하였으며, 아산화질소(N<sub>2</sub>O)는 657.8tCO<sub>2</sub>eq./yr에서 350.1tCO<sub>2</sub>eq./yr으로 307.6tCO<sub>2</sub>eq./yr이 감소하여 전체 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 배출량은 46.8% 감소한 것으로 산정되었다. 따라서 폐수처리시설 송풍방식 변경에 따른 온실가스 총 배출량은 65.9tCO<sub>2</sub>eq./yr(1.98%) 감축한 것으로 평가되었다.

폐수처리시설의 효율개선으로 수처리 농도가 크게 개선되었음에도 불구하고 직접배출량(Scope1)의 메탄(CH<sub>4</sub>)에 의한 이산화탄소(CO<sub>2</sub>eq.) 배출량이 오히려 증가한 것으로 확인되었다.

이는 2006 IPCC 가이드라인에서 제시하고 있는 하·폐수처리시설의 온실가스 산정방식을 적용할 경우 하수는 처리시설의 유입수·방류수의 BOD 농도를 변수로 하고 있고 폐수는 처리시설의 유입수·방류수의 COD 농도를 변수로 하고 있어 수처리 효율이 좋아질수록 온실가스 배출량은 증가하게 되어있다.

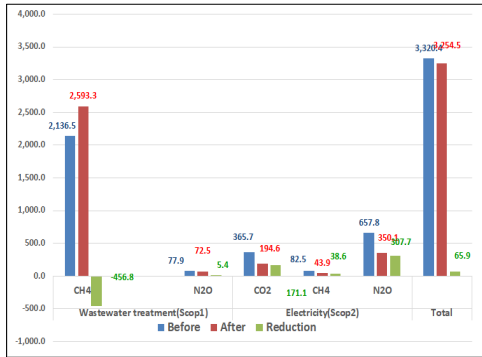


Fig. 2. Estimation of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O emission to the improvement of blower type in food wastewater process

하·폐수처리시설의 생물학적처리에서는 미생물에 의한 유기물질 분해 과정에서 메탄(CH<sub>4</sub>)과 아산화질소(N<sub>2</sub>O)가 생성되며 미생물의 활성화 정도에 따라 처리수질의 효율이 좋아질수록 온실가스가 많이 발생되는 것으로 판단된다.

#### 4.1.2 슬러지 이송시스템 개선

폐수처리시설의 슬러지 이송시스템 개선은 효율적인 슬러지 적체를 위한 탈수기 본체의 높이 조절과 압ลม박스 이동 시스템을 개선한 결과연간 전력소비량은 개선 이전에 47,583kWh/yr에서 개선이후에는 98,282kWh/yr로 크게 줄어 149,301kWh/yr(60.3%)가 감소하는 효과를 거두었다. 슬러지 이송시스템 개선에 따른 연간 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 메탄(CH<sub>4</sub>), 아산화질소(N<sub>2</sub>O)의 배출량을 전력사용량으로 인한 간접배출량(Scope2)을 온실가스 에너지 목표관리제의 산출 방법에 의한 배출계수를 적용하여 산정하였으며, 산정결과를 Table 3.에 나타내었다.

Table 3. Total reduction of GHGs to the improvement of sludge transfer system in food wastewater process

(Units : tCO<sub>2</sub>eq./yr)

Emission Sources	GHGs	Before	After	Reduction
Electricity (Scop 2)	CO <sub>2</sub>	115.2	45.7	69.5
	CH <sub>4</sub>	26.0	10.3	15.7
	N <sub>2</sub> O	207.2	82.3	125.0
Total		348.4	138.3	210.1

온실가스 간접배출량(Scope2)의 배출계수를 적용하여 산정한 결과, 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 배출량은 115.2tCO<sub>2</sub>eq./yr에서 45.7tCO<sub>2</sub>eq./yr으로 69.5tCO<sub>2</sub>eq./yr(60.3%)이 감소하였고, 메탄(CH<sub>4</sub>)의 경우 26.0tCO<sub>2</sub>eq./yr에서 10.3tCO<sub>2</sub>eq./yr으로 15.7tCO<sub>2</sub>eq./yr(60.3%)이 감소하였으며, 아산화질소(N<sub>2</sub>O)는 207.2tCO<sub>2</sub>eq./yr에서 82.3tCO<sub>2</sub>eq./yr으로 125.0tCO<sub>2</sub>eq./yr(60.3%) 감소한 것으로 산정되었다. 따라서 슬러지 이송시스템 개선에 따른 온실가스 총 배출량은 210.1tCO<sub>2</sub>eq./yr(60.3%) 감축한 것으로 평가되었다.

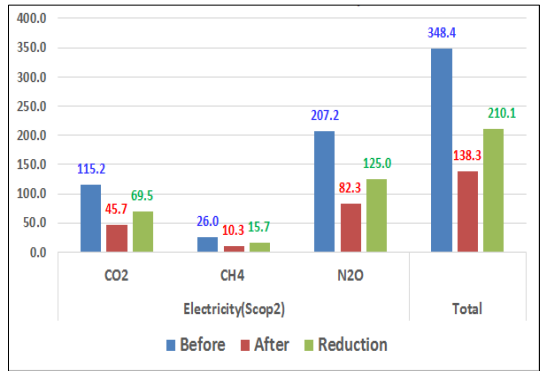


Fig. 3. Estimation of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O emission to the improvement of sludge transfer system in food wastewater process

#### 4.2 설비개선에 따른 온실가스 배출량 평가

식품폐수처리시설의 설비효율 개선에 따른 총 온실가스 배출량을 산정한 결과는 다음과 같다. 온실가스 직접배출량(Scope1)은 산소공급을 위한 송풍방식 변경으로 수처리 효율이 크게 개선되었음에도 불구하고 오히려 451.4tCO<sub>2</sub> eq./yr(20.4%)이 증가한 것으로 산정되었다. 이처럼 직접배출량이 증가한 이유는 폐수처리시설의 미생물에 의한 유기물질 분해 과정에서 메탄(CH<sub>4</sub>)과 아산

화질소(N<sub>2</sub>O)가 생성되고 있어 처리수질의 효율이 좋아질수록 메탄(CH<sub>4</sub>)에 기인한 온실가스가 많이 발생되는 것을 확인할 수 있었다.

전력소비량 감소로 인한 온실가스 간접배출량(Scope 2)은 총 727.4tCO<sub>2</sub>eq./yr(50.0%)이 감소한 것으로 산정되었다. 따라서 송풍방식 변경으로 517.3tCO<sub>2</sub>eq./yr(46.8%)이 감소되었으며 슬러지 이송시스템 개선으로 210.1tCO<sub>2</sub>eq./yr(60.3%) 이 감소한 것으로 평가되었다.

따라서 본 연구에서 온실가스 총배출량은 설비 개선 전 3,668.8tCO<sub>2</sub>eq./yr에서 개선 후 3,392.8tCO<sub>2</sub>eq./yr 으로 감소하여 총 276.0tCO<sub>2</sub>eq./yr(8.0%)의 온실가스를 감축한 것으로 평가되었다. 호기성폐수처리공정에서 직접 발생하는 온실가스는 수처리 효율 증대로 인한 유입·유출 유기물의 농도차로 인해 온실가스 배출량이 증가하는 것으로 나타났고, 전력사용량 감소가 간접온실가스 발생량 감소에 크게 기여한 것으로 나타났다.

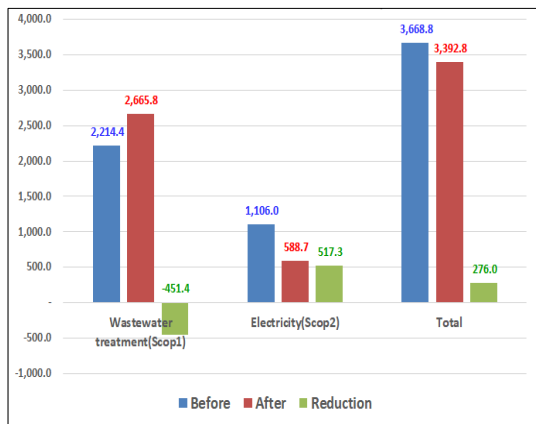


Fig. 4. Estimation of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O emission to the improvement of facility efficiency food wastewater process

### 4.3 결론

본 연구는 N식품회사를 대상으로 식품폐수처리시설의 설비 효율개선에 따른 온실가스 배출 특성을 조사한 결과로 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 폭기조에 효율적인 산소공급을 위하여 송풍방식을 기존의 Roots blower에서 고효율 Turbo blower로 변경함으로써 BOD 63.3%, COD 42.0%, SS 71.0%, T-N 39.6% 각각 제거되어 수질개선이 크게 향상되었으며, 전력소비량도 약 367,555kwh/yr(46.8%)가 절약되었다. 수질개선

에 따른 온실가스 직접배출량(Scope1)은 메탄(CH<sub>4</sub>)의 경우 456.8tCO<sub>2</sub>eq./yr(21.4%)이 증가하였으며, 아산화질소(N<sub>2</sub>O)는 5.4tCO<sub>2</sub>eq./yr (6.9%) 감소하는 것으로 나타났으며, 전기사용량 절감에 따른 간접배출량(Scope2)은 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)의 경우 171.0tCO<sub>2</sub>eq./yr이 감소하였고, 메탄(CH<sub>4</sub>)은 38.6tCO<sub>2</sub>eq./yr이 감소하였으며, 아산화질소(N<sub>2</sub>O)는 307.6tCO<sub>2</sub>eq./yr감소한 것으로 나타났다. 따라서 폐수처리시설의 송풍방식 변경에 따른 온실가스는 총 65.9tCO<sub>2</sub>eq./yr(1.98%)이 감축된 것으로 평가되었다.

- (2) 슬러지 이송시스템 개선결과 전력소비량은 149,301kWh/yr(60.3%)가 절약되는 효과를 거두었다. 이에 따른 간접배출량(Scope2)은 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)의 경우 69.5tCO<sub>2</sub>eq./yr이 감소하였고, 메탄(CH<sub>4</sub>)은 15.7tCO<sub>2</sub>eq./yr이 감소하였으며, 아산화질소(N<sub>2</sub>O)는 125.0tCO<sub>2</sub>eq./yr감소한 것으로 산정되었다. 따라서 슬러지 이송시스템 개선에 따른 온실가스 총 배출량은210.1tCO<sub>2</sub>eq./yr감축한 것으로 평가되었다.
- (3) 본 연구 대상 시설의 온실가스 총 배출량은 설비 개선전 3,668.8tCO<sub>2</sub>eq./yr에서 개선후 3,392.8tCO<sub>2</sub>eq./yr으로 총 276.0tCO<sub>2</sub>eq./yr(7.5%)의 온실가스를 감축한 것으로 평가되었다.
- (4) 폐수처리시설의 폭기조 산소공급을 위한 송풍방식 변경으로 수처리 효율이 크게 개선되었음에도 불구하고 오히려 온실가스 배출량이 증가한 것은 하·폐수처리시설의 생물학적 처리과정에서 미생물에 의한 유기물질 분해시 메탄(CH<sub>4</sub>)과 아산화질소(N<sub>2</sub>O)가 생성되어 수질개선 효과가 좋아질수록 메탄(CH<sub>4</sub>)에 기인한 온실가스가 많이 발생되는 현상이 발생하였다. 따라서 기업의 경우 환경적 측면에서 수질 개선 효율을 극대화 하여도 온실가스 배출량이 증가하지 않는 방안이 마련되어야 할 것으로 판단된다.

### References

[1] Australian Department of the Environment (2015), Assessment and Recommendations, Figure 30. Australia's greenhouse-gas emission reduction is now focused on the target for 2030, Version 2 - Last updated,

23-Feb-2017.

DOI: <https://doi.org/10.1787/888933456919>

- [2] Nazih K. Shammam, Lawrence K. Wang, "Handbook of Advanced Industrial and Hazardous Wastes Management", pages 539 to 576, 30 Oct 2017.  
DOI: <https://doi.org/10.1201/9781315117423-17>
- [3] Stefan Niederhaffner, Journal Article published 2014 in SSRN Electronic Journal, The Korean Energy and GHG Target Management System: An Alternative to Kyoto-Protocol Emissions Trading Systems?,  
DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.2508143>
- [4] Choon-Hwan Shin, Do-Hyun Park, Estimation of Greenhouse Gas Emissions and Environmental Assessment of Dye Wastewater Treatment Process, pages 1881 to 1888, 28 Nov 2014.  
DOI: <https://doi.org/10.5322/jesi.2014.23.11.1881>
- [5] British Standards Document, PAS 2395:2014 Specification for the assessment of greenhouse gas (GHG) emissions from the whole life cycle of textile products.  
DOI: <https://doi.org/10.3403/30282110>

---

**안 상 형(Sang Hyung An)**

[정회원]



- 1993년 2월 : 단국대학교 재료공학과 (공학석사)
- 2013년 8월 : 공주대학교 환경공학과 (공학석사)
- 1994년 4월 ~ 현재 : 농심 아산공장 환경공무팀

<관심분야>

온실가스 배출량 평가, 폐수처리장 관리기술

---

**송 장 현(Jang Heon Song)**

[정회원]



- 1987년 2월 : 충남대학교 해양학과 (이학사)
- 2012년 2월 : 호서대학교 환경공학과 (공학박사)
- 1991년 10월 : 천안시청 환경정책과(기후대기팀장)

<관심분야>

기후변화, 온실가스 인벤토리 및 감축

---

**김 산(San Kim)**

[정회원]



- 1992년 2월 : 강원대학교 환경학과 (이학석사)
- 2004년 2월 : 호서대학교 환경공학과 (공학박사)
- 2006년 2월 ~ 현재 : 호서대학교 교수

<관심분야>

대기질 관리, 대기오염 저감기술, 기후변화

---

**정 진 도(Jin Do Chung)**

[정회원]



- 1983년 2월 : 충남대학교 기계공학과 (공학석사)
- 1996년 9월 : Kanazawa Univ. 환경공학과 (공학박사)
- 1997년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 교수

<관심분야>

온실가스 배출량, 기후변화, 환경성평가