

호기성 생분해도 평가를 통한 유가공 폐수의 반응특성

최용범¹, 한동준², 권재혁^{*}

¹강원대학교 지구환경시스템공학과, ²강원도립대학교 소방환경방재과

Reaction Characteristics of Dairy Wastewater through Aerobic Biodegradability Assessment

Yong-Bum Choi¹, Dong-Joon Han², Jae-Hyoun Kwon^{*}

¹Dept. of Earth and Environmental Engineering, Kangwon National University

²Dept. of Fire-Environmental Disaster, Gangwon State University

요약 본 논문은 호기성 생분해도를 통하여 유가공 폐수의 기질특성을 파악하기 위하여 수행되었다.

유기물 중 빨리 분해되는 물질(Ss)은 SCODcr 기준을 84.2 %로 조사되었는데, 이는 수산물 가공폐수의 75.8~77.9 %, 돈사 폐수의 58.2 % 보다 높은 것으로 조사되었다. 생물학적 분해 불가능한 용존성 유기물(SI)의 비율은 5.6~6.4 %로, 미생물 신진대사에 의해 발생 되는 inert 물질 비율(SIi)은 3.6~3.7 %로 조사되었다. 생물학적 분해 불가능한 용존성 유기물 성분의 함유 계수(YI) 0.092~0.099로, 미생물 신진대사로 생성되는 inert 물질의 생성계수(Yp)는 0.039~0.040으로 산정되었다. 유기물 성분 계수 분석결과, 유가공 폐수의 용존성 유기물 약 91.0 %가 생물학적으로 분해 가능한 물질이고, 이중 약 92.5 %가 빨리 분해되는 Ss 성분으로 조사되었다. 또한 총유기물(TCODcr) 중에 생물학적 분해 가능한 유기물의 비율은 89.3 %로 조사되었다. 생물학적 분해 불가능한 용존성 유기물(SI) 성분은 3.0 %, 생물학적 분해 불가능한 부유성 물질(XI) 성분은 7.7 %로 비교 대상 폐수보다 낮게 조사되었는데, 이는 유가공 폐수가 호기성 생분해도가 크다는 것을 의미한다.

Abstract The purpose of this study is to investigate the characteristics of the substrate of dairy wastewater through aerobic biodegradation and to use the results as the basic data for the efficient treatment of dairy wastewater. The SCODcr of the part of the matter that consisted of readily biodegradable organics (Ss) was 84.2%, which is higher than those of seafood processing wastewater (75.8~77.9%) and pigpen wastewater (58.2%). The proportion of non-biodegradable organics (SI) ranged from 5.6% to 6.4%, and the proportion of inert organics (SIi) generated by microbial metabolism ranged from 3.6 to 3.7%. The content coefficient (YI) of the non-biodegradable dissolved organic matter was in the range of 0.092 to 0.099, and the generation coefficient (Yp) of the inert substance produced by the microbial metabolism was in the range of 0.039 to 0.040. The analysis results of the organic component coefficient showed that approximately 91.0% of the dissolved organic matter of the dairy wastewater was biodegradable, and approximately 92.5% of the dissolved organic matter was the Ss component. Furthermore, the proportion of biodegradable organic matter in the total organic matter (TCODcr) was 89.3%. The proportions of non-biodegradable organics (SI) and non-biodegradable suspended organics (XI) were 3.0% and 7.7%, respectively, which are lower than those in similar wastewater. This means that the milk processing wastewater has a high aerobic biodegradability.

Keywords : Aerobic Biodegradability, COD Fraction, Dairy wastewater, Organic Removal, Reaction Characteristics

2016년도 강원대학교 대학회계 학술연구조성비로 연구하였음.(관리번호-620160034)

*Corresponding Author : Jae-Hyoun Kwon(Kangwon Univ.)

Tel: +82-33-570-6577 email: environ4@kangwon.ac.kr

Received February 12, 2018

Revised (1st March 23, 2018, 2nd April 10, 2018)

Accepted May 4, 2018

Published May 31, 2018

1. 서론

2015년 유가공류 생산 및 출하현황에 따르면 생산량은 60,144 톤으로 7,270,407 백만원의 생산액을 기록했으며, 출하량과 출하액은 각 61,433 천톤과 7,212,615 백만원으로 보고되고 이다. 이중 시유(市乳)의 생산액은 2,726,093 백만원으로 전체 유가공류 가운데 37.5 %의 비중을 차지하고 있으며, 그다음 발효유가 22.5 % 비중을 차지하는 것으로 조사되었다[1].

유가공업체에서는 낙농 목장에서 생산한 원유를 탱크로리 차량을 이용하여 수집 및 생산 공장으로 수송이 이루어지며, 수송된 원유는 공장에서는 각종 유제품으로 가공 생산된다. 단위 생산 공정이 끝난 이후 탱크로리, 저장 탱크, 배관 등에 남아있는 우유 및 이물질 제거하기 위한 세척작업이 이루어지는데, 안전하고 위생적인 유가공품 생산 공정 관리를 위하여 세척작업은 매우 중요하다[2-3]. 유가공 폐수는 세척수로 다량의 물을 사용하여 유량이 크며 각 공정마다 발생하는 폐수에는 고농도 유기물질이 함유되어있다. 또한 세척 공정에 사용되는 세제가 강산이나 강 알칼리 계통이므로 세척 폐수 pH는 대단히 높거나 낮은 경우가 많다. 유가공 폐수는 주로 고농도 용해성 물질로 구성되어 BOD, 탁도, 인, 질소 등의 처리에 많은 관심을 가져야 한다[4].

일반적으로 폐수처리는 생 흡착, 탄소 산화, 질산화-탈질화, 생물학적 혹은 화학적 인 제거, 가수분해 등 복합한 기작으로 이루어지기 때문에 폐수의 특성분석은 새로운 반응조 개발 및 효율적 운전관리에 있어 꼭 필요하다[5].

현재 폐수의 특성은, 1980년 활성슬러지의 모델을 위하여 폐수의 성상을 세분화하여 구분하기 시작하였으며, Henze 등(1987)에 의한 Activated sludge model no. 1이 개발되면서 더욱 체계화가 이루어졌다[6]. 기질 특성분석은 1980년대 후반까지는 도시하수를 중심으로 수행되었고, 최근에는 산업 폐수등에 특성 기법들이 도입되었다. 본 연구는 유가공 폐수의 성장과 호기성 조건하에서 유가공 폐수의 생분해도 특성을 파악하여 유가공 폐수를 효율적으로 처리하기 위한 기초자료로 사용하고자 수행되었다.

2. 연구방법

2.1 실험장치 및 재료

유가공 폐수의 기질특성을 파악하기 위하여 Fig. 1과 같은 투명한 아크릴로 제작된 유효용적 6.5 L의 반응조를 제작하였다. 본 연구에 사용된 유가공 폐수는 우리나라의 대표적인 유가공 기업의 A, B 공장에서 발생하는 폐수와 두 공장의 혼합시료를 사용하였다.

유가공 폐수의 성상을 배출특성을 파악하기 위하여 A와 B 공장에서 2시간 간격으로 24 시간 동안 시료를 채취하였으며, 또한 두 공장의 혼합시료에 대한 실험을 수행하였다. A 공장의 평균 SS 농도는 490.0 mg/L로 조사되었으며, BOD와 CODcr, CODmn의 평균 농도는 1,680.0 mg/L, 1,898.0 mg/L, 329.0 mg/L로 고농도의 부유물질과 유기물을 함유하는 것으로 조사되었다. 영양염류인 T-N과 T-P의 평균 농도는 각각 78.9 mg/L와 22.4 mg/L로 조사되었으며, n-N 분석결과 동물성류 평균 195.0 mg/L로 조사되었으나 광유류는 불검출로 조사되었다. B 공장은 평균 SS 농도는 225.0 mg/L로 조사되었으며, BOD와 CODcr, CODmn의 평균 농도는 각각 1,524.0 mg/L, 1,723.0 mg/L, 524.0 mg/L로 조사되었다. 영양염류인 T-N과 T-P의 평균 농도는 각각 129.3 mg/L와 12.7 mg/L로 조사되었으며, n-N동물성류는 평균 143.8 mg/L로 조사되었다.



Fig. 1. Photograph of the lab-scale unit.

Table 1. Characteristics of dairy wastewater (Unit: mg/L)

| Item | A sample | B sample | Mixture of a and b |
|-------|----------|----------|--------------------|
| SS | 490.0 | 225.0 | 350.0 |
| BOD | 1,680.0 | 1,524.0 | 1,420.0 |
| CODcr | 1,898.0 | 1,723.0 | 1,823.0 |
| CODmn | 329.0 | 524.0 | 385.0 |
| T-N | 78.9 | 127.8 | 95.8 |
| T-P | 22.4 | 12.1 | 12.2 |
| n-H | 195.0 | 1,239.3 | 635.8 |

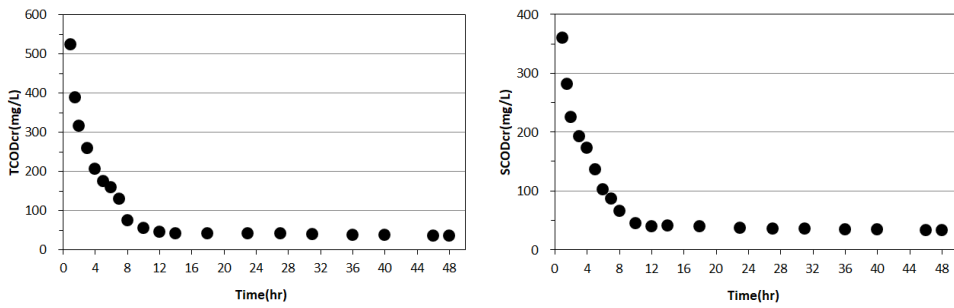


Fig. 2. Change of CODcr concentrations during the operating time(A sample)

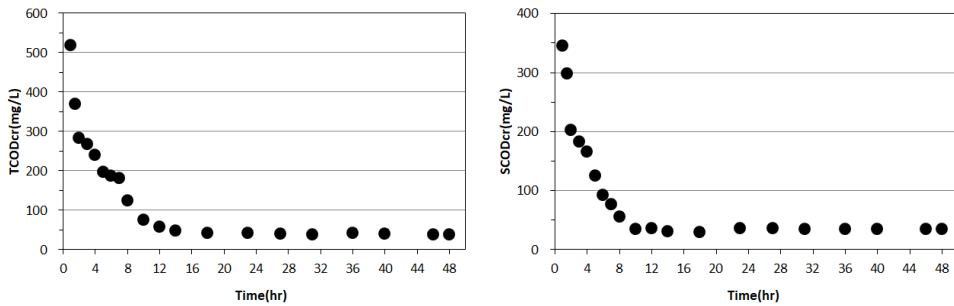


Fig. 3. Change of CODcr concentrations during the operating time(B sample)

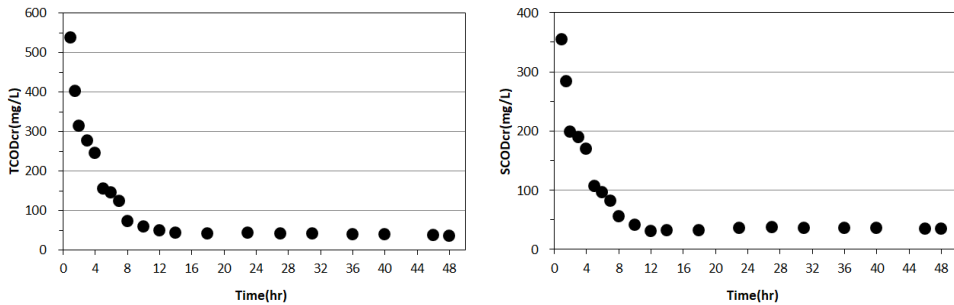


Fig. 4. Change of CODcr concentrations during the operating time(Mixture of A and B)

2.2 연구방법

호기성 생분해도 실험에 사용된 미생물은 침지식 분리막공법을 적용한 고농도 수산물 가공폐수를 처리하고 있는 폐수종말처리장의 미생물을 식중하였다. 본 실험에 앞서, 미생물이 유가공 폐수에 순응할 수 있도록 1주일의 순응 기간을 두었으며, 실험 초기에는 30~60 min 간격으로 분석하였고, 충분한 반응이 이루어질 수 있도록 총 48 hr 동안 실험을 수행하였다.

유가공 폐수의 기질 특성을 파악하기 위하여 A 및 B 공장의 시료 및 혼합시료를 미생물 농도(MLSS) 8,000 mg/L, DO는 4.0 mg/L 이상, 실험실 온도를 20±1 ℃의 조건에서 회분식 실험을 수행하였다. 유가공 폐수의 일

반적인 특성은 각 회사에서 24 hr 동안 시료를 채취·분석하여 파악하였다.

유기물 특성은 Ekama와 Marais가 제시한[7] 생물학 적분해가 쉬운 용존유기물(readily biodegradable soluble COD; S_s), 생물학적 분해가 느린 유기물(slowly biodegradable COD; X_s), 생물학적분해가 불가능한 용존유기물(nonbiodegradable soluble COD; S_i), 그리고 생물학적 분해가 불가능한 부유성 유기물(nonbiodegradable suspended COD; X_i)로 구분하였으며, 기질 반응특성은 유기물의 제거 경향과 BOD와 CODcr을 이용한 물질수지 방법을 적용하였다[8].

3. 결과 및 고찰

3.1 유기물 제거

유기물 제거 특성에 대한 분석은 CODcr의 제거특성을 통하여 수행되었는데, 초기 원 폐수의 TOCDcr의 농도는 Table 1과 Fig. 2~4에 제시한 바와 같이 1,723.0~1,898.0 mg/L로 고농도였으나, 회분식 반응조내 미생물을 혼합한 초기 TCODcr 농도는 519~538.0 mg/L, SCODcr는 345~359.0 mg/L로 조사되었다.

A 공장 시료의 유기물 제거특성 결과, 초기 TCODcr 농도는 524.0 mg/L에서 24 hr 후 최종 TCODcr 농도는 36.0 mg/L로 조사되었다. HRT(6~24 hr)에 따른 제거효율은 69.7~93.2 %로 HRT가 증가할수록 제거효율 역시 증가하였다. 용존성 유기물인 SCODcr의 초기 농도는 359.0 mg/L에서 반응 후에는 33.0 mg/L로, HRT에 따른 제거효율은 71.6~90.9 %로 조사되었다. B 공장 시료의 경우, 초기 TCODcr 농도는 519 mg/L에서 최종 TCODcr 농도는 37.0 mg/L로, 초기 SCODcr 농도는 345.0 mg/L에서 48 hr 후 최종 농도는 34.0 mg/L로 조사되었다. HRT에 따른 제거효율은 TCODcr은 63.9~92.8 %의 제거효율, SCODcr은 73.2~90.1%로 조사되었다. 혼합시료의 최종 농도는 TCODcr는 36.0 mg/L, SCODcr는 34.0 mg/L로 조사되었으며, HRT에 따른 제거효율은 73.1~91.3 %의 제거효율을 보였다. 각 공장 및 혼합시료의 유기물 제거특성 결과, 실험이 종료된 48 hr에서의 유출 CODcr의 농도와 HRT에 따른 제거효율을 거의 유사하게 나타난 것으로 조사되었다.

Table 2. Variations of CODcr concentrations with operating times. (Unig: mg/L)

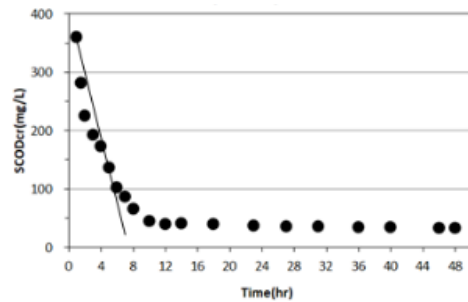
| Item | Inf. conc. | Eff. conc. | Rem.(%) | | | |
|-----------------|------------|------------|---------|------|------|------|
| | | | 6 | 12 | 48 | |
| A sample | TCODcr | 524 | 36 | 69.7 | 91.4 | 93.2 |
| | SCODcr | 359 | 33 | 71.6 | 89.2 | 90.9 |
| B sample | TCODcr | 519 | 37 | 63.9 | 89.2 | 92.8 |
| | SCODcr | 345 | 34 | 73.2 | 89.7 | 90.1 |
| Mixture A and B | TCODcr | 538 | 36 | 73.1 | 91.0 | 93.4 |
| | SCODcr | 355 | 34 | 73.1 | 90.4 | 91.3 |

유기물 제거특성을 살펴보면 HRT 12 hr에서 대부분의 유기물이 제거되는 것으로 조사되었는데, 고농도의 유기물이 주입되었음에도 제거시간이 짧은 것은 반응조

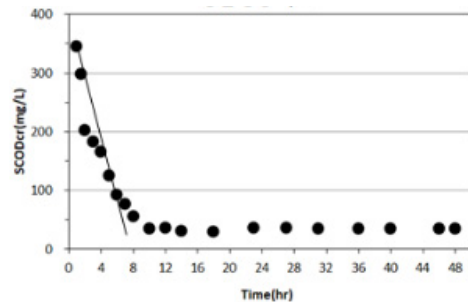
내 미생물 농도가 8,000 mg/L로 높고, 유가공 폐수의 주요성분이 우유 및 버터 제조공정에서 발생하는 물질로 축산폐수나 수산물 가공폐수보다 분해하기 쉬운 물질들이 많이 포함되어 있기 때문으로 판단된다.

3.2 기질소모에 따른 유기물 특성

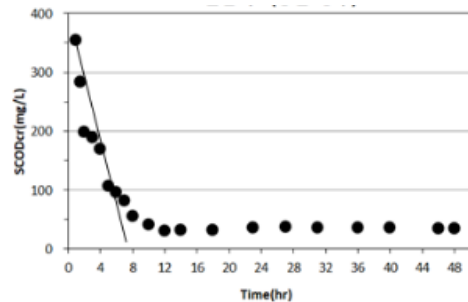
유기물 성분 중 빨리 분해되는 물질(Ss) 성분은 SCODcr 분석을 통하여 Fig. 5에 직선으로 제시한 바와 같이 반응초기 기질의 급격히 감소하는 변곡점 이전의 직선 부분을 이용하여 산정하였다.



(a) A sample



(b) B sample



(c) Mixture of A and B

Fig. 5. Calculation of SS using substrate consumption in batch test

A 공장 시료의 실험결과, 초기 SCODcr의 농도가 359.0 mg/L에서 HRT 9 hr 까지 기질이 빠르게 소모되는 것으로 조사되었는데, 변곡점에서의 SCODcr 제거효율은 81.7 %, 변곡점에서 반응조내 SCODcr 농도는 66.0 mg/L를 보였으며, 그 이후 기질은 천천히 제거되는 경향을 나타냈다.

B 공장 시료의 경우, 초기 SCODcr의 농도가 345.0 mg/L에서 A 공장 시료와 마찬가지로 HRT 9 hr 까지 기질이 빠르게 소모되었는데, 변곡점에서의 SCODcr 제거효율은 83.7 %, 변곡점에서 반응조내 SCODcr 농도는 56.0 mg/L로 조사되었다. 혼합시료 역시 HRT 9 hr까지 기질이 빠르게 소모되는 것으로 조사되었으며, 변곡점에서의 SCODcr 제거효율은 84.2 %, 변곡점에서 반응조내 SCODcr 농도는 56.0 mg/L로 조사되었다. SCODcr을 이용한 기질특성 분석에서 한 등(1998)은 돈사폐수의 Ss 성분을 58.2 %로 보고하고 있으며, 최 (2011)는 수산물 가공폐수에 대한 실험에서 75.8~77.9 % 라고 보고하고 있다[5]. 본 연구에서는 혼합시료의 경우 Ss 성분이 84.2 %로 다른 연구자들의 결과보다 높은 비율로 조사되었다. 이러한 원인은 유가공 공정에서 발생하는 폐수가 돈사 폐수나 수산물 가공폐수보다 분해하기 쉬운 물질들이 많이 포함되어 있기 때문으로 판단된다.

Table 3. Results of calculations of Ss according to substrate consumption (Unit : mg)

| Items | Initial SCODcr | HRT 8 hr SCODcr | Rem.(%) |
|-----------------|----------------|-----------------|---------|
| A sample | 359.0 | 66.0 | 81.7 |
| B sample | 345.0 | 56.0 | 83.7 |
| Mixture A and B | 355.0 | 56.0 | 84.2 |

3.3 물질수지를 이용한 기질특성

대상 기질의 CODcr과 BOD₂₀을 이용하여 물질수지에 대한 분석을 수행하였으며, 폐수내 포함된 순수한 생물학적 분해 불가능한 용존성 유기물 산정(S_{ii})에는 반응과정에서 생성되는, 즉 미생물 신진대사 반응에서 생성되는 inert 물질(S_{ip})에 대한 부분이 고려되어야 한다. Fig. 6은 각 대상 기질과 합성폐수의 SCODcr 관계를 이용하여 미생물 신진대사과정에서 발생 되는 inert 물질을 제외한 대상 기질의 순수한 생물학적 분해 불가능한 용존성 유기물을 산정한 것이다.

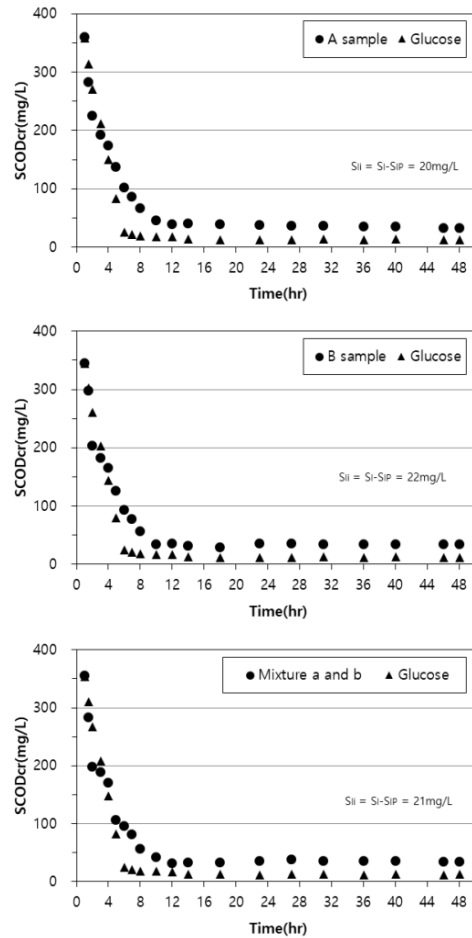


Fig. 6. Calculation of S_{ii} using SCODcr of wastewater

실험 초기 유가공 폐수의 SCODcr은 315.0~359.0 mg/L, 합성폐수의 SCODcr은 336.0~370.0 mg/L 였으며, 반응 후 실제 및 합성폐수의 최종 SCODcr은 각각 33.0~34.0 mg/L, 36.0~39.0 mg/L로 조사되었다. 생분해 실험 종료 후 두 기질의 농도를 동일한 조건으로 보정하여 실제 폐수에서 산정된 inert 물질(S_i)과 합성폐수의 신진관정에서 산정된 inert 물질을 산정하였다.

A 시료에서 생성된 inert 물질은 대상기질과 합성폐수가 각각 34.0, 12.0 mg/L로, B 시료는 각각 33.0, 13.0 mg/L, 혼합시료는 실제 및 합성폐수가 각각 34.0, 13.0 mg/L로 산정되었다. 회분식 실험을 통해 산정한 각 시료의 생물학적 분해 불가능한 용존성 유기물의 비율은 양주 시료는 5.6 %, 용인 시료는 6.4 %, 혼합시료는 5.9 %로 조사되었으며, 미생물 신진대사에 의해 발생 되는 inert 물질 비율은 양주 시료는 3.6 %, 용인 시료는 3.5 %,

Table 4. Comparison of the coefficient according to wastewater type.

| Item | Wastewater type | Y_1 | Y_p | Duration(hr) |
|------------|---------------------------------------|-------------|-------------|--------------|
| This study | Dairy wastewater | 0.092~0.099 | 0.039~0.040 | 48 |
| Choi(2000) | Seafood wastewater (raw ~9,000mgCl/L) | 0.096~0.130 | 0.085~0.393 | 100 |
| Han(1998) | Piggery wastewater | 0.1226 | 0.0813 | 90 |

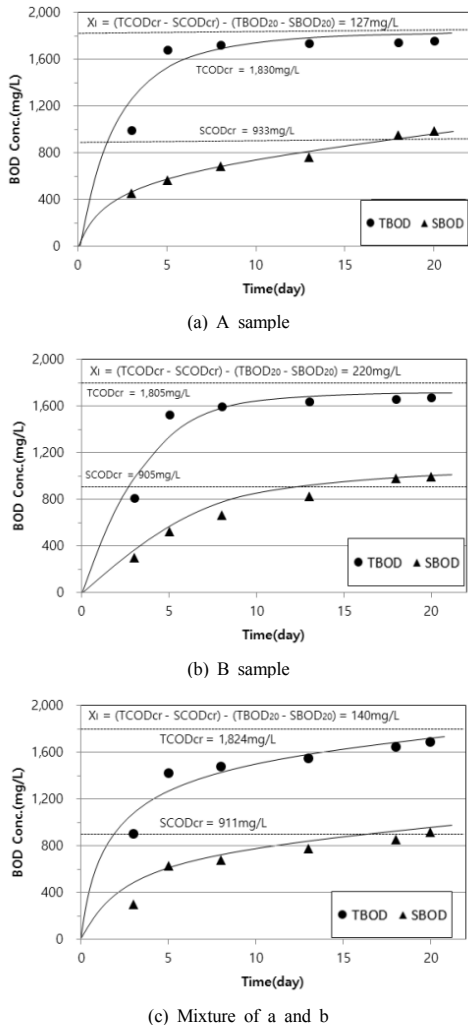


Fig. 7. X_i calculation using COD and BOD of wastewater

혼합시료는 3.7%로 조사되었다. 이는 최(2011)가 보고한 수산물 가공폐수에 적용한 inert 물질 비율(S_{IP}) 약 7.0~7.6%(6,000 mgCl/L 이하)와[5] 한 등(1998)이 보고한 돈사 폐수에 적용한 inert 물질(S_{IP}) 6~8%와[8]비

교하면 낮은 것으로 조사되었다. Table 4에는 본 연구에서 산정한 Y_1 (생물학적 분해 불가능한 용존성 유기물 성분의 함유 계수)와 Y_p (미생물 신진대사로 생성되는 inert 물질의 생성계수)의 결과와 다른 연구자들이 산정한 계수를 비교하여 제시하였다. 본 연구에서 Y_1 는 0.092~0.099로, Y_p 는 0.039~0.040으로 산정되었는데, 이는 유가공 폐수의 생물학적 불가능한 유기물은 SCODcr의 9.2~9.9%임을 알 수 있고, 호기성 생분해도 실험과정에서 미생물의 신진과정에서 생성되는 inert 물질은 3.9~4.0%로 조사되었다.

한편 최근 수산물 가공폐수는 Choi (2010) 등은 Y_1 는 0.096~0.130, Y_p 0.085~0.393[9], 돈사폐수를 대상으로 연구를 수행한 Han(1998) 등은 Y_1 0.1226, Y_p 는 0.0813으로 보고하였는데[8], 본 연구결과 계수와 비교하면 본 연구 계수가 작은 것으로 조사되었다. 이러한 이유는 유가공 폐수가 수산물 가공폐수 또는 돈사폐수보다 유기물중 분해가능한 물질이 많기 때문으로 판단된다.

폐수내 생물학적 분해 불가능한 부유성 물질(X_i)은 Fig. 7 상단에 제시한 관계식을 이용하여 산정할 수 있는데, Fig. 5는 X_i 를 산정하기 위하여 각 유가공 폐수의 CODcr와 BOD₂₀과의 관계를 제시한 것이다. 관계식을 적용하여 산정한 최종 X_i 값은 A 시료는 127.0 mg/L, B 시료는 220.0 mg/L, 혼합시료는 140.0 mg/L로 산정되었으며, TCODcr에 대한 X_i 의 비율은 A, B 시료는 각각 12.2%, 혼합시료는 7.7%로 조사되었다.

생물학적으로 천천히 분해되는 물질(X_s)은 앞에서 산정한 S_s , S_i , X_i 의 값을 이용하여 $X_s = TCOD - (S_s + S_i + X_i)$ 와 같은 관계식을 적용하여 산정한다. 관계식을 적용하여 산정한 X_s 값은 A 시료 48.6%, B 시료 42.6%, 혼합시료는 47.2%로 조사되어 실험대상 폐수의 X_s 비율은 거의 유사하게 조사되었다.

Table 5는 호기성 생분해도 평가와 물질수지식을 적용하여 산정한 유가공 폐수의 유기물질 분율과 타 연구자들의 결과를 비교하여 제시하였다.

Table 5. Comparison of the CODcr fraction according to wastewater type.

| Items | Fraction to the Total Organics(%) | | | Fraction to the Soluble Organics(%) | | |
|----------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|
| | This | Choi(2000) | Han(1998) | This | Choi(2000) | Han(1998) |
| | Dairy wastewater | Seafood wastewater | Piggery wastewater | Dairy wastewater | Seafood wastewater | Piggery wastewater |
| Total Organics | 100.0 | 100.0 | 100.0 | - | - | - |
| Sol. Organics | - | - | - | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Sus. Organics | - | - | - | - | - | - |
| S_s | 42.1 | 58.1 | 35.6 | 84.2 | 77.9 | 58.2 |
| Soluble | 42.1 | 58.1 | 35.6 | 84.2 | 77.9 | 58.2 |
| Suspended | - | - | - | - | - | - |
| X_s | 47.2 | 17.1 | 31.3 | 9.9 | 11.4 | 29.9 |
| Soluble | - | - | - | 9.9 | 11.4 | 29.9 |
| Suspended | 47.2 | 17.1 | 31.1 | - | - | - |
| S_i | 3.0 | 8.0 | 7.1 | 5.9 | 10.8 | 11.9 |
| X_i | 7.7 | 16.8 | 26.0 | - | - | - |

본 연구결과와 다른 연구자들과의 자료를 비교하여 보면, S_s 성분은 본 기질은 42.1 %, 수산물 가공폐수는 58.1 %, 돈사 폐수는 35.6 %로 조사되어 기질에 따라 다르게 조사되었다. X_s 성분의 경우 본 연구에서는 47.2%로, 수산물 가공폐수는 17.1 %, 돈사 폐수는 31.3%보다 큰 것으로 조사되었으며, 분해 불가능한 물질인 S_i와 X_i 성분은 대상기질은 각각 3.0 %와 7.7 % 였으나, 수산물 가공폐수는 각각 8.0%, 16.8 %, 돈사폐수는 7.1 %, 26.0 %로 조사되어, 비교 대상 기질보다 본 유가공 폐수의 생분해도가 큰 것으로 조사되었다.

4. 결론

- 1) 유가공 폐수의 유기물 특성 결과, HRT 12 hr에서 TCODcr의 제거효율은 89.2~91.4 %, SCODcr은 89.2~90.4 %로 대부분의 유기물이 제거되었다. 유기물 중 빨리 분해되는 물질(S_s)은 SCODcr 기준을 84.2 %로 조사되었는데, 이는 수산물 가공폐수의 75.8~77.9 %, 돈사 폐수의 58.2 % 보다 높은 것으로 조사되었다.
- 2) 유가공 폐수의 생물학적 분해 불가능한 용존성 유기물(S_{ii})의 비율은 5.6~6.4 %로, 미생물 신진대사에 의해 발생 되는 inert 물질 비율(S_{ii})은 3.6~3.7 %로 조사되었다. 미생물 신진대사에 의해 발생 되는 inert 물질 비율의 경우, 수산물 가공폐수의 7.0 ~7.6 %(6,000 mgCl/L 이하), 돈사 폐수의 6~8 %와 비교하면 낮은 것으로 조사되었다.
- 3) 생물학적 분해 불가능한 용존성 유기물 성분의 함유 계수(Y_i) 0.092~0.099로, 미생물 신진대사로 생성되는 inert 물질의 생성계수(Y_p)는 0.039~0.040으로 산정되었다. 수산물 가공폐수의 Y_i는 0.096~0.130, Y_p는 0.085~0.393, 돈사폐수의 경우 Y_i 0.1226, Y_p는 0.0813으로 보고되고 있는데, 본 연구결과와 계수가 작은 것으로 조사되었다. 이러한 이유는 유가공 폐수가 비교 대상 폐수보다 생분해 시간이 짧고 폐수내 분해가능한 유기물 성분이 크다는 것을 의미한다.
- 4) 유기물 성분 계수 분석결과, 유가공 폐수의 용존성 유기물 약 91.0 %가 생물학적으로 분해 가능한 물질이고, 이중 약 92.5 %가 빨리 분해되는 S_s 성분으로 조사되었다. 또한 총유기물(TCODcr) 중에 생물학적 분해 가능한 유기물의 비율은 89.3 %로 조사되었다.
- 5) 유가공 폐수의 분해 불가능한 물질인 S_i 성분은 3.0 %, X_i 성분은 7.7 %로 조사되었는데, 이는 수산물 가공폐수와 돈사 폐수의 S_i 성분 8.0%, 7.1 %, X_i 성분인 16.8 %, 26.0 % 보다 낮게 조사되었는데, 이는 유가공 폐수가 비교 대상 폐수에 비하여 호기성 생분해도가 크다는 것을 의미한다.

References

[1] Ministry of Trade, Industry and Energy, “Competitiveness survey of processed food industry in 2016”, 2016.
 [2] Chung, Y. H., Chung, D. H. and Baick, S. C., “The

formation and control of the biofilm in dairy industry: A review”, *J. Milk Sci. Biotechnol.* 33, pp. 139-151. 2015.

- [3] Sang Jae Moon, Byeong Cheol Jeon, Jin Taek Choi, Se Yong Nam, “Solubilization of Dairy Sludge using Ultrasonic Pretreatment”, *Journal of Milk Science and Biotechnology*, vol. 35, no. 4, pp. 244-248. 2017. DOI: <https://doi.org/10.22424/jmsb.2017.35.4.244>
- [4] Sung-Wook Lee, Kyung-Ryang Kim, Sung-Hee Roh, Jae-Wook Lee, Sun-Il Kim, “Effect of Pre-treatments in Membrane Separation Process for Dairy Wastewater Treatment”, *Theories and Applications of Chem. Eng.*, vol. 15, no. 1, pp. 605-608. 2009.
- [5] Choi. Y. B, “Effects of Salt on the Biological Treatment of Seafood Wastewater”, Ph. D. Thesis, Department of Environmental Engineering, Kangwon National University of Korea. 2011.
- [6] Henze, M., C. P. L. Jr., Gujer, W., Marais, G. V. R., and Matsuo, T., “Activated sludge model no. 1”, IAWPRC Sci. and Techn. Report no. 1, IAWPRC, London. 1987.
- [7] Ekam, G. A. and Marais G. V. R., “Procedures for Determining Influent COD Fractions and the Maximum Specific Growth Rate of Heterotrophs in Activated Sludge Systems,” *Wat. Sci. Tech.*, vol. 19, pp. 91-114. 1986.
- [8] Ding-Joon Han, Jae-Keun Ryu, Yong-Taek Rim, Jay-Myoung Rim, "Reaction Characteristics of Piggery Wastewater for biological Nutrient Remova", *J. of KSEE*, vol. 20, no. 3, pp. 371-384. 1998.
- [9] Yong-Bum, Jae-Hyouk Kwon, Jay-Myung Rim, "Effect of Salt Concentration on the Aerobic Biodegradability of Sea Food Wastewater", *J. of KSEE*, vol. 32, no. 3, pp. 256-263. 2010.

최 용 범(Yong-Bum Choi)

[정회원]



- 1999년 2월 : 강원대학교 환경공학 과(공학석사)
- 2011년 2월 : 강원대학교 환경공학 과(공학박사)
- 2014년 8월 ~ 현재 : 강원대학교 지구환경시스템공학 겸임교수

<관심분야>

수질관리, 고도처리

한 동 준(Dong-Joon Han)

[정회원]



- 1992년 2월 : 강원대학교 토목공학 과(공학석사)
- 1996년 8월 : 강원대학교 토목공학 과(환경공학 박사)
- 1997년 3월 ~ 현재 : 강원도립대 학 소방환경방재과 교수

<관심분야>

수질관리, 고도처리

권 재 혁(Jae-Hyouk Kwon)

[정회원]



- 1990년 8월 : 강원대학교 토목공학 과(공학석사)
- 1994년 8월 : 강원대학교 토목공학 과(환경공학 박사)
- 1995년 3월 ~ 현재 : 강원대학교 지구환경시스템공학 교수

<관심분야>

수질관리, 고도처리