

여수산업 폐수종말처리장 증설을 위한 타당성 분석

이우범 · 김성욱 · 박수호[†]

전남대학교 환경시스템공학과

(2015년 12월 6일 접수, 2015년 12월 11일 수정, 2015년 12월 17일 채택)

Feasibility Analysis for Wastewater Treatment Plant Extension in Yeosu Industry Complex

Woo-Bum Lee · Sung-Ug Kim · Soo-Ho Park[†]

Department of Environmental System Engineering, Chonnam National University

(Received 6, December 2015, Revised 11, December 2015, Accepted 17, December 2015)

Abstract

The aim of this study is to investigate the status of wastewater treatment and factory expansion plan, to estimate and prediction wastewater generation for companies in Yeosu industrial complex, and to review the feasibility of wastewater treatment plant. Wastewater generation is 52,437 m³/day in accordance with the investment plans of major companies and 535.5 m³/day in accordance with development business of related complex. As a result of wastewater inflow evaluation reflects the investment plans and development business of related complex, The wastewater flows into the treatment plant is 165,182 m³/day in 2020. Therefore, it should be expanded before excess capacity.

Keywords : *Daphnia magna*, Ecotoxicity, Substance, Petrochemical complex wastewater

1. 서론

여수국가산업단지는 석유화학 공업단지로서 생산활동으로 발생한 폐수는 대부분이 석유화학부산물이기 때문에 제품의 생산 공정에 따라 발생폐수성상이 매우 다양하여 단위사업장에서는 물리, 화학, 생물학적방법으로 일차적으로 자가처리하여 폐수종말처리장에 유입시켜 최종처리 후 광양만에 방류시킨다¹⁻²⁾.

여수산업 입주업체에서는 고부가가치의 석유화학제품 생산 및 타 국가와의 경쟁에서 우위를 점하기 위해 지속적으로 공장증설 및 입주계획을 가지고 있어, 향후 폐수 발생량은 증가할 것으로 생각되며, 석유화학산업 특성

상 제품의 생산량에 따라 폐수발생량은 크게 변화될 것으로 사료된다³⁾.

그러나, 여수산업 폐수종말처리장 용량은 135,000 m³/일이고 공장의 폐수배출 승인용량이 거의 폐수종말처리장 용량에 근접하여 공장 증설 및 입주시 폐수를 폐수종말처리장으로 유입할 수 없고, 공장의 운영상황에 따라 폐수처리장으로 유입되는 폐수량이 증가되어 폐수처리의 어려움에 따라 광양만 환경오염에 영향을 미칠 우려가 크다⁴⁾.

따라서, 적절한 폐수처리를 통한 광양만 수질을 보전하고 쾌적한 환경을 구축하기 위하여 기존의 폐수종말처리장 증설이 필요한 실정이다.

[†]Corresponding author E-mail: abel@jnu.ac.kr

본 연구의 목적은 여수산단 입주업체의 폐수처리현황, 공장증설계획 등을 조사하고 폐수발생량을 검토 및 전망하여, 폐수종말처리장의 적정용량 산정 및 증설의 타당성을 검토하는 데 있다.

2. 연구방법

2.1. 여수국가산업단지 현황

여수국가산업단지는 여수 북쪽 9 km지점 전라남도 여수시 중흥동, 삼일동 일원에 위치하고 있다. 임해공단의 양호한 입지여건을 이용한 종합 석유화학산업단지로 육성되었다. 환경사 지형의 편마암, 화강암, 모암, 특히 해안지역 유문암, 집괴암, 퇴적암 등 암석으로 구성된 구릉지대에 자리 잡고 있다⁵⁾.

기후는 연평균 온도가 14.5℃, 강수량이 959.8 mm, 강우일수 88일, 습도 63%이며, 최대풍향은 북서풍이다⁶⁾.

2.2. 기존처리시설 현황

2.2.1. 시설현황

여수국가산업단지 내 폐수종말처리장은 여수국가산업단지에서 발생한 오·폐수를 적정 처리하여 광양만 및 주변연안 해역의 수질보전에 기여하기 위해 설치되어 있으며, 2개소(중흥, 월내)가 운영 중에 있다(Fig. 1). 중흥처리장은 처리용량이 65,000 m³/일이며, 공법은 MLE(Modified Ludzack Ettinger)이고, 월내처리장은 처리용량이 70,000 m³/일이며, 공법은 NPR(Nitrogen & Phosphorus Removal)이다⁷⁻⁹⁾.

2.2.2. 폐수종말처리장 운영현황

중흥 및 월내처리장 년도별 유입유량은 2009년 80,531 m³/일에서 2013년 102,571 m³/일로 증가하였으며, 유입율은 2010년 66%에서 2014년 76%로 10% 증가하였다.

여수산단 폐수 유입승인 및 부담금 부과시



Fig. 1. The Location of Wastewater Treatment Plant in Yeosu Complex.

BCS(BOD, COD, SS의 합)를 기준으로 하고 있으며, 기존시설의 설계농도도 BCS를 기준으로 하고 있다.

따라서, 여수산단 중흥 및 월내처리장 연도별 BCS를 분석한 결과, 2009년 증설전에 설계농도인 300 mg/L를 넘고 있으며, 증설이후 감소하였다가, 2012년부터 설계기준 이상으로 나타났다. BCS 부하량은 2009년 증설전에 설계기준인 10,500 kg/일을 초과하였다가, 이후에는 설계기준 이하로 나타나고 있으나, 꾸준히 증가하고 있다(Fig. 2, 3).

2.3. 접근 방법

본 연구에서는 여수산단 입주업체 공장증설계획, 연관단지 개발계획 및 석유화학산업전망에 따른 폐수 발생량 증가를 파악하였으며, 소규모 개발에 따른 폐수 발생량 증가를 예측하기 위하여 과거 5개년간 자료를 기초로 하여 장래 전망을 수행하였다. 이를 바탕으로 자연증감량과 개발계획에 따른 증가량을 예측하여 최종적으로 폐수종말처리장의 적정용량을 산정하고 폐수종말처리장 증설 타당성을 검토하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 여수산단 주요 기업 투자계획

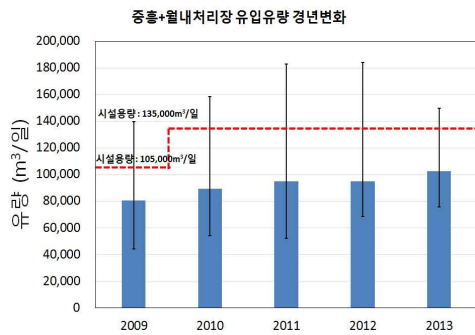


Fig. 2. Yearly change of influent flow in Yeosu complex WWTP.

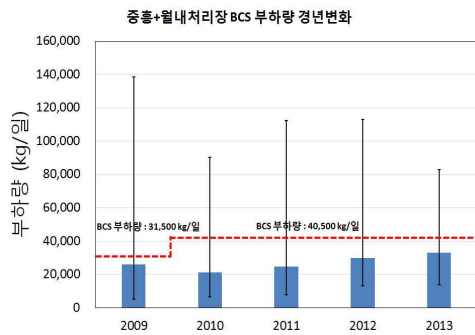


Fig. 3. Yearly Change of Influent loading in Yeosu Complex WWTP.

여수산단의 투자계획에 따른 폐수유입량을 예측하기 위하여 주요 기업의 투자계획(2014년~2020년)을 조사하였다. 투자를 계획하고 있는 주요 기업은 23개사로 나타났으며, 투자 금액은 약 5.5조원으로 나타났다.

투자계획에 따른 오·폐수 유입량을 공장 폐수, 생활오수, 지하수로 나누어 산정하였으며, 공장폐수는 주요 기업의 투자계획에 따라 설문조사를 통해 산정하였으며, 생활오수는 2013년 유입승인량 중 공장폐수와 오수의 유입량 비인 0.0166을 적용하였으며, 지하수는 “폐수종말처리시설 설치 및 운영관리지침”에 따라 지하수 유입율을 5%로 적용하여 산정하였다.

투자계획에 따라 폐수 유입량은 52,437 m³/일, 오수 유입량은 870 m³/일, 지하수 유입량은 2,665 m³/일로 산정되어 총 오·폐수 유입

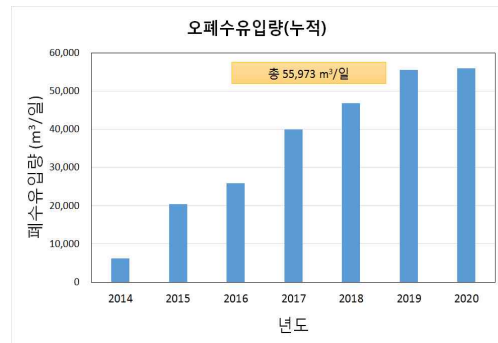


Fig. 4. Yearly cumulative influent flow in Yeosu complex WWTP as investment plan.

량은 55,973 m³/일로 산정되었다(Fig. 4).

3.2. 여수산단 연관단지 조성계획

여수시는 여수시 삼일동(월하·평여, 두암, 중흥)일원에 803,100 m²(월하·평여 152,436, 두암 211,411, 중흥 439,253) 연관단지는 개발하고 있으며, 연관단지의 계획 오·폐수량은 “여수국가산단 폐수종말처리시설 증설 및 고도처리시설(중흥)” 자료를 인용하였다. 연관단지의 계획 폐수량은 231 m³/일, 오수량은 279 m³/일이며, 지하수량은 “폐수종말처리시설 설치 및 운영관리지침”에 의하여 계획 오·폐수량의 5%이하로 산정하여 25.5 m³/일로 산정하였다. 따라서, 전체 폐수종말처리시설 유입량은 535.5 m³/일로 산정하였다(Fig. 5).

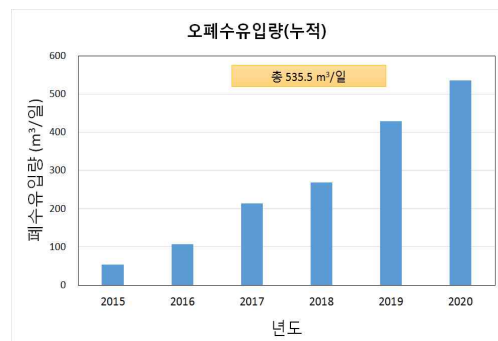


Fig. 5. Yearly cumulative influent flow in Yeosu complex WWTP as development business of related complex.

오·폐수 유입량 년도별 산정은 2020년까지 분양이 완료된다고 가정하였으며, 2015년 10%, 2016년 20%, 이후 매년 20%씩 분양되어 2020년 100% 분양되는 것으로 산정하였다.

3.3. 폐수종말처리장 과거추이 분석 및 예측

2009년부터 2013년까지 5개년 폐수유입량을 기준으로 2020년 폐수유입량을 예측하였다. 선형회귀식을 이용하여 분석한 결과, 상관계수는 0.928으로 매우 높게 나타났으며, 2020년에는 137,211 $\text{m}^3/\text{일}$ 이 유입되는 것으로 산정되었다(Fig. 5).

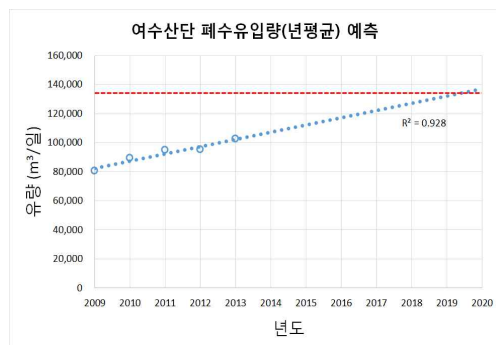


Fig. 5. Prediction of yearly Influent flow in Yeosu Complex WWTP.

3.4. 개발계획에 따른 폐수종말처리장 유입량 예측

2009년부터 2013년까지 5개년 폐수유입량을 기준으로 예측한 결과, 2020년에는 137,211 $\text{m}^3/\text{일}$ 이 유입되는 것으로 산정되었으며, 투자계획 및 연관단지 계획을 반영하여 예측한 결과, 164,646 $\text{m}^3/\text{일}$ 이 유입되는 것으로 산정되었다. 또한, 연관단지의 폐수배출량을 산정한 결과, 2020년에는 535.5 $\text{m}^3/\text{일}$ 로 산정되었다.

따라서, 2020년에는 최소 137,211 $\text{m}^3/\text{일}$ 에서 최대 165,182 $\text{m}^3/\text{일}$ 로 폐수종말처리시설로 유입되는 것으로 예측되었으며, 최소값과 최

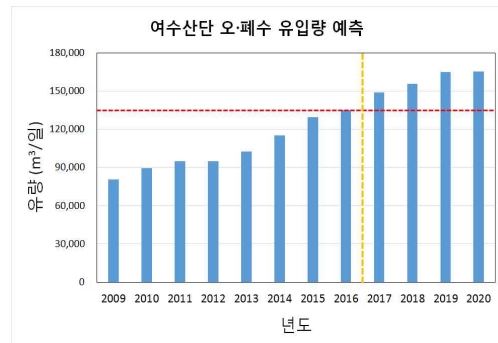


Fig. 6. Prediction of yearly Influent flow as a development project in Yeosu Complex WWTP.

대값의 평균을 사용하면 151,197 $\text{m}^3/\text{일}$ 이 유입되는 것으로 예측 되었다(Fig. 6).

3.5. 증설 타당성

3.5.1. 폐수유입량 증가

여수산단 처리장으로 유입되는 폐수유입량을 기존 폐수유입량의 선형 회귀분석, 투자계획에 따른 예측, 연관단지 계획에 따라 예측하였을 경우, 선형회귀 분석시에는 2020년 137,211 $\text{m}^3/\text{일}$ 로서 시설용량 (135,000 $\text{m}^3/\text{일}$)을 초과하는 것으로 나타났다. 투자계획과 연관단지 구성에 따른 계획을 반영한 결과에서는 2020년 165,182 $\text{m}^3/\text{일}$ 로서, 2017년에 초과 (148,917 $\text{m}^3/\text{일}$)하는 것으로 나타났다. 또한, 2개 예측결과의 평균값을 사용하면, 2020년 151,197 $\text{m}^3/\text{일}$ 로서 2017년에 초과(135,609 $\text{m}^3/\text{일}$)하는 것으로 나타났다. 따라서, 초과 전에 최소 30,000 $\text{m}^3/\text{일}$ 의 증설이 필요할 것으로 사료된다.

4. 결 론

광양만 수질을 보전하고 쾌적한 환경을 구축하기 위하여 기존의 폐수종말처리장 증설의 타당성을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 여수산단 중흥 및 월내처리장 년도별 유

- 입유량은 2009년 80,531 m³/일에서 2013년 102,571 m³/일로 증가하였으며, 유입율은 2010년 66%에서 2014년 76%로 10% 증가하였다.
- 2) 여수산단 주요 기업의 투자계획(2014년~2020년)을 조사하여 분석한 결과 폐수발생량은 52,437 m³/일로 나타났다.
 - 3) 여수산단 연관단지 조성계획에 따라 폐수발생량은 535.5 m³/일로 산정하였다.
 - 4) 2009년부터 2013년까지 5개년 폐수유입량을 기준으로 2020년 폐수배출량을 예측한 결과 2020년에는 137,211 m³/일이 유입되는 것으로 산정되었으며, 여수산단 주요기업의 투자계획과 연관단지 계획을 반영하여 폐수유입량을 예측한 결과 2020년에는 165,182 m³/일이 유입되는 것으로 산정되었다.
 - 5) 따라서, 여수산단 폐수종말처리시설의 폐수유입량은 2017년~2020년에 시설용량인 135,000 m³/일을 초과할 것으로 예상되며 용량 초과전에 증설되어야 할 것으로 생각된다.
 4. 정도영(2009), 국가산단 폐수처리 기술진단 및 운영 개선 방안(2009), 박사학위논문.
 5. 한국산업단지공단, <http://www.kicox.or.kr>
 6. 기상청, <http://www.kma.go.kr>
 7. 환경부(2012), 공장폐수의 발생과 처리
 8. 한국환경정책·평가연구원(2012), 간접방류 산업폐수 관리 개선방안 연구
 9. 환경부(2006), 국가소유 6개 산단 폐수종말처리시설 비용부담규정 개선방안

사 사

본 연구과제는 환경부지정 전남녹색환경지원센터의 연구비지원에 의해 수행된 연구과제입니다.

References

1. 전남지역환경기술개발센터(2001), 석유화학폐수의 활성슬러지법 처리의 한계농도 파악연구.
2. 전남지역환경기술개발센터(2002), 여수산단폐수의 생물학적 처리에 대한 적정성 평가기술.
3. 국립환경과학원(2011), 신인허가체계 확대적용을 위한 영향분석 및 적정 관리방안 연구.