Journal of the Korea Organic Resources Recycling Association, 24(2), pp.41-49 (2016) ISSN 1225-6498
http://dx.doi.org/10.17137/korrae.2016.24.2.41 Original paper

음폐수 공공하수처리시설 연계처리 타당성 평가
- P시 사례 -

박종훈, 강신영*, 김상현*†
고려대학교 건축사회환경공학부
대구대학교 환경공학과*

Feasibility Study on the Treatment of Food Waste Leachate in Municipal Wastewater Treatment Facility
- Case of P city -

Jong-Hun Park, Shin-Young Kang*, Sang-Hyoun Kim*†
School of Civil, Environmental & Architectural Engineering, Korea University
Department of Environmental Engineering, Daegu University*

(Received: Mar. 9, 2016 / Revised: Apr. 20, 2016 / Accepted: Apr. 25, 2016)

ABSTRACT: P city government considers to treat a part of food waste leachate in a municipal wastewater treatment plant (MWWTP), as the capacity of an existing combined treatment plant for food waste leachate is lower than the generation of food waste leachate in the city. Furthermore, the combined treatment plant also treats landfill leachate and directly discharges the effluent to the sea, which may result in a potential environmental problem. Therefore, this study examined the feasibility of the addition of food waste leachate and the effluent of the combined treatment facility on the MWWTP. Acceptable addition amount of the food waste streams, increased pollution loading on the MWWTP, and the treatment cost were estimated according to four scenarios. All the scenarios estimated that the MWWTP would receive most of the food waste streams according to the manual of the ministry of environment with little increase of pollution loading.

Keywords: Food waste leachate, Landfill leachate, Municipal wastewater treatment plant, Pollution loading, Cost

초 록: P시에서는 음폐수 처리를 위해 병합처리시설을 설치하였으나, 음폐수 발생량 대비 처리용량이 부족한 실정이다. 또한 병합처리시설 방류수는 인근 바다로 직방류 되고 있어 환경적 문제가 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 P하수처리장을 대상으로 P시 발생 음폐수 처리 초과 분량 및 병합처리시설 방류수 연계처리 가능성을 검토하였다. 예상 가능한 4개의 시나리오를 세운 후, 각각의 최대 음폐수 및 병합처리시설 방류수 허용 투입량을 산정 하고, 투입 후 P하수처리장 유입수 성상 변화및 시나리오별 예상 처리비용을 비교 하였다. 검토된 모든 시나리오에서 환경부의 음폐수 병합처리 업무지침을 준수하면서 음폐수 및 병합처리시설 방류수 대부분을 P하수처리장에 연계 처리 가능하며 하수처리장 부하에도 큰 영향을 주지 않을 것으로 산정 되었다.

주제어: 음폐수, 침출수, 병합처리장, 오염부하, 처리비용

†Corresponding Author (e-mail: sanghkim1@daegu.ac.kr)

1. 서 론

우리나라의 대표적 유기성고형폐기물인 음식물쓰레기는 2005년 직매립이 금지됨에 따라 100% 재활용되고 있다. 그러나, 재활용 되는 양의 90% 수준을 차지하는 퇴비화사료화 과정에서 고농도의 음식물쓰레기 폐수(음폐수)가 다량 발생하여 또 다른 환경 오염원이 되고 있다. 특히 런던협약 이행을 위해 음폐수의 해양배출이 2013년부터 금지됨에 따라 음폐수의 육상처리가 환경현안으로 대두되었다. P시에서는 음폐수의 육상처리를 위해 P시 소재 매립장 기존 침출수 처리장에 음폐수를 연계하는 병합처리시설 설치·시운전 하였다. 2016년 현재 여러 시행착오를 통해 시설보완과 운영조건 변경 등을 시행하여 병합처리시설의 처리 성능은 안정화 단계에 접어들었으나, 설계 대비 음폐수 처리량(설계 90 → 평균 43.9, 최소 28.1 톤/일)이 적어 현재 발생 음식물쓰레기 및 음폐수 일부를 타 시군에 위탁처리하고 있는 상황이다.[1] 따라서 타 시군으로 위탁처리 되고 있는 음폐수 및 음식물쓰레기를 안정적으로 처리할 수 있는 방안 조사가 필요하게 되었다. 또한, 처리 성능 안정화로 인근 바다로 방류되고 있는 음폐수 병합처리시설의 방류수가 배출허용기준은 대체로 만족하고 있으나, 음폐수 성상 변동 등으로 인해 처리 효율이 저하될 경우와 방류수 내 저농도 오염물질이 수계와 해양에 미치는 장기적인 영향을 고려하여 이에 대한 대응 방안이 함께 요구되고 있다. 본 연구에서는 P시 발생 음폐수 초과 분량(최대 122.8, 평균 62.3 톤/일) 및 병합처리시설 방류수(최대 343, 평균 332 톤/일)를 인근에 소재한 P하수처리장(시설용량 232,000 톤/일)에 연계 처리하는 것의 타당성을 검토하고 연계 방안을 제시하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

본 연구진행을 위해 P시 음식물쓰레기, 음폐수, 침출수 발생 현황, 병합처리시설 방류수 현황, P시 하수처리장 유입 및 운영 현황을 조사하였다. 각 수질은 1달 간격으로 6회 분석한 평균 및 최대값을 사용하였으며, 분석 방법은 Standard methods를 준수하여 BOD, COD_{Mn}, COD_{Cr}, SS, n-Hexane, T-N, T-P를 분석하였다.[2] 음폐수를 직·간접적으로 하수처리장에 연계 처리하는 타 자치단체 사례를 조사하였으며 환경부에서 고시한 음폐수 하수연계처리 관련 법규에 따라 음폐수 및 병합처리시설 방류수를 대상으로 하수처리장 연계 방안을 검토하였다.[3]

3. 결과 및 고찰

3.1 P시 음폐수 및 병합처리시설 방류수 발생 및 처리 현황 분석

P시에서는 평균 158 톤/일(최대 171.4 톤/일)의 음식물쓰레기가 발생하고 있으며, 일부를 타 시 소재 위탁처리시설로 이송하고 평균 115.7 톤/일(최대 122.1 톤/일)의 음식물쓰레기를 Y업체에서 건식 사료화와 3상분리 과정을 통해 자원화하는 과정에서 평균 77.9 톤/일(최대 93톤/일)의 음폐수가 발생한다.[4] 2015년 기준, 음폐수 중 평균 43.9 톤/일(최대 51.4 톤/일, 최소 28.1톤/일)은 음폐수 병합처리장으로 이송되고 나머지는 타 시 소재 혐기성소화 시설에 위탁처리 하고 있다. 음폐수의 성상은 BOD 평균 70.1 g/L (최대 93.0 g/L), COD_{Cr} 평균 95.7 g/L (최대 99.9 g/L), SS 평균 57.1 g/L (최대 73.1 g/L), TN 평균 4.9 g/L(최대 5.4 g/L), TP 평균 0.5 g/L(최대 0.7 g/L)였으며, n-hexane은 평균 10.9 g/L(최대 10.9 g/L)로 n-hexane/COD_{Cr} 비로 미루어 하수처리장 연계처리 시 타 항목 대비 문제를 발생시킬 소지가 크지 않은 것으로 파악되었다. 해당 시의 경우 2013년 이후 음식물쓰레기 발생량 및 음식물쓰레기 처리량 대비 음폐수 발생량이 줄어드는 경향이 있어 외부위탁 처리없이 P시 음식물류 폐기물 발생 전량을 음폐수로 전환할 경우, 2020년까지 음폐수 발생량이 평균 106.2 톤/일, 최대 130.6 톤/일을 초과하지 않을 것으로 판단된다([Fig. 1] 참조).

음폐수병합처리시설에는 음폐수와 매립장 침출

Table 1. Water quality of food waste leachate (FWL), landfill leachate (LL) and effluent of combined treatment facility for FWL and LL in P city

		Amount (ton/day)	BOD (mg/L)	COD_{Cr} (mg/L)	SS (mg/L)	n-Hexane (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
Food waste leachate (FWL)	Max.	93	93,000	99,900	73,100	7,400	10,900	5,400
	Avg.	77.9	70,100	95,700	57,100	6,900	8,700	4,900
Landfill leachate (LL)	Max.	-	-	1,386	105	-	1,380	9.5
	Avg.	200	-	1,119	75	-	1,130	6.5
Effluent of combined treatment (FWL + LL) facility (ECTF)	Max.	284	28.3	473.0	68.0	-	42.6	8.5
	Avg.	274	14.8	328.7	58.5	-	35.1	5.9

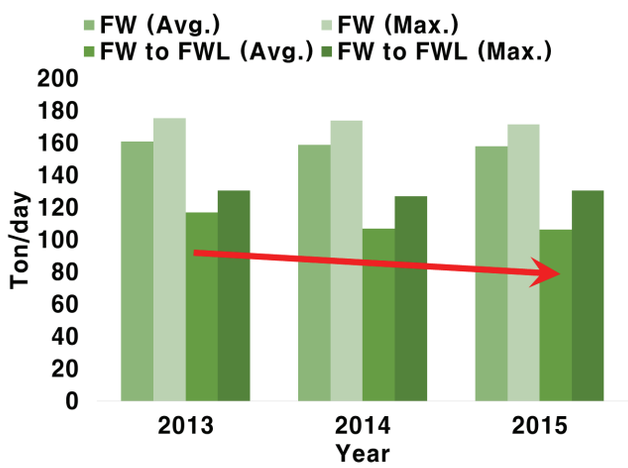

Fig. 1. Predicted generation of food waste and food waste leachate in P city

수(평균 200 톤/일), 응축수(평균 30 톤/일)가 함께 유입되며 방류수는 평균 274 톤/일(최대 284 톤/일)의 유량으로 인근 바다로 방류된다. 방류수의 수질은 BOD 평균 14.8 mg/L(최대 28.3 mg/L), COD_{Cr} 평균 328.7 mg/L(최대 473.0 mg/L), SS 평균 58.5 mg/L(최대 68.0 mg/L), TN 평균 35.1 mg/L(최대 42.6 mg/L), TP 평균 5.9 mg/L(최대 8.5 mg/L)로 나타났다.

3.2 P하수처리장 운영현황 및 연계처리 가능성 고찰

1단계(처리용량 80,000 톤/일)와 2단계(처리용량 152,000 톤/일) 처리장으로 구성된 P하수처리장은 Bio-SAC 공정을 채택하고 있으며, 2단계가 1단계에 비해 유입 농도가 높다.[5] 한편 설계기준치는 BOD 145 mg/L, COD_{Mn} 135 mg/L, T-N 30 mg/L, T-P 6 mg/L 로 타 시군에서 동일 공정을 채택한 하수처리장의 평균 설계기준치(BOD 195.2 mg/L, COD_{Mn} 139.5 mg/L, T-N 39.6 mg/L, T-P 5.2 mg/L) 에 비해 유입수의 오염물질 농도가 낮은 편이다. 음폐수 P하수처리장 연계처리 가능성을 고찰하기 위해 타 자치단체 음폐수 연계 사례를 조사하였다. 음폐수 해양배출 금지 이후 수도권에 위치한 처리업체의 경우 대부분 매립지 및 하수처리장 처리로 전환하였으며, 지방의 경우 민간 바이오가스처리시설 및 자체처리, 하수처리를 하고 있는 것으로 조사되었다.[6] 공공시설은 대부분 하수연계 처리로 음폐수를 처리하고 있으며, 일부 지자체와 계약을 맺은 민간시설의 경우 해당 지자체 시설(소각장 및 하수처리장)을 이용하여 음폐수를 처리

Table 2. Design of influent water quality using Bio-SAC process in Korea

Area	Wastewater treatment plant	Influent					Effluent
		flowrate (ton/day)	BOD (mg/L)	COD_{Mn} (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	T-N (mg/L)
Gyeonggi-do	S	220,000	228.7	98.8	50.2	4.8	7.5
	I	13,000	181	160	40	6	11
	A	385,000	155	140	42	4.4	13.2
	P	47,000	213.3	112.3	48.1	5.2	8.2
	G	27,000	149	136	30.8	5.1	7.8
	R	90,000	250	150	50	6	10.4
Incheon-si	G	350,000	270	140	40	6	13
	G	9,000	190	180	40	4	10
Chungcheongnam-do	B	9,500	158	144	30.9	5	9.2
	H	3,500	200	150	40.6	4.3	11.5
Jeollanam-do	J	25,000	250	150	50	6	10.1
Gyeongsangbuk-do	J	15,000	176	165	31.1	6.6	7.9
	P	**232,000**	**145**	**135**	**30**	**6**	**11.5**
	G	100,000	218.5	133.7	37.2	5.7	14.7
	S	9,000	144	98	33.1	3.4	8.9
Average			195.2	139.5	39.6	5.2	10.3

하고 있었다. 표 3과 같이, 조사된 32개소의 공공시설 중 관거를 이용하여 인근 하수처리장에 연계처리하는 사례가 19개소로 59.3%의 높은 비율을 보여주었다.[7] 관련 법규를 조사한 결과 환경부는 공공하수도시설 운영관리 업무지침을 통해 하수연계 처리 시 음폐수의 총질소 및 총인 부하량을 설계시 유입하수 오염부하량의 10% 이내로 제한하고 있었으며 이에 따라 음폐수 투입 가능량을 산정하였다.[3,8]

Table 3. Food waste and its leachate treatment in local governments in Korea

Food waste treatment	City or county	Food waste leachate generation (ton/year, 2013)	Food waste leachate treatment	Sewer transfer of food waste leachate
Recycle as moist animal feed	Daejeon-si	18,222	Treatment in MWWTP[a]	O
	Cheongwon-gun	40,000	Treatment in MWWTP	-
	Gyungsan-si	4,201	Biogas	-
	Pyeongtaek-si	5,507	Treatment in LLTP[b]	-
	Hwaseong-si	8,790	Treatment in LLTP	-
	Cheonan-si	7,672	Incineration	-
	Dongducheon-si	13,800	Treatment in LLTP	-
	Yesan-gun	12,600	Treatment in LLTP	-
	Busan-si	63,489	Others	-
Recycle as dry animal feed	Seoul-si	30,000	Treatment in MWWTP	O
	Incheon-si	51,907	Treatment in MWWTP	O
	Incheon-si	52,195	Treatment in IWWTP[c]	O
	Seongnam-si	31,518	Treatment in MWWTP	O

	Suwon-si	5,407	Treatment in MWWTP	-
	Busan-si	12,410	Treatment in MWWTP	O
	Seoul-si	60,577	Treatment in MWWTP	O
	Seoul-si	116,617	Treatment in IWWTP	-
	Gwangju-si	55,870	Treatment in MWWTP	O
	Cheongju-si	36,500	Treatment in MWWTP	-
	Incheon-si	29,200	Treatment in MWWTP	-
	Yeongcheon-si	50	Others	-
Aerobic composting	Suwon-si	21,354	Treatment in MWWTP	-
	Paju-si	26,000	Treatment in IWWTP	O
	Gimhae-si	26,905	Treatment in IWWTP	-
	Ansan-si	45,022	Treatment in MWWTP	O
	Uijeongbu-si	46,956	Treatment in MWWTP	-
	Andong-si	16,425	Treatment in MWWTP	-
	Jeju-si	1,825	Treatment in MWWTP	O
	Seosan-si	2,190	Treatment in MWWTP	O
	Siheung-si	54,750	Treatment in MWWTP	O
	Incheon-si	17,885	Treatment in MWWTP	-
	Chilgok-gun	4,380	Treatment in MWWTP	-
	Gyungsan-si	2,773	Biogas	-
	Damyang-gun	5,330	Treatment in MWWTP	-
Anaerobic digestion	Boseong-gun	1,593	Treatment in IWWTP	-
	Paju-si	10,426	Treatment in IWWTP	O
	Seoul-si	23,208	Treatment in MWWTP	O
	Busan-si	Digester effluent	Treatment in MWWTP	O
Combined treatment in WWTP	Wonju-si	5,480	Treatment in MWWTP	O
	Miryang-si	10,752	Treatment in MWWTP	O
	Sacheon-si	11,413	Treatment in MWWTP	O
	Busan-si	-	Treatment in MWWTP	-
	Ulsan-si	14,162	Treatment in MWWTP	O
Others	Changwon-si	13,870	Treatment in MWWTP	-
	Yeoncheon-gun	11,250	Treatment in MWWTP	-
	Gyungsan-si	898	Biogas	-
	Cheongwon-gun	5,147	Others	-

[a]Municipal wastewater treatment plant
[b]Landfill leachate treatment plant
[c]Industrial wastewater treatment plant

3.3 하수처리장 연계 방안 별 처리 가능량, 하수 유입 수질 변화, 처리 비용 평가

음폐수 및 병합처리시설 방류수에 대하여 복수의 시나리오로 하수처리장 연계를 실시하였을 때의 이론적 음폐수 및 방류수 허용 투입량과 투입 시 하수처리장 유입수 농도를 산정하였다. 음폐수의 농도 및 병합처리시설 방류수의 발생량과 농도는 표 1과 같으며 P시 발생 음식물쓰레기 전량을 Y업체에서 처리한다고 가정할 경우 음폐수 발생량은 평균 106.2 톤/일 (최대 130.6 톤/일)로 추산된다. 음폐

수병합처리시설의 안정적 운전을 위한 처리용량을 고려할 때 발생한 음폐수는 음폐수병합처리시설에서 최소 28.1 톤/일 (최대 43.9 톤/일) 처리 가능하다고 가정하였으며 이 때 별도의 음폐수 처리 요구량은 평균 62.3 톤/일(최대 102.5 톤/일)로 추산된다. 음폐수 및 병합처리시설 방류수 하수처리장 연계방안으로 네 가지 시나리오를 산정하였다. 시나리오 1의 경우 음폐수를 트럭으로 이송하여 P하수처리장 1, 2단계 침사지로 투입을 가정하였으며 시나리오 2의 경우 병합처리시설 방류수 전량을 관거 신설을 통해 P하수처리장 1, 2단계로 투입하며 음폐수의 경우 시나리오 1과 같이 처리한다. 시나리오 3의 경우 병합처리시설 방류수 및 제2매립장 침출수처리시설 방류수 전량 그리고 음폐수 전량을 관거 신설을 통해 P하수처리장 1, 2단계로 투입한다. 마지막으로 시나리오 4의 경우 병합처리시설 방류수 및 제2매립장 침출수처리시설 방류수 전량을 관거 신설을 통해 P하수처리장 1, 2단계로 투입하며, 현재 사용하고 있지 않은 P하수처리장 1단계의 소화조를 개보수하고 음폐수를 트럭 이용 소화조로 이송 후 소화액은 탈수기를 거쳐 1단계 전무산소조로 투입한다고 가정하였다. 이 때 소화조 유기물 감량율을 T-N 10%, T-P 10% 로 가정하였다. 환경부에서 고시한 음폐수 하수연계처리 관련 법규를 고려한 시나리오별 음폐수 허용 투입량을 산정한 결과를 표 4에 정리하였다. 시나리오 4를 제외한 모든 경우에서 평균 허용 투입량(a)은 최대 필요 처리량(102.5 톤/일)을 만족하지 못하였으며 최소 허용 투입량(b)의 경우 모두 평균 필요 처리량 (62.3 톤/일)을 상회하였다.

P시는 하수관거 임대형 민간투자사업(BTL) 사업을 추진하여, 2014년에 1단계(07 BTL)과 2단계 (09 BTL)이 완료되었고, 3단계(10 BTL)는 2016년에 완료 예정이다. 3단계 BTL이 2016년에 완공됨에 따라 P하수처리장 유입수질은 음폐수나 병합처리시설 방류수의 투입을 고려하지 않을 경우, 매년 BOD 1.18%, COD_{Mn} 1.26%, SS 1.17%, T-N 0.16%, T-P 0.72% 증가할 것으로 보고 되었다.[9] 시나리오별 음폐수, 병합처리시설 방류수의 허용 부하량을 투입하였을 때 2021년 P 하수처리장의 유입수 예상 수질을 표 5에 나타내었다. 병합 처리로 인한 유입수의 항목 별 증가율은 10% 미만인 것으로 나타나 병합처리가 P하수처리장의 처리 성능에 미치는 영향은 크지 않을 것으로 예상된다.

음폐수 및 병합처리방류수 하수 연계처리 시나리오별 트럭연계 및 관거 설치 시 비용 산정을 실시하였다. 도로를 이용하였을때 건식 사료화 업체인 Y 산업에서 P하수처리장의 거리는 7.53 km 였으며, 탱크로리 트럭 기준 일일 109톤 이하의 음폐수를 365일 운송한다고 가정하였을 때 연간 181,049,490

Table 4. Allowable dosage of food waste leachate treatment in P city WWTP

Scenario		Total allowable dosage (A+B, ton/d)	1st section			2nd section		
			Allowable dosage (A, ton/d)	Dosage based on T-N (ton/d)	Dosage based on T-P (ton/d)	Allowable dosage (B, ton/d)	Dosage based on T-N (ton/d)	Dosage based on T-P (ton/d)
1	a	102.1	35.2	35.2	89.5	66.9	66.9	170.0
	b	**75.7**	**25.4**	**25.4**	69.2	**50.3**	**50.3**	130.0
2,3	a	101.2	34.9	34.9	87.8	66.3	66.3	167.3
	b	**70.4**	**23.5**	**23.5**	66.4	**46.9**	**46.9**	126.1
4	a	109.9	37.9	37.9	99.0	72.0	72.0	187.7
	b	**77.6**	**26.1**	**26.1**	73.5	**51.5**	**51.5**	138.8

a: Average inflow and water quality of food waste leachate, Effluent of combining treatment facility and P city WWTP

b: Maximum inflow and water quality of food waste leachate, Effluent of combining treatment facility and P city WWTP

Table 5. Prediction of P city WWTP influent quality in 2021 depending on the scenario for the addition of food waste leachate (FWL) and the effluent of the combined treatment facility (ECTF)

P city WWTP	Unit			Allowable dosage			Influent quality						
				FWL	ECTF	Inflow	BOD	COD_{Mn}	SS	T-N	T-P	TDS	BOD/T-N
				Ton/day			mg/L						
1st section	Control		Avg.	-	-	74,282	52.0	44.4	102.4	22.4	2.00	544	2.32
			Max.	-	-	79,471	60.2	48.5	106.2	24.8	2.05	574	2.42
	Scenario	1	a	35.2	-	74,317	56.6	46.6	104.0	23.1	2.16	550	2.45
			b	25.4	-	79,496	62.5	52.0	107.6	25.7	2.19	579	2.43
		2,3	a	34.9	114	74,430	55.5	45.9	102.9	23.0	2.13	547	2.42
			b	23.5	118	79,612	61.5	51.3	107.1	25.2	2.20	576	2.45
		4	a	37.9	114	74,434	58.8	48.2	103.8	23.2	2.17	554	2.53
			b	28.3	118	79,617	65.2	53.6	108.0	26.5	2.21	583	2.46
2nd section	Control		Avg.	-	-	139,164	97.1	83.2	154.8	25.4	2.80	749	3.82
			Max.	-	-	148,996	174.1	99.1	187.7	32.1	3.07	1,057	5.42
	Scenario	1	a	66.9	-	139,231	99.0	83.5	157.2	25.8	3.00	762	3.84
			b	50.3	-	149,046	176.2	99.6	190.1	32.3	3.27	1,068	5.46
		2,3	a	64.8	218	139,447	98.3	83.4	155.3	25.6	2.90	757	3.84
			b	46.4	225	149,267	174.6	99.4	189.5	32.1	3.17	1,066	5.44
		4	a	72.0	218	139,454	99.6	84.0	156.8	26.3	3.20	776	3.79
			b	51.5	225	149,273	177.4	100.2	191.0	32.6	3.47	1,073	5.44

a: Average inflow and water quality of food waste leachate, Effluent of combining treatment facility and P city WWTP

b: Maximum inflow and water quality of food waste leachate, Effluent of combining treatment facility and P city WWTP

Table 6. Analysis of each scenario cost and merits and demerits

Scenario	Transfer of FWL[a] and ECTF[b]	Cost (KRW/year)
1	Truck (FWL) to detention tank	181,000,000
2	Truck (FWL) and pipe(Effluent) to detention tank	304,250,000
3	Pipe (FWL and Effluent) to detention tank	123,250,000
4[c]	Truck(FWL) to anaerobic digester and Pipe(Effluent) to detention tank	304,250,000

[a]Food waste leachate

[b]Effluent of combined treatment (Food waste leachate and landfill leachate) facility

[c]Not including retrofitting cost of anaerobic digester

원으로 나타났다.[10] 병합처리시설에서 3.6 km 거리에 위치한 공단 P/S로 관거를 신설한다고 가정하였을 때의 예상 관거건설비는 1,536,000,000원으로 나타났으며, 내구연한을 20년, 이자율을 5%로 산정하여 연간 비용을 산정하였을 때 123,250,000원으로 산정되었다.[11] 연계처리 시나리오별 설치 비용을 표 6에 정리하였다.

4. 결 론

본 연구는 P하수처리장을 대상으로 P시 발생 음폐수 및 병합처리시설 방류수를 연계처리 방안 제시에 목적을 두었다. 이를 위해 P시 발생 음폐수 및 침출수 발생 현황, 음폐수병합처리시설 방류수 현황, P하수처리장 유입 및 운영 현황을 조사하였으며 P시 발생 음폐수, 3상분리 후 음폐수, 제1매립장 침출수, 병합처리시설 방류수를 분석하였다. 음폐수를 직·간접적으로 하수처리장에 연계 처리하는 타 자치단체 사례를 조사하였으며 환경부에서 고시한 음폐수 하수연계처리 관련 법규에 따라 음폐수 및 병합처리시설 방류수를 대상으로 하수처리장 연계 방안을 4개의 시나리오로 세분화하여 제시하였다. 시나리오별 장단점을 요약하면 다음과 같다.

시나리오 1의 경우 음폐수만을 투입하므로, 음폐수 처리량이 가장 높고, 트럭을 이용하므로 관거 설치비용이 발생하지 않는다는 장점이 있다. 그러나, 음폐수병합처리시설 및 침출수처리시설 방류수의 구무천 직방류 문제를 해결할 수 없고 트럭 이송을 위한 운송비용이 소요된다는 단점이 있다.

시나리오 2의 경우 구무천 직방류 문제를 해결할 수 있으며, 음폐수 허용 투입량이 시나리오 1에 비해 크게 떨어지지 않는 장점이 있다. 기존 구무천으로 직방류하던 음폐수병합처리시설 방류수 및 제2매립장 침출 처리수를 안정적으로 P하수처리장에 연계처리할 수 있어 2021년 이후 별도의 음폐수 및 음식물쓰레기 처리방안이 적용되는 경우에도, 병합처리시설은 침출수 처리용으로 사용될 예정이므로 방류수에 대한 안정적인 관리운영 방안은 장기적으로 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 단, 관거 설치비용과 시나리오 1에서 언급된 운송 비용이 상존한다는 단점이 있다.

시나리오 3의 경우 시나리오 2의 모든 장점을 그대로 보유한 상태에서 운송 비용 문제도 함께 해결할 수 있다. 그러나, 관거 설치 시 보다 많은 유량, 더군다나 협잡물이 존재하는 음폐수를 함께 배송해야 하므로, 신규 관거 설치시 비용이 증가할 수 있으며, 보다 심각하게는 기존 관거가 이를 수용할 수 있는지에 대한 검토 및 관리방안이 전제되어야 한다.

시나리오 4의 경우, 소화조 개보수에 비용이 소요됨에도 소화조의 T-N 및 T-P의 제거율이 미미하여 음폐수 허용 투입량이 크게 증가하지 않는다.

시나리오별 음폐수 투입가능량은 네 가지 시나리오 모두 평균치에서는 음폐수 투입가능량이 음폐수 추가 처리 요구량을 상회하나 최대 농도 및 유량일 경우에 추가 처리 요구량 미만의 투입 가능량을 나타내어 P하수처리장 연계처리시 위탁처리나 P업체 폐수처리장 연계처리 등의 보조처리 방안이 수반되어야 할 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 2015년도 환경부의 재원으로 한국 경북녹색환경지원센터의 지원을 받아 수행한 연구개발 사업의 결과입니다.(과제번호: 15-2-50-56-5)

References

1. [㈜에코다임, “포항시 음폐수 처리시설 진단 보고서”] Ecodigm INC., “Diagnosis of food waste leachate treatment facilities in Pohang-si”, (2015).
2. APHA, AWWA, and WEF. “Standard methods for the examination of water and wastewater”, 20th ed., Washington, D.C., USA (1998).
3. [환경부, “공공하수도시설 운영관리 업무지침”] Ministry of Environment, “A business index of operation management to public wastewater treatment facilities”, (2013).
4. [포항시, “포항시 음폐수 발생량”] Pohang-si city government, “Current status of food waste leachate generation in Pohang-si”, (2015).
5. [포항시, “2015년(2014년도 사업실적) 하수도사업 경영실적 보고서”] Pohang-si city government, “Business result report of wastewater treatment in 2014(written in 2015)”, (2015).
6. [환경부, “음식물류폐기물 관리정책 방향 및 개선방안 연구”] Ministry of Environment, “Research on the improvement measures and direction in management

policy of food waste", (2012).
7. [환경부, "음식물류폐기물 처리시설 설치, 운영 현황"] Ministry of Environment, "General information of food waste treatment facilities", (2013).
8. [환경부, "공공하수도시설 설치사업 업무지침"] Ministry of Environment, "A business index of installation business to public wastewater treatment facilities", (2014).
9. [포항시, "포항시 하수관거정비 임대형 민자사업(BTL) 민간투자대상사업 지정 및 시설사업기본계획"] Pohang-si city government, "Master plan of maintenance of sewage pipes by build-transfer-lease(BTL) project and appointment of its private partnerships", (2013).
10. [한국환경공단, "유사석유제품 운송용역 계약특수조건"] Korea Environment Corporation, "A special terms and conditions of conveyance service bring pseudo-petroleum products", (2010).
11. [환경부, "하수도계획 시 경제성 평가 방안에 관한 연구-소규모 하수도를 중심으로-"] Ministry of Environment, "A study of economic evaluation system on the basin sewerage plan (based on small scale sewage system)", (2008).