음폐수 적정처리 방안 마련 간담회

2018. 12. 13.(목) 10:00

국회의원회관 **제9간담회실**

| **주최** | 국회 환경노동위원회 **송옥주** 의원 | **주관** | (사)한국음식물자원화협회

차 례

좌 장 **이태관** 교수 / 계명대 환경과학과

사 회 **이석길** 사무국장 / 음식물자원화협회

발제 1 음식물류폐기물의 관리현황과 전망
배재근 교수 / 서울과학기술대학교 환경공학과 ····· 07

발제 2 음폐수의 소각시설 재활용 제도 마련 추진경과 및 개선방향
한인태 대표 / ㈜금학산업 ····· 23

토론 1 음폐수 처리 다각화의 필요성
이석길 사무국장 / 음식물자원화협회 ····· 31

토론 2 민간업체 음폐수 처리현황 및 건의
김중기 대표 / ㈜그린월드 ····· 37

토론 3 「음폐수적정처리 방안마련간담회」 토론 요지
홍용표 원장 / 한국기술융합연구원 ····· 41

토론 4 음식물류 폐기물 폐수의 분무소각
박종진 박사 / 음식물류폐기물 재활용전문가 ····· 47

토론 5 **이창호** 전무 / ㈜한국종합기술 ····· 59

토론 6 **황부연** 박사 / 전 벽산엔지니어링 상무 ····· 63

토론 7 **김미화** 이사장 / 자원순환사회연대 이사장 ····· 67

토론 8 **정승헌** 교수 / 건국대 동물생명·환경학과 ····· 71

토론 9 **원종철** 처장 / 수도권매립지관리공사 수처리처 ····· 75

토론 10 **송태호** 과장 / 천안시 청소행정과 ····· 79

토론 11 **김범직** 사무관 / 환경부 통합허가제도과 ····· 83

토론 12 **배문건** 사무관 / 환경부 폐자원관리과 ····· 87

개회사

안녕하세요.

국회 환경노동위원회에서 활동하는 더불어민주당 국회의원 송옥주입니다.

바쁘신 일정에도 불구하고 귀한 시간을 내어 「음폐수 적정처리 방안 마련 간담회」에 참석해주신 산업계 및 관계기관 분들께 감사의 말씀을 올립니다.

특히, 함께 간담회를 준비해 주신 (사)한국음식물자원화협회에 우선 감사드립니다. 발제를 맡아주신 배재근 서울과학기술대학교 교수님과 한인태 금학산업 대표님, 좌장을 맡아주신 이태관 교수님 그리고 환경부, 국립환경과학원, 한국환경공단, 천안시 관계자 등 토론에 적극 참여해 주신 모든 관계자 분들께도 감사의 말씀을 드립니다.

올해 환경 분야의 주요 화두 중 하나는 폐기물 즉, 쓰레기입니다. 지난 봄 플라스틱과 비닐 쓰레기의 재활용 수거거부 대란 등 사회적 혼란이 발생하면서그 동안 재활용 쓰레기 중심으로 폐기물 논의가 이뤄져 왔습니다. 이제는 논의를 더 진전시켜 음식물 폐기물에 대한 정책 모색에 관심을 가질 필요가 있습니다.

한 해 버려지는 음식물 쓰레기는 지난해 885만 톤이었고 여기서 발생하는 잔재물인 음폐수는 약 300만 톤 이상에 달하는 것으로 알고 있습니다. 음폐수는 음식물류 폐기물을 처리하는 과정에서 필연적으로 발생할 수밖에 없지만, 폐수의 탁도 및 염도가 높고 코를 찌르는 냄새 등으로 인해 민간 음식물 처리업계는 음폐수 처리에 상당한 애로를 겪고 있습니다. 특히 음식물 쓰레기 배출량이 늘어나는 여름철에는 음폐수 처리의 적체현상까지 일어나고 있습니다.

발상의 전환을 한다면, 남은 음식물은 훌륭한 자원입니다. 유기성이 풍부하기 때문에 음식물 쓰레기를 환경적으로 잘 처리하기만 한다면 환경오염을 줄이는 데 큰 보탬이 될 수 있을 뿐 아니라 음식물 쓰레기를 우수한 재활용 자원으로도 활용할 수 있습니다.

올해 국정감사에서 음폐수가 제대로 처리되지 못하는 실태와 어려움에 대해 지적한 바 있습니다. 그 연장선상에서 음식물 쓰레기의 자원화율을 높이고 음폐수를

친환경적으로 최적 처리할 수 있는 방법을 모색하기 위해서 오늘 「음폐수 적정처리 방안 마련 간담회」를 개최하게 되었습니다.

오늘 간담회에서 주신 고견들을 바탕으로 음식물 자원화와 음폐수의 적정처리를 도모할 수 있는 합리적이고 현실적인 정책 대안들이 도출되기를 기대합니다. 아울러 환경부에서 2020년까지 소각시설에 대해 통합환경허가를 하는데 음폐수 약품 보조제로 사용하는 지자체 소각시설이 있으니 기존 환경인허가서와 현행 제도가 서로 상충되지 않도록 잘 검토해 주시길 바랍니다.

음폐수 대부분 고농도 상태이기 때문에 처리가 매우 어렵습니다. 환경부, 국립환경과학원, 한국환경공단 등 관계기관에서는 음폐수를 소각시설에서 바로 처리할 경우, 국익 및 환경적 관점에서 많은 이점이 있으므로 이러한 부분들을 토론회에서 자세히 살펴주시길 바랍니다. 아울러 필요하다면 국회에서도 제도 개선을 위해 많은 관심을 가지도록 노력을 다 하겠습니다.

다시 한 번 오늘 참석해주신 모든 내빈들과 참석자 여러분들께 감사드립니다. 함께해 주신 모든 분들의 건강과 행복을 기원합니다.

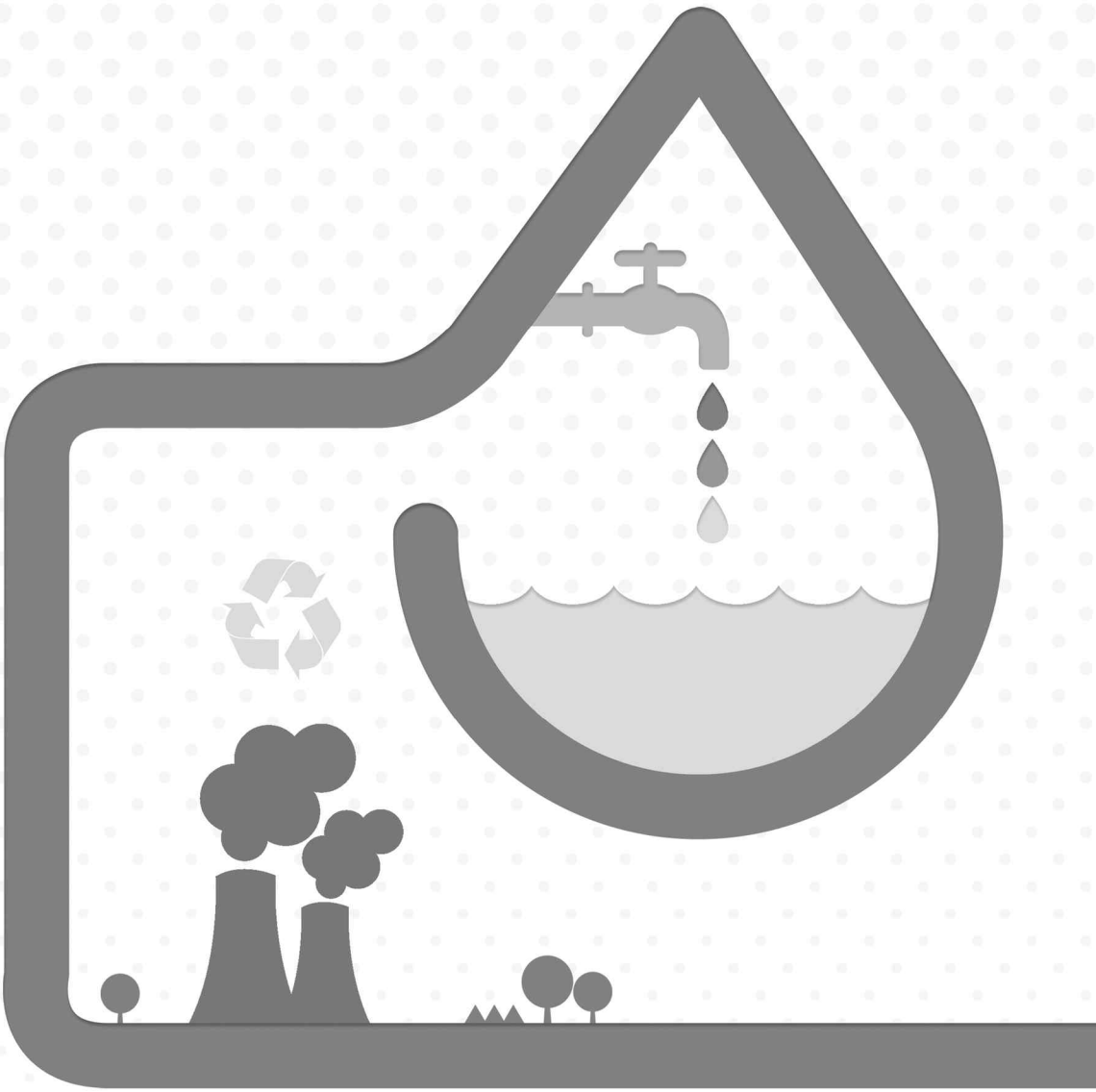
고맙습니다.

국회의원 **송 옥 주**

음식물류폐기물의 관리현황과 전망

배재근

교수 / 서울과학기술대학교 환경공학과



음식물류폐기물의 관리현황과 전망

2018. 12

서울과학기술대학교 환경공학과 배재근
Seoul National University of Technology phae@seoultech.ac.kr

목 차

Ⅰ 음식물류 폐기물의 발생 및 처리현황
Ⅱ 음식물류폐기물 자원화 현황 및 시설
Ⅲ 음식물류폐기물 자원화 시설 운영 현황
Ⅳ 음식물류폐기물의 관리체계
Ⅴ 음식물류폐기물 처리의 다각화 / 다양화 방안

1. 음식물류폐기물 발생 및 처리 현황

1. 발생현황

분리 배출 된 음식물류폐기물 발생현황

구분			1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
합계			47,895	44,583	45,614	46,438	48,499	49,902	50,736	50,007	48,398	48,844	50,346	52,072	50,906	49,159	48,934	48,990	48,728	49,915	51,247	53,772
종량제봉투대상폐기물	계		34,139	29,201	28,465	27,574	27,869	28,172	28,068	25,826	21,566	22,514	21,936	23,398	22,206	20,940	21,434	21,262	22,247	22,264	23,170	24,966
	불연성	소계	6,675	5,332	5,082	5,058	5,583	5,223	5,668	5,703	4,457	4,219	3,778	4,905	3,713	3,674	3,886	3,667	3,827	4,194	4,595	4,516
			13.9	12	11.1	10.9	11.5	10.5	11.2	11.4	9.2	8.6	7.5	9.4	7.3	7.5	7.9	7.5	7.9	8.4	9	8.4
		유리류	1,255	918	746	649	601	535	595	574	611	563	405	390	425	411	430	444	490	536	626	561.2
			2.6	2.1	1.6	1.4	1.2	1.1	1.2	1.1	1.3	1.2	0.8	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1	1.1	1.2	1
		금속	1,401	1,074	1,034	982	954	886	896	845	705	711	570	439	376	337	330	335	347	392	448	434.3
			2.9	2.4	2.3	2.1	2	1.8	1.8	1.7	1.5	1.5	1.1	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.9	0.8
		불연성 기타	4,019	3,340	3,302	3,427	4028	3,802	4,177	4,284	3,141	2,944	2,803	4,076	2,912	2,926	3,106	2,899	3,026	3,266	3,524	2,540
			8.4	7.5	7.2	7.4	8.3	7.6	8.2	8.6	6.5	6	5.6	7.8	5.7	6	6.3	5.9	6.2	6.5	6.9	4.7
	가연성	소계	27,464	23,869	23,383	22,516	22,286	22,949	22,400	20,123	17,109	18,295	18,158	18,493	18,493	17,266	17,548	17,595	18,420	18,070	18,575	19,896
			60	59.3	59.9	59.6	59.1	60.3	59.4	58.9	60.4	37.9	36.1	35.5	36.3	35.1	35.9	35.9	37.8	36.2	36.2	37
		음식물	11,788	9,232	7,648	6,273	4,859	4,267	3,680	2,148	873	1,910	698	1,116	417	243	273	172	162	476	757	1291
			24.6	20.7	16.8	13.5	10	8.6	7.3	4.3	1.8	3.9	1.4	2.1	0.8	0.5	0.6	0.4	0.3	1	1.5	2.4
		종이류	6,057	5,620	5,786	5,577	5,746	5,641	5,624	5,735	5,473	5,166	5,586	5,136	4,915	4,783	4,940	5,247	5,383	5,410	5,445	5,632
			12.6	12.6	12.7	12	11.8	11.3	11.1	11.5	11.3	10.6	11.1	9.9	9.7	9.7	10.1	10.7	11	10.8	10.6	10.5
		목재류	1,905	1,848	1,862	1,966	2,400	2,400	2,454	2,421	2,261	2,308	2,425	2,430	2,341	2,205	2,314	1,982	2,776	1,706	1,627	1,654
			4	4.1	4.1	4.2	4.9	4.8	4.8	4.8	4.7	4.7	4.8	4.7	4.6	4.5	4.7	4	5.7	3.4	3.2	3.1
		가연성 기타	7,714	7,169	8,087	8,700	9,281	10,641	10,642	9,819	8,502	8,911	9,450	9,811	10,304	10,035	10,021	10,194	10,099	10,478	10,383	5916
			16.1	16.1	17.7	18.7	19.1	21.3	21	19.6	17.6	18.2	18.8	18.8	20.2	20.4	20.5	20.8	20.7	21	20.3	11
	기타																					553.7
																						1
음식물류폐기물자원			1,275	2,566	3,929	5,161	6,378	7,130	7,718	9,316	12,104	11,463	13,754	14,026	13,701	13,429	13,264	13,037	12,501	13,222	14,220	14,389
			2.7	5.8	8.6	11.1	13.2	14.3	15.2	18.6	25	23.5	27.3	26.9	26.9	27.3	27.1	26.6	25.7	26.5	27.7	26.8
재활용가능자원			12,481	12,816	13,220	13,704	14,252	14,600	14,950	14,865	14,728	14,645	14,656	14,648	15,515	14,790	14,256	14,691	13,935	14,429	13,857	14,418
			26.1	28.7	29	29.5	29.4	29.3	29.5	29.7	30.4	30	29.1	28.1	30.5	30.1	29.1	30	28.6	28.9	27	26.8
전체 원단위(kg/인.일))			1.05	0.96	0.97	0.98	1.01	1.04	1.05	1.03	0.99	0.99	1.02	1.04	1.02	0.96	0.95	0.95	0.94	0.95	0.97	1.01
음식물원단위 (kg/인.일)			**0.028**	**0.056**	**0.083**	**0.109**	**0.133**	**0.149**	**0.160**	**0.192**	**0.248**	**0.233**	**0.278**	**0.280**	**0.274**	**0.262**	**0.257**	**0.253**	**0.242**	**0.252**	**0.269**	**0.271**

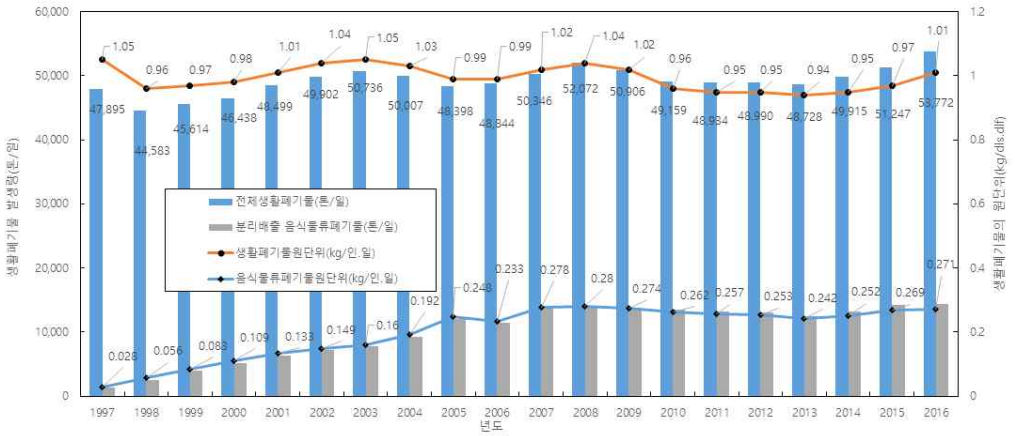
❖ 생활폐기물과 음식물류폐기물의 전체 원단위 발생량은 2009년 부터 2013년까지 꾸준히 감소추세였으나, 최근에 다시 증가하는 추세

< BACK 3 NEXT >

1. 음식물류폐기물 발생 및 처리 현황

1. 발생현황

분리 배출 된 음식물류폐기물 발생현황



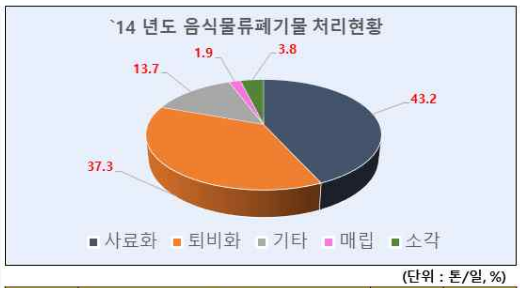
< BACK 4 NEXT >

1. 음식물류폐기물 발생 및 처리 현황

2. 처리현황

음식물류폐기물 처리현황

	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
재활용량	12,858.40	12,050.80	11,405.00	11,296.20	11,305.00	10,815.80	11,554.39
소각량	307.6	286.3	274.2	269.6	265.5	238.8	251.3
매립량	89.6	65.4	103.9	96.6	85.8	95.8	103.6



(단위 : 톤/일, %)

발생량	재활용				매립	소각
	소계	사료화	퇴비화	기타		
13,697	12,922	5,919	5,122	1,881	258	517
100%	94.3%	43.2%	37.3%	13.7%	1.9%	3.8%

- ❖ 음식물류폐기물의 처리방법 중 재활용이 2008년부터 2013년까지 95% 수준을 유지하고 있음
- ❖ 2014년 기준으로 재활용 방법 중 사료화와 퇴비화의 비율이 약 95%에 근접한 비율로 차지하고 있음

< BACK 5 NEXT >

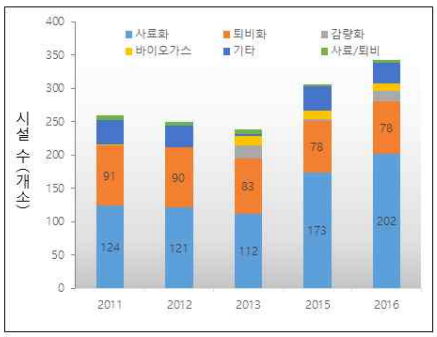
2. 음식물류폐기물 자원화 현황 및 시설

1. 처리방법별 현황

음식물류폐기물 자원화 시설의 처리 공법

- ❖ 연도별 음식물류폐기물 자원화 업체는 2014년 이후 급격히 증가
  - 2012년도 음식물류폐기물 자원화 업체 수는 전국 252개소로 나타났으며, 2017년에는 346개소로 급격히 증가
- ❖ 음식물류폐기물 자원화 업체 연도별 세부 현황은 습식사료화 시설의 변화 폭이 크게 나타남

연도별 음식물류폐기물 자원화시설 현황



(단위 : 개소)

년도	사료화				퇴비화	감량화	바이오가스	기타	사료/퇴비	합계
	소계	건식사료	습식사료	습식/건식						
2011	124	21	75	28	91	0	1	37	7	260
2012	121	22	79	20	90	0	1	34	6	252
2013	112	28	70	14	83	20	13	5	7	240
2015	173	23	97	53	78	5	12	37	3	308
2016	202	29	127	46	78	18	11	32	5	346

연도별 음식물류폐기물 총 시설 및 주요 처리 시설 수 비교

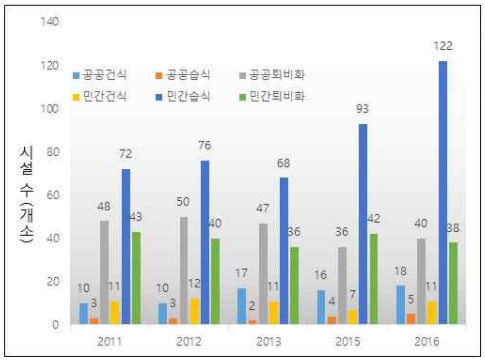
< BACK 6 NEXT >

2. 음식물류폐기물 자원화 현황 및 시설

2. 처리주체별 현황

음식물류폐기물 공공, 민간 자원화 업체 현황

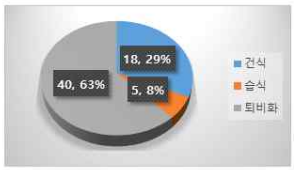
- ❖ 공공음식물류폐기물 자원화 방법 분포는 민간 자원화 시설에 비하여 고른 분포를 보임
  - 공공자원화 시설 중 건식 사료화 시설은 건식 자원화 시설이 많으며 소폭으로 증감을 반복
- ❖ 민간 사료화 시설의 경우 습식사료화 시설이 건식사료화 시설에 비해 약 8배 많은 수치를 나타냄
- ❖ 공공, 민간 퇴비화 시설의 경우 소폭으로 증감을 반복하지만 비교적 안정적으로 운영



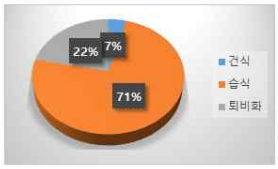
음식물류폐기물 공공, 민간 연도별 자원화 업체 현황

(단위 : 개소)

연도	합계	공공									민간								
		사료화				퇴비화	감량화	바이오가스	기타	사료/퇴비	사료화				퇴비화	감량화	바이오가스	기타	사료/퇴비
		소계	건식	습식	습식/건식						소계	건식	습식	습식/건식					
2011	260	19	10	3	6	48	0	1	32	3	105	11	72	22	43	0	0	5	4
2012	252	18	10	3	5	50	0	1	28	1	103	12	76	15	40	0	0	6	5
2013	240	21	17	2	2	47	15	13	3	1	91	11	68	12	36	5	0	2	6
2015	308	21	16	4	1	36	5	11	26	0	152	7	93	52	42	0	1	11	3
2016	346	24	18	5	1	40	17	8	24	1	178	11	122	45	38	1	3	8	4



공공 음식물류 폐기물 주요 자원화 업체 분포 현황('2016)



민간 음식물류 폐기물 주요 자원화 업체 분포 현황('2016)

< BACK

7

NEXT >

2. 음식물류폐기물 자원화 현황 및 시설

2. 처리주체별 현황

음식물류폐기물 공공, 민간 자원화 업체 현황

구분	2002년			2003년			2004년			2005년			2006년			2012년			2016년		
	공공	민간	전체	공공	민간	전체	공공	민간	전체	공공	민간	전체	공공	민간	전체	공공	민간	전체	공공	민간	전체
서 울	7	0	7	6	0	6	6	0	6	6	0	6	5	6	11	4		4	4	0	4
부 산	7	4	11	6	4	10	6	4	10	3	4	7	3	5	8	3	5	8	2	6	8
대 구	1	3	4	1	3	4	1	3	4	1	3	4	1	3	4	1	2	3	2	3	5
광 주	0	10	10	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	4	4	8	3	1	4
인 천	1	1	2	2	9	11	3	9	12	3	6	9	3	8	11	1	2	3	9	2	11
대 전	2	3	5	2	3	5	2	3	5	2	2	4	2	2	4	1	2	3	1	2	3
울 산	2	0	2	3	0	3	3	0	3	4	0	4	4	1	5	3	3	6	2	3	5
경 기	17	71	88	17	81	98	16	84	100	17	80	97	19	86	105	22	73	95	25	138	163
강 원	5	2	7	5	2	7	8	2	10	8	3	11	10	3	13	11	3	14	9	3	12
충 북	3	3	6	2	3	5	3	4	7	3	5	8	3	5	8	4	5	9	4	5	9
충 남	9	13	22	8	14	22	9	10	19	9	8	17	7	8	15	9	10	19	9	8	17
전 북	5	7	12	6	7	13	6	4	10	6	4	10	5	4	9	5	5	10	3	6	9
전 남	3	13	16	3	14	17	2	10	12	4	11	15	5	7	12	7	9	16	11	4	15
경 북	4	19	23	4	18	22	5	17	22	4	15	19	8	19	27	10	20	30	7	18	25
경 남	10	20	30	11	23	34	12	17	29	12	16	28	10	13	23	10	11	21	12	12	24
제 주	4	0	4	4	0	4	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	28	31
세종			0			0			0			0			0			0	1		1
합 계	80	169	249	80	182	262	85	168	253	85	158	243	88	171	259	98	154	252	107	239	346

< BACK

8

NEXT >

3. 음식물류폐기물 자원화 시설 운영 현황

1. 자원화생성물 이용현황

음식물류폐기물 처리현황(전체시설, 2015년)

		합계	사료화	퇴비화	바이오가스화	기타		
						소각	파쇄/탈수	하수병합처리
시설 수		**303**	**175**	**80**	**13**	**2**	**25**	**8**
처리량		9468.25	2,389.7	4184.3	1314.4	27.2	900.78	651.87
전체 용량		12092.7	2,594.0	5947.6	1759	40.0	1128.1	624
가동률		78%	92%	70%	75%	68%	80%	104%
사료	생산량	600.7	550.1	15	0	0	35.6	0
	유상	37.7	0.0	37.7	0	0	0	0
	무상	86.81	64.1	22.7	0	0	0	0
	자가	35.6	0.0	0	0	0	35.6	0
	재위탁	0	0.0	0	0	0	0	0
퇴비	전체	1831.27	0.0	1820.17	0	0	11.1	0
	유상	255.17	0.0	244.07	0	0	11.1	0
	무상	764.32	0.0	731.6	17	0	15.72	0
	재위탁	159.38	0.0	96.98	0	0	62.4	0
에너지외(㎥/일,kwh)		332,156.86	0.0	0	331,273.53	0	0	883.33

< BACK 9 NEXT >

3. 음식물류폐기물 자원화 시설 운영 현황

1. 자원화생성물 이용현황

음식물류폐기물 처리현황(공공처리시설, 2015년)

공공		합계	사료화			퇴비화	바이오 가스화	기타			
			소계	건식사료	습식사료			소계	소각	파쇄/탈수	하수병합처리
시설 수		99	23	20	4	39	12	25	2	16	7
처리량		6,605.8	2,389.7	2,223.3	166.4	2,114.9	914.4	1,186.8	27.2	687.7	471.9
전체 용량		7,496.5	2,594.0	2,422.0	172.0	2,343.0	1,359.0	1,200.5	40.0	716.5	444.0
가동률		88%	92%	92%	97%	90%	67%	99%	68%	96%	106%
사료	생산량	550.1	550.1	498.02	52.1	0	0	0	0	0	0
	유상	0.0	0.0	165.9	0	0	0	0	0	0	0
	무상	64.1	64.1	56.29	7.82	0	0	0	0	0	0
	자가	0.0	0.0	7.82	0	0	0	0	0	0	0
	재위탁	0.0	0.0	0	0.19	0	0	0	0	0	0
퇴비	전체	0.0	0.0	0	0	920.0	0	0	0	0	0
	유상	0.0	0.0	0	0	46.92	0	0	0	0	0
	무상	15.7	0.0	0	0	228.8	0	15.72	0	15.72	0
	재위탁	62.4	0.0	0	0	39.78	0	62.4	0	62.4	0
에너지외 (㎥/일,kwh)		331,240.9	0.0	0	0	0	331,212.5	28.43	0	0	28.43

< BACK 10 NEXT >

3. 음식물류폐기물 자원화 시설 운영 현황

1. 자원화생성물 이용현황

음식물류폐기물 처리현황(민간자원시설, 2015년)

민간		합계	사료화				퇴비화	바이오가스화	기타		
			소계	건식사료	습식사료	습식사료 건식사료			소계	파쇄/탈수	하수병합처리
시설 수		203	151	8	140	3	41	1	10	9	1
처리량		6,345.4	3,483.0	817.9	2,665.1	298.0	2,069.4	400.0	393.04	213.0	180.0
전체 용량		10,992.0	6,395.8	1,380.0	5,015.8	610.0	3,604.6	400.0	591.6	411.6	180.0
가동률		58%	54%	59%	53%	49%	57%	100%	66%	52%	100%
사료	생산량	1053.0	1017.4	183.21	834.18	80.76	15	0	35.6	35.6	0
	유상	0.0	0.0	26.8	94.8	45.9	37.7	0	0	0	0
	무상	798.8	798.8	65.3	733.5	42.84	22.7	0	0	0	0
	자가	35.6	0.0	7.82	220.9	0	0	0	35.6	35.6	0
	재위탁	0.0	0.0	2.5	0.19	0	0	0	0	0	0
퇴비	전체	11.1	0.0	0	0	30.2	900.2	0	11.1	11.1	0
	유상	11.1	0.0	0	0	0	197.15	0	11.1	11.1	0
	무상	17.0	0.0	35.9	0	30.2	502.8	17	0	0	0
	재위탁	0.0	0.0	0	0	0	57.2	0	0	0	0
에너지외(㎥/일,kwh)		915.9	0.0	0	0	0	0	61.03	854.9	0	854.9

< BACK 11 NEXT >

3. 음식물류폐기물 자원화 시설 운영 현황

2. 협잡물과 음폐수 발생량

협잡물 및 음폐수 발생비율(2013년)

구 분		총 계	사료화			퇴비화					기 타			
			소계	건식	습식	소계	호기성	혐기성	지렁이	기타	소계	하수병합	파쇄탈수	탈수건조
공공+민간	개소수	261	122	38	84	94	83	7	2	2	45	7	21	17
	시설용량(톤/일)	15435.3	6874.5	2920	3954.5	5200.3	4725.3	340	80	55	3360.5	440	1490.5	1430
	처리량(톤/일)	11382.5	5285.3	2511.1	2774.2	3656.3	3372.4	197.9	33	53	2440.9	354.1	982.8	1103
	협잡물 발생량(톤/일)	328	123.4	78.04	45.4	137.3	115.7	14.8	1.8	5	68.3	4.9	32.5	30.9
	협잡물 발생비율(%)	2.9	2.3	3.1	1.6	3.8	3.4	7.5	5.5	9.4	2.8	1.4	3.3	2.8
	음폐수 발생량(톤/일)	7338.1	2907	1459.5	1447.5	2991.9	2744.6	199.3	22.5	25.5	1439.2	129	659.8	650.4
	음폐수 발생비율(%)	64.5	55.0	58.1	52.2	81.8	81.4	100.7	68.2	48.1	59.0	36.4	67.1	59.0

구분		총계	사료화			퇴비화				기타			
			소계	건식	습식	소계	호기성	혐기성	기타	소계	하수병합	파쇄탈수	탈수건조
공공	개소수	89	16	13	3	49	43	5	1	24	7	9	8
	시설용량(톤/일)	4632	1216	1016	200	1814	1694	90	30	1602	440	578	584
	처리량(톤/일)	4223.62	1131.4	985.9	145.5	1727.42	1608.2	103.22	16	1364.8	354.1	489.8	520.9
	이물질 발생량(톤/일)	188.05	36.1	31.1	5	102.6	87.5	14.8	0.3	49.35	4.9	15.3	29.15
	이물질 발생비율(%)	4.5	3.2	3.2	3.4	5.9	5.4	14.3	1.9	3.6	1.4	3.1	5.6
	폐수 발생량(톤/일)	3390.16	617.2	534.1	83.1	1889.46	1809.5	69.96	10	883.5	129	368.5	386
	폐수 발생비율(%)	80.3	54.6	54.2	57.1	109.4	112.5	67.8	62.5	64.7	36.4	75.2	74.1

구분		총계	감량 파쇄탈수	건사료			습식사료			퇴비화	기타 (소멸)
				건사료	건습식사료	건사료+퇴비	습식사료	습식사료+퇴비	습식사료+생석회		
민간	시설개소수	137	3	18	4	1	67	5	2	35	2
	시설용량	10017.5	107	2308.3	510	80	3628	635.5	248	2,500.7	
	처리용량	5700.8	23.5	1159.6	117.7	33.0	2029.6	939.9	122	1275.5	
	가동율	56.9	22	50%	20	0.4	55.9	150	49.2	51.0	
	협잡물 발생량	536.28	2	33.5	1.5	0.18	353.7	57.4	4.4	83.6	
	협잡물 발생비율(%)	9.41	8.6	2.8	1.3	0.5	17.4	6.1	0.2	6.6	
	폐수 발생량	2385.2	16.3	587.5	92.5	33	834.7	267.7	34.2	519.3	
	폐수 발생비율(%)	41.8	69.3	50	78.6	100	41.1	42.5	28	40.7	

< BACK 12 NEXT >

3. 음식물류폐기물 자원화 시설 운영 현황(2013년)

3. 음폐수 처리현황

음폐수 발생 및 처리

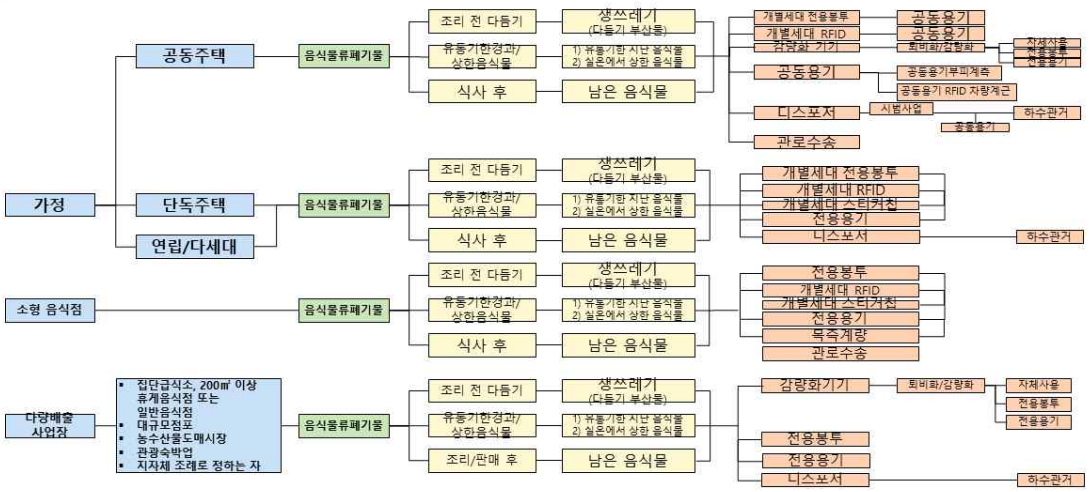
구분			총계	사료화			퇴비화				기 타			
				소계	건식	습식	소계	호기성	혐기성	기타	소계	하수 병합	파쇄 탈수	탈수 건조
민간 자원화 시설	개소수		172	106	25	81	45	40	2	3	21		12	9
	시설용량		10803.3	5658.5	1904	3754.5	3386.3	3031.3	250	105	1758.5		912.5	846
	처리량		7158.89	4153.98	1525.2	2628.73	1928.88	1764.18	94.7	70	1076.03		493	583.03
	폐수발생량		3947.9	2289.84	925.41	1364.43	1102.41	935.11	129.3	38	555.65		291.24	264.41
	폐수발생비율(%)		55.1	55.1	60.7	51.9	57.2	53.0	136.5	54.3	51.6		59.1	45.3
	폐수 처리	하수연계	15	2		2	4	2	1	1	9		6	3
		해양배출	121	79	20	59	32	29	1	2	10		5	5
		침출수연계	0	0			0			0	0			
		처리방류	2	0			1	1		0	1			1
		무배출	24	20	3	17	4	4		0	0			
		기타	9	5	2	3	3	2	1	0	1		1	
공공 자원화 시설	개소수		89	16	13	3	49	43	5	1	24	7	9	8
	시설용량		4632	1216	1016	200	1814	1694	90	30	1602	440	578	584
	처리량		4223.62	1131.4	965.9	145.5	1727.42	1608.2	103.22	16	1364.8	354.1	489.8	520.9
	폐수발생량		3390.16	617.2	534.1	83.1	1889.46	1809.5	69.96	10	883.5	129	368.5	386
	폐수발생비율(%)		80.3	54.6	54.2	57.1	109.4	112.5	67.8	62.5	64.7	36.4	75.2	74.1
	폐수 처리	하수연계	58	11	11		30	27	2	1	17	7	6	4
		해양배출	21	3	1	2	13	11	2		5		3	2
		침출,분뇨연계	5	2	1	1	2	2			1			1
		처리방류	1	0			0				1			1
		무배출	0	0			0				0			
		기타	2	0			2	2			0			

< BACK NEXT >

4. 음식물류폐기물의 관리 체계

1. 단계별 관리 현황

음식물류폐기물 배출단계

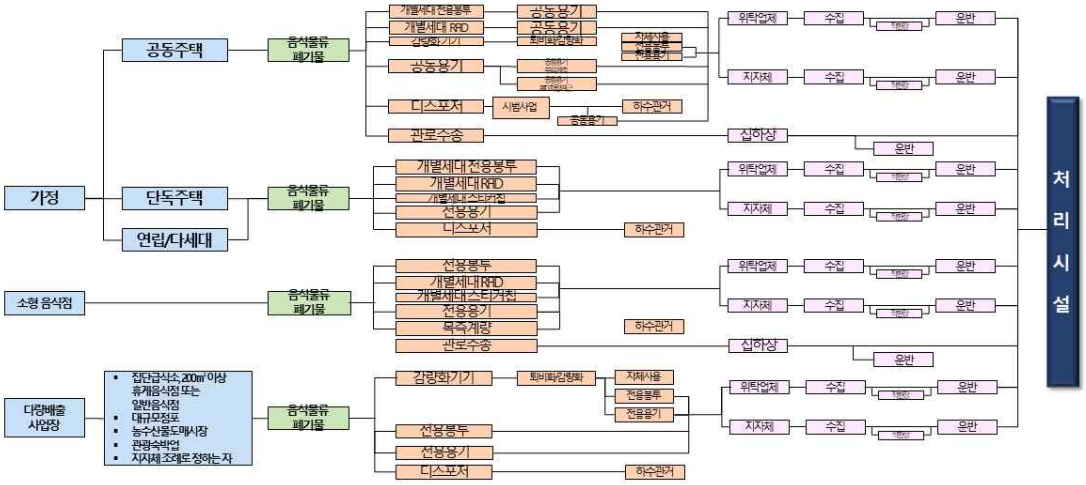


< BACK NEXT >

4. 음식물류폐기물의 관리 체계

1. 단계별 관리 현황

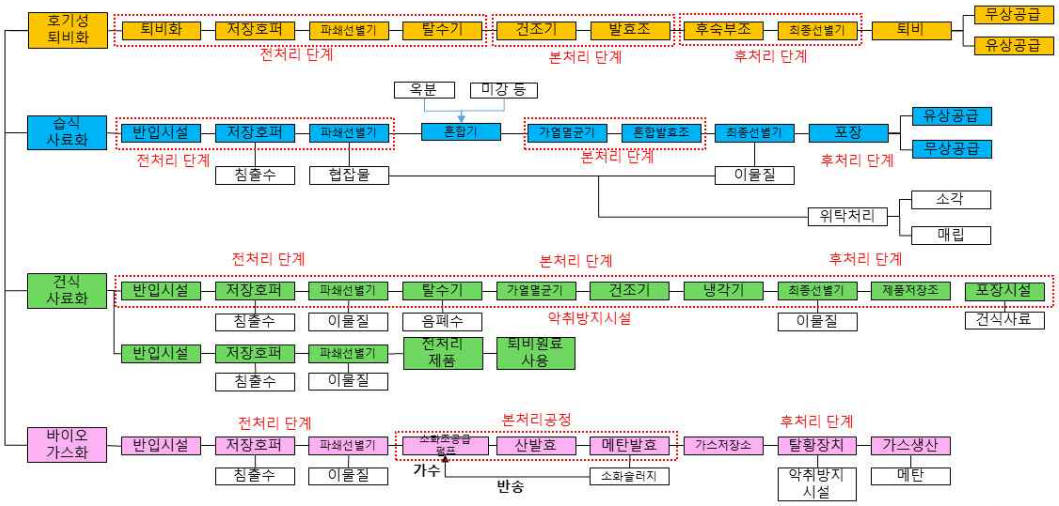
음식물류폐기물 수집·운반 단계



4. 음식물류폐기물의 관리 체계

1. 단계별 관리 현황

음식물류폐기물 자원화 단계



5. 음식물류폐기물 처리의 다각화/다양화 방안

1. 다각화방안

01 [옥내] 배출 전 감량화 활성화(간이 탈수기 사용)

- 음식물류폐기물 발생단계에서의 **수분감량 효과뿐만 아니라 자원화 제품의 품질을 향상 시킬 수 있는 중요한 요소**임
- 일반 가정에서 간이 탈수기 등의 간단한 기기를 이용한 수분감량 효과를 통하여 기존 음식물류폐기물 **배출 시 발생하는 민원 문제와 더불어 수집·운반 단계에서 발생하는 문제, 자원화 단계에서의 문제를 해결**하고자 함

[탈수기/건조기 사용안내 (인천 남동구)]

< BACK 17 NEXT >

5. 음식물류폐기물 처리의 다각화/다양화 방안

1. 다각화방안

02 [옥외] 감량화 기기의 설치

○ RFID기반의 종량제 적용 감량화시스템

종량기능	세대식별	RFID 카드
	세대계량	로드셀 저울 내장
원격관제	자체 프로그램 사용 / 오류동작 SMS문자 송수신 / 원격자동제어	
쓰레기 투입방식	음식물쓰레기만 투입	
가열방식	핀히터 열풍가열방식	

○ 열풍의 내부순환 구조 채택으로 효율성 증대

○ 폐열 재활용을 통한 에너지 효율 극대화

○ 자동도어/자동배출로 사용자 편의성 증대

○ 무악취, 무소음, 무침출수

○ 열매체유 미사용으로 유지보수비용 절감

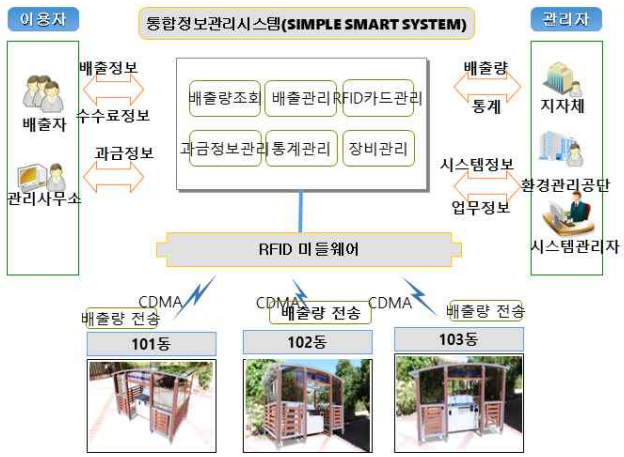
○ 황성탄 미사용으로 유지보수비용 최소화

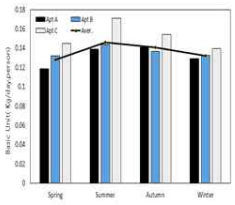
RFID카드 터치 ⇨ 투입 및 계량 ⇨ 분쇄 및 교반 건조 ⇨ 자동 배출

< BACK 18 NEXT >

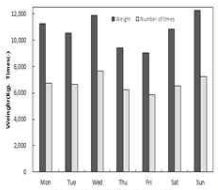
5. 음식물류폐기물 처리의 다각화/다양화 방안

1. 다각화방안

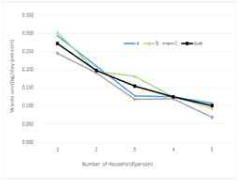




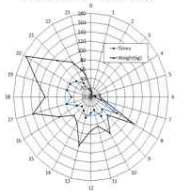
계절별 배출원단위



요일별 배출원단위



가구원수에 따른 배출원단위



시간대별 배출 주기 및 배출량

< BACK 19 NEXT >

5. 음식물류폐기물 처리의 다각화/다양화 방안

1. 다각화방안

03 자원화 방식의 다각화 : 음폐수 소각 (요소수 대체재 사용)

- ❖ 소각로에는 NOx를 제거하기 위해 운전중인 소각로에 요소수를 분사하고 있음
  - 요소수란 NOx와 반응하여 **NOx를 질소와 물로 환원시키는 역할**
- ❖ 음폐수는 **요소수 대체재로서** 소각로에 분사 가능
  - 음폐수는 다이옥신이 생성되지 않는 온도로 제어 가능
  - **경제적 및 위생적으로** 음폐수를 처리 가능함
- ❖ 혐기성 소화 소화액의 높은 BOD, COD로 인하여 폐수처리의 어려움
- ❖ 소각처리시설에서 음폐수 처리의 장점은 **질소산화물 저감 및 요소수 대체가 가능하며** 소각로 **내부 적정온도 유지 및 대기오염물질 저감에 효과적이며** 음폐수에서 발생하는 악취도 소각이 가능함
- ❖ 대기오염물질 중 질소산화물 저감에 효과가 있는 것으로 나타나 오염물질 저감을 위해 사용하던 **약품사용량이 감소하여 운영비** 절감 효과도 있는 것으로 확인

구분		태안군	천안시
처리 개시		2010년	2007년
처리 계통		음폐수 → 고액분리기 → 저장조 → 침전 → 소각로 분사	음폐수 → 고액분리기 → 저장조 → 침전 → 소각로 분사
일일 처리량		11m³/일	90m³/일
전처리 설비	방식	저속고액분리기	고속분리기 (데칸타)
	비용	약 95,000,000원	약 150,000,000원
소각로 분사지점		2차 연소실	2차 연소실
장단점		- 초기 설치비 낮아 경제적임 - 수동 분사시스템으로 유지관리 어려움 - 처리효율이 낮음 - 유지관리 비용 낮아 경제적	- 설치비용이 높음 - 자동분사시스템 유지관리 편리함 - 처리효율이 높음 - 유지관리비용 높음

음폐수 소각 처리 전, 후 운영결과 비교

구분	소각량 (톤/년)	증기생산량 (톤/시간)	발열량 (Kcal/kg)	음폐수처리량 (톤/년)
설계값	66,600	27	2,200	-
2006 년	60,006	22	1,976	-
2010 년	58,080	24	2,335	27,116
2011 년	61,461	24	2,390	28,840

< BACK 20 NEXT >

5. 음식물류폐기물 처리의 다각화/다양화 방안

1. 다각화방안

04 자원화 방식의 다각화 : 음식물류 폐기물 처리물 Bio-SRF화

❖ **음식물류 폐기물의 함수율은 평균 78%로 높은 함수율로 인하여 현재 Bio-SRF 조제가 금지되어 있음**
- 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률 시행 규칙 별표 1 제 2조 10항

❖ **'자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률 시행규칙 별표 1의 10항'에 음식물류폐기물을 이용한 Bio-SRF 제조를 금지하고 있음**

❖ **음식물류폐기물을 건조한 건조물은 바이오 고형연료 제품 기준 충족 확인**

- 바이오 고형연료 기준 중 황분의 기준을 충족
- 일반 고형연료제품의 기준 중 수분과 회분은 모두 만족
- 발열량 분석결과 일반 고형연료제품의 기준 및 바이오 고형연료제품의 기준인 3,500kcal/kg, 3,000kcal/kg 모두 충족
- 중금속 함량 분석결과 일반 고형연료제품의 기준 및 바이오 고형연료제품의 기준 모두 충족

▪ **음식물류폐기물을 이용, 고형연료는 다음과 같은 사항을 고려하여 제조 (안)**
- 유기성 폐기물 내에 함유되어 있는 수분함량을 조정하여 성형가능조건으로 변경하여 연속 성형이 가능할 수 있도록 제조
- 함수율 조정은 건조 분말을 혼합하여 추가적인 혼합공정에 투입되는 추가적인 부형제 사용이 없도록 함
- 건조 시에는 유기물 증발을 방지하여 에너지 보유함량을 높일 수 있도록 저온에서 건조하는 것을 원칙으로 함
- 유동성 슬러지(유지류의 함량이 높은 유기성 슬러지)의 경우, 고형화 Process를 적용하여 고형연료제품으로 생산

바이오 고형연료제품의 품질기준 (제20조의5 관련)

구분		단위	성형		비성형	
모양 및 크기		mm	직경	50 이하	가로	120 이하
			길이	100 이하	세로	120 이하
수분		wt.%	10 이하		25 이하	
저위발열량		kcal/kg	수입 3,150 이상, 제조 3,000 이상			
회분		wt.%	15 이하			
염소		wt.%	0.5 이하			
황분		wt.%	0.6 이하			
바이오매스		wt.%	95 이상			
금속 성분	수은(Hg)	mg/kg	0.6 이하			
	카드뮴(Cd)		5.0 이하			
	납(Pb)		100 이하			
	비소(As)		5.0 이하			
	크롬(Cr)		70.0 이하			

음식물SRF의 발열량 분석결과

단위 : kcal/kg	Dulong 식		발열량 계	
	고위발열량	저위발열량	고위발열량	저위발열량
샘플 1	3378.6	3047.5	4726	4315
샘플 2	3388.5	3054.7	4207	3796
샘플 3	3299.2	2970.2	3989	3578
샘플 4	2984.4	2668.2	-	-
샘플 5	3371.4	3035.4	-	-
평균	3284.4	2955.2	4307	3896

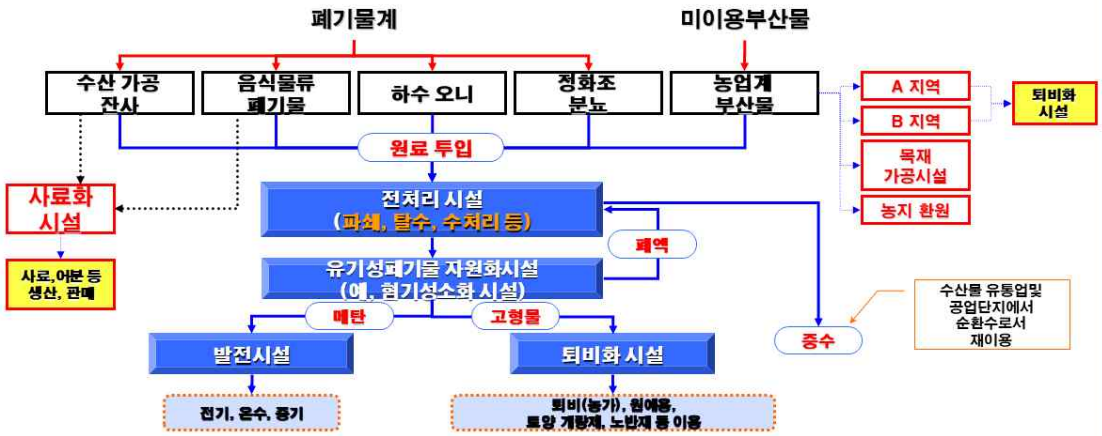
* 수도권 매립지관리 공사 : 유기성 폐기물고형연료제품(BIO-SRF) 대상 확대 가능성 연구

< BACK 21 NEXT >

5. 음식물류폐기물 처리의 다각화/다양화 방안

2. 다양화 방안

01 자원화 방식의 다양화 : 바이오가스화에 의한 병합 및 공동처리



< BACK 22 NEXT >

5. 음식물류폐기물 처리의 다각화/다양화 방안

2. 다양화 방안

지역 및 시설간의 연계 처리 시스템

집약처리	시군구의 2개 이상 지역이 서로 연계하여 처리시설을 공동으로 설치 및 운영하는 경우.
광역처리	광역시도 및 일정규모이상의 시에서 다수의 시군구가 처리시설을 공동을 설치 운영하는 경우
도농연계 처리	서로 다른 광역시 및 시군구에서 물질의 수요, 공급 측면에서 도시 측에서 시설의 보조와 원료를 공급하고, 농촌에서는 운영과 동시에 생산된 물질을 이용
유역처리	하수등과 같이 하나의 유역내에서 처리되면서 수반되는 물질을 서로 다른 시군구가 연계처리
분산처리	서로 다른 지자체가 서로 다른 원료를 처리할 수 있는 시설을 보유하여 물질별 처리를 담당하는 연계처리

시설설치 및 운영에 있어서 규모의 경제성 확보 및 자원화대상 물질 그리고, 생산된 물질의 수요, 공급의 균형을 위한 연계처리 시스템이 필요

물질간의 병합 및 공동처리시스템

병합처리: 서로 발생원이 다른 두개 이상의 물질을 혼합하여 처리하는 시스템

공동처리: 다수에서 발생하는 다수의 물질을 혼합하여 처리하는 시스템

다양한 유기성 물질이 유사하거나, 차이가 있음으로 서로의 단점을 상쇄하는 것이 가능.
(현재 물질별 혼합처리의 법적 확립 미흡)

지역 및 시설 간의 연계처리 + 물질간의 연계처리 = 통합처리

< BACK 23 NEXT >

5. 음식물류폐기물 처리의 다각화/다양화 방안

2. 다양화 방안

02 자원화 방식의 다양화 : 음식물류폐기물(원물) 하수병합처리

- ❖ 유기성폐기물의 해양투기가 금지되면서 지자체의 **음식물류폐기물 적체현상**, 토양, 지하수 및 악취와 같은 문제가 발생하고 있음
- ❖ 음식물류폐기물은 기존 **축산분뇨 및 하수슬러지 처리시설에서** 별도의 신규 설치 없이 처리하기가 용이하기 때문에 최근 **늘어나는 추세**
  - 또한 하수슬러지는 유기물 함량이 낮아 **단독 혐기소화 시 소화율이 좋지 않음**
- ❖ 음식물류폐기물을 혐기소화공정에 추가하면 유기물 함량이 늘어나 **혐기소화 효율이 증대됨**
- ❖ 혐기소화를 통해 생산된 바이오가스를 에너지원으로 사용할 수 있음

시설개요						
시설명	부산환경공단 수영 사업소					
시설설치자	부산광역시장		시설구분	공공시설		
처리대상 (처리용량)	합계	음식물류폐기물	음폐수	하수슬러지	가축분뇨	기타
	1,680 톤/일	120 톤/일	-	1,560 톤/일	-	-
소화조 용량	1,500m^3 600m^3	소화조내 체류일수	17일 18일	가동개시 년		'04 '99
부산물발생량	슬러지(고형물)	35,084 (톤/년)	매립	-		

- ❖ 부산환경공단 수영사업소에서는 총 1,680톤/일의 처리량의 혐기소화조 운영
- ❖ 음식물류폐기물은 120톤/일, 하수슬러지는 1,560톤/일을 혐기소화 처리
- ❖ 위 시설의 가스생산량은 5,689,158 (Sm^3)을 생산하였으며 25%의 가스를 자체이용하였고, 나머지 75% 가스를 기타 단순처리

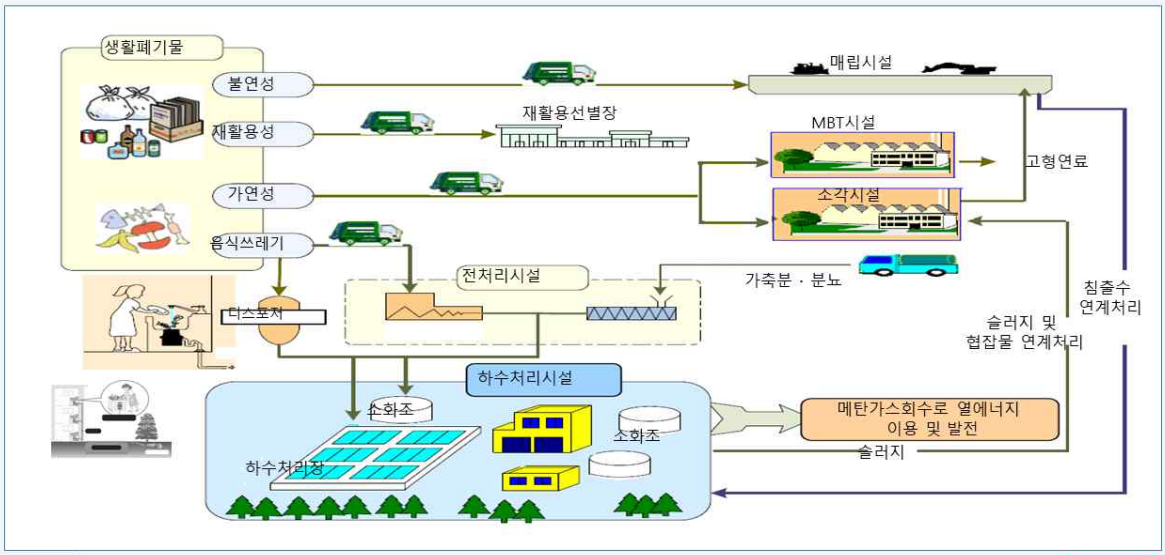
- ❖ 울산 용연 음식물 하수병합처리시설에서는 총 430톤/일의 처리량의 혐기소화조 운영
- ❖ 음식물류폐기물은 220톤/일, 하수슬러지는 210톤/일을 혐기소화 처리
- ❖ 위 시설의 가스생산량은 10,671,214 (Sm^3)을 생산하였으며 87%의 가스를 외부 판매함

시설개요						
시설명	울산 용연 음식물 하수병합처리시설, 남구 음식물쓰레기 하수병합처리시설					
시설설치자	시장		시설구분	민간시설 - 용연		
처리대상 (처리용량)	합계	음식물류폐기물	음폐수	하수슬러지	가축분뇨	기타
	430 톤/일	220 톤/일	-	210 톤/일	-	-
소화조 용량	14,000m^3 (7,000 X 2)	소화조내 체류일수	20일	가동개시 년		용연: '11 남구: '02
부산물발생량	슬러지(고형물)	29,200 (톤/년)	소각	폐수	하수연계 188,922 (톤/년)	

< BACK 24 NEXT >

5. 음식물류폐기물 처리의 다각화/다양화 방안

2. 다양화 방안



< BACK

25

NEXT >

5. 음식물류폐기물 처리의 다각화/다양화 방안

2. 다양화 방안

03 자원화 방식의 다양화 : 음폐수 병합처리 바이오가스화

- ❖ 음식물류 폐기물 자원화 시설에서 발생되는 음폐수는 폐수처리장과 연계처리 되는 경우가 있음
- ❖ 유기성 폐기물의 단일 소화 진행 시 바이오가스 수율에 있어 효율이 좋지 않음
  - 가축분뇨처리, 음폐수 바이오가스 활용, 하수슬러지 활용의 경우 C/N, pH 등의 문제가 발생
  - 음식물류 폐기물의 단일 소화 진행 시 높은 유기물 부하 등의 문제, 적정 소화 일수 미준수 등의 문제가 발생
- ❖ 음식물류 폐기물의 바이오가스 생산 증대를 위하여 가축분뇨, 하수슬러지 등과 같은 기타 유기성폐기물과의 병합처리가 필요

시설개요						
시설명	파주시 축분혼합처리시설 (가축분뇨 60톤/일 + 음식물 20톤/일)					
시설설치자	파주시장		시설구분	공공시설		
처리대상 (처리용량)	합계	음식물류폐기물	음폐수	하수 슬러지	가축분뇨	기타
	110 톤/일	50 톤/일			60 톤/일	
소화조 용량	1,500m³ 600m³	소화조내 체류 일수	17일 18일	가동개시 년		'04 '99
부산물 발생량	슬러지 (고형물)	895 (톤/년)	퇴비화	폐수	폐수연계 16,654 (톤/년)	기타 2,149 (톤/년)

- ❖ 파주시 음식물 및 축분혼합 처리시설은 총 110톤/일의 처리량의 혐기소화조를 운영중
- ❖ 음식물류폐기물은 50톤/일, 가축분뇨는 60톤/일을 혐기소화로 처리중
- ❖ 부산물은 고형물의 경우 퇴비화로 처리하고 폐수는 폐수처리장과 연계처리함

- ❖ 울산광역시 온산바이오에너지센터는 총 150톤/일의 처리량의 혐기소화조를 운영중
- ❖ 음식물류폐기물은 100톤/일, 가축분뇨는 50톤/일을 혐기소화로 처리중
- ❖ 부산물은 고형물의 경우 매립하여 처리하고 폐수의 경우 하수연계처리함

시설개요						
시설명	울산광역시 온산 바이오 에너지 센터					
시설설치자	울산광역시		시설구분	공공시설		
처리대상 (처리용량)	합계	음식물류폐기물	음폐수	하수 슬러지	가축분뇨	기타
	150 톤/일	100 톤/일			50 톤/일	
소화조 용량	2,600m³ x 2 800m³	소화조내 체류일수	27.5 일	가동개시 년		2014
부산물 발생량	슬러지 (고형물)	2,661 (톤/년)	매립	폐수	하수연계 48,061 (톤/년)	

< BACK

26

NEXT >

5. 음식물류폐기물 처리의 다각화/다양화 방안

2. 다양화 방안

04 자원화 방식의 다양화 : 유기탄소원으로 사용

- ❖ 현재 대부분의 하수처리장에서는 미생물을 이용하여 탈질을 진행
  - 폐수처리시 부족한 탄소원 보충
- ❖ 국내 46%가 음폐수를 하수처리장으로 처리
- ❖ 발효조 구비, 시설부지 확보와 문제 발생
  - 음폐수 원형 사용 문제
- ❖ 유기탄소원의 기준을 충족하지 못하고 있어 음폐수를 유기탄소원으로 **판매 어려움**
- ❖ 부산 사하구 신평동에 위치한 B 염색산업단지는 60,000톤/일의 폐수를 유동상 생물막 담체 반응(PEMT)로 처리하고 있음
- ❖ 기존 염색폐수 공정에 병렬로 음폐수를 처리하기 위해 일부 시설을 변경하여 음폐수를 미생물의 영양원으로 공급함으로서 음폐수를 재이용하는 공정
- ❖ 항목당 평균 폐수처리 효율은 85.74%를 기록함
- ❖ 또한 음폐수 유기탄소원 사용으로 약품비가 절감되는 효과가 있음

단위 : mg/L

구분	CODMn	SS	BOD5	총질소	총인
염색폐수	276	241	221	19	3.3
음식물 탈리액	44,260	33,431	73,775	2,474	496
병합원수	389	306	577	23	4.9
최종 처리수	49	26	8	7	0.9
처리효율	87.4	91.5	98.6	69.6	81.6

* 출처 : 음식물류폐기물 관리정책 방향 및 개선방안 연구, 환경부

환경부고시 제2014-202호 유기탄소원 사용기준

유기탄소원 기준
1) 부유물질(SS) 15,000mg/L 이하 2) 노르말헥산(N-Hexan) 1,000mg/L 이하 3) 총질소(T-N) 3,000mg/L 이하 4) 총인 400mg/L 이하 5) 총휘발성유기산 40,000mg/L 이상 6) 구리·수은·납 및 카드뮴과 그 밖의 오염물질 중 사용하고자 하는 시설에서 처리할 수 없는 오염물질은 나지역 배출허용기준 이하

유기 탄소원 종류별 특성

구분	메탄올	포도당	메디올	음폐수
특성	가장흔한 탄소원	가격고가	단가저렴	유기원함량 높음
적용사업장	대부분 폐수처리장	대부분 폐수처리장	적용 사업장 적음	일부 폐수 종말처리장
단가	550원/kg	고가	400원/kg	무상공급

< BACK 27 NEXT >

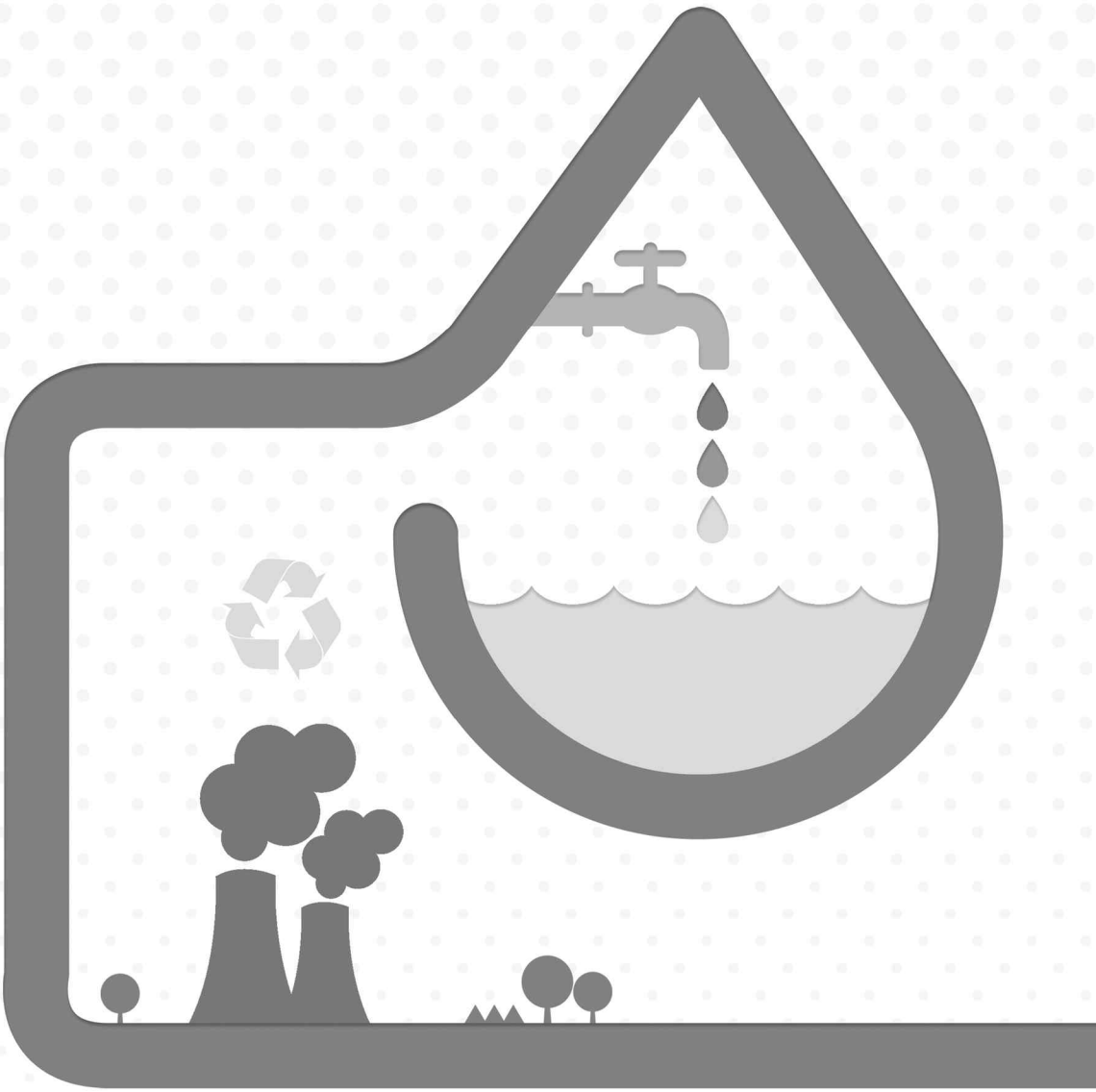
감사합니다.

발제 2

음폐수의 소각시설 재활용 제도 마련 추진경과 및 개선방향

한인태

대표 / ㈜금학산업



음폐수의 소각시설 재활용 제도 마련 추진경과 및 개선방향

1 음폐수 소각시설 재활용 배경 및 진행경과

가. 음폐수 소각처리 배경

○ 음폐수의 해양배출 금지('13. 1. 1)에 따른 육상처리 방안 필요

- 하수처리시설 연계처리, 수도권매립지 혐기성소화 처리, 소각처리 등 음폐수 육상처리 방안 다양화 / 일부 지자체의 음폐수 소각시설 약품보조재(요소수, 냉각수) 재활용 사례 대두

- 음폐수의 안전하고 항구적인 육상처리를 도모코자 소각시설에서의 재활용 및 약품보조재 기술 개발

나. 음폐수 소각시설 재활용 진행경과

○ '12. 11. 21 : 음폐수 소각처리 관련 환경부 간담회 개최[㈜금학산업, 음자협 참석]

○ '12. 11. 26 : 음폐수 소각처리 관련 환경부 업무협의[㈜금학산업, 음폐수 소각처리 법률근거 마련 건의]

○ '13. 03. 15 : "음식폐기물의 자원화 및 감량화 방안" 세미나 패널 참석[㈜금학산업, 환경부 "음폐수 소각처리 긍정적 검토"]

○ '13. 04. 08 : 환경부 유권해석 회신[<u>음폐수 "그 밖의 폐기물"로 분류</u>]

○ '13. 04. 12 : 환경부 전국공무원 대상 음식물류 폐기물, 음폐수 자원화 및 처리 기술 워크샵 개최
[음폐수 처리 방법 → 폐수(공공하수처리시설 연계처리, 유기탄소원 활용) / 폐기물 → 소각처리]

○ '13. 06. 27 : 국립환경과학원 산업폐기물 소각시설[KG ETS㈜, 진주산업㈜]
<u>음폐수 소각처리 실증실험 완료(NOx 저감효과 확인</u>)

○ `13. 07. 12 : 국립환경과학원 “음식물 폐기물 처리를 위한 전문가회의” 참석 [㈜금학산업]

○ `13. 08. 02 : 환경부 “음폐수의 폐기물 분류에 따른 문제점 및 건의 등 행정 개선 방안” 전국 지자체 시달[음폐수 소각처리 가능 / 약품대체 고시제정 추진 예정]

○ `13. 11. 14 : “음식물류 폐기물 처리를 위한 전문가 회의 및 이해당사자 토론회” 참석[㈜금학산업, 음자협]

○ `13. 12. 20 : 환경부 주관 음폐수 관계자 회의 참석[㈜금학산업, 음자협]

○ `16. 02. 29 : 환경부 주관 음폐수 유기탄소원 재활용 및 소각시설 약품 대체 재활용 논의[음자협]

○ `16. 04. 27 : 환경부 주관 음식물류 폐기물 기술 정책 포럼 운영[㈜금학산업, 음자협]

○ `17. 09. 17 : 음폐수 소각시설 요소수 보조재 사용 재활용환경성평가 신청 [울트라사료]

2 음폐수 소각시설 재활용에 따른 기대 효과

가. NOx 저감에 따른 약품대체 효과

○ 음폐수 소각시설 재활용 시, 음폐수 내의 암모니아성질소(NH_3-N)가 촉매환원법에 의해 약품(요소수)과 동일하게 배출가스의 질소산화물(NOx)을 저감시킴에 따라 약품대체 효과 발생

○ 특히 전량 수입에 의존하고 있는 요소수를 음폐수로 대체함으로써 수입대체 효과 발생

나. 기타 효과

○ 농경지 액체비료 사용 등 음폐수 불법처리 예방 가능

○ 완전 소각 및 대기오염방지시설 운영을 통해 환경적으로 안전하게 처리 가능

○ 해양투기 금지 정책에 부응한 음폐수의 다양한 육상처리 경로 마련

○ 기존 소각시설을 활용함에 따라 불필요한 음폐수 처리시설 미설치 및 처리비용 절감

3 음폐수 소각시설 재활용 시 문제점 및 개선방안

□ 음식물류폐기물 원물 부적정 처리 문제

○ 음폐수 소각시설 활용 시, 음식물류폐기물을 갈아서 원물자체를 소각하는 부적정 처리 문제 우려

- 음폐수 전처리 공정에서 1,2차 고형물 분리공정을 거친 후, 함수율이 90%이상인 음폐수를 산발효 후 소각시설로 반입토록 기준 설정

- 음폐수 소각처리시설 재활용 관리기준 마련 및 올바로시스템을 통한 관리·감독 체계 구축

4 향후 정책 개선방향

가. 음폐수 소각처리량 산입 제외 필요

○ 음폐수 소각처리 시 폐기물처리량에 포함됨에 따라 처리용량의 한계 및 경제성 등의 이유로 실질적인 소각시설 활용이 어려움

나. 음폐수의 약품보조재 재활용 방안 검토 필요

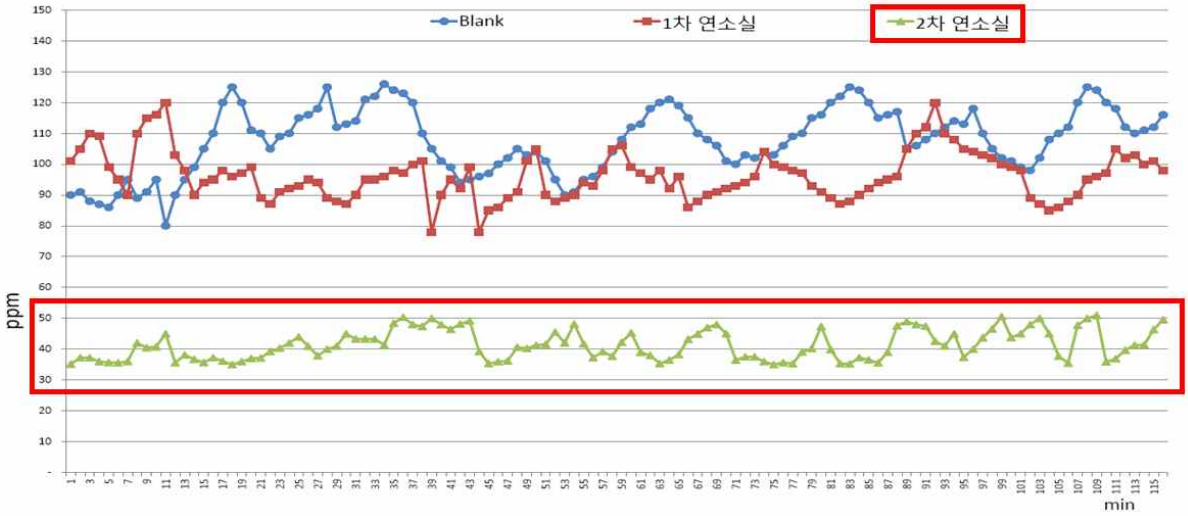
○ 전국 음식물류폐기물(13,537톤/일, `11년 기준) 중 70%를 차지하는 음폐수(9,431톤/일)의 재활용 방안 마련 필요

- 음폐수 소각시설 재활용 실증실험 결과, 질소산화물 저감 효과를 확인함에 따라 동 효과가 검증된 소각시설에 한하여 음폐수를 약품보조재로 활용할 수 있도록 폐기물 재활용기준에 "음폐수 약품보조재 재활용 방안" 마련 필요

붙임1

음폐수 소각 전·후 대기오염물질 변화 추이

□ 소각시설 2차 연소실에서 음폐수 분사 시 NOx 농도 저감 확인



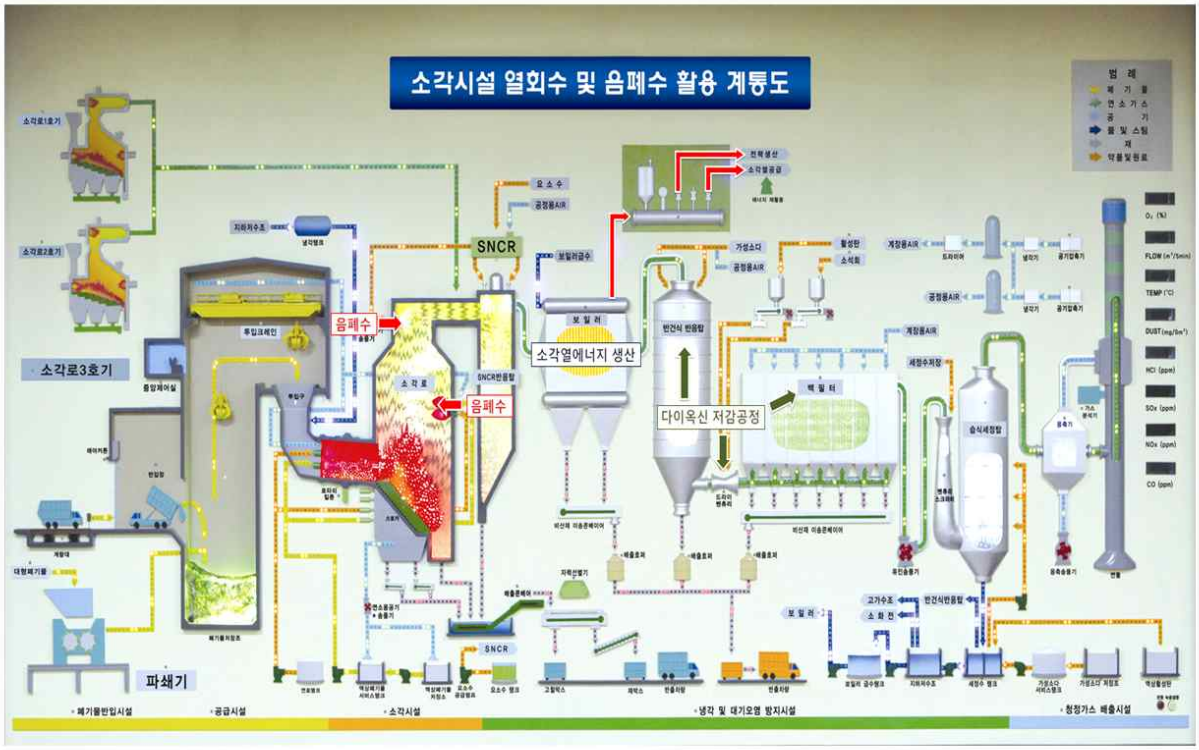
※ 자료출처 : 안산시 소재 사업장폐기물 소각시설 NOx 측정자료(TMS)

붙임2

음폐수 소각처리 시 다이옥신 농도 측정결과

년 월 일		시 간	의뢰기관	굴뚝 농도	발열량 kcal/kg	운전조건 활성탄 kg/h	소석회 m^3/h	암모니아 ℓ/h	대 기(천안환경에너지사업소) HCl ppm	NOx ppm	DUST (%)	O2 (%)	CO ppm	SOx ppm	대 기(측정업체) NOx ppm	CO_2 (%)	O_2 (%)	CO ppm	SOx ppm
2011년	08월 11일	11:17~15:19	한국환경공단	0.001	2,312	2.1	0.5	3.8	6.3	18.3	2.6	5.6	3.5	0.3	27.0	11.1	7.7	0.8	-
	03월 17일	10:30~14:45	한국산업기술시험원	0.002	2,398				5.3	36.2	2.8	6.3	0.2	0.4	37.8	6.9	8.6	0.2	1.1
	02월 16일	10:40~14:50	한국산업기술시험원	0.001	2,356				5.8	32.8	3.1	7.4	0.1	0.4	34.0	7.1	8.2	0.0	0.2
	02월 14일	11:10~15:15	한국산업기술시험원	0.009	2,404				4.6	30.2	3.0	7.2	0.1	0.3	35.0	7.0	8.3	0.1	1.5
2010년	08월 24일	10:28~14:39	한국환경공단	0.003	2,312	2.1	0.5	3.8	4.3	21.8	2.6	6.0	1.4	0.3	27.0	11.1	7.7	0.8	-
	02월 24일	10:55~14:55	한국환경공단	0.000	2,390	2.1	0.4	4.5	4.2	18.3	4.7	6.7	0.3	0.2	53.6	10.0	7.4	0.5	1.8
2009년	09월 10일	10:48~14:56	환경관리공단	0.005	2,374	1.8	0.4	3.7	2.9	21.7	3.5	6.1	3.5	-	27.8	11.1	7.0	0.4	-
	03월 10일	11:25~15:38	환경관리공단	0.001	2,411	1.7	0.4	3.0	5.0	32.0	4.7	7.0	0.1	-	35.7	10.8	7.9	3.4	1.9
2008년	09월 03일	11:35~15:45	환경관리공단	0.001	2,559	2.9	0.4	4.5	3.8	21.7	1.5	7.1	1.1	-	38.0	11.5	6.6	2.7	0.7
	03월 11일	11:08~15:16	환경관리공단	0.01	2,317	4.0	0.4	4.0	6.0	29.2	1.7	5.7	-	-	17.0	11.2	7.3	0.1	1.4
2007년	09월 14일	11:11~15:20	환경관리공단	0.01	2,340	4.2	0.3	12.1	4.5	40.6	2.7	5.0	0.1	1.1	14.2	10.9	7.0	1.9	4.0
	03월 28일	10:52~14:51	환경관리공단	0.00	1,845	4.1	0.3	8.7	3.5	33.7	4.1	10.9	1.9	-	28.9	10.9	7.9	2.6	4.7
2006년	09월 29일	11:28~15:45	환경관리공단	0.01	1,979	3.4	0.8	13.8	4.4	40.0	2.9	6.5	0.5	0.5	29.0	11.0	7.9	2.9	1.9
	08월 16일	15:31~19:41	환경관리공단	0.01	2,031	3.2	0.5	17.5	4.8	38.4	2.9	6.4	4.9	0.9	29.4	7.5	7.4	1.0	1.0
	04월 06일	10:25~14:51	환경관리공단	0.00	2,063	3.7	0.5	9.1	7.0	36.8	3.4	8.0	1.4	0.2	30.5	10.7	8.2	1.3	1.5

※ 자료출처 : ㈜환경국제전략연구소(천안시 생활폐기물 소각시설 다이옥신 측정자료)

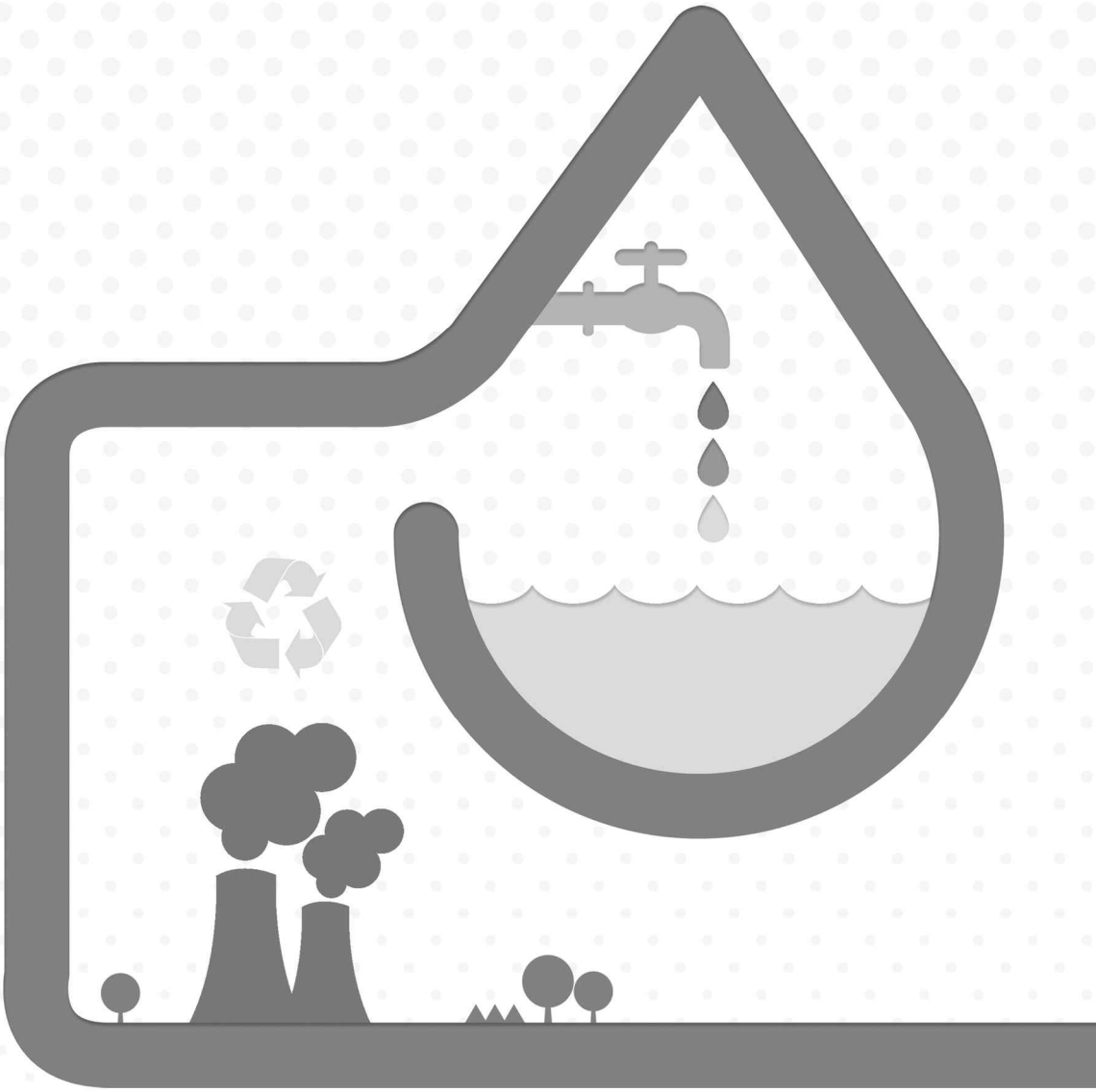


별첨. 음폐수 질소산화물 저감재 제조·소각시설 사용 체계

음폐수 처리 다각화의 필요성

이석길

사무국장 / 음식물자원화협회



음폐수 처리 다각화의 필요성

□ 수도권지역(서울, 인천, 경기) 음폐수 발생 및 처리현황

○ 수도권지역 소재 음폐수 처리시설

- 공공처리장 : 서울시 4대 하수처리장, 수도권매립지 침출수 처리장 및 혐기성 Bio-gas시설, 경기도 하수처리장, 소각장(구리시, 이천시)
- 민간처리장 : 포천바이오 등
- 기타 수도권에서 처리하지 못하는 음폐수는 지방 민간 음폐수 처리장으로 이송·처리

○ 수도권지역 음식물, 음폐수 발생량 ('17년 기준)

[톤/일]

구 분	합계	서울시	인천시	경기도
음식물 발생량1)	8,348	3,549	1,027	3,772
음폐수 발생량	5,378	2,265	666	2,447
음폐수 처리 가능량2)	3,919	1,474	560	1,885
음폐수 미처리 물량	1,482	791	129	562

1) 2017년. (사)한국음식물자원화협회 조사 자료
2) 다량배출사업장 발생물량 포함
3) 민간시설 자가처리량, 수도권지역 외 처리량, 유기탄소원 등은 제외

○ 수도권지역 음폐수 처리현황

- 공공 음식물 자원화시설의 경우 지자체 하수처리장, 수도권매립지 등 공공 음폐수 처리장에서 100% 처리가 가능
- 수도권지역 **음폐수 미처리 물량 1,482톤/일은 대부분 민간 음식물 자원화시설에서 발생되는 음폐수가 해당**되며, 미처리 물량은 비싼 처리비에도 불구하고 지방 민간 폐수처리장으로 이송·처리하거나 여름철 적체된 물량이 점차 해소되는 가을경부터 겨울까지 순차 처리

- 특히 <u>다량배출사업장 물량을 처리하는 민간시설에 대한 음폐수 처리가 가능한 곳은 수도권매립지 침출수 처리장이 유일하며, 지자체 하수처리장을 포함한 공공 음폐수 처리장에서 다량배출사업장 발생 음폐수 처리에 대한 대책 전무</u>

- 민간 음식물자원화시설에서 발생되는 음폐수 처리대책이 원활하지 않은 상황에서 수도권매립지와 같은 대형 음폐수 처리시설이 시설고장 등의 문제로 가동중단이 된다면 음폐수 처리의 어려움으로 음식물 쓰레기 처리 대란을 불러올 수 있음

□ 연도별 음폐수 처리 단가인상 추세

❍ 민간 음식물 자원화시설 발생 음폐수 (운반비 별도)

[단위 : 원/톤]

구 분		공공 음폐수 처리시설		민간 음폐수 처리시설			
		수도권 매립지	서남하수처리장(평균)	비아이티	홍보	포천바이오	영천바이오
처리단가	2017년	40,000	30,000	70,000	60,000	70,000	경산:46,000 대구:65,000
	2018년	45,000	30,000	75,000	65,000	75,000	경산:47,000 대구:68,000
	2019년	50,000	30,000	**140,000**	미정	75,000	미정
비 고		하절기기준	농도별부과	'19년은 구두 예정금액			

※ 1. 운반비 별도
2. 민간 음폐수 처리시설은 부가세 10% 별도 적용
3. 홍보, 포천바이오는 업체별로 달리 적용
4. 영천바이오의 경우 지자체간 협의에 의해 영천시의 음식물 쓰레기를 경산시에서 담당, 음폐수는 영천시에서 담당하여 처리하므로 경산시에서 배출한 음폐수 비용은 상대적으로 낮게 책정

- 서울시 하수처리장을 제외하고는 지속적으로 지속적으로 음폐수 처리비가 인상되어 왔음

- 민간 음폐수 처리시설은 모두 음폐수 Bio-gas 시설이며, 부가세를 별도 적

용하여 합산하면 공공시설 대비 약 45%의 비용 증가로 민간시설이 그만큼 많은 비용을 지출하고 있음 (수도권매립지와 비아이티 기준)

- 비아이티의 경우 울산에 소재하며, 영남권지역에서 배출되는 음폐수 처리를 독점하고 있음. 비아이티에서 구두상으로 2019년도 처리비를 140,000원/톤으로 영남권지역 민간 음식물 자원화시설에 통보

  ⇒ 증가되는 음폐수 처리비만큼 음식물 쓰레기 위탁처리비용 증가 예상 주민부담으로 귀결

  ⇒ 음폐수 처리의 다양성 부족과 편중은 민간 음폐수 처리 업체에게만 혜택이 돌아감

□ 여름철 음폐수 배출 증가로 인한 사회문제 및 대처방안

○ 수도권지역 (사)한국음자협 회원사 여름철 음폐수 적체량 추이

[단위 : 톤]

구 분	2017.7월	2017.8월	2018.5월	2018.6월
적체량	16,705	30,860	15,498	16,530

1) 수도권지역 한국음식물자원화협회 회원사만 조사. 비회원사를 포함해 전국으로 확대 시, 20,000톤 이상의 음폐수 적체 예상

- 2017. 6월경 음폐수 소각장 총량 외 유입에 관한 검찰조사로 소각장에 음폐수 유입 전면 차단

- 이후, 2017년 8월경 (사)한국음식물자원화협회 수도권지역 회원사 조사에서 최대 3만여 톤의 음폐수가 적체

- 서울시(중랑하수처리장) 및 수도권매립지에 협조·요청하여 일 200톤 추가 유입으로 위급한 사항 모면

- 2018년 5, 6월경 조사에서 15,000톤 ~ 16,000톤의 적체가 유지. 전국적으로 20,000톤의 음폐수 적체

○ 문제점 및 대처방안

- 처리되지 못하는 음폐수가 여름마다 반복되어 적체되고 있으나 마땅한 대안이 없으며, 현재의 음폐수 처리 시스템 중에서 한 곳만 문제가 생겨도 음식물 쓰레기 처리대란이 발생해 국민생활에 큰 불편을 줄 수 있음

- 2017년 하절기 이후 음폐수 처리문제가 불거지자, 민간 음식물 자원화업체에서은 단가가 훨씬 비싼 민간 폐수처리장으로 위탁하는 길을 모색하면서, 낮은 위탁처리비와 맞물려 경영상태가 급격하게 나빠지고 있음

❍ **대처방안**

- **음폐수 처리의 다양성 확보를 위해 기존 소각장을 활용하여 별도 시설 설치비를 절감함으로써 경제성 확보**

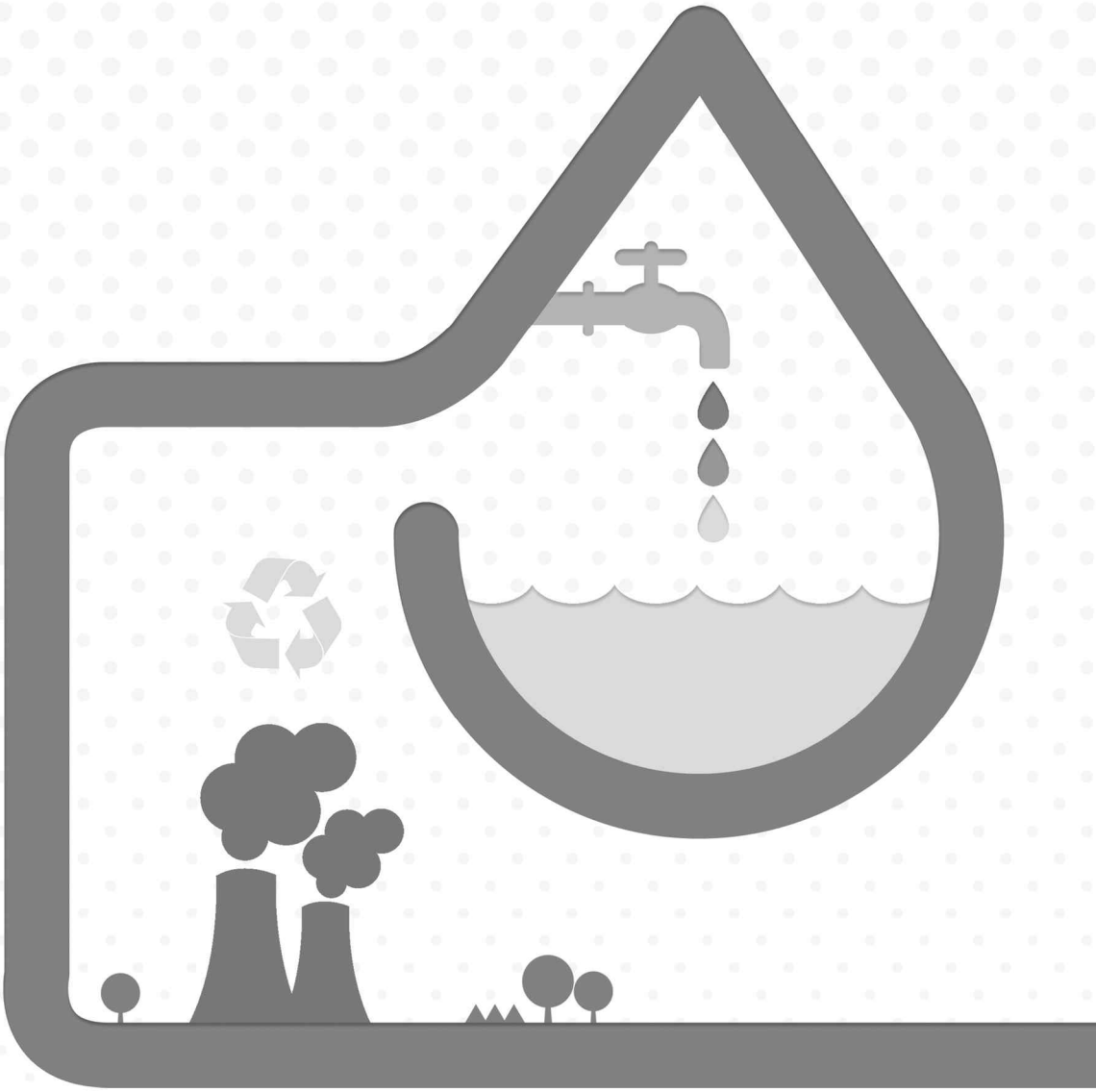
- **민간 폐수처리시설 단가보다 저렴한 단가에 음폐수를 처리토록 하여 중소 민간 음식물 자원화시설의 경쟁력 확보**

- 음폐수가 원활하게 처리됨으로써, 항시 내재되어 있는 **음식물 쓰레기 처리대란의 우려감 해소**

민간업체 음폐수 처리현황 및 건의

김중기

대표 / ㈜그린월드



민간업체 음폐수 처리현황 및 건의

(주식회사 그린월드 기준)

□ 음폐수 발생비율

○ **동절기** : 음식물류폐기물 반입량의 40% 내외

○ **하절기** : 음식물류폐기물 반입량의 60% 내외

□ 음폐수 처리현황

○ **서울시 수탁처리분**

- 음폐수 발생량의 약40% 내외를 하수처리장으로 연계처리

○ **경기도 수탁처리분**

- 음폐수 발생량의 40~50% 내외를 수도권 매립지 및 바이오가스 처리장에 위탁처리 (업체별 쿼터량 배분)

○ **다량배출사업장 및 잔여물량**

- 하절기 수도권 수탁폐기물에서 발생하는 음폐수 50% 내외를 민간처리(바이오가스)시설에 위탁처리 중

- 기타 처리하지 못하는 양은 적체시킨 상태에서 가을, 겨울에 걸쳐서 점진적으로 처리 중

□ 음폐수처리 애로사항

○ **공공 음폐수 처리시설과 민간 음폐수 처리시설의 처리비용 편차가 큼**

- 공공시설에 비해 민간 음폐수 처리시설에서 처리할 경우 약 2배의 처리비

용이 발생하나, 민간 음식물 자원화시설에서 발생되는 음폐수의 공공 음폐수 처리시설 유입은 한정되어 있음

- 민간 음폐수 처리시설로 음폐수를 유입할 경우 음폐수 처리비용이 음식물 수탁비용을 초과하는 현상이 발생하여 수익구조 악화로 경영난 가중

○ **하절기 음폐수 적체현상 가중**

- 공공 및 민간 음폐수 처리시설 처리량 한정으로 하절기 음폐수 과다발생과 적체가 매년 반복

- 수도권 음폐수 처리장이 한 곳이라도 온전하지 못할 경우 음폐수 처리에 애로점 발생으로 음식물 처리에 문제 발생

○ **민간 음폐수 처리시설의 독점화**

- 공공 음폐수 처리시설의 음폐수 처리 한계로 하절기 다량배출되는 음폐수가 민간 음폐수 처리시설로 몰리자 가격을 매년 상승시킴

- 매년 수탁 처리비 상승이 거의 없는 상황에서 민간 음폐수 처리비용 증가로 수익성 악화

- 민간음폐수(바이오 가스시설)처리시설은 지방(울산, 군산) 먼곳에 위치하여 많은 수송비가 부담되며, 처리비(운송비포함)가 톤당 90,000원 ~ 140,000원 정도로 음식물처리비 인상이 불가피합니다.

□ 건의사항

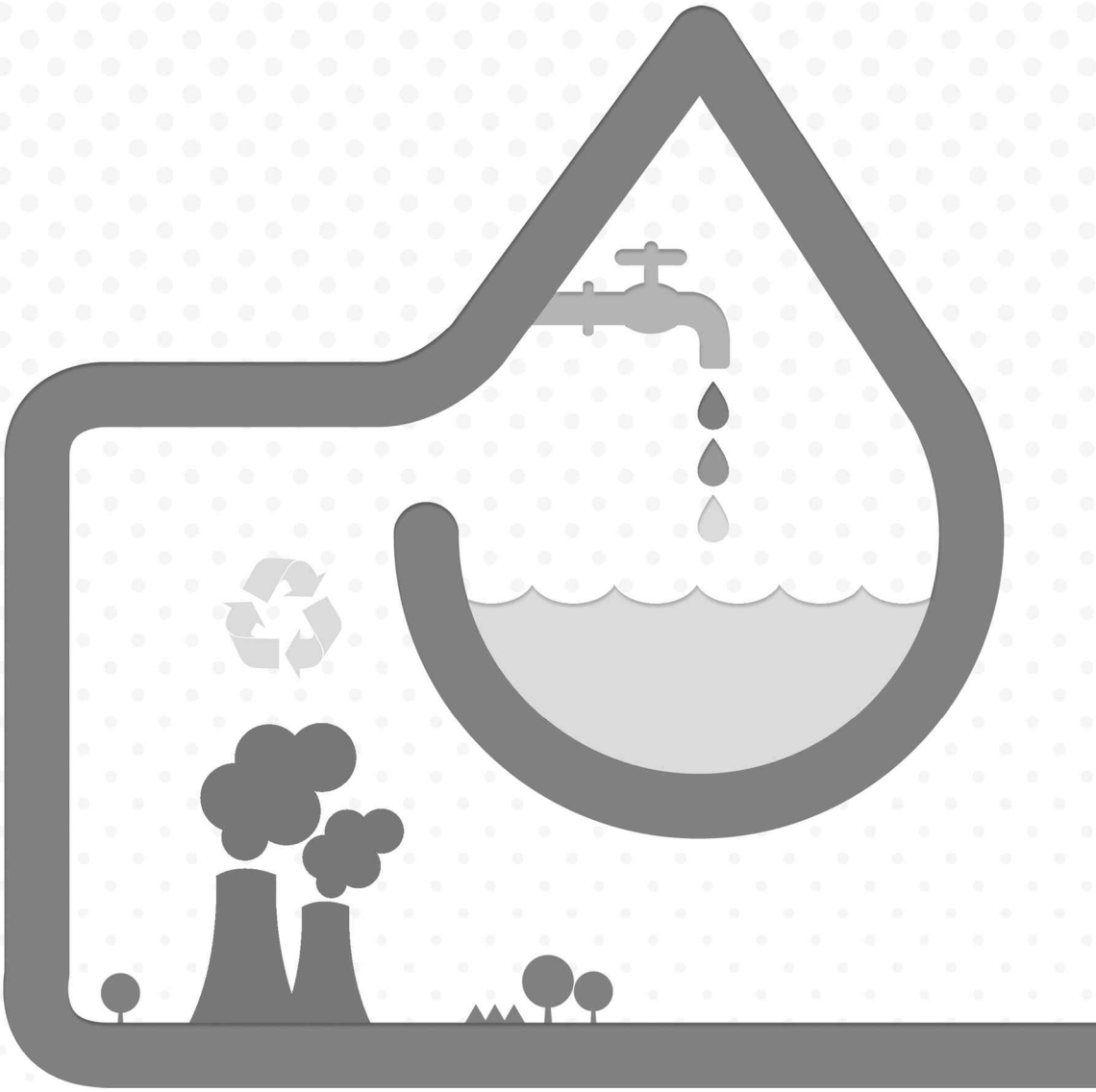
○ **음폐수 처리의 다변화로 처리가 원활하도록 제도적 장치 마련 요망**

- 소각로 약품대용 등

「음폐수 적정처리 방안 마련 간담회」 토론 요지

홍용표

원장 / 한국기술융합연구원



음폐수 처리 다각화의 필요성

1 간담회 요지

□ 하절기에 더욱 심화되는 음식물류 폐기물 자원화 산업계의 음폐수 처리곤란 애로사항을 청취하고 해결 방안을 모색

2 제도개선 방안

1. 폐기물 발생량 최소화를 위한 방안

가. 각 가정에서의 싱크대 탈수기능 사용, 생활화 홍보 필요

- 음식폐기물은 수분 함량이 85%로 배출시 가정에서의 탈수기능을 생활화 할 수 있도록 홍보 필요
- 가정에서의 싱크대 탈수 기능을 제대로 생활화 할 경우 전체 음식폐기물 발생량의 10% 이상을 감량할 수 있음

√ **개선방안 : 각 가정에서의 싱크대 탈수기능 사용을 활성화하기 위해서는 싱크대에 탈수기 부착비용을 정부 차원의 보조금을 지급함으로써 민간의 자발적 참여를 유도**

나. 음식폐기물의 다량배출사업장에 대한 지정 개선 필요

- 현형 폐기물관리법상 다량배출사업장은 1일 평균 총 급식인원이 100명 이상인 집단급식소, 또 사업장 규모가 200㎡(약 60평) 이상인 휴게음식점과 일반음식점
- 다량배출사업장은 현재 면적만으로 지정하고 있으나, 발생량과 면적을 고려해서 지정 필요(특히, 이동식 뷔페를 운영하는 사업자는 반드시 다량배출사업자로 지정 필요)

√ **개선방안 : 현행 다량배출사업장에 대한 제도를 정비하여 발생량과 면적을 고**

려해서 지정하고 자발적 감량이 아닌 의무감량으로 이를 위반할 경우 과태료 등을 처분

2. 폐기물 재활용 활성화를 위한 방안

가. 음폐수의 재활용에 따른 제품기준 마련 시급

- **지난 2013년 환경부**는 해양배출 금지 및 육상에서의 직매립 금지이후 음폐수를 "그밖의 폐기물"로 분류

- 현재, 음폐수는 액상비료, 유기탄소원, 요소수 등이 다양한 용도로 재활용이 가능하나, 액상비료(음폐수 처리의 불법화 우려), 유기탄소원(총휘발성유기산 40,000 이상 맞추기 어려움), 요소수(부유물질 함량 여부 등)의 기준이 현실과 맞지 않아 활성화되지 못함

- 실제, 일부 소각시설에서는 음폐수를 재활용한 요소수 대체약품으로 사용하고 있으나, 기준에 맞지 않다 보니 검찰에서는 이를 전체 소각처리 물량에 합산함으로써 재활용 제품이 아닌 폐기물로 간주하여 소각사업자로부터 외면 받아 음폐수 처리의 어려움 가중

- 음폐수를 재활용하여 공정수로 이용 또는 도로청소용, 가로물주기용 등으로 재활용할 수 있도록 다양한 기준을 마련

√ **개선방안 : 음폐수의 재활용을 활성화하기 위해서는 재활용 제품에 대한 기준을 현실화(가령 유기탄소원, 요소수 등의 생산공정 및 제품에 대한 검증)하여 폐기물 재활용을 효율적으로 함과 동시에 폐기물사업자의 범법자 양산을 방지**

나. 음폐수의 재활용에 따른 인센티브를 부여

- 정부는 신재생에너지의 민간참여를 활성화하기 위해 이른바, 신재생에너지인증서(REC : Renewable Energy Certificate) 가중치를 부여하고 있는데, 가령 폐기물에너지발전의 경우 0.5, 목질계 바이오매스 전소발전의 경우 1.5 등을 지급함으로써 민간의 참여를 활성화하고 있음

- 따라서, 음폐수를 친환경적으로 적정 처리하여 재활용 제품화(액상비료, 유기

탄소원, 요소수, 공정수 등)하는 폐기물사업자에 한하여 환경개선부담금을 면제하거나, 별도의 인센티브를 부여하는 방안 필요

√ **개선방안 : 재활용 제품에 대한 기준을 보다 다양화하고, 우수한 재활용사업자에 한하여 환경개선부담금을 면제하거나 인센티브를 부여하는 방안을 마련**

3 결 론

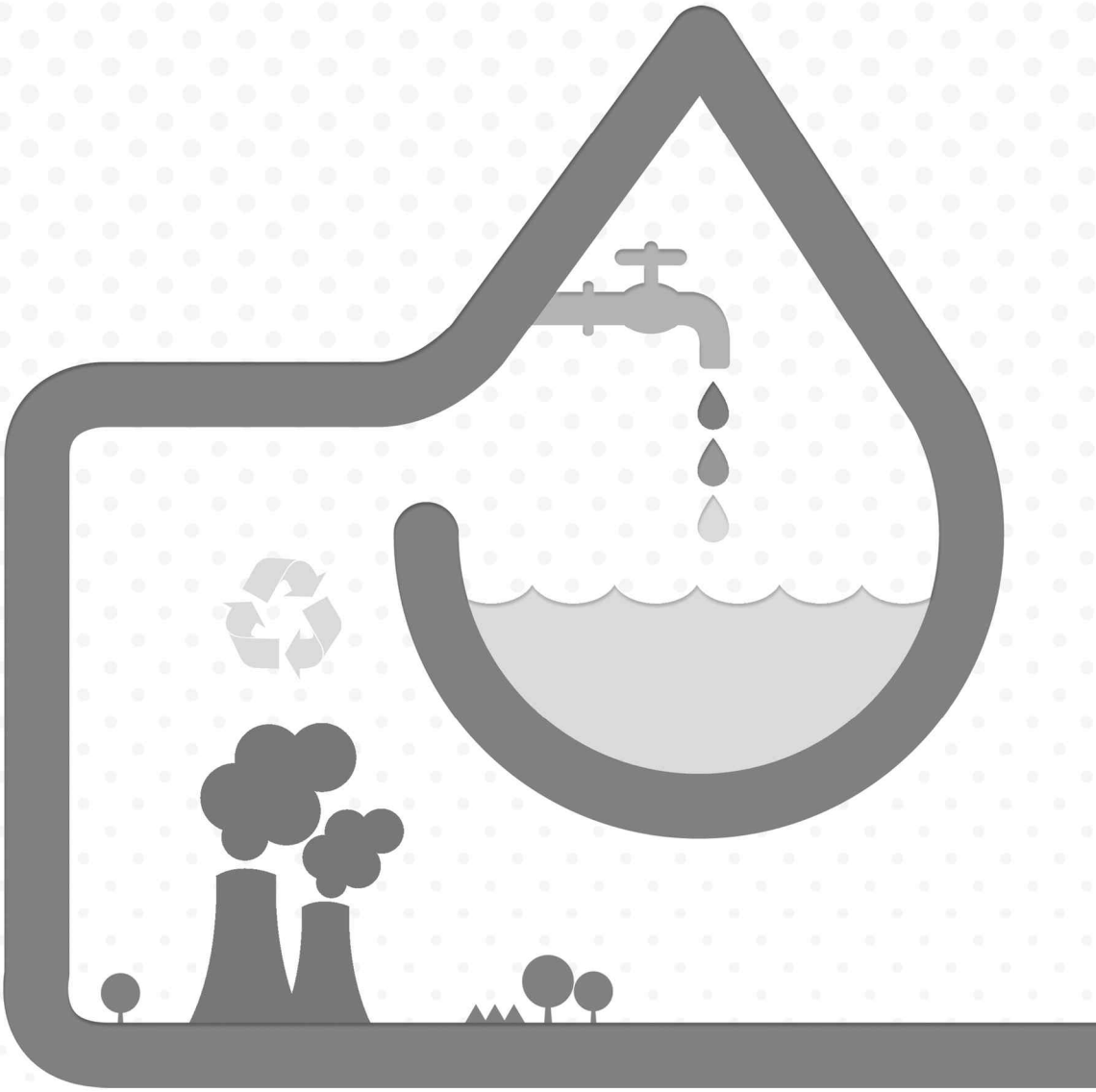
□ 음식폐기물은 다른 폐기물과는 달리 다양한 성상이 발생하며, 이러한 성상으로 인해 다양한 방법으로 처리 또는 재활용하고 있음

□ 하지만, 최근 음식폐기물을 놓고 다양한 움직임이 있는데 자원순환의 의미와는 달리 골칫거리로 전락하고 있는 실정이며, 이는 국회의원이 주도하고 있는 실정임

□ 자칫 제2의 생활폐기물 대란을 불러 있으므로 음폐수의 재활용 기준을 다양하게 마련함으로써 국가의 자원을 효율적으로 이용하고, 환경보전 및 국가 경제 발전에 기여

박종진

박사 / 음식물류폐기물 재활용전문가



음식물류 폐기물 폐수의 분무소각

MSWI에서 음폐수 재활용(약품보조재, 냉각수)에 대한 건전성

박 종 진

1. 서 론

우리나라는 1992년 해양오염을 막기 위한 유엔산하 국제해사기구(IMO)의 "런던협약"에 가입하고 해양환경관리법 시행규칙에 따라 2013년부터 음식물류폐기물의 해양투기를 전면 금지해오고 있다. 환경부는 해양배출의 방법으로 음식물류폐기물 처리과정에서 발생되는 음식물류폐기물의 폐수(이하 "음폐수")를 전량 육상 처리하기 위한 "음폐수 육상처리 및 에너지화 종합대책('08~'12)"을 수립하였다.

이러한 정책에 따라 에너지화 시설을 늘리고 음식물류폐기물 발생량 감축 및 처리기술의 개발 및 보급을 진행하고 있다. 현재 에너지화 시설은 7개소(가스연료 생산, 2013년기준)[1]가 있고 기존시설의 공정개선을 통한 음폐수 자원화 및 감량을 추진 중에 있다. 2013년 기준 처리시설로부터 음폐수 발생량을 보면 총 8,209톤/일(공공; 5,824톤/일, 민간;2,385톤/일)로 집계되었다. 또한, 환경부는 지자체 및 업계를 위해 음폐수 에너지화에 대한 기술 개발·보급과 기술을 지원하고 있다.

이와 같이 발생되는 음폐수는 규제 및 다각적인 처리기술을 통해 단계적으로 감축시키고 있지만 2013년 규제시행에 따라 전량 육상처리 방안이 보다 더 강력히 추진되어야 한다. 이에 대응하기 위한 육상처리 방법 중 생활폐기물과 함께 음폐수를 소각로내에서 분무소각하는 기술이 효과적인 방안 중의 하나라고 생각한다. 이러한 소각기술은 환경부에서 기존 생활폐기물 소각로에 음폐수를 분무소각이 가능하도록 지침을 보완하였다.

음폐수 소각기술의 중요한 장점들로는 저렴한 운전비용으로 빠른 시간에 악취성 물질을 완전히 태워서 무해화시킬 수 있는 것과 음폐수의 약품효과에 따른 운영비를 절감하여 기여할 수 있다는 것이다. 음폐수를 생활폐기물 소각장에 분사소각하게 된 배경으로는 〈표 1〉에 나

1) 환경부, 음식물류 폐기물처리설치운영현황, 2013.12.31.기준

〈표 1〉 전국 생활폐기물 소각시설 가동현황 (100톤/일 이상, 2013년 기준) (단위 : 톤/일)

항 목	소각로 설계용량	소각로 가동률(%)	소각 여유용량
합 계	12,750	89	1,402

타난 바와 같이 국내 생활폐기물 소각로 설계용량 대비 소각 가동률이다. 생활폐기물의 재활용률이 증가하면서 설계용량 대비 현재 소각로 가동률은 89% (2013년)로 낮은 편이다. 가장 낮은 가동률을 보이는 곳은 43%(양산소각장, 2013년)로 나타났다.

요약하면, 첫째로 설계 여유 용량을 가진 기존 생활폐기물 소각설비 일부를 보완하여 소각로에 음폐수를 분무소각함으로써 음폐수의 육상 처리기술로 활용할 수 있다는 점이다. 둘째는 고농도의 BOD, COD와 SS(부유물)등을 함유하는 고농도 악취성 폐수를 신속하게 처리하여 무해화할 수 있다는 점이고, 셋째는 암모니아성 물질이 많이 함유되어 있는 음폐수를 분무 소각함으로써 발생되는 유해가스 중 산화질소 제거를 위한 약품의 일부를 대체하므로 약품비용을 절감할 수 있다는 점이다.

2. 본 론

본고에서 음폐수의 육상처리방안으로 2015년 상반기에 음폐수 소각시설 설치공사를 완료한 여수소각로(여수시도시공사)의 음폐수 분무소각설비 내용과 그 효과에 대해 언급하고자 한다.

2.1 공사개요

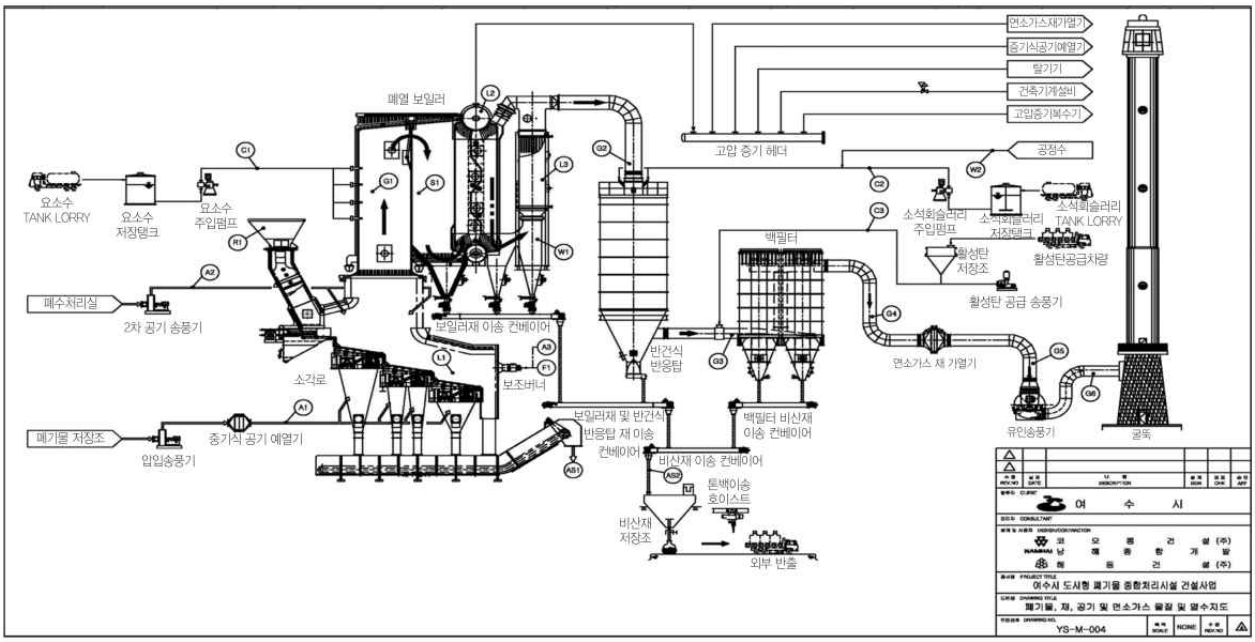
음폐수 소각시설 설치공사는 기존 소각로의 오수분무설비를 일부 교체하는 보수공사이다. 여수시 도시공사는 생활폐기물 소각로 및 음폐수 바이오생산시설을 보유하고 있고, 음식물폐기물 처리시설을 통해 퇴비생산설비를 갖추고 있어 여기서 발생된 음폐수를 분무 · 소각함으로써 폐수처리 부하를 줄이는 동시에 소각운전시 약품절감 등의 효과를 얻고자 함이 있다.

〈표 2〉 공사개요

항 목	내 용
공 사 명	여수 음폐수 소각시설 설치공사(기계공사)
공사위치	전라남도 여수시 월내동 200-10
공사기간	2014.11.07 ~ 2015.06.13
공사내용	소각로 오수분무계통 일부수정 및 보완
공 정	음폐수 (음식물류폐기물 처리시설) → 음폐수 이송펌프 → 음폐수 필터 시스템 → 음폐수 저장탱크 → 음폐수 분무펌프 → 음폐수 분무노즐 → 소각로
생활폐기물 소각량	95~103톤/일
음폐수 분무량	20~ 30톤/일
음폐수 분무노즐	1) 용량 : 20~50톤/일
	2) 형태 : Φ6.4mm ×8구
	3) 방식 및 사용압 : 이류체 (공기압: 3.6kgf/㎠, 액체 : 3.5kgf/㎠)

〈표 3〉 여수소각로(100톤/일) 설비 개요

항 목	내 용
완 공 일	2011. 02.
소 각 로	스토커 형
설계 용량	100 톤/일, 1기
주요 설비	소각로- SNCR- 폐열보일러- SDR- BF- Stack
폐기물 저위발열량	2,500kcal/kg (설계값)

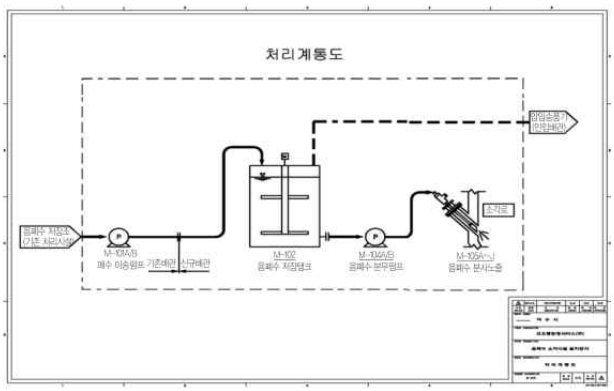


(그림 1) 소각로 계통도

2.2 음폐수 분무소각 공정

〈표 4〉 주요설비 및 기능

주요 설비	규 격	기 능
1. 음폐수 이송펌프 (원심펌프)	10㎥/h, 2기	음식물류폐기물(민자)시설로부터 발생된 음폐수는 이송펌프에 의해서 음폐수 저장탱크로 이송함
2. 음폐수 필터	(필터망) Φ3.0mm-STS재질	음폐수 이송펌프 후단에 설치되어 음폐수의 큰 입자를 분리함으로써 분무노즐 및 라인의 막힘을 방지함
3. 음폐수 저장탱크	20㎥	분무소각 음폐수량 확보 및 교반으로 침전응집을 방지함
4. 릴리프 밸브 및 토출헤더	(운전압) 7.0kgf/㎠이하	분무노즐압이 7.0kgf/㎠ 이상시 음폐수 일부를 저장조로 환류시켜 분무펌프의 과부하를 조절하고 일정 분사압을 유지함
5. 음폐수 분무펌프	2.0㎥/h, 2기	저장탱크의 음폐수를 분무노즐로 일정량 이송시킴
6. 분무노즐	Φ6.4mm×8구, 1기	공급된 음폐수와 압축공기를 혼합시켜 소각로 내부로 미세하게 분무시킴



(그림 2) 음폐수 분무 소각공정 개략도

2.3 시운전 결과 및 검토

2.3.1 생활폐기물, 음폐수 및 노즐특성 분석

(1) 폐기물의 발열량분석

생활폐기물의 삼성분 및 발열량 분석을 위해 시운전 기간에 전문분석기관을 통해 시료 샘플링 및 분석을 진행하였다. 분석결과는 다음

〈표 5〉에서와 같이 수분함량이 20.4%, 건조 고위발열량이 2,454kcal/kg, 저위발열량은 2,110kcal/kg으로 낮게 분석되었다. 지난 3년간(2012~2014) 평균 저위발열량은 2,356 kcal/kg(2,250~2,424kcal/kg)으로 연평균값과 차이를 보였고, 설계값은 2,500kcal/kg이다.

생활폐기물 소각로에 추가로 분무소각하는 음폐수의 수질은 〈표 6〉에서와 같이 분석되었다. 〈표 6〉에 나타난 바와 같이 음폐수의 SS(부유물)농도는 약 45,300mg/L 대비 암모니아성 농도가 1,850mg/L으로 나타났다. 또한, SS대비 음폐수 중 n-Hx(hexane)은 20,800mg/L으로 높은 농도로 분석되었고 이는 음폐수의 발열량에 기여함으로 알려져 있다.

(2) 적용 분무노즐

음폐수 소각을 위해 당사에서 개발한 노즐의 분무 성능을 평가하기 위한 조건과 결과를 〈표 6〉에 나타내었다. 음폐수 분무 조건은 1.8㎥/hr로 동일한 유량을 기준으로 하였다. 이러한 분무 유량조건에서 노즐의 공기유량, 분사거리, 분사각, SMD(분사액적분포)의 특성을 전문기관을 통해 분석하였고, 결과는 〈표 7〉과 같다.

〈표 7〉에서와 같이 액체유량 1.8㎥/hr을 기준으로 액체압이 공기 분무압 보다 약간 낮게 나타났고, 분무거리는 2.7m로 용인노즐(5.4m)의 것에 비해 작게 나타났다. 여수 음폐수 분무노즐의 액적크기는 20~200㎛의 범위를 나타내었다.

2.3.2 음폐수 분무소각시 소각로 운전특성

여수 소각로의 음폐수(Food Waste Water,

〈표 5〉 여수 반입폐기물 및 음폐수의 공업분석

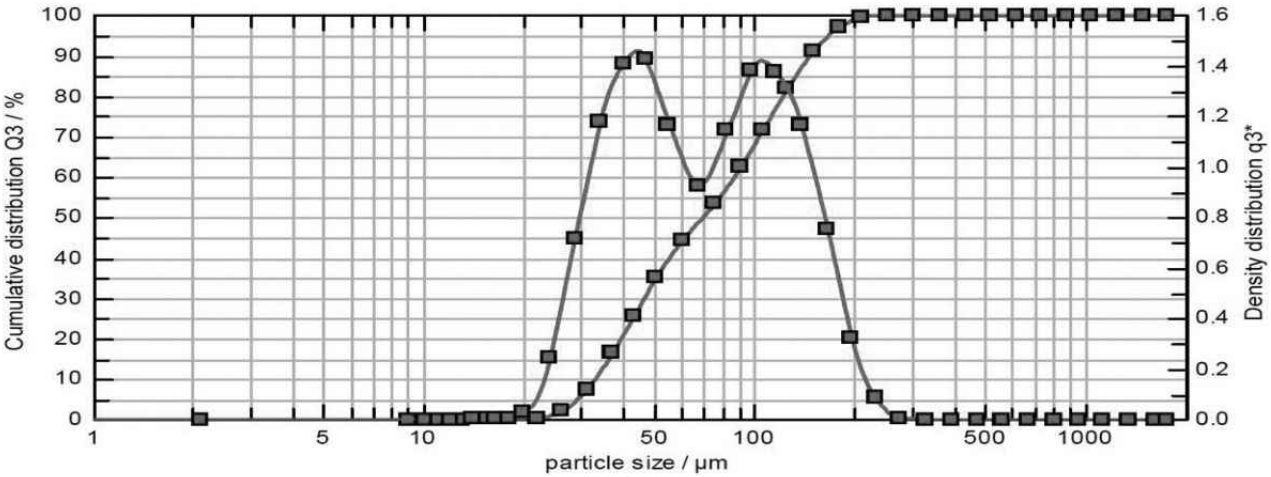
항 목			폐기물	음폐수	비 고
생 활 폐기물	삼성분	수 분 (%)	20.4	95.1	1) 발열량 분석 (2015.04월) - 저위발열량: 2,110 kcal/kg - 고위발열량: 2,454 kcal/kg 2) 연평균 저위발열량 (2012~2014년 평균) : 2,356 kcal/kg
		가연분 (%)	57.2	4.2	
		회 분 (%)	22.4	0.7	
	원소 분석	C	45.8	-	
		H	7.2	-	
		O	43.8	-	
		N	2.6	-	
		S	0.2	-	
		Cl	0.4	-	
	저위발열량(설계값) (kcal/kg)		2,500	-	

〈표 6〉 여수 음폐수 특성분석

항 목	BOD (mg/L)	CODcr (mg/L)	SS (mg/L)	NH_3-N (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	n-Hx (mg/L)
평균	75,800	84,600	45,300	1,850	2,530	83	20,800

〈표 7〉 제작 노즐의 분사 특성분석

분석 항목		분석 결과[2]	
노즐(이류체) 규격		Φ4.8mm×8구(용인소각로)	Φ6.4mm×8구(여수소각로)
액체	유량 (㎥/hr)	1.8	1.8
	압력 (kgf/㎠)	3.2	3.5
공기	유량 (㎥/hr)	120.0	110.0
	압력 (kgf/㎠)	3.6	3.6
분사거리 (m)		5.4	2.7
분 사 각 (°)		59.0	52.0
SMD (㎛)		59.8	59.22
X_{50} (㎛)		72.7	69.54
X_{90} (㎛)		155.5	146.72
분사 형상			

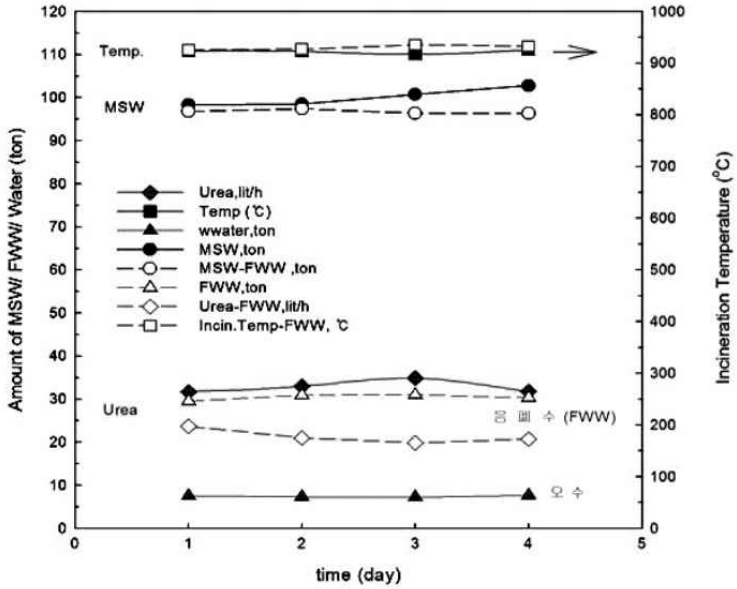


(그림 3) 분무노즐(Φ6.4mm×8구)의 Particle Size Analysis(by HELOS; H2854)

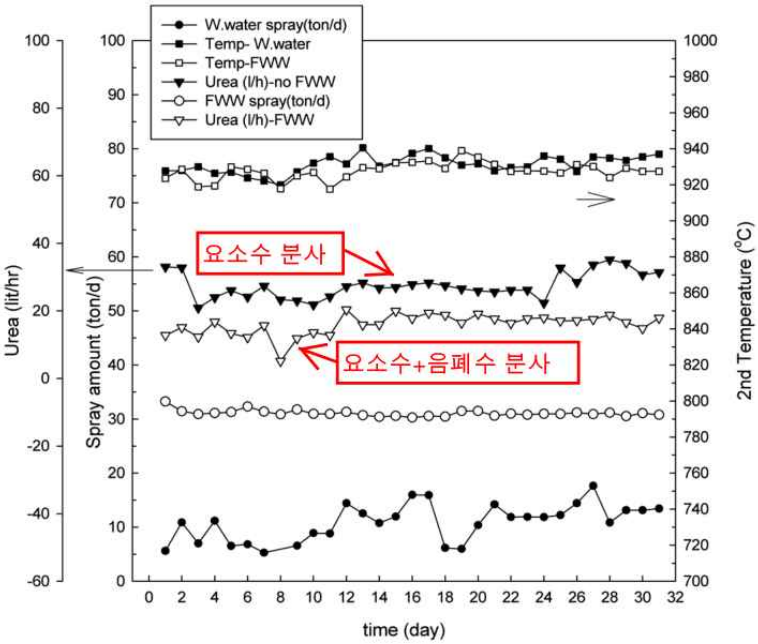
FWW) 분무 처리용량은 최대 30톤/일로 설계하였고, 이에 대한 성능시험을 행하였다. 기존 소각로의 오수분무 계통을 음폐수 공급시스템으로 공사 및 중앙제어시스템과의 연계하여 자동운전이 가능하게 한 후 시운전 결과이다.

시운전시에는 성능보증의 최대 음폐수 분사량(30톤/일)을 위해 4일간에 대한 운전특성을 먼저 고찰하였고, 좀 더 긴 시간 동안의 안정된 운전특성 파악을 위해 30일 이상 연속운전 하였다. 이에 따른 소각로의 온도 분포 및 소각운전 인자에 대한 특성을 음폐수 분무하지 않았을 때와 비교하였다. 음폐수를 분무하지 않은 경우에 소각로의 온도를 유지하기 위해 오수(폐기물 침출수; W.water)를 간헐적으로 분무하였다.

2) 성능시험 : Spraying Systems Co., Korea; 사용액체(물)



(그림 4) 오수 및 음폐수 분무에 따른 소각운전특성



(그림 5) 장시간 음폐수 분무소각에 따른 요소수 절감 특성

(1) 소각로 온도특성

다음 (그림 4)는 소각로에 음폐수를 4일 동안 분무한 경우를 분무하지 않았을 때와 비교한 것이다. 도시된 그림에서와 같이 폐기물(MSW) 97~103톤/일을 투입하면서 음폐수(평균 30.5톤/일)를 분무시 소각로 2차연소실의 평균온도는 약 930도로 유지되었고, 이 소각 온도 유지를 위해 오수는 4일 동안 평균 7.4톤/일을 분무하였다. 음폐수 분무소각에 따른 약품효과는 비분무시 대비 35%의 요소수가 절감되었고, 이때의 배출가스 중 NOx 농도는 25~41ppm로 유지되었다.

(2) 장시간 음폐수 분무소각 연속운전에 따른 특성

다음은 설치공사 이후의 음폐수 분무시스템의 성능 안정성 분석을 위해 추가로 31일간 연속운전을 하였다. 이에 대한 운전결과를 바탕으로 음폐수 분무 유무에 따른 운전특성을 그림과 같이 도시하여 비교하였다. 단기간 운전과 동일하게 운전하여 얻어진 자료를 바탕으로 약품절감 및 스팀 추가 생산 여부를 분석하였다.

도시폐기물(약100톤/일)투입에 30톤/일의 음폐수를 31일간 연속운전 특성은 음폐수를 연속적으로 분무소각시 비분무의 경우에 비해 소각로 온도 변동 폭이 줄어들면서 더 안정적인 소각운전 상태를 보였다.

(그림 5)에서 보는 바와 같이 음폐수 분무시 소각로 배출가스 온도가 930℃ 내외를 유지하여 음폐수를 분무하지 않은 상태의 소각로 배출가스 온도와 비슷하게 유지되었다. 따라서, 소각로 온도 930℃를 유지하기 위해서 음폐수(Food Waste Water, FWW) 분무소각량은 30톤/일이고, 오수(W.water)는 소각로의 온도유지를 위

〈표 8〉 음폐수 분무 유무에 따른 소각로 운전특성 비교

항 목	폐기물 (톤/일)	음폐수 (톤/일)	스팀 (톤/일)	요소수 (리터/시)	로온도 (℃)	NOx (ppm)	스팀/ 폐기물 (톤/톤)	요소수/ 폐기물 (리터/톤)	NOx/ 폐기물 (ppm/톤)
음폐수 비분무	100.9	(오수; 10.9)	293.2	27.5	931.3	33.6	2.91	0.27	0.33
음폐수 분무	97.5	31.1	295.6	16.0	927.5	27.3	3.03	0.16	0.28

note) 음폐수 비분무(2015.03), 음폐수 분무(2015.07.)시 한달간 운전자료의 평균값임.

〈표 9〉 음폐수 소각시 열 및 물질수지의 주요 항목 비교 CASE에 따른 계산값과 설계값 비교

항 목	Total(톤/일)	100	100	90	90	설계값
	FWW(톤/일)	0	30	20	30	(기준)
혼합비	MSW (%)	100%	77%	82%	75%	100%
	FWW (%)	0%	23%	18%	25%	0%
고위발열량 (kcal/kg)		2,916	2,300	2,431	2,249	
저위발열량 (kcal/kg)		2,497	1,842	1,981	1,788	2,500
소각총발열량(Mcal/hr)		10,405	9,978	9,080	8,938	10,420
스팀생산량 (kg/hr)		13,258	12,714	11,570	11,389	13,277
스팀생산량 (톤/일)		318.2	305.1	277.7	273.3	318.7
실제 연소 총 공기량 (Nm^3/h)		23,871	24,474	21,866	22,087	23,964
총 가스발생량 (Nm^3/h)		27,095	29,211	25,796	26,502	27,198

해 5~17톤/일을 분무하였다. 음폐수 소각시 약품절감 효과를 파악하기 위해 폐기물 투입량, 소각로 온도 및 NOx농도(20~40ppm)를 일정하게 유지시켰다. 소각시 발생되는 NOx 농도 제어를 위해 SNCR에서는 요소수(Urea, 40%)를 사용하였고, 이러한 운전조건에서 음폐수가 분무됨으로써 요소수 사용량이 27.5lit/hr에서 16.0lit/hr로 약 41.9% 감소됨을 확인하였다.

(3) 소각로 열 및 물질수지 계산에 의한 스팀 생산 및 총 가스량 비교

다음의 〈표 9〉에 나타난 바와 같이 소각로의 설계값을 기준으로 폐기물(90~100톤/일)에 대해 음폐수(0~30톤/일)를 소각하였을 경우 소각총발열량, 스팀생산량 및 이에 대한 연소가스 발생량을 계산하여 비교하였다. 설계값 (폐기물; 100톤/일, 저위발열량; 2,500kcal/hr)을 기준으로 계산 결과로 "폐기물(100톤/일)+음폐수(0%)"의 소각에 대한 저위발열량과 소각열이 서로 유사하게 계산되었다. 이와 같이 계산값과 실제 "폐기물(100톤/일)+음폐수(30톤/일)"에 대한 결과를 비교하였을 때, 스팀생산량은 음폐수 비분무시 318.2톤/일로 분무시 305.1톤/일과 13.1톤의 차이를 나타냈지만, 가스발생량에 대한 이론적 계산값은 음폐수 비분무시에는 27,095 Nm^3/h, 음폐수 분무시에는 29,211 Nm^3/h로 2,115 Nm^3/h의 유량이 증가하였다. 실제

〈표 10〉 음폐수 소각시 배출가스 발생농도

항 목	음폐수(30톤/일) 소각시	배출기준
소각로 온도, ℃	926	-
CO, ppm	9.1	50
HCl, ppm	1.8	15
NOx, ppm	27.3	70
O_2, %	8.2	12
먼지 (TSP), mg/L	5.6	20

성능시험 운전에서도 2,200~3,000Nm^3/h의 유량증가를 확인하였고, 이는 〈표 5〉의 음폐수 중 가연분 4.2%의 연소에 따른 배가스 증가분으로 판단할 수 있다.

2.3.3 배출가스 영향

음폐수 소각시 주요 배출 가스의 농도는 모두 배출기준 이내로 분석되었고 음폐수를 분무하지 않은 경우와 유사한 분석결과를 보였다. 음폐수 소각시 음폐수 중의 먼지(음폐수 중 회분: 22.4%) 증가로 필터백 차압이 약 20~30mmH_20 범위이내로 증가하였다. 배출가스 중 중금속 함량은 기준치 이내로 나타났고, 이외의 유해가스 성분의 증가 영향은 보이지 않았다.

3. 결 론

생활폐기물 소각로에 음폐수를 소각처리하는 기술은 음폐수의 해양배출 억제에 따른 육상처리 방안으로 신속하고 효과적인 기술 중 하나이며, 기존 생활폐기물 소각로의 분무시스템 등 일부를 작은 비용으로 교체하여 투자대비 큰 효과를 얻을 수 있는 기술이다. 온실가스 효과 및 환경개선에 따른 영향을 고려하지 않고 음폐수 처리비용만 고려할 때 연간 9.9억원 이상 비용절감[3)]이 가능할 것으로 판단된다. 이외에 음폐수 분무처리에 따른 요소수와 같은 약품절감이 가능하며 총괄적인 환경영향을 고려한다면 더 큰 효과가 예상되는 음폐수 육상처리 기술이라고 할 수 있다. 현재 국내 생활폐기물 소각로에 음폐수 분무시설의 보급이 점차 확산되고 있으며 이에 따른 확산효과가 클 것으로 예측된다.

사사

본 연구는 환경부 "차세대 에코이노베이션 기술개발사업(환경정책공공기술개발사업: 2012-00071-0003)"으로 지원되었습니다.

[출 처]

환경부, "음식물류 폐기물처리설치운영현황", 2013.

김기헌외 6인, 폐기물 소각시설을 이용한 음식물폐수 처리 연구, 국립환경과학원, 2013, pp.2~27.

Jong Jin Park, Daegi Kim, Kwanyong Lee, Kyung Tae Lee, Ki Young Park, "Application of Food Waste Leachate to a Municipal Solid Waste Incinerator for reduction of NOx Emission and Ammonia Water Consumption", Environmental Engineering Research, 2015, Vol.20(2),

3) 9.9억원/년 (=30톤/일×100,000원/톤×330일/년) , 음폐수 처리비용 : 100,000원/톤

pp.171~174.

Lui, Z., Zhang, Q., Lee, D. J., and Yang, N. "Enhancing phosphorus recovery by a new internal recycle seeding MAP reactor", Bioresource Technology. 2008, Vol.99, pp.6488~6493.

Kim, M. H., Song, H. B., Song, Y., Jeong, I. T., and Kim, J. W. "Evaluation of food waste disposal options in terms of global warming and energy recovery: Korea", International Journal of Energy and Environmental Engineering, 2013, Vol.4(1), pp.1-12.

Lin, C. S. K., Pfaltzgraff, L. A., Herrero-Davila, L., Mubofu, E. B., Abderrahim, S., Clark, J. H., and Luque, R. "Food waste as a valuable resource for the production of chemicals, materials and fuels. Current situation and global perspective", Energy & Environmental Science, 2013, Vol.6(2), pp.426-464.

McKay, G. "Dioxin characterisation, formation and minimisation during municipal solid waste (MSW) incineration: review", Chemical Engineering Journal, 2002, Vol.86(3), pp.343 ~368.

Weitz, K. A., Thorneloe, S. A., Nishtala, S. R., Yarkosky, S., and Zannes, M., "The impact of municipal solid waste management on greenhouse gas emissions in the United States", Journal of the Air & Waste Management Association, 2002, Vol.52(9), pp.1000~1011.

Svoboda, K., Baxter, D., and Martinec, J., "Nitrous oxide emissions from waste incineration", Chemical papers, 2006, Vol.60(1), pp.78~90.

Williams, P. T., "Dioxins and furans from the incineration of municipal solid waste: an overview", Journal of the Energy Institute, 2005, Vol.78(1), pp.38~48.

Van Caneghem, J., Brems, A., Lievens, P., Block, C., Billen, P., Vermeulen, I. and Vandecasteele, C., "Fluidized bed waste incinerators: Design, operational and environmental issues", Progress in Energy and Combustion Science, 2012, Vol.38(4), pp.551-582.

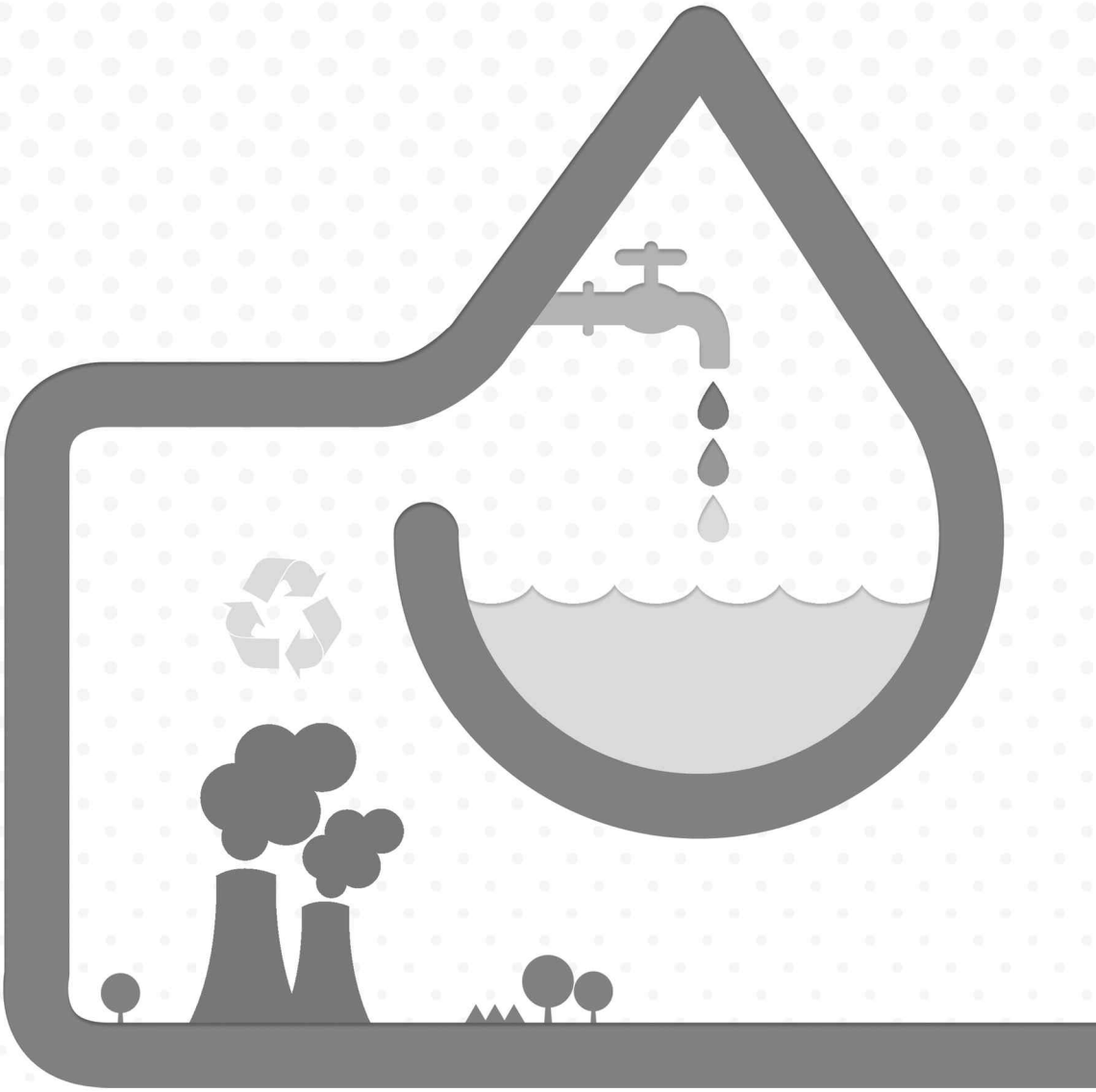
Tsiliyannis, C. A., "Flue Gas Recirculation and Enhanced Performance of Waste Incinerators under Waste Uncertainty", Environmental science & technology, 2013, Vol.47(14), pp.8051-8061.

정광원, "요소환원형 NOx촉매의 성능", 한국과학기술정보연구원, 2003.

이영진, "도시고형폐기물(MSW) 소각로에서 CO, NOx 배출특성을 고려한 음폐수 소각량의 최적화 연구", 호서대학교, 2014. 첨단

이창호

전무 / ㈜한국종합기술

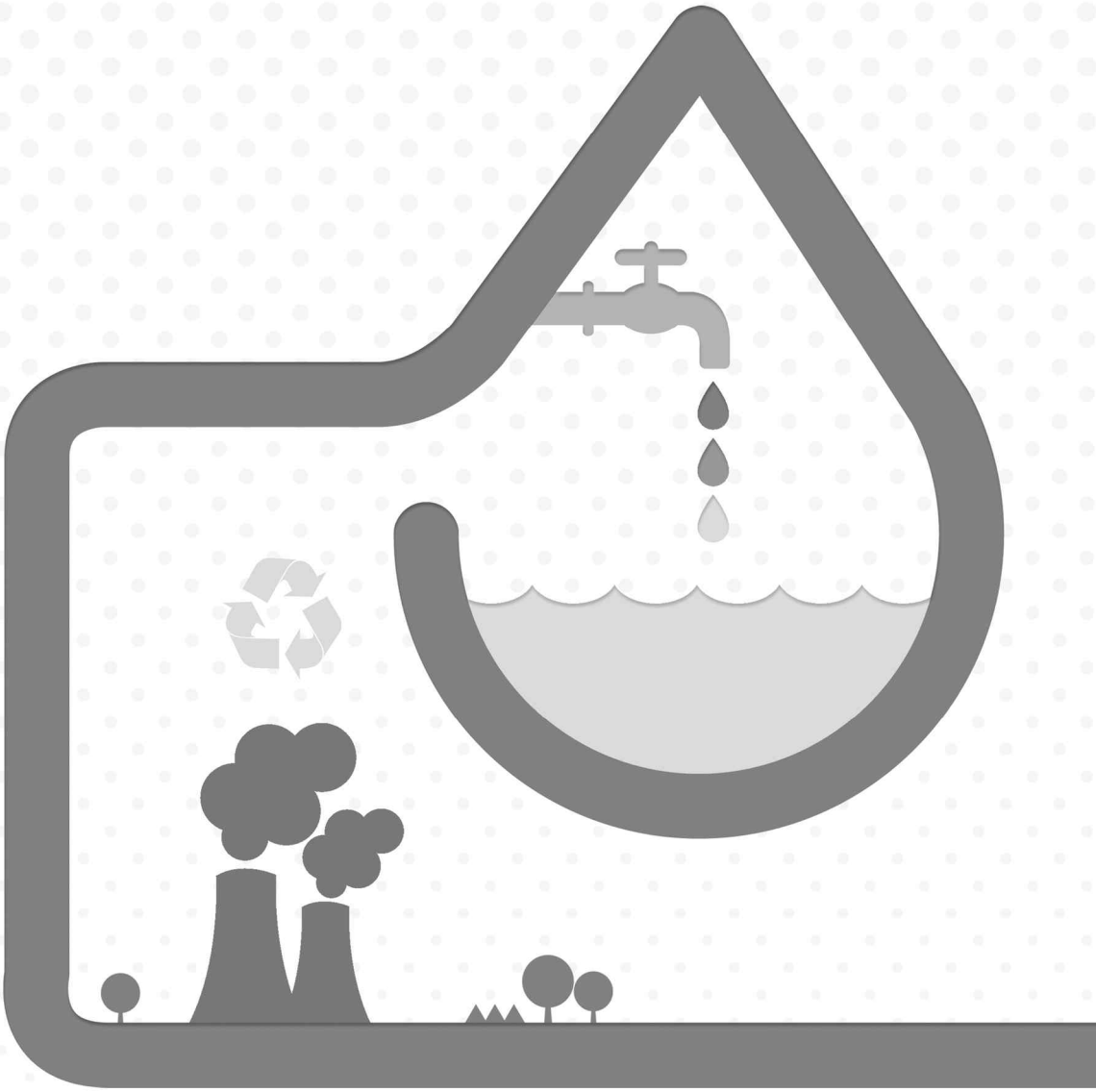


메모

메모

황부연

박사 / 전 벽산엔지니어링 상무

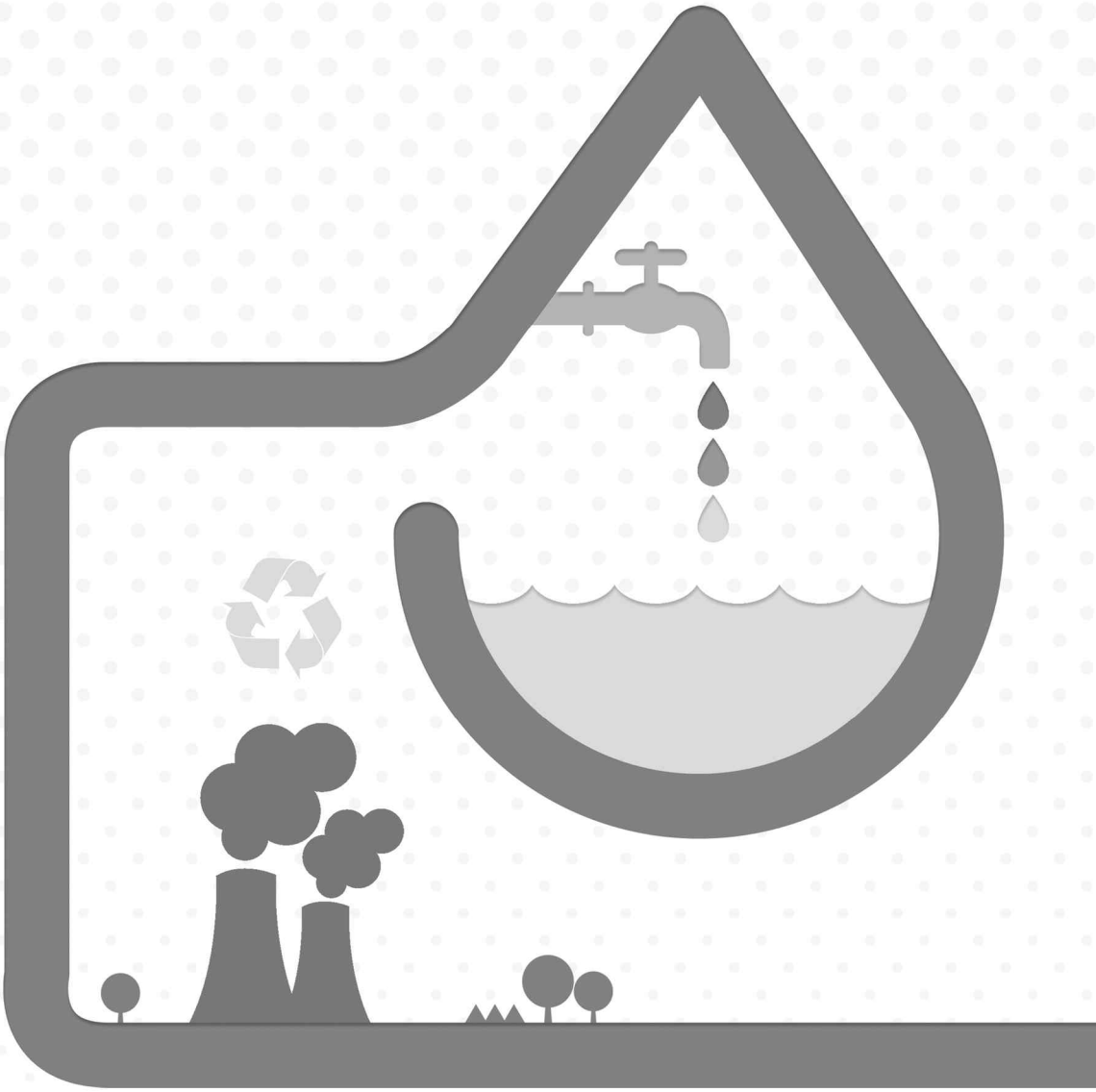


메모

메모

김미화

이사장 / 자원순환사회연대 이사장

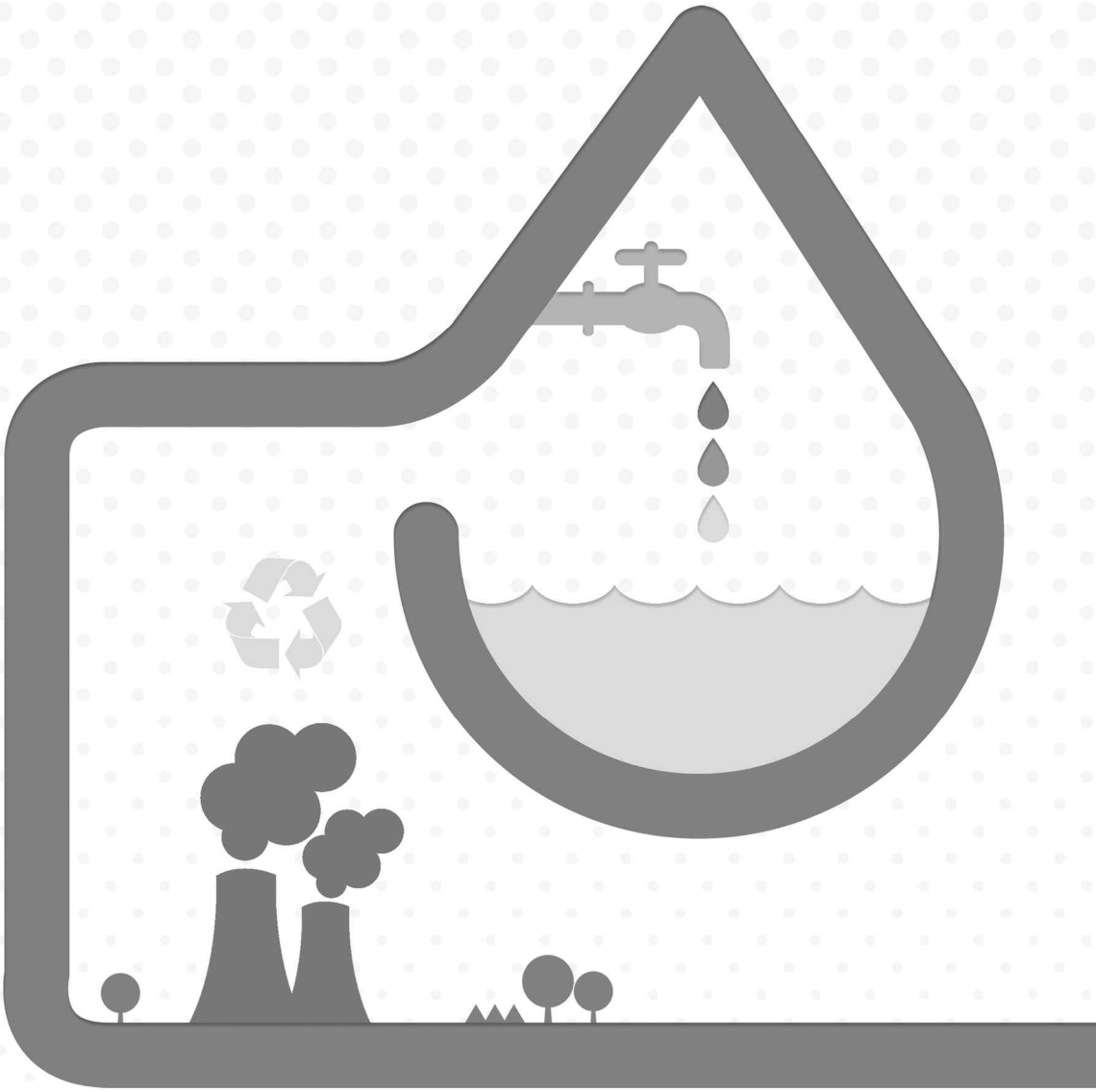


메모

메모

정승헌

교수 / 건국대 동물생명·환경학과

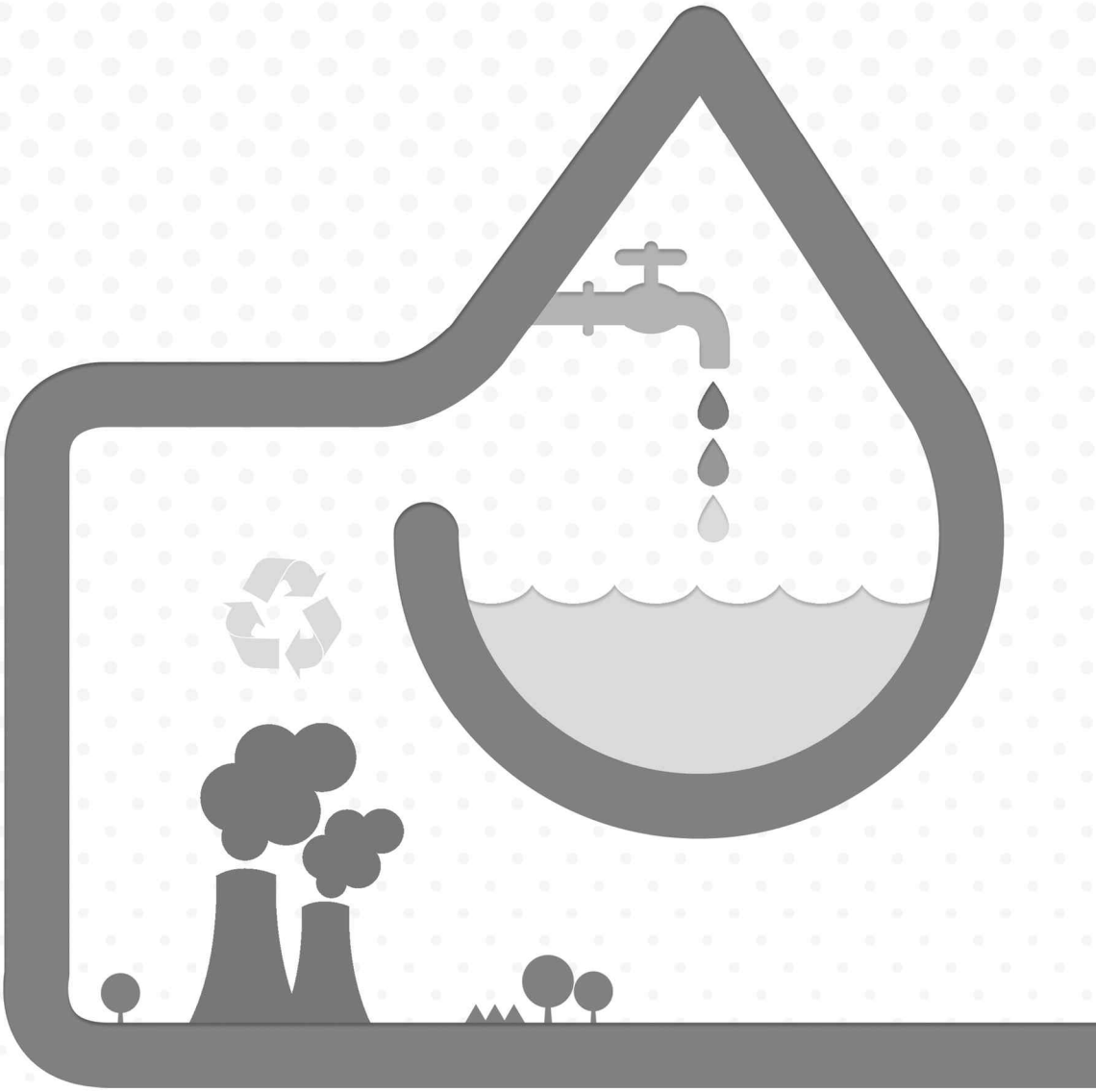


메모

메모

원종철

처장 / 수도권매립지관리공사 수처리처

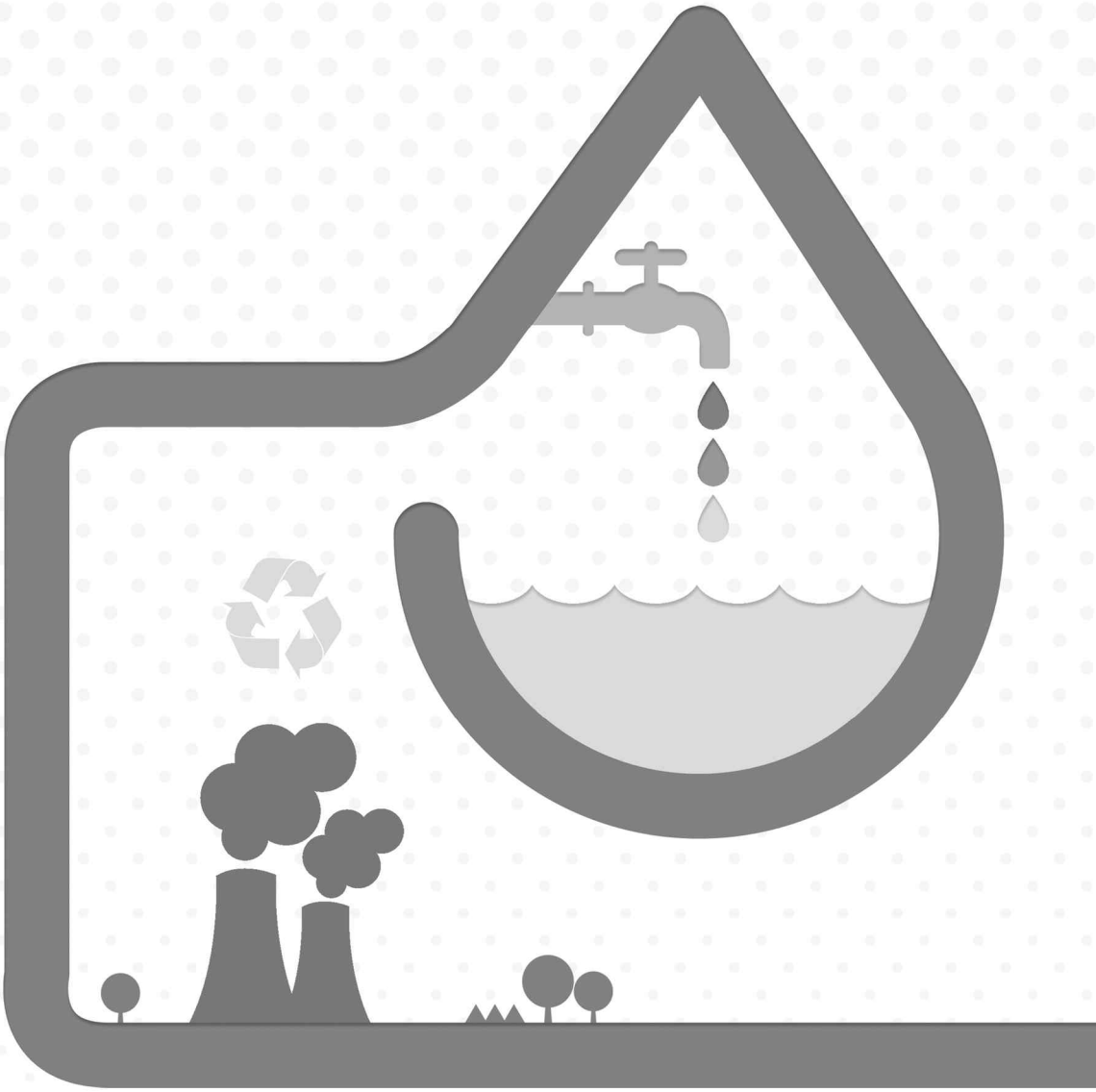


메모

메모

송태호

과장 / 천안시 청소행정과

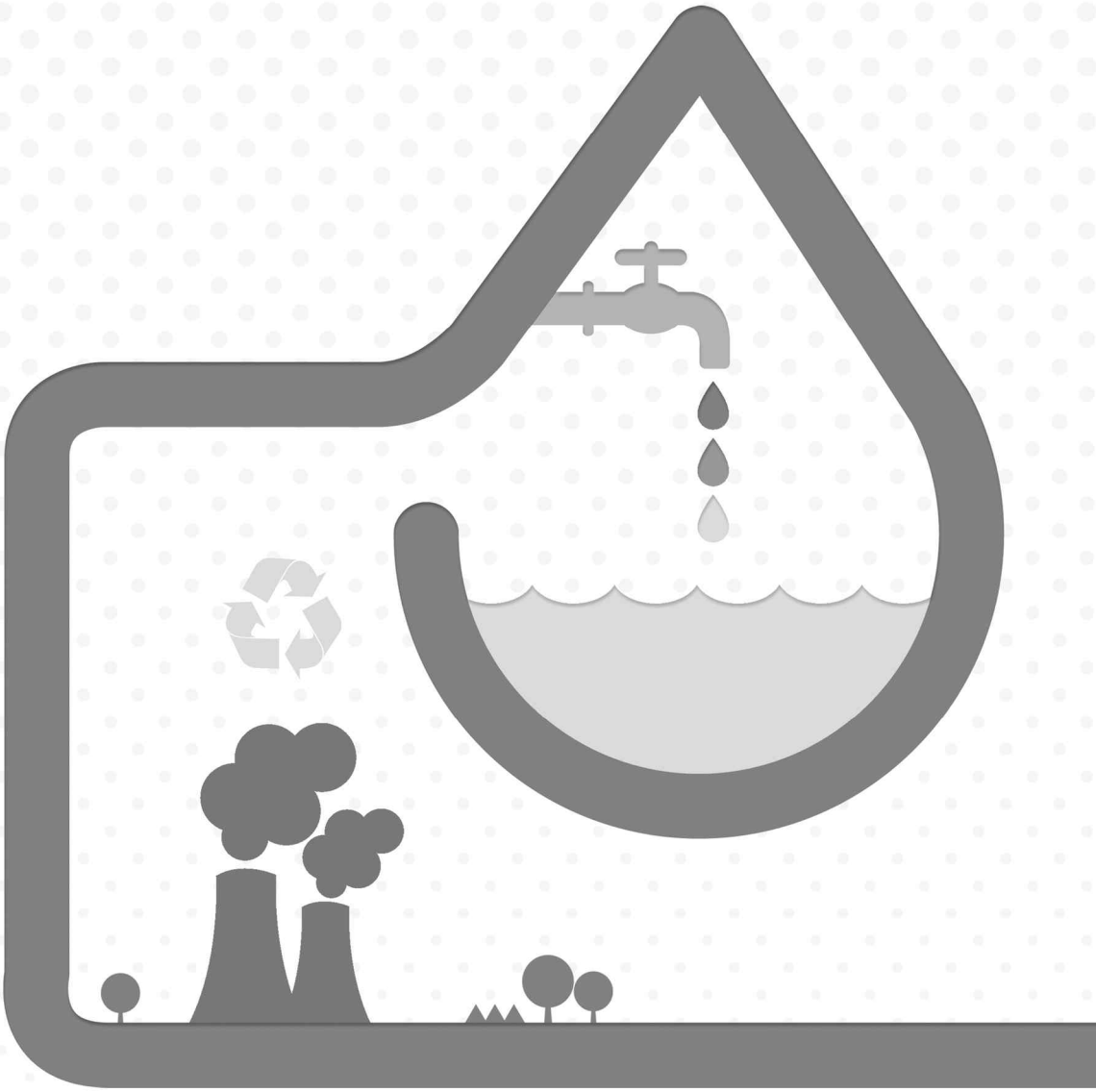


메모

메모

김범직

사무관 / 환경부 통합허가제도과

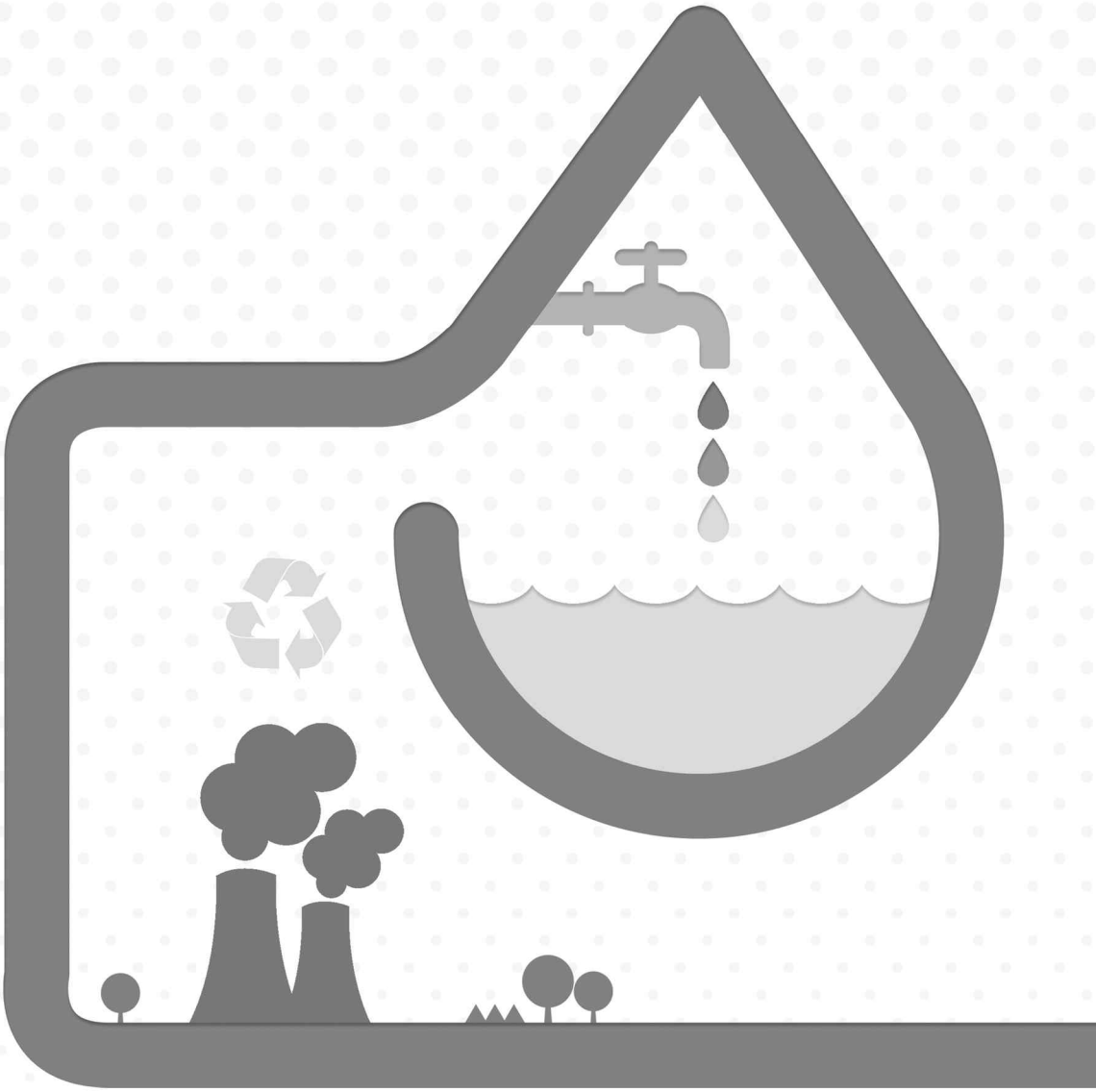


메모

메모

배문건

사무관 / 환경부 폐자원관리과



메모

메모