

부남호 수질개선을 통한 서산B지구 안정적 농업용수 공급방안 연구

김 영 일 충남연구원 물환경연구센터 선임연구위원
yikimenv@cni.re.kr

이 상 진 충남연구원 공간환경연구실 수석연구위원
lsjin@cni.re.kr

유 지 민 충남연구원 물환경연구센터 연구원
yuujm@cni.re.kr

본 연구는 서산B지구 스마트팜 조성 및 부남호 기수역 복원사업 추진 등의 여건 변화에 따라 부남호 수질개선을 통해 서산B지구 농지 및 스마트팜 등에 안정적이고 지속가능한 농업용수 공급방안을 마련하는데 목적이 있음

CONTENTS

- 01 연구배경 및 목적 / 1
- 02 부남호 유역 물환경 현황 / 3
- 03 서산B지구 여건변화 및 부남호 수질개선방안 / 35
- 04 서산B지구 스마트팜단지 및 농지 농업용수 공급방안 / 39

요약

- 서산B지구 주변 여건이 변화됨에 따라 부남호 수질개선을 위해 기수역 복원과 연계하여 서산B지구 농지와 스마트팜단지 등에 농업용수를 안정적으로 공급하기 위한 방안이 필요함
- 부남호는 상류 유입지점의 농도가 가장 높고 하류(방조제)로 갈수록 낮아지는 경향을 보여 부남호 수질관리를 위해서는 유역의 오염원 관리가 필요한 것으로 판단됨
 - 부남호로 유입되는 주요 지류하천 가운데 장검천의 수질은 거의 유사한 반면, 태안천은 점진적으로 증가추세를 보임
- 부남호 유역 내 BOD총배출부하량은 서산시 부석면(축산계, 토지계), 태안군 태안읍(생활계, 토지계)이 가장 많음
 - BOD점배출부하량은 생활계 96%, 비점배출부하량은 토지계 60%, 축산계 40% 수준으로 생활계와 산업계는 태안읍, 축산계와 토지계는 부석면이 가장 높은 것으로 나타났음
- 부남호 수질개선을 위해 다양한 호외 및 호내 수질개선 대책이 수립 및 시행되었지만, 부남호 수질개선을 위해서는 해수 순환을 통한 기수역 복원이 최적의 방안임
- 스마트팜단지 농업용수 공급을 위해서는 하수처리재이용수 이용, 이동형 정수처리시스템 또는 정수장 건설 등의 방안이 필요하며, 서산B지구 농지에 농업용수를 공급하기 위해서는 부남호 상류 측 담수호 활용, 부남호와 간월호 간 수로 연결, 내염성 대체농작물 전환 등 다양한 방안을 마련하여 복합적으로 추진하여야 함

01

연구배경 및 목적

- 충청남도는 민선 8기 핵심 공약인 ‘청년 맞춤형 스마트팜 지원 및 원예작물 복합단지 조성사업’을 추진 중임
 - ‘청년 맞춤형 스마트팜 지원 및 원예작물 복합단지 조성사업’은 2022년부터 2026년까지 사업비 총 299,250백만원을 투입하여 청년농업인과 중소농업인 등을 대상으로 청년 맞춤형 스마트팜 보급 및 스마트팜 단지를 조성하는 사업임
- 특히, 서산B지구에는 ‘충남 글로벌 홀티 콤플렉스(농산업융복합단지)’ 사업을 추진할 계획임
 - ‘충남 글로벌 홀티 콤플렉스 사업’은 서산B지구 50만 8,200㎡ 부지에 2026년까지 3300억 원을 투입해 전국 최대 규모의 스마트팜 집적단지(38만 6,100㎡)와 융복합단지(12만 2,100㎡)를 조성하는 계획임
- 한편, 서산B지구의 부남호 수질은 6등급 수준으로 농업용수로 활용하기에 한계가 있어, 충청남도는 연안 담수호 생태복원을 위해 부남호 하구복원 계획을 수립하여 기수역 복원을 위한 다양한 사업을 추진 중임
 - ‘연안 담수호 생태복원’은 간척을 통한 방조제 건설로 인해 막힌 담수와 해수를 순환시켜 기수역과 갯벌을 생태적으로 건강하게 되살리고, 자연과 사람이 상생하는 연안 환경을 이루기 위해 충청남도가 중점 추진 중인 사업임
 - 최근, 해양수산부는 ‘전국 기수역 복원방안 연구용역’을 통해 기수역 복원 타당성을 평가해 우선 대상지를 선정할 예정이나, 충청남도는 우선 대상지로 부남호를 먼저 포함시키고 신규사업 대상을 추가 발굴하기 위한 대응 연구용역을 추진 중임

- 서산B지구 주변 여건이 급격히 변화됨에 따라 부남호 수질개선 및 스마트팜 집적단지의 안정적 농업용수 공급을 위한 방안이 필요한 실정임
 - 부남호 수질개선을 위한 기수역 복원사업으로 염수가 유입되면, 서산B지구 농지와 신규로 조성되는 스마트팜 집적단지 등에 부남호를 농업용수로 활용하는데 문제가 발생하기 때문에 서산B지구 농지와 스마트팜 집적단지에 안정적이고 지속가능한 농업용수 확보 및 공급방안이 우선으로 필요함
- 따라서 본 연구는 부남호 수질개선을 위해 추진될 기수역 복원과 연계하여 서산B지구 농지와 스마트팜 집적단지 등에 지속 가능하고 안정적으로 양질의 농업용수를 공급하는 방안을 마련하고자 함

02 부남호 유역 물환경 현황

1. 서산B지구 시설물 현황

- 서산B지구(부남호) 현황
 - 위 치 : 서산시 부석면, 태안군 태안읍·남면 일원
 - 건설기간 : 1980.5. ~ 1995.8.
 - 시설현황 : 방조제 1,228m, 배수갑문 1개소, 제염시설 1개소, 담수호 1개소, 양배수장 9개소, 용배수로 268km, 도로 8.32km, 방수제 36.04km
 - 만수면적 : 1,527ha / 수혜면적 : 3,745ha / 유역면적 : 15,720ha
 - 저 수 량 : 총저수량 8,442만톤 / 유효저수량 2,316만톤
 - 수질등급 : 5~6등급(농업용수는 호소 수질 TOC기준 IV등급 이상 사용 가능)
- 서산B지구 토지이용현황
 - 전체 3,745ha 가운데 일반농지는 1,497ha로 개발 면적의 40.0% 차지

[표 1] 서산B지구 토지이용현황

구 분	면적(ha)	비율(%)	비 고
합계	3,745	100.0	
농업용지	1,497	40.0	현대 238, 민간 1,259
태안기업도시	1,546	41.3	현대도시개발(주) 추진 중
바이오웰빙특구	570	15.2	현대건설(주), 현대모비스(주) 추진 중
기타	132	3.5	태양광사업 등

자료 : 충청남도 내부자료(2024)



자료 : 금강수계관리위원회, 금강유역환경청 금강 권역별 유역현황도

[그림 1] 부남방조제 중권역 유역도

2. 부남호 수질현황

2.1 수질측정망 현황

- 부남호 유역에는 하천 2개소, 호소 3개소 등 총 5개 수질측정망이 존재함

[표 2] 부남호 유역 내 수질측정망 현황

구 분	측정소명	주소	조사기관
하천	태안천	충청남도 태안군 태안읍 평천리	금강물환경연구소
	장검천	충청남도 서산시 부석면 취평리(장검교)	금강물환경연구소
호소	부남호1	충청남도 서산시 부석면 창리 623(담앞)	금강유역환경청
	부남호2	충청남도 태안군 남면 양잠리	금강유역환경청
	부남호3	충청남도 서산시 부석면 봉락리 1130	금강유역환경청

자료: 환경부(2024), 물환경측정망 운영계획 / 환경부, 물환경정보시스템(water.nier.go.kr)



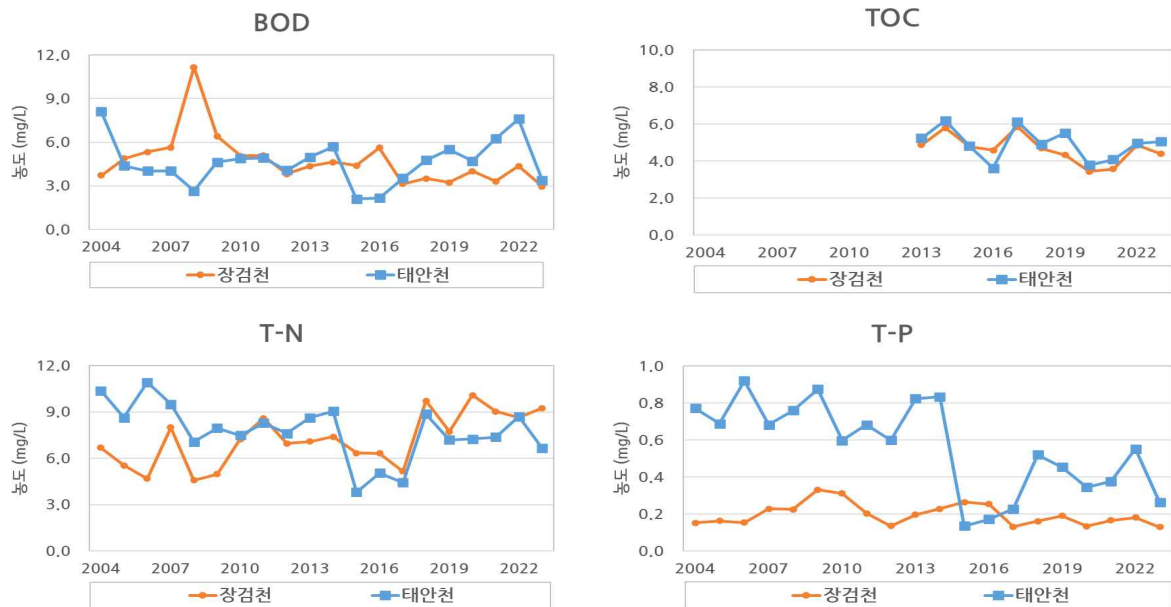
[그림 2] 부남호 유역 물환경 측정망 현황

2.2 수질변화 분석 결과

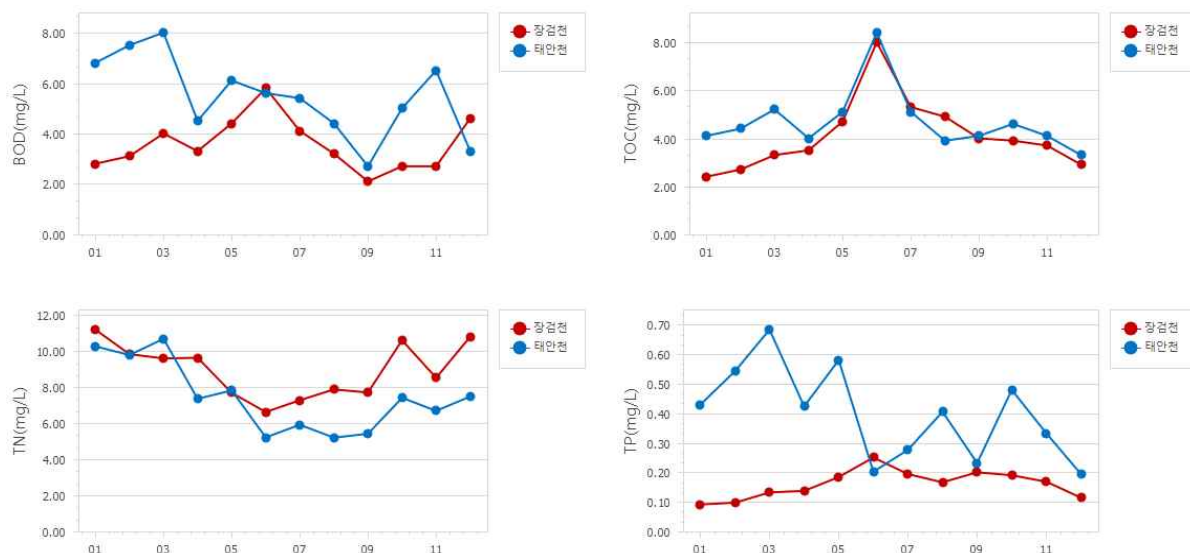
가. 하천수 수질변화 분석

- 부남호 유역 내 하천 수질측정망 자료를 기초로 2004년(TOC는 2013년)부터 시간에 따른 변화 경향을 분석하였음
 - BOD농도는 장검천의 경우 점차 개선되는 경향을 보이고 있어 최근 5년('19년~'23년) 평균 BOD농도가 3.57mg/L로 Ⅲ등급 수질을 나타냈고, 태안천은 2016년 이후 BOD농도가 증가하여 5.49mg/L 수준으로 Ⅳ등급 수질을 보였음
 - TOC는 두 하천 모두 유사한 농도를 나타내어 최근 5년('19년~'23년) 평균 TOC농도 기준으로 Ⅲ등급 수질을 보여 뚜렷한 변화 경향은 없었음
 - T-N농도는 장검천의 경우 점차 증가한 반면, 태안천은 점차 감소하는 경향을 보였음
 - T-P농도는 장검천과 태안천 모두 감소하였는데, 장검천은 최근 5년('19년~'23년) 평균 T-P농도는 0.160mg/L로 Ⅲ등급 수질을 나타내었고, 태안천은 0.398mg/L로 Ⅴ등급 수질을 보였음
- 부남호 유역 내 하천의 계절적 수질 변화를 분석하기 위하여 최근 5개년 월평균 수질을 분석하였음
 - BOD농도는 대부분 장검천보다 태안천의 농도가 높은 것으로 나타났는데, 장검천은 5~7월에 농도가 증가하였으나, 태안천은 여름철보다 1~3월의 농도가 높다가 점차 감소하는 경향을 보였음
 - TOC농도는 두 하천 모두 유사하게 6월에 가장 높은 농도를 보였으며, 전반적으로 태안천의 농도가 높은 것으로 나타났음
 - T-N농도는 두 하천의 경향이 비슷하게 겨울철의 농도가 높고 여름철에 낮은 것으로 분석되었으며, 다른 항목과는 다르게 여름철 이후에 태안천보다 장검천의 농도가 높은 것으로 나타났음
 - T-P농도는 대부분 장검천보다 태안천의 농도가 높은 것으로 조사되었으며, 장검천은 여름철에 농도가 높은 반면, 태안천은 봄철의 농도가 높았다가 점차 감소하는 경향을 보였음

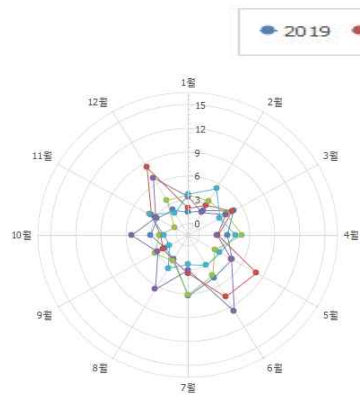
- 부남호 유역 내 위치한 하천 수질 경향을 분석한 결과, 전반적으로 장검천보다 태안천의 오염도가 높은 것으로 나타났으며, 영양염류(T-N, T-P)의 계절적 변화를 보았을 때 장검천은 전형적인 농촌지역 특성, 태안천은 도심지 특성을 보여 하천 특성에 맞는 저감대책 수립이 필요한 것으로 판단됨



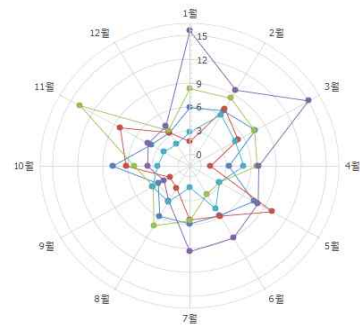
[그림 3] 부남호 유역 내 하천의 시간적 수질 변화



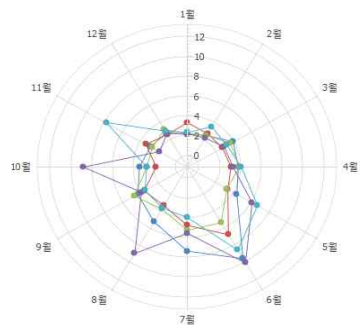
[그림 4] 부남호 유역 내 하천의 최근 5년 월평균 수질 경향



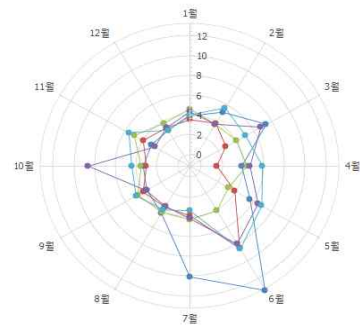
장검천 - BOD



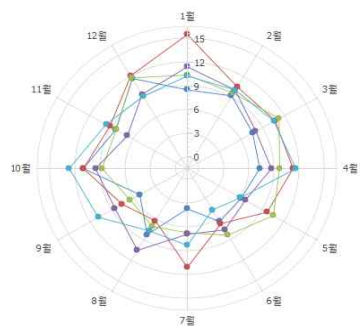
태안천 - BOD



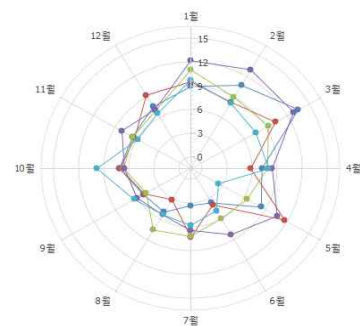
장검천 - TOC



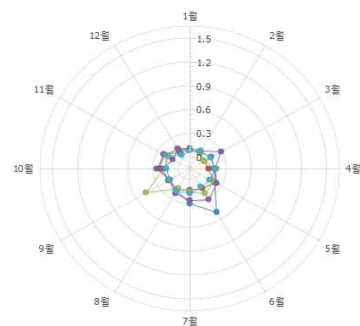
태안천 - TOC



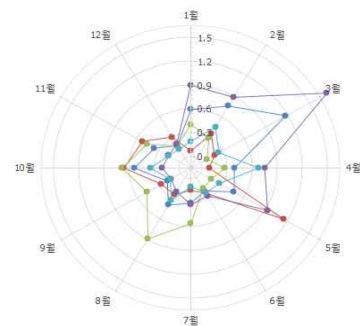
장검천 - T-N



태안천 - T-N



장검천 - T-P



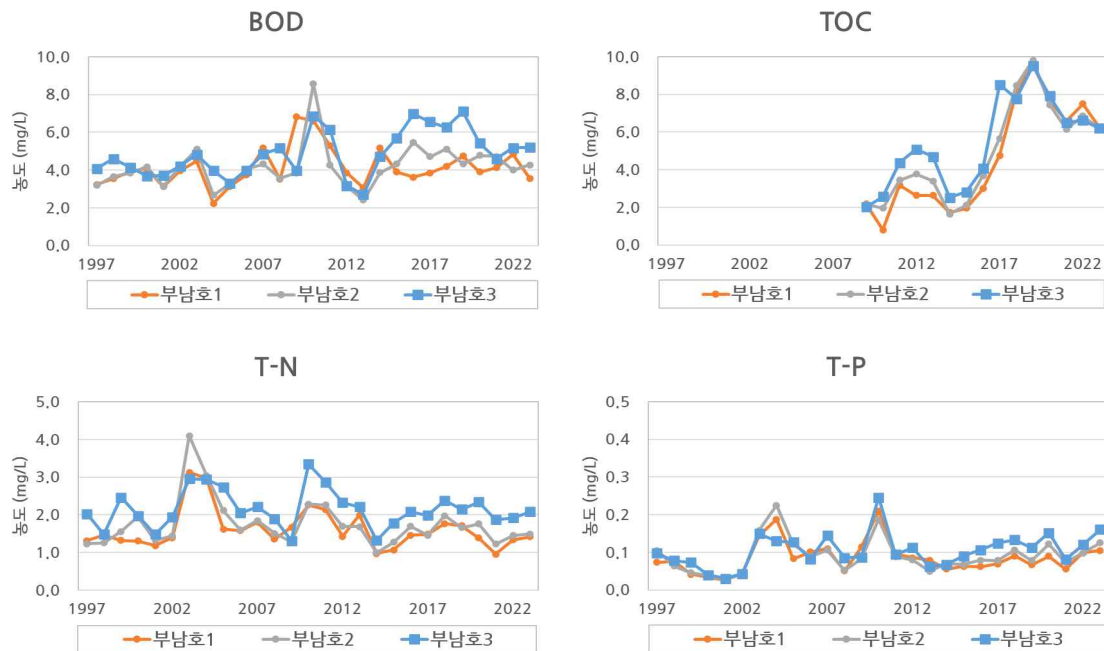
태안천 - T-P

[그림 5] 부남호 유역 내 하천의 월별 수질 현황('19년~'23년)

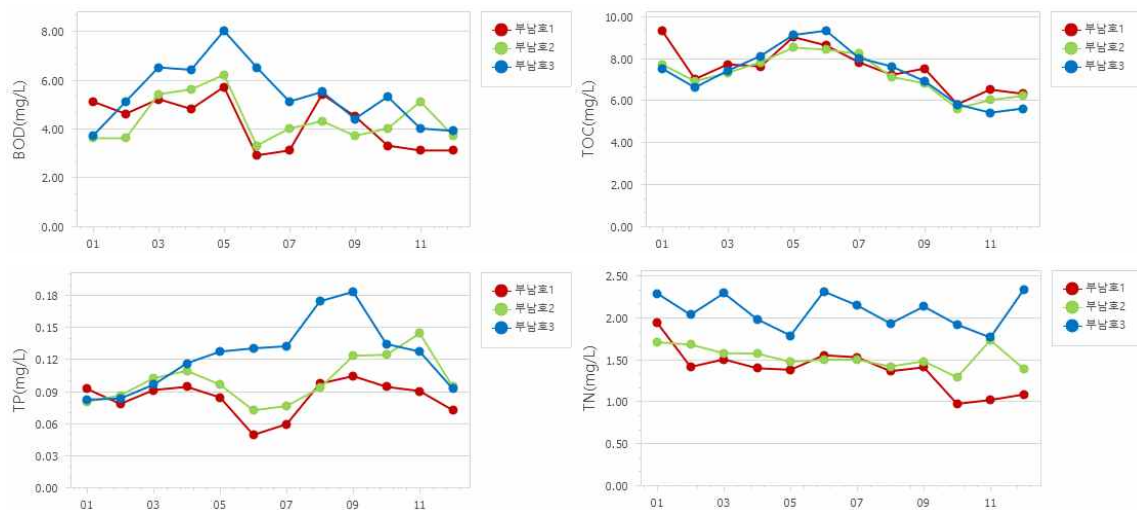
나. 호소수 수질 변화 분석

- 부남호 내 호소 수질측정망 자료를 기초로 1997년(TOC는 2009년)부터 시간에 따른 변화를 분석하였음
 - BOD농도는 3개 지점 모두 농도가 점진적으로 증가하였으며, 최근 5년(`19년~`23년) 평균 농도는 부남호1 지점 4.23mg/L, 부남호2 지점 4.41mg/L, 부남호3 지점 5.50mg/L 수준을 보였음
 - TOC농도는 3개 지점 모두 점진적으로 증가하여 2019년 최고 농도를 나타내고 이후 감소하였으며, 최근 5년(`19년~`23년) 평균 농도는 부남호1 지점 7.52mg/L, 부남호2 지점 7.29mg/L, 부남호3 지점 7.36mg/L로 V등급의 수질을 보였음
 - T-N농도는 연도별로 증감의 차이는 있으나 뚜렷한 증감 추세는 보이지 않았음
 - T-P농도는 연도별로 증감의 차이는 있지만 뚜렷한 증감 추세는 나타나지 않았으며, 최근 5년(`19년~`23년) 평균 농도는 부남호1 지점 0.083mg/L, 부남호2 지점 0.100mg/L, 부남호3 지점 0.126mg/L로 IV~V등급 수질을 보였음
- 부남호 내 호소수 측정망의 계절적 변화를 분석하기 위하여 최근 5년의 월평균 수질을 분석하였음
 - 대부분 항목에서 부남호 유입부인 부남호3 지점의 농도가 가장 높고 방조제 쪽으로 갈수록 농도가 낮아지는 것으로 나타났음
 - BOD농도는 부남호 유입부인 부남호3 지점의 농도가 가장 높고 방조제 쪽으로 갈수록 농도가 낮아졌으며, 1월부터 농도가 점차 증가하여 5월에 최대 농도를 보인 이후 점차 감소하는 경향을 보였음
 - TOC농도는 3개 지점 모두 유사한 농도를 나타내었으며, BOD와 유사하게 5월에 최대 농도를 나타낸 이후 점차 감소하는 경향을 보였음
 - T-N농도는 부남호 유입부인 부남호3 지점의 농도가 가장 높은 반면, 다른 두 지점은 유사한 농도를 나타내었으며, 1월이 가장 높고 이후로 점차 감소하는 경향을 보였음
 - T-P농도는 부남호 유입부인 부남호3 지점의 농도가 가장 높고 방조제 쪽으로 갈수록 농도가 낮아졌으며, 부남호3 지점은 8~9월에 농도가 가장 높은 반면 부남호1과 2지점은 6~7월에 농도가 감소하였다가 다시 증가하는 것으로 나타났음

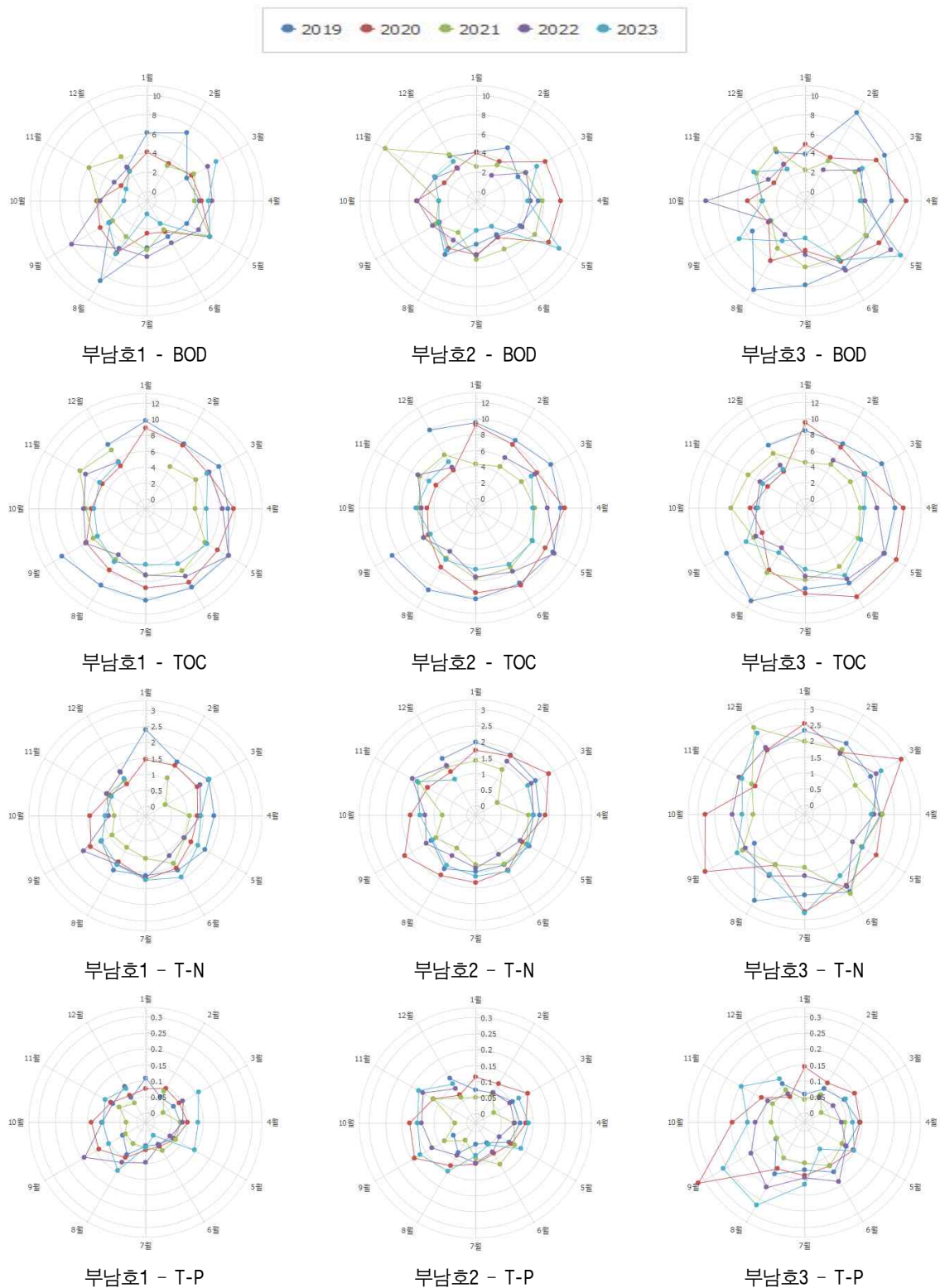
- 부남호 내 위치한 호소수의 수질변화를 분석할 결과, 대부분 항목에서 부남호 유입부인 부남호3 지점의 농도가 가장 높고 방조제 쪽으로 갈수록 농도가 낮아지는 것으로 나타났기 때문에 부남호의 수질관리를 위해서는 유역의 오염원 관리가 필요한 것으로 판단됨



[그림 6] 부남호 지점별 수질변화



[그림 7] 부남호 지점별 최근 5년(`19년~`23년) 월평균 수질변화



[그림 8] 부남호 지점 및 월별 수질농도 변화('19년~'23년)

[표 3] 장검천 연평균 수질변화

년	BOD(mg/L)	TOC(mg/L)	T-N(mg/L)	T-P(mg/L)
2004년	3.73	—	6,678	0.152
2005년	4.89	—	5,537	0.163
2006년	5.33	—	4,686	0.154
2007년	5.63	—	7,988	0.228
2008년	11.17	—	4,588	0.225
2009년	6.42	—	4,985	0.332
2010년	5.05	—	7,247	0.311
2011년	5.08	—	8,598	0.205
2012년	3.81	—	6,955	0.136
2013년	4.37	4.87	7,095	0.197
2014년	4.63	5.80	7,391	0.229
2015년	4.39	4.78	6,341	0.264
2016년	5.62	4.58	6,322	0.254
2017년	3.14	5.86	5,169	0.132
2018년	3.51	4.69	9,714	0.161
2019년	3.23	4.33	7,721	0.191
2020년	4.02	3.43	10,091	0.134
2021년	3.32	3.57	9,029	0.166
2022년	4.35	4.85	8,635	0.182
2023년	2.96	4.38	9,250	0.130
전체평균	4.72	4.65	7,232	0.197
최근 5년 평균	3.57	4.11	8,945	0.160

자료: 환경부, 물환경정보시스템

[표 4] 태안천 연평균 수질변화

년	BOD(mg/L)	TOC(mg/L)	T-N(mg/L)	T-P(mg/L)
2004년	8.12	—	10.369	0.772
2005년	4.38	—	8.634	0.688
2006년	4.03	—	10.913	0.920
2007년	4.03	—	9.503	0.682
2008년	2.66	—	7.070	0.759
2009년	4.63	—	7.966	0.875
2010년	4.88	—	7.477	0.597
2011년	4.92	—	8.287	0.683
2012년	4.07	—	7.620	0.599
2013년	4.98	5.23	8.628	0.824
2014년	5.71	6.19	9.054	0.833
2015년	2.10	4.82	3.814	0.136
2016년	2.17	3.62	5.057	0.172
2017년	3.52	6.13	4.431	0.228
2018년	4.78	4.91	8.871	0.521
2019년	5.50	5.52	7.199	0.454
2020년	4.72	3.78	7.243	0.345
2021년	6.24	4.08	7.385	0.376
2022년	7.60	4.96	8.693	0.552
2023년	3.39	5.06	6.656	0.263
전체평균	4.62	4.93	7.743	0.564
최근 5년 평균	5.49	4.68	7.435	0.398

자료: 환경부 물환경정보시스템

[표 5] 부남호1 지점 연평균 수질변화

년	BOD(mg/L)	TOC(mg/L)	T-N(mg/L)	T-P(mg/L)
1997년	3.24	—	1,312	0.074
1998년	3.53	—	1,473	0.076
1999년	3.92	—	1,324	0.042
2000년	4.08	—	1,305	0.035
2001년	3.13	—	1,185	0.027
2002년	3.97	—	1,396	0.045
2003년	4.48	—	3,133	0.145
2004년	2.23	—	2,966	0.188
2005년	3.13	—	1,620	0.083
2006년	3.76	—	1,584	0.101
2007년	5.17	—	1,807	0.110
2008년	3.51	—	1,356	0.051
2009년	6.81	2.19	1,676	0.114
2010년	6.61	0.81	2,262	0.210
2011년	5.28	3.18	2,144	0.096
2012년	3.85	2.64	1,430	0.085
2013년	3.06	2.65	1,993	0.079
2014년	5.17	1.73	0,973	0.056
2015년	3.90	1.96	1,072	0.063
2016년	3.63	3.00	1,458	0.063
2017년	3.84	4.76	1,488	0.069
2018년	4.18	8.11	1,769	0.091
2019년	4.74	9.61	1,712	0.067
2020년	3.90	7.68	1,392	0.090
2021년	4.13	6.57	0,957	0.055
2022년	4.83	7.49	1,343	0.099
2023년	3.56	6.24	1,421	0.105
전체 평균	4.13	4.55	1,619	0.086
최근 5년 평균	4.23	7.52	1,365	0.083

자료: 환경부 물환경정보시스템

[표 6] 부남호2 지점 연평균 수질변화

년	BOD(mg/L)	TOC(mg/L)	T-N(mg/L)	T-P(mg/L)
1997년	3.19	—	1,238	0.105
1998년	3.65	—	1,259	0.064
1999년	3.83	—	1,555	0.046
2000년	4.17	—	1,948	0.039
2001년	3.13	—	1,327	0.028
2002년	4.18	—	1,444	0.043
2003년	5.10	—	4,099	0.158
2004년	2.67	—	3,051	0.225
2005년	3.26	—	2,115	0.122
2006년	4.04	—	1,595	0.089
2007년	4.32	—	1,850	0.106
2008년	3.55	—	1,507	0.053
2009년	3.85	2.17	1,292	0.083
2010년	8.56	1.95	2,288	0.187
2011년	4.25	3.45	2,264	0.089
2012년	3.13	3.77	1,698	0.080
2013년	2.41	3.40	1,688	0.050
2014년	3.87	1.65	0.997	0.069
2015년	4.33	2.12	1,274	0.068
2016년	5.48	3.69	1,699	0.079
2017년	4.71	5.66	1,465	0.078
2018년	5.12	8.47	1,979	0.107
2019년	4.32	9.82	1,661	0.079
2020년	4.78	7.45	1,761	0.122
2021년	4.72	6.16	1,226	0.074
2022년	3.99	6.85	1,451	0.099
2023년	4.27	6.20	1,491	0.126
전체 평균	4.16	4.87	1,751	0.091
최근 5년 평균	4.41	7.29	1,518	0.100

자료: 환경부 물환경정보시스템

[표 7] 부남호3 지점 연평균 수질변화

년	BOD(mg/L)	TOC(mg/L)	T-N(mg/L)	T-P(mg/L)
1997년	4.07	—	2.025	0.098
1998년	4.59	—	1.485	0.079
1999년	4.13	—	2.468	0.074
2000년	3.68	—	1.983	0.041
2001년	3.70	—	1.485	0.031
2002년	4.21	—	1.951	0.044
2003년	4.82	—	2.961	0.150
2004년	3.96	—	2.947	0.131
2005년	3.29	—	2.745	0.127
2006년	3.98	—	2.053	0.082
2007년	4.85	—	2.212	0.145
2008년	5.17	—	1.896	0.086
2009년	3.97	2.03	1.318	0.087
2010년	6.86	2.58	3.349	0.246
2011년	6.14	4.37	2.867	0.094
2012년	3.18	5.09	2.328	0.113
2013년	2.69	4.69	2.216	0.062
2014년	4.71	2.53	1.322	0.068
2015년	5.69	2.81	1.788	0.091
2016년	6.98	4.06	2.086	0.107
2017년	6.56	8.51	1.987	0.125
2018년	6.27	7.77	2.388	0.134
2019년	7.10	9.53	2.148	0.113
2020년	5.42	7.92	2.345	0.152
2021년	4.59	6.51	1.871	0.082
2022년	5.18	6.63	1.927	0.121
2023년	5.19	6.20	2.088	0.161
전체 평균	4.81	5.46	2.154	0.104
최근 5년 평균	5.50	7.36	2.076	0.126

자료: 환경부 물환경정보시스템

3. 부남호 퇴적물 오염도 현황

3.1 퇴적물 측정지점

- 부남호 퇴적환경의 오염도를 파악하기 위해 2020년에 수행한 「2020년 서해안 연안환경측정망 모니터링 연구용역」의 결과를 인용하였음
 - 부남호 상류, 중류, 하류 각 1개 지점씩 총 3개 지점을 대상으로 퇴적물 오염도 현황을 조사하였음



[그림 9] 부남호 퇴적물 조사지점 현황(BN-1~BN-3)

3.2 퇴적물 오염도 분석결과

가. 입도 분석

- 퇴적물 입도는 모래 3.2~18.9%(평균 9.5%), 실트 71.6~82.7%(평균 76.4%), 점토 9.5~18.7%(평균 14.1%)의 범위를 보였음
- 상·하류 지점 전체적으로 모래 비율이 낮고 실트와 점토와 같은 미립자 비율이 높은 특성을 가지고 있어 퇴적물 오염도가 높을 것으로 예상됨

[표 8] 퇴적물 입도 분석결과

지점	조성비				조직변수				퇴적상
	자갈	모래	실트	점토	평균 입경	분급도	왜도	첨도	
	(%)				(Φ)				
BN-1	0.0	6.3	75.0	18.7	6.86	1.61	-0.04	1.44	Z
BN-2	0.0	3.2	82.7	14.2	6.66	1.36	0.08	1.22	Z
BN-3	0.0	18.9	71.6	9.5	5.66	1.79	0.05	0.94	sZ
평균	0.0	9.5	76.4	14.1	6.39	1.59	0.03	1.20	-

나. 오염도 분석

- 퇴적물 오염도는 유기물 및 영양염류 모두 상당히 높은 수준으로 퇴적물의 오염도가 높은 것으로 판단됨
- 일반항목(완전연소가능량, 총유기탄소, 총질소, 총인)
 - 완전연소가능량 : 15.3~22.5%(평균 18.5%)
 - 총유기탄소(TOC) : 4.21~6.52%(평균 5.08%)
 - 총질소(T-N) : 5,200~5,300mg/kg(평균 5,233mg/kg)
 - 총인(T-P) : 303.8~1,075.5mg/kg(평균 804.7mg/kg)
- 중금속 항목(Cd, Cr, Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, Al, Fe, As, Hg)
 - 카드뮴(Cd) : 0.32~0.54mg/kg(평균 0.43mg/kg)

- 크롬(Cr): 55.7~85.9mg/kg(평균 70.8mg/kg)
- 구리(Cu): 32.6~37.4mg/kg(평균 35.0mg/kg)
- 니켈(Ni): 32.2~42.3mg/kg(평균 37.2mg/kg)
- 납(Pb): 33.9~39.1mg/kg(평균 36.5mg/kg)
- 아연(Zn): 100.3~139.1mg/kg(평균 119.7mg/kg)
- 망간(Mn): 790.5~1,984.6mg/kg(평균 1,387.5mg/kg)
- 철(Fe): 3.2~4.9%(평균 4.1%)
- 알루미늄(Al): 6.0~9.5%(평균 7.8%)
- 비소(As): 6.1~12.8mg/kg(평균 9.5mg/kg)
- 수은(Hg): 32.9~39.8 μ g/kg(평균 36.4 μ g/kg)
- 부남호 퇴적물 내 중금속은 대부분 항목에서 방조제 부근보다 상류 지역에서 높은 농도를 보였으며, 카드뮴은 상류 지역보다 방조제에서 높은 것으로 나타났음

[표 9] 퇴적물 일반항목 분석결과

지점	완전연소가능량(%)	TOC(%)	TN(mg/kg)	TP(mg/kg)
BN-1	17.8	4.52	5,300	1,075.5
BN-2	15.3	4.21	5,200	1,034.9
BN-3	22.5	6.52	5,200	303.8
평균	18.5	5.08	5,233	804.7

[표 10] 퇴적물 중금속 항목 분석결과

지점	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Mn	Fe	Al	As	Hg
	(mg/kg)										
BN-1	0.32	85.9	37.4	42.3	39.1	139.1	1,984.6	4.9	9.5	12.8	39.8
BN-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BN-3	0.54	55.7	32.6	32.2	33.9	100.3	790.5	3.2	6.0	6.1	32.9
평균	0.43	70.8	35.0	37.2	36.5	119.7	1,387.5	4.1	7.8	9.5	36.4

4. 부남호 유역 오염원 현황

4.1 오염원 조사방법

- 전국오염원조사자료(2022년 12월 기준)를 활용하여 오염원을 조사하였음
 - 부남호 유역은 서산시 부석면, 팔봉면과 태안군 태안읍, 남면이 포함되어 있으며, 행정구역별 생활계, 축산계, 산업계, 토지계 등 오염원자료를 유역에 포함되는 면적 점유율에 따라 배분하였음

4.2 오염원 현황

가. 생활계 오염원

- 부남호 유역 내 총인구는 31,395명이며, 도심지인 태안읍이 포함된 태안군의 인구가 전체 인구의 약 86%를 차지하였음
 - 전체 인구 중 하수처리구역 내 인구가 약 78%를 차지하고 있으며, 하수처리 인구 중 분류식 42%, 합류식 58%인 것으로 조사되었음

[표 11] 부남호 유역 인구현황

(단위: 인)

시군	읍면	합계	하수처리구역			하수미처리구역			
			소계	분류식	합류식	소계	오수처리	단독정화	수거식
서산시	부석면	3,788	1,196	641	556	2,592	1,141	880	571
	팔봉면	578	153	86	68	425	226	192	7
	소 계	4,366	1,350	727	623	3,017	1,367	1,072	578
태안군	태안읍	26,050	23,119	9,560	13,559	2,932	2,241	691	0
	남 면	978	174	174	0	804	716	88	0
	소 계	27,029	23,293	9,734	13,559	3,736	2,957	779	0
합계		31,395	24,643	10,460	14,182	6,752	4,324	1,851	578

자료: 국립환경과학원 전국오염원조사(<https://wems.nier.go.kr/>)

나. 축산계 오염원

- 축산계 오염원은 오염부하가 큰 젖소, 한우, 돼지, 사육두수가 많은 가금 등으로 구분하여 조사하였음
 - 태안군보다 서산시의 사육두수가 많았으며, 전체 사육두수 중 한우 80%, 돼지 100%, 가금 96%가 서산시에 존재하는 것으로 조사되었음

[표 12] 부남호 유역 가축 사육현황

(단위: 마리)

시군	읍면	젖소	한우	돼지	가금, 기타
서산시	부석면	64	2,636	7,448	136,777
	팔봉면	21	255	534	26,286
	소 계	85	2,891	7,982	163,063
태안군	태안읍	401	596	0	7,344
	남 면	0	144	0	0
	소 계	401	740	0	7,344
합계		486	3,630	7,982	170,408

자료: 국립환경과학원 전국오염원조사(<https://wems.nier.go.kr/>)

다. 산업계 오염원

- 폐수발생량은 서산시 278 m³/일, 태안군 129 m³/일, 총 407 m³/일 폐수가 발생하는 것으로 조사되었으며, 재이용, 무방류 등의 이유로 서산시 38 m³/일, 태안군 97 m³/일, 총 134 m³/일의 폐수가 배출되는 것으로 조사되었음

[표 13] 부남호 유역 산업폐수 발생 및 배출현황

(단위: m³/일)

시군	읍면	폐수발생량	폐수배출량
서산시	부석면	234	0
	팔봉면	43	38
	소 계	278	38
태안군	태안읍	116	90
	남 면	13	7
	소 계	129	97
합계		407	134

자료: 국립환경과학원 전국오염원조사(<https://wems.nier.go.kr/>) 참조

라. 토지계 오염원

- 부남호 유역의 총면적은 156.9 km²이었으며, 토지이용 형태는 답, 임야, 기타, 전 순으로 면적이 넓은 것으로 나타났음
 - 농경지(전, 답)의 면적이 전체면적의 약 46%를 차지하고 있어 농업 비점오염원에 대한 관리 필요한 것으로 판단됨

[표 14] 부남호 유역 토지이용 현황

(단위: km²)

시군	읍면	합계	전	답	임야	대지	기타
서산시	부석면	63.9	5.8	26.7	13.7	4.2	13.6
	팔봉면	6.3	1.0	0.9	3.7	0.4	0.4
	소 계	70.2	6.8	27.5	17.4	4.5	14.0
태안군	태안읍	52.7	8.2	13.4	17.7	7.2	6.2
	남 면	34.0	5.1	10.5	9.6	2.7	6.1
	소 계	86.7	13.2	23.9	27.3	10.0	12.3
합계		156.9	20.0	51.5	44.7	14.5	26.3

자료: 국립환경과학원 전국오염원조사(<https://wems.nier.go.kr/>) 참조

마. 환경기초시설

- 부남호 유역 내 환경기초시설은 총 4개소(공공하수처리시설 1개소, 소규모 공공하수처리시설 3개소)가 운영 중임
 - 방류수의 BOD 농도는 낮지만, 영양염류(T-N, T-P) 농도가 높아 관리가 필요해 보임

[표 15] 부남호 유역 내 환경기초시설 현황

시설명	소재지	시설용량 (m ³ /일)	가동률 (%)	방류수질 (mg/L)			
				BOD	TOC	T-N	T-P
태안	태안군 태안읍 평천길 227-40	9,000	111	2.7	8.3	13.020	0.548
망미	태안군 남면 몽산리 868	60	58	2.8	7.9	11.982	0.982
취평	서산시 부석면 취평리 793-2	180	55	7.1	10.8	13.001	0.519
노라포	서산시 부석면 봉락리 720-1	45	23	6.5	9.6	21.854	1.632

자료: 국립환경과학원 전국오염원조사(<https://wems.nier.go.kr/>) 참조

5. 부남호 유역 오염부하량 현황

4.1 오염부하량 산정방법

- 발생 및 배출부하량은 “수질오염총량관리기술지침(국립환경과학원, 2022)”에 따라 산정하였음

4.2 발생부하량 현황

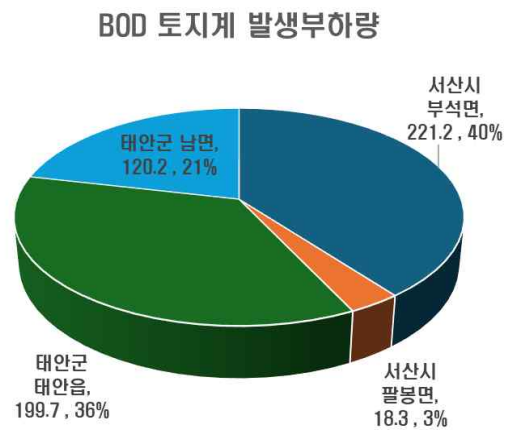
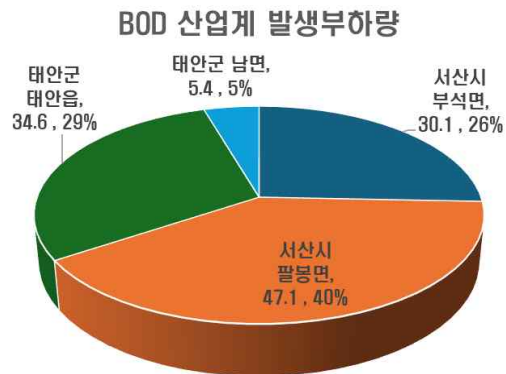
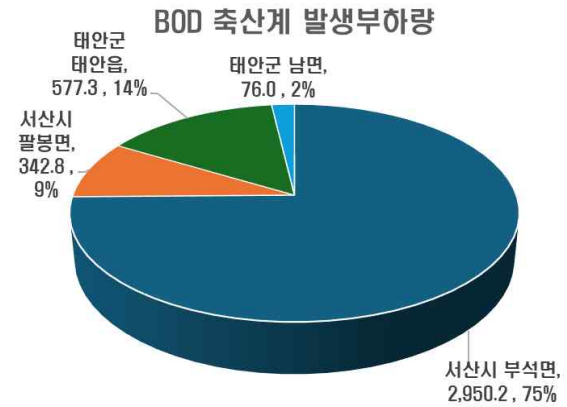
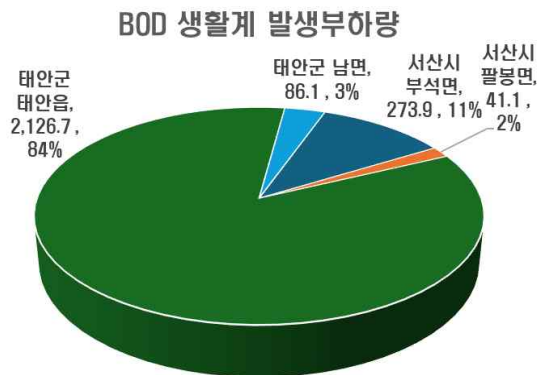
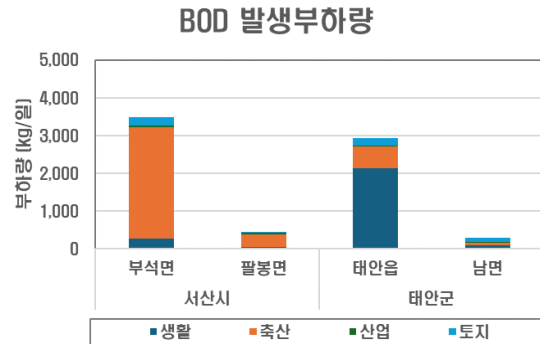
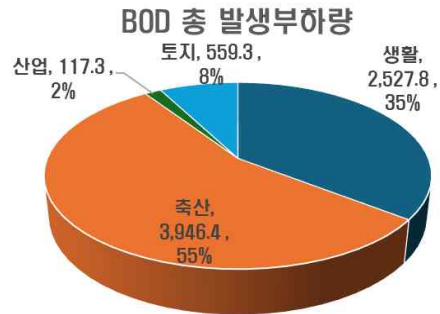
가. BOD발생부하량

- 유역 내 BOD총발생부하량은 7,150.7kg/일로 산정되었으며, 축산계 오염부하량이 많은 서산시 부석면과 생활계 부하량이 많은 태안군 태안읍의 발생부하량이 많은 것으로 분석되었음
- 오염원별 BOD발생부하량을 살펴보면, 축산계 55%, 생활계 35%, 토지계 8% 순으로 차지하는 것으로 분석되었음
- 오염원 및 행정구역별 BOD발생부하량을 살펴보면, 생활계는 태안읍(84%), 축산계는 부석면(75%), 산업계는 팔봉면(40%)과 태안읍(29%), 부석면(26%), 토지계는 부석면(40%)과 태안읍(36%)이 높은 것으로 분석되었음

[표 16] 부남호 유역 BOD발생부하량 현황

(단위: kg/일)

시군	읍면	합계	생활계	축산계	산업계	토지계
서산시	부석면	3,475.4	273.9	2,950.2	30.1	221.2
	팔봉면	449.3	41.1	342.8	47.1	18.3
	소 계	3,924.7	315.0	3,293.0	77.2	239.5
태안군	태안읍	2,938.4	2,126.7	577.3	34.6	199.7
	남 면	287.7	86.1	76.0	5.4	120.2
	소 계	3,226.0	2,212.8	653.3	40.1	319.8
합계		7,150.7	2,527.8	3,946.4	117.3	559.3



[그림 10] 부남호 유역 BOD발생부하량 현황

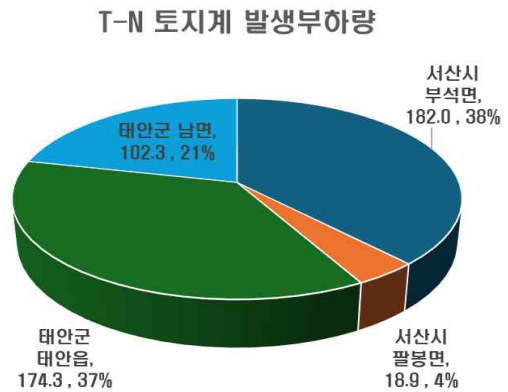
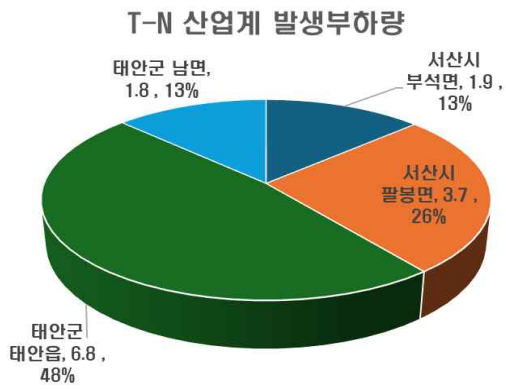
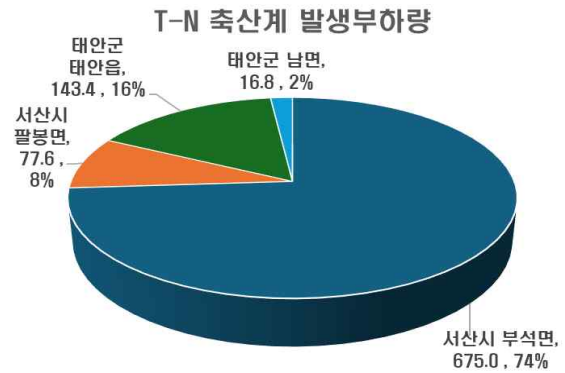
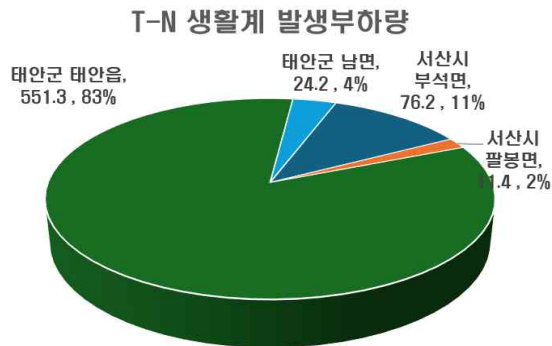
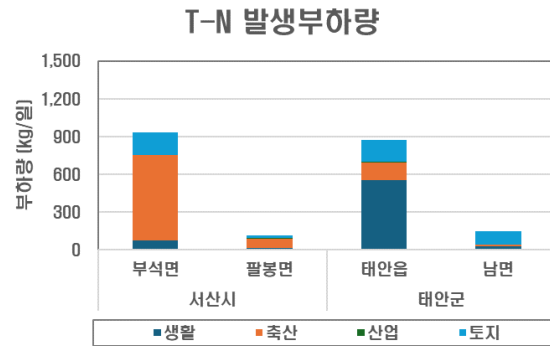
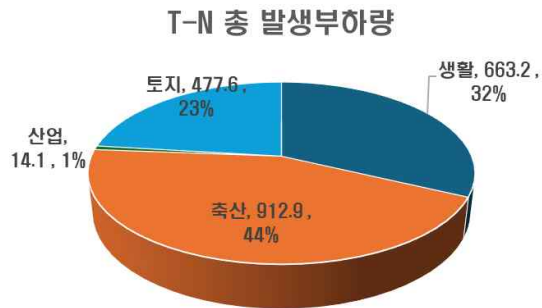
나. T-N발생부하량

- 유역 내 T-N총발생부하량은 2,067.8kg/일로 산정되었으며, 축산계 오염부하량이 많은 서산시 부석면과 생활계 부하량이 많은 태안군 태안읍의 발생부하량이 많은 것으로 분석되었음
- 오염원별 T-N발생부하량은 축산계가 44%로 가장 큰 부분을 차지하고 있고, 다음으로 생활계 32%, 토지계 23% 순인 것으로 나타났음
- 오염원 및 행정구역별로 T-N발생부하량을 살펴보면, 생활계는 태안읍(83%), 축산계는 부석면(74%), 산업계는 태안읍(48%), 팔봉면(26%) 토지계는 부석면(38%)과 태안읍(37%)이 높은 것으로 나타났음

[표 17] 부남호 유역 T-N발생부하량 현황

(단위: kg/일)

시군	읍면	합계	생활계	축산계	산업계	토지계
서산시	부석면	935.1	76.2	675.0	1.9	182.0
	팔봉면	111.7	11.4	77.6	3.7	18.9
	소 계	1,046.7	87.6	752.6	5.6	200.9
태안군	태안읍	875.9	551.3	143.4	6.8	174.3
	남 면	145.2	24.2	16.8	1.8	102.3
	소 계	1,021.1	575.6	160.3	8.6	276.7
합계		2,067.8	663.2	912.9	14.1	477.6



[그림 11] 부남호 유역 T-N발생부하량 현황

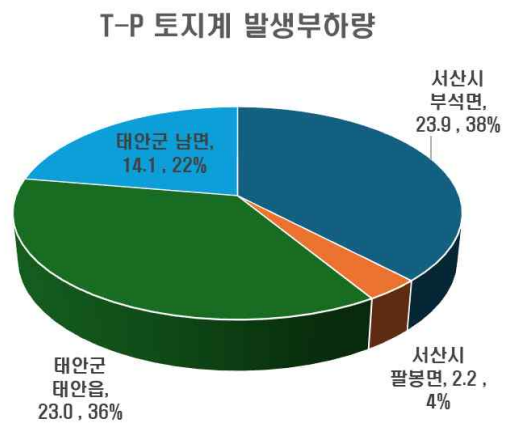
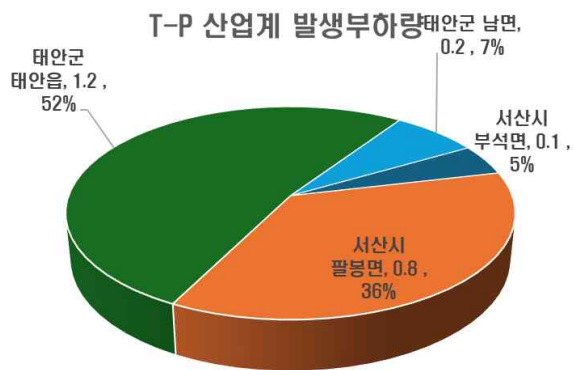
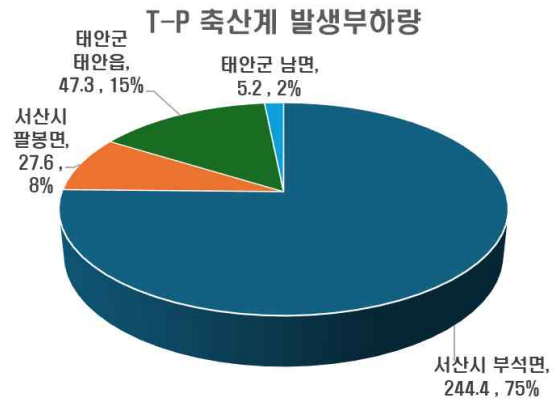
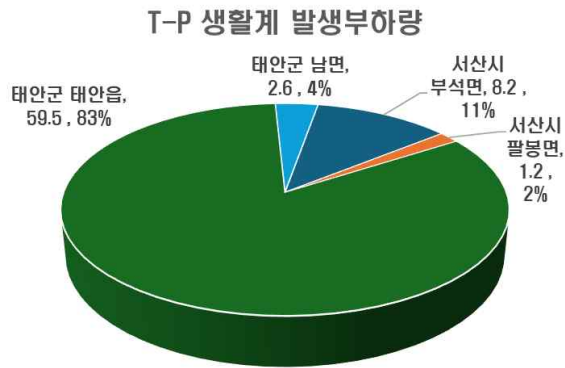
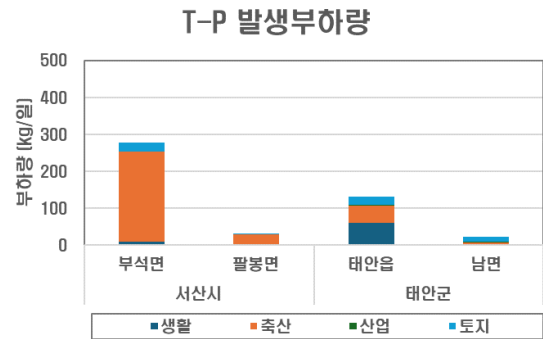
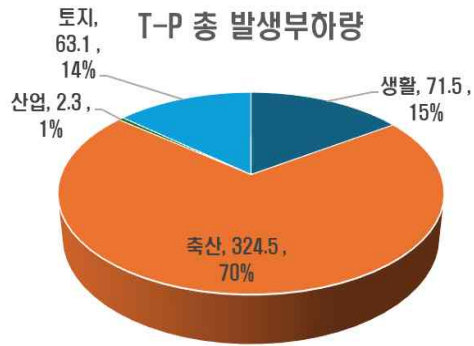
다. T-P발생부하량

- 유역 내 T-P총발생부하량은 461.3kg/일로 산정되었으며, 축산계 오염부하량이 많은 서산시 부석면과 생활계 부하량이 많은 태안군 태안읍의 발생부하량이 많은 것으로 분석되었음
- 오염원별 T-P발생부하량은 축산계가 70%를 차지하였으며, 다음으로 생활계 15%, 토지계 14% 순인 것으로 나타났음
- 오염원 및 행정구역별로 T-P발생부하량을 살펴보면, 생활계는 태안읍(83%), 축산계는 부석면(75%), 산업계는 태안읍(52%), 토지계는 부석면(38%)과 태안읍(36%)인 것으로 나타났음

[표 18] 부남호 유역 T-P 발생부하량 현황

(단위: kg/일)

시군	읍면	합계	생활계	축산계	산업계	토지계
서산시	부석면	276.5	8.2	244.4	0.1	23.9
	팔봉면	31.8	1.2	27.6	0.8	2.2
	소 계	308.3	9.4	271.9	0.9	26.0
태안군	태안읍	131.0	59.5	47.3	1.2	23.0
	남 면	22.0	2.6	5.2	0.2	14.1
	소 계	153.0	62.1	52.5	1.4	37.0
합계		461.3	71.5	324.5	2.3	63.1



[그림 12] 부남호 유역 T-P 발생부하량 현황

4.3 배출부하량 현황

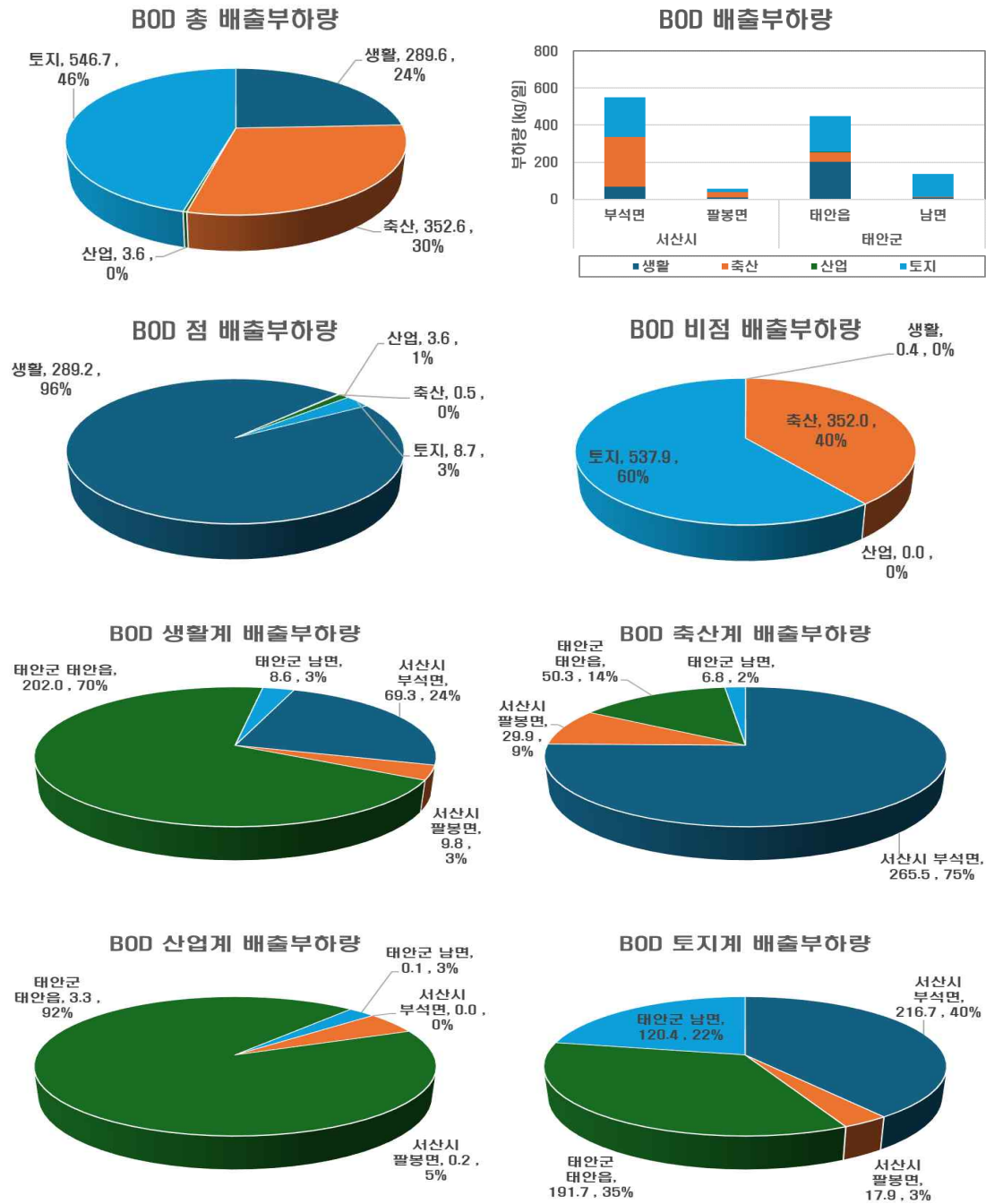
가. BOD 배출부하량

- 유역 내 BOD총배출부하량은 1,192.4kg/일로 산정되었으며, 서산시 부석면과 태안군 태안읍에서 배출되는 부하량 가장 많은 것으로 분석되었음
 - 서산시 부석면 : 축산계, 토지계 오염원
 - 태안군 태안읍 : 생활계, 토지계 오염원
- 점배출부하량은 생활계 96%, 비점배출부하량은 토지계 60%, 축산계 40%를 차지하는 것으로 분석되었음
 - 오염원별로 살펴보면, 토지계 부하량이 46%로 가장 많은 부분을 차지하였으며, 다음으로 축산계 30%, 생활계 24% 순인 것으로 나타났음
 - 오염원 및 행정구역별 분포를 살펴보면, 생활계는 태안읍(70%), 축산계는 부석면(75%), 산업계는 태안읍(92%), 토지계는 부석면(40%)과 태안읍(35%)이 높은 것으로 나타났음

[표 19] 부남호 유역 BOD배출부하량 현황

(단위: kg/일)

시군	읍면	합계	생활계			축산계			산업계			토지계		
			소계	점	비점	소계	점	비점	소계	점	비점	소계	점	비점
서 산 시	부석면	551.5	69.3	69.3	0.0	265.5	0.0	265.5	0.0	0.0	0.0	216.7	0.0	216.7
	팔봉면	57.8	9.8	9.8	0.0	29.9	0.2	29.7	0.2	0.2	0.0	17.9	0.0	17.9
	소 계	609.2	79.1	79.1	0.0	295.4	0.2	295.2	0.2	0.2	0.0	234.6	0.0	234.6
태 안 군	태안읍	447.3	202.0	201.6	0.4	50.3	0.3	50.0	3.3	3.3	0.0	191.7	8.5	183.2
	남 면	135.9	8.6	8.6	0.0	6.8	0.0	6.8	0.1	0.1	0.0	120.4	0.2	120.2
	소 계	583.2	210.5	210.1	0.4	57.1	0.3	56.8	3.4	3.4	0.0	312.1	8.7	303.4
합계		1,192.4	289.6	289.2	0.4	352.6	0.5	352.0	3.6	3.6	0.0	546.7	8.7	537.9



[그림 13] 부남호 유역 BOD배출부하량 현황

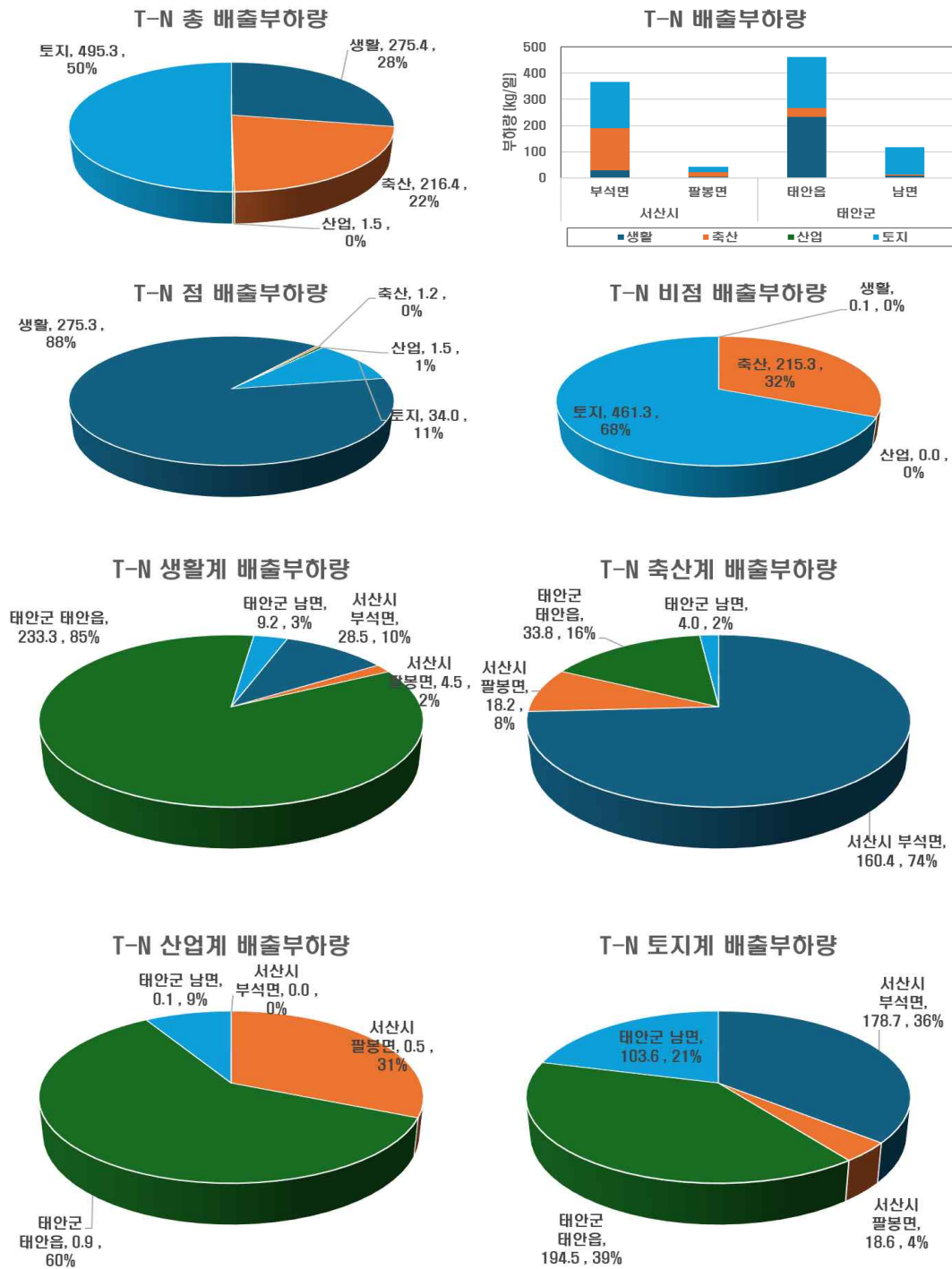
나. T-N배출부하량

- 유역 내 T-N총배출부하량은 988.7kg/일로 산정되었으며, 서산시 부석면과 태안군 태안읍에서 배출되는 부하량 가장 많은 것으로 분석되었음
 - 서산시 부석면 : 축산계, 토지계 오염원
 - 태안군 태안읍 : 생활계, 토지계 오염원
- 점배출부하량은 생활계 88%, 비점배출부하량은 토지계 68%, 축산계 32%를 차지하는 것으로 분석되었음
 - 오염원별로 살펴보면, 토지계 부하량이 50%로 가장 큰 부분을 차지하였으며, 다음으로 생활계 28%, 축산계 22% 순인 것으로 나타났음
 - 오염원 및 행정구역별 분포를 살펴보면, 생활계는 태안읍(85%), 축산계는 부석면(74%), 산업계는 태안읍(60%), 토지계는 태안읍(39%)과 부석면(36%)이 높은 것으로 나타났음

[표 20] 부남호 유역 T-N배출부하량 현황

(단위: kg/일)

시군	읍면	합계	생활계			축산계			산업계			토지계		
			소계	점	비점	소계	점	비점	소계	점	비점	소계	점	비점
서 산 시	부석면	367.6	28.5	28.5	0.0	160.4	0.0	160.4	0.0	0.0	0.0	178.7	0.0	178.7
	팔봉면	41.7	4.5	4.5	0.0	18.2	0.5	17.7	0.5	0.5	0.0	18.6	0.0	18.6
	소 계	409.3	33.0	33.0	0.0	178.6	0.5	178.1	0.5	0.5	0.0	197.2	0.0	197.2
태 안 군	태안읍	462.4	233.3	233.2	0.1	33.8	0.7	33.1	0.9	0.9	0.0	194.5	32.7	161.7
	남 면	116.9	9.2	9.2	0.0	4.0	0.0	4.0	0.1	0.1	0.0	103.6	1.2	102.3
	소 계	579.4	242.4	242.3	0.1	37.8	0.7	37.1	1.0	1.0	0.0	298.1	34.0	264.1
합계		988.7	275.4	275.3	0.1	216.4	1.2	215.3	1.5	1.5	0.0	495.3	34.0	461.3



[그림 14] 부남호 유역 T-N배출부하량 현황

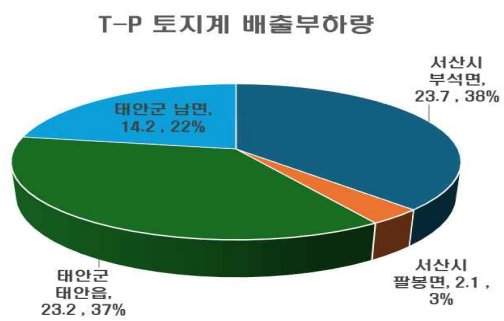
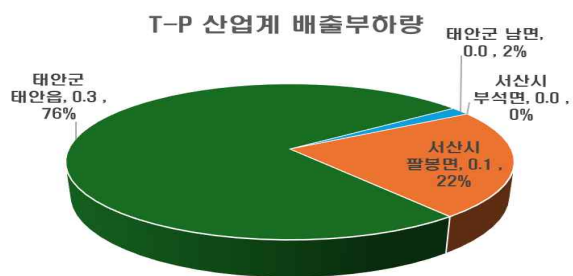
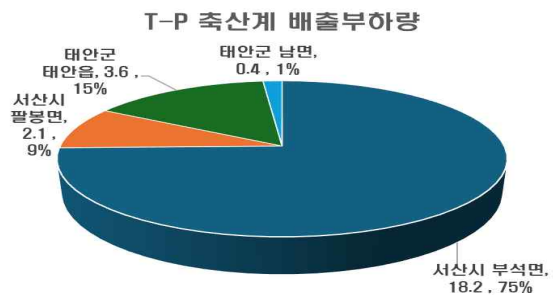
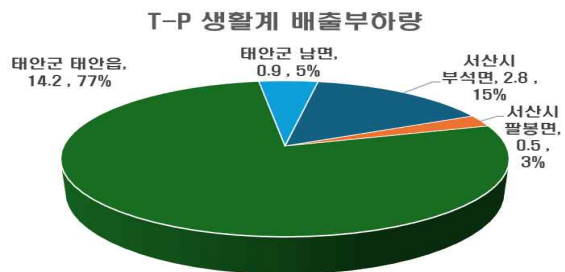
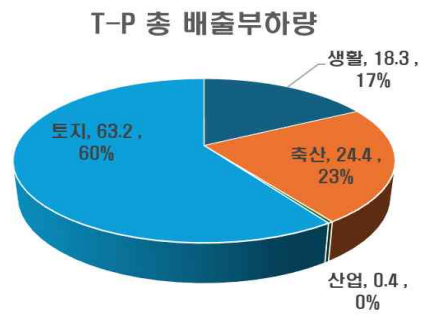
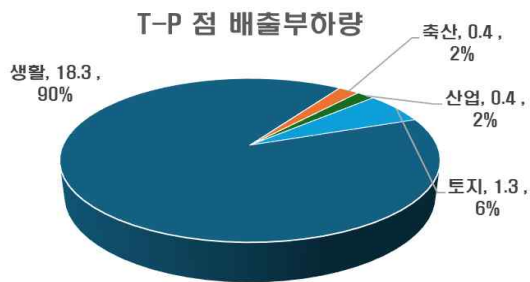
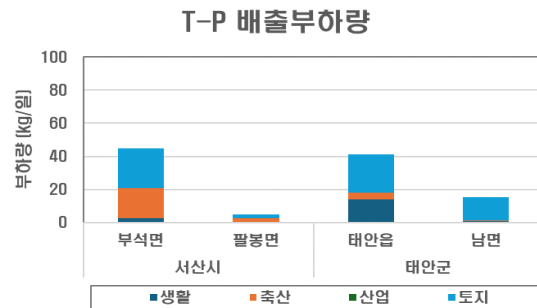
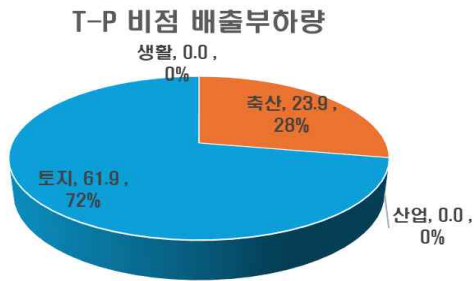
다. T-P배출부하량

- 유역 내 T-P총배출부하량은 106.3kg/일로 산정되었으며, 서산시 부석면과 태안군 태안읍에서 배출되는 부하량 가장 많은 것으로 분석되었음
 - 서산시 부석면 : 축산계, 토지계 오염원
 - 태안군 태안읍 : 생활계, 토지계 오염원
- 점배출부하량은 생활계 90%, 비점배출부하량은 토지계 72%, 축산계 28%를 차지하는 것으로 분석되었음
 - 오염원별로 살펴보면, 토지계 부하량이 59%로 가장 큰 부분을 차지하였으며, 다음으로 축산계 23%, 생활계 17% 순인 것으로 나타났음
 - 오염원 및 행정구역별 분포를 보면, 생활계는 태안읍(85%), 축산계는 부석면(74%), 산업계는 태안읍(60%), 토지계는 태안읍(39%)과 부석면(36%)이 높은 것으로 나타났음

[표 21] 부남호 유역 T-P배출부하량 현황

(단위: kg/일)

시군	읍면	합계	생활계			축산계			산업계			토지계		
			소계	점	비점	소계	점	비점	소계	점	비점	소계	점	비점
서 산 시	부석면	44.7	2.8	2.8	0.0	18.2	0.0	18.2	0.0	0.0	0.0	23.7	0.0	23.7
	팔봉면	4.8	0.5	0.5	0.0	2.1	0.2	2.0	0.1	0.1	0.0	2.1	0.0	2.1
	소 계	49.5	3.3	3.3	0.0	20.3	0.2	20.1	0.1	0.1	0.0	25.8	0.0	25.8
태 안 군	태안읍	41.3	14.2	14.2	0.0	3.6	0.2	3.4	0.3	0.3	0.0	23.2	1.2	22.0
	남 면	15.5	0.9	0.9	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	14.2	0.1	14.1
	소 계	56.7	15.1	15.1	0.0	4.0	0.2	3.8	0.3	0.3	0.0	37.3	1.3	36.1
합계		106.3	18.3	18.3	0.0	24.4	0.4	23.9	0.4	0.4	0.0	63.2	1.3	61.9



[그림 15] 부남호 유역 T-P배출부하량 현황

03

서산B지구 여건변화 및 부남호 수질개선방안

1. 서산B지구 및 부남호 여건 변화

- 서산B지구 부남호 조성 이후 지역개발사업(서산바이오웰빙특구, 태안기업도시)을 추진 중이며, 서산바이오웰빙특구 내 스마트팜 집적단지를 조성할 계획임
- 부남호 수질개선을 위한 다양한 대책(사업)이 추진되었으나 수질개선 효과가 전무하여 수질문제 해결을 위해 지난 2019년 부남호 역간척 계획을 수립하였으며, 2024년 해양수산부에서 기수역에 대한 복원 타당성 평가를 추진할 예정임

[표 22] 부남호 수질개선대책 추진내용

구분	분야	기간	사업비	주요 사업내역
호외 대책	환경기초시설	`19~`22	248억원	공공하수처리시설 확충, 가축분뇨처리시설 설치 등
	수질개선사업	-	-	미시행
호내 대책	준설사업	`07~	1,409억원	부남호 준설사업(민간 시행)
	수질개선사업	-	-	미시행

자료 : 충청남도 내부자료(2024)

- 부남호 기수역 복원사업이 추진되면 기존 서산B지구 내 농지를 포함하여 새롭게 조성되는 스마트팜 단지에 농업용수를 공급하는 방안을 마련하여야 함
 - 부남호 기수역 복원사업 추진으로 수질개선을 통해 서산B지구 농지 및 스마트팜 단지에 양질의 농업용수를 안정적으로 공급하는 방안이 필요함



자료 : 충청남도(2019), 천수만 하구환경 종합관리 기본계획 수립 연구용역-부남호 하구(갯벌) 복원 기본계획-

[그림 17] 부남호 역간척 사업 구상도

2. 부남호 기수역 복원을 통한 수질개선

- 부남호 수질개선을 위해 다양한 호외 및 호내 수질개선 대책을 수립하여 시행해 왔으나 5~6등급 수준의 수질을 보이고 있으므로, 해수 순환을 통한 기수역 복원을 통해 궁극적으로 부남호 수질을 개선하여야 함
 - 환경기초시설(공공하수처리시설, 가축분뇨처리시설 등) 확충, 인공습지 조성, 준설사업 시행 등 다양한 수질개선사업을 추진하였더라도 수질개선에 한계가 있으므로, 해수 순환을 통해 기수역을 복원하여 궁극적으로 부남호 수질을 개선하여야 함

[표 23] 호외 및 호내 수질개선대책 예시

구 분		사 업 내 용
호외 대책	하수처리	하수도법에 따른 하수처리시설
	비점오염저감	물환경보전법에 따른 점오염원(폐수배출시설, 하수발생시설, 축사 등) 외의 도시, 도로, 농지 등 불특정 장소에서 배출원 저감시설
	공단폐수처리	일 폐수배출량 2천톤 이상, 폐기물관리법에 따른 폐기물처리 사업장 등 공단폐수처리시설
	가축분뇨처리	가축분뇨법에 따른 퇴비화시설, 액비화시설, 바이오가스화 시설 등
	수생태 개선	물환경보전법 수생태계 복원계획에 따른 생태하천복원사업 등
	하수처리 재이용	물재이용법에 따른 빗물이용시설, 중수도시설, 하폐수처리수 재이용시설 등
호내 대책	인공습지	식물 흡수, 흡착, 미생물 분해 등의 작용으로 오염수 제거
	침강지	유입수를 일시 저류시켜 오탁수 침점·제거
	장치형시설	여과형·소용돌이형·스크린형·응집침전형·생물학적 처리형 등 장치형 비점오염처리시설
	준설 및 수처리	스크린 등 물리적 처리시설과 화학적 처리시설, 생물화학적 처리시설 등 수질오염방지시설

04

서산B지구 스마트팜단지 및 농지 농업용수 공급방안

1. 부남호 수질개선을 통한 스마트팜단지 농업용수 공급방안

1.1 ^{단기} 공공하수처리시설 하수처리재이용수 이용

- 부남호 수질개선과 관계없이 부남호 및 간월호 상류에 위치한 태안 및 서산공공하수처리시설의 하수처리수를 스마트팜단지에 농업용수로 재이용하는 것이 가장 효율적인 방안임
 - 간월호 상류에 위치한 서산공공하수처리시설의 하수처리수 재이용시설(20,000m³/일)과 부남호 상류에 위치한 태안공공하수처리시설의 하수처리수 재이용시설(9,000m³/일)의 처리수를 농업용수로 활용하는 것이 안정적으로 농업용수를 확보하는 방안임
 - 스마트팜단지에 농업용수 공급을 위해서는 하수처리수 재이용시설에서 스마트팜단지까지 용수공급을 위한 관로 설치가 부가적으로 필요함
 - 하지만, 농민 또는 지역주민 입장에서 하수처리수를 농업용수로 재이용하는 것에 대한 심미적인 거부감이 있을 수 있기 때문에, 하수처리수 재이용에 대해 지역주민들에게 적극적으로 홍보하여 활용도를 높이기 위한 다양한 노력을 추진하여야 함

1.2 ^{단기} 이동형 정수처리시스템 도입

- 부남호 수질을 개선하기에는 많은 시간과 비용이 소요되고, 부남호 기수역이 복원되면 용수 활용에도 문제가 발생하므로, 단기적으로 부남호 원수를 수처리하여 스마트팜단지에 농업용수를 공급하는 방안을 고려하여야 함

- 부남호 원수를 활용하여 현장에서 원하는 수준까지 수처리를 통해 스마트팜단지에 농업용수를 공급하는 방안을 고려하여야 함
- 현재 기준에서 활용 가능한 이동형 정수처리시스템을 비교·검토하여 현장에 적합한 시스템을 도입하여야 함
- 스마트팜단지 조성계획 및 부남호 하구복원사업과 연계하여 농업용수 공급계획을 단계적으로 추진하여야 함

● 시노펙스(Synopex)

- SMDT(Synopex Mobile Drinking water feeding Trailer)는 콤팩트한 시스템 구성과 신속한 이동설치가 가능하여 응급상황 발생지역 등에 즉시 적용 가능한 이동식 수처리시스템

[표 24] 시노펙스(Synopex) 이동식 수처리시스템 시스템(SMDT)

시스템 개요 및 특징

■ SMDT Concept

■ SMDT 핵심 구성요소

■ 수자원의 문제점과 SMDT 기대효과

지표수와 지하수의 문제점	SMDT의 기대효과
- 일차성 물질	- Door to Door 서비스
- 높은 TDS (Total Dissolved Solids)	- 현장 수자원의 이용
- 병원성 세균	- 안정적인 물 공급
- 염분 포함	- 응급상황에 대한 신속한 대처

■ SMDT의 특징

설치용이	작동용이	유지관리용이
- 신속한 이동성 및 설치 용이	- 자동화 운전	- 자동화 시스템
- 컴팩트한 구성 및 적은 부지 면적	- 다발발전기 내장형	- 장시간 사용 가능

공정도 및 모델 사양

■ SMDT 수처리공정

- 소비자의 필요에 부합하기 위해 배관고장·정기인 사후서비스를 제공
- 순수한 식수를 공급하기 위한 MF, RO, UV 장치 적용

■ SMDT 모델 사양

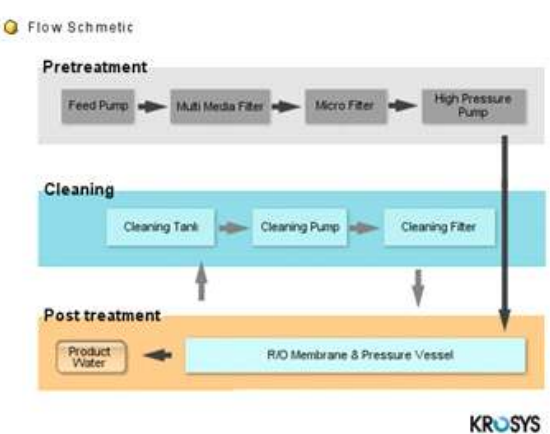
ITEMS	SMDT-20	SMDT-50	SMDT-100	SMDT-200	SMDT-400
트럭	1 ton truck	2.5 ton truck	1 Container system (20ft)	1 Container system (40ft HQ)	2 Container system (20ft+40ft HQ)
규격	W1.6m x L2.85m x H1.8m	W1.8m x L4.3m x H2.5m	W2.3m x L5.5m x H2.6m	W2.3m x L12m x H2.6m	W2.3m x L19m x H2.6m
중량	18,000 kgs + truck weight	3,000 kgs + truck weight	6,000 kgs	14,000 kgs	26,000 kgs
용량	1 m ³ /hr (20m ³ /day)	2.2 m ³ /hr (50m ³ /day)	4.5 m ³ /hr (100m ³ /day)	10 m ³ /hr (200m ³ /day)	20 m ³ /hr (400m ³ /day)
다발 발전기	Diesel Engine, 10 Kw x 60Hz	Diesel Engine, 10 Kw x 60Hz	Diesel Engine, 20 Kw x 60Hz	Diesel Engine, 20 Kw x 60Hz	Diesel Engine, 20 Kw x 60Hz
수질	TDS (ppm) < 150 Hardness (ppm) < 50	TDS (ppm) < 150 Hardness (ppm) < 50	TDS (ppm) < 150 Hardness (ppm) < 50	TDS (ppm) < 150 Hardness (ppm) < 50	TDS (ppm) < 150 Hardness (ppm) < 50
연료	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel
연료소비량	2.9 liter/m ³	1.35 liter/m ³	1.3 liter/m ³	0.85 liter/m ³	0.85 liter/m ³

자료 : K-water 내부자료(2012)

● 크로시스(Krosys)

- 컨테이너형 정수처리 장치로 빠른시간 내 설치와 수납이 가능

[표 25] 크로시스(Krosys) 컨테이너형 정수처리장치

시스템 개요	공정도
 이 장치는 해수 담수화, 그리고 하천수나 호소수를 처리하여 식용수를 생산하는 장치입니다. 처리수 저장탱크를 모든 부속장치를 하나의 컨테이너에 내장하여 운반할 수 있기 때문에 운반과 설치가 매우 쉽습니다. 또한 1시간 이내에 설치와 수납이 가능하여 가동이나 휴지, 직전 용과 같은 재해 발생시에 필요한 장소로 신속하게 옮겨서 사용하기가 편리합니다. 사용하는 컨테이너는 국제 표준규격(ISO)인 것으로 일반 운송수단을 사용하여 운송할 수 있습니다. 처리할 수 있는 물의 종류는 제한이 없으며, 모든 농축산, 산업폐수를 처리하여 안전한 식용수를 생산할 수 있습니다.	 Flow Schematic Pretreatment Feed Pump → Multi Media Filter → Micro Filter → High Pressure Pump Cleaning Cleaning Tank → Cleaning Pump → Cleaning Filter Post treatment Product Water ← R/O Membrane & Pressure Vessel ※ 상기의 처리 계통도는 Sample로서 소비자의 요구에 따라 전처리 시스템과 전/후처리 시스템에 다양한 장치를 설계, 장착하여 생산합니다.

(참고) 크로시스 정수장비 제작/납품 사례

No	제품명	사업명	형상 / 특성	생산 용량 (ton/day)	금액 (억원)	장비 제원	비고
1	컨테이너형 정수 장치	코오롱 환경서비스	■ 모듈형 시스템 ■ 이동식 수처리시스템 ■ 초여과(UF) 시스템	■ 150	1.4	■ 크기(mm) : 2,390x5,990x2,580 ■ 중량 : 약 5,000kg/컨테이너포함) ■ 소요전력 : 8.5kW ■ 제어방식 : PLCControl/TouchPC	■ 코오롱환경서비스 ■ 루르메니스탄아칼주주 하바트지구 ■ 2011년 납품
2	해수담수화 퍼일렛플랜트	GS 건설 프로젝트	■ 2단 역삼투 처리 : SWRO, BWRO ■ 정밀여과(NF) ■ 데이터수집을위한 HMI시스템	■ 해수 : 38 ■ 염수 : 20	1.5	■ 크기(mm) : 3,120x6,000x2,100 ■ 중량 : 약 1,600kg ■ 소요전력 : 22kW ■ 제어방식 : HMIwith-PLCCControl	■ GS 건설 ■ 제주특별자치도 ■ 2011년 납품
3	이동식 수처리장비	수도청 프로젝트 (일본)	■ 시스템 구성 : 초여과(UF)+역삼투(RO) ■ 컴팩트 설계 ■ 설치 및 운용 용이	■ 50	2.4	■ 크기(mm) - UF UNIT : 2,300x1,900x2,000 - RO UNIT : 2,000x1,900x1,800 ■ 중량 - UF UNIT : 1,300kg, RO UNIT : 1,600kg ■ 소요전력 : 30kW	■ 일본 수도청 ■ 2013년 납품
4	컨테이너형 정수장비	대우건설 프로젝트	■ 모듈식 컨테이너 시스템 ■ 제어인터페이스 ■ 고압에너지 회수시스템에 의한 에너지 절약 : 터빈방식	■ 648 (27ton/hr)	7.05	■ 크기(mm) : 2,438x12,192x2,896mm ■ 소요전력(평균/최대):110kW/200kW ■ 제어방식:PLCCControlw/TouchPC	■ 대우건설 ■ 리비아트위티나 복합화학발전소 ■ 2012년 납품
5	컨테이너형 정수장비	바드라 프로젝트 (이라크)	■ 시스템 구성 : 모래여과 + 정밀여과 + 역삼투여과 ■ 높은 회수율 : 70% ■ ISO 규격 컨테이너	■ 염수 : 400	3.14	■ 크기(mm) : 12,180x2,438x2,897 ■ 중량 : 12ton ■ 소요전력 : 35kW	■ 삼성엔지니어링 ■ 이라크 바드라 ■ 2014년 납품
6	컨테이너형 모래여과기	티미온 프로젝트 (알제리)	■ 시스템 구성 : 송압펌프+ 듀얼메디아필터 + 활성탄필터 + 정밀필터 + 자외선소독기	■ 호조수 : 800	3.6	■ 크기(mm) : 12,190x2,440x2,930 ■ 중량 : 2,970kg ■ 소요전력 : 46kW	■ 삼성엔지니어링 ■ 알제리 ■ 2014년 납품
7	컨테이너형 정수장비	인도네시아 발전소	■ 모래여과+정밀여과 +역삼투여과	■ 12	9.85	■ 크기(mm) : 20피트 컨테이너 ■ 중량 : 약 27,700kg ■ 소요전력 : 25kW	■ 인도네시아 전력청 ■ 인도네시아 발전소 ■ 2018년 납품

자료 : K-water 내부자료(2012)

- 고정식 설치가 불가능한 곳에 적용하기 위한 시스템으로 이동이 가능하도록 특수 제작한 저장형 트레일러에 장치를 탑재한 이동식 여과설비

시스템 개요	이동식 여과설비																												
고정식 설치가 불가능한 곳에 적용하기 위한 제품으로 이동이 가능하도록 특수 제작한 자살형 트레일러 장치에 배관비드 설치, 할바더 부속, 여과장치를 달래하여 어떤 곳든지 간편하게 여과정수 장치의 적용이 가능하다. ■ 특징 - 고정식 기계실 설치가 불가능한 곳에 설치 가능 - 중수 시 원수피복을 일으키는 고수부지나 저지대의 경우 여과장치 전수 고지대로 대피하여 고가의 여과기, 전가시설의 피해 예방 - 기존 배관과 탈부착이 용이하여 수해시 바로 재설치 및 복구 가능 - 수해지역, 재난지역에 복구수 설산 등으로 활용 가능 ■ 적용예시1  <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">구분</th><th colspan="2">하대형 (외지)</th><th colspan="2">하대형 (내지)</th></tr> <tr> <th>장</th><th>폭</th><th>장</th><th>폭</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>트레일러</td><td>4,340</td><td>2,735</td><td>2,735</td><td>2,600</td></tr> </tbody> </table> (단위: mm) - 담수량 : 400 ton - 여과용량 : 120 ton/hr - 여과기 구성 : 120 ton/hr x 1대 - 이동형 여과정수장치 크기 : 2,300 x 4,000 (mm) ■ 적용예시2  <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">구분</th><th colspan="2">하대형 (외지)</th><th colspan="2">하대형 (내지)</th></tr> <tr> <th>장</th><th>폭</th><th>장</th><th>폭</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>트레일러</td><td>14,000</td><td>2,800</td><td>3,610</td><td>13,780</td></tr> </tbody> </table> (단위: mm) - 담수량 : 1,600 ton - 여과용량 : 480 ton/hr - 여과기 구성 : 120 ton/hr x 4대 - 이동형 여과정수장치 크기 : 2,670 x 14,000 (mm)	구분	하대형 (외지)		하대형 (내지)		장	폭	장	폭	트레일러	4,340	2,735	2,735	2,600	구분	하대형 (외지)		하대형 (내지)		장	폭	장	폭	트레일러	14,000	2,800	3,610	13,780	이동형 디지털 여과정수 장치  
구분		하대형 (외지)		하대형 (내지)																									
	장	폭	장	폭																									
트레일러	4,340	2,735	2,735	2,600																									
구분	하대형 (외지)		하대형 (내지)																										
	장	폭	장	폭																									
트레일러	14,000	2,800	3,610	13,780																									

시스템 개요 및 제품사양

Aquamove
Mobile Water Solutions

**Mobile Water Solutions
for Food & Beverage Industry**

PURE WATER ANYTIME ANYWHERE

VEOLIA WATER
Solutions | Technologies

Typical Aquamove Mobile Solutions for the Food & Beverage Industry

- **Mobile Clarification and Decarbonation Units**
 - AC TILCO™
From 10 to 120 m³/hr per unit
Removes suspended solids to increase the capacity after surface-water bottling plant.
Useful technology:
- Outlet turbidity < 0.05 NTU or less
- Solids concentration from 1 to up to 1%
• AC TILCO™
From 40 to 120 m³/hr per unit
Line or cassette, side decarbonation
- **Mobile Softeners**
 - MOUSO™
From 5 to 20 m³/hr per unit
• TITANIO TURBO
From 25 to 120 m³/hr per unit
Solutions to reduce iron can gradually modify permanent hardness, silica, fluorides, etc. Heavy metals by addition of fixed anion-resin beds.
- **Mobile Ultrafiltration Units**
 - MCLUF
From 10 to 60 m³/hr per unit
Process water without pre-treatment
- **Mobile Reverse Osmosis Units**
 - MOBRO™
From 10 to 60 m³/hr per unit
Water desalination
- **Mobile Wastewater Treatment and Re-use**
 - MOBOW
Modular bio-filtration
From 20 to 160 m³/hr per unit
• MOBOSLO
From 10 to 200 m³/hr
Disinfects or Reflakts to achieve solid liquid separation and wastewater treatment.
• MOBODIGESTOR
Biogas or anaerobic treatment
• MOBODRYING
Baffles technology
Reaction of discharge liquids filtration

Aquamove™ Mobile Solutions for the Power Industry

Aquamove constitutes a large fleet of mobile water treatment units that may be deployed as stand-alone units or combined to form complete systems.

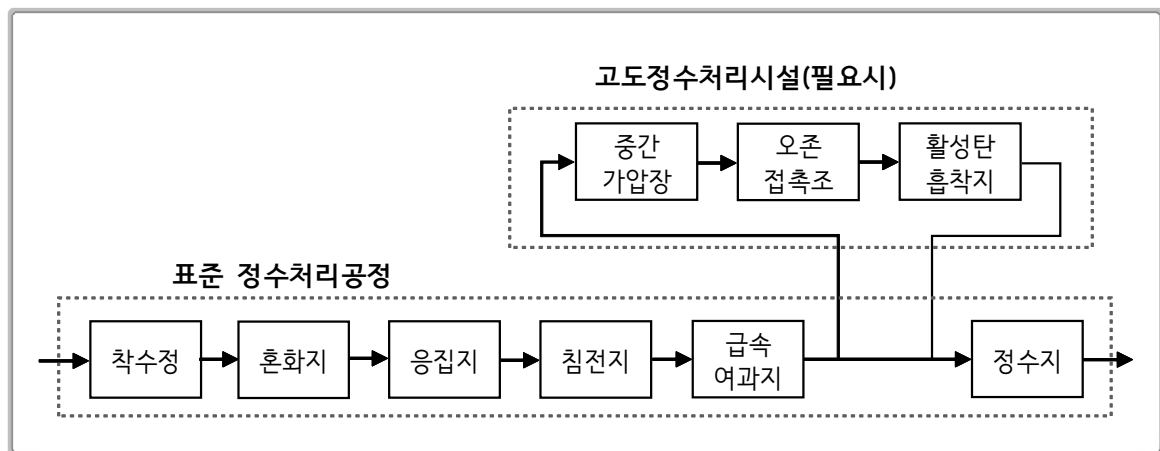
- PreAct™ pre-set service contract
- AC TILCO™ clarifier-TSS treatment, softening process
- MOBET™ acid and activated carbon filters
- MOBULF ultrafiltration units
- MOBOW containers/trucks reverse osmosis units
- MOBCTM™ trucks ion exchange demineralizers
- MOBET™ IX mixed bed exchangers

	Thermal Power Plants		Cogeneration Power Plants			Nuclear Plants
	Clarifiers / Reverse Osmosis	Ion Exchangers	Clarifiers	Catalytic Oxidation	Reverse Osmosis	
Data water circulation	✓					✓
Surface water purification (water pretreatment)	✓					✓
Organic / Chemicals						
High conductivity						
Low conductivity						
New residues						
Sludge recovery (effluents)						
Chemical recycling (Cementation)						
Effluent reuse (Wastewater)						
Effluent reuse (Wastewater)						
Comprehensive monitoring						

- 42 -

1.3 중장기 정수장 건설을 통한 안정적인 농업용수 공급

- 중장기적으로 스마트팜단지에 안정적으로 농업용수를 공급하기 위해서는 부남호 원수를 처리하기 위한 정수장을 건설하는 것이 필요함
 - 부남호 수질과 관계없이 요구하는 수준까지 농업용수를 공급하기 위해 항구적으로 정수장을 건설하여 농업용수를 안정적으로 공급하여야 함
- 정수장 규모 및 처리공정
 - 스마트팜단지에 농업용수 공급을 위해 1일 3,000m³/일 규모의 정수장이 필요함
 - 정수처리공정은 응집, 침전, 모래여과 등의 표준정수처리공정으로 설치하여야 하며, 필요시 고도정수처리시설 설치를 통해 양질의 용수를 공급하여야 함
 - 스마트팜단지에 필요한 용수를 공급하기 위해 1일 3,000m³/일 규모의 정수장 기준으로 관경은 D300mm가 가장 경제적인 것으로 산정되었음



[그림 18] 정수장 설치 개념도

- 정수장 공사비 및 운영비
 - 정수처리시설 설치에 따른 공사비는 환경부에서 제시하고 있는 「수도시설 운영비 및 개략공사비 산정프로그램(2024)」에 따라 산정한 결과, 총 공사비는 46,144백만원, 관로 설치 18,718백만원(전체의 41%), 정수장 설치 27,426백만원(전체의 59%)으로 산정되었음
 - 1일 3,000m³/일 기준 정수처리시설의 운영비는 연간 490백만원으로 산정되었음

[표 28] 정수장 설치 소요공사비

구 분		소요공사비(백만원)	비 고
계		46,144	
원수 이송관로	소계	11,699	
	원수 이송관로	11,699	D300mm × 5km 기준
저수장 (Q=3,000m³/일)	소계	27,426	
	토목	9,246	조경공사 포함(토목공사비 3%)
	건축	8,141	
	기계	4,874	송수펌프 양정 30m 적용
	전기	1,294	
	계측	3,871	
용수 공급관로	소계	7,019	
	용수공급관로	7,019	D300mm × 3km 기준

주) 수도시설 운영비 및 개략공사비 산정프로그램(2024, 환경부)

주) 원수 및 용수관로 : D300mm, DCIP, 아스팔트, 가시설(H-PILE(천공 후 항타)), 토사(90%), 암(10%) 기준

주) 현장여건 등에 따라 변동소지 있음

[표 29] 정수장 설치 소요공사비

구 분	연간 운영비(백만원)	비 고
계	490	
인건비	320	인력 5인 기준
제경비	128	
전력비	8	
약품비	9	
수선비	22	
슬러지처리비	3	

주) 수도시설 운영비 및 개략공사비 산정프로그램(2024, 환경부)

주) 이용률 80% 기준, 현장여건 등에 따라 변동소지 있음

2. 부남호 수질개선을 통한 서산B지구 농지 농업용수 공급방안

2.1 농경지 농업용수 수요량 및 공급량 추정

(1) 농업용수 수요량 추정

- 서산B지구 내 농경지는 1,497ha로, 전체 간척지 면적(3,745ha)의 40.0% 수준임
 - 농경지 1,497ha 가운데 현대건설은 238ha, 민간은 1,259ha를 소유하고 있음
 - 간척지 일부 면적(2,116ha)은 산업용지(태안기업도시, 바이오웰빙특구)로 전환되었음
- 농어촌용수이용합리화계획(2014년) 및 농업용수 공급량 기반으로 수요량 산정을 통해 논용수 원단위 산정
 - 농어촌용수이용합리화계획(2014년) 및 농업용수 공급량 기반으로 수요량 산정을 통한 충청남도 논용수 원단위인 1,836mm를 적용하면, 서산B지구 농경지 1,497ha에 필요한 농업용수는 약 2,748만 톤으로 추정됨

(2) 농업용수 공급량 추정

- 부남호 인근에 위치한 인평, 강수, 마룻저수지 등의 용수를 농업용수로 활용
 - 3개 저수지의 유효저수량은 120.1만 톤 수준으로 비상시에 활용하는 방안으로 추진하는 것이 바람직함
 - 인평 : 수혜면적 203ha, 총저수량 89.1만 톤, 유효저수량 81.1만 톤
 - 강수 : 수혜면적 37ha, 총저수량 9.6만 톤, 유효저수량 8.1만 톤
 - 인평 : 수혜면적 40ha, 총저수량 34.6만 톤, 유효저수량 30.9만 톤
- 부남호 하구복원 기본계획에 따라 부남호 유효저수량 2,316만 톤 가운데 상류 측 담수구역의 관리수위 E.L.(-)1.60m 기준으로 1,112만톤의 용수를 활용할 수 있음
 - 부남호 상류 측 담수구역의 용수 가운데 1,112만톤을 농업용수로 활용 가능
- 부남호와 저수지 용수를 고려하면, 농업용수 공급량은 약 1,232만 톤으로 전체 수요량의 45% 수준에 불과하여 추가적인 농업용수(1,516만 톤) 확보가 필요함

2.2 서산B지구 농지 농업용수 확보방안

- 부남호 해수 순환에 따라 서산B지구 농업용수 공급을 위해서는 하나의 방안보다는 다양한 방안을 마련하여 복합적으로 적용하는 것이 필요함
 - 부남호 해수 순환으로 인해 농업용수 수요량에 비해 공급량이 45% 수준이기 때문에 안정적인 농업용수 공급을 위한 다양한 방안을 복합적으로 추진하여야 함

(1) 부남호 상류 측 담수호를 농업용수로 활용

- 부남호 하구복원 기본계획에 따라 상류 측 담수호의 수질개선을 통해 농업용수로 활용하여야 함
 - 해수 차단을 위한 시설(차수공, 수문 등) 보강을 통해 담수호를 확보하여야 함
 - 필요에 따라 저수량 증대를 위해 준설 등의 추진이 필요하며, 수질개선을 위한 다양한 방안을 마련하여 추진하여야 함



자료 : 충청남도(2019), 천수만 하구환경 종합관리 기본계획 수립 연구용역-부남호 하구(갯벌) 복원 기본계획-

[그림 19] 부남호 해수순환구역(A) 및 담수구역(B) 예시도

(2) 부남호와 간월호 간 수로 연결

- 부남호와 간월호 사이에 수로 건설사업을 통해 부남호에 부족한 농업용수를 간월호에서 공급받는 방안을 고려하여야 함
 - 수로 연결을 통해 대량의 농업용수를 안정적으로 확보할 수 있으나, 건설 시 공사 시행구간이 약 12km 이상으로 대규모 사업비가 요구됨
 - 또한, 간월호 용수 활용에 있어 간월호 인근 지역 농민들과의 마찰 등이 발생할 소지가 있으므로 이에 대한 면밀한 검토가 필요함

(3) 내염성 대체 농작물 전환을 통한 농지 규모 축소로 농업용수 수요량 감소

- 부남호 용수를 활용하는 농민들이 내염성 대체 농작물로 전환하도록 적극 설득 및 유도하여 농업용수 수요량을 줄이는 방안을 추진하는 것이 필요함
 - 향후 부남호 해수 순환에 따라 부남호 내 염분 농도 증가로 논농사가 어려울 수 있으므로 밭작물 또는 경제성 있는 소득 작물로의 전환을 유도하여야 함
 - 농민들을 적극적으로 설득하고 인센티브 제공 등을 통해 내염성 대체 농작물로 전환할 수 있도록 다양한 지원사업의 추진이 필요함

[표 30] 토양 제염단계별 재배 가능 작물

염분농도 (%)	재배 대상작물	재배방안
0.3 이상	갈대, 나문재, 칠면초, 통통마디	제염에 효과적인 자생 염생식물 재배
0.2~0.3	자운영, 해바라기, 메밀, 유채 등	경관작물, 유기물 공급효과가 큰 제염식물
0.1~0.2	국화, 석류, 무화과, 시금치, 토마토, 오이 등	내염성 및 저항성 사료작물과 경과작물
0.1 이하	감자, 옥수수, 상추, 양파, 양배추, 딸기, 파프리카 등	경제작물 재배

자료 : 국립식량과학원(2014)

참 고 자 료

- 금강수계관리위원회(2020), 금강유역환경청 금강 권역별 유역현황도
- 물환경정보시스템(<http://water.nier.go.kr/web>), 환경부 · 국립환경과학원
- 충청남도(2024), 스마트농업 수도 충남 청년이 묻고? 충남이 답하다!
- 충청남도(2021), 부남호 역간척에 따른 해양환경 영향분석 및 대응방안 마련 연구
- 충청남도(2021), 2020년 서해안 연안환경측정망 모니터링 연구용역
- 충청남도(2019), 천수만 하구환경 종합관리 기본계획 수립 연구용역-부남호 하구
(갯벌)복원 기본계획 수립용역-
- 충청남도 내부자료(2024), 서산B지구 부남호 수질개선 추진대책
- 환경부(2024), 수도시설 운영비 및 개략공사비 산정프로그램
- K-water(2012), 이동형 정수처리시스템 도입계획(안)