

하천수질측정망 운영

- 부산시내 하천 수질의 종합적 조사를 통해 수질 변화추세 파악
- 하천 수질개선·보전정책 수행 평가 및 도시계획 수립 자료로 활용

1. 조사개요

- 조사근거
 - 환경정책기본법 제15조(환경상태의 조사평가 등)
 - 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제9조 (상시측정 및 수질·수생태계 조사)
 - 수질측정망 운영계획 (환경부고시 제2014-107호)
- 조사기간
 - 2014년 1월 ~ 12월
- 조사대상 : 국가하천 3개 하천, 지방하천 31개 하천
- 분석방법 : 수질오염공정시험기준

2. 조사방법

- 국가측정망과 자체측정망별 조사항목 및 조사지점은 표 1과 그림 1에 나타내었음.

표 1. 수질측정망 조사항목

구분	조사지점	항목수	조 사 항 목	주기	비고
국 가 측정망 (22)	서낙동강 (김해교) 등 22지점	19	pH, 수온, DO, 전기전도도, BOD, COD, TOC, SS, 총질소, NH ₃ -N, NO ₃ -N, 총인, 페놀류, 분원성대장균군수, 총대장균군수, DTN, DTP, PO ₄ -P, 클로로필a	12회/년 (매월)	
		8	Cd, CN, Pb, Cr ⁶⁺ , As, Hg, ABS, Sb	4회/년 (3,6,9,12월)	
자 체 측정망 (38)	평강천 (동서교) 등 18지점	11	pH, 수온, DO, BOD, COD, SS, TOC 총대장균군수, TN, TP, 전기전도도	12회/년 (매월)	
		16	NH ₃ -N, NO ₃ -N, 페놀류, 분원성대장균군수, DTN, DTP, PO ₄ -P, 클로로필a, Cd, CN, Pb, Cr ⁶⁺ , As, Hg, Sb, ABS	2회/년 (5,11월)	
	지사천 (세산교) 등 20지점	11	pH, 수온, DO, BOD, COD, SS, TOC, 총대장균군수, TN, TP, 전기전도도	4회/년 (2,5,8,11월)	
		16	NH ₃ -N, NO ₃ -N, 페놀류, 분원성대장균군수, DTN, DTP, PO ₄ -P, 클로로필a, Cd, CN, Pb, Cr ⁶⁺ , As, Hg, Sb, ABS	2회/년 (5,11월)	



그림 1. 수질측정망 조사지점

3. 조사 결과

- 2014년도 부산시내 주요 하천의 수질측정망 운영 결과에 대해 환경정책기본법 제2조 수질 및 수생태계 하천 생활환경기준에 따른 수질 등급 현황(BOD기준)을 표 2에 나타내었음.
- Ia(매우 좋음)~ Ib(좋음)등급 하천은 대천천, 좌광천 등 13개 지점, II(약간 좋음)~III(보통) 등급 하천은 철마천, 효암천, 삼락천 등 22개 지점, IV(약간 나쁨)~VI(매우 나쁨)등급은 맥도강, 덕천천 등 24개 지점으로 조사되었음.

표 2. 2014년도 조사지점별 수질등급 현황 (BOD)

등 급		BOD	지점 수	대상 하천지점	비 고
Ia	매우 좋음	1 이하	2	대천천, 온천천1	오염물질이 없는 청정상태
Ib	좋음	2 이하	11	일광천, 좌광천 등	오염물질이 거의 없는 생태계
II	약간 좋음	3 이하	8	철마천, 효암천 등	약간의 오염물질, 다소 좋은 생태계
III	보통	5 이하	14	서낙동강, 삼락천 등	보통의 오염물질, 일반 생태계
IV	약간 나쁨	8 이하	14	석대천, 춘천 등	상당한 오염물질, 농업용수
V	나쁨	10 이하	3	맥도강, 감전천2 등	다량의 오염물질, 산책 등 가능
VI	매우 나쁨	10 초과	7	덕천천, 호계천 등	용존산소가 거의 없어 물고기 미서식

※ 괴정천은 하천정비사업에 따른 건전화로 조사불가

3.1 서낙동강 수계

- 서낙동강 4지점과 지천인 조만강 2지점, 신어천, 평강천 2지점, 맥도강, 지사천 및 송정천 등 서낙동강 수계 12지점을 1년간 조사한 결과, 연평균 BOD 기준으로 서낙동강은 III(보통) 등급 이상의 수질은 나타냈으나 서낙동강3·서낙동강4·평강천4는 IV(약간나쁨)등급과 맥도강은 V(나쁨)등급의 수질로 조사되었음.(표 3)
- 서낙동강 본류 중 서낙동강5(녹산수문)의 수질은 하류로 주변 지천에서의 유기물질 및 영양염류의 유입, 하천의 정체에 영향을 받은 것으로 판단됨.
- 서낙동강3·4(조만강)의 수질은 다른 지류보다 악화된 것으로 조사되었으며 특히, 영양염류 중 총질소(T-N)의 농도가 높게 나타났음.
- 평강천은 영양염류 농도가 다른 지점들보다 다소 높게 조사되었으며 이는 주변 농경지 및 축산계 등의 오염부하량에 영향을 받은 것으로 추측됨.

표 3. 서낙동강수계 2014년 평균

지점명	등급 (BOD기준)		pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
서낙동강1 (김해교)	Ⅲ	보통	8.0	10.8	3.4	7.1	3.5	13.6	2.617	0.074
서낙동강2 (강동교)	Ⅲ	보통	8.0	10.7	3.5	7.4	3.5	15.2	2.375	0.073
서낙동강3 (조만교)	Ⅳ	약간나쁨	7.6	8.2	5.1	10.0	4.7	17.5	8.179	0.126
서낙동강4 (둔치2호교)	Ⅳ	약간나쁨	7.7	9.5	5.2	9.4	4.8	19.6	5.548	0.099
신어천 (시만교)	Ⅲ	보통	7.9	11.3	4.4	8.0	3.6	10.8	2.208	0.093
서낙동강0 (대저수문)	Ⅱ	약간 좋음	8.0	10.6	2.6	6.1	3.0	10.0	2.626	0.423
서낙동강5 (녹산수문)	Ⅲ	보통	8.1	10.6	4.0	8.7	3.7	16.9	2.802	0.432
평강천1 (동서교)	Ⅲ	보통	7.6	6.2	4.0	9.3	4.6	13.3	4.069	0.573
평강천4 (순아교)	Ⅳ	약간나쁨	7.8	9.8	5.5	10.5	4.6	20.1	2.355	0.398
맥도강 (배수펌프장)	Ⅴ	나쁨	8.1	10.4	8.7	13.5	5.8	17.2	2.217	0.474
지사천	Ⅲ	보통	7.7	9.9	3.6	6.7	2.1	16.7	2.895	1.052
송정천	Ⅰb	좋음	7.5	7.5	1.5	4.0	1.7	10.8	1.613	0.971

- 서낙동강 수계의 연도별 수질(BOD) 변화(그림 2)를 살펴보면 “낙동강 수질개선 종합대책('06~'10년)” 시행 등으로 전반적으로 수질이 개선되는 추세를 나타내었으나,
- 맥도강은 2011년 이후 다른 지류들과 달리 높은 농도로 수질이 악화되는 추세로 많은 유기물질이 본류로 유입되어 수질 개선에 좋지 않은 영향을 미친 것으로 판단되었음.

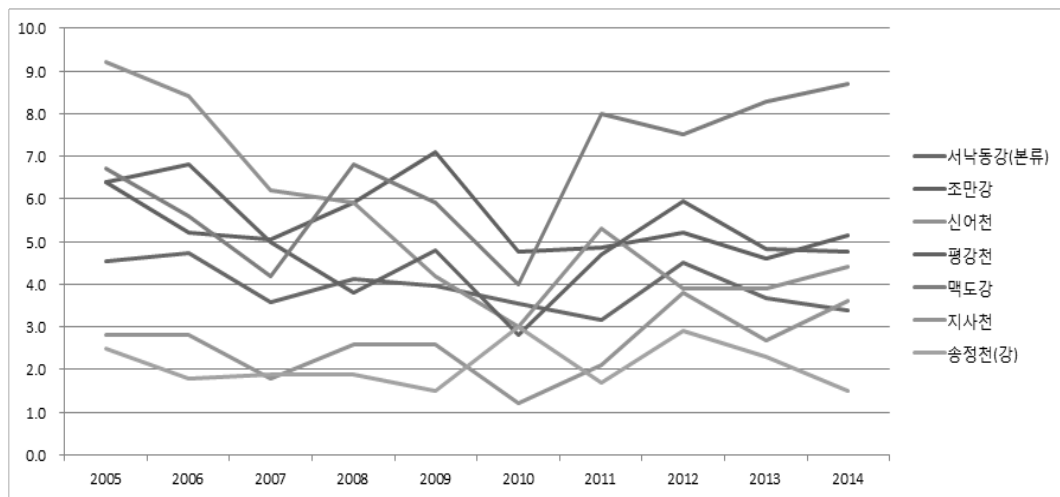


그림 2. 서낙동강수계 수질 연도별 변화

3.2 낙동강 수계

- 1년간 낙동강으로 유입되는 지천의 11개 지점에서 주요 항목에 대해 조사한 수질 결과는 표 4와 같으며 낙동강수가 통수되는 감전천은 상류와 하류에서 연평균 7.0 mg/L, 8.1 mg/L의 BOD 농도로 각각 IV, V 등급 상태로 나타났음.
- 낙동강으로 유입되는 하천 중 대천천이 연평균 BOD 1.0 mg/L로 가장 좋은 수질을 나타내었으며, 다음으로는 낙동강 통수가 이루어지고 있는 삼락천, 학장천, 감전천 순으로 나타났고, 덕천천과 대리천은 VI등급으로 수질이 가장 나쁜 것으로 조사되었음.
- 감전천과 학장천, 삼락천은 연중 DO농도가 평균 9 이상을 초과하는 상태를 나타내었는데 이는 낙동강 조류 및 수중의 부착조류에 의한 영향인 것으로 보임.
- 감전천의 연도별 수질 변화(그림 3)를 보면 10년 전에 비해 전 하천에서 크게 수질이 개선되고 있는 것으로 조사되었는데, 하수관거 정비사업 및 생태하천 복원사업 등으로 2013년에는 낙동강 통수가 실시되는 등 유량이 풍부해지고 일정 유속이 확보된 영향으로 보임.
- 학장천 또한 하천정비사업 후 2011년부터 시작된 낙동강 통수로 수질이 크게 개선되었으며, 현재 진행 중인 고향의강 조성사업 완료 시, 보다 안정된 수질이 기대됨.
- 덕천천과 대리천은 지속적으로 매우 나쁜 수질로 나타났으며, 하류에서는 전량이 하수처리장으로 유입되고 있으나 강우 시에는 낙동강으로 월류하므로 오염부하량을 줄이는 노력이 필요할 것으로 사료됨.
- 대천천은 낙동강으로 유입되는 하천 중 유일하게 BOD 1mg/L 이하의 “매우 좋음” 수질상태를 나타내는 지점으로 부착조류의 과다 번식 등 외부 오염으로부터의 지속적인 관리가 필요할 것으로 사료됨.

표 4. 낙동강수계 2014년 평균

지점명	등급 (BOD기준)		pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
감전천1 (부산콘크리트앞)	Ⅳ	약간나쁨	7.8	10.8	7.0	10.7	7.0	11.2	5.309	0.160
감전천2 (엄궁교(감))	Ⅴ	나쁨	7.9	11.0	8.1	12.2	8.3	16.0	5.858	0.171
학장천1 (교도소앞)	Ⅱ	약간 좋음	7.9	10.2	2.1	5.4	3.1	3.6	2.668	0.078
학장천2 (구덕터널앞)	Ⅲ	보통	7.9	10.7	4.2	6.1	2.3	25.5	3.619	0.126
학장천3 (엄궁교)	Ⅳ	약간 나쁨	7.8	9.3	7.0	8.1	4.2	14.8	6.952	0.462
덕천천 (덕천교)	Ⅵ	매우 나쁨	7.3	2.8	40.5	21.4	8.6	21.8	15.298	1.373
대전천 (화명교)	Ⅰ a	매우 좋음	7.7	11.4	1.0	2.3	1.5	1.6	1.932	0.044
삼락천1 (삼락1호교)	Ⅲ	보통	7.9	10.3	3.1	6.1	3.3	13.8	2.754	0.053
삼락천2 (강선교)	Ⅲ	보통	7.5	9.5	3.6	6.4	4.0	23.2	3.183	0.103
삼락천3 (괘법교)	Ⅲ	보통	7.7	8.8	3.9	6.8	3.7	24.1	3.628	0.151
대리천 (북부카센터앞)	Ⅵ	매우 나쁨	7.6	7.9	41.6	21.6	15.8	23.6	12.894	1.036

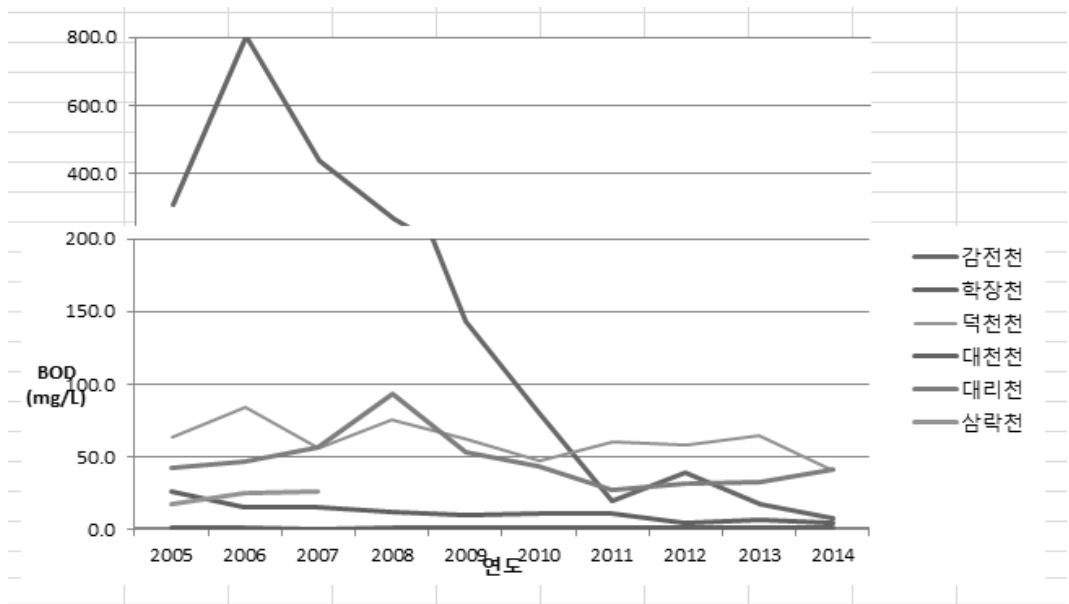


그림 3. 낙동강수계 수질 연도별 변화

3.3 수영강 수계

- 수영강 본류는 상류 지점(수영강 6, 회동댐상류, 수영강8)은 I b(좋음) ~ II(약간좋음) 등급의 양호한 수질을 나타내었지만, 석대천 합류 이후의 수영강 3, 4 지점은 III(보통) 등급으로 다소 악화되었음. 하류의 민락교 지점에서는 해수의 영향으로 다시 I b(좋음) 등급으로 회복되는 경향을 보임.(표 5)
- 온천천은 상류 지점(온천천1)에서 I a(매우 좋음) 등급을 나타내었으나, 중류 지점(수영강1)에서 수질이 다소 악화되는 경향을 나타냄. 이는 중류지점에 갈수기 시에 수심이 매우 낮아져서, 저층 유기물의 재부유로 인하여 수질이 다소 악화되는 경향이 있음.
- 상수원 보호구역인 철마천과 송정천은 전 지점 I b(좋음) 등급으로 양호한 수질이 유지되었으나, 석대천은 평균 IV(약간 나쁨) 등급의 수질로 수영강 수계에서 가장 오염도가 높았으며, 특히 석대천 하류를 중심으로 영양염류의 농도가 크게 높은 경향을 보이고 있어, 이 부근의 석대매립지나 하수관거에 대한 정밀조사가 필요할 것으로 판단됨.

표 5. 수영강수계 2014년 평균

지점명	등급 (BOD기준)	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)		
수영강본류	수영강6 (임기교)	I b	좋음	7.9	11.4	1.7	3.5	2.8	5.9	3.177	0.137
	회동댐상류 (신천교)	II	약간좋음	8.2	12.1	2.7	5.0	2.9	15.4	3.312	0.073
	수영강8 (회동교)	II	약간좋음	8.0	9.9	2.8	5.2	3.6	8.8	1.966	0.053
	수영강3 (동천교)	IV	약간나쁨	7.7	8.4	6.9	9.0	6.0	11.9	8.436	0.200
	수영강4 (원동교)	III	보통	7.1	5.3	3.5	6.3	4.4	10.3	6.021	0.229
	수영강5 (민락교)	I b	좋음	7.1	6.2	1.7	3.2	3.3	5.3	4.924	0.358
온천천	온천천1 (청룡2호교)	I a	매우좋음	7.9	11.1	0.9	2.0	1.1	1.2	1.019	0.030
	수영강1 (태광산업)	IV	약간나쁨	7.9	10.1	6.7	8.1	4.2	15.1	3.018	0.137
	온천천3 (온천교)	II	약간좋음	7.8	10.5	2.5	5.0	2.8	5.0	3.238	0.143
	수영강2 (연안교)	III	보통	7.4	6.9	4.9	6.5	3.4	8.2	4.812	0.217
기타지류	철마천2 (보림교)	II	약간좋음	8.1	11.2	2.0	3.4	2.5	3.4	2.083	0.067
	철마천3 (장전2호교)	I b	좋음	8.1	12.1	1.4	3.6	2.5	2.5	1.695	0.079
	석대천1 (새반송교)	IV	약간나쁨	8.2	11.5	5.3	6.9	5.0	21.3	5.101	0.228
	석대천 (반석2호교)	IV	약간나쁨	7.9	10.8	5.1	8.7	5.7	8.0	17.320	0.311
	송정천(금) (대우정밀)	I b	좋음	7.8	10.6	1.2	3.5	2.1	2.3	1.663	0.112

- 수영강 수계의 연도별 수질 변화(그림 4)를 보면, 수영강 본류는 회동댐 방류가 시작된 2008년부터 수질이 대체적으로 개선되어 2014년 현재 Ⅲ(보통)등급의 수질을 유지하고 있음.
- 온천천은 낙동강 유지용수가 공급되기 시작한 2005년 큰 폭의 수질개선이 있었으며, 수질의 변동은 크게 없이 Ⅱ(약간 좋음)~Ⅲ(보통)의 수질을 유지하고 있음.
- 석대천은 동부하수처리장 하수 재이용수 방류와 최근 석대천 상류 정비사업('09.7 ~'16.12)으로 수질이 크게 개선되었으나, 다른 수영강 수계 하천에 비해 수질오염도는 높은 편으로 조사됨.
- 상수원 보호구역에 위치한 철마천과 송정천은 Ⅰb(좋음)~Ⅱ(약간 좋음)등급의 수질이 지속적으로 유지되며, 수영강 수계 중 가장 양호한 수질을 나타냄.

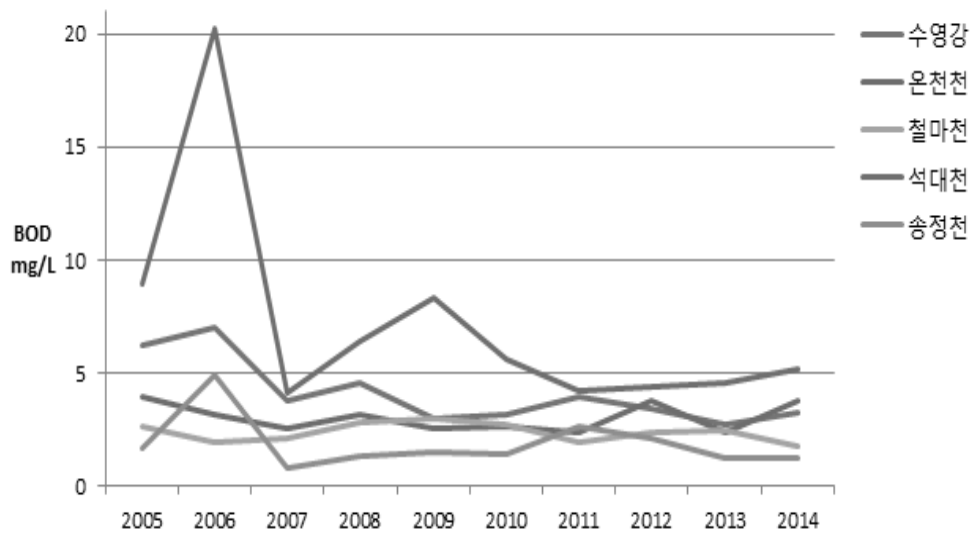


그림 4. 수영강수계 수질 연도별 변화

3.4 중부산권역 수계

- 중부산 수계 중 동천 4지점과 호계천, 부산천 및 남천 등 7지점을 1년간 조사한 결과, 연평균 BOD를 기준으로 동천은 Ⅲ(보통)~Ⅵ(매우나쁨)등급의 수질을 나타냈으며 호계천, 부산천 및 남천은 Ⅵ(매우나쁨) 등급의 수질로 조사되었음.
- 해수도수가 시작되는 동천1(광무교)은 작년과 동일한 Ⅲ(보통)등급으로 조사되었으나 연안에 가장 근접한 동천3(범일교)는 Ⅳ(약간나쁨)등급으로 작년(Ⅲ등급)보다 수질이 악화되었으며, 동천2(범4호교)와 동천2-1(범3호교)는 Ⅵ(매우나쁨), Ⅴ(나쁨)등급으로 동천 조사지점 중 가장 오염이 심한 것으로 조사되었음.
- 호계천, 부산천 및 남천은 BOD기준으로 Ⅵ(매우나쁨)등급으로 조사되어 매우 높은 오염도를 나타냈는데, 이는 생활오수의 분리가 되지 않고 하천으로 직유입되어 수질오염도가 높아진 것으로 판단됨.(표 6)

표 6. 중부산수계 2014년 평균

지점명	등급 (BOD기준)		pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
동천1 (광무교)	Ⅲ	보 통	7.5	6.3	5.1	4.6	2.3	5.9	2.564	0.278
동천2 (범4호교)	Ⅵ	매우나쁨	7.3	1.2	11.0	11.1	4.8	10.4	3.687	0.440
동천3 (범일교)	Ⅳ	약간나쁨	7.3	1.7	6.6	6.2	4.0	8.6	2.604	0.279
동천2-1 (범3호교)	Ⅴ	나쁨	7.3	1.4	9.0	9.2	3.3	10.3	2.898	0.360
호계천	Ⅵ	매우나쁨	7.6	4.4	39.1	23.5	9.4	20.7	15.142	1.163
부산천	Ⅵ	매우나쁨	7.3	2.8	23.3	21.3	8.7	22.3	19.320	1.410
남천	Ⅵ	매우나쁨	7.8	6.8	34.7	26.0	8.6	34.8	23.712	1.809

- 연도별 수질변화 그래프(그림 5)에서는 동천의 경우 2010년 해수도수 후 수질이 회복되었으나 이후 지속적인 하상준설 및 모니터링에 불구하고 2013년부터 수질오염도가 증가하고 있어 근본적인 대책이 필요한 것으로 판단됨.
- 부산천은 연도별 수질변화가 크지는 않지만 조수간만의 영향이 큰 지역이며, 지속적으로 오하수 유입의 관리가 요망되는 하천임.
- 호계천과 남천은 수질변화폭이 크지만 지속적으로 20 mg/L 이상의 수질상태로 동천으로 유입되어 오염부하량을 증대시켜 동천과 연안 수질오염의 원인이 되고 있으므로 반드시 해결되어야 것으로 사료됨.

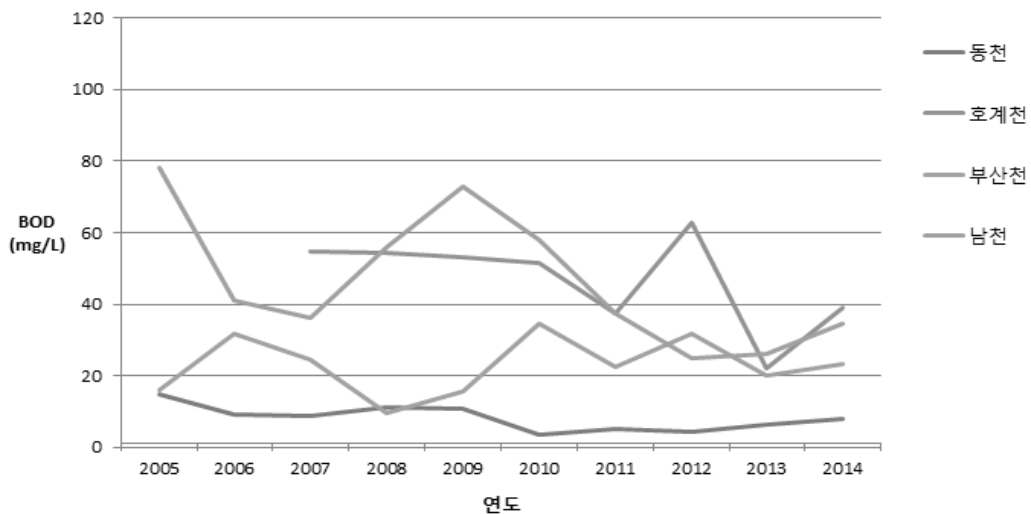


그림 5. 동부산권역 수질 연도별 변화

3.5 동부산권역 수계

- 동부산권역 11개 하천 14개 지점에 대한 수질 조사결과 연평균 BOD 농도 기준으로 좌광천, 일광천, 송정천, 동백천, 장안천 및 효암천은 I b(좋음)~ II 등급(약간좋음)의 양호한 수질상태를 나타내었음.(표 7)
- 우동천은 '14. 7월 생태하천 조성공사가 마무리되어 인근 생활 오·하수 관거 정비로 인해 2014년 수질이 III등급(보통)을 나타내었음.
- 춘천, 죽성천, 서부천 및 만화천은 수질 IV등급(약간나쁨) 이하의 수질을 나타내었으며, 하수처리장방류수의 영향으로 총질소 및 총인의 농도 또한 다소 높게 나타남.
- 서부천, 만화천 및 합류천인 죽성천은 하천유지수량이 적어 하수처리장 방류수를 유지용수로 사용하고 있지만 주변 미차집 생활오수 및 강우 후 하수 월류수의 영향으로 수질 악화요인이 존재함.

표 7. 동부산권역 2014년 평균

지점명	등급 (BOD기준)	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
춘천1 (해운대신시가지입구)	IV 약간나쁨	7.7	8.3	7.8	7.5	4.5	4.1	6.846	0.318
춘천 (동백교)	IV 약간나쁨	7.5	5.1	7.3	7.8	5.2	8.6	7.511	0.576
우동천 (우동교)	III 보통	8.0	9.8	4.0	4.7	2.5	5.1	3.736	0.326
좌광천 (정관산업단지내)	I b 좋음	7.9	12.7	2.0	3.6	1.9	2.7	2.307	0.061
좌광천3 (임랑교)	I b 좋음	7.7	8.5	1.4	3.6	2.5	5.9	3.511	0.095
일광천1 (화전교)	I b 좋음	7.4	8.5	1.2	2.4	1.4	4.3	1.835	0.038
일광천 (이천교)	I b 좋음	7.7	8.6	1.6	2.9	2.1	8.6	1.122	0.064
죽성천2 (신양촌입구)	VI 매우나쁨	7.5	6.9	14.8	15.4	6.8	10.2	4.980	0.456
서부천 (가장중학교앞)	IV 약간나쁨	7.2	7.3	5.7	6.9	4.2	3.8	6.394	0.277
만화천 (예문교회앞)	IV 약간나쁨	7.5	8.6	7.6	8.6	4.6	6.6	7.226	0.471
송정천 (당사마을입구)	I b 좋음	7.5	10.0	1.5	2.5	2.0	5.8	1.886	0.051
동백천 (태평양회집)	II 약간좋음	8.0	11.7	2.7	5.9	3.2	5.0	3.426	0.137
장안천 (월례교)	I b 좋음	7.7	9.3	1.6	3.4	2.1	5.0	2.010	0.042
효암천 (효암교)	II 약간좋음	7.6	10.8	2.3	5.3	3.1	6.8	3.407	0.071

- 연도별 수질 변화(그림 6)를 살펴보면, 춘천은 중하류 구간이 복개되어있고 춘천 하류에서의 오염도 증가가 큰 편이나, 해수에 의한 희석작용으로 오염도 변화가 있으며 2005년 이후 춘천 중·하류에서 Ⅲ(보통)~Ⅳ(약간나쁨)의 수질을 지속적으로 나타내고 있음.
- 우동천은 2007년 이후 지속적으로 오염도가 감소하는 추세를 보이고 있으며 우동천 생태하천 조성공사('13. 8월~'14. 7월) 이후 하천 인근 오·하수관거가 정비되어 2014년에는 오염도가 매우 감소하였음.
- 좌광천, 일광천, 송정천 및 효암천은 최근 10년간 수질등급 I b(좋음)~Ⅱ(약간좋음)의 좋은 수질을 안정적으로 유지하고 있고, 동백천과 장안천은 수질등급 Ⅱ(약간좋음)~Ⅲ(보통)의 수질을 지속적으로 유지하고 있음.
- 서부천, 만화천 및 죽성천은 수질오염도가 Ⅵ등급(매우나쁨)으로 매우 높았으나, 2012년 10월부터 유지용수 공급으로 2013년 이후 수질이 크게 개선됨.

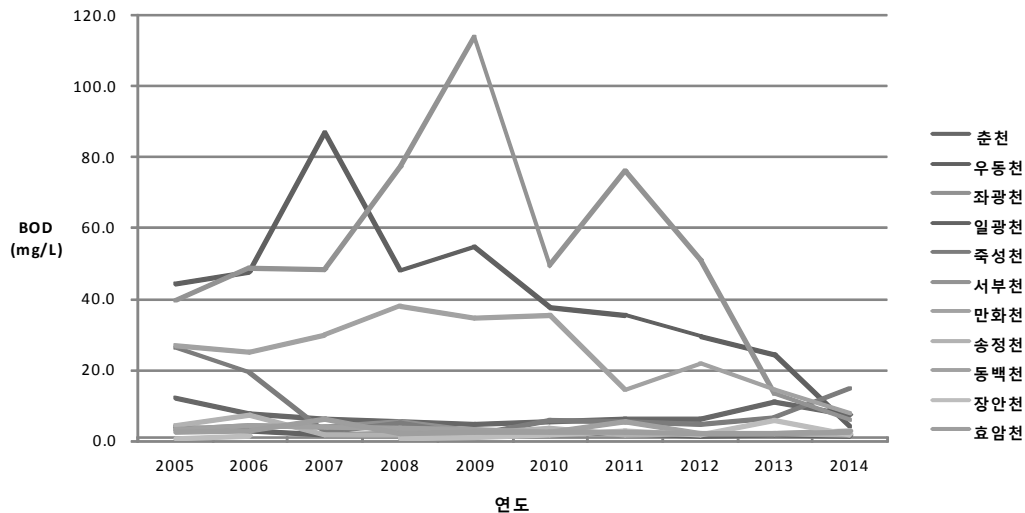


그림 6. 동부산 수계 수질 연도별 변화

4. 결 론

- 2014년도 부산시내 주요 하천에 대한 수질측정망 운영 결과, I a(매우좋음)~ I b(좋음)등급 하천은 대천천, 좌광천 등 13개 지점, Ⅱ(약간좋음)~Ⅲ(보통)등급 하천은 철마천, 효암천, 삼락천 등 22개 지점, Ⅳ(약간나쁨)~Ⅵ(매우나쁨)등급은 맥도강, 덕천천 등 24개 지점으로 조사되었음.
- 2005년부터 2014년 동안 연평균 BOD 조사결과에 따라 오염도 변화를 조사한 결과, 온천천, 학장천, 삼락천, 우동천 등의 하천에서 하수관거분리사업, 생태하천복원사업 등 하천정비 사업으로 수질이 크게 개선되었으며, 동천은 2010년 해수도수 후 수질이 개선되었으나 2013년부터 수질오염도가 증가하고 있어 개선대책이 필요할 것으로 사료됨.
- 덕천천, 대리천, 호계천, 남천 등은 연중 BOD 농도가 20mg/L를 상회하는 값으로 나타나 이에 대한 대책 마련이 필요할 것으로 판단됨.