

생태하천 복원 구간 하천생태계 조사

○ 관내 생태하천 복원 구간의 하천생태계 조사 등을 추진하여 바람직한 하천생태계의 회복을 유도하고 건강한 수생태계 보전을 위한 선진적 수질관리기법을 도입하고자 함

1. 조사개요

- 조사근거 : 시 하천관리담당관-3768(2011.05.17.) 환경조사과-1597(2011.06.15.)
- 조사시기 : 2011년 하반기(온천천 : 9/15, 수영강 : 9/27, 학장천-동천 : 11/1)
- 조사지점 : 온천천 등 4개 하천, 12개 지점 (그림 1)
- 조사항목 : 수질 10항목 및 저서성대형무척추동물, 부착규조류, 어류 (그림 1)

2. 조사방법

- 수질조사 : pH, DO, 전기전도도, 염분(현장 측정) 그 외 항목은 실험실 분석
- 하천생태조사
 - ▷ 저서성 대형무척추동물 : Suber net(30 cm × 30 cm, 망목 0.5 mm)으로 정량 채집
 - ▷ 부착규조류 : 돌부착규조류(epilithic diatom)를 대상, 총 100cm² 면적 채집
 - ▷ 어류 : 투망(망목 5 × 5 mm), 족대(망목 4 × 4 mm)을 이용해 채집, 현장 동정 실시

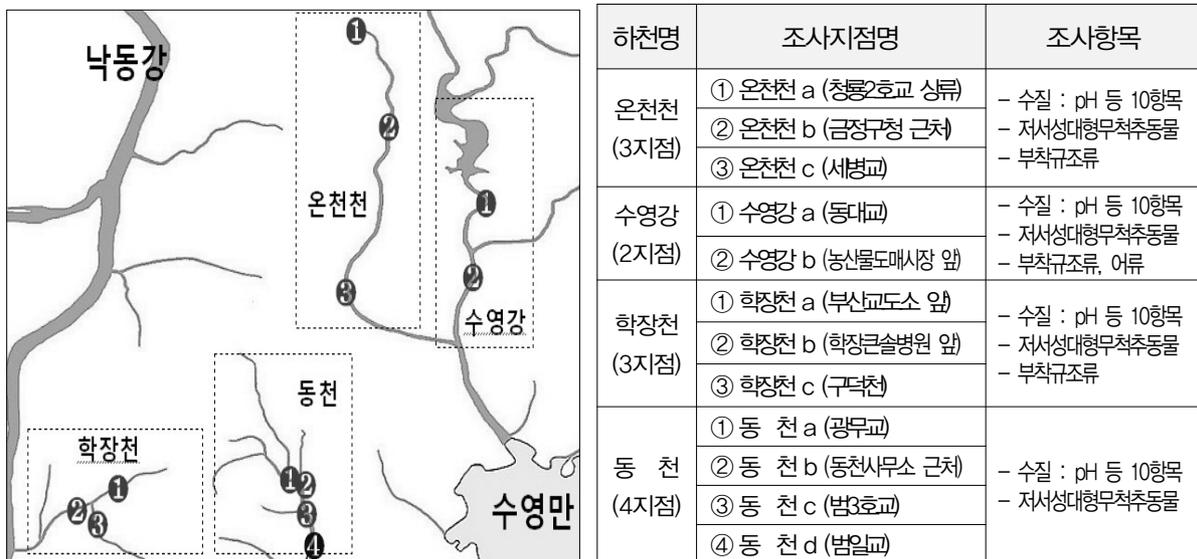


그림 1. 조사지점 및 지점별 조사항목

3. 조사결과

3.1 온천천

온천천은 유지용수로 낙동강 상수원수가 공급되는 지점이며, 낙동강 원수 공급 전 1지점(온천천 a), 공급 후 2지점(온천천 b, c)을 선정하여 시료 채취함

○ 수질 (표 2.)

- ▷ 온천천 a 지점의 BOD, COD, SS는 각각 0.7, 1.7, 0.9 mg/L
- ▷ 낙동강 상수원수가 혼합되는 온천천 b, c 지점은 BOD는 1.5, 1.4 mg/L, COD는 3.8, 3.4 mg/L, SS는 7.9, 5.9 mg/L 로 a 지점보다 약간 상승(특히 SS가 상승)

○ 저서성 대형무척추동물(그림 3 및 표 3)

- ▷ 온천천 a 지점
 - 개체수 622 개체/m², 종수 21종으로 풍부한 종수와 개체수 나타냄
 - 우점종은 참납작하루살이로 맑은 물(I a ~ II 등급) 서식종임
 - 종다양성지수는 3.47, KSI도 A등급으로 생태적 지수 양호
 - 금정산 계곡수가 유입되는 지점으로 수질 및 서식지 상태 양호
- ▷ 온천천 b 지점
 - 개체수 156 개체/m², 종수 11종으로 온천천 a 지점보다 감소
 - 우점종은 깔따구류로 양호 ~ 보통 수질(II ~ III 등급) 우점종
 - 종다양성지수는 2.98, KSI는 A등급으로 생태적 지수 양호
 - 도심하천 구간임을 고려할 때, 종다양성, KSI면에서 아주 양호
- ▷ 온천천 c 지점
 - 개체수 207 개체/m², 종수 7종으로 상류 지점에 비해 종수 격감
 - 우점종은 개똥하루살이로 양호 ~ 보통 수질(II ~ III 등급) 우점종
 - 종다양성지수는 2.38, KSI는 C등급으로 온천천 조사지점 중 가장 낮음
: 연제구, 동래구 등으로부터의 CSOs 부하 집중 결과
 - c 지점의 종다양성, KSI 변화(과거 연구사업 자료 발췌)
: 낙동강 상수원수 유입 후 개선 경향

항목	2005년	2006년	2007년	2010년
종다양성지수 (평균)	0.57	1.28	1.28	1.49
KSI (평균)	4.19 (D)	4.11 (D)	3.98 (D)	4.06 (D)

○ 부착규조류 현황 (표 4)

- ▷ 온천천 a, b 지점은 *Achnanthes minutissima*, *Cocconeis placentula* (광적응성종) 우점
- ▷ 온천천 c지점은 *Nitzschia amphibia*, *Nitzschia palea* (호오탁성종) 우점

3.2 수영강

수영강은 회동수원지 물이 방류된 후 지점인 동대교(수영강 a지점) 지점 및 이후 수영강의 지류인 석대천이 합류된 이후 지점(수영강 b지점) 총 2지점을 선정

○ 수질 (표 2)

- ▷ 수영강 a 지점의 BOD, COD, SS는 각각 4.5, 4.1, 6.0 mg/L
- ▷ 수영강 b 지점의 BOD, COD, SS는 각각 4.1, 7.6, 9.0 mg/L
 - 수영강 b 지점의 경우, a 지점에 비해 T-N이 특히 높았음 (19.405 mg/L)

○ 저서성 대형무척추동물 (그림 3 및 표 3)

- ▷ 수영강 a 지점
 - 개체수 533 개체/m², 종수 12종, 종다양성지수는 2.58, KSI는 B등급
 - 우점종은 갈따구류로 양호 ~ 보통 수질(Ⅱ ~ Ⅲ 등급) 우점종
- ▷ 수영강 b 지점
 - 개체수 738 개체/m², 종수 5종, 종다양성지수는 1.17, KSI는 D등급
 - 우점종은 실지렁이류로 오염수(Ⅳ등급 이하) 우점종
 - 수영강 a 지점에 비해 전반적인 생태지수 낮은 점으로 보아, 간헐적인 오염부하영향을 a 지점보다 크게 받는 것으로 추정됨
 - b 지점의 종다양성, KSI 변화(과거 연구사업 자료 발췌)
 - : 종다양성지수는 1.0 ~ 2.0, KSI 는 계속 D등급 유지

항목	2009년(수영강b)	2010년(수영강b)
종다양성지수(평균)	1.67	1.21
KSI	4.30(D)	4.23(D)

○ 부착규조류 (표 4.)

- ▷ 수영강 a지점 : *Achnanthes minutissima* (광적응성종), *Gomphonema clevei* (호청수성종) 우점
- ▷ 수영강 b지점 : *Achnanthes minutissima*, *Navicula viridula* (광적응성종) 우점
 - 특히 b 지점 부착규조 밀도 높음(5800 cells/cm²) : T-N 등 높은 영양염 농도 영향

○ 어류 (표 5)

- ▷ 총 8종 32개체 채집 : 수영강 a지점에서 7종 32개체, 수영강 b지점에서 6종 9개체
- ▷ 수영강 b지점 어류 출현량 변동(2009 ~ 2010년 연구사업 자료 발췌)
 - 최근 2 ~ 3년간 종수 및 개체수 증가 경향

2009.08.	2009.10.	2010.06.	2010.10.
3종 9개체	3종 8개체	5종 8개체	6종 30개체

3.3. 학장천

학장천은 낙동강 본류수가 유입되는 주학교 인근 (학장천 a지점), 이후 구덕천이 합류된 후 600 m 하류 지점(학장천 b지점), 학장천의 지류인 구덕천(학장천 c지점), 총 3지점 선정하였으며 유지용수 공급이 지속되고, 수질이 안정된 2011년 11월에 조사 실시.

○ 수질 (표 2)

- ▷ 학장천 a지점의 BOD, COD, SS는 각각 1.7, 5.1, 14.7 mg/L
 - 낙동강 본류수가 유입되는 학장천 a, b 지점은 타 항목에 비해 SS가 높은 경향
 - 그러나 연구원 수질측정망 자료에 의하면 낙동강수 도수 후 수질 큰 폭 개선
 - : 2010 ~ 2011년 평균 BOD 19.0 mg/L → 2011년 9~12월 평균 BOD 3.5 mg/L
- ▷ 학장천 b지점의 BOD, COD, SS는 각각 2.5, 4.9, 13.6 mg/L
- ▷ 학장천 c지점의 BOD, COD, SS는 각각 1.2, 2.5, 1.6 mg/L

○ 저서성 대형무척추동물 (그림 3 및 표 3)

- ▷ 학장천 a 지점
 - 개체수 752 개체/m², 종수 5종, 종다양성지수는 1.10, KSI는 D등급
 - 우점종은 실지렁이로 전체 개체수의 79 %를 차지하여 높은 유기성 오염을 반영
 - 전반적인 생태지표가 상당히 낮은 상태로 인근에 밀집된 하수관거 월류부로 인해 강우 시 CSOs부하를 직접 받는 등의 악조건 받음
- ▷ 학장천 b 지점
 - 개체수 259 개체/m², 종수 5종, 종다양성지수는 2.14, KSI는 D등급
 - 우점종은 돌거머리류로 양호 ~ 보통 수질(Ⅱ ~ Ⅲ 등급) 우점종
 - 학장천 b 지점은 비교적 수질이 양호한 구덕천이 합류되는 지점으로 a 지점에 비해 전반적인 생태지표가 양호
- ▷ 학장천 c 지점(구덕천)
 - 개체수 411 개체/m², 종수 8종, 종다양성지수는 2.64, KSI는 A등급
 - 우점종은 개똥하루살이로 양호 ~ 보통 수질(Ⅱ ~ Ⅲ 등급) 우점종
 - c 지점은 학장천의 지류인 구덕천으로서 전반적 수질, 생태 상태 양호

○ 부착규조류 (표 4.)

- ▷ 학장천 a, b : *Nitzschia amphibia* (호오탁성종) 우점
 - 특히 a 지점은 SS 퇴적 등의 영향으로 부착규조 밀도는 250 cells/cm²으로 낮음
- ▷ 학장천 c : *Cocconeis placentula* (광적응성종) 우점

3.4 동천

동천은 하천흐름 및 수질 회복을 위해 북향 해수를 도수하여 광무교 상류에 방류하고 있음. 광무교 지점(동천 a지점)의 경우 대부분이 도수된 물로 구성되어 있으며 나머지 지점은 도수된 물과 조석에 따른 해수가 혼합되는 지점

○ 수질 (표 2)

- ▷ 채수 지점 전체적으로 염분 29 ~ 30 PSU로 해수의 염분과 거의 같은 수준
- ▷ 동천 a 지점 : BOD, COD, SS는 각각 2.1, 3.6, 3.2 mg/L로 양호
- ▷ 동천 b, c, d : BOD는 6.0 ~ 7.8 mg/L, COD는 7.5 ~ 11.0 mg/L, SS는 4.3 ~ 4.6 mg/L
 - a 지점에 비해 수질오염도 증가
 - 오염도 증가 원인은 강우시 CSOs 영향을 크게 받기 때문

○ 저서성 대형무척추동물 (표 1, 그림 2)

- ▷ 실지렁이, 나방파리류가 주로 검출, 채집시기에 다른 개체수 변동 매우 큼
 - 실지렁이, 나방파리류는 유기성 오염 지표종으로 저니에 유기물질이 축적되는 시기에 폭발적 번식 경향 (그림 2. 2010년 10월 자료 참조)
- ▷ 타 하천에 비해 안정적인 생물상 유지에 어려운 조건 가짐
 - 높은 염분(담수성 생물 출현 어려움), CSOs에 의한 유기성 퇴적물 침전
 - 인공적 하도 지점으로 서식처 불안정, 조건대 습지 조성 불가
- ▷ 과거 자료 검토
 - 해수도수 이전(2009년도)에는 저서성대형무척추동물이 전혀 관찰되지 않았으나, 해수도수 이후에 실지렁이류 출현
 - 동천에 생물이 출현하기 시작한 것은 해수도수로 인한 수질개선 결과

표 1. 동천 저서성대형무척추동물 출현현황 (개체수/m²)

종 명	동천 a	동천 b	동천 c	동천 d
실지렁이	22	12	0	0
나방파리	2	0	0	0
갯지렁이류	0	0	0	1

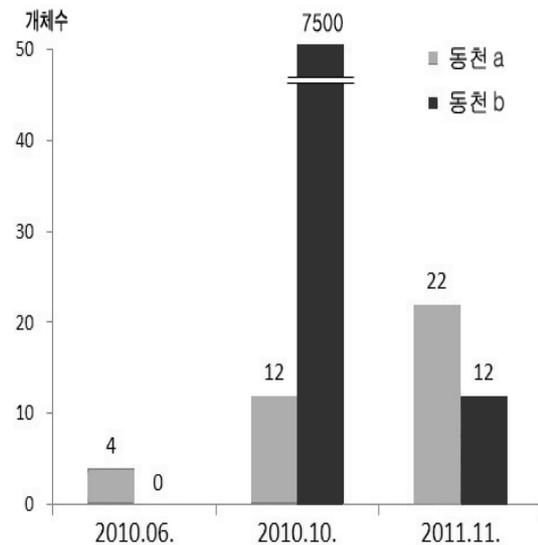


그림 2. 동천 실지렁이 채집시기별 분포(개체수/m²)

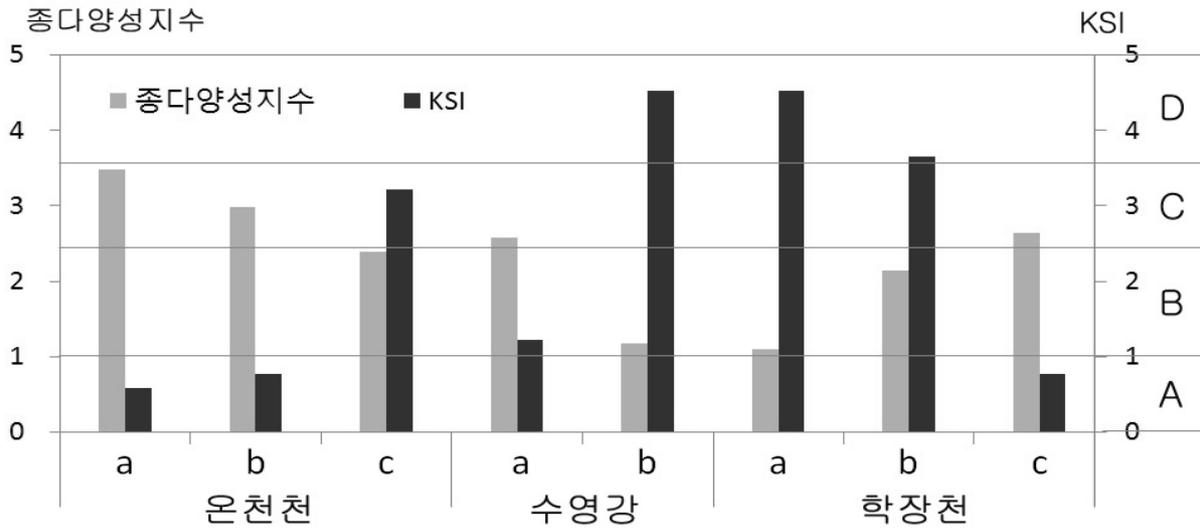


그림 3. 각 지점별 종다양성 지수 및 KSI 현황

표 2. 조사지점별 수질

조사지점		수온 (°C)	pH	DO (mg/L)	전도도 (μ S/cm)	염분 (PSU)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	총질소 (mg/L)	총인 (mg/L)	총대장균 (MPN/100mL)
온천천	온천천 a	21.2	7.7	8.9	68	0.03	0.7	1.7	0.9	0.822	0.026	490
	온천천 b	25.8	7.7	7.8	246	0.12	1.5	3.8	7.9	2.036	0.077	1700
	온천천 c	25.5	7.6	7.4	281	0.13	1.4	3.4	5.9	2.285	0.078	2200
수영강	수영강 a	16.3	7.9	6.2	242	0.14	4.5	4.1	6.0	2.824	0.063	13000
	수영강 b	17.5	8.1	5.6	586	0.33	4.1	7.6	9.0	19.405	0.155	26000
학장천	학장천 a	20.3	7.1	7.3	291	0.14	1.7	5.1	14.7	2.086	0.066	3300
	학장천 b	20.5	7.2	8.0	302	0.14	2.5	4.9	13.6	2.455	0.091	3300
	학장천 c	21.1	7.2	6.7	286	0.14	1.2	2.5	1.6	4.571	0.104	790
동천	동천 a	20.4	6.8	7.0	47480	30.94	2.1	3.6	3.2	1.057	0.066	2300
	동천 b	20.5	7.0	2.5	45120	29.25	6.5	7.8	4.4	1.824	0.197	4900
	동천 c	20.5	6.9	1.8	46330	30.14	7.8	11.0	4.6	1.958	0.212	11000
	동천 d	20.5	7.0	3.2	46390	30.17	6.0	7.5	4.3	2.076	0.272	22000

표 3. 지점별 저서성 대형무척추동물 출현현황(개체수/m²)

출 현 종 명	온천천			수영강		학장천		
	a	b	c	a	b	a	b	c
총개체수	622	156	207	533	738	752	259	411
총 종 수	21	11	7	12	5	5	5	8
플라나리아 (<i>Dugesia</i> sp.)	19	0	0	0	0	0	0	93
선충류 sp.1 (<i>Dorylaimida</i> sp.1)	0	7	0	15	0	0	0	0
다슬기 (<i>Semisulcospira</i> sp.)	33	0	0	0	0	0	0	0
물달팽이 (<i>Radix auricularia</i>)	0	11	0	0	0	0	0	0
원돌이물달팽이 (<i>Physa acuta</i>)	0	0	7	0	0	30	52	0
삼각산골조개 (<i>Sphaerium japonicum</i>)	0	4	0	0	0	0	0	0
실지렁이 (<i>Limnodrilus gotoi</i>)	11	0	41	44	*519	*593	74	19
납적거머리 (<i>Glossiphoniidae</i> sp.)	0	4	0	11	0	0	15	0
돌거머리 (<i>Arhynchobdellidae</i> sp.)	0	4	19	0	7	7	*81	0
애호랑하루살이 (<i>Baetiella tuberculata</i>)	7	11	0	0	0	0	0	22
개똥하루살이 (<i>Baetis fuscatu</i> s)	100	*37	33	59	0	0	0	*93
두점하루살이 (<i>Ecdyonurus kibunensis</i>)	15	0	0	0	0	0	0	0
네점하루살이 (<i>Ecdyonurus levis</i>)	41	0	0	0	0	0	0	0
참납작하루살이 (<i>Ecdyonurus dracon</i>)	*152	0	0	0	0	0	0	0
부채하루살이 (<i>Epeorus pellucidus</i>)	4	0	0	0	0	0	0	0
무늬하루살이 (<i>Ephemera strigata</i>)	74	0	0	0	0	0	0	0
민하루살이 (<i>Cincticostella levanidovae</i>)	7	0	0	0	0	0	0	0
등딱지하루살이 Kua (<i>Caenis</i> Kua)	0	4	0	7	0	0	0	0
쇠촉범잠자리 (<i>Davidius lunatus</i>)	4	0	0	0	0	0	0	0
진강도래 (<i>Oyamia nigribasis</i>)	11	0	0	0	0	0	0	0
녹색강도래 (<i>Sweltsa nikkoensis</i>)	19	0	0	0	0	0	0	0
대륙뱀잠자리 (<i>Parachauliodes continentalis</i>)	7	0	0	0	0	0	0	0
각다귀 sp.1 (<i>Tipula</i> sp.1)	0	0	0	0	0	0	0	7
각다귀 sp.2 (<i>Tipula</i> sp.2)	11	0	0	0	0	0	0	0
명주각다귀 (<i>Antocha</i> Kua)	0	0	0	15	0	0	0	0
먹파리과 (<i>Simuliidae</i> sp.)	0	19	4	0	0	0	0	0
깔따구 sp.1 (<i>Chironomidae</i> sp.1)	81	19	*78	*241	178	78	37	81
깔따구 sp.2 (<i>Chironomidae</i> sp.2)	15	0	0	22	0	0	0	74
깔따구 sp.3 (<i>Chironomidae</i> sp.3)	0	0	0	7	0	0	0	0
깔따구 sp.4 (<i>Chironomidae</i> sp.4, red type)	0	0	26	0	19	44	0	0
깔따구 sp.5 (<i>Chironomidae</i> sp.5)	0	0	0	0	15	0	0	0
동양줄날도래 (<i>Hydropsyche orientalis</i>)	0	0	0	19	0	0	0	0
꼬마줄날도래 (<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>)	4	*37	0	89	0	0	0	22
애우묵날도래 Kua (<i>Apatania</i> Kua)	4	0	0	0	0	0	0	0
네모잡날도래 (<i>Goerodes</i> Kua)	4	0	0	0	0	0	0	0
청나비날도래 (<i>Mystacides</i> Kua)	0	0	0	4	0	0	0	0

* : 우점종

표 4. 지점별 부착규조류 출현현황

지점	규조밀도 (cells/cm ²)	우점종(비율, %)		기타 출현종	
		제1우점종	제2우점종		
온천천	1	2650	<i>Achnanthes minutissima</i> (46 %)	<i>Cocconeis placentula</i> (24 %)	<i>Achnanthes lanceolata</i> <i>Gomphonema clevei</i> <i>Nitzschia amphibia</i> <i>Navicula</i> sp.
	2	950	<i>Achnanthes minutissima</i> (38 %)	<i>Cocconeis placentula</i> (17 %)	<i>Achnanthes lanceolata</i> <i>Gomphonema clevei</i> <i>Navicula cryptocephala</i> <i>Nitzschia palea</i> <i>Nitzschia amphibia</i> <i>Rhoicosphenia abbreviata</i>
	3	1530	<i>Nitzschia amphibia</i> (31 %)	<i>Nitzschia palea</i> (16 %)	<i>Achnanthes minutissima</i> <i>Cocconeis placentula</i> <i>Gomphonema</i> sp. <i>Cyclotella</i> sp. <i>Navicula cryptocephala</i> <i>Navicula trivalis</i> <i>Nitzschia dissipata</i> <i>Synedra unia</i>
수영강	1	2100	<i>Achnanthes minutissima</i> (33 %)	<i>Gomphonema clevei</i> (13 %)	<i>Cymbella</i> sp. <i>Cyclotella</i> sp. <i>Fragillaria crotonensis</i> <i>Navicula</i> sp. <i>Nitzschia amphibia</i>
	2	5800	<i>Achnanthes minutissima</i> (42 %)	<i>Navicula viridula</i> (16 %)	<i>Cyclotella</i> sp. <i>Gomphonema</i> sp. <i>Nitzschia amphibia</i> <i>Nitzschia dissipata</i> <i>Nitzschia palea</i> <i>Stauroneis</i> sp.
학장천	1	250	<i>Nitzschia amphibia</i> (34 %)	<i>Gomphonema</i> sp. (21 %)	<i>Achnanthes biasolettiana</i> <i>Cymbella</i> sp. <i>Navicula cincta</i> <i>Navicula cryptocephala</i> <i>Navicula gregaria</i> <i>Navicula</i> sp. <i>Nitzschia dissipata</i> <i>Nitzschia palea</i> <i>Surirella robusta</i>
	2	2300	<i>Nitzschia amphibia</i> (41 %)	<i>Navicula</i> sp. (16 %)	<i>Gomphonema</i> sp. <i>Fragillaria crotonensis</i> <i>Navicula</i> sp. <i>Nitzschia palea</i>
	3	2400	<i>Cocconeis placentula</i> (46 %)	<i>Achnanthes</i> sp. (12 %)	<i>Nitzschia amphibia</i> <i>Navicula</i> sp.

표 5. 수영강 어류조사 결과(2011. 9. 27.)

출현종	계	수영강 a	수영강 b
총개체수	32	23	9
총 종 수	8	7	6
붕 어(<i>Carassius auratus</i>)	3	2	1
잉 어(<i>Cyprinus carpio</i>)	1	1	0
참몰개(<i>Squalidus chankaensis tsuchigae</i>)	14	12	2
미꾸리(<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>)	3	2	1
송 어(<i>Mugil cephalus</i>)	2	1	1
밀 어(<i>Rhinogobius brunneus</i>)	2	2	0
블루길(<i>Lepomis macrochirus</i>)	6	3	3
베 스(<i>Micropterus salmoides</i>)	1	0	1

4. 결 론

- 온천천은 c지점(세병교)에서 전반적 생태 지표가 가장 낮았으나 과년도에 비해 점차 개선
 - ▷ 저서성대형무척추동물은 156 ~ 622 개체/m², 7~21종 출현했고, 종다양성지수는 2.38 ~ 3.47 범위, KSI는 온천천 a, b지점에서 A등급, c지점에서 C등급
 - ▷ 부착규조류는 온천천 a, b지점에서는 *Achnanthes minutissima*, *Cocconeis placentula* (광적응성종), c지점에서 *Nitzschia amphibia*, *Nitzschia palea* (호오탁성종) 우점
- 수영강은 인근 온천천보다 다소 생태적 지수가 낮았고, 과년도와는 비슷한 생태적 상태
 - ▷ 저서성대형무척추동물은 533~738 개체/m², 5 ~ 12종 출현했고, 종다양성지수는 1.17 ~ 2.58 범위, KSI는 수영강 a지점에서 B등급, b지점에서 D등급
 - ▷ 부착규조류는 *Achnanthes minutissima* (광적응성종)이 주로 출현
 - ▷ 어류는 총 8종 32개체가 채집되었으며 최근 2-3간 다소 증가 추세임
- 학장천은 과거 극심한 오염 지점이나 낙동강수 도수 이후 수질, 생태 점차 개선
 - ▷ 저서성대형무척추동물은 259 ~ 752 개체/m², 5 ~ 8종 출현했고, 종다양성지수는 1.10 ~ 2.64 범위, KSI는 a, b지점이 D등급, c지점은 A등급
 - ▷ 부착규조류는 학장천 a, b 지점은 *Nitzschia amphibia* 우점(호오탁성종), c 지점은 *Cocconeis placentula*(광적응성종) 주로 출현
- 동천은 과거 해수도수 이전(2009년도)보다 수질, 생태적 상태 호전
 - ▷ 해수도수 이전(2009년도)에는 저서성대형무척추동물이 관찰되지 않음
 - ▷ 해수 도수 이후에 실지렁이류 출현 등 점차 생태상황 개선
 - ▷ 그러나 강우시 집중 부하되는 CSOs는 여전히 수환경에 큰 악영향을 미침