

조류군집에 의한 대전 3대 하천의 유사성에 관한 연구

Similarity of three stream by bird community in Daejeon

김인규^{1*}, 이한수¹, 백운기², 이준우³

¹한국환경생태연구소, ²국립중앙과학관, ³충남대학교 산림자원학과

I. 서론

과거 우리나라뿐만 아니라 대부분의 국가에서 하천은 농업용수를 공급하기 위한 주요 기능을 수행하였고, 도시가 발달 하면서 도시민의 상수원 공급과 동시에 도심에서 발생한 각종 하수를 배출 시켜주는 역할을 하고 있다(손명원, 1998). 하천의 기능은 크게 이수(利水), 치수(治水), 환경(環境) 등 3가지의 기능이 있다. 이수와 치수는 물을 다루거나 이용하는 기능이며, 환경기능은 동·식물의 서식처 기능, 자정기능, 경관 또는 친수 기능을 말한다(환경부, 2002). 이 3가지 기능에서 도시가 발달 하면서 이수와 치수의 기능을 증가 시켜왔으며 환경의 기능은 상대적으로 저하되어왔다.

우리나라의 1960년대 이전은 자연하천과 농경지, 산림 등 동·식물의 서식지가 서로 이어지는 유형이었다. 그러나 1960년대 이후 우리나라도 급속한 산업화와 도시화로 하천의 이수 기능의 극대화를 가져왔고, 동시에 토지이용의 고도화는 하천의 치수 기능 확대를 가져왔다. 또한, 여가선용과 교통체증의 해소 등으로 둔치의 조성, 하상도로의 개설 등 인간위주의 하천 공원이화가 진행되어왔다(이광우, 2001; 환경부, 2002). 다양한 인간 위주의 개발 압력이 증가함에 따라 수해예방 기능은 강화되었으나 반면 건천화 발생, 서식지 단절, 생태계의 불균형 등 생태적 기능이 저하되었다. 이러한 요인으로 하천 및 하천 주변에 서식하는 야생동물의 서식지 훼손이 가속화 되고 있으며, 대부분의 도심 내 하천은 서식지의 단절을 초래하기에 이르렀다. 다만 각 도심하천 상류의 개발 압력이 가중되지 않은 지역은 수변림과 하천이 연계된 자연형 하천을 유지하고 있는 구간이 존재하고 있다(이정하, 1998; 김두일, 2004; 대전광역시, 2004). 다행이도 대전의 3대 하천에서 상류의 숲과 연계된 구간은 자연형 하천이 유지되고 있으며, 하류의 하천 폭이 넓으며 자연적으로 형성된 하중도(둔치)에는 덩불과 관목 또는 자갈밭과 모래밭 등의 다양한 서식지가 존재하며 서식하는 종도 다양하다(김정수와 구태희, 2003). 다양한 조류가 서식하기 위해서는 이들이 살아가기 위한 적당한 온도(temperature), 수심(water depth), 먹이(food), 은신처(shelter), 번식공

간(breeding site), 방해요인(disturbance factor) 등의 다양한 요구 조건이 충족되어야만 가능한 일이다. 대전의 대표 하천인 갑천은 금강과 합류되는 지류로써 하천 폭이 넓고 수변식생, 하중도, 소와 여울 등 다양한 야생동물의 서식지가 존재하고 있다(이준우 등, 2002; 2003).

본 연구는 자연하천은 아니지만 아직까지 일부구간은 자연형 하천의 형태를 간직하고 있는 대전 3대하천의 각 구간별 조류의 군집의 특성을 파악하고, 이를 이용하여 각 하천의 유사성을 분석하여 각 구간별 서식지의 특성을 파악하고자 하였다.

II. 조사지역 및 방법

대전광역시 관내를 가로질러 관류하는 3개의 도시하천인 갑천, 유등천, 대전천을 대상으로 하였으며, 2002년 4월부터 2004년 3월까지 2년과 2006년 1월부터 12월까지 1년의 전체 3년간 매월 중순에 1회씩 총 36회의 조사를 실시하였다. 조사지역의 구분은 각 하천별로 교량이나 수중보 등의 특정 구조물에 의해 구분하였다. 갑천은 12개, 유등천은 10개, 대전천은 9개의 구간으로 구분하였다(Figure 1).

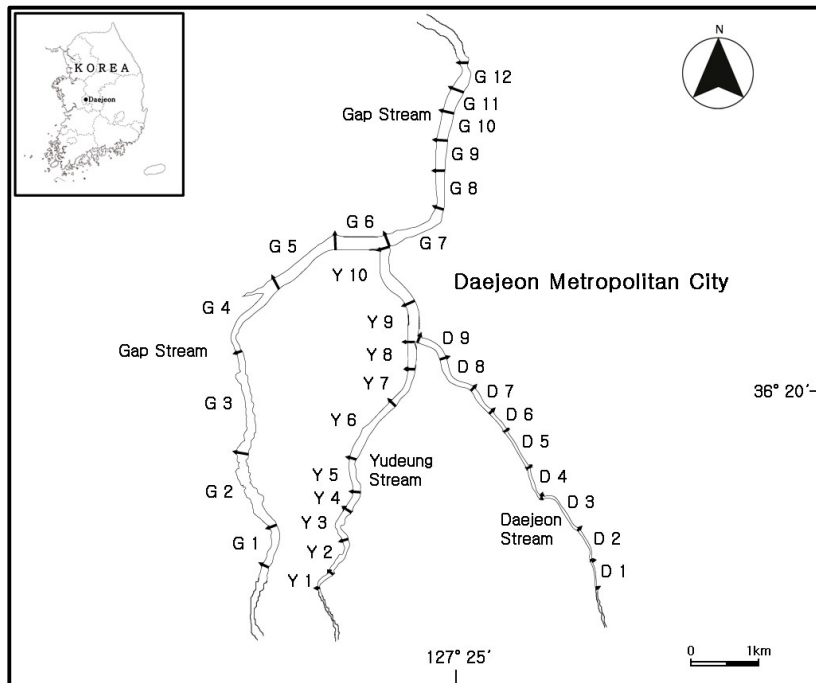


Figure 1. The location of the study areas.

III. 결 과

1. 조류군집의 특성

(1) 전체 서식조류 현황

대전시의 3대 하천인 갑천, 유등천, 대전천에 대하여 2002년 4월부터 2004년 3월까지와 2006년 1월부터 12월까지 3년간 월 1회씩 36회를 조사한 결과 관찰된 조류는 총 13목 34과 126종 12,027개체(Sum of peak count; 최대합계수)였다.

우점종은 흰뺨검둥오리 *Anas poecilorhyncha* (R.D.=17.4%), 쇠오리 *Anas crecca* (R.D.=11.3%), 집비둘기 *Columba livia* (R.D.=9.2%), 참새 *Passer montanus* (R.D.=7.8%), 쇠백로 *Egretta garzetta* (R.D.=5.5%)의 순서였다(Figure 2).

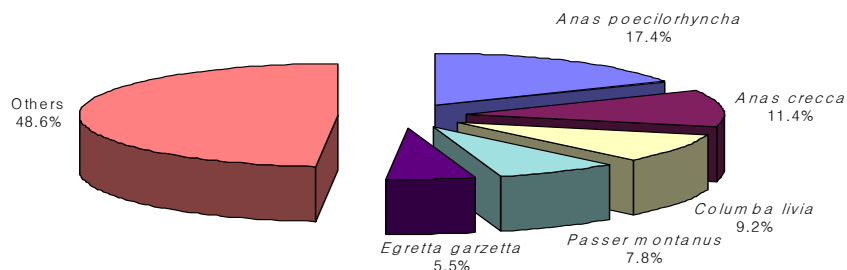


Figure 2. The result of dominant species at three stream of Daejeon metropolitan city during three year.

(2) 각 하천별 조류분포

갑천은 총 13목 34과 114종 14,885개체(Sum of peak count; 최대합계수)가 관찰되었으며, G3구간(충진교통~만년교)이 82종으로 가장 종수가 많았고, 개체수는 G8구간(원촌교~하수처리장)이 1,789개체로 가장 많았다. G3구간은 하천의 상류지역으로 하천 폭이 넓고 풍부한 수변식생과 산림 등으로 구성되어 다양한 환경이 조성되어 있기 때문에 다양한 조류가 서식하였다. G8구간은 겨울철 오리류의 주 월동지로 기온이 하강한 겨울철에 하수처리장에서 온수의 방류로 인해 결빙 되지 않는 지역으로 대부분의 수면성 및 잠수성 오리류가 밀집하여 서식하므로 개체수가 많았다(Figure 3). 유등천은 총 12목 30과 90종 6,642개체(Sum of peak count; 최대합계수)가 관찰되었으며, Y2구간(안영교~복수교)이 48종으로 가장 종수가 많았고, 개체수는 Y9구간(삼천교~한밭대교)이 1,285개체로 가장 많았다. Y2구간은 하천의 상류지역으로 비교적 하천 폭이 넓고 자연형 하천의 형태를 간직하고 있으며, 산림 등으로 구성되어 다양한 환경이 조성되어 있기 때문에 다양한 조류가 서식하였다. 가장 많은 개체수가 관찰된 Y9구간은 하천의 하류로 대전천과 합류지역으로 폭이 넓고 겨울철에

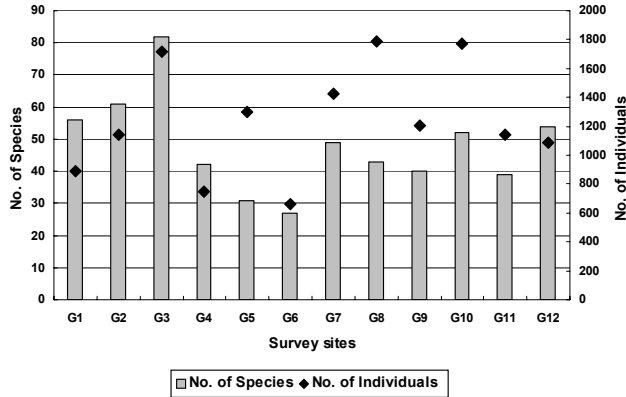


Figure 3. Comparison of number of species and individuals for survey sites in Gap Stream.

많은 수의 오리류가 월동하는 지역으로 개체수가 많았다(Figure 4). 대전천은 총 11 목 28과 69종 4,202개체(Sum of peak count; 최대합계수)가 관찰되었으며, 가장 많은 종이 관찰된 구간은 D1구간(구도교~도심시작)으로 49종이 관찰되었고, 개체수는 D9구간(현암교~삼천교)이 1,323개체로 가장 많았다. D1구간은 하천의 상류지역으로 하천 폭은 좁으나 수변식생과 산림 등으로 구성되어 다양한 환경이 조성되어 있기 때문에 다양한 조류가 서식하였다. D9구간은 하천 하류지역으로 수변식생이 많으며, 하중도가 있어 오리류가 밀집하는 지역으로 개체수가 많았다(Figure 5).

2. 하천의 유사성 분석

(1) 각 지수에 의한 하천별 유사성 분석

각 하천별로 조사된 종수, 개체수, 종다양도 지수, 종풍부도 지수, 단위면적당 밀도 등의 값에 대하여 하천별 차이를 분석한 결과(Kruskal-Wallis test. 종수; $\chi^2=9.082$,

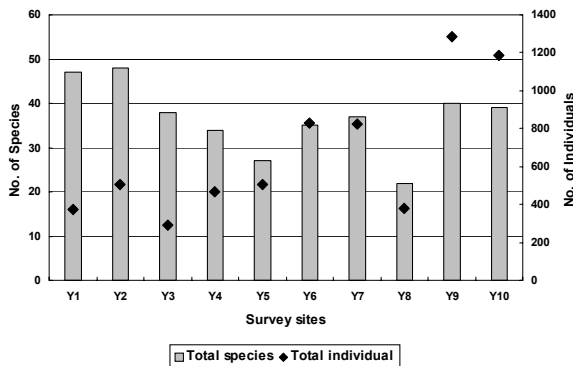


Figure 4. Comparison of number of species and individuals for survey sites in Yudeung Stream.

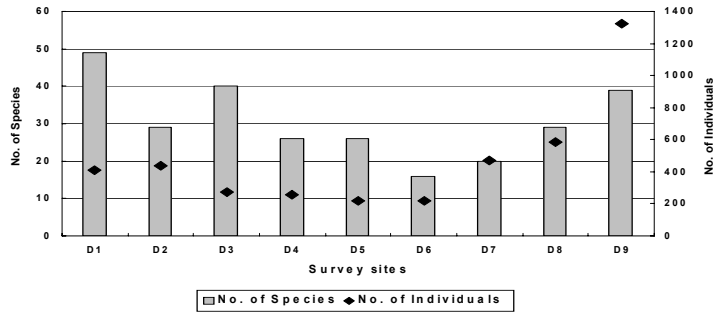


Figure 5. Comparison of number of species and individuals for survey sites in Daejeon Stream.

$p < 0.05$, 개체수; $\chi^2 = 14.360$, $p < 0.05$, 종다양도 지수; $\chi^2 = 7.755$, $p < 0.05$), 대전의 3대 하천은 갑천과 유등천, 유등천과 대전천은 서로 유사한 특성을 가지는 집단이며, 갑천과 대전천은 서로 다른 특성을 갖는 집단으로 분류 되었다(Figure 6).

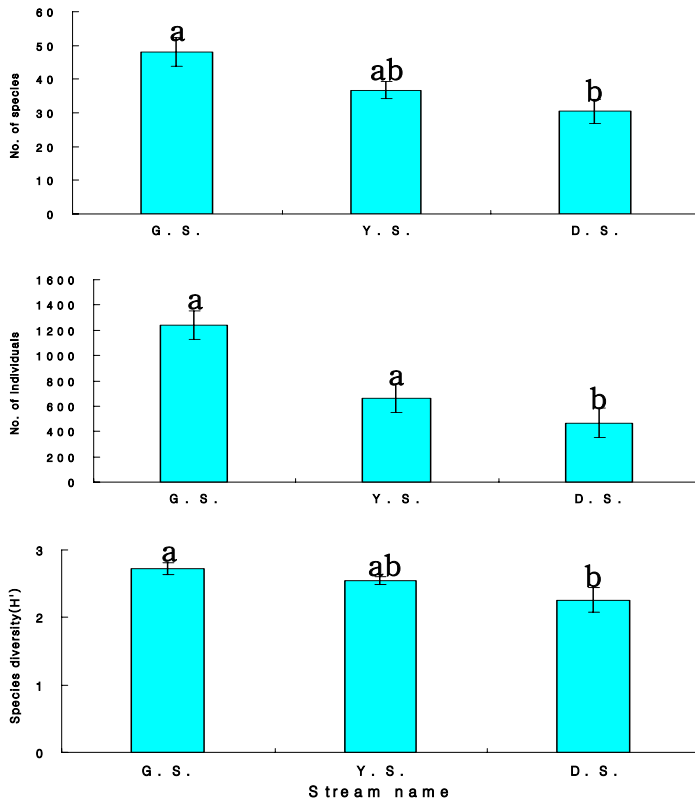


Figure 6. Comparison of Shannon diversity index and number of species and individuals(mean±SE) among each stream. Different alphabets indicate significant difference between stream based on the Tukey's multiple comparison test ($p < 0.05$). G. S(Gap Stream), Y. S(Yudeung Stream), D. S.(Daejeon Stream)

(2) 유사도 지수에 의한 하천 구간별 유사성 분석

각 하천별 출현한 종을 대상으로 유사도 지수(CCs)를 구하여 비가중산술평균(UPGMA)으로 군집분석(Clustering analysis)을 실시하여 각 하천 구간별 종 구성에 있어 유사성을 갖는 구간을 파악하였다. 갑천은 총 12개의 구간이 G1~G3(가수원교 상류~만년교)의 상류그룹, G4~G8(만년교~하수처리장)의 중류그룹, G9~G12(하수처리장~고속철도교각)의 하류그룹으로 구분되었다(Figure 7). 유등천은 총 10개의 구간이 Y1~Y4(뿌리공원~유등교)는 상류그룹, Y5~6(유등교~수침교)은 중류그룹, Y7~Y10(수침교~갑천)은 하류그룹으로 구분되었다(Figure 8). 대전천은 총 9개의 구간이 D1~D3의 상류그룹, D4~D7의 중류그룹, D8, 9의 하류그룹으로 구분되었다(Figure 9).

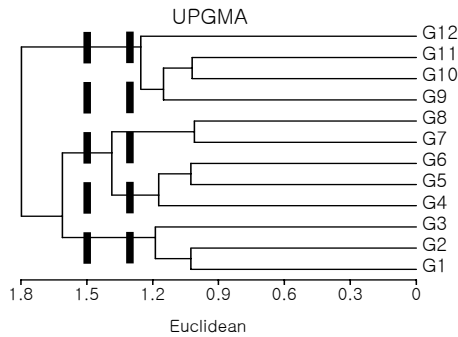


Figure 7. Dendrogram for cluster analysis among 12 sites on the Gap Stream.

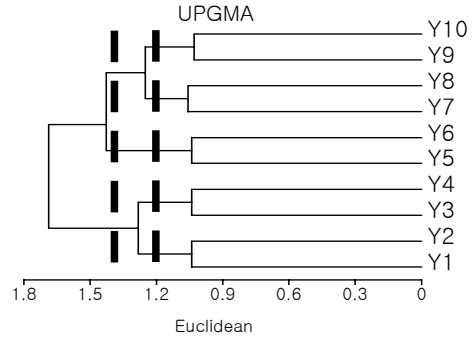


Figure 8. Dendrogram for cluster analysis among 10 sites on the Yudeung Stream.

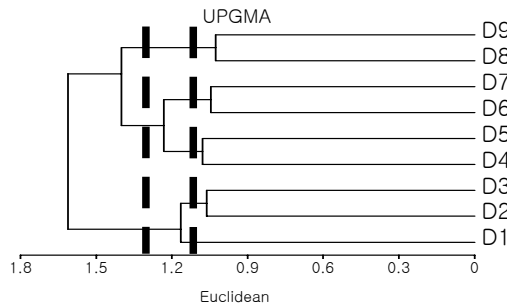


Figure 9. Dendrogram for cluster analysis among 9 sites on the Daejeon Stream.

(3) 우점조류에 의한 하천 구간별 유사성 분석

각 하천의 구간별 서식하는 우점조류를 분석하여 그 구간의 환경을 선호하는 조류를 파악하였다. 각 구간별 우점도를 구하여 상위 10위의 우점조류를 분석한 후 이를 이용하여 각 구간의 서식환경을 선호하는 조류를 분석하였다.

갑천은 상류에 해당하는 G1~G3구간은 관목성 산림조류와 교목성 산림조류가 우점하였으며, 중류에 해당하는 G4~G8구간으로 갈수록 수면성 오리류가 증가하였다. 하류에 해당하는 G9~G12구간은 대부분 수면성 오리류와 잠수성 오리류, 그리고 일부 관목성 산림조류의 서식이 많았다(Figure 10). 유등천은 상류에 해당하는 Y1~Y4 구간은 관목성 산림조류와 교목성 산림조류가 우점하였으며, Y4구간은 도요·물떼새류가 특히 많았다. 중류에 해당하는 Y5~Y6구간으로 갈수록 산림성 조류는 감소하고 전반적으로 고르게 분포하였다. 하류에 해당하는 Y7~Y10구간은 대부분 수면성 오리류와 해오라기류, 그리고 일부 관목성 산림조류의 서식이 많았다(Figure 11). 대전천은 상류에 해당하는 D1~D3구간은 산림과 접하고 있으며, 하천 폭이 좁으므로 관목성 산림조류와 교목성 산림조류가 우점하였다. 중류에 해당하는 D4~D7구간으로 갈수록 산림성 조류는 감소하고 도요·물떼새류와 해오라기류가 증가하였다. 하류에 해당하는 D8~D9구간은 하천의 합류점으로 수면성 오리류와 관목성 산림조류, 해오라기류의 서식이 많았다(Figure 12).

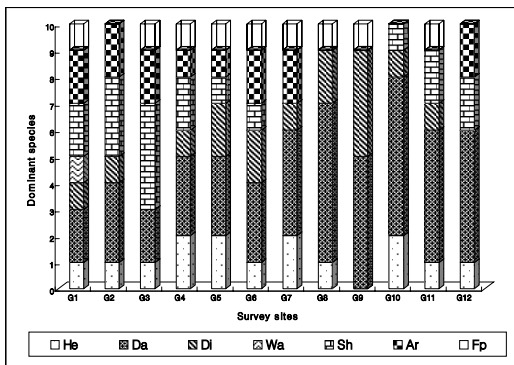


Figure 10. Distribution of dominant species for each survey sites at Gap Stream.

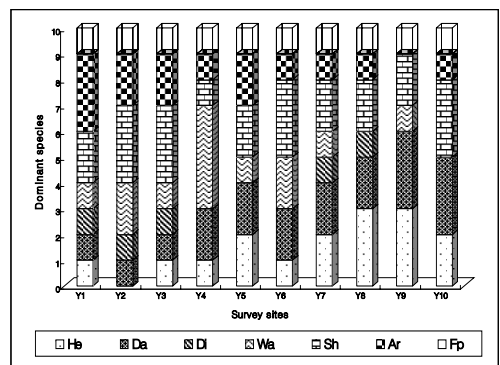


Figure 11. Distribution of dominant species for each survey sites at Yudeung Stream.

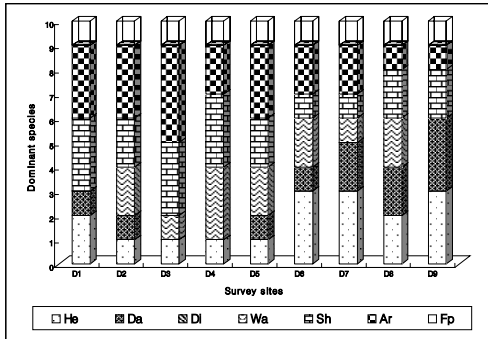


Figure 12. Distribution of dominant species for each survey sites at Daejeon Stream.

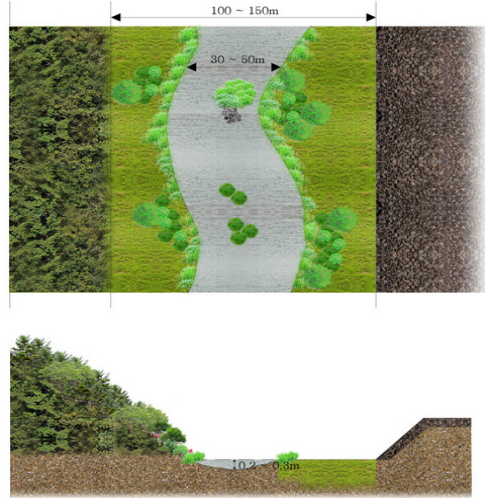


Figure 13. Habitat model of upstream.

(4) 하천 구간별 특성

대전의 3개 하천에 서식하는 조류의 종수에 의한 유사도 지수(CCS)에 의한 군집분석과 각 구간별 서식하는 상위 우점종에 의해 각 하천은 크게 3개의 그룹으로 구분되었다. 상류는 수변부가 자연제방이거나 산림 또는 자연형 하천의 형태를 간직하고 있는 유사점이 있었으며, 중류는 도심이면서 하천 폭이 비교적 좁고 자연제방이 아닌 유사점이 있었다. 하류의 경우는 하천 폭이 넓고 수변부 식생이 많으며 오리류가 많이 서식하는 유사점이 있었다. 이러한 하천의 특성을 대상으로 하천의 상류, 중류, 하류의 구간별 평면도 및 단면도를 나타냈다(Figure 13~15).

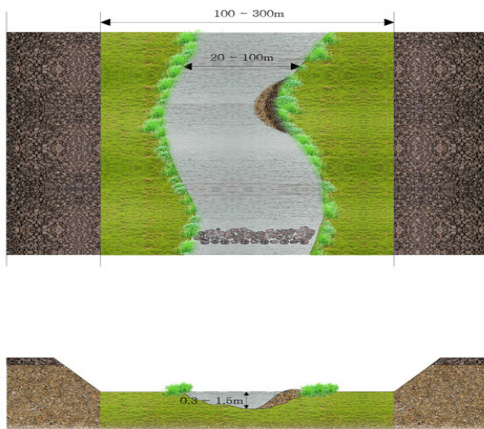


Figure 14. Habitat model of midstream.

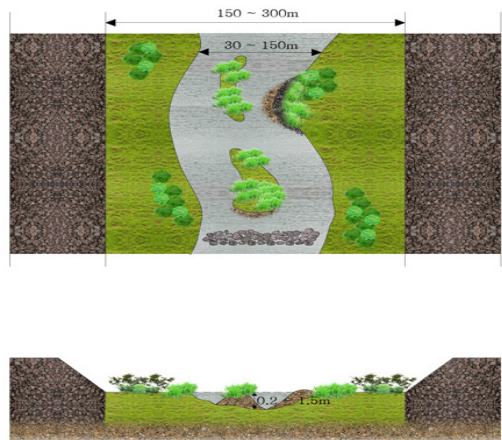


Figure 15. Habitat model of downstream.

IV. 결 론

2003년부터 2006년까지 대전광역시 도시하천인 갑천, 유등천, 대전천의 조류상을 조사하고, 이를 통하여 각 하천의 유사성을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 대전의 3대 하천인 갑천, 유등천, 대전천에 대하여 2002년 4월부터 2004년 3월까지와 2006년 1월부터 12월까지 3년간 조사한 결과 관찰된 조류는 총 13목 34과 126종 12,027개체(최대합계수)였다.
2. 우점종은 흰뺨검둥오리 *Anas poecilorhyncha*, 쇠오리 *Anas crecca*, 집비둘기 *Columba livia*, 참새 *Passer montanus*, 쇠백로 *Egretta garzetta*의 순서였다.
3. 각 하천별 조류분포를 보면 갑천은 총 13목 34과 114종 14,885개체(최대합계수), 유등천은 총 12목 30과 90종 6,642개체(최대합계수), 대전천은 총 11목 28과 69종 4,202개체(최대합계수)가 관찰되었다.
4. 각 하천별로 조사된 종수, 개체수, 종다양도 지수, 종풍부도 지수, 단위면적당 밀도 등의 값에 대하여 하천별 유사성 분석결과 대전의 3대 하천은 갑천과 유등천, 유등천과 대전천은 서로 유사한 특성을 가지는 집단이며, 갑천과 대전천은 서로 다른 특성을 갖는 집단으로 분류 되었다.
5. 각 하천별 출현한 종을 대상으로 유사도 지수(CCs)를 구하여 비가중산술평균(UPGMA)으로 군집분석(Clustering analysis)을 실시한 결과 각 하천은 상류, 중류, 하류의 3개 그룹으로 구분되었다.
6. 각 하천 구간별 상위 10위의 우점조류를 분석한 후 이를 이용하여 각 구간의 서식환경을 선호하는 조류를 분석하였다. 분석결과 각 하천의 상류는 관목성 산림조류와 교목성 산림조류가 우점하였으며, 중류는 수면성 오리류, 하류는 수면성 오리류와 잠수성 오리류, 그리고 일부 관목성 산림조류의 서식이 많았다.
7. 대전의 3대 하천은 크게 상류, 중류, 하류로 서식환경에 차이가 있었으며, 각 구간별로 서로 다른 서식지의 특성을 나타냈다.

V. 참고문헌

- 김두일. 2004. 도시하천에 대한 인간간섭 특성-대전시 갑천 유역을 중심으로-. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문. 123쪽.
- 김정수, 구태희. 2003. 도시하천의 생태공원화가 조류군집에 미치는 영향. 한국생

- 태학회지 26(3) : 97-102.
- 대전광역시. 2004. 대전광역시 자연환경조사 보고서. 대전광역시.
- 손명원. 1998. 도시하천의 생태학적 역할과 개선방안. 한국지역지리학회지 4(1) : 15-25.
- 이광우. 2001. 하천호안의 생태적 복원을 위한 식물선정모델 개발-한강 수계를 중심으로-. 고려대학교 대학원 박사학위논문. 126쪽.
- 이정하. 1998. 대전 3대 하천의 자연하안과 인공하안 지역의 식물상과 식물군락의 비교연구. 충남대학교 교육대학원 석사학위논문. 51쪽.
- 이준우, 이도한, 백인환. 2002. 갑천의 조류상. 충남대학교 농업과학연구소 29(2) : 10-19.
- 이준우, 이도한, 백인환. 2003. 갑천의 서식지 환경에 따른 야생조류 분포에 관한 연구. 충남대학교 농업과학연구소 30(1) : 41-58.
- 환경부. 2002. 하천복원 가이드라인(시안). 환경부. 246쪽.