

# I. 지형 · 지질 · 퇴적물

윤순옥 · 김효선

(경희대학교)

## 요 약

본 연구는 우리나라에서 최대 규모인 한강하구에 발달한 습지를 대상으로 지형 및 지질 환경을 조사하고 퇴적물을 분석한 결과이다. 한강하구 습지는 하구 양안을 따라 비교적 연속적으로 발달하고 있어 조차지역인 한강 하구부의 지형발달을 파악할 수 있다. 이러한 한강하구 습지의 지형특성을 분석하기 위해서 습지 내 토양의 입도분석과 화학성분분석을 수행하였다.

입도분석 결과 한강하구의 퇴적물은 대부분 점토에 비해 실트와 모래의 함량이 높은 극조립질 실트 및 조립질 실트로 구성되어 있으며, 분급이 평균 약 1.38phi로 (1.277~1.574phi)로 약간 불량한 것으로 나타났다. 이는 전체적으로 한강하구가 하천의 작용과 함께 조류의 작용을 동시에 받는 하구역의 특성을 반영하는 것으로 판단된다. 한강하구 중 상류부에 위치한 장항습지가 다른 습지들에 비해 퇴적물의 평균입경과 중앙값이 가장 조립이었으며, 한강 하류부로 갈수록 세립질 경향이 보인다.

치환성양이온 중에서 나트륨이온은 한강하류에 위치한 성동습지와 시암리습지에서 매우 높은 값을 보이는데 이는 조수의 유출입에 의한 해수의 영향을 크게 받아 나트륨이온이 지속적으로 공급된 결과라고 판단된다.

한강하구의 지형·지질·퇴적물특성을 통해서 한강하구의 지형발달을 파악하고 추후 한강하구 습지보호지역의 지속적인 관리와 효율적인 대책 마련에 대한 기초자료가 될 것으로 기대된다.

## 1. 서론

하구 (estuaries)는 바다로 흘러가는 하천이 그 최후 목적지가 되는 해수면에 도달하는 지역으로, 지형적으로 담수와 염수의 혼합이 가능한 제한적인 환경에서 하천이 해양으로 흘러 들어가는 곳에서 형성된다. 하구는 지형, 횡단형태, 기원에 따라 바-기원 하구 (bar-built estuary), 지구조적 하구 (tectonic estuary), 해안평야 하구 (coastal plain

estuary), 피요르드 (fjord)로 나뉜다 (윤순옥 외, 2016). 따라서 하구 습지는 하천의 담수와 해안의 해수의 영향을 받는 기수역에서 비교적 하천의 유속이 느린 하천 양안에 퇴적되어 형성된 지형이다. 특히 하천습지는 하천과 바다의 영향을 받고 있기 때문에 다양한 동식물의 서식처를 제공하고 있어 생물종다양성이 매우 높은 편이다.

한강하구는 우리나라 주요 하천들과는 달리 하구둑이나 방조제가 건설되어 있지 않은 서해바다와 직접적으로 연결되는 자연형 하구의 형태를 유지하고 있다. 따라서 한강은 높은 조차의 영향을 받아 해소현상이 발생하며, 이와 함께 하류로 운반해오는 한강의 담수와 서해에서 운반되는 염수의 교환이 활발하게 발생하고 있어 생태학적으로 종다양성이 풍부한 지역에 해당한다. 특히 한강하구는 철새들의 도래지로 알려져 있어 생태학적으로 매우 중요한 가치가 있다. 또한 한강하구는 북한과의 접경지대라고 하는 지역 특수성으로 인해 일반인들의 출입이 제한되면서 비교적 자연적인 상태의 하구습지가 유지되고 있다. 그러나 경제개발과 함께 자유로 건설, 한강준설작업 등 여러 종류의 개발압력들로 인해 한강의 퇴적물 운반량 감소 및 유속변화로 한강 하구습지의 규모는 크게 변화하였다.

1910년대부터 1970년대까지 한강하구는 완만하게 감소하였으나 이후 한강종합개발사업을 비롯하여 모래채취 및 간척·매립사업, 수도권 주변의 택지개발로 그 규모가 크게 감소하였다 (노백호, 2007). 또한 1987년에 건설된 신곡수중보의 영향으로 본래의 모습이 변형되었고 (신지혜, 2007), 2008년에 개통된 일산대교와 같은 하상에 설치한 구조물에 의해 하구습지의 퇴적환경 변화가 초래되어 습지지형경관이 크게 변화하고 있다.

한강하구는 2006년에 습지보호지역으로 지정된 이래 2011년도에 정밀조사가 추진된 바 있고, 한강유역환경청 주관으로 한강하구 습지보호지역 모니터링이 지속적으로 추진 중에 있다. 그러나 식생, 식물상, 저서성대형무척추동물, 어류, 양서파충류, 조류, 포유류 분야와 같이 한강하구 습지보호지역에서 확인되는 동식물의 생태학적 조사를 중심으로 모니터링이 실시되어, 한강하구의 지형적인 특성과 습지지역의 퇴적물조사는 거의 시행되지 않았다. 따라서 본 조사결과는 한강하구 보호지역의 관리 및 보전을 위한 기초자료가 될 것으로 기대된다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 조사지역

한강하구 습지보호지역은 한강의 하류부에 해당하며 김포대교 남단~강화군 송해면 송뢰리 사이 하천제방과 철책선 안쪽 (수면부 포함)지역이다. 2006년 4월 17일에 지정된

한강하구 습지보호지역은 60.668 km<sup>2</sup>이며, 습지보전법 제8조 제1항 및 제5항에 근거하여 한강유역환경청이 관리하고 있다.

한강하구는 조차의 영향을 받아 해소현상이 발생하며, 하류쪽으로 흐르는 한강의 담수와 서해로부터 운반되는 염수가 교차되는 염하구의 특성을 갖고 있다. 이러한 지형특성으로 한강하구는 간석지가 넓게 발달하고 있으며, 간석지에 서식하고 있는 동식물들에게 좋은 서식처를 제공하고 있어 잠재적인 생태가치가 매우 높은 편이다. 한강하구 습지는 한강하구의 양안을 따라 비교적 연속적으로 발달하고 있다.

연구지역의 지질은 선캠브리아기 경기편마암 복합체가 매우 넓게 분포하고 있으며, 한강을 따라 충적층과 간석지가 넓게 발달하였다. 고양시 및 파주 일대는 호상편마암이, 개화산 일대에는 쥐라기 화강암류가 분포하고 있다 (신영규, 윤광성, 2005).

한강하구 습지보호지역 가운데 조사지역은 북쪽에서부터 성동습지, 시암리습지, 공릉천하구습지, 산남습지, 장항습지 총 5곳이다 (그림 1). 한강하구 습지보호지역의 5개 습지에서 식생 분포경관에 따라 퇴적물 분석을 실시하였다.



<그림 1> 한강하구 습지보호지역

## 나. 조사기간

조사는 조사계획을 수립한 후 일정에 따라 2016년 3월부터 10월까지 진행하였다. 습지지역에 대한 실내조사를 실시한 후 현지조사 및 시료를 채취하였고, 채취한 시료의 토양입도분석과 화학적 특성분석을 실시하였다.

조사일정은 다음과 같다.

2016. 3. 31 - 4. 4 / 2016. 5. 12 - 16 / 2016. 7. 15 / 2016. 8. 8 / 2016. 8. 24 - 26

조사는 환경부 전국내륙습지 조사지침 (2011)에 의거하여 조사를 수행하였다.

## 다. 조사방법

조사는 크게 문헌 및 실내조사, 현지조사, 시료분석으로 진행하였다.

### 1) 문헌 및 실내조사

한강하구 습지의 지형, 지질, 퇴적물 분포에 대해 현재까지 보고된 정보를 파악하기 위하여 기존에 발행된 보고서와 논문, 1:25,000 수치지형도 5개 도엽 (공항, 계산, 김포 일산 갈현) 등을 참고하였다.

### 2) 현지조사

한강하구 주요 5개 습지지역 (성동습지, 시암리습지, 공룡천하구 습지, 산남습지, 장항습지)을 대상으로 습지의 전체적인 지형발달 양상과 한강하구 습지의 분포 현황을 파악하였다. 또한 습지 내 주요 식생과 토양의 물리·화학적 특성의 관련성을 파악하기 위해 분석지점을 선정하였고, 지표면으로부터 5~10cm의 표토층을 제거한 후 채취하였다 (그림 2).



<그림 2> 한강하구 습지보호구역 시료 채취.



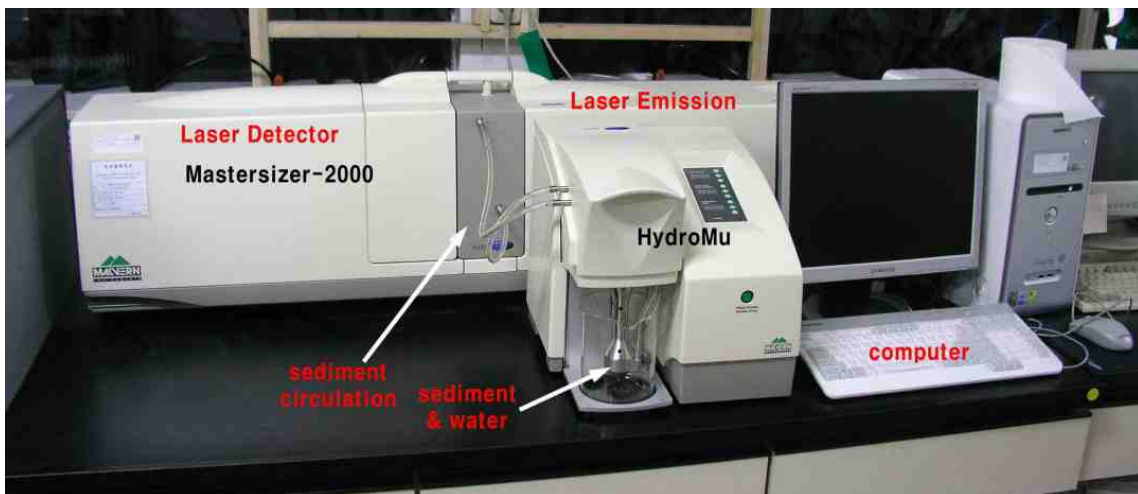
### 3) 시료분석

채취한 각 시료를 대상으로 입도분석, 치환성양이온( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ) 분석, 유기물함량분석을 실시하였다.

퇴적물의 입도분석(grain size analysis)은 경희대학교 지형학실험실에서 다음과 같은 전처리 과정을 거쳤다.

- ① 건조된 시료에 30%의 과산화수소 ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )를 넣고 24시간 방치하여 퇴적물에 포함되어 있는 유기물을 제거하였다.
- ② 퇴적물을 확산시키기 위해 0.4 %의 나트륨 헥사메타인산염 (Sodium Hexametaphosphate,  $\text{NaPO}_3$ )을 약 50 ml 첨가하였다.
- ③ 전처리한 시료를 레이저 입도분석기로 입도분석을 실시하였다.

이상과 같이 전처리한 입도분석용 시료는 Malvern Instrument社의 Laser Particle Size Analyzer Mastersizer-2000 입도분석기에서 퇴적물의 입도를 측정하였다 (그림 3).



<그림 3> 레이저 입도분석기 Mastersizer-2000와 HydroMu의 모습.

측정한 입도분석 결과는 Gradistat version 8.0 (Blott and Pye, 2001)을 이용하여 Folk and Ward (1957)의 방식에 따라 평균입경 (Mean), 분급 (Sorting), 왜도 (Skewness), 첨도 (Kurtosis)와 중앙값 (Median)을 산출하였다. 그리고 입도별 비율을 확인하기 위해 퇴적물은 모래 (Sand, 2 mm ~ 63  $\mu\text{m}$ ), 실트 (Silt, 63  $\mu\text{m}$  ~ 4  $\mu\text{m}$ ), 점토 (Clay, 2  $\mu\text{m}$  이하)로 구분하여 각각의 비율을 산출하였으며, 입도분석 결과를 각각의 표에 정리하였다. 또한 입도별 비율을 기초로 각 퇴적물을 미국 Soil Survey Division Staff (1993)의 토성 삼각도 (Soil textural triangular diagram)에 투영하여 각각의 퇴적물 조성을 살펴보았다.

또한 한강하구 5개 습지의 전반적인 토양의 입도현황을 파악하기 위해

토양입도분포도를 작성하였다. 토양입도분포도는 토양입자의 직경을 기준으로 토양입자의 크기를 구분한 국제토양학회법의 토양 입경구분을 기준을 적용하였다. 국제토양학회법의 토양 입도 기준은 자갈 2 mm 이상, 굵은 모래 2 ~ 0.2 mm, 가는 모래 0.2 ~ 0.02 mm, 실트 (미사) 0.02 ~ 0.002 mm, 점토 0.002 mm 이하로 규정하고 있다 (농촌진흥청의 토양환경정보시스템). 습지의 시료채취지점을 기준으로 반경 10 m의 원을 설정하여 국제토양학회법의 기준에 따라 입도결과를 표시하였다.

유기물함량은 작열감량법 (Loss of Ignition)을 이용하였다. 채취한 시료를 55℃에서 건조시킨 후, 건조된 시료를 디지털 전기로에서 5시간 동안 (550 ℃) 태워 무게 변화를 측정하는 방법을 이용하였다.

토양의 화학적 특성을 파악하기 위해 농업기술실용화재단에 분석을 의뢰하여 퇴적물 화학성분을 분석하였다. pH (1:5), 전기전도도 (EC, dS/m), 치환성 칼슘 (Ex.Ca, cmolc/kg), 치환성 마그네슘 (Ex.Mg, cmolc/kg), 치환성 칼륨 (Ex.K, cmolc/kg), 치환성 나트륨 (Ex.Na, cmolc/kg)을 대상으로 총 6개 항목의 토양 화학성분을 측정하였다. 토양의 pH는 토양에서 가장 기본적인 성질로 식물 양분의 가급도 (可給度), 토양미생물의 생육, 토양의 물리적인 특성, 각종 양분의 흡착 등에 영향을 주는 요소로 토양의 화학성분을 분석할 때 대표적으로 실시한다. 전기전도도는 토양염류농도를 추정하는데 이용되며, 농경지에서 토양염류농도가 너무 높으면, 작물 성장이 불리해진다 (太田, 2003).

### 3. 결과

한강하구 습지의 퇴적물 분석 결과는 북쪽에서부터 성동습지, 시암리습지, 공릉천하구습지, 산남습지, 장항습지의 순으로 살펴보았다. 2015년 10월 국립습지센터 주관으로 5개 습지에서 공동조사를 실시하였고, 5개 습지에서 각각 2 ~ 3개의 시료를 채취하였다. 2016년도 한강하구 습지의 시료 채취는 접경지역 및 군사보호시설 관계로 성동습지와 시암리습지 일대는 퇴적물 조사를 실시하지 않았다. 따라서 성동습지와 시암리습지를 제외하고 공릉천하구습지, 산남습지, 장항습지에서 퇴적물을 채취하였다. 또한 장항습지를 제외한 다른 4개 습지들은 군사적 목적으로 인한 출입제한 지역들인 관계로 조사가 가능한 지점들에서만 분석시료를 채취하여 토양분석을 실시하였다.

#### 가. 성동습지

##### 1) 퇴적물의 물리적 특성

성동습지는 한강하구의 5개 습지 가운데 가장 북쪽에 위치하고 있으며 행정구역상 경기도 파주시 탄현면 대동리, 만우리 일대에 위치하고 있다 (그림 4).

그림 5는 성동습지의 시료채취지점이고, 성동습지의 퇴적물을 대상으로 입도분석 결과를 나타낸 것이 표 1이다. 성동습지의 시료 채취지점은 2개 지점(SD 1 ~ 2)으로 성동습지의 남부에 위치하여 두 지점이 인접해 있다.



<그림 4> 한강하구 성동습지 전경



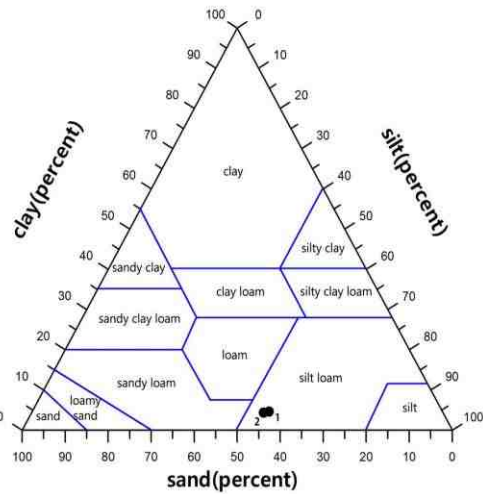
<그림 5> 성동습지의 시료채취 지점

<표 1> 한강하구 성동습지의 입도분석 결과

시료	평균입경 (phi)	분급 (phi)	왜도	첨도	중앙값 (phi)	%		
						sand	silt	clay
SD 1	4.892	1.374	0.318	1.373	4.724	40.251	55.095	4.653
SD 2	4.791	1.249	0.331	1.473	4.666	41.712	53.917	4.373
평균	4.841	1.311	0.324	1.423	4.695	40.982	54.506	4.513

평균입경은 두 지점 평균 4.84 phi이며, 주로 조립질 실트로 구성된 것으로 나타났다. 전체적으로 한강의 하천작용과 더불어 조류의 작용이 강하여 조립질 실트가 우세하게 나타난다. 중앙값은 평균 4.70 phi를 보인다. 분급은 1.31 phi로 전체적으로 불량한 분급 (poorly sorted)에 해당한다. 왜도는 평균 0.32 phi의 값을 보이며, 이는 Folk and Ward (1957)의 구분에 의하면 very fine skewed에 해당한다. 한편 첨도는 평균 1.42 phi의 값을 보이며 Folk and Ward (1957)의 구분에 의하면 Leptokurtic를 나타낸다.

성동습지의 2개 지점의 입도별 비율을 기초로 미국 Soil survey Division staff(1993)의 토성삼각형에 투영한 하여 퇴적물 조성을 살펴보았다 (그림 6). 성동습지의 퇴적물은 silt loam의 토성을 보이며, 실트와 모래의 함량이 2개 지점에서 모두 95 % 이상을 차지하고 있는 것으로 나타났다.



<그림 6> 한강하구 성동습지의 토성삼각도.



<그림 7> 한강하구 성동습지의 토양입도분포도

성동습지 2개 지점의 입도분석 결과를 기초로 작성한 토양입도분포도를 살펴보면 (그림 7), 국제토양학회법의 기준에 따르면 성동습지의 입도는 두 지점 모두 가는 모래로 확인되었다.

## 2) 퇴적물의 화학적 특성

성동습지 2개 지점의 화학적 특성을 살펴보기 위한 유기물함량 및 치환성양이온의 분석결과는 다음의 표 2와 같다.

<표 2> 한강하구 성동습지의 유기물함량, pH, EC, 치환성양이온 분석결과

시료	유기물 함량(%)	pH	EC (dS/m)	Ex.Ca (cmolc/kg)	Ex.Mg (cmolc/kg)	Ex.K (cmolc/kg)	Ex.Na (cmolc/kg)
SD 1	5.56	7.0	8.54	2.4	5.3	0.86	8.78
SD 2	4.74	7.5	11.04	2.6	5.5	1.18	11.40
평균	5.15	7.2	9.8	2.5	5.4	1.0	10.1

성동습지 2개 지점에서 유기물 함량 분석에서는 SD 1에서 5.56 %, SD 2에서 4.74 %로 나타난다. 유기물함량은 성동습지에서 비교적 낮게 나타나며, 지점마다 유기물 함량 편차는 적은 편이다.

성동습지의 1지점과 2지점은 화학성분 분석에서 두 지점간 큰 차이는 보이지 않지만, 나트륨의 함량이 다른 치환성양이온의 함량에 비해 높았다. 한강하구 내 다른 습지들과 비교할 때 성동습지는 시암리습지와 함께 가장 북쪽에 위치하고 있어서 서해의 해수와 조석의 영향을 더 많이 받게 되므로 나트륨이온이 지속적으로 공급되기 때문에 이러한 경향을 보인다고 판단된다. 이창희 외(2003)의 연구에 따르면, 서해의 해수는 한강을 따라

역류하여 한강종합개발사업 이전에는 노량진 부근까지 도달했으나 한강종합개발 이후 신곡수중보가 건설되면서 신곡수중보까지가 해수가 도달한다. 따라서 다른 한강하구에 비해 성동습지가 상대적으로 해수와 조석의 영향을 많이 받기 때문에 성동습지 퇴적물에서 치환성 나트륨 함량이 높게 나타나는 것으로 생각된다.

## 나. 시암리습지

### 1) 퇴적물의 물리적 특성

시암리습지는 한강하구의 5개 습지 가운데 한강의 좌안에 위치하고 있으며 행정구역상 경기도 김포시 하성면 시암리 일대에 위치하고 있다 (그림 8).

그림 9는 시암리습지의 시료채취지점이고, 시암리습지의 퇴적물을 대상으로 입도분석 결과를 나타낸 것이 표 3이다. 시암리습지의 시료채취는 총 3개 지점 (SA 1 ~ 3)에서 실시했으며 시암리습지의 북부에 채취지점이 위치한다.



<그림 8> 한강하구 시암리습지 전경



<그림 9> 시암리습지의 시료채취 지점

<표 3> 한강하구 시암리습지의 입도분석 결과

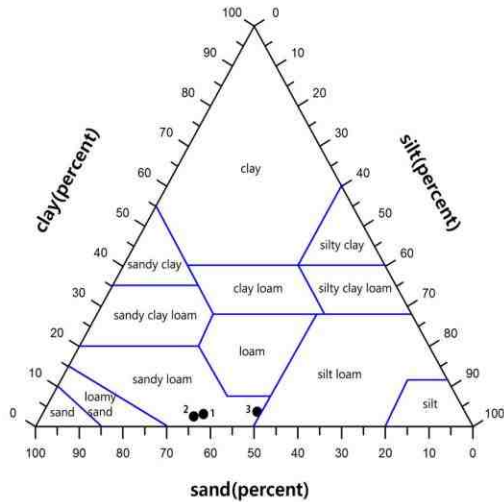
시료	평균입경 (phi)	분급 (phi)	왜도	첨도	중앙값 (phi)	%		
						sand	silt	clay
SA 1	4.301	1.351	0.236	1.502	4.181	60.073	36.812	3.115
SA 2	4.066	1.708	-0.061	1.815	4.090	62.562	34.876	2.561
SA 3	4.665	1.269	0.301	1.394	4.533	47.443	48.818	3.739
평균	4.344	1.443	0.159	1.570	4.268	56.693	40.169	3.138

평균입경은 4.066 ~ 4.665 phi이며, 전체적으로 하천의 작용과 함께 조류의 영향을 강하게 받아 극조립질 실트가 우세한 것이 특징이다. 중앙값은 평균 4.268 phi를 보인다.



분급은 평균 1.4435 phi로 전체적으로 불량한 분급 (poorly sorted)에 해당한다. 왜도는 - 0.061 ~ 0.301 phi로, 이는 Folk and Ward(1957)의 구분에 의하면 very fine skewed에서 fine skewed에 해당한다. 한편 침도는 평균 1.570 phi의 값을 보이며 Folk and Ward (1957)의 구분에 의하면 leptokurtic에서 very leptokurtic를 나타낸다.

시암리습지 3개 지점의 입도별 비율을 기초로 미국 Soil survey Division staff (1993)의 토성삼각형에 투영한 하여 퇴적물 조성을 파악하였다 (그림 10). 시암리습지의 퇴적물은 silt loam의 토성을 보이며, 실트와 모래의 함량이 모두 96 % 이상을 차지하고 있는 것으로 나타났다.



<그림 10> 한강하구 시암리습지의 토성삼각도



<그림 11> 한강하구 시암리습지의 토양입도분포도

그림 11은 시암리습지의 입도분석 결과를 기초로 작성한 토양입도분포도이다. 양학회법의 기준에 따르면 시암리습지의 입도는 모두 가는 모래로 나타났다.

## 2) 퇴적물의 화학성분 분석

시암리습지 3개 지점의 화학적 특성을 살펴보기 위한 유기물함량 및 치환성양이온의 분석결과는 다음의 표 4와 같다.

시암리습지 3개 지점의 유기물 함량은 평균 3.77 %로 비교적 높은 함량을 보인다. pH는 5.7 ~ 6.9였으며, EC는 전체적으로 18.39 dS/m의 값으로 높게 나타났다. 치환성 양이온 중에서는 나트륨이 다른 양이온들에 비해 매우 높은 것을 볼 수 있다. 따라서 시암리습지도 성동습지와 유사하게 조수에 의한 영향을 크게 받는 지역으로 생각된다.



<표 4> 한강하구 시암리습지의 유기물함량, pH, EC, 치환성양이온 분석결과

시료	유기물 함량(%)	pH	EC (dS/m)	Ex.Ca (cmolc/kg)	Ex.Mg (cmolc/kg)	Ex.K (cmolc/kg)	Ex.Na (cmolc/kg)
SA 1	3.95	6.8	22.21	1.4	4.6	1.08	18.64
SA 2	3.53	5.7	10.21	2.9	1.9	0.47	7.12
SA 3	3.81	6.9	22.76	1.6	3.5	1.16	19.74
평균	3.77	6.5	18.39	2.0	3.3	0.9	15.17

## 다. 공릉천하구습지

### 1) 퇴적물의 물리적 특성

공릉천하구습지는 행정구역상 경기도 파주시 탄현면 성동리 일대의 공릉천하구에 위치하고 있다. 공릉천하구습지는 공릉천이 한강으로 유입하는 지점에서 한강하구 우안에 반달형으로 형성된 습지이다 (그림 12).



<그림 12> 한강하구 공릉천하구습지 전경



<그림 13> 공릉천하구습지의 시료채취 지점

그림 13은 공릉천하구습지의 시료채취지점이고, 채취지점은 환경부 한강유역환경청 (2015)의 습지보호지역 모니터링의 최종보고서에 기재된 현존식생도를 바탕으로 선정하였으며, 갈대군락 (Pc) 4곳, 모새달군락 (Pl) 3곳, 물억새군락 (Ms) 2곳에서 시료를 채취하였다. 공릉천하구습지의 시료 채취지점은 총 9개 지점 (GN 1 ~ 9)이며, 이들의 입도분석 결과를 나타낸 것이 표 5이다.

공릉천하구습지의 평균입경은 4.122 ~ 5.511 phi이며, 전체적으로 하천의 작용과 함께 조류의 영향을 받아 극조립질 실트 혹은 조립질 실트가 우세하게 나타난다. 중앙값은 평균 4.511 phi를 보인다. 분급은 평균 1.338 phi로 전체적으로 불량한 분급 (poorly sorted)에 해당한다. 왜도는 0.251 ~ 0.387 phi로, 이는 Folk and Ward (1957)의 구분에 의하면 very fine skewed에서 fine skewed에 해당한다. 한편 침도는 평균 1.428 phi의 값을

보이며 Folk and Ward (1957)의 구분에 의하면 leptokurtic에서 very leptokurtic를 나타낸다. 식생에 따른 입도분석 결과의 차이는 확인되지 않는다.

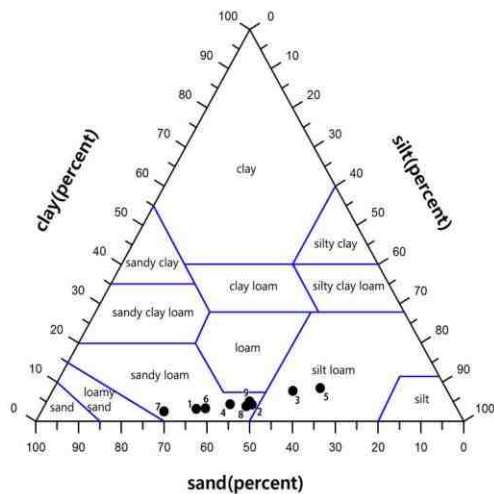
<표 5> 한강하구 공릉천하구습지의 입도분석 결과

시료	평균입경 (phi)	분급 (phi)	왜도	첨도	중양값 (phi)	%			현존 식생
						sand	silt	clay	
GN 1	4.288	1.117	0.269	1.552	4.221	60.9	35.863	3.237	PI
GN 2	4.640	1.309	0.286	1.522	4.536	47.34	48.313	4.348	Ms
GN 3	5.289	1.769	0.375	1.185	4.911	36.019	56.168	7.812	Pc
GN 4	4.526	1.270	0.320	1.588	4.413	52.392	43.209	4.398	PI
GN 5	5.511	1.749	0.363	1.121	5.149	29.306	62.177	8.517	Ms
GN 6	4.350	1.095	0.289	1.553	4.281	58.722	37.973	3.306	PI
GN 7	4.112	1.004	0.251	1.563	4.057	68.758	28.701	2.541	Pc
GN 8	4.590	1.209	0.296	1.516	4.496	48.928	47.23	3.842	Pc
GN 9	4.834	1.526	0.387	1.256	4.534	47.517	47.389	5.095	Pc
평균	4.682	1.338	0.315	1.428	4.511	49.987	45.225	4.79	-

- \* Pc : 갈대군락 (*Phragmites communis* Trin.)
- \* PI : 모새달군락 (*Phacelurus latifolius* (Steud.) Ohwi)
- \* Ms : 물억새군락 (*Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Hack.)

공릉천하구습지 9개 지점의 입도별 비율을 기초로 미국 Soil survey Division staff (1993)의 토성삼각형에 투영하여 퇴적물 조성을 살펴보았다 (그림 14). 공릉천하구습지의 퇴적물은 sandy loam ~ silt loam의 토성을 보이며, 실트와 모래의 함량이 모두 90 % 이상을 차지하고 있는 것으로 나타났다.

공릉천하구습지 내 9개 지점의 입도분석 결과를 국제토양학회법의 입도분류기준에 투영하여 토양입도 분포현황을 살펴보면 (그림 15), 공릉천하구습지의 입도는 모두 가는 모래로 확인되었다.



<그림 14> 한강하구 공릉천하구습지의 토성삼각도



<그림 15> 한강하구 공릉천하구습지의 토양입도분포도

2) 퇴적물의 화학성분 분석

공릉천하구습지 9개 지점의 화학적 특성을 살펴보기 위한 유기물함량 및 치환성양이온의 분석결과는 다음의 표 6과 같다.

<표 6> 한강하구 공릉천하구습지의 유기물함량, pH, EC, 치환성양이온 분석결과

시료	유기물 함량(%)	pH	EC (dS/m)	Ex.Ca (cmolc/kg)	Ex.Mg (cmolc/kg)	Ex.K (cmolc/kg)	Ex.Na (cmolc/kg)	현존 식생
GN 1	2.72	7.0	9.10	1.5	3.6	0.72	8.43	PI
GN 2	4.21	6.7	8.06	1.7	3.9	0.65	8.56	Ms
GN 3	4.84	7.0	4.66	2.6	4.1	0.76	6.69	Pc
GN 4	3.12	7.0	1.28	1.2	2.9	0.44	2.73	PI
GN 5	4.80	6.8	4.31	2.3	4.2	0.80	6.54	Ms
GN 6	2.66	6.7	1.30	1.1	2.7	0.39	2.16	PI
GN 7	2.42	7.1	0.29	1.2	2.8	0.37	1.59	Pc
GN 8	4.50	6.9	12.07	2.2	4.5	0.88	11.39	Pc
GN 9	5.13	6.8	7.64	2.8	-	0.94	8.67	Pc
평균	3.82	6.9	5.41	1.9	3.6	0.66	6.31	-

- \* Pc : 갈대군락 (*Phragmites communis* Trin.)
- \* PI : 모새달군락 (*Phacelurus latifolius* (Steud.) Ohwi)
- \* Ms : 물억새군락 (*Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Hack.)

공릉천하구습지 3개 지점의 유기물 함량은 평균 3.82 %로 비교적 높은 함량을 보인다. pH는 6.7 ~ 7.1이며, EC는 전체적으로 5.4 dS/m의 값으로 비교적 낮게 나타났다. 치환성 양이온 중에서는 나트륨이 다른 양이온들에 비해 다소 높게 나타지만 성동습지와 시암리습지에 비해서는 낮은 편이다. 따라서 공릉천하구습지도 조수의 영향을 받는 기수역 구간에 해당하기 때문에 이러한 경향이 확인된다고 판단된다.

식생군락별 화학조성 특성을 살펴보면 유기물함량의 경우 물억새군락, 갈대군락, 모새달군락의 순으로 높게 나타나며, 치환성양이온 함량은 물억새군락과 갈대군락은 매우 유사하나 물억새군락에 비해 갈대군락의 마그네슘이온과 칼슘이온이 비교적 낮게 나타난다. 또한 모새달군락은 다른 식생군락들에 비해 전기전도도, 칼슘, 나트륨의 함량이 낮게 나타나고 있다.

**라. 산남습지**

1) 퇴적물의 물리적 특성

산남습지는 행정구역상 경기도 과천시 문발동, 김포시 하성면 전류리, 고양시 일산서구 구산동 일대에 위치하고 있다 (그림 16).



<그림 16> 한강하구 산남습지 전경



<그림 17> 산남습지의 시료채취 지점

그림 17은 산남습지의 시료채취지점이고, 채취지점은 환경부 한강유역환경청 (2015)의 2014 한강하구 습지보호지역 모니터링의 최종보고서에 기재된 현존식생도를 바탕으로 선정하였다. 시료채취지점은 갈대군락 (Pc) 3곳, 모새달군락 (PI) 4곳, 산조풀군락 (Ce) 1곳이며, 총 8개 지점에서 시료를 채취하였다 (SN 1 ~ 8). 산남습지의 이들의 입도분석 결과를 나타낸 것이 표 7이다.

<표 7> 한강하구 산남습지의 입도분석 결과

시료	평균입경 (phi)	분급 (phi)	왜도	첨도	중양값 (phi)	%			현존 식생
						sand	silt	clay	
SN 1	4.171	1.446	0.017	1.748	4.200	60.473	36.673	2.855	PI
SN 2	4.409	2.398	0.051	1.094	4.458	50.272	43.324	6.403	Pc
SN 3	4.361	1.021	0.254	1.460	4.309	57.715	39.517	2.768	PI
SN 4	4.732	1.221	0.256	1.382	4.639	43.085	53.35	3.563	Ce
SN 5	4.203	0.794	0.129	1.105	4.163	65.397	32.627	1.978	Pc
SN 6	4.548	1.457	0.137	1.496	4.478	49.74	46.616	3.645	PI
SN 7	4.103	0.725	0.157	1.088	4.053	71.185	27.05	1.764	Pc
SN 8	4.593	1.151	0.328	1.646	4.518	47.893	47.891	4.216	PI
평균	4.390	1.277	0.166	1.377	4.352	55.72	40.881	3.399	-

\* Pc : 갈대군락 (*Phragmites communis* Trin.)

\* PI : 모새달군락 (*Phacelurus latifolius* (Steud.) Ohwi)

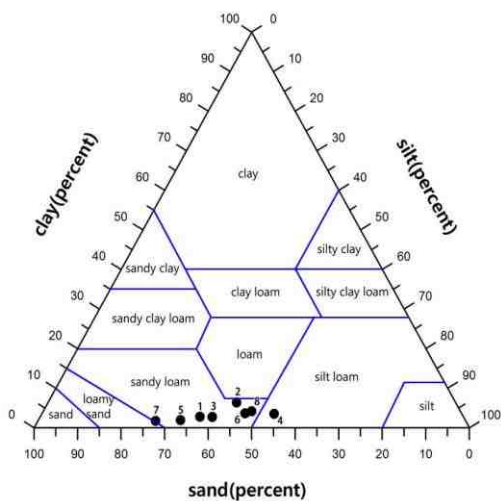
\* Ce : 산조풀군락 (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth)

평균입경은 4.103 ~ 4.732 phi이며, 전체적으로 하천의 작용과 함께 조류의 영향을 받아 극조립질 실트가 우세하게 나타난다. 중양값은 평균 4.352 phi를 보인다. 분급은 평균

1.277 phi로 전체적으로 적당한 분급 (moderately sorted) ~ 불량한 분급 (poorly sorted)에 해당한다. 왜도는 0.017 ~ 0.328 phi로, 이는 Folk and Ward (1957)의 구분에 의하면 very fine skewed에서 Symmetrical에 해당한다. 한편 첨도는 평균 1.377 phi의 값을 보이며 Folk and Ward (1957)의 구분에 의하면 mesokurtic에서 very leptokurtic을 나타낸다. 식생에 따른 입도분석 결과를 살펴보면, 군락별 분급과 왜도는 큰 차이는 없으나 평균입경은 산조풀군락에서 가장 조립질로 구성되어 있으며, 첨도는 갈대군락에서 매우 낮게 나타나며, 모새달군락에서는 높게 나타나 mesokurtic을 보인다.

산남습지 8개 지점의 입도별 비율을 기초로 미국 Soil survey Division staff (1993)의 토성삼각형에 투영한 하여 퇴적물 조성을 살펴보았다 (그림 18). 산남습지의 퇴적물은 sandy loam ~ silt loam의 토성을 보이며, 실트와 모래의 함량이 모두 96 % 이상을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 갈대와 모새달 군락은 모래의 함량이 실트나 점토에 비해 높은 편이지만, 산새풀군락의 경우에는 모래와 점토보다는 실트의 함량이 높게 나타난다.

산남습지 8개 지점의 입도분석 결과를 기초로 작성한 토양입도분포도를 살펴보면 (그림 19), 산남습지의 입도는 국제토양학회법의 기준에 따르면 모두 가는 모래로 확인되었다.



<그림 18> 한강하구 산남습지의 토성삼각도



<그림 19> 한강하구 산남습지의 토양입도분포도

2) 퇴적물의 화학성분 분석

산남습지 8개 지점의 화학적 특성을 살펴보기 위한 유기물함량 및 치환성양이온의 분석결과는 다음의 표 8과 같다.

&lt;표 8&gt; 한강하구 산남습지의 유기물함량, pH, EC, 치환성양이온 분석결과

시료	유기물 함량(%)	pH	EC (dS/m)	Ex.Ca (cmolc/kg)	Ex.Mg (cmolc/kg)	Ex.K (cmolc/kg)	Ex.Na (cmolc/kg)	현존 식생
SN 1	3.03	6.9	0.46	1.5	2.2	0.39	1.63	PI
SN 2	7.19	6.7	0.63	2.5	3.7	0.59	2.90	Pc
SN 3	3.19	6.8	0.59	1.0	2.8	0.68	1.90	PI
SN 4	4.32	5.6	2.96	0.9	2.6	0.39	4.26	Ce
SN 5	3.39	6.8	0.87	1.4	2.8	0.44	2.20	Pc
SN 6	3.07	6.7	1.36	1.2	2.4	0.46	2.98	PI
SN 7	2.56	6.8	6.17	1.1	3.2	0.54	5.90	Pc
SN 8	2.93	7.7	9.32	2.0	4.4	0.89	8.38	PI
평균	3.71	6.74	2.79	1.45	3.03	0.55	3.77	

\* Pc : 갈대군락 (*Phragmites communis* Trin.)

\* PI : 모새달군락 (*Phacelurus latifolius* (Steud.) Ohwi)

\* Ce : 산조풀군락 (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth)

산남습지 8개 지점의 유기물 함량은 2.56 ~ 7.19 %의 범위로 나타나며 평균 3.71 %로 비교적 높은 함량을 보인다. pH는 5.6 ~ 7.7이며, EC는 전체적으로 2.8 dS/m의 값으로 비교적 낮게 나타났다. 치환성 양이온 중에서는 나트륨이온의 함량이 높게 나타나며 성동습지와 시암리습지에 비해서는 낮은 편이다. 따라서 산남습지도 조수의 영향을 받는 기수역 구간에 해당하기 때문에 이러한 경향이 확인된다고 판단된다.

식생군락별 화학조성 특성을 살펴보면 유기물함량의 경우 갈대군락, 산조풀군락, 모새달군락의 순으로 높게 나타나며, pH가 산조풀군락에서 가장 낮게 나타난다. 갈대군락과 모새달군락의 치환성양이온 함량은 매우 유사한 경향을 보이며, 갈대군락은 모새달 군락에 비해 칼슘이온과 마그네슘이온이 높은 함량은 보인다. 산조풀군락은 pH, 칼슘이온, 마그네슘 이온의 함량이 다른 식생군락보다 비교적 낮고, 나트륨이온이 더 높게 나타난다.

## 라. 장항습지

### 1) 퇴적물의 물리적 특성

장항습지는 행정구역상 경기도 고양시 덕양구 신평동, 일산서구 법곶동, 일산동구 장항동 일대에 위치하고 있다. 장항습지는 한강하구 습지보호구역 중에서 다른 한강하구들에 비해 규모도 클 뿐만 아니라 버드나무 군락과 갈대군락 등의 수변식생이 잘 발달해 있다 (그림 20).





<그림 20> 한강하구 장항습지 전경



<그림 21> 장항습지의  
시료채취 지점

그림 21은 장항습지의 시료채취지점을 나타낸 것으로 채취지점은 환경부 한강유역환경청 (2015)의 습지보호지역 모니터링의 최종보고서에 기재된 현존식생도와 장항습지내에 조성된 생태탐방로 일대 (JH 4 ~ 11, 13)를 중심으로 선정하였다. 시료채취지점은 물억새군락 (Ms) 1곳, 버드나무군락 (Sk) 7곳, 갈대군락 (Pc) 5곳이며, 총 13개 지점에서 시료를 채취하였다 (JH 1 ~ 13). 장항습지의 입도분석 결과를 나타낸 것이 표 9이다.

장항습지 퇴적물의 평균입경은 2.430 ~ 4.910 phi이며, 전체적으로 하천의 작용과 함께 조류의 영향을 받아 세사 ~ 극세사 ~ 극조립질 실트가 우세하게 나타난다. 중앙값은 평균 4.080 phi를 보인다. 분급은 평균 1.574 phi로 전체적으로 불량한 분급 (poorly sorted) ~ 매우 불량한 분급 (very poorly sorted)에 해당한다. 왜도는 0.366 ~ - 0.093 phi로, 이는 Folk and Ward (1957)의 구분에 의하면 very fine skewed에서 Symmetrical에 해당한다. 한편 첨도는 평균 1.375 phi의 값을 보이며 Folk and Ward (1957)의 구분에 의하면 platykurtic에서 very leptokurtic을 나타낸다. 식생에 따른 입도 차이를 살펴보면, 군락별 왜도는 큰 차이는 없으나 평균입경은 물억새군락에서 가장 조립질인 very fine sand로 나타나고 물억새군락과 버드나무 군락에 비해 갈대군락이 비교적 분급이 양호하게 나타났다. 첨도와 중앙값은 물억새군락에서 비교적 낮게 나타나고 버드나무 군락과 갈대군락은 유사하게 나타난다.

장항습지 14개 지점의 입도별 비율을 기초로 미국 Soil survey Division staff (1993)의 토성삼각형에 투영한 하여 퇴적물 조성을 살펴보았다 (그림 22). 장항습지의 퇴적물은 loamy sand ~ sandy loam ~ silt loam의 토성을 보이며, 실트와 모래의 함량이 모두 96 ~ 98 % 이상을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 물억새군락은 실트와 점토에 비해 모래의 비중이 월등히 높아 약 74 %를 차지한다. 버드나무군락의 토성은 모래 - 실트 - 점토의

순으로 높으며 모래와 실트 - 점토의 함량은 거의 유사한 편이다. 갈대군락은 버드나무군락의 토성과 유사하며 버드나무군락에 비해 모래의 함량이 더 높다.

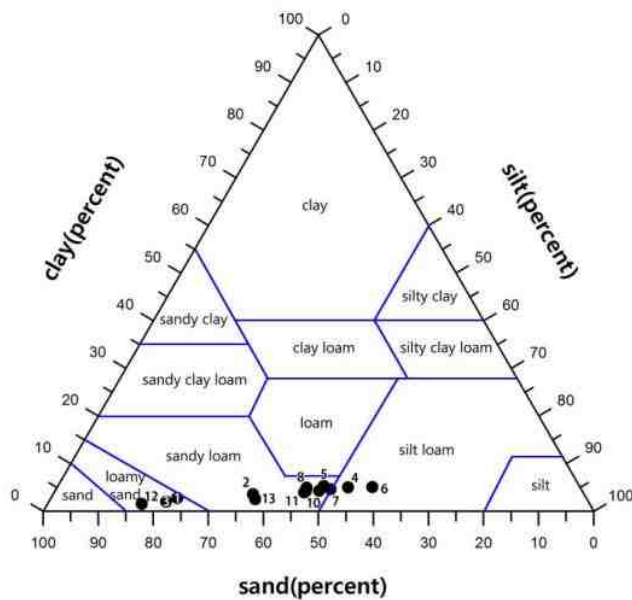
<표 9> 한강하구 장항습지의 입도분석 결과

시료	평균입경 (phi)	분급 (phi)	왜도	첨도	중앙값 (phi)	%			현존 식생
						sand	silt	clay	
JH 1	2.958	2.154	0.164	0.884	2.892	74.278	22.899	2.823	Ms
JH 2	3.923	1.942	-0.093	1.741	4.169	60.111	36.281	3.608	Sk
JH 3	2.917	1.993	0.046	0.834	3.017	76.713	21.291	1.995	Pc
JH 4	4.905	1.515	0.300	1.296	4.700	42.102	52.882	5.016	Sk
JH 5	4.816	1.831	0.164	1.883	4.570	46.407	48.306	5.287	Sk
JH 6	4.910	1.395	0.271	1.454	4.796	37.715	57.212	5.075	Sk
JH 7	4.709	1.375	0.286	1.476	4.586	45.512	49.837	4.652	Sk
JH 8	4.715	1.468	0.366	1.414	4.473	49.694	45.359	4.948	Sk
JH 9	4.523	1.182	0.287	1.581	4.457	50.641	45.36	3.999	Pc
JH 10	4.612	1.283	0.273	1.548	4.526	47.743	47.952	4.305	Pc
JH 11	4.589	1.285	0.311	1.539	4.467	50.155	45.615	4.23	Pc
JH 12	2.430	2.003	0.266	0.790	2.141	81.348	17.103	1.551	Sk
JH 13	4.332	1.034	0.308	1.433	4.243	60.242	37.18	2.578	Pc
평균	4.180	1.574	0.227	1.375	4.080	55.589	40.56	3.8513	-

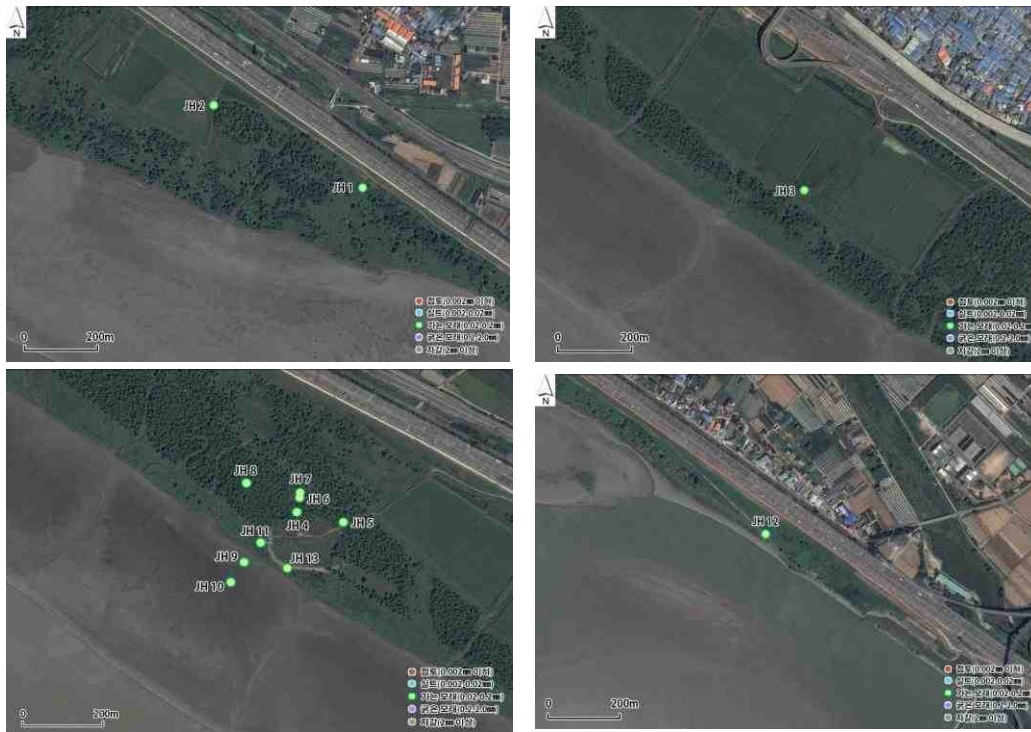
\* Ms : 물억새군락 (*Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Hack.)

\* Sk : 버드나무군락 (*Salix koreensis* Anderss.)

\* Pc : 갈대군락 (*Phragmites communis* Trin.)



<그림 22> 한강하구 장항습지의 토성삼각도



<그림 23> 장항습지의 토양입도분포도

장항습지의 입도분석 결과를 국제토양학회법의 입도분류기준을 반영한 토양입도 분포현황을 살펴보면 (그림 23), 분석지점의 입도는 모두 0.02 ~ 0.2 mm의 가는 모래로 나타났다.

## 2) 퇴적물의 화학성분 분석

장항습지 13개 지점의 화학적 특성을 살펴보기 위한 유기물함량 및 치환성양이온의 분석결과는 다음의 표 10과 같다.

장항습지 13개 지점의 유기물 함량은 1.64 ~ 4.35 %의 범위로 나타나며 평균 3.06 %로 비교적 높은 함량을 보인다. pH는 5.3 ~ 6.9이며, EC는 전체적으로 0.73 dS/m의 값으로 비교적 낮게 나타났다. 치환성 양이온 중에서는 칼슘이온과 마그네슘이온의 함량이 높게 나타나며 나트륨 이온의 함량은 낮은 편이다. 장항습지도 조수의 영향을 받는 기수역 구간에 포함되지만, 조석의 영향권의 가장자리에 해당하기 때문에 적은 나트륨함량을 보인다고 판단된다.

식생군락별 화학조성 특성을 살펴보면 유기물함량의 경우 버드나무군락, 갈대군락, 물억새군락의 순으로 높게 나타나며, pH가 갈대군락에서 가장 높게 나타난다. 버드나무군락과 갈대군락의 치환성양이온 함량은 매우 유사한 경향을 보이며, 버드나무군락은 갈대군락에 비해 칼슘이온의 함량이 낮게 나타나고 마그네슘이온은

갈대군락보다 약간 높게 나타난다. 나트륨이온의 함량은 물억새군락에서 가장 낮게 나타난다.

<표 10> 한강하구 장항습지의 유기물함량, pH, EC, 치환성양이온 분석결과

시료	유기물 함량(%)	pH	EC (dS/m)	Ex.Ca (cmolc/kg)	Ex.Mg (cmolc/kg)	Ex.K (cmolc/kg)	Ex.Na (cmolc/kg)	현존 식생
JH 1	1.64	5.6	0.11	1.3	0.4	0.09	0.06	Ms
JH 2	3.58	5.3	0.43	3.1	1.2	0.29	0.09	Sk
JH 3	2.90	5.3	0.22	1.6	0.6	0.18	0.06	Pc
JH 4	4.08	6.4	0.76	4.4	3.1	0.49	1.76	Sk
JH 5	3.55	6.3	0.77	3.5	3.1	0.36	1.31	Sk
JH 6	3.82	6.2	0.69	4.0	2.1	0.33	1.53	Sk
JH 7	4.35	6.4	2.06	4.0	3.8	0.58	2.26	Sk
JH 8	3.76	6.0	0.58	2.8	3.4	0.44	0.23	Sk
JH 9	1.70	6.5	1.84	3.1	2.1	0.36	1.48	Pc
JH 10	2.15	6.9	0.59	3.3	1.9	0.32	0.49	Pc
JH 11	3.08	5.5	0.45	3.7	1.4	0.31	0.10	Pc
JH 12	2.27	5.8	0.14	1.4	0.2	0.12	0.21	Sk
JH 13	2.93	6.8	0.90	3.4	1.3	0.36	1.26	Pc
평균	3.06	6.08	0.73	3.04	1.89	0.33	0.83	-

\* Ms : 물억새군락(*Miscanthus sacchariflorus* (Maxim.) Hack.)

\* Sk : 버드나무군락(*Salix koreensis* Anderss.)

\* Pc : 갈대군락(*Phragmites communis* Trin.)

#### 4. 고찰

한강하구는 우리나라 서해안의 대하천 중에서 하구둑이나 방조제가 건설되지 않아 서해바다와 직접 연결되는 유일한 자연형 하구로서 한강의 담수와 서해에서 운반되는 염수가 교차하는 기수역 생태계가 형성되어 있다. 또한 북한과 접하고 있는 지정학적 특수성으로 출입이 자유롭지 못하여 비교적 자연 상태의 하구습지 경관이 보존되어 있다.

한강하구보호지역에 대한 환경부의 정밀조사는 2011년에 이어 2015 ~ 2016년에 걸쳐 진행되었다. 2011년에는 1910년대 말 일제강점기에 발간된 지형도, 위성영상, 토지피복도를 통해 한강하구의 시계열 모니터링을 실시하였고, 한강하구 습지보호지역의 장항습지와 산남습지를 중점조사지역으로 선정하여 퇴적물분석을 실시하였다. 올해 조사에서는 한강하구보호지역의 주요 5개 습지인 성동습지, 시암리습지, 공릉천하구습지, 산남습지, 장항습지를 대상으로 퇴적물 분석을 추가로 진행하였다.

입도분석 결과, 대부분 점토에 비해 실트와 모래의 함량이 높아서 극조립질 실트 및 조립질 실트로 구성되어 있으며 분급이 평균 약 1.38 phi (1.277 ~ 1.574 phi)로 약간 불량한 것으로 나타났다. 이는 하천의 작용과 함께 조류의 작용을 동시에 받는 하구역의 특성을 반영하는 것으로 판단된다. 상류의 장항습지가 다른 습지들에 비해 평균입경과

중앙값이 가장 조립질로 나타났으며, 한강 하류부로 갈수록 퇴적물의 세립질 경향이 보인다.

염분과 관련이 있는 전기전도도 (EC)와 나트륨이온의 함량은 장항습지에서 가장 낮게 나타나고, 하류부의 산남습지, 공릉천하구습지, 성동습지, 시암리습지로 갈수록 점차 증가하는 것으로 나타났다. 이는 성동습지와 시암리습지가 상대적으로 조수의 영향을 많이 받는 지점이기 때문에 이러한 경향을 보이는 것으로 판단되며, 성동습지는 한강의 지류하천인 임진강이 합류하는 지점이므로 시암리습지에 비해 낮은 것으로 보인다. 한강하류부의 EC와 나트륨이온의 함량이 장항습지에 비해 높게 나타나는 것은 상시적으로 해수의 침입을 받는 수역이 김포시 전류리 구간부터라는 선행연구들 (신영규, 윤광성, 2005)과 대체로 일치하며, 해수의 침입을 받는 직접적인 상한선은 신곡수중보까지로 보고되고 있다.

올해 조사에서는 현존식생도의 식생군락별로 퇴적물 특성을 파악하기 위한 조사가 진행되었다. 즉 버드나무군락에서 pH, 전기전도도, 나트륨이온의 함량이 가장 낮게 나타났으며, 모새달군락은 다른 식생군락에 비해 칼슘이온의 함량이 낮게 나타났다. 버드나무 군락지를 제외하면 식생군락 차이에 따른 치환성양이온 함량의 변화가 적은 것으로 보아 한강하구 전체에 걸쳐 비교적 동일한 수준으로 양이온이 공급되었다고 판단된다. 따라서 식생군락별 입도분석 및 치환성양이온 함량의 조사결과가 축적된다면 한강하구의 식생군락의 형성과정과 식생환경 변화로 인한 조류 및 어류의 분포변화와 같은 환경변화를 파악하는 기초자료가 될 수 있을 것이다.

또한 한강하구 습지보호지역 내에 위치한 군사적인 시계 확보를 위해 습지 식생을 별채하는 과정에서 습지토양층의 교란가능성이 있으므로 추후 연구성과를 활용하는데 있어서 이점을 유의해야 할 것으로 판단된다. 본 연구는 연구지역의 중요지점에서만 입도분석을 실시하였으며, 추후 한강하구별로 추가로 입도분석을 실시하여 보다 상세한 토양입도분포도를 완성시켜야 할 것이다.

## 5. 참고문헌

- 노백호, 유역특성에 따른 한강하구 습지의 공간분포 및 변화분석, 대한지리학회지, 2007, 42(3), 344-354.
- 신영규, 윤광성, 한강하구역의 수질 및 퇴적물 특성의 공간적 분포, 한국지형학회지, 2005, 12(4), 13-23.
- 신지혜, 장항습지의 지형 변화와 퇴적층 분석, 서울대학교 대학원 석사학위논문, 2007, 45쪽.
- 윤순옥, 강지현, 김만규, 김종연, 김창환, 김태호, 박경, 박수진, 박철웅, 박충선, 성영배, 이광률, 이태수, 장동호, 황상일, 핵심 지형학(Paul R. Bierman , David R. Montgomery 지음), 2016, 528쪽, 시그마프레스, 서울.
- 이창희, 구도완, 노태호, 문현주, 전성우, 허경미, 하구역 환경보전전략 및 통합환경관리방안 수립-한강하구역을 중심으로, 한국환경정책·평가연구원, 2003, 257쪽.
- 환경부 한강유역환경청, 2014 한강하구 습지보호지역 모니터링, 2015, 266쪽.
- Blott, S.J. and Pye, K., GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. Earth Surface Processes and Landforms, 2001, 26, 1237-1248.
- Folk, R.L. and Ward, W.C., Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. Journal of Sedimentary Petrology, 1957, 27, 3-26.
- Soil Survey Division Staff, Soil survey manual, US. Dept. Agri. Handbook No. 18 Soil survey manual, US. Dept. Agri. 1993, Handbook No. 18
- 太田 和子, サギソウ等濕地植物群落の保護・復元に關する研究(IV) -岐阜女子大學内濕地の土壤分析-, 岐阜女子大學紀要, 2003, 32, 125-129.
- 농촌진흥청 토양환경정보시스템 홈페이지, <http://soil.rda.go.kr/soil/index.jsp>.



## II. 수리 · 수문

양해근·한희경

(한국환경재해연구소)

### 요 약

한강하구는 기수상부의 서식지로부터 기수하부 서식지까지 기수역의 원형을 잘 간직하고 있는 곳으로 생태적 가치가 높다. 이처럼 건전한 하구역의 생태환경은 남북분단의 특수한 정치적 상황에 의해 전 구간이 민간인 통제선으로 가로막힌 접경지역인 사회적인 환경도 있으나 습지보호지역으로 지정·관리됨으로써 개발압력으로부터 보호될 수 있었던 요인으로 작용하였다.

한강하구의 독특한 기수역의 생태환경을 보전하고 효율적으로 관리하기 위해서는 기수상부습지 생태계를 확대와 갯벌을 하나의 생태축으로 관리할 수 있는 통합관리가 무엇보다 중요하다.

특히 현재 신곡수중보의 영향으로 감조구역이 단절되어 있으며, 여름철 가동보의 작동에 의한 급격한 하상변화 등으로 물리적 기반이 위약하고, 대조 시 신곡수중보 상부에 일시적으로 저류된 하천수가 낙조류와 함께 빠른 흐름을 형성함으로써 저수로 호안부의 침식이 부분적으로 나타나고 있다. 현재 논의되고 있는 신곡수중보의 하류로의 이설은 다양한 하구습지의 축소 내지는 훼손을 불러일으킬 직접적인 요인이 될 수 있으며, 오히려 신곡수중보의 높이를 낮추거나 철거할 경우 대조 시 역류수의 영향이 미치게 되어 밤섬지역의 건전한 습지생태계의 복원뿐 만아니라 장항습지의 확대를 도모할 수 있을 것으로 판단된다.

### 1. 서론

하구습지는 육상생태계 해양생태계 간의 전이지역을 이루어 하천상류와 연안지역에서 유입되는 각종 영양염류들이 풍부하여 다양한 동·식물들의 서식처 혹은 산란지로 이용되고 있다. 특히 한강하구는 남북분단의 특수한 정치적 상황에 의해 전 구간이 민간인 통제선으로 가로막힌 접경지역으로 자연환경이 잘 보전되고 있으며, 서해안의 큰 조차의 영향과 신곡수중보의 수리적 영향이 작용하여 독특한 퇴적바가 형성되어 다양한

생태환경을 제공하고 있다.

그러나 한강하구는 유역의 보전, 개발 논의가 매우 다양하게 전개되고 있으며, 개발계획에 의한 환경변화로 유출 특성 및 유사이동 변화 등에 관한 대처방안을 수립이 시급한 실정이다. 본 조사의 목적은 환경부 ‘습지보전법 (2016)’에 기초하여 효율적인 습지보호지역의 관리방안을 마련하기 위한 일환으로 한강하구의 생태기반을 제공하는 수문환경을 파악하고 그 결과를 토대로 효율적인 관리방안을 모색하는데 있다.

## 2. 조사지역 및 방법

### 가. 조사지 개황

한강하구는 기수역의 원형을 보존하고 있는 국내 유일한 하구습지이며, 그 경계는 김포대교 밑 신곡수중보에서 강화군 송해면 송뢰리까지 제외지 전체지역이며, 면적은 60.668 km<sup>2</sup>이다. 한강하구 보호구역 내에는 장항습지와 산남습지, 시암리습지, 성동습지 등이 분포한다 (그림 1).

한강의 유역면적은 34,674.9 km<sup>2</sup>이고, 총 유로 연장거리는 459,3 km로 남한 제1의 하천이다. 한강수계는 크게 강원도 태백시 창죽동 대덕산 남쪽 금대봉의 검룡소에서 발원하는 남한강 수계와 DMZ 이북 단발령에서 발원하는 북한강 수계로 구분되고, 이 둘 두 하천은 팔당댐 부근에서 합류한 후 서울을 관류하면서 왕숙천과 중량천, 탄천, 안양천 그리고 경기도 파주군 탄현면에서 남류하여 온 곡릉천과 임진강 등이 합류하여 경기만으로 유입하는 본류구간으로 구성되어 있다.

한강하구의 하상은 상류로부터 많은 퇴적물이 유입되어 평균수심 3 m 내외로 얇은 편이지만, 끊임없는 골재채취 등으로 하상 기복이 심하다. 그리고 한강 하구역에 위치한 신곡수중보는 한강개발에 따른 수위저하와 염수 침입을 방지하고자 지난 1987년에 설치되었으며, 보는 883 m의 고정보와 124 m의 가동보로 이루어졌다. 신곡수중보는 한강 하구역의 흐름과 유사이동에 영향을 미치고 있으며, 신곡수중보 준공 후 하중도 (제주초도)가 축소되면서 그 영향으로 신곡하중도 하류 우안의 이동사주가 정지된 것으로 보고되고 있다 (이삼희 등, 2006). 한편 조석의 영향으로 미립질 부유사가 반복적으로 사주에 퇴적되면서 산남습지와 장항습지가 확대되고 있다.



<그림 1> 한강하구의 위치와 구성

## 나. 조사 시기

한강하구의 현장조사는 다음과 같다.

- 1차 조사 : 2015.11.11~11.13
- 2차 조사 : 2016.03.24.~03.26
- 3차 조사 : 2016.06.08~06.09
- 4차 조사 : 2016.07.13.~07.15
- 5차 조사 : 2016.08.22~08.24
- 6차 조사 : 2016.09.08.~09.09

## 다. 조사방법

### 1) 수문기후 특성 및 기후학적 물수지 산정

한강 하구역 인근의 기상관측은 인천기상청과, 강화기상관측소, 서울기상청, 김포공항 등 총 4개 기상관측지점에서 실시하고 있다. 그 이외에도 김포AWS (경기도 김포시 운양동), 농곡AWS (경기도 고양시 일산구 장항동), 주교AWS (경기도 고양시 덕양구 주교동), 고양AWS (경기도 고양시 덕양구 용두동), 강서AWS (서울 강서구 화곡동), 도라산AWS (경기도 파주군 장단면 도라산리), 탄현AWS (경기도 파주시 탄현면 축현리), 강화AWS (인천시 강화군 불은면 삼성리) 등의 자동기상관측소 (AWS)가 있다. AWS는

결측자료가 많아 자료로 사용하는데 다소 어려운 문제가 있다. 본 조사에서는 지리적으로 가까운 인천기상청의 월별 기온, 강수량, 풍향, 풍속, 상대습도, 운량, 일사량 등의 기상자료를 이용하여 기후특성과 기후변동을 분석하였으며, 기후학적 평균물수지를 산정하였다.

## 2) 습지지역의 유향 및 홍수수위 분석

한강유역의 수위관측소는 1913년 여주수위보에 처음 설치되었으며, 현재까지 113개소의 자기관측소 (T/M)가 운영되고 있다. 한강하구 내의 수위관측소는 신곡수중보 상류에 위치한 행주대교와 전류 그리고 강화대교에 설치되어 있으며, 수위자료는 10분 간격으로 관측되고 있다 (표 1). 이들 수위관측소는 조위변화의 영향을 직접 받는다. 그리고 한강하구역 조위는 강화도 (외포리)와 강화대교, 인천, 영종대교 등에서 관측되고 있으며, 한강하구 주변에 국토해양부의 수위관측 자료와 국립해양조사원의 조위관측 자료를 수집·정리하여 한강하구역의 유향과 홍수위 등을 분석하였다.

<표 1> 수위관측 지점

관측소명	위치			관측개시일	영점표고 (m)	관할기관	비고
	주소	위도	경도				
강화대교	인천, 강화군 (구)강화대교	37°43'50"	126°31'34"	1998.04	0	국토교통부	T/M
전류리	경기 김포시 전류리	37°41'30"	126°39'50"	1956.01	0.063	국토교통부	T/M
교하교	경기 파주시 하지석동	37°45'37"	126°45'41"	2015.12	0.922	국토교통부	T/M
행주대교	서울 강서구 행주대교	37°35'50"	126°48'50"	1916.08	1.077	국토교통부	T/M
통일대교	경기 파주시 문산읍 마정리	37°54'15"	126°44'31"	1997.12	1.302	국토교통부	T/M
아가메교	경기 파주시 월릉동 능산리	37°49'16"	126°47'02"	2012.10	2.072	국토교통부	T/M

(자료: 국토교통부, 국가수자원관리종합정보시스템)

## 3. 결과 및 고찰

### 가. 수문기후학적 특성

#### 1) 기후요소의 월평균 변화

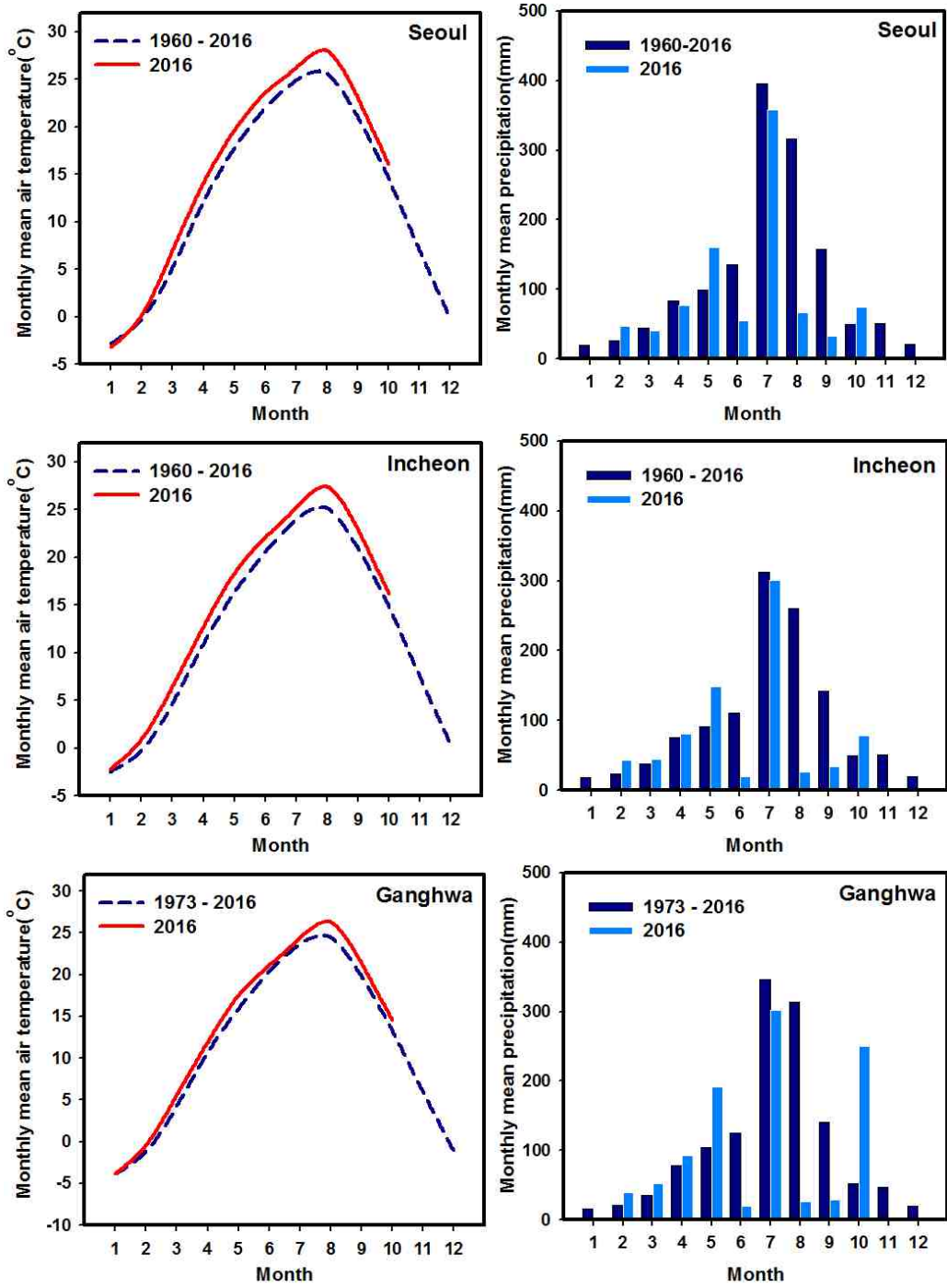
표 2는 서울과 인천, 강화지역의 월평균 기온과 월평균 강수량 그리고 연평균 기온과 연평균 강수를 비교한 것이다. 서울과 인천, 강화지역 연평균 기온은 12.3 °C, 11.9 °C,

11.1 ℃이다. 이들 지역의 연교차는 서울 28.4 ℃로 가장 크고, 강화도는 28.3 ℃, 인천은 27.6 ℃의 순서이다. 그리고 연평균 강수량은 서울 1,413.0 mm, 인천 1,190.3 mm, 강화 1,324.2 mm로써, 서울과 강화도 지역은 전국 평균 강수량보다 많거나 같은 반면에 인천지역은 적은 편이고, 6 ~ 9월 총 강수량은 연강수량의 서울 72.3 %, 인천 69.8 %, 강화 72.2 %를 차지하여 계절별 편차가 심한 편이다. 2016년 평균기온은 예년에 비해 약 1.1 ~ 1.5 ℃ 높았으며, 특히 여름철 열파현상에 의한 고온이 지속된 한편, 7월 중순부터 9월까지 극심한 가뭄현상이 나타나는 고온건조한 날씨를 기록하였다 (그림 2).

<표 2> 관측지점별 기온과 강수량간의 비교

구 분		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	년	
기온 ℃	* 서울	평균	-2.8	-0.2	5.2	12.1	17.7	22.0	24.9	25.6	21.1	14.6	7.1	-0.2	12.3
		최소	-9.2	-4.4	0.4	9.5	15.9	19.7	22.7	22.8	19	12.6	3.5	-4.9	10.8
		최대	0.9	4	7.9	15.6	19.7	24.4	28.5	28	23.1	17.9	10.7	3.1	15.5
	* 인천	평균	-2.5	-0.3	4.6	10.9	16.3	20.6	24.0	25.2	21.0	14.8	7.4	0.3	11.9
		최소	-7.9	-4.5	0.1	8.9	14.5	18.1	22	22.5	19.2	12.8	3.8	-4.3	10.4
		최대	1.1	4.1	7.6	13.8	18.3	22.9	27.2	27.4	22.9	17.9	11.4	3.3	15.0
	** 강화	평균	-3.8	-1.2	4.3	10.7	15.9	20.4	23.7	24.5	19.8	13.4	6.0	-1.1	11.1
		최소	-8.8	-4.4	2	8.2	14.7	18.6	21.9	22.2	18.2	11	2.4	-5.4	9.8
		최대	-0.7	2.1	6.4	13.1	17.5	21.9	26.4	26.3	21.4	16.3	9.8	1.2	13.0
강수량 mm	* 서울	평균	19.5	25.8	44.2	83.5	98.5	135.9	395.3	316.4	157.0	50.1	51.2	21.5	1413.0
		최소	1	0.2	3.1	7.5	8.2	15.7	114.7	67.1	4.8	0	7.5	2.6	760.8
		최대	62.6	108.3	123.5	338.8	291.3	497.2	1131	1237.8	671.5	214.5	164.8	71.4	2355.5
	* 인천	평균	18.7	23.1	38.1	75.7	90.6	110.4	313.0	260.6	141.5	49.3	50.4	20.2	1190.3
		최소	1.7	0.0	2.7	6.7	7.1	4.9	78.7	26.5	0.0	2.2	4.4	1.3	651.6
		최대	74.7	89.6	109.6	353.6	285.5	438.7	864.2	761	540.2	246.6	167.1	60.2	2009.8
	** 강화	평균	16.4	21.3	35.3	78.3	104.5	125.3	346.8	313.4	140.8	52.7	47.1	20.1	1324.2
		최소	0.2	0.2	2.9	1.8	10	13.5	82	26.7	0.8	0	0.6	1.8	605.4
		최대	86	82.4	96	200.8	291.7	657.5	946.5	1069	710.5	282.5	240	73	2365.4

주) \* : 1960~2016년 평균값, \*\* : 1973~2016년 평균값

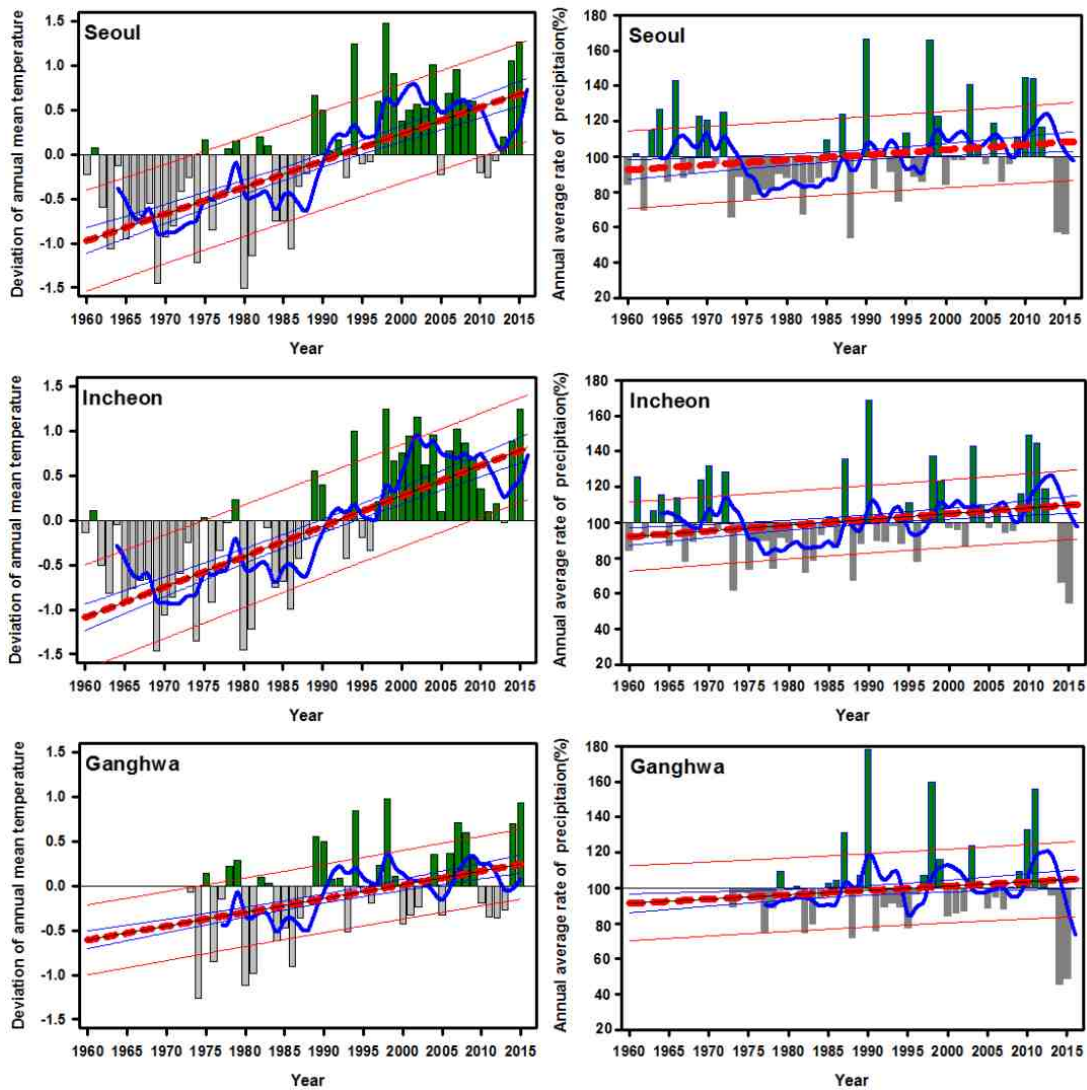


<그림 2> 강화지역의 월평균 기후(1973 ~ 2016)와 2016년 기후 비교



2) 기후요소의 경년변화

그림 3은 서울과 인천, 강화지역의 연평균기온과 강수량의 경년변화는 증가하는 추이가 뚜렷하다. 특히 우리나라의 연평균기온은 지난 100년간 약 1.8 °C정도 상승한 것으로 보고되고 있으며, 한강하구역의 연평균 기온변화는 매년 0.02 ~ 0.03 °C씩 기온이 상승하는 것으로 간주된다. 계절별 기온 상승은 여름철에 비해 겨울철 기온 상승이 높게 나타나고 있다.



<그림 3> 강화지역의 월평균 기후(1973 ~ 2016)와 2016년 기후 비교

서울과 인천 그리고 강화지역의 강수량 변화 역시 매년 약 4 ~ 7 mm씩 강수량이 증가하고 있는 경향을 보이고 있으며, 계절별 강수량의 변화는 여름철에만 증가하는 경향이 뚜렷하고 그 이외에는 거의 변화가 없다. 증발산량에 영향을 미치는 운량과 일조시간, 상대습도, 풍속, 운량, 상대습도, 일사량은 다소 감소하는 경향을 보이고 있다.

### 3) 수문기후학적 물수지

증발산량은 일사량, 바람, 지표면의 식생분포, 토양상태, 대기 온도, 습도 등의 다양한 기후요소와 깊은 관계를 가지고 있기 때문에 실제 증발산량을 정확하게 측정하는 것은 용이하지 않다. Penman-FAO24법에 의한 한강하구의 수문기후학적 평균 물수지는 표 3과 같다.

<표 3> 서울, 인천, 강화의 기후학적 평균물수지

구분		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	년
서울*	P	19.5	25.8	44.2	83.5	98.5	135.9	395.3	316.4	157.0	50.1	51.2	21.5	1398.9
	Et	29.0	38.1	59.0	87.7	102.4	92.9	73.5	82.9	76.4	62.6	42.9	29.5	776.8
	R	-9.4	-12.3	-14.7	-4.2	-3.9	43.0	321.8	233.6	80.7	-12.5	8.3	-7.9	622.1
인천*	P	18.7	23.1	38.1	75.7	90.6	110.4	313.0	260.6	141.5	49.3	50.4	20.2	1191.6
	Et	37.7	46.7	66.5	88.1	97.2	82.7	73.0	86.2	81.7	73.1	57.6	40.7	831.3
	R	-19.0	-23.6	-28.4	-12.5	-6.5	27.6	239.9	174.4	59.8	-23.8	-7.2	-20.5	360.3
강화**	P	16.4	21.3	35.3	78.3	104.5	125.3	346.8	313.4	140.8	52.7	47.1	20.1	1302.0
	Et	22.1	30.2	47.6	65.1	72.1	64.6	52.5	59.4	54.7	45.1	30.0	21.0	564.4
	R	-5.8	-8.9	-12.2	13.1	32.4	60.7	294.2	254.0	86.2	7.7	17.1	-0.8	737.6

주) P; 월강수량, Et; Penman-FAO24에 의한 증발산량, R: P-Et.

\* : 1960~2016년 평균값, \*\* : 1973~2016년 평균값

수분과잉은 서울의 경우, 강수량이 많은 6 ~ 9월 그리고 11월, 인천은 6 ~ 9월, 강화 4 ~ 11월에 각각 출현하여, 지역 간의 토양수분변화의 차가 크게 나타난다. 연평균 수분과잉량은 서울에서 622.1 mm로 강수량의 약 44.5 %를 차지하고 있으며, 인천은 360.3 mm로 강수량의 약 30.2 %, 강화는 737.6 mm로 강수량의 약 56.5 %를 차지하며, 상대적으로 풍속이 강한 인천에서 증발산에 의한 손실이 큰 것으로 판단된다. 특히 서해해상에서 한강을 따라 강한 바람이 유입되는 점을 고려할 때 실제 증발산량은 인천지점보다 더 많은 증발량을 기록할 것이며, 지하수면이 높은 하도습지에서는 식물에 의한 증발산량 또한 제내지보다 훨씬 활발하게 일어난다.

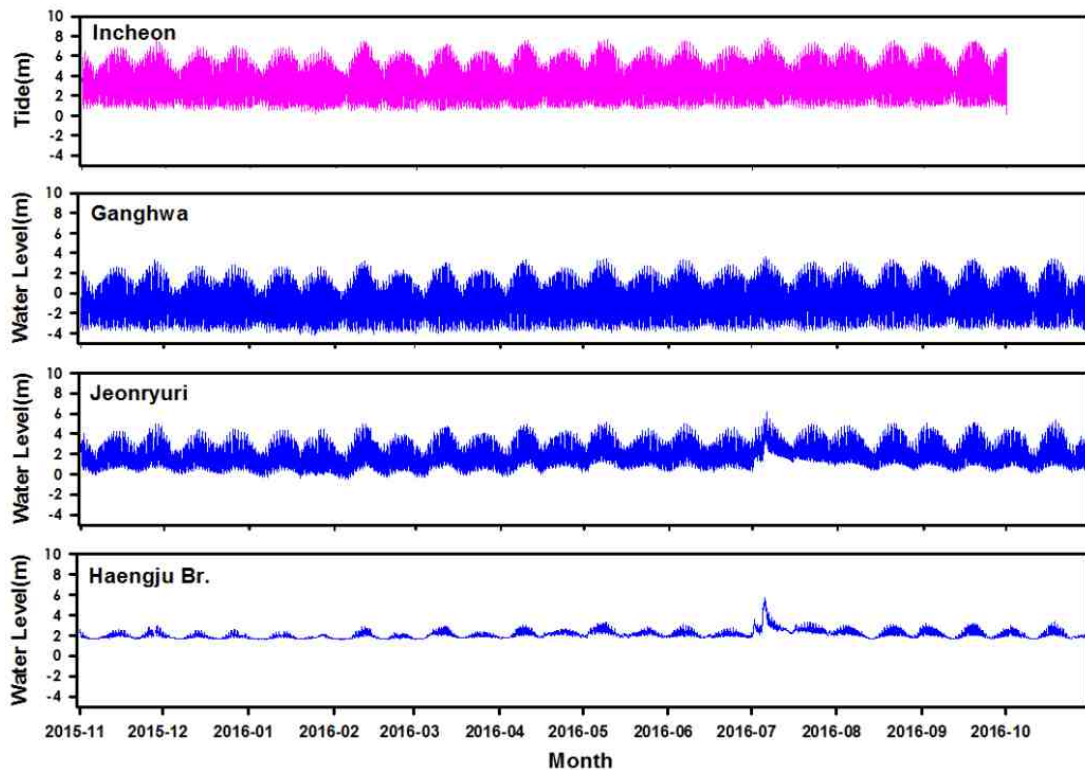
## 나. 조위와 하천 수위변화

한강 하구역은 우리나라 4대 강 중 하구둑이 설치되지 않아 바닷물의 유출입이 자유로운 유일한 감조하천이며, 하천수위와 유황은 서해안 조석의 영향과 팔당댐 방류량, 곡릉천과 임진강 등의 유입수 그리고 신곡수중보 등과 같은 인공구조물들에 의해 영향을 받아 매우 복잡한 양상을 띠고 있다 (김상호 등, 2003, 백경호 등, 2011). 한강 하구역에 분포한 장항습지와 산남습지, 시암리습지, 성동습지 등의 습지형성은 하구역의 복잡한

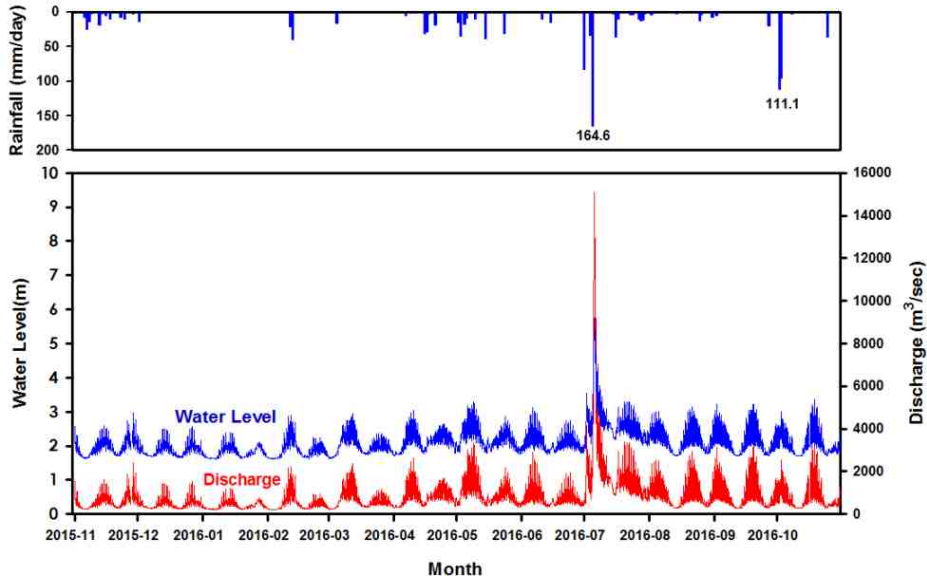
수위와 유황변화와 밀접한 관계가 있으며 (환경부, 2012), 행주대교 하류 약 3km지점에 위치한 신곡수중보는 1987년 한강의 조수 역류를 방지하고 일정 수위유지를 목적으로 설치되어 있다.

그림 4와 그림 5는 2015년 11월 ~ 2016년 10월 동안의 강화와 전류, 행주대교의 수위와 유량관측 자료와 인천 조위 변동을 분석한 것이다. 서해안의 조석 영향은 외해에서 강화도를 지나 한강에 유입하면서 조석의 진폭이 점차 작아지고, 신곡수중보에 이르면 보의 영향으로 조석 진폭은 크게 감쇠되고 있으나 그 에너지는 신곡수중보 상류에 위치한 행주대교까지 미치고 있다.

2011년도 정밀조사에서도 지적한 바가 있으나, 한강 하구역과 같은 감조하천에서는 하류에 2번씩 만조 시에 역류하는 바닷물의 영향으로 평상시 하천수위는 상승한 반면에 유량은 감소하는 현상이 반복되고 있으며, 간조 시 간헐던 하천수가 일시적으로 흘러감에 따라 많은 유속이 빨라지게 된다. 즉 만조에 비해 간조 시 유속이 빨라짐에 따라 서로 다른 형태의 하천작용이 작용하고 있으며 신곡수중보 주변에서 그 에너지는 강화되어 하천 지형변화를 일으키는 주요 원인이 되고 있다.

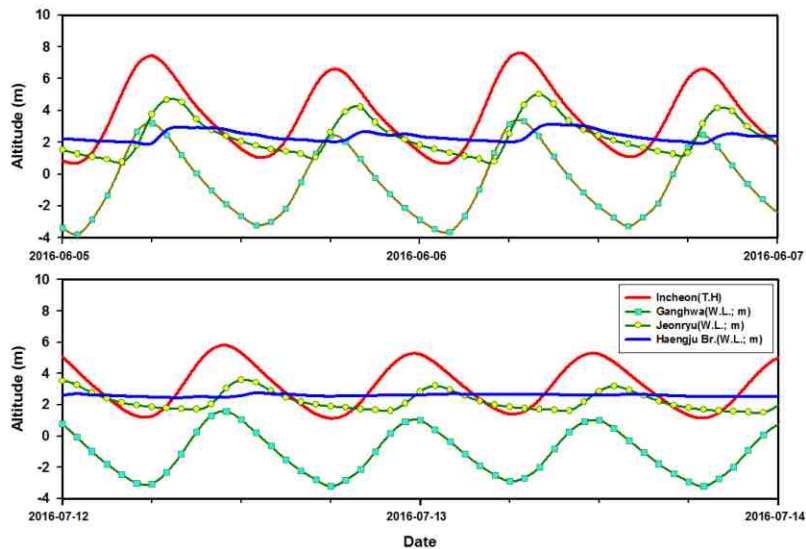


<그림 4> 한강하구역의 조위와 하천 수위변화(2015.11 ~ 2016.10)



<그림 5> 행주대교의 수문그래프(2015.11 ~ 2016.10)

그림 6과 표 4는 한강 하구역의 조위에 따른 수위변화와 지점별 역류의 도달시간과 침두수위를 분석한 결과이다. 먼저 대조(2016.06.06, 07:00) 시 인천 앞바다 조위차는 7.75 m이고, 조위의 영향으로 강화와 전류, 행주대교 지점에 도달한 역류수의 침두수위는 각각 3.31 m, 5.03 m, 3.13 m이었으며, 한 시간 간격으로 역류침두가 각각 발생한 것이다, 소조(2016.07.13, 05:22) 시 인천 앞바다 조위차는 5.22 m이었으며, 한강하구의 역류수의 침두수위는 행주대교에서는 관측되지 않았다. 즉 소조 시 강화, 전류, 행주대교 지점에 도달한 역류수의 침두수위는 각각 1.02 m, 3.21 m, 2.64 m이었으며, 그림 5에서 보는바와 같이 행주대교의 수위변동은 나타나지 않는다.



<그림 6> 대조(2011.02.06)와 소조(2011.07.28.)의 하천수위변화

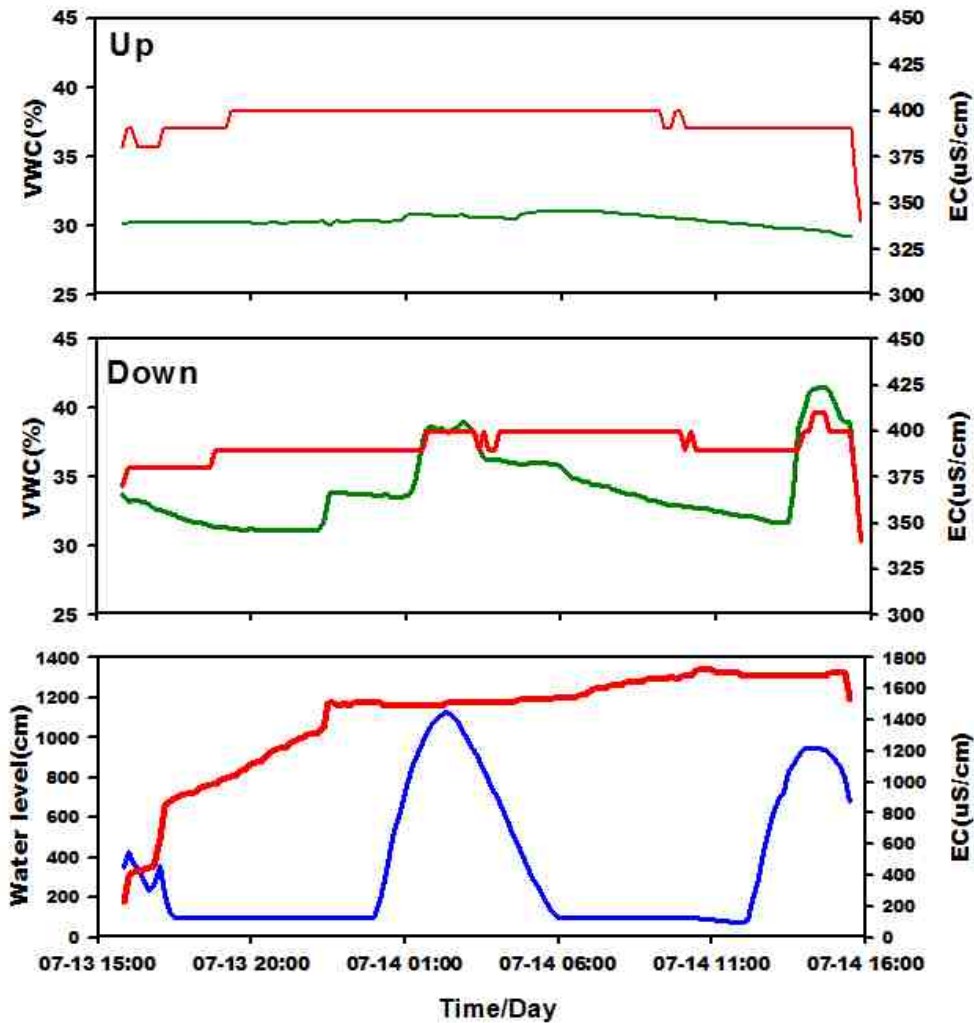
다시 말하자면, 대조 시에는 많은 양이 역류수가 신곡수중보를 넘어옴에 따라 신곡수중보와 잠실수중보 사이에서 하천수가 일시적으로 저류되어 하천수위가 상승한 낙조 시 다시 하류로 흐르기 때문에 상류에서 유입되는 유량보다도 훨씬 많은 하천수가 빠르게 빠져 나가게 된다. 이러한 한강하구의 독특한 지형적 특성상 유량은 큰 규모의 유량부터 흐름이 완전히 정체된 아주 작은 유량, 그리고 큰 규모의 마이너스 유량까지 매우 넓은 범위의 유량이 한강 하구에서 관찰된다 (건설기술연구원, 1998).

<표 4> 한강하구의 역류 도달시간과 침두수위

구분	지점	조위/시간 (인천지점)	역류 침두시간	침두수위
대조	강화	7.75m (2016.06.06, 07:00)	2016.06.06. 7:00	3.31m
	전류리		2016.06.06. 8:00	5.03m
	행주대교		2016.06.06. 9:00	3.13m
소조	강화	5.22m (2016.07.13, 00:00)	2016.07.13. 0:00	1.02m
	전류리		2016.07.13. 1:00	3.21m
	행주대교		2016.07.13. 1:00	2.64m

### 다. 하천수위와 습지토양의 함수비 변화

그림 7은 조위변화에 의한 산남습지의 하천수위와 EC농도, 그리고 토양수분과 EC농도의 상호관계를 분석하기 위해 습지내부에 형성된 갯골과 갯골사면, 갈대군락지에 각각 CDT 수위계와 토양수분계 5TE를 각각 설치하였다. 관측결과에 의하면 산남습지 갯골의 만조 시 최대 침두수위는 1.13m이었으며, 조위에 의한 수위 변동은 약 1.54m, 하천수의 EC농도는 만조 시 1,725.2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 간조 시 233.6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로서 하루에 두 번씩 담수와 염수가 교차되고 있음을 잘 나타내고 있다. 이러한 기수역의 특성은 갯골사면 아래쪽에 퇴적된 토양에서도 역류수 유입하는 동안 토양수분과 토양염분 농도가 증가하는 변화를 잘 나타나고 있으나, 침수빈도가 낮은 갈대군락지에서는 상대적으로 영향은 크지 않은 것으로 나타났다. 갈대군락지의 토양함수율의 변동과 EC농도는 각각 24~31%와 310~400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로서 조위의 영향을 크게 받지 않는 것으로 나타났다.



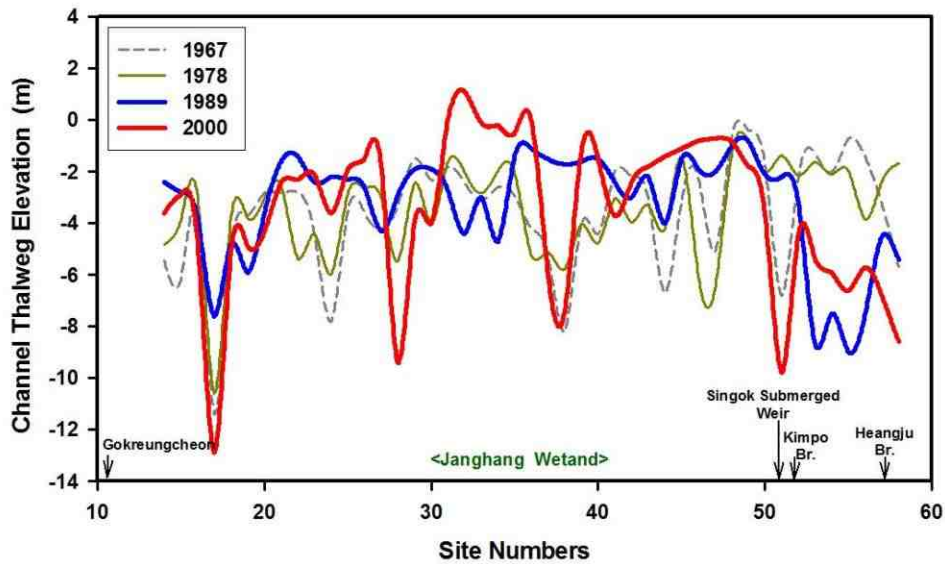
<그림 7> 산남습지의 수위변동에 따른 토양함수비와 EC변동

### 라. 습지의 퇴적환경변화

한강하구는 육상기원의 퇴적물이 흐름이 완만한 하구 주변부에 퇴적되어 대규모의 습지가 발달하고 있으며 1980년대 후반부터 각종 매립사업과 한강종합개발사업 (1982 ~ 1986)이 실시되어 한강하구의 습지가 감소하는 결과를 가져왔다. 그리고 1990년대에는 한강하구지역에서 퇴적으로 인한 홍수 예방과 건설골재 확보를 위한 준설사업 등이 실시되어 습지생태계의 변화를 초래하게 되었다 (변성준 등, 2009).

본 조사에서는 건설교통부 (1992, 2000, 2002)의 하천기본계획 보고서에 제시된 행주대교에서 곡릉천합류부 구간의 최심하상선 변화를 기초로 하상변동을 파악하였다. 단 최근하상변동 자료가 부재하므로 지난 2011년 정밀조사 분석자료를 재정리하였다.





<그림 8> 행주대교-곡릉천합류 구간의 최심하상선 변화(환경부, 2011)

신곡수중보 건설이전의 최심하상선은 대체로 큰 변화가 없는 하상평행상태로 유지하고 있었으나 1987년 신곡수중보가 설치된 이후의 최심하상선은 보를 경계로 상반된 변화양상을 보인다. 신곡수중보 상류부는 이전에 비해 침식량이 활발해진 반면에 하류부 특히 장항습지가 위치한 인근에서 퇴적활동이 매우 활발해진다. 즉, 보 상류부는 가동보의 flushing효과에 의해서 침식량이 크게 증대된 반면에 한꺼번에 씻겨 내려온 토사는 유속이 느린 하안에 퇴적되거나, 하류로 이동된 미립질토사가 다시 역류를 따라 상류로 운반되어 신곡수중보 인근에 재 퇴적되고 있는 것으로 추정된다. 다시 말하면 간조 시에는 상류의 수위가 하류의 수위보다 높아서 물이 하류로 흐르고, 만조 시에는 하류의 수위가 상류의 수위보다 높아서 물이 상류로 흐르게 되고. 이 때 밀도가 높은 역류는 신곡수중보 부근에서 유속이 제로에 가까워지므로 하류에서 다시 가져온 운반물질을 쌓아두게 된다. 이들 퇴적물층은 가동보의 flushing효과와 낙조시 유속이 상대적으로 느린 우안에 반복적으로 퇴적되어 오늘날 대규모의 둔치가 성장하였으며, 이처럼 인공 구조물 건설에 따른 퇴적환경의 변화는 하구역 습지의 형성에 큰 영향을 미친 것으로 판단된다. 이러한 현상은 구간별 하천 횡단면도를 보면 더욱 뚜렷하게 알 수 있다 (환경부, 2011).

환경부 정밀조사(2011)결과에 의하면, 신곡수중보 설치 이전에는 장항습지 주변의 침식량보다 퇴적량이 증가하고 있었으나, 보 설치이후에는 퇴적보다 침식이 증가하고 있는 것으로 보고하고 있다. 그리고 장항습지를 경계로 상류와 하류부에서는 보설치 이후 침식량이 44 ~ 109 % 증가하였으며, 이와 반대로 장항습지에서는 보설치 이후 퇴적량이 62 % 증가하고 있다.



### 마. 오염원 분포

한강유역의 인구는 2016년 기준 총 28,219,117명이 거주하고 있으며, 전체 인구의 약 92 %가 시가지에 분포하며, 그 중 1,094,878명이 하수미처리지역에 거주한다. 시가지의 하수도 보급률은 96 %이며, 비시가지지역의 하수도 보급률은 약 30.6 %이다.

<표 5> 한강하구역의 생활계 오염현황

구분	인구 총계(명)	시가인구(명)			비시가인구(명)		
		소계	하수처리 지역	하수미처 리지역	소계	하수처 리지역	하수미처 리지역
한강	28,219,117	23,801,795	23,116,751	685,044	4,417,322	3,322,444	1,094,878
임진강하류	120,760	53,128	43,679	43,669	67,632	29,074	38,558
한강하류	3,386	0	0	0	3,386	0	3,386
계	124,146	53,128	43,679	43,669	71,018	29,074	41,944

(자료: 환경부국립환경과학원, 2016, 2014년 기준 전국오염원조사 보고서)

2014년 현재 한강에서 사육되고 있는 가축의 총 수는 총 69,923,126 두이며, 이 중 한우가 685,944 두, 젓소 211,582 두, 돼지 2,866,674 등이다. 이 중 한강 하구역과 임진강하구의 가축사육 총 수는 3,106,640 두이며, 한우가 10,608 두, 돼지 2,866,672 두, 닭 2,756,678 두, 산양 349 두, 사슴 297 두, 개 9,985 두, 오리 16,615 두, 가금기타 186,000 두 사육되고 있다. 한강 하구역의 축산계 오염배출량은 가금류가 약 89.2 %, 돼지가 6.4 %, 한우 (젓소 포함)가 1.1 % 를 차지하고 있는 것으로 나타났다

<표 6> 한강 하구역의 축산계 오염원 현황

구분	총계(두)	한우(두)	젓소(두)	돼지(두)	닭(두)	말(두)	산양(두)
한강	69,923,126	685,944	211,582	2,866,672	61,603,577	6,335	27,449
임진강하류	3,106,640	10,608	21,546	104,484	2,756,678	78	349
한강하류	30,957	2,037	806	5,826	20,000	0	0
계	3,137,597	12,645	22,352	110,310	2,776,678	78	349

<표 6. 계속>

구분	면양(두)	사슴(두)	개(두)	오리(두)	타조(두)	가금기타 (두)
한강	3,365	10,676	394,476	1,935,012	76	2,177,962
임진강하류	0	297	9,985	16,615	0	186,000
한강하류	0	0	2,288	0	0	0
계	0	297	12,273	16,615	0	186,000

(자료: 환경부국립환경과학원, 2016, 2014년 기준 전국오염원조사 보고서)

2014년 기준 한강유역의 산업계 오염원 수는 24,263개소이며, 산업폐수발생량은 총 5,494,873 m<sup>3</sup>/일이며, 폐수배출량은 3,823,429 m<sup>3</sup>/일이다. 이 중 한강하구와 임진강하구의

산업계 오염원 수는 423개소이며, 산업폐수발생량은 133,326 m<sup>3</sup>/일이다. 토지계 오염원은 약 32,968 km<sup>2</sup>로 임야가 22,723 km<sup>2</sup>, 전 2,521 km<sup>2</sup>, 답 2,382 km<sup>2</sup>, 대지 2,725 km<sup>2</sup>, 기타 2,617 km<sup>2</sup>의 순으로 많다. 그리고 한강하구역과 임진강하구역의 양식계 오염원의 총 면적은 51,502 m<sup>3</sup>이다.

<표 7> 한강 하구역의 산업계 오염원 현황

구분	업소수(개)	폐수발생량(m <sup>3</sup> /일)	폐수발생량(m <sup>3</sup> /일)
한강	24,263	5,494,873	3,823,429
임진강하류	423	133,209	129,741
한강하류	25	117	79
계	448	133,326	129,820

(자료: 환경부국립환경과학원, 2016, 2014년 기준 전국오염원조사 보고서)

<표 8> 한강 하구역의 토지계 오염원 현황

구분	합계(km <sup>2</sup> )	전(km <sup>2</sup> )	답(km <sup>2</sup> )	임야(km <sup>2</sup> )	대지(km <sup>2</sup> )	기타(km <sup>2</sup> )
한강	32,968	2,521	2,382	22,723	2,725	2,617
임진강하류	707	87	103	372	51	95
한강하류	50	3	8	19	2	18
계	757	90	111	391	53	113

(자료: 환경부국립환경과학원, 2016, 2014년 기준 전국오염원조사 보고서)

<표 9> 한강 하구역의 양식계 오염원 현황

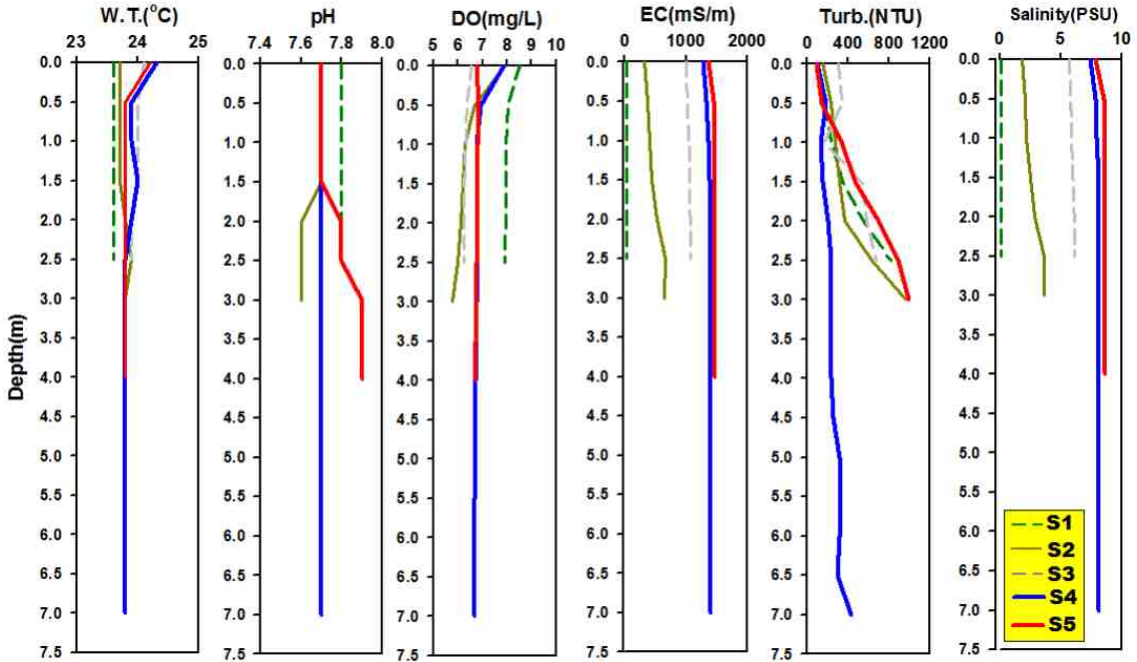
구분	합계(m <sup>2</sup> )	가두리(m <sup>2</sup> )	유수식(m <sup>2</sup> )	도전(m <sup>2</sup> )	지수(m <sup>2</sup> )
한강	1,073,995	1,363	453,272	254	619,106
임진강하류	48,503	0	0	0	48,503
한강하류	2,999	0	0	0	2,999
계	51,502	0	0	0	51,502

(자료: 환경부국립환경과학원, 2016, 2014년 기준 전국오염원조사 보고서)

### 마. 수질환경

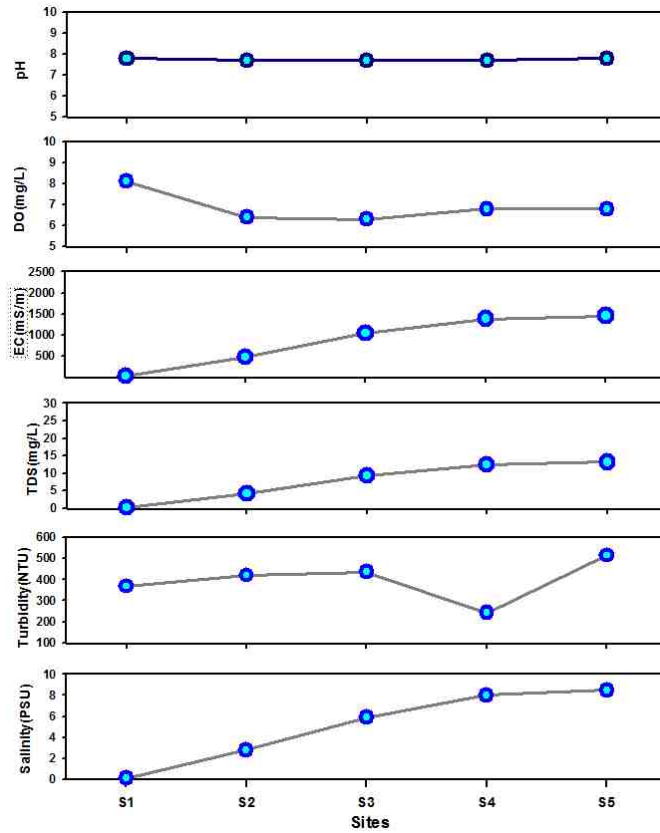
그림 9는 신곡수중보 ~ 어로한계선 구간의 수심별 (0.5 m) 수질 측정결과이다. 최대수심은 누산리 부근에서 약 7 m를 기록하였으며, 조위의 영향으로 유속이 빨라 정확한 수심확보에 다소 어려움이 발생하여 지점별 수심확보가 다소 곤란하였다. 조사시점은 만조때 실시하였다. 그림 10은 지점별 평균 수질농도를 나타낸 것이다.

먼저 각 지점별 수질의 연직분포를 보면, 수심이 낮은 상류부로 갈수록 상·하층간의 수온과 염도변화는 없으나, 탁도가 높아지는 경향이 강하고, 수심이 깊고 하류로 갈수록 표층부와 하층부간의 수온과 DO, 탁도 등의 연직변화가 비교적 수질항목별 연직분포가 뚜렷하게 나타난다. 그리고 상류부보다 하류지점 수심 1 m부근에서 염분약층이 나타났다.

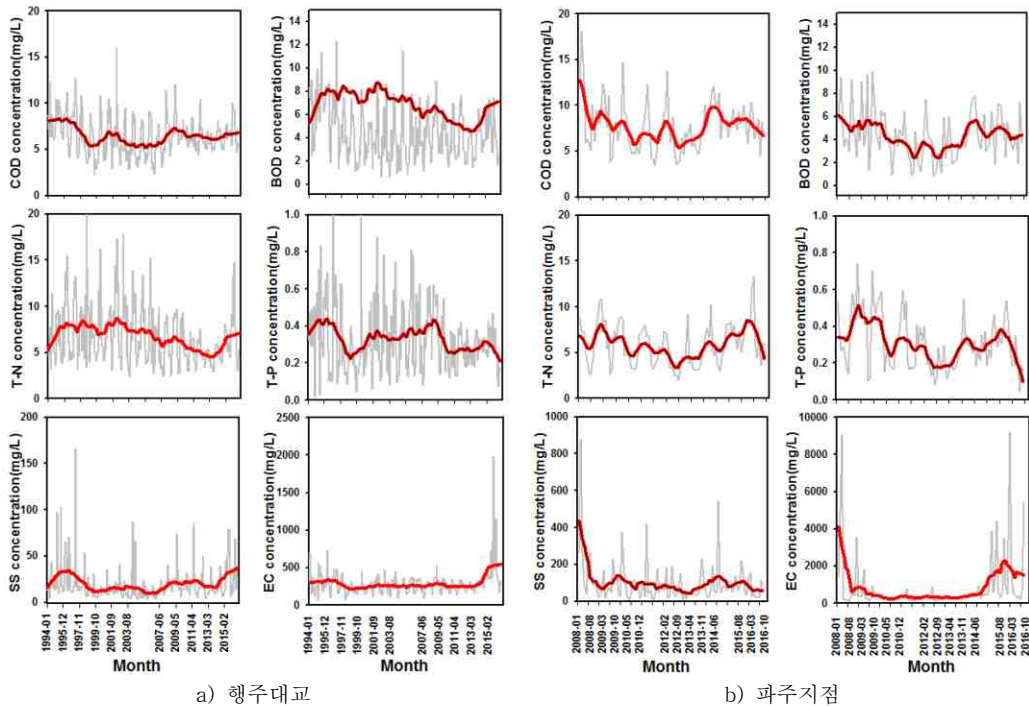


<그림 9> 신곡수중보 ~ 어로한계선 구간의 수심별 수질분포  
 (S1: 신곡수중보, S2: 일산대교 상류, S3: 일산대교 하류, S4: 누산리, S5: 어로한계선)

지점별 평균 수질농도 분포를 보면 (그림 10), 해수는 담수에 비해 많은 염류가 용존되어 완충능력이 크다. 그 경향은 기수역에서 잘 나타난다. 한강하구의 지점별 평균 pH농도는 7.7 ~ 7.8이었으며, 상·하류간의 변화보다 지점별 연직변화가 오히려 더 잘 나타나는 경향이 있다. DO는 수중에 용해되어 있는 분자상의 산소를 의미하는 것으로 수온이나 기압, 혹은 다른 용질의 영향을 받아 수온상승과 더불어 감소하는 경향을 보인다. 일반적으로 해수에서 DO는 수심에 따라 감소하지만, 담수와 염수가 만나 혼합이 강한 기수상부에서는 그 경향이 볼 수 없다. 지점별 DO 평균농도는 6.3 ~ 8.1 mg/L이고, 담수와 만나는 신곡수중보 (S1) 지점에서 담수와 혼합되어 DO농도가 가장 높게 나타난다. 그리고 EC농도와 총고형물질량 (TDS), 염분의 지점별 평균농도는 역류의 영향이 큰 하류로 갈수록 급증하는 경향을 보이고 있으며, 탁도 역시 수심이 깊은 누산리 (S3)을 제외하면 EC농도와 유사한 경향을 보인다. 이처럼 하구역에서는 염수의 영향으로 하구에서 연안에 걸쳐 독특한 수질분포를 나타내고 있는 반면에 밀도가 서로 다른 수괴가 만나기 때문에 강한 혼합이 일어나지 않는 한 염수를 포함한 수질은 연직분포가 잘 나타난다 (岡田知他, 2004).



<그림 10> 신곡수중보 ~ 어로한계선 구간의 수질변화  
 (S1: 신곡수중보, S2: 일산대교 상류, S3: 일산대교 하류, S4: 누산리, S5: 어로한계선)



<그림 11> 행주대교 와 파주지점의 수질변화 (2008.02 ~ 2016.10).

하구역 습지의 중요한 기능 중의 하나는 습지의 자정작용에 의한 하천수질의 개선효과이며, 이는 기수역과 연안생태계의 건강성을 유지하는데 중요한 역할을 담당한다. 그림 11은 환경부 수질관측망 행주대교와 파자지점의 COD, BOD, T-N, T-P, SS, EC농도변화(2008 ~ 2016)이다. COD의 평균농도는 약간나쁨(Ⅳ) 상태를 유지하고 있으며, COD와 BOD를 비롯한 T-N은 계절별 편차는 있으나 점진적으로 수질개선이 뚜렷하고, T-P와 SS는 완만하게 개선되는 경향을 보인다. 이러한 수질개선 효과는 2004년 이후에 실시된 한강수계의 총량관리제의 가시적 효과로 추정되고 있으나 갈수기의 T-P와 T-N BOD농도는 여전히 높은 농도를 기록하고 있다.

## 바. 습지의 보전방안

우리나라 대부분의 하천하구는 하구둑과 수중보로 막혀있어 연안생태계와 육상생태계가 만나는 생물다양성이 풍부한 생태전이지역이 훼손되고 있는 실정이지만, 한강하구는 조위의 영향으로 주기적으로 변화하는 염분구배의 영향으로 다양한 기수역의 자연생태가 보전된 된 곳이다. 하구역의 건전성을 간직하고 있는 한강하구는 지난 2006년에 습지보호지역으로 지정관리하고 있다.

한강하구는 신곡수중보 하류부의 기수상부를 중심으로 강의 영향이 강한 갯벌에 버드나무가 우점하는 생태계가 발달하고, 강물과 바닷물의 힘이 균형을 이루는 기수중부구역에는 갈대가 우점하는 습지가 나타난다. 그리고 바다의 영향이 더 커지는 연안으로 갈수록 갈대가 염도내성이 강한 모새달로 바뀌는 기수하부 서식지로 변하고 바다부근에서는 염생식물이 주로 출현하는 갯벌이 나타나는 등 한강하구에는 구간별로 독특한 하구습지가 발달하고 있다 (한동욱, 2016).

이처럼 다양하고 독특한 기수역의 생태환경을 보전하고 효율적으로 관리하기 위해서는 생태축의 복원이 선행되어야 하며 특히 기수상부습지 생태계를 확대와 더불어 연안 갯벌지역의 통합적 관리가 무엇보다도 중요하다. 그런 의미에서 습지보호지역의 확대 등을 면밀하게 검토해야 할 것이다.

#### 4. 참고 문헌

- 건설교통부, 한강수계치수기본계획, 1992.
- 건설교통부, 한강 하천정비기본계획(팔당댐~하구), 2002.
- 건설교통부, 한강하류부 하상변동분석 연구, 2005.
- 건설기술연구원, 신곡수중보의 영향 및 흐름특성 조사, 1998.
- 경기개발연구원, 한강하구 및 수변 생태자원에 관한 연구, 2008.
- 김상호, 김원, 최홍식, 한강 및 임진강의 조위영향 분석, 한국수자원학회 논문집, 2003, 36(2), 301-131.
- 노백호, 유역특성에 따른 한강하구의 공간분포 및 변화분석, 대한지리학회지, 2007, 42(3), 344-354.
- 변성준, 최제운, 구분진, 김우진, 한강하구지역의 하상변화 기작연구, 한국수자원학회 2009년도 학술발표초록집, 2009, 770-774.
- 백경오, 임동희, 2011, 수중보 이설 및 변형에 따른 한강 하구 흐름 특성, 대한토목학회지, 31(2B), 109-119.
- 안홍규, 강시내, 정상준, 이삼희, 한강하구 습지복원을 위한 장항습지의 공간특성 분석, 한국수자원학회 2010년도 학술발표회 논문집, 2010, 529-535.
- 오재경, 1990, 한강종합개발이후 한강하구와 경기만에서 퇴적환경의 변화.
- 이삼희, 황승용, 류영훈, 한강 하류 고수부지 형성 이력에 관한 분석 및 평가, 한국수자원학회 2006년도 학술발표회 논문집, 2006, 1616-1620.
- 정승원, 이진환, 허회권, 한강 하류의 환경학적 연구 VI. 부영양 요인의 통계적 해석, 한국육수학회지, 2004, 37(1), 78-86.
- 한강유역환경청, 한강하구 습지보전계획 수립연구, 2007.
- 한강유역환경청, 한강하구 습지보호지역 모니터링 결과 보고서, 2009.
- 한동욱, 한강하구 습지생태계 그 온전함과 유일함에, 물과 미래, 2016, 49(7), 37-42.
- 환경부, 보호습지지역 정밀조사: 한강하구, 2011.
- 황호섭, 한강하구의 미래는 없다? - 생명이 깃든 한강하구의 미래를 위해 개발욕심을 버려야 한다 - , 하천과 과학, 2009, 5(1), 34-43.
- 岡田知他, 河口域の水質特性 -河口域の保全・再生の際に留意すべき, 水工学シリーズ, 2004.

## 수리·수문 환경조사표

습지명		한강하구				위치				경기도 파주시, 김포시 일원			
습지 면적	60.668㎡	공유수면 면적		습생지역 면적	㎡	건생지역 면적	㎡						
기후 (관측지점)	평년기온(73.01~16.10)		평균 강수량				최한월 평균기온				최한월 평균기온		
	11.9℃		1,191.6				-2.5℃				25.2℃		
	최근5년 평균기온 12.5℃		최근5년 평균강수량 1,153.6mm										
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
T	-2.5	-0.3	4.6	10.9	16.3	20.6	24.0	25.2	21.0	14.8	7.4	0.3	11.9
P	18.7	23.1	38.1	75.7	90.6	110.4	313.0	260.6	141.5	49.3	50.4	20.2	1191.6
Et	37.7	46.7	66.5	88.1	97.2	82.7	73.0	86.2	81.7	73.1	57.6	40.7	831.3
P-Et	-19.0	-23.6	-28.4	-12.5	-6.5	27.6	239.9	174.4	59.8	-23.8	-7.2	-20.5	360.3
* T-기온, P-강수량, Et- Penman-FAO24에 의한 증발산량, P-Et- 물수지,													
습지 수원		강우: %, 지표수: %, 지중수: %, 지하수: %, 기타: %											
유입 수량	제1 유입구	제2 유입구				제3 유입구				합계			
	위치	GPS좌표 표기				GPS좌표 표기				GPS좌표 표기			
	갈수기	(조사 시기, 년 월 일)											
	풍수기												
유출 수량	제1 유출구	제2 유출구				제3 유출구				합계			
	위치	GPS좌표 표기				GPS좌표 표기				GPS좌표 표기			
	갈수기	(조사 시기, 년 월 일)											
	풍수기												
용출 수량	제1 용출수구	제2 용출수구				제3 용출수구				합계			
	위치	GPS좌표 표기				GPS좌표 표기				GPS좌표 표기			
	갈수기	(있을 경우 표기)											
	풍수기												
물수지	취약요소				취약지점				취약 시기				
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	평균
지하수위 1													
지하수위 2													
지하수위 취약요소													
수질분석	갈수기				풍수기				평수기				
	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	
기온													
수온									23.6	23.8	24.0	23.9	
DO									8.1	6.4	6.3	6.8	
pH									7.8	7.7	7.7	7.7	
탁도									386.6	420.7	435.8	241.3	
EC									34.4	482.9	1046.7	1384.7	
수질 관리 취약요소													



## III. 식생

신정섭 · 박재웅

(한국생태문화연구소, 동부엔지니어링(주))

### 요 약

서울시를 지나 고양시, 김포시, 파주시, 강화군을 지나는 한강하구의 장항습지, 산남습지, 공릉천하구습지, 성동습지, 시암리습지 등 5개의 습지를 대상으로 2015년 10월부터 2016년 10월까지 모두 20여 차례의 식생조사를 통해 현존식생을 파악하고, 현존식생도, 식생개황 등을 정리, 분석하였다. 한강하구는 국내의 대규모 하천인 4대강 중에 유일하게 하구가 막히지 않고 자연적으로 형성된 하구로 한강하구 내의 습지식생은 안보상의 이유로 접근하기 어려운 곳이 많으므로 접근이 가능한 곳까지 접근해 여러 차례 관찰, 조사하였다.

한강하구습지보호지역에 있는 습지 중 가장 상류에 위치하고 있는 장항습지는 버드나무군락이 가장 폭넓게 분포하고 있다. 장항습지의 물골이나 수로주변, 물이고인 곳이나 수변을 중심으로 갈대군락이 분포한다. 장항습지의 통행로 주변 건조한 입지에는 물억새군락이 분포한다. 이외에 물피군락, 줄군락, 돌피군락, 아까시나무군락 등이 출현한다.

산남습지는 경작지로 이루어진 장월평천 상류와 하류의 습지로 되어있다. 경작지가 있는 상류 강쪽의 수로변과 습한 지역을 중심으로 갈대군락과 모새달군락, 물피군락이 분포한다. 물피군락은 주로 새로 퇴적된 갯벌쪽에 띠상으로 군락을 이루고 있는데 새섬매자기, 갈대, 천일사초등이 소규모의 군락으로 함께 출현한다. 장월평천 하류쪽으로는 습지의 서쪽으로 강을 따라 모새달군락이 분포하고 습지의 대부분은 갈대군락이 분포한다. 이것은 정확히 파악하지는 못했지만 수년전부터 이곳에서 행해진 목초작업의 영향 때문인 것으로 판단된다. 2016년 10월 조사 시에도 산남습지에서 대규모의 목초작업이 진행되고 있었는데 산남습지, 성동습지에서 대규모로 이루어지고 있는 목초작업은 한강하구습지를 파괴하는 매우 중요한 문제로 당장 금지되어야 한다. 산남습지하류에 갈대군락의 비중이 높아진 것도 목초작업 때문인 것으로 판단되며, 갈대군락은 대부분 물억새나 기타 2차초지로 바뀔 가능성이 높다.

공릉천하구습지는 곡릉천 하구와 한강이 합류된 한강 유역에 형성된 습지로 엄밀히

말하면 한강하구습지로서 다른 이름으로 명명하는 것이 좋다. 이지역의 행정적 위치가 파주시 탄현면 범흥리이므로 ‘범흥습지’나 통일전망대에 인접해 있으므로 ‘통일전망대습지’로 부르는 것도 괜찮다. 원래의 공릉천하구는 습지보호지역에 포함되어 있지 않지만 모새달군락과 갈대군락이 우점하며, 하구의 물골 (갯골로 불리나 강의 수역이어서 물골로 부름)이나 물리적인 상태도 매우 우수한 곳으로 겨울철이면 파주평야를 찾는 많은 철새들이 이곳을 찾고 있다. 2011년 조사시에도 공릉천하구의 경우 하구의 입지와 식생이 양호해 보호지역으로 포함시켜야 한다고 했으나 아직 보호습지로 지정되지는 않았다. 현재의 공릉천하구습지는 모새달군락이 우점하고 있으며, 수로변과 일부구간에 갈대군락이 우점한다. 건조한 입지를 중심으로는 물억새군락이 분포하며, 일부 간섭이 있었던 곳에는 족제비싸리군락과 자귀풀-물억새군락이 분포한다.

성동습지는 북한과 마주하고 있는 곳으로 시암리습지와 함께 출입이 까다로운 곳이다. 성동습지는 모새달군락과 갈대군락이 우점하고 일부 건조한 입지에 물억새군락이 유입되고 있는 곳이다. 이곳에서도 대규모의 목초작업이 진행되어 습지의 대부분이 훼손된 상태이다.

시암리습지는 갈대군락과 모새달군락이 하구갯벌에 폭넓게 분포하는 습지로 습지 내로 들어가 조사하는 것이 허락되지 않아 외부에서 조망할 수밖에 없는 곳이다. 습지의 하류쪽은 원래 모새달군락이 분포하던 곳이나 갯벌의 식생을 걷어 낸 후 갈대군락이 유입되고 있다.

조사 당시 성동습지, 공릉천하구습지, 산남습지는 군사지역 사주경계를 위해 장비가 직접 습지 내로 진입하여 갈대군락, 모새달군락 등이 주기적으로 예초되고 있으며, 이를 배어내 사료용으로 사용하고 있다. 식생이 분포하는 뺨지역 중 목초작업이 이루어진 곳은 대부분 단단하게 굳어진 상태이며 이로 인해 육화가 빠르게 진행되어 육지식생의 이입이 늘어날 것으로 예상되므로 현재의 목초작업 방식을 포기하고 식생의 보전하는 상태에서 대안을 모색할 필요가 있다.

## 1. 서 론

태백의 금대봉에서 발원해 우리나라의 수도인 서울을 지나 강화만으로 흘러들어가는 한강은 하구가 막혀있는 낙동강, 금강, 영산강과 달리 하구가 막히지 않은 자연하구이다. 신곡수중보에서 유도가 있는 김포시 월곶면 보구곶리를 포함하는 한강하구습지는 조수간만의 차로 형성된 기수역이 폭넓게 분포하며, 퇴적된 뺨층에 식물들이 들어와 습지식생을 형성하는 장항습지, 산남습지, 공릉천하구습지, 성동습지, 시암리습지 등이 분포한다.

한강하구습지는 2006년 4월 17일 환경부의 습지보호지역으로 지정된 한강하구습지는 경기도 고양시 덕양구에 있는 김포대교하류 산곡수중보에서 강화군 송해면 송퇴리 사이의 하천제방 또는 수면부를 포함하는 철책선 안쪽을 대상구간으로 한다. 한강하구는 북한과 대치하고 있는 군사지역인 민간인 통제구역으로 군사지역 안에 있는 습지에 직접 들어가 조사를 수행하는데 제한을 받는다. 시암리습지처럼 습지 안에서의 조사가 불가능한 곳도 포함하고 있다. 습지의 식생조사는 한강하구 중 출입이 가능하고, 식생조사를 실시할 수 있는 곳은 여러 차례 현장조사를 실시하였으며, 부득이하게 군사적인 이유로 접근이 제한적인 구간은 항공사진 분석 및 쌍안경을 이용한 원거리 조사를 통해 식생의 규모나 분포만을 조사하였다.

국립환경과학원 (2004)에서는 한강하구를 대상으로 생태계정밀 조사를 실시하였는데 이 보고서는 한강하구를 습지보호지역으로 지정하게 된 계기가 되었다. 환경부 (2007)에서는 한강하구의 자연경관을 조사하여 한강하구 생태경관의 중요성을 언급하였으며, 김포시 (2005)에서는 한강의 모래를 준설하기 위해 환경성검토를 실시하기도 하였다. 경기개발연구원 (2008)에서는 한강하구습지의 생태자원을 조사하였다. 한강유역환경청 (2008)에서는 한강하구 생태계의 효율적 보전방안 수립 연구의 일환으로 조사한 자료가 있다. 한강유역환경청 (2009; 2013)에서는 한강하구습지보호지역을 대상으로 정기적으로 식생을 모니터링하고 있으며, 한강하구 생태계의 효율적인 보전방안을 수립하기 위한 연구를 실시하기도 하였다. 최근에 실시한 한강유역환경청 (2015)의 모니터링 결과자료에 의하면 전반적으로 버드나무군락, 갈대군락, 모새달군락이 우점하며, 물억새, 산조팝, 줄 등이 소규모 패치 형태로 분포하고 있다. 과거 조사 대비 큰 변화양상은 없으며, 갈대군락 및 모새달군락의 분포역이 확장되어 소규모 패치 군락이 축소되거나 변화된 것으로 보고하고 있다. 그 외 연구사례로는 장항습지의 면적이 계속 증가하는 이유를 규명하기 위한 연구가 있었으며, 한강하구의 생태계 복원과 생태자원의 이용에 대한 연구도 이루어지고 있다. 이와 함께 한강하구의 지속가능한 이용을 위해 장항습지의 생태자원을 관광자원으로 활용할 수 있는 기초적인 조사도 일부 진행되었다.

본 연구는 습지보호지역인 한강하구습지의 식생 유형을 조사하여 종조성과 군락구조 및 군락의 동태를 파악하고, 식생의 분포특성에 따른 생태적 가치를 평가하여 한강하구습지의 보전과 관리방안을 제시하는데 목적이 있다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 조사지 개황

2016년 한강하구보호습지는 경기도 고양시 덕양구의 신곡수중보에서 유도가 있는 경기도 김포시 월곶면 보구곶리에 이르는 지역을 포함한다. 한강하구습지는 한강의 하도 내에 토양이 퇴적되어 형성된 퇴적형 습지들이며, 하도의 중심에서 수변으로 갈수록 토양이 건조해 지면서 식생이 달라지는 특성을 지니고 있다. 하구의 가장자리로 올수록 토양이 건조해 지는 것은 토양퇴적량의 차이와 함께, 담압이나 통행로의 개설, 인위적인 성토 등 여러 가지 원인이 복합적으로 작용하기 때문이다. 현재 한강하구보호습지 중에서 성동습지와 산남습지는 대규모로 목초작업이 진행되면서 습지의 원형이 파괴되고 있다. 공릉천하구습지의 경우도 일부구간에 목초작업을 실시하고 있기 때문에 언제 습지의 상태가 변할지 모르는 상황이다.

경기도 고양시 덕양구 신평동의 신곡수중보 하류에서 시작해 고양시 일산서구 범곡동의 이산포IC 일대에 이르는 장항습지는 하도 내에 토양이 퇴적되어 형성된 습지이다. 하도내 토양이 퇴적된 퇴적형 습지이다. 장항습지가 현재처럼 커지게 된 원인은 이 일대에 있던 하중도의 소멸과 신곡수중보의 설치 때문인 것으로 파악되고 있다. 장항습지의 토양 퇴적량이 늘면서 장항습지의 제방쪽은 습지의 특성을 잃어버리고 육화가 빠르게 진행되었다. 현재 장항습지의 육화는 제방 아래쪽의 통행로가 조성된 부분이 가장 많이 진행된 상태이며, 물억새가 우점하고 있다. 육화된 상류 일부구간에는 아카시나무군락이 이입되어 있으며, 최근에는 가시박이 빠르게 확산되어가고 있다. 장항습지의 중,하류에는 대규모의 버드나무군락이 독특한 경관을 형성하고 있으며, 갈대군락이 수로와 물골 주변에 습지경관을 형성한다.

경기도 파주시 산남동 일대를 중심으로 분포하고 있는 산남습지는 파주시 교하읍 문발리 일대의 지역도 일부 포함된다. 산남습지는 습지의 중앙을 가르는 장월평천을 중심으로 상류 쪽에는 논으로 이루어진 농경지가 대부분을 차지하고 있으며, 장월평천 하류는 농경지가 없는 습지의 모습을 하고 있다. 하류는 갈대군락이 광범위하게 분포하고 있으며, 모새달군락이 함께 출현한다. 장월평천의 수역 근처에 새롭게 퇴적된 뺨에는 물피가 군락을 이루고 있으며, 새섬매자기, 천일사초 같은 식생들이 함께 출현한다.



장항습지(2016.7)



장항습지(2016.10)



산남습지(2016.9)



공룡천하구습지(2016.9)



성동습지(2016.9)



시암리습지(2016.10)

<그림 1> 한강하구습지 전경

경기도 파주시 탄현면 범흥리의 곡룡천이 한강으로 유입되는 합류지점의 하류에 형성된 하구습지이다. 오두산이 하도 내로 툇 튀어나온 형태이기 때문에 물살이 약해진 상류쪽에 토양이 퇴적된 것으로 판단되며, 습지사이로 흐르는 물골들이 습지의 건조화를 막아주고 있다. 비교적 간섭이 적은 하도의 중심부 쪽으로 모새달군락이 넓게 분포하며, 제방쪽으로는 하도내에 소제방 형식으로 성토한 토양층으로 인해 건조화가 진행되고 있으며, 크기가 작아진 모새달군락과 물억새군락이 분포하고 있다. 강아지풀, 자귀풀 등 건조화가 진행될 때 초기에 출현하는 종들이 소규모로 눈에 띄기도 한다. 공룡천하구 쪽으로 포함된 습지의 일부분에서 목초작업이 진행되고 있는 것은 향후 이습지의 훼손에 대한 심각한 우려를 하게 한다.

파주시 탄현면 성동리와 대동리, 만우리일원의 성동습지는 만우천 하류의 일부분만 조사가 가능했으며, 출입한 곳은 대동리 쪽으로 습지로 접근해 가장자리에서 습지의 일부분만을 조사할 수 있었다. 성동리쪽으로는 현재 소규모의 습지만이 분포하는

상황이며 성동습지에는 갈대군락, 모새달군락, 물억새군락 등이 분포한다.

김포시 하성면 시암을 중심으로 분포하는 시암리습지는 후평리, 석탄리에 걸쳐있으며, 갈대군락과 모새달군락이 분포한다. 물골의 형태가 살아 있고 민간인의 출입이 금지되어 있어 물리적인 훼손상태는 다른 습지에 비해 적은 편이나 제방부근의 식생제거나 곳곳에 식생을 제거한 흔적이나 간섭의 흔적이 남아 있다.

#### 나. 조사지역 및 시기

한강하구습지보호지역을 대상으로 총 70지점에 대해 2015년 10월부터 2016년 10월까지 20여 차례, 봄, 여름, 가을의 세 계절이 포함 된 기간에 한강하구습지보호지역 내에 있는 장항습지, 산남습지, 공릉천하구습지, 성동습지, 시암리습지에 대한 현장조사를 통해 식생자료를 습득하고 식생유형을 구분하였다.

#### 다. 조사방법

식생조사는 식물사회학적인 식생조사방법 (Braun-Blanquet School's method)을 적용하여 실시하고 (J. Braun-Blanquet, 1932; Muller-Dombois, D. and H. Ellenberg, 1974; 김종원, 이윤경, 2006) 이를 통해 습득한 식생자료를 바탕으로 조사대상지역의 항공사진, 인터넷 위성자료 등을 활용하여 식생유형을 공간상으로 구분, 주요 식생유형에 대해서는 식생현황, 환경요인 등 분포특성을 기록하였다.

식생조사표는 전국내륙습지조사의 조사표를 중심으로 현지의 상황에 맞는 표를 별도로 제작하여 사용하였으며, 조사구 내에서 피도는 백분율을 기준으로 하여 조사하였다. 식생의 양적인 기재는 1 ~ 5, +, r 등 7가지의 척도를 이용하여 표기하였으며, 습지에서 작성한 식생조사표를 기초로 하여 식물군락을 구분하였다. 식물의 분류와 동정은 원색대한식물도감을 기준으로 하였으며, 원색한국기준식물도감과 한국식물명고와 한국의 귀화식물을 참조하였다. 현존식생도는 식물군락을 상관에 의해 실시한 현장조사를 기초로 작성하였으며, 파악한 식생의 분포를 항공사진, 지형도 등의 기초자료를 활용하여 현존식생도를 완성하였다. 분석된 식생현황을 바탕으로 현존식생의 생태적 가치 평가 및 향후 한강하구습지보호지역의 식생 관리방안과 보전대책을 제안하였다.

### 3. 조사결과 및 고찰

#### 가. 한강하구보호습지의 식생 분류

한강하구보호습지는 하구의 남북쪽 모두 제방에 의해 주변과 격리되어 있다. 하구

주변의 배후습지와 같은 자연적인 요소들도 도시의 개발로 지금은 대부분 사라진 형태이며, 배수지나 농경지 등 원래의 모습에서 변형된 모습의 입지들이 부분적으로 분포한다. 이런 이유로 한강하구보호습지는 제방 안쪽 (제외지)을 대상으로 지정되었으며, 하도내의 토양이 퇴적된 곳을 중심으로 식생이 분포한다. 한강하구보호습지의 대표적인 식생은 장항습지에 폭넓게 분포하는 버드나무군락과 하구의 갯벌과 물골의 상태가 양호한 지역에 분포하는 갈대군락, 모새달군락, 그리고 건조해진 입지에 분포하는 물억새군락 등을 들 수 있다. 이들 식생들은 한강하구보호습지의 입지환경을 지표해주는 지표자로서의 역할을 하고 있다.

보호지역 내 각 습지의 식생을 비교, 분석하면 현재의 습지상태를 짐작할 수 있으며, 습지의 현황에 따라 그에 적절한 관리 대책을 마련할 수 있을 것이다.

#### 1) 장항습지

장항습지는 습지의 상태에 따라 습성입지와 건성입지로 입지환경을 구분할 수 있으며, 입지 환경에 따라 분포하는 식생도 다른 특징을 가지고 있다. 장항습지의 습성입지에 분포하는 식생은 갈대군락, 갯벌지역, 물골과 수로에 의해 물의 공급이 이루어지는 지역, 수로 및 물골 주변 등으로 구분되며, 하구의 수변부를 중심으로 버드나무군락, 갈대군락, 모새달군락, 물피군락, 줄군락 등이 출현한다. 건성입지는 자유로가 있는 제방 쪽의 육화된 지역에서 주로 출현하며 신곡수중보가 있는 상류 방향의 건조지에 아까시나무군락이 분포하며, 통행로 주변을 중심으로 물억새군락이 출현한다. 이외에 단풍잎돼지풀, 달맞이꽃, 쭉, 같은 육화된 입지에 초기 출현하는 식생들이 소규모로 군락을 형성하며, 이런 건조한 입지에 가시박이 여름이 되면서 피도가 증가한다.

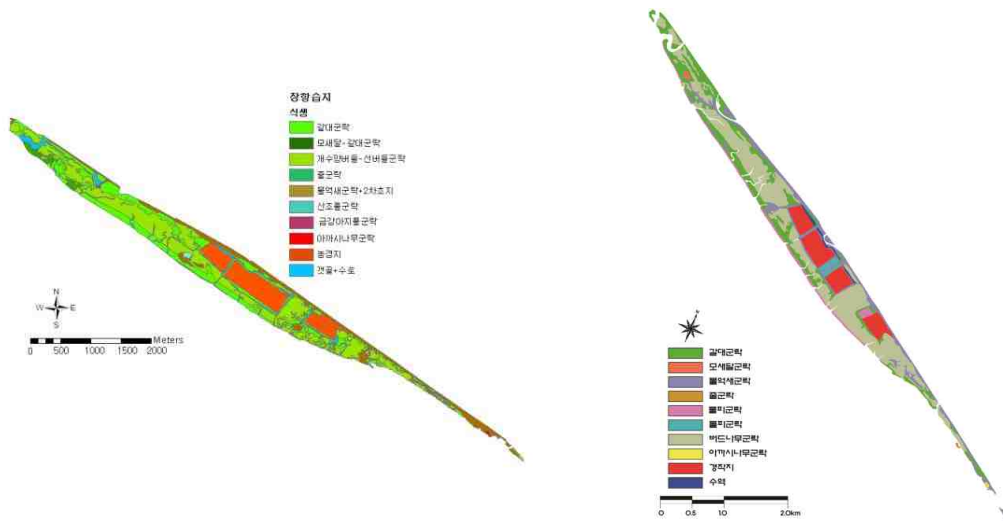
장항습지의 식생 분포면적을 보면 버드나무군락이 장항습지 전체면적의 42.2 %에 달하는 1,523,545 m<sup>2</sup>으로 가장 넓게 분포하고 있다. 이외 갈대군락이 824,886 m<sup>2</sup>(22.8 %), 물억새군락이 533,141 m<sup>2</sup>(14.8 %), 물피군락이 172,919 m<sup>2</sup>(4.8 %), 돌피군락이 41,991 m<sup>2</sup>(1.2 %), 아까시나무군락 3,358 m<sup>2</sup>(0.1 %) 등의 순으로 분포한다. 장항습지의 경작지는 459,610 m<sup>2</sup>으로 전체면적의 12.7 %이며, 수역은 38,227 m<sup>2</sup>(1.1 %)인 것으로 조사되었다. 식생의 분포면적만으로 볼 때 장항습지는 버드나무군락이 우점하는 어느 정도 육화가 진행된 습지라 할 수 있다. 장항습지의 습생식생 분포에 영향을 미치는 것은 습지 내에 자연적으로 형성되어 있는 물골과 유입 소하천, 수로의 분포이다. 이는 습지에서 식생에 영향을 미치는 가장 큰 요인이 물이기 때문이다.



<표 1> 장항습지 식생유형별 분포면적

식생유형	면적(m <sup>2</sup> )	구성비(%)
버드나무군락	1,523,545	42.2
갈대군락	824,886	22.8
물억새군락	533,141	14.8
물피군락	172,919	4.8
돌피군락	41,991	1.2
모새달군락	10,416	0.3
줄군락	4,070	0.1
아까시나무군락	3,358	0.1
경작지	459,610	12.7
수역	38,227	1.0
합계	1,020,236	100.0

2011년 정밀조사 결과와 2016년에 조사한 현존식생을 비교해 보면 2011년에 개수양버들-선버들군락으로 기록하였던 곳을 버드나무군락으로 분류하였는데 이들군락이 선버들군락, 버드나무군락, 개수양버들-선버들군락 등으로 세분되는 것을 통합하여 표시하는 과정에서 타 연구자들은 버드나무군락으로 표시하고 있어서, 이를 버드나무군락으로 수정한 것이다. 현재는 오후에 출입해 시간이 모자란 형편이어서 군락을 세분하기 어려운 상황이다. 2011년에 있던 금강아지풀군락은 군락의 크기가 작고, 물억새가 유입되어 물억새군락에 포함시켰다. 산조풀군락도 물억새군락에 포함되었으며, 모새달-갈대군락은 모새달의 개체가 줄어들어 대부분 갈대군락에 포함되었고 소규모로 모새달군락이 분포한다. 물이 흐르는 쪽의 토양이 새로 퇴적되는 부분에 줄군락이 떠상으로 분포했었으나 현재는 사라지고 물피군락이 주변에 폭넓게 들어오고 있는데 이것은 줄군락이 물에 떠내려 가버렸기 때문이다. 최근 토양이 퇴적되는 면적이 확대되어 있어 장항습지의 토양퇴적의 동태를 잘 살펴야 할 필요가 있다.



<그림 2> 장항습지의 2011년의 현존식생도(좌)와 2016년의 현존식생도(우)

## 가) 습생식생 (Hydric vegetation)

장항습지의 습성입지는 갯벌지역과, 습지내로 물이 유입되는 물골과 수로에 의해 물의 공급이 이루어지는 지역으로 갈대군락, 모새달군락, 버드나무군락, 줄군락 등이 분포한다. 수역근처의 갯벌이 쌓이는 곳에 물피군락이 떠상으로 폭넓게 분포한다. 물피군락 내에는 소규모로 새섬매자기군락, 천일사초군락 등이 함께 출현한다.

(1) 갈대군락 (*Phragmites communis* community)

장항습지의 물골과 뺨, 물의 흐름이 정체되어 있는 수로에 대규모의 군락을 이루고 있다. 장항습지의 대표적인 습성식생으로 군락의 높이는 1.6 ~ 2.3 m, 식피율은 100 %이며, 군락의 구분종은 갈대, 군락의 수반종은 며느리배꼽, 천일사초, 물피, 세모고랭이, 강아지풀, 들깨, 냉이, 망초, 붉은서나물, 개기장, 쇠치기풀, 산조풀 등이다. 갈대군락의 수반종으로 출현하는 들깨, 망초, 붉은서나물, 산조풀, 쇠치기풀 등은 갈대군락의 입지가 건조해진 곳에서 출현하는 종들이었다. 입지에 따라서는 산조풀의 비중이 높아지며 갈대-산조풀군락이 분포하기도 하였는데, 갈대-산조풀군락의 면적은 소규모로 지도에 표시할 수 없는 면적이었으며, 갈대군락에 포함시켰다. 갈대-산조풀군락의 높이는 1.4 m, 식피율은 100 %이며, 군락의 구분종은 갈대, 산조풀, 군락의 수반종은 며느리배꼽, 강아지풀, 개기장, 금방동사니, 금강아지풀 등이다. 장항습지의 습성입지에서 갈대군락의 분포면적이 증가하고 2011년 분포하던 모새달-갈대군락은 면적이 현저히 줄어들어 군락으로 표시하지 않았는데, 이것은 모새달의 분포범위가 현저히 줄어들고 대부분 갈대로 대체되거나 입지가 건조화된 곳에서는 물억새군락 등 건조한 입지의 식생이 유입하는 경향을 보이고 있다.



<그림 3> 장항습지의 갈대군락(좌)과 수로의 물길 주변에 분포하는 갈대군락 전경(좌)

(2) 모새달군락 (*Phacelurus latifolius* community)

장항습지의 하류쪽 이산포IC 근처에 군락을 이루고 있으나 소규모로 분포한다. 군락의 높이는 1.9 ~ 2.1 m, 식피율은 100 % 이며, 군락의 구분종은 모새달, 수반종으로 며느리배꼽, 환삼덩굴, 산조풀, 물억새 등이 출현한다. 건조한 지역의 면적이 확대되고

있는 장항습지에서 분포면적이 감소하고 있는 대표적인 식생이다. 2011년 조사때는 모새달-갈대군락이 어느정도 분포하고 있었는데 이 군락의 면적이 식생도 상에 표시되지 못할 정도로 감소한 것은 장항습지의 하구 환경이 육화되거나, 갈대가 우점하는 군락으로 대체되면서 모새달이 분포할 입지가 점점 줄어들기 때문인 것으로 판단된다.



<그림 4> 군락의 규모가 감소하고 있는 모새달군락(좌)과 모새달-갈대군락(우)

### (3) 줄군락 (*Zizania latifolia* community)

줄군락은 장항습지의 상류쪽 수변과, 장항습지 내의 수로 주변 등에 소규모로 분포한다. 줄의 유입은 상류의 습지에서 종자가 떠내려 온 것으로 판단된다. 2011년 조사 때에는 수변의 갯벌가에 길게 띠상으로 군락을 이루고 있었으나, 한차례 한강의 갯벌이 떠내려 갈 때 줄군락도 떠내려가 지금은 분포하지 않는다. 새롭게 뺨이 퇴적되는 곳에 지금은 물피군락이 들어와 분포하고 있다. 줄군락의 식생고는 1.7 m, 식피율은 100 %이며, 구분종은 줄이고 수반종은 없다.

### (4) 버드나무군락 (*Salix koreensis* community) 선버들군락 (*Salix nipponica* community), 버드나무-선버들군락 (*Salix koreensis-Salix subfragilis* community)

장항습지에 분포하는 버드나무속의 식물들은 버드나무, 개수양버들, 선버들, 키버들 등이다. 이 중 말뚝개가 많이 서식하는 물골 주변의 버드나무군락에는 개수양버들, 버드나무, 선버들에 교목층에 출현하는 버드나무-선버들군락이나 개수양버들-선버들군락이 분포한다. 교목층의 버드나무나 선버들의 피도가 2011년보다 낮아지고 선버들의 비중이 높아지는 경향을 보이고 있다. 자유로의 제방이 가까운 건조한 입지에 군락을 형성하는 식생은 버드나무군락, 버드나무-선버들군락이며, 버드나무군락으로 대표할 수 있다. 장항습지 내에 버드나무류의 군락은 현존식생도 상에서 분류하지 않고 버드나무군락으로 표기하였다.

선버들군락의 구분종은 선버들이며, 아교목층 높이는 7 m, 식피율은 95 %이다. 관목층은 분포하지 않고, 초본층의 높이는 0.7 m, 식피율은 95 %이며, 산조팝, 여뀌, 물억새, 머느리배꼽, 갈대, 들깨, 도깨비사초, 갈풀 등이 출현한다. 버드나무-선버들군락은

구분종이 버드나무, 선버들이며, 교목층의 높이는 12 m, 식피율은 75 %, 아교목층의 높이는 6 m, 식피율은 40 %이며, 관목층은 분포하지 않고 초본층의 높이는 0.7 m, 식피율은 95 %이며, 산조풀, 머느리배꼽, 들깨, 강아지풀, 환삼덩굴, 붉은서나물, 개기장, 박주가리, 들콩, 조개풀, 금강아지풀, 갈퀴덩굴, 쇠무릎, 쇠별꽃 등이 출현한다.



<그림 5> 선버들군락(좌), 버드나무-선버들군락(우)의 전경

(5) 물피군락 (*Echinochloa crus-galli* var. *echinatum* community)

장항습지의 갯벌쪽에 띠상으로 군락을 이루고 있다. 갯벌의 퇴적이 비교적 최근인 곳에 군락을 이루고 있으며, 향후 갯벌의 퇴적이 지속되거나, 갯벌이 쓸려나감에 따라 군락의 분포나 존재가 바뀔 가능성이 높은 불안정한 식생이다. 물피군락의 높이는 0.7 ~ 1.6 m, 식피율은 60 ~ 100 % 이며, 물피를 구분종으로 하며, 갈대, 새섬매자기, 애기부들, 큰고랭이 등을 수반종으로 한다. 물피군락 내에는 갯벌과 함께 떠내려와 매토종자 상태로 있다 발아한 천일사초, 큰고랭이, 갈대, 애기부들, 새섬매자기 등이 소규모로 분포한다. 특히 왕골의 경우 2011년 조사에는 소수의 개체만이 있었으나 현재는 개체수가 2011년에 비해서는 두배이상 많은 양으로 판단된다. 왕골의 경우 화문석으로 유명한 강화도에서 재배하였었던 특용작물로 강화에서 밀물 때 한강하구까지 운반된 것으로 여겨진다.

(6) 현존식생도에 표시되지 않은 소규모의 식생

현존식생도에는 군락이 표시되지 않은 소규모 군락들은 천일사초군락, 새섬매자기군락, 큰고랭이군락, 여뀌군락 등이 대표적이다. 새섬매자기군락, 천일사초군락, 큰고랭이군락은 하구의 갯벌이 퇴적된지 얼마되지 않은 곳이나 물골에 의해 수분이 유지되는 공간, 또는 저수로와 인접한 갯벌지역에 분포한다. 새섬매자기군락은 군락의 높이 0.7 ~ 0.8 m, 식피율은 100 %이며, 구분종은 새섬매자기이고 군락의 수반종은 물피, 줄, 갈대 등이다. 새섬매자기는 복원을 위해 장항습지에 있는 경작지 내 식재하거나 물골이 있는 뺨에 식재하였으나 식재 결과는 좋지 않다. 새섬매자기의 분포역은 점차 감소되는 경향을 보이고 있다 (한강유역환경청, 2015).





<그림 6> 물피군락(좌)과 왕골(우).



<그림 7> 장항습지의 새섬매자기군락(좌), 천일사초군락(우) 전경

<표 2> 장항습지의 선버들군락, 버드나무-선버들군락의 종조성표

		A		B	
A : 선버들군락( <i>Salix subfragilis</i> community)					
B : 버드나무-선버들군락( <i>Salix koreensis</i> - <i>Salix subfragilis</i> community)					
군락		A	B		
No.		1	2		
Releve' No.		25	66		
조사면적(m×m)		10×10	10×10		
교목층 높이(m)		-	12		
교목층 식피율(%)		-	75		
아교목층 높이(m)		7	6		
아교목층 식피율(%)		95	40		
초본층 높이(m)		0.7	0.7		
초본층 식피율(%)		95	95		
출현종수		9	17		
구분종					
선버들	<i>Salix subfragilis</i>	T2	5	3	
버드나무	<i>Salix koreensis</i>	T1		5	
수반종					
산조풀	<i>Calamagrostis epigeios</i>	H	3	1	
여뀌	<i>Persicaria hydropiper</i>	H	2		
물억새	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	H	2		
머느리배꼽	<i>Persicaria perfoliata</i>	H	2	1	
갈대	<i>Phragmites communis</i>	H	1		
들깨	<i>Perilla frutescens</i> var. <i>japonica</i>	H	1	3	
도깨비사초	<i>Carex dickinsii</i>	H	+		
갈풀	<i>Phalaris arundinacea</i>	H	+		
강아지풀	<i>Setaria viridis</i>	H		3	
환삼덩굴	<i>Humulus japonicus</i>	H		3	
붉은서나물	<i>Erechtites hieracifolia</i>	H		1	
개기장	<i>Panicum bisulcatum</i>	H		1	
조개풀	<i>Arthraxon hispidus</i>	H		1	
박주가리	<i>Metaplexis japonica</i>	H		+	
돌콩	<i>Glycine soja</i>	H		+	
이질풀 sp		H		+	
금강아지풀	<i>Setaria glauca</i>	H		+	
갈퀴덩굴	<i>Galium spurium</i>	H		+	
쇠무릎	<i>Achyranthes japonica</i>	H		+	
쇠별꽃	<i>Stellaria aquatica</i>	H		+	

<표 3> 장항습지의 선버들군락, 버드나무-선버들군락의 조사지점

NO.	1	2
N	37° 38' 29"	37° 38' 55"
E	126° 44' 53"	126° 44' 01"
EL(m)	18	12

<표 4> 장항습지의 습성입지에 출현하는 군락의 종조성표

A : 갈대군락(*Phragmites communis* community)  
 B : 갈대-산조풀군락(*Phragmites communis-Calamagrostis epigeios* community)  
 C : 줄군락(*Zizania latifolia* community)  
 D : 새섬매자기군락(*Scirpus planiculmis* community)  
 E : 물피군락(*Echinochloa crus-galli* var. *frumentacea* community)  
 F : 모새달군락(*Phacelurus latifolius* community)

군락	A														B	C	D	E	F		
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14							
Releve' No.	15	17	22	63	65	67	60	16	19	20	21	70	61	68							
조사면적(m×m)	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2							
초본층 높이(m)	2.2	2.3	1.6	1.9	2.0	1.9	1.4	1.7	0.8	0.7	0.7	1.6	2.1	1.9							
초본층 식피율(%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	60	100	100	100							
출현종수	2	2	4	6	8	3	7	1	3	3	4	2	3	4							
구분종																					
갈대 <i>Phragmites communis</i>	5	5	5	5	5	5	4														
산조풀 <i>Calamagrostis epigeios</i>							3														
줄 <i>Zizania latifolia</i>								5													
새섬매자기 <i>Scirpus planiculmis</i>										5	5										
물피 <i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>frumentacea</i>											4	5									
모새달 <i>Phacelurus latifolius</i>														5	5						
수반종																					
머느리배꼽 <i>Persicaria perfoliata</i>	1				2	1	1	1												1	1
강아지풀 <i>Setaria viridis</i>					1	+	3														
산조풀 <i>Calamagrostis epigeios</i>						1	1												1		
천일사초 <i>Carex scabrifolia</i>	+	1																			
물피 <i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>frumentacea</i>			1																1		
세모고랭이 <i>Scirpus triqueter</i>				1																	
쇠치기풀 <i>Hemarthria sibirica</i>					1																
금강아지풀 <i>Setaria glauca</i>							1														
개기장 <i>Panicum bisulcatum</i>						+	1														
갈대 <i>Phragmites communis</i>										1	2	1									
새섬매자기 <i>Scirpus planiculmis</i>											1										
애기부들 <i>Typha angustata</i>											1										
환삼덩굴 <i>Humulus japonicus</i>													1								
물억새 <i>Miscanthus sacchariflorus</i>														1							
들깨 <i>Perilla frutescens</i> var. <i>japonica</i>				+																	
냉이 <i>Capsella bursa-pastoris</i>				+																	
망초 <i>Erigeron canadensis</i>			+	+																	
붉은서나물 <i>Erechtites hieracifolia</i>					+																
금방동사니 <i>Cyperus microiria</i>							+														
줄 <i>Zizania latifolia</i>									+												
버드나무 <i>Salix koreensis</i>										+											

<표 5> 장항습지의 습성입지에 출현하는 군락의 조사지점

NO.	1	2	3	4	5	6	7
N	37° 38' 22"	37° 38' 22"	37° 38' 22"	37° 38' 55"	37° 38' 54"	37° 39' 00"	37° 38' 29"
E	126° 45' 09"	126° 45' 09"	126° 44' 46"	126° 44' 12"	126° 44' 04"	126° 43' 52"	126° 45' 13"
EL(m)	17	17	2	7	7	7	7
NO.	8	9	10	11	12	13	14
N	37° 38' 22"	37° 38' 20"	37° 38' 22"	37° 38' 20"	37° 38' 57"	37° 38' 35"	37° 39' 00"
E	126° 45' 18"	126° 44' 47"	126° 45' 09"	126° 44' 40"	126° 43' 50"	126° 44' 59"	126° 43' 52"
EL(m)	14	14	12	14	3	7	7

## 나) 건생식생 (Xeric vegetation)

장항습지의 건생식생은 한강의 하도에서 볼 때 자유로가 있는 제방쪽으로 올수록 건조와 육화가 진행되고 있다. 자유로 제방 근처의 토양은 육화되었기 때문에 현재는 물억새군락의 분포가 높으나 향후 더 건조한 입지에서도 살 수 있는 육상식생이나 목본의 유입이 이루어질 것으로 판단된다. 장항습지의 건생식생은 습지 내에 있는 수로에서 어느 정도 거리가 떨어진 둔치나 제방, 나지 같은 곳에서도 볼 수 있으며, 건생식생은 건성입지에 분포하는 물억새군락, 산조풀군락, 돌피군락, 가시박군락, 단풍잎돼지풀군락, 칩군락, 아까시나무군락 등이 출현한다.

(1) 물억새군락 (*Miscanthus sacchariflorus* community)

물억새군락은 장항습지의 제방 아래쪽 통행로를 중심으로 한 건조한 입지에 떠상으로 군락을 이루고 있다. 물억새군락은 군락 높이 1.4 ~ 1.8 m, 식피율은 100 %이며, 구분종은 물억새, 수반종은 새콩, 참새귀리, 개망초, 환삼덩굴, 머느리배꼽, 붉은서나물, 망초, 매듭풀, 비수리, 쭉, 강아지풀, 그렁, 바랭이, 박주가리, 갈퀴덩굴, 비수리, 산조풀, 돼지풀 등으로 한다. 지점에 따라 산조풀의 혼생 비율이 높아지기도 하여 이를 물억새-산조풀군락으로 구분하며, 군락의 높이는 1.5 m, 구분종은 물억새, 산조풀, 수반종은 개망초, 머느리배꼽, 망초, 매듭풀, 비수리, 개찌버리사초 등이다. 군락의 분포면적이 넓지 않으며, 현존식생도상에서 볼 때는 물억새군락에 포함시키는 것이 적절하다.

(2) 산조풀군락 (*Calamagrostis epigeios* community)

산조풀군락은 습지지역이 건조화되면서 유입 분포범위를 확대해 나가는 식생으로 현존식생도에는 표시되지 않은 작은군락이다. 장항습지 통문이 있는 중간지점에서 갯벌로 가는 통행로의 상류측에 분포하며, 2011년 때보다는 분포범위가 줄어들었는데 건조화가 더 진행되면서 물억새가 군락내로 유입되었기 때문이다. 산조풀군락의 식생고는 0.8 m, 식피율은 100 %, 군락의 구분종은 산조풀, 수반종은 머느리배꼽, 붉은서나물, 금강아지풀, 속속이풀, 쥐꼬리망초 등이다.



<그림 8> 장항습지의 물억새군락 (좌)과, 산조풀군락 (우)의 전경



(3) 아까시나무군락 (*Robinia pseudoacacia* community)

아까시나무군락은 장항습지의 최상류쪽에 아교목 상태의 군락을 형성하고 있다. 장항습지에서 어로활동을 하는 어부들이 어구들을 야적해 놓는 장소 주변에 분포하며 주변엔 갈대군락과 물억새군락이 분포한다. 갈대군락과 물억새군락의 일부구간에는 덩굴식물인 칩이 덮고 있기도 한다. 아까시나무군락의 수반종은 달맞이꽃, 박주가리, 물억새, 쇠치기풀, 할미밀망, 익모초, 명석딸기, 쇠무릎, 애기똥풀 등이다. 조사과정에서 빼놓은 것이 있어 조사표에 정리하지는 않았다. 2011년도 조사에서는 아교목층의 높이는 4.5 m이며, 피도는 90 %였다. 구분종은 아까시나무이고 수반종은 긴병꽃풀, 갈대, 익모초, 쇠별꽃, 바랭이, 애기똥풀, 쇠무릎, 콩다닥냉이, 쇠뜨기 등이 출현한 것으로 기록되어 있다. 향후 아까시나무군락의 동태를 지속적으로 관찰할 필요가 있다.

(4) 돌피군락 (*Echinochloa crus-galli* community)

장항습지의 경작지 중 철새를 위해 생물다양성 관리지역으로 지정해 묵히고 있는 논에 분포한다. 식생도에는 묵논의 일정구간을 돌피군락으로 표시하였으나 이것은 조사 시기에 종자를 확인할 수 없어 이전 조사자의 기록을 참고한 결과이다. 그러나 입지상의 특징으로 볼 때 돌피보다는 물피일 가능성이 높다. 향후 보완되어야 한다. 돌피군락이 분포하는 묵논 내에 벼나 물피 등이 혼재하고 있으며, 일부구간에는 갈대가 유입하는 곳도 있는 묵논 식생이다. 현재 군락의 상태가 안정되어 있지 못한 상태이며, 향후 다른 군락으로 교체될 가능성이 매우 높은 식생이다.

## (5) 현존식생도에 표시되지 않은 소규모의 군락

건성입지에 분포하는 현존식생도에 표시되지 않는 소규모 군락은 가시박군락, 개쇠뜨기군락, 환삼덩굴군락, 칩군락, 단풍잎돼지풀군락 등이다. 소규모 군락들은 현존식생도에는 표시되지 않지만 육화된 장항습지의 초기 천이종으로 의미가 있다. 가시박군락이나 단풍잎돼지풀군락은 귀화식물이면서 생태계위해식물로 지정되어 있어 특별히 관리가 필요한 식생이다. 가시박군락은 군락의 높이 1.6 m, 구분종 가시박으로 참새귀리, 망초, 매듭풀, 단풍잎돼지풀, 물억새, 썩, 쇠뜨기, 다닥냉이, 미국쭉부쟁이 등을 수반한다. 가시박군락은 장항습지 상류 통행로 주변의 물억새나 썩 등이 분포하는 곳 위쪽으로 타고 올라 여름철에 군락을 형성한다. 가시박군락을 제거하기 위해 시민단체나 고양시에서 가시박제거 작업을 하고 있으나 효과는 아직 미미하다. 개쇠뜨기군락은 킨텍스IC 근처의 통행로 주변과 호안사면에 소규모의 군락을 형성한다. 개쇠뜨기군락의 높이는 0.8 m, 식피율 100 %이며, 군락의 구분종은 개쇠뜨기, 수반종은 썩, 미국쭉부쟁이, 갈퀴덩굴, 잔디, 금강아지풀 등이다.



<표 7> 장항습지의 건성입지에 출현하는 군락의 조사지점

NO.	1	2	3	4
N	37° 38' 24"	37° 38' 25"	37° 38' 27"	37° 38' 53"
E	126° 45' 20"	126° 44' 52"	126° 45' 19"	126° 44' 09"
EL(m)	18	2	3	9
NO.	5	6	7	8
N	37° 38' 25"	37° 39' 00"	37° 37' 22"	37° 38' 51"
E	126° 44' 57"	126° 43' 52"	126° 47' 16"	126° 44' 24"
EL(m)	20	7	7	7

2) 산남습지

산남습지에 출현하는 식생유형은 모새달군락, 갈대군락, 물억새군락, 천일사초군락, 물피군락, 이차초지, 경작지, 나지 등이다. 각 식생유형별 분포면적은 갈대군락이 466,830 m<sup>2</sup> (45.8 %)로 가장 넓은 면적을 차지하며, 다음으로 모새달군락이 136,711 m<sup>2</sup>(13.4 %), 물억새군락이 25,205 m<sup>2</sup> (2.5 %), 천일사초군락이 2,332 m<sup>2</sup> (0.2 %), 물피군락이 14,415 m<sup>2</sup> (1.4 %), 이차초지 8,045 m<sup>2</sup> (0.8 %), 경작지 349,899 m<sup>2</sup> (34.3 %) 등의 순으로 분포하며, 나지가 16,779 m<sup>2</sup> (1.6 %)분포하고 있다. 산남습지에서는 9월에 대규모의 목초작업이 진행되었으며, 목초작업으로 인해 습지의 대부분에 분포하는 식생들이 제거되었다. 산남습지의 피해면적은 408,123 m<sup>2</sup>이고, 산남습지의 40.0 %에 달하는 면적이다. 여기에 경작지의 면적이 34.3 %이므로 습지식생이 분포하는 대부분이 훼손된다고 보아야 한다.

<표 8> 산남습지 식생 분포면적

식생유형	면 적(m <sup>2</sup> )	구성비(%)
갈대군락	466,830	45.8
경작지	349,899	34.3
모새달군락	136,711	13.4
물억새군락	25,205	2.5
나지	16,779	1.6
물피군락	14,415	1.4
이차초지	8,045	0.8
천일사초군락	2,332	0.2
합 계	1,020,236	100.00

가) 습생식생 (Hydric vegetation)

산남습지는 장월평천 하류의 넓은 습지에 모새달군락과 갈대군락이 분포하는 자연성이 높은 잘 보전된 습지였다. 2011년 조사시까지 습지의 훼손은 거의 발생하지 않고 소규모의 훼손들이 이루어졌었는데, 2016년 조사시에는 대규모의 목초작업이 진행되어 습지가 크게 훼손된 것으로 조사되었다. 산남습지는 한강하구 보호지역으로 보전되어야만 하는 곳인데 군에서 가시거리 확보를 유지한다는 이유로 대규모의 습지훼손이

이루어지고 있는데 환경부에서는 대책을 제시하지 못하고 있다. 이런 습지 훼손은 성동습지, 공릉천하구습지의 일부에서도 진행되고 있는데 환경부에서 지정한 습지보호지역의 훼손이라는 측면 외에도 사대강 중 유일하게 하구가 보전되고 있는 한강하구의 중요성을 생각할 때 발생되어서는 안 될 사건이 발생한 것이므로 즉각적인 습지의 훼손 중지와 함께 2017년부터 산남습지를 대상으로한 습지복원사업이 진행되어야 한다.

(1) 모새달군락 (*Phacelurus latifolius* community)

장월평청 하류의 자연적으로 유지되고 있는 습지에 대규모의 군락을 이루고 있는 모새달군락은 산남습지의 건전성과 습지보호지역의 모습을 상징적으로 보여주던 곳이다. 2016년 조사시 모새달군락은 대부분 훼손되어 수변부에 일부분의 모새달군락만이 남아 있는 것으로 조사되었다. 모새달군락이 분포하는 입지는 갯골이나 물골에 의해 수분이 유지되는 자연도가 높은 곳이다. 그런데 정확한 시작시점은 알 수 없지만 현장 조사 시 수년정도 된 것으로 판단되는 대규모의 목초제거 사업이 업자들에 의해 진행되어 모새달군락이 분포하는 습지가 파괴된 상태이다. 모새달군락이 있던 곳에는 갈대가 확산되어 군락을 이루고 있으나 이것도 육상성 식물의 이입이 빠르게 진행되면 식생의 교체가 이루어질 것으로 판단된다. 모새달군락의 구분종은 모새달이며 수반종은 갈대, 속속이풀, 며느리배꼽이고 지점에 따라 갈대의 분포비율이 높아지기도 한다. 모새달군락의 식피율은 100 %, 식생고는 1.9 m에 달한다. 모새달군락은 하구습지의 특성을 잘 반영하는 대표적인 식생으로 하구에서 보전할 필요가 있으며, 모새달군락의 보전 방향은 식생구조의 온전성과 생물서식환경으로서 가치가 높아지는 방향으로 설정해야 한다.



<그림 11> 모새달군락의 전경 (좌)과 모새달군락의 식물체를 목초작업을 통해 훼손한 전경 (우)

(2) 갈대군락 (*Phragmites communis* community)

갈대군락은 산남습지의 가운데를 가르며 흐르는 장월평천 주변과 하류일부, 상류의 농경지 바깥 제외지의 제방근처에 군락을 이루고 있는 것이 2011년 조사결과 였다. 2015년에는 장월평천 하류의 넓은 습지가 대부분 갈대군락으로 바뀌었다. 군락의 높이는 1.6 ~ 2.1 m, 식피율은 100 %이며, 군락의 구분종은 갈대, 수반종은 강아지풀, 물피, 며느리배꼽, 금강아지풀, 여뀌, 붉은서나물 등이다. 산남습지 장월평천 하류의 습지는 수년간의 목초작업으로 인해 토양이 기계에 의해 다져지면서 모새달군락이 거의 사라진 상황이다. 모새달이 사라진 곳에 갈대군락이 확산, 대체되고 있으나 토양의 건조화로 인해 가까운 미래에 대부분 물억새군락이 우점하게 될 것으로 판단된다. 산남습지의 목초작업은 대규모로 진행되고 있으며, 중기계를 이용하기 때문에 토양이 경화되고 이곳에 살던 말뚝게들은 대부분 서식지를 잃고 사라진 것으로 판단된다. 습지지역에서의 목초작업은 경계를 위한 가시거리의 확보라고 하지만 수십년 동안 갈대와 모새달의 제거 없이 경계가 이루어진 곳으로 설득력이 낮으며, 보호습지를 보전한다는 방향에서는 큰 잘못을 하고 있는 곳이다. 2016년에는 벌써 목초작업이 진행되었으므로 환경부에서 국방부와 협약을 통해 목초작업을 중단하고 훼손된 습지를 복원하는 일정을 준비 및 시작해야 한다.



<그림 12> 갈대군락의 전경 (좌)과 목초작업으로 훼손된 갈대군락 (우)



<그림 13> 물피군락 (좌), 천일사초군락 (우) 전경

(3) 물피군락 (*Echinochloa crus-galli* var. *echinatum* community)

물피군락은 새섬매자기군락과 입지환경이 중복되며, 2011년 새섬매자기가 분포하던 지점에 물피의 피도가 높아져 우점하고 있다. 군락의 구분종은 물피이고 군락의 높이 0.8 m, 식피율 60 %로 정도로 분포한다. 여뀌군락은 장월평천 상류측의 수변부에 가까운 경작을 금한 비교적 건조한 묵논에 군락을 이루고 있다. 하천습지에서 큰개여뀌나 개여뀌의 군락은 비교적 흔하게 발견되나 여뀌군락은 보기 어려운 편이다. 그러나 여뀌군락을 특정해 보전할 필요는 없으며, 식생도에 표시되지 않는다 해도 여뀌군락의 분포를 확인하는 의미에서 식생조사를 실시하였다. 군락의 구분종은 여뀌이며, 높이 0.4 m, 식피율 100 %, 수반종으로 강아지풀, 재쭉, 다닥냉이, 참새귀리, 속속이풀, 조개풀 등이 출현한다. 물피군락 내에는 갯별과 함께 떠 내려와 매토종자 상태로 있다 발아한 천일사초군락과 새섬매자기군락이 함께 분포하며, 큰고랭이, 갈대, 애기부들, 왕골 등이 소규모로 출현한다.

(4) 천일사초군락 (*Carex scabrifolia* community)

천일사초군락은 산남습지의 물골이 있고 새로이 갯별이 퇴적되는 한강의 중심부 지점에 소규모로 분포한다. 2011년 조사와 같은 지점에 위치하고 있다. 군락의 구분종은 천일사초이며 수반종은 없다.

## (5) 현존식생도에 표시되지 않은 소규모의 식생

산남습지의 습성입지에 분포하는 식생 중 현존식생도에 군락이 표시되지 않는 식생은 새섬매자기군락, 갈풀군락, 여뀌군락 등이다. 새섬매자기군락은 갯별이 퇴적되는 지점에 분포하며 물골에 의해 수분의 공급이 쉽게 이루어지는 곳에 군락을 이루고 있다. 군락의 구분종은 새섬매자기이고 수반종은 없으며, 군락의 높이 0.7 m, 식피율 100 % 로 분포한다. 새섬매자기는 뿌리가 겨울철새의 먹이로 이용되면서 하구습지에서 주목을 받고 있는데 새섬매자기군락 유지의 가장 중요한 점은 새섬매자기가 서식할 수 있는 갯별환경이 유지되도록 하는 것이다. 갈풀군락은 산남습지의 장월평천 하류 주변에 소규모로 군락을 형성하고 있는데 차량의 출입과 목초작업의 영향으로 군락의 분포범위를 명확히 확인하기가 어려웠다. 여뀌군락은 산남습지의 생물다양성 증진을 위해 휴경하는 묵논에서 군락을 이룬다. 묵논 내에 수분의 함량이 많지 않은 곳에는 여뀌군락이 분포한다.



<표 9> 산남습지의 습성입지에 출현하는 군락의 종조성표

군락		A	B	C	D	E	F
No.		1	2	3	4	5	6
Releve' No.		50	11	48	51	52	9
조사면적(m×m)		2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2
초본층 높이(m)		1.9	1.9	1.6	1.9	2.1	0.4
초본층 식피율(%)		100	100	100	100	100	60
출현종수		3	2	2	6	5	8
구분종							
모새달	<i>Phacelurus latifolius</i>	5	4				
갈대	<i>Phragmites communis</i>		3	5	5	5	
여귀	<i>Panicum hydropiper</i>					5	
물피	<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>frumentacea</i>						4
새섬매자기	<i>Scirpus planiculmis</i>						5
수반종							
강아지풀	<i>Setaria viridis</i>				2	2	+
물피	<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>frumentacea</i>			2		2	
머느리배꼽	<i>Panicum perfoliatum</i>	1			2		
금강아지풀	<i>Setaria glauca</i>				2		
여귀	<i>Panicum hydropiper</i>				1		
붉은서나물	<i>Erechtites hieracifolia</i>				1	1	
재쭉	<i>Descurainia sophia</i>						+
다닥냉이	<i>Lepidium apetalum</i>						+
주홍서나물	<i>Crassocephalum crepidioides</i>						+
참새귀리	<i>Bromus japonicus</i>						+
속속이풀	<i>Rorippa islandica</i>	+					+
조개물	<i>Arthraxon hispidus</i>						+
사초과 sp							+

<표 10> 산남습지의 습성입지에 출현하는 군락의 조사지점

NO.	1	2	3	4
N	37° 42' 11"	37° 42' 11"	37° 42' 11"	37° 42' 11"
E	126° 40' 29"	126° 40' 29"	126° 40' 29"	126° 40' 28"
EL(m)	10	9	10	10
NO.	5	6	7	8
N	37° 42' 24"	37° 42' 11"	37° 42' 11"	37° 42' 11"
E	126° 40' 36"	126° 40' 29"	126° 40' 29"	126° 40' 29"
EL(m)	4	5	5	6

나) 건생식생(Xeric vegetation)

산남습지 내 토양의 수분함량이 주변습지에 비해 낮은 제방이나, 수로의 사면 등에 형성된 건성입지에 물억새군락, 산조풀군락, 재쭉군락, 바랭이군락, 강아지풀군락 등이 분포한다. 현존식생도에 표시될 정도로 넓은 면적에 분포하는 식생은 물억새군락이며 그 외의 군락들은 소규모로 현존식생도에 표시되지 않는다.

(1) 물억새군락 (*Miscanthus sacchariflorus* community)

산남습지의 건조한 입지에 군락을 이루며 분포하는 물억새군락은 습지와 육상의



중간지대에서 완충의 역할을 한다. 군락의 구분종은 물억새이며 망초, 갈대, 금강아지풀, 토끼풀, 강아지풀, 산조풀, 돌피, 쇠뜨기 등이 수반종으로 출현한다. 2011년 조사에서는 박하가 출현하였으나 이번조사에서는 기록되지 않았다. 군락의 높이는 1.4 m, 식피율은 100 % 이다.

(2) 현존식생도에 표시되지 않은 소규모의 식생

산남습지의 건성입지에 분포하는 식생 중 현존식생도에 군락이 표시되지 않은 소규모 군락들로는 재쑥군락, 바랭이군락, 강아지풀군락 등이며, 산남습지의 동쪽에 있는 자유로 제방 등지에서 소규모의 군락을 이룬다. 재쑥군락은 식생고 1.3 m, 식피율 95 %, 군락의 구분종은 재쑥이며, 망초, 개쩌버리사초, 다닥냉이, 여뀌, 갈대 등이 수반종으로 출현한다. 바랭이군락은 식피율 100 % 로 군락의 구분종은 바랭이, 수반종으로는 금강아지풀, 쑥, 매듭풀, 토끼풀, 서양민들레, 질경이 등이 출현하며, 강아지풀군락은 군락 구분종 강아지풀, 수반종으로 여뀌, 물피, 가을강아지풀, 사철쑥, 갈퀴덩굴, 들깨풀 등이 출현한다. 식생고와 식피율은 각각 0.7 m, 100 % 정도이다.

<표 11> 산남습지의 건성입지에 출현하는 군락의 종조성표

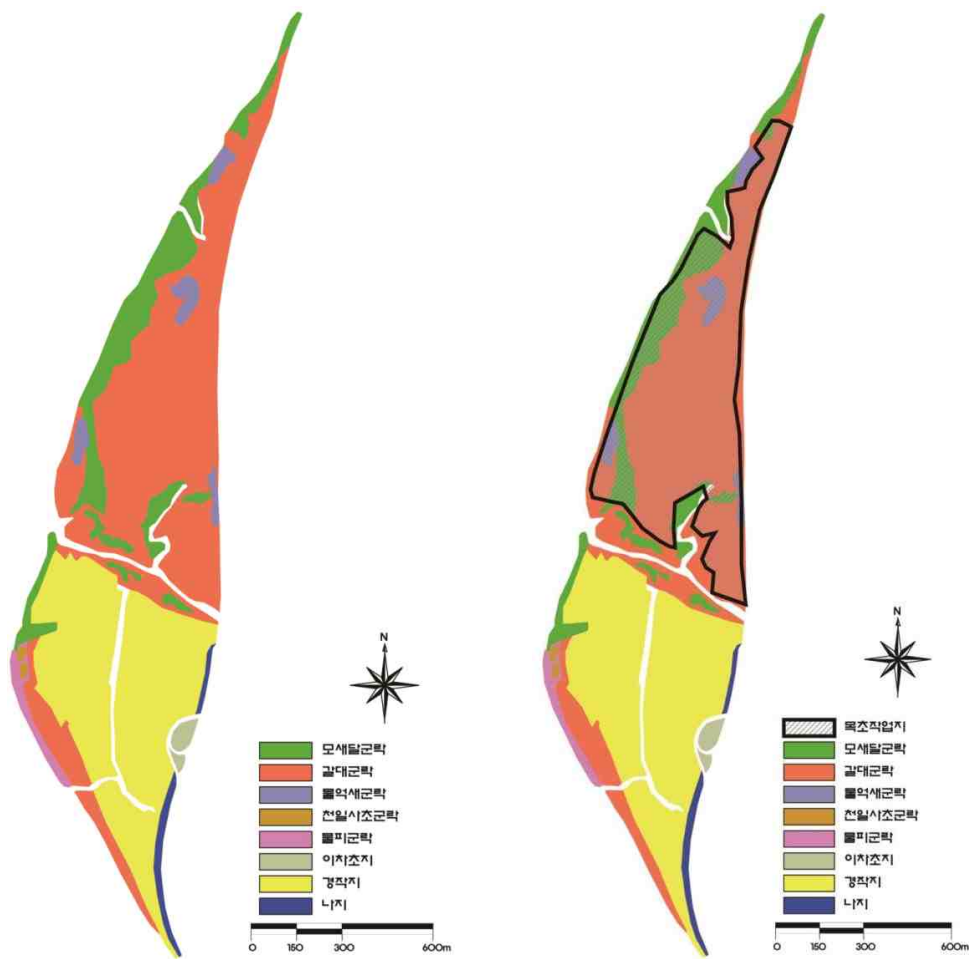
군락		A	B	C	D
No.		1	2	3	4
Releve' No.		47	10	46	49
조사면적(m×m)		2×2	2×2	2×2	2×2
초본층 높이(m)		1.4	1.3	0.2	0.7
초본층 식피율(%)		100	95	100	100
출현종수		9	6	7	7
구분종					
물억새	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	5			
재쑥	<i>Descurainia sophia</i>		5		
바랭이	<i>Digitaria sanguinalis</i>			5	
강아지풀	<i>Setaria viridis</i>				5
수반종					
망초	<i>Erigeron canadensis</i>	1	3		
금강아지풀	<i>Setaria glauca</i>	2		2	
갈대	<i>Phragmites communis</i>	1	+		
강아지풀	<i>Setaria viridis</i>	1			
산조풀	<i>Calamagrostis epigeios</i>	1			
돌피	<i>Echinochloa crus-galli</i>	1			
쑥	<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>			1	
가을강아지풀	<i>Setaria faberii</i>				2
물피	<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>frumentacea</i>				1
여뀌	<i>Persicaria hydropiper</i>		+		1
개쩌버리사초	<i>Carex japonica</i>		+		
다닥냉이	<i>Lepidium apetalum</i>		+		
매듭풀	<i>Kummerowia striata</i>			+	
토끼풀	<i>Trifolium repens</i>	+		+	
서양민들레	<i>Taraxacum officinale</i>			+	
질경이	<i>Plantago asiatica</i>			+	
쇠뜨기	<i>Equisetum arvense</i>	+			
사철쑥	<i>Artemisia capillaris</i>				+
갈퀴덩굴	<i>Galium spurium</i>				+
들깨풀	<i>Mosla punctulata</i>				+

<표 12> 산남습지의 건성입지에 출현하는 군락의 조사지점

NO.	1	2	3	4
N	37° 42' 09"	37° 42' 09"	37° 42' 09"	37° 42' 10"
E	126° 40' 56"	126° 40' 56"	126° 40' 57"	126° 40' 30"
EL(m)	12	12	15	10



<그림 14> 여뀌군락, 강아지풀군락 전경



<그림 15> 산남습지 현존식생도 (좌) 및 목초작업지 (우)

### 3) 공릉천하구습지

공릉천하구습지 전반에 우점하고 있는 식생은 갈대군락, 모새달군락으로 공릉천하구 하류쪽의 한강하구에는 토양의 퇴적량이 급속도로 증가하고 있으며, 이로 인해 공릉천하구습지는 건조화가 빠르게 진행되고 있는 실정이다. 또한 군사지역의 사주경계를 명분으로 실시된 목초작업으로 인한 지상부 식생의 제거로 습지의 육화가 빠르게 진행되고 있으며, 증장비의 이용으로 인해서 습지토양의 경화가 더욱 가속화되고 있다. 공릉천하구습지 내의 목초작업이 진행된 곳의 면적은 91,742 m<sup>2</sup>로 공릉천하구습지의 10.9%에 달한다. 곡릉천의 하구지역은 한강하구습지 보호지역에 포함되지 않았으나 물골이 훼손되지 않은 곳이 많으며, 갈대군락과 모새달군락, 버드나무군락이 이루는 자연식생의 경관이 가치가 높은 곳이므로 향후 이곳을 보호지역으로 지정해 한강하구와 연계하여 보전해야 할 필요성이 높다.

공릉천하구습지에 출현하는 식생유형은 모새달군락, 갈대군락, 물억새군락, 천일사초군락, 물피군락, 이차초지, 경작지, 나지 등이다. 각 식생유형별 분포면적은 모새달군락이 136,711 m<sup>2</sup> (13.07 %)로 가장 넓은 면적을 차지하며, 다음으로 마름군락이 1,103 m<sup>2</sup> (9.36 %), 그 외 골풀군락이 279 m<sup>2</sup>(2.37 %), 큰고랭이군락이 129 m<sup>2</sup> (1.09 %), 갈대군락이 61 m<sup>2</sup>(0.52 %), 수크령-기장대풀군락이 51 m<sup>2</sup>(0.43 %) 등의 순으로 분포하며, 식생이 분포하지 않는 수역이 7,916 m<sup>2</sup> (67.16 %)로 분포하고 있다.

<표 13> 공릉천하구습지 식생 분포면적

식생유형	면적(m <sup>2</sup> )	구성비(%)
모새달군락	363,518	43.2
갈대군락	299,657	35.6
물억새군락	68,547	8.2
경작지	56,709	6.7
이차초지	26,507	3.2
자귀풀-물억새군락	17,341	2.1
수로	7,309	0.9
죽제비싸리군락	1,057	0.1
합계	840,645	100.00

#### 가) 모새달군락 (*Phacelurus latifolius* community)

모새달군락 모두 공릉천하구습지의 물골이 존재하고, 인간의 간섭이 적은 곳을 중심으로 폭넓게 분포한다. 모새달군락의 경우 제방쪽의 건조화가 진행되는 곳에서는 군락의 면적이 축소되고 있는 경향을 보인다. 모새달군락 또한 군락의 구분종은 모새달, 대표 수반종은 갈대이며, 그 외 수반종은 출현하지 않으며, 군락의 높이는 1.8 m, 식피율은 90 ~ 100 % 이다.

나) 갈대군락 (*Phragmites communis* community)

갈대군락은 공릉천하구습지의 간섭이 있는 곳과 물이 흐르는 물골 주변에 분포한다. 갈대군락의 구분종은 갈대이며, 수반종은 모새달이다. 그 외 수반종은 거의 출현하지 않으며, 군락의 높이는 2.2 m, 식피율은 100 % 이다.



<그림 16> 공릉천하구습지의 모새달군락과, 갈대군락의 전경

<표 14> 공릉천하구습지의 갈대군락, 모새달군락 종조성표

군락		A					B			
No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Releve' No.		27	42	43	45	30	34	37	38	41
조사면적(m×m)		2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2
초본층 높이(m)		2.2	2.2	2.2	1.2	1.8	0.7	0.8	0.5	1.8
초본층 식피율(%)		100	100	100	100	100	100	100	90	100
출현종수		4	2	2	6	2	3	2	2	2
구분종										
갈대	<i>Phragmites communis</i>	5	5	5	4					
모새달	<i>Phacelurus latifolius</i>					5	5	5	5	5
수반종										
바랭이	<i>Digitaria sanguinalis</i>				3					
강아지풀	<i>Setaria viridis</i>				2					
금강아지풀	<i>Setaria glauca</i>				2					
모새달	<i>Phacelurus latifolius</i>	1	2	2						
취		1								
환삼덩굴	<i>Humulus japonicus</i>	1								
갈대	<i>Phragmites communis</i>					2	2	1	1	1
감자개발나물	<i>Sium ninsi</i>						+			
방동사니	<i>Cyperus amuricus</i>				+					
금방동사니	<i>Cyperus microiria</i>				+					

<표 15> 공릉천하구습지의 갈대군락, 모새달군락 조사지점

NO.	1	2	3	4	5
N	37° 46' 15"	37° 45' 41"	37° 45' 42"	37° 45' 35"	37° 46' 13"
E	126° 40' 54"	126° 41' 13"	126° 41' 13"	126° 41' 19"	126° 40' 48"
EL(m)	13	4	4	8	5
NO.	6	7	8	9	
N	37° 45' 59"	37° 45' 51"	37° 45' 50"	37° 45' 43"	
E	126° 41' 03"	126° 41' 09"	126° 41' 09"	126° 41' 13"	
EL(m)	8	4	3	5	

다) 물억새군락 (*Miscanthus sacchariflorus* community)

제방근처의 건조화가 진행된 곳과 통행로를 중심으로 물억새군락이 분포하며, 군락 내 구분종은 물억새, 수반종으로는 강아지풀, 쭉, 띠, 큰도꼬마리, 갈대, 금강아지풀, 모새달, 산조풀, 가을강아지풀, 쇠치기풀, 들깨풀, 미국쭉부쟁이, 물피, 수크령, 미국가막사리, 소리쟁이 등이 출현한다. 군락의 높이는 0.6 ~ 1.2 m, 식피율은 100 % 로 분포한다.



<그림 17> 물억새군락 전경과 물억새군락 내에 출현하는 쇠치기풀

(4) 자귀풀-물억새군락(*Aeschynomene indica*-*Miscanthus sacchariflorus* community)



<그림 18> 자귀풀-물억새군락과 족제비싸리군락 전경

라) 현존식생도에 표시되지 않은 소규모의 식생

공릉천하구습지에 분포하는 식생 중 현존식생도에 군락이 표시되지 않은 소규모

군락들로는 칩군락, 비수리군락, 강아지풀군락, 잔디군락 등이다. 칩군락은 입구 농로 주변에 분포하며, 군락의 구분종은 칩, 수반종으로는 좀명아주, 환삼덩굴, 바랭이, 단풍잎돼지풀, 닭의장풀, 머느리배꼽, 달맞이꽃, 강아지풀, 썩, 익모초, 돼지풀 등이다. 건조한 제방입지를 중심으로 분포하는 비수리군락은 구분종은 비수리, 수반종으로는 강아지풀, 썩, 금강아지풀, 미국썩부쟁이, 큰땅빈대, 이고들빼기, 산국 등이 출현하며, 마찬가지로 건조한 제방입지 등에 분포하는 강아지풀군락은 구분종 강아지풀, 수반종은 썩, 가을강아지풀, 쇠치기풀, 미국썩부쟁이, 큰땅빈대, 매듭풀, 망초 등이 출현한다. 잔디군락은 곡릉천 하구의 목초작업이 진행된 지점에 분포한다.

<표 16> 공릉천하구습지의 물억새군락 및 기타 소규모 군락의 종조성표

군락		A												B	C	D	E	
No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
Releve' No.		28	29	31	32	39	40	44	26	33	35	36	57					
조사면적(m×m)		2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2					
초본층 높이(m)		0.6	0.7	0.6	0.9	0.7	0.8	1.2	0.5	0.3	0.6	0.6	0.2					
초본층 식피율(%)		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					
출현종수		5	7	7	3	4	3	8	12	8	5	8	8					
구분종																		
물억새	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	5												5				
칩	<i>Pueraria thunbergiana</i>													5				
비수리	<i>Lespedeza cuneata</i>														5			
강아지풀	<i>Setaria viridis</i>															4	5	
잔디	<i>Zoysia japonica</i>																	5
수반종																		
띠	<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>	2		1														
갈대	<i>Phragmites communis</i>		2	2				1					2					
산조풀	<i>Calamagrostis epigeios</i>			1	1	2												
썩	<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	+		1			2	1	+	+		2						
쇠치기풀	<i>Hemarthria sibirica</i>		+		1	1		2				1						
강아지풀	<i>Setaria viridis</i>							2	+	2								
수크령	<i>Pennisetum alopecuroides</i>					1		2										
큰도꼬마리	<i>Xanthium canadense</i>	1																
금강아지풀	<i>Setaria glauca</i>			1			1			+			2					
모새달	<i>Phacelurus latifolius</i>		1															
물피	<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>frumentacea</i>				1													
좀명아주	<i>Chenopodium serotinum</i>								2									
환삼덩굴	<i>Humulus japonicus</i>								2									
바랭이	<i>Digitaria sanguinalis</i>								1									
미국썩부쟁이	<i>Aster pilosus</i>				+					+	2	2						
큰땅빈대	<i>Euphorbia maculata</i>										+	1						
매듭풀	<i>Kummerowia striata</i>											1						
가을강아지풀	<i>Setaria faberii</i>			+									1					
돌피	<i>Echinochloa crus-galli</i>											1						
개망초	<i>Erigeron annuus</i>												1					
들깨풀	<i>Mosla punctulata</i>				+													
미국가막사리	<i>Bidens frondosa</i>							+										
소리쟁이	<i>Rumex crispus</i>							+										
단풍잎돼지풀	<i>Ambrosia trifida</i>									+								
닭의장풀	<i>Commelina communis</i>									+								
머느리배꼽	<i>Persicaria perfoliata</i>									+								
달맞이꽃	<i>Oenothera odorata</i>									+								
익모초	<i>Leonurus sibiricus</i>									+								
돼지풀	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> var. <i>elatiior</i>									+								
이고들빼기	<i>Youngia denticulata</i>										+							
산국	<i>Chrysanthemum boreale</i>										+							
망초	<i>Erigeron canadensis</i>											+						+
비수리	<i>Lespedeza cuneata</i>												+					+
메귀리	<i>Avena fatua</i>												+					+
서양민들레	<i>Taraxacum officinale</i>																	+
질경이	<i>Plantago asiatica</i>																	+
쇠뜨기	<i>Equisetum arvense</i>																	+

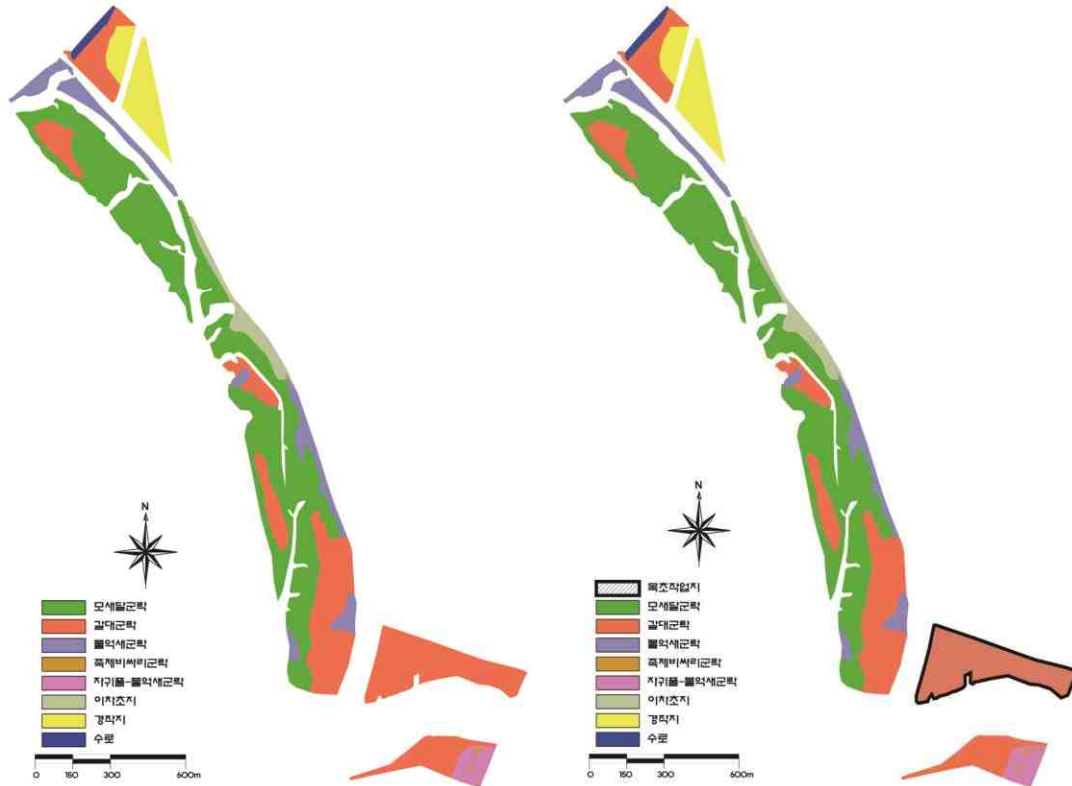


<표 17> 물억새군락 및 기타 군락의 조사지점

NO.	1	2	3	4	5	6
N	37°46'15"	37°46'14"	37°46'13"	37°46'09"	37°45'49"	37°45'44"
E	126°40'48"	126°40'48"	126°40'50"	126°40'56"	126°41'10"	126°41'12"
EL(m)	11	8	4	6	4	4
NO.	7	8	9	10	11	12
N	37°45'36"	37°46'15"	37°45'59"	37°45'58"	37°45'54"	37°45'34"
E	126°41'15"	126°40'54"	126°41'04"	126°41'05"	126°41'08"	126°41'20"
EL(m)	7		8	8	6	9



<그림 19> 비수리군락, 강아지풀군락 전경



<그림 20> 공릉천하구습지 현존식생도 (좌)와 목초작업지 (우)



4) 성동습지

성동습지는 북한지역과 마주보고 있는 위치에 있으며, 한강하구습지 중에는 가장 위험도가 높은 곳이다. 성동습지의 습지 중 비교적 안전한 지역으로 통문을 통과해 습지 주변에서 식생을 조사하였으며, 멀리 안쪽의 습지는 출입이 금지되어 있어, 쌍안경으로 현재의 상태를 관찰하는 수준에서 조사를 시행하였다. 이 지역은 2011년에는 출입이 아예 불가능 했던 지역으로 그 당시보다는 가까워서 습지의 상태를 확인할 수 있었으며, 습지의 상태를 파악하는데 도움이 되었다.

성동습지 전반에 걸쳐 우점하고 있는 식생은 모새달군락, 갈대군락이며, 입지에 따라 일부 물억새군락, 띪군락 등이 분포한다. 조사 당시 성동습지 북측일대의 모새달군락, 갈대군락이 분포하던 곳을 중심으로 습지의 대부분(전체 습지면적의 약 80 % 가량)이 군사지역의 사주경계를 위해 예초 즉, 지상부의 식물체를 제거하고 있으며, 제거한 식생은 목초로 활용되고 있는 것으로 보이는 바, 습지 내 식생의 제거는 인력이 아닌 장비 및 기계가 습지 내로 직접 진입하여 진행되기 때문에 식생이 분포하는 뺄지역이 단단하게 굳게 되고 이로 인해 육화가 빠르게 가속화되어 육지식생의 이입이 늘어날 것으로 예상되므로 식생의 제거에 대한 다른 방법을 모색할 필요가 있다.

성동습지에 출현하는 식생유형은 모새달군락, 갈대군락, 물억새군락 등이다. 각 식생유형별 분포면적은 모새달군락이 805,162 m<sup>2</sup> (71.8 %)로 가장 넓으며, 다음으로 갈대군락이 309,859 m<sup>2</sup> (27.6 %), 물억새군락이 6,621 m<sup>2</sup> (0.6 %) 등의 순으로 분포한다.

<표 18> 성동습지 식생 분포면적

식생유형	면 적(m <sup>2</sup> )	구성비(%)
모새달군락	805,162	71.8
갈대군락	309,859	27.6
물억새군락	6,621	0.6
합 계	1,121,642	100.00

가) 갈대군락 (*Phragmites communis* community)

갈대군락은 철책 바깥쪽 제외지측 물골이 발달한 하구갯벌에 군락을 이루며, 철책 안쪽 제내측의 농경지 사이의 수로 변에도 피상으로 갈대군락이 분포한다. 갈대군락의 구분종은 갈대이며, 띪, 물피, 물억새 등이 수반종으로 출현하며, 제내측의 농경지 수로변에는 더 많은 수반종이 출현한다. 군락의 높이는 1.6 ~ 1.8 m, 식피율은 95 ~ 100 % 이다. 그 외 애기부들군락, 마름군락은 철책 안쪽 제내측 농경지 수로변 갈대군락 내 및 주변으로 소규모 분포하며, 애기부들군락의 경우 군락의 구분종은 애기부들, 수반종은 며느리배꼽, 개기장, 갈대 등이며, 식생고는 1.9 m, 식피율은 100% 로 분포한다. 갈대군락

주변 수면상에 분포하는 마름군락은 식피율 60 % 정도의 낮은 피도로 수반종은 출현하지 않는다.

나) 모새달군락 (*Phacelurus latifolius* community)

모새달군락은 철책 바깥쪽 제외지측 갈대군락 주변으로 광범위하게 분포하며, 군락의 구분종은 모새달, 수반종으로 금강아지풀, 산조풀, 갈대, 물피, 수강아지풀, 망초 등이 출현하며, 수반종이 전혀 출현하지 않는 경우도 있다. 군락의 높이는 1.6~1.9 m, 식피율은 100 % 이다.



<그림 21> 갈대군락과 모새달군락의 전경

<표 19> 성동습지의 갈대군락, 모새달군락, 애기부들군락, 마름군락 종조성표

군락		A		B			C	D		
No.		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Releve' No.		1	4	55	56	5	8	53	2	3
조사면적(m×m)		2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2
초본층 높이(m)		1.8	1.7	1.6	1.6	1.6	1.9	1.8	1.9	-
초본층 식피율(%)		95	100	100	100	100	100	100	100	60
출현종수		10	3	2	3	6	2	1	4	1
구분종										
갈대	<i>Phragmites communis</i>	5	5	5	5					
모새달	<i>Phacelurus latifolius</i>					5	5	5		
애기부들	<i>Typha angustata</i>							5		
마름	<i>Trapa japonica</i>									4
수반종										
며느리배꼽	<i>Persicaria perfoliata</i>	2							+	
띠	<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>	2								
쑥	<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	1								
물억새	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>			1	1					
갈대	<i>Phragmites communis</i>						2	1		
금강아지풀	<i>Setaria glauca</i>	+				1				
산조풀	<i>Calamagrostis epigeios</i>	+				1				
개기장	<i>Panicum bisulcatum</i>	+								
방동사니	<i>Cyperus amuricus</i>	+								
여뀌	<i>Persicaria hydropiper</i>	+								
썸바귀	<i>Ixeris dentata</i>	+								
주름잎	<i>Mazus pumilus</i>	+								
물피	<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>frumentacea</i>	+				+				
수강아지풀	<i>Setaria viridis</i> var. <i>gigantea</i>					+				
망초	<i>Erigeron canadensis</i>					+				

<표 20> 성동습지의 갈대군락, 모새달군락, 애기부들군락, 마름군락 조사지점

NO.	1	2	3	4	5
N	37° 49' 40"	37° 48' 49"	37° 48' 50"	37° 48' 48"	37° 48' 47"
E	126° 41' 01"	126° 41' 05"	126° 41' 04"	126° 41' 05"	126° 41' 06"
EL(m)	6	6	12	6	6
NO.	6	7	8	9	
N	37° 48' 43"	37° 48' 52"	37° 49' 39"	37° 49' 38"	
E	126° 41' 05"	126° 41' 04"	126° 41' 00"	126° 40' 59"	
EL(m)	7	13	6	6	

다) 물억새군락 (*Miscanthus sacchariflorus* community)

물억새군락은 건조한 입지를 중심으로 소규모, 띠상으로 분포한다. 군락의 구분종은 물억새, 수반종으로는 금강아지풀, 쭉, 띠, 잔개자리 등이 출현하며, 군락의 높이는 0.8 m, 식피율은 100 % 이다.



<그림 22> 물억새군락과 띠군락 전경

라) 띠군락 (*Imperata cylindrica* var. *koenigii* community)

띠군락은 철책 바깥쪽 제외지측 이동통로 주변으로 건조해진 입지에 소규모로 분포하며, 군락의 구분종은 띠, 수반종은 금강아지풀, 쭉, 갈대 등이 출현하며, 식피율은 100 % 로 분포밀도는 높은 편이다. 현존식생도에는 군락이 표시되지 않은 소규모 군락이다.

<표 21> 성동습지의 물억새군락, 띠군락 종조성표

A : 물억새군락( <i>Miscanthus sacchariflorus</i> community)			
B : 띠군락( <i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i> community)			
군락		A	B
No.		1	2 3
Releve' No.		54	6 7
해발(m)		13	7 7
조사면적(m×m)		2×2	1×1 1×1
초본층 높이(m)		0.8	0.5 0.7
초본층 식피율(%)		100	100 100
출현종수		6	3 3
구분종			
물억새	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	5	
띠	<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>		5 5
수반종			
띠	<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>		1
잔디	<i>Zoysia japonica</i>		1
금강아지풀	<i>Setaria glauca</i>	+	1
갈대	<i>Phragmites communis</i>		1
쭉	<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	+	+
잔개자리	<i>Medicago lupulina</i>	+	
별노랑이	<i>Lotus corniculatus</i> var. <i>japonicus</i>		r

<표 22> 성동습지의 물억새군락, 띪군락 조사지점

NO.	1	2	3
N	37° 48' 51"	37° 48' 47"	37° 48' 44"
E	126° 41' 04"	126° 41' 05"	126° 41' 05"
EL(m)	13	7	7

마) 현존식생도에 표시되지 않은 소규모의 식생

성동습지에 출현하는 애기부들군락과 마름군락은 철책 바깥쪽 제외지에서 조사된 것이 아니라 농경지로 이용되고 있는 곳의 수로에서 조사된 것이다. 성동습지의 자유로 제방 근처에는 벼를 재배하는 농경지가 분포하는데 농경지를 유지하기 위해 수로가 조성되어 있으며, 이 수로의 수면에는 마름군락이 분포하며, 수로의 콘크리트로 마감되지 않은 수변의 정수역에 애기부들군락이 분포한다. 군락의 분포면적은 넓지 않은 소규모이며, 마름군락의 수반종은 없거나 일정구역에서 개구리밥이 출현한다. 본 조사지점에서는 개구리밥이 출현하지 않았다. 수로변의 정수역에 분포하는 애기부들군락역시 분포면적이 넓지 않으며, 머느리배꼽, 갈대, 개기장이 수반종으로 출현한다.



<그림 23> 애기부들군락과 마름군락 전경



<그림 24> 성동습지 현존식생도(좌)와 목초제거지(우)

5) 시암리습지

시암리습지는 민통선지역에 있어 민간인의 출입이 어려운 상황이며 습지 내로는 출입이 매우 제한적이다. 이런 이유로 원거리에서 쌍안경을 가지고 식생의 상태를 확인하였으며, 습지의 크기나 위치 등은 위성사진 등 다른 자료를 이용하였다.

시암리습지는 한강과 임진강이 만나는 지점의 김포 쪽 강변에 형성된 습지이다. 습지는 제방을 중심으로 한강상류 방향으로 길게 띠를 이루며 분포하며, 갈대군락과 모새달군락이 우점하고 있다. 시암리습지의 식생은 물골이 발달한 하구갯벌을 중심으로 폭넓게 분포하며, 물골은 훼손되지 않고 원래의 형태를 띠고 있는 곳이 많아 자연스런 식생경관을 형성하고 있다. 제방에 가까운 일부 지역에서는 물억새군락이 관찰된다. 시암리습지의 철책 바깥쪽 제외지에는 철책과 인접한 수변에 10 m 폭으로 식생을 제거하고 바닥이 드러나도록 토양을 긁어 놓았는데, 정확한 이유를 알 수 없다. 2011년 산남습지에서 이처럼 제방주변의 식생을 긁어낸 후에 건조해 지면 그곳으로 차량을 진입시켜 목초작업을 한 사례가 있어 매우 우려되는 사항이며, 이런 시설물의 설치 시 환경부와 협의 하도록 업무조정이 되어야 한다. 시암리습지의 습지 내에 새섬매자기군락을 조성하려는 시도가 있었는데, 한강하구의 습지에서 복원활동을 할지라도 기관이 아닌 연구자 중심으로 이루어질 필요가 있으며, 습지의 보전에 영향이 가는 것이라면 복원의 명목으로 이루어지는 사업에 대해서도 정당한 토론과 논의 절차를 거친 후 이루어져야 한다.

시암리습지의 일부구간에서 진행된 식생제거 목적은 군사지역 시계확보 및 이동을 위한 것으로 판단된다. 작업 뒤에 빨이 젖어 있는 상태여서 이곳에 모새달, 갈대, 해홍나물 등이 소규모로 자라 올랐으며, 가을이 되면서 갈대가 우점하는 것으로 조사되었다.

시암리습지에 출현하는 식생유형은 모새달군락, 갈대군락, 물억새군락 등이다. 각 식생유형별 분포면적은 모새달군락이 493,454 m<sup>2</sup> (64.9 %)로 가장 넓었으며, 다음으로 갈대군락이 207,770 m<sup>2</sup> (27.3 %), 식생제거지가 59,154 m<sup>2</sup> (7.8 %) 등의 순으로 분포한다.

<표 23> 시암리습지 식생 분포면적

식생유형	면적(m <sup>2</sup> )	구성비(%)
모새달군락	493,454	64.9
갈대군락	207,770	27.3
식생제거지	59,154	7.8
합 계	760,378	100.00

가) 갈대군락 (*Phragmites communis* community)

갈대군락은 하구의 제방쪽으로 분포하며, 분포범위가 점차 확대되는 경향을 보인다.



갈대군락의 구분종은 갈대이며, 나문재 등이 수반종으로 출현하며, 군락의 높이는 2.1 m, 식피율은 95 % 이다.



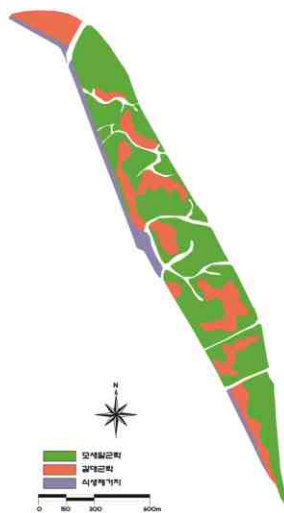
<그림 25> 갈대군락 전경

<표 24> 시암리습지의 갈대군락 종조성표와 조사지점

A : 갈대군락( <i>Phragmites communis</i> community)		NO.	1
A		N	37° 46' 21"
No.	1	E	126° 39' 01"
Releve' No.	58	EL(m)	9
조사면적(m×m)	2×2		
초본층 높이(m)	2.1		
초본층 식피율(%)	95		
출현종수	2		
구분종			
갈대	<i>Phragmites communis</i>		
수반종			
나문재	<i>Suaeda asparagoides</i>		
	+		

나) 모새달군락 (*Phacelurus latifolii* community)

모새달군락은 하구의 제방에서 떨어진 물이 흐르는 저수로에 가까운 부분을 중심으로 광범위하게 분포하며, 점차 분포역이 감소되는 경향을 보인다.



<그림 26> 시암리습지의 현존식생도

#### 4. 한강하구습지의 보전 및 복원방안

##### 가. 목초작업에 대한 대안 강구

현지조사시 성동습지, 산남습지, 공릉천하구습지에서 식생훼손이 심각하게 일어나고 있는 실정으로 이는 군의 사주경계를 위해 지상부의 식물체를 제거하고 있으며, 습지 내 식생의 제거는 중장비 및 기계가 습지 내부로 직접 진입하여 진행되기 때문에 습지의 땅이 다져져 단단하게 굳게 되고 건조해져서 습지로서의 특성을 모두 상실하게 되는 결과를 초래한다. 뿐만 아니라 이 과정에서 말뚝게 등 습지에서 사는 생물의 대규모 피해가 발생하며, 물골을 통한 한강하구 특유의 습지형태가 모두 파괴되는 실정이다. 시암리습지의 경우에는 식생의 제거가 곳곳에서 일어났으나, 장비 및 기계를 사용하지 않고 국지적인 훼손으로 진행되어 토양이 건조화가 되지 않아 갈대군락이 다시 재생되고 있는 상황이다. 따라서 습지 훼손에 대한 모니터링이 최우선 되어야 하며, 식생의 제거에 대한 다른 방법의 모색 등 향후 이에 대한 대책이 필요하다.



<그림 27> 공릉천하구습지 목초작업지역(좌), 시암리습지 갈대군락 재생지역(우)





<그림 28> 산남습지 목초작업지역(좌), 성동습지 목초작업지역(우)



목초작업후 파괴된 습지의 모습

건조해진 식생제거지

<그림 29> 목초작업으로 인해 습지가 훼손된 산남습지 전경

#### 나. 람사르습지 지정에 대한 의견

한강하구 습지보호 지역 중 건전한 하구 생태계로 대표될 수 있는 곳들이 모두 훼손된 상태여서 이에 대한 평가와 대책수립이 우선되어야 하며 람사르습지 지정 문제는 그 후 다시 논의되어야 할 것으로 판단된다. 궁극적으로 한강하구습지를 람사르습지로 지정하는 것은 적절한 조치로 판단된다. 이와 함께 한강하구 습지보호 지역 주변에 있는 파주시,

김포시, 고양시, 강화군 등을 대상으로 환경부에서 추진하고 있는 랍사르습지도시로 지정받기에 적합한 곳들이 있으므로 이들 지역들에 대한 사전조사와 주민들의 의견을 묻는 일을 꾸준히 진행시킬 필요가 있다.

### 다. 물골의 복원

물골은 한강하구습지를 유지시켜주는 가장 중요한 동력원이다. 하구의 물골은 원래 갯벌의 물길인 갯골의 한가지로 볼 수 있으며, 바다에서 내륙의 안쪽으로 들어오는 하구의 특성과 기수나 담수가 함께 흐르는 특성을 고려해 물골로 부르고 있다. 하구습지의 물리적인 구조를 유지시켜 주는 갯골과 수로는 하구습지의 식생분포에도 영향을 미친다.

한강하구습지 보호지역 중에 일반인의 이용도가 가장 높은 곳은 장항습지로 제방 쪽으로 갈수록 토양의 퇴적양이 많아지며, 습도도 감소해 육화되게 된다. 장항습지의 육화를 막기 위해 갯골의 기능을 회복시킬 것을 2011년 조사 때 제안 했었으며, 장항습지 상류의 각망을 설치하기 위해 물길을 내는 장소들을 대상으로 시험시공과 모니터링을 실시할 필요가 있다.



<그림 30> 장항습지의 대표적인 물골(좌)과 각망의 설치지점(우)

### 라. 새섬매자기군락의 복원

하구의 식물군락 중 철새들이 먹이로 이용하는 대표적인 식물인 새섬매자기를 하구에 정착시키고 증식할 수 있도록 새섬매자기를 복원하는 사업이 장항습지를 중심으로 수차례 진행되었다. 그러나 현재는 복원의 효과를 확인하기 어려운 상황이다. 새섬매자기군락의 복원이 이제까지는 새섬매자기 개체의 증식이나 정착에만 초점이 맞춰져 있었는데 향후는 이들 식물들이 자랄 수 있는 입지를 조성하는 방식으로 복원이 바뀌어야 한다. 새섬매자기의 종자은행은 물골이나 갯골이 있는 갯벌에 많이 있는 것으로 여겨지므로 이들의 발아, 생장이 이루어 질 수 있도록 물골을 활용한 복원이 효과가 높을 것으로 판단된다.



<그림 31> 장항습지의 새섬매자기 복원실험(좌)과 매화마름 서식지 현황(우)

### 마. 매화마름 서식지의 보전 및 복원

한강하구의 끝부분이라 할 수 있는 유도가 있는 김포시 월곶면 용강리의 수로변의 논에는 대규모의 매화마름 서식지가 분포한다. 민통선 안쪽에 있어 보호받고 있는 매화마름 서식지는 별도의 보호구역으로 지정되어 있지 않으나 향후 이지역의 관리를 위해서는 별도의 습지보호지역이나 한강하구습지 보호지역에 포함시켜 보전할 필요가 있다. 그러나 한강하구 지역을 보호지역으로 지정하면 재산권에 제한을 받을 것을 우려하는 토지 소유자들이 많은 지역이어서 이지역이 민통선으로 통제되고 있는 시점에 토양을 매입해 생태경관보전지역이나 보호습지로 지정하는 것이 바람직하다. 2016년에 조사를 실시하려 했으나 이지역이 습지보호지역에 해당되지 않아 출입허가를 받을 수 없었다. 향후 이곳에 대한 별도 조사나 무논습지 모니터링이 필요하다. 매화마름 서식지에 대한 보전계획은 2011년 보고서에 제시하였다.



<그림 32> 김포시 월곶면 용강리 매화마름 서식지의 매화마름 분포현황

## 바. 귀화식물 및 외래종의 생태적 관리방안

한강하구습지보호지역에서도 귀화식물의 영향이 우려되는데, 습지의 육화된 공간에 돼지풀, 단풍잎돼지풀, 가시박 같은 귀화식물들이 높은 피복율로 습지 내에서의 생물종다양성을 떨어뜨린다. 한강하구습지보호지역에서 귀화식물의 영향을 가장 많이 받고 있는 곳은 장항습지이며, 장항습지에서 가장 문제가 되고 있는 귀화식물은 가시박이다. 가시박은 장항습지의 최상류 지점에서부터 통행로 주변을 따라 확대되고 있다. 주로 물억새와 2차초지가 형성된 곳에 가시박의 유입이 빠르게 일어나고 있으며, 고양시와 한강유역환경청에서 가시박 제거사업을 진행하고 있다. 2016년 현재 가시박 제거사업의 효과는 미미한 편으로 가시박 제거사업을 확대하거나 제거를 위한 새로운 방법을 모색할 필요가 있다. 현재까지 가시박 제거사업의 방법으로 제시된 것은 가시박의 유묘시기에 제거하는 방법과 가시박이 어느 정도 성장한 후에 개체를 제거하는 방법을 이용하고 있다. 가시박과 함께 장항습지의 생물다양성에 영향을 미치는 귀화식물은 단풍잎돼지풀이지만, 가시박이 미치는 영향에 비해서는 영향력이 작으므로 가시박의 제거사업을 우선해야 할 필요가 있다.

## 5. 참고 문헌

- 경기개발연구원, 한강하구 습지 및 수변 생태자원에 관한 연구, 2008.
- 국립환경과학원, 하구역생태계정밀조사(한강), 2004, 41-49.
- 김종원, 이윤경, 식물사회학적 식생조사와 평가방법, 2006, 월드사이언스.
- 김종원, 이은진, 다항목 매트릭스 식생평가 기법: 식생의 자연성 평가에 대한 새로운 기법과 그 적용, 한국생태학회지, 1997, 20 303-313.
- 김포시, 한강준설사업 사전환경성검토서, 2005, 406.
- 노백호, 유역특성에 따른 한강하구 습지의 공간분포 및 변화분석, 대한지리학회지, 2007, 42: 344-354.
- 박수현, 한국의 귀화식물, 2009, 일조각.
- 유승화, 강태한, 김화정, 이기섭, 이상명, 이한수, 김인규, 새섬매자기 식생군락의 소실에 의한 한강하구 개리와 재두루미의 도래지역 변화 및 개체수 감소, 한국조류학회지, 2010, 17(1):55-66.
- 유영한, 한강하구 습지보호지역에서 새섬매자기 개체군의 쇠퇴원인과 복원방안, 한국습지학회지, 2008.
- 이삼희, 황승용, 한강하구 장항습지의 형성과정. 건설기술정보 2006년7월호, 2006, 17-21.
- 이우철, 원색한국기준식물도감, 1996a, 아카데미서적.
- 이우철, 한국식물명고, 1996b, 아카데미서적.
- 이창복, 원색대한식물도감(상,하), 2003, 향문사.
- 이창희, 구도완, 노태호, 문현주, 전성우, 허경미, 하구역 환경보전 전략 및 통합환경관리방안 수립: 한강하구역을 중심으로, 2003, 한국환경정책평가연구원.
- 최갑림, 이상기, 김세웅, 김남춘, 국용인, 신동영, 새섬매자기 증식 및 조류먹이용 비오톱 기반조성 연구, 한국자원식물학회 학술심포지움, 2009.
- 최성환, 손영걸, 죽경섭, 최주호, 김만호, 유용만, 이중주, 새섬매자기의 출아 및 생육특성, 한국잡초학회지, 2000, 20:276-283.
- 한강유역환경청, 한강하구 생태계의 효율적 보전방안 수립 연구, 2008.
- 한강유역환경청, 한강하구 습지보호지역 모니터링 결과보고서, 2009.
- 한강유역환경청, 한강하구 습지보호지역 모니터링 결과보고서, 2013.
- 한강유역환경청, 한강하구 습지보호지역 모니터링 결과보고서, 2015.
- 한국환경생태연구소, 일산대교 건설에 따른 사후 관리대책(모니터링보고서), 2007.
- 환경부·국가습지사업센터, 2011 습지보호지역 정밀조사, 2011.
- 환경부, 습지보호지역 보전계획, 2003, 74-86.

환경부, 전국자연경관 보고서, 2007.

환경부, 한국의 습지보호지역, 2009.

환경부, 전국내륙습지 조사지침, 2011.

환경부, 제4차 전국자연환경조사지침, 2012.

J.W. Kim and Y.I. Manyko, Syntaxonomical and synchorological characteristics of the cool-temperate mixed forest in the southern Sikhote Alin, Russian Far East. Kor. J. Ecol, 1994, 17: 391-413.

Muller-Dombois, D. and H. Ellenberg, Aims and methods of vegetation ecology. 1974, John Willy & Sons. New York.

J. Braun-Blanquet, Plant sociology: the study of plant communities, 1932.





장항습지의 산조풀군락



장항습지의 2차초지와 물억새군락



장항습지의 물골과 갈대군락



장항습지의 개수양버들-선버들군락



장항습지에 출현한 귀화식물인 개망초



장항습지의 대구돌나물(2012년)



소규모군락을 이루는 쉽사리



산남습지의 논





산남습지의 물억새군락



산남습지의 갈대군락



성동습지의 식생제거지와 모새달군락



시암리습지의 물골과 갈대군락, 모새달군락



시암리습지의 갈대군락과 전경



시암리습지 식생제거지와 모새달군락



성동습지의 제내지의 수로의 갈대군락



성동습지 물골의 갈대군락

## IV. 식물상

현진오, 김연수  
(동북아생물다양성연구소)

### 요 약

공릉천하구습지, 산남습지, 성동습지, 시암리습지, 장항습지 등 한강하구습지 5개소에 생육하는 관속식물을 대상으로 2015년 10월부터 2016년 10월까지 1년 동안 현지 조사한 결과, 58과 168속에 속하는 220종 3아종 23변종 2품종 총 248분류군이 확인되었다. 이 중 습지식물은 가는갯능쟁이, 갈대, 갯버들, 모새달, 세모고랭이, 해홍나물 등 12과 29분류군이 조사되었고, 전체 출현식물의 11.7 %에 해당한다. 가장 많은 분류군을 포함하는 과 (科)는 국화과로서 41분류군이 조사되었고, 다음으로 화본과 (36), 콩과 (23), 사초과 (11), 꿀풀과 (10), 마디풀과 (10) 순으로 나타났다.

환경부 지정 식물구계학적 특정종은 IV등급 들완두 (*Vicia bungei* Ohwi), III등급 꼬리조팝나무 (*Spiraea salicifolia* L.), 모감주나무 (*Koelreuteria paniculata* Laxm.), 별사상자 (*Cnidium monnieri* (L.) Cusson), 호비수리 (*Lespedeza davurica* (Laxm.) Schindl.), 애기골무꽃 (*Scutellaria dependens* Maxim.), 흰대극 (*Euphorbia esula* L.), I등급 가래나무 (*Juglans mandshurica* Maxim.), 개사철쭉 (*Artemisia apiacea* Hance ex Walp.), 뚜껍덩굴 (*Actinostemma lobatum* Maxim.), 모새달 (*Phacelurus latifolius* (Steud.) Ohwi), 물쭉 (*Artemisia selengensis* Turcz. ex Besser), 큰엉경귀 (*Cirsium pendulum* Fisch. ex DC.) 등 총 13분류군으로 나타났다. 생태계교란야생식물은 가시박 (*Sicyos angulatus* L.), 가시상추 (*Lactuca scariola* L.), 돼지풀 (*Ambrosia artemisiifolia* L.), 단풍잎돼지풀 (*Ambrosia trifida* L.), 미국쭉부쟁이 (*Aster pilosus* Willd.) 등 총 5분류군으로 확인되었다. 한편, 귀화식물은 생태계교란야생식물을 포함하여 16과 46분류군으로 나타났으며, 이는 전체 출현식물의 18.5 %에 해당한다.

### 1. 서론

수변 습지는 오랜 세월에 걸쳐 홍수, 태풍, 가뭄, 침식, 퇴적 등 다양한 환경변화에 영향을 받아 형성된 생태계로서 수류의 이동, 저수, 정수 기능뿐 아니라 홍수나 장마로

인한 범람 시 자정작용에 의한 수질정화 기능을 한다(김병우 외, 2004). 습지에는 어류, 양서류, 곤충류, 조류, 포유류 등의 다양한 생물의 서식처로서 역할을 하는 수변식생과 수생식물이 군락을 이루고 있다 (김병우 외, 2002).

한강하구 습지보호지역은 2006년 4월 17일에 습지보전법 제8조 제1항 및 제5항, 같은 법 시행규칙 제5조 규정에 의해 지정된 지역으로 담수와 해수가 만나는 기수역이며, 유일하게 하구둑이 설치되지 않은 하천으로 원시 자연 상태를 유지하고 있다. 장항습지(고양시), 산남습지(고양시 구산동, 파주시 산남면, 김포시 전류리), 시암리습지(김포시) 등으로 구성되어 있으며, 대규모 습지를 기반으로 다양한 생태계가 잘 발달되어 생물다양성이 풍부하고 생태적으로 우수한 자연경관이 보전된 지역이다. 그러나 수도권 정비계획 등에 따라 주변에 산업단지 및 관광단지 개발 압력이 증가되고 있는 실정이며(현 등, 2010), 우수한 생태가치를 지닌 한강하구의 중요성을 홍보하고 효율적 관리를 위한 개선방안 마련이 필요한 시점이다.

한강하구 습지의 범위는 김포대교 남단에서부터 강화군 송해면 송뢰리 사이의 하천제방 또는 철책선 안쪽(수면부 포함)까지 포함하며, 면적은 60.668 km<sup>2</sup> 이다.

공릉천하구습지는 경기도 양주시, 고양시, 파주시를 흐르는 하천으로서 한강 권역의 한강 수계에 속하며, 한강의 제1지류이다. 파주시 송촌동에 있는 자유로 송촌대교에서 한강과 합류한다. 가장 최근에 이루어진 공릉천하구습지 식물상 조사는 2014년 환경부에서 실시한 <2014 한강하구 습지보호지역 모니터링>이며, 이 조사에서 공릉천하구습지에 생육하는 관속식물은 총 24과 102분류군으로 조사되었다(한강유역환경청, 2015).

산남습지는 행정구역상으로 고양시, 파주시, 김포시에 걸쳐 있으며, 부근에 파주출판문화단지가 조성되어 있다. 길이 6.4 km, 최대폭 1.1 km, 면적 약 3.1 km<sup>2</sup>에 달하는 습지이다(현 등, 2011). 가장 최근에 이루어진 산남습지 식물상 조사는 2014년 환경부에서 실시한 <2014 한강하구 습지보호지역 모니터링>이며, 이 조사에서 산남습지에 생육하는 관속식물은 총 36과 164분류군으로 조사되었다(한강유역환경청, 2015).

성동습지는 행정구역상으로 경기도 파주시에 속하며, 성동습지 구간의 시작은 오두산전망대 아래 파주시 성동리부터 임진강 방향 대동리 구간까지를 포함한다. 길이 3 km, 최대폭 0.56 km에 달하는 습지이다.

시암리습지는 행정구역상으로 경기도 김포시에 속하며, 김포시 하성면 후평리에서 시암리까지의 홍수터지역이며, 이 지역은 군사작전 지역으로 출입이 엄격히 통제되어 철책을 따라서만 모니터링을 수행할 수 있으므로 정밀조사에 한계가 있다. 길이 4.1 km, 최대폭 0.43 km에 달하는 습지이다.

장항습지는 행정구역상으로 경기도 고양시에 속하며, 김포대교 남단의 신곡수중보에서

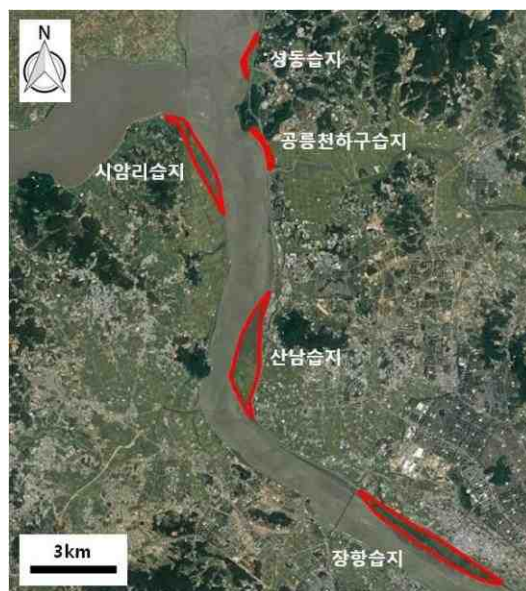
킨텍스 I.C. 부근에 걸쳐 형성된 습지이다. 길이 7.6 km, 최대폭 0.6 km, 면적 약 2.7 km<sup>2</sup>에 이른다 (현 등, 2011). 가장 최근에 이루어진 장항습지 식물상 조사는 2014년 환경부에서 실시한 <2014 한강하구 습지보호지역 모니터링>이며, 이 조사에서 장항습지에 생육하는 관속식물은 총 46과 188분류군으로 조사되었다 (한강유역환경청, 2015).

본 조사는 환경부 국립습지센터 주관으로 한강하구습지 5곳 (공릉천하구습지, 산남습지, 성동습지, 시암리습지, 장항습지)의 식물상을 조사, 정리하여 향후 우수한 생태가치를 지닌 한강하구의 중요성을 홍보하고 효율적 관리를 위한 개선방안 도출에 활용하고자 실시하였다.

## 2. 조사지역 및 방법

### 가. 조사지역

조사의 대상지는 공릉천하구습지, 산남습지, 성동습지, 시암리습지, 장항습지이다. 조사지의 면적은 60.668 km<sup>2</sup>이며, 길이는 43.5 km이다. 범위는 한강하구 신곡수중보에서 강화군 송해면 송뢰리 사이의 하천제방 또는 철책선 안쪽 (수면부 포함)이다 (그림 1). 성동습지는 기존의 조사구역에서 약 2 km 남측으로 떨어진 지역을 대상으로 조사하였다.



<그림 1> 조사 대상지역 위치도

### 나. 조사기간

2015년 10월부터 2016년 10월까지 표 1과 같이 조사를 실시하였다.

&lt;표 1 &gt; 한강하구의 주요습지 조사일

조사지	조사일
공릉천하구습지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• `15.10.30.</li> <li>• `16.4.26.</li> <li>• `16.8.25.</li> <li>• `16.10.10.</li> </ul>
산남습지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• `15.10.28.</li> <li>• `16.4.27.</li> <li>• `16.8.24.</li> <li>• `16.10.12</li> </ul>
성동습지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• `16.4.27.</li> <li>• `16.8.26.</li> <li>• `16.10.10.</li> </ul>
시암리습지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• `16.5.30.</li> <li>• `16.10.12.</li> </ul>
장항습지	<ul style="list-style-type: none"> <li>• `15.10.30.16.4.26.</li> <li>• `16.8.23.</li> <li>• `16.10.11.</li> </ul>

#### 다. 조사방법

현지조사는 조사대상지에서 도보로 이동하면서 식물상을 파악하였다. 소산식물목록 작성을 위해 현장에서 동정이 가능한 분류군은 <식물상 조사표>에 식물명을 기록하였고, 현장에서 동정이 불가능한 분류군은 채집하여 실험실에서 재동정하였다. 또한 멸종위기야생식물, 식물구계학적 특정종, 생태계교란야생식물은 발견되는 지점마다 GPS좌표를 기록하여 분포양상을 파악하였으며, 주요 개체군 크기, 위협요인 등을 <특별조사종 조사표>에 기록하고, 사진을 촬영하였다.

식물의 동정은 국립수목원 (2010), 박 (1995, 2001, 2011), 이 (1996), 이 (2003), 이 (2006), 현 (2003a, b, 2004), Osada (1989) 등을 따랐다. 귀화식물은 이 등(2011)이 제시한 321분류군을 대상으로 목록을 정리하였다.

식물목록은 산남습지와 장항습지로 구분하여 작성하였다. 식물목록의 배열순서는 <The Genera of Vascular Plants of Korea> (Park, 2007)의 분류체계를 따랐으며, 속 이하의 배열은 속명 및 종소명의 알파벳 순서를 따랐다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 공릉천하구습지

##### 1) 식물상

공릉천하구습지에 생육하는 관속식물은 30과 96속에 속하는 110종 2아종 11변종 총 123분류군으로 확인되었다 (부록 1). 이 중 습지식물은 갈대, 모새달, 버드나무, 여뀌 등

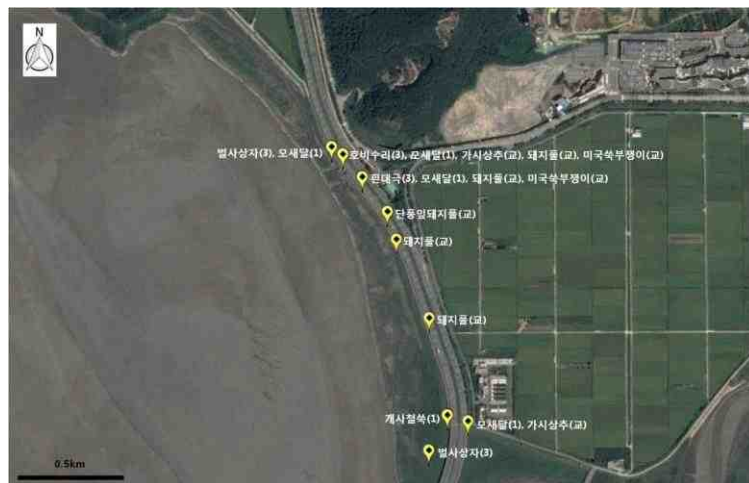


6과 11분류군이 조사되었고, 전체 출현식물의 8.9 %에 해당한다. 가장 많은 분류군을 포함하는 과(科)는 화본과로서 26분류군이 조사되었고, 다음으로 국화과(24), 콩과(15), 십자화과(8), 매꽃과(5) 순으로 나타났다.

환경부 지정 식물구계학적 특정종은 III등급 별사상자 (*Cnidium monnieri* (L.) Cusson), 호비수리 (*Lespedeza davurica* (Laxm.) Schindl.), II등급 흰대극 (*Euphorbia esula* L.), I등급 개사철쭉 (*Artemisia apiacea* Hance ex Walp.), 모새달 (*Phacelurus latifolius* (Steud.) Ohwi) 등 총 5분류군으로 나타났다. 생태계교란야생식물은 가시상추 (*Lactuca scariola* L.), 돼지풀 (*Ambrosia artemisiifolia* L.), 단풍잎돼지풀 (*Ambrosia trifida* L.), 미국쭉부쟁이 (*Aster pilosus* Willd.) 등 총 4분류군으로 확인되었다. 한편, 귀화식물은 9과 26분류군으로 나타났으며, 이는 전체 출현식물의 21.0 %에 해당한다.

## 2) 특별조사종

공릉천하구습지에서 확인된 식물구계학적 특정종은 5분류군이며, 생태계교란야생식물은 3분류군으로 분류군별, 조사장소 및 시기에 따라 특별조사종 조사표를 작성하였다. 또한 식물구계학적 특정종과 생태계교란야생식물의 분포도를 작성하였다 (그림 2).



<그림 2> 공릉천하구습지의 식물구계학적 특정종(등급)과 생태계교란야생식물(교)의 분포도

### 가) 식물구계학적 특정종

#### (1) 별사상자 (*Cnidium monnieri* (L.) Cusson)

북방계식물로서 남한에서는 비교적 드문 식물이지만 한강하구에서는 여러 곳에서 생육하고 있으며, 오래 전부터 지속적으로 관찰되고 있다. 습지 내 전지역에 50개체 미만의 개체가 산발적으로 분포하며 다른 식물군락에 의해 훼손될 가능성이 있다.

(2) 호비수리 (*Lespedeza davurica* (Laxm.) Schindl.)

습지 내 북쪽 지역에서 생육을 확인하였으며, 개체수가 적고 사계청소 등에 의해 훼손될 가능성이 있다.

(3) 흰대극 (*Euphorbia esula* L.)

습지 내 군 정찰로 인근 철조망 사이에서 생육을 확인하였다. 50개체 미만의 소수의 개체로 이루어진 하나의 개체군을 형성하였다. 군 정찰로 인근에 생육하고 있으므로 훼손에 취약하다.

(4) 개사철쭉 (*Artemisia apiacea* Hance ex Walp.)

습지 내 남쪽 지역에서 생육을 확인하였다. 훼손 및 답압에 의해 개체수 감소가 우려되므로 관리가 필요하다.

(5) 모새달 (*Phacelurus latifolius* (Steud.) Ohwi)

습지 내 전역에 대군락을 이루고 있어 급격한 개체수 감소는 없을 것으로 판단되나, 사계청소로 인해 훼손될 위험이 있다.

## 나) 생태계교란야생식물

(1) 가시상추 (*Lactuca scariola* L.)

습지 내 두 곳에서 확인하였으며 좁은 범위에 소수의 개체만이 생육하고 있다. 발생 초기이므로 시급한 제거가 필요하다.

(2) 단풍잎돼지풀 (*Ambrosia trifida* L.)

습지 내 군 정찰로 인근에서 생육을 확인하였다. 물리적인 제거가 필요하다.

(3) 돼지풀 (*Ambrosia artemisiifolia* L.)

습지 내 다수의 개체가 생육하고 있으며 주로 길가를 따라 생육하고 있었다. 물리적인 제거가 필요하다.

(4) 미국쑥부쟁이 (*Aster pilosus* Willd.)

습지 내 제방에 주로 생육하고 있었으며 길가를 따라 확산될 가능성이 있으므로 제거가 필요하다.





모새달 (2016.08.25.)



별사상자 (2016.08.25.)



호비수리 (2016.08.25.)



현대극 (2016.04.26.)

<그림 3> 공릉천하구습지의 식물구계학적 특정종



가시상추 (2016.10.11.)



단풍잎돼지풀 (2016.10.11.)



돼지풀 (2016.08.25.)



미국쑥부쟁이 (2016.08.25.)

<그림 4> 공릉천하구습지의 생태계교란야생식물

## 3) 귀화식물

공릉천하구습지에 분포하는 귀화식물은 9과 26분류군으로 나타났다. 이 중에서 국화과에 속하는 식물이 10분류군으로 가장 많으며, 다음으로 십자화과와 메꽃과 식물이 각각 4분류군, 콩과 식물이 3분류군으로 나타났다 (표 2).

&lt;표 2&gt; 공릉천하구습지의 귀화식물 현황

과명	학명	국명	비고
명아주과	<i>Chenopodium album</i> L.	흰명아주	-
십자화과	<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.	유럽나도냉이	-
	<i>Lepidium apetalum</i> Willd.	다닥냉이	-
	<i>Lepidium virginicum</i> L.	콩다닥냉이	-
	<i>Thlaspi arvense</i> L.	말냉이	-
콩과	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	죽제비싸리	-
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	아까시나무	-
	<i>Trifolium repens</i> L.	토끼풀	-
바늘꽃과	<i>Oenothera odorata</i> Jacq.	달맞이꽃	-
대극과	<i>Euphorbia maculata</i> L.	큰땅빈대	-
메꽃과	<i>Cuscuta pentagona</i> Engelm.	미국실새삼	-
	<i>Ipomoea hederacea</i> Jacq.	미국나팔꽃	-
	<i>Ipomoea hederacea</i> var. <i>integriuscula</i> A.Gray	둥근잎미국나팔꽃	-
	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	둥근잎나팔꽃	-
현삼과	<i>Veronica arvensis</i> L.	선개불알풀	-
국화과	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	돼지풀	교란
	<i>Ambrosia trifida</i> L.	단풍돼지풀	교란
	<i>Aster pilosus</i> Willd.	미국쑥부쟁이	교란
	<i>Bidens frondosa</i> L.	미국가막사리	-
	<i>Carduus crispus</i> L.	지느러미엉겅퀴	-
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	망초	-
	<i>Coreopsis lanceolata</i> L.	큰금계국	-
	<i>Lactuca scariola</i> L.	가시상추	교란
	<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg.	서양민들레	-
	<i>Xanthium canadense</i> Mill.	큰도꼬마리	-
화분과	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	시리아수수새	-

※비고 - 교란: 생태계교란야생식물

## 4) 보전 및 관리방안

공릉천하구습지에 생육하는 관속식물은 30과 96속에 속하는 110종 2아종 11변종 총 123분류군으로 확인되었는데, 이 중 습지식물은 갈대, 모새달, 버드나무, 여뀌 등 6과 11분류군이 조사되었고, 이는 전체 출현식물의 8.9%에 해당한다. 습지 내 식물구계학적 특정종은 5분류군으로 조사되었는데 기존의 조사 (한강유역환경청, 2015)에서 확인된 식물구계학적 특정종인 별사상자 (Ⅲ등급), 큰엉겅퀴 (Ⅰ등급), 모새달 (Ⅰ등급) 중

큰엉경귀 (I 등급)의 생육은 확인하지 못했다. 그러나 호비수리 (III 등급), 흰대극 (II 등급), 개사철쭉 (I 등급) 등 3분류군의 식물구계학적 특정종을 신규로 확인하였다. 식물구계학적 특정종 중 모새달 (I 등급)을 제외한 나머지 종들은 소수의 개체가 제방을 따라 불연속적으로 분포한다. 그리고 도로변과 인접하여 담압 및 훼손의 위협이 높으므로 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 사료된다. 이 중 특징적으로 별사상자 (III 등급)는 습지 내 개체수가 30개체 미만으로 소수의 개체만이 생육하고 있어 훼손 및 담압에 매우 취약한 것으로 판단된다. 또한 다른 식물군락에 의해 생육이 억제될 수 있으므로 지속적인 모니터링으로 개체군 동태 파악이 필요하다. 또한 흰대극 9(II 등급)은 군부대 정찰로 인근에 소수의 개체가 확인되었는데 인근에 돼지풀, 미국쭉부쟁이와 같은 생태계교란야생식물이 자라고 있어 생육이 저해될 수 있으므로 지속적인 모니터링 및 생태계교란야생식물의 제거가 필요하다. 귀화식물은 기존 조사에서 확인된 8과 20분류군보다 더 늘어나 9과 26분류군으로 확인되었다. 이는 도로변에 위치하여 귀화식물의 유입이 용이하였을 것으로 사료되며, 조사 시기 및 조사경로 차이에 따라 과거에 기록되지 않았던 식물종이 확인되었을 가능성도 있다. 귀화식물 중 생태계교란야생식물은 가시상추, 단풍잎돼지풀, 돼지풀, 미국쭉부쟁이 등 총 4분류군이 확인되었으며, 이는 기존의 조사와 같은 결과이다. 생태계교란야생식물은 특별한 조치가 이루어지지 않으면 그 분포가 더 확장될 것으로 판단된다.



동근잎미국나팔꽃 (2016.10.11.)



미국실새삼 (2016.08.25.)



유럽나도냉이 (2016.04.26.)



족제비싸리 (2015.10.30.)

<그림 5> 공릉천하구습지의 귀화식물



## 나. 산남습지

### 1) 식물상

산남습지에 생육하는 관속식물은 28과 72속에 속하는 85종 7변종 1품종 총 93분류군으로 확인되었다 (부록 1). 이 중 습지식물은 갈대, 모새달, 문모초, 줄, 천일사초 등 4과 10분류군이 조사되었고, 전체 출현식물의 10.8 %에 해당한다. 가장 많은 분류군을 포함하는 과 (科)는 국화과와 화본과로서 18분류군이 각각 조사되었고, 다음으로 콩과 (8), 십자화과 (7), 사초과 (6) 순으로 나타났다.

환경부 지정 식물구계학적 특정종은 III 등급 별사상자 (*Cnidium monnieri* (L.) Cusson), II 등급 애기골무꽃 (*Scutellaria dependens* Maxim.), I 등급 뚜껍덩굴 (*Actinostemma lobatum* Maxim.), 모새달 (*Phacelurus latifolius* (Steud.) Ohwi) 등 총 4분류군으로 나타났다. 생태계교란야생식물은 미국쭉부쟁이 등 총 1분류군으로 확인되었다. 한편 귀화식물은 9과 21분류군으로 나타났으며, 이는 전체 출현식물의 22.6 %에 해당한다.

### 2) 특별조사종

산남습지에서 확인된 식물구계학적 특정종은 4분류군이며, 생태계교란야생식물은 1분류군으로 분류군별, 조사장소 및 시기에 따라 특별조사종 조사표를 작성하였다. 또한 식물구계학적 특정종과 생태계교란야생식물의 분포도를 작성하였다 (그림 7).

#### 가) 식물구계학적 특정종

##### (1) 별사상자 (*Cnidium monnieri* (L.) Cusson)

산남습지 내 50개체 미만의 개체가 생육하는 것을 확인하였으며, 다른 식물군락에 의해 생육이 억제될 가능성이 있으므로 꾸준한 모니터링이 필요하다.

##### (2) 애기골무꽃 (*Scutellaria dependens* Maxim.)

습지 내 군 정찰로 인근에서 생육을 확인하였다. 홍수, 담압 등에 의해 훼손될 가능성이 있다.

##### (3) 뚜껍덩굴 (*Actinostemma lobatum* Maxim.):

습지 내 남쪽 지역에서 생육을 확인하였다. 생육 상태는 양호하였으며 특별한 위협요인이 없다면 개체가 잘 유지될 것으로 판단된다.

##### (4) 모새달 (*Phacelurus latifolius* (Steud.) Ohwi)

습지 전역에 군락을 이루고 있었으며, 전체적으로 생육 상태는 양호하였다. 그러나 담압 및 사계청소 등으로 인해 훼손될 가능성이 있다. 지속적인 모니터링이 필요하다.



모새달 (2016.08.24.)



별사상자 (2016.10.12.)

<그림 6> 산남습지의 식물구계학적 특징종

나) 생태계교란야생식물

(1) 미국쑥부쟁이 (*Aster pilosus* Willd.)

습지 내 군 정찰로 인근에서 3개체의 생육을 확인하였다. 현재는 좁은 범위에 분포하지만 특별한 조치가 없다면 도로를 따라 확산될 것으로 판단된다. 발생 초기이므로 시급한 제거가 필요하다.



<그림 7> 산남습지의 식물구계학적 특징종 (등급)과 생태계교란야생식물 (교)의 분포도

3) 귀화식물

산남습지에 분포하는 귀화식물은 9과 21분류군으로 나타났다. 이 중에서 국화과에 속하는 식물이 8분류군으로 가장 많으며, 다음으로 십자화과 식물이 4분류군으로 나타났다 (표 3).

&lt;표 3&gt; 산남습지의 귀화식물 현황

과명	학명	국명	비고
십자화과	<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.	유럽나도냉이	-
	<i>Descurainia pinnata</i> Britton	나도재속	-
	<i>Lepidium apetalum</i> Willd.	다닥냉이	-
	<i>Lepidium virginicum</i> L.	콩다닥냉이	-
장미과	<i>Potentilla supina</i> L.	개소시랑개비	-
콩과	<i>Lotus corniculatus</i> L.	서양별노랑이	-
	<i>Trifolium repens</i> L.	토끼풀	-
바늘꽃과	<i>Oenothera odorata</i> Jacq.	달맞이꽃	-
대극과	<i>Euphorbia maculata</i> L.	큰땅빈대	-
	<i>Euphorbia supina</i> Raf.	애기땅빈대	-
매꽃과	<i>Cuscuta pentagona</i> Engelm.	미국실새삼	-
현삼과	<i>Veronica arvensis</i> L.	선개불알풀	-
국화과	<i>Aster pilosus</i> Willd.	미국쑥부쟁이	교란
	<i>Aster subulatus</i> Michx.	비짜루국화	-
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	망초	-
	<i>Coreopsis lanceolata</i> L.	큰금계국	-
	<i>Erechtites hieraciifolia</i> (L.) Raf. ex DC.	붉은서나물	-
	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	개망초	-
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	방가지뚱	-
	<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg.	서양민들레	-
화본과	<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	미국개기장	-

※ 비고 - 교란: 생태계교란야생식물

#### 4) 보전 및 관리방안

산남습지에 생육하는 관속식물은 28과 72속에 속하는 85종 7변종 1품종 총 93분류군으로 확인되었다. 그 중 습지식물은 갈대, 모새달, 문모초, 줄, 천일사초 등 4과 10분류군이 조사되었고, 이는 전체 출현식물의 10.8 %에 해당한다. 산남습지에 생육하는 식물구계학적 특정종은 별사상자 (Ⅲ등급), 애기골무꽃 (Ⅱ등급), 뚜껍덩굴 (Ⅰ등급), 모새달 (Ⅰ등급) 등 총 4분류군으로 확인되었다. 기존의 조사 (한강유역환경청, 2015)에서 확인되었던 낙지다리 (Ⅳ등급), 물쑥 (Ⅰ등급), 타래사초 (Ⅰ등급), 큰영경귀 (Ⅰ등급) 등은 생육을 확인하지 못했다. 그러나 기존의 조사에서 확인하지 못했던 애기골무꽃 (Ⅱ등급), 뚜껍덩굴 (Ⅰ등급) 등의 생육을 새롭게 확인하였다. 식물구계학적 특정종 중 별사상자 (Ⅲ등급)는 소수의 개체가 생육하는 것을 확인하였으며, 한해 또는 두해살이풀로서 생육환경 변화에 따른 압력을 크게 받으며, 다른 식물군락에 의해 생육이 저해될 가능성이 있으므로 지속적인 모니터링이 필요하다. 귀화식물은 유럽나도냉이 등 9과 21분류군이 확인되었는데 이는 기존의 조사 (12과 34분류군)와 비교하여 귀화식물의 종수가 다소 감소한 것을 확인할 수 있다. 그러나 산남습지 남쪽지역에 경작지가 있어



인간의 왕래가 잦고 도로 (자유로)가 인접해 있어 귀화식물이 유입될 가능성이 높다. 귀화식물 중 생태계교란야생식물은 미국쭉부쟁이 1분류군이 확인되었는데, 기존 조사에서는 돼지풀, 단풍잎돼지풀이 조사되었으나 이번 조사에서는 생육을 확인할 수 없었다. 조사 시기 및 조사경로의 차이에 따라 확인되지 않았을 가능성도 있으므로 추후 지속적인 모니터링을 통해 생태계교란야생식물의 분포를 확인하여 관리하는 것이 필요하다.

## 다. 성동습지

### 1) 식물상

성동습지에 생육하는 관속식물은 26과 62속에 속하는 63종 8변종 1품종 총 72분류군으로 확인되었다 (부록 1). 이 중 습지식물은 노랑꽃창포, 모새달, 칠면초, 해홍나물 등 6과 12분류군이 조사되었고, 전체 출현식물의 16.7 %에 해당한다. 가장 많은 분류군을 포함하는 과 (科)는 화본과로서 12분류군이 조사되었고, 다음으로 국화과 (11), 콩과 (7), 꿀풀과 (5) 순으로 나타났다.

환경부 지정 식물구계학적 특정종은 III 등급 별사상자 (*Cnidium monnieri* (L.) Cusson), I 등급 뚜껍덩굴 (*Actinostemma lobatum* Maxim.), 모새달 (*Phacelurus latifolius* (Steud.) Ohwi) 등 총 3분류군으로 나타났다. 생태계교란야생식물은 돼지풀 (*Ambrosia artemisiifolia* L.), 미국쭉부쟁이 (*Aster pilosus* Willd.) 등 총 2분류군으로 확인되었다. 한편, 귀화식물은 6과 14분류군으로 나타났으며, 이는 전체 출현식물의 19.4 %에 해당한다.

### 2) 특별조사종

성동습지에서 확인된 식물구계학적 특정종은 3분류군이며, 생태계교란야생식물은 2분류군으로 분류군별, 조사장소 및 시기에 따라 특별조사종 조사표를 작성하였다. 또한 식물구계학적 특정종과 생태계교란야생식물의 분포도를 작성하였다 (그림 8).

#### 가) 식물구계학적 특정종

##### (1) 별사상자 (*Cnidium monnieri* (L.) Cusson)

성동습지 내 북쪽에 30개체 미만이 생육하고 있으며, 다른 식물 군락에 의해 훼손될 가능성이 있으므로 꾸준한 모니터링이 필요하다.

##### (2) 뚜껍덩굴 (*Actinostemma lobatum* Maxim.)

습지 내 남쪽 수변 제방에서 생육을 확인하였으며, 생육 상태는 양호하였다. 홍수와

같은 자연재해로 인해 훼손될 가능성이 있으므로 모니터링이 필요하다.

(3) 모새달(*Phacelurus latifolius* (Steud.) Ohwi)

습지 내 크게 2곳의 군락을 확인하였으며 생육 상태는 양호하였다. 그러나 사계청소 등으로 인해 훼손될 가능성이 있으므로 꾸준한 모니터링이 필요하다.



뚜껍덩굴 (2016.10.11.)



모새달 (2016.08.26.)

<그림 8> 성동습지의 식물구계학적 특정종

나) 생태계교란야생식물

(1) 돼지풀 (*Ambrosia artemisiifolia* L.)

습지 내 제방을 따라 생육하고 있다. 습지 내 30개체 미만의 소수의 개체만 확인되었으나 추후 확산 가능성이 있다. 발생초기이므로 시급한 제거가 필요하다.

(2) 미국쑥부쟁이 (*Aster pilosus* Willd.)

습지 내 1개체의 생육을 확인하였다. 발생초기이므로 시급한 제거가 필요하다.



돼지풀 (2016.08.26.)



미국쑥부쟁이 (2016.10.11.)

<그림 9> 성동습지의 생태계교란야생식물



<그림 10> 성동습지의 식물구계학적 특정종 (등급)과 생태계교란야생식물 (교)의 분포도

3) 귀화식물

성동습지에 분포하는 귀화식물은 6과 14분류군으로 나타났다. 이 중에서 국화과에 속하는 식물이 6분류군으로 가장 많으며, 다음으로 콩과 식물이 3분류군으로 나타났다 (표 4).

<표 4> 성동습지의 귀화식물 현황

과명	학명	국명	비고
십자화과	<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.	유럽나도냉이	-
	<i>Lepidium apetalum</i> Willd.	다닥냉이	-
콩과	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	죽제비싸리	-
	<i>Lotus corniculatus</i> L.	서양별노랑이	-
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	아까시나무	-
바늘꽃과	<i>Oenothera odorata</i> Jacq.	달맞이꽃	-
메꽃과	<i>Cuscuta pentagona</i> Engelm.	미국실새삼	-
현삼과	<i>Veronica arvensis</i> L.	선개불알풀	-
국화과	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	돼지풀	교란
	<i>Aster pilosus</i> Willd.	미국쭉부쟁이	교란
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	망초	-
	<i>Erechtites hieraciifolia</i> (L.) Raf. ex DC.	붉은서나물	-
	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	개망초	-
	<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg.	서양민들레	-

※ 비고 - 교란: 생태계교란야생식물

4) 보전 및 관리방안

성동습지는 기존의 조사구역에서 약 2 km 남측으로 떨어진 지역을 조사하였으며,

조사구역은 그림 1과 같다. 성동습지에 생육하는 관속식물은 26과 62속에 속하는 63종 8변종 1품종 총 72분류군으로 확인되었으며, 이 중 습지식물은 노랑꽃창포, 모새달, 칠면초, 해홍나물 등 6과 12분류군이 조사되었다. 이는 전체 출현식물의 16.7 %에 해당한다. 성동습지에서 확인된 식물구계학적 특정종은 별사상자 (Ⅲ등급), 뚜껍덩굴 (Ⅰ등급), 모새달 (Ⅰ등급) 등 총 3분류군으로 나타났다. 모새달 (Ⅰ등급)을 제외한 다른 종은 소수의 개체만이 습지 내에 생육하므로 지속적인 모니터링을 통해 개체군 동태 파악이 필요하다. 식물구계학적 특정종 중 뚜껍덩굴 (Ⅰ등급)은 주로 수변 제방에 생육하고 있었으며, 덩굴성 한해살이풀로서 생육환경 변화에 따라 훼손 가능성이 높으므로 지속적인 모니터링이 필요하다. 또한, 우리나라 해안에 분포하는 해홍나물, 칠면초 등의 염생식물이 이곳에 무리를 지어 자라고 있으므로, 이의 동태를 모니터링하는 것도 필요하다. 생태계교란야생식물은 돼지풀, 미국쑥부쟁이 등 총 2분류군이 확인되었는데 주로 제방을 따라 분포하였으며 소수의 개체만이 생육하고 있었다. 그러나 군 정찰로 인근에 생육하므로 확산 가능성이 높으므로 생육 범위가 넓어지지 않도록 지속적인 모니터링 및 제거가 필요하다.

## 라. 시암리습지

### 1) 식물상

시암리습지에 생육하는 관속식물은 26과 60속에 속하는 60종 3아종 4변종 총 67분류군으로 확인되었다 (부록 1). 이 중 습지식물은 갈대, 모새달, 물억새, 해홍나물 등 2과 5분류군이 조사되었고, 전체 출현식물의 7.5%에 해당한다. 가장 많은 분류군을 포함하는 과 (科)는 화본과로서 20분류군이 조사되었고, 다음으로 국화과 (9), 십자화과 (6) 순으로 나타났다. 습지 내부에 들어가서 정밀조사를 한다면 이곳에 생육하는 식물 종수는 더욱 증가할 것으로 생각된다. 하구 쪽에 위치하여 해안 염생식물인 칠면초가 큰 무리를 지어 자라고 있다.

환경부 지정 식물구계학적 특정종은 Ⅲ등급 별사상자 (*Cnidium monnieri* (L.) Cusson), Ⅰ등급 모새달 (*Phacelurus latifolius* (Steud.) Ohwi) 등 총 2분류군으로 나타났다. 생태계교란야생식물은 미국쑥부쟁이 (*Aster pilosus* Willd.) 등 총 1분류군으로 확인되었다. 한편, 귀화식물은 5과 10분류군으로 나타났으며, 이는 전체 출현식물의 14.9 %에 해당한다.

### 2) 특별조사종

시암리습지에서 확인된 식물구계학적 특정종은 2분류군이며, 생태계교란야생식물은

1분류군으로 분류군별, 조사장소 및 시기에 따라 특별조사종 조사표를 작성하였다. 또한 식물구계학적 특정종과 생태계교란야생식물의 분포도를 작성하였다 (그림 11).



<그림 11> 시암리습지의 식물구계학적 특정종 (등급)과 생태계교란야생식물 (교)의 분포도

가) 식물구계학적 특정종

(1) 별사상자 (*Cnidium monnieri* (L.) Cusson)

시암리습지 내 소수의 개체가 생육하는 것을 확인하였으며, 인근에 다른 식물 군락에 의해 훼손되지 않도록 꾸준한 모니터링이 필요하다.

(2) 모새달 (*Phacelurus latifolius* (Steud.) Ohwi)

습지 내 전역에 대군락을 이루고 있으며, 생육 상태는 양호하였다. 군 작전지역 내에 위치하므로 사계청소의 일환으로 몇 해 전부터 민간인이 트랙터를 동원하여 대규모로 베어내고 있었는데, 이런 대규모 삭초는 시암리습지의 자연성을 떨어뜨릴 수 있으므로 시행 전에 생태적인 측면에서 세밀한 검토가 필요한 것으로 보인다.



모새달 (2016.10.12.)



미국쑥부쟁이 (2016.10.12.)

<그림 12> 시암리습지의 식물구계학적 특정종(좌)와 생태계교란 야생생물

## 나) 생태계교란야생식물

(1) 미국쑥부쟁이 (*Aster pilosus* Willd.)

습지 내 군 정찰로 인근에서 30개체 미만의 개체를 확인하였다. 길가를 따라 확산될 가능성이 있으므로 제거가 필요하다.

## 3) 귀화식물

시암리습지에 분포하는 귀화식물은 5과 10분류군으로 나타났다. 이 중에서 국화과에 속하는 식물이 4분류군으로 가장 많으며, 다음으로 십자화과와 콩과 식물이 각각 2분류군으로 나타났다 (표 5).

<표 5> 시암리습지의 귀화식물 현황

과명	학명	국명	비고
명아주과	<i>Chenopodium album</i> L.	흰명아주	-
십자화과	<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.	유럽나도냉이	-
	<i>Lepidium apetalum</i> Willd.	다닥냉이	-
콩과	<i>Lotus corniculatus</i> L.	서양별노랑이	-
	<i>Trifolium repens</i> L.	토끼풀	-
국화과	<i>Aster pilosus</i> Willd.	미국쑥부쟁이	교란
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	망초	-
	<i>Erechtites hieraciifolia</i> (L.) Raf. ex DC.	붉은서나물	-
	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	개망초	-
화본과	<i>Avena fatua</i> L.	메귀리	-

※ 비고 - 교란: 생태계교란야생식물

## 4) 보전 및 관리방안

시암리습지에 생육하는 관속식물은 26과 60속에 속하는 60종 3아종 4변종 총 67분류군으로 확인되었다. 이 중 습지식물은 갈대, 모새달, 물억새, 해홍나물 등 2과 5분류군이 조사되었고, 이는 전체 출현식물의 7.5%에 해당한다. 시암리습지는 군사작전 지역으로 출입이 엄격히 통제되어 사전 승인을 받았으나 철책을 따라서만 조사가 가능하였다. 따라서 원거리에서만 모니터링을 수행하였으며 정밀조사를 진행하는 데 한계가 있었다. 시암리습지에 생육하는 식물구계학적 특정종은 별사상자 (Ⅲ등급), 모새달 (Ⅰ등급) 등 2분류군으로 나타났으며, 상류지역과 물가를 따라 모새달 (Ⅰ등급)이 넓은 범위에 생육하고 있었다. 몇 해 전부터 군부대의 대민협력사업의 일환으로 민간인에 의해



대규모 채취가 이루어지고 있었는데, 이로 인해 모새달군락의 자연성이 떨어질 수 있으므로 전면적인 재검토가 필요하다. 이런 사업으로 인해 외부의 귀화식물이 대량으로 유입될 가능성도 높다. 시암리습지에는 특히 토양염분도가 높은 곳에 분포하는 염생식물인 나문재가 200 m × 30 m의 규모로 군락을 이루고 있었는데 특기할 만하다. 지속적인 모니터링을 통해 개체군의 범위가 좁아지지 않도록 관리할 필요가 있다. 귀화식물은 흰명아주, 유럽나도냉이 등 5과 10분류군으로 확인되었으며, 특히 붉은서나물은 물가를 따라 선형으로 30 m × 10 m의 규모로 군락을 이루고 있었다. 귀화식물 중 생태계교란야생식물은 미국쑥부쟁이가 확인되었으며 군 정찰로 인근에 소수의 개체가 생육하고 있었다. 길가를 따라 확산될 가능성이 있으므로 제거가 필요하다.

## 마. 장항습지

### 1) 식물상

장항습지에 생육하는 관속식물은 46과 118속에 속하는 12변종 2품종 총 158분류군으로 확인되었다 (부록 1). 이 중 습지식물은 갯버들, 모새달, 물쭉, 세모고랭이 등 10과 21분류군이 조사되었고, 전체 출현식물의 13.2 %에 해당한다. 가장 많은 분류군을 포함하는 과 (科)는 국화과로서 27분류군이 조사되었고, 다음으로 화본과 (18), 콩과 (15), 사초과 (9) 순으로 나타났다.

환경부 지정 식물구계학적 특정종은 IV등급 들완두 (*Vicia bungei* Ohwi), III등급 꼬리조팝나무 (*Spiraea salicifolia* L.), 모감주나무 (*Koelreuteria paniculata* Laxm.), 별사상자 (*Cnidium monnieri* (L.) Cusson), 호비수리 (*Lespedeza davurica* (Laxm.) Schindl.), I등급 가래나무 (*Juglans mandshurica* Maxim.), 모새달 (*Phacelurus latifolius* (Steud.) Ohwi), 물쭉 (*Artemisia selengensis* Turcz. ex Besser), 큰엉겅퀴 (*Cirsium pendulum* Fisch. ex DC.) 등 총 9분류군으로 나타났다. 생태계교란야생식물은 가시박 (*Sicyos angulatus* L.), 가시상추 (*Lactuca scariola* L.), 돼지풀 (*Ambrosia artemisiifolia* L.), 단풍잎돼지풀 (*Ambrosia trifida* L.), 미국쑥부쟁이 (*Aster pilosus* Willd.) 등 총 5분류군으로 확인되었다. 한편, 귀화식물은 14과 37분류군으로 나타났으며, 이는 전체 출현식물의 23.3 %에 해당한다.

### 2) 특별조사종

장항습지에서 확인된 식물구계학적 특정종은 9분류군이며, 생태계교란야생식물은 4분류군으로 분류군별, 조사장소 및 시기에 따라 특별조사종 조사표를 작성하였다. 또한 식물구계학적 특정종과 생태계교란야생식물의 분포도를 작성하였다 (그림 13).



<그림 13> 장항습지의 식물구계학적 특정종(등급)과 생태계교란야생식물(교)의 분포도

#### 가) 식물구계학적 특정종

##### (1) 들완두 (*Vicia bungei* Ohwi)

장항습지 내 장항IC 인근에서 생육을 확인하였다. 주로 제방 사면에 분포하고 있었으며, 제초에 의해 훼손 가능성이 매우 높아보였다. 꾸준한 모니터링이 필요하다.

##### (2) 꼬리조팝나무 (*Spiraea salicifolia* L.)

습지 내 소수의 개체가 생육하는 것을 확인하였다. 도로변에 생육하여 훼손 가능성이 높으므로 꾸준한 모니터링이 필요하다.

##### (3) 모감주나무 (*Koelreuteria paniculata* Laxm.)

습지 내에서 1개체의 생육을 확인하였다. 인근 올림픽공원 등에서 이차적으로 유입된 것으로 판단되며, 군 작전도로 인근에 생육하므로 훼손될 위험이 높아 꾸준한 모니터링이 필요하다.

##### (4) 별사상자 (*Cnidium monnieri* (L.) Cusson)

습지 내 소수의 개체를 확인하였다. 다른 식물 군락에 의해 훼손될 가능성이 높아 꾸준한 모니터링이 필요하다.

##### (5) 호비수리 (*Lespedeza davurica* (Laxm.) Schindl.)

습지 내 군 작전도로를 따라 소수의 개체가 생육하고 있었으며, 생육 상태는 양호하였다.

##### (6) 가래나무 (*Juglans mandshurica* Maxim.)

습지 내 하류지역 수변에 1개체의 생육을 확인하였다. 수고 3-5 m로 생육 상태는 양호하였으나 꾸준한 모니터링이 필요하다.

(7) 모새달 (*Phacelurus latifolius* (Steud.) Ohwi)

습지 내 전역에 군락을 이루고 있다. 군부대의 사계청소가 이루어지고 있으며 이로 인해 훼손 가능성이 있다. 꾸준한 모니터링으로 개체군 동태 파악이 필요하다.

(8) 물쭉 (*Artemisia selengensis* Turcz. ex Besser)

습지 내 생육을 확인하였으며, 다른 식물 군락에 의해 훼손될 가능성이 있으므로 꾸준한 모니터링이 필요하다.

(9) 큰엉겅퀴 (*Cirsium pendulum* Fisch. ex DC.)

습지 내 소수의 개체가 생육하며 생육 상태는 양호하였다. 그러나 도로변에 자라고 있으므로 꾸준한 모니터링이 필요하다.



가래나무 (2016.04.26.)



들완두 (2016.04.26.)



모감주나무 (2016.08.23.)



큰엉겅퀴 (2016.08.23.)

<그림 14> 장항습지의 식물구계학적 특정종

나) 생태계교란야생식물

(1) 가시박 (*Sicyos angulatus* L.)

습지 내 수변을 따라 군락을 이루고 있으며 버드나무 등의 교목을 감고 자라 다른 식물의 생육을 심각히 저해하고 있다. 일부 제거가 이루어진 곳도 있으나 더욱 적극적인 제거가 필요하다.

(2) 가시상추 (*Lactuca scariola* L.)

습지 내 길가를 따라 주로 자라며 50개체 미만의 개체를 확인하였다. 추후 길가를 따라 확산될 가능성이 크므로 지속적인 모니터링이 필요하다.

(3) 단풍잎돼지풀 (*Ambrosia trifida* L.)

습지 내 장항IC 인근에서 생육을 확인하였다. 주로 길가를 따라 생육하고 있었으며, 과거에 비해 개체수와 생육 면적이 줄어들었으나, 언제 다시 확산될지 모르므로 지속적인 제거와 모니터링이 필요하다.

(4) 돼지풀 (*Ambrosia artemisiifolia* L.)

습지 내 주로 차량도로를 따라 생육하고 있었다. 과거에 비해 개체수와 생육 면적이 줄어들었으나, 언제 다시 확산될지 모르므로 지속적인 제거와 모니터링이 필요하다.

(5) 미국쑥부쟁이 (*Aster pilosus* Willd.)

습지 내 군 정찰로를 따라 생육하고 있으며, 분포가 급속도로 확장될 가능성이 크므로 적극적인 제거 및 지속적인 모니터링이 필요하다.



가시박 (2016.08.23.)



가시상추 (2016.10.11.)



단풍잎돼지풀 (2016.08.23.)



미국쑥부쟁이 (2016.10.11.)

&lt;그림 15&gt; 장항습지의 생태계교란야생식물

## 3) 귀화식물

장항습지에 분포하는 귀화식물은 14과 37분류군으로 나타났다. 이 중에서 국화과에 속하는 식물이 14분류군으로 가장 많으며, 다음으로 십자화과 식물이 5분류군, 콩과와 메꽃과 식물이 각각 4분류군으로 나타났다 (표 6).

&lt;표 6&gt; 장항습지의 귀화식물 현황

과명	학명	국명	비고
자리공과	<i>Phytolacca americana</i> L.	미국자리공	-
명아주과	<i>Chenopodium album</i> L.	흰명아주	-
비름과	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	털비름	-
마디풀과	<i>Rumex crispus</i> L.	소리쟁이	-
박과	<i>Sicyos angulatus</i> L.	가시박	교란
십자화과	<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.	유럽나도냉이	-
	<i>Descurainia pinnata</i> Britton	나도재쭉	-
	<i>Lepidium apetalum</i> Willd.	다닥냉이	-
	<i>Lepidium virginicum</i> L.	콩다닥냉이	-
콩과	<i>Thlaspi arvense</i> L.	말냉이	-
	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	족제비싸리	-
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	아까시나무	-
	<i>Trifolium repens</i> L.	토끼풀	-
바늘꽃과	<i>Vicia villosa</i> Roth	벧지	-
	<i>Oenothera odorata</i> Jacq.	달맞이꽃	-
대극과	<i>Euphorbia maculata</i> L.	큰땅빈대	-
가지과	<i>Solanum americanum</i> Mill.	미국까마중	-
메꽃과	<i>Cuscuta pentagona</i> Engelm.	미국실새삼	-
	<i>Ipomoea hederacea</i> Jacq.	미국나팔꽃	-
	<i>Ipomoea hederacea</i> var. <i>integriuscula</i> A.Gray	둥근잎미국나팔꽃	-
	<i>Quamoclit coccinea</i> (L.) Moench	둥근잎유홍초	-
현삼과	<i>Veronica arvensis</i> L.	선개불알풀	-
꼭두선이과	<i>Diodia teres</i> Walter	백령풀	-
국화과	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	돼지풀	교란
	<i>Ambrosia trifida</i> L.	단풍돼지풀	교란
	<i>Aster pilosus</i> Willd.	미국쭉부쟁이	교란
	<i>Bidens frondosa</i> L.	미국가막사리	-
	<i>Carduus crispus</i> L.	지느러미영경귀	-
	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	실망초	-
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	망초	-
	<i>Coreopsis lanceolata</i> L.	큰금계국	-
	<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S. Moore	주홍서나물	-
	<i>Erechtites hieraciifolia</i> (L.) Raf. ex DC.	붉은서나물	-
	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	개망초	-
	<i>Lactuca scariola</i> L.	가시상추	교란
	<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg.	서양민들레	-
	<i>Xanthium canadense</i> Mill.	큰도꼬마리	-

※ 비고 - 교란: 생태계교란야생식물





미국까마중 (2016.10.11.)



미국나팔꽃 (2016.10.11.)



미국자리공 (2016.08.23.)



큰도꼬마리 (2016.10.11.)

&lt;그림 16&gt; 장항습지의 귀화식물

#### 4) 보전 및 관리방안

장항습지에 생육하는 관속식물은 4과 118속에 속하는 12변종 2품종 총 158분류군으로 확인되었다. 이 중 습지식물은 갯버들, 모새달, 물쭉, 세모고랭이 등 10과 21분류군이 조사되었고, 전체 출현식물의 13.2 %에 해당한다. 장항습지에 생육하는 식물구계학적 특정종은 들완두 (Ⅳ 등급), 꼬리조팝나무 (Ⅲ 등급), 모감주나무 (Ⅲ 등급) 등 9분류군으로 확인되었는데 기존 조사 (한강유역환경청, 2015)에서 확인되었던 구슬갯냉이 (Ⅲ 등급), 긴병꽃풀 (Ⅲ 등급), 향나무 (Ⅲ 등급), 개사철쭉 (Ⅰ 등급), 타래사초 (Ⅰ 등급) 등 5분류군의 생육은 확인하지 못했다. 그러나 2013년까지 조사되었던 들완두 (Ⅳ 등급), 꼬리조팝나무 (Ⅲ 등급), 모감주나무 (Ⅲ 등급) 등 3분류군의 생육을 다시 확인하였으며, 호비수리 (Ⅲ 등급)의 생육을 새롭게 확인하였다. 이 중 북방계식물인 들완두 (Ⅳ 등급)는 2013년까지 조사되었으나 2014년에는 확인하지 못했는데 다시금 그 분포를 확인하였다. 모감주나무 (Ⅲ 등급)는 제방 아래 초지에 유묘 1개체가 발견되었는데, 월드컵공원 등 인근에 인위적으로 식재된 개체에서 만들어진 종자가 이곳에 유입되어 발아한 것으로 추정된다. 어린 개체로 군부대의 사계청소 등으로 훼손될 가능성이 높은 것으로 판단된다. 그리고 가래나무 (Ⅰ 등급)는 습지 전역에서 1개체가 확인되었다. 높이 약 3 - 5 m이며, 선착장 인근에 분포한다. 2014년 조사에서는 확인하지 못한 것으로 보고되어 있으나 조사경로의 차이로 인해 생육을 확인하지 못한 것으로 판단된다. 간벌에 의해 훼손될 가능성이



있으므로 매년 모니터링을 통해 우선적으로 생육을 확인해야 할 식물이다. 생태계교란야생식물은 가시박, 가시상추, 돼지풀, 단풍잎돼지풀, 미국쑥부쟁이 등 총 5분류군이 확인되었으며, 이는 과거 조사부터 꾸준히 관찰되었던 종이다. 주로 군 작전로 및 도로를 따라 다수 분포하고 있었고, 또한 장항 통문 인근에서 가시상추, 미국쑥부쟁이의 생육을 확인하였다. 이는 차량에 의해 유입된 것으로 판단된다. 특히 생태계교란야생식물 중 가시박이 습지 내 큰 군락을 이루어 생육하고 있었는데, 버드나무 등과 같은 교목을 감고 자라서 해당 식물의 생육을 심각하게 저해하여 다른 식물이 고사될 위험에 처해 있다. 군부대 및 관련기관의 제거작업이 일부 이루어진 것으로 판단되나, 더욱 적극적인 제거가 필요하다.



장항습지 전경



가시박이 타 교목을 덮고 있는 모습



가시박\_잎, 열매



가시박\_열매

<그림 17> 장항습지의 가시박

#### 4. 참고문헌

- 국립수목원, 식별이 쉬운 나무 도감, 2010, 국립수목원.
- 김병우, 오영주, 자연생태계의 서식지 보존과 복원, *Journal of Environmental Science*, 2004, Vol. 10. No. 1, pp. 33-39.
- 김병우, 이범선, 오영주, 남한강변 초지 식생 및 경관에 관한 연구, *Journal of Environmental Science*, 2002, Vol. 8. No. 1, pp. 21-30.
- 박수현 외 7인, 한국식물도해도감 1 벼과(개정증보판), 2011, 국립수목원.
- 박수현, 한국귀화식물원색도감, 1995, 일조각.
- 박수현, 한국귀화식물원색도감(보유판), 2001, 일조각.
- 석낙필 외 14인, 2014 한강하구 습지보호지역 생태계 모니터링, 2015, 한강유역환경청.
- 이영노, 새로운 한국식물도감(I, II), 2006, 교학사.
- 이우철, 원색 한국기준식물도감, 1996, 아카데미서적.
- 이유미, 박수현, 정수영, 오승환, 양종철, 한국내 귀화식물의 현황과 고찰. *식물분류학회지*, 2011, 41:87-101.
- 이창복, 원색대한식물도감(상, 하권), 2003, 향문사.
- 한강유역환경청, 2009 한강하구 습지보호지역 모니터링 보고서, 2010, 한강유역환경청.
- 한강유역환경청, 2012 한강하구 습지보호지역 모니터링 보고서, 2013, 한강유역환경청.
- 한강유역환경청, 2014 한강하구 습지보호지역 모니터링 보고서, 2015, 한강유역환경청.
- 한동욱 외 6인, 2012 한강하구 습지보호지역 모니터링, 2013, 한강유역환경청.
- 현진오, 권희정, 2009 한강하구 습지보호지역 모니터링 보고서, 2010, 한강유역환경청.
- 현진오, 나혜련, 한병우, 한강하구 습지보호지역 모니터링 보고서, 2011, 한강유역환경청.
- 현진오, 봄에 피는 우리꽃 386, 2003a, 신구문화사.
- 현진오, 여름에 피는 우리꽃 386, 2003b, 신구문화사.
- 현진오, 가을에 피는 우리꽃 336, 2004, 신구문화사.
- T. Osada, *Illustrated grasses of Japan*, 1989, Heibonsa Ltd.
- C.W. Park (ed.), *The Genera of vascular Plants of Korea*, 2007, Academy Publishing Co.

### 부록 1. 한강하구습지의 식물상

1 공릉천하구습지, 2 산남습지, 3 성동습지, 4 시암리습지, 5 장항습지

구분 - 특IV- I : 식물구계학적 특정식물 등급, 귀: 귀화식물, 교: 생태계교란야생식물

과명	학명	국명	구분	1	2	3	4	5
속새과	<i>Equisetum arvense</i> L.	쇠뜨기		○	○		○	○
	<i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.	개속새		○				○
측백나무과	<i>Juniperus chinensis</i> 'Kaizuka'	가이즈까향나무						○
	<i>Juniperus rigida</i> Siebold & Zucc.	노간주나무						○
미나리아재비과	<i>Clematis apiifolia</i> DC.	사위질빵		○				
새모래덩굴과	<i>Cocculus trilobus</i> (Thunb.) DC.	맹맹이덩굴					○	
양귀비과	<i>Chelidonium majus</i> L. var. <i>asiaticum</i> (H. Hara) Ohwi	애기똥풀						○
버즘나무과	<i>Platanus occidentalis</i> L.	양버즘나무						○
	<i>Platanus orientalis</i> L.	버즘나무						○
느릅나무과	<i>Zelkova serrata</i> (Thunb.) Makino	느티나무			○			
삼과	<i>Humulus japonicus</i> Siebold & Zucc.	환삼덩굴		○	○	○		○
뽕나무과	<i>Morus alba</i> L.	뽕나무			○		○	○
췌기풀과	<i>Urtica angustifolia</i> Fisch. ex Hornem.	가는잎췌기풀						○
가래나무과	<i>Juglans mandshurica</i> Maxim.	가래나무	특 I					○
자리공과	<i>Phytolacca americana</i> L.	미국자리공	귀					○
	<i>Atriplex gmelinii</i> C. A. Mey.	가는갯등쟁이				○		
명아주과	<i>Chenopodium album</i> L.	흰명아주	귀	○				○
	<i>Chenopodium album</i> L. var. <i>centrorubrum</i> Makino	명아주		○				○
	<i>Chenopodium album</i> L. var. <i>stenophyllum</i> Makino	가는명아주		○				
	<i>Suaeda glauca</i> (Bunge) Bunge	나문재		○	○	○	○	
	<i>Suaeda japonica</i> Makino	칠면초				○		
	<i>Suaeda maritima</i> (L.) Dumort.	해홍나물				○	○	
비름과	<i>Achyranthes japonica</i> (Miq.) Nakai	쇠무름		○				○
	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	털비름	귀					○
쇠비름과	<i>Portulaca oleracea</i> L.	쇠비름		○				○
	<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	벼룩이자리		○	○	○	○	○
석죽과	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	양점나도나물		○	○	○	○	
	<i>Cucubalus baccifer</i> L. var. <i>japonicus</i> Miq.	덩굴별꽃				○		
	<i>Dianthus chinensis</i> L.	패랭이꽃						○
	<i>Silene firma</i> Siebold & Zucc.	장구채		○		○		
	<i>Stellaria alsine</i> Grimm var. <i>undulata</i> (Thunb.) Ohwi	벼룩나물		○	○			
	<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop.	쇠별꽃					○	
	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	별꽃						○
마디풀과	<i>Persicaria conspicua</i> (Nakai) Nakai ex Mori	꽃여뀌						○
	<i>Polygonum aviculare</i> L.	마디풀		○	○		○	○
	<i>Polygonum hydropiper</i> L.	여뀌		○	○			○
	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	흰여뀌						○
	<i>Polygonum longisetum</i> Bruijn	개여뀌					○	○
	<i>Polygonum perfoliatum</i> L.	머느리베짚		○	○	○	○	○
	<i>Polygonum senticosum</i> (Meisn.) Franch. & Sav.	머느리밀씻개		○				○
	<i>Polygonum thunbergii</i> Siebold & Zucc.	고마리			○			
	<i>Rumex crispus</i> L.	소리쟁이	귀					○
<i>Rumex maritimus</i> L.	급소리쟁이			○				
제비꽃과	<i>Viola mandshurica</i> W. Becker	제비꽃		○	○			
	<i>Actinostemma lobatum</i> Maxim.	뚜껍덩굴	특 I		○	○		
박과	<i>Sicyos angulatus</i> L.	가시박	귀교					○
	<i>Populus × tomentiglandulosa</i> T. B. Lee	은사시나무				○		
버드나무과	<i>Salix babylonica</i> L.	수양버들						○
	<i>Salix gracilistyla</i> Miq.	갯버들				○		○
	<i>Salix koreensis</i> Andersson	버드나무		○		○		○
	<i>Salix pseudolasiogyne</i> H. Lév.	능수버들						○
	<i>Barbarea vulgaris</i> R. Br.	유럽나도냉이	귀	○	○	○	○	○
십자화과	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	냉이		○	○	○	○	○
	<i>Cardamine fallax</i> (O. E. Schulz) Nakai	쭉쌀냉이		○			○	
	<i>Descurainia pinnata</i> Britton	나도계속	귀		○			○
	<i>Draba nemorosa</i> L.	꽃다지		○	○	○	○	○
	<i>Lepidium apetalum</i> Willd.	다닥냉이	귀	○	○	○	○	○
	<i>Lepidium virginicum</i> L.	콩다닥냉이	귀	○	○			○
	<i>Rorippa palustris</i> (L.) Besser	속속이풀		○	○		○	○
	<i>Thlaspi arvense</i> L.	말냉이	귀	○				○
감나무과	<i>Diospyros kaki</i> Thunb.	감나무						○
	<i>Diospyros lotus</i> L.	고욤나무					○	
앵초과	<i>Androsace umbellata</i> (Lour.) Merr.	봄맞이꽃			○			

(표. 계속)

과명	학명	국명	구분	1	2	3	4	5
장미과	<i>Crataegus pinnatifida</i> Bunge	산사나무						0
	<i>Potentilla supina</i> L.	개소시랑개비	귀		0			
	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	복숭아나무					0	0
	<i>Prunus serrulata</i> Lindl. var. <i>pubescens</i> (Makino) Nakai	잔털벚나무		0		0		0
	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	철레나무		0		0		0
	<i>Rubus crataegifolius</i> Bunge	산딸기					0	
	<i>Rubus parvifolius</i> L.	멍석딸기		0				0
	<i>Spiraea prunifolia</i> Siebold & Zucc. var. <i>simpliciflora</i> (Nakai) Nakai	조팝나무		0		0	0	0
<i>Spiraea salicifolia</i> L.	꼬리조팝나무	특III					0	
콩과	<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.	자귀나무						0
	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	족제비싸리	귀	0		0		0
	<i>Chamaecrista nomame</i> (Siebold) H. Ohashi	차풀		0	0			0
	<i>Dunbaria villosa</i> (Thunb.) Makino	여우팔		0	0			0
	<i>Galium trachyspermum</i> A. Gray	네잎갈퀴				0		
	<i>Glycine soja</i> Siebold & Zucc.	들콩		0	0			0
	<i>Kummerowia stipulacea</i> (Maxim.) Makino	등근매듭풀		0				0
	<i>Kummerowia striata</i> (Thunb.) Schindl.	매듭풀		0	0	0		0
	<i>Lespedeza bicolor</i> Turcz.	싸리						0
	<i>Lespedeza cuneata</i> (Dum. Cours.) G. Don.	비수리		0		0		0
	<i>Lespedeza davurica</i> (Laxm.) Schindl.	호비수리	특III	0				0
	<i>Lotus corniculatus</i> L.	서양별노랑이	귀		0	0	0	
	<i>Lotus corniculatus</i> L. var. <i>japonicus</i> Regel	별노랑이			0	0		
	<i>Pueraria lobata</i> (Willd.) Ohwi	쭈		0				
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	아까시나무	귀	0		0		0
	<i>Senna tora</i> (L.) Roxb.	결명자						0
	<i>Trifolium repens</i> L.	토끼풀	귀	0	0		0	0
	<i>Vicia bungei</i> Ohwi	들완두	특IV					0
	<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb.	얼치기완두		0	0			
	<i>Vicia villosa</i> Roth	벧지	귀					0
<i>Vigna angularis</i> (Willd.) Ohwi & H. Ohashi	팥		0					
<i>Vigna umbellata</i> (Thunb.) Ohwi & H. Ohashi	덩굴팥		0					
<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	동부		0					
부처꽃과	<i>Lythrum salicaria</i> L.	털부처꽃						0
바늘꽃과	<i>Oenothera odorata</i> Jacq.	달맞이꽃	귀	0	0	0		0
대극과	<i>Acalypha australis</i> L.	깨풀		0	0			0
	<i>Euphorbia esula</i> L.	흰대극	특II	0				
	<i>Euphorbia maculata</i> L.	큰땅빈대	귀	0	0			0
	<i>Euphorbia supina</i> Raf.	애기땅빈대	귀		0			
	<i>Securinega suffruticosa</i> (Pall.) Rehder	광대싸리						0
포도과	<i>Parthenocissus tricuspidata</i> (Siebold & Zucc.) Planch.	담쟁이덩굴						0
고추나무과	<i>Staphylea bumalda</i> DC.	고추나무						0
무환자나무과	<i>Koeleruteria paniculata</i> Laxm.	모감주나무	특III					0
웃나무과	<i>Rhus javanica</i> L.	붉나무						0
	<i>Toxicodendron trichocarpum</i> (Miq.) Kuntze	개웃나무						0
소테나무과	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle for. <i>erythrocarpa</i> (Carrière) Rehder	가층나무			0	0		0
운향과	<i>Zanthoxylum schinifolium</i> Siebold & Zucc.	산초나무				0		
괭이밥과	<i>Oxalis corniculata</i> L.	괭이밥		0		0	0	0
두릅나무과	<i>Kalopanax septemlobus</i> (Thunb.) Koidz.	옻나무					0	
미나리과	<i>Cnidium monnieri</i> (L.) Cusson	별사상자	특III	0	0	0	0	0
	<i>Sium suave</i> Walter	개발나물		0				0
박주가리과	<i>Metaplexis japonica</i> (Thunb.) Makino	박주가리		0	0			0
가지과	<i>Solanum americanum</i> Mill.	미국까마중	귀					0
	<i>Solanum nigrum</i> L.	까마중		0	0			
메꽃과	<i>Calystegia hederacea</i> Wall.	애기메꽃			0			
	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br. var. <i>japonica</i> Makino	메꽃		0				
	<i>Cuscuta pentagona</i> Engelm.	미국실새삼	귀	0	0	0		0
	<i>Ipomoea hederacea</i> Jacq.	미국나팔꽃	귀	0				0
	<i>Ipomoea hederacea</i> var. <i>integriuscula</i> A.Gray	등근잎미국나팔꽃	귀	0				0
	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	등근잎나팔꽃	귀	0				
<i>Quamoclit coccinea</i> (L.) Moench	등근잎유홍초	귀					0	
지치과	<i>Trigonotis peduncularis</i> (Trevis.) Benth. ex Baker & S. Moore	꽃마리		0	0	0	0	0
마편초과	<i>Callicarpa dichotoma</i> (Lour.) K. Koch	좁작살나무					0	
	<i>Clerodendrum trichotomum</i> Thunb.	누리장나무		0		0	0	

(표. 계속)

과명	학명	국명	구분	1	2	3	4	5
꿀풀과	<i>Leonurus japonicus</i> Houtt.	익모초		0	0	0		
	<i>Lycopus lucidus</i> Turcz. ex Benth.	엷싸리		0				0
	<i>Mentha arvensis</i> L. var. <i>piperascens</i> Malinv. ex Holmes	박하				0		
	<i>Mosla dianthera</i> (Buch.-Ham. ex Roxb.) Maxim.	취개풀		0	0	0	0	0
	<i>Mosla punctulata</i> (J. F. Gmel.) Nakai	들개풀		0	0	0		0
	<i>Perilla frutescens</i> (L.) Britton	들깨				0		0
	<i>Salvia plebeia</i> R. Br.	배암차즈기		0				
	<i>Scutellaria dependens</i> Maxim.	애기꽃무릇	특 II		0			
	<i>Stachys japonica</i> Miq.	석잠풀						0
	<i>Teucrium japonicum</i> Houtt.	개라향						0
질경이과	<i>Plantago asiatica</i> L.	질경이		0	0		0	
물푸레나무과	<i>Ligustrum obtusifolium</i> Siebold & Zucc.	취통나무		0				0
현삼과	<i>Lindernia procumbens</i> (Krock.) Borbés	발독외풀						0
	<i>Mazus miquelii</i> Makino	누운주름잎						0
	<i>Mazus pumilus</i> (Burm. f.) Steenis	주름잎			0			
	<i>Veronica arvensis</i> L.	선개불알풀	귀	0	0	0		0
능소화과	<i>Veronica peregrina</i> L.	문모초			0			
	<i>Catalpa ovata</i> G. Don	개오동						0
꼭두선이과	<i>Diodia teres</i> Walter	백령풀	귀					0
	<i>Galium spurium</i> L. var. <i>echinospermum</i> (Wallr.) Hayek	갈퀴덩굴			0			
	<i>Rubia cordifolia</i> L. var. <i>pratensis</i> Maxim.	갈퀴꼭두선이				0		
인동과	<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	인동					0	
연복초과	<i>Sambucus racemosa</i> L. ssp. <i>sieboldiana</i> Miq.	딱총나무					0	
국화과	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	돼지풀	귀 교	0		0		0
	<i>Ambrosia trifida</i> L.	단풍돼지풀	귀 교	0				0
	<i>Artemisia annua</i> L.	개똥쭉			0			0
	<i>Artemisia apiacea</i> Hance ex Walp.	개사철쭉	특 I	0				
	<i>Artemisia capillaris</i> Thunb.	사철쭉		0				0
	<i>Artemisia japonica</i> Thunb.	제비쭉					0	
	<i>Artemisia princeps</i> Pamp.	쭉		0	0	0	0	0
	<i>Artemisia selengensis</i> Turcz. ex Besser	물쭉	특 I					0
	<i>Aster incisus</i> Fisch.	가새쭉부쟁이		0				
	<i>Aster pilosus</i> Willd.	미국쭉부쟁이	귀 교	0	0	0	0	0
	<i>Aster subulatus</i> Michx.	비짜루국화	귀		0			
	<i>Bidens frondosa</i> L.	미국가막사리	귀	0				0
	<i>Carduus crispus</i> L.	지느러미영경귀	귀	0				0
	<i>Cirsium japonicum</i> (Thunb.) Fisch. ex DC.	영경귀					0	
	<i>Cirsium pendulum</i> Fisch. ex DC.	큰영경귀	특 I					0
	Compositae	가는잎왕고들빼기					0	
	Compositae	개쭉부쟁이		0				
	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	실망초	귀					0
	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	망초	귀	0	0	0	0	0
	<i>Coreopsis lanceolata</i> L.	큰금계국	귀	0	0			0
	<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S. Moore	주홍서나물	귀					0
	<i>Crepidiastrum denticulatum</i> (Houtt.) J. H. Pak & Kawano	이고들빼기		0	0	0		0
	<i>Crepidiastrum sonchifolium</i> (Bunge) Pak & Kawano	고들빼기		0				
	<i>Dendranthema boreale</i> (Makino) Ling ex Kitam.	산국		0				
	<i>Dendranthema zawadskii</i> (Herbich) Tzvelev var. <i>latilobum</i> (Maxim.) Kitam.	구절초		0				
	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	한련초						0
	<i>Erechtites hieraciifolia</i> (L.) Raf. ex DC.	붉은서나물	귀		0	0	0	0
	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	개망초	귀		0	0	0	0
	<i>Hemistepta lyrata</i> Bunge	지칭개		0			0	
	<i>Ixeridium dentatum</i> (Thunb.) Tzvelev	썸바귀			0			
	<i>Ixeris chinensis</i> (Thunb.) Kitag.	노랑선썸바귀						0
	<i>Lactuca indica</i> L. var. <i>laciniata</i> H. Hara	왕고들빼기		0	0	0		0
	<i>Lactuca scariola</i> L.	가시상추	귀 교	0				0
	<i>Picris hieracioides</i> L. var. <i>koreana</i> (Kitam.) Kitam.	쇠서나물		0	0			0
	<i>Sonchus brachyotus</i> DC.	사태풀		0	0	0		
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	방가지똥	귀		0			
	<i>Taraxacum coreanum</i> Nakai	흰민들레			0			0
	<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg.	서양민들레	귀	0	0	0		0
	<i>Taraxacum platycarpum</i> Dahlst.	민들레			0			0
	<i>Xanthium canadense</i> Mill.	큰도꼬마리	귀	0				0
	<i>Youngia japonica</i> (L.) DC.	뽕리뱅이			0	0		0

(표. 계속)

과명	학명	국명	구분	1	2	3	4	5
천남성과	<i>Pinellia ternata</i> (Thunb.) Breitenb.	반하		0				
닭의장풀과	<i>Commelina communis</i> L.	닭의장풀				0	0	0
골풀과	<i>Juncus effusus</i> L. var. <i>decipiens</i> Buchenau	골풀						0
	<i>Juncus tenuis</i> Willd.	길골풀			0			0
사초과	<i>Luzula capitata</i> (Miq.) Miq.	평의밥					0	
	<i>Carex laevissima</i> Nakai	애괭이사초			0			0
	<i>Carex leiorhyncha</i> C. A. Mey.	산괭이사초			0		0	0
	<i>Carex neurocarpa</i> Maxim.	괭이사초			0			
	<i>Carex polyschoena</i> H. L?v. & Vaniot	가지청사초			0	0		
	<i>Carex scabrifolia</i> Steud.	천일사초			0	0		0
	<i>Cyperus difformis</i> L.	알방동산이						0
	<i>Cyperus exaltatus</i> Retz. var. <i>iwasakii</i> T. Koyama	왕골						0
	<i>Cyperus microiria</i> Steud.	금방동산이			0			0
	<i>Scirpus planiculmis</i> F. Schmidt	새섬매자기						0
	<i>Scirpus tabernaemontani</i> C. C. Gmel.	큰고랭이						0
	<i>Scirpus triquetar</i> L.	세모고랭이						0
화본과	<i>Agropyron ciliare</i> (Trin.) Franch.	속털개밀						0
	<i>Agropyron tsukushiense</i> (Honda) Ohwi var. <i>transiens</i> (Hack.) Ohwi	개밀						0
	<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	독새풀		0	0			
	<i>Arundinella hirta</i> (Thunb.) Tanaka	새		0				0
	<i>Avena fatua</i> L.	메귀리	귀					0
	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	산조풀		0	0	0	0	0
	<i>Cymbopogon tortilis</i> (J. Presl) A. Camus ssp. <i>goeringii</i> (Steud.) T. Koyama	개솔새		0				0
	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	바랭이		0	0	0	0	0
	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	돌피		0	0	0		0
	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv. var. <i>echinatum</i> (Willd.) Honda	물피			0			0
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	왕바랭이		0				0
	<i>Eragrostis ciliaris</i> (All.) Vignolo ex Janch.	참새그렁		0				
	<i>Eragrostis ferruginea</i> (Thunb.) P. Beauv.	그렁		0	0			0
	<i>Hemarthria compressa</i> (L. f.) R. Br. var. <i>japonica</i> (Hack.) Ohwi	쇠치기풀		0				0
	<i>Hierochloa odorata</i> (L.) P. Beauv.	향모		0	0			
	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Raeusch. var. <i>koenigii</i> (Retz.) Benth. ex Pilg.	띠		0	0	0	0	0
	<i>Ischaemum crassipes</i> (Steud.) Theil.	쇠보리		0				
	<i>Leersia japonica</i> (Makino & Honda) Honda	나도겨풀						0
	<i>Miscanthus sacchariflorus</i> (Maxim.) Hack.	물억새		0	0	0	0	0
	<i>Miscanthus sinensis</i> Andersson	억새		0		0	0	
	<i>Panicum bisulcatum</i> Thunb.	개기장						0
	<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	미국개기장	귀		0			
	<i>Paspalum thunbergii</i> Kunth ex Steud.	참새피						0
	<i>Pennisetum alopecuroides</i> (L.) Spreng.	수크렁		0				0
	<i>Phacelurus latifolius</i> (Steud.) Ohwi	모새달	특 1	0	0	0	0	0
	<i>Phragmites communis</i> Trin.	갈대		0	0	0	0	0
	<i>Setaria faberi</i> R. A. W. Herrm.	가을강아지풀		0	0	0	0	0
	<i>Setaria glauca</i> (L.) P. Beauv.	금강아지풀		0	0	0	0	0
	<i>Setaria pycnocomma</i> (Steud.) Henrard ex Nakai	수강아지풀			0			0
	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	강아지풀		0	0	0	0	0
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	시리아수수새	귀	0					
<i>Spodiopogon sibiricus</i> Trin.	큰기름새		0					
<i>Themeda triandra</i> Forssk. ssp. <i>japonica</i> (Willd.) T. Koyama	솔새		0				0	
<i>Zizania caduciflora</i> (Turcz. ex Trin.) Hand.-Mazz.	줄			0			0	
<i>Zoysia japonica</i> Steud.	잔디		0	0	0	0		
<i>Zoysia sinica</i> Hance	갯잔디		0					
백합과	<i>Allium macrostemon</i> Bunge	산달래		0			0	0
	<i>Allium monanthum</i> Maxim.	달래						0
	<i>Scilla scilloides</i> (Lindl.) Druce	무릇						0
붓꽃과	<i>Iris lactea</i> Pall. var. <i>chinensis</i> (Fisch.) Koidz.	타래붓꽃					0	
	<i>Iris pseudoacorus</i> L.	노랑꽃창포				0		0
	<i>Iris sanguinea</i> Donn ex Hornem.	붓꽃				0		



## 부록 2. 특별조사종 일람표

습지명		공릉천하구습지		조사년도		2015-2016년		
생물명	지정구분	조사일	행정구역명	GPS		조사 형태	분포 면적	개체 수
				위도	경도			
별사상자	특정식물종Ⅲ	2015-10-30	경기도 파주시 송촌동	37 45 33.3	126 41 13.8	직접조사	0.25 m <sup>2</sup>	1
별사상자	특정식물종Ⅲ	2016-08-25	경기도 파주시 탄현면 성동리	37 46 01.1	126 41 02.5	직접조사	0.25 m <sup>2</sup>	1
호미수리	특정식물종Ⅲ	2016-08-25	경기도 파주시 탄현면 성동리	37 46 00.7	126 41 03.4	직접조사	0.25 m <sup>2</sup>	10
흰대극	특정식물종Ⅱ	2016-04-26	경기도 파주시 탄현면 범흥리	37 45 58.3	126 41 06.0	직접조사	0.18 m <sup>2</sup>	30
모새달	특정식물종Ⅰ	2015-10-30	경기도 파주시 탄현면 범흥리	37 45 58.3	126 41 06.1	직접조사	1500 m <sup>2</sup>	500
모새달	특정식물종Ⅰ	2015-10-30	경기도 파주시 송촌동	37 45 36.3	126 41 18.3	직접조사	-	-
개사철쭉	특정식물종Ⅰ	2016-08-25	경기도 파주시 송촌동	37 45 36.5	126 41 15.9	직접조사	-	-
모새달	특정식물종Ⅰ	2016-08-25	경기도 파주시 탄현면 성동리	37 46 02.0	126 41 01.9	직접조사	-	-
모새달	특정식물종Ⅰ	2016-10-10	경기도 파주시 탄현면 성동리	37 46 00.0	126 41 03.5	직접조사	500 m <sup>2</sup>	-
돼지풀	생태계교란야생식물	2015-10-30	경기도 파주시 탄현면 범흥리	37 45 58.3	126 41 06.1	직접조사	1 m <sup>2</sup>	2
미국쭈부쟁이	생태계교란야생식물	2015-10-30	경기도 파주시 탄현면 범흥리	37 45 58.3	126 41 06.1	직접조사	0.15 m <sup>2</sup>	3
미국쭈부쟁이	생태계교란야생식물	2015-10-30	경기도 파주시 탄현면 성동리	37 46 00.4	126 41 03.7	직접조사	-	-
미국쭈부쟁이	생태계교란야생식물	2016-04-26	경기도 파주시 탄현면 성동리	37 46 00.4	126 41 03.8	직접조사	-	-
가시상추	생태계교란야생식물	2016-08-25	경기도 파주시 탄현면 성동리	37 46 00.4	126 41 03.4	직접조사	2 m <sup>2</sup>	3
돼지풀	생태계교란야생식물	2016-08-25	경기도 파주시 탄현면 성동리	37 46 00.7	126 41 03.4	직접조사	-	-
돼지풀	생태계교란야생식물	2016-08-25	경기도 파주시 탄현면 범흥리	37 45 52.6	126 41 10.0	직접조사	6 m <sup>2</sup>	30
미국쭈부쟁이	생태계교란야생식물	2016-08-25	경기도 파주시 탄현면 성동리	37 46 00.4	126 41 03.4	직접조사	-	-
미국쭈부쟁이	생태계교란야생식물	2016-08-25	경기도 파주시 탄현면 범흥리	37 45 57.7	126 41 06.3	직접조사	8 m <sup>2</sup>	20
가시상추	생태계교란야생식물	2016-10-10	경기도 파주시 송촌동	37 45 36.0	126 41 18.3	직접조사	6 m <sup>2</sup>	4
단풍잎돼지풀	생태계교란야생식물	2016-10-10	경기도 파주시 탄현면 범흥리	37 45 55.1	126 41 09.0	직접조사	-	-
돼지풀	생태계교란야생식물	2016-10-10	경기도 파주시 탄현면 범흥리	37 45 45.4	126 41 13.8	직접조사	2 m <sup>2</sup>	10

부록 2. 특별조사종 일람표 (계속)

습지명		산남습지		조사년도	2015-2016년			
생물명	지정구분	조사일	행정구역명	GPS		조사 형태	분포 면적	개체 수
				위도	경도			
별사상자	특정식물종Ⅲ	2016-08-24	경기도 파주시 문발동	37 42 02.9	126 40 32.3	직접조사	-	-
별사상자	특정식물종Ⅲ	2016-10-12	경기도 파주시 문발동	37 42 26.0	126 40 56.5	직접조사	0.25 m <sup>2</sup>	5
애기골무꽃	특정식물종Ⅱ	2016-10-12	경기도 파주시 문발동	37 42 39.2	126 40 58.4	직접조사	-	-
모새달	특정식물종Ⅰ	2015-10-28	경기도 파주시 문발동	37 42 09.4	126 40 56.3	직접조사	4800 m <sup>2</sup>	1001
뚜껍덩굴	특정식물종Ⅰ	2016-08-24	경기도 파주시 문발동	37 42 03.7	126 40 35.2	직접조사	-	-
뚜껍덩굴	특정식물종Ⅰ	2016-08-24	경기도 파주시 문발동	37 42 02.0	126 40 27.7	직접조사	-	-
미국쭉부쟁이	생태계교란야생식물	2016-10-12	경기도 파주시 문발동	37 42 09.7	126 40 57.0	직접조사	0.09 m <sup>2</sup>	3

습지명		성동습지		조사년도	2016년			
생물명	지정구분	조사일	행정구역명	GPS		조사 형태	분포 면적	개체 수
				위도	경도			
별사상자	특정식물종Ⅲ	2016-08-26	경기도 파주시 탄현면 성동리	37 47 44.5	126 40 40.8	직접조사	-	-
모새달	특정식물종Ⅰ	2016-08-26	경기도 파주시 탄현면 성동리	37 47 37.2	126 40 36.2	직접조사	4800 m <sup>2</sup>	100
뚜껍덩굴	특정식물종Ⅰ	2016-10-10	경기도 파주시 탄현면 성동리	37 47 18.4	126 40 38.4	직접조사	-	-
모새달	특정식물종Ⅰ	2016-10-10	경기도 파주시 탄현면 성동리	37 47 18.4	126 40 38.4	직접조사	-	-
돼지풀	생태계교란야생식물	2016-08-26	경기도 파주시 탄현면 성동리	37 47 49.5	126 40 46.0	직접조사	1 m <sup>2</sup>	10
돼지풀	생태계교란야생식물	2016-10-10	경기도 파주시 탄현면 성동리	37 47 31.4	126 40 36.7	직접조사	0.25 m <sup>2</sup>	1
미국쭉부쟁이	생태계교란야생식물	2016-10-10	경기도 파주시 탄현면 성동리	37 47 20.4	126 40 38.3	직접조사	0.09 m <sup>2</sup>	1

습지명		시암리습지		조사년도	2016년			
생물명	지정구분	조사일	행정구역명	GPS		조사 형태	분포 면적	개체 수
				위도	경도			
별사상자	특정식물종Ⅲ	2016-05-30	경기도 김포시 하성면 후평리	37 45 56.2	126 39 12.9	직접조사	0.25 m <sup>2</sup>	2
모새달	특정식물종Ⅰ	2016-05-30	경기도 김포시 하성면 후평리	37 46 03.0	126 39 09.3	직접조사	100 m <sup>2</sup>	51
모새달	특정식물종Ⅰ	2016-10-12	경기도 김포시 하성면 시암리	37 46 03.1	126 39 09.2	직접조사	-	-
미국쭉부쟁이	생태계교란야생식물	2016-05-30	경기도 김포시 하성면 후평리	37 46 01.5	126 39 10.1	직접조사	0.15 m <sup>2</sup>	6
미국쭉부쟁이	생태계교란야생식물	2016-10-12	경기도 김포시 하성면 시암리	37 46 02.2	126 39 09.5	직접조사	3 m <sup>2</sup>	20

## 부록 2. 특별조사종 일람표(계속)

습지명		장항습지		조사년도	2015-2016년			
생물명	지정구분	조사일	행정구역명	GPS		조사 형태	분포 면적	개체수
				위도	경도			
들완두	특정식물종Ⅳ	2016-04-26	경기도 고양시 일산동구 장항동	37 37 55.5	126 46 17.5	직접조사	4 m <sup>2</sup>	5
별사상자	특정식물종Ⅲ	2015-10-30	경기도 고양시 덕양구 신평동	37 37 17.5	126 47 22.3	직접조사	0.25 m <sup>2</sup>	1
호비수리	특정식물종Ⅲ	2015-10-30	경기도 고양시 일산서구 대화동	37 38 57.4	126 43 55.0	직접조사	1 m <sup>2</sup>	1
모감주나무	특정식물종Ⅲ	2016-04-26	경기도 고양시 덕양구 신평동	37 37 46.8	126 46 33.2	직접조사	1 m <sup>2</sup>	1
꼬리조팝나무	특정식물종Ⅲ	2016-08-23	경기도 고양시 일산동구 장항동	37 38 03.0	126 46 03.8	직접조사	3 m <sup>2</sup>	1
모감주나무	특정식물종Ⅲ	2016-08-23	경기도 고양시 덕양구 신평동	37 37 49.7	126 46 28.0	직접조사	1 m <sup>2</sup>	1
가래나무	특정식물종Ⅰ	2016-04-26	경기도 고양시 덕양구 신평동	37 37 22.3	126 47 15.8	직접조사	8 m <sup>2</sup>	1
가래나무	특정식물종Ⅰ	2016-08-23	경기도 고양시 덕양구 신평동	37 37 20.0	126 47 19.0	직접조사	8 m <sup>2</sup>	1
모세달	특정식물종Ⅰ	2016-08-23	경기도 고양시 일산동구 장항동	37 38 09.0	126 45 53.0	직접조사	-	-
큰엉경키	특정식물종Ⅰ	2016-08-23	경기도 고양시 덕양구 신평동	37 37 49.7	126 46 28.0	직접조사	-	-
가래나무	특정식물종Ⅰ	2016-10-11	경기도 고양시 덕양구 신평동	37 37 21.8	126 47 16.6	직접조사	-	-
모세달	특정식물종Ⅰ	2016-10-11	경기도 고양시 일산동구 장항동	37 38 18.6	126 45 34.9	직접조사	-	-
물쭈	특정식물종Ⅰ	2016-10-11	경기도 고양시 덕양구 신평동	37 37 23.7	126 47 13.1	직접조사	-	-
단풍잎돼지풀	생태계교란야생식물	2015-10-30	경기도 고양시 덕양구 신평동	37 37 19.0	126 47 20.2	직접조사	30 m <sup>2</sup>	5
미국쭈부쟁이	생태계교란야생식물	2015-10-30	경기도 고양시 덕양구 신평동	37 37 17.5	126 47 22.3	직접조사	12 m <sup>2</sup>	10
가시박	생태계교란야생식물	2016-08-23	경기도 고양시 일산동구 장항동	37 38 14.4	126 45 42.6	직접조사	-	-
가시박	생태계교란야생식물	2016-08-23	경기도 고양시 덕양구 신평동	37 37 23.1	126 47 15.0	직접조사	300 m <sup>2</sup>	500
가시상추	생태계교란야생식물	2016-08-23	경기도 고양시 일산동구 장항동	37 38 21.6	126 45 29.4	직접조사	8 m <sup>2</sup>	10
가시상추	생태계교란야생식물	2016-08-23	경기도 고양시 일산동구 장항동	37 38 13.5	126 45 44.8	직접조사	-	-
가시상추	생태계교란야생식물	2016-08-23	경기도 고양시 일산동구 장항동	37 38 09.0	126 45 53.0	직접조사	25 m <sup>2</sup>	30
단풍잎돼지풀	생태계교란야생식물	2016-08-23	경기도 고양시 일산동구 장항동	37 38 17.7	126 45 36.6	직접조사	-	-
돼지풀	생태계교란야생식물	2016-08-23	경기도 고양시 일산동구 장항동	37 38 23.7	126 44 51.9	직접조사	1.5 m <sup>2</sup>	15
미국쭈부쟁이	생태계교란야생식물	2016-08-23	경기도 고양시 일산동구 장항동	37 38 22.0	126 45 28.4	직접조사	-	-
가시박	생태계교란야생식물	2016-10-11	경기도 고양시 일산동구 장항동	37 38 13.9	126 45 44.1	직접조사	2000 m <sup>2</sup>	501
가시박	생태계교란야생식물	2016-10-11	경기도 고양시 덕양구 신평동	37 37 24.1	126 47 13.4	직접조사	-	-
가시박	생태계교란야생식물	2016-10-11	경기도 고양시 덕양구 신평동	37 37 21.8	126 47 16.6	직접조사	-	-
가시박	생태계교란야생식물	2016-10-11	경기도 고양시 일산동구 장항동	37 38 24.9	126 44 54.2	직접조사	100 m <sup>2</sup>	150
가시상추	생태계교란야생식물	2016-10-11	경기도 고양시 일산동구 장항동	37 38 26.0	126 45 22.8	직접조사	1 m <sup>2</sup>	2
단풍잎돼지풀	생태계교란야생식물	2016-10-11	경기도 고양시 일산동구 장항동	37 38 17.6	126 45 37.0	직접조사	45 m <sup>2</sup>	50
돼지풀	생태계교란야생식물	2016-10-11	경기도 고양시 일산동구 장항동	37 38 28.4	126 45 15.4	직접조사	-	-
미국쭈부쟁이	생태계교란야생식물	2016-10-11	경기도 고양시 일산동구 장항동	37 38 26.0	126 45 22.8	직접조사	1 m <sup>2</sup>	3
미국쭈부쟁이	생태계교란야생식물	2016-10-11	경기도 고양시 일산동구 장항동	37 38 23.3	126 45 26.0	직접조사	3 m <sup>2</sup>	10
미국쭈부쟁이	생태계교란야생식물	2016-10-11	경기도 고양시 일산동구 장항동	37 38 14.6	126 45 41.6	직접조사	300 m <sup>2</sup>	200
미국쭈부쟁이	생태계교란야생식물	2016-10-11	경기도 고양시 덕양구 신평동	37 37 21.8	126 47 16.6	직접조사	8 m <sup>2</sup>	50
미국쭈부쟁이	생태계교란야생식물	2016-10-11	경기도 고양시 일산동구 장항동	37 38 47.9	126 44 31.4	직접조사	4 m <sup>2</sup>	30



공릉천하구습지  
2015.10.30.



갈대\_공릉천하구습지  
2015.10.30.



개발나물\_공릉천하구습지  
2016.10.10.



개썩부쟁이\_공릉천하구습지  
2016.10.10.



금강아지풀\_공릉천하구습지  
2015.10.30.



나문재\_공릉천하구습지  
2015.10.30.



누리장나무\_공릉천하구습지  
2016.08.25.



띠\_공릉천하구습지  
2016.04.26.





산남습지  
2016.10.12.



가을강아지풀\_산남습지  
2016.08.24.



가죽나무\_산남습지  
2016.08.24.



괭이사초\_산남습지  
2016.08.24.



물억새\_산남습지  
2016.10.12.



봄맞이꽃\_산남습지  
2016.04.27.



성동습지  
2016.04.27.



가는갯는쟁이\_성동습지  
2016.10.10.





박하\_성동습지  
2016.08.26.



천일사초\_성동습지  
2016.10.10.



해홍나물\_성동습지  
2016.10.10.



시암리습지  
2016.10.12.



나문재\_시암리습지  
2016.10.12.



모새달\_시암리습지  
2016.05.30.



장항습지  
2016.10.11.



물피\_장항습지  
2016.08.28.





새섬매자기\_장항습지  
2016.10.11.



석잠풀\_장항습지  
2016.08.28.



세모고랭이\_장항습지  
2016.08.28.



쇠서나물\_장항습지  
2016.10.11.



알방동사니\_장항습지  
2016.10.11.



큰엉경귀\_장항습지  
2016.08.28.



한련초\_장항습지  
2016.08.28.



흰민들레\_장항습지  
2016.04.26.

## V. 저서성대형무척추동물

김명철 · 이준국  
(SOKN생태보전연구소)

### 요 약

2016년도 습지보호지역 정밀조사의 일환으로, 한강하구에 위치한 5개습지(공릉천하구습지, 산남습지, 성동습지, 시암리습지, 장항습지)의 저서성대형무척추동물상을 파악하기 위하여 조사를 실시하였다.

이번 조사에서 밝혀진 한강하구 일대 수계의 저서성대형무척추동물은 총 3문 6강 16목 42과 67종이었다. 분류군별로 살펴보면, 연체동물문이 1강 3목 8과 10종(15%), 환형동물문이 3강 4목 5과 5종(7%), 그리고 절지동물문이 2강 9목 29과 52종(78%)이었다. 절지동물은 갑각강이 14종(21%), 곤충강의 수서곤충류가 38종이었다. 한강하구는 유역 습지가 잘 보전되어 있는 상태이며 우점종으로 갑각류의 펄콩게 및 말뚝게가 전 지역에 걸쳐 우세하게 서식하였다. 그리고 아우점종으로 연체동물인 수정또아리물달팽이, 줄새우 등으로 확인되었다. 야생동식물보호법에 의한 멸종위기야생동물은 출현하지 않았다.

### 1. 서 론

습지는 하천과 달리 물이 정체되어 있는 시스템으로 물의 체류기간과 수심에 따른 생물·물리·화학적 특성이 습지 내 생물 및 무생물적인 요인들, 그리고 이들 간의 상호작용에 중요한 영향요인이 된다. 하천생태계를 구성하는 생물들 중 저서성대형무척추동물은 1차 또는 2차 소비자로서 물질의 순환과 에너지 흐름에 매우 중요한 역할을 수행하고 있다. 또한 이들은 개체수가 풍부하며, 이동성이 적고, 종에 따라 수환경의 변화에 민감하게 반응하므로 하천생태계의 환경을 평가하는데 있어서 매우 유용하다 (Hynes 1970, McCafferty 1981). 저서성대형무척추동물을 이용한 하천생태계의 모니터링 (monitoring)은 이미 상당한 수준에 있으며 널리 실용화되고 있다 (Rosenberg and Resh 1993). 본 조사대상 습지인 주요 5개 습지는 한강하구에 위치하고 있으며 한강변에 형성된 배후습지이다. 본 조사는 저서성대형무척추동물의 분포현황을 파악함으로써 조사 습지의 생태계 현황을 진단하고, 차후 이를 토대로 습지보호지역의 체계적인 관리에 있어 기초자료로 활용하고자 함에 그 목적이 있다.

## 2. 조사지역 및 방법

### 가. 조사지역

본 조사권역은 한강하구에 위치하는 5개 습지 (공릉천하구습지, 산남습지, 성동습지, 시암리습지, 장항습지)이다. ‘2016 습지보호지역 정밀조사’에 의거 저서성대형무척추동물의 출현이 가장 풍부하게 나타나는 봄, 여름과 가을시기에 총 4회 실시하였으며, 조사정점의 위치 및 행정구역은 다음과 같다.

<표 1> 조사지점 정보

습지명	지점	위도	경도
장항습지	농경지	37° 38' 25.26"	126° 45' 18.53"
	본류 수변	37° 38' 24.79"	126° 44' 54.44"
산남습지	농경지	37° 41' 59.17"	126° 40' 45.31"
	본류 수변	37° 42' 03.51"	126° 40' 25.31"
공릉천하구습지	농경지	37° 45' 36.23"	126° 41' 14.59"
	본류 수변	37° 45' 38.36"	126° 41' 09.14"
성동습지	농경지	37° 49' 39.52"	126° 41' 02.06"
	본류 수변	-	-
시암리습지	농경지	37° 46' 00.84"	126° 39' 05.80"
	본류 수변	-	-



<그림 1> 한강하구의 조사지역 범위





장항습지



공룡천하구습지



시암리습지



산남습지



성동습지

<그림 2> 한강하구 주요습지의 전경

## 나. 조사방법

### 1) 채집방법

본 조사에서는 정확한 저서성대형무척추동물의 파악을 위하여 각 조사지점마다 조성된 미소서식처에 따라 hand-net (지름: 150 ~ 300 mm, 망목: 0.5 mm)을 이용하여 정량 및 정성채집을 실시하였다. 채집된 저서성대형무척추동물은 Kahle's 용액에 고정하였다가 2 ~ 3일 후 80 % Ethanol에 옮겨 보존하였다 (Merritt and Cummins 1996).

## 2) 동정 및 분류

수서곤충류이외의 저서성대형무척추동물의 동정은 이 (2005), 송 (1995) 등을 참고하였고, 수서곤충의 동정은 McCafferty (1981), Merrit and Cummins (1996), 윤 (1995), 김 (2013) 등을 참고하였다. 깔따구류의 경우에는 Wiederholm (1983)의 방법을 이용하여 외부형태, 특히 체장, 체색, 구기의 형태, Abdominal tubules의 유무, 강모의 형태 등의 특징을 고려하여 분류하였다.

## 3. 군집분석

모든 종의 출현개체수를  $N$ ,  $i$  종의 출현개체수를  $N_i$ , 총출현종수를  $S$ , 제1우점종의 출현개체수를  $N_1$ , 제2우점종의 출현개체수를  $N_2$ 라 할 때 아래와 같이 4종류의 수리군집지수를 산출한다.

- 우점도지수(DI) =  $\frac{N_1 + N_2}{N}$
- 종풍부도지수(R1) =  $\frac{S-1}{\ln N}$
- 다양도지수(H') =  $-\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$ ,  $p_i = \frac{N_i}{N}$
- 균등도지수(J') =  $\frac{H'}{\log_2 S}$

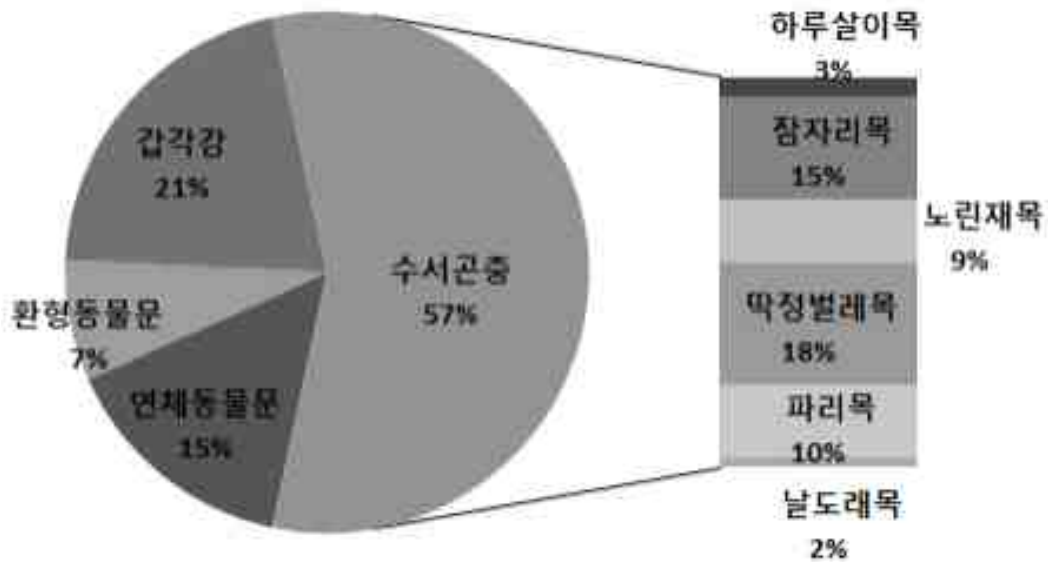
## 3. 결과

### 가. 저서성대형무척추동물상

조사 수역에 대한 저서성대형무척추동물에 대한 조사결과 총 3문 6강 16목 42과 67종이 서식함을 확인하였다 (표 2). 한강하구 일대의 출현종을 분류군별로 살펴보면, 연체동물문 1강 3목 8과 10종 (15%), 환형동물문 3강 4목 5과 5종 (7%), 그리고 절지동물문 2강 9목 29과 52종 (78%) 등이었다. 절지동물은 갑각강 14종 (21%), 곤충강의 수서곤충류 38종 등이었다 (표 2). 비곤충류의 비율이 일반 하천에 비해 높은 수준이었다. 수서곤충류에서의 구성형태는 딱정벌레목 12종 (18%)으로 가장 다양하였으며 잠자리목 10종 (15%), 파리목 7종 (10%), 노린재목 6종 (9%), 하루살이목 2종 (3%), 날도래목 1종 (2%)의 순으로 서식양상을 나타내었다 (그림 3).

<표 2> 저서성대형무척추동물 분류군의 출현종수

분류군 / 조사지점		전체	
연체동물문		10	
환형동물문		5	
절지동물문	갑각강	14	
	곤충강	하루살이목	2
		잠자리목	10
		노린재목	6
		딱정벌레목	12
		파리목	7
		날도래목	1
		소계	38
합계		67	

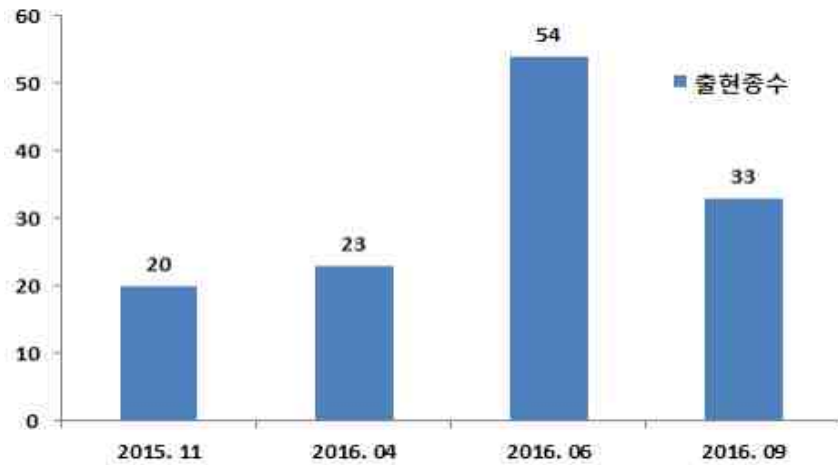


<그림 3> 한강하구 주요습지의 저서성대형무척추동물 조성현황

나. 계절별 추이

저서성대형무척추동물의 계절별 변동성을 살펴보면 총 4회 중 여름시즌에서 가장 많은 54종이 출현하였으며, 봄은 23종, 그리고 가을에 상대적으로 적은 20종 및 33종이 나타났다 (그림 4).

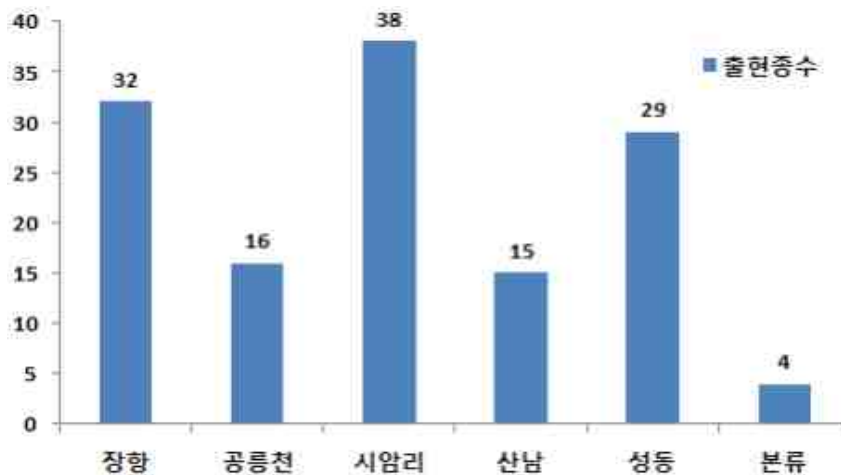




<그림 4> 한강하구 습지의 저서성대형무척추동물의 시기별 출현종수 비교

### 다. 습지별 현황

한강하구의 조사대상 5개 습지의 저서성대형무척추동물의 출현종수를 비교해보면, 시암리습지가 가장 다양한 종 출현현황을 나타내며 장항습지, 성동습지, 공릉천하구습지, 산남습지의 순으로 나타나고 있다. 각 조사습지는 농경지가 형성된 지역의 농수로 및 본류수변부를 중심으로 조사를 시행하였으며 시암리 및 장항습지는 농경지주변의 수역에서 좀 더 다양하게 확인되었다. 그에 반해 공릉천하구습지와 산남습지는 갯골형태의 단순한 서식여건에 따라 다른 지역에 비해 출현율이 상대적으로 낮은 모습을 보이고 있다. 한강본류는 밀새우, 젓새우, 애기참게 등 갑각류들 위주로 확인이 되었으며 깊은 수심의 영향상 다른 분류군들의 서식은 잘 나타나지 않았다.



<그림 5> 한강하구 5개 습지별 저서성대형무척추동물의 출현종수 비교

## 라. 군집분석 및 우점종

본 조사권역의 저서성대형무척추동물 군집지수를 이용하여 생태안정성을 평가한 결과는 아래와 같다 (표 3). 군집지수 현황을 살펴보면 상대적인 생태적 건전성을 반영하는 다양도지수는 평균 1.86의 값을 나타내었으며, 이에 반해 우점도지수는 평균 0.77로 다소 높은 값을 나타냈는데 일부 특정 종들에 의한 우점율이 높게 유지하는 양상이었다. 종다양성지수는 시암리와 장항습지에서 높게 나타난 반면 공릉천하구습지에서 가장 낮은 값을 보였다. 균등도지수는 평균 0.33, 종풍부도지수는 2.03으로 나타났다. 이와 같은 현상은 하구의 물리적 환경특성이 갯펄중심의 단순한 하상이 구성되어진 점에 기인하며 그에 따라 실제 생태환경질을 평가함에 있어 군집구조를 해석함에 따른 오류를 가져올 수 있다.

<표 3> 한강하구 주요습지의 군집분석 평가

구분	장항	공릉천	시암리	산남	성동	평균
DI	0.66	0.92	0.63	0.92	0.71	0.77
H'	2.41	0.78	2.65	1.19	2.28	1.86
J'	0.44	0.1	0.33	0.33	0.43	0.33
R1	2.11	0.93	3.08	0.8	3.23	2.03

한강하구의 경우, 유역 습지가 잘 보전되어 있는 상태이며 우점종으로 갑각류의 펄콩게 및 말뚝게가 전 지역에 걸쳐 우세하게 서식하고 있으며, 그리고 아우점종으로 연체동물인 수정또아리물달팽이, 줄새우 등으로 확인되었다.

## 마. 보호종 및 특이종

본 조사에서는 한강하구 일대 수계에서 야생동식물보호법에 의한 멸종위기야생동물은 출현하지 않았다. 금번 조사에서는 확인하지 못했으나, 장항습지의 분류 수변부 등 멸종위기종인 붉은발말뚝게의 출현이 보고되고 있다.

## 4. 고찰

한강하구의 습지에서 서식하고 있는 저서성대형무척추동물 군집의 출현현황을 통하여 한강하구 습지의 생태안정성을 살펴보면, 멸종위기종 등의 보호종은 출현하지 않았으나 펄콩게, 말뚝게를 비롯하여 다양한 저서성대형무척추동물의 서식기반이 되고 있으며 중요한 습지서식처로서 매우 중요한 역할을 하고 있음을 알 수 있다. 종다양성 및 종조성으로 나타난 습지의 환경질은 양호한 특성을 보이고 있으며 정수성의 생물들이 서식하기에 적합한 수환경을 갖추고 있다고 할 수 있다.

## 5. 참고문헌

- 권오길, 한국동식물도감 제32권 동물편(연체동물 I), 1990, 문교부.
- 김명철, 천승필, 이준국, 하천생태계와 저서성대형무척추동물, 2013, 지오북.
- 송광래, 한국산 거머리강(환형동물문)의 분류, 고려대학교 석사학위 논문, 1995, 58pp.
- 윤일병, 수서곤충검색도설, 1995, 정행사.
- 윤일병, 공동수, 유재근, 저서성대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가(I). 환경생물학회지, 1992a, 10:24-39.
- 윤일병, 공동수, 유재근, 저서성대형무척추동물에 의한 생물학적 수질평가(II). 환경생물학회지, 1992b, 10:40-55.
- 환경부, 제3차 전국자연환경 조사 지침, 2006.
- H.B.N. Hynes, The Ecology of Running Waters. 1970, Liverpool Univ. Press, Liverpool, U. K.
- T.T. Macan, Freshwater ecology, 2nd ed, 1974, Wiley, New York.
- W.P. McCafferty, Aquatic Entomology, 1981, Jones and Bartlett, Boston. 448pp.
- R.W. Merritt and K.W. Cummins, An Introduction to the Aquatic Insects of North America, 3rd ed, 1996, Kendall/Hunt, Dubuque, Iowa. 862pp.
- D.M. Rosenberg and V.H. Resh, Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Routledge, 1993, Chapman & Hall, Inc. 488pp.
- T. Wiederholm, Chironomidae of the Holarctic region Keys and diagnoses, 1983, Part 1-Larvae. Motala, 457pp.
- J.L. Wilhm, Graphic and mathematical analysis of biotic communities in polluted stream, 197, Ann. Rev. Ent. 17:223-252.

부록 1 (종 목록)

학명	국명	장 항	고 령 천	시 암 리	산 거	성 봉	편 마
Phylum Mollusca	연체동물문						
Class Gastropoda	복족강						
Order Mesogastropoda	중복족목						
Family Viviparidae	논우렁이과						
<i>Cipangopaludina chinensis malleata</i>	논우렁이					●	
Family Bithyniidae	쇠우렁이과						
<i>Gabbia misella</i>	염주쇠우렁이			●			
<i>Parafossarulus manchouricus</i>	쇠우렁이			●			
Family Assimineidae	기수우렁이과						
<i>Assiminea japonica</i>	기수우렁이			●			
Family Stenothyridae	둥근입기수우렁이과						
<i>Stenothyra glabra</i>	둥근입기수우렁이			●			
Order Basommatophora	기안목						
Family Lymnaeidae	물달팽이과						
<i>Radix auricularia</i>	물달팽이	●		●			
Family Physidae	원돌이물달팽이과						
<i>Physa acuta</i>	원돌이물달팽이	●	●	●			
Family Planorbidae	또아리물달팽이과						
<i>Gyraulus convexiusculus</i>	또아리물달팽이	●		●		●	
<i>Hippeutis cantori</i>	수정또아리물달팽이			●		●	
Order Eupulmonata	진유패목						
Family Succineidae	째물우렁이과						
<i>Oxyloma hirasei</i>	뽀족째물우렁이					●	
Phylum Annelida	환형동물문						
Class Polychaeta	다모강						
Order Phyllodocida	부채발갯지렁이목						
Family Nereidae	참갯지렁이과						
<i>Nereidae</i> sp.	갯지렁이 sp.	●	●	●	●	●	
Class Oligocheata	빈모강						
Order Archioloigocheata	물지렁이목						
Family Tubificidae	실지렁이과						
<i>Limnodrilus gotoi</i>	실지렁이	●	●	●			
Class Hirudinea	거머리강						
Order Rhynchobdellida	부리거머리목						
Family Glossiponiidae	넙적거머리과						
<i>Alboglossiphonia lata</i>	조개넙적거머리			●			
Order Arhycobdellida	턱거머리목						
Family Haemopidae	말거머리과						
<i>Whitmania edentula</i>	녹색말거머리			●		●	
Family Erpobdellidae	돌거머리과						
<i>Erpobdella lineata</i>	돌거머리			●			

(표. 계속)

학명	국명	장 항	근 근0 천	시 암 리	산 남	정 봉	계 곡
Phylum Arthropoda	절지동물문						
Class Crustacea	갑각강						
Order Anostraca	무갑목						
Family Thamnocephalidae	가지머리풍년새우과						
<i>Branchinella kugenumaensis</i>	풍년새우	●					
Order Amphipoda	단각목						
Family Gammaridae	옆새우과						
<i>Gammaridae</i> sp.	옆새우류	●	●		●		●
Order Decapoda	십각목						
Family Palaemonidae	징거리미새우과						
<i>Macrobrachium nipponense</i>	징거리미새우					●	
<i>Palaemon modestus</i>	각시흰새우			●			
<i>Palaemon paucidens</i>	줄새우	●		●	●	●	
<i>Palaemon gravieri</i>	그라비새우	●					
<i>Palaemon carinicauda</i>	밀새우	●			●		●
Family Sergestidae	젓새우과						
<i>Acetesjaponicus</i> sp.	젓새우 sp.				●		●
Family Ocypodidae	달랑게과						
<i>Ilyoplax deschampsii</i>	펼콩게	●	●		●		
<i>Ilyoplax pusilla</i>	넓적콩게	●			●		
<i>Cleistostoma dilatatum</i>	세스랑게		●				
Family Grapsidae	바위게과						
<i>Eriocheir sinensis</i>	참게	●	●	●	●		
<i>Sesarma dehaani</i>	말뚱게	●	●				
<i>Neoerioncheir leptognathus</i>	애기참게						●
Class Insecta	곤충강						
Order Ephemeroptera	하루살이목						
Family Baetidae	꼬마하루살이과						
<i>Cloeon dipterum</i>	연못하루살이	●	●	●		●	
Family Potamanthidae	강하루살이과						
<i>Potamanthus (Potamanthodes) yooni</i>	금빛하루살이				●		
Order Odonata	잠자리목						
Family Coenagrionidae	실잠자리과						
<i>Cercion calamorum</i>	등검은실잠자리	●				●	
<i>Ischnura asiatica</i>	아시아실잠자리	●		●		●	
<i>Ischnura elegans</i>	북방아시아실잠자리	●		●			
Family Platycnemididae	방울실잠자리과						
<i>Platycnemis phillopoda</i>	방울실잠자리					●	
Family Lestidae	청실잠자리과						
<i>Indolestes gracilis peregrinus</i>	가는실잠자리	●					
Family Aeshnidae	왕잠자리과						
<i>Anax parthenope julius</i>	왕잠자리					●	
Family Libellulidae	잠자리과						
<i>Crocothemis servilia</i>	고추잠자리					●	
<i>Deielia phaon</i>	밀잠자리붙이					●	
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>	밀잠자리					●	



(표. 계속)

학명	국명	장 항	고 령 천	시 암 리	산 남	성 봉	계 곡
Order Hemiptera	노린재목						
Family Corixidae	물벌레과						
<i>Micronecta sedula</i>	꼬마물벌레	●	●		●		
<i>Sigara substriata</i>	방물벌레	●	●	●			
<i>Muljarus japonicus</i>	물자라	●	●	●		●	
Family Nepidae	장구애비과						
<i>Laccotrephes japonensis</i>	장구애비					●	
<i>Ranatra unicolor</i>	방개아재비		●	●		●	
Family Gerridae	소금쟁이과						
<i>Aquaris paludum</i>	소금쟁이	●		●			
Order Coleoptera	딱정벌레목						
Family Dytiscidae	물방개과						
<i>Agabus browni</i>	큰땅콩물방개			●			
<i>Coelambus chinensis</i>	가는줄물방개	●					
<i>Hydroglyphus japonicus</i>	꼬마물방개			●		●	
<i>Hydrovatus subtilis</i>	점톨물방개	●					
<i>Hyphydrus japonicus</i>	알물방개			●		●	
<i>Rhantus pulverosus</i>	애기물방개	●					
Family Noteridae	자색물방개과						
<i>Noterus japonicus</i>	자색물방개	●					
Family Haliplidae	물진드기과						
<i>Haliphus sharpi</i>	샤아프물진드기			●			
<i>Peltodytes sinensis</i>	중국물진드기	●		●	●		
<i>Peltodytes</i> sp.	물진드기류					●	
Family Hydrophilidae	물똥똥이과						
<i>Berosus lewisius</i>	뒷가시물똥똥이			●			
<i>Helochaeres striatus</i>	좀물똥똥이	●		●		●	
Family Curculionidae	바구미과						
<i>Lissohoptras oryzophilus</i>	벼물바구미	●		●	●		
Order Diptera	파리목						
Family Culicidae	모기과						
<i>Anopheles</i> sp.	얼룩날개모기류		●	●		●	
<i>Culex</i> sp.	집모기류	●	●	●	●	●	
Family Chironomidae	갈따구과						
<i>Chironomidae</i> sp.	갈따구류	●	●	●	●	●	
Family Stratiomyiidae	등애등애과						
<i>Odontomyia garatas</i>	범등애등애			●		●	
Family Syrphidae	꽃등애과						
<i>Eristalis</i> KUa	흰줄꽃등애 KUa			●			
Family Ephydriidae	물가파리과						
<i>Ephydriidae</i> sp.	물가파리류			●			
Family Sciomyzidae	들파리과						
<i>Sepedon</i> sp.	빨들파리류			●	●		
Order Trichoptera	날도래목						
Family Ecnomidae	별날도래과						
<i>Ecnomus tenellus</i>	별날도래					●	



수정또아리물달팽이



줄새우



말뚝게



왕잠자리



장구애비



애기물방개

## VI. 육상곤충

백문기 · 김영아  
(한반도곤충보전연구소)

### 요 약

한강하구 습지보호지역 일대의 육상곤충 다양성을 파악하기 위해 5곳의 대상 습지에 대해 2016년에 계절별로 현지조사를 실시한 결과, 총 10목 81과 239종의 종명세가 작성되었으며, 재정리된 문헌 기록종과 현지 조사종을 종합하면, 본 조사 대상습지들의 곤충자원은 총 10목 102과 351종 이었다. 이 중 45종은 본 현지 조사에서 새롭게 기록된 종이였다. 각 습지별로는 인접된 낮은 산지가 포함된 시암리습지가 160종이 확인되어 종 다양성이 가장 높게 나타났다. 그 외 산남습지와 장항습지가 각각 155종, 148종이 출현하여 비교적 다양한 종이 출현하였으며, 공릉천하구습지가 121종으로 종 다양성이 가장 낮게 나타났다. 출현종 수를 기준으로 과거 기록을 포함하면 장항습지가 274종으로 종 다양성이 가장 높은 지역으로 파악되었다. 현지 및 문헌조사에서 천연기념물, 멸종위기야생동물 I급 및 II급의 법적보호종은 확인되지 않았으나, 그 외 중요 곤충자원으로는 국외반출승인대상생물자원(곤충) 14종, 한국고유생물종(곤충) 5종, 한국적색목록종(곤충) 2종이 확인되었다. 한강하구 습지보호지역의 각 조사지역에서 출현한 곤충류의 생태적 특성을 고려하면, 본 조사지역의 육상곤충류의 핵심 서식처 유형은 꼬마길앞잡이 등이 서식하는 수변지역과 풀무치 등이 서식하는 수변 초지대라 할 수 있으므로 본 조사 지역의 특성을 유지, 보전하기 위해서는 수변 초지대 관리가 중요 요소로 파악되었다. 또한 생태계위해우려 외래생물등급(국립생태원)인 미국선녀벌레와 꽃매미가 확인된 것으로 보아 앞으로도 자연적으로나 인위적으로 이입되는 곤충이 증가할 것으로 예상되므로 장기적인 보전 방안 수립시 이를 반영하는 것이 필요하다고 판단된다.

### 1. 서론

국내에 15,000종 이상이 알려져 있는 곤충류에는 중요한 산림, 농업 및 위생해충이 다수 포함되어 있어 자연생태계의 변화추이 파악 뿐 만 아니라 보전 대상지역의 과학적인

관리에 있어 중요한 생물군이라 할 수 있다. 특히 법적보호종, 국외반출승인대상생물종, 한국고유생물종, 국가기후변화생물지표종 및 한국 적색목록종이 다수 포함되어 있어 대상지의 생태적 가치 및 보전 방향 설정시 결정지표 (decision indicator)로 활용할 수 있는 중요 생물군이다. 본 연구에서는 이를 감안하여, 과거 곤충상에 대해 동종이명, 미확정종 및 재검토종 분석 등의 분류학적인 재정리를 수행하고, 이와 더불어 현지조사를 종합한 종 명세 작성, 주요 종에 대한 분포 등을 파악하여 한강하구의 습지보호지역 현황 및 특성 분석을 통한 보전 및 관리방안을 도출하고자 실시했다.

## 2. 조사내용 및 방법

### 가. 조사지역

한강하구 습지보호지역의 육상곤충류 현장 조사는 성동습지, 공릉천하구습지, 산남습지, 장항습지 및 시암리습지의 5지역으로 나누어 실시하였으며, 그 위치는 그림 1과 같다. 현장조사시 군사보호지역 출입에 관련한 현지사정 등으로 인해 철책선 안쪽의 접근이 어려운 경우 인접 지역에서 조사를 병행하여 실시하였다.

### 나. 조사시기

현장 조사는 4월부터 9월까지 3차에 걸쳐 계절별로 실시하였다.

1차 조사 : 2016년 4월 17 ~ 21일

2차 조사 : 2016년 7월 12 ~ 16일

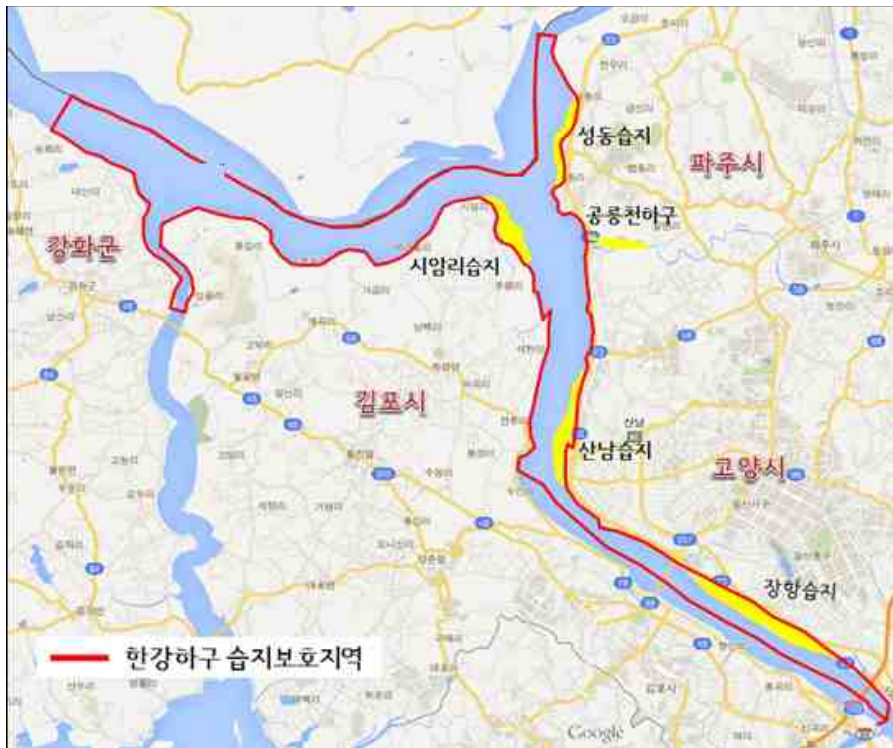
3차 조사 : 2016년 9월 6 ~ 10일

### 다. 조사방법

현장조사 방법은 전국내륙습지 조사지침 ('11)에 따라 생물서식환경의 이질성과 현지조사 시기에 출현 예상되는 분류군 생태를 고려하여 다양한 서식지 유형이 포함되도록 설정하였으며, 중요 종에 대해 현장 사진 및 출현지의 위치정보를 작성하였다. 현장조사는 주로 포충망을 이용한 쓸어잡기법 (sweeping), 털어잡기법 (beating), 채어잡기법 (brandishing), 돌 들추기 등의 임의 채집법을 중심으로 하였다.

종명세 작성에 기준이 된 학명 및 분류체계는 한국곤충총목록 (2010)이며, 종 동정은 변봉규 등 (1998), 박규택 (1990, 2000), 홍기정 등 (2000), 박종균과 백종철(2001), 배양섭 (2001, 2004), 이종은과 안승락 (2001), 조영복과 안기정 (2001), 김성수 등 (2001), 권용정

등 (2001), 권용정과 허은엽 (2001), 한호연과 권용정 (2001), 한호연과 최득수 (2001), 홍기정 등 (2001), 정광수 (2007), 배양섭과 백문기 (2006), 김용식 (2010), 백문기와 신유항 (2010, 2014), 배양섭 (2011), 홍기정 등 (2011), 백문기 (2012, 2016) 등의 최근 연구결과를 활용하였다.



<그림 1> 한강하구 습지보호지역내 주요 조사 습지

### 3. 조사결과

#### 가. 문헌조사

본 조사지역들의 곤충류와 관련된 기록으로는 ‘2004년 하구역생태계 정밀조사-한강하구 (환경부)에서 한경덕 등에 의한 9목 53과 200종이 있으나 산지 등 본 조사 대상지와 상이한 서식지 유형이 포함되어 있어 본 조사지역들의 직접적인 문헌으로는 취급하지 않았다. 또한 최성길 등 (2002) 한강 북부유역 전국내륙습지조사, 이창희 등 (2003)의 ‘하구역 환경보전 전략 및 통합환경관리 방안 수립’, 노백호 등 (2006)의 ‘지속가능한 하구역 관리방안 III-1~3’ 그리고 남정호 등 (2005, 2006)의 서해연안 해상평화 공원 지정 및 관리방안 연구(I)(II)“, 한국환경정책·평가연구원 (2007)의 ‘한강하구 습지보전계획 수립 연구’가 있지만 육상곤충류에 대한 조사 및 분석은 거의

이루어지지 않았거나, 한경덕 (2004)의 조사 결과를 재인용 하였다. 그리고 한강하구 습지보호지역 모니터링(한강유역환경청)의 2012~2014년에는 육상곤충 분야가 실시되지 않았으나, 2015년에는 10목 79과 226종이 기록되었다. 본 문헌조사에서는 ‘2009년 한강하구 습지보호지역 모니터링 결과보고서 (환경부, 한강유역환경청)’, ‘2011년 한강하구습지보호지역 정밀조사’, ‘2015년 한강하구 습지보호지역 모니터링 (한강유역환경청)’의 육상곤충 결과 중 본 조사 대상지인 성동습지, 공릉천하구습지, 산남습지, 장항습지 및 시암리습지의 결과만을 취합하여 10목 96과 306종으로 재정리하여 분석에 활용하였다.

## 나. 종 다양성 및 특성

본 한강하구 습지보호지역 일대의 육상곤충 다양성을 파악하기 위해 5곳의 대상 습지에 대해 2015년 추계 사전 현지조사 및 2016년 계절별 현지조사를 실시한 결과, 총 10목 81과 239종의 증명세가 작성되었으며, 법적보호종은 확인되지 않았다. 재정리된 문헌 기록종과 현지 조사종을 종합하면, 본 조사지역 일대의 곤충자원은 총 10목 102과 351종이 알려지게 되며, 이중 45종이 본 조사에서 새롭게 기록된다 (표 1). 이들 목록을 본 조사지역의 육상곤충류 특성 분석에 활용하였다.

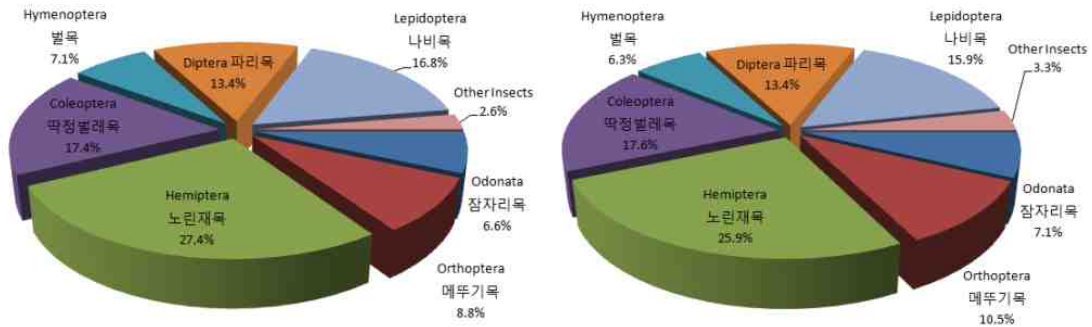
<표 1> 조사 습지 일대의 육상곤충종 다양성 현황

목 명	전체(현지+문헌)			현지조사(2016)			비 고		
	과수	종수	점유율 (%)	과수	종수	점유율 (%)	문헌 조사종	공통 종	추가 종
Odonata 잠자리목	5	23	6.6	4	17	7.1	19	13	4
Blattaria 바퀴목	2	4	1.1	2	4	1.7	4	4	0
Dermaptera 집게벌레목	1	1	0.3	1	1	0.4	1	1	0
Orthoptera 메뚜기목	6	31	8.8	6	25	10.5	25	19	6
Hemiptera 노린재목	25	96	27.4	18	62	25.9	91	57	5
Neuroptera 풀잠자리목	2	4	1.1	2	3	1.3	4	3	0
Coleoptera 딱정벌레목	16	61	17.4	15	42	17.6	49	30	12
Hymenoptera 벌목	11	25	7.1	8	15	6.3	18	8	7
Diptera 파리목	19	47	13.4	13	32	13.4	42	27	5
Lepidoptera 나비목	15	59	16.8	12	38	15.9	53	32	6
10목	102	351	100.0	81	239	100.0	306	194	45

곤충들은 저마다 서식지, 먹이식물 등의 특이성을 가지고 있어 출현 분류군의 구성비 특성은 그 지역을 환경을 파악하는데 있어서 기본 자료로 활용된다. 문헌조사 및



현지조사에서 확인된 351종의 목 (Order, 目)별 다양성을 살펴보면, Hemiptera 노린재목이 25과 96종 (상대적 구성비 27.4 %)으로 우점군, Coleoptera 딱정벌레목 16과 61종 (상대적 구성비 17.4 %)으로 아우점군으로 나타났다 (그림 2).



<그림 2> 조사 습지 일대의 곤충류 군집구조(문헌+현지) <그림 3> 조사 습지 일대의 곤충류 군집구조(2016년)

그 외 Lepidoptera 나비목이 15과 59종, Diptera 파리목 19과 47종, Orthoptera 메뚜기목 6과 31종순으로 상위 우점군 (dominance taxa)을 형성했다.

현지조사에서 확인된 239종의 목 (Order, 目)별 다양성을 살펴보면, Hemiptera 노린재목이 18과 62종 (상대적 구성비 25.9%)으로 우점군, Coleoptera 딱정벌레목 15과 42종 (상대적 구성비 17.6%)으로 아우점군으로 나타났으며, 그 외 Lepidoptera 나비목이 12과 38종, Diptera 파리목 13과 32종, Orthoptera 메뚜기목 6과 25종순으로 상위 우점군을 형성했다 (그림 3).

전체적으로 문헌조사와 현지조사의 상위 우점군은 차이를 나타내지 않으며, 수변 중심의 서식지 유형과 그 초지대에 적응성이 높은 종들이 다수 포함된 상위 우점군이 본 조사지역의 서식지 특성을 반영하였다. 또한 출현 분류군의 생태적 특성으로 볼 때 조사지역은 수변 중심의 초지대에 적응성이 높은 곤충류가 비교적 다양하게 출현하였으며, 특정 계절에는 잠자리류, 나비류 등 이동성이 강한 곤충류가 혼재되어 있는 지역적 특성을 나타냈다.

각 습지별 출현종 다양성을 비교해 보면 다음과 같다. 다른 습지에 비해 서식지 다양성 높고, 면적이 넓은 장항습지가 274종으로 정리되어 종 다양성이 가장 높게 나타났다. 그 외 산남습지와 시암리습지가 각각 213종, 197종이 출현하여 비교적 다양한 종이 출현하였으며, 공룡천하구습지가 136종으로 종 다양성이 가장 낮게 나타났다 (표 2).

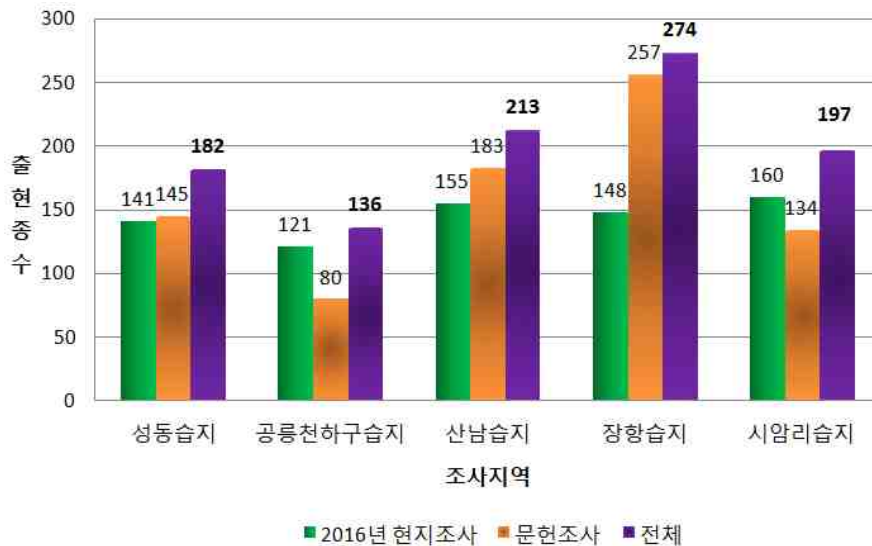
각 출현종 수를 기준으로 과거 기록과 비교해 보면, 공룡천하구습지와 시암리습지는 문헌조사종 수에 비해 증가한 것으로 나타났으며, 문헌조사에서 2009년과 2011년 두 번의 조사 자료가 종합된 산남습지와 장항습지는 문헌조사 종수가 높게 나타났다 (그림 4).

<표 2> 조사 습지별 육상곤충종 다양성 현황

조사습지 명	2016년 현지조사종 수	문헌조사종수 <sup>1)</sup>	전체 (현지+문헌)
성동습지	141	145	182
공룡천하구습지	121	80	136
산남습지	155	183	213
장항습지	148	257	274
시암리습지	160	134	197

<sup>1)</sup> 2015년 추계 사전조사포함

전체적으로 큰 차이를 나타내지 않았으나, 향 후 아직 확인되지 않은 서식종이 다수 있을 것으로 예상되고, 미국선녀벌레와 같이 최근에 이입된 종들이 점차 증가 할 것으로 판단되므로 각 습지의 곤충종 다양성은 지속적으로 증가할 것으로 판단된다.



<그림 4> 각 조사 습지별 출현곤충류 다양성 비교

## 가) 각 조사 습지별 종 다양성 및 특성

### 1) 성동습지

성동습지 일대의 조사시기별 출현종수의 변화 및 특성을 살펴보면, 4월 중순에 실시한 1차 조사에서는 68종이 확인되었으며, 조사 시기를 반영하여 2차 (하계) 및 3차 (추계) 조사 시기보다 종 다양성이 낮게 나타났다. 네발나비 등 어른벌레로 겨울나기를 하거나 벌로오도재니등에 등 봄 시기에만 관찰되는 종류가 다수 관찰되었다. 그리고 수변이나 수변 초지대에 적응성이 높은 장수깥다구, 황다리털파리, 애긴노린재, 금강산멸구가 각 20개체 이상 관찰되어 개체밀도가 높은 종이였다. 7월 중순에 실시한 2차 조사에서는

77종이 확인되었으며, 출현종 다양성은 봄시기와 큰 차이를 나타내지 않았다. 그리고 비행성이 강한 된장잠자리, 고추좀잠자리가 각 100개체 이상 관찰되었으며, 수변가에 적응성이 높은 아시아실잠자리가 50개체 이상 관찰되어 개체밀도가 높은 종이었다. 9월에 실시한 3차 조사에서는 87종이 확인되었으며, 지속된 고온현상 등의 기상여건과 된장잠자리 등 자연 이입종들의 영향 뿐 만 아니라 그간 동정이 어려운 어린벌레 상태로 있어 출현종에 제외되었던 일부 메뚜기목 및 노린재목 출현종이 포함되어 춘계와 하계보다 출현종 다양성이 높게 나타났다. 그리고 아시아실잠자리, 애긴노린재, 깃동잠자리, 미국선녀벌레, 암떡부전나비, 네발나비가 각 30개체 이상 관찰되어 개체밀도가 높은 종이었다.

<표 3> 성동습지의 계절별 현지 조사 결과

조사시기 구분	전체	춘계	하계	추계
출현종수	141	68	77	87
출현개체수	1,850	304	809	737
우점종	된장잠자리 (11.1 %)	장수갈따구 (9.9 %)	된장잠자리 (24.7 %)	아시아실잠자리 (13.6 %)
아우점종	아시아실잠자리 (8.3 %)	황다리털파리 (6.6 %)	고추좀잠자리 (12.4 %)	애긴노린재 (6.8 %)

각 서식지 유형별 선조사법 결과와 목견 기록이 포함되어 쓸어잡기 정량조사만의 분석결과는 아니나, 전체 종다양도 ( $H'$ )는 4.07, 우점종은 된장잠자리 (*Pantala flavescens*, 점유율 11.1 %), 아우점종은 아시아실잠자리 (*Ischnura asiatica*, 점유율 8.3 %)로 나타났다. 이 중 된장잠자리는 그간 알려진 생태적 특성으로 보아 본 조사지역에서 발생하였다고보다는 전체 또는 일부 개체가 타 지역에서 자연이입된 것으로 판단된다. 그리고 각 계절별 우점종 및 아우점종은 장수갈따구, 된장잠자리, 아시아실잠자리, 황다리털파리, 고추좀잠자리, 애긴노린재로 각 계절별로 달리 나타났으며, 이 종들은 수변이나 수변 초지대에 적응성 높은 종들로 본 조사지의 서식지 특성을 나타내었다. 출현 개체수는 1차 조사 304개체, 2차 조사 809개체 그리고 3차 조사가 737개체로 2차 조사 시기 (하계)가 높게 나타났다 (표 3).

## 2) 공릉천하구습지

공릉천하구습지 일대의 조사시기별 출현종수의 변화 및 특성을 살펴보면, 4월 중순에 실시한 1차 조사에서는 58종이 확인되었다. 조사 시기를 반영하여 2차 (하계) 조사 시기보다 종 다양성이 낮게 나타났으나, 3차 (추계)조사 시기의 51종 보다 다소 많은 종이

출현하였으며, 작은초원하늘소 등 봄 시기에만 관찰되는 종류가 다수 관찰되었다. 그리고 수변이나 수변 초지대에 적응성이 높은 억새반날개긴노린재, 황다리털파리, 애긴노린재, 금강산멸구, 뿔들파리가 각 20개체 이상 관찰되어 개체밀도가 높은 종이였다. 7월 중순에 실시한 2차 조사에서는 66종이 확인되었으며, 출현종 다양성은 봄시기와 큰 차이를 나타내지 않았다. 그리고 비행성이 강한 된장잠자리, 고추좀잠자리 및 수변에 적응성이 높은 아시아실잠자리, 노란실잠자리가 각 100개체 이상 관찰되어 개체밀도가 높은 종이였다. 9월에 실시한 3차 조사에서는 51종이 확인되었으며, 계절을 반영하여, 우리벼베뚜기, 애긴노린재, 흑명나방, 흰띠명나방, 남방부전나비가 각 30개체 이상 관찰되어 개체밀도가 높은 종이였다.

<표 4> 공릉천하구습지의 계절별 현지 조사 결과

조사시기 구분	전체	춘계	하계	추계
출현종수	121	58	66	51
출현개체수	2,012	342	1,194	476
우점종	된장잠자리 (14.9 %)	억새반날개긴노린재 (14.6 %)	된장잠자리 (25.1 %)	남방부전나비 (6.3 %)
아우점종	고추좀잠자리 (10.5 %)	금강산멸구 (8.8 %)	고추좀잠자리 (16.8 %)	양봉꿀벌 (4.2 %)

각 서식지 유형별 선조사법 결과와 목견 기록이 포함되어 쓸어잡기 정량조사만의 분석결과는 아니나, 전체 종다양도 (H')는 3.77, 우점종은 된장잠자리 (점유율 14.9 %), 아우점종은 고추좀잠자리 (*Sympetrum frequens*, 점유율 10.5 %)로 나타났다. 이 중 된장잠자리는 그간 알려진 생태적 특성으로 보아 본 조사지역에서 발생하였다기보다는 타 지역에서 자연이입된 것으로 판단된다. 그리고 각 계절별 우점종 및 아우점종은 억새반날개긴노린재, 된장잠자리, 남방부전나비, 금강산멸구, 고추좀잠자리, 양봉꿀벌로 각 계절별로 달리 나타났으며, 이 종들은 수변, 수변 초지대 및 개화식물에 적응성 높은 종들로 본 조사지의 서식지 특성을 나타내었다. 출현 개체수는 1차 조사 342개체, 2차 조사 1,194개체 그리고 3차 조사가 476개체로 2차 조사 시기 (하계)가 높게 나타났다 (표 4).

### 3) 산남습지

산남습지 일대의 조사시기별 출현종수의 변화 및 특성을 살펴보면, 4월 중순에 실시한 1차 조사에서는 69종이 확인되었으며, 조사 시기를 반영하여 2차 (하계) 및 3차 (추계) 조사 시기보다 종 다양성이 낮게 나타났다. 그리고 수변이나 수변 초지대에 적응성이 높은 억새반날개긴노린재, 애긴노린재, 금강산멸구, 뿔들파리가 각 30개체 이상 관찰되어

개체밀도가 높은 종이였다. 7월 중순에 실시한 2차 조사에서는 95종이 확인되었으며, 출현종 다양성은 봄시기와 다소 차이가 나타나 이 시기에 발생하는 종이 많거나 다수의 자연 이입종이 있음을 나타내었다. 그리고 비행성이 강한 된장잠자리, 고추좀잠자리 및 수변에 적응성이 높은 아시아실잠자리 그리고 초지대에 적응성이 높은 썩새기, 역새반날개긴노린재가 각 100개체 이상 관찰되어 개체밀도가 높은 종이였다. 9월에 실시한 3차 조사에서는 2차 조사와 같은 95종이 확인되었으며, 지속된 고온현상 등의 기상여건에 따라 2차 조사 시기에 출현한 종이 다수 중복 출현하였고, 아시아실잠자리, 깃동잠자리, 썩새기, 방아깨비, 애긴노린재가 각 50개체 이상 관찰되어 개체밀도가 높은 종이였다.

<표 5> 산남습지의 계절별 현지 조사 결과

조사시기 구분	전체	춘계	하계	추계
출현종수	155	69	95	95
출현개체수	3,106	412	1,642	1,052
우점종	아시아실잠자리 (16.2 %)	애긴노린재 (12.1 %)	고추좀잠자리 (18.3 %)	아시아실잠자리 (19.0 %)
아우점종	고추좀잠자리 (9.8 %)	빨들파리 (7.3 %)	된장잠자리 (12.2 %)	애긴노린재 (9.5 %)

각 서식지 유형별 선조사법 결과와 목견 기록이 포함되어 쓸어잡기 정량조사만의 분석결과는 아니나, 전체 종다양도 ( $H'$ )는 3.80, 우점종은 아시아실잠자리 (*Ischnura asiatica*, 점유율 16.2 %), 아우점종은 고추좀잠자리 (점유율 9.8 %)로 나타났다. 그리고 각 계절별 우점종 및 아우점종은 애긴노린재, 고추좀잠자리, 아시아실잠자리, 빨들파리, 된장잠자리로 각 계절별로 달리 나타났으며, 이 종들은 수변 및 수변 초지대에 적응성 높은 종들로 본 조사지의 서식지 특성을 나타내었다. 출현 개체수는 1차 조사 412개체, 2차 조사 1,642개체 그리고 3차 조사가 1,052개체로 2차 조사 시기 (하계)가 높게 나타났다 (표 5).

#### 4) 장항습지

장항습지 일대의 조사시기별 출현종수의 변화 및 특성을 살펴보면, 4월 중순에 실시한 1차 조사에서는 64종이 확인되었으며, 조사 시기를 반영하여 2차 (하계) 및 3차 (추계) 조사 시기보다 종 다양성이 낮게 나타났다. 그리고 수변이나 수변 초지대에 적응성이 높은 역새반날개긴노린재, 애긴노린재, 금강산멸구, 황다리털파리가 각 30개체 이상 관찰되어 개체밀도가 높은 종이였다. 7월 중순에 실시한 2차 조사에서는 95종이 확인되어

다른 조사 시기보다 출현종 다양성이 높게 나타났다. 그리고 비행성이 강한 된장잠자리, 고추잠자리 및 수변에 적응성이 높은 아시아실잠자리 그리고 초지대에 적응성이 높은 썩새기가 각각 100개체 이상 관찰되어 개체밀도가 높은 종이었다. 9월에 실시한 3차 조사에서는 71종이 확인되어 1차 조사 시기 (춘계)보다는 출현종 다양성이 높았으나 2차 조사 시기 (하계) 보다는 낮았다. 그리고 썩새기, 우리벼메뚜기, 팔중이, 홍색얼룩장님노린재, 애긴노린재, 양봉꿀벌, 남방부전나비, 네발나비가 각 30개체 이상 관찰되어 개체밀도가 높은 종이었다.

각 서식지 유형별 선조사법 결과와 목견 기록이 포함되어 쓸어잡기 정량조사만의 분석결과는 아니나, 전체 종다양도 (H')는 3.99, 우점종은 아시아실잠자리 (점유율 11.2 %), 아우점종은 고추잠자리 (점유율 7.7 %)로 나타났다. 그리고 각 계절별 우점종 및 아우점종은 애긴노린재, 아시아실잠자리, 황다리털파리, 된장잠자리, 네발나비로 나타났으며, 이 종들은 수변, 수변 초지대 및 개화식물에 적응성 높은 종들로 본 조사지의 서식지 특성을 나타내었다. 출현 개체수는 1차 조사 462개체, 2차 조사 1,680개체 그리고 3차 조사가 732개체로 2차 조사 시기 (하계)가 높게 나타났다 (표 6).

<표 6> 장항습지의 계절별 현지 조사 결과

조사시기 구분	전체	춘계	하계	추계
출현종수	148	64	95	71
출현개체수	2,874	462	1,680	732
우점종	아시아실잠자리 (11.2 %)	애긴노린재 (10.8 %)	아시아실잠자리 (17.9 %)	애긴노린재 (6.8 %)
아우점종	고추잠자리 (7.7 %)	황다리털파리 (6.5 %)	된장잠자리 (11.9 %)	네발나비 (4.1 %)

##### 5) 시암리습지

시암리습지 일대의 조사시기별 출현종수의 변화 및 특성을 살펴보면, 4월 중순에 실시한 1차 조사에서는 69종이 확인되었으며, 조사 시기를 반영하여 2차 (하계) 및 3차 (추계) 조사 시기보다 종 다양성이 낮게 나타났다. 그리고 수변이나 수변 초지대에 적응성이 높은 애긴노린재, 역새반날개긴노린재, 등줄벼들머리매미충, 금강산멸구, 뿔들파리가 각 20개체 이상 관찰되어 개체밀도가 높은 종이었다. 7월 중순에 실시한 2차 조사에서는 102종이 확인되어 다른 조사 시기보다 출현종 다양성이 높게 나타났다. 그리고 비행성이 강한 된장잠자리, 고추잠자리 및 수변에 적응성이 높은 아시아실잠자리 그리고 초지대에 적응성이 높은 썩새기가 각 100개체 이상 관찰되어



개체밀도가 높은 종이였다. 9월에 실시한 3차 조사에서는 93종이 확인되어 1차 조사 시기 (춘계)보다는 출현종 다양성이 높았으나 2차 조사 시기 (하계) 보다는 낮았다. 그리고 미국선녀벌레, 갯동잠자리, 우리벼메뚜기, 애긴노린재, 네발나비가 각 50개체 이상 관찰되어 개체밀도가 높은 종이였다.

각 서식지 유형별 선조사법 결과와 목견 기록이 포함되어 쓸어잡기 정량조사만의 분석결과는 아니나, 전체 종다양도 (H')는 3.92, 우점종은 고추좀잠자리 (점유율 12.1 %), 아우점종은 미국선녀벌레 (*Metcalfa pruinosa*, 점유율 9.2 %)로 나타났다. 그리고 각 계절별 우점종 및 아우점종은 애긴노린재, 고추좀잠자리, 미국선녀벌레, 뿔들파리, 된장잠자리, 네발나비로 나타났으며, 이 종들은 수변, 수변 초지대, 수변 관목과 교목 및 개화식물에 적응성 높은 종들로 본 조사지의 서식지 특성을 나타내었다. 출현 개체수는 1차 조사 318개체, 2차 조사 1,223개체 그리고 3차 조사가 967개체로 2차 조사 시기 (하계)가 높게 나타났다 (표 7).

<표 7> 시암리습지의 계절별 현지 조사 결과

조사시기 구분	전체	춘계	하계	추계
출현종수	160	69	102	93
출현개체수	2,508	318	1,223	967
우점종	고추좀잠자리 (12.1 %)	애긴노린재 (9.4 %)	고추좀잠자리 (24.5 %)	미국선녀벌레 (20.7 %)
아우점종	미국선녀벌레 (9.2 %)	뿔들파리 (6.3 %)	된장잠자리 (16.4 %)	네발나비 (5.2 %)

#### 4. 고찰

한강하구 습지보호지역의 각 조사지역에서 출현한 곤충류의 생태적 특성을 고려하면, 수변 중심의 서식처 특성을 반영하여, 초지대에 적응성이 높은 노린재류 및 매미충류가 다수 포함된 노린재목, 잎벌레류 농작물 해충이 다수 포함된 딱정벌레목이 우점군으로 나타났다. 이들 출현 곤충류의 생태적 특성을 고려하면, 본 조사지역은 수변 및 농경지 주변의 초지대가 주요 서식지를 제공하고 있으며, 이들 서식지 유형을 반영하여 산림성 보다는 아시아실잠자리 등 수변 생태계에 적응성 높은 종들과 뿔들파리, 애긴노린재, 풀무치 등 초지대에 적응성이 높은 종들이 우세하였다. 조사지역 중 성동습지 및 장항습지에서는 농경지에 적응성이 높은 종들, 시암리습지 일대에서는 숲 가장자리 그리고 낮은 산지에 적응성이 높은 종들이 혼재하여 출현하였다. 그리고 특정 계절에는 주변 산림지역 등에서 일시적으로 이동해온 잠자리류, 나비류, 벌류 등이 함께 출현하는

지역적 특성을 가지고 있는 것으로 분석되었다. 따라서 본 조사지역의 육상곤충류의 핵심 서식처 유형은 꼬마길앞잡이 등이 서식하는 수변지역과 풀무치 등이 서식하는 수변 초지대라 할 수 있으므로 본 조사 지역의 특성을 유지, 보전하기 위해서는 수변 초지대 관리가 중요 요소로 판단된다. 또한 생태계위해우려 외래생물등급 (국립생태원, 2012)인 미국선녀벌레와 꽃매미가 확인된 것으로 보아 앞으로도 자연적으로나 인위적으로 이입되는 곤충이 증가할 것으로 예상되므로 장기적인 보전 방안 수립시 이를 반영하는 것이 필요하다고 판단된다.

습지의 특성 및 관리방안 도출에 있어 육상곤충류는 조사 빈도가 낮고, 종 다양성이 매우 높은 반면 분석에 필요한 가용한 자료가 많지 않아 중요 생물군으로 활용에 많은 어려움이 따라 왔다. 또한 곤충류는 종 다양성이 가장 높은 분류군으로서 동정시 고도의 전문성이 요구되는 분류군이 다수 포함되어 있어 타 분야와 동일한 인력과 시간으로 곤충류 전체 분류군에 대한 모니터링을 실시하는 것은 사실상 어려운 것이라 하겠다. 따라서 본 지역과 관계된 환경유역청의 관련된 향후 모니터링에서는 육상 및 담수생태계를 매질 (media)로 삼는 곤충류 중에 각 모니터링 대상 습지의 보전 및 관리를 위한 결정지표 (decision indicator)로서 유용성이 높은 곤충 분류군을 미리 검토하는 것이 유용할 것으로 판단된다. 본 조사에서 확인된 결과내에서는 개화식물에서 쉽게 볼 수 있는 나비류, 초지에 대량 발생하는 나방류, 노린재류 및 메뚜기류 그리고 반수서성인 잠자리류로 판단된다. 따라서 생태변화 장기모니터링의 효율성을 높이기 위해 본 분류군들을 중점 모니터링 대상종 (분류군)을 선정하여 해당 전문가에 의해 장기 모니터링을 수행하는 것이 긴요할 것으로 생각한다. 또한 그 대상 분류군 또는 종은 각 조사지역의 우점종 및 우점종 뿐 만 아니라 금년도 현장 확인종 내에서는 성동습지의 미국선녀벌레, 흰띠명나방, 방아깨비, 공릉천하구습지의 노란실잠자리, 발톱메뚜기, 아이누길앞잡이, 산남습지의 나비잠자리, 쯤썩썩기, 청분홍메뚜기, 풀무치, 미국선녀벌레, 꼬마길앞잡이, 뿔들파리, 흑명나방, 노랑나비, 장항습지의 고추잠자리, 왕사마귀, 끝검은메뚜기, 홍색얼룩장님노린재, 메추리노린재, 꽃매미, 녹색콩풍뎅이, 작은모래거저리, 큰호리병벌, 큰주홍부전나비, 황오색나비, 시암리습지 일대의 나비잠자리, 등줄버들머리매미충, 미국선녀벌레, 밤나무잎벌레, 호랑나비, 굴뚝나비, 제이줄나비를 함께 고려할 만하다.

최근 곤충류가 자원 및 환경적 측면에서 그 중요성이 부각되면서 곤충류의 활용 능력은 국가 보전지역의 자연생태계 관리에 있어서 중요한 요소가 되고 있다. 우리나라 곤충류 중 생물다양성 보전에 있어 중요하거나 생물자원성이 우수하여 선정된 종은 천연기념물, 멸종위기야생생물 I, II급 (곤충) (환경부, 2012), 국외반출승인대상생물종 (곤충) (환경부,

2012), 한국고유생물종 (곤충) (환경부, 2011), 국가기후변화생물지표종 (환경부, 2011), 그리고 한국의 멸종위기 야생동·식물 적색 자료집-곤충 I (환경부, 2012) (이하 한국 적색목록종 (곤충))을 들 수 있다. 이들 종들은 생태계 보전 및 관리방안 수립에 있어 결정지표(decision indicator)로 활용할 수 있는 중요 생물군으로 취급된다. 이들을 기준으로 본 조사지역의 특정 곤충자원의 분포를 살펴보면 다음과 같다. 문헌 및 현지조사에서 천연기념물과 멸종위기야생동물 I, II급과 국가기후변화생물지표종은 확인되지 않았으나, 국외반출승인대상생물종으로는 14종, 한국고유생물종 (곤충) 5종 그리고 한국 적색목록종 (곤충)은 꼬리명주나비와 큰주홍부전나비의 2종이 확인되었으며, 장기 보전계획 수립시 이들 종의 핵심분포지역을 반영할 필요성이 높다.

### 가. 한강하구 습지보호지역 일대의 국외반출승인대상생물종

문헌 및 현장조사에서 국외반출승인대상생물종으로는 14종 (쇠측범잠자리, 사마귀왕귀뚜라미, 우리벼메뚜기, 방아깨비, 콩중이, 풀무치, 풀색노린재, 애매미, 민쌍살벌, 호박벌, 재래꿀벌, 꼬리명주나비, 큰주홍부전나비)이 확인 되었다. 이 중 풀색노린재와 재래꿀벌은 현지조사에서 확인되지 않았으며, 민쌍살벌 1종이 표 8과 같이 새롭게 확인되었다. 그리고 제일줄나비는 서해안 도서지방을 중심으로 분포하는 제일줄나비의 아종 (sens. str. *Limenitis helmanni marinus* Kim & Kim, 2002)이 국외반출승인대상생물자원-곤충으로 취급되므로 본 목록에서는 제외하였다.

<표 8> 시암리습지의 계절별 현지 조사 결과

연번	국명	출현형태 및 조사시기	출현 및 분포 현황
1	쇠측범잠자리	문헌 현지	한강유역환경청(2015)-장항습지 장항습지-춘계(4월)
2	사마귀	문헌 현지	한강유역환경청(2009) 공룡천하구습지. 산남습지. 장항습지-추계(9월)
3	왕귀뚜라미	문헌 현지	한강유역환경청(2009), 국립환경과학원(2011)-장항습지 장항습지-하계(7월)
4	우리벼메뚜기	문헌 현지	한강유역환경청(2009), 국립환경과학원(2011)-전 지역 전 지역(어른벌레 기준: 하계-추계)
5	방아깨비	문헌 현지	한강유역환경청(2009)-산남습지, 국립환경과학원(2011)-전 지역 전 지역(어른벌레 기준: 하계-추계)
6	콩중이	문헌	한강유역환경청(2015)-장항습지
7	풀무치	문헌 현지	국립환경과학원(2011)-장항습지 산남습지-(어른벌레 기준: 하계-추계)

&lt;표 8. 계속&gt;

연번	국명	출현형태 및 조사시기	출현 및 분포 현황
8	풀색노린재	문헌	국립환경과학원(2011), 한강유역환경청(2015)-시암리습지
9	애매미	문헌 현지	한강유역환경청(2015)-장항 성동습지, 장항습지, 시암리습지-하계
10	민쌍살벌	현지	시암리습지(추계)
11	호박벌	문헌 현지	국립환경과학원(2011)-장항습지 시암리습지-춘계
12	재래꿀벌	문헌	국립환경과학원(2011)-시암리습지
13	꼬리명주나비	문헌 현지	한강유역환경청(2009, 2015)-장항습지 성동습지-추계(9월)
14	큰주홍부전나비	문헌 현지	한강유역환경청(2009)-장항습지 국립환경과학원(2011)-산남습지, 장항습지 한강유역환경청(2015)-성동습지, 산남습지 산남습지-하계(7월) 장항습지-추계(9월)

#### 나. 한강하구 습지보호지역 일대의 한국고유생물종

문헌 및 현장조사에서 한국고유생물종으로는 5종(우리벼메뚜기, 닳은두줄매미충, 서울병대벌레, 민쌍살벌, 끝검정콩알락파리)이 확인 되었으며, 이 중 서울병대벌레, 와 끝검정콩알락파리는 현지조사에서 확인되지 않았다 (표 9).

#### 다. 한강하구 습지보호지역 일대의 한국 적색목록종(근충)

문헌 및 현장조사에서 한국 적색목록종으로는 2종(꼬리명주나비, 큰주홍부전나비)이 확인 되었으며, 현지 조사에서도 모두 확인 되었다.

&lt;표 9&gt; 한강하구 습지보호지역 일대의 한국고유생물종(근충) 현황

연번	국명	출현형태 및 조사시기	출현 및 분포 현황
1	우리벼메뚜기	문헌 현지	한강유역환경청(2009), 국립환경과학원(2011)-전 지역 전 지역(어른벌레 기준: 하계-추계)
2	닳은두줄매미충	문헌 현지	한강유역환경청(2009), 국립환경과학원(2011)-장항습지 장항습지-추계(9월)
3	서울병대벌레	문헌	한강유역환경청(2015)-장항습지
4	민쌍살벌	현지	시암리습지(추계)
5	끝검정콩알락파리	문헌	한강유역환경청(2015)-성동습지

&lt;표 10&gt; 한강하구 습지보호지역 일대의 한국 적색목록종(곤충) 현황

연번	국명	출현형태 및 조사시기	출현 및 분포 현황
1	꼬리명주나비	문헌 현지	한강유역환경청(2009, 2015)-장항습지 성동습지-추계(9월)
2	큰주홍부전나비	문헌  현지	한강유역환경청(2009)-장항습지 국립환경과학원(2011)-산남습지, 장항습지 한강유역환경청(2015)-성동습지, 산남습지 산남습지-하계(7월) 장항습지-추계(9월)

## 5. 참고문헌

- 강태화, 병대벌레류 I. 한국의 곤충 제 12권 4호, 2012, 국립생물자원관, 102pp.
- 국립생물자원관, 한반도 고유종 총람, 2011, 451pp.
- 국립생물자원관, 한국의 멸종위기 야생동·식물 적색자료집-곤충 I, 2012, 환경부·국립생물자원관, 178pp.
- 권용정, 서상재, 김정애, 노린재목, 한국경제곤충지 18호, 2001, 농업과학기술원, 513pp.
- 권용정, 허은엽, 매미아목(매미목), 한국경제곤충지, 2001, 19호, 농업과학기술원, 461pp.
- 김성수, 서영호, 한국나비 생태도감, 2012, 사계절, 538pp.
- 김용식, [개정증보판] 원색 한국나비도감, 2010, 교학사, 305pp.
- 김정규, 호리병벌레류. 한국의 곤충 제 13권 6호, 2014, 국립생물자원관, 119pp.
- 김진일, 상기문류, 한국의 곤충 제 12권 1호, 2011, 국립생물자원관, 263pp.
- 김진일, 측기문류, 한국의 곤충 제 12권 3호, 2014, 국립생물자원관, 218pp.
- 남정호, 장원근, 신철호, 최지연, 육근형, 최희정, 이구성, 이지선, 이원갑, 서해연안 해상평화 공원 지정 및 관리방안 연구(II), 2006, 한국해양수산개발원, 351pp.
- 남정호, 장원근, 최지연, 육근형, 최희정, 이원갑, 서해연안 해상평화 공원 지정 및 관리방안 연구(I), 2005, 한국해양수산개발원, 336pp.
- 노백호, 이창희, 지속가능한 하구역 관리방안 III-1~3, 2006, 한국환경정책·평가연구원, 경제·인문사회연구회 협동연구총서.
- 박규택, 한국의 나방(I), 곤충자원편람 IV, 1999, 생명공학연구소·곤충분류연구회, 358pp.
- 박규택, 불나방과, 독나방과, 솔나방과, 박각시과 (나비목), 한국경제곤충지, 2000, 1호, 농업과학기술원, 276pp.
- 박종균, 박진영, 딱정벌레류. 한국의 곤충, 2013, 제 12권 13호, 국립생물자원관, 105pp.
- 박종균, 백종철, 딱정벌레과(딱정벌레목), 한국경제곤충지, 2001, 12호, 농업과학기술원, 169pp.
- 배양섭, 명나방상과(나비목), 한국경제곤충지 9호, 2001, 농업과학기술원, 251pp.
- 배양섭, 명나방상과(나비목) II, 한국경제곤충지, 2004, 22호, 농업과학기술원, 205pp.
- 배양섭, 애기잎말이나방류 I, 한국의 곤충, 2011, 제 16권 1호, 국립생물자원관, 179pp.
- 배양섭, 백문기, 명나방상과의 기주식물, 한국경제곤충지, 2006, 26호, 농업과학기술원, 180pp.
- 백문기, 한강하구 습지보호지역의 육상곤충, 2011, 환경부·국가습지센터.
- 백문기, 한국 밤 곤충 도감, 2012, 자연과 생태, 448pp.
- 백문기, 화살표 곤충도감, 2016, 자연과 생태, 552pp.
- 백문기, 신유향, 한반도의 나비, 2010, 자연과 생태, 430pp.
- 백문기, 신유향, 한반도나비도감, 2015, 자연과 생태, 600pp.



- 윤충식, 정선우, 긴노린재류, 한국의 곤충, 2012, 제 9권 1호, 국립생물자원관, 76pp.
- 이범영, 정영진, 한국수목해충, 2002, 성안당, 459pp.
- 이중은, 안승락, 잎벌레과(딱정벌레목), 한국경제곤충지 14호, 2001, 농업과학기술원, 229pp.
- 이창희, 구도완, 노태호, 문현주, 전성우, 허경미, 하구역 환경보전 전략 및 통합환경관리 방안 수립-한강하구역을 중심으로, 2003, 한국환경정책·평가연구원. 235pp.
- 정광수, 한국의 잠자리 생태도감, 2007, 일공육사, 512pp.
- 정부희, 거저리류, 한국의 곤충, 2012, 제 12권 5호, 국립생물자원관, 123pp.
- 조영복, 송장벌레, 한국의 곤충, 2013, 제 12권 14호, 국립생물자원관, 84pp.
- 조영복, 송장벌레, 한국의 곤충, 2014. 제 12권 18호, 국립생물자원관, 106pp.
- 조영복, 안기정, 송장벌레과, 반날개과(딱정벌레목), 한국경제곤충지, 2001, 11호, 농업과학기술원, 167pp.
- 최성길 등, 한강 북부유역 전국내륙습지조사, 2002, 환경부.
- 한강유역환경청, 한강하구 습지보호지역 모니터링 결과보고서, 2009, 환경부·한강유역환경청, 211pp.
- 한강유역환경청, 한강하구 습지보호지역 모니터링 결과보고서, 2012-2014, 환경부·한강유역환경청.
- 한경덕, 권용정, 박영건, 김도남, 하구역 생태계 정밀조사-한강하구 육상곤충, 2004, 환경부.
- 한국환경정책·평가연구원, 한강하구 습지보전계획 수립 연구, 2007, 한강유역환경청. 362pp.
- 한호연, 권용정, 과실파리과(파리목), 한국경제곤충지, 2001, 3호, 농업과학기술원. 113pp.
- 한호연, 최득수, 꽃등에과(파리목), 한국경제곤충지, 2001, 15호, 농업과학기술원. 223pp.
- 홍기정, 박상욱, 우건석, 바구미상과(딱정벌레목), 한국경제곤충지, 2001, 13호, 농업과학기술원, 180pp.
- 환경부, 한국고유생물종(곤충) 목록, 2005.
- 환경부, 국외반출입 규제대상 생물종 목록, 2008.
- 환경부, 국가기후변화생물지표종 목록, 2011.
- 환경부, 국외반출입규제대상 생물종 목록, 2011.
- 환경부, 멸종위기 야생동·식물 목록, 2012.
- B.K. Byun, Y.S. Bae, and K.T. Park, Illustrated Catalogue of Tortricidae in Korea (Lepidoptera). In Park, K.T.(eds): Insects of Korea [2], 1998, 317pp.
- S.S. Kim, E.A. Beljaev and O.H. Oh, Illustrated Catalogue of Geometridae in Korea (Lepidoptera: Geometrinae, Ennominae). In Park, K.T.(eds): Insects of Korea [8], 2001, 279pp.
- M.K. Paek et al., Checklist of Korean Insects. In Paek, M.K. & Cho, Y.K.(eds): <Nature & Ecology > Academic Series 2, 2010, Nature & Ecology, 598pp.



고추잠자리(성동습지)



좀사마귀(성동습지)



좁쌀메뚜기(시암리습지)



애여치(시암리습지)



풀무치(산남습지)



국화방패벌레(공릉천하구습지)



남쪽날개매미충(시암리습지)



미국선녀벌레(산남습지)



꼬마모래거저리(장항습지)



녹색콩풍뎅이(장항습지)



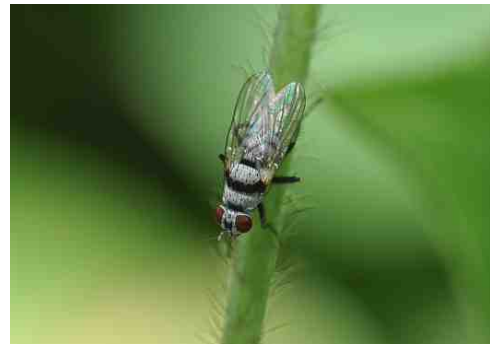
작은초원하늘소(장항습지)



홀쭉꽃무지(장항습지)



두눈박이쌍살벌(장항습지)



검정띠기생파리(공룡천하구습지)



노랑나비(장항습지)



푸른부전나비(산남습지)



제이줄나비(시암리습지)



황오색나비(장항습지)

## VII. 양서 · 파충류

이상철 · 황연화

(인천대학교·(주)마인드블룸)

### 요 약

본 연구는 전국내륙습지 지정 지역인 한강 하구습지에 대하여 생태조사를 시행하였으며, 양서류, 파충류를 대상으로 한 2016년에 총 3차 조사로 시행된 조사 결과이다. 본 조사에서 목전 확인된 양서·파충류는 조사결과 2목 5과 11종의 서식이 확인되었다. 확인된 종에서 환경부 법적보호종은 멸종위기야생생물 I급인 수원청개구리, II급인 금개구리, 구렁이 등 총 3종이 확인되었으며, 한국고유종인 한국산개구리 1종이 확인되었다. 외래종은 확인되지 않았다. 출현한 양서·파충류는 보편적인 저지대, 습지 지표형의 전형을 나타내었다. 생물군집분석을 실시한 결과 비교적 높지 않은 수치를 나타내었으나 하구습지의 특성상 특수한 생태계에 적응한 고유 생태계의 구성을 확인하였으며, 특히 멸종위기야생생물이 출현비율이 매우 높은 특징을 나타내었다.

### 1. 서론

양서·파충류는 자연생태에서 밀도와 다양성에 있어서 비교적 적은 집단임에도 불구하고 그 분포 및 서식상은 지역의 생태를 이해하고 건강성을 파악하는데 중요한 지표로서 이용된다. 환경부에서는 습지보전법에 의거하여 습지보호지역을 지정, 관리하고 있으며, 기 지정된 습지보호지역을 대상으로 생태계 조사를 수행하고 결과에 따라 효율적인 보전 및 관리방안을 마련하고자 정밀조사를 수행하고 있다.

내륙습지 정밀조사 대상지역 중 한강하구 지역은 습지환경이 전형적으로 보전되어온 특이 생태지역으로 그 가치가 있으며, 특히 대형하구에 형성되어 강우에 의해 매우 변화가 큰 특징을 지니며, 하천수의 유동에 의해 퇴적물이 대량으로 이동하는 극단에 위치하여 토사와 유기물의 축적에 따른 변화와 그 가능성이 매우 높은 지역이다. 행정구역상 경기도 일산시와 김포시 고촌면 하성면 월곶면, 파주시 탄현면 송산동, 산남동, 성동, 법흥리 등이 포함되며, 인천시 강화군 강화읍, 송해면, 양사면에 위치하고 있는 지역이다. 본조사의 대상지역은 수도권 서쪽에 위치하고 있는 한강하구 습지로,

버드나무림, 갈대림, 초지, 농경지 등을 포함한 습지대와 그 주변 지역이다.

습지라는 특성을 지닌 주요 생태공간으로서 지역적인 생태상을 양서·파충류상을 중심으로 정밀 조사하였다. 하구습지의 생물서식공간과 하천하구와 황해의 해안에 가까이 위치한 특성 등에 따른 지리생물학적인 생물분포 등을 대상으로 정밀한 양서·파충류상과 서식지에 대한 조사를 수행하였으며, 중요 거점으로 인식되어 보전되고 있는 중요한 생태지역인 내륙습지의 환경, 생태, 생물지리학적인 상태를 파악하여, 생물다양성 증진을 위한 기초적인 자료로 제시하고자 한다. 본지역의 조사 결과는 지역이 지닌 생태적인 가치와 현황을 파악하여 생태계 생물다양성 현황과 특성을 분석, 제시함으로써 보전 및 관리방안을 확립하는데 그 목적이 있으며, 생태 우수습지에 대한 분야별, 시기별 정밀조사를 통해 습지생물다양성 확인 등 생태적 가치 확인 및 습지 보전방안을 강구하고자 하며, 조사된 생태 현황 데이터는 향후, 습지보호지역의 관리 및 현황과 목적타당성에 따른 국가 지정 습지 등록 시 기초자료로 활용하고자 하였다.

## 2. 조사내용 및 방법

### 가. 조사시기

2016년 총 3회의 조사로 계획되었으며, 춘기, 추기, 하기 조사로 시행하였으며, 양서류와 파충류의 주 활동기인 시기를 택해 조사를 수행하였다. 주 관찰 대상인 양서류, 파충류가 활동하는 계절적 특성을 감안하여 조사일을 선정하여 조사하였으며, 조사 시기는 양서류의 행동 생태상 성체, 난괴, 유생이 모두 관찰되는 시기, 파충류의 주 활동시기를 선정하여 배회성 파충류의 조사에 적합한 시기를 선정하여 진행하였다.

<표 1> 한강하구 습지 조사 일시

조사시기	기간	주 관찰 내용
1차조사	2016년 4월 18일 ~ 4월 22일	춘기 산란 양서류 및 지역현황 기초조사
2차조사	2016년 6월 09일 ~ 6월 13일	우기 산란 양서류 집중 조사 및 하절기 활동 파충류 조사
3차조사	2016년 10월 17일 ~ 10월 21일	동면 전 배회성 양서·파충류 조사

### 나. 조사지점

조사 지점은 5개 지점으로 장항습지, 산남습지 지역은 한강하구에 위치하고 있으며, 성동습지와 시암리습지, 공릉천하구습지는 한강과 임진강의 합류위치에 형성된 습지이다. 일부 경작지가 포함된 지역이며, 낮은 산지와 저수지 폭이 좁은 사구를 포함하는 형태의



전형적인 하구 습지 지역이다.



<그림 1> 한강하구 습지보호지역 조사지점

#### 다. 조사방법

##### 1) 생물상 및 서식현황

육상생태계와 수생태계를 포함하여 조사하고 법적보호종, 지역대표종, 깃대종 선정, 고유종, 위해외래종, 국외반출승인대상종 파악하고 조사지역의 간단한 인상과 지형조건을 기록하였다. 조사시의 물리적 조건 (일기, 기온, 수온 등)과 출현종의 출현상의 물리적 조건 (산림지, 습지, 농지, 유속, 수심 등)을 기록하였으며, 조사 시 출현종이 확인될 경우 당시의 위치정보를 기록하고 촬영하여 보관한다.

##### 2) 양서류 조사방법

- 이동선형조사 : 조사자가 조사지역의 이동 경로를 선정하여 500 m를 이동하며 조사를 시행하며, 조사경로는 산지내 소로, 농로 및 천변에 형성된 나지 등을 조사 경로로 선정하여 조사를 시행한다. 조사지역의 다양한 단위 생태계가 포함되도록 조사 경로를 계획한다.
- 정점원형조사 : 조사자가 양서류의 중심 서식지로 판단되는 장소를 선정하여 직경 300 m

범위내의 양서류의 성체, 유생, 난괴를 확인한다.

- 유형별 조사방법 - 트랩설치, 청음, 청문, 목견, 채집, 은신처 (돌무더기, 낙엽 밑)탐색조사

#### 가) 무미목

- 난 - 출현 시기, 종, 난괴 수, 산란지를 표시하며 정량조사를 위해 산란된 난괴의 개수를 계수기를 이용하여 정량적으로 파악하여 기록한다.
- 유생 - 초기유생 (아가미 유무, 수영능력 유무)과 후기 (사지 발달유무 구분)유생을 구분하여 종을 파악하여 계수기를 이용하여 정량 파악한다.
- 성체 - 배회 또는 물가에 위치하고 있는 개체를 직접 관찰하는 목견확인과 청개구리와 수원청개구리와 같이 쉽게 눈에 띄지 않는 종과 은신하여 짧은 기간 집중 발생하는 맹꽁이, 북방산개구리와 같은 종은 소리를 확인하여 종의 서식유무와 개략적인 개체군 사이즈를 판단하여 기록한다. 도로와 농경지 주변의 노출된 공간을 조사하여 종 서식유무에 대한 시간적인 정보가 될 수 있는 사체를 확인하여 기록한다. 개체수가 적고 은신형의 생태를 지니는 양서류를 대상으로 청문하여 유무에 대한 정보를 습득하며, 수집된 정보에 따라 목견 또는 청음 등의 직접 확인을 통하여 기록한다. 청문조사만의 정보를 기록하지는 않는다.

#### 나) 유미목

- 난 - 출현 시기, 종, 난괴 수, 산란지를 표시하며 정량조사를 위해 산란된 난괴의 개수를 계수기를 이용하여 정량적으로 파악하여 기록한다.
- 유생 - 초기유생과 후기 (사지 발달유무 구분)유생을 구분하여 종을 파악하여 계수기를 이용하여 정량 파악한다.
- 성체 - 배회하거나 물가에 은신하고 있는 개체를 확인하여 기록한다. 도로와 농경지 주변의 노출된 공간을 조사하여 종 서식유무에 대한 시간적인 정보가 될 수 있는 사체를 확인하여 기록한다. 개체수가 적고 은신형의 생태를 지니는 양서류를 대상으로 청문하여 유무에 대한 정보를 습득하며, 수집된 정보에 따라 목견하여 직접 확인한 후 기록한다. 청문조사만의 정보를 직접 기록하지 않는다.

### 3) 파충류 조사방법

- 시간적 범위의 선정 : 연 3회의 조사를 기본으로 하며, 춘기, 하기, 추기로 구분한다. 집중우기 이후, 서리가 내리기 전의 기간에 비중을 크게 한다. 조사시 오전중에 집중조사를 시행하는 것이 바람직하며, 일몰전후에 활발한 활동을 하므로 조사를 시행하여야 한다.

- 공간적 범위의 선정 : 계곡, 웅덩이, 경작지, 산지 능선부가 모두 포함되도록 조사 경로를 선정한 후 500m 선형 조사지를 선정하여 경로 및 경로 주변을 포함하여 조사를 수행한다. 조사 확인된 종과 흔적을 확인한 지점의 위치정보와 함께 기록하고 촬영하여야 하며, 필요에 따라 채집한다. 채집된 파충류는 속성에 따라 측정하여 기록한다.

#### 가) 거북류

호안 또는 하안을 도보 또는 도선을 이용하여 이동하며, 일광욕을 하는 개체를 목견 또는 망원경을 이용하여 서식 유무를 파악하며, 사주 (모래톱)에 생성된 이동흔적을 확인하여 종 서식을 확인한다.

#### 나) 도마뱀류

산림지의 덩불숲, 임연부 또는 암반 노출지역을 확인하여 일광욕을 하거나 배회하는 개체를 직접 확인하고, 농경지 또는 암반부, 소로 등의 주변에 위치한 호박돌을 들추어 은신하고 있는 개체를 포획하여 서식여부를 판단하고, 관찰시간의 연장목적에 따라 pitfall trap, snake net 등을 이용하여 포획하여 서식유무와 개체군 사이즈를 확인한다. 트랩설치 시 adhesive (sticky) trap은 사용하지 않는다.

#### 다) 뱀류

임상과 지질적인 환경에 따라 뱀류가 서식하기 적합한 곳을 방문하여 직접 목견법에 따라 서식유무를 확인한다. 거석, 암반 노출지역, 등산로 주변, 너덜지대 등을 확인하여 일광욕을 하거나 배회하거나, 쓰러진 거목이나 호박돌을 들추어 은신하고 있는 개체를 포획하여 서식여부를 판단하고 서식유무를 파악하며, 관찰시간의 연장목적에 따라 snake net, funnel trap 등을 이용하여 포획하여 서식유무와 개체군 사이즈를 확인한다.

#### 4) 조사 기기 및 포획 방법

조사 기기 : 계수기, GPS, 기압고도계, 표본병, 시약, 카메라, 뜰채 (자루형, 대형, 소형), 살림통, Ice box, Snake hook, Snake tongue, Funnel trap, Pitfall trap, 녹음기, 집음기, Speaker, Snake stick, 그물망, 비닐팩, 지도, 현지조사표, Ruler

#### 5) 포획 (확인) 방법

- 임의 채집법 - 단순 목견, 포획 확인 후 방사함
- 트랩 채집법 - pitfall trap, Snake net, Funnel trap 등을 설치하여 포획후 확인 방사함
- 청음 조사법 - 양서류 중 무미목에 속하는 종은 고유의 소리를 냄으로 이를 짐음

하거나 청음을 통해 서식종과 밀도를 파악

- 청문 조사법 - 주민 또는 현지 상황을 접할수 있는 사람을 대상으로 질의를 통해 서식종의 정보를 수집하며, 수집된 종 정보를 현지 조사를 통해 확인하여 기록함

## 6) 생물상 분석방법

### 가) 생물상조사 (Biota)

본 조사지역에서 채집 및 확인된 양서·파충류의 종목록과 개체수를 작성하고, 법적보호종, 희소종 등이 출현한 지점을 분석하여 서식처의 특이성을 조사하고, 서식처와 조사대상지와의 상호관계 파악하였다.

### 나. 분포도 작성 (Distributions mapping)

자연 생태지도는 일정한 지역에 대하여 자연경관 및 생물상의 희귀성, 고유성, 풍부성 및 지역대표성을 고려하여 각각의 생태계 (산림, 하천, 농지, 도시, 호소, 해양)에 대한 가치를 등급화한 지도를 말한다. 한편 자연생태지도는 1968년 네덜란드에서 제작된 생태 및 환경지도 (Ecological and environmental map)로서 25 km<sup>2</sup>의 국가격자체계 (National grid system)에 식물상과 조류상을 지도에 표기하기 시작하여 일부 유럽국가들에서는 생태지도 또는 생물서식 소공간지도 (Biotope mapping)가 일반화 되었다. 자연생태지도는 자연생태계에 관한 제반정보와 지식을 체계적으로 통합하여 파악하고 보존, 관리하는데 유용한 공간적 정보은행으로 활용될 수 있도록 개발되었다. 한편 양서·파충류를 대상으로 경관생태학적인 수준에서 모델링 한 경우는 버지니아 대학의 Row와 Yuill (1997)이 채집 및 확인하거나 출현 가능한 종에 대하여 예측분포도를 작성하여 해당지역을 평가한 경우가 있다.

본 연구에서 양서·파충류에 대한 분포도는 현지 조사시 관찰되거나 채집되는 종, 특정종의 위치에서 기록하여 정점으로 분포상황을 표시하였고, 산란지를 확인하였을 시 구획, 폐곡선으로 표시하여 기록한다.

### 다. 생물학적 표본추출법에 의한 생태측정 (Ecological measurement)

모집단과 군집을 기술하는 중요 측정값으로는 우점도 (Dominant), 균등도 (Evenness), 종풍부도 (Richness), 상대밀도 (Relative density), 종다양도 (Biodiversity), 생체량 (Biomass) 등이 있으며, 이들 측정값으로 다른 중요한 생태측정을 하게 된다. 각 조사 지역별로 채집 및 확인된 종들에 대하여 매 조사 때마다 개체수를 기록하여 정량적인 방법을 도입하여 생태측정을 실시하였다.

- 우점도 (Dominance Index, D.I) : 환경의 변화정도가 약화될수록 특정종의 우세가 나타나므로 어떤 우점종이 군집에서 가지는 상대적인 비를 산출한다면 환경의 변화에 대한 명료한 지표로서 이용될 수 있다는 관점에서 도출된 지수이다. 각 조사지점별로 출현하는 전체 총 개체수를 기록하여 우점도를 산출하였다 (McNaughton, 1967).

$$DI = n_i / N$$

DI : 우점도지수, N : 총개체수,  $n_i$  : 제 i 번째 종의 개체수

- 종다양도 (Biodiversity Index : D') : Margalef (1968)의 정보이론 (information theory)에 의하여 유도된 Shannon-Weaver function (Pielou, 1966)을 사용하여 산출하였다. 이는 동물 군집의 종 풍부도와 개체수의 상대적 균형성을 뜻하는 것으로 군집의 복잡성을 나타낸다.

$$D' = -\sum P_i (\ln/P_i)$$

D' : 다양도, S : 전체 종수,  $P_i$  : i 번째에 속하는 개체수의 비율 ( $n_i/N$ )으로 계산 (N : 군집내의 전체 개체수,  $n_i$  : 각 종의 개체수)

- 균등도 (Evenness Index : E') : 균등도는 각 지수의 최대치에 대한 실제치의 비로서 표현된다. 각 다양도 지수는 군집 내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 되므로 결국 균등도 지수는 군집 내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 Pielou(1975)의 식을 사용하여 산출하였다.

$$E' = H' / \ln(S), \quad E' : \text{균등도}, \quad H' : \text{다양도}, \quad S : \text{전체 종수}$$

- 종 풍부도 (Richness Index : R') : 종풍부도 지수는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서, 지수 값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 전제로 하고 있다. 본 연구에서는 대표적인 지수인 Margalef f(1958)의 지수를 사용하여 산출하였다.

$$R' = (S-1)/\ln(N), \quad R' : \text{풍부도}, \quad S : \text{전체 종수}, \quad N : \text{총 개체수}$$

- 상대밀도 (Relative density, R.D) : 특정종의 개체수를 우점종의 개체수로 나눈 후 백분율로 표시하였다.

## 7) 정도관리

- 모든 출현종의 분류군별 동정 포인트가 나타난 종 확증 사진을 파일 또는 인화하여 보관한다. 필요하다면 액침 표본으로 제작하여 채집장소, 채집일시, 채집자를 포함한 라벨을 부착하여 보관한다.
- 양서류의 산란지를 확인한 경우 일시, 주변현황과 좌표를 기입하여 추후 방문하여 확인할 수 있는 자료를 축적한다.

- 만약 가능하면 QA/QC 샘플 또는 영상자료들은 분류학적 정확성을 평가하기 위해 타 분류학자에게 동정을 의뢰한다.
- 조사지점별 현지조사표를 작성하여 사업기간동안 보관, 축적한다.
- 멸종위기종 및 천연기념물의 출현시 서식확인 사항을 목걸, 청음, 기타(사체, 허물) 등으로 구분해서 데이터베이스화하여 보관하며, 가능하면 사진 촬영 또는 녹음하여 해당파일을 종확증 용도로, 출현종 목록과 동기화하여 보관한다.

본 보고서의 학명 및 국명은 환경부에서 발행한 제 4차 전국자연환경조사 지침 및 한국양서파충류 학회의 양서·파충류 목록을 따랐다.

<표 2> 시암리습지 현황

조사 시기	st 1.시암리습지	
1차		
2차		
3차		



<표 2. 계속>

현황	경작지가 잘 발달되어 있으며, 경작지의 주 이용형태는 논이다. 저산지가 드물게 분포되어 있으며, 군사용도로 통제되는 지역이 많다. 경작을 위한 저수지와 농수로가 잘 발달되어 있으며, 수로형태의 수자원이 풍부하다. 산지는 군사용의 포장도로가 잘 발달되어 있으며, 수령이 많지 않은 교목과 관목으로 이루어진 이차림이 대부분이다. 하안으로는 철책이 설치되어 접근이 쉽지 않으며, 농약 및 비료 살포 등의 비점 오염원의 빈도와 농도가 높을 것으로 추측된다.
주요 출현종	금개구리, 구렁이

<표 3> 성동습지 현황

조사 시기	st 2. 성동습지	
1차		
2차		
3차		
현황	군사목적으로 통제되고 있는 철책 내부는 차량이 이동할 수 있는 포장도로가 구획된 농경지를 따라 설치되어 있으며, 인위적인 구조물은 수로 이외에는 거의 없는 상태이다. 본류 가까운 제방은 초본류가 잘 발달되어 있으며, 목본은 드물다. 수로가 잘 발달되어 있으며, 웅덩이와 같이 고여 있는 넓은 수로가 일부 관찰된다. 전체적으로 농경을 목적으로 변형되고 농사를 위한 비료와 농약의 살포가 빈번할 것으로 사료된다.	
주요 출현종	참개구리, 수원청개구리	

<표 4> 공릉천하구 현황

조사 시기	st 3. 공릉천하구	
1차		
2차		
3차		
현황	<p>경작지가 발달되어 있으며, 타 습지에 비해 산지가 비교적 잘 발달되어 있으며, 군사 목적의 소로가 설치되어 있으며, 경작을 위한 중, 소형의 농수로가 잘 발달되어 있으며, 논 등의 수자원이 풍부하다. 산지는 교목과 관목으로 이루어진 이차림이 대부분이다. 교량하부로는 철책이 설치되어 접근이 쉽지 않으며, 접근이 가능한 상류부는 국궁장이 운영중이다. 하천과 나란한 포장도로가 설치되어 있다. 농약 및 비료 살포 등의 비점 오염원의 빈도와 농도가 높을 것으로 추측된다. 민가가 밀집된 주택 단지가 위치한 지역이 있다.</p>	
주요 출현종	청개구리, 무자치	

<표 5> 산남습지 현황

조사 시기	st 4. 산남습지	
1차		
2차		
3차		
현황	<p>논 경작지가 넓게 펼쳐진 지역으로 논 이외의 이용형태는 극히 적은 상태이며, 장어양식장이 있다. 수자원이 가장 풍부한 형태를 지니고 있으나 단순한 생태적인 다양성을 지니고 있다. 차량의 통행이 가능한 농로가 있으며, 다양한 크기의 농수로가 발달되어 있다. 농수로는 직접적으로 하천과 연결되어 있으며 관리에 의해 수량과 유속이 달리 형성된다. 본류까지는 3개의 제방과 유사한 형태의 언덕이 있으며, 각 언덕의 하부에 수로가 위치하고 있다.</p>	
주요 출현종	<p>금개구리, 누룩뱀</p>	



<표 6> 산남습지 현황

조사 시기	st 5. 장항습지	
1차		
2차		
3차		
현황	<p>군사용의 철책이 있는 내·외부지역으로 농·어로인을 제외한 일반인의 출입이 제한되어있다. 논경작지와 농사를 위한 수로가 있다. 내부에 발경작지는 없으며, 수로 양안으로 소로가 형성되어있다. 논경작지 이후로 버드나무림이 연결되고 있으며 뒤이어 한강 본류가 있다. 킨텍스IC 주변으로는 웅덩이가 형성되어 있으며 강우에 따라 형태 및 규모가 크게 변동된다. 제방사면 바로아래 차량이 이동할 수 있는 비포장도로가 있으며, 다년생 초본류가 도포되어있으며, 하안부는 빨로 되어있다. 버드나무림 주변으로 수로와 웅덩이가 잘 발달되어 있으며, 본류의 영향으로 크기 및 형태의 변화가 많을 것으로 사료된다.</p>	
주요출현종	줄장지뱀, 누룩뱀	

### 3. 조사 결과

#### 가. 조사지역의 양서·파충류상

본 조사에서 목견 확인된 양서·파충류는 조사결과 4목 5과 11종이 확인되었다. 확인된 종에는 환경부 멸종위기야생생물 3종, 한국고유종 1종이 포함되었다. 확인된 양서류는 1목 2과 5종으로 조사되었으며, 이 중에서 멸종위기야생생물은 수원청개구리, 금개구리 2종으로 확인되어었다. 한편 한반도고유종인 한국산개구리가 확인되었고, 위해외래종은 포함되지 않았다.

<표 7> 조사지역에서 확인된 양서류 현황

No.	학명	국명	비고
-	Class Amphibians	양서강	-
-	Order Salientia	무미목	-
-	Family Hylidae	청개구리과	-
1	<i>Hyla japonica</i>	청개구리	-
2	<i>Hyla suweonensis</i>	수원청개구리	멸종I
-	Family Ranidae	개구리과	-
3	<i>Rana nigromaculata</i>	참개구리	-
4	<i>Rana chosenicus</i>	금개구리	멸종II
5	<i>Rana coreana</i>	한국산개구리	고유
1목 2과 5종			

<표 8> 조사지역에서 확인된 파충류 현황

No.	학명	국명	비고
-	Class Reptiles	파충강	-
-	Order Squamata	유린목	-
-	Suborder Sauria	도마뱀아목	-
-	Family Lacertidae	장지뱀과	-
1	<i>Takydromus wolteri</i>	줄장지뱀	-
-	Suborder Serpentes	뱀아목	-
-	Family Colubridae	뱀과	-
2	<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀	-
3	<i>Elaphe schrenckii</i>	구렁이	멸종II
4	<i>Oocatochus rufodorsatus</i>	무자치	-
5	<i>Rhabdophis tigrinus</i>	유혈목이	-
-	Family Viperidae	살모사과	-
6	<i>Gloydus ussuriensis</i>	쇠살모사	-
1목 3과 6종			

### 나. 조사시기, 지점별 양서·파충류 출현 현황

준계에 진행된 1차 조사에서는 총 8종의 양서·파충류가 출현하였으며, 멸종위기야생생물인 수원청개구리, 구렁이 2종이 포함되었다. 한편 가장 많은 종이 출현한 지역은 시암리 습지로 총 6종의 양서·파충류가 확인되었다.

<표 9> 1차 조사결과 출현종 및 개체수

번호	과(Family)	종 명		채집 및 확인된 종					비고
		학 명	국 명	공릉천	산남	성동	시암리	장항	
1	Hylidae	<i>Hyla japonica</i>	청개구리	1	-	2	1	4	-
		<i>Hyla suweonensis</i>	수원청개구리	-	-	1	-	-	멸I
2	Ranidae	<i>Rana nigromaculata</i>	참개구리	1	-	-	1	-	-
		<i>Rana coreana</i>	한국산개구리	-	-	-	/100	-	-
3	Lacertidae	<i>Takydromus wolteri</i>	줄장지뱀	-	-	-	-	2	-
4	Colubridae	<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀	-	3	-	2	16	-
		<i>Elaphe schrenckii</i>	구렁이	-	-	-	1	-	멸II
		<i>Rhabdophis tigrinus</i>	유혈목이	-	1	-	1	2	-
4과		2목 4과 8종		2종	2종	2종	6종	4종	-

※ 멸종I, II: 멸종위기야생생물 I, II급, 숫자: 출현개체수, a/b/c : a-성체수, b-유생수, c-난괴수

하계에 진행된 2차 조사에서는 총 9종의 양서·파충류가 출현하였으며, 멸종위기야생생물인 금개구리 1종이 포함되었다. 한편 각 조사지점이 공히 4종이 출현한 결과를 나타내었으나 출현종 목록은 다양하여, 각기다른 생태상을 나타내는 것으로 조사되었다.

<표 10> 2차 조사결과 출현종 및 개체수

번호	과(Family)	종 명		채집 및 확인된 종					비고
		학 명	국 명	공릉천	산남	성동	시암리	장항	
1	Hylidae	<i>Hyla japonica</i>	청개구리	3	2/50	5/40	4/150	5/30	-
2	Ranidae	<i>Rana nigromaculata</i>	참개구리	1	11	12/100	8	1/20	-
		<i>Rana chosonicus</i>	금개구리	-	2	-	2	1	멸
		<i>Rana coreana</i>	한국산개구리	-	-	-	23	-	-
3	Lacertidae	<i>Takydromus wolteri</i>	줄장지뱀	1	-	-	-	-	-
4	Colubridae	<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀	-	-	-	-	1	-
		<i>Oocatochus rufodorsatus</i>	무자치	-	-	2	-	-	-
		<i>Rhabdophis tigrinus</i>	유혈목이	-	1	-	-	-	-
5	Viperidae	<i>Gloydius ussuriensis</i>	쇠살모사	2	-	2	-	-	-
5과		2목 5과 9종		4종	4종	4종	4종	4종	-

※ 멸종I, II: 멸종위기야생생물 I, II급, 숫자: 출현개체수, a/b/c : a-성체수, b-유생수, c-난괴수



추계에 진행된 조사에서는 총 8종의 양서·파충류가 출현하였으며, 멸종위기야생생물은 포함되지 않았으며, 한반도고유종인 한국산개구리 1종이 포함되었다. 한편 조사 시기상 양서류, 파충류의 행동이 위축되는 시기에 진행된 조사로 출현 결과는 풍부하지 않았으며, 전체적으로 저조한 결과를 나타내었다.

<표 11> 3차 조사결과 출현종 및 개체수

번호	과(Family)	종 명		채집 및 확인된 종					비고
		학 명	국 명	공릉천	산남	성동	시암리	장항	
1	Hylidae	<i>Hyla japonica</i>	청개구리	1	-	-	1	-	-
2	Ranidae	<i>Rana nigromaculata</i>	참개구리	-	2	-	3	1	-
		<i>Rana coreana</i>	한국산개구리	-	-	-	11	-	-
3	Lacertidae	<i>Takydromus wolteri</i>	줄장지뱀	1	-	-	-	-	-
4	Colubridae	<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀	-	-	-	-	1	-
		<i>Oocatochus rufodorsatus</i>	무자치	4	-	1	-	-	-
		<i>Rhabdophis tigrinus</i>	유혈목이	-	-	-	-	1	-
5	Viperidae	<i>Gloydius ussuriensis</i>	쇠살모사	-	-	1	-	-	-
5과		2목 5과 8종		3종	1종	2종	3종	3종	-

※ 멸종, II: 멸종위기야생생물 I, II급

#### 다. 생물다양성 지수 및 군집분석

##### (1) 격자별 출현종 개체수

생물다양성 지수 및 군집분석은 양서류의 경우 유생은 1/10, 난괴의 경우 유미목은 1/1, 무미목은 2/1로 개체수를 산정하였으며, 각 시기별 관찰 개체수를 합산하여 군집분석시 종개체수를 분석한 결과 양서류는 환산하여 159개체가 확인되었으며, 파충류는 46개체가 확인되었다. 가장 많은 개체수를 나타낸 지역은 양서류에서 시암리가 79개체가 확인되었고, 파충류는 장항습지의 23개체가 가장 높게 나타났다. 장항습지의 파충류 개체수가 높게 나온 이유는 춘기 누룩뱀의 개체수가 높게 나타난 점이 이같은 결과를 나타나게 한 요인이 되었다.

##### (2) 한강하구 습지의 양서·파충류 군집분석

본 조사에서 나타난 습지 보전지역에 대한 양서·파충류 조사 결과에 따라 군집분석을 수행하였다. 양서류에 있어서 가장 높은 결과를 나타낸 지역은 시암리였으며, 파충류에 있어서는 장항습지가 높은 출현상을 나타내었다. 종합적인 출현상의 군집분석 결과는 양서류에 있어서 우점종은 청개구리로 나타났으며, 참개구리, 한국산개구리의 우점도가 높은 결과로 나타나 우세한 것으로 파악되었다. 수원청개구리, 금개구리는 희소한 것으로 확인되었다. 종다양도는 1.230, 풍부도는 0.789, 균등도는 0.764를 보였다. 파충류는

전체적으로 적은 개체수가 확인되었으나 누룩뱀이 23개체가 나타나 특별히 개체군의 세력이 우세한 것으로 확인되었다. 나머지 5종은 매우 적은 개체들이 확인되어 파충류의 균등도는 매우 낮은 수준인 것으로 확인되었다. 특히 멸종위기야생생물인 구렁이는 단 1개체가 확인되어 본 지역에서 매우 희소한 것으로 확인되었다. 파충류 다양도는 1.436, 풍부도는 1.306, 균등도는 0.801을 각각 나타내었다.

<표 12> 격자별 확인된 양서.파충류 목록 및 산정 개체수

구분	과(Family)	종 명		지역별 산정 개체수					개체수 합
		학 명	국 명	공릉천	산남	성동	시암리	장항	
양서류	Hylidae	<i>Hyla japonica</i>	청개구리	5	7	11	21	12	56
		<i>Hyla suweonensis</i>	수원청개구리	-	-	1	-	-	1
	Ranidae	<i>Rana nigromaculata</i>	참개구리	2	13	22	12	4	53
		<i>Rana chosonicus</i>	금개구리	-	2	-	2	1	5
		<i>Rana coreana</i>	한국산개구리	-	-	-	44	-	44
소계				7	22	34	79	17	159
파충류	Lacertidae	<i>Takydromus wolteri</i>	줄장지뱀	2	-	-	-	2	4
	Colubridae	<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀	-	3	-	2	18	23
		<i>Elaphe schrenckii</i>	구렁이	-	-	-	1	-	1
		<i>Oocatochus rufodorsatus</i>	무자치	4	-	3	-	-	7
	Viperidae	<i>Rhabdophis tigrinus</i>	유혈목이	-	2	-	1	3	6
		<i>Gloydius ussuriensis</i>	쇠살모사	2	-	3	-	-	5
	소계				8	5	6	4	23

※ 무미류난괴×2, 유미류난괴×1, 유생/10 개체수 산정

<표 13> 조사지역에서 관찰된 양서.파충류 종합 군집분석

구분	종명(Species)		총개체수	생물다양성 지수					비고
	학 명	국 명		우점도	상대밀도	종다양도	종풍부도	균등도	
양서류	<i>Hyla japonica</i>	청개구리	56	0.35	-	1.230	0.789	0.764	우점
	<i>Hyla suweonensis</i>	수원청개구리	1	0.01	2				-
	<i>Rana nigromaculata</i>	참개구리	53	0.33	95				차우점
	<i>Rana chosonicus</i>	금개구리	5	0.03	9				-
	<i>Rana coreana</i>	한국산개구리	44	0.28	79				-
-			159						
파충류	<i>Takydromus wolteri</i>	줄장지뱀	4	0.09	17	1.436	1.306	0.801	-
	<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀	23	0.50	-				우점
	<i>Elaphe schrenckii</i>	구렁이	1	0.02	4				-
	<i>Oocatochus rufodorsatus</i>	무자치	7	0.15	30				-
	<i>Rhabdophis tigrinus</i>	유혈목이	6	0.13	26				-
	<i>Gloydius ussuriensis</i>	쇠살모사	5	0.11	22				-
	-			46					

## 라. 법적 보호종 및 특이종 분포현황

법적보호종으로 지정된 종은 수원청개구리 등 5종이 확인되었으며, 위해외래종은 확인되지 않았다.

## 마. 위협요인

본 지역의 위협요인으로 수자원의 다양성 감소와 화학농법에 의한 농약살포, 산림지 부재 등의 요인이 산재되어 있는 것으로 파악되었다.



직강화수로



화학농법에 의한 농약살포



산림지 부재

<그림 2> 한강하구 습지보전지역의 생태위협요인

한강하구는 사람들이 영농, 어로활동 등 경제활동을 꾸준히 해오는 지역으로 위협요소를 단적으로 제거할 수 없는 특성을 보이는 지역으로 위협적인 요인을 감소 또는 저감하는 방향을 지녀야 할 것으로 판단된다. 요인 중에서 축사의 신설, 사람들의 습지 출입에 의한 답압의 증가 등등의 여러 요소를 확인하였으나 상위의 3가지 위협요인이 가장 생물다양성을 감소시키는 요인으로 판단되었다.

## 4. 고찰

조사결과 양서파충류의 다양성은 높지 않은 것으로 판단되었다. 대형하천의 하구의 일반적인 특성으로 다양성과 풍부도에 있어서 공히 높은 특성을 보이지 않고 있지만 특이생태지역이라는 하구의 특성상 하구를 근간으로 서식하는 특이 생물이 출현하는 희소한 공간이라는 부분에는 높은 가치를 두어 평가할수 있을 것이다. 내륙습지(한강하구)을 대상으로 양서·파충류 생물다양성 현황과 특성을 정밀 조사하여 보전 및 관리방안을 수립하기 위하여 2016년 4월에서 10월 사이 총 3회의 조사를 시행하여 생물다양성조사와 군집 분석을 실시하였다.

조사지역은 내륙습지의 서북 지역에 위치하여 지리 생태적으로 중요한 하구습지인

한강하구와 서해안에 인접한 지역으로 습지 생태계를 대표할 수 있으며, 대형하천의 하구 습지를 중심으로 생물권상 매우 중요한 특성을 보이는 희소한 생태 지역이다.

생물상 중에서 양서·파충류를 대상으로 정밀조사를 수행한 결과 보전순위는 내륙습지가 지닌 중요성과 다양성으로 보았을 때 비교적 다양성이 열악한 지역으로 평가될 수 있는 결과를 나타내었으며, 조사시의 자연성에 있어서 매우 단순한 지역으로 판단되었다. 조사결과에서 나타난 결과, 습지의 희소성, 우수성에 비해 일반적 또는 비교적 열위의 양서·파충류 다양성을 나타낸 결과로 분석되었다. 본 구간의 우선순위는 타 내륙습지의 구간과의 절대평가에서 높다고 할 수 없다. 하지만 일부의 자연성과 특이 생태상을 포함하고 있다는 점과 특이 생물상의 구성을 지니고 멸종위기종 등의 국가적으로 중요한 특이종의 서식처로 매우 중요한 입지를 지닌다는 가치에 대해서는 특별사항으로 다루어야 할 것이다. 조사결과 조사지점별 특성에 있어서는 시암리가 가장 우수한 결과를 나타내었으며, 멸종위기종 등 특이종에 서식처로도 중요한 거점이라는 결과를 나타내었다. 습지 내 목본지대가 잘 발달되어 있는 장항습지와 성동습지가 다음으로 우수한 생물다양성을 지니고 있는 것으로 분석되었다. 한강하구 습지보호지역으로 포함한 본 지역은 특이 생태지역으로의 가치가 매우 높은 특징을 나타내어 그 희소성과 생물 서식처로써, 그리고 자연성과 고유의 생물서식처로서의 가치가 높은 지역으로, 보전하고 관리해야하는 중요 국가지역으로 평가하여 내재된 생물 가치의 보전과 영속에 대한 장기적인 관리계획이 수립되어야 할 것으로 판단된다.

## 5. 참고문헌

- 원홍구, 조선양서파충류지, 1971, 과학원출판사.
- 강영선, 윤일병, 한국동식물도감, 1975, 제17권 동물편(양서·파충류), 문교부.
- 백남극, 심재한, 뱀(지성사 자연사박물관 ①), 1999, 지성사 출판사, 197 pp.
- 환경부, 제2차 전국자연환경조사 지침(양서·파충류), 2001, pp.27-41.
- 환경부, 제3차 전국자연환경조사 지침(양서·파충류), 2006, pp.183-193.
- 송재영, 장민호, 정규희, 산개구리류 4종(양서강;개구리과)의 형태적 비교, 환경생물학회지, 2005, Vol. 23. No. 2. pp 157-162
- 환경부·국립환경과학원, 제4차 전국자연환경조사 지침서, 2012, 인천.
- 이상철, 장항습지 생태보전지구의 생물다양성 조사 보고서, 2007, 한강환경관리청.
- 이상철, 장항습지, 산남습지 생태보전지구의 생물다양성 조사 보고서, 2008, 한강환경관리청.
- 이상철, 2009, 장항습지, 산남습지 생태보전지구의 생물다양성 조사 보고서, 한강환경관리청.
- 이상철, 황연화, 한강하구 습지보호지역 정밀조사 보고서, 2011, 환경부.
- R. Margalef, Information theory in ecology, Gen. Syst., 1958.
- R. Margalef, Perspectives in ecological theory, 1968, Chicago, University of Chicago Press,
- Zhao E.-M. and K. Adler, 1993. Herpetology of China. The Study of Amphibians and Reptiles, 522p.
- S.J. McNaughton, Relationship among functional properties of California Glassland. Nature, 1967, 216:144-168.
- E.C. Pielou, Shannon's formula as a measure of specific diversity: Its use and misuse. Amur. Nat., 1966, 100:463-465.
- E.C. Pielou, Ecological diversity, 1975, Wiley, New York. pp. 165.

## 부록 1. 종 목록

Class Amphibians	양서강		
Order Salientia		무미목	
Family Hylidae			청개구리과
<i>Hyla japonica</i>			청개구리
<i>Hyla suweonensis</i>			수원청개구리
Family Ranidae			개구리과
<i>Rana nigromaculata</i>			참개구리
<i>Rana chosonicus</i>			금개구리
<i>Rana coreana</i>			한국산개구리
Class Reptiles	파충강		
Order Squamata		유린목	
Suborder Sauria			도마뱀아목
Family Lacertidae			장지뱀과
<i>Takydromus wolteri</i>			줄장지뱀
Suborder Serpentes			뱀아목
Family Colubridae			뱀과
<i>Elaphe dione</i>			누룩뱀
<i>Elaphe schrenckii</i>			구렁이
<i>Oocatochus rufodorsatus</i>			무자치
<i>Rhabdophis tigrinus</i>			유혈목이
Family Viperidae			살모사과
<i>Gloydius ussuriensis</i>			쇠살모사

### ■ 양서류 출현종



수원청개구리



금개구리





한국산개구리



참개구리

■ 파충류 출현종



구렁이



누룩뱀



무자치



쇠살모사



유혈목이



줄장지뱀

## VIII. 조류

신주열 · 박종현

(경희대학교·삼육대학교)

### 요 약

한강하구 조사 결과, 장항습지 구간에서 유도지역까지 지역별로 관찰된 총 조류는 87종이었으며 관찰 합계는 106,049개체였으며, 각 종의 최대 관찰수의 합은 44,099개체였다. 멸종위기 I 급 조류는 저어새, 매, 흰꼬리수리, 참수리, 검독수리 등 5종이었고, 환경부지정 멸종위기 II 급 조류는 개리, 큰기러기, 노랑부리저어새, 큰덤불해오라기, 독수리, 알락개구리매, 재두루미 등 총 7종이었다. 또한 환경부지정 보호종은 청머리오리, 빨논병아리, 황조롱이, 개구리매, 말뚝가리, 삻꾸기, 오색딱다구리, 청딱다구리, 피꼬리, 종다리 등 10종이 관찰되었다.

한강하구에 도래하는 조류 중 약 80 %의 조류가 한강하구 습지보호지역 내부뿐만 아니라 강 인근의 논을 주로 이용하는 종들이다. 한강하구에 인접한 김포시, 파주시, 고양시 등은 높은 개발압력으로 인해 논 면적이 감소하고 있는 실정이고, 이러한 감소는 한 곳에 집중적으로 일어나는 것이 아니라 산발적으로 발생하고 있어서, 확 트인 넓은 면적의 논을 선호하는 저어새, 재두루미, 큰기러기 등 대형 조류의 서식에 악영향을 미치고 있는 실정이다. 특히, 재두루미는 과거 한강하구를 대표하는 겨울철새였으나 논 면적의 감소로 인해 월동하는 개체군의 크기가 크게 감소하였다 (한국자연환경연구소 2013). 재두루미의 서식지인 김포 홍도평야, 김포 태리, 인천 이화동, 인천 대장동, 김포 평리들, 고양시 구산동은 논 전용, 복토, 공사차량 출입, 공장 설립 등으로 인해 재두루미의 취식지로서의 기능을 상실했거나 상실하고 있다. 큰기러기 또한 이들 지역에서 관찰되는 빈도가 줄어들고 있으며, 김포 시암리 습지 인근의 후평리 지역으로 집중하는 경향 또한 나타나는 것으로 생각된다. 이러한 농경지의 감소 및 서식지 질 악화는 앞으로 한강하구에 도래하는 조류들의 종 및 개체수 감소에 큰 영향을 미칠 것으로 생각된다. 따라서 한강하구에 도래하는 철새들을 보호하기 위해서는 강 내부 뿐만 아니라 김포시, 파주시, 고양시 및 인천 지역의 농경지에 대한 거시적인 관리방안 또한 마련해야 할 것으로 생각된다.

## 1. 서론

한강하구는 수도권에 위치하여 개발압력이 높은 서울에 인접해 있으나 비무장지대(DMZ)와 민간인출입제한지역(CCZ)이어서 지금까지 자연적인 하구습지를 잘 보전하고 있는 지역이며, 우리나라에서 유일하게 하구둑으로 막혀있지 않아 조수의 영향을 받으며, 넓은 갯벌이 분포하고 있다. 이러한 갯벌은 한강하구 인근의 논과 더불어 한강하구를 찾아오는 많은 철새들에게 안정적인 취식지와 휴식지를 제공하고 있다(원과 박 1996). 이와 같은 이유로 인해 한강하구는 그 가치를 인정받아 2006년 4월에 6,067 ha의 면적이 습지보호지역으로 지정되었다. 한강하구 일대에는 매년 약 10만 마리의 조류가 이용하고, 지금까지 기록된 종은 138종이 넘는 것으로 알려져 있다(경기개발연구원 2008).

한강하구를 대표하는 조류 중 하나인 저어새는 한강하구 내 유도에서 번식하는 것으로 보고되었고(이 2005, 2006), 한강하구를 대표하는 조류인 재두루미 *Grus vipio* 약 1,700여 개체가 과거 1970년대에 시암리습지에 도래하였다고 보고되었고, 이 중 일부 개체가 월동하는 것으로 알려져 시암리습지 일대가 1975년에 천연기념물 250호로 지정되었다(원 1981, 구 1986). 이후 팔당댐의 건설과 농경지 확장사업으로 인해 갯벌의 면적이 줄어들어 개체수가 감소하다가 2000년대 초반에 장항습지 일대에서 다시 관찰되기 시작하여 약 150마리의 재두루미가 다시 월동하는 것으로 밝혀졌다(이 2000, 강 2009, 강 등 2009, 박과 이 2009). 또한 한강하구는 멸종위기 II급인 개리 *Anser cygnoides*의 국내 최대 도래지로 알려져 있고(원과 박 1996), 매년 수만 마리의 멸종위기 II급인 큰기러기 *Anser fabalis*가 월동하는 곳이다. 이외에도 흰죽지수리 *Aquila heliaca*, 독수리 *Aegypius monachus*, 흰꼬리수리 *Haliaeetus albicilla*, 참매 *Accipiter gentilis*, 물수리 *Pandion haliaetus*, 잣빛개구리매 *Circus cyaneus*, 말뚝가리 *Buteo buteo*, 큰말뚝가리 *Buteo hemilasius* 등 다양한 맹금류가 서식한다(백 등 2000, 2001, 구와 노 2004, 강 등 2008, 박과 권 2008, 2009, 전과 김 2008, 2009).

이렇게 다양한 조류들 중에서 다수의 조류는 한강하구 주변의 농경지에서 추수 후 낙곡을 주 먹이원으로 이용하고 있다. 그러나 한강하구 내부의 갯벌과 주변의 농경지는 지속적인 개발 압력을 받고 있으며 일산대교 준공, 제2자유로 신설, 김포 신도시 개발, 강변도로 확장, 농경지의 전용 등으로 인하여 조류의 취·서식지의 질이 점점 악화되고 있는 실정이다. 이에 본 연구는 한강하구 습지보호지역에 도래하는 조류 서식현황을 파악하고, 이를 기반으로 한강하구 습지보호구역의 보호·관리를 위한 기초자료로 활용하는 데 목적을 두고 있다.

## 2. 조사지역 및 조사방법

한강하구 습지보호지역을 상류에서 하류까지 장항습지, 산남습지, 공룡천습지, 성동습지, 시암리습지 등 5구간으로 구분하여 조사하였다 (그림 1). 장항습지 구간은 김포대교에서 일산대교 사이이고, 산남습지 구간은 일산대교 아래부터 장월평천을 지나 문발IC로 이어지는 곳이다. 공룡천습지 구간은 문발IC에서 오두산 전망대 사이의 구간 중 파주시 방향의 지역이고, 성동습지 구간은 오두산 전망대에서 임진강 하구와 만나는 지역으로 구분하였다. 시암리습지 구간은 석탄리 배수펌프장에서부터 한강하구 하류 아래로 애기봉을 지나 유도까지의 구간으로 설정하였다.

조사 범위는 한강하구 습지보호지역 전체를 대상으로 하였으며, 한강하구 수역과 소택지를 중점적으로 조사하였다. 제방도로를 따라 조사하는 중 인근의 농경지에서 관찰되는 모든 조류를 포함하였다.



<그림 1> 한강하구 습지보호지역 및 조사구간

본 조사는 총 8회에 걸쳐 시행하였으며, 조사 시기는 2015년 12월, 2016년 1월, 2월, 3월, 4월, 5월, 9월 그리고 10월에 진행하였다. 겨울철에 수 많은 조류들이 한강하구를 이동경로로 이용하거나 월동한다는 보고가 다수 존재하여, 한강하구에 서식하는 조류의 특성을 반영하여 겨울과 봄철 위주로 조사일정을 조정하였다.

조사 방법은 제방도로를 따라 이동하다가 강 내부의 관찰이 용이한 지점을 선정하여 정점조사를 수행하였으며, 가능한한 한강하구 습지보호구역을 전부 관찰하도록 노력하였다. 물새와 맹금류 등 관찰이 상대적으로 용이한 조류는 전수 조사를 기본으로 하였다. 눈으로 관찰되는 조류뿐만 아니라 소리로 동정이 가능한 모든 조류를 기록하였다.

다만 숲이나 덩굴에 서식하는 조류나 산새들은 관찰이 용이하지 않아서 전수조사가 어렵기 때문에 관찰되는 개체들의 일부만 기록할 수 있었다. 전수 조사 대상 조류는 습지에 서식하는 물새류와 맹금류로 최대한 전체수를 파악하고자하였다. 관찰은 쌍안경(10배율)과 망원경(30 ~ 70배)을 이용하였다.

조사 자료 분석은 지역별 우점종(dominant species)과 상대우점도(Relative abundance), 종다양성지수(species diversity index, H'), 종균등도 지수(species evenness index, J'), 종풍부도 지수(species richness index, Da) 등을 이용하였다.

### 3. 조사결과

#### 가. 월별 조류 조사 결과

##### 1) 2015년 12월 조류 조사결과

2015년 12월 조사에서 관찰된 조류는 52종 33,951개체였다. 가장 많은 종이 관찰된 지역은 공릉천습지 구간의 31종이었고, 가장 적은 수가 관찰된 지역은 성동습지 구간의 15종이었다. 가장 많은 개체수가 관찰된 지역은 장항습지 구간으로 20,044개체가 관찰되었고, 가장 적은 수가 관찰된 지역은 시암리습지 구간으로 3,772개체가 관찰되었다.

한강하구 습지보호구역에서 가장 많은 개체수가 관찰된 조류는 큰기러기 *Anser fabalis* (상대우점도 RA=37.7 %)로서 12,785개체가 관찰되었으며, 다음으로는 쇠기러기 *Anser albifrons* (RA=33.8 %) 11,487개체, 흰뺨검둥오리 *Anas poecilorhyncha* (RA=33.8 %) 3,362개체, 청둥오리 *Anas platyrhynchos* (RA=33.8%) 3,214개체의 순으로 관찰되었다. 환경부지정 멸종위기 I 등급인 조류는 저어새 *Platalea minor*, 흰꼬리수리 *Haliaeetus albicilla*, 참수리 *Haliaeetus pelagicus* 등 3종이 관찰되었고, 환경부지정 멸종위기 II 등급인 조류는 개리 *Anser cygnoides*, 큰기러기, 노랑부리저어새 *Platalea leucorodia*, 재두루미 *Grus vipio* 4종이 관찰되었다. 보호종은 뿔논병아리 *Podiceps cristatus*, 황조롱이 *Falco tinnunculus*, 말뚝가리 *Buteo buteo*, 종다리 *Alauda arvensis* 4종이 관찰되었다.

##### 2) 2016년 1월 조류 조사결과

2016년 1월 조사에서 관찰된 조류는 37종 15,687개체였다. 가장 많은 종이 관찰된 지역은 장항습지 구간의 29종이었고, 가장 적은 수가 관찰된 지역은 시암리습지 구간의 7종이었다. 가장 많은 개체수가 관찰된 지역 역시 장항습지 구간으로 10,551개체가 관찰되었고, 가장 적은 수가 관찰된 지역은 공릉천습지 구간으로 811개체가 관찰되었다.

이 중에서 가장 많이 관찰된 조류는 큰기러기 (RA=53.6 %)로서 8,403개체가



관찰되었고, 다음으로 많이 관찰된 조류는 쇠기러기 (RA=21.6%) 3,392개체, 흰죽지 *Aythya ferina* (RA=6.27 %) 984개체, 흰뺨검둥오리 (RA=6.10 %) 957개체, 청둥오리 (RA=5.64 %) 884개체의 순이었다. 환경부지정 멸종위기 I 등급인 조류는 흰꼬리수리, 참수리, 검독수리 *Aquila chrysaetos* 3종이 관찰되었고, 환경부지정 멸종위기 II 등급인 조류는 큰기러기, 재두루미 2종이 관찰되었다. 보호종은 청머리오리 *Anas falcata*, 빨논병아리, 말뚝가리 3종이 관찰되었다.

### 3) 2016년 2월 조류 조사결과

2016년 2월 조사에서 관찰된 조류는 31종 10,593개체였다. 가장 많은 종이 관찰된 지역은 장항습지와 공릉천습지 구간의 18종이었고, 가장 적은 수가 관찰된 지역은 시암리습지 구간의 8종이었다. 가장 많은 개체수가 관찰된 지역은 장항습지 구간으로 5,969개체가 관찰되었고, 가장 적은 수가 관찰된 지역은 공릉천습지 구간으로 857개체가 관찰되었다.

이 중에서 가장 많은 개체가 관찰된 조류는 쇠기러기 (RA=26.8 %)로서 2,842개체였고, 다음으로는 꿩이갈매기 *Larus crassirostris* (RA=22.9 %) 2,430개체, 큰기러기 (RA=17.5 %) 1,857개체, 흰뺨검둥오리 (RA=11.1 %) 1,173개체의 순으로 관찰되었다. 환경부지정 멸종위기 I 등급인 조류는 매 *Falco peregrinus*, 흰꼬리수리 *Haliaeetus albicilla* 2종이 관찰되었고, 환경부지정 멸종위기 II 등급인 조류는 개리, 큰기러기, 재두루미, 노랑부리저어새, 재두루미 총 4종이 관찰되었다. 보호종은 황조롱이, 말뚝가리 2종이 관찰되었다.

### 4) 2016년 3월 조류 조사결과

2016년 3월 조사에서 관찰된 조류는 33종 9,056개체였다. 가장 많은 종이 관찰된 지역은 시암리습지 구간의 26종이었고, 가장 적은 수가 관찰된 지역은 성동습지 구간의 6종이었다. 가장 많은 개체수가 관찰된 지역은 시암리습지 구간으로 4,621개체가 관찰되었고, 가장 적은 수가 관찰된 지역은 공릉천습지 구간으로 209개체가 관찰되었다.

3월 한강하구에서 가장 많이 관찰된 조류는 꿩이갈매기 (RA=32.7 %)로서 2,962개체가 관찰되었고, 다음으로 많이 관찰된 조류는 흰죽지(RA=24.4 %) 2,207개체, 붉은부리갈매기 *Larus ridibundus* (RA=16.6 %) 1,500개체, 흰뺨검둥오리 (RA=7.09 %) 642개체, 쇠기러기 (RA=5.74 %) 520개체의 순이었다. 환경부지정 멸종위기 I 등급인 조류는 관찰되지 않았고, 환경부지정 멸종위기 II 등급인 조류는 개리, 큰기러기, 노랑부리저어새, 재두루미 4종이 관찰되었다. 보호종은 빨논병아리, 말뚝가리, 오색딱다구리 *Dendrocopos major*,



청딱다구리 *Picus canus* 4종이 관찰되었다.

#### 5) 2016년 4월 조류 조사결과

2016년 4월 조사에서 관찰된 조류는 32종 1,096개체였다. 가장 많은 종이 관찰된 지역은 시암리습지 구간의 22종이었고, 가장 적은 수가 관찰된 지역은 산남습지와 공릉천 습지 구간의 8종이었다. 가장 많은 개체수가 관찰된 지역은 시암리습지 구간으로 573개체가 관찰되었고, 가장 적은 수가 관찰된 지역은 산남습지 구간으로 60개체가 관찰되었다.

이 중에서 가장 많이 관찰된 조류는 민물가마우지 *Phalacrocorax carbo* (상대우점도 RA=41.2%)로서 451개체였으며, 다음은 흰뺨검둥오리 (RA=11.4 %) 125개체, 참새 *Passer montanus* (RA=7.94 %) 87개체, 꿩이갈매기 (RA=5.75 %) 63개체의 순이었다. 환경부지정 멸종위기 I 등급인 조류는 저어새 1종이 관찰되었고, 환경부지정 멸종위기 II 등급인 조류는 관찰되지 않았다. 환경부지정 보호종은 황조롱이, 개구리매 *Circus spilonotus*, 청딱다구리 *Picus canus* 3종이 관찰되었다.

#### 6) 2016년 5월 조류 조사결과

2016년 5월 조사에서 관찰된 조류는 26종 1,984개체였다. 가장 많은 종이 관찰된 지역은 장항습지 구간의 19종이었고, 가장 적은 수가 관찰된 지역은 산남습지 구간의 10종이었다. 가장 많은 개체수가 관찰된 지역은 장항습지 구간으로 852개체가 관찰되었고, 가장 적은 수가 관찰된 지역은 공릉천습지 구간으로 148개체가 관찰되었다.

5월의 조사에서 가장 많았던 조류는 민물가마우지였으며 (상대우점도 RA=31.3 %) 621개체가 유도에서 번식 중이었다. 다음으로 많은 종은 꿩이갈매기 (RA=17.1 %) 340개체였으며, 흰뺨검둥오리 (RA=16.4 %) 326개체, 왜가리 *Ardea cinerea* (RA=7.91 %) 157개체의 순으로 관찰되었다. 환경부지정 멸종위기 I 등급인 조류는 저어새 1종이 관찰되었고, 환경부지정 멸종위기 II 등급인 조류는 큰기러기, 큰덤불해오라기 *Ixobrychus eurhythmus*, 알락개구리매 *Circus melanoleucos* 3종이 관찰되었다. 환경부지정 보호종은 빠꾸기 *Cuculus canorus*, 피꼬리 *Oriolus chinensis* 2종이 관찰되었다.

#### 7) 2016년 9월 조류 조사결과

2016년 9월 조사에서 관찰된 조류는 27종 6,879개체였다. 가장 많은 종이 관찰된 지역은 시암리습지 구간의 14종이었고, 가장 적은 수가 관찰된 지역은 공릉천습지 구간의 9종이었다. 가장 많은 개체수가 관찰된 지역은 시암리습지 구간으로 4,375개체가 관찰되었고, 가장 적은 수가 관찰된 지역은 공릉천습지 구간으로 286개체가 관찰되었다.

이 중에서 가장 많이 관찰된 조류는 흰뺨검둥오리 (RA=35.9 %)로 2,466개체가 관찰되었고, 다음으로는 2,327개체가 관찰된 큰기러기 (RA=33.9 %), 1,043개체가 관찰된 쇠기러기 (RA=15.2 %), 550개체가 관찰된 갯이갈매기 (RA=8.00 %)의 순이었다. 환경부지정 멸종위기 I 등급인 조류는 저어새, 매 2종이 관찰되었고, 환경부지정 멸종위기 II 등급인 조류는 개리, 큰기러기 2종이 관찰되었다. 환경부지정 보호종은 관찰되지 않았다.

#### 8) 2016년 10월 조류 조사결과

2016년 10월 조사에서 관찰된 조류는 35종 26,803개체였다. 가장 많은 종이 관찰된 지역은 장항습지 구간의 27종이었고, 가장 적은 수가 관찰된 지역은 성동습지 구간의 12종이었다. 가장 많은 개체수가 관찰된 지역은 시암리습지 구간으로 14,121개체가 관찰되었고, 가장 적은 수가 관찰된 지역은 공릉천습지 구간으로 1,089개체가 관찰되었다.

한강하구 습지보호구역 안에서 가장 많았던 조류는 쇠기러기 (RA=53.6 %)로서 14,377개체가 관찰되었고, 다음으로는 큰기러기 (RA=22.3 %) 5,984개체, 흰뺨검둥오리 (RA=12.0 %) 3,226개체, 청둥오리 (RA=6.07 %) 1,628개체, 흰죽지 (RA=2.36 %) 632개체의 순으로 관찰되었다. 환경부지정 멸종위기 I 등급인 조류는 저어새 1종이 관찰되었고, 환경부지정 멸종위기 II 등급인 조류는 개리, 큰기러기, 재두루미 3종이 관찰되었다. 환경부지정 보호종은 황조롱이, 말뚝가리 2종이 관찰되었다.

### 나. 구간별 조류 조사 결과

#### 1) 한강하구 전체 조사 종합 결과

장항습지 구간에서 유도지역까지 지역별로 관찰된 총 조류는 87종이었으며 관찰 합계는 106,049개체였다. 각 종의 최대 관찰수의 합은 44,099개체였다 (부록 1). 구간별로 보면 시암리습지 구간이 57종으로 가장 많은 종이 관찰되었고, 다음으로는 장항습지 구간 55종, 공릉천습지 구간 49종, 산남습지 구간 42종, 성동습지 구간 38종의 순이었다. 개체수 기준으로는 장항습지구간이 합계 47,701개체로 가장 많은 수의 조류가 관찰되었고, 다음으로는 시암리습지 구간의 29,928개체, 성동습지 구간 13,814개체, 산남습지 구간 9,039개체 그리고 공릉천습지 구간의 5,567개체의 순이었다 (부록 2, 3, 4, 5, 6).

#### 2) 장항습지 구간

장항습지구간에서 2015년 12월에서 2016년 10월까지 총 8번의 조사에서 관찰된 조류는 55종 47,701개체였으며, 2015년 12월에 20,044개체로 가장 많은 개체가 관찰되었고, 2016년 4월에 281개체로 가장 적은 수가 관찰되었다. 환경부지정 멸종위기 I 등급 조류는

저어새, 흰꼬리수리, 참수리 3종이 관찰되었고, 환경부지정 멸종위기 II 등급 조류는 개리, 큰기러기, 큰덤불해오라기, 재두루미 4종이 관찰되었다. 장항습지 구간은 재두루미의 월동지로서 겨울 조사기간 동안 계속해서 관찰되었다. 이 지역의 조석간만의 차이로 드러나는 갯벌이 이들의 먹이터로 중요한 곳이었다.

### 3) 산남습지 구간

산남습지구간에서 2015년 12월에서 2016년 10월까지 총 8번의 조사에서 관찰된 조류는 총 42종 9,039개체였으며, 2016년 10월에 2,487개체로 가장 많은 개체가 관찰되었고, 2016년 4월에 60개체로 가장 적은 수가 관찰되었다. 환경부지정 멸종위기 I 등급 조류는 저어새, 흰꼬리수리, 참수리 3종이 관찰되었고, 환경부지정 멸종위기 II 등급 조류는 개리, 큰기러기, 노랑부리저어새, 재두루미 등 4종이 관찰되었다. 산남습지 구간에서는 일산대교 인근 갯벌에서 재두루미와 개리, 큰기러기 등을 다수 관찰할 수 있었다.

### 4) 공룡천습지 구간

공룡천습지 구간에서 2015년 12월에서 2016년 10월까지 총 8번의 조사에서 관찰된 조류는 총 49종 5,567개체였으며, 2015년 12월에 2,055개체로 가장 많은 개체가 관찰되었고, 2016년 4월에 112개체로 가장 적은 수가 관찰되었다. 환경부지정 멸종위기 I 등급 조류는 저어새, 매, 흰꼬리수리 3종이 관찰되었고, 환경부지정 멸종위기 II 등급 조류는 큰기러기, 노랑부리저어새, 알락개구리매 3종이 관찰되었다.

### 5) 성동습지 구간

성동습지 구간에서 2총 8번의 조사에서 관찰된 조류는 총 38종 13,814개체였으며, 2015년 12월에 6,940개체로 가장 많은 개체가 관찰되었고, 2016년 4월에 70개체로 가장 적은 수가 관찰되었다. 환경부지정 멸종위기 I 등급 조류는 저어새, 흰꼬리수리, 검독수리 3종이 관찰되었고, 환경부지정 멸종위기 II 등급 조류는 큰기러기 1종이 관찰되었다.

### 6) 시암리습지 구간

시암리습지 구간에서 2015년 12월에서 2016년 10월까지 총 8번의 조사에서 관찰된 조류는 총 57종 29,928개체였으며, 2016년 10월에 14,121개체로 가장 많은 개체가 관찰되었고, 2016년 5월에 159개체로 가장 적은 수가 관찰되었다. 환경부지정 멸종위기 I 등급 조류는 저어새, 흰꼬리수리 2종이 관찰되었고, 환경부지정 멸종위기 II 등급 조류는 개리, 큰기러기, 노랑부리저어새, 독수리 4종이 관찰되었다.

## 다. 멸종위기종 조류 도래 상황 및 분포

### 1) 멸종위기종 도래 상황

2015 ~ 2016년 조사에서 관찰된 환경부지정 멸종위기 I 급 조류는 저어새, 매, 흰꼬리수리, 참수리, 검독수리 등 5종이었고, 환경부지정 멸종위기 II 급 조류는 개리, 큰기러기, 노랑부리저어새, 큰덤불해오라기, 독수리, 알락개구리매, 재두루미 등 총 7종이었다. 또한 환경부지정 보호종은 청머리오리, 빨논병아리, 황조롱이, 개구리매, 말뚝가리, 삿갓가리, 오색딱다구리, 청딱다구리, 피꼬리, 종다리 등 10종이 관찰되었다.

집단번식종은 해오라기 *Nycticorax nycticorax*, 황로 *Bubulcus ibis*, 왜가리 *Ardea cinerea*, 중대백로 *Ardea alba modesta*, 중백로 *Egretta intermedia*, 쇠백로 *Egretta garzetta*, 민물가마우지 등 총 7종이 관찰되었으며, 본 조사에서는 유도 내에서 민물가마우지 약 400쌍 정도가 번식하는 것을 확인하였고, 중대백로, 중백로, 왜가리, 황로, 쇠백로, 해오라기가 유도 내부에서 번식하고 있으나 접근이 불가능하여 관찰하지 못하였다. 또한 이들 백로류는 김포시 일대의 야산에서 집단번식하고 있는 것으로도 알려져 있다.

<표 1> 한강하구 습지보호지역에서 관찰된 법정보호종

구 분	종 명	종 수
멸종위기야생생물 I 급	저어새, 매, 흰꼬리수리, 참수리, 검독수리	5종
멸종위기야생생물 II 급	개리, 큰기러기, 노랑부리저어새, 큰덤불해오라기, 독수리, 알락개구리매, 재두루미	7종
보호종	청머리오리, 빨논병아리, 황조롱이, 개구리매, 말뚝가리, 삿갓가리, 오색딱다구리, 청딱다구리, 피꼬리, 종다리	10종
집단번식종	해오라기, 황로, 왜가리, 중대백로, 중백로, 쇠백로, 민물가마우지	7종

한강하구 습지보호지역에서 본 조사와 문헌자료를 통해 최근까지 확인된 멸종위기조류는 26종에 이르렀다 (표 2). 이 중 본 조사에서 새로이 관찰된 조류는 멸종위기 I 급인 참수리, 검독수리 그리고 멸종위기야생생물 II 급인 큰덤불해오라기, 알락개구리매 등 총 4종이었다.

&lt;표 2&gt; 한강하구 습지보호지역에서 기록된 법정 보호종 목록

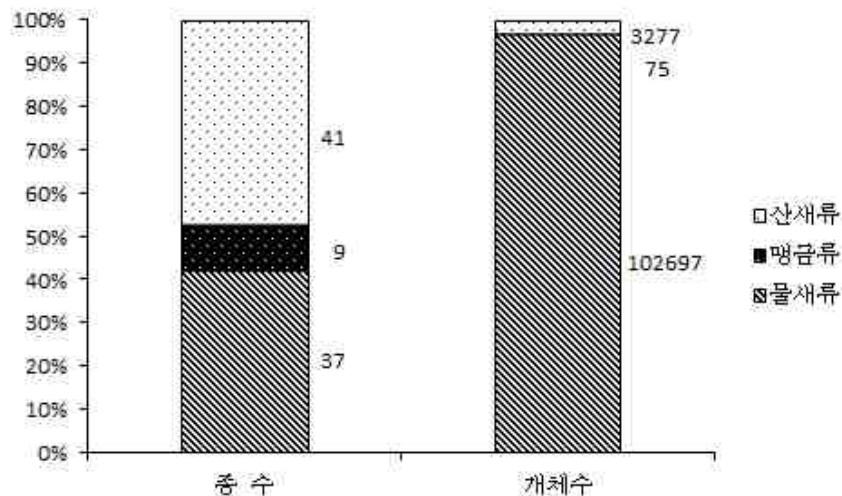
연번	국명	종명	보호 등급	문헌자료	본 조사
1	저어새	<i>Platalea minor</i>	멸종위기 I 급	●	○
2	매	<i>Falco peregrinus</i>		●	○
3	흰꼬리수리	<i>Haliaeetus albicilla</i>		●	○
4	참수리	<i>Haliaeetus pelagicus</i>			○
5	검독수리	<i>Aquila chrysaetos</i>			○
6	두루미	<i>Grus japonensis</i>		●	
7	개리	<i>Anser cygnoides</i>	멸종위기 II 급	●	○
8	큰기러기	<i>Anser fabalis</i>		●	○
9	큰고니	<i>Cygnus cygnus</i>		●	
10	노랑부리저어새	<i>Platalea leucorodia</i>		●	○
11	큰덤불해오라기	<i>Ixobrychus eurhythmus</i>			○
12	새호리기	<i>Falco subbuteo</i>		●	
13	물수리	<i>Pandion haliaetus</i>		●	
14	독수리	<i>Aegypius monachus</i>		●	○
15	젯빛개구리매	<i>Circus cyaneus</i>		●	
16	알락개구리매	<i>Circus melanoleucos</i>			○
17	새매	<i>Accipiter nisus</i>		●	
18	참매	<i>Accipiter gentilis</i>		●	
19	큰말뚝가리	<i>Buteo hemilasius</i>		●	
20	흰죽지수리	<i>Aquila heliaca</i>		●	
21	뜸부기	<i>Gallicrex cinerea</i>		●	
22	채두루미	<i>Grus vipio</i>		●	○
23	검은목두루미	<i>Grus grus</i>		●	
24	흑두루미	<i>Grus monacha</i>		●	
25	알락꼬리마도요	<i>Numenius madagascariensis</i>		●	
26	수리부엉이	<i>Bubo bubo</i>		●	
27	흰기러기	<i>Anser caerulescens</i>		●	
28	원앙	<i>Aix galericulata</i>		●	
29	청머리오리	<i>Anas falcata</i>			○
30	밭구지	<i>Anas querquedula</i>		●	
31	가창오리	<i>Anas formosa</i>	●		
32	빨논병아리	<i>Podiceps cristatus</i>	●	○	
33	황조롱이	<i>Falco tinnunculus</i>	●	○	
34	비둘기조롱이	<i>Falco amurensis</i>	●		
35	쇠황조롱이	<i>Falco columbarius</i>	●		
36	개구리매	<i>Circus spilonotus</i>	●	○	
37	말뚝가리	<i>Buteo buteo</i>	●	○	
38	학도요	<i>Tringa erythropus</i>	●		
39	삾꾸기	<i>Cuculus canorus</i>	●	○	
40	파랑새	<i>Eurystomus orientalis</i>	●		
41	물총새	<i>Alcedo atthis</i>	●		
42	오색딱다구리	<i>Dendrocopos major</i>	●	○	
43	청딱다구리	<i>Picus canus</i>	●	○	
44	피꼬리	<i>Oriolus chinensis</i>	●	○	
45	중다리	<i>Alauda arvensis</i>	●	○	
46	검은딱새	<i>Saxicola torquatus</i>	●		

\* 경기개발연구원(2008), 구와 노(2004), 박과 권(2008, 2009), 백 외(2000, 2001), 원과 박(1996), 이(2000), 한국환경생태연구소(2005, 2007), 한강유역환경청(2009) 등 자료 및 현 조사 참조

#### 4. 고찰

##### 가. 한강하구에 도래하는 조류의 군집특성

2015년 10월부터 2016년 10월 까지 한강하구에서 관찰된 조류는 총 87종 합계 106,049개체였으며, 이 중 산새류는 41종 (42.53 %), 맹금류는 9종 (10.34 %), 물새류는 37종 (47.11 %)이 관찰되었다 (그림 2). 그러나 개체수 관점에서 살펴보면 총 106,049개체 중에서 물새류가 102,697개체로 약 96.84 %를 차지하였고, 산새류가 3,277개체 약 3.09 %, 맹금류 75개체 약 0.07 %를 차지하였다. 물론 산새류의 전수조사는 어렵다는 전제를 따르더라도 한강하구에 도래하는 조류는 물새류가 대부분을 차지한다고 할 수 있다.

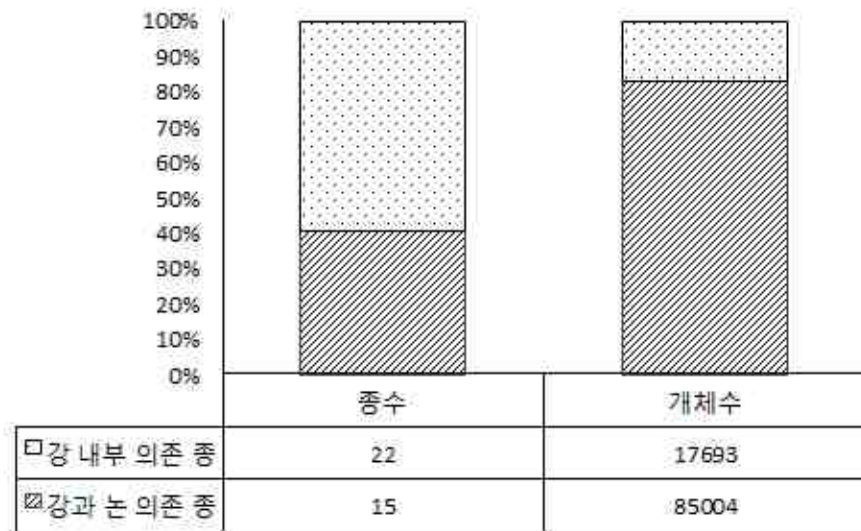


<그림 2> 한강하구 조류 군집별 출현 특성

한강하구에 도래하는 조류의 대부분을 차지하는 37종의 물새류의 서식지 이용 특성을 살펴보면, 강 내부 의존성이 큰 조류는 22종 17,693개체가 관찰되었고 강과 논 모두를 이용하는 종은 15종 85,004개체가 관찰되어 한강하구에 도래하는 개체들의 대다수가 논을 이용한다는 것을 알 수 있다. 강과 논을 모두 이용하는 조류로는 멸종위기 I 등급인 저어새를 포함하여, 멸종위기 II 등급인 재두루미, 큰기러기 그리고 쇠기러기, 황오리 *Tadorna ferruginea*, 청둥오리, 흰뺨검둥오리, 해오라기, 검은댕기해오라기 *Butorides striata*, 황로, 왜가리, 중대백로, 중백로, 쇠백로, 청다리도요 *Tringa nebularia*가 있다. 이들은 한강하구 내의 습지보호구역 외 지역에서 번식기 또는 비번식기 동안 강 인근의 논을 취식 및 휴식지로 이용하며 생활한다. 반면에 개리, 흑부리오리 *Tadorna tadorna*, 청머리오리 *Anas falcata*, 홍머리오리 *Anas penelope*, 고방오리 *Anas acuta*, 흰죽지 *Aythya*



*ferina*, 흰뺨오리 *Bucephala clangula*, 흰비오리 *Mergellus albellus*, 비오리 *Mergus merganser*, 논병아리 *Tachybaptus ruficollis*, 빨논병아리, 검은목논병아리 *Podiceps nigricollis*, 노랑부리저어새, 큰덤불해오라기, 민물가마우지, 가마우지 *Phalacrocorax capillatus*, 재갈매기 *Larus argentatus*, 팽이갈매기 *Larus crassirostris*, 한국재갈매기 *Larus cachinnans*, 붉은부리갈매기 *Larus ridibundus* 22 종의 물새류는 주로 강 내부를 이용하기 때문에 한강하구 습지보호구역 내에서 생활을 한다.



<그림 3> 한강하구 조류 군집 특성 (강 내외부)

#### 나. 한강하구 습지보호지역의 문제점과 서식지 관리를 위한 방안

앞서 살펴본 바와 같이, 한강하구에 도래하는 조류의 개체수 기준으로 약 96.84 % 물새류가 차지하고 있다. 그러므로 한강하구 습지보호지역의 서식지 관리방안 또한 이들 조류에 초점을 맞춰서 이루어져야 할 것이다.

한강하구는 해수와 담수가 만나는 기수역으로 넓은 갯벌이 분포하며 군사보호구역 및 천연기념물로 지정되어 보호되고 있고, 강 주변이 철조망으로 이루어져 있어서 강 내부는 다른 지역에 비해 잘 보호되고 있다고 할 수 있다. 강 내부에서 행해지고 있는 어업은 주로 봄철부터 이루어지고 강폭이 넓어서 조류의 피난처가 충분하게 확보된다고 볼 수 있다. 따라서 조류의 서식에 커다란 영향을 주지 않는 것으로 생각되나 준설작업으로 인한 하상의 변화나 갯벌의 소실은 조류의 먹이원인 식물상의 변화, 저서무척추 동물 및 어류 등의 서식 영향을 줄 것으로 예상되나 이러한 변화를 예측하기는 어렵기 때문에 다른 생물분류군과 연계하여 장기적 조사가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

한편, 한강하구에 도래하는 조류 중 약 80%의 조류가 한강하구 습지보호지역 내부뿐만

아니라 강 인근의 논을 주로 이용하는 종들이다. 한강하구에 인접한 김포시, 파주시, 고양시 등은 높은 개발압력으로 인해 논 면적이 감소하고 있는 실정이고, 이러한 감소는 한 곳에 집중적으로 일어나는 것이 아니라 산발적으로 발생하고 있어서, 확 트인 넓은 면적의 논을 선호하는 저어새, 재두루미, 큰기러기 등 대형 조류의 서식에 악영향을 미치고 있는 실정이다. 특히, 재두루미는 과거 한강하구를 대표하는 겨울철새였으나 논 면적의 감소로 인해 월동하는 개체군의 크기가 크게 감소하였다 (한국자연환경연구소 2013). 재두루미의 서식지인 김포 홍도평야, 김포 태리, 인천 이화동, 인천 대장동, 김포 평리들, 고양시 구산동은 논이 전용, 복토, 공사차량 출입, 공장 설립 등으로 인해 재두루미의 취식지로서의 기능을 상실했거나 상실하고 있다. 큰기러기 또한 이들 지역에서 관찰되는 빈도가 줄어들고 있으며, 김포 시암리 습지 인근의 후평리 지역으로 집중하는 경향 또한 나타나는 것으로 생각된다. 이러한 농경지의 감소 및 서식지 질 악화는 앞으로 한강하구에 도래하는 조류들의 종 및 개체수 감소에 큰 영향을 미칠 것으로 생각된다. 따라서 한강하구에 도래하는 철새들을 보호하기 위해서는 강 내부 뿐만 아니라 김포시, 파주시, 고양시 및 인천 지역의 농경지에 대한 거시적인 관리방안 또한 마련해야 할 것으로 생각된다.

## 5. 참고문헌

- 강태한, 한강하구에 도래하는 재두루미(*Grus vipio*)의 서식지 이용에 관한 연구, 2009, 전남대학교 박사학위 논문. 104쪽.
- 강태한, 이기섭, 유승화, 김인규, 조해진, 김화정, 이종빈, 한강하구지역에 도래하는 수조류의 군집특성에 관한 연구, 한국조류학회지, 2008, 15(1):51-59.
- 강태한, 이종빈, 유승화, 김화정, 이기섭, 한강하구에 도래하는 재두루미의 서식지 이용현황, 한국환경생태학회지, 2009, 23(3):56-64.
- 경기개발연구원, DMZ일원 평화생태공원 조성 및 생태관광 개발을 위한 연구 -최종보고서-, 2008, 경기도, 480쪽.
- 구태회, 한강하구에 도래하는 재두루미의 실태와 월동생태, 한강하구 재두루미도래지 보고서, 1986, 경기도.
- 구태회, 노신애, 99~04년 겨울철 조류 동시 센서스 종합보고서. -한강하구(오두산전망대-한강하구), 2004, 환경부 & 국립환경연구원, 35-37.
- 박건석, 이기섭, 한강하구권역의 두루미류 모니터링2,부제: 한강하구 재두루미 모니터링 결과보고, 제4회 한국두루미네트워크회의 겸 순천만 두루미워크숍 자료집, 2009, 47-57쪽.
- 박병삼, 권찬수, 2008년도 겨울철 조류 동시 센서스. 11. 한강하구, 김포 홍도평야(Han river estuary, Hongdopyung), 2008, 환경부 & 국립생물자원관, 40-43쪽.
- 박병삼, 권찬수, 2009년도 겨울철 조류 동시 센서스. 11. 한강하구, 김포 홍도평야(Han river estuary, Hongdopyung), 2009. 환경부 & 국립생물자원관, 41-44쪽.
- 백운기 외 9인, 천연기념물 조류의 월동실태조사, 2000, 문화재청, 도서출판 이화, 486쪽.
- 백운기 외 12인, 천연기념물 조류의 월동실태조사 II, 2001, 문화재청. 도서출판 나인, 452쪽.
- 원병오, 한국동식물도감-제25권 동물편(조류생태), 1981, 문교부. 1,126쪽.
- 원병오, 박진영, 야생의 보고 비무장지대-비무장지대 인접 지역의 조류-, 1996, 현암사. 433-512쪽.
- 이기섭, 한국의 서해안에 도래하는 수조류의 실태와 개체수 변동, 2000, 경희대학교 대학원 박사학위논문. 211쪽.
- 이기섭, 한국의 저어새 번식지역과 번식생태, 2005 저어새 국제심포지움 자료집, 2005, 23-29쪽.
- 이기섭, 제4장 천연기념물 제419호 강화갯벌 및 저어새 번식지, -2006 천연기념물 모니터링-, 2006, 문화재청. 73-124쪽.
- 전선희, 김경훈, 2008년도 겨울철 조류 동시 센서스. 12. 임진강하구(Imjin estuary), 2008, 환경부 & 국립생물자원관, 44-47쪽.
- 전선희, 김경훈, 2009년도 겨울철 조류 동시 센서스. 12. 임진강하구(Imjin estuary), 2009,

환경부 & 국립생물자원관. 45-48쪽.

한강유역환경청, 한강하구 습지보호지역 모니터링 결과보고서, 2009, 환경부 한강유역환경청,  
(주)아르빛. 205쪽

한국자연환경연구소, 채두루미 서식·취식지 조성사업(3단계), 2013, 김포시, 61-98.

한국환경생태연구소, 일산대교 건설에 따른 사후 관리대책 - 종합보고서-, 2005, 일산대교  
건설공사, 187쪽.

한국환경생태연구소, 일산대교 건설에 따른 사후 관리대책 -모니터링보고서-, 2007, 일산대교  
건설공사, 97쪽.

## 부록 1. 한강하구 습지보호지역에서 각 시기별로 관찰된 조류 목록

연번	국명	12월	1월	2월	3월	4월	5월	9월	10월	합계	최대 개체수
1	평	3	1		1	7	3		1	16	7
2	개리	13		89	22			1	14	139	89
3	큰기러기	12,785	8,403	1,857	204		3	2,327	5,984	31,563	12,785
4	쇠기러기	11,487	3,392	2,842	520	32		1,043	14,377	33,693	14,377
5	흑부리오리	2							1	3	2
6	황오리	31							14	45	31
7	청머리오리		1							1	1
8	홍머리오리	3								3	3
9	청둥오리	3,214	884	625	231	9	8		1,628	6,599	3,214
10	흰뺨검둥오리	3,362	957	1,173	642	125	326	2,466	3,226	12,277	3,362
11	고방오리	2	1							3	2
12	쇠오리	127	6	9					5	147	127
13	흰죽지	1,831	984	520	2,207			30	632	6,204	2,207
14	흰뺨오리	17								17	17
15	흰비오리	9	8	2						19	9
16	비오리	75	280	28						383	280
17	논병아리	2	6	5					5	18	6
18	빨논병아리	2	8		5					15	8
19	검은목논병아리		1							1	1
20	노랑부리저어새	11		2	4					17	11
21	저어새	7				1	19	15	1	43	19
22	큰덤불해오라기						1			1	1
23	해오라기					1				1	1
24	검은댕기해오라기						1			1	1
25	황로						83			83	83
26	왜가리	59	2	5	9	27	157	28	74	361	157
27	중대백로	8				38	75	35	30	186	75
28	중백로					2	20	4		26	20
29	쇠백로	2					16	3		21	16
30	민물가마우지	99	167		64	451	621	32	59	1,493	621
31	가마우지	34		84	132	75		8	11	344	132
32	황조롱이	4		1		3			4	12	4
33	매			1				1		2	1
34	흰꼬리수리	16	9	7						32	16
35	참수리	1	1							2	1
36	독수리				1					1	1
37	개구리매					1				1	1
38	알락개구리매						1			1	1
39	말뚝가리	7	6	2	2				6	23	7
40	검독수리		1							1	1
41	재두루미	2	28	30					37	97	37
42	청다리도요					6		2		8	6
43	갭작도요					2				2	2
44	팽이갈매기	3	50	2,430	2,962	63	340	550	33	6,431	2,962

&lt;표. 계속&gt;

연번	국명	12월	1월	2월	3월	4월	5월	9월	10월	합계	최대 개체수
45	재갈매기	90	59	423	147				21	740	423
46	한국재갈매기				120			7	24	151	120
47	붉은부리갈매기	42	19		1,500					1,561	1,500
48	멧비둘기	201	19	39	23	28	8	63	69	450	201
49	빼꾸기						8			8	8
50	쇠딱다구리				2	2				4	2
51	오색딱다구리				1					1	1
52	청딱다구리				1	1				2	1
53	때까치	5								5	5
54	피꼬리						6			6	6
55	물까치					10				10	10
56	까치	39	80	73	24	25	17	57	60	375	80
57	떼까마귀			4						4	4
58	까마귀			37	1				18	56	37
59	큰부리까마귀	7	8	35		23	3	2		78	35
60	박새	11	53		8	3	3	3	7	88	53
61	쇠박새	2	1		4	1				8	4
62	제비							25		25	25
63	오목눈이				3					3	3
64	종다리	2								2	2
65	식박구리	12	3		5	7	11	5		43	12
66	개개비						94			94	94
67	산솔새					1				1	1
68	붉은머리오목눈이	160	150	35	90	55	22	70	54	636	160
69	동고비				1					1	1
70	찌르레기	14				1		17		32	17
71	흰점찌르레기								1	1	1
72	흰배지빠귀						3			3	3
73	노랑지빠귀			2	5					7	5
74	딱새	2	4			1			5	12	5
75	참새	31	29	190	88	87	135	80	300	940	300
76	노랑할미새							3		3	3
77	알락할미새							2	3	5	3
78	hing등새								1	1	1
79	발종다리	3								3	3
80	되새	20								20	20
81	방울새	19	12							31	19
82	멧새	6	5	21		6				38	21
83	쑥새	2	34							36	34
84	노랑턱멧새	12	15	7	27	2			6	69	27
85	꼬까참새								2	2	2
86	족새	1							90	91	90
87	북방검은머리쑥새	52		15						67	52
	종 수	52	37	31	33	32	26	27	35	87	87
	개체수	33,951	15,687	10,593	9,056	1,096	1,984	6,879	26,803	160,099	44,099
	종다양도(H')	1.58	1.52	2.03	1.96	2.22	2.14	1.59	1.39	1.95	2.03
	종 풍부도(Da)	4.89	3.73	3.24	3.51	4.43	3.29	2.94	3.33	7.43	8.04
	평균등도(J')	0.08	0.10	0.22	0.19	0.26	0.30	0.15	0.09	0.07	0.08



## 부록 2. 장항습지 구간에서 2015-16년에 관찰된 조류 목록

연번	국명	2015	2016								합계
		12월	1월	2월	3월	4월	5월	9월	10월		
1	평		1				4	2		1	8
2	개리	13		70						14	97
3	큰기러기	11,545	7,825	1,300	202			3		1,650	22,525
4	쇠기러기	1,915	394	120	390	32			73	160	3,084
5	흑부리오리									1	1
6	황오리	29								1	30
7	홍머리오리	1									1
8	청둥오리	2,442	87	85	27					808	3,449
9	흰뺨검둥오리	1,766	630	845	214	70	44	236		1,664	5,469
10	고방오리	2	1								3
11	쇠오리	59								4	63
12	흰죽지	1,830	979	520				30		588	3,947
13	흰뺨오리	17									17
14	흰비오리	9	8	2							19
15	비오리	60	215	28							303
16	논병아리		2								2
17	빨논병아리	2	8		4						14
18	검은목논병아리		1								1
19	저어새						1	15		1	17
20	큰덤불해오라기							1			1
21	해오라기					1					1
22	왜가리	30	1		2	12	89	4	35		173
23	중대백로					6	12	2	6		26
24	쇠백로						1	1			2
25	민물가마우지	81	167		63	1	281	28	52		673
26	가마우지	34		73		60		6	11		184
27	황조롱이	2		1						1	4
28	흰꼬리수리	8	7	6							21
29	참수리	1									1
30	말뚝가리	2	2								4
31	재두루미	2	28	7						37	74
32	청다리도요					2					2
33	갭작도요					2					2
34	괭이갈매기	3	17	2,406	1,119	59	300	532	33		4,469
35	재갈매기	66	45	417	130					16	674
36	한국재갈매기				120			4	12		136
37	붉은부리갈매기	42	19		1,500						1,561
38	멧비둘기	60	13	4						34	111
39	빼꾸기						1				1
40	쇠딱다구리				1						1
41	오색딱다구리				1						1
42	때까치	1									1
43	피꼬리							2			2
44	까치	3	7	6	9	3	11	6	14		59
45	큰부리까마귀		1					3			4
46	박새		52		3		3		3		61
47	쇠박새		1		1						2

&lt;표. 계속&gt;

연 번	국명	2015	2016							합계	
		12월	1월	2월	3월	4월	5월	9월	10월		
48	직박구리	9	3					3			15
49	개개비							30			30
50	붉은머리오목눈이					10	15				25
51	찌르레기					1					1
52	딱새		4							1	5
53	참새	10	29	75	10	18	50	15	105	312	
54	형등새									1	1
55	노랑턱멧새		4	4						3	11
	총 수	30	29	18	17	15	19	13	27	55	
	개체수	20,044	10,551	5,969	3,796	281	852	952	5,256	47,701	
	종다양도(H')	1.40	1.07	1.73	1.66	2.00	1.73	1.34	1.73	1.86	
	종풍부도(Da)	2.93	3.02	1.96	1.94	2.48	2.67	1.75	3.03	5.01	
	평균등도(J')	0.11	0.07	0.27	0.27	0.46	0.26	0.24	0.18	0.10	

## 부록 3. 산남습지 구간에서 2015-16년에 관찰된 조류 목록

연번	국명	2015	2016							합계
		12월	1월	2월	3월	4월	5월	9월	10월	
1	평					3				3
2	개리			19	22					41
3	큰기러기	500	340	420	1			120	520	1,901
4	쇠기러기		212	1,200	130			360	630	2,532
5	황오리	2							1	3
6	청머리오리		1							1
7	청둥오리	260	713	430	10	9	8		340	1,770
8	흰뺨검둥오리	261	257	232	50		262	168	867	2,097
9	쇠오리	50	6	4						60
10	흰죽지		4							4
11	비오리		53							53
12	논병아리		4	5						9
13	노랑부리저어새	10								10
14	저어새	7					1			8
15	왜가리	13	1	3		9	28	3	26	83
16	중대백로					4	7	6	4	21
17	쇠백로	1						2		3
18	민물가마우지						40	2	5	47
19	가마우지			11		13				24
20	황조롱이								2	2
21	흰꼬리수리	1	1	1						3
22	참수리		1							1
23	말뚝가리	1							1	2
24	재두루미			23						23
25	괭이갈매기		33	24						57
26	재갈매기		10	6						16
27	멧비둘기	11		1		2			1	15
28	빠꾸기						1			1
29	까치	9		6				12	1	28
30	까마귀								4	4
31	박새	2						1	1	4
32	직박구리	2					3	5		10
33	붉은머리오목눈이		20				7		34	61
34	흰점찌르레기								1	1
35	딱새					1			1	2
36	참새	2				19	40		15	76
37	알락할미새								1	1
38	되새	8								8
39	쭈새		22							22
40	노랑턱멧새								3	3
41	꼬까참새								2	2
42	족새								27	27
	총 수	17	16	15	5	8	10	10	22	42
	개체수	1,140	1,678	2,385	213	60	397	679	2,487	9,039
	종다양도(H')	1.48	1.63	1.41	1.04	1.78	1.21	1.21	1.58	1.79
	종풍부도(Da)	2.27	2.02	1.80	0.75	1.71	1.50	1.38	2.69	4.50
	종균등도(J')	0.21	0.27	0.22	0.46	0.70	0.26	0.26	0.18	0.12

## 부록 4. 공릉천습지 구간에서 2015-16년에 관찰된 조류 목록

연번	국명	2015	2016							합계
		12월	1월	2월	3월	4월	5월	9월	10월	
1	평	3								3
2	큰기러기	12	188	17					320	537
3	쇠기러기	1027	366	322					110	1825
4	황오리								1	1
5	홍머리오리	2								2
6	청둥오리	292	60	110	35				250	747
7	흰뺨검둥오리	276	35	96	47	25	12	170	340	1001
8	쇠오리	18		5					1	24
9	흰죽지	1	1						4	6
10	비오리	2	4							6
11	논병아리	1								1
12	노랑부리저어새			2	4					6
13	저어새						11			11
14	검은댕기해오라기						1			1
15	황로						43			43
16	왜가리	11		2			5	4		22
17	중대백로	5				4	3	2	7	21
18	중백로						4			4
19	민물가마우지	17								17
20	황조롱이	1				1				2
21	매			1				1		2
22	흰꼬리수리	2								2
23	알락개구리매						1			1
24	말뚝가리		1	1						2
25	청다리도요					2		2		4
26	괭이갈매기						35			35
27	재갈매기	4								4
28	멧비둘기	128	2	23	20	20	4	12	22	231
29	떼까치	2								2
30	까치	8	70	56	10	15	2			161
31	떼까마귀			4						4
32	까마귀			37					12	49
33	큰부리까마귀	2	5	35		20				62
34	박새	2							3	5
35	제비							23		23
36	종다리	2								2
37	직박구리						2			2
38	붉은머리오목눈이	110	40	35	45			70		300
39	찌르레기	14								14
40	딱새								2	2
41	참새	18		75	45	25	25			188
42	알락할미새							2	2	4
43	되새	12								12
44	방울새	19	12							31
45	멧새	6	5	21						32

&lt;표. 계속&gt;

연 번	국명	2015	2016							합계
		12월	1월	2월	3월	4월	5월	9월	10월	
46	쭈새	2	12							14
47	노랑턱멧새	6	10		3					19
48	족새								15	15
49	북방검은머리쭈새	50		15						65
	종 수	31	15	18	8	8	13	9	14	49
	개체수	2055	811	857	209	112	148	286	1089	5567
	종다양도(H')	1.76	1.69	2.10	1.80	1.79	1.97	1.17	1.59	2.24
	종풍부도(Da)	3.93	2.09	2.52	1.31	1.48	2.40	1.41	1.86	5.57
	종균등도(J')	0.16	0.31	0.42	0.72	0.71	0.51	0.28	0.30	0.17

## 부록 5. 성동습지 구간에서 2015-16년에 관찰된 조류 목록

연 번	국명	2015	2016							합계
		12월	1월	2월	3월	4월	5월	9월	10월	
1	큰기러기	683	50					57	1,294	2,084
2	쇠기러기	5,765	1,630					10	2,435	9,840
3	황오리								9	9
4	청둥오리	220	24		20					264
5	흰뺨검둥오리	240	5		170	15		432	35	897
6	논병아리	1								1
7	저어새						6			6
8	황로						15			15
9	왜가리				2		22	2	5	31
10	중대백로	3					40	11	1	55
11	중백로						13			13
12	쇠백로						15			15
13	민물가마우지						300			300
14	황조롱이					1			1	2
15	흰꼬리수리		1							1
16	말뚝가리	3	3							6
17	검독수리		1							1
18	괭이갈매기				15		5	14		34
19	재갈매기		3		5				1	9
20	한국재갈매기							3		3
21	멧비둘기	1								1
22	삐꾸기						2			2
23	쇠딱다구리					1				1
24	때까치	1								1
25	까치	15	3				4	15		37
26	까마귀								2	2
27	큰부리까마귀	3				3		2		8
28	박새	2	1			2		2		7
29	쇠박새					1				1
30	제비							2		2
31	직박구리	1			5		3			9
32	붉은머리오목눈 이					30				30
33	찌르레기							17		17
34	흰배지빠귀						3			3
35	딱새	1							1	2
36	참새	1				15		20	45	81
37	노랑턱멧새		1			2				3
38	족새								21	21
	총 수	15	11	-	6	9	12	13	12	38
	개체수	6,940	1,722	-	217	70	428	587	3,850	13,814
	종다양도(H')	0.64	0.28	-	0.81	1.54	1.21	1.10	0.81	1.06
	종풍부도(Da)	1.58	1.34	-	0.93	1.88	1.82	1.88	1.33	3.88
	종균등도(J')	0.06	0.03	-	0.25	0.46	0.22	0.17	0.11	0.05



## 부록 6. 시암리습지 구간에서 2015-16년에 관찰된 조류 목록

연 번	국명	2015	2016							합계
		12월	1월	2월	3월	4월	5월	9월	10월	
1	평				1		1			2
2	개리							1		1
3	큰기러기	45		120	1			2,150	2,200	4,516
4	쇠기러기	2,780	790	1,200				600	11,042	16,412
5	흑부리오리	2								2
6	황오리								2	2
7	청둥오리				139				230	369
8	흰뺨검둥오리	819	30		161	15	8	1,460	320	2,813
9	흰죽지				2,207				40	2,247
10	비오리	13	8							21
11	논병아리								5	5
12	빨논병아리				1					1
13	노랑부리저어새	1								1
14	저어새					1				1
15	황로						25			25
16	왜가리	5			5	6	13	15	8	52
17	중대백로					24	13	14	12	63
18	중백로					2	3	4		9
19	쇠백로	1								1
20	민물가마우지	1			1	450		2	2	456
21	가마우지				132	2		2		136
22	황조롱이	1				1				2
23	흰꼬리수리	5								5
24	독수리				1					1
25	개구리매					1				1
26	말뚝가리	1		1	2				5	9
27	청다리도요					2				2
28	괭이갈매기				1,828	4		4		1,836
29	재갈매기	20	1		12				4	37
30	한국재갈매기								12	12
31	멧비둘기	1	4	11	3	6	4	51	12	92
32	빼꾸기						4			4
33	쇠딱다구리				1	1				2
34	청딱다구리				1	1				2
35	매까치	1								1
36	피꼬리						4			4
37	물까치					10				10
38	까치	4		5	5	7		24	45	90
39	까마귀				1					1
40	큰부리까마귀	2	2							4
41	박새	5			5	1				11
42	쇠박새	2			3					5
43	오목눈이				3					3
44	직박구리					7				7
45	개개비						64			64
46	산술새					1				1

&lt;표. 계속&gt;

연 번	국명	2015	2016							합계
		12월	1월	2월	3월	4월	5월	9월	10월	
47	붉은머리오목눈이	50	90		45	15			20	220
48	동고비				1					1
49	노랑지빠귀			2	5					7
50	딱새	1								1
51	참새			40	33	10	20	45	135	283
52	노랑할미새							3		3
53	밭중다리	3								3
54	멧새					6				6
55	노랑턱멧새	6		3	24					33
56	축새	1							27	28
57	북방검은머리쭈 새	2								2
	총 수	25	7	8	26	22	11	14	18	57
	개체수	3,772	925	1,382	4,621	573	159	4,375	14,121	29,928
	중다양도(H')	0.80	0.56	0.52	1.23	1.08	1.86	1.18	0.77	1.57
	종풍부도(Da)	2.91	0.88	0.97	2.96	3.31	1.97	1.55	1.78	5.43
	종균등도(J')	0.05	0.12	0.10	0.10	0.09	0.54	0.17	0.07	0.07



사진 1. 한강하구 습지보호구역 인근의 논에서 휴식을 취하고 있는 저어새 무리



사진 2. 유도역의 전경



사진 3. 유도역에서 번식하고 있는 민물가마우지.





사진 4. 한강하구습지보호구역 내에서 휴식을 취하고 있는 큰기러기와 청둥오리



사진 5. 휴식을 취하고 있는 노랑부리저어새와 흰뺨검둥오리



사진 6. 먹이 사냥에 성공한 매

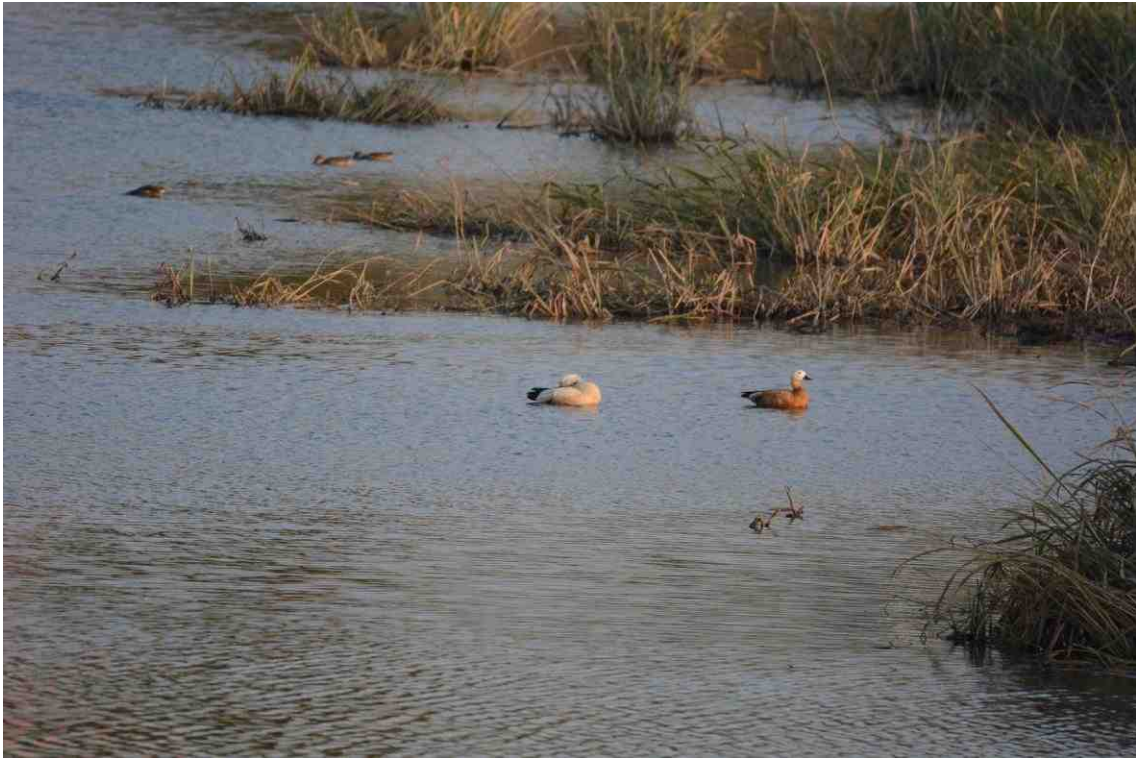


사진 7. 휴식을 취하고 있는 황오리



사진 8. 강 내부에서 휴식을 취하고 있는 기러기떼





사진 9. 강 내부에서 먹이를 먹고있는 재두루미들



사진 10. 하늘에서 활공하고 있는 독수리



사진 11. 휴식을 취하는 해오라기



사진 12. 전봇대에서 휴식을 취하는 말뚝가리 아종



사진 13. 날개를 말리고 있는 민물가마우지



사진 14. 한강 변 농경지에서 취식 및 휴식을 취하고 있는 큰기러기와 쇠기러기들

## IX. 포유류

한성용 · 최준우  
(한국야생동물연구소)

### 요 약

한강하구습지 (성동, 공릉천하구, 시암리, 산남, 장항습지)를 대상으로 2016년 실시한 조사에서 포유류는 두더지, 너구리, 고라니, 멧돼지, 삵, 쥐과 총 6과 5종을 확인하였다.

이번 조사지역인 한강하구습지는 군사보호지역으로 사람의 출입이 제한되어 있는 곳으로 한강이 서해와 만나는 기수역으로 은폐식생이 잘 조성되어 있어서 수변, 저지대를 서식지로 이용하는 포유류에게 매우 안정적인 서식지를 제공하는 환경이었다.

하지만 군사보호지역이라는 이유로 습지 전 지역이 철조망으로 둘러싸여있어 포유류의 경우 일정부분 격리가 되어있는 상황이었다.

### 1. 서론

습지는 육지 특성을 지닌 내륙과 수생태계 사이의 일종의 천이지대로서 영양물질이 풍부하고 생산성이 높아 종 다양성이 풍부할 뿐 아니라 여러 생태적 기능을 제공해 주는 곳으로 야생동물들에게는 다양한 서식처와 피난처를 제공하는데 기여하고 있다.

본 조사는 대한민국 수도권에 위치하는 한강하구습지를 대상으로 2016년 4월부터 10월 사이 현장조사를 통해 습지에 서식하는 포유류의 서식현황을 파악하여 습지의 보전·보호를 위한 정책수립 등에 활용하고 실시되었다.

### 2. 조사내용 및 방법

#### 가. 조사지 개황

한강하구의 습지는 총 면적이 약 356.431 km<sup>2</sup>이고 그 중 9.452 km<sup>2</sup>의 내륙습지와 346.979 km<sup>2</sup>의 연안습지로 이루어져 있다. 한강하구습지는 5개 (성동습지, 공릉천하구습지, 시암리습지, 산남습지, 장항습지)로 이루어진 대규모의 습지를 중심으로 잘 발달되어 있다 (한국지질자원연구원, 2008). 이 지역은 일반인의 출입 및 활동이 제한된

군사보호지역 내 위치하고 있다.

## 나. 조사지역 및 일정

조사 대상지역의 전경 및 조사 일정은 아래의 그림 1, 표 1과 같다.



<그림 1> 한강하구습지 현황

<표 1> 한강하구습지 습지 조사일정

조사지역	조사기간	조사일수
계	-	15일
시암리습지	2016. 07. 01	1일
공룡천하구습지	2016. 07. 10	1일
성동습지, 산남습지	2016. 07. 21 - 22	2일
장항습지	2016. 08. 02	1일
공룡천하구습지, 시암리습지, 성동습지	2016. 08. 08 - 12	5일
장항습지	2016. 08. 20 - 21	2일
산남습지	2016. 08. 27	1일
장항습지	2016. 09. 20 - 21	2일



## 다. 조사방법

소형, 중·대형 포유류에 대한 조사는 흔적조사 (Field sign), 직접관찰, 청문조사를 병행하여 실시하였다. 또한 현지에서 확인된 조사결과는 육안관찰 (목견), 배설물, 발자국, 섭식흔적 등으로 구분하여 표시하였다.

### 1) 소형 포유류

소형 포유류 중에서 청설모, 다람쥐와 같은 포유류는 주간에 도보로 조사지역을 이동하면서 육안관찰(목견), 식이흔적을 통해 서식유무를 확인하였다. 쥐과 및 침서과 포유류는 생포트랩 (Live trap)을 설치하여 포획·동정·방사의 과정으로 거쳐 서식유무를 기록하였다.

### 2) 중·대형 포유류

중·대형 포유류는 조사지역을 도보나 차량으로 이동하면서 직접관찰, 흔적조사 및 청문조사 등을 병행하여 조사를 실시하였다. 또한 현지 조사지역에서 발견된 배설물, 발자국, 식이흔적, 영역표시 등의 여러 가지 흔적을 비교·동정하여 조사지역에 서식하는 포유류의 종 목록을 기록하였다. 출현종의 동정은 A Field Guide to mammal Tracking in North America (Halfpenny and Biesiot, 1986)와 Animals: Tracks, Trail & Signs (Brown et al., 1993)의 분류 동정법을 병행하여 활용하였다. 출현종의 목록은 국가 생물종 목록집 「척추동물편」(환경부·국립생물자원관, 2012)의 종 목록을 따랐다.

## 3. 결과

### 가. 조사결과

금번 한강하구 습지조사에 직접관찰 (목견), 흔적조사(배설물, 발자국 등) 등과 같은 현장조사 방법으로 확인된 포유류는 두더지 (*Mogera wogura*), 너구리 (*Nyctereutes procyonoides*), 고라니 (*Hydropotes inermis*), 멧돼지 (*Sus scrofa*), 삵 (*Prionailurus bengalensis*), 쥐과 (*Muridae* sp.)로 총 6과 (두더지과, 개과, 사슴과, 멧돼지과, 고양이과, 쥐과) 5종의 포유류가 확인되었다. 법적보호종으로는 멸종위기야생생물 II 급인 삵의 흔적이 발견되었다 (표 2).

#### 1) 성동습지 - 4과 3종

죽흔과 배설물 조사를 통하여 너구리, 고라니, 멧돼지, 쥐과의 서식을 확인하였으며,



인근 군부대의 망원경을 이용하여 습지내 고라니를 직접 육안으로 관찰할 수 있었다.

#### 2) 공릉천하구습지 - 4과 3종

죽흔과 배설물 조사에서 너구리, 고라니, 삥, 쥐과의 흔적을 발견 하였다.



<그림 2> 성동습지의 포유류 출현 현황



<그림 3> 공릉천하구습지의 포유류 출현 현황

#### 3) 시암리습지 - 4과 3종

죽흔과 배설물 조사를 통하여 너구리와 고라니의 흔적과 삥의 죽흔 그리고 쥐과의 흔적을 발견할 수 있었으며, 고라니 1개체를 직접 육안으로 확인하였다.

#### 4) 산남습지 - 5과 4종

죽흔과 배설물 조사를 통하여 너구리와 고라니, 삥 그리고 쥐과의 흔적을 확인하였고, 두더지의 굴을 발견하였다. 그리고 고라니는 직접 육안으로 관찰할 수 있었다.



<그림 4> 시암리습지의 포유류 출현 현황



<그림 5> 산남습지의 포유류 출현 현황

#### 5) 장항습지 - 4과 3종

죽흔과 배설물 조사에서 너구리와 고라니, 삥 그리고 쥐과를 확인할 수 있었으며, 고라니는 육안으로도 직접 확인하였다. 또한 장항습지의 경우 상당수의 그물이 설치되어 있었음을 확인하였다.



<그림 6> 장항습지의 포유류 출현 현황

6) 문헌조사 결과 및 비교

“2014 한강하구 습지보호지역 생태계 모니터링 결과보고서”에서 관찰된 포유류는 총 6과 6종으로, 이중 족제비는 올해 발견되지 않았지만 2013년 모니터링 조사에서 발견되었던 멧돼지의 흔적이 다시 발견되었다. 그리고 법적보호종인 삵은 꾸준히 발견되고 있다.

<표 2> 한강하구습지 포유류 출현플현종 종목록

구분	학명		조사지역					비고
	학명	국명	성동	공릉천하구	시암리	산남	장항	
	Order Soricomorpha	참서목						
	Family Talpidae	두더쥐과						
1	<i>Mogera wogura</i>	두더지				□		
	Order Carnivora	식육목						
	Family Canidae	개과						
2	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	너구리	◇	◇	◇	◇	◇	
	Family Felidae	고양이과						
5	<i>Prionailurus bengalensis</i>	삵		◇	◇	◇	◇	멸 II
	Order Artiodactyla	우제목						
	Family Cervidae	사슴과						
3	<i>Hydropotes inermis</i>	고라니	○, ◎	◇, ◎	○, ◎, ◇	◇	○, ◎	
	SUIDAE	멧돼지과						
4	<i>Sus scrofa</i>	멧돼지	◇					
	Order Rodentia	설치목						
	Family Muridae	쥐과						
6	<i>Muridae</i> sp.	쥐과	◇	◇	◇	◇	◇	
	총 종 수		4종	4종	4종	5종	4종	
			6과 5종					

○: 목견, ◎: 배설물, ◇: 발자국, □: 이동로(또는 굴), ☆: 먹이흔적, ◆: 포획, ●: 로드킬  
 멸 I: 멸종위기야생생물 I 급, 멸 II: 멸종위기야생생물 II.

## 나. 멸종위기 야생생물 출현 현황

한강하구습지에서 서식이 확인된 멸종위기야생생물은 1종 (샐)이었다. 이번 조사에서 서식이 확인된 멸종위기야생생물의 분포 현황은 아래의 그림 7과 같다.



<그림 7> 한강하구습지의 멸종위기 야생생물 출현 현황

## 4. 고찰

포유류는 지구의 다양한 서식지 환경에 대부분 적응하며 살아가는 분류군의 하나이다. 하늘을 날며 동굴에서 살아가는 박쥐, 땅 속에 사는 두더지, 물 속에 사는 해양포유류처럼 다양한 지구 서식지 환경에 놀랄 만큼의 적응력을 보여준다. 습지라는 서식지 환경 역시 포유동물들에게는 너무나 훌륭한 서식지가 된다. 생명에 필수요소인 물을 풍부하게 공급해줄 뿐만 아니라, 안전한 은신처 공간이 되어주기도 한다. 먹고 먹히는 유기물 순환의 중요한 구성원으로서 포유류들은 습지환경과 서로 영향을 주고 받으며 긴밀히 연결되어 있는 것이다.

금번 조사지역인 한강하구습지 역시 풍부한 식생으로 인해 풍족하고 다양한 기초생물상이 존재하고 있어 포유류들에게 훌륭한 서식지이자 먹이원이 되어주고 있다. 특히 군사보호지역으로서 인간의 간섭이 매우 적어 외부의 위협에 민감한 포유류에게는 더할 나위 없이 훌륭한 은신처 역할을 해준다. 비록 한강하구습지에는 대도시가 인접한 특성 때문에 많은 종 수의 포유류가 서식하고 있지는 못하지만 이곳의 포유류들은 기존 습지환경에 여러 가지 활력을 주는 중요한 핵심역할을 하고 있다. 고라니의 섭식과 배설은 작은 생명체들에게 또 다른 자극과 기회를 주며 일부 종들은 먹고 먹히는 유기물 교환기회를 제공하기도 한다.

이와 같은 습지와 포유류의 다양한 생태적 관계를 고려해 볼 때, 한강하구습지의 보전가치는 매우 높아 각종 보존정책의 채택도 매우 필요하다고 사료된다.

## 5. 참고문헌

- 원병휘, 한국동식물도감 제7권 동물편(포유류), 1967, 문교부.
- 원홍구, 조선집승류지, 과학원출판사, 1968, 평양.
- 윤명희, 한상훈, 오홍식, 김장근, 한국의 포유류, 2004, 동방미디어.
- 한강지질자원연구원, 위성에서 본 한국의 하천지형, 2008.
- 환경부, 전국내륙습지 지침서, 2011, 환경부.
- 환경부·한강유역환경청, 2014 한강하구 습지보호지역 모니터링, 2015.
- 환경부·한강유역환경청, 2012 한강하구 습지보호지역 모니터링, 2013.
- Halfpenny and Biesiot, A Field Guide to Mammal Tracking in North America, 1986.
- Brown et al., Animals: Tracks, 1993, Trails & Signs.





고라니(시암리습지)



삼의 족흔(공릉천하구습지)



쥐과 동물 족흔(공릉천하구습지)



고라니 족흔(산남습지)



두더지 굴(산남습지)



너구리 족흔(장항습지)

## X. 동 · 식물플랑크톤

김세화 · 신민관

(용인대학교)

### 요 약

한강 하구 습지에서 황해에서 가장 가까운 김포시 시암리습지부터 고양시 장항습지까지 5개 정점을 선정하여 2015년 10 ~ 11월에 1회, 2016년 3, 5, 7월에 3회 등 총 4회의 현장 채집 및 조사를 실시하였다 (정점1: 시암리습지, 정점2: 성동습지, 정점3: 공릉천습지, 정점4: 산남습지, 정점5: 장항습지). 동물플랑크톤은 윤충류 25종, 지각류 7종, 요각류 10종, 선충류 1종, 패충류 1종과 십각목 1종 등 총 46종류가 출현하였으며 하구역의 특성상 요각류는 기수종 2종이 출현하였으나 윤충류와 지각류는 기수종과 해산종의 출현이 관찰되지 않았다. 정점별 계절별로는 2015년 10월에 정점2와 5에서 15종이 출현하여 가장 다양하게 출현하였고 2016년 5월과 7월에 정점4에서 2종이 출현하여 가장 빈약한 출현 양상을 보였다. 동물플랑크톤의 출현량은 3월 정점1에서 윤충류인 *Brachionus calyciflorus*의 대량 출현으로 리터당 8,000개체 이상을 기록하였으며 정점 4, 5에서도 *Keratella cochlearis*와 함께 리터당 5,000개체 이상이 출현하였으나 나머지 조사기간 중에는 모든 조사 구역에서 리터당 수백개체 이하의 출현량 보였다. 최소출현량 역시 정점3인 공릉천에서 3월에 기록되었다. 동물플랑크톤 군집의 종다양성지수는 0.4 ~ 1.8 사이에서 변동하여 조사기간중 정점별 변동폭이 크게 나타났다. 식물플랑크톤은 녹조류 25종과 규조류 21종 등 총 59종이 출현하였으며 계절별로는 하계인 7월에 풍부하게 출현했고 정점별로는 가장 하류역 시암리습지에서 많은 종이 풍부하게 출현하였다. 현존량은 2015년 10월에 시암리습지에서 리터당 135,000세포로 최대를 기록하였고 3, 5, 7월에도 정점 2, 4, 5에서 3 ~ 4만세포를 기록한 적이 있었으나 대부분 리터당 수백세포 전후의 낮은 현존량을 보였다. 식물플랑크톤 군집의 종다양성지수는 0.4 ~ 2.0 사이에서 변동하였는데 7월에 가장 높았고 3, 5월에 감소하는 경향을 보였다. 환경요인으로서 수온은 10월과 3월에 각각 12.2 ~ 15.3 °C와 10.1 ~ 13.4 °C 비슷하였고 5월 7월로 가면서 28.2 °C까지 서서히 증가하며 계절적 변동 경향성은 뚜렷하게 나타났으나 정점별 변화 패턴은 뚜렷하지 않았다. pH는 7.1 ~ 8.6 사이에서 변동하였는데 7월에 전정점에서 낮게 나타난 것을 제외하면 계절별 정점별 변동 패턴이 뚜렷하지



않았다. 용존산소량은 조사기간중 리터당 5.5 ~ 11.0 mg 사이에서 변동하여 조사 수역의 수생생물 서식 제한요인으로 작용하지 않는 것으로 나타났지만 7월에는 전정점에서 감소하여 고수온으로 인한 용존산소량 부족의 가능성이 있는 수역임을 시사하였다. 결론적으로 한강 하구 습지의 동식물플랑크톤 출현양상 및 환경변화를 근거로 판단하면 조사수역 전체가 황해의 영향을 받는 기수역의 특징을 잃지 않고 있어 하구역 생태계로서의 보호 가치가 증명되었다.

## 1. 서 론

담수가 흘러들어 해수와 혼합되는 하구역은 강수량의 변화에 따라 담수공급량의 변화가 일어나고 이에 따른 염분변동이 극심한 지역이다. 수심 또한 낮아 조석 간만에 의한 염분 변동도 크며 기온 변화에 따라 수온이 직접적으로 영향을 받아 수온의 일변화도 큰 수역이다. 즉 수생생물의 서식을 제한하는 대사속도와 삼투압조절 환경이 크게 변동하는 하구역은 하구역 생태계에 분포하는 기수종의 (brackish species) 종다양성이 감소하는 일차원인을 제공하고 있다. 역으로 변동이 극심한 하구역생태계에 적응하여 서식 가능한 종들은 물리 화학적 환경의 열악함에도 불구하고 경쟁 감소와 포식자의 감소 등 생물학적 환경의 안온함으로 기인하여 폭발적인 증식을 보이기도 한다.

동물플랑크톤은 조류와 (algae) 박테리아를 섭식하여 식물플랑크톤의 일차생산과 외부에서 유입된 용존유기물을 이용하여 증식하는 박테리아의 생물생산을 먹이사슬의 상위 단계로 연결하는 역할을 수행하고 있다 (Cole, 1975). 동물플랑크톤의 먹이 선택은 주로 크기에 따라 이루어진다. 작은 조류와 박테리아를 먹는 종류는 걸러먹기 (filter feeder) 생물의 섭식을 보이며 큰 조류와 동물을 먹는 종류는 목표먹이를 잡아먹는 (raptorial feeder) 섭식을 보인다. 먹이의 종류에 따라 남조류와 같이 독소를 가지는 경우에는 잡은 먹이를 다시 내뱉는 회피행동을 보이기도 한다. 식물플랑크톤의 입자상의 유기물생산은 동물플랑크톤에 포식되어 어류의 먹이로 이어진다. 이것이 초식 먹이연쇄 (grazing food chain)이다 (임과 유, 1994).

식물플랑크톤 → 동물플랑크톤 → 소형플랑크톤식성 어류 (planktivore) → 어식성 어류(piscivore)

외부에서 유입된 유기물은 대부분 용존유기물 (dissolved organic matter DOM) 형태이며 박테리아에 의해 이용되고 박테리아는 원생동물의 먹이가 되고 원생동물은 갑각류 동물플랑크톤의 먹이가 되어 담수생태계로 유입되는 유기물의 유입경로를 제공한다. 이를 미생물 먹이연쇄 (microbial food chain)라고 한다. 식물플랑크톤은 용존유기물도

생성하는데 이 용존유기물도 박테리아를 통하여 동물플랑크톤의 먹이가 된다.

용존유기물 → 박테리아 → 원생동물 → 동물플랑크톤 → 어류

봄의 spring bloom 과 같이 플랑크톤 군집이 성장하기 시작하는 초기에는 먹이 연쇄의 아래 단계에서 위단계로 영향이 미치며 생물량이 증가하는데 이를 bottom-up effect라 한다.

영양염류증가 → 식물플랑크톤 증가 → 동물플랑크톤증가 →  
소형플랑크톤식성 어류 증가 → 어식성 어류 증가

반면에 동물플랑크톤과 어류가 많이 증가한 후에는 위단계의 생물이 아랫단계의 먹이생물을 잡아먹음으로써 양을 조절하는 top-down effect가 중요해 진다. 즉 동물플랑크톤 증가 → 식물플랑크톤 감소의 기작이 일어난다. 소형어류의 섭식은 동물플랑크톤의 양을 감소시켜 식물플랑크톤의 양을 증가시키기도 하며 반대로 어식성 어류의 증가는 소형어류의 감소와 동물플랑크톤의 증가를 유발하여 식물플랑크톤의 감소를 가져오기도 한다.

쏘가리 증가 → 피라미 감소 → 물벼룩 증가 → 식물플랑크톤 감소

이를 이용하여 물을 맑게 하기 위하여 배스, 송어, 등 어식성 어류를 방류하여 동물플랑크톤의 출현량을 높게 유지하려는 생물먹이연쇄조작에 (bio-manipulation) 관한 연구도 많이 시도되고 있다. 그러나 어류가 식물플랑크톤을 직접 먹는 경우도 있으며 생물의 크기가 성장함에 따라 식성이 달라지는 등, 먹이연쇄의 복잡성으로 인하여 기대한 효과가 나타나지 않는 예도 많이 있다 (장 등, 2001).

이러한 역할을 담당하는 동물플랑크톤의 주요 분류군은 크게 4가지로 나눌 수 있으며 각각의 분류군별 특징은 다음과 같다.

### 가. 갑각류 甲殼類(crustaceans)

갑각류는 새우와 게와 같이 절지동물문의 (Arthropoda) 갑각강에 (Class) 속한다. 갑각류에는 여러 목이 (Order) 소속되어 있다. 호수에서 동물플랑크톤으로 크게 기여하는 목은 지각류 (枝脚類 Cladocera)와 요각류 (腰脚類 Copepoda)이다.

### 나. 지각류 (cladocerans)

전세계에 분포하는 800여종의 거의 모두가 담수산이며 해양에는 8종만이 분포하고

있다. 통상 물벼룩 (water flea) 이라 부르며 *Daphnia* spp.가 대표적인 속이다. 몸의 크기가 1mm 이상인 종류도 많이 있어 육안으로도 확인될 수 있으며 북미산 *Daphnia magna*는 몸 크기가 5mm에 이른다. 두 개의 큰 안테나를 가지고 튀어 오르는 동작을 반복하므로 물벼룩이라는 이름이 붙여졌다. 수중의 조류와 박테리아, 작은 동물플랑크톤 등을 여과하여 잡아먹는다. 다른 종류에 비하여 여과능력이 크므로 지각류의 양이 물의 투명도에 가장 큰 영향을 미친다.

지각류는 유생기를 모두 발생과정에서 거치고 성체와 같은 형태로서 산란되기도 하므로 유생기를 거치는 요각류에 비하여 빠른 기간 내에 번성이 가능하다. 서식환경이 좋을 때에는 암컷만 출현하여 유생 생식에 의해 빠른 번식을 위주로 한다. 이 때 출산하는 유생들을 단위생식 세대 유생 (asexual reproduction)이라 하며, 개체수가 많다. 그러나 서식환경이 좋지 않을 때에는 유성생식을 하여 한두개의 껍질이 두꺼운 휴면란을 (sexual egg 또는 domancy egg) 만든다. 이 알은 건조에 강하게 견디므로 수년간의 건조 후에도 다시 부화가 가능한 휴면란이다. 이 휴면란으로 인하여 지각류는 물이 마르는 일시적 호수에서 살아남아 물이 다시 채워졌을 때 먼저 번성할 수 있는 능력을 가진다. 또 이 알은 바람에 날리거나 새의 다리에 묻어 다른 호수로 이동할 수 있다.

지각류는 짙은 색의 눈을 가지고 있어 어류에 의해 쉽게 포획되므로 어류의 포식압이 지각류의 밀도를 결정하는 중요한 요소가 된다. 특히 크기가 큰 개체가 더 쉽게 포식되므로 어류의 밀도가 높은 호수에서는 지각류의 몸의 크기가 작아지는 경향을 보인다.

#### 다. 요각류 (copepods)

담수 뿐 아니라 해양에서도 출현하며 해산 동물플랑크톤의 우점종이다. 머리와 가슴을 덮는 큰 갑각을 가지며 가슴과 배부분에는 마디가 있다. (장등, 1998). 두 쌍의 안테나를 가지고 있으며 가슴과 배의 마디에는 다리가 있다. 꼬리 끝에는 돌기가 있고 여기에 알주머니를 달고 다니는 종류도 있다. nauplius, copepodite 등의 유생기를 거치며 초기 유생기에는 모양이 비슷하여 다른 갑각류와 구별이 어렵다. 크기가 작은 종류에서 큰 종류까지 다양하게 분포하며 식성도 초식성, 육식성, 기생성 등으로 다양하다.

#### 라. 윤충류 輪蟲類 (rotifers)

진핵생물로서 Phylum Rotatoria, 또는 Phylum Aschelminthes (대형동물) 이라고 부른다. 입 주위에 둥글게 배열된 바퀴모양의 섬모대를 가지고 있어 이를 회전시키므로 윤충이라는 이름이 붙여졌다. 박테리아와 작은 조류를 먹고 살며 몸집이 큰 갑각류의

먹이가 된다. 하수처리장의 슬러지에도 많이 서식하여 슬러지에 부착하지 않은 독립박테리아를 걸러 먹음으로써 슬러지 침강 후 방류수의 수질을 좋게하는 기능을 갖는다. 호수에서는 독립세포 뿐만아니라 군체를 형성한 조류도 세포를 뜯어 먹는 것으로 알려져 있으며, 독소를 함유하고 있기 때문에 다른 동물플랑크톤이 회피하는 남조류인 *Microcystis* spp.도 윤충류는 잘 먹는 것으로 알려져 있다.

#### 마. 원생동물 原生動物 (protozoans)

원생동물은 단세포진핵생물로서 조류(algae)와 함께 원생생물계에 (Kingdom Protista) 속한다. 박테리아나 작은 조류를 먹고 살며 더 큰 동물플랑크톤의 먹이가 된다. 긴 사슬의 *Anabaena* spp. 도 원생동물이 잘 먹을 수 있는 것으로 보고 되어 있다. 동물플랑크톤군집의 우점종을 이루기도 하지만 고정액으로 고정하면 세포가 변형되거나 파괴되어 동정이 어려우므로 아직 많은 연구가 축적되지 않았다. 근래에 들어 연구가 진전됨에 따라 동물플랑크톤 군집에서 차지하는 비중이 크다는 사실이 밝혀지고 있다. 정확한 동정을 위해서는 살아있는 채로 동정해야 하므로 숙련이 필요하다. 원생동물은 형태에 따라 근족충류, 섬모충류, 편모충류 등으로 분류된다.

#### 바. 곤충의 유생 (aquatic insect larvae)

많은 종류의 곤충의 유생은 물속에서 서식한다. 곤충은 절지동물문 (Phylum Arthropoda)의 곤충강 (Class Insecta)으로 분류한다. Chaoboridae와 Chironomidae (갈따구류)가 대표적이며, 그 외에도 모기를 포함하는 쌍시류 등이 대량 번식하여 주요 동물플랑크톤으로서의 생태적 지위를 점유하는 예가 있다. Choborus 와 Chironomus 속의 유생들은 몸길이 5-10mm로서 동물플랑크톤을 먹고 산다. Chironomus와 Chaoborus 종들은 산소부족에 대한 내성이 강하여 심층의 산소가 고갈된 부영양호에서 크게 번성한다. 특히 Chaoborus는 산소가 없어도 1주일 이상 생존할 수 있는 것으로 알려져 있다. 이들은 어류의 포식에 취약하므로 낮에는 어류의 포식을 피해 심층의 무산소층으로 피하고 밤이면 표층에 올라와 먹이를 먹는 일주기 운동을 하기도 한다. 따라서 낮에 피할 수 있는 무산소층이 형성된 부영양호에서 대량으로 번식한다. Chironomus는 유수역보다는 주로 호수에서 대량 번식하여 우화시기에는 주변의 주거지에 날아들어 인간생활에 불편을 줄 정도로 많이 발생하기도 한다.

동물플랑크톤의 출현량은 계절적으로 크게 변동하는데 수온이 높은 계절에 높고 겨울에 낮다 (Cho and Mizuno, 1977). 봄부터 가을까지는 식물플랑크톤의 양도 많으므로 이를 먹이로 하는 동물플랑크톤의 출현량이 증가한다. 겨울에는 수심이 깊은 수계의 경우,

혼합수심이 깊어지면서 식물플랑크톤의 현존량이 빛 부족으로 인하여 감소하게 되며, 먹이의 부족과 수온하강으로 동물플랑크톤의 성장도 느려지고 출현량도 감소한다 (Chung and Yoo, 1983). 봄에 동물플랑크톤의 번성은 식물플랑크톤의 spring bloom 이후에 이를 먹이로 성장하여 1주-1달 후에 나타난다. 동물플랑크톤이 번성하면 식물플랑크톤과 박테리아를 여과 섭식하여 식물플랑크톤의 현존량이 감소한다. 봄에 규칙적으로 규조류의 물꽃이 일어나는 호수에서는 봄의 규조류 물꽃이 일어난 후에 늦은 봄부터 초여름에 걸쳐 동물플랑크톤이 번성하여 식물플랑크톤을 걸러먹기 때문에 물이 맑아지는 청수기가 (清水期 clear water phase) 나타난다.

체류시간이 짧은 한강과 같은 유수역에서는 여름 홍수기에 동물플랑크톤이 모두 떠내려가 군집이 완전히 파괴되는 양상을 보인다. 따라서 유속이 플랑크톤군집의 발달을 좌우하는 가장 주요한 요소가 된다. 유량이 작아지면 식물플랑크톤이 번무하고 이어서 동물플랑크톤도 번성하여 식물플랑크톤을 억제하기도 한다. 낙동강 하구나 한강하류와 같이 수중보와 댐이 만들어져 유속이 느려진 하천에서는 유속이 감소하는 초봄 또는 가뭄이 들었을 때 동물플랑크톤의 대량 번성이 나타나기도 한다.

장마 후에 식물플랑크톤 물꽃현상이 나타나는 대형호수에서는 여름 이후에도 동물플랑크톤의 번성이 나타나기도 한다. 이 때는 식물플랑크톤의 우점종이 주로 남조류인데, 남조류는 독소를 생성하며 큰 군체를 형성하고 점액질 sheath를 가지므로 동물플랑크톤이 먹기에 부적절하여 규조류에 비해 동물플랑크톤에 의한 grazing이 적게 일어난다. 그러므로 동물플랑크톤이 증가하여도 남조류가 억제되지 않으며 남조류는 표층에 주로 분포하고 동물플랑크톤은 이보다 깊은 수심에 분포하여 회피하는 것으로 보인다. 따라서 이 때는 동물플랑크톤이 식물플랑크톤보다 박테리아를 주로 먹는 것으로 추정된다. Anabaena와 같은 남조류의 물꽃이 일어난 늦여름에는 이를 먹고사는 Amoeba나 윤충류의 번성이 나타나기도 한다.

## 2. 조사지역 및 방법

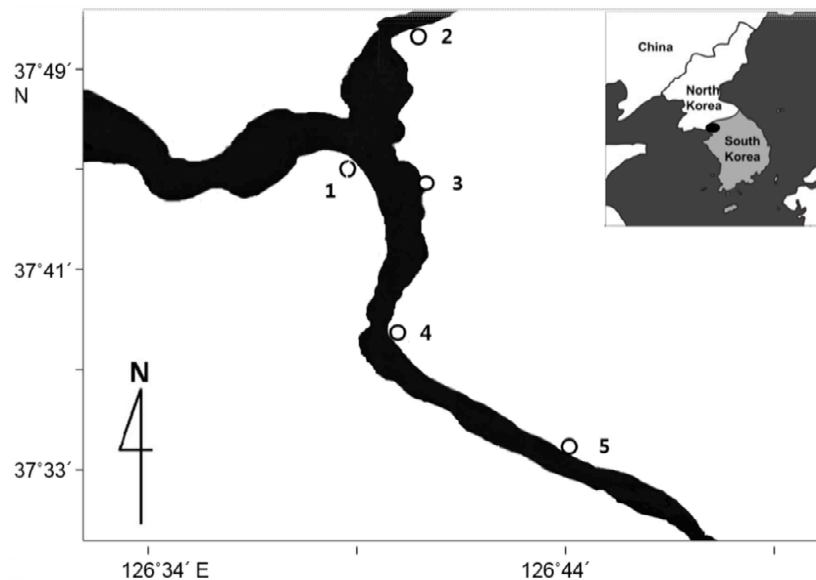
### 가. 연구내용 및 방법

#### 1) 주요 연구내용

동, 식물플랑크톤의 군집동태와 환경요인 및 주변 지형학적 환경과의 관계를 분석하여 향후 한강 하구 습지 생태계를 지속적으로 건전하게 유지하기 위한 제언을 도출한다.

#### 2) 연구방법

2015년 10 ~ 11월, 2016년 3월, 5월, 7월등 총 4차례에 걸쳐 한강 하구역 5개 정점에서 동, 식물플랑크톤 시료를 채집하였다. 정점1은 김포의 시암리습지, 정점2는 파주시의 성동습지, 정점3은 공릉천하구습지, 정점4는 고양시의 산남습지, 정점5는 장항습지이다 (그림 1).



<그림 1> Station map in the wet land of lower Han River system

동물플랑크톤의 채집은 코니칼네트의 (망구 25 cm, 망목 0.05 mm) 입구에 여수계를 (Hydrobios model 438 110) 부착한 후 사선 예망하여 (oblique hauling) 실시하였다.

채집된 시료는 300 ml wide-mouth Nalgene bottle에 담은 후 포르말린을 첨가하여 시료의 최종농도가 4 %가 되도록 고정한 후 실험실로 옮겼다. 실험실내에서 24시간 이상 방치하여 동물플랑크톤이 갈아 앉은 채집병의 상등액을 분리하여 100 ml로 3배 농축한 후 바닥에 갈아앉은 시료를 페트리 디쉬에 넣고 해부현미경 (Zeiss SV11, Mag. X165) 하에서 중준위 검경을 실시하였으며 윤충류와 같은 소형종은 hollow slide로 옮긴 후 광학현미경 (Zeiss Auxiolab, Mag. X400) 하에서 고배율로 검경하여 동정하였다. 동물플랑크톤의 동정은 최근 도감을 (서, 2010; 윤, 1988, 1995; 윤, 2010; 장, 2010; 장등 1998; 환경부, 2009; Chihara and Murano, 1997; Jeong 2013; Mizuno and Takahashi, 1999) 참조하였다.

동정이 끝난 개체는 개체 크기별 특성에 따라 2종류의 현미경 사진기를 사용하여 촬영한 결과를 제출하였다 (LEICA ICC50HD, OPTICAM KCS-3.1C).

사진 촬영 및 동정을 완료한 시료는 다시 농축된 시료병에 넣고 균등하게 섞은 후 5 ml의 subsample을 취해 UNESCO 계수반에 넣고 해부현미경하에서 각 종별 출현량을



계수하는 작업을 3회 반복하였다. 즉 정량분석을 위해서 항상 채집된 시료의 1/10 이상을 검경하였다. 해부현미경 하에서 계수된 각 종의 출현량은 여수계로 환산된 동물플랑크톤네트 통과 수량을 참조하여 리터당 출현량으로 환산하였다.

식물플랑크톤의 채집은 채수기 (Van-Dorn water sampler)를 이용하여 1리터의 현장수를 채수하였다, 채집된 식물플랑크톤 시료를 1리터 폴리에스틸렌 압병 (amber bottle)에 담아 Lugol's solution 6 ml를 첨가하여 고정 및 염색한 후 실험실로 옮겼다. 세포수 계수에 의한 현존량 측정을 위하여 시료를 24시간 이상 방치하여 식물플랑크톤이 가라앉은 폴리에스틸렌병의 상등액을 제거하고 남은 시료를 (두 단계를 거쳐 50 ml로 20배 농축) 균일하게 섞은 후 1 ml의 subsample을 Sedwick-Rafter 계수반에 넣고 계수하는 작업을 5회 이상 반복하여 항상 시료의 1/10 (현장수 100 ml) 이상을 검경하였다. 현존량은 검경한 시료의 양을 참조하여 현장수 1리터당 세포수로 환산하였다. 식물플랑크톤의 종준위 동정은 광학현미경 (Zeiss Auxiolab, Mag. X400~1,000) 하에서 기존의 도감들 (박, 2004; 조, 2012a, b; Fukuyo et al., 1990; Hirose, 1981; Yamagishi and Akiyama, 1984) 참고하여 실시하였으며 오래된 도감의 종명은 synonymy 확인 과정을 거쳤다. 동정이 끝난 세포들은 동물플랑크톤과 같은 현미경 촬영 과정을 거쳐 도판을 제시하였다.

동식물플랑크톤의 출현량과 현존량 자료를 근거로 2개 정점의 월별 동식물플랑크톤 생태지수를 계산하였으며 생태지수 계산은 컴퓨터 프로그램 Primer 5를 (2001 Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research) 사용하여 종다양성지수를 (Shannon and Weaver, 1963) 구한 후 생태지수의 정점별 계절별 변화를 비교 분석하였다.

각 정점의 환경요인으로서는 구름 피도, pH, 수온, 용존산소량을 측정하였는데 구름 피도는 목측으로 실시하였고 pH는 por표 pH meter로 (TI SenzPHduo) 측정하였으며 수온은 pH meter로 측정된 수온을 0.1 °C 까지 측정 가능한 봉상수온온도계로 보정하였다. 용존산소량은 1 ~ 12 mg/liter 범위 내에서 측정 가능한 CHEMetrics로 (Model K-7512) 0.5 ml/liter까지 측정하였다.

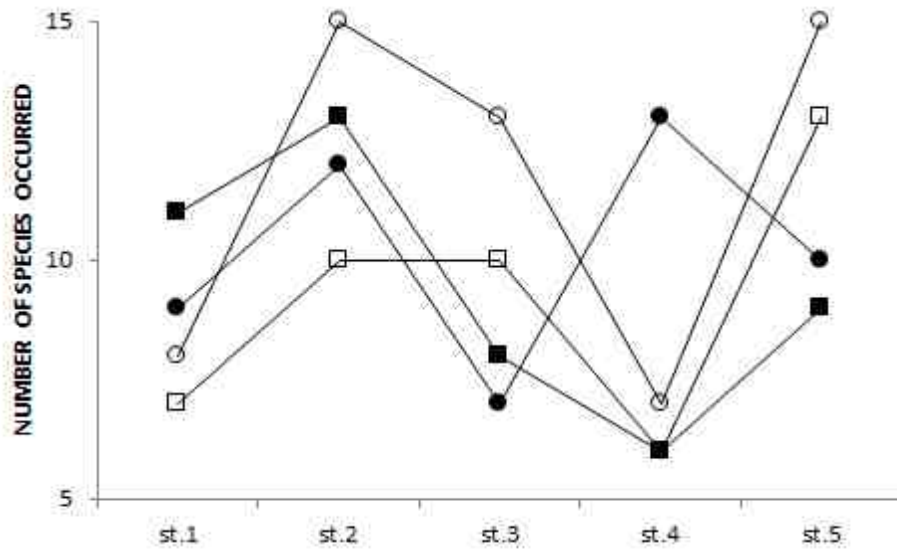
### 3. 결과

동물플랑크톤은 윤충류 25종, 지각류 7종, 요각류 10종, 선형류 1종, 패충류 1종과 십각목 1종 등 총 46종류가 출현하였다 (표 1). 이중 40종이 종준위까지 동정되었으며 하구역의 특성상 요각류는 2종의 기수종이 출현하였다.

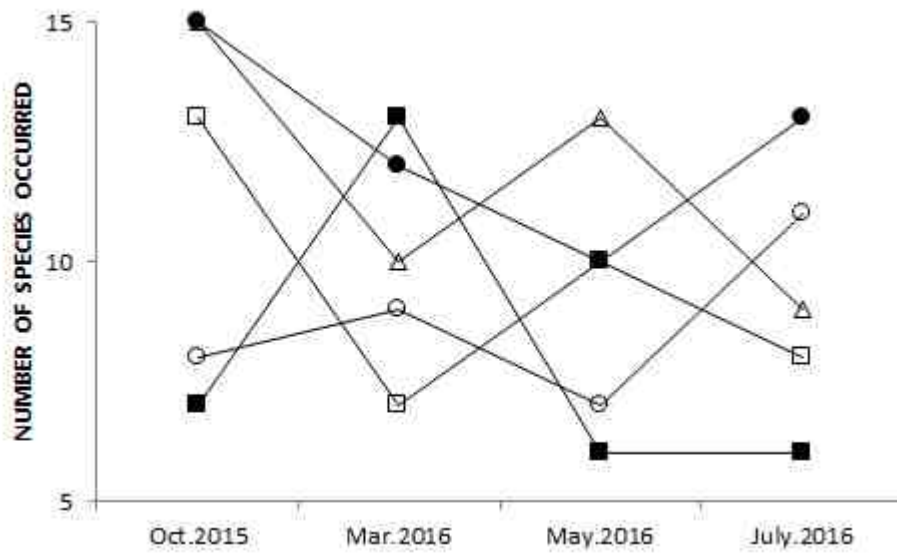
<표 1> List of zooplankton species occurred in the wet land of Han River system during the period of October 2015 ~ July 2016

	Species		Species
Rotifera	<i>Asplanchna priodonta</i>	Cledocera	<i>Alona costata</i>
	<i>Brachionus angularis</i>		<i>Bosmina longirostris</i>
	<i>Brachionus angularis var. chelois</i>		<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>
	<i>Brachionus budapestinensis</i>		<i>Daphnia galeata</i>
	<i>Brachionus calyciflorus</i>		<i>Daphnia similis</i>
	<i>Brachionus calyciflorus</i> f. <i>anuraciformis</i>		<i>Daphnia logispina</i>
	<i>Brachionus calyciflorus</i> f. <i>calyciflorus</i>		<i>Diaphanosoma brachyurum</i>
	<i>Brachionus dimidiatus</i> f. <i>inermis</i>		
	<i>Brachionus dimidiatus</i> f. <i>quartaria</i>	Copepoda	<i>Acanthocyclops miurai</i>
	<i>Brachionus leydigi</i>		<i>Canthocamptus kitaurensis</i>
	<i>Finilia longiseta</i>		<i>Cyclops vicinus</i>
	<i>Keratella cochlearis</i>		<i>Eucyclops euacanthus</i>
	<i>Lacane crepida</i>		<i>Pseudopiaptomus inopinus</i>
	<i>Lecane elasma</i>		<i>Sinocalanus tenellus</i>
	<i>Lecane leontina</i>		<i>Thermocyclops crassus</i>
	<i>Lacane levistyla</i>		<i>Tropocyclops prasinus</i>
	<i>Lecane luna</i>		<i>Copepodite</i>
	<i>Monostyla bulla</i>		<i>Copepida nauplius</i>
	<i>Monostyla ungnitata</i>		
	<i>Notholca acuminata</i>	Others	Decapoda
	<i>Notholca sp.</i>		Fish larvae
	<i>Polyarthra vulgaris</i>		Nematoda sp.
	<i>Polyarthra vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i>		Ostracoda
	<i>Schizocerca diversicornis</i>		
	<i>Trichocerca gracilis</i>		

정점별 계절별로는 2015년 10월에 정점2와 5에서 15종이 출현하여 가장 다양하게 출현하였고 2016년 5월과 7월에 정점4에서 2종이 출현하여 가장 빈약한 출현 양상을 보였다 (그림 2). 정점별로는 5월을 제외하면 정점 3의 출현종수가 가장 빈약하였으며 계절별로는 뚜렷하게 증감하는 경향성을 보이지 않았다 (그림 3).

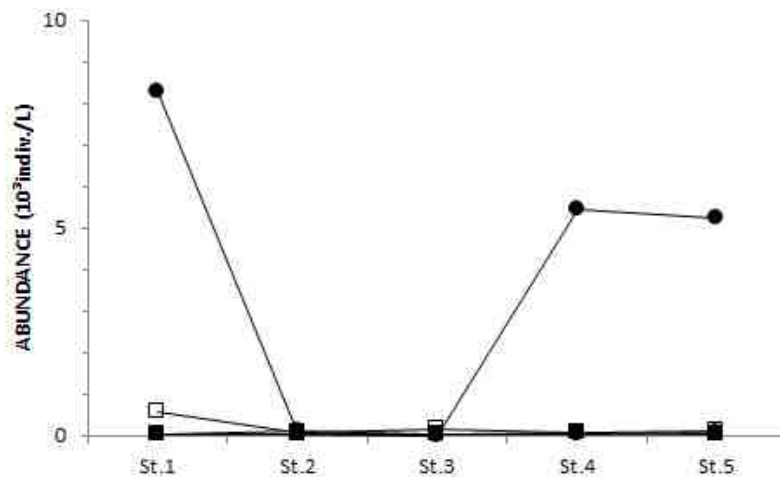


<그림 2> Spatial variation in the species number of zooplankton occurred in the wet land of Han River system during the period of October 2015 ~ July 2016. Open circle: Oct.2015, solid circle: Mar.2016, open square: May, solid square: July

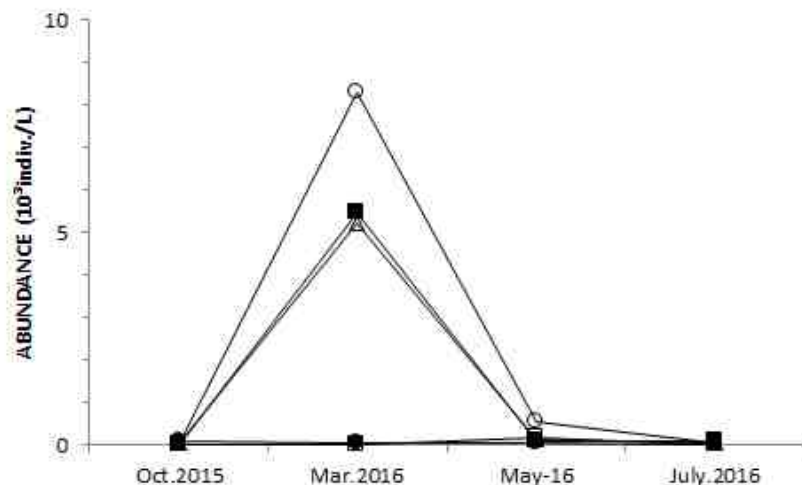


<그림 3> Temporal variation in the species number of zooplankton occurred in the wet land of Han River system during the period of October 2015 ~ July 2016. Open circle: st.1, solid circle: st.2, open square: st.3, solid square: st.4, open triangle: st.5

동물플랑크톤의 출현량은 3월 정점1에서 윤충류인 *Brachionus calyciflorus*의 대량 출현으로 리터당 8,000개체 이상을 기록하였으며 정점 4, 5에서도 *Keratella cochlearis*와 함께 리터당 5,000개체 이상이 출현하였으나 나머지 조사기간 중에는 모든 조사 수역에서 리터당 수백개체 이하의 출현량 보였다 (그림 4). 최소출현량 역시 정점3인 공릉천에서 3월에 기록되었다. 즉 정점별 출현량의 변화는 뚜렷하지 않았으나 계절별로는 3월에 대량 출현하는 경향을 나타냈다 (그림 5).

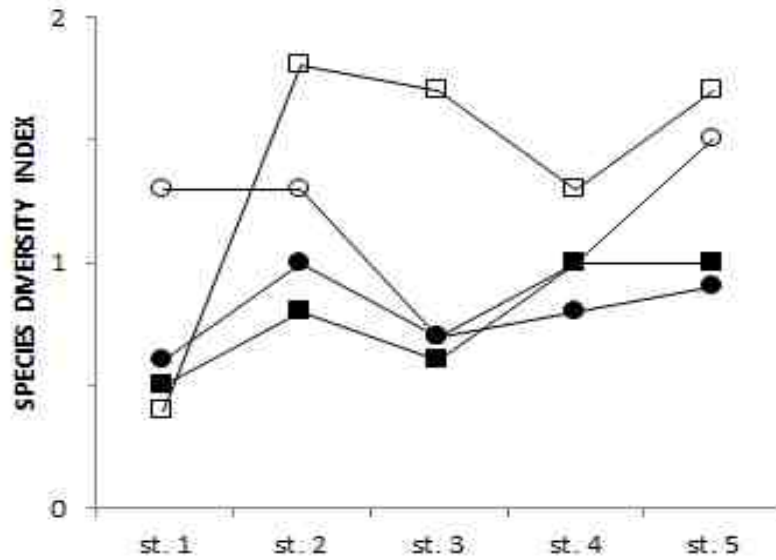


<그림 4> Spatial variation in the abundance of zooplankton occurred in the wet land of Han River system during the period of October 2015 ~ July 2016. Open circle: Oct.2015, solid circle: Mar.2016, open square: May, solid square: July

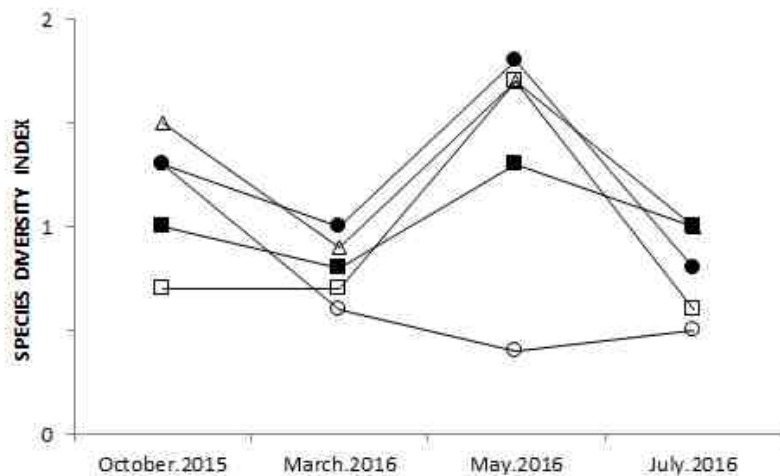


<그림 5> Temporal variation in the abundance of zooplankton occurred in the wet land of Han River system during the period of October 2015 ~ July 2016. Open circle: st.1, solid circle: st.2, open square: st.3, solid square: st.4, open triangle: st.5

동물플랑크톤 군집의 종다양성지수는 0.4 ~ 1.8 사이에서 변동하여 조사기간중 정점별 변동폭이 크게 나타났다. 정점별로는 하구역에서는 가장 상류역인 정점5의 장항습지에서 비교적 높았고 (그림 6), 계절별로는 출현량이 가장 높았던 3월에 많은 분류군의 동물플랑크톤이 출현하여 높게 나타났다 (그림 7).



<그림 6> Spatial variation in the species diversity of zooplankton occurred in the wet land of Han River system during the period of October 2015 ~ July 2016. Open circle: Oct.2015, solid circle: Mar.2016, open square: May, solid square: July



<그림 7> Temporal variation in the species diversity of zooplankton occurred in the wet land of Han River system during the period of October 2015 ~ July 2016. Open circle: st.1, solid circle: st.2, open square: st.3, solid square: st.4, open triangle: st.5

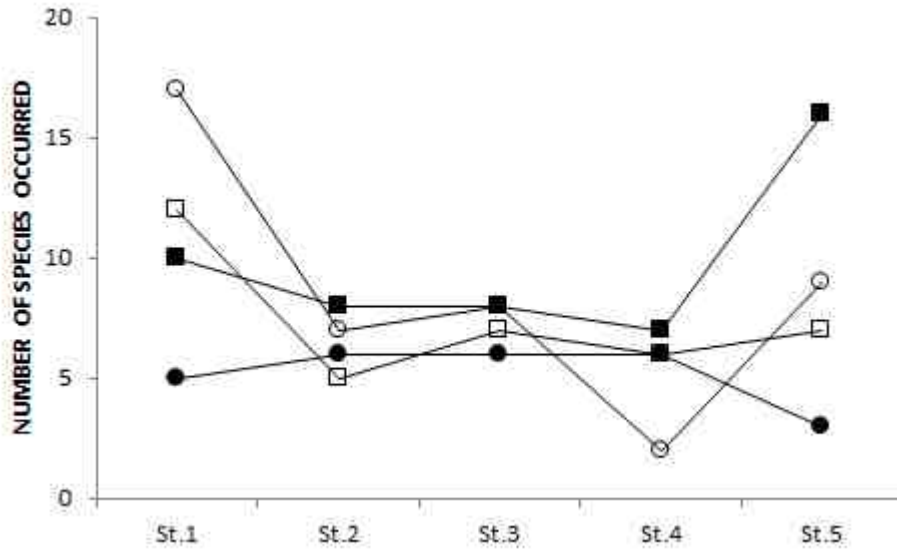
식물플랑크톤은 녹조류 25종과 규조류 21종과 남조류 와편모조류 등 총 59분류군이 출현하였다 (표 2). 7종류는 속준위까지 동정되어 종준위까지 동정된 출현종은 총 52종이었다.

<표 2> List of phytoplankton species occurred in the wet land of Han River system during the period of October 2015 ~ July 2016

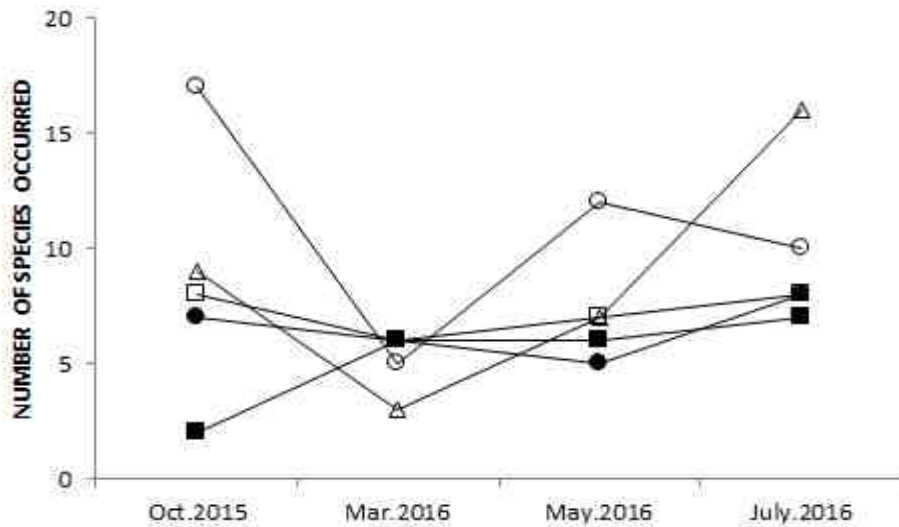
	species		species
Bacillariophyceae	<i>Asterionella formosa</i>	Chlorophyceae	<i>Actinastum hantzschii</i> <i>var.fluviatile</i>
	<i>Aulacoseira alpigena</i>		<i>Ankistrodesmus falcatus</i> <i>var.mirabilis</i>
	<i>Aulacoseira ambigua</i>		<i>Chlamydomonas angulosa</i>
	<i>Aulacoseira distans</i>		<i>Chlorogonium elongatum</i>
	<i>Aulacoseira glanulata</i>		<i>Closteriopsis logngissima</i>
	<i>Cyclotella meneghiniana</i>		<i>Closterium acerosum</i>
	<i>Cymbella gracilas</i>		<i>Closterium acerosum</i> <i>var.elongatum</i>
	<i>Cymbella tumida</i>		<i>Closterium aciculase</i>
	<i>Diatoma vulgare</i>		<i>Closterium</i> sp.
	<i>Fragilaria crotonensis</i>		<i>Closterium acerosum</i>
	<i>G o m p h o n e m a</i> <i>quadripunctatum</i>		<i>Cosmarium visbyense</i>
	<i>Gyrosigma acuminata</i>		<i>Dictyosphaerium palchellum</i>
	<i>Navicula veneta</i>		<i>Eudorina elegans</i>
	<i>Navicula viridula</i> <i>var.rostellata</i>		<i>Gonium pectorale</i>
	<i>Nitzschia acicularis</i>		<i>Hormidium</i> sp.
	<i>Nitzschia palea</i>		<i>Pandorina morum</i>
	<i>Nitzschia</i> sp.		<i>Pediastrum duplex</i>
	<i>Rhizosolenia eriensis</i> var. <i>morsa</i>		<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracilimum</i>
	<i>Surirella splendida</i>		<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>reticulatum</i>
<i>Synedra acus</i>	<i>Polyedriopsis spinulosa</i>		
<i>Synedra ulna</i>	<i>Scenedesinus intermedius</i>		
-	<i>Scenedesmus acuminatus</i>		
Cyanophyceae	<i>Anabaena macrospora</i>	<i>Spirogyra distenta</i>	
	<i>Merismopedium glaucum</i>	<i>Spirogyra</i> sp.	
	<i>Microcystis aeruginosa</i> f. <i>aeruginosa</i>	<i>Spondylosium planum</i>	
	<i>Oscillatoria limnetica</i>		
	<i>Oscillatoria limosa</i>	Chrysophyceae	<i>Dinobryon sociales</i>
<i>Oscillatoria tenuis</i>	<i>Microcystis ichthyoblabe</i>		
-		<i>Synura petersenii</i>	
Cryptophyceae	<i>Cryptomonas ovata</i>		
-	-	Dinophyceae	<i>Ceratium</i> sp.
-	-		<i>Gymnofinium</i> sp.
-	-		<i>Peridinium</i> sp.



출현종수는 계절별로 하계인 7월에 풍부하게 출현하여 전정점에서 7~16종에 속했고 3월에 가장 빈약하여 정점별로 3~6종만 출현하였다. 하지만 최대출현종수는 점점1인 시암리 습지에서 10월에 17종으로 기록되었다 (그림 8, 9).

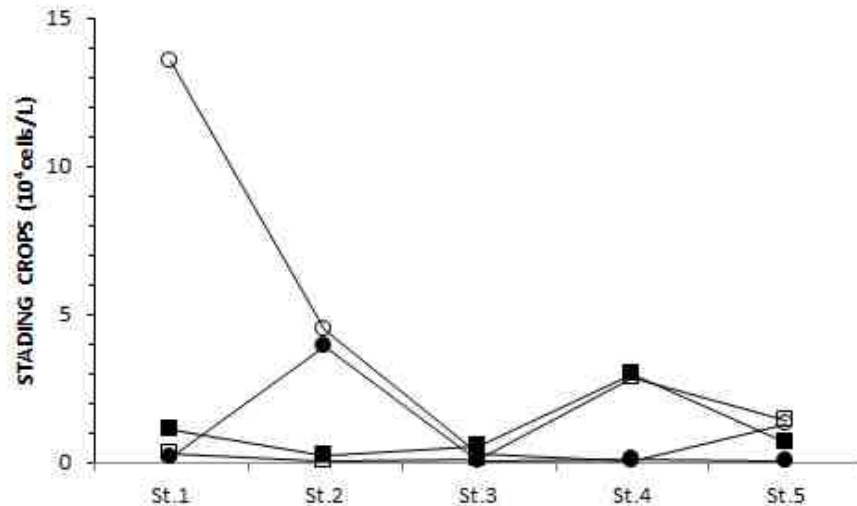


<그림 8> Spatial variation in the species number of phytoplankton occurred in the wet land of Han River system during the period of October 2015 ~ July 2016. Open circle: Oct.2015, solid circle: Mar.2016, open square: May, solid square: July

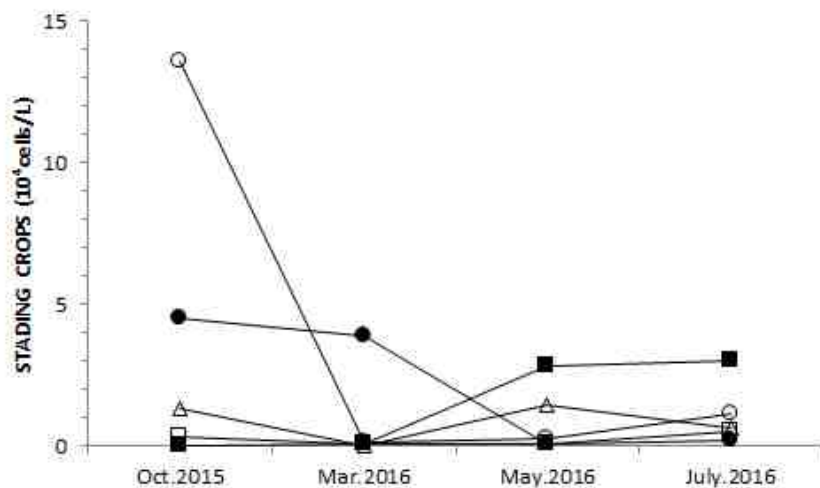


<그림 9> Temporal variation in the species number of phytoplankton occurred in the wet land of Han River system during the period of October 2015 ~ July 2016. Open circle: st.1, solid circle: st.2, open square: st.3, solid square: st.4, open triangle: st.5

현존량은 2015년 10월에 시암리습지에서 리터당 135,000세포로 최대를 기록하였는데 *Cryptomonas ovata*와 남조류인 *Mycrocystis aeruginosa f. aeruginosa*의 대량 출현에 의한 결과였다 (그림 10). 3, 5, 7월에도 정점 2, 4, 5에서 리터당 3~5만세포의 현존량을 기록한 경우는 대부분 남조류의 대량 출현에 기인한 결과였으며 대부분의 경우 리터당 수백세포 전후의 낮은 현존량을 보였다 (그림 11).

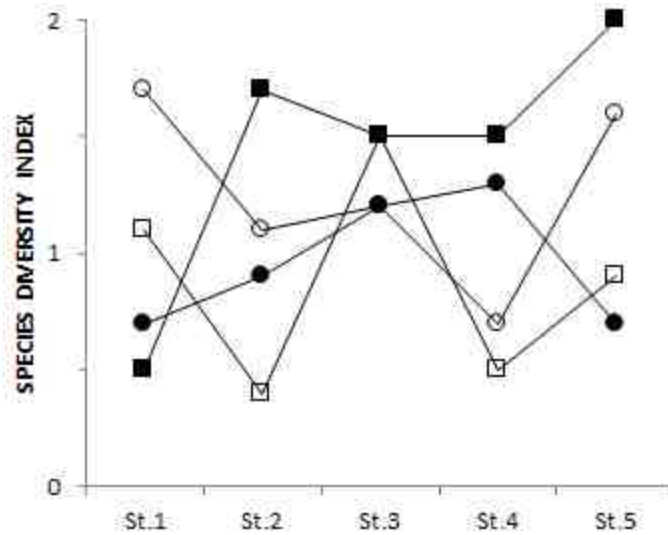


<그림 10> Spatial variation in the standing crops of phytoplankton occurred in the wet land of Han River system during the period of October 2015 ~ July 2016. Open circle: Oct.2015, solid circle: Mar.2016, open square: May, solid square: July

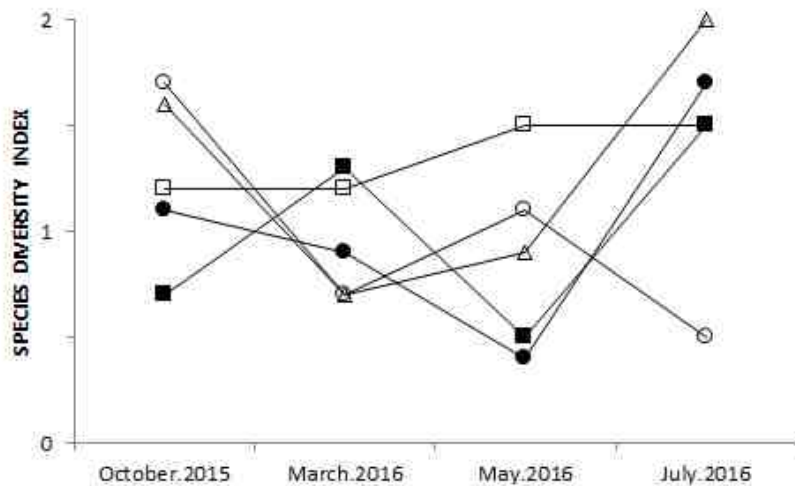


<그림 11> Temporal variation in the standing crops of phytoplankton occurred in the wet land of Han River system during the period of October 2015 ~ July 2016. Open circle: st.1, solid circle: st.2, open square: st.3, solid square: st.4, open triangle: st.5

식물플랑크톤 군집의 종다양성지수는 0.4 ~ 2.0 사이에서 변동하였는데 정점별로 변동하는 경향은 나타내지 않았다 (그림 12) 하지만 계절적으로는 출현종수가 전반적으로 증가한 7월에 가장 높았고 3, 5월에는 감소하는 경향을 보였다 (그림 13).

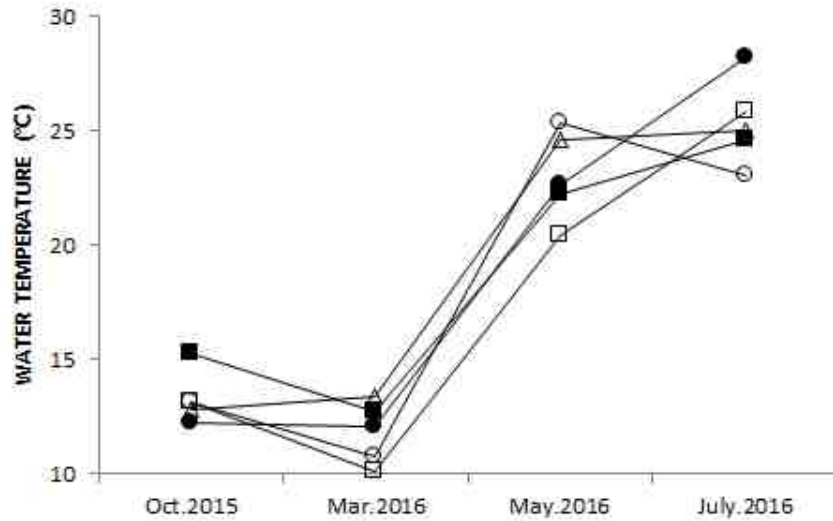


<그림 12> Spatial variation in the species diversity of phytoplankton occurred in the wet land of Han River system during the period of October 2015 ~ July 2016. Open circle: Oct.2015, solid circle: Mar.2016, open square: May, solid square: July



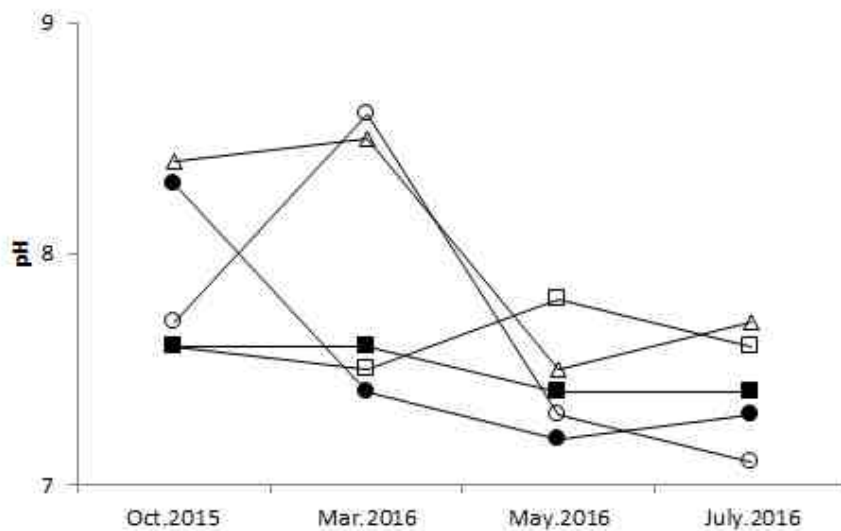
<그림 13> Temporal variation in the species diversity of phytoplankton occurred in the wet land of Han River system during the period of October 2015 ~ July 2016. Open circle: st.1, solid circle: st.2, open square: st.3, solid square: st.4, open triangle: st.5

환경요인으로서 수온은 10월과 3월에 각각 12.2 ~ 15.3 °C와 10.1 ~ 13.4 °C로 비슷하였고 5월 7월로 가면서 28.2 °C까지 서서히 증가하며 계절적 변동 경향성은 뚜렷하게 나타났으나 정점별 변화 패턴은 뚜렷하지 않았다 (그림 14).



<그림 14> Temporal variation in water temperature in the wet land of Han River system during the period of October 2015 ~ July 2016. Open circle: st.1, solid circle: st.2, open square: st.3, solid square: st.4, open triangle: st.5

pH는 7.1 ~ 8.6 사이에서 변동하였는데 5월과 7월에 전정점에서 낮게 나타난 것을 제외하면 계절별 정점별 변동 패턴이 뚜렷하지 않았다 (그림 15).



<그림 15> Temporal variation in pH in the wet land of Han River system during the period of October 2015 ~ July 2016. Open circle: st.1, solid circle: st.2, open square: st.3, solid square: st.4, open triangle: st.5

용존산소량은 조사기간중 리터당 5.5 ~ 11.0 mg 사이에서 변동하여 조사 수역의 수생생물 서식 제한요인으로 작용하지 않는 것으로 나타났지만 7월에는 전정점에서 감소하여 고수온으로 인한 용존산소량 부족의 가능성이 있는 수역임을 시사하였다.

#### 4. 고찰

담수가 해수로 흘러들어가는 하구역은 생산성이 높고 극심한 환경변화에 적응한 기수종들이 우점하는 수역이다. 한강 하구 습지는 수도 서울을 관통하며 대한민국을 대표하는 강 주변에 형성된 습지로서 국립습지센터에서 주관한 하구역 생태계 정밀조사 및 습지보호지역 정밀조사에 의하여 21세기 초반부터 집중적인 조사가 수행되었고 동물플랑크톤에 대한 본격적인 조사는 1990년대에 이미 시작되었다 (Yoo and Lim 1992).

한강 하구역은 전 조사 수역에서 특징적인 기수성 동식물플랑크톤이 빈번하게 출현하지는 않았으나 조사 정점들 중 가장 상류역인 정점5의 고양시 장항습지에서도 *Pseudodiptomus inopinus*, *Sinocalanus tenellus* 등과 같은 기수성 요각류가 출현하고 있었다. 즉 가장 상류 정점에서 기수성 요각류의 분포가 확인되어 해수의 영향이 높은 수역으로 밝혀졌다. 하지만 지각류와 윤충류는 모두 담수산 종들만 출현하는 등 기수역에 적응한 종들은 출현하지 않았다 (Kim 1989). 또한 가장 하류역인 김포시 시암리 습지와 파주시 성동습지에서 만조시 해산종이 우점하면서 기수종이 함께 출현하는 하는 현상이 나타나지 않은 것은 조사 편의상 한강 본류역에 접근하지 못하고 인근 농수로에서 채집한 결과로 추정된다 (Cho et al. 1975; Kim and Kang 2003; Kim et al. 2002).

환경요인도 수온은 전형적인 온대 수역의 특징을 나타내고 있었고 하구 습지역의 특성상 해수의 영향에 의하여 pH가 높았고 용존산소량은 용존 및 부유 유기물의 영향에 의하여 낮았지만 가장 상류역인 장항습지의 용존산소량이 높았으며 하계인 7월에는 전정점에서 감소하여 고수온으로 인한 용존산소량 부족의 가능성이 있는 수역임을 시사하였다 (An and Shin 2005). 한강 하구 습지의 동식물플랑크톤 출현양상 및 환경변화를 근거로 판단하면 조사수역 전체가 황해의 영향을 받는 기수역의 특징을 잃지 않고 있어 하구역 생태계로서의 보호 가치가 증명되었다.

본 조사를 통하여 조사된 한강 하구 습지역들은 모두 신곡수중보 하류에 설정된 정점들로서 황해의 해수가 비교적 크게 영향을 미치는 생태계인 결과가 나타났으나 (장등 2001; Alexander and Allan 2007) 수중보에 의한 인위적인 영향을 받아 기수역의 특징이 감소할 것으로 추정되는 신곡수중보 상류역의 이전 조사 결과들과 (임 1992; 임과 유 1994; Kim and Lee 1999) 비교 분석할 필요성이 대두되었다.

결론적으로 신곡수중보 하류의 장항, 산남, 공릉천, 성동, 시암리 습지 등 한강 하구

습지들은 기수역의 형성이 뚜렷하게 잘 보존된 수역으로서 보호 가치가 크며 해수의 유입에 따른 기수역의 형성이 신곡수중보 바로 앞까지 확장되어 있음이 확인되었다. 하지만 추후 조사 시에는 신곡수중보 상류역까지 조사 수역을 확장하여 기수역의 범위를 확정하는 것이 필요한 것으로 밝혀졌다.



## 5. 참고문헌

- 김현우, 이학영, 하구언 댐 유무에 따른 강 생태계에서의 동물플랑크톤 동태의 차이, 한국육수학회지, 2007, 40:273-284.
- 서호영, 한국의 무척추동물 21권3호, 해산 부유성 요각류 (절지동물문: 갑각강: 요각아강: 긴노요각목: 검물벼룩목), 대한민국 생물지, 2010, 환경부 국립생물자원관, pp. 199.
- 서호영, 김병섭, XII 동물플랑크톤. (하구역 생태계 정밀조사), 2005, 환경부 국립환경연구원, pp. 877-894.
- 윤성명, 한국의 무척추동물 21권2호, 새각류 (절지동물문: 새각강: 무갑목, 배갑목, 극미목, 활미목, 즐미목, 이지목, 단지목), 대한민국 생물지, 2010, 환경부 국립생물자원관, pp. 162.
- 윤일병, 한국동식물도감 제30권 동물편 (수서곤충류), 1988, 문교부, pp. 840.
- 윤일병, 수서곤충검색도설, 1995, 정행사, 서울, pp. 162.
- 임병진, 한강 하류 동물플랑크톤 군집의 생태학적 연구, 1992, 한양대학교 박사학위 논문, pp. 193.
- 임병진, 유광일, 동물플랑크톤 포식활동에 따른 엽록소 a의 현종량의 변화, 한국육수학회지, 1994, 27: 189~200.
- 장광현, 황순진, 장민호, 김현우, 정광석, 주기재, 저수지화 성향을 띤 낙동강에서 치어 섭식이 동물플랑크톤 군집에 미치는 영향, 한국육수학회지, 2001, 34: 310-318.
- 장천영, 한국의 무척추동물 21권4호, 육수산 갈고리노벌레류, 대한민국 생물지, 2010, 환경부 국립생물자원관, pp 238.
- 장천영, 윤성명, 이성규, 김원, 한국산간수역의 검물벼룩류의 분포, 한국환경생물학회지, 1998, 16: 299-304.
- 환경부, 호소환경조사지침, 2009.
- G.G. Alexander, J.D. Allan, Ecological success in stream restoration: case studies from the midwestern United States. Environ Manage, 2007, 40: 245 - 255.
- K.G. An, I.C. Shin, Influence of the Asian monsoon on seasonal fluctuations of water quality in a mountainous stream, Korean J Limnol, 2005, 38: 54-62 (in Korean).
- M. Chihara, M. Murano, An illustrated guide to marine plankton Japan, 1997, Tokai University Press, Simizu.
- K.S. Cho, S.U. Hong, K.H. Ra, The comparative study of limnological conditions and plankton fauna of brakish water in the east coast of Korea, Korean J Limnol, 1975, 8: 25-37 (in Korean).

- K.S. Cho, T. Mizuno, Communities in the Uiam lake consisting of the two different river systems, *Korean J Limnol*, 1977, 10: 73-85 (in Korean).
- G.A. Cole, *Textbook of limnology*, 1975, Mosby Co., St. Louis, pp. 426.
- K. Chung, Body length-mass relationships of aquatic insect of mountain streams in Central Korean peninsula, *Korean J Limnol*, 2008, 41: 320-330 (in Korean).
- H.G. Jeong, Diversity of freshwater Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) in the south of Korean Peninsula, 2013, PhD Dissertation, Hanyang University, Seoul.
- J.W. Kim, Standing crops of the aquatic insects communities in the east-coastal river in Korea, *Korean J Limnol*, 1970, 3: 15-22 (in Korean).
- S. Kim, Studies on the ecology of marine cladocerans in the northwestern Pacific Ocean, 1989, PhD Dissertation, Hiroshima University, Hiroshima.
- S. Kim, M.S. Han, K.I. Yoo, K. Lee, Y.K. Choi, Zooplankton and phytoplankton dynamics with the construction of river mouth dam in Kum River estuary, Korea. *Korean J Limnol*, 2002, 35: 141-144.
- S. Kim, Y.S. Kang, Brackish lakes in Shinpo district, North Korea I, Zooplankton. *Korean J Limnol*, 2003, 36: 215-220.
- S. Kim and J.H. Lee, Environmental studies of the lower part of Han River IV. Zooplankton dynamics, *Korean J Limnol*, 1999, 32: 16-23.
- J.A. Ludwig, J.F. Reynold, *Statistical ecology*, 1988, John Wiley & Sons, N.Y., pp. 337.
- T. Mizuno, E. Takahashi, *An illustrated guide to freshwater zooplankton in Japan*, 1999, Tokai University, Simizu, pp. 551.
- S. Ohtsuka, Y.H. Yoon, Y. Endo, Taxonomic studies on brackish copepods in Korean water I, Redescription of *Tortanus dextrilobatus* Chen and Zhang, 1965 from Korean waters, with remarks on zoogeography of subgenus *Eutortanus*, *J Oceanol Soc Korea*, 1992, 27: 112-122.
- C.E. Shannon and W. Weaver, *The mathematical theory of communication*, 1963, University of Illinois Press, Urbana.
- H.Y. Soh, H.K. Chung, Spatio-temporal distribution of the genus *Acartia* (Copepoda: Calanoida) in the southwestern waters of Korea, *Korean J. Environ., Biol.* 21: 422-427.
- H.Y. Soh, H.L. Suh, S. Ohtsuka, Y.H. Yoon, S.D. Choi, Taxonomic studies on brackish copepods in Korean waters - II. Ontogeny and phylogeny of appendages in copepod

- stages of *Tortanus derjugini* Smirnov, 1935 (Copepoda, Calanoida), *Journal of Plankton Research*, 2001a, 23: 1157-1169.
- H.Y. Soh, H.L. Suh, O.H. Yu, S. Ohtsuka, The first record of two demersal calanoid copepods, *Pseudodiaptomus poplesia* and *P.nihonkaiensis* in Korea, with remarks on morphology of the genital area, *Hydrobiologia*, 2001b, 448: 203-215.
- Y.H. Song, W.C. Lee, I.S. Kwak, Study on response-species zooplankton to the seasonal changes precipitation and temperature, *Korean J Limnol*, 2003, 36: 9-20 (in Korean).
- H. Ueda, A.C. Bucklin, *Acartia* (*Odontartia*) *ohtsukai*, a new brackish-water calanoid copepod from Ariake Bay, Japan, with a redescription of closely related *A. pacifica* from the Seto Inland Sea, *Hydrobiologia*, 2006, 560: 77-91.
- K.I. Yoo, B.J. Lim, Seasonal succession in the abundance and community structure of zooplankton in Pal'tang reservoir, *Korean J Limnol*, 1992, 25: 89-97.



2015.11 st3.



2015.11 st5.



2016.3 st3.



2016.3 st4.



2016.5 st1.



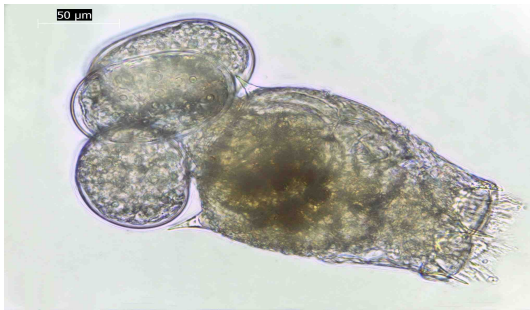
2016.5 st2.



2016.7 st.3



2016.7 st.5



*Brachionus calyciflorus* 2015.11 st.1



*Pseudodiaptomus inopinus* 2015.11 st.1



*Bosmina longirostris* 2015.11 st.1



*Brachionus calyciflorus* f. *anuraeiformis* 2015.11 st.1



Aquatic insect larvae 2015.11. st.1



*Diaphanosoma brachyurum* 2015.11 st.2



*Asplanchna priodonta* 2015.11 st.2



*Keratella cochlearis* var. *tecta* 2016.03 st.1



*Sinocalanus tenellus* 2016.03 st.1



*Lecane luna* 2016.03 st.2



*Monostyla* sp. 2016.03 st.2



*Notholca* sp. 2016.03 st.4



*Sinocalanus tenellus* 2016.05 st.1



*Sinocalanus tenellus* 2016.05 st.3



*Daphnia longispina* 2016.05 st.4



*Pseudodiaptomus inopinus* 2016.05 st.5





*Closterium acerosum* 2015.11 st.2

*Scenedesmus acuminatus* 2015.11 st.5



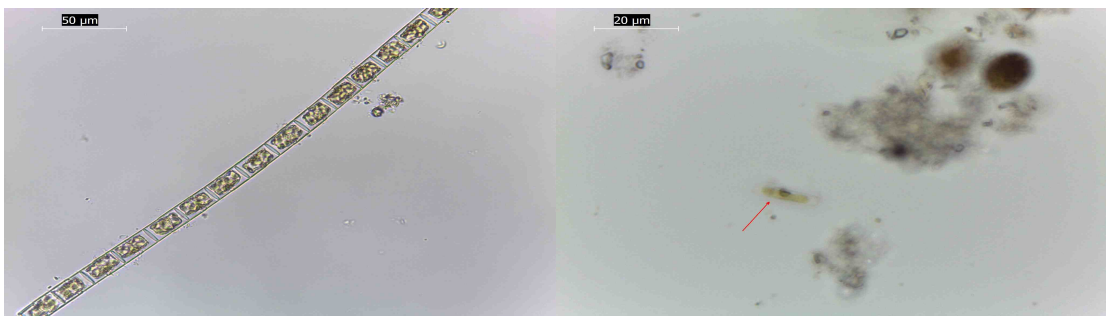
*Merismopedium glacum* 2015.11 st.5

*Scenedesmus quadricanda* var. *bionatus* 2015.11 st.5



*Anabaeina macrospora* var. *macrospora* 2016.03 st.1

*Gyrosigma acuminata* 2016.03 st.1



*Aulacoseira granulata* 2016.05 st.4

*Navicula* sp. 2016.07 st.4

## XI. 어류

백현민 · 김상협

(참생태연구소)

### 요 약

습지보호지역 정밀조사 일환으로 한강하구습지 3개소 및 한강분류를 대상으로 2015년 10월부터 2016년 10월까지 조사하였다. 본 조사에서 채집된 어류는 총 10과 28종 521개체였으며 잉어과가 10종으로 가장 많았고, 그 외 망둑어과 6종, 멸치과, 송어과, 학공치과, 농어과가 각각 2종씩, 독중개과 뚝양태과, 참서대과, 참복과가 각각 1종씩 출현하였다. 이중 한국고유종은 가시납지리 1종이 출현하였다. 과별 개체수는 잉어과 (232개체, 44.5 %), 송어과 (170개체, 32.6 %), 망둑어과 (58개체, 11.1 %), 멸치과 (33개체, 6.4 %), 농어과 (18개체, 3.5 %)가 우세하게 출현하였다.

채집된 총 521개체 중 우점종은 송어로 총 92개체가 채집되었으며 상대풍부도는 17.7 %였고, 아우점종은 붕어 (88개체, 16.9 %)로 나타났다. 그 외에 가숭어 (15.0 %), 살치 (9.8 %), 강준치 (7.7 %), 풀망둑 (6.1 %), 웅어 (6.0 %), 긴몰개 (5.0 %) 등도 우세하게 출현하였다. 본 조사에서 환경부지정 멸종위기종은 확인되지 않았다.

### 1. 서론

한강하구습지는 국내 대하천중에서 유일하게 하구둑이 없어, 자연적인 기수역이 형성되므로, 하천과 바다를 이어주는 이동통로로서 매우 큰 생태적 가치를 지닌다. 특히 어류의 경우에는 담수로 올라와 산란하는 소하성어류인 황복을 비롯하여, 망둑어과 어류와 같은 다양한 기수성 어류가 서식하여 생물다양성이 매우 높은 지역이다. 한강하구는 오랜 기간 군사보호지역으로 수변부의 개발이 제한되고, 일반인의 출입이 통제되어 생태계가 잘 보전되고 있다. 환경부에서는 습지보호지역으로 지정하여 관리하고 있다. 본 조사는 한강하구의 습지보호지역에 대하여 조사하여 습지 관리의 기초자료로 활용하고자 하였다.

## 2. 조사지역 및 방법

### 가. 조사지역 및 일정

조사지역은 한강하구를 중심으로 장항습지, 산남습지, 공릉천 하구습지를 대상으로 2015년 10월부터 2016년 10월까지 총 3차에 걸쳐 실시하였다.



<그림 1> 어류의 조사지점

### 나. 조사방법

#### 1) 조사지 개황

조사지점의 하폭, 유폭, 하상구조, 식생, 주변환경 등의 특징은 주로 줄자, 목측과 관찰 등을 통해 기술하였다. 하상구조는 Cummins (1962, 큰돌(Boulder > 256 mm), 돌(Cobble, 256~64 mm), 자갈(Pebble, 64~16 mm), 잔자갈(Gravel, 16~2 mm), 모래(Sand < 2

mm))의 분류 방법을 이용하여 구분하였다.

## 2) 어류의 채집 및 동정

어류 채집은 지점 내 하천, 물골, 농수로, 둠병 등에서 투망(망목 10 × 10 mm), 족대(망목 3 × 3 mm)을 이용하였다. 한강하구는 전류리 포구에서 어업 활동에 종사하는 어촌계 어민으로부터 도움을 받았다. 채집된 어류는 현장에서 동정 분류하고 종과 개체수를 확인한 후 방류하였다. 이상의 작업을 토대로 어류 목록, 개체수 및 상대풍부도 등을 분석하였으며 어류의 분류는 內田 (1939), 정 (1977), 전 (1980, 1983, 1986, 1989), 김 (1982, 1984, 1988, 1997), 김 등 (1985), 손 (1987), 최 등 (1990), 김·강 (1993), 김 (1997), 김 (1997), 김과 박 (2002), 김 등 (2005) 등에 따랐고, 학명의 적용과 어류목록의 배열순서 및 생태구분 등은 ‘2013 환경부 제4차 전국자연환경조사 지침’에 의거하였다.

## 3) 군집분석

조사 지점에서 채집한 어류의 종수 및 개체수를 확인한 후 우점도, 다양도, 풍부도, 균등도 지수 등의 군집분석을 실시하였다. 우점도 지수 (Dominance index)의 산출은 McNaughton's dominance index (DI)에 의하였다 (McNaughton, 1967).

$$DI = (n_1 + n_2) / N$$

DI: 우점도지수, N: 총개체수, n1, n2: 제 1, 2 우점종의 개체수

다양도 지수 (Diversity index)는 Margalef (1956, 1958)의 정보이론 (information theory)에 의하여 유도된 Shannon-Wiever function (Pielou, 1969)을 사용하여 산출하였다.

$$H' = \sum_{i=1}^n P_i (\ln P_i)$$

H': 다양도, S: 전체 종수

P<sub>i</sub>: i번째에 속한 개체수의 비율을 말하며 n<sub>i</sub>/N으로 계산

(N:군집내의 전 개체수, n<sub>i</sub>:각 종의 개체수

풍부도 지수 (Richness index)는 Margalef (1958)의 지수를 사용하여 산출하였다.

$$RI = (S - 1) / \ln(N)$$

RI: 풍부도, S: 전체종수, N: 총개체수

균등도 (Evenness index)는 Pielou (1975)를 사용하여 산출하였다.

$$EI = H' / \ln(S)$$

EI: 균일도, H' : 다양도, S: 전체 종수

#### 4) 현존량의 파악

현존량의 파악은 각 조사지점에서 채집된 어류의 개체수에 의거하여 나타내었다.

### 3. 조사결과

#### 가. 조사지역의 서식 환경

장항습지, 산남습지, 공룡천하구습지는 한강분류에서 유량이 유입되어 생성된 물골과 폐쇄형 웅덩이 형식의 다양한 어류가 서식하기 어려운 환경으로 확인되었다. 물골과 웅덩이의 하상구조는 대부분 진흙으로 이루어져 있었으며, 강우의 부족인해 만조시 유입되는 유량으로 서식처의 유량유지에 어려움이 있는 것으로 확인되었다.

습지 내부는 농경지와 초지로 이루어져 있으며, 비정기적인 군사훈련과 시야확보를 위한 정기적 벌초 등의 교란요인이 존재한다. 또한, 장항습지 내부에서 하도 공사가 진행중인 것이 확인되었다. 하지만 장항천, 문발천, 장월평천, 공룡천 등 크고 작은 지류가 습지를 통해 한강분류와 합류되어 비교적 양호한 서식환경을 가지고 있다.

한강하구와 연결되는 수변부는 습지와 둑병이 형성되어 정수성어종이 서식할 수 있는 환경으로 확인되었다.

#### 나. 전체 어류상

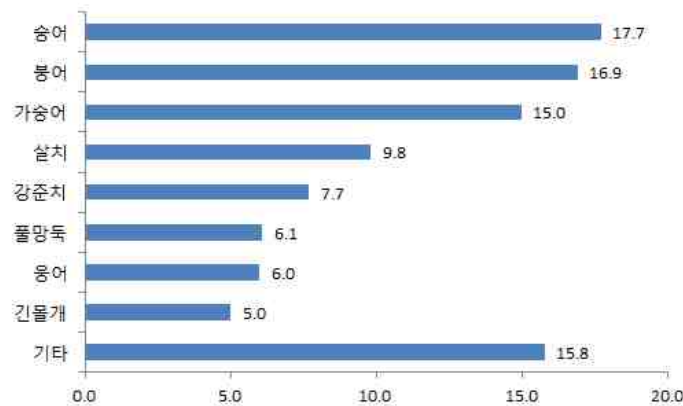
본 조사에서 채집된 어류는 총 10과 28종 521개체였으며, 잉어과가 10종 (35.7 %)으로 가장 많았고, 그 외 망둑어과 6종 (21.4 %), 멸치과, 송어과, 학공치과, 농어과가 각각 2종씩 (7.1 %), 독중개과 돛양태과, 참서대과, 참복과가 각각 1종씩 (3.6 %) 출현하였다. 한국고유종은 가시납지리 1종이 확인되었다. 본 조사에서 환경부지정 멸종위기종은 확인되지 않았다.

과별 개체수는 잉어과 (232개체, 44.5 %), 송어과 (170개체, 32.6 %), 망둑어과 (58개체, 11.1 %), 멸치과 (33개체, 6.4 %), 농어과 (18개체, 3.5 %)가 우세하게 출현하였고, 그 외 나머지는 상대풍부도 2 %이하로서 희소하게 출현하였다.

채집된 총 521개체 중 우점종은 송어로 총 92개체가 채집되었으며 상대풍부도는 17.7 %였고, 아우점종은 붕어 (88개체, 16.9 %)로 나타났다. 그 외에 가숭어 (15.0 %), 살치 (9.8 %), 강준치 (7.7 %), 풀망둑 (6.1 %), 웅어 (6.0 %), 긴물개 (5.0 %) 등도 우세하게 출현하였다.



<그림 2> 조사지점에서 채집된 어류의 과별 종수



<그림 3> 조사지점에서 채집된 어류의 상대풍부도(%)

### 다. 습지별 어류상

#### 1) 한강분류

한강분류에서 출현한 어류는 총 10과 24종 137개체가 출현하였다. 잉어과가 8종 (33.30 %)으로 가장 많았고, 망둑어과가 4종 (16.7 %), 멸치과와 송어과, 학공치과 및 농어과가 각각 2종씩 (8.3 %), 독중개과, 뚝양태과, 참서대과, 참복과가 각각 1종씩 (4.2 %)이 출현하였다. 한국고유종은 가시납지리 1종이 확인되었고, 환경부지정 멸종위기종은 출현하지 않았다. 우점종은 뽕어로 총 31개체가 채집되었으며 상대풍부도는 22.6 %였고, 아우점종은 송어 (26개체, 19.0 %)로 나타났다. 그 외에 점농어 (10.9 %), 살치 (8.8 %), 가숭어 (5.8 %), 붕어 (5.1 %) 등도 우세하게 출현하였다.

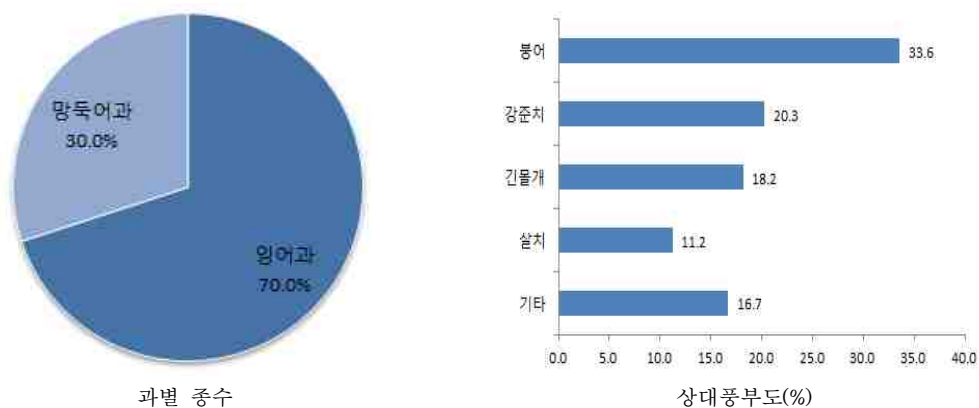




<그림 4> 한강분류의 과별종수 및 상대풍부도

2) 장항습지

장항습지에서 출현한 어류는 1차조사시 1과 5종 26개체, 2차조사시 2과 9종 59개체, 3차조사시 2과 8종 58개체로 총 2과 10종 143개체가 출현하였다. 잉어과가 7종 (70.0 %)으로 가장 많았고, 망둑어과가 3종 (30.0 %)이 출현하였다. 본 조사에서 환경부지정 멸종위기종은 확인되지 않았다. 우점종은 붕어로 총 48개체가 채집되었으며 상대풍부도는 33.6 %였고, 아우점종은 강준치 (29개체, 20.3 %)로 나타났다. 그 외에 긴물개 (18.2 %), 살치 (11.2 %) 등도 우세하게 출현하였다.

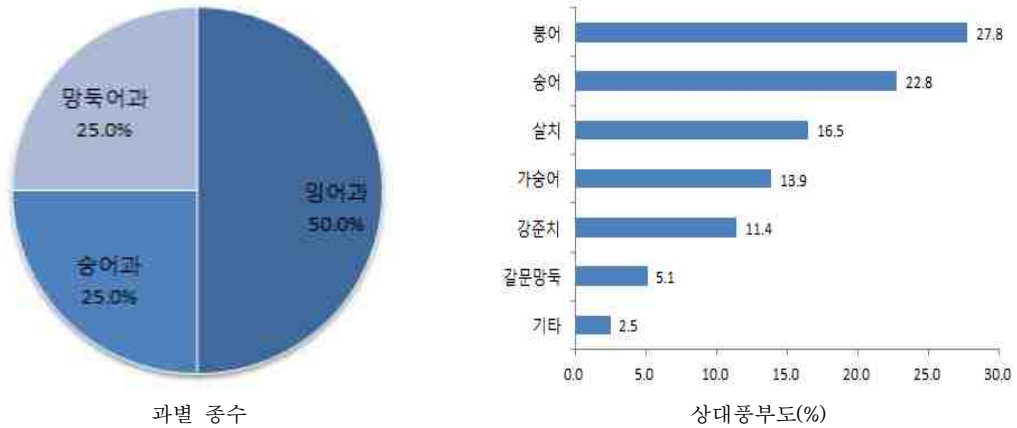


<그림 5> 장항습지의 과별종수와 상대풍부도

3) 산남습지

산남습지에서 출현한 어류는 1차조사시 3과 6종 19개체, 2차조사시 3과 7종 30개체, 3차조사시 3과 6종 30개체로 총 3과 8종 79개체가 출현하였다. 잉어과가 4종 (50.0 %)으로

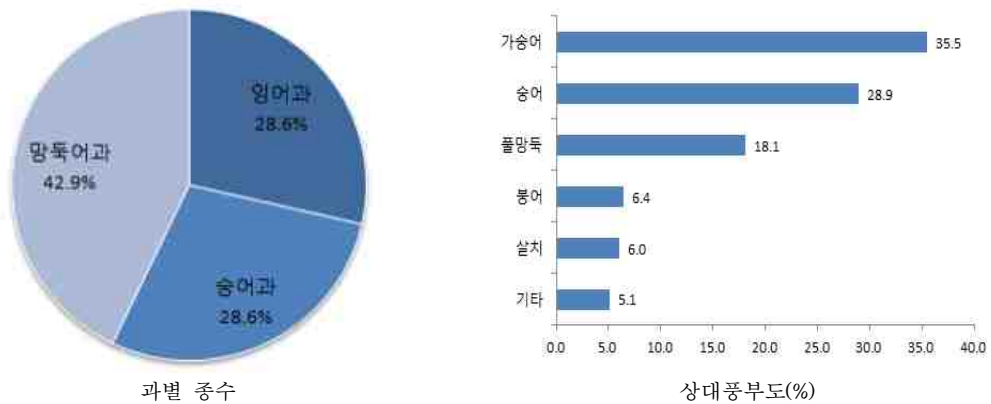
가장 많았고, 송어과와 망둑어과가 각각 2종씩 (25.0 %)이 출현하였다. 본 조사에서 한국고유종 및 환경부지정 멸종위기종은 확인되지 않았다. 우점종은 붕어로 총 22개체가 채집되었으며 상대풍부도는 27.8 %였고, 아우점종은 송어 (18개체, 22.8 %)로 나타났다. 그 외에 살치 (16.5 %), 가송어 (13.9 %), 강준치 (11.4 %), 갈문망둑 (5.1 %) 등도 우세하게 출현하였다.



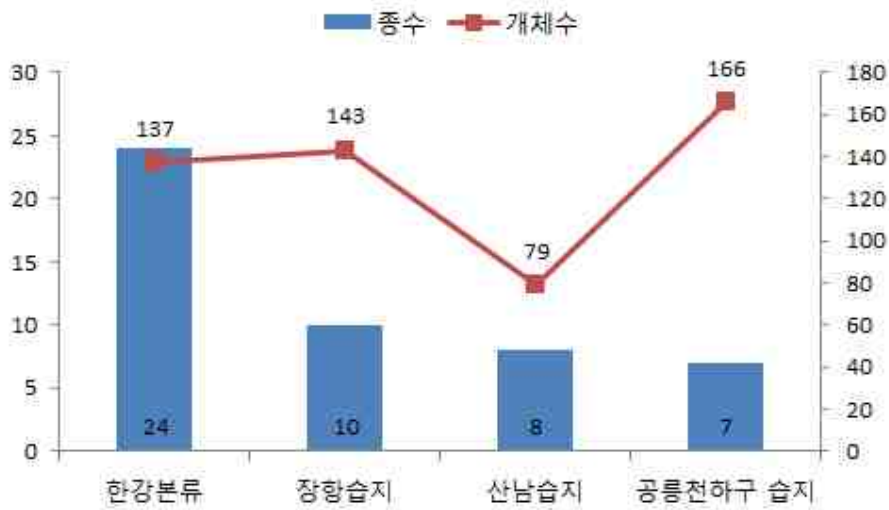
<그림 6> 산남습지의 과별종수와 상대풍부도

4) 공릉천하구습지

공릉천하구 습지에서 출현한 어류는 1차조사시 3과 6종 40개체, 2차조사시 3과 7종 58개체, 3차 조사시 3과 7종 68개체로 총 3과 7종 166개체가 출현하였다. 망둑어과가 3종 (42.9 %)으로 가장 많았고, 잉어어과와 송어과가 각각 2종씩 (28.6 %)이 출현하였다. 본 조사에서 한국고유종 및 환경부지정 멸종위기종은 확인되지 않았다. 우점종은 가송어로 총 59개체가 채집되었으며 상대풍부도는 35.5 %였고, 아우점종은 송어 (48개체, 28.9 %)로 나타났다. 그 외에 풀망둑 (18.1 %), 붕어 (6.4 %), 살치 (6.0 %)등도 우세하게 출현하였다.



<그림 7> 공릉천하구습지의 과별종수와 상대풍부도



<그림 8> 지역별 채집된 어류의 종수 및 개체수

<표 1> 각 조사지점의 우점종, 아우점종 및 우세종 어류

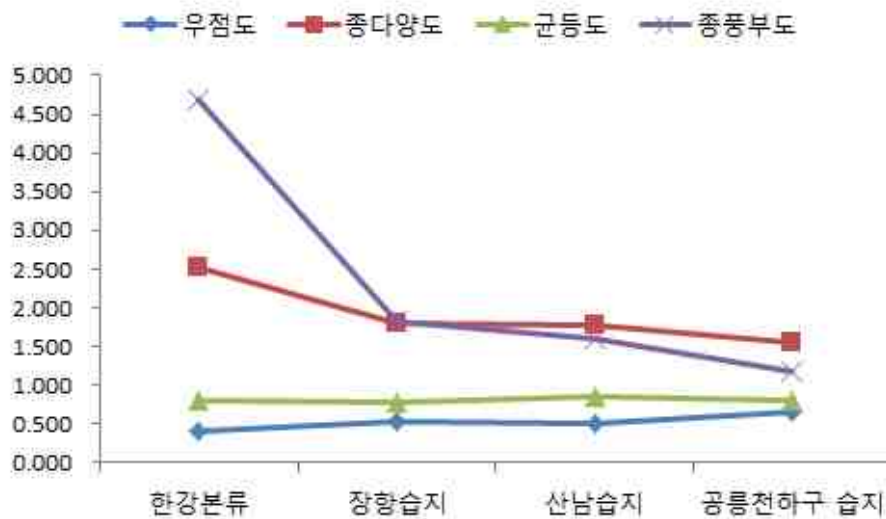
지점	우점종	아우점종	기타 우세종
한강본류	붕어	송어	점농어, 살치, 가숭어 등
장항습지	붕어	강준치	긴물개, 살치 등
산남습지	붕어	송어	살치, 가숭어, 강준치 등
공룡천하구습지	가숭어	송어	풀망둑, 붕어 살치 등
전체	송어	붕어	가숭어, 살치, 강준치 등

### 라. 군집분석

우점도지수는 한강본류에서 0.416로 가장 낮았고, 공룡천하구 습지에서 0.645로 가장 높았다. 균등도 지수는 각 지수의 최대치에 대한 실지치의 비로서 표현된다. 이때 각 다양도지수는 군집 내 모든 종의 개체수가 동일할 때 최대가 되므로, 결국 균등도 지수는 군집 내 종구성의 균일한 정도를 나타내는 것으로 산남습지에서 0.853으로 가장 높았고, 장항습지에서 0.785로 가장 낮았다. 다양도지수는 군집의 종풍부도와 개체수의 상대적 균형성을 의미하며 군집의 복잡성을 나타낸다. 한강본류에서 2.523으로 상대적으로 높은 값을 나타내었다. 종풍부도지수는 총 개체수와 총 종수만을 가지고 군집의 상태를 표현하는 지수로서 지수 값이 높을수록 종의 구성이 풍부하게 되므로 환경의 정도가 양호하다는 것을 전제로 하고 있다. 풍부도 지수는 한강본류에서 4.675로 가장 높았고, 공룡천하구 습지에서 1.174로 가장 낮았다. 습지마다 지수값의 차이는 있으나 하상구조, 물리적 서식환경이 유사하여 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.

<표 2> 각 조사지점별 군집분석 결과

구 분	한강본류	장항습지	산남습지	공릉천하구 습지	Total
우점도지수(DI)	0.416	0.538	0.506	0.645	0.343
종다양도지수(H')	2.523	1.808	1.774	1.558	2.533
균등도지수(E')	0.794	0.785	0.853	0.801	0.752
종풍부도지수(RI)	4.675	1.813	1.602	1.174	4.470



<그림 9> 각 조사지점별 군집분석 결과

#### 4. 고찰

##### 가. 어류 서식상의 특징

본 조사 결과 전반적으로 하구 기수역 주변의 일반적으로 출현하는 어종이 대부분이었다. 한강본류를 제외하고는 하상구조가 단순하여 다양한 어종은 서식하고 있지 않지만, 물골과 수변의 배후습지는 어류를 비롯한 여러 생물의 서식처로 가치가 높다.

한강하구습지는 국내 대하천중에서 유일하게 하구둑이 없어, 자연적인 기수역이 형성되므로, 하천과 바다를 이어주는 이동통로로서 매우 큰 생태적 가치를 지닌다. 특히 어류의 경우에는 담수로 올라와 산란하는 소하성어류인 황복을 비롯하여, 망둑어과 어류와 같은 다양한 기수성 어류가 서식하여 생물다양성이 매우 높은 지역이다. 또한 한강하구의 수변부는 습지와 둠벙이 형성되어 정수성어종이 공서하여 본류와 함께 다양한 어류가 서식할 수 있다.

자연적인 기수역을 가진 지역적 이점과 수변부의 배후습지는 다양향한 미소서식지를







<표 3. 계속>

학명	국명	09년	11년	12년	13년	14년	16년				비고
							한강 본류	장항	산남	공룡천	
<i>Ctenotrypauchen microcephalus</i>	빨갱이			○							
<i>Channa argus</i>	가물치		○			○					
<i>Collichthys lucidus</i>	황강달이		○	○	○	○					
<i>Cynoglossus semilaevis</i>	박대						●				신규
<i>Takifugu obscurus</i>	황복		○	○			●				
<i>Takifugu xanthopterus</i>	까치복		○								
종수		25	47	28	36	39	23	10	8	7	

## 5. 참고 문헌

- 김익수, 한국산 납자루아과 어류의 분류학적 연구, 전북대 생물학연구연보, 1982, 3:1-18.
- 김익수, 한국산 모래무지아과 어류의 계통분류학적 연구, 한국수산학회지, 1984, 17(5): 436-448.
- 김익수, 한국담수산 골표상목과 극기상목 어류의 분류, 전북대 생물학 연구연보, 1988, 8:83-173.
- 김익수, 한국동식물도감, 제37권 동물편(담수어류), 교육부, 1997, 629 pp.
- 김익수, 강언중, 원색한국어류도감, 1993, 아카데미서적, 서울, 477 pp.
- 김익수, 박종영, 2002. 한국의 민물고기, 아카데미서적, 서울.
- 김익수, 최 윤, 이충렬, 이용주, 김병직, 김지현, 2005, 원색한국어류대도감. 교학사, 서울, 616 pp.
- 전상린, 한국산 담수어의 분포에 관하여, 1980, 중앙대 대학원 박사학위논문.
- 전상린, 한국산 미꾸리과 어류의 분포와 검색에 관하여. 상명여대논문집, 1983, 11: 289-321.
- 정문기, 한국어도보, 1977, 一志社, 서울. 727 pp.
- 최기철, 전상린, 김익수, 손영목, 원색한국담수어도감, 1990, 향문사, 서울. 277 pp.
- 환경부, 제4차 전국자연환경조사지침, 2013, pp. 215-228.
- 환경부 국가습지사업센터, 습지보호지역 정밀조사(한강하구, 우포늪, 물장오리오름), 2011, pp. 749-767.
- 환경부·한강유역환경청, 한강하구 습지보호지역 모니터링, 2015, pp. 151-157.
- K.W. Cummins, An evaluation of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special on lotic waters, Amer. Midl. Natl., 1962, 67: 477-504.
- R. Margalef, Information theory in ecology, Gen. Syst., 1958, 3: 36-71.
- S.J. McNaughton, Relationship among functional properties of California Glassland, 1967, Nature, 216: 144-168.
- E.C. Pielou, The measurement of diversity in different types of biological collections. J. Theoret. Biol., 1966, 13: 131-144.
- 可兒藤吉, 溪流昆蟲の生態, 可兒藤吉全集, 1944, 全一卷, 思索社, 東京. pp. 5-17.
- 內田惠太郎, 朝鮮魚類誌, 朝鮮總督府水産試驗場報告, 1939, 6. 460 pp.

부록 1. 종 목록

학명	국명	한강 본류	장항 습지	산남 습지	공릉하구 습지	종합	우점율 (%)	비고
Order Clupeiformes	청어목							
Family Engraulidae	멸치과							
<i>Coilia mystus</i>	싱어	2				2	0.4	
<i>Coilia nasus</i>	웅어	31				31	6.0	
Order Cypriniformes	잉어목							
Family Cyprinidae	잉어과							
<i>Cyprinus carpio</i>	잉어	6	5	1		12	2.3	
<i>Carassius auratus</i>	붕어	7	48	22	11	88	16.9	
<i>Cyprinus cuvieri</i>	떡붕어	4						
<i>Rhodeus ocellatus</i>	흰줄납줄개		7			7	1.3	
<i>Acanthorhodeus gracilis</i>	가시납지리	1				1	0.2	고
<i>Squalidus gracilis majimae</i>	긴물개		26			26	5.0	
<i>Hemibarbus labeo</i>	누치	5				5	1.0	
<i>Abbottina rivularis</i>	버들매치		1			1	0.2	
<i>Squaliobarbus curriculus</i>	눈불개	1				1	0.2	
<i>Erythroculter erythropterus</i>	강준치	2	29	9		40	7.7	
<i>Hemiculter leucisculus</i>	살치	12	16	13	10	51	9.8	
Order Mugilidae	송어목							
Family Mugilidae	송어과							
<i>Mugil cephalus</i>	송어	26		18	48	92	17.7	
<i>Liza haematocheila</i>	가송어	8		11	59	78	15.0	
Order Beloniformes	동갈치목							
Family Hemiramphidae	학공치과							
<i>Hyporhamphus intermedius</i>	줄공치	3				3	0.6	
<i>Hyporhamphus sajori</i>	학공치	1				1	0.2	
Order Scorpaeniformes	횃대목							
Family Cottidae	독중개과							
<i>Trachidermus fasciatus</i>	걱정어	2				2	0.4	
Order Perciformes	농어목							
Family Moronidae	농어과							
<i>Lateolabrax japonicus</i>	농어	3				3	0.6	
<i>Lateolabrax maculatus</i>	점농어	15				15	2.9	
Family Callionymidae	돛양태과							
<i>Repomucenus olidus</i>	강주걱양태	1				1	0.2	
Family Gobiidae	망둑어과							
<i>Chaenogobius urotaenius</i>	꼭저구	1	1			2	0.4	
<i>Synechogobius hastus</i>	풀망둑	1		1	30	32	6.1	
<i>Rhinogobius giurinus</i>	갈문망둑	1	7	4		12	2.3	
<i>Tridentiger bifasciatus</i>	민물두줄망둑				6	6	1.2	
<i>Tridentiger brevispinis</i>	민물검정망둑		3		2	5	1.0	
<i>Odontamblyopus rubicundus</i>	개소갱	1				1	0.2	
Order Pleuronectiformes	가자미목							
Family Cynoglossidae	참서대과							
<i>Cynoglossus semilaevis</i>	박대	1				1	0.2	
Order Tetraodontiformes	복어목							
Family Tetraodontidae	참복과							
<i>Takifugu obscurus</i>	황복	2				2	0.4	
종수		24	10	8	7	28	28	
개체수		137	143	79	166	521	100	

주> 고 : 한국고유종



강주걱양태



개소경



황복



점농어



깍정어



잉어



흰줄납줄개



웅어



송어



풀망둑



가송어



농어



민물검정망둑



붕어



눈볼개



참붕어





한강 분류 조사 장면



장항습지 내 공사 현황



장항습지





산남습지



공릉천하구 습지