

한강하구 하천 생태계조사

최종보고서

2005년 12월

고 양 시

제 출 문

고양시 시장 귀하

2005년 4월 21일 귀 시와 우리(생태연구소)간에 계약한 「한강하구 하천 생태계조사」에 대한 위탁연구 용역을 과업 지시서에 의거하여 완수하였기에, 그 결과를 보고서에 수록하여 제출합니다.

2005년 12월

(사) 한국어린이식물연구회 부설 PGAI 생태연구소
소장 유영한(인)

연구 참여진

연구책임자	(사)한국어린이식물연구회 생태연구소 소장	유영한
-------	------------------------	-----

연구원	(사)한국어린이식물연구회 생태연구소	한동욱
-----	---------------------	-----

연구원	(사)한국어린이식물연구회 생태연구소	이기섭
-----	---------------------	-----

연구원	(사)한국어린이식물연구회 생태연구소	박병삼
-----	---------------------	-----

연구원	(사)한국어린이식물연구회 생태연구소	이효혜미
-----	---------------------	------

연구보조원	(사)한국어린이식물연구회	이은정
-------	---------------	-----

연구보조원	(사)한국어린이식물연구회	김혜련
-------	---------------	-----

요 약 문

1. 연구제목

한강하구 하천 생태계조사

2. 연구목적

한강하구 중 생태학적 가치가 뛰어난 장항습지와 그 주변일대에서 한강하구 생태계의 구조와 기능적 특성을 조사하여 생태학적 특성을 밝히고, 이를 토대로 이 지역의 서식지 보전 및 체계적인 관리방안을 도출하기 위하여 2005년에 한 해 동안 식생을 조사하고, 식물상(외래종 포함)과 조류, 포유류의 종목록을 작성하고, 이들 생물 주요 종(말뚝개 포함)의 개체군 동태를 파악하고, 재두루미 등의 철새 변화상태를 장기적으로 파악하고 그 변화요인을 찾고, 버드나무군락 생태계의 기능(산소발생량, 이산화탄소흡수량, 오염물질제거량 등)을 분석하여 숲의 공익적 기능을 평가하고, 새섬매자기 개체군을 복원하기 위하여 실내에서 덩이줄기의 번식과 생장을 각각 조사하였다.

3. 연구결과

식생은 버드나무군락이 우점하는 가운데, 수변부로 야생동물이 먹이로 좋아하는 새섬매자기군락 등 다양한 습지식생이 출현하였는데, 특히 버드나무군락의 면적은 72.3ha로 국내 최대규모이었으며, 밀도가 높고, 매우 어린 개체로 구성되어 있었다.

버드나무군락은 밀도가 높고(97,000개체/ha), 수령이 3년 이내의 어린 개체(82%)로 구성된 매우 어린 숲이었고, 키버들은 3-6년에서 연간 2-4cm의 매우 빠른 생장을 보였고, 1년에 생산된 물질생산은 38.31ton/ha/yr로 현재까지 보고된 국내에서 가장 높은 수치를 보였다. 이와 같이 다른 지역에 비하여 현저히 높은 버드나무군락의 물질생산성은 1) 안정적인 수분공급과 풍부한 토양이 제공되는 입지 지형적인 요인과, 2) 버드나무의 개체군의 식물계절학적

특성과 함께 이곳에서 서식하는 높은 밀도의 말뚝게(1년 이상 33마리/1m², 23억마리/72ha, 100.1 ton fw/72ha)에 의한 경작효과(지속적인 비료(12ton/ha)와 산소의 공급, 임상식생의 제거 등)로 인한 상호작용의 효과로 판단되었다.

한강하구 버드나무군락에서 1년간 생산되는 산소발생량은 3,697ton/72ha로서 임야면적이 63ha인 정발산의 발생량(1,331ton/ha)보다 2.9배나 많았고, 제거되는 이산화탄소의 양도 4,519ton/72ha/yr로 정발산의 제거량보다 2.5배나 많았다. 한강하구 버드나무군락에서 1년간 생산되는 산소량(3,299ton)은 13,862명의 인구를 부양할 수 있는 산소량이다. 이러한 버드나무숲의 산소발생량은 우리나라 일반적인 자연숲의 생산량(50명/1ha)의 3배에 해당한다.

버드나무군락에서 생산되는 총증산량도 1,092-4,519ton으로서 정발산의 것보다 높았다. 증산은 증발에 비하여 대기 중으로 수분을 빠르게 분산시켜 주변 온도에 미치는 영향이 크다. 버드나무군락의 이러한 높은 증산량은 여름철의 고양시 일대의 온도를 크게 낮추고, 또한 바람을 만들어 줌으로써 공기의 소통을 원활하게 한다고 할 수 있다. 온도를 저감시키고, 공기를 소통작용은 증발만이 있고, 증산이 거의 없는 일산호수공원에 비할 때 월등한 차이(최소 16배-23배)가 난다고 할 수 있다. 한강하구는 버드나무군락 외에 한강하구에 흐르는 수량과, 초본식생, 조간대의 면적을 고려한다면 한강하구 생태계가 하는 온도 조절효과는 더욱 클 것으로 판단된다.

한강하구 버드나무군락에서 1년간 제거되는 수 오염물질의 양은 질소가 232ton/72ha/yr, 인이 19ton/72ha/yr와 황이 88ton/72ha/yr나 되었다(표 8). 이러한 수치는 한강에서 내려오거나 퇴적된 대부분의 오염물질이 한강하구의 버드나무군락에서 대부분이 정화되고 있음을 의미한다. 버드나무군락은 수오염물질 뿐만 아니라 대기중의 질소산화물이나 오존과 같은 오염물질도 제거할 것으로 판단된다.

철새들이 즐겨먹는 먹이식물은 초본식생 중 새섬매자기(최고 섭식율 90%)와 세모고랭이(40%)이었고, 방동사니류, 줄, 물피와 갈대는 일부(1-10%)를 섭식하고, 애기부들은 전혀 먹지 않았다. 현재 새섬매자기의 서식처를 침입하여 면적을 넓히는 식물은 줄과 갈대이었는데, 줄과 갈대는 새섬매자기의 것보다 키가 크고, 짙은수가 많고, 퇴적될 때 짙이 나는 지상부의 높이가 높고, 1년에 번식하는 땅속줄기가 길고, 물질생산이 높아서 새섬매자기의 서식처를 점유하는 것은 판단된다. 또한 새섬매자기는 퇴적이 1년에 15cm 이상이 되

는 지역은 그렇지 않은 지역에서 사는 개체군보다 싹눈수, 땅속줄기수, 땅속덩이줄기수가 각각 적고, 죽은 지상부의 줄기가 많고, 종자생산량이 적고, 쪽정이 많고, 1년에 자라는 땅속줄기의 길이가 짧음으로써 새싹매자기 개체군이 유지되기 위해서는 퇴적되는 환경을 늦추거나 막을 수 있는 관리전략이나 다른 곳에 대체서식지 조성이 필요하다고 사료된다.

이 지역에는 고라니를 등의 포유류 10종이 서식하고 있으며, 연 10만마리의 철새가 도래하고 있으며, 조사기간 중에 관찰된 법적 보호종 및 희귀종은 34종이었다(표 1). 이중 천연기념물 17종, 환경부 지정 멸종위기종 I 급종은 5종, 멸종위기 II 종은 14종, 특정종은 15종이었다. 이들 중에서 가장 많은 수가 관찰된 것은 큰기러기, 개리(*Anser cygnoides*), 재두루미, 저어새(*Platalea minor*) 등이었다. 이 중에서 고양시권역인 이산포(1수역)에서는 법적 보호종 및 희귀종이 24종이 확인되었다. 천연기념물은 12종, 환경부 지정 멸종위기종 I 급종은 5종, 멸종위기 II 종은 10종이었다. 가장 많은 수는 큰기러기, 재두루미 2종으로 저어새는 최고 7마리로 소수이나 매년 확인되며 개리는 2마리만이 확인되었다. 한강하구 중 재두루미를 비롯한 많은 철새들이 계속 감소 추세에 있다. 그 감소 원인은 한강하구 지역에서 행하지는 골재 채취, 어로 행위, 벼단말리와 추경방법의 변화, 공사와 도로건설, 농경지 면적 감소, 차량 소음, 불빛 소음등이었다.

한강하구를 보다 효과적으로 관리하기 위해서는 습지복원 및 대체서식지를 조성하고, 새싹매자기 서식지를 공급하고, 농경지에 극 조생조 벼를 재배하고, 먹이 주기를 지속적으로 시행하고, 철새가 쉬고 잠잘 수 있는 무논을 조성하고, 하구 주변 지역과의 연계망을 구축하고, 물새와 새싹매자기 및 외래종, 모래톱의 변화 등에 대한 지속적인 생태모니터링을 실시하고, 시민을 위한 교육과 홍보 자료의 제작과 환경교육의 장으로서의 활용의 도입이 필요하다고 판단된다.

목 차

1. 서론	1
1.1 배경 및 목적	1
1.2 조사지개황	2
1.3 조사방법	3
2. 한강하구 생태계 구조와 기능 분석	4
2.1 식생, 식물상 조사 및 분석	4
2.1.1 조사목적	4
2.1.2 조사대상	4
2.1.3 조사내용	4
2.1.4 사전조사	4
2.1.5 현지조사	5
2.1.6 식생조사결과	8
2.1.7 식물군락별 특징	13
2.2 조류, 포유류 조사 및 분석	50
2.2.1 개요	50
2.2.2 한강하구의 주요 조류	52
2.2.3 고양시 구간의 주요 조류	53
2.2.4 하계시기의 주요 조류	55
2.2.5 한강하구 주변의 번식 조류	56
2.2.6 한강하구의 채두루미 도래수와 감소 경향	58
2.2.7 한강하구 천연기념물 및 법적 보호종 조류	59
2.2.8 고양시 장항습지의 포유류와 제한요인	61
2.2.9 한강하구 철새에 대한 주요 방해 및 위협요인	62

2.2.10. 한강하구의 서식지 보전 방안	63
2.2.11. 결론	65
3. 한강하구 생태계의 기능분석	67
3.1. 1차 생산성	67
3.1.1 조사방법	67
3.1.2 조사결과	67
3.2. 버드나무 숲의 공익적 기능	73
3.2.1 조사방법	73
3.2.2. 조사결과	73
3.3. 군락 내 말뚝계 개체군의 특성	76
3.3.1 조사방법	76
3.3.2 조사결과	76
4. 한강하구 생태계의 중요성과 보전노력	79
4.1 생태계의 중요성	79
4.1.1 한반도 유일의 훼손되지 않은 ‘대강(大江) 기수역 생태계’	79
4.1.2. 동아시아 ~ 호주 및 태평양 물새이동경로상 주요 서식처	79
4.1.3 보전가치가 높은 접경지역 생물권	80
4.2 보전노력	81
4.2.1 습지보호지역 지정 예정	81
4.2.2. 한강하구 대중인식 증진(CEPA)	82
4.2.3. 국내외 생물종네트워크	85
4.2.4. 한강하구생명문화제(HELFF)	86
5. 결론	88
5.1. 습지복원 및 대체서식지 조성	88
5.2. 새섬매자기 서식지 유지 방안	88

5.3. 농경지에 극 조생조 벼의 재배	88
5.4. 먹이 주기의 필요성	89
5.5. 무논 조성과 휴식처 제공	89
5.6. 주변 지역과의 연계망 구축	89
5.7. 지속적인 모니터링	89
5.8. 교육과 홍보의 필요성	89
6. 한강하구 동·식물사진	90
6.1. 한강하구 동물	90
6.2. 한강하구 식물	92
7. 참고문헌	103
부록(한강하구 워크샵 발제문)	107

표 목 차

표 2.1 장항습지의 버드나무군락 식생조사	9
표 2.2. 새섬매자기의 개체당 평균 물질분배	17
표 2.3. 한강하구에서 발견되는 단풍잎돼지풀의 현황 및 관리대책	33
표 2.4 한강하구역내에서 발견된 귀화식물목록	35
표 2.5. 한강하구역의 소산식물 목록	37
표 2.6. 한강하구에서 관찰된 천연기념물 및 법적보호종	60
표 2.7. 한강하구의 장항습지 일대에서 관찰된 포유류	62
표 3.1. 한강하구 버드나무의 6개 표본목에 대한 비례생장식과 생물양	68
표 3.2. 한강 하구 버드나무 숲의 지상부 현존량과 1차 순생산성 ...	68
표 3.3. 한강하구 키버들군락의 생산성이 높은 이유	71
표 3.4. 한강하구 버드나무 군락의 공익적 기능	74
표 3.5. 한강하구 버드나무군락이 1년 동안에 흡수하는 오염물질의 정화량	75

----- 그 립 목 차 -----

그림 1.1. 한강하구 고양시 구간 조사구역	2
그림 2.1. 장항습지의 위치(상) 및 버드나무군락 현존식생도(하)	10
그림 2.2. 장항습지 식생단면도	11
그림 2.3. 한강하구역 키버들 개체군의 생장곡선	14
그림 2.4. 한강 하구역 버드나무 개체군의 크기 구조	16
그림 2.5. 야생동물의 섭식율	19
그림 2.6. 기러기류가 식물지하부를 먹기 위하여 파는 땅 깊이	21
그림 2.7. 한강 하구역에서 새섬매자기와 정수식물7종의 지상부 높이	22
그림 2.8. 한강 하구역에서 새섬매자기와 정수식물7종의 피도	23
그림 2.9. 한강 하구역에서 새섬매자기와 정수식물7종의 생물량 ...	23
그림 2.10. 한강 하구역에서 새섬매자기와 정수식물7종의 줄기당 나는 눈수	24
그림 2.11. 한강 하구역에서 새섬매자기와 정수식물7종의 싹이 나는 줄기높이	24
그림 2.12. 한강 하구역에서 새섬매자기와 정수식물7종의 최대 무성번식 줄기 거리	25
그림 2.13. 퇴적깊이에 따른 새섬매자기 개체군의 싹눈수와 땅속줄기수 변화	26
그림 2.14. 퇴적깊이에 따른 새섬매자기 개체군의 지상부 줄기수 변화	26
그림 2.15. 퇴적깊이에 따른 새섬매자기 개체군의 싹눈수와 땅속줄기수 변화	27

그림 2.16. 퇴적깊이에 따른 새섬매자기 개체군의 땅속줄기 길이생장 변화	27
그림 2.17. 퇴적깊이에 따른 새섬매자기군락의 연 생산성 변화	28
그림 2.18. 퇴적깊이에 따른 새섬매자기 개체군의 땅속 덩이줄기 수 변화	28
그림 2.19. 새섬매자기 덩이줄기의 발아 후 60일 동안의 잎과 줄기의 생장	30
그림 2.20. 새섬매자기 덩이줄기의 발아 후 60일 동안의 지상부 줄기생장	31
그림 2.21. 새섬매자기 덩이줄기의 발아 후 60일 동안의 지하경이 출현하는 흠깊이	31
그림 2.22. 한강하구의 조류 조사 지역과 1, 2수역 구분	51
그림 2.23. 한강하구의 조사 시기 별 이산포조류 개체수 변동	52
그림 2.24. 한강하구의 이산포와 오두산 유역에 서식하는 조류의 상대우점도 비교	53
그림 2.25. 이산포(1수역)의 조사시기별 개체수 변동과 수조류 종 수 변화	54
그림 2.26. 2005년 이산포(1수역) 유역의 주요 우점종	55
그림 2.27. 한강하구 이산포(1수역)의 하계시기 우점 조류 비교	56
그림 2.28. 한강하구 주변의 백로류 번식지 위치	57
그림 2.29. 한강하구의 재두루미 개체수 변화	59
그림 3.1. 한강하구 버드나무군락에서 버드나무 뿌리와 지하수위 분포	72
그림 3.2. 한강하구 키버들군락 내 비이동성 말뚝게 개체군의 크기 분포	77
그림 3.3. 한강하구 버드나무군락 내 말뚝게 비이동성과 이동성 개체군의 크기 분포	77
그림 3.4. 한강하구 말뚝게에 의하여 형성된 게 구멍의 크기 분포 ..	78
그림 4.1 한강하구 멸종위기동식물 분포도(국립환경과학원 2005)	81

1. 서론

1.1. 배경 및 목적

지형학사전에서 하구란 ‘조류를 의미하는 aestus와 민물과 바닷물이 만나는 하구역에서 상승하는 조수에 의한 끓는 효과를 의미하는 aesto에서 기원하였다’라고 하고 있어 조류의 영향을 중시한다. 우리말에는 바로 ‘기수(汽: 물 끓일 김 기, 水: 물 수)’라는 용어가 이를 표현하고 있다. 미국에서는 하구를 ‘외해와 해수의 순환이 자유롭게 일어날 수 있는 반폐쇄형의 연안의 수체’로 정의하고 있다. 이러한 하구의 공통된 특징은 개방된 바다로부터 반폐쇄된 하구역, 그리고 담수하천으로 이어지는 연속체, 염도의 뚜렷한 구별과 퇴적물의 변화라고 할 수 있다. 또한 하구의 상류부 한계를 규정할 때 ‘밀물이 미치는 하곡의 최상류부’와 ‘염분이 침투하는 최상류부’라는 견해가 있는데 전자가 지배적이다. 하구 기수역 생태계의 특징은 낮은 염도, 얕은 수심, 높은 혼탁도, 과도한 영양분, 높은 생산성, 낮은 종다양성을 들 수 있다. 또한 독특한 환경에 적응한 기수성 생물들의 서식처로서 그리고 지구상 어느 지역보다도 큰 생물량과 높은 생산성을 가지는 매우 중요한 습지기능을 가지고 있다. 한강하구의 범주는 ‘염생식물 분포 한계점을 기준으로 김포와 고양을 잇는 신곡수중보 아래구간을 기점으로 하고, 선상으로 퇴적되는 하구 지형적 특징을 잘 보여주는 강화남단 갯벌과 교동도, 석모도, 불음도, 주문도를 연결하는 반폐곡선 모양의 구역을 종점’이라고 할 수 있다.

한강하구는 지정학적으로 DMZ생태축과 서해갯벌생태축이라는 한반도 거대 생태축이 교차하는 접경지역 생물권으로서, 또한 한반도의 마지막 남은 큰 강 하구 기수역으로서, 그리고 동아시아 - 호주 물새 이동경로상의 주요 물새 서식처로서 그 가치가 매우 높다. 한강하구는 군사지역이므로 출입의 통제가 심해서 그동안 제한된 범위에서 조사된 자료를 바탕으로 보면 1970년대 말 한강유역에 출현한 식물상은 95과 387속 868종으로 특히 강변에 자생하는

종은 55과 115속 148종으로 알려졌다. 2004년 환경부에서 실시한 한강하구역조사는 다양한 분야에서 광범위하게 실시되어 종합적인 생태조사가 실행되었음에도 정밀한 생태계의 구조를 이해하기에는 또한 한계가 있다.

본 연구는 고양시 권역의 습지에 대한 정밀조사를 통해 생태적으로 가치가 높다고 판단되는 고양시 장항습지의 생태계를 중심으로 생태계의 구조와 기능을 분석하고, 고양시 한강하구습지관리의 방안을 제시하고 하였다. 또한 지역주민의 생태조사 참여로 시민들의 한강하구 인식을 제고하고 습지관리에 적극 참여할 수 있도록 하였다.

1.2. 조사지 개황

한강하구 고양시 지역의 1/25,000의 지형도를 기본으로 하여 인공위성사진과 기타 자료들을 취합하여 한강 철책 안의 습지가 양호한 고양시 지역을 선정하여 조사하였다. 조사구역은 신곡수중보에서 상류 1.5km 지점인 고양시 행주외동에서 장월평천하구인 구산동 평야까지 철책 안을 선정하였다.



그림 1.1. 한강하구 고양시 구간 조사구역

1.3 조사방법

2004년 3월부터 11월까지 조사지역내 각 구역별 주요지점에서 출현한 육상관속식물군락 및 수생식물군락을 선정하여 방형구법(quadrat method), 식물사회학적 방법(Braun-Branquet, 1964)을 병행하여 조사하였다. 조사지 내에서는 식생이 양호한 장소의 전형적인 식물군락으로 판단되는 군락에 방형구를 설치하고 계층구조와 군락단면도를 작성하였고 각 출현종을 기록하였다. 또한 전체피도, 군락의 키와 출현종별 피도를 기록하였다. 군락조사를 위한 방형구 크기는 대부분 2m×2m으로 하였으나 식생의 키를 고려하여 1m×1m, 1m×3m, 3m×3m, 2m×5m, 4m×4m, 5m×5m크기의 방형구를 설치하기도 하였고 버드나무군락의 경우 10m×10m 크기의 방형구를 설치하였다. 상관과 식물사회학적 방법에 따라 우점종을 결정하여 군락을 식별하였으며 이렇게 식별된 군락을 1: 25,000 지형도에 그리고 식생조사한강 하구를 작성하였다. 이를 바탕으로 실험실에서 군락 상호간의 구분종을 식별하고 군락의 이름을 우점종에 따라 명명하였다. 수생식물의 경우 Sculthope(1967)의 생활형 분류법에 따라 정수식물(Emerged hydrophyte), 부엽식물(Floating-leaved hydrophyte), 부유식물(Free floating hydrophyte) 및 침수식물(Submerged hydrophyte)과 같은 유근 수생식물(rooted aquatic plant)로 한정하였다.

2. 한강하구 생태계 구조와 기능 분석

2.1 식생, 식물상 조사 및 분석

2.1.1 조사목적

본 조사는 한강하구의 식물상과 식생실태를 파악하고, 이들 식물의 분포와 그 생육상황을 조사하고, 식물관련 기초 데이터를 체계적으로 수집 정리하여 한강하구관리방안의 기초자료를 제공하고자 하천 주변 습지의 식물상과 식물의 분포, 특정식물의 존재 유무, 식생단면조사, 식생의 구성과 그 분포를 조사하는 것을 목적으로 한다.

2.1.2 조사대상

조사대상은 유관속식물(양치식물 및 종자식물)로 하천 및 그 주변의 식물을 대상으로 하였다.

2.1.3 조사내용

- (1) 식생도: 식생도는 한강하구 고양시 구간을 대상으로 작성하였.
- (2) 식생구성: 식생구성은 식생이 잘 발달된 지소에서 가능한 균질한 부분을 선정하여 조사하였다.
- (3) 식물상 조사: 식물상 조사구역은 조사대상 구간의 식물상이 충분히 파악될 수 있도록 기존의 조사 결과, 문헌조사, 탐문조사 및 현지답사를 통해 얻은 정보를 고려하였다.
- (4) 식생단면도: 대표적 지점을 선정하여 작성하였다.

2.1.4 사전조사

현지조사를 수행하기 전에 지금까지 수행된 한강하구와 그 주변에 대한 식생, 식물상, 특정종의 분포에 대한 연구자료를 수집·분석하였다.

- (1) 문헌조사: 문헌조사에서는 조사대상 한강하구에 대한 식생실태, 식물상,

특정종의 생육 유무 등을 파악하였다.

(2) 탐문조사: 탐문조사를 통해 한강하구 구간 내에 있는 식생, 식물상 등에 대해서 파악해 둔다. 전문가, 교사와 일반시민 및 현지에서 어업활동을 하는 어부, 농사를 짓는 농부, 군인등을 상대로 탐문하였다.

(3) 식생도의 밑그림 작성: 현지조사를 하기 전에 항공사진 또는 위성사진을 분석하여 조사대상구간에 있는 식생도의 밑그림을 작성하고, 식생도의 밑그림은 최근에 촬영한 항공사진 또는 위성사진을 분석하며 군락의 경계선을 확인한 후 그 결과를 1:5000의 지형도 상에 중첩시켜 작성하였다.

(4) 현지조사계획의 수립

현지 조사는 2005년 3월부터 2005년 11월 사이에 이루어졌다.

2.1.5 현지조사

(1) 식생도 작성

식생도는 항공사진 또는 위성사진을 분석하여 준비한 식생도의 밑그림을 대상으로 제방, 교각, 둔치등 시야가 양호한 장소에서 식생단위를 식별하여 작성하였다. 식생도의 밑그림에 기입된 군락은 확인이 잘 되도록 범례로 표시하였다.

(2) 식생조성

식생조성은 다음과 같이 조사하였다..

① 방형구 설치: 방형구는 식생이 전형적으로 발달한 군락 가운데 가능한 균질한 장소를 선정하여 설치하였다.

② 방형구 면적: 적절한 방형구의 면적은 대상 군락의 구조에 따라 다르다. 본 조사에서는 다음과 같이 방형구 면적을 결정하였다.

교목림 (높이 8m 이상): 방형구면적 100m²

관목림 (높이 4m 이하): 방형구면적 25m²

고경초지 (갈대, 줄, 부들 등 우점 초지): 방형구면적 4m²

저경초지 (높이 1m이하의 단자엽식물 우점초지): 방형구면적 1m²

저경초지 (기타 초지): 방형구면적 1m²

경작지 잡초군락: 방형구면적 1m²

③ 계층구조: 식생을 이루는 각 계층의 평균 높이, 우점종, 피도 및 흉고직경을 측정하여 기록하였다. 목본류의 계층별 기준은 교목층, 아교목층, 관목층 및 초본층으로 구분하였다.

표징종 파악 및 피도와 군도의 평가: 방형구내에 출현하는 구성종을 기록하고 각종의 피도와 군도를 평가하고, 피도와 군도는 Braun-Blanquet의 기준에 의해 정하였다. 현지에서 동정이 곤란한 식물은 채집하여 표본으로 만들었으며, 피도와 군도의 평가기준은 다음과 같다.

피도 5: 피도가 방형구 면적의 3/4이상을 점하고 있는 경우

피도 4: 피도가 방형구 면적의 1/2 ~ 3/4을 점하고 있는 경우

피도 3: 피도가 방형구 면적의 1/4 ~ 1/2을 점하고 있는 경우

피도 2: 피도가 1/20 ~ 1/4을 점하고 있는 경우

피도 1: 피도가 1/100 ~ 1/20을 점하고 있는 경우

피도+ : 개체수도 적고 피도도 적은 것

피도r : 극히 드물게 최저피도로 출현하는 것

군도 5: 조사구 전체에 카펫상으로 생육하고 있는 것

군도 4: 카펫상의 여기저기에 구멍이 나있는 듯한 상태의 것

군도 3: 작은 군락의 반점상인 것

군도 2: 작은 군락으로서 포기상

군도 1: 고립되어 자라고 있는 것

(3) 식물상 조사

식물상은 조사구역을 답사하며 출현하는 식물종을 기록하여 조사하였다. 식물명이 불분명한 경우는 지소별로 채집한 다음, 연구실로 가져와 건조시켜, 동정한 후 표본을 만들었고, 현지에서 기록한 것과 표본으로 동정한 것을 종합하여 지역 별 소산식물목록을 작성하였다.

① 동정: 종의 동정은 도감을 이용하여 정확한 동정을 실시하는데, 불명확한 종이나 동정이 곤란한 종은 현지에서 동정을 하지 않고 실내에서 동정하였다. 특정종일 경우는 표본을 만들지 않고 사진촬영을 하여 다음에 확인할 수 있도록 생육위치를 기록하였다.

② 표본제작: 조사의 정확성을 높이기 위해 필요에 따라 표본을 제작하였는데, 제작된 표본은 사단법인 한국어린이식물연구회 식엽표본실에 보관하였다.

표본제작 과정은 다음과 같다.

① 동정에 필요한 부분 (꽃, 줄기, 뿌리, 잎, 열매 등)이 잘 갖추어져 있는 개체를 채집한다.

② 채집된 식물은 상하거나 건조되지 않도록 보관하여 연구실로 가져온다.

③ 가져온 식물은 잎과 꽃 등을 잘 펴서 습지나 건조기를 이용하여 건조시킨다.

④ 건조된 식물은 대지에 부착하고 동정한다.

⑤ 표본의 라벨링: 조사명, 표본번호, 학명, 국명, 형태적 특징, 채집일시, 채집장소, 채집지 서식상태, 채집자 및 번호, 동정자를 기록한 라벨을 작성하여 표본에 첨부한다.

(4) 식생단면도

식생단면도는 대표적인 군락을 포함하는 구역을 선정한 후 하도로부터 육상을 향해 떠상의 조사구를 설정하고 그 안에 출현하는 주요 종의 횡적, 종적 배열을 스케치하여 작성하였다.

(5) 새섬매자기 군락

한강하구 자연 식생유형 중 겨울철새가 가장 선호하는 식생은 새섬매자기 군락이다. 그런데 본 군락은 최근에 그 면적이 급격히 감소하는 추세이다. 이 군락의 감소원인을 주변의 그 면적이 늘어나는 정수식물 초본식생의 개체군

특성과 비교분석하고, 퇴적층의 깊이에 따른 새섬매자기의 개체군생태학적 반응의 차이를 파악하고, 현지 외의 온실에서 덩이줄기를 발아시켜 생육을 관찰함으로써 새섬매자기의 복원전략을 제시하고자 하였다.

(6) 외래종 제어

한강하구의 하구나 습지에는 환경부지정 유해외래종인 단풍잎돼지풀이 없었으나, 최근에 는 논의 제방 공사 시 유입된 것으로 보이는 단풍잎돼지풀이 건조한 길가와 사면에 높은 밀도로 분포하고 있다. 이를 효과적으로 제어하기 위한 생태학적 관리방안을 제시하였다.

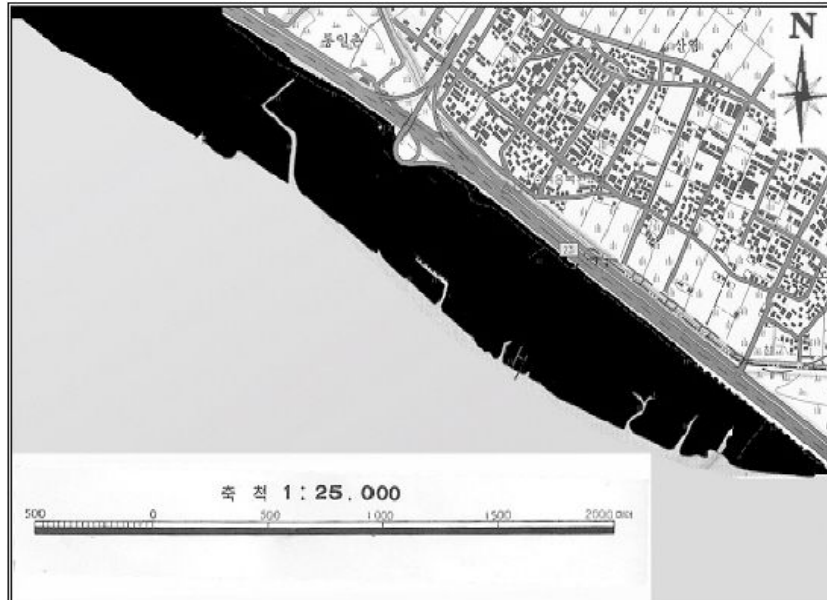
2.1.6. 식생조사 결과

선버들군락은 고양시 덕양구 신평동에서 장항교차로 주변을 지나 이산포까지 아주 폭넓게 펼쳐져 있고, 한강하구습지의 유일한 목본층이므로 그 면적(72.3ha)은 국내 최대규모이다. 교목층으로 선버들, 관목층으로 키버들, 갯버들이 나타나며 초본층으로 긴병꽃풀과 속속이풀이 우점하였다. 출현종은 21종으로 높게 나타났는데, 버드나무의 식피율이 높을 수록 하층식생 초본의 식피율은 낮았고, 다양성이 떨어졌다.

수변부에 인접하여 나타나는 식생은 물피군락이었고, 수로쪽으로 상당히 전진하여 분포하였으며, 다른 지역의 하천변 식생과는 다르게 안정적인 습지에서 출현하는 줄군락이 정수식물중에서는 우점군락으로 출현하였다(그림 2.1). 면적이 좁아 그림에 표시는 하지 않았지만, 철새들이 좋아하는 새섬매자기군락은 줄군락 사이에 분포하였다. 초본식생 유형 중에는 애기부들군락과 큰고랭이군락도 매우 좁게 나타났다. 물억새군락은 물기가 매우 적은 다소 건조한 곳에 나타났고, 조개풀군락은 골재채취로 육화된 고수부지(둔치)에서 출현하였다. 이산포습지나 인위적 교란으로 형성된 건조한 곳에는 강아지풀이나 쭉과 같은 다소 키가 작은 중성식물이 우점하는 혼합형 초지식생이 나타났다.

표 2.1 장항습지의 버드나무군락 식생조사표

Vegetation height (m)	식생고(m)	0.5 ~ 10
Vegetation cover (%)	식피율(%)	99
Occurrence species	출현종수	21
Community name	군락명	버드나무
출현종		
<i>Salix nipponica</i>	선버들	4.4
<i>Salix purpurea</i> var. <i>japonica</i>	키버들	3.3
<i>Salix gracilistyla</i>	갯버들	3.3
<i>Glechoma hederacea</i> var. <i>longituba</i>	긴병꽃풀	3.3
<i>Arthraxon hispidus</i>	조개풀	3.3
<i>Scirpus triqueter</i>	세모고랭이	3.3
<i>Phragmites australis</i>	갈대	3.3
<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>oryzicola</i>	물피	3.3
<i>Persicaria cochinchinensis</i>	털여뀌	3.3
<i>Aeschynomene indica</i>	자귀풀	2.2
<i>Kummerowia striata</i>	매듭풀	2.2
<i>Barbarea orthoceras</i>	나도냉이	1.1
<i>Rorippa islandica</i>	속속이풀	1.1
<i>Ranunculus sceleratus</i>	개구리자리	1.1
<i>Scirpus radicans</i>	도루박이	1.1
<i>Aristolochia contorta</i>	쥐방울덩굴	+
<i>Acorus calamus</i> var. <i>angustatus</i>	창포	+
<i>Penthorum chinense</i>	낙지다리	+
<i>Cyperus cyperoides</i>	방동사니아재비	+
<i>Typha laxmanni</i>	꼬마부들	+
<i>Suaeda asparagoides</i>	나문재	+



(장항습지 전체 위치도)

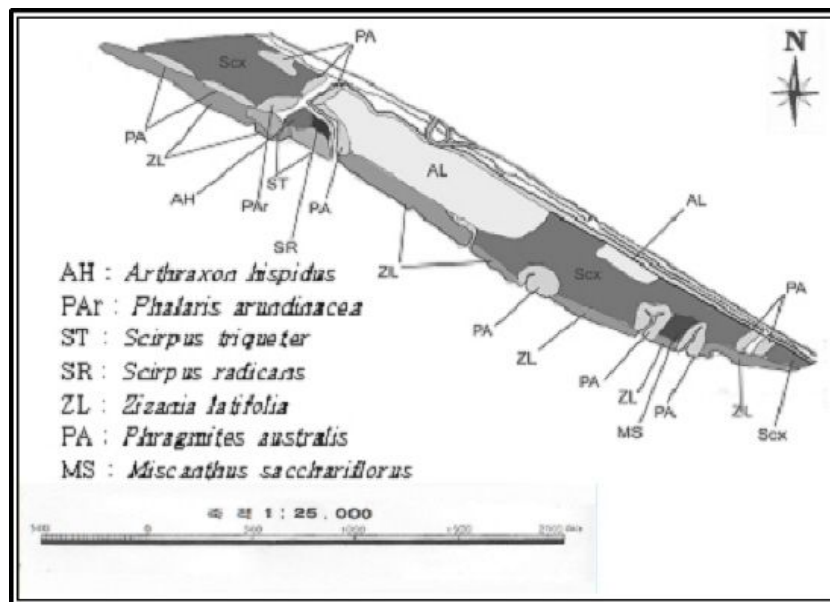


그림 2.1 장항습지의 위치(상) 및 버드나무군락 현존식생도(하)
 (AH, 조개풀; PAr, 갈풀; ST, 세모고랭이; SR, 도루박이; ZL, 줄; PA, 갈대; MS, 물억새; Scx : 버드나무군락; AL, 농경지)

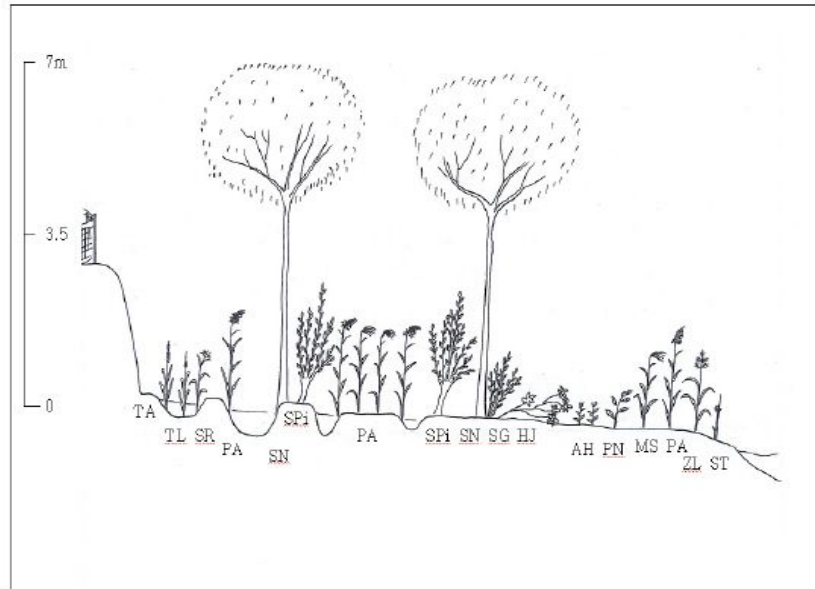


그림 2.2. 장항습지 식생단면도(TA, 애기부들; TL, 꼬마부들; SR, 도루박이, SN, 선버들; PJ, 키버들; PA, 갈대; SG, 갯버들; HJ, 환삼덩굴; AH, 조개풀; PN, 큰개여뀌; MS, 물억새; ZL, 줄; ST, 세모고랭이)

고양시 구간에는 염생식물인 나문재가 드물게 분포하여 해수의 영향이 수변에 약하게 미치는 기수상부구간임을 알 수 있었다. 장항습지에는 새섬매자기 군락, 갈대군락, 세모고랭이군락, 줄군락, 버드나무군락, 조개풀군락, 물억새군락이 나타났고, 논과 초지, 개펄이 공존하고 있어 다양한 생물서식처를 제공하고 있다. 강 밖의 장항벌은 창고가 들어서 농경지로서의 기능을 상실했고 대화평야에는 비닐하우스가 들어서 수금류의 서식에 방해를 주고 있다. 대화평야의 강안 쪽은 매우 좁은 논이 분포하고 있었다.

이 곳의 논은 범람원성 충적평야로서 매우 비옥해 저농약 재배를 하고 있으며 겨울철에 무논을 조성해 생물부양능력이 큰 논임을 알 수 있었다. 일부 초지에는 자귀풀, 망초, 팽이사초, 단풍잎돼지풀, 겹달맞이꽃, 개망초 등이 고라니의 먹이가 되고 있었으며 미기록 외래식물인 *Plantago aristata* 군락이 나타났다. 버드나무군락은 갯벌과 철책사이 습지에 주기적으로 침수되는 물결과 더불어 다소 육화된 지역에서도 왕성한 성장을 보이고 있었다. 한강변 버

드나무군락의 원형을 보여주고 있어 하천 수변림 복원에 중요한 모델이 될 수 있다고 판단되었다. 그러나 농지 확대를 목적이나 신도시 진입로, 대교공사 등의 개발행위로 인해 대규모 벌목이 이루어지기도 하며 버드나무군락 내 물고기 포획 그물을 설치하기 위해 소규모로 훼손되기도 하였다. 구산동의 장월평은 장월평천 하구부분으로 넓은 평야지대와 인위적인 수로가 있고 강변에 자연제방이 높게 쌓여 있었다. 운양평야 강변쪽 구간은 비교적 식생이 좋았으며 물갈과 개펄이 발달해 있었다. 누산리는 농사용 수로가 발달해 있었다.



사진 2.1. 덕양산 창릉천하구습지



사진 2.2. 장항습지(신평동구간) 줄군락



사진 2.3. 장항습지 버드나무군락



사진 2.4. 장항습지 초지



사진 2.5. 장항습지(이산포) 개펄



사진 2.6. 고양시 구산동 장월평야



사진 2.7. 고양시 구산동 개펄

2.1.7 식물 군락별 특징

(1) 버드나무 개체군 구조와 생장곡선

버드나무군락의 최고 수령은 20년 내외로 생장속도는 최저 0.25cm/년-최고 4cm/년으로 매우 높았다(사진 2.8, 그림 2.3). 이러한 결과는 버드나무속 식물이 속성수라는 일반적인 특성으로부터 알 수 있는데, 한강하구 버드나무군락은 특히 어린 3-5년 사이에 가장 왕성한 생장을 보였다. 그러나 정착후 초기인 1-2년에는 생장이 느리고, 6년 이후에는 점차 생장속도가 떨어졌다. 이러한 결과는 초기에 정착하고, 후기에는 점차 조직에 비동화조직의 비율이 높아져서 나타나는 결과로 판단된다(김준호 등 1994).



사진 2.8. 한강하구 버드나무의 연륜생장(나이테)

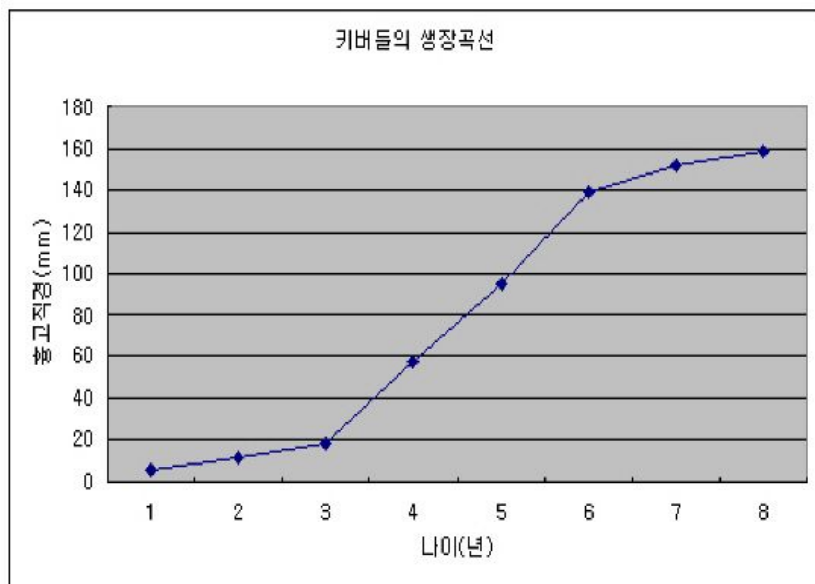


그림 2.3. 한강하구역 키버들 개체군의 생장곡선.

버드나무군락의 개체군 구조는 매우 높은 밀도를 보였고(살아있는 개수; 97 개/100m²), 흉고직경이 3cm 미만이 80개로서 전체의 90%를 차지하여 유식물이 매우 높은 비율을 보였고(그림 2.4), 4cm이상의 개체는 전체의 10%에 불과하였다. 가장 큰 나무는 흉고직경이 17cm를 보였고(수고 7-8m, 수관폭 5m x 6m). 이처럼 어린 유식물이 많은 것은 이 버드나무군락이 형성된 시기가 짧았음을 의미하고, 버드나무군락의 번식방법이 씨로 정착한 이후에는 주로 움썅에 의한 무성번식으로 줄기의 밀도가 높기 때문이다(사진2.9). 버드나무군락에서 움썅의 성장속도는 씨에 의한 실생의 것보다 훨씬 빠르게 일어난다(Noble 1979). 움썅 중 대부분은 나온 지 1-2년 이내에 고사하고 말았다(46%). 고사의 원인은 버드나무 속의 성장속도가 빨라 상층부에서 햇빛을 충분히 받는 움썅(맹아)은 잘 자라지만 하층부에서 햇빛을 제대로 받지 못하는 움썅은 자기숙음질에 의한 것으로 판단된다. 이 같은 움썅 등에 의한 무성번식 전략은 환경이 양호한 곳에 사는 식물들의 특징이다(정연숙, 김준호 1991).

이처럼 버드나무의 초기의 높은 성장과 유식물의 높은 밀도는 동화조직의 비율을 높여서 후술하는 버드나무군락의 높은 생산성을 가져온다.



그림 2.4.한강 하구역 버드나무 개체군의 크기 구조.



사진 2.9. 버드나무군락의 움푹에 의한 높은 줄기 밀도.

(2) 새섬매자기 개체군 동태

① 물질분배와 생산성

새섬매자기의 물질생산의 분배를 보면 78%정도가 지상부의 잎과 줄기에 분배하고 뿌리>덩이줄기 순으로 분배율이 낮았다(표 2.2). 표#에서와 같이 종자에 대한 투자는 매우 적고 무성번식에 의한 투자(땅속줄기+ 덩이줄기)는 유성번식의 것(종자량)에 7배에 해당되었다. 이러한 무성번식에 대한 높은 투자는 좋은 환경조건에 대한 반응이라 해석된다. 본지역의 새섬매자기의 생산성은 이와 유사한 낙동강 하구 세모고랭이 생물량의 76%(341g), 덩이줄기는 13%(130g)에 해당하였다(김 등 2005). 이와 같이 한강하구의 새섬매자기 군락의 생산성이 낮은 것은 후술하는 바와 같이 퇴적으로 인한 개체군감소가 주요 원인이라 판단된다.

표 2.2. 새섬매자기의 개체당 평균 물질분배

부위	건량(g)/개체	비율(%)	생산량(g/m ²)	비고 (벼의 생산량, g/m ²)*
지상부(잎+줄기)	0.55	77.7	167.8-202.8	630
뿌리	0.08	11.3	23.9-29.5	260
땅속줄기	0.02	2.8	5.9-7.3	
덩이줄기	0.048	6.8	14.4-17.8	
씨(유성번식)	0.01	1.4	2.9-3.7	369
합	0.708	100	212-261	1,259

*김호열,송승달(1975), 안수봉,홍성호(1975)

새섬매자기와 벼의 생산량을 비교하면 총건물생산량은 벼가 6배-5배 정도 높다. 철새들이 벼를 먹는 부분은 낱알(369g)이지만, 새섬매자기는 전 부분을 섭식할 수 있다. 따라서 실제적으로 야생동물이 먹는 부분에 대한 비율(낱알 369g:새섬매자기261g)은 습지의 새섬매자기군락이 논보다 약간(1.4배) 적을

뿐이었다. 이러한 수치는 후술하는 바와 같이 현재 새섬매자기군락이 퇴적으로 인하여 생육이 불량한 점을 고려한다면 건전한 새섬매자기군락의 생산성은 더 높을 것이고, 또 그에 따라 벼의 낱곡 생산치와 차이가 적을 것으로 판단된다.

벼를 생산하기 위해서는 지속적으로 농경행위(경작)에 의한 에너지 투자가 있어야 하지만 새섬매자기는 한 번만 식재하고 나면 특별한 관리가 필요 없으므로, 물질생산에 따른 에너지산출을 고려하고, 철새의 먹이원을 생각한다면, 오히려 새섬매자기군락이 벼재배지보다 유리할 것이라 판단된다. 새섬매자기군락은 동계(12-2월)를 제외하고는 사시사철 철새들이나 고나리들에 의하여 이용될 수 있다는 점에서 가치가 높다고 판단된다. 다만 철새들의 경우에는 섭식하는 행위가 새섬매자기군락의 경우, 낱알을 주워먹는 것보다 지하부의 덩이줄기를 섭식할 때 땅을 파는데 더 많은 에너지가 소모된다.

② 야생동물 먹이

한강하구역의 초본식생은 애기부들이나 도루박이 등을 제외하고는 철새나 고라니에 의하여 먹히는 것으로 조사되었다(그림 2.5). 현재 서식지의 면적이 줄어드는 새섬매자기는 개리, 기러기류와 고라니와 같은 대형동물에 의하여 선호되는 식생으로 나타났는데 이것은 새섬매자기의 지상부 줄기와 지하부 줄기가 연하고(사진 2.10), 지하부의 땅속 덩이줄기(괴경)에 영양분(녹말)이 높고, 다른 매자기속의 것보다 크기 때문으로 판단된다(사진 2.11).

한편, 기러기류가 논에서 지하부를 섭식하기 위해서 땅을 파는 깊이는 6-10cm내 주로 분포하였고(87%), 16cm이상은 드물었다(3.7%, 사진 2.12, 그림 2.6). 이러한 결과는 새섬매자기의 땅속줄기의 위치가 깊으면 이들 철새들이 이용할 수 없음을 의미한다. 즉 철새들의 효과적인 먹이원이 되기 위해서는 지표면 근처에 위치하고 있어야 한다.

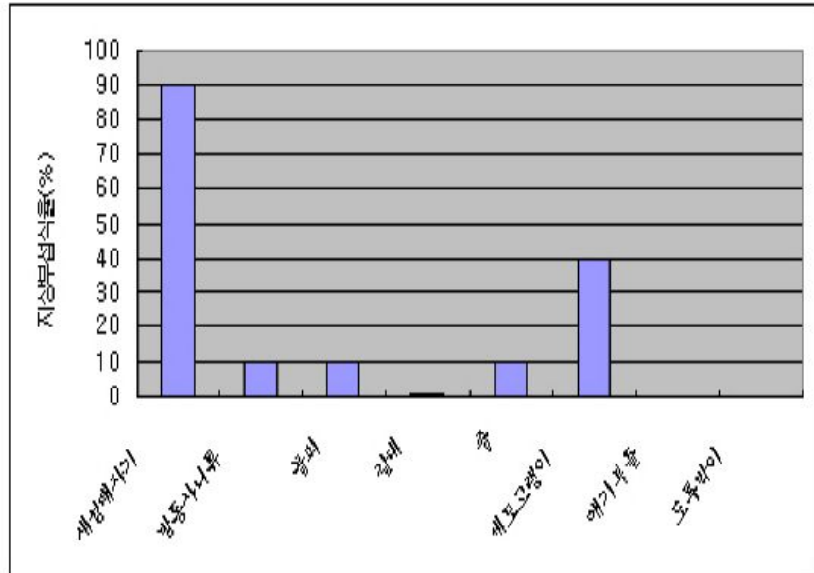


그림 2.5. 야생동물의 섭식율



사진 2.10. 새섬매자기의 부드러운 줄기와 잎.



사진 2.11. 새섬매자기의 땅속줄기(rhizome), 뿌리(root)와 덩이줄기(tuber).



사진 2.12. 한강하구역에서 기러기류가 식물지하부를 먹기 위하여 땅을 판 모습

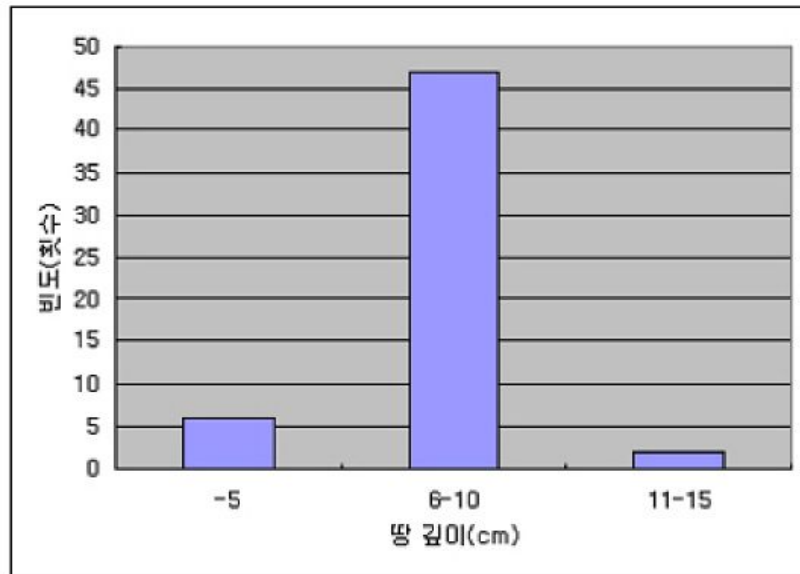


그림 2.6. 기러기류가 식물지하부를 먹기 위하여 파는 땅 깊이.

③ 새섬매자기개체군의 쇠퇴요인 분석

가. 주변 경쟁종과의 개체군 생태학적 특성 분석

새섬매자기 군락 주변에서 서식지의 면적이 크게 증가하는 줄, 갈대, 애기부들, 도루박이 등은 새섬매자기나 세모고랭이보다 키가 크고, 피도가 높고, 단위면적당 생물량이 높고, 번식할 수 있는 눈수가 줄기 당 많이 나며, 땅속에서 1년에 자라서 번식하는 줄기길이가 길어 넓게 번식할 수 있고, 퇴적이나 바람 등으로 쓰러졌을 때 싹(눈)이 나는 지상부의 줄기 높이가 높아(그림 2.7 ~ 그림 2.12), 경쟁시 이들 중에 의하여 대체되어 천이가 일어남을 알 수 있다. 특히 갈대나 도루박이의 경우는 지상부가 범람 등으로 쓰러져 지면에 닿으면 그곳에서 싹이 나고, 새로운 개체로 자라서 번식속도가 매우 빠르다. 따라서 한강하구에 있는 정수식물종을 적절히 통제하여만 새섬매자기 군락의 개체군을 유지할 수 있고, 나아가서는 그 면적이 줄어드는 것을 예방할 수 있을 것으로 판단된다. 현재 새섬매자기군락이 한강하구에서 물가에 소규모로 분포하는 것

은 이들 중에 대한 경쟁으로 결과 밀려나와 소규모적으로 분포하는 것으로 생각된다. 한강하구역의 염도가 높지 않아 다른 중성식물(염생식물이 아닌)이 정착할 수 있는 것도 새섬매자기 군락의 쇠퇴 요인이 파악된다.

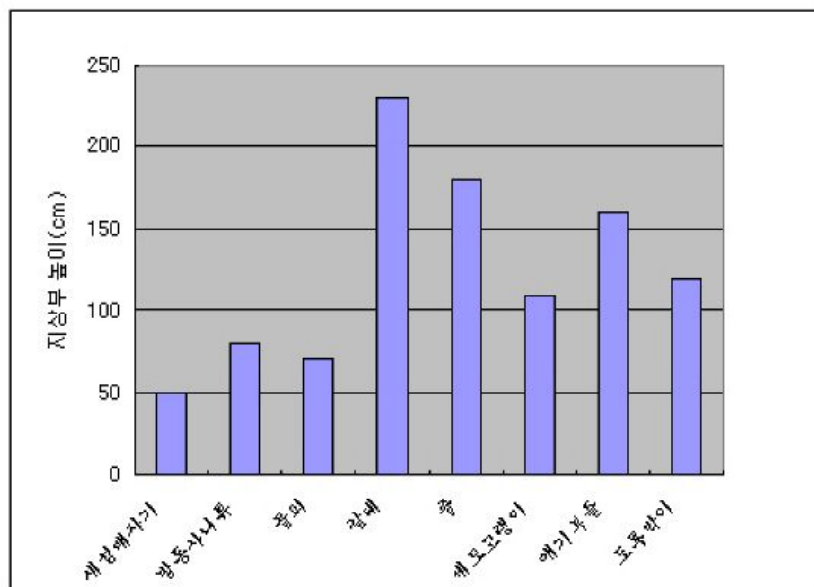


그림 2.7. 한강 하구역에서 새섬매자기와 정수식물7종의 지상부 높이.

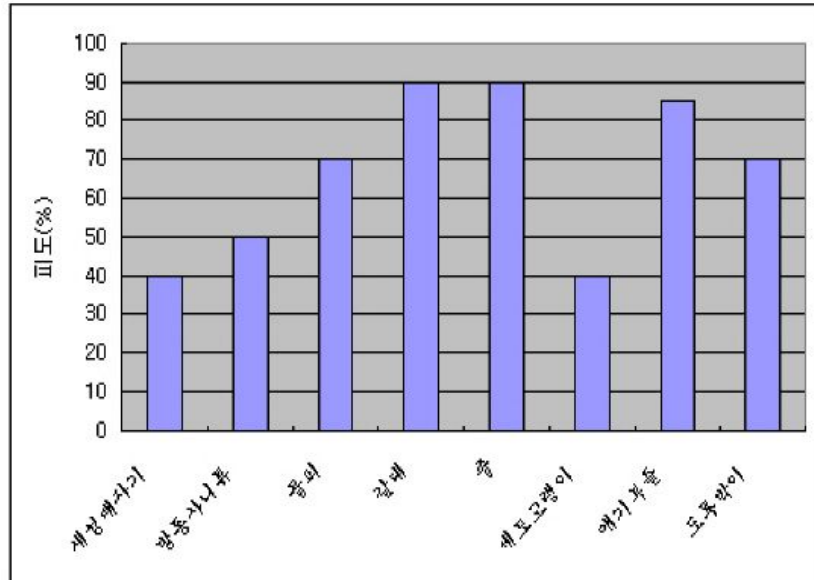


그림 2.8. 한강 하구역에서 새섬매자기와 정수식물7종의 피도.

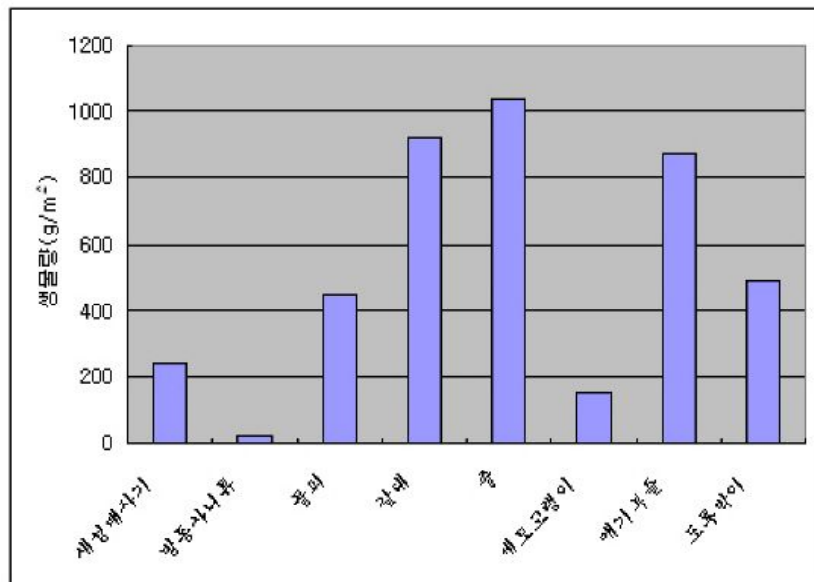


그림 2.9. 한강 하구역에서 새섬매자기와 정수식물7종의 생물량.

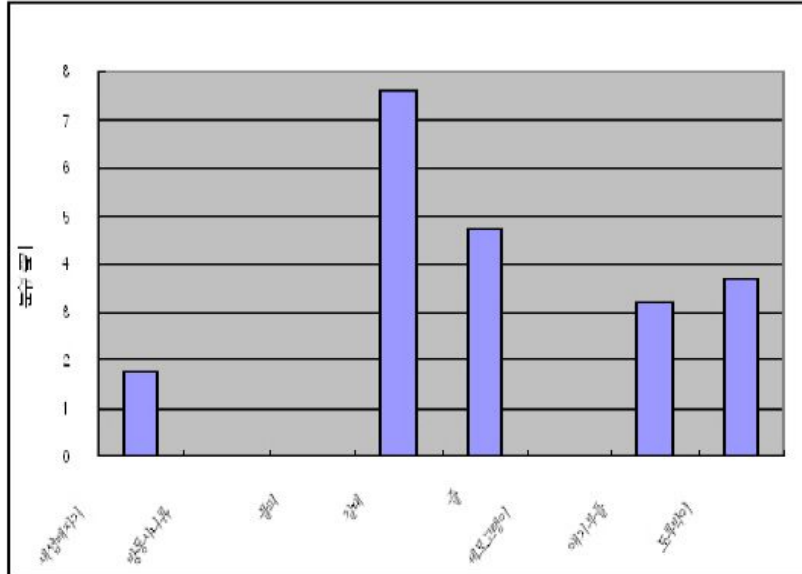


그림 2.10. 한강 하구역에서 새섬매자기와 정수식물7종의 줄기당 나눈 눈수

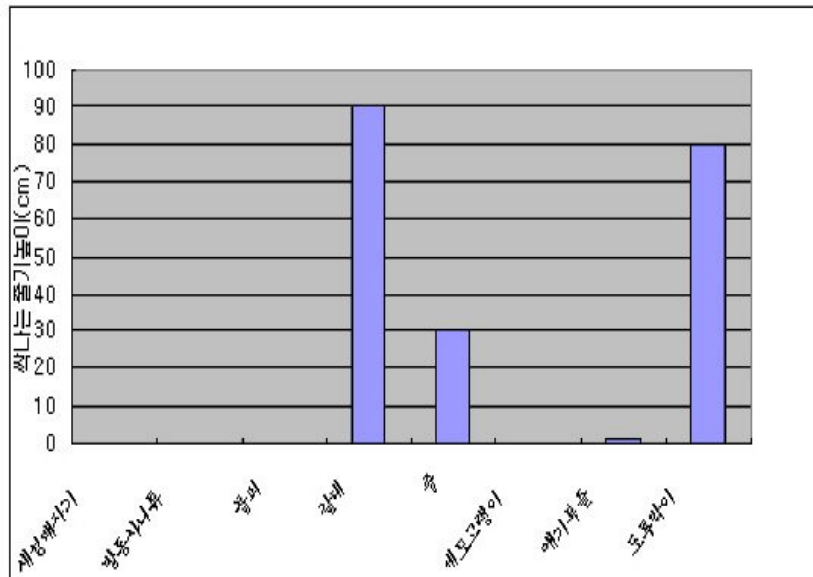


그림 2.11. 한강 하구역에서 새섬매자기와 정수식물7종의 짝이 나눈 줄기 높이.

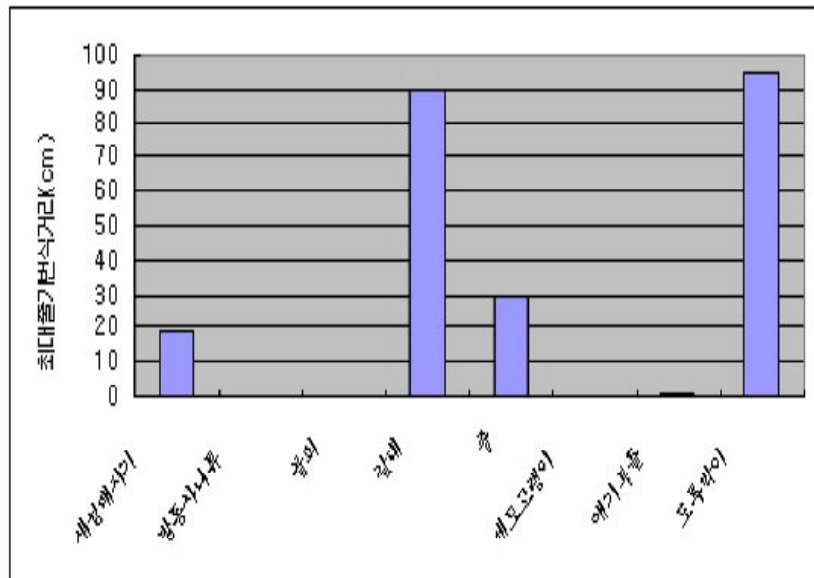


그림 2.12. 한강 하구역에서 새섬매자기와 정수식물7종의 최대 무성번식 줄기 거리.

나. 퇴적 깊이에 따른 새섬매자기 개체군의 특성 변화

새섬매자기 개체군은 퇴적이 적은 곳(지상부가 15cm 이하인 곳)과 퇴적이 많은 곳(지상부가 20cm 이상)간에 차이가 높게 나타났다(그림 2.13 ~그림 2.18). 퇴적이 많이 된 곳은 적게 된 곳보다 포기당 싹눈수와 땅속줄기수가 적고, 죽은 줄기가 많고, 열매가 잘 안 생기고, 쪽정이가 많아 지상부(168:203)와 덩이줄기(14:18)의 생장이 감소하여 생산성(73-83%)이 낮은 것으로 판단된다. 이러한 결과는 최성환등(2000)과 Kazuo and Choji(1992) 등이 밝힌 바와 같이, 퇴적으로 인하여 토양무게가 증가되어 땅속덩이줄기의 생장이 불량하고, 땅속줄기의 신장이 잘되지 않아서 생기는 결과로 판단된다. 따라서 퇴적은 새섬매자기 개체군이 쇠퇴하는 주요한 요인으로 판단된다. 특히 퇴적이 많이 될수록 땅속줄기의 덩이줄기수가 적고 철새들이 좋아하는 1년생의 덩이줄기가 줄어들었다(사진 2.13).

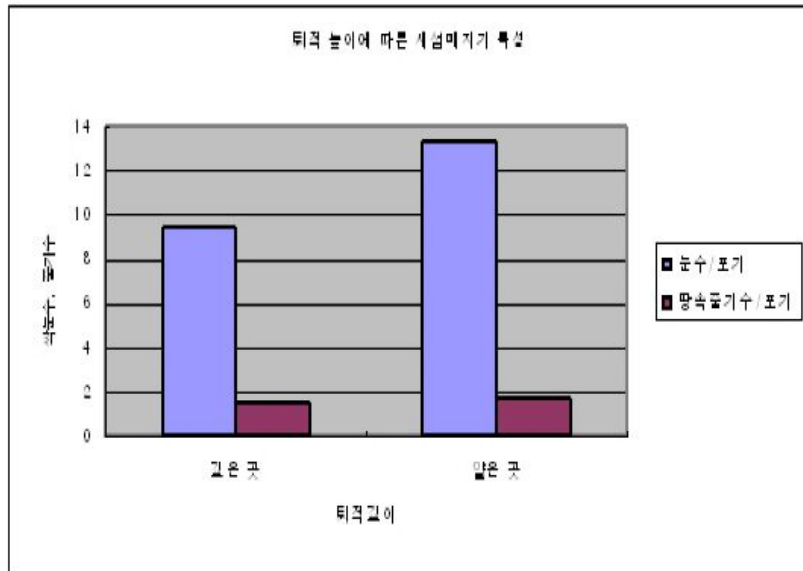


그림 2.13. 퇴적깊이에 따른 새섬매자기 개체군의 싹눈수와 땅속줄기수 변화.

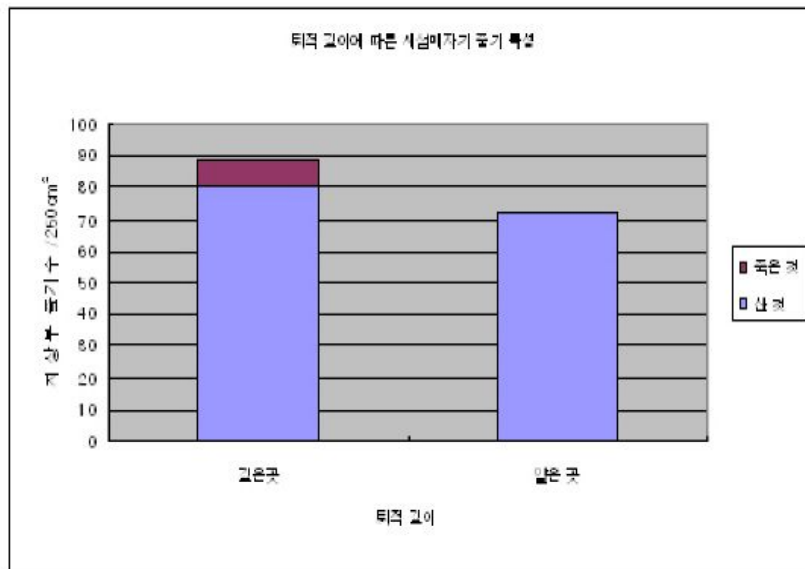


그림 2.14. 퇴적깊이에 따른 새섬매자기 개체군의 지상부 줄기수 변화.

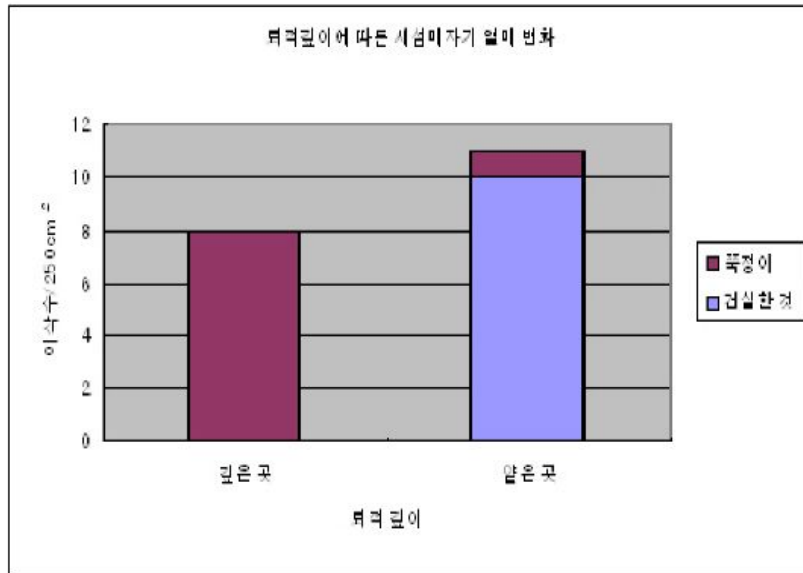


그림 2.15. 퇴적깊이에 따른 새섬매자기 개체군의 싹눈수와 땅속줄기수 변화.

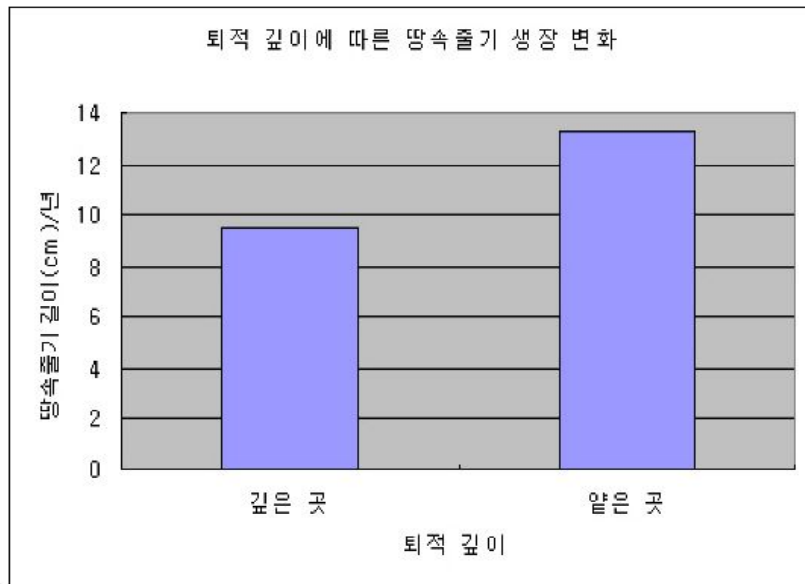


그림 2.16. 퇴적깊이에 따른 새섬매자기 개체군의 땅속줄기 길이성장 변화.

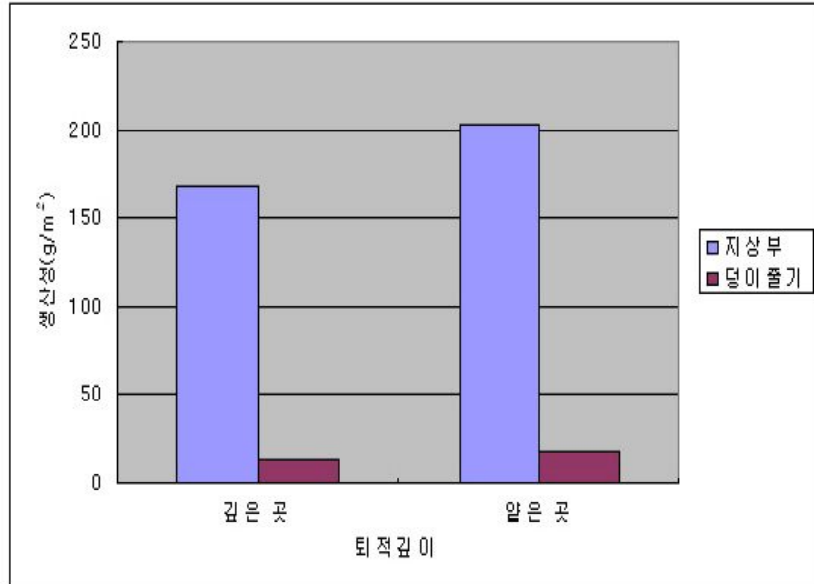


그림 2.17. 퇴적깊이에 따른 새섬매자기군락의 연 생산성 변화.

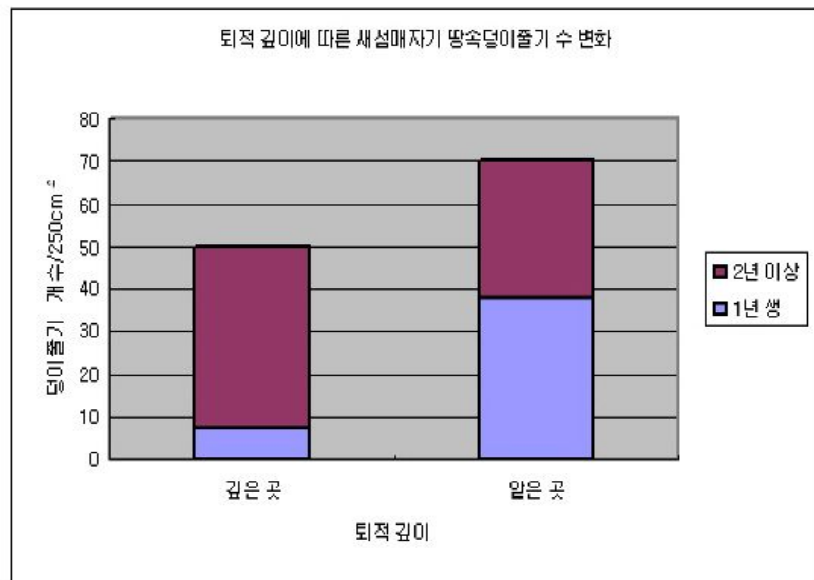


그림 2.18. 퇴적깊이에 따른 새섬매자기 개체군의 땅속 덩이줄기 수 변화.



사진 2.13. 새섬매자기 땅속 덩이줄기의 모양(왼쪽:2년생, 깊게 퇴적된 곳에서 많다. 오른쪽: 1년생, 얇게 퇴적된 곳에서 많다, 빨처럼 난 싹이 식아(turion)이다).

(3) 새섬매자기의 복원 실험

덩이줄기에서 지상부의 줄기가 나오는 발아율은 95%로 매우 높았다. 일본에서는 50%수준으로 나타났다(Kazuo and Choji 1992). 지상부 줄기가 보이는 시기는 파종 후 5일정도 지난 뒤였다. 60일 동안 지하경 줄기수는 9개, 잎은 최대 5개/지상부 줄기, 지상부 줄기는 3개로, 키는 30cm가 되었다(그림 2.19 ~ 그림 2.21, 사진 2.14 ~ 사진 2.15). 잎은 4-5개가 되면 최초 잎은 시들어 버렸다.

야외에서는 새섬매자기 식아(turion)는 9월부터 형성되었다. 이러한 덩이줄기의 식아 형성 시기는 Kazuo and Choji(1992)가 발표한 시기(11월부터) 보다는 2개월 정도 앞선 것이다. 발아되는 과정을 살펴보면, 식아의 길이는 보통 1-2cm이었고, 식아수는 1-3개로 대부분은 2개가 나왔는데, 1차 줄기는 대부분이 1개의 식아로부터 나왔다. 식아로부터 나온 1차줄기는 다시 2-3개의 땅속줄기를 만들고, 이곳으로부터 2차,3차의 지상부 줄기가 만들어진다. 실내에서 유리관에 넣고 생육을 관찰한 바에 의하면 최대 하나의 지상부 줄기에서

나오는 땅속줄기는 3개이었다.

덩이줄기가 분포하는 깊이와 일치하는 땅속줄기는 1-9cm까지 나타났는데, 주로 표층인 1-3cm에 집중분포(69%)하고, 7-9cm는 3%에 불과하였다. 이러한 분포상의 깊이는 새섬매자기가 서식하는 곳의 토양이 부드러운 점토라는 특성을 반영한 것이다(이강수 등 1991). 또한, 이러한 관찰결과는 현재 한강 하구에서 토양이 깊은 20cm에서도 덩이줄기가 발견되는 것은 퇴적에 의하여 흙속에 파묻힌 것으로 판단된다.

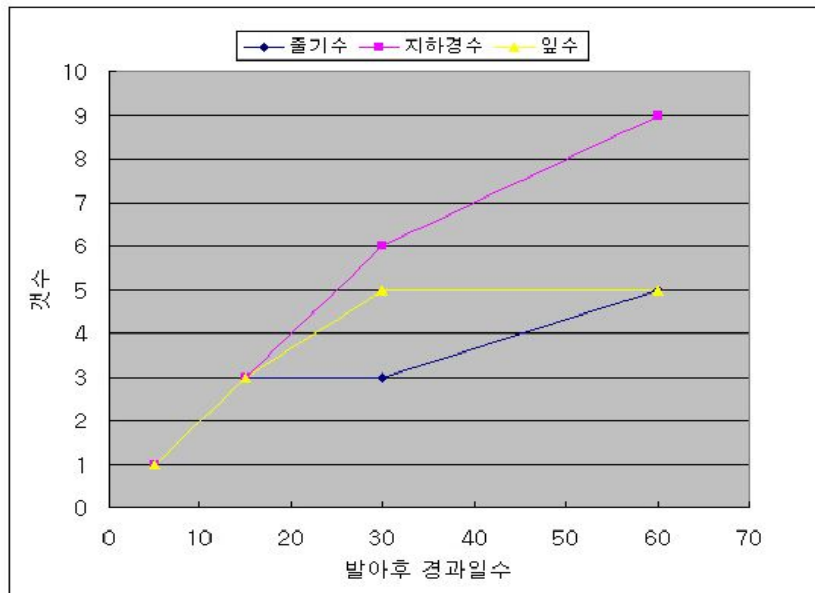


그림 2.19. 새섬매자기 덩이줄기의 발아 후 60일 동안의 잎과 줄기의 성장.

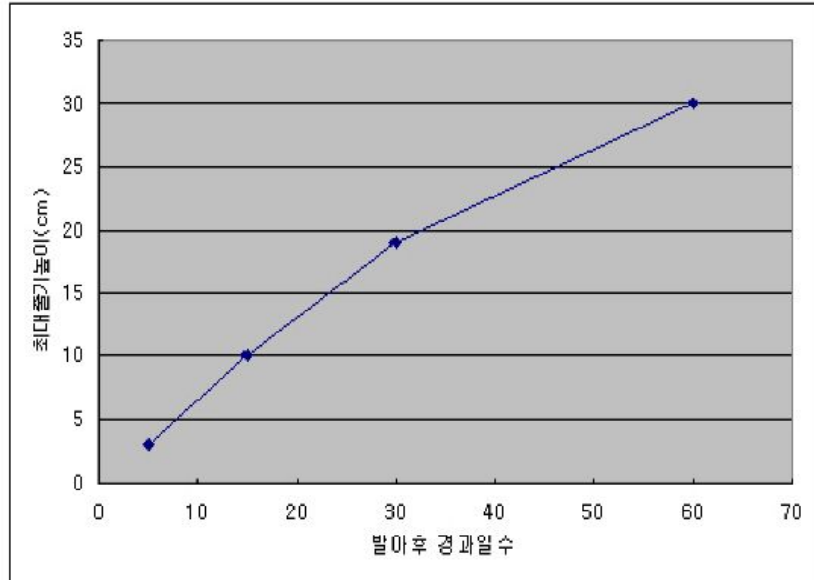


그림 2.20. 새섬매자기 덩이줄기의 발아 후 60일 동안의 지상부 줄기생장.

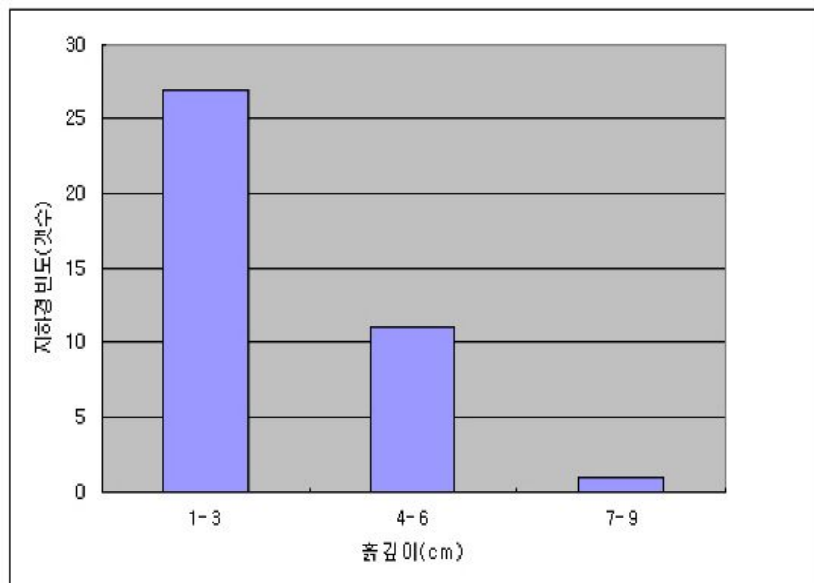


그림 2.21. 새섬매자기 덩이줄기의 발아 후 60일 동안의 지하경이 출현하는 흙깊이.



사진 2.14. 새섬매자기 덩이줄기의 초기 발아과정(왼쪽부터 파종후 3일, 15일, 30일)
 덩이줄기에서 식아가 나온 후 지상부 1차줄기가 생성되고, 여기로부터 다시 2차, 3차줄기와 뿌리, 지하경이 나온다.

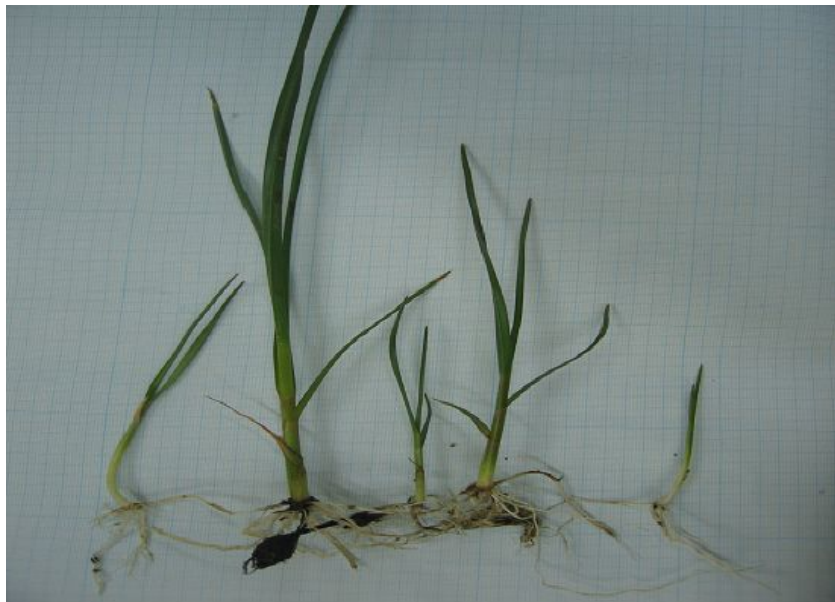


사진 2.15. 새섬매자기 덩이줄기의 발아 60일후의 생육모습(덩이줄기1개에서 지상부 줄기5개와 땅속줄기 9개가 나왔다)

(4) 유해 외래종의 관리

한강하구에서 발견되는 외래종 중 가장 문제가 되는 식물은 단풍잎돼지풀로 판단된다(표 2.3, 사진 2.16.). 습지에는 없고, 건조한 제방에만 일부 한정적으로 분포하지만 주변으로의 전파가 우려되므로 단기적으로는 싹이 나온 뒤 꽃 피기전인 봄철(5월)과 여름(7월)에 지상부를 제거한다. 흙에 씨가 숨어 있으므로(매토종자), 2-3년 동안 같은 시기에 제거하고, 장기적이고, 생태학적으로는 키가 크고 그늘을 많이 만드는 토종 수목(버드나무, 뽕나무)를 식재하여, 주변으로의 전파를 차단하고, 피압시켜 극양지식물인 단풍잎돼지풀이 자연적으로 재생이 되지 않도록 제거한다. 또한 이곳에 유입되는 중장비는 가능하면 바퀴부분을 세척하도록 하고, 지속적인 외래종 동태에 대한 모니터링을 실시한다.

표 2.3. 한강하구에서 발견되는 단풍잎돼지풀의 현황 및 관리대책

항목	내용	비고
분포면적	논둑 일부에 한정분포 (길이:100m, 폭:1-2m)	다른 곳의 논둑이나나 길가에는 출현하지 않음
유입원인	제방 공사 시 중장비에 의한 유입	기계에 붙어 유입됨
군락개황	초고 230cm, 피도 100%, 밀도(50-90/m ²)	키가 크고, 밀도가 매우 높음.
군락내 출현종	망초, 미국가막사리, 개기장	식물종이 매우 단순함
서식처 특성	건조한 제방사면	습한 곳에는 없음
전파 가능성	건조한 지역으로의 전파가능성이 높음	하구내 타지역(길가,논둑)으로의 이동가능성에 대한 모니터링이 필요함
관리대책	-지상부 제거: 5월경, 7월 -피압종 식재: 단풍잎돼지풀군락 경계선과 서식지에 키가 크고, 녹음이 잘 되고, 주변지역으로의 전파를 차단하는 수목(버드나무, 뽕나무 등)를 식재하여 자연적으로 사라지게 관리함 -외래종 동태에 대한 지속적인 모니터링 실시	중장비의 유입시 물에 의한 세척이 필요함 (특히 바퀴부분)



사진 2.16. 환경부 지정 외래종 단풍잎돼지풀 군락.

표 2.4 한강하구역내에서 발견된 귀화식물목록

과 명	종 명
국 화 과	<p>가는한련초 <i>Eclipta alba</i> var. <i>erecta</i> L. 개망초 <i>Erigeron annuus</i> (L.) Persoon 개쑥갓 <i>Senecio vulgaris</i> L. 기생초 <i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt. 단풍잎돼지풀 <i>Ambrosia trifida</i> L. 돼지풀 <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. 뽕판지 <i>Helianthus tuberosus</i> L. 망초 <i>Erigeron canadensis</i> L. 미국가막사리 <i>Bidens frondosa</i> L. 미국쑥부쟁이 <i>Aster pilosus</i> Willd. 봄망초 <i>Erigeron philadelphicus</i> L. 붉은서나물 <i>Erechtities hieracifolia</i> (L.) Raf. 비짜루국화 <i>Aster subulatus</i> Michx. 실망초 <i>Erigeron bonariensis</i> L. 주홍서나물 <i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S. Moore 지느러미영경귀 <i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt. 큰금계국 <i>Coreopsis lanceolata</i> L. 큰도꼬마리 <i>Xanthium canadense</i> Mill. 큰비짜루국화 <i>Aster subulatus</i> var. <i>sandwicensis</i> A.G. Jones 큰영경귀 <i>Cirsium pendulum</i> Fischer ex De Candolle 털별꽃아재비 <i>Galinsoga ciliata</i> (Raf.) Blake</p>
꼭두서니과	백령풀 <i>Diodia teres</i> Walter var. <i>teres</i>
마디풀과	<p>돌소루쟁이 <i>Rumex obtusifolius</i> L. 좁소루쟁이 <i>Rumex nipponicus</i> Fr. et Sav. 털여뀌 <i>Persicaria orientalis</i> Spach</p>
메 꽃 과	<p>둥근잎나팔꽃 <i>Ipomoea purpurea</i> Roth 미국실새삼 <i>Cuscuta pentagona</i> Engelm 큰메꽃 <i>Calystegia sepium</i> (Linnaeus) R. Brown</p>
명아주과	좁명아주 <i>Chenopodium serotinum</i> L.
바늘꽃과	달맞이꽃 <i>Oenothera odorata</i> Jacq.
박 과	가시박 <i>Sicyos angulatus</i> L.
벼 과	<p>독보리 <i>Lolium temulentum</i> L. 미국개기장 <i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx. 수강아지풀 <i>Setaria verticillata</i> (L.) Beauv. 호밀풀 <i>Polium perenne</i> L. 털빚새귀리 <i>Bromus tectorum</i> L. var. <i>tectorum</i></p>

과 명	종 명
비 림 과	가는털비림 <i>Amaranthus patulus</i> Bertoloni
소태나무과	가죽나무 <i>Ailanthus altissima</i> Swingle
십자화과	구슬다닥냉이 <i>Neslia paniculata</i> Desv. 콩다닥냉이 <i>Lepidium virginicum</i> L.
아 욱 과	어저귀 <i>Abutilon theophrasti</i> Medicus
자리공과	미국자리공 <i>Phytolacca americana</i> L.
질경이과	긴포꽃질경이 <i>Plantago sibirica</i> Poir.
쥐손이풀과	미국쥐손이풀 <i>Geranium carolinianum</i> L.
콩 과	각시갈퀴나물 <i>Vicia dasycarpa</i> Tenore 붉은토끼풀 <i>Trifolium pratense</i> L. 아까시나무 <i>Robinia pseudo-acacia</i> L. 죽제비싸리 <i>Amorpha fruticosa</i> L. 토끼풀 <i>Trifolium repens</i> L.
현삼과	미국물칭개 <i>Veronica americana</i> Schwein. 유럽큰고추풀 <i>Gratiola officinalis</i> L.
소계	17과 40속 51종

표 2.5. 한강하구역의 소산식물 목록

Scientific Name	국명
Equisetineae	속새과
<i>Equisetum arvense</i> L.	쇠뜨기
<i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.	개속새
Salicaceae	버드나무과
<i>Populus alba</i> L.	은백양
<i>Salix babylonica</i> L.	수양버들
<i>Salix dependens</i> Nakai	개수양버들
<i>Salix gracilistyla</i> Miquel	갯버들
<i>Salix koreensis</i> Andersson	버드나무
<i>Salix koriyanagi</i> Kimura	키버들
Juglandaceae	가래나무과
<i>Juglans mandshurica</i> Mscimowitz	가래나무
Moraceae	뽕나무과
<i>Morus alba</i> Linnaeus	뽕나무
Cannabinaceae	삼과
<i>Humulua japonicus</i> S. et Z.	환삼덩굴
Urticaceae	췌기풀과
<i>Urtica angustifolia</i> Fisch.	가는잎췌기풀
<i>Urtica laetevirens</i> Maxim.	애기췌기풀
Aristolochiaceae	취방울덩굴과
<i>Aristolochia contorta</i> Bunge	취방울덩굴

Scientific Name	국명
Polygonaceae	마디풀과
<i>Fallopia dumetorum</i> (Linnaeus) Holub	닭의덩굴
<i>Persicaria conspicua</i> (Nakai) Nakai ex Mori	꽃여뀌
<i>Persicaria hydropiper</i> (Linnaeus) Spach	여뀌
<i>Persicaria lapathifolia</i> (Linnaeus) S. F. Gray	흰여뀌
<i>Persicaria lapathifolia</i> var. <i>salicifolia</i> Miyabe	숨흰여뀌
<i>Persicaria longiseta</i> (De Bruyn) Kitagawa	개여뀌
<i>Persicaria maackiana</i> (Regel) Nakai ex Mori	나도미꾸리낚시
<i>Persicaria nodosa</i> Opiz	큰개여뀌
<i>Persicaria orientalis</i> Spach	털여뀌
<i>Persicaria perfoliata</i> (Linnaeus) H. Gross	며느리배꼽
<i>Persicaria pubescens</i> (Blume) Hara	바보여뀌
<i>Persicaria senticosa</i> (Meisner) H. Gross ex Loesen	며느리밑씻개
<i>Persicaria sieboldii</i> (Meisner) Ohki	미꾸리낚시
<i>Persicaria thunbergii</i> (Siebold & Zuccarini) H. Gross	고마리
<i>Persicaria yokusaiana</i> (Makino) Nakai	장대여뀌
<i>Rumex acetosa</i> Linnaeus	수영
<i>Rumex conglomeratus</i> Murr.	묵발소리쟁이
<i>Rumex crispus</i> Linnaeus	소리쟁이
<i>Rumex japonicus</i> Houtt.	참소리쟁이
<i>Rumex nipponicus</i> Fr. et Sav.	좁소루쟁이

Scientific Name	국명
Chenopodiaceae	명아주과
<i>Atriplex subcordata</i> Kitagawa	갯능쟁이
<i>Chenopodium album</i> Linnaeus	명아주
<i>Chenopodium glaucum</i> L.	취명아주
<i>Chenopodium serotinum</i> L.	좁명아주
<i>Suaeda glauca</i> (Bunge) Bunge	나문재
Amaranthaceae	비름과
<i>Achyranthes japonica</i> (Miq.) Nakai	쇠무릅
<i>Amaranthus patulus</i> Bertoloni	가는털비름
Phytolaccaceae	자리공과
<i>Phytolacca americana</i> L.	미국자리공
Portulacaceae	쇠비름과
<i>Portulaca oleracea</i> L.	쇠비름
Caryophyllaceae	석죽과
<i>Arenaria serpyllifolia</i> Linnaeus	벼룩이자리
<i>Dianthus chinensis</i> L.	패랭이꽃
<i>Sagina japonica</i> (Swartz) Ohwi	개미자리
<i>Stellaria alsine</i> Grimm	벼룩나물
<i>Stellaria aquatica</i> (Linnaeus) Scop.	쇠별꽃

Scientific Name	국명
Ranunculaceae	미나리아재비과
<i>Ranunculus chienesis</i> Bunge	젓가락나물
<i>Ranunculus sceleratus</i> Linnaeus	개구리자리
Papaveraceae	양귀비과
<i>Chelidonium majus</i> Linnaeus	애기똥풀
<i>Corydalis incisa</i> (Thunb.) Pers.	자주괴불주머니
Cruciferae	십자화과
<i>Barbarea orthoceras</i> Ledebour	나도냉이
<i>Lepidium virginicum</i> L.	콩다닥냉이
<i>Neslia paniculata</i> Desv.	구슬다닥냉이
<i>Rorippa indica</i> (L.) Hiern	개갓냉이
<i>Rorippa islandica</i> (Oeder) Borbas	속속이풀
Crassulaceae	돌나물과
<i>Penthorum chinense</i> Pursh	낙지다리
Rosaceae	장미과
<i>Potentilla anemonefolia</i> Lehmann	가락지나물
<i>Potentilla supina</i> Linnaeus	개소시랑개비
<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	찔레꽃
<i>Spiraea prunifolia</i> for. <i>simpliciflora</i> Nakai	조팝나무

Scientific Name	국명
Leguminosae	콩과
<i>Aeschynomene indica</i> Linnaeus	자귀풀
<i>Albizzia julibrissin</i> Durazz.	자귀나무
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	죽제비싸리
<i>Cassia nomame</i> (Siebold) Honda	차풀
<i>Crotalaria sessiliflora</i> L.	활나물
<i>Glycine soja</i> Sieb. & Zucc.	돌콩
<i>Kummerowia striata</i> (Thunberg) Schindler	매듭풀
<i>Lespedeza tomentosa</i> (Thunberg) Siebold ex Maximowicz	개싸리
<i>Lespedeza bicola</i> Turcz.	싸리
<i>Lespedeza juncea</i> (L. fil.) Persoon	땅비싸리
<i>Lespedeza cuneata</i> (Dumont d. Cours.) G. Don	비수리
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i> Miquel	참싸리
<i>Melilotus suaveolens</i> Ledebour	전동싸리
<i>Pueraria lobata</i> (Willd.) Ohwi	췌
<i>Robinia pseudo-acacia</i> L.	아까시나무
<i>Trifolium pratense</i> L.	붉은토끼풀
<i>Trifolium repens</i> L.	토끼풀
<i>Vicia amurensis</i> Oettingen	별완두
<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Moench	얼치기완두
<i>Vigna angularis</i> var. <i>nipponensis</i> (Ohwi) Ohwi & Ohashi	새팥

Scientific Name	국명
Geraniaceae	귀손이풀과
<i>Geranium eriostemon</i> var. <i>hypoleucum</i> Nakai	흰털귀손이풀
Oxalidaceae	팥이밥과
<i>Oxalis corniculata</i> L.	팥이밥
<i>Oxalis stricta</i> Linnaeus	선팥이밥
Simaroubaceae	소태나무과
<i>Ailanthus altissima</i> Swingle	가죽나무
Euphorbiaceae	대극과
<i>Acalypha australis</i> L.	깨풀
Anacardiaceae	웃나무과
<i>Rhus javanica</i> Linnaeus	붉나무
Malvaceae	아욱과
<i>Abutilon theophrasti</i> Medicus	어저귀
Elaeagnaceae	보리수나무과
<i>Elaeagnus multiflora</i> Thunb.	딸보리수나무
Lythraceae	부처꽃과
<i>Lythrum anceps</i> (Koehne) Makino	부처꽃
Hydrocaryaceae	마름과
<i>Trapa bispinosa</i> Roxburgh	마름
<i>Trapa incisa</i> Siebold & zuccarini	애기마름
Onagraceae	바늘꽃과
<i>Ludwigia prostrata</i> Roxburgh	여뀌바늘
<i>Oenothera odorata</i> Jacq.	달맞이꽃

Scientific Name	국명
Halorrhagaceae	개미탑과
<i>Myriophyllum spicatum</i> Linnaeus	이삭물수세미
Umbelliferae	산형과
<i>Cnidium monnieri</i> (L.) Cusson	별사상자
<i>Oenanthe javanica</i> (Bl.) DC.	미나리
<i>Sium suave</i> Walter	개발나물
Asclepiadaceae	박주가리과
<i>Metaplexis japonica</i> (Thunberg) Makino	박주가리
Convolvulaceae	메꽃과
<i>Calystegia hederacea</i> Wallich	애기메꽃
<i>Calystegia japonica</i> Choisy	메꽃
<i>Calystegia sepium</i> (Linnaeus) R. Brown	큰메꽃
<i>Cuscuta pentagona</i> Engelm.	미국실새삼
<i>Ipomoea purpurea</i> Roth	등근잎나팔꽃
Borraginaceae	지치과
<i>Trigonotis peduncularis</i> (Treviranus)	꽃마리
<i>Bentham ex Baker & Moore</i>	
Guttiferae	물레나물과
<i>Hypericum ascyron</i> L	물레나물
Labiatae	꿀풀과
<i>Glechoma grandis</i> (A.Gray) Kuprian.	긴병풀꽃
<i>Leonurus japonicus</i> Houttuyn	익모초
<i>Lycopus maackianus</i> (Maximowicz) Makino	애기썩사리
<i>Lycopus maackianus</i> Makino	썩사리
<i>Mentha arvensis</i> L.	박하
<i>Mosla dianthera</i> Max.	취깨풀
<i>Mosla punctulata</i> (J. E. Gmelin) Nakai	들깨풀
<i>Perilla frutescens</i> var. <i>japonica</i> (Hassk.) Hara	들깨
<i>Plectranthus inflexus</i> (Thunberg) Vahl ex	산박하
<i>Bentham</i>	
<i>Physostegia virginiana</i> L.	꽃범의꼬리
<i>Stachys japonica</i> Miquel	석잠풀

Scientific Name	국명
Solanaceae	가지과
<i>Lycium chinense</i> Miller	구기자나무
<i>Physalis alkekengi</i> L.	파리
<i>Solanum nigrum</i> L.	까마중
Scrophulariaceae	현삼과
<i>Lindernia micrantha</i> D. Don	논뚝외풀
<i>Lindernia procumbens</i> (Krocher) Borbas	밭뚝외풀
<i>Mazus pumilus</i> (Burm. f.) van Steenis	주름잎
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> Linnaeus	큰물칭개나물
<i>Veronica peregrina</i> L.	문모초
<i>Veronica undulata</i> Wallich	물칭개나물
Acanthaceae	쥐꼬리망초과
<i>Justicia procumbens</i> L.	쥐꼬리망초
Plantaginaceae	질경이과
<i>Plantago asiatica</i> L.	질경이
<i>Plantago aristata</i> Michx.	
Cucurbitaceae	박과
<i>Actinostemma lobatum</i> Maxim.	뚜껍덩굴
<i>Cucumis melo</i> L.	참외
<i>Cucurbita moschata</i> (Duchesne) Poiret	호박
<i>Sicyos angulatus</i> L.	가시박

Scientific Name	국명
Compositae	국화과
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	돼지풀
<i>Ambrosia trifida</i> L.	단풍잎돼지풀
<i>Artemisia annua</i> Linnaeus	개똥쭉
<i>Artemisia apiacea</i> Hance ex Walpers	개사철쭉
<i>Artemisia capillaris</i> Thunberg	사철쭉
<i>Artemisia feddei</i> Leveille & Vaniot	뽕쭉
<i>Artemisia koidzumii</i> Nakai	율무쭉
<i>Artemisia princeps</i> Pampanini	쭉
<i>Artemisia scoparia</i> Waldstein & Kitaibel	비쭉
<i>Artemisia selengensis</i> Turczaninow ex Besser	물쭉
<i>Artemisia stolonifera</i> (Max.) Kom.	넓은잎외잎쭉
<i>Aster pilosus</i> Willd.	미국쭉부쟁이
<i>Aster subulatus</i> Michx.	비짜루국화
<i>Aster subulatus</i> var. <i>sandwicensis</i> A.G.Jones	큰비짜루국화
<i>Bidens frondosa</i> L.	미국가막사리
<i>Breia segeta</i> (Bunge) Kitamura	조뱅이
<i>Carduus crispus</i> Linnaeus	지느러미영경귀
<i>Centipeda minima</i> (Linnaeus) Al. Braun & Ascherson	중대가리풀
<i>Chrysanthemum boreale</i> (Makino) Makino	산국
<i>Cirsium pendulum</i> Fischer ex De Candolle	큰영경귀
<i>Coreopsis lanceolata</i> L.	큰금계국
<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.)S. Moore	주홍서나물
<i>Eclipta alba</i> var. <i>erecta</i> L.	가는한련초
<i>Eclipta prostrata</i> (Linnaeus) Linnaeus	한련초
<i>Erechtites hieracifolia</i> (L.)Raf.	붉은서나물
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Persoon	개망초

Scientific Name	국명
<i>Erigeron bonariensis</i> L.	실망초
<i>Erigeron canadensis</i> L.	망초
<i>Erigeron philadelphicus</i> L.	봄망초
<i>Galinsoga ciliata</i> (Raf.) Blake	털별꽃아재비
<i>Gnaphalium japonicum</i> Thunb.	풀숨나물
<i>Helianthus tuberosus</i> L.	뚱딴지
<i>Hemistepta lyrata</i> Bunge	지칭개
<i>Inula britannica</i> Linnaeus	금불초
<i>Inula britannica</i> var. <i>linariaefolia</i> (Turcz.) Rege	가는금불초
<i>Ixeris dentata</i> (Thunb.) Nakai	씀바귀
<i>Ixeris polycephala</i> Cassini	별씀바귀
<i>Kalimeris yomena</i> Kitamura	쑥부쟁이
<i>Lactuca indica</i> L.	왕고들빼기
<i>Senecio vulgaris</i> L.	개쑥갓
<i>Siegesbeckia gkabrescens</i> (Makino) Makino	진득찰
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	큰방가지뚥
<i>Sonchus brachyotus</i> De Candolle	사데풀
<i>Sonchus oleraceus</i> Linnaeus	방가지뚥
<i>Taraxacum officinale</i> Weber	서양민들레
<i>Taraxacum ohwianum</i> Kitamura	산민들레
<i>Youngia denticulata</i> (Houtt.) Kitamura	이고들빼기
<i>Youngia japonica</i> (L.) DC.	뽕리뱅이
<i>Xanthium canadense</i> Mill.	큰도꼬마리
<i>Xanthium italicum</i> More.	가시도꼬마리

Scientific Name	국명
Thyphaceae	부들과
<i>Typha angustifolia</i> L.	애기부들
Potamogetonaceae	가래과
<i>Potamogeton malaianus</i> Miquel	대가래
Alismataceae	택사과
<i>Alisma canaliculatum</i> A.Br. & Bouche	택사
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	질경이택사
<i>Sagittaria aginashi</i> (Makino) Makino	보풀
Hydrocharitaceae	자라풀과
<i>Hydrilla verticillata</i> (Linnaeus fil.) L. C. Richard	검정말
Gramineae	벼과
<i>Agropyron ciliare</i> (Trin.) Franchet1	속털개밀
<i>Agropyron tsukushiense</i> (Honda) Ohwi	개밀
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobolewski	뚝새풀
<i>Arthraxon hispidus</i> (Thunberg) Makino	조개풀
<i>Ischaemum crassipes</i> (Steud.) Thell.	쇠보리
<i>Miscanthus sinensis</i> Andersson var. <i>sinensis</i>	참억새
<i>Muhlenbergia japonica</i> Steudel	취꼬리새
<i>Paspalum thunbergii</i> Kunth ex Steude	참새피
<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	미국개기장
<i>Pennisetum alopecuroides</i> (Linnaeus) Sprengel	수크령
<i>Phacelurus latifolius</i> (Steud.) Ohwi	모새달
<i>Phalaris arundinacea</i> Linnaeus	갈풀
<i>Polium perenne</i> L.	호밀풀
<i>Phragmites communis</i> Trinius	갈대

Scientific Name	국명
<i>Phragmites japonica</i> Steudel	달뿌리풀
<i>Themeda triandra</i> Forsk.	솔새
<i>Setaria faberii</i> Herrmann	가을강아지풀
<i>Setaria glauca</i> (Linnaeus) Beauvois	금강아지풀
<i>Setaria viridis</i> (Linnaeus) Beauvois	강아지풀
<i>Setaria verticillata</i> (L.) Beauv.	수강아지풀
<i>Zizania latifolia</i> Turczaninow	줄
<i>Zoysia japonica</i> Steudel	잔디
Cyperaceae	사초과
<i>Bulbostylis densa</i> (Wall.) Handel-Mazzetti	꽃하늘지기
<i>Carex dimorpholepis</i> Steud.	이삭사초
<i>Carex neurocarpa</i> Maximowicz	팽이사초
<i>Carex pumila</i> Thunberg	좁보리사초
<i>Carex scabrifolia</i> Steude	천일사초
<i>Cyperus amuricus</i> Maximowicz	방동사니
<i>Cyperus brevifolius</i> (Rottb.) Hassk.	파대가리
<i>Cyperus difformis</i> L.	알방동사니
<i>Cyperus exaltatus</i> Retz.	왕골
<i>Cyperus iria</i> L.	참방동사니
<i>Cyperus glomeratus</i> L.	물방동사니
<i>Cyperus microiria</i> Steud.	금방동산이
<i>Cyperus orthostachyus</i> Fr. et Sav.	쇠방동산이
<i>Cyperus sanguinolentus</i> Vahl	방동사니대가리
<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl	바람하늘지기

Scientific Name	국명
<i>Lipocarpa microcephala</i> (R. Brown) Kunth	세대가리
<i>Scirpus nipponicus</i> Makino	물고랭이
<i>Scirpus planiculmis</i> Fr. Schmidt	새섬매자기
<i>Scirpus radicans</i> Schkuhr	도루박이
<i>Scirpus triqueter</i> L.	세모고랭이
Araceae	천남성과
<i>Acorus calamus</i> Linnaeus	창포
Lemnaceae	개구리밥과
<i>Lemna perpusilla</i> Torrey	좁개구리밥
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleiden	개구리밥
Commelinaceae	닭의장풀과
<i>Aneilema keisak</i> Hasskar	사마귀풀
<i>Commelina communis</i> Linnaeus	닭의장풀
Pontederiaceae	물옥잠과
<i>Monochoria vaginalis</i> var. <i>plantaginea</i> (Roxb.) Solms	물달개비
Juncaceae	골풀과
<i>Juncus effusus</i> Linnaeus	골풀
<i>Juncus haenkei</i> E. Meyer	갯골풀
<i>Juncus krameri</i> Franch. & Sav.	비너골풀
<i>Juncus leschenaultii</i> Gay	참비너골풀
Liliaceae	백합과
<i>Scilla sinensis</i> (Loureiro) Merrill	무릇
Iridaceae	붓꽃과
<i>Iris pseudoacorus</i> L.	노랑꽃창포
Orchidaceae	난초과
<i>Spiranthes sinensis</i> (Pers.) Ames	타래난초
소계: 57과 158속 261종	

2.2. 조류, 포유류 조사 및 분석

2.2.1 개요

(1) 조사 배경

한강하구는 천연기념물 203호인 재두루미(*Grus vipio*)가 도래하는 곳으로 경기도 파주군 교하면 신촌리, 산남리, 그리고 김포군 하성면 시암리, 후평리 일대는 천연기념물 250호, 한강 하류의 재두루미 도래지로 지정되었다. 재두루미는 생존집단의 수가 6,000마리 내외로 1970년대에는 1,500에서 2,000개체가 월동한 것으로 알려졌다. 1993년에는 곡릉천 하류에 약 850개체가 도래하는 것으로 보고되었으나, 이후 점차 감소하는 추세이다. 또한 한강하구는 천연기념물 325호인 개리(*Anser cygnoides*)가 대규모로 도래하는 것이 알려졌다. 최대 1,800개체 이상이 확인된 국내 최대 도래지이다. 그 외에도 한강하구는 국내 철새 도래지 중에서 기러기류가 가장 많이 도래하는 장소로 알려져 있으며 수많은 철새들이 도래하는 데, 행주대교부터 민간인의 출입이 제한되며, 임진강하구와 만나는 지점은 비무장지대에 해당함으로 철새들이 안정적으로 취식과 휴식을 취할 수 있기 때문이다. 이곳은 봄철에 많은 수의 잠수성 오리류와 갈매기류가 통과하며, 독수리(*Aegipius monachus*), 흰꼬리수리(*Haliaeetus albicilla*), 황조롱이(*Falco tinnunculus*) 등 많은 종수의 맹금류가 도래하는 장소로 알려져 있다.

그러나 한강하구는 천연기념물로 지정된 이후에도 하천을 따라 지속적인 도로 건설, 하천변의 농지 형성, 그리고 하천 내 골재 채취 등이 행해졌으며, 이로 인해 하구의 지형에 많은 변화가 초래되었다. 한강 본류의 댐 건설로 인해 수위가 안정되었으며, 범람원이 건성화되어 수금류들이 이용하던 갯벌이나 염생식물 군락이 키가 큰 갈대 군락으로 대체되면서 습지 환경도 지속적인 변화가 있어왔다. 이로 인해 한강하구에 도래하는 물새들은 지속적인 서식지의 축소로 상당한 위협을 받고 있으며 서식처 보전방안이 시급한 실정이다.

본 자료는 2003년 12월부터 2005년 12월까지 25개월간의 한강하구 생태계 조사 및 연구 결과를 토대로 하여 물새서식처 보전방안을 제시하고자 한

다.

(2) 조사 지역

조사지역은 2개 수역으로 나누어 조사하고 비교하였다(그림 2.22). 1수역은 행주대교부터 김포대교, 이산포, 구산동 장월평교까지 이어지는 한강하구 유역(이하 이산포 유역으로 지정), 2수역은 장월평천교에서 파주출판단지, 오두산 전망대를 지나 대동리까지 이어지는 임진강하구와 합류 유역(이하 오두산 유역으로 지정)이다. 1수역(이산포)은 고양시권역에 포함되는 수역으로 면적은 대략 20km²로 철새들이 고양시와 김포시 유역을 구분하지 않고 지역을 옮겨 다니기 때문에 김포시 유역까지 모두 포함하였다. 2구역(오두산)은 천연기념물 250호 한강하류의 재두루미 도래지 구간이 포함되는 구역으로 1구역과 유사한 20km² 면적을 조사하였다.

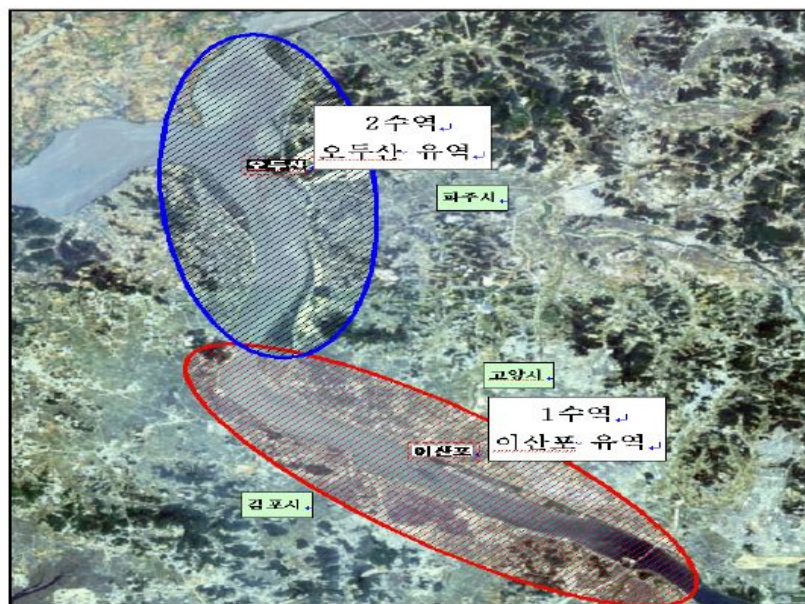


그림 2.22. 한강하구의 조류 조사 지역과 1, 2수역 구분

2.2.2 한강하구의 주요 조류

2003년 12월부터 2005년 12월까지 행주대교에서 임진강의 대동리 일원까지 1, 2 수역 전체 한강하구에 대한 총 43회 조사에서 관찰된 조류는 총 135종으로 각 종의 최대치 합계수는 113,207개체였다. 월별 평균 39.4종, 평균 23,864개체였으나 시기에 따라 범위가 넓었다(범위 953~84,865개체). 한강하구는 10월부터 3월까지 6개월 동안에 조류가 많이 도래하는 곳이었으며 고양시 구간인 이산포 유역(1수역)이 조사 시기에 구별없이 오두산 유역(2수역)보다 3배 이상 새가 많았다(그림 2.23.). 물에 서식하는 수조류(물새)는 63종으로 관찰종의 반에도 못 미치나 서식 개체수는 95.2%로 대부분을 차지하였다. 2개 수역간의 관찰종은 오두산 유역(2수역)이 119종으로 이산포 유역(1수역)의 105종보다 다소 많았으나 수조류는 54종과 52종으로 별 차이가 없었다.

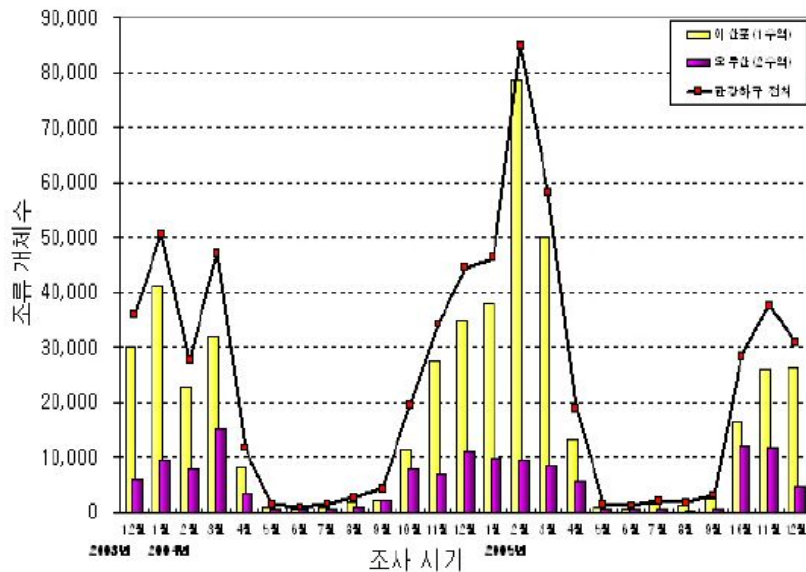


그림 2.23. 한강하구의 조사 시기 별 이산포조류 개체수 변동.

우점종은 큰기러기(*Anser fabalis*, 28.8%), 청둥오리(*Anas platyrhynchos*, 16.7%), 흰뺨검둥오리(*A. poecilorhyncha*, 14.4%), 쇠기러기(*A. albifrons*, 12.4%), 흰죽지(*Aythya ferina*, 7.0%), 팽이갈매기(*Larus crassirostris*,

5.0%) 순이었다(그림 2.24). 그러나 우점종의 순위는 이산포(1수역)의 최우점 종이 큰기러기인 것에 비해 오두산(2수역)은 쇠기러기가 최우점종이며 우점종 순위에 많은 차이를 보여 지역적 특성이 다르다는 것을 제시하였다.

우점종마다 도래시기가 다른 경향을 보였다. 이 중에서 큰기러기는 10월, 쇠기러기는 11월 이후부터 도래수가 증가하는 경향을 보였다. 청둥오리는 11월~3월에 집중적으로 도래하고, 흰뺨검둥오리는 번식기가 끝나는 8월부터 증가하는 경향을 보였다. 흰죽지는 2월에 개체수가 크게 늘었다. 재갈매기 (*Larus argentatus*)와 뺨이갈매기의 개체수는 3월에 가장 많은 수가 관찰되었다.

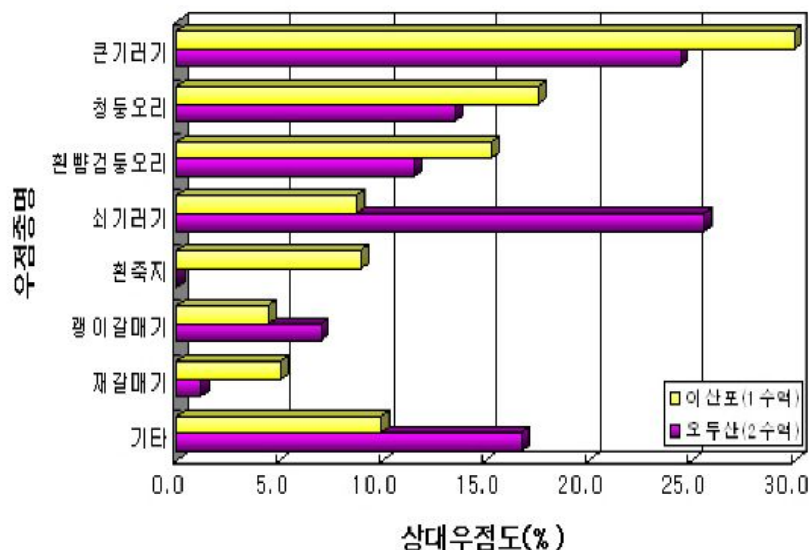


그림 2.24. 한강하구의 이산포와 오두산 유역에 서식하는 조류의 상대우점도 비교(2003년 12월~2005년 12월 조사).

2.2.3. 고양시 구간의 주요 조류

고양시 구간인 이산포(1수역)에서 2003년 12월부터 2005년 12월까지 관찰된 조류는 총 105종이었으며 각 종의 최대치 합계수는 100,072개체였다. 월별 평균 28.5종, 평균 개체수 15,936개체(범위 358~61,397)로 월별 변화가

많았으나 도래수가 많은 겨울철에 종수도 많은 경향을 보였다(그림 2.25). 2005년도 1월부터 12월까지의 우점종은 큰기러기(30.8%), 청둥오리(14.3%), 흰뺨검둥오리(13.5%), 흰죽지(10.1%), 쇠기러기(8.8%), 팽이갈매기(6.1%) 순이었으며, 큰기러기는 최고 20,000개체가 관찰되었다(그림 2.26.). 연도별 주요 우점종은 우점비율에 차이를 보일 뿐 다르지 않았다.

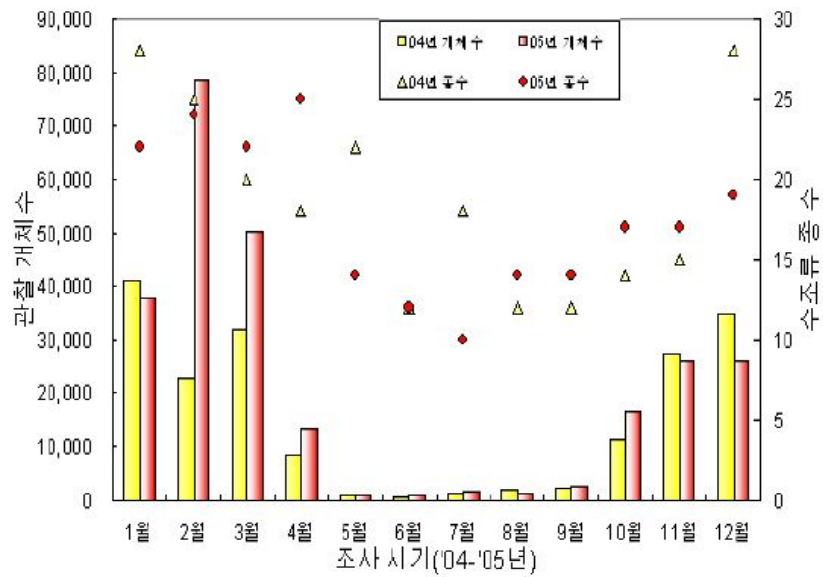


그림 2.25. 이산포(1수역)의 조사시기별 개체수 변동과 수조류 중 수 변화. 여름보다는 겨울철에 종과 개체수가 많은 경향이 뚜렷하다.

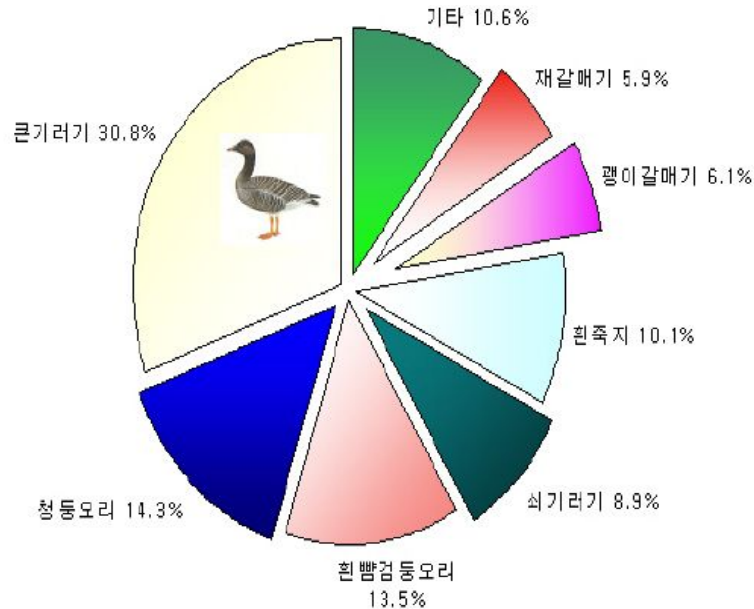


그림 2.26. 2005년 이산포(1수역) 구역의 주요 우점종.

2.2.4. 하계시기의 주요 조류

2004년 4월부터 9월까지 6개월간 한강하구에서 관찰된 조류는 총 81종이었으며 각 종의 최대치 합계수는 12,739개체였다. 이 중에서 고양시 구간인 이산포(1수역)에서는 총 53종 8,777개체로 약 70%의 수가 이곳에서 확인되었다. 전체의 월별 평균 관찰수는 36.2종으로 5월에 가장 많은 47종이 관찰되었다. 월별 평균 개체수는 3,760개체로 편차가 심했다. 실질적으로 번식시기에 해당하는 5월부터 7월까지 3개월간의 평균 개체수는 1,312개체에 불과하였다. 우점종은 흰뺨검둥오리로 상대우점도가 45.9%에 이르렀다. 아우점종은 청둥오리(6.5%)와 물고기를 좋아하는 팥이갈매기(10.8%), 재갈매기(4.4%), 그리고 백로류 등이 많았다.

2005년 4월부터 9월까지 6개월간 한강하구에서 관찰된 조류는 총 77종이었으며 각 종의 최대치 합계수는 19,537개체였다. 이 중에서 이산포(1수역)에서는 총 56종 13,566개체로 2004년과 동일하게 약 70%의 수가 이곳에 서식하였다. 이산포에서의 월 평균수는 13.7종, 3,144개체였으며 이 중에서 물새인 수조류는 평균 8.6종, 3,038개체로 종수는 적으나 개체수는 97%로 대부분

을 차지하였다. 주요 우점종은 흰뺨검둥오리(46.4%), 청둥오리(14.7%), 재갈매기(9.6%), 갯이갈매기(9.1%) 등이었다(그림 2.27.). 이 중에서 흰뺨검둥오리는 일부가 번식하는 것으로 판단된다.

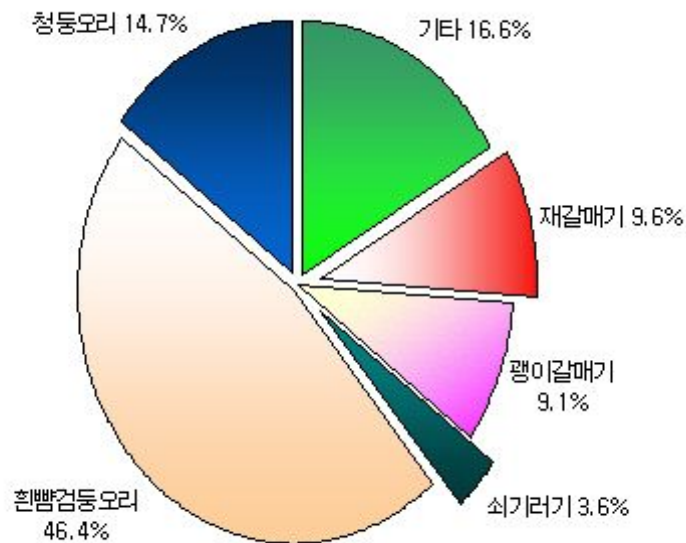


그림 2.27. 한강하구 이산포(1수역)의 하계시기 우점 조류 비교(2005년 4월~9월)

2.2.5. 한강하구 주변의 번식 조류

한강하구 주변에서 백로류 집단번식지는 총 5곳으로 확인되었으며 2004년에는 3곳에서 중대백로, 쇠백로 등 6종이 450쌍 이상 번식하였다(그림 2.28). 과거 1990년대까지 최대 1,000개체에 이르는 대규모 백로류 집단 번식지였던 전호산 백로번식지는 이미 사라졌으며, 2003년에 확인된 한강하구 버드나무림 내의 150쌍 이상이던 해오라기 집단 번식지는 킨텍스 인터체인지 공사로 인해 2004년에는 사라졌다. 2005년엔 50쌍에 이르던 김포시 풍곡리 백로류 집단 번식지도 사라졌으며 고양시 덕양산 밤나루 1곳과 김포시 운양동 모담산의 2곳만 남게되고 300쌍 정도로 규모가 줄어들었다. 2005년에 모담산의 백로 번식지도 좀 더 사람이 접근하기 어려운 안쪽으로 이동하였으며 리기다소나무의 고사로 인하여 번식 가능지역의 면적이 줄고 있었다. 고양시의 덕양

산에는 150쌍 내외의 백로류가 확인되었으며, 2004년에는 왜가리(*Ardea cinerea*), 중대백로(*Egretta alba*), 중백로(*E. intermedia*), 쇠백로(*E. garzetta*), 황로(*Bubulcus ibis*), 해오라기(*Nycticorax nycticorax*) 등 6종이 혼성 번식하는 것으로 확인되었으나 2005년에는 왜가리의 번식 동지가 사라지고 중대백로도 줄어들어 쇠퇴하는 경향을 보였다. 가장 많은 종은 쇠백로, 황로, 해오라기 3종이었다. 한강하구 주변의 백로 번식지의 쇠퇴와 번식수의 감소 현상은 한강하구 주변의 개발로 인해 지천과 논에서의 먹이원의 감소가 주 원인으로 판단된다.

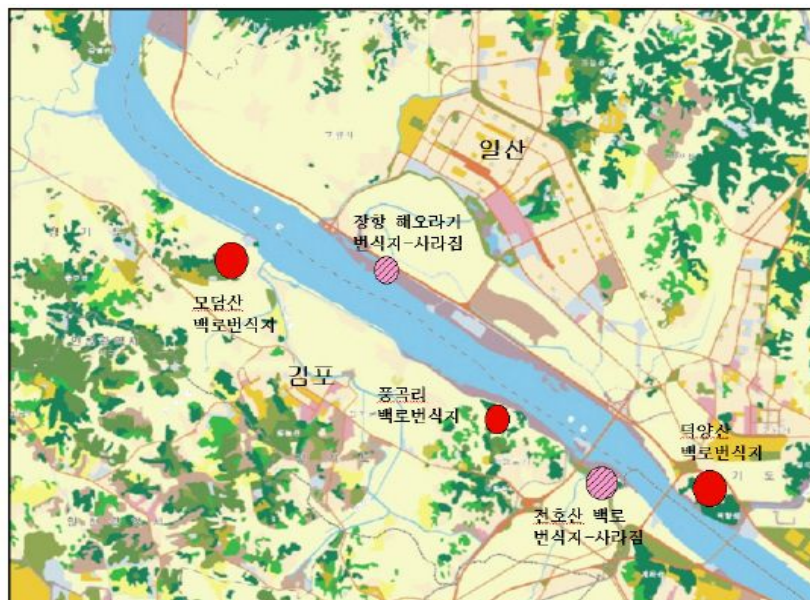


그림 2.28. 한강하구 주변의 백로류 번식지 위치. 전호산 백로번식지를 시작으로 2004년에는 장항 해오라기 번식지, 2005년에는 풍곡리 백로 번식지가 사라져 모담산과 덕양산에 2개 지점만 남게 되었다

고양시에 포함되는 장항 인근의 소택지는 여름철에 한강하구에 새들이 서식할 수 있게 하는 가장 중요한 역할을 하였다. 이곳에는 흰뺨검둥오리 등 11종의 조류가 번식하거나 번식 가능성이 있었다. 그러나 번식밀도는 낮았으며 이는 자유로의 차량 소음과 불빛 소음 등이 주원인으로 작용하여 번식에 영향을 주기 때문일 것으로 보인다. 흰뺨검둥오리, 꼬마물떼새(*Charadrius dubius*),

흰물떼새(*C. alexandrinus*), 꿩(*Phasianus colchicus*), 멧비둘기(*Streptopelia orientalis*), 붉은머리오목눈이(*Paradoxornis webbianus*), 개개비(*Acrocephalus orientalis*) 등 7종은 번식을 확인하였으며 갑작도요(*Actitis hypoleucos*), 뺨꾸기(*Cuculus canorus*), 참새(*Passer montanus*), 까치(*Pica pica*) 등 4종은 번식 가능성이 있었으나 확인하지는 못하였다. 모래나 자갈밭에 번식하는 꼬마물떼새와 흰물떼새는 킨텍스 인터체인지 주변에서 골재 채취가 시행되어 2004년 이후부터 모두 번식에 실패하거나 둥지가 사라졌다.

2.2.6. 한강하구의 재두루미 도래수와 감소 경향

한강하구에는 1976년 김포 시암리에 재두루미(*Grus vipio*)가 1,500~2,000개체 정도 도래하는 것이 알려졌으나, 시암리의 서식지 변화로 1980년대에 들어서면서 개체수는 급격히 감소하였다. 이후, 1993년에는 오두산 부근의 곡릉천하구에 최대 850개체의 재두루미들이 도래한다는 것이 새롭게 확인되었다. 1996년부터는 고양시의 주엽벌과 김포시 홍도평에 월동함을 추가로 알게 되었다. 그러나 이후 보다 세밀한 조사가 수행되었음에도 불구하고 재두루미의 수는 점차 감소추세이며, 곡릉천하구에 2003년의 도래수는 최초 확인된 1993년에 비해 반 이상 줄어들었다(그림 2.29). 더불어 봄철 주요 도래지도 한강하구의 곡릉천하구에서 임진강하구의 대동리 방면으로 3/4 이상이 옮겨가게 되었다. 이와 같이 한강하구의 재두루미는 서식지의 변화와 상실로 인해 도래수가 계속 감소하고 있어 특별한 보전 대책이 요구되는 실정이다.

이산포(1수역)의 재두루미는 10월말부터 4월초까지 장항 일원의 습지에 들어와 월동을 하였다. 오두산(2수역)의 재두루미는 12월 이후에는 기온이 낮아 이용하지 않았으며 결빙이 풀리는 3월에 많은 수가 도래하며 2005년 3월에는 최고 563마리가 관찰되기도 하였다. 이산포(1수역)의 재두루미는 소택지나 철책선 안쪽을 잠자리로 이용하고 오전에는 주로 김포 방면의 논에서, 오후에는 갯벌에서 먹이를 구하였다. 이산포(1수역)의 재두루미는 기온이 가장 많이 떨어지는 1월말에서 2월에 도래수가 가장 많아졌으며 2004-05년 겨울에는 최대 133마리가 월동하였고 올해 겨울에는 현재 76마리가 월동하고 있다. 그러

나 일산대교 건설로 인해 한강하구 내의 채두루미의 이용면적이 축소되었고 1990년대에 주로 이용하던 주엽벌의 논은 가건물들이 들어와 2000년대에 들어 더 이상 이용하지 못하게 되었으며, 이후에 가장 많이 이용하던 김포의 홍도평의 논에도 외곽순환도로가 건설되고 있어 방해요인이 크게 증가함으로 이용률이 계속 감소하고 있다.

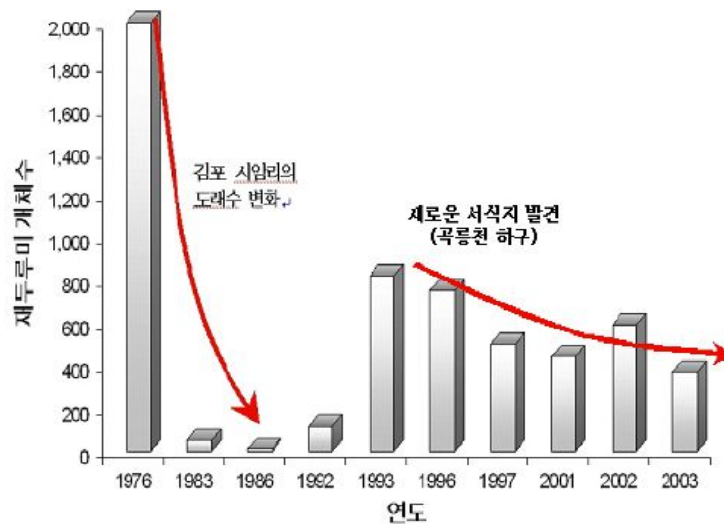


그림 2.29. 한강하구의 채두루미 개체수 변화. 계속 감소 추세에 있다

2.2.7. 한강하구의 천연기념물 및 법적 보호종 조류

조사기간 중에 관찰된 법적 보호종 및 희귀종은 34종이었다(표 2.6). 이중 천연기념물 17종, 환경부 지정 멸종위기종 I 급종은 5종, 멸종위기 II 종은 14종, 특정종은 15종이었다. 이들 중에서 가장 많은 수가 관찰된 것은 큰기러기, 개리(*Anser cygnoides*), 채두루미, 저어새(*Platalea minor*) 등이었다. 이 중에서 고양시권역인 이산포(1수역)에서는 법적 보호종 및 희귀종이 24종이 확인되었다. 천연기념물은 12종, 환경부 지정 멸종위기종 I 급종은 5종, 멸종위기 II 종은 10종이었다. 가장 많은 수는 큰기러기, 채두루미 2종으로 저어새는 최고 7마리로 소수이나 매년 확인되며 개리는 2마리만이 확인되었다.

표 2.6. 한강하구에서 관찰된 천연기념물 및 법적보호종(2003~2005년)

연 번	학 명	종 명	천연 기념물	멸종위기 I 등급	멸종위기 II 등급	특정종
1	<i>Gavia stellata</i>	아비				○
2	<i>Podiceps cristatus</i>	뿔논병아리				○
3	<i>Platalea minor</i>	저어새	제 205호	●		
4	<i>Platalea leucorodia</i>	노랑부리저어새	제 205호	●		
5	<i>Cygnus cygnus</i>	큰고니	제 201호		◎	
6	<i>Anser cygnoides</i>	개리	제 325호		◎	
7	<i>Anser fabalis</i>	큰기러기			◎	
8	<i>Anser caerulescens</i>	흰기러기				○
9	<i>Anas formosa</i>	가창오리			◎	
10	<i>Aix galericulata</i>	원앙	제 327호			○
11	<i>Porzana fusca</i>	쇠뚝부기사촌				○
12	<i>Grus monacha</i>	흑두루미	제 228호		◎	
13	<i>Grus vipio</i>	재두루미	제 203호		◎	
14	<i>Tringa erythropus</i>	학도요				○
15	<i>Numenius madagascariensis</i>	알락꼬리마도요			◎	
16	<i>Haliaeetus albicilla</i>	흰꼬리수리	제 243호	●		
17	<i>Haliaeetus pelagicus</i>	참수리	제 243호	●		
18	<i>Aegypius monachus</i>	독수리	제 243호		◎	
19	<i>Buteo lagopus</i>	털발말뚝가리			◎	
20	<i>Buteo buteo</i>	말뚝가리			◎	
21	<i>Circus cyaneus</i>	젓빛개구리매	제 323호		◎	
22	<i>Accipiter nisus</i>	새 매	제 323호			○
23	<i>Accipiter gularis</i>	조롱이			◎	
24	<i>Accipiter soloensis</i>	붉은배새 매	제 323호			○
25	<i>Falco peregrinus</i>	매	제 323호	●		
26	<i>Falco subbuteo</i>	새 홀리기			◎	
27	<i>Falco tinnunculus</i>	황조롱이	제 323호			○
28	<i>Bubo bubo</i>	수리부엉이	제 324호		◎	
29	<i>Asio flammeus</i>	쇠부엉이	제 324호			○
30	<i>Cuculus canorus</i>	빠꾸기				○
31	<i>Alcedo atthis</i>	물총새				○
32	<i>Picus canus</i>	청딱따구리				○
33	<i>Saxicola torquata</i>	검은딱새				○
34	<i>Oriolus chinensis</i>	피꼬리				○
			17종	5종	14종	15종

2.2.8. 고양시 장항습지의 포유류와 제한요인

고양시 장항습지 내에서 확인된 포유류는 8종으로 고라니(*Hydropotes inermis*)의 서식 밀도가 가장 높았다(표 2.7.). 고라니는 장항인터체인지 부근의 소택지에서 1회 최대 35개체가 확인되었으며, 구산동 유역에서 5개체 등이 확인되었다. 너구리(*Nyctereutes procyonoides*)는 장항습지 이외에 특히 구산동의 논과 제방 주변으로 배설물 흔적이 많고 서식수도 많은 것으로 보이나 자유로에 인한 서식지의 단절로 인하여 차량에 치어 죽는 개체들이 많았다. 장항습지는 버드나무 군락이 발달하기는 하였으나 자유로에 의해 인근 산림과의 이동경로가 차단되어 다람쥐(*Tamias sibiricus*)나 청설모(*Sciurus vulgaris*), 두더지(*Mogera wogura*), 멧토끼(*Lepus coreanus*), 멧돼지(*Sus scrofa*) 등과 같은 일반적인 삼림성 포유동물들이 확인되지 않았다. 산(*Prionailurus bengalensis*)의 족흔이 여러 번 확인되었으나 실제 개체나 배설물을 확인하지 못해 존재한다고 해도 적은 수만이 있을 것으로 판단되었다. 족제비(*Mustela sibirica*)는 제방 부근에서 차에 치어죽은 사체를 확인하였으며, 소택지 내에 개구리류가 거의 없고 강변도로에 의하여 단절이 되어 있어 서식밀도는 아주 적을 것으로 판단된다. 고양이(*Pelis catus*)와 개(*Canis familiaris*)가 확인되었으나 철책선이 있어 개체수는 아주 적었다. 따라서 철책선은 고양이나 개의 출입을 제한하기 때문에 기러기나 재두루미 등의 철새들이 서식하기에 좋은 조건을 제공해 주고 있었다. 그러나 자유로와 강변도로와 함께 철책선은 인근 유역과 산으로의 동물의 이출입을 제한함으로써 동물의 다양성을 감소시키고 있었으며, 홍수에 의한 범람 시에 상당수의 포유동물들의 역사할 수밖에 없는 조건을 제공하고 있었다.

표 2.7. 한강하구의 장항습지 일대에서 관찰된 포유류

목	과	종 명(학 명)	관찰 사항
설치목 쥐과	등줄쥐	<i>Apodemus agrarius</i>	독 주변 굴
	멧밭쥐	<i>Mycromys minutus</i>	갈대 주변 집
식육목 개과	너구리	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	배설물
	개	<i>Canis familiaris</i>	철책선 부근
족제비과	족제비	<i>Mustela sibirica</i>	1마리 횡사
고양이과	고양이	<i>Felis catus</i>	철책선 부근
	삼	<i>Prionailurus bengalensis</i>	족흔 추정
우제목 사슴과	고라니	<i>Hydropotes inermis</i>	최소 50개체 추정
총 8종			

2.2.9. 한강하구 철새에 대한 주요 방해 및 위협요인

(1) 골재 채취

1990년대 자유로 공사가 착공되고 현재까지 골재채취가 한해도 쉬지 않고 진행되어왔다. 연이은 골재채취는 한강하구의 저서생태계에 상당한 영향을 주어 저서생물이 극히 빈약하고 단순해졌다. 골재채취는 모래 운반에 의한 방해 요인도 컸다.

(2) 어로 행위

어로 행위는 해빙이 되는 3월부터 결빙이 되는 12월까지 철새들에게 큰 방해요인으로 작용하였다. 특히 재두루미들이 3월에 장항 일원을 떠나버리는 가장 큰 원인으로 보이며 철새들의 분포에 영향을 주고 있었다.

(3) 벼단말리와 추경

추수가 끝난 후에 벼단을 말아버리거나 일찍 논을 갈아엎는 추경은 철새의 먹이인 낙곡의 양을 크게 감소시켰다. 그 외 겨우내 논지 정리, 농로 포장화

및 수로 보수 공사 등은 철새의 휴식과 취식활동에 방해를 주었다.

(4) 공사와 도로건설

일산의 국제전시장으로 연결되는 킨텍스 IC, 교하와 연결되는 문발IC 공사는 철새들에게 겨우내 계속된 방해요인이었다. 특히 킨텍스 IC 공사에 의한 소음은 일대의 채두루미와 철새들에게 상당한 영향을 주었으며 인근의 해오라기 집단 번식지가 완전 상실되는 큰 영향을 주었다.

(5) 농경지 면적 감소

한강하구 주변의 농경지는 약 6,500ha에 이르며 오두산 일원은 약 3,300ha에 이르지만 계속되는 도로 건설과 신도시 계획 등으로 이용 가능한 면적이 계속 줄어들고 있다. 특히 고양시의 경우 농지 내 무허가 창고의 난립과 비닐하우스 증가 등이 철새 감소에 큰 요인이었다.

(6) 차량 소음

강변도로와 자유로에 통행하는 차량에 의한 소음은 새들에게 많은 영향을 주는 것으로 보인다. 특히 번식조류에 스트레스로 작용하여 장항습지의 번식 밀도가 적은 원인으로 보인다.

(7) 불빛 소음

강변도로를 따라 이어진 가로등은 철새들의 휴식을 방해하는 것으로 추정된다. 킨텍스IC의 파이프라이터는 불빛이 상당히 밝아 이로 인한 철새 감소가 예상된다.

2.2.10. 한강하구의 서식지 보전 방안

(1) 먹이 주기의 필요성

채두루미를 비롯한 한강하구 주변의 철새들은 이용 가능한 농경지의 축소와 방해요인의 지속적 증가로 인하여 먹이부족에 시달리는 것으로 추정된다. 이

로 인하여 청둥오리와 큰기러기의 도래수가 감소하는 경향을 보이고 있다. 따라서 철새들이 가장 많이 이용하는 장항과 구산동 부근의 논에 월동기 동안 먹이를 주거나 생물다양성관리협약을 통한 벼단 보상, 추경 보상, 무논조성 등이 시급히 시행되는 것이 좋을 것으로 보인다.



사진 2.17. 장항 인터체인지 부근 논에 재두루미 먹이주기 행사 모습.

(2) 습지복원 및 대체서식지 조성

한강하구에 대한 계속적 골재채취로 훼손된 습지를 회복하고 철새들의 먹이식물을 제공하기 위하여 습지 복원에 대한 시도가 필요하였다. 자연먹이를 공급할 수 있는 습지형 논을 만들어주거나 인공 수로를 만들어주면 사초과 식물과 같이 철새들이 좋아하는 먹이가 보다 많이 공급되고, 물고기 수가 늘어 좋은 효과를 볼 수 있을 것으로 보인다. 장항 일원의 습지는 건성화가 진행되고 있어 철새들의 먹이식물이 크게 감소하고 휴식터가 줄고 있었다. 장항 일원에 번성하고 있는 버드나무 군락지는 철새들이 거의 이용하지 않기 때문에 일부를 습지로 복원하거나 대체 서식지로 조성하는 것이 바람직 할 것으로 보인다.

(3) 무논 조성과 휴식처 제공

한강하구는 조석간만의 영향으로 사리시기에 물이 들어오며 새들이 휴식할 만한 공간이 부족하였다. 이때 철책선 안쪽의 논에 무논을 조성해 주면 좋은 휴식처와 잠자리로 이용될 것으로 보인다. 2004년과 2005년에 실험적으로 장항 부근의 일부 논에 무논을 조성하여 재두루미와 기러기류의 도래수가 크게 증가하고 잠자리로의 이용함을 확인할 수 있었다.(사진 2.18.)



사진 2.18. 장항 인터체인지 안쪽 논에 물을 댄 무논과 재두루미의 잠자리 이용.

2.2.11. 결론

한강하구는 연 10만 마리의 철새가 도래하는 국내 최대 물새 서식지 중 하나이다. 큰기러기와 개리 등의 기러기류의 국내 최대 월동지이며 재두루미의 중요한 도래지이기도 하다. 또한 국내 유일하게 하구둑이 없고 기수역이 유지되고 있어 반드시 보전되어야 할 지역이다. 특히 고양시에 포함되는 이산포 유역은 한강하구 전체에서 가장 많은 수의 철새들이 도래하는 곳이었다. 이는 고양시의 장항 일원 습지가 철새들의 서식에 가장 큰 역할을 담당하고

있기 때문이며 여름철에도 많은 새들이 번식하는 한강하구에서 가장 중요한 곳이라고 할 수 있었다. 그러나 지속적인 인근 지역의 개발과 골재채취 등은 철새의 서식에 큰 영향을 주고 있었다. 한강하구를 이용하는 철새들의 6~70%가 주변의 농경지에 떨어진 낙곡에 의존하고 있으나 주변 농경지의 축소, 신도시 건설, 도로 확충 등으로 이용 가능한 곳이 점차 줄어들고 있어 이에 대한 대책이 절실하였다. 특히 고양시의 논은 이런 방해요인과 개발요인의 증가로 인해 철새들이 최근에는 철새들이 거의 이용하지 못하게 되어가고 있었다. 이에 대한 보상으로 철새 먹이주기나 습지복원, 대체서식지 조성 등의 적극적인 방안과 농민과의 생물다양성관리협약을 통한 추경 보상, 벼집 보상 등이 긍정적으로 도입되어야 한강하구의 물새 서식지를 효율적으로 보전할 수 있을 것이다.

3. 한강하구 생태계의 기능분석

3.1. 1차 생산성

3.1.1 조사방법

10mx10m 영구방형구를 설치하여 그 안의 종을 동정하였고, 영구방형구 주변에서 각 크기별 대표가 되는 표본 목을 수확하고, 흉고직경 (D)과 수고 (H)를 측정하여 비례생장식(allometry equation)을 만들어 단위면적당 현존량을 구하였다(Larcher 1989). 1차 생산성은 현 연도와 전 연도 간의 나이트로부터 추정된 비례 성장식에 의하여 산출된 식물량의 차로 간주하였다.

3.1.2 조사결과

버드나무군락의 비례생장식은 다음과 같았다(W;건물량, D;흉고직경, H;수고).

줄기: $Ws=0.9360 \log D^2H-1.6305(r=0.989)$

가지: $Wb=1.0489 \log D^2H-2.2260(r=0.989)$

잎: $Wl=1.0682 \log D^2H-2.6291(r=0.992)$

이식에 의하여 추정된 생물량은 표 3.1과 같았다. 생물량은 줄기>가지>잎의 순서로 높게 나타났다. 또한 식으로 추정된 지상부 현존량은 112.7 ton/ha으로 나타났는데 부분별로는 줄기가 20.6ton/ha(54%), 가지 11.3ton/ha(30%), 잎 6.4 ton/ha(17%)이었다. 1차 순 생산성은 38.3ton/ha/yr으로서 국내 숲에서 보고된 값 중 가장 높은 값을 나타내었다(표 3.2). 이러한 수치는 오래된 숲보다 현존생물량은 적지만, 생산성은 굴참나무군락의 자연림이나 편백나무조림지의 인공숲보다도 훨씬 높은 값이었다.

표 3.1. 한강하구 키버들의 6개 표본목에 대한 비례생장식(건조생물량)

번호	흉고직경 (cm)	수고(m)	D ² H	줄기양 (kg)	가지양 (kg)	잎양 (kg)	전식물양 (kg)
1	16	9.2	2355	22.04	13.11	9.72	44.84
2	12	7.5	1080	16.78	8.44	3.88	29.11
3	10	6.6	670	11.30	5.80	2.46	19.56
4	7	6.8	333	4.01	2.70	1.13	7.84
5	5	5.0	150	2.76	1.33	0.64	4.73
6	3	3.0	12	.18	0.07	0.02	0.27

표 3.2. 한강 숲의 지상부 현존량과 1차 순생산성

군락명	조사지	지상부 현존량 (ton/ha/yr)	1차 순생산성 (ton/ha/yr)	연구자
서나무혼합림	피아골	174.90	3.87-11.36	김준호 등 1982
서나무-줄참나무	광릉	211.59	6.73	유영한 1994
줄참나무 25-29년생	-	115.30	14.50	박인협, 문광선 1994
신갈나무 1,450개체/ha	남병산	188.50	11.60	Kwak and Kim 1992
신갈나무 39년생	충주	130.58	9.96	송칠영 등 1997
굴참나무 4,300개체/ha	산청군	59.20	8.99	김제경,송재용 1985
굴참나무 25-29년생	충주	158.9	23.20	박인협,문광선 1994
물오리나무 12-18년생 1,667개체/ha	관악산	51.51	8.56	채명인,김준호 1977
상수리나무 12-14년생 2,388개체/ha	관악산	86.77	17.90	채명인,김준호 1977
후박나무	보길도	123.71	16.06	이정석,김춘식 1988
소나무자연림	홍천	198.82	15.87	이수옥 1985
소나무 금강형	명주군	204.42	16.50	박인협,이석일 1990
소나무-굴참나무림	-	87.70	8.30	박인협,문광선 1999
아까시나무20년생	용인군	118.67	16.78	김갑덕 등 1985
리기다소나무1,100/ha	광주	71.61	10.81	이경제 등 1985
잣나무11년생	양주군	48.42	9.12	김용택등 1988
편백20년생	순천	145.00	23.50	박인협 등 2000
은수원사시 9년생	포천군	47.40	11.70	김준호 등 1982
리기다소나무-잣나무	광릉	84.07	12.14	유영한 1994
조림지25-28년생 버드나무18년생 9700개체/ha	한강하구	112.70	38.31	우리 연구

이처럼 한강 버드나무군락의 생산성이 자연숲이나 인공숲보다 현저히 높은 것은 개체군이 어린 개체로 이루어져 있어 광합성을 할 수 있는 동화조직(잎과 가지, 작은 줄기)의 비율이 높고, 버드나무의 빠른 개엽과 늦은 낙엽에 의한 긴 생육시기를 갖는 식물계절학적 특성과 맹아에 의한 높은 밀도와 속성수의 개체군특성, 번식생장을 최소로 하고, 영양생장에 최대한 투자하는 물질분배의 특성과 함께, 한강하구의 영양분이 높은 토양과 수분 입지조건(지속적인 지하수 공급)과 버드나무군락 지역에서 사는 말뚝게에 의한 지속적이며, 광범위한 경작효과(속효성 비료와 산소 공급 등) 등에 의한 상호작용의 결과로 판단된다(사진 3.1. ~ 사진3.3, 표 3.3 그림 3.1.).



사진 3.1. 버드나무군락의 낮은 지하수위층(55cm).



사진 3.2. 버드나무군락의 얇은 뿌리 분포 (13cm).



사진 3.3. 버드나무군락 내의 말뚝게 구멍(흙에 공기를 불어넣고, 거름을 섞어 주는 통기와 기경 효과를 유발한다).

표 3.3. 한강하구 키버들군락의 생산성이 높은 이유

식물 내적 요인

1. 식물계절학 (긴 생육시기)
 - 1) 이른 개엽(4월)과 늦은 낙엽(12월)
2. 동화조직의 높은 비율(잎+ 가지+ 젊은 줄기)
3. 물질분배
 - 1) 짧은 생식생장(개화와 결실간의 시기가 짧다(4-5월))
 - 2) 적은 생식투자(물질생산의 2%이하)
4. 어린 개체로 구성된 높은 나무 밀도(9,700개체/ha)
5. 움싹(sprout)에 의한 무성번식

식물 외적 요인

1. 안정적인 수분공급(지하수위가 50-60cm 이내)
 2. 말뚝계에 의한 지속적인 경작 효과(5-10월)
 - 1) 토양 비료 공급 (구멍파기와 배설물에 의한 공급)
 - ① 지속적인 공급(5월-10월)
 - ② 고른 공급 (구멍파기(기경효과)와 이동을 통한)
 - ③ 빠른 낙엽 분해
 - ④ 빠른 영양소 이용성(요산 배설물 등)
 - ⑤ 게 구멍에 의한 적합한 공급 위치(뿌리 주 분포역 15cm 주변)
 - ⑥ 강한 내적 순환(잎의 부동화-유실이 적음)
 - 2) 뿌리에 산소 공급
 - ① 게 구멍에 의한 통기성 증진-->뿌리 활력증진
 - 3) 하층식생 제거
 - ① 임상 식생을 공격하여 경쟁 식물종을 제거함
-

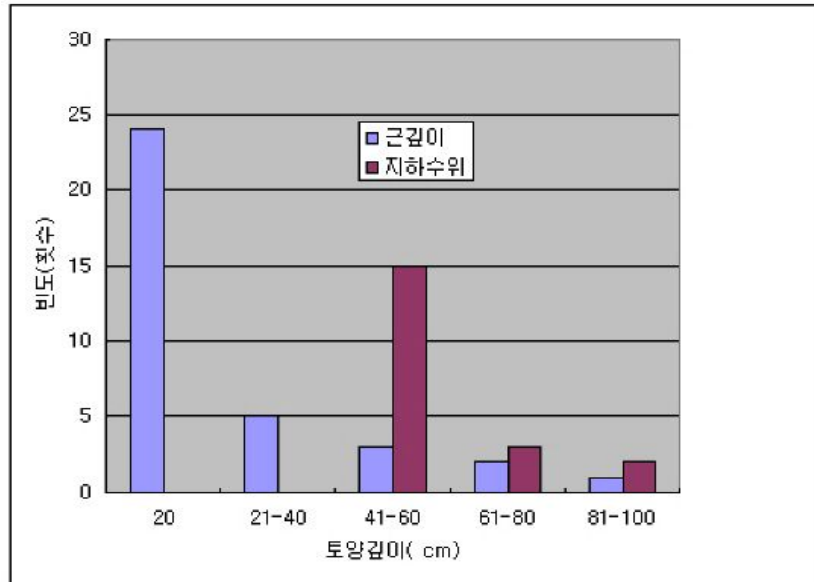


그림 3.1. 한강하구 버드나무군락에서 버드나무 뿌리와 지하수위 분포.

3.2. 버드나무 숲의 공익적 기능

3.2.1 조사방법

버드나무 숲에 의하여 1년 동안 생산되는 산소와 증산량 및 제거되는 이산화탄소량은 김준호 등(1994)의 방법에 의하여 생물량에 각 인자를 보정하여 사용하고, 보고서에서 언급이 되지 않는 항목은 표에 따로 기재하였다. 다만 버드나무군락의 면적의 정확한 실측치가 없어 최소 38ha에서 72.4ha로 구별하여 계산하였다. 계산한 공익적 기능의 결과는 일반 시민에게 친숙한 고양시의 정발산과 일산호수공원 및 남산의 수치와 비교하였는데, 군락의 생산성의 값은 한국의 숲에서 안정한 곳에서 생산되는 6.3ton/yr(작은값)과 상수리나무숲을 적용한 17.9ton/ha/yr(큰값)을 적용하여 계산하였다.

버드나무 숲에 의하여 일년에 제거되는 오염물질(N,P)의 양은 각 식물체의 농도에 생물량을 곱하여 구하였다. 식물체는 80℃에서 72시간 건조시킨 후 micromill grinder (KK 2916-RI)를 이용하여 분말로 만들어 분석에 사용하였다. 식물체의 무기영양소를 분석하기 위하여 분말 0.4 g과 분해혼합제 (Se + Li₂SO₄ H₂O + H₂O₂ + H₂SO₄) 4.4 ml를 100 ml 마이크로 켈달 플라스크에 넣어 색이 투명해질 때까지 가열하여 분해시킨 다음 여과지(Whatman No.44)로 여과 추출하고, 100ml 메스플라스크에 옮겨 증류수로 정용하였다 (Allen et al. 1986). 이 추출액으로 전질소 (T-N)은 마이크로 켈달 법으로 (Jackson 1967), 전 인 (T-P)는 ascorbic acid법에 따라 발색시킨 다음 분광광도계의 700 nm에서 비색 정량하였다(Allen et al. 1989). 황분해량은 환경기준치 50ppb를 기준으로 계산하여 김준호 등(1994)의 식에 이용하여 구하였다.

3.2.2. 조사결과

한강하구 버드나무군락에서 1년간 생산되는 산소발생량은 3,697ton/72ha로서 임야면적이 63ha인 정발산의 발생량(1,331ton/ha)보다 2.9배나 많았고, 제거되는 이산화탄소의 양도 4,519ton/72ha/yr로 정발산의 제거량보다 2.5배나 많았다(표 3.4). 이와 같이 한강하구의 버드나무군락의 공익적 기능이 높은 것

(평균 1.85배)은 1차 생산성이 높기 때문이다. 한강하구 버드나무군락에서 1년간 생산되는 산소량(3,299ton)은 13,862명의 인구를 부양할 수 있는 산소량이다. 이러한 수치는 버드나무군락의 면적과 산소발생량을 측정하는 방법에 따라 차이가 있지만 대체로 적게는 7,278명-15,534명을 부양할 수 있는 산소양이다. 또한 버드나무숲의 산소발생량은 자연숲의 생산량(50명/1ha)의 3배에 해당한다(김선희 1999).

표 3.4. 한강하구 버드나무 군락의 공익적 기능: 산소발생량, 이산화탄소흡수량, 증산량, 증발량(6-8월)과 한국 내 일부 지역과의 비교

장소	면적 (m ²)	생산성 (ton/h a/yr)	탄소제거량 (ton/yr)	이산화탄소 총제거량 (ton/yr)	총산소발생량 (ton/yr)*	총증산량 (ton/yr)	증발량 (ton/6-8월)
한강하구(버드 나무군락)	380,000	38.31	727.9	2,372.9	1,941.0 1,732.4	1,091.8	14,136
(신곡수중보- 일산대교)	723,675	38.31	1,386.2	4,519.0	3,697.0 3,299.2	2,079.3	26,895
정발산(임야면 적)	624,913	6.30 17.9	196.9 559.3	641.7 1,823.3	525.0 468.5 1,491.7 1,331.1	295.3 838.9	23,064
납산(임야면적)	2,454,140	6.30 17.9	773.1 2,196.5	2,520.2 7,160.4	2,061.7 1,839.9 5,858.0 5,227.6	1,159.6 3,294.7	91,140
일산호수공원 (수면적)	290,000	-	-	-	-	-	10,788

*산소발생량은 계산방법에 따라 차이가 난다(김준호 등 1994). 산소필요량(238kg/성인1인/1년)을 기준으로 하여 한강하구 버드나무숲에서 생산하는 산소로 지탱할 수 있는 생태학적환경수용인구(력)는 7,278명-15,534명에 이른다. 이러한 수치는 한강하구의 다른 식물군락에 의한 산소발생량은 포함되지 않은 값으로 잠재적인 수용력은 최대 20,000명에 이를 것으로 추정된다(성인1인/1년 산소소모량238kg=시간당19.2L*24시간*365일*비중19.2)

버드나무군락에서 생산되는 총증산량도 1,092-4,519ton으로서 정발산의 것보다 높았다. 증산은 증발에 비하여 대기 중으로 수분을 빠르게 분산시켜 주변 온도에 미치는 영향이 크다. 버드나무군락의 이러한 높은 증산량은 여름철

의 고양시 일대의 온도를 크게 낮추고, 또한 바람을 만들어 줌으로써 공기의 소통을 원활하게 한다고 할 수 있다. 온도를 저감시키고, 공기를 소통작용은 증발만이 있고, 증산이 거의 없는 일산호수공원에 비할 때 월등한 차이(16배-23배)가 난다고 할 수 있다. 한강하구는 버드나무군락 외에 한강하구에 흐르는 수량과, 초본식생, 조간대의 면적을 고려한다면 한강하구 생태계가 하는 온도 조절효과는 더욱 클 것으로 판단된다.

한강하구 버드나무군락에서 1년간 제거되는 수 오염물질의 양은 질소가 232ton/72ha, 인이 19ton/72ha와 황이 88ton/72ha나 되었다(표 3.5). 이러한 수치는 한강에서 내려오거나 퇴적된 대부분의 오염물질이 한강하구의 버드나무군락에서 대부분이 정화되고 있음을 의미한다. 버드나무군락은 수오염물질 뿐만 아니라 대기중의 질소산화물이나 오존과 같은 오염물질도 제거할 것으로 판단된다.

표 3.5. 한강하구 버드나무군락이 1년 동안에 흡수하는 오염물질(N,P,S)의 정화량(축적량)

부위	N 농도 (mg/g DM)	P 농도 (mg/g DM)	S 농도 (ppb)	총 N 제거량 (ton/72.3ha)	총 P 제거량 (ton/72.3ha)	총 S 제거량 (ton/72.3ha)
줄기	4.3	0.24		31.1	1.7	
가지	5.8	0.53		42.0	3.8	
잎	22.0	1.85		159.2	13.4	
합	-	-	50 (환경기준치)	232.3	19.0	87.8

3.3. 군락 내 말뚝게 개체군의 특성

3.3.1 조사방법

버드나무군락 내 분포하고, 버드나무군락의 생산성을 높이는데 주요인자로 판단되는 말뚝게 개체군의 구조와 나이, 생물량, 계구멍의 면적을 조사하여 말뚝게가 버드나무군락에 주는 영향을 파악하고자 하였다.

3.3.2 조사결과

말뚝게의 무게 분포는 버드나무군락 내 서식하는 개체군이나 조간대로 이동하는 개체군에서 모두 불연속적인 분포를 나타내었는데, 군락 내 비이동성 개체군들은 1년생의 작은 것들이 많았고, 이동성 개체군은 2년 이상의 큰 개체로 구성된 특징을 보여 주었다(그림 3.2 ~ 그림 3.3). 버드나무군락 내 1년 이상된 말뚝게의 수도 23억마리/72ha나 되었고, 생물량도 100ton/72ha이나 되었다. 이러한 크기 분포에 의한 말뚝게의 탈피에 의한 불연속적인 무게증가의 차이로 추정된 말뚝게의 수명은 약 7-8년 정도로 추정되었다. 실제로 수명을 다하고 죽은 것으로 판단되는 말뚝게 무리들은 모두 50g 이상의 큰 개체들로 구성되어 있었다(11월 관찰, 사진 3.4).

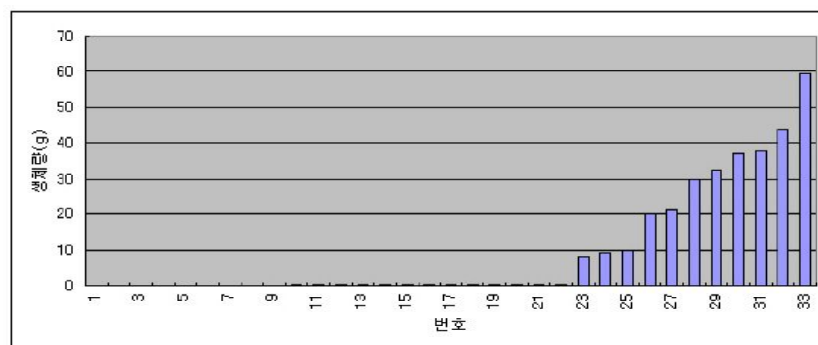


그림 3.2. 한강하구 키버들군락 내 비이동성 말뚝게 개체군의 크기 분포(1-9번 ; 1년생, 10-22번 : 2년생, 23-25번:3년생, 26-27번;4년생, 28-29번;5년생, 30-32번;6년생, 33번;7년생, 1년 이상 된 개체수 33 마리:0.136kg/1m², 33,000,000마리: 1,358kg/ha, 2,385,900,000:100.1ton/72.3ha, 추정수명 7-8년)

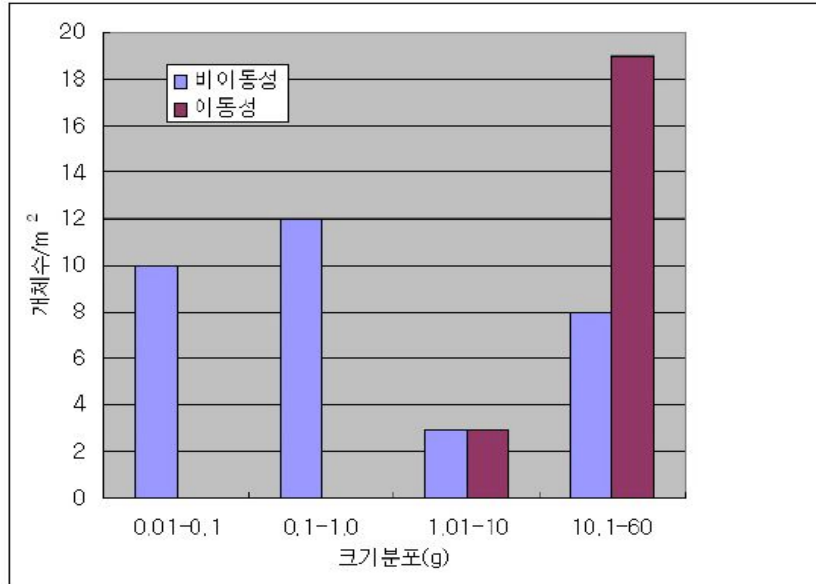


그림 3.3. 한강하구 버드나무군락 내 말뚝게 비이동성과 이동성 개체군의 크기 분포



사진 3.4. 한강하구 버드나무군락 주변부에서 자연사 한 것으로 추정되는 말뚝게.

말뚝게 개체군 중 버드나무군락 내에서 이동성이 적은 개체군은 1g이하의 작은 개체들이 많았고(그림 3.3, 67%), 물가로 나오는 이동성이 큰 집단은 주로 3g이상의 큰 개체군으로 이루어져 있었다(그림 3.4).

말뚝게가 버드나무군락 내 뚫어놓은 구멍수는 평균 32개/1m²로서 직경 1cm이하의 작은 구멍이 44%를 차지하였고, 직경 10cm이상의 것도 7개(22%)나 되었다(그림 3.4.). 이러한 구멍의 면적은 전토양 표면의 12%에 해당되는 면적이다. 이러한 높은 굴착행동은 결국 영양분의 고른 분배와 이동을 촉진하고, 산소를 공급함으로써 버드나무군락의 생산성을 높이는데 기여하는 주요 요인으로 판단되고 있다.

또한 말뚝게가 1년 동안에 유기물량을 섭식하는 양(물질대사율 10%, Krebs 2002)은 12ton/ha로 1년 동안 생산된 버드나무 잎 6.4ton/ha의 2배치에 해당한다. 이러한 결과는 말뚝게가 버드나무에서 살면서 군락에서 생산되는 잎을 전부 소비하고, 흙에 퇴적된 유기물 5.6ton/ha를 섭식하여 정화하는 것을 의미한다. 즉 버드나무군락에서 생산되는 유기물은 말뚝게에 의해서 완전히 소비되는 것으로 판단된다.

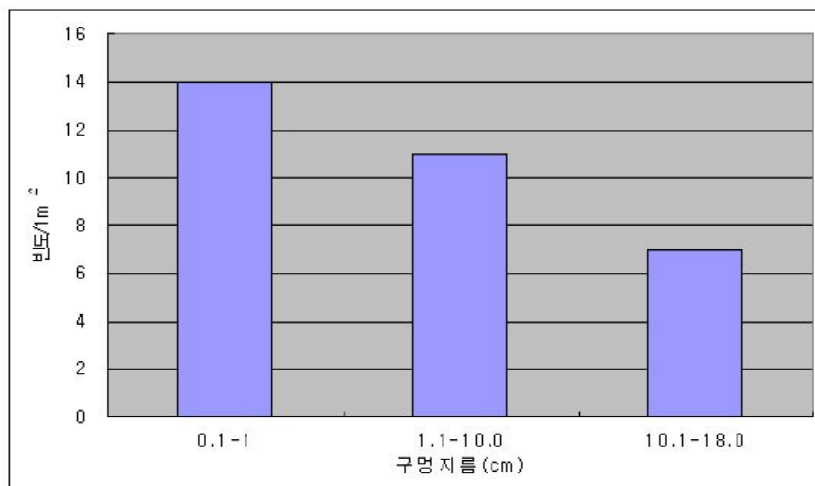


그림 3.4. 한강하구 말뚝게에 의하여 형성된 게 구멍의 크기 분포(게가 버드나무군락에 뚫어 놓은 면적은 지표면의 12.23%이른다).

4. 한강하구 생태계의 중요성과 보전노력

4.1 생태계의 중요성

한강 수역에 접한 경기북부 고양, 과주, 김포, 강화지역은 DMZ일원으로 민간인통제선이 강변을 따라 길게 띠를 이루고 형성되어 있다. 또한 인접하여 도시가 발달하였거나 신도시예정지역이어서 도시 빌딩숲에 철조망이 외곽으로 둘러쳐져 있는 독특한 경관을 보인다. 그래서 접경지역이면서도 개발압력이 높고 지역정서는 보수적이면서도 군사지역에 대한 피해의식이 커서 오히려 통일에 대한 기대심리가 큰 지역이다. 한강하구의 생태적 중요성은 자연성을 갖춘 기수생태계, 주요 이동성 물새류의 서식처, 보전가치가 높은 접경지역 생물권, 한반도 자연생태축의 교차점이라는 것에서 찾을 수 있다.

4.1.1 한반도 유일의 훼손되지 않은 ‘대강(大江) 기수역 생태계’

한강하구는 황해를 살리는 젖줄로 황해와 한강, 임진강, 예성강을 오가는 회유성, 이동성 어패류와 기수식물의 서식처이다. 갯지렁이와 재첩류, 그리고 펄콩게, 말뚝게, 참게 등이 서식하고 실뱀장어, 황복, 웅어, 가숭어, 점농어, 강주걱양태, 망둥어류 등 회류성어류들이 인위적인 장벽없이 이동하고 있으며, 도요, 물떼새, 오리류, 기러기류, 저어새류, 두루미류는 이동성조류가 서식하고 있다. 이들은 계절에 따라 강과 바다를 오가며 산란을 하고 먹이를 찾으면서 복잡한 먹이사슬을 형성하고 있다. 한강하구를 보전해야하는 첫 번째 이유는 마지막 남은 자연하구 ‘기수생태계’라는 것이다.

4.1.2 동아시아 ~ 호주 및 태평양 물새이동경로상 주요 서식처

한강하구는 지정학적으로 시베리아나 몽고지방에서 한반도를 거쳐 일본, 호주로 이동하는 물새류의 길목에 위치하고 있다. 한강하구는 동북아시아를 경유하는 물새류들의 서식처로 강화남단의 도요, 물떼새류, 기수중상부의 재두루미, 오리, 기러기류, 무인도서의 저어새류, 봄철 갈매기류, 여름철 백로류, 겨울

철 독수리류 등 다양한 물새들의 중간귀착지이자 월동지, 번식지로 이용되고 있으며 연간 평균 도래개체수는 100,000마리정도이다.

이들 물새들이 한강하구를 이용할 수 있는 이유는 높은 생산성으로 인한 생물부양력에 기인한다. 이는 한강본류에서 공급되는 유기물과 드넓은 충적평야, 풍부한 수생식물, 갯벌저서생물과 어패류 등 먹이원이 풍부하기 때문이기도 하다. 특히 배후습지와 물골이 많은 한강하구는 범람원성 충적지가 많아 인근 평야지대가 발달되어 있고 저습지와 수로 또한 풍부해 서식처의 다양성이 유지되고 있다.

4.1.3 보전가치가 높은 접경지역 생물권

한반도는 동서로 지나간 철책으로 갈라져 있고 한강하구에 이르러서는 강줄기를 기준으로 나뉜다. 50년이 넘는 분단의 시간동안 한강하구 생태계는 인간교란에서 독립되어 독자적인 생물권을 형성하고 있다. 특히 황해와 한강이 이어지고 북에서는 예성강, 사천강 줄기가, 남에서는 임진강, 곡릉천이 합류하며 작은 지류들이 합류하면서 야생동식물의 이동로(코리더)로 이용되고 있다. 유네스코에서는 생물다양성 보전, 지역사회 발전 및 문화가치 유지를 위해 보전가치가 큰 지역을 생물권보전지역으로 지정하고 있고 특히 2개국 이상에 걸쳐 있는 지역은 접경생물권보전지역(Trans-boundary Biosphere Reserve, TBR)으로 지정하고 있다. 이러한 TBR지역으로 지정되기 위해서는 남북한 양국이 공히 참여하여 공동의 보전의지가 있어야 하며 평화적인 이용이 가능하고 민간교류가 있어야 한다. 물론 생물다양성의 보전을 위한 의지를 전제로 하여야 한다. 한강하구 접경지역의 생태적 중요성을 인식한 국제사회는 이를 보전하기위한 포럼을 해마다 개최하고 있다.

4.2 보전노력

4.2.1 습지보호지역 지정 예정

한강하구습지의 중요성을 인식한 환경부는 2005년 12월 현재 최종적으로 국방부와 협의절차만을 남겨두고 김포대교 아래 신곡수중보에서부터 강화도 철산리까지 수역을 ‘습지보호지역’으로 지정하기 위해 절차를 밟고 있다. 이에 한강하구기수역 생태계의 특징을 조사하여 경관요인을 분석하고 이들의 유기적 관계를 연구하여 ‘지속가능한 한강하구’의 관리방안을 제시하고 정책에 반영할 필요가 있다. 이를 위해서는 정밀한 생태계분석이 요구된다. 현재 환경부에서는 2006년도에 장항습지를 랍사습지로 등록할 예정이다.

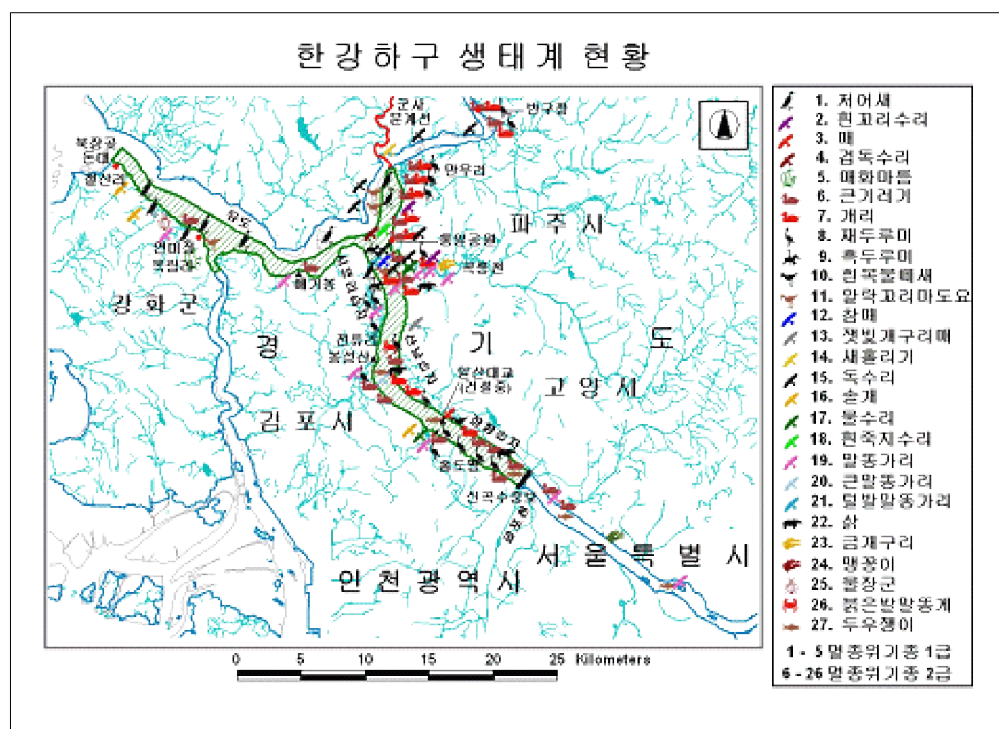


그림4.1 한강하구 멸종위기동식물 분포도(국립환경과학원 2005)

4.2.2. 한강하구 대중인식증진 프로그램(CEPA)

습지의 중요성에 대한 의사소통(Communication), 교육(Education), 그리고 대중인식증진(Public awareness) 프로그램은 매우 중요하다. 람사협약에서는 습지의 이러한 활동을 CEPA라고 부른다. 2005년 한해 동안 이루어진 한강하구 CEPA 프로그램은 다음과 같다.

(1) 시민생태조사활동

한강하구가 위치한 고양, 김포, 파주, 강화지역의 시민들이 ‘시민의 과학’이라는 지역전문가로서의 역량강화를 위해 정기적인 생태모니터링을 통한 ‘한강하구 알기’프로그램에 참여하였다. 이러한 활동은 ‘시민생태조사활동’이라 하며 고양지역의 어린이식물연구회, 환경아 놀자 파주지역의 DMZ생태연구소, 김포지역의 습지사랑방, 강화시민연대 등이 참여하여 매월 첫주 일요일에 정기적인 모니터링활동으로 식생 및 조류모니터링을 진행하고 있다.



사진4.1. 시민생태조사 - 조류모니터링



사진4.2. 시민생태모니터링 - 조류 및 식생
모니터링

(2) 환경과생명을환경교사모임(환생교) 한강하구모임

초중고 환경교사로 구성된 한강하구모임은 2004년도에 결성되어 2년째 한강하구모니터링을 진행하고 있다. 매월 둘째주에 한강하구를 둘러보면서 습지교육 프로그램을 개발하고 일반교사에게 연수기회를 제공하고 있다.



사진4.3. 환생교 한강하구교사모임 - 정기모니터링



사진4.4. 환생교 한강하구교사모임 - 전국 습지기행

(3) 한강하구 습지보전모임 ‘물깃사랑’ (KWL : The Wetland and Water-Life Lovers, Korea)

한강하구 지역의 습지의 지속적이고 과학적인 모니터링을 통한 하구습지보전 모임으로 생태모니터링 및 습지생태교육을 실시하고 있으며 전국 물새 동시센서스, 겨울철 조류먹이주기행사, 치어방류행사, 재두루미문화제 등에 참여 또는 주관하고 있다.



사진4.5. 물깃사랑 생태모니터링-2005전국동시 조류센서스



사진4.6. 물깃사랑 어류모니터링



사진4.7. 물깃사랑 습지교육 -전국 대학생
환경탐사 ‘한강하구습지를 찾아서’



사진4.8. 물깃사랑 어린이습지교육
- 고양 문촌초등학교 우주소년단



사진4.9. 물깃사랑 - 치어방류행사
참여(04)



사진4.10. 물깃사랑 습지교육 - 중고생
환경동아리 한강하구 생태탐사



사진4.11. 물깃사랑 - 2004년 채두루미
먹이주기행사 참여



사진4.12. 물깃사랑 - 2005년 채두루미
먹이주기 행사

4.2.3. 국내외 생물종네트워크

한강하구의 물길사랑(KWL)과 낙동강하구의 습지와새들의 친구(KWB)와 함께 한국하구습지네트워크(KEWN)를 구성하여 국제습지NGO(Wetland International, Birdlife International, WWF, JAWAN 등)와 함께 교류해 나가고 있다. 또한 동북아시아 두루미네트워크(한국의 철원, 한강하구, 구미 해평, 순천만, 일본의 이즈미, 중국 치치하얼시의 자룽, 러시아의 무라비오브카 등) 구성을 위한 교류활동을 진행하고 있다. 또한 동아시아 저어새네트워크(한국의 한강하구 유도, 강화도 석도, 비도, 제주도 성산포, 및 북한, 대만 타이난 치구습지, 홍콩 마이포, 중국 남부, 마카오, 베트남 등)를 위한 교류활동에도 참여하고 있다. 앞으로 개리네트워크, 매화마름네트워크 등 한강하구의 주요 지표종에 대한 정보교류와 보호활동을 위해 적극적인 네트워크에 참여하고자 한다.



사진4.13. Ramsar COP9회의(아프리카 우간다)10차회의 유치 및 한강하구 홍보활동낙동강하구, 동진,만경강하구 연대활동



사진4.14. 바이칼호수 방문 및 바이칼웨이브(제니새튼국장) 미팅, 바이칼습지의 매화마름보전활동 및 네트워킹



사진4.15. 베를린공대 경관생태계학연구소 볼프강 벤데박사일행 장항습지 방문(건설기술연구원) 도시경관과 습지보전방안 논의



사진4.16.저어새 번식지 유도 국제공동조사 하버드대 랜돌프교수팀, 대만 해피페밀리 왕선생 일행 방문



사진4.17. 저어새번식지 석도,비도
국제공동조사IUCN 황새, 저어새, 따오기
분과위원장 말콤콜터박사,
중국따오기복원센터 시용메이박사)



사진4.18. 대만 타이난 저어새월동지답사
(교원대학교 고김수일교수)



사진4.19. 2005년 한강하구 국제워크숍
한강하구의 물새서식지로서의 중요성



사진4.20. 중국 흑룡강성 치치하얼시
자룽습지의 두루미번식실태 (흑룡강성
야생동물연구소 박인주박사)

4.2.4. 한강하구생명문화제(HELFF)

제3회 한강하구생명문화제(Han-River Estuary Life Festival)가 개최되었으며 한강하구 국제워크숍 및 재두루미축제, 한강하구 탐조활동 등으로 진행되었다.

제1회 2003년 11월2일 파주 오두산전망대 및 DMZ일원

제2회 2004년 11월21일~23일 행주산성 나루터복원지 및 DMZ일원

제3회 2005년 10월22일~23일 호수공원 및 DMZ일원



사진4.21. 장항습지 어린이 재두루미탐조
(물깃사랑 박병삼교사)



사진4.22. 재두루미축제 (호수공원)
내가 만든 재두루미 판화
(디자이너 윤중덕)



사진4.23. 한강하구야 놀자 -펼침막 그리기
환경아 놀자 (옥흠 교사)



사진4.24. 2000마리 재두루미가 돌아오길
기대하며-한강바라기 학접기



사진4.25. 학춤 배우기 - 두루미 몸짓
따라하기(춤마당 너울)



사진4.26. 한강하구 소원문쓰기

5. 결론

5.1 습지복원 및 대체서식지 조성

한강하구에 대한 계속적 골재채취로 훼손된 습지를 회복하고 철새들의 먹이 식물을 제공하기 위하여 습지 복원에 대한 시도가 필요하다. 습지형 논을 만들어주거나 인공 수로를 만들어주면 새섬매자와 같은 사초과 식물과 같이 철새들이 좋아하는 먹이가 보다 많이 공급되고, 물고기 수가 늘어 좋은 효과를 볼 수 있을 것으로 보인다.

5.2. 새섬매자기 서식지 유지 방안

철새나 고라니등이 가장 좋아하는 새섬매자기를 지속적으로 유지하기 위해서는 이 식물과 경쟁에 있는 주변의 초본식생인 줄이나 갈대의 지상부의 제거(예취)를 통한 통제가 필요하다. 지상부 예취시기는 철새도 줄이나 갈대의 부드러운 부분을 먹으므로 철새가 오기전인 7월하순에서 8월초순에 시행하여 새순을 유도하는 것이 적당하다.

새섬매자기는 개체군의 특성이 흩이 퇴적되는 환경에서는 살 수 없으므로 새섬매자기가 사는 서식처가 더 이상 퇴적되지 않도록 관리하여야 한다. 인위적인 퇴적층의 제거는 불가능하므로, 원래 하구역의 기능(퇴적과 침식)이 회복되도록 서식처 주변으로 물이 흐르게 하여(물길 유도) 토양이 침식되는 환경을 조성할 수 있다.

하구 내 방치된 묵논이나 일부 경작논에 새섬매자기를 식재하여 야생동물들에게 먹이원을 제공해 줄 필요가 있다.

5.3. 농경지에 극 조생조 벼의 재배 필요성

철새들이 9월초부터 오는 시기에는 한강하구에서 먹을 남곡이 거의 없다. 따라서 한강하구 주변의 논에는 극조생종 벼 품종(9월초부터 수확)을 재배하여 일찍 수확하게 하여 철새들에게 먹이를 제공케 한다.

5.4. 먹이 주기의 필요성

계속되는 한강하구 주변의 철새들이 이용 가능한 농경지 축소와 방해요인의 증가로 인하여 재두루미를 비롯한 철새들이 먹이부족에 시달리는 것으로 추정된다. 따라서 일정한 지역에 월동기 동안 먹이를 주거나 생물다양성관리협약을 통한 벼단 보상, 추경 보상 등이 이루어지면 좋을 것으로 보인다.

5.5. 무논 조성과 휴식처 제공

한강하구는 조석간만의 영향으로 사리 시기에 물이 들어오며 새들이 휴식할 만한 공간이 부족하다. 이때 철책선 안쪽의 논에 무논을 조성해 주면 좋은 휴식처와 잠자리로 이용될 것으로 보인다.

5.6. 주변 지역과의 연계망 구축

고양시 권역내의 농경지만으로는 대부분이 다른 용도로 사용되고 있어 철새들이 먹이를 얻기에는 부족하다. 따라서 인근에 김포나 파주지역에 있는 논이 유지되도록 환경부나 지자체끼리의 연계망의 구축이 필요하다.

5.7. 지속적인 모니터링

철새의 휴식처에 절대적으로 중요한 모래톱이나 단풍잎돼지풀군락 등의 변화상에 대한 지속적인 모니터링이 필요하다.

5.8. 교육과 홍보의 필요성

한강 하구의 생태계에 대한 이해를 돕기 위한 가칭“한강 하구생태계”라는 제목으로 소책자를 만들어 한강하구 생태계의 가치와 중요성 등에 대하여 시민에게 이해시키고, 보급한다.

하구역 주변의 길(자유로)에 안내 판을 설치하여 소음 등을 줄이는 자발적인 시민참여를 유도한다(재두루미가 살고 있어요 등.)

시민의 접근이 가능한 곳에는 안내판과 탐조대 등을 설치하고 한강하구 생태에 대하여 현장에서 시민에게 생태계 정보를 제공하고, 환경생태을 교육하는 장으로 활용한다.

6. 한강하구 동·식물사진

6.1 한강하구 동물



재두루미



개리



독수리



두루미



민물가마우지



쇠기러기



원앙



저어새



청둥오리



큰기러기



강주걱양태



기수우렁이



동자개



말뚝게

6.2 한강하구 식물



갈풀



개갯냉이



개속새



개싸리



갯버들(씨앗)



갯버들(개화)



팽이사초



금강아지풀 군락



긴병꽃풀



꼬마부들



나도냉이



나도미꾸리낙시



낙지다리



달뿌리풀



닭의장풀



도루박이



비녀골풀



매자기



머느리밀씻개



모새달



모새달군락



문모초



물달개비



물레나물



물썩군락



물억새



물칭게나물



물피



박하군락



방동사니



별사상자



보풀



매듭풀



쇠보리



쇠치기풀



싸리



애기부들



애기췌기풀



애기췌기풀(꽃)



자주괴불주머니



조개풀



줄(3m)



활나물



흰털쥐손이



귀방울덩굴



참방동사니



참억새



털여뀌



택사 (흰꽃)



이삭사초



줄(순)



줄과 새섬매자기경쟁(04)



줄군락의 경쟁



줄군락의 확장



토사 퇴적



토양침식을 막는 줄뿌리



창항습지(초지)



창릉천하구습지



버드나무군락(가을단풍)



버드나무군락(가을전경)



버드나무군락전경



버드나무생장조사



버드나무숲의 이용(그물)



버드나무숲의 이용(선착장)



버드나무씨드뱅크조사



장항습지(논과 버드나무군락)



가시박



개망초군락



기생초



긴포꽃질경이



단풍잎돼지풀



달맞이꽃



돼지풀



미국물청개나물



미국질경이



백령풀



붉은서나물



유럽큰고추풀



전동싸리



지느러미영경귀



털빚새귀리



호밀풀

7. 참고문헌

- 국립환경연구원보고서. 외래식물의 영향 및 관리방안(I). 2000.
- 김구연,이찬우,윤해순,주기재. 2005. 낙동강하구의 수생관속식물의 분포변화와 수금류(고니류)의 먹이식물인 새모고랭이의 성장변화. 한국생태학회지
- 김상균,신준환,이명보,성주림,임종환.1991.환경개선기능.산림의 공익적 기능의 계량화 연구(II). 한국과학기술원. pp23-61. 3.17-12.3ton/ha 아황산가스
- 김선희. 1999. 국토환경용량에 관한 연구. 국토환경연구원.
- 김준호,선순화,이석구,김정석. 1977. 은수원사시나무 조림지의 생산구조와 생산성. 한림지. 35:9-14.
- 김준호,문형태,서계홍,민병미. 1994. 농업의 공익적 기능에 관한 연구. 과학기술원.
- 김준호,임영득,조도순,고성덕,민병미. 1982. 지리산 피아골 극상림의 생산구조, 식물량 및 1차생산성에 관한 연구. 한국자연보존협회보고서 21:53-73.
- 김정수, 김성지. 1999. 겨울철 조류 동시 센서스-3. 오두산 통일전망대-행주대교. 환경부. 발간등록번호 38000-67140-57-9956. pp.9-10.
- 김진한. 1998. 한국에 도래하는 철새의 생태와 보호관리 특히 서해안에 도래하는 수조류에 대하여. 경희대학교 대학원 박사학위 논문. 94pp.
- 김진한, 김상욱, 박진영, 이정연. 1996. 한국의 주요 습지에 도래하는 동계의 조류. 한국자연보존협회 한국생물학연구지 1:127-168.
- 김진한, 박진영, 이정연, 유병호, 이길철. 1999. 철새이동경로 및 도래서식조사. 국립환경연구원. 89pp.
- 구태회. 1986. 한강하구에 도래하는 재두루미의 실태와 월동생태. 경기도 한강하구 재두루미도래지 보고서.
- 구태회, 남동하. 2001. 겨울철 조류 동시 센서스. 환경부. 발간등록번호 11-1480000-000249-14. pp.20-21.
- 구태회, 노신애. 2004. '99~'04년 겨울철 조류 동시 센서스 종합보고서-한강하구(오두산전망대-한강하구). 환경부 & 국립환경연구원. 행정간행물 등

- 록번호 11-1480083-000248-14. pp.35-37.
- 구태회, 배지훈. 2002. 겨울철 조류 동시 센서스-한강하구(오두산전망대-행주대교). 환경부 & 국립환경연구원. pp.19-20.
- 문화재관리국. 1997. 천연기념물백서. 438pp.
- 문화재청. 2003. 천연기념물 조류 서식·번식지 실태조사 및 관리방안 연구. 문화재청 보고서. 150pp.
- 박인협.김준선. 1989. 한국산 4개 지역형 소나무천연림의 물질생산 추정식에 관한 연구. 한림지 78:323-330.
- 박인협.임광선. 1999. 전남 모악산지역 소나무-굴참나무 혼효림의 중간경쟁 및 물질생산. 한림지 88:462-468.
- 박인협.임도형.유철봉. 2000. 편백 유령 인공림의 임령에 따른 물질생산 및 무기양료 분배. 한림지 89:85-92.
- 박인협.이돈구.이경준.문광선. 1996. 참나무류의 성장 및 물질생산에 관한 연구 (I). 경기도 광주지방의 굴참나무, 상수리나무, 떡갈나무, 신갈나무 천연림을 대상으로. 한림지 85:76-83.
- 배성환, 강태후. 2000. 겨울철 조류 동시 센서스-한강하구. 환경부. 발간등록번호 11-1480000-000249-14. pp.19-20.
- 백운기 외 9인. 2000. 천연기념물 조류의 월동실태조사. 도서출판 이화. pp. 486.
- 백운기 외 12인. 2001. 천연기념물 조류의 월동실태조사 II. 문화재청. 도서출판 나인. 452pp.
- 송칠영. 이수옥. 1996. 신갈나무와 굴참나무 천연림 생태계의 현존량 및 물질생산에 관한 연구. 한림지 85:443-452.
- 오정수.이돈구.신준환.이명보. 1991. 산림의 이산화탄소 흡수기능. 산림의 공익적 기능의 계량화 연구. 과학기술원. pp. 147-161.
- 원병오. 1984. 한국의 천연기념물-조류편. 문화재관리국. pp.68-70.
- 원병오. 1992. 천연기념물(동물편). 대원사. 308pp.
- 원병오, 박진영. 1996. 야생의 보고 비무장지대-비무장지대 인접 지역의 조류-. 현암사. 433-512.

- 이기섭. 2000. 한국의 서해안에 도래하는 수조류의 실태와 개체수 변동. 경희대학교 대학원 박사학위 논문. 211pp.
- 일산대교건설공사. 2005. 일산대교 건설에 따른 사후 관리대책. 일산대교건설공사. 187pp.
- 이강수, 유숙중, 박석홍, 최선영. 남서해안 간척지에 있어서 새섬매자기의 분포, 한잡초지 11:19-25. 1991. 간척후 4-5년까지 증가
- 이경재, 김갑덕, 김재생, 박인협. 1985. 광주지방의 리기다소나무 및 리기테다소나무 조림지의 물질생산량에 관한 연구. 한림지 69:28-35.
- 이창희, 구도완, 노태호, 문현주, 전성우, 허경미. 2003. 하구역 환경보전 전략 및 통합환경관리 방안 수립. KEI보고서.
- 정연숙, 김준호. 1991. 간척지 군반형성식물의 개체군 생태학적 연구 I. 산조풀의 지하경 분기구조 및 군반의 형성과 생장. 한생태지. 14:327-344.
- 최성환, 손영길, 주경섭, 최주호, 김만호, 유용만, 이중주. 합자초지 20:276-283. 2000. 새섬매자기의 출아 및 생육특성.
- 철원군. 2002. 철새보존계획 및 지속가능한 개발전략 수립 연구 I - 조류 현황과 보존 방안-. 한국자연정보연구원. 221pp.
- 환경부. 1997. 전국 겨울철새 동시센서스. 환경부. 발간등록번호 38000-67140-57-9732. 163pp.
- 환경부. 2005. 도서, 연안 생태축 보전방안.
- 환경부-국립환경연구원. 2005. 2004 하구역생태계 정밀조사.
- 황인택, 최정섭, 유창모, 김진석, 조광연. 새섬매자기의 출아특성과 제초제 스크리닝을 위한 구경의 보관방법. 한잡초지 14:252-257.
- Kazuo Chiba and Choji Kawashima 1992. Germination of seeds, Growth of seedlings and chemical control on seedlings of sea club rush (*Scirpus planiculmis*). Weed Research, Japan. 37:140-145.
- Krebs, C.J 2002. Ecology. Benjaming-Cummings.
- Kwack, Young-Se and Joon-Ho Kim. 1992. Secular changes of density, litterfall, phytomass and primary production in Mongolian oak forest.

Korean J. Ecol 15:19-34.

Larcher. W. Physiological plant ecology. 1983. Springer-Verlag.

소, 북한 2개소, 러시아 4개소, 중국 4개소, 일본 5개소, 몽고 1개소로 두루미 이동경로상에 위치한 번식지, 중계지 및 월동지들이다. 우리 나라는 두루미의 주 월동지인 한강하구(381ha)와 철원평야(40ha)의 천연기념물 보호지역을 네트워크로 참여하였다.

·동아시아-태평양 도요새보호 국제네트워크

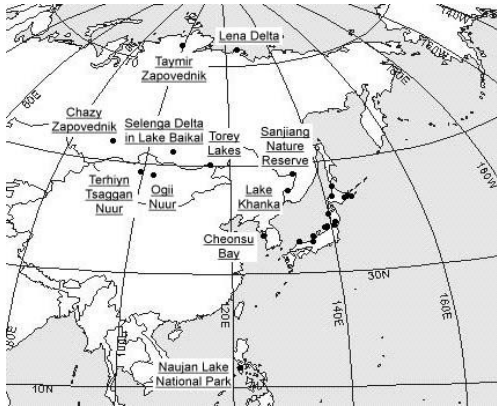
도요새 네트워크는 동아시아-호주간을 이동하는 도요새의 보호를 위하여 1996년 3월 호주 브리스번에서 제6차 람사협약 당사국 회의시 발족한 국제 네트워크로 『아시아-태평양 철새 보전전략』에 따라 제일 먼저 구성된 네트워크이다. 도요새 네트워크는 호주정부(자연보전국)와 일본정부(환경청)의 후원으로 동아시아-호주간을 이동하는 도요새 기착지점들의 지정 및 관리계획, 모니터링, 정보교환, 지역사회의 참여 등을 내용으로 하고 있다. 한국, 호주, 일본, 중국(홍콩), 러시아, 필리핀, 캄보디아, 인도네시아, 파푸아뉴기니아, 뉴질랜드의 10개국에 참여하여 총 24개 지역을 지정하였음. 지정된 네트워크 중 람사협약 등록습지는 20개소이다. 우리 나라는 1997년 5월에 동진강하구(150ha) 1개소에 대한 가입기탁서 제출하여 1998년 4월 워킹그룹회의에서 정식 가입하였다.



- 부록 그림2. 동아시아-태평양 도요새보호 국제네트워크

·동아시아 수금류(오리, 기러기류)보호 국제네트워크

수금류 네트워크는 동아시아지역의 오리, 기러기, 고니류를 보호하기 위하여 1999년 5월 코스타리카에서 개최한 제7차 람사협약 당사국회의에서 한국, 일본, 중국, 러시아, 몽골, 필리핀의 6개국이 참여하여 발족하였다.



- 동아시아 수금류(오리, 기러기류)보호 국제네트워크

물새서식처로서의 한강하구

한강하구는 우리나라의 다른 하구와는 달리 인간의 간섭이 상당히 배제되어 있는 곳이다. 접경지역으로 철책선이 설치되어 있고 일반인의 출입이 통제되어 있는 지역이다. 중국 동북지방이나 시베리아의 번식지에서 번식을 마친 철새가 북한을 지나서 처음 만나게 되는 하구이다. 큰기러기, 쇠기러기, 청둥오리, 흰뺨검둥오리 등이 이 지역의 우점종이며 이 지역의 대표적인 희귀종으로는 재두루미와 개리를 들 수 있으며 그 외에도 흰꼬리수리, 말뚝가리, 황조롱이 등 맹금류가 서식하는 지역이다. 특히 한강하구에서 월동초기에 관찰할 수 있는 개리는 국내에서 제일 큰 무리이다.

변화의 압력

비록 한강하구가 지리적, 군사적인 이유로 개발의 압력으로부터 멀리 있어 왔지만 수도권 팽창과 수도권 주거환경 안정을 위하여 계획되고 있는 김포 신도시 개발사업, 파주 운정지구 개발 사업등 크고 작은 택지개발사업과 아파트 건설사업은 토지공간에 변화를 초래하고 있으며 새로운 토지이용은 새로운 도로망의 수요를 가속시켰다. 이산포 인터체인지에서 김포 쪽으로 새로운 교량이 건설 중에 있으며 상류와 하류에 또 다른 교량이 각각 계획되고 있는 실정이다. 또한 강변을 따라 설치된 철책을 철거하라는 압력도 증가하고 있다.

적응과 도태

일산신도시와 김포시 개발과 같이 한강하구를 따라 시행된 많은 개발의 결과에 대하여 야생조류들은 적응과 도태의 선택을 피할 수 없었다. 자유로는 강변 둔치와 장항 쪽 농경지 사이를 오가는 많은 조류의 자유를 박탈하였고 장항쪽의 농경지는 수많은 공장과 도로의 건설로 서식지가 단절되고 단편화되어 재두루미와 같은 대형조류는 더 이상 이용할 수 없는 서식지로 되어버렸다. 채식과 휴식을 위하여 더 많은 거리를 비행하여야 하며 이에 따른 에너지의 소비는 철새들의 월동이 더욱 힘겹게 만들고 있다.

미래를 위한 선택

한강하구와 같은 습지를 지속적으로 보전할 수 있는 방안에 대하여 제안코자 한다.

- 한강하구에 대한 통합적 관리계획 등을 다룰 한강하구 지역습지위원회 설립
 - 한강하구와 관련된 모든 지방자치단체 참여로 공동관리를 위한 조정기능 강화
 - 관련 공무원의 습지 생태 및 관리에 대한 기술적 지식 배양
 - 습지의 생태학적 기능, 관리, 갈등, 및 해결책 도출
 - 전략적 습지보전계획 수립, 제안
- 이해당사자, 전문가로 구성된 네트워크 구성
- 한강하구의 보전과 관리 및 이용등과 관련한 규정의 검토, 강화 및 보완
- 습지 생물다양성 자료 생산
 - 습지에 대한 자료 수집
 - 종과 서식지 보존 우선 순위 선정
- 하구역에 대한 관리계획 개발
 - 모든 이해당사자들이 동참할 수 있는 공동 지역관리계획을 수립
 - 지역행동계획에 필요한 사항 수립

- 생물다양성관리계약제도 등 각종 유인제도
- 지역 관리 및 지역사회 지원 프로그램 개발
 - 한강 하구의 국제적 중요성에 대한 인식증진
 - 인식증진과 관련한 자료 개발 및 시범 프로그램 개발 및 제공
 - 국내 습지지역과의 연계 및 해외 지역과의 연계

부록 - 한강하구 위크샵 발제문 2

중국 흑룡강성 자룽 두루미 번식지 실태 항공 조사

박인주 (중국 동북임업대학 야생동물 학원 교수)

요약

본문은 2005년 5월에 실시한 자룽(札龍) 두루미 번식지의 항공조사 기술과 결과를 보고하였다. 항공조사는 두루미의 번식 안정기인 5월 중순에 실시하였고 헬기 M-70형으로 100m높이에 100km/h.속도, S형 노선으로 비행하여 두루미 151마리 32둥지, 재두루미 8마리, 흰두루미 171마리, 검은목두루미 2마리, 황새 6마리 등 대형 물새가 기록되었다. 동시에 습지이용 상황과 직면하고 있는 위험을 서술하며 앞으로의 보호 관리 건의를 제시하였다.

조사배경

현재 두루미의 조사방법은 지면조사와 항공조사 두 가지로 나눌 수 있다. 물론 최근에 와서 computer와 satellite의 발전에 따라, RS(Remote Sensing), GIS (Geographic Information System) 기술을 이용하여 동식물의 자원 현황 조사를 진행할 수 있게 되었다. 당연히, 새로운 방법은 기술상 선진적이고 적응성이 좋으며 조사결과의 신뢰성도 높지만 영원히 예전의 방법을 초과하거나 대체하지는 못하는 것이다. 각 방법은 나름대로 장단점이 있고 적용 범야가 제한되어 있지 모든 면에 다 알 맞는 만능의 방법은 없는 것이다. 전통적인 지면조사법은 많은 동물에, 여러 목적의 조사에 사용할 수 있지만 지면조건의 제한을 많이 받는다. 항공조사법은 지면상황의 복잡과 지형상의 장애를 극복하고 습지, 사막, 바다, 열대우림의 상공을 날면서 조사를 실행할 수 있다. 하지만 이도 항행고도와 속도의 제한, 그리고 동식물의 식별 등의 제한으로 모든 조사에 다 쓰이는 것은 아니다. RS와 GIS 기술은 위 두 방법보다 우월하여 순식간에 아주 넓은 면적내의 조사를 끝낼 수

있어 최근에 널리 쓰이고 있다. 그러나 현재까지 아직 정밀도가 모자라 서식지 조사에만 쓰이고 있지 어느 한 종의 동식물 조사에는 사용할 수 없다.

두루미류는 습지의 깃대종으로 그들의 존재 여부는 습지의 질량 우열을 나타내는 가장 적합한 지표라 말할 수 있다. 때문에 두루미류의 분포와 번식상황을 파악함으로써 습지의 총괄적인 질을 평가할 수 있게 된다. 따라서 두루미류의 조사는 그 어느 다른 물새, 즉 기러기, 오리, 갈매기 등보다 중요시되고 있다.

중국 흑룡강성 자롱 두루미 자연보호구는 1979년에 설립된 후 해마다 두루미의 지면조사를 실시하는 외, 1981년에 국내 최초로 항공조사를 실행한 이래 매 5년 만에 한번씩 항공조사를 진행해 왔다. 1981년의 첫 조사를 이어 1986년, 1990년, 1996년, 2000년에 5차례의 항공조사를 완수했다. 이번 2005년은 GEF 국제조직의 지원을 받아 자롱을 포함한 송눈평원의 4개 자연보호구의 전역 면적, 약 60만ha의 습지를 3일내에 조사를 끝마치었다.

자연개황

자롱 두루미 자연보호구는 중국 동북부의 흑룡강성 서부지역에 위치하고 치치하르시의 동 25km 떨어진 곳에 자리 잡고 있다. 지리좌표는 123°47'~124°37'E, 46°52'~47°32'N이다. 본 지역은 우유얼허(烏裕爾河) 하유에 형성된 갈대습지를 위주로 한 드넓은 습지이다. 평균해발은 144m이고, 연강우량은 420mm이고 비는 여름과 가을에 집중된다. 연 증발량은 1,489mm이다. 기후는 중온대 대륙성 계절풍 기후로 봄은 바람이 세고 여름은 덥고 비가 많이 온다. 가을은 서늘하고 서리가 일찍 오며 겨울은 혹한하고 길다. 연 평균기온은 3.5°C이고 연 최고기온은 39.9°C, 최저기온은 -39.5°C이다. 평균 무상기(無霜期)는 128d이고 첫서리 평균 날자는 9월 24일이고 마지막 서리피해는 5월 9일이다. 연 평균일조는 2864h이고 연복사총량은 519kj/cm²이다. 연평균 풍속은 3.5m/s.이다.

보호구 식생은 저습지초원, 저습지, 소택지, 수생지피 등 4개 유형으로 나눈다. 그 중 소택지는 다시 사초소택군계, 표박사초군계, 갈대군계로 구분된다. 갈대군계의 소택지는 소택토질로 물깊이가 30cm안팎에 갈대의 성장에 제일 적합하다. 갈대의 덮개는 80-90%이고 갈대의 높이는 2-3m에 달한다. 갈대 소택지야 말로 두루미류의 번식지로 다른 환경이 대치할 수 없는 유일한 둥지 틀 장소이다.

조사에 의하면 본 보호구의 고등 식물은 525종이고, 어류는 51종, 양서류 6종, 파충류 6종, 조류 265종, 포유류 37종이다.

항공조사기획

목적: 짧은 기일내에 보호구 전 지역의 두루미 등 대형 물새의 분포와 개체수, 번식 현황을 정확히 파악하여 두루미 집단과 습지의 질을 평가하고 앞으로의 습지와 두루미 집단의 관리 보호대책을 제시하는데 있다.

조사 기일: 5월 14-15일; 8:30-15:30, 소요시간: 13시간 30분.

조사노선: S형 배열, 총 28줄, 길이 902.5km, 너비 1-2km, 총면적 28만 ha. (부록그림 4)

비행기 모델: 헬기 M-70형 또는 운 5형(농업용), 경비행기 등

비행 높이: 100m.

비행 속도: 100km/h.

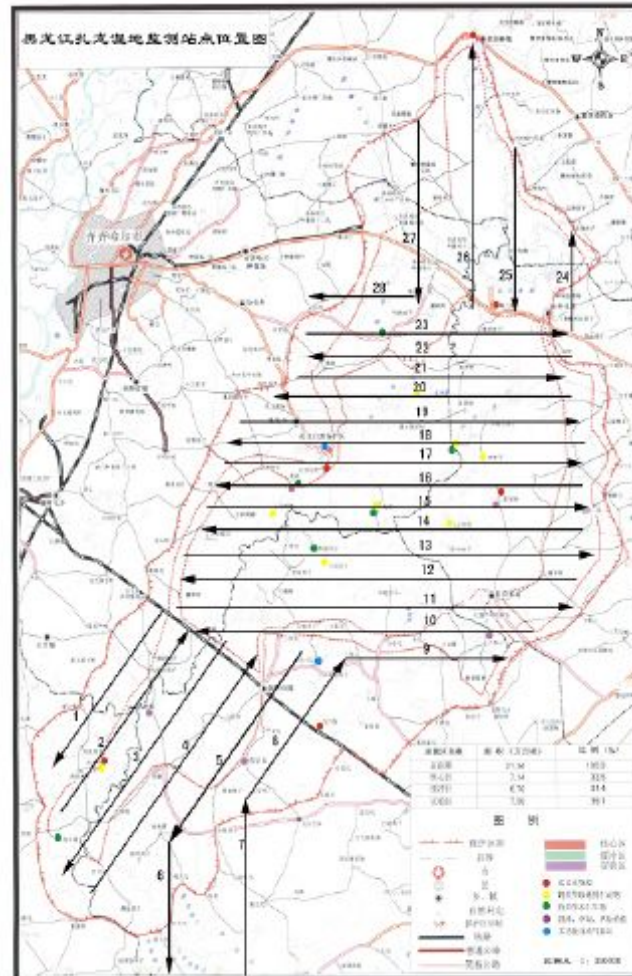
기록종: 중점종: 두루미류 6종, 황새, 느시, 큰고니, 백노류 3종

일반종: 외가리류 2-3종, 가마우지, 기러기류 3-5종, 대형오리류,

대형갈매기류.

탑승인원: 기내 양측 각 2명 관찰기록원, 안내원 1명, 촬영원 1명, 모두 4명.

지면협조: 항공조사전의 예비조사와 비행중 지면 유도 등.



부록그림 4. 자롱 보호구 두루미 등 대형 물새 개체수 항공조사 노선도(2005.5)

조사결과 및 평가

이번 항공조사의 결과를 보면 부록표1과 같다. 본 보호구 6종 두루미류 중 4종이 발견되었고 그 개체수는 시베리아흰두루미의 숫자가 제일 많아 171마리를 기록했고, 두루미가 151마리에 32둥지로 버금가는 자리를 차지했고, 재두루미 8마리이고, 이 곳에서는 미조로 심지어는 가끔 번식조로 나타나는 검은목두루미가 2마리 보였다. 그 중 흰두루미는 머지않아 바로 북쪽 번식지로 떠나 갈 나그네새이다. 두루미와 재두루미는 이곳이 주요 번식지로 그들의 개체수와 번식쌍수는 이 종류의 운명을 결정하는 중요한 지표라 말할 수 있다. 황새는 60년대 이전에 이곳에서 번식하였으나 인간의 교란으로 약 20년간 소실되었다 최근에 인공 둥지장대를 세워준 후 3-5년 내에 정착하기 시작한 희귀조류로 해마다 3-5둥지가 번식하는데 이번에도 6마리 3둥지가 기록되었다. 느시, 가마우지, 기러기류, 오리류, 갈매기류는 헤엄치는 물새로 원래 이곳에 상당한 수가 분포 및 번식했으나 올해는 물이 적어 심히 그 개

부록표 1. 자롱 두루미 보호구 두루미 등 대형 물새 개체수 항공 조사 통계표

종명	학명	개체수	둥지	유조	환경
두루미	<i>Grus japonensis</i>	151	32		갈대밭
재두루미	<i>Grus vipio</i>	8			호수바닥
흰두루미	<i>Grus leucogeranus</i>	171			갈대밭
검은목두루미	<i>Grus grus</i>	2			농경지
황새	<i>Ciconia boyciana</i>	6	3	11	나무위
느시	<i>Otis tarda</i>	4			초원
가마우지	<i>Phalacrocorax carbo</i>	1			독위
큰고니	<i>Cygnus cygnus</i>	4			수면
중대백노	<i>Egretta alba</i>	32			습지
외가리	<i>Ardea cinerea</i>	44			수로옆
노랑부리저어새	<i>Platalea leucorodia</i>	2			수면
기러기류	<i>Anser spp.</i>	87			호수옆초지
오리류	<i>Anas spp.</i>	456			수면, 상공
재갈매기	<i>larus argentatus</i>	3			수면

체수가 줄어든 상황이다. 가마우지는 단 1마리, 큰고니는 4마리뿐이었다. 기러기는 주로 개리(*Anser cygnoides*)가 대부분이고 회색기러기(*Anser anser*)와 큰기러기(*Anser fabalis*)가 가끔 섞이곤 한다. 공중에서 이 몇 종을 구분하기 어려워 함께 통계하였다. 이왕의 조사에 의하면 평년에는 개리만 해도 1,326마리, 회색기러기가 258마리, 큰기러기가 94 (이동시는 4만마리)마리 였지만 올해는, 습지는 물론 하류 중 소형 호수의 물이 마르므로 물새의 수가 크게 줄었다. 오리류는 주로 청둥오리(*Anas platyrhynchos*)와 흰뺨검둥오리(*Anas poecilorhyncha*), 발구지 (*Anas querquedula*), 넓적부리(*Anas clypeata*), 흑부리오리(*Tadorna tadorna*), 흰죽지(*Aythya ferina*) 등인데 역시 물의 엄중히 부족함으로 그 수가 크게 줄었다. 그리고 섬금류인 노랑부리저어새, 중대백노와 외가리, 붉은외가리(*Ardea purpurea*) 등도 역시 역사상 최저치를 기록하는 듯 하다. 마지막으로, 느시는 건초원 조류로 원래 보호구역의 가장자리에 분포하였는데 이번 조사에 4마리가 발견되었다.

조사를 거친 후 더욱 심각히 느낀 점은 거의 모든 물새 집단의 개체수가 적어진 외, 번식쌍수가 줄었거나 번식과정에서 실패한 수가 너무 큰 것이다. 지면조사에서 확인된 일이지만 이왕보다 둥지수가 급격히 줄었고 둥지는 있지만 알이 없는 둥지가 너무도 많았다. 두루미인 경우, 32개 둥지이면 번식에 참가한 수가 총 집단의 42% (64/151)로 아주 높은 것이다. 하지만 문제는 이 32개 둥지가 새끼를 깨여 날수 있는가이다. 항공조사가 끝나자 곧 지면확인조사가 시작되었는데 알이 있는 둥지를 하나도 발견하지 못할 정도로 심각했다. 즉 이미 깨어난 둥지를 제외하고는 조금 늦게 번식에 착수한 쌍들은 모두 실패한 것이다. 정확한 조사는 없었지만 5%의 번식률도 보증하지 못한 것으로 추정된다. 기타 물새들의 상황도 이보다 더 엄중했지 더 좋지 않을 것이다.

습지의 상황은 더욱 심각했다. 땅에서 볼 때는 별로 실감이 나지 않았지만 공중에서 보니 물이 없어 매 마른 습지의 면모는 참으로 참혹하였다. 그렇게 넓고 깊던 호수와 강줄기도 물 한 방울 없이 말라버리고 바닥이 균열되어 있으니 갈대는 물론 다른 수초들도 자라지 못해 6월이

가까이 왔지만 아직도 누런 황갈색의 바다였지 왕년의 푸르른 색은 찾아 볼 수 없었다. 이렇게 매 마른 면적은 총면적의 2/3를 초과했다. 따라서 물이 없으니 자연히 물고기가 없어진 것이다. 물고기가 없으니 두루미와 많은 물새들의 먹이가 없다. 부득이 물새들은 타향으로 옮겨가야 할 것이다. 하지만 자연보호구내가 제일 좋은 곳인지라 다른 곳의 상황은 더욱 허무하다. 물새들의 갈 곳이 없어진 것이다. 다시 한번 강조하지만 현재 습지의 관건적인 문제는 물이다. 습지의 생명은 물에 있다. 물이 사라지면 습지도 사라진다. 습지가 없는데 어디 가서 두루미를 찾아보란 말인가! 습지에 기타 문제도 많지만 더 언급하지 않는다. 그 원인은, 기타 문제도 역시 물과 직접 혹은 간접적인 관계가 있기 때문이다. 아래 보호관리의 건의 중에 다소 기타문제를 제기하려한다.

보호관리 건의

1. 제일 긴박한 문제는 물이다. 현존하는 저수지와 인공수로를 합리적으로 충분이 이용한다면 물의 부족을 해결할 수 없는 것은 아니다. 문제는 물의 배분이다. 즉 주변의 석유채굴용, 농업관개용, 갈대생산용, 어업용의 수량을 시기에 따라 목적에 맞게 조절한다면 각 분야가 모두 만족을 느낄 수도 있는 것이다. 관건은 누가 주도권을 가지고 공정히 배분하는데 있다. 보호구 상황은 4-6월사이의 물새 번식기에 30cm안팎의 수위를 보장해 주면 되는 것이다.
2. 물 문제를 해결함과 동시에 기타 보조적인 조치로 습지의 퇴화를 완화시키고 습지 식생을 개선하여 많은 물새들의 서식과 번식을 보증해 주어야 한다.
3. 공업과 농업으로 인한 물의 오염을 방지하고 수질을 제고시켜 두루미 등 물새의 건강과 먹이를 보증해 주어야 한다.
4. 갈대생산을 조절하여 일정한 양의 갈대를 베지 않고 유지해 둠으로 두루미 등 물새의 번식에 유익하게 일정한 은폐도와 소재를 제공해 주어야 한다.
5. 어업부분과 상의하여 물새 번식기에 물고기 생산을 금지하고 습지출

입을 통제하여 물고기와 물새의 번식을 동시에 도모해야 할 것이다.

6. 황새를 위해 해마다 인공 장대 등지수를 늘여 황새의 정착과 번식을 꾀인다.

7. 관광, 촬영, 낚시, 보트놀이 등을 제한한다.

8. 밀렵과, 습지와 모든 물새의 서식과 번식에 해로운 행위는 불법행위로 간주하고 엄격히 금지 및 처치한다.

9. 정기적인 지면조사와 항공조사를 계속적으로 실시하고 장기적인 모니터링을 지속적으로 진행 한다

10. 국내외 학자와 협력하여 각 분야의 공동연구를 촉진시킨다.