

# 새만금 유역에 도래하는 철새 현황과 서식지조성방안



원 병 오

(사)한국조수보호협회장, 경희대학교 생물학과 명예교수

## 1. 서론

간척지의 매립은 야생 동·식물의 서식지의 면적을 축소시키는 직접적이며 단기적인 피해 외에도 조류(潮流)의 흐름 및 수위 변화, 방조제 안쪽의 담수호 오염, 준설과 매립에 따른 부유물질의 농도 변화, 그리고 방대한 양의 매립토사 등으로 인하여 중·장기적인 피해를 야기한다. 현재 간척사업이 시행되고 있는 새만금 지구에서도 점차 사업 영향으로 도래·기착하는 수조류의 종구성과 개체수 그리고 서식지 이용 등의 변화가 예상된다.

기존 환경부(1998), 국립환경연구원(1999) 및 습지보전연대(1999) 등에서 보고된 자료를 보면, 새만금 지구내에 도래하는 수조류는 섬금류가 춘계에 52,559(1997년)~108,974(1999년)개체, 추계에는 39,930(1996년)~95,248(1997년) 범위의 개체가 도래하였다. 수금류는 만경강 지역에 9종 11,500개체, 동진강 지역에 14종 15,000개체로 합계 26,500개체가 월동하였다. 이처럼 새만금 지역은 동북아의 이동경로 상에서 섬금류(도요·물떼새류)와 수금류(오리, 기러기 및 고니류)의 월동 및 중간기착지로서 매우 중요한 도래지 중 하나이다. 따라서 현실에서 상실한 수조류의 서식지를 보상하는 차원에서도 이들 수조류를 부양하며 수용할 수 있는 최소한의 습지 조성은 필수적 과제이며 조성에 필요한 기초적인 자료 수집이 체계적으로 요구된다.

이에 본 연구는 새만금지구 내에서 간척사업의 영향을 최소화할 수 있도록 섬금류와 수금류를 위시한 모든 수조류의 서식지에 대한 저감방안과 차선책으로서 대체적 조류서식지 조성에 필요한 기초적인 자료 수집과 분석을 통하여 새만금 간척지에 조성

가능한 조류서식지의 적정규모와 형태를 도출하여 앞으로의 새만금 간척지내의 안정적인 조류 도래지를 조성하고자 하는 마스터플랜이다.

## 2. 조사지역 및 방법

### 가. 조사지역

주요 조사지구는 만경강과 동진강 하구유역, 그리고 내륙의 습지인 담수호(청호저수지, 옥구저수지, 옥려저수지) 등 총 세 지역이다(그림 1). 그리고 정점조사지역은 만경강 하구유역에서의 군산공항 인근의 갯벌과 군산시 옥구군 회현면 어은리 옥구염전, 금광리 신기촌 그리고 만경읍 진봉면부터 화포까지의 총 5개 지점이며, 동진강 하구유역은 김제시 광활면 창제리, 은파리(학당), 죽산면 서포리(동진강휴게소), 동진면 안성리(문포), 계화



그림 1 새만금 간척예정지 수조류 조사위치도(●:조류 조사지역)

면 계화리 등 5개의 정점조사지점으로 나누어 조사를 실시하였다.

나. 조사방법

1) 도래 수조류 군집 조사

새만금 지구에 도래하는 수조류의 전체 군집을 파악하기 위하여, 크게 만경강과 동진강 하구유역으로 나누어서, 2인의 조사자가 한 지역 내 2~6개의 주요 조류의 휴식장소에서 조류의 종과 개체수를 망원경(Nikon 20-40x)과 쌍안경(8x)을 이용하여 관찰 기록하였다. 조사시간은 만조 2시간 전부터 만조 2시간 후를 중심으로 각 지역의 취식 및 휴식장소에서 차량과 도보로 접근한 후, 쌍안경과 망원경을 이용하여 시야 내의 모든 종과 개체수를 관찰하여 기록하였다.

2) 주요 도래종인 섭금류의 서식지 분포 및 이동현황 조사

새만금 지구의 만경강과 동진강 하구유역에서 저조시기(2004년 5월 21-22일)와 고조시기(2004년 9월 18-19일)를 나누어 최만조까지 조수유입에 따른 섭금류의 서식지 분포 및 이동현황을 파악하였다.

3) 도래 수조류의 잠재식이를 조사

가) 수금류의 잠재식이를 조사(벼 낱알과 식물성 초본류)

수금류의 잠재식이는 2002년 12월에 만경강 하구와 동진강 하구 일원의 취식장소가 되는 농경지의 주요 3개 지점(계화도, 회현면 지경리 및 광화면 은파리일대)을 선정하여 조사하였다. 50 cm×50 cm 방형구를 이용하여 잠재식이가 되는 벼 낱알과 초본을 채집하였다. 채집한 표본은 분류 동정한 이후 60 °C의 건조기(Vacuum drying oven)에서 24시간 동안 건조시켜 건중량을 구하였다.

나) 섭금류의 잠재식이를 조사

섭금류의 잠재식이물인 저서무척추동물의 생물량은 춘계와 추계에 옥구, 광활 및 계화지역의 갯벌에서 지름 11 cm의 코어러(Corer)와 망목이 5 mm 및 1 mm인 체를 이용하여 섭금류의 주 채식 장소에서 20개씩의 표본을 무작위(random sampling)로 채집하였다. 채집한 표본은 포르말린(10%)에 저장하여 분류 동정 후 60 °C 건조기(Vacuum Drying Oven)에서 24시간 동안 건조시켜 건중량을 구하였다. 건중량 측정 후, 540 °C 회화로(Furnace)에서 재만 남을 때까지 태워 회분중량을 구한 다음, 건중량에서 회분중량을 제하여 회분건조량을 구하였다(Howes, 1989).

3. 연구결과

가. 새만금 유역에 도래한 조류현황

1) 2004년 조류 도래현황

2004년 4월부터 2004년 12월까지 조사 결과 만경강과 동진강 하구유역에는 총 90종 302,859개체가 도래하였으며, 이중 수조류는 총 67종 298,822개체로, 전체 도래한 조류의 98.67%에 해당한다. 수조류 도래군집 중 섭금류가 총 26종 203,509개체로 가장 우점하였으며, 그 다음으로 수금류가 총 20종 83,202개체, 기타 수조류(갈매기류, 논병아리류 및 가마우지류 등)가 총 21종 12,111개체 등의 순이었다. 주요 우점종은 붉은어깨도요(123,745개체, 40.86%)였으며, 그 다음으로 청둥오리 66,480개체(21.95%), 민물도요 36,000개체(11.89%), 개평 9,790개체(3.23%), 꿩이갈매기 6,250개체(2.06%) 등의 순이었다.

조사시기별로는 8월에 가장 많은 수조류가 도래하였으며(190,781개체), 춘계에서 하계로 갈수록 새만금 지구를 중간기착지로 이용하는 섭금류의 도래 감소로 인하여 전체 도래개체수가 감소하였다(그림 2). 그러나 8월부터 다시 추계 섭금류의 도래 증가로 인하여 전체 도래개체수가 증가하였으며, 동계에는 섭금류의 도래 감소와 동시에 월동 수금류의 도래 개체수는 증가하였으나 전체 도래 개체수는 감소하였다.

조사지역별로는 만경강과 동진강 하구유역 모두 수조류가 우점하였고, 그 중 섭금류의 비중이 컸다. 특히 조사시기에 따라서 붉은어깨도요와 민물도요의 감소는 전체 수조류 개체수에 큰 영향을 미쳤다. 전반적으로 만경강과 동진강 하구유역에 도래한 수조류는 각각 총 72종 191,521개체와 총 66종 138,470개체로, 만경강에서 많은 종수와 개체수가 관찰되었다. 그러나 조사시기에 따라서 만경강에서는 섭금류가 감소하였으나, 동진강의 경우는 5월에 개체수가 증가하였다.

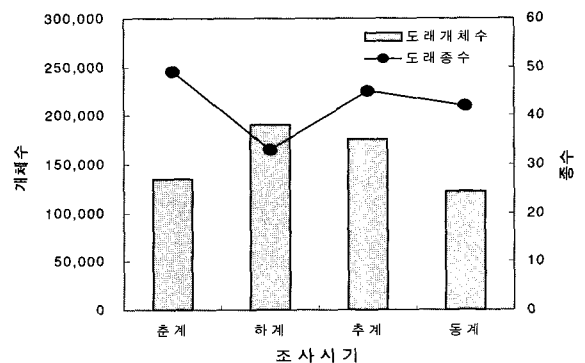


그림 2 새만금 유역에 도래하는 조류의 계절별 변동현황

표 1 새만금 지구에서 관찰된 법적 보호종 및 희귀종 현황(2004년 4월~2004년 12월)

종 명	국 제 보호종*	천 연 기념물	환경부지정		조 사 시 기								최 대 관찰 개체수	
			멸 종 위기종	보호종	4월	5월	6월	8월	9월	10월	11월	12월		
1. 아비				●	○									2
2. 노랑부리백로	VU	제361호	●		○	○	○				○			12
3. 노랑부리저어새		제205호	●		○					○	○	○		106
4. 저어새	EN	제205호	●			○		○	○	○	○			30
5. 큰기러기				●							○	○		5,497
6. 가창오리				●					○	○	○			120
7. 물수리				●	○								○	1
8. 말뚝가리				●								○		1
9. 잿빛개구리매		제323호		●									○	1
10. 매	EN	제323호	●									○		3
11. 황조롱이		제323호			○	○	○	○	○	○	○			6
12. 두루미	EN	제202호	●										○	1
13. 검은머리물떼새		제326호		●	○	○	○	○	○	○	○			48
14. 알락꼬리마도요	NT			●	○	○	○	○	○	○	○			1,150
15. 검은머리갈매기	VU			●	○	○						○	○	76
16. 쇠부엉이		제324호										○		1
총 종 수	6종	9종	5종	9종										16 종

\*법례: EN-멸종위기종(Endangered), VU-취약종(Vulnerable), NT-저위협종(Near-threatened)

새만금 지구에서 관찰된 조류 중에서 국내법에 의한 법적보호종 및 국제적 희귀종은 총 16종이 관찰되었으며(표 1), 이 중에서 국제적 보호종은 노랑부리백로, 저어새, 매, 두루미, 알락꼬리마도요 및 검은머리갈매기로, 총 6종이었다. 그 외 국내법에 의해 보호되고 있는 조류 중에서 천연기념물은 노랑부리백로, 노랑부리저어새, 저어새, 잿빛개구리매, 매, 황조롱이, 두루미, 검은머리물떼새, 쇠부엉이 등 총 9종이었으며, 환경부지정 멸종위기종은 노랑부리백로, 노랑부리저어새, 저어새, 매, 두루미 등 총 5종이었다. 환경부지정 보호종으로는 아비, 큰기러기, 가창오리, 물수리, 말뚝가리, 잿빛개구리매, 검은머리물떼새, 알락꼬리마도요 및 검은머리갈매기로, 총 9종이었다.

2) 새만금 지역의 도요·물떼새류 개체수 연간 변동 비교

1997년부터 2003년까지 춘·추계 새만금 지역에 도래하는 도요·물떼새류 도래 현황을 조사한 철새이동경로 및 도래서식조사 보고서(국립환경연구원, 2002)와 2004년 현지조사를 종합적으로 비교 분석하면 (그림 3)과 같다.

새만금 지구에 도래하는 도요·물떼새류의 도래 현황은 조사 지역 및 조사 횟수 등의 차이로 인해 연간 변동의 상세한 비교는 어렵지만, 일반적으로 추계보다 춘계에 도래하는 개체수가 더 많은 것으로 나타났고 전체적인 도래개체수의 변화에서 증가와 감소가 반복되는 경향을 보였다. 만경강에 도래하는 도요·물떼새

의 경우 1999년과 2001년에 도래개체군이 급증하였으나 그 다음해에는 감소하는 경향을 보였다. 동진강의 경우도 일반적으로 추계보다는 춘계에 도래하는 개체수가 더 많은 것으로 나타났으나 춘·추계의 도래개체수는 연도별로 주기적으로 차이를 보이는 것을 알 수 있다.

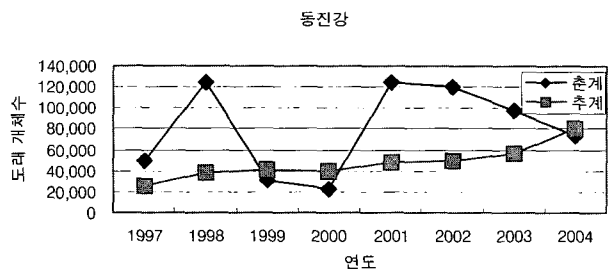
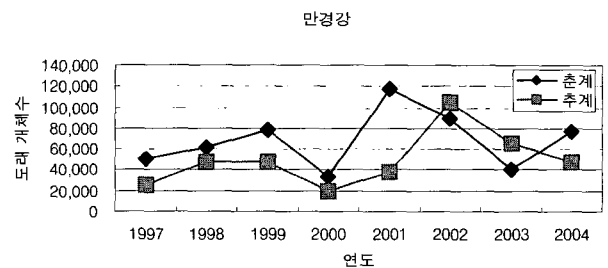


그림 3 만경강과 동진강 유역의 춘·추계 섭금류의 도래 개체수 변화(1997-2004)

나. 도래 수조류의 서식지 분포 및 이동현황

1) 섭금류

춘, 추계의 통과기 때 갯벌에 도래하는 섭금류(도요·물떼새류)는 조수간만의 영향을 밀접하게 받는 조류로, 만경강 하구에서는 옥구(염전지역이었으나 현재는 양식장으로 변경됨), 신기촌, 토정, 화포, 그리고 진봉 인근의 잔존 갯벌에서 취식 및 휴식하며, 동진강 하구에서는 광활면을 중심으로 문포, 학당 및 조류지의 갯벌을 주 취식장소와 휴식장소로 함께 이용하고 있었다. 그러나 만조 수위(고조시기)가 높아짐에 따라 가장 늦게 물이 차는 화포(만경강 유역)와 학당(동진강 유역) 인근의 갯벌까지 이동해 와서 휴식하며 최만조시 만경강과 동진강의 잔존하는 갯벌을 찾아 이동하는 것을 관찰하였다.

2) 수금류

월동하는 수금류(오리, 기러기 및 고니류)는 낮 시간에 대부분 하구 갯벌이나 수면 위, 도랑, 주변 습지에서 휴식을 취하고 있으며, 이들은 하구 주변에 넓게 펼쳐진 간척지인 인근 농경지에서 아침과 야간에 취식하는 것으로 여겨진다. 수금류의 대부분은 하구에서 취식하는 흑부리오리 및 일부 잠수성 오리류(흰죽지, 멧기흰죽지, 흰뺨오리, 비오리 등)를 제외하고는 인근 농경지로 야간 취식을 위해 이동하였다.

다. 도래 수조류의 잠재식이물 현황

1) 월동 수금류 잠재식이물 현황

수금류의 잠재식이물이 되는 난알과 초본을 조사한 결과, 난알은 평균 40.69 g/m<sup>2</sup>이었고, 초본의 생체량은 2.36 g/m<sup>2</sup>이었다. 3개의 조사지역에서 난알의 생체량은 각각 92.76 g/m<sup>2</sup>, 19.20 g/m<sup>2</sup>, 10.12 g/m<sup>2</sup>이었고, 초본의 생체량은 0.52 g/m<sup>2</sup>, 6.28 g/m<sup>2</sup>, 0.28 g/m<sup>2</sup>이었다(표 2).

표 2 새만금 유역 인근 농경지에서의 월동 수금류의 잠재적 식이물량(2002년 12월)

조사지점	난알 (g/m <sup>2</sup> )	초본류 (g/m <sup>2</sup> )	총 계
계 화	92.76	0.52	93.28
지 경 리	19.20	6.28	25.48
은 파 리	10.12	0.28	10.40
평 균	40.69	2.36	

2) 섭금류 잠재식이물 현황

2003년 춘계 어은리 일대 갯벌에서 채집된 저서무척추동물은 총 16종, 밀도는 677/m<sup>2</sup>, 생물량은 24.29g ADW/m<sup>2</sup>였다. 분

표 3 어은리 일대 갯벌에서의 섭금류 잠재식이물인 저서무척추동물의 밀도 및 생물량(2003년)

종 명	월 별	5월			10월		
		밀도	생물량		밀도	생물량	
		(n · m <sup>-2</sup> )	(g · ADW · m <sup>-2</sup> )	(%)	(n · m <sup>-2</sup> )	(g · ADW · m <sup>-2</sup> )	(%)
유형동물문							
유형동물류		58	0.54	2.22			
환형동물문							
다모강							
납작얼굴갯지렁이				5	0.14	3.17	
납작얼굴갯지렁이류		5	<0.01	<0.04			
등가시버들갯지렁이		21	0.01	0.04	11	0.01	
비들갯지렁이류		5	0.02	0.08	47	0.11	
백금갯지렁이		89	1.06	4.36	47	0.17	
깨집박이참갯지렁이					5	0.09	
원참갯지렁이류		11	0.02	0.08			
참갯지렁이					11	0.65	
참갯지렁이류		63	2.17	8.93			
넓적발참갯지렁이					11	1.27	
눈썹참갯지렁이					16	0.23	
참미갑갯지렁이					11	1.32	
작은부채발갯지렁이					5	0.16	
연체동물문							
복족강							
검은꼭지구슬우렁이					16	0.01	
갯우렁이					5	0.01	
이매패강							
진주접시조개		5	0.01	0.04			
가리맛조개		121	0.04	0.16	26	0.23	
비단조개		5	0.01	0.04			
유생		200	0.10	0.41			
절지동물문							
갑각강							
단각목							
곤쟁이류		5	0.01	0.04			
단각류 I		16	.01	<0.04			
단각류 II		21	<0.01	<0.04			
단각류 III		5	0.01	0.04			
십각목							
칠게		42	20.22	83.24			
넓적콩게					21	0.02	
기타		5	0.07	0.29			
총 계		677	24.29		237	4.42	

류군별 우점도를 보면 갑각강(Crustacea)이 전체 생물량 중에 83.57%로 생물량이 가장 높았으며 다모강(Polychaeta)이 13.49%, 이매패강(Bivalvia)이 0.65% 그리고 기타가 0.29%

표 4 계획도 일대 갯벌에서의 섭금류 잠재식이물인 저서무척추동물의 밀도 및 생물량(2003년)

종명	월별	5월			10월		
		밀도	생물량		밀도	생물량	
		(n · m <sup>-2</sup> )	(g · ADW · m <sup>-2</sup> )	(%)	(n · m <sup>-2</sup> )	(g · ADW · m <sup>-2</sup> )	(%)
현형동물문							
다모강							
고리갯지렁이		5	0.01	0.26			
얼굴갯지렁이		53	0.02	0.53			
모자예쁜얼굴갯지렁이		5	0.01	0.26			
백금갯지렁이		26	0.11	2.90	21	0.29	0.15
털보백금갯지렁이		42	0.14	3.69			
참갯지렁이					100	3.01	1.55
등근얼굴참갯지렁이					258	6.09	3.14
깨점박이참갯지렁이					153	1.49	0.77
넓적발참갯지렁이					11	1.01	0.52
원참갯지렁이류		21	1.19	31.40			
치로리미갯지렁이		11	0.02	0.53	5	0.08	0.04
참미갯지렁이					5	0.41	0.21
비늘갯지렁이류					11	0.01	<0.01
연체동물문							
복족강							
민칭이					11	0.08	0.04
이매패강							
진주접시조개		5	0.07	1.85	5	0.11	0.06
아기반투명조개		11	0.01	0.26			
가리맛조개		2,274	1.00	26.39	121	177.17	91.46
절지동물문							
갑각강							
단각목							
단각류 I		11	0.01	0.26			
십각목							
철게		68	0.18	4.75	5	1.88	0.97
넓적풍게		95	0.98	25.86	26	0.95	0.49
팔털풍게		5	0.01	0.26			
염낭게					489	1.06	0.55
밤게					11	0.08	0.04
곤충강							
곤충류		5	0.02	0.53			
기타							
총 계		2,642	3.79	100.00	1,232	193.72	100.00

였다. 그리고 추계에 저서무척추동물은 총 14종, 밀도는 237/m<sup>2</sup>, 생물량은 4.42g ADW/m<sup>2</sup>였다. 분류군별 우점도를 보면 다모강(Polychaeta)이 전체 생물량중에 93.90%로 생물량이 가장 높았으며, 이매패강(Bivalvia)이 5.20%, 복족강(Gastropoda)이 0.46%, 그리고 갑각강(Crustacea)이 0.45%였다(표 3).

동진강 유역의 광활 일대 갯벌에서 채집된 저서무척추동물은 추계에 총 16종, 밀도는 2,642/m<sup>2</sup> 생물량은 3.79g ADW/m<sup>2</sup>였다. 분류군별 우점도를 보면 다모강(Polychaeta)이 전체 생물량중에 39.57%로 생물량이 가장 높았으며 갑각강(Crustacea)이 31.13%, 이매패강(Bivalvia)이 28.50% 그리고 곤충강(Insecta)이 0.53%였다. 그리고 추계에 저서무척추동물은 총 14종, 밀도는 1,232/m<sup>2</sup>, 생물량은 193.72g ADW/m<sup>2</sup>였다. 분류군별 우점도를 보면 이매패강(Bivalvia)이 전체 생물량중에 91.52%로 생물량이 가장 높았으며 다모강(Polychaeta)이 6.39%, 갑각강(Crustacea)이 2.05%, 그리고 복족강(Gastropoda)이 0.04%였다(표 4).

#### 4. 보상적 대체방안으로서의 해안생태계의 복원과 조성

##### 가. 수조류의 서식지 조성개요

###### 1) 조성 목표

- 봄·가을 및 일부 번식 섭금류의 도래지 조성
- 늦여름에서 이른 겨울의 수면성 오리류의 취식지 조성
- 야생오리류(흰뺨검둥오리 및 청둥오리)의 번식지 조성
- 잠자리와 월동 수금류를 위한 경관적 겨울 호수 조성
- 고니류와 기러기류의 취식을 위한 개방수역의 조성
- 수금류의 서식지만을 위한 조성이 아닌 전반적인 습지체계(테마)의 증진

###### 2) 서식지 조성 개요(섭금류와 수금류를 동시에 부양 수용)

가) 새만금 지역에서 조류 서식지를 조성하기 위해 전제가 되어야 할 사항

- ① 방조제에 조성된 자동차도로에서 최소한 1 km이상 벗어난 곳, 즉 조류가 소음에 영향을 받지 않는 곳
- ② 해수와 담수 물빼기와 물대기가 용이한 곳
- ③ 물관리를 위한 제방과 물조절 구조물이 구비된 곳
- ④ 물관리상 적절한 단위면적은 60 ha이하이며, 2개 이상의 지역(면적)은 병렬로 조성한다.

##### 나) 섭금류 서식지 조성방안

- ① 면적: 120 ha 이상, 해수 및 기수지역
- ② 대상종: 대표적 우점종

50×50 mm, 높이 3.0 m×230 mm, 끝에 보호용 철망을 쳐서 가린다.  
바깥면에 25 mm의 철사로 덮는다.

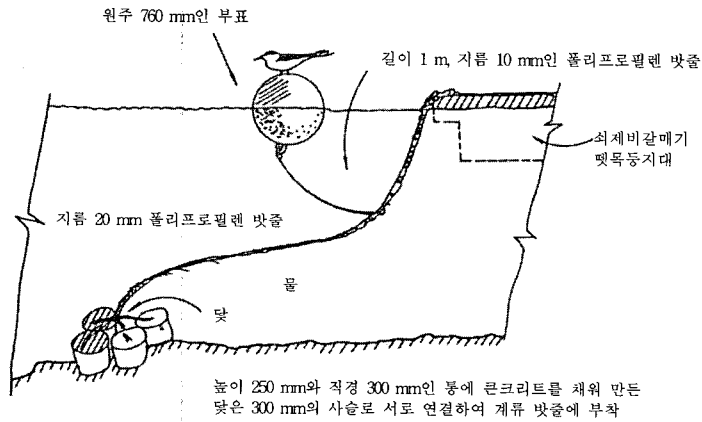
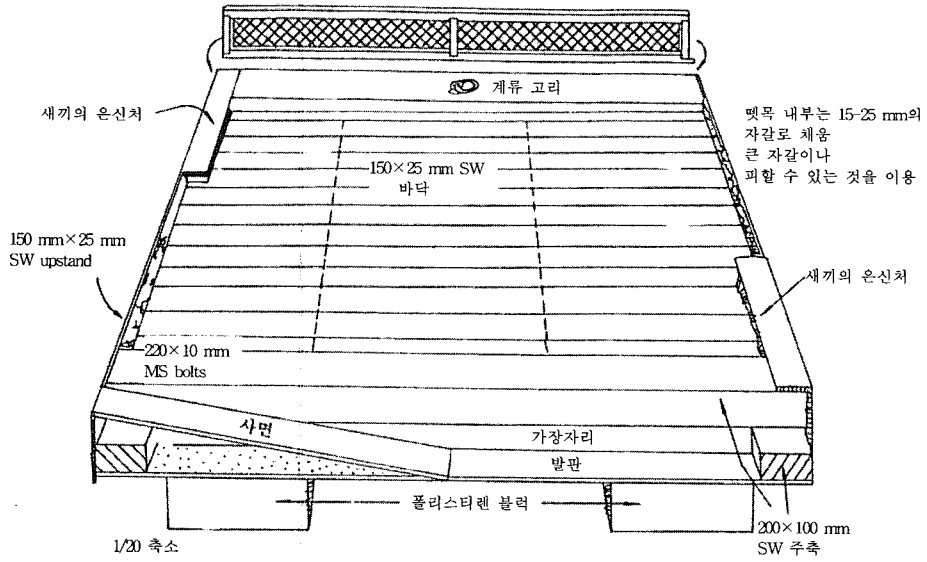


그림 4 쇠제비갈매기의 뗏목등지 받침대 및 고정방법

단면도

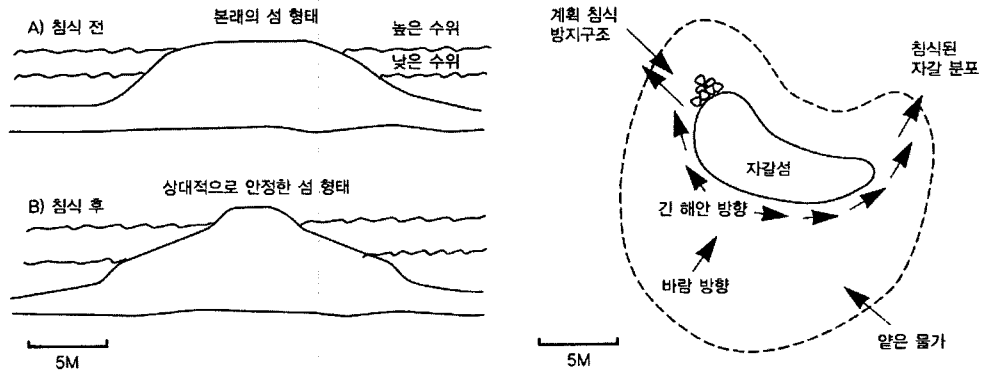


그림 5 자갈섬의 침식 사례

- 도요류: 민물도요, 붉은어깨도요, 좁도요, 큰뒷부리도요, 흑꼬리도요, 중부리도요, 알락꼬리마도요 등
- 물떼새류: 흰물떼새, 개평, 왕눈물떼새, 검은가슴물떼새 등
- ③ 먹이: 주요먹이인 곤충강 파리목 깔따구과(Chironomidae), 딱정벌레목 물진드기과(Haliplidae), 기타 곤충강의 유충 및 다모강 유생 등
- ④ 먹이공급방법: 해수유입과 수위조절로 자체 공급
- ⑤ 물 수위: 5~15 cm
- ⑥ 물조절: 봄(3월 하순)과 가을(8월 초-중순) 2회에 걸쳐 물을 뽑고 11월 초순에는 물을 채운다(깊이는 5~25 cm 또는 30 cm 유지).
- ⑦ 번식시설:
  - 뗏목(raft) 번식시설(그림 4)
  - 1~2개소부터 설치하여 점차 확대하여 시설함(쇠제비갈매기와 흰물떼새, 그리고 뒷부리장다리물떼새 등 종별로 알맞은 시설을 설치)
  - 모래섬과 자갈섬(흰물떼새 번식지) (그림 5)
  - 모래와 자갈섬을 10~20개소 설치한다. 수 개소에서 시작하여 수십개소로 확대하여 실시한다.

다) 수금류 서식지 조성방안

- ① 면적: 120 ha 이상, 담수지역
- ② 대상종: 수면성 오리와 기러기 및 고니류
- ③ 대표종: 청둥오리, 흰뺨검둥오리, 쇠오리, 고방오리 등
- ④ 주요먹이
  - 청둥오리: 환형동물, 곤충류, 복족(고둥)류, 식물(종자), 초본류 종자, 낱알 등
  - 고방오리: 환형동물, 소형새우류, 날도래류, 곤충류, 복족류, 식물종자류 등
  - 쇠오리: 곤충류, 복족류, 이매패류, 환형동물류, 식물종자류 등
- ⑤ 먹이공급방법
  - 자체조성 및 주변농지에서 취식 가능
  - 포장을 조성하여 사초과와 화분과 등 종자식물의 그린하우스 재배로 종자 파종한다.
- ⑥ 물 수위: 5~25 cm 내지 30 cm
- ⑦ 물조절: 3월 하순(봄)에서 9월(가을)까지는 15~30 cm를 유지하되 10월~3월(겨울)에는 100 cm 깊이 내외까지 물을 채운다.
- ⑧ 번식시설: 초본식물이 무성한 오리용(흰뺨검둥오리와 청둥오리) 번식섬을 5개소에서 10개소 이상 설치한다.

- ⑨ 식생조성: 갈대, 줄(풀) 등의 뿌리는 수금류(오리류, 기러기 및 고니류)의 먹이가 되며, 기타 종자식물도 토종으로 식재하여야 한다. 포장을 통해 채취, 파종한다.

라) 섬금류와 수금류 도래지 조성 사례

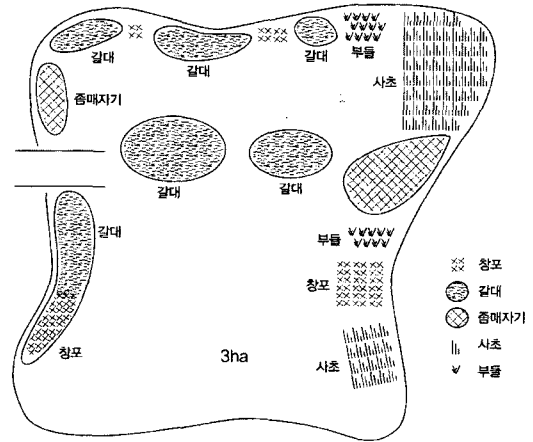


그림 6 섬금류와 수금류 도래지의 조성 사례 (1)

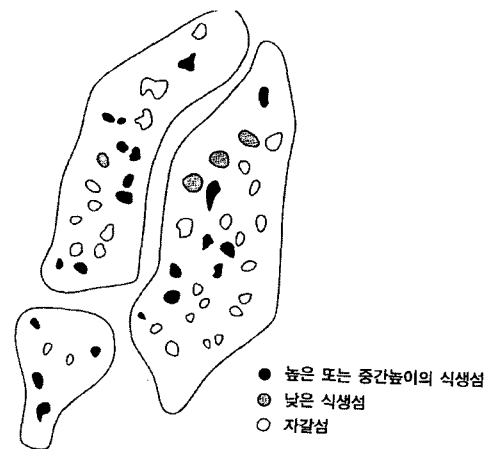
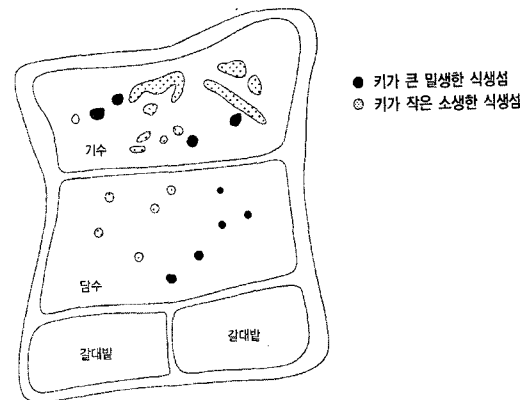


그림 7 섬금류와 수금류 도래지(40~60 ha) 조성 사례 (2)

마) 두루미류 도래 서식지 조성방안

① 현실태

· 지난 날(전후) 약 1,500~2,000개체 정도의 재두루미와 흑두루미, 그리고 두루미 등의 두루미류 월동집단이 한국에 도래했으나 현재는 매우 적은 집단(예: 재두루미 약 100개체 내외)이 철원과 한반도 남단지역에서 10월 하순~3월 초순 혹은 4월 초순까지 월동하고 있다.

② 분포제한요인: 농업과 인간의 개발로 인하여 도래서식지의 기능 상실

③ 복원목적: 안정된 자체유지가 가능한 자연생존 월동집단의 회복과 유지

④ 원상복원기준

· 일차적으로 최소한 100~200개체의 약 10년간 지속적으로 유지  
· 장기계획으로 600~1,000개체의 자연월동집단의 서식지 조성

⑤ 실행사항

· 월동서식지(조성지역과 인근지역)의 질적·양적 서식지의 최대화  
· 월동집단의 자연 요구조건인 증대 및 인간의 방해(간섭)의 최소화  
· 취식지와 잠자리 지역의 복원 조성, 개선 및 지속적인 유지  
· 잠재적, 부정적 요인의 제한(농약 및 오수의 유입 등)

⑥ 도래지의 조성방안

· 면적: 약 100 ha 이상  
- 잠자리: 약 3 ha(담수지역 최소 2 ha, 수위 5~15 cm)  
- 취식지: 50 ha(양어 웅덩이와 수 개소의 못 포함), 이모작을 통한 취식지 조성  
- 임대지역도 포함할 수 있다.  
· 관찰 및 유치시설  
- 완충지대 도래지 주변에 폭 0.5~1 km 정도의 띠(대상) 조성  
- 자동차 라이트를 차단하기 위한 잠자리의 차광막 설치  
- 은폐관찰사 시설  
- 녹음된 울음소리 이용 유치  
- 후리새(decoy)를 5~10개체 제작(FRB를 원자재로 하여, 모형은 목재틀로 찍어낸 다음 페인팅함)

⑦ 대상: 재두루미와 흑두루미 각 100개체로 총 200개체 부양, 장기적으로 약 1,000개체 내외의 부양

마) 물의 공급

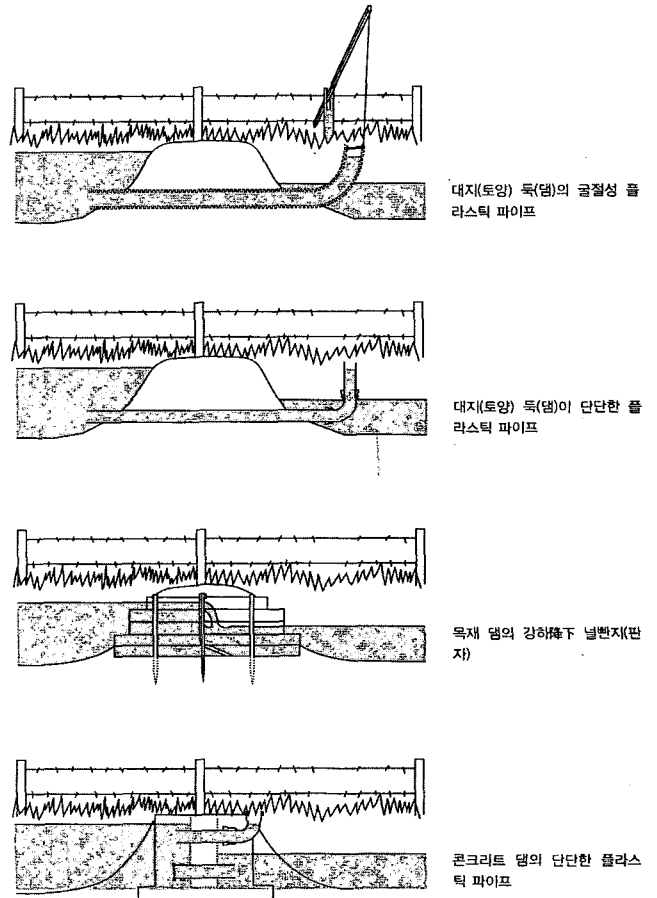


그림 8 영국의 전형적인 수문(방수로) 파이프(Hilary Welch, 1996)

- ① 수로(canal)에서 계획되어진 충분한 물을 공급받는다.
- ② 비상시에는 주변의 수로로부터 펌프에 의해 물이 공급받을 수 있도록 한다.
- ③ 수로에서 유래하는 제2의 수로의 예비 물공급 체계가 바람직하다.
- ④ 여름에는 많은 양의 물이 섬의 수위를 조절하고 있는 L-bend 파이프를 통해 집수지로 직접 흘러든다.
- ⑤ 그곳에는 오리류의 도래습지에 물을 공급하기 위해 제방 중앙부를 관통하는 또 다른 L-bend 파이프가 있으며, 밖으로 배수되는 또 다른 파이프가 설치된다. 이것은 혹독한 시기에 수위를 조절할 수 있는 좋은 역할을 한다.
- ⑥ 하계의 폭우시 위기에 처한 번식종을 보호하기 위한 배출구는 비상 관개파이프를 이용한다.

나. 서식지 조성 및 관리 원리

1) 수금류를 위한 담수 서식지 조성과 관리

가) 담수서식지 개요



- ① 벼 경작지를 위한 소택지의 낮은 말단지역이나 조수 하천의 상류지역에 제방을 건설하여 저수지를 조성한다.
- ② 통상 하천과 시냇물을 기수화한 저수지는 농경지에 가뭄기간에 물을 대기 위해 사용한다.
- ③ 대부분의 저수지는 낮은 농경지로 중력에 의해 흘러들 수 있도록 수위조정 구조물을 갖는다.
- ④ 반영구적으로 물을 채운 담수저수지는 담수습지에서 노출된 습지토양 관리에 대한 대안이 될 수 있다.
- ⑤ 이들 습지는 번식원양, 일부 섬금류 및 보행조류, 그리고 습지에 서식하는 명금류 등을 위한 연중 서식지를 마련해 준다.
- ⑥ 물이 찬 저수지는 물수리, 수리류, 수달 등의 취식지가 된다.
- ⑦ 또한 온수에 서식하는 물고기와 양서류 등의 휴식처가 된다.
- ⑧ 그러나 물채운 상태의 유지는 바람직하지 않은 추수식물과 임(목)관목의 성장, 또한 저질의 유기물질의 축적이 증대된다. 유기물질의 축적은 관개, 건조 또는 불태우기 등을 통해 주기적으로 줄일 수 있다.

나) 담수서식지 관리방법

- ① 수위조절을 위한 제방과 수문 설치
- ② 조건대 담수습지 식생관리
  - 대상 식물종: 4~5종
  - 높은 미네랄 함량 및 적정산도(pH 4-5)의 토양: 마디풀속(과), 닭의장풀속(과), 바늘풀속(사초과), 각종 화본과

식물, 각종 사초과 식물

- 깊은 수심, 반영구 침수지역: 수련(과), 붕어마름(과)
- 전형적인 물관리
- 이른 봄 수금류 이동시기에 맞춰 물빼기를 통한 건조토양 유지
- 습지지역: 4월 마지막주 물대기를 통한 습윤토양 유지
- 간만을 이용한(1일 2회) 저수지 내 물교환으로 습윤토양 관리
- 9월 초순 물빼기(marsh bed 아래로 수위 10 cm 유지)
- 불태우기 이후 즉시 물대기 - 평균 수위 22 cm

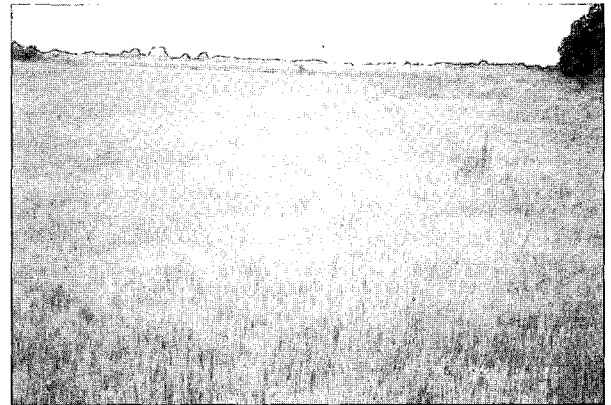


사진 1 수금류 도래지 조성(미국 South Carolina 사례, 하계)

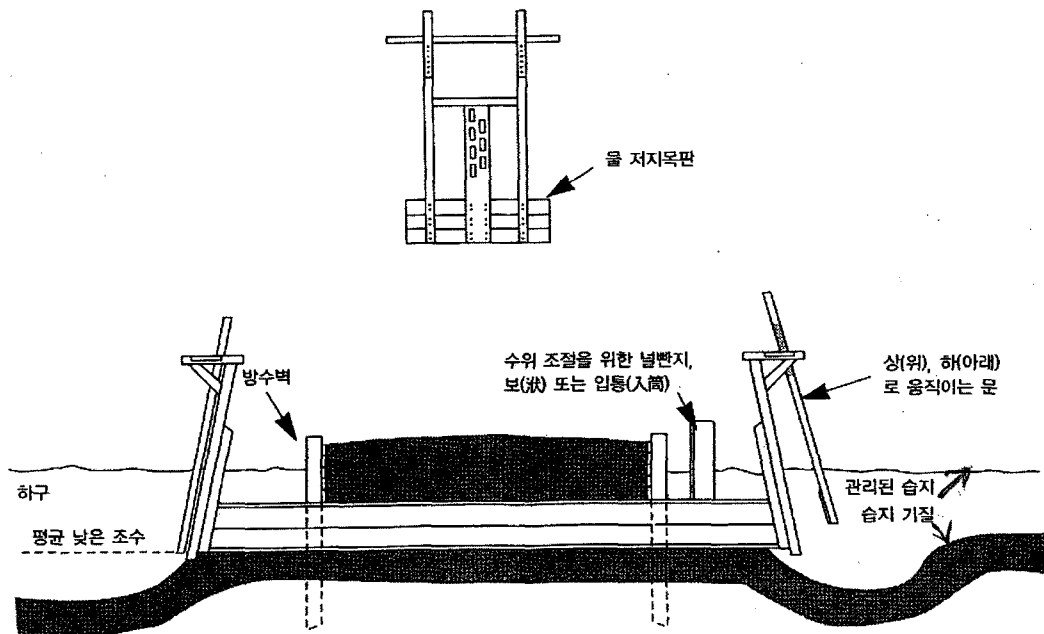


그림 9 미국의 전형적인 제방의 관수로 단면도와 전면도(Gordon et al., 1989)

2) 기수습지 조성관리

① 기수습지의 기본적 시나리오

- 3~4월 하순부터 4~5월 초순까지 매주 수위를 높이는 널빤지(수위저지목판)를 제거함으로써 수위를 점진적으로 낮춘다. 이것은 높은 수위에서의 매자기와 낮은 수위에서의 바늘골의 발아를 허용한다. 또한 섬금류와 백로, 왜가리 및 그 밖의 보행조류(wading birds) 등을 위한 물고기와 무척추동물이 모여든다. 수위는 4~5월 하순까지의 기간에 하상(또는 습지)까지 낮추어야 한다.
- 6~7월 중순에는 습지의 조수를 바다보다 낮은 9~15 cm 수위를 유지하는 동안 습지 퇴적물을 촉진하도록 허용하며, 조수를 순환시킨다. 이 기간의 과도한 건조는 토양의 산성화의 원인이 된다(일명 cat clays라고도 한다). 과도하게 건조된 기수역의 토양은 금물이다.
- 7~8월의 조수 수위 15~20 cm의 물대기는 줄말과 바늘골의 성장을 촉진한다.
- 10~11월 중순까지 매월 두 번씩, 조수는 추가적인 9~15 cm를, 매주 수위를 높이기 위한 수위저지 목판(널빤지)을 하나씩 제거한다. 25~38 cm의 낮은 수위는 수금류로 하여금 식물의 군집과 종자에 접근할 수 있도록 한다. 다양한 너비의 수위 조절 널빤지는 각각의 수로관에서 효율적이고 바람직한 깊이인 낮은 수위 조절을 가능케 한다.

3) 기수/염수 및 염성조수습지 조성관리

① 기수/염수 및 염성조수 습지에 대한 전형적인 관리 시나리오

- 3~4월 하순부터 4~5월 초순동안 매주 수위상승조절 목판을 하나씩 제거하여 점진적으로 저습지 바닥 밑으로 수위를 낮춘다.
- 5~6월 전 기간에는 습지퇴적물을 견고히 할 수 있도록 저습지 바닥 밑으로 수위를 9~15 cm로 유지하는 동안 습지 조수의 배수와 배출을 통해 순환시킨다.
- 6~7월 전 기간에는 줄말(바다말), 바늘골 및 차축조(Chara속) 등 종의 성장 촉진을 위해 조수 15~20 cm 수위의 물채우기를 한다.
- 10~11월 하순까지 매월 2회씩 추가적으로 조수를 9~15 cm의 수위로 지속한다.
- 12~1월 초순부터 2~3월 초순까지 매주 수위조절 목판(널빤지)을 하나씩 제거하여 물의 수위를 평균 25~30 cm로 낮추는 물빼기를 한다. 25~30 cm의 낮은 수위는 수금류에게 먹이식물과 종자의 취식을 가능토록 한다. 여러 가지 변화를 갖는 수위조절 목판의 폭은 바람직한 효율적

인 수심인 낮은 수위가 될 수 있는 각각의 수로관(trunck)이 되어야 한다.

② 염도관리 지침

- 작은 면적(100acre=40.7 ha)의 기수습지의 관리는 넓은 범위의 짙은, 밀생한 매자기 군집을 유도할 수 있다.
- 기타 여하한 종류의 짙은(밀생한) 군집의 식생, 심지어 통상 목표식물까지도 수금류를 유지할 수 없다.
- 성장기간 동안 25~60 cm까지의 수심의 물대기는 매자기의 밀도를 줄일 수 있으며, 개방수역을 조성하여 줄말(바다말)과 바늘골의 성장을 촉진하여 수금류를 증대시킨다.
- 경쟁식생을 저지(지체)하기 위해 염도 10~20 ppt를 유지한다.
- 그러나 일단 작은 구획(면적)의 개방수역을 조성하여 줄말과 바늘골 성장에 주력하여야 한다.
- 그 밖에 수위조절 외에도 염도의 조정관리는 또한 서식지 조건을 증진한다. 수 중의 부들은 15~20 ppt의 염도에서 구제된다. 그러나 매자기는 염도 3~7 ppt에서 최대성장율을 보이지만 염도 15 ppt이상에서는 성장이 억제된다. 따라서 바람직하지 못한 식생의 억제와 먹이식물 증대의 조절을 통한 바람직한 균형이 이루어진다.
- 간조기 동안에 초과 강수량을 제거하기 위해서는 수위조절 널빤지(물저지 목판)를 사용할 수 있다.
- 반대로 가뭄 후에 강수량의 보유는 높은 염도를 상쇄한다.
- 평상기후 기간에는 매 2~4주마다 염도를 감시하여야 한다.
- 폭우나 가뭄기간에는 염도를 매주 감시하여야 한다.
- 식물성장에 영향을 주는, 만조시 염도의 정확한 측정을 위해서는 수로의 출입구 바닥에서 물의 샘플을 취수하여야 한다.
- 장기간의 가뭄은 전형적인 기수습지 관리에 방해가 될 수 있다. 여름의 물대기는 높은 조수의 염도 때문에 장기간 지체될 수 있다.
- 토양 염도 역시 집중적 증발 때문에 증대될 수 있다.
- 매자기는 빈약한 종자 생산성으로 곤경에 빠진다.
- 가뭄기간에 바다쇠비름(돼지풀)은 일반적으로 매자기가 우점하고 있는 고지대에서 번성할 수 있다. 관리자는 바다쇠비름 생산의 장점을 살리기 위한 과정을 조정할 수 있다.
- 반복된 물대기와 물빼기는, 지나치게 건조했던 기수습지에서 수금류의 먹이식물을 부양하는 수준까지 토양 pH를 높일 수 있다.
- 바늘골은 pH>4.0, 줄말(바다말)은 pH>5.0가 요구된다.

그러나 pH의 신속한 증가는 물의 적색과 황색 화합물로 변하게 되는 결과를 초래한다.

- 장기간에 걸쳐 이미 물을 뺀(배수한) 습지에서의 점진적인 물의 변화는 바늘골과 줄말(바다말)을 조장하는 가장 효율적인 방법이 된다.
- 이온화합물을 지닌 습지에서의 빠른 반복된 물대기와 지속적 순환 후에 뒤따른 일련의 물빼기는 수질(즉 pH 상승)의 개선을 위해 가장 효율적이다.

4) 서식지 관리 원리

- ① 습지관리의 목적은 기본적으로 먹이와 커버식물, 무척추동물 및 개방수역의 증대에 의한 목표종과 종집단에 대한 부양력의 개선에 관해 초점을 맞춘 것이다.
- ② 목표종은 이동과 월동하는 수금류 및 섭금류를 포함한다.
- ③ 관리목적의 확실한 이해는 성공적 관리에 대한 중요성의

인식에 있다.

- ④ 관리자는 다양한 야생조수류를 부양하기 위한 서식지의 잠재력을 점검하여야 한다.
- ⑤ 습지유형, 수질, 그리고 우점 식물종 등의 식별은 현실적으로 목적을 실현하기 위한 첫단계이다.
- ⑥ 관리활동은 필요한 생물학적 및 물리학적 요인을 충족하는데 초점을 맞출 수 있어야 한다.
- ⑦ 수자원, 축제(둑), 고도, 물조절 구조물 및 전반적인 목적 등은 또한 필수사항이다. 관리자는 다음의 개선사항에 대한 기회를 인식하여야 한다.
  - 수질과 염도 관리를 개선하기 위한 새로운 또는 추가적 물 조절 구조물
  - 높이의 차이가 있는 구획(구분)한 지역에 대한 십자형 둑 (cross dike)쌓기

표 5 수금류가 즐겨먹는 습지종자식물(30℃ 그린하우스 조건하의 성장사례, Fredrickson 및 Taylor, 1982)

식물명	학명	과	성장기간	크기	수금류 취식	비고
드렁새	<i>Leptochloa sp.</i>	화본과	22일	10.0 cm	종자	
명아주여뀌	<i>Polygonum lapathifolium</i>	마디풀과	9일	11.0 cm	종자	
미국개기장	<i>Panicum dichotomiflorum</i>	화본과	9일	10.1 cm	종자	
방동사니	<i>Cyperus sp.</i>	사초과	10일	10.0 cm	종자	커버는 뜰부기류 이용
피속피(돌피)	<i>Echinochloa sp.</i> <i>E. crusgalli</i>	화본과	9일	14.0 cm	종자	
바랭이	<i>Digitaria sanguinalis</i>	화본과	9일	9.3 cm	종자	뜰부기류도 종자취식/중기 및 늦은 시기 쟁기질에 반응이 높다.
좁은잎가막사리	<i>Bidens cernua</i>	국화과	19일	10.2 cm	종자	
도꼬마리	<i>Xanthium strumarium</i>	국화과	25일	6.0 cm		청설모가 종자취식

표 6 습지형태에 따른 염도 및 우점식물 (미국 남부 대서양 해안습지 사례, Williams et al., 2002)

습지형태	염도	우점식물종	목표식물종
입지 습지	민물	참나무, 꼭두서니과식물, 버드나무, 앵초, 마디풀, 수련, 순채	닭의장풀, 겨풀, 기장, 마디풀, 수련, 순채
못과 저수지	민물	수련, 순채, 가래, 붕어마름, 개연꽃, 연꽃	수련, 순채, 가래, 붕어마름(솔잎말)
조수해안습지 반영구적 물찬담수습지 (저수지)	< 1ppt	겨풀, 수련, 개연꽃, 연꽃, 버드나무	수련, 순채, 가래, 붕어마름(솔잎말)
담수습지	< 1ppt	겨풀, 물옥잠, 쇠귀나물, 천남성, 여뀌	여뀌, 미국개기장, 방동사니, 닭의장풀, 천남성, 기장, 벼, 옥수수, 수수 등(작물)
조간대습지	1-5ppt	겨풀, 연안식물, 부들, 매자기	개기장, 기장, 매자기, 강아지풀(개조아재비), 여뀌, 방동사니
기수습지	5-20ppt	연안식물, 부들, 매자기	매자기, 드렁새, 바늘골, 줄말(바다말)
기수/염수습지	20-30ppt	연안식물, 골풀, 염생식물 초본류	줄말(바다말), 바늘골, 바다쇠비름
염수습지	30-50ppt	연안식물, 골풀	줄말(바다말), 바다쇠비름, 차축조

- 사전 계획된 불태우기, 예초(각종 농기구의 기계적 예초), 식재 및 물 순환 등에 대한 관개를 개선하기 위한 내부 도랑 파기
- 성장기의 과잉강수량을 배수하기 위한 도랑의 전환
- 토양성분, 토양화학, 수리, 면적, 지역 야생조류 집단, 수렵, 방해 및 관리역사 등에서의 다소의 차이는 관리프로그램의 성공에 영향을 줄 수 있다.

## 5. 결론 및 제언

### 가. 연구종합

2004년 4월부터 2004년 12월까지 조사 결과 만경강과 동진강 하구유역에는 총 90종 302,859개체가 도래하였으며, 이 중 수조류는 총 67종 298,822개체로, 전체 도래한 조류의 98.67%에 해당한다. 이는 새만금 유역이 수조류 도래지역으로서 중요한 기능을 한다는 것을 알 수 있다. 특히 계절적으로 섬금류와 수금류 등에게 중간기착지와 월동지로서의 중요한 지역임을 알 수 있다. 조사기간의 수조류 분포는 크게 조수간만의 영향을 많이 받고 있었다. 저조기때 만경강 하구유역에서는 군산공항 부근의 갯벌과 옥구군 금광리 신기촌 부근과 화포 부근의 갯벌에서 군집을 형성하여 휴식하였으며, 동진강 하구유역에서는 광활면을 중심으로 하여 학당 및 조류지의 갯벌을 주 휴식장소로 이용하고 있었다. 그러나 만조 수위가 높아짐에 따라 잔존 갯벌이 사라지는 고조시기에 만경강 하구 일대에서는 화포와 동진강 하구 일대에서 학당 인근의 갯벌을 마지막으로 휴식장소로 이용하고 있었다.

섬금류의 주요 식물물 조사결과, 만경강과 동진강 하구 주요 취식장소에서는 이매패류가 다른 분류군보다 상당히 높은 것으로 조사되었다. 이것은 새만금 일대가 한국에서 붉은어깨도요의 최대 도래지가 되는 원인이 되고 있다. 또한 그 외의 다모강(Polychaeta)과 갑각강(Crustacea)의 높은 밀도와 생물량은 개펄, 민물도요, 청다리도요, 큰뒷부리도요, 그리고 알락꼬리마도요 등 소형에서 중,대형에 이르는 도요·물떼새류에게 주요 먹이원으로 이용되고 있다. 따라서 취식장소에서 저서무척추동물의 밀도와 생물량의 유지는 도래섬금류의 종조성 및 개체군 유지에 주요한 관건이 된다. 조간대 지역의 간척사업은 운동력이 적은 이매패류와 복족류, 그리고 다모류의 밀도에 영향을 미치며, 결과적으로 주요 식물물로 하는 도요·물떼새의 군집의 변화를 초래하게 되므로 섬금류의 보호와 보존을 위해서는 안정된 휴식장소의 확보와 함께 취식장소에서의 저서무척추동물의 밀도와

다양성의 유지가 중요한 변수로 작용할 것으로 판단된다.

한국의 서해안과 같은 중간기착지에서 취식장소와 함께 안정적인 휴식장소의 확보는 이동기 때 많은 에너지를 소비하는 섬금류에게 불필요한 에너지의 소비를 줄여 주어 이동 목적지까지 무사히 이동할 수 있게 해주며, 번식지나 월동지에서의 원활한 생활과 생존율을 증가시켜 주는 중요한 역할을 하므로, 새만금 지구에 도래하는 섬금류의 안정적인 취식지와 휴식지를 보호하여야 한다.

### 나. 대체 습지 및 육지 생태계에서의 철새 도래·서식지 보호 관리 방안

#### 1) 습지생태지역

- ① 최소한 120 ha 이상 면적의 습지 2~5개소 이상을 조성하여야 한다.
- ② 유치대상의 종류에 따라 수심을 달리한다.
  - 도요·물떼새류: 수심 5~15 cm 내외
  - 수금류(수면성 오리류, 기러기 및 고니류): 수심 25~30 cm 내외
- ③ 수위를 조절하며 물채우기와 물빼기가 가능한 제방과 수문이 완전히 갖추어져 있어야 한다. 그리고 매년 2~회 물빼기와 물채우기를 할 수 있어야 한다.
- ④ 종자생산성이 높은 화분과와 사초과 식물을 선정하여 파종하도록 한다. (외래산은 금물).
- ⑤ 제방에 초본은 무방하나 관목이나 교목의 식재는 금물이다.
- ⑥ 40 ha 이하의 습지조성은 실효성이 매우 적으며, 면적이 클수록 많은 섬금류와 수금류 및 기타 수조류를 수용·부양할 수 있다.
- ⑦ 오리(흰뺨검둥오리와 청둥오리)의 번식지는 습지 인근지역 1.6 km 이내에 조성하는 것이 바람직하다. 무성한 키가 큰 초지가 조성되어야 한다.
- ⑧ 수금류용 습지에서 수면의 커버는 번식기 50:50(식생:개방수면), 비번식기에는 30:70(식생:개방수면)의 비율이 이상적이다.
- ⑨ 조성한 습지 내에는 모래톱, 풀로 덮힌 작은 섬, 자갈과 모래섬 등을 조성할 수 있다.
- ⑩ 항상 수금류와 기타 수조류 및 섬금류의 종별 요구사항을 충족하도록 노력해야 한다.

#### 2) 관목숲 조성

- ① 소형과 중형 명금류를 유치·부양하기 위해 최소한 5 ha 이상의 면적의 관목숲을 조성한다.

- ② 가장자리에서 3개층 정도의 3~5 m 폭을 유지하는 때 모양으로 조성하되 1~3, 4~6, 7~9, 10~12년생의 관목대를 형성하고 12~13년생 관목층으로부터 벌채해 나간다. 12~13년 이상은 윤번식으로 벌채하며 다시금 식재한다.
- ③ 주요 식재종으로는 종자 생산성이 높은 관목(토생종)을 선정하고 관목층에서 벗어난 내부에는 각종 종자(떡이가 되는) 교목을 식재한다.

3) 관리상 유의사항

- ① 섬금류와 수금류의 식이물을 보호하기 위해 잉어과(붕어와 잉어), 머리가 큰 독중개과 및 메기과 등의 담수어류를 배수를 통해 제거(구제)하여야 한다. 배수시기는 겨울철이다.
- ② 바람직하지 못한 식생(초본과 목본)은 초기에 제거(구제)하여야 한다. 습지식생을 질식시킬 정도로 번성하는 털부처꽃과와 버드나무는 퇴적·부식된 잎이 갑각류에게 이용되는 이점은 있으나 다른 식생의 성장과 분포를 저해한다. 따라서 묘목단계에서 완전히 제거하여야 한다. 성장 후에는 불도저를 투입하여 땅을 갈아 있어야 하므로 고비용이 소요되어 구제가 어렵게 된다.
- ③ 습지 주변에는 수질을 정화하며, 항상 청정을 유지할 수 있는 급이지역(1000~2000평 내외의 면적)을 확보하여야 한다.
- ④ 관찰사, 진입로, 여가선용 시설 등 인간에 의한 방해는 사전에 완전 차단되어야 하며, 격리된 교육센터는 필수적이다(1~2 km 이상 격리)
- ⑤ 철새보호에 관한 정보를 설명해주는 자연보도(natural trail 또는 nature walk)가 마련되어야 한다. 자연보도는 영국에서는 평균 2.4 km의 거리인데 비해 미국은 일반적으로 약 0.8 km가 길다.
  - 길이는 약 2.0 km 내외이며, 철새의 주요 서식지로부터 최소한 0.8~1 km의 거리를 두고 마련한다.
  - 자연보도 내 관찰장소는 하나의 보도에서 7개소 내외를 설치한다.
  - 안내서의 길이(단어 수)는 2500자 내외로 하고 지도는 1개, 그림은 9~20 내외가 이상적이다.

4) 기대효과

- ① 면적 150 ha, 식이물의 생물량이 4.0 g/m<sup>2</sup>인 섬금류 도래 지역에서는 약 19,000개체의 도요·물떼새류가 집결하여 취식, 휴식, 잠자리 및 노니는 장소로 이용할 것이다

(Weber, 1996, 미국 South Carolina의 사례)

- ② 수금류(오리, 기러기 및 고니류) 도래지 면적 120 ha 이상에는 가을부터 이듬해 봄까지 최소한 약 5,000~10,000개체 이상이 월동지로 이용하게 될 것이다.
- ③ 서식지 조성후 최소한 3~4년이 지나면 비로소 효과가 나타나기 시작할 것이다.

다. 농어촌 현주민과의 공존방안

1) 새만금 지역에서의 미래의 조류(자연생태계)와 인간과의 공존 모델

새만금 지역에서의 자연생태계의 일련의 원상복원사업과 철새 및 텃새의 서식지복원(조성)사업을 위해 조류(자연)와 인간이 공존 이용하는 해안 및 내수면 수계의 습지 모델로서의 미래상을 제시하고자 한다. 특히 습지자연의 조성파 보존의 원칙은 다음과 같다.

- ① 인간의 점유지역
- ② 조류(자연)의 점유지역
- ③ 조류(자연)와 인간의 공용지역 등의 기능을 확실하게 분리하여 조성한다.
  - 인간의 점유지역은 주차장, 방문센터, 오락운동지구, 휴게소, 간이매점 등이며, 보호지역의 입구나 한쪽 끝부분에 위치하여야 한다.
  - 조류(자연)의 우점지역은 조류(자연)의 성역으로서 관리자 이외의 일반 방문객의 진입을 금지하여, 조류의 취식, 번식 및 휴식, 그리고 잠자리 등이 자유로워지도록 하며, 그곳을 중심으로 주변에 확산토록 한다.
  - 조류(자연)와 인간의 공용지역은 첫째 조류(자연)와 인간도 자유롭게 이용할 수 있는 혼용지역, 둘째 인간이 일정한 경로(자연관찰로)를 걷는 인간의 행동규제지역, 셋째 먹이를 제공하는 조류(자연)와 인간과의 적극적 접촉지역, 넷째 관찰사와 관찰로(자연보도) 등을 설치한 연구, 관찰지역 등을 확실하게 한다(조류는 각 지역에 출입한다).

라. 각 학교 및 일반 국민대상 홍보교육

- ① 자연자원의 보존은 장기적인 차원으로 지향되어야 한다.
- ② 교육의 기본요소: 자원을 지속적으로 이용해야한다는 사고방식 고취

참 고 문 헌

1. Brower, J. E. and J. H. Zar. 1977. Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown company publishers, Dubuque.
2. Fredrickson and Taylor. 1982. Management of seasonally flooded impoundments for wildlife. USFWS. Wash., D.C. pp.25-27.
3. Welch, H. 1996. Managing water. Conservation techniques for lowland wetlands. RSPB.
4. Williams *et al.* 2002. Management of south atlantic coastal wetlands for waterfowl and other wildlife. Ducks Unlimited Inc. p.32.
5. 국립환경연구원. 1999. 철새이동경로 및 도래서식조사. 행정간행물 등록번호 38010-67730-36-11. 국립환경연구원. p.86.
6. 국립환경연구원. 2002. 철새이동경로 및 도래서식조사. 행정간행물 등록번호 11-1480083-000067-10. 국립환경연구원. p.54.
7. 국립환경연구원. 2003. 철새이동경로 및 도래서식조사. 행정간행물 등록번호 11-1480083-000067-10. 국립환경연구원. p.54.
8. 문화재관리국. 1997. 천연기념물 백서. p.438.
9. 박진영, 원병오. 1993. 주남저수지에 도래하는 큰기러기와 쇠기러기의 월동생태. 한국조류연구소 연구보고 4 : 1-24.
10. 습지보전연대회의. 1999. 습지보전연대회의 램사보고서(National NGO Wetland Report : RAMSAR 1999). 습지보전연대회의. p.142.
11. 원병오. 1992. 천연기념물(동물편). 대원사, 서울. p.311.
12. 원병오. 2004. 자연생태계의 복원과 관리-조류서식지 조성 및 보호를 중심으로. 다룬세상. 서울. 448pp.
13. 이정연. 2001. 한국 서해안에 도래하는 섬금류의 생태. 경희대학교 박사학위논문.
14. 환경부. 1998. 한국의 멸종위기 및 보호야생동식물. 교학사.
15. 환경부. 1998. 서해안 주요 습지에 도래하는 수조류의 봄, 가을 조사. 행정간행물 등록번호 38000-67140-57-9856. 환경부. p.120.
16. 환경부. 1999. 겨울철 조류 동시 센서스. 행정간행물 38000-67140-57-9956. p.173.
17. 환경부. 2000. 겨울철 조류 동시 센서스. 행정간행물 11-1480000-000249-14. p.187.
18. 환경부. 2001. 겨울철 조류 동시 센서스. 행정간행물 11-1480000-000249-14. p.282.
19. 환경부. 2002. 겨울철 조류 동시 센서스. 행정간행물 11-1480083-000144-14. p.275.

<부록 1> 새만금 유역에서 관찰된 조류 도래현황(2004년 4월~2004년 12월)

	국명	4월	5월	6월	8월	9월	10월	11월	12월	최대관찰 개체수	상대우점 (%)
1	아비	2								2	<0.01
2	논병아리	5		6	17	4	30	28	49	49	0.02
3	검은목논병아리						1	40	35	40	0.01
4	빨논병아리	1					3	28	70	70	0.02
5	가마우지	0						7	2	7	<0.01
6	해오라기	1	9	12	28	8	3			28	0.01
7	검은댕기해오라기			1	3	1	1			3	<0.01
8	황로	12			4					12	<0.01
9	중대백로	33	16	28	896	518	517	104	32	896	0.30
10	쇠백로	26	3	4	936	327	590	1	4	936	0.31
11	노랑부리백로	12	1	3			4			12	<0.01
12	왜가리	166	136	870	586	397	170	138	63	870	0.29
13	노랑부리저어새	6					12	106	70	106	0.04
14	저어새		5		6	8	2	30		30	0.01
15	쇠기러기	240						1		240	0.08
16	큰기러기							1,564	5,497	5,497	1.82
17	황오리	1								1	<0.01
18	흑부리오리	608	6	1	1			295	125	608	0.20
19	청머리오리	20						11	22	22	0.01
20	알락오리							19	25	25	0.01
21	홍머리오리	8	3				350	152	195	350	0.12
22	청둥오리	797	39	5	38	469	10,558	43,752	66,480	66,480	21.95
23	흰뺨검둥오리	608	59	318	830	1,436	3,560	4,802	4,817	4,817	1.59
24	쇠오리	168				1,085	1,268	2,368	1,194	2,368	0.78
25	가창오리					3	120	64		120	0.04
26	고방오리	4					250	107	648	648	0.21
27	넓적부리	38				15	70	161	80	161	0.05
28	흰죽지						137	45	100	137	0.05
29	댕기흰죽지	387					660	38	73	660	0.22
30	검은머리흰죽지							242	36	242	0.08
31	흰뺨오리	0						50	323	323	0.11
32	흰비오리							4	45	45	0.02
33	바다비오리							61	30	61	0.02
34	비오리							108	397	397	0.13
35	물수리	1							1	1	<0.01
36	말뚝가리							1		1	<0.01
37	젯빛개구리매								1	1	<0.01
38	매							3		3	<0.01
39	황조롱이	1	1	4	4	3	6	4		6	<0.01
40	평	3								3	<0.01
41	두루미								1	1	<0.01
42	물닭	4							70	70	0.02
43	검은머리물떼새	10	41	17	8	48	45	47		48	0.02
44	흰물떼새	957	519		798	807	5,300		48	5,300	1.75
45	왕눈물떼새	1,400	4,499		4,043	790	4,800			4,800	1.59
46	검은가슴물떼새					24				24	0.01
47	개평	5,179	5,899	400	9,109	6,748	3,260	7,669	9,790	9,790	3.23
48	꼬까도요	5	339		1,461	1,400	850			1,461	0.48
49	좁도요	4,300	582		180	1,700	4,050			4,300	1.42
50	메추라기도요	513	30							513	0.17

	국명	4월	5월	6월	8월	9월	10월	11월	12월	최대 관찰 개체수	상대우점 (%)
51	민물도요	25,810	17,532	475	26,635	13,500	36,000	25,938	14,800	36,000	11.89
52	송곳부리도요					48				48	0.02
53	붉은가슴도요	10	183		409	760	100			760	0.25
54	붉은어깨도요	78,900	60,312		123,745	87,485	3,680	500		123,745	40.86
55	새가락도요		2							2	<0.01
56	학도요	12	22			106				106	0.04
57	붉은발도요		1				25			25	0.01
58	청다리도요	96	371	4	1,901	1,270	800	19	2	1,901	-0.63
59	알락도요		51							51	0.02
60	깜작도요		4	1	5	1	2			5	<0.01
61	노랑발도요				2		260			260	0.09
62	뒷부리도요	550	1,338		3,472	1,855	1,875			3,472	1.15
63	흑꼬리도요	5	214	26	1,941	805	45			1,941	0.64
64	큰뒷부리도요	4,277	3,129		5,501	1,186	840			5,501	1.82
65	마도요	339	29	3	88	291	1,505	1,505	625	1,505	0.50
66	알락꼬리마도요	1,150	54	731	812	484	85	3		1,150	0.38
67	중부리도요	776	708		594	315	800			800	0.26
68	장다리물떼새		1	1		1	1			1	<0.01
69	붉은부리갈매기	411	45			1	305	112	12	411	0.14
70	괭이갈매기	388	276	1,284	6,250	2,210	1,771	43	2	6,250	2.06
71	재갈매기	2,134	28		124	445	273	490	1,104	2,134	0.71
72	검은머리갈매기	6		2				22	76	76	0.03
73	쇠제비갈매기	54	82	108	108	12				108	0.04
74	멧비둘기	4	4	4	1	2				4	<0.01
75	빠꾸기			1						1	<0.01
76	쇠부엉이							1		1	<0.01
77	중다리							12		12	<0.01
78	제비	8	12	30	232	770	120	3		770	0.25
79	귀제비			2						2	<0.01
80	백할미새							1		1	<0.01
81	직박구리	2	2	2		2	2			2	<0.01
82	개똥지빠귀	1							1	1	<0.01
83	붉은머리오목눈이	20	4			32			67	67	0.02
84	개개비		32	53	7	2				53	0.02
85	박새	4	2				1			4	<0.01
86	참새	20	35			55	50			55	0.02
87	까치	3		18	6	7	5		8	18	0.01
88	갈까마귀							710	58	710	0.23
89	떼까마귀							2,235	2,318	2,318	0.77
90	까마귀								3	3	<0.01
	총 종수	56	45	30	37	45	49	49	44	90	
	총 개체수	130,496	96,660	4,414	190,781	127,436	85,162	93,644	109,399	302,859	