

한강하구 습지보호지역에서 새섬매자기 개체군의 쇠퇴 원인과 복원 방안

유 영 한^{*,†}

Population decline cause of *Scirpus planiculmis* and its restoration plan in Han River Wetland Conservation Area, South Korea

Young-Han, You^{*,†}

요약 : 한강하구에서 천연기념물 개리와 재두루미 등의 주요 먹이원인 수생식물 새섬매자기(*Scirpus planiculmis*)의 개체군 감소의 원인을 분석하고자, 1) 주변 경쟁 초본과의 개체군 생태학적 특성을 분석하고, 2) 토양이 퇴적이 되어 토심이 깊은 곳에서 자라는 집단과 그렇지 않은 곳에서 자란 것 간의 활력도를 비교하고, 3) 실내조건에서 새섬매자기를 양묘하여 괴경의 분포를 관찰하고, 4) 이를 근거로 새섬매자기 서식지복원의 방안을 제시하였다. 그 결과 새섬매자기는 한강하구습지에서 경쟁관계에 있는 수생식물인 갈대나 줄 등에 비하여 지상부 물질생산량과 지하부 물질생산량이 낮고, 키도 작고, 번식력도 낮았다. 또한 습지에 퇴적되는 곳의 새섬매자기 개체군은 퇴적되지 않는 곳에서 자라는 집단보다 땅속덩이줄기생산량, 지하부생산량, 지상부생산량, 종자생산량이 훨씬 감소되었고, 키도 작았다. 이상적인 조건에서 새섬매자기의 괴경은 얇은 토심(15cm 이내)에 주로 분포하였다. 이러한 결과는 한강하구에서 새섬매자기가 다른 수생식물보다 경쟁력이 약하고, 한강하구에서 괴경이 깊은 흙에서 출현하는 것이나 개체군 쇠퇴의 원인이 토양의 퇴적을 의미한다. 따라서 새섬매자기 개체군 유지와 보전을 위해서는 퇴적이 되지 않도록 한강하구 습지 내 물이 흐르도록 물길을 조성하고, 경쟁종을 제거하여야 할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 새섬매자기, 개체군쇠퇴, 경쟁종, 물새, 복원전략

Abstract : In order to clarify the factors that diminish the population size of *Scirpus planicum* in Han River Estuary Wetland Conservation Area of South Korea, I analysed the autoecological traits of competitive hydrophytes over the species, compared the performance ability of *Scirpus planicum* group inhabited between in soil-accumulated site and in soil-unaccumulated site, and suggested the management strategy of restoration of this plant based on the field survey. *Scirpus planicum* had lower competitive ability than other hydrophyte such as *Phragmites australis*, *Zonia latifolia*, *Typha augustifolia*. in terms of dry matter production, height, and reproductive regime. *S. planicum* group in soil-accumulated site had lower tuber production, lower vegetative and reproductive production than that of in soil-unaccumulated site, and plant height was shorter in soil-accumulated than in soil-unaccumulated condition. Tuber was appeared in lower soil depth within 15cm in laboratory condition. These results indicated that soil-accumulated condition is the dominant factor caused the decreasing of population size of *S. planicum*. It was urgently suggested that constructing a water ways to removed accumulated soil layer is need to restore the population size of *S. planiculmus* in this wetland.

Keywords : *Scirpus planicum*, population decline, competitive hydrophyte, restoration

† Corresponding author : youeco21@kongju.ac.kr

* 정회원 · 주대학교 생명과학과 조교수, 이학박사

1. 연구배경 및 목적

하구역은 바다와 하천이 만나는 연결통로이고, 육상과 해양의 전이지역이고, 담수와 염수가 교차하는 기수역 습지생태계로 지구에서 가장 물질생산성이 높은 곳이다. 이러한 높은 군락생산성과 다양한 서식처를 가진 하구역은 생물이 산란, 서식하고, 은신하는데 적합하여 생물다양성이 매우 높은 곳이다. 하구습지의 식물과 토양은 범람하는 물을 흡수하고, 폭우나 해일시 수량의 급격한 증가를 완화시켜 육지와 해양사이에서 자연재해를 방지하는 자연의 완충지대 역할을 담당하고 있다(환경부, 2005).

우리나라에는 적어도 329개의 크고 작은 하구가 존재하는데, 한강, 낙동강, 금강, 영산강, 섬진강을 포함하여 총 13개의 국가하천, 4개의 지방1급 하천, 312개의 지방2급 하천이 연안으로 직접 유입되고 있다. 우리나라 하구지역의 습지면적은 최대 984.7km²로 우리나라 연안습지면적 2,393km²의 41.2%에 해당하는 것으로 추정되고 있다(이 등, 2001)

그 중 한강하구는 우리나라의 마지막 남은 큰 강 하구역으로 지정학적으로는 DMZ생태축과 서해갯벌생태축이라는 한반도 거대 생태축이 교차하고, 북한의 임진강과 접하여 이루어지는 접경지역이다. 이러한 습지생태축은 한강하구를 따라 황해와 만나 강화도 남북단 염습지를 이루고 아래로 인천의 영종도갯벌과 송도갯벌, 시흥, 안산, 화성을 잇는 경기만 습지로 이어져 서해 연안습지와 연결되고 있다(환경부, 2005)..

한강하구는 이러한 지정학적이고, 생태학적인 특성으로 인하여 한반도에서 생물다양성, 특히 겨울철새의 다양성이 높은 곳으로, 동북아시아의 호주 물새 이동 경로상 주요 물새 서식처이자 월동지로서 그 가치와 중요성이 매우 높다(국립환경과학원, 2005). 겨울철새 중 멸종위기동물이면서 천연기념물인 개리(*Anser cygnoides*), 재두루미(*Grus vipio*), 저어새(*Platalea minor*) 등은 한반도에서 가장 많은 개체수가 도래한다(국립환경연

구원, 2005).

한편 한강하구는 1970년대 부터 실시된 공유수면매립공사와 1982년 한강종합개발이 시작된 이래로 개성공단, 김포신도시, 파주신도시 등 대규모 개발과, 일산대교와 김포대교를 비롯한 교각공사, 김포순환도로공사, 하수종말처리장공사, 하상준설 및 모래채취 공사 및 무분별한 어로, 영농행위 등으로 개발의 위협에 노출되어 있다.

본 연구에는 한강하구습지보호지역에서 개리 등이 주로 먹고, 재두루미, 기러기류 및 고라니까지 섭식하는 수생식물인 새섬매자기 개체군이 감소하는 원인을 밝히고, 이를 복원하는 방안을 제시하고자 시도되었다.

2. 재료 및 방법

2.1 조사지 개황 및 연구대상 식물

본 조사는 자연하구로 생물다양성이 풍부하고, 다양한 생태계가 발달하여 2006년에 습지보전지역으로 지정된 한강하구습지(60km²) 내의 장항습지에서 실시되었다(Fig. 1). 장항하구의 새섬매자기 개체군은 한강하구 내 새섬매자기 개체군 중 그 면적의 감소가 가장 크게 일어난 곳이다. 이 지역에서 새섬매자기 개체군의 면적이 2002년도에 비하여 2004년에 50% 정도나 감소되었다(한국어린이식물연구회, 2005).

장항습지에서 새섬매자기군락은 해수와 만나는 수변에 매우 제한적으로 소규모면적(2mx2m)으로 분포하고 있다. 이 습지에는 갈대군락, 세모고랭이군락, 줄군락, 애기부들군락, 버드나무군락, 조개풀군락, 물억새군락이 나타났고, 논과 초지, 개펄이 공존하고 있어 다양한 생물서식처를 제공해주고 있다. 높은 둔치 초지에는 중성식물인 자귀풀, 망초, 팽이사초, 단풍잎돼지풀, 겹달맞이꽃, 개망초 등이 자라고 있으며, 제방과 논 사이 둔치에는 한반도에서 가장 높은 생산성을 지니는 버드나무군락이 분포하고 있다(한국어린이식물연구회, 2005). 이 장항습지에는 재두루미, 개리, 큰기러기, 고라니와 삶 등의 여러 야생동물이 서식하고

있다.

본 연구대상 식물인 새섬매자기는 내염성이 있는 사초과의 다년성 수생 정수초본으로 우리나라의 서해안 간척지나 염도가 낮은 염습지에 주로 분포하며, 식물계절학적으로 다른 초본보다 일러 생육 및 증식이 빠르고(양 등, 1978; 이 등, 1991; 양과 김, 1992; 손 등, 2003), 땅속에 덩이줄기(식아, *tulion*)가 발달하고, 다른 정수식물보다 식물체에 질소의 함유량이 높아(Fredickson and Reid, 1988; Esselink *et al.*, 1997) 수면성 오리등 야생동물의 주요 먹이원이다(Fredickson, 1991). 우리나라에서는 낙동강 하구 습지에 새섬매자기와 같은 고랭이속인 세모고랭이가 대규모로 서식하고 있으며, 이를 고니가 주로 섭식하고 있다(윤, 1987; 김 등, 2005).

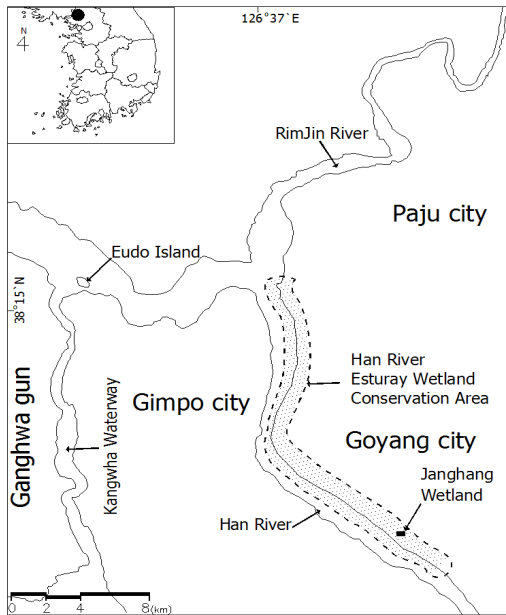


Fig. 1. Map showing the studied area

2. 연구방법

2.1 습지 내 경쟁종의 개체군 특성 분석

새섬매자기 개체군과 경쟁하는 식물종은 그 개체군과 함께 혼생하거나 인접하여 나타나는 수생

식물 중에서 그 면적이 현재 확장되고 있는 정수 식물(한국어린이식물연구회, 2005)이다. 선정된 종은 갈대(*Phragmites australis*), 줄(*Zonia latifolia*), 세모고랭이(*S. triqueter*), 애기부들(*Typha augustifolia*), 도루박이(*S. radicans*) 등 5 종이다.

개체군 특성을 파악하기 위하여 분석한 항목은 지상부 높이, 지상부 물질현존량, 땅 속에서 무성 번식할 때 이용하는 지하경의 1년 신장길이, 줄기 당 달려있는 평균 눈수, 눈이 달린 지상부 줄기의 최대높이를 측정하였다. 위의 3가지 항목은 개체군 재생과 관련된 항목이다. 조사 항목 중 식물의 지상부 높이(키)는 빛에 대한 경쟁에서 가장 중요한 항목이다(Tilman, 1988; Grime, 1979).

지상부 높이는 땅으로부터 나온 줄기의 높이를 현장에서 자로 측정하였으며, 1년 지하경신장거리는 삽으로 지상부와 지하부를 함께 파낸 후 물로 씻어 줄기와 줄기 사이의 거리를 측정하여 이로 간주하였고, 생물량은 영구방형구에서 지상부와 지하부를 채취하여 물로 세척한 후 85°C 건조기에서 48시간 건조시켜 물질량을 측정하였다. 토양이 퇴적되어 흠에 묻혔을 때 재생력을 파악하기 위하여 눈이 난 줄기의 최대높이는 토양으로 퇴적되어 식물체가 흠에 묻혔을 때 재생력을 알아보기 위하여 측정하였다.

야외 조사는 2004년 3월부터 2006년 11월까지 장항습지지역을 두루 답사하면서 새섬매자기 개체군이 나타는 곳에 영구방형구(1m x 1m)를 20개 설치하고 실시하였고, 개체군 특성 분석에 사용된 개체수는 종마다 20개체이다.

2.2 토양퇴적에 대한 새섬매자기 개체군 쇠퇴 반응

새섬매자기 개체군이 분포하는 곳 중 수변부에서 물의 흐름으로 인하여 토양이 퇴적이 되지 않는 얇은 곳(토심 10cm 이하, 대조구)과 하천둔치부에서 위치하고, 토양 퇴적으로 토심이 깊은 곳(15cm 이상, 비교구)에서 방형구(1mx1m)를 설치하고 식물활력(plant performance)과 관련된 생

유영한

육항목을 측정하여 비교하였다. 측정한 생육항목은 단위면적당 줄기수, 지상부와 지하부 생물생산량, 익은 씨와 쪽정이 수, 땅속의 지하경의 신장거리, 땅속덩이줄기 수를 각각 측정하였다. 땅속덩이줄기는 피경을 깨내었을 때 흰색을 띄는 것을 당해연도(1년생), 검은 색은 2년 이상이 된 것으로 간주하였고, 그 외 개체군과 관련된 나머지 조사방법은 2.1의 것과 같다.

2.3 땅속덩이줄기의 정상적 분포

새섬매자기 개체군이 토양이 퇴적되지 않고, 정상적인 조건에서 땅속덩이줄기의 토심분포를 알아보기 위하여 2005년 9월에 피경을 온실로 옮겨와 물통(100cm x 100cm x 50cm)에 흙을 50cm 깊이로 담고, 피경을 파종하여 2006년 11월에 토양 깊이별(5cm 단위)로 수확한 후 맹아의 출현 수를 계수하여 분석하였다.

2.3 통계처리

종간 다중 비교는 ANOVA처리 후 Fisher's exact test로, 토심 간 비교는 T-test로 각각 처리하였고(Zar, 2001), 모든 통계는 Statistica (stasoft co., ver 6.0)를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 새섬매자기와 경쟁종의 개체군 특성

식물의 키는 갈대(230cm) > 줄(180cm) > 애기부들(160cm) > 세모고랭이(120cm), 도루박이(110cm) > 새섬매자기(50cm) 순으로 낮아짐으로써 새섬매자기의 키가 경쟁하는 5종의 정수식물의 것보다 작았다(Fig. 2a). 경쟁하는 식물들은 새섬매자기보다 4.6-2.4배나 키가 컸다. 본 지역의 새섬매자기 키는 우포늪에서 보고된(서, 2007) 이와 유사한 분류군인 매자기 키(122.3cm)의 40%에 해당하는 것이다.

1년에 주변으로 번식하여 옆으로는 뻗어 나가 자라는 지하경의 길이는 세모고랭이(21cm)만이

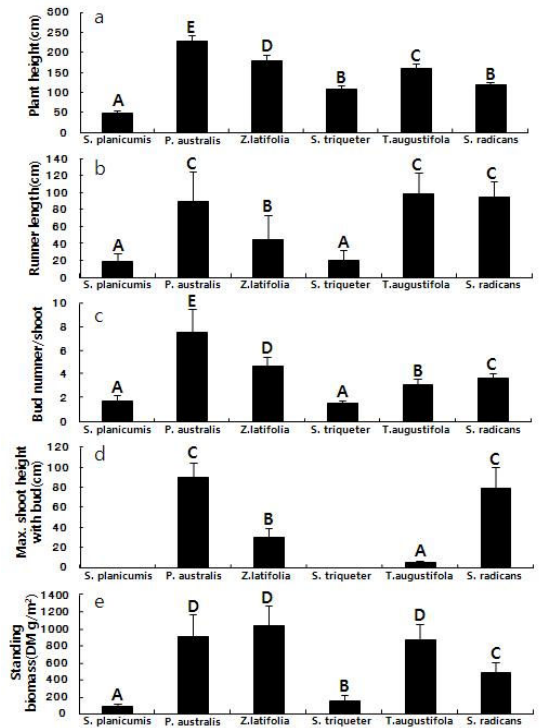


Fig. 2. Population characteristics of dominant hydrophytes, *Phragmites australis*, *Zonia latifolia*, *S. triqueter*, *Typha augustifolia*, *S. radicans* appeared with *Scirpus planiculmis* in Han River Wetland Conservation Area. Population characteristics are as followed: plant height(a), runner length(b), bud number per shoot(c), maximum shoot height with bud(d), standing biomass(e). Different capital letters above the graph indicate significantly different among species(p=0.05)

새섬매자기(19cm)와 차이가 없었고, 나머지 갈대(90cm), 줄(30cm), 애기부들(100cm), 도루박이(95cm)는 모두 새섬매자기보다 길었다(Fig. 2b). 줄기에 달린 눈의 수는 갈대(7.6개) > 줄(4.7개) > 도루박이(3.7개), 애기부들(3.2개) > 새섬매자기(1.8개), 세모고랭이(1.8개) 순으로 줄어들어, 역시 고랭이속 식물들이 다른 벼과식물보다 적었다(Fig. 2c).

눈이 달려 있는 최대 지상부 높이는 갈대

(91cm) > 도루박이(79cm) > 줄(30cm) > 애기부들(5cm) 순으로 낮았고, 고랭이속 식물인 세모고랭이나 새섬매자기는 지상부 줄기에 눈이 없었다(Fig. 2d). 줄기에 난 눈은 식물체가 옆으로 쓰러지거나, 줄기가 땅에 묻혔을 때 새로운 싹이 나고 새로운 개체로 발전할 수 있어 하천변 식생에서 나타나는 중요한 전략이다. 우리나라와 같이 여름철에 집중호우나 하천변 범람으로 인하여 하천변에 범람이 일어나거나 침식, 혹은 퇴적이 되더라도 눈이 줄기에 달려 있으면 식물체의 지상부가 살아남을 가능성이 높다는 것을 의미한다(Lieffers and Shay, 1982). 따라서 줄기에 눈이 많고, 높은 줄기에도 눈이 달린 갈대, 도루박이, 줄은 우리나라의 하천환경에 적응한 종이라 할 수 있으며, 상대적으로 눈이 적고, 줄기에 눈이 없는 세모고랭이나 새섬매자기보다 경쟁적으로 우세하다고 할 수 있다.

한편 식물현존량은 줄(1040 DM g), 갈대(920 DM g) > 애기부들(870 DM g) > 도루박이(490 DM g) > 세모고랭이(150 DM g) > 새섬매자기(90 DM g) 순으로 감소하였다(Fig. 2e). 이와 같이 새섬매자기의 생물량이 다른 식물보다 적은 것은 다음과 같이 해석할 수 있다. 새섬매자기가 다른 식물보다 키가 작아 피복되어 광합성에서 불리하고, 지하경의 길이가 짧아 멀리까지 뻗어나갈 수 없어 공간적인 세력 확장이 어렵고, 눈의 수도 작아 좋은 환경조건이 되었을 때 눈이 많이 달린 다른 식물보다 개체군 성장이 더디기 때문이라고 판단된다. 결과적으로 현존생물량은 개체군 특성이 반영된 종합적인 지표라고 보면(Barbour *et al.*, 1980), 새섬매자기는 한강하구에서 공존하는 다른 정수식물보다 매우 불리한 개체군 특성을 가지고 있고 그 결과 경쟁에서 지게 되어 서식지가 감소하는 것으로 해석된다.

이 결과를 가지고 이들 식물의 변화를 예측해보면, 한강하구의 장항습지에서 줄, 갈대와 애기부들의 면적이 지속적으로 증가하고, 도루박이나 세모고랭이는 앞의 세종의 증가로 인하여 그 면적이 일정하고, 새섬매자기는 더욱 감소할 것으로 판단

된다. 현재 새섬매자기 군락이 한강하구에서 물가에 소규모로 분포하는 것은 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.

세모고랭이와 새섬매자기는 다른 정수식물보다 야생동물의 먹이로 많이 이용되고 있다. 그런데 본 연구와 같이 대부분의 하천변에서 이 두 식물은 우리나라의 우점종인 갈대나 부들 등 다른 벼과의 정수식물과의 경쟁에서 불리하기 때문에 서식지의 면적이 적은 것은 흔한 현상으로 판단된다. 특히 갈대는 습지로부터 건조한 쓰레기 매립지까지 폭넓게 분포하는 특징을 가지고 있어(개인적 관찰), 본 지역이 토양이 퇴적되어 육상화가 진행될 수록 그 점유면적은 매우 빠르게 증가할 것으로 예측된다.

따라서 한강하구에 있는 정수식물종을 적절히 통제하여야만 새섬매자기 군락의 개체군을 유지할 수 있고, 나아가서는 그 면적이 줄어드는 것을 예방할 수 있을 것으로 판단된다.

3.2 퇴적 깊이에 따른 새섬매자기 개체군의 특성 변화

새섬매자기 개체군의 속성은 퇴적이 적은 곳(지상부가 15cm 이하인 곳)과 퇴적이 많은 곳(지상부가 20cm 이상)간에 차이가 크게 나타났다(Figs. 6-10). 퇴적이 많이 된 곳은 적게 된 곳보다 단위면적당 살아있는 줄기수는 적고(292:320), 죽어있는 줄기수는 오히려 더 많았다(36:2.8)(Fig. 3a).

현존생물량은 줄기수의 경향성과 유사하게 토심이 깊은 곳이 182g/m²로서 얇은 곳(371g/m²)보다 절반이하로 적어졌다(Fig. 3b).

성숙한 종자생산수는 현존생물량이나 줄기수에 비례하여 깊은 곳에서 자라는 개체군이 얇은 곳에서 자라는 것보다 현저하게 낮았으며(4.8:160), 그 반대로 미성숙한 씨의 수는 128개/m:16개/m로 깊은 곳이 월등하게 높았다(Fig. 3c). 이것은

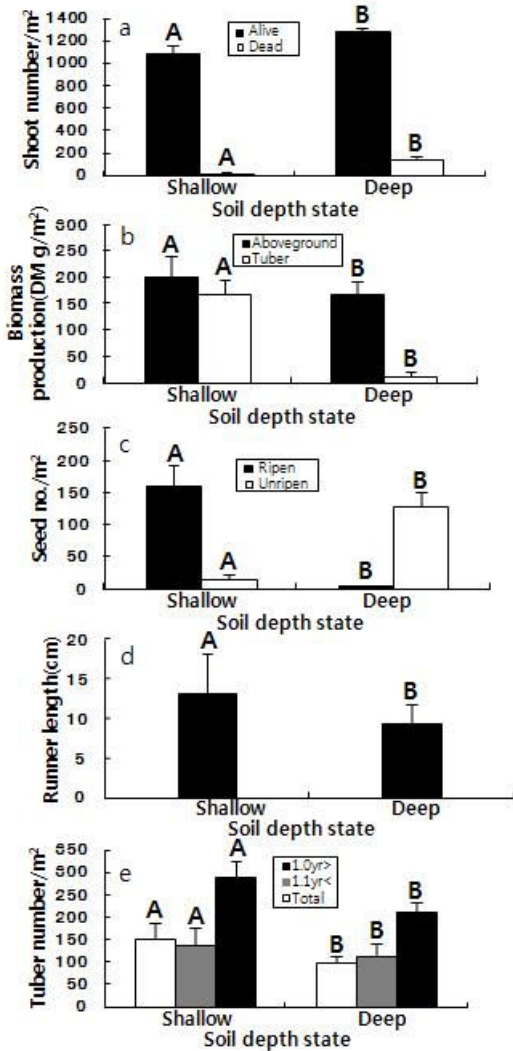


Fig. 3. Differential population performance of *Scirpus planiculmis* between shallow soil and deep soil habitat. Population performance items are as followed: shoot number(a), biomass production of aboveground and tuber (b), ripen or unripen seed number(c), lateral runner length(d), tuber number(e). Different capital letters above the graph indicate significantly different between soil depth state($p=0.05$)

깊은 곳이나 얇은 곳이나 열매를 맺는 수(개화율)은 비슷하지만, 종자의 성숙과정에서 필요한 광합

성산물이 토심이 깊은 곳의 새싹매자기 개체군에서 살아있는 잎과 줄기가 적어 제대로 동화작용을 하지 못한 원인으로 해석된다.

새싹매자기는 토심이 깊어지면 땅속으로 번식하는 줄기거리는 얇은 곳보다 짧아졌다(9.5:13.3)(Fig. 3d) 이와 같이 토심이 깊으면 줄기가 옆으로는 뻗는 것이 약해지는 것은 부드러운 땅속 줄기가 토양압력으로 영향을 받기 때문으로 판단된다.

땅속덩이줄기수는 흙이 퇴적되면 흙층이 깊어지면서 그 수가 크게 감소하였다(200:290)(Fig. 3e)

이상의 결과를 정리하면, 새싹매자기는 토양이 퇴적이 되면 포기당 싹눈수와 땅속으로 퍼지는 번식거리가 줄어들고, 살아있는 줄기는 적고, 죽은 줄기가 많고, 열매가 잘 안 생기고, 쪽정이가 많아 지상부(168:203)와 덩이줄기(14:18)의 생장이 감소하여 생산성(73-83%)이 낮아져 결과적으로 개체군의 쇠퇴를 초래하는 것으로 판단된다. 이러한 결과는 최등(2000)과 Kazuo and Kawashima (1992) 등이 밝힌 바와 같이, 퇴적으로 인하여 토양무게가 증가되어 압박함으로써 땅속덩이줄기의 생장이 불량하고, 땅속줄기의 신장이 잘되지 않아서 생기는 결과로 판단된다. 따라서 퇴적은 새싹매자기 개체군이 쇠퇴하는 주요한 요인으로 판단된다. 특히 퇴적이 많이 될수록 땅속줄기의 덩이줄기수가 적고 철새들이 좋아하는 1년생의 덩이줄기가 줄어들었다.

3.3 새싹매자기의 복원 실험

덩이줄기가 분포하는 깊이와 일치하는 땅속줄기는 토심 1-15cm까지 나타났는데, 주로 표층인 6-10cm에 집중분포(69%)하고, 그 나머지는 3%에 불과하였다. 특히 16cm 이상에서는 전혀 분포하지 않았다(Fig. 4). 이러한 결과는 두 가지 측면에서 중요하다. 하나는 새싹매자기 덩이줄기의 분포 토심이 원래 얇다는 것이다. 그리고 현재 한강 하구에서 새싹매자기가 서식하고 있는 곳은 원래

새섬매자기가 선호하는 것보다 토양 퇴적과 같은 요인으로 토심이 깊어졌다는 것을 의미한다. 본 연구에서 토심이 얇은 곳도 15cm라는 점을 감안하면 현재 한강하구의 새섬매자기 서식지는 토양 퇴적이 상당히 진행되어 지속적으로 흙 속에 파묻히고 있는 것으로 판단된다.

이러한 토양의 퇴적은 새섬매자기가 정착한 후 한강하구보다 위쪽인 심곡수중보가 건설되어 결과적으로 물의 흐름이 약해져 그 결과 침식작용이 줄어들어 현재 새섬매자기 서식지의 퇴적이 진행되고 있는 것으로 판단된다.

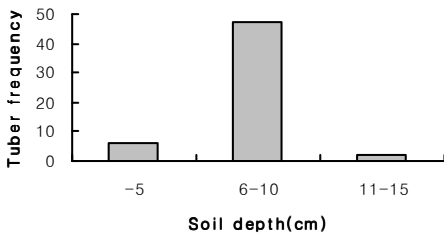


Fig. 4. Appearance frequency of tuber of *Scirpus planiculmis* according to soil depth in laboratory condition

3.4 새섬매자기개체군 유지 및 복원 관리 방안

철새나 고라니 등 야생동물이 가장 좋아하는 새섬매자기를 한강하구에서 지속적으로 유지보전하기 위해서는 무엇보다도 새섬매자기 개체군 서식지에 흙이 퇴적되지 않도록 관리하는 전략이 요구된다. 새섬매자기의 지하경의 증식이나 생육을 위해서는 쟁기질과 방법이 있으나(Kelly et al., 1993), 새섬매자기가 살고 있는 곳은 다른 수생식물과 버드나무류가 높은 밀도로 넓게 분포하고 토양층이 약하기 때문에 쟁기를 끌 수 있는 경운기나 트랙터와 같은 농기계의 출입이 불가능하다.

따라서 원래 하구역의 기능이 회복되도록 새섬매자기가 사는 서식처 주변으로 물이 흐르게 하는 물길(수로)을 만들어 퇴적된 토양이 제거되어 침식되는 환경을 유도하고, 새섬매자기가 없거나 밀도가 낮은 곳에는 땅속덩이줄기를 이식하여 복원하는 방안이 합리적이라 판단된다(Clevering and

Gulik, 1997).

이러한 물길조성과 함께 서식처에서 새섬매자기와 경쟁관계에 있는 초본식생인 갈대, 애기부들이나 줄의 지상부를 제거하여 이들 정수식물의 생육을 억제하여 새섬매자기의 생육을 높이는 관리방안이 필요하다. 경쟁종 식물의 지상부 예취시기는 7월 하순에서 8월 초순이 적합하다. 연한 식물의 새순을 먹을 수 있는 겨울철새를 고려한다면 이보다 늦은 시기도 가능하나, 8월 초순이 지나면 새섬매자기는 영양생장과 생식생장이 끝나기(서, 2007) 때문에 경쟁종 제거의 효과는 적을 것으로 사료된다.

보다 더 완전한 생태학적 복원을 위해서는 새섬매자기 서식지의 물과 토양에 대한 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

국립환경과학원. (2005) 10년(1995-2004) 전국 겨울철 철새동시 센서스. 환경부.

국립환경연구원. (2005) 2004 한강 하구역생태계 정밀조사.

김구연, 이찬우, 윤해순, 주기재. (2005) 낙동강 하구의 수생관속식물의 분포변화와 수금류(고니류)의 먹이식물인 세모고랭이의 성장 변화. 한국생태학회지 28(5):335-337.

서해란. (2007) 우포늪 연안대에서 매자기의 화력학과 개체군 변화. 경상대학교 교육대학원 석사학위논문. 31pp.

손영걸, 최성환, 김시론, 박언정, 박동만, 이중주. (2003) NaCl에 의한 새섬매자기와 벼의 무기이온 및 유리아미노산 함량 영향. 한국작물학회지

양항승, 전재철, 문영희. (1978) 서해안 간척답에 있어서 다년생잡초 매자기 방제에 관한 연구. 한국작물학회지.

양해경, 김옥경. (1992) 매자기 괴경의 발아에 미치는 환경요인들. 한국작물학회지 127:128.

윤해순. (1987) 낙동강하구에서의 수금류 먹이식물

- 의 현존량과 이용에 관한 연구. 경희대학교 박사학위논문. 133 p.
- 이강수, 한규홍, 박성홍, 최선영. (1991) 간척지 우점잡초 새섬매자기의 생육습성. 한잡초지 11:111-121.
- 이창희, 이병국, 유혜진. (2001) 하구/석호 육해전 이수역 통합환경 관리 방안 연구. 한국환경정책 평가연구원. 284 p.
- 최성환, 손영길, 주경섭, 최주호, 김만호, 유용만, 이중주. (2000) 새섬매자기의 출아 및 생육특성. 한잡초지 20:276-283.
- 한국어린이식물연구회. (2005) 한강하구 관리방안. 고양시.
- 환경부. (2005) 도서, 연안 생태축 보전방안.
- 황인택, 최정섭, 유창모, 김진석, 조광연. (1994) 새섬매자기의 출아 특성과 제초제 스크리닝을 위한 구경의 보관방법. 한잡초지 14:252-257.
- Amat,J.A., (1986) Some aspects of the foraging ecology of a wintering Greylag Goose anser anser population. Bird Study 33:74-80.
- Barbour,M.,J. Burk, and W. Pittis. (1980) Terrestrial plant ecology. Menlo Park, CA:Benjamin/Cummings Publishing Company. 635 p.
- Clevering,O.A., Blom,C.W.P.M and van Vierssen,W., (1996) Growth and morphology of *Scirpus lacustris* and *Scirpus maritimus* seedlings as affected by water level and light availability. Func. Ecolo. 10:289-296.
- Clevering,O.A & Wilma M.G. van Gulik. (1997) Restoration of *Scirpus lacustris* and *Scripus maritimus* stands in a former tidal area. Aquatic Botany 55:229-246.
- Esselink,P.,G.J.F. Helder,a,B.A. Aertsc and K. Gerdse. (1997) The impacts of grubbing by greylag geese on the vegetation dynamics of a tidal marsh. aquatic Bot. 55: 261-279.
- Fredrickson,L.H, F.A Reid. (1988) Nutritional values of waterfowl foods. Waterfowl management handbook. Fish and Wildlife leatlet 13.
- Fredrickson.L.H. (1991) Life history strategies and habitat needs of the Northern Pintail. Waterfowl management handbook. Fish and wildlife leaflet 13.1.3
- Grime,J.P. (1979) Plant strategies and vegetation process. Chichester:John Wiley & Sons.
- Kazuo,C. and C. 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.
- Kelley,J.R.Jr.,M.K.Laubhan,F.A.Reid,J.S.Wortham and L.H. Fredrickson. (1993) Options for waterlevel control in developed wetlands. Waterfowl management handbook. Fish and Wildlife Leaflet 13.4.8
- Lieffers,V.J. and Shay,J.M. (1982) Distribution and variation in growth of *Scirpus maritimus* var. *papudosus* on the Canadian prairies. Can.J. Bot. 60:1938-1949.
- Tilman,D. (1988) Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities. Princeton university press. 381 p.
- Zar,J.H. (2001) Biostatistical analysis. Second ed: Prentice-Hall. 718 p.