

태안반도 신두리 사구습지 (두웅습지) 자연생태계 조사보고서



2002. 8.

**환경부 자연정책과
국립환경연구원 생물다양성연구부**

생태계조사 참여 전문가

전문분야	담 당	소속 및 직위
조사단장	이인규	(전)국립환경연구원 생물다양성 센터장
지 형	서종철 윤광성	국립환경연구원 생태조사단 책임연구원 국립환경연구원 생태조사단 연구원
식 생 식물상	유영한 송민섭 노환춘	국립환경연구원 생태조사단 책임연구원 국립환경연구원 생태조사단 연구원 국립환경연구원 생태조사단 연구원
식 물 성 플랑크톤	이진환	상명대학교 생물학과 교수
저서성 대형무척추동물	원두희 염진화	국립환경연구원 생태조사단 책임연구원 국립환경연구원 생태조사단 연구원
육상곤충	조영복 김도성	한남대학교 자연사박물관 한남대학교 자연사박물관
어 류	채병수 윤희남	국립환경연구원 생태조사단 책임연구원 국립환경연구원 생태조사단 연구원
양서·파충류	심재한 이상철	서울대학교 환경계획연구소 선임연구원 서울대학교 환경계획연구소 연구원
조 류	김창희 강종현	국립환경연구원 생태조사단 책임연구원 국립환경연구원 생태조사단 연구원

목 차

I. 서론

II. 지형 분야

III. 식생 및 식물상 분야

IV. 식물성 플랑크톤 분야

V. 저서성 대형무척추동물 분야

VI. 육상곤충 분야

VII. 어류 분야

VIII. 양서·파충류 분야

IX. 조류 분야

X. 종합 평가

I. 서 론

1. 조사목적

환경부는 2001년에 신두사구와 송죽사구 등의 정밀조사를 비롯해 전국의 해안선에 분포하는 해안사구를 조사하였다. 그 결과 조사대상지역인 신두사구는 사구지형이 다양하고 사구 동·식물의 생태계가 안정되어 있으며, 해안초지사구, 삼림사구, 사구습지 등 사구내 서식지의 다양성이 확인되었다. 따라서, 이를 토대로 신두사구 지역을 생태계보전지역으로 지정하고자 하였으나 자연성이 뛰어난 신두사구의 북쪽 일부 지역이 문화재청에 의해 천연기념물로 지정(2001. 11.)됨에 따라 지정계획이 철회되었다. 그러나, 두웅습지와 같이 해안사구의 생태계를 유지하기 위해 필수적인 일부 사구습지들이 천연기념물로 고시된 지역에서 제외되어 있어 습지의 훼손이 우려되고 있다.

따라서, 본 조사는 두웅습지와 두웅습지 인근의 사구지대에 산재하는 소규모 인공 및 자연습지를 중심으로 지형경관과 동·식물생태계의 현황을 조사하고, 사구습지와 습지생태계에 영향을 줄 수 있는 위해요소를 파악함으로써, 습지보호지역으로의 지정 타당성을 검토하고, 지정시 대상 범위를 제시하며, 습지보전 및 관리방안을 수립하고자 실시되었다. 현지조사는 2002년 5월 31일에서 6월 9일까지 실시되었으며, 지형경관, 식생, 동·식물상의 9개 분야에 걸쳐 조사하였다.

2. 조사지역 개 관

조사대상인 두웅습지는 신두사구 내에 위치하는데, 신두사구는 행정구역상으로 충청남도 태안군 원북면 신두리에 속하며, 지리적으로는 북위 $36^{\circ} 49' - 36^{\circ} 52'$, 동경 $126^{\circ} 10' - 126^{\circ} 14'$ 사이에 포함된다. 신두사구의 규모는 해변의 길이가 약 3.4km이고, 폭이 약 200m에서 1.3km에 이른다. 조사대상인 두웅습지는 신두사구의 남쪽에 위치하며 수면부의 규모가 가로세로 $150 \times 90m$ 정도로서 전체 사구면적의 0.5% 미만에 불과하다(그림 I-1). 사구지대의 남부는 곰솔과 아까시나무로 피복된 삼림지대이고 중앙부와 북부는 초지와 삼림 지대로 구성되어 있다. 북쪽의 전면부는 대체로 잘 보존이 되어 있으나, 택지조성을 위해 전면의 전사구 일부가 훼손되었고 후면에는 농경지 개발 등에 의해 훼손이 이루어지고 있다. 중앙부와 남쪽에는 도로와 건물이 건설되었거나 건설 중이며, 남쪽 해안은 석축이 설치되어 전사구가 파괴되어 있는 상태이다.

신두사구는 겨울철 북서풍의 영향과 주변의 넓은 모래갯벌과 해변이 있어 사구가 형성되기에 좋은 조건을 가지고 있다. 신두사구에는 전사구, 사구습지, 바른한형

사구 등 다양한 지형이 나타나며, 북부에는 전사구의 고도가 상대적으로 높으며, 취식와지 등 다양한 지형들이 잘 발달되어 있다.

최근에 왕소똥구리와 멸종위기인 금개구리의 서식이 발견되는 등 자연성과 생태계가 우수한 것으로 판단되어 2001년 11월에 천연기념물 제431호, ‘태안신두리해안사구’로 지정되어 보존되고 있다.

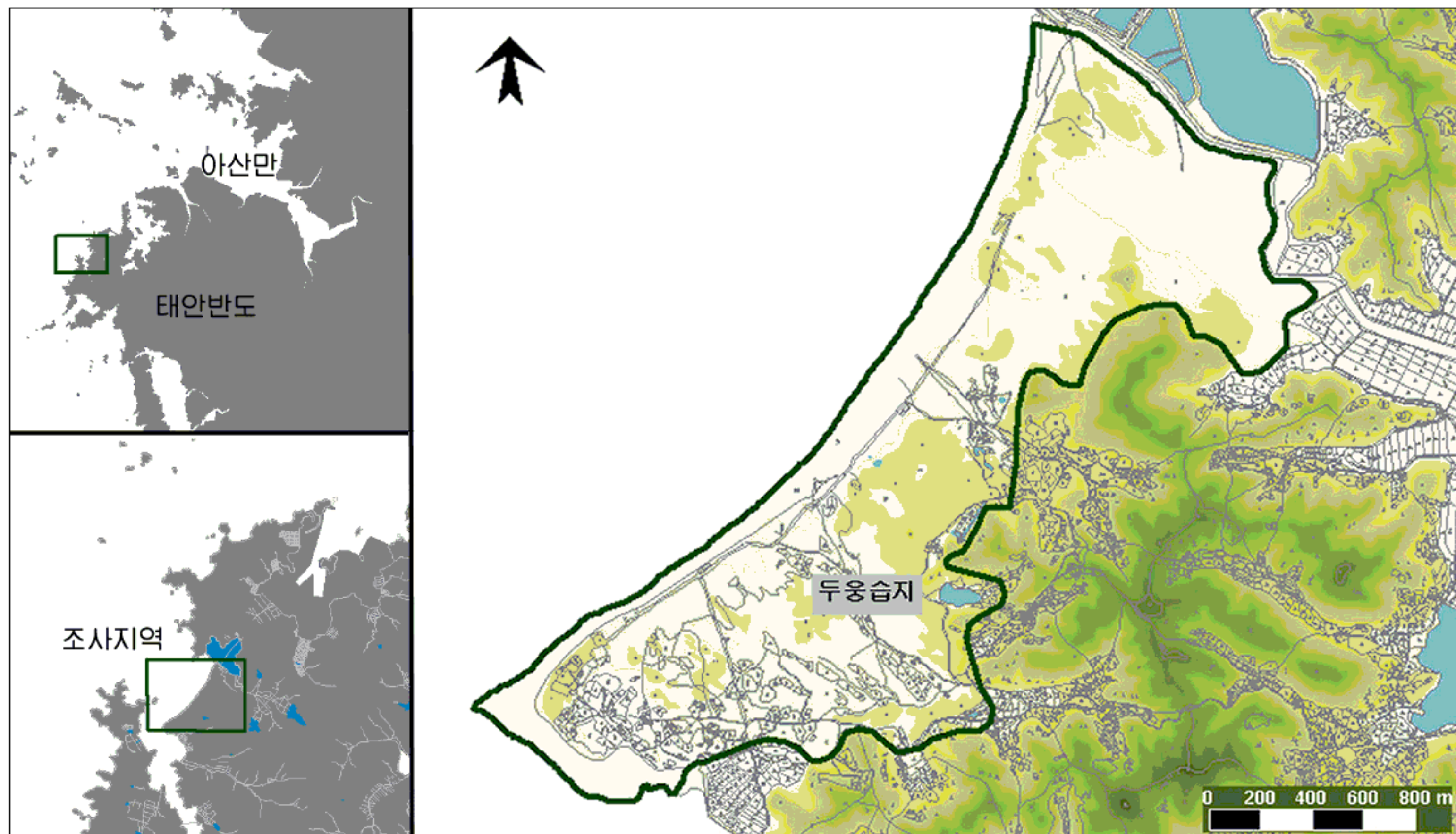


그림 1-1. 신두사구와 두웅습지의 위치

3. 주요 조사 결과

3.1 지형 분야

신두리 해안을 포함한 태안반도 서부지역 일대는 선캠브리아기의 서산층군에 속하는 퇴적암계열의 변성암으로서, 지상에 노출되어 있는 노두에서도 신선한 암석의 조직을 관찰하기 어려울 정도로 풍화가 많이 진척되어 있으며 심층풍화로 인해 토양층이 두껍게 형성되어 있다. 신두리 해안사구지대 퇴적물의 평균입도는 2.13ϕ 이고, 입경별 구성비는 세사와 중세사가 98% 이상을 차지한다. 퇴적물의 퇴적환경을 나타내주는 분급은 양호(well sorted) 내지 약간양호(moderately well sorted)에 해당되며, -1ϕ 이상의 자갈(granule)은 나타나지 않고 4ϕ 이하의 미사(silt)와 점토(clay)의 구성비가 1% 미만으로서 퇴적환경이 매우 균일하였음을 보여준다. 서산지역의 연평균 기온은 11.8°C 이고, 연강수량은 1,232mm로서 우리나라의 평균 강수량과 비슷하다. 강수의 하계집중율(6-9월)이 65% 정도로 보통이었고, 겨울철과 봄

철이 강수량이 적어 봄철 식물생장기에 수분 부족의 우려가 높은 지역이다.

자연상태의 신두리 사구지대는 식생피복과 지형에 의해 삼림사구지역(forested dune area), 사구초지지역(grassland dune area), 그리고 사구습지지역(wet dune area)으로 구분된다. ‘삼림사구지역’은 전사구보다 후면인 육지 쪽에 형성되어 있으며, 대부분 식재된 곰솔과 아까시나무가 우점한다. ‘사구초지지역’은 삼림사구지역의 전면에 있는 전형적인 초지생태계로서, 식생은 대부분 사구 고유종인 건성식물과 중생식물로서 벼과와 사초과의 초본류가 우세하게 나타나고, 해당화와 순비기나무와 같은 관목도 군락 형태로 존재한다. ‘사구습지지역’은 지하수면이 지표면과 근접해 있거나 지표면 위로 노출되어 있는 곳에서 나타나며, 일시적이거나 영구적으로 물에 잠겨있는 사구지대 내의 습윤슬랙(또는 습윤사구저지)과 사구지대 후면의 사구배후호 등이 모두 포함된다. 초본류의 중생식물과 습지식물이 자라고 있거나 수생식물이 우점하고 있어 삼림사구지역뿐만 아니라 사구초지와도 외관상 뚜렷이 구분된다. 이 지역은 사구지대 살고 있는 생물들에게는 수분 공급원이 되며, 일부 양서류와 곤충류의 산란지와 서식지이기도 하다. 조사대상인 두웅습지와 인근의 습지들은 모두 이 범주에 속한다.

사구지형은 발달단계에 따라 전사구(foredune)를 포함한 1차사구(primary dune)와 전사구 후면에서 배후산지 사이에 발달되어 있는 2차사구(secondary dune)로 구분되며, 안정상태에 따라 침식과 퇴적의 변화가 큰 곳에서 나타나는 이동사구와 변화가 일어나지 않는 고정사구로 구분되고, 식생피복 상태에 따라 식생이 덮여 있는 식피사구와 그렇지 않은 미식피사구로 구분된다. 조사결과 신두리 사구지대에서 출현하는 지형은 4개 범주의 총 23가지 정도로 분류할 수 있었다. 신두리 사구지대는 오랜 기간 자연상태를 유지해 왔기 때문에 다양한 지형이 존재하지만, 최근 퇴적환경의 변화로 인해 미식피사구 즉 이동사구의 분포면적이 점차 감소해 가고 있는 추세에 있다.

해안사구는 해양과 육지, 해변과 사구사이의 물리적인 모래교환 및 퇴적물 유출입을 통해 해수에 포함되어 있는 영양소를 공급하여 식생의 성장을 돕고, 사구침식으로 다량의 사구생물의 유체가 분해되면서 생기는 유기영양소가 포함되어 있어 해안지역의 생물에 영양분을 제공하는 해안유지기능을 갖고 있다. 이러한 구성물질이 가지는 물리적인 특성뿐만 아니라 해안사구에서 정착해서 사는 사구식생은 갯벌과 더불어 폭풍이나 해일로부터 해안지역을 보호하는 역할도 하고 있다. 하지만, 석축이나 방파제와 같은 인위적인 간섭에 의한 인공구조물은 해안선의 침식을 더욱 심화시키고 있는 실정이다.

해안사구지대는 강한 해풍과 염분, 척박한 영양분, 강한 햇빛, 부족한 수분 등 악조건을 제공하며, 끊임없이 움직이는 모래는 독특한 환경조건을 제공하여 다양한 사구식생과 생명체의 서식처로 생물다양성이 높게 나타난다. 또한 육지와 해양 사이에 투수성이 높은 모래로 이루어져 있어 육지에서 해양으로 유출되는 담수가 해수

로 인해 차단되어 다량의 지하수의 형태로 이루어져 있다. 사구를 통해 흘러 들어간 담수는 지하수의 수위를 높여 염수가 육지 쪽으로 밀려들어와 지하수가 오염되는 것을 막아 해안사구지대 후면에 거주하는 주민들의 지하수로 이용되고, 사구 내에 다양한 습지를 형성시킨다. 두웅습지는 이러한 지하수면이 사구지대의 저지에 노출되어 있는 것이다.

서해안 고속도의 개통으로 태안반도일대는 더욱더 많은 관광객들이 찾고 있으며, 해안사구의 지형적, 생태적 가치가 알려진 후 아름다운 사구를 찾고자하는 관광객 또한 점차 증가하고 있다. 앞으로의 관광문화가 보고 즐기는 것에서 체험하고 느끼고 배우는 생태학습이 중요하게 될 것임을 감안한다면 천수만이나 가로림만의 갯벌과 더불어 수 십개의 해안사구를 보유하고 있고, 신두리사구와 같이 다양한 지형과 습지, 동식물 생태가 잘 보존되어 있는 태안지역은 중추적인 해안생태관광지로 자리잡을 것으로 판단된다.

3.2 식생 및 식물상 분야

2002년 6월에 충청남도 태안군 원북면 신두리 소재의 두웅습지와 그 주변 일대의 식생을 식물사회학적인 방법으로 조사하여 식생도를 작성하고, 식생형을 동정하였고, 식물상을 조사하여 목록을 작성하고 분석하였다. 그 결과 두웅습지 내 식생은 육상식물군락이 밭경작지, 초지군락, 소나무군락, 곰솔군락 등 5개형이 나타났다. 그 중 가장 넓은 면적을 차지하고 있는 것은 곰솔군락과 소나무군락으로 전체면적의 60%를 점유하였고, 식생평가등급과 녹지자연도 등급이 매우 높았다. 수생식물군락은 침수형의 붕어마름군락과 부엽형의 애기마름군락, 수련군락과 정수형의 줄군락, 겨풀군락, 큰고랭이군락, 매자기군락, 갈대군락과 제방식생의 쉼사리군락, 이삭사초군락 등 10개형으로 나타났다. 이들 식생은 수심이 깊은 곳으로부터 제방을 향하여 대생적으로 분포를 하고 있었다. 특히 붕어마름군락과 애기마름군락은 두웅습지 면적의 60%를 점유하고 있는 대표적 식생형으로 나타났다. 이러한 두웅습지의 수생식물군락은 신두리사구의 다른 곳에서는 거의 발견이 되지 않고 있으므로 그 자연적 가치가 크다고 판단된다. 식물상은 두웅습지와 습지주변에서 207분류군이 발견되었는데, 사구지표식물이 11분류군, 수생식물이 20분류군, 귀화식물이 15분류군으로 구분되었다.

3.3 식물성 플랑크톤 분야

2002년 6월에 충청남도 태안군 원북면 신두리의 두웅습지에서 3개의 조사정점의 표층과 저층에서 식물성 플랑크톤군집에 대한 조사를 실시하였다.

두웅습지에서 출현한 식물플랑크톤 군집은 총 70분류군으로, 녹조류 35분류군, 돌말류 21분류군, 유글레나조류 8분류군, 남조류 4분류군, 편모조류 2분류군으로 구성되어 녹조류가 가장 많이 출현하였고, 현존량 비율은 녹조류(68.25%)가 가장 높

은 비율을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 현존량은 평균 $27.70 \times 10^6 \text{ cells/}\ell$ 로 비교적 높은 현존량을 보였고, 표층에서 평균 $24.10 \times 10^6 \text{ cells/}\ell$, 저층에서 평균 $31.31 \times 10^6 \text{ cells/}\ell$ 로 표층보다 저층이 높은 양상을 보였다. 또한 조사정점별로는 동단이 평균 $21.88 \times 10^6 \text{ cells/}\ell$, 서단이 평균 $33.26 \times 10^6 \text{ cells/}\ell$, 북단이 평균 $27.97 \times 10^6 \text{ cells/}\ell$ 로 동단이 가장 낮은 현존량을 보였고, 서단이 가장 높은 현존량을 보였다.

식물성 플랑크톤의 보편종은 녹조류인 *Ankistrodesmus falcatus*(5.77%), *Kirchneriella lunaris*(8.65%), *Quadrigula* spp.(8.77%), *Scenedesmus* spp.(10.69%)와 남조류인 *Microcystis* sp.(17.09%)로 나타났고, 조사정점간 우점종의 변화는 *Microcystis* sp.가 동단의 저층에서 17.18%, 서단의 표층에서 29.89%, 북단의 저층에서 31.34%로 제 1우점종을 차지하였고, *Scenedesmus* spp.는 동단의 표층에서 12.15%, 북단의 표층에서 13.12%로 제 1우점종을 차지하여 본 조사의 대표종으로 분류되었다.

3.4 저서성 대형무척추동물 분야

2002년 5월 30일에서 6월 5일에 걸쳐 태안 신두리 일대의 사구배후습지인 두웅습지와 그 일대의 습지에서 총 9개의 조사지점을 선정하여 저서성 대형무척추동물에 대한 정성적인 채집을 실시하였다.

이 조사에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 총분류군은 3문 4강 10목 24과 49종으로 나타났다. 출현한 저서성 대형무척추동물 중에서 비곤충류는 6종이 출현하였고, 수서곤충류는 하루살이류 1종, 잠자리류 13종, 노린재류 7종, 딱정벌레류 15종, 파리류 6종 및 날도래류 1종, 딱정벌레류 1종 및 파리류 16종으로 총 43종이 출현하였다. 출현종수는 전체적으로 딱정벌레류가 30.6%, 잠자리류가 26.5%, 노린재류가 14.3%, 파리류가 12.2% 등의 순으로 나타났다. 각 조사지점별 출현종수는 두웅습지(지점 1)에서 33종, 지점 3에서 19종, 낭배곶에 위치한 습지(지점 2)에서 17종의 순으로 나타났다. 각 조사지점별 주요 분류군의 점유율 변동은 두웅습지(지점 1)에서는 딱정벌레류가 가장 높은 11종(33.3%)을 나타냈고, 지점 2에서는 딱정벌레류가 5종(29.4%)이, 지점 3에서는 잠자리류가 6종(31.6%)이, 지점 5에서는 잠자리류와 딱정벌레류가 각 4종(30.8%)으로 높은 출현점유율을 나타냈다.

두웅습지 및 이 일대의 사구배후습지에서 출현한 49종 중 상위의 10개의 종이 63%이상의 점유율을 나타냈는데, 모래무지물방개(*Ilybius apicalis*)가 10.7%, 밀잠자리(*Orthetrum albitylum speciosum*)가 9.8%, 물달팽이(*Radix auricularia coreana*)가 7.6% 및 노린재류인 송장헤엄치게(*Notonecta triguttata*)가 7.0%의 순으로 백분을 출현빈도를 나타내고 있다. 신두리 일대의 두웅습지(지점 1)와 지점 3에서 출현한 저서성 대형무척추동물 중 날개날도래(*Molanna moesta* Banks)는 사구배후습지를 특징지을 수 있는 지표종으로 볼 수 있다.

3.5 육상곤충 분야

충남 태안군 신두리 사구의 두웅습지 일대에서 지형의 특성에 따라 총 6개 지역을 선정하여 육상곤충에 대한 조사를 실시하였다. 채집은 주로 쓸어잡기(Sweeping method)를 실시하였으며, 나비류는 육안관찰을 통해 노트에 기재하였고, 토양에 살고 있는 곤충의 채집(Sifting)도 실시하였다. 조사결과 총 11목 43과 81종이 동정되었고, 문헌조사결과를 포함하면 총 11목 52과 110종이 이 신두리 지역에서 서식하고 있는 것으로 나타났다. 두웅습지 일대(Site 1)에서는 총 9목 23과 38종이 동정되었고, 우점종은 애긴노린재와 애기무당벌레로 나타났고, 2차 사구지역(Site 4)에서는 비교적 다양한 식생을 보여 총 9목 28과 38종이 관찰되었고, 우점종은 뜰길앞잡이였으며, 명주잠자리 성충과 유충인 개미지옥의 집단서식이 확인되었다. 1차 사구지역(Site 5)에서도 명주잠자리 유충인 개미지옥의 집단이 많이 관찰되었으며, 특히 큰조롱박먼지벌레가 서식하는 것으로 확인되었다. 최근 신두리 해안사구에 사라져가는 멸종위기종인 왕소똥구리(*Sacarabaeus typhon*)의 서식이 보고된 바 있었으나 지금은 이 지역에 소의 방목이 전혀 없어서 그 종의 실체를 확인하지 못하였다.

3.6 어류 분야

신두리 해안사구 지역의 두웅습지를 비롯한 인접 습지의 어류상을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 모두 5과 7속 9종의 어류가 서식하고 있었으며, 주요 어종은 발견되지 않았다. 전체적으로 어류상이 매우 빈약하였으며, 조사지점별로 우점종도 전혀 다르게 나타났다. 습지간의 공통종이 적고 서로 독립적인 어류상을 나타내고 있으므로 이들 습지의 어류상의 기원을 밝히는 것은 사구습지의 기원을 밝히는 데도 중요한 자료가 될 수 있을 것으로 생각되므로 이 지역의 습지가 잘 보전되어야 하고 추후의 연구가 이루어져야 할 것이다.

3.7 양서·파충류 분야

신두리 해안사구 지역 내 4개의 조사대상 습지지역에서 다음과 같은 결과를 얻었다. 총 8과 10속 14종이 확인되었으며, 14종 중에서 환경부 법적보호종은 ‘금개구리’, ‘맹꽁이’ 그리고 희소종인 ‘표범장지뱀’ 등 3종이 확인되었다. 각 조사대상지역별로 분석하여 보면 ‘금개구리’는 두웅습지(St. 2), 낭배골 습지(St. 1), 천연기념물 지역내 웅덩이(St. 3)에서 확인되었으며, 낭배골 습지에서는 우점종으로 서식하고 있었다. ‘맹꽁이’는 천연기념물 지역내 웅덩이에서만 발견되었으며, 작은 인공 습지 내에 2,000개체 이상의 유생을 확인할 수 있었다. 한편 희소종인 ‘표범장지뱀’은 군부대 소초 주변(St. 4)의 모래사장에서 발견되었으며, 이 주변 일대를 서식처로 사용하는 것으로 추정되었다.

개체군 밀도를 추정·분석한 결과 St. 1의 ‘금개구리’는 100m²당 10마리 정도로

서식밀도가 매우 높았으며, St. 2와 St. 4는 각각 0.4/100m²와 0.1/100m²로 St. 1에 비하여 밀도가 낮았다. 이는 수심이 매우 높고, 습지 주변에 양호한 수초대가 형성되지 않았으며, 개방수면이 많아 ‘금개구리’가 선호하는 서식지가 아니기 때문이라 판단된다(선호 수심은 30cm). 그러므로 ‘금개구리’의 개체군 밀도를 증가시키기 위하여서는 수변의 경사각을 낮추고, 수변 수초대를 조성하여 주는 것이 생물다양성을 증가시키는 방법이라 할 수 있겠다. 한편 St. 3에서만 확인된 ‘맹꽁이’는 100m²당 500마리 이상의 유생을 확인할 수 있었는데, 이 지역 주변 일대에서 ‘맹꽁이’가 서식하는 것으로 판단되며, 매우 양호한 산란장소로 이용되고 있었다. 그리고 “표범장지뱀”은 St. 4에서 100m²당 1마리 정도가 서식하는 것으로 추정되었다.

신두리 해안사구 내에 존재하는 습지는 항상 물이 고여있는 습지와 일시적으로 물을 머금을 수 있는 습지로 구별될 수 있다. 그러므로 양서류의 산란기에 항상 물이 고여있는 습지 내에 산란한 양서류는 완전히 발생을 마치고 육상으로 진출할 수 있으나, 일시적으로 물이 고여 있는 습지 내에 산란된 알은 물이 말라 건조화가 되면 발생도중 죽어 버리는 경우가 생기므로, 주변 습지의 확충이 절대적이다. 그러므로 천연기념물 지역 내에 있는 습지의 보전은 물론 천연기념물 지역 외에 존재하는 습지도 반드시 보전지역(완충대)로 지정되어 충분한 산란장소를 제공할 수 있는 Wetland corridor개념으로 서식처의 기회성을 주어야 한다.

3.8 조류 분야

조사지역의 생태계 특성에 따라 3개의 구역(두웅습지: site A, 습지주변: site B, 해안부근: site C)으로 나누어 조사했다. 두웅습지에서 관찰된 종은 31종 145개체, 두웅습지 주변에서 관찰된 종은 13종 43개체, 해안부근에서 관찰된 종은 17종 70개체이었으며, 전 조사지에서 관찰된 종은 모두 39종 258개체이었다. 이 일대에서 법적보호종인 천연기념물은 1종(붉은배새매 *Accipiter soloensis*)이었고, 환경부 멸종위기 및 보호종은 관찰되지 않았다. 법적보호종은 아니지만, 환경부 제2차 자연환경조사에서 선정한 특정종은 붉은배새매를 포함하여 검은등뺨꾸기 *Cuculus micropterus*, 뺨꾸기 *Cuculus canorus*, 두견 *Cuculus poliocephalus*, 파랑새 *Eurystomus orientalis*, 노랑때까치 *Lanius cristatus*, 개개비사촌 *Cisticola juncidis*, 피꼬리 *Oriolus chinensis*의 8종이 관찰되었다. 이 시기에 관찰된 종은 대부분 텃새 또는 여름철새로 우리나라에서 번식하는 종들이었다. 조사지에서는 급격히 감소되고 있는 종다리의 번식이 확인되었으며 이 종의 보호를 위해서는 신두리 사구가 보호되어야 할 것으로 생각된다.

II. 신두리 두웅습지 일대의 해안사구 지형

서종철 · 윤광성 (국립환경연구원 생태조사단)

1. 서론

우리나라 서해안에는 갯벌, 모래 해변과 함께 해안사구가 특징적으로 잘 발달되어 있으며, 특히, 태안반도 일대는 우리나라 전체의 30%에 해당되는 해안사구가 형성되어 있어 단일 군으로서는 해안사구의 최대 집중지역이다(환경부, 2002). 목록에 포함되어 있는 해안사구 가운데는 만리포나 천리포 및 학암포와 같이 오래전부터 해수욕장으로 이용되고 있어 일반인에게도 잘 알려져 있는 곳도 있지만, 신두리와 같이 비교적 최근에 알려진 곳도 있다.

신두리 해안사구지대는 가장 자연상태가 잘 보존된 해안사구로 알려져 있으며, 해안사구 가운데서는 일찍부터 연구되어 최근에 이르기까지 가장 많은 연구가 진행되어온 곳이다. 신두리 해안사구와 관련된 지형분야 최초의 문헌은 1979년에 보고되었으나(박과 유, 1979), 그후 연구의 진척이 이루어지지 않다가, 2000년 이후부터 다시 활발하게 연구가 수행되고 있다(서종철, 2001; 유효상, 2001; 환경부, 2002; 강대균, 2002; Seo and Yu, 2002). 신두리 해안사구를 대상으로 하고 있는 것 외에도 최근에는 정부와 지방자치단체를 중심으로 해안사구를 대상으로 활발하게 조사가 이루어지고 있다(환경부, 2002; 신안군, 2001; Woo et al., 2002).

그러나, 선행연구에서도 해안사구 지역내의 사구습지에 대한 내용은 서종철(2001)에서만 약간의 언급이 있을 뿐, 사구습지의 기능이나 형태 등 구체적인 내용에 대해서는 다루어진 바가 없다. 다만, 일부 학자들에 의해 해안사구습지를 해안습지로 분류해야 한다는 주장이 제시되고 있을 뿐이다(서종철, 1999; 제종길 외, 2002). 따라서, 본 조사는 두웅습지와 해안사구지대 내에 산재해 있는 여러 개의 습지를 해안사구습지로 분류하고, 해안사구습지의 기능과 역할을 파악하고자 한다.

2. 조사 방법

현지조사는 조사지역의 규모가 비교적 작기 때문에 원격탐사 자료를 이용하지 않았고, 주로 1:5,000 지형도를 이용하였다. 하지만, 해안사구지대는 지형변화가 매우 빠르게 일어나기 때문에 과거에 촬영된 항공사진을 이용하여 변화양상을 파악하였다.

조사시에는 Garmin사의 GPS3+ 단말기를 사용하여 위치를 측정하였으며, 조사결과는 국립지리원에서 제작한 1:5,000 수치지형도와 항공사진을 이용하여 표시하였

다. 단위 지형간의 경계를 정확하게 설정하기 위해 조사가 끝난 후 조사결과 도면을 Geomedia 프로그램에서 인공위성영상과 1:50,000 축척의 3차원수치지도를 중첩·분석하여 수정하였다.

지질은 한국지질자원연구원 발행 1:50,000 지질도를 이용하였으며, 기상요소는 조사지역의 기후를 대표적으로 반영하는 기온, 강수량, 풍향 및 풍속이다. 각 요소별 기후자료는 현지에서 직접 측량된 것이 없어 조사지역에서 15km 정도 남방에 있는 서산 기상대의 자료의 30년 자료(1971-2000)와 최근 10년 자료(1992-2001) 및 기타 문헌자료를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 지질과 퇴적물 특성

신두리 해안을 포함한 태안반도 서부지역 일대는 선캄브리아기의 서산층군에 속하는 퇴적암계열의 변성암으로 이루어져 있다. 이 암층은 다시 건운모 편암, 흑운모-건운모 편암, 석영-건운모 편암으로 대표되는 서산편암층과 함철규암, 규암 및 석영편암으로 구성된 서산규암층으로 이루어져 있는데, 서산규암층은 서산편암층을 관입한 형태를 보인다(대한지질학회, 1999). 서산층군은 우리나라에서 가장 오래된 지층 가운데 하나로서, 지상에 노출되어 있는 노두(outcrop)에서도 신선한 암석의 조직을 관찰하기 어려울 정도로 풍화가 많이 진척되어 있으며, 심층풍화로 인해 토양층이 두껍게 형성되어 있다. 조사지역인 두웅습지는 해안사구지대와 배후산지의 사이에 위치해 있는데, 배후산지는 토양층이 두껍게 발달해 있어 사면상에 노두가 드러나지 않는다. 이러한 사면은 식생이 정착하기 좋은 조건이지만 밭으로 경작하기에도 적당하기 때문에 많은 부분이 인위적으로 교란된 상태로 남아 있다.

표 II-1. 신두리 사구지대의 입도분석 결과

구분	평균 (ϕ)	분급 (ϕ)	왜도	첨도	입경구성비(%)				
					0~1 ϕ	1~2 ϕ	2~3 ϕ	3~4 ϕ	4 ϕ 미만
입경	2.13	0.43	0.15	4.13	1.07	34.74	63.03	0.93	0.23

자료 : 서종철(2001)

신두리 해안사구지대 퇴적물의 평균입도는 2.13 ϕ 이고, 입경별 구성비는 세사에 해당되는 입자가 전체 시료의 약 63%, 중세사가 전체 시료의 약 35%를 차지하고 있어 대부분의 시료가 이 두 계급에 집중적으로 분포하고 있음을 알 수 있다(표 1-1; 서종철, 2001). 퇴적물의 퇴적환경을 나타내주는 분급은 0.30 ϕ 에서 0.59 ϕ 의 범위를 나타내어 대체로 양호(well sorted) 내지 약간양호(moderately well sorted)에 해당되며, -1 ϕ 이상의 자갈(granule)은 나타나지 않고 4 ϕ 이하의 미사(silt)와 점토(clay)의 구성비가 1% 미만으로서 퇴적환경이 매우 균일하였음을 보여준다. 왜

도는 평균 0.15로서 대체로 꼬리부분이 세립질 쪽으로 약간 치우친 양성(+)이었으나 북부지역과 해빈에서는 부분적으로 음성(-) 왜도가 나타났다.

3.2 기후

1) 기온과 강수량

서산 지역의 최근 30년간 연평균 기온은 11.8℃이고, 최한월은 1월로 -1.9℃이며, 최난월은 8월로 25.0℃로서 연교차는 26.9℃이다(표 1-2). 평균기온이 영하인 달은 1월과 2월 2달에 불과하지만, 최저기온의 평균이 영하인 달은 12월에서 3월에 이르는 4개월이다.

30년 동안의 연평균 강수량은 1,232mm로서 우리나라의 평균 강수량과 비슷하다(표 1-2). 강수량이 제일 적은 달은 겨울철인 2월로 27mm이고, 제일 많은 8월로 287mm이다. 계절별 강수량은 각각 겨울철(12-2월)이 92mm, 봄철(3-5월)이 231mm, 여름철(6-8월)이 654mm, 그리고 가을철(9-11월)이 257mm로서, 우리나라의 일반적인 강수패턴에 비해 비교적 연중 고르게 분포하고 강수의 하계집중율(6-9월)이 65% 정도로서 높은 편은 아니다. 계절적으로는 겨울철과 봄철이 강수량이 매우 건조하여 봄철 식물생장기에 수분 부족의 우려가 높은 지역이다.

표 II-2. 서산지역의 30년간(1971-2000) 기온(℃)과 강수량(mm)

구분 \ 월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
기온	-1.9	-0.5	4.4	10.8	16.2	20.9	24.4	25.0	20.1	13.8	6.9	0.9	11.8
강수량	29.0	27.2	48.8	81.8	100.8	130.7	235.7	287.4	143.6	56.0	57.7	33.4	1232.1

자료 : 기상청, 2001, 한국의 기후표 1971~2000.

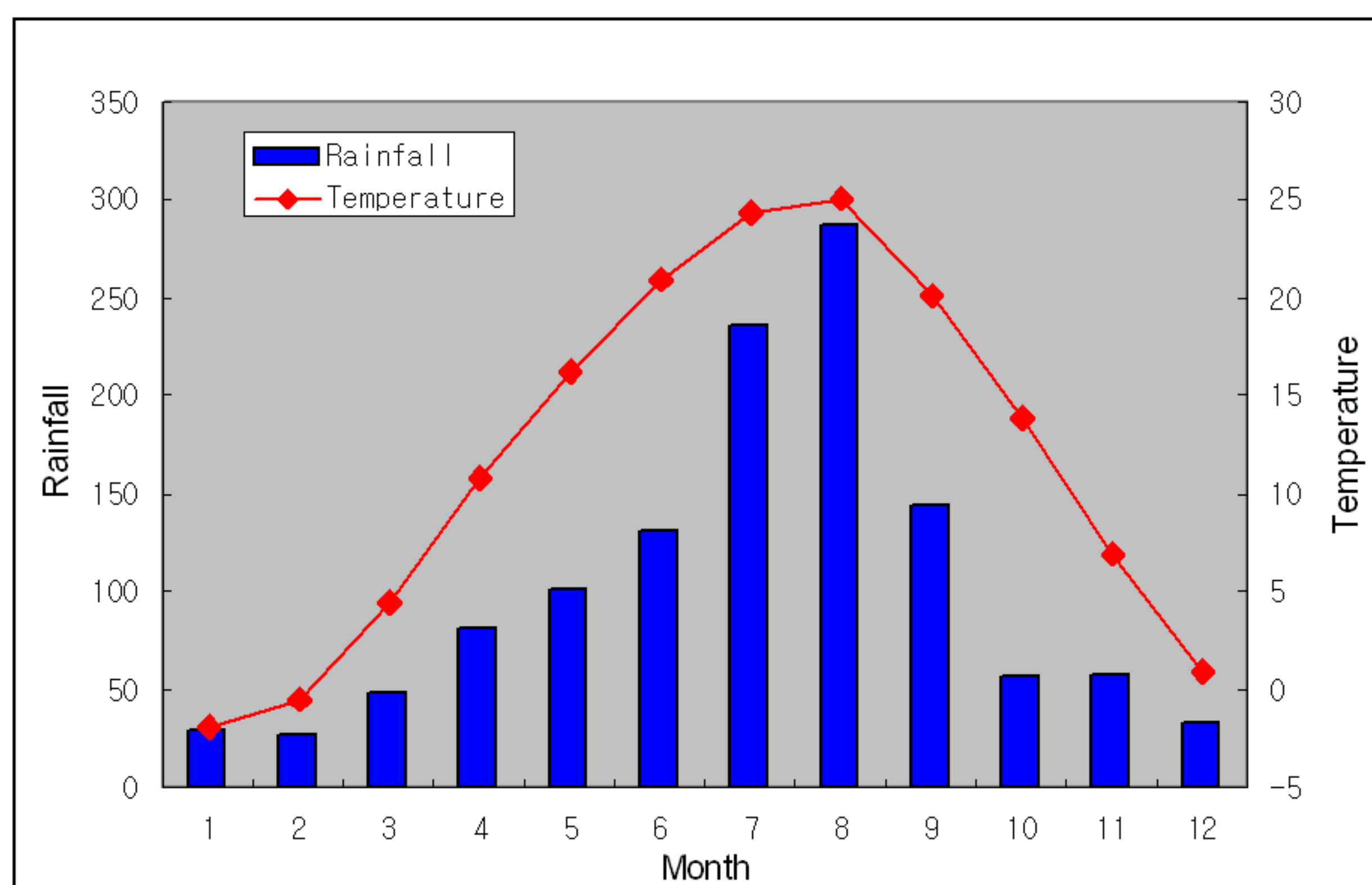


그림 II-1. 서산지역의 기후(1971-2000)(단위 : °C, mm)

지난 10년 동안의 평균기온은 11.9℃로서 최근 30년 평균기온에 비해 0.1℃ 증

가한 것으로 보아 거의 동일하다고 판단된다(표 II-3). 연평균기온의 변화는 평균을 중심으로 1~2년을 주기로 1℃ 미만의 작은 변동폭을 유지하였으며, 계절별로도 30년 평균값과 큰 차이를 나타내지 않았다.

최근 10년간의 자료를 검토해 보면, 연평균 강수량은 1,273mm로서 30년 자료와 거의 유사하지만, 해에 따라서는 830mm에서 1,800mm 이상에 이르기까지 강수의 변동폭이 매우 높게 나타났다(표 II-4). 강수의 하계집중율과 건기인 겨울철과 봄철의 강수량도 해에 따른 변동폭이 매우 큰 것으로 나타났는데, 이것은 해안사구지대의 지하수량에 일차적으로 영향을 미치게 되고 이차적으로는 해당지역의 지역주민과 동·식물의 생태에 영향을 줄 것으로 판단되기 때문에 주목된다.

표 II-3. 서산지역의 기온 (1992-2001) (단위 : °C)

연도\월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
1992	-0.3	0.3	6.1	10.9	15.6	19.9	24.5	24.6	20.0	13.0	6.1	2.0	11.9
1993	-1.8	0.4	4.2	9.4	16.8	20.5	23.0	22.5	20.4	12.5	8.3	0.5	11.4
1994	-1.4	-0.3	3.0	13.3	16.8	21.5	27.5	26.7	20.2	14.4	8.3	1.5	12.6
1995	-1.7	-0.5	5.0	9.7	15.7	21.3	24.3	26.2	19.5	14.7	6.0	-0.9	11.6
1996	-1.7	-2.1	3.7	8.7	16.5	21.1	24.3	25.7	20.6	13.8	6.7	0.9	11.5
1997	-2.6	-0.5	5.3	11.1	16.5	22.1	25.3	26.1	19.5	13.2	8.2	1.9	12.2
1998	-1.2	2.2	5.6	13.8	17.3	20.5	24.5	24.9	22.0	15.9	7.2	1.6	12.9
1999	-0.4	0.3	5.1	11.7	15.7	21.6	24.6	25.1	21.9	13.5	7.4	0.8	12.3
2000	-1.0	-2.4	3.9	9.7	15.1	20.8	25.0	25.2	19.2	13.7	5.8	0.6	11.3
2001	-3.8	-0.8	3.4	11.0	17.5	21.5	25.4	25.6	21.1	15.0	6.1	-0.7	11.8
평균	-1.6	-0.3	4.5	10.9	16.4	21.1	24.8	25.3	20.4	14.0	7.0	0.8	11.9

자료 : 기상청, 1992-2001, 기상연보.

표 II-4. 서산지역의 강수량 (1992-2001)(단위 : mm)

연도\월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
1992	3.4	21.7	21.2	68.2	67.0	79.2	58.0	344.9	195.5	32.1	50.7	75.7	1017.6
1993	9.2	68.2	27.4	45.2	50.7	151.8	393.1	95.0	81.7	31.5	105.1	34.7	1093.6
1994	14.6	5.9	65.6	32.4	156.0	167.8	107.1	309.7	99.2	216.3	23.3	36.6	1234.5
1995	22.7	7.2	37.3	48.2	67.1	24.5	144.1	992.7	20.2	19.3	49.9	15.1	1448.3
1996	29.1	5.7	115.1	48.1	20.0	179.2	152.8	74.1	6.4	92.2	72.1	35.3	830.1
1997	20.5	32.5	29.6	69.5	232.8	204.4	298.7	87.2	16.1	8.7	116.7	40.2	1156.9
1998	40.1	54.2	35.0	160.6	95.5	281.7	295.6	491.8	168.0	24.3	55.6	9.2	1711.6
1999	8.0	7.8	59.9	90.1	178.8	105.1	175.6	497.4	532.6	111.3	36.6	23.4	1826.6
2000	63.0	2.9	3.7	38.1	62.1	204.4	60.8	608.1	298.1	34.4	24.8	24.4	1424.8
2001	66.9	40.4	12.7	18.7	17.8	200.2	402.0	136.6	15.0	47.5	8.2	20.8	986.8
평균	27.8	24.7	40.8	61.9	94.8	159.8	208.8	363.8	143.3	61.8	54.3	31.5	1273.1

자료 : 기상청, 1992-2001, 기상연보.

2) 풍향과 풍속

바람은 해안사구의 형성에 영향을 미치는 중요한 인자이다. 바람 자료 또한 현지에서 측정된 자료가 없기 때문에, 서산기상대의 자료와 기타 보고서를 인용하였다. 풍속은 연평균이 2.3 m/s이며 월별최고풍속은 2.7 m/s로서 봄철인 3월에서 5월과 7월에 기록되었다. 풍향은 연중 북동풍이 우세하며, 계절별로는 봄철과 여름철에 남서풍, 가을철과 겨울철에는 북동풍이 우세하다(표 II-5, 그림 II-2). 일반적으로 사구의 모래가 이동하기 위한 최소풍속이 4.5 m/s 이상이 되어야 하므로, 이와 같은 평균풍속자료는 해안사구의 형성을 이해하는데 도움이 되지 않는다. 더욱이 서산기상대의 위치가 해안으로부터 10km 이상 내륙에 위치하고 있어 해안가의 기상상황을 반영하기 어렵다.

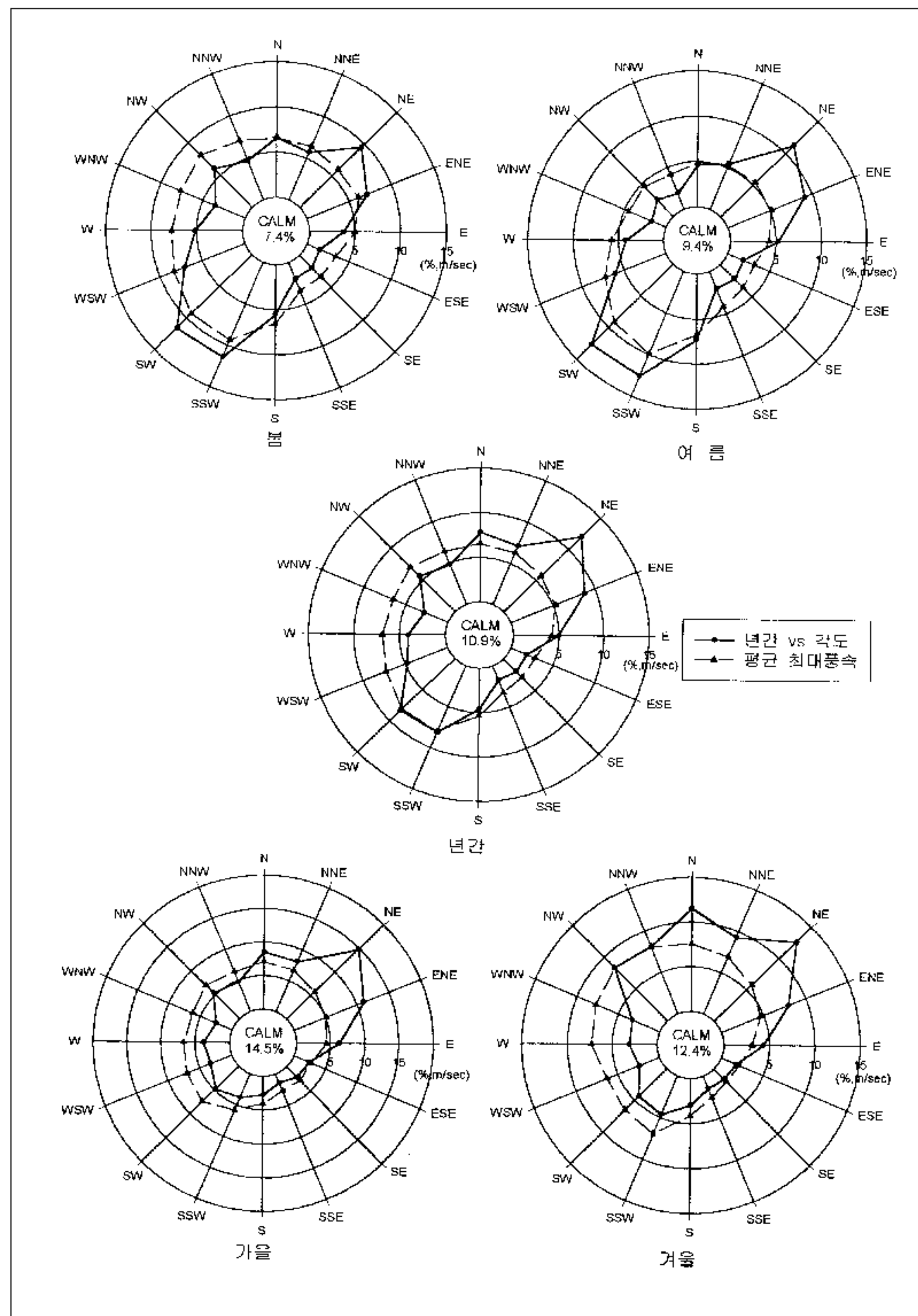


그림 II-2. 서산지역의 연간 바람장미 (1987-2001)

표 II-5. 서산지역의 바람 (1987-2001)(단위 : m/s)

구분 \ 월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	평균
풍 속	2.2	2.4	2.7	2.7	2.7	2.2	2.7	2.1	1.9	1.8	2.1	2.1	2.3
풍 향	NE	NE	NE	SW	SW	SW	SW	ENE	NE	NE	NE	NE	NE

자료 : 기상청, 1987-2001, 기상연보.

3.3 해안사구 지형

1) 해안사구의 정의 및 지대구분

해안사구는 해류나 연안류에 의하여 해안으로 운반된 모래가 바람에 의해 육지 쪽으로 운반되어 퇴적된 구릉모양의 지형으로서, 사구의 형성과 발달, 쇠퇴 과정 등이 사구 전면의 해양 영력과 해빈 발달과 밀접한 관계를 가지고 있기 때문에, 전형적인 해안퇴적지형으로 구분된다.

육안으로 관찰할 때 해안사구는 사빈(sand beach)이나 사주(barrier island)와 달리 사구식생에 의해 피복되어 있는 경우가 많아 뚜렷이 구분되는데, 이는 건조지역의 사구와는 달리 온대지역의 사구에서는 강수량이 풍부하여 사구지대 내에 수분을 충분히 보유하고 있으며 배후산지에서 수분이 지속적으로 공급되기 때문에 지하수가 풍부하고 지하수면이 지표면과 근접해 있거나 노출되어 있는 경우가 많기 때문이다. 식생분야 조사에 의하면 조사지역에도 해당화군락, 갯메꽃군락, 갯메꽃-갯그렁군락 등의 해안사구 식생군락이 조사되었다.

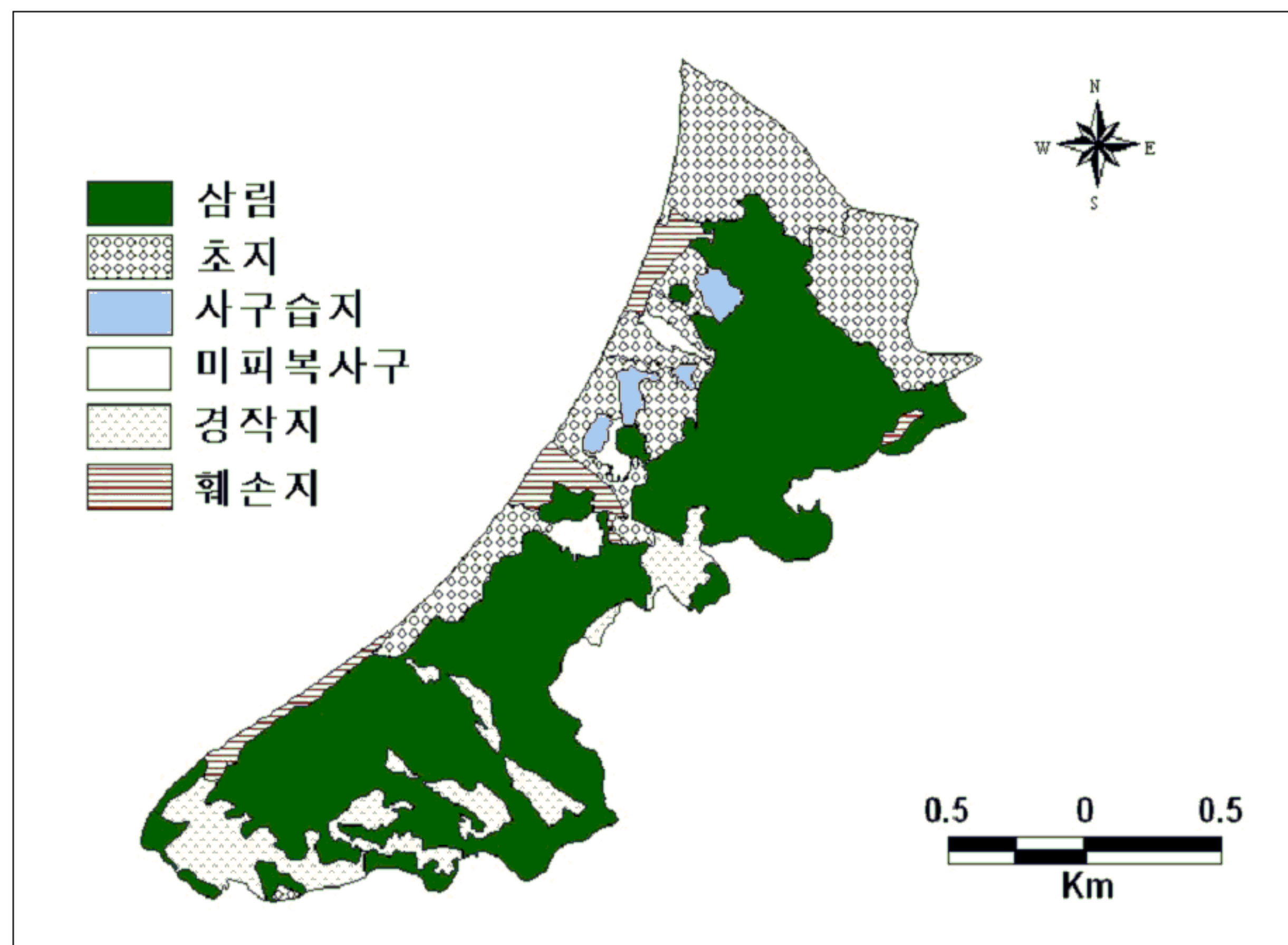


그림 II-3. 신두리 사구지대의 지표피복분류(1998)

서종철(2001)은 항공사진을 이용해 지표피복분류도를 작성하는 방법으로 신두리 사구지대를 분류한 바가 있다(그림 II-3). 그는 자연상태의 사구지대를 삼림사구지역(forested dune area), 사구초지지역(grassland dune area), 그리고 사구습지지역(wet dune area)으로 크게 구분하고, 식생으로 덮여 있지 미피복사구와 인위적인 교란이 가해진 훼손지와 경작지를 별도로 구분하였다. 또한 사구지대를 식생피복 상태와 지형을 고려하여 분류하였을 때에도 상기의 세 가지 유형으로 분류하였는데(서종철, 1999), 각각의 특징은 다음과 같다.

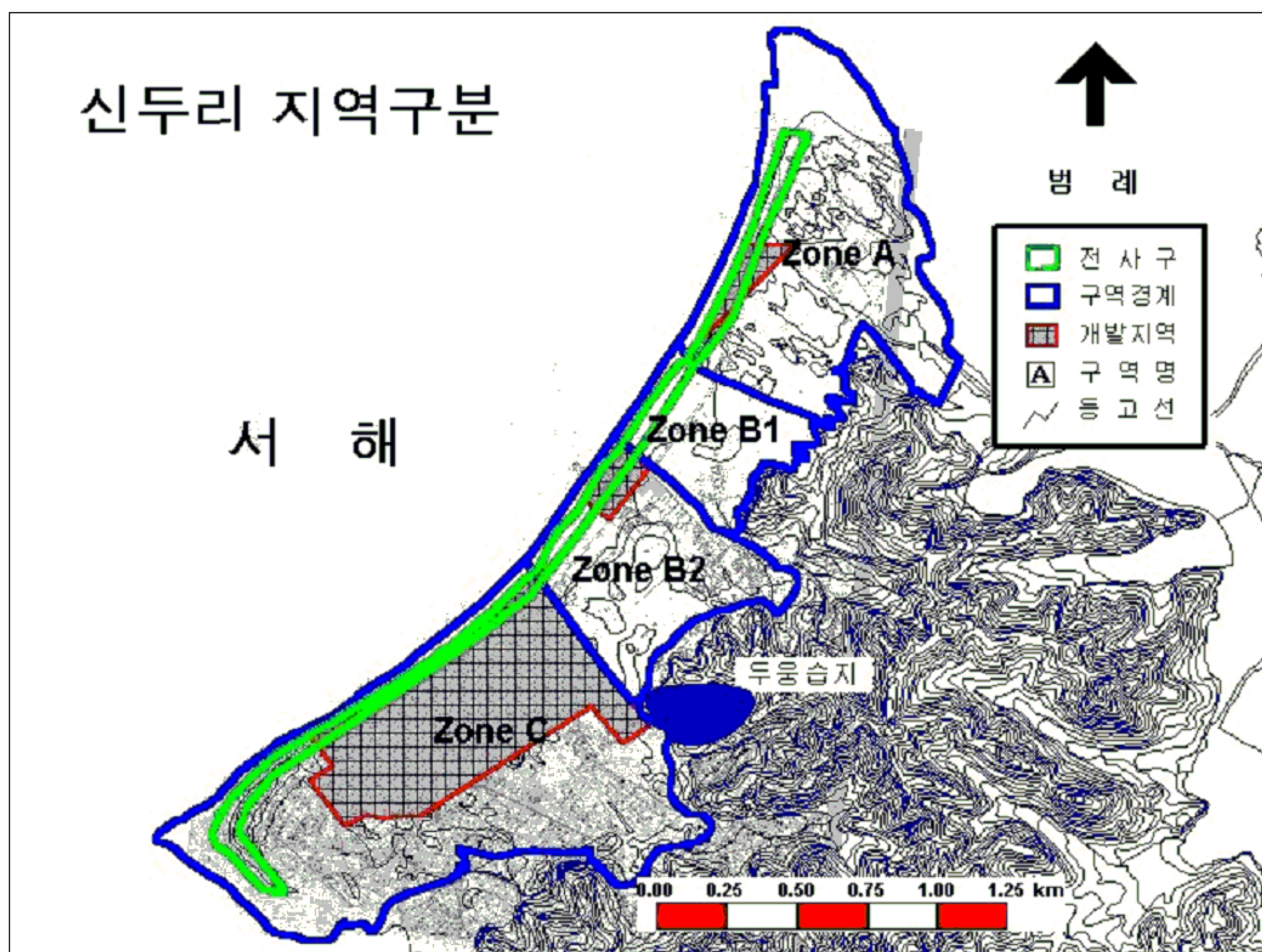


그림 II-4. 신두리 사구지대의 지역구분

‘삼림사구지역’은 전사구보다 후면인 육지 쪽에 형성되어 있으며, 고도의 영향을 받지 않는다. 이 지역은 대부분 인공적으로 식재된 곰솔림이 우점종이며, 부분적으로 아까시나무가 우점하기도 한다. ‘사구초지지역’은 삼림사구지역의 전면에 있는데, 식생은 대부분 사구 고유종인 건성식물과 중성식물로서 벼과와 사초과의 초본류가 우세하게 나타나고, 해당화과 순비기나무와 같은 관목도 군락 형태로 존재한다. 이 지역은 전형적인 해안초지생태계를 보여준다. ‘사구습지지역’은 지하수면이 지표면과 근접해 있거나 지표면 위로 노출되어 있는 곳에서 나타나며, 일시적이거나 영구적으로 물에 잠겨있는 사구지대 내의 습윤슬랙(또는 습윤사구저지)과 사구지대 후면의 사구배후호 등이 모두 포함된다. 초본류의 중성식물과 습지식물이 자라고 있거나 수생식물이 우점하고 있어 삼림사구지역뿐만 아니라 사구초지와도 외관상 뚜렷이 구분된다. 이 지역은 사구지대 살고 있는 생물들에게는 수분 공급원이 되며,

일부 양서류와 곤충류의 산란지와 서식지이기도 하다.

전술한 분류는 사구생태계의 특성을 잘 반영하고 있다는 장점을 가지고 있으나, 현재의 토지이용 상태를 고려한 관리계획을 수립하는 데는 적합하지 않다. 따라서, 이번 보고서에서는 해안사구의 지형과 식생피복 상태, 그리고 현재의 토지이용과 관리계획을 고려하여 사구지역을 아래와 같이 <그림 II-4, 표 II-6>과 같이 구분하고자 하였다.

표 II-6. 신두리 사구지대의 구역별 특성

구분	Zone A (북부)	Zone B1 중앙부-북부	Zone B2 중앙부-남부	Zone C 남부	전사구
주요 특징	대규모 사구분포 높은 고도변화 전형적 초지생태계	취식평지 이동사구	취식평지 후면 곰솔식재림	곰솔/아까시나무림 후면부 토지이용 최근 개발집중지역	전사구 성장(북부) 후퇴(중앙 이하)
주요 지형	배사구 전사구 취식와지(U형사구) 사구저지(건조/습윤) 사구습지	전사구 이동사구 건조슬랙 사구습지 슬러프터	전사구, 미피복사구 (규사채취중)	전사구/사구에 피복사구(삼림사구) 두웅저수지(습지)	배사구(범) 사구에 전사구 슬러프터
주요 식물	갯그령, 모래지치, 해당화, 띪, 갯잔디, 갯방풍, 갯쇠보리	갯그령 통보리사초 좁보리사초 갯쇠보리 순비기나무 해당화	갯그령 좁보리사초 띠 슬장다리 통보리사초	곰솔 아까시나무	갯그령 갯쇠보리 모래지치 해당화 순비기나무
주민 이용	소 방목 해변 이동통로	소 방목 해변 이동통로	군부대 훈련장 하계 해수욕장	논/밭 주거지	해변 이동통로
개발 현황	전원주택지(중단) 흙 도로 전신주 천연기념물로 지정	흙 도로 전신주	군사 훈련장 규사채취 택지개발/건설중	타조사육장 전사구 집중개발 격자형 도로개설	석축 건물 전원주택/택지조성

2) 해안사구 습지분류

해안사구는 적절한 크기의 모래입자가 다량으로 공급되고, 그 모래를 이동시킬 수 있을 정도로 바람이 강하고 지속적으로 불며, 또한 그것이 집적되기에 적합한 장소, 즉 해변의 후면에 해당되는 후안(back beach)에서 잘 형성된다. 해안사구는 연속적인 해안퇴적시스템의 한 부분으로서, 사구의 형성과 발달, 쇠퇴 과정 등이 전형적인 해안의 변화과정과 궤를 같이 하며, 사구퇴적물의 기원과 퇴적물 유·출입 등이 전면의 해변 발달과 밀접한 관계를 가지고 있기 때문에, 전형적인 해안퇴적지형으로 구분된다.

우리나라와 같은 온대지역에서 형성되는 사구는 1)항에서 전술한 바와 같이 건조한 지역에서 형성되는 사막사구와는 달리 강수량이 풍부하여 사구지대 내에 수분을 충분히 보유하고 있으며, 배후산지에서 수분이 지속적으로 공급되기 때문에 지

하수가 풍부하고 지하수면이 지표면과 근접해 있거나 노출되어 있는 경우가 많다. 따라서 건조 스트레스에 의해 식생이 정착이 제약되기보다는 강한 태양광선에 직접적으로 노출되거나 해면에서 유입되는 염분, 또는 강한 바람이나 퇴적물의 활발한 유입 등의 조건이 제약조건으로 작용하는 경향이 있다. 조사지역인 신두리 또한 연강수량이 1,200mm 내외로 우리나라 평균 강수량과 유사하며, 지하수면이 사구표면과 비교적 가까운 곳에 있기 때문에 식물이 물을 이용하는 데는 크게 제약조건으로 작용하지 않는다.

그럼에도 불구하고, 다수의 사람들은 해안사구를 건조지역의 사구지대와 동일시하고 있으며, 해안사구 내에 습지가 존재한다는 사실을 인식하지 못하고 있다. 최근의 학술 발표에서도 해안사구 내의 습지들은 해안습지나 내륙습지의 범위에 포함되어 있지 않은데, 이것은 해변이나 간석지, 하구역 등이 조류와 파랑의 영향을 직접적으로 받는 지형인데 비해, 해안사구가 주로 바람의 영향을 받아 만들어지는 풍성지형으로 인식되고 있기 때문인 것으로 생각된다. 해안선을 따라 평행하게 형성되어 있는 전사구열에 모래의 공급이 지속적으로 이루어지면, 전사구열의 전면부에 다시 새로운 사구열이 형성되면서 사구지역이 확대되어 나가는데, 이런 과정이 반복되면 사구지역에는 이전의 전사구열이었던 리지(ridge)와 전사구열 사이의 저지인 스웨일(swale)이 나타나게 된다. 또한 사구의 발달과정에서 해안의 전면에 발달해 있는 전사구가 풍식에 의해 파괴되면 취식와지(blowout)이라 불리는 침식지형이 만들어지며, 불려나간 모래는 육지 쪽에 쌓여 2차적인 사구가 형성된다. 이 과정이 지속되면 1차사구인 전사구와 2차사구 사이의 중간지대는 침식에 의해 낮은 저지대가 형성되는 것이 일반적이다. 중앙부의 낮은 지역을 사구슬랙(dune slack)이라고 하는데, 슬랙은 스웨일과 함께 형성초기에는 조수에 의해 범람되기 쉬우나 전사구의 성장과 스웨일 표면에 모래가 지속적으로 쌓이면서 결국은 조수와 차단된다. 그러나 이들 지역에서는 지하수면이 지표와 매우 근접해 있기 때문에 비가 온 후에는 일시적으로 물에 잠기거나 습윤상태가 만들어지며, 아주 낮은 지역은 연중 계속해서 잠겨 있는 곳도 있다.

이와 같이 해안사구습지는 사구지역 내의 지하수면과 밀접한 관계를 가지고 있다. 따라서 해안사구습지를 범람빈도와 발생장소에 의해 크게 두 가지 형태로 구분할 수 있다. 첫째는 사구지대 내의 저지대로서 평시에는 지상에 노출되어 있으나 강수에 의해 지하수면이 상승할 때 일시적으로 물에 잠기는 지역이나, 고도가 지하수면보다 낮아 극심한 가뭄 시를 제외하고는 연중 대부분의 기간 동안 물이 고여 있는 곳이 그곳이다. 일시적으로 형성되는 습지의 지속기간은 짧게는 수일에서 길게는 몇 개월 정도를 유지할 수 있지만, 대개는 지표면 바로 하부에 지하수면이 위치해 있기 때문에 평시에도 습지로서의 기능을 유지할 수 있으며, 반영구적인 습지에서는 습지식물뿐만 아니라 수생식물도 서식할 수 있다. 첫 번째 유형의 이러한 습지는 스웨일이나 슬랙(slack)처럼 사구지대 내의 고도가 낮은 곳에서 형성되기 때

문에 각각 습윤사구저지와 사구저습지로 분류하였다.

대부분의 사구지대 후면에는 평지와 배후산지가 연속적으로 나타난다. 평지는 대개 논으로 이용되고 있는데, 이 평지는 발달단계에서 석호 형성과정을 거쳤을 것으로 추정된다. 신두리에는 두웅습지가 있는 외곶골을 포함하여 수무골, 탕수골, 녕배골, 도당골, 개골 등의 사구로 전면이 차단된 골짜기가 형성되어 있다. 신두리의 자연촌락은 대개 이 골짜기를 끼고 있다. 이곳은 사구로 전면이 차단되어 있어 해풍이나 비사의 피해로부터 안전하고, 사구의 지하수가 습지형태로 드러나 있어 지하수를 이용하기 수월하기 때문에 주민생활과 경작에 유리하기 때문이다.

이러한 곳에 형성되어 있는 습지는 상당부분의 면적이 논으로 개간되었으나, 남아 있는 부분은 일년 내내 상당한 깊이의 물로 채워져 있어 사구배후호(back dune lake)로 구분한다. 이곳에는 중성식물과 습지식물이 자라고 배수가 불량한 습윤토양이 발달해 있으며, 일년 내내 또는 일시적으로 물로 잠겨 있어 외관상 뚜렷이 구분된다. 이 지역은 사구지대 살고 있는 생물들에게는 수분 공급원이 되며, 일부 양서류와 수서 곤충류의 산란지와 서식지이기도 하다.

3.4. 해안사구와 사구습지의 기능

1) 모래의 저장고(해안유지 기능)

해빈과 해안사구 사이, 보다 넓게는 해양과 육지 사이에는, 끊임없이 모래를 서로 주고받는다. 육지에서 하천에 의해 운반된 퇴적물은 해저에 일시적으로 저장되지만, 파랑이나 조류에 의해 얕은 부분에 있는 것들은 다시 해변으로 운반되어 해수의 에너지에 의해 퇴적된다. 바닷물의 에너지가 크고 해안선이 돌출된 곳에서는 육지 부분이 침식되지만, 만입부에서는 에너지의 크기가 감소함에 따라 거력(巨礫), 자갈, 모래, 펄 등의 순서대로 퇴적되어 각각 암석해안, 자갈해안, 모래해안 및 갯벌이 형성된다.

해안사구는 이러한 퇴적해안 가운데 모래해안과 밀접한 관계를 가지고 있다. 서해안과 같이 조차가 큰 곳에서는 모래해안의 전면부가 대부분 모래갯벌로 이루어져 있다. 바다가 잔잔한 평시에는 간조시에 물이 빠지면 모래갯벌과 모래해안에서 바람에 불려진 모래는 후면으로 운반되어 사구지대에 쌓임으로서 사구가 성장하게 되지만, 바다의 힘이 거세진 폭풍우 시에는 사구의 모래가 침식되어 해안이나 해빈으로 공급된다. 해안사구를 비롯한 해안퇴적지형에서 일어나는 이러한 순환체계를 통해 해양과 육지는 상호작용하며 유지된다.

해양과 육지, 해빈과 사구 사이의 모래교환은 단순히 물리적인 퇴적물의 유출입뿐만 아니라 퇴적물 교환과정에서 상호간의 영양소 교환도 이루어진다. 해안에서 유입되는 모래에는 해수에 포함되어 있는 다량의 영양소가 있어 영양소가 부족한 해안사구지대에서 식생의 생장을 돕고, 반대로 사구의 침식을 통해 해안으로 공급된 모래 속에는 사구생물의 유체가 분해되면서 형성된 유기영양소가 포함되어 있어

인접 해안지역의 생물에 영양분을 제공하는 역할을 한다. 이와 같이 해빈과 사구 사이에는 생태적으로 역동적인 관계가 끊임없이 일어나고 있다.

2) 해안지역(농경지와 촌락)의 보호

해안사구는 갯벌과 더불어 폭풍이나 해일로부터 후면의 해안지역을 보호하는 역할을 한다. 갯벌과 사구를 이루는 구성물질은 미세한 입자이기 때문에 약간의 힘이 주어져도 쉽게 침식되지만, 동시에 침식과 이동과정에서 파괴적인 에너지를 소비시키며, 폭풍우가 지나고 바다가 잔잔해지면 다시 해안지역으로 운반되어 파괴된 곳을 새롭게 보충해 주기 때문에 폭풍에 의해 생긴 상처를 자연스럽게 치유한다.

더욱이 해안사구의 구성물질이 가지는 물리적 성질뿐만 아니라 해안사구에 정착해서 사는 식생 또한 이러한 역할을 더욱 크게 해준다. 일반적으로 사구식생은 염분에 내성이 강할 뿐만 아니라 생존을 위해 지상부에 비해 긴 뿌리체계를 가지고 있으며, 대부분 지하경에 의해 번식하고 있어 서로간의 연계성이 매우 높다. 따라서 사구식생에 의해 모래가 고정되어 있는 전사구와 그렇지 않은 전사구는 외부의 충격을 받았을 때 피해정도가 차이가 나며, 피해 후 복원되는 속도 또한 크게 차이가 난다.

최근에 지구적 관심사가 되고 있는 지구온난화가 초래하는 재해 가운데 대표적인 것은 해수면 상승에 따른 침수와 해일 피해라고 할 수 있다. 해수면이 상승되면 해일의 피해는 기하급수적으로 증대될 것으로 예측되며, 태안반도 일대에서도 해수의 작용에 의해 일어나는 포락현상을 계속해서 겪고 있다. 정부와 주민들은 이러한 포락현상의 피해를 줄이기 위해 해안선에 석축이나 방파제 등을 축조하여 왔는데, 이것이 오히려 해안선의 침식을 더욱 심화시키게 되었다. 전술한 바와 같이 해안선의 피해는 자연적인 과정을 통해 치유될 수 있으나 인위적인 간섭이 해안에서의 순환체계를 교란시켜 자연적인 치유능력을 없애 버린 것이다. 갯벌이나 모래해안, 그리고 해안사구 등으로 이루어진 인공이 가해지지 않은 해안이 가장 적은 비용을 투자해서 해안선을 보호할 수 있는 대안이기 때문이다. 파랑에 의해 피해를 입기 쉬운 지역임에도 불구하고, 최근에는 해안사구를 훼손하며 인공구조물을 만들고 바닷가까지 건축물을 세워 이용하고 있다.

3) 희귀 동·식물의 서식처

일반적으로 사구지대는 강한 해풍과 염분, 척박한 영양분, 강한 햇빛, 부족한 수분 등의 악조건을 제공하며, 끊임없이 움직이는 모래는 다양하고 특이한 환경조건을 제공한다. 이러한 조건들은 사구환경에 적응한 생물들에게는 다른 경쟁자들과의 경쟁우위로 작용한다. 또한 여름철 성수기를 제외하면 인간의 간섭을 거의 받지 않기 때문에 생물들의 서식에 유리하게 된다. 해당화, 순비기나무, 통보리사초, 갯방풍, 갯메꽃 등의 사구식생과 개미귀신, 왕소꿉구리, 표범장지뱀, 종다리, 꼬마물떼새

등은 해안사구지대가 아니면 찾아 볼 수 없는 생명체들이다. 더욱이 우리나라 서해안의 해안사구는 지하수가 풍부하여 곳곳에 습지가 형성될 수 있는 조건을 갖추고 있기 때문에, 육지의 다른 곳에서는 사라져 가는 금개구리와 맹꽁이가 이러한 습지에서 서식하는 등 생물다양성이 더 높다. 따라서 이와 같은 해안사구지대의 생물다양성은 독특한 서식환경과 작용·반작용의 결과로 이루어진 것이다.

4) 지하수의 보호

해안사구는 육지와 해양 사이에 형성되어 있으며 투수성이 높은 모래로 이루어져 있기 때문에, 육지에서 해양으로 유출되는 담수가 해수로 인해 차단되어 다량의 지하수 형태로 보존되어 있다. 사구를 통해 흘러 들어간 담수는 지하수위를 높여 염수가 바다 쪽에서 밀려들어와 지하수가 오염되는 것을 막는다. 해안사구의 지하수는 사구 후면에 거주하는 주민과 사구 내에 서식하는 생물의 수자원으로 이용되고 있기 때문에 사구가 없어지거나 훼손되어 사구의 높이가 낮아지면, 바다 쪽의 염수 지하수가 육지 쪽으로 침입하여 지역 주민들과 생태계에 치명적 피해를 미친다. 실제로 신두리 해안사구지대 후면에 거주하는 주민들은 봄철 모내기철에 해안사구에 저장되어 있는 지하수를 주로 이용하고 있다. 따라서, 해안사구는 염수(해수)의 침입으로부터 육지를 방호하는 역할을 하고, 사구 내에 습지를 형성시켜 사구지형을 다양하게 하기도 한다. 즉, 해안사구는 지하수의 저장고이다.

5) 해안생태관광지

태안반도 일대의 해수욕장은 깨끗하고 넓은 모래와 송림, 맑은 물과 해안의 완만한 경사로 인해 오래 전부터 잘 알려져 있었다. 만리포, 천리포, 몽산포, 연포 등이 널리 알려져 있었고, 최근엔 안면도 일대의 기지포, 삼봉, 백사장 해수욕장 등도 서해안 고속도로 개통과 함께 많은 관광객들이 찾고 있다. 더욱이 해안사구의 지형적, 생태적 가치가 알려진 이후 아름다운 사구를 찾고자 하는 주말 관광객들도 점차 증가하고 있는 추세이다. 앞으로의 관광문화가 보고 즐기는 것에서 체험하고 느끼는 것으로 바뀌어 갈 것을 감안한다면, 천수만이나 가로림만의 갯벌과 더불어 수십여 개의 해안사구를 보유하고 있는 태안 지역은 미래의 중추적인 해안생태관광지로 자리잡을 것으로 판단된다.

모래가 이동하면서 만들어지는 물결무늬(연흔), 모래가 쌓이면서 만들어지는 바르한형 사구, 모래가 바람에 의해 깎여 형성되는 취식와지, 침식과 퇴적이 반복되어 나타나는 파랑상의 구릉지형, 구릉지 사이에 나타나는 습지 등 해안사구는 이곳이 아니면 볼 수 없는 독특한 경관이 있고, 해당화, 갯메꽃, 통보리사초, 표범장지땀, 왕소꿉구리, 개미귀신 등 해안사구를 서식지로 삼고 살아가는 수많은 생명체들이 있다. 그리고 이러한 생명체들이 생존을 위해 모래와 특이하게 상호작용하는 모습을 찾아 볼 수 있기 때문에, 자라나는 어린이들에게 보여줄 중요한 생태학습장이

될 수 있다. 관광자원으로서 해안사구의 가치는 무한하다. 다만 이것을 어떻게 활용하느냐에 성패가 달려 있다.

3.5. 신두리 해안사구의 가치

1) 전형적인 사구생태계

우리나라의 해안지역에는 해안사구가 비교적 잘 발달될 수 있는 조건을 갖추고 있는 곳이 많으나, 자연상태를 그대로 유지하고 있는 곳은 많지 않다. 서해안 태안반도 일대는 전면부의 해저가 사질로 이루어져 있고, 겨울철에 북서계절풍이 강하게 불기 때문에 대규모 해안사구가 발달될 수 있는 조건을 갖추고 있다. 더욱이 신두리는 1990년대 초반까지 군사시설보호구역으로 오랫동안 출입이 제한되어 있었기 때문에 대부분의 사구가 해수욕장이나 상가, 경작지 등으로 훼손되어 있는 것과는 달리 서해안에 발달된 해안사구 가운데 자연상태를 잘 유지하고 있다. 문화재청은 원형이 잘 유지되어 있는 신두리 사구지대의 북부 지역을 천연기념물 431호로 지정하였다.

사구의 자연상태가 장시간에 걸쳐 안정적으로 유지되면 전형적인 사구생태계가 발달하는데, 사구지대 내에 서식하는 생물은 사구지대의 기후와 지형의 변화에 적응하는 과정에서 독특한 생존과 번식전략을 구사하게 되고, 사구지대의 안정도가 증가함에 따라 동식물의 자연적인 천이과정이 진행되어 고유하고도 다양한 사구지대의 종조성이 구성된다. 신두리 사구지대는 자연성이 높기 때문에 이러한 사구생태계가 잘 유지되어 있다.

2) 서식지의 규모와 다양성

신두리 사구지대는 해안선의 길이가 3.8km이고 해안선에서 육지로의 폭이 500m 내외로서 비교적 큰 규모이고, 자연상태를 유지하고 있는 면적만을 고려한다면 서해안에서 가장 큰 것으로 여겨진다. 사구지대의 규모는 다양한 서식지가 존재할 수 있는 가능성이 높다는 것을 의미한다. 우선 신두리 사구지대는 우리나라 해안사구 지대 가운데 사구지형이 가장 다양하게 나타난다. 1차사구와 2차사구가 뚜렷이 구분되며, 규모와 형태가 다양한 취식와지, 사구열과 대비되는 스웨일, 지하수위와 근접해 있는 습윤사구저지(일명 습윤슬랙) 또는 사구습지 및 전사구 곳곳에 발달해 있는 슬러프터 등 다른 사구지대에서는 찾기 어려운 해안사구지형들이 다수 분포한다.

사구지형 이외에도 신두리 사구지대의 서식지를 다양하게 하는 것은 사구지대의 서식환경을 다양하게 하는 식생군락이다. 우선 자연상태에서 정착한 초본과 목본이 군락을 이루는 지역과 인위적인 식재에 의해서 조성된 군락이 크게 구분되며, 전술한 지형과의 상호작용에 의해 다시 보다 복잡한 미소서식지를 이룬다. 따라서, 전조지역에서만 살아갈 수 있는 종과 습윤지역에서 사는 종, 초지에서 사는 종과

삼림에서 사는 종, 변화가 큰 지역에서 나타나는 종과 안정된 곳에서 출현하는 종이 신두리 사구지대에서 모두 나타난다. 두웅습지와 같은 사구습지 또한 이러한 지형의 다양성과 이에 적응한 생물의 적응과정이 상호작용하여 일어난 결과이며, 신두리 해안사구지대의 생태적 안정성과 생물다양성 유지에 큰 역할을 한다.

3) 상징적 가치

신두리 사구지대는 우리나라 해안사구 가운데 가장 먼저 소개되어 국민들에게 잘 알려져 있고, 조사·연구 또한 가장 많이 이루어져 해안사구로는 우리나라에서 최초로 국제적으로도 소개된 지역이다. 환경부에서는 생태계보전지역 지정을 검토한 바 있으며, 문화재청은 이미 북부 일부지역을 천연기념물로 지정하였고, 태안군에서는 신두리 사구지대를 태안 팔경의 하나로 소개하는 등 국가기관에서도 그 가치를 인정하고 있다.

이와 같이 신두리 사구지대는 자연성이 높고 기능이 다양할 뿐만 아니라 이미 우리나라 해안사구를 대표하는 곳으로 인식되고 있기 때문에 다른 어떤 사구에 비해서도 그 가치가 높다고 할 수 있다.

3.6 신두리 해안사구지대의 사구지형

신두리 사구지대는 오랜 기간 자연상태를 유지해 왔기 때문에 해안사구지대에서 볼 수 있는 거의 모든 지형이 나타난다. 하지만 최근 퇴적환경이 안정상태로 바뀌어감에 따라 불안정상태에서 나타나는 활성지형(active geomorphology)의 분포가 점차 감소해 가고 있는 추세에 있다.

조사결과 신두리 사구지대에서 출현하는 지형은 <표 II-7>과 같다. 표의 내용과 같이 사구지형은 발달단계나 식생피복의 차이 등에 따라 여러 측면에서 분류할 수 있다. 우선 사구지형을 발달단계에 따라 구분하면, 전체적으로 해안선과 평행한 형성되어 있는 전사구(foredune)를 포함한 1차사구(primary dune)와 전사구 후면에서 배후산지 사이에 발달되어 있는 2차사구(secondary dune)로 나눌 수 있으며, 안정상태에 따라서는 모래의 공급이 꾸준히 이루어지거나 급격하게 침식이 일어나는 지역에서 볼 수 있는 이동사구와 식생으로 덮여 있어 변화가 일어나지 않는 고정사구로 구분할 수 있고, 식생피복 상태에 따라 식생이 덮여 있는 식피사구와 그렇지 않은 미식피사구로 구분한다. 이 외에도 현재의 형성과정에 의해 만들어진 사구 아래에 과거에 만들어져 있던 고사구(paleo-dune or ancient dune)가 광범위하게 노출되어 있다.

1차사구에는 범(berm), 전사구(foredune), 전사구열(foredune ridge) 등이 포함되는데, 범(berm)과 배사구(embryo dune)는 제방이 축조되어 있는 북단 일부에 발달되어 있으나 대체로 발달이 미약한 것이 신두리 사구지대의 특징이다. 전사구는 해안선을 따라 잘 발달되어 있으며 3m에서 15m 높이의 전사구열을 이루고 있는데,

사구지대 중앙부와 남부에서는 높이가 낮고 최북단을 제외하면 북부에서는 높이가 높다. 사구지대 남부와 중앙부의 전사구에는 파랑에 의해 침식된 사구애(dune cliff)가 잘 발달되어 있다.

표 II-7. 신두리 사구지대 내의 사구지형

대구분	소구분	지형		규모
발달단계	1차사구	범(berm)		극소
		배사구(embryo dune)		소
		전사구(foredune)		대
		전사구열(foredune ridge)		대
	2차사구	재퇴적사구	바르한(barchan)형 사구	중
			스웨일 또는 습윤슬랙(wet slack)	대
			석류상 사구(sand hummock)	대
		침식사구 또는 취식와지 (Blowout)	U자형 사구(U-shaped dune)	대
			낙하산형 사구(parabolic dune)	대(흔적)
			머리핀형 사구(hairpin dune)	없음
		스웨일(swale) 또는 슬랙(slack)	건조슬랙(dry slack)	대
			스웨일 또는 습윤슬랙(wet slack)	대
		사구호(dune lake) 또는 사구배후호(back dune lake)		중
		슬러프터(sluffer)		소
		취식평지(deflation plain) 또는 사구평지(sand sheet)		소
		사구애(dune cliff)		대
안정단계	이동사구(mobile dune)		소	
	고정사구(stable dune)		대	
피복상태	식피사구	초지 사구(grassland dune)	대	
		삼림 사구(forested dune)	소	
	미식피사구	노출사구 또는 미식피사구(unvegetated dune)		대
기 타	연흔 또는 물결무늬(ripple mark)		소	
	고사구(ancient, relic or paleodune)		중	

※ 자세한 용어에 대한 설명은 <부록 1>을 참조

2차사구는 1차사구의 배후에 형성되어 있다. 이 곳에는 스웨일(swale) 또는 슬랙(slack)으로 불리는 고도가 낮고 평탄하거나 움푹 패여 있는 사구저지, 모래의 이동에 의해 형성된 바르한형 사구(barchanoid dune)나 세이프 사구(seif dune), 그리고 모래가 침식되어 형성된 다양한 형태의 취식와지(blowout) 등이 나타난다. 사구저지는 신두리 중앙부와 남부의 낮은 전사구 후면에서 2차사구 사이에 넓게 형성되어 있으며, 북부의 높은 전사구 후면과 사구 사이에도 나타난다. 대부분의 사구저지는 식생으로 피복되어 있으며, 사구습지가 형성되어 있기도 한다. 사구습지(wet dune)는 지하수면이 지표면과 매우 근접해 있는 곳에서 나타나며, 일시적이거나 영구적으로 물에 잠겨있는 사구지대 내의 습윤슬랙과 사구지대 후면의 사구배후호 등

이 포함된다. 모래의 이동이 일어나는 미피복사구(unvegetated dune)는 신두리 중앙부의 전사구와 사구저지 후면에 분포하고 있는데, 사구의 이동량과 면적이 점차 감소 추세에 있다. 침식지형인 취식와지는 주로 북부에 나타나는데 미피복사구와 마찬가지로 식생에 의해 점차 피복되어 규모가 축소되고 있다.

이상과 같은 사구의 지형을 공간적으로 살펴보면, 사구지역의 북부와 중앙부와 남부가 각기 다른 특성을 가지고 있다. 사구지역의 북부는 전사구의 고도가 15m에 이르고, 사구애와 취식와지가 잘 발달되어 있어, 단면상의 고도변화가 매우 크다. 사구는 대부분 벼과의 초본으로 조밀하게 피복되어 있어 모래이동이 거의 일어나지 않는다. 그러나 이 지역의 가장 위쪽인 북단에서는 최근 들어 전사구가 새롭게 형성되고 있는 것으로 보이며 범과 배사구도 나타나고 있다. 사구지역의 중앙부는 해발고도 5-6m의 전사구에 의해 해양으로부터 보호받고 있으며, 전사구 후면은 고도가 낮은 사구저지가 발달되어 있고 그 후면과 배후산지 사이에는 해발고도 15-20m의 식생이 없는 미피복사구가 나타난다. 대체로 고도변화가 크지 않으며, 2차사구의 일부를 제외하면 대부분 초본류로 피복되어 있다. 사구지역의 남부는 중앙부와 형태상으로는 거의 유사하나 조림사업에 의해 아까시나무와 곰솔이 식재되어 있어 지형의 특성이 크게 드러나지 않는다. 그러나, 사구저지에는 다수의 습지가 형성되어 있으며, 사구후면부에서는 경작지가 넓게 분포하고 있다.

4. 결론

4.1 특기사항

신두리 사구지대는 우리나라 해안사구지대에서 형성될 수 있는 거의 모든 종류의 사구지형이 존재하는 해안사구의 교과서라고 할 수 있다. 이 가운데 해안선 전체에 걸쳐 형성되어 있는 전사구와 전사구열, 고도가 15m 내외에 이르는 대규모 사구애, 다양한 규모와 형태 및 시기를 달리하는 취식와지, 2차사구가 육지 쪽으로 이동하면서 형성된 바르한형 사구와 세이프형 사구, 그리고 사구지대의 저지와 후면 곳곳에 형성되어 있어 서식지와 생물다양성을 높게 해주는 습윤슬랙과 사구배후습지와 같은 사구습지(dune wetland) 등은 신두리 해안사구지대의 특징적인 지형이다. 그리고 강한 파랑의 힘에 의해 전사구가 파괴되면서 형성된 슬러프터(sluffer)와 그 내부의 해수범람 퇴적물(wash-over deposit)도 사구지대에 발달되어 있다.

두웅습지와 냉배골 습지와 같은 사구배후습지와 사구지대 저지 곳곳에 형성되어 있는 습윤사구저지(wet slack)는 해안지역의 지하수와 사구지대의 관계를 잘 보여주는 지형으로서 사구지대 내의 지하수위 변동을 직·간접적으로 반영하고 있는데, 습지식물이나 금개구리와 맹꽁이 등의 서식지이며 동시에 인근 주민들의 용수원으로 이용되고 있다. 이와 같은 자연상태의 사구습지는 인위적인 훼손에 의하여 대부분 사라지고 없기 때문에 신두리 사구습지의 중요성이 더욱 부각된다.

4.2. 제언

해안사구의 훼손은 어제오늘의 일이 아닐 뿐만 아니라 우리나라에서만 진행되는 일도 아니다. 부분적인 훼손 사례에 집착하기보다는 냉정하게 문제를 파악하고 대처하는 것이 현명할 것이다. 이를 위해 몇 가지 사항을 제안한다.

우선, 신두리의 경우를 놓고 볼 때, 현재까지 진행된 훼손 현황을 정확히 파악하고 훼손의 원인을 분석하여 더 이상의 훼손이 일어나지 않도록 예방하는 것이 가장 중요하다. 그후 현재 해당 지역의 퇴적환경을 고려하여 훼손된 곳에 대한 복원이 가능한 지를 검토하는 것이 순서이다.

둘째, 해안사구의 훼손은 물리적인 훼손처럼 눈에 띄게 변화할 뿐만 아니라 주변 환경의 변화에 의해 눈에 보이지 않게 서서히 진행되기도 하기 때문에, 주기적인 감시체계를 구축하는 것도 시급하다.

셋째, 해안사구지대의 퇴적환경을 정확히 파악하기 위해서는 사구뿐만 아니라 사구전면의 해빈과 연근해에서의 퇴적물수지에 대한 정확한 조사가 필요하다. 이는 신두리 해안사구만의 문제가 아니라 우리나라 전체 해안지역에서 시급하게 다루어져야 할 문제이기도 하다.

넷째, 사구습지의 가장 중요한 기능은 지하수의 함양이다. 지하수는 기온과 강수량, 증발산량이나 식생피복 등 여러 가지 조건에 의해 영향을 받으며, 지하수위의 변화는 곧바로 사구식생물이나 지형에도 영향을 미치기 때문에, 사구습지와 사구지하수의 수위변동에 대한 조사가 필요하며, 특히 인위적인 취수 시설이 지하수위에 미치는 영향도 시급히 조사되어야 한다.

마지막으로 사구지역은 변화에 민감한 지역인 만큼 인위적인 변화를 유발하는 행위에 대한 자제가 필요하다. 예를 들어, 도로건설을 위해 외부의 토양이 반입되면 모래와는 이질적인 토양으로 인해 경관을 해칠 뿐만 아니라 토양 내에 포함되어 있던 종자들이 발아하여 달맞이꽃과 바랭이, 쑥과 같은 외래종이 급속도로 증식함으로써 사구지역의 고유생태계를 교란시킬 수 있다. 또한 방파제 축조나 전사구 지역에서의 건축행위 등은 신두리 해안사구지대와 전면 해빈 상호간의 모래 교환에 불균형을 초래하여 곧바로 해빈과 해안사구지대 모두에 심각한 변형을 초래할 것이다.

5. 참고문헌

- Mitsch, W.J. and J.G. Gosselink, 1986, Wetlands, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Seo, J.C. and Yu, K.B., 2002(in print). Journal of Coastal Research, Special Issues,
- Woo, H.J., J.C. Seo, S.J. Kwon, and J.G. Je., 2002. Seasonal patterns of sediment supply to coastal foredune of Seungbong Island, Korea. Ocean and Polar Research, 24(1):39-45.

- 강대균, 2002. 충청남도의 해안사구, 고려대학교 박사학위논문.
- 기상청, 1991~2000, 기상연보.
- 기상청, 2001, 한국기후표 1971-2000, 632p.
- 대한지질학회, 1998, 한국의 지질, 802p.
- 백제토지신탁개발, 2002. 신두리 다가구주택 및 근린생활시설 조성사업 사전환경성 검토서.
- 서종철, 1999. "해안습지 분류", 갯벌 생태계조사 및 지속 가능한 이용방안 연구, pp. 723-741. 해양수산부.
- 서종철, 2001. 서해안 신두리 해안사구의 지형변화와 퇴적물 수지, 서울대학교 박사학위논문.
- 서종철, 2002. "원격탐사와 GIS 기법을 이용한 신두리 해안사구지대의 지형변화 분석", 한국지역지리학회지, 8(1) : .
- 신안균, 2000. 우이도 풍성사구의 형성과정 및 주변 해양환경 활용방안에 관한 학술연구. 전남대학교 출판부, 413p.
- 유호상, 2002. 겨울철 모래이동과 전사구의 지형변화 -신두리 해안사구 지대를 사례로-.
- 제종길 · 서종철 · 신상호, 2002. "해안습지의 분류와 복원을 통한 보전", 2002 세계습지의 날 기념 세미나 자료집.
- 한국자원연구소, 1995, 1:1,000,000 한국지질도.
- 한국자원연구소, 1998, 1:50,000 대산 · 이곡 도폭 지질조사보고서.
- 한국자원연구소, 1998, 1:50,000 서산 · 모항 도폭 지질조사보고서.
- 환경부, 2002. 우리나라 사구실태파악과 보전관리방안에 대한 연구.

부록 : 사구용어 정의

범(berm) : 파랑에 의해 형성된 해변상의 지형으로 여름 범과 겨울 범이 있음. 표면은 평탄하거나 육지쪽 경사를 보이거나 해안쪽 말단부는 급경사를 이룸. 동해안과 남해안의 해변에는 여러 단이 형성되어 있으나 조석의 영향이 강한 서해에서는 발달이 미약함.

배(胚)사구(embryo dune) : 해변의 최상부에서, 파랑이나 조수에 의해 운반된 표류물을 중심으로 모래가 쌓여 형성되는 초기의 사구지형. 후에 식생이 정착하여 성장이 가속화되면 전사구가 됨.

전(前)사구(foredune) : 배사구가 성장하여 형성된 지형. 해안사구를 사막사구와 구별할 수 있게 해주는 가장 특징적인 지형으로서 해안선을 따라 평행하게 형성되어 있으며 대개 뿌리가 길고 염분에 강한 초본류로 덮여 있음.

사구열(foredune ridge) : 해안선과 평행하게 연속적으로 발달하여 형성된 열상의 사구지형으로 여러 개의 열이 발달해 있는 경우가 있는데, 그 중 해변과 접하는 부분의 사구열은 전사구열이라고 함.

사구저지(slack 또는 swale) : 사구열과 사구열 사이의 저지대. 물이 없는 건조한 곳과 물로 차 있는 습윤한 곳이 있음.

건조사구저지(dry slack) : 슬랙의 바닥과 지하수면이 많이 떨어져 있어 중생 식생이나 건조식생이 자라고 있으나 습지식생이 정착해 있지 않는 곳.

습윤사구저지(wet slack) : 슬랙의 바닥이 지하수면과 매우 가깝게 위치하여, 연중 또는 일시적으로 습지가 형성되는 곳. 다양한 습지식생이 자라고 간헐적으로 물을 많이 필요로 하는 수생식물이 출현함. 해안사구습지의 한 유형임.

해안사구습지(coastal dune wetland) : 해안사구지대 내에서 형성되어 있는 습지를 일컫는 용어로, 습윤사구저지(wet slack)나 취식평지(deflation plain 또는 sand sheet)에 일시적으로 형성되는 습지와 사구지대 후면에 영구적으로 형성되어 있는 사구배후호(back-dune lake) 등이 포함됨.

취식와지(blowout 또는 deflation hollow) : 강한 바람에 의해 침식되어 움푹 파인 지형. 깎여나간 모양에 따라 다르게 불리며, U자형사구, 포물선형 사구, 머리핀형 사구 등이 여기에 포함됨.

U자형 사구(U-shaped dune) : 취식와지의 유형 가운데, 그 형태가 말발굽이나 U자형을 띤 것. 해안선 쪽이 턱어 있으며, 이동된 모래는 육지 쪽에 쌓여 새로운 사구를 형성함.

포물선형 사구(parabolic dune) : 취식와지의 한 유형으로, U자형 사구에 비해 와지의 폭은 좁으나 길이가 길어 포물선 형태를 띠는 것.

머리핀형 사구(hairpin dune) : U자형 사구나 포물선형 사구보다 와지의 폭에

비해 길이의 비율이 가장 큼. U자형→포물선형→머리핀형의 순으로 침식력이 강하게 작용한 것임.

1차사구(primary dune) : 해변에서 운반된 모래가 쌓여서 형성된 사구. 전사구가 이에 해당됨.

2차사구(secondary dune) : 1차사구가 바람에 의해 침식되거나 재퇴적 과정을 거쳐 형성된 사구. 일반적으로는 전사구 후면에 형성되어 있는 사구체를 지칭하는 용어로 사용되나 광범위하게는 취식와지나 바르한 등도 이에 포함됨.

바르한(barchan) : 모래의 공급량이 많은 곳에서 나타나는 전형적인 사구지형. 평면형태는 반달모양. 풍상사면의 경사는 완만하고 풍하사면의 경사가 급함. 풍하방향으로 대칭되는 꼬리가 형성됨. 다른 사구와 독립적으로 나타남.

바르한형 사구(barchanoid dune) 또는 세이프 사구(seif dune) : 두 방향의 바람에 의해 바르한이 변형되어 만들어진 사구로서, 횡사구(transverse dune)처럼 연속적으로 형성됨.

취식평지(deflation plain) 또는 사구평지(sand sheet) : 바람에 의해 모래가 침식되어 운반된 후에 남는 평지. 대체로 지하수면과 고도가 가깝기 때문에 호습성 초본류가 잘 나타남.

사구에(dune cliff) : 사구의 전면이 바람이나 해수에 의해 침식되어 절벽을 이루는 것. 1차사구인 전사구에서 나타나는 것과 육지 쪽의 2차사구에서 나타나는 것이 있다.

사구호(dune lake) : 사구지대 내에 물이 영구적으로 차 있는 곳을 말하며, 사구지대 후면과 배후산지 사이에 형성되어 있는 것은 사구배후호(back-dune lake)라고 함.

슬러프터(sluffer) : 전사구열이 강한 파랑의 작용에 의해 파괴되어 해수가 사구지대로 침투하는 부분. 이 부근에는 염생식생이 출현함.

피복사구(vegetated dune) : 초본류나 목본류에 의해 피복되어 있는 사구.

미피복사구(unvegetated dune) : 식생이 자라지 않고 모래로만 이루어져 있는 사구.

삼림사구(forested dune) : 자연적인 천이과정이나 식재에 의해 목본으로 피복되어 있는 사구.

초지사구(grassland dune) : 자연적인 천이과정에 의해 초본류로 피복되어 있는 사구.

이동사구(mobile dune) : 모래가 재운반되어 위치가 변하는 사구. 대체로 식생이 없으며, 모래공급량이 풍부한 곳에서 나타남.

고정사구(stable dune) : 식생에 의해 정착되어 이동이 일어나지 않는 사구.

고사구(ancient dune, relic dune or paleodune) : 현재 이전의 시점에서 형성된 사구로서, 현 사구의 침식에 의해 드러나 있는 경우도 있음.

사구식생(dune vegetation) : 사구의 건조하고 척박한 환경에 적응할 수 있도록 진화된 식생을 지칭하나, 광의로 보면 자연적인 사구의 식생천이 과정에서 나타나는 식생도 포함됨. 예를 들어, 떠는 중생식물로 육상식생이지만, 사구지역에서 우점종의 지위를 가지고 있는 경우는 사구식생에 포함시킬 수 있음.

Ⅲ. 두웅습지 일대의 식물상 · 식생

유영한 · 송민섭 · 노환춘(국립환경연구원 생태조사단)

1. 서 론

사구는 식생, 기후, 수문과 토양과의 상호작용에 의하여 결정된다(Grootjans, 1998). 사구는 다양한 미세 규모의 지형이 존재하고, 그 안에서도 각 지형에 미치는 자연적인 교란과 인위적인 간섭의 종류와 정도에 따라 다양한 식물과 식생이 분포한다. 사구의 저습지는 생물다양성의 보고이다(Wilson and Gitay, 1995). 특히 신두리사구는 천연기념물지역으로 지정되고 있으나 항존하는 습지는 없다. 신두리의 배후습지인 두웅습지는 맹꽁이, 참개구리, 금개구리 그리고 아무르산개구리 등 학술적, 법적 혹은 지역적 대표성을 가지고 있는 종들이 집단으로 서식하고 산란하는 장소로 그 자연적 가치가 매우 높다(환경부, 2001).

그러나 두웅습지는 이와 같은 생태학적 중요성이 보고되었음에도 불구하고 자세한 조사가 이루어진 바가 없다. 따라서 본 조사는 두웅습지에서 식생과 식물상 조사를 통하여 두웅습지가 가지고 있는 식물의 다양성과 식생과 생태학적 특성을 파악하고, 효과적인 관리방안을 강구하기 위하여 시도되었다.

2. 조사방법

식생은 상관을 기준으로 주요 군락마다 Z-M방법에 따라 식물사회학적 방법으로 조사하였다(Braun-Blanquet, 1965). 식물상은 전지역을 답사하면서 목록을 작성하고, 현장에서 동정이 어려운 종은 가능하면 생식부분이 포함되도록 채집하여 건조표본을 만든 후 이(1995), 이(2000)의 기재에 따라 동정하였다.

3. 결과와 고찰

3.1. 식생

두웅습지의 식생은 수심에 따라 가장 깊은 곳에서는 침수식물인 해캄, 붕어마름 군락과 부엽식물인 애기마름군락(사진 Ⅲ-1), 수련군락(사진 Ⅲ-2)이 분포하고, 이보다 좀 더 수심이 얕은 곳에서는 정수식물인 겨풀군락(사진 Ⅲ-3), 줄군락, 매자기군락(사진 Ⅲ-4), 큰고랭이군락, 갈대군락이 대상으로 분포하고 있다(표 Ⅲ-1). 이 정수식물군락은 집수역에서 공급되는 점토가 퇴적되는 외곶골의 입구에 폭넓게 분포

하고 있다(사진 III-5).

정수식물의 키가 10-70cm로 다양한데, 키가 작은 겨풀군락이 키가 큰 갈대군락과 줄군락의 틈새와 줄군락과 매자기군락 틈새에 분포하고 있어 물새들이 겨풀군락에서 채이할 때 외부로부터 은폐가 되어 새들의 서식처로 좋은 대생분포를 하고 있다(사진 III-6). 건조한 제방주변에서는 이삭사초군락과 쉽사리군락이 좁은 띠 모양으로 분포하고 있다.

한편, 특히 애기마름군락은 현재(6월) 습지의 중앙부에 모자이크형태로 분포하지만, 이 식물의 최대생육기인 7월 이후에는 그 면적이 매우 늘어날 것이므로 한여름 이후에는 두웅습지의 식생피도면적은 100%에 이를 것이다(사진 III-1). 이와 같은 애기마름군락(생산자)의 증가는 곧 이 식물을 주 먹이로 살아가는 각다귀류, 잎벌레류, 나방류(유충)의 종수와 개체수의 증가를 의미하고, 또 이 곤충을 먹고사는 여러 종류의 새나 어류 소비자를 끌어들이게 되어 먹이그물이 복잡해지고, 생물간의 상호작용이 강해져 생물종다양성이 증가하게 된다.

두웅습지 소유역 내에 있는 육상식물군락의 유형은 5개의 식생형으로 동정되었다(표 III-2). 논과 밭은 농경지 식생형으로 계곡부 주변에 주로 분포하였고, 남사면의 초지군락은 1-2년 전에 곰솔군락을 벌채하여 형성된 파피 식생군락이었다. 대체로 남사면은 전형적인 서해안에서 관찰되는 변두리식생인 곰솔군락으로 자연성이 높게 나타났다. 또한 북사면의 소나무군락은 교목층, 아교목층, 관목층과 초본층으로 구성된 층위형성이 뚜렷하고, 군락 내에 출현하는 종수(10m×10m)도 32종으로서 종다양성이 높았다.

표 III-1. 두웅습지 내 수생식물군락의 종류와 특성

수생식물 군락명		수심	수면위 초고	토성	면적 (ha)	사진 번호
침수식생군락	붕어마름군락	100 - 200	-	점토	0.69	-
부엽식생군락	애기마름군락	50 - 200	1 - 3	점토	0.69	III-1
	수련군락	50 - 100	5 - 15	모래	0.09	III-2
정수식생군락	줄군락	10 - 20	50 - 70	점토	-	-
	겨풀군락	20 - 30	10 - 20	점토	0.10	III-3
	큰고랭이군락	20 - 40	40 - 60	점토	-	-
	매자기군락	10 - 20	30 - 60	점토	0.12	III-4
	갈대군락	10 - 30	50 - 70	점토	-	-
제방식생군락	쉽사리군락	-	40 - 60	양토	-	-
	이삭사초군락	-	20 - 30	양토	-	-

표 III-2. 두웅습지 집수역 내 육상식물군락의 종류와 특성

육상식물군락	수고(m)	흉고직경급 (cm)	식생평가 등급	녹지자연도 등급	면적 (ha)	사진 번호
곰솔군락	7-13	20-40	III-IV	7-8	2.78	III-7,8
소나무군락	10-15	30-50	V	9	1.69	III-9,10
초지군락	0.5	-	I	5	0.88	III-11
농경지식생(밭)	0.1-0.3	-	-	2	1.12	III-12
농경지식생(논)	0.2	-	-	2	0.69	-

두웅습지주변의 사구식생은 갯그렁군락, 통보리사초군락, 쯤보리사초군락, 순비기나무군락, 해당화군락, 갯메꽃군락, 띠군락, 달맞이꽃군락, 혼합초지군락이 작은 규모로 분포하고, 모래의 이동을 방지하기 위하여 식재한 곰솔조림지(2령급)가 넓게 분포하며, 아까시나무조림지(2령급)가 다소 좁게 나타난다. 한편 두웅습지 주변 사구에 산재한 수변식생은 침수식생인 통발군락과 이삭물수세미군락과 정수식물인 줄군락, 겨풀군락, 부들군락, 애기마름군락이 좁은 면적으로 분포하고 있다. 조림한 곰솔 등이 작은 규모로 분포하고, 일부 혼합초지군락과 곰솔군락이 우점한다.

3.2. 식물상

두웅습지 집수역과 그 주변 사구 일대의 식물분류군은 129군과 147군으로 두웅습지의 식물상이 18분류군이 적었다(표 III-3, 부록 1). 이것은 습지주변의 면적이 두웅습지 집수역보다 매우 넓기 때문이다. 조사지역에서 발견된 환경부 멸종위기종이나 보호식물종은 출현하지 않았다.

두웅습지 내에서만 나타나는 주요 식물종은 이삭사초, 사마귀풀, 고마리, 수련, 붕어마름, 큰피막이, 할미꽃이었다. 이러한 식물이 사구주변에 나타나지 않는 것은 이 두웅습지가 바다로부터 내륙으로 떨어져 있고, 주변에 식생이 양호한 목본군락이 있어 염 분산을 막을 수 있기 때문으로 판단된다.

습지주변에만 특이적으로 출현하는 식물은 대부분이 사구성식물로 순비기나무, 해당화의 관목류와, 갯메꽃, 갯그렁, 갯방풍, 통보리사초, 쯤보리사초, 띠 등의 육상초본류가 넓게 나타나고, 이삭물수세미와 통발류, 부들, 줄의 수생식물류가 작은 연못주변에 산재하였다. 또한 염생식물인 솔장다리, 수송나물이 사구가 만들어지는 곳에서 자라고 있었다.

귀화식물은 사구지역에 우점하는 달맞이꽃을 비롯하여 15종이 출현하였으나 환경부지정위해식물은 발견되지 않았다.

표 III-3. 두웅습지와 그 주변 관속 식물상

구분	과	속	종(분류군)
두웅습지	57	109	129
습지주변	55	111	147
두웅습지+습지주변	72	157	207
사구지표식물	7	12	12
수생식물	13	15	20
귀화식물종	9	13	15

4. 결론 및 제언

이상에서 보면, 두웅습지는 면적이 좁지만 우리나라의 대표적인 정수생태계에서 발견되는 주요한 침수식물군락, 부엽식물군락과 정수식물군락 등이 다양하게 나타난다. 이는 두웅습지의 식생이 저토환경과 주변의 지형과 생태학적으로 오랫동안 평형상태가 유지되었기 때문으로 판단된다.

따라서 이러한 안정화된 습지의 구조와 기능이 유지되기 위해서는 무엇보다도 이곳의 자연환경이 지속적으로 유지되고 보전되어야 한다. 특히 습지의 형성과 유지에 가장 기본이 되는 풍부한 물의 확보가 절실히 요구되고 있다. 이러한 물의 확보를 위해서는 물의 유입과 이동을 결정짓는 생태계의 단위인 집수역이 보호되어야 한다. 현재 집수역 내에서도 두웅습지를 기준으로 할 때 외곶골의 왼쪽 남사면에는 별목으로 초지가 형성되어 있고, 그 주변의 나지는 여름철의 집중호우시 토양유실이 예상된다. 이러한 나지는 식생이 지표를 덮도록 토종종자를 파종하여(seed spray) 자연천이를 촉진할 필요가 있다.

면적이 좁은 집수역(약 86,388m²)에서 두웅습지(약 9,169m²)의 수량이 많은 것은 집수역 내로 유입되는 강수량에 의한 공급보다는 주변 사구로부터 지하수의 유입으로 판단된다. 이러한 가능성은 두웅습지의 수심이 2m로 낮다는 사실로부터 추정할 수 있다. 따라서 주변사구의 보전도 두웅습지의 유지에 절대적으로 필요하다.

집수역에서 자연성이 높은 식물군락의 수관(canopy)은 집중 강수시 빗물이 토양에 직접적으로 떨어져서 토양침식이 일어나는 것을 막아주고(김, 1993), 근계가 토양깊이까지 넓게 퍼져있어서 토양함수량을 크게 증대시킨다(김 등, 1992). 또한 갈수기(건조기)에는 홍수기에 저장한 물을 흘러내려서 하천의 수량을 조절한다(김, 1987). 이러한 나무의 수량함유효과는 두웅습지와 같은 소규모 집수역에서 수량의 유지에 중요하므로 집수역내 식생등급이 높은 숲은 그대로 보전 유지되도록 하여야 한다.

또한 이곳의 수량을 일정하게 유지하기 위해서는 가능한 한 물의 소비가 억제되어야 한다. 즉 집수역 안에 있는 논에 물을 관개하는 정도는 문제가 없지만, 현재

와 같이 양수기를 동원하고, 호스를 이용하여 인근 주변의 농경지까지 물을 대는 것은 피해야 할 것이다.

습지주변의 식생을 제외하고 완충지역의 사구식생을 보면 점차적으로 달맞이꽃 등과 같은 건조에 강한 외래종이 우점하고 있다. 이러한 이유는 이곳에서 동물과 농경지에 공급하는 지하수의 과도한 사용으로 지하수층이 낮아졌기 때문으로 판단된다. 즉 지하수위가 낮아져 뿌리가 얇은 식물은 수분부족에 시달려 그 개체수가 감소하고 달맞이꽃과 같은 뿌리가 깊은 식물이 우점하는 것으로 판단된다.

지금보다 더 지하수를 사용하면 앞으로 뿌리가 짧은 사구토종식물은 사라지고 뿌리가 길고 건조에 강한 중성식물이 우점할 것으로 판단된다. 따라서 사구지역에서 자연식생의 유지를 위해서는 지하수 사용총량의 한계치를 설정하여 적절히 통제해야 할 것이다.

두웅습지 주변은 사구로 되어 있어 다른 지역보다 농경지가 적다. 따라서 두웅습지의 안과 밖에서 과도한 농경과 이에 따라 농약의 사용과 토양의 유실 등이 예상된다. 이를 막기 위해서는 가능하면 이곳에서는 생태농법을 도입하여 농약의 사용량을 줄여야 할 것이다. 그리고 밭에서 재배하는 작물의 종류는 토지를 자주 교란하고 생육기가 짧은 작물보다는 장기간 한가지 작물을 심어놓고 지속적으로 농가 수익을 올릴 수 있는 약초(재배)가 좋을 것이다.

두웅습지 집수역 내에서 논 경작지가 계곡주변에 분포하고 있다. 이러한 논은 수심이 얇은 곳에서 서식하는 양서류의 산란터로 이용되므로 지속적으로 농경행위가 유지되어야 하고, 전술한 바와 같이 농약의 사용을 가급적 줄이는 생태농법이 도입되어야 한다. 그리고 논은 주변에서 유입되는 토사나 기타 오염물질을 정화할 수 있는 완충지대로서 중요하므로 이를 지속적으로 관리할 필요가 있다.

두웅습지를 위협하는 인위적 요인 중 하나가 낚시꾼이다. 낚시꾼은 땅을 밟아(답압) 제방식생을 파괴하고, 또한 낚시를 던지기 위하여 수생식물군락을 교란시킨다. 이러한 식생의 파괴와 교란은 결국 새와 같은 상위소비자에게 영향을 주어 결과적으로 생물종다양성을 감소시킨다. 따라서 낚시꾼도 적절하게 통제되어야 한다.

그리고 두웅습지와 생태계보전지구는 완충지역의 수로를 통하여 연결되어 있다. 특히 수로는 수변식생을 대표하는 아교목성의 갯버들과 식피울이 거의 100%의 삿갓사초군락이 덮고 있다(사진 III-13). 이곳에는 잠자리류의 탈피각이 많이 발견되고 있는데 비가 오면 물이 고이고, 주변 사구지대와 천연기념물지역과 두웅습지가 연결되는 수로(water channel)가 된다. 또한 수로는 그 주변에 관목으로 천이가 진행되는 묵밭과 자연성이 높은 곰솔군락이 분포하고 있어 인근의 차도와 행락객의 소음과 교란으로부터 은폐되고 있다. 그러므로 이들 수로는 수서곤충 뿐만 아니라 대형포유류도 안심하고 물을 먹을 수 있는 곳이다.

신두리 사구에서 형성되는 이러한 수계는 특히 봄철에 맹꽁이나 금개구리 등 양서류의 이동통로가 되어 물이 부족한 지역으로부터 물이 충분한 두웅습지로 이동

할 수 있게 해준다. 그리하여 두웅습지가 양서류의 좋은 산란터가 될 수 있는 것이다. 따라서 이러한 생물의 이동을 고려할 때 두웅습지의 보전이 절대적으로 필요하고, 신두리의 천연기념물지역으로부터 두웅습지에 이르는 수로와 수로 주변도 가능하면 그대로 보전되어야 한다.

5. 참고문헌

- 환경부, 2001. 우리나라 사구 실태파악과 보전, 관리 방안에 대한 연구.
- 金景河, 1993. 山林의 降水遮斷損失量 推定模型 開發에 關한 研究. 서울大學校 博士學位論文. 67p.
- 김경하 · 이천용 · 이원규, 1992. 유역의 입지조건이 갈수기 저수량에 미치는 영향. 임연연보 44: 75-86.
- 金載水, 1987. 山林이 洪水量에 미치는 影響과 小流域內 蒸發散量 推定. 林研研報 35: 69-78.
- Grootjans, A.P, W.H.O Ernst and P.J. Studyfzand, 1998. European dune slacks: strong interactions of biology, pedogenesis and hydrology. *Tree* 13(3):96-100.
- Wilson, J.B. and Gitay, H., 1995. Community structure and assembly rules in a dune slack: Variance in richness, guild proportionality, biomass constancy and dominance/diversity relations, *Vegetatio* 116:93-106.



사진 III-1. 애기마름군락

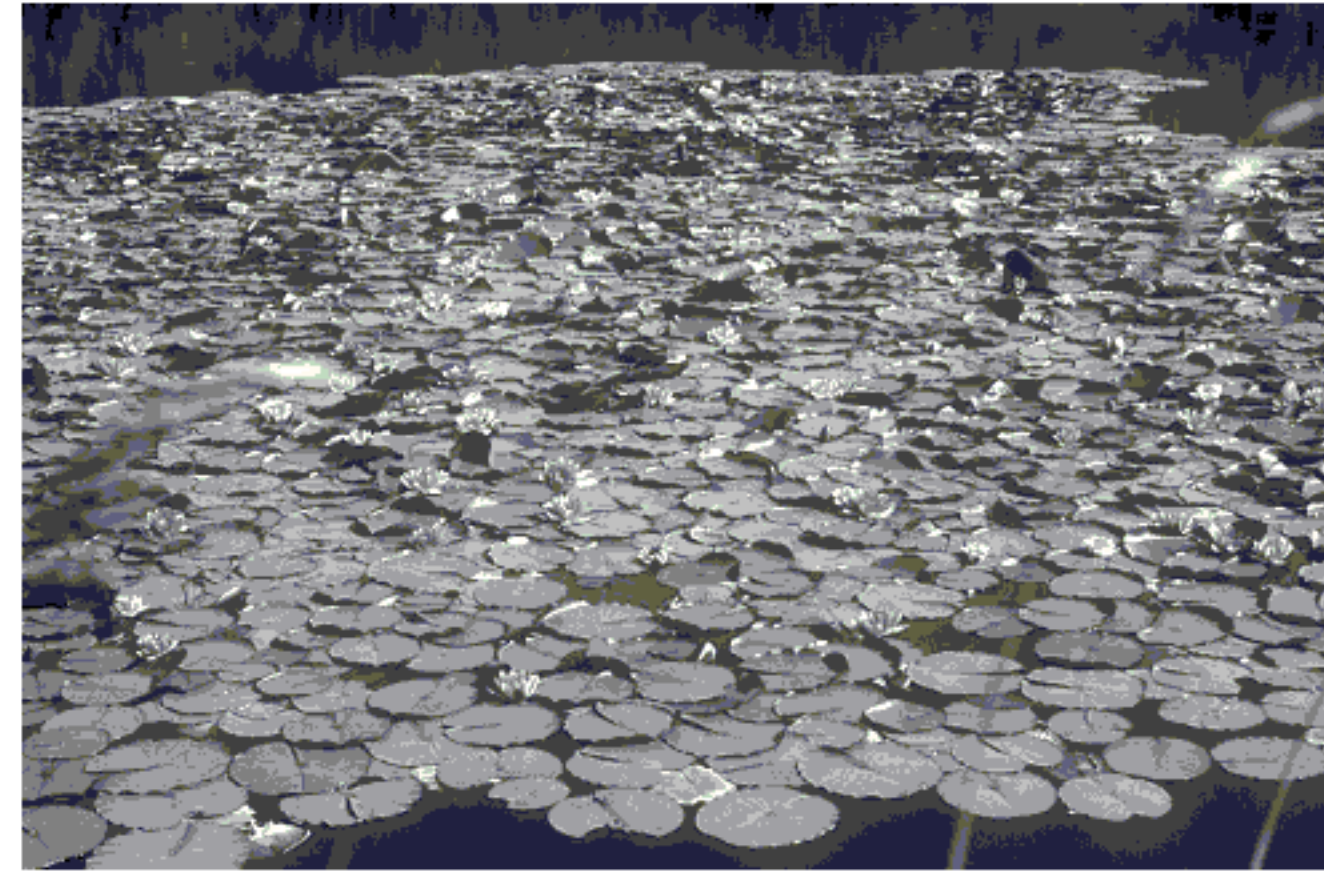


사진 III-2. 수련군락

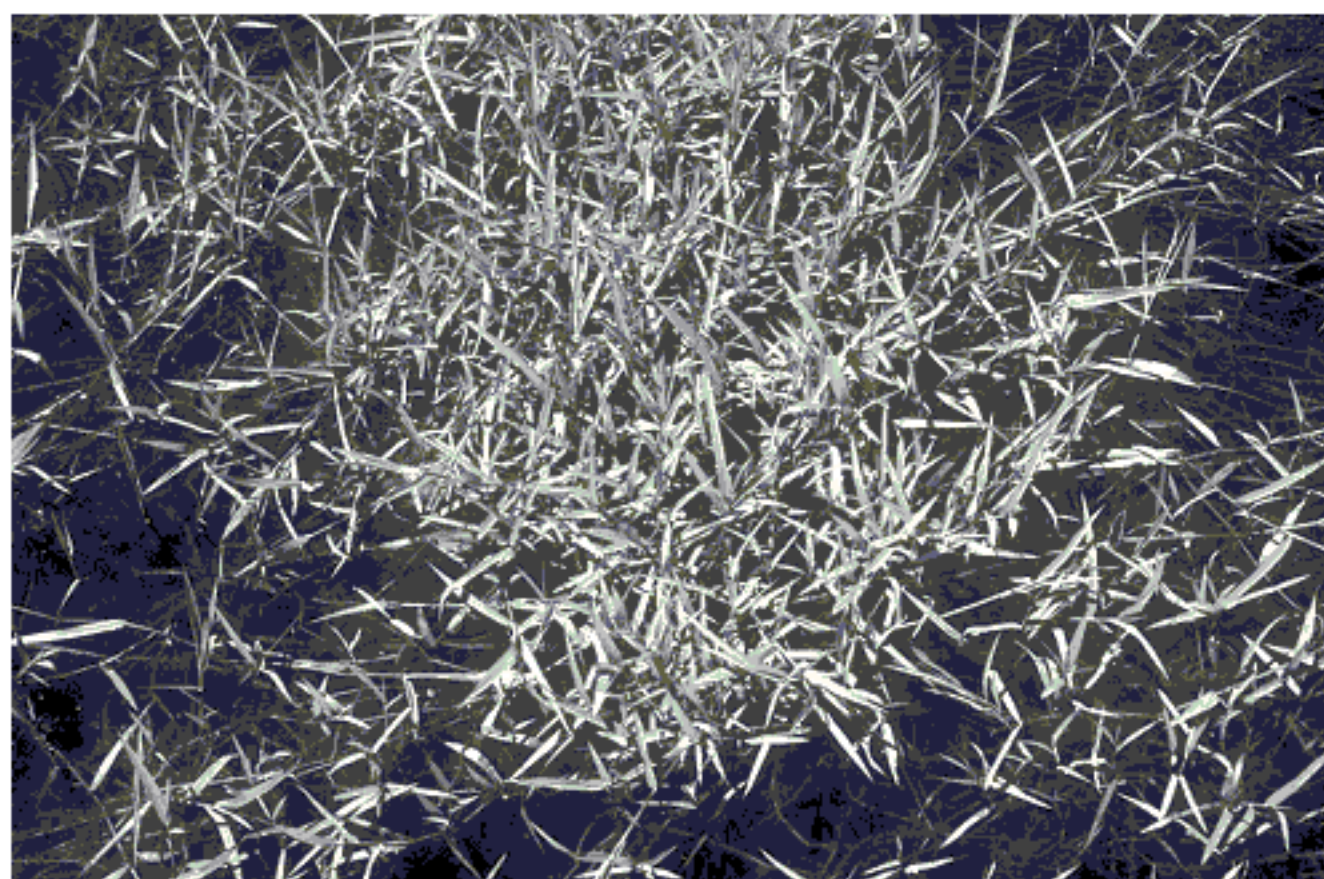


사진 III-3. 겨풀군락



사진 III-4. 매자기군락



사진 III-5. 습지주변에 분포하는
수생식물군락 전경



사진 III-6. 습지주변 수생식물의
대생분포



사진 III-7. 녹지자연도 7등급에
해당하는 곰솔군락



사진 III-8. 녹지자연도 8등급에
해당하는 곰솔군락



사진 III-9. 소나무군락



사진 III-10. 소나무군락



사진 III-11. 초지군락



사진 III-12. 묵밭주변



사진 III-13. 샷갯사초군락

부록 1. 두웅습지와 그 주변 관속식물상

목	과	종명(국명)	생육지 특성	종명 (학명)	두웅 습지	습지 주변
속새목	속새과	쇠뜨기	사구식물	<i>Equisetum arvense</i> L.	○	
고사리목	고비과	고비		<i>Osmunda japonica</i> Thunb.	○	○
	고사리과	고사리		<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i> (Desv.) Underw.	○	○
구과목	소나무과	소나무		<i>Pinus densiflora</i> S. et Z.	○	○
		곰솔		<i>Pinus thunbergii</i> Parl.	○	○
부들목	부들과	부들	수생식물	<i>Typha orientalis</i> Presl		○
소생식물목	가래과	말즘	수생식물	<i>Potamogeton crispus</i> L.		○
벼목	벼과	둑새풀		<i>Alopecurus aequalis</i> var. <i>amurensis</i> (Kom.) Ohwi	○	○
		산겨이삭		<i>Agrostis clavata</i> Trin.	○	
		개피		<i>Beckmannia syzigachne</i> (Steud.) Fern.		○
		개밀		<i>Agropyron tsukushiense</i> var. <i>transiens</i> (Hack.) Ohwi	○	○
		갯그렁	사구식물	<i>Elymus mollis</i> Trin.		○
		참새귀리	귀화식물	<i>Bromus japonicus</i> Thunb.		○
		김의털아재비		<i>Festuca parvigluma</i> Steud.	○	
		겨풀	수생식물	<i>Leersia oryzoides</i> var. <i>japonica</i> HACK.	○	○
		줄	수생식물	<i>Zizania latifolia</i> Turcz.		○
		갈대	수생식물	<i>Phragmites communis</i> Trin.	○	○
		잔디		<i>Zoysia japonica</i> Steud.	○	
		신이대		<i>Sasa coreana</i> NAKAI		○
		띠	사구식물	<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i> (Retz.) Durand et Schinz	○	○
		참억새		<i>Miscanthus sinensis</i> Anderss.	○	○
		기름새		<i>Spodiopogon cotulifer</i> (Thunb.) Hack.		○
		갯쇠보리	사구식물	<i>Ischaemum antheophoroides</i> (Steud.) Miq.		○
	사초과	통보리사초	사구식물	<i>Carex kobomugi</i> Ohwi		○
		이삭사초	수생식물	<i>Carex dimorpholepis</i> Steud.	○	
		갯청사초	수생식물	<i>Carex breviculmis</i> var. <i>fibrillosa</i> KUKENTH.		○
		대사초		<i>Carex siderosticta</i> Hance	○	○
		삿갓사초	수생식물	<i>Carex dispalata</i> Boott		○
		좁보리사초	사구식물	<i>Carex pumila</i> Thunb.		○

부록 1. 계속

목	과	종명(국명)	생육지특성	종명(학명)	두웅 습지	습지 주변
벼목	사초과	매자기	수생식물	<i>Scirpus fluviatilis</i> (Torr.) A. Gray	○	○
벼목		큰고랭이	수생식물	<i>Scirpus tabernaemontani</i> Gmel.	○	○
천남성목	천남성과	반하		<i>Pinellia ternata</i> (Thunb.) Breit.	○	
분질배유목	닭의장풀과	닭의장풀		<i>Commelina communis</i> L.	○	○
		사마귀풀	수생식물	<i>Aneilema keisak</i> Hassk.	○	
백합목	골풀과	괭의밥		<i>Luzula capitata</i> (Miq.) Miq.	○	
		골풀	수생식물	<i>Juncus effusus</i> var. <i>decipiens</i> Buchen.	○	○
		애기골풀	수생식물	<i>Juncus bufonius</i> L.		○
	백합과	백합과 sp.		백합과 sp.		○
		<i>Allium</i> sp.		<i>Allium</i> sp.		○
		달래		<i>Allium monanthum</i> Max.	○	
		무릇		<i>Scilla scilloides</i> (Lind.) Druce	○	
		천문동	사구식물	<i>Asparagus cochinchinensis</i> MERR.		○
		둥굴레		<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i> Ohwi		○
		진황정		<i>Polygonatum falcatum</i> A. Gray	○	
		애기나리		<i>Disporum smilacinum</i> A. Gray		○
		맥문동		<i>Liriope platyphylla</i> Wang et Tang		○
		선밀나물		<i>Smilax nipponica</i> Miq.		○
		청미래덩굴		<i>Smilax china</i> L.	○	○
		청가시덩굴		<i>Smilax sieboldii</i> Miq.	○	○
	마과	마		<i>Dioscorea batatas</i> Decne.		○
난초목	난초과	병아리난초		<i>Amitostigma gracilis</i> (Bl.) Schlecht.	○	
후추목	홀아비꽃대과	홀아비꽃대		<i>Chloranthus japonicus</i> Sieb.		○
버드나무목	버드나무과	은사시나무		<i>Populus tomentiglandulosa</i> T. Lee		○
		내버들	수생식물	<i>Salix gilgiana</i> Seem.	○	○
		갯버들	수생식물	<i>Salix gracilistyla</i> Miq.		○
가래나무목	가래나무과	굴피나무		<i>Platycarya strobilacea</i> S. et Z.	○	○
참나무목	자작나무과	물오리나무		<i>Alnus hirsuta</i> (Spach) Rupr.	○	○
	참나무과	밤나무		<i>Castanea crenata</i> S. et Z.	○	
		굴참나무		<i>Quercus variabilis</i> Bl.	○	
		떡갈나무		<i>Quercus dentata</i> Thunb.	○	○

부록 1. 계속

목	과	종명(국명)	생육지 특성	종명(학명)	두웅 습지	습지 주변
참나무목	참나무과	신갈나무		<i>Quercus mongolica</i> Fisch.		O
	참나무과	졸참나무		<i>Quercus serrata</i> Thunb.	O	O
뽕나무목	느릅나무과	팽나무		<i>Celtis sinensis</i> Pers.	O	
	뽕나무과	뽕나무		<i>Morus alba</i> L.	O	
	삼과	환삼덩굴		<i>Humulus japonicus</i> S. et Z.		O
	뽕나무과	거북꼬리		<i>Boehmeria tricuspidata</i> Makino	O	
마디풀목	마디풀과	마디풀과 sp.		마디풀과 sp.		O
		수영	귀화식물	<i>Rumex acetosa</i> L.		O
		소리쟁이	귀화식물	<i>Rumex crispus</i> L.	O	O
		<i>Bistorta</i> sp.		<i>Bistorta</i> sp.	O	
		<i>Persicaria</i> sp.	수생식물	<i>Persicaria</i> sp.	O	
		며느리배꼽		<i>Persicaria perfoliata</i> H. Gross	O	O
		고마리	수생식물	<i>Persicaria thunbergii</i> H. Gross	O	O
		미꾸리늪시	수생식물	<i>Persicaria sieboldi</i> Ohki		O
	명아주과	좀명아주	귀화식물	<i>Chenopodium ficifolium</i> Smith	O	
		솔장다리	귀화식물	<i>Salsola collina</i> Pall.		O
		수송나물	사구식물	<i>Salsola komarovi</i> Iljin		O
중심자목	비름과	쇠비름		<i>Achyranthes japonica</i> (Miq.) Nakai	O	O
	자리공과	미국자리공	귀화식물	<i>Phytolacca americana</i> L.	O	O
	쇠비름과	쇠비름		<i>Portulaca oleracea</i> L.	O	
	석죽과	석죽과 sp.		석죽과 sp.		O
		벼룩이자리		<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.		O
		점나도나물		<i>Cerastium holosteoides</i> var. <i>hallaisanense</i> Mizushima	O	O
		쇠별꽃		<i>Stellaria aquatica</i> Scop.	O	O
		벼룩나물		<i>Stellaria alsine</i> var. <i>undulata</i> Ohwi	O	
	수련과	수련	수생식물	<i>Nymphaea tetragona</i> var. <i>angusta</i> CASP.	O	
	붕어마름과	붕어마름	수생식물	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	O	
미나리아재비목	미나리아재비과	병조희풀		<i>Clematis heracleifolia</i> DC.	O	
		으아리		<i>Clematis mandshurica</i> Rupr.	O	
		할미꽃		<i>Pulsatilla koreana</i> Nakai	O	
		노루귀		<i>Hepatica asiatica</i> Nakai	O	O

부록 1. 계속

목	과	종명(국명)	생육지 특성	종명(학명)	두웅 습지	습지 주변
미나리아재비목	미나리아재비과	미나리아재비	수생식물	<i>Ranunculus japonicus</i> Thunb.	O	O
		젓가락나물	수생식물	<i>Ranunculus chinensis</i> Bunge		O
		꿩의다리	sp.	<i>Thalictrum</i> sp.	O	
		방기과	덩굴이덩굴	<i>Cocculus trilobus</i> DC.	O	
	녹나무과	생강나무		<i>Lindera obtusiloba</i> Bl.	O	O
양귀비목	십자화과	십자화과	sp.	십자화과 sp.		O
		다닥냉이		<i>Lepidium apetalum</i> Willd.	O	O
		황새냉이	수생식물	<i>Cardamine flexuosa</i> With.	O	
		속속이풀	수생식물	<i>Rorippa islandica</i> (Oed.) Borb.	O	
		냉이		<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medicus	O	
		장대나물		<i>Arabis glabra</i> (L.) Bernh.	O	O
		장미과	sp.		O	
		국수나무		<i>Stephanandra incisa</i> Zabel	O	O
장미목	장미과	뱀딸기		<i>Duchesnea chrysantha</i> (Zoll. et Morr.) Miq.	O	O
		가락지나물		<i>Potentilla kleiniana</i> Wight et Arnott		O
		세잎양지꽃		<i>Potentilla freyniana</i> Bornm.	O	O
		산딸기		<i>Rubus crataegifolius</i> Bunge		O
		멍석딸기		<i>Rubus parvifolius</i> L.	O	O
		오이풀		<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	O	O
		짚신나물		<i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb.	O	
		찔레꽃		<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	O	O
		해당화	사구식물	<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	O	O
		복사나무		<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch		O
		산벚나무		<i>Prunus sargentii</i> Rehder	O	O
		팔배나무		<i>Sorbus alnifolia</i> (S. et Z.) K. Koch.		O
	콩과	풀싸리		<i>Lespedeza thunbergii</i> var. <i>intermedia</i> (Nak.) T. Lee	O	
		조록싸리		<i>Lespedeza maximowiczii</i> Schneid.	O	O
		참싸리		<i>Lespedeza cyrtobotrya</i> Miq.	O	
		싸리		<i>Lespedeza bicolor</i> Turcz.		O
		살갈퀴		<i>Vicia angustifolia</i> var. <i>segetilis</i> K. Koch.	O	

부록 1. 계속

목	과	종명(국명)	생육지 특성	종명(학명)	두웅 습지	습지 주변
장미목	콩과	<i>Vicia</i> sp.		<i>Vicia</i> sp.	○	
		얼치기완두		<i>Vicia tetrasperma</i> Schreb.	○	
		나비나물		<i>Vicia unijuga</i> A. Br.		○
		갯완두	사구식물	<i>Lathyrus japonica</i> Willd.		○
		연리초		<i>Lathyrus quinquenervius</i> Litv.		○
		참		<i>Pueraria thunbergiana</i> Benth.	○	○
		아까시나무		<i>Robinia pseudo-acacia</i> L.	○	○
		족제비싸리		<i>Amorpha fruticosa</i> L.		○
		토끼풀		<i>Trifolium repens</i> L.	○	○
쥐손이풀목	괭이밥과	괭이밥		<i>Oxalis corniculata</i> L.	○	○
	운향과	산초나무		<i>Zanthoxylum schinifolium</i> S. et Z.	○	○
	대극과	대극		<i>Euphorbia pekinensis</i> RUPR.	○	
무환자나무목	울나무과	붉나무		<i>Rhus chinensis</i> Mill.		○
		개울나무		<i>Rhus trichocarpa</i> Miq.	○	
	감탕나무과	대팻집나무		<i>Ilex macropoda</i> MIQ.		○
	노박덩굴과	노박덩굴		<i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb.	○	○
	고추나무과	고추나무		<i>Staphylea bumalda</i> DC.	○	
	나도밤나무과	합다리나무		<i>Meliosma oldhamii</i> Max.		○
갈매나무목	포도과	왕머루		<i>Vitis amurensis</i> Rupr.		○
측막태좌목	제비꽃과	남산제비꽃		<i>Viola dissecta</i> var. <i>chaerophylloides</i> (Regel) Makino		○
		제비꽃		<i>Viola mandshurica</i> W. Becker	○	
		늑시제비꽃		<i>Viola grypoceras</i> A. Gray		○
도금양목	보리수나무과	보리수나무		<i>Elaeagnus umbellata</i> Thunb.	○	
	마름과	애기마름	수생식물	<i>Trapa pseudo-incisa</i> S. et Z.	○	○
	바늘꽃과	달맞이꽃		<i>Oenothera odorata</i> Jacq.	○	○
	개미탐과	이삭물수세미	수생식물	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.		○
산형화목	두릅나무과	옻나무		<i>Kalopanax pictus</i> (Thunb.) Nakai		○
		땃두릅나무		<i>Oplopanax elatus</i> Nakai		○
	산형과	산형과 sp.1		산형과 sp. 1		○
		산형과 sp.2		산형과 sp. 2		○
		갯방풍	사구식물	<i>Glehnia littoralis</i> FR. SCHM.		○
		큰피막이	수생식물	<i>Hydrocotyle ramiflora</i> MAX.	○	

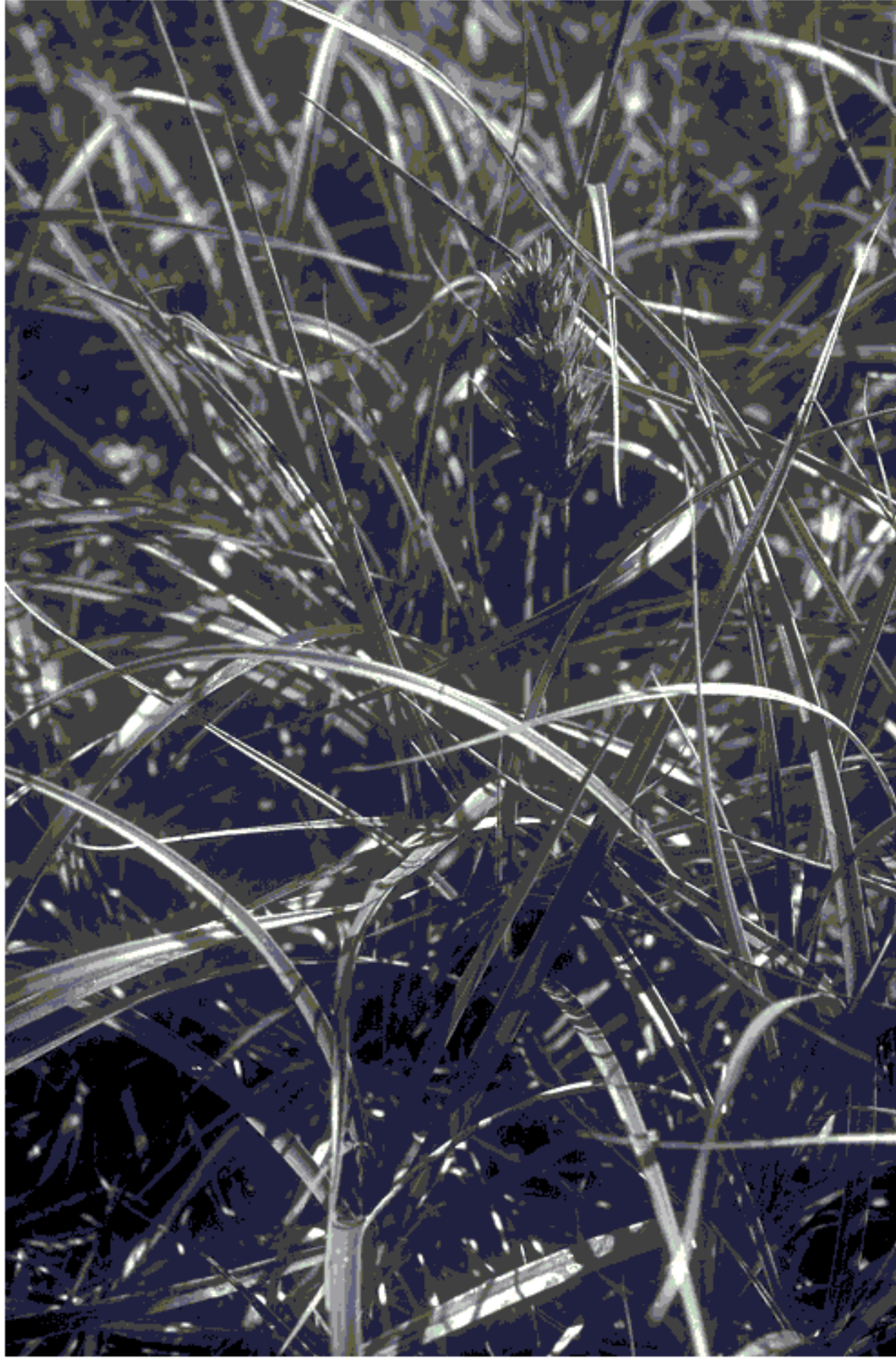
부록 1. 계속

목	과	종명(국명)	생육지 특성	종명(학명)	두 웅 습지	습지 주변
산형화목	산형과	미나리	수생식물	<i>Oenanthe javanica</i> (Bl.) DC.	○	○
	산형과	기름나물		<i>Peucedanum terebinthaceum</i> Fisch.		○
진달래목	진달래과	진달래		<i>Rhododendron mucronulatum</i> Turcz.	○	○
	진달래과	철쭉꽃		<i>Rhododendron schlippenbachii</i> Max.		○
앵초목	앵초과	큰까치수영		<i>Lysimachia clethroides</i> Duby	○	○
감나무목	노린재나무과	노린재나무		<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i> (Nak.) Ohwi	○	○
	때죽나무과	때죽나무		<i>Styrax japonica</i> S. et Z.		○
용담목	물푸레나무과	쥐똥나무		<i>Ligustrum obtusifolium</i> S. et Z.		○
통화식물목	메꽃과	갯메꽃	사구식물	<i>Calystegia soldanella</i> Roem. et Schult.	○	○
	지치과	모래지치	사구식물	<i>Messerschmidia sibirica</i> L.		○
		꽃바지		<i>Bothriospermum tenellum</i> Fisch. et Meyer		○
		꽃마리		<i>Trigonotis peduncularis</i> Benth.	○	
	마편초과	작살나무		<i>Callicarpa japonica</i> Thunb.		○
		순비기나무	사구식물	<i>Vitex rotundifolia</i> L. fil.		○
	꿀풀과	꿀풀		<i>Prunella vulgaris</i> var. <i>lilacina</i> Nakai	○	
		광대나물		<i>Lamium amplexicaule</i> L.	○	
		헛사리	수생식물	<i>Lycopus ramosissimus</i> var. <i>japonicus</i> Kitamura	○	○
		방아풀		<i>Isodon japonicus</i> (Burm.) Hara		○
	가지과	배풍등		<i>Solanum lyratum</i> Thunb.	○	○
	현삼과	주름잎	수생식물	<i>Mazus pumilus</i> (Burm. f.) van Steenis	○	○
		큰개불알풀	귀화식물	<i>Veronica persica</i> POIR.		○
		개불알풀	귀화식물	<i>Veronica polita</i> var. <i>lilacina</i> (Hara) Yamazaki	○	
	통발과	통발 sp.	수생식물	<i>Utricularia</i> sp.		○
질경이목	질경이과	질경이		<i>Plantago asiatica</i> L.	○	
꼭두서니목	꼭두서니과	갈퀴덩굴		<i>Galium spurium</i> L.	○	
	인동과	가막살나무		<i>Viburnum dilatatum</i> Thunb.		○
		인동		<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	○	○
	마타리과	쥐오줌풀		<i>Valeriana fauriei</i> Briq.	○	
	초롱꽃과	털잔대		<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>hirsuta</i> Nakai	○	○
초롱꽃목	국화과	떡쑥		<i>Gnaphalium affine</i> D. Don		○
		풀솜나물		<i>Gnaphalium japonicum</i> Thunb.	○	
		왜떡쑥		<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.		○

부록 1. 계속

목	과	종명(국명)	생육지 특성	종명(학명)	두웅 습지	습지 주변
초롱꽃목	국화과	도꼬마리		<i>Xanthium strumarium</i> L.		○
		개미취		<i>Aster tataricus</i> L.		○
		참취		<i>Aster scaber</i> Thunb.		○
		주걱개망초	귀화식물	<i>Erigeron strigosus</i> Muhl.	○	○
		개망초	귀화식물	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	○	○
		머위		<i>Petasites japonicus</i> (S. et Z.) Max.		○
		솜방망이		<i>Senecio integrifolius</i> var. <i>spathulatus</i> (Miq.) Hara	○	
		우산나물		<i>Syneilesis palmata</i> (Thunb.) Max.	○	
		사철쑥		<i>Artemisia capillaris</i> Thunb.		○
		제비쑥		<i>Artemisia japonica</i> Thunb.	○	○
		쑥		<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i> (Pampan.) Hara	○	○
		삼주		<i>Atractylodes japonica</i> Koidz.	○	○
		수리취		<i>Synurus deltoides</i> (Ait.) Nakai	○	
		조뱅이		<i>Cephalonoplos segetum</i> (Bunge) Kitamura	○	
		흰민들레		<i>Taraxacum coreanum</i> Nakai	○	
		서양민들레	귀화식물	<i>Taraxacum officinale</i> Weber		○
		벌씀바귀		<i>Ixeris polycephala</i> Cass.		○
		씀바귀		<i>Ixeris dentata</i> (Thunb.) Nakai	○	
		흰씀바귀		<i>Ixeris dentata</i> var. <i>albiflora</i> NAK.	○	
		왕고들빼기		<i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i> (O. Kuntze) Hara	○	○
		방가지뚥		<i>Sonchus oleraceus</i> L.	○	○
		뽕리뱅이		<i>Youngia japonica</i> (L.) DC.	○	○

부록 2. 참고사진



통보리사초



이삭사초



매자기



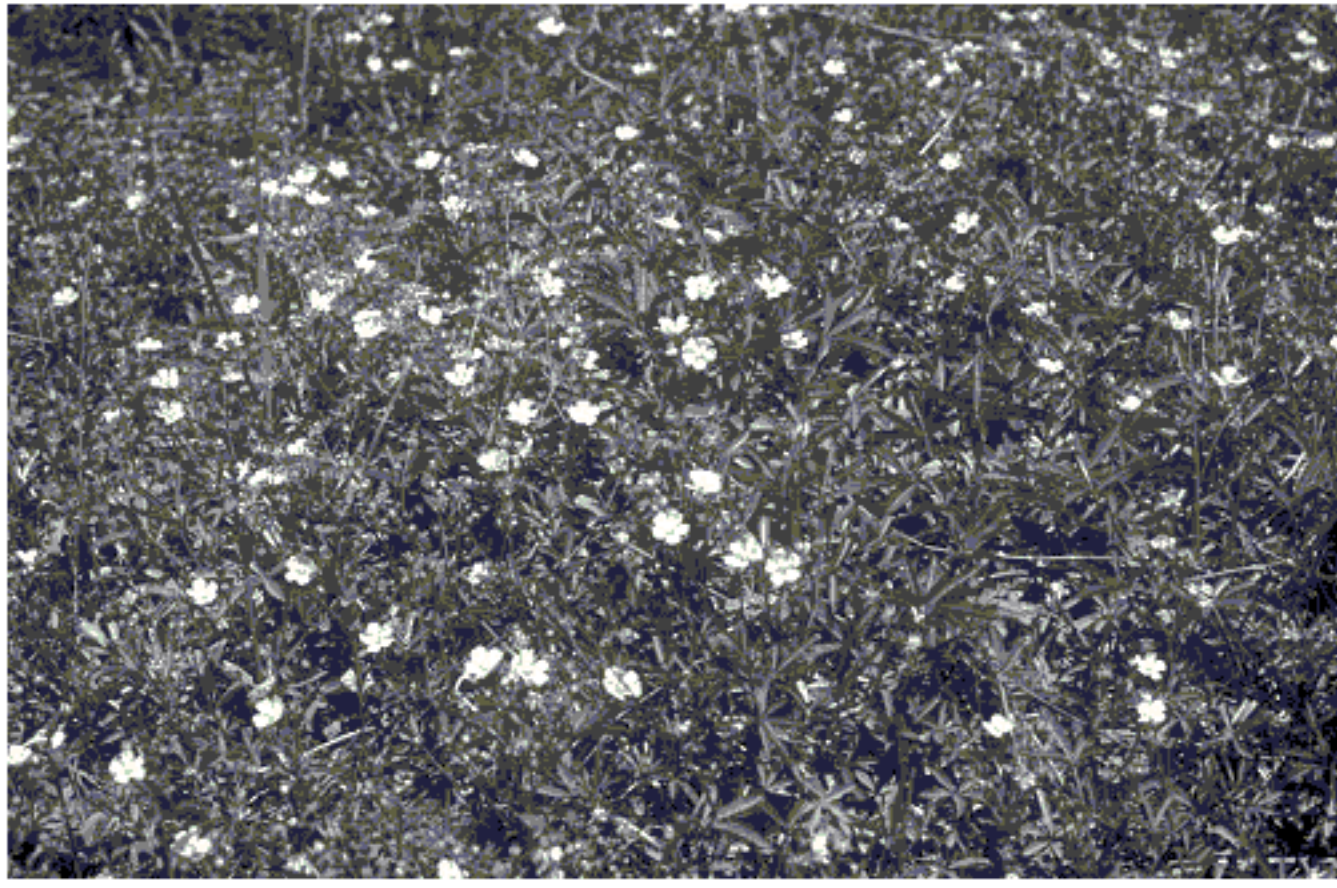
홀아비꽃대



솔장다리



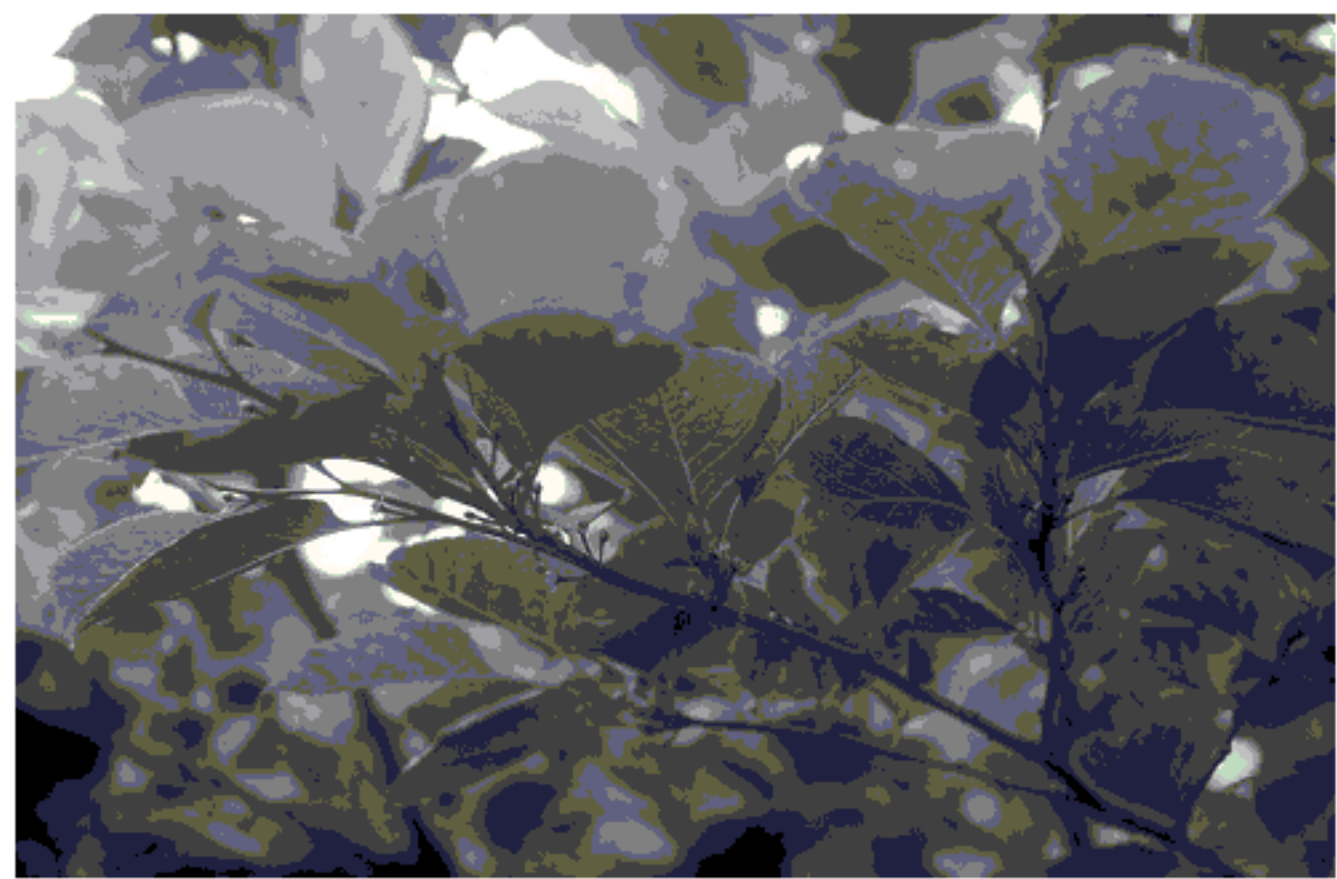
수련



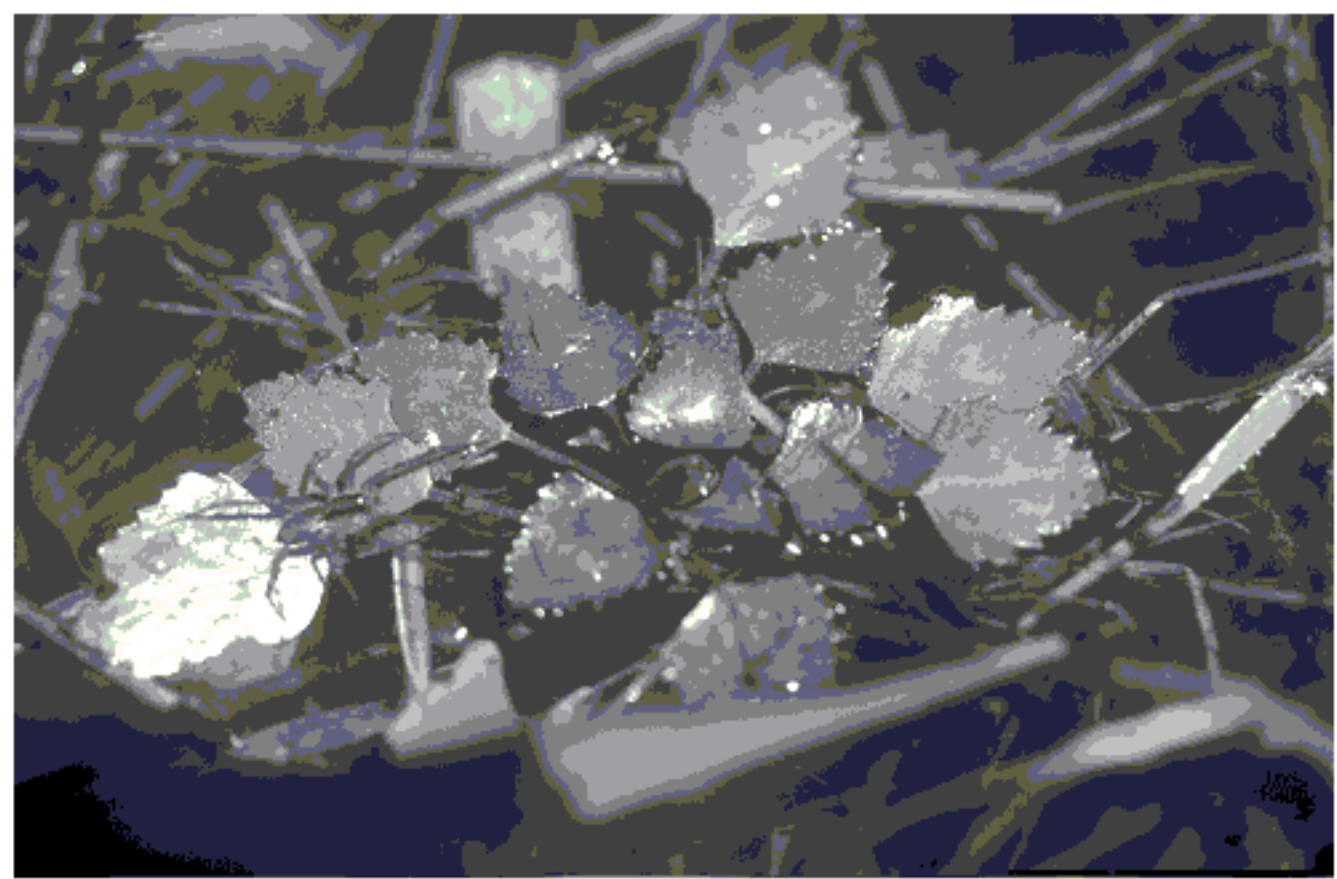
가락지나물



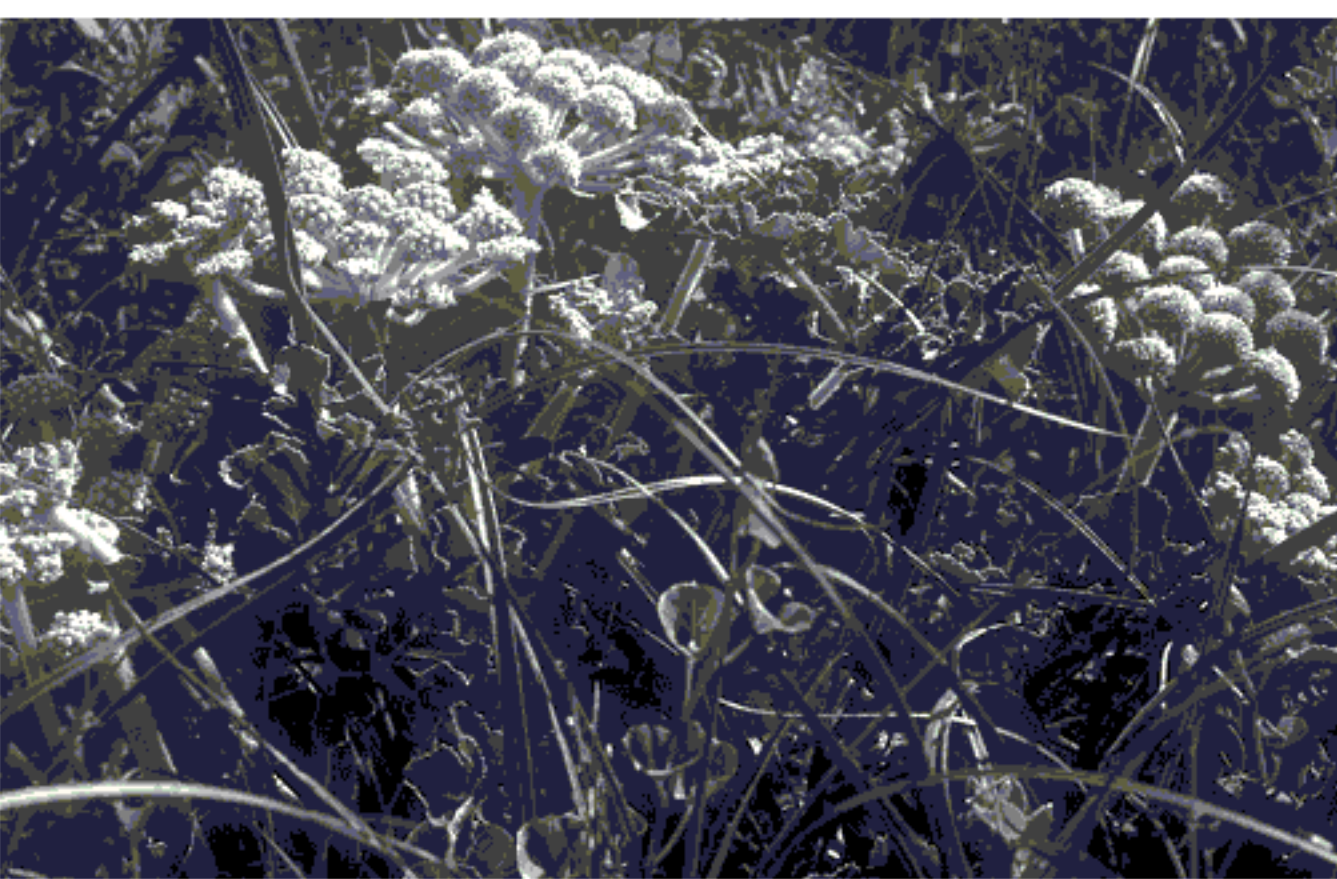
해당화



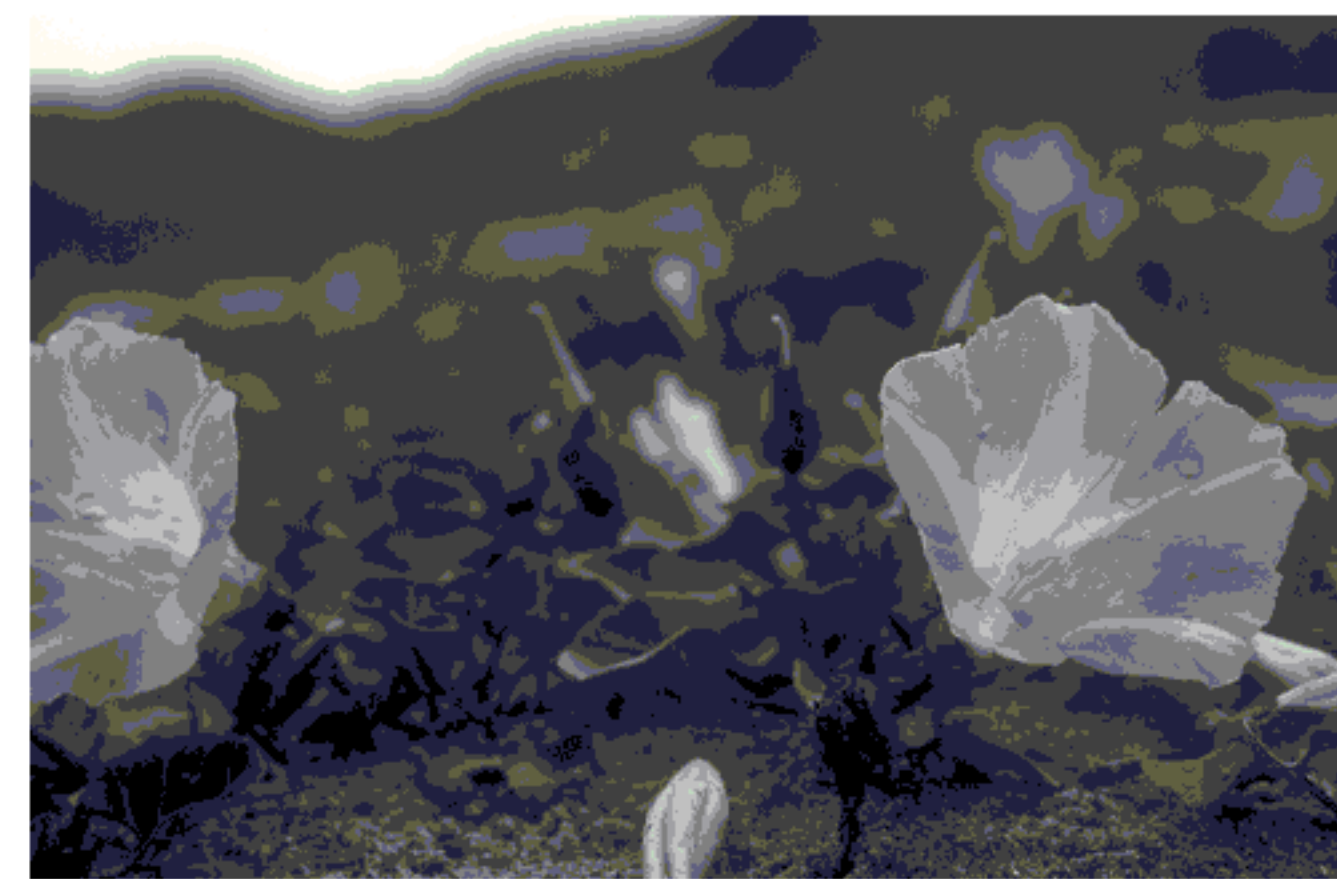
대팻집나무



애기마름



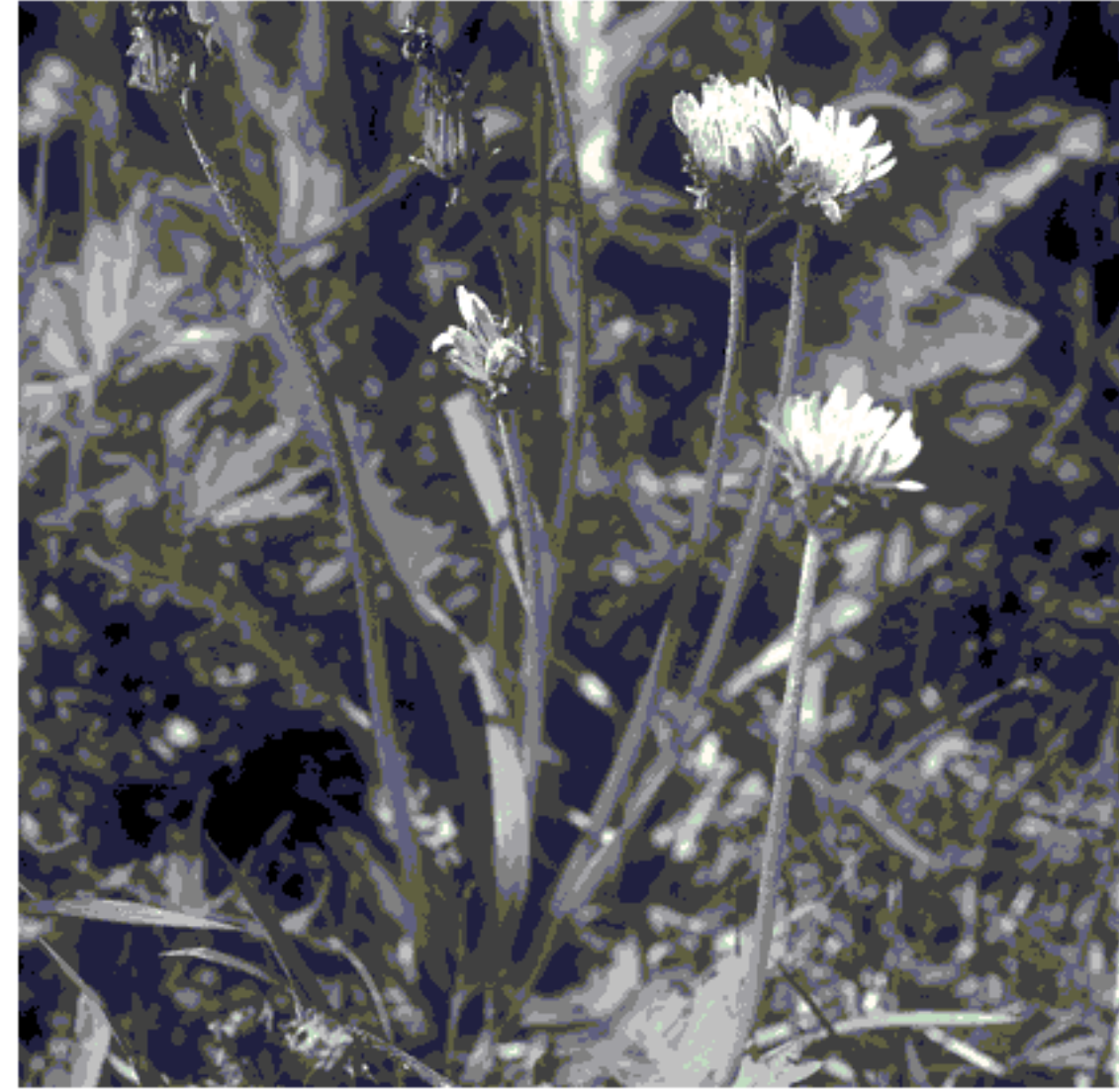
갯방풍



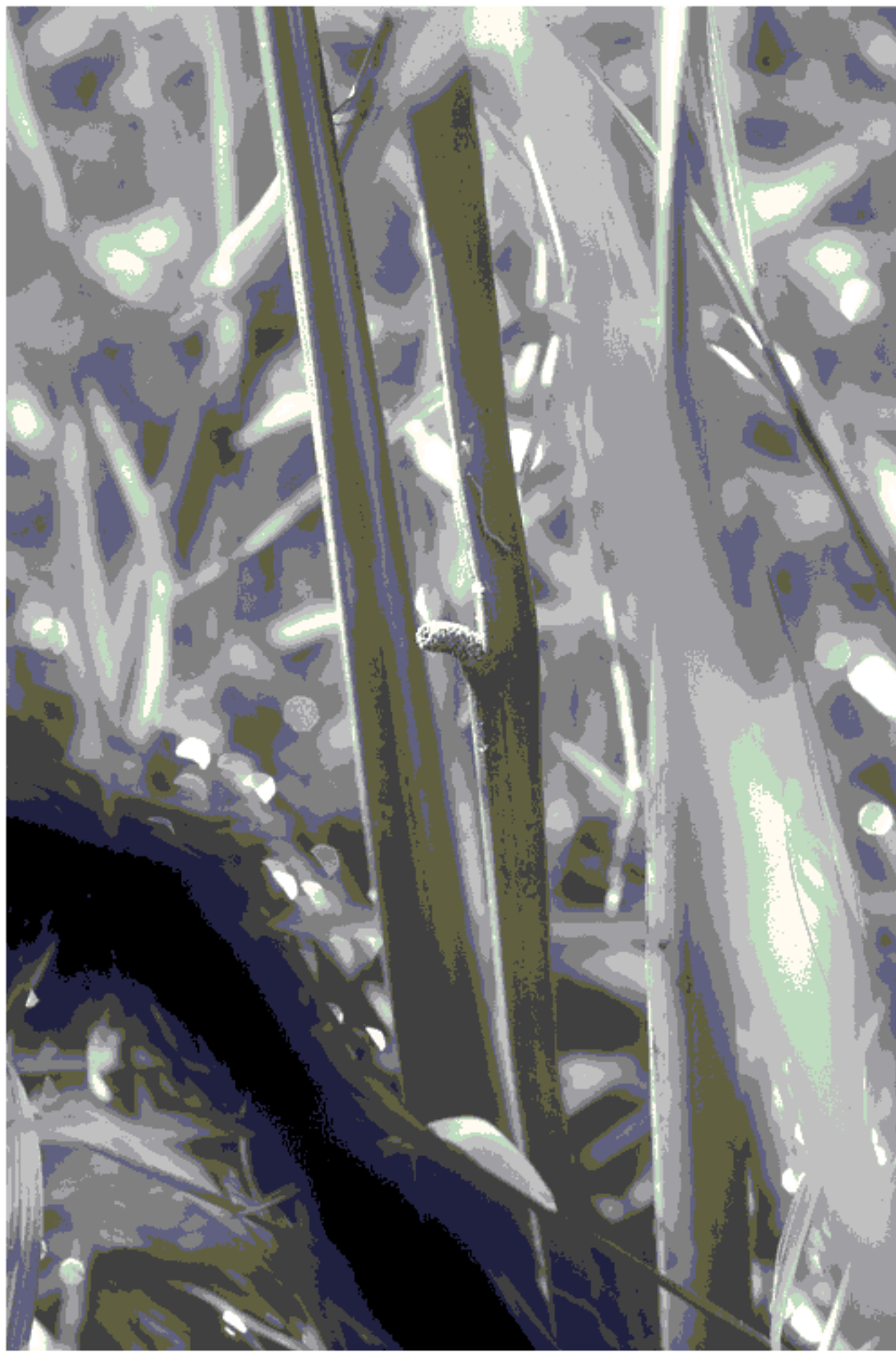
갯메꽃



모래지치



흰민들레



창포

Ⅳ. 두웅습지의 식물성 플랑크톤

이진환(상명대학교 생물학과)

1. 서 론

본 연구는 충청남도 태안군 원북면 신두리 사구 남쪽 지역인 두웅습지 8만 3천 m²이 자연생태계조사의 일환으로 식물플랑크톤군집을 조사하였다.

2. 조사방법

2.1. 조사시기 및 조사지점

조사정점은 동·서·북단의 표층과 저층(수심 1.5-2.0m)을 선정하였다.

2.2. 조사 항목 및 방법

정해진 3개 정점에서 시수 1ℓ를 채수하여 즉시 5% 중성 포르말린으로 고정한 후 실험실로 운반하였으며, 시수는 실험실에서 24시간동안 침전시킨 후, 상등액을 siphon으로 버리고 150~200mℓ로 농축하여 공시재료로 하였다. 식물플랑크톤의 정량분석을 위하여 시료를 균일하게 섞은 후, 1mℓ을 취하여 Palmer Meloney Counting Chamber에 넣고 광학현미경(Nikon 115) ×400하에서 3회 계수한 후 평균치를 구하여 단위 체적당 세포수를 현존량으로 환산하였다. 정성분석은 농축된 시료 적당량을 슬라이드 위에 놓고 Methylene blue 또는 Fuchsin으로 염색한 후 ×400~×1000하에서 검경·동정하며, 시료의 분류 및 동정에 있어서 정영호(1968), Hustedt(1985), Elster and Ohle(1983), 정 준(1993), Entwisle *et al.*(1997) 등의 참고문헌을 이용하였다. 한편 크기가 너무 작아 광학현미경하에서 동정하기 어려운 돌말류는 Hasle and Fryxell (1970)의 방법을 변형하여 세포내 유기물을 제거하여 영구플레파라트를 만들었다. 한편 전자현미경 관찰을 위하여 돌말류 표본은 aluminum stub에 고정하고 건조시킨 후, gold-palladium coating(JEOL, MSC-101)한 후 주사전자현미경(JEOL, JSM-5600LV, 상명대학교)에서 동정하고 중요종은 사진촬영을 하였다. 또한 외부골격이 약한 남조류(Blue-green algae), 녹조류(green algae), 유글레나조류(Euglenophytes) 경우는 2% Glutaraldehyde로 전 고정시킨 후 (0~4℃, 15~16 min.) 2% Osmic acid(OsO₄)을 이용하여 실내에서 1~2시간 동안 후 고정하였다(Reimann *et al.*, 1980). 고정후 Et-OH series로 탈수, Isoamylacetate series로 치환시켜 Critical Point Dryer(SPI, dry-CPD)로 건조시킨 후 위의 주사전

자현미경으로 검정·동정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 출현종

두웅습지에서 출현한 식물플랑크톤 군집은 총 70분류군으로, 녹조류 35분류군, 돌말류 21분류군, 유글레나조류 8분류군, 남조류 4분류군, 편모조류 2분류군으로 구성되어 녹조류가 가장 많이 출현하였다(표 IV-1). 또한 출현한 식물플랑크톤 군집의 현존량(세포수) 비율은 녹조류가 68.25%를 차지하였고, 남조류가 18.78%, 돌말류가 5.63%, 편모조류가 4.43%, 유글레나조류가 2.91%를 차지하고 있어, 본 조사시 녹조류가 가장 큰 비율을 차지하였다(표 IV-2).

3.2. 현존량

본 조사시 나타난 식물플랑크톤의 현존량은 최저 $19.71 \times 10^6 \text{cells} \cdot \ell^{-1}$ (동단 표층)에서 최고 $36.88 \times 10^6 \text{cells} \cdot \ell^{-1}$ (서단 저층)까지 평균 $27.70 \times 10^6 \text{cells} \cdot \ell^{-1}$ 로 비교적 높은 현존량을 보였다(그림 IV-1). 표·저층간의 현존량의 변화는 표층에서 평균 $24.10 \times 10^6 \text{cells} \cdot \ell^{-1}$, 저층에서 평균 $31.31 \times 10^6 \text{cells} \cdot \ell^{-1}$ 로 표층보다 저층이 높은 양상을 보였고, 동단이 평균 $21.88 \times 10^6 \text{cells} \cdot \ell^{-1}$, 서단이 평균 $33.26 \times 10^6 \text{cells} \cdot \ell^{-1}$, 북단이 평균 $27.97 \times 10^6 \text{cells} \cdot \ell^{-1}$ 로 동단이 가장 낮은 현존량을 보였고, 서단이 가장 높은 현존량을 보였다.

3.3. 우점종

본 조사시 출현한 식물플랑크톤의 보편종은 크게 녹조류인 *Ankistrodesmus falcatus* (5.77%), *Kirchneriella lunaris* (8.65%), *Quadrigula* spp. (8.77%), *Scenedesmus* spp. (10.69%)와 남조류인 *Microcystis* sp. (17.09%)이었다.

정점간 우점종의 변화는 *Microcystis* sp.가 동단의 저층에서 17.18%, 서단의 표층에서 29.89%, 북단의 저층에서 31.34%로 제 1우점종을 차지하였고, *Scenedesmus* spp.는 동단의 표층에서 12.15%, 북단의 표층에서 13.12%로 제 1우점종을 차지하여 본 조사시 대표종으로 분류되었다(표 IV-3).

표 IV-1. 두웅습지에서 식물플랑크톤 출현종

종	정점	표층			저층		
		동단	서단	북단	동단	서단	북단
<Chlorophyta>							
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>		1,657,548	1,402,846	1,272,030	1,285,620	2,507,032	1,472,698
<i>Ankistrodesmus gracilis</i>		276,258	996,759	-	229,575	646,976	470,010
<i>Chlorella vulgaris</i>		-	-	-	183,660	-	62,668
<i>Closterioasis longissima</i>		46,043	-	212,005	45,915	-	-
<i>Cosmarium</i> sp.		46,043	110,751	127,203	-	80,872	31,334
<i>Dictyosphaerium eharenbergianum</i>		184,172	-	932,822	183,660	242,616	219,338
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>		552,516	590,672	339,208	1,423,365	970,464	1,472,698
<i>Dimorphococcus lunatus</i>		184,172	-	-	-	-	-
<i>Goelastrum</i> sp.		644,602	443,004	-	367,320	323,488	125,336
<i>Golenkinia radiata</i>		-	36,917	84,802	-	161,744	125,336
<i>Grucigenia crucifera</i>		1,197,118	295,336	339,208	3,627,285	-	1,002,688
<i>Grucigenia tetrapedia</i>		1,657,548	2,067,352	1,865,644	1,101,960	3,234,880	1,253,360
<i>Kirchneriella lunaris</i>		1,105,032	1,513,597	2,840,867	1,928,430	2,102,672	4,888,104
<i>Lagerheimia</i> sp.		-	36,917	42,401	-	-	-
<i>Micractinium pusillum</i>		-	110,751	-	-	-	62,668
<i>Monoraphidium contortum</i>		230,215	443,004	424,010	183,660	242,616	689,348
<i>Pedastrum duplex</i>		-	1,181,344	678,416	367,320	646,976	250,672
<i>Pedastrum tetras</i>		-	295,336	296,807	-	646,976	219,338
<i>Pediastrum boryanum</i>		736,688	-	-	-	-	-
<i>Quadrigula</i> spp.		1,657,548	1,624,348	2,247,253	2,112,090	5,337,552	1,598,034
<i>Scenedesmus arcuatus</i>		-	295,336	-	-	-	379,008
<i>Scenedesmus acuminatus</i>		184,172	701,423	508,812	367,320	970,464	658,014
<i>Scenedesmus denticulatus</i>		-	-	-	-	-	125,336
<i>Scenedesmus longispina</i>		184,172	-	1,696,040	-	323,488	626,680
<i>Scenedesmus</i> spp.		2,394,236	2,436,522	3,010,471	2,663,070	5,014,064	2,256,048
<i>Schroederia setigera</i>		-	-	-	-	80,872	-
<i>Selenastrum</i> sp.		874,817	-	296,807	367,320	161,744	501,344
<i>Sphaeroszoma granulatus</i>		-	406,087	-	-	-	-
<i>Staurastrum</i> sp.		230,215	184,585	424,010	91,830	161,744	62,668
<i>Tetraedron muticum</i>		92,086	147,668	84,802	45,915	242,616	125,336
<i>Tetraedron</i> spp.		644,602	406,087	169,604	321,405	404,360	250,672
<i>Tetrallantos lagerheimii</i>		-	-	-	-	323,488	-
<i>Tetrastrum heterocanthum</i>		552,516	-	-	183,660	970,464	-
<i>Treubaria</i> spp.		46,043	36,917	-	-	161,744	-
<i>Westella botryoides</i>		-	-	-	-	-	501,344
<Euglenophyta>							
<i>Euglena acrus</i>		-	-	42,401	-	80,872	-
<i>Euglena gracilis</i>		-	36,917	-	45,915	80,872	31,334
<i>Euglena</i> spp.		-	36,917	-	91,830	161,744	125,336
<i>Grucigenia crucifera</i>		-	-	-	-	1,940,928	-
<i>Lepocinclis</i> sp.		46,043	-	-	45,915	80,872	-
<i>Phacus</i> sp.		-	110,751	42,401	45,915	80,872	31,334
<i>Trachelomanas volvocina</i>		92,086	36,917	84,802	91,830	80,872	94,002

표 IV-1. 계속

종	정점	표층			저층		
		동단	서단	복단	동단	서단	복단
<i>Trachelomonas</i> spp.		184,172	295,336	169,604	321,405	566,104	250,672
<Cyanophyta>		-	-	-	-	-	-
<i>Chroococcus</i> spp.		690,645	73,834	339,208	183,660	1,617,440	846,018
<i>Merismopedia</i> sp.		-	590,672	-	-	-	-
<i>Microcystis</i> sp.		1,381,290	8,860,080	1,272,030	4,132,350	2,426,160	10,340,220
<i>Oscillatoria</i> sp.		46,043	-	-	-	-	-
<diatoms>		-	-	-	-	-	-
<i>Acanthes</i> spp.		138,129	110,751	127,203	137,745	80,872	31,334
<i>Aulacoseria</i> sp.		-	479,921	551,213	183,660	323,488	94,002
<i>Cyclotella</i> sp.		184,172	73,834	339,208	45,915	161,744	313,340
<i>Cymbella</i> sp.		46,043	36,917	42,401	91,830	80,872	31,334
<i>Diatoma elongatum</i>		-			-	-	31,334
<i>Eunotia</i> spp.		-	-	42,401	91,830	242,616	31,334
<i>Fragilaria crotonensis</i>		-	147,668	-	-	-	-
<i>Fragilaria rumpens</i>		-	147,668	-	-	-	-
<i>Fragilaria</i> sp.		46,043	-	-	-	80,872	-
<i>Gomphonema acuminata</i> var. <i>coronatum</i>		-	73,834	-	45,915	80,872	-
<i>Gomphonema</i> spp.		46,043	-	-	91,830	80,872	-
<i>Gomphonema truncatum</i>		46,043	36,917	-	45,915	-	31,334
<i>Navicula</i> sp.		46,043	73,834	-	45,915	-	31,334
<i>Neidium</i> sp.		-	-	-	45,915	-	-
<i>Nitzschia</i> spp.		46,043	-	296,807	137,745	242,616	313,340
<i>Pinnularia</i> sp.		-	-	-	45,915	-	-
<i>Rhizosolenia</i> sp.		-	110,751	42,401	-	80,872	125,336
<i>Stauroneis</i> sp.		-	36,917	-	-	-	-
<i>Synedra acus</i>		-	36,917	-	91,830	-	-
<i>Synedra</i> spp.		230,215	479,921	127,203	229,575	566,104	31,334
<i>Tabellaria</i> sp.		46,043	295,336	-	91,830	161,744	62,668
<Chrysophyte>		-	-	-	-	-	-
<i>Dinobryon</i> sp.		966,903	1,698,182	1,526,436	550,980	1,374,824	720,682
<Dinophyceae>		-	-	-	-	-	-
<i>Peridinium</i> spp.		46,043	-	-	45,915	242,616	-
Standing crops		19,706,404	29,644,351	22,938,941	24,059,460	36,877,632	32,997,702

표 IV-2. 두웅습지에서 식물플랑크톤 군집 비율 (단위: %)

분류군	정점	표층			저층			평균
		동	서	북	동	서	북	
녹조류		78.04	53.18	78.00	70.99	70.39	58.88	68.25
유글레나조류		1.64	1.74	1.48	2.67	8.33	1.61	2.91
남조류		10.75	32.13	7.02	17.94	10.96	33.90	18.78
돌말류		4.44	7.22	6.84	5.92	5.92	3.42	5.63
편모조류		5.14	5.73	6.65	2.48	4.39	2.18	4.43

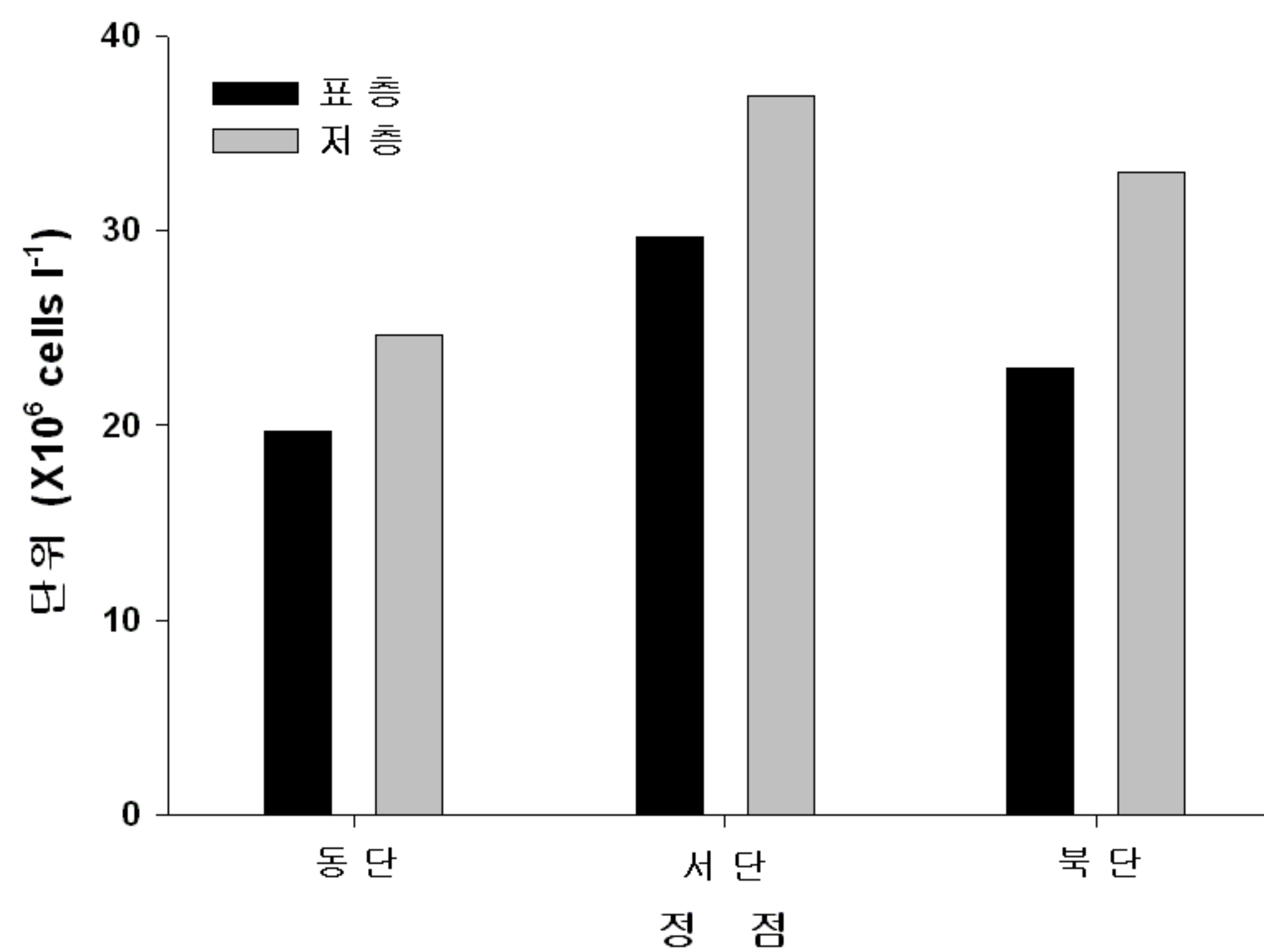


그림 IV-1. 두웅습지에서 식물플랑크톤 현존량

표 IV-3. 두웅습지에서 식물플랑크톤 우점종

정점	우점종	제 1 우점종		제 2 우점종	
		우점종	비율 (%)	우점종	비율 (%)
동단	표층	<i>Scenedesmus</i> spp.	12.15	<i>Ankistrodesmus falcatus</i> <i>Grucigenia tetrapedia</i> <i>Quadrigula</i> spp.	8.41
	저층	<i>Microcystis</i> sp.	17.18	<i>Grucigenia crucifera</i>	15.08
서단	표층	<i>Microcystis</i> sp.	29.89	<i>Scenedesmus</i> spp	8.22
	저층	<i>Quadrigula</i> spp.	14.47	<i>Scenedesmus</i> spp	13.60
북단	표층	<i>Scenedesmus</i> spp	13.12	<i>Kirchneriella lunaris</i>	12.38
	저층	<i>Microcystis</i> sp.	31.34	<i>Kirchneriella lunaris</i>	14.81

4. 결론

농경지, 사구 및 숲으로 둘러 쌓인 두웅습지의 식물성 플랑크톤은 녹조류(Chlorophyta)부터 남조류(Cyanophyta)와 와편모조류(Dinophyceae) 등 습지의 규모로 볼 때 비교적 다양한 속(genus)이 출현하고 있다. 식물성 플랑크톤 분포조사 결과 남조류 중 *Microcystis* spp.가 두웅습지의 전지역에 분포하며 우점하는 것으로 나타나 어느 정도 부영양화가 진행되는 것으로 보이며, 매년 남조류의 성장량은 증가할 가능성이 클 것으로 사료된다. 또한, 동물성 플랑크톤의 먹이로서 적당하지 않은 *Microcystis*의 성장 및 우점은 두웅습지 수생생태계의 1차 생산자이며 소비자인 동·식물성 플랑크톤의 분포에 영향을 미칠 수 있다.

5. 참고문헌

- 정영호. 1968. 한국동식물도감. 제9권 식물편(담수조류). 문교부. 573쪽.
- 정 준. 1993. 한국담수조류도감, 아카데미서적. 서울. 496쪽.
- Elster, H. J. and H. C. W. Ohle. 1983. Das phytoplankton des Süßwassers, E. Schweizerbartsche verlagabuchhandlung. 1944pp.
- Entwistle, T. J, Jason A. Sonneman and Simon H. Lewis. 1997. Freshwater Algae in Australia. Sainty and Associates pty. Ltd. 242pp.
- Hasle, G. R. and G. A. Fryxell. 1970. Diatoms: cleaning and mounting for light microscopy. Trans. Am. Microsc. Soc. 89: 469-474.
- Hustedt F. 1985. The pennate diatoms. Koeltz Scientific Books. 918pp.
- Reimann, B. E. F., E. L. Duke and G. L. Floyd. 1980. Fixation, embedding, sectioning and staining of algae for electron microscopy. p. 285-303, In, Elisabeth, G. ed. Handbook of phycological methods. Camb. Univ. Press London. 425 pp.

V. 두웅습지 및 그 일대의 저서성 대형무척추동물

원두희 · 염진화(국립환경연구원 생태조사단)

1. 서 론

담수는 인간생활에 필수적인 자원이다. 우리나라의 경우 대부분의 담수자원을 지표수로부터 얻고 있으며, 천연 호소의 발달이 미흡한 관계로 거의 모든 지표수는 강과 하천으로 되어있다. 담수생태계는 호수나 연못과 같은 정수생태계(lentic ecosystem)와 강과 하천과 같은 유수생태계(lotic ecosystem)로 대별되며, 발원지 시냇물, 산간계류, 평지하천, 대규모 강 등 다양한 크기와 종류의 유수생태계를 통칭 하천생태계(stream ecosystem)라 부른다(Allan, 1995; Horne & Goldman, 1994; Hynes, 1970; Minshall, 1988).

정수생태계 중 습지(wetlands)는 동식물이 풍부하고 그 생산성이 높기 때문에 인간사회의 형성과정에 중요한 역할을 해왔으며, 그 자원 또한 인간생활에 여러 가지 경제적 이익을 주고 있다. 습지가 환경적 측면뿐만 아니라 경제적으로도 중요한 측면이 있음에도 불구하고 그 중요성이 인식되지 않고 있다가 1971년 2월 이란 람사(Ramsar)에서 “물새 서식지로 중요한 습지보전에 관한 협약”이 채택되면서부터 습지의 중요성이 부각되기 시작하였다(농어촌진흥공사, 1996).

담수생태계(freshwater ecosystem)의 먹이사슬을 구성하는 생물 중 저서성 대형무척추동물(benthic macroinvertebrates), 그 중에서 특히 수서곤충(aquatic insects)은 담수생태계에서 가장 다양하고 풍부한 무리일 뿐만 아니라, 영양단계(trophic level)에서 저차 소비자(1차 또는 2차 소비자가 대부분)로서의 역할을 하기 때문에 생태계의 구성원으로서 중요하다(Hynes, 1970; Ward, 1992; William & Feltmate, 1992). 이들은 또한 담수 생태계의 다양한 환경요인과 서식처에 따라 적응방식이 다양하고, 수환경에 대하여 민감하게 반응하는 종이 많으므로 순수생태학적 연구뿐만 아니라, 지표종으로 이용되는 등 응용연구에도 좋은 재료가 된다(Boon, 1988; Dudgeon, 1994, 1995; Minshall, 1988; Reice & Wolemberg, 1993; Rosenberg & Resh, 1993).

본 조사는 충청남도 태안군 원북면 신두리 일대의 두웅습지 및 그 일대의 사구배후습지에 대한 저서성 대형무척추동물의 군집에 대하여 실시되었다. 이를 통하여 태안 신두리 일대의 두웅습지 및 그 일대의 사구배후습지에 서식하고 있는 저서성 대형무척추동물의 1) 전체적인 분류군의 구성 및 분포를 파악하고, 2) 각 조사지점별 서식하는 생물종을 확인하여 서식지의 보존상태를 알아내며, 3) 각 조사지점에 대한 저서성 대형무척추동물의 군집구조를 파악하여 수환경을 평가하는데 있다.

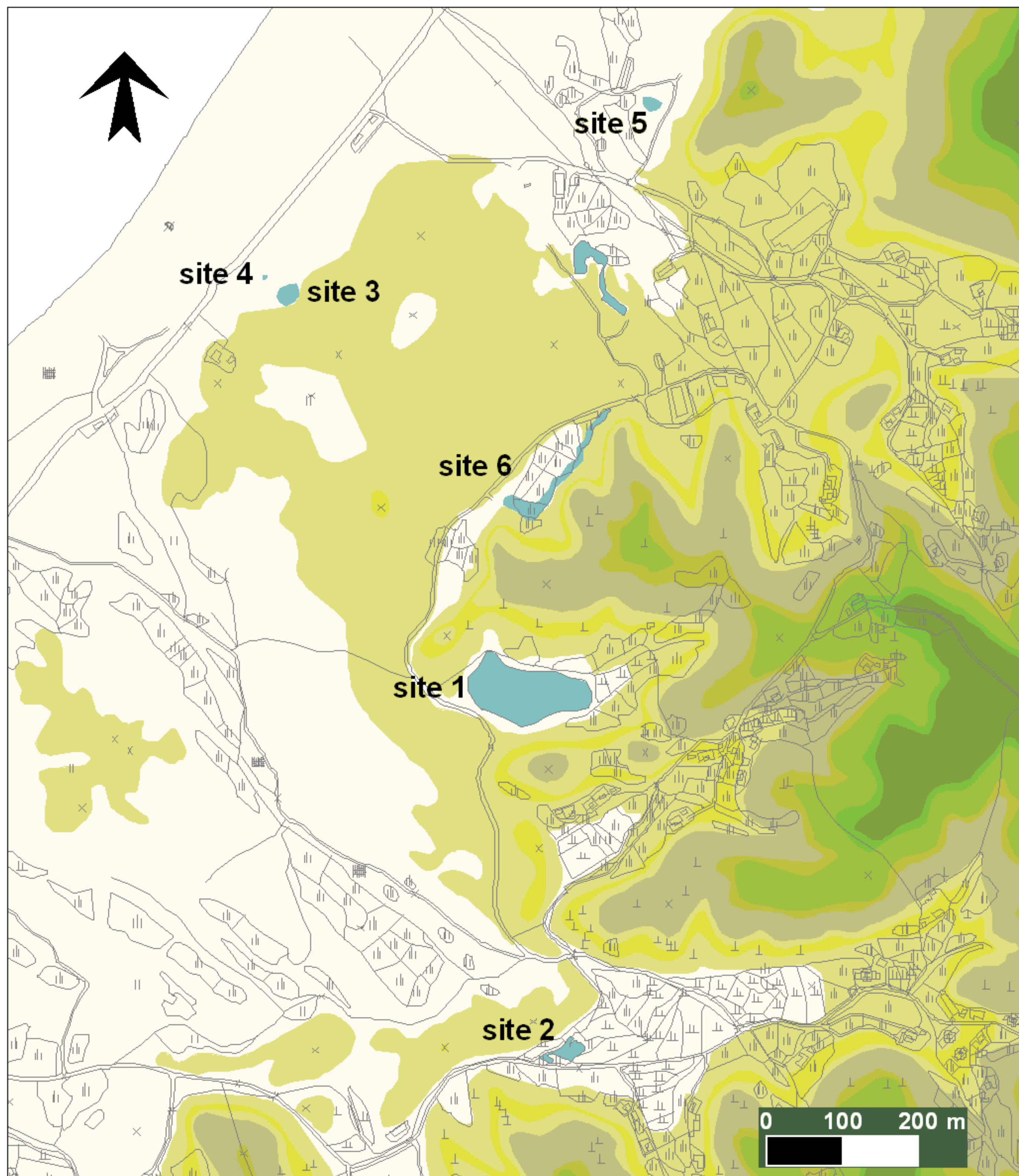


그림 V-1. 신두리 사구 일대의 배후습지에 대한 조사지점도

- 지점 1. 외곶골 두웅습지, 지점 2. 냉배골 습지
- 지점 3. 군 소초 인근 곰솔림 내부(대)
- 지점 4. 지점 3 전면의 초지
- 지점 5. 천연기념물 지역 내 웅덩이
- 지점 6. 사구지대와 배후산지 사이의 경작지

2. 조사방법

2.1 조사시기 및 조사지점

본 조사는 2002년 5월 30일에서 6월 5일에 걸쳐 실시되었다. 태안 신두리 일대의 사구배후습지인 두웅습지와 그 일대의 습지에서 총 9개의 조사지점을 선정하여 채집을 실시하였다. 두웅습지에서는 습지의 동서남북에 각각의 조사지점을 선정하

였고, 주위에 위치한 5개의 습지에서 조사를 실시하였다(그림 V-1).

2.2. 채집 방법

저서성 대형무척추동물의 채집은 Scoop net을 이용하여 각 조사지점의 다양한 미소서식처에서 정성적으로 실시하였다. 채집된 저서성 대형무척추동물의 표본은 현장에서 Kahle's solution에 고정하여 운반하였고, 실험실에서 sorting한 후 70% ethanol에 보존하였다.

2.3. 동정 (identification)

저서성 대형무척추동물의 각 분류군 중 수서곤충의 경우는 McCafferty(1981), Kawai(1985), Merritt & Cummins(1984, 1996), 윤(1988, 1995) 등을 참고로 하여 동정하였다. 특히 곤충류 중 꼬마하루살이류는 배 등(1998)을 참고하였고, 깔다구류의 유충은 Wiederholm(1983)을 이용하여 외부형태, 특히 체장, 체색, mouth part 형태, abdominal tube의 유무, 강모의 형태 등의 특징을 고려하여 임의로 아과 수준에서 동정하였다(윤 등, 1994). 연체동물의 경우는 권(1990), 권 등(1993)을 참고로 하였고, 새우류는 김(1977)을 이용하였으며, 거머리류는 송(1995)을 이용하였다. 기타 갑각류 및 환형동물류 등은 岡田要(1965a, b, c)를 이용하여 동정하였다. 동정된 학명의 체계 및 국명은 한국곤충명집(한국곤충학회, 1994)과 한국동물명집(한국동물분류학회, 1997)에 의거하여 작성하였다.

2.4. 군집분석

군집의 분석은 정성적으로 채집된 자료를 이용하여 각 조사지점별로 출현종수의 변화 양상을 파악하였고, 채집된 저서성 대형무척추동물의 백분을 출현빈도를 이용하여 상대적인 개체수 현존량을 조사하였다. 현장에서 정성 채집을 실시할 때 채집된 모든 채집물을 손실이 없이 모두 실험실로 운반하여 sorting, 동정한 후 각 종의 개체수를 확인하였으므로 백분을 출현빈도를 사용하는 데에 무리가 없을 것으로 판단된다.

2.5. 수환경 평가

환경질의 평가와 생태환경 관리기준의 판정은 ESB 지수(Kong, 1997)를 적용하였다.

$$ESB = \sum_{i=1}^4 (Si * Qi)$$

ESB : 저서성 대형무척추동물의 생태점수
Qi : 개별 분류군의 환경질 점수
Si : 환경질에 대한 출현종수 합

3. 결과 및 고찰

3.1. 서식환경

충청남도 태안군 원북면 신두리 일대는 사구 지역으로 두웅습지를 비롯한 다수의 사구배후습지가 형성되어 있다.

- 지점 1 : 신두리 외곶골에 위치하고 있는 두웅습지는 동서가 긴 호리병 형태의 사구배후습지로 길이 180m정도, 폭은 동단의 50m에서 서단의 100m 정도이며, 수심은 동단이 1.5m 정도, 서단이 2.5m 정도이다. 수중에는 수련과 애기마름이 있고, 수변에는 갈대류의 초본식물이 있었다. 배후산지는 소나무류로 구성되어 있다. 일부 경사면에 밭이 있고, 주변에 작은 논이 형성되어 있다(그림 V-2).



그림 V-2. 신두리 두웅습지(지점 1)의 동단에서 본 전경

- 1E : 두웅습지의 동단으로 하상은 니질(silt)과 식물 잔재물(plant detritus)이 많이 있고, 수변은 갈대류의 초본식물이 많이 존재하고 있다. 수중에는 수련과 애기마름이 있고, 이 부근 주위에는 논이 있어 이 곳으로부터 유기물이 유입될 것으로 판단된다.
- 1W : 두웅습지의 서단으로 하상은 가는 모래(sands)로 구성되어있다. 수중에는 애기마름이 서식하고 있고, 수변 식생은 별로 발달하여있지 않다.
- 1S : 두웅습지의 남단으로 하상은 가는 모래(sands)로 구성되어있다. 수중에는 수련과 애기마름이 서식하고 있다. 수변에는 초본류가 다수 있다.
- 1N : 두웅습지의 북단으로 하상은 가는모래(sands)로 구성되어있다. 수중에는 수련과 애기마름이 서식하고 있고, 수변에는 갈대류가 있다.

- 지점 2 : 신두리 냉배골에 위치하고 있는 습지로, 비교적 수심이 낮고 수중 식물 및 수변식물이 매우 풍부한 곳으로 주변에는 농경지가 비교적 넓게 형성되어 있다(그림 V-3~5).

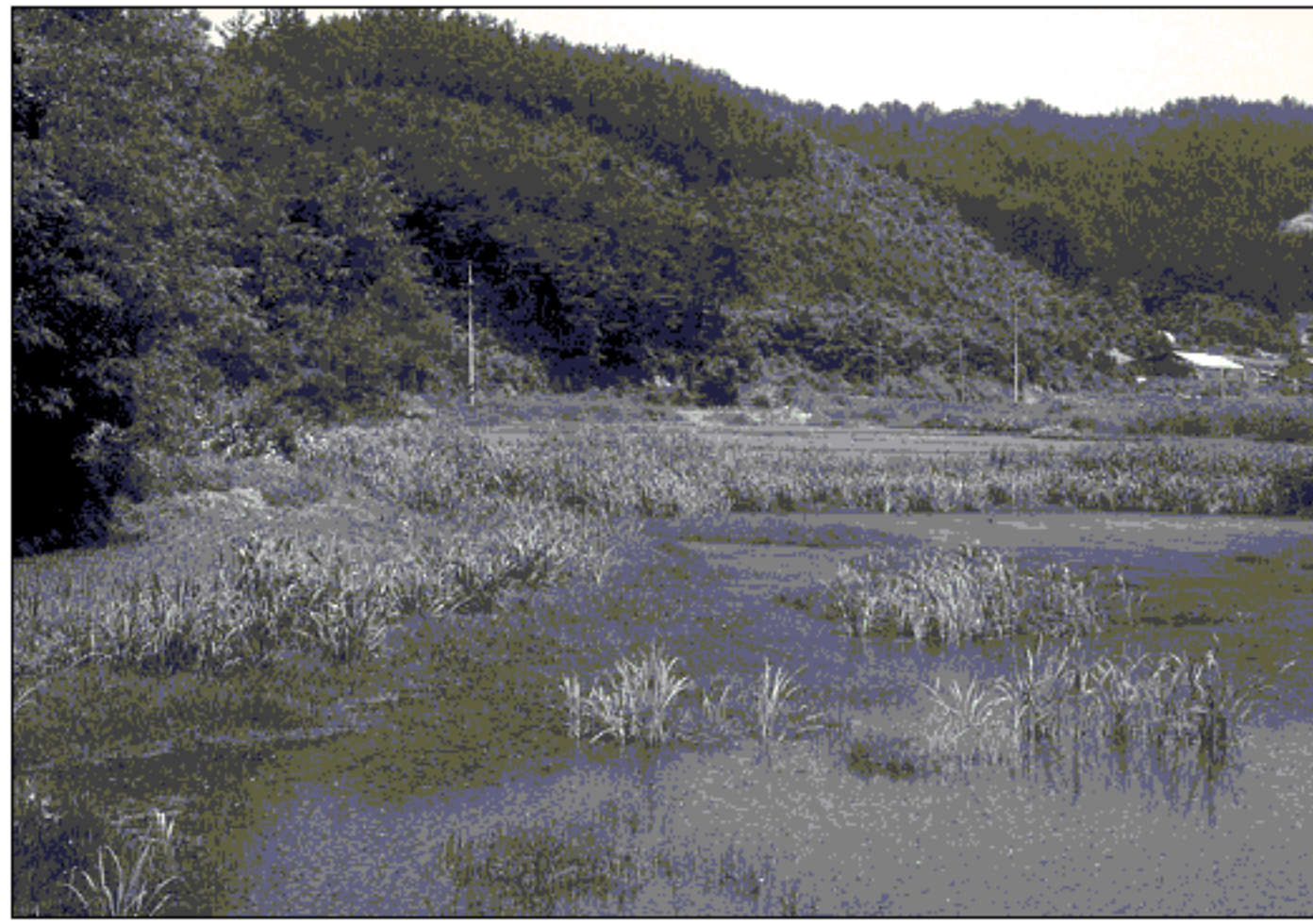


그림 V-3. 냉배골 습지(지점 2)의 전경



그림 V-4. 냉배골 습지(지점 2)의 전경



그림 V-5. 냉배골 습지(지점 2)의 세부모습

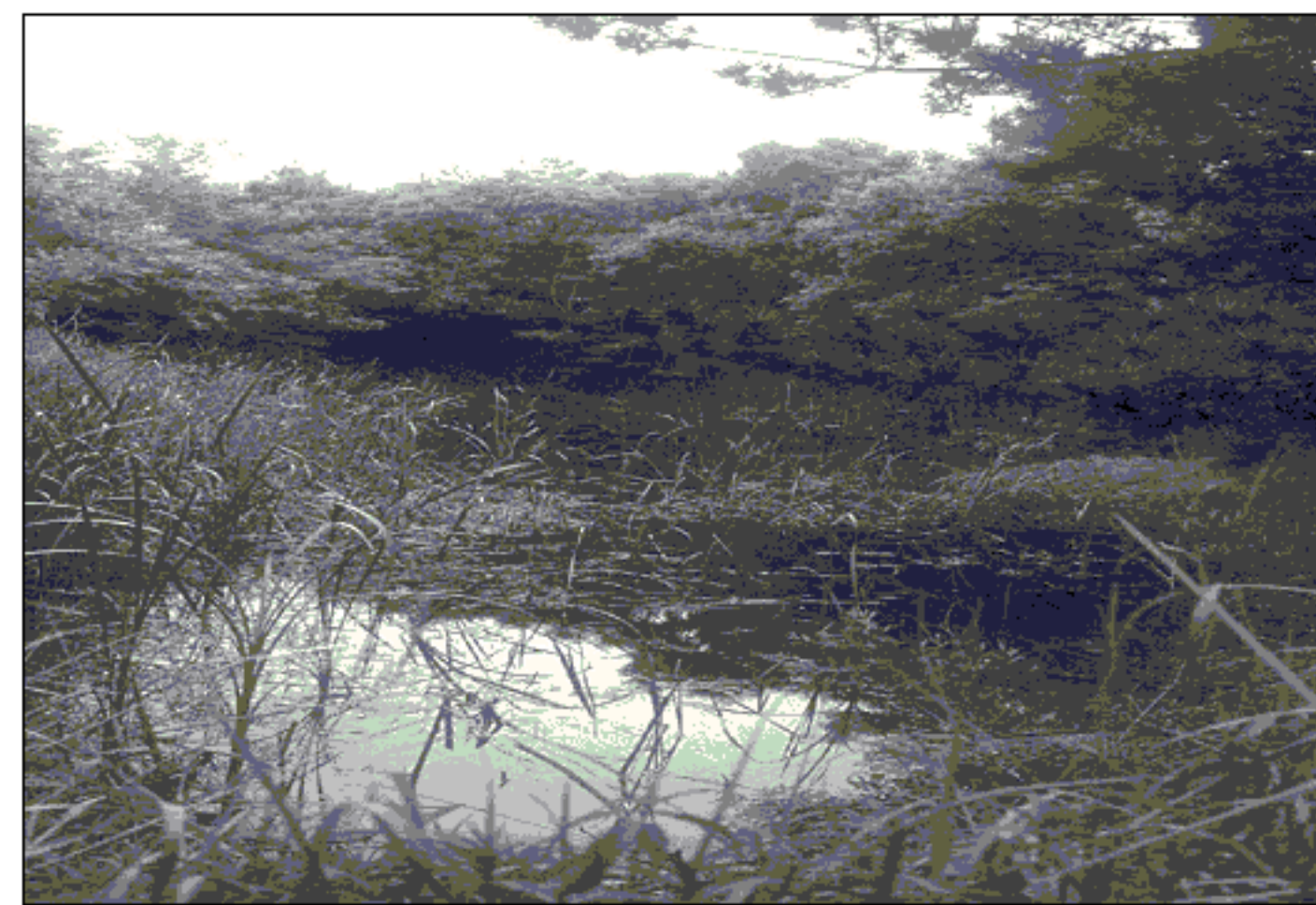


그림 V-6. 서단에서 본 지점 3의 전경



그림 V-7. 서단에서 본 지점 5의 전경



그림 V-8. 지점 6의 전경

- 지점 3 : 신두리 사구의 해안가 언덕부근에 형성되어있는 사구배후습지로 주변은 교목 또는 관목으로 둘러싸여 있고, 습지 내는 갈대류가 많다. 하상은 가는 모래(sands)로 구성되어 있다(그림 V-6).

- 지점 4 : 지점 3의 서쪽에 인접하여 있는 습지로 길이 1.5m정도, 폭 1.5m 정도, 깊이 10cm 정도의 소규모로 강우가 적을 때에는 건습지가 될 것으로 판단된다.
- 지점 5 : 신두리 사구의 천연기념물 보호지역 내에 있는 사구배후습지로 습지주변은 목본과 초본이 혼재되어 있다. 습지 내에는 말 종류가 풍부하고 서식하고 있고, 서단부에는 초본류가 있다(그림 V-7).
- 지점 6 : 물은 없고 바닥은 축축한 상태. 강우시에만 물이 있을 것으로 보임. 습지 내에 초본류 다수. 두웅습지와 근접한 북서면의 배후산지 기슭에 위치하고 있으며 두웅습지의 수계가 풍족할 경우 이 지역으로 담수가 유입되는 것으로 보이며, 조사지가 Bog의 형태를 보여주었다. 초본류와 목본류(갯버들)가 조사지점의 식생을 구성하고 있었다. 땅콩재배 밭이 조사지점에 위치하고 있었다(그림 V-8).

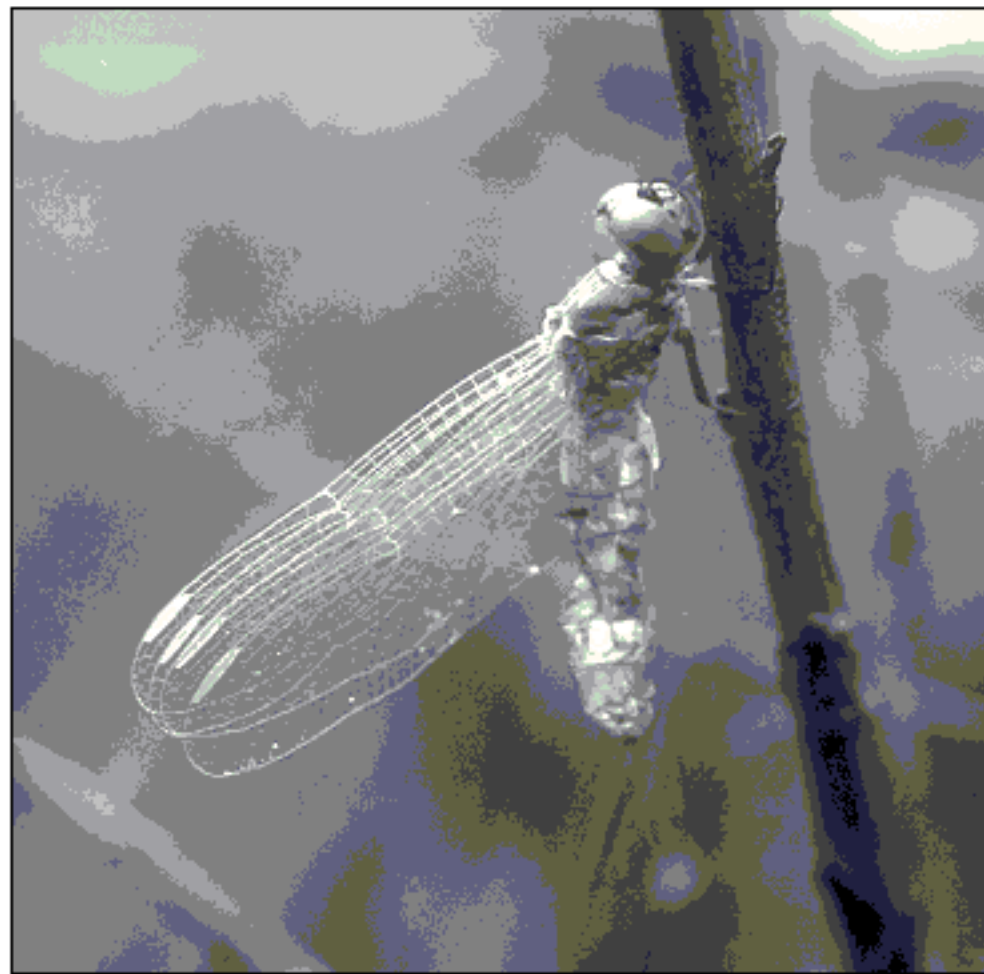


그림 V-9. 배치레잠자리의
우화직후의 모습

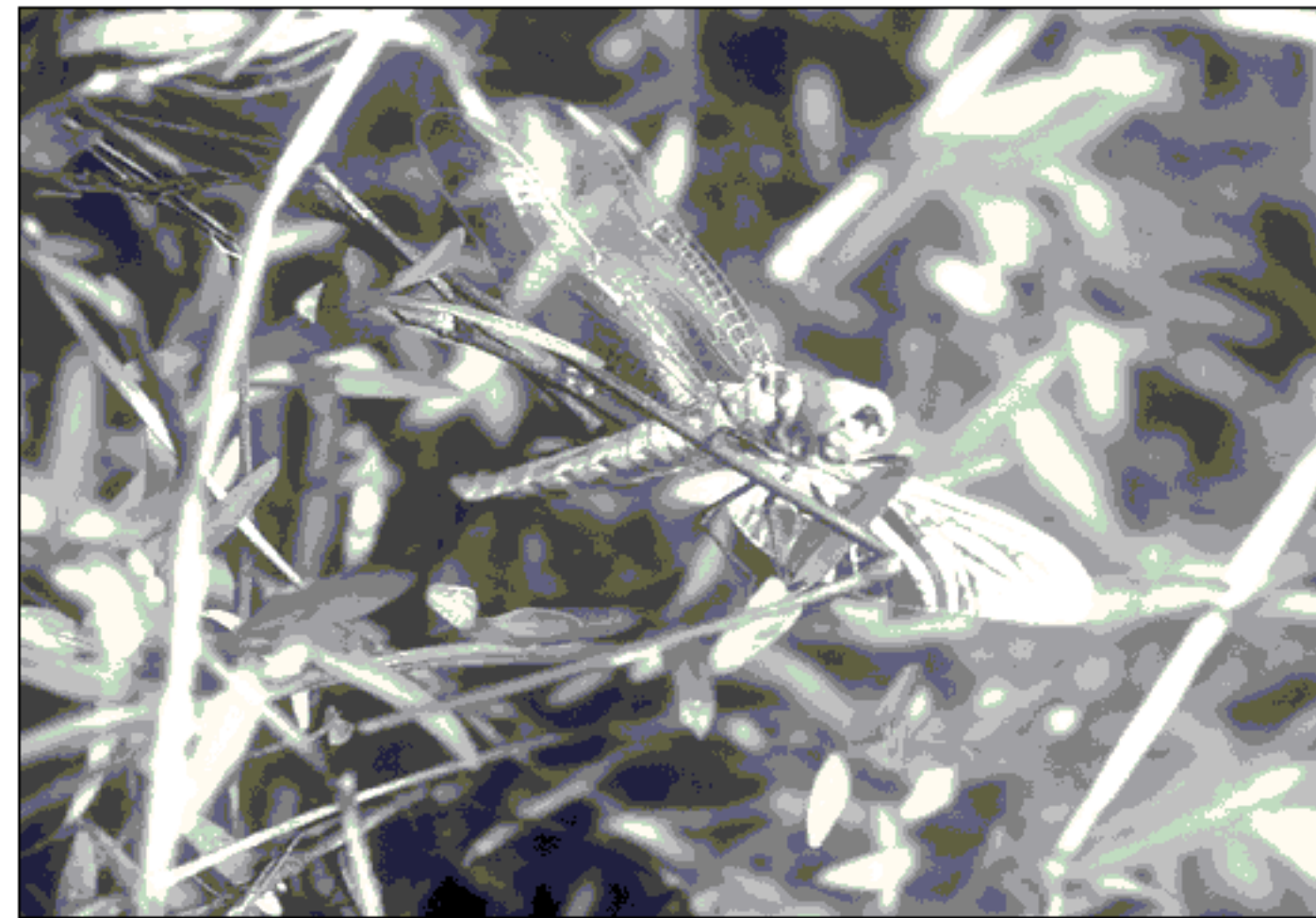


그림 V-10. 배치레잠자리의 우화직후의
모습

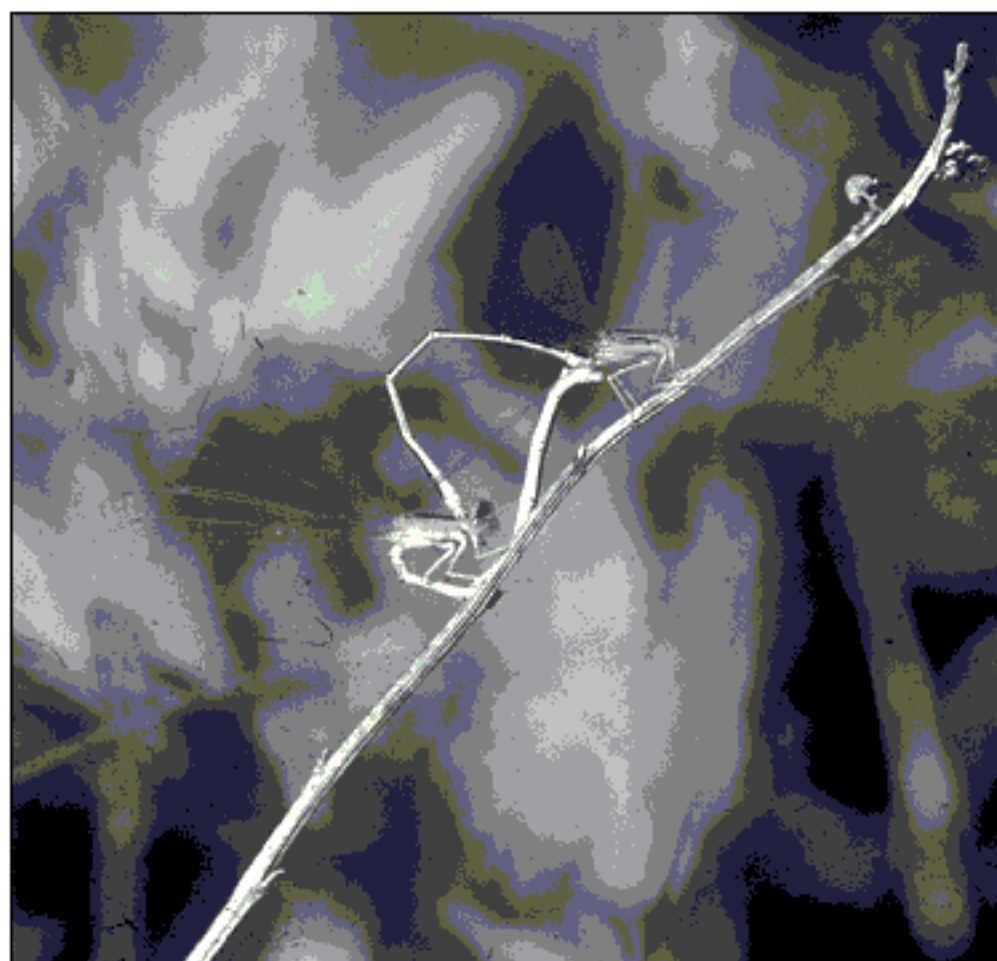


그림 V-11. 아시아실잠자리

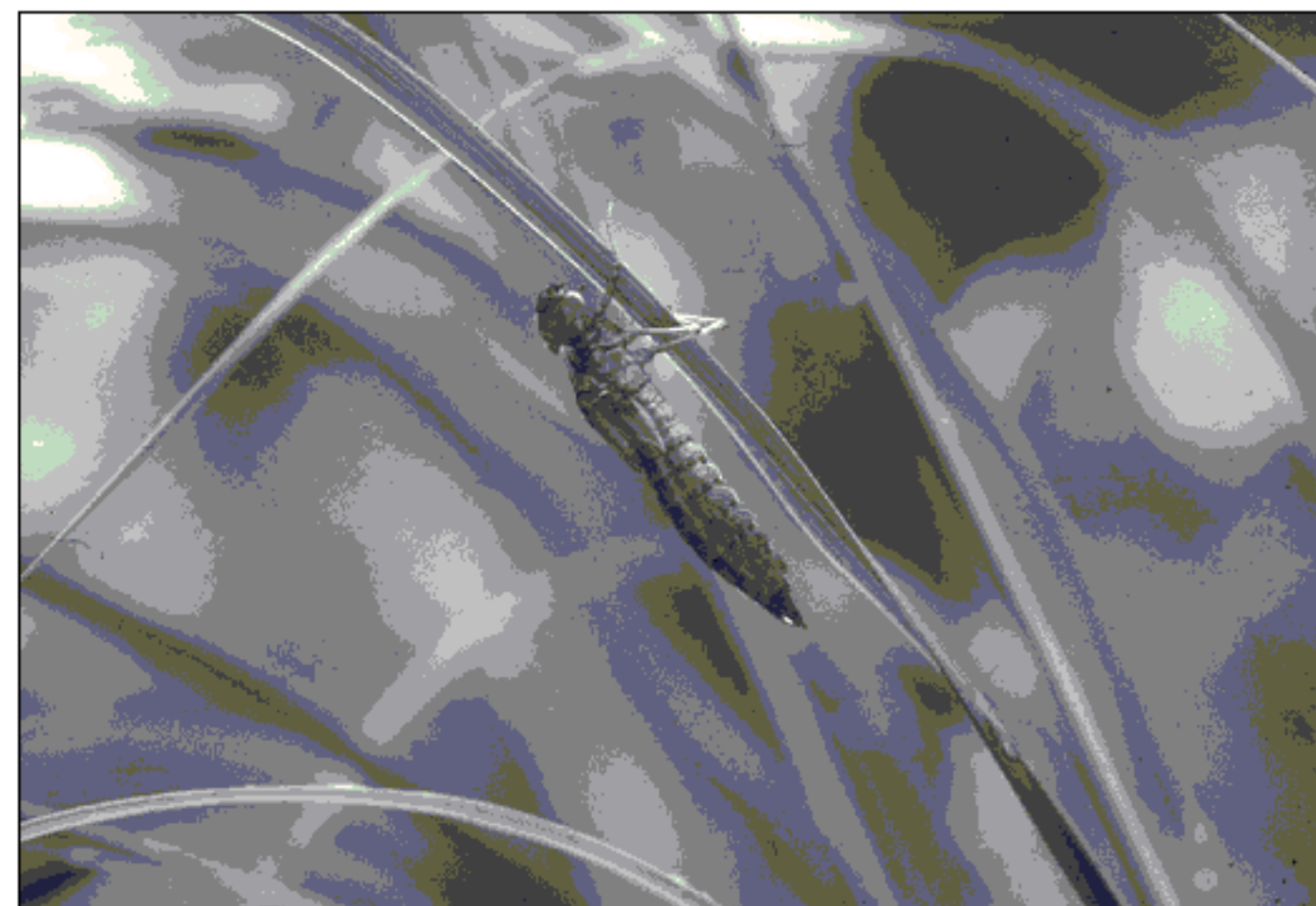


그림 V-12. 왕잠자리 유충의 탈피각

3.2. 분포 및 서식현황

1) 저서성 대형무척추동물상

충청남도 태안군 원북면 신두리 일대의 사구배후습지에 대한 2002년 6월의 조

사에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 총분류군은 3문 4강 10목 24과 49종으로 나타났다(표 V-1). 출현한 저서성 대형무척추동물 중에서 비곤충류는 복족류 4종, 거머리류 1종 및 갑각류 1종의 총 6종이 출현하였고, 수서곤충류는 하루살이류 1종, 잠자리류 13종, 노린재류 7종, 딱정벌레류 15종, 파리류 6종 및 날도래류 1종, 딱정벌레류 1종 및 파리류 16종으로 총 43종이 출현하였다. 이러한 출현종수는 하천생태계와 비교하여 상대적으로 낮은 값을 나타내고 있으며, 나아가 출현종의 구성도 하천생태계가 하루살이류, 강도래류 및 날도래류가 주를 이루고 있는 것(배와 원, 1997, 1998)과는 많은 차이를 나타내는 것으로 조사지역이 유수 생태계(lotic ecosystem)가 아닌 정수 생태계(lentic ecosystem)로서 정수성 수서곤충류인 딱정벌레류, 잠자리류 및 노린재류가 주를 이루고 있는 것을 볼 수 있다.

가. 출현종수의 변동

신두리 일대의 사구배후습지에서 나타난 저서성 대형무척추동물의 출현종수를 비교하여 보면 전체적으로 딱정벌레류가 30.6%, 잠자리류가 26.5%, 노린재류가 14.3%, 파리류가 12.2% 등의 순으로 나타났다(그림 V-14). 일반적으로 하천생태계에서는 하루살이류, 날도래류 및 강도래류의 점유율이 높게 나타나는 반면, 정수생태계에서는 딱정벌레류, 잠자리류 및 노린재류의 점유율이 높게 나타난다(Ward, 1992). '86 자연생태계 전국조사에서 전국 207개의 호소를 대상으로 한 조사에서도 이들 분류군의 점유율이 높게 나타난 것으로 조사되었고(윤일병, 1986), 경상남도 소재의 5개 습지에 대한 조사에서도 노린재류, 잠자리류 및 딱정벌레류의 출현점유율이 높게 나타났다(윤 등, 1989).

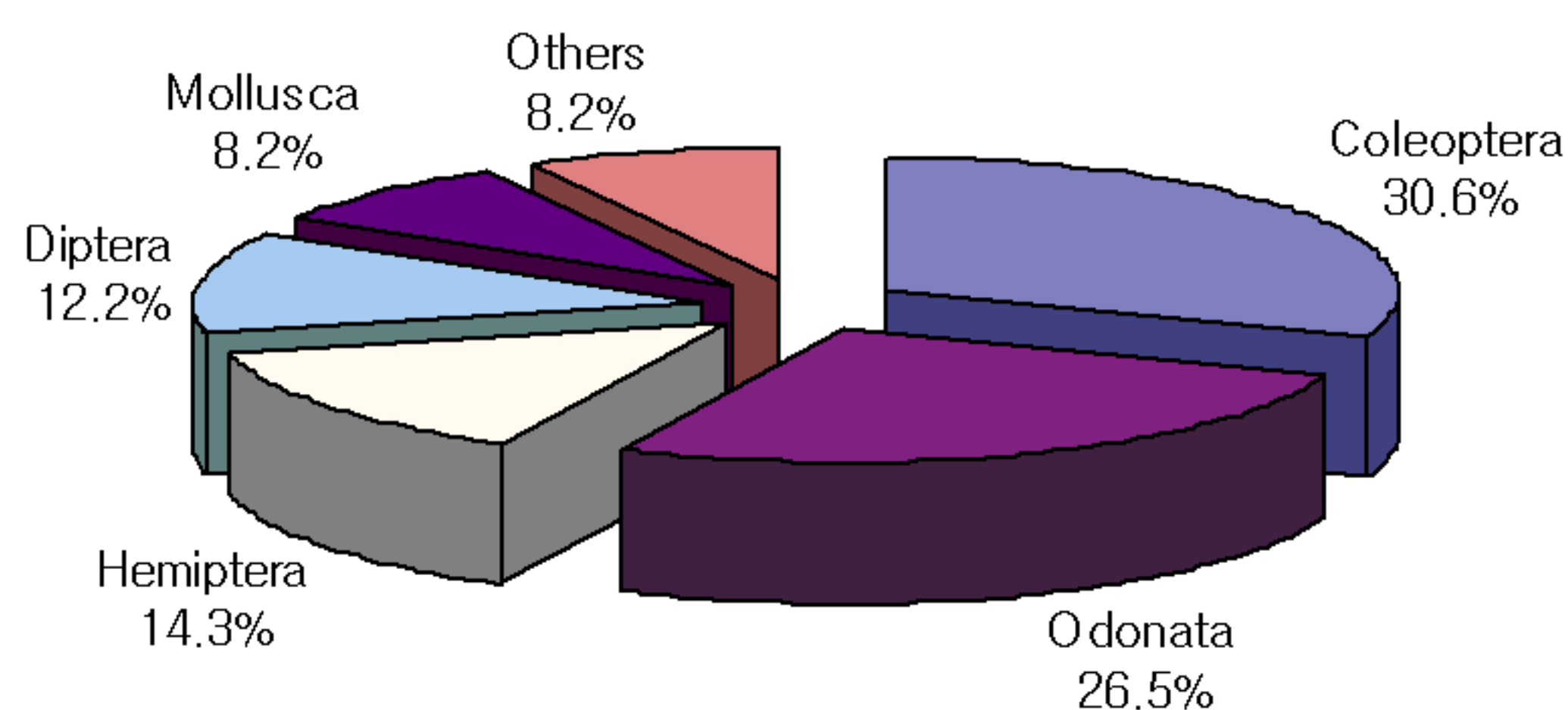


그림 V-14. 신두리 일대 사구배후습지에서 출현한 저서성 대형무척추동물 주요 분류군의 종 구성

표 V-1. 신두리 일대의 사구배후습지에서 출현한 담수무척추동물의 분류목록.

Species names	Common names
Phylum Mollusca	연체동물문
Class Gastropoda	복족강
Order Archaeogastropoda	원시복족목
Family Viviparidae	논우렁이과
1. <i>Cipangopaludina chinensis malleata</i>	논우렁이
Order Mesogastropoda	중복족목
Family Bithyniidae	쇠우렁이과
2. <i>Parafossarulus manchouricus</i>	쇠우렁이
Order Basommatophora	기안목
Family Lymnaeidae	물달팽이과
3. <i>Lymnaea auricularia</i>	물달팽이
Family Planorbidae	또아리물달팽이과
4. <i>Hippeutis cantori</i>	수정또아리물달팽이
Phylum Annelida	환형동물문
Class Hirudinia	거머리강
Order Arhycobdellida	턱거머리목
Family Salifidae	
5. <i>Barbronia weberi</i>	
Phylum Arthropoda	절지동물문
Class Crustacea	갑각강
Order Decapoda	십각목
Family Atyidae	새뱅이과
6. <i>Cardinia denticulata denticulata</i>	새뱅이
Class Insecta	곤충강
Order Ephemeroptera	하루살이목
Family Baetidae	꼬마하루살이과
7. <i>Cloeon dipterum</i>	두날개하루살이
Order Odonata	잠자리목
Family Coenagrionidae	실잠자리과
8. <i>Cercion calamorum</i>	등검은실잠자리
9. <i>Cercion hieroglyphicum</i>	등줄실잠자리
10. <i>Ischnura asiatica</i>	아시아실잠자리
Family Platycnemididae	방울실잠자리과
11. <i>Copera tokyensis</i>	
Family Aeshnidae	왕잠자리과
12. <i>Anax nigrofasciatus</i>	먹줄왕잠자리

Species names	Common names
13. <i>Anax</i> KUa	
14. <i>Anax parthenope julius</i> Family Corduliidae	왕잠자리 북방잠자리과
15. <i>Epophthalmia elegans yagasaki</i> Family Libellulidae	산잠자리 잠자리과
16. <i>Crocothemis servilia</i>	고추잠자리
17. <i>Libellula angelina</i>	대모잠자리
18. <i>Sympetrum flaveolum</i>	붉은줄잠자리
19. <i>Lyriothemis pachygastra</i>	배치레잠자리
20. <i>Orthetrum albitylum speciosum</i>	밀잠자리
Order Hemiptera	노린재목
Family Notonectidae	송장헤엄치게과
21. <i>Notonecta triguttata</i> Family Belostomatidae	송장헤엄치게 물장군과
22. <i>Muljarus japonicus</i>	물자라
23. <i>Diplonychus esakii</i> Family Nepidae	각시물자라 장구애비과
24. <i>Laccotrephes japonensis</i>	장구애비
25. <i>Ranatra chinensis</i>	게아재비
26. <i>Ranatra unicolor</i> Family Gerridae	방게아재비 소금쟁이과
27. <i>Aquaris paludum</i>	소금쟁이
Order Coeloptera	딱정벌레목
Family Dytiscidae	물방개과
28. <i>Cybister brevis</i>	검정물방개
29. <i>Cybister</i> sp. (larva)	
30. <i>Guignotus</i> sp. (larva)	
31. <i>Hydaticus grammicus</i>	꼬마줄물방개
32. <i>Hydaticus</i> sp. (larva)	
33. <i>Ilybius apicalis</i>	모래무지물방개
34. <i>Laccophilus difficilis</i>	깨알물방개
35. <i>Laccophilus</i> sp. (larva) Family Haliplidae	물진드기과
36. <i>Peltodytes sinensis</i> Family Hydrophilidae	중국물진드기 물뽕뽕이과
37. <i>Amphiops mater</i>	알물뽕뽕이
38. <i>Cercyon apatus</i>	모래톱물뽕뽕이
39. <i>Enochrus simulans umbratus</i>	애늪적물뽕뽕이

표 V-1. 계속

Species names	Common names
40. <i>Helochaeres striatus</i>	좁물 땡땡이
41. <i>Hydrophilus accuminatus</i>	물땡땡이
42. <i>Sternolophus rufipes</i>	애물땡땡이
Order Diptera	파리목
Family Chaoboridae	털모기과
43. <i>Chaoborus</i> KUa	
Family Chironomidae	깔다구과
44. Chironominae sp.1	
45. Chironominae sp.2	
46. Chironominae sp.3	
Family Stratiomyidae	동애등애과
47. <i>Stratiomyia</i> KUa	
Family Tabanidae	등애과
48. <i>Chrysops suavis</i>	대모등애붙이
Order Trichoptera	날도래목
Family Molannidae	날개날도래과
49. <i>Molanna moesta</i>	날개날도래
Species numbers	49

이 조사권역에서 나타난 총출현종수는 외곶골에 위치한 두웅습지(지점 1)에서 33종으로 가장 높은 출현종수를 보였고, 해안가에 인접한 습지(지점 3)에서 19종, 녕배골에 위치한 습지(지점 2)에서 17종의 순으로 나타났다(표 V-2). 두웅습지에서 가장 높은 출현종수를 보인 것은 이 습지 내의 미소서식처(microhabitat)가 동단을 중심으로한 식물 잔재물의 퇴적이 이루어진 부분, 남북단의 수변 및 수중식물이 풍부한 부분 및 사구배후습지로서의 전형적인 특징을 지니고 있는 서단 부분으로 구성되어 있기 때문으로 볼 수 있다. 천연기념물 보호지역 내에 위치한 습지(지점 5)는 자연적인 습지의 형태를 지니고 있는 것에 반하여 상대적으로 낮은 출현종수를 보인 것은 일차적으로 좁은 면적이고, 또한 수서곤충류의 주요 포식자인 양서류가 많이 서식하고 있기 때문으로 판단된다.

한편 1984년과 1987년에 계절별로 실시된 경상남도 소재의 5개 습지에 대한 조사결과와 비교하여 보면 외송늪에서는 29종, 질날늪에서는 26종이 출현하였고, 1987년도의 봄과 가을에 조사를 실시하였던 주남저수지에서는 23종, 우포늪에서는 35종, 산남저수지에서 3종이 출현한 것으로 조사되었다(윤 등, 1989). 이러한 조사결과와 비교하여볼 때 두웅습지에서 43종의 수서곤충류가 출현한 것은 매우 높은 종수가

나타난 것으로 볼 수 있으며, 상대적으로 사구배후습지인 두웅습지에 매우 다양한 미소서식처가 존재한다는 것을 간접적으로 나타내고 있다.

표 V-2. 신두리 일대 사구배후습지의 각 조사지점에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 주요 분류군별 출현종수.

Taxa / Sites		1	2	3	4	5	6	Total
Mollusca		3	3	1	0	1	0	4
Annelida		1	1	0	0	0	0	1
Crustacea		1	0	0	0	0	0	1
Insecta	Ephemeroptera	1	0	1	0	1	0	1
	Odonata	8	3	6	0	4	2	13
	Hemiptera	5	4	4	0	2	0	7
	Coleoptera	11	5	3	1	4	0	15
	Diptera	2	1	3	3	1	0	6
	Trichoptera	1	0	1	0	0	0	1
	Total	28	13	18	4	12	2	43
Total		33	17	19	4	13	2	49

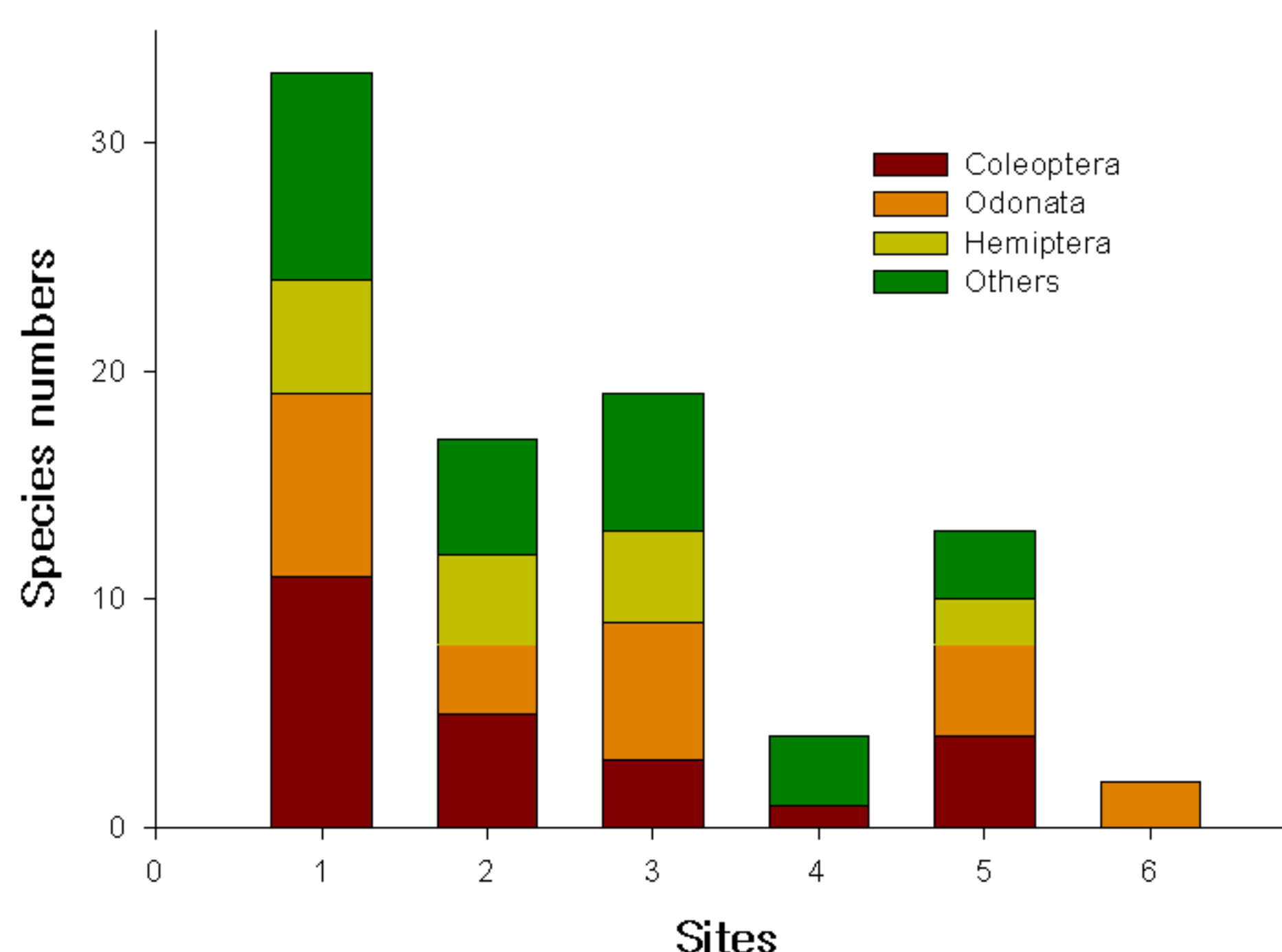


그림 V-14. 신두리 일대의 사구배후습지의 각 조사지점별 주요 분류군의 점유율

각 조사지점별 주요 분류군의 출현종수의 점유율 변동을 살펴보면 가장 높은 출현종수가 나타난 두웅습지(지점 1)에서는 딱정벌레류가 가장 높은 출현점유율(11종, 33.3%)을 나타냈고, 지점 2에서는 딱정벌레류가 5종(29.4%)이, 지점 3에서는 잠자리류가 6종(31.6%)이, 그리고 지점 5에서는 잠자리류와 딱정벌레류가 각 4종(30.8%)으로 높은 출현점유율을 나타내고 있다(그림 15와 부록). 지점 4와 6이 낮은 출현종수를 보인 것은 지점 4의 경우 습지 면적이 매우 좁고 평상시 건습지로 유지

되는 습지이고, 지점 6의 경우는 평상시 건습지로 조사시 약간의 수분함량을 지니고 있어 잠자리의 우화가 진행되고 있었으나 건기에는 물이 없는 지역으로 판단된다(그림 V-15).

나. 백분율 출현빈도의 변동

신두리 일대 사구배후습지에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 백분율 출현빈도를 보면 이 일대의 습지에서 출현한 49종 중 상위의 10개의 종이 63%이상인 것으로 나타났다. 각 출현종의 백분율 출현빈도는 딱정벌레류인 모래무지물방개(*Ilybius apicalis*)가 10.7%, 잠자리류인 밀잠자리(*Orthetrum albitylum speciosum*)가 9.8%, 복조류인 물달팽이(*Radix auricularia coreana*)가 7.6% 및 노린재류인 송장헤엄치게(*Notonecta triguttata*)가 7.0%의 순으로 백분율 출현빈도를 나타내고 있다. 이들은 대부분 연못이나 습지 등과 같은 정수생태계에 주로 서식하는 종들이다(그림 V-16).

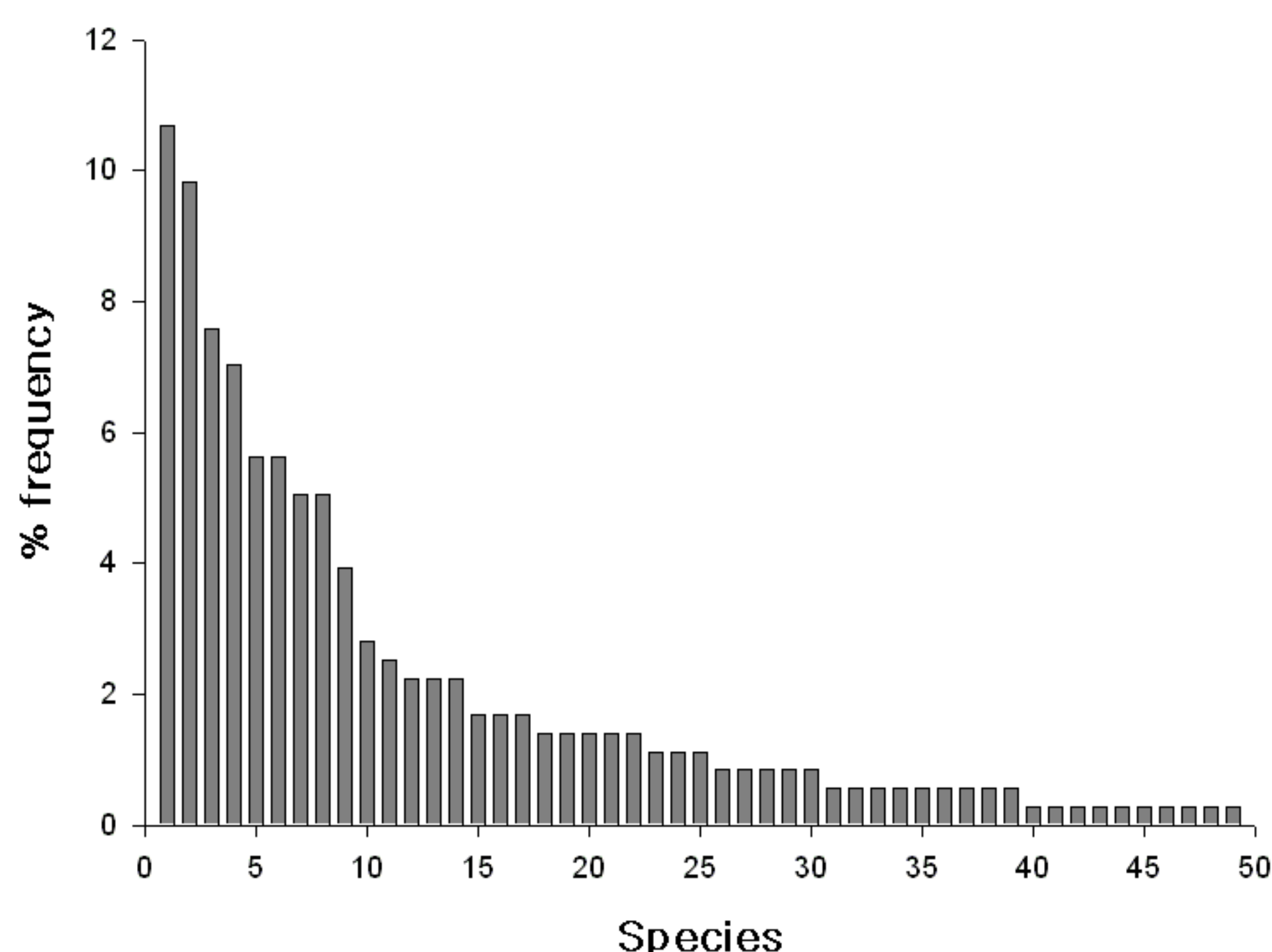


그림 V-16. 신두리 일대의 사구배후습지에서 출현한 종들의 백분율 출현빈도

3.3. 수환경 평가 (ESB)

ESB 지수를 이용한 수환경 평가에서 61이상으로 나타나 양호한 환경상태를 유지하고 있는 우선보호수역으로 평가된 곳은 두웅습지 뿐으로 나타났고, 다른 조사 습지들의 ESB 지수값이 낮게 나타났다(표 V-3과 그림 V-17). 그러나 ESB 지수는 하천생태계의 환경질 평가와 생태환경 관리기준에 주로 적용하는 것으로 습지와 같이 독특한 수환경에서, 특히 사구배후습지와 같은 생태계에서는 적용하는 데 어려움이 있다.

표 V-3. 신두리 일대의 두웅습지 및 그 일대 사구배후습지의 ESB 지수

Sites	1	2	3	4	5	6
ESB	64	33	34	6	25	4

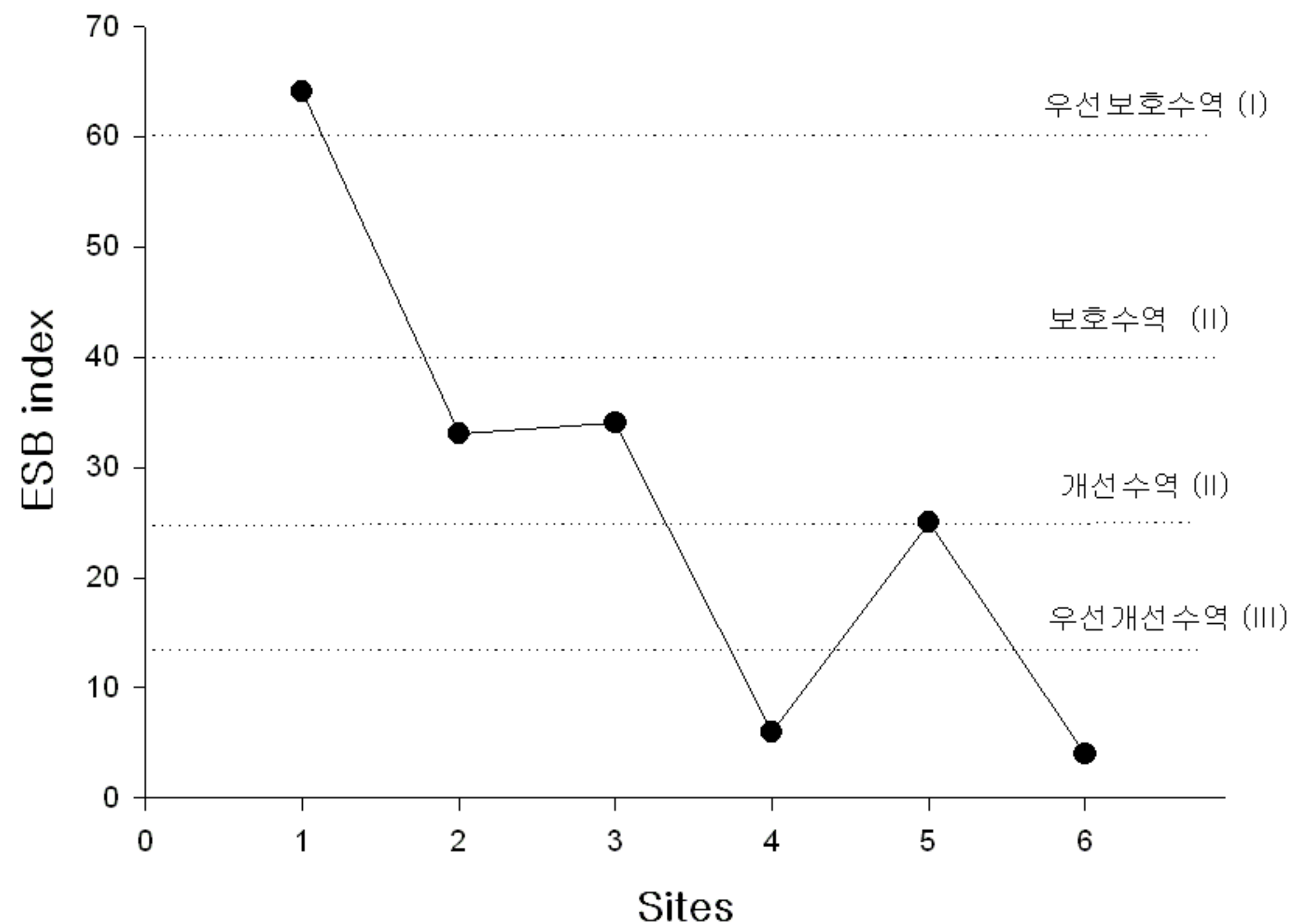


그림 V-16. 신두리 일대의 사구배후습지의 ESB지수

3.4. 특별히 보호대책이 필요한 종 및 그 서식지

신두리 일대의 두웅습지를 비롯한 사구배후습지에서 출현한 저서성 대형무척추 동물 중 환경부에서 지정한 멸종위기야생동물인 보호야생동물인 귀이빨대칭이 (*Cristaria plicata* (Leach)), 두드럭조개(*Lamprotula coreana* (V. Martens))나 보호 야생동물인 꼬마잠자리(*Nannophy pygmaea* Rambert), 물장군(*Lethocerus deyrollei* (Vuillefory))의 출현은 없었다. 대부분이 정수생태계에 서식하는 일반적인 종들이 출현하였으며, 하상이 모래인 정수생태계에서 출현하는 날개날도래(*Molanna moesta* Banks)의 출현이 특징적이다.

3.5. 사구습지 지표생물의 검토

날개날도래과(Family Molannidae)는 전북구(Holarctic region)와 동양구(Oriental region)에 대표적으로 분포하는 분류군으로서 현재 3속(*Indomolannodes*, *Molana*, *Molannodes*)에 25종만이 기록된 작은 분류군이다. 유충의 집은 모래를 사용하여 지어져있지만 간혹 유기물질도 함께 사용하여 부채꼴 모양의 집을 지으며, 하상(substrates)이 주로 모래로 구성된 정수지나 유속이 매우 느린 유수지에 서식한다. 유충은 잡식성(omnivorous)으로 규조류(diatom), 관속식물의 조직, 소형 무척추동물 등을 먹고산다(Lepneva, 1964). 현재 우리나라에는 날개날도래속(Genus *Molanna*)만

이 기록되어있다.

날개날도래(*Molanna moesta* Banks)의 유충은 가는 모래와 약간 굵은 모래를 사용하여 부채꼴 모양의 집을 짓는다. 이러한 점은 바닥으로부터의 물의 유입으로 인하여 바닥에 니(silt)나 유기잔재물(organic detritus)의 퇴적이 일어나지 않는 전형적인 사구배후습지를 특징지을 수 있는 종으로 볼 수 있다. 태안 신두리 일대의 사구배후습지 중 지점 1과 3에서만 이 종이 채집되었다.

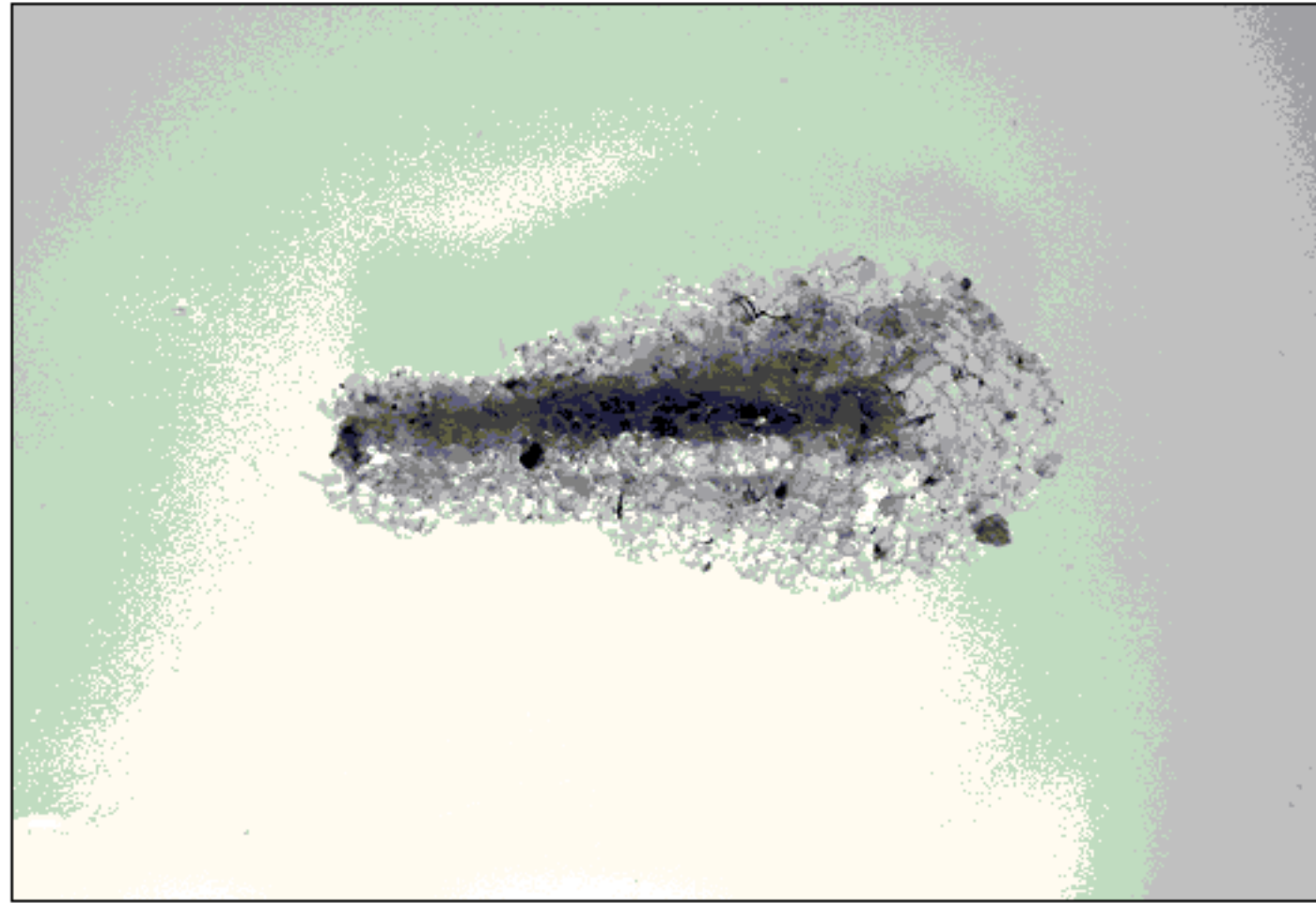


그림 V-17. 날개날도래의 등면

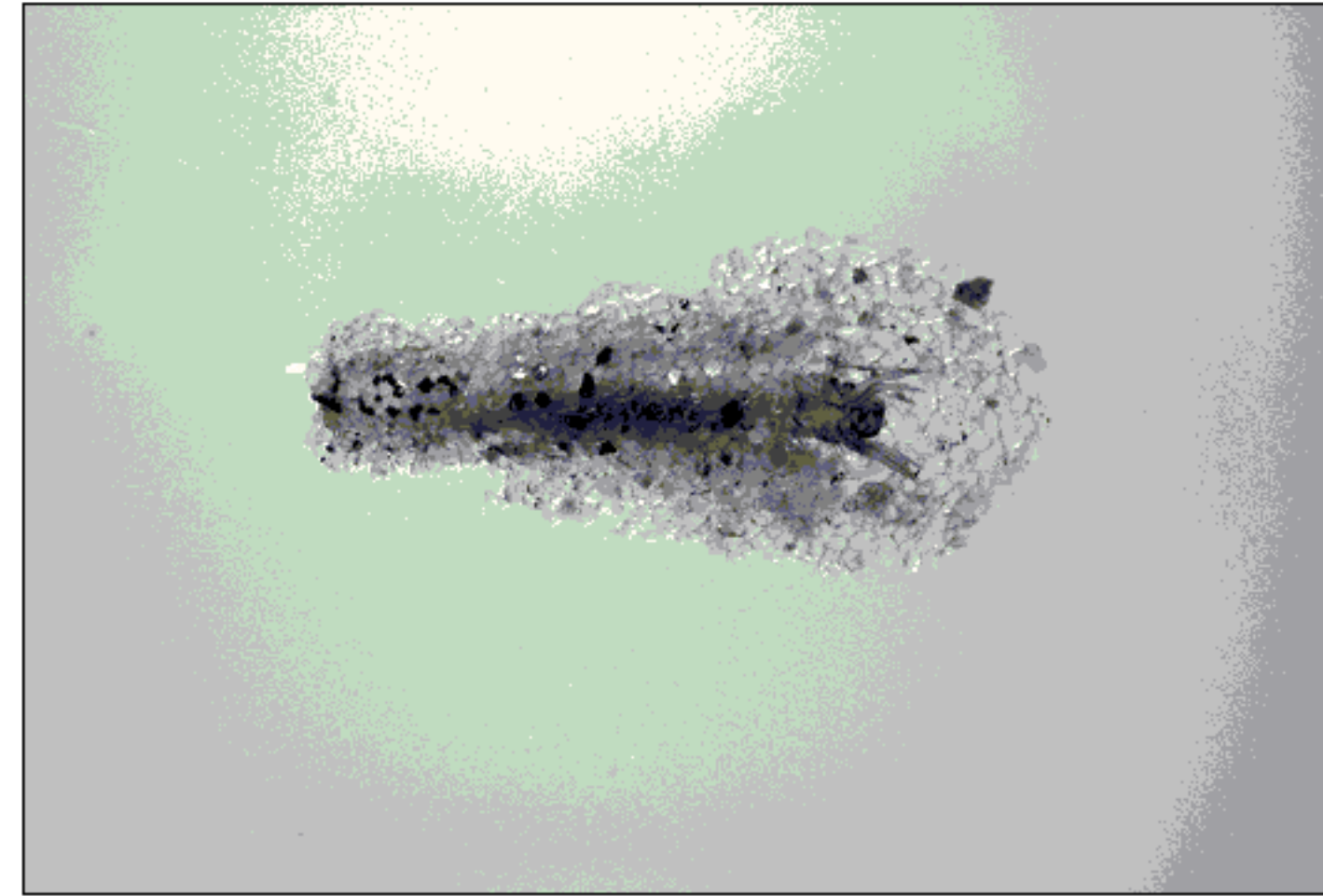


그림 V-18. 날개날도래의 배면

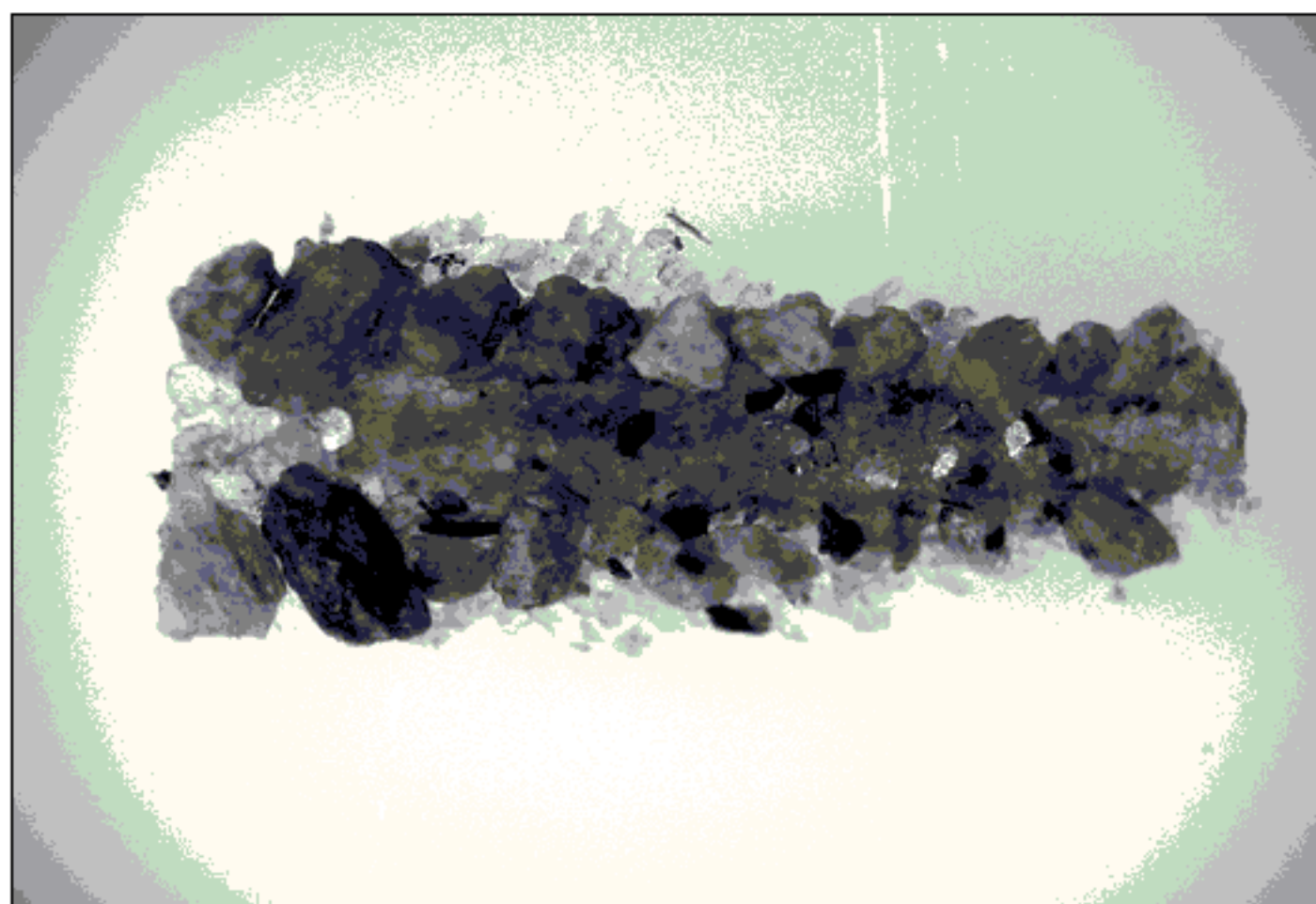


그림 V-19. 날개날도래의 등면

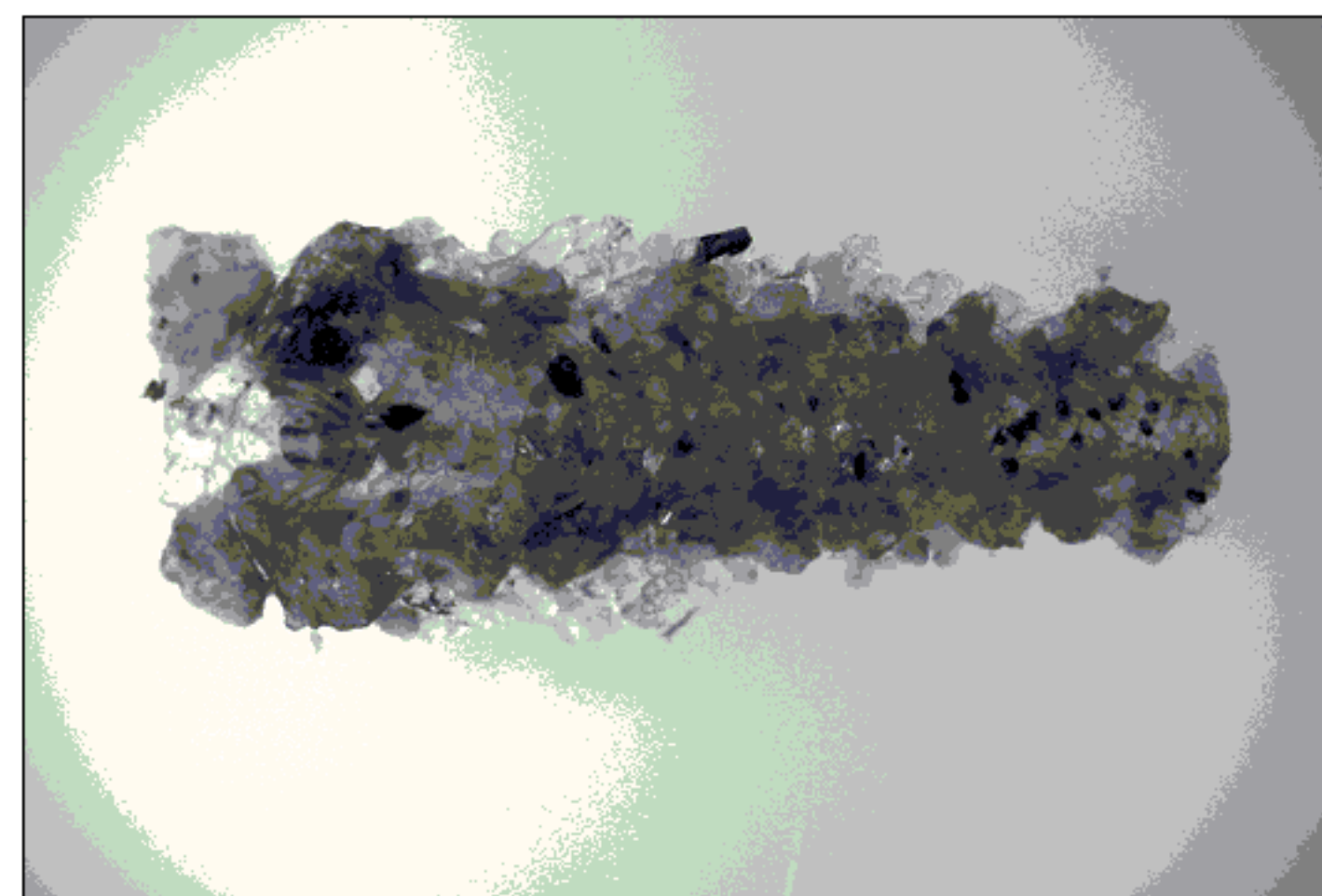


그림 V-20. 날개날도래의 배면

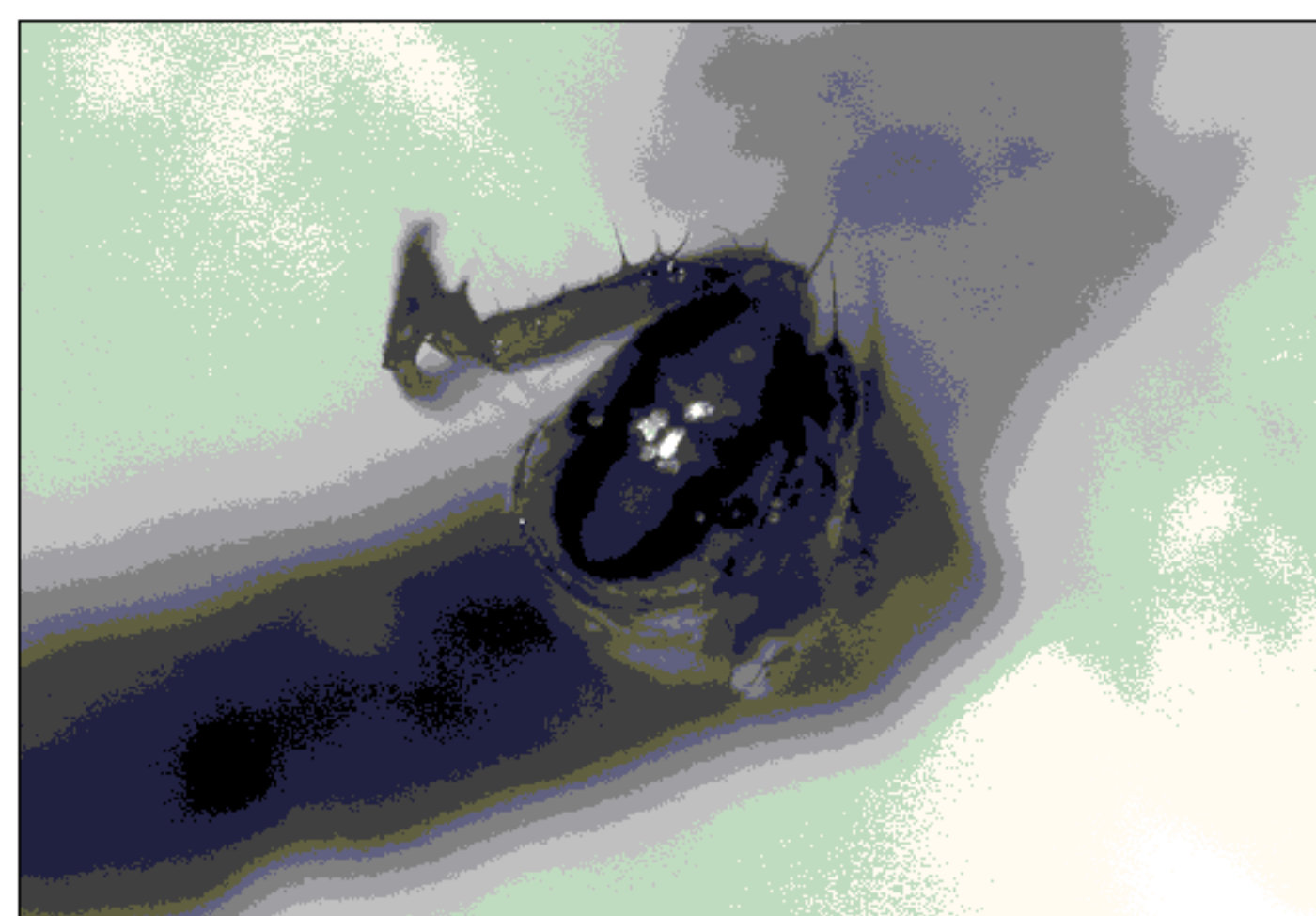


그림 V-21. 날개날도래의 머리부분

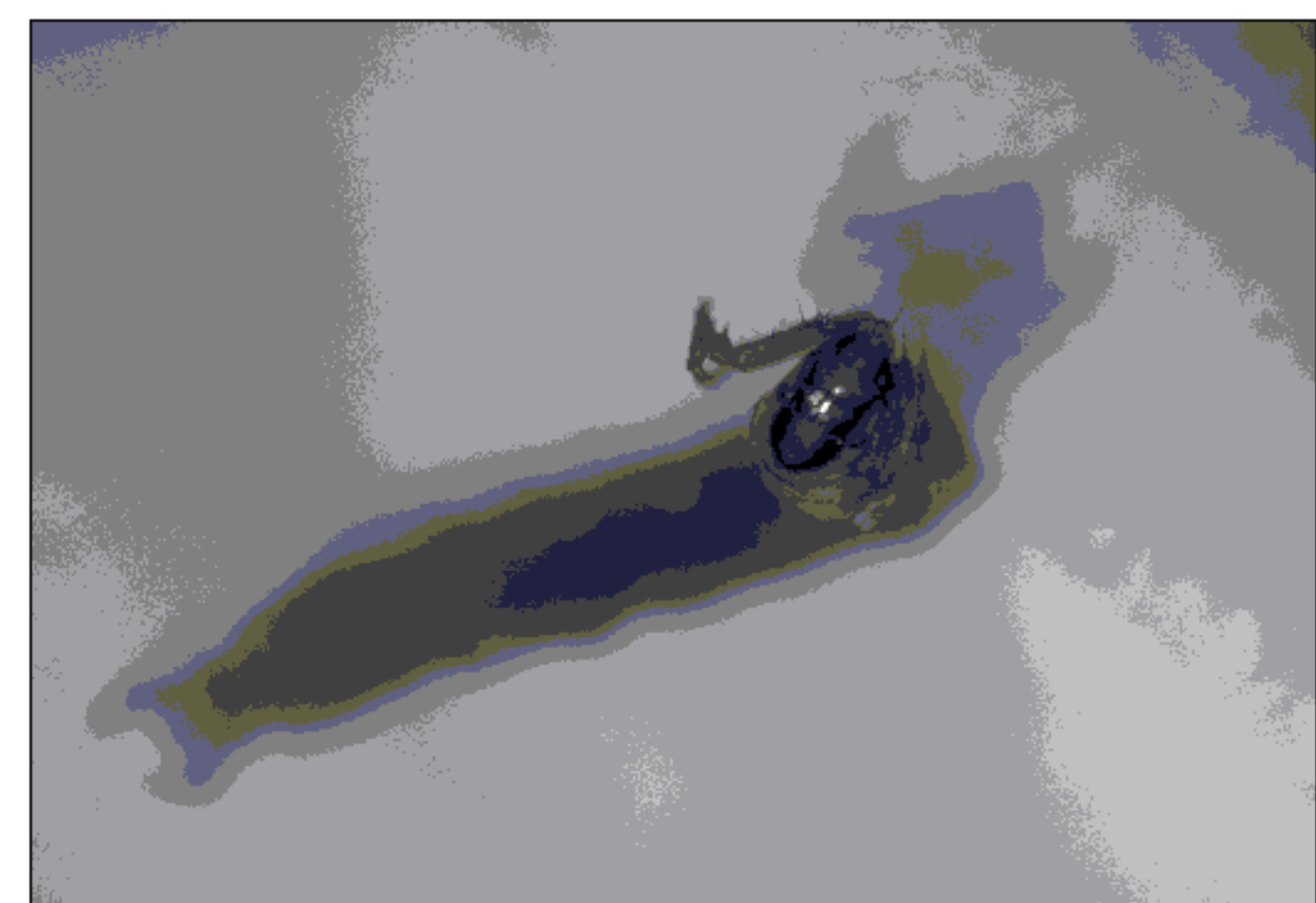


그림 V-22. 날개날도래의 머리부분

4. 결 론

2002년 5월 30일에서 6월 5일에 걸쳐 실시된 태안 신두리 일대의 두웅습지 및 그 일대의 사구배후습지에서 저서성 대형무척추동물에 대한 조사에서 3문 4강 10목 24과 49종이 채집되었다. 이중 비곤충류는 복족류 4종, 거머리류 1종 및 갑각류 1종의 총 6종이 출현하였고, 수서곤충류는 하루살이류 1종, 잠자리류 13종, 노린재류 7종, 딱정벌레류 15종, 파리류 6종 및 날도래류 1종, 딱정벌레류 1종 및 파리류 16종으로 총 43종이 출현하였다.

이러한 출현종수는 하천생태계와 비교하여 상대적으로 낮은 값을 나타내고 있으나, 경상남도 소재의 5개 습지에 대한 조사에서 외송늪에서 29종, 질날늪에서 26종, 주남저수지에서 23종, 우포늪에서 35종 및 산남저수지에서 3종의 수서곤충류가 출현한 것과 비교할 때, 태안 신두리의 두웅습지에서 43종의 수서곤충류가 출현한 것은 종다양성이 높다고 볼 수 있다.

두웅습지에서 나타난 저서성 대형무척추동물의 주요 분류군 구성은 하천배후습지와 유사하게 정수성 수서곤충류인 딱정벌레류, 잠자리류 및 노린재류가 주를 이루고 있는 것을 볼 수 있다. 그러나 전형적인 사구배후습지는 주변의 지하수 유입에 의하여 그 수위가 유지되므로 하상이 가는 모래로 구성되고 식물 잔재물이나 니질의 퇴적이 쉽게 이루어지지 않으며, 또한 담수생태계 내의 물질순환이 원활하게 이루어지는 곳으로 볼 수 있다. 태안 신두리의 두웅습지는 전형적인 사구배후습지로 볼 수 있으며, 특히 서단부에서는 이러한 특징이 보다 뚜렷하다고 볼 수 있다.

저서성 대형무척추동물, 특히 수서곤충류 중에서 전형적인 사구배후습지의 지표종으로서는 날개날도래(*Molanna moesta* Banks)를 선정할 수 있다. 이 종의 유충은 주로 모래를 이용하여 부채꼴 모양의 집을 지으며, 하상이 주로 모래로 구성된 정수지나 유속이 매우 느린 유수지에 서식한다. 유충은 잡식성(omnivorous)으로 규조류(diatom), 관속식물의 조직, 소형 무척추동물 등을 먹고산다.

저서성 대형무척추동물 중 95%이상을 차지하고 있는 수서곤충은 담수생태계의 먹이사슬에서 저차 소비자로서 역할을 담당하며, 고차 소비자의 주요 먹이원으로 이용된다. 특히 두웅습지 일대에서 서식하고 있는 금개구리와 맹꽂이를 비롯한 양서류·파충류 및 어류와 조류의 직접적인 먹이원으로 이용될 수 있다. 따라서 이러한 보호종을 포함한 고차소비자의 보전을 위해서는 우선적으로 먹이원으로서 중요한 저서성 대형무척추동물, 특히 수서곤충류의 서식지 보호가 우선적으로 선행되어야 할 것으로 판단된다.

5. 참고문헌

Allan, J. D., 1995. Stream Ecology. Structure and function of running waters. Chapman & Hall, London.

- Boon, P. J., 1988. The impact of river regulation on invertebrate communities in the U.K. *Regulated Rivers: Research and Management*. 2: 389-409.
- Dudgeon, D., 1994. Functional assessment of the effects of increased sediments loads resulting from riparian-zone modification of a Hong Kong stream. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25: 1790-1792.
- Dudgeon, D., 1995. Environmental impacts of increased sediment loads caused by channelization: A case study of biomonitoring in a small river in Hong Kong. *Asian J. Environmental Management*. 3(1): 69-77.
- Horne, A. J., and C. R. Goldman, 1994. *Limnology*. McGraw-Hill, Inc. 576pp.
- Hynes, H. B. N., 1970. *The ecology of running waters*. Liverpool Univ. Press, Liverpool, U. K.
- Kawai, T., 1985. *An illustrated book of aquatic insects of Japan*. 東海大學出版會.
- Lepneva, S. G., 1964. Trichoptera. II. Larvae and pupae of Annulipalpi. *Fauna SSSR(N. S.)* 88: 1-560.
- McCafferty, W. P., 1981. *Aquatic entomology*. Jones and Bartlett, Boston. pp. 448.
- Merritt, R. W. & K. W. Cummins, 1984. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 2nd. Ed. Kendall/Hunt Publ. Co., Dubuque, Iowa.
- Merritt, R. W., and K. W. Cummins, 1996. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. 3rd. ed. Kendall/Hunt Publ. Co.
- Minshall, G. W., 1988. Stream ecosystem theory: a global perspective. *J. N. Benthol. Soc.* 7(4):263-288.
- Reice, S. R. and M. Wohlemberg, 1993. Monitoring freshwater benthic macroinvertebrates and benthic processes: measures for assessment of ecosystem health. p. 287-305 In: D. M. Rosenberg and V. H. Resh (Eds.) *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Chapman & Hall, New York.
- Rosenberg, D. M., and V. H. Resh, 1993. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman and Hall, New York. 488pp.
- Ward, J. V., 1992. *Aquatic insect ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- Wiederholm, T., 1983. Chironomidae of the Holarctic region Keys and diagnose. Part I - Larvae. *Ent. Scand. Suppl.* 19. 457pp.
- Willams, D. D. and B. W. Feltmate, 1992. *Aquatic Insects*. C·A·B International. Wallingford, UK.
- 岡田要, 1965a. 신일본동물도감(상). 북류관. 679pp.
- 岡田要, 1965b. 신일본동물도감(중). 북류관. 803pp.

- 岡田要, 1965c. 신일본동물도감(하). 북룡관. 763pp.
- 권오길, 박갑만, 이준상. 1993. 원색한국패류도감. 아카데미서적.
- 권오길, 1990. 한국동식물도감 제32권 동물편 (연체동물 I). 문교부. 446pp.
- 김훈수, 1977. 한국동식물도감. 제19권. 동물편(새우류). 문교부.
- 농어촌진흥공사, 1996. 습지의 특성분석 및 관리대책 연구(I). 103pp.
- 농어촌진흥공사, 1997. 습지의 특성분석 및 관리대책 연구(II). 164pp.
- 배경석·원두희, 1997. 포천·철원 권역의 저서성 대형무척추동물. 제2차 전국자연 생태계 조사보고서.
- 배경석·원두희, 1998. 봉화·영월 권역의 저서성 대형무척추동물. 제2차 전국자연 생태계 조사보고서.
- 배연재·박선영·황정미, 1998. 갯장하루살이(하루살이목: 꼬마하루살이과) 유충의 기재 및 한국산 꼬마하루살이과 유충의 검색표. 한국육수학회지 31(4): 282-286.
- 송광래, 1995. 한국산 거머리강(환형동물문)의 분류. 고려대학교 석사학위논문 57pp.
- 윤일병·어성준·김종인, 1989. 경상남도 소재 5개 늪지의 수서곤충군집 구조에 관한 연구. 환경생물학회지 7(1): 19-32
- 윤일병, 1986. '86자연생태계전국조사(수서곤충편). 환경청.
- 윤일병, 1988. 한국동식물도감. 제30권. 동물편(수서곤충류). 문교부.
- 윤일병, 1995. 수서곤충검색도설. 정행사. 서울.
- 한국곤충학회, 1994. 한국곤충명집. 한국곤충학회 건국대 출판부.
- 한국동물분류학회, 1997. 한국동물명집 아카데미서적.
- 환경부, 2001. 내륙습지의 유형별 평가기법 및 관리방안에 관한 연구. 212pp.

부록. 두웅습지 및 그 일대 사구배후습지에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 분류목록

Species names	1E	1W	1S	1N	2	3	4	5	6	Total
<i>Cipangopaludina chinensis malleata</i>	1	1	4	6	1			5		18
<i>Parafossarulus manchouricus</i>					5					5
<i>Lymnaea auricularia</i>		6	17	4						27
<i>Hippeutis cantori</i>			1	1	15	1				18
<i>Barbronia weberi</i>	1				1					2
<i>Cardinia denticulata denticulata</i>				5						5
<i>Cloeon dipterum</i>		2	1	2		2		1		8
<i>Cercion calamorum</i>			1	3	4					8
<i>Cercion hieroglyphicum</i>	1		1					1		3
<i>Ischnura asiatica</i>	4					8			2	14
<i>Copera tokyensis</i>						1				1
<i>Anax nigrofasciatus</i>								5		5
<i>Anax KUa</i>						2				2
<i>Anax parthenope julius</i>			1			1				2
<i>Epophthalmia elegans yagasaki</i>		2	1							3
<i>Crocothemis servilia</i>					6	2		12		20
<i>Libellula angelina</i>			1							1
<i>Sympetrum flaveolum</i>				1		5				6
<i>Lyriothemis pachygastra</i>									4	4
<i>Orthetrum albitylum speciosum</i>	3	3	14	9	5			1		35
<i>Notonecta triguttata</i>			2		2	7		14		25
<i>Muljarus japonicus</i>			3	6	4	6		1		20
<i>Diplonychus esakii</i>					1					1
<i>Laccotrephes japonensis</i>	1	2	3							6
<i>Ranatra chinensis</i>		1	1			2				4
<i>Ranatra unicolor</i>					5					5
<i>Aquaris paludum</i>		3		1		1				5
<i>Cybister brevis</i>	1									1
<i>Cybister</i> sp. (larva)			1		1					2
<i>Guignotus</i> sp. (larva)								1		1
<i>Hydaticus grammicus</i>						2		1		3
<i>Hydaticus</i> sp. (larva)				1						1
<i>Ilybius apicalis</i>	7	4	9	2	4			12		38
<i>Laccophilus difficilis</i>				1	1					2
<i>Laccophilus</i> sp. (larva)	2	1			1			6		10
<i>Peltodytes sinensis</i>					1		8			9
<i>Amphiops mater</i>						6				6
<i>Cercyon apatus</i>			1							1
<i>Enochrus simulans umbratus</i>	1		2							3
<i>Helochares striatus</i>			2							2
<i>Hydrophilus accuminatus</i>				1						1
<i>Sternolophus rufipes</i>				1		1				2
<i>Chaoborus KUa</i>						1	1			2
Chironominae sp.1						1	1			2
Chironominae sp.2					1	1	2			4
Chironominae sp.3								1		1
<i>Stratiomyia KUa</i>				1						1
<i>Chrysops suavis</i>		3								3
<i>Molanna moesta</i>		2	1	1		4				8
Species numbers	10	12	20	17	16	19	4	13	2	

Ⅶ. 두웅습지 및 그 일대의 육상곤충상

조영복 · 김도성(한남대학교 자연사박물관)

1. 서 론

충청남도 태안군 원북면 신두리에 위치한 두웅습지 일원에 대한 육상곤충의 조사가 6월초에 실시되었다. 서해안에는 사구지역이 약 60개가 있으며, 이중 40개가 태안군에 분포할 정도로 태안군의 해안에는 많은 수의 모래사구가 형성되어 있다(우, 2001). 태안군의 신두리에 근접한 황촌리와 방갈리의 일부 해안지역은 1978년 태안해안국립공원으로 지정되어 있다.

이미 신두리 해안사구는 문화재청이 천연기념물 제 431호로 지정되어 보전지구로 선정한 바 있으나 신두리 남쪽에 위치한 두웅습지는 금개구리와 맹꽁이 등 환경부 보호종의 집단서식처임이 조사되었고, 또한 사구 배후습지로 담수기능의 중요성이 강조되면서 보전지구의 선정에 대한 의견이 논의되고 있다. 따라서 본 조사는 보전지구의 선정에 대한 타당성 조사를 위한 세부조사가 실시하게 되었다.

육상곤충에 대한 조사는 총 6개 지점에서 실시되었다(그림 VI-1, 2). 전반적으로 노린재류(Heteroptera), 매미목류(Homoptera), 및 파리류(Diptera)가 우점적인 종 및 개체 밀도를 보이고 전체적인 곤충다양성에 있어서는 지형적인 특성상 높은 다양성을 보여주지는 못하였다. 조사된 육상곤충(일부 수서곤충의 성충 포함)은 총 11목 43과 81종이 동정되었고, 1995년 안에 의해 조사된 신두리 주변의 태안해안국립공원의 조사- 학암포 및 황촌리 해안지역- 문헌에 기록된 곤충 8목 25과 40종을 포함하면 총 11목 52과 110종이 신두리일원의 해안사구의 근접지역에 서식하는 것으로 밝혀졌다. 주요 서식종들인 매미목류 및 파리류이나 동정상의 어려움으로 많은 종이 본 조사목록이 빠졌으며, 차후 추가적인 동정이 이루어진다면 좀더 많은 곤충이 해안사구 주변에 서식하고 있음을 미루어 짐작할 수 있겠다.

육상곤충 중 두웅습지 일원의 특이한 곤충의 서식은 과거 환경부 보호종으로 지정되었던- 지금은 제외- 큰조롱박먼지벌레(*Scarites sulcatus*)(그림 VI-21)의 서식과 생태적 특이성을 보이는 명주잠자리(*Hagenomyia micans*)의 유충인 개미지옥이 집단서식(그림 VI-20)이 조사지점 4-5에서 관찰된 점이다. 이들은 전형적인 모래형성 지역에만 서식하는 종으로 서식지 보전와 생태적 학습 탐방을 위한 보호방안을 강구할 필요가 있다고 보겠다.

최근 신두리 해안사구에 사라져가는 멸종위기종인 왕소똥구리(*Sacarabaeus typhon*)의 서식이 보고된바 있었으나 지금은 이 지역에 소의 방목이 전혀 없어서 그 종의 실체를 확인하지 못하였다.

2. 조사방법

2.1. 조사지점 및 조사지 개황

사구지형의 특성 구분에 따라 총 6개 지점을 선정하여 조사를 실시하였다(그림 VI-1, VI-2).

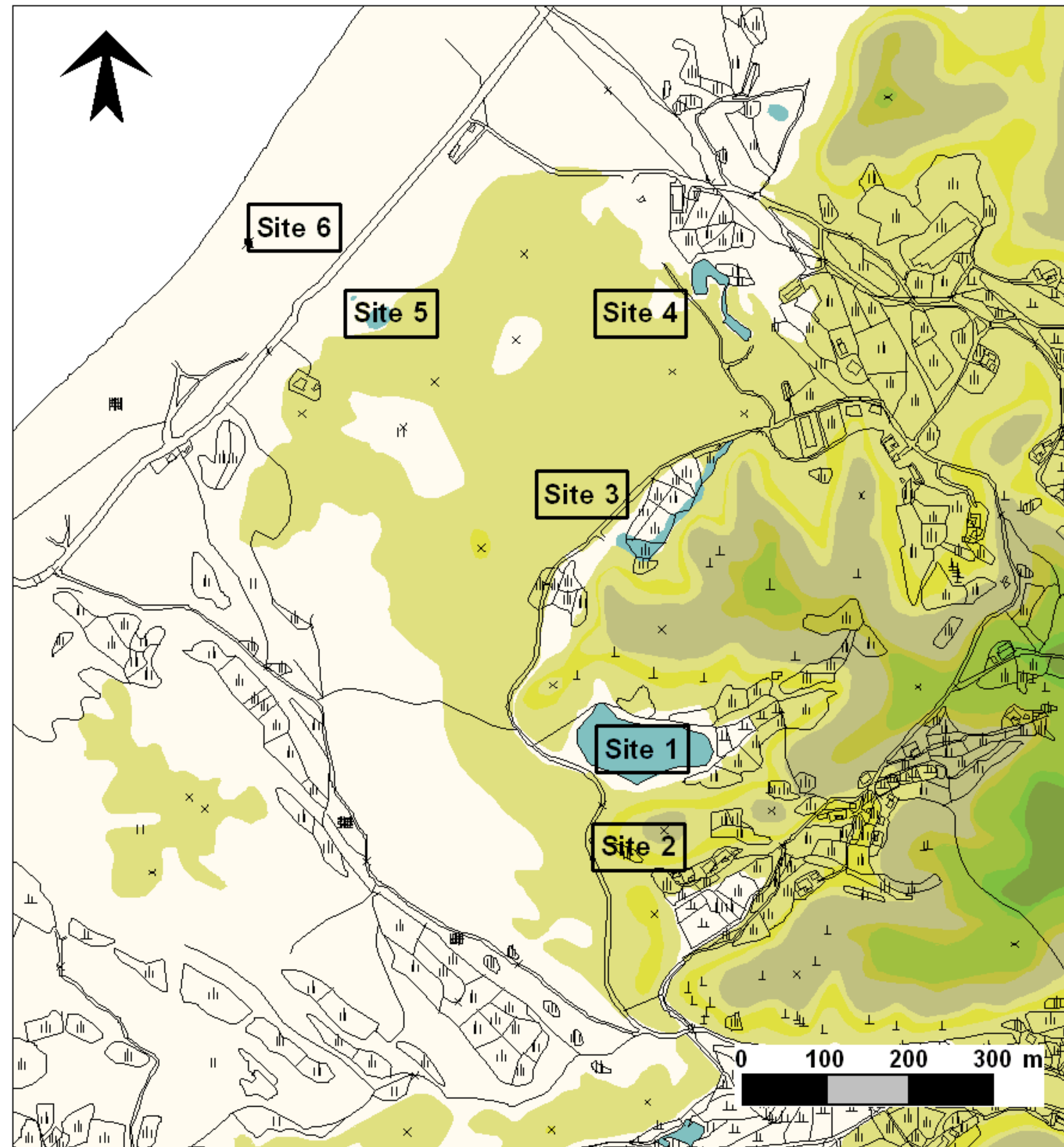


그림 VI-1. 신두리 사구 일대의 배후습지에 대한 조사지점도

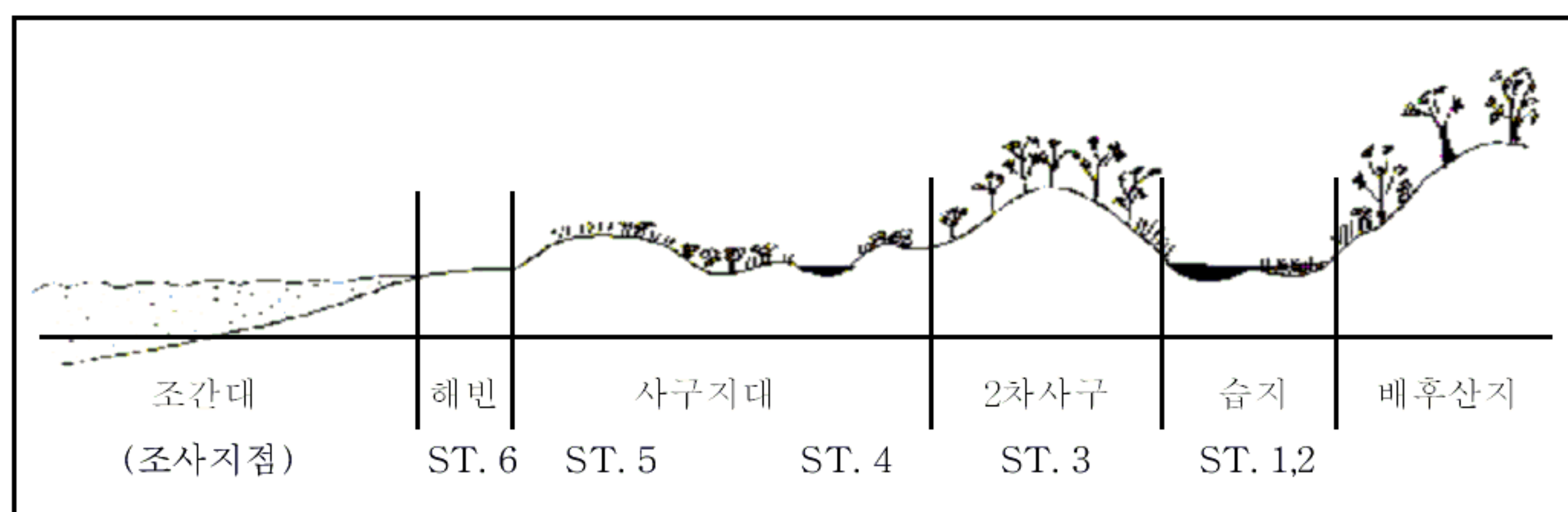


그림 VI-2. 신두리 두웅습지일원의 사구 지형도 및 조사지점

1) 두웅습지(Site 1)

두웅습지는 외곶곶에 위치하고 있으며, 비교적 넓고 수심도 깊어 연꽃 이외의 수생식물은 거의 없었다. 곤충의 서식지는 매우 수변 주위와 소나무가 주종의 배후산지에 형성되어 있다. 일부 경사면에 밭이 있고 연못 주변에 작은 논이 형성되어 있다. 이 논에 양수기로 물을 공급하고 있다. 도로 주변에는 벼집(퇴비용) 더미와 1마리의 소를 방목하고 있었다(그림 VI-3).

2) 냉배곶(Site 2)

본 조사지점의 연못은 냉배곶에 위치하고 있으며, 비교적 수심이 낮고 수생식물이 매우 풍부한 곳이다. 연못 주변에는 비교적 큰 논이 형성되어 있다. 두웅습지보다 수생식물과 수서곤충의 서식에 더 좋은 주변 여건을 지니고 있다(그림 VI-4).

3) 두웅습지의 배후지역(Site 3)

두웅습지와 근접한 북서면의 배후산지 기슭에 위치하고 있으며 두웅습지의 수계가 풍족할 경우 이 지역으로 담수가 유입되는 것으로 보이며, 조사지가 Bog의 형태를 보여주었다. 초본류와 목본류(갯버들)가 조사지점의 식생을 구성하고 있었다. 땅콩재배 밭이 조사지점에 위치하고 있었다(그림 VI-5).

4) 2차 사구지역(Site 4)

사구지역내에 목본과 초본이 혼재된 지역으로 조사지점에도 작은 연못이 있었다. 양봉 집단 사육이 이루어지고 있었고, 밭농사를 위한 텃밭과 몇채의 가옥 및 비포장도로가 나 있었다(그림 VI-6, 7).

5) 1차 사구지역(Site 5)

해안에 접한 사구지역으로 둔덕에는 초본류만 서식하고 있었다(그림 VI-8, 9).

6) 해변지역(Site 6)

1차 사구지역과 조간대가 접한 해변 지역으로 해류에 떠밀린 나무 부스러기나 해양양식업을 위한 스티로폼(부력용)이 해변 지역에 드문드문 있었다(그림 VI-10).

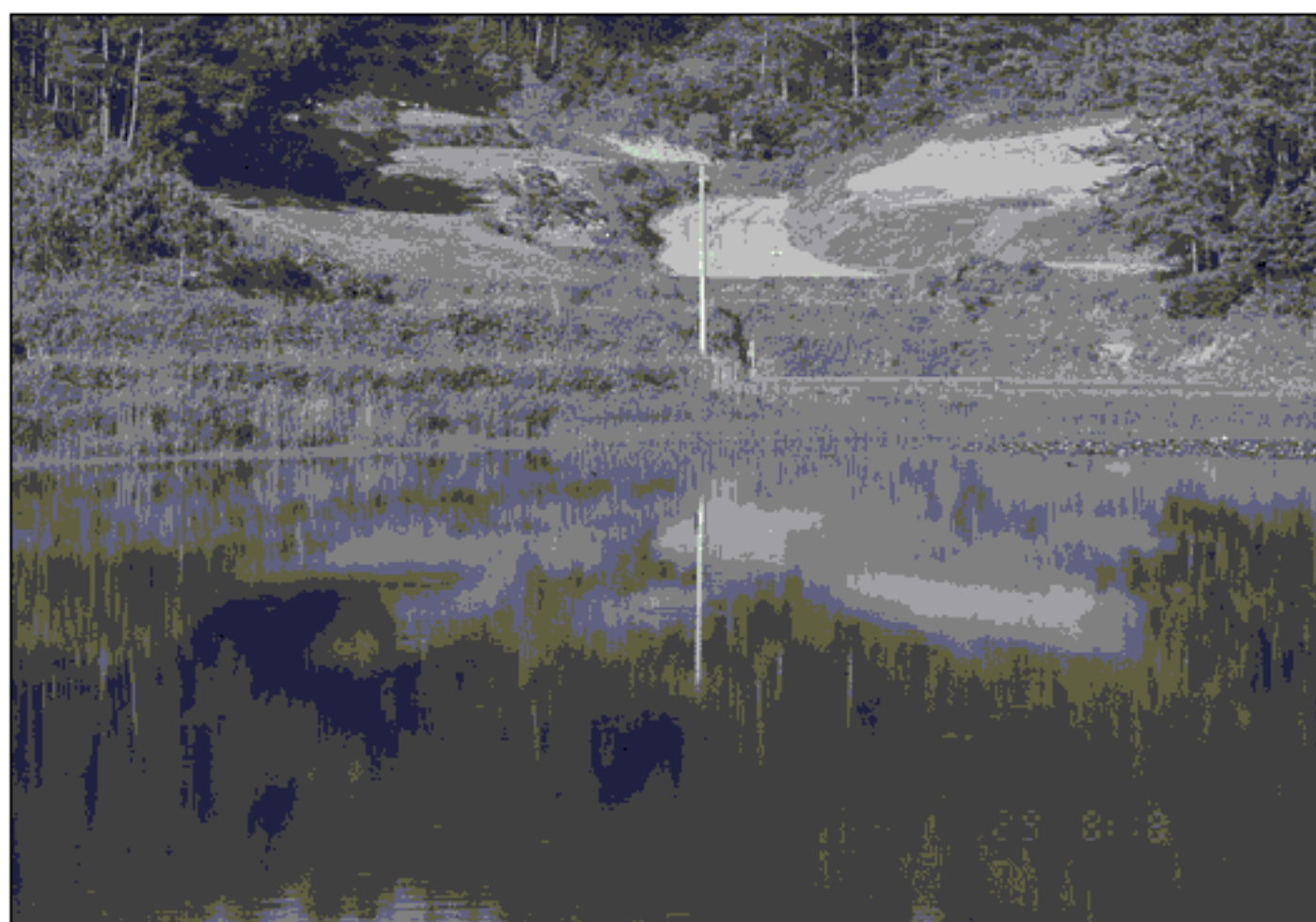


그림 VI-3. 두웅습지 전경 모습



그림 VI-4. 냉배곶 연못 전경 모습



그림 VI-5. 조사지 채집 모습

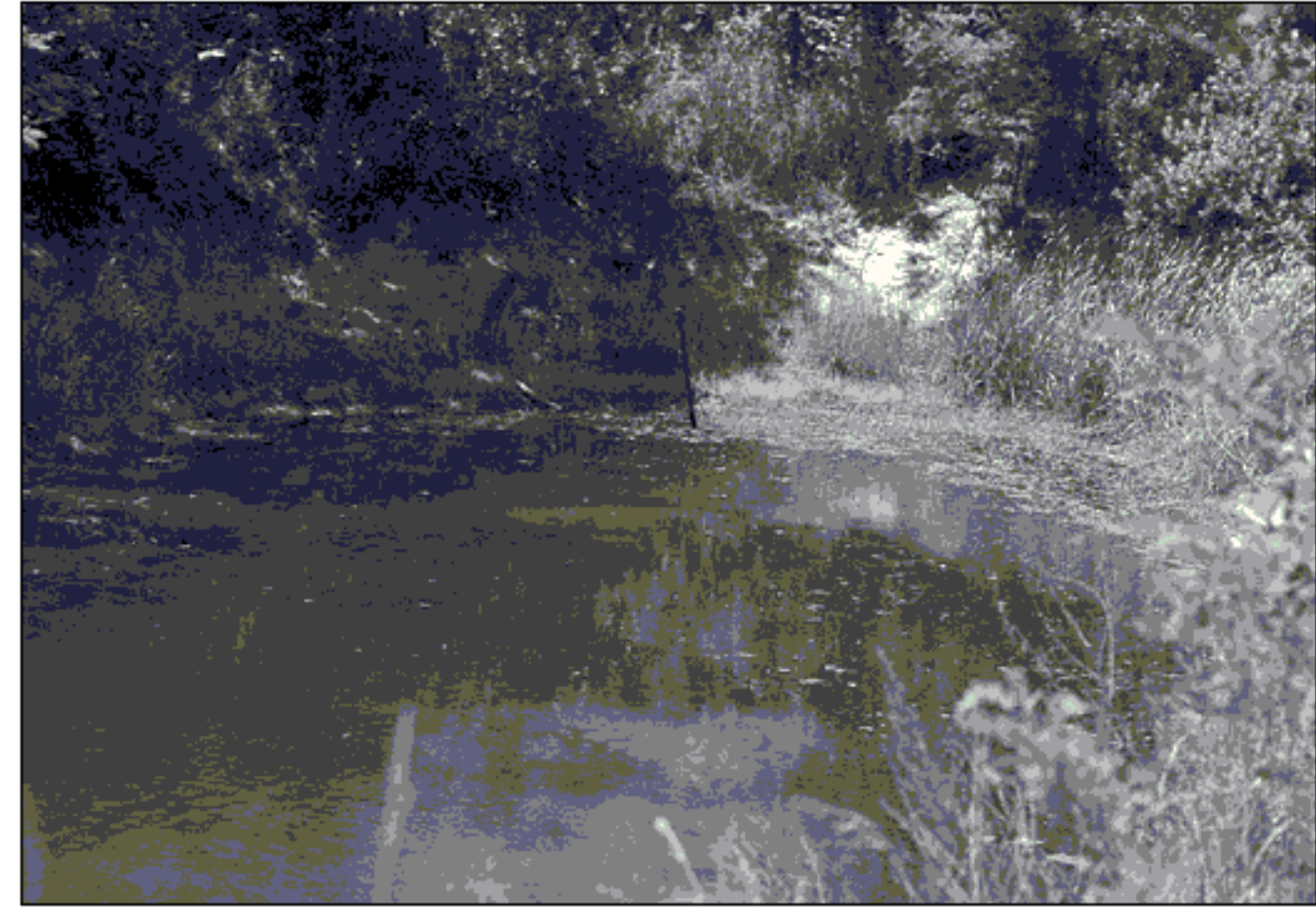


그림 VI-6. 조사지역 내 연못



그림 VI-7. 조사지역 전경 모습



그림 VI-8. 해안방향의 1차 사구지역



그림 VI-9. 육지방향의 1차 사구지역



그림 VI-10. 해변지역 모습

6) 해변지역(Site 6)

1차 사구지역과 조간대가 접한 해변 지역으로 해류에 떠밀린 나무 부스러기나 해양양식업을 위한 스티로폼(부력용)이 해변 지역에 드문드문 있었다(그림 VI-10).

2.2. 채집방법

육상곤충을 채집하기 위해 주로 쓸어잡기(Sweeping method)를 실시하였으며, 나비류는 육안관찰를 통해 노트에 기재하였다. 토양에 살고 있는 곤충의 채집방법

(Sifting)도 실시되었으나 토양이 매우 건조하고 낙엽층이 형성된 곳이 별로 없어서 St. 1과 St. 3지점에서만 실시되었다.

3. 결과 및 고찰

신두리 해안사구의 배후 습지일원 지역에 대한 6개 지점의 육상곤충(일부 수서 곤충 포함)조사를 실시한 결과 총 11목 43과 81종이 동정되었다. 이 지역에 대한 안(1995)의 태안 해안국립공원지역의 조사를 통한 신두리 근방의 학ampo 및 향촌 일원의 육상곤충(수서곤충 포함)으로는 총 8목 25과 40종이 보고되고 있다. 따라서 본 조사와 문헌 보고를 종합하면 총 11목 52과 110종이 이 신두리 지역에서 서식하고 있는 것으로 밝혀졌다(표 VI-1).

해안사구지역에는 주로 노린재류(Hemiptera), 매미목류(Homoptera), 및 파리류(Diptera) 등이 매우 풍부한 것으로 보이나 동정상의 어려움으로 많은 종이 누락되어 실제로는 곤충다양성이 훨씬 더 높을 것으로 보인다.

과거 왕소꿉구리의 집단서식이 보고된 바 있었으나 소의 방목이 사라져 본 조사시기에 관찰되지 못하였다. 그러나 과거 환경부 보호종으로 지정된 큰조롱박먼지벌레의 서식이 확인되었고, 명주잠자리와 그 유충인 개미지옥의 집단서식이 관찰되어 이의 보호차원의 방안이 필요하다고 보겠다. 조사구역별 곤충상을 비교해 보면 다음과 같다.

1) 두웅습지(Site 1)

본 지역에서는 9목 23과 38종이 동정되었고, 우점종으로는 애긴노린재와 애기무당벌레가 각각 28개체, 20개체가 채집되었다(그림 VI-11, 12, 13).

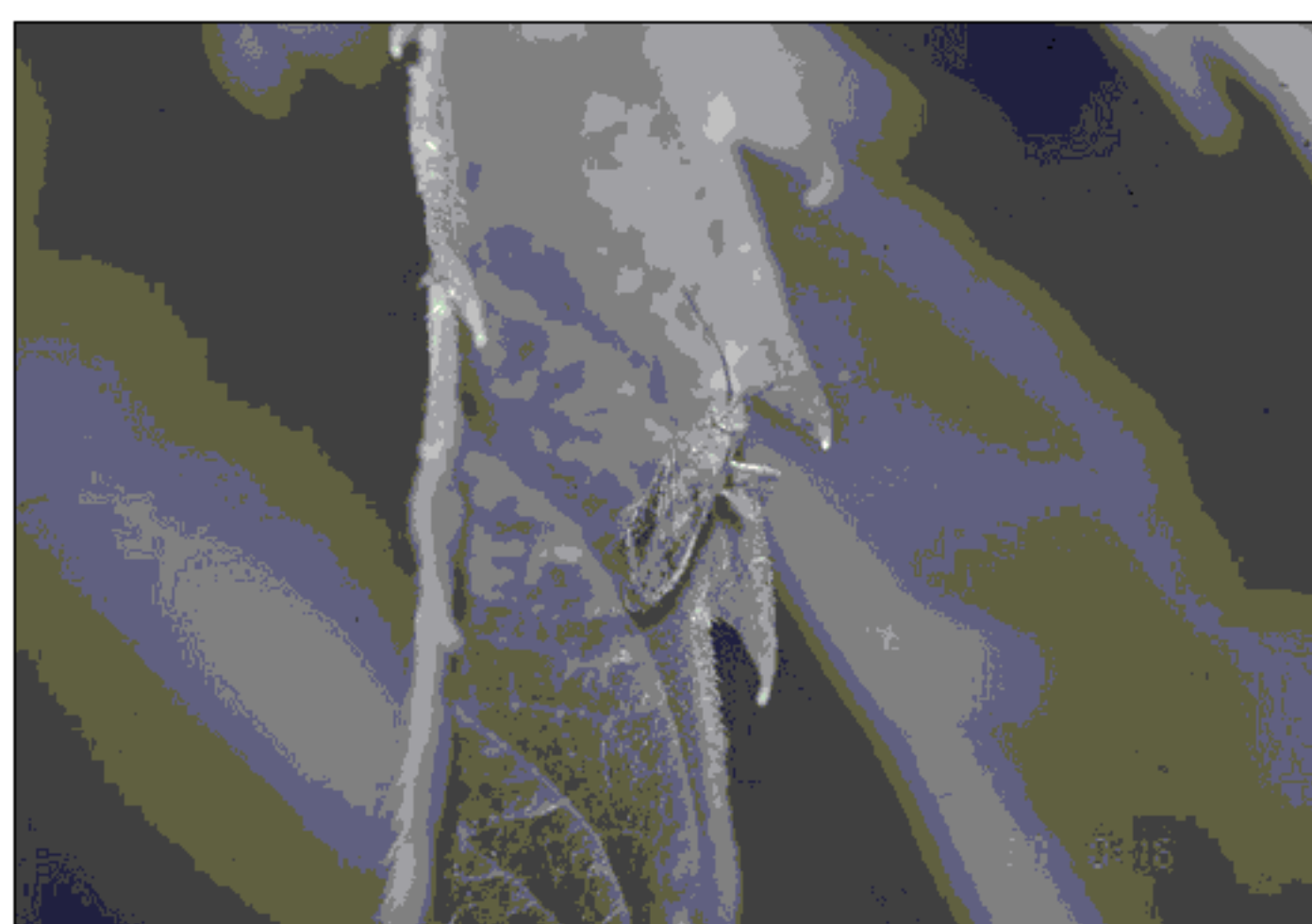


그림 VI-11. 붉은잡초노린재

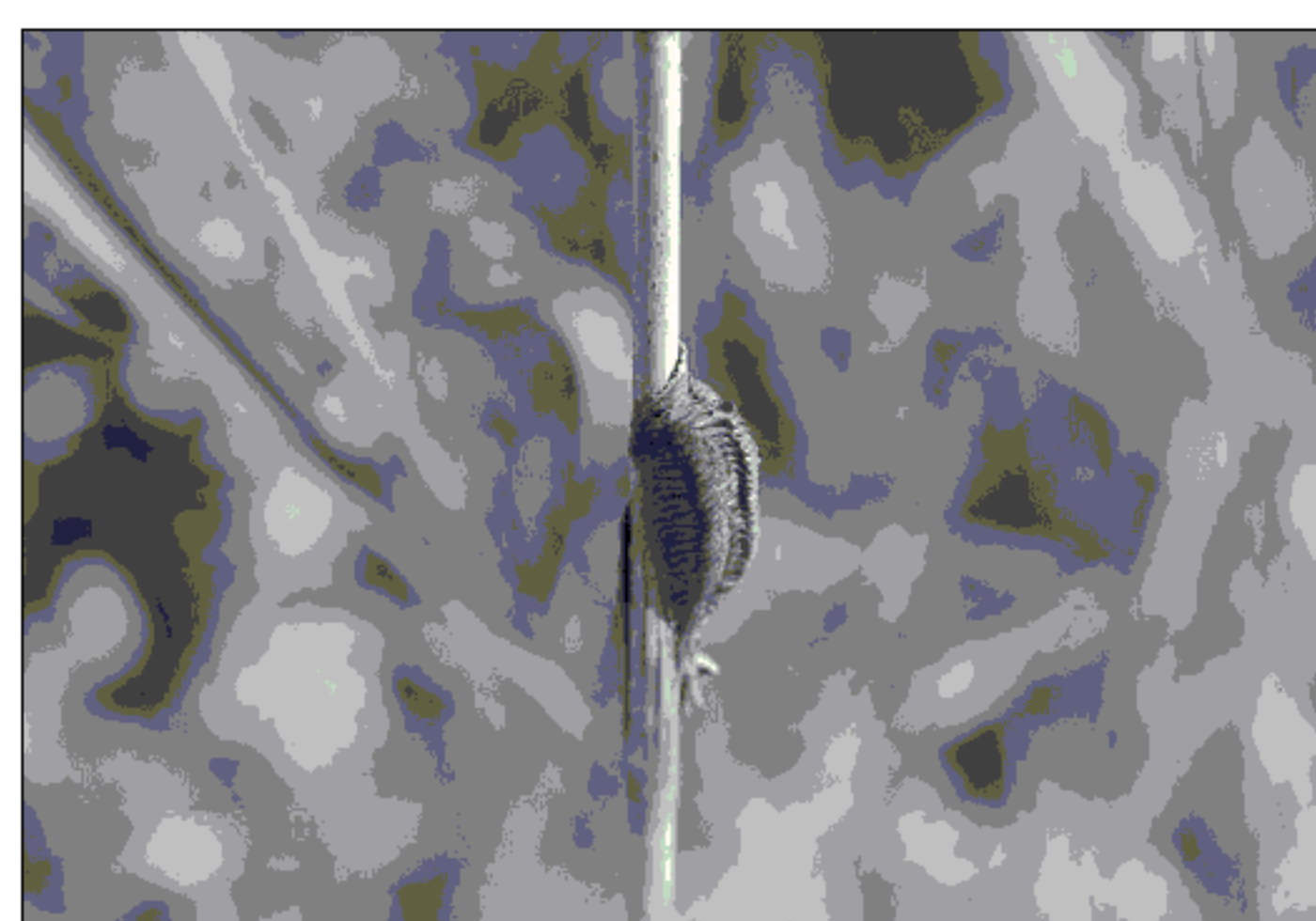


그림 VI-12. 사마귀 알집

2) 냉배골(Site 2)

본 지역은 연못과 논이 형성되어 있어 육상곤충의 관찰이 용이하지 못해 매우 빈약한 곤충상 만이 확인되었다. 5목 7과 9종이 조사·동정되었다. 그러나 금개구리와 뱀이 관찰되었고 또한 각시물자라(수서곤충)의 수컷이 알을 등에 품고 있는 모

습이 관찰되었다. 수계생태계와 먹이사슬관계가 두웅습지보다 매우 다양함을 알 수 있었다(그림 VI-14, 15).

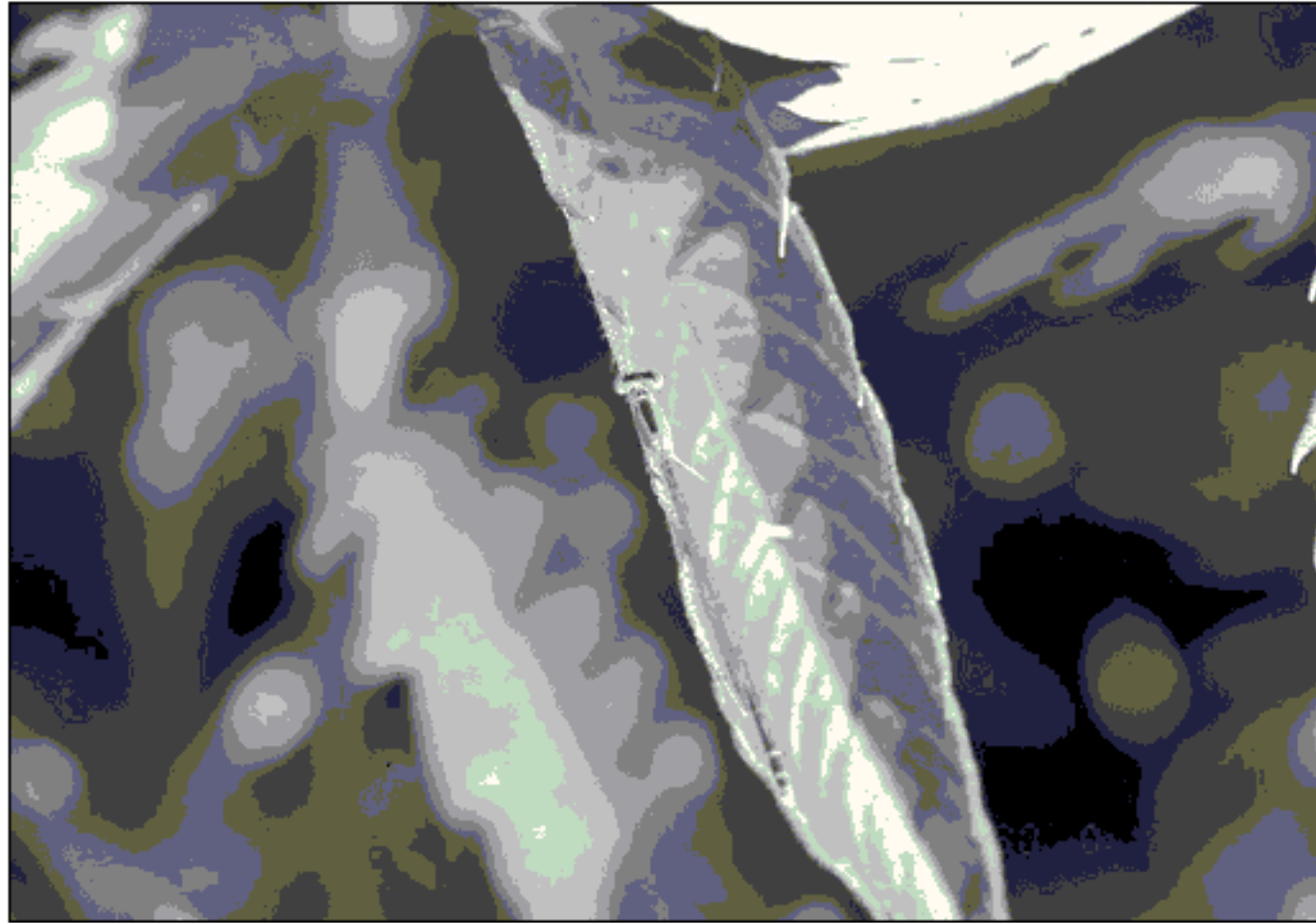


그림 VI-13. 아시아실잠자리

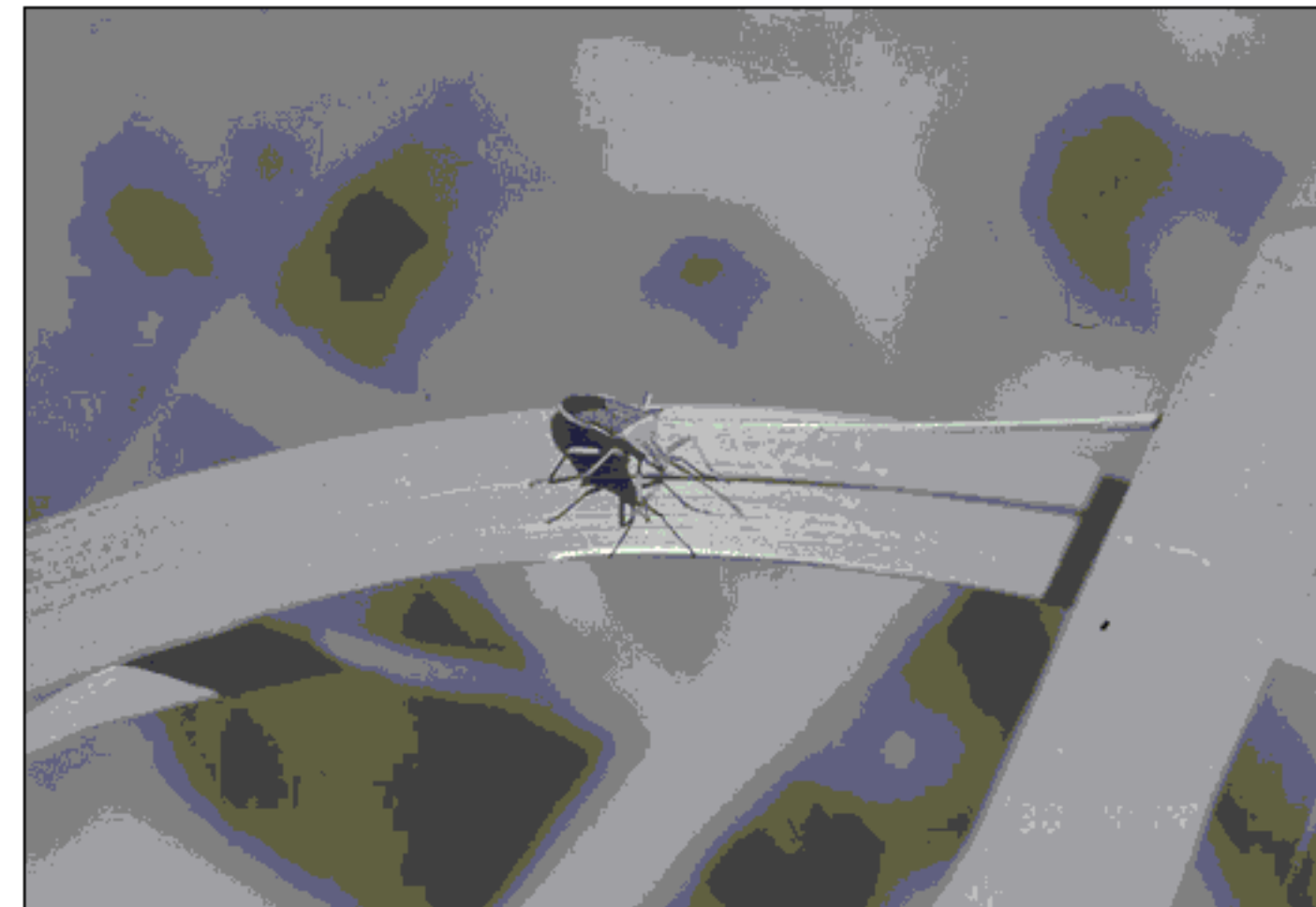


그림 VI-14. 벼가시허리노린재



그림 VI-15. 물방개

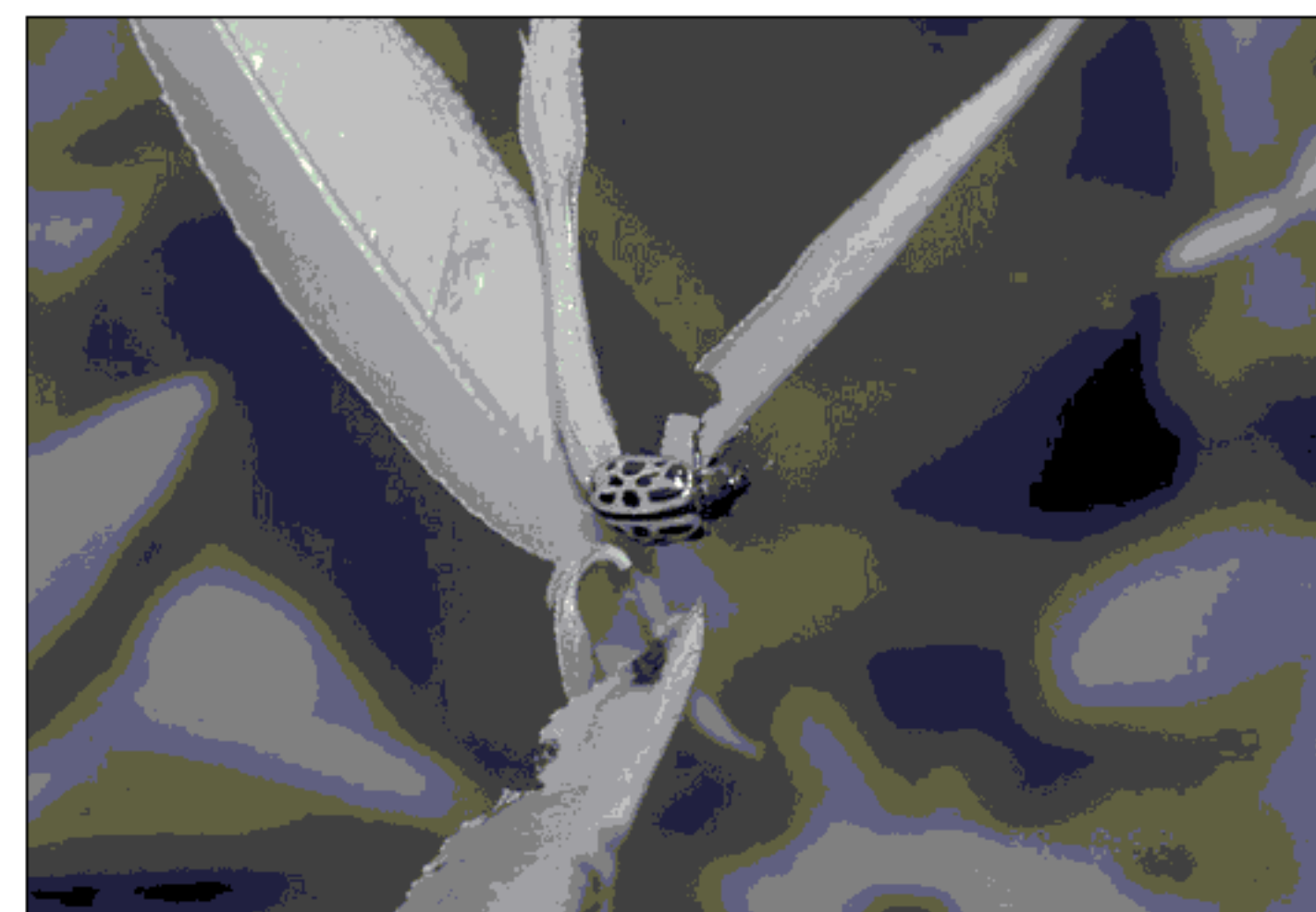


그림 VI-16. 벼들잎벌레

3) 두웅습지의 배후지역(Site 3)

Bog성의 지역 특성을 보이는 이 지역에서는 6목 14과 24종이 동정되었고 노린재류인 어린날개긴노린재가 49개체, 애긴노린재가 65개체, 더듬이긴노린재 33개체가 채집되었다(그림 VI-16).

4) 2차 사구지역(Site 4)

이 지역은 비교적 다양한 식생을 보여 두웅습지와 더불어 가장 높은 곤충다양성을 보여주었고 9목 28과 38종이 관찰되었다. 우점종으로 뜰밭잡이가 집단 서식하고 있었으며(그림 VI-18), 명주잠자리 성충과 유충인 개미지옥 또한 집단서식이 확인되었다(그림 VI-20). 이지역에는 양봉꿀벌 사육이 이루어져 양봉꿀벌이 많이 관찰되었다. 이외에도 애긴노린재 17개체 및 흑다리긴노린재 16개체로 다른 종보다 많은 개체가 채집되었다(그림 VI-17~20).

5) 1차 사구지역(Site 5)

이 지역에서는 7목 15과 15종만이 동정되었고 많은 파리류가 서식하고 있었으나 동정상의 어려움으로 본 목록에 누락되었다. 명주잠자리 유충의 개미지옥의 집이 많이 관찰되었다. 특이점은 큰조롱박먼지벌레가 4개체가 이 지역에서만 서식하

는 것으로 확인되었다(그림 VI-21).

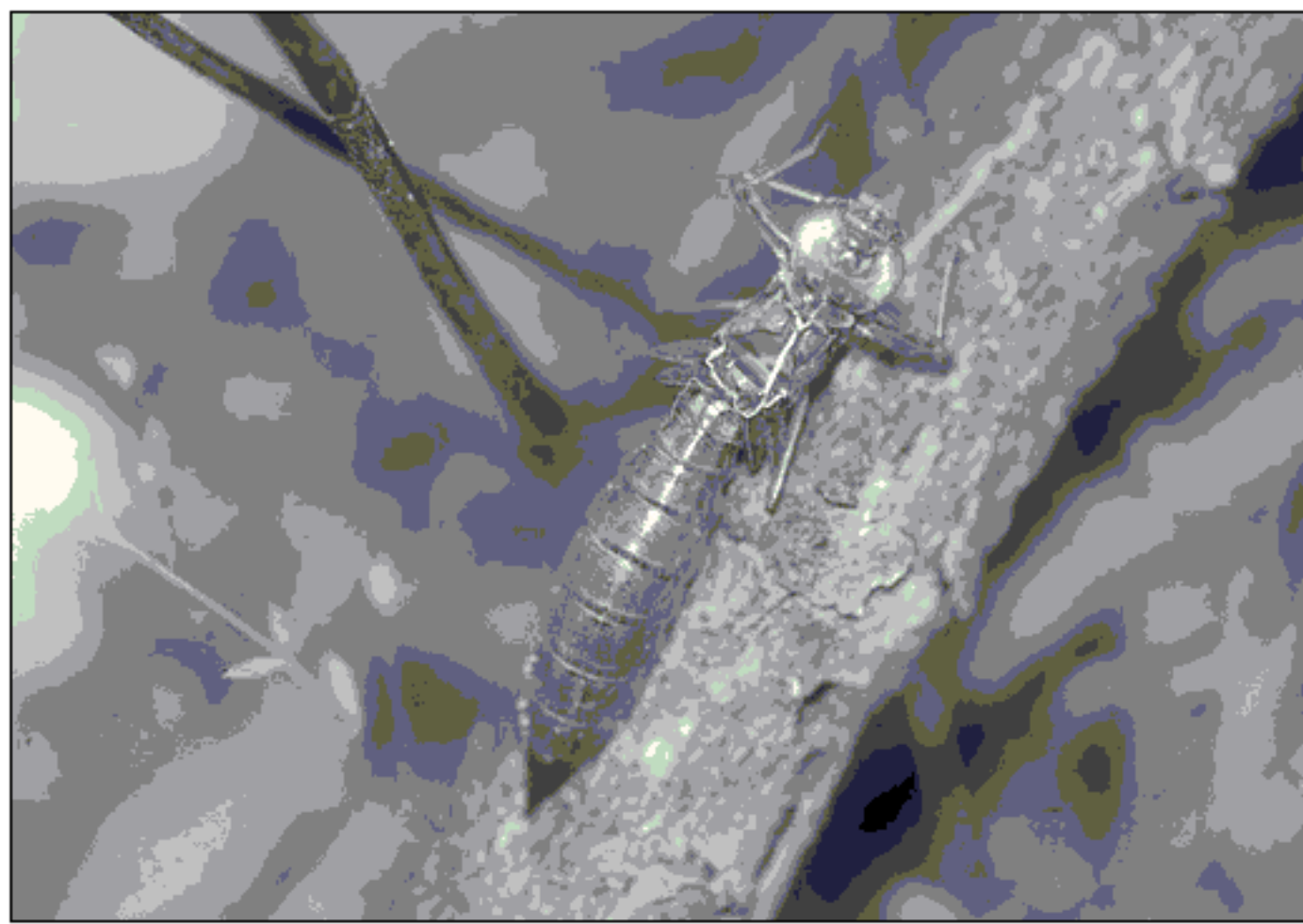


그림 VI-17. 왕잠자리 탈피각



그림 VI-18. 뜰깁앞잡이

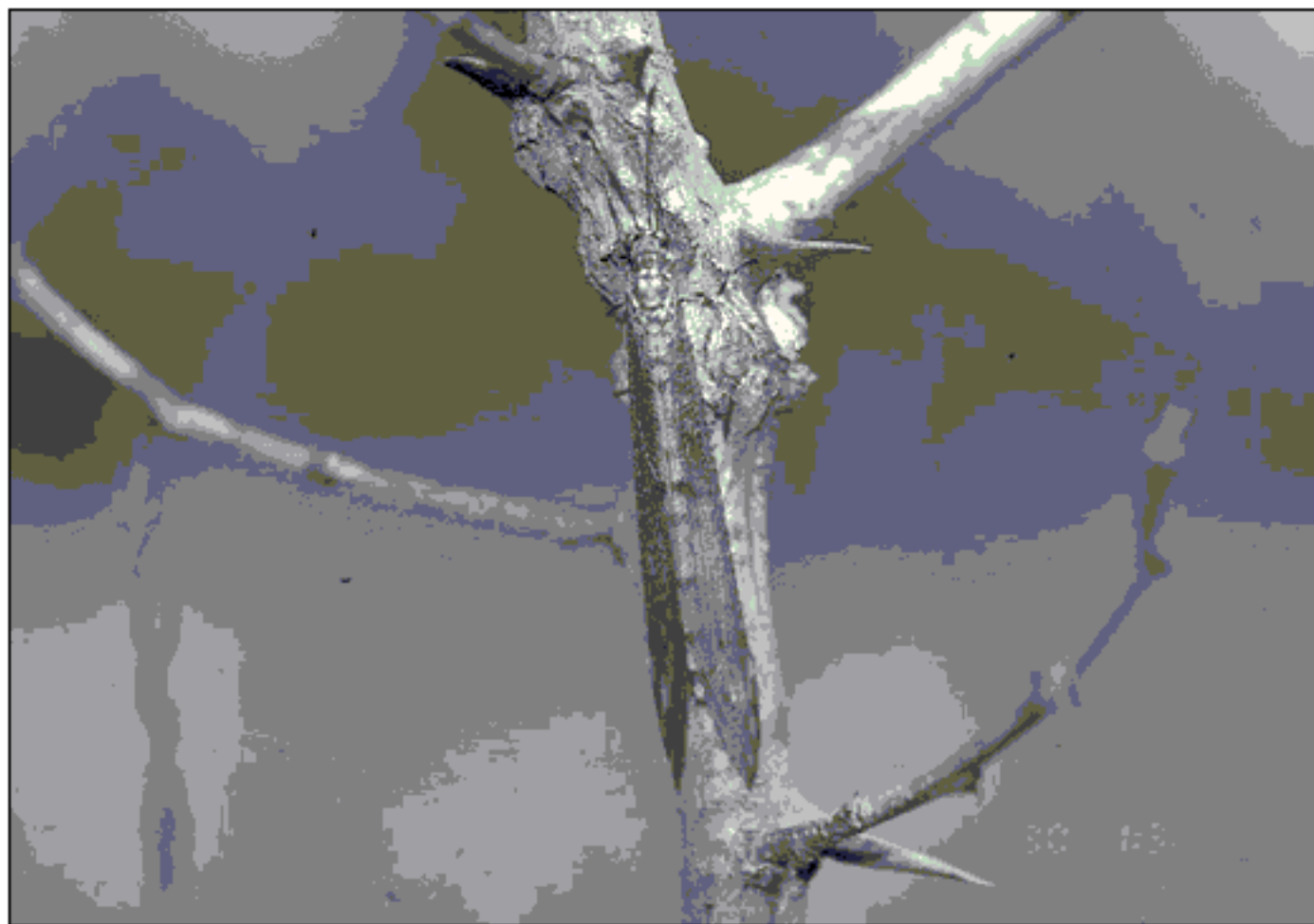


그림 VI-19. 명주잠자리

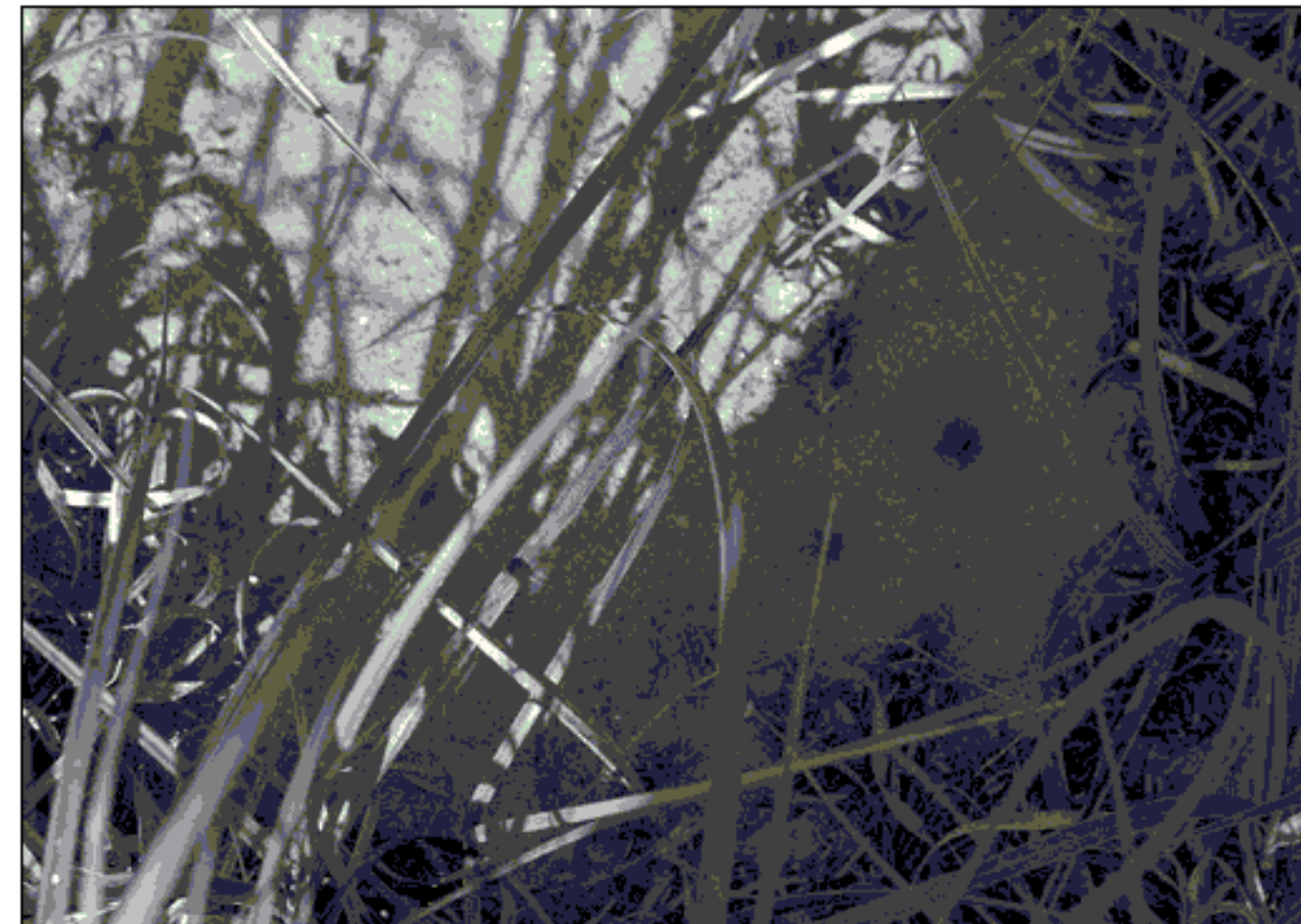


그림 VI-20. 명주잠자리 유충인
개미지옥의 집



그림 VI-21. 큰조롱박먼지벌레

6) 해빈지역(Site 6)

전형적으로 염분에 강한 내성을 지니는 큰집게벌레와 해변반날개의 2 종만이 이 지역에서 확인되었다. 해변반날개는 나무부스러기나 해초가 있는 모래 밑에 구멍을 뚫고 살아가는 종이다(그림 VI-22, 23).

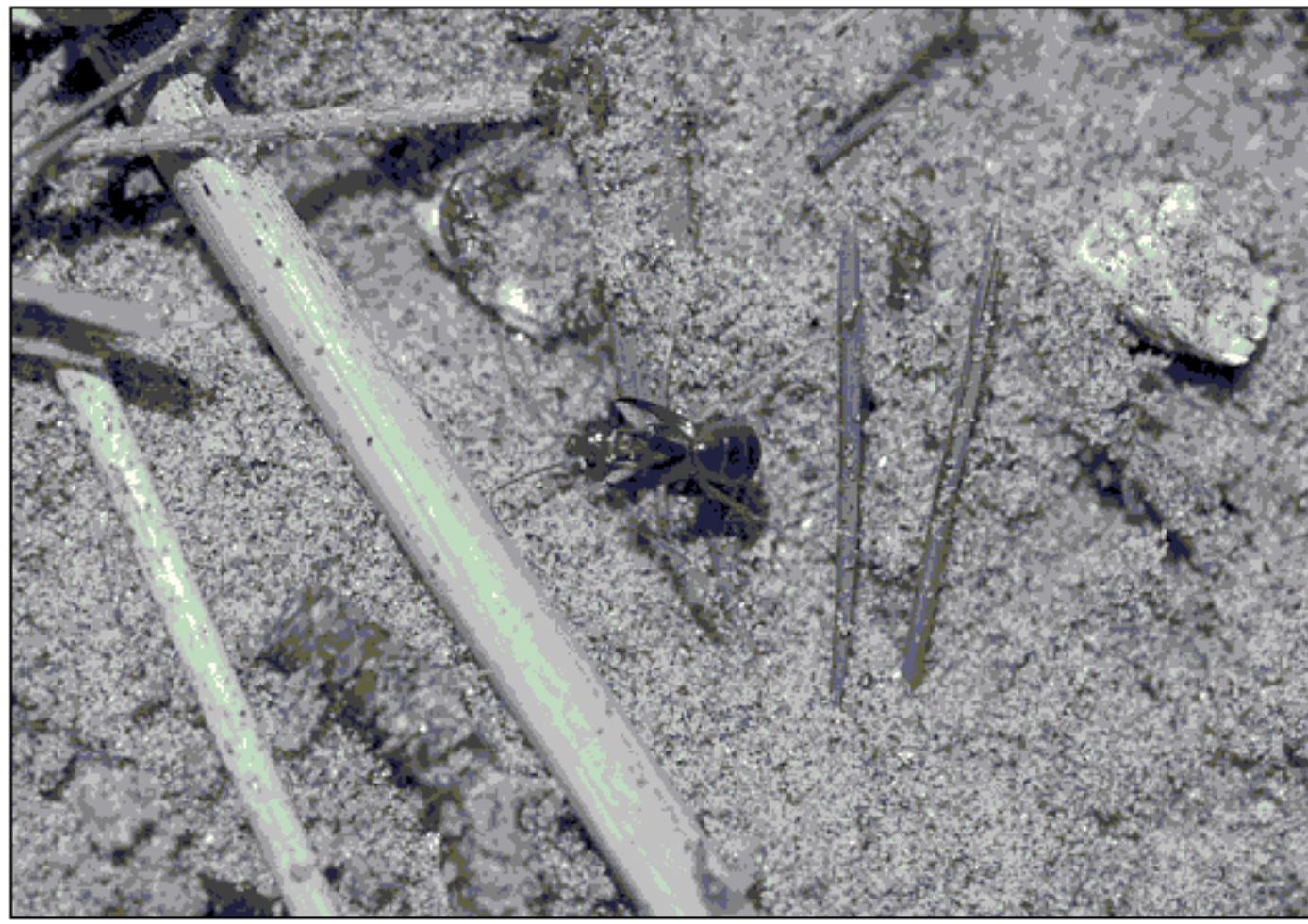


그림 VI-22. 큰집게벌레



그림 VI-23. 해변반날개

4. 결 론

본 지역일원에는 노린재류와 매미목류 및 파리류가 매우 다양함을 알 수 있었으나 동정의 어려움을 통해 특정한 해안사구의 지역에 서식하는 이들 곤충의 생태적 중요성에 대한 해답을 찾지 못한 점이 매우 유감으로 생각하며, 앞으로 더 많은 곤충관련학자가 참여하여 좀더 세밀한 조사가 이루어져 해안사구의 보전에 체계적 접근 및 꾸준한 모니터링이 이루어져야 하겠다.

본 조사를 통해 이 지역에 큰조롱박먼지벌레의 서식과 명주잠자리의 집단서식이 확인된 만큼 이들에 대한 보호 방안의 강구가 필요하다고 본다. 또한 과거 이 지역에서 관찰된 왕소똥구리의 서식이 소의 방목이 사라짐으로써 서식 재확인이 불가능한 점이 매우 애석하게 생각된다. 본 조사지역에서 이번 조사를 통해 11목 52과 110종의 곤충이 확인되었다.

표 VI-1. 신두리 해안사구의 배후습지 주변의 곤충 목록

분류군	조사지점	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	수서 곤충	문헌
Order Orthoptera 메뚜기목									
Family Terigidae 모메뚜기과									
<i>Tetrix japonica</i> Bolivar 모메뚜기									
<i>Euparatettix insularis</i> Bey- Bienko									
장삼모메뚜기									
Order Odonata 잠자리목									
Family Coenagrionidae 실잠자리과									
<i>Ischnura asiatica</i> Brauer 아시아실잠자리									
Family Aeshnidae 왕잠자리과									
<i>Anaxparthenope julius</i> Brauer 왕잠자리									
Family Libellulidae 잠자리과									
<i>Lyriothemis pachygastra</i> (Selys)									
배치레잠자리									
<i>Orthetrum albistylum speciosum</i> (Uhler)									
밀잠자리									
<i>Sympetrum striolatum imitoides</i> Bartenev									
대륙좁잠자리									
Order Dermaptera 집게벌레목									
Family Labiduridae 큰집게벌레과									
<i>Labidura riparia japonica</i> de Haan									
큰집게벌레									
Family Anisolabididae 민집게벌레과									
<i>Anisolabis maritima</i> (Bonelli) 민집게벌레									
Order Mantodea 사마귀목									
Family Mantidae 사마귀과									
<i>Tenodera angustipennis</i> Saussure 사마귀									
Order Hemiptera 노린재목									
Family Nepidae 장구애비과									
<i>Ranatra unicolor</i> Scott 방게아재비									
Famliy Notonectidae 송장헤엄치게과									
<i>Notonecta triguttata</i> Motschulsky									
송장헤엄치게									

표 VI-1. 계속

분류군	조사지점	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	수서 곤충	문헌
Family Ochteridae 딱부리물벌레과									
<i>Ochterus marginatus</i> Latreille	딱부리물벌레							●	●
Family Belostomatidae 물장군과									
<i>Muljarus japonicus</i> Vuillefroy	물자라							●	●
<i>Diplonychus esakii</i> Miyamoto et Lee	각시물자라		1					●	
Family Reduviidae 침노린재과									
<i>Sphedanolestes impressicollis</i> (Stål)	다리무늬침노린재				1				
Family Pentatomidae 노린재과									
<i>Aelia fieberi</i> Scott	메추리노린재	2			2				
<i>Dolycoris baccarum</i> Linnaeus	알락수염노린재								●
<i>Eurydema gebleri</i> Kolenati	북쪽비단노린재	1							
<i>Eysarcoris lewisi</i> (Distant)	큰가시둥글노린재			7					
<i>Eysarcoris ventralis</i> Westwood	배둥글노린재				1				●
<i>Homalogonia obutusa</i> (Walker)	네점박이노린재				1				
<i>Plautia stali</i> Scott	갈색날개노린재			1					
Family. Coreidae 허리노린재과									
<i>Cletus trignonus</i> (Thunberg)	벼가시허리노린재	5	2	6					
<i>Homoeocerus dilatatus</i> Horváth	넓적배허리노린재	1							
Family Alydidae 호리허리노린재과									
<i>Riptortus clavatus</i> (Thunberg)	툽다리개미허리노린재				1				
Family Rhopalidae 잡초노린재과									
<i>Rhopalus maculatus</i> Fieber	붉은잡초노린재	1		2	2				●
<i>Liorhyssus hyalinus</i> Fabricius	투명잡초노린재								●
<i>Stictopleurus crassicornis</i> (Linnaeus)	흑다리잡초노린재	6		3					
Family Lygaeidae 긴노린재과									
<i>Dimorphopterus pallipes</i> (Distant)	어리민날개긴노린재	1		49					

표 VI-1. 계속

분류군	조사지점	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	수서 곤충	문헌
<i>Geocris proteus</i> Distant	앓딱부리긴노린재	4							●
<i>Hypogeocoris itonis</i> (Horváth)	딱부리긴노린재								
<i>Neolethaeus dallasi</i> Scott	달라스긴노린재								●
<i>Nysius plebejus</i> Distant	애긴노린재								
<i>Pachygrontha antennata</i> (Uhler)	더듬이긴노린재	28		65 33	17 16				
<i>Paromius rufipes</i> (Motschulsky)									
	흑다리긴노린재								
<i>Stigmatonotum rufipes</i> Motschulsky									●
	꼬마긴노린재								
Family Miridae	장님노린재과								
<i>Polymerus cognatus</i> Fieber									●
	각시장님노린재								
<i>Trigonotylus ruficornis</i> Geoffroy									●
	빨강촉각장님노린재								
<i>Adelphocoris lineolatus</i> Goeze									●
	연리초장님노린재								
Order Homoptera	매미목								
Family Cicadellidae	매미충과	2			4 1				
<i>Cicadella viridis</i> Linnaeus	말매미충								●
<i>Motschulskyia serrata</i> (Matsumura)									
	톱니무늬애매미충								
Family Cixiidae	장삼벌레과								
<i>Oliarus apicalis</i> Uhler	장삼벌레								●
Order Neuroptera	폴잡자리목								
Family Myrmeleontidae	명주잠자리과				多	多			
<i>Hagenomyia micans</i> (MacLachlan)	명주잠자리								
Family Chrysopidae	폴잡자리과				2	1			
<i>Chrysopa</i> sp.									
Order Coleoptera	딱정벌레목				7	3			
Family Cicindelidae	길앞잡이과								
<i>Cicindela transbaicalica hanifasciata</i> Kolbe									
	뜯길앞잡이								
<i>Cicindela</i> sp. (문)									●

표 VI-1. 계속

분류군	조사지점	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	수서 곤충	문헌
Family Carabidae 딱정벌레과									
<i>Craspedonotus tibilis</i> Schaum	딱정벌레붙이					4			●
<i>Anoplogenus cyanescens</i> Hope	노란테먼지벌레								●
<i>Scarites sulcatus</i> Olivier	큰조롱박먼지벌레							●	
Family Gyrinidae 물맴이과									
<i>Dineutus orientalis</i> Moder	왕물맴이		1					●	●
Family Dytiscidae 물방개과									
<i>Cybister japonicus</i> Sharp	물방개								
Family Staphylinidae 반날개과									
<i>Atheta</i> sp.		1							
<i>Bledius curvicornis</i> Sharp	돌기수염긴뿔반날개	1							
<i>Gabronthus</i> sp.		1							
<i>Heterothops cognatus</i> Sharp	아기방패반날개	6							
<i>Myrmecocephalus sapida</i> (Sharp)	긴다리도랑반날개	1					11		
<i>Paederus fuscipes</i> (Fabricius)	청딱지개미반날개	1							
<i>Phucobius simulator</i> Sharp	해변반날개								
<i>Quedius</i> sp.		1							
Family Scarabaeidae 소똥구리과									
<i>Onthophagus japonicus</i> Harold	소요산똥풍뎅이								●
<i>Onthophagus lenzii</i> Harold	렌지소똥풍뎅이								●
Family Aphodiidae 똥풍뎅이과									
<i>Aphodius elegans</i> Allibert	큰점박이똥풍뎅이								●
<i>Aphodius apicalis</i> Harold	왕똥풍뎅이								●
<i>Aphodius brachysomus</i> Solsky	똥보똥풍뎅이								●
<i>Aphodius rugosostriatus</i> Waterhouse	줄똥풍뎅이								●
<i>Aphodius sublimbatus</i> (Motschulsky)	얇은똥풍뎅이	5							

표 VI-1. 계속

분류군	조사지점	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	수서 곤충	문헌
Family Histeridae 풍뎅이붙이과 <i>Atholus bimaculatus</i> Linnaeus 무늬줄풍뎅이붙이									
Family Rutelidae 풍뎅이과 <i>Adoretus tenuimaculatus</i> Waterhouse 주둥무늬차색풍뎅이				2					
Family Cantharidae 병대벌레과 <i>Podabus heydeni</i> Kisenwetter 탐라병대벌레									●
Family Cerambycidae 하늘소과 <i>Leptura aethiops</i> Poda 꽃하늘소 <i>Phytoecia rufiventris</i> Gautier 국화하늘소	2				2 1				
Family Anthicidae 뿔벌레과 <i>Anthelephila</i> sp. <i>Pseudoleptaleus</i> sp.	3 7			1 2					
Family Tenebrionidae 거저리과 <i>Gonocephalum</i> sp.					1				
Family Coccinellidae 무당벌레과 <i>Anisosticta kobenica</i> Lewis 십구점무당벌레 <i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus 칠성무당벌레				1	1				● ●
<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas) 무당벌레 <i>Hippodamia tredecimpunctata</i> Linnaeus 열석점긴다리무당벌레	1		1			1 1			●
<i>Propulea japonica</i> Thunberg 꼬마남생이무당벌레	2		7	7	14				●
<i>Scymnus fuscatus</i> Boheman 애기무당벌레	20			9	1				
Family Melyridae 의병벌레과 <i>Hypebaeus chlorizanus</i> Kiesenwetter 흑꼬리의병벌레									●
<i>Malachius prolongatus</i> Motschulsky 노랑무늬의병벌레	1			4	1				
Family Chrysomelidae 잎벌레과 <i>Chaetocnema</i> sp. <i>Chrysomela vigintipunctata</i> (Scopoli) 버들잎벌레				1		2			
<i>Chrysolina aurichalcea</i> (Mannerheim) 쭉잎벌레					1				
<i>Cryptocephalus luridipennis</i> Suffrian 광릉잎벌레					1				●
<i>Galerucella nipponensis</i> (Laboissiere) 일본잎벌레	1								
<i>Pagria signata</i> (Motschulsky) 콩잎벌레	1								

표 VI-1. 계속

분류군	조사지점	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	수서 곤충	문헌
Order Hymenoptera 벌목									
Family Vespidae 말벌과									
<i>Polistes japonicus japonicus</i> Saussure		1							
꼬마쌍살벌									
<i>Polistes mandarinus</i> Saussure de Geer		1							
어리별쌍살벌									
<i>Vespa mandarinia</i> Cameron 장수말벌				1					
Family Apidae 꿀벌과									
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus 양봉꿀벌			4		多	2			
Order Diptera 파리목									
Family Tipulidae 각다귀과									
<i>Nephrotoma virgata</i> (Coquillett) 황각다귀		1							
Family Sepsidae 꼭지파리과									
<i>Spesipia monostigma</i> Thomson 꼭지파리		1							
Family Tachinidae 기생파리과									
<i>Tachina nupta</i> (rondani) 등줄기생파리		3							
Family Tabanidae 등에과									
<i>Chrysops suavis</i> Loew 대모등에붙이									●
Family Syrphidae 꽃등에과									
<i>Ischyrosyrphus laternarius</i> (Müller)									
가로무늬꽃등에				1					
<i>Melanostoma scalare</i> (Fabricius) 광꽃등에				4					
<i>Sphaerophoria menthastri</i> (Linnaeus)				3	9	2			
꼬마꽃등에									
Family Tephritidae 과실파리과									
<i>Campiglossa hirayamae</i> (Matsumura)				1	8				
국화과실파리									
Order Lepidoptera 나비목									
Family Hesperidae 팔랑나비과									
<i>Lobocla bifasciata</i> Bremer et Grey		1			1				
왕팔랑나비									
Family Pieridae 흰나비과									
<i>Colias erate</i> Esper 노랑나비			1		3	4			
<i>Artogeia rapae</i> Linné 배추흰나비			1		2	1			
Family Lycaenidae 부전나비과									
<i>Lycaeides argyrognomon</i> Bergsträsser				1	2				
부전나비									

표 VI-1. 계속

분류군	조사지점	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	수 서 곤 충	문 헌
Family Satyridae 뱀눈나비과		1							
<i>Ypthima argus</i> Butler 애물결나비					1				
<i>Ypthima motschulsky</i> Bremer et Grey 물결나비									
Family Nymphalidae 네발나비과									
<i>Polygonia c-aureum</i> Linné 네발나비					1				
<i>Neptis sappho</i> Pallas 애기세줄나비				1					
Family Zygaenidae 알락나방과									
<i>Illibers pruni</i> Dyar 사과알락나방									●

5. 참고문헌

- 김창환, 1970. 한국동식물도감 제11권 동물편(곤충류 III). 문교부: 891pp.
- 김창환, 남상호, 이승모, 1982. 한국동식물도감 제26권 동물편(곤충류 VIII). 문교부: 919pp.
- 남상호, 1996. 원색도감 한국곤충도감. 교학사: pp. 519.
- 신유항, 1989. 원색 한국곤충도감. I. 나비편, 아카데미서적: pp. 264.
- _____, 1993. 원색 한국곤충도감. 아카데미서적: pp. 453.
- 신유항 · 박규택 · 남상호, 1983. 한국동식물도감 제27권 동물편(곤충류 IX). 문교부: pp. 1053.
- 안승락, 1995. 태안해안국립공원 생태계연구, 곤충편. 국립중앙과학관 학술총서, 10: 1-81.
- 우한준, 2001. 서해안 해안사구 실태 및 보전 방안. 자연보존, 115: 16-21.
- 이승모, 1982. 한국엽지. Insecta Koreana: pp. 125.
- 이승모, 1987. 한반도 하늘소과 갑충지. 국립과학관: pp. 287.
- 이승모, 1996. 한반도 청령(잠자리목)목 곤충. Bull. KACN, ser. 15: 73-114.
- 이창언, 1971. 한국동식물도감 제12권 동물편(곤충류 VI). 문교부: 103-1060.
- 이창언, 1979. 한국동식물도감 제23권 동물편(곤충류 VII). 문교부: pp. 1070.
- 조복성, 1969. 한국동식물도감 제10권 동물편(곤충류 II). 문교부: pp. 970.
- 환경처, 1994. 특정 야생 동 · 식물 화보집: 35-67.
- Hayashi, M. et al, 1984. The Coleoptera of Japan in color, Vol IV. Hoikusha publishing Co. Ltd., Japan: pp. 438.
- Kurosawa, Y. et al, 1985. The Coleoptera of Japan in color, Vol III. Hoikusha

- publishing Co. Ltd., Japan: pp. 500.
- Nakane. T. et al, 1989. Colored Illustrations of the Insects of Japan. Coleoptera (Vol. I). Hoikusha publishing Co. Ltd., Japan: pp. 274.
- Uéno, S. et al, 1985. The Coleoptera of Japan in color, Vol II. Hoikusha publishing Co. Ltd., Japan: pp. 514.

Ⅶ. 신두리 두웅습지 일대의 어류상

채병수·윤희남 (국립환경연구원 생태조사단)

1. 서론

담수어류의 지리적 분포에 대한 연구는 구계 설정, 이동 경로, 진화, 생태 등을 연구하는데 매우 중요하며, 제한된 지역 내에 서식하고 있는 어종의 종류 및 양을 아는 것은 종다양성의 파악과 보존을 위한 중요한 자료를 제공한다. 우리 나라에서 담수어류의 분포상에 대한 연구는 과거부터 계속 진행되어 왔으나 전반적으로 조사가 미흡한 편이며, 특히 내륙, 하구, 해안 등의 습지 지역에 대해서는 거의 조사가 이루어지지 않고 있는 실정이다.

내륙습지의 어류상에 대해서는 산발적으로 조사가 이루어지고 있으나 거의 대부분 댐이나 저수지의 환경조사의 일부분으로서 이루어졌을 뿐이다. 최근 환경부의 전국습지 자연환경조사의 일환으로 내륙습지에 대한 생태학적 연구가 체계적으로 수행되고 있으며(환경부, 2000), 바다와 관련된 습지의 조사로는 몇몇 하구습지의 조사가 이루어져 있다(최와 박, 1979; 김과 홍, 1980; 최 등, 1985; 김 등, 1986; 전, 1987, 황 등, 1992). 그러나 해안사구습지의 어류상에 대해서는 전혀 조사가 이루어진 바 없다. 따라서, 본 조사는 두웅습지와 해안사구지대 내에 산재해 있는 여러 개의 해안사구습지에 서식하고 있는 어류상을 조사하고, 생태적·생물지리학적 중요성에 대하여 파악하고자 한다.

2. 조사 방법

2.1. 조사일정

2002년 6월 3일~4일

2.2. 조사지점

조사지점은 모두 6개의 습지를 선택하였으며 <그림 VII-1>에 나타낸 바와 같다.

2.3. 조사방법

각 조사지점에서의 채집은 직접 수행하였으며, 채집도구로는 투망(망목 5×5mm), 족대(망목 3×3mm) 및 손그물(망목 1×1mm)를 사용하였다. 채집된 어류는 어종을 확인하고 개체수를 기록한 후 자연자원의 보호를 위하여 즉시 방류하였으며

필요시 사진촬영을 하였다. 종의 검색에는 국내에서 현재까지 발표된 검색표(內田, 1939; 정, 1977; 최 등, 1990; 김과 강, 1993; 김, 1997)를 이용하였고, 분류체계는 Nelson(1994)을 따랐다.

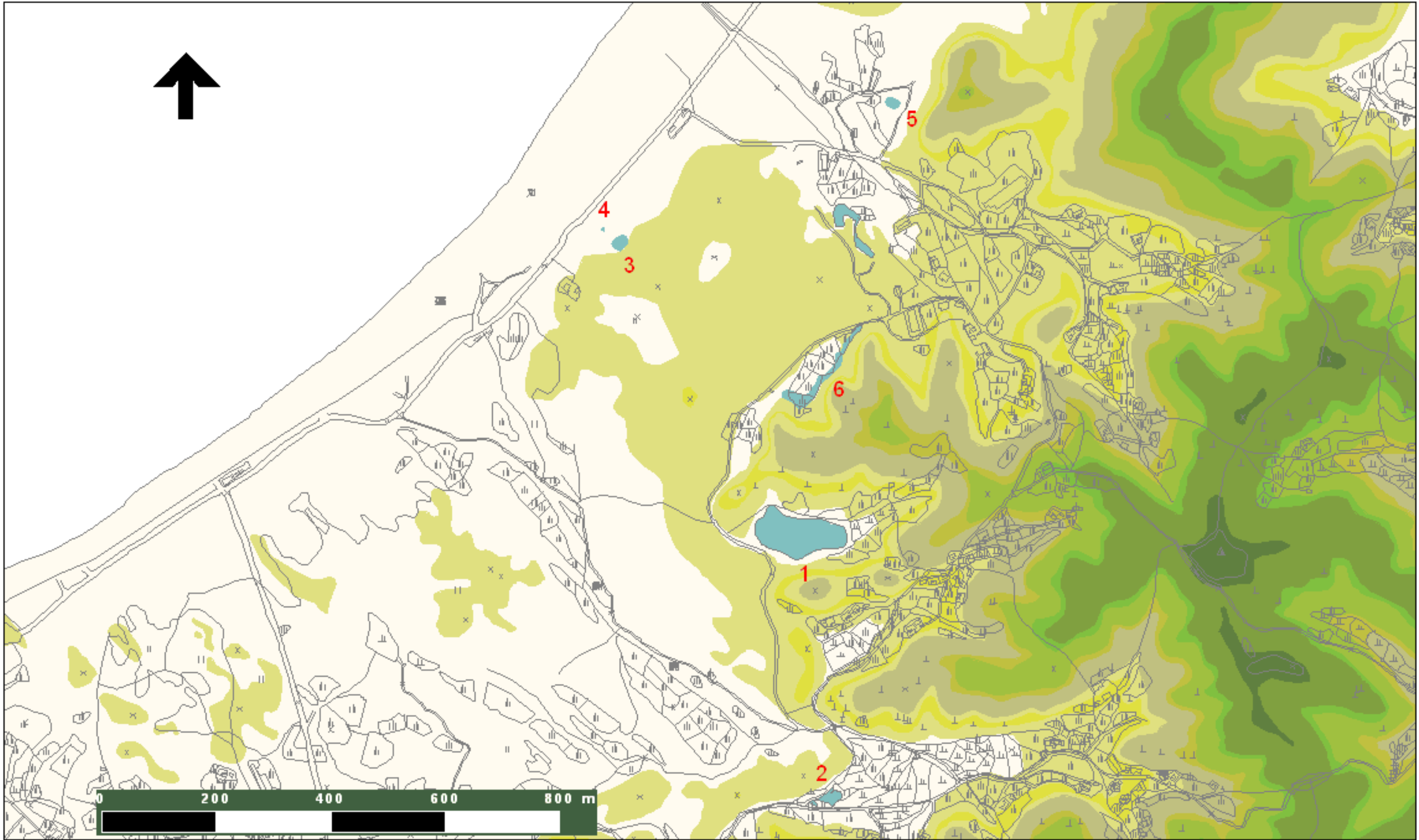


그림 VII-1. 신두리 해안사구지역의 습지 조사지점

3. 결과 및 고찰

두웅습지 지역에서 어류상을 조사한 결과는 <표 VII-1>에 나타낸 바와 같다.

표 VII-1. 두웅습지 지역의 어류상과 각 조사지점에서 채집된 어종의 개체수

학 명	국 명	조 사 지 점					
		1	2	3	4	5	6
Cyprinidae	잉어과						
<i>Carassius auratus</i>	붕어	5	2				
Cobitidae	기름종개과						
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	미꾸리	3			12		
<i>Misgurnus mizolepis</i>	미꾸라지		9				
<i>Lefua costata</i>	쌀미꾸리			18			
Adrianichthyoidae	송사리과						
<i>Oryzias sinensis</i>	대륙송사리	2	31				
Gobiidae	망둑어과						
<i>Rhinogobius giurinus</i>	갈문망둑	2					
<i>Rhinogobius brunneus</i>	밀어	29					
<i>Chaenogobius urotaenius</i>	꼭저구	10					
Channidae	가물치과						
<i>Channa argus</i>	가물치		2				
채집어종수		6	4	1	1	0	0

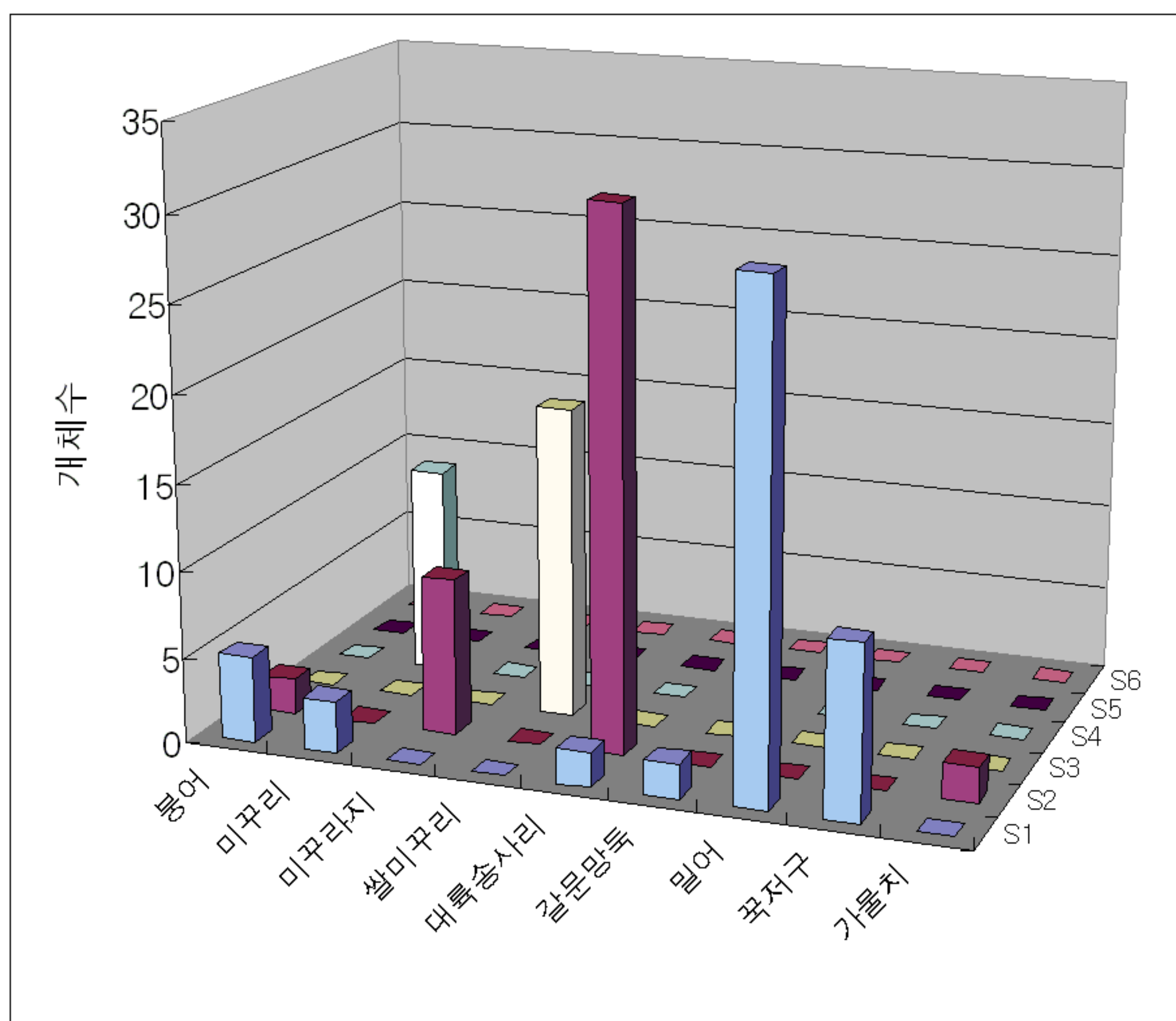


그림 VII-2. 신두리 해안사구 지역의 조사지점별 어종별 상대비율

모두 5과 7속 9종의 어종이 확인되었으며, 망둑어과와 기름종개과 어류가 각각 3종으로써 가장 많이 출현하였으며 나머지 3개과의 어류들은 각각 1종씩만 확인되었다. 환경부지정 멸종위기 혹은 보호야생동물에 해당되는 어종 및 천연기념물, 희귀어종은 발견되지 않았다.

각 지점별 어종의 구성을 보면 두웅습지인 조사지점 1에서는 모두 6종이 출현하였는데, 그 중 망둑어과 어류가 3종으로써 가장 많았다. 조사지점 2에서는 4종이 출현하였으며 망둑어과 어류는 출현하지 않았고 나머지 4개과의 어류가 각 1종씩 출현하였다. 조사지점 3에서는 기름종개과 어류인 쌀미꾸리 1종만이 출현하였으며, 조사지점 4에서는 역시 기름종개과 어류인 미꾸리 1종만 출현하였다. 조사지점 5와 6에서는 어종이 전혀 출현하지 않았다.

각 조사지점의 우점종을 보면 표 2와 같다. 각 조사지점별로 우점종으로 나타난 어종은 모두 달랐으며, 아우점종도 역시 달랐다.

표 VII-2. 두웅습지 지역의 각 조사지점의 우점종

	우점종	아우점종
조사지점 1	밀어 <i>R. brunneus</i> (56.9%)	꼭저구 <i>C. urotaenius</i> (19.6%)
조사지점 2	대륙송사리 <i>O. sinensis</i> (70.5%)	미꾸라지 <i>M. mizolepis</i> (20.5%)
조사지점 3	쌀미꾸리 <i>L. costata</i> (100%)	-
조사지점 4	미꾸리 <i>M. anguillicaudatus</i> (100%)	-

신두리사구에 포함되는 두웅습지 지역의 서식 어류를 조사한 결과 5과 9종의

어종이 확인되어 매우 빈약한 어류상을 나타내었다. 어종의 구성을 보면 기름종개과와 망둑어과 어류가 각 3종씩으로써 가장 많이 출현하였는데, 한반도 어류의 분포구계 중 두웅습지가 포함되는 서한아지역의 전형적인 어류상의 특징과는 큰 차이를 보였다. 일반적으로 서한아지역에서는 잉어과 어류가 60% 이상을 차지하는 특징을 나타내는데(전, 1980), 본 조사지역에서는 잉어과 어류가 1종만이 출현하였을 뿐이다.

본 조사지역의 습지들은 사구지역 혹은 사구의 배후지역에 위치하여 기수성 어종이 많이 출현할 것으로 예상되었으나, 조사지점 1에서 망둑어과 어류가 3종 출현한 것 외에는 모두 1차담수어로만 이루어져 있었다. 망둑어과 어류들도 밀어와 갈문망둑은 순수한 담수성 어종이며 꼭져구만이 기수성 어종이었다. 따라서 해안사구성 습지임에도 불구하고 바다와는 전혀 관계없는 어종들로 구성되어 있으므로 이 지역의 어류상은 다른 경로를 통하여 형성되었다고 생각한다.

각 지점별 어종의 구성을 보면 붕어, 미꾸리, 대륙송사리의 3종만이 2개의 지점에 출현하였고 나머지 6종은 모두 1개의 지점에서만 출현하여, 조사지점별로 매우 독자적인 어류상을 지니고 있음을 보여주었다. 더구나 조사지점 3과 4는 거리가 20m 정도 밖에 떨어져 있지 않음에도 불구하고 전혀 다른 어종이 출현하였다.

조사지점 5는 상당량의 물이 고여있음에도 불구하고 한 종의 어종도 발견되지 않았다. 이 또한 이 습지가 다른 주변의 습지와 연결이 전혀 없었음을 나타내주고 있다. 조사지점 6은 평소 건천의 형태로서 우기에만 물이 흐르거나 약간 고이는 정도의 습지인 것으로 여겨진다.

이렇게 조사지점별로 서로 다른 어종구성을 나타낸 것은 본 조사지역의 각 습지들이 내륙의 하천수계와의 연결통로를 전혀 가지고 있지 않으며 습지들 간의 연락도 전혀 이루어지지 않기 때문이라고 생각된다. 그러므로 사구가 형성되기 이전에 어떤 형태인지는 알 수 없지만 서로 연락통로를 지니고 있던 습지들이 사구가 형성되면서 서로 연락이 두절되어 각 습지별로 다른 환경변화를 겪게 되고 새로운 환경에 적응한 어종들만이 살아남았다고 추정되나 정확한 것은 알 수 없다.

4. 제언

조사지점별로 서로 다른 어종구성을 나타낸 것은 본 조사지역의 각 습지들이 내륙의 하천수계와의 연결통로를 전혀 가지고 있지 않으며 사구내의 각 습지들 간의 연락도 전혀 이루어지지 않기 때문이라고 생각된다. 그러므로 사구가 형성되기 이전에 어떤 형태인지는 알 수 없지만 서로 연락통로를 지니고 있던 습지들이 사구가 형성되면서 서로 연락이 두절되어 각 습지별로 다른 환경변화를 겪게 되고 새로운 환경에 적응한 어종들만이 살아남았다고 추정되나 정확한 것은 알 수 없다.

따라서 이와 같은 사구지역의 습지에 있어서 각 습지의 어류상의 변화과정을 파악하고 앞으로의 변화양상을 추정하기 위해서는 이 지역을 잘 보존하여 연구가

진행될 수 있도록 하는 것이 중요하다.

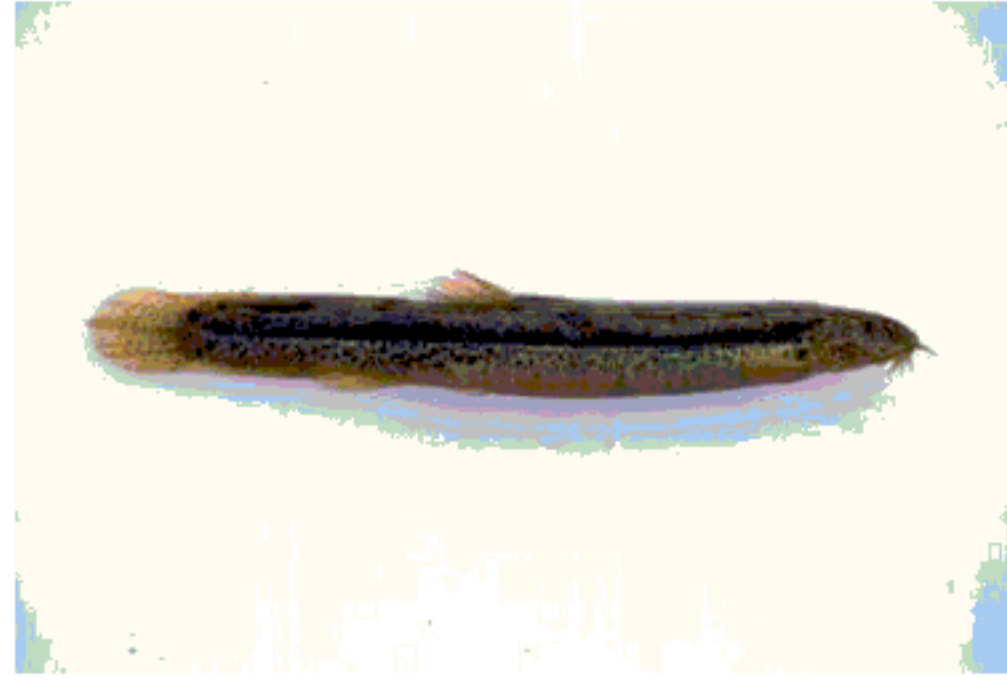
5. 참고문헌

- 김익수, 1997. 한국동식물도감 제37권 동물편(담수어류). 교육부.
- 김익수·강언중, 1998. 원색 한국어류도감. 아카데미서적. 서울.
- 김익수·최충길·손영목, 1986. 영산호의 어류군집에 관하여. 자연보존연구보고서, 8: 53-66.
- 김용익·홍성윤, 1980. 낙동강 하류 철새도래지의 어류상. 자연보존연구보고서, 2: 137-146.
- 전상린, 1980. 한국산 담수어의 분포에 관하여. 중앙대학교 대학원 박사학위 청구논문 : 14-69.
- 전상린, 1987. 낙동강 하류역의 어류상에 관하여. 자연보존연구보고서, 9: 77-90.
- 정문기, 1977. 한국어도보. 일지사. 서울.
- 최기철·김익수·손영목, 1985. 금강 하류의 담수어자원에 관하여. 자연보존연구보고서, 7: 51-64.
- 최기철·박종성, 1979. 금강하류 수역의 수질오염과 보호어류 및 특산어류 조사. 자연보존연구보고서, 1: 241-256.
- 최기철·전상린·김익수·손영목, 1990. 원색한국담수어도감. 향문사. 서울.
- 황금화·전상린·김미옥·황종서, 1992. 금강 하류역의 어류상에 관하여. 상명여대 기초과학논문집, 6: 53-74.
- 환경부, 2001. 2000 전국내륙습지 자연환경조사(영암호, 낙동강원동, 제주도 물장오리, 금강하구, 임진강, 화진포). 발간등록번호 11-1480000-000612-14.
- Nelson, J. S., 1994. Fishes of the World. John Wiley & Sons. New York.
- 內田蕙太郎, 1939. 朝鮮魚類誌. 第一冊, 絲鰓類・內鰓類. 朝鮮總督府水産試驗場報告第六號.

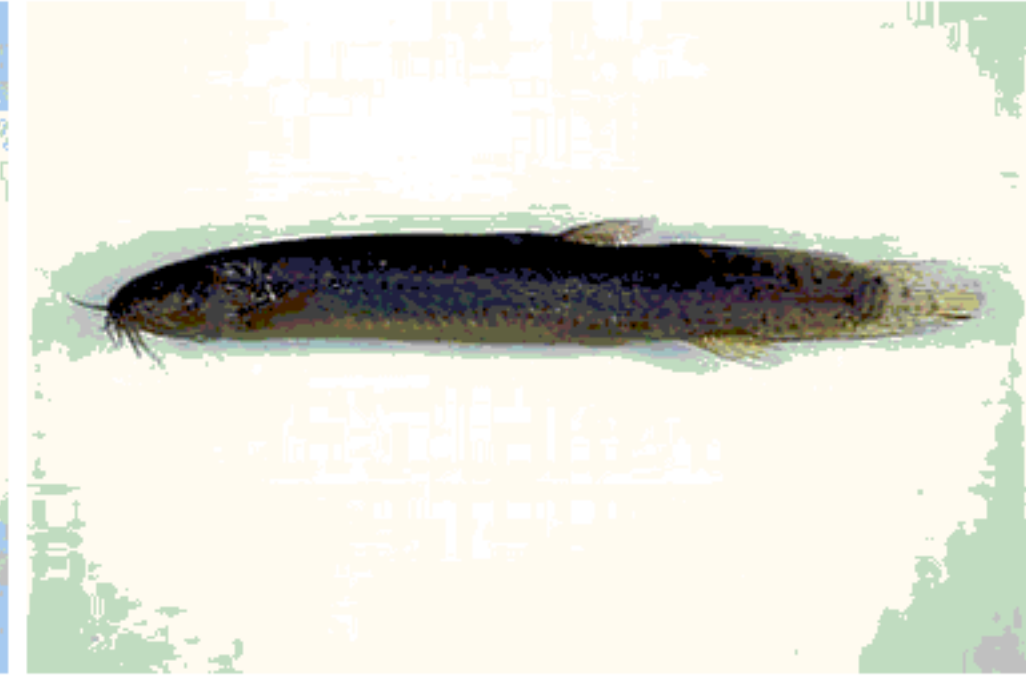
부록 : 두웅습지 지역에 서식하는 어류



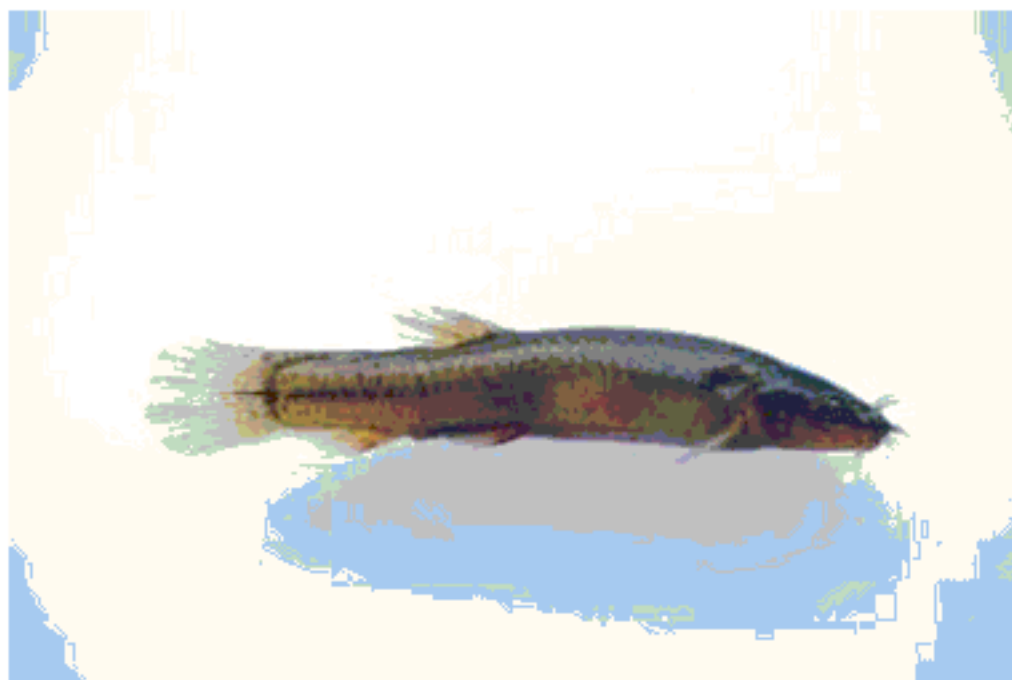
붕어 *Carassius auratus*



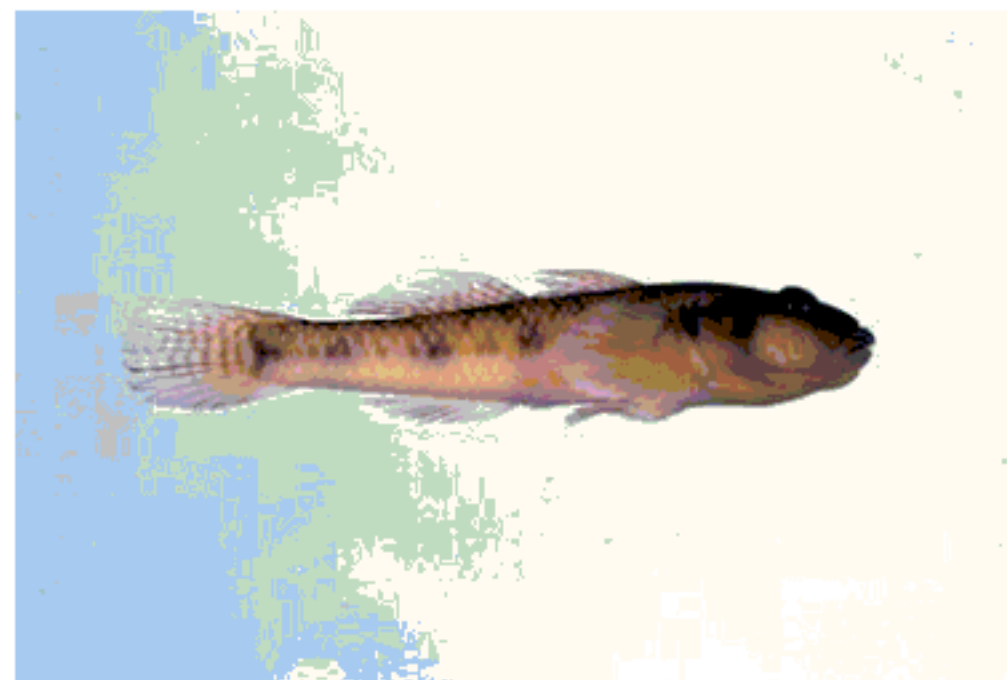
미꾸리 *Misgurnus anguillicaudatus*



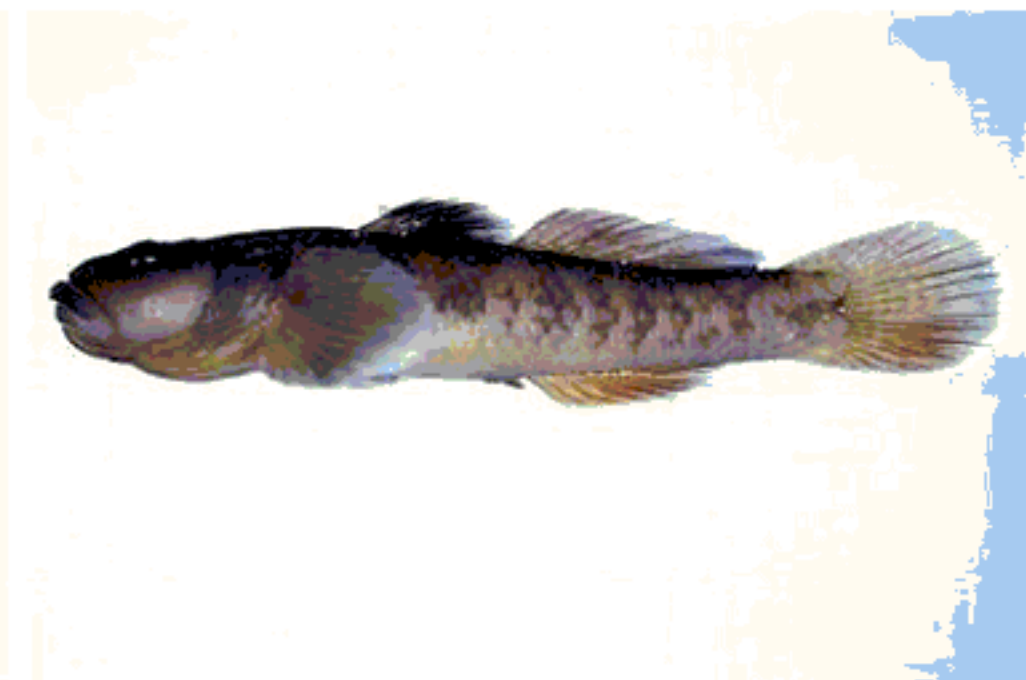
미꾸라지 *Misgurnus mizolepis*



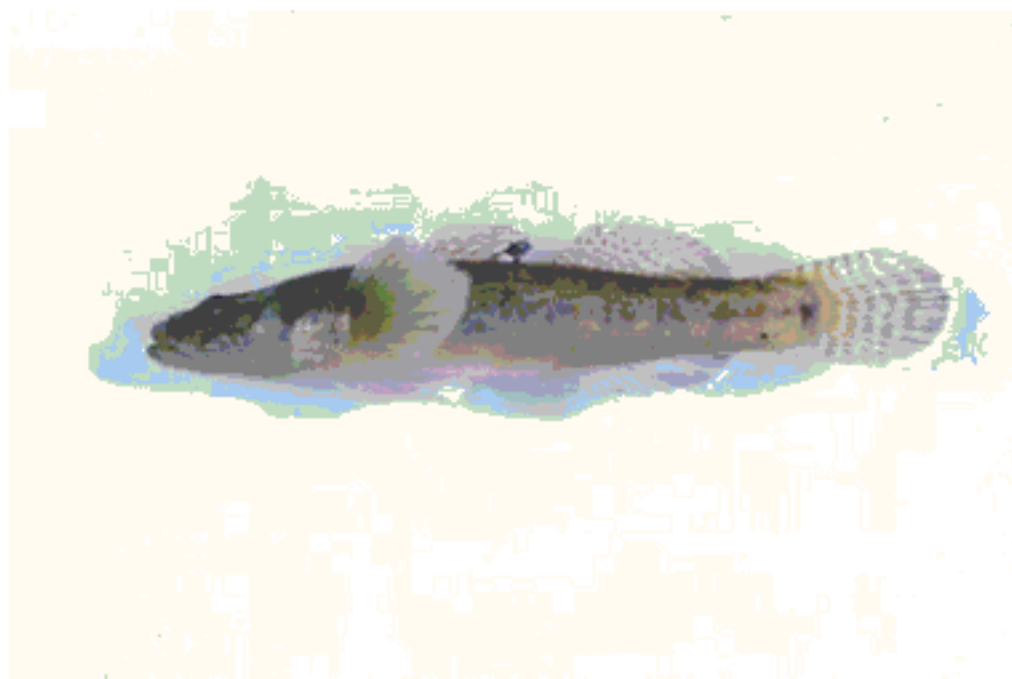
쌀미꾸리 *Lefua costata*



갈문망둑 *Rhinogobius giurinus*



밀어 *Rhinogobius brunneus*



꼭저구 *Chaenogobius urotaenius*



대룩송사리 *Oryzias sinensis*



가물치 *Channa argus*

Ⅷ. 신두리 해안사구 일대 인공 및 자연습지 주변의 양서·파충류상 및 생태연구

심재한·이상철(양서·파충류 생태복원 연구소)

1. 서론(Introduction)

최근 생물종 보전에 대한 공감대는 하나의 국가단위차원이건 지구차원이건 형성되어지고 있으나 아직도 개발위주의 경제논리와 보전목표와 전략적 개념의 부재 등으로 그 실효성을 충분히 확보하고 있지 못하다. 따라서 앞으로 우리가 해야 할 일은 보전의 대상이 무엇이고 그 가치를 어떻게 평가하며 보전의 우선순위는 무엇인가? 무슨 이유로 어떻게 보전해야만 하는가? 등에 대한 해답을 찾는 것이다. 결국 특정한 목표를 달성하기 위하여 세우는 전체적인 차원에서의 계획 또는 방법이라 할 수 있는 전략(Strategy)의 접근이 필요하다 하겠다.

최근 25여년간에 있어, 우리나라의 경제발전은 물질생활을 향유할 수 있는 단계에 왔지만 국민간에는 생활에서 진정한 필요로움이 결여하였다는 사실에 불만의 목소리가 높다. 그 이유 중에 첫째로 생산활동에 시간을 할애됨에 의한 여가의 부족이 있고, 둘째로 건전한 여가활동의 장소가 될 수 있는 자연환경의 상실이 되었다. 한편 경제발전의 과정에서 본래 친근한 전원적인 환경이 멀리 사라져 갔고, 자연미가 없는 삭막한 도시군의 형상에서 민족의 차세대인 사랑하는 어린이가 교육환경에서 성장되고 있다는 모습은 인격의 발달에도 민족의 위기라 할 수 있다. 이와 같은 사태의 위기감을 우리의 손으로 회복되는 운동만이 아니라 현재는 국가 행정과 지방 정부의 협력을 얻어서 광역적인 자연생태계를 가진 생태학적인 도시 만들기 운동으로 발전해야 한다. 자연복원운동에는 자연의 생물이 각각의 생물종으로 어떠한 필요조건들이 현재 생태계에서 만족될 수 있는가 하는 사실을 보다 더 연구되어야 한다. 최근까지 개발 위주의 시각에서 생태계를 위한 시각으로 전환되고 있으며 그 결과로 “환경적으로 건전하고 지속 가능한 개발” 즉, 개발과 자연 생태계의 조화를 추구하는 ESSD(Environmentally Sound and Sustainable Development)의 개념이 등장하게 되었다. 본 조사·연구의 목적은 상기한 이념들의 기초하에 신두리 해안사구지역 천연기념물 지역을 포함한 인공 및 자연 습지주변을 대상으로 자연생태계의 정밀조사를 통하여 습지 유형별로 서식하는 생물과 이들의 서식처를 파악하여, 자연생태계가 가지고 있는 다양성, 자립성, 안정성 그리고 순환성을 파악하여 인간과 자연 그리고 생물이 효율적으로 공존하며, 해안사구의 보전과 복원을 위하여 기 조사된 심(2000)의 결과와 금번 조사결과를 종합하여 기초자료를 제시하고

자 한다.

2. 조사방법

2.1. 조사지역 및 개황(Survey area and Status)

조사대상지역은 크게 4개 지역으로 Site 1, Site 2는 자연습지, Site 3은 인공습지 그리고 Site 4는 자연과 인공습지가 함께 조성된 습지이다(그림 VIII-1~5).

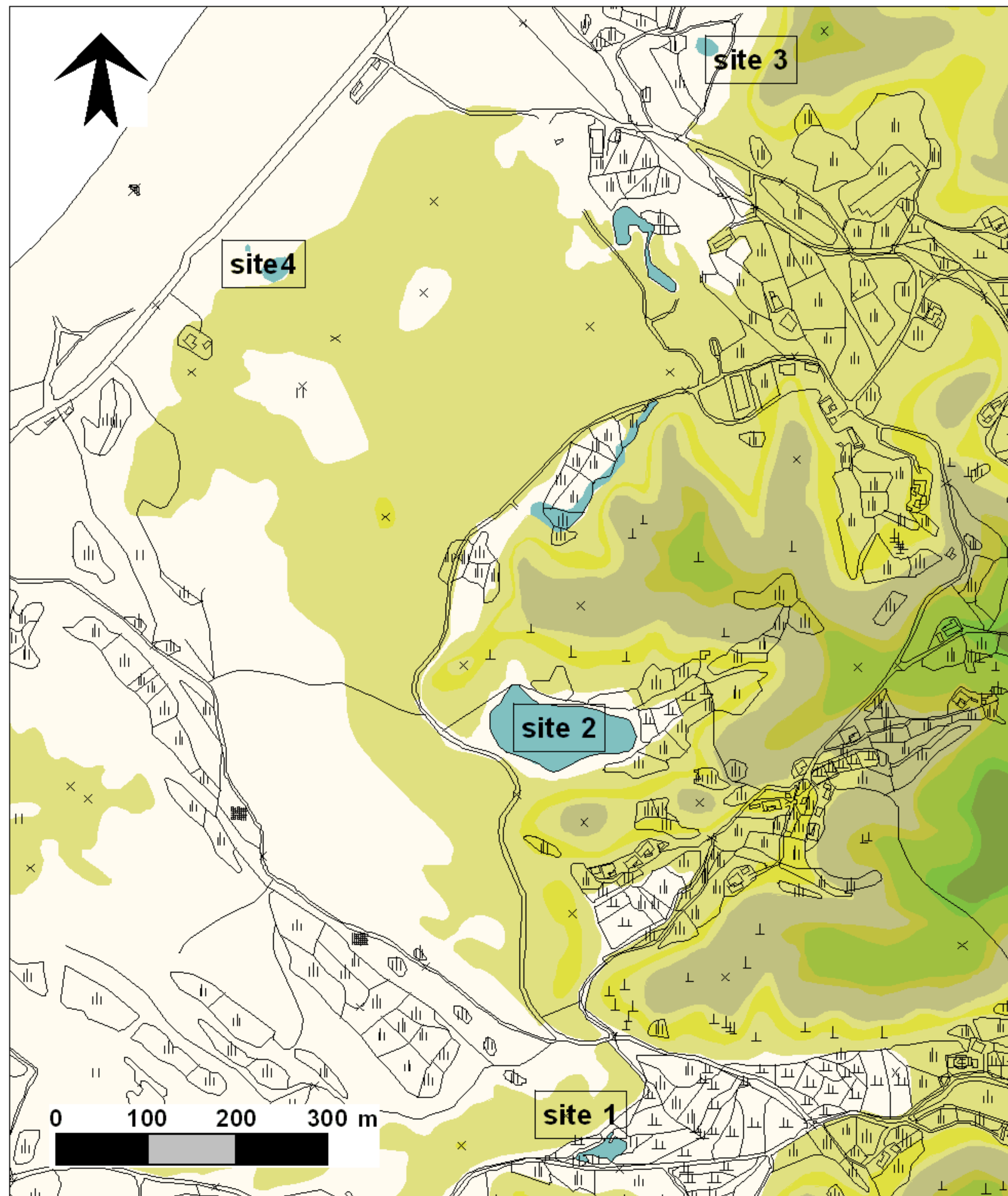




그림 VIII-2. 냇배골 습지
(Site 1 : 논과 습지 그리고 산림지대로 연결되는 양호한 자연습지대)



그림 VIII-3. 두웅습지
(Site 2 : 습지 상부는 논과 산림 그리고 밭으로 연결되는 자연습지)



그림 VIII-4. 천연기념물 지역내
(Site 3 : 용수 확보하기 위하여
인위적으로 조성된 인공습지)



그림 VIII-5. 소초 주변
(Site 4 : 해안가 도로 옆에
Two pond system으로 형성된
자연습지+인공습지)

2.2. 직접확인 방법(Direct survey)

양서류 중에서 有尾目(도롱뇽類)의 도롱뇽과 꼬리치레도롱뇽은 물의 흐름이 완만한 곳을 찾아 작은 바위를 들추어 유생을 확인하거나, 물이 고여 있는 작은 웅덩

이에 산란한 알을 찾아 종을 확인하는 방법을 이용하고, 성체는 고지대의 활엽수림이 있는 읍지쪽에 쓰러져 있는 고목을 들추거나, 바위틈에서 확인하였다. 또한 無尾目(개구리類)은 습지주변을 따라 좌우 10m간격으로 이동중인 개체와 논, 수로 그리고 저습지 주변에서 포충망을 이용하여 채집하였다. 파충류 중에서 장지뱀류와 도마뱀류는 묵정밭 주변, 도로변과 습지 주변의 햇볕이 잘드는 곳에 쌓여 있는 돌을 들추어 확인하고, 뱀류(蛇類)는 저지대의 임연부일대, 묵정밭, 습지 주변에서 뱀집개와 포충망을 이용하여 채집하였다.

2.3. 간접 확인 방법(Indirect survey)

양서류(개구리類)는 주간보다 야간에는 논이나 밭 근처, 수로 그리고 웅덩이 등지에 모여 집단으로 울기 때문에 울음소리로 종을 식별하였다. 본 조사 기간 중에 채집 및 관찰이 불가능하였던 종들에 대해서는 백·심(1999)의 “뱀”(양서·파충류 야외관찰 도감)과 심(2001a, 2001b)를 이용하여 인근 주민을 대상으로 청문을 통하여 종의 서식을 확인하였다.

2.4. 분석 방법(Data analysis)

1) 양서·파충류상

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

2) 주요종의 개체군 밀도분석

본 조사지역에 출현된 법적보호종 혹은 희소종에 대하여 10m x 10m(100m²)의 고정조사구 면적대비 각 종마다 유생(올챙이)와 성체의 개체수 밀도를 추정하였다.

3) 조사지역별 법적보호종의 위협요인 및 대책

조사지역별로 확인된 법적보호종 혹은 희소종에 대하여 주변 서식 환경을 분석하여 종의 서식에 위협을 가하는 요인과 대책을 분석하였다.

4) 분포도 작성

자연 생태지도는 일정한 지역에 대하여 자연경관 및 생물상의 희귀성, 고유성, 풍부성 및 지역대표성을 고려하여 각각의 생태계(산림, 하천, 농지, 도시, 호소, 해양)에 대한 가치를 등급화한 지도를 말한다. 한편 자연생태지도는 1968년 네덜란드에서 제작된 생태 및 환경지도(Ecological and environmental map)로서 25km²의 국가격자체계(National grid system)에 식물상과 조류상을 지도에 표기하기 시작하여 일부 유럽국가들에서는 생태지도 또는 생물서식 소공간지도(Biotope mapping)가 일

반화되었다. 자연생태지도는 자연생태계에 관한 제반정보와 지식을 체계적으로 통합하여 파악하고 보존, 관리하는데 유용한 공간적 정보은행으로 활용될 수 있도록 개발되었다. 한편 양서·파충류를 대상으로 경관생태학적인 수준에서 모델링한 경우는 버지니아 대학의 Row와 Yuill(1997)이 채집 및 확인하거나 출현가능한 종에 대하여 예측분포도를 작성하여 해당지역을 평가한 경우가 있다. 본 연구에서 양서·파충류에 대한 분포도는 매회 관찰되거나 채집되는 종의 위치에서 좌표를 기록하여 수평적인 종 분포상황을 분석하였다.

5) 습지 주변일대 위협요인 및 생물다양성증가를 위한 제언

자연습지와 인공습지의 지형적인 위협요인과 습지의 지속성을 유지하고, 생물부양능력을 증가시키기 위한 대안을 제시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 양서·파충류상

본 조사지역에서 채집 및 확인된 양서·파충류의 종목록과 개체수는 <표 VIII-1>과 같다.

표 VIII-1. 각 조사지점별 양서·파충류목록 및 개체수

번호	Family	Genus	종 명		조사지역별 출현종 및 개체수				
			학 명	국 명	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	총계
1	Ranidae	<i>Rana</i>	<i>Rana nigromaculata</i>	참개구리	14	12	2	2	30
			<i>Rana amurensis coreana</i>	아무르산개구리	6	2	-	4	12
			<i>Rana dybowskii</i>	산개구리	2	-	-	2	4
			<i>Rana plancyi chonsenica</i>	금개구리	>300	6	-	2	>308
2	Hylidae	<i>Hyla</i>	<i>Hyla japonica</i>	청개구리	6	3	2	5	16
3	Bufo	<i>Bufo</i>	<i>Bufo gargarizans</i>	두꺼비	-	-	-	1	1
4	Microhylidae	<i>Kaloula</i>	<i>Kaloula borealis</i>	맹꽁이	-	-	>2,000	-	>2,000
5	Scincidae	<i>Scincella</i>	<i>Scincella vandenburghi</i>	도마뱀	-	-	-	1	1
6	Lacertilidae	<i>Takydromus</i>	<i>Takydromus amurensis</i>	아무르장지뱀	1	-	-	2	3
		<i>Eremias</i>	<i>Eremias argus</i>	표범장지뱀	-	-	-	4	4
7	Colubridae	<i>Elaphe</i>	<i>Elaphe dione</i>	누룩뱀	-	-	-	1	1
			<i>Elaphe rufodorsata</i>	무자치	1	1	-	1	3
		<i>Rhabdophis</i>	<i>Rhabdophis t. tigrinus</i>	유혈목이	1	-	1	-	2
8	Viperidae	<i>Agkistrodon</i>	<i>Agkistrodon ussuriensis</i>	쇠살모사	1	-	-	-	1
8과		10속	14종		9종	5종	4종	11종	14종

4개 조사대상지역에서 총 8과 10속 14종이 확인되었으며, 14종 중에서 환경부 법적보호종은 “금개구리”, “맹꽁이” 그리고 희소종인 “표범장지뱀” 등 3종이 확인되었다. 각 조사대상지역별로 분석하여 보면 “금개구리”는 Site 1, Site 2 그리고 Site 3에서는 확인되었으며, Site 1에서는 우점종으로 서식하고 있었다. “맹꽁이”는 Site 3에서 만 발견되었으며, 작은 인공 습지내에 2,000개체 이상의 유생을 확인 할 수 있었다. 한편 희소종인 “표범장지뱀”은 Site 4의 모래사장에서 발견되었으며, 이 주변 일대를 서식처로 사용하는 것으로 추정되었다.

상기의 결과를 미루어 보아 본 지역에서 발견되는 법적보호종은 각각의 습지를 독자적으로 서식처로 사용하고 있으므로, 작은 웅덩이 습지이지만 서로의 독창성을 감안할 때 매우 중요한 공간·지리적 위치를 차지하고 있음을 알 수 있었다.

3.2. 주요종의 개체군 밀도분석

본 조사대상 지역에서 확인된 법적보호종(금개구리, 맹꽁이) 그리고 희소종(표범장지뱀) 총 3종에 대하여 개체군 밀도를 추정·분석한 결과는 <표 VIII-2>와 같다.

표 VIII-2. 법적보호종(금개구리, 맹꽁이)과 희소종(표범장지뱀)의 개체군 밀도(마리/100m²)

종 명		조사지역별 개체군 밀도(마리/100m ²)			
학 명	국 명	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4
· <i>Rana plancyi chonsenica</i>	금개구리(성체)	10/100m ²	0.4/100m ²	-	0.1/100m ²
· <i>Kaloula borealis</i>	맹꽁이(유생)	-	-	500/100m ²	-
· <i>Eremias argus</i>	표범장지뱀(성체)	-	-	-	1/100m ²

Site 1의 “금개구리”는 100m²당 10마리 정도로 서식밀도가 매우 높았으며, Site 2와 Site 4는 각각 0.4/100m²와 0.1/100m²로 Site 1에 비하여 밀도가 낮았다. 이는 수심이 매우 높고, 습지 주변에 양호한 수초대가 형성되지 않았으며, 개방수면이 많아 “금개구리”가 선호하는 서식지가 아니기 때문이라 판단된다(선호 수심은 30cm). 그러므로 “금개구리”의 개체군 밀도를 증가시키기 위하여서는 수변의 경사각을 낮추고, 수변 수초대를 조성하여 주는 것이 생물다양성을 증가시키는 방법이라 할 수 있겠다. 한편 Site 3에서 만 확인된 “맹꽁이”는 100m²당 500마리 이상의 유생을 확인 할 수 있었는데, 이 지역 주변 일대에서 “맹꽁이”가 서식하는 것으로 판단되며, 매우 양호한 산란장소로 이용되고 있었다. 그리고 “표범장지뱀”은 Site 4에서 100m²당 1마리 정도가 서식하는 것으로 추정되었다.

3.3. 조사지역별 법적보호종의 위협요인 및 대책

각 조사지역별로 서식하는 법적보호종의 위협요인과 이에 대한 대책은 <표 VIII-3>과 같다.

표 VIII-3. 법적보호종의 위협요인 및 대책

조사지역	위협요인	대책
Site 1	· 다량의 농약 살포에 의한 어류와 양서류 유생 대량 치사 · 농약잔류량 습지내 유입	· 유기농법 시행 및 농약 사용 자제
Site 2	· 농약 살포 및 주변 폐 농자재 방치 · 습지 주변 수변대 수초식물 빈약 · 산란지 부족(주로 상부지 논을 이용함) · 어로 행위	· 농약 사용 자제 · 습지 주변 수변대 조성 및 경사각 완화 · 어로행위 근절 · 주변 폐 농자재 수거 및 정비
Site 3	· 용수 사용을 위한 배수	· 습지 수변 경사각 완화 · 대체 용수지 조성
Site 4	· 용수 사용을 위한 배수 · 습지 주변 수변대 수초식물 빈약 · 주변 폐 양수기 방치	· 습지 수변 경사각 완화 · 대체 용수지 조성 · 주변 정비(정화 작업)

3.4. 분포도 및 산란장소 Mapping

자연 생태지도는 일정한 지역에 대하여 자연경관 및 생물상의 희귀성, 고유성, 풍부성 및 지역대표성을 고려하여 각각의 생태계(산림, 하천, 농지, 도시, 호소, 해양)에 대한 가치를 등급화한 지도를 말한다. 한편 자연생태지도는 1968년 네덜란드에서 제작된 생태 및 환경지도(Ecological and environmental map)로서 25km²의 국가격자체계(National grid system)에 식물상과 조류상을 지도에 표기하기 시작하여 일부 유럽국가들에서는 생태지도 또는 생물서식 소공간지도(Biotop mapping)가 일반화되었다. 자연생태지도는 자연생태계에 관한 제반정보와 지식을 체계적으로 통합하여 파악하고 보존, 관리하는데 유용한 공간적 정보은행으로 활용될 수 있도록 개발되었다. 한편 양서·파충류를 대상으로 경관생태학적인 수준에서 모델링한 경우는 버지니아 대학의 Row와 Yuill(1997)이 채집 및 확인하거나 출현가능한 종에 대하여 예측분포도를 작성하여 해당지역을 평가한 경우가 있다. 본 연구에서 양서·파충류에 대한 분포도와 산란장소는 매회 관찰되거나 채집되는 종의 위치에서 좌표를 기록하여 수평적인 종 분포상황을 분석하였다(그림 VIII-6~9).

4. 위협요인 및 생물다양성 증가를 위한 제언

4.1. 위협요인

- (1) 다량의 농약 살포에 의한 어류와 양서류 유생 대량 치사
- (2) 잔류 농약 습지내 유입
- (3) 폐 농자재와 폐 양수기 주변 방치
- (4) 습지 주변 수변대 수초식물 빈약

(5) 어로 행위



그림 VIII-6. Site 1 일대의 생태지도

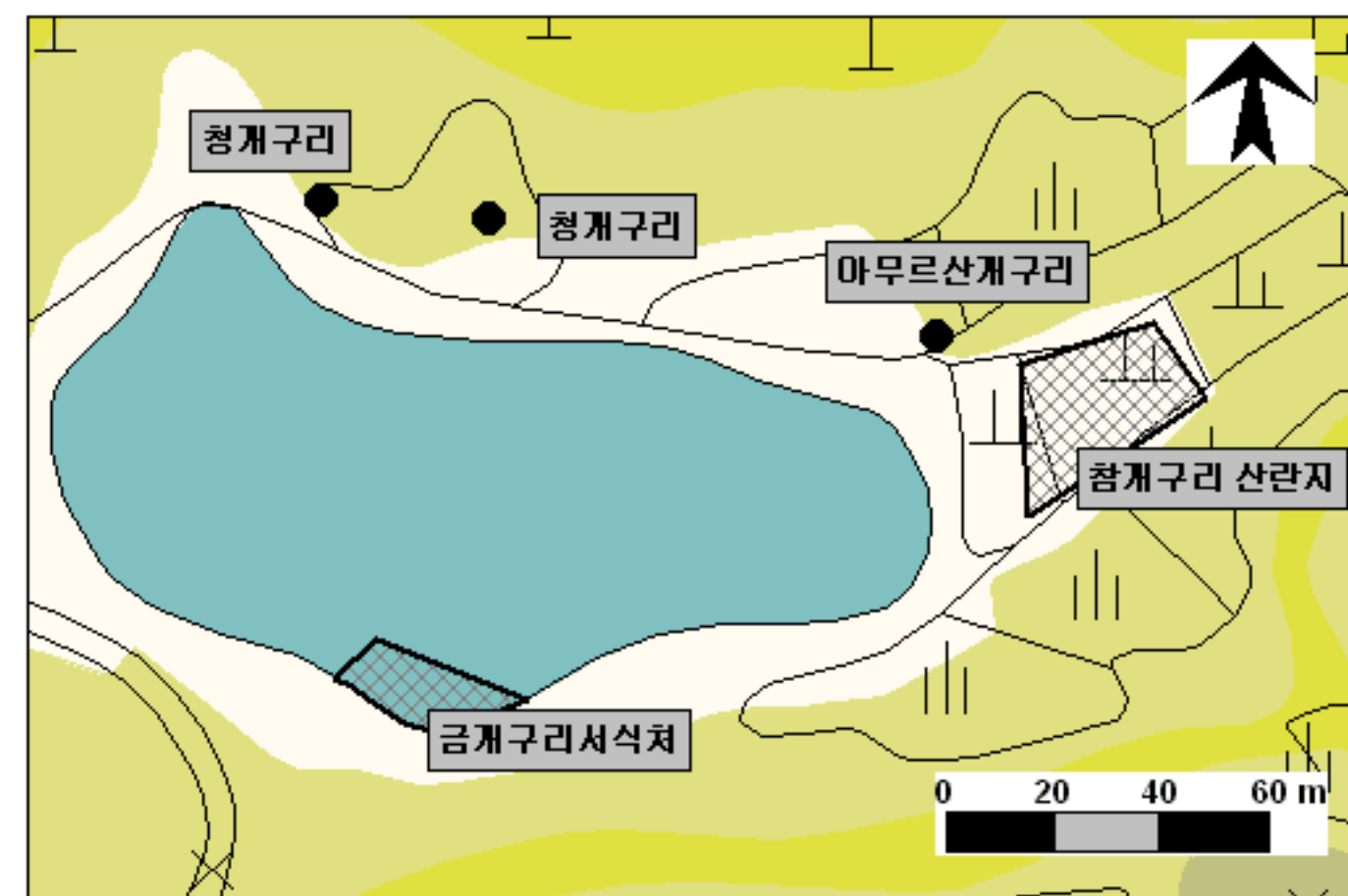


그림 VIII-7. Site 2 일대의 생태지도

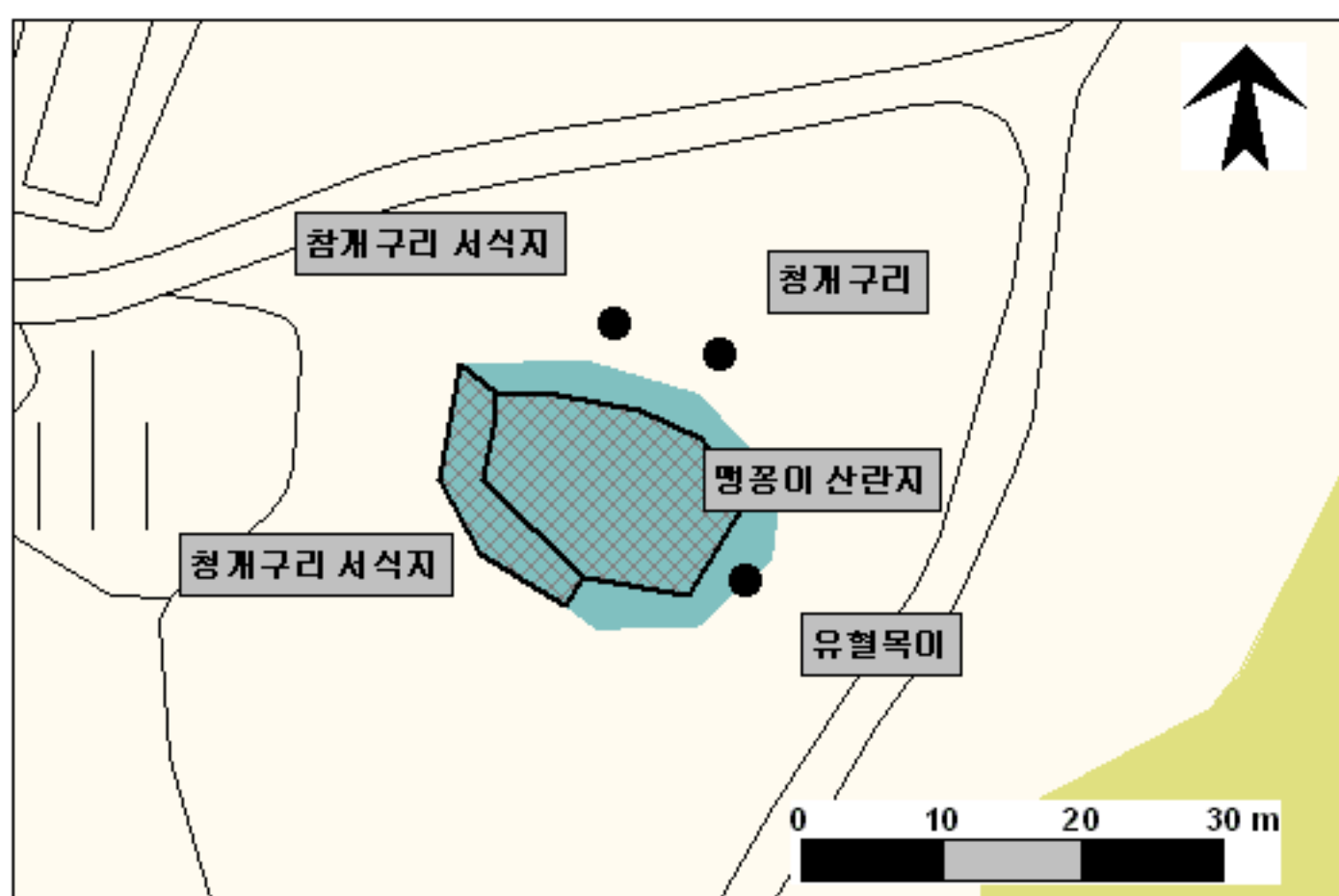


그림 VIII-8. Site 3 일대의 생태지도

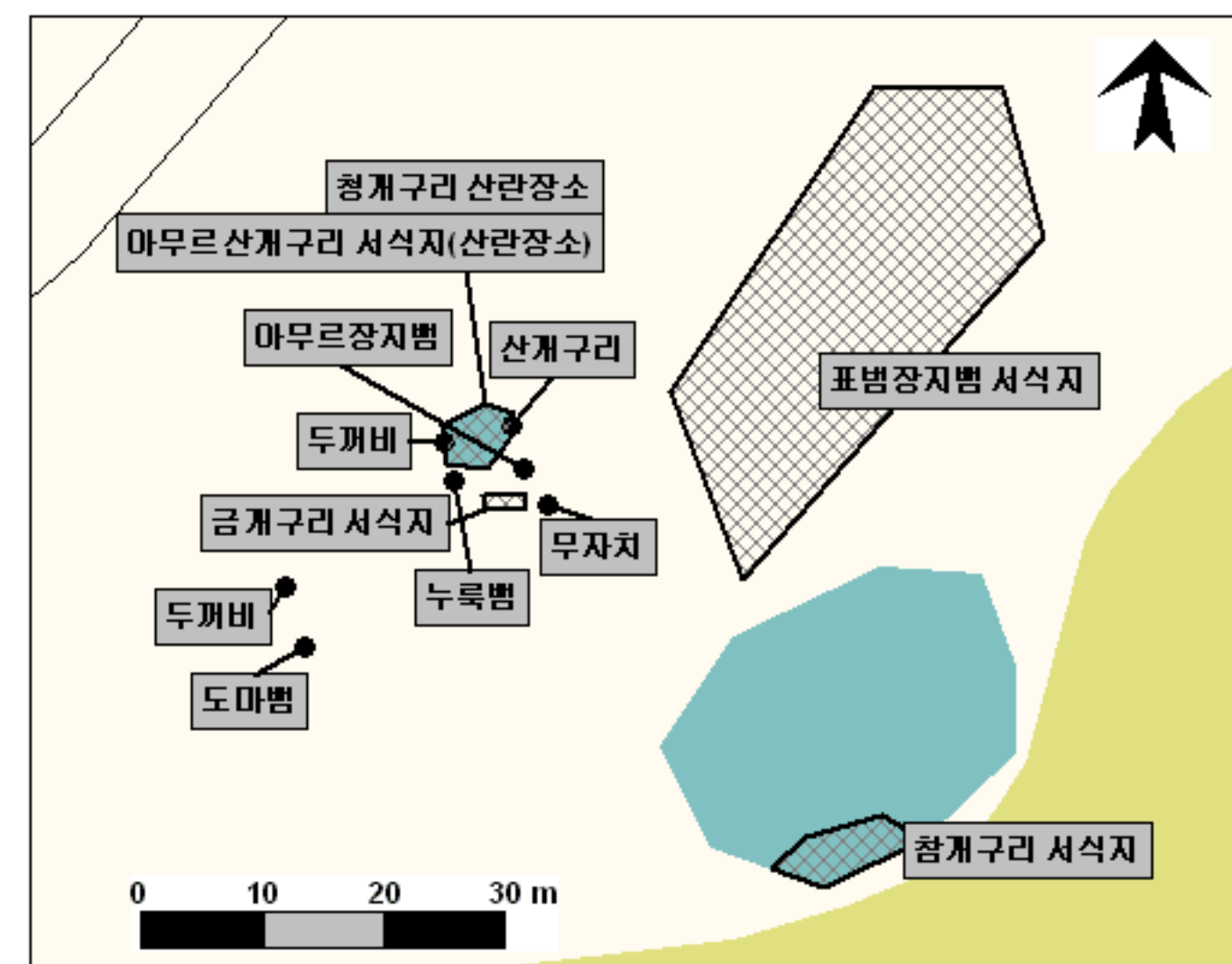


그림 VIII-9. Site 4 일대의 생태지도

4.2. 생물다양성 증가를 위한 제언

- (1) 유기농법 시행 및 농약 사용 자제 → 유생 및 어류보호
- (2) 습지 주변 수변대 조성 및 경사각 완화 → 산란장소 및 유생서식처 확보
- (3) 어로행위 근절 → 어족자원 보호
- (4) 폐 농자재 수거 및 주변 정비 → 경관정비
- (5) 대체 용수지 조성 → 수량유지
- (6) 인공습지 조성에 의한 산란지 확충 → Wetland corridor

신두리 해안사구 내에 존재하는 습지는 항시 물이 고여있는 습지와 일시적으로 물을 머금을 수 있는 습지로 구별될 수 있다. 그러므로 양서류의 산란기에 항시 물이 고여있는 습지내에 산란한 양서류는 완전히 발생을 마치고 육상으로 진출할 수 있으나, 일시적으로 물이 고여 있는 습지내에 산란된 알은 물이 말라 건조화가 되면 발생도중 죽어 버리는 경우가 생기므로, 주변 습지의 확충이 절대적이다. 그러므로 천연기념물 지역내에 있는 습지의 보전은 물론 천연기념물 지역외에 존재하는

습지도 반드시 보전지역(완충대)로 지정되어 충분한 산란장소를 제공할 수 있는 Wetland corridor개념으로 서식처의 기회성을 주어야 한다.

5. 참고문헌(References)

- 백남극 · 심재한, 1999. 뱀, 지성자연사박물관 시리즈 ①. 200 pp.
- 심재한, 2000. 훼손된 해양생태계복원 기술개발(척추동물 생태계 조사), G-7 보고서.
- 심재한, 2001a. 생명을 노래하는 개구리. 다른세상, 270 pp.
- 심재한, 2001b. 꿈꾸는 푸른생명 거북과 뱀. 다른세상, 280 pp.
- Row, J. M. and C. B. Yuill, 1997. Landscape-Level Habitat Modeling for Amphibians and Reptiles in West Virginia. West Virginia University, Morgantown, WV 26506(Internet data).

IX. 두웅습지 일대의 조류

김창희·강종현(국립환경연구원 생태조사단)

1. 서론

습지는 자연생태계가 우수하고 생물다양성이 높은 지역이다. 과거에는 이에 대한 인식부족으로 개발이나 훼손이 되어 왔으나, 현재에는 그 가치를 인식하여 국가적 차원에서 사유지를 매입하거나 훼손지를 복원하는 등 체계적인 보호·보전대책을 강구하고 있다. 또한 새로운 특징을 가진 습지를 찾아내어 습지보전지역으로 지정하는 등 국내 습지를 종합적으로 검토하고 관리할 수 있는 제도적인 틀을 마련하고 있다.

국내에는 해안, 하천, 농경지, 산지습지, 고층습원 및 그 주변 등에 많은 습지들이 분포해 있고 이에 대한 조사도 많이 이루어져 왔다. 그 중에 대암산 용늪, 울산 정족산 무제치 늪(환경부 1997), 제주 물영아리(환경부 2001), 낙동강하구(부산광역시 1997), 창녕 우포늪은 환경부의 습지보호법에 의거 습지보전지역으로 지정되어 보전관리대책이 수립되거나 수립 중에 있다.

위에서 서술한 용늪, 무제치늪, 물영아리는 산지의 정상부근에 위치한 습지이고, 낙동강하구는 강 유역이고, 우포늪은 저지대에 위치해 있다. 그러나, 두웅습지는 해안가에 인접해 있고 낮은 지역에 위치해 있어 위에서 서술한 습지와는 다른 유형의 습지이다.

이 조사는 새로운 유형의 습지생태계를 조사하여 그 자체의 지형·경관적 측면, 생태적 측면, 생물다양성 측면 등에서 검토하여, 보전가치가 높은 지역으로 인정되면 습지보전지역으로 지정하여 보호·관리대책을 수립하기 위함이다.

2. 조사방법

2.1. 조사기간 및 조사지역

이 조사는 2002년 6월 1일~4일에 충남 태안군 원북면 신두리 일대에서 이루어졌다. 이 지역을 3개의 구역(두웅습지: site A, 습지주변: site B, 해안부근: site C)로 나누어 조사했다(그림 IX-1). 조사대상종은 한국에서 관찰된 전 종(아종을 포함하여 402종)이며, 그 중 생태지도 표기종(148종: 멸종위기야생종, 보호야생종, 특정종)이 관찰된 지점을 지도상에 표기하였다(김 2001).

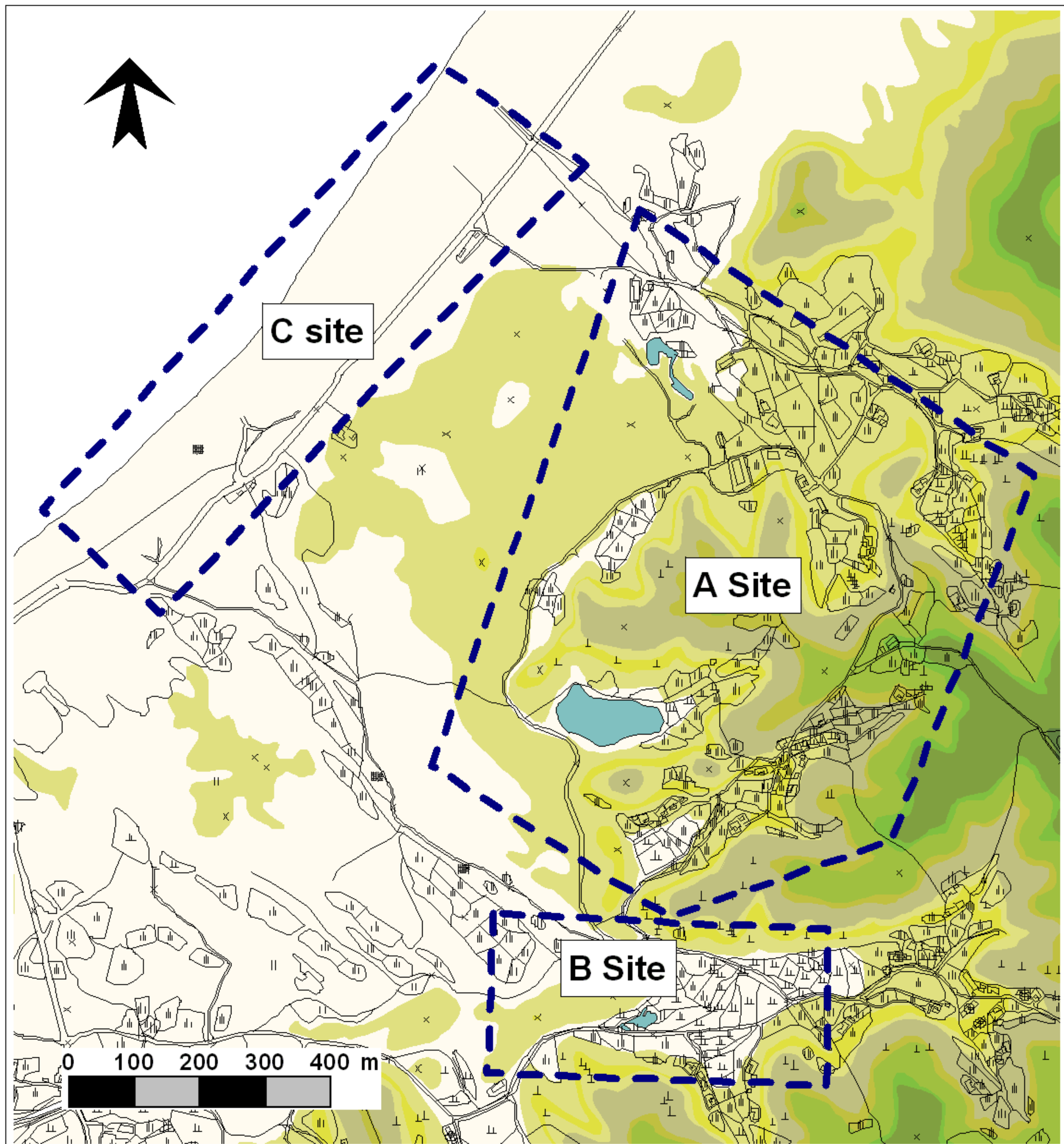


그림 IX-1. 조사지역 및 조사지점도

2.2. 조사방법

조사방법과 지도상의 종 기재방법은 김(2001)의 제2차 환경부 자연환경 전국기초조사의 조류분야 지침서에 따랐다. 조류조사는 시속 2 km 정도로 보행하면서 기록하는 방법과 개시점 및 종료점에서 관찰하여 기록하는 방법을 병행하고, 울음소리에 의하여 확증된 개체도 포함하였다. 그리고 지도상의 종 기재방법은 종의 보호등급에 따라 표기하나, 이번 조사에서 관찰된 환경부 지정종은 특정종만 관찰되었고 멸종위기야생종과 보호야생종은 관찰되지 않았다.

2.3. 분석방법

본 조사 지역에서 관찰된 종에 대해서는 Simpson(1949)의 공식과 Shannon-Weaver(1949)의 공식을 이용하여 종다양도를 분석하였다.

종다양도지수(Species Diversity)(H') = $-\sum Pi \cdot \log Pi$ ($Pi = Ni/T$)

동등한 종의 보편성(Equally common species) = $e(-\sum Pi \cdot \log Pi)$

종 i 의 우점률(Dominance) = $Ni/T \times 100$

Ni = 기록한 i 종의 총 개체수

T = 기록된 각 종의 총개체수 합

종 i 의 상대 우점률(Relative abundance) = $Ni/A \times 100$

Ni = 기록한 i 종의 총개체수

A = 최우점종의 총 개체수

3. 결과 및 고찰

3.1. 결과

1) 지역별 조류실태 및 관찰장소

두웅습지(site A)에서 관찰된 종은 31종 114개체, 두웅습지 주변(site B)에서 관찰된 종은 13종 43개체, 해안부근(site C)에서 관찰된 종은 17종 70개체이었으며, 전 조사지에서 관찰된 종은 모두 39종 258개체이었다(표 IX-1). 이 일대에서 법적보호종인 천연기념물은 1종(붉은배새매 *Accipiter soloensis*)이 관찰되었고, 환경부 멸종위기 및 보호종은 관찰되지 않았다. 그러나, 환경부 제2차 자연환경조사에서 선정한 특정종은 붉은배새매를 포함하여 검은등빠꾸기 *Cuculus micropterus*, 빠꾸기 *Cuculus canorus*, 두견 *Cuculus poliocephalus*, 파랑새 *Eurystomus orientalis*, 노랑때까치 *Lanius cristatus*, 개개미사촌 *Cisticola juncidis*, 찔레 *Oriolus chinensis*의 8종이 관찰되었다. 이 시기에 관찰된 종은 대부분 텃새 또는 여름철새로 우리나라에서 번식하는 종들이었다.

지역별로 개체수 및 종수를 비교해보면, 두웅습지 주변은 다른 지역에 비해 종수 및 개체수가 많았다. 이것은 조류가 서식할 수 있는 장소가 다양하기 때문으로 생각된다. 두웅습지 주변은 야산과 논, 밭 등 다양한 서식지를 가지고 있지만, 다른 두 지역은 개방적인 서식장소를 가지고 있어, site A보다 종 및 개체수가 적게 나타난 것으로 사료된다. 이 지역의 총 종다양도 지수는 1.38이었으며, 동등한 보편종수는 3.99로 나타났다(표 IX-1).

빠꾸기는 전 지역에서 관찰되었으며, 거의 음성으로 종을 확인하였다. 파랑새는 두웅습지 주변과 개골 주변, 붉은배새매는 신두 3리 야산부근, 검은등빠꾸기는 수무골 부근, 찔레는 외곶골 부근, 두견은 국사봉 일대, 노랑때까치는 두웅습지 주변, 개개미사촌은 냉배골 근처에서 각각 관찰되었다(그림 IX-2).

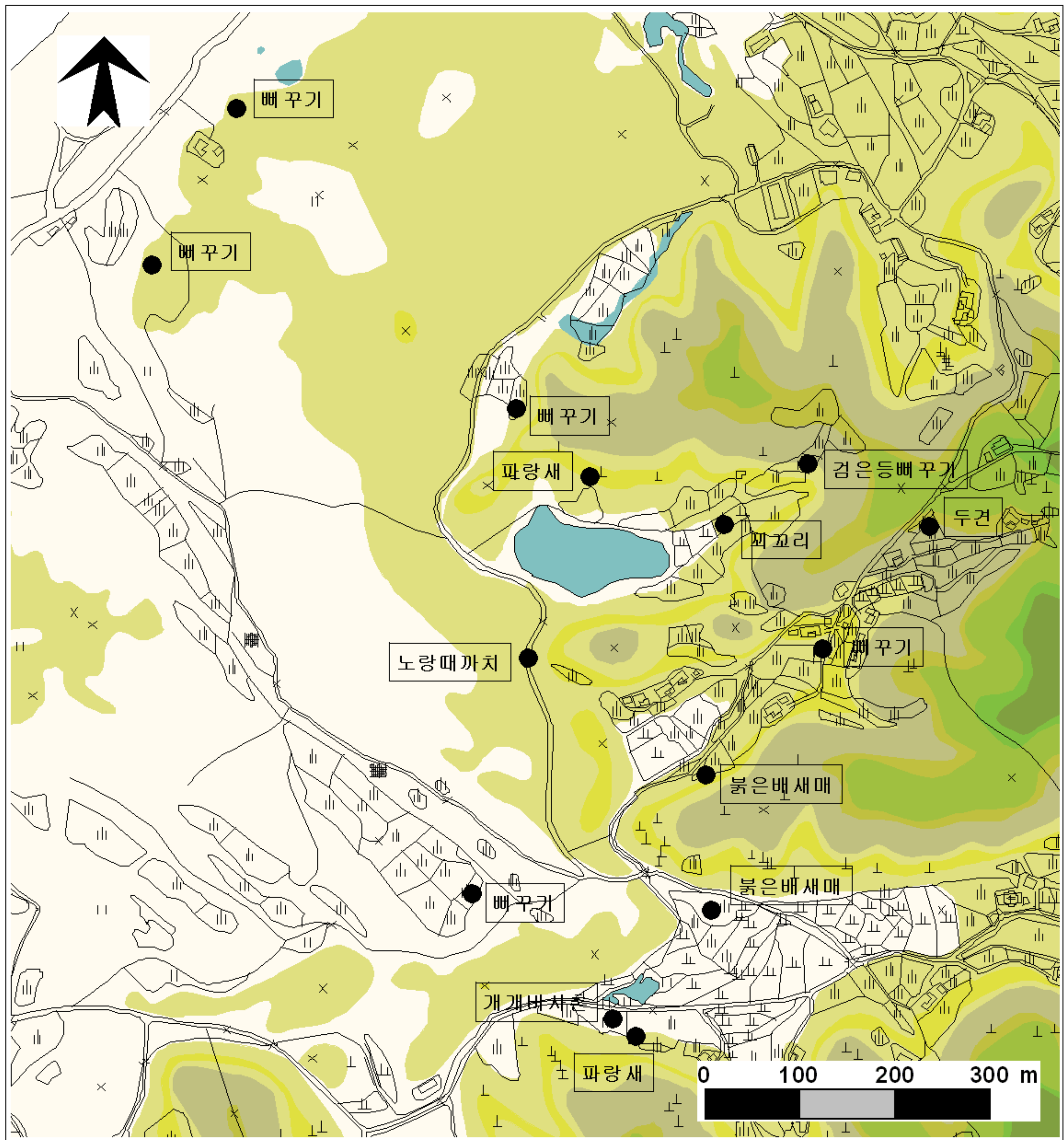


그림 IX-2. 주요종이 관찰된 위치

표 IX-1. 두웅습지 일대에서 관찰된 조류

학 명	국 명	서식형태*	조사지역별 개체수			합계	Do..* (%)	R.A.* (%)
			A	B	C			
Order Podicipediformes	논병아리목							
Family Podicipedidae	논병아리과							
<i>Podiceps ruficollis</i>	논병아리	WV	2			2	0.88	6.06
Order Anseriformes	기러기목							
Family Anatidae	오리과							
<i>Anas poecilorhyncha</i>	흰뺨검둥오리	Res	4		4	8	3.52	24.24
Order Falconiformes	매목							
Family Accipitridae	수리과							
<i>Accipiter soloensis</i>	붉은배새매	SV(천,특)	1	1		2	0.88	6.06
Order Galliformes	닭목							
Family Phasianidae	평과							
<i>Phasianus colchicus</i>	평	Res	3	2	5	10	4.41	30.30
Order Gruiformes	두루미목							
Family Rallidae	뜸부기과							
<i>Gallinula chloropus</i>	쇠물닭	SV		2		2	0.88	6.06
Order Charadriiformes	도요목							
Family Laridae	갈매기과							
<i>Larus crassirostris</i>	괭이갈매기	Res			5	5	2.20	15.15
Order Columbiformes	비둘기목							
Family Columbidae	비둘기과							
<i>Streptopelia orientalis</i>	멧비둘기	Res	8	5	2	15	6.61	45.45
Order Cuculiformes	두견이목							
Family Cuculidae	두견이과							
<i>Cuculus micropterus</i>	검은등뺨꾸기	SV(특)	2			2	0.88	6.06
<i>Cuculus canorus</i>	뺨꾸기	SV(특)	3	2	2	7	3.08	21.21
<i>Cuculus poliocephalus</i>	두견	SV(특)	2			2	0.88	6.06
Family Coraciidae	파랑새과							
<i>Eurystomus orientalis</i>	파랑새	SV(특)	2	2		4	1.76	12.12
Order Piciformes	딱다구리목							
Family Picidae	딱다구리과							
<i>Dendrocopos kizuki</i>	쇠딱다구리	Res	1			1	0.44	3.03
Order Passeriformes	참새목							
Family Alaudidae	종다리과							
<i>Alauda arvensis</i>	종다리	Res			16	16	7.05	48.48
Family Hirudinidae	제비과							
<i>Hirundo daurica</i>	귀제비	SV			2	2	0.88	6.06

(표 IX-1에서 계속)

학 명	국 명	서식형태*	조사지역별 개체수			합계	Do.* (%)	R.A.* (%)
			A	B	C			
Family Pycnonotidae	직박구리과							
<i>Hypsipetes amaurotis</i>	직박구리	Res	14	5	4	23	10.13	69.70
Family Laniidae	때까치과							
<i>Lanius bucephalus</i>	때까치	Res	1			1	0.44	3.03
<i>Lanius cristatus</i>	노랑때까치	SV(특)	1			1	0.44	3.03
Family Turdidae	지빠귀과							
<i>Erithacus cyane</i>	쇠유리새	PM	1			1	0.44	3.03
<i>Phoenicurus aureus</i>	딱새	Res	1		3	4	1.76	12.12
Family Panuridae	붉은머리오목눈이과							
<i>Paradoxornis webbiana</i>	붉은머리오목눈이	Res	18	7	8	33	14.54	100.00
Family Sylviidae	휘파람새과							
<i>Cettia squameiceps</i>	숲새	SV	3		1	4	1.76	12.12
<i>Acrocephalus bistrigiceps</i>	쇠개개비	PM			1	1	0.44	3.03
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	개개비	SV		4		4	1.76	12.12
<i>Cisticola juncidis</i>	개개비사촌	SV(특)		2		2	0.88	6.06
<i>Phylloscopus occipitalis</i>	산솔새	SV	2			2	0.88	6.06
Family Muscicapidae	딱새과							
<i>Ficedula narcissina</i>	황금새	PM	1			1	0.44	3.03
<i>Cyanoptila cyanomelana</i>	큰유리새	SV	1			1	0.44	3.03
Family Aegithalidae	오목눈이과							
<i>Aegithalos caudatus</i>	오목눈이	Res	2			2	0.88	6.06
Family Paridae	박새과							
<i>Parus palustris</i>	쇠박새	Res	3	3	2	8	3.52	24.24
<i>Parus major</i>	박새	Res	6	4	1	11	4.85	33.33
<i>Parus varius</i>	곤줄박이	Res	4			4	1.76	12.12
Family Emberizidae	멧새과							
<i>Emberiza cioides</i>	멧새	Res	3		6	9	3.96	27.27
<i>Emberiza elegans</i>	노랑턱멧새	Res	4			4	1.76	12.12
Family Fringillidae	되새과							
<i>Carduelis sinica</i>	방울새	Res			5	5	2.20	15.15
Family Ploceidae	참새과							
<i>Passer montanus</i>	참새	Res	4			4	1.76	12.12
Family Sturnidae	찌르레기과							
<i>Sturnus cineraceus</i>	찌르레기	SV	1			1	0.44	3.03
Family Oriolidae	피코리과							

(표 IX-1에서 계속)

학 명	국 명	서식형태*	조사지역별 개체수			합계	Do.* (%)	R.A.* (%)
			A	B	C			
<i>Oriolus chinensis</i>	피꼬리	SV(특)	4			4	1.76	12.12
Family Corvidae								
<i>Garrulus glandarius</i>	어치	Res	4			4	1.76	12.12
<i>Pica pica</i>	까치	Res	8	4	3	15	6.61	45.45
소계(종수)			31	13	17	39		
합계(개체수)			114	43	70	227		
종다양도(H')			1.38					
동등한보편종수(eH')			3.99					

※ Do. : Dominance(우점도), R.A : Relative Abundance(상대우점도), SV : Summer Visitor(여름철새), PM : Passage Migrant(나그네새), Res : Resident(텃새), 천 : 천연기념물, 특 : 환경부 지정종

관찰된 종은 텃새가 20종으로 전체의 51.28%를 차지했고, 여름철새가 15종으로 38.46%, 나그네새가 3종으로 7.69%, 겨울철새가 1종으로 2.56%를 차지하는 것으로 나타났다(그림 IX-3).

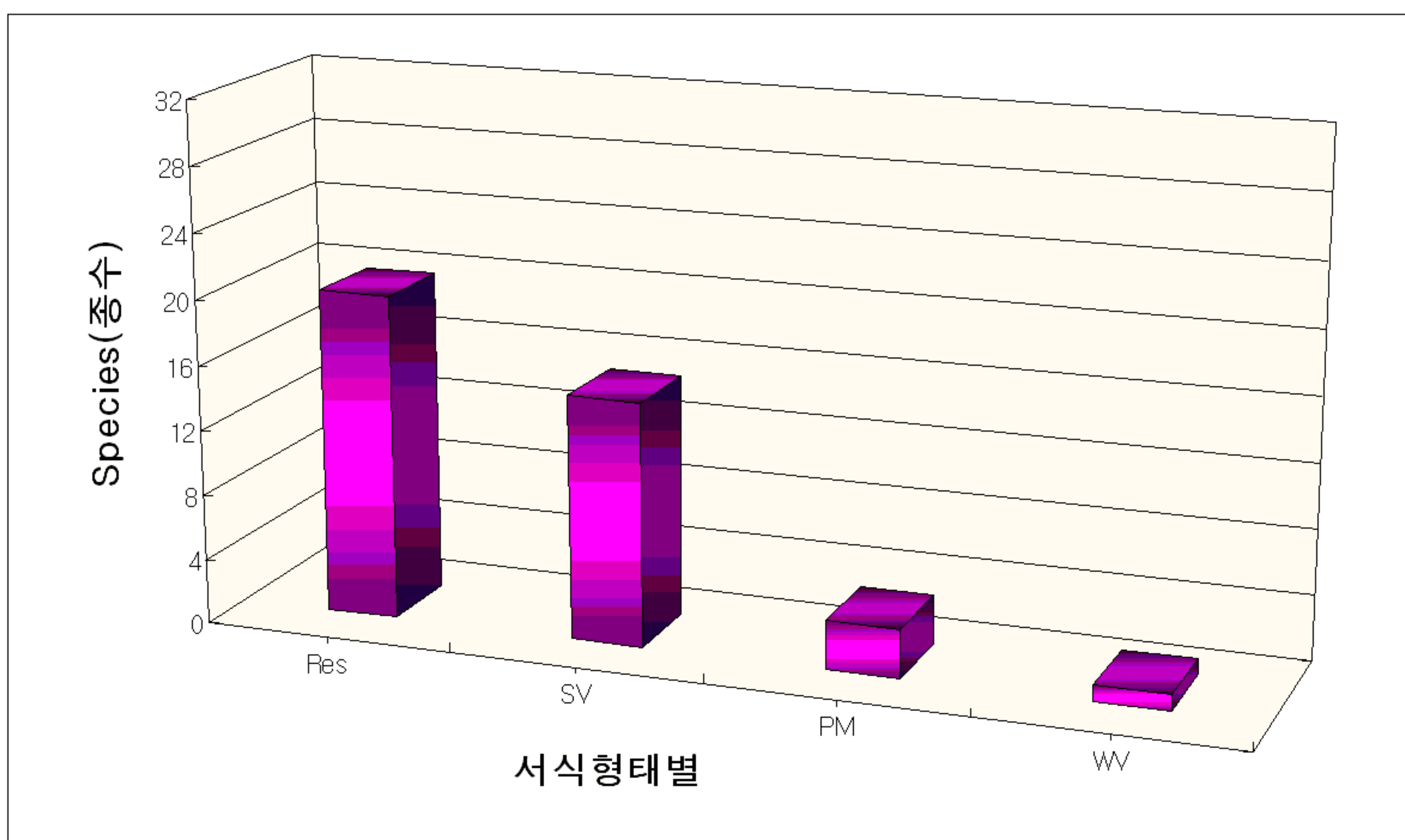


그림 IX-3 관찰된 조류의 서식형태별 종수

2) 목별 개체수 비율

<그림 IX-4>에서 보는 바와 같이, 참새목(73.57%)이 다른 목에 비해 개체수 비율이 높은 것을 볼 수 있었다. 그 다음으로 비둘기목(6.61%), 두견이목(6.61%) 순으로 나타났다.

가. 참새목(Passeriformes)

이 지역에 참새목 조류가 가장 높은 비율을 보인 것은 두웅습지 주변의 대부분이 산이나 논, 밭 등으로 둘러싸여 있는 환경조건과 물새들은 거의 대부분이 겨울철새 혹은 나그네새인 점에 기인되는 것으로 생각된다. 또한, 물새의 대부분은 겨울철새 혹은 나그네새이기 때문에 시기적으로 개체수가 적게 나타난 것으로 생각된다.

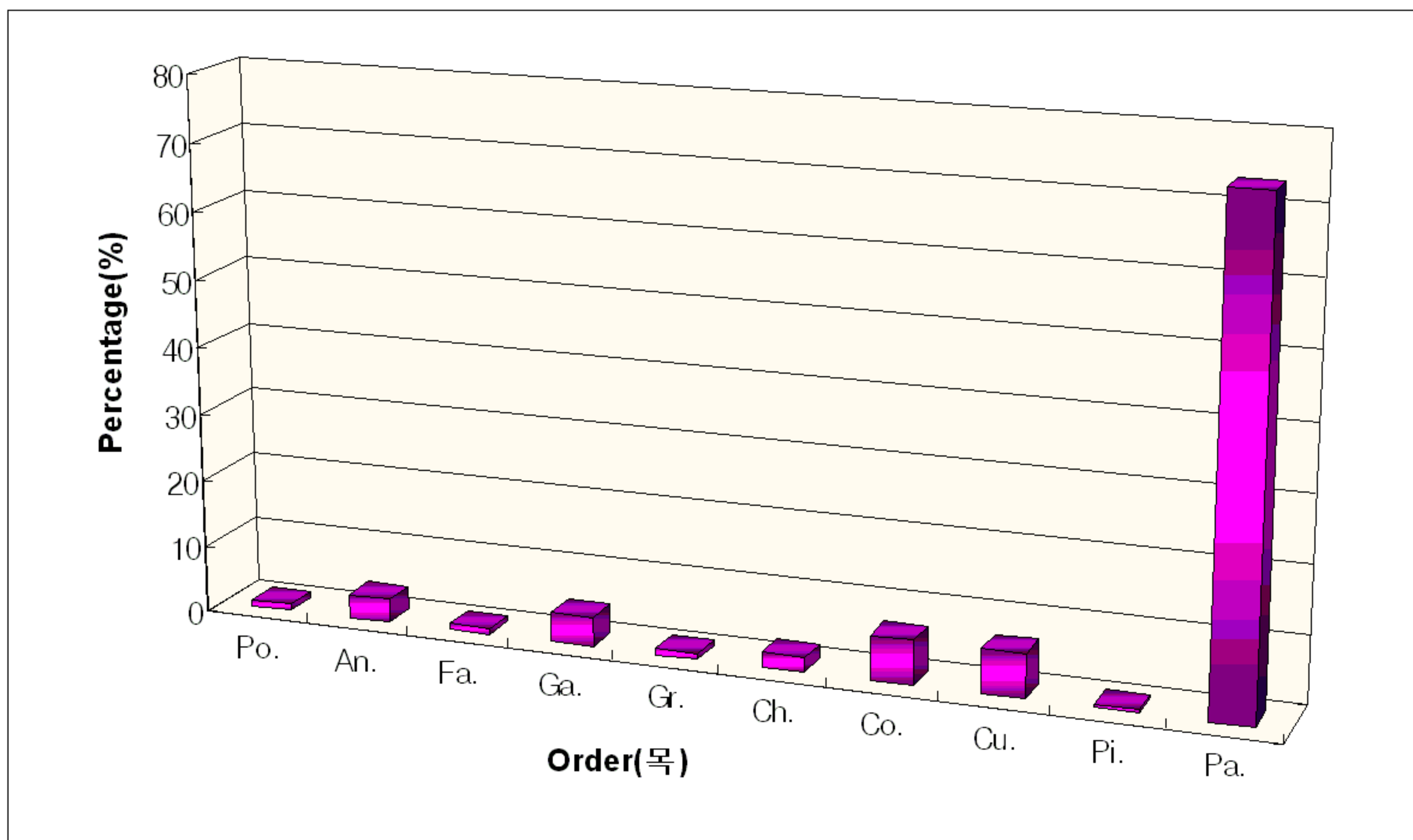


그림 IX-4 관찰된 조류의 목별 개체수 비율

Po. : Podicipediformes(논병아리목), An. : Anseriformes(기러기목), Fa. : Falconiformes(매목), Ga. : Galliformes(닭목), Gr. : Gruiformes(두루미목), Ch. : Charadriiformes(도요목), Co. : Columbiformes(비둘기목), Cu. : Cuculiformes(두견이목), Pi. : Piciformes(딱다구리목), Pa. : Passeriformes(참새목)

나. 비둘기목(Columbiformes)

비둘기목 조류가 참새목 조류 다음으로 많이 관찰된 것은 두웅습지 주변이 논이나 밭, 야산으로 이루어진 자연환경 때문인 것으로 생각된다. 비둘기목은 우리나라

라 전역에서 흔히 볼 수 있는 조류로서, 그 수가 급격히 증가하는 추세에 있는 종이다. 비둘기목에 속하는 조류는 다른 조류에 비해 거의 100%의 번식률을 보이기 때문에, 그 수가 급격하게 증가하는 것으로 생각된다. 또한, 천적, 즉 매(*Falco peregrinus*), 황조롱이(*Falco tinnunculus*) 등과 같은 맹금류의 수가 급격히 감소하고 있어 비둘기목 조류가 기하급수적으로 증가하는 측면도 고려할 수 있다.

다. 두견이목(Cuculiformes)

두견이목 조류가 참새목 조류 다음으로 많이 관찰된 것은 두응습지 주변이 낮은 야산으로 둘러싸여 있어, 두견이목에 속하는 조류가 서식하기에 알맞은 장소라 생각된다. 두견이목에 속하는 조류는 직접 관찰하기보다는 거의 음성으로 종을 확인하였다. 두견이목에 속하는 조류 대부분이 여름철새이며, 환경부 특정종으로 지정하여 보호하고 있다.

3) 과별 개체수 비율

<그림 IX-5>는 참새목 조류를 과로 분류해서 개체수 비율을 비교한 그림으로, 붉은머리아과(19.76%)에 속하는 조류가 가장 높은 개체수 비율을 보였으며, 그 다음으로 박새과(13.77%), 직박구리과(13.77%), 까마귀과(11.38%) 순으로 나타났다.

가. 붉은머리오목눈이과(Panuridae)

붉은머리오목눈이과의 붉은머리오목눈이 *Paradoxornis webbianus*는 개체수비율이 전국적으로 높은 조류로, 번식을 마친 후에는 20마리에서 많게는 300마리 이상이 떼를 지어 다니는 조류이다. 붉은머리오목눈이가 서식하는 지역은 풀숲이나 갈대가 밀집된 곳을 선호하며, 다리가 짧기 때문에 이동거리가 짧은 것이 특징이다. 그렇기 때문에 높게 날지 못하고 낮게 날아다녀 개체수를 파악하기에 다소 무리가 있지만, 소리의 구별이 쉽기 때문에 대략적으로 그 수를 짐작할 수 있다.

나. 박새과(Paridae)

박새과의 박새 *Paus major*, 쇠박새 *Parus palustris*, 곤줄박이 *Parus varius*는 우리나라 전역에서 흔히 볼 수 있는 소형조류이다. 이 조류가 이번 조사에서 가장 많이 관찰된 것은 두응습지 주변의 환경조건에 기인하기 때문이다. 박새과에 속하는 조류는 번식을 마치고 나면, 박새, 쇠박새, 진박새, 곤줄박이가 혼합된 집단을 구성하여 겨울을 나는 것으로 알려져 있다. 박새과에 속하는 조류의 주 먹이는 곤충이나 식물의 씨앗 등으로 주로 야산에서 관찰된다.

다. 직박구리과(Ploceidae)

직박구리과의 직박구리 *Hypsipetes amaurotis*는 전국적으로 그 개체수비율이

높은 조류로서, 이 지역에서 많이 관찰된 점으로 미루어 보아, 직박구리가 선호하는 먹이가 많기 때문으로 생각된다. 다시 말해서, 직박구리는 겨울에는 주로 식물의 열매를 먹고, 여름에는 동물성인 곤충을 잡아먹기 때문에 논이나 밭 등지에서 쉽게 관찰될 수 있다. 또한, 텃새의 대부분은 번식을 마치고 떼를 지어 행동하기 때문에 한 장소에서 많은 수가 관찰될 수 있다. 직박구리의 주 서식지는 높은 산을 제외한 논이나 마을로, 흔하게 관찰될 수 있는 조류이다.

라. 까마귀과(Corvidae)

까마귀과의 까치 *Pica pica*는 전국적으로 개체수비율이 높은 조류로 그 수가 급격히 증가하는 조류중 하나이다. 까치가 급격하게 증가하는 이유는 천적이 없기 때문으로 생각되며, 사람에게 해가 되는 조류로 구별되어 있는 종이기도 하다.

어치 *Garrulus glandarius*는 여러 지역에서 많이 관찰되는 조류이다. 어치는 먹이를 저장하는 조류로서 주로 가을에 많이 관찰되는 조류이다. 어치는 번식지와 서식지가 구별되어 있다. 번식을 마친 어치는 서식지로 이동하기 때문에, 비행하는 어치를 쉽게 관찰할 수 있다. 그렇기 때문에 많은 수가 관찰된 것으로 생각된다.

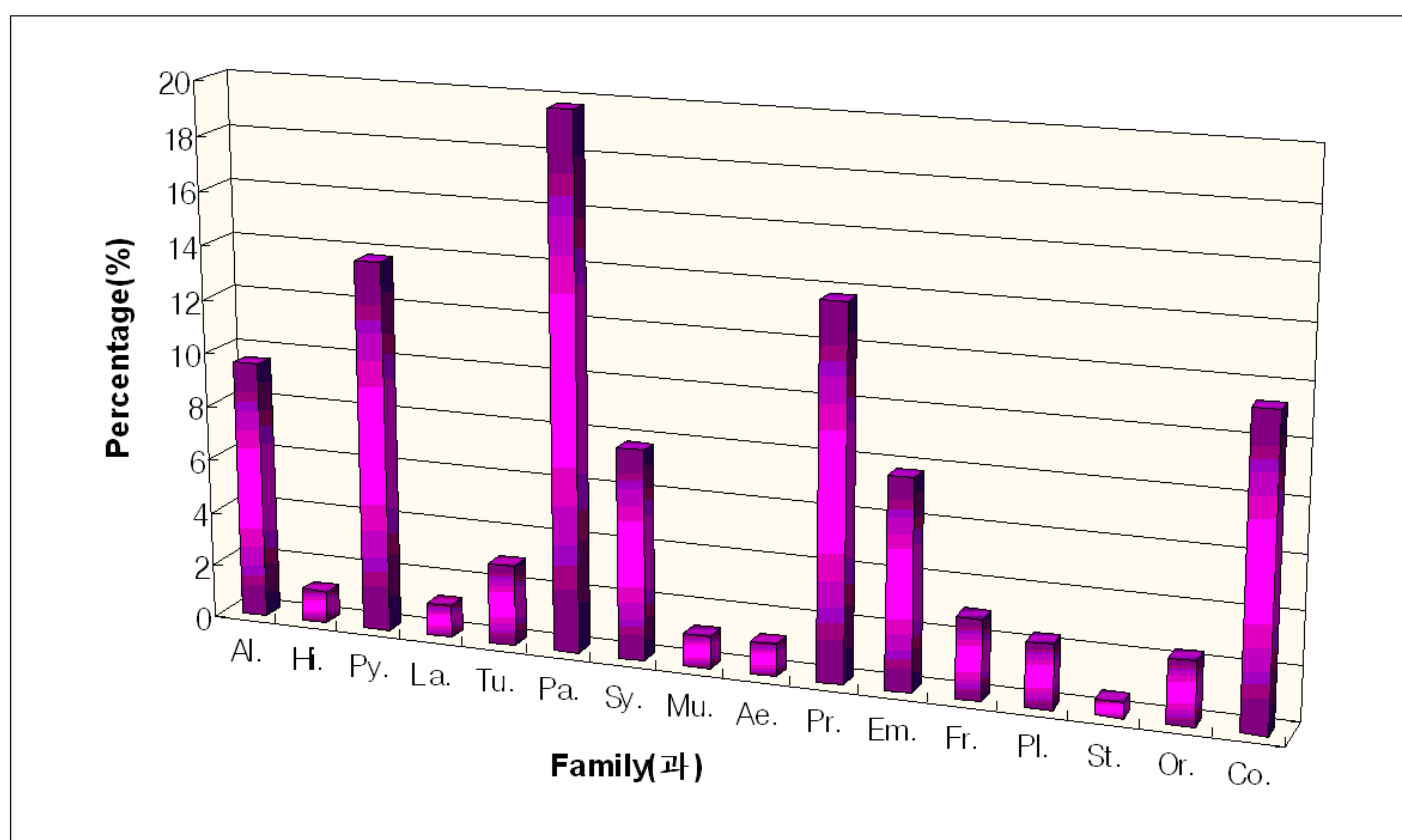


그림 IX-5 참새목 조류의 과별 개체수 비율

Al. : Alaudidae(종다리과), Hi. : Hirundinidae(제비과), Py. : Pycnonotidae(직박구리과), La. : Laniidae(때까치과), Turdidae(지빠귀과), Pa. : Panuridae(붉은머리오목눈이과), Sy. : Sylviidae(휘파람새과), Mu. : Muscicapidae(딱새과), Ae. : Aegithalidae(오목눈이과), Pr. : Paridae(박새과), Em. : Emberizidae(멧새과), Fr. : Fringillidae(되새과), Pl. : Ploceidae(참새과), St. : Sturnidae(찌르레기과), Or. : Oriolidae(피꼬리과), Co. : Corvidae(까마귀과)

3.2. 고찰

이 지역에서 관찰된 논병아리 *Podiceps ruficollis*, 쇠물닭 *Gallinula chloropus*, 종다리 *Alauda arvensis*, 붉은머리오목눈이 등은 사구와 연못 및 그 주변에서 번식하고 있으며, 멧새 *Emberiza cioides*, 때까치 *Lanius bucephalus*, 붉은배새매, 찌꼬리, 직박구리, 파랑새 등도 번식할 가능성이 높다.

논병아리는 두웅습지에서 어미(1쌍)와 새끼(4~5마리)들이 관찰되었고, 그 주변에서는 붉은머리오목눈이의 새끼들이 다수 관찰되었다. 두웅습지와 인접해 있는 냇배골의 습지에서는 쇠물닭(1쌍)의 번식행동이 관찰되었고, 신두리 사구에서는 종다리의 둥지가 2개 관찰되었다. 하나는 둥지틀기가 거의 완성된 단계이었고 다른 하나의 둥지에서는 부화된지 4일정도된 새끼 4마리와 부화되지 않은 알이 한 개 들어 있었다. 신두리 사구는 초본류와 관목류 식생들이 산재해 있고 배수가 잘되는 모래로 되어 있어 감소 추세에 있는 종다리와 멧새의 좋은 번식지로 사료된다. 습지와 사구 주변에는 교목성 식생이 산재해 있어, 붉은배새매, 찌꼬리, 직박구리 등이 번식할 가능성이 높은 것으로 사료된다.

논병아리는 전국의 저수지, 호소, 하천 등에 넓게 서식하며, 아시아, 아프리카, 유럽 등 넓게 분포한다(원 1993). 둥지는 호소, 하천에 서식, 물에 뜬 둥지를 만들며, 한배란수는 3~6개이고 암수가 교대로 20~25일동안 포란한다(順川 1996). 쿼루 쿼루 쿼루 펫 등으로 암수가 듀엣으로 울음소리를 내며, 잠수하여 작은 물고기 등을 채식한다.

쇠물닭은 수변에 적응한 뜬부기의 일종으로 호소, 연못, 논, 하천, 수로 등에 서식하며, 이러한 지역의 환경은 갈대나 부들이 존재한다. 쇠물닭은 이와 같은 정수식물이 서식하는 장소에서 번식하며 포식자로부터 피난처로도 이용한다. 둥지는 주로 수컷이 틀고 산란과 포란용 둥지뿐만 아니라 야간에 새끼를 품는 둥지도 만든다. 경우에 따라서는 세력권내에서 한배의 새끼를 키우는데 5~6개의 둥지를 튼다. 쇠물닭은 폭넓은 환경에 적응했을 뿐만 아니라 다양한 사회형태를 가지고 있다. 번식양식은 기본적으로 1부1처제이지만 여기에 도우미(helper)가 존재하는 경우도 있다. 친자식 또는 형제자매가 관련된 1부다처제나 다부1처제도 있고, 종내탁란, 덩불해오라기에의 종간탁란, 새끼(친자)를 죽이는 일도 관찰되고 있다(原戶鐵 1996). 번식기에는 쌍, 또는 가족단위로 생활하고 겨울에는 무리를 지으며 행동패턴도 상황에 따라 유연하게 대응하고 있다. 번식기에 세력권은 단독 또는 쌍으로 방어하며 침입자에게 부리를 내밀며 접근하여 쫓아낸다. 번식기는 주로 3~8월이며, 이 기간동안에 1~3회 번식을 한다. 이때 제1회째에 태어난 새끼가 세력권내에 머물며 어미의 도우미가 된다. 산란수는 5~8개이지만 하나의 둥지에 20개를 넘는 알이 영국과 일본에서 관찰되었다. 이것은 복수의 암컷에 의한 종내탁란으로 알을 낳은 암컷은 그 둥지에 산란만 하고 포란이나 육추 등은 전혀 관여하지 않는 탁란전문가로서 행동

하는 개체도 다수 존재한다.

종다리는 봄에 초원이나 농경지의 상공에서 지저귀며 이렇게 넓게 트인 장소에서 서식하고 번식한다. 이 종은 2월 후반부터 3월 전반에 번식지로 돌아와 세력권을 확립하고, 4월 중순부터 둥지틀기를 시작하여 1주일정도에 완성한다. 번식에 실패한 경우에는 둥지를 2~3일에 완성한다. 알은 1일에 1개씩 2~5개(평균 3.7개)를 낳는다(中村 1997). 포란은 암컷만이 행하며 10일정도에 부화하고 9~10일 후에 이소한다. 새끼에 대한 급여는 암수가 함께 운반하며, 수컷이 36%, 암컷이 64%로 암컷이 많다.

조사지역에는 번식지(보리밭, 밀밭 등)의 감소로 급속히 감소되고 있는 종다리가 번식하고 있어, 이 종을 보호하기 위해서는 신두리 사구가 보호되어야 할 것으로 생각된다. 또한, 노랑때까치도 사구지역을 중심으로 점재해 있는 아교목에서 둥지를 틀고 번식하는 것으로 생각된다.

이 지역에서 관찰된 붉은배새매는 매목 수리과의 조류로써, 천연기념물 제 323호로 지정하여 보호받고 있는 종이다. 이 종은 구릉과 평지, 개활지의 소림 또는 구릉 사이의 계곡에서 서식 및 번식을 한다. 이 종은 여름철새로 5월 초순에 도래하여 9월에 남하한다. 우리나라 전역에서 번식을 하는 조류이지만, 근래에 와서 농약에 오염된 먹이 및 인해서 크게 줄어들었다. 이 종은 참나무·밤나무·소나무 및 오리나무 등의 나뭇가지에 둥우리를 틀며, Clutch size는 3~4개이다. 암수 함께 포란을 하며, 새끼를 키우는 기간 동안 새끼 먹이의 70%가 개구리이다. 또한, 박새와 붉은머리오목눈이와 같은 소형조류도 잡아 먹인다. 붉은배새매는 한국·중국 등 극동지역에 국한되어 번식하며 동남 아시아에서 월동한다.

이 조사는 단기간에 이루어졌기 때문에 다소 누락된 종이 있다고 생각되며, 조사가 장기적 또는 연중 계절적으로 수행되면 더 많은 종이 관찰될 것으로 생각된다.

4. 결론

4.1. 특기사항

두웅습지는 국내에 많이 분포하는 해안, 하천, 농경지, 산지습지, 고층습원 등의 환경과 매우 다르며, 그 주변의 환경도 특이하기 때문에 이 곳에 서식하는 조류 종도 매우 다르다. 따라서 두웅습지는 계절에 따라 하천가를 선호하는 오리류와 개개비류 또는 교목이 많은 곳에서 서식하는 산림성 조류보다는 다년생초본류나 아교목이 산재한 지역을 선호하는 종다리, 때까치, 멧새 등에게 좋은 번식지이다.

4.2. 제언

두웅습지와 그 주변의 환경은 근래 보리밭, 밀밭 등의 서식지의 감소로 급속히

감소되고 있는 종다리의 좋은 번식지이며, 다년생초본류나 아교목이 점재한 지역역서 번식하는 멧새류, 때까치류 등을 보호하기 위해서는 신두리 사구가 보호되어야 할 것으로 생각된다.

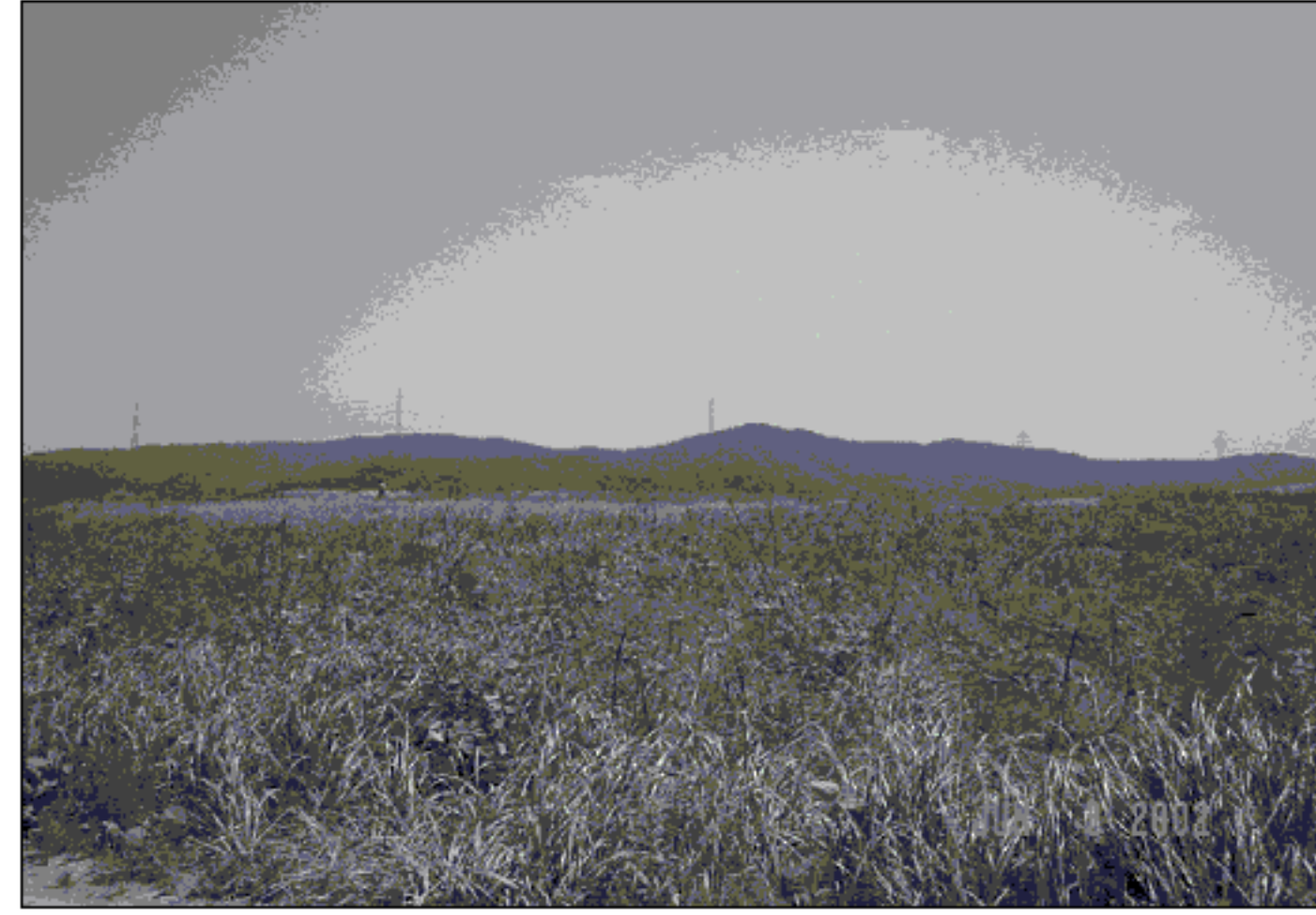
5. 인용문헌

- 김창희. 2001. 조류조사지침. 제2차 자연환경 전국기초조사. pp. 45-59. 환경부. 경기도.
- 부산광역시. 1997. 낙동강 하구지역 “람사협약 습지등록”과 자연생태계조사. 부산광역시. 59p.
- 원병오. 1993. 한국의 조류. 교학사. 서울. 447p.
- 환경부. 1997. 정족산 무제체늪 조사결과 보고서(1차년도). 환경부. 경기도. 133p.
- 환경부. 2001. 제주 물영아리오름 습지보호지역 보전·관리대책 수립. 환경부. 경기도. 165p.
- 順川恒. 1996. カイツブリ目. 日本動物大百科(3). pp. 14-15. 平凡社. 東京.
- 中村浩志. 1997. ヒバリ. 日本動物大百科(4). pp. 69-71. 平凡社. 東京.
- 原戸鐵二郎. 1996. バン. 日本動物大百科(3). pp. 138-139. 平凡社. 東京.

별첨 : 참고 사진



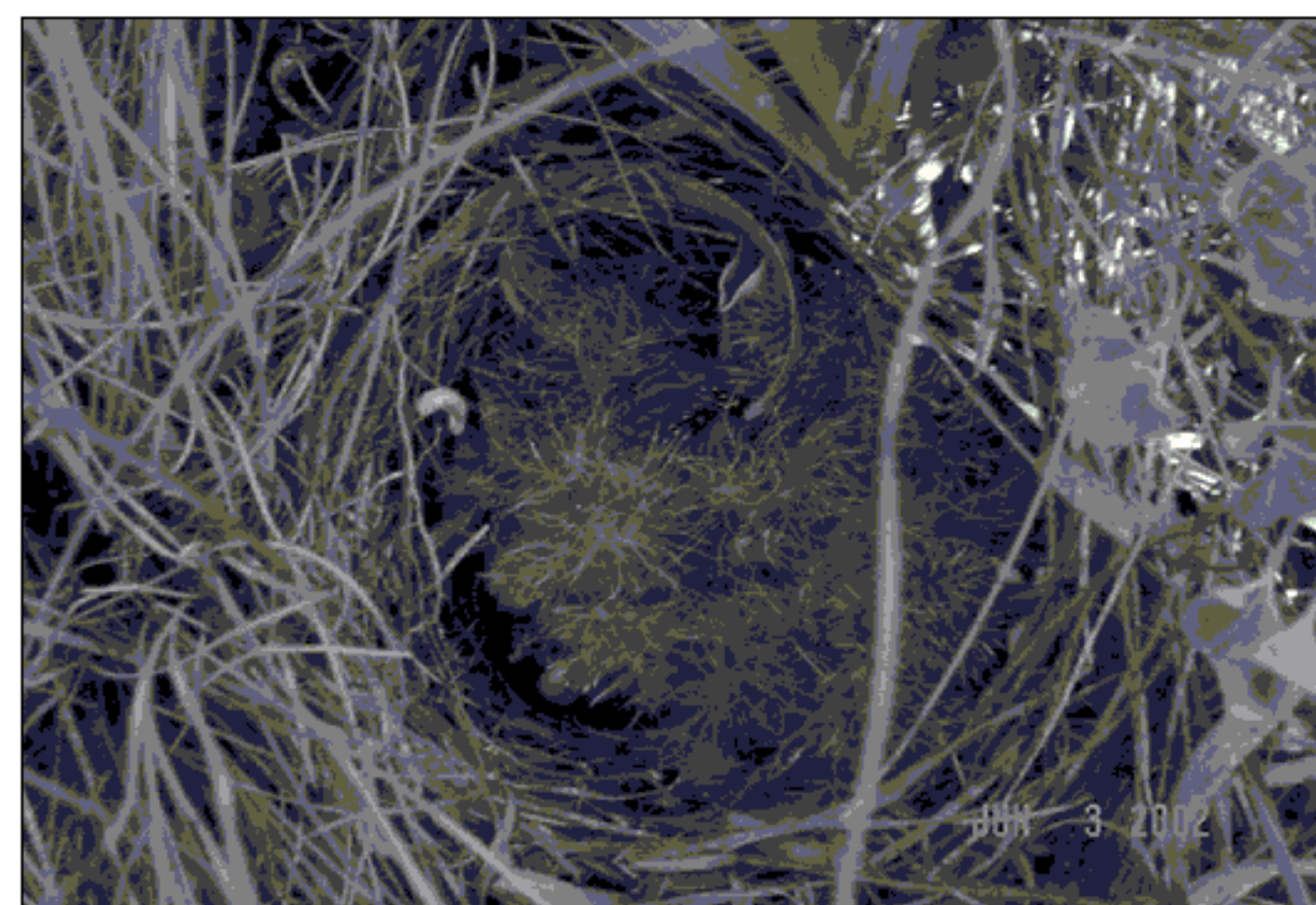
두웅습지 주변



종다리 번식지 및 서식지



두웅습지



종다리 둥지

X. 종합 평가

이인규((전)국립환경연구원 생물다양성센터장)

서종철(국립환경연구원 생태조사단)

1. 분야별 특기사항 및 주요 결과

자연상태의 신두리 사구지대는 식생피복과 지형에 의해 삼림사구지역(forested dune area), 사구초지지역(grassland dune area), 그리고 사구습지지역(wet dune area)으로 구분될 수 있는데, 조사지역은 일시적으로 형성되는 습윤사구저지와 영구적인 사구배후호 등 사구습지가 비교적 넓게 분포한다.

두웅습지 내 수생식물군락은 침수형의 붕어마름군락과 부엽형의 애기마름군락, 수련군락과 정수형의 줄군락, 겨풀군락, 큰고랭이군락, 매자기군락, 갈대군락과 제방식생의 쉼사리군락, 이삭사초군락 등 10개형으로 나타났다. 이들 식생은 수심이 깊은 곳으로부터 제방을 향하여 대상으로 분포를 하고 있었다. 특히 붕어마름군락과 애기마름군락은 두웅습지 면적의 60%를 점유하고 있는 대표적 식생형으로 나타났다. 식물상은 두웅습지와 습지주변에서 207분류군이 발견되었는데, 사구지표식물이 11분류군, 수생식물이 20분류군, 귀화식물이 15분류군으로 구분되었다.

식물플랑크톤 군집은 총 70분류군으로 녹조류(35분류군)가 가장 높게 나타났고, 현존량도 녹조류(68.25%)가 가장 높은 비율을 차지하고 있는 것으로 나타났다.

이 일대의 습지에서 출현한 저서성 대형무척추동물의 총분류군은 49종으로 전체적으로 딱정벌레류가 30.6%, 잠자리류가 26.5%, 노린재류가 14.3%, 파리류가 12.2% 등의 순으로 나타났다. 두웅습지 등에서 출현한 날개날도래(*Molanna moesta* Banks)는 사구배후습지를 특징지을 수 있는 지표종으로 볼 수 있다. 또한 신두사구 일대에서는 명주잠자리의 유충인 개미지옥의 집이 많이 관찰되었으며, 특히 큰조롱박면지벌레가 서식하는 것으로 확인되었다. 최근 신두리 해안사구에 사라져가는 왕소똥구리(*Sacarabaeus typhon*)의 서식이 보고된 바 있었으나 지금은 이 지역에 소의 방목이 전혀 없어서 그 종의 실체를 확인하지 못하였다.

신두사구의 습지에서 5과 7속 9종의 어류가 서식하고 있었으며, 주요 어종은 발견되지 않았다. 전체적으로 어류상이 매우 빈약하였으며, 조사지점별로 우점종도 전혀 다르게 나타났다. 신두사구 지역에서 환경부 법적보호종은 ‘금개구리’, ‘맹꽁이’ 그리고 희소종인 ‘표범장지뱀’ 등 3종이 확인되었다. 신두사구 일대에서 법적보호종인 천연기념물은 1종 (붉은배새매 *Accipiter soloensis*)이었고, 환경부 멸종위기 및 보호종은 관찰되지 않았다. 환경부 제2차 자연환경조사에서 선정한 특정종은 붉은배새매를 포함하여 검은등뺨꾸기 *Cuculus micropterus*, 뺨꾸기 *Cuculus canorus*,

두견 *Cuculus poliocephalus*, 파랑새 *Eurystomus orientalis*, 노랑때까치 *Lanius cristatus*, 개개비사촌 *Cisticola juncidis*, 피꼬리 *Oriolus chinensis*의 8종이 관찰되었으며, 관찰된 대부분의 종은 텃새 또는 여름철새로 우리나라에서 번식하는 종들이었다.

2. 두웅습지 보전을 위한 종합 제언

해안사구의 훼손은 어제 오늘의 일만이 아닐 뿐만 아니라 우리나라에서만 진행되는 일도 아니다. 부분적인 훼손 사례에 집착하기보다는 해안사구가 겪고 있는 문제점들을 냉정하게 파악하여 장기적인 시각에서 해안사구 전체의 기능을 보전하고 향상시킬 수 있도록 대처하는 것이 현명할 것이다. 이를 위해 참여전문가들의 제언들을 종합하여 신두사구와 두웅습지의 보전에 필요한 아래의 몇 가지 사항을 제안한다.

2.1. 지하수위 유지 방안 모색

사구습지의 가장 중요한 기능은 지하수의 함양이다. 지하수는 기온과 강수량, 증발산량이나 식생피복 등 여러 가지 조건에 의해 영향을 받으며, 지하수위의 변화는 곧바로 사구서식생물이나 지형에도 영향을 미치기 때문에, 사구습지와 사구지하수의 수위변동에 대한 조사가 필요하며, 특히 인위적인 취수가 지하수위에 미치는 영향도 시급히 조사되어야 한다.

신두사구지대 내의 지하수량을 일정하게 유지하기 위해서는 가능한 한 물의 소비가 억제되어야 한다. 즉 집수역 안에 있는 논에 물을 관개하는 정도는 문제가 없지만, 현재와 같이 양수기를 동원하여 집수역 이외의 지역까지 물을 대고, 습지와 다소 떨어져 있는 곳이라 하더라도 해수욕장 시설에 사용하기 위해 다량의 물을 취수하는 행위는 제한되어야 한다. 이를 위해서는 광역상수도의 도입이나 사구지대 외곽에 대체용수지를 조성하는 것과 같은 수량유지를 위한 대책이 수반되어야 한다.

2.2. 동·식물 서식공간 및 생태통로의 확보

신두리 해안사구 내에 존재하는 습지는 항시 물이 고여있는 습지와 일시적으로 물을 머금을 수 있는 습지로 구별된다. 산란기에 항시 물이 고여있는 습지 내에 산란한 양서류는 완전히 발생을 마치고 육상으로 진출할 수 있으나, 일시적으로 물이 고여 있는 습지 내에 산란된 알은 물이 마르면 발생도중 죽어 버리는 경우가 생기므로, 두웅습지와 같은 영구적인 습지의 보전과 주변 습지의 확충이 절대적으로 필요하다.

두웅습지와 천연기념물 보호구역을 포함한 사구지대 내의 소규모 습지들은 완

충지역의 수로를 통하여 연결되어 있다. 특히 수로는 수변식생을 대표하는 아교목성의 갯버들과 식피율이 거의 100%의 삿갓사초군락이 덮고 있다. 이곳에는 잠자리류의 탈피각이 많이 발견되고 있어 비가 오면 물이 고이고, 주변 사구지대와 천연기념물지역과 두웅습지가 연결되는 수로(water channel)가 된다. 또한 수로는 그 주변에 관목으로 천이가 진행되는 묵밭과 자연성이 높은 곰솔군락이 분포하고 있어 인근의 차도와 행락객의 소음과 교란으로부터 은폐되고 있다. 그러므로 이들 수로는 수서곤충뿐만 아니라 대형포유류도 안심하고 물을 먹을 수 있는 곳이다.

신두리 사구에서 형성되는 이러한 수로와 일시적 습지는 특히 봄철에 맹꽁이나 금개구리 등 양서류의 이동통로가 되어 물이 부족한 지역으로부터 물이 충분한 두웅습지로 이동할 수 있게 해준다. 그리하여 두웅습지가 양서류의 좋은 산란처가 될 수 있는 것이다. 따라서 이러한 생물의 이동을 고려할 때 두웅습지의 보전이 절대적으로 필요하고, 신두리의 천연기념물지역으로부터 두웅습지에 이르는 수로와 수로 주변도 가능하면 그대로 보전되어야 한다.

그러므로 두웅습지와 천연기념물 지역 내에 있는 습지의 보전은 물론 천연기념물 지역 외에 존재하는 습지도 생물의 번식과 이동에 필요한 서식공간을 제공하고 자 하는 습지통로(wetland corridor)의 개념에서 확보되어야 한다.

2.3. 포괄적인 사구지대 및 사구습지 관리전략의 설정

두웅습지를 포함한 사구습지는 신두사구 전체 지역의 지하수 상태를 반영하는 거울이다. 사구습지는 전술한 바와 같이 사구생태계 유지에 필요한 다양한 기능을 수행하고, 날개날도래나 금개구리 등의 직접적인 서식처이며, 인접주민을 포함한 사구생태계에 영향을 주기도 한다. 또한 반대로 사구습지는 지하수의 사용, 신두사구의 교란과 훼손, 사구사의 반출행위 등에 의해 영향을 받기도 한다. 특히 모래의 높은 투수성 때문에 사구의 지하수위는 취수행위에 의해 민감하게 영향을 받으며, 사구사의 반출이나 절개지로 인한 지하수위 하강에도 크게 영향을 받는다. 방파제 축조나 전사구 지역에서의 건축행위 등도 사구의 지하수위에 직접적으로 영향을 주지는 않지만, 신두리 해안사구지대와 전면 해빈 상호간의 모래 교환에 불균형을 초래함으로써 해빈과 해안사구지대 모두에 심각한 변형을 일으키고 연속적으로 사구지하수에 영향을 주게 될 것이다.

따라서 습지와 습지 주변뿐만 아니라 사구지대 전체에서의 훼손·교란 행위는 행위에 따른 영향이 평가된 후 실시되어야 한다. 현재 이루어지고 있는 훼손 현황을 정확히 파악하고 훼손의 원인을 분석하여 더 이상의 훼손이 일어나지 않도록 예방하는 것도 시급하다. 또한 해안사구는 물리적인 외관상의 변화에 의해서 훼손되기도 하지만 주변 환경의 변화에 의해 눈에 보이지 않게 서서히 진행되기도 하기 때문에, 주기적인 감시체계를 구축하는 것도 절실히 요구된다.

2.4. 개발에 따른 외부 유입종의 관리

사구지역은 변화에 민감한 지역인 만큼 인위적인 변화를 유발하는 행위에 대한 자제가 필요하다. 예를 들어, 도로건설을 위해 외부의 토양이 반입되면 모래와는 이질적인 토양으로 인해 경관을 해칠 뿐만 아니라 토양 내에 포함되어 있던 매토종자들이 발아하여 달맞이꽃과 바랭이, 쑥과 같은 귀화종과 외래사구종이 급속도로 증식함으로써 사구지역의 고유생태계를 교란시킬 수 있다. 습지주변의 식생을 제외하고 완충지역의 사구식생을 보면 점차적으로 달맞이꽃 등과 같은 건조에 강한 외래종이 우점하고 있다. 일단 사구지대로 유입된 종들은 사구지대의 안정화와 사구지대의 지하수위 저하 등과 연계되어 사구고유종을 밀어내고 점차 우점종으로 자리잡고 있다. 즉 지하수위가 낮아져 뿌리가 얇은 식물은 수분부족에 시달려 그 개체수가 감소하고 달맞이꽃과 같은 뿌리가 깊은 식물이 우점하는 것으로 판단된다. 지금보다 더 지하수를 사용하면 앞으로 뿌리가 짧은 사구토종식물은 사라지고 뿌리가 길고, 건조에 강한 중성식물이 우점할 것으로 판단된다. 따라서 사구지역에서 자연식생의 유지를 위해서는 지하수 사용총량의 한계치를 설정하여 적절히 통제되어야 하고, 외래종의 유입에 대해 사구생태계를 보호하기 위해서는 더 이상의 종자유입이 억제되어야 하며, 도입된 외래종을 순차적으로 제거하는 것이 필요하다.

2.5. 생태농법 도입 등 습지주변 토지이용 합리화

두웅습지 주변은 사구로 되어 있어 다른 지역보다 농경지가 적다. 따라서 두웅습지의 안과 밖에서 과도한 농경과 이에 따른 농약의 사용과 토양의 유실 등이 예상된다. 이를 막기 위해서는 가능하면 이곳에서는 생태농법을 도입하여 농약의 사용량을 줄여야 할 것이다. 조사기간 중에도 논과 습지 주변에서 농약사용으로 죽은 어류와 양서류가 다량으로 목격되었으며, 이러한 농약성분은 습지로 유입되어 습지에 살고있는 동식물에게도 영향을 미칠 것으로 판단되었다.

하지만, 농경행위 자체는 유지되어야 한다. 두웅습지와 녕배골습지의 집수역 내에는 논 경작지가 계곡주변에 분포하고 있는데, 이러한 논은 수심이 얇은 곳에서 서식하는 양서류의 산란처로 이용되므로 지속적으로 농경행위가 유지되어야 한다. 다만, 전술한 밭의 농경법과 같이 농약의 사용을 가급적 줄이는 생태농법이 도입되어야 한다. 그리고 논은 주변에서 유입되는 토사나 기타 오염물질을 정화할 수 있는 완충지대로서 중요하므로 이를 지속적으로 관리할 필요가 있다.

2.6. 사구습지의 기능 파악을 위한 과학적 연구 필요

이번 조사를 통해 밝혀진 사구습지의 특성은 사구습지의 중요성에 비해 아주 미미한 수준에 불과하다. 가장 중요한 지하수 변동과 관련된 것조차 조사되지 못했고, 해안사구지대의 퇴적환경과 관련된 사구전면의 해빈과 연근해에서의 퇴적물수지에 대한 정확한 조사도 필요하다. 또한 사구습지를 기반으로 살아가는 특정종들

의 행태나 생리적 특성, 그리고 어류나 양서류와 같이 각각의 습지별로 분리되어 나타나는 종의 집단화 현상 등 아직까지 밝혀내야 할 문제들이 산적해 있다. 따라서, 지속적인 연구를 통해 과학적 사실들을 밝혀내는 것이 사구와 사구습지의 보전을 위해 필요하다.

2.7. 사구습지 보전을 위한 범위설정

각 분야의 조사결과와 제언을 통해 두웅습지를 비롯한 사구습지를 보전하기 위해서는 1)절대적 보존이 필요하고 개발이 철저히 억제되어야 할 핵심지역과 2)핵심지역의 생태계가 유지되기 위해 필요한 최소한의 완충지역, 그리고 3)핵심지역을 포함한 사구지역 생태계의 안정화를 위해 필요하며 사구습지와 습지생태계에 영향을 미칠 수 있다고 판단되는 영향지역으로 구분하였다(그림 X-1).

핵심지역은 두웅습지와 냉배골습지, 그리고 두 습지에 직접적으로 영향을 미치거나 인공시설물로 인한 파편화가 이루어지지 않는 부분으로 선정하였으며, 1)자연상태의 사구배후습지로서의 희소성과 2)지하수 유지 및 공급 기능, 3)금개구리, 아무르산개구리, 맹꽁이와 같은 희귀양서류와 사구습지의 특징종으로 판단되는 날개날도래의 서식·산란처라는 점이 크게 고려되었다.

완충지역은 사구지대 곳곳에 산재하는 사구습지와 핵심지역인 사구배후습지의 생태를 연결하는 생태축의 개념에 의해 선정되었으며, 이곳에 포함된 습지들은 두웅습지나 냉배골습지와 마찬가지로 밀도는 낮지만 금개구리나 맹꽁이 등의 양서류의 서식처로 이용되고 있다.

영향지역은 사구습지에 직접적인 영향을 미치지 않더라도, 사구지대와 사구습지에 간접적으로 영향을 줄 수 있다고 판단되는 지역을 설정하였으며, 사구지대의 건조생태계와 사구습지의 습지생태계가 상호작용에 의해 연계되어 있음을 상징한다.

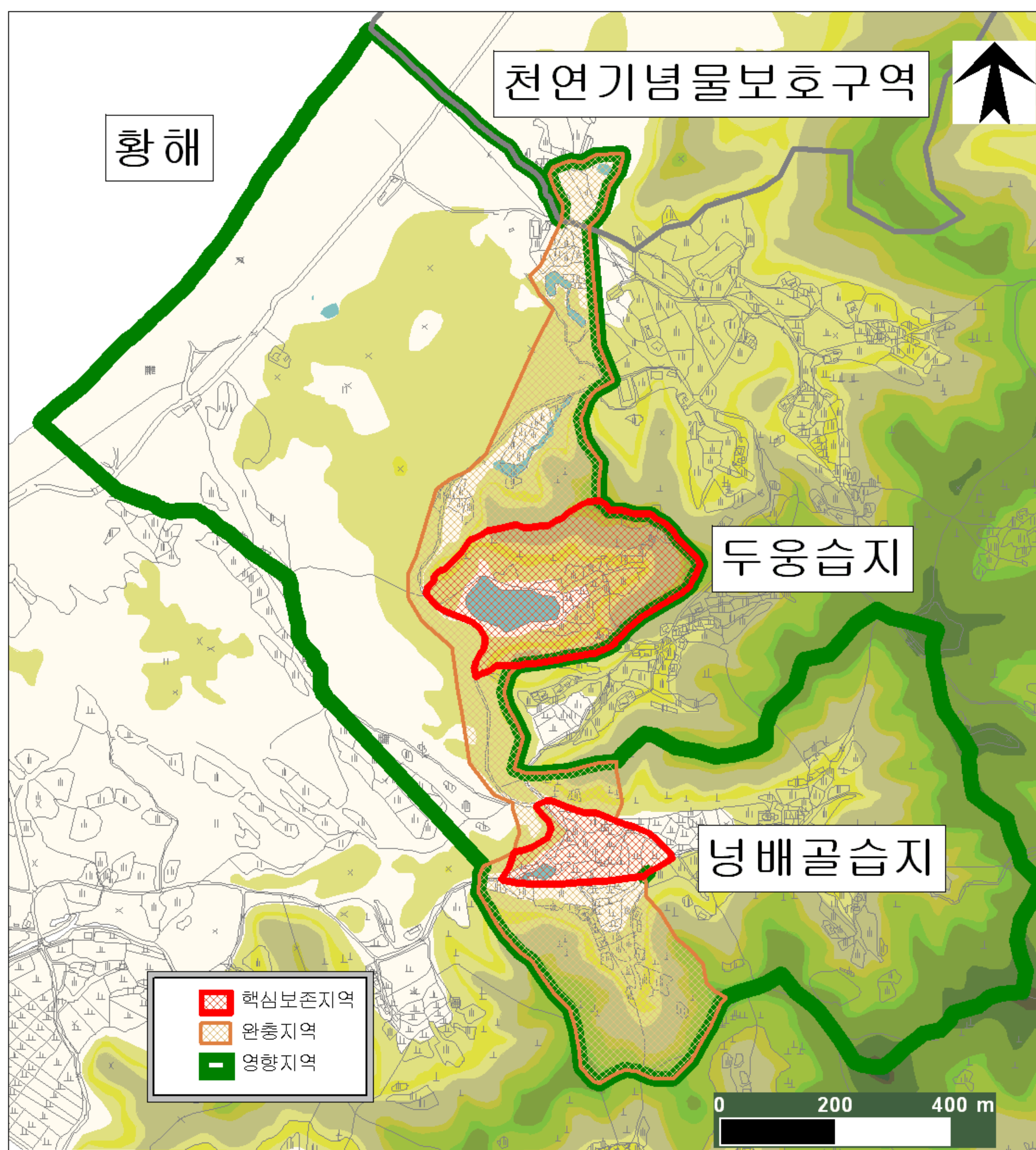


그림 X-1. 두웅습지와 인접 습지의 범역 설정