韓國環境復元技術學會誌 15(4) : 61～80(2012)
J. Korean Env. Res. Tech. 15(4) : 61～80(2012)

남한강 비내늪의 공사전후 관속식물상과 생태적 특성*

유주한[1] · 안영섭[2] · 이철희[3]

[1] 동국대학교 조경학과 · [2] 국립원예특작과학원 약용작물과 · [3] 충북대학교 원예과학과

Flora and Ecological Characteristics Before and After Construction of the Binae Marsh, Namhan River*

You, Ju-Han[1] · Ahn, Young-Sup[2] and Lee, Cheol-Hee[3]

[1] Department of Landscape Architecture, Dongguk University,
[2] Department of Herbal Crop Research, National Institute of Horticultural & Herbal Science,
[3] Department of Horticultural Science, Chungbuk National University.

ABSTRACT

This study is to offer the basic data for restoration and conservation of wetland ecosystem by surveying and analysing the flora distributed in the Binae marsh, Namhan River, Chungju-si. The flora in the Binae marsh were verified 204 taxa including 48 families, 152 genera, 179 species, 23 varieties and 2 forms. In flora, pteridophyta were 2 taxa including 1 family, 1 genus and 2 species, among angiospermae, dicotyledonae were 153 taxa including 37 families, 110 genera, 138 species, 13 varieties and 2 forms and monocotyledonae were 49 taxa including 10 families, 41 genera, 39 species and 10 varieties. In the result of classifying the life form of flora, megaphanerophytes (M), nanophanerophytes (N) and chamaiphytes (Ch) were each 9 taxa (4.4%), 37 taxa (18.1%) of hemicryptophytes (H), 19 taxa (9.3%) of geophytes (G), 97 taxa (47.6%) of therophytes (Th) and 24 taxa (11.8%) of hydrophytes (HH). The rare plant designated by Korea Forest Service was 1 taxa (*Aristolochia contorta*), and the endemic plant was 1 taxa (*Salix koriyanagi*) too. The specific plants by floristic region were 6 taxa.

* 본 연구는 농촌진흥청 "주요 강 유역 생태적응 약용식물조사 및 약초체험공원 적용 기술 연구"에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

First author : You, Ju-Han, Department of Landscape Architecture, Dongguk University,
Tel : +82-54-770-2230, E-mail : youjh@dongguk.ac.kr
Corresponding author : Lee, Cheol-Hee, Department of Horticultural Science, Chungbuk National University,
Tel : +82-43-261-2526, E-mail : leech@chungbuk.ac.kr
Received : 30 April, 2012. **Revised** : 15 June, 2012. **Accepted** : 10 July, 2012.

From among these, the species of degree I were 5 taxa including *Salix chaenomeloides*, *Aristolochia contorta*, *Artemisia selengensis*, *Cirsium pendulum* and *Vallisneria natans*, and degree III was 1 taxa including *Alisma orientale*. The naturalized plants were 45 taxa and the invasive alien plants were 3 taxa including *Sicyos angulatus*, *Ambrosia artemisiifolia* and *Ambrosia trifida*. The naturalized index (NI) was about 22.1%, 16.1% of urbanized index (UI) and 27.3% of disturbed index (DI). The extinct species by construction were 17 taxa including *Persicaria sagittata*, *Typha orientalis*, *Zizania latifolia* and so forth. The new-occured species were 14 taxa including *Brassica juncea*, *Thlaspi arvense*, *Carduus crispus* and so forth. The important species among the extinct species were *Aristolochia contorta*, *Alisma orientale* and *Vallisneria natans*.

Key Words : *Life form, Hydrophyte, Wetland, Invasive Alien Plant, Naturalized Plant.*

I. 서 론

습지는 일반적 또는 특수한 특징의 조합체로서 현존하는 생물종, 수문, 기질속성을 나타내는 생물, 화학, 물리적 특성을 포함하며, 습지구조는 식생, 토양형태와 같은 생물적, 무생물적 연결체로 정의된다(Turner et al., 2000). 또한 습지는 가장 생산성이 높은 생태계 중 하나로서 수많은 조류, 포유류, 어류, 양서류 등이 습지의 물과 식생에 의존하며, 홍수감소, 깨끗한 물의 공급, 미적 아름다움, 교육 및 휴양기능, 온실가스 흡수원과 같은 생태계 서비스를 인간에게 직·간접적으로 제공한다(Hsu et al., 2011).

따라서 습지는 환경생태적, 공익적 기능과 역할을 가지고 있어 매우 중요한 생태 지역 중 하나이다. 그러나 습지는 버려진 땅 또는 쓸모 없는 땅으로 인식한 나머지 가용부지 확보를 위한 매립 및 개발대상이 되어 많은 습지가 소멸되었거나 변형되어 생태적 가치를 상실하였다. 특히 우리나라는 산업화 과정에서 많은 습지가 농경지, 간척지 등으로 매립되었으며, 습지보전법 상 지정된 습지보호지역 이외의 기타 습지는 개발의 위험에 노출되어 있다(방상원 등, 2011).

우리나라에는 수많은 습지들이 산지, 하천, 연안 등에 형성되어 있으며, 그 중 하천 주변에도 많은 습지가 존재하는데 하천습지는 하천지형경관을 형성하는 중요 요소 중 하나이다. 이러한 하천습지는 하도의 홍수터에서 발생하는 수위변동 구간으로 수생 영역과 육상 영역이 공존하는 생태적 추이대이며, 건강한 하천생태계를 유지하는 매우 중요한 지역이다(전승훈, 2011). 특히 하천습지에서 매우 중요한 요소가 식생인데 이는 하천의 홍수조절 및 수질개선과 함께 수중 및 육상생물의 서식처, 생태연결통로, 먹이공급원 등의 중요 역할을 한다(여운상 등, 2008). 그러나 식생은 하천의 직강화, 하도정비작업, 제방공사 등과 같은 하천 정비사업으로 인해 소멸과 재생이 반복되어 많은 교란을 받고 있다.

최근 우리나라는 4대강 살리기 사업이라는 국책사업을 추진하였으며, 최근 완공되어 시각적 및 이용적 측면에서 하천의 모습이 변화되었다. 4대강 살리기는 2009년 6월 8일 4대강 살리기 프로젝트 마스터플랜이 확정되었으며, 풍부한 수자원 확보, 홍수예방, 수질개선과 생태복원, 주민생활과 여가를 위한 다기능 복합공간 마련이라는 핵심과제를 가지고 있다(전영상 · 현근, 2011). 그러나 긍정적 측면도 있지만 단기간의 계획과 시공으로 인한 생태적 문제점의 발생이라는 부정적 측면도 제기되고 있다.

4대강 살리기 사업에 포함되어 있는 비내늪은

한강 살리기 공구 중 7공구에 해당되는 비내섬 지구로서 자전거도로, 하도정비구간, 생태하천 조성 등이 계획되어 있고 공사가 거의 완공단계에 있다. 그러나 자연하천은 인공적인 압력이 가해졌을 때 매우 심각한 환경교란과 훼손이 유발될 수 있으므로 충분한 생태계 조사와 분석을 통해 기초자료를 확보하는 것이 필요하다. 이러한 측면에서 비내늪이 포함된 남한강에 대한 생태계 조사 중 식생 및 식물상과 관련된 연구동향을 살펴보면, 초지식생(김병우 등, 2002), 식생분포와 진단(명현 등, 2002), 강변습지 식생과 토양(김병우 등, 2003), 육상식물과 토양(명현, 2009) 등이 수행되었으나 비내늪에 대한 연구는 전무한 상태이다. 따라서 비내늪의 지속가능한 보전과 함께 4대강 살리기 후 건전한 유지관리와 복원전략 수립을 위해서는 습지에 분포하는 식물상에 대한 기초 정보를 확보하는 것이 매우 중요한 작업이라고 생각된다.

따라서 본 연구는 충주시 남한강의 비내늪에 분포하는 있는 관속식물상에 대해 종 조성, 생태적 중요종, 귀화식물, 생태계교란야생식물 등의 주요 특징에 따라 그 속성을 해석하고 분석함으로서 향후 비내늪의 복원과 보전을 위한 기초자료 제공에 목적이 있다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상지

비내늪은 충청북도 충주시 앙성면 조천리에 위치하며, 위치좌표는 북위 37°06′01″~37°06′56″, 동경 127°48′21″~127°49′15″에 입지해 있고 면적은 678,000m^2, 해발은 49~56m이다. 비내늪은 남동방향으로 형성되어 있고 유입구는 남한강 상류쪽으로 개방되어 있으며, 유출구는 확인할 수 없었다. 비내늪은 주로 초지대가 형성되어 있으며, 모래와 자갈이 대부분이고 습지 주변으로 점토질의 토양이 존재하였다.

기후개황은 연평균기온 11.5℃, 평균최고기온 17.2℃, 최고극값 35.1℃, 평균최저기온 6.5℃, 최저극값 -21.4℃, 총강수량 1212.3mm, 평균상대습도 68%, 평균풍속 1.5m/s로 나타났으며, 한서의 차이가 심한 내륙성 기후를 형성하고 있다(기상청, 2010).

비내늪은 현재 철새도래지로 지정되어 있어 다양한 철새가 계절별로 출현하는 생태적 중요지역이며, 수변으로 다양한 수생식물, 습생식물, 버드나무속 군락이 존재하고 있어 하천습지의 전형적인 모습을 하고 있다. 그러나 비내늪은 주변 도로에서부터 접근이 용이하고 내부에 많은 동선이 형성되어 자동차 출입이 빈번하게 이루어지며, 낚시터로도 활용되어 인위적 간섭이 심한 지역이다. 또한 비내늪은 미군 헬기 비상착륙장으로 활용되어 군사작전지역으로도 이용되고 있어 상당한 환경압력과 교란이 발생되기 때문에 보전이 시급한 지역이다.

2. 연구방법

비내늪의 연구기간은 2010년 5월, 6월, 8월, 9월, 10월, 2011년 5월, 7월, 8월에 걸쳐 수행하였으며, 조사경로는 Figure 1과 같다. 조사는 3개 경로를 선정하여 수행하였는데 A경로는 비내늪 중앙 지역으로 건생초지대, 모래와 자갈로 이루어진 저지대, 웅덩이, 사주, 식생가장자리를 대상으로 하였다. B경로는 비내늪과 남한강이 접한 지역으로 수변가장자리, 모래지대, 식생내부, 유수지역 등을 조사하였으며, C경로는 비내늪의 하부지역으로 주변에 농경지가 많이 위치하였고 습생초지대, 식생내부와 가장자리, 수변가장자리, 소하천 유입구, 농로 등을 대상으로 하였다.

식물조사는 현장조사를 원칙으로 하였으며, 조사경로에 출현하는 모든 식물을 대상으로 종목록을 작성하였다. 식물의 동정은 이우철(1996), 이창복(2003) 및 이영로(2006)의 문헌을 토대로 동정을 실시하였으며, 현지에서 동정이 불가능한 종은 채집 후 문헌과 채집품과의 상호 비교를 통해 동정하였다. 일부 수생식물은 육안 관찰이 불

가능하기 때문에 갈고리를 이용하여 채집 후 조사하였다.

식물의 국명과 학명은 국가표준식물목록(국립수목원 · 한국식물분류학회, 2007)에 준하여 사용하였으며, 분류군 배열은 Engler(Melchior, 1964)의 체계에 따랐고 과내 학명은 알파벳 순으로 작성하였다.

식물의 생활형은 Raunkiaer(1934)가 제시한 생활형 스펙트럼에 따라 교목(M : megaphanerophytes), 관목(N : nanophanerophytes), 지표식물(Ch : chamaiphytes), 반지중식물(H : hemicryptophytes), 지중식물(G : geophytes), 일년생식물(Th : therophytes), 수생식물(HH : hydrophytes)로 분류하였다. 생태적 중요종의 경우 희귀식물과 특산식물은 국가생물종지식정보시스템(http : //www.nature.go.kr)을 활용하였으며, 식물구계학적 특정식물은 환경부(2006)의 자료를 사용하였다.

귀화식물은 박수현(2009)의 문헌을 토대로 동정 및 분류하였으며, 귀화식물의 속성정보는 이유미 등(2011)의 자료를, 생태계교란야생식물은 환경부(2009)의 자료를 사용하였다. 또한 비내늪 내부에서 생육하는 귀화식물의 분포형태 및 정보를 획득하기 위해 2m×2m의 방형구 7개소를 설치하여 출현종수, 귀화식물종수, 생태계교란야생식물종수를 조사하였다. 또한 귀화식물의 정량적 해석을 위해 귀화율(NI : Naturalized Index), 도시화지수(UI : Urbanized Index) 및 교란율(DI : Disturbed Index)를 산출하였으며, 도시화지수는 남한내 귀화식물 279분류군, 교란율은 생태계교란야생식물 11분류군을 기준으로 하였다(임양재 · 전의식, 1980; 오현경 등, 2011).

비내늪은 한강 살리기 공구에 포함되어 있어 공사로 인한 식물상의 변화추이, 소멸종 등을 조사 및 분석하여 환경에 따른 영향과 그에 대한 대책방안을 제안하였다. 또한 공사 전과 후의 식물상 조사의 객관성 유지를 위해 조사경로는 동일하게 설정하였다.

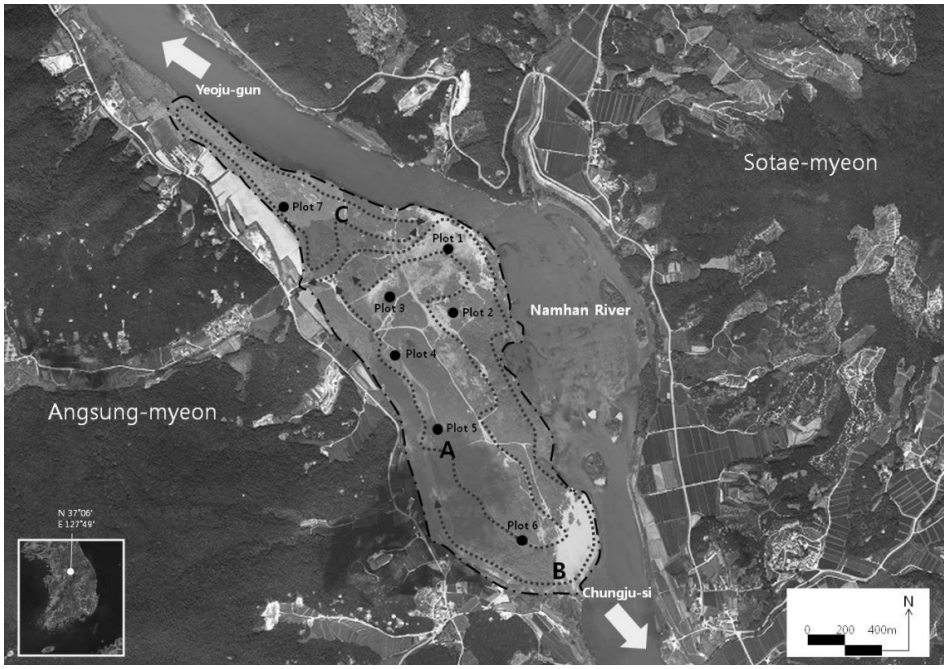

Figure 1. The map of survey route in the Binae marsh.
(Source : http : //map.naver.com)

III. 결과 및 고찰

1. 종 조성

비내늪에서 확인된 관속식물은 48과 152속 179종 23변종 2품종 등 총 204분류군으로 확인되었으며, 양치식물문은 1과 1속 2종 등 2분류군, 피자식물문 중 쌍자엽식물강은 37과 110속 138종 13변종 2품종 등 153분류군, 단자엽식물강은 10과 41속 39종 10변종 등 49분류군으로 조사되었다(Table 1).

분포 식물상에서 분류군수가 가장 많은 상위 5개 과를 살펴보면, 국화과가 35분류군으로 가장 많았으며, 그 다음이 벼과 28분류군, 콩과 15분류군, 십자화과 10분류군, 꿀풀과 9분류군 등의 순으로 확인되었다.

본 지역과 남한강 내 타 지역과의 식물분류군수를 비교해보면, 비내늪과 인접한 거리에 있는 조대늪의 경우 228분류군(명현, 2002), 남한강 강변 식물상은 268분류군(김병삼, 2003)으로 나타나 비내늪이 타 지역에 비해 식물분류군수가 적은 것을 확인할 수 있었다. 남한강 강변의 경우 조사면적 규모의 차이에 의한 것으로 생각된다. 또한 조대늪의 경우 습지 면적이 넓고 수량이 풍부한 반면, 비내늪은 습지 면적보다는 자갈과 모래지대 등 일부 건조한 지역이 상당수 포함되어 나타난 결과라고 판단된다.

비내늪의 수변 전역에서는 갯버들, 버드나무, 선버들이 대군락을 형성하고 있었으며, 왕버들, 개키버들, 눈갯버들이 점상 또는 불규칙적으로 소군락을 이루고 있었다. 남한강과 인접한 수변의 경우 갈풀, 물억새, 달뿌리풀, 고마리, 뚜껑덩굴, 개갓냉이, 물피, 이삭사초 등이 분포하고 있었다.

자갈과 모래가 혼합된 저지대에서는 물억새, 갈풀, 쇠뜨기, 참새귀리, 매듭풀, 깨풀, 개여뀌, 벼룩이자리, 애기똥풀, 중국굴피나무 등이 산재된 형태를 하고 있었다. 이 중 중국굴피나무는 발아력과 환경적응력이 좋기 때문에 하천이나 습지에 적응을 잘하여 주변 생태계를 교란한다(http：//www. forest.go.kr). 본 지역에서는 중국굴피나무가 남한강과 인접한 저지대에서 6개체가 확인되었는데 수고가 약 3～4m, 수관폭은 약 2～3m 정도였으며, 생육상태는 양호하였다. 현재 발생원인은 확인할 수 없으나 상류에서 종자가 유입된 것으로 추정되며, 과거 남한강 주변 식물상의 경우 중국굴피나무가 없는 것으로 나타났다(명현, 2002; 이미정 등, 2002; 김병삼, 2003). 따라서 본 연구 중 발견된 중국굴피나무는 근래에 발생된 것으로 생각되며, 향후 남한강 하천식생과 주변 생태계의 건전성을 유지하기 위해서는 이들의 제거가 필요할 것이다.

비내늪 및 소규모 웅덩이의 경우 박하, 고마리, 미꾸리낚시, 여뀌, 석잠풀, 큰물칭개나물, 개발나물, 질경이택사, 부처꽃, 마름, 한련초, 갈대, 줄, 검정말, 부들 등이 생육하고 있었으며, 저지대 습지의 경우 물방동사니, 도루박이, 띠, 갈풀, 달뿌리풀, 골풀, 사마귀풀, 큰엉겅퀴, 민솜방망이 등이 관찰되었다. 특이한 군락은 발견되지 않았다.

Table 1. The number of taxa in the Binae marsh by taxonomic levels.

Class	Family	Genus	Species	Variety	Forms
Pteridophyta	1	1	2	-	-
Angiospermae					
Dicotyledonae	37	110	138	13	2
Monocotyledonae	10	41	39	10	-
Total	48	152	179	23	2

2. 생활형

비내늪에 분포하는 식물상의 생활형을 분류한 결과, 교목(M) · 관목(N) · 지표식물(Ch)은 각 9분류군(4.4%), 반지중식물(H)은 37분류군(18.1%), 지중식물(G)은 19분류군(9.3%), 일년생식물(Th)은 97분류군(47.6%), 수생식물(HH)은 24분류군(11.8%)으로 나타났다(Table 2).

생활형 중 일년생식물이 가장 많은 것으로 분석되었는데 이를 남한 내 일년생식물 19.0%(임양재 등, 1982)와 비교해 보면, 약 2.5배 많은 것으로 확인되었다. 즉, 일년생식물이 많다는 것은 환경의 잦은 교란과 변화가 심한 지역에 적응이 강한 일년생식물이 출현빈도가 높다는 것을 의미한다(유주한, 2010). 따라서 비내늪에서 일년생식물이 많다는 것은 남한강 수역에 위치하고 있어 홍수 및 갈수기 등과 같은 지속적인 유량변화에 민감한 지역이라고 할 수 있다.

수생식물은 여뀌, 미꾸리낚시, 고마리, 개구리자리, 마름, 미나리, 개발나물, 질경이택사, 검정말, 나사말, 사마귀풀, 개피, 물피, 나도겨풀, 갈풀, 갈대, 달뿌리풀, 줄, 개구리밥, 부들, 물방동사니, 물꼬챙이골, 파대가리, 도루박이 등 총 24분류군이 조사되었다. 이를 다른 하천수계와 비교해보면, 서낙동강 27분류군(윤해순 등, 2002), 동진강 78분류군(이경보 등, 2004), 영산강 53분류군(임동옥 등, 2009)으로 나타나 비내늪에서의 수생식물은 다른 지역에 비해 적게 나타났다. 이는 다른 연구의 경우 하천과 습지에 분포하는 수생식물을 전체적으로 조사한 반면, 본 연구는 비내늪에서만 생육하는 수생식물만을 조사하였기 때문에 나타난 것으로 생각된다.

3. 생태적 중요종

본 지역에서 확인된 생태적 중요종을 분석한 결과, 산림청 지정 희귀식물은 쥐방울덩굴 1분류군만 관찰되었으며, 특산식물도 키버들 1분류군만 확인되었다. 식물구계학적 특정식물은 I등급의 경우 왕버들, 쥐방울덩굴, 물쑥, 큰엉겅퀴, 나사말 등 5분류군, III등급은 질경이택사 1분류군으로 나타나 총 6분류군이 분포하였다(Table 3).

수변에서 생육하는 종은 왕버들, 키버들, 쥐방울덩굴, 물쑥, 큰엉겅퀴가 있었으며, 물속에서는 질경이택사와 나사말이 생육하였다. 왕버들은 선버들, 버드나무군락과 혼생하였으며, 키버들은

Table 2. The life forms of surveyed taxa in the Binae marsh.

Life form	M	N	Ch	H	G	Th	HH
Taxa	9	9	9	37	19	97	24
Ratio	4.4%	4.4%	4.4%	18.1%	9.3%	47.6%	11.8%

Table 3. The list of ecologically important species in the Binae marsh.

Scientific-Korean name	Habitat	No./10m^2	Note
Salix chaenomeloides Kimura 왕버들	Waterside	1	S(I)
Salix koriyanagi Kimura 키버들	Waterside	1~2	E
Aristolochia contorta Bunge 쥐방울덩굴	Waterside	2	R, S(I)
Artemisia selengensis Turcz. ex Besser 물쑥	Waterside	8~10	S(I)
Cirsium pendulum Fisch. ex DC. 큰엉겅퀴	Waterside	1	S(I)
Alisma orientale (Sam.) Juz. 질경이택사	Water	3	S(III)
Vallisneria natans (Lour.) H.Hara 나사말	Water	5~7	S(I)

R : rare plant, E : endemic plant, S : Specific plant (degree).

불규칙적으로 산재된 상태였고 주로 갯버들군락 내에서 출현하였다. 쥐방울덩굴은 물억새와 갈대 군락에서 소군락을 형성하였으며, 큰엉겅퀴는 버드나무군락 가장자리에서 확인되었다. 질경이택사는 습지 내 물속에서 3개체가 단일군락으로 발견되었으며, 나사말은 침수형태로 생육하였다.

다른 지역과 비교해보면, 희귀식물의 경우 낙동강 수계에 위치한 우포늪과 토평천의 경우 5분류군(오경환 등, 2004), 화포습지는 3분류군(임용석 등, 2004)으로 나타났으며, 남한강 수계 중 하류의 강변습지도 3분류군(김병우 등, 2003)으로 분석되었다. 비내늪의 경우 1분류군만 조사되어 다른 지역에 비해 희귀식물의 종수가 낮은 것을 알 수 있었다.

비내늪에 분포하는 생태적 중요종의 위치정보를 나타낸 것으로 주로 물과 인접한 지역에서 분포하는 것을 확인할 수 있었다(Figure 2). 이는 습지 내부 즉 중앙부는 건조한 자갈지대로서 이들이 생육하기에 적합한 환경이 아니었으며, 특히 초지대에는 물억새, 억새군락이 우점하여 다양한 식물종이 없었고 일부 지역에서 초지자원 조성을 위해 관리가 이루어진 상태여서 생태적 중요종이 발견되지 않은 것으로 추정된다.

4. 귀화식물

1) 전체 종 조성

비내늪에서 분포하는 귀화식물은 소리쟁이, 끈끈이대나물, 붉은토끼풀, 미국나팔꽃, 긴포꽃질경이, 붉은서나물, 큰도꼬마리, 큰이삭풀 등 총 45분류군으로 나타났다(Table 4). 원산지의 경우 북아메리카는 17분류군(37.8%), 유럽은 15분류군(33.3%), 유라시아와 열대아메리카는 각 5분류군(11.1%), 아시아 2분류군(4.4%), 남아메리카 1분류군(2.2%)으로 분석되었다.

귀화도의 경우 분포 및 개체수가 희귀한 1등급은 2분류군(4.4%), 제한적으로 분포하거나 개체수가 적은 2등급은 5분류군(11.1%), 광범위하게 분포하나 개체수가 적은 3등급은 15분류군(33.3%), 지역적으로 분포하나 개체수가 많은 4등급은 5분류군(11.1%), 광범위하게 분포하고 개체수가

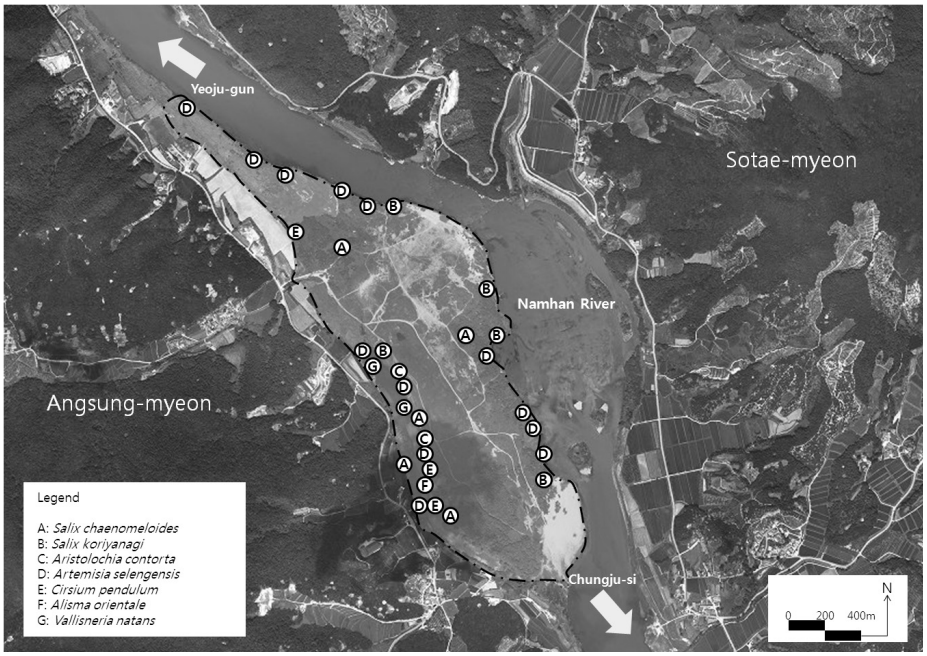

Figure 2. The distribution map of ecologically important species in the Binae marsh.

Table 4. The list of naturalized plants in the Binae marsh.

Scientific-Korean name	Orgin	Degree[A]	Period[B]
Rumex crispus L. 소리쟁이	Europe	5	1
Silene armeria L. 끈끈이대나물	Europe	2	1
Chenopoidum album L. 흰명아주	Eurasia	5	1
Chenopodium ficifolium Smith 좀명아주	Europe	5	1
Amaranthus blitum L. 개비름	Europe	3	1
Brassica juncea (L.) Czern. 갓	Asia	5	1
Lepidium apetalum Willd. 다닥냉이	North america	3	1
Thlaspi arvense L. 말냉이	Europe	3	1
Potentilla amurensis Maxim 좀개소시랑개비	Europe	2	3
Potentilla supina L. 개소시랑개비	Europe	3	1
Amorpha fruticosa L. 족제비싸리	North america	5	2
Melilotus alba Medicus 흰전동싸리	Asia	3	2
Robinia pseudoacacia L. 아까시나무	North america	5	1
Trifolium pratense L. 붉은토끼풀	Europe	3	1
Trifolium repens L. 토끼풀	Europe	5	1
Euphorbia maculata L. 큰땅빈대	North america	4	2
Sicyos angulatus L. 가시박	North america	4	3
Oenothera biennis L. 달맞이꽃	North america	5	1
Oenothera erythrosepala Borbás 큰달맞이꽃	North america	2	2
Ipomoea hederacea Jacq. 미국나팔꽃	Tropical america	3	3
Ipomoea purpurea Roth 둥근잎나팔꽃	Tropical america	3	1
Quamoclit coccinea Moench 둥근잎유홍초	Tropical america	3	1
Veronica arvensis L. 선개불알풀	Eurasia	3	1
Veronica persica Poir. 큰개불알풀	Eurasia	5	2
Plantago aristata Michx. 긴포꽃질경이	Tropical america	1	3
Ambrosia artemisiifolia L. 돼지풀	North america	5	2
Ambrosia trifida L. 단풍잎돼지풀	North america	4	3
Bidens frondosa L. 미국가막사리	North america	5	3
Carduus crispus L. 지느러미엉겅퀴	Eurasia	3	1
Conyza canadensis (L.) Cronquist 망초	North america	5	1
Coreopsis lanceolata L. 큰금계국	North america	2	2
Coreopsis tinctoria Nutt. 기생초	North america	2	1
Cosmos bipinnatus Cav. 코스모스	North america	3	2
Erechtites hieracifolia Raf. 붉은서나물	North america	3	3
Erigeron annuus (L.) Pers. 개망초	North america	5	1
Galinsoga ciliata (Raf.) S.F.Blake 털별꽃아재비	Tropical america	3	3
Lactuca scariola L. 가시상추	Europe	5	3
Matricaria inodora L. 꽃족제비쑥	Europe	1	1
Senecio vulgaris L. 개쑥갓	Europe	5	1
Taraxacum officinale Weber 서양민들레	Europe	5	1
Xanthium canadense Mill. 큰도꼬마리	North america	4	3
Bromus unioloides H.B.K. 큰이삭풀	South america	4	3
Dactylis glomerata L. 오리새	Eurasia	5	1
Festuca arundinacea Schreb. 큰김의털	Europe	5	3
Lolium multiflorum Lamarck 쥐보리	Europe	3	3

A : Degree; (1 : rare, 2 : local and not abundant, 3 : common but not abundant, 4 : local but abundant, 5 : common and abundant).

B : Introduced period; (1 : 1876~1921, 2 : 1922~1963, 3 : 1964~the present).

많은 5등급은 18분류군(40.0%)로 5등급>3등급>2등급, 4등급>1등급의 순으로 나타났다. 이입시기를 살펴보면, 개항이후~1921년인 1기는 24분류군(53.3%), 1922~1963년인 2기는 8분류군(17.8%), 1964년~현재까지인 3기는 13분류군(28.9%)으로 나타나 1기>3기>2기 순으로 분석되었다.

생태계교란야생식물은 가시박, 돼지풀, 단풍잎돼지풀 등 3분류군이 관찰되었다. 가시박은 주로 수변에서 관찰되었으며, 돼지풀은 비내늪 전역에서, 단풍잎돼지풀은 비내늪의 내부인 자갈로 된 지대에서 확인되었다. 가시박은 하계 일년생 덩굴식물로서 이른 봄에서 늦가을까지 불균일하게 발생되기 때문에 방제시기 선택이 어렵고 국내에서 빠르게 확산되고 있으며, 특히 충북 충주시 충주호, 남한강과 북한강 수계에서 계속 확산되고 있다(문병철 등, 2008). 본 지역에서는 남한강과 접한 유수역보다는 비내늪과 같은 정수역에서 가시박 군락이 출현하였으며, 전년도에 고사한 개체들뿐만 아니라 새로 발아하여 생육하는 개체가 혼생하고 있었고 버드나무속 군락의 가장자리를 피압하고 있었다. 특히 가시박은 6월 중순이후로 생육이 왕성하기 때문에(문병철 등, 2007) 6월 중순 전에 빨리 제거하는 것이 효율적이라고 생각된다.

돼지풀은 비내늪 전역에서 관찰되었는데 이는 돼지풀이 환경적응성이 뛰어나며, 비내늪 주변에 돼지풀 군락이 많기 때문으로 생각된다. 또한 단풍잎돼지풀은 강원도 북서부와 경기도 북부의 도로, 수로변에서 많이 발생하며, 생장속도가 빨라 다른 식물의 생장을 억제하여 우점하기 때문에 생태계를 단순화시킨다(김성문 · 최해진, 2008). 단풍잎돼지풀은 본 연구지역 중 1개 지역에서만 관찰되었는데 이 지역은 미군헬기 비상착륙장으로 활용되는 지역으로 나타났다. 즉, 단풍잎돼지풀은 군사훈련 등의 인위적 활동에 의해 유입된 것으로 추정되며, 지속적인 군사훈련이 수행된다는 것을 가정할 때 비내늪에서 단풍잎돼지풀의 개체수는 더욱 증가할 것으로 판단된다.

귀화식물의 정량적 해석을 위해 귀화율, 도시화지수 및 교란율을 산출한 결과, 귀화율은 약 22.1%, 도시화지수는 약 16.1%, 교란율은 약 27.3%로 나타났다. 비내늪과 인접지역인 목계, 장천, 능암지역이 포함된 남한강 지역의 경우 귀화율은 20.9%, 도시화지수는 14.6%, 교란율은 18.2%로 확인되었다(유주한 등, 2012). 이를 비교해보면, 전체적으로 비내늪이 다소 높게 나타나 본 지역이 귀화식물에 대한 영향을 받고 있다고 생각되기 때문에 습지보전을 위해서는 조속한 방제작업이 필요하다.

2) 지점별 종 조성

지점별 종 조성의 경우 전체 종이 가장 많은 지점은 Plot 6으로 14종이 나타났으며, 가장 적은 종이 있는 지점은 Plot 1로 확인되었다. 또한 귀화식물은 Plot 4가 가장 많은 8종이었으며, Plot 2와 7이 가장 적은 2종이었다. 생태계교란야생식물은 Plot 3, 5, 6에서 2종, 나머지 지점은 1종으로 조사되었다(Table 5).

전체종이 가장 많은 Plot 6은 버드나무군락 가장자리와 침수지역이 함께 있어 수생식물 종류가 일부 관찰되어 나타난 결과이며, 가장 적은 Plot 1은 자갈과 모래로 이루어진 하상지대로서 물억새가 단일군락을 형성하였기 때문으로 생각된다.

귀화식물의 경우 Plot 5에서 가장 많았는데 낚시행위에 의한 교란지역인 동시에 쓰레기 등을 투기한 지역이기 때문에 인위적 간섭이 다른 지점에 비해 높았다. Plot 2, 7은 귀화식물이 비교적 적었는데 이 지역은 귀화식물종수가 적다기 보다는 1~2종의 귀화식물이 점상 군락으로 출현하였기 때문이다. 생태계교란야생식물의 경우 전 지점에서 1~2종이 출현하였는데 Plot 1, 2, 4는 돼지풀, Plot 3은 돼지풀과 단풍잎돼지풀, Plot 5, 6은 돼지풀과 가시박, Plot 7은 가시박이 출현하고 있어 비내늪 전역에 생태계교란야생식물이 분포하는 것으로 판단된다.

Table 5. The species composition of naturalized plant by plots.

No.	Position	Species composition		
		Total species	Naturalized plant	Invasive alien plant
Plot 1	N37°06′41″ E127°48′57″	6	3	1
Plot 2	N37°06′37″ E127°48′58″	10	2	1
Plot 3	N37°06′34″ E127°48′49″	9	3	2
Plot 4	N37°06′30″ E127°48′48″	12	8	1
Plot 5	N37°06′17″ E127°48′57″	8	4	2
Plot 6	N37°06′06″ E127°49′09″	14	6	2
Plot 7	N37°06′48″ E127°48′29″	11	2	1

5. 환경변화

1) 식물상

한강 살리기 공사 전과 후의 식물상 변화를 분석한 결과, 공사 전에는 190분류군이었으며, 공사 후에는 188분류군으로 2분류군이 감소하여 그 차이는 미비하였다(Table 6).

공사 이후 소멸종은 가새뽕나무, 미꾸리낚시, 쥐방울덩굴, 마름, 개발나물, 질경이택사, 검정말, 나사말, 개피, 물피, 나도겨풀, 줄, 부들, 이삭사초, 물방동사니, 물꼬챙이골 등 17분류군이었다. 또한 공사 이후 새로 발생된 종은 갓, 유채, 말냉이, 좀개소시랑개비, 차풀, 벌완두, 둥근잎나팔꽃, 둥근잎유홍초, 큰개불알풀, 인동, 지느러미엉겅퀴, 붉은서나물, 큰이삭풀, 오리새 등 14분류군으로 나타났다.

Table 6. The species change by Han River restoration project in the Binae marsh.

Factor	Construction		Species	
	Before	After	Extinct	Occurred
Taxa	190	188	16	14
Change	▽2		▽2	

소멸종 중 희귀식물인 쥐방울덩굴은 공사 전에 갈대, 물억새 군락의 가장자리에서 생육하고 있었으나 공사 후 확인한 결과, 토공사에 의해 소멸된 상태였다. 이는 비내늪의 물 교환을 위해 수로 작업을 하면서 주변의 토양과 지형을 교란하여 나타난 결과라고 생각된다. 또한 미꾸리낚시, 마름, 개발나물, 질경이택사, 검정말, 나사말, 개피, 물피, 나도겨풀, 줄, 부들, 이삭사초, 물방동사니, 물꼬챙이골 등과 수생식물의 경우 비내늪의 내 · 외부에서 분포하고 있었으나 공사에 의해 소멸된 상태였다.

수생식물은 습지생태계의 1차 생산자로서 습지토양의 안정화, 침식방지, 수층 부유물질의 침전촉진, 영양염류 및 유해물질 흡수, 식물플랑크톤 발생 억제, 수서생물의 서식처 등의 기능을 가지는 매우 중요한 요소이다(김춘송 등, 2007). 따라서 하천과 그 주변의 습지를 보전하기 위해서는 우선적으로 수생식물에 대한 정밀 조사와 분석을 통해 생태정보를 획득해야 할 것이다.

또한 쥐방울덩굴은 2개체씩 2개 자생지에 분포하여 총 4개체가, 질경이택사는 3개체가 1개 자생지에서 생육하였으나 공사에 의해 육안 상

확인할 수 없었다. 즉, 이들 종의 경우 습지 가장자리, 내부에서 생육하였으나 공사로 인해 습지 환경 자체가 교란되어 자생지 환경이 극심한 변화가 발생되었다. 따라서 일정 시간이 지나 비내늪의 습지환경이 안정되면 질경이택사, 쥐방울덩굴을 복원식재하는 것이 이들 식물종의 생육에 유리한 복원방법이 될 수 있을 것으로 생각된다.

발생종을 살펴보면, 총 14분류군 중 유채, 차풀, 벌완두, 인동을 제외한 10분류군이 귀화식물로 확인되었다. 갓, 둥근잎나팔꽃, 둥근잎유홍초, 붉은서나물, 오리새는 공사차량용 진입도로 주변에서 새로 확인되었으며, 말냉이, 좀개소시랑개비, 큰개불알풀, 지느러미엉겅퀴, 큰이삭풀은 하도 정비작업 구간에서 관찰되었다. 이러한 결과를 종합해보면, 비내늪에 대한 공사는 식물종 구성 변화에 있어 부정적 영향을 초래한 것으로 생각된다. 과거 자연상태에서는 확인되지 않았던 종들이 공사 후 급속히 증가된 것으로 미루어볼 때 하천 및 습지와 같은 수생태계의 인위적 교란과 간섭은 귀화식물을 확산시키는 주 원인으로 작용하였다고 판단된다. 따라서 습지에 대한 인위적 간섭행위는 자연식생의 교란으로 연결되기 때문에 매우 심도 있는 논의와 계획을 통해 이루어져야 할 것이다.

2) 입지 및 군락

비내늪은 공사 전의 경우 비내늪에서는 버드나무 및 갯버들군락, 갈대군락, 부들군락 등 다양한 하천식생군락이 존재하였으나 공사를 위한 진입도로 개설에 의해 습지 가장자리 군락이 상당수 훼손되었다(Figure 3). 산림에서도 가장자리는 중요한 지역이지만 습지에서도 가장자리는 매우 환경적으로 민감하며, 특히 생태적 전이지대로서 기능과 역할을 수행하는 핵심지역이다. 이러한 습지 가장자리에서 분포하는 수생식물군락은 각종 생물종의 서식처, 피난처, 산란처로서의 기능을 가지고 있기 때문에 생태적으로 매우 중요함에도 불구하고 훼손이 심각한 상태로 나타났다.

또한 공사 전, 습지 내부의 육화된 부분에는 소규모 웅덩이가 3개소 정도 확인되었는데 공사가 시행된 후에는 매립되었거나 탁수가 유입되어 과거의 모습을 상실한 상태였다. 이러한 지역은 규모는 작지만 생태적 거점과 희소성이 있는 자연자산으로 다양한 생태계 사이에 위치한 생태적 추이대의 특성을 가진다(전승훈, 2008). 따라서 비내늪은 공사에 의해 많은 생물서식공간, 식생군락이 훼손된 것으로 판단되었다.

그리고 비내늪에서 훼손이 가장 심한 지역은 습지 부분으로 나타났는데 이는 하상준설, 수로확보 작업이 시행된 지역이다. 즉, 습지에서 생육하고 있었던 다양한 수생식물이 이러한 작업으로 인해 대부분 소멸되었고 정리된 하상에는 갈대만 출현하는 것으로 미루어 볼 때 비내늪의 생태성이 소실된 것을 확인할 수 있었다.

Before After

Figure 3. The change by construction in the Binae marsh.

또한 층층둥굴레 군락지를 보전하기 위해 보호구를 설치하였는데 본 조사 시 층층둥굴레가 아닌 둥굴레로 나타났다. 이는 충분한 식물상 조사가 이루지지 않은 상태에서 공사가 시행된 것으로, 향후 대규모 국책사업 시 정밀 생태계조사가 이루어져야 할 뿐만 아니라 각 분야의 전문가가 참여하는 것이 매우 중요할 것이다.

상기 결과를 종합해보면, 비내늪을 과거의 원상태로 회복시킨다는 것은 불가능하다고 생각된다. 그러나 과거의 모습과 유사한 형태로 조성하기 위해서는 본 지역에서 확인된 수생식물종, 버드나무속 군락 등의 인위적 복원식재가 필요할 것이며, 식생의 천이가 조기에 유도될 수 있도록 과도한 이용과 압력을 통제할 수 있는 관리대책이 시급히 수립되어야 할 것이다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 비내늪에 분포하는 관속식물상에 대한 다각적인 측면에서 조사 및 분석을 함으로서 생태적 특성 규명과 아울러 교란에 대한 습지의 피해 양상을 식물상의 관점에서 밝힘으로서 습지생태계 보전에 대한 기초 정보 활용을 위해 수행하였다.

비내늪에서 확인된 관속식물은 48과 152속 179종 23변종 2품종 등 총 204분류군으로 확인되었으며, 양치식물문은 1과 1속 2종 등 2분류군, 피자식물문 중 쌍자엽식물강은 37과 110속 138종 13변종 2품종 등 153분류군, 단자엽식물강은 10과 41속 39종 10변종 등 49분류군으로 나타났다. 비내늪의 수변 전역에서는 갯버들, 버드나무, 선버들이 대군락을 형성하고 있었으며, 하천과 인접한 유수지역은 갈풀, 물억새, 달뿌리풀, 고마리, 뚜껑덩굴, 개갓냉이, 물피, 이삭사초 등이 관찰되었다. 저지대에서는 물억새, 갈풀, 쇠뜨기, 참새귀리, 매듭풀, 깨풀, 개여뀌, 벼룩이자리, 애기똥풀, 중국굴피나무 등이 확인되었는데 그 중 중국굴피나무는 환경적응력이 좋기 때문에 하천이나 습지에 적응을 잘하여 주변 생태계를 교란시키는 종이다. 특히 과거 남한강에서는 중국굴피나무가 발견되지 않았는데 금번 연구에서 확인되어 최근에 발생된 것으로 추정되기 때문에 각별한 관리가 필요하다.

비내늪에 분포하는 식물상의 생활형을 분류한 결과, 교목(M) · 관목(N) · 지표식물(Ch)은 각 9분류군(4.4%), 반지중식물(H)은 37분류군(18.1%), 지중식물(G)은 19분류군(9.3%), 일년생식물(Th)은 97분류군(47.6%), 수생식물(HH)은 24분류군(11.8%)으로 분석되었으며, 일년생식물이 가장 많이 출현하였다.

산림청 지정 희귀식물은 쥐방울덩굴 1분류군만 관찰되었으며, 특산식물도 키버들 1분류군만 확인되었다. 식물구계학적 특정식물은 I등급의 경우 왕버들, 쥐방울덩굴, 물쑥, 큰엉겅퀴, 나사말 등 5분류군, III등급은 질경이택사 1분류군으로 나타나 총 6분류군이 분포하였다.

비내늪에서 분포하는 귀화식물은 소리쟁이, 끈끈이대나물, 붉은토끼풀, 미국나팔꽃, 긴포꽃질경이, 큰땅빈대, 붉은서나물, 가시상추, 큰금계국, 지느러미엉겅퀴, 털별꽃아재비, 큰도꼬마리, 큰이삭풀 등 총 45분류군으로 나타났으며, 귀화율은 22.1%, 도시화지수는 16.1%, 교란율은 27.3%로 분석되었다.

생태계교란야생식물은 가시박, 돼지풀, 단풍잎돼지풀 등 3분류군이 관찰되었다. 가시박은 주로 수변에서 관찰되었으며, 돼지풀은 비내늪 전역에서, 단풍잎돼지풀은 비내늪의 내부인 자갈로 된 지대에서 확인되었다. 이 중 가시박은 비내늪 수변 전역에서 확인되어 적절한 방제가 필요할 것으로 생각되며, 단풍잎돼지풀은 미군 헬기 비상착륙장에서만 확인되어 군사활동에 의해 이입된 것으로 추정된다.

지점별 종 조성의 경우 전체 종이 가장 많은 지점은 Plot 6으로 14종이 나타났으며, 가장 적은 종이 있는 지점은 Plot 1로 확인되었다. 귀화식물은 Plot 4가 가장 많은 8종이었으며, Plot 2와 7이

가장 적은 2종이었다. 생태계교란야생식물은 Plot 3, 5, 6에서 2종, 나머지 지점은 1종으로 나타났다.

한강 살리기 공사에 의한 종 구성 변화의 경우 공사 전에는 190분류군이었으며, 공사 후에는 188분류군으로 2분류군이 감소하였다. 공사 이후 소멸종은 가새뽕나무, 미꾸리낚시, 쥐방울덩굴, 마름, 개발나물, 질경이택사, 검정말, 나사말, 개피, 물피, 나도겨풀, 줄, 부들, 이삭사초, 물방동사니, 물꼬챙이골 등 17분류군이었다. 또한 공사 이후 새로 발생된 종은 갓, 유채, 말냉이, 좀개소시랑개비, 차풀, 벌완두, 둥근잎나팔꽃, 둥근잎유홍초, 큰개불알풀, 인동, 지느러미엉겅퀴, 붉은서나물, 큰이삭풀, 오리새 등 14분류군으로 나타났다.

희귀식물인 쥐방울덩굴과 수생식물인 미꾸리낚시, 마름, 개발나물, 질경이택사, 검정말, 나사말, 개피, 물피, 나도겨풀, 줄, 부들, 이삭사초, 물방동사니, 물꼬챙이골 등이 공사 이후 소멸되었기 때문에 한강 살리기는 비내늪에 악영향을 미쳤다고 생각된다. 또한 발생종의 경우 대부분 귀화식물이 출현하여 교란에 의한 종 구성 변화가 귀화식물 위주로 이루어졌음을 알 수 있었다.

입지 및 군락변화의 경우 공사용 진입도로 개설에 의해 습지 가장자리의 식생군락이 상당수 훼손되었으며, 소규모 웅덩이는 매립되었거나 탁수로 인해 과거 모습을 상실한 상태였다. 또한 습지 부분이 가장 심한 훼손을 보였는데 이는 하상준설, 수로 확보 작업에 의해 발생되었으며, 이로 인해 수생식물종이 대부분 소멸된 것으로 나타났다. 그리고 층층둥굴레 보호구는 현지 조사결과, 둥굴레인 것으로 확인되어 충분한 사전 조사가 이루어지지 않았다고 생각된다.

생태적 중요종에 대한 관리방안을 제안하면 다음과 같다. 공사에 의해 소멸된 중요종은 쥐방울덩굴, 질경이택사, 나사말로 나타났다. 쥐방울덩굴의 경우 습지 가장자리 공사에 의해 소멸되었으며, 질경이택사와 나사말은 습지 하상 준설에 의해 소멸되었다. 쥐방울덩굴은 꼬리명주나비의 기주식물이며, 약용식물로서 가치가 높기 때문에 비내늪의 생태적 특성을 향상시키기 위해서는 습지복원식재 시 억새, 갈대와 같은 기본종과 함께 과거 생육하고 있었던 군락형태로 식재하는 것이 바람직할 것이다. 물론 쥐방울덩굴이 억새 등과 같은 벼과 식물과 공생관계가 있는 것은 아니지만 본 지역에서는 이러한 생육형태를 나타내었기 때문에 억새 등과 같은 식물군락 주변으로 식재함으로서 과거의 모습을 회복할 수 있도록 유도하는 것이 바람직할 것이다. 또한 질경이택사, 나사말은 이들이 선호하는 하상 토양이 있음으로 준설에 의해 동일한 조건을 갖춘 환경에서는 다른 식물이 먼저 우점할 위험성이 크다고 할 수 있다. 따라서 비내늪과 유사한 습지 주변에서 공사를 수행할 시 하상 준설을 하지 않는 것이 최선의 방법이라고 할 수 있으나 불가피할 경우 사전 조사를 충분히 실시한 후 선택적으로 하는 것이 수생식물 군락 유지에 도움이 될 것으로 생각된다.

비내늪은 공사 전과 후의 식물상 변화는 크게 없었으나 습지생태계에서 가장 중요한 수생식물이 많은 영향을 받았다. 따라서 비내늪을 생태적으로 양호하고 과거의 모습으로 복원시키기 위해서는 기존에 생육했던 수생식물 위주로 복원식재하는 것이 필요할 것이며, 생물서식공간을 제공하기 위한 버드나무, 갯버들군락을 조성하는 것이 요구된다. 그러나 이들 수목을 외부에서 반입하여 식재하는 것은 지역 유전형질 유지에 도움이 되지 않기 때문에 주변에서 굴취된 수목을 재활용하는 방법이 좋을 것으로 판단된다.

인 용 문 헌

국립수목원・한국식물분류학회. 2007. 국가표준식물목록. 국립수목원・한국식물분류학회 보고서.

기상청. 2010. 기상연보. 기상청 보고서.

김병삼. 2003. 남한강 강변 식생에 관한 식물사회학적 연구. 건국대학교 대학원 박사학위논문.

김병우 · 이범선 · 오영주. 2002. 남한강변 초지 식생 및 경관에 관한 연구. 환경과학연구 8(1) : 21-30.

김병우 · 김기선 · 오영주. 2003. 남한강변습지의 토양환경과 식생분포에 관한 연구. 환경과학연구 9(1) : 1-16.

김성문 · 최해진. 2008. 강원도 양구지역의 단풍잎돼지풀 발생 실태. 한국잡초학회지 28(2) : 242-247.

김춘송 · 고지연 · 이재생 · 박성태 · 구연충 · 강항원. 2007. 생활오폐수에 대한 정화력이 높은 수생식물 선발. 한국환경농학회지 26(1) : 25-35.

명현. 2002. 생태하천복원을 위한 유역형태별 식물군락 유형화-남한강을 중심으로-. 청주대학교 대학원 박사학위논문.

명현 · 권상준 · 김창환. 2002. 하천의 생태적 복원을 위한 식생학적 진단-남한강을 중심으로-. 한국조경학회지 30(5) : 98-106.

명현. 2009. 하천의 생태적 복원을 위한 식생학적 연구-남한강 육상식물, 토양을 중심으로-. 한국환경과학회지 18(1) : 113-127.

문병철 · 박태선 · 조정래 · 오세문 · 이인용 · 강충길 · 국용인. 2007. 가시박 출현 및 초기 생육 특성. 한국잡초학회지 27(1) : 36-40.

문병철 · 오세문 · 이인용 · 김창석 · 조정래 · 김석철. 2008. 가시박 군락지의 잡초발생특성 및 분포. 한국잡초학회지 28(2) : 117-125.

박수현. 2009. 세밀화와 사진으로 보는 한국의 귀화식물. 서울 : 일조각.

방상원 · 윤익준 · 신가은. 2011. 국내 습지보전을 위한 미국 습지은행제도의 분석 및 고찰. 환경정책 19(1) : 1-21.

여운상 · 이용민 · 김기섭 · 성기준 · 강대석 · 이석모. 2008. 낙동강 중 · 하류지역의 수변 식생 분포 특성. 한국환경과학회지 17(2) : 149-162.

오경환 · 김철수 · 이팔홍 · 손성곤. 2004. 우포늪과 토평천의 식물상. 한국습지학회지 6(3) : 107-118.

유주한. 2010. 형산강의 경주 도심구간에 분포하는 식물상과 특성. 경주연구 19(2) : 79-93.

유주한 · 안영섭 · 이철희. 2012. 충주시 남한강의 관속식물상 분포. 한국자원식물학회지 25(2) : 209-224.

윤해순 · 김구연 · 김승환 · 이원화 · 이기철. 2002. 서낙동강 수질의 이화학적 특성과 수생관속식물의 분포. 한국생태학회지 25(5) : 305-313.

이경보 · 김창환 · 이덕배 · 김종구 · 박찬원. 2004. 동진강의 식물상과 식생. 한국환경농학회지 23(1) : 34-40.

이미정 · 이선 · 지윤의 · 김효정 · 송호경. 2002. 남한강 상류 평창군 일대의 하천변 식생. 환경생물 20(1) : 55-65.

이영로. 2006. 새로운 한국식물도감(I, II). 서울 : 교학사.

이우철. 1996. 원색한국기준식물도감. 서울 : 아카데미서적.

이유미 · 박수현 · 정수영 · 오승환 · 양종철. 2011. 한국내 귀화식물의 현황과 고찰. 한국식물분류학회지 41(1) : 87-101.

이창복. 2003. 원색 대한식물도감(상, 하). 서울 : 향문사.

임동옥 · 조원철 · 최현우. 2009. 광주광역시 도심 영산강 수계 습지의 식물자원. 한국습지학회지 11(2) : 17-28.

임양재 · 박기현 · 심재국. 1982. 한국에서의 Raunkiaer 생활형의 지리적 분포. 기술과학연구소논문집 9 : 5-20.

임용석 · 나성태 · 마선미 · 신현철. 2004. 화포습지(경상남도 김해)의 관속식물상. 순천향자연과학논문집 10(2) : 313-323.

전승훈. 2008. 경기도 성남시 도시지역 습지의 유형 분포 및 습지식물의 특성 평가. 한국환경생태학회지 22(2) : 159-172.

전승훈. 2011. 하천습지의 식생학적 자연도 평가. 환경영향평가 20(1) : 1-11.

전영상 · 현근. 2011. '4대강 살리기 사업' 효과에 대한 시행 지역 주민의 기대심리 분석 : 충주 지역 주민을 중심으로. 지방행정연구 25(1) : 83-116.

환경부. 2006. 제3차 전국자연환경조사지침. 환경부 보고서.

환경부. 2009. 생태계교란야생동 · 식물자료집. 환경부 보고서.

Hsu, C.B., H.L. Hseih, L. Yang, S.H. Wu, J.S. Chang, S.C. Hsiao, H.C. Su, C.H. Yeh, Y.S. Ho and H.J. Lin. 2011. Biodiversity of constructed wetlands for wastewater treatment. Ecological Engineering 37 : 1533-1545.

http : //www.forest.go.kr

http : //map.naver.com

http : //www.nature.go.kr

Melchior, H. 1964. A engler's syllabus der pflanzenfamilien. Band Ⅱ. Gebruder Borntraeger : Berlin.

Raunkier, C. 1934. Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography. Charendon Press : London.

Turner, R.K., C.J.M. van den Bergh, T. Söderqvist, A. Barendregt, J. van den Straaten, E. Maltby and E.C. van Ierland. 2000. Ecological-economic analysis of wetland : scientific integration for management and policy. Ecological Economics 35 : 7-23.

Appendix 1. The list of vascular plants in the Binae marsh.

Scientific-Korean name	Existence		Life form
	Before	After	
Equisetaceae 속새과			
Equisetum arvense L. 쇠뜨기	○	○	G
Equisetum ramosissimum Desf. 개속새	○	○	G
Juglandaceae 가래나무과			
Pterocarya stenoptera DC. 중국굴피나무	○	○	M
Salicaceae 버드나무과			
Salix chaenomeloides Kimura 왕버들	○	○	M
Salix graciliglans Nakai 눈갯버들	○	○	N
Salix gracilistyla Miq. 갯버들	○	○	N
Salix integra Thunb. 개키버들	○	○	N
Salix koreensis Andersson 버드나무	○	○	M
Salix koriyanagi Kimura 키버들	○	○	N
Salix subfraglilis Andersson 선버들	○	○	M
Moraceae 뽕나무과			
Morus alba L. 뽕나무	○	○	M
Morus bombycis for. *dissecta* Nakai 가새뽕나무	○	×	M
Cannabaceae 삼과			
Humulus japonicus Siebold&Zucc. 환삼덩굴	○	○	Th
Polygonaceae 마디풀과			
Persicaria hydropiper (L.) Spach 여뀌	○	○	HH
Persicaria lapathifolia (L.) Gray 흰여뀌	○	○	Th
Persicaria longiseta (Bruijn) Kitag. 개여뀌	○	○	Th
Persicaria sagittata (L.) H. Gross ex Nakai 미꾸리낚시	○	×	HH
Persicaria senticosa (Meisn.) H. Gross ex Nakai 며느리밑씻개	○	○	Th
Persicaria thunbergii (Sieblod & Zucc.) H. Gross ex Nakai 고마리	○	○	HH
Polygonum aviculare L. 마디풀	○	○	Th
Rumex crispus L. 소리쟁이	○	○	H
Portulacaceae 쇠비름과			
Portulaca oleracea L. 쇠비름	○	○	Th
Caryophyllaceae 석죽과			
Arenaria serpyllifolia L. 벼룩이자리	○	○	Th
Cerastium holosteoides var. *hallaisanense* (Nakai) Mizush. 점나도나물	○	○	Th
Dianthus chinensis L. 패랭이꽃	○	○	H
Silene armeria L. 끈끈이대나물	○	○	Th
Stellaria aquatica (L.) Scop. 쇠별꽃	○	○	Th
Chenopodiaceae 명아주과			
Chenopoidum album L. 흰명아주	○	○	Th
Chenopodium album var. *centrorubrum* Makino 명아주	○	○	Th
Chenopodium ficifolium Smith 좀명아주	○	○	Th
Amaranthaceae 비름과			
Achyranthes japonica (Miq.) Nakai 쇠무릎	○	○	H
Amaranthus blitum L. 개비름	○	○	Th
Ranunculaceae 미나리아재비과			
Cleamtis apiifolia DC. 사위질빵	○	○	N
Ranunculus sceleratus L. 개구리자리	○	○	HH
Aristolochiaceae 쥐방울덩굴과			
Aristolochia contorta Bunge 쥐방울덩굴	○	×	H
Papaveraceae 양귀비과			
Chelidonium majus var. *asiaticum* (Hara) Ohwi 애기똥풀	○	○	Th
Cruciferae 십자화과			
Brassica juncea (L.) Czern. 갓	×	○	Th

Appendix 1. Continued.

Scientific-Korean name	Existence		Life form
	Before	After	
Brassica napus L. 유채	×	○	Th
Capsella bursa-pastoris (L.) L. W. Medicus 냉이	○	○	Th
Cardamine fallax L. 좁쌀냉이	○	○	Th
Cardamine flexuosa With. 황새냉이	○	○	Th
Draba nemorosa L. 꽃다지	○	○	Th
Lepidium apetalum Willd. 다닥냉이	○	○	Th
Rorippa indica (L.) Hiern 개갓냉이	○	○	Th
Rorippa palustris (Leyss.) Besser 속속이풀	○	○	Th
Thlaspi arvense L. 말냉이	×	○	Th
Crassulaceae 돌나물과			
Sedum bulbiferum Makino 말똥비름	○	○	Th
Sedum sarmentosum Bunge 돌나물	○	○	H
Rosaceae 장미과			
Duchensnea indica (Andr.) Focke 뱀딸기	○	○	H
Potentilla amurensis Maxim 좀개소시랑개비	×	○	Th
Potentilla anemonefolia Lehm. 가락지나물	○	○	H
Potentilla supina L. 개소시랑개비	○	○	Th
Rosa multiflora Thunb. 찔레나무	○	○	N
Rubus parviflolius L. 멍석딸기	○	○	N
Leguminosae 콩과			
Amorpha fruticosa L. 족제비싸리	○	○	N
Chamaecrista nomame (Siebold) H. Ohashi 차풀	×	○	Th
Glycine soja Siebold&Zucc. 돌콩	○	○	Th
Kummeriowia stipulacea (Maxim.) Makino 둥근잎매듭풀	○	○	Th
Kummerowia striata (Thunb.) Schindl. 매듭풀	○	○	Th
Lespedeza cuneata G. Don 비수리	○	○	H
Melilotus alba Medicus 흰전동싸리	○	○	Th
Pueraria lobata (Willd.) Ohwi 칡	○	○	Ch
Robinia pseudoacacia L. 아까시나무	○	○	M
Sophora flavescens Solander ex Aiton 고삼	○	○	G
Trifolium pratense L. 붉은토끼풀	○	○	Ch
Trifolium repens L. 토끼풀	○	○	Ch
Vicia amoena Fisch. ex DC. 갈퀴나물	○	○	G
Vicia amurensis Oett. 벌완두	×	○	G
Vigna angularis var. *nipponensis* (Ohwi) Ohwi & H. Ohashi 새팥	○	○	Th
Oxalidaceae 괭이밥과			
Oxalis corniculata L. 괭이밥	○	○	Ch
Geraniaceae 쥐손이풀과			
Geranium thunbergii Siebold & Zucc. 이질풀	○	○	H
Euphorbiaceae 대극과			
Acalypha australis L. 깨풀	○	○	Th
Euphorbia maculata L. 큰땅빈대	○	○	Th
Violaceae 제비꽃과			
Viola lactiflora Nakai 흰젖제비꽃	○	○	H
Viola mandshurica W. Becker 제비꽃	○	○	H
Viola verecunda A. Gray 콩제비꽃	○	○	H
Cucurbitaceae 박과			
Actinostemma lobatum Maxim. 뚜껑덩굴	○	○	Th
Sicyos angulatus L. 가시박	○	○	Th
Lythraceae 부처꽃과			
Lythrum anceps (Koehne) Makino 부처꽃	×	○	G

Appendix 1. Continued.

Scientific-Korean name	Existence		Life form
	Before	After	
Trapaceae 마름과			
Trapa japonica Flerow 마름	○	×	HH
Onagraceae 바늘꽃과			
Oenothera biennis L. 달맞이꽃	○	○	Th
Oenothera erythrosepala Borbás 큰달맞이꽃	○	○	Th
Umbelliferae 산형과			
Oenanthe javanica (Blume) DC. 미나리	○	○	HH
Sium suave Walter 개발나물	○	×	HH
Torilis japonica (Houtt.) DC. 사상자	○	○	Th
Primulaceae 앵초과			
Androsace umbellata (Lour.) Merr. 봄맞이	○	○	Th
Lysimachia clethroides Duby 큰까치수염	○	○	G
Asclepiadaceae 박주가리과			
Metaplexis japonica (Thunb.) Makino 박주가리	○	○	G
Rubiaceae 꼭두서니과			
Galium spurium var. *echinospermum* (Wallr.) Hayek 갈퀴덩굴	○	○	Th
Galium verum var. *asiaticum* Nakai 솔나물	○	○	H
Rubia cordifolia var. *pratensis* Maxim. 갈퀴꼭두서니	○	○	G
Convolvulaceae 메꽃과			
Calystegia hederacea Wall. 애기메꽃	○	○	G
Calystegia sepium (L.) R. Br. 큰메꽃	○	○	G
Calystegia sepium var. *japonicum* (Choisy) Makino 메꽃	○	○	G
Cuscuta australis R. Br. 실새삼	○	○	Th
Ipomoea hederacea Jacq. 미국나팔꽃	○	○	Th
Ipomoea purpurea Roth 둥근잎나팔꽃	×	○	Th
Quamoclit coccinea Moench 둥근잎유홍초	×	○	Th
Boraginaceae 지치과			
Trigonotis peduncularis (Trevir.) Benth. ex Hemsl. 꽃마리	○	○	Th
Labiatae 꿀풀과			
Elsholtzia ciliata (Thunb.) Hyl. 향유	○	○	Th
Isodon japonicus (Burm.) Hara 방아풀	○	○	H
Lamium amplexicaule L. 광대나물	○	○	Th
Leonurus japonicus Houtt. 익모초	○	○	Th
Mentha arvensis var. *piperascens* Malinv. ex Holmes 박하	○	○	G
Mosla punctulata (J. F. Gmel.) Nakai 들깨풀	○	○	Th
Perilla frutescens var. *japonica* (Hassk.) Hara 들깨	○	○	Th
Salvia plebeia R. Br. 배암차즈기	○	○	Th
Stachys japonica Miq. 석잠풀	○	○	H
Solanaceae 가지과			
Lycium chinense Mill. 구기자나무	○	○	N
Solanum nigrum L. 까마중	○	○	Th
Scrophulariaceae 현삼과			
Lindernia procumbens (Krock.) Borbás 밭뚝외풀	○	○	Th
Mazus miquelii Makino 누운주름잎	○	○	Th
Veronica anagallis-saquatica L. 큰물칭개나물	○	○	Th
Veronica arvensis L. 선개불알풀	○	○	Th
Veronica persica Poir. 큰개불알풀	×	○	Th
Plantaginaceae 질경이과			
Plantago aristata Michx. 긴포꽃질경이	○	○	Th
Plantago asiatica L. 질경이	○	○	H
Plantago major var. *japonica* (Franch. & Sav.) Miyabe 왕질경이	○	○	H

Appendix 1. Continued.

Scientific-Korean name	Existence		Life form
	Before	After	
Caprifoliaceae 인동과			
Lonicera japonica Thunb. 인동	×	○	N
Campanulaceae 초롱꽃과			
Platycodon grandiflorum (Jacq.) A. DC. 도라지	○	○	G
Compositae 국화과			
Ambrosia artemisiifolia L. 돼지풀	○	○	Th
Ambrosia trifida L. 단풍잎돼지풀	○	○	Th
Artemisia annua L. 개똥쑥	○	○	Th
Artemisia feddei H. Lév. & Vaniot 뺑쑥	○	○	Ch
Artemisia princeps Pamp. 쑥	○	○	Ch
Artemisia selengensis Turcz. ex Besser 물쑥	○	○	Ch
Aster meyendorfii (Regel & Maack) Voss 개쑥부쟁이	○	○	Ch
Bidens bipinnata L. 도깨비바늘	○	○	Th
Bidens frondosa L. 미국가막사리	○	○	Th
Carduus crispus L. 지느러미엉겅퀴	×	○	Th
Cirsium pendulum Fisch. ex DC. 큰엉겅퀴	○	○	H
Conyza canadensis (L.) Cronquist 망초	○	○	Th
Coreopsis lanceolata L. 큰금계국	○	○	H
Coreopsis tinctoria Nutt. 기생초	○	○	Th
Cosmos bipinnatus Cav. 코스모스	○	○	Th
Crepidiastrum sonchifolium (Bunge) Pak & Kawano 고들빼기	○	○	Th
Eclipta prostrata (L.) L. 한련초	○	○	Th
Erechtites hieracifolia Raf. 붉은서나물	×	○	Th
Erigeron annuus (L.) Pers. 개망초	○	○	Th
Galinsoga ciliata (Raf.) S. F. Blake 털별꽃아재비	○	○	Th
Gnaphalium affine D. Don 떡쑥	○	○	Ch
Hemistepta lyrata Bunge 지칭개	○	○	Th
Inula britannica var. *japonica* (Thunb.) Franch. & Sav. 금불초	○	○	H
Ixeris chinensis (Thunb.) Nakai 노랑선씀바귀	○	○	H
Ixeris polycephala Cass. 벌씀바귀	○	○	H
Lactuca indica for. *indivisa* (Makino) Hara 가는잎왕고들빼기	○	○	Th
Lactuca indica L. 왕고들빼기	○	○	Th
Lactuca scariola L. 가시상추	○	○	Th
Matricaria inodora L. 꽃족제비쑥	○	○	Th
Senecio vulgaris L. 개쑥갓	○	○	Th
Sigesbeckia glabrescnes Makino 진득찰	○	○	Th
Taraxacum officinale Weber 서양민들레	○	○	H
Tephroseris flammaea var. *glabrifolius* Cufod. 민솜방망이	×	○	H
Xanthium canadense Mill. 큰도꼬마리	○	○	Th
Youngia japonica (L.) DC. 뽀리뱅이	○	○	Th
Alismataceae 택사과			
Alisma orientale (Sam.) Juz. 질경이택사	○	×	HH
Hydrocharitaceae 자라풀과			
Hydrilla verticillata (L. f.) Royle 검정말	○	×	HH
Vallisneria natans (Lour.) H. Hara 나사말	○	×	HH
Liliaceae 백합과			
Allium macrostemon Bunge 산달래	○	○	G
Polygonatum odoratum var. *pluriflorum* (Miq.) Ohwi 둥굴레	○	○	G
Scilla scilloides (Lindl.) Druce 무릇	○	○	G
Smilax china L. 청미래덩굴	○	○	N
Dioscoreaceae 마과			

Appendix 1. Continued.

Scientific-Korean name	Existence		Life form
	Before	After	
Dioscorea batatas Decne. 마	○	○	G
Juncaceae 골풀과			
Juncus effusus var. *decipiens* Buchenau 골풀	○	○	H
Juncus tenuis Willd. 길골풀	○	○	H
Commelinaceae 닭의장풀과			
Aneilema keisak Hassk. 사마귀풀	○	○	HH
Commelina communis L. 닭의장풀	○	○	Th
Gramineae 벼과			
Agrophyron tsukushiense var. *transiens* (Hack.) Ohwi 개밀	○	○	Th
Agrostis clavata var. *nukabo* Ohwi 겨이삭	○	○	Th
Alopecurus aequalis var. *amurensis* (Kom.) Ohwi 뚝새풀	○	○	Th
Andropogon brevifolius Sw. 쇠풀	○	○	Th
Beckmannia syzigachne (Steud.) Fernald 개피	○	×	HH
Bromus japonicus Thunb. 참새귀리	○	○	Th
Bromus unioloides H. B. K. 큰이삭풀	×	○	Th
Cymbopogon tortilis var. *goeringii* (Steud.) Hand-Mazz. 개솔새	○	○	H
Dactylis glomerata L. 오리새	×	○	H
Digitaria ciliaris (Retz.) Koel. 바랭이	○	○	Th
Echinochloa crusgalli (L.) P. Beauv. 돌피	○	○	Th
Echinochloa crusgalli var. *echinata* Honda 물피	○	×	HH
Eragrostis ferruginea (Thunb.) P. Beauv. 그령	○	○	H
Festuca arundinacea Schreb. 큰김의털	○	○	H
Hemarthria sibirica (Gand.) Ohwi 쇠치기풀	○	○	H
Imperata cylindrica var. *koenigii* (Retz.) Pilg. 띠	○	○	G
Leersia japonica Makino 나도겨풀	○	×	HH
Lolium multiflorum Lamarck 쥐보리	○	○	Th
Miscanthus sacchariflorus (Maxim.) Benth. 물억새	○	○	H
Miscanthus sinensis var. *purpurascens* (Andersson) Rendle 억새	○	○	H
Pennisetum alopecuroides (L.) Spreng. 수크령	○	○	H
Phalaris arundinacea L. 갈풀	○	○	HH
Phragmites communis Trin. 갈대	○	○	HH
Phragmites japonica Steud. 달뿌리풀	○	○	HH
Setaria glauca (L.) P. Beauv. 금강아지풀	○	○	Th
Setaria viridis (L.) Beauv. 강아지풀	○	○	Th
Zizania latifolia (Griseb.) Turcz. ex Stapf 줄	○	×	HH
Zoysia japonica Steud. 잔디	○	○	H
Lemnaceae 개구리밥과			
Spirodela polyrhiza (L.) Sch. 개구리밥	○	○	HH
Typhaceae 부들과			
Typha orientalis C. Presl 부들	○	×	HH
Cyperaceae 사초과			
Carex dimorpholepis Steud. 이삭사초	○	×	H
Carex neurocarpa Maxim. 괭이사초	○	○	H
Cyperus amuricus Maxim. 방동사니	○	○	Th
Cyperus glomeratus L. 물방동사니	○	×	HH
Eleocharis mamillata var. *cyclocarpa* Kitag. 물꼬챙이골	○	×	HH
Kyllinga brevifolia Rottb. 파대가리	○	○	HH
Scirpus radicans Schkuhr 도루박이	○	○	HH

M : megaphanerophytes, N : nanophanerophytes, Ch : chamaiphytes, H : hemicryptophytes, G : geophytes, Th : therophytes, HH : hydrophytes.