

하천복원을 위한 버드나무속 식물의 내침수성 실험 연구

김은진 · 강준구 · 여홍구 · 김종태⁺

한국건설기술연구원 하천실험센터

Study on Flooding Tolerance of *Salix* Species for Ecological Restoration of the River

Eun Jin Kim · Joon Gu Kang · Hong Koo Yeo · Jong Tae Kim⁺

River Experiment Center, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Andong, Korea

요 약

하천 생태 기능 증대 등 하천복원을 위한 식생 조성 시 내침수성이 강한 식물을 도입해야 하며 이를 위해 침수기간에 따른 하천식물의 생육특성 연구가 반드시 필요하다. 따라서 본 연구에서는 버드나무속 식물을 대상으로 식물키, 엽수, 녹색 정도, 건중량 등을 측정하여 내침수성 및 침수기간에 따른 성장률을 분석하였으며 탁수에 의한 침수실험 결과와 비교하였다. 실험 결과 갯버들, 버드나무, 왕버들 중 내침수성이 가장 강한 식물은 버드나무이며 정수 상태의 침수는 고탁수 침수보다 고사 가능성이 매우 낮았다. 또한 버드나무속 식물은 20일 이하의 침수 시 비침수 조건보다 식물의 생장에 도움을 주는 것으로 나타났다.

핵심용어 : 내침수성, 하천식물, 버드나무속, 하천복원

Abstract

The vegetation composition for river restoration requires the introduction of plants which have strong flooding tolerance. A study of the growth characteristics of river plants according to the period of flooding is essential. Accordingly, this study measured shoots, leaf number, leaf greenness, dry weight of the plants of *Salix* species, analyzed their growth rate according to flooding tolerance and the period of flooding, and contrasted the results with those of a flooding experiment in turbid water. The results of this experiment showed that *Koreensis* is the plant which has the strongest flooding tolerance and flooding in fresh water leads to a much lower risk of the plants being withered than in high turbid water. In addition, the results showed that the condition of the period of flooding of twenty days and under contributes to more growth and development of the plants of *Salix* species than the condition of non-flooding.

Keywords : Flooding Tolerance, Stream Plants, *Salix* Species, River Restoration

1. 서론

하천은 생물서식처로서 매우 중요한 기능을 담당하고 있지만 국내하천은 하천의 생태적 기능을 도외시키고 공학적 기능만을 강조한 토지이용으로 대부분 인공화 되고 있다(Woo and Kim, 2000). 또한 하천생태계는 댐, 보 건설 등으로 인한 수리·수문학적 변화로 인해 하천식생이 가지고 있던 생태적 기능들이 사라지고 있다(Han et al., 2013; Heo, 2010; Kim et al., 2012). 최근 하천의 수질개선 및 생태적 복원에 대한 관심이 증가하고 있으며 하천식생과 생물 서식 등의

복합적 기능이 요구되고 있다. 그러나 노출된 사면에서는 다양한 형태의 붕괴 및 탁수유발 등을 발생시키며 수위상승으로 인한 하안 내 하천식물의 침수는 식물 성장을 억제할 수 있다(Kang et al., 2007; Liao and Lin, 1994). 따라서 하천복원을 위한 식생대를 조성하려면 식물 고유의 침수정도를 검토해야 하며 하안 사면을 안정화시키고 수위에 관계없이 경관을 유지하며 생태적 연속성을 유지하기 위해서는 내침수성이 강한 식물을 도입하여 녹화해야 한다(Park, 2002). 또한 하안 식생은 침수기간에 따라 다른 특성을 가지기 때문에 침수기간에 따른 생육특성 연구가 필요하며 다양한 조건에서 하천 식물들에 대한 실험이 이루어

⁺ Corresponding author : kjt98@kict.re.kr

어져야 한다(Shin et al., 2012).

기후변화는 댐호, 호소, 하천 사면 등에 침수 및 건조의 반복을 가져오고 이로 인한 침식은 식생 생존에 큰 영향을 줄 수 있다. 또한 수변공간에 대한 선호도가 급증하고 있어서 수자원 확보 뿐만 아니라 관광자원으로도 식생 생존은 중요한 가치를 가진다. 따라서 수변공간과 관계된 환경 정비 및 수변 생태계를 확보하는 일은 자연과 생물다양성의 보전이란 측면에서 매우 중요하므로 수변환경 중에서도 특히 하안 내 하천식물의 생육특성에 대한 연구는 필요하다(Song, 2001).

국내 연구 중 Kim et al.(2013a)은 갯버들이 고탁수에 10일 침수될 경우 엽수는 0개로 나타났으며 왕버들과 버드나무도 초기상태에 비해 엽수가 감소한다는 결과를 발표하였으며 Park and Choi(2001)는 갯버들, 족제비싸리, 등나무에 대한 부분침수 조건의 생장을 비교하였으며 Park et al.(2008)은 아이리스속(*Iris*)에 대한 내침수성 실험을 수행하였고 하천 식생공의 모니터링 및 호안의 식생변화에 대한 연구 결과도 발표되었다(Kim et al., 2011; Lee et al., 2010; Shin, 1999). 국외 연구사례 조사 결과 침수는 지상부와 뿌리의 생장을 감소시키며 엽면적(leaf area) 및 엽수(leaf number)의 감소 등을 유발하여 생육을 저해하는 것으로 나타났으며(Anderson and Pezeshki, 1999; Domingo et al., 2002) 하천의 화분과 식물류 또는 버드나무나 포플러 등과 같은 수목류들에 대한 내침수성 실험에 대한 연구 결과도 발표되었다(Kercher and Zedler, 2004; US Fish and Wildlife Service, 2008). 그러나 아직 식물 별 내침수성 비교 및 하천 사면 내 식물의 적용에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 특히 같은 종류의 식물이라도 침수 및 회복시간 등에 따라 생육특성이 달라지기 때문에 하천복원을 위한 식생조성 시 내침수성이 고려되어야 한다.

따라서 본 연구에서는 낙동강 대표 하천식물인 버드나무속(*Salix*) 식물 3종류를 대상으로 침수실험을 실시하여 각 식물의 내침수성 및 침수기간에 따른 성장률을 비교하였다. 실험은 비침수 상태(control group)와 정수(fresh water)에 의해 장기간 완전 침수된 상태(waterlogging group)의 하천식물 성장률을 비교하여 낙동강 수변구역 및 댐호, 호소, 하천 사면 등에 적용 가능한 식물을 선정하였으며 향후 하천복원 및 하안 사면 식생 선정을 위한 기초자료를 제공하였다.

2. 연구내용 및 방법

버드나무속 식물에 대한 장기 침수조건을 재현하고 내침수성을 분석하기 위해 본 연구에서는 식물 침수용 실험 수조를 제작하였다. 수조의 크기는 실험 개체를 고려하여 1 m×1 m×1 m로 제작하였으며 배수를 용이하게 하기 위해 배수 밸브도 같이 제작하였다.

실험대상 식물은 낙동강에 많이 서식하고 있는 버드나무속 식물로 갯버들(*Salix gracilistyla*), 버드나무(*Salix koreensis*), 왕버들(*Salix glandulosa*)을 대상으로 하였다. 버드나무속 식물은 일반적으로 하천환경에 대한 적응력이 높아 낙동강 하천의 가장 대표적인 수목으로 하안식생의 천이가 진행되는 과정에서 별다른 교란이 없을 경우 우점된다. 실험개체는 2년생 가지를 30 cm 크기로 절단 후 1개체씩 동일 포트(지름 0.2 m, 높이 0.25 m)에 이식하였으며 충분한 관수 및 5개월 동안 정착기간을 가진 후 실험을 실시하였다.

식생실험 침수기간은 각 그룹별 최대 60일이며 정수에 의한 침수 및 회복기간에 따라 구분을 하였다. 비침수 개체군의 경우 각 식물별 비침수 기간에 따라 C-1 group, C-2 group, C-3 group으로 나누었으며 주 3회 하루 2시간씩 충분히 관수하였다. 정수에 의한 완전침수 개체군은 침수기간에 따라 F-1 group, F-2 group, F-3 group으로 나누어 생육특성을 비교하였으며 생육특성 분석을 위한 측정 항목은 식물키(length of shoot), 엽수(leaf number), 녹색정도(leaf greenness), 건조량(dry weight), 생존율(survival rate)을 대상으로 하였다. 식물키는 지상부(shoot)의 길이를 측정하였으며 엽수는 육안으로 식별이 가능한 잎을 측정하였다. 잎의 녹색 정도는 엽록소 양을 비파괴로 측정이 가능한 간이 엽록소계(Minolta SPAD-502Plus)를 사용하여 대표성을 나타내는 잎 3개에 대하여 3회 반복 측정하였다. 간이 엽록소계는 적색구간과 적외선에 가까운 부분의 흡광도를 측정해 엽록소량을 간접적으로 측정하는 기계로 SPAD값을 근거로 질소 영양 상태를 파악할 수 있다. 건조량은 침수실험을 마친 실험구들을 수거하여 흙을 제거한 후 건조기(80℃)를 이용하여 72시간 건조한 후 무게를 측정하였다. Table 1은 비침수 대조군과 침수상태의 실험군에 대한 그룹별 침수 및 회복기간을 나타내는 실험조건이며 각 그룹은 측정의 정확성을 높이기 위해 5개체의 평균값을 이용하였다.

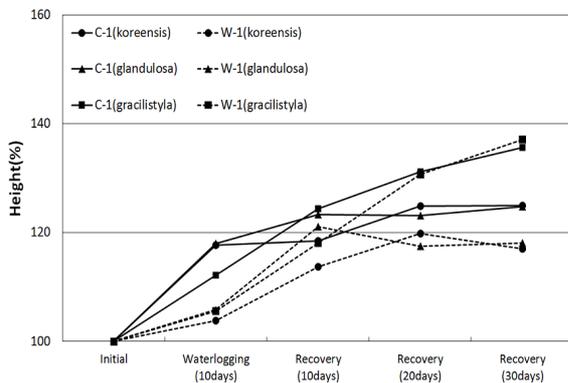
Table. 1. Experimental condition and measurement list

Group		Waterlogging period	Recovery period	Measurement list	Case
Control group	C-1	Non-waterlogging : 40 days		· length of shoot · leaf number · leaf greenness · dry weight	5
	C-2	Non-waterlogging : 50 days			
	C-3	Non-waterlogging : 60 days			
Experimental group	W-1	10	30		
	W-2	20	30		
	W-3	30	30		

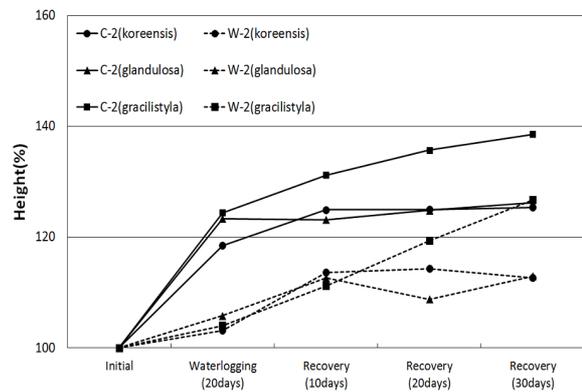
3. 실험 결과 및 고찰

3.1 식물키

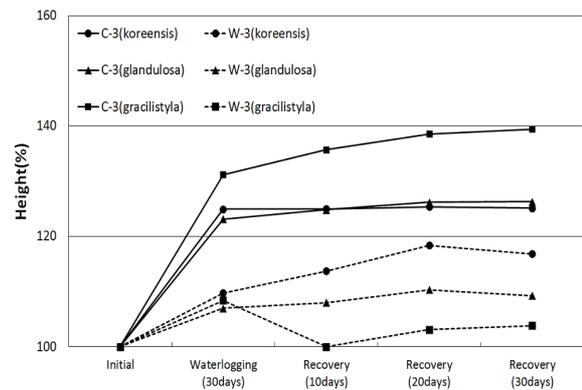
식물키에 대한 분석 결과 10일 침수 후 모든 식물은 비침수의 대조군과 비교 시 성장률이 낮지만 갯버들의 경우 20일 이상의 회복기간이 지나면 대조군과 같은 성장률(초기대비 131 %)을 보였다. 버드나무와 왕버들은 10일 침수 후 회복시간을 가지면 초기상태 대비 성장률은 증가했지만 대조군과 성장률 차이는 있는 것으로 나타났다(Fig. 1(a)). 20일 침수가 지속되면 비침수의 대조군과 성장률의 차이가 뚜렷하게 나타나는 것으로 확인되었으며 침수 후 30일간 회복기간이 지나도 대조군과 차이는 계속되었다(Fig. 1(b)). 30일 침수의 경우 침수 후 회복기간이 지나도 성장여 거의 없었으며 특히 갯버들의 경우 30일 침수가 지속되면 장기 침수로 인해 줄기가 부러진 개체가 있어 길이가 감소하였다(Fig. 1(c)). 키에 대한 종합 분석 결과 갯버들은 10일 침수 후 회복이 진행되면 비침수 그룹과 비슷한 성장률을 보이지만 다른 식물들은 성장률이 낮았다. 또한 20일 이상 침수가 진행되면 모든 식물에서 비침수 그룹의 성장률보다 낮았으며 침수가 지속될수록 성장률 차이는 증가하는 것으로 나타났다.



(a) waterlogging period : 10 days



(b) waterlogging period : 20 days



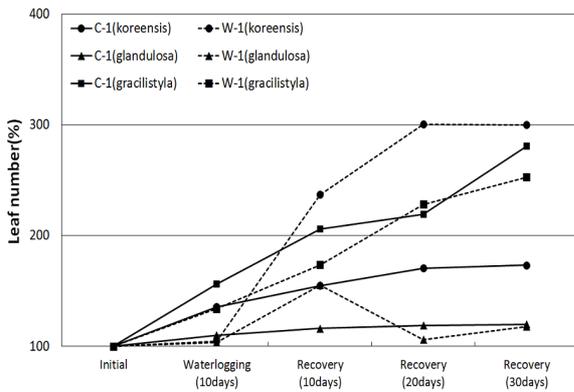
(c) waterlogging period : 30 days

Fig. 1. Growth rate of shoot according to waterlogging period

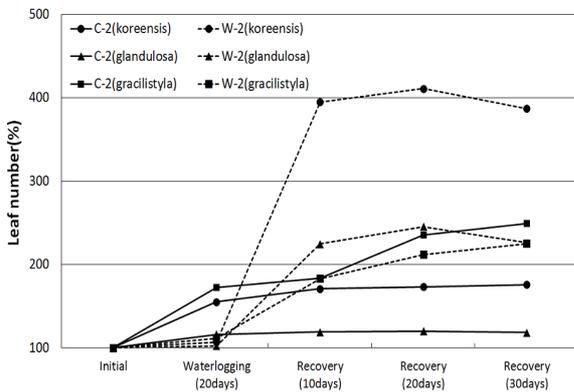
3.2 식물 엽수

식물 엽수의 경우 10일 침수가 발생하면 식물별로 차이는 있지만 대조군과 비교 시 성장률이 모두 감소했으며 버드나무의 경우 10일간 회복이 진행되면 엽수가 큰 폭으로 증가하여 대조군보다 높은 값을 보였다(Fig. 2(a)). 갯버들과 왕버들은 10일 침수로 인해 대조군의 성장률보다 낮지만 회복이 진행되면 대조군과 비슷한 성장률을 보이는 것으로 나타났다. 특히 왕버들은 10일간 회복이 진행되면 대조군보다 성장률

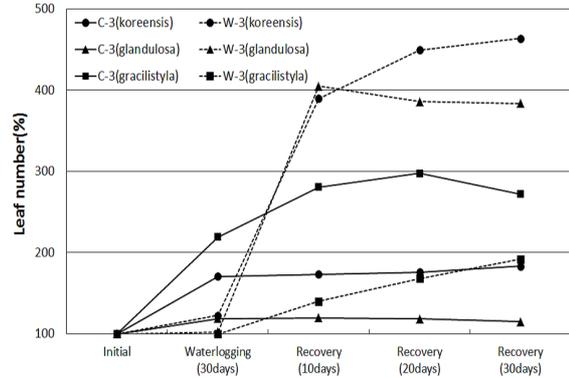
이 높아졌지만 회복이 지속되면서 대조군과 비슷한 성장률을 보였다. 20일 침수가 지속되면 모든 식물에서 엽수의 성장률은 낮았지만 버드나무의 경우 10일의 회복기간이 지나면 초기상태 대비 395 %(대조군 : 171 %), 20일이 지나면 초기상태 대비 411 %(대조군 : 173 %)의 성장률을 보였다. 왕버들 역시 20일 침수 후 회복이 시작되면 성장률이 급격히 높아졌지만 갯버들은 20일 침수 후 30일 동안 회복이 진행되어도 대조군보다 성장률이 낮게 나타났다(Fig. 2(b)). 30일 침수 후 회복이 진행되면 버드나무와 왕버들의 엽수는 급격히 증가했으나 갯버들은 대조군에 비해 성장률이 낮은 것으로 나타났다(Fig. 2(c)). 엽수에 대한 종합 분석 결과 버드나무와 왕버들에 대한 30일 이하의 침수는 비침수의 대조군에 비해 엽수의 급격한 증가를 가져오는 것으로 나타났지만 갯버들은 20일 이상의 침수가 지속되면 전반적으로 회복시간이 지나도 대조군보다 성장률이 낮았다. 또한 비침수 대조군 중 왕버들의 엽수 측정 결과 주 3회 관수는 왕버들의 엽수 성장에 부족한 것으로 나타났으며 이는 충분한 관수가 엽수 성장에 영향을 미치는 것을 의미한다.



(a) waterlogging period : 10 days



(b) waterlogging period : 20 days

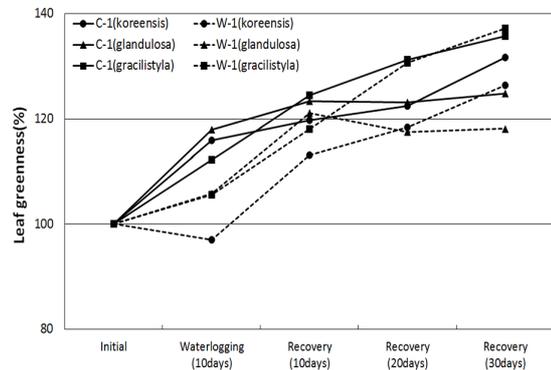


(c) waterlogging period : 30 days

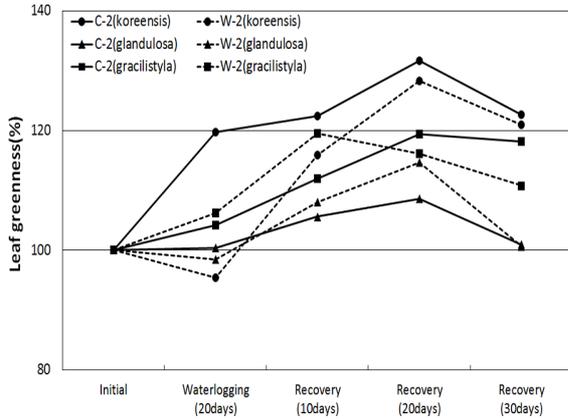
Fig. 2. Growth rate of leaf number according to waterlogging period

3.3 식물잎의 녹색정도

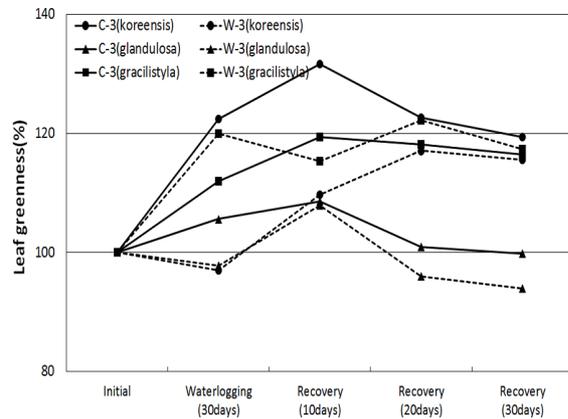
식물잎의 녹색정도에 대한 측정결과 10일 침수 후의 경우 모든 식물이 대조군에 비해 낮았으나 갯버들의 경우 20일 이상 회복시간이 지나면 대조군의 성장률과 비슷한 값을 보였다. 그러나 버드나무와 왕버들은 30일의 회복시간이 지나도 대조군의 성장률과 차이가 발생했다(Fig. 3(a)). 20일 침수의 경우 식물별로 침수와 비침수에 의한 차이는 크지 않았으며 침수기간에 따른 녹색정도도 일정하지 않는 것으로 나타났다(Fig. 3(b)). 30일 침수 후 왕버들은 30일 회복시간이 지나도 대조군과 성장률 차이가 있지만 갯버들과 버드나무의 성장률에 대한 차이는 거의 없는 것으로 측정되었다(Fig. 3(c)). 침수에 대한 잎의 녹색정도 변화에 대한 종합 분석 결과 30일 이하의 침수는 식물별로 미세한 차이는 있지만 실험 오차를 고려하면 식물잎의 녹색정도에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 또한 개엽의 특정부위 녹색정도가 식물의 생육량을 추정하는 데에는 이용할 수 없으며 단지 질소영양결핍의 지표로만 이용되어야한다는 기존 연구 사례와도 일치하는 것을 보여준다(Piekielek et al., 1995; Kim et al., 2005).



(a) waterlogging period : 10 days



(b) waterlogging period : 20 days

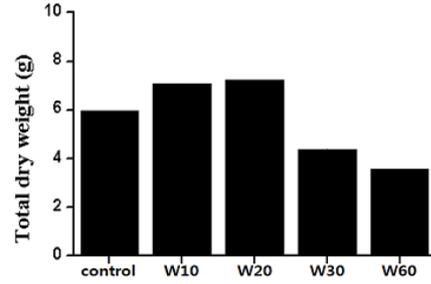


(c) waterlogging period : 30 days

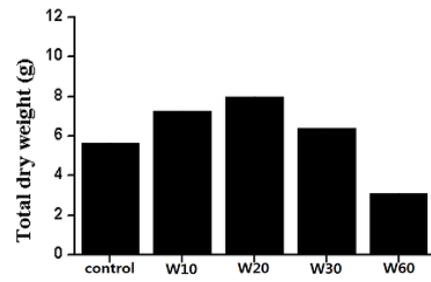
Fig. 3. Growth rate of leaf greenness according to waterlogging period

3.4 식물 건중량

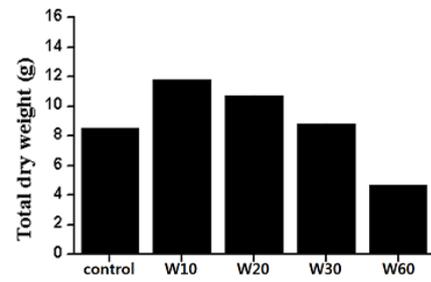
식물 건중량은 실험구들의 정상적인 성장을 알 수 있는 지표로서 갯버들은 침수 10일인 W-10과 침수 20일인 W-20이 대조군보다 높은 건중량의 증가를 보였으며 침수기간이 30일 이상이 되면 건중량이 대조군보다 감소하였다(Fig. 4(a)). 왕버들은 침수 20일(W-20)까지 대조군보다 높은 건중량의 증가가 있었으며 침수 30일(W-30)이 지나면 건중량이 감소하지만 대조군보다 높은 값을 보였으며 침수 60일(W-60)이 지나면 대조군과 건중량의 차이가 크게 나타났다(Fig. 4(b)). 버드나무의 경우 침수 10일 이후부터 건중량은 감소했으나 침수 30일까지 대조군보다는 높은 건중량을 보였다(Fig. 4(c)). 버드나무속 식물의 경우 대부분 침수 20일까지는 비침수의 대조군과 비교해 건중량이 높은 값을 보였으나 침수기간이 30일 이상 길어질수록 건중량이 감소하는 것으로 나타났다.



(a) *Salix gracilistyla*



(b) *Salix glandulosa*



(c) *Salix koreensis*

Fig. 4. Growth rate of dry weight according to waterlogging period

4. 내침수성 분석

내침수성을 분석하기 위해 30일 침수 후 각 식물의 생존율(survival rate)을 분석하였다. 생존율은 각 개체의 새 잎 발생 정도를 관찰하여 고사 여부를 판단하였다. 새 잎의 발생 정도에 대한 관찰 결과 모든 식물은 최대 30일 침수가 진행되어도 모든 개체가 생존하는 것으로 나타났다. 또한 본 연구에서는 고탁수에 의한 침수실험 결과인 Kim et al.(2013b)의 연구결과(침수기간:30일)와 비교를 통해 정수와 탁수에 의한 30일 침수 시 엽수결과를 각각 비교하였다(Table 2). 비교 분석 결과 정수 침수 시 갯버들, 왕버들, 버드나무의 엽수는 초기 대비 각각 100 %, 102 %, 123 %를 보였으며 탁수 침수 시 갯버들과 왕버들의 엽수는

초기대비 0 %였으며 버드나무는 16.4 %로 나타났다. 이는 정수 상태의 침수는 고탁수 침수보다 고사 가능성이 매우 낮으며 비탈면 내 식생 선정 시 연중 침수

기간 및 탁수 발생 정도에 맞는 버드나무속 식물을 선정해야 함을 의미한다.

Table. 2. Growth rate variation of leaf number in the fresh water and turbid water group

Waterlogging period(days)	Waterlogging by Fresh water(%)			Waterlogging by turbid water(%)		
	<i>gracilistyla</i>	<i>glandulosa</i>	<i>koreensis</i>	<i>gracilistyla</i>	<i>glandulosa</i>	<i>koreensis</i>
30	100.0	102.4	122.6	0.0	0.0	16.4

5. 결론

하천식물인 버드나무속 식물의 내침수성 분석은 하천복원을 위한 하안식생 선정 시 반드시 필요한 연구이다. 본 연구에서는 버드나무속 식물인 갯버들, 왕버들, 버드나무의 내침수성을 비교하여 하천복원을 위한 수목 조성에 필요한 자료를 제시하였다. 실험 및 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 버드나무속 식물의 내침수성을 분석하기 위해 침수실험을 실시하였으며 각 침수기간이 지난 후 식물키, 엽수, 녹색정도, 건중량을 측정하여 각 식물의 성장률을 비교하였다. 실험결과 식물키, 엽수, 건중량은 침수가 장기간 지속되면 영향을 받지만 식물잎의 녹색정도에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 또한 버드나무속 식물 3종은 모두 침수환경에서 30일 침수가 진행되어도 고사되지 않았으며 식물키, 엽수 및 건중량에 대한 종합적인 검토 결과 버드나무속 식물은 내침수성이 강하며 20일 이하의 침수는 비침수 조건보다 식물의 생장에 도움을 주는 것으로 나타났다.

2) 식물키 및 엽수에 대한 분석결과 실험 식물 중 내침수성이 가장 강한 식물은 버드나무이며 탁수 침수환경에서 30일 침수 시에도 엽수가 관찰되었다. 따라서 버드나무와 같이 내침수성이 강한 하천수목은 향후 하천복원 수목으로 광범위하게 활용될 수 있을 것으로 판단되며 향후 다양한 식생을 대상으로 한 연구범위의 확대가 필요하며 하천 고유의 침수환경을 재현하고 하천식물의 침수기간을 고려한 식물조성이 요구된다.

감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원의 기관고유 연구사업(14주요) 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

References

Anderson, PH and Pezeshki, SR (1999). The effect of intermittent flooding on seedling of three forest species, *J. of Photosynthetic*, 37, pp. 543-522.

Domingo, R, Perez-Paster, A and Ruiz-Sanchez, MC (2002). Physiological responses of apricot plant grafted on two different rootstocks to flooding conditions, *J. of Plant Physiological ecology*, 159, pp. 725-732.

Han, YS, Kim, HR, Han, SJ, Jeon, JK, Lee, SH, Jang, RH, Cho, KT, Kang, TK and You, YH (2013). Studies on β -diversity for high plant community turnover in flood plain restoration, *J. of Wetlands Research*, 15(4), pp. 501-508. [Korean Literature]

Heo, EB (2010). *Studies on the woody vegetation in the edge of natural river for ecological restoration in Korea*, Master's Thesis, Kongju University. [Korean Literature]

Kang, SB, Jang, HI, Lee, IB, Park, JM and Moon, DK (2007). Change in photosynthesis and chlorophyll fluorescence of 'Campbell Early' and 'Kyoho' grapevine under long-term waterlogging Condition, *J. of Horticultural Science & Technology*, 25(4), pp. 400-407. [Korean Literature]

Kercher, SM and Zedler, JB (2004). Flood tolerance in wetland angiosperms: a comparison of invasive and non-invasive species, *J. of Aquatic Botany*, 80, pp. 89-102.

Kim, MH, Shin, JC and Lee, BW (2005). Applicability of vegetation index and SPAD reading to nondestructive diagnosis of rice growth and nitrogen nutrition status, *J. of Crop Science*, 50(6), pp. 369-377. [Korean Literature]

- Kim, JT, Kim, EJ, Kang, JG and Yeo, HK (2013a). Impact of turbidity on protected plants along river levees, *J. of Engineering Geology*, 23(2), pp. 161-170. [Korean Literature]
- Kim, JT, Kim, EJ, Kang, JG and Yeo, HK (2013b). Variation on the growth rate of plants by submersion of high turbidity -A case study on Salix species-, *J. Korea Water Resources Association*, 46(9), pp. 959-969. [Korean Literature]
- Kim, TG, Chae, SK, Chun, SH and Jeong, JC (2012). A study of pull-out strength increasement by root of grasses, *J. of Wetlands Research*, 14(2), pp. 199-210. [Korean Literature]
- Kim, WS, Kwak, JI, Lee, KJ and Han, BH (2011). A study on characteristics of vegetation distribution according to revetment techniques of riverbank in Han river, Korea, *J. of Environment & Ecology*, 25(1), pp. 17-30. [Korean Literature]
- Lee, SD, Kang, HK and Jang, HS (2010). Monitoring of vegetation changes after constructing the vegetation-mat measures for greening in embankment-A case study of tancheon, *J. Environment & Ecology*, 24(3), pp. 302-317. [Korean Literature]
- Liao, CT and Lin, CH (1994). Effect of flooding stress on photosynthetic activities of Momordica charantia. *Plant Physiological Biochemistry*, 32, pp. 1-5.
- Park, JM (2002). Comparing of flooding tolerance of herbaceous plants for selecting useful revegetation plants in shoreline slopes of lake, *J. of Korean Environmental Restoration Technology*, 5(2), pp. 25-33. [Korean Literature]
- Park, JM and Choi, GH (2001). Study on the flooding tolerance of some woody plants for selecting useful revegetation plants in lake and marsh slopes, *J. of Korean Environmental Restoration Technology*, 4(2), pp. 45-51. [Korean Literature]
- Park, SH, Park, CM and Oh, HK (2008). Growth characteristics of 4 IRIS species by flooding periods for revegetation plants selection in water level changing slopes, *J. of Environment & Ecology*, 22(6), pp. 640-647. [Korean Literature]
- Piekielek, WP, Fox, RH, Toth, JD and Macneal, KE (1995). Use of a chlorophyll meter at the early dent stage of corn to evaluate nitrogen sufficiency, *J. of Agronomy*, 87, pp. 403-408.
- Shin, BK, Kim, HJ, Choi, GW and Han, MS (2012). A study on the effect of water level and inundation period on the plant coverage of revegetation methods of stream bank in the coastal reclaimed land, *J. of Environment & Ecology*, 26(3), pp. 437-445. [Korean Literature]
- Shin, JI (1999). Analysis of vegetation variation after the rehabilitation treatment of stream, *J. of Korean Environmental Restoration Technology*, 2(3), pp. 10-17. [Korean Literature]
- Song, JS (2001). A phytosociological study of the shrubby and herbaceous vegetation of the riverside in the upper stream of Nak-dong river, Korea, *J. of Environment & Ecology*, 15(2), pp. 104-117. [Korean Literature]
- US Fish and Wildlife Service (2008). *Effects of long duration flooding on riparian plant Sspecies in restoration plantings*, San Joaquin River National Wildlife Refuge, Stanislaus County, California.
- Woo, HS and Kim, ST (2000). A review and understanding of stream corridor restoration, *J. of Korean Environmental Restoration Technology*, 3(3), pp. 126-144. [Korean Literature]

- 논문접수일 : 2014년 07월 08일
- 심사의뢰일 : 2014년 07월 18일
- 심사완료일 : 2014년 07월 28일