

상대빈도, 상대밀도, 중요치에 의한 농업용 저수지의 사면식생 특성 분석

박승기* · 윤충원** · 정남수*

*공주대학교 지역건설공학과 교수 · **공주대학교 산림과학과 교수

Slope Vegetation Characteristic Analysis of Agricultural Fill Dam Vegetation by Relative Frequency, Relative Density, and Importance Value

Park, Seungki* · Yun, Chungweon** · Jung, Namsu*

*Professor, Department of Regional Construction Engineering, Kongju National University

**Professor, Department Forest Science, Kongju National University

ABSTRACT : The purpose of this study is to provide basic data for the sustainable maintenance and management of agricultural fill dams by examining the naturally transmitted vegetation in downstream slope. The relative frequency(RF), relative density(RD) and importance value(IV) of each major plant species of the reservoir to be studied based on the results of the field vegetation survey targeting the vegetation on the downstream slope of the agricultural field dam. By calculating, the ecological impact of constituent species was quantitatively evaluated, and top ranking of plant species(TROPS) by reservoir was selected and applicability was suggested. Silver grass is proposed as a protection plant on the downstream slope of an agricultural fill dam by reflecting the TROPS selection results of silver grasses and the social demand for using silver grasses. Silver grass is a native perennial plant that is native to Korea, so there is no risk of disturbing the ecosystem, and the lush silver grass forest serves as a habitat for wild birds or mammals, so it is a plant that has a beneficial effect on the ecological environment. Silver grass is widely used for regional festivals, tourism topics, various folk materials, construction materials, and bio-energy raw materials. It also can be used as an important material for vitalizing the area around the reservoir.

Key words : Agricultural Fill Dam, Slope Vegetation, Ecological Environment, Silver Grass, TROPS

I. 서론

농업용 저수지는 대부분 필댐으로 흙, 자갈, 암괴 등 자연재료로 만든 댐이며 제체의 구성재료에 따라 흙댐, 사력댐 등으로 구분되기도 한다. 우리나라 농업용 저수지는 총 17,147개소 중 약 84%인 14,381개소가 50년 이상 노후 생산기반시설로 기능 유지, 신규 용수 수요 확보, 기후변화 대비 등을 위한 개보수 사업의 필요성이 요구

되고 있다(Park, 2017). 이러한 농업용 저수지의 고유의 역할 이외에 주변 생태계의 유지와 복원을 위한 대책과 주변자연과 조화되고 지역 향토문화를 접목하는 환경친화적 댐으로 개발하여 댐주변 지역경제 활성화를 유도할 수 있는 지역관광 네트워크의 중요한 거점으로 변신을 요구하고 있다(MAFRA & KRC, 2017).

농업용 소규모 필댐은 하천을 가로질러 세워지는 인공적 구조물로 물과 기류의 흐름을 차단하여 동식물의 서식환경을 왜곡시키는 등 하천의 경관과 생태계의 단절을 가져와 수생 및 육상 동식물의 생태를 변화시키게 된다. 농업용 저수지 관리부서인 기초자치단체와 한국농어촌공사는 매년 1회 이상 예초작업을 실시하여 꾸준하게 관리

Corresponding author : Jung, Nam-Su

Tel : +81-41-330-1265

E-mail : ruralplan@kongju.ac.kr

되고 있지만, 식물들은 끈질긴 생존력을 발휘하여 생물다양성을 형성하고 독특한 생태계를 만들어 왔다. 또한, 필댐 사면의 과도한 식생은 외관을 해치고 균열 발생과 외관 조사에 방해가 되고 강풍으로 나무가 뽑힘에 따라 구멍을 형성한다. 이는 결괴의 원인이 되며 뿌리가 썩어 누수의 발생을 유발하고 뿌리로 인하여 콘크리트 슬래브와 구조물의 용기를 초래한다. 설치류 동물에 의하여 댐체, 여수로 및 방류구에 구멍을 내어 침투, 부분적 붕괴의 원인이 된다(MOCT, 1994).

도로 건설분야에서는 건설 환경에 대한 관심이 높아지면서 도로의 건설로 인해 발생하는 비탈 훼손지를 자연친화적으로 복원해야 한다는 국민들의 관심을 반영하여 비탈면에 대한 단순 녹화방법에서 벗어난 환경친화적이고 생태적인 비탈면 녹화를 위한 녹화식물의 생육특성 등에 대한 조사 및 연구 필요성을 제시하였다(Park et al., 2006). Jeon(2013)은 우리나라 고속도로 비탈면 녹화에 시공된 공법의 유형을 분석하고 고속도로 비탈면의 피복도에 영향을 주는 주요 인자 및 주변 임상에 따른 천이 상태를 분석하였으며 주변 산림부에서 천이되는 우점종으로 억새, 잔디, 해송, 산딸기, 참싸리, 족제비싸리, 썩, 달맞이꽃을 제시하였다.

Curtis와 McIntosh(1951)는 연구 대상지의 각 집단에 분포하고 있는 식생 구성을 파악하기 위해 중요치(Importance value, IV) 산출방법을 제안하였다. 중요치는 식물종의 영향력 또는 우세력에 대한 평가에 효과적이고, 가장 객관적으로 종의 구성을 파악할 수 있는 방법으로 평가 받고 있다(Brower and Zar, 1977). 농업용 필댐의 식생 특성은 Park et al.(2017)이 신흥저수지를 대상으로 하류사면의 식생을 조사하고 중요치 분석을 수행하였다. Kim et al.(2019)은 개별 식물의 습생지수를 결정하고 적용성을 평가하여 누수구역 판단에 적용하였다. 연구과정에서 저수지 개보수 사업이나 저수지 신규 개발 사업에서 하류사면은 잔디가 식재되나 거의 남아 있지 않은 문제점을 지적하며 경년변화 특성을 반영한 저수지 사면식생 연구의

필요성을 제기하였다.

본 연구에서는 농업용 저수지의 지속가능한 유지관리를 위해 농업용 필댐의 하류사면을 대상으로 자연적으로 천이된 식생의 우세력을 평가하고자 한다. 이를 위해 기존에 연구된 신흥저수지의 자료뿐만 아니라 산정저수지와 임화저수지의 조사결과를 추가하여 주요식물종별 상대빈도, 상대밀도 및 중요치를 산정하고 구성종의 생태적 영향력과 특성을 연구하며 시사점을 도출하고자 한다.

II. 자료 및 방법

1. 자료

가. 조사지 개요

신흥저수지와 산정저수지는 2014년에, 임화저수지는 2015년 농업생산기반시설 정밀안전진단을 실시하였다. 조사 대상 3개 저수지는 준형 필댐으로 준공 시 제체의 상류측 사면은 사석으로 피복하였고 하류측 사면은 잔디로 피복한 공통점이 있으며, 18년, 37년, 46년이 경과하여 식생이 안정화된 전형적인 농업용 저수지이다. Lee(2015)는 농업용저수지 유형화에서 1,000,000m² 이하의 저수지 중 370,000m²보다 적은 저수지가 70%였으므로 대표성을 가질 수 있다. 일반적인 제원은 Table 1과 같고 위치는 Figure 1과 같다(KRC, 2014a, 2014b, 2015a).

2. 방법

가. 식생조사

식생조사는 1m×1m 크기의 정방형 방형구를 이용하였고, 개체군이나 군집의 종조성과 구조를 정량적으로 조사하는 표본추출법인 측구법(Plot sampling method)을 적용하였다(park et al., 2017). 조사선은 Figure 2와 같이 조사대상 저수지의 정밀안전진단 조사망의 경계선과 동일하게 20m

Table 1. Summary of the Sinheung, Sanjeong and Imhwa reservoir

Name	Location	Completion year	Benefitted area (ha)	Total reservoir capacity (m ³)	Dam		
					Height (m)	Length (m)	Top crest width (m)
Sanjeong	Yangseong-myeon, Anseong-si	1969	50.0	145,000	14.0	145.0	3.0
Imhwa	Yangchon-myeon, Nonsan-si	1979	41.2	494,500	18.1	190.0	4.2
Sinheung	Gwangsi-myeon, Yesan-gun	1997	28.0	165,000	25.3	151.0	5.6

상대빈도, 상대밀도, 중요치에 의한 농업용 저수지의 사면식생 특성 분석

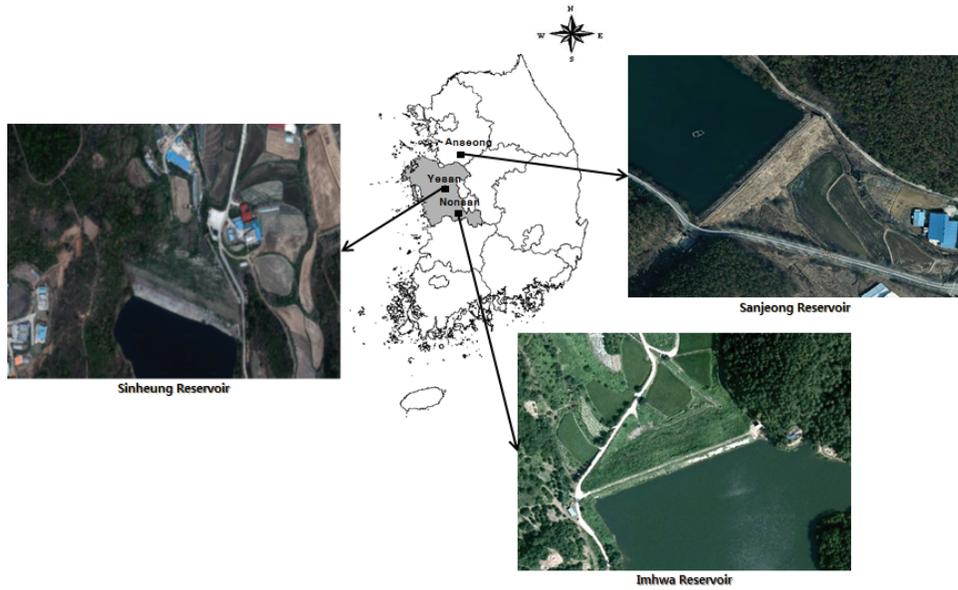


Figure 1. Location map of the Sanjeong, Imhwa and Sinheung reservoir

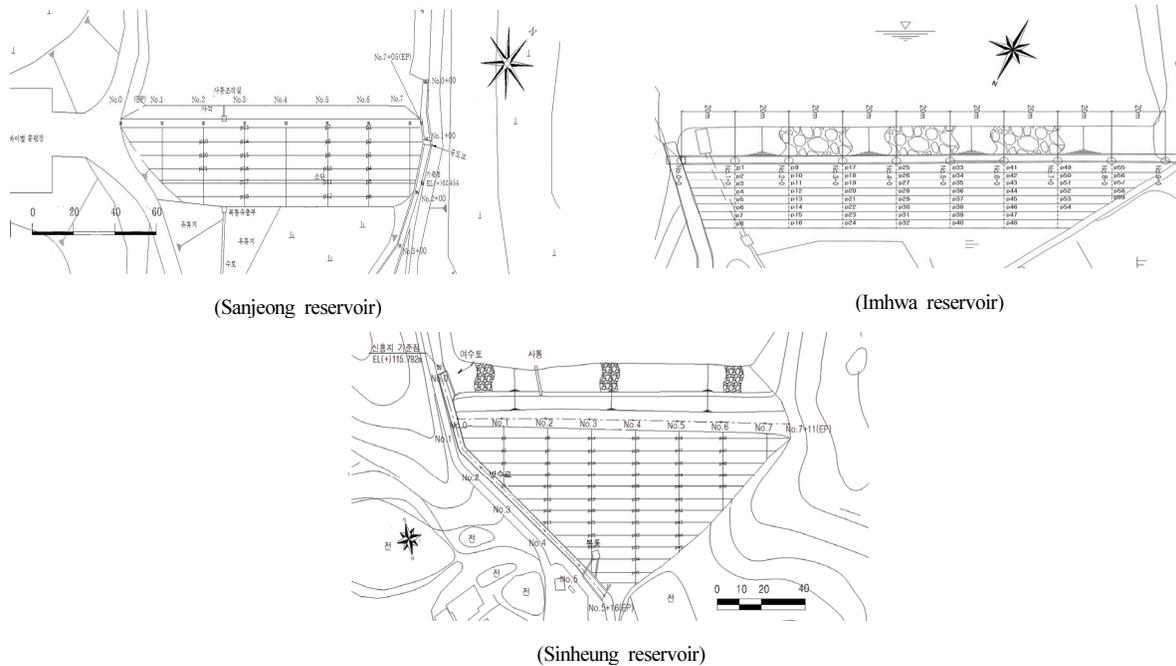


Figure 2. On-site vegetation survey point at Sinheung reservoir

간격으로 선정하였고, 식생조사측점은 댐마루를 기준으로 하류사면 비탈끝 방향 5m 간격으로 하였다. 식생조사는 식물의 생육이 왕성한 2014-5년 7, 8월에 실시하였다.

식생조사는 식물사회학적 방법(Ellenberg, 1956; Braun-Blanquet, 1964)에 따라 조사구내에 출현하는 모든 종의 양과 생육상태조사를 실시하였고, 양으로는 출현하는 각

종의 피도와 개체수를 조합시킨 우점도 계급을 판정하여 기록하였으며, 생육상태는 종 개체의 집합 혹은 이산의 정도에 따른 군도 계급 등을 측정하였다. 식물동정은 원색 한국식물도감(Lee, 2007), 한국 식물생태보감(Kim, 2003), 국가 식물종 지식정보시스템(<http://www.nature.go.kr/index.jsp>)을 참고하였다.

나. 식생조사항목

식생조사항목으로 1m×1m 방형구 내에 출현하는 모든 식물종과 현재 가장 널리 사용되고 있는 Braun-Blanquet (1964)의 피도와 군도의 판정방법을 이용하여 피도와 군도를 측정하였다(park et al., 2017). 피도(Coverage) 계급은 식물이 지표면을 덮는 정도와 개체수를 조합시켜 결정한다. 식물이 지표면을 75%이상, 50~75%, 25~50%, 5~25%, 5% 미만 덮으면서 개체수가 많을 경우와 개체수가 적을 경우 그리고 피복면적이 미약하고 개체수가 한 개 정도일 경우를 각각 5, 4, 3, 2, 1, +로 나타낸다. 군락 속에 어떤 식물종의 여러 개체가 서로 어떤 관련성을 가지고 분포되어 있는지를 나타내는 군도(Sociability) 계급은 카펫상, 대반상, 소반상, 소군상, 단독으로 생육할 경우로 각각 5, 4, 3, 2, 1로 나타낸다(park et al., 2017).

다. 상대빈도, 상대밀도, 중요치 분석

농업용 필дем의 식생 특성은 Park et al.(2017)은 농업용 필дем의 식생 특성을 분석하기 위하여 상대빈도(Relative Frequency, RF)와 상대밀도(Relative Density, RD) 두 가지 측도를 조합하여 중요치(Importance Value, IV)를 산출하였다. 상대빈도(RF)는 식(1)과 같이 한 종의 출현빈도를 모든 종의 총 출현빈도로 나누고 백분을 시켜 산출한다. 상대밀도(RD)는 식(2)와 같이 한 종의 개체수를 모든 종의 총 개체수로 나누고 백분을 시켜 산출할 수 있다. 중요치(IV)는 식(3)과 같이 산출된 두 가지 측도 상대빈도(RF)와 상대밀도(RD)를 합한 후 2로 나누어 산출한다.

$$RF = \frac{a \text{ Number of emergence species}}{\quad} \quad (1)$$

$$RD = \frac{a \text{ Number of individuals}}{\quad} \quad (2)$$

$$\text{Importance Value (IV)} = \frac{RD + RF}{2} \quad (3)$$

분석대상 저수지별 상대빈도(RF), 상대밀도(RD) 및 중요치(IV)의 상위순위 식물종(Top Ranking of Plant Species: TROPS)을 선발하고 고찰하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 현장식생조사 결과

신흥저수지는 2014년 7월 21일부터 2014년 7월 25일까지, 산정저수지는 2014년 8월 8일, 임화저수지는 2015년 8월 28일 대상 저수지의 식생을 파악하기 위해 Figure 2

의 측선을 따라 정방형(1m×1m) 방형구를 이용하여 측구법(Plot sampling method)으로 저수지 하류사면을 조사하였다. 피도계급과 군도(Sociability) 계급은 식생조사항목의 판정 기준에 따라 단면번호, 단면거리, 피도, 군도 순으로 조사하였다(KRC, 2014c, 2015b).

가. 산정저수지

산정저수지는 댐길이가 145.0m로 조사단면이 7개이나 4개 단면에서 현장식생조사를 실시하였고 총 방형구수는 21개이다. 산정저수지 사면에서 조사된 총 식물 종의 출현수는 254회이며 방형구별 최다 출현수는 18종이고 최소 출현수는 6종이며 평균 출현수는 12.1종이었다.

각 조사구별 대표 우점종은 억새가 6개소로 가장 많았고 강아지풀, 바랭이, 달부리풀, 락풀, 개백문동, 까마중 등으로 다양하고 총 출현종은 55종이었다. 방형구별 최다 출현 식물종은 닭의장풀(*Commelina communis*) 16회로 출현율은 76.2%이고 고마리 등 15종의 출현수는 1회이었다.

나. 임화저수지

임화저수지는 댐길이가 190.0m이고 조사단면수를 8개로 나누고 방형구수는 총 61개소 조사구를 선정하여 조사를 실시하였다. 전체 방형구에 출현한 총 출현횟수는 439회이며 한 방형구당 출현한 평균 식물종은 7.2종이다. 전체 식물종은 62종이고 최다 출현종은 칩이고 46개 방형구에서 출현하였고 출현율은 75.4%이며 억새와 닭의장풀은 34개 방형구에서 출현하였고 출현율은 55.7%이다.

방형구별 우점종은 16종이고 칩은 22개 방형구에서 우점종이며, 산쑥, 새, 억새, 환삼덩굴은 5개 방형구에서 우점종이고 달부리풀은 3개 방형구, 조팝나무, 싸리, 돌콩, 갯버들, 강아지풀은 2개 방형구, 새콩, 사위질빵, 사마귀풀, 방울고랭이, 명석딸기는 1개 방형구에서 우점종으로 조사되었다.

다. 신흥저수지

신흥저수지는 댐길이가 151.0m이며 조사단면은 7개이나 6개 단면을 대상으로 현장식생조사를 실시하였고 조사 방형구수는 총 50개소이다. 신흥저수지 하류사면에서 조사된 식물종의 총 출현횟수는 589회이며, 방형구별 최다 출현수는 18종이고 최소 출현수는 5종이며 평균 출현수는 11.8종이다. 전체 식물종은 68종이고 최다 출현종은 쇠뜨기이고 48개 방형구에서 출현하였고 출현율은 96.0%이며 쑥은 46개 방형구에서 출현하였고 출현율은 92.0%이다. 방형구별 우점종은 12종이고 칩은 13개 방형구에서 우점종이며 쇠뜨기는 9개 방형구에서 우점종이고 달부리풀은 7개 방형구에서 우점종이며 쑥은 6개소, 땅비싸

리는 5개소, 개망초와 억새는 2개소에서 우점종이고 메자기, 사초, 썩싸리, 처녀고사리 및 눈갯벼들은 각각 1개소에서 우점종으로 나타났다.

2. 중요치 분석결과

분석 대상 저수지 하류사면에 자생하는 식물종의 생태적 영향력을 파악하기 위하여 식(1), 식(2), 식(3)과 같이 상대빈도(RF)와 상대밀도(RD)를 조합하여 중요치(IV)를 산출하였다.

가. 분석 대상저수지

1) 산정저수지

산정저수지 상대빈도(RF)의 범위는 6.45%에서 0.35%이고 주요 출현종의 크기별 순위는 닭의장풀(6.45%), 억새(4.8%), 깨풀(4.71%), 강아지풀(4.22%), 명석딸기(4.17%) 등의 순이었다. 산정저수지 상대밀도(RD)의 범위는 25.36%에서 0.0%이고 주요 출현종의 크기별 순위는 억새(25.36%), 강아지풀(8.76%), 명석딸기(8.20%), 닭의장풀(6.83%) 등의 순이었다. 산정저수지 중요치(IV)의 범위는 15.08%에서 0.17%이고 주요 출현종의 크기별 순위는 억새(15.08%), 닭의장풀(6.64%), 강아지풀(6.49%), 명석딸기(6.18%), 깨풀(3.92%) 등의 순으로 나타났다.

2) 임화저수지

임화저수지 상대빈도(RF)의 범위는 12.53%에서 0.15%이고 주요 출현종의 크기별 순위는 칩(12.53%), 억새(7.87%), 닭의장풀(7.87%), 돌콩(5.0%), 썩싸리(4.38%), 썩(4.31%), 환삼덩굴(4.22%) 등의 순이었다. 임화저수지 상대밀도(RD)의 범위는 35.26%에서 0.07%이고 주요 출현종의 크기별 순위는 칩(35.26%), 억새(7.83%), 환삼덩굴

(5.55%), 닭의장풀(4.83%), 돌콩(4.36%), 산썩(3.64%) 등의 순이었다. 임화저수지 중요치(IV)의 범위는 23.9%에서 0.11%이고 주요 출현종의 크기별 순위는 칩(23.90%), 억새(7.85%), 닭의장풀(6.35%), 환삼덩굴(4.88%), 돌콩(4.68%), 산썩(3.73%) 등의 순으로 나타났다.

3) 신흥저수지

신흥저수지 상대빈도(RF)의 범위는 8.39%에서 0.12%이고 주요 출현종의 크기별 순위는 쇠뜨기(8.39%), 썩(8.23%), 개망초(6.41%), 칩(6.11%), 마(6.06%), 억새(4.27%), 돌콩(3.57%), 닭의장풀(3.5%), 달부리풀(3.18%) 순이었다. 신흥저수지 상대밀도(RD)의 범위는 18.9%에서 0.0%이고 주요 출현종의 크기별 순위는 쇠뜨기(18.9%), 칩(18.64%), 썩(14.64%), 달부리풀(7.78%) 억새(4.5%), 개망초(3.94%), 땅비싸리(3.62%), 마(3.48%) 순이다. 왕고들빼기 등 22종의 상대밀도는 매우 작은값으로 나타났다. 신흥저수지 중요치(IV)의 범위는 13.64%에서 0.06%이고 주요 출현종의 크기별 순위는 쇠뜨기(13.64%), 칩(12.38%), 썩(11.43%), 달부리풀(5.48%), 개망초(5.18%), 마(4.77%), 억새(4.38%) 등의 순으로 나타났다.

나. 저수지 축조 경과년수별 RF, RD 및 IV의 특성

분석 대상인 산정저수지, 임화저수지 및 신흥저수지의 준공년도는 각각 1969년, 1979년, 1997년이며 식생조사가 실시된 2014년과 2015년을 기준으로 각각 준공후 46년, 37년, 18년이 경과되었다(KRC, 2014a, 2014b, 2015a). 분석 대상 저수지 하류사면에 자생하는 식물종의 생태적 영향력을 파악하기 위하여 각 저수지의 식생조사 결과를 바탕으로 상대빈도(RF)와 상대밀도(RD)를 구하고 중요치(IV)를 산정하여 비교하였다.

산정저수지, 임화저수지 및 신흥저수지의 출현식물종 수는 각각 55종, 62종, 68종으로 대체로 오래된 저수지일

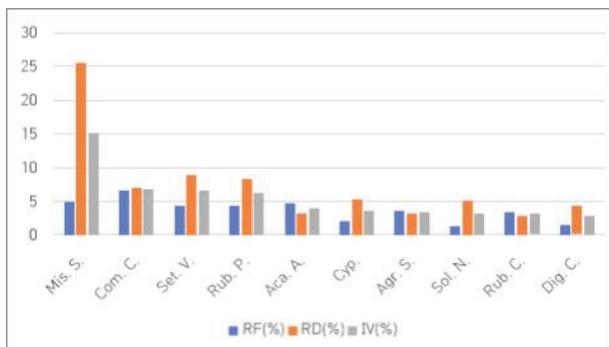


Figure 3. Relative frequency, density, and important value in Sanjeong

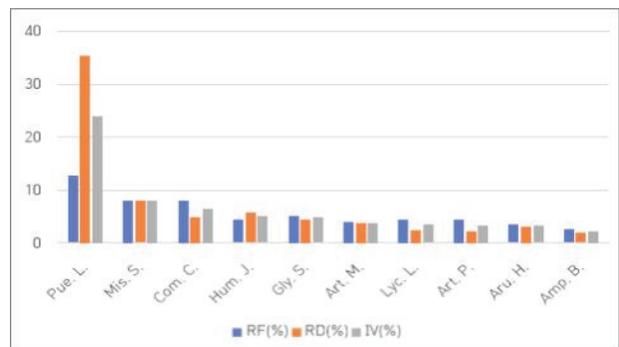


Figure 4 Relative frequency, density, and important value in Imhwa



Figure 5 Relative frequency, density, and important value in Imhwa

수록 종의 수가 줄어드는 모습을 볼 수 있다. 이는 준공 초기에는 무분별한 천이로 종의 수가 많았지만, 시간이 경과함에 따라 저수지 제체사면의 식물 생태계가 안정되면서 나타난 결과로 판단된다.

저수지 축조 경과 년수에 따른 저수지 하류사면의 식생 특성은 분석 대상 저수지의 상대빈도(RF), 상대밀도(RD) 및 중요치(IV)의 절대값, 최대값, 최소값을 비교하였다.

상대빈도(RF)의 최대값은 임화저수지, 신흥저수지, 산정저수지 순이다. 상대밀도(RD)와 중요치(IV)의 최대값의 크기는 임화저수지, 산정저수지, 신흥저수지 순이다. 상대빈도(RF), 상대밀도(RD) 및 중요치(IV)의 최소값은 모두 산정저수지, 임화저수지, 신흥저수지 순으로 각각 1.82, 1.61, 1.47로 경과년도가 적을수록 작은값을 보였다.

3. 저수지 하류사면 식생의 선발 및 적용

가. 상위순위 식물종(TROPS) 선발

1) 저수지별 TROPS 선정

본 연구는 분석대상 저수지 하류사면의 식생구성을 파악하여 저수지 사면에서 자생하는 식물종의 영향력 또는 우세력을 평가하기 위하여 산정한 저수지별 상대빈도(RF), 상대밀도(RD) 및 중요치(IV)의 3순위까지 상위순위 식물종(Top Ranking Of Plant Species; TROPS)을 선발하고 순위별 평균값을 구하였다. 분석대상 저수지별 식물종 특성은 상위순위 식물종(TROPS)과 준공년도를 고려하여 정성적으로 결정하였다. 분석대상 저수지 하류사면에 자생하는 식물의 위치별 특성을 파악하기 위하여 칩, 환삼덩굴, 명석딸기, 돌콩, 달부리풀과 같은 덩굴성 식물을 제외하였다(Kim et al., 2019).

분석대상 저수지인 산정저수지, 임화저수지 및 신흥저수지의 상대빈도(RF), 상대밀도(RD) 및 중요치(IV)의 상

위순위 식물종(TROPS)은 Table 2과 같다.

산정저수지의 상대빈도(RF) 상위순위 식물종(TROPS)은 닭의장풀(6.45%), 억새(4.80%), 강아지풀(4.22%)순이고, 상대밀도(RD) 상위순위 식물종(TROPS)은 억새(25.36%), 강아지풀(8.76%), 닭의장풀(6.83%)순이며, 중요치(IV) 상위순위 식물종(TROPS)은 억새(15.08%), 닭의장풀(6.64%), 강아지풀(6.49%)순으로 억새가 가장 우세한 식물종으로 평가되었다.

임화저수지의 상대빈도(RF) 상위순위 식물종(TROPS)은 억새(7.87%), 닭의장풀(7.87%), 썩사리(4.38%)순이고 상대밀도(RD) 상위순위 식물종(TROPS)은 억새(7.87%), 닭의장풀(4.83%), 산쭉(3.64%)순이며 중요치(IV) 상위순위 식물종(TROPS)은 억새(7.85%), 닭의장풀(6.35%), 산쭉(3.73%)순으로 억새가 가장 우세한 식물종으로 평가되었다.

신흥저수지의 상대빈도(RF) 상위순위 식물종(TROPS)은 쇠뜨기(8.39%), 쭉(8.23%), 개망초(6.41%)순이고 상대밀도(RD) 상위순위 식물종(TROPS)은 쇠뜨기(18.90%), 쭉(14.64%), 억새(4.50%)순이며 중요치(IV) 상위순위 식물종(TROPS)은 쇠뜨기(13.64%), 쭉(11.43%), 개망초(5.15%)순으로 쇠뜨기가 가장 우세한 식물종으로 평가되었다.

2) 농업용 저수지 하류사면의 TROPS 선발

분석대상 저수지의 상대빈도(RF), 상대밀도(RD), 중요치(IV)에 포함된 상위순위 식물종(TROPS)은 닭의장풀, 억새, 강아지풀, 썩사리, 산쭉, 쇠뜨기, 쭉, 개망초이며 억새는 모든 분석대상 저수지에서 상위순위 식물종(TROPS)으로 선정었다. 억새는 산정저수지의 상대밀도(RD)와 중요치(IV)에서 1순위, 상대빈도(RF)에서 2순위를 나타냈고 임화저수지의 모든 영역에서 1순위를 나타냈으며 신흥저수지의 상대밀도(RD)에서 3순위, 상대빈도(RF)와 중요치(IV)에서 4순위를 나타냈다.

나. 저수지 사면식생의 상위순위 식물종(TROPS) 적용

1) 사면보호용 식재종인 잔디 특성

식생조사 시점을 기준으로 산정저수지는 46년, 임화저수지는 37년, 신흥저수지는 18년이 경과된 저수지로 연구대상 저수지 모두 하류사면에 잔디를 식재하였으나 최근 잔디로 보수공사가 실시되었던 산정저수지의 한 개 방형구를 제외한 모든 조사 방형구에서 출현되지 않았다. 산정저수지 잔디의 식생조사 결과로 상대빈도(RF)는 0.38%, 상대밀도(RD)는 1.09%로 중요치(IV)는 0.73%로 매우 빈약하였다.

2) 상위순위 식물종을 고려한 식물종 선발 및 적용

Table 2. TROPS(Top Ranking Of Plant Species) of RF, RD and IV by each reservoir

		Sanjeong(1969)			Imhwa(1979)			Sinheung(1997)		
		Name		Value (%)	Name		Value (%)	Name		Value (%)
		Korean	Species		Korean	Species		Korean	Species	
RF	1st	닭의장풀	<i>Commelina communis</i>	6.45	억새	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i>	7.87	쇠뜨기	<i>Equisetum arvense</i>	8.39
	2nd	억새	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i>	4.80	닭의장풀	<i>Commelina communis</i>	7.87	쭈	<i>Artemisia princeps</i>	8.23
	3rd	강아지풀	<i>Setaria viridis</i>	4.22	썩싸리	<i>Lycopus lucidus</i>	4.38	개망초	<i>Erigeron annuus</i>	6.41
RD	1st	억새	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i>	25.36	억새	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i>	7.83	쇠뜨기	<i>Equisetum arvense</i>	18.90
	2nd	강아지풀	<i>Setaria viridis</i>	8.76	닭의장풀	<i>Commelina communis</i>	4.83	쭈	<i>Artemisia princeps</i>	14.64
	3rd	닭의장풀	<i>Commelina communis</i>	6.83	산쭈	<i>Artemisia montana</i>	3.64	억새	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i>	4.50
IV	1st	억새	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i>	15.08	억새	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i>	7.85	쇠뜨기	<i>Equisetum arvense</i>	13.64
	2nd	닭의장풀	<i>Commelina communis</i>	6.64	닭의장풀	<i>Commelina communis</i>	6.35	쭈	<i>Artemisia princeps</i>	11.43
	3rd	강아지풀	<i>Setaria viridis</i>	6.49	산쭈	<i>Artemisia montana</i>	3.73	개망초	<i>Erigeron annuus</i>	5.15

저수지 주변은 지속적인 교란이 일어나는 지역이므로 상위순위 식물종 중에서 식재가 이루어지면 식생 군집이 보다 빠르게 안정화 될 수 있다. 상위순의 식물종 중에서 억새는 우리나라가 원산지인 토종 영년생 식물이기 때문에 생태계 교란 우려가 없고 무성한 억새 숲은 야생 조류 또는 포유류의 서식처 역할을 하므로 생태환경에 유익한 영향을 끼치는 식물이다 (Moon et al., 2010). 또한 건조한 환경에서 잘 자라므로 저수지 사면과 같이 누수의 위험이 상존하는 구역은 누수 지표종으로도 활용이 가능할 것으로 판단된다.

억새 서식처는 텃새인 붉은머리오목눈이(*Paradoxornis webbiamus*)의 서식처와 흰뺨검둥오리(*Anas zonorhyncha*)산란터 및 여름 철새인 개개비(*Acrocephalus arundinaceus*)의 서식처 등으로 활용되고 있다. 억새는 단위면적당 마른줄기 수량이 많아 최근 미국, 유럽 등 선진국에서도 연료펠릿용, 바이오에탄올용, 조사료용으로 주목하는 식물이다. 우리나라에서는 서울억새축제(하늘공원), 강원 정선군 민등산 억새축제, 포천 명성산(산정호수) 억새축제, 영산강 서창들녘 억새축제 등과 같은 지역축제 및 관광의 주제와 다양한 민속자료와 건축 및 건설재료로 폭넓게 사용

되고 있어 저수지 주변지역의 활력화에 중요한 소재로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

IV. 결 론

본 연구에서는 농업용 필댐 하류사면 식생을 대상으로 현장 식생조사 결과를 바탕으로 연구대상 저수지의 주요 식물종별 상대빈도, 상대밀도 및 중요치를 산정하여 구성종의 생태적 영향력을 정량적으로 평가하고 저수지별 상위순위 식물종을 선별하였고 적용성을 제시하였다.

연구에 적용한 저수지는 산정저수지(1969년), 임화저수지(1979년) 및 신흥저수지(1997년)이고 식생조사 시점을 기준으로 산정저수지는 46년, 임화저수지는 37년, 신흥저수지는 18년이 경과된 저수지이다. 산정저수지, 임화저수지 및 신흥저수지의 출현식물종수는 각각 55종, 62종, 68종으로 대체로 오래된 저수지일수록 종의 수가 줄어드는 모습을 볼 수 있는데 준공 초기에는 무분별한 천이로 종의 수가 많았지만, 시간이 경과함에 따라 저수지 제체사면의 식물 생태계가 안정되면서 나타난 결과로 판단되었다.

상대빈도(RF)의 최대값은 임하저수지, 신흥저수지, 산정저수지 순이고 상대밀도(RD)와 중요치(IV)의 최대값은 임하저수지, 산정저수지, 신흥저수지 순이었다. 상대빈도(RF), 상대밀도(RD) 및 중요치(IV)의 최소값은 모두 산정저수지, 임하저수지, 신흥저수지 순으로 각각 1.82, 1.61, 1.47로 경과년도가 적을수록 작은값을 보였다.

1순위 상위순위 식물종(TROPS)인 억새는 산정저수지의 상대밀도(RD)와 중요치(IV)에서 1순위, 상대빈도(RF)에서 2순위를 나타냈고 임하저수지의 모든 영역에서 1순위를 나타냈으며 신흥저수지의 상대밀도(RD)에서 3순위, 상대빈도(RF)와 중요치(IV)에서 4순위를 나타냈다. 연구대상 저수지 모두 하류사면에 잔디를 식재하였으나 최근 보수공사가 실시되었던 산정저수지의 한 개 방형구를 제외한 모든 조사 방형구에서 출현되지 않았다. 산정저수지 잔디의 식생조사 결과로 상대빈도(RF)는 0.38%, 상대밀도(RD)는 1.09%로 중요치(IV)는 0.73%로 매우 빈약하였다.

본 연구에서는 억새를 농업용 저수지 하류사면의 TROPS 선별한 결과와 억새를 이용하고자 하는 사회적 요구 등을 반영하여 억새를 농업용 저수지 하류사면 보호식물로 제안한다. 억새는 우리나라가 원산지인 토종 영년생 식물이기 때문에 생태계 교란 우려가 없고 무성한 억새 숲은 야생 조류 또는 포유류의 서식처 역할을 하므로 생태환경에 유익한 영향을 끼치는 식물이고 지역축제, 관광의 주제, 다양한 민속자료, 건축 및 건설재료, 바이오 에너지 원료 등으로 폭넓게 사용되고 있어 저수지 주변 지역의 활력화에 중요한 소재로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 대상으로 하는 저수지가 세 곳에 그치고 있으며 특정시기에 조사가 집중된 한계가 있다. 해당 저수지에서는 억새가 추천되었으나, 농업용 저수지 식생을 대표할 수 있는 보다 광범위한 조사와 연구가 이루어진다면 지역을 대표할 수 있는 자생종을 추천할 수 있을 것으로 기대된다.

References

1. MAFRA(Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs), 2002, The Design Criteria for Planning Agricultural Infrastructure Projects(Fill Dam Edition).
2. Park, G. J. and G. Spatz, 1986, Vegetation Mapping and Fodder Value of Plant Communities at the natural Grassland, Journal of The Korean Society of Grassland Science, 6(2): 91-96.
3. Ministry of Construction and Transportation(MOCT), 1994, Dam facility maintenance standards, p. 326.
4. MAFRA & KRC(Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs & Korea Rural Community Corporation), 2017, Statistical Yearbook of Land and Water Development for Agriculture 2016.
5. Park, G. S., Jeon, G. S., Song, H. K., Kim, N. C., Choi, J. Y., 2006, A Study on Soil Environment in Highway Cutting Slope and Adjacent Natural Vegetation Area, J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 9(2): 16-22.
6. Park, S. K., H. S. Kim, N. H. Kim, J. B. Lee and N. S. Jung, 2017, Characteristics Analysis of Agricultural Reservoir Slope Vegetation for Judging the Leakage Zone, Journal of The Korean Society of Rural Planning, 23(2): 87-96 (in Korean).doi:10.7851/Ksrp.2017.23.2.087.
7. Kim, H. S., Ryu, B. H., Park, S. K., 2019, Determination of Hydrophyte Index of Native Plant on the Downstream Slope of Earth Fill Dam, Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers, 61(1): 131-142, DOI : <https://doi.org/10.5389/KSAE.2019.61.1.131>.
8. Jeon, G. S., 2013, A Study on the Plant Succession Structural Analysis in Expressway Slope I, J. Korean Env. Res. Tech. 16(4): 41-52, DOI : <http://dx.doi.org/10.13087/kosert.2013.16.4.041>
9. KRC(Korea Rural Community Corporation), 2014a, Sinheung Reservoir of Precision Safety Diagnosis Report for Agricultural Production Infrastructure(in Korean).
10. KRC(Korea Rural Community Corporation), 2014b, Sanjeong Reservoir of Precision Safety Diagnosis Report for Agricultural Production Infrastructure(in Korean).
11. KRC(Korea Rural Community Corporation), 2015a, Imhwa Reservoir of Precision Safety Diagnosis Report for Agricultural Production Infrastructure(in Korean).
12. Ellenberg, H., 1956, Grundlagen der vegetationsgliederung. I. Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. In : Walter, H.(Hrsg.) Einführung in die Phytologie IV. p. 136. Stuttgart.
13. Braun-Blanquet, J., 1964, Pflanzensoziologie Grundzüge der Vegetation der Vegetation 3, Auf, SpringerVerlang, Wien, N. Y., p. 865.
14. Lee, Y. R., 2007, An Original Colors Illustrated Guide to Korean Flora, Kyohaksa
15. Kim, J. W., 2003, An Illustrated Guide to Ecology of Korean Flora, Nature and State.
16. Curtis, J. T. and R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest boarder region of

- Wisconsin. Ecology 32: 476-498.
17. Brower, J. E. and J. H. Zar. 1977. Field and laboratory methods for general ecology. WM. C. Brown Co. Publ. Dubuque, Iowa. pp. 194.
 18. Korea Rural Community Corporation(KRC), 2014c, A Research on Precise Safety Inspection Standard of Agricultural Reservoir(I)
 19. Korea Rural Community Corporation(KRC), 2015b, A Research on Precise Safety Inspection Standard of Agricultural Reservoir(II)
 20. Lee, W. H., 2014, Study of Community and Population Structure of Forest Vegetation in Yesan-gun, Chung-nam Province, Doctoral dissertation, p. 109.
 21. Song, H. K., Jeon, G. S., Lee, S. H., Kim, N. C., Park, G. S., Lee, B. J., 2005, Vegetation Structure and Succession of Highway Cutting-slope Area, J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 8(6): 69-79.
 22. Moon, Y. H., Koo, B. C., Choi, Y. H., Ahn, S. H., Bark, S. T., Cha, Y. L., An, G. H., Kim, J. K., Suh, S. J., 2010, Development of "Miscanthus" the Promising Bioenergy Crop, Korean Journal of Weed Science 30(4): 330-339. (in Korean)
 23. Lee, C. B., Jung, N. S., Park, S. K., Jeon, S. O., 2015, A Study on the Typology of Agricultural Reservoir for Effective Safety Inspection Systems, Korea Society of Agricultural Engineers 57(5): 89-99. DOI : <http://dx.doi.org/10.5389/KSAE.2015.57.5.089>
 24. Korea Biodiversity Information System. <http://www.nature.go.kr>. Accessed 15 Nov. 2018.
-
- Received 22 November 2022
 - First Revised 11 May 2023
 - Finally Revised 24 May 2023
 - Accepted 25 May 2023