

서울시 구간 한강의 물리적 구조 변화에 관한 연구

홍석환·염정현*·†, 한봉호**

부산대학교 조경학과

*국립환경과학원 국립습지센터

**서울시립대학교 조경학과

Changes of Physical Structure of Hangang(Riv.) in Seoul City Area

Sukhwan Hong·Junghun Yeum*·†·Bongho Han**

Department of Landscape Architecture, Pusan National University

**National Wetlands Center, National Institute of Environmental Research*

***Department of Landscape Architecture, University of Seoul*

(Received : 01 August 2017, Revised: 08 October 2017, Accepted: 08 October 2017)

요약

본 연구는 물새의 주요서식지인 한강의 물리적 구조 변화특성에 대한 시계열적분석을 실시함으로써 향후 물새서식지 복원 등 관리를 위한 기초자료를 구축하고자 하였다. 분석은 한강 전체 497.5km 중 서울 시내를 관통하는 구간인 상류부 팔당대교에서부터 하류부 행주대교까지 총 41.5km를 대상으로 하였고, 1975년을 기준하여 한강의 제외지를 대상으로 하였다. 토지이용분석 결과, 1975년에는 퇴적지(22.7%), 수면(20.7%)을 포함하여 주변으로 시가지화지역(16.9%), 밭(16.2%), 논(15.9%)이 주요 유형이었는데, 이후 대부분 지역의 토지이용을 위해 하천권역 내부로 간선도로가 조성되었고 수면 확대를 위해 수중보가 건설되면서 1985년에는 하천의 역할을 상실한 제내지(51.7%)가 급격히 증가하였다. 수면(32.8%)의 증가 또한 두드러졌으며, 제방의 축조와 수중보 조성 이후에는 토지이용의 급격한 변화보다는 조금씩 이용지역의 면적이 늘어나고 상대적으로 자연지역이 줄어드는 경향을 보였다. 2005년에는 제내지가 차지하는 비율이 57.7%까지 증가하였으며 수면은 33.3%로 증가하였다. 호안길이는 2005년 기준 1975년 대비 10.9% 감소하였으며, 자연호안의 길이는 91.5% 감소하였다. 반면 수심은 1.46m 증가한 것으로 분석되었다. 지난 30년간의 한강의 물리적 구조 변화의 흐름을 종합하면 1980년대 이전까지는 대규모 건설공사로 인한 수변구역의 축조와 수면부의 확장이 주로 진행되었으며 이후에는 호안의 인공화가 주로 진행된 흐름을 확인할 수 있었다. 서식처 측면에서 한강은 과거 다양한 서식환경을 유지하던 곳에서, 현재는 소수 물새류를 위한 단순한 서식지로 변화되어 서식처 다양성을 위한 적극적 개선이 필요한 것으로 판단되었다.

핵심용어 : 도심하천, 하안구조, 토지이용, 수심, 서식지

Abstract

This study aims to set up the basic data to manage the waterfowl habitat through the analysis of the changes of physical structure according to the time series of Hangang(Riv.) as water birds' habitat. Study area was 41.5km in length from Paldang bridge to Hangju bridge. during total length of 497.52km and horizontal boundary was based on the protected lowland in year 1975. As the analysis result of land use from the center of water to adjacent road to the river, ratio of year 1975 was in order of sedimentary land(22.7%), surface water(20.7%), built-up area(16.9%), field(16.2%), paddy field(15.9%), and afterwards most of the areas were changed through the construction of arterial highway and submerged weir in order to use Hangang(Riv.). In year 1985, the area ratio of protected lowland(57.8%) and surface water(32.8%) dramatically increased. After construction of river bank the recreational areas continually increased and relatively natural areas decreased. In year 2005, the area ratio of protected lowland was enlarged to 57.6% and surface water also to 33.3%. While the length of both riversides and naturalness decreased by 10.9%, 91.5% respectively in year 2005 compared to year 1975, the depth of water increased by 1.46m. Comprehensively, the flow of changes by physical structure in Hangang(Riv.) for 30 years was divided into two periods. The main characteristics in the first period were decrease of riverside area and enlargement of the surface water through the massive construction before middle of year 1980, and afterwards revetments were intensively artificialized with changes of land use for amusement area. In terms of water fowl habitat, Hangang(Riv.) which previously had various

† To whom correspondence should be addressed.
National Wetlands Center, National Institute of Environmental Research
E-mail: zelkovayeum@gmail.com

2.2 조사분석방법

한강에 대한 물리적 조사 분석 항목은 제외지 내 인접토지이용 변화, 직강화 정도를 분석하기 위한 호안의 길이 및 자연성, 준설 및 수중보의 영향에 의한 수심 변화 등을 분석하였다. 대상지 내 토지이용 변화는 국립지리원에서 제작된 1975년 지형도(1/50,000)상의 한강 인접 도로 경계를 기준으로 하였으며, 1985년, 1995년 지형도와 2005년 제작된 서울시 비오톱 지도를 활용하였다. 토지이용 유형은 지형도의 범례를 기반으로 하여 수면, 수변퇴적지, 하중도, 산림, 과수원, 논, 밭을 구분하였으며, 그 외 공간구분이 명확한 둔치, 제방, 도로, 도로 내부 시가지지역, 도로 외부 제내지 등의 유형을 추가하였다. 공간 분석은 Auto CAD Map 2004를 이용하여 헤드업(Head-up)방식으로 디지털이징을 실시하였으며, Arc GIS Map 10.0을 활용하여 토지이용 유형별 면적 및 비율을 산출하였다. 호안의 길이 및 자연성에 대한 분석 역시 Auto CAD Map 2004를 이용하여 1975년, 1985년, 1995년, 2005년 지형도에서 하천의 경계부를 추출하였으며 시기별 하천경계의 길이변화와 더불어 모래퇴적지와 습지초지가 형성된 자연호안과 인공정비된 호안의 비율을 분석하였다.

수심은 건설교통부의 한국수문조사연보(Annual Hydrological Report, 1975; 1985; 1995; 2005)를 활용하였으며 1975년부터 동일지점에서 측정된 한강대교를 선정하여 영점표고를 기준으로 측정된 결과표를 수심으로 변환하였다. 2005년 이후 물리적 구조의 변화는 한강르네상스 1단계 사업과 관련하여 2008~2009년 강서습지생태공원, 난지습지생태공원, 암사습지생태공원 등 3개소에 대한 인공호안 등 복원 사업이 진행된 바 있으나(Choi, 2012), 변화량이 미미하여 분석에서는 제외하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 토지이용

1975년의 토지이용은 퇴적지 22.7%, 수면 20.7%, 시가

화지역 16.9%, 밭 16.2%, 논 15.9%, 산림 6.3% 이었으며 야생조류의 휴식 및 채식지인 퇴적지와 경작지의 비율이 높았다. 올림픽대로 등 간선도로가 조성되기 이전의 하천권역 내에는 제방 없이 수변에 마을이 인접한 지역이 산발적으로 분포하여 시가지지역이 전체 면적의 16.9%로 분석되었다. 이 시기의 산림은 강서구 개화산과 마포구 매봉산 등이었고 넓은 퇴적지와 면해 있었다. 1985년은 제2차 한강종합개발사업이 진행 중인 시기로서 제내지 51.7%, 수면 32.8%, 퇴적지 6.9%, 시가지지역 3.7%, 밭 3.1%, 둔치 1.8%의 순으로 분포하였는데 제방이 부분적으로 정비되고 간선도로가 건설되면서 퇴적지와 경작지의 면적이 급감하였다. 특히, 1985년을 기점으로 간선도로의 영향으로 제내지가 명확히 구분되었으며 대부분의 제내지는 일부 산림과 공원을 제외하고는 대부분 시가지지역으로 분석되었다. 하천이 직강화 되고 팔당댐에 의한 수량 조절로 인해 수면의 비율이 약 10%이상 증가하였으며 밭 경작지는 상류부 강일동과 하류부 강서습지 일대에 일부 남아 있는 것으로 분석되었다. 이 시기에는 둔치의 지형변경으로 인해 섬들이 자리 잡기 시작 하였으며 한강대교 하부의 노들섬, 양화대교 하부의 선유도 등 하중도가 형성되어 축소된 서식처를 대체하기도 하였다. 1995년은 제내지 57.7%, 수면 32.3%, 둔치 6.9%, 밭 2.3%, 섬 0.5%, 퇴적지 0.3%의 순으로 분석되는데 제 2차 한강종합개발사업이 종료된 1986년과 신곡수중보 건설이 완료된 1987년을 기점으로 둔치의 면적이 급증하였고 수심의 상승으로 퇴적지와 경작지 면적이 대부분 사라진 것으로 분석되었다. 2005년의 토지이용은 제내지 57.6%, 수면 33.3%, 둔치 6.8%, 밭 1.8%, 섬 0.5%의 순으로 분석되어 1995년과의 토지이용분포와 유사하였으나 퇴적지는 사라진 것으로 확인되었다(Table 1, Fig. 2). Kim(2006)은 서울시 한강 둔치지역에서 출현하는 야생조류와 서식처의 현황 분석에서 이용강도 및 이용면적이 야생조류 서식에 가장 큰 영향을 준다고 하였는데 겨울철 오리류의 휴식처 및 먹이공급원으로서 중요한 역할을 했을

Table 1. Area and ratio of land use change of Hangang(Riv.)(year 1975~2005)

Legend	year 1975		year 1985		year 1995		year 2005	
	Area (m ²)	Ratio (%)	Area (m ²)	Ratio (%)	Area (m ²)	Ratio (%)	Area (m ²)	Ratio (%)
Surface water	18,600,047	20.7	29,520,388	32.8	29,087,514	32.3	29,970,372	33.3
Sedimentary land	20,330,521	22.7	6,243,758	6.9	272,687	0.3	4,096	0.0
Island	-	-	-	-	426,399	0.5	426,399	0.5
Forest	5,674,376	6.3	-	-	-	-	-	-
Orchard	114,668	0.1	-	-	-	-	-	-
Paddy field	14,323,878	15.9	-	-	-	-	-	-
Field	14,630,184	16.2	2,831,986	3.1	2,075,400	2.3	1,626,841	1.8
Terrace land on the river	732,935	0.8	1,576,490	1.8	6,253,601	6.9	6,116,801	6.8
Built-up area	15,243,133	16.9	3,322,595	3.7	-	-	-	-
Bank	185,137	0.2	-	-	-	-	-	-
Road	219,966	0.2	-	-	-	-	-	-
Protected lowland	-	-	46,559,628	51.7	51,939,244	57.7	51,910,336	57.6
Total	90,054,845	100.0	90,054,845	100.0	90,054,845	100.0	90,054,845	100.0

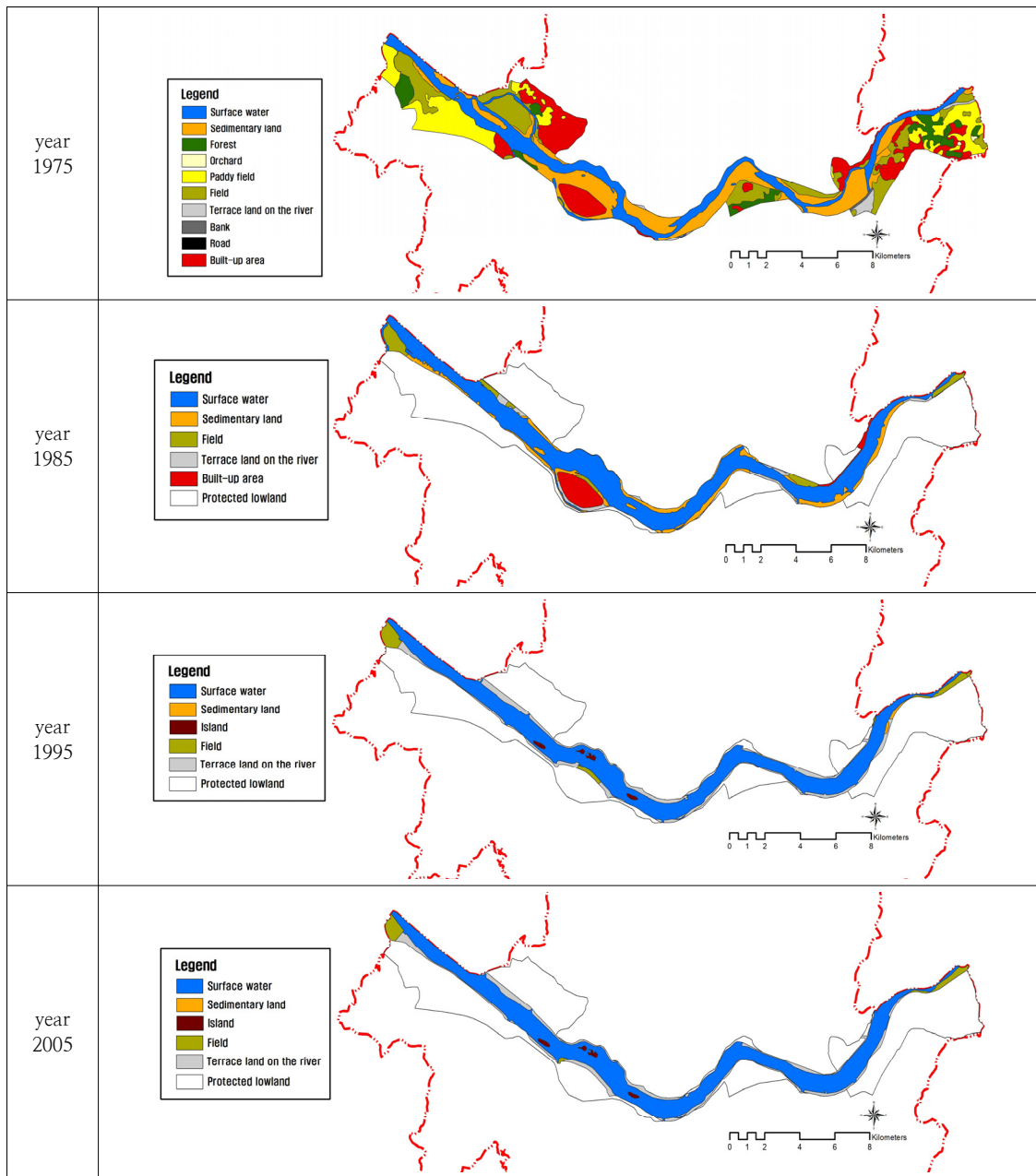


Fig. 2. Status map of land use change of Hangang(Riv.)(year 1975~2005).

것으로 판단되는 퇴적지와 경작지가 사라지고 인간의 이용이 많아지면서 야생조류의 출현현황에 적잖은 영향을 끼쳤을 것으로 예측되었다.

3.2 호안길이 및 자연성

한강 수변의 하안 길이 측정 결과, 1975년 96,349m로 분석되었으며 대부분 자연호안이었으나 서강대교와 원효대교 북단 사이, 한강철교와 동작대교 남단 사이, 반포대교와 성수대교 북단 사이 일부지역에는 이미 인공제방이 축조되어 있었다. 여의도 일대 운중제는 부분적으로 인공호안이 축조되었으나 전면에 넓은 퇴적지가 형성되어 자연호안으로 분류하였다. 1985년은 호안길이가 90,443m로 분석 되었으며 동

작대교 남단과 암사대교 남단까지가 인공호안으로 정비되었다. 이 기간동안 여의도의 호안이 전면 인공호안으로 변하였고 현재, 서남물재생센터 전면 수변지역도 이 시기에 정비되었다. 1995년에는 호안의 길이가 85,544m로 꾸준히 감소되었는데, 이시기에 여의도부터 강서습지 일대 수변지역이 모두 인공호안으로 정비되었고 성수대교북단부터 서울시계까지가 모두 인공호안으로 정비 되었다. 2005년의 호안길이는 85,874m로 1995년과 유사하였으며 2000~2002년 강서습지생태공원 등 일부 지역이 자연형호안(Choi, 2012)으로 복원되었다. 자연호안의 비율은 1975년 86.6%에서 30년이 지난 2005년에는 8.2%로서 감소하였는데 1980년대 올림픽대로 건설 및 강변북로 정비 등 간선도로의 건설이 본격화 된

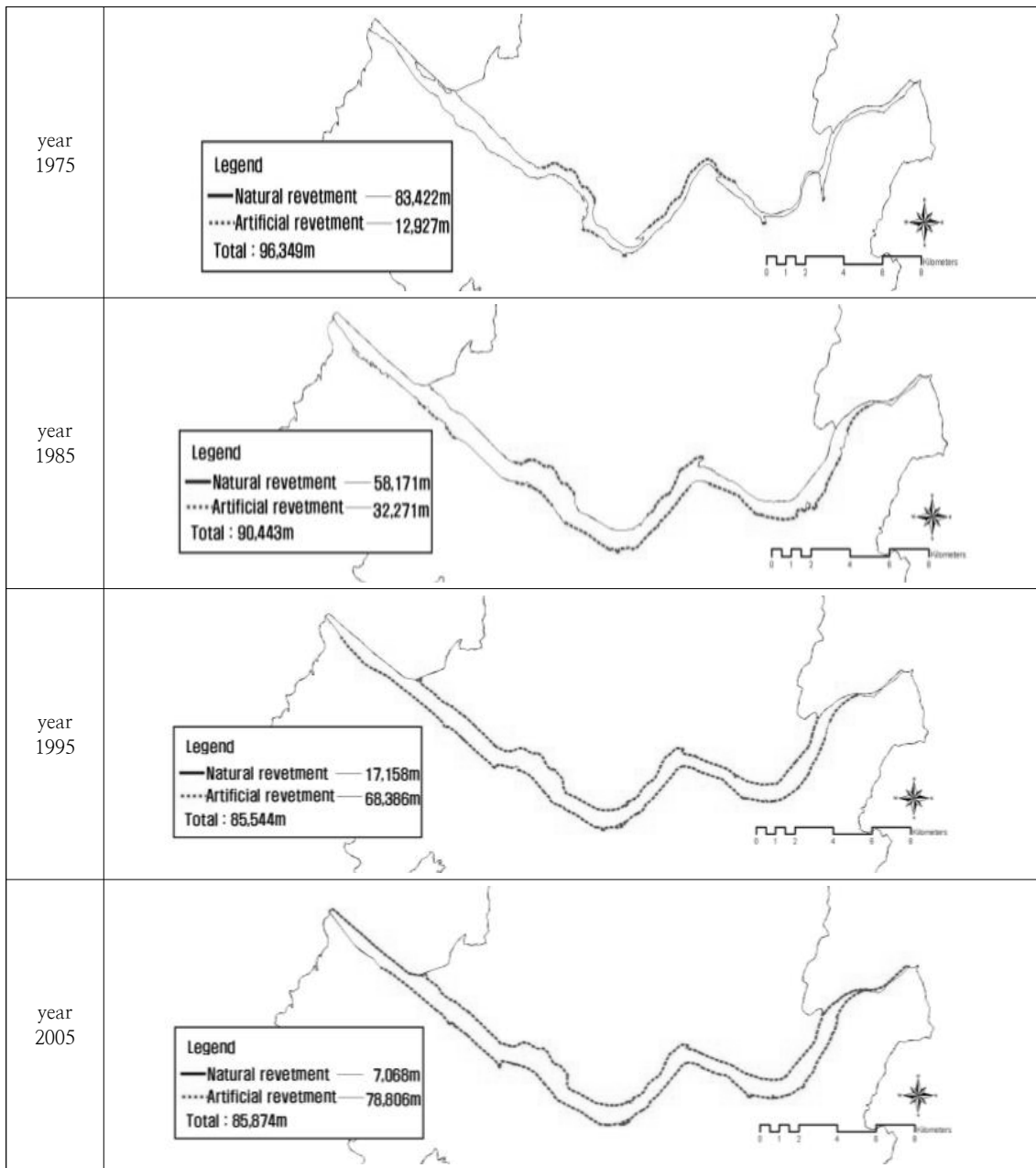


Fig. 3. Status map of change of naturalness and length of Hangang(Riv.)(year 1975~2005).

1985년과 1995년 사이 가장 심한 변화를 보였다(Fig. 3). 분석결과를 통해 호안의 길이가 감소하고 자연호안이 인공호안으로 변하면서 범람원지역에 존재하던 습지초지 및 논경작지 등이 사라지고 이를 이용하는 야생조류 출현에 영향을 끼쳤을 것으로 판단된다. 외국사례로서 Campbell(1988)은 English lowland river를 대상으로 제방공사가 야생조류의 서식에 미치는 영향에 관한 연구에서 서식 영역의 70%가 감소하였음을 밝혔으며 이는 야생조류의 개체수 감소와 밀접한 연관이 있다고 하였고 Raven(1986)은 홍수방지를 위한 제방의 축조가 서식 개체수에 미치는 영향을 분석한 바 있다. Taylor(1984)는 수로관리가 물닭(*Fulica atra*)의 서식에 영향을 준다고 하였는데 이상의 연구 결과를 종합하면 한강 호

안의 자연성 변화는 야생조류의 서식 변화에 큰 영향을 주었을 것으로 유추할 수 있다.

3.3. 수심

한강인도교에서의 매 10년간 1년의 월평균 수위와 겨울철(12~2월)의 변화로서 월평균 수위는 1975년 1.97m, 1985는 2.89m, 1995년 3.28m, 2005년 3.43m로 변화하였고 1985년 이후부터 지속적으로 증가하였는데 특히, 겨울철 수위는 1975년 2.42m, 1985년 2.34m, 1995년 2.87m, 2005년 3.09m으로 분석되었다(Fig. 4). 이는 서해로부터의 조수간만에 대한 영향이 제한된 결과로서 취수수심과 주운 수심 확보 등을 목적으로 설치된 잠실수중보와 한강의 개발로 인해 발생하는

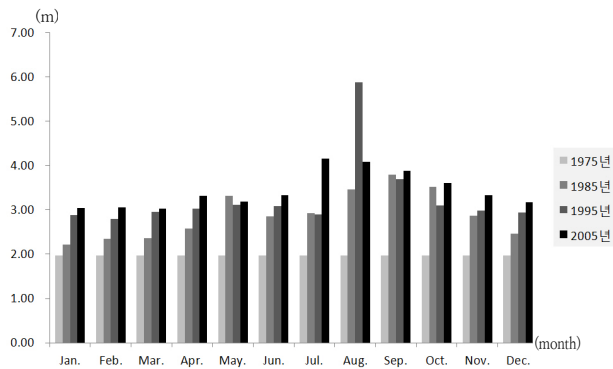


Fig. 4. Graph of depth change of Hangang(Riv.)(year 1975~2005).

수위저하를 방지하고 조석의 영향으로 인한 염수의 침입을 방지하고자 설치된 신곡수중보의 영향 때문이었다(Seoul Metropolitan City, 1986). 이와 관련하여 Faragó and Hangya (2012)는 헝가리 Danube강의 수심변화가 물새의 출현 종 풍부도 및 종 다양도와 상관관계가 있음을 밝혔는데 한강의 수심이 깊어짐에 따라 잠수성 오리류의 출현비중이 높아지는 것이 확인되었다(University Birding Clubs of Kroea, 2010).

4. 결 론

1975~2005년 한강의 물리적 구조는 제 2차 한강종합개발 사업을 기점으로 급변하였는데 하천변 경작지, 퇴적지 등 범람원이 사라지고 인공적으로 직강화되었다. 또한, 주운수심 확보, 지하수심유지 및 해안염류 유입 방지를 위한 수중보 설치를 통해 수심은 상승하였다. 30년 간의 물리적 구조 변화의 흐름을 종합하면 1980년대 이전까지는 대규모 건설공사로 인한 수변구역의 축소와 수면부의 확장이 주로 진행되었으며 이후에는 호안의 인공화가 주로 진행된 흐름을 확인할 수 있었다. 물새류 측면에서 한강은 과거 다양한 서식환경을 유지하던 곳에서, 현재는 소수 물새류를 위한 단순한 서식지로 변화되어 서식처 다양성을 위한 적극적 개선이 필요한 것으로 판단되었다. 본 연구결과를 통하여 토지이용, 호안길이 및 자연성, 수심 등 급격한 물리적 구조변화가 어떻게 진행되었는지 공간별로 확인할 수 있었는데, 향후 다양한 야생조류의 안정적 서식과 관련하여 한강의 서식처 다양성 확대를 위한 한강의 구조 변화를 모색하기 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 향후, 서식지의 정량적 변화 분석과 정확한 물새의 출현 위치를 기반으로 한 상호 관련성에 대한 연구가 후속되어야 할 것이며, 한강의 자연성 회복을 위한 구체적 방안이 모색되어야 할 것이다.

References

Campbell, LH (1988). The impact of river engineering on water birds on an English lowland river, *Bird Study*, 35:2, pp. 91-96.
Choi, TY (2012). *Ecological Change according to*

Establishment of the Ecological Park on the Riverside of Han River, Seoul, Master's thesis of University of Seoul, pp. 184. [Korean Literature]
Faragó, S and Hangya, K (2012). Effects of water level on waterbird abundance and diversity along the middle section of the Danube River, *Hydrobiologia*, 697, 15-21.
Kim, DW (2006). *A study on the restoration of wildbird habitat by the landuse type of Hangang riverside, Seoul*, Master's thesis of University of Seoul, pp. 128. [Korean Literature]
Lee, WS, Park, CR and Rhim, SJ (2000). Characteristics of Bird Community in Han River Area, *Korean J Ecol*, 23(3), pp. 273-279. [Korean Literature]
Miller, RW (1997). *Urban Forestry - Planning and managing urban green spaces- (2nd ed.)*. Prentice-Hall Inc., London, UK.
Ministry of Construction & Transportation (1975). *Korea Annual Hydrological Report*, Ministry of Construction & Transportation, Seoul, Korea. [Korean Literature]
Ministry of Construction & Transportation (1985). *Korea Annual Hydrological Report*, Ministry of Construction & Transportation, Seoul, Korea. [Korean Literature]
Ministry of Construction & Transportation (1995). *Korea Annual Hydrological Report*, Ministry of Construction & Transportation, Seoul, Korea. [Korean Literature]
Ministry of Construction & Transportation (2005). *Korea Annual Hydrological Report*, Ministry of Construction & Transportation, Seoul, Korea. [Korean Literature]
Pyo, JH and You, YH (2011). Classification of Avian Habitats Based on Vegetation Type in Urban and Natural Streams, *J. of Wetland Research*, 13(1), pp. 67-77. [Korean Literature]
Raven, P (1986). Changes in the breeding population of a small clay river following flood alleviation works, *Bird Study*, 33, pp. 24-35.
Seoul Metropolitan City (1986). *Report on master plan and working design of maintenance facility of water lever of Han river(submerged weir)*. Seoul metropolitan City, Seoul, Korea. [Korean Literature]
Seoul Metropolitan City (2008). *100 years history of water supply of Seoul*, Seoul Metropolitan City, Seoul, Korea. [Korean Literature]
Taylor, K (1984). The influence of watercourse management on Moorhen breeding biology, *Br. Birds*, 77, pp. 144-148.
University Birding Clubs of Kroea (1995). *Report on the survey of wintering birds in the Han river*, University Birding Clubs of Kroea. Seoul, Korea. [Korean Literature]
University Birding Clubs of Kroea (2010). *Regional survey reoport*, University Birding Clubs of Kroea, Seoul, Korea. [Korean Literature]
Won, PO (1987). Change of ecosystem of Han river and future use management, *Nature Conservation*, 56, pp. 12-17. [Korean Literature]