

북천지역 자연학습 체험단지 조성을 위한 기본 계획(II) - 홍수위 및 식수결정, 북천 경관분석 -

정종현[†] · 최석규 · 조세환*

서라벌대학 환경과학과, *경주대학교 환경조경학과

Preliminary Design for Preparing a Natural Learning and Experimental Area in Bukchun and Boundary(II) - Determination of Flood Level/Tree Planting, Analysis of Bukchun Scene -

Jong Hyeon Jung[†] · Seog Gyu Choi · Se Hwan Cho*

Dept. of Environmental Science, Sorabol College

*Department of Environmental Landscape Architecture, Gyeongju University

(Received August 10, 2002; Accepted November 10, 2002)

ABSTRACT

This study analyzed the characteristic of basic river structure, a flood level, the tree planting recommendation and synthetic design, in order to establish a basic plan for preparing a natural practical area of environmental ecosystem at Bukchun and its surroundings. It was also investigated based on the opinion of citizens, geographical condition and the equipment/utilization examination of Bukchun which were included ecological circumstances, and thus provided a composite item for managing the natural river. This study also considered the development of the river in terms of culture, environment and ecology concept. The results were summarized as followed. Bukchun showed that the speed of a running fluid is very fast on a period of flood, but very slow in a period of water shortage about 0.02 m/s. To prevent the speed change of a running fluid by a steep slope in a riverbed, there established Dongchun sluice gates under a bridge, including three sluice gates under a bridge, but there occurred extremely a riverbed erosion and corrosion section. The result of comparison between real flood degree and prediction flood data, there should perform a countermeasure the riverbed structure regulation of this area. Also, it was needed an exhaustive flood management in summer. According to the Bukchun and Hyungsangang riverbed investigation, there were needed preparation for natural/practical area and ecology park development in the future. This study was investigated tree planting/flower/blossom around the Bukchun and its surroundings. It was recommended willow, Italian poplar, bamboos and cherry blossoms in the Hyungsangang and Bukchun. There exist together historical space, environment space and have enough possibility both natural learning space and civil rest space. And, it is possible to compose ecology natural learning and experimental area.

Keywords : Bukchun, Natural learning and experimental area, Riverbed, Flood level, Tree planting, Scene, Historical space, Environment space, Natural learning space

I. 서 론

도시의 광역화, 공업화, 급속한 인구증가 현상과 함께 고도의 산업사회와 경제 성장기를 지나는 동안 우리나라의 대다수 하천에는 생활하수, 공장폐수, 농업용수,

축산폐수 등과 같은 환경오염물질의 유입량이 매년 현저히 증가하였으며, 하천수질과 자연생태계는 나날이 악화되어가고 있는 실정이다. 이와 함께 국민 소비수준의 증가에 따른 물의 소비량이 증가하고 있는 추세이며, 이와 병행하여 하천유지수의 확보 및 자연형 하천으로의 변화와 관심이 우리나라에도 요구되어지는 시점이다. 그러나, 국내 대다수의 도심지역을 관류하는 하천과 도시주변을 통과하는 하천은 인간만을 위한 목적으로 이용되고 있는 실정이며, 특히 고수부지가 확보된

[†]Corresponding author : Dept. of Environmental Science, Sorabol College
Tel: 054-770-3500, Fax: 054-749-9985
E-mail : airgas@sorabol.ac.kr

지역은 대부분의 지방자치단체 등에서 주차장이나 도로 등과 같은 인간을 위한 편의시설만으로 활용하고 있는 실정이며, 이러한 이용형태는 하천의 생태환경에 많은 변화와 악영향을 주고 있다.^{1,6)}

일반적인 하천 생태계의 파괴는 하천기능을 저하시키고 하천의 자정능력을 떨어뜨리게 되며, 수질오염과 함께 수중생물을 사라져버리게 만들며, 수변식물에도 악영향을 초래하여 결국에는 삭막하고 의미 없는 공간으로 변화시킨다. 결국 오염이 심각한 하천은 지역주민과 시민들의 관심 밖으로 밀려나 필요 없는 공간으로 남게 될 것이다.^{4,10)} 특히 경주지역을 관통하는 형산강은 경주시는 물론 포항시의 상수원과 농업용수, 공업용수로 쓰이는 중요한 수자원이지만 인위적으로 유입되는 환경오염물질에 의해 상수원으로 사용할 수 없을 정도로 오염된 하천구간이 증가하고 있는 실정이며, 일부 오염이 진행되는 하천구간은 우기를 제외하고는 하천 유지수가 턱없이 부족하여 건천화 정도가 심각한 지경이다. 또한, 경주지역의 하천은 동해안으로 흐르는 하천에서 전형적으로 나타나는 하상구배의 증가로 인한 고질적인 수량부족 현상과 함께 하천유지수 유출현상의 문제점을 안고 있다.^{6,10-16)}

한편, 경주 북천은 1963년 보문호가 준공되기 이전까지 풍부한 하천 유지수와 하천의 생태계가 보전되어 있는 하천이었다. 그러나 1971년 경주관광 종합개발 계획의 대상지로 지정되고, 관광자원화를 위한 계획에 의해 1977년 보문호 상류지역에 생활용수, 관광용수 및 농업용수 확보를 목적으로 덕동댐이 건설되고 난 후부터 북천의 유지수는 고갈되었고, 시민의 관심의 대상 밖으로 밀려나 있는 실정이다. 이와 함께 북천의 수량감소는 경주시민은 물론 관광객에게도 정신적 악영향을 끼치고 있고, 시대적 부응에 따라 북천을 자연형 하천으로

복원할 필요성이 대두되고 있다.^{10,11)} 따라서 본 연구에서는 북천을 지역주민과 경주를 방문하는 관광객을 위한 친수 환경공간으로 조성하기 위해 다양한 관점에서의 조사와 연구를 수행하였으며, 이러한 연구의 일환으로 북천유역의 홍수위 시뮬레이션 자료¹²⁾를 이용하여 북천지역 관리방안을 제안하였으며, 이와 함께 북천지역 실측자료를 바탕으로 하천내 식재 가능한 수종을 결정하였다. 또한, 자연형 하천복원을 위한 종합적인 관리대책을 제시하였으며, 이를 바탕으로 친수 환경공간과 역사적 공간이 어우러지게 하는 자연학습공간으로서 활용 가능성을 검토 및 확인하고자 한다.

II. 연구방법

1. 홍수위 비교

형산강은 우리 나라 남동쪽에 위치하여 태백산맥의 동쪽으로 형성된 남한의 10대 강 중 하나로 유일하게 동해로 유입되는 강이다. 경상북도와 울산광역시 도계 남단에 위치한 해발 901m의 백운산과 그 동편에 위치한 해발 865m인 치슬령의 두 곳에서 발원하여 경상북도와 울산광역시 도계에서 합류하면서 좌측 하안으로 이조천, 대천, 소현천, 칠평천이 유입되고 우측 하안으로 남천, 북천이 유입되고 하류지역에서 기계천과 합류되어 동해안으로 유입된다. 유역면적은 1,143.07 km²이고 유로연장은 63.95 km가 된다.^{16,11)} 이중 국가하천(직할하천) 구간은 경주시 사정동의 대천 합류점에서 하구인 포항시 송도동의 해안까지 약 36 km가 된다. 형산강은 유역의 형상이 남북으로 긴 장방형에 가깝고 일부가 동해에 접하여 하구를 형성하고 있으며, 장방형의 북부는 지류인 기계천 유역이다. 한편, 홍수유출 상황은 경주시¹²⁾에서 시행한 덕동호 및 보문호 안전진단

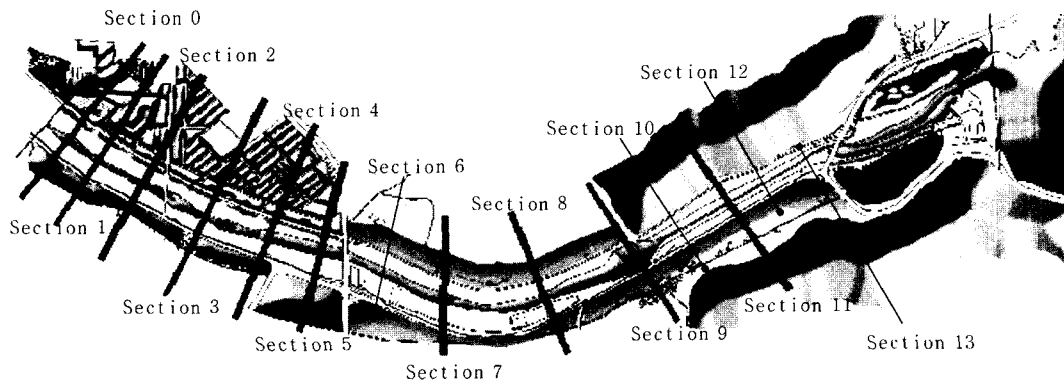


Fig. 1. Diagram of river structure division in Bukchun and boundary.

HEC-2 프로그램 결과를 이용하여 분석에 이용하였다. 또한, 형산강 유입지역으로부터 보문호 입구까지를 14 구역으로 구분하여 각 지점의 유·출입량을 비교하였고, 북천지역 하천하상의 상관관계와 현재의 상황을 종합적으로 조사하였으며, 이를 바탕으로 향후 문제점이 예상되는 하천구간에 대한 대책을 제시하고자 한다. 한편, Fig. 1에는 본 연구에서 검토된 경주 북천유역 각각의 하상구역을 구분하여 도시하였다.

2. 북천지역 식수조사 및 결정

북천지역의 하상과 형산강에 적합한 수중 결정을 위하여 본 연구는 1998년 2월부터 2002년 6월까지 분기별로 실시되었다. 또한, 형산강과 북천유역을 답사하여

생태자연형 하천계획에 적합한 방안을 제시하고자 하였으며, 이를 바탕으로 북천과 형산강 유역에 적합한 식수 수종을 결정하였다.

3. 북천 경관조사 및 분석

자연형 하천과 생태공원을 계획하기 위해서는 먼저 하천유역에 적합한 경관분석 및 동선계획이 선행되어야 한다. 또한, 환경 친화적이며 시민에게 쾌적한 환경을 제공하려는 노력이 수반되어야 하며, 연구지역 하천의 문제점과 잠재력을 분석하여 하천과 주변공간에 적합한 기본계획을 수립할 수 있어야 한다. 따라서 본 연구에서는 북천유역 자연학습단지 조성을 위한 기본계획의 일환으로 토지이용계획, 동선체계계획, 시설물배

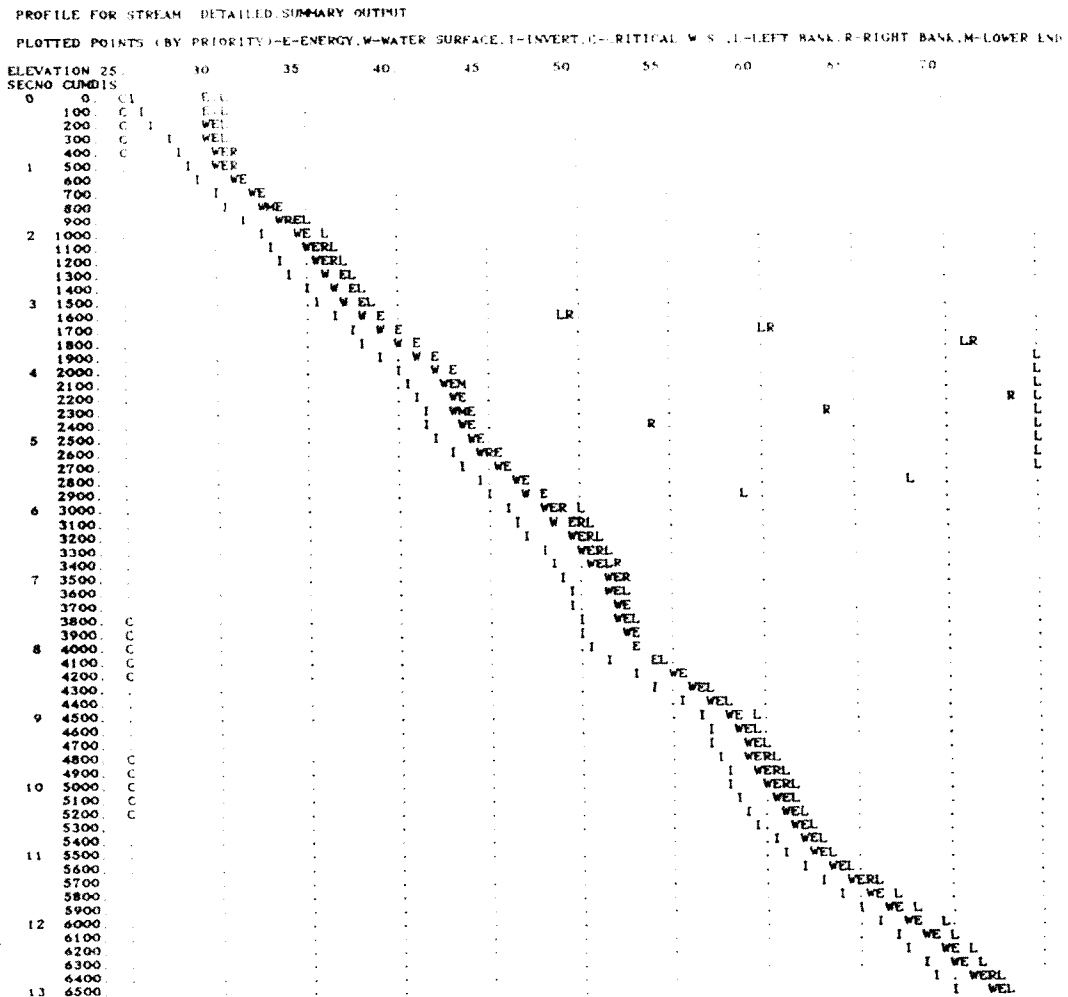


Fig. 2. Profile of riverbed section and detail simulation point in Bukchun.

치계획 등을 바탕으로 이용형태를 분석하였으며, 이를 바탕으로 생태 및 자연학습단지에 관련된 종합분석을 실시하고자 한다.

III. 결과 및 고찰

1. 홍수위 결정

북천 상류에는 덕동댐이 있고, 하류에는 보문호가 위치해 있다. 형산강 지류인 북천은 경주시 동남부에 위치하여 있으며, 동남으로는 명활산과 북에는 위치한 소금강산 사이를 흘러 형산강 우안으로 유입된다. 북천유역은 덕동댐 유역인 51.70 km², 보문호 유역이 20.30 km², 보문호 하류유역이 7.10 km²이며 댐유역이 91.5%에 달한다.^{1,6,11)} 북천 유역의 하도경사(S)는 덕동댐 상류는 0.0500으로서 매우 급경사이고, 덕동댐에서 보문호 구간의 하도는 S=0.0143로 매우 완경사이며, 보문호 하류하도는 S=0.0148로 비교적 완경사이며, 형산강 본류인 S=0.0613보다는 하도 경사는 완경사이다.^{6,12)} 연구대상 지역인 북천은 형산강 제1지류로 보문호에 저수되었던 물이 북천을 유하하여 형산강 본류에 합류한다.

한편, Fig. 2에서는 보문호 하류에서부터 북천유역의 홍수유·출입 상황을 나타내었으며, 경주시에서 시행한 덕동댐·보문호 안전진단 결과와 HEC-2 프로그램을 이용하여 북천지역과 인근지역의 하상구조의 안전성과 안전진단 조사결과를 나타내었다.¹²⁾ 본 연구에서 모사된 기상조건은 태풍 “글래디스”가 발생한 시점을 기준으로 프로그램을 설정하였으며, 본 연구에서 적용한 기본적인 모사조건은 다음과 같다. 이 기간 동안 발생한 경주 시내지역의 강우량은 349.0 mm로 대입하였으며, 보덕동 지역은 560.0 mm 및 불국동 지역은 726.0 mm의 강우량을 모사조건으로 제공하였다. 특히, 태풍의 발생과 관측을 조사한 3개 지점의 평균강우량은 544.9 mm이며, 단위시간당 관측된 시우량은 45 mm를 기록하는 등 경주지역에서 관측된 많은 기간의 기상자료 중 기록적인 이상호우 현상이 발생한 시점을 기준으로 설정하였다. 또한, 덕동댐의 제한저수위가 만수위 EL.

168.0 mm, 홍수위 EL. 170.2 mm인데 비하여 당시의 저수지 상태는 8월 22일 24:00 저수위 EL. 167.8 mm, 8월 23일 17:00 저수위 EL. 170.2 mm(최고치) 및 8월 23일 24:00 저수위 EL. 169.4 mm의 이상홍수가 발생한 것으로 조사되었다. Table 1에서는 수리 및 수문학적 조사분석을 위하여 북천유역, 남천유역, 보문호 및 덕동댐의 지형 및 토지이용 자료를 나타낸 것이며, 형산강 유역의 지형자료의 조사는 유역면적(A), 유로연장(L), 유로중심장(L_c), 지료면의 표고차(ΔH) 및 유로경사(ΔH/L) 등을 그 대상으로 하였다. 이때 각각의 구간은 형산강 합류유역을 비롯한 남천 및 북천유역의 덕동댐 유역과 보문호 유역으로 구분하였다.¹²⁾ 여기서, 지형특성 인자는 1/25,000 지형도로부터 분할된 하천수계를 기준으로 이들 인자들은 홍수유출 해석과 수해원인 분석을 실시하는데 이용할 수 있도록 하였다.

보문호 하단지점의 홍수위는 보문호와 형산강 합류점 구간의 확률홍수시에 보문호에서 월류하는 최대 방류량을 재현시켜 실제홍수위와 확률홍수위로 구분하여 조사되었으며, 홍수위 계산에서 홍수위 종단도의 출력형식은 각 종단지점(SECNO)별 누가거리(CUMDIS)에 따라 하상고(I), 좌안 제방고(L) 및 우안 제방고(R)를 작성하고 하도의 홍수 유출에 따른 홍수위(W) 및 에너지고(E)를 Fig. 2에 도시하였다. 또한, 홍수위 종단도의 출력형식은 각 횡단지점(cross section)별 누가거리(STA)와 하상고(X)를 작성하고 이 때의 홍수위(W)와 에너지고(E)를 도시하였다. 북천은 1500년 홍수 빈도에서 홍수 유출로 인한 제방 피해가 없는 것¹²⁾으로 나타났다. 본 연구에서는 이러한 연구를 바탕으로 제방에 연결한 둔치에 식재를 하였을 경우와 다른 소규모 구조물을 설치하였을 경우 홍수위에 미치는 영향을 분석하였다.^{7,12)} 이러한 방법론을 통해 실제 홍수위와 확률홍수위의 예측결과는 식재(직경 30 cm 기준)를 하였을 경우 및 자연형 호안을 위하여 부분 식재를 입힐 경우(단면적 1.25 m²), 재현기간 200년에서는 Section 5와 Section 8의 우안인 동천동은 범람의 위험이 있고, 재현기간 500~1,000년에서는 Section 5와 Section 8의 우안이 월류하는 것으로 보고되었다.¹²⁾ 이는 본 연구자들이 북천지역과 인근지역 하상구조의 안전성과 안전진단을 실시한 결과와도 유사한 경향을 나타내었으며, 경주 및 포항지역에 기록적인 집중호우 현상을 초래한 태풍(1997. 6)¹⁷⁾에서 유사한 형태로 재현되었으며, 일시적으로 덕동댐 및 보문호에서 월류되는 하천수량의 증가와 함께 동천동 및 인근지역의 하천폭 축소로 인한 문제점의 발생을 미연에 예방하기 위하여 이 지역의 관리가 요구되는 시점이며, 덕동댐 방류수의 원활한 조정

Table 1. Parameter of ground characteristic with analysis basin

Section	A (km ²)	L (km)	L _c (km)	ΔH (m)	ΔH/L
Duckdongdam	25.053	9.00	6.70	474	0.04740
Bomun Lake	20.300	14.50	7.00	100	0.01429
Bukchun	7.100	6.00	3.20	99	0.01483
Namchun	88.600	23.00	11.50	722	0.03343
Hyeongsangang	184.520	64.20	9.50	965	0.03988

을 위하여 상류지역에 덕동댐 관리를 위한 여수로 공사가 추가적으로 요구되는 시점이다.

한편, 북천의 고수부지는 자갈과 퇴적된 점토가 혼재되어 있는 층위에 사토가 퇴적되어 있는 단면으로 형성되어 있으며, 북천의 하도폭은 평균 140~150 m, 저수로는 10~40 m의 폭을 유지하고 있고, 부분적으로 고수부지가 발달되어 있다. 하상구조는 고수호안에는 호안블럭, 자연석 등의 재료로 인공호안이 개략 1~1.5:1의 구배로 조성되어 있는 반면, 저수로 부분에는 자연호안으로 추이대가 형성되어 있는 지역과 호박돌 쌓기로 2~3:1의 구배로 인공호안이 조성되어 있다. 본 연구에서 확인된 북천의 하상구배는 1/200~1/300 정도이며, 선상지형의 하도 구배특성과 국지적으로 하상 쇄굴현상을 보이고 있는 것으로 보고되고 있다.¹⁸⁻²³⁾ 특히 보문호 월류현상으로 인한 보문교 교각지역, 구황교 교각지역, 동천 수중보지역 및 인근지역에 심각한 침식 및 쇄굴현상을 초래하고 있는 것으로 확인되었다. 따라서 보문교에서 동천동까지의 일부구간에서 하상구조를 조정하는 대책이 수행되어야 할 것으로 판단되며, 하절기 집중호우시에는 보다 철저한 관리가 요구되는 시점이다. 그리고, 향후 북천지역 자연학습단지를 조성하기 위해서는 추가적인 하상조사에 따른 구간정비가 필요한 것으로 판단된다.

2. 북천내 식수 수종 결정

하천의 기능 중 하천의 자정능력과 환경기능을 증진시키기 위해서 관리해야 하는 요소는 수량, 수질 및 생태계 서식처로서의 기능, 친수성, 경관 등이 있다. 현재 하천의 환경기능을 증진하는데 가장 문제가 되는 것은 하천의 오염과 건천화이며, 도시의 발달로 오염원의 증가와 오염물질의 종류가 다양해져 처리시설 만으로는 효과적인 대처를 할 수 없는 실정이다. 또한, 하천의 치수 및 이수기능을 위한 하천의 직선화와 통수를 위한 식생금지 등에 의해 하천의 생태계가 파괴되고 자정능력이 저하되어 오염이 증가되고 있는 실정이다. 따

라서 지금까지 고려하지 못했던 생태계 서식처와 휴식처 등의 환경기능 요소를 최대한 확보할 수 있는 하천 환경을 조성함과 동시에 치수기능과 이수기능을 고려할 수 있는 하천관리에 많은 노력을 기울여야 할 시점으로 판단된다.

경주 북천지역의 원래 모습은 명활산을 벗어나면서 여러 갈래로 나누어지는 수지형 하천으로 추정되며, 우기나 홍수시에 주변지역의 지구의 범람으로 인한 피해가 많아 하천 주변에 인위적으로 조성된 친수 환경공간인 오리수, 비보수 등이 조성되어 있었다. 현재로는 어떤 수종이 북천에 자생했는지는 확인하기 어렵고, 인접해 있는 논호림과 유림수 등을 미루어 볼 때 주로 왕버들 등의 버들종류가 주류였던 것으로 조사되었다. 북천 지구는 유속이 빨라 하상에는 자갈이 대부분이어서 나무가 자생하기에는 적절치 못한 환경을 가지고 있다. 그러나, 현재에는 상류지역에 덕동댐과 보문호가 건설되어 하상이 매우 안정화되어 있어 나무가 성장할 수 있는 조건을 어느 정도 갖추고 있는 상태이다.⁶¹⁾ 따라서 하천변의 나무 식재는 지역의 기후환경 및 지리적 조건과 밀접한 관계를 가지고 있기 때문에 주변 지역의 하천변에서 자생하고 있는 수종이 가장 적절한 수종으로 판단되어지며, 형산강 수계에 자라고 있는 수종을 기본으로 하여 북천의 자연형하천 복원구간에 식수 가능한 추천수종을 Table 2에 나타내었다.

본 연구에서 조사된 바에 의하면 향후 북천상류 고수부지에는 철쭉 생장단지를 조성할 수 있을 것으로 판단되며, 보문교 남단의 갈대밭에 자생하고 있는 리기다소나무와 아카시아나무 등은 제거하여야 할 것으로 사료된다. 이와 함께 뱃나무가 일렬로 식재되어 있는 현재의 가로수로는 북천조경을 완성하기에는 다소 보완이 필요한 실정이다. 또한, 북천 둔치지역을 이용하는 사람들의 관점에서 살펴보면, 기존의 둔치에 식재된 수종은 하천법에 의해 주로 관목이 식재되어 있어 이용자에게 녹음을 충분히 제공해 주고 있지 못하고 있는 실정이다. 따라서 홍수관리 및 치수관점에서 수리적으

Table 2. Recommendation of tree planting and flower in Bukchun and boundary

Recommendation Tree	Tree Planting Area	Distribution Area
Willow	- High-water-level land by the river - Embankment	- Yurim forest - Donguk hospital - Hyeongsangang downstream
Cherry blossom	- Embankment	- General Kim tomb entry road
Italian poplar	- Embankment	- Hyeongsangang downstream
Bamboo	- High-water-level land by the river - Embankment	- Baekwunchun downstream - Hyeongsangang upstream

로 문제가 되지 않는 범위 내에서 북천지역 둔치 이용자들을 위한 녹음식재 공간이 확보되어야 할 것으로 사료되며, 특히, 구황교 북단의 고수부지가 형성되어 있는 지역에 대규모로 꽃단지와 철쭉생육단지를 조성한다면 보다 개선된 하천경관을 확보할 수 있을 것이다.

3. 북천 경관분석 및 기본 계획

북천유역을 생태자연학습 체험단지로 조성하기 위하

여 Fig. 3, Fig. 4 및 Fig. 5에서는 토지이용현황, 동선분석 및 토지이용 형태를 분석하여 도시하였다. 먼저, 북천지역에서 관찰된 이용현황으로서 이미 조성된 시설로 말미암은 축구, 족구, 테니스 등의 이용행태와 경작, 메뚜기 잡기, 물고기 잡기, 자전거 타기 등이 있었다. 이들 중 메뚜기잡기는 동천수중보 상부의 갈대숲이 있는 지역과 알천교 인근의 야생초지 지역에서 발생하였다. 물고기잡기는 주로 동천 수중보에서 많은 빈

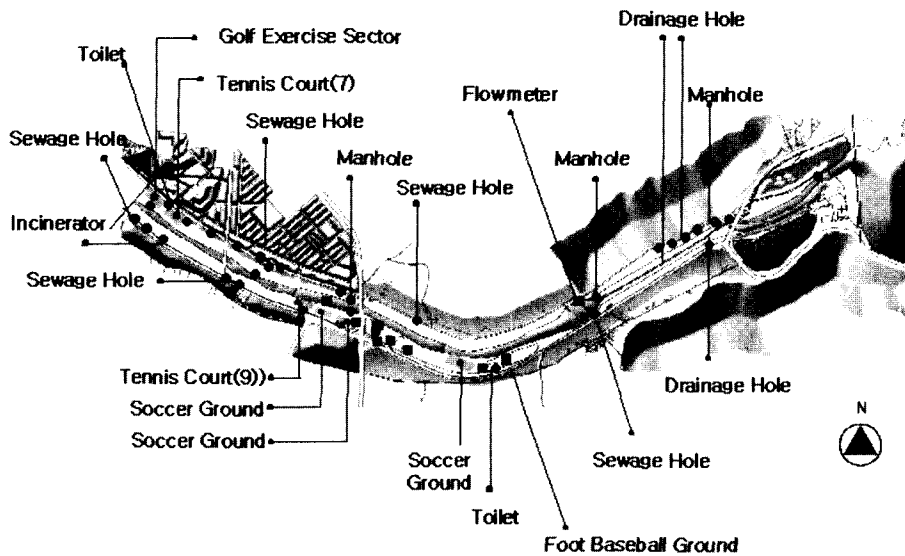


Fig. 3. Diagram of equipment present state with ecology preservation and natural practical area in Bukchon.

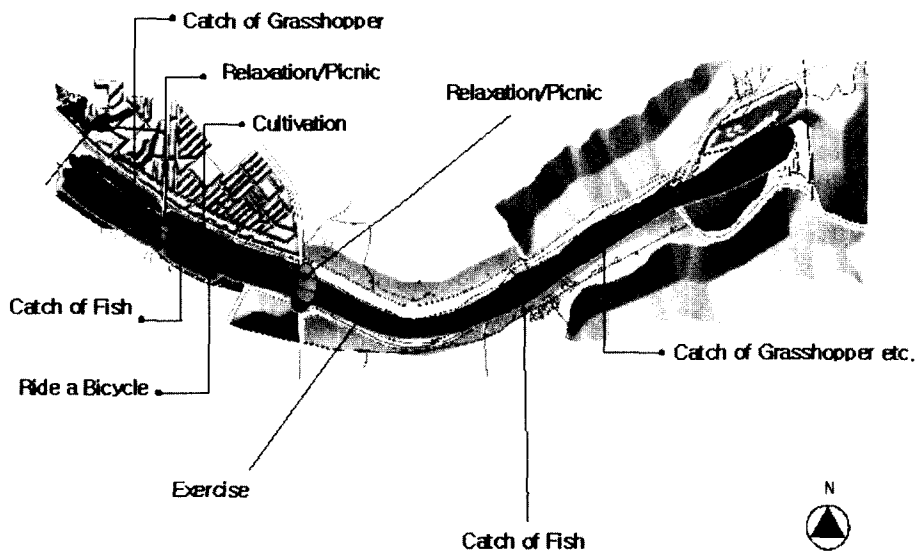


Fig. 4. Diagram of utilization form with ecology preservation and natural practical area in Bukchon.

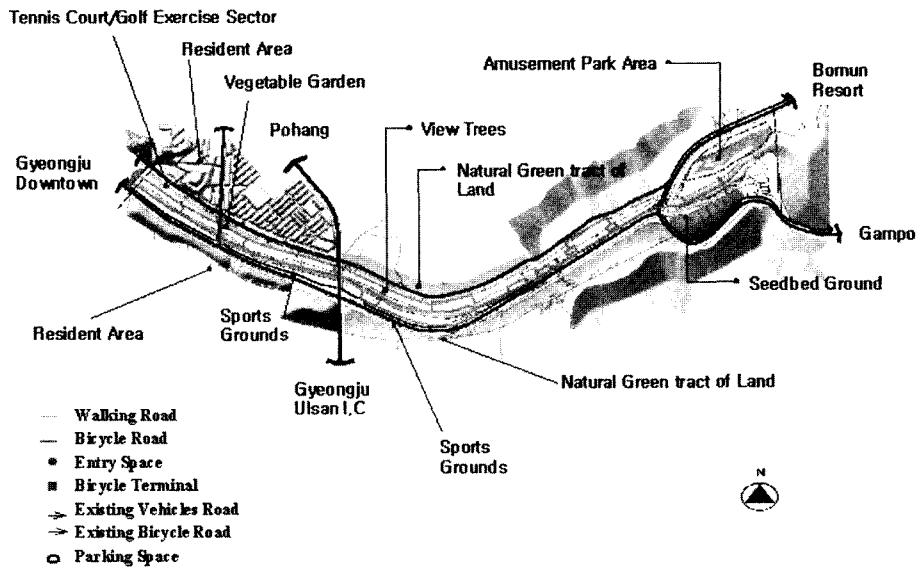


Fig. 5. Diagram of estate utilization and moving organization with ecology preservation and natural practical area in Bukchun.

도가 나타났으나, 구황교 지역과 알천교 부근 등의 지역에서도 나타났다. 이와 같은 현상을 볼 때, 주로 교량이나 수중보 인근에서 물고기를 잡는 행태가 나타나는 것으로 분석되었으며, 곤충채집 및 물고기잡이 등과 같은 생태체험학습을 위한 공간확보와 수림조성이 일부구간에 한정하여 마련하여야 할 것으로 판단된다. 또한, 구황교를 기준으로 하여 동쪽과 서쪽구간이 서로 대조적인 토지이용 현상이 나타나고 있는 것으로 분석되었다. 반면, 구황교 지역에서 보문교 방향으로서는 사람들의 이용이 줄어드는 자연환경 지역으로 토지이용이 변화하고 있으며, 관리시설과 편의시설 등이 있는 것으로 조사되었다.

북천지역에서는 자연경관(Natural Landscape)과 함께 여러 가지 시설도입으로 인한 인공경관(Artificial Landscape)을 동시에 형성하고 있다. 기본적으로 북천은 상류지역으로 갈수록 양호한 자연경관을 형성하고 있으며, 하류지역으로 내려올수록 인공경관이 강하게 나타나고 있다. 보문교로부터 보문담까지는 양호한 자연경관과 각종 조류의 서식 등 일시적 경관을 형성하고 있어 보전이 요망되는 구간으로 추천되었으며, 동천지역 수중보로부터 보문교까지의 구간은 경관이 우수한 갈대숲을 연출하고 있어 특별한 보존이 요망되는 지역이다. 또한, 동천수중보 지역은 물이 흘러갈 경우는 장엄한 경관을 형성하고 있는 지역이므로 경관을 조망할 수 있는 조망대가 필요한 지역으로 사료되며, 구황교에서부터 동천지역 수중보까지의 구간은 잔디와 관

목이 어우러져 양호한 경관을 형성하고 있어 이러한 형태를 명확하게 드러낼 수 있는 추가적인 시설이 보강되어야 할 것으로 사료된다. 또한, 동천지역 수중보부터 보문교까지의 구간에서는 저수로의 남단 둔치지역에 갈대 등 주위의 자연경관과 조화되지 않는 잔디가 피복되어 있고, 경관상 부조화가 발생하여 대책이 필요한 것으로 확인되었으며, 이 구간에서는 하천경관과는 조화가 되지 않는 리기다 소나무 등의 외래 수종이 자라고 있어 경관장애를 유발하고 있다. 이와 함께 동천지역 수중보는 거대한 콘크리트 구조물로서 형태나 재료에 있어 자연경관과 조화가 되지 않으므로 이에 대한 경관개선 대책이 부수적으로 요망되며, 동천지역 수중보와 인접한 대안도로에는 콘크리트 옹벽이 시각적으로 과대하게 노출되어 있으므로 자연형공법에 의한 환경친화적인 대책이 요구되는 시점이다. 또한, 시민들의 휴식장소가 되고 있는 구황교 아래에는 교각이 과도하게 쇄굴되어 나쁜 경관을 연출하고 있어 이에 대한 대책이 필요한 것으로 판단되며, 구황교로부터 알천교 방향으로의 둔치에는 경작지로 혼잡한 경관을 연출하고 있어 개선이 요구되며, 이 구간에는 운동시설의 차단벽이 나쁜 경관을 연출하고 있어 이에 대한 개선이 필요한 것으로 판단된다.

이상의 조사를 바탕으로 Fig. 6에서는 지금까지 분석한 자연환경, 인문·사회환경 및 관련법규 등의 분석을 종합하여 본 연구에 직·간접적으로 영향을 미칠 수 있는 요소들을 조사하였다. 먼저 북천유역 자연학습

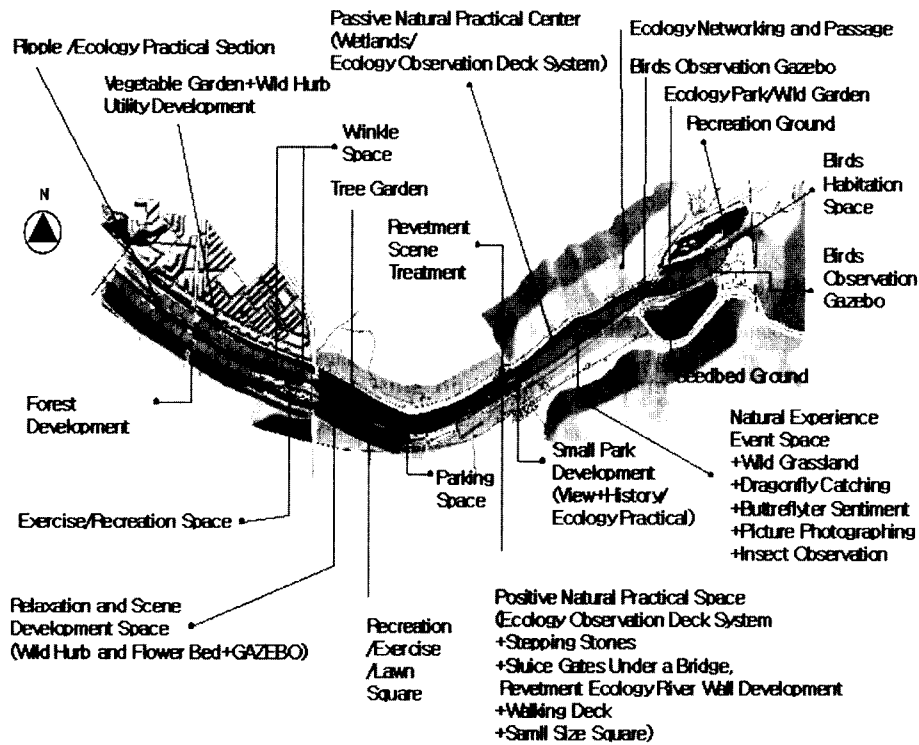


Fig. 6. Diagram of basic concept with ecology preservation and natural practical area in Bukchun.

단지 조성 제한인자로는 하천 유지수 관리의 어려움이 있고, 하상 쇄굴현상이 심하며 수중보 및 호안옹벽으로 하천경관 저해와 어도 폐쇄구역이 있으며, 하천변과 둔치에 대한 접근성 불량과 동·서간 동선의 연결이 불량하다는 점이다. 또한, 미처리 하수의 하천유입 현상과 석축호안 조성으로 추이대(ecotone) 상실 및 둔치폭의 협소현상과 하천변 수목 및 그늘 부족으로 사용자들의 불편현상이 해결되지 않고 있다. 따라서 북천유역의 생태보전 자연학습단지 조성을 위하여 상수보조 취수관을 이용하여 유지수를 확보하여야 하며, 토지이용행태의 명료화하여야 할 것이다. 이와 함께 하천제방 및 치수시설을 추가적으로 확보하여야 하며, 기존 자전거도로를 이용하여 동선의 동서연결 및 체계화에 이용하고, 보황교 및 보황로 주변 식생의 이용 가능성과 기존교량의 휴식 및 휴게공간으로 활용성을 확보해 나가야 할 것이다. 또한 상류지역의 자연환경과 둔치는 각종 이벤트 장소로 활용 유도하여야 하며, 기존 수중보 주변의 물을 이용해 각종의 놀이 및 생태환경으로 이용할 수 있을 것으로 사료되며, 보문교상에서 동·서 지역으로의 조류관찰이 가능하도록 유도하여야 할 것이다. 이와 함께 향후 시민과 학생들을 위한 친수 환경

공간 조성을 위해 주변 환경의 보호 및 자연형 하천의 복원을 위한 종합적 하천변 관리대책이 수립되어야 할 시점으로 판단된다. 북천은 친수 환경공간과 역사적 공간이 어우러지고 있으며, 자연학습공간과 시민휴식공간으로서의 가능성을 충분히 확보하고 있는 실정이다. 따라서 향후의 연구는 이용행태와 생태분석 및 사회, 경제적 차원에서 충분히 검토하여 생태자연 체험학습단지 조성에 대한 추가적인 계획을 확립해 나가야 할 것이다.

IV. 결 론

본 연구에서는 북천유역의 수계현황, 홍수위 조사 및 북천지역에 식재 가능한 수종조사 등을 실시하였으며, 자연학습 체험단지 조성 및 관리를 위한 종합적인 방안 마련에 기초를 두었으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 경주지역에 위치한 북천은 홍수시에는 유속이 몹시 빠른 반면, 갈수기에는 0.02 m/s 정도의 느린 유속을 보이고 있으며, 북천유역의 하도경사(S)는 덕동댐 상류는 0.0500으로서 매우 급경사이고, 덕동댐에서 보문호 구간의 하도는 S=0.0143로 매우 완경사이다. 그리

고, 보문호 하류하도는 $S=0.0148$ 로 비교적 완경사이며, 평균적인 하상구배는 1/200~1/300 정도이다.

2. 북천의 하상구배 특성과 보문호 월류현상으로 인하여 동천수중보 및 인근지역에서 침식 및 쇄굴현상이 발생하고 있는 것으로 확인되었다.

3. 북천유역의 실제홍수위와 확률홍수위의 예측결과를 바탕으로 분기별 조사를 수행한 결과, 덕동댐 방류수의 원활한 조정을 위하여 상류지역에 덕동댐 관리를 위한 여수로 공사가 요구된다. 또한, 북천지역 하상구조를 조정하는 대책이 수행되어야 할 것으로 판단되며, 이를 바탕으로 하절기 집중호우시에는 보다 철저한 하천관리가 추가적으로 요구되는 시점이다.

4. 북천변의 나무식재는 경주지역의 기후환경 및 지리적 조건과 밀접한 관계가 있으며, 형산강에서 자생하고 있는 수종이 가장 적절한 수종으로 판단되어진다. 본 연구에서 조사된 바에 의하면 형산강과 북천지역에는 왕버들, 이태리포플러, 대나무, 왕벚나무 등이 자생하고 있는 것으로 확인되었으며, 북천 및 인근유역의 자연형하천 복원구간에 식수 가능한 수종으로 결정되었다.

5. 북천지역은 친수 환경공간과 역사적 공간이 어우러져 있고, 자연학습공간과 시민휴식공간으로서의 가능성을 충분히 확보하고 있는 것으로 확인되었으며, 생태자연 체험학습단지 조성이 가능한 지역이라 사료된다. 따라서 향후 이용행태 및 생태분석과 사회·경제적인 면을 충분히 검토하여, 생태자연 체험학습단지 조성계획을 확립해 나가야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 정종현, 최석규 외 : 형산강 수질환경 조사연구. 포항 지역사회연구소·서라벌대학 환경산업연구소·경주 환경운동연합, 2002.
2. David M. Harper and Alastair J. D. Ferguson : The ecological basis for river management. 1995.
3. Jong-Hyeon Jung : A study on reaction characteristic of SO_2/NO_x simultaneous removal for alkali absorbent/additive in FGD and waste incinerator process. Ph.D., Busan University, 1999.
4. 杉山惠一外 : 自然環境復元の技術, 朝倉書店, 1992.
5. 이경렬 : 양재천 자연형하천 복원 계획, 서울대학교, 1998.
6. 최석규 : 형산강수질조사 및 친수환경 공간확보에 관한 연구. 경주상공회의소 논문집, 1997.
7. 정종현, 최석규, 조세환 외 : 경주 문화환경 생태보전 자연학습단지 조성사업 기본계획. 서라벌대학·경주시, 2000.
8. 新井正外 : 都市の水門環境. 公立出版株式會社, 1988.
9. 岡太郎外, 菅原正孝 : 都市水邊の新展開. 技報堂出版株式會社. 1994.
10. 최석규 : 경주 북천의 자연형하천 복원에 관한 연구. 서라벌대학 논문집, 19집, 2001.
11. 최석규 외 : 형산강 경주권 수계의 수질현황. 경주연구 논문집, 7집 1998.
12. 경주시 : 덕동댐·보문호 안전진단 보고서. 1991.
13. 日本 土木學會 : 水邊の景觀計劃, 技報堂出版株式會社. 1988.
14. R. Amavis and J. Smeets : Principles and Methods. For Determining Ecological criteria on Hydrobiocenoses. Proceedings of the European scientific colloquium Luxembourg, November 1975, Pergamon Press, 1976.
15. M. W. Holdgate and M. J. Woodman : The Breakdown And Restoration of Ecosystems. PLENUM Press, New York, 1978.
16. E. J. W. Barrington : Environmental Biology. Edward Arnold Ltd. 1980.
17. 기상청 : 기상연보, 1991-2000.
18. 정종현, 최석규, 조세환 : 북천지역 자연학습 체험단지 조성을 위한 기본계획(1)-하상분석, 대기질 및 생태분석-. 한국환경위생학회, 제28권, 제2호, 2002.
19. 김용기 : 하천경관에 관한 연구. 한국조경학회지 10:1, pp. 33-38, 1982.
20. 김재호 : 한강 종합개발사업 공사보고서. 토목학회지 35:2, pp. 36-51, 1987.
21. 경주시 : 통계연보. 2000.
22. 경주시 : 경주 천군쓰레기 매립장 주변 환경성 영향조사. pp. 1-14, 2001.
23. Nemerow, Nelson Leonard : Scientific stream pollution analysis. McGraw-Hill Book Company, Washington, 1974.